

2013年度 VOL.4

科研費NEWS

K A K E N H I

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 [MEXT]

独立行政法人 日本学術振興会

Japan Society for the Promotion of Science [JSPS]

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	和刻本『世説新語補』の研究 4
	二松學舎大学・文学部・教授・稲田 篤信
	『ビザンティン聖堂装飾プログラム論』 5
	早稲田大学・文学学術院・教授・益田 朋幸
「アラブの春」はどこに行くのか 6	
千葉大学・法経学部・教授・酒井 啓子	

エッセイ「私と科研費」東京薬科大学・生命科学部・学部長・深見 希代子 7

理工系	マシュー・ムーンシャイン 8
	立教大学・理学研究科・特任教授・江口 徹
	人類が経験した最大の気候変動、氷期-間氷期サイクルのメカニズムを解明 9
	東京大学・大気海洋研究所・准教授・阿部 彩子
高性能有機半導体の開発 10	
独立行政法人理化学研究所・創発物性科学研究センター・グループディレクター・瀧宮 和男	
昆虫ミメティクスによるクリーンな水中接着技術の研究 11	
独立行政法人物質・材料研究機構・ハイブリッド材料ユニット・グループリーダー・細田 奈麻絵	

エッセイ「私と科研費」お茶の水女子大学・大学院人間文化創成科学研究科・教授・岸本 美緒 12

生物系	周期ゼミの進化物語 13
	静岡大学・創造科学技術大学院・教授・吉村 仁
	リングの1世代を1年に短縮する新育種技術 14
	岩手大学・農学部・教授・吉川 信幸
	一酸化窒素を解毒するペプチドとカビのバイオテクノロジー 15
	筑波大学・生命環境系・教授・高谷 直樹
早発閉経の新たな不妊治療法の開発 16	
聖マリアンナ医科大学・医学部・准教授・河村 和弘	
活動電位は軸索の伝導中に制御される 17	
東京大学・大学院薬学系研究科・准教授・池谷 裕二	

エッセイ「私と科研費」福島大学・学長・入戸野 修(にっこの おさむ) 18

エッセイ「私と科研費」帯広畜産大学・理事・副学長・金山 紀久 19

3. 科研費から生まれたもの

我が国の超伝導研究—科研費によって基礎研究が大輪の花へ— 20
東京理科大学総合研究機構長、東京大学名誉教授・福山 秀敏

4. 科研費からの成果展開事例

トライボロジー(摩擦・摩耗・潤滑科学)の基礎研究成果を活かした多方面への独創的製品開発への展開 24
東北大学・大学院工学研究科・教授・堀切川 一男
サンゴの白化現象の機構解明と栄養塩循環の再評価 24
静岡大学・創造科学技術大学院・教授・鈴木 款

5. 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、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6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25年度予算額2,381億円(※) 平成25年度助成額2,318億円)

※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、審査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7,000人の審査員が分担して行っています。

平成25年度には、約10万2千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7万9千件の研究課題を支援しています。(平成25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)により、閲覧することができます。

国立情報学研究所ホームページアドレス <http://kaken.nii.ac.jp/>

(参考)平成24年度検索回数約4,500,000回

新聞報道

科研費の支援を受けた研究者の研究成果がたくさん新聞報道されています。

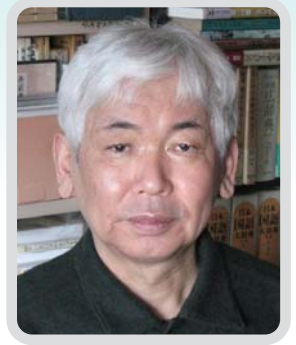
平成25年度(平成25年4月～平成26年1月)

4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月
162件	198件	179件	177件	161件	152件	118件	120件	108件	186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。

和刻本『世説新語補』の研究



二松學舎大学 文学部 教授
稲田 篤信

研究の背景

『世説新語』(5世紀、南朝劉宋の劉義慶撰)は、竹林の七賢や書聖王羲之など、後漢及び魏晋の名人の逸話を集めた名著として有名です。明代になって王世貞が宋元の人物記事を補訂して刊行した続撰書が『世説新語補』です。明の有名な思想家李卓吾の名を冠して「李卓吾批点世説新語補」とも称し、わが国では元禄7(1694)年と安永8(1779)年の2度にわたって京都の本屋・林九兵衛から和刻本(漢籍を日本で刊刻したもの)が出され、その後、本屋を変えて版を重ねています。中国では古典の姿を伝えていないと軽視されていた本が、わが国では尊重されてよく読まれていたわけです。私の研究はこの日本独自の受容史をテキストに即して考察することにあります。

研究の成果

和刻本『世説新語補』の元禄版が底本としたのは、明代の万暦14(1586)年序刻本です。ところが日本国内や北京、台北の図書館に所蔵されるこの系統の伝本を調査してみると、和刻本にそのまま合致する明版に行きあたらず、事情は複雑です。和刻本というのは必ずしも厳密な意味で翻刻であるとは限らず、最初から本屋のアレンジが加わっている可能性を示唆します。

和刻本『世説新語補』には、秦鼎『世説箋本』や恩田仲任『世説音釈』といった注釈書(図1)が刊行されているだけでなく、秋山玉山、服部南郭、太宰春台、千葉芸閣の4人の批注(批評と注釈)がまとめて書き込まれている本(図2)、また、石島筑波、那波魯堂、中井履軒、尾藤二洲など、当代を代表する学者たちの読書研鑽の跡がうかがえる書き入れ本が残っています。これらを精査すると、石島筑波ら江戸の荻生徂徠の門流の人々(諷園派)は『世説新語補』を好ん

で熱心に研究し、学問講釈のテキストとして用いたことや、反対に大坂の懐徳堂の中井履軒は『世説新語』で称賛される人物に対して厳しい批判をしていることなど、興味深い江戸学芸史の一面が浮き彫りになります。

また、台湾の国立故宮博物院図書文献館(図3)に所蔵される和刻本『世説新語補』は楊守敬(1839-1915)の旧蔵本ですが、この本には平賀中南(1722-92)『世説新語補索解』の注釈が詳細に書き込まれています。『日本訪書志』を著した碩学が興味を示して持ち帰ったものとして注目されます。

今後の展望

『世説新語補』と同様に、わが国独自の受容が展開された漢籍に『唐詩選』があります。両書には、『世説新語補』の安永版の「校正改刻」を担当した戸碓允明(1724-1806)や先の平賀中南など、共通した人物が関心を寄せています。今後、『唐詩選』、『世説新語補』の双方を視野に入れて受容史をたどり、日本近世文学に与えた影響や近世学芸史上の意義を論じたいと思っています。

関連する科研費

- 平成15-17年度 基盤研究(C)「漢籍の読書抄記—近世中期上方人文社会に即して—」
- 平成18-19年度 基盤研究(C)「和刻本の制作—近世中期上方における明清漢籍の受容—」
- 平成20-22年度 基盤研究(C)「批注の体例—近世中期上方における明清漢籍受容の展開—」
- 平成23-25年度 基盤研究(C)「『世説新語補』を事例とした近世日本の明清漢籍受容史の研究」



図1 上:秦鼎『世説箋本』
下:恩田仲任『世説音釈』



図2 千葉芸閣ほか書き入れた『世説新語補』



図3 国立故宮博物院図書文献館

『ビザンティン聖堂装飾プログラム論』

早稲田大学 文学学院 教授
益田 朋幸



研究の背景

ビザンティン美術史は、世界でも専門家のそれほど多くない分野です。英仏独語に加えて中世・現代ギリシア語、それに対象とする地域によってロシア語、セルビア語、イタリア語、トルコ語等が必要となります。フィールドワークが広範な地域に亘るだけでなく、北キプロス、コソヴォ(図1)、グルジア、エルサレム、シリアといった紛争地が含まれるのも厄介なところです。さらに、たとえばギリシアの研究者は、関係のよくない隣国トルコやマケドニアでの調査が困難である、といった政治的な制約も少なくありません。

ビザンティン美術の包括的な画像データベースは存在しませんので、聖堂壁画の研究をするためには現地調査が不可欠ですが、政治上中立的な日本人は有利な立場にあると言えます。その際科研費の助成があるのは、心強い限りでした。経済的に助かるだけでなく、調査許可の申請でも、日本の公的な助成のあることが大きく物を言うケースが少ないのです。

研究の成果

本書『ビザンティン聖堂装飾プログラム論』は200を超える聖堂の壁画(フレスコ・モザイク)について、図像学的な装飾プログラムを体系的に研究した、世界でも初めての成果です(実際に調査をした聖堂は1000をはるかに超えます)。中央にドームをもつビザンティン建築は、複雑な壁面構造をもち、その一面に壁画が描かれます(図2)。それぞれの主題(受胎告知、磔刑等)は意味をもっていますが、それがあ

の下に三次元空間に配列されたとき、一場面ではもち得ない複雑な神学的意義を獲得します。その実際を、「円環・相称性・中軸」という3つの原理によって分析しました。

今後の展望

1948年のO. Demusによる研究で、ビザンティン聖堂装飾の大枠が議論されて以来、細部の修正はともかく、全体を見渡す研究はなされてきませんでした。3つの原理によって、聖堂壁画の全体をひとつの有機体と見なす本書は、この分野の基本的研究となるものと思われます。今後は本書に示された理論的枠組みによって、これまで解明されていない装飾プログラムを解釈していくことが私の仕事となるでしょう。

本書は平成22~24年度科研費基盤研究(B)の成果による論文を中心に、平成25年度の助成によって単行本化したものです。しかしそれ以前の十数年間の科研費による成果が蓄積していることを強調したいと思います。人文系の研究では、十年、二十年単位で結果が出ることも少なくありません。その意味でも、科研費がなければ、本書はありませんでした。

関連する科研費

平成22-24年度 基盤研究(B)「バルカン半島中部における文化的多様性の歴史的研究」

平成25年度 研究成果公開促進費『ビザンティン聖堂装飾プログラム論』



図1 コソヴォ、グラチャニツァ修道院、14世紀



図2 カップドキア(トルコ)、カランルク・キリセ、11世紀

「アラブの春」はどこに行くのか

千葉大学 法経学部 教授

酒井 啓子



研究の背景

2010年末から2011年にかけて、「アラブの春」と呼ばれる反政府運動が中東地域を席卷しました。30～40年にもわたるアラブの長期政権が、民衆による大規模な路上抗議行動により、倒れたのです。長く安泰と言われたアラブの権威主義体制が、なぜ突然、倒れたのか。世界中の中東研究者がさまざまなアプローチで解明しようとしています。政治学を専門とする我々は、鍵は軍にあると見ています。平成24-27年度科研費基盤研究(A)「現代中東・アジア諸国の体制維持における軍の役割」は、軍が政治変動にどのような役割を果たすのかを解明する研究事業です。

研究の成果

「アラブの春」で政権が倒れたエジプトでは、軍と市民運動、そしてイスラーム政党の三つの勢力が権力抗争を繰り返しています。我々の研究チームは、繰り返しエジプトでインタビュー調査や資料収集を行いました(図1)。その結果の一部は、分担者の鈴木恵美さんの著書(鈴木恵美(2013)『エジプト革命—軍とムスリム同胞団、そして若者たち—』(中央公論新社))や、同じく分担者の横田貴之さんの論考などに反映されています。

また、2013年6月、クーデター前夜のエジプトの首都カイロで、イラク戦争後10年の政治展開をさまざまな視角から分析する国際会議を開催し、世界中から若手のイラク研究者が40人近く結集しました(図2)。戦後のイラクでも、国軍・治安組織の再編が急がれていますが、内戦が続くシリア同様、国軍と反政府勢力が持つ民兵との間の軍事力バランスが政治を左右しており、注目すべき研究ポイントとなっています。

今後の展望

軍が政治に与える影響は、「アラブの春」を経験した国だけで見られるものではありません。同じアラブ諸国や中東諸国はもちろん、フィリピンやインドネシアなどの東南アジア諸国もまた、市民運動と軍がコラボして独裁政権を倒すという経験をしてきました。そうしたアジア、アフリカの軍の政治的役割を比較することで、非西欧諸国の民主化の行方を分析します。2013年まで実施した科研費基盤研究(A)の成果をもとに、日本で初めての中東政治学の教科書を出版しましたが(図3)、さらにそれを拡充した形で、政治学の一般理論の構築に貢献します。

