

2014年度 VOL.3

科研費NEWS

KAKENHI



文部科学省

MINISTRY OF EDUCATION,
CULTURE, SPORTS,
SCIENCE AND TECHNOLOGY-JAPAN



JAPAN SOCIETY FOR THE PROMOTION OF SCIENCE

日本学術振興会

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。

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	近世日越交流史の再構築をめざして 4 昭和女子大学・大学院生活機構研究科・教授・菊池 誠一
	言語の語順と思考の順序：カクチケル・マヤ語からの考察 5 東北大学・大学院文学研究科・准教授・小泉 政利
	ケア“ワーク”としての家族介護：フィンランドの自治体レベルでの支援制度から考える 6 千葉大学・文学部・准教授・高橋 絵里香
	エッセイ「私と科研費」情報・システム研究機構・国立極地研究所・准教授・東 久美子 7
理工系	統計多様体の幾何学と情報幾何学 8 名古屋工業大学・大学院工学研究科・准教授・松添 博
	動的核偏極によるNMR分光高感度化～室温でNMR信号を1万倍増大することに成功～ 9 大阪大学・基礎工学研究科・助教・根来 誠
	高分子トポロジー化学：「かたち」からはじめる高分子材料設計 10 東京工業大学・大学院理工学研究科・教授・手塚 育志
	新しいスピンドYNAMIXデバイス 11 京都大学・化学研究所・教授・小野 輝男
	算術演算LSIの統一的な設計・検証技術の確立を目指して 12 東北大学・大学院情報科学研究科・准教授・本間 尚文
	建設プロジェクトの発注・契約方式と品質確保のしくみに関する国際比較 13 京都大学・大学院工学研究科・准教授・古阪 秀三
	海洋漂流プラスチックによる化学物質汚染と生物影響 14 東京農工大学・農学研究院・教授・高田 秀重
エッセイ「私と科研費」自然科学研究機構・機構長・佐藤 勝彦 15	
生物系	最小生物、マイコプラズマ滑走運動のメカニズム 16 大阪市立大学・大学院理学研究科・教授・宮田 真人
	花の匂いが結ぶ植物と昆虫の相利共生系 17 独立行政法人森林総合研究所・日本学術振興会特別研究員PD・岡本 朋子
	ゲノム・表現型多型のモデル化に基づく新しい育種システムの確立に向けて 18 東京大学・大学院農学生命科学研究科・准教授・岩田 洋佳
	多分野融合による在宅医療を支える「遠隔看護システム」の開発 19 筑波大学・医学医療系・教授・川口 孝泰
	脳形成に不可欠なスイッチタンパク質 20 公益財団法人東京都医学総合研究所・脳発達・神経再生研究分野・主席研究員・丸山 千秋

3. 科研費からの成果展開事例

浮力を利用する無動力かつ人的操作不要の津波・高潮対策フラップゲートの開発 21 京都大学・防災研究所・教授・間瀬 肇
会話コーパスのアノテーション手法の開発と対話の認知・伝達モデルの構築 21 千葉大学・文学部・教授・傳 康晴

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、様々な研究活動が行われています。科研費は、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・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から、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研究助成制度です。(平成26年度予算額2,276億円(*) 平成26年度助成額2,305億円)

※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、約6,000人の審査員が分担して行っています。

平成26年度には、約10万4千件の新たな申請があり、このうち約3万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8万件の研究課題を支援しています。(平成26年10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) (<http://kaken.nii.ac.jp/>)により、閲覧することができます。

(参考)平成25年度検索回数 約5,000,000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26年度(平成26年4月～平成26年9月)

4月	5月	6月	7月	8月	9月
111件	75件	107件	253件	424件	458件

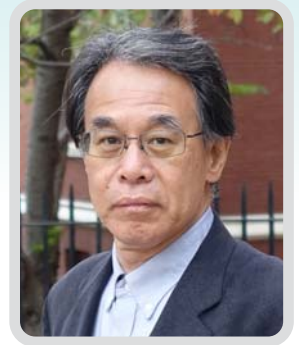
(対象:朝日、産経、東京、日本経済、毎日、読売の6紙)

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。

近世日越交流史の再構築をめざして

昭和女子大学 大学院生活機構研究科 教授

菊池 誠一



研究の背景

私たち日本人にとってベトナムは遠い存在かもしれませんが。しかし、歴史的にみると日本とベトナムは緊密に連携していた時代がありました。近世初期、徳川幕府が推進した「朱印船貿易」によって両国は結びついていたのです。そして、ベトナムをはじめ東南アジア各地に「日本町」が形成されました。

これまで多くの研究者が、文献資料をもとに朱印船貿易や日本町の研究をしてきました。しかし、1990年代初めまで東南アジアについては日本人による現地調査はわずかであり、また物的資料から両国の関係を探る研究もなかったため、私たちの研究グループはベトナムをフィールドとして研究を展開しました。

研究の成果

ユネスコの世界遺産に登録されているベトナム・ホイアンには、17世紀の日本町が存在し、日本の商人たちが生活していました。このホイアンで日越共同の発掘調査を行いました。出土した遺物のなかには、日本陶磁器（伊万里焼）や中国陶磁器などが多数含まれており、その詳細な分類や分析をもとに、交易ネットワークの実態を解明してきました。そして、在住日本人の生活やその変遷が明らかになったことで、近世東南アジアの「日本町研究」は飛躍的に進展したといえます。

それと同時に、日本国内に残る史資料を系統的に集成してきました。その過程で、16世紀後半にベトナムから日本に送られてきた文書を発見し、日越交流の歴史がさらにさかのぼれることを確認しました。また、朱印状などの悉皆調査を半世紀ぶりに実施し、現存する古文書を再検証しました。さらに、ホイアンの日本町の様子を描いた絵図を文献史、美術史の研究者とともに総合的に調査し、制作年代や制作意図にかんするあらたな解釈が得られたので、その結果を科研費の研究成果公開促進費の助成を受けて出版しました。

こうした成果は、2013年に九州国立博物館で開催された『大ベトナム展』の展示に、協力者として活かすことができました。



図2 国際シンポジウムでの報告(香港大学にて)

図1 ホイアンでの発掘調査(左:筆者、右:ベトナム人研究者)

今後の展望

ホイアンで出土した陶磁片は膨大な数にのぼりますが、その整理作業は終了しました。私たちは、その成果を報告書として刊行する予定です。国内外の研究者が物質的資料をもとに日本とベトナムの歴史的関係の考究が可能となり、その成果の発表が期待されます。また、発掘調査を継続することで、日本町の実態解明を進展させていきたいと思っております。そして、現存する史資料は、研究に活用できるように出版することも必要です。

さらに、9年後の日越外交樹立50周年に向けて、ベトナムをはじめ東南アジア諸国との歴史的関係を展示する特別展を博物館で開催できるように努力したいと思っています。そのためにも、今回の研究手法を東南アジア全域に拡大していきたいと考えています。

関連する科研費

- 平成15年度 研究成果公開促進費「ベトナム日本町の考古学」
- 平成20-22年度 基盤研究(C)「近世東南アジア交易世界の研究-日本町ネットワークを中心に-」
- 平成24-27年度 基盤研究(B)「近世日越交流史の再構築」
- 平成25年度 研究成果公開促進費「朱印船貿易絵図の研究」

言語の語順と思考の順序： カクチケル・マヤ語からの考察

東北大学 大学院文学研究科 准教授
小泉 政利



研究の背景

日本語や英語など多くの言語の理解(聞く、読む)や産出(話す、書く)の際に、動詞(V)の位置にかかわらず、主語(S)が目的語(O)に先行するSO語順(SOV、SVO、VSO)のほうが、その逆のOS語順(OSV、OVS、VOS)よりも、処理負荷が低く母語話者に好まれる傾向があることが知られています(=SO語順選好)(図1)。しかし、従来の文処理研究はほとんど全て日本語のようにSO語順を基本語順にもつSO言語を対象にしているため、SO語順選好が個別言語の基本語順を反映したもの(=個別文法説)なのか、あるいは人間のより普遍的な認知特性を反映したもの(=普遍認知説)なのかが分かりません。この2つの要因の影響を峻別するためには、OS語順を基本語順に持つOS言語で検証を行う必要があります。

研究の成果

そこで、私たちの研究チームは、OS言語であるカクチケル語(グアテマラで話されているマヤ諸語の1つ)を言語学、心理学、脳科学などの観点から多角的に研究し、個別文法説と普遍認知説を検証しました(図2)。その結果、以下のようことが分かりました。

- (1) カクチケル語では、文法的基本語順であるVOS語順が他の語順よりも文処理(理解・産出)の際の負荷が低く、文処理負荷に関しては個別文法説が支持される。
- (2) それにもかかわらず、産出頻度はVOSよりもSVOのほうが高く、この点に関しては普遍認知説が支持される。
- (3) OS言語であるカクチケル語の話者も、SO言語の話者

と同様に、言葉にする前に出来事を認識する際の順序(=思考の順序)は、(言語で言えばSO語順に相当する)「行為者・対象」である。

これは、文処理負荷を決める主要因と産出頻度を決める主要因とが異なることを世界で初めて立証したもので、SO言語のみの研究から導かれた既存の理論に対して抜本的修正を迫る画期的な研究成果です。

今後の展望

この研究を推進することによって、次のようなことが期待できます。

- ① OS言語の文・談話処理メカニズムを解明して、SO言語の特性に偏向した既存の理論を是正することができます。
- ② 言語の普遍性と個別性の追求を通じて、言語の起源・進化の研究に貢献できます。
- ③ OS言語の多くは話者が少なく絶滅が危惧される危機言語なので、OS言語の研究は、危機言語の記録・保存や文化の多様性の確保に繋がります。

今後は、マヤ諸語以外の言語にも対象を広げるとともに、「言語の語順」と「思考の順序」との関係をより詳しく調べることによって、この研究をさらに発展させたいと考えています。

関連する科研費

平成22-26年度 基盤研究(S)「OS型言語の文処理メカニズムに関するフィールド言語認知脳科学的研究」

平成26-28年度 挑戦的萌芽研究「「思考の順序」と「言語の語順」との関係を解明する新たな研究手法の開発」

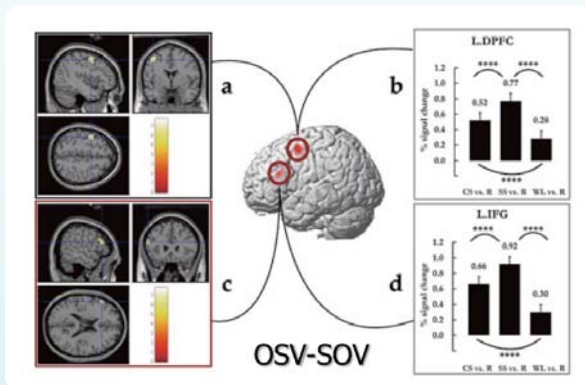


図1 SO語順の文を読んでいるときよりも、OS語順の文を読んでいるときのほうが、左脳の前方(左下前頭回)の活動が高まります。このことから、OS語順の方が処理負荷が高いことが分かります。(Kim et al 2009 より改変)



