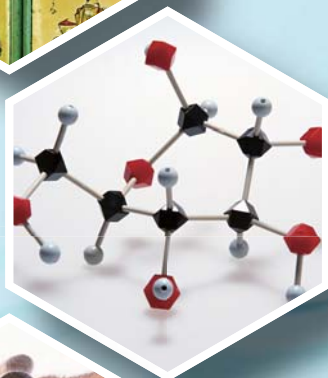


2011年度 VOL.1

科研費NEWS

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]

CONTENTS

| | |
|------------|---|
| 1. 科研費について | 3 |
|------------|---|

2. 最近の研究成果トピックス

| | | |
|------------------------|-------------------------|---|
| 人文・社会系 | 縄文時代人骨のライフストーリーの解明 | 4 |
| | 聖マリアンナ医科大学・医学部・講師・長岡 朋人 | |
| | 若者の学校から仕事への移行を追う | 5 |
| 首都大学東京・人文科学研究科・教授・乾 彰夫 | | |
| ナスカの地上絵研究の最先端 | 6 | |
| 山形大学・人文学部・教授・坂井 正人 | | |

| | |
|-----------------------------|---|
| エッセイ「私と科研費」豊橋技術科学大学・学長 榊 佳之 | 7 |
|-----------------------------|---|

| | | |
|---------------------------------|------------------------------|----|
| 理工系 | 二酸化炭素を用いる炭素-水素結合の直接カルボキシル化反応 | 8 |
| | 東京工業大学・大学院理工学研究科・教授・岩澤 伸治 | |
| | 宇宙における酸素同位体異常と惑星系形成論 | 9 |
| | 北海道大学・大学院理学研究院・教授・塚本 尚義 | |
| | ハーバー・ボッシュ法に代わる次世代型窒素固定法の開発 | 10 |
| —常温常圧の温和な反応条件下でアンモニアを合成— | | |
| 東京大学・大学院工学系研究科・総合研究機構・准教授・西林 仁昭 | | |
| 機能分子の大面積かつ三次元的秩序配列の形成と | 11 | |
| 光-力学エネルギー変換材料の開発 | | |
| 東京工業大学・資源化学研究所・教授・福島 孝典 | | |
| トキシコゲノミクス的アプローチを用いた微量有害化学物質の | 12 | |
| 毒性・健康影響評価手法の開発 | | |
| 北海道大学・大学院工学研究院環境創生工学部門・教授・岡部 聡 | | |

| | |
|-------------------------------------|----|
| エッセイ「私と科研費」千葉大学・大学院融合科学研究科・教授 西川 恵子 | 13 |
|-------------------------------------|----|

| | | |
|--|---|----|
| 生物系 | 成人T細胞白血病・リンパ腫(ATL)に対する新規抗体療法の開発研究 | 14 |
| | 名古屋市立大学・大学院医学研究科・特任教授・(名古屋市立大学顧問)名古屋大病院局長・上田 龍三 | |
| | 植物の特異な自己識別機構を分子レベルで解明 | 15 |
| | 奈良先端科学技術大学院大学・バイオサイエンス研究科・植物科学領域・教授・高山 誠司 | |
| | 高感度異常型プリオンタンパク増幅法技術の開発 | 16 |
| —プリオン病の生前確定診断への応用— | | |
| 長崎大学・大学院医歯薬学総合研究科・テニュアトラック准教授・新 竜一郎 | | |
| ビフィズス菌が産生する酢酸が病原性大腸菌感染を予防する: | 17 | |
| 糖トランスポーターの重要性 | | |
| 独立行政法人理化学研究所・免疫・アレルギー科学総合研究センター・免疫系構築研究チーム・研究員・福田 真嗣 | | |
| 筋収縮と筋再生・筋肥大をになうアクチン線維形成のしくみを解明 | 18 | |
| 千葉大学・大学院理学研究科・教授・遠藤 剛 | | |

| | |
|---|----|
| エッセイ「私と科研費」国立天文台研究連携主幹・教授 元日本学術振興会学術システム研究センター数物系科学主任研究員 家 正則 | 19 |
|---|----|

3. 科研費からの成果展開事例

| | |
|--------------------------------------|----|
| 小学生の英単語処理に関する脳活動基本パターンの解明 | 20 |
| 首都大学東京・大学院人文科学研究科・教授 萩原 裕子 | |
| 可視・紫外発光ダイオード(LED)の光出力を大幅に向上する製造技術の開発 | 20 |
| 名古屋大学・大学院工学研究科・教授 天野 浩 | |
| 脳の覚醒状態を維持する仕組みの解明 | 21 |
| 自然科学研究機構・生理学研究所・准教授 山中 章弘 | |
| 小鳥のように鳴くマウス、言語の起源の解明に一役 | 21 |
| 大阪大学・大学院生命機能研究科・教授 八木 健 | |

4. 科研費トピックス

| | |
|-----------------------------------|----|
| 科研費の「基金化」が実現、研究の進展に合わせた科研費の使用が可能に | 22 |
| 平成23年度科学研究費補助金の交付内定(4月1日)について | |
| ひらめき☆ときめきサイエンス | 23 |

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およそ5割以上を占める我が国最大規模の研究助成制度です。(平成23年度予算額2,633億円)

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6000人の審査員が分担して行っています。

平成23年度には、約9万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も含めて、約6万件の研究課題を支援しています。(平成23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研費データベース(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22年度検索回数約4,330,000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22年度(平成22年4月～平成23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 |
|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 93件 | 80件 | 95件 | 82件 | 103件 | 84件 | 84件 | 80件 | 97件 | 80件 | 56件 | 33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。

縄文時代人骨の ライフヒストリーの解明

聖マリアンナ医科大学 医学部 講師
長岡 朋人



研究の背景

古人口学は、古人骨に基づき過去における人口現象（死亡率、性年齢構成など）を復元することを目的とします。従来の縄文人骨の研究では、15歳時の平均余命は約16年で、65歳以上の高齢個体が全くありませんでした。しかし、人骨の死亡年齢の推定方法が信頼に足るものであったのか、また、人骨標本がその時代の人々の人口構成を反映しているのか、問題点がありました。狩猟採集民の民族学的調査の結果や宗門改帳に記録された江戸時代人など、近代以前の社会で高齢個体が皆無という集団は存在しないからです。また、従来の古人口学的研究では、高齢者の年齢を若く見積もるため、その割合が過小評価されるという批判がありました。

研究の成果

縄文人が何歳で死亡していたかを解明するために、ベイズ推定に基づいて縄文人骨の死亡年齢分布を求めました。ベイズ推定は、あらかじめ分かっている情報に基づいて未知のデータを分析する方法です。観察したのは骨盤の関節

の腸骨耳状面です(図1)。その部位は若年個体では滑らかですが、高齢になると骨棘や孔が多く現れます。千葉県の実塚などから出土した15歳以上の縄文人骨の死亡年齢分布を求めたところ、15歳以上の個体の中で65歳以上の個体が占める割合が32.5%(図2)、15歳時点での平均余命は31.5年と意外に長生きという結果でした。この結果は、従来短命と考えられてきた縄文人のライフヒストリーに再考を迫るものでした。

今後の展望

本研究は、文字資料が残っていない古人骨でも人口構造の研究ができることを証明しました。今回の方法論は、例えば化石や野生霊長類の骨格や狩猟採集民の人口研究にも応用でき、古代人の生老病死のみならず、ライフヒストリーから見たヒトの進化史の解明に資すると期待できます。

関連する科研費

平成20-22年度 若手研究(B) 「ヒトのライフヒストリーの進化史の解明: 人骨研究からの新しいアプローチ」

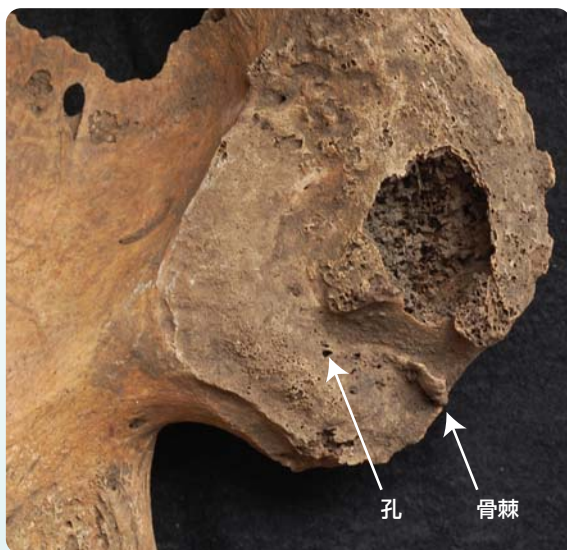


図1 縄文人骨の腸骨耳状面。骨棘や孔が認められる。加齢しつつある個体である。

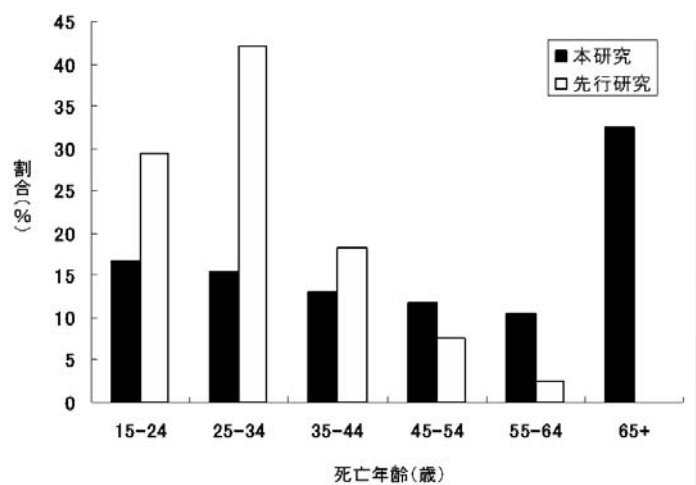


図2 縄文人骨の死亡年齢分布。本研究による結果と先行研究を比較した。

(記事制作協力:日本科学未来館科学コミュニケーター 五十嵐海央)

若者の学校から 仕事への移行を追う



首都大学東京 人文科学研究科 教授
乾 彰夫

研究の背景

90年代半ば以降、学卒就職の困難や非正規雇用の増加など、若者の学校から仕事への移行プロセスが急速に変化しています。こうした変化、とくにプロセスの長期化に伴い、従来の「学校基本調査」などの統計調査だけではその実態や問題点を十分には把握できなくなってきました。80年代以降同様の変化を経験したイギリス・ドイツ・カナダなど各国では、そのため多くの若者が離学する時期から数年間を対象に、その移行プロセスを追跡するパネル調査が政府機関などで行われています。本研究はこうした各国の調査なども参考にしながら、教育学・教育社会学などの研究者が参加し、2007年4月現在20歳の全国の若者の協力を得ながら5年間にわたるパネル調査をおこなっています。

