

科研費

KAKENHI

NEWS

2017年度 VOL.1

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

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	インドにおける都市・農村の長期変動に関する研究 4 東京大学 大学院人文社会系研究科 教授 水島 司
	ウィトゲンシュタインの哲学を形態学として解き明かす 5 専修大学 文学部 准教授 古田 徹也
	日本三大玉露生産地における世代更新の軌跡とライフコースの変容 6 和洋女子大学 家政学群 教授 佐藤 宏子

エッセイ「私と科研費」 岡山大学 名誉教授 伊藤 英司 7

理工系	数値相対論による重力波源の研究 8 京都大学 基礎物理学研究所 教授 柴田 大
	酵素の誤作動を化学の視点から理解し物質変換に利用する 9 名古屋大学 大学院理学研究科 准教授 荘司 長三
	キラルプレステッド酸触媒の開発と不斉触媒反応への展開 10 学習院大学 理学部 教授 秋山 隆彦
	機械工学を基盤とした人類進化研究 11 慶應義塾大学 理工学部 教授 荻原 直道
	分散協調理論の研究：多様なモデルと問題の中に原理を探して 12 九州大学 大学院システム情報科学研究所 准教授 山内 由紀子

エッセイ「私と科研費」 京都大学 人文科学研究所 教授 竹沢 泰子 13

生物系	膜輸送体の作動機構の構造基盤の解明 14 東京大学 大学院理学系研究科 教授 濡木 理
	生態系の連結性が生物多様性に与える影響 15 北海道大学 大学院農学研究院 教授 中村 太士
	子宮内膜症発症機序における炎症、免疫、エストロゲン産生の相互作用 16 東京大学 大学院医学系研究科 教授 大須賀 穰
	皮膚バリア機構の解明 17 慶應義塾大学 医学部 准教授 久保 亮治
	発癌シグナルによる癌抑制遺伝子のジーン・サイレンシング機構 18 東京大学 医科学研究所 教授 武川 睦寛

エッセイ「私と科研費」 お茶の水女子大学 名誉教授 今野 美智子 19
東京大学 名誉教授/国立極地研究所 特任教授 近藤 豊 20

3 科研費からの成果展開事例

ICTを活用した孤立防止と生活支援型コミュニティづくり 21 岩手県立大学 社会福祉学部 教授 小川 晃子
エネルギー問題の解決に貢献する超低損失ナノ結晶軟磁性材料の開発・実用化 21 東北大学 未来科学技術共同研究センター 教授 牧野 彰宏

4 科研費トピックス 22

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割強を占める我が国最大規模の競争的資金制度です。

（平成29年度予算額2,284億円）

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、7,000人以上の審査委員が分担して行っています。

平成29年度には、約7万9千件の新たな申請があり、このうち約2万2千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7万3千件の研究課題を支援しています。（平成29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28年度検索回数 約9,720,000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29年3月）

4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
572件	501件	535件	521件	454件	557件	568件	499件	582件	566件	553件	602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。➡

インドにおける都市・農村の 長期変動に関する研究

東京大学 大学院人文社会系研究科 教授

水島 司

(お問い合わせ先) E-MAIL : zushima2010@gmail.com



研究の背景

インドは、目覚ましい変化を遂げ始めました。高度経済成長が続き、21世紀はインドが牽引するとの予測さえあります。確かに、今日の空港やデパートの様子は、かつてのインドからは想像もできません。人々の暮らしも大きく変わったように見えます。評価も一変し、旧習の象徴とされたカースト制が、経済発展をもたらす要因だとの議論すら出てきています。その一方で、貧困率は高く、女性の平均身長も一向に伸びず、階層間の格差も縮まっていないのです。

いったい何がどう変化しているのか、インドはどのような社会になっていくのかを解明することは、21世紀の世界を構想していく上で極めて重要なことです。この課題に、長期変化と短期変化、マクロとミクロの視点を重ねて取り組もうとしたのが、本研究でした。

研究の成果

研究では、GIS(地理情報システム)を共通の手法としました。GISとは、情報を空間に埋め込み、時間的変化や地域的差異を可視化する手法です。インドは膨大な人口と複雑な地域差を有しており、平均値では実態が見えません。さまざまな差異を把握するには、GISが極めて有効です。

研究は、基本地図の作成から始めました。内外から、5000枚近い地図を入手し、90万件以上の地名に位置情

報を与えました。また、資料にある地名との照合のために、表記が異なっても検索できるシステムを構築し、India Place Finderとしてウェブで公開しました。収録地名数はグーグルの2倍近くあり、最強のシステムとして世界の研究者に利用されています。

この成果は、『激動のインド』(全5巻、『変動のゆくえ』、『環境と開発』、『経済成長のダイナミズム』、『農業と農村』、『暮らしの変化と社会変動』)として、日本経済評論社から出版されました。GISが可能にした長期変動と地域間格差の解明、都市と農村が溶融現象を起こしながら変化している状況を究明しています。

今後の展望

本研究では、大英図書館などにあるインド植民地期の資料も大量に収集しました。今後、GISとの組み合わせで、研究をさらに進めていきます。研究成果は国際会議で発信していますし、英語の論集もイギリスの出版社から刊行されます。本研究は、日本のインド研究を一気に国際的なレベルに引き上げ、それにより世界の研究をリードしていく基盤になるものと考えています。

関連する科研費

2015-2017年度 基盤研究 (B) 「インド都市史の研究」

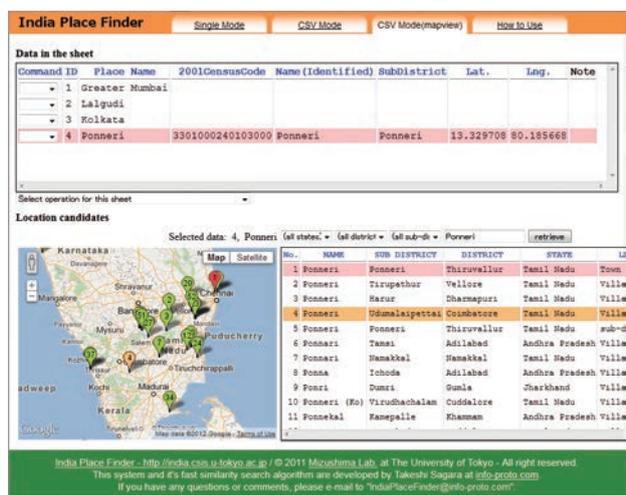


図1 India Place Finderのイメージ図

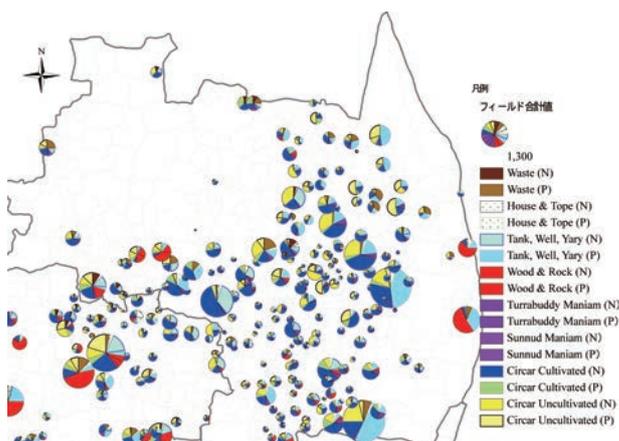


図2 1801年の村落記録からGISを用いて作成した土地利用図

ウィトゲンシュタインの哲学を 形態学として解き明かす

専修大学 文学部 准教授

古田 徹也

(お問い合わせ先) E-MAIL: furuta@isc.senshu-u.ac.jp



研究の背景

ルートウィヒ・ウィトゲンシュタイン (1889～1951) は、現代の哲学を代表する人物の一人ですが、「純粋に抽象的な問題を扱う英語圏の言語哲学者・論理学者」というイメージが流布しています。しかし、この捉え方は極めて偏ったものです。もっと多面的な文脈の下に置かなければ、彼の議論の中身やその意義を十分に理解することはできません。

本研究では、この認識を出発点に、文化や啓蒙という観点からウィトゲンシュタイン哲学を描き直すことを試みてきました。とりわけ、彼がゲーテ以来のドイツ語圏の学問的・文学的伝統を批判的に継承している点を明確にしていく作業が、本研究の中心になっています。

研究の成果

ウィトゲンシュタインは、ゲーテの形態学の中身とその意義を深く理解し、一面ではその方法論を受け入れています。ただし、他面ではその本質主義的な側面やステイティックな枠組みを拒否して、私たちの言語的活動の複雑性やダイナミズムを捉えようと試みています。本研究ではその内実を、先行研究との比較も交えながら解明しました。

その成果の一部は、前年度、論文「形態学としてのウィトゲンシュタイン——ゲーテとの比較において」として公にし、『これからのウィトゲンシュタイン——刷新と応用のための14篇』(荒畑靖宏・山田圭一・古田徹也編

著、リベルタス出版、2016年) に収録しました。また、同年度にはウィトゲンシュタインの最晩年の遺稿集である『ラスト・ライティングス』(古田徹也訳、講談社、2016年) も刊行しましたが、この訳書の至るところにも、本研究の成果が反映されています。

今後の展望

現在は、本研究で浮かび上がってきた「ウィトゲンシュタイン的形態学」の方法論を、現実の具体的な諸問題に応用する研究を進めています。彼は自らの形態学について、人々をいわば「精神的痙攣^{けいれん}」から解き放つ役割があると強調しています。その啓蒙的な役割の要点は、人々の言語使用が硬直化して不自由に陥っていることを指摘し、言葉が本来もつ柔軟かつ創造的な可能性を提示してみせることにあります。そうした彼の議論を通して、「言葉を使うことによって思考し、行為し、生活する」という、人間の有り様にとって根本的な特徴となるものを捉え直し、私たちの言語的活動自体をより豊かなものに発展させる手掛かりが見つかるはずです。

関連する科研費

2013-2014年度 研究活動スタート支援「文化と啓蒙の観点を軸とするウィトゲンシュタインの倫理学の解明」

2015-2017年度 若手研究(B)「形態学としてのウィトゲンシュタイン哲学の解明」



2016年12月に開催したシンポジウム「これからのウィトゲンシュタイン——刷新と応用」の一幕



公刊した研究成果(論集『これからのウィトゲンシュタイン』、訳書『ラスト・ライティングス』)

日本三大玉露生産地における 世代更新の軌跡とライフコースの変容

和洋女子大学 家政学群 教授

佐藤 宏子

(お問い合わせ先) TEL: 047-371-2437 E-MAIL: h-sato@wayo.ac.jp



研究の背景

高齢期の家族に関する研究は、高齢社会を迎えて膨大な数に上っていますが、その多くは都市の高齢者と家族、高齢者介護に関する研究で、農業不振や後継者の結婚難に直面している中山間地域の農村家族に光を当てた研究は極めて少ないのが現状です。こうした中で本研究は、日本三大玉露茶の生産地である静岡県藤枝市岡部町において、同一の対象者と世帯を1982年から2014年の32年間にわたって追跡し、茶生産の盛衰に揺れ続けた農村家族の世代更新の軌跡と農村女性のライフコースの変容を明らかにすることを目指しています。

研究の成果

これまでに、1982年、1993年、2005年、2014年の追跡調査を実施し、239世帯の4時点パネルデータを完成しました。1982年に30～59歳だった対象者は、2014年には63～90歳になりました。そして、図1に示したように、対象者世帯のうちで子や孫が結婚後に同居して対象者世代の次の世代または次の次の世代を更新した「子・孫世代更新世帯」が4割を超えました。ただし、世代更新は1993年までは活発ですが、2005年以降は停滞しており、結婚時期の遅い対象者ほど世代更新は難しくなっています。また、対象者が未婚子と同居している「更新未確定世帯」は、2005年以前は子世代の進学・就職・結婚による他出や子どもの結婚同居によって減少していますが、近年は子世代の結婚難により横ばいとなり、2014年の同居未婚子の平均年齢は46.6歳、未婚子の36.0%が50歳以上と極めて深刻な状況を示しています。さらに、子世代が他出して「夫婦のみ」また

