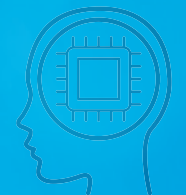
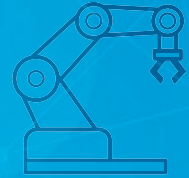


私立大学理工系分野の 研究基盤の強化と向上

— 科学技術イノベーションの推進に向けて —



本書刊行にあたって

日本私立大学連盟「理工系分野の教育研究推進プロジェクト」は、私立大学の理工系分野における教育研究の充実を目的として設置されました。本年度は「研究」に焦点を当てて検討を行い、私立大学の理工系分野が果たす役割とともに研究力の強化に向けた方策等について提言を取りまとめました。

これからの日本の経済成長、さらにはSociety5.0と呼ばれる新しい社会の実現は、とくに理工系分野に関わる科学技術の発展をその基礎としています。また、新型コロナウイルス感染症の拡大は、今後も人類が経験したことのない脅威が生じる可能性を示しており、人々の安全や生命を守るためにも科学技術の発展が不可欠です。

そのためには、何よりも研究の中心である大学の強化が必要です。これまで国による大学の研究力強化の支援策、とくに理工系分野への支援策は国立大学を中心として行われてきました。しかしながら、私立大学こそ、これからの日本の発展を支える研究成果を創出する可能性を秘めており、私立大学の研究に対する支援を強化し、私立大学の理工系分野の充実を図ることが不可欠です。

本書では、私立大学の理工系分野の充実につながる提言とともに、私立大学の理工系分野を卒業して社会で活躍されている卒業生の声と、私大連加盟大学の多様で特色ある研究の事例を紹介しています。それらを通じて、これからの科学技術の発展に向けた私立大学の大きな可能性を感じていただければと期待しております。

本書のとりまとめに当たっては、関係する皆さまに多大なご協力をいただきました。厚くお礼申し上げますとともに、とくにご多忙の中「卒業生の活躍」を寄稿くださった卒業生の皆さまに、これからのますますのご活躍をお祈り申し上げます。

本書が、私立大学における理工系分野の教育研究の充実への一助となり、日本の科学技術イノベーション推進に資するものとなれば幸いです。

2020年（令和2年）4月

理工系分野の教育研究推進プロジェクト
担当理事 曄道佳明

目次

I. はじめに	2	【付録】「私立大学理工系分野の学部・研究科における取組・整備状況等に関するアンケート」集計結果	95
II. 我が国と私立大学理工系分野の研究を取り巻く状況	3	私立大学理工系分野の学部・研究科における取組・整備状況等に関するアンケート	100
III. 私立大学理工系分野における研究力向上のための課題・提言	5	理工系分野の教育研究推進プロジェクト 委員名簿	102
IV. 理工系分野の学部・研究科の卒業生の活躍	12	一般社団法人日本私立大学連盟加盟大学一覧	102
V. 加盟大学の特色ある研究事例	18		
研究分野トップレベルの高度な研究	19		
ユニークな特色を持った研究	51		
若手・女性研究者による研究	79		

※本書では、厳密な定義はせず、原則としていわゆる「理系」の分野から医学、歯学、薬学等の保健関係を除いた分野を指して理工系分野としている。但し、引用等においては引用元の定義に準じている。

I. はじめに

第5期科学技術基本計画では、社会の変化や課題に対応し、新たな未来を切り拓くために、科学技術イノベーション政策を強力に推進することとされた。しかしながら、イノベーションの源泉となる我が国の研究の現状からは、むしろその衰退を危惧する声が強まっている。

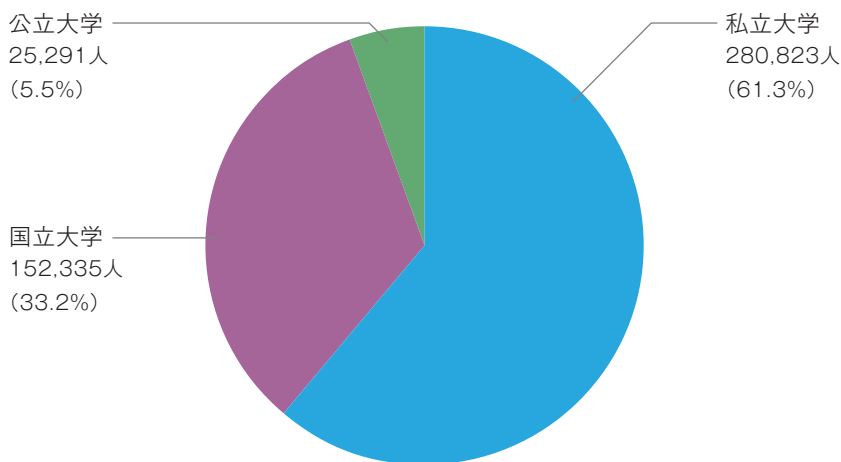
私大連がとりまとめた「未来を先導する私立大学の将来像」^{*1}では、イノベーションの創出力の強化のためには、私立大学の研究と研究者養成機関の質を高めることが必要であることを指摘している。

私立大学は、多くの学生を受け入れ多様な教育を実践し、社会の発展に寄与する人材を育成してきた。理工系分野に限っても、現在、理工系学部の在籍者数は国立大学15万2千人、公立大学2万5千人に対し、私立大学は28万1千人と全体の61.3%を占め、我が国の研究の厚みを増し、技術力を支えて産業界等の様々な場面で活躍する幅広い理工系人材を輩出している（図1）。

研究面においても、建学の理念に基づく多様性と特色を活かし、世界に伍するトップレベルの高度な研究から、異分野との融合や企業等との特徴的な連携等によるユニークな特色を持った研究など、多彩な研究を行い、社会に活力と発展をもたらしてきた。

私立大学のみならず我が国の研究力全体を向上し、イノベーションを推進するためには、私立大学の理工系分野の研究基盤を強靱なものとし、それぞれの私立大学が持てる力を十二分に発揮し得る環境の整備が不可欠である。

図1. 理工系分野の学部学生数



出典：令和元年度「学校基本調査」に基づき、私大連事務局が作成
本データの理工系分野は、理学並びに工学の学生数を集計している

【参考】理工系分野の学生数・教員数等

	大学等数	教員数 (人)	学生数 (人)			
			学部	修士	博士	計
私立大学	257	13,737	280,823	23,563	2,363	306,749
国立大学	463	27,027	152,335	52,388	14,174	218,897
公立大学	48	2,908	25,291	4,988	998	31,277

※大学等数、教員数は令和元年「科学技術研究調査報告」、学生数は令和元年度「学校基本調査」の数値

※本データの理工系分野は、理学並びに工学を指している

※大学等数は、「大学の学部」、「短期大学」、「大学附置研究所」、「その他」

※1. 日本私立大学連盟「未来を先導する私立大学の将来像」（2018年3月）p8

<https://www.shidaiaren.or.jp/files/user/4181.pdf>

Ⅱ. 我が国と私立大学理工系分野の研究を取り巻く状況

今世紀に入ってから我が国の自然科学系のノーベル賞受賞数は、アメリカに次いで第2位となるなど、日本人研究者が世界規模の課題解決に大きく貢献してきた。しかし、我が国の研究力の現状に目を転じると、研究力を表す指標の一つとされる質の高い研究論文の数は、世界第2位（1995年から1997年平均）から世界第5位（2015年から2017年平均）へと順位を下げ^{*2}、国際的に注目度の高い研究領域に、日本が十分に参画できていない状況になりつつある^{*3}。こうした低下の要因には、研究者を取り巻く状況の悪化がある。我が国と私立大学理工系分野の研究を取り巻く状況について、とくに問題となる現状を整理した。

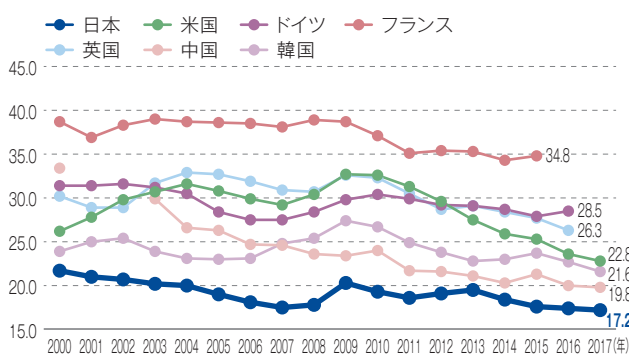
■ 研究資金

研究者を取り巻く状況の悪化の要因の一つには、公的な研究資金の少なさが挙げられる。我が国の研究開発費全体における政府の負担割合は、主要国の中において最も低く、その割合も年々低下傾向にある（図2）。とくに私立大学の状況に目を向けると、大学における研究費は、国公立大学が9割以上を「政府」からの資金が占める一方、私立大学は約9割を自己資金が占めており、公的な支援に大きな格差がある（図3）。また、私立大学の独自性を尊重し、私立大学の多様で特色ある研究を支援してきた国の事業〔私立大学学術研究高度化推進事業（2007年度まで）、私立大学戦略的研究基盤形成支援事業（2008年度～2015年度まで）、私立大学研究ブランディング事業（2016年度～2018年度（新規受付）まで）〕も終了し、私立大学の研究資金の確保は厳しさを増している。

■ 人材

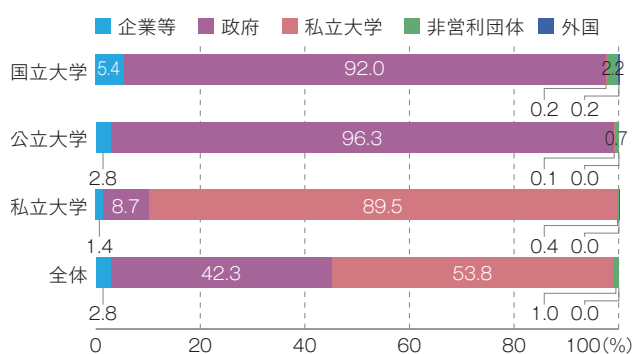
研究において最も重要といえる人材の問題もある。とくに若手研究者（教員）の状況は厳しいものであると言わざるを得ない。修士課程から博士課程への進学者数は、2003年からの16年間で約2割減少している（図4）。今後、若年人口の大幅な減少傾向を考えると、次代を担う研究者の確保が困難になる可能性が高い。その背景には、在学時における授業料や生活費等の経済的な負担の問題もさることながら、修了後の進路として描く研究者（教員）の道において、若手研究者のポストが減少傾向にある等（図5）、研究者としての魅力が低下していることが指摘されている^{*4}。

図2. 主要国における政府の研究開発費負担割合の推移



出典：文部科学省 科学技術・学術政策研究所、「科学技術指標2019」を基に、私大連事務局が加工・作成

図3. 大学における研究資金構造（2017）



出典：文部科学省 科学技術・学術政策研究所、「科学技術指標2019」を基に、私大連事務局が加工・作成

*2. 文部科学省 科学技術・学術政策研究所「科学技術指標2019」4-1-6主要国の論文数、Top10%補正論文数、Top1%補正論文数：上位25か国・地域

*3. 内閣府総合科学技術・イノベーション会議（第48回）配付資料 資料1「研究力強化・若手研究者支援総合パッケージ（案）」p1

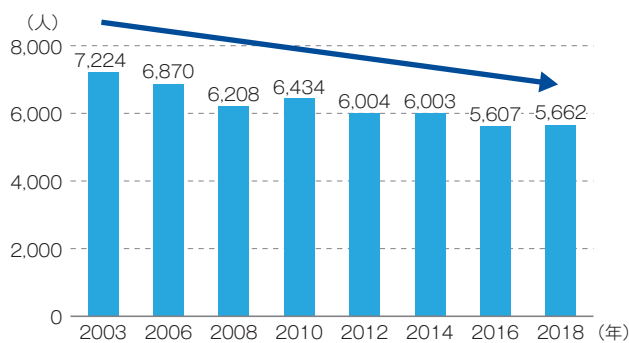
*4. 脚注3資料p2

多様な視点を取り入れて科学技術イノベーションを活性化していくためには、女性研究者の活躍も不可欠である。ところが、我が国の女性研究者の割合は諸外国と比べて極めて低く（図6）、大学の自然科学系分野においても同様である。しかし、その中であって特筆すべきは、私立大学では女性研究者が研究・教育に携わる割合を着実に高めていることが挙げられる（図7）。

研究時間

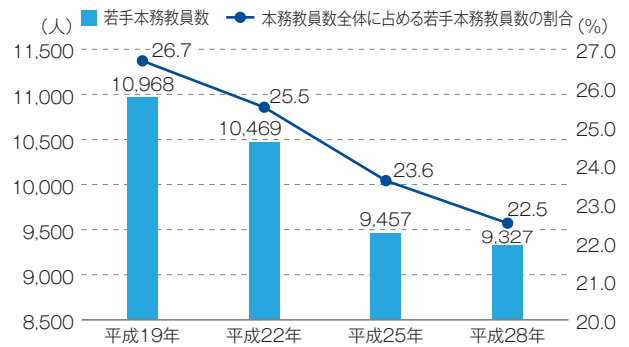
教員の研究時間の低下も深刻な問題である。研究力を強化していくためには十分な研究時間を確保することが不可欠であるが、理工系分野においては、大学教員の職務時間に占める研究時間の割合が減少している。とくに、私立大学では、きめ細やかな教育を実施するため、研究活動の確保に影響が生じている（図8）。

図4. 理工系分野の博士課程入学者数の推移



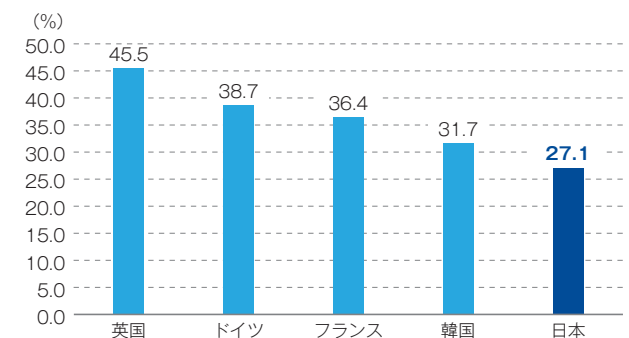
出典：文部科学省 科学技術・学術政策研究所、「科学技術指標2019」を基に、私大連事務局が加工・作成

図5. 理工系分野の若手本務教員数の推移（国公私立全体）



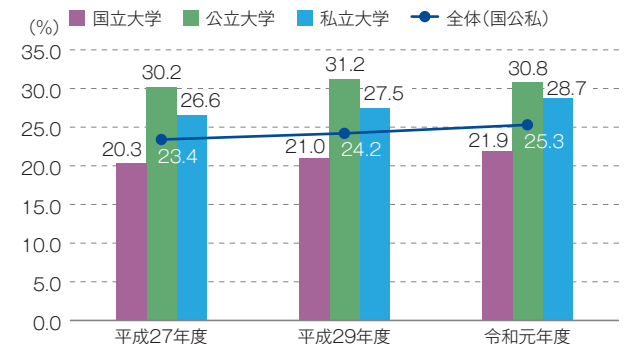
出典：「学校教員統計調査」に基づき、私大連事務局が作成
 ※本データにおける理工系分野は、理学並びに工学の数値を集計している
 ※若手本務教員は、40歳未満としている

図6. 女性研究者割合の国際比較



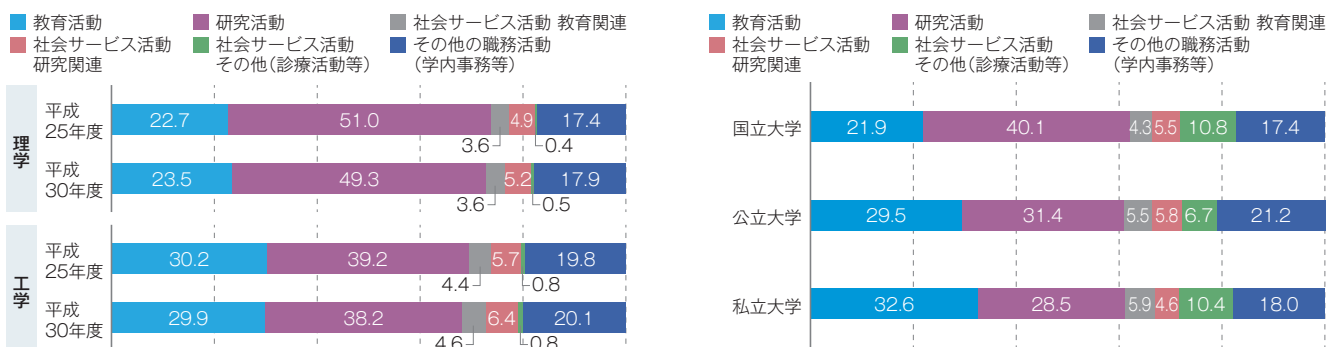
出典：文部科学省 科学技術・学術政策研究所、「科学技術指標2019」を基に、私大連事務局が加工・作成
 ※英国は2016年、ドイツ、フランスは2015年、韓国は2017年、日本は2018年の数値

図7. 女性研究者割合の推移（自然科学）



出典：総務省「科学技術研究調査」に基づき、私大連事務局が作成
 ※本データにおける「研究者」は、教員（教授、准教授、講師及び助教）の他、医局員や大学院博士課程の在籍者等も含めて調査・集計している

図8. 大学教員の職務別時間割合（左：分野別（理学、工学）、右：国公私立別）



出典：平成30年度「大学等におけるフルタイム換算データに関する調査」に基づき、私大連事務局が作成

Ⅲ. 私立大学理工系分野における 研究力向上のための課題・提言

私立大学理工系分野を取り巻く現状を改善し、私立大学が我が国の研究力全体の向上に貢献していくための施策について、「資金」、「人材」、「環境」の視点から課題と提言を述べる。

1 資金：適切な予算配分と支援制度の拡充

課題1 独自性を尊重した継続的かつ柔軟な支援

課題2 各種支援制度の改善と情報公開の推進

2 人材：基盤的な力の強化に向けた支援

課題1 若手研究者の育成支援

課題2 女性研究者の活躍促進

課題3 研究時間を確保するための支援等の拡充

3 環境：国際競争力の向上に向けた仕組

課題1 産学官による連携の推進及び研究活動の社会への発信

1 資金：適切な予算配分と支援制度の拡充

課題1 独自性を尊重した継続的かつ柔軟な支援

科学技術立国としての日本を支える中核人材を輩出してきた私立大学における研究基盤の整備は、今後の日本の国際競争力強化の上でも極めて重要である。また、18歳人口が減少を続け、無期雇用の大学教員の定員増が困難な中、急速に発展を続ける科学技術分野の研究力向上のためには、理工系分野の研究人材への投資を継続的に行う必要がある。とくに、それぞれの大学が独自の建学の精神を有する私立大学に対しては、一律で総花式な支援ではなく、各大学の独自性を尊重した戦略的な支援及び評価が必要である。一方、大学を取り巻く雇用環境や社会情勢の変化への対応については、国公立、私立の別なく共同で問題に取り組めるような方向性を持った支援を行うことが重要である。

提言1 私立大学の特色を生かした研究を支援する制度の継続的实施

最先端研究を継続するためには、一定期間毎の研究設備の更新が必要不可欠である。また、学生に対してより早い段階で最先端研究に従事する環境を与えることは、人材育成の点からも重要である。

私立大学の最大の特長である多様性を尊重し、各大学がそれぞれの研究戦略および経営戦略に基づいて策定した組織的な達成目標および人員配置計画に対して、研究施設や装置・設備、メンテナンスを行う技術員の人件費などの研究基盤の整備を総合的に支援する制度を継続的に実施することを要望する。

それとともに、私立大学の特色ある研究を支援してきた事業の復活を強く要望する。なお、事業実施期間の短縮や支援額の減額は、大学の中期計画、予算や雇用政策等への影響、また教職員の改革意欲を低下させることにもなるため、厳に慎まれるべきである。

提言2 研究予算を有効に活用するための制度の整備と拡充

科学研究費補助金で一部実施されている基金化による年度をまたいだ柔軟な予算の使用は、予算の有効活用および不正使用の防止の観点から画期的な改革であった。挑戦的な研究に取り組むほど不確定要素が大きくなることは自明であり、研究の進捗に応じて柔軟な予算の使用について、より適用範囲を拡大することを要望する。

有期契約教員や博士研究員等、研究遂行において外部資金によって有期契約で雇用される研究従事者の数が増大しており、研究予算における人件費比率が増えている。一方、以前に比べて人材の流動化が進んでいるとはいえ、多くの有期人事の任期は学校年度に対応しており、予算最終年度における翌年度雇用の確定は任期付きの研究従事者にとっては重大な問題となっている。

安定的な有期雇用の維持は研究力向上に必要不可欠な要素であり、新規課題について年度の始まりから雇用を開始して給与支払の予算執行を可能とし、人件費が有効に活用できるような採択時期の設定や制度の整備を要望する。

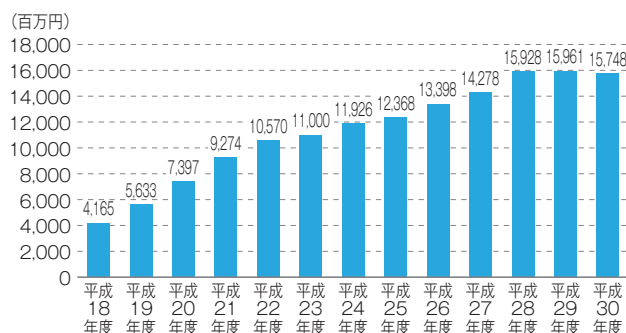
提言3 国際情報発信強化と電子ジャーナル高騰への対応

電子ジャーナルの購読料の高騰は図書館資料費を圧迫し（図9）、購読誌数の減少という危機を生じさせている。このことに対して、平成22年に日本学術会議が提言^{※5}をまとめているものの、現状は解決にほど遠いと言わざるを得ない。解決策の一つとして購読料が無料であるオープンアクセスジャーナルの普及が進んでいるが、掲載には高額な論文出版料がかかるため、やはり研究費を圧迫するという弊害もみられる。さらに、商用出版社がハイブリッドジャーナルを出版することで、研究者が論文出版料を負担しつつ、図書館は購読料を支払わなければならないという状況も生じている。

個人研究費を圧迫せずにオープンアクセスジャーナルへの投稿を促進するため、投稿実績などを算定基礎とした、大学がオープンアクセスジャーナルへの論文出版料を負担するための助成を積極的に行うことで、論文投稿数の向上とオープンアクセスジャーナルの普及を支援することを提案する。

また、研究を進めていく上で、最新の論文にアクセスし、持っている情報を更新していくことが不可欠である。電子ジャーナル購読料の高騰化に対しては、個々の大学による対応には限界があり、国として対応策を講じるとともに、完全なオープンアクセスジャーナルの普及が十分でない現状を踏まえ、研究環境の維持のために電子ジャーナル購読料にかかる大学図書館への補助を要望する。

図9. 私立大学の電子ジャーナル購読経費の推移



出典：文部科学省「学術情報基盤実態調査」に基づき、私大連事務局が作成

※5. 日本学術会議科学者委員会学術誌問題検討分科会『学術誌問題の解決に向けて－「包括的学術誌コンソーシアム」の創設－』（平成22年8月2日）

課題2 各種支援制度の改善と情報公開の推進

少子高齢化の進展により、今後20年間で0歳～14歳及び15歳～64歳人口は、ともに2割減少するといわれている*6。我が国の国力を支える現役世代を中心とするマンパワーが2割も消失すれば、政治的経済的に甚大なダメージを被るのは確実である。

理工系人材の育成を責務とする私立大学理工系分野の立場からこの危機の克服について考えるならば、貴重な人的資源である学生達にハイレベルの理工系教育を施すことが強く期待されることは明らかであり、理工系学部教育の一層の充実を図り、学部在籍時から最先端の研究に接する機会を与えることによって、さらに高度な科学研究を志向する学生たちを育むことが望まれる。そのためには、国内でバランスのよい教育・研究資金の配分が行われ、少子高齢化社会に対応した望ましい人材育成が図られているかどうかは常に検証されるべきである。また、その検証結果は国の政策に反映されなければならない。

特に大学及び大学院教育においては、研究と教育は表裏一体である。たとえば、米国のNational Science Foundation (NSF、我が国の日本学術振興会に相当する)の研究費審査においては、Intellectual Merit (知的メリット)に加えて Broader Impact (波及効果)という審査項目がある。この波及効果には、人材育成等への寄与が含まれており、公的研究費の審査において、学術的な研究成果だけではなく、人材育成(教育成果)も審査の重要項目になっている。我が国においても、このような人材育成の観点を含めた公的研究費の配分が行われるべきである。

提言1 公的研究費審査制度への「人材育成」の観点による評価指標の導入

我が国の公的研究費の審査制度においては、日本学術振興会が所管する科学研究費補助金のように「学術的な研究成果」のみを評価指標とするものが多い。しかし、米国のNational Science FoundationではBroader Impactの審査項目にも重きを置いている。少子高齢化が進み理工系人材育成の重要性が日々増している我が国においても、各研究費配分機関に「人材育成」の観点による評価指標の導入を求める。

提言2 公的研究費配分機関による研究費配分額の公開

バランスのよい研究費の配分が行われているかどうかを検証するためには、各大学に配分されている公的研究費の額を知る必要がある。科学研究費補助金においては、各大学別の補助金額や国立大学、公立大学、私立大学別の補助金額等が公表されWEBで公開されている。しかし、文部科学省所管の科学技術振興機構(JST)や経済産業省所管の新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)、総務省所管の情報通信研究機構(NICT)、厚生労働省所管の日本医療研究開発機構(AMED)においては、これらの情報の公開が十分ではなく、国内の各大学にどのように資源配分が行われているかが把握できない。このため我が国の研究費支援制度が真に人材育成に望ましい状況にあるかどうかについて、科学的に判断できる状況にはない。

したがって、我が国において望ましい理工系人材の育成を進めるためには、まず第一歩として、これらの各研究費配分機関に「大学別の配分額」と「国立大学、公立大学、私立大学」への配分額の公表を求める。

*6. 内閣府「高齢社会白書」(平成30年版)

2 人材：基盤的な力の強化に向けた支援

課題1 若手研究者の育成支援

研究力の中核をなす若手研究者の状況を人材、資金、環境の面で見ると厳しいものであると言わざるを得ない。国は、総合科学技術・イノベーション会議において、「研究力強化・若手研究者支援総合パッケージ」を策定し、人材、資金、環境の三位一体改革を進め、さらに2021年4月から開始される第6期科学技術基本計画に基づき、大学改革を実現し、イノベーションの創出を加速させようとしている。この改革によって学位取得の魅力、多様なキャリアパスが提示され、大学院進学割合が増大し、若手研究者の層が厚くなり、将来の我が国の研究力が向上することは、大いに期待するところである。

私立大学の教育は、旧帝大のような大講座制ではないケースが多く見られ、研究室の活動において、大学院生が早い段階で研究のコアな部分に関与したり、主体的に物事を考える環境下に置かれる機会が多く、アカデミズム外の人材との交流も活発で、貴重な知識や経験を得ることを通じて、社会での即戦力人材としての経験を積むことにつながっている。一方で、授業料の高さ、将来のポストへの不安等が原因で優秀な学生が私立大学から流出していき、研究のパフォーマンスの低下につながっていることが課題である。よって、修了後の企業への就職や若手研究者に対する多様なキャリアパスの提示に向けて提言する。

提言1 国から企業等へ、大学院修了者の積極的な採用の働きかけ

「研究力強化・若手研究者支援総合パッケージ」で述べられているように、学位取得後の魅力の一つとして、企業からの積極的な採用の働きかけが必要である。すでに、修士課程や博士課程の大学院生に対して、採用直結のインターンシップを国が推奨するとの検討をしているという話も聞くが、企業に対して全体の何割をインターンシップや学生の専門性とのマッチングを行う等、採用枠の設定をするような具体的な縛りを国が推奨することを要望する。

提言2 卓越研究員事業の拡大・弾力化

卓越研究員事業は国立大学を中心に広がっているが、私立大学への採用の拡大とともに、海外で研究に従事した後の帰国後のポストや期限付き雇用の若手研究者ポストであっても可能なように幅広く適用できるようにすることを要望する。

提言3 大学院修了後のポスト保証に関する補助金の設定

若手研究者の登竜門である博士研究員雇用における補助金の充実を要望する。私立大学等経常費補助金の一般補助、特別補助に包含するのではなく、先進的な若手研究者育成制度を持つ私立大学に対し、雇用のための費用を補助する制度の再構築を要望する。

提言4 産学連携における一般管理費（間接経費）の増額

すでに「産学官連携による共同研究強化のためのガイドライン」*7で細かく議論されているが、企業にとって連携する先の研究室の基盤強化は自らの利益にも適うものである。課題遂行の直接経費に対して、一般管理費（間接経費）の増額への対応を要望する。私立大学としては、これを原資として博士研究員を雇用する等の方策を取ることができる。

*7. イノベーション促進産学官対話会議事務局「産学官連携による共同研究強化のためのガイドライン」（平成28年11月30日）

課題2 女性研究者の活躍促進

大学教育に携わる女性研究者の支援は、そのこと自体が女性の活躍につながるだけでなく、ロールモデルとして、若い世代の女性が今後の日本の科学技術の未来を背負って活躍するために、特に重要かつ意義がある。

提言で示した施策は、女性研究者を支援するための基本的な環境整備であり、大学等で既に進められているものの予算的な制約で継続が困難であったり、十分に支援できていない場合において、国から継続的な支援を得ることで施策が継続・充実し、そのことにより利用者の拡大や支援への理解がさらに促進されると考えられる。

また、これらの提言は女性のみならず、今後の若手研究者のワークライフバランスをより良いものにし、日本の研究活力全体の向上に資するものである。

このような環境整備と合わせて、女性研究者の優先的な採用等を実施することにより、女性研究者の活躍が促進されることとなる。

提言1 育児休業中及び復帰後の研究継続の支援

育児休業中及び復帰後に研究を円滑に継続できるように研究補助者を雇用できる制度に対する補助金や奨励金の給付の拡大を求める。女性だけでなく、育児休業中の男性の場合にも適用されることで若手研究者への支援策ともなる。

提言2 保育施設の整備並びに保育施設利用への支援

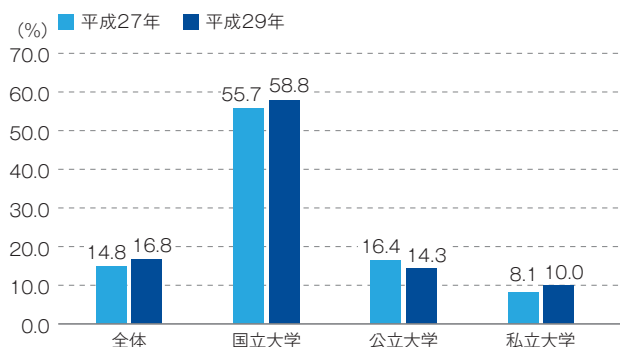
近年、大学では学内保育施設の設置が進んでいる。しかし、女性教員比率では、国立大学よりも私立大学の方が高いにもかかわらず、学内保育施設の設置状況は私立大学が低い状況にある（図10）。そこで、保育施設の学内設置の支援やその運用費用の補助を望む。

また、休日や時間外に大学の催しが行われる際や病児保育が必要な場合には学内や公立の保育施設が使用できないことが多く、その際、個人で学外の保育施設やベビーシッターを利用する費用の補助を求める。

提言3 児童期の子育て支援

女性・若手研究者にとって、研究が進み成果が出しやすい時期は幼児や児童をかかえ、子育てにも時間を必要とする時期である。その時期に大学等が弾力的な勤務体制（担当授業数の軽減、在宅勤務、休暇の半日あるいは時間での取得等）を構築することで、より働きやすく成果に結びつく環境を整備する。そのような取り組みを国が推奨し、支援する施策が必要である。

図10. 大学における常設の保育施設の設置割合



出典：文部科学省委託調査「開かれた大学づくりに関する調査研究」に基づき、私大連事務局が作成

※アンケート調査に対して回答のあった大学について集計している。

提言4 介護に関する支援

介護に関しても、研究補助者の雇用や（研究や授業の実施の際に）介護サービスを受ける費用の補助を求める。これらは子育て支援と同様に今後必要性が増すと考えられる。

課題3 研究時間を確保するための支援等の拡充

統計的に見れば、少子化により、入学してくる学生の学力は低下することになる。ここに、多彩な人材を受け入れる入試制度改革が進めば、学力の差は広がる。大学では、学力の低い学生へのリメディアル教育をはじめ、教育効果を高めるためのPBL（Problem Based Learning）の実施やアクティブラーニングの導入等、学生個々の学力に合わせたきめ細やかな対応を行っているが、それらすべてが大学教員の研究時間に影響を及ぼす結果となっている。

以上に加えて、大学の国際化の流れを受けて、留学生の確保のための施策や授業の英語化が求められている。地域連携等の要請も増えている。これらは、日本の高等教育改革に不可欠なことではあるが、その実施にあたって、評価やフィードバックが求められることが教職員の大きな負担となっている。さらに、研究不正防止の観点から、物品調達や出張旅費に関して、過剰とも言える証憑を求められることも、負担を増大させ、結果として、大学教員の研究時間を奪っている。そこで、以下について提言する。

提言1 私立大学等改革総合支援事業をはじめとする支援事業の手続の簡素化

社会や国からの要請に対する評価やフィードバックは、私立大学に関しては、私立大学改革総合支援事業等の各種支援事業の調査を通じてなされることが多く、大学の教職員は、この調査への回答とそれを裏付けるエビデンスを揃えることに多くの時間が割かれている。さらに、その調査内容が、年々細かくなっていることに加えて、量的な評価を要する項目が増え、ますます回答に時間を要する状況となっている。

この状況を改善するために、私立大学の独自性を尊重した支援の拡充を図るとともに、申請にかかる調査や申請の手続き、事業終了後の報告の簡素化を求める。

提言2 証憑書類の簡素化に向けた電子決済の推進

教員の事務負担を低減できるペーパーレス化を進めるために、コーポレーションカード（法人クレジットカード）の利用による経理書類の削減や、納品情報の電磁記録による検収等、電子商取引を積極的に推進することを求める。

3 環境：国際競争力の向上に向けた仕組

課題1 産学官による連携の推進及び研究活動の社会への発信

国際競争力を保ちながら研究活動の活性化を図るためには、「基礎研究」とともに「文理内包の学際的（応用）研究」に鑑みた縦横の展開が必要である。また、これらの研究展開について学術的な客観的評価や知的財産を得るためには、その研究成果を国内外に向けて迅速かつ効果的に発信する必要がある。そのためには、研究成果を経済活動に直接結びつけていく役割を果たす「産」、新たな知の創造や優れた人材の養成・輩出の役割を担う「学」、科学技術の向上を目指した各種政策・制度を構築する「官」、が一体となって取り組んでいく必要がある。そこで、以下を提言する。

提言1 研究課題やコンテンツの情報共有を推進する国レベルでのプラットフォームの構築

産学官の連携を促進するためには、それぞれの研究活動の「見える化」をはかり、関連する研究活動の検索や共同化について相互提案する仕組み、国内の研究活動を俯瞰して国レベルの総合的な研究マネジメントを実施し、国内全国地区への配置を念頭に、適切で効果的な産学官研究クラスター（拠点）の配置ないしは研究ネットワークの構成、研究成果を効果的に社会へ還元していくための知的財産のマネジメント化を図ることが必要である。そのためには、国レベルのプラットフォームの構築を求める。プラットフォームにおいては、以下の項目の実現を求める。

- 研究課題や活動内容のアブストラクト（概要）の登録、論文検索ではわかりづらい「研究課題の総合性」や「研究活動の概要」を鑑みた関連研究課題や活動の検索、(AIなどを利用した) 関連する研究の検索と紹介を具現化するアカデミック・データベース・システム（または、アカデミック・リサーチ・マップ）の構成と運用
- データベース上の研究成果を知的財産として情報共有化し、社会還元を図るAIシステムや人材を配置
- 各大学によるデータベース利用の促進を図るための手段（例えば、ポイント制度など）の導入
- 研究者IDまたは利用者IDによる登録・閲覧制限

提言2 研究活動の総合的なマネジメントを行うリサーチ・アドミニストレーター育成の支援

多様で多彩な研究活動を高度化及び活性化していくためには、国内外の研究活動の逐次把握と関連する研究のネットワーク化をはかることが必要である。そのために、国内外の研究活動を俯瞰的に情報収集し、産学官研究クラスターの設置や研究ネットワークの構成、研究活動の相互交流などに関わる経験豊富な研究マネジメント人材（URA - リサーチ・アドミニストレーター）が必要である。しかし、適任者の不在や予算的な問題のため、理工系分野の学部・研究科を設置する私大連加盟大学の68%は、リサーチ・アドミニストレーターを配置できていない（【付録】 P98参照）。そのような状況を改善するために、リサーチ・アドミニストレーターを各大学で育成するための支援を求める。

提言3 クロスアポイントメント制度の利用促進に向けた教学支援

実用的研究の推進とその成果の社会実装を効果的に図るためには、研究の初歩段階からの産学官連携が必要となる。大学院生などに対しても早い段階から研究成果の実用化についての見聞を促進させるために、クロスアポイントメント制度の利用を促進すべきであるが、理工系分野の学部・研究科を設置する私大連加盟大学のうち、クロスアポイントメント制度の仕組みがある大学は30%に留まっている（【付録】 P97参照）。

同制度の利用を促進していくために、各大学が規程を整備する等の学内環境を整えていくことに加え、同制度による産学官連携を実施した場合に、授業や研究室指導などの教学補償（例えば、助教配置などに要する負担）を支援する等の仕組みの構築を国に求める。

提言4 大学の研究（活動、成果）の発信機会の創出・促進

産学官の連携を促進するためには、大学における研究内容を社会に発信することが重要である。研究活動・成果の発信機会を増やすために、展示会等における大学への出展の促進と出展料等の支援、公的機関による展示会の開催及び大学への広報を求める。

IV. 理工系分野の学部・研究科の卒業生の活躍



京セラ株式会社 代表取締役社長

谷本 秀夫さん



出身大学

上智大学 理工学部化学科



当時の研究分野

無機工業化学



コメント

私は、1982年に卒業と同時に、現在の京セラ（当時 京都セラミック）に入社し、社会人としての人生がスタートしました。当時の京セラは、売上が1,000億円を超えた位で急成長期でした。急成長期でしたので、入社2年目の技術者でも、一人で仕事を任される事が多く、若い時から色々な経験をさせて頂きました。

最も印象に残っている仕事は、入社8年目に担当した新規生産ラインの構築プロジェクトでした。色々と苦労はありましたが、その後の仕事に大変役立つ経験でした。

今現在は、マネジメントとして仕事をさせて頂いておりますが、社会全体が大きく変化しようとしていることを実感しています。主にデジタル化による社会構造の大きな変化が進み、我々の仕事の仕方、生活の在り方などに大きな影響を及ぼすこととなります。

ぜひ皆さんもこの大きな変革期をポジティブに捉え、活躍のチャンスをつかみ大きく飛躍できるように頑張ってください。

ぺんてる株式会社 商品開発本部画材企画開発部画材開発課

鎌田 理沙さん



出身大学

関西学院大学大学院 理工学研究科化学専攻



当時の研究分野

有機合成反応開発



コメント

私は現在、ぺんてる株式会社で描画材の研究開発に携わっています。描画材とは、所謂絵の具やクレヨンといった絵を描く道具のことです。新製品「ゆびえのぐ」の研究開発に始まり、看板商品のクレヨンの品質向上等、様々な描画材の研究開発を任せていただき、非常にやりがいを感じる日々です。

大学の研究では、ある反応の目的物の収率向上の為、様々な反応条件を変えながら何度も実験を行いました。悪い結果が続いても、観察、考察、仮説、検証から見える改善策をやる気の糧にして取り組みました。今日の粘り強くあきらめの悪い私があるのは、自由に個々の判断で実験ができた大学時代の研究があつてこそです。

大学時代の研究は将来の仕事には直接関係ないかもしれませんが、真剣に勉強・研究に向き合った姿勢はその後の仕事に必ず活きます。将来、この人に仕事を任せれば安心と思ってもらえるよう、是非今の勉強や研究に主体的に取り組んでください。

