

# 科研費 NEWS

KAKENHI 2016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 | 愛・性・家族の関係をめぐる哲学的研究 フランス近現代思想の観点から 4<br>九州産業大学 国際文化学部 准教授 藤田 尚志      |
|        | 災害復興・被災者生活再建とジェンダーの国際比較研究 5<br>大阪府立大学 大学院人間社会システム科学研究科 客員研究員 山地 久美子 |
|        | 短期と長期の運動記憶の画像化に成功 6<br>東京大学 大学院人文社会系研究科 教授 今水 寛                     |

|             |                                |
|-------------|--------------------------------|
| エッセイ「私と科研費」 | 東京工業大学 フロンティア研究機構 特任教授 大隅 良典 7 |
|             | 中央大学 副学長/理工学部 教授 加藤 俊一 8       |

|     |   |
|-----|---|
| 理工系 | 新元素の探索と超重元素の化学 9<br>九州大学 大学院理学研究院 教授/理化学研究所 超重元素研究グループ グループディレクター 森田 浩介 |
|     | グラディエントフローによる格子ゲージ理論のエネルギー運動量テンソル 10<br>九州大学 大学院理学研究院 教授 鈴木 博           |
|     | 元素組成で探る宇宙初代の巨大質量星の痕跡 11<br>自然科学研究機構 国立天文台 准教授 青木 和光                     |
|     | プラズモンナノ粒子の創製と可視・近赤外光機能 12<br>京都大学 化学研究所 教授 寺西 利治                        |
|     | デトネーション波を用いた航空宇宙用推進機関の開発と実証研究 13<br>名古屋大学 大学院工学研究科 教授 笠原 次郎             |
|     | 遺伝的機械学習による多目的知識獲得 14<br>大阪府立大学 大学院工学研究科 准教授 能島 裕介                       |

|             |  |
|-------------|--|
| エッセイ「私と科研費」 | 大阪大学 免疫学フロンティア研究センター 教授 坂口 志文 15         |
|             | 神奈川大学 理学部 教授/名古屋大学 名誉教授/金沢大学 監事 上村 大輔 16 |

|     |   |
|-----|---|
| 生物系 | 上皮細胞における『タイトジャンクション (TJ) アピカル複合体』研究の開拓 17<br>大阪大学 大学院生命機能研究科・医学系研究科 教授 月田 早智子                                     |
|     | からだの過酸化脂質を捉え、病気への関与と食品成分の機能を解明 18<br>東北大学 未来科学技術共同研究センター 教授 宮澤 陽夫   |
|     | 時間栄養学の創生とそれに立脚する機能性食品成分の探索や摂取法の提唱 19<br>早稲田大学 理工学術院 教授 柴田 重信  |
|     | 卵巣癌において局所免疫がはたす役割を探る 20<br>近畿大学 医学部 産科婦人科学 教授 万代 昌紀   |
|     | ERK 分子の活性化の頻度による細胞の増殖速度の調節機構を発見<br>—細胞はAM(振幅変調)方式ではなくFM(周波数変調)方式を利用している— 21<br>自然科学研究機構 岡崎統合バイオサイエンスセンター 教授 青木 一洋 |

|             |                                    |
|-------------|------------------------------------|
| エッセイ「私と科研費」 | 横浜国立大学 先端科学高等研究院 副研究院長/教授 藤江 幸一 22 |
|             | 東京理科大学 理学部 教授 硯合 憲三 23             |

## 3 科研費からの成果展開事例

|  |
|--|
| デザインを心理学的な視点から考察する方法の実践的応用に関する研究 24<br>千葉大学 大学院工学研究科 教授 日比野 治雄                                   |
| マイクロシステム融合研究開発 24<br>東北大学 マイクロシステム融合研究開発センター長 ( $\mu$ SIC)<br>(兼) 原子分子材料科学高等研究機構 (AIMR) 教授 江刺 正喜 |

## 4 科研費トピックス 25

## 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27年度（平成27年4月～平成28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   |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 447件 | 536件 | 748件 | 802件 | 588件 | 466件 | 454件 | 355件 | 501件 | 516件 | 547件 | 501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。➡

## 愛・性・家族の関係をめぐる哲学的研究 フランス近現代思想の観点から

九州産業大学 国際文化学部 准教授

藤田 尚志



### 研究の背景

私はこれまで、アンリ・ベルクソン（1859-1941）を中心とするフランス近現代思想を研究してきました。ベルクソンは「生の哲学」を代表する哲学者であり、生き物を、本能や知性によって様々な「生の形式」を發明し続ける存在と捉えるところに特徴の一つがありますが、彼の哲学の枠内では愛・性・家族といった人間の社会的な再生産・再組織の現象に関しての解明は十分行われませんでした。そこで、生の哲学の現代的展開として、〈結婚〉あるいは愛・性・家族の錯綜体（さくそうたい）を哲学的に捉えることに興味を持つようになりました。心理学的あるいは社会学的な考察は数多くありますが、哲学的な研究はというと、未だにそう多くは見られないのが現状だからです。

そのような観点から〈結婚〉に関する西洋哲学史の再検討を進めようとしていた折、福岡大学の宮野真生子先生が、〈恋愛〉に関する近代日本思想史の研究を進めておられることをお聞きして、それぞれのゼミの学生たちとともに、愛・性・家族をめぐる様々なテーマについて、哲学的に探究する「恋愛／結婚合同ゼミ」を開催するようになりました。研究と教育の一体化は、実は本研究の第1の、隠れた方法論的特徴でもあります。

### 研究の成果

2012年2月に合同ゼミを始めてはや4年が過ぎました。その間、様々な分野の気鋭の研究者をお招きし、白熱した議論を通じて、徐々に問題意識が形成・確立されていきました。こうして総勢20名ほどの研究者とともに、『愛・性・家族の哲学』全3巻を今春（2016年4月）に上梓することができました。

愛・性・家族を個別に取り扱うのではなく、その関係を考えることは、そのなかで練り上げられてきた第2の方法論的特徴です。「関係を考える」とは、分離・接合の様態を考えるということであって、人間本性や歴史・

伝統の実態を無視して「愛・性・家族は常に一体としてあるべし」といった道徳観を称揚することではありません。例えば、愛と家族の盲目的一体化は、老老介護の深刻な現実を直視していません。介護を家族の外へアウトソーシングすることは家族への愛と切り離して考えられなければなりません。あるいは、セックスレス夫婦（性なき愛）がかなり常態化してきているにもかかわらず、性欲の不均衡の問題は直視されておらず、愛と性の分離は真剣に検討されていません。他にも幼児虐待・婚活・おひとりさま…昨今指摘される諸現象は、愛・性・家族の錯綜した関係を解きほぐすことなしには理解できないものです。

これらの諸現象に対して、フランス近現代思想は、モンテーニュからルソーを経てボーヴォワールに至るまで、デイドロからフーリエを経てドゥルーズやデリダに至るまで、実に豊かな思考実験の宝庫となっています。彼らの残してくれた諸概念という遺産を、様々な学問分野の成果を参照しつつ継承・発展させること。アクチュアルな同時代的関心を強く抱きつつも、はるか古代や、はるか未来からの反時代的な眼差しを向けること。これが本研究の第3の方法論的特徴です。

### 今後の展望

まず個人のレベルでは、①契約と約束、②所有と優先権、③人格性と個人性の概念について、これまでの研究で示した大まかな方向性をさらに展開していきたいと考えており、その成果としての単著の執筆を計画しています。次に、これまで続けてきた合同ゼミをさらに発展させ、これまで以上に多様なジャンルの専門家との共同作業を継続し進化させていきたいと願っています。最後に、ベルクソン研究の国際展開において培ってきたノウハウを用いて、この愛・性・家族の哲学的研究に関しても、国際展開の道を探っていきたくと考えています。



### 関連する科研費

平成21-22年度 研究活動スタート支援「フランス近現代思想における身体論（愛・性・家族から見たその展開）」

平成25-27年度 若手研究（B）「フランス現代哲学における主体・個体・人格概念の再検討（家族の解体・再構築を軸に）」

# 災害復興・被災者生活再建とジェンダーの国際比較研究

大阪府立大学 大学院人間社会システム科学研究科 客員研究員

山地 久美子



## 研究の背景

災害研究は阪神・淡路大震災（1995）で注目され、東日本大震災（2011）によってその重要性が社会で広く認識されてきています。しかし、科研費を申請した2009年当時、災害研究はジェンダーの視点からの学術的調査がなされていませんでした。なかでも、先進国を対象とした国際的な研究がなかったため、福祉国家の枠組みでの調査が必要だと考えました。災害研究は、常に現場を意識した上で学際的、国際的な観点からの研究が求められ、国内外の研究者、実務者とともに調査体制を構築できたことは本研究の重要な背景です。

## 研究の成果

本研究は「復興」に焦点をあて、5年、10年、20年と長期継続的な調査を実施しています。日本・韓国・台湾・米国・イタリアの現地では、被災者、支援者、行政、メディア、研究者を対象に、各国・各地の言語でヒアリングを行い、資料収集、研究会などにより調査を進めています。

災害研究には、災害特有の課題と平時から連続した課題への2つのアプローチがあります。災害特有の課題としては、社会保障から独立した被災者支援の仕組みがあげられます。日本では、住民票に基づき住宅被害の程度によって罹災証明書が発行され、罹災証明を持つ世帯主が被災者生活支援金、義援金などの公的支援を受けられますが、他の世帯構成員は支援を直接には受けられないという課題があります。この世帯を単位とした支援は、世帯主の8割近くが男性である日本、イタリアなどではジェン

ダーの課題としての改善が必要です。また、被災者支援制度と社会保障の間に隙間があり、これらが生活再建の課題として捉えられていないことが問題であることを明らかにし、「被災者支援レジーム」と名付けました。

研究成果は、新たな制度の導入や、制度の見直しへいち早くつながるように積極的に発信してきました。東日本大震災の発生時には、政府への提案書の提出、東日本大震災復興構想会議関連のヒアリングなどで私たちの知見を提供する機会を得て、それを様々な形で施策に反映することができました。また、2012年には、兵庫県西宮市が開発した被災者台帳「被災者支援システム」が世帯単位から個人単位でも運用できるようになりました。

そして、APEC Typhoon Symposiumをはじめ、国際会議・全国各地での講演や研究会・シンポジウム・ワークショップの開催、メディアでの発信を通じて、災害とジェンダー・社会保障を社会の重要課題、新たな研究領域として構築できたことも大きな成果です。

## 今後の展望

熊本地震（2016）、風水害、土砂災害の発生など、災害は世界的に頻発化、激甚化しており、災害研究の重要性が増しています。これからも国際比較研究を進め、個人単位での被災者支援と災害手当制度の確立、被災者台帳の全国共通システム化など、復興に向けた新たな仕組みの検討・提案を行っていきます。

## 関連する科研費

平成22-24年度 基盤研究 (B) 「ジェンダーと災害復興—制度設計と生活再建をめぐる課題に関する国際比較研究」

平成25-27年度 基盤研究 (B) 「復興・防災まちづくりとジェンダー—生活再建と制度設計に関する国際比較研究」

平成28-30年度 基盤研究 (B) 「被災者支援レジーム/復興まちづくりの国際比較研究—ジェンダーの視点から」

- (1) 復興まちづくりへの参画(復興の進行管理、まちづくり協議会など)
- (2) 復興・防災の政策決定過程参画プロセス調査とジェンダーの主流化
- (3) 被災者支援と法律(被災者支援レジーム、生活再建)
- (4) 社会保障と災害支援の連続  
災害手当制度の確立(個人単位制度)
- (5) 経済復興(社会保障制度、就労・起業支援制度、非正規雇用)
- (6) 災害時の妊産婦支援
- (7) 災害時の外国人支援、多文化共生社会と復興まちづくり
- (8) 原発事故災害に関する法律、支援制度
- (9) 母子支援、父子支援
- (10) 災害の伝承・語り部、地域づくり

表1 主たる調査内容



図1 東日本大震災「女性の復興カフェ」(宮城県気仙沼市)



図2 原発事故避難ママ・パパのシンポジウム(兵庫県神戸市)



図3 海外学術調査(台湾台北市・中央研究院)

# 短期と長期の運動記憶の画像化に成功



東京大学 大学院人文社会系研究科 教授  
**今水 寛**

## 研究の背景

試験前の一夜漬けの暗記のように、早く覚えたことはすぐ忘れますが、自転車の乗り方のように時間をかけて練習したことはずっと覚えています。このように、短期と長期の運動記憶が脳内に存在することは、理論的に示されていましたが、脳のどのような場所が短期と長期の運動記憶に関係しているのかは謎でした。

## 研究の成果

私たちは、機能的磁気共鳴画像 (functional magnetic resonance imaging: fMRI) 法という脳活動の計測方法と数理モデルを組み合わせ、短期と長期の運動記憶が、脳の異なる場所に保存される様子を、画像として捉えることに成功しました。実験参加者には、fMRI装置の中でジョイスティックを操作してもらいました (図A)。参加者が学習する課題は2つあり、課題①は、ジョイスティックを、右斜め上 (-40°) の方向に正確に動かすことで、課題②は左斜め上 (40°) の方向に動かすことです。それぞれの課題を交互に繰り返して練習します。参加者は、それぞれのやり方を覚えたり忘れたりしながら、両方の課題を正確にできるようになります。このようにして得た行動データを数理モデルを使って解析し、短期や長期の運動記憶が、実験中にどのように変化していたかを推定します (図B)。