研究の成果

パネル調査は継続中であり、今年、最終年度を迎えます。まだ進行中ですが、いくつかの重要な結果が確認できています。まず何よりも高い回収率です。1回目から4回目まで続けて回答してくれた人たちの割合は60パーセントで、サンプル規模が小さいとはいえ他国の調査に比べても高いものです。毎回の結果概要をニュースレター(図1)で返すなど、対象者とのコンタクトを絶やさなかったためでしょう。また大卒者が就職を迎えた3回目までのデータからは、図のように卒業

から正規雇用に大部分の者が到達する期間が、学歴ごとに大きく異なることも浮かび上がりました(図2)。高学歴化が進むなかで高卒者以下の困難が目立ちますが、それでも専門高校など職業教育を経験してきた者の正規雇用率が目に見えて高いなども重要な発見のひとつです。

今後の展望

質問紙では毎回の調査時の現況とともに、過去1年間の月ごとの状況も聞いていて対象者の18歳から25歳までの過程が詳細につかめるものとなっています。賃金や労働時間など働き方の様子、就労していない若者の状況、社会保障諸制度がどのぐらい利用されているか、社会や自分についての意識など、蓄積されたデータの本格的分析は今後の課題ですが、これらは若者支援をはじめとした諸施策に対して重要な基礎データを提供できるものです。

関連する科研費

- 平成19-21年度 基盤研究(A) 「大都市部における若年者の教育・職業の移行過程とキャリア形成に関するコーホート研究」
- 平成22-25年度 基盤研究(A) 「若年者の教育・職業の移行とキャリア形成に関するコーホート研究」



図1 毎回の調査ごとに発行しているニュースレター。回答者に送付し、あわせて住所変更の有無などを問い合わせている。

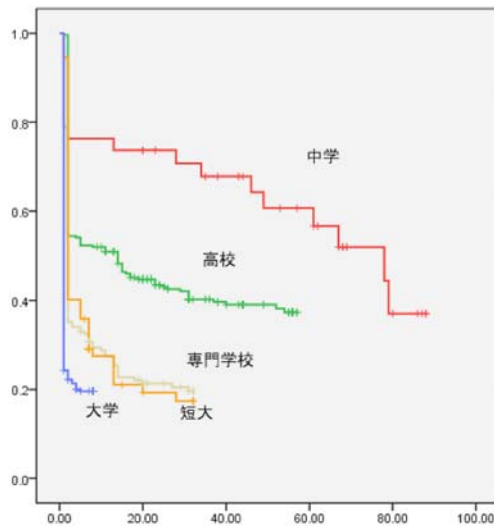


図2 学歴別正規雇用到達までの期間。高学歴者ほど、卒業からほどなく多くの者が正規雇用に就いている。縦軸=正規雇用に就いた者の割合、横軸=卒業後の月数。中村高康(東京大学)作成。

ナスカの地上絵研究の最先端

山形大学 人文学部 教授
坂井正人



研究の背景

南米ペルーの「ナスカの地上絵」は、ユネスコの世界遺産（文化遺産）に登録されている遺跡で、特にハチドリやサルなどの動物の地上絵が有名です。1920年代に発見されて以来、この遺跡は諸外国の研究者によって研究されてきました。その結果、地上絵には動物のほかに、直線や幾何学図形があることが分かりました。ただし、これらの地上絵がどこに、いくつ分布しているのかという点が十分に調査されないまま、実証的なデータに依拠しない議論が横行してきたのも事実です。

地上絵が描かれたナスカ台地は、東西20km・南北15kmと広大です。また、この台地には膨大な数の地上絵が描かれています。そのため、地上絵の分布状況を把握するには、手間とお金がかかるため、これまで敬遠されてきました。

研究の成果

こうした状況を打破するために、我々は人工衛星から撮影されたナスカ台地の画像を分析し、地上絵の分布図を作成しました。さらに、この分布図を検証および修正するために、現地調査を実施してきました。その結果、我々は新しい地上

絵を100点以上も見つけることができました。また地上絵の付近にあった土器を分析したところ、ナスカ台地における地上絵の制作は、パラカス後期（紀元前400年～紀元前200年）まで遡れることが判明しました。

またナスカ台地には、近くの山に降った雨が激流となって流れ込んだ水の跡が多数確認できます。我々の研究によって、ナスカ台地にはこのような水害の影響を受けやすい場所と受けにくい場所があり、こうした土地条件を考慮した上で地上絵が建設されたことが明白になりました。

今後の展望

地上絵および周辺の遺跡に関する基礎的なデータ（分布・年代・景観など）をさらに集めるとともに、これらのデータを学際的な視点から分析します。それによって、地上絵で、どのような活動が行われていたのかを実証的に研究することで、地上絵の実態に迫りたいと考えています。

関連する科研費

平成21～25年 新学術領域研究（研究領域提案型）
「アンデス文明の盛衰と環境に関する学際的研究」



図1 新たに発見した地上絵(2006年)

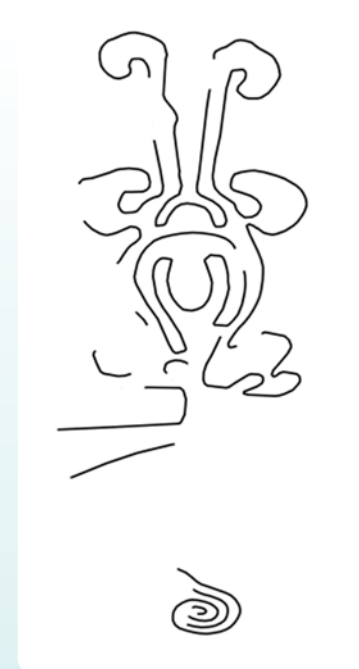


図2 図1地上絵の図版

(記事制作協力:日本科学未来館科学コミュニケーター 五十嵐海央)

私と科研費No.26 (2011年3月号)

「科研費には多様性確保への配慮を」

豊橋技術科学大学 学長

榎 佳之



エッセイ「私と科研費」

正確には覚えていないが十数年前、文部省(当時) 研究助成課の課長席の後ろの壁に「科研費1000億円達成」と言う横断幕が誇らしげに掲げられていた。1000億円達成は当時の科学界の大きな目標であった。その後、関係者の努力によって科研費の総額は着実に伸び、平成22年度にはほぼ2000億円到達、そして来年度23年度予算案では何と2600億円を超える大幅増額となるとのこと。また年度を越えて使える基金制度も一部の研究種目で導入される。かつて皆が研究費の乏しさに堪えていた時代に比べて隔世の感がある。科学技術の発展にとって誠に喜ばしいことである。しかし同時に、時代が大きく変化する中でこの大幅増の機会に科研費の果たすべき役割、それを果たすための方針や制度をもう一度確認、検討することも必要ではないかと最近感じている。

国にはいくつかの科学技術振興の予算があるが、現行の第3期科学技術基本計画では科学研究費補助金は基礎科学研究、それも重厚な知的蓄積を目指し、多様な研究や時流に流されない普遍的な知の探究を担う、自由な発想に基づく研究を推進するものと位置づけられている。わが国の自然科学系のノーベル賞の対象となった研究もこの科研費でサポートされたに違いない。科研費は我が国の科学技術の最重要基盤と言えよう。しかし、ここ数年を見ると科研費を取り巻く状況はかなり変わりつつある。特に科研費と対極的或いは相補的位置にある戦略的政策課題の研究開発予算との関係である。政策課題対応研究の予算規模は科研費より圧倒的に多く、しかも第3期科学技術基本計画では「選択と集中」を基本的考えとしていくつかの分野に重点的に投入されてきた。これは国家の振興策として当然であろう。しかしその結果、重点分野に関連する研究者に資金が集まり、国立大学の法人化もあり資金のとれる研究者を有力大学が引き抜く(?)と言った研究者と研究費の「選択と集中」現象が大学にも起こってきた。そしてこの「選択と集中」現象が科研費にも表れているように見える。22年度の科研費の獲得状況は科学技術白書を見ると政策的研究課題でも大型研究費を獲得している十数大学に集中していることが分かる。米国では中堅クラスの大学までそれなりの配分があるのに比べて余りにいびつであると感じる。現状では「時流に

流されない普遍的な知の探究を担う、自由な発想に基づく研究の推進」を掲げる科研費も時流に流されそうになっているのではないかと気にかかる。東大、京大など十数大学が優れていることは国際的な大学ランキングでも判る。しかしそこだけが突出しているとは思えない。私はこれまで九大、東大、理研での研究・教育の職を経て豊橋技術科学大学の学長に就任したが、豊橋技科大と言う規模の大きくない大学でも九大、東大、理研に比べて十分ではない研究費の中で知恵を絞り、何が本質かをじっくりと考え、著名な大学や機関に肩を並べる、時にはそれらを凌ぐ独創性の高い研究や技術開発が少なからず行われていることに感心した。他の地方の大学でも似たような状況が見られるのではないだろうか。地方の大学の实力に関する私の肌感覚と科研費の配分額の格差の実態は相当に違っている。政策的課題ならともかく、科研費でも選択と集中が起こることは日本の科学振興の面で問題があるのではないかと感ずる。今、基礎研究の多くを支えてきた大学、特に国立大学の基盤的経費が政策的に削減され、教官に配分される研究経費はゼロに近付いている。科研費も十分に回ってこないこのままの状況では地方で育つ多様な研究の芽が消えてしまう心配がある。国立大学の振興策と科研費は趣旨が違うと言う議論もあろう。しかし生命が過酷な地球環境の中で生き残ってきた戦略は「多様性の維持」である。同様に、国家の科学技術や産業振興の面でも政策的な研究課題への「選択と集中」は短期的競争力強化として重要であるが、中長期的に見れば「多様性」も堅持が必須である。底辺から生まれる多様な選択肢があってこそその「選択と集中」である。天然資源に乏しい日本が真の科学技術立国となるには新しい多様な芽を自ら産み出す力、すなわち多様な基礎研究を堅持することは重要である。それは政策的な研究経費と対極にある科学研究費補助金の果たすべき役割ではないだろうか。具体的には科研費の目指す「重厚な知的蓄積を目指し、多様な研究や時流に流されない普遍的な知の探究を担う、自由な発想に基づく研究を推進する」趣旨に沿って、全体として25%を切っている採択率を上げること同時に、これまで若手への特別の配慮がされたように、多様性確保の視点から(地方の)ユニークな研究にも特別の配慮を考えることも必要ではないだろうか。