は「単身世帯」へと移行した「更新困難世帯」は、2014年に27.6%と3割弱を占めています。

これまで農村地域では、長男夫婦による結婚当初からの一貫同居と農業経営の継承によって直系家族制が維持されてきました。しかし、本研究から中山間地域の農村家族でも子世代の大学進学・就職・結婚などによる「離家」が一般的になっており、子世代や孫世代の「帰家」（再同居）、調査地域以外への子世代の「呼び寄せ同居」が、直系家族制度の持続、直系家族の形成と世代更新を決定づけていることが明らかになりました。

今後の展望

1982年から今日までに延べ1,680人の農村女性の調査を積み重ねてきました。1980年代からの追跡研究の集大成として、日本有数の高級茶の生産を支えた女性たちの「激動の40年」をモノグラフとして残すとともに、直系家族制地域における世代更新の軌跡、帰家のメカニズム、子世代の居住歴による「親-成人子」の情緒関係の違いを解明していきたいと考えています。

関連する科研費

2013-2016年度 基盤研究(C)「中山間地域における農村女性のライフコース選択-子世代の結婚難・後継者確保難の影響」

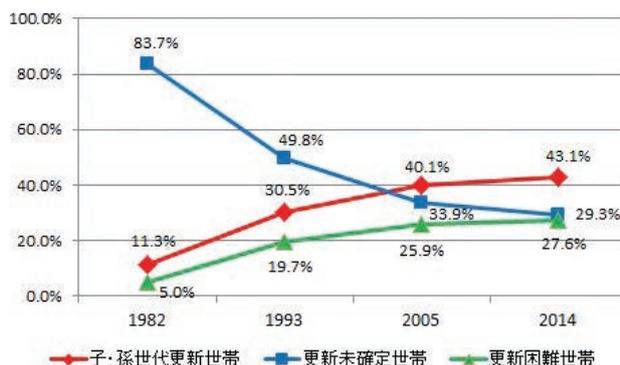


図1 農村家族239世帯の世代更新の推移



図2 「更新困難世帯」の老夫婦による新茶の収穫（静岡県藤枝市岡部町朝比奈地域）

「私と科研費」



岡山大学 名誉教授 伊藤 英司

私は1969年（旧）岡山大学温泉研究所（温研）に助手として採用されてから、“地球内部に相当する高圧力・高温の状態を実験室的に再現して、そこに存在する物質の合成を行ってその物性を明らかにする”といった研究を行ってきた。大学院時代に取り組んできた多数アンビル高圧発生装置（KMA）が「高圧地球科学」のために活躍の機会を得たといえる。

まず、温研の特別予算約500万円と採用していただいた故松本隆教授の科研費一般研究（B）約500万円を使って、加圧力1,400トンと250トン相当の高圧装置を製作導入した。1972年には、前者を用いて、地球マンツルの構成を考えるうえで重要なマグネシウムケイ酸塩の合成と反応を世界に先駆けて示すことができ、大変幸運なスタートが切れた。しかし、研究の性格上、より高い圧力を安定的に発生させることがその死命を制する。高圧力発生は、機械的に発生させた力を硬質部材（タングステンカーバイド、WC）を介して小型の試料体に集中させることに尽きるので、高品質WCの補給が大きな財政負担となる。当初、温研には文部省付置研究所（付置研）として比較的潤沢な校費があり、これが可能であった。しかし、松本先生のご逝去などもあり状況は次第に厳しくなった。そんな中、赴任当初から毎年行ってきた科研費申請が、1976年に奨励研究（A）ながら採択に至った際には感慨を持って、これを受け止めた。当時、学会には潜在的に“ギルド”的な色彩が見られた上に、無学位・業績希薄の自分にはチャンスはないと思っていた。

1978年には、岡山大学の概算要求7,500万円をもって加圧力5,000トンの高圧発生装置（USSA5000）が予算化された。この実現には温研・岡大当局の尽力とともに、故秋本俊一教授など外部からのご支援も大きかったと認識している。阪大、名大に次いで大型装置の導入であり、失敗は許されないと緊張した。また、初回の実験でWC部材全体が微塵に帰し、約12万円が一瞬にして雲散霧消、将来に大きな不安を覚えた。しかし、この装置には年間170万円程の維持経費が付いたうえに、1978-9年は故砂川一郎教授を代表者とする「特定研究」の公募研究に採択されたこともあり、落ち着いてUSSA5000の機能を発揮させることができた。1983-85年松井義人・一般研究（B）、1983年伊藤・一般研究（C）さらに1985-86年の丸茂文幸教授「特定研究」の公募研究採択等によりUSSA5000は順調に稼働して逐次成果を上げてきた。それに応じて、申請科研費もポツポツと採択されるようになった。とりわけ、1988-89年伊藤・高橋栄一・

一般研究（C）では、190万円の配分に対して約30篇の論文を公にすることができ、責任を全うした充実感を噛みしめた。

こんな中、折からの行政改革の一環として行われた付置研見直しのさきがけとして、1985年に温研は分離改組され地球内部研究センター（ISEI）が発足した。その結果、経常校費が大幅に減ったうえに、1970年代から、大げさに言えば、隔年のように実現していた概算要求による大型設備の導入がほぼ絶望的となった。一方、当時の我々の研究では微小部化学分析を行う電子線マイクロアナライザー（EPMA）が必須であったが、1972年導入のものは耐用年限を超えていた。やむなく、メーカーの研究室や他大学の研究者のお世話になっていたが、この状況は極めて歯がゆいものであった。そこで、1992年度にISEI新進気鋭の地球化学者中村栄三とともに、“中心核の分離を中心に据えて地球の初期分化と進化を明らかにする”といった課題で特別推進研究（特推）に応募した。各方面からの温かい支援を頂き、梅雨の頃に採択の内示を頂いたが、直後に取り消された。しかし、翌年から4年間ほぼ要求の金額をもって採択された。これによって待望の二次イオン質量分析計（SIMS）とEPMAが導入された。これらは現在でも健在で、後者は外部共同利用研究者によっても活発に使用されている。この特推によりWCの2倍以上の硬度をもつ焼結ダイヤモンド（SD）を用いた高圧実験が可能になり、現在のKMAによる100GPa以上の圧力発生の礎が築けた。以後、我々の「高圧地球科学」では大変高価なSDを用いた超高圧実験が必須となった。幸いにも、いくつかの基盤研究によってこの継続が可能になった。また、2001年新設の基盤研究（S）により放射光施設SPring-8でのX線その場観察実験を定常化し、高い精度での超高圧力発生のもとで特色ある成果を上げることができた。このように、私の研究はいつの間にか科研費との長い二人三脚になっていた。

2016年度の科研費予算額は2,000億円を優に超えている。1992年に文部省研究機関課を訪れた際、課長席の上方に“目指せ！科研費1,000億円”と大書した紙が吊り下げられていたのを思うと今昔の感がある。特推、基盤研究（S）など集中投資型の一方で、若手研究、挑戦的研究などの増強は将来にわたる独創的・創造的な科学技術の涵養に不可欠である。最後に、変貌しつつある世相の中で、アカデミズムのための“浄財”としての科研費の役割に一層期待したい。（文中一部敬称略）

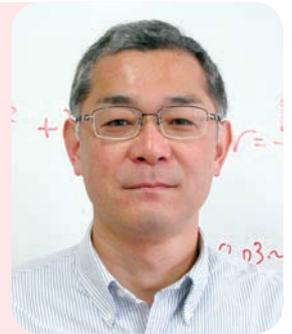
「私と科研費」は、日本学術振興会HP: http://www.jsps.go.jp/j-grantsinaid/29_essay/index.html に掲載しているものを転載したものです。

数値相対論による重力波源の研究

京都大学 基礎物理学研究所 教授

柴田 大

(お問い合わせ先) E-MAIL : mshibata@yukawa.kyoto-u.ac.jp



研究の背景

2015年9月14日に、アメリカの重力波望遠鏡Advanced LIGOが、人類史上初めて重力波の直接検出に成功しました。そして、重力波望遠鏡を利用した天文学である「重力波天文学」の時代が到来しました。重力波の発生源として最も期待されているのは、ブラックホールや中性子星のような強重力天体同士の合体です。これまでは、このような強重力天体現象を直接観測することはできませんでした。今後はそれが可能になり、宇宙についての新たな知見が得られるものと期待されます。

ただし、重力波天文学の成果を最大限に挙げるには、十分な準備が必要です。重力波を検出し、さらに検出した重力波から重力波源の情報を抽出するには、重力波の波形の理論的予想が不可欠です。これがないと検出すら容易ではありません。重力波は一般相対論の基本方程式であるアインシュタイン方程式の解として存在します。したがって、重力波の波形を理論的に予想するには、アインシュタイン方程式を解く必要があります。アインシュタイン方程式は非線形連立偏微分方程式であり、一般的な問題に対して解析解を求めることはまず不可能です。そのため、数値計算で解くことが必要になり、数値相対論という研究分野が生まれました。本研究は、数値相対論を用いて、中性子星同士の合体やブラックホールと中性子星の合体過程を解明し、重力波の理論波形を今後の重力波観測に備えて予想することを目的としています。

研究の成果

数値相対論に基づいたシミュレーションを、連星中性子星やブラックホールと中性子星の連星について行い、合体過程を解き明かすとともに、その際に放射される重力波の波形や同時に放射される電磁波の特徴を解明しま

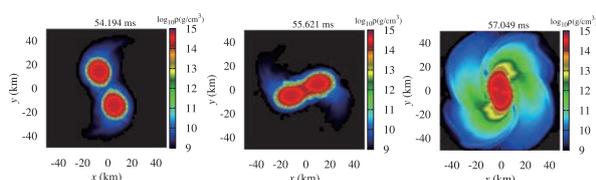


図1 連星中性子星が合体し、新たに大質量の中性子星が誕生する様子。軌道面の密度を表示。色は密度を表し、その大きさを各パネルの右側に表示。濃い赤がおよそ1000兆 g/cm^3 を表す。各パネルの上部に、合体15周前の時点から測った時間をミリ秒単位で記載している。

した。図1に、連星中性子星の合体の様子を示しました。典型的な中性子星を考えると、合体後に大質量の中性子星が誕生し、それがその後の重力波放射や高エネルギー現象に寄与しうることを示しました。図2は、放射される重力波の典型的な波形です。この波形が、中性子星の情報を運んできます。このような波形を重力波望遠鏡が捉えれば、これまで得ることが難しかった中性子星の情報（例えば、中性子星の半径）を得ることができると期待されます。

今後の展望

私たちは、中性子星同士やブラックホールと中性子星の合体現象を解き明かし、重力波の波形や同時に放射される電磁波の性質を予言してきました。これらの予言が、重力波望遠鏡による観測で実証されることが期待されます。さらに、観測結果と理論予想を詳しく比べることによって、これまでよく分かっていなかった中性子星の性質が解明されることも期待できます。重力波望遠鏡による観測計画と歩調を合わせて、強重力天体の謎の解明に貢献したいと考えています。

関連する科研費

2012-2015年度 基盤研究 (A) 「数値相対論による重力波源の研究」

2016-2019年度 基盤研究 (A) 「合体する中性子星連星からの重力波と電磁波放射に対する研究」

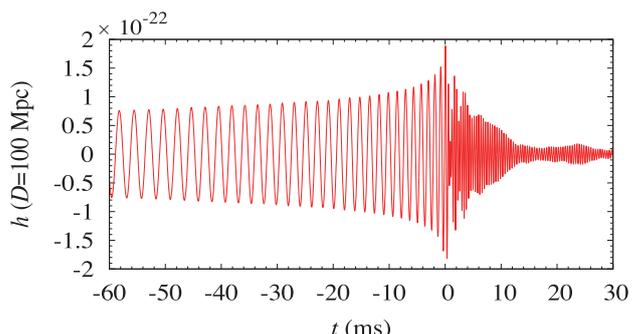


図2 連星中性子星が合体するときに放射される重力波の典型例。重力波源までの距離を100Mpc(3.26億光年、約 3.09×10^{21} km)と仮定している。横軸は合体時刻を0とした時間をミリ秒単位で表示。縦軸は重力波の振幅(無次元の量)を表し、単位は 10^{-22} 。