株式会社LTaste 代表取締役社長

東 和彦さん



出身大学

慶應義塾大学大学院 理工学研究科総合デザイン工学専攻後期博士課程修了



当時の研究分野

微細加工技術を用いたバクテリアセルロースの成形と生産

コメント

弊社は、私が修士課程に在籍中に始めた、新しい減塩技術に関する研究を元に設立したベンチャー企業です。弊社ではソルトチップという小さなシート状の食品を開発しています（写真）。これを歯に貼り付けて舐めながら食事をすると、シートから塩味が供給されるため、味付けをしていない食事でも塩気の効いた料理に変身します。ソルトチップに含まれる塩分はわずか0.1g以下のため、塩分摂取量を劇的に減らすことができます。



この研究開発を始めたきっかけは、在籍していた研究室の研究の関係で、腎臓病患者さんの減塩食を体験する機会があり、塩味がないといかに食事が楽しくなくなるかを身をもって知ったからです。

経営は研究とは全く異なる世界ですが、その分違った面白さを日々感じています。私のようなキャリアを選択する博士号取得者は日本ではまだ珍しいですが、こんな生き方もあるんだと参考にしてもらえるよう、これからも頑張りたいと思います。

株式会社KAP 代表取締役 / NPO法人team Timberize 理事

萩生田 秀之さん



出身大学

明治大学 理工学部建築学科卒業、明治大学大学院 理工学研究科博士前期課程修了



当時の研究分野

建築構造（木質構造）

コメント

建築構造設計事務所の代表およびNPO法人の理事を務めています。明治大学は施設が充実しており、数多くの実験を体験することができました。小さな試験機から実物大の建築を加力できる大きな施設、振動実験台など多くの実験施設・設備があり、材料・建物の挙動、破壊性情を肌で感じる事ができたことが、その後のキャリアに大きく影響しました。私の研究分野である「木質構造」は鉄骨造や鉄筋コンクリート造に比較し、材料特性が不確定なところが多く難解なため、木造の設計をできる人間が少ないという現状があります。学生時代に木材特性を実験を通して体感できたことを活かし、今は最前線で木造設計や開発に携わっています。



新豊洲プリリアランニングスタジアム

また、NPO法人の理事として木造建物の啓発活動にも力を入れています。工学的知見を用いて社会貢献することがエンジニアの本分と考えます。学生たちには、常に研究分野の向こう側に社会があることを意識して学んでいただきたいと思っています。

株式会社中外医科学研究所 鎌倉ランチ鎌倉分析・測定グループ

大石 美香子さん



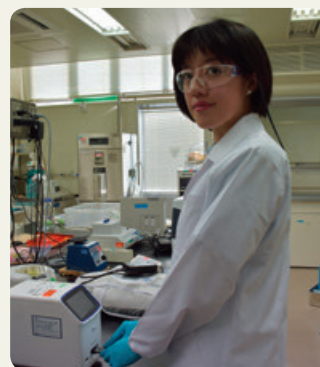
出身大学

日本女子大学 理学部物質生物科学科



当時の研究分野

がんに関する研究



コメント

現在の仕事は、臨床薬理です。新薬の臨床開発をする過程で使われる測定方法が正しいものか、ガイドラインに従って実験を行い、チェックを行います。

人の役に立つ薬を作りたいという気持ちに動かされ実験を行っており、自分が関わった新薬が世の中に出ると思うと充実感を味わいます。

日本女子大学の理学部は私立の女子大学で唯一の存在です。私はここで、実験を行うために必要な技術及び考え方の基本を習得することができました。女性だから、という制限のない環境で専門的な技術を身に付け、学べたことは自分にとって大変重要なことでした。現在の仕事においてもその時の経験はベースとなっています。

仕事として行う実験は楽しいことばかりではなく、むしろ大変厳しいことです。好きなことでも、仕事にするとつらいことはあります。しかし責任を伴う「仕事」ではそれは当たり前であり、逆に好きだからこそそれを乗り越えることができていると思っています。

日本ハム株式会社 IT戦略部

福嶋 渉さん



出身大学

立命館大学 理工学部物理科学科



当時の研究分野

ソフトマター物理学

コメント

食品企業のIT部門で、自社内で利用するシステムの検討～導入業務、また海外を含めたグループ会社のIT統制業務を行っています。

大学時代の物理科学科では物理だけでなく化学や電気、プログラミングなど幅広い授業がありそれまでは興味のなかった分野にも触れられたことが印象に残っています。

物理科学科の基礎研究では、内容や目的の理解が難しいものが多くありましたが、自分なりに理解して研究を進めたり、一般の人には理解が難しい内容を分かりやすく説明する力は今の仕事にも役立っています。また、大学の留学プログラムを利用して英語力を向上させることができました。私自身転職を経験しており、これらのスキルはどこでも通用するものだと感じています。

現大学生・院生の皆さんには、大学時代に様々なことにチャレンジしてその中から自分の興味のあること、将来の仕事の選択肢を広げていてもらいたいと思います。

芝浦工業大学 工学部教授

平林 由希子さん



出身大学

芝浦工業大学 工学部土木工学科



当時の研究分野

水文学



コメント

2018年4月より芝浦工業大学において水文学分野の研究・教育活動に従事しています。

卒業研究の指導教員の先生に、理系は英語で読み書きできることが重要であると言われ、研究室配属直後に英語の教科書を渡されたことは強く印象に残っています。卒業時に大学院進学祝いとして頂戴したその教科書は今でも大事に持っています。現在、様々な機会をいただき国際的な研究活動ができているのは、受験英語とは全く異なる専門分野の英語の勉強に、20代の若いうちから取り組む機会に恵まれたおかげです。

工学系の大学で計算機環境に恵まれており、講義や卒業研究を通してプログラミングの基礎を一から学ぶ機会があったことも、その後の研究・教育活動に大いに役立っています。一つのプログラミング言語をしっかりと身につけていれば、言語や計算機環境が変化しても柔軟に対応できるので、学生の皆さんには専門分野にかかわらず何か一つ学んでおくことを強くお勧めします。

経済産業省 資源エネルギー庁 電力・ガス事業部 電力基盤整備課 課長補佐（総括）

立石 拓也さん



出身大学

早稲田大学大学院 先進理工学研究科



当時の研究分野

コンピュータ援用電磁工学

コメント

私は新技術を社会実装する仕組みづくりによって理系の力を最大限発揮させ、豊かな日本を作りたいと思い、2009年に経済産業省に入省しました。これまで、大学で専攻した電気に近い政策としては、強靱で持続可能な電力供給体制構築や電力インフラの海外展開などを担当してきました。

大学では、入学後すぐに電磁気学の難しさに挫折、研究ではプログラミングに苦労しましたが、指導教授や先輩・同級生の助けを得て一つ一つ乗り越えました。その結果、大学院では、ギリシャでの学会発表や企業の方との共同研究など様々な経験をさせていただき、これらは今でも働く上での財産となっています。

皆さんが社会人として過ごす間に世界や日本の状況は大きく変わり、おそらく、同じビジネスモデルで繁栄し続ける会社も、一つの専門性だけで活躍できる人材もいなくなると思います。ぜひ、今から色々なことにチャレンジして、自分らしさに磨きをかけていってください。

V. 加盟大学の特色ある研究事例



研究分野トップレベルの 高度な研究

学習院大学	化学反応場としての生体膜の特性を分光法で評価する	20
上智大学	人工葉の創成とその光化学変換	21
上智大学	次世代光学素子を目指した 有機無機ハイブリッド材料の開発	22
関西学院大学	超高色純度の有機ELディスプレイ用 青色発光材料開発に成功	23
関西学院大学	科学・技術・芸術を融合した、産業や生活環境における 新たな感性価値創造の方法論の研究	24
関西学院大学	産官学連携による福島復興に向けた 「ハニカム型水素安全触媒」を開発	25
慶應義塾大学	次世代材料「ダイヤモンド電極」の 環境・医療応用への展開	26
慶應義塾大学	PET分解酵素の発見と活性向上	27
慶應義塾大学	スピン流を基盤とした電子技術の新展開	28
明治大学	高度医療・福祉のためのハイパフォーマンス バイオマテリアル開発	29
南山大学	ウェアラブルネットワークの研究	30
日本大学	ゴッサマー宇宙構造物の研究	31
立教大学	はやぶさ2による小惑星探査から、太陽系外惑星へ	32
龍谷大学	環境核酸分析による生物多様性評価手法の開発と社会実装	33
龍谷大学	生物の機能を模倣した光応答性結晶	34
龍谷大学	機械学習アプローチによるソーシャルネットワーク マイニング	35
成蹊大学	プロトン伝導性固体電解質を用いた アンモニア合成システムの開発	36
成蹊大学	マルチモーダル理解・生成と対話的人工知能の研究	37
芝浦工業大学	電気駆動型・伸縮性ポンプの創成	38
東邦大学	正常および癌組織の代謝フラックスへの 確率的制御アプローチ	39
東北学院大学	新しいマンガン系永久磁石材料の探索	40
東海大学	人工衛星とSNSの融合で安心安全に貢献する	41
東京農業大学	マウス卵子形成機構の解明に向けて	42
東洋大学	多機能ナノ粒子・ナノ構造体の創成および バイオ医療分野への応用	43
東洋大学	下水や上水処理向け低温硝化技術の開発	44
豊田工業大学	革新的熱利用材料・デバイスの創製	45
豊田工業大学	微細構造光ファイバによる広帯域光波の創生・制御の研究	46
津田塾大学	離散ソボレフ不等式の最良定数	47
津田塾大学	移動カメラ映像からの背景差分に基づく物体領域抽出	48
早稲田大学	表面プロトニクスによる低温での固体触媒反応の 能動的制御	49

化学反応場としての生体膜の特性を分光法で評価する

活動資金

科学研究費補助金（新学術領域研究、挑戦的研究（開拓））、私立大学戦略的研究基盤形成支援事業、物質・デバイス領域共同研究拠点物質組織化学研究領域（東京工業大学化学生命科学研究所）

研究者

岩田 耕一
理学部 化学科・教授

他機関との連携状況

東京工業大学、京都大学、福井大学

研究の目的

生化学反応の多くは、細胞内に存在する生体膜の中あるいは近傍で進行している。この生体膜は、リン脂質の二重膜によって形成されている。脂質二重膜は、水の中に浮く分子二層分の油のシートである。多くの化学反応は有機溶媒中や水中で起こるが、これらの「通常の」反応媒体と比べると脂質二重膜は特異である。水と油という言葉のとおり、水と油は正反対の化学的性質を持っているからである。さらに、実際の生体膜はより複雑で、「脂質ラフト」と呼ばれる不均一なドメイン構造を持つと考えられている。本研究の目的は、生体膜が化学反応の媒体としてどのような特性を持つかを解明することと、脂質ラフトを分光測定で検知することである。

研究の内容

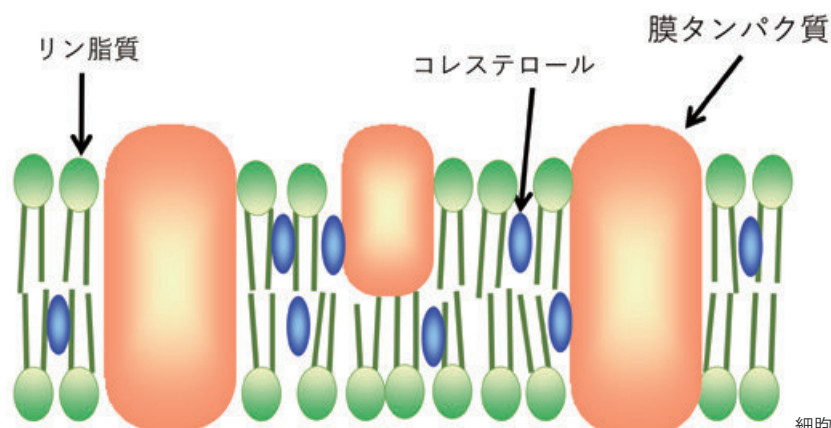
脂質二重膜の粘性率および熱拡散定数を、自作のピコ秒時間分解蛍光分光計およびピコ秒時間分解ラマン分光計を用いてそれぞれ評価した。試料には、単一あるいは複数脂質から成るリポソーム単層脂質二重膜（直径50ナノメートルから1マイクロメートル）や脂質ナノディスク、および培養細胞の細胞膜を用いた。脂質二重膜の疎水部に粘性率あるいは熱拡散定数の測定のためのプローブとなる分子を封入して、そのプローブ分子のピコ秒時間分解蛍光スペクトルとピコ秒時間分解ラマンスペクトルを測定した。

成果・効果

異なる組成をもつ多数の脂質二重膜および細胞膜の粘性率と熱拡散定数を測定できた。粘性率と熱拡散定数はいずれも基本的な物性量であり、化学反応の速度や生成物の決定に関して大きな影響を与える。これらの基本的な物性量を測定できたことは、生体膜で進行する数々の重要な生化学反応の機構を理解するための基盤を得られたことを意味する。粘性率の測定結果は、細胞膜に粘性率が異なるナノドメインが複数存在することを強く示唆する。生体膜での脂質ラフトの検出に大きく近づけた。

今後の展望

今後、生化学反応の機構を生体膜の基礎物性に基づいて定量的に議論することが可能になるだろう。脂質ラフトモデルを実験的に検証することで、生体膜の構造についての理解が飛躍的に進歩するだろう。



細胞膜の構造の模式図

人工葉の創成とその光化学変換

活動資金 上智大学学術研究特別推進費「重点領域研究」

研究者
下村 和彦
理工学部・教授

研究の目的

次世代のエネルギー問題解決のために、クリーンエネルギーの研究が不可欠であり、これに対する解決策として無機半導体と有機半導体を組み合わせて、水の光分解を可能にする人工葉を構築することを目的とした研究である。

研究の内容

水分解の高効率化を目指して、有機半導体と無機半導体を組み合わせた人工葉セルを実現することが本研究の特長である。有機半導体としてMAPbI₃膜を用いた人工葉セルの試作、無機半導体としてBiFeO₃-TiO₂のp-n接合型酸化・還元電極の製作、半導体材料としてGaInP、GaAs、InAsナノワイヤを用いた人工葉セルの試作を行っている。また微量水素の検出および定量化を進めるとともに、ハライド系有機-無機ペロブスカイト半導体の結晶モデルを作成するためのMDシミュレーションを実施し、高効率化のための結晶構造の解析を行っている。

成果・効果

有機半導体、無機半導体を用いたプロトタイプ人工葉セルの試作を行い、それぞれのデバイスにおいて基本的な太陽光発電特性を確認した。またシミュレーションにおいては量子化学計算に第三世代DFTと言われるM062X汎関数を用い、基底関数にはロスアラモス研究所が開発したLanL2DZを使用し、ハライド系有機-無機ペロブスカイト半導体の結晶モデルを作成した。最終的な人工葉セルを実現するための、デバイス作製技術を構築し、そして基本的な結晶モデル作成により今後のデバイスシミュレーションが可能となった。

今後の展望

有機半導体と無機半導体における基本的な太陽光発電動作を確認できたので、今後はこれらを組み合わせた高効率人工葉セルの試作を行う。次世代エネルギー問題の解決としてクリーンエネルギーの研究は重要であり、本研究は社会の持続的発展のために必要不可欠であると考えている。

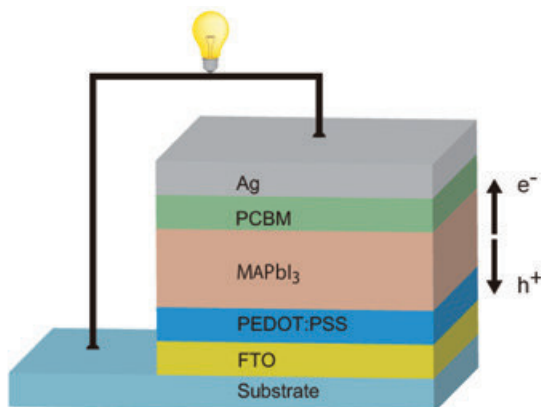


図1. プロトタイプセルの構造

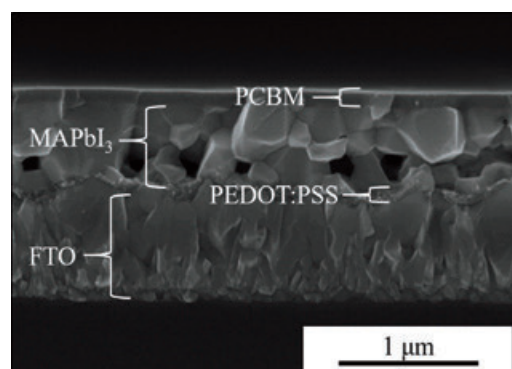


図2. プロトタイプセルの断面SEM観察

次世代光学素子を目指した 有機無機ハイブリッド材料の開発

活動資金 上智大学学術研究特別推進費「重点領域研究」

研究者
竹岡 裕子
理工学部・教授

他機関との連携状況 東京大学、京都大学、電気通信大学、スウェーデンUmea大学

研究の目的

有機物と無機物を複合化させた有機-無機ハイブリッド材料は、世の中に数多く存在する。例えば私たちの体の骨格を形成している生体骨はその代表であり、有機物であるコラーゲンと無機物である水酸アパタイトが複合化することで、強靱性と柔軟性をもつことが知られている。一方、人工的に合成される有機-無機ハイブリッド材料も数多くある。本研究では、有機-無機ペロブスカイト化合物という人工的に合成される有機-無機ハイブリッド材料に着目し、有機、無機単独では実現しえない光学特性を発現させ、次世代に向けた光学素子への応用の礎を築くことを目的としている。

研究の内容

有機-無機ペロブスカイト化合物は、ハロゲン化金属 (MX_2 、M: 二価金属、X: ハロゲンイオン) と有機アミンハロゲン化物 (RNH_3X) を複合化して得られ、図1 (a) に示すような $(\text{MX}_6)^4$ 八面体を構成単位とする一連の物質群である。ペロブスカイト型化合物の特徴はその構造多様性にあり、ハロゲン、金属、有機アミンを変化させることにより、様々な電氣的、光学的特性を有する化合物を自在に合成することができる。2009年に宮坂力教授によって、太陽電池の新規吸収材料として報告された。2012年以降、発電効率が急速に改善され、現在では25%を達成し、世界における太陽電池開発の主役ともいえる存在となっている。太陽電池の開発において、現在の主な研究対象である三次元ペロブスカイト化合物 (図1 (b)) は、耐湿性に問題がある。本研究では、ペロブスカイト化合物の構造を二次元平面に広げた二次元ペロブスカイト化合物 (図1 (c)) がより安定性に優れることを見出し、さらにその結晶構造を制御することで、素子に有利な構造の設計を行った。

成果・効果

太陽電池の開発において、現在の主な研究対象である三次元ペロブスカイト化合物は、耐湿性に問題がある一方、二次元ペロブスカイト化合物はより安定性に優れる。しかしながら、二次元ペロブスカイトでは、基板に対してペロブスカイト層が水平に配向するため、電気が流れにくいという欠点があった。研究によって、二次元ペロブスカイトの垂直配向性が向上し、電気が流れやすくなることにより、ペロブスカイト太陽電池の安定性向上ならびに長寿命化への貢献が期待できる。

今後の展望

有機-無機ペロブスカイト化合物は太陽電池のみならず、発光材料や水素発生材料、円偏光発光素子など、その光学特性を活かした多様な応用に期待が高まっている。材料コストが低く、高純度な材料を得やすく、簡便に合成できることから、これからの光学材料として、さらに注目が高まっている。多くの関連研究者との連携により、精力的に研究を行っている。

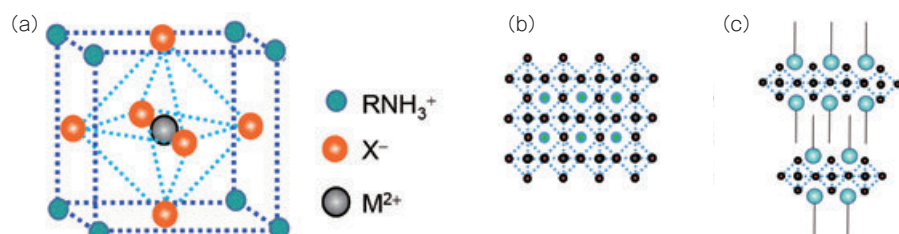


図1. (a) ペロブスカイト化合物の単位格子。(b) 三次元ペロブスカイト化合物と (c) 二次元ペロブスカイト化合物の構造。

超高色純度の有機ELディスプレイ用 青色発光材料開発に成功

活動資金

科学研究費補助金（文部科学省）、科学技術振興機構、三菱財団、池谷科学技術振興財団からの支援等

他機関との 連携状況

JNC石油化学株式会社との共同研究

研究者

畠山 琢次
理工学部・教授

研究の目的

色純度と発光効率に優れた有機発光材料の開発により、有機ELディスプレイの高色域化、高輝度化、低消費電力化、ブルーライトの低減等を目指す。

研究の内容

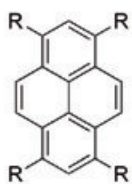
有機EL（OLED）ディスプレイは、液晶ディスプレイと比較して映像の鮮明さ等に優れ、スマートフォン、テレビ、業務用モニター等の用途で実用が進んでいる。ディスプレイの色彩表現は、光の三原色である赤・緑・青色の発光を混合することにより実現しているが、それぞれの色純度が低いと、再現できない色ができてしまい、ディスプレイの画質（色再現性）が低下する。そこで、市販のディスプレイでは、有機EL素子の発光スペクトルから不必要な色を光学フィルターで除去することにより、色純度を高めてから（スペクトル幅を狭くしてから）使用している。これまで有機ELディスプレイに用いられてきた発光材料は、発光スペクトルが幅広であり、光学フィルターによる不必要な色の除去を行う割合が多く、ディスプレイの輝度や電力効率が低下してしまうという問題がある。また、フィルターによる色純度の向上には限界があるため、ディスプレイの広色域化が難しいという問題もあり、色純度が高い発光材料の開発が望まれている。畠山教授らの研究チームは、極めて色純度の高い有機系青色発光材料を開発することで、これらの問題を解消すると共に、さらに優れた特性を持つ発光材料を開発するための設計指針を与えるものである。

成果・効果

本研究で開発された高色純度青色発光材料「DABNA」は、その優れた特性から、現在、多くのスマートフォンやテレビの有機ELディスプレイに実装されている。DABNAを用いたディスプレイは、従来の発光材料を用いたディスプレイと比較して、高輝度化、低消費電力化、ブルーライトの低減が可能であり、その普及に大きく貢献している。また、ごく最近になって開発した「 ν -DABNA」は、カドミウム系量子ドットやハロゲン化鉛系ペロブスカイトなどの無機発光材料をも凌駕する超高色純度の青色蛍光を示すことに加えて、優れた熱活性化遅延蛍光特性を有しており、青色発光素子の性能がボトルネックとなっている有機ELディスプレイの飛躍的な高性能化が期待できる。

今後の展望

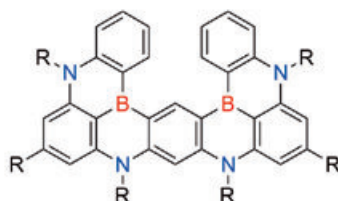
本研究で打ち出した設計指針の下で、国内外の材料およびディスプレイメーカーで研究開発が盛んに行われており、スマートフォンやテレビのみならず、車載モニター、PCモニター、VR/ARといった多くの応用が期待できる。



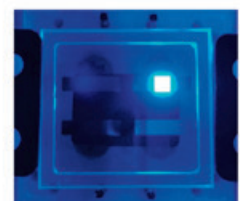
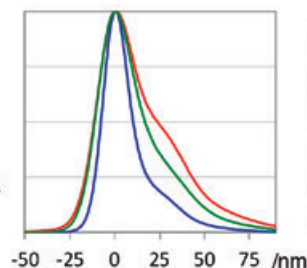
従来の発光材料



DABNA



ν -DABNA



科学・技術・芸術を融合した、産業や生活環境における新たな感性価値創造の方法論の研究

活動資金

文部科学省「革新的イノベーション創出プログラム (COI STREAM) 「感性とデジタル製造を直結し、生活者の創造性を拡張するファブ地球社会創造拠点」

他機関との連携状況

慶應義塾大学、中京大学、金沢美術工芸大学等の大学や、金属、自動車、電機、機械、化学、材料、光学、計測器、化粧品、ファッション等分野の多くの企業との連携実績有り。

研究者

長田 典子
理工学部・教授

研究の目的

感性情報学を基盤にして、人間の多様な感性と価値を生み出す創造性とをモデル化、インデックス化し、産業から個人までが利用可能なメトリックを策定することで、個人に根差した価値を具現化するデザインサポートプラットフォームの実現を目指している。

研究の内容

人間一人ひとりの感性を大切にしたいプロダクトデザインやサービスデザインを実現するため、生理・心理測定からCGやシミュレーション、AIまで幅広い手法を活用しながら、(1) 感性を指標化し個人ごとにモデル化する「感性価値メトリック」(2) 感性と物理量の関係のモデル化によって感性を満たすものづくりを支援する「感性ソムリエ」(3) デザインプロセスを構造化し、個人が自ら価値を具現化する活動を支援する「デザインナビ」(4) 個人の心的状態を非接触で測定する「ヒューマンセンシング」をコアコンピタンスとして研究開発に取り組んでいる。

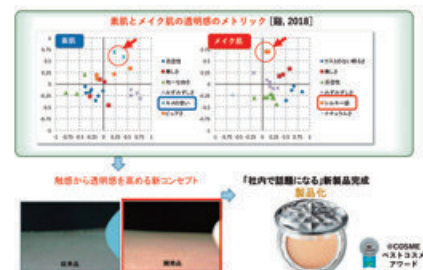
成果・効果

感性の仕組みを解き明かす基礎研究から、製品の実用化・デザインに活用する応用研究まで実施しており、研究成果の社会実装も数多く実現している。社会実装の事例として、個人の感性を反映するファッションデザインアプリ「COUTURE」の展開、AIを活用したスーツ生地のおすすめシステム「感性AIソムリエ」(高島屋をはじめとする実店舗に導入)、素肌とメイク肌の比較による透明感のメトリックにより「素肌のキメの整い」に対応するメイク肌の構成要素を明らかにした肌溶けパウダーファンデーション「コーサー雪肌精CCスノーパウダー」、マルチモダリティ(共感覚)の仕組みを利用した音楽演奏アプリ「CASIO Chordana Tap」の製品化・発売などがある。またピアノ演奏コンピュータグラフィクス(CG)生成技術によるテレビアニメ「のだめカンタービレ」の制作支援や、触感計測技術による各種素材開発支援(化粧品、車用インテリア部材、ロボット用部材など)も行っている。

今後の展望

関西学院大学の「核となる研究群育成制度の構築」の下、これまでの研究活動を発展させる形で「感性価値創造インスティテュート」が2020年1月に発足。今後もAI・IoT・ビッグデータ時代におけるデザインサポートプラットフォームとして、現場の良質なビッグデータから社会の変革に繋がる戦略を連続的に生み出していく多彩なオープンイノベーションの場を目指し、豊かで持続可能な社会の実現、SDGsへの貢献を果たす。

素肌とメイク肌の比較による透明感の構成要素理解



デザインサポートプラットフォーム

- 人間の多様な感性と、価値を生み出す創造性とをモデル化、インデックス化し、産業から個人までが利用できる社会実装としてのプラットフォームを実現すること。個人に根差した価値を具現化する。
- AI・IoT・ビッグデータ時代において、現場の良質なビッグデータから社会の変革に繋がる戦略を連続的に生み出していく多様なオープンイノベーションの場を創出します。
- 社会の価値観を転換し、豊かで持続可能な社会の実現、すなわちSDGsへの貢献を果たします。



産官学連携による福島復興に向けた「ハニカム型水素安全触媒」を開発 福島第一原発廃炉：安全な燃料デブリ取出

活動資金

文部科学省「国家課題対応型研究開発推進：英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業（平成28～30年度）」

他機関との連携状況

ダイハツ工業株式会社、日本原子力研究開発機構、長岡技術科学大学、宇都宮大学、アドバンエッジ株式会社との共同研究

研究者

田中 裕久
理工学部・教授

研究の目的

福島第一原発廃炉のプロセスにおける課題の一つである水素安全の確立のため、自動車触媒を応用した実用性の高い「ハニカム型水素安全触媒」を開発した。この結果、福島第一原子力発電所の廃炉の際に水素爆発を未然防止し、燃料デブリ等を安全に搬出・輸送し、そして長期間に渡り保管することが可能となる。

研究の内容

燃料デブリ等の搬出・輸送・長期保管といった原発廃炉のプロセスにおいて、密閉された燃料デブリ等の保管容器内で、水分が放射線分解して水素ガスを発生する課題に対して、ガソリン自動車用ハニカム型触媒を応用し、外部からの電力供給などを必要とせず、発生した水素と酸素を容器内で安全な水に戻す「水素安全触媒」を開発した。低温からの活性に優れ、軽量・コンパクトで、燃料デブリの保管容器をほとんど改造することなく搭載可能である。

※本研究開発は、福島第一原子力発電所の廃炉に向けた国家プロジェクトである「国家課題対応型研究開発推進：英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業（平成28～30年度）」の枠組みにおいて、「廃炉加速化研究プログラム：廃棄物長期保管容器内に発生する可燃性ガスの濃度低減技術に関する研究開発（研究代表者：長岡技術科学大学高瀬和之教授）」の中で実施したものである。関西学院は、国家的課題の解決に積極的に取り組み、ダイハツ工業株式会社、国立研究開発法人日本原子力研究開発機構と協力して、大型放射光施設SPring-8にて反応メカニズムを解析することにより開発を加速した。触媒試作は、株式会社キャタラーと日本ガイシ株式会社の協力を得た。また触媒改良の効果は、ドイツ・ユーリッヒ研究所（Forschungszentrum Juelich GmbH）の大スケール反応装置にて実証した。
https://www.kwansei.ac.jp/press/2019/press_20190722_022543.html

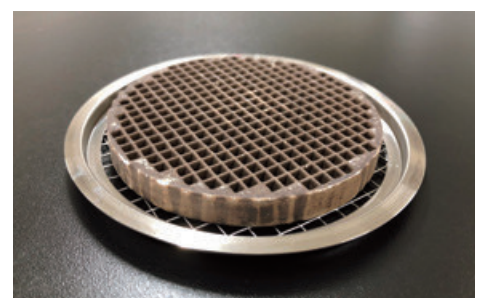
成果・効果

開発した触媒は自動車触媒技術を応用しており、以下のような優れた特徴を持っている。

- 燃料デブリ等の保管容器内で発生する水素を、安全な濃度（4%未満）に保つ
- 高活性で、様々な環境で性能発揮（マイナス20℃から水素濃度を低減可能）
- 外部からの電力供給が不要
- セラミックス・ハニカムに塗布されているため、軽量で取扱いが容易
- コンパクトで、保管容器にほとんど改造を加えることなく取り付け可能
- 貴金属使用量が極めて少ない
- 量産が可能で、実用性が高い

今後の展望

2021年内から段階的に計画されている燃料デブリ取出しに向けて、実用化のステップへ進んでいくことが想定されている。



次世代材料「ダイヤモンド電極」の 環境・医療応用への展開

活動資金

科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業（CREST）、科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業（ACCEL）、科学研究費補助金

研究者

栄長 泰明
理工学部・教授

他機関との 連携状況

分析機器メーカー、化学メーカー他数社と連携、複数の大学、医学部と連携

研究の目的

次世代の新材料として、ホウ素を混合して導電性を付与したダイヤモンドを創製し、これを電極として用いることによる新しい応用展開を目指す（ダイヤモンド電極（図1））。特に環境改善や医療応用を中心に、ダイヤモンド電極に特有の優れた性能を生かした応用展開を目指す（図2）。

研究の内容

センサー用途

重金属、有効塩素など、環境モニタリング用途として、ダイヤモンド電極を用いたセンサーが実用化へと展開している。高感度かつ耐久性を備えた連続測定が可能となり、さまざまな測定対象物質についても簡便な高感度センサーとして利用できる。また、健康モニタリング用途として、例えば尿中、血液中の成分を高感度に分析できるシステムを構築する。特にマイクロサイズのダイヤモンド電極は、生体内で局所の物質動態をリアルタイムで計測できる。例えば、マウス脳内でのドーパミン放出の挙動や、内耳における薬物の濃度変化をリアルタイムかつ高感度に計測できる。

水処理用途

水処理、汚水浄化の用途として、耐久性に優れたダイヤモンド電極により有機物、難分解性物質を分解し、浄化を行う。

CO₂還元、物質合成用途

CO₂を原料に有用物を合成する（図3）。ほぼ100%の電解効率でギ酸を生成でき、長時間の使用においても耐久性に優れている。そのほか、有機電解合成として、ダイヤモンド電極を用いた物質合成を行うことで、ダイヤモンド電極特有の反応により、創薬や化学品合成の用途へ展開する。

成果・効果

ダイヤモンド電極を搭載した重金属、有効塩素のモニタリング装置は実用化へと展開している。現在、腫瘍マーカー計測や未病の早期発見のための医療用のセンサーの要求が高まっており、現在研究を進めている。また、ダイヤモンドマイクロ電極を用いることで、投与した薬物の挙動と生体機能が相関していることをリアルタイムで直接観測することに成功し、薬の効き目を直接理解できることがわかった。一方、環境改善として水処理技術への展開のみならず、CO₂の有効利用という観点での社会の注目度は高く、耐久性を備え、高い電解効率でCO₂を資源化できる技術として期待されている。

今後の展望

これまで見出されているダイヤモンド電極の機能を最大限引き出すため、新材料としての基礎評価が重要であり、その知見をフィードバックすることで社会実装へと展開する必要がある。一方、ダイヤモンド電極は、環境改善、医療応用へ幅広い応用展開が期待できるため、その優位性を有効利用できる応用用途に目を見張るとともに、社会実装のため、電極作製のコストダウン等も重要である。

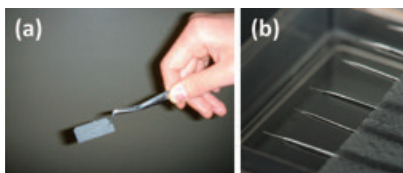


図1. ダイヤモンド電極
(a) 平板電極 (b) マイクロ電極（先端直径10μm）

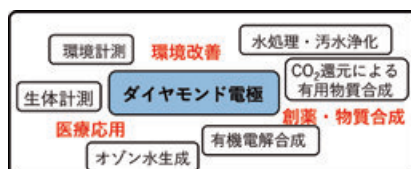


図2. ダイヤモンド電極の応用展開

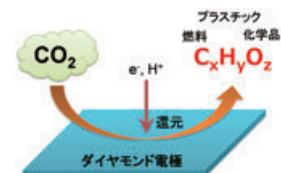


図3. CO₂を原料に有用物質を合成する

PET分解酵素の発見と活性向上

プラスチックのバイオリサイクルに向けて

活動資金 科学研究費補助金

他機関との
連携状況 企業多数

研究者
宮本 憲二
理工学部・教授

研究の目的

難分解性プラスチックを酵素の力で分解する

研究の内容

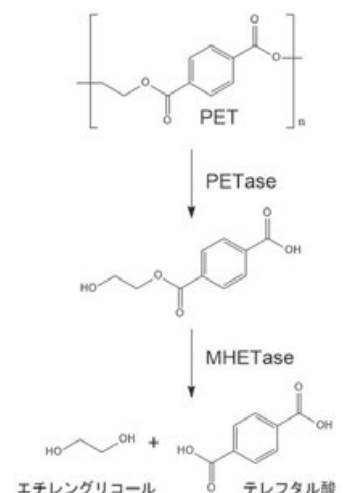
ポリエチレンテレフタレート（PET）は、ペットボトルや繊維の材料として汎用されているプラスチックである。PETは人類によって合成された丈夫なプラスチックであり、PET分解微生物に関する報告はなかった。現在、プラスチックの環境への流出が大きな社会問題となっている。京都工芸繊維大学の小田名誉教授のグループはPETリサイクル工場の土壌サンプルからPETを分解・増殖する細菌 *Ideonella sakaiensis* を発見した。この微生物の分解メカニズムは不明であったことから、我々のグループではこの微生物のゲノム解析を実施した。そして、PETを分解するために必要な酵素群（PETaseとMHETase）の発見に成功した。これらの酵素は、それぞれの基質に対する特異性と分解活性が非常に高く、PET分解に適したように進化した酵素であった。また、常温常圧、中性のpHといった温和な条件でPETの分解をスムーズに進めることが可能であった。この成果は、サイエンス誌に掲載されて、世界中のメディアを通して大きく報道された。PET分解に適した酵素を見いだすことに成功したが、実用化にはまだ分解効率は低いものであった。この原因として、親水性に酵素と疎水性のPETは相反する性質を有しており、接触頻度が低いことが効率の低い原因なのではないかと考えた。そこで、両者を近づけることが分解効率の向上に繋がると考えた。両者を引きつける物質として界面活性剤に注目した。界面活性剤は、一つの分子内に疎水性の部分と親水性の部分を持つ分子である。実際に反応系に少量の界面活性剤を添加したところ100倍以上の活性の向上に成功した。

成果・効果

PETaseの発見と界面活性剤による活性の飛躍的な向上は、PETのバイオリサイクルにおいて新しい基盤技術を提供するものである。低エネルギーで実施可能であり、理想的は処理方法と期待できる。現在大きな問題となっているプラスチック処理を解決できる可能性を秘めたものであり、将来の人類のためにも早急に実用化を行わなければならないものと考えている。社会からも早期の実用化の要望を頂いている。

今後の展望

様々な企業と共同研究を実施して、早期の実用化を行いたい。しかし、プラスチック関連の企業では今まで酵素を用いた経験がほとんどないことから、とにかく酵素を使って頂くことが必要だと考えている。また、我々が使用しているプラスチックはPET以外にも様々な種類があり、それらを酵素で分解する研究も行いたい。



スピン流を基盤とした電子技術の新展開

活動資金 科学研究費補助金
 科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業

他機関との連携状況 東京工業大学

研究者
 安藤 和也
 理工学部・准教授

研究の目的

現代のエレクトロニクスでは実現困難なデバイス機能創出の指導原理としてスピントロニクスがある。電子の電気的性質である電荷と電流に基づくエレクトロニクスに対し、スピントロニクスの中心は、電子の磁気的性質であるスピンとスピンの流れ「スピン流」である。本研究の目的は、相対論的起源をもつスピン軌道相互作用により発現するスピン流量子物性の新領域を切り拓くことで、スピン流に基づく次世代電子技術の物理基盤を構築することにある。

研究の内容

スピン流電子技術の本質的要素は、スピン流と磁化（N極/S極）の相互作用である。本研究は、このような相互作用により現れる、磁化に作用するトルク（スピン軌道トルク）に対する物質の酸化効果を系統的に調べた。物質の酸化は電気・磁気・光学的物性に劇的な変化をもたらし、長い歴史を持つ物性物理学・物質科学において新現象・新物質開拓の鍵の一つであった。しかし、現在国際的に熾烈な競争下で推進されているスピントロニクスにおいて、酸化効果は全く見逃されてきた。物質の酸化という、これまでのスピントロニクスにはない独自のアプローチでスピン流物理の新領域を開拓した。

成果・効果

本研究により、スピン軌道トルク生成の制御・増大原理が明らかとなった。特に、古くから広く産業で用いられ、世の中にありふれた金属である銅のスピン軌道トルク生成効率が酸化によって2桁以上もの劇的増大を示すことを見出し、自然酸化した銅が、スピントロニクスで最も広く用いられている白金を凌駕するスピン流・スピン軌道トルク源となることを明らかにした（図. Nature Communications 7, 13069 (2016)）。スピントロニクスの常識を覆すこの発見により物質酸化の重要性を確信し、迅速に研究を展開した結果、白金の酸化制御により「絶縁体スピン流源」が実現されることを明らかにし、純粋に界面電流のみによって駆動される究極の省エネルギースピントロニクスデバイスへの展開が可能となった（Science Advances 4, eaar2250 (2018)）。

今後の展望

あらゆるスピントロニクス素子の基盤はスピン流の生成と制御である。今回の研究により、物質の酸化に基づく、スピン軌道相互作用によるスピン流生成・制御の新原理が明らかになった。本成果は、今後、超高速・低消費電力のスピントロニクスデバイスへの展開が期待される。