図2 グアテマラで実験参加者、共同研究者とともに。子どもからお年寄りまでたくさんの方々が研究に参加・協力してくれました。

ケア“ワーク”としての家族介護： フィンランドの自治体レベルでの 支援制度から考える

千葉大学 文学部 准教授

高橋 絵里香



研究の背景

現在の日本では、「介護の社会化」というスローガンに代表される通り、従来は家族が担ってきた高齢者介護の専門職への役割移行が訴えられてきました。それは、介護は愛情に基づく無償の自発的行為であるとする事で、家族が経験してきた大きな負担を減らすという意味で重要なことです。ただ、家族介護が「アンペイド・ワーク（無償の労働）」であるとするれば、それを有償化した場合にどのような展開が予想されるのだろうか、という議論は、あまり進められてきませんでした。

研究の成果

そこで私は、北欧型福祉国家として知られるフィンランドの「親族介護者支援制度」について、文化人類学的なフィールドワークを行ってきました。福祉国家が高齢者ケアを一義的に担うフィンランドでも、財政難と人手不足を背景に家族介護者の支援制度が急速に整いつつあります。特に2005年の「親族介護支援法」の制定以来、家族介護者をケアワーカーに準じる存在として扱い、給付や休暇といった労働の保障を与えることで、家族介護者を含むすべてのケアテイカーを公の領域でサポートしようとしています。

こうした近年の変動の中の家族の姿を知るために、私は実際に高齢者とその介護者にインタビューを行い、彼らをサポートする行政の担当者やレスパイトケア（家族介護者へのケアのため、一時的にケアを代替する支援サービスの）スタッフの仕事に同行し、家族と行政の間で開かれるケアミーティングにも同席しました（図1～2）。現場の活動への参加からわかったのは、「親族介護者」と呼ばれている人々が、必ずしも同居していない場合もあり、親族でなく友人間の介護であっても支援の対象になっているということです。

つまり、制度化されることで従来の「家族」の定義が広がりつつあると言えます。一方で、特に老老介護の場合、介護者側も身体的に衰えていく中で、いつまで「親族

介護者」として認定し続けるのか、といった「親族介護者」のスキルをめぐる問いも浮上していることが明らかになりました。

今後の展望

フィンランドの「親族介護支援制度」の事例は、パートナーや子供を持たない人でも、多様な形で介護のネットワークを構築できる可能性があることを示しています。同時に、行政の在宅介護が充実した状況で、なおかつ家族が介護を行うのは、非常に自立生活程度の低い高齢者が在宅を続けていくために家族の手を借りているケースが多く、施設から在宅への移行が抱える課題について研究を続けていく必要があります。今後は、家族介護に限らず、自宅生活が困難な高齢者が在宅生活を続けるための支援の様相について、フィンランドでの調査を続けたいと考えています。

関連する科研費

平成21-24年度 特別研究員奨励費「フィンランドの家族介護とイェ・親族—福祉国家における老いの人類学的研究—」

平成25-26年度 研究活動スタート支援「フィンランドにおける家族介護支援の認定プロセスについての人類学的研究」



図1 夫の帽子を直す家族介護者



図2 靴下を履くための補助具を試している高齢者とその家族介護者、作業療法士

「私と科研費」No.68 (2014年9月号)

「極域における氷の掘削研究」

情報・システム研究機構 国立極地研究所 准教授

東 久美子



エッセイ「私と科研費」

私は大学院修了後、ニューヨーク州立大学、防災科学技術研究所等を経て、1998年3月に国立極地研究所（極地研）へ異動した。極地研での研究テーマは極域の氷床・氷河で掘削した氷（アイスコア）の分析による過去の気候・環境変動の解明である。極地研に異動して以来、科研費から多大の支援を受けてきた。科研費は、研究者の自由な発想で基礎研究を行なうことができる数少ない貴重な研究資金であるとともに、コストパフォーマンスが最も良い研究資金の一つであると思う。近年、科研費制度の大幅な改善がなされてきたが、運営費交付金が年々削減される中で科研費の重要度は一層高まっており、更なる改善を願う。

アイスコア研究の実施には、大きく分けて、アイスコアの掘削、分析、分析データを使った研究、という3つのステップがある。この中で特にアイスコアの掘削と分析には膨大な時間と労力を要する。2000メートルを超える深さまでの掘削になると、掘削だけで3年以上かかり、プロジェクト立案や掘削機の開発、物資の輸送、基地の建設等の準備を含めると10年以上かかることも多い。極域の氷床・氷河は、人が住んでいないアクセスの難しい場所であり、プロジェクトの実現には様々な困難があるため、計画の立案と準備に相当の時間がかかるのである。

南極では、これまでは主に、南極観測事業費として極地研に措置される予算で掘削プロジェクトを推進することができた。長年にわたる準備の後、南極内陸のドームふじ観測拠点では、2006年、3035mの掘削に成功し、70万年以上に及ぶ気候・環境変動を研究することが可能になった。ドームふじで掘削した貴重なアイスコアの分析と研究にかかる経費については、幸いにも私の研究仲間が申請した科研費が複数採択されたことによって、大部分をまかなうことが可能になった。

一方、グリーンランドではNEEM計画（北グリーンランド氷床深層掘削計画 North Greenland Eemian Ice Drilling）の下、2008年から2012年にかけて14カ国からなる国際チームが、グリーンランド北西部で2500mを超えるアイスコア掘削を実施した。私は日本の代表としてこの国際掘削プロジェクトに参加したが、北極研究には南極観測事業費のような仕組みがなかったため、この国際プロジェクトに日本が参加できるかどうか、最後まで決めることができなかった。情報・システム研究機構及び極地研の首脳部と事務方のご尽力のお陰で、機構長裁量経費、極地研の運営費交付金などをかき集めていただき、何とか3000万円の参加分担金を支払えることが決まったのは、NEEM計画が走り出して1年を経た後であった。その後、非常に幸運にも平成22年度に科研費の基盤研究(S)が採択され、日本人研究者のグリーンランド出張経費、

観測物資やアイスコアの輸送費、アイスコア分析装置購入経費、分析経費などを手当てすることができた。採択が決まった時は、本当に嬉しかった。

南極ドームふじや北極グリーンランドでのアイスコア研究は、科研費がなければ実施することができなかったことは明らかで、科研費には大変感謝している。しかし、国の財政状況が厳しい時代に、今後の掘削計画推進のための経費を確保できるかどうか、大変危惧している。南極内陸では100万年を超える「世界最古のアイスコア」を掘削して氷期-間氷期のサイクルが4万年から10万年に変化した謎に迫ろうと、世界各国が掘削地点の選定とプロジェクトの実現にしのぎを削っている。日本はドームふじ観測拠点近傍に候補地点を持っているが、どのようにして経費の目途をたてるのかは、大きな課題である。グリーンランドでも、デンマークが中心となって、グリーンランド氷床の安定性を研究するための新しいアイスコア掘削計画が立案されており、日本は、アメリカ、ドイツ、フランス、スイスとともに参加要請を受けている。しかし、1億数千万円の参加分担金が必要になり、運営費交付金からの捻出は大変困難である。科研費を頼りにしたいところだが、科研費には大規模な掘削計画を推進できるほどの高額なものが非常に少ない。ドームふじやグリーンランドのアイスコアからは、気候・環境変動に関して従来予想もできなかった意外な研究成果が得られ、Nature誌、Science誌を始めとするインパクトの高い国際誌に掲載されて注目を集めているが、プロジェクト立案から、このような研究成果が出るまでに非常に長い年月が必要であり、5年程度という短期間に一定の研究成果を取りまとめる必要がある現在の科研費の制度では、計画段階での応募が難しい。アイスコア研究以外にも、同様の問題をかかえる研究は沢山あると思う。研究成果創出までに時間がかかる研究や、国際プロジェクトへ参加経費が必要な研究にも対応できるような科研費制度を作っていただけのこと切に望む。

国際プロジェクトの場合、日本一国だけで研究を推進することができず、他国と足並みを揃える必要がある。運良く科研費が採択されても、他国の事情により、プロジェクト開始が遅れた場合、科研費の執行を数年延期することができるようなシステムができると便利である。更に、短期的な研究成果への要求がますます厳しくなっていく中で、アイスコア研究のように計画から成果創出まで時間のかかる研究を、若手が夢を持って推進していけるような成果の評価システムを導入していただけることを希望する。

平成26年度に実施している研究テーマ：

「グリーンランド深層氷床コアから見た過去15万年の温暖化とその影響評価」(基盤研究(S))

統計多様体の幾何学と情報幾何学

名古屋工業大学 大学院工学研究科 准教授

松添 博



研究の背景

曲線や曲面など、曲がった図形概念を高次元化したものを「多様体」と呼びます。統計学や情報理論などの分野では確率分布が重要な役割を果たしますが、情報幾何学では1つの確率分布を高次元空間内の点だと考えます。その結果、確率分布の集まりは高次元空間内の点の集まり、すなわち抽象的な図形である多様体と考えることができます。

多様体では曲がった空間の内積に相当するリーマン計量や、微分に相当するアフィン接続を議論します。確率分布のなす多様体上では、通常の微分幾何学で議論されるレビ・チビタ接続とは異なるアフィン接続が有用です。このようリーマン計量とアフィン接続を考えた構造が統計多様体です。統計多様体構造を用いると、統計学における最尤推定法をはじめとして、最適化理論などを幾何学的に説明することが可能になります。

しかしながら、これまでの情報幾何学は正規分布をはじめとして、指数型分布族と呼ばれる確率分布のなす集合に関する議論が中心でした。複雑系科学を動機とした異常統計などの分野では、新しい数学構造の議論が必要となります。

研究の成果

指数型分布族はアフィン接続が平坦となる平坦統計多様体の構造を持ちます。異常統計に現れる変形指数型分布族は、2種類の異なる平坦統計多様体の構造を持ちます。私の研究により、統計学で用いる推定関数からこれらの平坦統計多様体の構造を構成できることを示しました。さらに、確率論や統計学で用いる期待値や独立性という概

念は、統計モデルごとに修正することが自然であることも分かりました。

一方、量子情報理論に現れる統計多様体は、曲率は0になるが、振率が消えない遠隔平行性空間になります。私の研究で、遷移確率の推定に関する統計モデルにおいても、自然に遠隔平行性空間の構造を持つことが分かりました。統計多様体の幾何学の立場からは、古典、量子という考え方は重要ではなく、推定関数の可積分性の違いが重要となります。

今後の展望

情報幾何学の理論は、曲率が0である場合の議論が中心となっていました。異常統計の発展から、今後は確率分布の変換などが重要であり、幾何学的にはアフィン接続の射影変換をはじめとした統計多様体上の一般化した共形変形と関連があると考えています。実際の問題への応用としては、データに強い相互作用があり、外れ値を多く含む現象が考えられます。これまで適切な統計モデルが得られていなかった現象に、期待値や独立性を修正することにより、良い統計モデルを構成したいと考えています。

関連する科研費

平成23-26年度 若手研究 (B)「可積分系と不可積分系の統計多様体の幾何学」

平成26-30年度 新学術領域研究 (研究領域提案型)「多元計算解剖学における基礎数理」(研究分担者) 研究代表者: 本谷秀堅 (名古屋工業大学)