二酸化炭素を用いる炭素-水素結合の直接カルボキシル化反応

東京工業大学 大学院理工学研究科 教授

岩澤伸治



研究の背景

二酸化炭素を一炭素資源として再度我々の生活を支える有用な物質に変換する試みが活発に研究されてきています。しかしこれまでの研究では、不活性な二酸化炭素と反応させるために高い反応性を持つ結合(化合物)を用いる必要があり、そのため入手容易な炭化水素化合物の炭素-水素結合をいったん高い反応性を持つ結合に変換し、これを利用して二酸化炭素との反応を行う必要がありました。このような手間をかけず、適切な触媒を用いるだけで炭素-水素結合を直接二酸化炭素と反応させ有用化合物を合成できれば、無駄のない物質合成法としてのインパクトは極めて大きなものとなります。しかしこれまでそのような反応の実現は困難とされていました。

研究の成果

今回我々は、触媒としてロジウム化合物を用いることにより、通常は不活性な芳香族化合物の炭素-水素結合を直接二酸化炭素と反応させカルボン酸を得ることに成功しました(図1)。本反応は遷移金属触媒を用いて炭素-水素結合を活性化し(専門用語としては、炭素-水素結合の酸化付加を利用して)直接二酸化炭素と反応させた初めての

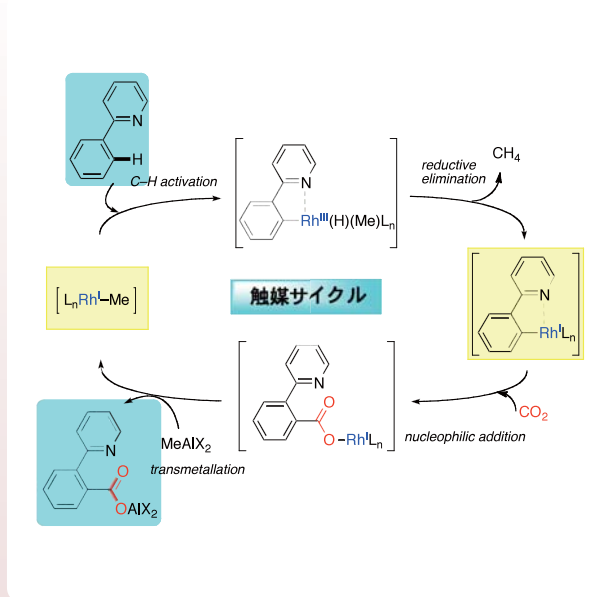


図1 炭素-水素結合の直接カルボキシル化反応

の例です。現時点では、反応基質にロジウムを接近させるためのパーツ(置換基)が必要ですが、さまざまな基質に適用可能で、本反応の一般性は広いと考えています。

今後の展望

原理的には、今回開発した反応は反応基質にロジウムを接近させるための特別なパーツがなくても進行するものと考えられ、そのような反応を実現することができれば、二酸化炭素と石油成分である炭化水素とから直接有用な有機資源へと触媒的に変換することが可能になると期待できます。例えば塗料、接着剤、衣料、透明なケースなどの高分子材料からなる幅広い製品の重要な原料であるアクリル酸をエチレンと二酸化炭素とから合成する反応を実現させ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(A)「二酸化炭素を用いる炭化水素類の触媒的カルボキシル化反応」

平成22-26年度 新学術領域研究(研究領域提案型)「高機能性反応活性種の創出に基づく炭化水素類の効率的分子変換」

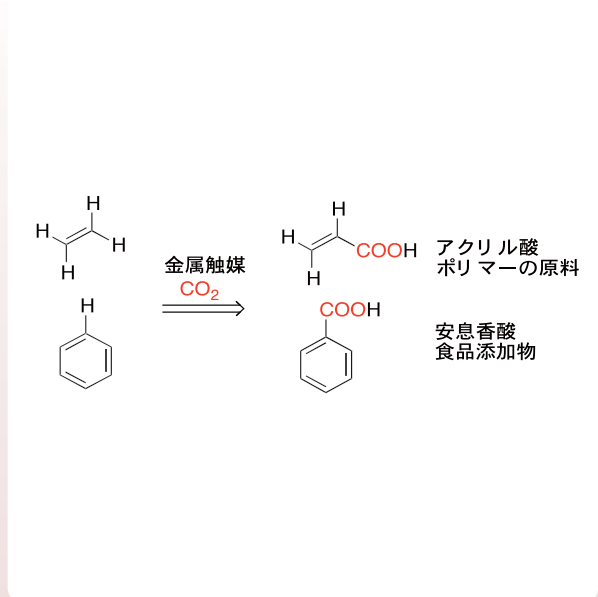
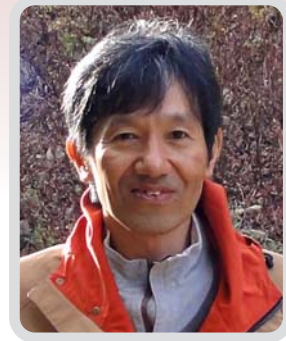


図2 今後の目標

(記事制作協力:日本科学未来館科学コミュニケーター 水野社)

宇宙における酸素同位体異常と惑星系形成論

北海道大学 大学院理学研究院 教授
坂本尚義



研究の背景

私たちの宇宙において、酸素は、水素・ヘリウムに次いで豊富に存在する元素であり、私たちが生きていくためにも不可欠な元素です。私たちの太陽系には、かつて原子量が異なる酸素が2種類あり、その原子量は、3つの酸素同位体のうち存在度が最も大きい ^{16}O 成分の増減により決定されていました。我々の地球を含む太陽系の天体は、この2種類の酸素が種々の割合で混合されてきています。この現象は酸素同位体異常とよばれ、1973年に一つの隕石から発見されて以来、現在まで多数の分析結果により追認強化されてきました。しかしながら、その起源とその後の惑星系形成とのかかわりについては未解決のままです。

研究の成果

私たちは、宇宙において普遍的におきている現象を用い、それに太陽系形成の力学理論と物質の化学反応を組み込むことによって、太陽系に酸素同位体異常が自然と導入される事を示しました。この理論モデルのキーワードは、低温・氷・水蒸気であり、従来考えられていたキーワードである高温・岩石・岩石蒸気とは正反対です。

このモデルでは、惑星の酸素同位体比は宇宙でできた氷の影響を強く受け、 ^{16}O 成分が少なくなります。そのため、太陽系の質量の大部分を占める太陽の酸素同位体比は、太陽をまわる惑星とは異なります。私たちは、太陽は隕石中にある岩石蒸気の凝縮物である難揮発性包有物(図1)と同じ、 ^{16}O 成分が多い酸素同位体組成をもっていると予想しました。また、太陽系ができた頃には、隕石や惑星などの太

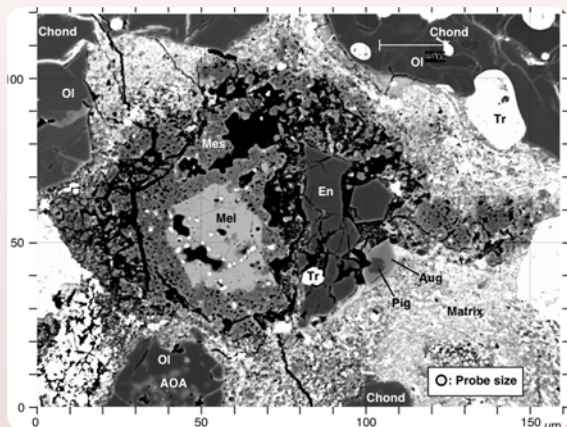


図1 炭素質隕石中に見られる難揮発性包有物の走査電子顕微鏡写真

陽系物質で現在観察されている酸素同位体異常よりずっと大きい異常があったはずであることを理論的に示し、その両極端の酸素同位体異常をもつ物質は、氷と一酸化炭素であることを予言しました。その後私たちは、氷に予言された、 ^{16}O 成分が非常に乏しい酸素同位体組成をもつ、宇宙シンプレクタイトという新物質(図2)を隕石中に発見し、宇宙シンプレクタイトは鉄が低温で酸化して出来上がった事を解析しました。

今後の展望

このモデルが予言した、 ^{16}O 成分に非常に富む酸素同位体組成を示す物質は未だ発見されていません。またこのモデルでは、木星型惑星の酸素同位体組成は、太陽から離れる惑星ほど ^{16}O 成分が大きくなっていく事も導いていますが、未だその組成は知られていません。これらの予言を、新しい質量分析装置の開発や、木星以遠への惑星探査により検証していきたいと思っています。またこのモデルは、酸素同位体異常は惑星系の普遍的な特徴である事を予言しています。最近見つかった系外惑星系の酸素同位体組成の決定を行うことにより、予言の真偽を決定し、太陽系の一般性と特殊性を解析していくことにより汎惑星系形成論を展開していきたいと考えています。

関連する科研費

平成17-20年度 基盤研究(S)「同位体による先太陽系史と太陽系創成期の解明」

平成20-24年度 特別推進研究「原始太陽系の解剖学」

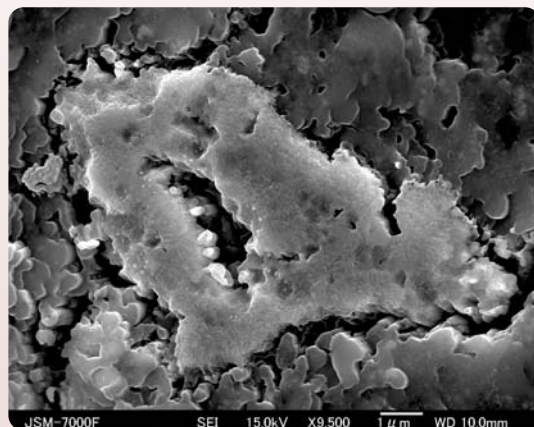


図2 炭素質隕石中に見られる宇宙シンプレクタイトの走査電子顕微鏡写真

ハーバー・ボッシュ法に代わる次世代型窒素固定法の開発 —常温常圧の温和な反応条件下でアンモニアを合成—

東京大学 大学院工学系研究科 総合研究機構 准教授

西林仁昭



研究の背景

ハーバー・ボッシュ法は、これまで困難であった空気中の窒素を固定する画期的な技術です。これにより人類は大量の窒素肥料を手に入れ、今日に至るまで高い食料生産を維持することができています。窒素ガスと水素ガスを合成してアンモニアを作り出すこの方法は、しかしながら鉄系触媒存在下で高温高压(400-600℃、200-400気圧)のエネルギーを大量に消費することが欠点です。化石燃料から合成する水素ガスの製造も含めると、全人類の消費エネルギーパーセント以上がこのアンモニア合成に使用されているとの指摘もあります。それ故、より温和な反応条件下で、化学的に不活性な窒素分子をアンモニアへと変換する反応の開発は、化学者が達成すべき最重要検討課題の一つであると言っても過言ではありません。

