科研費 NEWS

KAKENHI 2016年度 VOL.2

科学研究費助成事業 Grants-in-Aid for Scientific Research

科学研究費助成事業（科研費）は、大学等で行われる学術研究を支援する大変重要な研究費です。
このニュースレターでは、科研費による最近の研究成果の一部をご紹介します。

文部科学省 MINISTRY OF EDUCATION, CULTURE, SPORTS, SCIENCE AND TECHNOLOGY-JAPAN

JSPS JAPAN SOCIETY FOR THE PROMOTION OF SCIENCE 日本学術振興会

CONTENTS

1 科研費について …… 3

2 最近の研究成果トピックス

人文・社会系

日露交流史上の新事実を発掘 …… 4
埼玉大学　大学院人文社会科学研究科　教授　澤田　和彦

現代イスラーム法研究の新しい挑戦〜中東債権法の国際比較分析 …… 5
東北大学　大学院国際文化研究科　准教授　大河原　知樹

シティズンシップ教育の研究 …… 6
広島大学　大学院教育学研究科　教授　池野　範男

エッセイ「私と科研費」大阪府立大学　名誉教授　奥野　武俊 …… 7

理工系

モンスーンアジアの気候変動を探る …… 8
首都大学東京　都市環境学部　教授／気候学国際研究センター長　松本　淳

ホロー原子固体によるX線制御素子の実現 …… 9
電気通信大学　レーザー新世代研究センター　教授　米田　仁紀

光機能を示す希土類ナノ物質の開発 …… 10
北海道大学　大学院工学研究院　教授　長谷川　靖哉

多機能性を示す新しい酸化物磁性体の合成と物性 …… 11
京都大学　大学院工学研究科　教授　田中　勝久

トロイダルプラズマの運動論的統合シミュレーション …… 12
京都大学　大学院工学研究科　教授　福山　淳

エッセイ「私と科研費」九州大学　大学院工学研究院　教授　佐々木　久郎 …… 13

生物系

大陸と島で大きく異なっていたアジアの人類進化史 …… 14
国立科学博物館　人類研究部　人類史研究グループ長　海部　陽介

減数分裂の制御機構解明と動物生産への応用 …… 15
広島大学　大学院生物圏科学研究科　助教　星野　由美

魚類におけるセシウムの動態 …… 16
東京大学　大学院農学生命科学研究科　教授　金子　豊二

細胞周期と発生過程の「時の流れ」の関係を解明 …… 17
名古屋大学　大学院医学系研究科　准教授　川口　綾乃

新規パーキンソン病の原因遺伝子の発見 …… 18
順天堂大学　大学院医学研究科　老人性疾患病態・治療研究センター　准教授　舩山　学

3 科研費からの成果展開事例

高機能・高性能CMOSイメージセンサの実用化 …… 19
静岡大学　電子工学研究所　教授　川人　祥二

腫瘍をピンポイントで狙い撃ちできる、小型陽子線治療装置の開発 …… 19
北海道大学　大学院医学研究科　教授　白土　博樹

4 科研費トピックス …… 20

1 科研費について

1．科研費の概要

全国の大学や研究機関においては、様々な研究活動が行われています。科研費（科学研究費補助金/学術研究助成基金助成金）はこうした研究活動に必要な資金を研究者に助成するしくみの一つで、人文学、社会科学から自然科学までのすべての分野にわたり、基礎から応用までのあらゆる独創的・先駆的な「学術研究」を対象としています。

研究活動には、「研究者が比較的自由に行うもの」、「あらかじめ重点的に取り組む分野や目標を定めてプロジェクトとして行われるもの」、「具体的な製品開発に結びつけるためのもの」など、様々な形態があります。こうしたすべての研究活動のはじまりは、研究者の自由な発想に基づいて行われる「学術研究」にあります。科研費はすべての研究活動の基盤となる「学術研究」を幅広く支えることにより、科学の発展の種をまき芽を育てる上で、大きな役割を有しています。

2．科研費の配分

科研費は、研究者からの研究計画の申請に基づき、厳正な審査を経た上で採否が決定されます。このような研究費制度は「競争的資金」と呼ばれています。科研費は、政府全体の競争的資金の５割以上を占める我が国最大規模の競争的資金制度です。

（平成28年度予算額2,273億円（※）平成28年度助成額2,343億円）

※平成23年度から一部種目について基金化を導入したことにより、予算額（基金分）には、翌年度以降に使用する研究費が含まれることとなったため、予算額が当該年度の助成額を表さなくなったことから、予算額と助成額を並記しています。

科研費の審査は、科研費委員会で公平に行われます。研究に関する審査は、専門家である研究者相互で行うのが最も適切であるとされており、こうした仕組みはピア・レビューと呼ばれています。欧米の同様の研究費制度においても、審査はピア・レビューによって行われるのが一般的です。科研費の審査は、6,000人以上の審査委員が分担して行っています。

平成28年度には、約９万５千件の新たな申請があり、このうち約２万５千件が採択されました。何年間か継続する研究課題と含めて、約７万４千件の研究課題を支援しています。（平成28年４月現在）

3．科研費の研究成果

■研究実績

科研費で支援した研究課題やその研究実績の概要については、国立情報学研究所の科学研究費助成事業データベース（KAKEN）（https://kaken.nii.ac.jp/）により、閲覧することができます。

（参考）平成27年度検索回数　約4,830,000回

■新聞報道

科研費の支援を受けた研究者の活躍がたくさん新聞報道されています。

平成28年度（平成28年4月～平成28年6月）

4月	5月	6月
572件	501件	535件

（対象：朝日、産経、東京、日本経済、毎日、読売の６紙）

次ページ以降では、科研費による最近の研究成果の一部をご紹介します。

日露交流史上の新事実を発掘

埼玉大学　大学院人文社会科学研究科　教授
澤田　和彦
〔お問い合わせ先〕 E-MAIL：sawada@mail.saitama-u.ac.jp

研究の背景

日本とロシアの関係は、1907～1916年の４回にわたる日露協約の時期を除いて、決して順調ではありませんでした。私は江戸期から昭和期までの日露交流の歴史を、イデオロギーや国際政治、国際関係論の視点から捉えるのではなく、日本、ロシアおよび第三国の関係資料を渉猟することによって新しい事実をできる限り多く掘り起こし、〈草の根レベル〉で検討したいと考えました。

研究の成果

私は、1984年度から現在まで研究代表者として８回、研究分担者としても何度も、科研費の補助を得てきました。そのお陰で、国内の図書館、文書館はもとより、ロシア、ポーランド、チェコ、アメリカ、オーストラリア、ドイツを繰り返し訪れて国際会議で発表し、図書館や文書館で大量の資料を収集することができました。また、1995年に東京で日本人・ロシア人研究者らとともに立ち上げた「来日ロシア人研究会」は、本年10月に第100回の例会を迎え、共同論文集『異郷に生きる』シリーズ（成文社）の６冊目を公刊します。

以上の成果の一端として、私は2007年に『白系ロシア人と日本文化』（成文社）、2010年に “A Critical Biography of Bronisław Piłsudski [Preprint]”（共編、Saitama University）、2014年に『日露交流都市物語』（成文社）を上梓しました。『白系ロシア人と日本文化』は、1917年のロシア革命後に日本に亡命したロシア人の事跡と、わが国の社会と文化に与えた影響を探ったもので、本書によって博士号を取得しました。“A Critical Biography…” は、ポーランドの民族学者ブロニスワフ・ピウスツキの数奇な生涯を、ポーランド、ロシア、リトアニア、日本の研究者計13名が分担執筆でたどった、英語、ロシア語、ポーランド語の評伝です。『日露交流都市物語』は、江戸時代から昭和前半までの日露交流の歴史を、函館、小樽、米沢、東京、横浜、新潟、敦賀、大阪、神戸、長崎、ペテルブルグ、ハルビンの12の都市別にたどったものです。

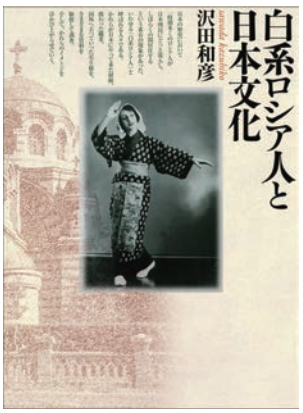
今後の展望

現在進行中の科研費プロジェクトによって、日露交流史全般の研究を引き続き進めていきます。また私個人による『ブロニスワフ・ピウスツキ評伝』を日本語で刊行すべく、準備を進めています。

関連する科研費

2007−2009年度　基盤研究（B）「ブロニスワフ・ピウスツキの評伝執筆のための実証的研究」
2010−2013年度　基盤研究（C）「近代日本とロシアの文化交流史に関する実証的研究」
2015−2018年度　基盤研究（C）「江戸期～昭和前期の日露交流史の諸問題に関する実証的研究」

国際中・東欧研究協議会ベルリン大会（2005年）にて



沢田和彦『白系ロシア人と日本文化』

沢田和彦『日露交流都市物語』

現代イスラーム法研究の新しい挑戦 ～中東債権法の国際比較分析

東北大学　大学院国際文化研究科　准教授
大河原　知樹
〔お問い合わせ先〕　E-MAIL：tomoki.okawara.c5@tohoku.ac.jp

研究の背景

近年、イスラーム金融が世界的にも注目を集め、日本の金融業界や法曹界にとって、中東や東南アジア諸国の法知識の理解が喫緊の課題となりつつあります。ただ、その前提となるべきイスラーム法の研究は、日本はもとより世界的にも遅れています。イスラーム法研究者の少なさが原因のひとつではありますが、実は、現代イスラーム法研究の方法論そのものにも問題があります。

従来は、中東諸国が19世紀以降に制定した法律は、西洋法かイスラーム法かの二分法で研究されてきました。その結果、イスラーム法に分類された法律は、古典イスラーム法学説の規定や原則をどれだけ含むのかという視点でのみ研究され、西洋法との比較という視座を欠いていたのです。

研究の成果

私たちの研究は、イスラーム法に分類された中東諸国の法律も、実は西洋法の影響を相当程度受けているのではないかという仮説を立て、その検証を試みています。研究資料として選んだ法律は、オスマン帝国が19世紀後半に制定したメジェッレ（以下、M法典）です。オスマン帝国はこの時期、商法や刑法など、西洋法をモデルとした法を制定していますが、その中で、M法典はほぼ唯一イスラーム法をもとに制定された「民法典」（内容的にはほぼ債権法）と評価されてきました。私たちは、M法典の原典であるオスマン・トルコ語に加えて、アラビア語や英仏訳、注釈書を読み解き、それが現代の中東諸国ほかの法にいかなる影響を及ぼしたかを考察しています。

現在までの分析の結果、M法典が硬直化した古典学説の法典化ではなく、時代の要請に配慮して学説を取捨選択し、かつ西洋法も意識した現代的なイスラーム債権法であったことが徐々に明らかになってきつつあります。

私たちは、中東諸国の近現代法がM法典に大きな影響を受けてきたと考えており、その実証にも努めています。おそらく、その最も新しい実例であるアラブ首長国連邦民法（1985年制定）では、売買契約の定義や保証などにM法典の影響が色濃く見られます。非西洋系の法律がこれほど広範囲に影響を及ぼしている例は今では極めてめずらしく、その点でもM法典は重要な研究対象であると言えます。