そして、2014年にはトルコで世界中東学会が、京都でアジア中東学会連合大会が開催されることから、ここで研究成果について英語での国際的発信を行います。

関連する科研費

平成18-20年度 基盤研究(A)「現代アジア・アフリカ地域におけるトランスナショナルな政治社会運動の比較研究」

平成21-23年度 基盤研究(A)「現代中東・アジア地域における紛争・国家破綻と社会運動」

平成24-27年度 基盤研究(A)「現代中東・アジア諸国の体制維持における軍の役割」



図1 エジプト調査中に収集した壁の落書き。どのような政府批判がなされているかの分析材料になる。



図2 カイロのアメリカン大学で開催されたシンポジウム「10年後のイラク——紛争、移民、将来」(国際交流基金)終了後の写真。



図3 酒井啓子編(2012)『中東政治学』(有斐閣)

「私と科研費」No.56(2013年9月号)

科研費雑感

東京薬科大学・生命科学部・学部長

深見 希代子



エッセイ「私と科研費」

「私と科研費」の執筆依頼を頂き大変光栄に感じている。これまでの執筆者を見てみると創刊号は小林誠日本学術振興会理事(当時)(ノーベル物理学賞受賞)であり、その後の執筆者も錚々たる方々である。少々身の丈不足を感じるが、日頃感じていることを少し書いてみたい。

さて科研費獲得は「研究者として一人前である」ことの証と考える研究者は少なくない。特に若手研究者の独立や支援をサポートする制度が増加してからは、講座制にどっぷり浸ってボスに面倒見てもらおうという感覚は薄らいでいると思う。尤も我々の世代は、「若い頃は年齢の高い先生達に研究費が回り、自分がその年齢になったら、今度は若手有利な状況になった」と呟いている研究者もいる。「昔はお姑さんに尽くし、今度は嫁のご機嫌をとる」の心境である。

初めて頂いた科研費はボスの分担者であったので、その時の記憶は薄い。しかし代表者として初めて頂いた時の「嬉しいというよりホッとした気持ち」は忘れ難い。科研費をもらうという事、それは既に一定の実績があり、しっかりした将来の研究目的を持ち、そのためのアプローチ法を描けるということである。そうしたプロセスが評価されたというのは、やはりサポートを得た様な安堵感である。それから約25年、基盤研究、特定領域研究など途切れる事なく研究費を頂く事ができ、感謝の思いでいっぱいである。特にラボを持つことになった直後に採択になった科研費の有難さは今でもはっきり覚えている。科研費を得られるかはラボの責任者にとっては死活問題である。質の高い研究が続けられるか、楽天的な性格にも拘らず、夜悪夢に魘されるような日々であった。この間一貫してリン脂質代謝の細胞増殖と分化における機能解析を行い、この代謝異常ががんや皮膚疾患など様々な疾患発症に関与することを明らかにしてきた。今科研費の御陰でこうして研究を続けてこられた事を感謝すると共に、出口戦略として疾患治療にこれからも貢献したいと思っている。

これまで文科省の様々な委員会の委員をさせて頂いたり、規模の大きな研究費の審査をさせて頂いた経験は、科研費を多様な角度から知る事ができたという点で大変貴重な体験となった。使いやすい科研費を目指して、研究活動スタート支援や基金化導入を議論したが、実際に基金化が実現したことは大きな進展であったと思う。また審査する側の視点から、どういう情報が欲しいのか、どういう書き方がわかりやすいの

かを学んだし、優れた研究計画調書に感嘆したこともあった。若い世代は「科研費の書き方」の類いの本で知識を得ている様であるが、周りにいる審査経験者に研究計画調書を見てもらおうと思う。「これではダメだ」と私自身もアドバイスをすることがある。とは言え、最近では逆に若い世代から学ぶ事も多い。眩しい位優秀な若い研究者に、畏敬の念を抱くことがある。

研究費は基盤的資金と競争的資金とのバランスが重要だと思っている。JSTなどの大型研究費も含め、競争的資金は実力本位であるため納得しやすい様に思えるが、競争のための申請書類や評価用の書類作成ばかりしては、本来割くべき研究に費やす時間がなくなってしまい弊害が大きい。また激しすぎる競争では一部のトップ大学に研究資金が偏ってしまう。日本では特にトップ10大学辺りへの研究資金の集中が著しい。次の世代の独創的研究の育成にはトップ下の層の厚みこそが重要である。そのためには、大きな研究資金の採択の際に少し違う判断基準も併用すべきだと思う。地域枠、私大枠を考慮しても良い。また受給における重複制限をきつめに掛けるべきだと思う。重複制限を厳しくする事には賛否有るのも承知しているが、1人の研究者がいくつもの大型予算を得る事は、研究テーマが異なっているにしてもあまり歓迎すべき事ではないと思う。研究者の限られた時間で統括できる能力にはやはり限界がある。組織的な大規模研究を否定するのではないが、同時にある程度のラボの規模で独自性を培う種蒔きを忘れてはいけないだろう。そういう意味でも個人研究のボトムアップ型科研費である「基盤研究」を基本とすべきだと感じている。

ちょうど今、研究費の不正使用やデータ捏造のニュースが報道されている。忸怩たる思いである。背景にあるのは、大型研究費に見合う成果を求められることに対するプレッシャーやポスト・若手教員のポジションの不安定さであろう。プレッシャーは悪いことばかりではないし、競争社会では仕方のないことである。「JSTが研究者に倫理研修義務化」という見出しが新聞に載った。一部の研究者モラルに欠く行動により、不正防止のためのシステムが次々に導入され、結果として煩雑な手続きとなって行き、多くの研究者がその対応で仕事量が増える事になる。国民の信頼を得て、科学の成長戦略に貢献するためにも、研究者は真摯な姿勢でありたいと思う。

マシュー・ムーンシャイン

立教大学 理学研究科 特任教授

江口 徹



研究の背景

超弦理論は10次元の時空に存在します。我々の住んでいる時空は4次元なので、残りの6次元空間は目に見えないような小さなサイズの空間に丸まっているものと考えられます。超弦理論が素粒子の標準理論を再現するためには、この余分な空間がK3曲面と呼ばれる特別な4次元空間と、2次元の球面(あるいはトーラス)から出来ている場合が最も具合が良いことが知られています。

K3曲面は自己双対曲率を持つ4次元で唯一の曲面でK3曲面の名は3人の有名な数学者、エルンスト・クンマー、エーリッヒ・ケーラー、小平邦彦からとられています。K3曲面が現代の複素幾何学において最も基本的な役割を演じていることは広く知られています。

研究の成果

我々は、K3曲面上の超弦理論を考え、その楕円種数と呼ばれるものを超弦理論の対称性を表す関数を使って展開しました。すると驚くべき事に、その展開係数がマシュー群M24と呼ばれる離散群の表現の次元と一致する事に気がつきました。これはモジュラーJ関数と呼ばれるものをテイラー展開するとその展開係数がモンスター群の表現の次元と一致するという有名なモンスター・ムーンシャイン(monstrous moonshine)の現象を思い出させます。そこで我々の発見した現象はマシュー・ムーンシャイン(Mathieu moonshine)と呼ばれるようになり、多くの研究者の関心を引く事になりました。マシュー・ムーンシャインは有限群論、保型形式、複素幾何学などさまざまな数学の分野の接点にあり、超弦理論とも密接な関係を持っています(図)。マシュー・ムーンシャインをテーマにした研究会が、名古屋大(2011年)、連邦工科大(スイス、2011年)、サイモンズ研究所(米国、2013年)、立教大(2014年)で開かれました。この間、マシュー・ムーンシャインは拡張されて、現在までに20数個の関連するムーンシャインの系列が見つっていますが、その物理的な起源や数学的な構造はまだ謎に包まれています。

今後の展望

マシュー群M24が24桁の2進数のエラー訂正コードとして有名なゴレー・コードの自己対称群であることはよく知られています。このような特別な対称性が超弦理論に現れる事は非常に不思議なことで、何か深い意味を暗示しているのではないかと思います。今後はマシュー・ムーンシャインで明らかにされたマシュー群M24とK3空間の関係を通して、超弦理論における隠れた対称性とその起源を探求してゆきたいと考えています。

文献

T.Eguchi, H.Ooguri and Y. Tachikawa
 "Notes on the K3 Surface and the Mathieu group M₂₄", *Exper.Math.* 20:91-96,2011

関連する科研費

平成19-23年度 学術創成研究費「超弦理論と宇宙の創成」
 平成25-28年度 基盤研究(C)「超弦理論とムーンシャイン現象」



図 マシュー・ムーンシャインは数学、物理の幾つかの異なる分野の境界領域に位置していて分野横断的な研究を刺激する事が期待されています。

人類が経験した最大の気候変動、 氷期-間氷期サイクルのメカニズムを解明

東京大学 大気海洋研究所 准教授

阿部 彩子



研究の背景

人類が進化してきた最近100万年間は、北米やヨーロッパで氷床の拡大・縮小や全球気候の変動を伴う「氷期-間氷期サイクル」が、約10万年の周期で繰り返されてきたことが知られています。その一周期の時間変化はいわゆる「のこぎり型」を示し、間氷期から氷期のピークまでに9割以上の時間をかけ、氷期から間氷期へは急激に戻るのです。このような気候と氷床の大変動の周期と振幅をもたらすメカニズムは、実は19世紀から地質学者、地理学者、天文学者、物理学者などの間で議論が盛んで、大きな謎でした。とくに、天文学者のミランコビッチは、友人の気候学者のケッペンとその娘婿の地球物理学者ウエーゲナーの助言を経て、年平均や冬ではなく北半球の夏の日射に注目、地球の公転や自転のパラメタが2万年、4万年、10万年の周期で変化することが原因であることを提唱し、ミランコビッチ理論とよばれる学説として知られるようになりました。しかし、どうしても、「のこぎり型」の10万年周期が説明されず、またその後出された単純なモデルでは観測との比較がしにくいなど困難がありました。我々は、「地球シミュレータ」などの我が国のスーパーコンピューターを駆使した気候モデルを用いた研究でその謎に挑みました。

研究の成果

その結果、地球の公転や自転で決まる日射量変動と大気中の二酸化炭素(CO₂)濃度を考慮した高度な気候モデルにより、我々は10万年周期の氷期サイクルをついに再現することに成功しました。その成果はネイチャー誌で出版されました(図; Abe-Ouchi et al., 2013)。将来予測に用いられる大気大循環モデルと3次元氷床力学モデル(アイソスター)を組み合わせることには、2つの意味があります。水蒸気や雲、海氷などによる短い時間スケールの気温増幅効果(フィードバック効果)を物理的に異なる気候条件下で定量

的に用いること、そして、大気-氷床-地殻・マントル間の相互作用のような長時間スケールのフィードバックを考慮することです。10万年周期を生み出しているメカニズムは、2万年と10万年周期をもつ日射変化に対して大気-氷床-地殻・マントルの非線形的な相互作用が生じた結果である、ということがついに突き止められました。氷床荷重によってゆっくり応答したマントルの挙動が氷床の高度の時間変化に影響して、急激な氷床後退に寄与していたのです。さらに、氷期サイクルにおける大気中二酸化炭素濃度の10万年周期の変化は、気候変化の結果生じ、その振幅を増幅させる働きがあることも示唆されました。このように、日射の変化が氷床を変化させ、さらにその影響は、放射や大気大循環、海水準変動、海洋深層循環、大気中二酸化炭素濃度変化などを通じて、全球に一気に広がったと考えられます。

今後の展望

実は氷期-間氷期サイクルが10万年周期で起こるのは最近100万年のことで、それ以前は4万年周期で、その振幅も小さかったことが分かっています。このような周期性や振幅の変化がなぜ起きたのかを調べ、気候の性質の変化についてさらに理解を進めることは意義深いです。とくに、温室効果ガス(CO₂など)の長期変化と気候変化の実態を知るため研究を推進することが今後不可欠です。外的要因に対する気候システムの応答の根本的理解を進めることこそが、過去の気候変動の原因を解き明かす道筋を作るだけでなく、地球温暖化とその影響の長期将来予測のためにも極めて重要なことでしょう。

関連する科研費

平成25-27年度 基盤研究(A)「地球システムモデリングによる急激な気候変動と氷期サイクルとの相互作用の解明」

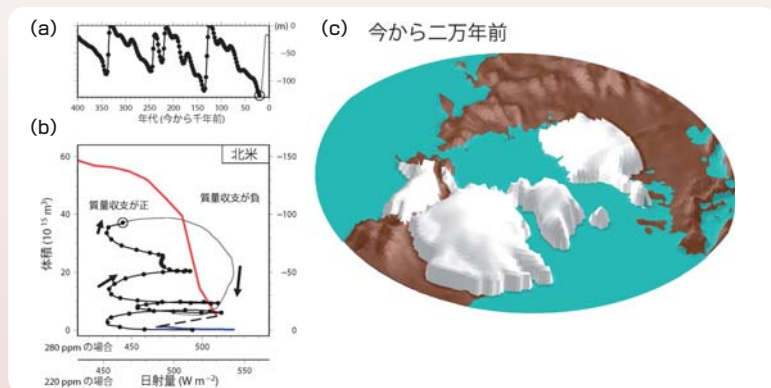


図 (a)モデルで再現された過去40万年前の氷床体積の時系列。(b)氷床体積の日射や二酸化炭素濃度に対する応答。赤と青の線は定常応答解(多重解)、赤線が大きな氷床を初期値としたときの応答、青線は氷床なしを初期値にしたときの応答、黒の線は12万年前から最終氷期一周期の氷床変動の「軌跡」。(c)一例として2万年前の氷床分布の計算結果。Abe-Ouchi et al.(2013)より。40万年前からの経過についての動画はこちら。
http://www.aori-u-tokyo.ac.jp/research/news/2013/files/trjthrtopo_403_4_8-1291_f.mov