研究の成果

我々の研究グループでは、PNP型ピンサー配位子という、りん—窒素—りん原子が錯体を中心として三座で配位結合する化合物を有した、窒素分子架橋二核モリブデン錯体を新しく分子設計・合成を行い、これを触媒として用いることで常温常圧の極めて温和な反応条件下で窒素ガスをアンモニアへと変換する反応を開発することに成功しました(K. Arashiba et al, Nature Chemistry, 2011, 3, 125-130, 図1)。非常に単純で市販されている配位子を有するモリブデン錯体を用いて触媒的なアンモニア合成が可能になったことは大変興味深い研究成果です(図2)。この新規な窒素錯体存在下、窒素ガスを還元するのに必要な還元剤として比較的安価な有機金属化合物の一種であるコバルトセンと

プロトン源とを組み合わせることで、効率的な窒素ガスからのアンモニア合成プロセスを達成しました。

今後の展望

本法は現法のハーバー・ボッシュ法に代わる潜在能力の極めて高い次世代型窒素固定法です。本法を使用することで、大量の二酸化炭素の発生源である化石燃料を使用せず二酸化炭素排出量を大幅削減するアンモニア合成のプロセス開発と、大幅なコストダウンが大いに期待できる画期的な研究成果です。この成果はクリーンなアンモニアをエネルギー媒体として利用する「アンモニア社会」を実現する重要なものです。

今後はより高活性な触媒の開発や、化石燃料を大量に使用する水素ガスの代わりに水をプロトン源として利用した反応系の開発を検討し、ハーバー・ボッシュ法に代わる次世代型窒素固定法を実用化したいと考えています。

関連する科研費

平成19年度 萌芽研究 「窒素分子の触媒的な分子変換反応への挑戦」

平成19-23年度 若手研究(S) 「複数の金属の相乗効果を利用した革新的分子変換反応の開発」

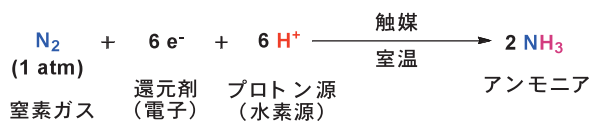


図1 常温常圧下での触媒的アンモニア合成法

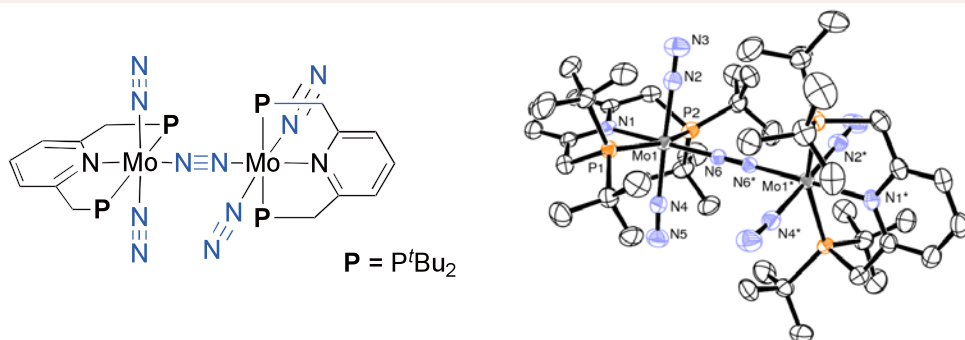


図2 触媒として働くピンサー配位子を有する窒素架橋二核モリブデン窒素錯体

(記事制作協力:日本科学未来館科学コミュニケーター 水野社)

機能分子の大面積かつ三次元的秩序配列の形成と光一力学エネルギー変換材料の開発

東京工業大学 資源化学研究所 教授
福島孝典



研究の背景

軽くてしなやか、加工成型性にも優れた分子・高分子を基盤とする材料、いわゆるソフトマテリアルは、無機材料とは異なる性質を有しており、その機能開拓に向けた研究が世界中で活発に展開されています。ソフトマテリアルの機能発現には、分子を大面積で規則正しく集積化することが極めて重要です。しかし、分子集積体をセンチメートルのサイズで作製することは非常に難しく、これまで多くの挑戦がされてきましたが有効な手段はありませんでした。

研究の成果

本研究では、光機能性分子であるアゾベンゼンを組み込んだブラシ状の高分子「ポリマーブラシ」を、大面積で三次元的に配列させてフィルム化する手法を開発しました。この配列構造は、延伸したテフロンシートにポリマーブラシを挟み、熱と圧力を加えるという、アイロン操作に似た簡単な手順で実現できます。放射光X線を用いて、このポリマーブラシフィルムの内部構造を調べたところ、ポリマーブラシ一本一本が、規則性のある三次元集積構造を形成し、フィルム表面に対して垂直に配列しているという、驚くべき分子配向構造を形成していることが明らかとなりました(図1)。さらに、この特異な分子配向構造によって、ポリマーブラシに組み込んだアゾベンゼン分子を光照射で構造変化させると、この分子レベルの微細な動きが一方方向に集約し、結果としてフィルムが湾曲するという巨視的変形を引き起こすことを見出しました(図2)。すなわち、この新しいソフトマテリアルにより光エネルギーを運動エネルギーの変換に成功しました。

今後の展望

ポリマーブラシを機能分子の巨視的集積化のための「足場」として利用する本手法は、アゾベンゼンに限らず様々な系に広く適用できます。例えば、電荷輸送能のある分子を導入したポリマーブラシを用いてフィルムを作製すれば、フィルムの表から裏まで電

荷を輸送することが可能になるため、高効率な有機薄膜太陽電池の開発に非常に有効です。本研究で開発した技術は、有機材料科学の分野全体に大きな波及効果をもたらすものと期待されます。

関連する科研費

平成21-23年度 基盤研究(B) 「電子供与体/受容体ナノ相分離構造のデザインによる高効率有機薄膜太陽電池の創製」

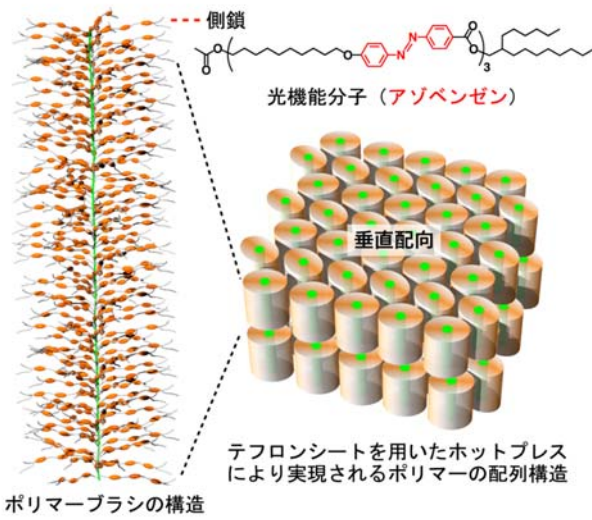


図1 機能団を組み込んだポリマーブラシの分子構造と三次元配向構造の模式図

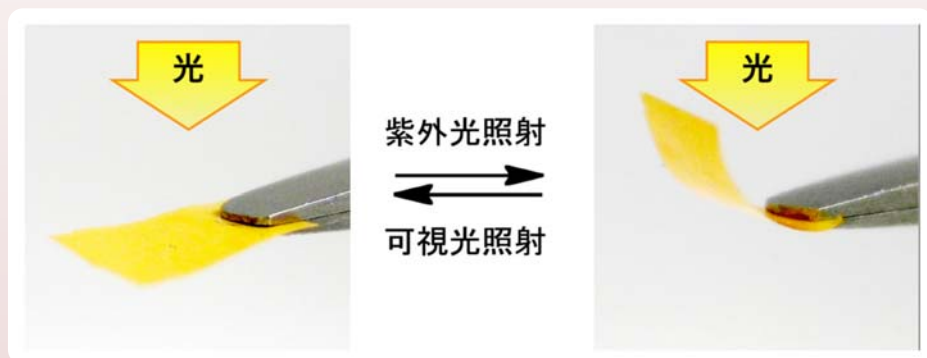


図2 光照射によるポリマーブラシフィルムの屈曲運動

トキシコゲノミクスのアプローチを用いた微量有害化学物質の毒性・健康影響評価手法の開発

北海道大学 大学院工学研究院環境創生工学部門 教授
岡部 聡



研究の背景

現在、水環境中に存在する化学物質は低濃度であり、その数は数万種に上ると推定されています。従って、一般的な器機分析で同定・定量できる化学物質は、全体のわずか10%程度と言われています。このような膨大な数の微量有害化学物質について、個々の毒性や健康影響評価を行うことには限界があります。そこで、我々は多くの化学物質の毒性や健康影響評価を一括して行うことができる多指標型バイオアッセイを開発し、総合的に評価・管理できるシステムの構築を目指しています。

具体的には、ヒト培養細胞を用いた短期毒性試験を行い、化学物質に対し特異的に応答するヒト遺伝子(群)をDNAマイクロアレイ技術を用いて網羅的に解析し、既存の発現遺伝子ライブラリーと比較することにより、化学物質の長期毒性を予測するものです(図1)。

研究の成果

代表的な毒性作用であるタンパク質変性作用、酸化ストレスおよび発がん作用を誘導するモデル化学物質に特徴的に応答するヒト遺伝子群をDNAマイクロアレイを用いて解析し、遺伝子ライブラリーを構築しました(図2)。発現した遺伝子を比較することにより、未知の化学物質の毒性作用もある程度予測できる可能性が見えてきました。さらに、特定の毒性マーカー遺伝子を選定することに成功し、マーカー遺伝子の発現量を定