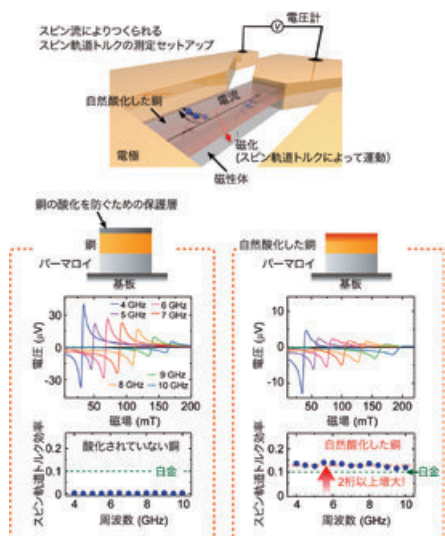


図. Nature Communications 7, 13069 (2016)

高度医療・福祉のための ハイパフォーマンスバイオマテリアル開発

他機関との
連携状況

上智大学、東京慈恵会医科大学、慶應義塾大学、国際医療福祉大学、東京医科歯科大学、
鶴見大学、ケンブリッジ大学、シンガポール国立大学、他企業等

研究者

相澤 守

理工学部 応用化学科・専任
教授/生命機能マテリアル国際
インスティテュート所長

研究の目的

高齢者の生活の質（Quality of life ; QOL）が向上し、元気なシニアが増えれば、国全体のGDPを押し上げて社会を活性化することにつながる。本研究の目的は、次世代の医療である再生医療の実現やQOL向上を指向した生命機能マテリアルの開発の推進である。

研究の内容

「生命機能マテリアル」は、材料自身が細胞や生体に積極的に働きかけて、生体組織の再生や細胞の分化促進、自家骨（患者自身の骨）に匹敵する骨形成能の発現、免疫機能の活性化などの生命機能を引き出す性質を備えた材料をいうが、発現させる生命機能ごとに、以下の研究を行っている。

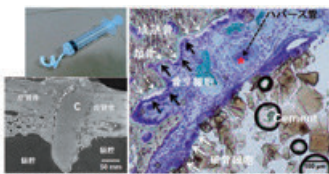
- ① 組織再生を促進する生命機能マテリアルの開発と、独自に開発したアパタイトファイバースキャフォールドを生命機能マテリアルのモデル材料として活用した医学応用（骨再生、軟骨再生、肝再生等）
- ② 自家骨に匹敵する骨形成能を備えた異方性制御セラミックス、生体骨を模倣したバイオセラミックスの創製、完全吸収置換型ペースト状人工骨、理論計算を活用したテーラード人工骨の開発（次世代人工骨の開発）とその評価
- ③ 免疫系に積極的に働きかけるバイオマテリアル、銀イオンを担持した抗菌性材料、新しい化学塞栓療法のためのセラミックス微小球の開発とその評価

成果・効果

成果の一例として、多くの細菌に抗菌効果を示し、かつ耐性菌を生じさせないと言われている銀イオンを、チタンやプラスチック（PEEK）等の材料上に固定化する技術を確認し、世界で初めて生体内で抗菌性を発現する抗菌性インプラントの創製に成功した。これらの研究の成果は臨床医学や臨床歯学への貢献が期待されるだけでなく、組織再生工学の分野においても先駆的な研究として期待されるなどと評価されている。

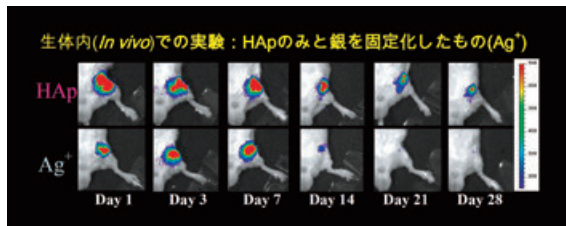
今後の展望

高齢者のQOL向上には、多くのアプローチがあるが、その一つが再生医療や高度先進医療を支える学問「生命医工学」であると考えている。これまでの生命医工学は材料工学・生命科学・医学などの各学問が主体となり、他の学問分野と一定の連携を取りつつ発展してきた。しかしながら、真の意味で生命機能の本質を理解し、QOL向上を果たすには、生命医工学を構築する学問群を「深化」させると同時に、「材料工学・材料化学」⇒「生命科学・生化学」⇒「医学・再生医学」の順に垂直統合的に融合させて生命医工学を「進化」させることが我が国の学術水準の強化に必要と考えている。



低侵襲治療に貢献するペースト状人工骨(セメント)
(左上) 解剖。(左下) フタ閉塞に注入した人工骨のX線マイクロCT像：
ブタの皮質骨と一体化している。(右) 組織学的観察像：青い部分が新
生骨であり、黄とペースト状人工骨が結合している様子が分かる

低侵襲治療に貢献するペースト状人工骨(セメント)



チタンへの抗菌性付与



研究体制

ウェアラブルネットワークの研究

活動資金

2017年度～2019年度 日本学術振興会 科学研究費補助金 若手研究 (A)
2018年度～2021年度 科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 さきがけ

**他機関との
連携状況**

2018年度～2019年度 帝人株式会社 受託研究

研究者**野田 聡人**

理工学部 機械電子制御工学科
准教授

研究の目的

人の身体表面に多数のセンサ等を分布させたウェアラブルシステムの探求

研究の内容

本研究は、人体表面（衣服上あるいはその近傍）に分散配置された各種センサおよびアクチュエータ等を個別の配線なしに簡単にネットワーク化し、人がおかれた環境中（室内）のネットワークや周辺機器とも相互に情報の伝送を行うための標準的・汎用的な基盤技術を実現することを目指している。さらに、これを応用した特異なウェアラブルシステムの応用研究も実施している。スマートウォッチのようなそれ単独で機能する一定規模のまとまった電子回路ではなく、単純な機能しか持たない小さな素子・回路を大面積にわたって多数分散させることで、従来実現しえなかった機能の実現を目指すものである。ムーアの法則に代表されるように、より高機能・大規模な電子回路をより小さいチップに詰め込むことを追求する、現在のエレクトロニクスの主流の価値観から転換しようとする野心的かつ独創的な研究領域を開拓している。

成果・効果

導電性繊維素材で構成した二次元伝送媒体を用いるウェアラブル給電・通信システムを実現した。衣服など布素材をベースに電子回路を構成する研究事例は多数存在するが、その多くは通常の電子回路基板の硬い材質を柔軟な繊維素材に置き換えるアプローチである。本研究ではそれらとは異なり、布を1本のケーブルの代わりとして使用する。布上に多数の信号線を並列に配置するのではなく、布の表と裏をそれぞれ導電性として、この2面間に印加する電圧だけで各電子回路への給電と通信を実現する手法を確立した。

今後の展望

南山大学としては初となる南山学園を出願人とする特許の出願・登録に至っており、民間企業からの受託研究を実施するなど、産業的な実用化の期待の大きい成果を得るとともに、JSTさきがけ研究に採択されるなど、研究領域としての将来性についても評価されている。



ゴッサマー宇宙構造物の研究

活動資金 科学研究費補助金

他機関との連携状況 JAXA、東京工業大学、サカセ・アドテック（株）

研究者
宮崎 康行
理工学部・教授

研究の目的

膜面やケーブルなど、極めて軽量で柔軟な素材を使い、地上では小さく折り畳んでおき、宇宙で大きく展開する構造物（ゴッサマー構造物）を宇宙で実現し、深宇宙探査や科学観測等にゴッサマー構造物を利用すること。

研究の内容

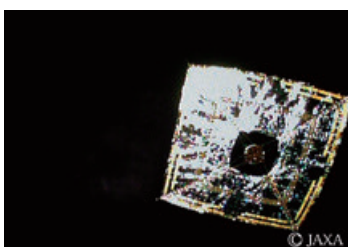
外力はほぼ全く作用しない宇宙空間において、ゴッサマー構造物の展開挙動を予測するのは困難と言われていたが、適切に予測できる解析手法を世界で初めて考案した。

成果・効果

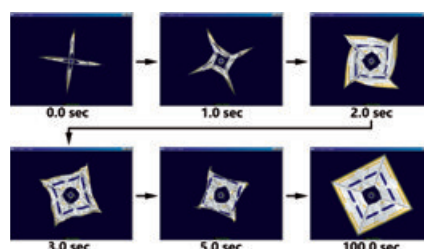
JAXAは、2010年に、ゴッサマー構造物の一つであるソーラーセイル（大型の薄膜を宇宙で展開し、薄膜に作用する太陽光の圧力により推進する宇宙機）を世界で初めて成功させた。このソーラーセイル「IKAROS」において、その展開運動の予測やそれに基づく設計に本研究を適用し、当時不可能と言われていた、14m四方の薄膜の展開を成功に導くとともに、軌道上データとの比較から、本研究による展開運動の予測が適切であったことが示された。IKAROSの運用はJAXAのブログ等で詳細に紹介されていたことや、マスコミにも取り上げてもらったこともあり、IKAROSの成功は、社会の注目を集め、特に、当時、小学生や中学生だった子供たちが宇宙工学を目指すきっかけとなった。また、それまで、ソーラーセイルの実現をほぼ断念していた米国や欧州も、IKAROSの成功を受け、研究を再加速することとなり、2010年代にはソーラーセイルに関する多くの研究がなされるに至っている。ただし、未だ、IKAROSを超えるミッションはどの国も実現していない。

今後の展望

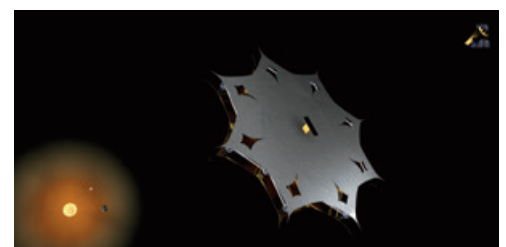
地球以外で太陽系に生命が存在かどうかについては、研究者はもとより、多くの人々が高い関心を抱いており、最近では「はやぶさ2」が小惑星「りゅうぐう」の探査を行った。JAXAは現在、次の小惑星探査ミッション「OKEANOS」の検討をしている。OKEANOSはIKAROSの約10倍の面積の薄膜を展開する計画であり、本研究はOKEANOSの検討に用いられている。また、地球外生命体の探査については、太陽系外の惑星の観測も行われているが、より精密な観測のため、スターシェードと呼ばれる直径50~80m程度の大型の膜構造物を展開し、宇宙から系外惑星の直接撮像を行うことをNASAが提案している。そこで、現在、スターシェードの解析・設計に本研究を適用している。スターシェードが成功すれば世界初であり、地球外生命体の存在という、社会的に関心の高いテーマの解決に大きく近づく。



世界初のソーラーセイルIKAROSの軌道上写真



ソーラーセイルIKAROSの展開解析例



スターシェードの想像図

はやぶさ2による小惑星探査から、 太陽系外惑星へ

活動資金

科学研究費補助金基盤研究（A）「太陽系外地球型惑星の高層大気観測に向けた高感度紫外線検出器の開発」等

研究者

亀田 真吾
理学部・教授

**他機関との
連携状況**

JAXA、東京大学、高知大学、千葉工大、明治大学、会津大学、産業技術総合研究所

研究の目的

太陽系と、そこにある地球の形成過程を解明し、さらに太陽系外の惑星系を理解する

研究の内容

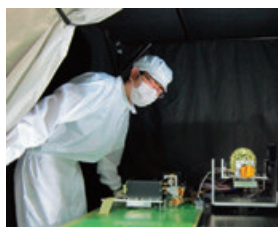
小惑星探査機「はやぶさ2」は、2019年2月22日に小惑星リュウグウ表面に着地し表層試料の採取に成功した。その後、4月5日には衝突装置を用いて人工クレータを生成し、2019年7月11日に2回目の着地を行い、クレータ生成時に地下から表面に巻き上げられた物質の採取に成功したと考えられる。小惑星リュウグウは炭素を多く含むと思われるC型小惑星に分類されており、地球形成後の初期段階で多数の小惑星衝突によって地球に供給された有機物、含水鉱物を、その時の状態で残していると考えられている。本計画で得られた試料の分析により地球上の生命の起源となった物質が初めて明らかとなり、生命の発生条件の解明がさらに進むと考えられる。さらに立教大学は2024年打ち上げ予定の火星衛星探査計画MMXに参加しており、はやぶさ2とともに太陽系形成過程の解明に向けて世界をリードする探査計画を推進している。他方では、太陽系外にも数多くの惑星が発見されており、地球と同程度の大きさで、熱輻射が同程度となっている惑星も見つかри始めている。しかし、このような惑星が地球の様に海洋を持ち、生命を有するような惑星か、金星のように温室効果が進み海洋が失われた灼熱の惑星であるかどうかを判別することはできていない。立教大学では、JAXAによって設置されている「系外惑星紫外分光WG」を主導し、今後の欧米の大型計画では対応できない紫外線による地球型系外惑星観測の実現を目指している。

成果・効果

はやぶさ2は、滞在中に小惑星リュウグウの観測を行い、立教大学が開発を共同担当した光学航法カメラONCの画像を使って既にScience誌5編を含む多数の論文が出版されている。これまでの成果から小惑星リュウグウの形成過程について研究が進められており、このような研究は初期地球への物質供給を考える上で非常に重要である。さらに2020年末に試料が地球に戻り、その分析を行うことによって大きな成果が得られると考えられるが、その前の段階で、はやぶさ2の成功はメディアにも大きく取り上げられ特に2回の着地、人工クレータ実験の際は注目を集めた。この技術は、日本が世界をリードするものであり、次の火星衛星探査計画にも多くの期待が寄せられている。

今後の展望

2020年末にははやぶさ2が採集した試料が地球に戻り分析が行われ、地球の海洋・生命の素となる物質やその供給過程の理解が進められることになる。さらに火星衛星探査計画でも同様に太陽系における始原的物質の調査が進められることになる。これらの成果を基にして、太陽系外惑星の観測的研究を進め、この宇宙において地球のような惑星が普遍的に存在するか否かという宇宙科学の大きな疑問に答えることを目指していく。



環境核酸分析による生物多様性評価手法の開発と社会実装

活動資金

日本学術振興会学術研究助成基金助成金／科学研究費補助金、科学研究費補助金、科学技術振興機構CREST、環境再生保全機構環境研究総合推進費、公益信託タカラ・ハーモニストファンド、水源地環境センターWEC応用生態研究助成

他機関との連携状況

学術分野：神戸大学、北海道大学、日本大学、京都大学、Texas Tech University US Geological Survey 他14機関
公共団体：滋賀県、静岡県
企業：ヤンマー、NECソリューションイノベータ、日本総合科学他8企業

研究者

山中 裕樹

理工学部 環境ソリューション
工学科・講師

研究の目的

野外環境中には多くの生物からこぼれ落ちた遺伝子情報があふれている。こうした微量な「環境核酸」（環境DNAおよび環境RNA）を手掛かりに生物種の分布や生物量、さらには生理状態までも推定する技術が環境核酸分析である。新規技術開発や更新・精緻化が研究の目的であり「すくってきた水から生物多様性の観測を可能にし保全や資源管理に利用できる実用技術として社会実装すること」が最終目標である。

研究の内容

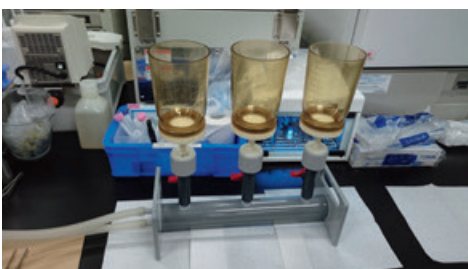
環境DNA分析は龍谷大学と総合地球環境学研究所の研究者（現・神戸大学）が独自の着想をもとに2009年に日本国内で初めて研究を開始した若い技術分野である。龍谷大学は生物種の検出のみならず、種内の遺伝的多様性も「水から」の分析を可能にしてきた。近年では種の存在のみならず「生物の状態」まで知ることを狙い、環境RNA分析も開始したことで、総合的な「環境核酸分析」へ発展しつつある。これによりDNAだけではわからない、繁殖活動や病原菌への感染といった情報まで得られるようになって期待されている。本学は国内では最も早くから、世界的にも最古参に近いグループで、現在も世界をリードする研究を推し進めている。

成果・効果

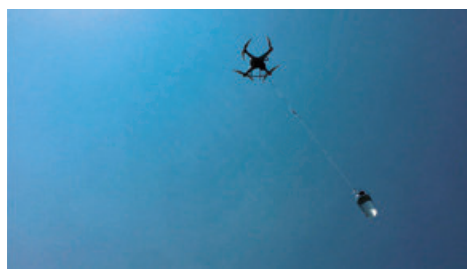
龍谷大学は先進的な技術開発の傍ら、社会実装を強く進めている。学内に「生物多様性科学研究センター」を設置し、かつ、産学連携部署を介して「環境DNA実用化研究会」を定期開催するなど、企業や公共団体への技術提供・コンサルティング・共同研究を進めている。また、初期から環境DNA分析に取り組んできた国内研究者が理事となり、一社環境DNA学会を2018年に設立した（事務局は本学の多様性センター内に設置）。

今後の展望

世界的には環境DNA分析の「全自動化」も進められつつあり、現場に設置してデータを送信できるデモ機が出来上がっている。生物の分布と状態をパソコンの前で「リアルタイムモニター」して保全や資源管理に即座に役立てるといふ未来もそう遠くないのかもしれない。



濾過風景



ドローンによる採水風景



採水風景

生物の機能を模倣した光応答性結晶

活動資金

光応答性超分子複合システムの創生、新学術領域研究（研究領域提案型）高次複合光応答分子システムの開拓と学理の構築 研究期間 2014年度～2018年度（H.26～H.30）

研究者

内田 欣吾

理工学部 物質化学科・教授

他機関との
連携状況

オランダ。フローニンゲン大学（Ben L. Feringa教授（2016年ノーベル化学賞））、理化学研究所 中村特別研究室、大阪大学 基礎工学部 宮坂研究室、立教大学理学部森本研究室、旭川医科大学、東京薬科大学、奈良先端大学院大学、など

研究の目的

光照射で成長する結晶の形を制御し、生物の機能を再現する

研究の内容

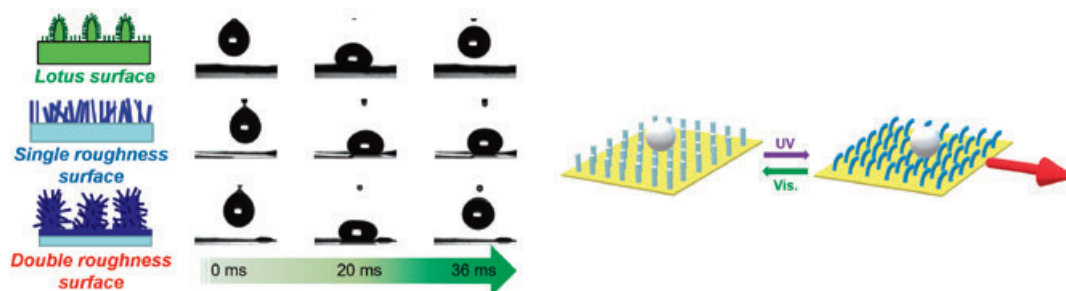
光に応答する分子の結晶に紫外光を照射したり、温度制御することでサイズ、間隔、形状を制御した結晶を成長させる技術を開発した。これを利用し、水滴を弾き返すハスの葉の表面機能や、大きな水滴を弾き返し小さな水滴を捕集するテングシロアリの翅の機能を再現した。さらに光を照射することで、ハウセンカのように内包物を放出する中空結晶や、ゾウリムシの繊毛運動のように物体を運ぶ結晶ブラシの合成にも成功した。これらは、世界的なトップジャーナル、アメリカ化学会誌、ドイツ化学会のAngew. Chem. 誌やNatureの姉妹誌Commun. Chem. 誌に掲載された。内田研究室URL <https://www.chem.ryukoku.ac.jp/uchida/index.html>

成果・効果

これらの研究成果は、朝日新聞、日刊工業新聞、ネーチャージャパンなどから紹介された。

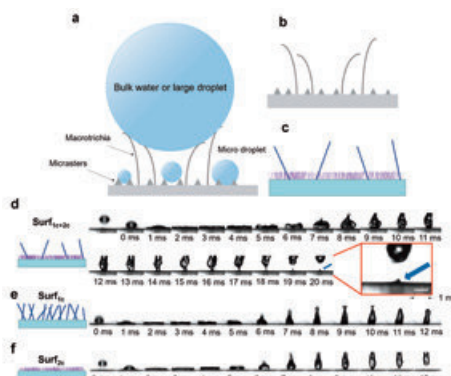
今後の展望

今までは濡れに関する研究が中心であったが、今後はフォトニックデバイス（光学素子）への応用も検討したい。



ハスの葉の表面構造を模倣した結晶膜の作成

光照射で物体を移動させる結晶ブラシの開発に成功
(ゾウリムシの繊毛を模倣)



シロアリの翅の表面構造を
世界で初めて再現

機械学習アプローチによる ソーシャルネットワークマイニング

活動資金 科学研究費補助金 基盤研究 (C) (一般) 17K00433 (代表)、
科学研究費補助金 基盤研究 (C) (一般) 17K00314 (分担)

他機関との連携状況 大阪大学産業科学研究所、神奈川大学理学部情報科学科、理化学研究所革新知能統合研究センター、青山学院大学理工学部情報テクノロジー学科、Laboratory of Artificial Intelligence and Decision Support, INESC TEC, University of Porto

研究者
木村 昌弘
理工学部 電子情報学科・教授

研究の目的

近年、ソーシャルメディアの普及や情報通信技術の発達により、人々の行動やコミュニケーションに関するビッグデータが得られるようになってきた。本研究では、そのようなデータに内在するソーシャルネットワークを検出し分析する有効な手法を構築し、それに基づいた知識発見技術の創出を目指す。

研究の内容

ソーシャルメディアを利用して、多種多様な情報を容易に世界に向けて発信したり評価したりすることができるようになってきた。投稿されたそのようなオンラインアイテムは、多くの人々に高く評価され共有されていくことによってポピュラリティを獲得していくが、このような現象は日常生活や社会のトレンドにも大きな影響を及ぼす場合があるので、オンラインアイテムが共有されポピュラリティを獲得していく過程のモデル化がソーシャルネットワークマイニング研究の分野で注目されている。また、位置情報ベースサービスや写真共有サイト等の普及により、都市における人々の好みのスポットやその間の移動パターン等についても分析が可能になってきているので、このようなデータに基づいて、都市における魅力的なスポット (POI) への訪問イベント発生過程をモデル化することにも注目が集まっている。本研究では、オンラインアイテム群や観光都市のPOI群に対するアテンションダイナミクスの確率モデルを機械学習アプローチにより構築し、オンラインアイテム群や主要観光エリア群の影響構造を表現するソーシャルネットワークを抽出することおよび、各オンラインアイテムや各主要観光エリアのポピュラリティを予測することを目指す。

成果・効果

点過程に基づいた新たな確率的アテンションダイナミクスモデルとその有効な学習法を構築することにより、料理レシピ共有サイトにおける料理レシピの近い将来のポピュラリティ予測および、料理レシピ群の協調構造の検出が可能となった。また、写真共有サイトデータに基づいて、都市における近い将来のPOI訪問イベント予測および、主要観光エリア群の時空間的な影響構造の検出が可能となった。本研究は、成果の一部が2018年度人工知能学会論文賞を受賞する等、社会からも評価されている。

今後の展望

情報通信技術の進歩によりサイバー空間とフィジカル空間の融合が進みつつあるが、ソーシャルネットワークマイニング技術を高度化し、ソーシャルメディアから得られる時空間ビッグデータを活用した社会トレンド分析や観光マーケティング等への応用を目指していきたい。

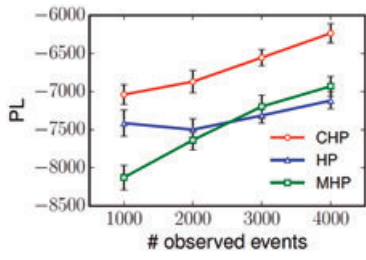


図1. 料理レシピ共有サイトCookpadの実データによる予測性能の評価結果。協調構造を融合した提案モデル (CHP) は、モデルの学習に利用するイベントの数を現実的な範囲で変化させたとき、相互作用を考慮しないモデル (HP) やすべての相互作用を考慮するモデル (MHP) よりも常に高性能であった。

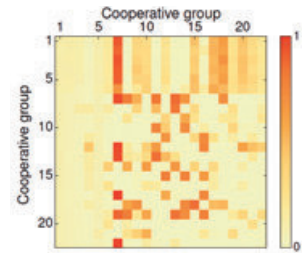


図2. Cookpadデータにおいて提案 CHPモデルから検出された料理レシピ群の協調構造。色の濃さは、料理レシピ協調グループ間の共有イベント発生に対する影響の強さを表している。新規の効率的な料理技法に関するレシピは、家庭料理の惣菜に関するレシピから影響を受けやすいという傾向が見られた。



図3. 写真共有サイトFlickrの実データに基づいて提案モデルにより検出された、2013年秋の京都における主要観光エリア群の時空間的な影響構造。東福寺を含む京都市街の鴨川周辺エリアがハブ的な役割を果たしていた。

プロトン伝導性固体電解質を用いたアンモニア合成システムの開発

活動資金 科学技術振興機構 (CREST)

研究者

里川 重夫 (研究代表者)
理工学部・教授

他機関との連携状況 (主たる共同研究者) 久保田純教授 (福岡大学)、大友順一郎准教授 (東京大学)、菊地隆司准教授 (東京大学)

研究の目的

窒素と水と再生可能エネルギー由来の電力を用いて、二酸化炭素を発生しないエネルギー物質であるアンモニアを一段で合成するシステムの開発

研究の内容

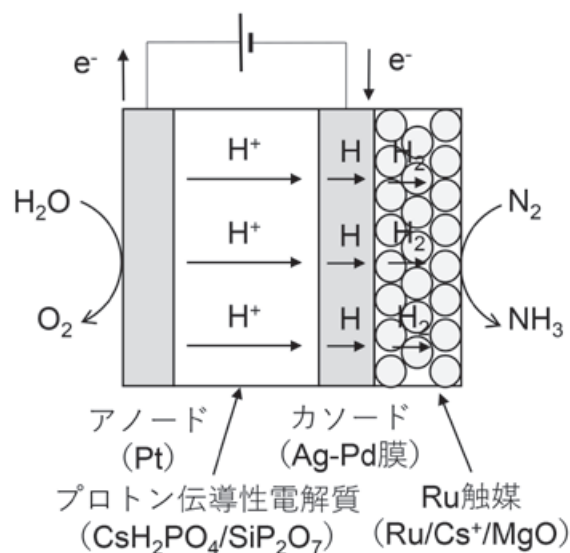
カソードの三相界面を三次元化して窒素解離触媒を加えることで、全く新しい電極反応を開発して効率的なアンモニア合成システムの開発を目指した。

成果・効果

電極上のアンモニア生成機構を検討した結果、プロトンと窒素からの直接アンモニア生成の証拠は得られなかった。そこで水電解とアンモニア合成は逐次的に進めるべきと考え、水電解セルとアンモニア合成触媒を同じセル内に設置した。水電解温度と触媒反応温度を極力近づけた材料の開発を行った結果、世界最高のアンモニア生成速度を有する電解セルの開発に至った。現在、太陽光などの再生可能エネルギーの導入は急速に進んでおり、それらの「効率的な利用法」が求められている。本技術は再生可能エネルギーから液体燃料であるアンモニアを1段で作ることのできるシステムであり、社会のニーズに応える一つの原理実証となったと考えている。

今後の展望

再生可能エネルギー利用社会を目指すのであれば、電気化学と触媒化学の融合技術の開発は必要不可欠と考える。二酸化炭素、窒素、水に電力を与えて人間活動に必要なエネルギーと製品を作ることが将来に向けて必要な技術であり、本テーマはその第1歩を踏み出したものと位置付けている。



研究チームが開発した電解セルの構成図
(圧力 0.1-0.7 MPa, 温度 250°C)

マルチモーダル理解・生成と対話的人工知能の研究

活動資金 科学研究費補助金、JST-CREST、私立大学研究ブランディング

他機関との連携状況 慶応大学、京都大学、NTT、沖電気工業株式会社

研究者
中野 有紀子
理工学部 情報科学科・教授

研究の目的

対面コミュニケーションでは、言葉だけでなく、音声の韻律、表情、視線、ジェスチャ等の非言語情報が会話参加者間で互いにやり取りされる。このような、会話中の言語・非言語情報を解釈する人間の社会的知性の計算モデルを構築する。さらに、社会的知性の計算モデルを搭載し、言語・非言語情報を解釈・表出しながら人と会話ができるロボットやアニメーションエージェント等の先進的な人工知能を実現する。

研究の内容

(1) マルチモーダルなコミュニケーション理解の研究

会議の要約はグループメンバー間での知識の共有に有用であるが、要約の作成には経験や人手を要する。本研究では、会話の要約を自動生成することを目指し、会話参加者が表出するマルチモーダルな行動データに基づき議論中の重要発言を推定する手法を提案した。画像処理により得られる頭部動作情報、音声情報、発言の言語情報について、4名のグループ議論参加者間の共起関係を表す特徴表現を学習するマルチモーダルフュージョンモデルを深層学習を用いて作成した。作成した学習モデルにより、重要発言の推定性能85%を達成した。

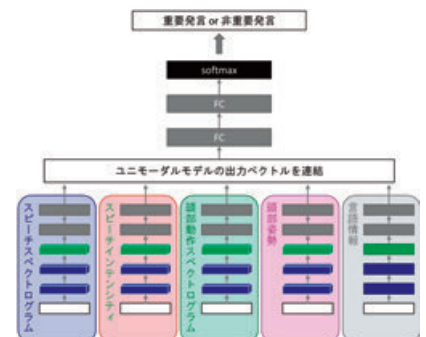
(2) 対話システムの研究開発

対話システムプラットフォームの開発：ロボット開発で広く用いられているROSアーキテクチャに基づく対話システムのプラットフォームを開発した。ROSベースの音声対話システムは世界的にも新しく、また、対話の文脈管理と、他のROSモジュールとの情報統合・共有の両方を行うことができる情報管理モジュールを有するものは他に例がない。大規模知識を利用した対話システムの研究：会話を通して料理に関するユーザの嗜好を獲得する対話システムの実現に向け、グラフ構造を持つ大規模知識Freebaseに基づいて、話題を選択し、質問を生成する手法を提案した。話題間の関連の強さや、欠損している知識の予測・補完を行う学習モデルを作成し、様々な料理やその材料に関連する話題提供を可能にした。

成果・効果

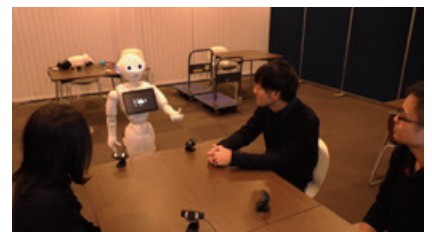
研究内容(1)の成果：提案モデルを利用した議論要約システムを実装し、重要発言がハイライトされる議論ブラウザを開発した。本技術は、オフィスコミュニケーションの支援技術として関心を示されている。

研究内容(2)の成果：対話プラットフォームの応用として、慶応大学と共同で、ロボット喫茶店を実施し、テーブルに着席している客に対して、注文受付を行う対話システムを開発した。総計250人を超える来訪者の注文受付を行った。



今後の展望

言語・非言語コミュニケーションを理解・生成することができる人工知能は、オフィスや公共施設、また教育の場でも人を助け、人同士の活動を支援する重要な技術となる。



電気駆動型・伸縮性ポンプの創成

活動資金

(1) "ストカスティックマシンの創成を通じたソフトロボティクスの攻究," 日本学術振興会科学研究費補助金 新学術領域研究 (研究領域提案型), 2018-2022, 計画研究, 研究代表者

(2) "やわらかいElectroHydroDynamics," 日本学術振興会, 2019-2021, 国際共同事業JRPCs, 研究代表者

他機関との 連携状況

École polytechnique fédérale de Lausanne (スイス連邦工科大学ローザンヌ校 : EPFL)、Scuola Superiore Sant'Anna (聖アンナ大学院大学 : SSSA) と国際共同研究

研究者

前田 真吾

工学部 機械機能工学科・
准教授

研究の目的

電気駆動型の伸縮性ポンプの創成とソフトロボットの進化

研究の内容

ロボットや機械は一般に、機械工学、電気工学、電子工学、情報工学を統合したシステムであり、精密さ、速さ、硬さを兼ね備えており、工場や産業分野において大変役立っている。私は従来の機械とは異なり、やわらかさを有する新しい機械システムを目指している。このような分野はソフトロボティクスと呼ばれ、国内外で注目を浴びている。特に人と機械を融合するための新しい技術や価値創造が期待される。US、EU、UKにおいて大型プロジェクトが走る中、科研費の新学術領域研究においてもソフトロボット学が立ち上がった。私は計画研究の代表者として参画しつつ、総括班としても本領域のマネージメントをしている。ソフトロボット学は、従来のメカトロニクスを基礎とした機械システムではなく、マテリアル、化学、物理、情報学、機械工学、メカトロニクスの様々な分野の融合によって成立する異分野融合型の学際研究となる。そこで、海外の研究グループとマテリアル、応用物理、機械工学を融合した共同研究を実施した。

成果・効果

機械を設計する上で、エネルギーを変換し運動を生成するためのアクチュエータは重要な機能の一つである。ソフトロボットにおいて、流体型ソフトアクチュエータは重要な技術になる。一般に流体アクチュエータは、コンプレッサやポンプを必要とする。この外部装置を完全に電気駆動型にすることができれば、自律型のソフトロボットや柔らかい機械が実現できる。そのような研究背景の下、EPFLの研究グループと電気駆動型・伸縮性のポンプとソフトアクチュエータを実現し、その成果がNature誌に掲載された (V. Caccuciolo et al., Nature 572, 516-519, 2019.)。柔らかいポンプは極めて軽く、エネルギー効率が良く、静音駆動する。さらに従来のポンプと出力が同程度であることが分かった。

今後の展望

人と機械を融合するための技術として展開する予定である。例えば、静音駆動の特徴を生かしスマート義手も一つの応用となる。また、温度制御可能なスマート衣類なども面白い展開だと考えている。



正常および癌組織の代謝フラックスへの確率的制御アプローチ

活動資金 科学研究費補助金

他機関との連携状況 東邦大学理学部情報科学科のホセ・ナチエル教授の共同研究グループ（マンチェスター大学 上級講師、東邦大学理学部情報科学科4年生（研究当時） 京都大学化学研究所教授）

研究者
ホセ・ナチエル
東邦大学理学部情報科学科・教授

研究の目的

システム生物学においては細胞や生物の制御が大きな研究課題となっているが、それと従来から生体内代謝の解析に活用されてきた代謝流束均衡解析を組み合わせる新規な手法を開発する。一言でいうと「制御理論」と「生命情報学」の組み合わせにより、癌における生体内代謝の新たな解析法を開発する。

研究の内容

最近の研究は、多くの種類の癌が特定の代謝過程を制御していることを示している。しかし、特に癌などの疾患状態において、代謝ネットワークがどのように制御されているかを理解することは、難しい課題である。本研究では4種類の組織（乳房、腎臓、尿路上皮、肺）における正常細胞と癌細胞に対応する代謝ネットワークを再構成し、代謝フラックス変化の観点から正常細胞と癌細胞の違いを分析した。そのためにネットワーク全体を制御するのに必要な最小のノード集合、すなわち、ドライバノード集合を、確率的最小支配集合モデルを使用し、計算・比較した。制御理論と代謝フラックス相関分析との組み合わせにより、癌細胞では正常細胞と比べてより少ない個数の反応を制御することにより細胞全体を制御できる可能性があることを示した。

成果・効果

癌細胞における代謝経路がより簡潔で効率的に動作していることを示唆する結果を得た。このことから、正常細胞と比較してより少数の反応を制御することにより、癌細胞を制御できる可能性がある。これらの知見は、代謝経路の特定の要素を標的とした癌に対する新しい治療法の研究・開発に役立つものと考えられる。この成果は2019年6月20日に雑誌Nature Communicationsにて発表された。

今後の展望

癌細胞の代謝の制御や正常細胞より容易であるという仮説が得られた。さらに、制御の容易性が癌細胞の種類によっても異なるという仮説も得られた。これらの仮説に基づき、癌細胞の代謝を効率的に制御し癌細胞のみを細胞死などに至らせる方法が開発できれば、癌に対する新たな治療法を提供できるようになる可能性がある。今後、より高精度、かつ、より多くの組織についての代謝モデルが利用可能になると考えられ、本研究で開発した数理モデルをそれらに適用することにより、代謝ネットワークの制御可能性についてより精緻な結果が得られることが期待できる。

図1. Metabolic network

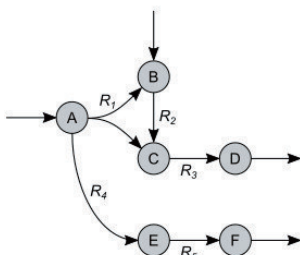


図2. Flux correlations

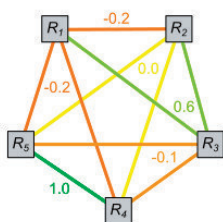


図3. Probabilistic minimum dominating set (PMDS)

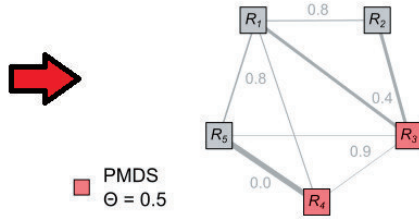


図1. 2. 3. 4種類の組織における正常細胞と癌細胞に対応する代謝ネットワークを再構成し、代謝フラックス変化の観点から正常細胞と癌細胞の違いを分析した（図1～2）。そのためにネットワーク全体を制御するのに必要な最小のノード集合、すなわち、ドライバノード集合（図3の赤頂点）を、確率的最小支配集合モデルを使用し計算、比較した（図3）。

新しいマンガン系永久磁石材料の探索

豊かな次世代エネルギー創製のために

活動資金 科学技術振興機構 産学共創基礎基盤研究プログラム

他機関との
連携状況 東北大学

研究者
嶋 敏之
工学部 電気電子工学科・教授

研究の目的

これからの脱化石燃料・低炭素時代においては省エネルギー、クリーンエネルギーに関わる技術開発をさらに積極的に推進しなければならず、ナノ構造制御による高性能永久磁石開発は、高性能モーター・発電機を開発する基盤技術として必要不可欠である。希土類金属を原材料に含むネオジウム系高性能永久磁石が抱えている資源問題は、将来的には好転・緩和されることが期待されているが、不安要素は拭いきれず、レアメタルを含まない高温耐性に優れた磁気特性を示す高性能永久磁石材料の開発は急務である。また、次世代超高密度・大容量・超高速のストレージメモリ実現のためには、高飽和磁束密度で高い磁気異方性を有する新規な強磁性薄膜を超高密度垂直磁気記録媒体に適用することが必要であり、原子・分子単位での新たな材料設計に基づいた新規高磁気異方性材料の創製とそのデバイスへの適用検討が不可欠である。

研究の内容

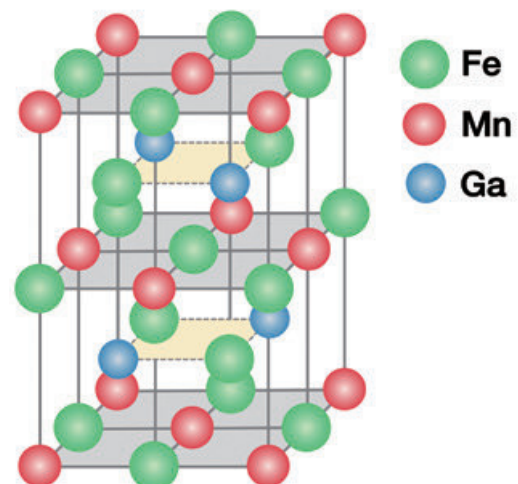
本研究は、上記のいずれの研究開発分野においてもキーマテリアルである従来型の希土類系強磁性体を凌駕する、あるいは従来の枠を超えた高機能性が期待される新しいマンガン系高磁気異方性磁性材料の創製の可能性を、エピタキシャル積層法を用いて検討し、その後バルク材料へ展開し高性能永久磁石材料の開発を目的とする。