(記事制作協力:科学コミュニケーター 上田 裕美子)

高性能有機半導体の開発

独立行政法人理化学研究所 創発物性科学研究センター グループディレクター

瀧宮 和男



研究の背景

現代のエレクトロニクスを支える材料はシリコンを中心とした「固い」無機半導体材料です。これに対し、有機化合物からなる有機半導体は、機械的に「柔らかく」、「軽い」ため、次世代のフレキシブルデバイス技術のための鍵材料になると考えられています。しかし、有機半導体中ではキャリアの移動速度が遅いなど、無機半導体材料と比較して特性的には劣っていました。一方、有機化合物は自在に設計・合成することができます。従って、望ましい電気的特性を示すような材料をゼロから開発することも可能です。私たちは、既存の有機半導体材料に囚われることなく、これまで全く未知であったり、知られていてもエレクトロニクス応用の検討がなされていなかった有機半導体骨格を「未踏有機半導体骨格」とみなし、その探索と応用研究を行うことで、材料面から有機半導体の限界を打ち破ることを意図して研究を進めてきました。

研究の成果

私たちは有機半導体の分子構造そのものだけでなく、固体中での分子配列にも注目し、安定でかつ高速キャリア移動を実現する材料を目指してきました。このため、「分子構造-分子配列-電気的特性」という階層的な相関関係を理解しつつ、望ましい特性を発現しうる分子骨格を探す戦略で研究を進めた結果、アモルファスシリコンの半導体特性を凌駕する「DNNT」と呼ばれる材料骨格を創出することに成功しました。DNNTの高い特性の秘密は固体中での分子配列にあり、二次元的に分子軌道が強く相互作用できることが鍵と考えられています(図)。現在、DNNTは世界中の有機半導体デバイス研究者に用いられており、フレキシブルな電子デバイスやバイオセンサへの応用にも用いられているだけでなく、市販も開始され、標準的な有機半導体材料となりつつあります。また、DNNT以外の未踏半導体骨格も見出しており、例えば印刷により作製する電子デバイスのための半導体インク、高効率有機太陽電池のための半導体ポリマーなど、多彩な応用展開が可能な材料群の創出に繋がっています。

今後の展望

これらの研究成果により、有機半導体の実用材料としての可能性を示すことが出来ただけでなく、今後は更なる高性能化、多様なデバイスへの応用などへと展開し、日本発の有機材料研究をアピールしたいと考えています。

関連する科研費

平成16-20年度 特定領域研究「ナノ分子導体の合成化学的アプローチ」(研究分担者) 研究代表者:大坪徹夫(広島大学)

平成20-22年度 基盤研究(B)「自己組織化可能な可溶性低分子有機半導体の開発と溶液プロセス有機FETへの応用」

平成23-27年度 基盤研究(A)「未踏有機半導体骨格の探索と応用」

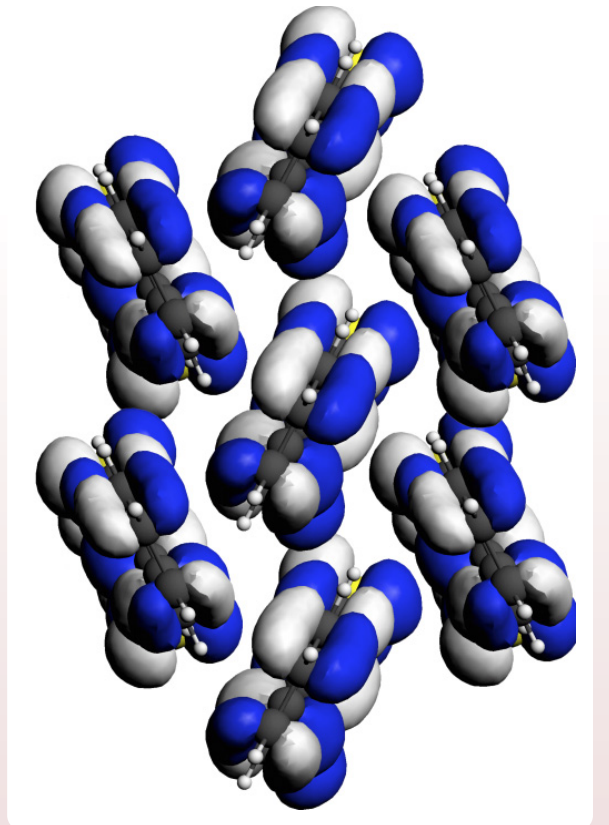


図 高移動度有機半導体DNNTの分子配列と分子軌道の相互作用のイメージ図

昆虫ミメティクスによるクリーンな水中接着技術の研究

独立行政法人物質・材料研究機構 ハイブリッド材料ユニット グループリーダー

細田 奈麻絵



研究の背景

持続型社会を実現するために、循環型ものづくりのキーテクノロジーに可逆性接合・接着技術の開発があります。つまり、強く接着するだけでなく、簡単に剥がしてリサイクルしやすい次世代の接着技術の研究が求められています。これまで、ナノテクノロジーを用いた新技術開発に取り組み、昆虫の優れた接着性を持つ足裏の毛状構造に着目した研究を行ってきました。生物の優れた機能に学ぶ調査・研究の手法（バイオミメティックなアプローチ）を用いて、不可能と考えられていた水中接着技術を開発した研究成果を紹介します。

研究の成果

大気中で生息する昆虫（ハムシ）が、「水中」でも歩行できることを発見しました。陸上に生息する昆虫は、つるつるとした葉の上でも歩く能力を持ちます。これは、足裏の毛から出る分泌液の接着力によります。この効果が著しく低下する水中では歩くことは困難だと考えられていました。

水中で「泡」の性質を巧みに利用する歩行メカニズムを解明しました（図1）。水に沈めた試験板の上でハムシを歩かせると、板が水をはじく場合、歩行の様子は空気中とほとんど変わらない事が分かりました。大気中で生息する昆虫の水中歩行は、同様な足裏の機構を持つテントウムシでも観察できました（図2a）。

ハムシの足裏の構造と同じような毛状構造を人工的に

作り、このメカニズムを調べました。その結果、ハムシの足裏の毛についている気泡が水を弾き、足裏の毛の分泌液が歩行面に触れる事で、接着力が保たれている事が分かりました（図2b、c）。

泡は泡自身の被着表面への接着性とハムシの足裏の水を弾いて剛毛を直接接触させる役割を果たしていたのです。足裏の毛状構造は泡が安定してつくことにも役立っていました。

今後の展望

これらの研究成果は、環境に影響する化学物質を使用しないクリーンな水中接着技術として応用が期待されます。さらに昆虫の歩行のように「接着と分離を繰り返せる未来の接合技術」として、接着・非着の開発研究に活用できるので、水中監視・作業用のロボットへの応用も考えられています。

今後の研究では、先端科学技術であるナノテクノロジー分野と、自然界の生物に学ぶバイオミメティクス（生物模倣）分野を融合させた研究手法により、自然にやさしいクリーンな「環境調和型」の技術開発として研究を推進する計画です。

関連する科研費

平成24-28年度 新学術領域研究（研究領域提案型）
「生物規範階層ダイナミクス」

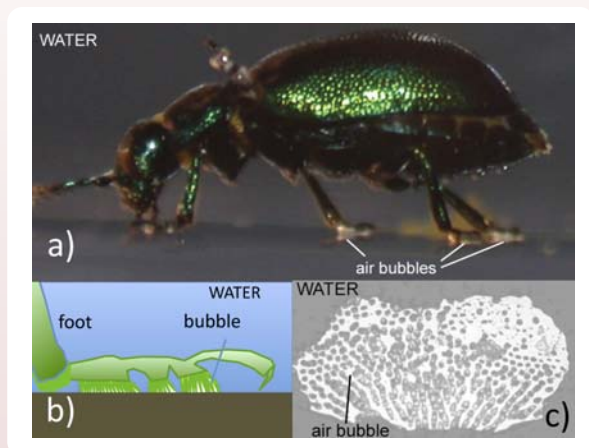


図1 a)気泡を利用して水底を歩くハムシの観察。
b)泡を利用して足裏を水中固定する機構の模式図。
c)水中固定しているハムシの足裏写真(裏側から撮影)。
黒色はハムシの足(接着性剛毛)、白色は泡。

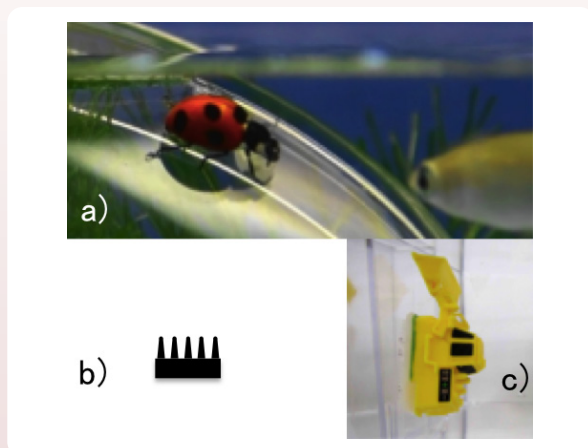


図2 a)テントウムシの水中歩行の観察。
b)水中接着する毛状接着構造の開発。
c)模型による泡を利用した水中接着機構の実験。

私と科研費の淡いご縁

お茶の水女子大学 大学院人間文化創成科学研究科 教授

岸本 美緒



エッセイ「私と科研費」

私は1952年生まれであるが、私と同年代以上の人文系の研究者のなかには、近年まで科研費とあまり縁がなく過ぎてきたという人もかなり多いのではないかと思う。私もその一人である。はからずも2009年度から2011年度まで日本学術振興会学術システム研究センターの主任研究員として勤務する機会があったため、日本の学術全般における科研費の重要性について、一般論としては十分に理解しているつもりである。しかし、「私と科研費」という題で個人的経験談を書くとなると、皆さまのお役に立つようなことは書けそうになくて困っている。

「科研費とあまり縁がない」といっても、どの程度縁がないのかおわかりにくいと思うので、具体的に述べよう。2008年度以後は「基盤研究(B)」を連続して採択していただいているが、それ以前に私自身が代表者として応募した科研費は2件のみである。ありがたいことにいずれも採択していただいたが、最初が34歳のときの「奨励研究(A)」、次が50歳のときの「基盤研究(C)」で、両者あわせて380万円である。桁を間違えているのではないかと感じの向きもあるのではなかろうか。

これらの科研費はいずれも大事に使わせていただいたが、自分の研究にとって科研費がどうしても必要であると感じたことは、正直なところ、ほとんどない。30歳代後半から40歳代にかけて全く科研費に応募しなかった十数年間も、困難を覚えたことはなかったし、研究の質や量が低下したということもない(と信ずる)。それでは当時大学の教員研究費を潤沢に使っていたのかというところでもない。そもそもこの時期私のいた学科では、教員研究費は原則として学生用の図書購入費に充てることが当然とされていたため、校費を自分の研究用に使おうという発想そのものがなかったように記憶する。それにもかかわらず、なぜ不足を感じなかったのか考えてみると、以下のような点が挙げられよう。

第一に、文献史料を用いて歴史研究を行う私のような研究者にとって、研究の質という点から見ても重要なのは研究時間であり、経費はそれほど重要ではない。理屈の上では、科研費の謝金で資料整理などをしてもらうことによって時間の問題を解決できると考えられるかもしれないが、よほど単純な作業ならともかく、史料を読んで整理するという作業には、研究者の独特の関心や個性が反映されるものなので、なかなか他人にまかせるというわけにはいかない。従来何度か院生に資料整理を頼んだことがあるが、やはりどうしても満足できず、他人に研究補助をしてもらうというのは自分には向いていないなあと思ったものであった。院生の側でも他人の下請のような仕事は楽しくないだろう。従って、経費があればよい研究ができる、という実感がなかったのである。

第二に、研究のために自腹を切ることには抵抗が無く、むしろそれを当然としていたということである。人文系で研究経費というまず図書購入費であるが、文系研究者のなかには、