研究グループには、イスラーム法、日本民法、比較法、歴史学、地域研究などを専門とする大学の研究者や学生に加えて、現役の弁護士の方々が参加していることも大きな特徴です。これによって、法の現場に根差した意見を研究に取り入れることができています。

今後の展望

学術面では、中東諸国の法制史の再考を促し、実務面では、現代イスラーム法の特徴を明らかにした上で、これからのビジネス法モデルの１つとして提言することをめざしています。

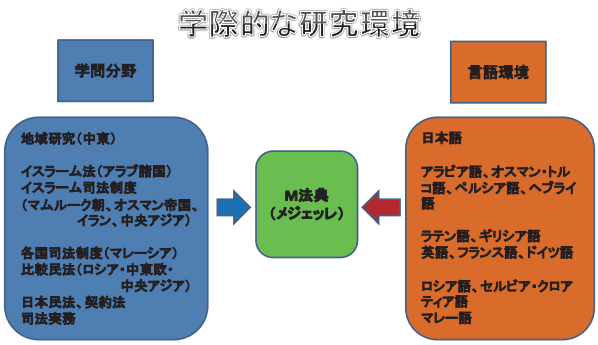
関連する科研費

2011－2013年度　基盤研究（B）「イスラーム法の近代的変容に関する基礎研究：オスマン民法典の総合的研究」
2015－2018年度　基盤研究（B）「債権法を用いた『現代中東法』のモデル化とその比較法的研究」

図１　アラビア語のオスマン民法典とその注釈書

図２　トルコ語のオスマン民法典とその注釈書

図３　オスマン民法典の各国語訳：中段右はオスマン帝国の公式フランス語訳（1888年）、左は1895年刊行の英訳（個人蔵書）、手前はロシア帝国時代に作成されたタタール語訳（磯貝真澄氏提供）



シティズンシップ教育の研究

広島大学　大学院教育学研究科　教授
池野　範男
〔お問い合わせ先〕 TEL：082-424-6799　E-MAIL：nikeno@hiroshima-u.ac.jp

研究の背景

シティズンシップという言葉は「市民権」、「市民性」などと訳されて使用されていますが、なじみがあるとはいえません。社会で個々人が必要としている資質のことです。一人ひとりが協力したり、みんなで一緒になって進めたりする必要があるでしょうが、十分とはいえません。特に若者には課題があります。若者は社会との結びつきよりも、自らの考えを優先させがちです。若者のこのような行動や態度は大人になるため、また自立する点では有効なのですが、社会人になるうえでは十分とはいえないでしょう。

研究の内容と成果

【第１期：英国シティズンシップ教育の研究】 若者の社会性育成は多くの国で課題とされてきました。20世紀末、それに対していち早く対応したのが英国でした。英国は、その対応策として、学校の教科として「シティズンシップ」を設置し、意図的に育てようとしました。そして、それに必要な要素を示しました。それが社会的道徳的責任、コミュニティへの参加、政治的リテラシー（その後、多様性とアイデンティティを付加）です。これらの要素とその構成の仕方が世界に大きく影響し、教育学や社会科学の領域で活発にシティズンシップ教育の研究が行われるようになりました。筆者たちのグループもこの一端を担い、英国関係機関の調査を通して、英国のシティズンシップ教育の現状を集約しました（写真１）。

【第２期：グローバル･スタンダードに基づく日本のシティズンシップ教育の位置と発信】 続いて、世界と日本のシティズンシップ教育の関係を研究し、グローバルな視点から見て、我が国のシティズンシップ教育を意義づけ、その成果を“Citizenship Education in Japan”（Continuum、2011）として刊行しました（写真２）。本書は、世界に日本の教育事情を体系的に説明し、日本型というシティズンシップ教育の基本形態を発信することができました。

写真１　共同研究の成果報告書（2009）

【第３期：世界のシティズンシップ教育の比較とその類型化】 世界には、多様なシティズンシップ教育が存在し、それぞれについて各研究者が研究しています。シティズンシップ教育を研究している国際学会CitizEDの第９回国際会議を筆者のグループが引き受け、東西の比較を行いました。さらに国際会議を開き、各教科、品格や徳とシティズンシップの教育を比較し、多様な類型化を図っています（写真３・４）。

今後の課題

シティズンシップ教育は学校だけでなく、社会全体の問題です。社会を構成する人々が、家族、学校（小中高校）、大学、会社、地域社会など、それぞれの社会組織に関わることが必要です。シティズンシップ教育を社会組織の構成員教育の一形態と位置づけ、学校とともに社会でもそれを具体的にどのように教育としての枠組みを構築していくかがこれからの研究課題となっています。

関連するwebサイト
http://www.hiroshima-u.ac.jp/orp/interview/IkenoNorio/
http://hiroshima-u.jp/gcdc_yr/interview_p/22_ikeno

関連する主な科研費

2005－2008年度　基盤研究（A）「我が国との比較を視点にした英国シティズンシップ教育の計画・実施・評価・改善の研究」
2009－2012年度　基盤研究（A）「グローバル・スタンダードに基づくシティズンシップ教育の評価研究」
2013－2016年度　基盤研究（A）「多様性と民主主義を視点としたシティズンシップ教育の国際比較研究」

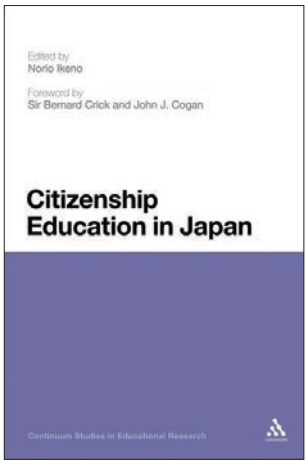


写真２　“Citizenship Education in Japan”（2011）

写真３・４　第９回CitizED国際会議（2013年東京開催）

「私と科研費」No.84 2016年1月号

「研究者を育てる科学研究費」

大阪府立大学　名誉教授　**奥野　武俊**

私は、大学に進学する時に「造船学」にあこがれて船舶工学科に進んだ。1965年、今から50年も前のことである。あの頃の日本はまだ高度成長期にあって造船業は活況の中にあり、巨大タンカーの建造が注目を集め、高校生に人気の高い学科のひとつであった。船舶工学科を有する大学は限られていることもあって、クラスメートのほとんどは当然のことながら造船会社に就職したが、たまたま船舶流体力学を専攻する研究室に配属されたことから研究が面白くなり大学院へ進むことになった。その後、博士課程にも籍を置くようになってまもなく、研究者としての心構えが出来ていないまま助手に採用され、学生と一緒に研究することを楽しむようになった。

教員という立場に立たされて、当然のことながら科学研究費補助金の申請にも関わるようになり、研究室の教授、助教授などと研究テーマの打ち合わせや書類の準備に時間を割き、テーマの選び方やそのアピール方法について考えるようになった。その頃の科研費の工学系分野には、「造船学」や「船舶抵抗・運動性能・計画」という昔ながらの言葉を使った分科・細目があった。これは、かなり昔からの工学技術に対する分類が長い間そのまま使われてきたためと思われ、造船学の他に「鉱山学」もあったように記憶する。時代の変化に応じて科研費の分科・細目を変えようという動きはあったらしいが簡単には変えられなかったと聞いた。歴史と伝統のある工学技術は研究分野の名前で学会や産業界が形成され、それが大きな力を持つようになり、科学技術政策に大きな影響を与える。私が研究者になった頃は、そのような力が強く働いていた時であったのであろう。もちろんその後、全国の大学から「船舶工学科」は無くなり、このような科研費の分科・細目は変更されて、総合工学と呼ばれる分科の中に「船舶海洋工学」という細目があるだけになっている。

当時は造船学に従事する研究者の絶対数は非常に少なかったので、機械工学や電気工学などの研究分野で科研費を応募するよりは、常識的に考えて採択の確率は高くなることが予想された。しかしながら、当時のこの種の補助金は研究者の数だけで決まるのではなく、同一研究分野における申請総数に影響されることが知られており、若い助手といえども申請できるプログラムには必ず、すべてに応募することが研究室における鉄則だった。そのために、研究室の教授等が代表となる申請手続きを手伝って分担研究者になると同時に、自分が代表になる申請書も準備しなければならなかった。若輩者がいきなり代表になる申請書を書いても採択されるはずはないと思いながら形を整えるのはなかなか大変であった。どうしてもモチベーションが上がらない。なのに、かなり大胆に研究のアピールをしなければならないのである。私にとっては、研究者になるための訓練のひとつであった。

また当時は、申請の時に何に注意すべきかなどを誰も教えてくれることはなく、公募書類を見ても、科研費の仕組みや審査の視点などはよくわからなかった。そこで、補助金事業に携わった方などが出版した、「科学研究費補助金の仕組み」などと呼ばれる本を求めて勉強した。これには、日本の科学技術政策や補助金に対する仕組みなどが解説されており、提供されているプログラムの趣旨などを知って、そこから申請書をどのような視点で書くべきかなどを考えることができた。どのような趣旨のプログラムであるかをよく考え、審査に当たるであろう方が何を期待しているかを念頭において、アピール性のある研究タイトルを考え、その研究の進め方をできるだけ分かりやすく書き、どのような結果が予想されるかなどについて、決められたページいっぱいに書くことなどは、そこで得られたものであった。今考えれば当たり前のことであるが、当時の私にとっては、科研費の申請書を書くことは、研究者としての心構えや研究を進めるための方法に関する教育を受けているようなものであった。そんなことがあったためであろうか、比較的若い時から科研費の共同研究者になることは当然のこととして、代表としても採択されることも多く、同年代の他の研究分野の友人からは羨望の言葉をかけられた。そんな時、“研究者の少ない分野に応募すればいい”と冗談交じりに応えたが、それは正しくない言葉であった。最初から諦めて応募しない友人に対する皮肉であった。私にはそれなりに努力した結果であるとの自負もあったのである。

もともと造船学は、機械系の基礎学問である材料、構造、流体、運動、制御、生産、設計などに関する多くの学問をシステムとして統合するものであり、学会や学科の研究仲間には狭い研究分野に固守するよりも他分野の研究と融合することを好む雰囲気があった。そのような環境で育ったことがひとつの要因になったと思われるが、私の研究は流体力学に関するものでありながら、可視化画像計測や海洋環境に拡張されて、それらが採用されて研究を進めることができた。これは、「造船」というカテゴリーの中では画像計測や海洋環境を試みることは少なく、ユニークさをアピール出来たことなどが、採択につながる要因のひとつになったのだと思われる。

研究テーマは、決して科研費の採択のために選ぶことは無く、個人の学問的興味や社会の必要性などを考えて決めるのが常識的と思うが、結果的に申請する分野の中でのユニークさを出すためには、他の学問分野との融合や応用を考えることは有効であろう。最近は学問の細分化が進んで非常に高度になっているので、異分野を融合する学際的な研究が重要になっていると思われるが、そのような研究に古くから関われたのは幸いであった。研究課題をシステムとしてとらえて、俯瞰的な視点から解決策を考えることや、それを他の人に分かりやすく説明して理解してもらう力は、造船と言う分野に身を置いたことと、科研費の申請によって得られたことが多かったように思う。科学研究費の制度や仕組みは国の科学技術政策を大きく左右しているが、当然のことながらそれに関わる研究者も育てる役割を持っている。その恩恵を受けたことを感謝したい。