成果・効果

正方晶逆ホイスラー構造を有する Fe_2MnGa 合金が強磁性を示し、構造を安定化させるための手段を第一原理計算に基づき解明した。第一の成果として、上記正方晶逆ホイスラー構造では高磁化、高磁気異方性、高キュリー温度を示し、また、8%の体積拡張で常圧における立方晶ホイスラー構造から正方晶逆ホイスラー型が最安定構造となることを示した。この成果は、新たな高磁化・高磁気異方性材料の設計指針を提示した点で特に重要である。第二の成果として、GaサイトのSn置換またはGa組成の増大により正方晶逆ホイスラー構造が安定構造となることを示すとともに、磁気特性へ与える影響を明らかにした。この成果は、具体的な体積膨張の手段を提示するとともに、正方晶逆ホイスラー構造における磁気特性への影響を示した点で特に重要である。

今後の展望

本研究は、高磁化および高磁気異方性を兼ね備えたマンガン系新規永久磁石材料の探索に主眼をおいたものであり、高磁化を示す新しいMn基合金材料の開発は成功したが、これまで発現されていないような高い磁気異方性は現時点では得られていない。しかしながら、今後のレアメタルを含まない高性能永久磁石材料開発のための設計指針を提示する革新的な技術となり得、理論計算結果に基づいた高保磁力化発現のための手がかりとして十分期待できるものと考えられる。



正方晶逆ホイスラー構造を有する Fe_2MnGa 合金

人工衛星とSNSの融合で安心安全に貢献する グローバル・モニタリング・システム

活動資金

私立大学研究ブランディング事業、科学研究費補助金

他機関との
連携状況

神奈川県、平塚市、中国科学院、フィリピン大学、国土地理院、気象庁、JAXA

研究者

長 幸平 情報理工学部 情報
科学科・教授／情報
技術センター所長
内田 理 同学部学科・教授

研究の目的

人工衛星で観測した画像情報と携帯電話・スマートフォンなどを使ってソーシャルメディア（SNS）で発信される情報を組み合わせて、災害時の被害状況や復興状況の把握に役立てる。

研究の内容

世界トップレベルの画像解析技術を持つ情報技術センターと、SNSの災害時利活用を研究する学部横断型研究グループが融合した本学ならではの取り組みである。人工衛星から送られる画像からさまざまな情報を抽出するリモートセンシング技術を使い、情報技術センターでグローバルな視点から被災地の状況を発信するとともに、災害時に多くの人が活用する短文投稿サイト「Twitter」を活用した災害情報共有アプリ「DITS・DIMS」を開発普及させることでローカルな情報を収集発信できる体制を整え、被害状況の総合的な把握や被害の軽減、効果的な復興計画の立案などに役立てるシステムを開発する。

成果・効果

災害発生前後に撮影した衛星画像を比較して被害地域の被災状況を特定する技術の開発が着実に進んでおり、現在では本学で受信した衛星画像は受信後数時間で指定した地域の画像を公開できるようになっている。こうした衛星画像は国土地理院や海上保安庁へも随時提供しており、「広域な環境状況の迅速な把握に極めて有効だ」といった声が寄せられている。一方、災害情報共有アプリ「DITS・DIMS」については、神奈川県平塚市などの自治体と協力した住民参加型の実証実験を行っているほか、中高生の防災教育にも活用されている。実験の参加者からは、「いつも使っているSNSなので、不自由なく使えるのがよい」「現地でしかわからない現状の発信には最適な方法だと感じた」との声が寄せられるなど、システムとしての有用性が証明されている。またこれらの活動はメディアでも広く発信されており、各地の自治体から協力要請が寄せられている。本プロジェクトに対しては、海外からも高い注目が寄せられており、自然災害の激甚化や気候変動による影響が深刻化する中、この技術に対するニーズが高まっている。フィリピン大学や中国科学院との間では、国際共同研究が進んでいるだけでなく、定期的な国際ワークショップも開催している。また、フィリピンでは災害情報共有アプリの実証実験も行った。

今後の展望

今後は、国内の自治体や海外の研究機関などとの連携をさらに強化し、地球温暖化にともなう地球環境のモニタリングなどにも活用していくとともに、災害情報共有アプリの改良や普及を進めていく。また、「日常生活で使われないシステムは災害時にも使われない」との観点から、誰もが日常的に気軽に使える災害時・平常時共用の情報共有システムを構築し、安心安全な社会の実現に貢献する。



マウス卵子形成機構の解明に向けて

活動資金 科学研究費助成金など

研究者
尾畑 やよい
生命科学部・教授

他機関との連携状況 筑波大学、九州大学、信州大学、西北師範大学（中国）、ハーバード大学（米国）

研究の目的

哺乳類の生殖細胞形成機構を理解し、その機能を引き出し活用することを目的とする。

研究の内容

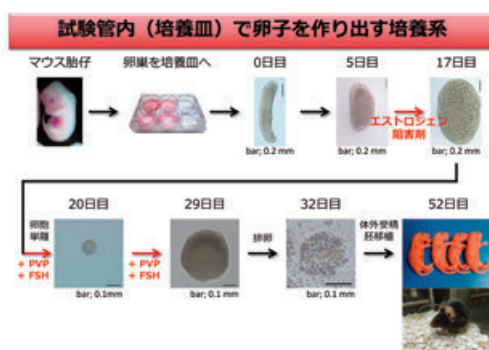
体外培養技術は、体内で起こる複雑な生命現象を顕微鏡下で可視化するため、これまでブラックボックスとされてきた様々な細胞の分化・発生過程の解明に貢献する有用なツールである。このツールを使って私たちはこれまでに、哺乳類の卵子形成機構を解明することを目指して、マウス胎子の未分化な生殖細胞から卵子形成の全過程を再現する体外培養系を世界に先駆けて確立してきた。また、哺乳類の未分化生殖細胞はY染色体の有無などの遺伝的な性によらず、精子にも卵子にも分化できる「可塑性」を有していますが、ゲノムインプリンティングと呼ばれる塩基配列の変化を伴わない化学修飾である「エピジェネティック修飾」が生じることで、「不可逆」な違いが生じることを突き止めました。現在は、成熟卵子に必要な物質的な基盤の解明、加えて、精子あるいは卵子の特異的エピジェネティック修飾が生じる機構の解明に向けて研究している。

成果・効果

私たちの卵子形成の体外培養系は、マウスiPS細胞から成熟卵子を産生する研究成果にも波及している。この研究は、世界の科学研究10大ブレイクスルーにも選出され、社会的インパクトをもたらした。私たちの研究成果は、卵子形成機構の研究や生殖細胞異常の原因究明のみならず、実験動物を使わずに生殖毒性試験を行うツールになることが期待されている。

今後の展望

哺乳類の生殖細胞をめぐる基礎研究の成果は既に社会に浸透している。例えば、1970年に実験動物であるマウスで初めて体外成熟・体外受精系が確立したのを契機に、1978年にはヒトで体外受精由来の新生児が誕生している。我が国でも、近年では新生児の18人に1人が何らかの生殖補助技術を介して誕生すると報告されている（2018年厚生労働省）。また、肉牛や乳牛も99%以上が人工授精や体外成熟・体外受精により生産され、私たちの社会に生殖補助技術は不可欠となっている。一方で、生殖補助医療技術の安全性については議論の余地が多分に残されている他、不妊症の原因についても依然として不明な点が多く存在する。私たちの基礎研究の成果はこれらの課題に対して客観的な知見を提供することが期待されている。



多機能ナノ粒子・ナノ構造体の創成および バイオ医療分野への応用

活動資金 文部科学省ハイテクリサーチセンター整備事業；文部科学省21世紀COEプログラム；文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業；FP7, European Commission, European Union

他機関との連携状況 University of Nantes, France; University of Brighton, UK; University of Oxford, UK, Sorbonne University, France, University of California Santa Barbara, USA, Politehnica University of Timisoara, Romania

研究者
前川 透
学際・融合科学研究科・教授
バイオ・ナノエレクトロニクス
研究センター センター長

研究の目的

多機能ナノ粒子・ナノ構造体の合成、ナノエレクトロニクス・デバイスの開発・作製、マイクロ・ナノフルイディック・デバイスの開発・作製、ナノロボティクスの開発をとおして、バイオ医療研究を推進する。

研究の内容

国際連携を推進し、以下のような機能性ナノ粒子・ナノ構造体を創成し、バイオ医療分野への応用研究を実施してきた。(a) CVD・臨界流体による機能性カーボンナノ構造体（フーレンナノファイバー・磁性カーボンナノチューブ等）の創成；(b) 臨界流体中における機能性磁性ナノ粒子（ナノフラワー・非球形ナノ粒子）の創成およびナノロボティクスの開発；(c) 生体整合性複合ナノ粒子の創成およびナノドラッグデリバリー・ナノバイオイメージング手法の開発

成果・効果

国際連携研究プログラムを構築・推進し、多くの国際共著論文を発表してきた。その結果として、バイオ・ナノエレクトロニクス研究センターはナノサイエンス/ナノテクノロジー分野およびバイオ・ナノサイエンス/テクノロジー分野の先端研究機関として国際的に認知されている。研究概要・国際連携等については、以下のURLを参照。
<http://bionano.toyo.ac.jp/COEtop.htm>

今後の展望

新規高機能ナノ粒子・ナノ構造体の創成、ナノエレクトロニクス・デバイスの開発、マイクロ・ナノフルイディック・デバイスの開発、ナノロボティクスの開発をとおして、ナノサイエンス/ナノテクノロジー分野、バイオサイエンス/バイオテクノロジー分野およびバイオ医療分野の発展に貢献する。



Bio-Nano Electronics Research Centre (BNERC) - EU seminar



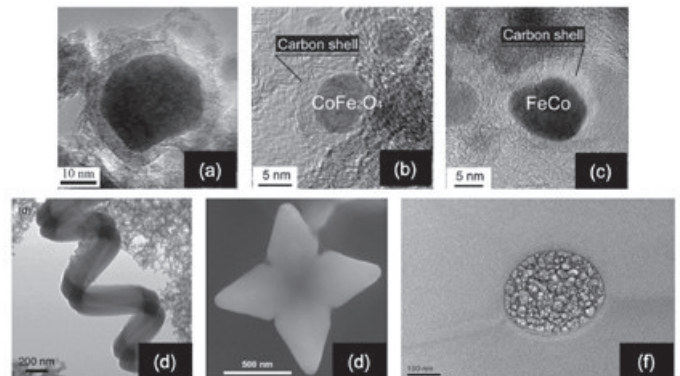
BNERC - Oxford seminar



BNERC - Brighton seminar
国際連携セミナーの開催



BNERC - Sorbonne (UPMC) seminar



自己集積化過程により形成されるナノ構造体。(a) フェロセン溶解二酸化炭素の光分解による鉄 (Fe) 内包カーボンナノ粒子の合成；(b) フェロセン・コバルトセン溶解ベンゼンの光分解による合金 (CoFe₂O₄) 内包カーボンナノ粒子の合成；(c) フェロセン・コバルトセン溶解ベンゼンの光分解による合金 (FeCo) 内包カーボンナノ粒子の合成；(d) 銅錯体 (Cu(tbaoc)₂) 溶解ベンゼンの光分解によるカーボンナノコイルの合成；(e) フェロセン溶解エタノールの熱分解による非球形マグネタイト (Fe₃O₄) ナノ粒子の合成；(f) ドラッグ・量子ドット・磁性ナノ粒子内包ハイブリッド固体脂質ナノ粒子の合成

下水や上水処理向け低温硝化技術の開発

低温耐性硝化細菌の集積培養と処理への応用

活動資金 科学研究費補助金、東洋大学知的財産実用化促進プログラム

研究者
角野 立夫
生命科学部・教授

研究の目的

冬場での下水処理では硝化が反応を律速し、対策として担体投入法が試みられている。しかし、13℃未満では処理性能が低下する傾向がある。本研究では、10℃以下で硝化処理できる菌群の集積培養方法の確立と、処理性能を明らかにすることを目的とした。

研究の内容

5℃で高活性に発現する硝化菌群の集積培養方法（特許登録番号616120）を見出し、低温耐性硝化菌群を固定化した包括固定化微生物担体を作製した。この担体を用い5～10℃連続処理で硝化性能を検証した。下水処理向け低温硝化を合成無機廃水（NH₄-N40mg/L含有）での長期処理運転で検証し、5～10℃で硝化活性が持続し実廃水処理への適用が可能である事を見出した。硝化反応（NH₄→NO₂酸化）

成果・効果

低温耐性菌を馴養後、下水処理向け低温硝化を想定したアンモニア含有合成廃水（NH₄-N40mg/L）での処理安定性を検討し、6年間にわたり水温5～10℃で安定した硝化処理が可能であることを見出した（図1）。また、四季の水温変化においても低温耐性硝化の安定性を検証した。さらに応用展開として、低温耐性硝化細菌を用いた河川水中のアンモニア除去も検討した。NH₄-N0.1～5mg/Lの河川水を低水温下の滞留時間15分で0.02mg/L以下に高速処理できた。冬場において浄水場でのアンモニア除去が問題になっており、浄水場での活用が期待されている。菌叢をリアルタイムPCRで解析したところ、アンモニア酸化細菌（amoA）が8.85×10⁵copies/g-担体で、comammox Nitrospiraが2.05×10⁷copies/g-担体を得た。comammox 菌群が多く棲息しており、この菌群が低温硝化に関与していることが示唆された。

特徴

- ①5℃で耐性のある硝化細菌群は広く分布しており、開示特許により容易に集積培養が可能
 - ②固定化することにより4～10℃で長期間活性を維持
 - ③硝化速度0.1～0.3kg-N/m³・d（52～156mg-N/h・L-担体）で低温高速硝化
- 特許登録番号616120（登録日2017年6月23日）

今後の展望

下水処理、上水処理、産業廃水処理、養豚廃水処理、水圏浄化、観賞魚水槽の浄化などへの活用が期待されている。

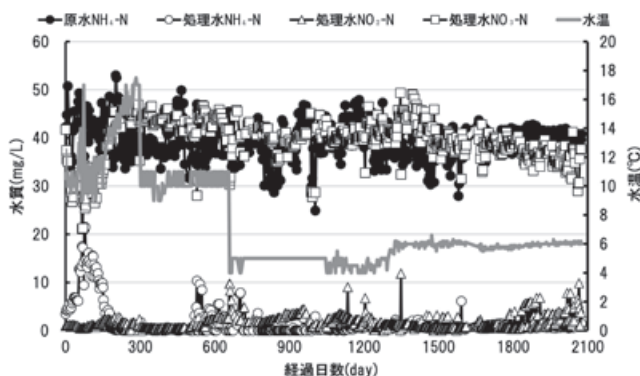


図1. 低水温下での連続硝化処理実験（滞留時間3～6h）

革新的熱利用材料・デバイスの創製

異常熱伝導度の精密解析と制御

活動資金 JST CREST、JST MIRAI、科学研究費補助金（基盤研究（B）、挑戦的研究）、NEDOエネルギー・環境新技術先導プログラム

他機関との連携状況 東北大学、大阪大学、熊本大学、沖縄科学技術大学院大学、中部大学、名古屋大学、長岡技術科学大学、他

研究者
竹内 恒博
大学院 工学研究科・教授

研究の目的

先端的分光法、先端的計算科学の手法、精密物性測定、構造解析を駆使して、『微細電子構造や電気伝導の次元性により生み出される異常電子熱伝導度』と、『非調和振動、相変態、イオン伝導に関係した異常格子熱伝導度』の制御指針を確立する。また、得られた知見を利用して『革新的熱デバイス（熱ダイオード、熱流スイッチ、熱電材料等）』を開発し、熱制御・熱利用の新しい基盤技術の創出を目指す。

研究の内容

本研究では、電子熱伝導度と格子熱伝導度の双方に異常な挙動を呈する材料を用い、高品質試料の作製、電子物性・熱物性の精密測定、構造解析、フォノン解析（実験、理論）、電子構造解析（実験、理論）、物性予測シミュレーションを行い、異常熱伝導度の起源、支配因子、制御方法を明らかにする。さらに、異常熱伝導度制御指針を構築し、熱ダイオード、熱流スイッチ、熱電材料等の革新的熱デバイスの創製している。

成果・効果

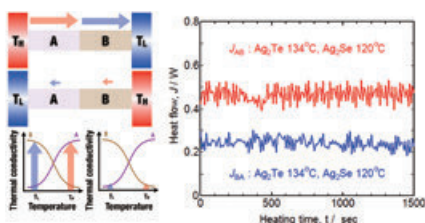
【世界最高性能を示す固体熱ダイオードを開発】本研究で開発した素子の性能は、一方向の熱流を100%とした場合、逆方向の熱流れが280%にも達する。蓄熱材料および熱電発電素子と併用することで、時間的に変動する熱源から、安定した電力を生み出すことが可能になる。

【電場のみで動作する熱流スイッチ素子を開発し】格子熱伝導度の寄与を著しく落とした上で、電子熱伝導度を電場により制御し、最大で80%程度の熱流の変化を生み出すことに成功した。また、コンセプトの検証段階であるが、熱流変化を更に大きくすることが可能であり、新しい熱流制御方法として期待されている。

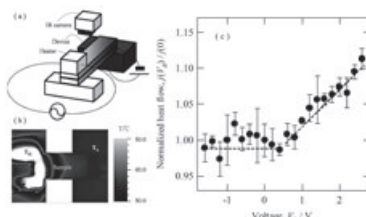
【世界最高性能を示すバルク熱電材料を開発】熱電材料の性能は無次元性能指数 ZT で評価される。これまでの最大値は $ZT = 2.6$ であり、実用化材料では、概ね $ZT = 1.0$ 程度の材料が使われている。また、高性能材料には、希少で毒性のある元素が用いられていることが問題視されている。本研究では、電子構造と材料構造を最適化した結果、 $ZT = 3.7$ を示す安価で環境に優しい材料の開発に成功した。世界最高性能を示す熱電発電素子の開発に利用されることが期待されており、現在、その開発に取り組んでいる。

今後の展望

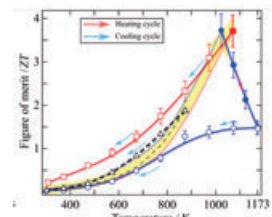
低酸素、省エネルギー社会の構築のために、未利用熱を有効活用することが強く望まれている。本研究で開発する未利用熱を有効活用する革新的な熱利用デバイスは、その重要な要素として、広く応用されることが期待できる。



(左) 固体熱ダイオードの動作原理と (右) Ag_2Te と Ag_2Se を用いて作製した熱ダイオードで観測された熱流。赤と青のデータは、同一素子において観測された値であるが、熱流の方向が異なる。



(a) 熱流スイッチング素子を評価した交流熱拡散率測定装置の概略。(b) 素子の温度分布。(c) 素子で確認された熱流のバイアス電圧依存性。



電子構造制御とナノ構造化を駆使して開発した Si-Ge/バルク材料の無次元性能指数。最大値は $ZT = 3.7$ （従来材料の最大値の1.4倍）にも達する。

微細構造光ファイバによる 広帯域光波の創生・制御の研究

活動資金

科学研究費補助金（基盤研究（A）、基盤研究（B）、基盤研究（C）、挑戦的萌芽研究、挑戦的研究（萌芽）、特定領域研究、外国人特別研究員奨励費）、文部科学省私立大学学術研究高度化事業、文部科学省戦略的研究基盤形成支援事業、文部科学省私立大学研究設備等整備費補助金、学振日仏交流促進事業SAKURAプログラム、学振日仏交流事業共同研究、学振日中交流事業共同研究、JST-A-STEP研究、JST-重点地域研究開発推進プログラム、JST-地域イノベーション創出総合支援事業シーズ発掘試験、私学事業団学術研究振興資金、財団法人旭硝子財団研究助成、財団法人日本板硝子材料工学助成会研究助成、交易財団法人泉科学技術振興財団研究助成、財団法人テレコム先端技術研究支援センター研究助成、財団法人東海産業技術振興財団研究助成、財団法人光科学技術振興財団研究助成、財団法人矢崎科学技術振興記念財団研究助成、財団法人光科学技術研究振興財団研究助成、公益財団法人大幸財団研究助成、公益財団法人科学技術交流財団「知の拠点あいち」重点研究プロジェクト事業

研究者

大石 泰文
副学長／教授

他機関との 連携状況

ブルゴーニュ大学（仏国）、レンス大学（仏国）、サウザンプトン大学（英国）、デンマーク工科大学（丁国）、アデレード大学（豪州）、ニューメキシコ大学（米国）、ラバル大学（加国）、上海光学精密機械研究所（中国）、合肥工科大学（中国）、吉林大学（中国）、東北大学（中国）

研究の目的

独自の技術で実現した微細構造光ファイバにより紫外から中赤外域に及ぶ広帯域な高コヒーレント光の創生およびその制御等により、これまでに実現されていない高機能高コヒーレント光の発生制御技術開発を目的とする。

研究の内容

テルライトガラスやカルコゲナイドガラス等の高非線形ガラスは石英ガラスより数10倍から数100倍の高い非線形性および中赤外に亘る広い光透過特性を持つ優れた素材である。これら素材を使い、新機能非線形光導波路素子の研究が行われてきたが、実用には至っていない。それは、高非線形ガラスの場合、材料分散が大きく、高効率非線形効果の発現に必要な波長分散の低減が困難なためである。我々はこれまでに高非線形ガラスを用い微細構造光ファイバを実現し、波長分散を広帯域で零（絶対値を極めて小さくすること）および平坦化できることを示し、近赤外から中赤外に及ぶ広帯域での位相整合が取れる等の特異な特性が実現できることを実証した。高非線形ガラス光ファイバを設計・作製が可能で、かつ素材から非線形光学現象までの研究に亘る一貫した研究ができる研究機関はなく、我々はその研究の実施可能な唯一の研究グループである。我々の研究成果は、これまで30年以上研究されてきたが進展のなかった高非線形ファイバ素子研究のブレークスルーとなるものであり、広帯域コヒーレント光発生、光パラメトリック効果による光信号処理等の広帯域光波の創生・制御を実現の基礎になるものである。

成果・効果

フッ化物光ファイバにより波長帯域0.35から6.28 μm の4オクターブを超えるSC光の発生に世界で初めて成功し、さらに、カルコゲナイド光ファイバによりこれまで発生された中で最も広帯域な2から14. μm に亘る高コヒーレントスーパーコンティニューム光の発生に初めて成功した。また、テルライト微細構造光ファイバにより石英光ファイバの1.5倍の光パラメトリック増幅帯域が得られることを世界で初めて実証し、さらにカルコゲナイド微細構造光ファイバにより最近注目されているSi光導波路による増幅帯域の9倍以上の6500nmにも亘る光パラメトリック増幅が可能であり、また、その特性を活かした低雑音相関光子対生成が可能であることを明らかにした。

今後の展望

本研究の成果は赤外分光に革新的発展をもたらし、環境ガス、劇物・毒ガス検出、ガン組織・細胞の検出、さらには呼気の実験による病気の診断、また物質の状態変化やプラズマ、ラジカル分子の生成消滅過程のリアルタイムでのモニタリングに活用でき、基礎科学の発展、環境対策の進展、医療技術の革新、さらにはテロ対策に大きな力を発揮すると期待できる。



開発した高非線形
ガラスを用いた新規
微細構造光ファイバ

離散ソボレフ不等式の最良定数

活動資金

科学研究費補助金 基盤研究 (C) 「離散ソボレフ不等式研究の新展開－数理工学への応用」

他機関との連携状況

東京都立産業技術高等専門学校山岸弘幸准教授、大阪大学亀高惟倫名誉教授等との共同研究

研究者

永井 敦

学芸学部 情報科学科・教授

研究の目的

ソボレフ不等式と呼ばれる20世紀微分方程式論の基礎となった不等式の最良定数と最良関数、具体的には不等式の等号成立条件を求めて、不等式が自然科学や数理工学において果たす役割と応用について研究している。

研究の内容

ソボレフ不等式の最良定数を計算する手法は以下の3つの手順から構成されている。

- (1) 各種微分方程式および差分方程式の境界値問題を設定し、グリーン関数と呼ばれる積分核を求める。
- (2) グリーン関数の性質、特に再生核と呼ばれる積分核としての性質を調べることによってソボレフ不等式を導出してその最良定数と最良関数を求める。
- (3) ソボレフ不等式及び最良定数の工学的意味を理解し、工学の諸分野の数学的基盤を確立する。

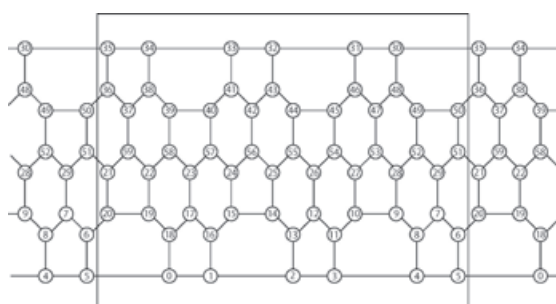
最近の研究から具体例を挙げると、正4、6、8、12、20面体および対する切頂正多面体上の離散ラプラシアン行列を設定し、対応する離散ソボレフ不等式を導出してその最良定数を求めた。特に切頂正20面体またはC60フラレーン上の離散ソボレフ不等式を導出して、その最良定数を求めた。離散ソボレフ不等式はC60フラレーンにおける炭素分子の平衡位置からのずれをエネルギーで評価する不等式であり、その最良定数は立体の「硬さ」を表す1つの指標である。

成果・効果

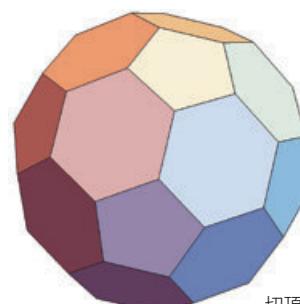
ソボレフ不等式は微分方程式の分野において重要であるだけでなく、自然科学や数理工学への応用が期待されている不等式である。グリーン関数の具体形、そしてソボレフ不等式の最良定数を求めることで、工学の諸問題の数学的基盤を構成できた。本研究成果は応用数理、数学、物理などの論文誌に発表している。またグリーン関数についての和書は少ないため、現在「グリーン関数（仮題）」を執筆中である。

今後の展望

C60フラレーンには1812個の異性体があることが知られている。各種異性体上の離散ソボレフ不等式を導出してその最良定数を求めることにより、異性体の力学的安定性についての数学的基盤が得られると期待している。本研究の対象であるグリーン関数とソボレフ不等式およびその離散化は、その数学的価値のみにとどまらず、弾性体力学や電気回路などの古典的問題から、フラレーン・ナノチューブや機械学習などの最先端に至るまで幅広い関連や応用が指摘、期待されている分野である。



切頂20面体の
平面グラフ表示



切頂20面体

移動カメラ映像からの背景差分に基づく 物体領域抽出

活動資金 科学研究費補助金 基盤研究 (C)、若手研究 (B)

研究者

杉村 大輔

学芸学部 情報科学科・准教授

他機関との
連携状況

東京理科大学 浜本隆之教授との共同研究

研究の目的

映像からの動物体領域抽出技術は、監視システムなどへの応用が期待されている。従来研究の多くはカメラが固定されていることを想定している。これに対し本研究では、カメラが移動する場合においても動物体領域の抽出を実現する技術を開発することを目的とする。

研究の内容

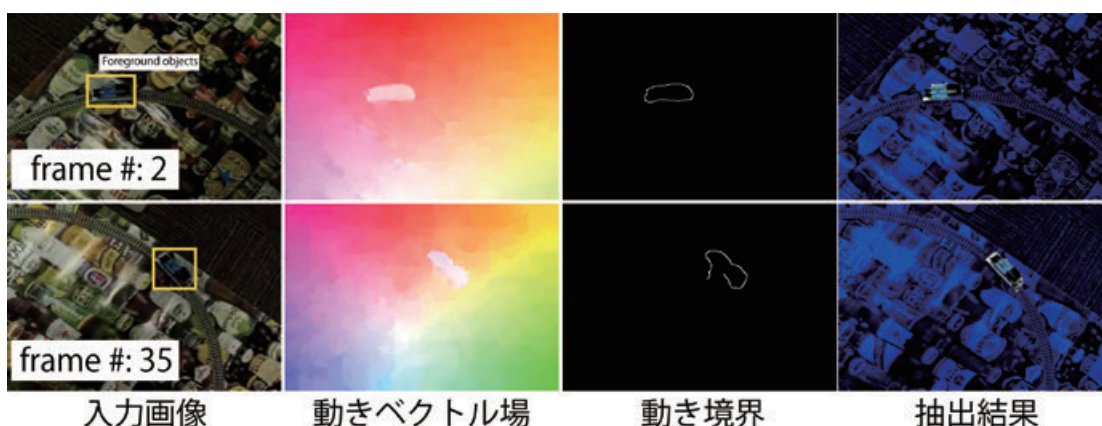
提案手法では、前景領域（物体領域）と背景領域を分割する手法の一つであるグラフカットアルゴリズムを利用する。グラフカットによる領域分割の性能を向上させるためには、前景および背景領域の部分領域（シードと呼ぶ）を事前に指定することが重要である。しかしながら、これをユーザが入力映像の毎フレームにおいて指定することは現実的ではない。これに対し提案手法では、入力映像の動きベクトル場における動きの境界情報を利用する。一般に、物体の動きとカメラの動き（背景動き）は異なると仮定できる。これはすなわち、得られる動きの境界に基づき、物体領域と背景領域を大まかに推定することができることを示唆している。これに基づき、前景および背景領域に相当するシードを推定する。推定されたシードを用いて、動きベクトル場およびカラー画像において段階的に領域分割を行うことにより、頑健に物体領域を抽出する。

成果・効果

従来の多くの背景差分手法はカメラが固定されている必要があった。これに対し本研究では、任意のカメラの動き（パン・チルト・ズーム）がある場合においても頑健に物体領域抽出を実現することができる。また、機械学習を必要としない処理であるため、学習データに含まれない任意形状の物体についても領域抽出が可能となる。以上より、画像認識を活用した様々なシステムに容易に応用できると期待できる。

今後の展望

本研究により開発した移動カメラ映像からの物体領域抽出技術は、従来の監視システムへの応用に加え映像の自動要約（ダイジェスト作成）といった幅広い応用分野への適用が期待される。今後は観測環境の奥行き情報を考慮することにより、物体領域抽出性能の向上を目指す。



表面プロトニクスによる 低温での固体触媒反応の能動的制御

活動資金 科学研究費補助金 基盤研究A
JST-CREST JST-MIRAIなど

**他機関との
連携状況** 民間企業13社と共同研究中

研究者
関根 泰
先進理工学研究科

研究の目的

これまでの化学プロセスの9割は、不均一触媒（固体触媒）によって300~900℃という高温で効率よく動いてきた。昭和平成を通して、物質・エネルギープロセスはこれら大規模な触媒プロセスに支えられてきた。一方で、再生可能エネルギーを利用して低い温度（常温~200℃）で、ほしいときにほしだけ化学プロセスを駆動する触媒技術は存在しなかった。本グループは、外部から表面イオンを能動的に制御することで、このような化学プロセスを実現した。この技術を用いて、低い温度でのオンデマンドな水素製造や、アンモニア合成、二酸化炭素再資源化を目的としてきた。

研究の内容

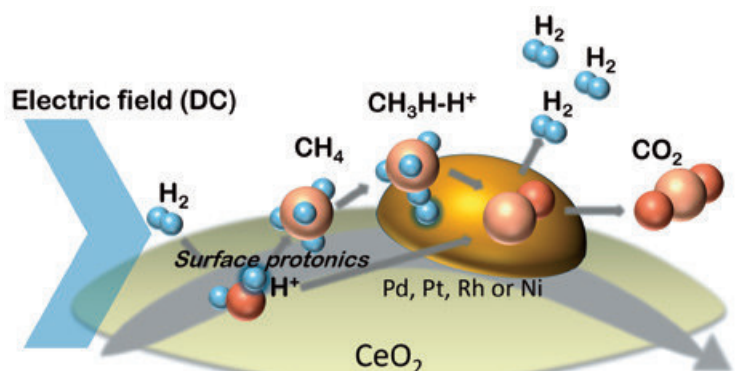
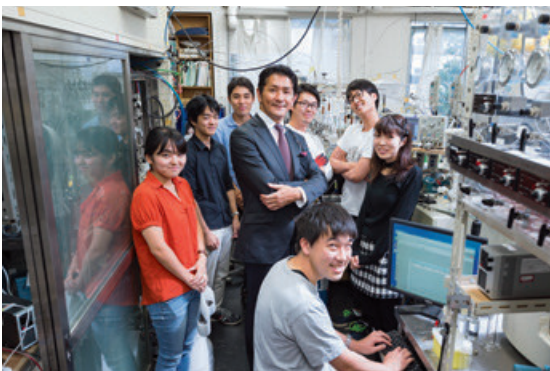
半導体性を有する触媒に、外部から電場を印加すると、低温でも表面でイオンが駆動され、速やかに化学反応が進行することを見出した。これを用いて、再生可能エネルギー由来の電力を用いて、ほしいときにほしだけ、水素やアンモニアを製造したり、二酸化炭素を再資源化したりすることができるようになった。この技術は世界で初めて当グループが発見し、現在米国や欧州、中国、シンガポールなどから猛烈に追いかけている。一方で国内では誰もが知る大手製造業群13社とタッグを組んで、この技術を実用化すべく鋭意研究が進んでいる。

成果・効果

これまでの化学プロセスは効率が良いが、大型で複雑、起動停止には向かないものであった。本グループの研究により、世界で初めてほしいときにほしだけ、再生可能エネルギーを用いて化学プロセスを駆動できるようになった。

今後の展望

現在、自動車、鉄鋼、総合化学、プロセスエンジニアリング、半導体材料製造、重工業などの多くの企業と共同研究が進み、本技術の実用化がはかられている。今後、再生可能エネルギーを効率よく使っての、ほしいときにほしだけ物を創り出す技術が実用化されるであろう。



ユニークな特色を 持った研究

中京大学	人と共生するロボットに関する研究	52
中央大学	ネコ用人工血液を開発 —動物医療に貢献、市場は世界規模—	53
中央大学	世界初、空気圧ゴム人工筋肉を用いた土砂搬送が可能な ぜん動ポンプの試験機を完成	54
同志社大学	宇宙生体医学研究プロジェクト	55
同志社大学	コウモリの生物ソナーシステムの解明と その応用に関する研究	56
福岡大学	蛇毒の生化学	57
学習院大学	ルビジウム原子のボース・アインシュタイン凝縮体を用いた 磁場計測	58
学習院大学	超高齢社会への新たなチャレンジ	59
法政大学	超小型ロケットや超小型衛星の安全な飛行を支える 暗号技術に関する研究	60
法政大学	植物病の画像による自動診断技術の開発	61
上智大学	人の「話す」と「聞く」に対するモデル化とその応用	62
関東学院大学	かんらん石の炭酸化による大気中二酸化炭素の削減	63
関東学院大学	宇宙における高エネルギー現象の観測的研究と 観測用カメラの開発	64
明治大学	デジタルエステ	65
日本大学	生物の脳を電子回路で模倣してロボットに搭載する研究	66
日本大学	二酸化炭素分離・回収技術の開発	67
立教大学	インクルーシブ・アカデミクス	68
立命館大学	コネクテッドカーを活用した不審車両協調追跡システム —車車間通信(V2V)と路車間通信(V2I)を利用した実時間追跡—	69
立命館大学	健全で効率的なエネルギー利用・資源循環に関する研究	70
成蹊大学	パスタダイスの押し出し解析	71
芝浦工業大学	生体センサ計測による人の感情推定と応用	72
東邦大学	超微粒子原子核乾板によるナノスケールの素粒子反応検出技術と 方向感度を持つ宇宙暗黒物質の探索研究	73
東北学院大学	IoT機器を活用した沿岸部地域向け避難支援システムの 研究開発と地域実証	74
東海大学	深海魚の出現は地震の前兆?	75
東京農業大学	加齢個体由来卵子の質改善に関する研究	76
東京農業大学	ロシアウラジオストク地域における日本型農業の提案事業	77
東洋大学	多階層的研究によるアスリート・ 高齢者ヘルスサポート技術の展開	78

人と共生するロボットに関する研究

活動資金

科学研究費補助金 基盤研究(C)
日比科学技術振興財団研究開発助成他機関との
連携状況株式会社東郷製作所
アスカ株式会社

研究者

加納 政芳

工学部機械システム工学科・
教授

研究の目的

人と関わり合うロボットの開発およびロボットの感情モデルの研究

研究の内容

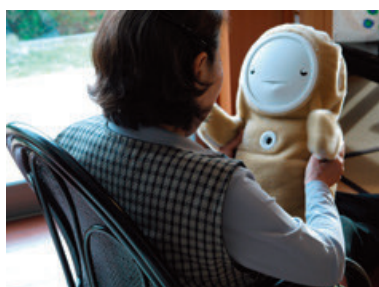
ロボットが人とかわり合うためには、ただの物理的なインタラクションだけでなく、そこに感性が求められるようになってきた。すなわち、ロボットが人の指示を的確に聞くためのインタフェースに加えて、相手の気持ちの理解や融和、コミュニケーション自体を楽しむなど心理的な交流も必要となりつつある。ロボットは、擬似的な身体要素をもとに人とのインタラクションを行うが、ロボットには、ユーザに馴染みやすく人に近いコミュニケーション手段・インタフェースが求められる。本研究では、コミュニケーションの媒体としてロボットの感情に着目し、ロボットの感情モデルの研究開発を進めている。

成果・効果

ロボットが人を理解するのではなく、人がロボットのことを理解することによって会話を成立させたり、心理的交流を実現できるのではないかと着想し、人に世話される赤ちゃん型ロボットBabyloidを開発した。新生児には、(1) 一方的なインタラクションが許される(周知の事実としてそのように認知されている)、(2) 何もできないという世話される対象の象徴である、(3) 表情や音声による多様な情報発信が可能である、といった特徴がある。人がBabyloidの世話をしたいという気持ちを抱くために、Babyloidは、笑ったり喜んだりするだけではなく、泣いたり機嫌が悪くなるなどの心理的・生理的状态を表出する。このように、Babyloidは人の世話をしたいという気持ちによってインタラクションを実現するロボットである。Babyloidと共生することによって、高齢者はロボットの世話という役割を持ち、生きがい感や癒やしを感じられる。認知レベルに問題のない施設入居者および在宅高齢者を対象に、施設入居者に対しては2週間、在宅高齢者に対しては1ヶ月間の介入実験を行った。その結果、抑うつ度が軽減される可能性が示唆された。このような効果を持つBabyloidは、現在、福祉ロボットのの一つとして市販されている。

今後の展望

認知レベルに衰えない高齢者だけでなく、認知症患者の精神性・社会性の改善といった効果が期待できる。また、出産前の妊婦に対する育児疑似体験ロボットとして用いることや、小学生などの子どもたちの徳育への利用などが考えられる。以上のように、新生児そのものとしてだけではなく、新生児のもつ「心を安定させる効果」「世話を要求することによる人への心理効果」にも注目すれば様々な応用が考えられる。



ネコ用人工血液を開発 — 動物医療に貢献、市場は世界規模 —

研究者
小松 晃之
理工学部・教授

他機関との
連携状況
国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構

研究の目的

動物医療の現場が抱える深刻な輸血液不足の問題を解決し、動物の輸血療法に貢献すること。

研究の内容

遺伝子組換えネコ血清アルブミンを産生し、X線結晶構造解析からその立体構造を明らかにした。さらに酸素輸送タンパク質であるヘモグロビンを遺伝子組換えネコ血清アルブミンで包み込んだ形の（ヘモグロビン-組換えネコ血清アルブミン）クラスター（製剤名：ヘモアクト-F™）を合成し、それがネコ用人工酸素運搬体（赤血球代替物）として機能することを明らかにした。人工酸素運搬体は輸血液の代わりに生体へ投与できる人工血液となる。なお、JAXAは遺伝子組換えネコ血清アルブミンのX線結晶構造解析を担当し、国際宇宙ステーション「きぼう」日本実験棟で行われているタンパク質結晶化実験の機会の提供と結晶化、構造解析を行った。