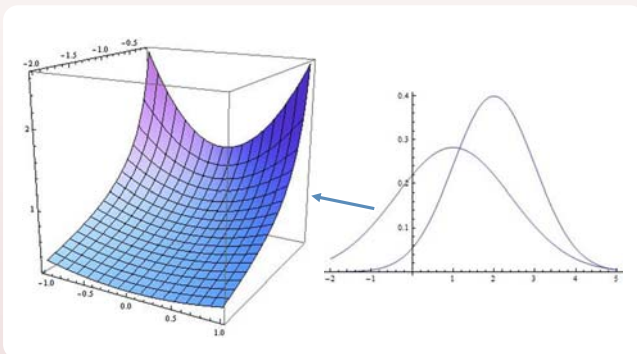


図1 正規分布族のなすアフィン曲面
1つの正規分布を曲面上の1点だと思い、アフィン曲面として空間に描画したものを。

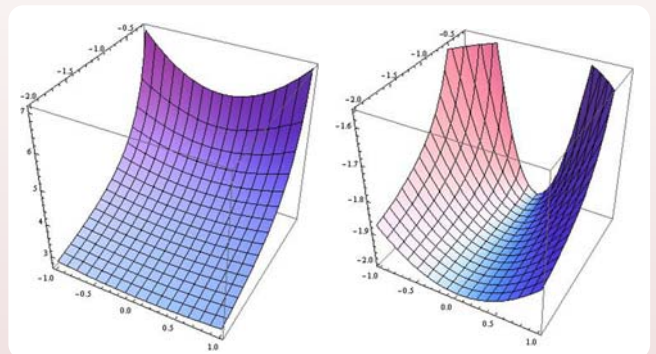


図2 Student t-分布族(自由度1)のなすアフィン曲面
正規分布族の場合とは異なり、アフィン曲面としての実現が2通り自然に得られる。
左図と右図では縦軸のスケールが異なるので、この図だけでは単純な比較はできない。

動的核偏極によるNMR分光高感度化 ～室温でNMR信号を 1万倍増大することに成功～



大阪大学 基礎工学研究科 助教
根来 誠

研究の背景

核スピン(原子核の持つ微小な磁石)から発せられる電磁波信号を解析することで、試料内部の原子レベルの構造情報を知ることができます。これは、化学分析の分野ではNMR(核磁気共鳴)分光として、また、医療の分野ではMRI(核磁気共鳴画像)として広く利用されています。核スピンの向きはほとんどバラバラになっており、スピンの向きが揃っている割合を偏極率と呼びます。試料から発生する信号の強度はこれに比例し、NMRやMRIの感度もこれに比例します。

試料にマイクロ波を照射すると、少量添加した安定ラジカル分子中の電子スピンを利用して核スピン偏極率を増大することができます。この方法を動的核偏極(DNP)と呼び、現在非常に注目されています。従来の方法のDNPでは、最大で660倍高感度化できますが、偏極率を10%以上に高めるには、さらに試料をマイナス270℃以下の極低温にして電子スピンの向きを揃える必要がありました(図1)。

研究の成果

私たちは光励起三重項電子を用いたDNP(トリプレットDNP)によって、試料を室温に保ったままで、水素核スピン偏極率を34%まで向上させることに成功しました。ペンタセンなどの有機化合物では、光を照射した際に電子スピンの向きが温度に関係なく非常に偏った励起三重項状態が現れます(図2)。このような物質を試料に少量添加して光照射後にDNPを行えば、温度に関係なく核スピン偏極率を増大させることができます(図1)。本研究で得られた偏極率34%

は、室温下で通常のNMR分光で用いられる10テスラの磁場中の状態より1万倍高い偏極率です。

今後の展望

NMR信号を1万倍増大できるということは、これまでより1万分の1の微量な試料の分析が可能になることを意味します。本方法は従来法と異なり極低温装置が不要なため、実用化されれば大幅なコストダウンが期待されます。低温で劣化する樹脂などの材料や生体物質も高感度化できるようになれば、先端材料の開発や生体物質の機能構造解析および創薬研究において今後ますますNMR分光の重要性が高まると期待されます。さらに、今後、材料・技術開発が進み、人体で代謝される物質を高感度化できるようになれば、これを人体に注射してMRIを行うことによって、がんなどの分析も可能になると期待されます。核スピンが高偏極化された物質は、基礎物理学の分野においても、加速された原子核や素粒子の散乱実験における標的物質や量子シミュレータとしての応用が可能です。今後は材料科学、生物化学、医学、基礎物理学の幅広い分野への応用を目指します。

関連する科研費

- 平成24-25年度 若手研究(B)「高利得スピン増幅の研究」
- 平成26-28年度 挑戦的萌芽研究「光励起三重項電子を用いた動的核偏極によるNMR分光高感度化の汎用性向上」

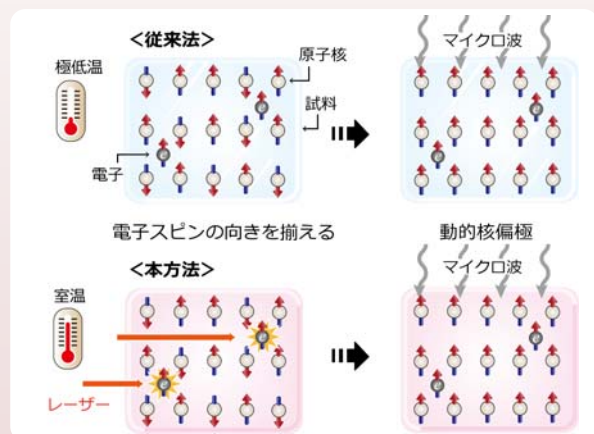


図1 従来のDNP(動的核偏極)と本方法の比較。

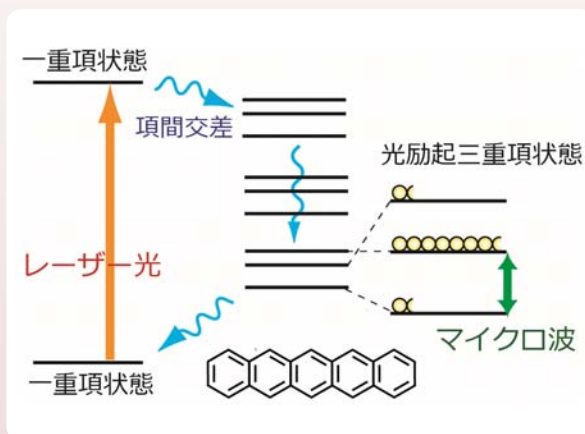


図2 ペンタセン分子とそのエネルギー準位図。

高分子トポロジー化学:「かたち」からはじめる高分子材料設計

東京工業大学 大学院理工学研究科 教授

手塚 育志



研究の背景

高分子物質(高分子)は、20世紀に革命的な発展を遂げた合成化学分野の科学・技術のシンボルであり、広範な用途で現代の社会生活を支える材料・素材となっています。さらに、生物システムの高分子は、生命活動に不可欠な構成材料(成分)として用いられ、巧妙に形成された生体高分子の「かたち」に基づく機能発現は、長らく材料科学研究者・技術者を魅了してきました。そして、ナノスケールの柔らかい「ひも」としてイメージされる高分子で多様な「かたち」を自在につくり上げることは、21世紀の挑戦課題として今日まで引き継がれています。

研究の成果

私たちは、高分子の「かたち」の設計プログラムの創出をめざす「高分子トポロジー化学」の体系化を進めています。とりわけ最近、単環・多環状高分子の高効率合成プロセスが次々に提案され、そのユニークな「かたち」に起因する新奇特性・機能の探索が進んでいます。たとえば、好熱性古細菌の細胞膜をもとに着想した両親媒性環状高分子ミセルによって顕著な耐熱・耐塩性の発現が示されており、自己組織化によって「増幅」する高分子の「トポロジー効果」として材料設計の新機軸となることが期待されています。

合成高分子の複雑な「かたち」(環状トポロジー:図1)をつくり上げる手法として、私たちは、イオン性高分子前駆体(テレケリクス)の自己組織化と共有結合変換によるESA-CF法を創案しました。さらに、最新の有機合成手法(Click法、Metathesis法)と組み合わせると、多様な環状・多環状高分子トポロジーが構築できます。とりわけ、四環三重縮合高分子トポロジー(K_{3,3}グラフ構造:図2)は、そのハイライトです。長鎖(C-20)アルカンジオールをセグメント成分とするカチオン性六官能分枝状テレケリクスの対アニオンとして2単位の三官能カルボン酸を導入し、この高分子イオン集合体を希釈して加熱・共有結合化すると、K_{3,3}グラフ高分子とその構造異性体となる「はしご型」高分子が一段階で合成されます。さらに、K_{3,3}グラフ高分子は著しくコンパクトな3次元サイズ(流体力学的体積)になり、リサイクルSEC法で分別・単離できます。このK_{3,3}グラフ構造は、「非平面グラフ」としての幾何学特性に加えて、薬理活性を示す環状オリゴペプチドのジスルフィド結合による折りたたみ構造と等価な

ポロジーとなることも確認されており、広範な研究分野で注目される「かたち」になってきました。

今後の展望

「高分子トポロジー化学」は、基礎数学(トポロジー幾何学)と高分子化学との相互作用による新機軸の研究領域であり、科研費の特設分野研究「連携探索型数理科学」でも数学研究者を代表とする共同研究が始まっています。これを奇貨として学際的基础研究が大きく進展することを期待しています。

関連する科研費

- 平成10年度 萌芽的研究「新規テレケリクスの自己組織化に基づく環状構造高分子群の高効率合成」
- 平成13-15年度 基盤研究(B)「高分子間静電相互作用の共有結合変換に基づく多環高分子トポロジーの精密設計」
- 平成17-20年度 基盤研究(B)「多環高分子トポロジーの精密設計に基づく高分子ナノ構造体構築」
- 平成23-25年度 基盤研究(B)「新奇多環状トポロジー高分子の精密設計に基づくブレークスルー機能の創出」

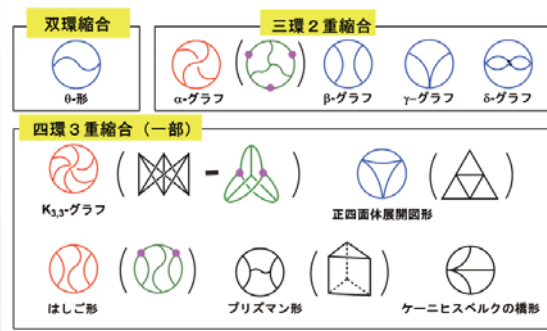


図1 複雑な多環状縮合構造高分子の「かたち」(青色の「かたち」は、これまでに報告されたもので、赤色は最近のK_{3,3}グラフと関連する研究成果。なお、緑色には、六分岐テレケリクスの末端の連結様式を示している)。