「私と科研費」は、日本学術振興会HP: http://www.jsps.go.jp/j-grantsinaid/29_essay/index.html に掲載しているものを転載したものです。

モンスーンアジアの気候変動を探る

首都大学東京　都市環境学部　教授／気候学国際研究センター長
松本　淳
〔お問い合わせ先〕 TEL：042-677-1111　E-MAIL：jun@tmu.ac.jp

研究の背景

地球温暖化をはじめとする気候変動の問題が、社会的にも大きな関心を持たれています。私たちが住むモンスーンアジア地域では、雨季の開始や終了、雨季の降水量や降雨強度の変化が、農業や洪水災害などの観点から重要で、これらの研究には長期の気候データが必要です。しかし、発展途上国が多い東南アジアの国々では、気候データは公開されておらず、さらに植民地時代の気候データがデジタル化されていないため、利用できるデータが限られ、気候変動の理解が遅れています。

研究の成果

現地の気象機関を訪問して日降水量などの気候資料を入手して解析した結果、東南アジアにおける降雨強度の広域的変化を初めて明らかにしました（図１）。ベトナムの中南部では、降水強度が増加傾向にあるのに対し、北部では減少傾向にあり、同じ東南アジアでも場所によって傾向が大きく違っています。これは1950年代以降のデータによる結果ですが、フランス領時代のベトナムの日降水量データの掘り起こしとデジタル化によるデータレスキューを行った結果、1950年代以前にも豪雨が多かった年があるなど、より長期間での変化傾向は必ずしも同じではないことがわかってきました。他にも、日本の占領時代や旧英領インドなどのデータレスキューも進めています。現地を訪問しての気象資料の探索や入手、現地研究者との共同研究には偶然の出会いも多く、自由度が高い科研費には大いに助けられています。

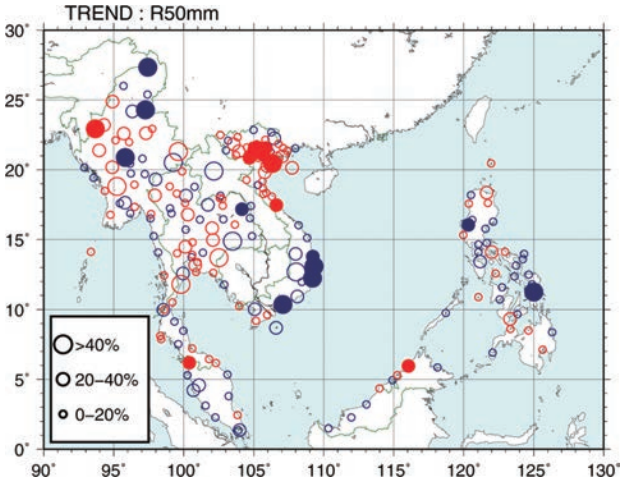


図１　東南アジアにおける日降水量50mmを超える豪雨日の20世紀後半での長期変化傾向。
青が増加傾向、赤が減少傾向を示す。
（Endo, N., Matsumoto, J., Tun Lwin, 2009, SOLA, 5, 168-171）

今後の展望

研究の過程で、インド、中国、ネパール、フィリピン、ベトナムなどの研究者や気象局の人たちと知り合い、共同研究を進めてきました。気候データのデジタル化は、データの事後チェックにも十分な時間が必要で、たいへん地味な作業ですが、データ完成時には未知の気候変動を解明できる可能性を秘めており、新しい発見が期待できます。今後もできるだけ多くのデータを掘り起こしてデジタル化して、現地の研究者とも共同研究を続け、豪雨や渇水などの事前予測をはじめ気候予測モデルの検証に活用して、現地の防災や気候変動対策にも貢献できる基礎資料を提示していきたいと思っています。

関連する科研費

2014−2018年度　基盤研究（S）「過去120年間におけるアジアモンスーン変動の解明」
2011−2013年度　基盤研究（A）「モンスーンアジアの降水強度の長期変化」
2008−2010年度　基盤研究（A）「データレスキューによる20世紀におけるアジアモンスーン気候の復元」

ホロー原子固体による X線制御素子の実現

電気通信大学　レーザー新世代研究センター　教授
米田　仁紀
〔お問い合わせ先〕 E-MAIL：yoneda@ils.uec.ac.jp

研究の背景

2009年に米国でX線自由電子レーザー（以下、XFEL）が発振し、その新しい光を使った新しい物質状態の研究が始まりました。私たちは、XFELによって内殻電子が選択的に励起された固体を使って新しいX線能動光学ができると考え、極端紫外自由電子レーザーを使った実験や詳細物理モデルの構築などの準備を行ってきました。2011年に、日本でXFEL-SACLAが発振すると同時に、具体的な素子の原理の実証実験に着手しました。

研究の成果

この研究での成果は以下の４点です。

①可飽和吸収を初めて達成：SACLAでは10^{20}W/cm^{2}というこれまでに比べ数桁高いX線レーザー場を実現しました。このレーザーの波長をK殻電子の励起エネルギー程度に調整し、同時に透過スペクトルを測定しました。その結果、エネルギーが高く透過力の強い硬X線領域で、物質が光を吸収できなくなり透明化するという「可飽和吸収現象」を初めて観測しました。XFEL照射によって、未照射状態より１桁高い透過率に変化させることができました（図１）。変化時間は0.4fsと見積もられ、超高速な「X線スイッチ」が実現できたことになります。

②光学導波路を物質内に生成：可飽和吸収の透過X線波面が変化していることから、固体内のXFELが照射された領域だけX線の屈折率が変わり、硬X線でも「導波」できることがわかりました。

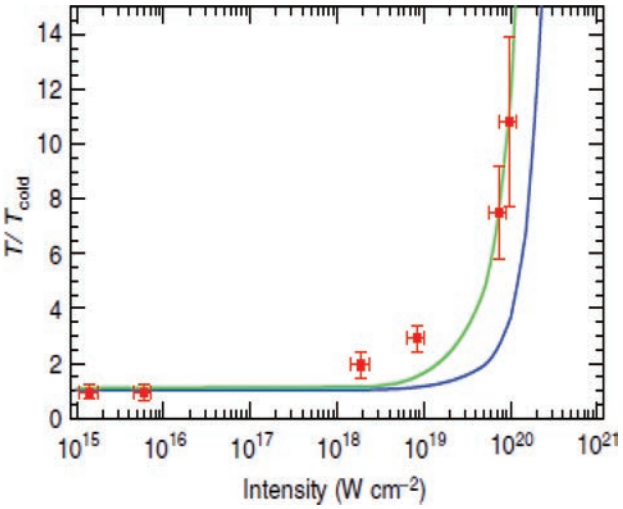


図１　硬X線領域で初めて観測された可飽和吸収現象。入射強度を増加させると、理論モデルで予測される５×10^{19}W/cm^{2}を超えると大幅な透過率変化が可能なことが分かった。
赤点：実験データ、緑線および青線はそれぞれ、X線が照射した後にK殻にあいた穴が埋まる時間を0.5fs、2fsとした場合の計算値。

③世界最短波長の原子準位レーザーを実現：ターゲット原子のK殻電子が励起する波長にXFELを合わせ、高強度で照射すると、K殻電子が１つだけ励起し、そこにできた空孔にL殻電子が脱励起する「緩和」が起こります。このうち、放射を伴う1s-2p(Kα線）の放射遷移に対して、レーザーを発振させることに成功しました。原子内の軌道電子のエネルギー差を利用して発振させるレーザーのことを原子準位レーザーいいます。

④誘導放出過程を使って最内殻電子準位間遷移の分岐比や制御を実現：２色化したXFELで電子を励起させるとともに、シード光を入射させて条件を最適化することで、わずか13%の分岐比しかないKα2遷移でレーザー発振ができることがわかりました。これによって、最内殻の電子準位でも、十分強い共鳴光があれば準位間の遷移を制御できることが、初めて明らかになりました。

今後の展望

以上のように、硬X線領域で初めて、可飽和吸収や光導波路、原子準位レーザー（利得）、原子遷移制御が可能になり、当初提案していたすべての能動光学素子の実証に成功しました。このような素子を組み合わせることによって、近い将来、硬X線レーザーでも新しい硬X線フォトニクスが実現できると考えています。

関連する科研費

2013−2015年度　基盤研究（A）「超高強度X線場を用いたホロー原子固体状態の研究」

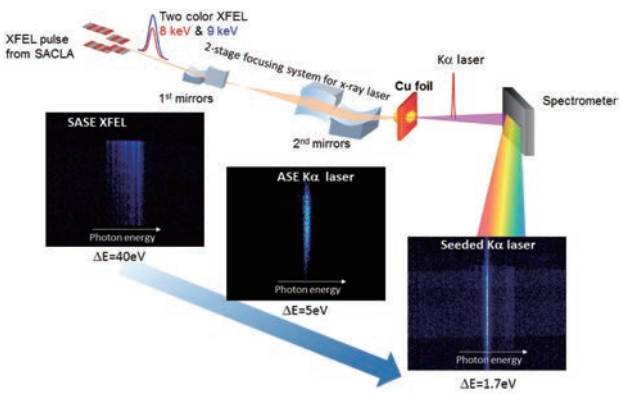


図２　XFEL励起X線レーザーのSACLA集光システム、計測系の概念図。同時に分光器で得られたスペクトルを表示してある。通常XFELがSASEモードと呼ばれる動作モードで発振しているが、その時のスペクトルは40eV程度の幅でランダムにピーク位置が変わる状態であった。CuのKαレーザーが実現し、そのバンド幅が5eVまで短縮された。ここにさらにシード化を行うことで、1.7eVの線幅の光を発生できることがわかった。

光機能を示す希土類ナノ物質の開発

北海道大学　大学院工学研究院　教授
長谷川　靖哉
〔お問い合わせ先〕 TEL：011-706-7114, E-MAIL：hasegaway@eng.hokudai.ac.jp

研究の背景

21世紀における光科学および光技術の発展は目覚ましいものがあります。現代の光科学技術をさらに発展させるためには、光の持つ特性を自在に操る光機能物質の学術研究が鍵と考えられます。21世紀の社会を切り開く新しい光機能物質の研究を行うため、私はこれまで希土類元素に注目してきました。

希土類は医療・加工用レーザーや強磁石の基盤元素として知られており、その特筆すべき性能は希土類がもつ「f軌道」に由来します。このf軌道の科学は主に物理学および電子工学分野などで展開されてきました。しかし、f軌道の光機能を支配する配位子場効果はあまり知られておらず、遷移金属のd軌道に比べて未解明な部分が多く見られます。私は錯体光化学の視点から、f軌道の光機能に関する解明・機能化を行ってきました。

研究の成果

希土類の光機能を最大に引き出すため、 新しい分子設計理論（振動抑制理論、発光加速理論）を考案・導入し、これまで不可能とされてきた希土類錯体の強発光化に成功しました。また、強発光性の希土類錯体を用いた先端光機能物質（レーザー材料、EL材料、光メモリ材料、円偏光発光材料など）も報告し、近年では希土類元素を組み込んだ新型発光体「希土類元素ブロック高分子」の開発にも成功しました（図1）。