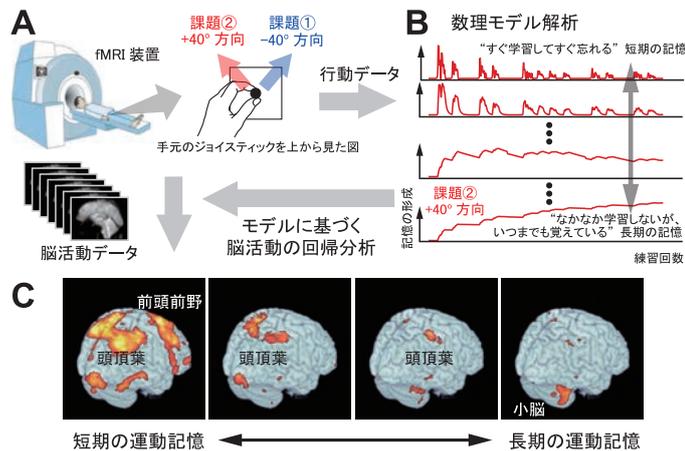
次に、モデルから得られたさまざまな運動記憶の時間変化と、同じような変化をしていた脳の場所はどこにあるかを、回帰分析という方法を用いて調べました。その結果、①数秒で学習して数秒で忘れる非常に短期的な運動記憶には、前頭前野や頭頂葉の広い場所が関係していること、②数分から数十分で学習して忘れる中期的な運動記憶は、頭頂葉の中でも限られた部分に関係していること、③1時間以上かけて学習し、ゆっくり忘れる長期的な運動記憶は小脳が関係すること、などが明らかになりました (図C)。

## 今後の展望

今回開発した方法は、脳の内部状態を推定して、どれくらいの期間にわたって残る記憶なのかを予測することができます。私たちは新学術領域研究「脳内身体表現の変容機構の理解と制御」において、数理モデルや脳活動の計測を用いて、効率的な脳のリハビリテーションを行う方法を開発することを目指しています。今回の成果は、このようなリハビリテーションの実現に役立てていきたいと考えています。

## 関連する科研費

平成26-30年度 新学術領域研究 (研究領域提案型) 「脳内身体表現の変容を促す神経機構」



fMRIと数理モデルを組み合わせ、長期と短期の運動記憶に関連する脳の場所を特定する。

## 「科研費について思うこと」

東京工業大学 フロンティア研究機構 特任教授 **大隅 良典**



助手になって初めて科研費を貰ってうれしかった思い出も、はるか昔のことになった。もちろん、私も若い頃は科研費の綱渡りで苦しい思いをした。自分では、いい申請書だと思っていっても不採択の通知をもらい、落胆していると秋に補欠採択の連絡が届き、交付申請書と次の申請書をほぼ同時に書いたという経験を2度もしたのを今もよく覚えている。私の研究のほぼすべてが科研費に支えられてきたこと、とりわけ近年は特別推進研究のサポートを頂いてここまで研究を進めることができたことに心から感謝している。

文科省、JSPSには、基礎研究を支えるべく科研費について様々な工夫をして頂いているが、私が特に生命科学の領域の研究に関して、科研費の制度について日頃思うことについて述べてみる。

科学研究費“補助金”とは、元来研究ができる環境が整った上で、さらに成果が期待できる研究をまさに「補助」して支援する制度であり、従って補助事業に資さない什器の購入などには使えない。以前は講座費という形で研究費があったので、科研費がなくとも最低限の研究を進めることができた。これは研究の裾野が広がるという大きな意味を持っていた。しかし、昨今の国立大学法人等に対する運営費交付金の削減と、予算の競争的資金化によって、大学や研究所の経常的な活動のための資金が極端に乏しくなってしまった。運営費交付金はほとんど配分されないため、科研費等の競争的資金なしには研究を進めることは困難である。すなわち、補助金が補助金ではなくなり、「研究費」そのものになっている。さらに、研究科や研究所の経常的な活動の費用を捻出するためには、競争的資金の間接経費が重要な比率を持つようになった。

科研費の基本が個人研究であるという考えは、一見妥当なように聞こえるが、実は問題点も多い。例えば、競争的資金の獲得が運営に大きな影響を与えることから運営に必要な経費を得るためには、研究費を獲得している人、将来研究費を獲得しそうな人を採用しようという圧力が生まれた。その結果、やはりで研究費を獲得しやすい分野の研究者を採用する傾向が強まり、大学における研究のあるべき姿が見失われそうになっているように思える。このことは若者に対しても少なからず影響があり、今はやりの研究課題に取り組みたいという指向性が強くなり、新しい未知の課題に挑戦することが難しいという雰囲気ますます助長している。結果的に、次代の研究者はますます保守的になって新しいものを生み出せなくなってしまうのではないだろうか。

ある課題で購入した機器を他の人が使うのは厳密に言えば目的外使用となるという制約も、研究資源の有効利用という点からはマイナスである。現代生命科学の研究は多様な解析を求められ、それほど大きな装置ではないが、それなくしては研究が進まなかったり、論文が完成しないということがよく起こる。一人のPI (Principal Investigator : 研究代表者)

が必要な機器を全て自前で揃えとなると、相当多額の研究費が必要となり、その獲得のために多くの時間を割かなければならない。前述のように共通施設に廻る資金が少なくなると、若い次世代が独立して研究を展開するためには、利用できる共通機器の充実が不可欠である。一方、あるプロジェクトに必要で購入した機器でも、研究の進行に伴って不要になることがある。科研費で購入した機器については、科研費による補助事業の遂行に支障がなければ、科研費以外の研究のために使用することも可能となっている。他の制度でもこういった改善が進んでほしいと思う。このことは、多くの機器が共有され効率よく稼働している海外の研究機関を訪れた時にいつも強く感じる点である。

間接経費の導入と引き換えに、以前学部や学科に配分されていた設備更新費などが撤廃され、大きな大学以外では機器類の更新が進まないというのが現状である。高性能顕微鏡、質量分析器、シーケンサーのような高額の高額な大型機器が先端的な研究には当然必要である。しかし、機器のスムーズな運転には経常的な維持費が必要であり、力量のあるオペレーターがいるか否かで、その機器が発揮する能力には大きな差ができる。大型装置の運用と維持管理が、それを導入した個人研究者に委ねられることには制度的に無理がある。能力の高い技術員の安定的な雇用が可能になることも重要であろう。そのために、個人研究のための現行の科研費以外に、研究機関を対象とした研究環境整備を進める科研費の制度が創られると良いと思う。

一方、現在の科研費、とりわけ基盤研究の絶対額が不足しており、採択率がまだ圧倒的に低い。今の2、3倍になれば大学などの雰囲気も変わり、初めて間接経費の真の利用を各機関で工夫することができるのではないだろうか。

最近、国全体で研究の出口を求める傾向が強くなっていることは否めないが、研究者の方も一方的に思い込んで自己規制をしていることはないだろうか。私は、研究者は自分の研究が、いつも役に立つことを強く意識しなければいけない訳でもないと考えている。「人類の知的財産が増すことは、人類の未来の可能性を増す」と言う認識が広がるのが大切だと思う。役に立つことをいつも性急に求められていると思うことで、若者がほとんど就職試験での模範回答のごとく、考えもなく“役に立つ研究をしたい”という言葉をおくする。直ぐに企業化できることが役に立つと同義語の様に扱われる風潮があるが、何が将来本当に人類の役に立つかは長い歴史によって初めて検証されるものだという認識が、研究者の側にも求められていると思う。

平成27年度に実施している研究テーマ：

「オートファジーの分子機構の解明と細胞生理学への統合」  
(特別推進研究)

# 研究者生活AtoZ：研究者としての原点、現状、そして限界突破へ

中央大学 副学長／理工学部・教授 加藤 俊一



学部4年生の卒業研究が研究者としての入り口と考えると、今日までの研究者生活の約2/3は、何らかの形で科研費のお世話になってきた。3つのフェーズに分けて考えてみたい。

## A. 研究者としての原点

いわゆる卒研生として京都大学工学部情報工学科の矢島脩三先生 & 上林弥彦先生の研究室に配属された時から、「科研費の申請書作り」(正確には、当時は完全に手書きだったので、清書作業)の補助見習いとして参加することとなった。もちろん、研究的な経験をようやく始めた段階で、清書している内容を理解することで精いっぱいだったが、それでも、(a) 研究にはストーリーがある、(b) わかりやすい説明・表現を心がけること、そして何よりも、(c) 研究費は獲得しに行くものであるらしいことを学んだ。卒業研究を本格的に経験する前に、こういう経験ができたことは、工学系研究者としてのコンピテンシーの基礎になったと思う。(そういえばこの年、上林先生は在外研究でほとんど不在。(d) 研究テーマは、与えられるものではなく、自分でテーマを見つけて、(e) 先輩たちと相談しながら問題を定式化し、(f) 人に成果が見えるように進めることも学んだ。)

大学院は、情報工学専攻の坂井利之先生の研究室に進学した。お世話になった6年間の内の4年間は、いくつかの科研費(一般研究(A)×2、試験研究×2)で走っていたパターン情報処理系のプロジェクトに学生として参加させて戴いた。プロジェクトの成果に自分も責任(の一端)を担うようになると、先生方の研究に対する姿勢、(g) 十年先、二十年先の社会をイメージして、それに必要な基礎技術に目星をつけて、今、取り組む、(h) 基礎研究といえども出口イメージを明確にする、そして、(i) うまく成果につながらない時、代替の方法を思いつくのも実力のうちであることを、自分も体験することができた。(坂井研究室では、学術的知識はたいして学べなかった出来の悪い学生だったが、研究の進め方については、坂井先生から、数度、みっちりとお灸をすえられたことは忘れ難い。)

## B. 研究者としての現状

工業技術院電子技術総合研究所(現・産業技術総合研究所)に奉職後も、参画していた大型プロジェクトが終わり、次の展開を図ろうという時期に、上林先生にお声がけ戴き、データベース系の総合研究(A)に分担者として加えていただいた。広い意味では情報系の内だが、パターン情報処理とデータベースという、(j) 当時としては方向性の違った二つの分野をつなぐ研究に科研費の枠組みを利用して挑戦させて戴いた。これらの経験は、その後、「感性?何それ?」という通産省内の声にもかかわらず、自分自身がリーダーの一人となって工業技術院のヒューマンメディアプロジェクト(感性をキーワードにヒューマンセントリックな情報技術を構築す

る)を立ち上げる際にも大いに役立ったと感謝している。

また、中央大学理工学部に転職の後も、幸いなことに継続的に科研費により、上記プロジェクトの基礎固めの研究や、次の展開を図る研究を、進めさせて戴いてきた(基盤研究(C)、(B)、(S)×2、萌芽研究、挑戦的萌芽研究×2、そして現在は基盤研究(A))。結果として、感性情報処理、感性の工学的モデル化、感性データベース、感性ロボティクスなど、感性情報学に関するいくつかの概念・考え方を世界に向けて発信できたと考えている。

この間、研究者コミュニティとしては日本感性工学会の設立・発展に取り組みつつ、研究としては、「感性情報学」という領域横断的な性格を持つ学術分野の成立にも取り組ませて戴いた。(k) 科研費の分科細目的には、比較的大きな領域(知能情報学)の片隅から、時限の細目、さらに、細目の一部から、独立した細目へと発展する過程を、研究者の一人として経験させて戴いたことになる。

一方で、ここ何年か、大学のマネジメント業務(研究推進担当副学長)の忙しさにかまけていたつもりはないものの、研究プロジェクトが基盤研究(S)から(A)に、ややスケールダウンしたことに關しては、共同研究の仲間たちや研究室の学生たちに申し訳ない気持ちである。(l) あるべき研究の方向性を理解し、現場の実情を知り、機関・組織の研究力を高め続けるためには、マネジメント側の研究推進担当自身も、研究者として走り続けるセンスが必要だろうと思っている。

## C. 研究者としての限界突破へ

電子技術総合研究所勤務時代、(m) 研究者は、ユニークなことはもちろん、他の研究者が取り組みたくなくなるような新しい領域の開祖となるオリジナルな仕事をし、かつ、競争の中でもベストな結果を出し続けることが求められると教わった。

そのような志で進んできた一方で、「感性情報学」の領域が、科学技術の中で認知され始めたころから、自身の発想の仕方が保守的・自己規定的になってきているのではないかと危惧している。(つまりは、発想のスケールが小さくなってきた?)