自分の研究に必要な書物は自費で買うことを好む人が多い。やはり書物そのものに愛着があるということであろうか。そこには、自分なりの基準で収集した蔵書というものを、単なる研究道具ではなく、自分の人格を映し出すマイクロコスモスのように見なす感覚があるのかもしれない。私も、蔵書というほどのものがあるわけでは全くないが、やはり研究に使う本は自分で所有しないと気が済まない口で、大学に所蔵されていて利用できる本でも、同じ本を自分用を買っていたものである。もちろん大部で高価な史料集などを自費で買うことは困難だが、それらについては、日本にいくつかある大規模図書館が潤沢な資金で買いそろえてくれているという安心感があったのである。

以上のようなことを述べると、「それでは人文系には科研費は必要ないんだな」と思われる方がいるかもしれないが、それはもちろん私の本意ではない。人文系のなかにも、高額の経費を必要とする研究はもちろんある。また、私が「科研費の必要性をあまり感じない」などと言っていたのも、定職があり、切るべき自腹を持っていた故であって、昔も今も本当に経費の足りない若い研究者がたくさんいることは言うまでもない。特に出版助成などは若手研究者にとって大きな意味を持つだろう。それにもかかわらず、敢えてこのようなことを述べたのは、文系学問の少なくとも一部に存在していた上記のような「あえて科研費に応募しなくてもよい」といった姿勢を、今日の時点でどう評価するか、考えてみたいからである。

常に指摘されるように、運営費交付金の削減に伴って大学の財政難は進行し、科研費はそれを補う役割を担わされつつある。2008年以後、私が連続して科研費に応募しているのも、そのような諸般の事情に押されてのことである。さらに、このような状況のもとで、科研費の取得額が研究者としての能力と同一視されて人事に影響するような傾向も生まれている。科研費に応募しない研究者は次第に肩身が狭くなっており、あらゆる研究者に科研費取得の圧力がかかっている。

しかし、科研費を取らなくても研究の質が変わらなるとすれば、科研費に応募しないことは、財政節約の見地からいって、推奨されこそすれ、非難される謂れはないはずである。個々の大学から見れば間接経費の減少を招くことになろうが、日本全体の学術という観点からいえば、より必要なところに資金を回せるのである。節約に寄与する人が非難されるというのは、どこか間違っていないだろうか。もちろん、科研費を取らないことによって研究の質が落ちてゆく可能性もあろう。しかしそれについては、研究成果そのものに即して検討すればよいことであって、本当の「競争」は科研費の額においてではなく、むしろ研究成果においてなされるべきなのである。このような「節約」論は、時代遅れに見えるかもしれないが、国民の負託を受けた大事なお金である科研費をいかにして有効に使うかという点については、素朴な節約の論理に立ち戻って考えてみることも必要であろう。

周期ゼミの進化物語



静岡大学 創造科学技術大学院 教授
吉村 仁

研究の背景

北米には、17年または13年に一度の周期で大発生する周期ゼミと呼ばれるゼミがいます(図1)。周期ゼミは、発生周期が素数年なので、素数ゼミとも呼ばれます。なぜ発生周期が素数しかないのか、その進化について、さまざまな仮説が提唱されてきましたが、論理的な説明はされてきませんでした。

研究の成果

私たちは、素数周期を持たない祖先が周期ゼミへと進化していく物語を提唱しました。この物語では、氷河期での進化の連鎖反応という仮説を元に、素数周期しか残らない理由を説明します。

周期ゼミの進化物語:

ステージ1:祖先ゼミ

周期ゼミの祖先は、日本のゼミのように温度に依存して成長し、7年前後で成虫になり、毎年発生していた。

ステージ2:氷河期における生活史の長期化

氷河期の到来による森林の消失で、個体群がほぼ絶滅した。わずかに残った森林がレフュージア(待避地)となり、そこでゼミは生き延びた。しかし、それらのゼミも寒さによって成長が遅れ、幼虫期間は13-17年へと長期化した。

ステージ3:レフュージアでの周期性の獲得

生息地の減少と幼虫期間の長期化により、成虫密度が激減し、雌雄の出会いが困難になってしまった。運よく出会えた雌雄『周期ゼミのアダムとイブ』から、子孫同士の出会い効率が高くなる様々な周期の周期性がうまれた。

ステージ4:素数周期の選択

間氷期(氷河期中の暖かい時期)になると、分布が広が

り、様々な周期のゼミが出会い交雑して絶滅していった。最小公倍数からわかるように、他の周期との出会いの最も少ない13・17年の素数周期だけが生き残った。

この周期ゼミの進化物語を数理理論と実証研究を用いて検証してきました。理論研究では、様々な周期からアーリー効果(個体数が少ないと増殖率が下がること)によって素数周期だけが残ることをシミュレーションから明らかにしました。素数の中でも13年と17年周期だけが生き残った理由としては、氷河期の環境とゼミの成長速度が大きく関与しているのではないかと考えています。実証研究では、13・17年周期が3つの系統で別々に得られた能力であることを分子系統解析により立証しました(図2)。このように、特異な性質を持つ周期ゼミを用いて、理論・実証研究を統合することで、生物進化のメカニズムを解明してきました。

今後の展望

周期ゼミの進化物語の検証を、理論的には周期性の進化シミュレーションから、実証的には周期遺伝子の特定から取り組んでいきます。さらに、この研究から、環境変動による絶滅を避ける戦略の重要性を明らかにしたいと考えています。

関連する科研費

平成18-19年度 基盤研究(C)「周期ゼミの進化プロセス」

平成22-26年度 基盤研究(A)「周期ゼミの進化史とそのメカニズム」

平成22-25年度 基盤研究(B)「短期的利益と長期的利益間の絶滅回避を巡る適応動態」

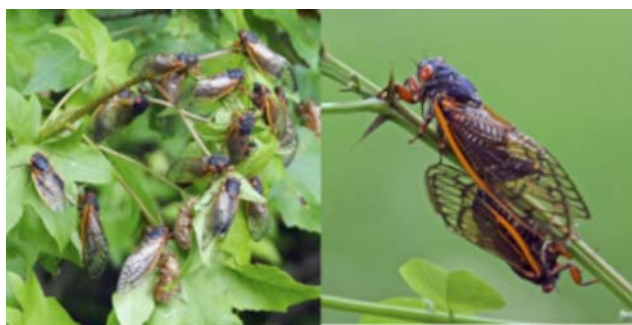


図1 周期ゼミの大発生(左)と交尾(右)の様子。

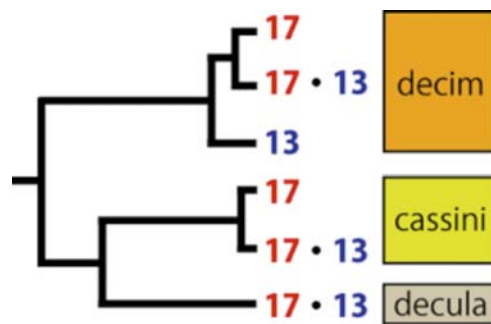


図2 周期ゼミの分子系統樹。3つの系統(decim, cassiniとdecula)で17年周期と13年周期を別々に獲得したことが分かる。

(記事制作協力:日本科学未来館 科学コミュニケーター 大淵 希郷)

リンゴの1世代を1年に短縮する 新育種技術

岩手大学 農学部 教授
吉川 信幸



研究の背景

「桃栗三年、柿八年、梨の大馬鹿十八年」のことわざにあるように、果樹類は種子が発芽してから数年～数十年の間、開花・結実しません。そのため、果樹類の品種改良には数十年という非常に長い期間が必要になります。リンゴでも種を蒔いてから開花するまでに通常5～12年かかります。もしリンゴが一年生の草本植物と同じように、1年以内に開花・結実して種子ができれば、品種改良にかかる期間を大幅に短縮できることになります。

研究の成果

私たちは科研費の支援を受け、植物に無害なウイルスであるリンゴ小球形潜在ウイルス(ALSV) (図1 (A)) を、遺伝子の運び屋であるウイルスベクターに利用する技術開発に取り組んできました。最近、このALSVベクターにシロイヌナズナの花成ホルモンである“フロリゲン”遺伝子 (*AtFT*) とリンゴの開花抑制遺伝子 (*MdTFL1-1*) の一部を連結したベクター (ALSV-*AtFT*/*MdTFL1*) (図1 (B)) を作出し、発芽直後のリンゴに感染させました。その結果、感染リンゴの90%以上が1.5～3ヵ月で早期開花し、数ヶ月にわたって開花を続けました。早期開花リンゴの花に人工授粉すると、果実が形成され (図2)、正常な種子も得られました。さらに、これら

の種子由来の次世代リンゴはすべてウイルスには感染していませんでした。以上のように、ALSVベクターを利用して通常5～12年を要するリンゴの1世代を1年以内に短縮することに成功しました。

今後の展望

本技術は、品種改良を目的としたリンゴの早期開花と世代促進のために、組換えDNA技術 (ALSVベクター) を利用していますが、得られた次世代リンゴにはその痕跡 (ウイルスベクターや導入遺伝子) が残りません。またリンゴ以外の果樹類や花卉類でも、開花促進を含めた様々な場面で応用が可能です。本技術は基礎研究の段階をほぼ終了し、応用ステージにあります。今後、この新育種技術が新品種の開発を迅速化し、わが国の農産物の競争力強化の一助となることが期待されます。

関連する科研費

平成15-18年度 基盤研究 (B) 「果樹潜在性ウイルスベクターを利用した果樹への新機能付与技術の開発」

平成20-22年度 基盤研究 (B) 「潜在性ウイルスを利用した新規RNAサイレンシング誘導ベクターの開発とその応用」

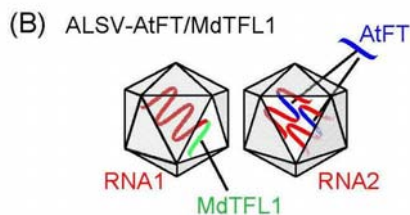
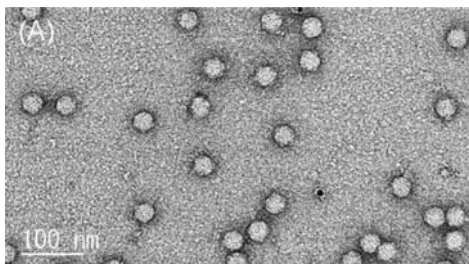


図1 (A) ALSVの電子顕微鏡像。ALSVはRNA1とRNA2をゲノムとしてもつ径25 nmの2粒子性ウイルスである。(B) *AtFT* 遺伝子全長と *MdTFL1* 遺伝子の一部を連結した ALSV ベクター (ALSV-*AtFT*/*MdTFL1*)。



図2 ALSV-*AtFT*/*MdTFL1* に感染したリンゴ実生苗の早期結実。種子の発芽後約11ヵ月の写真。

(記事制作協力: 科学コミュニケーター 福成 海央)

一酸化窒素を解毒するペプチドとカビのバイオテクノロジー

筑波大学 生命環境系 教授
高谷 直樹



研究の背景

カビは日本人の生活に深く関わる生き物です。カビに嫌なイメージを抱く人もいるかもしれませんが、和食に欠かせない醤油や味噌、日本酒の醸造・発酵に欠かせない麹菌もカビの一種です。また、一酸化窒素(NO)は生体分子との反応性が高く、様々な生命現象に不可欠なシグナル分子として知られています。幅広い生物の細胞がNOを解毒するメカニズムを持っていますが、カビによるNOの解毒については多くが未解明でした。そこで、私たちは、麹菌とも類縁な *Aspergillus nidulans* を対象として、カビのNO解毒に関わる遺伝子を探索してきました。

研究の成果

私たちは今回、iNTと名付けた23アミノ酸からなるペプチド(小さなタンパク質)を発見し、iNTがNOを解毒する新たなメカニズムを構成することを解明しました。

iNTの遺伝子を働かなくした *A. nidulans* をNO含有培地で育てたところ、生育しにくくなったことから、iNTがNOに対する耐性化に関わることがわかりました(図1A)。そしてこの耐性化の仕組みを調べ、iNTが持つ6つのシステインのチオール基がNOと反応してニトロチオールを形成し、細胞が普遍的に持っているチオレドキシシン系によって再び元のiNT

へ戻されることを明らかにしたのです(図1B)。

iNTは、システインに富んだいわゆるチオネインファミリーに属するペプチドですが、NOによって発現誘導され、NOの耐性化に関わるという新たな性質を持っていたのです。チオネインファミリーは、NOではなく重金属によって発現誘導され細胞を重金属に耐性化させるメタロチオネイン(MT)があることで有名でした。iNTという命名は、NO誘導型のニトロ化されて機能するチオネイン(inducible nitrosothionein)という特徴に由来します。