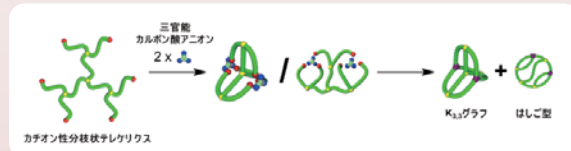


図2 六官能分枝状テレケリクスのESA-CF法を用いたK_{3,3}グラフ構造高分子の構築

新しいスピンドYNAMICSデバイス



京都大学 化学研究所 教授
小野 輝男

研究の背景

19世紀初頭にエルステッドが導線を通る電流によって方位磁針の向きが変わることを発見して以来、磁石の磁化の向きは電流によって作られる磁場で制御されてきました。コンピューターや最近のビデオに備わっているハードディスクドライブは磁化の方向で情報を蓄えています。ここでの情報の書き込みも磁場で行われています。

研究の成果

私たちは、磁化の境目である磁壁といわれる部分を、磁場ではなく磁石そのものを通る電流によって動かすことに成功しました。この現象を利用すると、図1に示すような多値メモリーデバイスを作ることが可能です。このデバイスは磁性細線(Co/Ni nano-wire)、情報書き込み部(Writing)、情報読み出し部(Reading)から構成されます。磁性細線の黒い部分は上向き磁化、白い部分は下向き磁化であり、各々が1、0のビット情報に対応します。情報書き込みは書き込み導線に電流を流して(Current for bit writing)行い、書き込んだ情報は磁性細線に電流を流して(Current for bit shift)移動させます。読み出すときは、読み出したいビットを磁性細線に電流を流して読み出し部まで移動させ、ホール抵抗を測定することで磁化の方向を検知します。このデバイスの動作実証の結果を図2に示します。グラフはホール抵抗測定によって読み出された磁化の向きであり、上述した機構によるデバイス動作が安定に行われたことを示しています。

今後の展望

ここで紹介した磁壁メモリーデバイスは、従来の磁気テープやハードディスクドライブとは革新的な違いがあります。それは、磁気テープやハードディスクドライブでは情報が書き込まれたテープやディスクそのものが移動するのにに対し、この磁壁メモリーデバイスでは磁性細線自体は全く動かず、その中を情報である磁壁が移動する点です。つまり、物理的可動部がないデバイスなのです。このことは壊れにくいだけでなく、消費電力が桁違いに下がることを意味します。2025年には、世界の総発電量の15%がデータセンターで消費されると予想されており、私たちはこれからの10年のうちに情報爆発によるエネルギー危機に直面しようとしています。磁壁メモリーがこのエネルギー危機の救世主となることを期待しています。

関連する科研費

- 平成15-16年度 基盤研究(C)「構造制御されたサブミクロン磁性細線における単一磁壁のダイナミクス」
- 平成17-19年度 基盤研究(A)「スピン分極電流を用いた物性制御」
- 平成19-23年度 若手研究(S)「電流誘起スピンドYNAMICSとスピン能動素子への展開」
- 平成23-27年度 基盤研究(S)「新規スピンドYNAMICSデバイスの研究」

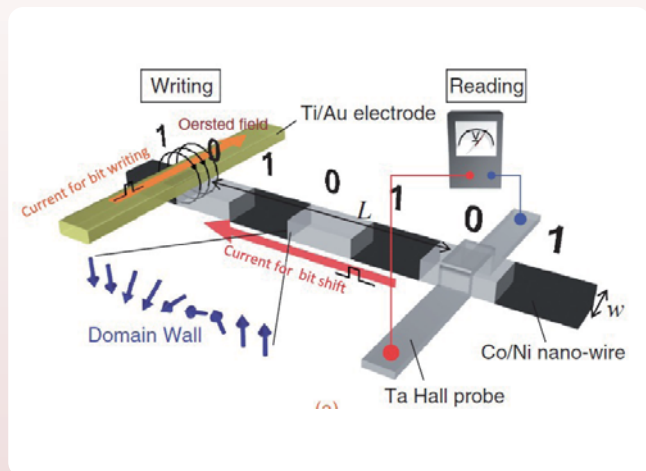


図1 磁壁メモリーデバイスの概念図(Applied Physics Express 3 (2010) 073004より転載)

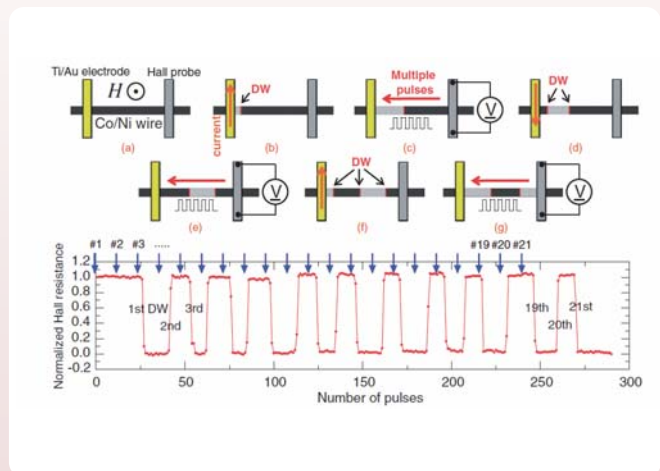


図2 磁壁メモリーデバイスの動作実証(Applied Physics Express 3 (2010) 073004より転載)

算術演算LSIの統一的な設計・検証技術の確立を目指して

東北大学 大学院情報科学研究科 准教授
本間 尚文



研究の背景

クレジットカードや家電製品など身の回りの様々な機器にLSI(大規模集積回路)がどんどん搭載されています。このLSIシステムの性能は、データを処理する算術演算回路のハードウェアアルゴリズム(算術アルゴリズム)に大きく左右されます。近年では、個人情報の保護や高信頼な電子商取引のために暗号処理やエラー訂正処理を行うLSIの応用が急速に拡大しており、そこで多用されるガロア体(有限体)上の算術アルゴリズムの重要性も高まっています。一方で、従来の回路設計手法は、ガロア体などを扱う高水準なデータ構造や記法を持たないため、その算術アルゴリズムの設計に直観的ではない膨大な2値論理記述が必要でした。また、算術演算回路は一般に多入力・多出力なため、従来の計算機シミュレーションで機能を完全に検証することは困難でした。こうした背景から、算術アルゴリズムの高水準な設計技術および高速・完全な検証技術の開発が強く望まれていました。

研究の成果

これまでの研究で、私は、任意の算術アルゴリズムがそれ自身も算術演算となる部分アルゴリズムの組み合わせによって階層的に構成できることに着目し、算術式表現に基づく算術アルゴリズムの統一的な設計理論を構築してきました。特に、設計した算術アルゴリズムと仕様として与えた機能との等価性を代数的な計算により判定することで、任意の算術アルゴリズムの機能を高速かつ完全に検証できることを示しました。また、提案した理

論を応用して、従来は困難とされていた算術演算回路の自動合成・検証システムを開発しました(図1)。開発したシステムは、現在インターネット上で公開されており(<http://www.aoki.ecei.tohoku.ac.jp/arith/>)、これまで欧米を中心に学術・教育用途から最先端の製品開発にまで広く利用されています。近年では、同システムをガロア体上の算術アルゴリズムに拡張し、最もよく利用される国際標準暗号の1つであるAES(Advanced Encryption Standard)の算術アルゴリズムの完全な検証に世界で初めて成功しました。

今後の展望

本研究の手法は、実装するデバイスや回路技術によらない汎用的な手法です。そこで今後は、次世代デバイス(単電子デバイス、分子デバイス、スピントロニクスデバイスなど)の算術演算回路設計・検証にもこの提案手法を応用したいと考えています。また、暗号処理LSI設計への応用では、近年その脅威が指摘されている各種攻撃への対策も含めて、機能を完全に保証する設計技術の開発に取り組んでいきます(図2)。

関連する科研費

平成22-24年度 若手研究(A)「耐タンパー性を有する超高性能公開鍵暗号プロセッサの開発」

平成25-28年度 基盤研究(A)「ガロア体算術演算に基づくVLSIデータパスの形式的設計技術の開拓」

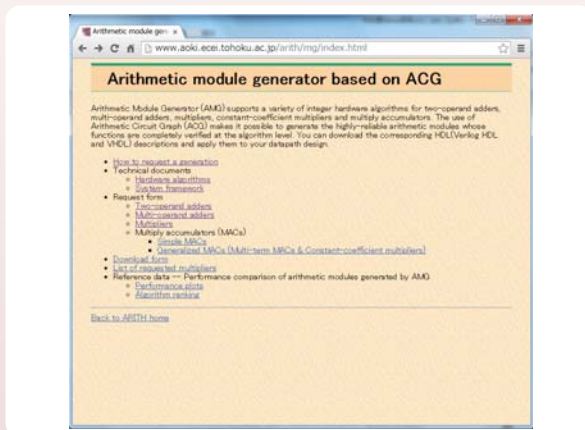


図1 公開中の算術演算モジュールジェネレータ

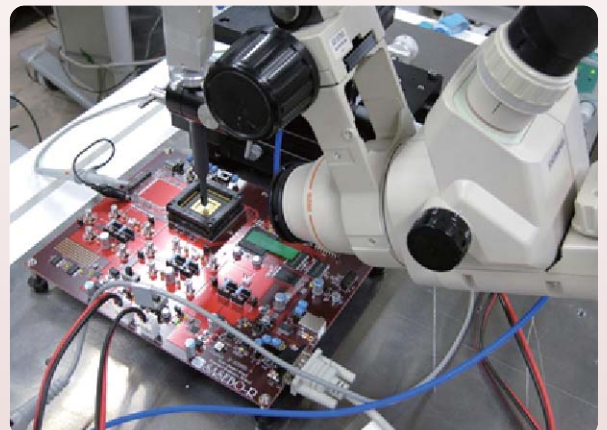


図2 設計したAES回路の安全性評価実験の様子

建設プロジェクトの発注・契約方式と品質確保のしくみに関する国際比較

京都大学 大学院工学研究科 准教授
古阪 秀三



研究の背景

建設プロジェクトの品質確保はどの国でも重要な課題ですが、その信頼性が世界各国で問題となっています。また、グローバルな競争社会の中で、円満に推移するプロジェクトから、品質、コスト、安全などの面でトラブルに巻き込まれるプロジェクトまで多様になっています。これらが建設プロジェクトの発注・契約方式に強く関係し、また、その発注・契約方式が品質確保のしくみに大きく影響していることが徐々に顕在化しつつあります。この研究では、日本、中国、韓国、シンガポール、英国、米国を比較対象国として取り上げ、これらの国の実態を詳細に分析し、国際市場における発注・契約方式と品質確保のしくみの今後のあり方を構想するものです。とりわけ、日本の品質確保のしくみの強みと弱みを実証的に把握したいと考えています。

研究の成果

調査対象国における発注・契約方式の30年間の変遷を比較した結果、各国ともに、発注者、設計者、施工者の間のリスク分担関係の変化がみられ、それに伴って発注・契約方式/制度が流動化していることがわかりました。さらに、その流動化は海外企業を受け入れている国の国内建設産業に影響を与え、その影響は徐々に当該国の発注・契約方式/制度と品質確保のしくみに波及している可能性が高いことを確認しました(図1)。