研究者としては、(n) 新しい領域を拓くオリジナルな仕事を志向しつつも、そこに安住せず、自らの仕事・ささやかな成果を打ち破って、より大きな世界を目指すべきなのだろう。研究者生活とは、自己肯定と自己否定の無限ループといえるかもしれない。

以上、「研究者生活AtoZ」としながら、第n項までしか整理できなかった。研究者としては、まだまだこれから、未熟でもあるし、成長の余地があるということだと思いたい。

平成27年度に実施している研究テーマ：

「実空間・情報空間におけるグループ内での感性的共生機構の研究開発」(基盤研究(A))

# 新元素の探索と超重元素の化学



九州大学 大学院理学研究院 教授  
理化学研究所 超重元素研究グループ グループディレクター

**森田 浩介**

## 研究の背景

原子番号が104番以上の元素のことを超重元素と呼びます。原子核は原子の中心にあり、プラスの電気を帯びた陽子と電氣的に中性な中性子が強く結びついたものです。陽子と中性子は電氣的性質を別にすれば互いによく似た性質を持っており、総称して核子と呼ばれています。元素の原子番号とは原子核中の陽子の数のことで、例えば原子番号が92のウランの原子核には92個の陽子が含まれています。核子の個数を質量数といい、同じ元素の原子でも質量数の違う原子同士を同位体と呼んでいます。私たちが研究を開始した時点では、112番元素（コペルニシウム）までが実験的に合成されていました。

## 研究の成果

理化学研究所の線形加速器によって光速の10%まで加速された亜鉛（原子番号30）の原子核をビスマス（原子番号83）標的核に衝突させて、両者の完全核融合によって目的とする113番元素の原子核を合成します。1秒間に2.4兆個の亜鉛イオンを約600日間照射して、113番元素の同位体（質量数278）を3原子、観測することに成功しました。合成された原子核は約1000分の2秒でα崩壊しましたが、崩壊の詳細な観測により確かに113番元素が合成されたことが確認され、2015年12月、国際純正・応用化学連合IUPACによって新元素と認定され、研究グループに元素の命名権が与えられまし

た。ちなみにこれまで認定されていなかった115、117、118番元素もロシア・アメリカの合同研究グループによる発見が認定され、周期表の第7周期が完全に満たされました。

## 今後の展望

今回の発見とそれに続く国際機関による認定によって、アジア初、日本発の元素が周期表の一席を占めることになりました。これまで、天然物からのものや人工のものを含めて新元素の発見は欧米（ロシアを含めた）の国が独占してきました。それ以外の国の科学者によって新しい化学元素が発見されたことはかつて一度もなく、今回の成果はアジアや日本の科学史上画期的な成果となりました。元素は物質を構成する基本単位であり、周期表は元素の性質の規則性を表した化学の必須アイテムといえます。化学を学習する若者が周期表に日本の研究グループが発見した元素があることを知って科学に興味を持つようになるならば、科学技術立国を目指す日本にとってどれほど有意義であるか計り知れないほどです。今後さらに新元素の探索を続け、現在全く未知の領域である第8周期の新元素を発見していきたいと考えています。

## 関連する科研費

平成19-23年度 特別推進研究「新元素の探索と超重元素の化学」

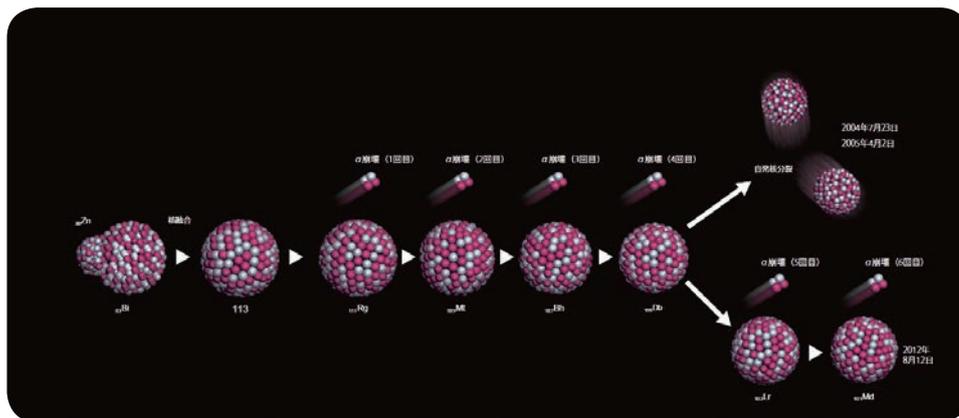


図1 113番元素核の崩壊の様子

「画像提供：理化学研究所」

# グラディエントフローによる 格子ゲージ理論のエネルギー運動量テンソル

九州大学 大学院理学研究院 教授

鈴木 博



## 研究の背景

自然界の基本構成要素である素粒子は、ゲージ理論という高い対称性を持つ場の量子論で記述されます。場の量子論とは自由度が無限大の量子力学ですが、私たちは無限大を直接扱えないので、まず理論を有限の自由度で近似し（この操作を「正則化」と言います）、計算の最後でこの正則化を外すことで理論を定義します。本来は連続的な時間と空間とを離散的な格子目で近似する正則化は「格子ゲージ理論」と呼ばれますが、これは素粒子の強い相互作用（量子色力学）の非摂動論的ダイナミクスを解析できる今のところ唯一の正則化で、強い相互作用の物理の解明にこれまで驚くべき成功を収めてきました。

しかし一方で、格子ゲージ理論にはその構成上、連続的な時間や空間に関係した対称性と相性が悪いという欠点があります。時間と空間の対称性は、エネルギーや運動量と関連したエネルギー運動量テンソル（EMT）という物理量の存在を意味します。そしてEMTは、エネルギーや運動量だけでなく、回転に付随した角運動量やスピン、またスケールの変換に付随したスケール次元などの基本的物理量を構成するものになります。こうした理由から、格子ゲージ理論におけるEMTの構成は古くからの重要な、しかし難しい問題でした。

## 研究の成果

この研究では、グラディエントフローという手法を用いて、格子ゲージ理論におけるEMTの全く新しい構成法を考案しました。グラディエントフローとは、ゲージ理論の力学変数を一種の熱拡散方程式に従って仮想的な時間の方向に発展させるものです。場の量子論では、一般に計算結果が無限大となり、有限の物理量を得るには

「くり込み」と呼ばれる操作が必要です。実はグラディエントフローは、このくり込みを行った量を自動的に与える、という不思議な性質を持っています。くり込まれた有限の量が正則化によらないことに注目すると、この手法を用いて異なった正則化の間を橋渡しする可能性が示されます。ゲージ理論には次元正則化という時間や空間の対称性と相性のよい正則化があり、EMTの表式もよく理解されています。この表式とグラディエントフローによる有限な表式を解析的計算で結びつけたのが、私たちの構成法です。

なお、この研究は、EMTとグラディエントフローという、一見まったく無関係な概念を結びつけた点に意外性があるのですが、この研究の問題意識や着想は国内外の研究者の方々からの示唆によって得られたものです。こうした研究交流を可能にして頂いた科研費にはたいへん感謝しております。

## 今後の展望

私たちの構成法の本格的応用はまだ始まったばかり（図1、図2）で、今後、時間と空間の対称性に関連した物理、例えば、強い相互作用をする理論の熱力学、輸送係数、バリオンのスピン・運動量構造、共形場理論の物理などへの応用が大いに期待されます。

## 関連する科研費

平成18-21年度 基盤研究 (C) 「格子ゲージ理論の新しい可能性」

平成23-27年度 基盤研究 (C) 「超対称性理論の非摂動論的定式化と数値シミュレーション」

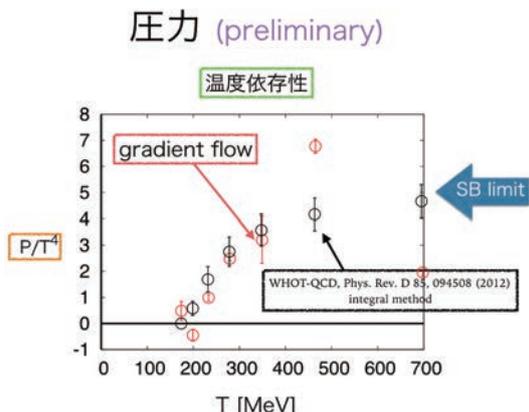


図1 WHOT QCD collaborationによる量子色力学の熱力学量に対するpreliminaryな結果。黒丸が従来の結果、赤が新しい定式化によるもの。（横軸：温度、縦軸：温度で規格化した圧力）

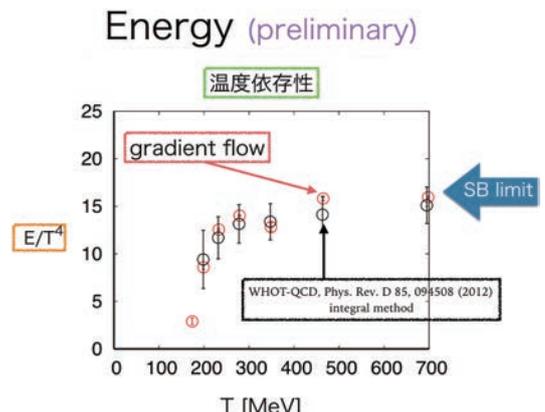


図2 図1と同じ。（横軸：温度、縦軸：温度で規格化したエネルギー密度）

# 元素組成で探る 宇宙初代の巨大質量星の痕跡

自然科学研究機構 国立天文台 准教授  
**青木 和光**



## 研究の背景

ビッグバン直後の宇宙にはまだ星は存在せず、水素とヘリウムのほぼ均質なガスで満たされていました。その後宇宙は膨張して全体として密度が下がっていきませんが、物質のもつ重力の作用で一部に密度の高いガス雲が生まれ、そこから星が誕生してきました。これには数億年を要したと考えられています。

その初代星の多くは、太陽の何十倍も重い大質量星だったろうと考えられています。それらは超新星爆発を起こして新しい元素をつくり出します(図1)。その新しい元素が、まわりに残っていた水素・ヘリウムのガス雲と混ざり、そこから新たに星が誕生していきます。その中には、太陽よりも質量が小さく、130億年以上の寿命をもつ星も含まれており、それらは現在まで生き残っていると考えられています。このような初期に生まれた星を探し出して詳しく調べれば、初代の大質量星とそれが起こした超新星爆発の詳細を解き明かすことができます。

## 研究の成果

私たちは、日本の国立天文台が運用しているすばる望遠鏡を用いて多数の初期世代星を観測し、そのうちの1つがきわめて特異な組成をもっていることをつぎとめました。この星は全体として重元素量が太陽の数百分の1しかなく、鉄に比べて炭素やマグネシウムなどの軽い元素の組成が低いのが特徴です(図2)。

この特異な化学組成は、宇宙の初めに誕生した太陽の数百倍の重さをもつ巨大質量星によってつくられた可能性があります。水素とヘリウムだけのガス雲から生まれる初代星の中には巨大質量星が多数存在したという理論予測がありましたが、その痕跡が見つからないことが長年の謎でした。今回の発見は、宇宙での最初の天体形成と元素合成の謎を解き明かす大きな一歩となるかもしれません。

## 今後の展望

私たちは今、中国の広視野探査望遠鏡LAMOSTの研究チームと協力して、初期世代星の大規模な探査を行い、それをすばる望遠鏡で詳しく調べる研究に取り組んでいます。これにより、初代星のより詳しい全体像にまた一歩迫ることができると考えています。さらに、次世代望遠鏡として国立天文台が国際協力でハワイ・マウナケア山に建設中の口径30メートルの超大型望遠鏡TMTが完成すれば、初期世代星の生き残りの研究とともに、非常に遠方の銀河の観測も大きく進み、初期宇宙の理解が大きく進むものと期待しています。現在の学生や若手研究者が2020年代に活躍できるように、次世代望遠鏡の建設に力を入れています。

## 関連する科研費

平成23-27年度 基盤研究(S)「宇宙初代星誕生から銀河系形成期における恒星進化と物質循環」



図1 初代の巨大質量星が起こす超新星爆発(想像図)。大質量星の集団のなかで最も質量の大きいものが爆発を起こし、周囲に物質を放出すると考えられている。

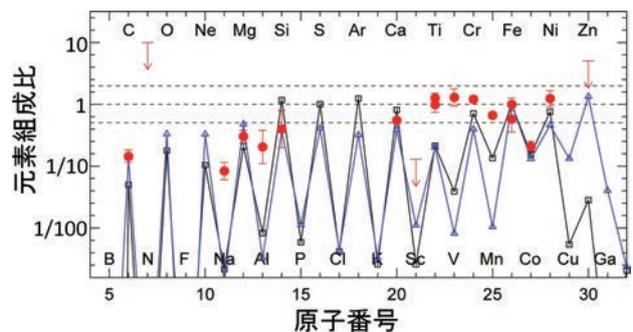


図2 巨大質量星の痕跡をとどめている可能性のある星の化学組成。鉄と各元素の組成比を対数スケールで示している。今回見つかった星SDSS J0018-0939の元素組成(赤丸)と超新星の元素合成モデルからの予測(黒線が太陽質量の300倍、青線が1,000倍の星の爆発の場合)を比べると、全体的な元素組成の傾向はよく説明されることがわかる。観測結果とよく合わない元素については、爆発前の星の進化における元素合成などのさらに詳細な理論研究が期待される。

# プラズモンナノ粒子の創製と 可視・近赤外光機能



京都大学 化学研究所 教授  
**寺西 利治**

## 研究の背景

局在表面プラズモン共鳴 (LSPR) とは、無機ナノ粒子中の自由キャリア (電子あるいはホール) が入射光のある波長に共鳴して集団振動する現象です。自由キャリアの集団振動による分極の結果、ナノ粒子の近傍には増強光電場が誘起 (光が回折限界を超えた微小領域に集約) され、近接分子の光励起や近接分子へのキャリア注入が効率的に起こることで注目されています。そこで、可視・近赤外光で局在表面プラズモン共鳴を起こすことができれば、効率よく光化学反応に利用することができるわけです。私たちは、プラズモン研究の中心である金、銀以外のナノ粒子に着目し、自由キャリアの密度や粒子形状の制御によるLSPR波長制御と新しい可視・近赤外光機能の研究を行ってきました。

## 研究の成果

私たちはまず、「LSPR波長の2乗がキャリア密度に反比例する」ことに着目し、スズのドーパ量によって自由電子密度を制御した酸化インジウムスズ (ITO) ナノ粒子のプラズモン特性を検討しました。その結果、ITOナノ粒子のスズのドーパ率 ( $\frac{[Sn]}{[Sn]+[In]} \times 100$ ) を0~30%の範囲で厳密に制御することで、LSPR波長を1600nm以上で制御できました (図1)。また、これまで不明であった近赤外LSPRによる電場増強度や近接分子の光学遷移への影響について、ITOナノ粒子による近赤外レーザー色素の二光子吸収効率を過渡吸収分光で評価したところ、電場増強度は約5程度でした。この値は金や銀のナノ粒子に比べると小さいものですが、近赤外プラズモンによる有機分子や無機物質の光学遷移増強

には十分に利用できることが分かりました。

一方、形状制御によるLSPR波長制御の例として、種々の有機合成触媒として用いられているPdナノ粒子に着目し、形状をディスク状にする (反電界係数を小さくする) ことで、LSPR波長を可視・近赤外にシフトさせることができました (図2)。このPdナノディスクをLSPR波長でプラズモン励起しながら鈴木カップリング反応の触媒に使用したところ、プラズモン励起のない場合に比べて、触媒活性が3倍程度に増強されることが分かりました。

## 今後の展望

自由電子密度の制御でも近赤外LSPR波長が制御できることが分かりましたが、自由キャリアとしてホールをドーパしたCu<sub>7</sub>S<sub>4</sub>半導体ナノ粒子でも、LSPRが近赤外領域に発現することを明らかにしています。今後は、自由キャリア密度と粒子形状を制御した無機ナノ粒子の可視・近赤外局在表面プラズモンによる光化学反応という新しい分野を開拓したいと思っています。