今後の展望

麹菌をはじめとするカビを用いたバイオテクノロジー産業の価値は莫大で、発酵食品や医薬品、身近な製品に含まれる酵素などが生産されています。本成果は、NOから受けるダメージに強いカビの育種などを通じ、発酵生産条件下でカビの能力を最大限に引き出す技術の発展につながると期待されます。

関連する科研費

平成21-23年度 基盤研究(B)「真菌の低酸素応答・適応・生存戦略の分子機構」

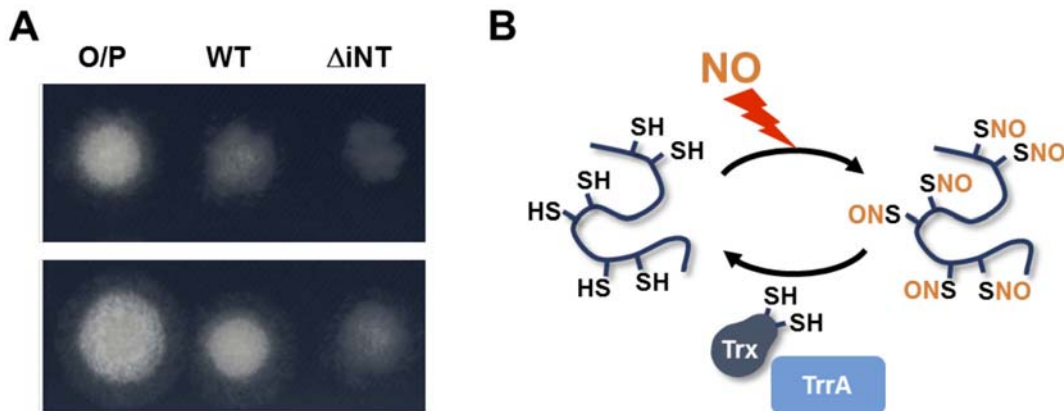


図1 新規ペプチドiNTによるNO解毒・耐性化
A.NO供与体(酸性亜硝酸塩)含有培地上での *A. nidulans* の生育。10⁴個(上段)、10⁵個(下段)の *A. nidulans* の分生子を植菌した。O/P、iNT高発現株; WT、野生株; ΔiNT、iNT遺伝子破壊株。
B.iNTによるNO解毒・耐性化モデル。青線、iNT; Trx、チオレドキシシン; TrrA、チオレドキシシン還元酵素TrrA。

(記事制作協力:日本科学未来館 科学コミュニケーター 谷 明洋)

早発閉経の 新たな不妊治療法の開発

聖マリアンナ医科大学 医学部 准教授
河村 和弘



研究の背景

早発閉経は、何らかの理由により、卵子の源である卵巣内の原始卵胞が急激に減少し、40歳未満で卵胞が発育しなくなり、無月経となる疾患です。不妊症の中でも患者数は比較的多く、女性の100人に1人が発症すると言われています。現在のところ、最も有効な治療法は、若い女性からの提供卵子を用いた体外受精です。しかし、この方法には、第三者からの卵子提供に対する抵抗感や、免疫寛容の観点から妊娠合併症のリスクが高まる可能性もあり、新たな治療法の開発が急務でした。通常、卵巣には多数の休眠原始卵胞が存在し、月経の度にその一部が活性化して発育を開始します。活性化は卵巣内の残存原始卵胞数が一定値以下になると停止します。私達は、早発閉経患者の卵巣にわずかに残っている、自然には活性化できない原始卵胞に着目し、これを人為的に活性化し、自らの卵子で妊娠できる新しい不妊治療法を開発しました。

研究の成果

細胞の成長・生存シグナルとして知られるPI3K-Akt経路に注目し、遺伝子改変マウスの表現型から、原始卵胞内のAkt経路が卵胞の活性化に重要であると考えました。マウスおよびヒトで、Akt経路を刺激する薬剤により人為的な卵胞活性化が可能であることを示しました(Li and Kawamura et al. PNAS 2010)。動物実験による安全性

の検証、倫理委員会の承認を経て、早発閉経患者に対する本法の臨床研究を開始しました(図1)。腹腔鏡手術により卵巣を体外に摘出し、残存卵胞を含む卵巣皮質を取り出し、凍結保存します。その間に卵巣にどの程度卵胞が残っているかを調べます。その後、凍結卵巣皮質を解凍し、Akt経路刺激剤を含む培養液で48時間体外培養を行います。培養終了後、再度、腹腔鏡手術により、卵管を被う漿膜と卵管の間に卵胞を活性化した卵巣皮質を移植します(図2)。成功すれば、卵胞が発育し、採卵・体外受精胚移植により妊娠が可能となります。昨年、この技術により初の児が誕生し(Kawamura et al. PNAS 2013)、世界各国のメディアで紹介され、TIME誌の選ぶ2013年10大医療ブレイクスルーの1つに認定されました。

今後の展望

出生した児の長期的な調査を行う一方で、移植卵巣の生着率の向上や、卵巣摘出を行わずに卵巣へ薬剤の直接注入を可能にすることで、より有効かつ安全な治療法を目指して研究を進めていきたいと思っています。

関連する科研費

平成24-26年度 基盤研究(B)「休眠原始卵胞の人為的活性化技術を応用した新たな不妊治療法の開発」

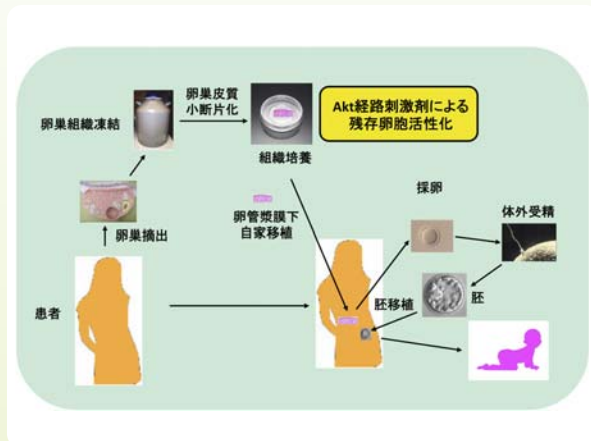


図1 卵胞活性化による早発閉経の新しい不妊治療法の概要。卵巣摘出—卵巣凍結—卵胞活性化—卵巣移植—採卵—体外受精胚移植からなる。

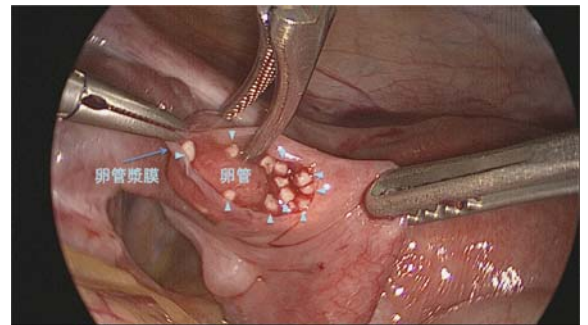


図2 腹腔鏡下卵巣移植の手術所見。卵管の漿膜と卵管の間に体外卵胞活性化培養後の卵巣断片(矢頭)を移植した。

(記事制作協力:日本科学未来館 科学コミュニケーター 堀川 晃菜)

活動電位は軸索の伝導中に制御される

東京大学 大学院薬学系研究科 准教授
池谷 裕二



研究の背景

脳の神経細胞は、受け取ったアナログ入力をデジタル出力する「アナログ→デジタル (A→D) 変換素子」です。つまり、軸索起始部で発生した活動電位は、その後、減衰することなく軸索の終末まで均一に伝播し、シナプス出力に直結します。この原理は「all-or-noneの法則 (悉無則)」と呼ばれ、教科書的に広く知られている基本則です。ところが今回私たちは、こうした古典的な構図に反し、「活動電位が軸索伝導中に変形されうる」こと、そして、「その変形によってシナプス出力がアナログ的に調節されうる」という驚くべき現象を見出しました。

研究の成果

大脳皮質の神経細胞の軸索は非常に細いため (直径1 μm以下)、電気生理学的特性を知ることは極めて困難でした。この問題を解決するため、我々は蛍光ガラス電極を新たに開発しました。この電極を用い、今回、ラット海馬スライス標本のCA3野錐体細胞の軸索からパッチクランプ記録を行うことに成功しました (図1)。そして、神経伝達物質であるグルタミン酸を軸索に局所適用すると、その下流の軸索で記録

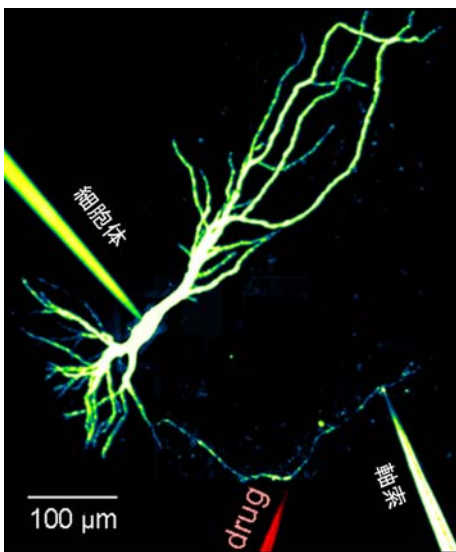


図1 ガラス電極可視化法を用いることで神経線維からの直接記録を可能にしました。

される活動電位の幅が増大するという興味深い現象を見出しました。軸索周辺のアストロサイトを活動させた場合にも、同様の作用を認めました。さらに、シナプス結合を形成している神経細胞ペアからパッチクランプ記録を行うことで、活動電位幅の増大が、実際に、軸索終末でのシナプス出力を増強することを明らかにしました (図2)。

今後の展望

今回見つけた活動電位幅の調節能は、出力線維の“配線構造”が局所的演算の基盤となり、選択的な出力調節が可能であることを示しています。興味深いことに、この現象は記憶・学習に重要とされる「海馬」で発見されたものです。記憶・学習の形成に、軸索の局所調節が関与しているかもしれません。この現象が、どんな生物学的な意味を持っているかを知るためには、今後の研究の展開が必要です。たとえば、アルツハイマー病などの認知症ではアストロサイトの機能異常が知られておりますので、軸索調節機構が支障を来している可能性について追求したいと考えています。

関連する科研費

平成22年度 新学術領域研究 (研究領域提案型) 「メゾ回路のグラフ依存的な演算特性の解析」

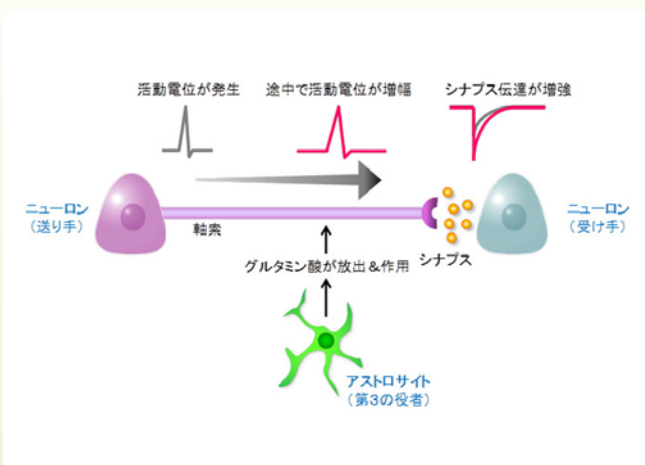


図2 軸索付近に存在するアストロサイトからグルタミン酸が放出されるとそこを伝導する活動電位の幅が増大します。

(記事制作協力: 日本科学未来館 科学コミュニケーター 鈴木 啓子)

「芽が出る前の研究への支援を」

福島大学 学長
に つ の おさむ
入戸野 修



卒業研究を行うための研究室への所属時、指導教授からいろいろと実験研究についての心構えを教示された。その中で今でも心に残っており、新しい研究を始めるとき、常に気になることばがある。それは「研究は装置が行うものではなく、人が行うものだ」である。1965年頃研究室には高級装置はなく、研究目的を達成するために必要不可欠な条件を満たした手造り装置が沢山あった。

われわれは、「学問の発展は何もないところに実験装置を造り、また新しい分野を開拓するところにある」と思考改造され、また「市販装置では誰もが同じ程度の研究しかできず、新しい未知の分野は開拓できない」と折伏された。私の研究テーマは、大きな完全結晶の構造欠陥の観察に関する研究で、当時研究室では実施されていなかった。そこで、高圧トランスや光学ゴニオメーターなど廃棄備品を物理学研究室から譲り受け、電気部品等を集めX線発生装置の製造から始めた。研究背景のレビューと実験技術の習得、そして観察装置の設計開発に専念した。新しい様式の実験装置(X線回折顕微装置)を町工場の工員さんと一緒に、設計製造できたときは、無から有への変化はやる気を倍増させるものだと実感した。それらの研究成果が、指導教授が代表者となった科研費獲得に繋がり、そのお蔭で、今度は大企業との共同研究で超高真空微焦点X線発生装置を開発した。銅ひげ結晶は中軸らせん転位を含まないが、それでもひげ結晶が成長するという新しい成長モデルを提唱した。さらに、銅ひげ結晶の変形時に転位が増殖する様子を連続撮影し、変形機構を解明した。また、銅ひげ結晶の表面および内部が完全結晶であることを活用し、銅のX線原子散乱因子 f_{220} を精密決定した。これら一連の研究成果は学位論文として結実した。