成果・効果

長期保存可能なネコ用人工血液が、溶液あるいは粉末として動物病院に常備され、いつでも供給できる体制の確立に道を開いた。

今後の展望

緊急時の需要に即応でき、血液型がなく、ウイルス感染の心配もなく、どのネコにも使用できる人工血液の市場範囲は、先進国・新興国を含む全世界規模に及ぶ。

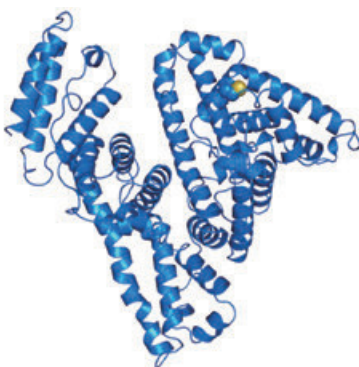


図1. X線結晶構造解析により明らかにした遺伝子組換えネコ血清アルブミンの立体構造（中央大-JAXA共同）(PDBID: 5YXE)。

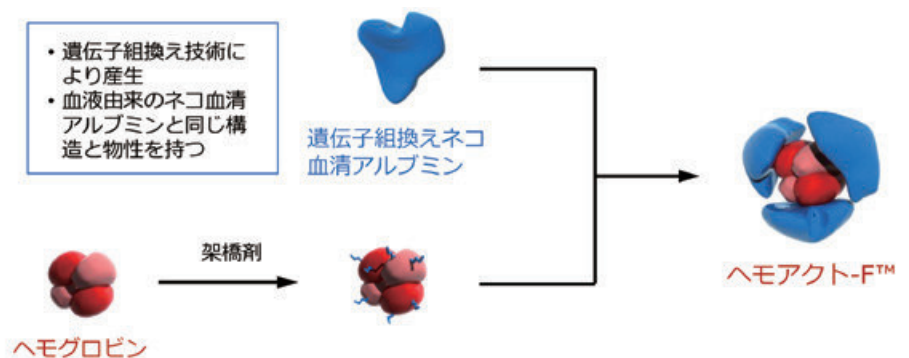


図2. ウシ赤血球から精製したヘモグロビンを遺伝子組換えネコ血清アルブミンで包み込んだ形のヘモアクト-F™。ネコの輸血療法に革命をもたらすと期待されている。

世界初、空気圧ゴム人工筋肉を用いた土砂搬送が可能なぜん動ポンプの試験機を完成

活動資金 国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）

研究者
中村 太郎
理工学部・教授

他機関との連携状況
（株）竹中工務店

研究の目的

効率的な土地利用が求められる大都市圏における掘削工事の生産性向上

研究の内容

ぜん動ポンプは、腸のぜん動運動を機械的に模倣しており、加圧機構が経路上に分散して配置され、対象物を外部から遮断された状態で搬送するため、エネルギー損失が小さく、持ち上げられる高さに理論上の限界がない。従来のぜん動ポンプは、流動性の高い液体・粘体やスラリー（液体と固体粒子との懸濁液）への適用はあったが、これまで流動性が低い土砂には適用されていなかった。

今回、土砂の粒子の性状・含水比・搬送特性の関係を分析し、ゴムチューブの形状の工夫や含水比を調整できる機構を設けることで、土砂の搬送が可能なぜん動ポンプの試作機を完成させることができた。

成果・効果

世界で初めて、土砂の搬送が可能なぜん動ポンプの試験機を完成した。

今後の展望

大深度・海底や月面などの極限環境での掘削・運搬作業への適用が期待される。

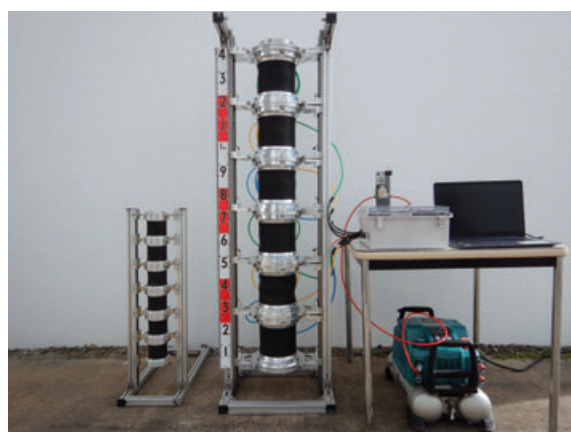


図1. 土砂搬送用ぜん動ポンプ（左：小型機 右：大型機）

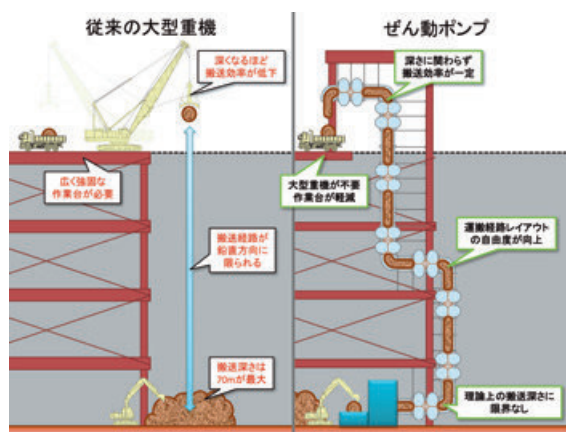


図2. ぜん動ポンプと従来の大型重機との比較と実用化イメージ

宇宙生体医工学研究プロジェクト

宇宙生体医工学を利用した健康寿命の延伸

活動資金

文部科学省平成30年度私立大学研究ブランディング事業、私学事業団学術研究振興資金、科学研究費助成事業

他機関との連携状況

株式会社テック技販、豊橋創造大学、旭川医科大学、群馬大学、松本大学、ジェノバ大学、カリフォルニア大学 (UCSD UCLA)

研究者

辻内 伸好

理工学部 機械システム工学科・教授 (プロジェクト代表)

研究の目的

超高齢社会の日本においては加齢性筋肉減弱症（サルコペニア）や骨粗鬆症等の運動器障害によるロコモティブシンドローム、糖尿病・高血圧を発症するメタボリックシンドロームに対する予防と改善が健康寿命の延伸をめざす上で喫緊の課題である。これらのシンドロームを引き起こす身体諸機能が宇宙環境滞在などの微小重力環境下で助長されることに着目し、宇宙空間での身体諸機能の適応を追求する「宇宙生体医工学」を応用し、地球上の歩行困難者や宇宙飛行士に対して、新規運動療法やリハビリテーション方策・機器の開発、実用化することを目的とする。

研究の内容

本研究では、生理学、生化学、神経科学の分野から、抗重力筋活動が神経、筋、脂肪、脳に及ぼす影響を解明するとともに、それらの知見を工学と有機的に結合することで、工学分野の観点からリハビリテーションのための抗重力筋活動促進装置を開発する点が特徴的である。また、ヨーロッパ宇宙機関（ESA）、イタリア宇宙機関（ISA）をはじめとする海外の宇宙研究機関との共同研究による、3G環境で飼育したマウスの生体反応の実験や、アメリカ航空宇宙局（NASA）ジョンソンスペースセンター内のARGOS（重力免荷能動制御システム）を利用した実験計画など、ユニークなアプローチを展開している。

成果・効果

反重力トレッドミルを用いて微小重力環境での歩行を模擬し、歩行運動の計測実験と筋骨格モデルを用いたシミュレーションの結果、免荷割合が増加するほど、緩やかな脚運びのつま先立ち歩行になるため下腿後面の筋肉の活動量が小さくなることが判明した（図1）。そこで従来のトレッドミルと異なり、使用者自身がベルトを蹴り出すことで歩行または走行する負荷制御型の自走式トレッドミルを開発した（図2）。このトレッドミルは、人が与える進行方向の力情報を、内蔵されたフォースプレートからフィードバックすることにより、発生する反力に対応した負荷を与えることができる。この負荷制御型トレッドミルと従来の定速トレッドミルを比較し、蹴り出し時の足関節モーメントと下腿後面の筋肉の筋活動量が増加することを明らかにした（図3）。

今後の展望

地球上の歩行困難者等への新規運動処方、リハビリテーションデバイス、予防法等の実用化に繋げ、超高齢社会における「QOLの低下を伴わない健康寿命の延伸」による社会貢献を目指すとともに宇宙環境での健康維持課題に挑戦する。

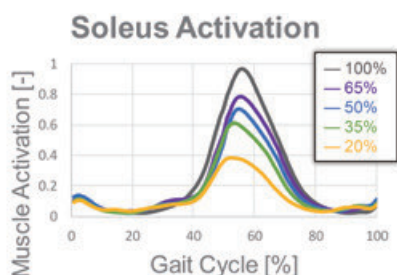


図1. 重力割合に対するヒラメ筋活性度のSIMM解析結果



図2. 開発した自走式トレッドミル

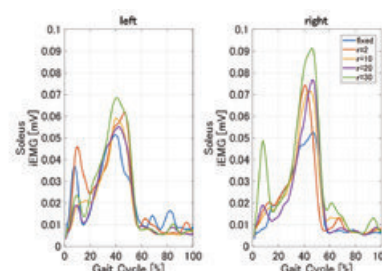


図3. 自走式トレッドミルの負荷に対するヒラメ筋活性度の向上

コウモリの生物ソナーシステムの解明とその応用に関する研究

活動資金 科学研究費補助金、JSTさきがけ

他機関との連携状況 東北大学、東京大学、法政大学、名古屋大学、大阪大学、広島大学、村田製作所 等

研究者

飛龍 志津子

生命医科学部 医情報学科・教授

研究の目的

コウモリが持つ優れたセンシングシステムを解明し、その生態や機構の理解とともに、工学的応用に資する知見を提供する。

研究の内容

生物が進化の過程で獲得した高度な機能やその運用方法には、未来の技術に役立つ知見が秘められているかもしれない。コウモリは生物ソナーと呼ばれ、超音波を用いた優れた反響定位（エコーロケーション）能力を持つことで知られている。そこで本研究では様々な計測手段を駆使し、コウモリのエコーロケーション行動を分析することで、野生下でのダイナミックな採餌飛行や、集団で飛行する際の信号の混信回避に関する実態解明に取り組んでいる。工学的視点から、コウモリの音響行動の理解と、またその行動原理のモデリングなど、生物学と工学とを跨る融合研究を進めている。

成果・効果

たとえば日本でもよく見られるアブラコウモリ（図1）は、超音波を用いたエコーロケーションによって、数ミリほどの飛翔昆虫を正確に探知し、そして自らも飛行しながら次々と捕食することがマイクロホンアレイを用いた音響計測により明らかとなった。さらに、コウモリは目の前の獲物だけでなく、その次に狙う獲物に対しても超音波の放射を向けていること（図2）、またその行動を数理モデリングによって詳しく解析したところ、高い確率で獲物を連続的に捕らえることが可能な飛行ルートを選択していることも明らかとなった。このようにコウモリの行動原理を数理モデルとして表現できたことで、自律移動ロボットなどへの工学的な応用研究も期待できる。またコウモリが集団で飛行する際には、周囲の仲間の超音波によって混信状況が生じるが、どのような工夫で混信を回避しているのか、これまで明らかにされていなかった。そこでコウモリに小型のテレメトリマイクロホンを搭載し、実験室の中で同時に複数のコウモリを飛行させたところ、お互いのコウモリが発する超音波の周波数を調整し合うことで、混信を効率よく回避していることを発見した（図3）。

今後の展望

このようにコウモリは放射する超音波の特徴を、周囲の状況や得たい情報の性質に応じて巧みに変化させることがわかってきた。このような生物が持つユニークな設計思想や、彼らの柔軟な超音波運用を理解し、そして工学的に模倣することができれば、センシング技術への新たな知見提供や、また高分解能の近距離センサ等への応用展開も期待される。

図1



図2

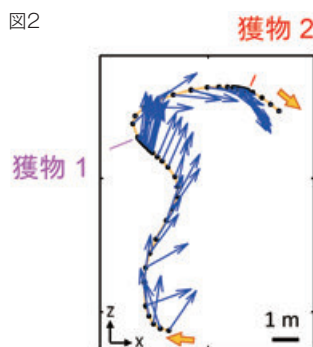
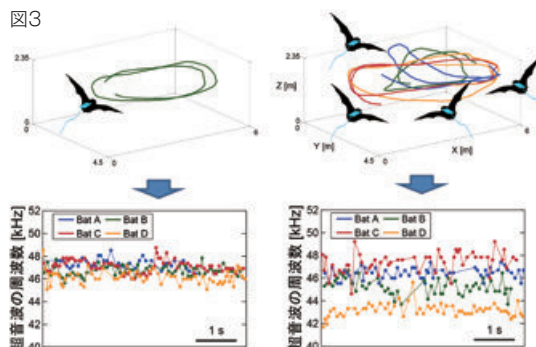


図3



蛇毒の生化学

毒素活性を制御するシステム解明を目指して

活動資金

科研費／国際共同研究加速基金（国際共同研究強化）：代表、科研費／基盤B：分担、科研費／基盤C：分担、内藤記念科学振興財団女性研究者研究奨励：代表、公益財団法人国際科学技術財団若手研究助成：代表、科研費／若手B：代表、科研費／若手研究（スタートアップ）：代表

他機関との連携状況

シンガポール国立大学（シンガポール）、ブタンタン研究所（ブラジル）、北海道大学薬学部、鹿児島大学理工学部、名古屋大学理学部 等

研究者

塩井(青木) 成留実
理学部・助教

研究の目的

毒ヘビがもつ自己の毒に対する耐性システムの解明

研究の内容

ヘビの約3700種のうち約600種が毒ヘビに分類される。ここ10年間で、網羅的な質量分析やゲノム解析により、毒ヘビ種間では毒素成分（主にタンパク質）の種類が大幅に異なり、種内では生息地域によって成分量の比率が異なることがわかってきた。これまでのヘビ毒素科学は、主に致死活性が高い毒素成分に着目してその単一成分を精製し、被食者、または我々哺乳類の生体に対する作用機序について議論されてきた。しかしながら、実際は、毒液中の多種多様な毒素タンパク質ファミリー群は複雑であり、それは年間5百万人以上の被害者を出す毒ヘビ咬傷の治療を困難にする大きな原因である。そのような研究背景の中、私は、毒腺中で毒素活性がOFFに、獲物の生体内でその活性がONになるしくみや、また、毒ヘビが自己の毒に対する耐性システムに興味をもち、その役割を担う分子の同定とその抑制機構の解明を行っている。具体的な研究内容の一つは、毒ヘビの血液タンパク質の生理機能の解明である。私たちは、毒ヘビ血液中よりヘビ毒素を阻害する新規タンパク質群を発見し、それらは、それぞれ異なる毒素タンパク質に対して、高い結合特異性と阻害能を持つことを明らかにした。さらに、それら毒素阻害活性を示す血液タンパク質群は、毒素分子と同様に加速的な分子進化を経て多様化してきたことを証明した。私たちは、毒ヘビが毒腺において毒を作るために特化したシステムを持つと同時に、自分の毒が偶発的に血液中に入った場合に備えて、効率よくその毒素活性を抑制できるシステムを血液循環系に備えていることを提唱している。

成果・効果

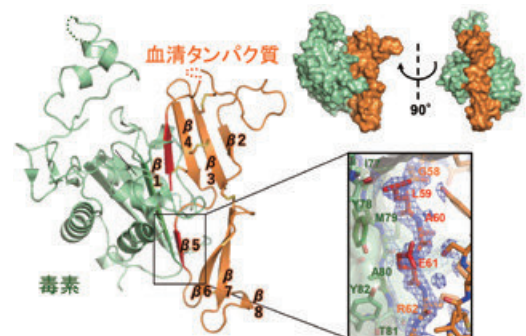
最近、私たちは、毒ヘビ血液中の毒素阻害タンパク質と毒素の複合体の立体構造解析に成功し、どの領域が毒素に対する特異的結合に寄与しているのかの詳細を明らかにした。この成果は、毒素活性の抑制を特異的に行うことができるペプチド設計を可能とし、毒ヘビ咬傷被害の新規治療薬開発の提案につながる事が期待できる。また、私たちのヘビ毒が持つ自己の毒に対する耐性システムを分子レベルで解明した研究成果は、2019年に国際学会および国内学会において奨励賞を受賞するなどの評価を受けている。

今後の展望

新規有毒生物の自己の毒に対する耐性システムの解明への波及効果、および毒素特異的阻害剤作成を可能にする。



ハブ毒液採取の様子
(2019年6月沖縄衛生環境研究所)



へび血清タンパク質-へび毒素複合体の結晶構造解析

Narumi Shioi, et al., 294(4), 1250-1256, 2019

ルビジウム原子のボース・アインシュタイン凝縮体を用いた磁場計測

活動資金

旭硝子財団助成研究、光・量子飛躍フラッグシッププログラム基礎基盤研究、
科学研究費補助金（若手研究）

研究者

柴田 康介

理学部 物理学科・助教

研究の目的

私の現在の主な研究内容は、アルカリ金属の1つであるルビジウム原子のボース・アインシュタイン凝縮体（BEC）を用いた、磁場の精密計測である。量子技術を用いたBEC磁力計の性能向上、ならびに、磁力計の性能の普遍的な限界の探求を目指している。

研究の内容

ボース・アインシュタイン凝縮は、極低温で発現する粒子の量子統計性に由来する現象である。BECは、原子集団を、磁場や光などの電磁波を用いて極低温（数百ナノケルビン、つまり絶対零度から千万分の1度程度）にまで冷却することで生成される。このような極低温では、量子力学の効果が顕著に現れる。

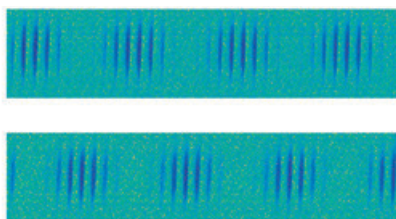
ところで、一般に、原子は、感度のよい磁場センサ（磁力計）として機能する。最近では、常温の原子気体を利用した磁力計の感度は、生体の発する微弱な磁場を測定できるレベルに達している。そのような中で、BECを磁力計に用いるメリットとして、空間分解能が挙げられる。室温の原子が高速（ジェット機並みの速さ）で動き回っているのに対し、BECを構成する原子はほぼ静止している。したがって、BECを用いた磁力計では、マイクロメートル程度の空間分解能で局所的に磁場を測定できる。BEC磁力計の感度の主要な制約は、量子力学的に由来する“量子雑音”である。私の研究では、量子雑音を圧搾する技術を用いて従来のBEC磁力計の性能限界を打破する、という目標を掲げている。これまでに雑音圧搾による感度向上の原理実証実験は行われているが、古典的な磁力計を超えるに至っていない。量子技術によって本当に従来の磁力計を超えられるのか、磁力計の性能の真の限界はどこかという点に興味がある。

成果・効果

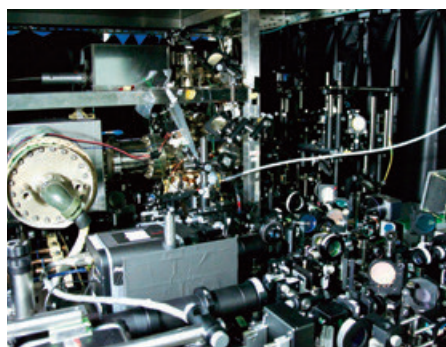
これまでに位相コントラスト法と呼ばれる手法によってBECの磁気スピンを高感度に連続的にその場撮影することに成功した（図参照）。これは高感度な磁場計測の基礎となる技術である。達成した結果は、我々の装置が、BEC磁力計として世界最高の感度を実現するポテンシャルを有することを示している。

今後の展望

磁場感度を悪化させている要因への適切な対策によって、世界最高の磁場感度を実現可能と見込んでいる。また、量子雑音圧搾に関する実験も進め、量子技術を用いたBEC磁力計の性能向上、磁力計の性能の普遍的な限界の探求という2つの目標の達成を目指している。もしかすると磁場の精密測定といえばBEC、という日が来るかもしれない。



位相コントラスト法によるBECの連続撮影像。30 μ sごとに撮影した画像を時間順に左から右に並べている。上、下段は、それぞれ、直交する偏光成分。信号の周期的変動はスピンの回転に対応する。



実験室の様子
（撮影：関口直太研究員）

超高齢社会への新たなチャレンジ

文理連携型<生命社会学>によるアプローチ

活動資金 私立大学研究ブランディング事業

研究者
高島 明彦
理学部 生命科学科・教授
共15名

研究の目的

超高齢社会の到来を見据え、生命科学系における認知症・がん・老化・再生医療分野でのフロント研究の推進により健康寿命の延伸を図る。さらに、全学部ワンキャンパス集結という特性を活かし、生命科学の急速な進展に伴って生じうる近未来の社会的諸問題とその対応について文理連携による統合的議論を深める新たな学際領域<生命社会学>を創成しつつ、超高齢社会の未来に対応可能な社会基盤の整備に向けた提言を目指す。

研究の内容

健康寿命の延伸を目指し、認知症については「アルツハイマー発症におけるタウたんぱく質の機能解析」によって認知症に関係するタウタンパク質の凝集機構とこれを阻止する化合物が複数見出されて来た。再生医療においては「四肢の関節再生の惹起するシステムの解明」を行い、遺失機能の補償が哺乳動物で可能である示唆的な結果を得た。「文理連携の推進」においては「超高齢化社会が抱える様々な問題を文系、理系教授により文理両面から議論する「生命社会学」を基礎教養科目としてカリキュラムに取り入れ開講している。さらに、これら生命科学のフロント科学がもたらす恩恵と、それがもたらす社会的な諸問題の両方について、人文・社会科学の視点からの議論を展開するため、文理双方の教官と外部専門家を交えたシンポジウムを年2回行っている。

成果・効果

脳老化の開始点を測定する機器の開発に成功した。

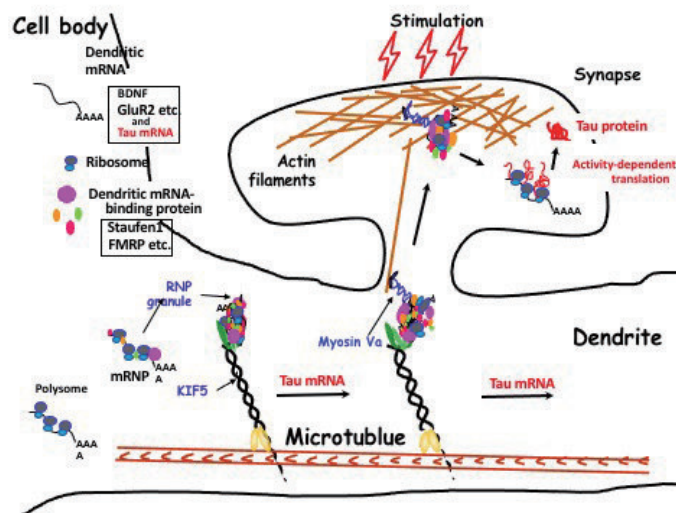
今後の展望

最先端テクノロジーの開発によって将来的に高齢社会を大きく変革し、新規産業創設へ繋げていく。



直近の事業シンポジウム

アルツハイマー病の神経細胞ではグルタミン酸刺激によりシナプスにタウが蓄積しシナプス焼失を引き起こす



超小型ロケットや超小型衛星の安全な飛行を支える暗号技術に関する研究

研究者
尾花 賢
情報科学部・教授

他機関との
連携状況

情報通信研究機構、インターステラテクノロジズ株式会社と共同研究を実施

研究の目的

民間主導の宇宙開発の発展に向け、超小型宇宙機、地上局間の通信を理論上最高レベルの安全性で保護する技術を開発する

研究の内容

2019年5月、日本で初めて民間ロケットが高度100kmの宇宙空間に到達するなど、民間主導の宇宙開発が複数の組織で活発に推進されている。ロケットや衛星の開発を行う際、飛行の安全を確保することが大きな課題となる。平成30年11月に施行された「人工衛星等の打上げ及び人工衛星の管理に関する法律」にも「重要なシステム等に関する信号の送受信については、妨害や乗っ取りの被害にあわないよう、適切な暗号化等の措置を講ずること。」との記述があり、安全の確保が要件となっている。特に民間事業者が宇宙開発に参入する時には、妥当なコストで高いレベルの安全性を達成することが重要となる。本研究は、前述の状況に鑑み、高いレベルの安全性と低コストを両立する地上局、超小型宇宙機（超小型ロケット、超小型衛星）間の通信方式の研究開発を行っている。本研究の特徴的な点は、情報理論的安全性を有する通信方式を開発する点にある。情報理論的安全性とは、無限の計算リソースを有する攻撃者に対して安全性を保証する理論上最高レベルの安全性である。情報理論的安全性の実現は理想ではあるが、その実現のために膨大な量の鍵が必要となることや、送受信者のデバイスに同一の鍵を配布することが困難であることから、民間ではほとんど利用が検討されずにきた。しかし、我々の検討の結果、超小型宇宙機と地上局間の通信時間は短いため、必要な量の鍵を民生の大容量ストレージに格納可能であること、飛行前に送受信者に鍵を配布することも容易であることが明らかとなり、超小型宇宙機と地上局との通信に関しては、情報理論的安全性が十分達成できる目処が立った。本研究では、超小型宇宙機と地上局との通信における脅威を詳細に分析するとともに、超小型宇宙機と地上局の間の通信に対する通信データの盗聴、及び偽造・改竄を防止する通信方式の設計と民生デバイスによる試験的な実装を行っている。

成果・効果

現在までに、設計した通信方式をインターステラテクノロジズが開発する観測ロケットMOMOに搭載し、打ち上げ時の実験を通じて有効性の確認と課題の洗い出しを行っている。2度に渡る打ち上げ実験の結果、盗聴や偽造・改竄を防止する暗号技術の演算回路は正常に動作することが確認され、民生デバイスで最高レベルの安全性を達成可能であるという肯定的な結果が得られている。

今後の展望

今後は、方式の改良を行い装置の故障耐性を高めるとともに、得られた知見を積極的に公開し、宇宙開発を行う事業者に有益な情報を提供していく予定である。



植物病の画像による自動診断技術の開発

活動資金 農林水産省戦略的プロジェクト研究推進事業

他機関との連携状況 農研機構中央農研、農研機構農環研、埼玉県農業技術研究センター、株式会社リバネス、等

研究者
鍵和田 聡
生命科学部・専任講師

研究の目的

農業生産の現場において、植物の病気の的確な診断は適切な防除対策のために重要である。一方で診断においては似て非なる病気や、非典型例への対応が必要となり、長年の経験と熟達した技術が必要となるが、人材に限られるとともに時間的・金銭的コストが課題となっている。このため、初心者でも簡便に的確に植物病の診断ができるシステムの開発が求められている。画像による診断支援については、ヒトの医療分野において開発が進められ実用化されているが、植物病の診断目的での研究はこれまで国内外でほとんどなされていない。近年AI技術のひとつである深層学習技術が発達してきており、社会の様々な分野で応用されてきている。そこで、植物病害の病徴画像を用いて自動診断する実用性の高い簡便なシステムの開発を目指す。これにより、わが国における新規就農者の確保や、より高度化、効率化した農業の確立を目指す施策に資するものと考えられる。

研究の内容

深層学習においては、大量かつ多様なサンプルデータが必要となる。本研究では、埼玉県を始めとした各県の公設試験場の協力のもと、植物病のモデルとなる画像を多数取得し、精度の高い病害診断の識別器を構築する。手法としては深層畳み込みニューラルネットワークを使用する。対象作物の病害の画像を訓練データとして学習させて識別器を構築し、これに評価データの画像を入力して結果を検討することで精度を確認し、各病害診断に最適となるようプログラムを行う。構築されたシステムについて、環境の異なる場所で発生した病害について実証試験を行いフィードバックを得る。これを指標に、過学習を抑制する独自のデータ拡張手法等を開発、導入することで、頑健かつ高精度な識別器の実現を目指す。

成果・効果

本研究では数万枚の病害の画像を深層学習装置に導入し、キュウリの12種の病害に対して交差検定法により平均9割程度の識別器を構築した。現在、プロジェクト研究内において、デモサーバを構築して実証試験を行っており、精度向上の検討を進めている。プロジェクト終了後には現場で利用可能なアプリを提供する予定となっている。

今後の展望

本研究が作物の病害診断のモデル系となることで、他の作物への展開が可能となる。本プロジェクト研究において、野菜・果樹等の作物への応用研究も開始しており、現場で利用可能な簡便な診断システムが提供されることが見込まれる。



人の「話す」と「聞く」に対するモデル化とその応用

活動資金 科学研究費補助金、理工学部応募制申請型予算他

研究者

荒井 隆行

理工学部 情報理工学科・教授

他機関との
連携状況

Massachusetts Institute of Technology他、国内外の複数機関の協力を得ている

研究の目的

本研究テーマの究極の目的は、私たち人間がいかにことばを話し、またそれを聞いているのかをモデル化することである。人間の音声生成や知覚は、私たちが生きていく上で重要な「音声コミュニケーション」の大事な側面となっている。そしてその過程は言語学、心理学、脳神経科学、生理学、音声言語医学、音響学など様々な分野にまたがっており、その研究も学際的である。本研究テーマでは特に、人間の音声生成過程を物理模型を用いて実現すること、そしてその模型から発せられる音や人間の生の音声を私たちがどのように聞いているかを調べることにより、音声生成や音声知覚の機構を解明しようとしている。

研究の内容

最新の成果の一例として、図1に音声を生成する模型の2018年モデルを示す。このモデルでは、音声生成に関わる喉から口唇までの声道、つまり「声の通り道」をモデル化している。その際、人間が音声を生成する上で動かす部位を軟らかい素材で実現することで、その形状を手、あるいはコンピュータで制御することが可能となり、それによって動的に音声を作れるよう工夫されている。このような精巧な声道模型は世界でも他にほとんど類がなく、国際会議などでも常に注目を集めている。

成果・効果

このようなモデルには様々な目的に応じてバリエーションが用意されており、母音を生成する声道模型においては、国内外の科学館・博物館での展示の他、科学教室等でも使われている。別のモデルでは、「アバ」や「アマ」といった限られた母音と子音の組み合わせを生成することができ、それらの発話を知覚する際に聞き手の母語がどのような影響を及ぼすかの研究に応用された。また日本語にはない外国語の母音や子音（例えば英語の/r/や/l/）などを発する模型については、外国語の発音教育のために応用されている（その知見は、私が監修を務める子ども向け英語教育テレビ番組にも活かされている）。

今後の展望

このように本研究テーマの成果は、今後、さらに外国語の音声教育への応用や、また、音声言語医学の分野では言語治療の現場において、発音のリハビリテーション等への臨床応用等が期待されている。また音を発し、音を認識するような音声ロボットが今後ますます発展していくことで、工学応用のみならず、人間の音声コミュニケーションの機構のさらなる解明にもつながると期待されている。

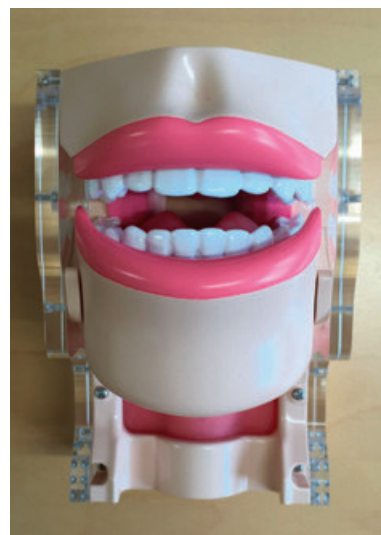


図1

かんらん石の炭酸化による大気中二酸化炭素の削減 分析によるフィードバック

他機関との
連携状況

RWTHアーン大学のフリードリッヒ教授と共同研究

研究者

小岩 一郎

理工学部 理工学科化学系・
教授

研究の目的

大気中の二酸化炭素の削減と工業材料の作製

研究の内容

地球中に豊富にある造岩鉱物の「かんらん石 (Olivine)」の一種の「苦土かんらん石 (Mg_2SiO_4)」と二酸化炭素から炭酸マグネシウム ($MgCO_3$) を合成し、工業材料として使用することにより、大気中の二酸化炭素を減少することができる。反応としては、オートクレーブを使用して、下記の3段階の反応を想定している。1段階目、 CO_2 (気体) + H_2O → H_2CO_3 (水溶液) → H^+ (水溶液) + HCO_3^- (水溶液)、2段階目、 $Mg_2SiO_4 + 2H^+$ (水溶液) → Mg^{2+} (水溶液) + SiO_2 (個体) + H_2O (液体)。3段階目、 Mg^{2+} (水溶液) + HCO_3^- (水溶液) → $MgCO_3$ (固体) + H^+ 。現在、フリードリッヒ教授のところで炭酸化したかんらん石は、結晶性が低く、XRDでは同定できない。そこで、SEM・EDSによるマッピングを行った (図1)。その結果、模式図を図2に示す。図1に示したように SiO_2 は粒子として析出していることが明らかである。前述のように、結晶性が低いため、X線回折では結晶構造は同定できないので、図2の模式図で、 Mg_2SiO_4 と考えられる部分と $MgCO_3$ と考えられる部分を制限視野の透過型電子線回折 (THEED) で構造を確認した。原料である Mg_2SiO_4 と生成物である $MgCO_3$ と SiO_2 とが観察された。従って原理的には可能であることが証明された。

成果・効果

現在、深刻な問題である地球温暖化の原因の二酸化炭素をかんらん石と反応させることにより、炭酸マグネシウムが作製できる。すなわち、大気中の二酸化炭素を削減して、さらに、工業材料として有用な炭酸マグネシウムが作製可能であることが分かった。しかし、分析の結果、反応は完全ではなく、原料であるかんらん石が存在していることが明らかとなった。今後の実用化のためには、下記の2点が必要となる。第一に、反応を完全にすることで、言い換えると原料のかんらん石が残っていないことが必要になる。これができないと、反応後、生成物と未反応物の分離が必要になりコストが増加する。第二に、副生成物二酸化ケイ素の分離である。本研究により二酸化炭素は粒状で存在していることが確認されており、化学反応のみでなく、物理的に分離することも検討する必要がある。

今後の展望

工業的に実用化するためには、3つの課題がある。第一に、原料がほぼすべて反応するように、収率を高くすること。第二に副生成物である SiO_2 を除去すること。第三に反応条件を低温化、低压化、短時間化してコストを下げることである。この3つの課題のすべてにおいて、実用化のためのスケールアップを考慮することが必要条件である。

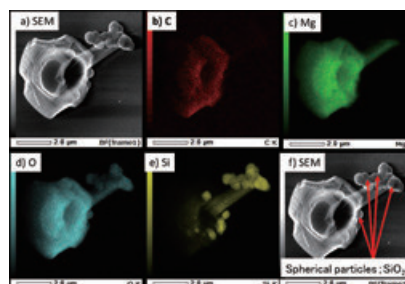


図1

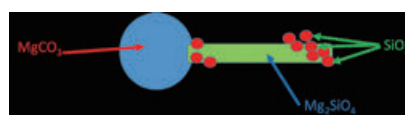
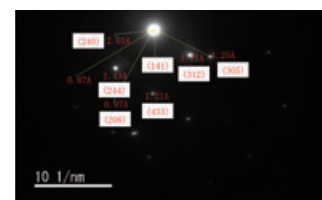
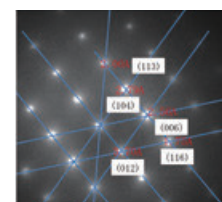


図2

図3-1 Mg_2SiO_4 と想定される部分のTHEEDパターン (制限視野回折)図3-2 $MgCO_3$ と想定される部分のTHEEDパターン (THEED)

宇宙における高エネルギー現象の観測的研究と観測用カメラの開発

活動資金 科学研究費補助金、JAXA戦略的開発研究費

他機関との連携状況 JAXA、NASA、浜松ホトニクス社

研究者
中嶋 大
理工学部 理工学科数物学系・
准教授

研究の目的

地球の磁気圏からブラックホールまで、宇宙のさまざまな天体で起きている高エネルギー現象の観測を通して、天体における物理機構を解明する。また、宇宙X線観測のための衛星搭載カメラを開発する。

研究の内容

筆者は、X線とよばれるエネルギーの高い光（電磁波）でさまざまな天体を観測している。太陽の表面温度は約6000℃で主に可視光を放っているが、X線を放つガスの場合はその数千倍、つまり数千万℃もの高温である。また高温ガス以外にも、電子が光速近くまで加速されるとX線を含む電磁波を放つ場合がある。このようにさまざまな物理過程で放射されるX線を精密に測定することで、天体の周辺や内部の様子がわかる。天体からのX線は地球の大気で吸収されてしまうため、観測するためには大気圏外にカメラを持っていく必要がある。そこで筆者は人工衛星搭載用のカメラ製作も行っている。現在、2022年初頭の打ち上げを目指してXRISM（X-Ray Imaging and Spectroscopy Mission）衛星を開発している。XRISMはJAXAとNASAを中心として、国内外の大学が協力している計画である。筆者は、観測機器の一つであるCCDカメラ（図1）の電気系統主担当として、浜松ホトニクス社などと協力して宇宙X線観測用CCDを製作するとともに、カスタムICの開発を進めている。

成果・効果

- ・我々がすむ天の川銀河の中心部には巨大ブラックホール（BH）が存在する。BHの近くにある「いて座C」領域から、中性鉄（電離していない状態の鉄）由来の強いX線放射を発見した。その強さと放射位置から、BHが今から300年ほど前には現在の百万倍の明るさであった、と考えられる結果を得た。
- ・宇宙でもっとも強い重力をもつ天体の一つである中性子星は、周りにあるガスを激しく飲み込み、その過程でX線を放つ。筆者は「IGR J16318-4848」とよばれる、中性子星を含む天体（図2）を観測し、天体周囲のガスの速度（秒速200km）を初めて高精度で測定することに成功した。

今後の展望

XRISM衛星（図3）は従来よりも10倍以上すぐれた分光性能を持つ。これにより、例えば超新星残骸の重元素組成比を測定して、超新星爆発の爆発機構を解明するなど、重要な新発見が期待される。

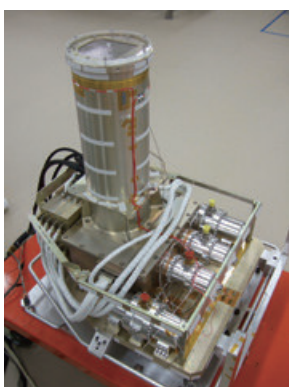


図1. XRISM衛星に搭載されるX線CCDカメラ

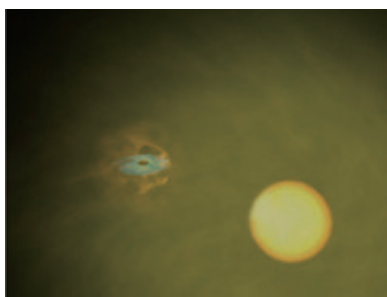


図2. 中性子星を含むX線連星系 IGR J16318-4848の想像図 ©ESA



図3. XRISM衛星

デジタルエステ

対話型進化計算による顔画像美観化システム

活動資金 私立大学研究ブランディング事業（文部科学省）他

他機関との連携状況 株式会社コーセー 他

研究者

荒川 薫

総合数理学部 先端メディアサイエンス学科・専任教授

研究の目的

個々の人が、自分の顔画像を自分の理想通りに美観化する画像処理を実現する。この美観化は、本人の顔立ちを変えずに、自然な感じで行われる。これにより、パソコンやスマートフォンに表示する自分の顔画像を理想的なものにすることができる。また、化粧品を購入する際に自分の希望を販売員に効果的に伝えたり、販売員も、顧客にお勧めの化粧法を効果的に提示することができる。

研究の内容

これは、画像処理と機械学習を美容に応用した研究である。人の好みや感性を考慮した画像処理により、皺、しみ、毛穴のような肌の不要成分を除去し、色味を調整して顔画像を美観化します。一般的な画像処理を適用すると顔全体がボケた感じになるが、画像信号の大きさと変化の細かさを共に考慮した非線形画像処理により、顔のパーツなどの輪郭を鮮明に保ったまま、皺、しみ、毛穴などの成分を除去できる。さらに各成分の大きさや形を考慮して、皺、しみ、毛穴を別々に抽出し、それらを独立に除去する方式を開発した。これにより、成分毎に除去の度合いを変えることができる。しかし、顔は人によって異なり、どの成分をどの程度除去したらよいかは顔によって異なる。また、皺、しみ、毛穴が少しくらい残っていても自然な方が良いと思う人がいたり、これらを完璧に除去したいと思う人がいたりして、好みが人により異なる。顔の色味の設定に関しても同様である。そこで、遺伝的アルゴリズムという生物の進化に基づく方法を取り入れ、対話的にこのシステムを操作することで、利用者各人が望ましいと思う顔画像美観化を行うシステムを実現した。

成果・効果

この対話型進化計算による顔画像美観化手法は、(株)コーセーとパナソニック(株)が銀座で実証実験を行っている体験型コンセプトストア「Maison KOSÉ (メゾンコーセー)」の理想顔システムで用いられている。また、皺などを除去する非線形画像処理はプリントシール機に導入されている。

今後の展望

我が国は高齢者社会になってきたが、高齢者は化粧をすることで、生活が活性化されると言われている。この画像処理システムにより高齢者一人一人の理想の化粧顔を提示することができ、高齢者の生活に潤いと活気を与えることができる。