## 関連する科研費

平成19-22年度 特定領域研究「ナノ粒子超格子に基づく光電場増強場の創出とその新奇化学反応への展開」

平成23-25年度 基盤研究 (A)「ヘテロ接合ナノ粒子を用いた構造特異エネルギー機能材料の開拓」

平成26-27年度 挑戦的萌芽研究「多面体パラジウムナノ粒子の水素吸蔵特性に関する研究」

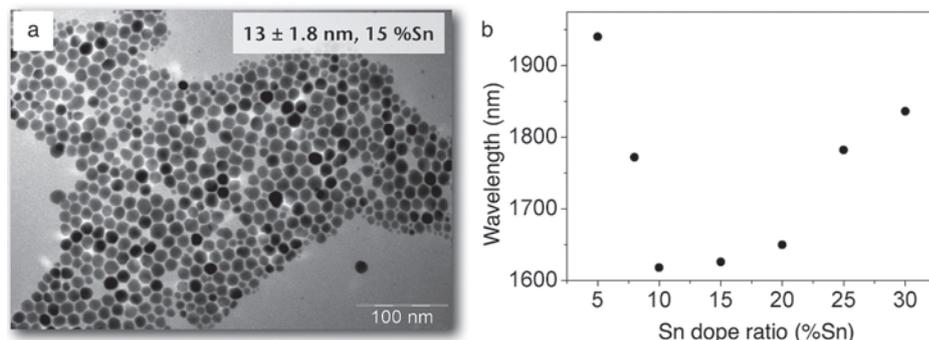


図1 ITOナノ粒子の (a) 透過電子顕微鏡像と (b) スズのドーパ率に依存したプラズモン特性。

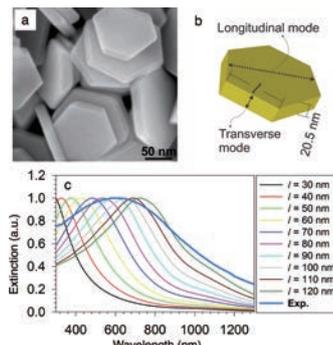


図2 ディスク状Pdナノ粒子の (a) 走査電子顕微鏡像、(b) プラズモンモード、(c) プラズモン特性。

# デトネーション波を用いた 航空宇宙用推進機関の開発と実証研究

名古屋大学 大学院工学研究科 教授

笠原 次郎



## 研究の背景

デトネーション波とは、極超音速（秒速2～3 km）で衝撃波を伴って自走的に伝播する燃焼波です。管内に充填された予混合気体（可燃性のガスと空気などの酸化剤を混ぜたもの）を極めて短時間（例えば1 mの長さの管であれば、1000分の1秒以下）・短距離で燃焼させることができます。

このデトネーション波においては、まず波頭にある衝撃波によって、予混合気体を圧縮し、その後に燃焼が開始されます。つまり、予混合気体は衝撃波で断熱圧縮された高温下で化学反応を開始するため、デトネーション波を利用したエンジンの熱効率は高くなります。また、仮に混合が不十分な気体であっても、衝撃波によって混合が促進されます。

このようなデトネーション波は、航空宇宙機用エンジンの性能向上、小型化を可能にするため、エンジンへの応用研究が世界中で活発に行われています。しかしながら、エンジン内でのデトネーション波の基礎物理、とくに波面の維持機構は未解明でした。

## 研究の成果

本研究では、高速度カメラを用いた可視化研究によって、デトネーション波がどのような条件で安定して発生するかを詳細に調査し、セルサイズや、波の曲率、固体境界面の形状によって現象の一般的な整理を行いました。



図1 パルスデトネーションエンジンの飛行試験

た。その結果、デトネーション波の発生形態を予測できるような知見を得ました。また、その知見をもとにデトネーション波を間欠的（パルス状）に発生させる「パルスデトネーションロケットエンジンシステム」の研究を行い、2013年11月30日には、JAXA/ISASの支援の下で世界初の垂直飛行試験に成功しました（図1）。

さらに、デトネーション波を連続的に伝播させることができる「回転デトネーションエンジン」の研究を行い、このエンジンでも、質量流量、セルサイズ、管形状によって、デトネーション波の波数が予測できることを明らかにしました。さらに、この知見を利用して、図2に示すように、室蘭工業大学の協力の下でシステムの地上滑走試験に成功し、既燃ガスから燃焼器内壁への熱伝達特性を明らかにしました。

## 今後の展望

本研究によって、デトネーションエンジンが、短距離で燃焼を完結させることができ、高性能かつシンプルな航空宇宙用エンジンとして成立することを確認しました。今後、高性能のロケットエンジンや、高熱効率の航空用ガスタービンエンジンの燃焼器としての実用化をめざし、基礎的研究を着実に進めていきたいと考えています。

## 関連する科研費

平成21～23年度 基盤研究(B)「デトネーション推進の新展開：デトネーション共振機構と環状エンジンの研究」

平成24～27年度 基盤研究(A)「MHz級デトネーションエンジンの物理機構解明：バルブ共振型と回転爆轟波型エンジン」



図2 回転デトネーションエンジンの滑走試験

## 遺伝的機械学習による多目的知識獲得



大阪府立大学 大学院工学研究科 准教授  
**能島 裕介**

### 研究の背景

識別器設計やモデリングなど、数値データからの知識獲得は様々な分野で行われています。知識獲得において重要なことは、知識の精度とわかりやすさです。知識の精度は、その知識を信頼するために必要です。一方、知識のわかりやすさは、得られた知識を理解するために必要です。しかし、一般的には、高精度で単純な知識は存在せず、その両者にはトレードオフの関係があります(図1)。すなわち、高精度な知識ほど複雑な表現になり、わかりやすい知識ほど精度が落ち、必要な精度とわかりやすさは利用者に依存します。さらに、知識獲得では、大規模データの活用が重要です。ビッグデータ時代では、大規模データからの知識獲得は、多くの利用者にとって必要な技術になっています。

### 研究の成果

私は、遺伝的機械学習を用いた多目的知識獲得について研究しています。遺伝的機械学習とは、生物の進化を模した進化計算手法のひとつであり、個体表現として「If-thenルール」の形式を用います。これにより、数値データから言語的に理解可能な知識を抽出することができます。進化計算の欠点は、解候補の繰り返し評価が必要になることで、データが大きくなると深刻な問題になります。この問題に対して、遺伝的機械学習の並列分散実装を提案しました(図2)。

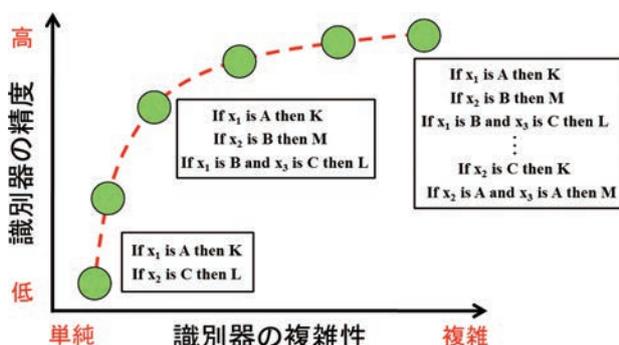


図1 知識の精度と複雑性のトレードオフ

個体群の分割とデータの分割を同時に行うと、計算に使用するCPUの個数の2乗倍の高速化が可能になり、さらに、未知データへの汎化性能の改善も可能になることを示しました。例えば、20CPUコアのワークステーションを用いると、単一CPUで1日かかった計算がわずか4分で終わります。さらに、進化型多目的最適化に拡張すると、精度と複雑性の異なる複数の知識を短時間で獲得することが可能になりました。

### 今後の展望

本研究で提案している並列分散実装を、大規模分散処理フレームワークである「Hadoopエコシステム」などに実装すれば、さらに大きなデータを高速に処理することが可能になると考えています。この高速化によって、オンデマンドで利用者に合わせた多目的知識獲得を大量のデータから行うことが可能になり、例えば、医療現場で、知識や経験の異なる医者と患者それぞれに適した診断情報を同時に提供することができるようになると期待しています。

### 関連する科研費

平成22-24年度 若手研究 (B) 「並列分散遺伝的知識獲得における効率的な個体群およびデータの分割」

平成25-27年度 基盤研究 (C) 「多目的遺伝的機械学習手法の並列分散実装」

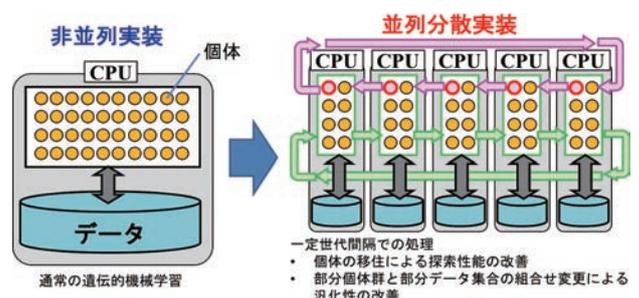


図2 遺伝的機械学習の並列分散実装

## 「私と科研費」



大阪大学 免疫学フロンティア研究センター 教授 坂口 志文

このエッセイを委嘱されて思い返してみると、私が科研費を貰い始めたのは40歳を過ぎてからであることに気がついた。以来20年、科研費にほぼ全面的に依存して研究したのは、特定領域研究、特別推進研究のそれぞれ5年、合わせて10年である。科研費依存の研究期間が短いのは、40歳を過ぎるまで米国で研究生生活を送っていたことによる。本稿執筆の機会に、米国での研究費獲得体験を思い出し、科研費、特に若手研究者への支援について少し感想を述べてみたい。

米国での研究期間が長かったのは、渡米後3年目に、破格に気前のよいフェローシップを幸運にも獲得でき、ポストドクとして3年間、自分の研究室をもって5年間、計8年間、給料と研究費の面倒をみて貰えたからである。このフェローシップ (Lucille P. Markey Scholar Award) は、ケンタッキーダービーの優勝馬を何頭も所有するような資産家の女性の遺言で、彼女の死後15年以内に遺産 (5億ドル) をすべてバイオサイエンスの振興に使い切るようにとあり、そのための財団が設立されたことによる。バイオサイエンスの様々な分野から、毎年16名が公募で選ばれ、15年の間に113名がこのフェローシップで研究し、現在その大部分が欧米の第一線の医学生物学研究者として活躍中である。このフェローシップは、ポストドクから独立研究者への橋渡し研究費 (bridging fund) のモデルとして後々高い評価を受けている (米国National Research Councilの2006年報告)。当時、私の研究は時流の免疫学研究からは異端と見られかねないもので、フェローシップ採用の通知を受けた時には喜ぶと同時に米国の科学の懐の深さを見る思いがした。米国で研究を続けて7年後、フェローシップの終了前に帰国の決心をしたのは、折よく科学技術振興事業団 (現：科学技術振興機構) の「さきがけ」研究が始まり、その第一回公募に応募して採用されたためであった。「さきがけ」研究は、利根川進博士のノーベル賞受賞後の提言で、若手研究者の独立を支援するため発足したものと聞いている。私の場合、日米のこのような研究者育成研究費のおかげで、30歳代の10年間、小所帯ながら独立して研究に集中でき研究を継続できたのは、振り返ってみて大変幸運であったと思う。

科研費は、基礎研究、応用研究に関わらず、創造的な科学

の発展を支援するものとされている。では創造的な科学にはお金がかかるのだろうか。少なくとも、医学生物学分野の歴史を見る限り、最初の発見、発明は、必ずしも大型研究費を必要としないものも多いように見える。むしろ、それが広く認められ研究が急速に発展していくとき、研究が競争的になり、ある程度大型の研究資金を必要とするように思う。最近の大発見、大発明であるiPS細胞にしる、micro-RNAにしる、最初はあまり大きな研究費は必要としなかったかもしれない。昔から、天才と凡人の差はアイデアの量であって質ではないという。であるならば、創造的な科学の発展には、研究成果の“歩留まり”は悪くとも、ある程度広く、長く、研究費を支援する必要があるとも言える。一方、共通研究設備、共通施設の人員を充実させ、個々の研究者が研究の遂行に必要とする研究費額を軽減する必要もあろう。また、科学の重大発見、発明の意外性、予測不能な面を考慮すると、未成熟でも潜在的に有望な研究を拾い上げ研究費を提供できる余裕が支援制度に欲しいように思う。

今も昔も、若い研究者が独立して自分の研究室を立ち上げるのは多くの困難を伴う。私の周囲で見聞する範囲でも、研究室の立ち上げ時に、研究スタッフの雇用、新研究室の整備資金を十分提供される例はまれである。誰でも立ち上げに困難を伴うのは当たり前、そこを乗り切るのが甲斐性と言ってしまえばそれまでであるが、現在の科研費制度にも工夫の余地があるように思う。研究資金を競争的にすれば研究が活性化されるわけではない。例えば、科研費応募の際、研究室立ち上げ時であることはどの程度考慮されているのだろうか。研究費の額もさることながら、新たに始めた研究が軌道に乗るのに時間がかかるとして、5年間くらいの継続的支援は可能なのであろうか。研究成果、進捗状況の評価は、厳密、公平に行うとして、高評価ならば同一研究テーマの継続的支援が容易にならないだろうか。人文学、社会科学、自然科学を問わず、科研費制度の一層の充実を望みたい。

平成27年度に実施している研究テーマ：

「関節リウマチを中心とした自己免疫病の免疫学的基盤の解明と新規治療法・予防法の確立」(基盤研究 (A))

## 「科研費と私—整理と整頓」



神奈川大学 理学部 教授／名古屋大学 名誉教授／金沢大学 監事 **上村 大輔**

研究生活40数年が終わりに近づいて来た。暫くは研究が続けられるが、教育、特に大学院生の研究教育からは卒業だ。今回幸いにも科研費についてのエッセイを書いてみなさいとのお話をいただいた。長い間お世話になった研究助成システムに常々心から感謝している者として、お断りする理由は微塵も無く、むしろ喜んでお引き受けした。そこで、感謝の思いを「整理と整頓」としてまとめてみることにした。