さらに、光情報を伝達制御できる物質の創成を目的として、高効率な光情報通信を可能にする新しい半導体「希土類ナノ結晶」を世界に先駆けて合成しました。その結晶を量子サイズ化および磁気構造最適化することで、f軌道に基づく巨大な光磁気効果の発現（図2）を達成しました。本研究は光情報通信用のアイソレーター素子や新しい光メモリ材料として注目されています。

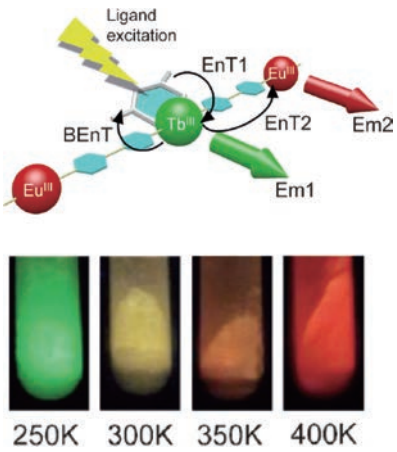


図1　温度センシング機能を示す希土類錯体ポリマー（カメレオン発光体）とその発光の様子

今後の展望

ここまで光機能を発現する「希土類ナノ物質」を積極的に解明・構築し、ナノ物質化学における新分野の開拓を行ってきました。これからも希土類の学術研究の未解明なテーマを明らかにし、得られた研究成果を光電子産業分野（ディスプレイや照明など）やセキュリティー（発光印刷）およびエネルギー分野（太陽電池）などへ応用展開していきたいと考えています。今後も光機能を示す希土類ナノ物質の基礎研究を続け、社会に役立つ学術研究へと発展させることを目指します。

関連する科研費

2014−2017年度　基盤研究（B）「希土類半導体へのナノ磁気格子導入による光磁気特性増大」
2012−2016年度　新学術領域研究（研究領域提案型）「磁性金属元素ブロックの三次元空間制御による新機能性高分子の創成」

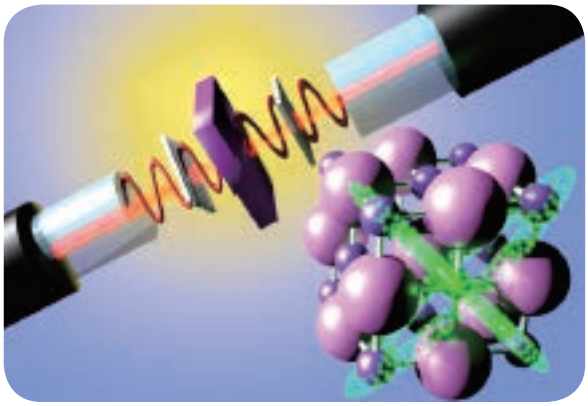


図2　光情報を制御する希土類ナノ結晶

多機能性を示す新しい酸化物磁性体の合成と物性

京都大学　大学院工学研究科　教授
田中　勝久
〔お問い合わせ先〕 E-MAIL：tanaka@dipole7.kuic.kyoto-u.ac.jp

研究の背景

酸化物磁性体は私たちの日常生活に不可欠な物質であり、永久磁石、磁気記録、高周波コイル、光アイソレーターなど、様々な材料やデバイスとして使われています。近年は磁気的な特性のみならず電気伝導、誘電性、光物性など異なる特性を持ち合せた酸化物磁性体の探索が盛んです。たとえば、スピンの状態を制御した電子や正孔を利用する省電力のトランジスター、スピンと誘電分極（正電荷と負電荷の分離）をともに活かす高密度記録材料、磁性体を透過する光の変調を用いたホログラフィーなど、酸化物磁性体に関わる新しいテクノロジーが着実に進歩しています。そのため、新規な多機能磁性酸化物を見いだすことは非常に重要な課題です。

研究の成果

今回、私たちは気相合成や高温高圧での固相反応を用いて、新しい多機能酸化物磁性体を合成することに成功しました。気相合成では、薄膜成長の土台となる基板（板状の単結晶やガラス）と薄膜の間に働くひずみや応力を活用するとともに、準安定な固相の凍結が容易であることを利用しました。そして、従来の方法では得られない、体積膨張を伴ったEuTiO$_3$、高濃度のNbが添加されたEu(Ti,Nb)O$_3$、アモルファスEuTiO$_3$およびEu$_2$TiO$_4$を合成しました。安定相のEuTiO$_3$結晶が反強磁性（磁気モーメントが反平行に並ぶ、図１）であるにもかかわらず、これらはいずれも強磁性体（磁気モーメントがすべて同じ方向を向く、図１）となることを見いだし、特にEuTiO$_3$結晶では体積が増えるほど強磁性が安定化することを実験（図２）と理論によって明らかにしました。また、Eu(Ti,Nb)O$_3$では磁気抵抗効果が現れ、アモルファスEuTiO$_3$およびEu$_2$TiO$_4$は大きな磁気光学効果を示すことを見いだし、これらが多機能磁性体であることを実証しました。さらに、理論計算を展開して、EuTiO$_3$やEu(Ti,Nb)O$_3$と類似の結晶構造を持つEuZrO$_3$、EuHfO$_3$、EuSiO$_3$の準安定相も強磁性になることを予測しました。

続いて、高温高圧の固相反応で合成したLiNbO$_3$型構造のScFeO$_3$やInFeO$_3$が、高い磁気転移温度と大きな誘電分極を持つマルチフェロイクス（強磁性と強誘電性が共存する物質）の一種であることを明らかにしました。

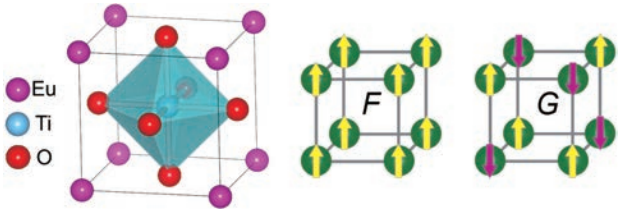


図１　EuTiO$_3$の結晶構造と磁気構造。矢印はEu^{2+}の磁気モーメントの向き。*F*、*G*は、強磁性、G型反強磁性を表す。

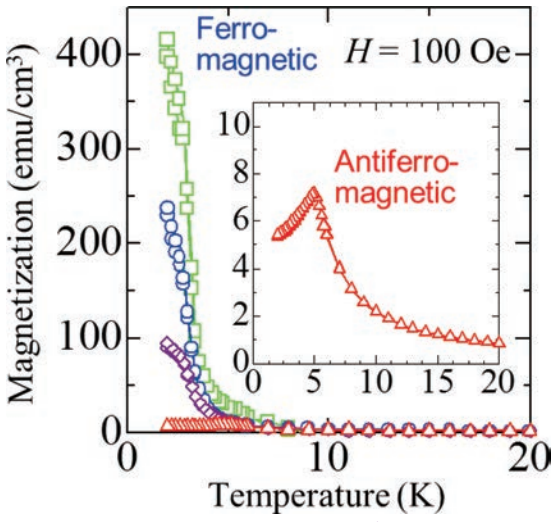


図２　EuTiO$_3$の安定相（△）と薄膜（□、○、◇）の磁化の温度依存性。安定相は反強磁性で薄膜は強磁性。また、EuTiO$_3$薄膜の体積が大きいほど磁化は高い。

今後の展望

酸化物が磁性を持つためには上記のFeやEuのような遷移元素が含まれる必要があります。しかし、結晶構造、元素の組み合わせ、準安定相の多様性を考えると、ここで対象とした多機能磁性酸化物は無限に存在すると言っても過言ではありません。さらに新しい物質探索を進めると同時に、これまでに得られた多機能磁性酸化物を実用的な材料に展開することを試みたいと考えています。

関連する科研費

2007−2009年度　基盤研究（B）「酸化物磁性薄膜の創製とスピン工学への応用」
2010−2012年度　基盤研究（B）「精密に構造制御した酸化物磁性体薄膜の合成とスピン機能の創出」
2013−2016年度　基盤研究（A）「準安定酸化物薄膜の合成とスピン機能の創出」

トロイダルプラズマの運動論的統合シミュレーション

京都大学　大学院工学研究科　教授
福山　淳
〔お問い合わせ先〕 E-MAIL：fukuyama.atsushi.3e@kyoto-u.ac.jp

研究の背景

太陽のエネルギー源である核融合反応を地球上で実現し、持続的なエネルギー源にするための研究が進められています。核融合反応は、無尽蔵に近い燃料資源が存在し、環境の大きな負荷になる有害物質を発生しないという特徴がありますが、エネルギー源にするためには、高温の電離気体（プラズマ）を閉じ込め、１億℃まで加熱することが必要です。そのための有力な手段として、磁場を用いてドーナツ型のトロイダルプラズマを形成し、外部から粒子ビームや電磁波で加熱する方式の研究が進展し、国際協力により国際熱核融合実験炉（ITER）の建設が進められています。ITERの建設に伴い、炉心プラズマのふるまいをあらかじめ予測するための、統合シミュレーションコードの開発が急務になっています。特に外部からの加熱や核融合反応によって生成する高速の電子やイオンは、加熱効率だけでなく、閉じ込め性能やプラズマ形状の安定性にも大きな影響を与えるため、正確な記述が求められていました。

研究の成果

炉心プラズマにおける高速粒子のふるまいをより正確に記述するため、プラズマの密度や温度の時間発展を記述する従来の解析とは異なる、各粒子種の速度分布関数（速度空間２次元・実空間１次元）の時間発展解析に基づく運動論的統合シミュレーションコードが開発されました。図１に示すように、速度分布関数の時間発展解析が、プラズマの形状を定める電磁流体平衡、プラズマの急激な変形を引き起こす巨視的安定性、加熱・電流駆動・燃料供給の外部入力などの解析モジュールと組み合わされ、データを交換することによって、自己無撞着な（つじつまのあう）炉心プラズマ統合シミュレーションが実行されます。

ITERプラズマにおいて、電子、外部から加熱された燃料イオン（重水素と三重水素）、そして核融合反応により生成したヘリウムイオン（α粒子）の速度分布関数の径方向依存性を図２に示します。各粒子種間のクーロン衝突によるエネルギー緩和や小半径方向の乱流輸送を含めた解析により、高速イオンの空間拡散係数のエネルギー依存性が、核融合出力パワーに大きな影響を与えることが初めて示されました。

今後の展望

速度分布関数解析を並列処理により高精度化し、燃焼プラズマへの立ち上げやプラズマ消滅時の逃走電子生成などのシミュレーションが実現しつつあります。また、高速イオンが低周波数不安定性に及ぼす影響の解析も進んでいます。これらの解析を組み合わせた運動論的統合シミュレーションの結果を、トロイダルプラズマ実験や第一原理的シミュレーションの結果と比較検証することによって、より精度の高い性能予測や効率的な運転シナリオの開発への貢献が期待されます。

関連する科研費

2008−2012年度　基盤研究（S）「トロイダルプラズマの運動論的統合シミュレーションコードの開発」
2014−2016年度　基盤研究（B）「トカマクプラズマにおける高速イオン駆動低周波不安定性の運動論的解析」