Maison KOSÉの理想顔システム



生物の脳を電子回路で模倣して ロボットに搭載する研究

活動資金

科学研究費補助金、公益財団法人天野工業技術研究所研究助成金、日本大学理工学研究所
先導研究推進助成金、日本大学学術研究助成金

**他機関との
連携状況**

カリフォルニア大学バークレー校、東京大学、東芝デバイス&ストレージ株式会社、
双葉電子工業株式会社

研究者

齊藤 健
理工学部・准教授

研究の目的

生物の脳を電子回路で実現して、コンピュータプログラムを使用せずにロボットの制御を実現する。

研究の内容

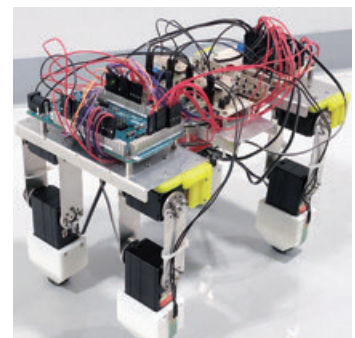
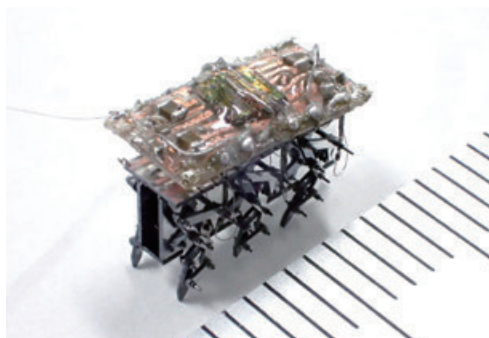
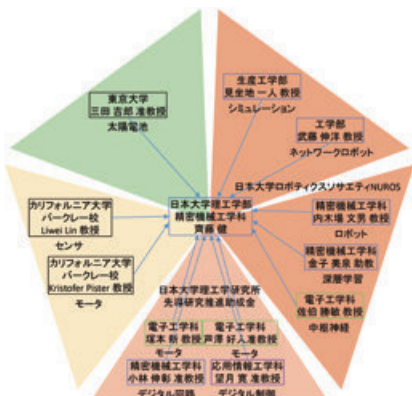
従来のロボットは、オペレータによる操縦、もしくは事前に行動パターンをプログラミングして制御している。一方で、生物は脳を用いて常に変化する外界を巧みに認識して、最適な行動を自律的に選択している。生物の脳を模倣することで、従来では難しかった柔軟なロボットの制御ができる可能性があるが、脳の情報処理は未だに明らかにされていない。そこで我々は、電子回路で生物の脳を構成する神経細胞を模倣して、ロボットの制御に応用する研究をおこなっている。ロボットで実現した新たな機能は、脳の理解に繋がる可能性がある。我々が開発したロボットを二つ紹介する。一つ目はミリメートルサイズの昆虫型ロボットであり、電子回路による人工脳を搭載して歩く、世界最小のロボットである。人工脳はコンピュータなどに使用されている集積回路技術を用いて、2.5mm角にサイズダウンをおこなった。ロボットの本体も微細加工技術を用いて、髪の毛の1/100の細かさでパーツを作製している。二つ目はセンチメートルサイズの4足歩行型ロボットである。足の裏に4つの圧力センサをつけて、電子回路で実現した神経細胞の発するパルス波形を圧力が高い場合に遅く、低い場合に早く出力するように設定した。単純な仕組みにも関わらず、足を動かすタイミングのプログラムなしで、馬のように歩行速度によって足を動かす順番が変化する。我々の開発しているロボットは世界的にもユニークである。

成果・効果

ミリメートルサイズの昆虫型ロボットは、実物を見せると小ささに驚きを持たれる。現在社会への応用に向けて、要素技術の特許取得や応用例を準備している状況である。

今後の展望

現在は脊髄神経を模倣して歩行を実現する人工脳を開発しているが、センサからの情報を処理して物体の認識や識別が可能で、中枢神経を模倣した人工脳についても開発を進める予定である。中枢神経と脊髄神経を組み合わせた、電子回路による人工脳の開発は、従来にはないロボットの柔軟な制御の実現に繋がる可能性がある。



二酸化炭素分離・回収技術の開発

活動資金

最先端・次世代研究開発支援プログラム、科学研究費補助金基盤研究B、科学研究費補助金基盤研究C、JSPS二国間交流事業共同研究、JST地域産学バリュープログラム 等

他機関との連携状況

(国研) 産業技術総合研究所、山形大学、Colorado School of Mines 等

研究者

児玉 大輔
工学部・准教授

研究の目的

地球温暖化対策技術の一つとして、二酸化炭素を分離回収し、地中に隔離貯留するCCS技術の開発が進められているが、現状の技術では、吸収液再生時におけるエネルギー消費が著しい。また、天然ガス採掘の井戸元で炭化水素を分離回収する際、不要な二酸化炭素と同時に、エネルギーとして利用可能な天然ガスの大半が回収されてしまい、その後の分離も困難である。そこで、環境調和性に富む新規ガス吸収液（イオン液体）を合成し、二酸化炭素及び炭化水素の溶解メカニズムや選択性を解明するとともに、社会実装に向けてプロセス全体の評価を進め、イオン液体を利用した二酸化炭素分離・回収プロセスの実現を目指す。

研究の内容

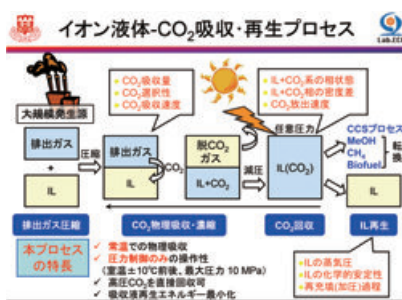
安価で、高いガス分離能を指向したイオン液体を新たに合成し、二酸化炭素だけでなく炭化水素のガス溶解メカニズムや吸収選択性を評価する。一般的にイオン液体へのガスの溶解には、エンタルピーの寄与とエントロピーの寄与があることが知られており、例えば、イオン液体のカチオンにプロトン性を付与することによって二酸化炭素吸収量は落とさず（エンタルピー的な寄与で補償）、エントロピー的な寄与により炭化水素ガスの吸収量を減少させてガス分離能を向上させる。イオン液体を利用した物理吸収法では、圧力変化のみで吸収液を再生可能であることから、省エネルギー面での優位性が高く、単位体積当りのガス吸収量増加だけでなく、二酸化炭素と炭化水素とのガス分離選択性向上も期待できる。イオン液体のガス吸収特性評価は、我々の研究グループで開発した高圧溶解度測定装置など独自の測定技術や実験装置を駆使しながら進める。また、シミュレーションにより、エネルギー効率など分離・回収プロセス全体のコストを試算する。

成果・効果

アミド型構造を持つプロトン性イオン液体の二酸化炭素／メタン吸収選択性を検討した結果、既存ガス吸収液のSelexolに勝ることを明らかにした。また、測定データに基づき、石炭ガス化複合発電から排出されるガスの処理についてシミュレーションした結果、エネルギーコストを10%削減できることも分かった。

今後の展望

より一層、国内外の大学や研究機関、企業との共同研究を進めることによって、本技術の社会実装を実現し、COP21で採択された気候変動に関する国際的枠組みであるパリ協定の実現や国連が提唱する「持続可能な開発目標（SDGs）」に寄与していく。



インクルーシブ・アカデミクス

生き物とこころの健やかさと多様性

活動資金 私立大学研究ブランディング事業

研究者

後藤 聡、岡 敏彦、木下 勉、山田 康之、関根 靖彦、堀口 吾朗 以上立教大学理学部教授
 塩見 大輔、末次 正幸、榊原 恵子 以上立教大学理学部准教授 大石 幸二、小口 孝司、日高 聡太 以上立教大学現代心理学部教授
 浅野 倫子、松永 美希、山田 哲子 以上立教大学現代心理学部准教授 日野 美紀、樋口 麻衣子 以上立教大学理学部助教R
 川久保 玲 立教大学現代心理学部PD

研究の目的

本事業では、ストレスについて生命科学研究と心理学的基礎研究の融合研究をおこなう。生き物とこころの「健やかさと多様性」について包摂的研究を行い、生物・人間理解と生活機能改善に関する新たな見解を公表することである。

研究の内容

ストレスが生体に与える影響を、分子や細胞といったレベルで解明する生命科学的アプローチと、ヒトの行動レベルで解明する心理学的アプローチを組み合わせる研究を行っている。特に、ストレスホルモンとして確立しているコルチゾールを指標にし、ヒトのストレス状態とコルチゾール量の関係について解析するとともに、コルチゾールの影響を分子・細胞・モデル生物個体レベルで解析している。また、ストレスによる抗うつ状態の方やストレスを強く感じる自閉スペクトラム症児について、その支援施設などの協力により疾病とストレス状態の関連についても解析を進めている。さらに、旅行などストレスの良い側面についてユニークな解析も行っている。

成果・効果

本事業の成果を講演会などで発表したところ、その参加者から「ストレスに対する知識が深まった。」という声が多数寄せられた。また、本研究成果をもとに文系・理系の枠を超えた授業シリーズを展開したところ、「とても興味深く聴講できた。文理を超えたカリキュラムがとてもよかった。続けてほしい。」などの声が寄せられ、大変に好評であった。

今後の展望

様々なストレスによりメンタルヘルス上の問題を発現した方へのアプローチ（介入手法やケアプログラム）、またはその予防するためのアプローチの開発や改善に役立てることが期待される。また、今後の研究成果によっては創薬などへの展開も期待される。



コネクテッドカーを活用した不審車両協調追跡システム — 車車間通信 (V2V) と路車間通信 (V2I) を利用した実時間追跡 —

活動資金 日本学術振興会 科学研究費助成事業、他

他機関との
連携状況

京都大学、大阪大学、国立情報学研究所、関西大学、株式会社サンエンジニアリング、等

研究者

野口 拓
情報理工学部・教授

研究の内容

- ・ 車同士、車と路側機を無線通信によって相互接続し車両ネットワークを形成。
- ・ ターゲット車両の近隣を走行する一般車両がトラッカーとして協調追跡を開始。
- ・ トラッカーは定期的にターゲット車両の位置情報等を路側機を介して通報。
- ・ トラッカーがターゲット車両を見失った場合はトラッカー役の交替処理を行う。

成果・効果

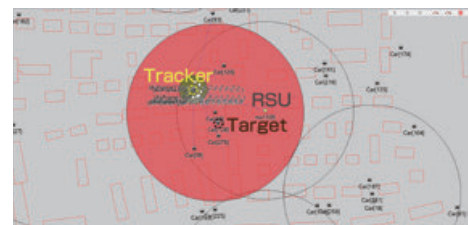
<新規性・優位性>

- ・ 協調追跡しない場合と比較して、追跡継続時間が2倍以上増加。
- ・ 2台以上のターゲットに対するリアルタイム同時追跡が可能。
- ・ トラッカーは、追跡中であることを意識する必要がなく、通常走行が可能。
- ・ 路側機の支援により、トラッカー交替処理の失敗を低減し、効率化が可能。

今後の展望

<応用例・活用例>

- ・ 警察車両による不審車両の追跡支援。
- ・ 盗難車の発見、追跡。
- ・ 非コネクテッドカーの位置情報把握。
- ・ 車両走行経路情報の収集やリアルタイムモニタリング（匿名化技術と併用）。



健全で効率的なエネルギー利用・資源循環に関する研究

自然科学と社会科学の融合

活動資金 日本学術振興会 科学研究費助成事業、環境省環境研究総合推進費他

研究者

山末 英嗣

理工学部・教授

他機関との連携状況 東北大学、東京大学、国立環境研究所、九州大学、名古屋大学、京都大学、ポローニヤ大学、ウィーン工科大学、ハノイ工科大学、ノビスアド大学等

研究の内容

エネルギーや資源に関する問題を解決するため、自然科学と社会科学の両者を融合させた研究を行っている。前者ではマイクロ波を用いた革新的低エネルギー型製錬およびリサイクル（マイクロ波メタラジー）、廃棄物利用プロセス、環境配慮型材料に関わる熱物性測定等、後者では開発材料やプロセスのライフサイクル思考を用いた環境影響評価や物質フロー分析を行っている。特に近年は、材料やプロセスの背後に隠れているエネルギー投入や採掘活動、すなわちエネルギー効率や資源効率の見える化に注目している。全ての研究は、国内だけでなく広く全世界を対象地域としており、SDGsやパリ協定を強く意識し、効率性と健全性を追求した国際資源循環シナリオの構築を目指している。

成果・効果

これまで脱炭素・脱物質のみに注目した研究が多かったが、次世代自動車に代表されるようにその背後で「資源」利用が増加するような状況が無視されてきた（資源パラドックス問題）。私たちの研究で、このような問題を可視化することに成功した。

今後の展望

<応用例・活用例>

■廃棄物利用型リサイクル

廃棄物単体、あるいは廃棄物と廃棄物を組み合わせた素材リサイクルに注目している。例えば、鉄鋼スラグとシリコンスラッジを組み合わせ、日本国内では得られない「黄リン」を自国資源として生産できるような方法を検討している。（下図1参照）

■マイクロ波メタラジー

電子レンジ等に使用されるマイクロ波を用いた新しいプロセスを提案している。マイクロ波は選択加熱、高速加熱、低エネルギー加熱という特徴があり、これまでにない新しい材料、プロセスを提案できる。

■採掘活動量データベースの構築

従来、温室効果ガスに対するデータベースは多かったが、当研究では採掘活動量に関するデータベースを構築し、環境省、経済産業省、企業等にも活用している。現在、1000以上の製品についてデータベースを構築している。

■資源強度を考慮した製品設計

上で得られたデータベースを元に、新たな製品設計を提案可能である。下図2「自動車の関与物質総量（暫定）」は次世代自動車の資源強度を比較したものだが、燃費のよい次世代自動車も資源の視点からは必ずしも環境に優しくないことが分かる。

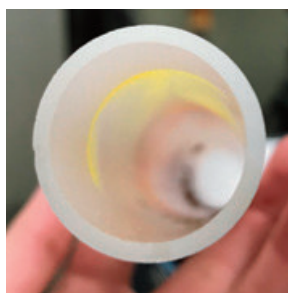


図1. 素材リサイクルで生産した黄リン

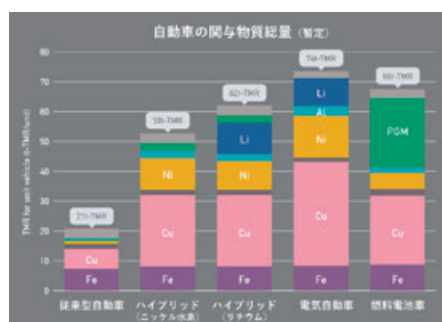


図2

パスタダイスの押出し解析

活動資金

2019年度・天田財団助成（塑性加工・一般研究開発助成）、平成30年度戦略的基盤技術高度化支援事業（サポイン）、をはじめ多数。最近5年間（2015年度～2019年度）で5件。

他機関との連携状況

食品メーカー、金型メーカー、機械メーカー、をはじめ多数。
最近5年間（2015年度～2019年度）で受託研究26件。

研究者

酒井 孝
理工学部・教授

研究の目的

シミュレーションソフトDEFORM-3Dを利用して、パスタダイスの強度設計に関する押出しの応力評価を行った。評価対象をダイスだけでなくパスタ素材にも応用して、押出し時にコンテナ内のパスタ生地がどのような挙動でダイス穴まで到達して押出されるのかの可視化も試みた。

研究の内容

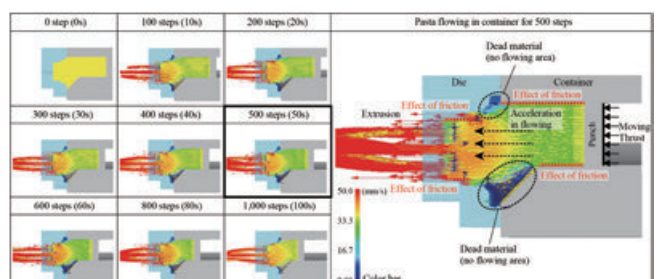
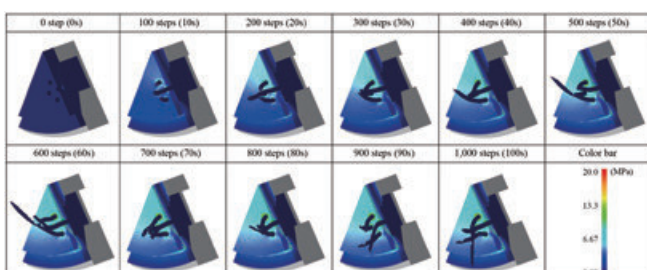
本研究は大手食品メーカーとの共同研究である。食品メーカーの研究所では、農学や食品科学の専門家が多い一方、工学を専門とする研究者は少ない。しかし、食品メーカーの生産技術部門では、工程改善、工場のライン設計、金型設計等、工学の知識を必要とする業務も多い。DEFORM-3Dは塑性加工総合シミュレーションソフトで、一般的な塑性加工に関する素材の変形とダイスの応力状態を、定量的に知ることができる。パスタの押出しを考えた場合、デュラムセモリナ粉と水とを混練した生地を、圧力を負荷してダイス穴から押出す。これは、例えばアルミニウム合金の溶湯を矩形ダイス穴から押出して、アルミニウムサッシを製造する工程と類似している。金属加工の分野では、シミュレーションを援用したダイスの応力評価や素材流れの可視化は通常に行われている。しかしながら、DEFORM-3Dを金属の押出し変形以外に応用した研究はこれまでに皆無である。今回紹介したパスタ生地の押出しを塑性加工における押出し加工と見なしてDEFORM-3Dにより解析する試みは、過去に例がない初めてのものとなった。研究成果の一例として、①押出し時間の変化にともなうダイス穴付近の圧力分布の変化、および②パスタの押出し速度分布、を示す。詳細については、「酒井 孝、幸田理恵、新海陽介、大楠秀樹、「塑性加工シミュレーションソフト・DEFORM-3Dによるパスタおよびダイスの押出し解析」、日本食品工学会誌、20-2、35～40ページ（2019年6月発刊）」

成果・効果

今回の研究ではでダイスの応力状態把握とパスタ素材流れの可視化が実現できたので、この知見は金型設計やパスタマシン設計の高効率化および高精度化につながる。

今後の展望

今回は小型押出し式電動パスタマシン・マジカに、ダイス穴直径1.75mmのスパゲティ用の真鍮製ダイスを取り付けた状態を解析対象とした。解析モデルを変更することにより、異なる押出しマシンやダイス、さらには別条件での解析へも簡単に応用展開でき、そして普遍的な定量情報が得られることになる。



生体センサ計測による人の感情推定と応用

For Machine with Emotion

活動資金

科学技術振興機構（科研費（基盤C）、CREST Society 5.0 を支える革新的コンピューティング技術「MEC用マルチノード統合システムの開発」プロジェクトチームリーダ）、カシオ財団

研究者

菅谷 みどり

工学部 情報工学科 教授

他機関との連携状況

青山学院大学、慶應義塾大学、DePauw University、女子美術大学、その他、企業との共同研究など

研究の目的

生体情報を用いた人の感情推定とその応用

研究の内容

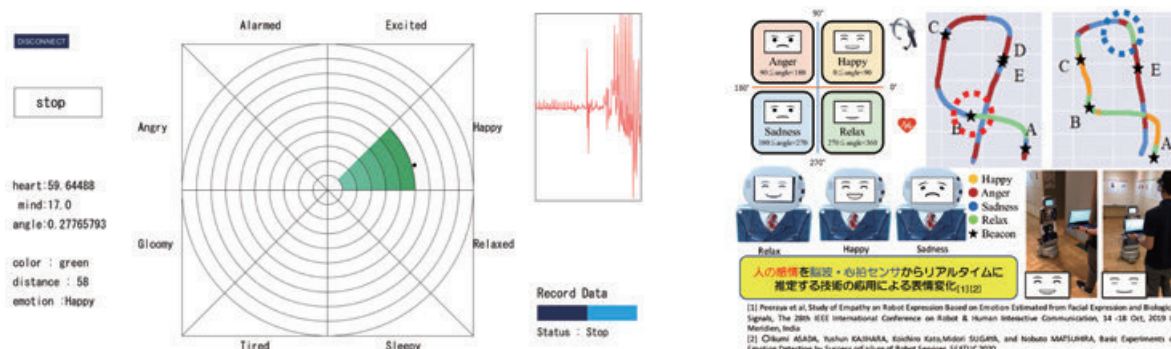
我々はIoT・AI時代において最先端のプラットフォーム技術、センサ技術を駆使した革新技術を生み出す研究開発を行なっている。特に、脳波、心拍（自律神経）センシングと解析による、人の感情推定技術の応用は重要なテーマの一つである。人の心は刻一刻と内的・外的な影響で複雑に変化することから、これらの変化を計測し、特徴を分析し、基礎的な法則を発見し、さらにモデル化や学習や予測をすることで、工学的な応用を可能とする。実現のためには、心理学、認知科学の知見や、分析のための信号処理、情報科学、センサ工学、など様々な分野の知見の統合が必要である。近年ではコンピュータの基盤技術による大量データ分析が可能となっていることから、これらの技術を積極的に活用し、これらの目的を達成しようとしている。また、ロボットなど具体的なアプリケーションを用いた実証的な研究や応用を行なっている。我々はこれらの必要性を満たすため、研究室メンバーで様々な具体的なアイデアと議論を継続・発展させ、それに基づいたアプリケーション開発と評価を重ねると同時に、研究室のメンバーのみならず、様々な分野の専門家や研究者や企業と協力して、基盤システムの技術を駆使したプラットフォームづくりを並行して研究を進めている。

成果・効果

脳波・心拍などの生体計測と解析により人の気持ちをリアルタイムに把握できると、多様な応用が可能である。まず、自分自身の気持ちを知ることでストレス状態などの感情をコントロールすることが可能となる。また、視覚、聴覚、嗅覚、味覚などといった人の感覚の刺激と、感情の関係がわかることで、これらを利用した感情の制御を行うことができる。すでに、気持ちを逆立てたり、安定化させる色、味、匂いなどが個人で異なることがわかって来ている。また、外部の工業物であるロボットや物の振る舞いと人の気持ちの関係がわかれば、人の気持ちをリアルタイムに考慮した動作設計が可能となる。研究室では人の気持ちによりそった声かけロボット、励ましロボット、パーソナルスペースの調整のロボットなど、人の気持ちをリアルタイムで分析してそれにそった動作を行うロボットの開発を行っている。現在日本は少子高齢者社会にあり、Society5.0などが目指す、一人一人が QoLを向上させることができる技術として、期待されている。

今後の展望

感情は人類が古来から育ててきた社会適応やコミュニケーションのための道具である。この原理や応用方法を明らかにし、社会に役立てることは大変意義があることだと考えている。人や社会のQoLの向上に役立てるための実現方法を工学的に考え、それを応用する社会の姿を多様な人々と議論しつつ、ダイバーシティを豊かに実現する社会に貢献できる技術としてしてゆきたい。



超微粒子原子核乾板によるナノスケールの素粒子反応 検出技術と方向感度を持つ宇宙暗黒物質の探索研究

活動資金 科学研究費補助金（基盤研究（A）、新学術領域研究（研究領域提案型））

**他機関との
連携状況** 名古屋大学、千葉大学、神奈川大学、岡山理科大、ナポリ大学、ローマ大学、グランサツソ
国立研究所、モスクワ州立大、ドゥブナ原子核研究所、ヤンデックスデータ解析スクール 等

研究者
中 竜大
理学部・講師

研究の目的

宇宙における暗黒物質の到来方向を含めた検出技術の開発と信号検出のための実験の推進

研究の内容

本研究は、独自に開発した特殊な写真フィルム的一种である超微粒子原子核乾板（通称、NIT）と呼ばれる粒子飛跡検出器を用いた宇宙構造の解明において最重要課題である暗黒物質の実験的な直接理解を目指し、これまで世界的に実現できなかったナノスケールの粒子飛跡検出による暗黒物質の方向異方性情報を用いた探索実験の推進と実現を目的としている。NITは、世界で最も高い空間分解能を誇る粒子飛跡検出器であり、光学、化学、物性物理学さらにコンピューティングサイエンス等のさまざまな知見と技術を融合させた新たな手法によって、方向感度を持って暗黒物質の信号検出に挑む国際共同研究であり、本研究代表者である中がそれらの開発をリードし、プロジェクトのコーディネーターを務めている。

成果・効果

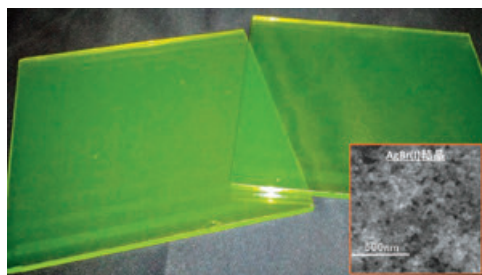
本研究は、まず超微粒子原子核乾板と呼ばれる特殊な写真フィルムを独自に開発・製造することを可能にし、さらに、現在、さまざまな用途（ニュートリノ実験、ミュー粒子による非破壊構造物観察等）で用いられる原子核乾板デバイスの独自製造を可能にし、世界的に普及させるための基盤構築を行った。また、素粒子物理学においてこれまで不可能であったナノスケールの飛跡検出技術（ナノトラッキング）を初めて可能にした。その過程で、プラズモン共鳴現象による超解像顕微鏡技術や高い γ 線弁別能を有する中性子検出技術などの新たな技術提案と実装を行い、当該研究だけではなく、新たな顕微鏡法への応用や放射線計測、これまでにない高い解像度を誇るイメージングデバイスとして、海外研究機関や国内企業・研究機関からの共同研究や技術提供の依頼も複数受けている。

今後の展望

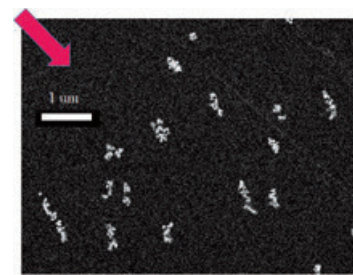
本研究は今なお発展途上であり、さらに新たな技術を組み合わせて暗黒物質の正体解明を可能にするレベルまで技術を磨きながらイタリア・グランサツソ国立研究所にて本格的な実験展開を図っていく。また、その過程で、世界的に非常にユニークな実験技術や新たな視点が生まれているため、本研究に限らず、さまざまな研究へ波及させることを考えている。また、本研究は、素粒子物理学研究でありながら、多様な分野の知見を活用していることから、これまでにない新たな分野融合による学術研究の創出も進めていきたいと考えている。



国際共同研究メンバー（一部）との写真（イタリア・グランサツソ研究所）



独自製造した超微粒子原子核乾板デバイスおよびデバイスを構成するAgBr (I) 結晶の電子顕微鏡画像



疑似的な暗黒物質信号（低エネルギーイオン）を飛跡として検出した様子（電子顕微鏡）

IoT機器を活用した沿岸部地域向け 避難支援システムの研究開発と地域実証

活動資金 科学研究費補助金、二国間交流事業 共同研究・セミナー

**他機関との
連携状況** 東北大学、株式会社空むすび

研究者
高橋 秀幸
教養学部 情報科学科・准教授

研究の目的

ロボット、ドローン、センサ、携帯端末などの通信機能を備えたIoT機器同士が自律的に連携しながら災害の状況および避難行動要支援者の状況を把握し、さらにSNS、過去の災害アーカイブなどを活用しながら適応的に避難誘導を実現するための避難行動支援システム構築基盤技術の確立と地域実証を目的とした研究開発を行っている。

研究の内容

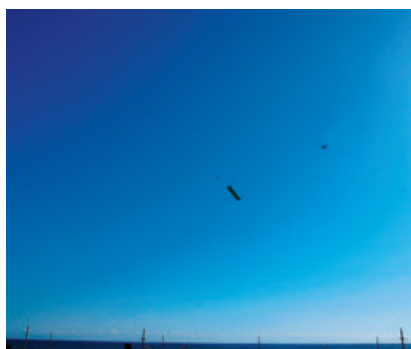
本研究では、IoT機器群がマルチエージェントとして動作することで、屋内外及び日中・夜間に応じてIoT機器群がそれぞれ収集可能なデータ、SNS、過去の災害情報を統合し、二次災害が発生している（恐れのある）箇所を避けた避難所までの避難誘導経路（プラン）を導出する。そのプランに基づき、屋外では、津波避難標識を搭載した複数のドローンが自律的に飛行しながら沿岸地域の住民や土地勘のない観光客を避難所まで誘導し、屋内では、自走ロボット、携帯端末、可視光通信が利用可能な照明器具などの協調・連携による避難誘導支援と災害情報の提供を行う。さらに、IoT機器群による屋内外の要救助者の発見、避難所への物資配送計画の立案支援、実証実験の結果に基づく防災教育を行うことで、包括的な避難行動支援システムの開発と実証実験の実施を目指している。特に、実証実験フィールドであるいわき市薄磯地区においては、東北学院大学（教養学部・情報科学科）、東北大学（災害科学国際研究所、電気通信研究所）のソフトウェア、ハードウェア、防災の専門家といった様々な専門分野の研究者が、自治体関係者や薄磯復興協議会の方々と定期的に議論・意見交換を行いながら、今後の防災・減災機能の高度化、防災教育活動に関連する研究を進めている。

成果・効果

現在開発中のドローンなどを活用した防災・減災機能の効果を防災訓練の際に導入し、地元消防団、警察官、地域住民の方々にも確認いただき議論する機会、新しい科学技術に興味や関心を持っていただくための試みなども行っており、社会からも実際の災害時に「有用である」といった声が寄せられている。

今後の展望

東日本大震災の津波からの甚大な被害を受けた地域では、人口が減少している地域が多々ある。徐々に復旧・復興工事が完了し、今後のまちづくりとしては、将来の人口増加に向けた安全・安心なまちづくりが課題となる。そこで、IoT機器を活用した平時・緊急時を考慮した人と環境調和型のまちづくりについても取り組みを開始している状況である。



ドローンを活用した
避難誘導支援



ドローンを活用した
要救助者捜索訓練
の取り組み

深海魚の出現は地震の前兆？

学術的に「迷信」と断定

活動資金 東京大学地震研究所共同利用（2019-Y-地震（中短期予測）2）

他機関との連携状況 静岡県立大学

研究者
 織原 義明
 海洋研究所・特任准教授
 長尾 年恭
 海洋研究所・所長／教授

研究の目的

地震前兆に関する「言い伝え」が防災に役立つ情報になるかを検証する。

研究の内容

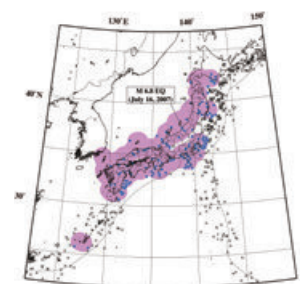
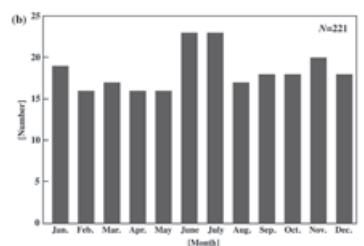
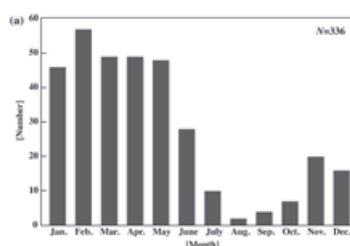
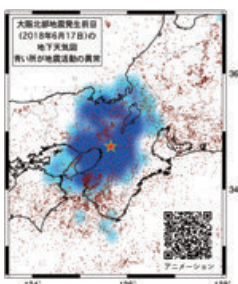
「深海魚が海面付近に出現すると大地震が起こる」「クジラが集団で海岸に座礁したのは大地震の前兆」など、地震大国・日本で語り継がれてきた不確かな情報について、海洋生物と地震発生の因果関係を証明することで地震予知の研究発展につなげることを目指すと同時に、いかに地域住民の減災に生かすかという視点から検証した。駿河湾に面した本学清水キャンパスの特色を生かした研究である。

成果・効果

「深海魚が現れると地震が起きる」といった日本に残る言い伝えを科学的に検証。出現が地震の前兆と言われる「リュウグウノツカイ」や「サケガシラ」など8種類の深海魚を対象に、資料が残る1928年から東日本大震災が起きた2011年まで、日本全国で出現した事例を文献や新聞記事などから調査した。出現場所の半径100km圏内が震源となったマグニチュード6.0以上の地震が30日以内に起きていたかを調べたところ、336件の出現情報に対して条件に該当する地震は2007年の新潟県中越沖地震1件のみであった。また、深海魚出現は冬から春にかけて多い一方、地震発生は季節を問わないことなども明らかにし、これらの事実から「迷信」とであると結論づけた。論文発表後には海外からも問い合わせがあった。インドネシアではリュウグウノツカイが獲れた際に地震発生のうわさが広まったとのことであるが、当局が本論文を根拠に火消しをした。

今後の展望

過去に中高生と理系大学生を対象に「大地震の前兆とされているさまざまな説をどれほど信用しているか」についてアンケートしたところ、「動物の異常行動」を信じる割合はいずれも8割を超えていた。科学的根拠のない情報が広く信じられているとデマの温床にもなりかねない。一般的に深海魚以外の動物においても伝承として信じられている異常行動は多く存在することから今後も科学的な検証を続けていく。また、地殻変動や地球を包む電離層などに関する観測技術の進化により、地震予知研究は年々精度が上がっている。しかし、予知で地震を防ぐことはできないことから「社会にあふれる情報を取捨選択するリテラシーを身につけ、日ごろから防災対策を心がけることが第一」という視点で、各地での啓発活動に取り組んでいく。さらに、海洋研究所では地震防災啓発のために自分たちの足元で何が起きているかを伝える「地下天気図プロジェクト」も実施している。



加齢個体由来卵子の質改善に関する研究

活動資金 学術振興協会・科研費補助金

研究者
岩田 尚孝
農学部・教授

研究の目的

加齢に伴い動物は、出産の可能性が低くなる。これは、加齢によりミトコンドリアの質が低下し、卵子の能力が低下することが原因である。他にも和牛生産には凍結保存した胚移植が行われるが、凍結保存が、ミトコンドリアに損傷を与え、受胎率を低下することが課題になっている。そこで、ミトコンドリアの管理機構を制御する手法を開発し、加齢や凍結による胚のミトコンドリアの回復を促し、その質を改善して受胎率を高めることを研究の目的としている。

研究の内容

加齢に伴って動物の妊娠する能力が低下することは、広く知られている。これらの原因としては、加齢により卵子や胚中のミトコンドリアの量や質が低下すること、ミトコンドリアの質を維持するための管理機構が劣化していることが判明した。研究ではこの点に着目し、ミトコンドリアの質を改善するための方法とそのメカニズムの解明に取り組んだ。卵や胚のミトコンドリア数をコントロールする機構には、SIRT1（ヒストン脱アセチルカ酵素）という酵素が重要な働きを持ち、これを活性化させる仕組みとして「レスベラトロール処理」が有効である事が明らかになった。この処理法によりミトコンドリアの合成や分解を活性化し、結果として含まれるミトコンドリアの質を改善し、卵や胚の質改善に貢献する事実が確認された。このことは、ミトコンドリアが損傷を受ける処理、例えば生殖医療や畜産現場で広く用いられている凍結保存処理にも有効と考えられる。さらに、凍結前後の胚や卵子をレスベラトロール処理することでその後の受胎率の改善に大きく貢献することも確認している。

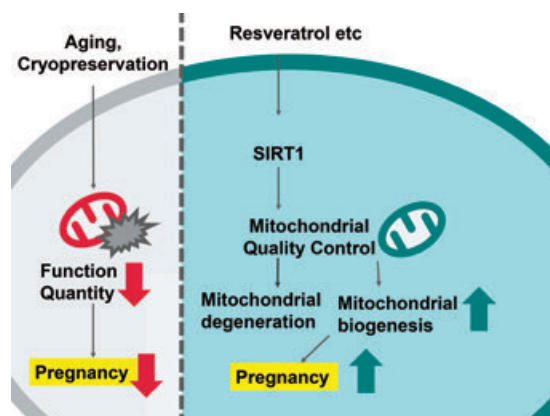
成果・効果

簡単な処理によって胚や卵のミトコンドリアの質が改善するという研究成果は、畜産現場においては胚の凍結に応用可能であると考えられる。現在、胚移植は、乳牛を活用した和牛の生産に必要不可欠であり、移植の大部分を占める凍結胚の低受胎率が大きな課題である。そこで、この方法を現場にて試し、受胎率改善が確認できたことから、今後の活用が有効であるといった声が寄せられている。

生殖医療においては、妊娠を希望する女性の高齢化のため、受胎率が低く、卵子の質改善が求められている。その主要原因と考えられているミトコンドリアへのアプローチは卵子や胚の質改善に有効と考えられることから、今後の医療における高齢女性の卵子や胚の質改善への活用も期待されている。

今後の展望

ミトコンドリアは加齢に伴って発生する様々な症状の遠因となっており、加齢に伴うミトコンドリアの品質管理機構の弱体化やその対処方法は、生殖医療以外の分野にも貢献できると考えている。



ロシアウラジオストク地域における 日本型農業の提案事業

研究者

山本 祐司

総合研究所・所長

他機関との
連携状況

極東連邦大学（ロシア） 日立トリプルウィン株式会社 ホープ株式会社

サクラ化学工業株式会社 株式会社 Evro-Aziatskii Torgovy Dom Innovation（ロシア）

研究の目的

ロシアのウラジオストク地域におけるいちご栽培の実証実験を通じて新たな日本型農業モデルの提案を研究の目的としている。国際的な視点では、多収量で生産性の高い品種により高収益収益性を上げる施設型園芸栽培が基本となるオランダ式農業、狭い面積で個人事業主、もしくは少人数で、高品質、高付加価値品種を生産する日本型農業という違いがある。前者が加工特性の高い農産物生産に向き、後者は生で食する品種の栽培に適しているのが特色である。特に日本の品種は「甘み」の強い品種に重点がおかれ、これらの品種の栽培に適した栽培システムが発展してきた。同時に施設園芸設備も独自の進歩を見せている。この研究によって、1) 新たな農業経営形態による日本型農業モデルの構築、2) 国外への展開、3) 地域活性化につなげたいと考えている。

研究の内容

2018年からロシアウラジオストクの極東連邦大学（FEFU）と共同研究として炭素強化プラスチックを用いた「トラス構造」の新しいタイプのビニールハウスを用い、糖度の高い「ペチカほのか」を試験栽培した。この間に得られた経験や問題点を商業化に向けて生かしつつ、日本企業の技術力を結集した「日本型農業の有利性」を最大限活用し、極東地域における地域活性化を目指した農業の振興をめざす。

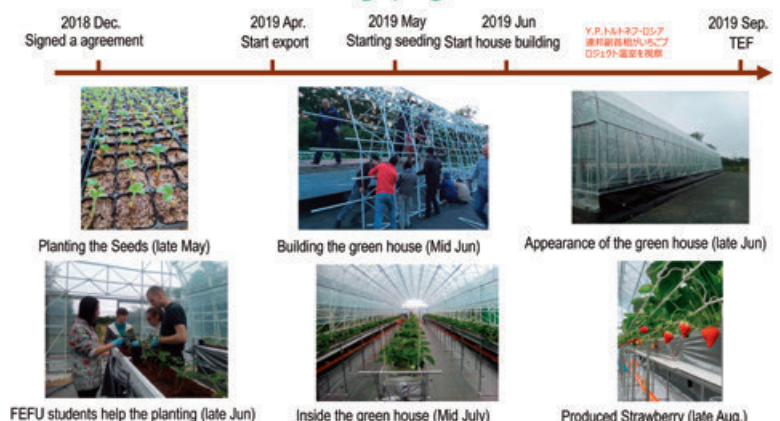
成果・効果

- 1) イチゴの苗のロシア国内での栽培が初めて可能となった。
- 2) トラスト型ハウスを建設した。
- 3) イチゴ（ペチカほのか）の試験栽培が認められた。今後「品種のロシア国内での登録」により開発者の権利を守る対策を講じる。すでに、ウラジオストクのイノベーション社の協力によりロシア農業省より商業化に向けた手続きが進行している。
- 4) ①農大②FEFU（土地提供）イノベーション（ロシア品種登録他担当）③日立キャピタル（コンサル担当）④サクラ化学工業（ハウス資材担当）⑤ホープ株式会社（イチゴ栽培担当）との協働プロジェクトの成果として9月にFEFUで開催された東方経済フォーラムで成果物として収穫したイチゴを披露した。