少し違和感があるかもしれないが、私達の世代がどのように科研費に関係して来たかをまずまとめてみたい。昭和43年に大学を卒業した私達にとって、指導教官がすでに科研費獲得のために並々ならぬ努力をしていたことが思い出される。当時申請書は手書き、字の綺麗な人たちは引っ張りだこで、そのような方は補助見習いとして清書作業に一生懸命であった。しかし、世にはすごい人達もいて、どうも外部の印刷業者に依頼していた所もあったようだ。そんなことを横目にしながら、学位を取得し、助手の席をもらった。職員となると様々なお手伝いが必要になって来た。勿論自分の申請書作成はあるのだが、研究室の存亡を掛けて一般研究(A)を申請し、これを採択してもらわなければならなかった。既に一般の財団法人による研究助成もあったが、大きな装置の購入・開発は、科研費に頼らざるを得なかった。大学の概算要求での資金獲得もあるものの、多くの研究者がうごめく中ではなかなか通り難かった。学部長や事務系の支持が無ければ無理であったように思う。特に大きな成果が見えていたり、超大型で他大学にはない装置などを申請する場合は、事務系あるいは大学全体としては説明し易く、そんな研究課題が選ばれていたように思う。そんなわけで若い先生方は科研費頼りで、学内での順番待ちには耐えられなかったものと理解している。

さてこんな時代、助手にとって大いに役に立った研究種目があった、それは総合研究(B)である。私が携わった研究課題では、総額はそんなに大きくなく、しかも消耗品費ではなく、ほとんどが旅費であった。分野内の著名な先生方を含め、10数人で申請するのである。代表の研究室の助手はこの経理をする必要があった。助手としては分野の重鎮の先生方に顔を知って頂く絶好の機会と認識した。いろいろな批判や、たらい回し的であるなどの揶揄はあったものの、若い人には刺激のある会議などへの参加は勉強になっていた。そんな中で、人との交流といった観点で見ると素晴らしかったのはがん特別研究であった。異分野連携、異分野交流の絶好の機会と、その際、理化学研究所、産業技術総合研究所、製薬系会社の人々とふれあい、道を深めることが出来た。助教授

として研究室を持ってから尚一層、こういった総合研究やがん特別研究の分担者にと声を掛けてもらうことが極めて有り難く、また助けになった。勿論、個人としての一般研究(C)、重点領域研究等は大いに研究を進展させてくれた。助教授の頃のこの経験は、教授になってから、お世話をする立場からより一層良い経験として役立った。実質的には助教授の頃に最も研究費が必要で、採択されることに“武士の情け”と感謝し研究に集中できた。この頃の成果が最も大きく、素晴らしかったと思う昨今である。

職場も変わり、教授となってからはむしろ若い人達への恩返しという観点で、特定領域研究の領域代表者として働いた。採択への道は遠く、計画研究班員も含め多くの人との知恵の絞り合いが大切だった。若い人達の実力もあって採択されたが、5年間一心不乱に研究に打ち込めた。その間、がん特別研究での人脈、海外での国際会議などの経験をもとに、京都で大きな国際会議を主宰できた。45カ国、1300人程が集まり、研究者間の情報交換が大変うまく行った。その後、学術創成研究費、基盤研究(S)、(A)等が採択され、大きな研究の進展が達成された。最近では乳がんの治療薬として、実用化まで進んだ医薬リード化合物もあった。一方今日、審査を受ける立場から審査するような機会が多くなった。審査の公明化、公平化を模索、日本学術振興会のプログラムオフィサー制など、改革に余念がない所である。少しでも良い方向へと、研究者と研究助成エイジェンシーの間で、激しい議論が展開されつつある。結構なことである。ドイツのメルケル首相が気合いの入った意見を述べていたようである。「最近の日本のノーベル賞受賞には目を見張るが、かつての基礎研究支援が実を結んだに違いない、また、第4次産業革命は新人類の英知にかかっているのだから若い人々の計り知り得ない力を認識しよう」と言っていると。将にドイツの素晴らしい洞察であり、私達が肝に銘じなければならないことであろう。研究費を浪費しないようにするのは勿論であるが、頭脳資源を誇りにする日本国にとって今後の最重点課題は、その資源原資である研究分野を、たとえ薄くとも的確に幅広くカバーしておかなければならないことである。そんな中から、必ずオリジナリティの高い、人類の存亡の危機を救う、学理や技術が現れると信じたいものだ。

平成27年度に実施している研究テーマ：

「カイメン由来難培養性共生細菌に着目した新規物質探索研究」(基盤研究(A))

# 上皮細胞における『タイトジャンクション (TJ) アピカル複合体』研究の開拓

大阪大学 大学院生命機能研究科・医学系研究科 教授

月田 早智子



## 研究の背景

細胞同士がタイトジャンクション (TJ) という結合で互いに強く接着して細胞間バリアを確立すると、上皮細胞シートは構造的・機能的に分化して、生体の様々な高次機能を生み出します。接着分子「クローディン (Cldn)」はこのTJの主要な因子です。例えば、27種類あるCldnのうちの一つ (Cldn1) が欠損したマウスは、生まれるとすぐに体中の水分が蒸発してしまいます。これまで、バリア構築におけるCldnの役割は注目されてきましたが、細胞間バリア内チャンネルとしての役割やアピカル膜チャンネル・トランスポーターとともに作用する機能は不明でした。

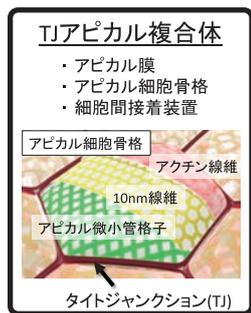
今回、マウスの小腸でCldnの機能を明らかにするとともに、TJを起点にした上皮細胞シートアピカル膜直下全体に広がる『TJアピカル複合体』を見出し、上皮バリアシステムとしての『TJアピカル複合体』という研究分野を開拓しました (図参照)。

## 研究の成果

小腸で多く発現するCldn2とCldn15の遺伝子を欠損させたダブルノックアウトマウスは栄養不良になり、幼児期に死亡しました。その原因はCldn2とCldn15の細胞間バリア内チャンネルを介して、Na<sup>+</sup>イオンが小腸内腔に供給されず、アピカル膜のNa<sup>+</sup>依存性栄養吸収トランスポーターが機能しないことでした。このことから、Cldnチャンネルとアピカル膜タンパク質がともに機能して生体システムを構築していることがわかりました (図参照)。

また、マウスの気管内腔を覆う多繊毛細胞や一般上皮細胞のアピカル面を超高圧電子顕微鏡トモグラフィーや超解像蛍光顕微鏡などを用いて観察し、『TJアピカル複合体』を同定しました。上皮組織には、一般的に『TJアピカル複合体』が存在し、生体バリアシステムを構築することを明らかにしました。

気管多繊毛上皮細胞の分化状態は、繊毛の根元にある繊毛基底小体Basal body (BB) の配置に反映します。BBの特定部位には、Basal foot (BF) という構造体が付随しています。私たちは、BFの形成に必須な因子ODF2を同定し、ODF2を変異させたマウスを作製しました。ODF2変異マウスは、咳や肺炎、水頭症など、繊毛運動不全に由来する症状を呈します。BFを欠失しているため、繊毛の配置と運動が大幅に乱れることや『TJアピカル複合体』が正常に発達しないことがわかりました。一方、BFが正常に発達したマウスでは、BFが『TJアピカル複合体』に結合することで正常な繊毛運動を確立し、生体



上皮細胞アピカル(頂端部)に存在する細胞骨格とタイトジャンクションを『TJアピカル複合体』というシステムとして捉える

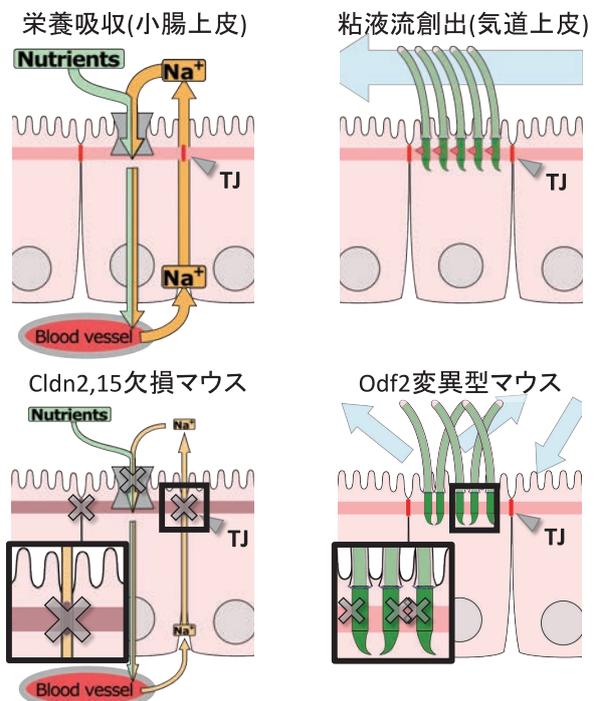
バリアとして働くことが明らかになりました (図参照)。現在、BBの協調的配置構築を数理生物学的アプローチで明らかにするJST・CRESTプロジェクトを別途立ち上げ、さまざまな角度から、生体バリアシステム構築の謎に迫ろうとしています。

## 今後の展望

TJそのものや『TJアピカル複合体』の異常が、腫瘍形成や炎症、皮膚アトピー様症状、栄養吸収などの代謝や胆汁フロー異常と胆石症、発生異常などを引き起こすことも明らかにしてきました。これらの総合的知見を基盤とした統合的な生体上皮バリアシステム研究をさらに進め、『TJアピカル複合体』の立場から新規生体バリア医療を確立することを目指しています。

## 関連する科研費

- 平成19-23年度 学術創成研究費「上皮細胞系の統合的理解を目指した細胞接着・細胞骨格研究の新展開」
- 平成23-24年度 挑戦的萌芽研究「クローディンをターゲットとした自己免疫疾患モデルマウスの作出」
- 平成24-26年度 基盤研究 (A)「上皮細胞シートシステムの構築における細胞間接着装置・アピカル膜複合体の役割」
- 平成24-28年度 新学術領域研究 (研究領域提案型)「シリア・中心体系のダイナミズムにおける基底小体・細胞骨格相互作用の役割」



# からだの過酸化脂質を捉え、 病気への関与と食品成分の機能を解明

東北大学 未来科学技術共同研究センター 教授

宮澤 陽夫



## 研究の背景

食品油脂は古くなると酸化して、異臭を放ち栄養価が低下します。このような油脂の酸化を防止するためには、抗酸化ビタミンであるビタミンEやビタミンCがよく使われます。

40年くらい前から、ヒトの体内でも病気や加齢によって同様の脂質酸化の現象が起こっていると予想されてきました。しかし、血液や細胞・組織に含まれる微量の過酸化脂質を正確に分析する方法が確立していなかったため、詳細は不明でした。また、食品から経口的に摂取した抗酸化ビタミンのような抗酸化物質が、体内で抗酸化的な効果を発揮しているかどうかを確認することもできませんでした。

私たちは30年前に、ヒト血中の過酸化脂質を選択的に検出する化学発光検出-高速液体クロマトグラフ法（CL-HPLC法）を開発し、ヒト体内にも過酸化リン脂質が存在することを証明するとともに、細胞老化との関係を検証してきました。さらに、近年、解析能力が著しく向上した質量分析装置を用いてヒト体内の過酸化脂質の精密構造を解析し、過酸化脂質の病気への関与や食品成分の効能を明らかにしようと考えました。

## 研究の成果

私たちは、まず高純度な過酸化脂質標準品を合成し、続いてリニアイオントラップ型ハイブリッド質量分析装置（4000QTRAP MS/MS）による過酸化脂質の精密定量法を確立しました。これによって、ヒトの額に生じた

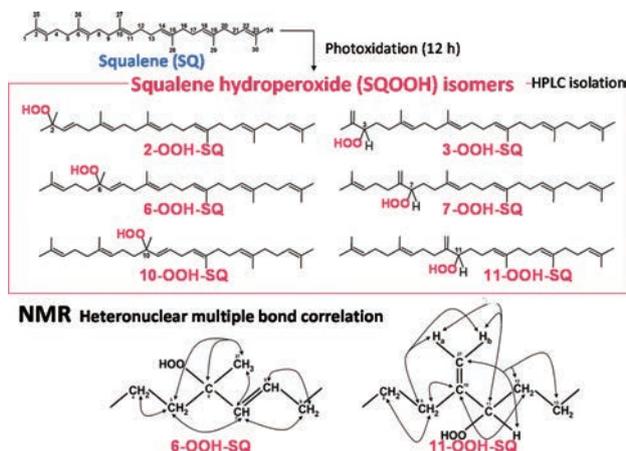


図1 ヒトの皮脂から検出されたスクアレンヒドロペルオキシド

スクワレンの過酸化物が皮膚の老化に関与すること（図1）、脂質異常症者や冠動脈狭窄で緊急搬送された患者の血液では、過酸化脂質（PCOOH）の濃度が健常者に比べて数倍高く、過酸化脂質が動脈硬化症発症に関与することを初めて明らかにしました（図2）。

また、アルツハイマー型認知症者では、過酸化脂質が蓄積した老化赤血球の数が多くなることをはじめ、クロレラなどの食品から摂取するルテインによって、老化赤血球の増加を防げることを明らかにしました。さらに、味噌や醤油に含まれる糖化褐変物（メイラード反応産物）には抗酸化作用があり、食塩による血圧上昇を抑制する働きのあることも証明しました。