酵素の誤作動を化学の視点から理解し物質変換に利用する

名古屋大学 大学院理学研究科 准教授

莊司 長三

(お問い合わせ先) TEL: 052-789-2955 E-MAIL: shoji.osami@a.mbox.nagoya-u.ac.jp



研究の背景

酵素は生体内での物質変換反応を行う生体触媒で、特定の化合物を正確に認識して反応するように緻密に設計されています。酵素反応は、鍵と鍵穴の関係で説明されるように、通常は酵素の鍵穴に合致する化合物(基質)のみを対象とした物質変換を行うため(図1上段)、対象とする化合物以外とは高効率には反応しないと考えられてきました。私は、本来の対象基質に構造がよく似た「偽の基質」を酵素に取り込ませて、酵素を誤作動させる反応系を考案し、酵素が誤作動すると、本来の基質とは構造が全く異なる「第二の基質」が反応することを明らかにしました(図1下段)。

研究の成果

長鎖脂肪酸(油)を水酸化するシトクロムP450BM3と呼ばれる酵素(図2上段)の「偽の基質」として、長鎖脂肪酸の水素原子をフッ素原子で置き換えたパーフルオロアルキルカルボン酸(PFC)が使えるのではないかと考えました。水素原子とフッ素原子は大きさが似ているために、シトクロムP450BM3は長鎖脂肪酸とPFCを区別することができず、自身の対象基質であると勘違いして取り込んでしまいます。しかし、PFCは不活性であるため、シトクロムP450BM3はPFCを水酸化することができません。PFCのような不活性な化合物を取り込んでしまった状態では、これまでは何も反応が起こらないと考えられてきましたが、PFCを取り込んでしまった誤作動状態では、長鎖脂肪酸とは全く構造の異なるエタンやプロパンといったガス状アルカンやベンゼンなどの小

さな基質を水酸化できることを明らかにしました(図2下段)。

今後の展望

「偽の基質」を利用する反応では、「偽の基質」の構造の違いによって酵素活性や生成物の光学異性体(右手と左手の関係のように重ね合わせることができない鏡像体)の割合が大きく変化します。「偽の基質」をうまく設計することで、様々な反応を行う人工酵素を作ることができるため、新たなバイオ触媒開発につながることで期待されます。さらに、生体内でも利用可能な「偽の基質」を見つけることができれば、生きた菌体内で物質変換を行うバイオリクターの開発にもつながるため、持続可能な社会基盤の形成に重要な、環境に配慮した物質変換系の開発に貢献できるのではないかと考えています。

関連する科研費

- 2009-2011年度 若手研究(A)「酵素の基質認識を利用するバイオ触媒の創成」
- 2013-2014年度 新学術領域研究(研究領域提案型)「生体触媒の基質誤認識を利用する不活性化水素への酸素原子挿入反応触媒系の開発」
- 2015-2019年度 新学術領域研究(研究領域提案型)「外部添加因子による生体触媒反応場の制御と高難度物質変換」

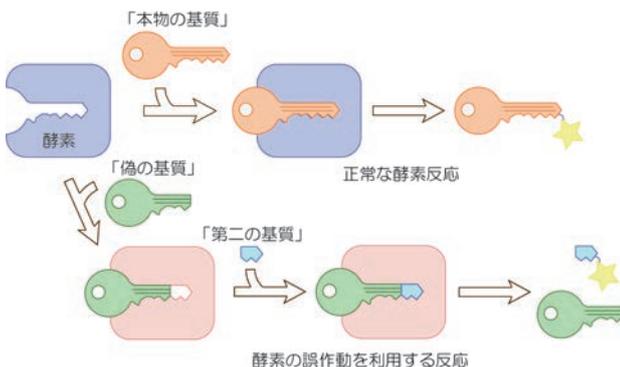


図1 通常の酵素反応(上段)と「偽の基質」による酵素の誤作動を利用する反応(下段)のイメージ図

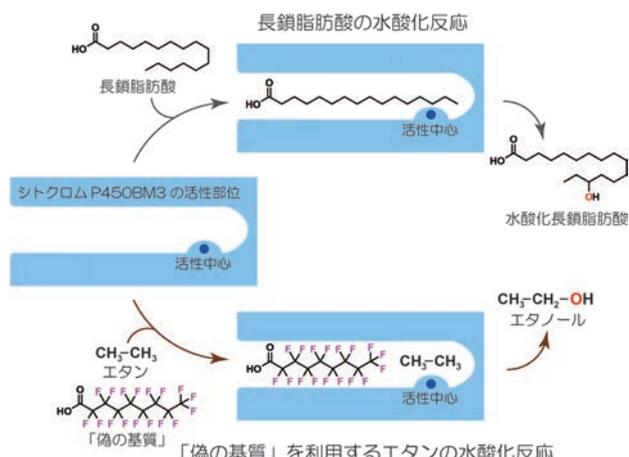


図2 シトクロムP450BM3による長鎖脂肪酸の水酸化反応(上段)とパーフルオロアルキルカルボン酸(偽の基質)存在下でのエタンの水酸化反応(下段)のイメージ図

キラルブレンステッド酸触媒の開発と 不斉触媒反応への展開

学習院大学 理学部 教授

秋山 隆彦

(お問い合わせ先) E-MAIL: takahiko.akiyama@gakushuin.ac.jp



研究の背景

医薬品や農薬などの生理活性を示す化合物は、エナンチオマー（互いに鏡に映した構造の化合物、鏡像異性体とも呼ばれます）間で活性の強さや作用が異なることが多く、全く正反対の作用を示す場合もあります。そのため、医薬品などの開発のためには、一方のエナンチオマーのみを光学純度よく合成することが求められています。従って、一方のエナンチオマーのみを効率よく合成する手法、すなわち、触媒的な不斉合成反応の開発は、極めて重要な研究課題の1つです。これまで、様々なキラル金属錯体が不斉触媒として用いられてきましたが、金属には毒性を示すものも多く、生成物中に残留した微量金属の毒性などが問題になることもあり、環境調和型の新たな不斉触媒の開発が望まれています。

近年、金属を含まない有機小分子が優れた不斉触媒作用を示すことが見いだされ、「有機分子触媒」として大きな注目を集めています。そこで私たちは、ブレンステッド酸であるプロトン (H^+) を用いた不斉触媒反応の開発を目指しました。

研究の成果

(*R*)-ビナフトールより合成したキラルリン酸は、幅広い種類の反応において、キラルなブレンステッド酸として優れた不斉触媒能を示すことを見いだしました（図1）。これまで一般的に金属錯体が用いられてきましたが、プロトン (H^+) が優れた触媒能を示し、不斉反応に用いることができることを初めて明らかにすることができました。キラルリン酸はキラルな対アニオンを有す

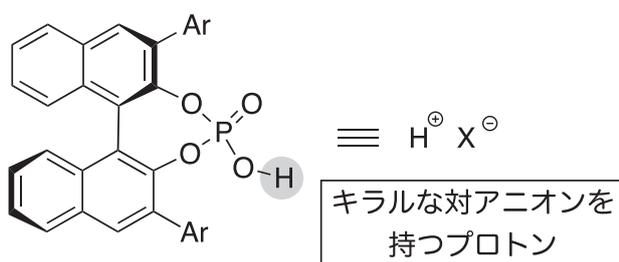


図1 キラルリン酸

るプロトンですが、キラルなプロトン等価体であると考えすることもできます。この触媒は、イミンに対する求核付加反応、付加環化反応、水素移動型還元反応、アルデヒドに対する求核付加反応、インドールを用いるFriedel-Craftsアルキル化反応、キラルピアリールなどの軸不斉化合物の合成など、幅広い種類の不斉触媒反応に効率良く適用できることがわかりました（図2）。

今後の展望

これまでの研究で、キラルリン酸は、汎用性の高い不斉触媒として機能することが明らかになりました。企業においては、医薬品中間体の大量合成などを旨とした研究も進められています。私たちも、キラルリン酸の適用例をさらに拡大するとともに、より活性の高い酸触媒を開発し、キラルブレンステッド酸の化学を発展させたいと考えています。

関連する科研費

- 2003-2006年度 基盤研究 (C) 「キラルブレンステッド酸触媒を用いた不斉合成反応の開発」
- 2006-2008年度 特定領域研究 「キラルブレンステッド酸触媒を用いた高選択的分子変換反応の開発」
- 2007-2009年度 基盤研究 (B) 「新規なキラルブレンステッド酸触媒の開発とその応用」
- 2011-2013年度 基盤研究 (B) 「キラルブレンステッド酸触媒を用いた不斉合成反応の革新化」
- 2011-2015年度 新学術領域研究 (研究領域提案型) 計画研究 「キラルブレンステッド酸触媒の理論的制御システム設計」

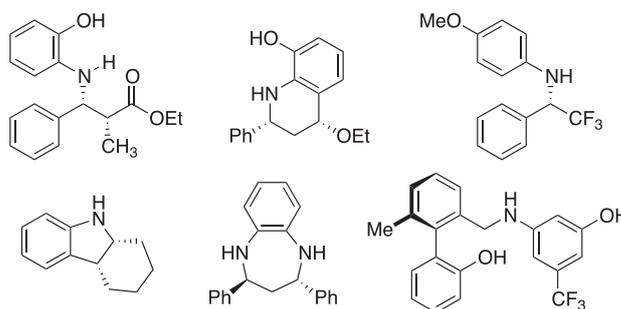


図2 キラルリン酸により合成された化合物の例

機械工学を基盤とした人類進化研究

慶應義塾大学 理工学部 教授

荻原 直道

(お問い合わせ先) TEL : 045-566-1423 E-MAIL : ogihara@mech.keio.ac.jp



研究の背景

サル仲間の中で、常習的に二足で歩くのは人間だけです。なぜヒトは直立二足歩行という、本来不安定な移動様式を獲得するに至ったのでしょうか？このことを明らかにするためには、人類進化の最も直接的な証拠である化石を発掘調査により発見し、それを分析することが不可欠です。しかし、初期人類の化石は実はあまり多く発見されておらず、二足歩行がなぜ、どのように進化してきたのかを、化石情報のみから明らかにすることは、実際にはほぼ不可能です。

このため、二足歩行をするサルを初期人類のモデルと見立てて、その二足歩行とヒトのそれとを対比することで直立二足歩行の進化に迫ろうとする試みが行われてきました。その中で私たちのグループでは、ニホンザルの二足歩行に着目して研究を進めてきました。

研究の成果

ニホンザルは通常は四足歩行をしますが、猿まわしのサルのように二足歩行の訓練を積むと、極めて上手に二足で歩きます。あまり上手に歩くので、一見するとヒトと同じに見えますが、その身体の動き、そして床から足に作用する力の分析から、両者の歩行は見た目以上に大きく異なっていることが私たちの研究から明らかになりました。二足歩行の移動効率という観点から見ると、人間の二足歩行のほうが優れているのです(図1)。

なぜニホンザルはヒトと同じように歩けないのでしょうか？逆に、生得的に四足歩行のニホンザルの身体にどんな進化的変化が起これば、ヒトと同じような効率の良い移動が可能になるのでしょうか？このことを明らかにするために、私たちはニホンザルの身体筋骨格系の数理モデルを作成し、ニホンザルの二足歩行運動の計算機シミュレーションを行いました。具体的には、ニホンザルの身体構造の一部(例えば足部)をヒトの二足歩行に近

づける方向に計算機内で仮想的な変更を行うと、二足歩行がどう変化するかを物理シミュレーションにより予測し、そこからヒトの二足歩行の進化を読み解く、まさに二足歩行の仮想進化実験を試みました。その結果、ヒトの足部構造、特に踵の進化的な変化が、ヒトの効率の良い直立二足歩行の獲得に本質的に重要であることが示唆されました。また、ヒトの歩行計測、屍体実験、シミュレーションを相互補完的に活用することで、ヒトの足部構造は、直立二足歩行を効率的に行う上で極めて巧妙に形づくられており、直立二足歩行を安定かつ容易に生成するメカニズムを構造的に内在していることが明らかになってきています(図2)。