量することにより、化学物質濃度と毒性作用の強度の関係を定量的に表すことが可能になりました。

今後の展望

この方法をさらに迅速化・簡便化し、環境水、飲料水、下排水の再生水等の安全性評価や残留農薬の検出などへと応用したいと思います。

関連する科研費

平成17-19年度基盤研究(B)「DNAマイクロアレイを用いた環境汚染化学物質の多指標型毒性評価システムの開発」

平成19-22年度 基盤研究(B)「トキシコゲノミクスのアプローチによる重金属-農薬複合毒性の解析」

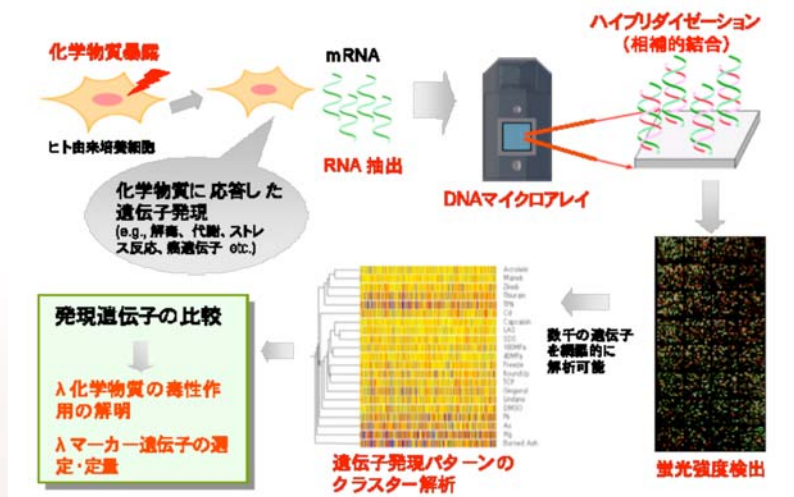


図1.トキシコゲノミクスを用いた化学物質の毒性評価

発現遺伝子のクラスタリング解析

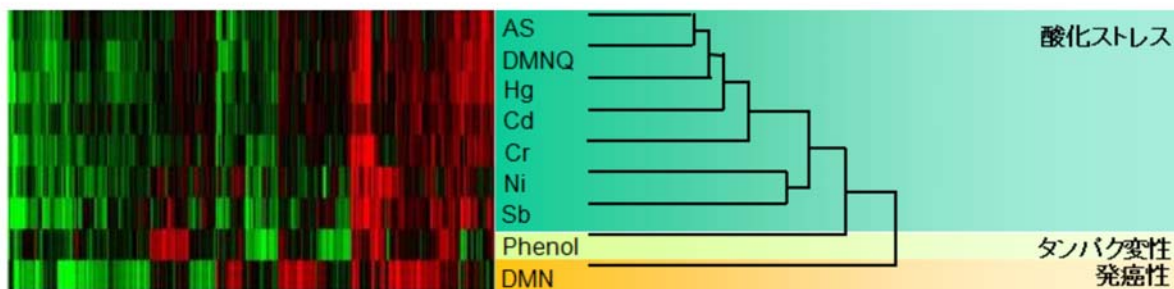


図2.代表的なモデル化学物質に応答する遺伝子の比較

私と科研費No.27(2011年4月号)

「科研費に育てられて」

千葉大学 大学院融合科学研究科 教授

西川恵子



エッセイ「私と科研費」

私の専門は物理化学の実験系で、中規模の研究費を必要とする分野である。オリジナルなデータを出すために、自分が使う装置は工夫を凝らし手造りしたり、部品を組み合わせて造るのが当たり前という分野でもある。その立場で、基礎研究とそれに付随した教育に携わって来た者として本稿をまとめる。

学習院大学理学部に助手として採用され、博士課程を中退し8月に赴任した。赴任早々、「科研費」という研究補助金が有ることを聞き、応募したのが科研費との最初の出会である。当時、若手が応募するのは「奨励研究」であり、上限が50万円程度であったと思う。幸い採択され、最初に購入したのは小型真空チェンバーであった。部品や中に設置する装置を工夫することにより、多目的に真空下での実験が出来るステンレス製の真空容器である。申請したときの目的の実験以後も次々と発展し、いくつかの研究テーマに使うことが出来た。さすがに現在では出番も無くなったが、私の研究の出発点の装置として、実験室の棚に鎮座している。

「奨励研究」に応募していたところに、大学時代に講義を受けたI教授から良い指摘をいただいた。I教授は、たぶん書面審査員として私の粗雑な申請書をご覧になったのであろう。学会でお会いしたときに、一般論として、以下のような指摘をしてくださった。「研究費の申請額は、君の給料の何ヶ月分かで、それだけのお金を得るためには懸命に仕事をするでしょう。研究費獲得でも、申請額に見合った時間と労力をかけなさい。」確かにご指摘の通りで、これ以後、私は研究費申請に自らの研究に対する思いを全力でぶつけ、申請書を仕上げようとしている。

長く助手を勤めたが、助手時代の最後の時期には、少し大型の種目にも応募していた。一般B(現在の基盤B)が採択され、当時販売され始めていた、X線を2次元で検出できる装置を購入した。その後、すぐに横浜国立大学教育学部に助教として独立した研究室を持つことができた。その当時は、科研費で購入した備品は、所属機関の物品という考え方が一般的であったが、助手時代の教授が「嫁入り道具として持って行っていいよ。」とおっしゃって下さり、この装置とともに独立した研究室をスタートさせた。そのX線検出器が活躍し、次の研究のステップになったことは言うまでも無い。現在の大学に移ってから、その検出器も壊れた。修理を重ねたが、どうとう部品の調達が出来なくなり廃棄処分をせざるを得なくなった。研究室のA助手の「先生、もう棄てましょう。」の一言に、私はよほど悲しげな表情をしていたに違いない。それから1ヶ月後の誕生日、A助手や研究室の学生がプレゼントしてくれたのは、そのX線検出器の制御回路をうまく切り取りインテリアに仕上げてくれたものであった。電子回路の分かる訪問者には、「随分クラシックな電子回路ですね。」と笑われながら、私の部屋の壁に掛かっている。

科研費との最も大きな関わりは、平成17~21年にわたって、特定領域の領域代表を務めたことである。その領域のテーマとなった「イオン液体」の出現を、私達は「液体科学の革命」と位置付けている。環境調和型媒体としても脚光を浴び、タイムリーなテーマとして採択された。採択を目指して、研究計画やグループ作りで随分手間暇をかけたが、その時

いただいたコメントを忘れられない。そのコメントとは、「特定領域の選考は、学術的なお家芸として日本がその分野に投資するか否かを定めることだ。」という言葉である。日本の当該分野の研究者を結集したこともあり、この言葉通り、基礎研究は言うに及ばず、応用展開においても大きな発展を実感した。日本におけるイオン液体研究を世界の中核の一つとすることが出来たと思っている。それ以外にも、特定領域研究(これを引き継いだ新学術領域研究)は、当該分野の若手研究者の育成に大きな効果があること、世界的に見ても基礎研究での大所帯の研究はユニークであり、日本の学術振興の特徴として誇ってよいことではないかと実感した。

研究をスタートするとき、重点領域や特定領域のメンバーとなり周辺領域の研究を学び共同研究の効を実感したとき、そして大きく研究を飛躍させるとき、常に科研費のお世話になった。私は、科研費に研究者として育てていただいたと言って過言ではない。研究者の自由な発想で研究できることが、科研費の一番の魅力である。科研費の特徴の一つとして、研究者の自由な発想で行うボトムアップ型の研究を謳っているが、少しずつ現場ではそれが変わってきていることが気がかりである。出口指向で短期間に成果が出やすい研究が多く採択される傾向がその一つである。また、経費の使い方が、トップダウン式の研究経費の使い方に近い。経費の使い方、現場では自己規制の対応が迫られ、多くの理由書や説明書を書かなければならない。教育や研究に費やすのと同じく、時間と労力が書類書きに使われている。一部の不都合への対応として、すべてに適用させるがんじがらめの枠組みを作って、時間と労力を費やすことは大きな損失ではないだろうか?次年度繰越制度や一部の科研費の基金化などが科学技術・学術審議会の研究費部会などで審議され制度化されてきている。研究費が使い易くなる道筋が制度化されることは喜ばしいことである。科研費を使う現場でも、自己規制の呪縛と萎縮から解き放たれ、最大限の効果と息の長い成果を出せるよう心すべきである。

科研費は、小さい種目で500万円以下から、大きな種目になると数億円と非常に幅がある。これらは区別して、そのあり方等を議論すべきであろう。大型の研究経費選考は、政策的な価値観が多少入ってもよいと思われる。これに対して、小さな種目(基盤C、若手B)は、日本の学術の基礎を支え芽を育む最も重要な種目である。また、運営費交付金だけでは研究室の維持も出来ない現状(この現状を是とするものではないが)では、大学院生教育にも大きな役割を果たしている。現在これらの採択率が20%を少し超えた程度である。これに加え、挑戦的萌芽研究(22年度の採択率10数%)が、基礎・応用を問わず新しい分野の芽吹きを促し、チャレンジングなテーマに挑戦できる機会を与える研究費として、強く認識されるべきである。是非これらの採択率が30%程度まであがることが望まれる。聞くところによると、科研費は23年度政府予算案で大幅な増額が認められ、これらが上記の小規模研究を支え新しい分野の芽吹きを促す種目に措置され、かつ基金化されるとのことである。喜ばしいことである。これが今回だけのことにと終わらず科学・技術立国としての日本の当たり前のこととなって欲しいものである。

成人T細胞白血病・リンパ腫 (ATL) に対する新規抗体療法の開発研究

名古屋市立大学大学院医学研究科特任教授(名古屋市立大学顧問) 名古屋市病院局長
上田龍三



研究の背景

成人T細胞白血病・リンパ腫(ATL)は日本で1977年高月らにより発見された疾患です。その病因はウイルス(HTLV1)であり、その発生機序や感染様式を含めた疫学的研究のほとんどが日本人研究者によってなされてきました(図1)。また本年度より行政は感染防御の立場から妊婦検診にHTLV1の血清診断を加えました。ATLに関する基礎研究の成果は目覚ましいものがありますが、治療に関しては未だ推奨療法も確立しておらず、急性発症後平均生存期間13カ月という悲惨な状態です。

研究の成果

ATLをはじめとした難治性T細胞性リンパ腫にはケモカインレセプターCCR4が特異的に発現しており、ATLでの細胞起源や日和見感染との関連や、ATLでの予後因子となっていることを明らかにしました(図2)。またCCR4に対する低フコース型治療抗体の開発に成功した日本の企業との共同研究を展開し、本CCR4抗体が従来の抗体に比べ100倍から1000倍も強い抗腫瘍効果を示すことを試験管内でも動物実験でも検証でき、更に本抗体は患者さんのATL細胞を自分のリンパ細胞で十分死滅させる効果があることを証明しました。そして抗体薬として必要な広範な前