## 今後の展望

このような成果から、細胞老化や臓器の機能障害に関わる生体膜リン脂質の過酸化を防止する方法を開発することができます。また、カロテノイドやポリフェノールなどの食品成分の活用により、加齢性疾患の予防が可能になることが期待されます。日本のみならず世界の人々の健康寿命の延伸に、食品成分の有効活用の観点から貢献したいと考えています。

## 関連する科研費

平成20-24年度 基盤研究 (S) 「生体過酸化脂質の生成と制御に関する食品科学的研究」

平成25-29年度 基盤研究 (A) 「食品メイラード反応産物の抗肥満・抗炎症など新規生理機能の解明」

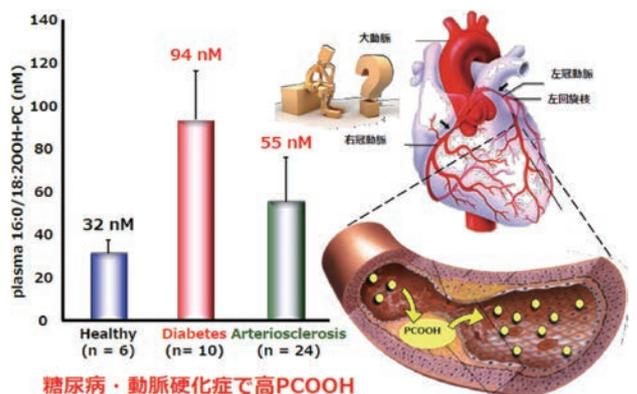


図2 冠動脈狭窄と血漿の高PCOOH値

# 時間栄養学の創生とそれに立脚する 機能性食品成分の探索や摂取法の提唱



早稲田大学 理工学術院 教授  
**柴田 重信**

## 研究の背景

私たちの体には、約24.5時間周期の「概日リズム(サーカディアンリズム)」と呼ばれる体内時計が備わっています。この体内時計は、睡眠-覚醒、体温あるいは血圧のリズムなどを1日の中で変動させ、また、昼間を活動的に、夜間を安静的にします。これを司るのが時計遺伝子であり、これまで、時計遺伝子を基盤に体内時計の分子機構が解明されてきました。

体内時計には、脳の中の視交叉上核にある主時計や、大脳皮質や海馬などにある脳時計があります。さらに心臓・肝臓・腸・肺・骨格筋などに末梢時計があり、例えば、肝臓の時計はエネルギー代謝に、腸の時計は栄養の吸収などに関わっています。まるで、主時計が指揮者の、脳時計や末梢時計が楽器の役割を担うように、全体として時計のハーモニーを形成しています。

これまで、「時間生物学」で体内時計の基礎的な知見が明らかにされ、さらにヒトへの応用として「時間治療学」や「時間薬理学」の分野が発展してきました。しかし、食や栄養と体内時計の関わりを扱う「時間栄養学」はあまり進んでいませんでした。そこで「時間栄養学」の視点で、食事や栄養、機能性食品の摂取タイミングと健康の関わりについての研究に取り組みました(図1)。

## 研究の成果

身近な機能性食品成分であるカフェインの摂取タイミングが体内時計に与える影響をマウスで調べました。In vivoイメージングによる時計遺伝子の発現リズムを指標にしたところ、ヒトの場合の朝・昼に相当する時刻にカフェインを摂取させても、リズムに影響はありませんで

したが、夕方の摂取はリズムを後退させました。また、自由にカフェインを摂食させたり、細胞系に投与したりすると、リズムの周期が長くなりました(図2)。一方、カフェインの抗肥満効果は、夕方の摂取より朝の摂取のほうが効果的であることがわかりました。このことから、コーヒー、緑茶などを夕方に摂取することは、体内時計の観点から不向きであるといえます。また、別の実験で夜間に高脂肪食を摂取すると、肥満のみならず、体内時計が夜型化することがわかりました。

## 今後の展望

私たちは日常的にさまざまな食品成分を摂取していますが、カフェインの例のように「時間栄養学」という新たな視点が生生活にとって重要なことがわかりました。今後は、夜間のスマホなどの光暴露により、体内時計と生活時間にずれが生じる社会的時差ボケマウスやヒトのリズム不調を回復させる機能性食品を開発したいです。また、肥満、精神疾患、腸・アレルギー疾患、老化などに対するアミノ酸、フラボノイド、食物繊維、機能性食品成分などの有効性を「時間栄養学」の視点で明らかにしたいと考えています。さらに、月曜病という言葉のような平日や週末の週間単位のリズムにも焦点を当て、「時間軸の健康科学」を発展させたいです。

## 関連する科研費

平成26-30年度 基盤研究(S)「時間栄養学を視点とした機能性食品成分の探索と応用研究」  
平成27-28年度 挑戦的萌芽研究「週間リズムの視点の運動科学・栄養科学による肥満予防」

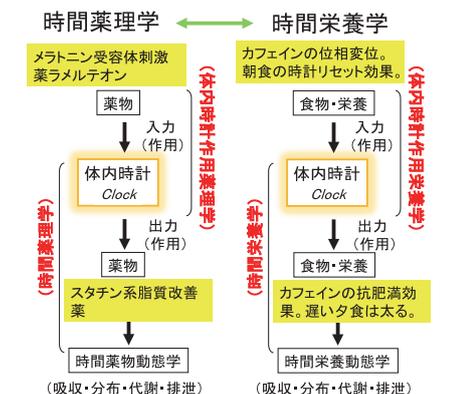


図1 時間薬理学・時間栄養学と体内時計との関わり  
体内時計の入力に作用する薬物や食品成分があり、薬物や食品の効き方に時刻の差異が認められる。

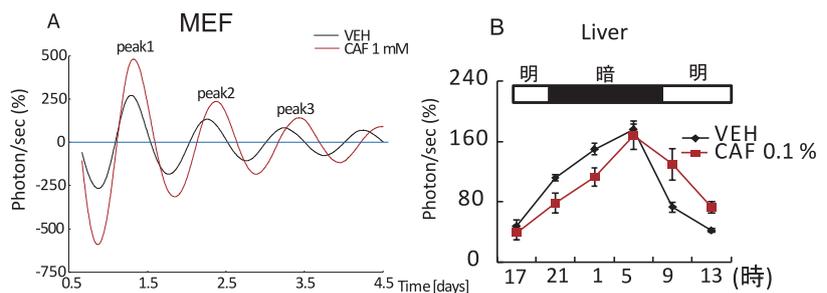


図2 カフェインによる体内時計周期延長作用のin vitro (A) およびin vivo (B) 評価  
Per2::LUCマウスの胎児繊維芽細胞(MEF)ならびにマウス肝臓(Liver)のPer2遺伝子発現リズムはカフェイン投与で延長する(ピーク時刻が遅くなる)。

# 卵巣癌において局所免疫が果たす役割を探る

近畿大学 医学部 産科婦人科学 教授

万代 昌紀



## 研究の背景

最近、さまざまながんに対して免疫療法が有効なことがわかり、がん免疫療法が大きな関心を集めています。がん免疫の働きは、多くの免疫細胞ががんの局所に集まり、がん細胞を攻撃することと考えられています。しかし、具体的にどのようにがんを治すのか、また、なぜがん免疫が効かない患者さんがいるのか、などの詳しいメカニズムはこれまでわかっていませんでした。

私たちは平成17年度から科研費をいただき、卵巣癌におけるがん局所の免疫を詳しく解析しています。そして、免疫がどのようにがんの経過に関わっているのか、どうすれば自分の免疫の力でがんを治すことができるのかについて研究を積み重ねてきました。

## 研究の成果

まず患者さんから手術で取り出した卵巣癌の組織に、どのような免疫細胞が存在しているかを調べました。すると、がんを攻撃すると考えられているCD8陽性T細胞ががんの周りに多く集まっている患者さんほど、病気の予後がいいことがわかりました。

さらに、マウスの卵巣癌に対してCD8陽性T細胞が腫瘍に集まるような治療を施すと、がんの成長が抑えられ、マウスが長生きすることがわかりました。次にヒトのがんがどのような免疫抑制因子を発現しているかを調べたところ、PD-L1という因子を発現している卵巣癌はCD8陽性T細胞の集まりが悪く、患者さんの予後も悪いことがわかりました。この場合、自己の免疫はがんを攻

撃して治そうとしているにもかかわらず、がんの一部は免疫抑制因子PD-L1を使って局所の免疫が働かないようにしているため、がんが治りにくいのだと考えられます。そこで私たちは、PD-L1の働きを抑えるニボルマブ（nivolumab）という抗体を用いた卵巣癌治療の医師主導臨床試験を世界で初めて行い、一部の患者さんで非常に効果があることを示しました。

## 今後の展望

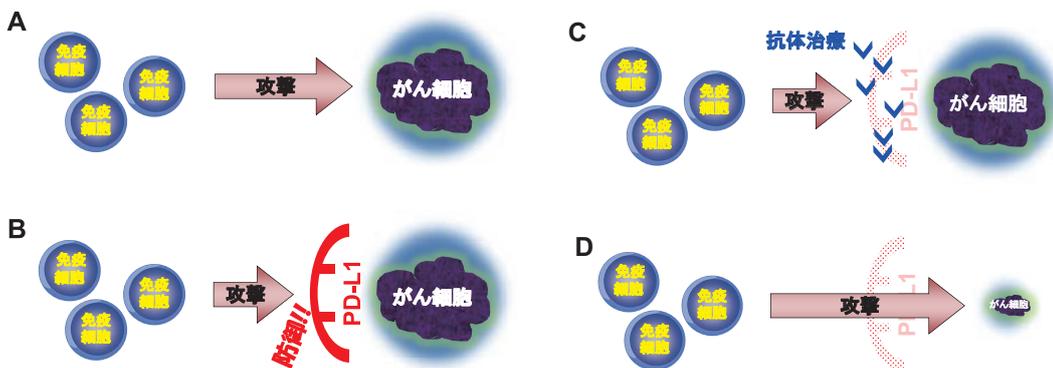
がんに対する免疫療法は、現在、世界的に注目されていますが、すべての患者さんに効果があるわけではありません。どのような患者さんに効果があるのか、効果がない患者さんはなぜ効かないのか、を解明することが今後のがん治療の飛躍的な進歩に不可欠です。私たちは、今後もこのような免疫療法の個別化に向けて取り組んでいきたいと考えています。

## 関連する科研費

平成17-18年度 基盤研究 (C) 「婦人科悪性腫瘍に対する樹状細胞免疫療法の効果増強因子を同定する臨床的・基礎的研究」

平成19-20年度 基盤研究 (C) 「免疫賦活遺伝子を導入した血管内皮前駆細胞を用いた婦人科腫瘍の新生血管標的治療」

平成21-23年度 基盤研究 (C) 「卵巣癌の腹腔内免疫環境と化学療法の相互作用の解析に基づいた免疫療法の構築」



説明

- A ひととはもともとがんに対抗する免疫（がん免疫）を有している。
- B ところが、がんもPD-L1などの免疫抑制因子を使って免疫に対抗するようになる（免疫逃避）。
- C そこで、PD-1抗体等を使ってこれを排除するような治療をすると…
- D ふたたび自己の免疫はがんを攻撃する力を取り戻す。

# ERK分子の活性化の頻度による細胞の増殖速度の調節機構を発見 —細胞はAM(振幅変調)方式ではなくFM(周波数変調)方式を利用している—

自然科学研究機構 岡崎統合バイオサイエンスセンター 教授  
**青木 一洋**



## 研究の背景

動物の体を構成している細胞は、細胞外の環境から成長因子やホルモンなどの情報を受け取り、増殖したり、形を変えたりしながら、他の細胞と協調して組織や臓器、ひいては個体を支えています。細胞は外界の情報を主に細胞の表面にある受容体と呼ばれるタンパク質で感知し、その情報が細胞内の情報伝達分子へと伝わり、その情報が適切に処理されることで細胞の増殖などの表現型を示すようになります。この情報伝達分子の中の、ERKと呼ばれる分子は、細胞の増殖や分化、がん化といった様々な事象に関連する情報伝達のハブとして機能していることが知られています。しかし、このERK分子がどのようにして多様な表現型を制御しているのかについては不明でした(図1)。

## 研究の成果

本研究では、ERK分子の活性変化を捉えることができるバイオセンサーを開発し、生きた細胞内でERK分子の活性がどのように変化するかを顕微鏡により可視化しました。その結果、細胞がよく増殖する条件ではERK分子の活性が確率的に変動すること、また隣の細胞にERK分子の活性が伝搬することを初めて見出しました(図2)。

また、青色光により細胞のERK分子を人工的に活性化

する実験系を用いると、ERK分子を持続的に活性化したときよりも、間欠的に活性化させたときのほうが、細胞はよく増殖することがわかりました。この結果は、細胞はERK分子の活性の振幅(Amplitude)ではなく、周波数(Frequency)を利用して、細胞の増殖という表現型を制御していること、すなわちAMシステムではなく、FMシステムを利用していることを示しました(図2)。

## 今後の展望

ERK分子の活性化は種々の悪性腫瘍において高頻度に観察されます。また、ERK分子の活性を抑制する阻害剤が抗がん剤として用いられるようになってきました。本研究の結果から、細胞のERK分子の活性の周波数を抑制するような抗がん剤の投与方法を検討することが、がん細胞の増殖を効率よく抑制するために重要ではないかと考えられます。今後は、情報伝達分子のどのような動態が細胞増殖以外の表現型を制御しているのかについて検討していきます。

## 関連する科研費

平成25-26年度 新学術領域研究(研究領域提案型)「ERK経路の多細胞動態と細胞増殖制御の解明」  
平成26-28年度 基盤研究(B)「KRas遺伝子、またはBRaf遺伝子変異癌細胞における薬剤抵抗性のシステム解析」