今後の展望

機械工学を基盤とした計算機シミュレーションによって化石証拠のギャップを埋め、さらにヒトの直立二足歩行の起源と進化のメカニズムに迫ります。また、こうした試みによって得られる知見は、臨床医学、ロボット工学、人間工学などに応用可能であり、足部がかかわる幅広い分野において価値あるブレークスルーになればと考えています。

関連する科研費

2005-2009年度 特定領域研究

「基底核-脳幹-脊髄系神経回路網と身体筋骨格構造の力学的秩序形成による歩行運動生成」

2011-2013年度 基盤研究(A)

「ヒト足部筋骨格形態に内在する歩行安定化機構と直立二足歩行の進化」

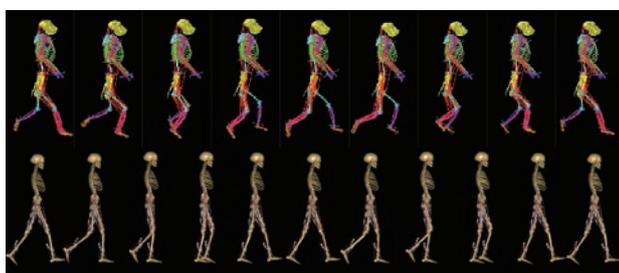


図1 ニホンザルとヒトの二足歩行



図2 ヒト足部に内在する歩行機能の解明に向けて

分散協調理論の研究：多様なモデルと問題の中に原理を探して

九州大学 大学院システム情報科学研究院 准教授

山内 由紀子

(お問い合わせ先) TEL : 092-802-3646 E-MAIL : yamauchi@inf.kyushu-u.ac.jp



研究の背景

たくさんの人間が集まって何かを決めようという時、何のルールもなく合意に到達するのは簡単ではありません。多数決なのか、じゃんけんなのか。このような状況は人間社会だけではなく、たくさんの計算機が集まった時にも起こります。多数の計算主体が相互に通信を行いながら協調して動作する系を分散システムと呼びます。たとえば、インターネットに代表される計算機ネットワークを想像するとよいでしょう。計算主体がシステム中に分散してしまっていることが分散協調の本質的な難しさです。各計算主体は局所的、非同期的、並列的に個別に動作するので、計算主体の数が多ければ、故障や通信障害を回避できず、同時一斉に全計算主体を初期化することもできません。このような厳しい制約の下での分散協調を考えることによって、頑健でスケラビリティのある分散システムの要件が解明されてきています。

研究の成果

私は分散システムの自律適応性に着目して研究を行っています。研究対象は計算機やロボットといった人工物に限らず、化学反応系、生物群、人間社会といった自然システムで起こる現象にも分散協調という立場から興味を持っています。

分散協調の基本的な問題はグラフ問題に深く関連しており、例えば時々刻々と変化する分散システムの状況、特にデッドロックを検知する問題は、グラフ内を移動するターゲットを探索する問題に対応します(図1)。探索問題については、自律的に移動するエージェント群による分散型のオンライン探索問題と集中型のオフライン

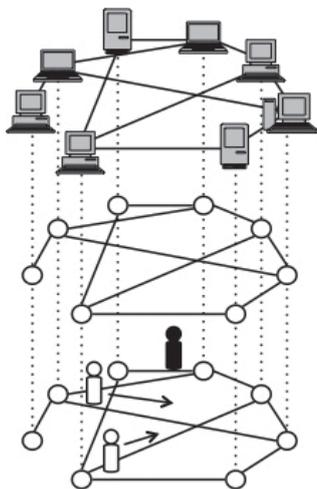


図1 分散システムの検知問題とグラフ探索問題

探索問題を比較することで、最適なエージェント数でオンライン探索ができることがわかりました。その他にも、計算機ネットワークのルーティングやブロードキャストに対応するグラフ問題の耐故障分散アルゴリズムの提案などの成果を上げています。

分散協調が本質的に困難な場合も存在し、多くの場合、計算主体間の対称性破壊ができないことが原因になっています。結晶や生物群がつくりだす美しい構造は、自律的に移動する粒子群による形状形成問題としてモデル化できます(図2)。粒子群の対称性が形成可能な形状を決める主要因ですが、匿名性、無記憶性、非同期性、局所性、ランダム性といった自然界によく現れる性質が形状形成問題に与える影響も分かってきました。探索問題や形状形成問題はドローンなどのロボット群による地図作成や自己組織化の基礎理論と位置付けられます。

今後の展望

分散協調の理論研究が対象とするモデルや問題は多岐にわたりますが、これらの研究の根底には一貫して分散協調の理論的背景を解明したいという目標があります。種々の現象を分散協調という視点から広く検討することで、私たちの身の回りの計算機システムや社会システムで役立つ理論を発見していきたいと考えています。

関連する科研費

2015-2017年度 若手研究(B) 「分散システムの自己最適化理論」

点形成問題(一点集合問題)



直線形成問題



パターン形成問題



平面形成問題



図2 様々な形成問題

「人文研での共同研究と科研費」

京都大学 人文科学研究所 教授 竹沢 泰子



私が勤務する人文科学研究所（通称、人文研）は、人文系としては、日本最古の共同研究の歴史をもち、国内最大規模のスタッフを抱える京大内の研究所である。人文研の教授の主たる義務は共同研究を主宰すること。私と科研費のつながりは、人文研での共同研究を抜きにしては語れない。

前任校勤務時代に、先輩の先生方の科研費研究グループに仲間入りさせていただいたことや、基盤研究（C）を個人研究に利用させていただいたことはあった。1999年に現在の勤務先に着任し、2001年に当時助教授ながら共同研究班をもたせてもらって以来、文化人類学で応募して、基盤研究（B）、基盤研究（A）、基盤研究（S）、そして現在は二度目の基盤研究（S）と、在外期間中以外はほぼ途切れることなく研究代表として科研費のお世話になっている。

全国共同利用・共同研究の拠点となった今でこそ多少の予算はつくようになったが、人文研に着任した頃、一部の科研費をもつ研究班以外では、いわゆる「手弁当」方式で共同研究会が運営されていた。しかしそのような手弁当方式は、有名な教授主宰の研究会でこそ成立しうるものである。中堅研究者で、拙著を目に留めていただいただけの縁で関東から一人の顔見知りもないまま飛び込んできた私には、手弁当で人が集まるとは思えなかった。しかも当時ただひとりの女性教員だった私には、男性同僚たちがもつネットワークもなかった。たったひとりでのゼロからのスタートだったのである。

しかしどうせゼロからなら、この分野の国内のトップクラスの研究者で組みたい、海外のトップクラスの研究者も招聘したい。それを唯一可能にしてくれるのが科研費だった。こうして各分野の第一線で活躍する研究者に連絡をとり、2001年、日本で初めて（社会的構築物としての）「人種」に関する共同研究を立ち上げた。2002年には、国際人類学民族学会議の京都会議として、国立京都国際会館で「人種概念の普遍性を問う」と題した国際シンポジウムを開催した。会議の内容は英字新聞やNHKラジオ放送も含めていくつかのメディアでも取り上げられ、その成果は数年後、同題の論文集として出版された。

それ以降、海外では大きな学問領域を形成している人種研究のなかで、テーマを変えながら成果を出し、現在の二度目の基盤研究（S）に至っている。

最初の基盤研究（B）から現在に至るまで、研究テーマの横系になってきたのは、学際性（文理融合）と国際性である。アメリカでの大学院時代、文化人類学だけでなく、自然・生物人類学トレーニングを少々受けたお陰で、理系（とくに自

然・生物人類学や遺伝学）に対する心理的バリアがほとんどなくなった。人文系のアプローチとはいえ、生物学的人種存在を否定する以上、趣旨を理解してくれる科学者の協力は不可欠だった。また2005年度にマサチューセッツ工科大学とハーバード大学で授業・研究を行う機会があったが、その時築いたネットワークは、科研費のお陰で、その後途絶えることなく維持され、雪だるま式に拡大することができた。現在までに、五大洲にある諸大学・研究機関と学術交流をもち、アメリカの大学出版会からの論文集、オーストラリアの学術雑誌の特集号も含めて成果が刊行されている。

研究代表者として常に意識していることは、科研費の使用法、共同研究の企画・運営、海外の研究者との円滑な連絡・招聘時のもてなし、研究費の少ない数多くの人文系研究者（とくに若手）への機会と研究費の提供、身の回りのスタッフへの配慮・待遇、海外の出版社とのタフな交渉、全体のさまざまな人間関係をなるべく平和に治めることなどである。加えて、編者として論文集をまとめあげ、総括的・理論的な序論（総論）を書くこと、そして一研究者として実証研究も示すことなど、大型プロジェクトの代表であれば誰もが経験する、常に多方面の人間関係に配慮しながら、自分も恥ずかしくない業績を上げるというチャレンジをつづけてきた。目標を達成できた時に仲間と共に喜びを分かち合えることが共同研究の醍醐味である。

ゼロからスタートした私にとって、科研費があっただけでこその実現できた共同研究と成果発表・出版である。成果を出せばフェアに評価していただき、次につながることを深く感謝している。

2015年6月、文科省が人文社会科学系の組織の廃止・転換を求める通知を出して物議を醸し、その後同省が釈明に追われたことがあった。基盤研究（S）も近年の採択課題をみると、人文社会科学系、とくに人文系の急減が気になる（年度によっては1件のみ）。実学・応用色の濃い学問だけではなく、一見役に立ちそうにない学問こそ、理系も含めて物の見方や枠組みの設定の転換につながりうると確信している。

（注）共同研究の内容の一部については、科研費NEWS2015, vol. 2をご覧ください。

http://www.jsps.go.jp/j-grantsinaid/22_letter/data/news_2015_vol2/p05.pdf

平成28年度に実施している研究テーマ：

「人種化のプロセスとメカニズムに関する複合的研究」（基盤研究（S））

膜輸送体の作動機構の 構造基盤の解明

東京大学 大学院理学系研究科 教授

濡木 理

(お問い合わせ先) E-MAIL : nureki@bs.s.u-tokyo.ac.jp



研究の背景

膜輸送体は、膜を介して物質を生体内外に輸送することで、細胞質を外部環境と異なる状態で維持するという細胞の生存にとって不可欠な役割を果たしています。膜輸送体が機能するうえで重要な点は、その機能の本体である「輸送の機構」、輸送する基質を識別する機構、輸送を制御する機構があげられます(図1、A~C)。しかし、試料調製や結晶化などの問題から膜輸送体を含む膜蛋白質の立体構造を決定することは困難で、膜輸送体の理解は世界的にも限られていました。私たちは、X線結晶構造解析による構造的基盤の解明や分子動力学 (MD) シミュレーションによるダイナミクスの解明、さらに *in vivo/vitro*における機能解析による実験的な検証の3つの方法を用いて膜輸送体の分子機構を原子分解能で明らかにしました(図1、1~3)。

研究の成果

私たちは、膜輸送体をLCP法により結晶化し、SPring-8シンクロトロンの高輝度放射光を用いて、結晶化した10個の膜輸送体の構造を高分解能で決定し、その分子機構を解明してきました。ここでは、3つの例を説明します。
Ca²⁺/H⁺トランスポーターCAX Ca²⁺/カチオン交換輸送体 (CaCA) の機能不全は、ヒトでは高血圧を引き起こします。Ca²⁺/H⁺交換輸送体CAXの結晶構造を 2.3Å分解能で決定したところ、コアドメインとゲーティングバンドルから構成されていることが明らかになりました(図2、*Science*, 2013)。すでに発表されているCa²⁺/Na⁺交換輸送体の構造が細胞外開構造であったのに対し、CAXは細胞内開構造でした。また、2つの構造の比較から、CaCAではゲーティングバンドルがコアの上の疎水性パッチ上を滑るとゲーティングヘリックスが半回転し、続いてその上の親水性クラスターが細胞外側の透過孔や細胞内の透過孔に向くことで、細胞外開構造と細胞内開構造の間を構造変化することがわかりました。さらに、ゲーティングバンドルが滑るための疎水性パッチは、H⁺やCa²⁺の結合に依存して形成されることが明らかになり、CaCAの陽イオン依存的な構造変換の機構を解明しました。
多剤排出トランスポーターMATE MATEは、腎臓や肝臓においてH⁺やNa⁺の濃度勾配を利用して細胞にとって異物となる多様な物質を細胞外に排出する膜輸送体です。しかし、このような多剤排出輸送体は、抗生物質の効かない病原菌や抗がん剤の効かないがん細胞出現の主