その中で、より特徴的な変化は、日本の設計施工方式と英米のデザインビルド方式の差異がより鮮明になり、端的には日本の設計施工方式が各国の法制度、職能性になじむ

形で変化していること、日本の建設会社(ゼネコン)が日本国内で行っている「躯体図を描く作法」が徐々に国際的にも広まっていることなどがあげられます。

その変化の誘因には、日本人の建築家や技術者が現地制度に馴染む形で活躍していること、「躯体図を描く作法」は設計段階での意匠・構造・設備の整合性/統合、工事段階での設計と施工の整合性/統合、設計・施工両段階にまたがって行われる「もの決めプロセス」の一貫性と合理性が当該国で実証的に示されていることなどによるものと考えられます。

今後の展望

現段階で得られた知見をもとに、調査対象国の母国での変化の状況の確認、また、これらの状況と品質確保のしくみがどのようにかかわっているかの確認のため、より本格的な調査を行う予定です。そのために、国内外の研究協力者が一堂に会する「国際発注・契約研究会議」を継続していくことにしています。そして、最終的には、国際市場の中での日本の品質確保のしくみの存在価値と、競争優位性を有するところを明らかにしたいと考えています。

関連する科研費

平成19-22年度 基盤研究(A)「日中韓の建設産業における法制度と品質確保のしくみに関する比較研究」

平成23-26年度 基盤研究(A)「建設プロジェクトの発注・契約方式と品質確保のしくみに関する国際比較研究」

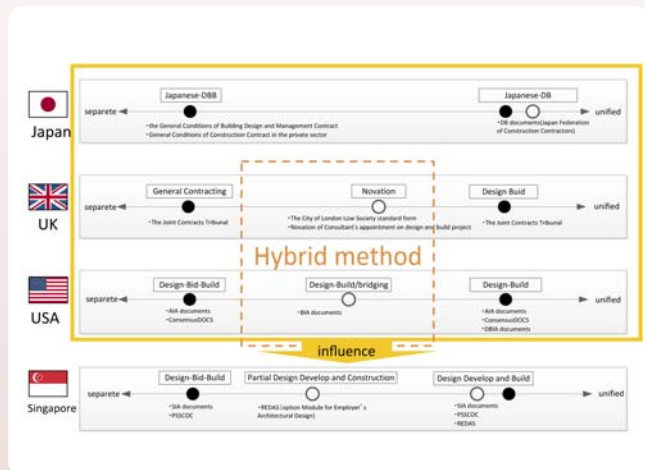


図1 各国の発注・契約方式の多様性と多義性



図2 2012年の第1回国際発注・契約研究会議

海洋漂流プラスチックによる 化学物質汚染と生物影響

東京農工大学 農学研究院 教授
高田 秀重



研究の背景

全世界で年間に2億8000万トンのプラスチックが生産されていますが、陸上での廃棄物管理が不十分なことから、大量のプラスチック廃棄物が海洋へ流入しています。その一部を海鳥やクジラなど多種の海洋生物が、餌と区別をつけられずに摂食しており、海洋漂流プラスチックの生物への影響、特に、化学的・毒性学的影響が懸念されています。海洋漂流プラスチックには、もともと製品に配合された添加剤が残留しており、さらにプラスチックは親油性のため、周辺海水中から疎水性の汚染物質を吸着しています。そのため、海洋漂流プラスチックでの汚染物質の濃縮が、地球規模で起こっていることがInternational Pellet Watch (<http://www.pelletwatch.org/>)という調査(科研費(萌芽研究)で開始)から明らかにされています(図1)。

研究の成果

生物が摂食したプラスチックから有害化学物質が生物の体内に移行するかどうか、さらにそのメカニズムを明らかにすることを目的に次の科研費(基盤研究(B))による研究に取り組みました。ベーリング海で混獲により採取したハシボソミズナギドリという海鳥を対象に調査したところ、12個体の全ての消化管からプラスチックが検出されました(図2)。さらに、胃内のプラスチック量が多いと脂肪中のポリ塩化ビフェニル(PCBs)の濃度が高いという、結果が得られました¹。プラスチックから生物への汚染物質の移行が示唆されましたが、より決定的な証拠を得るため、餌生物には含まれずプラスチックにのみ含まれる化学物質として、難燃剤として添加されている臭素化ジフェニルエーテル(PBDEs)、特に高臭素のPBDEsに注目しました。12個体中3個体の脂肪から高

臭素のPBDEsが検出され、またそれらの個体の胃内プラスチックからも同じ高臭素PBDEsが検出されました。これらのPBDEs組成が一致し、プラスチックを摂食した鳥の脂肪へプラスチック中のPBDEsが移行していることが明らかになりました²。

今後の展望

このように、ベーリング海で混獲されたハシボソミズナギドリの調査によって、プラスチックから生物への化学物質の移行が確認されました。しかし、この現象の広がりや規模、そして生物への影響を明らかにすることはまだこれからの課題です。国連の海洋環境に関する専門家会合でも、「化学物質の生態系への移行の規模と範囲を明らかにすることが、海洋汚染の分野では緊急にして不可欠の課題である」としています(GESAMP working group report, 2014)。さらに、移行した化学物質の生物影響については、ほとんど明らかにされていません。今はまだ影響は軽微かもしれませんが、このまま何も手を打たなければ、海洋へ流入するプラスチック量は、今後20年で10倍に増加すると推定されています。たとえわずかであっても、影響を察知して、将来予測を行い、さらに警鐘を鳴らすことで、プラスチックの使用の削減・再利用・リサイクル(3R)の促進などのプラスチック汚染低減対策につなげていきたいと考えています。

関連する科研費

平成17-18年度 萌芽研究「海岸漂着プラスチック小粒を用いた海洋POPs汚染の地球規模モニタリング」
平成23-26年度 基盤研究(B)「海洋漂流プラスチック中の化学物質の存在・分布と海洋生物への移行」

1 Yamashita et al. (2011) *Marine Pollution Bulletin*, 62, 2845-2849.

2 Tanaka et al. (2013) *Marine Pollution Bulletin*, 69, 219-222.



図1 世界中の海岸に漂着しているプラスチック粒中の有害化学物質PCBs濃度(ng/g)



図2 ハシボソミズナギドリの消化管内で検出されたプラスチック

「私と科研費」No.69 (2014年10月号)

「科研費改革、今後の課題」

自然科学研究機構 機構長
佐藤 勝彦



エッセイ「私と科研費」

私は宇宙論・宇宙物理学の理論研究者であり、それに必要な研究費は大きなものではない。しかし、国際会議、研究会出席の旅費や計算機関係の経費を大学の基盤的経費、校費(国立大学法人化後は運営費交付金)だけではとてもまかないきれない。これまで研究生生活を送れたのは科研費のおかげと深く感謝している。特に昭和57年、東京大学の助教授に採用され、自分の研究室を持った頃はパソコン、計算機ターミナルなど何もない状態で、科研費なくては研究室の立ち上げは困難だった。一般研究(C)で少額だが基礎的研究費を獲得し、総合研究、重点領域研究の分担者となって研究室の整備を進めていった。院生も増加し、宇宙観測グループとの協力や、また他大学の研究者との共同研究も増えるにしたがって、より大型のCOE形成基礎研究費や基盤研究(S)をいただき成果を出すことができた。

私が科研費を初めていただいた頃、科研費は外国出張には使用できず、院生の国内旅費すらも出すことができなかった。また使用できる時期もその年度の2月くらいまでで、とても使い勝手が悪かった。民間の科学振興財団の研究援助金と比べると、同額でも半分くらいの価値しかないとも言われたものである。しかし、科研費が国から直接ではなく日本学術振興会から交付されるようになり、また学術システム研究センターが置かれたことから、科研費制度の改革は大きく進み科研費の使いやすさは飛躍的に改善された。特に繰り越し使用が平成15年度より可能となり、さらに平成23年度には、一部科研費については基金化もされ単年度制の弊害も大きく改善された。今後さらに基金化が全科研費に広がることを期待したいが、使いやすさという点では、素晴らしい制度となった。実際研究者の間で使いやすさでは最も評価されている公的研究費である。

しかし、それにもかかわらず、激動している国際社会、また我が国の少子高齢化社会の状況で学術研究のあり方も問われており、科研費制度もそれに応じてさらに改革が必要である。近年、日本経済の不調から出口指向の研究が必要と広く喧伝されている。科研費を減額し他の科学技術関係予算に変えようとする議論もされている。科研費は学術研究を通じて「知」の創造を進め人間社会に貢献するものであり、目先の出口を求めるものではない。しかしこれは当然ながら日本社会の基盤である科学技術の根幹を強化することであり、同時に研究活動を通じて人材の育成を図っていることから、日本のイノベーションに大きく貢献しているのである。企業人

からも直接出口に向けた技術改良を望むような希望はほとんど聞くことなく、研究者の独創性に基づいて、思いもつかないところに出口を新たに発見することや、さらに新たな入り口を発見することを求めている。これこそ日本の国力を強めることに他ならない。科研費はまさにその役割を果たしているのである。

国の予算の半分が国債、借金であることを考えれば、研究費の成果を最大化するために研究費制度の不断の改革が求められている。平成26年7月に発行されたサイエンスマップ2010&2012によるならば、世界の国々と比較したとき、日本の研究分野は伝統ある確立した分野で引用数の上位論文が多いが、新しく生じた分野、分野融合的分野では相対的に少ない*。将来を見据えたとき、分野融合的新分野の創生は不可欠である。科研費では、研究種目として「挑戦的萌芽研究」も設けられ、また分野分類表「系・分野・分科・細目表」も時々見直しがおこなわれ、融合分野などが時限付き分科細目として加えられ、融合分野の振興も図られている。しかしながら、そもそも細目表があまりにも細かく、これが近隣分野との融合的研究の妨げになっているのではないかと思われる。分科細目の大括り化が行われれば、自然と融合的研究も進むのではないかと思われる。もちろん大括り化は容易なことではない。分科細目は諸学会の中で年会の分科会名にもなっていることもしばしばで、研究者にとって自分の居城でもあるからである。また、大括り化したとき審査をいかに行うのかも大問題で、審査方式の大幅な変更も伴わざるを得ない。

現在私は科学技術・学術審議会学術分科会(平野分科会長)の下に設けられている研究費部会の長を務めている。学術分科会では、学術研究の意義など根本にさかのぼって審議を行い、平成26年5月に「学術研究の推進方策に関する総合的な審議について」(中間報告)を取りまとめた。その中で学術研究は、イノベーションの源泉そのものであり、まさに「国力の源」であることが強調され、その基盤を支える科研費の充実を求めている。この議論を受け、研究費部会では、科研費改革の基本的な考え方と具体的な改革方策の一定の方向性を取りまとめ、9月に「我が国の学術研究の振興と科研費改革について(中間まとめ)」として公表している。この部会に新たに設けられる作業部会と日本学術振興会学術システム研究センターとの連携により次回研究費部会の為の具体案が作成される。是非多くの研究者から科研費改革について意見を発信していただきたい。

※文部科学省 科学技術・学術政策研究所、サイエンスマップ2010&2012、NISTEP REPORT No.159、2014年7月
<http://www.nistep.go.jp/research/sciencemap>