今後の展望

イチゴ栽培の商業化にむけた取り組み開始:2019年からロシアウラジオストクにおける試験栽培結果をうけて、これらの経験で得られた問題点や経験を商業化に向けて生かしつつ、日本型農業の有利性を最大限活用し、極東地域における地域活性化を目指した農業の振興をめざしている。

Combination of student exchange program and research collaboration



多階層的研究によるアスリート・高齢者ヘルスサポート技術の展開

活動資金

文部科学省私立大学研究ブランディング事業、
文部科学省私立大学戦略的研究基盤形成支援事業

研究者

加藤 和則

理工学部 生体医工学科・教授
生体医工学研究センター
センター長

研究の目的

東洋大学は様々なスポーツ分野で活躍するトップアスリートの育成を積極的に行ってきたが、そこには科学的な研究の知見の裏づけがあることを、①アスリートサポート技術、②熱中症に対するヘルスサポート技術、③高齢者のためのヘルスサポート技術の研究を推進し、国民の健康の維持・増進を図り、幅広く社会に還元することを目的とする。

研究の内容

東京オリンピック・パラリンピック2020への貢献を目標として、以下の3つの柱で研究事業を実施している。

- ①メンタルヘルス不調の可視化、運動循環機能の解析、国産カヌー開発等を通じた、アスリートサポート技術の開発
- ②細胞・遺伝子・動物個体を用いた総合的な暑熱ストレス応答解析を通じて、熱中症予防成分の発見、暑熱負荷評価モデルの作製などのヘルスサポート技術の開発
- ③高齢者の機能障害を可視化できるウェアラブル端末等の開発および運動・栄養学的研究成果を通じた、高齢者の健康の維持・増進、予防技術の開発

成果・効果

オリンピック競技に向けてバイオミメティクスの技術を応用した国産カヌーの開発に成功した。

デジタルペンおよびアプリによるメンタルヘルス不調の簡便測定法の開発に成功した。

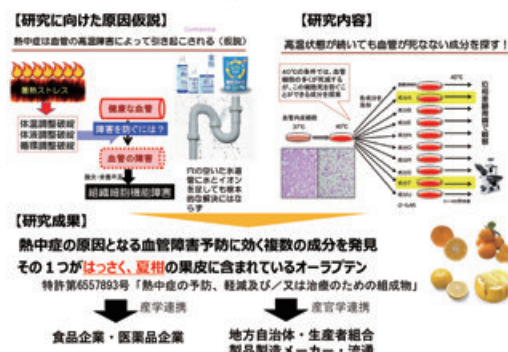
熱中症予防効果が期待される植物由来機能成分を発見した（特許成立済）。

ウェアラブルな高齢者機能障害（嚥下）等の機器の開発に成功した。

今後の展望

これまでの研究成果を生かした産官学連携活動や、Society5.0への取り組みを加速する。国産カヌーの開発に引き続き、カヌー競技者のトレーニングシステムの開発を画像とAI解析を通じて行う。また、熱中症対策予防成分の製品化と、産官学連携プロジェクトの発足（6次産業の創出）を計画している。メンタルヘルス不調データ、免疫応答データ、熱ストレスバイオマーカー値に加えて、運動・食事・睡眠・栄養摂取データおよび一般生化学データをAIの機械学習で解析し、特定の精神症状を示す群をクラスタリングする機械学習の手法を開発する。特に健康産業におけるAI技術の導入は最重要課題であり、高齢者の健康維持に向けた新たな産業創出と社会貢献に役立てることができる。

熱中症の重症化を防ぐ成分の探索&実用化研究



アスリートサポート研究



若手・女性研究者による 研究

同志社大学	マルチメディア・データマイニング	80
法政大学	超流動ヘリウム環境における原子の精密レーザー分光	81
関東学院大学	廃ゴム分解真菌のスクリーニングおよび分解メカニズムの解明	82
甲南大学	環境の「酸素濃度」が体の低温適応を調節する	83
明治大学	折紙の特長を活かした構造や機能の研究	84
日本女子大学	エキシトンダイナミクスの理論計算	85
立教大学	光の金属ナノ粒子の本当の姿	86
立正大学	爆弾低気圧の発生の謎に迫る	87
立正大学	一斉羽化をおこなう地理的単為生殖昆虫オオシロカゲロウの進化生態学的研究	88
立正大学	確率的不規則運動に対する制御理論構築	89
芝浦工業大学	洪水の生じやすさは、すでに地球温暖化によって変化しているのか？	90
東海大学	文理融合で古代エジプトの技術を再現する	91
東京女子大学	人・ロボット共存社会を実現するための人移動経路予測	92
豊田工業大学	科学技術文書からの深い意味構造情報の深層学習による抽出	93
早稲田大学	資源循環型社会構築のための革新的分離技術開発	94

マルチメディア・データマイニング

AIによる知的創造活動の分析と支援

活動資金

科学研究費補助金（若手研究（B））、JST ACT-I「情報と未来」、
JST ACT-X「数理・情報のフロンティア」

他機関との 連携状況

国立情報学研究所、東京工業大学、東京農工大学、株式会社ZOZOテクノロジーズ、
株式会社Stroly 等

研究者

桂井 麻里衣
理工学部 インテリジェント
情報工学科・助教

研究の目的

本研究の目的は、画像や文書などのマルチメディアコンテンツにAI技術を適用し、人々の知的創造活動における経験・知識とその変遷を発掘（マイニング）すること、その結果を用いて、コンテンツの制作や閲覧をより便利にすることである。

研究の内容

ソーシャルメディアやデジタルデバイスの発達に伴い、人々は生活の一部を写真や文書で表現し、ウェブ上で共有するようになった。学术界においても、研究成果のデジタルアーカイブとオープン化が進み、インターネット上でのアクセスが容易となりつつある。これらの大量のマルチメディアコンテンツは、アートや文化、学問や研究などの知的創造活動に関する経験と知識の宝庫である。これまで、コンテンツの形態に適したAI技術を構築し、雑多なコンテンツから価値ある情報を抽出するための研究を続けてきた。具体的な内容として、コンテンツの自動トピック分類、感性に基づく検索、人気予測、トレンド情報の抽出と可視化が挙げられる。

成果・効果

これまでに研究したAI技術と知見をもとに、コンテンツサービスを展開する民間企業と連携し、新たな着眼点に基づく検索機能の社会応用を目指している。国内最大規模のファッション通販サイトを運営する株式会社ZOZOテクノロジーズとの共同研究では、コーディネート画像解析によるスタイル分類（例：「ゆるコーデ」の自動検出）に取り組んでいる。研究の進展により、AIによるトレンド発見や、ファッションコーディネート提案が期待できる。また、地図共有サービスを展開する株式会社Strolyとの共同研究では、文字認識と画像認識に基づく地図トピック分類手法（例：グルメマップや寺散策マップの分類）を提案した。これにより、ユーザは目的に合った地図を容易に入手できるようになる。

今後の展望

テクノロジーやサービスが加速的に発展・複雑化を続ける昨今、画像や文書として蓄積された経験・知識のマイニングと可視化は、次世代の知的創造活動を支える重要な技術である。一方で、AI技術開発においては、シミュレーションと評価を自由に行うための大量のデータセットが必要不可欠である。これまでの研究開発と同様に、学术界における新しい技術の創造と、大量のデータを保有する民間企業との産学連携のサイクルを重視し、AI技術の発展と社会への応用を目指していく。



超流動ヘリウム環境における 原子の精密レーザー分光

活動資金 科学研究費補助金

他機関との
連携状況 国立研究開発法人理化学研究所と共同研究

研究者
松尾 由賀利
理工学部・教授

研究の目的

超流動ヘリウムという特殊な低温液体に原子を導入し、原子の詳細な状態を調べることが得意なレーザー分光の手法を用いて精密な測定を行う。これにより加速器で生成される天然に存在しない原子種の核構造や、周囲のヘリウムが原子に及ぼす微視的な影響を研究する。

研究の内容

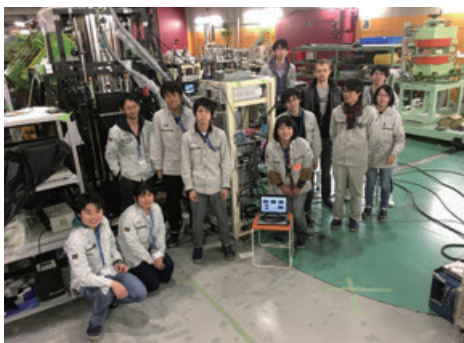
液体のヘリウムが2.17K以下の極低温状態になると、超流動ヘリウムと呼ばれる粘性が無く、透明で泡の立たない特異な状態になる。ここに原子を加速器のビームラインなどを用いて導入すると、原子としては長い時間スケールである1秒以上その場に滞在することができる。この原子にレーザー光を照射すると、それぞれの原子種に特有の輝線スペクトルに対応する波長の光を吸収放出するので、導入された原子さらには原子を構成する原子核の状態を詳細に調べることが可能になる。通常、液体媒質中に導入された原子や分子は、周囲の媒質から大きな影響を受けるため、精密なレーザー分光には向かないとされていたが、研究者代表者らのグループはレーザー光を含む複数の電磁波を同時に照射することで、精密な計測を可能にした。超流動ヘリウム×レーザー光×加速器の組合せという、他に例の無いユニークな研究として注目されている。本研究は、共同研究先の理化学研究所・高峰愛子研究員（(兼)法政大学兼任講師）の協力を得ており、さらに法政大学松尾研究室の複数の女子学生・大学院生が参加している。物理系としては女性研究者（およびその卵）の比率がかなり高い研究グループ構成であるといえる。これらメンバーが、男性研究者、男子学生らとともに日々活発な議論を行いながら研究を進めている。

成果・効果

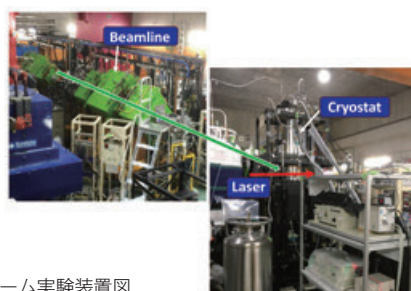
本研究は、物理学および物理化学分野の基礎的な研究領域であることから、その成果物は主として査読付き学術英文誌への発表である。一連の成果を国内外の学会や著名な国際英文誌で発表している。また、研究代表者は女子中高生向けサイエンスサマーキャンプでレーザー光を使った研究を紹介するなど、女子学生の理系選択支援の活動も行っている。

今後の展望

本研究はレーザーを用いた原子物理学の基礎的な研究の範疇にあるが、超流動ヘリウムという特殊な環境下でも計測の精度が向上したことから、原子核の周囲の電子の挙動をより詳細に調べることが可能になってきた。今後は理論計算と照合することにより、電子物性や機能性材料研究へのインプット等も行えると期待している。



Beamline experiment using laser



ビーム実験装置図

廃ゴム分解真菌のスクリーニングおよび分解メカニズムの解明

活動資金 科学研究費補助金

他機関との連携状況 東京理科大学

研究者

清水 由巳

理工学部 理工学科生命学系・准教授

研究の目的

菌類を用いたゴム分解メカニズムの解明

研究の内容

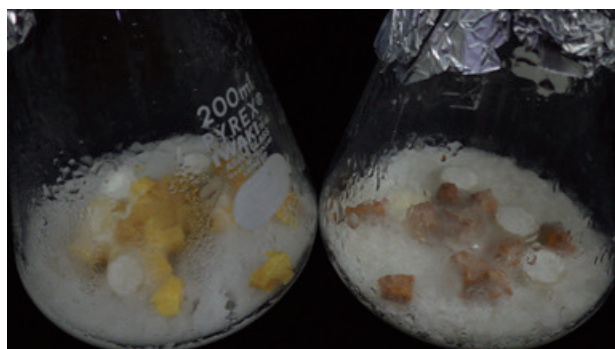
現在、廃ゴムの処理は燃料利用が主であるが、地球温暖化対策と自然界の物質循環に適合する社会の構築のためには、廃ゴムの原型加工利用による有効なリサイクルが世界的に望まれている。そこで私たちは、難分解性物質リグニンを分解する真菌類に注目し、ゴムを効率的に分解する真菌の獲得と、その分解メカニズムの解明を目的として研究を行っている。本研究は数年で成果が出るような研究ではなく、30年後の産業界での実用化を目指して研究を行っている。本学理工学部にも所属する女性教員（研究者）は17名で、私はその一人となる。全教員数に対し女性研究者の割合は、今のところ19%となるが、男女問わず積極的に研究資金を獲得し研究に取り組んでいる。

成果・効果

難分解性物質リグニンを分解する真菌類からゴム分解能を持つ菌種の探索を行った。自然界からの分離菌株を含む供試菌株およそ200株を用い、天然ゴムラテックス培地で生育の旺盛な4菌株をゴム分解候補株として獲得した。これら4候補株の簡易同定を行ったところ、*Hypsizygus marmoreus*、*Polyporus arularius*、*Physisporinus* sp.そして*Ceriporiopsis aurantitingens*であった。これら4菌株のうち、*H. marmoreus*、*Phanerochaete* sp.そして*C. aurantitingens*を用い、ゴムラテックス添加培地、固形ゴム添加培地で培養後のゴム分解産物の検出を行った。その結果、天然ゴムラテックスの平均分子量の減少、菌処理後の固形合成ゴム添加培地から分解物と思われる物質を確認した。また、ゴムラテックス添加培地、対象培地としてグルコース添加培地を用い、*H. marmoreus*あるいは*Physisporinus* sp.を培養し、トランスクリプトーム解析を行った結果、リグニン分解酵素群のVersatile peroxidase、Peroxidase、Aldehyde oxidase、Alcohol oxidase、Glucose oxidaseをコードする遺伝子がゴムラテックス添加培地培養で多く発現することが判明した。このような成果を各学会で発表し、ゴム製品・タイヤ製造業界から多くの問い合わせをいただいている。

今後の展望

ゴム分解菌を用いた廃ゴムの原型加工利用による、有効かつ環境負荷の少ないリサイクル技術の開発の現実化へ向け研究を進めたい。



ゴム分解候補株に固形合成ゴムを炭素源として与え培養した写真。左：3週間培養、右：3カ月培養

環境の「酸素濃度」が体の低温適応を調節する 2つの感覚情報の統合の脳の神経回路

活動資金	科学研究費補助金 新学術領域 温度を基軸とした生命現象の統合的理解 国立研究開発法人日本医療研究開発機構 (AMED) PRIME	研究者	久原 篤 理工学部 大学院自然科学研究科 統合ニューロバイオロジー研究所 教授
他機関との連携状況	Seattle Children's Research Institute		

研究の目的

(1) ヒトを含む動物の温度適応の仕組みの解明、(2) 脳における複数の情報の統合の仕組みの解明

研究の内容

温度は生体反応に直接影響を及ぼす重要な環境因子のひとつのため、生物は温度変化に対して適切に応答することが重要である。一方で、ヒトの体は約37兆個の細胞で構成されており、生体調節の中枢である脳は約1000億個の神経細胞で構成されているため、ヒトの生体内の情報処理を解析する大きなハードルになっている。本研究では、シンプルな動物である線虫C. エレガンスの低温馴化を指標にヒトにも共通する温度適応や神経情報処理の仕組みの解析を進めた。

成果・効果

環境の酸素濃度が体の低温適応に関わることを線虫C. エレガンスの研究から見つけた (Okahata, et al., *Science Advances*, 2019)。この現象には、ヒトのKCNQ型カリウムチャンネルという神経活動を調節するタンパク質の類似遺伝子が関わっていた。体液中の酸素濃度が体内の酸素センサー神経細胞で感知され、この神経細胞と神経回路を作っている頭部の温度を感じる神経細胞を調節して、体の低温適応を調節していることが分かった。この研究から、温度と酸素という複数の感覚情報を統合する仕組みの一端が明らかになった。ヒトのKCNQ型カリウムチャンネルも温度適応に関わっている可能性がある。この研究成果は、米科学誌サイエンス アドバンス誌に掲載され、筆頭著者の大学院博士後期課程生の岡畑 (山崎) 美咲は、ロレアル ユネスコ女性科学者 日本奨励賞と、日本学術振興会育志賞を受賞した。これらは、生命科学分野では関西の私立大学から初の受賞となった。

今後の展望

ヒトを含む高等動物の脳・神経系においても、1つのニューロン内において複数の神経情報が統合処理されている。そのため、今回見つかった神経回路の解析を進めることで、どのようにニューロン内で複数の神経情報が統合処理されるかという、ヒトの脳神経系の基本的なメカニズムの解明に繋がると期待している。また、線虫のKQT-2に相当するヒトのKCNQについて、温度適応との関連性は報告されていない。そのため今後、ヒトのKCNQについても温度適応という社会・医療的な観点から研究が行われることが期待される。



温度と酸素の情報の統合に関わる神経回路



ロレアル ユネスコ女性科学者 日本奨励賞授賞式風景
(2019年7月4日 フランス大使館にて)



左: 岡畑 美咲
中央: 奈良 哲 日本ユネスコ国内委員会副事務総長 / 文科省大臣官房国際課長
右: ジェローム・ブリュア日本ロレアル株式会社社長

左: 久原 篤 甲南大学教授
右: 岡畑 美咲

「温度」と「酸素」という質的に異なる2つの情報の統合に関わる神経回路

ヒトの脳などの神経回路における情報の区別や統合の基本原理の理解

折紙の特長を活かした構造や機能の研究

折紙のタイヤで車は走れるか？

研究者

石田 様子

理工学部 機械工学科・
専任准教授他機関との
連携状況

日本工学院八王子専門学校

研究の目的

日本の伝統文化であり芸術でもある折紙は今日、世界中で知られている。その造形美に加え、折紙の持つ実用性が人々を魅了する要因である。本研究者は、折紙を科学的に解釈し工学に応用する学問“折紙工学”を専門としている。折紙の形状変化と特長を取り入れた新しいデザインの創造を通して、豊かな社会と科学技術の発展に貢献することが研究の目的である。

研究の内容

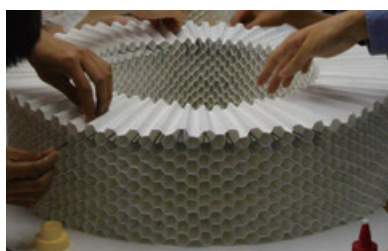
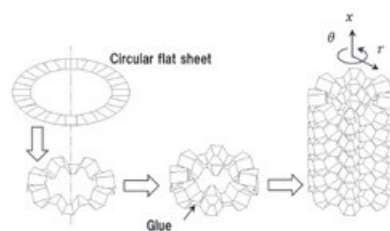
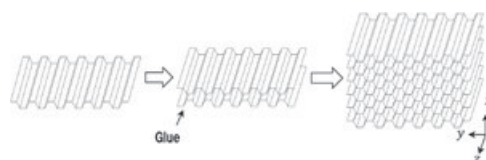
本研究は、折紙が持つ“高剛性”と“展開性”という特長に関する研究である。ここでは、折紙で自動車用タイヤを製作し、性能を評価した事例を紹介する。この事例は、NHK BSプレミアム「本気でイグ・ノーベル賞狙います！」の密着取材を受けて行われたものである。2か月という時間や装置などの制約のもとで、形状の選定、設計、製作、測定を、研究室の学生と共に行った。タイヤ構造の複数の案から、“高剛性”なハニカム（ハチの巣）コアを採用したが、ハニカムコアの構造は向きによって硬さが異なる「異方性構造」であるため、どの方向からでも荷重を支えられるよう、数学的手法を用いて丸い形状に設計した。さらに、折紙の“展開性”という機能を活かし、タイヤをホイールに取り付ける時のことを考えてタイヤの内径を広げられるようにも設計した。設計に基づき実際にタイヤを紙で製作し、日本工学院八王子専門学校の協力を得て自動車での走行試験を行い、静止状態の荷重だけでなく負荷が大きくなる発車時の駆動力にも耐えられるように改良を重ね、改良型ハニカムコアタイヤを完成させた。本研究で完成したハニカムコアタイヤは4つで合計7kgと軽量でありながら、約1tの自動車を用いた走行試験でも改良型ハニカムコアタイヤの変形は殆ど無く直進走行できた。

成果・効果

このように、軽量で柔らかい紙でも形状を工夫すれば重たい荷重を支えられることが実証できた。本研究による特殊形状のハニカムコアを設計するための数学的手法と折紙タイヤの取り組みを国際応用数理会議ICIAM2019で発表したところ、数学的知見を産業へと技術移転する活動として会期中に設けられた企画「Industry day」にてBest Industry-related Poster Award (2nd Prize) を受賞するなど、成果は高く評価されている。

今後の展望

自動車用タイヤをはじめ、軽量、高剛性、高強度が要求される用途への応用を目指す。



折紙タイヤ製作



走行試験

設計手法

エキシトンダイナミクスの理論計算

活動資金 公益財団法人 高橋産業経済研究財団 研究助成金 等

他機関との連携状況 京都大学、京都府立大学 等

研究者
村岡 梓
理学部 数物科学科・准教授

研究の目的

原子・分子レベルで起こる電子状態変化が引き起こす物質の構造変化を解明し、メソ・マクロスケールでの物性変化を予測することは、ナノサイエンスの新たな発展に大きく寄与するものである。計算物理学をバックグラウンドに、スーパーコンピュータを利用して、「 π 共役超分子の化学物理」と「スピントロニクス効果と分子磁性」の研究に取り組み、「物質の電子状態」「物質の動的挙動」の解明を目指している。本研究は、外部環境変化によって誘起された分子内・分子間の相互作用や、その応答として現れる構造変化とそれに伴う相転移は何故起こるのか、といった一連の「素過程の組立て」を明らかにする。

研究の内容

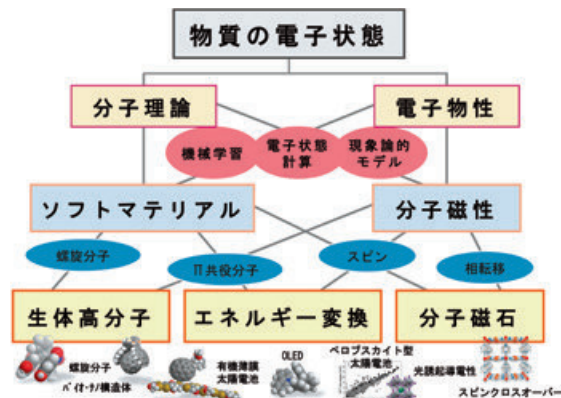
太陽電池は再生可能資源である太陽光エネルギーを電気エネルギーへ変換する素子である。中でも有機薄膜太陽電池は、塗布プロセスにより低コストでの作製や形成が容易なデバイスを供給することができる。しかし光変換効率は15%程度であり、実用化のためには高効率化が必要不可欠だ。そのためには、ドナー材料とアクセプター材料といった有機材料自体の高性能化や、合理的なドナー／アクセプター（D/A）界面の設計法を考えなくてはならない。そこで、キーワードとなるのが、D/A積層構造界面での自由電子と正孔による束縛状態の「励起子」が示す光電変換であり、有機光起電力によるデバイスは「励起子生成と解離」や「生成したキャリアの緩和過程」が重要である。有機薄膜太陽電池の高効率化を目指し、第一原理計算を用いて、理論的・計算科学的に、「励起子生成と解離」や「生成したキャリアの緩和過程」について相界面の電子・分子構造、分子反応の観点から分子レベルで解明する。特に、光エネルギー変換に有効に働く起因子を探索し、自由電子キャリアのメカニズムを考察、つまりエキシトンダイナミクスの解明を試みている。

成果・効果

計算科学とスパコンで社会の課題解決へ貢献、産学連携で研究者の社会思考を醸成という課題で、(株)日本能率協会コンサルティングR&Dイノベーションフォーラムで招待講演を行った。

今後の展望

理論計算は、密度汎関数法などの理論モデルの改善やスーパーコンピュータにみられる計算機能力の向上に伴い、半導体・磁性体・生体分子の分野でもその有用性が認められ、「物性物理」から「分子科学」に至る広範な学際領域でこれを活用した研究が盛んに行われている。理論計算に基づく、分野横断的な研究構想を実行することで、物性物理学的観点や量子論的観点から、ミクロスケールでの幾何構造解析、そしてシミュレーションによる分子機能とその制御機構の詳細な理解、生体分子・エネルギー変換材料・分子磁石などの機能性分子の創成といった、生命科学や有機エレクトロニクスの分野に携わることができる。計算分子科学における新規で重要な研究分野の開拓も可能であり、物理化学のテーマへの発展に寄与できるものと考えられる。



光る金属ナノ粒子の本当の姿

活動資金 住友財団 基礎科学研究助成、立教大学学術推進特別重点資金

研究者
新堀 佳紀
理学部・助教

研究の目的

金や銀などの貴金属原子が集まった分子は金属クラスターと呼ばれており、発光したり磁石になったりと通常の貴金属とは異なる性質を持っている。このような性質のため、金属クラスターは医療やエレクトロニクスなど様々な応用が期待されている。本研究ではこのような貴金属クラスターの表面を保護している保護分子がどのような状態に存在するのか、またその状態が金属クラスターの発光現象にどのような影響を与えるのかを明らかにした。

研究の内容

銀原子が集まった銀クラスターの表面にはクラスターを保護するための保護分子が取り巻いている(図1)。これまで、そのような保護分子はクラスターの表面から外れることはなく安定に存在していると考えられてきた。しかし、銀クラスターの発光現象に関する実験を行った結果、この保護分子は銀クラスター表面で着いたり離れたりしていることが分かった(図2)。実験で得られたデータの詳細な解析を行った結果、銀クラスターは残った保護分子の数によって発光の性質が大きく変わってしまうことが明らかになった。

成果・効果

現在でも世界各国の研究チームにより金属クラスターの発光現象についての研究が行われているが、どの研究チームも保護分子は表面に安定に存在するものだと考えている。しかし、私たちの研究成果により、表面の保護分子は着いたり離れたりしており随時その構造が変化してしまっているという金属クラスターの新しい描写が得られた。

今後の展望

金属クラスター表面の保護分子の状態は、クラスターの発光現象に大きな影響を与える。そのため、どのような保護分子であればより明るく光るクラスターが作れるのかといった材料開発のための設計指針の提示が今後可能になると期待される。

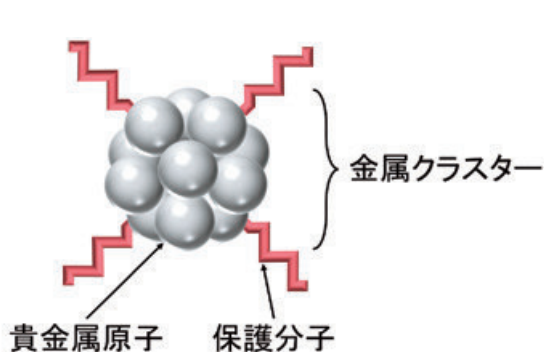


図1. 従来までの金属クラスター表面の保護分子のイメージ

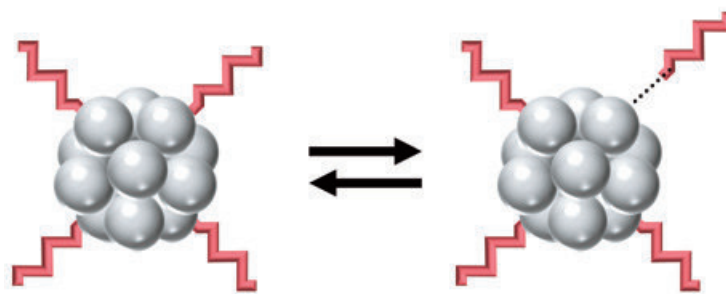


図2. 今回明らかになった保護分子のイメージ

爆弾低気圧の発生の謎に迫る

活動資金 科学研究費補助金

他機関との
連携状況 海洋研究開発機構

研究者
平田 英隆
地球環境科学部・助教

研究の目的

急速に発達する温帯低気圧は、爆弾低気圧と呼ばれる。爆弾低気圧は、暴風、大雪・雨、高波を伴うため、しばしば深刻な気象災害の原因となる。そのため、爆弾低気圧の特性を適切に理解することは、防災・減災対策を考えていくうえで重要である。冬季に日本やアメリカの東方海上で爆弾低気圧がよく観測される。しかしながら、このような地域に爆弾低気圧の発生が集中する理由を説明するメカニズムについては、未解明であった。そこで、このメカニズムの解明を目的に、研究に取り組んだ。

研究の内容

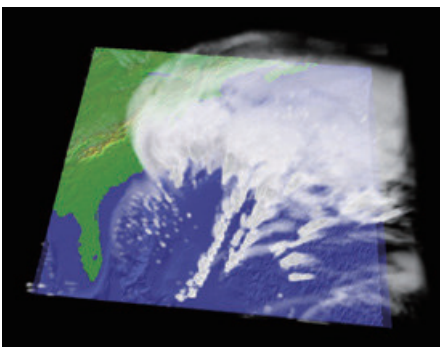
上述のメカニズムの理解を困難にしていた要因として、観測データの制約があげられる。爆弾低気圧は主に海上で発達する。海上は陸上と比較して、観測データが非常に少ない。ゆえに、既存の観測データだけでは、爆弾低気圧の時空間発展の全容を捉えることは難しい。この問題を解決するために、本研究では、大気の様子や雲の発生を精度よく再現できる気象モデルを用いて爆弾低気圧の数値シミュレーションを行った。海洋研究開発機構が所有する世界最高峰のスーパーコンピュータ「地球シミュレータ」を使用することで、低気圧の詳細な構造の再現に成功した。

成果・効果

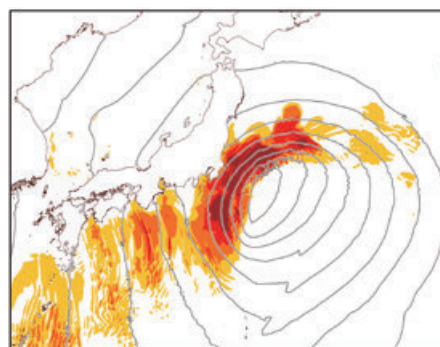
シミュレーション結果の分析を進めていくと、爆弾低気圧の発達プロセスにおける海洋や低気圧構造の重要な働きが明らかになった。低気圧発達域の日本やアメリカの東方海上には共通して世界最大規模の暖流（黒潮とメキシコ湾流）が流れている。シミュレーション結果は、爆弾低気圧が発達する際に、暖流から低気圧への熱エネルギーの供給が活発化することを示した。この熱エネルギー供給の活発化には、低気圧自身の気流構造が深く関係していることもわかった。そして、暖流から放出された熱エネルギーが低気圧発達を加速させることで、大陸東方海上で低気圧が集中的に急発達することが明らかとなった。このように、数値シミュレーションを活用することで、爆弾低気圧の発生の謎に対して1つの答えを出すことができた。

今後の展望

本研究では、シミュレーション技術を活用して、低気圧の発達メカニズムに迫った。シミュレーションは、爆弾低気圧の発達メカニズムの研究のみならず、大雨・大雪や暴風に関する研究においても有用な手法である。今後は、本研究で得た知見を発展させて、爆弾低気圧に伴う大雨・雪や暴風の特性やメカニズムに関する研究に取り組んでいく予定である。



アメリカ東方海上で発生した爆弾低気圧に伴う雲の3次元構造のシミュレーション結果



海から大気への熱エネルギー供給のシミュレーション結果

一斉羽化をおこなう地理的単為生殖昆虫 オオシロカゲロウの進化生態学的研究

活動資金

科学研究費補助金（若手研究：18K14781）、
立正大学研究推進・地域連携センター支援費第2種

他機関との
連携状況

国立研究開発法人 国際農林水産業研究センター、NPO法人 生物多様性研究・教育プロジェクト、NPO法人熊谷市ほたるを保護する会

研究者

関根 一希
地球環境科学部・助教

研究の目的

地理的単為生殖の意義とカゲロウ類の一斉羽化システムの解明

研究の内容

成虫期間が非常に短命なことで知られる原始的有翅昆虫類のカゲロウ類では、しばしば大量発生が引き起こされ、新聞などのメディアに取り上げられることもある（図1）。正の走光性から橋上の照明に吹雪のように羽化個体が集まり、交通の妨害となる。また、死骸は道路上に雪のように積もり、自動車のスリップ事故を引き起こすこともある。カゲロウ類の大量発生を引き起こす原因は、一斉羽化といった同調性の非常に高い羽化様式にある。カゲロウ類の羽化シーズンは数週間程度で、羽化個体の寿命は非常に短い（数分から2-3日）。そのため、一日の中でも限られた数時間の間に一斉羽化が起こり、群飛・交尾飛翔することで大量発生へと至る。このようなカゲロウ類の大量発生につながる一斉羽化はなぜ生じるのか、その適応的意義について追求する。

成果・効果

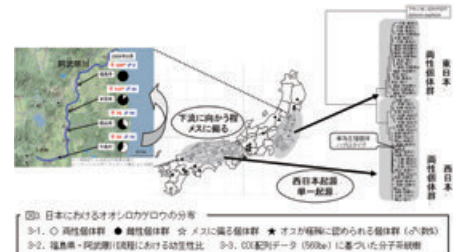
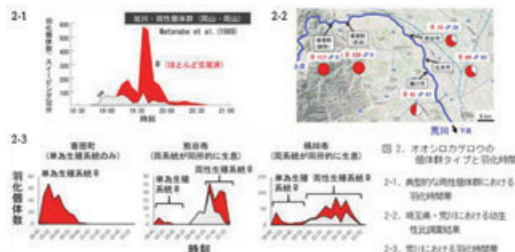
カゲロウ類における一斉羽化・大量発生に関する研究としては、現在も生活史に焦点を絞った研究は蓄積されているが、Sweeney and Vannote (1982) 以降、生態学的な適応意義に焦点を絞った研究は進んでいない。一斉羽化の適応意義は、交尾相手と捕食者に関する2つの仮説が常識として受け入れられてしまっている。本研究はこれまでの常識を覆す研究となることが期待される。また、この研究課題に対して、地理的単為生殖種オオシロカゲロウは非常に適した研究対象であると言えるが、このような事例と確立されたバックグラウンドは世界的に見ても本種のみであり、日本固有のものである。本研究の結果は、カゲロウ・水生昆虫学および河川生態学において新たな見解を与えることが期待されると共に、進化生物学の課題「両性生殖vs.単為生殖」に対しても大きなインパクトを与える独創性のある研究になる。

今後の展望

オオシロカゲロウが属するシロイロカゲロウ属は顕著な一斉羽化をし、大量発生に至ることもあるため、世界的に研究対象として注目されてきた。そのため、カゲロウ類の中でもバックグラウンドとなる生態学的データが比較的多く蓄積されてきた。なかでもオオシロカゲロウは地理的単為生殖生物でありながらも、両性個体群と雌性個体群とが地理的傾向なしにモザイク的に分布しており、カゲロウ類に限らず生物として稀な生態をもつ。これまでの研究で同種でありながら系統によって繁殖タイプが異なり、かつ同一河川内で同所的に生息することも明らかになってきた（図2、3）。さらに、両系統間で一斉羽化の時間帯をずらすといった興味深い事例も分かってきており、非常に学術的独自性が高い成果が得られている。今後の研究ではさらに、カゲロウ類の一斉羽化はなぜ生じるのか、といった適応的意義について新たな解釈を得ることを目的とし、新たな仮説を打ち立てる。



図1. オオシロカゲロウの大量発生（河北新報）



確率的不規則運動に対する制御理論構築

活動資金 科学研究費補助金（基盤研究C：18K03433）

他機関との連携状況 筑波大学、東京都立大学、京都大学、東北大学

研究者
小林 幹
経済学部・准教授

研究の目的

我々の身の回りには不規則な振る舞いをする現象が多く存在する。例えば、気温や株価などの時系列としての振る舞いとその典型である。不規則であるが故にその将来の予測を行うのは困難である（株価の将来の予想が出来ればみんなハッピーであるがそれは難しいのは経験的に明らかである）。振る舞いを不規則にする大きな要因の一つは確率的要素の存在である。コイン投げを複数回行うなどの確率過程を考えるとコインの表裏の出現順序は不規則になることは明らかで、これが確率的な不規則過程と呼ばれるものである。本研究の目的は確率的要素が原因で不規則な運動をするものをより規則的な運動へと変化させるための理論手法を開発することである。

研究の内容

確率的要素が原因となり不規則に運動するものをより規則的な運動へと制御する理論手法を構築する。そして、この手法の理論的正当性を数学的に示し、有用性をコンピューターを使用した数値実験により明らかにする。本手法は、確率的な不規則性とは異なる不規則性の概念であるカオスの制御手法とも関連の深いものである。これにより、本手法が、確率的な不規則運動の制御とカオス的な不規則運動のそれとの橋渡しという大問題を解決する糸口となるかもしれない。

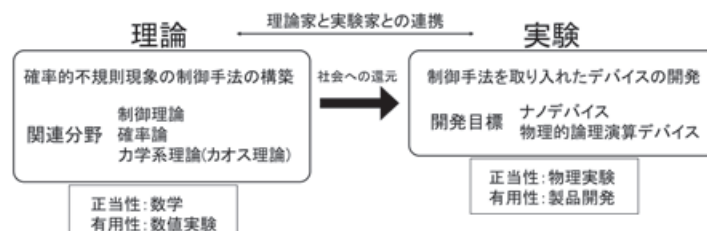
成果・効果

本研究により、確率的な不規則現象をより規則的な運動へと制御するための手法が構築され、その正当性と有用性も合わせて議論された。具体的にはウィーナー過程（ものの拡散を記述する数学モデル）やそれをより複雑にした数学モデルにおける拡散現象に着目し、それらの拡散の度合いをかなり小さくすることが本研究で構築された制御手法を用いることで可能となった。

今後の展望

本研究は理論的な研究であり、これを現実に応用することが社会的に求められている。なぜならば、現実世界ではノイズがシステムのパフォーマンスを低下させるという現象が多く見られ、如何にノイズという不規則に変動するものの影響を小さくするかは大問題である。特にナノレベルの大きさの製品開発が現在盛んに行われているが、製品が小さいものであればあるほどノイズの影響を大きく受けるので問題は深刻である。本研究結果はノイズ除去に対しても有益であると考えられる。本理論をこのような問題を含んだ様々な現実問題に適用可能な形で修正、拡張していくことが今後の展望である。

研究概要



洪水の生じやすさは、すでに地球温暖化によって変化しているのか？

活動資金

科学研究費補助金、環境省環境研究総合推進費、内閣府戦略的イノベーション創造プログラム 等

他機関との連携状況

東京大学、国立環境研究所、気象研究所、MS&ADインターリスク総研株式会社 等

研究者

平林 由希子

工学部 土木工学科・教授

研究の目的

地球温暖化によって、過去から現在にかけて強い雨が增加してきていることが世界の多くの地域で確認されている。しかし、このような雨の変化によって河川の洪水もすでに変化しつつあるかについては、まだ十分な証拠が得られておらず、明らかにする必要がある。

研究の内容

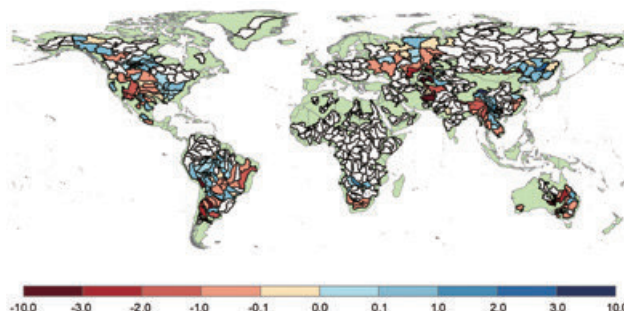
河川の流量は、雨や気温などに比べて、長期間での観測データが得られる地域が少ない。そのため、たとえば10年に1度生じるような大きな洪水が増えているのか減っているのかを調べるのが、特にアジアなどの途上国において困難であった。そこで、できる限りの河川流量の観測データの収集と、コンピューターシミュレーションに観測された雨などを入力して作成した過去の長期間の河川流量データ、数百万枚の衛星画像の解析による河川の氾濫の情報などから、世界各地における過去の洪水の変化傾向を調査した。また、気候モデルを用いて実際の気候を模した大量の実験を用いて、過去の地球温暖化が、実際に過去に発生した洪水の生じやすさを変えていたかどうかを調べた。