因となっており、近代医療への脅威になっています。私たちは、H⁺駆動型MATEと薬剤基質および環状ペプチドとの複合体の結晶構造を2.1Åという高分解能で決定することに成功しました(図3、*Nature*, 2013)。MATEは外向き開口構造を取っており、外縁に存在するアスパラギン酸残基がプロトン化すると第一膜貫通ヘリックスが折れ曲がり、これにより薬剤結合ポケットがふさがれることで薬剤が細胞外に放出される、という新規の分子メカニズムを世界に先駆けて解明しました。さらに、東京大学の菅博士との共同研究でスクリーニングした環状ペプチドとMATEの複合体の結晶構造を決定しました。本環状ペプチドが薬剤ポケットを占拠することでMATEの輸送活性を阻害することが明らかになり、これまで阻害剤開発が不可能であったMATEに対するペプチド創薬の道を開くことができました。

蛋白質輸送体YidC 私たちは蛋白質の膜輸送を行う輸送体の構造機能研究も進めており、そのうち、膜組み込み蛋白質YidCの結晶構造を2.4Å分解能で決定しました(図4、*Nature*, 2014)。その結果、YidCには脂質内部に開いた親水性の凹みが存在し、その中のアルギニン残基が基質膜蛋白質の細胞外ループ上の負電荷を脂質中で強く引きつけると膜組み込みが引き起こされるというモデルを提唱することに成功しました。

今後の展望

この研究から、基質やカウンターイオンと結合し、膜貫通ヘリックスが曲がったり傾きが変わったりすると構造が変化し、輸送サイクルが進むことが、膜輸送体が機能するための共通原理であることが明らかになりました。ヒト遺伝子の10%が膜輸送体蛋白質をコードし、創薬ターゲットの約半分が膜蛋白質であることから、私たちが明らかにした立体構造や分子機構に基づいて、膜輸送体を標的とした創薬が可能になったり、変異体遺伝子をゲノム編集することによって、膜輸送体の変異による遺伝性疾患の治療も可能になると期待されます。

関連する科研費

2012-2015年度 基盤研究 (S) 「膜輸送体の作動機構の構造基盤の解明」

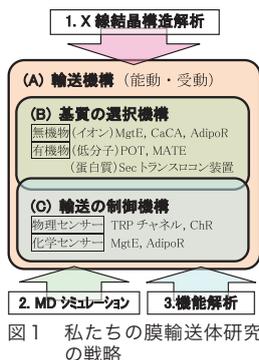


図1 私たちの膜輸送体研究の戦略

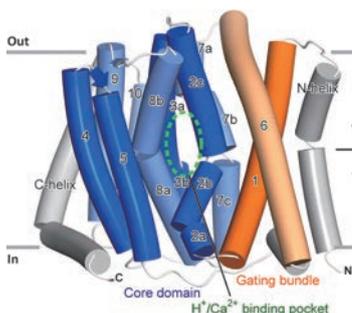


図2 CAXの構造

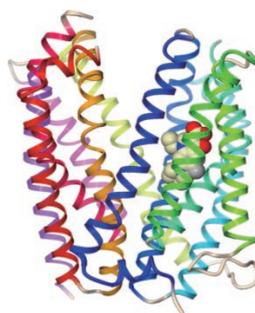


図3 MATEと抗生物質との複合体構造

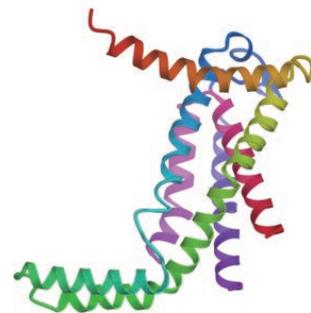


図4 YidCの構造

生態系の連結性が生物多様性に与える影響

北海道大学 大学院農学研究院 教授

中村 太士

(お問い合わせ先) E-MAIL : nakaf@for.agr.hokudai.ac.jp



研究の背景

1970年くらいまで、生物どうしもしくは生物と環境の関係は、一つの生態系のなかで克明に調べられてきました。ところが、森林の伐採や、農地開発、道路の開設などさまざまな開発が行われたため、連続した生態系は分断されました。その結果、多くの生物種が絶滅するという事態が起こり、私たちが目にする生態系は、個々に独立して維持されているのではなく、周辺の生態系と植物や動物、そして栄養塩や有機物など物質の移動を通じて繋がっていることがわかってきました。こうした繋がりを「生態系の連結性」と呼び、連結性と生物多様性の維持機構について調べました。

研究の成果

本研究では、人為的な景観における水系ネットワーク構造が、種や遺伝的多様性に与える影響を調査しました。まず、堤防などによって分断された河跡湖において、魚類・水生昆虫の種および遺伝的多様性が、河跡湖の大きさや環境のみならず、用水路・河川を介した連結性によってどの程度説明できるか、繋がり方を指標化するグラフ理論を用いて解析しました。その結果、魚類は流路に沿って測った距離、水生昆虫は飛翔するのでその地点間の直線距離を考慮した生息地ネットワークが種の多様性に影響していることが明らかになりました(図1)。

さらにイバラトミヨというトゲウオの仲間を対象に、個体数と遺伝的多様性が最も影響を受ける湖沼間の距離

を解析しました。その結果、個体数と遺伝的多様性ともに湖沼の連結性とは正の関係があるものの、影響を受ける湖沼間の距離は個体数(5 km)より遺伝的多様性(12.5 km)の方が長いことが明らかになりました(図2)。

水生昆虫の羽化のタイミングは積算水温によって決まっており、冬暖かくて夏は冷たい湧水環境下では羽化のタイミングが早まります。こうした羽化の時期のずれは、それを捕食する鳥類やコウモリなどの種組成や季節分布に影響を与えることが明らかになり、水系網を通じた地下水と表面水そして支流間の繋がりの重要性が示されました。

今後の展望

研究の結果、生態系の連結性が生物多様性に与える影響が明らかになり、保全すべき生態系とともに生態系間の連結性を再生する必要性が示されました。タンチョウなど大型の鳥類を保全するためには、流域間もしくは地域間の繋がりも重要だと思われます。日本全土の生態系ネットワークの形成について研究を進めたいと思います。

関連する科研費

2007-2010年度 基盤研究(A) 再生すべき生態系の抽出、復元工法ならびに科学的評価に関する学際的研究

2011-2014年度 基盤研究(A) 生態系の連結性が生物多様性に与える影響とその再生手法に関する研究

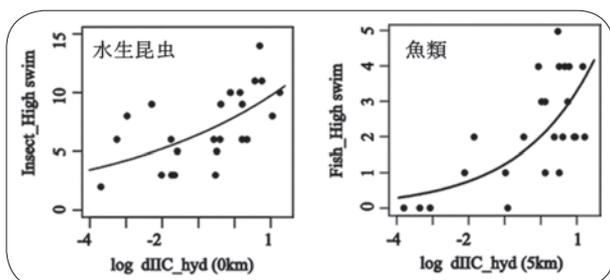


図1 連結性指標と種数の関係(横軸のdIICはグラフ理論に基づく連結性指標、縦軸は遊泳能力の高い群種の種数)

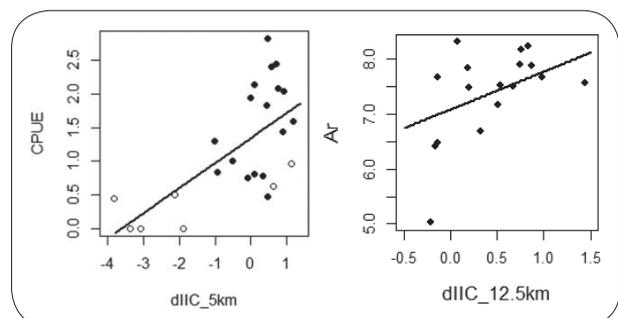


図2 個体数および遺伝的多様性に影響を与える閾値距離(横軸のdIICはグラフ理論に基づく連結性指標、縦軸のCPUEは単位努力量当たりの捕獲個体数、Arは遺伝的(アリル)多様度を指す)

子宮内膜症発症機序における炎症、免疫、エストロゲン産生の相互作用

東京大学 大学院医学系研究科 教授

大須賀 穰

(お問い合わせ先) TEL: 03-5800-8657



研究の背景

子宮は筋肉とその内側にある子宮内膜からなり、子宮内膜は月経のたびに脱落と再生を繰り返します。また、妊娠の際には受精卵が着床して胎児として発育する場所になります。子宮内膜症は、この子宮内膜と同様の組織が子宮以外の骨盤腹膜、卵巣などで発育する疾患で、不妊症や月経痛などを起こします。子宮内膜症を引き起こす原因には、骨盤内の炎症、局所の免疫異常やエストロゲン産生、などの関与が示唆されていますが、その機序については不明でした。

研究の成果

私たちは、子宮内膜症の検体から得た子宮内膜症の細胞（主に間質細胞）を用いて培養実験を行いました。また、子宮内膜症の組織を免疫染色して各種物質の局在を観察しました。その結果、免疫細胞であるTh2細胞から分泌されるインターロイキン4 (IL-4) が、子宮内膜症細胞でのエストロゲン産生に重要な 3β -ヒドロキシ- Δ 5-ステロイドデヒドロゲナーゼタイプ1 (HSD3B1)を増加させることを見つけました。また、子宮内膜症の発症に重要な炎症性物質であるプロスタグランジンE2がIL-4と相乗的にHSD3B1を増加させ、エストロゲンの産生を促すことを明らかにしました。さらに、子宮内膜症におけるTh2細胞増加の原因として、IL-1 β による

thymic stromal lymphopoietin (TSLP) の産生の促進が示唆されました (図1)。このTSLPは、子宮内膜症細胞でTh2細胞の分化誘導を行っています。さらにIL-1 β 刺激によるTSLP産生は、Th1サイトカインであるインターフェロンガンマ (IFN γ) により阻害される一方、IL-4により促進されることも見いだしました。

今後の展望

本研究によって、Th2細胞ならびにIL-4が局所炎症と協調的に働き、さらにエストロゲン産生増加に寄与することによっても、子宮内膜症の進行を促進することが示唆されました。従来は、エストロゲン産生阻害と炎症抑制が子宮内膜症治療のターゲットとされてきましたが、私たちの知見により、今後はTh2免疫応答の阻害もしくは異常の是正が治療ターゲットになる可能性が示唆されました。いまだ最適な治療法がない子宮内膜症に対して、新たな治療戦略を構築するための基盤ができたと考えています。