科研費を申請できる助手となり、1974年のフランス留学帰国後、形状記憶効果を示す超弾性型相変態に関する研究で科研費を初めて獲得した。幸いに、その後関係する研究課題は進展し科研費に連続採択され、結局1997年から3年間の特定領域研究(A)にも採択された。その中で一部の研究課題の班長を務めて、全体の研究成果を上げるには適切な研究協力体制を整備することが重要であることを学んだ。

卒業生の多くが電気関係企業等に就職するという研究室の事情を配慮し、1982年頃には、新しく磁性金属薄膜製造の研究を開始した。中国からの研究留学生が増加し、彼ら

と一緒に、薄膜製造装置の製造を開始した。科研費の研究計画調書では、研究課題に関するそれまでの応募者の研究成果を記載する部分が多く、しかも具体的な成果や期待される成果についての詳細な記載が求められていた。不十分な手造り装置では、満足な内容の研究結果の記載は至難の業であった。幸いに、高速堆積方式の直流対抗型スパッタ装置と試料周りの特徴ある装置設計と研究目的の独創性が審査員に評価され、同じ時期に2つの科研費が3年間採択された。彼らは帰国後、装置の製造体験を活かし新しい薄膜装置を開発し、現在も研究を続けている。新しい研究課題の応募時に学んだことは、それまでの他者の研究成果を凌駕する、新しい研究成果が保障されるような研究目的を具体的に明示する研究課題が高く評価されるという印象を持った。いずれにしても、それまでの他者の研究課題との違いを明確にし、新しい成果の可能性を具体的に実証できる記述に心掛け、研究内容を分かり易く、魅力あるものに書き上げることが不可欠であることは言うまでもない。

ところで、私は、大学の研究体制に必要なのは、基礎的な研究を重視し、直ぐには目に見えるような成果に繋がらないような研究テーマが継続できる研究環境を確保することであると思っている。しかし、現実にはアイデアだけでは研究は開始できないので、最低限の基盤研究費は不可欠である。世界に伍するためには、科学技術の進歩に選択と集中を図るだけでは、裾野の基礎科学分野を広げて若い研究者の挑戦心を鼓舞するようにはならない。現実には裾野の部分を狭くして、高いもののみを先鋭化する科学政策がとられている。私は、ノーベル賞受賞者を増やす国の政策としては、選択と集中による絞り込み研究費投入政策よりも、広く若手研究者を対象に、多様性のある、それ故に未知なる将来的成果が期待できる研究分野にも、一定程度の支援をする方が効率的だと思っている。新しい研究課題を始める時には真に必要なとするのは、知識や設備よりも、むしろ意欲、つまり何としても自分が最初に研究を開始したいというやる気である。人間の諸活動を有為なものにするには「自由と拘束とのバランス」が大切だと思っている。決められた研究のみに拘束されるのでは、新しいことを目指す「やる気」の育つチャンスが失われかねない。その意味では、科研費が不採択の時期は、一種の飢餓状態であり、新しい発想が芽生える効果的の時期と考えてはどうだろうか。若い研究者が絶えず新しい研究課題に挑戦できる研究環境を整備する基本政策への変革が強く望まれる。

「私と科研費」No.59(2013年12月号)

「調査研究を支える科研費」

帯広畜産大学 理事・副学長
金山 紀久



私の研究分野は、科研費の「系・分野・分科・細目表」の区分に従うと、系は生物系、分野は農学、分科は社会経済農学である。2012年度までの分科名に相当するのは農業経済学で、私がいちばん慣れているのはこの名称である。生物系に農業経済学という社会科学の分科が存在することに違和感を覚える方もいるかもしれないが、農学が、「人間の生活にとって不可欠な農林水産業ならびに自然・人工生態系における生物生産と人間社会との関わりを基盤とする総合科学であり、生命科学、生物資源科学、環境科学、生活科学、社会科学等を重要な構成要素とする学問」(農学憲章、平成14年6月6日全国農学系学部長会議制定)であるとの考えから一つの分科として位置づけられているのだと思う。これが農学分野の特徴であり、農業経済学は生物生産と人間社会との関わりを基盤とする社会科学ということになる。

今日、TPP問題に代表されるように、一国の制度は海外の動向に強く影響を受ける構造になってきており、新たな制度設計を考える場合、海外の動向を十分に理解して適切に対応しなければならない。20年近く前の科研費では、海外調査が可能な研究種目は限られていた。私は当時、農産物、特に青果物流通に関する研究に取り組んでいたが、限られた文献からの情報でしか海外の青果物の流通実態を知ることができなかった。正直、青果物流通は日本のような制度が主流であると認識していたのである。私が科研費ではじめて海外調査を行ったのは1997年で、当時鳥取大学農学部の笠原浩三教授が研究代表者であった基盤研究(A)の課題「画像情報に基づく青果物貿易インターネット・システムの条件整備に関する調査研究」においてであった。インターネットを通じた青果物の取引は今日では特別なものではないが、当時、インターネットが普及する初期の段階であったことから取り組むべき新しい研究課題であった。この研究を進める過程で、海外の青果物流通の実態を合わせて明らかにすることが必要であったことから、海外の青果物流通の実態を調査することになった。調査の結果、特にオランダの青果物市場の急速な変化には非常に驚かされた。オランダの青果物市場の文献を整理し、日本では行われていなかった複数市場連結同時せりなどについて詳しく調査する予定であった。しかし、現地ではすでにせり中心の取引から相対取引へと大きく舵を切っており、せりによる青果物取引の先進地ではなくなっていたのである。この研究が契機となって、その後の研究の視点に、日本と海外との相対化ができる調査内容を計画に組み込むことの重要性を強く認識することになった。

その後、科研費で海外調査することが制約的ではなくなり、

海外との比較研究を進める上で大いに支えとなった。私が研究代表者となり採択された基盤研究(B)の課題「フードシステムにおける農産物流通の進化論的比較制度研究」では、農産物流通の構造が技術進歩とそれに伴う生産、小売構造の変化に伴って一つの方向に変化していく力が働くが、それまでの歴史的、社会的影響を受けて経路依存的に変化を遂げていくことを、いくつかの特徴的な国と比較して明らかにし、それまでの研究成果を発展させることができた。

また、研究課題は所属する組織のミッションにも当然規定される。2000年以降、大きな食中毒事件の発生やBSE問題が発生し、食の安全が大きな社会問題となった。帯広畜産大学では、2002年に21世紀COEプログラムにおいて「動物性蛋白質資源の生産向上と食の安全確保 -特に原虫病研究を中心として」の課題が選定され、食の安全確保、畜産衛生に関わる教育研究体制を推進強化することになった。私の研究課題にもそれまで取り組んできたフードシステム研究の中に食の安全性に関わる課題を取り込むことになり、この新たな取り組みのもと私が研究代表者として採択された課題が、基盤研究(B)「バイオセキュリティ確保と経済的家畜保健衛生管理・支援システムの構築に関する研究」である。この研究課題では、個別の畜産経営においてバイオセキュリティを確保するためには、家畜疾病防止対策が規範としてだけでなく、経済性に対する認識を踏まえて実施することが重要であることを明らかにした。その後、私が研究代表者である課題で、基盤研究(B)「食の安全確保のためのフードシステムにおける生産・供給主体の行動経済学的研究」が採択され、さらに研究を進展させることができた。

以上に述べた課題以外にも、私が研究代表者となって採択された一般研究(C)や基盤研究(C)、研究分担者となった課題がいくつかある。もし科研費の支援がなければ、私の実態調査を中心とした研究は十分な成果を得られなかったと思う。社会の変化が激しい今日、その変化を適切に切り出し、次への変化を切り取る研究へつなげていくためには、適切な調査計画の組み立てが重要であり、その調査のための支援は必要不可欠である。科研費の事業は、研究者の参加によって制度の検証、改革を含め公平に運営されており、我が国における多様な学術研究分野の発展をもたらし、学術の振興に非常に重要な役割を担っている。これまでの科研費による研究支援に感謝するとともに、今後のさらなる充実を期待したい。

エッセイ「私と科研費」

我が国の超伝導研究 — 科研費によって基礎研究が大輪の花へ —

1. 日本発の新超伝導物質の発見

「超伝導」は「物性の華」である。金属における電気抵抗の消滅というドラマチックな現象のために一般的にも広く興味をもたれ、超伝導出現温度（臨界温度と呼ばれる）が少しでも高い物質の探索が世界中で「ひそかに」かつ「着実」に進められている。最近、秋光純氏と『超伝導ハンドブック』をまとめたが、過去30年間に発見された「物質科学」上インパクトの大きい新超伝導物質の多く（ほとんどすべて！）が日本発であることを改めて確認した。概略は以下のとおりである。「銅酸化物における高温超伝導の確認と構造決定（1986）」（田中昭二、北澤宏一、内田慎一、高木英典）を筆頭に、「ビスマス系銅酸化物（1988）」（前田弘）、「電子型銅酸化物（1989）」（十倉好紀、内田慎一、高木英典）、「 Sr_2RuO_4 （1994）」（前野悦輝）、「梯子型銅酸化物（1996）」（秋光純、毛利信男）、「 MgB_2 （2001）」（秋光純）、「コバルト酸化物（2003）」（室町英治）、「鉄ニクタイト（2006,2008）」（細野秀雄）の発見等と圧倒的である。

これらは当然国際的に重要な賞を受賞している（個人的には、田中昭二氏らがノーベル賞の対象にならなかったのは残念）。

なぜこのように超伝導について数多くの重要な研究成果が生まれているのか？ このことを考える際のキーポイントは、超伝導の出現には固体中の電子状態の詳細が関与しているため総合的な研究が必要であり、従って基礎研究が極めて重要な役割を果たす、ということである。地道な研究の積み重ねと極めて低い確率の「幸運」によって初めて興味ある「新超伝導物質」発見となり、発見者はたちまち科学界のスターとなる。

2. 高温超伝導研究の勃興

我が国における系統的超伝導研究事始めは、中嶋貞雄東京大学物性研究所教授（1981-1984所長）をはじめ理論家13名のグループによる昭和56年度（1981年度）科研費総合研究（B）「新しいタイプの超伝導」である。1980年前後に「重い電子系」「有機（分子性）結晶」「 ^3He 」等においてその後の物性研究に大きな影響を与えた超伝導・超流動の発見が相次いだ。上記総合研究（B）はそのような多様な超伝導についての系統的理解を目指したものであった。その結果、超伝導研究の機運が盛り上がり昭和57年度（1982年度）に総合研究（B）さらに昭和59年度（1984年度）に特定研究「新超伝導物質」（3年間）が中嶋貞雄教授を中心に

活動を開始した。この研究グループ発足に向けての中嶋貞雄・田中昭二・安河内昂3先輩の意見交換は私の狭い研究室で行われたが、その意気ごみは大変なものであった。グループ構成については、従来の理論家主体を基本的に変更し、多数の実験家、とりわけそれまではあまり注目されていなかった物質合成の研究者を含め32名のメンバーで発足した。この研究グループの誕生は超伝導研究のみならずその後の物質科学研究に世界的な観点からも極めて大きな意味を持つことになる。この研究グループの目標について中嶋貞雄教授は1983年第6回谷口国際シンポジウムで紹介し、さらにノーベル賞受賞者3名を含む10数名の国際的に著名な研究者に手紙を送った。それに対して、多くの「激励」はもちろん、それとは反対に「研究費獲得を狙った根拠のない提案」という激しいコメントもあった。John Bardeen（「トランジスターの発明」と「超伝導理論」でノーベル物理学賞を2度受賞）からは暖かく丁寧なはげましの言葉があった。Bardeen、中嶋両先生はその風貌と研究への思い入れ・話し方が大変よく似ていた（図1）。最近では見ることのない「大学者」然としておられたご両人は今では故人である。「銅酸化物高温超伝導」という大発見はこの特定研究の活動期間中に起こったのである。1986年11月伊豆網代での研究会で当初のプログラムを変更して行われた田中昭二グループによる「銅酸化物における高温超伝導確認」は参加者全員を興奮のつぼに引き入れた。たまたま、その発表のあった晩に研究会の会場から三原山噴火が赤々と見えたのは印象に残っている。