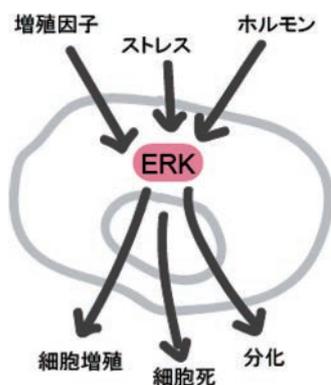


図1 情報伝達のハブとして機能するERK分子

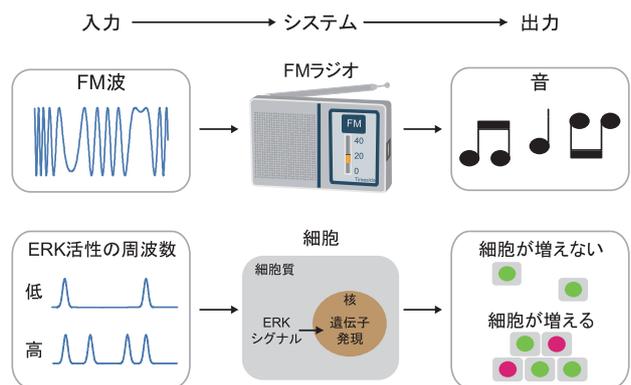


図2 ERK分子の活性化の頻度による細胞の増殖速度の調整とFMラジオとの比較

# 「科研費が推進した分野横断研究、そして再び」

横浜国立大学先端科学高等研究院 副研究院長・教授 藤江 幸一



## 重点領域研究から

科研費による研究は、まず重点領域研究「人間・環境系の変化と制御」(昭和62～平成4年度)<sup>1)</sup>、引き続き重点領域研究「人間地球系-人類生存のための地球本位型社会の実現手法」(平成5～9年度)<sup>1)</sup>に、それぞれ計画研究班員として加えていただいたことで始まった。化学工学科を卒業した私が、前者では遺伝子工学や植物生理学などの研究者グループと、後者では生態学を中心とした研究者グループと一緒に活動させていただくことになった。上記の重点領域研究には法学、経済学など社会科学系の研究者も多数参画しておられ、所謂“アウェイ”の状態であった。しかし、これが二つの点でその後の研究活動に大変役に立った。一つは、農学、生物学、生態学に加えて社会科学における研究手法や考え方を学ぶ機会になったことである。もう一つは、当時ご一緒させていただいた研究者から、後に研究プロジェクトにお誘いいただいたり、逆に当方の研究プロジェクトにご協力やアドバイスをいただいたりと、人的ネットワークが大いに役立った。

前者の重点領域で取り組んだテーマは「クロム耐性菌を利用した6価クロム含有排水処理およびクロムリサイクルシステムの確立」であり、生物工学、遺伝子工学の研究者にご支援をいただきながら、引き続き試験研究(当時)に採択され、さらに民間企業との共同研究にも展開することができた。

後者の重点領域では「農耕地-森林生態系の持続的保全・修復・創生手法の確立」に取り組んだ。この延長線上に現在進行中の基盤研究(S)が位置しており、熱帯地方のプランテーションを対象として、栽培管理やバイオマス残滓リサイクルの導入による動的変化を予測するシステムダイナミクスモデルの開発を目指している。スマトラ島での調査と各種実測・解析に基づいてモデルを開発し、プランテーションを核とした地域自立システムの実現に貢献する手法と情報の提供をめざして研究を遂行している。ここでも、重点領域を通して得ることが出来た多くの経験、知見、そして多様な分野の研究者との人的ネットワークの有難さを実感している。

上記した二つの重点領域研究には、数百にもおよぶ多数の研究者が異分野から参画しておられたことから、分野を横断・連携した環境研究を推進する格好の場であり、同時に若手研究者を効率的に育成する機能を果たしていた。その後、残念ながらこのように異分野の研究者が多数結集する大規模な重点領域研究は姿を消していった。

## 学術システム研究センター主任研究員を経験して

環境研究の目指すところは、環境の解析・評価、保全・修復などの研究を通して、人間活動が環境生態系と共存できる安心・安全で持続可能な社会の実現に貢献することである。環境科学特別研究から本格化し、二つの重点領域研究を経て環境研究に係る多くの実績、知見そして経験が蓄積されてきた。これらにより、平成25年度に実施された10年ごとの分科細目の見直しでは、従来、「総合領域分野」の下に1分科4細目構成であった環境学が、3分科10細目で構成される単独の「環境学分野」へと大幅に拡充されかつ分野横断による環境研究も推進されている<sup>1)</sup>。

さて、科研費の応募時に気になるのは種目、細目、調書の書き方程度までであり、科研費全体の予算額やその確保など

に関心は及ばないであろう。内閣府 総合科学技術・イノベーション会議「基礎研究及び人材育成部会」の中間とりまとめに、科研費を取り巻く状況と科研費に対する見方がまとめられている<sup>2)</sup>。簡潔に引用すると“科研費は競争的資金全体の6割を占め、厳しい財政状況が続く中において突出した伸びを見せているにもかかわらず、研究論文数は欧米諸国に比較して伸び悩んでいる”という記述がある。釈迦に説法であるが科研費は「研究者の自由な発想に基づく独創的・先駆的な学術研究を進展させることを目的とする競争的研究資金であり、ピア・レビューによる審査を行う」ものであるが、上記の見方は、研究者にとっては譲れない“自由な発想”や“ピア・レビュー”に対する疑問符に繋がりがかねない危うさがある。国立大学では運営費交付金の減少に伴って研究活動のための基盤的経費も減り続け、科研費は研究推進のための命綱になっている。このような状況下で長期的な視野に立って、“自由な発想”や“ピア・レビュー”を死守しながら、各分野における研究の一層の推進、新たな研究分野の開拓、それを担う研究者の育成などを合わせて実現するために、説明責任を果たしながら、科研費制度を維持・発展させることが求められており、その実現は研究者自身の活動や情報発信に懸かっている。

総合科学技術会議(CSTP)は総合科学技術・イノベーション会議(CSTI)に名称を改め“Innovation”が大きなキーワードとなっている。新しい技術やシステムの開発とその社会実装については、多面的な利害得失の解析・評価に加えて、ステークホルダーをはじめ社会の受容性等を総合的に判断した上で意思決定を行うことになる。Innovationを効果的・効率的に実現するには、新たな発想、研究・開発、評価、そして社会実装までを迅速に繋ぐためのTransdisciplinary、すなわち分野を超えた知の統合によって創出された新たな学問分野と学術に裏打ちされた手法が欲しい。これは人材育成を含めて、多様な分野の研究者が連携・融合しながら取り組む課題であり、そのためのTransdisciplinaryな研究推進が必要である。

平成26年度の公募から科研費に特設分野研究が新設され“スタディ・セクション”方式による審査が行われているとのことである。審査に多大な時間と労力を要するが、競争的研究資金配分機関と審査体制が一層強化充実され、多分野の審査員が議論を戦わせながら課題を選考する機会が拡大し、分野横断による新たな研究分野の開拓に拍車がかかることを期待したい。

- 1) 鈴木基之他、環境研究の発展と環境学分野の創成(前編、後編)、科研費NEWS、2012年度、Vol. 2およびVol.3
- 2) 内閣府 総合科学技術・イノベーション会議・基礎研究及び人材育成部会・中間とりまとめ、(<http://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/innovation/jinzai/>)

平成27年度に実施している研究テーマ：「プランテーションのダイナミックモデル開発による持続性評価と地域システムへの展開」(基盤研究(S))

# 「不斉自己触媒反応の開拓と科研費」



東京理科大学理学部・教授 **そあい 破合 憲三**

科学研究費補助金の特色は、予算規模が比較的小型のものから大型まで多様な種目があり、研究者の自由な発想に基づき、その時々に応じて適切な種目に申請できることであると思う。私は研究者になってから、次年度に継続課題がある場合以外は原則として毎年科研費を申請してきた。科研費は、これまで私の研究の大きな支えとなってきたので、研究経過と併せて紹介したい。

左手（実像）を鏡に映すと右手（鏡像）の形になるが、両者は重ね合わせることができない異なるものである。また、野球の左手用グローブには左手は合うが右手は合わないし、日常生活で私たちは靴の左右を区別して用いている。生命を構成している重要な化合物には、アミノ酸のように実像と鏡像の関係にあって重ね合わせることができない（すなわち結合を切って組換えないと重ならない）ものが多く存在し、これを不斉（均斉でない意味）であると言い、その化合物は鏡像異性体と呼ばれている。不思議なことに、すべての生物には実像と鏡像の2つの鏡像異性体のうち、アミノ酸は左手（L-）型が、糖類は右手（D-）型のそれぞれ一方の鏡像異性体のみが圧倒的に多く存在している。このように生物は不斉な分子から成り立っており、しかも全ての生物が左手（L-）型アミノ酸という同一の鏡像異性体から構成されているという生体分子の不斉の同一性は、生命の大きな特質の一つである。右手どうしの握手は円滑にできるが、右手と左手の握手は不都合であるのと同じく、右手型と左手型の生体分子が不規則に結合して形成されるタンパク質や遺伝子はその構造が変化し、酵素作用および遺伝情報伝達が正常に発現しないので生命活動が維持できない。また、左手用グローブは左手と右手に対する相互作用が異なるように、生体は不斉な分子から構成されているので、不斉な構造を持つ医薬品は2つの鏡像異性体では生体に対する活性が異なる。そのため、一方の有用な鏡像異性体を選択的に合成できる不斉合成が化学分野で重要な研究課題となっている。

一方、最初の不斉な有機化合物はどうやって生成したのか、さらに生じた不斉な有機化合物がどんなプロセスで一方の鏡像異性体の方に偏ったのかという不斉の起源は、160年以上前から関心を持たれ今日に至るまで未解決の謎とされている。有機化合物の不斉の起源として無機結晶である水晶や円偏光等が提唱されているが、それらにより有機化合物に誘導される不斉は極めてわずかであり、生命に見られるような一方の鏡像異性体に至るプロセスは知られていない。

私は、東京理科大学で不斉合成の研究を長年行ってきた。通常の化学反応では生成物の右手型と左手型が当量の混合物になる。これに対し不斉合成では、不斉な構造を持つ触媒（不斉触媒）を用いて、生成物の2つの鏡像異性体の生成比を一方に偏らせることを目指すものであり、いかに有効な不斉触媒を設計するかが鍵となる。科研費奨励（現在の若手）研究、一般（現在の基盤）研究C、重点および特定領域研究等の補助を受けて、ケトンの不斉還元反応、アルデヒドへの有機亜鉛試薬の触媒的不斉付加反応、イミンへの不斉付加反応および不飽和ケトンへの触媒的不斉共役付加反応等の研究を行った。

これらの研究過程で以下の着想を得るに至った。もし不斉触媒が自分と同じ構造を持つ不斉な生成物を不斉合成できるならば、従来とは全く異なる原理に基づく「不斉自己触媒反応」が実現できるかも知れない。これが実現できれば、不斉な化合物が生命のように自己複製、自己増殖するので大変興味深い現象となるはずである。不斉自己触媒反応は、従来の不斉合成に比べて、生成物が新たな触媒となるので触媒量が

増加し、従来法で見られる触媒量の減少、触媒活性の劣化が起こらない、さらに触媒と生成物の構造が同じであるので両者の分離が不要である等の優位性を持つと考えられる。しかし当時は、不斉な化合物が触媒となり不斉自己増殖する例は全く知られておらず、そもそもそんな反応が可能か否か全く未開拓であった。

そこで、ピリジン環を持つ窒素アルデヒドに、ピリジルアルコールを不斉自己触媒として用いてイソプロピル基を持つ亜鉛試薬を作用させたところ、不斉自己触媒と同一構造の生成物が優先的に生成することが分かった（1990年）。これは不斉な化合物が自己増殖した初めての結果である。この頃に科研費重点領域（現在の新学術領域）研究にも参加させていただき、不斉自己触媒反応の開拓に強い意欲を抱きつつ、基質の構造を種々精査する研究を遂行した。

多くの探索の結果、1995年に至り極めて効率的な不斉自己触媒反応を見出すことができた。窒素原子が2個であるピリミジン環を持つアルデヒドとイソプロピル基を持つ亜鉛試薬を、ピリミジルアルコールを不斉自己触媒として用いて反応させたところ、不斉自己触媒と同一構造をもつ一方のみの鏡像異性体が効率良く生成することを発見した。さらに本反応は、鏡像体過剰率（2つの鏡像異性体の比率の差）が極めて低い不斉自己触媒を用いても、生成物の鏡像体過剰率が顕著に向上することが分かった。すなわち、初めに鏡像体過剰率が極めて低い不斉自己触媒から出発しても、（触媒と構造が同じ）生成物を次の反応の不斉自己触媒として用いる反応を繰り返すことにより、最終的に極めて高い鏡像体過剰率の不斉な化合物に到達する反応が現実存在することを見出した。これらの成果は、基盤研究BおよびA、特定領域研究の採択につながり、研究を一層推進させることができた。

さらに、不斉自己触媒反応を用いて不斉の起源の解明にも取り組んだ。水晶はキラルな鉱物であり、これを不斉開始剤としてピリミジン環を持つアルデヒドと亜鉛試薬を作用させたところ、水晶の不斉に相関した生成物が再現性良く生成することを見出した。これは水晶の不斉と有機化合物の一方の鏡像異性体とを関連付けることに初めて成功したものである。さらに円偏光を不斉起源とする反応や、統計的揺らぎを起源とする絶対不斉合成等を具現化させることができた。これらの研究では、大型科研費である特別推進研究および基盤研究Sの補助を受けた。国家から大型研究を負託された事を大いに意気に感じつつ研究に邁進した。

以上、私は極微小の不斉からほぼ一方の鏡像異性体に不斉が増幅する不斉自己触媒反応を見出した。さらに水晶、円偏光および絶対不斉合成等を不斉の起源とする不斉自己触媒反応の研究を行った。本反応が現在ではSoai反応として化学、物理、生物、宇宙科学等多くの分野で引用言及されていることは、研究者冥利に尽きる。本研究は、研究室の多くの仲間の協力のお蔭で初めて達成できたものである。科研費が、これまで研究を支えてくれた事に深謝するとともに、我が国の研究者の自由な発想に基づく学術研究を幅広くカバーしていることは、国の礎として大変貴重な制度であり、後に続く世代の研究者がこれにより支えられるよう、一層の充実を祈念する次第である。