関連する科研費

2011-2013年度 基盤研究 (C) 「子宮内膜症の発症・進展におけるアレルギー性炎症の意義」

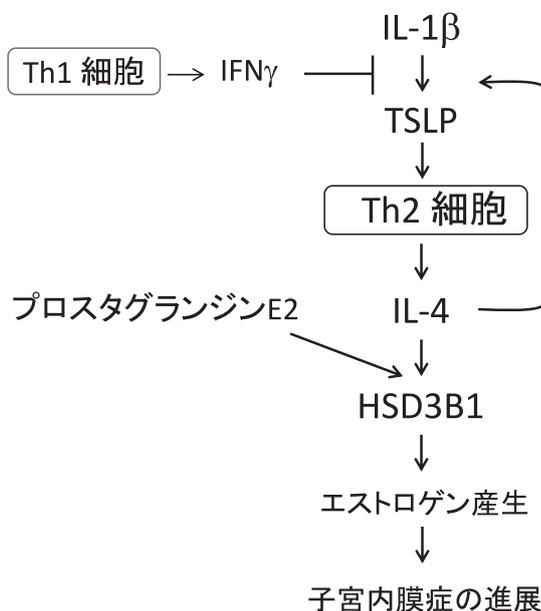


図1 子宮内膜症の進展機序における子宮内膜症局所での炎症、免疫、エストロゲン産生の連携のイメージ図

皮膚バリア機構の解明

慶應義塾大学 医学部 准教授

久保 亮治

(お問い合わせ先) E-MAIL: akihar@keio.jp



研究の背景

皮膚は私たちの体を守るバリアです。皮膚の表面は重層上皮細胞のシート（表皮）で覆われています。角化した細胞からなる角層のバリア、隣り合う細胞と細胞の間隙をぴったりとシールするタイトジャンクション（TJ）のバリアがあり、その内側に外来抗原を取得するランゲルハンス細胞が分布しています（図1）。表皮の細胞は基底層のみで増殖し、基底層を離れた細胞は表面へ移動する過程で一度だけTJを形成した後、TJを失って角化し、最後は垢^{あか}となって剥がれ落ちます。TJバリアを作る細胞自体がどうやってTJバリアを保ったままバリアをくぐり抜けていくのか、ランゲルハンス細胞はどうやって外来抗原を取得するのかが分かっていませんでした。

研究の成果

私たちは、表皮全体を3次元観察することにより、表皮TJバリアの動態を初めて解明しました。表皮のTJバリアを構成する細胞が、「ケルビン14面体」と呼ばれる特殊な多面体を扁平にした形をしていることを発見しました。細胞は、その立体形状を巧妙に利用して、一時的に細胞の周囲のTJバリアを二重にすることにより、1層しかないTJバリアを保ったまま、細胞が入れ替わることを可能にしていました（図2）。また、時間的・空間的に適切に制御されて細胞がTJバリアを通過することで、表皮の恒常性が保たれていました。

一方、TJバリアの内側に分布するランゲルハンス細胞は、角層に傷がつくと活性化して、樹状突起をTJバリアの外側に延ばし、傷ついた角層を通過して侵入してきた抗原を捕まえて獲得免疫を成立させることがわかりました。TJバリアによって敵の侵入を防ぎつつ、バリ

アの外側に樹状突起を延ばして敵を探知し免疫を成立させる、非常に洗練された免疫メカニズムと考えられました。

今後の展望

本研究では、皮膚がバリアを保ちながら細胞の新陳代謝を促進するしくみの鍵は、表皮細胞の「かたち」にあることを示しました。これは、多細胞からなる臓器が構成細胞を新陳代謝させながら、どのように恒常性を維持しているのか、という生物学的に重要な問いに対し、幾何学的に規則正しい構造をとる表皮をモデルとして1つの答えを提示する画期的な成果です。ランゲルハンス細胞と表皮バリアとの相互作用による免疫機構の解析と合わせて、皮膚という臓器に隠された秘密を解き明かし、皮膚のバリア破綻が招く様々な疾患の病態理解につなげていきたいと考えています。

参考動画URL

<https://research-highlights.keio.ac.jp/article/82/sealing-the-deal-on-leak-proof-cells>

関連する科研費

2010-2013年度 基盤研究 (A) 「ランゲルハンス細胞と表皮タイトジャンクションによる動的表皮免疫バリア機構の解析」

2014-2016年度 基盤研究 (B) 「表皮バリアの形成・維持機構の解明とバリア構築に関わる新規因子の探索」

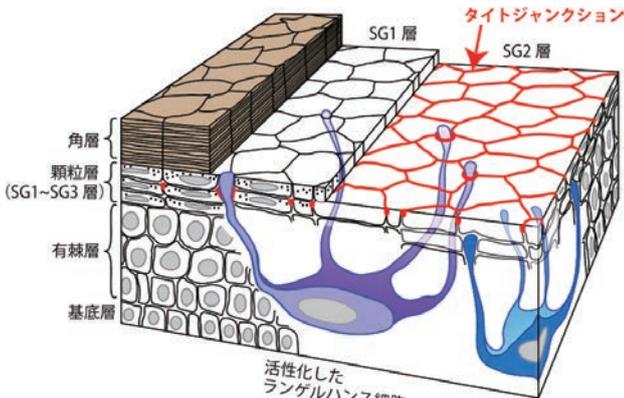


図1 表皮タイトジャンクション (TJ) バリアとランゲルハンス細胞のイメージ図

角層の内側にある顆粒層の2層目の細胞 (SG2細胞) がTJバリアを形成する。定常状態のランゲルハンス細胞はTJバリアの内側に潜む。活性化すると、樹状突起をTJバリアの外側まで延長して、樹状突起の先端から外来抗原を取得する。

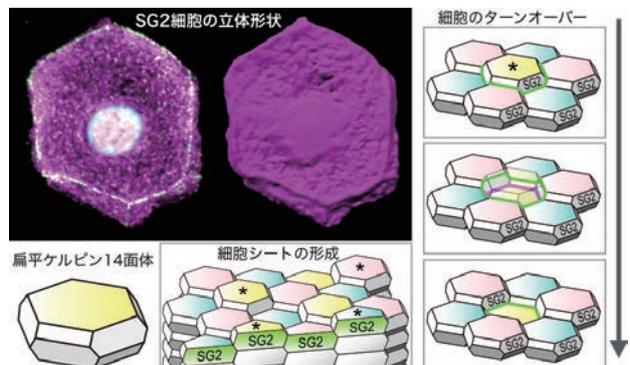


図2 単離したSG2細胞のかたちと細胞シートのターンオーバーモデル
単離したSG2細胞 (上図) は、扁平ケルビン14面体の形をとり、タイトジャンクション (TJ) はその辺に沿って存在する。異なる3種類の高さのSG2細胞 (黄色、ピンク、水色の細胞) が規則正しく組み合わせることにより、表皮の細胞シートが形成される (下中図)。局所で周囲の細胞よりも高い位置にある細胞 (★印の細胞) が、一時的に細胞の周囲のTJバリアを二重にすることにより、TJバリアの恒常性を保ちながら細胞を入れ替えていくことができる (右図: ★印の細胞が入れ替わる)。

発癌シグナルによる癌抑制遺伝子の ジーン・サイレンシング機構

東京大学 医科学研究所 教授

武川 睦寛

(お問い合わせ先) TEL: 03-6409-2156 E-MAIL: takekawa@ims.u-tokyo.ac.jp



研究の背景

細胞は外界からの様々な刺激を感知して細胞内にシグナルを伝え、特定の遺伝子の発現量を調節することで環境変化に適応しています。細胞の情報伝達を担う仕組みの1つに、ERK経路と呼ばれるシグナル伝達システムがあります(図1)。ERKは主に増殖因子によって活性化されるタンパク質リン酸化酵素であり、基質分子のリン酸化を介して、細胞増殖や分化の制御で中心的な役割を果たしています。実際に、ERK経路の上流に位置する増殖因子受容体やRasなどの分子は、癌遺伝子であることが知られており、これらの遺伝子の変異によってERKが異常に活性化すると、細胞の癌化や癌細胞の浸潤・転移を導くことが明らかにされています。しかしながら、ERKの異常な活性化がどのようにして癌の悪性を導くのか、その分子機構には不明な点が数多く残されています。

研究の成果

ERKシグナルを介した発癌および癌悪性化機構を解明するため、私たちはERKによってリン酸化される基質分子を網羅的に同定する新たな実験法(酵母3-hybrid法)を開発してスクリーニングを行い、これまでに全く報告のない新規分子(MCRIP1と命名)を発見することに成功しました。さらに、MCRIP1の生理機能の解析を進め、MCRIP1が癌抑制遺伝子E-カドヘリンの発現制御に重要な役割を果たしていることを見出しました(図2、Molecular Cell, 2015)。E-カドヘリンは、皮膚や粘膜(腸管や気管などの表面)を構成する細胞(上皮細胞)に発現している分子であり、細胞同士を強固に繋ぎ止めることで細胞を動かないようにしている分子です。刺激の無い状態でMCRIP1は、転写抑制共役因子CtBPを制御し、E-カドヘリンの発現を維持する機能を持っています。

一方、増殖因子などによってERKが活性化すると、MCRIP1がリン酸化されてその機能を失い、E-カドヘリ

ンの発現が消失することを見出しました(図3)。また、癌細胞内では、癌遺伝子の作用によって異常に活性化されたERKがMCRIP1を強くリン酸化することで、E-カドヘリンの合成が停止し、その結果、癌細胞が自由に移動できるようになって、周囲の組織に浸潤したり、転移したりすることを突き止めました。この成果は、「発癌シグナル(ERK経路)による、癌抑制遺伝子(E-カドヘリン)のジーン・サイレンシング」という新たな概念を提示するものです。

今後の展望

これまで、ERK経路が発癌を導くメカニズムとして、主に、ERKが増殖に重要な遺伝子群の発現を亢進させる作用を持つことが注目されてきました。しかしながら近年、ERKは、増殖促進遺伝子の発現を亢進させるだけでなく、同時に、癌抑制遺伝子の発現をも阻害して、癌のさらなる悪性を導くことが明らかになってきました。しかし、ERKがどのようにして特定の遺伝子の発現を抑制するのか、その分子機構に関してはほとんど知見がありませんでした。

本研究により、新たなERK基質分子MCRIP1が同定されると共に、ERKがMCRIP1の機能を制御することで癌抑制遺伝子E-カドヘリンのジーン・サイレンシング(発現低下)が引き起こされることが明らかとなりました。また、癌で認められるMCRIP1のリン酸化異常が、癌の浸潤・転移を亢進させる一因となることも明らかになりました。今後、この研究成果を応用した新たな癌治療薬の開発が期待されます。

関連する科研費

2010-2014年度 新学術領域研究(研究領域提案型)「SUMO化及びO-GlcNAc化によるMAPキナーゼ経路の活性制御機構と疾患」
2015-2017年度 基盤研究(B)「新規MAPK基質分子による遺伝子発現制御機構と癌におけるその破綻」