図1 中嶋貞雄・John Bardeen両先生（1986年5月 東京大学物性研究所）。

著者:福山秀敏 東京理科大学総合研究機構長、東京大学名誉教授

略歴:元東京大学物性研究所所長。高温超伝導において理論と実験の両面で指導的役割を果たす。平成15年紫綬褒章受章。

3.日本起原の世紀の大発見

その後、田中グループではのちに「4人組」と呼ばれた田中昭二・北澤宏一・内田慎一・高木英典の4氏(図2)が昼夜を問わない集中実験を重ね超伝導出現の舞台となっている結晶構造を確定し、その結果を持って北澤氏が12月初めの米国ボストンであったMRSという会議で発表、これで世界中に「火が付いた」。この世紀の大発見に対応して特定研究「新超伝導物質」に加えて昭和62年度(1987年度)に急遽特定研究「酸化物高温超伝導体の研究」が設定された。



図2 銅酸化物高温超伝導フィーバーの火付け役4人組(左から、北澤・田中・内田・高木の各氏)(1986年)。

図3にあるように、銅酸化物の発見によりそれまでの臨界温度最高値23Kであったものが当初の約30Kから1987年春にかけて瞬く間に100K近くまで上昇した。液体窒素沸点77K(摂氏-196度)を越えたため「超伝導の実用化」への期待から大きな社会的な関心を引き起こし、世界中で「臨界温度競争」が繰り広げられた。“高温超伝導フィーバー”である(図3にはその後の高温超伝導物質、MgB₂および鉄系についても記載した)。全国紙が朝刊1面に研究活動をシリーズで紹介したり、さらに何冊かの漫画本の出版もあった。その一例が図4である。普段顔を合わせる同僚が漫画本の主役や脇役になって登場することには大変新鮮かつ不思議な印象を持った。これらメディア報道には研究活動の内容ばかりでなく、「XX一門」という研究者の人脈紹介まであった。この頃、「どこで何度

になった」「Xさんが何度を出した」という電話が世界中を飛び廻ったが、我が家にも毎晩多くかかってきた。当時小学低学年だった息子から「今日は何度になったの?」と尋ねられることもしばしばであった。

このような激動期における研究結果の発表形態には少なからず問題もあった。電気抵抗の測定という基本的な作業においてもしばしば初歩的なミス(たとえば、ありえない“マイナスの抵抗”)とそれに基づく「驚異的結果」が報道されることもあり、科学界の信用問題に関わるというので中嶋先生による「研究者はモラルが大切」というメッセージや田中先生による「超伝導を確認する3原則」の表明等が新聞に掲載された。

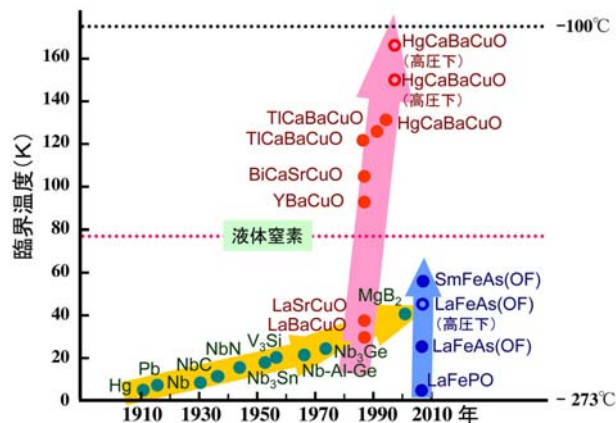


図3 超伝導臨界温度の時代変化。



©石森プロ

図4 『石ノ森章太郎の「超電導講座」』(講談社、1988年)の表紙とその1ページに中嶋先生登場。「特定研究」の文言がある。

3. 科研費から生まれたもの

1987年3月ニューヨークで開催されたアメリカ物理学会特別シンポジウムは立錫の余地もない会場で(参加者は2000人を超えたとされている)、午後7時半に始まった報告が終了したのは翌朝午前3時過ぎ。このシンポジウム直後に国際電信電話株式会社の企画でニューヨークのスタジオの田中先生・スタンフォード大学ピーズレイ教授らと東京大手町の中嶋先生らとの間のテレビ討論が衛星で結ばれ、このことも新聞で紹介された。この集会は参加者の多さから後日「物理学のWoodstock」と呼ばれた(この会議出席のためケネディ空港から乗ったタクシー運転手が、マンハッタン島直前のイーストリバー手前で急に脇道にそれて廃墟の前で停車、そこで法外な料金の請求。北澤さんが「それはおかしい、警察に行こう」と元気。脇の田中先生が気をもんで「北澤君、しょうがないよ」と大人の分別を示され無事ホテルに到着)。その直後にあった名古屋工業大学での日本物理学会でも800人収容の会場に2000人が午前9時半から午後11時過ぎまで熱い議論を交わした。また5月米国アナハイムでのMRS会議では、欧米による「基礎科学日本ただ乗り論」をこの際払拭するという田中先生の方針のもと、北澤さんが大奮闘して急遽用意された日本の研究論文を別冊特集したJJAP Letters1000部が会場で配布された。さらにその年の8月には3年毎に開催され第18回を迎えた低温物理学国際会議がたまたま京都で開催されたが、ここでも多数の事前登録に加えて予想をはるかに超える当日受付があり「大混乱」(図5はこの会議の様子)。このような大きな会議の準備で最大の悩みは必要経費の確保であり、企業からの寄付金が頼り。当初渋かった企業が1987年初頭から「超伝導」というキーワードに強く反応するようになり目標額を超えることが確実になり、募金担当者は「せっかくお願いしておきながら、もうわけございませんが」と一部減額を申し出るとい

う、同じ寄付の件で2度頭を下げる前代未聞の状況に遭遇した。

この頃の情報伝達手段は電話とファックスであり、それらが世界中を行き交った。当時六本木にあった東京大学物性研究所の私の研究室に届いた論文ファックス資料は短期間に8cmの厚さのファイル200冊に及んだ。これを理論研究室サロンで公開し、並行して毎週物性研究所で「報告会」を開催した。毎回超満員だった。結果的にその後の我が国の「物質科学研究」が世界をリードする状況になることに大きく貢献した「全国共同利用研究所」としての役目でもある、この「情報公開」をはじめ様々な研究活動は研究者ばかりでなくそれを支える多くの方々の協力で可能となった。とりわけ我が国はおろか世界各地との連絡・連携には当時研究室秘書の丸山志津枝さんの力に負うところが大きい(彼女に世話にならなかった人はほとんど皆無。四半世紀後の本稿の準備に際しても彼女から協力を頂いた)。また、アメリカ物理学会誌Physics Todayと提携している月刊科学誌が毎月「トピックス:高温超伝導の新展開」(図6)として怪情報が飛び交う混乱状況の中で最新かつ信頼がおける研究結果を選んで特集したことも、「物質科学」研究者コミュニティの健全さを保つ上では重要な役割を果たした。この特集の冒頭は北澤氏による「姿を現したU.S.O.—高温超伝導体」である(U.S.O.は「ウソ」ではなくUnidentified Superconducting Object(未確認超伝導物質)の略、もちろんUFO(未確認飛行物体)を意識している)。

4. 「革命的状況」と「深刻な対立」

「銅酸化物高温超伝導発現機構の究明とさらなる発展」を目指した研究活動は、その後、重点領域研究「超伝導発現機構の解



図5 「第18回低温物理学国際会議」。満員の京都国際会議場、前方に多くの報道陣が見える。



図6 パリティ編集委員会編(1988)『高温超伝導—新展開のすべて—』(パリティ別冊シリーズNo.4)(丸善株式会社)パリティ誌で連載した「トピックス:高温超伝導の新展開」の記事とPhysics Today誌から翻訳された記事にあわせて、それまでの1年半余の展開についての総説記事を加えて1冊にまとめたもの。

明」(昭和63—平成2、領域代表者:武藤芳雄)「高温超伝導の科学」(平成4-6、領域代表者:立木昌)、「モット転移近傍の異常金属相」(平成7-9、領域代表者:福山秀敏)で展開された。

この間に研究者間に深刻な対立が徐々に生まれ、それは現在でも多少影を落としている。「銅酸化物」は物質の性質(「物性」)究明をめざす基礎科学である物性物理学の根本にかかわる問題を提起したのであった。それは物性のうちで基本中の基本である「電気が流れる」かどうか、すなわち「金属」と「絶縁体」の違い、の起源に係っている。物質は気の遠くなるような膨大な数の原子・分子の集団である(普通の物質 1cm^3 中の原子を仮にテニスボールで置き換えると一辺が3000kmの箱となる)。このため物質は凝縮系と呼ばれるが、これほどの多数の原子の集団の性質は個々の原子のそれとはまったく異なる。その象徴が「金属と絶縁体」なのである。その起源はもともと原子に束縛されていた量子力学的素粒子である電子が物質中で自由に動くようになるかどうかで決まる。絶縁体の起源には大きく分けて量子力学の基本である「パウリ原理」に由来する場合、マイナス電荷をもつ電子間の強いクーロン斥力相互作用(「強相関効果」と呼ばれる)に起因する場合があります、それぞれ「バンド絶縁体」、「モット絶縁体」とよばれる。バンド絶縁体に微量の電子が付け加わり、わずかに電気が流れる状況になったのが現代の高度科学技術の根幹を支える「半導体」であるが、銅酸化物高温超伝導は「モット絶縁体」にわずかな数のキャリアが加わった状況で出現する。モット絶縁体は「磁性」を持つので「銅酸化物高温超伝導」は「磁性」に隣接して出現しており、このことはそれまでの常識にはなかった。このような「従来の考え方を覆す革命的状況」は必ず社会に深刻な対立をもたらす。それまで「斯界の大家」と言われていた研究者がこの混乱状況では自明と思われることに異を唱えたり、一方、理解不能な提案をしたりして学界を混乱させることが世界中で起こった。残念ながら我が国もその一つであり、かつ深刻であった。科学の基本である「真実か否か」ではなく「多くの人がそう言っている」という「多数決」的判断も横行した(「真理探究」をめざす自然科学の世界に起こったこのような異常現象は「社会科学的分析」の対象となる資格が十分にある。状況が落ち着いてきた現在どなたか興味を持っていただけませんか?)。

5. 科研費によって基礎研究が大輪の花へ

その後、特定領域研究「遷移金属酸化物における新しい量子現

象—スピン・電荷・軌道結合系—」(平成11-15、領域代表者:前川禎通)について特定領域研究「異常量子物質の創製—新しい物理を生む新物質」(平成16-20、領域代表者:秋光純)と続き、上に紹介したように我が国の物性物理学研究の活動は世界の注目的的となっている。とりわけ「強相関電子系」の奥深さと拡がりをも明確に世界に発信し続けている。その典型がマルチフェロイックを中心とした十倉好紀氏の活躍であり、理化学研究所に物性科学では初めての戦略研究センターが2013年春に発足するまでになっている。一方、元来化学者で酸化物半導体の材料化を実現した細野秀雄氏は鉄系超伝導を発見した。細野氏はさらにエレクトライト(イオン結晶と同様な原子配置を持つが電子が陰イオンの代わりにする結晶)において超伝導の発見に加えてアンモニア合成の触媒としての可能性を提示し、基礎物質科学と材料工学の橋渡しをしている。これら国際的スターとその後に続く多くの若い世代が今後ますます活躍する状況が整っている。図7は高校生のための公開講座の一場面である。

このような物性物理学、より広くは物質科学において現在世界をリードする研究活動の状況は、ひとえに長期に亘る基礎研究への財政的支援の結果であり、ボトムアップ研究活動を支える科研費の重要性はいくら強調しても尽くせない。



図7 「高校生のための超伝導公開講座」(2011年3月 日本科学未来館)。左から、黒川(日本経済新聞社)、北澤、筆者、細野、秋光の各氏。(JST古川雅士氏提供)

6. 謝辞

本稿の執筆に当たり、東京都市大学学長、独立行政法人科学技術振興機構顧問、東京大学名誉教授 北澤宏一氏ならびに元東京大学物性研究所物性理論研究部門技術専門官 丸山志津枝氏にご協力いただいた。ここに謝意を表する。

4. 科研費からの成果展開事例

トライボロジー(摩擦・摩耗・潤滑科学)の基礎研究成果を活かした多方面への独創的製品開発への展開

東北大学・大学院工学研究科・教授 **堀切川 一男**

科学研究費助成事業(科研費)

SEM内摩擦実験によるセラミックスの微視的摩耗機構の解析(1993 奨励研究(A))

SEM内摩擦実験によるセラミックスの摩耗の微視的機構の解析(1994-1995 萌芽的研究)

摩擦・摩耗低減剤としてRBセラミックス粒子を活用した先進トライボマテリアルの開発(2012-2014 基盤研究(B))