最小生物、マイコプラズマ滑走運動のメカニズム

大阪市立大学 大学院理学研究科 教授

宮田 真人



研究の背景

一昨年の冬に大流行したマイコプラズマ性肺炎は、「マイコプラズマ・ニューモニエ」(図1)という細菌によって起こります。マイコプラズマは、最も小さなゲノムと細胞を持つことで知られており、一般的には、「極限まで単純化した生物で、栄養の豊富な培地でのみ増殖する」と理解されています。ところが実際は、代謝などを極限まで簡略化する一方で、寄生のための数々の必殺技を編み出してきた強者です。マイコプラズマは、宿主の組織など固形物の表面に張り付き、張り付いたまま滑るように動く“滑走運動”をします(図2、3)。

研究の成果

私たちは毎秒4 μm で滑走する、“マイコプラズマ・モービル”の滑走運動メカニズムを1997年から研究し、以下を明らかにしました。すなわち、マイコプラズマは1 μm ほどの長さの菌体の片側に“滑走装置”を形成します(図4)。滑走装置表面はユニークな3種類の巨大タンパク質でできています。また、表面には、数百の滑走装置ユニットがあり、それぞれのユニットからは約50nmの柔らかい“あし”が生えていて、約10種類のタンパク質でできている内部構造とつながっています。内部構造では、ATPを加水分解して動きを作り、その動きが装置表面に伝わって、あしが宿主組織表面のシアル酸オリゴ糖をつかんだり、引っばったり、離したりして菌体は前に進みます。このシアル酸オリゴ糖は、インフルエンザウイルスなどの標的としても知られています。さらに興味深いことに、この装置でATPを加水分解しているタンパク質は、ほとんどの生物に存在しているATP合成酵素から進化している可能性を見出しました。

今後の展望

滑走運動はマイコプラズマの寄生性に必須なことから、

私たちの研究の成果はマイコプラズマ疾患の予防や治療にもつながります。また、全く新しい生体運動メカニズムとしたいへん興味深いものです。これまでの生体運動分野では、ミオシンなどのモータータンパク質と、細菌べん毛モーターがよく調べられてきました。しかし、現在の進んだ情報と技術をもとに生物を見渡すと、マイコプラズマ以外にもこれまでに研究されていない生体運動メカニズムがたくさん存在することがわかります。現在は、私が代表を務める新学術領域「運動超分子マシナリーが織りなす調和と多様性」において、「新奇な生体運動」を新たな研究テーマとして発掘し、そのテーマを定着させることに取り組んでいます。

関連する科研費

平成18-20年度 基盤研究(A)「マイコプラズマ滑走運動の分子メカニズム」

平成21-23年度 基盤研究(A)「マイコプラズマ滑走運動の分子メカニズム」

平成24-28年度 新学術領域研究(研究領域提案型)「運動超分子マシナリーが織りなす調和と多様性の総括」

平成24-28年度 新学術領域研究(研究領域提案型)「マイコプラズマ滑走運動のメカニズム」

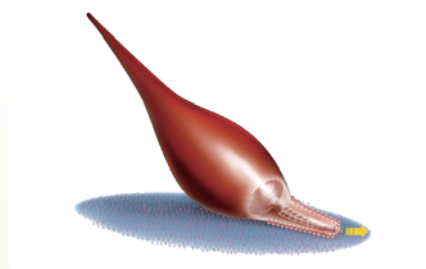


図1 マイコプラズマ・ニューモニエの模式図。矢印の方向に滑走する。Mebio 2012; 10: 12. (メジカルビュー社)より転載

運動超分子マシナリー
ビデオアーカイブ

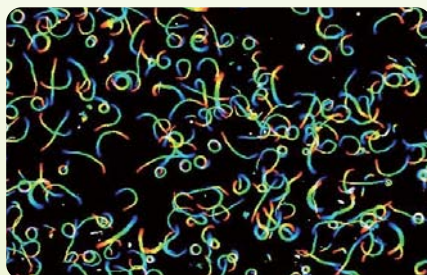


図2 私たちが構築しつつあるビデオアーカイブ。マイコプラズマの滑走運動や様々な生体運動が閲覧できる。“運動マシナリー”と“ビデオ”で検索のこと。

図3 マイコプラズマ・モービルの6秒間における運動軌跡。

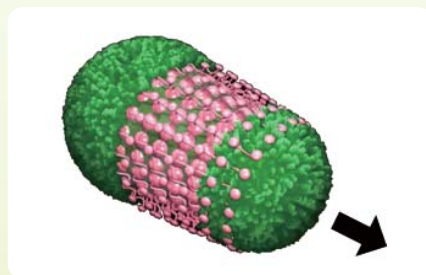


図4 マイコプラズマ・モービルの模式図。矢印の方向へ滑走する。ピンク部分が滑走装置。

花の匂いが結ぶ植物と昆虫の相利共生系



独立行政法人森林総合研究所 日本学術振興会特別研究員PD

岡本 朋子

研究の背景

陸上植物の約90%を占める被子植物の多くは、花粉を雄しべから雌しべに運ぶために動物を利用して、これらの花は、色や匂いなどの“広告”を用いて、花粉を運ぶ動物(送粉者)にその存在を示し、送粉者はそれらを手がかりに花を訪れ、蜜や花粉を得ています。私たちは、植物と送粉者の共生関係において、花の匂いが果たす役割や進化の解明を目指し研究を進めてきました。

カンコノキ類(コミカンソウ科)では、種ごとに特定の1種のハナホソガ(ホソガ科)によってのみ花粉が運ばれています。一方、ハナホソガは、花粉媒介の報酬として、蜜や花粉ではなく、種子の一部を植物から受け取っています。そのため、ハナホソガは花粉を運ぶ際に、自ら雄花へ行って花粉を集め、雌花に授粉・産卵するといった、非常に特殊な送粉行動を示します(図1)。また、これらの間には、極めて高い種特異性が見られ、ハナホソガは、夜間に多くの植物の中からたった1種の寄主植物を選び出し、授粉を成し遂げています。

研究の成果

昆虫の行動実験と花の匂いの化学分析から、ハナホソガは花が放出する独特な匂いによって、寄主植物を見つけ出していることを明らかにしました。また、種特異的な花の匂いは、隣り合って生育する近縁種間の交雑を避ける生殖隔離機構としての役割を果たしていることも示しました。これまで、動物が花粉を媒介する被子植物では、雌雄花間で形質が大きく異なることは稀であると考えられてきましたが、本研究では、ハナホソガにより花粉が運ばれるグループに、雄花と雌花の匂いが明確に異なる顕著な性的二型があることを発見しました(図2)。さらに、ハナホソガの花粉媒介の進化と、花の匂いの性的二型の進化が同時に起こっていることが明らかとなり、また、花の匂いの進化には送粉者の行動が関わってきたことを明確に示しました(図3)。

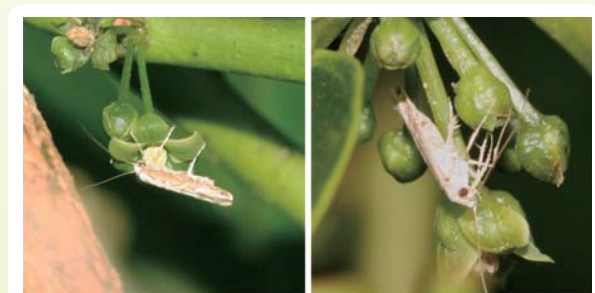


図1 キールンカンコノキの雄花で花粉を集めるハナホソガ(左)と、雌花で授粉するハナホソガ(右)。撮影者: 岡本 朋子

今後の展望

カンコノキ類とハナホソガの共生関係には、極めて高い種特異性が見られ、それが花の匂いによって支えられていることが明らかになりました。しかし、なぜハナホソガが1種の植物だけを訪れ、授粉しなければならないのか?といった究極的な要因についてはまだ明らかになっていません。ハナホソガ以外にも、植物と1種対1種の密接な送粉共生関係を結ぶ昆虫はいますが、それらがなぜ高い種特異性を示すのかはいまだ不明であり、進化生態学上残された大きな謎の1つです。今後は、ハナホソガが交雑由来の種子を食べられるかどうかなどを調べることで、この謎に迫っていきます。

関連する科研費

- 平成 20-21年度 特別研究員奨励費「花はいかにして特定の送粉者を誘引するのか-情報化学物質としての花の匂いの役割」
- 平成 26-28年度 若手研究(B)「植物と送粉者共生系における種特異性の決定要因の解明」

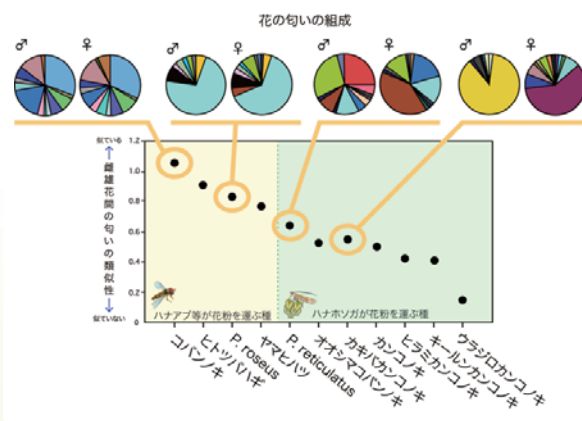


図2 雌雄花の匂いの違い。ハナアブやハチが花粉を運ぶ種では雌雄花の匂いが似ているのに対し、ハナホソガが花粉を運ぶ種では雌雄花の匂いが顕著に異なる。



図3 花の匂いによって成立するハナホソガとコミカンソウ科植物の送粉共生系。ハナホソガは花の匂いで寄主植物と非寄主植物を認識するだけでなく、雄花と雌花の匂いも嗅ぎ分けて授粉を行う。

ゲノム・表現型多型のモデル化に基づく新しい育種システムの確立に向けて

東京大学 大学院農学生命科学研究科 准教授
岩田 洋佳



研究の背景

食料問題の深刻化が進む今日、作物の遺伝的能力を大幅に改良することが一つの課題となっています。ゲノミックセレクション(GS)と呼ばれる新技術の登場により、従来長い年月を必要とした育種の大幅な効率化・高速化がはかられようとしています。私は、GSなどの新技術を活用した新しい育種システムの確立を目的に研究を進めています。

研究の成果

GSのポテンシャル：「果たしてGSのポテンシャルはどれほどなのか？」これが、研究を開始した頃の率直な疑問でした。大量のDNA解析が必要なGSを、客観的根拠なしに利用するのは危険です。そこで様々なシミュレーション研究を行い、そのポテンシャルを明らかにしました。その結果、GSを用いた育種は、従来の選抜法を用いた育種に比べて、高い改良効率が見込めることが分かりました。

有望な交配組合せを予測する — 優良品種は必ずしも優良な品種間の交配から生まれてくるわけではありません。そこで、私たちは、優良品種が得られる可能性の高い交配組合せを予測する手法を開発しました。具体的には、親候補品種間の交配をコンピューター内で模擬的に実行し、得られる次世代の能力をGSモデルで予測する手法です(図1)。この手法をイネの分離集団に適用した結果、環境適応に関わる重要形質である開花期の分離を高い精度で予測できることが分かりました。