臨床研究を終え、熟達したATL治療専門医とチームを作り、開発薬をヒトに初めて投与する臨床第1相試験を2006-2008年に施行しました。その結果、重篤な副作用もなく、従来の化学療法に不応であった16例中2症例に完全奏効(CR)を、また5例に長期有効例を観察し、有効症例は30%以上という予想以上の好成績でありました。2009-2010年には再発または化学療法に不応なATL症例に対して臨床第2相試験を施行した結果、26症例中に8例のCRを含む13例に有効(奏効率50%)でした。この成績はATL患者さんやご家族を大いに勇気づけるものです。

今後の展望

本臨床研究は産官学が一体となって成功した例であり、今後のモデルとなります。今後は、新規抗体薬を臨床導入して初めて明らかになった新たな問題点を基礎研究にフィードバックし、より至適な治療法の開発研究を進展します。

関連する科研費

平成17-21年度 特定領域研究(基盤研究に基づく体系的がん治療)「抗体療法の科学的臨床研究」
平成22-24年度 基盤研究(B)「低フコシル化抗体を用いた包括的がん免疫療法の開発」

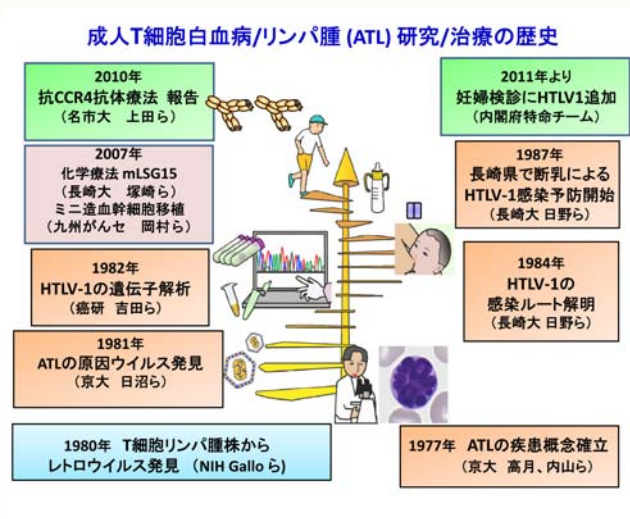


図1 ATLは日本人研究者により発見され、解明されつつある疾患

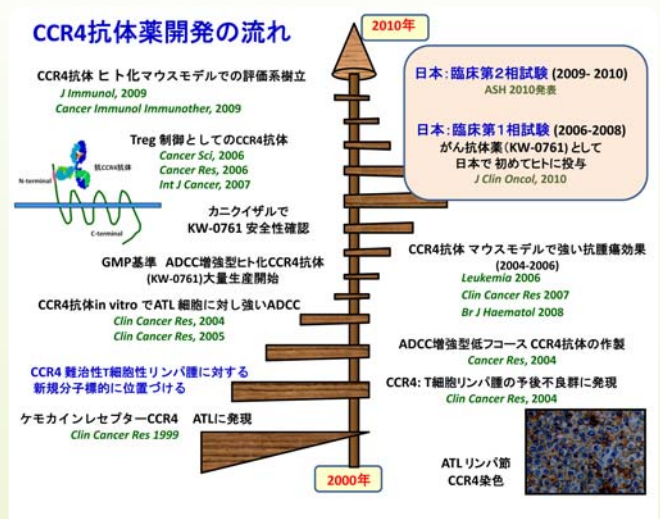


図2 CCR4抗体薬開発研究の進展

植物の特異な自他識別機構を分子レベルで解明

奈良先端科学技術大学院大学 バイオサイエンス研究科 植物科学領域 教授

高山誠司



研究の背景

植物の多くは、昆虫等により運ばれてくる花粉のうち、自己の花粉とは受精しない「自家不和合性」という性質を持っています。自殖(近親交配)を回避し、種の遺伝的多様性を維持していく上で極めて重要な性質ですが、植物がどのようにして自己と非自己の花粉を識別しているのか、その仕組みは長年の謎でした。1920年代に始まった遺伝学的解析により、一つの遺伝子座(S遺伝子座)のDNA配列パターン(Sハプロタイプ: S_1, S_2, \dots, S_n)の異同を利用して自己と非自己を識別していることが示されました。すなわち、花粉と雌ずいが同じSハプロタイプを持つ場合に「自己」、異なるSハプロタイプを持つ場合に「非自己」と判断していることが示唆されましたが、S遺伝子座の実体は不明のままでした。

研究の成果

我々は、まずアブラナ科植物を対象にS遺伝子座の解析を進め、花粉因子(受容体に結合するタンパク質: SP11)と雌ずい因子(SP11と結合する受容体型タンパク質: SRK)の両者をセットでコードする特殊な遺伝子座であることを明らかにしました(図1)。

SP11とSRKは、Sハプロタイプ毎に異なる配列を持つこと、同一Sハプロタイプ(=自己)のSP11とSRKが特異的に相互作用することで、自家受粉を認識していることが明らかとなりました(図2; 下里らPlant Cell 2007, 垣田らPlant Cell 2007)。例えば、受精時に、 S_1 ハプロタイプを持つ花粉が、 S_1 ハプロタイプを持つ雌ずいに受粉すると、花粉因子(S_1 -SP11)により雌ずい因子(S_1 -SRK)が活性化(自己リン酸化)されて不和合性反応が起き、花粉の発芽・伸長が阻害されます。

我々は、さらにナス科・バラ科植物のS遺伝子座の解析を進めました。これら植物では、面白いことに雌ずい因子はアブラナ科植物がもつ受容体型タンパク質SRKではなく、RNA分解酵素(S-RNase)であり、自己の花粉管のRNAを分解してしまう細胞毒として機能することが分かっていたが、花粉因子については不明でした。我々は、S遺伝子

座上に多数のF-boxタンパク質という、S-RNaseを無毒化するタンパク質群(SLF)がコードされていることを発見し、これらが花粉因子であることを明らかにしました。各雌ずい因子に連鎖した多数のSLFは、分担して自己とは異なるS-RNaseと結合し、解毒することで他家受粉時の花粉管の伸長を可能にしていることが明らかとなりました(図3; 久保らScience 2010)。例えば、 S_1 ハプロタイプの花粉は、 S_1 -SLF1, S_1 -SLF2, ---など多数の花因子を持ちますが、これが非自己の雌ずいに受粉すると、そこに存在する非自己の雌ずい因子(S_2 -RNase, S_3 -RNase, ---など)は、この多数の花因子のいずれかによって認識・無毒化されるので、花粉管はRNAを分解されることなく伸長を続け、無事に受精することができるわけです。

今後の展望

今回の研究により、「自己」認識と「非自己」認識という根本的に異なる自他識別の仕組みが明らかになりましたが、さらに多様な仕組みの存在が他の植物の研究から指摘されてきています。こうした多様な自家不和合性機構が進化してくる仕組み、また多様性の中にも共通するはずの普遍的原理を今後解明していく必要があると考えています。また、この自家不和合性のSハプロタイプについて研究する過程で、「優劣性」という古典的な遺伝学の現象が、低分子量RNAによりエピジェネティックに制御されている例を発見するなど(樽谷らNature 2010)、自他認識機構研究以外の新たな研究課題もみえてきています。

関連する科研費

平成18-19年度 基盤研究(B) 「アブラナ科植物の自家不和合性における膜アンカー型細胞質キナーゼMLPKの機能解析」

平成18-22年度 特定領域研究(計画研究) 「初期受粉過程における生殖障壁の分子解析」

平成21-23年度 基盤研究(A) 「アブラナ科植物およびナス科植物の自家不和合性の分子機構解明」

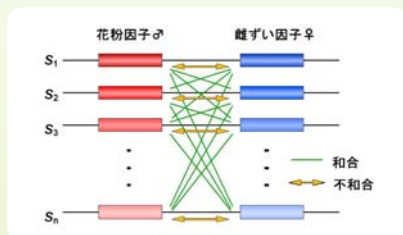


図1 自家不和合性を制御するS遺伝子座の構造

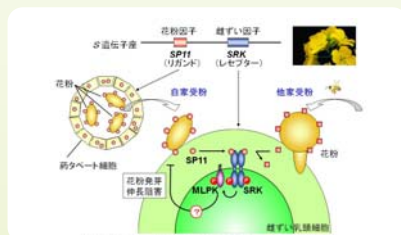


図2 アブラナ科植物の自家不和合性の分子機構モデル

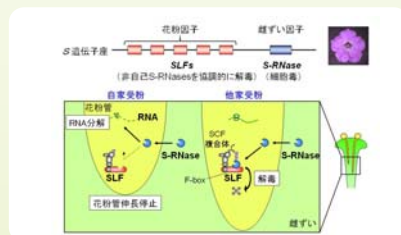


図3 ナス科・バラ科植物の自家不和合性の分子機構モデル

(記事制作協力:日本科学未来館科学コミュニケーター 水野壮)

高感度異常型プリオンタンパク増幅法技術の開発 —プリオン病の生前確定診断への応用—

長崎大学 大学院医歯薬学総合研究科 テニユアトラック准教授
新電一郎



研究の背景

プリオン病(別名、伝達性海綿状脳症)は、感染性(伝達性)病原体プリオンにより引き起こされる致死性の神経変性疾患です。ヒトのクロイツフェルト・ヤコブ病(CJD)、牛の牛海綿状脳症(BSE)などが代表的な疾患とされています。CJDは、一年間でおおよそ百万人に一人の割合で世界共通に発病すると報告され、認知症の原因疾患の一つにも挙げられています。

現在プリオンは、ウイルス・細菌等の微生物とは異なり、単一のタンパク質である異常型Prion protein (PrP)のみから構成されている、とする「タンパク単独仮説」が広く受け入れられています。この仮説によれば、外部より侵入、あるいは自発的に生成した異常型PrPが宿主内で正常型PrPに作用し、正常型から異常型へと構造変化が誘導され、異常型PrPが蓄積することによりプリオン病が引き起こされます。プリオン病の生前確定診断のためには脳の一部を採取する脳生検を行う必要がありますが、脳生検の実施は困難で危険を伴います。そこで私達は、採取が容易な髄液中に含まれるごく微量の異常型PrPを検出が容易なレベルまで試験管内で増やす方法を開発し、プリオン病の生前確定診断法として用いることを試みました。

研究の成果

本研究では、新たな異常型PrP高感度増幅法(Real-time QUIC法と命名)を開発し、CJD患者由来髄

液中の異常型PrPを検出することに成功しました。この方法は、ごく少量の異常型PrPと、大腸菌に発現させ精製したリコンビナントPrP (rPrP)とを混合し相互作用させることで、反応基質であるrPrPに異常型PrP依存的な凝集(フィブリル形成)反応を起こさせ、サンプル(例えば髄液)中の異常型PrPの有無を判定するという方式です(図1)。このReal-time QUIC法をCJD患者由来の髄液を用いて、異常型PrPの検出を試みたところ、感度は80%以上、特異度は100%と生存中でのCJD疑い例を評価する高い診断能力が期待できることが示されました(表1)。本研究の成果は、「Nature Medicine」2011年2月号に掲載されました。