低摩擦耐摩耗ゴム系複合材料及び高摩擦耐摩耗プラスチック系複合材料の開発(2013-2014 挑戦的萌芽研究)

2012-2013 科学技術振興機構 復興促進プログラム(A-STEP探索タイプ)「世界初の「変形しやすく振動吸収性に優れた低摩擦・超耐摩耗ゴム系複合材料」の開発」

2013-2015 科学技術振興機構 復興促進プログラム(マッチング促進 タイプI)「多機能・高性能CBN装甲タップの開発」



図 これまでに開発した主な製品(総開発製品数:60以上)

複雑な摩耗現象の発生条件を体系的に表す「摩耗形態図(ウェア・マップ)」を世界で初めて提案。英国の教科書に載るなど、トライボロジーの世界で高い評価を得る。

因果の論理的距離を両側から縮めて、問題を再設定する考え方で、独創的な問題解決法を生み出す発想プロセス「堀切川式因果短縮思考法」を確立。大学の研究シーズと社会のニーズを考え、独創的な発想を生み出し、研究・開発を行う。

地域の中小企業との共同開発により、長野オリンピックのボブスレー日本代表チームのランナー(ソリの部分)や、米ぬかを原料とする高性能・多機能炭素材料RB(rice bran)セラミックス、油の上でも極めて滑りにくい靴やサンダル、その場で回転ができる電動車いすなど、数多くの新製品を開発。平成15年度文部科学大臣賞・科学技術振興功績者表彰、平成19年第5回産学官連携功労者表彰科学技術政策担当大臣賞を受賞。

御用聞き型企業訪問を産学連携のモデル「仙台堀切川モデル」として確立。そのモデルの有効性を数々の製品開発で実証してきたコーディネート活動や、大学と自治体の人事交流を実質化して、地域のみならず日本全国にその成功モデルをアウトリーチしたことなどが高く評価され、平成23年度イノベーションコーディネータ大賞・文部科学大臣賞を受賞。

滑りにくい箸「竹取」を開発。食べ物との接触面積を増やすため、箸の先に四つの凹面を作り、二本で食べ物を抱きかかえる構造。凹面両端の凸面が食い込むため、大きいものでも簡単につかめる世界初、先端の「抱きかかえ構造」を編み出した。平成25年5月1日より発売。

サンゴの白化現象の機構解明と栄養塩循環の再評価

静岡大学・創造科学技術大学院・教授 **鈴木 款**

科学研究費助成事業(科研費)

モーリシャス周辺海域のサンゴ礁の生物・化学的調査:白化現象の特異性の原因調査(2003-2006 基盤研究(A))

モーリシャスサンゴ礁の白化の特異性:ミクロ生態系と物質循環の調査(2007-2009 基盤研究(A))

サンゴ礁生態系・物質循環共生系の素過程解明(2008-2012 新学術領域研究(研究領域提案型))

1999-2001 国際共同研究助成事業(NEDO Grant):地球環境(実用化研究)分野「海洋生態系への大気中二酸化炭素固定の促進のための生態工学的手法のフィジビリティスタディ」

2006-2007 RITE:プログラム方式二酸化炭素固定化・有効利用技術開発(先端的研究)「海洋酸性化による海洋生態系影響評価のための擬似海洋実験と生態系モデルの統合化による要素技術開発」

2005-2016 三菱商事50周年記念事業研究「国際サンゴ礁保全研究プロジェクト」

2010-2014 科学技術振興調整費(戦略的環境リーダー育成拠点形成)「生態系保全と人間の共生・共存社会の高度化設計に関する環境リーダー育成」

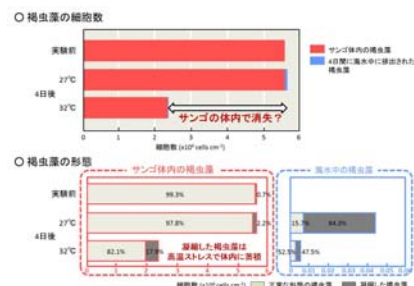


図1 サンゴ体内の褐虫藻および放出された褐虫藻の細胞数と形態。

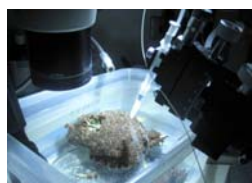


図2 サンゴ内部の試料採取(50μl/1ポリプ)とマイクロセンサー(溶解酸素)による世界で初めての研究。

従来、サンゴの白化現象は海水温の上昇が原因で、サンゴ内に共生する褐虫藻が逃げ出しサンゴが白く見えると考えられてきた。しかし、海水温と白化の程度に明確な定量関係がないこと、褐虫藻がほとんど逃げ出しているというデータがないことから、その原因は不明であった。また貧栄養海域のサンゴ礁の高い生産量が、何故維持されているのかの説明も不十分であった。

世界的規模でのサンゴの白化現象発生の際、高水温でもその被害が極めて小さかった西インド洋・モーリシャスのサンゴ礁を調査した。海藻群落との共存やシアノバクテリアの高い生産量がサンゴにプラスの影響を与えていること、白化しているサンゴには陸域バクテリアが影響を与えていることを明らかにした。

白化は水温の上昇、紫外線およびバクテリアの増加が原因となって、サンゴ内部で起きていることを明らかにした。また、褐虫藻は1%以下しかサンゴの外に放出されず、サンゴ内部で60~70%の細胞が縮小・破裂・透明になり色素を喪失していること、サンゴ内部の研究により、褐虫藻・バクテリアとの「マルチ共生」によってサンゴが生存していることを世界で初めて解明した。さらに、サンゴ内部や砂地・瓦礫等の高い栄養塩濃度から、サンゴ礁は「貧栄養海域」ではないことを明らかにした。

これらの業績により、2011年に海洋立国推進功労者(内閣総理大臣表彰)を受賞。2012年には国際サンゴ礁学会から最優秀論文賞を受賞。研究によって得られた知見は、サンゴ及びサンゴ礁の保全と再生を目指すプロジェクトに活かされている。

科学研究費助成事業 平成26年度予算案の説明

〔 H26助成額:2,305億円【対前年度 △13億円減】(※) 〕
〔 H26予算案:2,276億円【対前年度△105億円減】 〕

科研費はすべての研究活動の基盤となる「学術研究」を幅広く支援することにより、科学の発展の種をまき芽を育てる上で大きな役割を果たしており、前年度とほぼ同額の助成額を確保するとともに、以下の改善を図ります。

※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。

◆科学研究費補助金の使い勝手を更に向上させる「調整金」の改善

○平成25年度から導入した、基金化されていない補助金部分の前倒し使用や一定要件を満たす場合の次年度使用を可能とする「調整金」の改善を実施します。

◆日本学術振興会特別研究員(PD)の受入環境の整備

○若手の特別研究員の受入れ環境を整備できるよう、日本学術振興会特別研究員(PD)に交付する「特別研究員奨励費」に間接経費(直接経費の30%相当額)を措置します。

◆日本学術振興会へ交付業務を一元化

○日本学術振興会において業務を一体的に行うため、「特別研究促進費」及び「特定奨励費」の交付業務を移管します。これにより、科研費のすべての交付業務を日本学術振興会に一元化します。

平成26年度予算における「調整金」の改善

◎「調整金」の特徴

- 平成25年度予算において、基金化されていない科学研究費補助金部分の使い勝手を向上させるため、「調整金」の枠を設定。
 - これにより、研究費の「前倒し使用」、一定要件を満たす場合の「次年度使用」が可能。
- ※研究費を次年度に持ち越して使用する場合は、まずは繰越しによって対応することが基本。

◎平成26年度予算における「調整金」の改善のポイント

1. 次年度使用配分額の上限を原則として「未使用額全額」に(9割 → 全額)

現在、次年度使用の配分額は、予算の範囲内で、前年度の未使用額の9割を上限として配分することとしているが、原則として未使用額全額を上限として配分できることとする。

※全額配分が適切かどうかは別途添付する理由書によりチェック

2. 次年度使用の対象となる未使用額の下限の引き下げ(10万円以上 → 5万円以上)

現在、次年度使用の対象となる未使用額の下限は、10万円以上としているが、この下限を5万円以上とし、対象課題を拡大する。

3. 申請手続きの簡素化による次年度使用の調整金交付の早期化(10月下旬頃 → 8月下旬頃)

現在、次年度使用の調整金は各機関に10月下旬に送金しているが、申請手続きを簡素化し、交付時期を2ヶ月程度早期化する。

5. 科研費トピックス

「調整金」による科研費の前倒し使用・次年度使用

○基金化されていない科学研究費補助金部分の使い勝手を向上させるため、「調整金」の枠を設定するなどの改善を図る。

◆調整金による研究費の前倒し使用

○当該年度の研究が加速し、次年度以降の研究費を前倒して使用することを希望する場合に、当該年度の調整金から前倒し使用分を追加配分。追加配分した研究費については、次年度以降の研究費から減額。

	初年度	2年度	3年度
当初予定	1,000万円	1,000万円	1,000万円
変更後	1,000万円	1,000万円 100万円(調整金)	900万円 100万円(減額分)

調整金

◆調整金による研究費の次年度使用

○研究費を次年度に持ち越して使用する場合、まずは繰越によって対応することが基本。

○繰越制度の要件に合致せず繰越できない場合及び繰越申請期限以降に繰越事由が発生。

→当該未使用額を次年度使用することにより、より研究が進展すると見込まれる場合には、

・これを一旦不用として国庫に返納 ⇒ ・次年度の調整金から、原則として未使用額全額を上限として配分。

	初年度	2年度	3年度
当初予定	1,000万円	1,000万円	1,000万円
変更後	700万円 200万円(繰越) 100万円(未使用額)	200万円(繰越) 1,000万円 100万円(調整金)	1,000万円

調整金

国庫へ

「研究機関における公的研究費の管理・監査のガイドライン(実施基準)」を改正しました。

平成26年2月18日に「研究機関における公的研究費の管理・監査のガイドライン(実施基準)」(平成19年2月15日文部科学大臣決定)を改正しました。改正後のガイドラインは、平成26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、改正後のガイドラインに沿った所要の取組を行うとともに、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御覧下さい。

http://www.mext.go.jp/a_menu/kansa/houkoku/1343831.htm

新学術領域研究(研究領域提案型)・特定領域研究の中間・事後評価について

平成25年10月8日に開催した科学研究費補助金審査部会において、新学術領域研究(研究領域提案型)20領域の中間評価、21領域の事後評価及び特定領域研究4領域の事後評価について審議した結果、以下のとおり決定されました。

詳細な内容については、下記の文部科学省科研費ホームページをご覧ください。

http://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/hojyo/chukan-jigohyouka/1340743.htm

○新学術領域研究(研究領域提案型) 中間評価(対象20研究領域)

A+	研究領域の設定目的に照らして、期待以上の進展が認められる	2
A	研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの進展が認められる	13
A-	研究領域の設定目的に照らして、概ね期待どおりの進展が認められるが、一部に遅れが認められる	4
B	研究領域の設定目的に照らして研究が遅れており、今後一層の努力が必要である	該当なし
C	研究領域の設定目的に照らして、研究成果が見込まれないため、研究費の減額又は助成の停止が適当である	1

○新学術領域研究(研究領域提案型) 事後評価(対象21研究領域)

A+	研究領域の設定目的に照らして、期待以上の成果があった	4
A	研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの成果があった	11
A-	研究領域の設定目的に照らして、概ね期待どおりの成果があったが、一部に遅れが認められた	5
B	研究領域の設定目的に照らして、十分ではなかったが一応の成果があった	1
C	十分な成果があったとは言い難い	該当なし

○特定領域研究 事後評価(対象4研究領域)

A+	研究領域の設定目的に照らして、期待以上の成果があった	2
A	研究領域の設定目的に照らして、期待どおりの成果があった	1
A-	研究領域の設定目的に照らして、概ね期待どおりの成果があったが、一部に遅れが認められた	1
B	研究領域の設定目的に照らして、十分ではなかったが一応の成果があった	該当なし
C	十分な成果があったとは言い難い	該当なし

「我が国における学術研究課題の最前線(平成25年度)」を公開

日本学術振興会及び文部科学省において審査を行った研究種目のうち、研究費の規模が大きく評価が高い研究を支援するもので、一人又は比較的少数の研究者により研究が実施される「特別推進研究」や「基盤研究(S)」、複数の研究者グループにより研究が実施される「新学術領域研究(研究領域提案型)」の新規採択研究課題の研究概要等を取りまとめた資料を公開しています。

以下より、ダウンロード可能となっておりますので、ご活用下さい。

http://www.jsps.go.jp/j-grantsinaid/30_front/



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 03-3263-1431(研究助成第二課企画・調整係)

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まで