平成27年度に実施している研究テーマ：

「不斉自己触媒反応を活用したキラル化合物の不斉起源の研究」（基盤研究（B））

## デザインを心理学的な視点から考察する方法の 実践的応用に関する研究

千葉大学 大学院工学研究科 教授 **日比野 治雄**



### 科学研究費助成事業(科研費)

中心視と周辺視における色と形の知覚の特性 (1995-1996 基盤研究(C))

視覚的ストレスの測定とその尺度化に関する心理物理学的研究 (1999 萌芽的研究)

医と食における安全・安心を目指す情報ユニバーサルデザインの創成 (2010-2012 基盤研究(B))



図1 科学的根拠に基づいたデザインの実例1: ダイキン工業(株)と共同開発したエアコン用リモコン(2012年度グッドデザイン賞受賞、国際ユニヴァーサルデザイン協議会IAUDアワード2013プロダクトデザイン部門受賞)

デザイン心理学の実践的応用に関する研究(2015 共同研究:(株)BB STONEデザイン心理学研究所と)



図2 科学的根拠に基づいたデザインの実例2: 第一三共(株)と共同開発した造影剤オムニパークのパッケージデザイン(2014日本パッケージデザインコンテスト医薬品・医療品包装部門賞受賞)

デザインを心理学的な視点(特に知覚心理学の視点)から考察する研究に着目した。環境や製品全般を心理学の観点から扱い、その評価および改善・開発に資するための研究を進めている。

企業における商品開発の場において、人間の心理的な側面を考慮しないと、ユーザーの嗜好とは大きく離れたデザインをしてしまうことがある。

単純に大きな表示や操作ボタンは目立つなどと考えるのは作る側の一方的な思い込み過ぎない。従来は、そのような感性的な側面だけのデザインがまかり通っていたが、今後は科学的な根拠に基づいたデザイン(evidence based design)が社会的にも求められるようになる。

このような問題意識から、これまで感性的に作成されていたデザインに、科学的な検証を加えることを提唱している。その流れで、実験心理学的な手法をデザインの評価に応用するという特許技術(特開2015-028800号)を基に、2009年には(株)BB STONEデザイン心理学研究所を立ち上げ(千葉大学発ベンチャー(第6号))、多くの大企業と共同して様々な分野での製品デザイン、空間デザインへの適用を図っている。実際、取り違えミスが起こりにくい薬剤包装、直感的に操作方法が理解できて素早く利用できるリモコンなど、科学的根拠に基づくデザインによる安全・安心や付加価値創出に貢献し、すでに多数の製品が様々な賞を受賞している(図1、2参照)。

## マイクロシステム融合研究開発

東北大学 マイクロシステム融合研究開発センター長(μSIC)(兼)原子分子材料科学高等研究機構(AIMR)教授 **江刺 正喜**



### 科学研究費助成事業(科研費)

高精度マイクロマシニングによる超センシング(1998-2000 基盤研究(A))

ナノメートルの精度で動く分布型マイクロ・ナノマシン(2001-2003 基盤研究(A))

マイクロマシニングによる高周波MEMSデバイス(2004-2006 基盤研究(A))

超並列電子線直接描画に関する研究(2007-2011 基盤研究(S))

総務省 戦略的情報通信研究開発推進事業(SCOPE) 地域情報通信技術振興型研究開発「SAWパッシブワイヤレスセンサシステム」(2006-2008) 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「マイクロシステム融合研究開発拠点」(2007-2016)(研究総括 江刺正喜(2007-2009) 小野崇人(2010-)) 内閣府 最先端研究開発支援(FIRST)プログラム「マイクロシステム融合研究開発」(2009-2013)

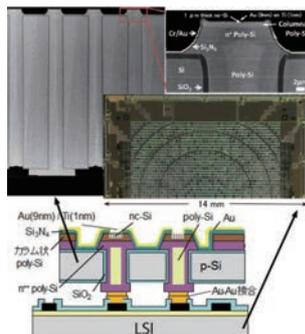


図2 超並列電子線描画装置のための100×100アクティブマトリックス電子源(東北大-東京農工大-櫛川レステック)

MEMS (Micro Electro Mechanical Systems) とは、半導体微細加工技術を発展させ、一つの基板上に電子回路、センサ、アクチュエータが集積されて作成されるデバイスのことをいう。マイクロシステムとも呼ばれており、高付加価値を有している。

MEMSの技術が用いられている身近な例には、デジタルカメラの手振れ防止に用いるジャイロ(角速度センサ)、モバイル機器のユーザーインターフェースや自動車の衝突検知に利用されている加速度センサ、あるいはインクジェットプリンタのヘッドなどがある。

このように身のまわりの様々な製品で、多種多様に使用されているものであるが、ハイテク多品種少量として開発されるため、開発コストを回収できなくなる事例も生じている。

この課題の一つの解決策として、MEMSを形成したキャリアウェハをLSIウェハ上に接合させて、MEMSをLSI回路上に転写する「樹脂接合・転写」という技術を確立させた。

これを用い、LSI上に高周波フィルタを形成した次世代ワイヤレスシステム、あるいは人と接触できる安全なロボット用の触覚センサネットワークなどを企業と共同開発している。また企業が来て自分で試作開発する試作コインランドリを運営しており、180社程に利用されている。今後、情報通信、製造、医療等の多様な分野で産業活性化に貢献したい。



図1 静電浮上回転ジャイロとそれを用いた列車動揺計測装置(東京計器株)

## 「科研費審査システム改革2018」説明会を実施しました。

平成28年4月26日に「科研費審査システム改革2018」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、「科研費審査システム改革2018」をはじめ、科研費改革の趣旨・目的などの全体像について情報を提供し、より質の高い審査システムの構築に向けて、学界・研究者をはじめとし、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等については、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/1367693.htm](http://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/hojyo/1367693.htm)

## 平成28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28年度の科研費については、平成28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）（※）」、「挑戦的萌芽研究」、「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（研究成果公開発表（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28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28年4月22日(金)～平成28年11月25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、若手研究、挑戦的萌芽研究
- ※特別推進研究、基盤研究（S）及び基盤研究（B・C）の特設分野研究については別途開示

### 【開示内容の閲覧方法】

- 独立行政法人日本学術振興会の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。

URL: <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。

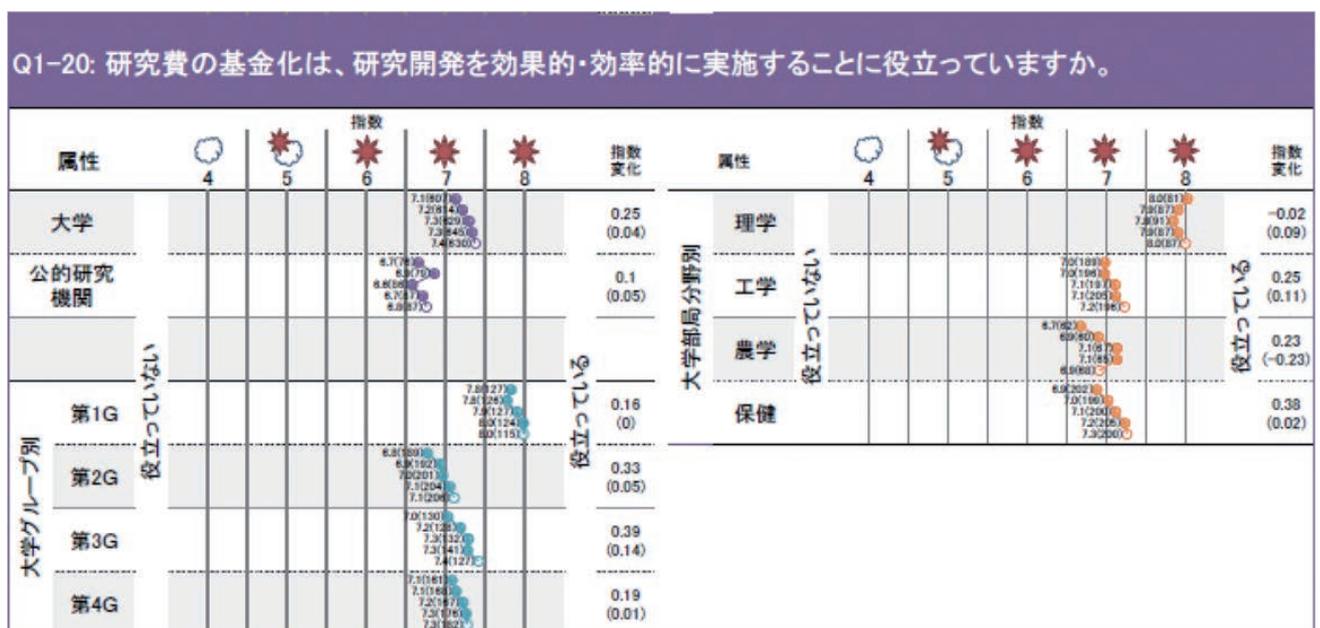
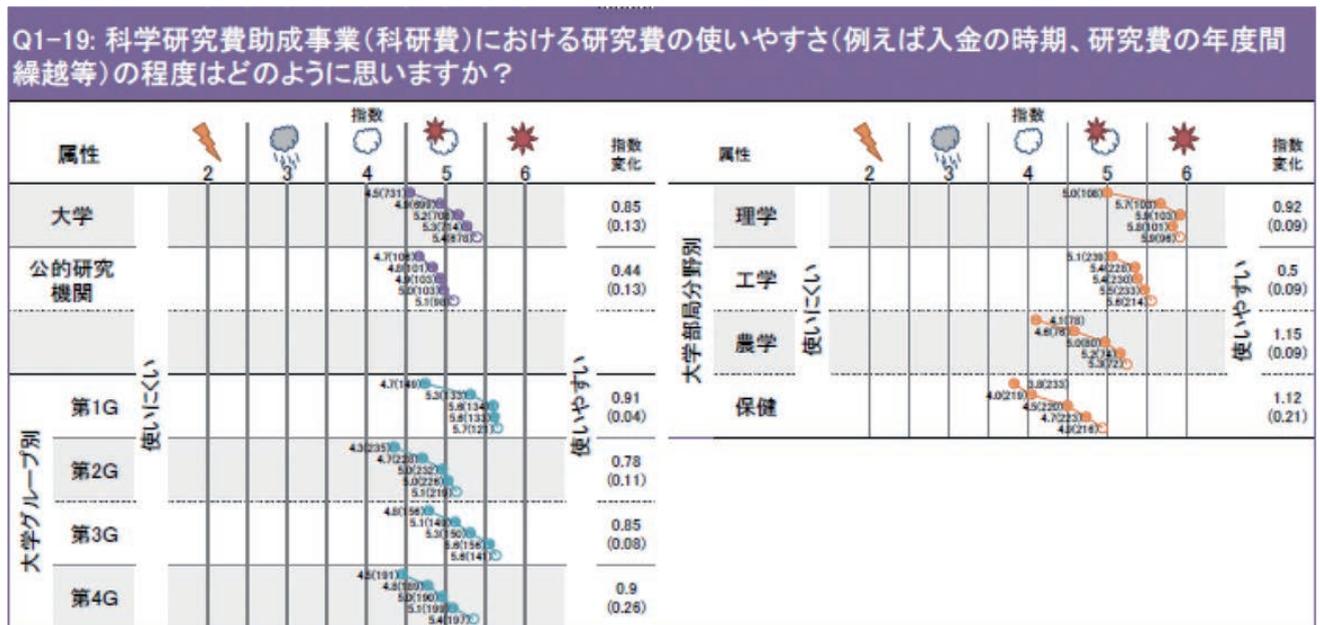
## 科学技術の状況に係る総合意識調査（NISTEP定点調査2015）の結果について

日本の科学技術やイノベーションの状況変化を把握するため、科学技術・学術政策研究所により、産学官の研究者・有識者に対する意識定点調査が実施（2011～2015年度の5年間にわたって実施する調査の5回目）され、調査結果が公表されています。（<http://www.nistep.go.jp/archives/26419>）

### ● 「科学技術の状況に係る総合的意識調査（NISTEP定点調査2015）」 [NISTEP REPORT No.166, 167]

科研費制度に関する調査結果は下図のとおりですが、今回の定点調査において最も指数が上昇しているのは、科研費における研究費の使いやすさについての質問となっています。

また、科研費制度では、2011年度から研究費の基金化を導入していますが、研究費の基金化に関しての質問は2011年度から引き続き、定点調査の質問の中で指数が一番高い値となっており、科研費制度は研究者や有識者から高い評価を受けています。



※指数は4.5～5.5でほぼ問題はなく、5.5を超えると状況に問題はないことを示しています。

## 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」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おうプログラムです。

### ○平成27年度に実施されたプログラムの事例紹介



#### 『虹色に輝く宝石を作ってみよう』

長谷川 靖洋（埼玉大学・大学院理工学研究科・准教授）

ビスマス材料を使った宝石作りを通じて、熱電変換に代表される将来のエネルギーについて考察しました。



#### 『世界文化遺産の森を未来につなぐ！ —原生林とシカのおもしろい関係を探る—』

前迫 ゆり（大阪産業大学・人間環境学部・教授）

原始林を観察するフィールドワークから、シカへの影響を明らかにし、生態系における植物と動物の関係性について学びました。



#### 『体感しよう！小さく生まれた子どもの命を 救う・癒す・育てるケアの力—2015』

井上 みゆき（山梨県立大学・看護学部・教授）

会場を新生児集中治療室（NICU）に見立て、新生児ケアの模擬体験をし、新生児医療について学びました。

平成28年度も、夏休みを中心に、多くの体験プログラムを実施します。

「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



### 【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](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)