今後の展望

これまでのプリオン病の診断補助として用いられてきた14-3-3蛋白等の髄液中生化学的マーカー測定やMRI検査と今回のReal-time QUIC法を組み合わせることで、CJDを中心としたヒトプリオン病の早期発見、早期確定診断が可能となる日が近いことが予想されます。今後は現在不治な疾患であるプリオン病に対する有効な治療法の開発が強く望まれます。

関連する科研費

平成20-22年度 基盤研究(B)「異常型プリオンタンパク試験管内増幅法によるプリオン病の早期診断法の開発」

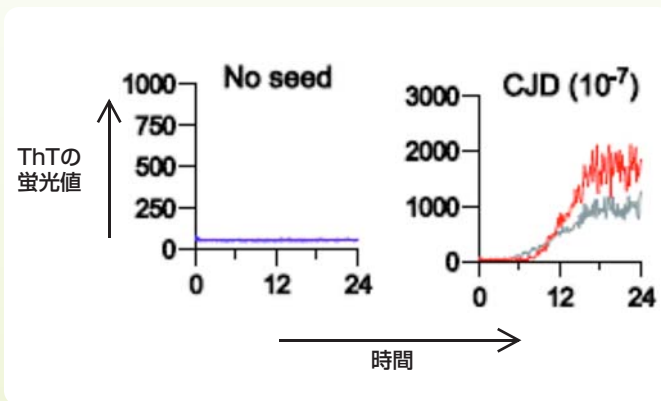


図1: Real-time QUIC法での反応の例
No seed; 異常型PrPなしでの反応(蛍光値の上昇は見られない)
CJD; CJD脳乳剤の希釈液(10⁻⁷)を添加した場合(蛍光値の上昇が見られ、異常型PrPが検出されたことを示す)

| | 日本の髄液検体53例 (CJD18例、非CJD35例)の結果 | オーストラリアの髄液検体30例 (CJD16例、非CJD14例)の結果 [盲検試験] |
|-----|--------------------------------|--|
| 感 度 | 83.3% (15/18) | 87.5% (14/16) |
| 特異度 | 100% (0/35) | 100% (0/14) |

表1 髄液を用いたCJD診断におけるReal-time QUIC法の感度・特異度の結果
*括弧内は陽性/サンプル数を示す。
感 度; 異常型が高い精度で検出されたことを示す
特異度; 誤判定のケースがないことを示す

(記事制作協力: 日本科学未来館科学コミュニケーター 中村江利子)

ビフィズス菌が産生する酢酸が病原性大腸菌感染を予防する:糖トランスポーターの重要性

独立行政法人理化学研究所 免疫・アレルギー科学総合研究センター 免疫系構築研究チーム 研究員

福田真嗣



研究の背景

ヒトの腸内には、腸内細菌叢(腸内フローラ)と総称される多種多様な細菌群が棲息しており、われわれの健康状態に様々な影響を与えています。腸内フローラのうち、ビフィズス菌などの健康に有益な作用を有する細菌はプロバイオティクスと呼ばれ、腸管関連疾患や感染症の予防効果をもつことから、その重要性が社会的に認知されつつあります。しかし、プロバイオティクスに関する従来の研究は、単離・培養した個々の菌の試験管内における機能解析が主体であり、プロバイオティクスが実際に腸内微小環境中でどのような影響を宿主に与え、あるいは宿主から与えられているのか、その分子レベルでの実態の詳細は不明でした。

研究の成果

ビフィズス菌がプロバイオティクスとして機能することの一例として、無菌マウスに前もってビフィズス菌を定着させておくと、その後に食中毒の原因となる腸管出血性大腸菌 O157:H7 を感染させても、O157 による感染死を抑制できることが知られていました。しかしその詳細な分子メカニズムは不明のままでした。われわれは最新のマルチオミクス解析手法、すなわちゲノミクス、トランスクリプトミクス、メタボロミクスを駆使した統合解析手法を用いました。O157 感染死を予防できるビフィズス菌は果糖トランスポーターを介し、糖代謝の副産物として酢酸を産生します。酢酸が宿主腸管粘膜上皮に

作用することで O157 感染に対する抵抗力を増強し、マウスが O157 感染死から免れることを明らかにしました (Fukuda *et al.*, *Nature*, 2011、図 1)。

今後の展望

今回の研究成果から、マルチオミクス解析手法が宿主-腸内細菌間相互作用の解析に有効であることが証明されました。今後は無菌マウスのようなモデル系だけではなく、複雑な腸内フローラを持つヒトの解析に応用することにより、宿主-腸内フローラ間相互作用の全体像を明らかにしていくことが可能になります。また、プロバイオティクスの作用メカニズムを解析することで、より効果的なプロバイオティクスの開発につながり、健康増進や予防医学へ応用することで、社会への還元が期待されます。

関連する科研費

- 平成18-19年度 若手研究(スタートアップ)「宿主-腸内細菌叢間の代謝プロファイリングによる宿主の恒常性の指標化と評価法の構築」
- 平成20-21年度 若手研究(B)「宿主-微生物間相互作用情報に基づくプロバイオティクス評価系の構築」
- 平成22-23年度 若手研究(B)「複合オミクス解析によるプロバイオティクス因子の同定とその評価」

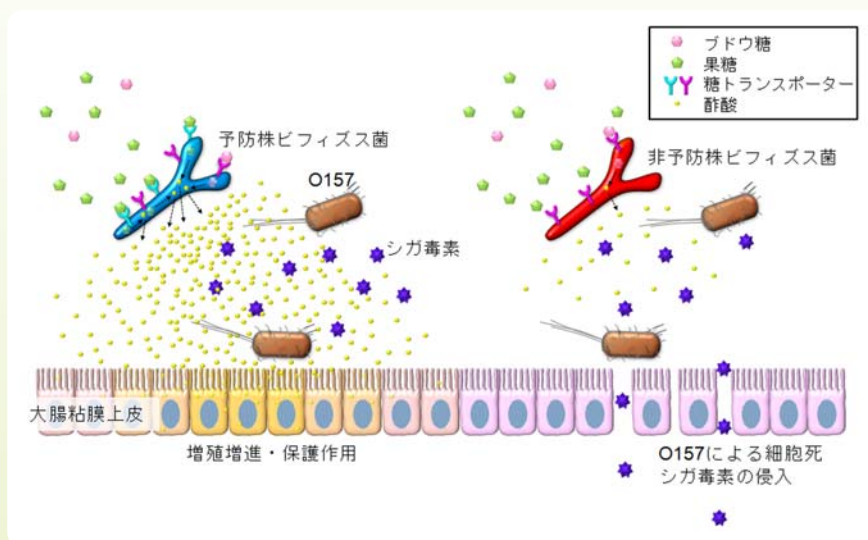


図1 ビフィズス菌によるO157感染死予防効果の模式図
O157感染死を予防できる予防株ビフィズス菌(左)はATP結合カセット型の果糖トランスポーターを発現しているため、結腸末端という栄養源が乏しい環境でも果糖の代謝が可能であり、非予防株ビフィズス菌(右)よりも多量の酢酸を産生できます。その結果、O157感染によって生じるはずの結腸での軽い炎症は酢酸により抑制されるため、腸管内に多量に存在する毒素は血中へは移行せずにマウスは生存します。非予防株ビフィズス菌(右)は果糖トランスポーターを発現していないので、結腸末端での糖代謝能が低く酢酸が十分産生されないため、O157感染により結腸で軽い炎症が生じ、腸管のバリア機能が低下することで毒素が血中へ移行しマウスが死に至ります。

(記事制作協力:日本科学未来館科学コミュニケーター 中村江利子)

筋収縮と筋再生・筋肥大をになう アクチン線維形成のしくみを解明

千葉大学 大学院理学研究科 教授
遠藤 剛



研究の背景

骨格筋や心筋の収縮は、からだの各部の動きだけでなく、呼吸、嚥下や心臓の拍動を担っています。したがって筋収縮は生命に直結した重要なたらきです。この筋収縮は、筋細胞の中にあるアクチン線維とミオシン線維から成る筋原線維が担っています。筋原線維がどのようにして作られるか、多くの研究者たちが取り組んできましたが、その分子的な機構は、これまで不明でした。

研究の成果

インスリン様増殖因子IGF-1には筋再生や筋肥大を引き起こす作用があります。筋再生や筋肥大が起こる過程では当然、筋原線維が作られます。そこで私たちは、IGF-1から生じた細胞内のタンパク質間の情報の流れ(シグナル伝達)によって、筋原線維のアクチン線維とミオシン線維が作られると考え、このシグナル伝達によりアクチン線維が作られる分子機構の解明に取り組みました。その結果、IGF-1から生じた何段階ものシグナル伝達によって、筋原線維タンパク質のネブリンにN-WASPというタンパク質が結合し、ネブリンとN-WASPが共同してアクチン線維を形成することを明らかにしました(図1, 2)。これまでは、N-WASPは筋細胞以外の細胞でみられる枝分かれしたアクチン線維の形成に働いていることが知られていました。しかし筋原線維のアクチン線維は枝分かれがなく直線状です。したがって、N-WASP

が枝分かれのないアクチン線維の形成に働いているということは、これまでの概念を覆す発見です。このアクチン線維形成の機構は筋再生や筋肥大にも必要であることがわかりました(図2) (Science, 2010)。この成果はNature Rev. Mol. Cell Biol. でも紹介されました。

今後の展望

この研究は、ネブリン遺伝子の突然変異によって引き起こされる先天性筋疾患のネマリンミオパチーの発症機構の解明につながるものです。また、心筋にはネブリンの代わりにネプレットというタンパク質が存在しています。ネプレット遺伝子の突然変異が拡張型心筋症の原因であることが、最近報告されました。したがってこの研究は心筋症の発症機構の解明にもつながることが期待されます。

関連する科研費

- 平成21-22年度 挑戦的萌芽研究「筋再生と筋肥大を担う筋原線維形成のシグナル伝達機構の解明」
- 平成23-25年度 基盤研究(B)「筋再生と筋肥大・心肥大を担う筋原線維形成のシグナル伝達機構と分子機構の解明」
- 平成23-24年度 新学術領域研究(研究領域提案型)「IGF-1シグナリングによる筋原線維形成の制御とその破綻による筋疾患」