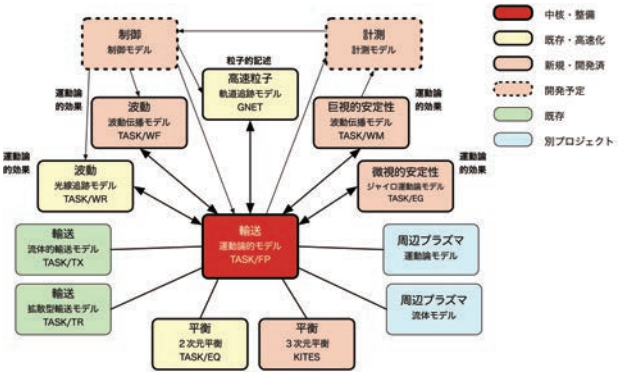


図１　運動論的統合シミュレーションコードの構成

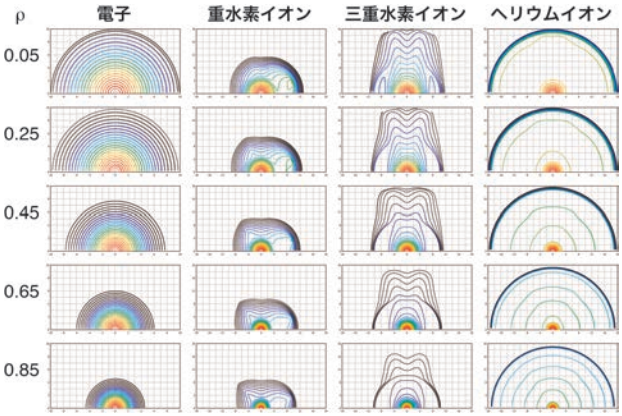


図２　各粒子種の速度分布関数（等高線表示）の規格化小半径ρ依存性

「エネルギー資源と二酸化炭素削減について」

九州大学　大学院工学研究院　地球資源システム工学部門　**佐々木　久郎**

私が大学院修士課程に入学したのは1979年で、大学院学生として実験に明け暮れていた時期から既に30年以上経過しており、その頃のことを含めることに逡巡もあるが、ご容赦いただきたい。大学院修了後は、乱流拡散や地下の多孔質流動などの熱・物質伝達を含む複雑系の流れやエネルギー資源の生産に関わる研究を手掛けてきた。この間、熱・流体分野の研究手法は大きく変化し、例えば、流れの実験ではPIV流体計測（Particle Image Velocimetry）などが、数値解析では数値流体力学（Computational Fluid Dynamics, CFD）シミュレーションソフトウェアがコンピュータの急速な性能向上と共に利用できるようになり、研究ツールの高度化とその成果には目を見張るものがある。

大学院生のときの研究では、解析プログラムや実験装置は概ね自分で設計し、装置なども研究室の技術職員の方に手伝ってもらって製作した。実験装置の構造や精度などもいわば「肌感覚」で理解し、変更や改造の積み重ねによって新たな方向や測定項目の追加、測定精度の向上を手探りした記憶がある。このように書けば、一見「きれい」な研究プロセスのように見えるが、現実は失敗も多く「床を這う」苦しさを味わったことも事実であるため、現在の学生にストレートに伝えることに正直なところ躊躇している。

いま、研究資金が潤沢な研究プロジェクトであれば、高度な測定装置や商業解析ソフトウェアを利用でき、「マニュアル」に沿った測定や数値解析が可能となっていることで、大学院学生も初期段階から、例えばナノレベルの先端研究などにも参画することができる。また、数値解析ではカラーインデックスで３次元画像として結果が表示され、手間のかかる実験を実施しなくとも何らかの結果が得られるので、研究成果が短期間に終結できる場合も多くなっている。一方、これらの研究では測定装置や解析手法の内部が「ブラックボックス」化し、測定や解析結果の適否の判断が難しくなっていることもあり、学生が結果を「鵜呑み」にしてしまうことや新たに思いついた内容を反映させようとしても変更や改造が簡単にできないことも多く、ジレンマがある。さらに、大学の技術職員が減少していることで研究室に導入した装置やソフトウェアを継続して維持することが難しくなりつつある状況も運営上の悩みとなっている。

1990年頃から取り組んだ主要な研究テーマは、炭化水素エネルギー資源の生産と二酸化炭素利用・地中貯留に関するものである。とくに、石炭、重質油、天然ガスなどの化石燃料資源を地下から採掘し、その燃焼ガスが大気中に蓄積され温暖化の誘因になっているということが1990年頃から指摘されるようになったため、エネルギー資源と二酸化炭素利用を含めた地中貯留などの挙動解析や全体システムの評価などの研究を実施してきた。現在では、二酸化炭素などの温暖化ガス削減は、日本のみならず世界が協力して取組むべき重要課題として浮上しており、フランス・パリで2015年12月に開催された国連気候変動枠組条約第21回締約国会議（COP21）において、2020年以降の世界的な温暖化対策の枠組みが議論され、合意がなされた。すなわち、二酸化炭素などの温暖化ガス大気放出量の削減対策は「待ったなし」で推進しなければならない政策課題となっているが、その解決と実現のためには科学技術によって解決すべき課題も多く含まれている。とくに、「南北間格差」や二酸化炭素の排出量が多い「石炭」が象徴的なせめぎ合いの対象となっている。石炭火力発電所などの大規模排出源での二酸化炭素の分離・回収と元々賦存していた地下への固定や貯留を組合せる CCUS（Carbon Capture Utilization & Storage）あるいは CCS（Carbon Capture & Geological Storage）と呼んでいるシステムを経済的に実現できれば、エネルギー供給と温暖化防止の両面で貢献できる。また、地球上における大気と海洋、土壌や地下との炭素循環バランスをこれ以上崩さないために二酸化炭素の地中貯留は必要な措置の１つである。これらの課題に対する各国の開発競争も次第に激しくなっており、日本の科学技術の積極的貢献が期待されている。

このような、人類が直面する課題の科学的検証を伴う研究は、申請課題の内容に制限がなく、研究者による「ピアレビュー」と「倫理的運用」を基本とする競争的資金である「科研費」は、日本の他の研究費に比較して最も理想に近い形で運営されていると感じている。産業界からの研究資金とは異なる「学術的な自由度」の許容が、多くの研究者の努力によって維持・発展してきたことが理由であると推測する。研究に参画する大学院学生などにとっても外部への成果公表についての制限を基本的に受けないことから、「科研費」が大学の基盤的研究と教育を支えていることを実感している。

私も、2003年９月～2006年３月までの２年半、学術システム研究センターの専門研究員として、工学とくに総合工学分野の業務に携わった。総合工学には、地下、大気、海洋、地球、資源や核エネルギーなど広範な科学技術分野が包含されるため、ともすると社会からのニーズはあっても産業界のニーズが十分とはいえず、若手人材育成が滞ることへの危機感が大きくなっていた時期であった。そのため、地球温暖化問題は、まさに社会科学を含めた学際的な研究を必要とする課題であるが、とくに総合工学が担うべき内容が多いことを、この分野への提言とキーワード等に含めさせていただいた。

地球や地下などの「見えない対象」を観察・把握し、課題に挑戦する若手研究者の適切な育成と支援は、産業、地域、国などの個別の利益に留まらない地球温暖化問題解決の基盤である。最後に、若手研究者や大学院学生には、「マニュアル」に頼らない「手作り」の研究が、新たなブレークスルーに繋がる可能性を持つことを伝えたい。

平成27年度に実施している研究テーマ：
「低品位炭の自然発火防止に関わる海外オンサイト試験」（基盤研究（B））
「高圧雰囲気中における石炭の急速加熱による燃焼およびガス化特性の迅速測定」（挑戦的萌芽研究）

大陸と島で大きく異なっていたアジアの人類進化史

国立科学博物館　人類研究部　人類史研究グループ長
海部　陽介
〔お問い合わせ先〕 E-MAIL：kaifu@kahaku.go.jp

研究の背景

ダーウィン以降150年にわたる研究により、猿人から原人、旧人、新人（ホモ・サピエンス）へ至る人類進化の大筋が解明されつつあります。一方で、近年、アジア大陸の辺縁部では、それとは全く異なる歴史が刻まれていたことが明らかになり、大きな注目を集めています。そこで私は、氷期の海水準変動の中で大陸と接続・分断を繰り返したインドネシア西部と台湾、そしてずっと孤立した島であり続けたインドネシアのフローレス島の原人化石について、詳細な形態比較解析を進めることにしました。

研究の成果

フローレス原人（図１、２）：身長１メートルで脳サイズは300万年以上前の猿人なみという小型の原人が、約５万年前までこの島で生きていたことがわかり、世界を驚かせたのは2003年のことでした。頭骨・歯化石の詳細な研究を担当した私のグループは、この小型原人は身長1.65メートルほどのジャワ原人（あるいはその関連集団）から劇的な矮小化（わいしょうか）をとげたらしいこと、脳サイズ縮小の大部分は身体サイズの縮小で説明できることなどを、高精度のデータによって示してきました。さらに、同島で新たに発見された化石の解析を担当し、そのような矮小化が70万年前までに起こっていたことを示す論文をNature誌に発表し、世界で600以上の記事として紹介されました。

ジャワ原人（インドネシア西部）：フローレス島の近隣ながら大陸とも接続・分断を繰り返していたジャワ島の原人についても、特に脳サイズの精密な測定を行っています。ジャワ原人では100万年間に脳がしだいに増大していきますが、これはフローレス原人の脳縮小と対照的です。

台湾の原人（図３）：台湾沖海底から漁網にかかって引き上げられた原人の化石について、2015年に報告しました。極端に頑丈な下あごと歯を備え、既知のどの原人グループとも異なるこの化石は、アジアに“第４の原人グループ”がいたことを示唆しています。国内はもちろん、CNNニュースになるなど国際的にも広く報道されました。

図1　フローレス原人（左）と現代人（右：縄文人）の頭骨。青い部分は新発見の70万年前の化石に相当する部位で、この時点までに小型化が進行していたことが判明した。

今後の展望

島では原人の極端な小型化が生じましたが、大陸では辺縁部も含めてそのような傾向はうかがえないことが見えてきました。一方、アジア大陸の原人と言えば、20世紀には北京原人とジャワ原人しか知られていませんでした。しかし、台湾の原人などの新しい発見が示唆するように、実際には大陸での人類進化史もかなり複雑だったことが見えてきました。

関連する科研費

2012−2016年度　基盤研究（A）「辺縁の人類史：アジア島嶼域におけるユニークな人類進化をさぐる」

図2　国立科学博物館に展示されているフローレス原人の実物大復元像。

図3　ジャワ原人（左）、北京原人（右）と比較した台湾の原人の下顎骨（中央）

減数分裂の制御機構解明と動物生産への応用

広島大学　大学院生物圏科学研究科　助教
星野　由美
（お問い合わせ先）　TEL：082-424-4213（研究室）　E-MAIL：hoshimi@hiroshima-u.ac.jp