図1 ヒトERKシグナル伝達経路

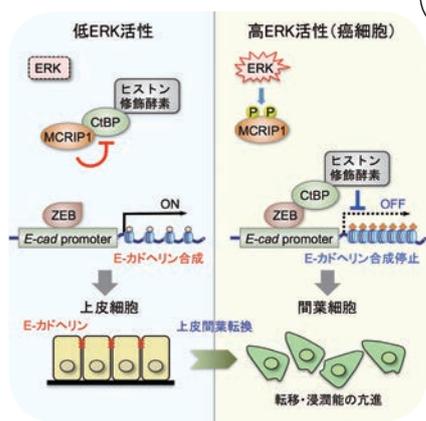


図2 ERKおよびMCRIP1による癌転移の促進

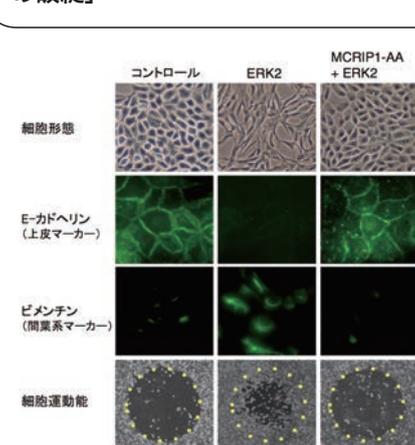


図3 細胞にリン酸化不能MCRIP1-AA変異体を発現させると、ERKが活性化してもE-カドヘリンの発現が維持され、細胞運動能が亢進しない。

「私と科研費—本来の科研費の姿」



お茶の水女子大学 名誉教授/元日本学術振興会 学術システム研究センター 化学主任研究員 **今野 美智子**

X線結晶構造解析を研究手段とし、研究生生活の途中で研究対象を大きく変えた。東京大学物性研究所では、東京大学大学院時代1969年から有機伝導物質、スピノクロスオーバー錯体、混合原子価錯体の相転移を立体構造の観点で研究していた。1981年オタワで開催された国際結晶学会でPurdue大学のMichael Rossmann教授のトマトスタントウイルスの結晶構造の特別講演の迫力に魅せられた。これからは結晶構造解析を行うならタンパク質の酵素反応を触媒反応という化学的本質に立ち返ってタンパク質上の反応場の分子科学的な本質を研究することが重要と考え、Rossmann教授の門を叩き2年半タンパク質の研究に専念した。1987年お茶の水女子大学の理学部化学科の助教授のポストを得たが、タンパク質の構造解析の実験設備が何もない状態であった。そのとき、重点領域研究で受け取った4年間の科研費は、どれほど研究室を立ち上げるのに助かったか感謝しても感謝しきれない。ここから生化学実験により反応自体は分かっているが分子科学的な本質が解明されていなかったハウスキーピングタンパク質であるアミノアシル-tRNA合成酵素とサイクロフィリンについて研究を行った。20種類のアミノアシル-tRNA合成酵素は、すべての生物に存在し、各酵素の種間のアミノ酸配列の相同性は低く、反応に関与するアミノ酸が置き換えられても自然選択されて機能に変わりなく、ほぼ同じ効率をもち、反応が維持されて生物進化した酵素で、分子科学的本質を見るのに適していると考えた。大腸菌からヒトに至るすべての生物に存在するサイクロフィリンの異性化反応の触媒機能も取り上げた。これは、タンパク質上の反応場の分子科学的機能の1つの代表例である。また、科研費の制度面からは、日本学術振興会の学術システム研究センターが発足して半年後の2004年から化学専門調査班の主任研究員を3年間担当し、科研費の申請書の見直し、審査基準の見直し、領域の見直し等基本的な改革に関与した。

この機会に今後の科研費の在り方について意見を述べさせていただきます。日本学術振興会は「学術研究の助成」、「研究者の養成」のため資金の支援事業等を行うために設置された。これまで日本の人口が十分であった時期は、科研費が、「学術研究の助成」を主体と考え、「研究者の養成」も行われてきた。日本は、第1次ベビーブーム世代が定年を迎え第一線で活躍する場から退いたが、第2次ベビーブーム世代の人口は、第1次世代の80%である。さらに現在は、第2次世代の人口の60%以下の出生率である。労働人口がますます減少している今後を考えたとき、科研費はどうあるべきだろうか。

少子化問題を抱えた日本が産業立国の政策として、女性が関与する割合を増やすことが本質的な解決策となる。20代の人口が第2次ベビーブーム世代の60%でそれから更に徐々に減少しており、人口の絶対数が減っていることはとりも直さず潜在能力のある人の数が減っていることを意味する。女性の寄与する割合を増やすことで、この40%の減少

を緩和し、その結果、技術を支えていく研究者の総数が維持できる。せめて30%にすればどうにか維持できる。女性は例えば産休によりフルタイムで働けない状況があり、短時間で能力を発揮できる女性研究者を育成することで、女性研究者の寄与の割合を最終的には40%まで上げることが目標となる。男女共同参画社会の観点からのみではなく、今後10年先あるいは20年先の日本の状況を考えたとき実行しなければならないことである。

今後の人口減少による社会状況を考えてみよう。社会的に援助しなければならない高齢者に対する働く者の比率が下がっていく。その対策として一人の介護者に対し介護できる高齢者の数の割合を高くすることであり、それを科学技術で補うことが必要である。例えば、介護を助けるロボットの開発、夜間の高齢者の状況をモニターするシステム等の開発を進めることである。食料に関しては、消費は減るとしてもある水準を維持しなければならない。特に、高齢者と子供にとって必須な野菜の生産量を維持しなければならないが、野菜は兼業には向かず、企業化による農業技術の開発が求められる。高齢者医療についても同じことが言える。今後このように応用研究の社会的重要性が益々高くなっていく。基礎研究に加えて応用研究に関わる研究者の養成がより必要となる。

これまで日本は、資源がなく技術力で豊かな生活を支えてきた。どれだけ技術力に依存してきたかをご存知のことと思う。技術力、それはすなわち人による部分である。若年層の人口が減少し続けることは、その技術力を保持し、発展させることのできる働く人口が減ることである。しかし、人口構成を考えると今後国内総生産（GDP）を減らすわけにはいかない。人が減ってもGDPを維持するには、効率を上げることが必要である。効率を上げる部分の相当部分は、応用研究によって実現化していかなければいけない。GDPの維持に寄与する応用研究の研究者の質を上げることが長期的な課題となってきている。もちろん応用研究の基盤となる基礎研究者の質を一層高めることが前提となる。今後の日本の状況を考えると科研費は、これから特に「研究者の養成」に重点を置くことが使命である。研究者を育てるのはどこから始めるか、大学院をでてからか、その前からか。さらに、育てるところは大学院か、その前の学部の教育もある。これまで、研究者といったとき、大学の研究者を主体に考えてきた。アカデミックな研究に携わる研究者を育てることのみでなく、今後、技術の開発において企業に携わる多くの応用技術者を養成することが必須である。大学の役目を考える時期に来ている。実際の教育において知識だけでいいだろうか、研究の仕方、何をすべきか問題を探る能力を養うことが求められている。これからは、基礎研究とその先に発展させる研究を見据えた研究者の養成をすべきである。科研費も見直す時期に来ている。

「科研費に支援されてきた研究者人生」

東京大学 名誉教授／国立極地研究所 特任教授 **近藤 豊**



私のこれまでの研究活動と研究成果は、科学研究費補助金（科研費）なくしては考えられない。現在も基盤研究(A)で北極におけるエアロゾルの気候影響の研究を、新たな視点から進めている。私の研究活動はおおむね4つの時期に分けて考えられる。

第Ⅰ期は名古屋大学の助手として、成層圏オゾンの破壊の研究を始めた頃である。成層圏オゾンは有害な太陽の紫外線を吸収することで地上の生物を保護している。この成層圏オゾンは窒素酸化物により破壊され、オゾン層の破壊により増加する紫外線が地球上の生物に悪影響を及ぼす可能性があることが知られている。私の研究目的は大気中における窒素酸化物の分布を調べ、オゾン破壊がどのような状態にあるのかを知ることにあった。そのために窒素酸化物の高精度の測定器の開発から着手した。今にして思えば、技術的には大変にハードルが高い測定器であった。奨励研究(A)を3年にわたり、毎年約100万円程度助成頂いた。試行錯誤を繰り返す研究であったため、比較的自由的な使い方のできる科研費の支援を受けたことは特に有難かった。実験が壁にぶつかっている時などは、科研費の採択通知を事務から知らされると、気持ちが明るくなり、研究の大きな励みになったことを記憶している。実際この装置の開発は3年かかったが、科研費のおかげで多くの試行錯誤を経験したため、観測的な研究に必要な、実験的な基礎を固めることができた。

第Ⅱ期では、開発した測定器を用いて、10年近くにわたり、フランスやスウェーデンで気球実験を国際的に展開することができた。30代後半での本格的な研究の展開の時期に、途切れることなく一般研究(B)、(A)、国際学術研究などの助成を受けることができた。この結果、ヨーロッパで多くの観測データを得ることにより、統計的に信頼性のある知見を得ることができた。この必要な時に科研費を得ることができたのは、奨励研究(A)の時代に、基礎固めをして、初期的な成果を論文として出版し、それが認められたためと考えている。成果を着実に出し、より大きな科研費が使え、また成果が積み重なるといように、研究が良い方向に回転したためである。

第Ⅲ期が第Ⅱ期と幾分重なりながら始まる。成層圏オゾンは紫外線を遮蔽する役割を果たすが、高度10km以下の対流圏でのオゾンは地球温暖化効果を持ち、その強い酸化力により人間の健康や植物の生育に悪影響を及ぼす。その対流圏オゾンの生成は窒素酸化物の濃度に大きく左右されるが、窒素酸化物の濃度分布は未知の状態であった。1990年代にはアジアでは産業活動による窒素酸化物の発生量が急速に増加しつつあり、この化学過程の重要性を認識した私は航空機観測用の窒素酸化物測定器を開発し研究を進めていた。ちょうどこの頃、NASAが急速に変化するアジアの大気環境の調査をするため、大型航空機ミッションを計画した。私の研究がNASAの責任者の目にとまり、このミッションに参加することになった。太平洋の広域では窒素酸化物の濃度が成層圏に比べ低く、測定器をさらに高感度にするごとと、硝酸などの高次の窒素酸化物の測定が新たに求められた。

ここでも、新たな測定器の開発費用の多くは科研費により賄うことができた。またこのミッションに参加するには、測定器の製作費に加え、機材の輸送、海外旅費など多くの費用が必要であった。参加意思を表明した時点では、科研費が採択される保証はなく、いわば見切り発車である。幸いにして、

科研費は採択され、窒素酸化物の観測データを高精度で得ることができ、アジアでのオゾン生成の化学過程の理解に大きく貢献した。その頃には「もし科研費が採択されなかったら…」ということではなく「科研費は採択されるはずであるから、新たな研究に進んでいこう」という思考をするようになっていた。

第Ⅳ期の研究は、これまでの単純な延長ではない。エアロゾルは太陽放射を反射したり吸収したりすることで地球のエネルギー収支に大きな影響を与える物質であるという意味で、エアロゾルの理解も重要であると認識し、50歳になってからのこの時期は、エアロゾルを主要な研究課題とした。それまで不明確であったエアロゾルの気候影響を定量的に理解するためには、ブラックカーボン(BC、黒色炭素)のような太陽光を吸収する成分と、硫酸アンモニウムのような光を散乱する粒子とに区別し、かつ個々の粒子の直径を高精度で新たに測定する技術の開発が必要であるという認識をもっていった。私はBCが光を強く吸収するという特性に着目し、レーザー光の吸収・散乱を利用した高精度の測定法をまず確立し、航空機観測や地上観測を行うことでその理解を大きく進めることができた。航空機によりアジアや北極におけるBCの高度分布を世界に先駆けて観測し、エアロゾルの放射収支に及ぼす影響を解明してきた。この研究では基盤研究(S)が2度にわたり採択され、高精度の測定器の開発と、それをを用いた観測を展開することで、10年間に国際的に評価される研究成果を挙げるることができた。この時期、強く意識したのは大学院生、ポスドク、若手研究者の創意を、この新たな研究課題においてはできるだけ生かし、次世代の研究者を育成することであった。この科研費のかなりの部分をこのために使用し、その結果、多くの優れた研究者が育っていった。

高度な研究を行うには、資金が必要であり、資金の獲得は研究者にとって、きれいごとではなく現実的な重要問題である。研究構想を考える時も、研究費が安定して獲得できる見通しが必要である。自分の研究者人生をふり返ってみると、駆け出しの頃に続けて科研費を獲得できたため、基礎を固めることができた。この経験から、次世代の研究者の育成には、若手研究者への予算支援を強化することが必要であると考えている。最近では若手研究者のためのカテゴリーが整備されてきているが、公正で優れた研究費配分の制度は、次世代の研究者の健全な育成のために、改善を加えながらさらに充実していかなければならないと考える。

基盤研究(S)のような大型予算では、器材の購入・海外旅費・研究員としての雇用などを通して若手研究者の能力を最大限に伸ばすこともその目的のひとつである。博士課程を終えた直後の時期の、可能性を秘めた若手研究者を支えることは、今後の日本の研究の発展にとって必要と考える。

また、科研費の支援によって得られた私の研究成果や知見を研究コミュニティや社会に還元する必要も感じている。そのため、次世代による地球科学の発展の基礎となるような本の出版も近年手掛けている次第である。

平成29年度に実施している研究テーマ：
「北極の気候影響に関わるブラックカーボンの挙動の解明」
(基盤研究(A))