より複雑な形質を予測する：植物の形は重要な育種対象の1つです。例えば、お米の形には世界各地に様々なし

好性があり、色や大きさとともに大きな多様性がみられます。私たちは、GSを画像解析や形の定量化法と組合せて、生物の形を予測する手法を開発しました。この手法をイネの品種群に応用し、ゲノム情報から玄米形を精度よく予測できることが分かりました(図2)。

今後の展望

こうした成果は、現在、様々な植物の育種への応用段階に入っています。例えば、シミュレーション研究の結果は、普通ソバやソルガムの育種実験に生かされています。また、有望交配組合せを予測する方法は、長い年月を要する果樹育種への応用が進められています。形の予測法は更なる改良が進められています。なお、現在いただいている科研費では、ゲノム情報だけでなく、環境情報も用いて、より複雑な予測を可能にするモデル開発に取り組んでいます。今後も様々な解析手法を応用して、育種の効率化・高速化に取り組み、食料問題の解決に少しでも貢献できればと考えています。

関連する科研費

平成15-16年度 若手研究(B)「作物の形を支配する遺伝子解明のための新しいQTL解析理論の構築」

平成22-24年度 基盤研究(B)「ゲノミックセレクションを活用した革新的作物育種システムの構築」

平成25-27年度 基盤研究(A)「環境適応型品種をデザインするための統合的モデル化手法の開発」

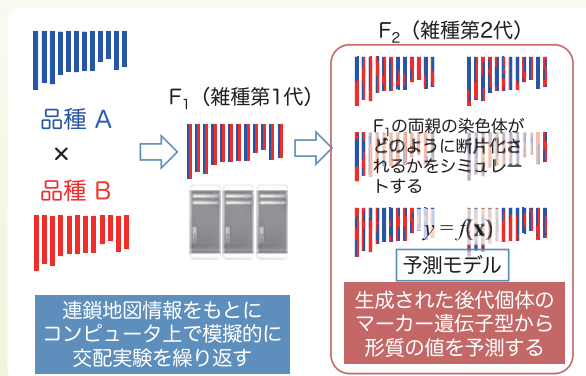


図1 優れた交配組合せを選択するための手法の概略。候補品種間の交配をコンピューター上で模擬的にを行い、得られた次世代個体の遺伝的能力を予測し、望ましい個体が得られる確率を計算する。

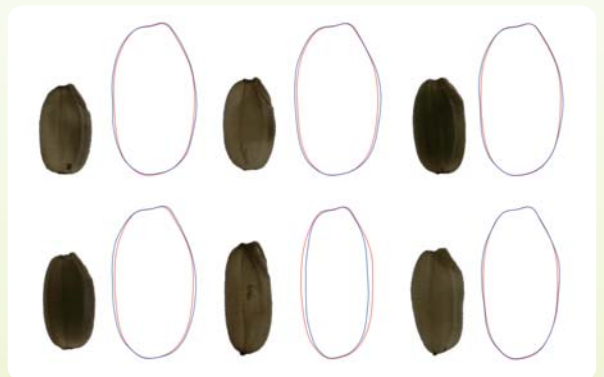


図2 予測した玄米形(赤線)と観察された玄米形(青線)。玄米輪郭を画像解析で抽出し、楕円フーリエ記述子で定量化する。定量化された形状情報をゲノム情報から予測する。

多分野融合による在宅医療を支える「遠隔看護システム」の開発



筑波大学 医学医療系 教授

川口 孝泰

研究の背景

急速な少子高齢化により、医療を取り巻く環境は「病院完結型」から地域全体で支え合う「地域完結型」への移行が進展しています。このような状況の中で、情報化社会における地域医療を支えるインフラの1つとして、「遠隔看護」の実用化が進んでいます。その実用化には、看護学だけではなく、人間工学、情報学など学融合的視点からの取り組みが必要です。私は、科学研究費の助成により、「遠隔看護システム」の開発(図1)および、それらの効果的運用のために必要なセンシング技術の開発を進めています。

研究の成果

遠隔看護では、糖尿病患者を対象に遠隔看護による自己管理を実施し介入効果を検証しました。その方法として、毎日のセルフモニタリング(バイタルサインの測定や記録)と、週に2回のオンデマンド方式によるテレビ電話での介入、電子メールによる日々の健康相談などを6か月間行いました。その結果、対象の自己管理行動が促進し、自己効力感の向上、生化学データの改善が見られました。そして、遠隔看護は、在宅医療における看護技術として、その有効性が示唆されました。

また、遠隔看護で使用するセンシング技術の開発(加圧脈波装置)に関する基礎研究も行っています。装置は指尖容積脈計を改良したもので、指先に圧迫を加える過程(指先を圧迫する)で生じる血流量の変化、血管の柔らかさ、血管内皮の神経系の状態、拍動のゆらぎ解析を行っています。カオス解析の結果、ストレス状態の把握や疲労感などの情動変化も捉えています。



図1 クラウドベースによる遠隔看護のイメージ
情報のリアルタイムの一元化により、患者と医療者/福祉従事者間の認識のギャップを軽減し、情報共有作業での手間を省き、円滑な在宅ケアを実現するクラウド型情報共有システムをつくる。

今後の展望

今後は、実用化に向けて、以下のような事項を進めていく予定です。

- ①「遠隔看護技術」を次世代の在宅看護の情報インフラとして基盤整備する。
- ②「遠隔看護技術」を、対象の個性に合わせてセンシングすることを可能とするために、必要な各種デバイスの開発、疾患の状態に応じたプロトタイプの実現などを行う。
- ③「遠隔看護技術」の提供者に必要な教育プログラムの作成、それらを実施するための資格制度(看護情報学の専門家)の確立に向けた取り組みを実施する。

これらは、安心・安全な新たな在宅医療の介入技術の提案となります。今後は、これらの技術の普及と多分野融合を進め、さらなるユーザビリティへの取り組みが必要になるでしょう。そのための研究・教育拠点の形成を進めていく予定です。

関連する科研費

- 平成19-21年度 基盤研究(B)「複雑系カオス解析を用いたバイタルサイン情報の測定手法の開発」
- 平成22-24年度 基盤研究(A)「臨床応用に向けた遠隔看護システムの開発」
- 平成24-25年度 挑戦的萌芽研究「遠隔看護に用いるバイタルセンサーの臨床応用に向けた実証研究」
- 平成25-27年度 基盤研究(A)「在宅医療推進に向けた遠隔看護の実証実験」

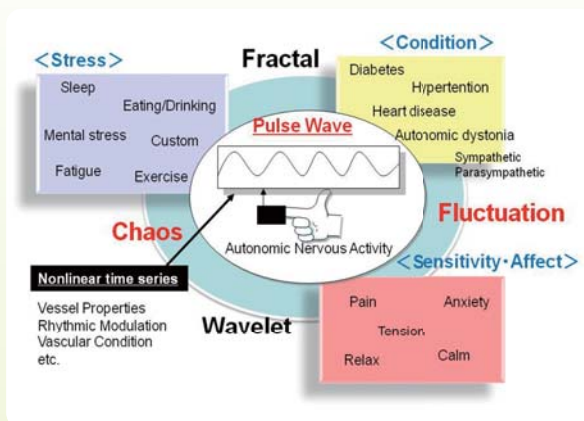
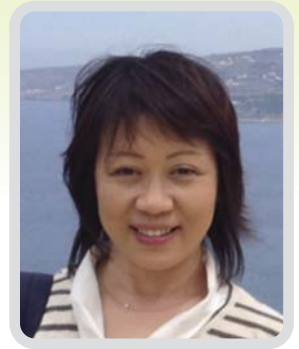


図2 バイタルサインの新たな観察技術の開発
高次元非線形時系列データの解析によって、近未来予知につながるデータ解析が可能となりつつある。このような新たな生体解析手法を用いた研究成果を英文誌に発表し、国際的にも評価を得た。

Emiko Minakuchi, Takayasu Kawaguchi, et.al: Evaluation of mental stress by physiological indices derived from finger plethysmography. Journal of Physiological Anthropology, 2013, 32:17, doi: 10.1186/1880-6805-32-17

脳形成に不可欠な スイッチタンパク質

公益財団法人東京都医学総合研究所
脳発達・神経再生研究分野 主席研究員
丸山 千秋



研究の背景

胎児の脳皮質が形成される際、神経細胞（ニューロン）は脳深部の脳室帯で発生後、脳表に向かって移動し、特定の位置に定着します。移動がうまくいかないと脳皮質の層構造が乱れ、神経回路形成の障害となります。この過程に関わる遺伝子の突然変異は、脳形成異常や統合失調症、自閉症などの精神・神経疾患を引き起こしますが、これまでその詳しいメカニズムはあまり分かっていませんでした。

研究の成果

私たちは「RP58」という転写因子がニューロン移動を制御し、ニューロンの脳表への移動をスムーズに行わせることを特定しました。

すべての遺伝子は、スイッチにあたる“転写因子”と呼ばれるタンパク質により、はたらきがonになったりoffになったりする調節を受けます。RP58は、遺伝子をoffにする「抑制スイッチ」です。今回、マウスの脳ができる際、新生ニューロンをスムーズに移動させるために、RP58が神経の分化を促進するNgn2と呼ばれる遺伝子を適切なタイミングでoffにすることを明らかにしました。

RP58遺伝子が欠失したマウスは、野生型マウスと比べて新生ニューロンの移動に障害がみられ、RP58がない脳では、Ngn2の発現が異常に亢進していました。この遺伝子の異常発現を抑制すると移動障害がレスキューされたことなどから、ニューロンをスムーズに脳表に向かって移動させるためには、RP58がNgn2の発現を抑制する必要があることがわかりました。

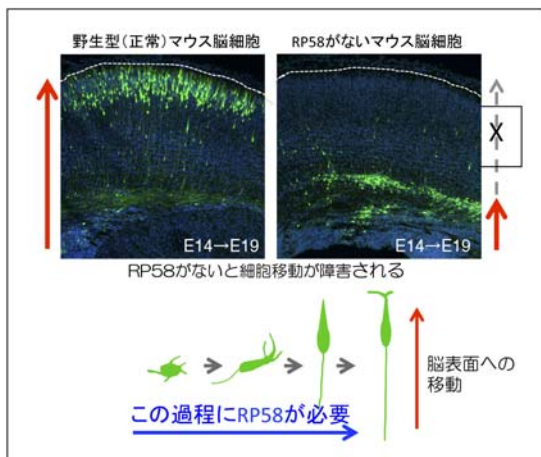


図1 RP58欠損ニューロンの細胞移動障害

一方、Ngn2自体もスイッチタンパク質の1つで、Ngn2がRP58遺伝子をはじめ複数の標的遺伝子の転写をonにするとニューロンの分化が進みます。すなわちRP58は、自らの遺伝子をonにしたスイッチタンパク質の遺伝子を、今度はoffにするという負のフィードバック制御機構を担うことが初めて明らかになりました。そして、遺伝子発現のonとoffのタイミングが脳皮質の層構造の構築に重要であることが証明されました。

今後の展望

今回の発見により、新生ニューロンの移動における、遺伝子スイッチの制御関係が明らかになりました。ニューロンの移動障害は脳形成異常や統合失調症、自閉症などの精神・神経疾患および発達障害を引き起こすことから、研究の成果がこれら疾患の病因解明や新しい治療法の開発につながる事が期待されます。また将来、脳の再生医療において、神経細胞を正しく配置させる手法を開発するための基盤になることが期待できます。