研究の背景

哺乳動物の卵子は、卵巣内で形成され、減数分裂を行いながら受精可能なステージ（第二減数分裂中期）まで成熟し、排卵されます（図１）。しかしながら、近年、加齢などの要因から成熟の途中で減数分裂が停止し、受精に至らない事例が数多く報告されています。しかし、実際に若齢マウスから採取した卵子を体外で培養すると、ノンストップで第二減数分裂中期まで進行するため、成熟過程で減数分裂が停止する現象を体外で再現し、その原因を特定することは容易ではありません。卵子の成熟過程において重要なのは、減数分裂で染色体が正しい数に分配されることであり、そのためには、染色体の分配装置である紡錘体が正しく機能しなければなりません。生殖細胞である卵子における紡錘体の形成・維持のメカニズムは体細胞とは大きく異なります。減数分裂が途中で停止する原因を明らかにするためには、まず、減数分裂時における紡錘体の形成や染色体の分配（極体の放出）メカニズムを解明する必要があります。

研究の成果

卵子の減数分裂に関わる鍵因子の探索を目的として、マウスの卵子を用いたこれまでの研究において、AktとmTORの２分子が、紡錘体の形成や染色体の分配、さらに減数分裂を完了させる際に重要な役割を果たしていることを見出しました（図２）。AktとmTORは、セリン／スレオニンキナーゼと呼ばれるタンパク質で、リン酸化すると活性化し、機能を発揮します。これまでに私たちは、AktとmTORが、卵子では分裂中期の紡錘体上または紡錘体極に局在し、リン酸化される部位により、特有の機能を発揮し、その絶妙なバランスが紡錘体の形成や染色体の分配（極体の放出）の制御に深く関わっていることを明らかにしてきました。このAktとmTORの卵子内での局在や、ユニークな活性化の機序は卵子に特異的なものであり、また減数分裂に特異的な制御機構と言えます。

今後の展望

未成熟な卵子を体外に取り出して成熟させる技術（体外成熟培養）は、動物生産や生殖補助医療などの領域で広く利用されています。体外で受精可能な卵子を獲得できるようになった今、減数分裂の制御機構を正しく理解することは、受精・発生能力の高い卵子を効率よく生産・選別するための技術開発に直結する重要課題です。この研究をさらに展開することにより、卵子の体外操作技術の発展につなげていきたいと考えています。

関連する科研費

2014−2016年度　若手研究（A）「第一減数分裂中期停止の発生機序の解明と染色体異常のない卵子の獲得」

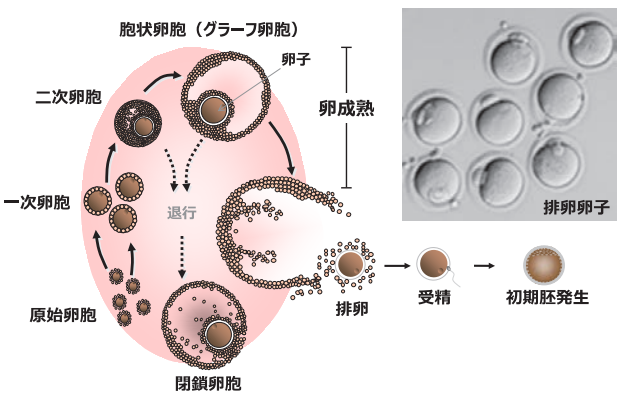


図１　卵巣内における卵子の形成と成熟の概要
卵巣内には数十万個の卵子が存在しますが、その多くは形成・成熟（減数分裂）の過程で死滅してしまうため、排卵されて受精のチャンスを獲得できるのは0.1%以下のごく僅かな卵子です。

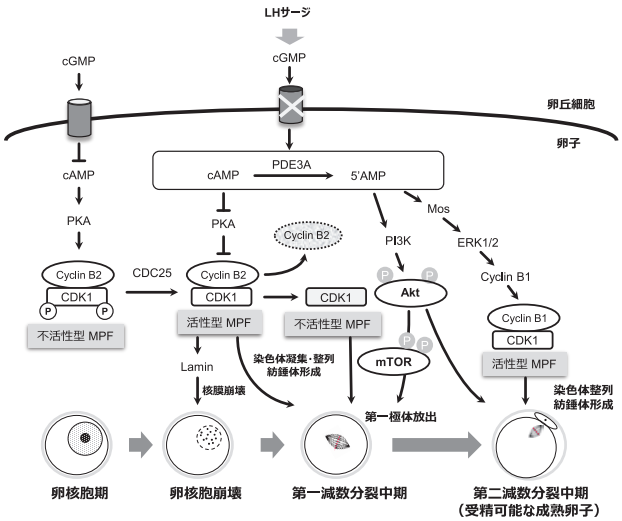


図２　マウスの卵成熟を制御するメカニズム
卵子は、核と細胞質の成熟を伴って受精可能な状態まで成熟します。卵成熟は、とても複雑なメカニズムによって制御されていますが、ここでは核の成熟（紡錘体形成や染色体分配）に関わる機序の一部を示しています。

魚類におけるセシウムの動態

東京大学　大学院農学生命科学研究科　教授
金子　豊二
〔お問い合わせ先〕 E-MAIL：kaneko31@marine.fs.a.u-tokyo.ac.jp

研究の背景

東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所の事故により、多量の放射性物質が環境中に放出されました。放射性物質による汚染は陸域ばかりでなく、河川・湖沼や海洋といった水圏にも及び、そこに生息する水生動物に甚大な影響を及ぼしました。中でも放射性セシウムによる水生動物の汚染は、周辺の水産業に大きな打撃を与えました。しかし、セシウムによる汚染やその除染のメカニズムに関する知見は乏しいのが現状です。そもそも、セシウムは生体を構成する元素ではありませんが、ひとたび体内に取り込まれると同じアルカリ金属に属するカリウムと同じように挙動します。そのため、体内におけるセシウムの動態を知るには、カリウム代謝を理解する必要があります。

研究の成果

淡水魚でも海水魚でも血液のカリウム濃度はおよそ4 mMに維持されていますが、これは海水のカリウム濃度（10mM）よりも低い値です。そのため、海水魚では体内にカリウムが流入する傾向にあり、過剰となったカリウムを常に排出しなければなりません。私たちの魚類浸透圧調節に関する研究により、浸透圧調節に関わる鰓の塩類細胞がカリウム/セシウム代謝においても重要な役割を果たしていることが明らかとなりました。まず、①テトラフェニルホウ酸という試薬がカリウムと反応し沈殿を生じる現象を利用して、塩類細胞が魚類の主要なカリウム排出の場であることが示されました（図1A）。また、②塩類細胞でカリウム排出に関わるイオン輸送体の同定に成功し（図1B）、③その分子機構を解明しました（図2）。さらに、④実験的にセシウムを投与した魚で、鰓の塩類細胞はカリウム排出機構を介してセシウムも排出することが証明されました（図2）。

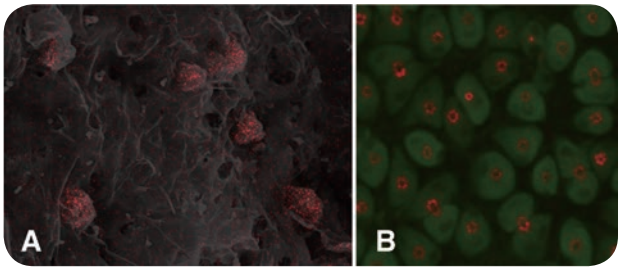


図1　A. テトラフェニルホウ酸とカリウムが反応して生じた鰓表面の沈殿。赤い点はカリウムの存在を示す。B. 塩類細胞（緑）の頂端部に発現するカリウムチャネルROMK(赤)。塩類細胞の外界に接する細胞膜上にカリウムを通す穴（ROMK）が存在し、そこを通して体内のカリウムが排出される。

今後の展望

海水魚が放射性セシウムに汚染される主な経路として、体表（主に鰓）からの受動的な流入に加え、飲水と摂餌が挙げられます。飲水や摂餌により腸管内に入ったセシウムは、カリウムと同じ経路で体内に取り込まれます。一方、淡水魚は水を飲まないうえ、環境水中のカリウム濃度が低いので、体表からの受動的なカリウム/セシウムの流入も少なくなります。そのため、カリウム/セシウムの代謝回転（取り込みと排出の速度）は海水魚に比べて遅く、放射性セシウムの生物学的半減期は一般に淡水魚の方が海水魚よりも長くなります。今後、魚類ばかりでなく広く水産動物全般におけるカリウムやセシウムの動態をより深く理解することで、その成果が汚染・除染メカニズムの全貌の解明と除染効率を高める技術の開発につながるものと期待されます。

関連する科研費

2010−2013年度　基盤研究（A）「魚類の浸透圧調節機構の解明とその実践的展開」
2014−2018年度　基盤研究（A）「魚類の浸透圧調節研究の基盤拡充とセシウム除染技術の確立」

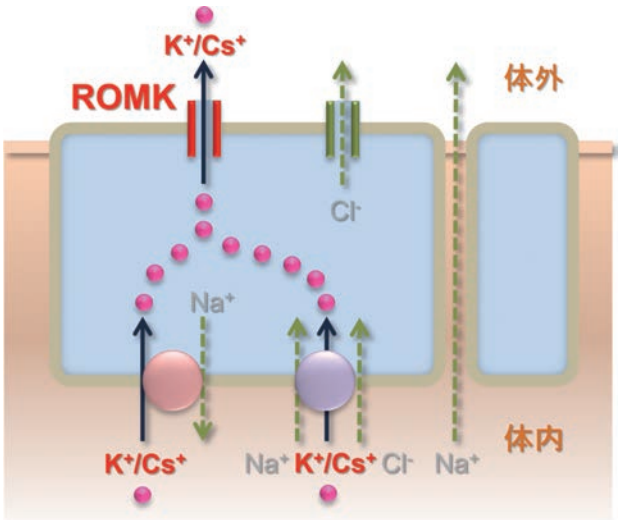


図2　塩類細胞におけるカリウム/セシウム排出の分子モデル。塩類細胞の細胞膜上に分布する種々の輸送体タンパクによって塩類の輸送が行われるが、中でも外界に接する細胞膜上に発現するROMKがカリウム排出の中心的な役割を果たす。

細胞周期と発生過程の「時の流れ」の関係を解明

名古屋大学　大学院医学系研究科　准教授
川口　綾乃
〔お問い合わせ先〕 名古屋大学　大学院医学系研究科　細胞生物学分野
TEL：052-744-2030　E-MAIL：akawa@med.nagoya-u.ac.jp

研究の背景

哺乳類の大脳が発生する過程では、神経前駆細胞とよばれる未分化な細胞が分裂を繰り返し、発生時期に応じた種々のニューロンが生じます。この神経前駆細胞は、発生の時期が進むにつれて、ふるまいを変化させます。まず、自分自身を増やす増殖性の分裂から、ニューロンなどの分化細胞を生み出す分裂を行うように変化し、生じるニューロンは、発生初期には下層ニューロン、後期には上層ニューロンになります。このような発生の時期に応じたふるまいの変化を説明する、すなわち、神経前駆細胞が発生時刻を知るための「タイマー」のしくみはよくわかっていません。これまでは、細胞周期の進行度合いや細胞分裂の回数をカウントしているのではないかと漠然と考えられていました。