ICTを活用した孤立防止と生活支援型コミュニティづくり

岩手県立大学 社会福祉学部 教授 **小川 晃子**

【お問い合わせ先】 TEL : 019-694-3343 E-MAIL : aki@iwate-pu.ac.jp



科学研究費助成事業(科研費)

高齢者見守りにおけるICT活用の効果(2008-2010 基盤研究(C))

ICTを活用した被災地の孤立防止と生活支援型コミュニティづくり(2016-2018 基盤研究(C))

科学技術振興機構 社会技術研究開発センター (RISTEX): 「ICTを活用した生活支援型コミュニティづくり」(2010-2013)
復興庁: 新しい東北先導モデル事業 「ICT活用見守りネットワーク形成-多様なネットワークの連携による人的見守りの強化と進化」(2014)

岩手県は四国とほぼ同じ面積があり、人口密度も低い。過疎化・高齢化も進展し、高齢者の社会的孤立の問題が複雑化・重複化している。

2003年当時、県内で最も高齢率が高い川井村(現宮古市)の社会福祉協議会と連携し、岩手県立大学の社会福祉学部とソフトウェア情報学部のプロジェクトチームが「おげんき発信」を開発した。

「おげんき発信」は高齢者が能動的に電話機で安否を発信する仕組みで、見守る側が24時間に1回インターネットを通して確認することにより、異変を把握し、孤立死を確実に防ぐことができる。

2009年には電話番号を登録すればいずれの電話機であっても利用できる「おげんき発信」を開発し、2010年から岩手県社会福祉協議会の事業となった。

2010年からは「おげんき発信」を基盤として、地域の多様な見守り情報を一元化し、生活支援型のコミュニティをつくる社会技術の開発に取り組んでいる。見守り資源が少ない東日本大震災の被災地においては、血圧測定や服薬支援等のICTを活用した見守りと、人的見守りの情報を重複化・一元化する社会実験に取り組んできた。

民間との共同研究にも成果を転用し、NTTドコモのシニア向けスマホに見守りアプリが搭載されている。また2016年からは、シニアがスマホを活用し、転倒予防体操に取り組みながら仲間と相互見守りを行うアプリの実証実験も行い、効果を検証した。

これまでの研究成果を活用し、今後は、減災や地域包括ケアに資するための社会技術の開発に取り組む予定である。

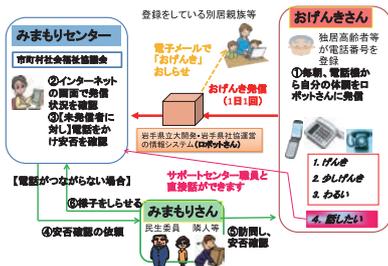


図1 岩手県社会福祉協議会が運営している「おげんき発信(いわて「おげんき」みまもりシステム)」は、電話代だけの負担で利用できる。未発信の場合には、あらかじめ登録したみまもり者に連絡が入り、訪問をすることで安否を確実に確認する。小川の研究フィールドである高知県橋原町や福島県の避難者も、このサーバを利用して「おげんき発信」を行っている。

図2 NTTドコモのシニア用スマホに搭載している「つながりほっとサポート」の画面。共同研究の成果で2014年から商用化。

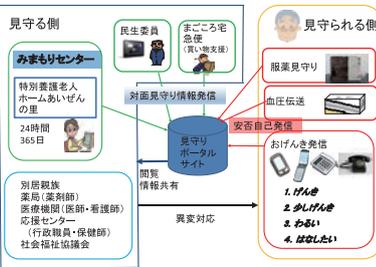


図3 被災地における重層的見守りの概要

エネルギー問題の解決に貢献する超低損失ナノ結晶軟磁性材料の開発・実用化

東北大学 未来科学技術共同研究センター 教授 **牧野 彰宏**

【お問い合わせ先】 TEL : 022-217-3912 E-MAIL : nanom@imr.tohoku.ac.jp



科学研究費助成事業(科研費)

ナノ結晶組織制御による省資源・低環境負荷型Fe基硬磁性合金の創製(2013-2014 挑戦的萌芽研究)

自己組織化を用いた高強度・高靱性Fe基バルク・ヘテロ金属ガラスの創成(2011-2014 基盤研究(A))

新規な高鉄濃度鉄-半金属バルクアモルファス合金の創製とその形成機構の解明(2008-2010 基盤研究(B))

Fe基軟磁性金属ガラスの超低鉄損化に関する研究(2004-2005 特定領域研究)

大気中で作製可能な高飽和磁束密度ナノ結晶軟磁性合金の開発(2001-2003 基盤研究(B))

文部科学省 東北発 素材技術先導プロジェクト「超低損失磁性材料技術領域」にて、新ナノ結晶軟磁性合金NANOMET®による送電ロスの抑制、電力損失の大幅低減を実証(2012-2016)

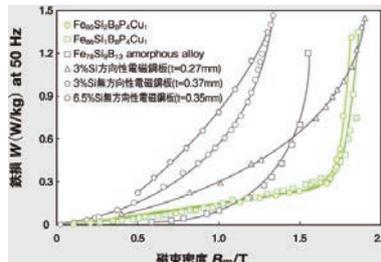


図2 磁心損失曲線 (NANOMET®の磁束密度と鉄損の関係)

気候変動への対応やエネルギー問題への対応は世界的な最重課題のひとつとなっている。とりわけ、東日本大震災後我が国においては、あらゆる分野における省エネは緊急の課題である。その中でもモータやトランスは、多くの電力を消費する一方、これらは我が国の省エネ技術の基盤を形成している。また、省エネは発電量の抑制につながり、温暖化ガスの削減につながる。

トランスやモーターなど、磁気応用製品における電気-磁気変換に伴う磁心損失(エネルギーロス)の改善は不可欠であるが、従来材料(ケイ素鋼)の性能向上は、ほぼ限界に達した状況にある。

94%以上の超高鉄濃度アモルファス合金へのPとCu添加の特異な複合効果によるヘテロアモルファス構造形成と、新たな熱処理法の確立による均質な鉄ナノ結晶相の創製に成功した。新ナノ結晶軟磁性合金(NANOMET®)は極めて低い磁心損失特性と、著しく高い飽和磁束密度を兼備し、かつ、希少元素を含まない。

本研究成果を継承する東北大学発ベンチャー((株)東北マグネット インスティテュート)が設立され、家電用モーター等の用途にNANOMET®薄帯の生産が予定されている。我が国の強みである省エネ技術を通して、地球規模のエネルギー問題解決に貢献することが期待されている。

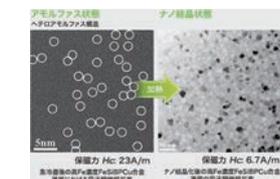


図1 ナノ結晶構造(ヘテロアモルファスとナノ結晶組織)

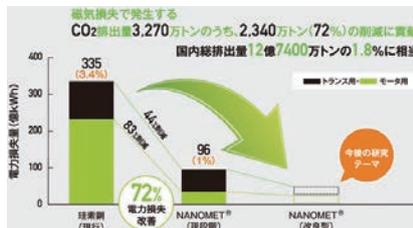


図3 NANOMET®適用による電磁変換損失改善効果

科研費改革説明会を実施しました。

平成29年6月8日（東京大学安田講堂）及び平成29年6月15日（関西学院大学中央講堂）に科研費改革説明会を文部科学省と日本学術振興会が合同で開催しました。

本説明会は、科研費改革の進捗状況や科研費をめぐる状況等について研究者を対象に情報を提供し、改革の内容について多くの方々の理解を得ることを目的として、実施しました。

当日の説明内容の動画や資料については、下記のホームページをご覧ください。

なお、新たにパンフレット「科研費改革の進展（KAKENHI Reform 2018）—知のブレークスルーを目指して—」を作成し、このたび配布しましたので、そちらも併せてご覧ください。

http://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/hojyo/1385136.htm

平成29年度科研費の交付内定について

科研費制度では、研究者の方々に年度当初から研究に着手していただけるよう、早期の交付内定に努めています。

平成29年度の科研費については、平成29年5月31日現在、以下の研究種目について交付を内定しています。

「特別推進研究」、「新学術領域研究（※）」、「基盤研究（S）」、「基盤研究（A・B・C）（※）」、「若手研究（A・B）」、「研究活動スタート支援（継続）」、「奨励研究」、「研究成果公開促進費（研究成果公开发表（B・C）・国際情報発信強化・学術図書・データベース）」、「特別研究員奨励費（第1回）」

※研究領域提案型の新規の研究領域分及び基盤研究（B・C）の特設分野研究の新規分を除く。

なお、科研費の交付内定後、科学研究費助成事業データベース「KAKEN」で交付内定情報を公開しています。

平成29年度科学研究費助成事業の審査結果等の開示について

科学研究費助成事業の審査結果等については、電子申請システムを利用した電子的開示を下記の要領で行っています。

【開示期間】

●平成29年4月21日（金）～平成29年11月24日（金）

【対象種目】

●新学術領域研究（研究領域提案型）（公募研究）、基盤研究（A・B・C）（※）、若手研究（A・B）

※基盤研究（B・C）の特設分野研究を除く。

*特別推進研究、基盤研究（S）、基盤研究（B・C）の特設分野研究、挑戦的研究（開拓・萌芽）については別途開示

【開示内容の閲覧方法】

●日本学術振興会のWebページ「電子申請のご案内」に掲載の「研究者向け操作手引（審査結果開示用）」をご確認ください。

<http://www.shinsei.jsps.go.jp/kaken/topkakenhi/download-ka.html#tebiki1-2>

※審査結果等の開示は、審査の結果採択されなかった研究課題及び審査に付されなかった研究課題について、研究計画調書提出時に開示希望のあった研究代表者に対してのみ行うものです。

小・中・高校生のための プログラム



K A K E N H I

「ひらめき☆ときめきサイエンス」は、科学研究費助成事業により行われている、研究者個人の独創的・先駆的な学術研究の成果を、全国各地の大学、高等専門学校その他の研究機関において、小学5・6年生、中学生、高校生を対象として、研究者自身が分かりやすく情報発信するプログラムです。

平成28年度には、児童生徒の他引率の保護者・学校教員等を含め9,500名弱の参加がありました。

○平成28年度に実施されたプログラムの事例紹介



『もしも君が杜の都で天文学者になったら。。2016(もし天2016)』

津村 耕司 (東北大学・学際科学フロンティア研究所・助教)

一週間の合宿形式で、観測計画の立案・観測・データ解析・成果発表など、天文学研究の一連の流れを体験しました。

『オタマジャクシはすごい～実験でわかる動物たちの生き残り戦略～』

岸田 治 (北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター・准教授)

オタマジャクシが状況に応じて行動や形を変えることを学び、その理由について仮説を立てて実験を行いました。



『血液の中から病気を見つけよう!』

中川 沙織 (新潟薬科大学・薬学部・助教)

血液細胞を観察したり、血液中の糖（グルコース）の濃度を測定したりすることで、血液とグルコースの働きを知りました。

平成29年度も、夏休みを中心に、7月下旬から翌年1月末までの間、児童生徒が全国各地の170にわたる大学等の研究室を訪問し、実験やフィールドワークなどを実際に体験して、最先端の研究成果を直に見て・聞き・触れることができる341件の訪問体験型プログラムを用意しています。

また、受講を希望する児童生徒が在学する学校に限らず近隣の学校も含め、学校教員の参観・見学を積極的に受け付けています。

「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」ホームページをご覧ください。

🔍 ひら☆とき

検索 🔍



【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) FAX. 03-6734-4093

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 東京都千代田区麴町5-3-1

TEL. 03-3263-0964, 4796, 0976, 1431 FAX. 03-3263-9005

Webアドレス <http://www.jsps.go.jp/j-grantsinaid/index.html>

※「科研費に関するご意見・ご要望窓口」が日本学術振興会のホームページに開設されておりますので、ご意見・ご要望があればアクセスの上ご提出ください。
(「科研費に関するご意見・ご要望窓口」アドレス：https://www.jsps.go.jp/j-iken_youbou/index01.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 TEL. 03-3263-1738 FAX. 03-3263-1716