成果・効果

アジアやヨーロッパ、南アメリカなどの地域では、地球温暖化によって、過去の強い雨による洪水の生じやすさが増えていることが確認された。また、雪が融けることによる春の洪水については、地球温暖化によって生じやすさが減少している場所も見られた。様々なデータから得られた世界各地の過去の洪水の増減傾向は、地球温暖化による洪水の生じやすさへの増減傾向と一致しているところもあれば、そうでないところもあり、過去の地球温暖化のシグナルがまだ明確には見られていないところも多数存在した。このように、地球温暖化を想定して洪水の具体的な対策を立てる際に、重要な科学的知見が得られた。

今後の展望

過去の地球温暖化の影響を分析することは、地球温暖化の対策を考えるうえで将来の予測と共に重要であり、IPCCなどの国際的な温暖化に関する報告書においても特に着目されている研究分野である。今後は、本研究で得られた成果の不確実性をさらに減らすため、世界的な共同研究を通じてより多くの気候モデルによる多数の実験を行う予定である。また、現在はコンピューター資源の制約からある程度大きい河川を対象とした実験を行っているが、日本の河川など、より細かい時空間スケールを対象とした同様の研究を行うことで、さらに多くの地域に応用できる知見を得ることも期待される。



衛星による浸水マップから作成した過去の浸水域の増減傾向

文理融合で古代エジプトの技術を再現する

活動資金 科学研究費補助金

**他機関との
連携状況**

Johannes Gutenberg Universitat (ドイツ)、高輝度光科学研究センター (SPRING-8)、Egyptian Museum (エジプト)、Yale University (アメリカ)、Johns Hopkins University (アメリカ)、東京大学、東京理科大学、筑波大学、東洋美術学校、岡山県立大学等

研究者

山花 京子 文明研究所所員、マイクロ・ナノ研究開発センター所員、文化社会学部アジア学科准教授
秋山 泰伸 工学部応用化学科教授
宮澤 靖幸 工学部材料科学科教授
葛巻 徹 同教授、マイクロ・ナノ研究開発センター、東海大学医学部ほか

研究の目的

古代エジプト歴史学と工学・理学などの研究者が協力し、古代エジプトで王墓の副葬品などとして利用されたガラス工芸「ファイアンス」や金属加工品の製造技術解明に取り組んでいる。

研究の内容

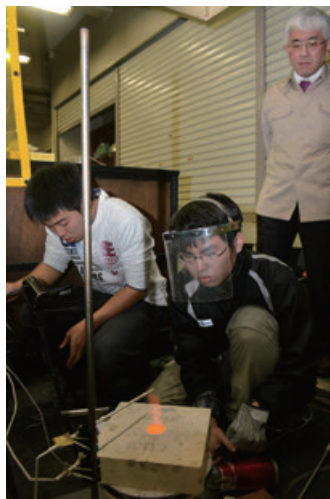
東海大学が所蔵する「古代エジプト及び中近東コレクション」に収められている陶磁器（ファイアンス）や金属加工品を、本学の高度分析装置で計測し、理工系教員が有する知見と歴史学の研究成果を融合させて読み解くことで、数千年の歴史の中で失われた技術を再現する。本研究はこのコレクションを所蔵すると同時に、高度な分析装置を利用できる環境があるからこそできる本学独自の研究である。

成果・効果

これまでの研究によって、ファイアンスの再現に世界で初めて成功した。山花准教授が古代エジプトで使用できた材料や文献情報を提供。秋山教授の研究室で遺物の組成を分析し、成分物質の特性などをもとに技術を再現した。研究成果は学会でも高い注目を集めただけでなく、アクセサリーやタイルに使用できる耐熱性・耐久性の高い新素材として、素材メーカーなどからも技術相談を受けている。また同グループではこのほかにも、同じく製造技術が不明だった「純硫黄製ピース」の再現にも成功している。さらに、宮澤教授のグループでは、金属を熱処理によって接合する冶金技術（ろう付け）を使った金属加工品の技術再現に取り組んでいる。これまでの研究によって、長く謎とされてきた溶接炉の再現に成功。金属同士の接着剤の役割を果たす「ろう材」の組成なども明らかになってきている。また、葛巻教授はごくわずかな試料で組成を分析できる独自技術「マイクロサンプリング法」を使ってコレクション中の金属器を分析。金属加工技術がそれほど高くなかったといわれてきた時代の遺物が、実は高度な技術によって作られていたことを明らかにした。そのほか、アメリカのブリガム・ヤング大学の研究者と共同で、パピルス文書に記された南アラビア語碑文の解明に向けた研究も展開している。

今後の展望

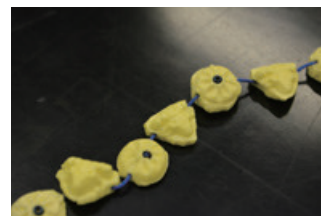
ガラス工芸の研究に関しては、現在ファイアンスよりさらに古い時代に用いられた施釉凍石を使った工芸品の技術の再現に取り組んでいる。この研究ではJohannes Gutenberg Universitatの研究者とも協力している。また金属加工品については、今年度からエジプトのEgyptian Museumとも国際連携型の共同研究を展開することになっている。現在世界中で活用されている技術の源流をなす古代エジプトの技術解明を通して、研究を通じた国際連携の深化に貢献するとともに、新たな技術の活用法や新素材の開発の道を探っていきたいと考えている。



炉の研究



ファイアンス



硫黄ピース

人・ロボット共存社会を実現するための 人移動経路予測

活動資金 科学研究費補助金

他機関との
連携状況 芝浦工業大学

研究者

加藤 由花

数理科学科 情報理学専攻・
教授

研究の目的

サービスロボットが人とともに生活するためには、ロボット自身が周囲の環境を認識し、同じ空間に存在する人の状態を理解する必要がある。本研究では、ロボットが認識すべき周辺環境の一つとして、歩行者などの移動物体が、今から先どのような軌跡で移動するのかを予測する手法に焦点をあて、研究を進めた。

研究の内容

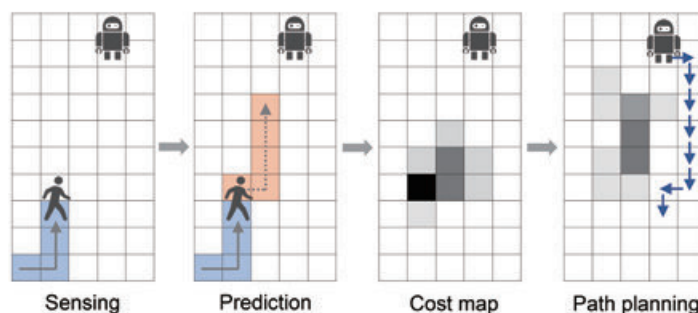
人間は、人混みの中でも相手の未来の動きをある程度予測することで、お互いの衝突を回避している。ロボットにも同じような予測能力をプログラムとして与えることができれば、人との衝突を回避したり、先回りしたサービスの提供が可能になる。本研究では、機械学習（人工知能の一種）により様々な人の移動軌跡を学習し、移動経路として人の未来の動きを予測する手法を考案した。このとき、学習のためには事前に大量のデータ（この場合は歩行軌跡データ）を収集しておく必要があるが、公共空間等で利用されるサービスロボットでは、このデータの取得が難しい。また、空間側にセンサー等を設置してデータを収集することも通常困難である。そのため、適切に加工した既存のデータセット（他の環境で事前に取得されたデータ）を用いて学習を行った上で、ロボットがリアルタイムで観測するデータを学習したプログラムの形式に合わせることで、ロボットが取得したデータのみを用いて経路予測を行う手法を開発した。

成果・効果

これまで、ロボットの身体や動作機構を実現するためのハードウェアについては共同研究先と協力しながら研究を進めてきたが、それら人と共存するいくつかの実ロボットに本研究成果を応用した。（博物館の受付にロボットを設置し、入口への入り方から来場者の分岐方向を予測して、来場者への挨拶内容を変えるシステムや、人に付いて移動する追従ロボットが人を見失ったときにフォローし直す仕組みなど）

今後の展望

サービスロボットの小型化・低価格化により、今後、ロボットは急速に人々の日常生活の場に入り込んでくると考えられる。本研究では、人の存在を前提とした作業空間におけるロボットのモビリティを対象に、ロボットが人間社会と共存するために必要な仕組みとして、経路予測手法を提案した。これらの仕組みが広まることで、移動ロボットを公共施設内の構内誘導、店舗案内、買い物支援などの様々なサービスに展開することが可能になる。本研究の成果により、人・ロボット共存社会が実現することを期待したい。



科学技術文書からの深い意味構造情報の 深層学習による抽出

活動資金 科学研究費補助金若手研究B

他機関との
連携状況 産業技術総合研究所

研究者
三輪 誠
大学院工学研究科・准教授

研究の目的

科学技術文献に記述された意味内容を構造化・汎化した深い意味構造の高精度な自動抽出

研究の内容

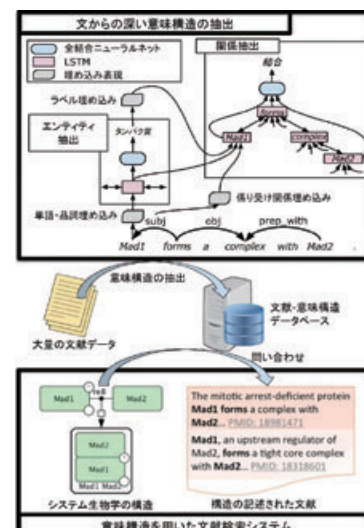
自然言語処理の分野における情報抽出を対象として、文献中に記述された用語間の関係情報やイベント情報などの意味内容を構造化・汎化して取り出す深層学習手法の研究を行っている。その中で、構造探索を基盤として、何もタグ付けされていない文から直接意味構造を取り出すend-to-endの深層学習手法を世界で初めて実現している。また、深層学習手法を基盤として、自然言語処理分野の成果である構文解析から得た情報や大量の文献から学習した情報、辞書情報をもとに獲得した情報など、他の言語情報を情報抽出に有効に利用する方法についても研究を行っている。さらに、言語外の情報として、文献に付随する著者や学会などの属性情報や分野データベースに記載されている分野特有のデータや関係情報などから得た情報を抽出に取り入れ、利用する拡張についても研究を行っている。特に、薬学を対象とした研究では、薬物の化学式から深層学習を用いてその表現を学習し、情報抽出に取り入れる方法について研究を行っている。

成果・効果

本研究の成果となる情報抽出システムは、用語抽出・関係抽出・イベント抽出などを対象とした、複数の共通評価データにおいて、発表当時、世界最高の精度を達成している。特に、提案している関係抽出の手法は、情報抽出もしくはその周辺の分野において、基盤手法もしくは比較対象の手法として広く用いられている。さらに、薬学文献を対象とした情報抽出においては、言語外の化学式の情報を利用することで、従来手法に比べて精度の向上を達成している。本研究成果の応用としては、生命医学分野において、開発した情報抽出技術を利用して大量の生命医学文献から意味構造を抽出し、その意味構造を利用して文献の検索を行う意味的文献検索システムを実現し、公開している。従来のキーワードベースの検索に比べて、より構造を考慮した検索を可能としている。

今後の展望

物質工学を始めとした、現在、対象としていない専門分野の文書への情報抽出の応用が期待され、データの整備が進められている。また、抽出した情報の分野データベースとの統合、大規模文書データから抽出した情報に基づいたより柔軟かつ高精度な検索、大規模な知識からの推論による新たな研究対象の創出など、大規模文書から抽出した情報の様々な活用方法についても研究を進める予定である。



資源循環型社会構築のための革新的分離技術開発

活動資金 JST未来社会創造事業、東京都研究者による事業提案制度、等

他機関との連携状況 熊本大学、東京大学、東北大学、東京工業大学 等

研究者
所 千晴
理工学術院・教授

研究の目的

異種材料の界面を選択的に剥離・破壊させる新規分離技術を確立させ、自在なリユース・リサイクルを可能とすること。

研究の内容

限られた資源を低環境負荷に活用しながら便利な暮らしを享受することは人類の果てない望みであり、国連が提唱するSDGs (Sustainable Development Goals、持続可能な開発目標) にもその重要性が明示されている。しかし、理想の資源循環型社会を構築するためには社会システムのにも技術的にも多くの課題がある。本研究では、その技術的課題を解決するべく、高度なリユースやリサイクルを実現するために、異種材料の界面を選択的に剥離・破壊させ、素材ごとの分離を容易にする技術を開発している。

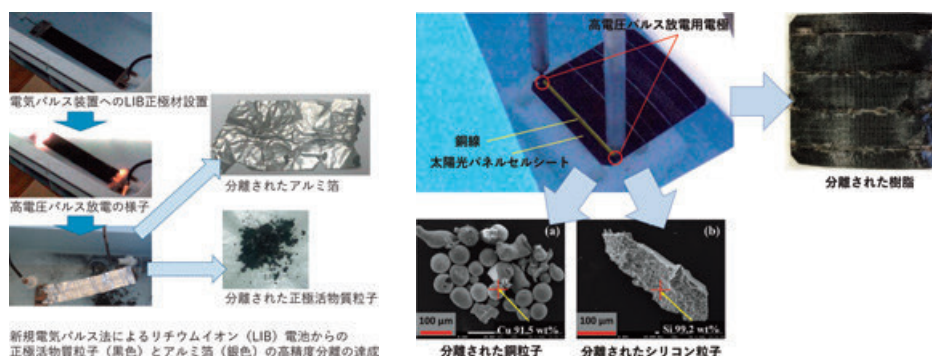
成果・効果

金属あるいはプラスチックを接着させた試料に対して高電圧パルス照射したところ、接着剤内部にてプラズマが発生し、生じた衝撃波等の効果によって剥離が可能であった。また、リチウムイオン電池から取り出した正極材に高電圧パルス照射したところ、集電箔に大電流が流れることによって塗布されていた正極活物質粒子を容易に剥離させることが可能であった。さらに、太陽光パネルセルシート内に埋め込まれた銅線や銀線に対して高電圧パルス照射したところ、銅線や銀線の一部は細線爆発現象によって昇華し、その際に生じる衝撃波の効果との相乗効果によってセルシート内の樹脂から分離した。昇華した銅や銀は周辺の空気や水によって冷却され瞬時に粒子となるため、結果として樹脂内の銅線や銀線を銅粒子および銀粒子として分離回収することが可能であった。

以上のように、本研究では、従来であれば高温雰囲気や薬剤添加を必要とした異種材料間の分離に対して、電気パルス法を工夫して活用することによって、常温で瞬時に、かつ高精度に分離を達成することが可能となった。

今後の展望

自動車等移動車両の軽量化のための異種材料接着や、リチウムイオン電池、太陽光パネルなどは、いずれも需要拡大が見込まれる。これらの製品は、使用中は低炭素化等に寄与すると考えられるものの、廃棄後には、これまで以上に循環利用のための分離が困難となることが予想される。したがって、製造が本格化する現段階から廃棄後の分離技術を開発することは大変重要であり、更にはそれを想定した製品設計が標準化されることが望まれる。このような考え方はEUのCE (サーキュラーエコノミー) 政策を始めとして国内外で高まっている。



私立大学理工系分野の学部・研究科における 取組・整備状況等に関するアンケート

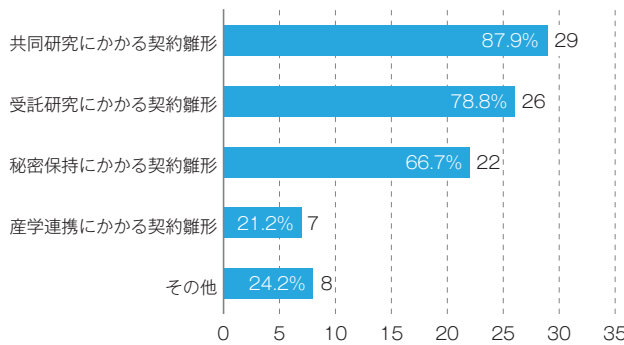
集計結果

実施概要

調査対象：理工系分野の学部・研究科を設置する加盟大学（41大学）
 実施期間：令和元年12月24日（火）～令和2年2月14日（金）
 回答大学数：34大学／41大学（82.9%）

Q1 共同研究・受託研究のための「契約雛形」「規程」等の整備状況/34大学

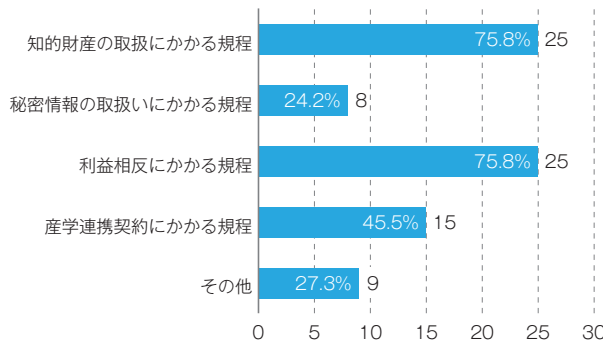
■ 契約雛形



その他

〈学術・技術指導契約関係〉6大学	〈特許契約関係〉6大学	〈研究試料・研究成果物関係〉6大学
<ul style="list-style-type: none"> 学術指導にかかる契約雛形 技術指導契約 技術供与（ノウハウ）契約 譲渡契約（ノウハウ） 	<ul style="list-style-type: none"> 特許実施許諾にかかる契約雛形 特許共同出願契約書 譲渡契約（特許、意匠） 知的財産にかかる契約雛型 	<ul style="list-style-type: none"> MTAにかかる契約雛形 試料（成果有体物）提供契約

■ 規 程

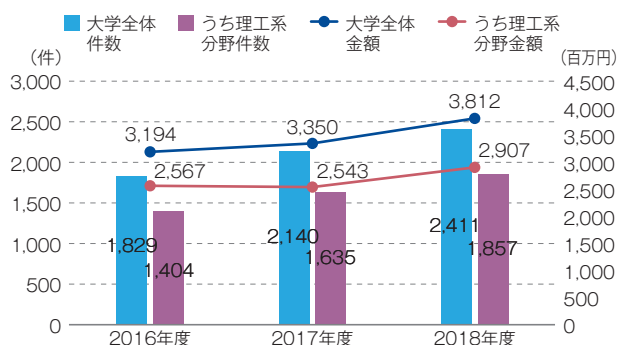


その他

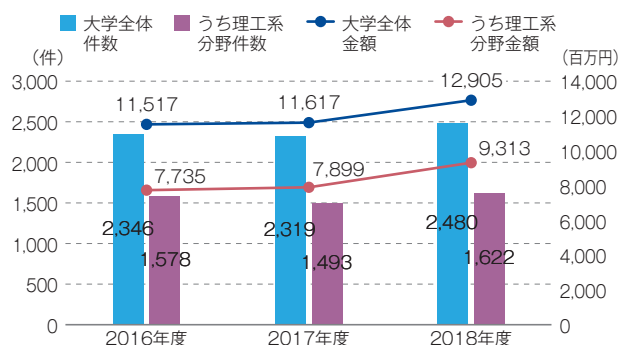
〈共同研究・受託研究取扱規程関係〉7大学	〈倫理規程関係〉3大学	〈安全保障関係〉2大学
<ul style="list-style-type: none"> 共同研究規程（規則）、受託研究規程（規則） 受託・共同研究・受託事業にかかる規程 受託研究等に関する規程（共同研究を包含） 委託研究規則 	<ul style="list-style-type: none"> 学外交流倫理基準 人を対象とする研究の倫理審査規程 研究倫理・公的研究費運営管理規程 	<ul style="list-style-type: none"> 安全保障輸出管理規程
〈それ以外〉3大学		
<ul style="list-style-type: none"> 研究奨励寄付金に関する内規 産学連携ポリシー 	<ul style="list-style-type: none"> 研究成果有体物の取扱いにかかる規程 知的財産ポリシー 	<ul style="list-style-type: none"> 特許等の実施料等収入の配分基準に関する規則 利益相反ポリシー

Q2 共同研究・受託研究の獲得状況（2016～2018年度）/34大学

共同研究



受託研究



※1. 科学研究費補助金を除く外部資金

※2. 「理工系分野の学部・研究科」には、文理学部（人文系・社会系・理学系を融合した学部）、理工系研究組織（研究機構等）」も含めている

共同研究・受託研究を促進するうえでの課題

〈研究・研究者関係〉

- 契約の発端が研究者発の案件に偏っている。
- 基礎研究系の研究者が多く、産学連携に資する事例が少ない。
- 共同研究等の間接経費に基づいて、大学院生の研究支援等を行っているが、共同研究の受入数が不足しており、活動が制限されている。

〈学内体制の整備〉

■ 施設・設備関係

- 研究室のキャパシティが共同・委託契約件数の増加に伴わない。
- 企業等から、共同研究・受託研究の打診があっても、授業や校務との兼ね合い、研究室の大学院生の不足等で研究者が断る例が少なくない。
- 私立大学特有の事情により、研究室の所属人数が少ない。必然的に実施する受託研究・共同研究についても規模が小さくなる。

■ 仕組・機能関係

- 組織として企業等をはじめとする学外機関と接点を持ち、受託研究・共同研究に発展させる機能が脆弱である。
- 本来は共同研究・受託研究の実施前に、関連するそれまでの大学の研究成果について、特許出願を行い、大学単独で保有することが望ましいが、結果的に権利を確立する前に共同研究が始まるケースが多い。
- 理工系人材（PD、大学院生、学部学生等）の育成につなぐ仕組みの構築。
- 学生参画のあり方（秘密保持義務の遵守、発明者としての地位確保等）。

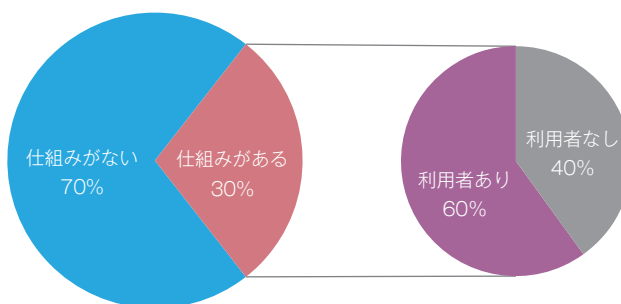
■ 支援・制度関係

- 契約書の雛形がないため、新規で開始しようとする教員にとって契約締結までのハードルが高いと認識されている。そのため、今後は説明会の開催と雛形の作成、学内公開を予定している。
- 学内の研究をまとめたシーズ集がうまく活用されていないため、もう少し情報発信をしていく必要がある。
- 大学の規模や受託件数の割には、研究を推進する専門の職員が少ないため、最低限の事務をこなすだけに留まってしまい、手厚いフォローができていない。
- 学術相談（技術相談）の受入体制が構築できていない。
- 産学連携活動に関するインセンティブ制度の在り方。

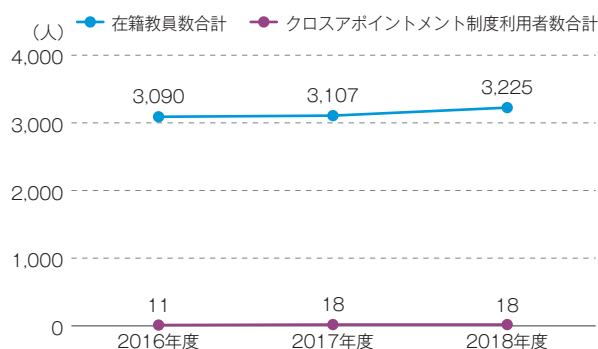
〈契約・研究費関係〉

- 研究契約の内容について、大学に不利な、あるいは大学の教育・研究活動に制限をかけるような条件を付けてくる企業があること（折衝に苦慮する場合がある）。
- 契約金額の妥当性をどう評価するか。
- 研究費の算出（見積額）における妥当性、客観性の向上。これまで共同研究・受託研究の契約締結時において、大学側が相場と比較して安価な見積額を提示するケースがあると指摘されてきた。本学では現在、オープンイノベーション戦略研究機構等において、見積額の標準化に向けた検討を進めている。
- 知的財産の獲得と技術移転を通じた収益の確保。例えば、現在の不実施補償の仕組みは大学にとってリターンがあまり期待できないアンバランスな制度ともいえ、改善に向けた検討が必要だと考えている。
- 一般管理費の比率見直し（現在の10%を上げる必要性の検討）
- 共同研究・受託研究の対価が低額のものも多く、研究者の人件費等を換算すると「赤字」なものが多い。

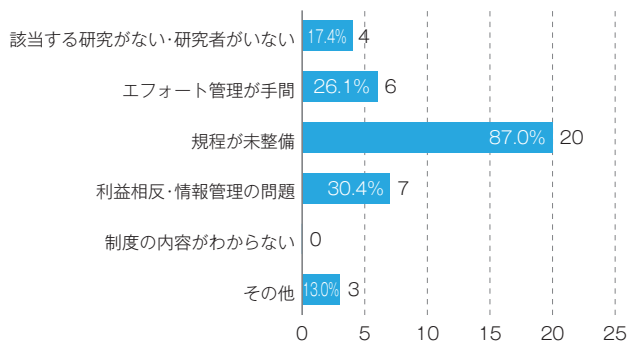
Q3 教員のクロスアポイントメント制度の仕組/34大学



「仕組がある」かつ「利用者あり」と回答した大学における制度の利用状況/6大学



「仕組がない」と回答した大学の理由（複数回答）/24大学

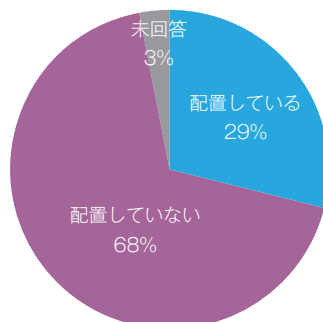


〈その他〉

- 2020年4月1日に規程の制定施行を予定しており、学内会議体で審議中である。
- まだ具体的な検討段階にない。
- 同制度の導入を検討したことがない。

Q4 リサーチ・アドミニストレーター（URA）の配置状況/ 34大学

リサーチ・アドミニストレーター（URA）の配置



「配置していない」と回答した大学の理由/23大学

〈検討中〉

- 現在、検討中である。
- 各大学の制度等を参考にしながら、検討段階にあり、制度化されていない。
- 検討しているが、配置するまでに至っていない。

〈予算・人材関係〉

- 予算上の都合。
- 適任者がいない。
- 適切な人材の確保が難しい。

〈必要ない・検討していない〉

- 同職種の導入を検討したことがない。
- 配置する必要性が生じていない。
- 教員等からの需要がない。
- 本学の身分制度にリサーチ・アドミニストレーターがなく、配置の有用性を含め議論が進んでいない。
- 学内で、リサーチ・アドミニストレーターの配置に関する検討がなされていない。
- 配置についての議論が行われていない。
- 活用方法についての検討をしていない。
- 活用方法などについての議論が熟しておらず学内でコンセンサスが取れていない。
- 研究者同士の専門分野が幅広く、共同研究の例がほとんどないため、現在のところ必要性がない。将来的に必要性があれば検討する。
- リサーチ・アドミニストレーターの具体的な業務内容について、検討がなされていない。

〈その他〉

- 規程・制度が未整備。
- 職名として、リサーチ・アドミニストレーターの担当者は配置していない。しかし、研究支援を担当する部署である研究推進部には職員に加え、プロジェクトマネージャーが所属している。職員やプロジェクトマネージャーは研究者との打ち合わせ、相談、申請書の調整や研究者のマッチングなども行っており、リサーチ・アドミニストレーターとしての職務も担った業務を定常的に行っている。

Q5 女性研究者を支援するための組織的な取組・工夫等

〈支援・制度〉

- 出産・育児に伴い研究時間が確保しにくい女性専任教員（任期制教員・博士研究員を含む）が継続的に研究を行うことができるよう、当該教員に代者を雇用することができる制度（通称：ピンチヒッター制度）がある。
- 大学のダイバーシティ推進における基本理念・方針に則った取組みとして、「研究支援員制度」がある。この制度は、性別を問わず、研究者の研究活動に大きな変化をもたらす出産・育児・介護等のライフイベントによる研究の中断や研究時間確保の難しさを解消することなく、教員・研究者としてのキャリア形成を支援するものである。
- 「女性研究者メンター制度」：本学の研究者の道に進んだ女性や研究者を目指す女子大学院生、研究者の道に進むかどうか考えている女子大学院生を対象に、豊富な知識と職業経験を有する学内の先輩研究者（メンター）が、キャリア初期研究者である後輩（メンティ）に対して行う支援。面談（メンタリング）により、キャリア形成上の課題や研究場所内での悩みや問題を解決するサポートを行う。
- 「ライフイベントに係る研究支援」：本学研究者が妊娠・育児等に携わる期間中、研究補助者やリサーチ・アシスタント（以下、RA）の配置により研究活動の継続を支援することで、研究力の維持・向上や研究成果発信、外部資金獲得を促すことを目的とした制度（支援内容＝研究補助者やRAの雇用に係る費用の補助）。
- 「理工学術院女性教員キャリア支援事業」：理工学術院の女性教員に対するキャリア支援を目的とした研究資金を支給。本支援を研究環境の整備や研究推進のための梃子とし、研究力向上や研究成果発信、外部資金獲得等に繋げてもらうことを期待する。
- 妊娠、出産、育児、介護等により研究活動の継続が困難、あるいは十分な研究時間が確保できない研究者に対しては、研究活動の低下防止を目的に、研究支援員を配置する「研究支援員配置プログラム」という制度を設けて研究支援を行っている。

〈育児・託児所の設置等〉

- 「育児・託児室等」：本学学生・教職員を対象とした一時預かり専用の託児室を整備。また、各キャンパスにおいて授乳室・託児スペースを設置。
- 育児をしながら研究活動を継続できるよう学内に保育園を設置している。
- ベビーシッター利用料補助制度、学内臨時託児サービス。
- 大学全体として女性研究者の比率を高めていく方針が確認され、理工系3学部としてもそれに協力する形としている。なお、2036年の時点で女性研究者の比率が全学で30%程度となるようなおおよその数値目標が設定されている。休日が講義あるいは入試実施日となっている場合は、学内に臨時的保育所を設置し、女性研究者の支援を実施している。
- 大学内に保育施設を設置し、出産を経て研究に復帰するにあたり、安心して子育てとの両立ができるような環境作りを目指している。

〈専門部署の設置〉

- 大学内に「女性研究者支援センター」を設置し、女性研究者活躍促進に向けた取組を全学的に推進している。また、男女共同参画推進室を設置している。
- 男女共同参画推進本部のもと、女性研究者支援室を設置し、女性研究者の研究活動及び生活が両立するよう研究環境の整備及び研究支援を行っている。

Q6 研究時間を捻出するための組織的な取組・工夫等

- 若手研究者に在外研究員制度を積極的に割り当てている。
- 国内研究員制度・在外研究員制度を整備している。
- 「大型研究等特別支援プログラム」：研究費を一定規模以上獲得した研究代表者や、特定の研究課題を獲得した若手の研究代表者に対して、研究に専念するための支援を行う制度（支援内容＝非常勤講師等による授業代行、臨時雇用者（RA、研究補助者、授業TA、授業事務補助者）の雇用費用、秘書業務等に係る委託費用の補助）。
- 「特別研究期間制度」：専任教員の校務を免除し、研究活動に専念させて、研究・教育を向上させることを目的とした制度。
- 理工学系研究室に関しては、博士研究員をはじめとする若手研究員の雇用が研究者の研究時間を確保することに直接役立っている。一方で、私立大学戦略的研究基盤形成事業や、研究ブランディング事業の終了により、雇用原資の不足が顕著となる課題が生じている。学内予算の組み換えにて対応を模索している。
- 担当科目を複数教員で担当できる体制を整え、学会発表時等に相互に代講するなどの工夫を行っている。
- 全学的にクォーター制を導入し、授業担当のないクォーターが作れるようにしている。全学的に留学および研究休暇の制度があり、1年～1年半研究に専念する時間がとれるようにしている。
- 授業資料のオンライン配布などにより、授業資料の準備に要する時間の削減を行っている。また、100分授業の導入などによる授業期間の短縮ならびに研究可能期間の拡張、教授会議事進行の効率化による開催数の減少、などを今後の検討課題として、全学的改革に歩調を合わせながら審議を進めている。
- 大学の中期計画の重要施策として「教員の研究時間の確保」を設定し、時間割、組織体制、意思決定プロセスや業務の見直しについて、組織として取り組んでいる。
- 現在、行っているものはないが、外部資金の受入れ等に応じた授業や校務の負担軽減等のインセンティブの導入を検討したい。
- 研究費執行ルールを簡素化し、研究者の研究に関する事務負担を軽減する構想はあるが、具体的な進展はない。

私立大学理工系分野の学部・研究科における 取組・整備状況等に関するアンケート

目的 本アンケートは、私立大学の理工系分野の教育研究に対する支援拡充に向けた提言をとりまとめるにあたり、加盟大学における現状を把握することを目的としています。

対象 私大連加盟大学のうち、理工系分野の学部・研究科を設置する大学

回答方法 私大連webサイトよりダウンロードしたアンケートファイルに回答を入力し、下記ファイル名に変更のうえ、Eメールに添付して私大連事務局までご送信ください。
添付ファイル名：大学名を付してください。(例 ●●大学アンケート回答.xls)
送 信 先：koho2@shidairen.or.jp
メ ー ル 件 名：理工系アンケート回答 (●●大学) ※1大学1回答を想定しています。

回答期限 令和2年2月14日(金)

その他
ご不明な点がございましたら、下記の私大連事務局までご連絡ください。
一般社団法人日本私立大学連盟
広報情報課(春名、八木)
koho@shidairen.or.jp
TEL：03-3262-8672
FAX：03-3262-4363

〈回答についてのご連絡先〉

大 学 名		連絡先氏名	
部 署		Eメールアドレス	

本アンケートは、貴大学の理工系分野の学部・研究科における取組・整備状況等についてお伺いします。

共同研究・受託研究について

1. 共同研究・受託研究のための「契約雛形」「規程」等の整備状況について、整備しているものを「○」で選択ください。また、下記項目以外に定めているものがございましたら、「その他」にお書きください。

(1) 契約雛形 (あてはまるものすべてに「○」)

① 共同研究にかかる契約雛形	
② 受託研究にかかる契約雛形	
③ 秘密保持にかかる契約雛形	
④ 産学連携にかかる契約雛形	
⑤ その他 (下記へご記入ください)	

(2) 規 程 (あてはまるものすべてに「○」)

① 知的財産の取扱いにかかる規程	
② 秘密情報の取扱いにかかる規程	
③ 利益相反にかかる規程	
④ 産学連携契約にかかる規程	
⑤ その他 (下記へご記入ください)	

2. 直近3年度(2016~2018年度)における共同研究・受託研究の獲得状況について、科学研究費補助金を除くすべての外部資金について、回答可能な範囲でお答え下さい。なお、回答は「大学全体」及び「理工系分野の学部・研究科のみ」の状況をお書きください。

年度	大学全体 (すべての学部・研究科の合計)				うち理工系分野の学部・研究科のみ (複数学部・研究科の合計)			
	共同研究 件数	共同研究 採択額 (千円)	受託研究 件数	受託研究 採択額 (千円)	共同研究 件数	共同研究 採択額 (千円)	受託研究 件数	受託研究 採択額 (千円)
2016								
2017								
2018								

〈備考〉 ※回答内容について補足すべき点等ありましたらお書きください。

3. 共同研究・受託研究を促進するうえで、課題となっていることがありましたらお書きください。

■ クロスアポイントメント制度について

1. 教員のクロスアポイントメント制度の仕組みがありますか。あてはまるものを「○」で選択ください。

① 仕組みがある	
② 仕組みがない	

2. 上記「1」で「① 仕組みがある」と回答した方にお伺いします。直近3年度（2016～2018年度）におけるクロスアポイントメント制度の利用者数をお書きください。

※「在籍教員数」は、クロスアポイントメント制度を利用できる対象となる教員数をお書きください。

年度	理工系分野の学部・研究科のみ (複数学部・研究科の合計)	
	在籍教員数 (人)	クロスアポイントメント 制度利用者数 (人)
2016		
2017		
2018		

3. 上記「1」で「② 仕組みがない」と回答した方にお伺いします。「仕組みがない」理由としてあてはまるものを「○」で選択ください（複数回答可）。

① 該当する研究がない・研究者がいない	
② エフォート管理が手間	
③ 規程が未整備	
④ 利益相反・情報管理の問題	
⑤ 制度の内容がわからない	
⑥ その他（下記へご記入ください）	

■ リサーチアドミニストレーターの配置について

1. リサーチアドミニストレーターを配置していますか。あてはまるものを「○」で選択ください。

① 配置している	
② 配置していない	

2. 上記「1」で「② 配置していない」と回答した方にお伺いします。「配置していない」理由をお書きください。

■ 女性研究者支援について

女性研究者を支援するための取組・工夫等について、組織的に行っていることがありましたらお書きください。

■ 研究時間の確保について

研究時間を捻出するための取組・工夫等について、組織的に行っていることがありましたらお書きください。

ご回答ありがとうございました。

理工系分野の教育研究推進プロジェクト 委員名簿

(令和2年3月現在)

担当理事	擘道 佳明	上智学院	大学長
委員長	江馬 一弘	上智学院	学術研究担当副学長、理工学部教授
委員	北原 和明	関西学院	理工学部長
	岡田 英史	慶應義塾	理工学部長・理工学研究科委員長
	久保田 寿夫	明治大学	理工学部長
	奥村 幸子	日本女子大学	理学部長
	高山 茂	立命館	理工学部長
	山田 純	芝浦工業大学	理事、工学部長
	竹内 淳	早稲田大学	理工学術院長

一般社団法人日本私立大学連盟加盟大学一覧 (大学名ABC順)

(125大学 令和2年3月現在)

愛知大学	城西国際大学	★武蔵野大学	白百合女子大学
亜細亜大学	順天堂大学	武蔵野美術大学	昭和女子大学
★青山学院大学	金沢星稜大学	名古屋学院大学	園田学園女子大学
跡見学園女子大学	★関西大学	★南山大学	★創価大学
梅花女子大学	★関西学院大学	★日本大学	大正大学
★文教大学	関東学園大学	★日本女子大学	★拓殖大学
筑紫女学園大学	★関東学院大学	ノートルダム清心女子大学	天理大学
★中京大学	★慶應義塾大学	★大阪学院大学	★東邦大学
★中央大学	恵泉女学園大学	大阪医科大学	★東北学院大学
大東文化大学	敬和学園大学	大阪女学院大学	東北公益文科大学
獨協大学	神戸女学院大学	大阪薬科大学	★東海大学
獨協医科大学	神戸海星女子学院大学	大谷大学	常磐大学
★同志社大学	皇學館大学	追手門学院大学	東京医療保健大学
同志社女子大学	國學院大学	★立教大学	東京情報大学
フェリス女学院大学	国際大学	★立正大学	★東京女子大学
★福岡大学	国際武道大学	★立命館大学	東京女子医科大学
福岡女学院大学	国際基督教大学	立命館アジア太平洋大学	東京経済大学
福岡女学院看護大学	駒澤大学	★龍谷大学	★東京農業大学
★学習院大学	★甲南大学	流通科学大学	東京歯科大学
学習院女子大学	久留米大学	流通経済大学	★東洋大学
白鷗大学	共立女子大学	西武文理大学	東洋英和女学院大学
阪南大学	★京都産業大学	聖学院大学	東洋学園大学
姫路獨協大学	京都精華大学	成城大学	★豊田工業大学
広島女学院大学	★京都橘大学	聖カタリナ大学	★津田塾大学
広島修道大学	松山大学	★成蹊大学	和光大学
★法政大学	松山東雲女子大学	西南学院大学	★早稲田大学
兵庫医科大学	★明治大学	聖路加国際大学	山梨英和大学
兵庫医療大学	明治学院大学	清泉女子大学	四日市大学
★石巻専修大学	宮城学院女子大学	聖心女子大学	四日市看護医療大学
実践女子大学	桃山学院大学	仙台北百合女子大学	★九州産業大学(令和2年4月より加盟)
★上智大学	桃山学院教育大学	専修大学	
★城西大学	武蔵大学	★芝浦工業大学	

★：理工系分野の学部または研究科*を設置（設置予定を含む）する大学

*日本私立学校振興・共済事業団の区分により「理工学系」に該当する学部または研究科、並びに「理工学系」に類する教育コース等を実施する学部または研究科。



<https://www.shidairen.or.jp>