関連する科研費

- 平成20-22年度 基盤研究(C)「転写抑制因子RP58の脳皮質形成における機能解析」
- 平成23-25年度 基盤研究(C)「遺伝子制御ネットワークによる脳皮質形成の分子機構の解明」
- 平成26-28年度 基盤研究(C)「脳皮質形成過程における神経細胞移動制御の分子メカニズム」

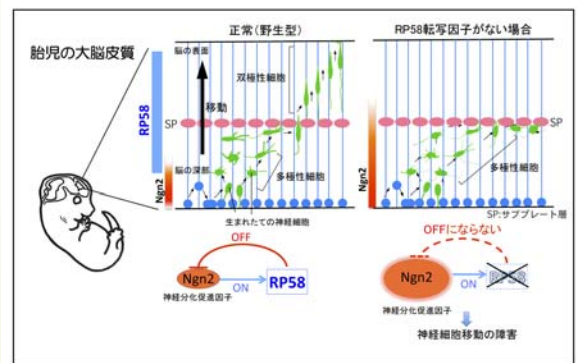


図2 今回明らかになったニューロン移動における遺伝子スイッチ制御機構

浮力を利用する無動力かつ人的操作不要の津波・高潮対策フラップゲートの開発

京都大学・防災研究所・教授
間瀬 肇



科学研究費助成事業 (科研費)

地球温暖に伴う極端化気象による高波・高潮災害予測と工学的評価 (2008-2010 基盤研究 (B))

津波リアルタイム予測とフラップゲートによる津波被害防止・軽減 (2010-2011 挑戦的萌芽研究)



図1 徳島県日和佐港への設置 (上:設置完了、下:車両走行確認)



津波来襲 5秒後



津波来襲 15秒後



津波来襲 40秒後

図2 段波状津波によるフラップゲート扉体の起立の様子

東日本大震災時には、停電により遠隔操作での水門閉鎖ができず、手動での閉鎖作業に関わった大勢の消防団員が避難に遅れるなどして犠牲となった。

海底設置型フラップゲート式津波防波堤の開発に加えて、陸上設置型の浸水時に浮力を利用し、津波や高潮、洪水が押し寄せてくると、電気や人の操作がなくても起立して開口部を封鎖するフラップゲート式防潮堤・扉の開発に着手した。

臨海部における津波挙動解明に向けての流体解析、津波・フラップゲート運動の水理模型実験による把握、流体・構造物の相互作用解析を行い、津波防御システム構築の可能性を検討した。

「無動力かつ人的操作が不要な陸上設置型フラップゲート (防水設備)」が、実用化されることになった。

ゲートは通常時は地面に伏せてあり、避難の妨げにもならず、急激な水位上昇や秒速25mの津波にも対応できる。また、モーターや制御装置が不要なため、故障リスクが低く、従来の設備より安価なため、集中豪雨などによる都市水害への対策設備 (地下街の出入口やビルのエントランス) としても実用可能である。

会話コーパスのアノテーション手法の開発と対話の認知・伝達モデルの構築

千葉大学・文学部・教授
傳 康晴



科学研究費助成事業 (科研費)

対話における発話単位とその機能の認定に関する研究 (2008-2010 基盤研究 (B))

発話単位アノテーションに基づく対話の認知・伝達融合モデルの構築 (2011-2013 基盤研究 (B))

発話連鎖アノテーションに基づく対話過程のモデル化 (2014-2016 基盤研究 (B))

2011-2014 国立国語研究所 共同研究 (独創・発展型) 「多様な様式を網羅した会話コーパスの共有化」

2012-2013 国立情報学研究所 共同研究 (戦略研究公募型) 「実場面インタラクション理解のための非談話行動アノテーション手法の開発と談話・非談話行動の連鎖分析」

会話研究の推進には、会話のための文法や会話の構造を適切に記述する手法と、それに基づく認知・伝達融合モデルが必要

会話研究に必要な研究用付加情報 (アノテーション) の仕様の策定と、良質なアノテーションを備えた会話コーパスの整備が不可欠

- 会話コーパスのアノテーションに基づく研究を展開
- ① 発話の単位と機能のアノテーションに関する仕様の策定
 - ② 実会話コーパスにアノテーションを付与
 - ③ これらのアノテーションデータに基づき、実時間的に構成される発話の文法に関する認知・伝達融合モデルを構築
 - ④ 単一の発話や音声言語行動を超え、発話連鎖や非言語・非談話行動に関するアノテーション手法についても検討

基盤となるアノテーションデータは、様々な研究で有効に利用されており、今後Webページを通じてより広く公開する予定

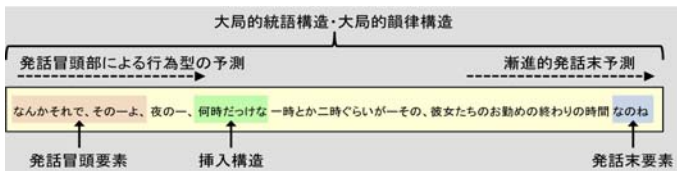


図1 会話のための文法 自然言語の文法には、会話を円滑に進めるための要素が組み込まれている

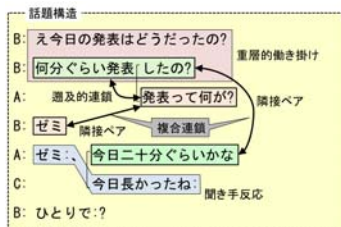


図2 発話連鎖 会話は、基本的な発話連鎖を「部品」として組み合わせることで展開



図3 非談話行動 食事動作等の非談話行動も微細に記述し、会話との関係を分析 NII Today No. 62, p. 9の図を改変



図4 今後の展開 日常生活場面の会話コーパスの構築と分析へ

4. 科研費トピックス

平成26年度科研費(補助金分・基金分)の配分について公表しました。

10月10日、科学研究費補助金(補助金分)及び学術研究助成基金助成金(科研費(基金分))の配分結果について報道発表を行いました。応募のあった約15万4千件の研究課題に対して、約8万件(対前年度約1千2百件増)を採択し、総額約1,728億円(対前年度約23億円減)を配分しました。また、新規研究課題については、約10万4千件の応募に対し約3万件を採択し、採択率28.6%、総額約668億円となりました。

区 分	研究課題数			配分額 (百万円)	1課題あたりの配分額	
	応募件数(件)	採択件数(件)	採択率(%)		平均(千円)	最高(千円)
新規採択のみ	(101,546)	(29,523)	(29.1)	(70,666)	(2,394)	(180,800)
	104,093	29,770	28.6	66,770	2,244	174,800
新規採択+継続分	(150,917)	(78,779)	(52.2)	(175,060)	(2,222)	(180,800)
	154,446	80,007	51.8	172,796	2,160	174,800

※配分額は直接経費

※()内は前年度を示す。

※基金化及び一部基金化した研究種目については、平成26年度の当初計画に対する配分額を計上している。

※「新学術領域研究(研究領域提案型)」「生命科学系3分野支援活動」、「特設分野研究」、「特別研究促進費」及び「特定奨励費」を除く。

公表資料では、「細目別採択件数上位10機関(過去5年の新規採択の累計数)」など専門分野別、機関別の情報を充実しました。

詳細なデータについては、下記のホームページをご覧ください。

http://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/hojyo/1352401.htm

平成27年度科学研究費助成事業公募要領等説明会を実施しました。

9月4日から9月12日にかけて、全国8会場で、「平成27年度科学研究費助成事業公募要領等説明会」を文部科学省と日本学術振興会が合同で開催しました。

本説明会には、のべ3千人以上の方にご参加いただき、科学研究費助成事業の概要、平成27年度公募要領、研究費の不正使用、研究活動における不正行為の防止等について説明を行いました。

当日の資料については、下記のホームページをご覧ください。

http://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/hojyo/1351771.html

学術調査官(科学研究費補助金担当)を任命しました。

8月1日付で、文部科学省の学術調査官(科学研究費補助金担当)27名のうち、14名を新たに改選、任命しました。科研費担当の学術調査官は大学等の現役の研究者により構成され、科研費の審査・評価、制度全般の改善、広報等に関する業務について、専門家の立場から幅広く関わっています。(人文・社会系:4名、理工系:12名、生物系11名)

審査委員を表彰しました。

日本学術振興会の学術システム研究センターでは、科研費の審査結果の検証を行い、翌年度の審査委員の選考に適切に反映させています。

このたび、平成26年度の審査を行った第1段(書面)審査委員約5,300名の中から有意義な審査意見を付していただいた審査委員170名を選考し表彰しました。表彰については、本会のホームページ等を通じて公表するとともに賞状と記念品を贈呈しました。

【掲載ホームページアドレス】

http://www.jsps.go.jp/j-grantsinaid/26_hyosho/hyousyou_2014.html

「研究活動における不正行為への対応等に関するガイドライン」の決定について

文部科学省では、「研究活動の不正行為への対応のガイドラインについて—研究活動の不正行為に関する特別委員会報告書—」(平成18年8月8日 科学技術・学術審議会研究活動の不正行為に関する特別委員会)を見直し、新たに、「研究活動における不正行為への対応等に関するガイドライン」(平成26年8月26日 文部科学大臣決定)を定めました。新たなガイドラインは、平成27年4月から運用を開始いたします。

各機関におかれましては、新たなガイドラインに沿って、体制や関係規程の整備等を行うとともに、関係者にも周知していただくようお願いいたします。

詳細は下記のホームページをご覧ください。

http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/26/08/1351568.htm

平成27年度ひらめき☆ときめきサイエンスの実施プログラムを募集します。

募集内容、応募手続きについては、募集要領をご覧ください。

[掲載ホームページアドレス]

<http://www.jsps.go.jp/hirameki/boshu.html>

募集の概要

I.事業の趣旨・目的

本事業は、我が国の将来を担う児童・生徒を対象として、研究者が科研費による研究について、その中に含まれる科学の興味深さや面白さを分かりやすく発信することを通じて、児童・生徒の科学的好奇心を刺激し、心の豊かさと知的創造性を育み、学術の文化的価値及び社会的重要性について社会に示し、もって学術の振興を図ることを目的としています。

II.応募資格

これまでに、科研費の研究代表者として研究を実施したことがある研究者が所属している大学及び大学共同利用機関等の機関とします。

III.募集するプログラム

以下の項目をすべて満たすプログラムを募集します。

- 1) 小学校5・6年生、中学生及び高校生のいずれかを対象とすること。
- 2) 科研費による研究に関わる基礎的な内容をより分かりやすく、科学に興味を抱けるよう伝える内容であること。
- 3) 機関の組織的な取組として行われること。
- 4) 平成27年7月下旬～平成28年1月下旬に開催されること。



科研費

K A K E N H I

【科研費に関する問い合わせ先】

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 03-3263-0964,4758,4764,0980,4796,4326,4388(科学研究費)

03-3263-4926,1699,4920(研究成果公開促進費)

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は日本学術振興会研究事業部企画調査課(03-3263-1738)まで