研究の成果

実際に細胞周期の進行を止めると、神経前駆細胞の発生時刻に応じた変化はどうなるのでしょうか。私たちは、まず、発生時刻の異なる個々のマウスの神経前駆細胞の遺伝子発現を解析し、前駆細胞の分化状態には関係なく、発生時刻の進行に伴って発現レベルが変化する「時間軸遺伝子」を見つけました。次に、発生途中のマウスの脳の中で神経前駆細胞の未分化性を維持しながら、細胞周期の進行を止めたところ、驚いたことに、これら「時間軸遺伝子」の発現は、発生時刻の進行に伴って、引き続き変化していることがわかりました。また、細胞周期を一定期間停止させた後に、停止を解除すると、神経前駆細胞は正しい発生の時刻に応じたタイプのニューロンへ分化することも観察されました(図)。これらの結果から、細胞周期の進行を止めても、神経前駆細胞の中で発生時刻を刻むタイマーは進んでいることがわかりました。さらに、単一の神経前駆細胞の培養実験の結果などから、個々の神経前駆細胞の中にある仕組みと細胞外からの調整が協調して、発生時期に応じた正しい神経前駆細胞のふるまいを決めていることが明らかになりました。

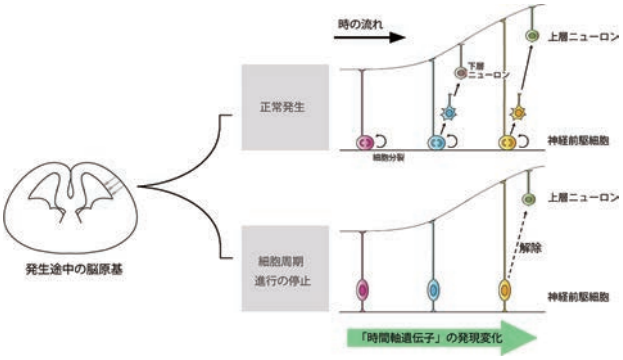


図　未分化性を維持しながら神経前駆細胞の細胞周期の進行を止めても、発生の時刻に合わせて神経前駆細胞の性質は変化する。

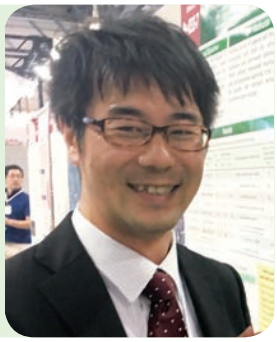
今後の展望

これらの研究は、細胞周期の進行と、発生による「時の流れ」の関係という基本的な生物学的疑問に答えるものです。また、本研究で得られた前駆細胞の遺伝子発現情報は、神経前駆細胞から特定の種類の細胞が生じる機構の解明に役立つことが期待されます。今後は、「タイマー」の実態と、細胞外からの調整の具体的な仕組みを明らかにしたいと考えています。

関連する科研費

2010−2012年度　基盤研究（C）「発生期の脳組織中で神経幹細胞の維持と分化を制御する機構の解明」
2011−2012年度　新学術領域研究　(研究領域提案型)「発生時期による神経幹細胞の分裂パターンの変化を制御する機構の解明」
2013−2016年度　基盤研究（C）「神経幹細胞の分化に際し速やかに発現変動する遺伝子の脳組織形成への関与」

新規パーキンソン病の原因遺伝子の発見



順天堂大学　大学院医学研究科　老人性疾患病態・治療研究センター　准教授
舩山　学
〔お問い合わせ先〕 TEL：03-3813-3111（代表） E-MAIL：funayama@juntendo.ac.jp

研究の背景

パーキンソン病は50～60代に発症することの多い、手足のふるえや動きづらさなどの症状が進行する原因不明の神経難病です。患者は全国に16万人以上いますが、いまのところ根本治療法はありません。患者の10人に１人は親から子へ病気が遺伝する遺伝性パーキンソン病です。また、遺伝歴がなく突発的に発病する孤発型と遺伝型のパーキンソン病には共通点があり、遺伝性パーキンソン病の原因究明は、遺伝性パーキンソン病患者のみならず、患者の大多数を占める孤発型パーキンソン病の原因解明や治療への応用につながると期待されています。これまで18種類の遺伝性パーキンソン病の発症原因遺伝子が報告されていますが、実際にはこれらの遺伝子に異常がみつかる患者はわずか２割程度にすぎません。いまだわかっていない遺伝性パーキンソン病患者の原因遺伝子を同定することが、原因解明と新規治療への応用につながると考え、本研究を進めました。

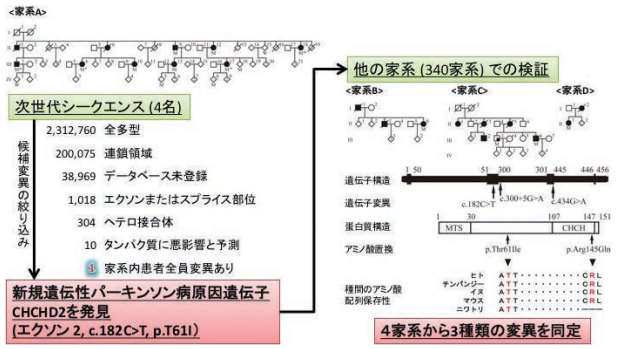


図１　新規遺伝性パーキンソン病原因遺伝子CHCHD2の発見
本研究の成果により４家系から３種類のCHCHD2遺伝子変異を同定した。

図２　CHCHD2はミトコンドリアに局在する
ミトコンドリアの電子顕微鏡像にCHCHD2（黒点）が集積しているのがわかる。

研究の成果

遺伝性パーキンソン病の大家系（家系A）から患者８人と非発症者５人を診察し、DNAを採取しました。８人の患者のうち４人のDNAについて次世代シークエンサーを使って遺伝子配列を調べた結果、CHCHD2遺伝子の182番目の塩基がシトシンからチミンに置換されているという遺伝子変異を発見しました。さらに、この家系とは別の３家系（家系B～D）のパーキンソン病患者からもCHCHD2の遺伝子変異が見つかりました（図１）。また、一般的な孤発型パーキンソン病患者と健常対象者のCHCHD2遺伝子配列を比べた結果、患者では特定の遺伝子多型を持つ割合が多く、この遺伝子多型を持っているとパーキンソン病を2.5～4.7倍発症しやすいことが明らかになりました。

今後の展望

これまでの研究からCHCHD２遺伝子はミトコンドリアに存在し、その機能を調節していることがわかっています（図２）。一方、孤発型パーキンソン病でもミトコンドリアの機能異常が発症原因の１つと考えられています。今回の発見により、パーキンソン病の遺伝型と孤発型にはミトコンドリアに関わる共通メカニズムが存在する可能性が示されました。今後、CHCHD２遺伝子の変異によって起こったミトコンドリアの機能異常などの病的な状態が、どのようにパーキンソン病における神経細胞死につながるのかを細胞モデルや動物モデル、パーキンソン病患者由来のiPS細胞などを使って詳しく調べる予定です。

関連する科研費

2011－2012年度　新学術領域研究（研究領域提案型）「エクソーム解析による新規パーキンソン病原因遺伝子の単離」
2013－2014年度　新学術領域研究（研究領域提案型）「新規パーキンソン病・本態性振戦原因遺伝子のゲノム解析と分子病態解析」

高機能・高性能CMOSイメージセンサの実用化

静岡大学　電子工学研究所　教授　川人　祥二
［お問い合わせ先］　電子工学研究所　川人・香川・安富研究室　E-MAIL：idloffice@idl.rie.shizuoka.ac.jp

科学研究費助成事業（科研費）

- サイクリックパイプラインA/D変換に基づく超高速ディジタルイメージセンサの研究（2001-2002　特定領域研究）
- 適応量子化相関多重サンプリングに基づくフォトンカウンティング超高感度撮像（2004-2006　基盤研究（A））
- 極端明暗撮像を可能にするフォトンカウンティング撮像デバイスに関する研究（2007-2009　基盤研究（A））

文部科学省　知的クラスター創成事業「広ダイナミックレンジCMOS イメージセンサ開発」（2002-2006）、「超高感度非冷却CMOSイメージセンサ」（2007-2009）、地域イノベーションクラスタープログラム「高機能・高性能CMOSイメージセンサの開発」（2010）、地域イノベーション戦略支援プログラム「同上」（2011）
科学技術振興機構　研究成果最適展開支援プログラム（A－STEP）実用化挑戦タイプ（中小・ベンチャー開発）「超高感度高速度イメージセンサ」（2009-2011）

カメラのイメージセンサにはCCDとCMOSの２種類の方式がある。CMOSイメージセンサは、センサであると同時に集積回路でもあるため、撮像に必要な機能回路をセンサと一体集積化でき、高い機能性をもったイメージセンサが実現できる。その高い機能性は高性能化にも寄与し、CCDイメージセンサが主流の時代には実現が困難であった高性能なイメージセンサが実現可能である。

CMOSイメージセンサで高感度、広ダイナミックレンジ、高速度の撮影を実現するため、「相関多重サンプリング」、「サイクリックパイプラインA／D　（アナログ／デジタル）変換」等の技術開発に取り組み、速度とノイズと電力のバランス調整に独自の工夫を施した。さらに、確立した技術を実用化するために、大学発ベンチャーとして（株）ブルックマンテクノロジを設立した（2006年）。

2段転送によりグローバル電子シャッター使用時のリセットノイズの除去に成功。また、相関多重サンプリングと折り返し積分A／D変換技術によって0.1ルクス（月明かり程度）でも被写体の色と動きを鮮明にとらえられ、かつ極端に明暗差の大きいシーンもしっかり撮影できる超高感度のCMOSイメージセンサを開発した。

これら技術を用いたCMOSイメージセンサは、現在、監視カメラや自動車の衝突試験用高速カメラ等に利用されている。また、8Kフルスペックスーパーハイビジョン用イメージセンサの開発にも成功し、既にサンプル出荷が進められている。

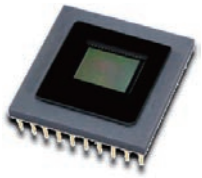


図１　BT130C
超高感度イメージセンサ（1.3M画素、読出しノイズ～1e-、DR >80dB）
製品化：2012～

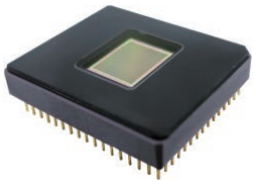


図２　BT130A
超高速イメージセンサ（1.3M画素、2000fps、グローバルシャッタ）
製品化：2012～

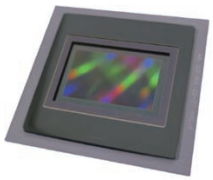


図３　BT3300N
8Kスーパーハイビジョン用イメージセンサ（スーパー35mm光学フォーマット、33M画素、120fps）
サンプル出荷：2015.12～

腫瘍をピンポイントで狙い撃ちできる、小型陽子線治療装置の開発

北海道大学　大学院医学研究科　教授　白土　博樹
［お問い合わせ先］　放射線医学分野　医局　E-MAIL：medsec@med.hokudai.ac.jp

科学研究費助成事業（科研費）

- 動体追跡照射法（1997–1998　基盤研究（B））
- 複雑系放射線治療効果シミュレーションシステムの開発（2003–2005　基盤研究（B））
- 4次元定位放射線治療の基礎（2005–2009　特定領域研究）
- 相互作用放射線治療（2006–2008　基盤研究（A））
- 動体追跡医科学研究（2009–2012　基盤研究（A））

科学技術振興調整費　先端融合領域イノベーション創出拠点形成プログラム「未来創薬・医療イノベーション拠点形成」（2006–2015）
内閣府　最先端研究開発支援（FIRST）プログラム「持続的発展を見据えた分子追跡放射線治療装置の開発」（2009–2013）
日本医療研究開発機構 橋渡し研究加速ネットワークプログラム「能動的スキャンニング陽子線治療の臨床でのPOCの取得と陽子線治療の保険収載」（2014–2016）

放射線によるがん治療法のひとつである陽子線照射治療は、線量を腫瘍に集中させやすいことから、治療に伴う痛みがほとんどなく、身体の機能と形態を維持しつつ治療できる方法として注目されてきた。しかしながら、呼吸などによって位置が変わる部位の腫瘍には、効果的に使うことが難しいという課題があった。

この問題を解決するため、腫瘍の近くに埋め込んだ金粒子（マーカー）の位置をX線透視画像で自動的に把握し、予定した位置に来た時にピンポイントで陽子線を照射する「動体追跡技術」を開発し、ターゲットとする腫瘍に高精度で放射線を照射することを可能にした。

さらに、走査電磁石を使って小径の陽子線を制御する「スポットスキャニング照射法」を採用することで、陽子線をつくり出す加速器や、任意の方向から陽子線を照射する回転ガントリーの小型化を実現し、陽子線治療装置の普及のネックであった広大な設置用地を従来の7割程度に抑えることができた。

このような装置の小型化により設置面積が減少し、陽子線治療施設を病院の敷地内で建設しやすくなった。既に国内外の病院で導入されつつあり、陽子線治療を含めたがん治療のトータルケアに大きく貢献している。

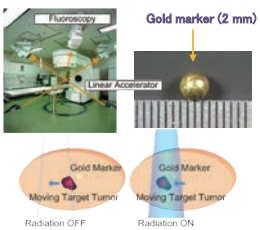


図1　（左上）初代動体追跡X線治療装置（右上）体内留置用金マーカー（下）動体追跡照射法の基本原理

図２　FIRSTで開発した世界初の動体追跡スポットスキャン陽子線治療装置と北海道大学病院陽子線治療センター

平成29年度科学研究費助成事業を公募

平成29年度の科学研究費助成事業について、次の研究種目の募集を開始しました。

文部科学省取扱い分

「新学術領域研究（※）」「特別研究促進費」
※「国際活動支援班」の公募を含む。

日本学術振興会取扱い分

「特別推進研究」「基盤研究」「挑戦的研究」「若手研究」「研究成果公開促進費」

公募内容、応募手続きについては、それぞれの公募要領をご覧ください。
●文部科学省科学研究費助成事業ホームページ
http://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/hojyo/main5_a5.htm
●日本学術振興会科学研究費助成事業ホームページ
http://www.jsps.go.jp/j-grantsinaid/index.html

「挑戦的研究（開拓・萌芽）」を公募

「挑戦的萌芽研究」を発展的に見直した新たな研究種目として、「挑戦的研究（開拓）」「挑戦的研究（萌芽）」の公募を開始しました。

公募内容、応募手続きについては、公募要領をご覧ください。
●日本学術振興会科学研究費助成事業ホームページ
http://www.jsps.go.jp/j-grantsinaid/index.html

「国際共同研究加速基金（帰国発展研究）」を公募

海外の研究機関等において優れた研究実績を重ねた、独立した研究者（PI：Principal Investigator）が日本に帰国後すぐに研究を開始できるよう、研究費を支援する「国際共同研究加速基金（帰国発展研究）」について、平成28年度の募集を開始しました。

「国際共同研究加速基金（帰国発展研究）」は日本国外の研究機関に所属する日本人研究者が日本の研究機関を介さずに直接応募することとなっております。公募内容、応募手続については、公募要領をご覧ください。

日本の研究機関におかれましても、研究機関間のネットワークや海外関係機関等を通じて、可能な範囲で、関係者への周知をお願いいたします。

●日本学術振興会科学研究費助成事業国際共同研究加速基金ホームページ
https://www.jsps.go.jp/j-grantsinaid/35_kokusai/index.html

平成29年度概算要求の公表

文部科学省の平成29年度概算要求が公表されています。

科研費の概算要求額は、平成28年度予算額と比べ、164億円増の2,437億円です。基盤研究種目の助成水準の確保しつつ、学術の枠組みの変革を志向した挑戦的な研究や若手研究者等の独立に係る重点支援等を要求しています。

●平成29年度文部科学省 概算要求等の発表資料一覧（８月）
http://www.mext.go.jp/a_menu/yosan/h29/1376627.htm

平成28年度科研費の交付内定（６月１日以降）について

「科研費NEWS　2016年度VOL.1」で平成28年５月31日現在の交付内定状況についてお知らせしたところですが、それ以降、以下の研究種目について交付内定を行いました。

「新学術領域研究（研究領域提案型）の新規の研究領域（※）」

※「国際活動支援班」に応募した研究領域への交付内定を含む。

「基盤研究（B・C）の特設分野研究（新規）」

「研究活動スタート支援（新規）」

「特別研究員奨励費（第２回）」

平成28年度科学研究費助成事業（科研費）の採択課題を公表しました。

平成28年度科学研究費助成事業（科研費）の採択課題については、国立情報学研究所の科学研究費助成事業データベースで公開しています。

科学研究費助成事業データベースでは、過去の研究実績や研究成果の概要も公開しています。（採択課題については昭和40年度分から、研究実績や研究成果の概要については昭和60年度分からのデータを収録しています。）

詳細については、以下のホームページをご覧ください。

国立情報学研究所の科学研究費助成事業データベース　https://kaken.nii.ac.jp/

科研費FAQの更新、科研費パンフレット、科研費ハンドブック（研究者用・研究機関用）2016年度版を発行しました。

文部科学省及び日本学術振興会では、科学研究費助成事業をよりよくご理解いただくために、科研費FAQのホームページへの掲載、科研費パンフレット、科研費ハンドブック（研究者用・研究機関用）を発行しています。

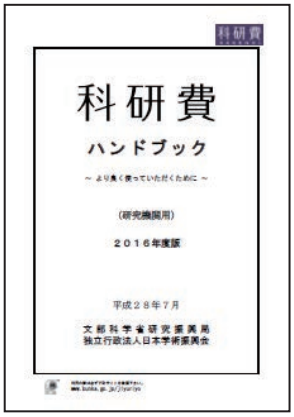
この度、科研費FAQの更新、パンフレット、ハンドブックの2016年度版を発行しました。

以下のホームページより閲覧可能となっていますので、ご活用ください。

科研費FAQ　http://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/hojyo/faq/1306984.htm
科研費パンフレット　http://www.jsps.go.jp/j-grantsinaid/24_pamph/index.html
科研費ハンドブック　http://www.jsps.go.jp/j-grantsinaid/15_hand/index.html

科研費パンフレット

科研費ハンドブック(研究者用)



科研費ハンドブック(研究機関用)

平成28年度ひらめき☆ときめきサイエンス推進賞を授与しました。

「ひらめき☆ときめきサイエンス」とは、大学や研究機関で「科研費」により行われている最先端の研究成果に、小学校５・６年生、中学生、高校生が、直に見る、聞く、触れることで、科学のおもしろさを感じてもらうプログラムです。

継続的に本プログラムを実施し、我が国の将来を担う子どもたちの科学する心を育み知的好奇心の向上に大きく貢献した研究者を讃えるとともに、科研費による研究成果を積極的に社会・国民に発信することを奨励するため、日本学術振興会研究成果の社会還元・普及事業推進委員会で選定した20名の研究者に対し、ひらめき☆ときめきサイエンス推進賞を授与しました。

詳細については、以下のホームページをご覧ください。

「ひらめき☆ときめきサイエンス」のホームページ　https://www.jsps.go.jp/hirameki/index.html
平成28年度ひらめき☆ときめきサイエンス推進賞の授与について　https://www.jsps.go.jp/hirameki/10_suisin.html

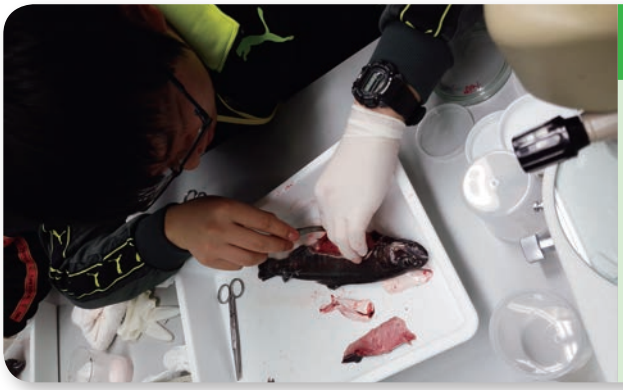
小・中・高校生のための
プログラム

ひらめき☆ときめきサイエンス
～ようこそ大学の研究室へ～

KAKENHI

「ひらめき☆ときめきサイエンス」とは、大学や研究機関で「科研費」により行われている最先端の研究成果に、小学校５・６年生、中学生、高校生の皆さんが、直に見る、聞く、触れることで、科学のおもしろさを感じてもらうプログラムです。

○平成27年度に実施されたプログラムの事例紹介



『挑戦！イクラをさかなにしてみよう！』

山羽　悦郎（北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター・教授）

魚をすくって採卵・採精・受精を行ったり、魚を解剖したりして、魚の生命のつながりや内臓の構造について学びました

『目で見る音と振動 ～エレキギターを作って、音響工学の基礎を学ぼう～』

髙橋　義典（東京都立産業技術高等専門学校・ものづくり工学科・准教授）

エレキギターを作ったり、作ったギターをコンピューターに接続して音響信号処理をしたりして、音響工学について学びました。

『現場の血液（血痕）から犯人を絞り込むには～法医鑑識科学体験～』

藤原　純子（島根大学・医学部・助教）

血痕から犯人を絞り込む科学捜査（法医鑑識）を実際に体験し、また、これらの手法がいかに他分野にも役立つのかを学びました。

平成28年度も、多くの体験プログラムを実施しています。
「ひらめき☆ときめきサイエンス」の詳細は、日本学術振興会「ひらめき☆ときめきサイエンス」ホームページ（https://www.jsps.go.jp/hirameki/index.html）をご覧ください。

ひら☆とき　検索

科研費
KAKENHI

【科研費に関するお問い合わせ先】

文部科学省　研究振興局　学術研究助成課
〒100-8959 東京都千代田区霞が関3-2-2
TEL. 03-5253-4111（代）
Webアドレス　http://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/hojyo/main5_a5.htm

独立行政法人日本学術振興会　研究事業部　研究助成企画課、研究助成第一課、研究助成第二課
〒102-0083 東京都千代田区麹町5-3-1
TEL. 03-3263-0964, 4796, 0976, 1431
Webアドレス　http://www.jsps.go.jp/j-grantsinaid/index.html

【科研費 NEWS に関するお問い合わせ先】
日本学術振興会　研究事業部　研究事業課 (03-3263-1738)