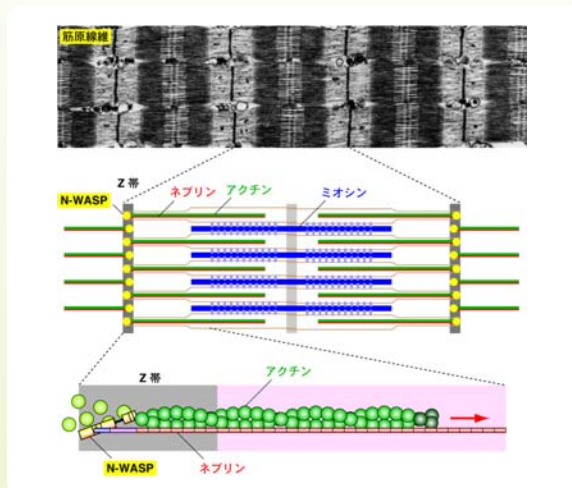


図1 筋原線維の構造とアクチン線維の形成機構



図2 筋原線維のアクチン線維形成のシグナル伝達経路

(記事制作協力:日本科学未来館科学コミュニケーター 水野社)

私と科研費No.28(2011年5月号)

「装置開発を支えた科研費」

国立天文台研究連携主幹 教授
元日本学術振興会学術システム研究センター数物系科学主任研究員

家 正則



エッセイ「私と科研費」

<科研費が欲しくなるまで>

小学校の図書室で見た渦巻銀河の写真が、私の進路のきっかけになったように思う。みごとな渦巻きができる秘密は重力不安定性にあるという理論的な研究で学位を頂いた。理論が予言する渦巻模様の特徴を確かめようと、院生時代から岡山天体物理観測所や木曾観測所に通った。188cm望遠鏡で初めて観測をしたときは大いに感動した。だが、既存の装置では世界に勝てないことを、やがて痛感するようになった。

助手になって数年後に、理論研究のためケンブリッジ大学に1年間留学した。奇しくも、そこで議論した同世代の理論家が、今こぞって自国を代表するプロジェクトのリーダーになっている。2年目はミュンヘンの欧州南天天文台ESOに客員研究員として滞在する機会を得た。完成目前の新装置を用いる観測提案書を4つ書いたら3つが採択され、最初の観測者としてアンデスの天文台に1ヶ月赴いた。快晴夜が続き、新装置のCCDカメラから息を飲む画像がでてくる。留学前からCCDカメラの試作に取り組んではいたが、暗室で写真乾板を現像する時代は終わったと、このとき確信した。

<初めての科研費でつくったCCDカメラ>

1984年に帰国後、若輩ながら無謀にも科研費「一般研究A」に応募した。意外にも一発採択で、希望した2960万円の助成を得た。1年後、液体窒素冷却方式のCCDカメラシステムが完成し、188cm望遠鏡で初観測の夜を迎えた。ところが、直前まで動作していたカメラから画像が出ない。心臓部のCCD素子が静電破壊してしまったらしい。この夜は自分の研究者人生が終わりになったかと落ち込んだ。翌月、なんとか復旧したカメラで再挑戦し、写真乾板でのそれまでの記録であった21等星より2等級暗い23等星が簡単に検出できることを実証した。これ以降、日本の天文観測はCCDの時代になった。

その後は、ほぼ途切れることなくこれまで12件の科研費を代表者として頂いた。中には必ずしも満足できる成果が出なかったこともあるが、科研費には本当に、本当にお世話になった。

<すばる望遠鏡の超ハイテクメガネの開発>

平成14年度からの特別推進研究と、平成19年度からの基盤研究(S)は、すばる望遠鏡の視力を10倍にする「レーザーガイド補償光学装置」を10年がかりで新規開発し実用化する一連の大計画だった。総額7億840万円。一人で細部までマネージできる規模ではない。幸い極めて有能な10名ほどの仲間を得て、進めることができた。装置の要となる可変形状鏡はフランスの会社、レーザー送信用50cm望遠鏡はイタリアの会社に特注製作を依頼した。固体和周波レーザー、フットニック結晶光ファイバー、マイクロレンズアレイは理化学

研究所や国内メーカーと共同開発した。188個のアバランシェフォトダイオードを用いた波面センサーや、さまざまな光学系の設計、組み上げと制御系の設計開発はメンバーが分担して自作した。

開発と平行して進めた観測研究で、平成18年にその後4年間にわたる世界記録となった、距離129億光年かなたの最遠の銀河を発見することができ、初期宇宙史の解明に一石を投じることができたのは、計画したこととは言え、幸運だった。

前例の無い装置づくりは当初予定どおりには進まない。予想もなかったピンチは、完成した装置をハワイに輸送するときに訪れた。研究期間中に国立天文台が大学共同利用機関法人になったため、それまでのすばる望遠鏡に関する包括免税措置の延長申請をしていたが、まだその許可が出ていないという。通関には1000万円規模の関税を払わねばならない。そんな大金は用意していないし、免税申請中に関税を払ってしまう先例をつくることも好ましくない。ちょうど科研費の年度繰り越し制度が始まった年だったので、輸送を延期して予算繰越申請をすることにした。だが、延長申請を取り次いだ関係者に迷惑をかけるわけにはいかない。本意ではなかったが、繰越理由は自己都合と書くことになった。大騒ぎの末、手続きを終え、結局4月早々にワシントンに出向き、免税申請の加速を陳情し、輸送期限の最終日(!)に免税通知を得て通関することができた。思えば実にスリリングな綱渡りだった。チームの努力で、超ハイテク装置が完成し、約400億円の望遠鏡の視力を2%弱の追加投資で10倍にすることができた。

<進化する科研費>

科研費の執行は、さまざまなルールの制限の中で行わねばならない。1990年代前半には、まだ外国旅費枠が少なく国内旅費との費日間の壁が高く、大学院生への渡航旅費支給の制限、海外での執行に伴うさまざまな困難など、国際的な学術研究を進める上で不便を感じるケースが多々あった。当時委員長をしていた日本学術会議天文学国際共同観測専門委員会では、研究現場からの改善要望を3年がかりでとりまとめ、「天文学関連分野における国際共同観測事業等の支援体制の整備について」という対外報告を1998年に発表した。今、この文書を振り返ってみると、当時の改善要望事項のほとんどについてすでに改善が実現していることに感銘を受ける。文部科学省や日本学術振興会が研究現場の声を反映して、工夫をして下さったものである。2006年度から3年間、学術システム研究センターの主任研究員を勤めさせて頂いたが、この時は有能な事務方と改善の必要性をしっかりと発信できる研究者の不断のコミュニケーションがあれば、科研費制度の改善がスピーディに進むことを実感できた。

東日本大震災の国難の中だが、科学・技術・教育をしっかり発展させて、日本の飛躍につなげたいものである。

3. 科研費からの成果展開事例

小学生の英単語処理に関する脳活動基本パターンの解明

首都大学東京・大学院人文科学研究科・教授 **萩原裕子**

科学研究費補助金(科研費)

文法障害の対照言語学的研究と統計計算処理の脳内アルゴリズムのモデル構築
(2000-2002 基盤研究(C))

言語機能のモジュール性: 脳内基盤との因果関係を求めて
(2006-2008 基盤研究(B))

脳機能にもとづく言語習得メカニズムの解明: 学童期の横断的研究
(2010-2012 基盤研究(A))

科学技術振興機構(JST) 社会技術 研究開発事業(RISTEX) 「脳科学と社会」・「言語の発達・脳の成長・言語教育に関する統合的研究」(2005-2009)

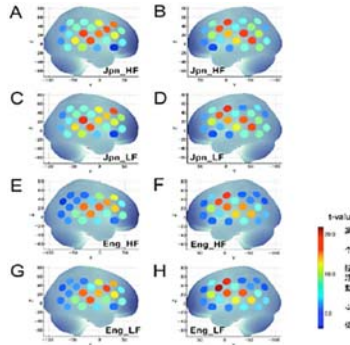


図1 平均的な賦活パターン (MNI標準脳座標系へのマッピング) A・C・E・G: 右半球、B・D・F・H: 左半球、Jpn: 日本語、Eng: 英語、HF: 高頻度語、LF: 低頻度語。

小学生が、難度の異なる英単語を復唱している時の脳活動を測定。耳慣れない英単語を復唱する時は右半球の「縁上回(えんじょうかい)」と呼ばれる場所の活動が活発になり、馴染みのある英単語では左半球の「角回(かくかい)」の活動が活発になることを発見。

子ども達が新しい言葉を学ぶときは、脳でまず音声の分析が優先的に行われ、それが意味を持つ「言語」へと徐々に移行する可能性を示唆。

小学校における効果的な英語活動や、脳科学的な根拠に基づく英語学習法の開発への期待。

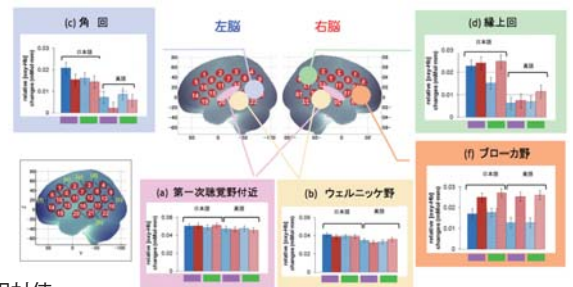


図2 言語領域毎の酸素化ヘモグロビン相対値

■ 左半球の活動の大きさ ■ 右半球の活動の大きさ ■ よく知っている単語 ■ あまり知らない単語
脳の図にある数字は計測したチャンネルの位置、括弧内は解析対象領域を示す。(a)聴覚野付近: 左半球と右半球で同程度の活動がみられる。(b)ウェルニッケ野付近: 英語よりも日本語の方が高い活動を示す。(c)角回: 英語よりも日本語の方で高い活動を示す。日英語ともによく知っている単語では、右半球より左半球の方が高い活動を示す。(d)縁上回: 英語よりも日本語の方で高い活動を示し、日英語とも知らない単語では、左半球よりも右半球で高い活動を示す。(f)ブローカ野: 左半球よりも右半球の方が高い活動を示す。



写真1 移動脳機能計測車(上)と、光トポグラフィによる計測(下)

可視・紫外発光ダイオード(LED)の光出力を大幅に向上する製造技術の開発

名古屋大学・大学院工学研究科・教授 **天野 浩**

科学研究費補助金(科研費)

次世代大電力制御用超高効率デバイス
(2006-2007 基盤研究(A))

ワットクラス超高出力紫外レーザダイオードの実現
(2006-2010 特定領域研究)

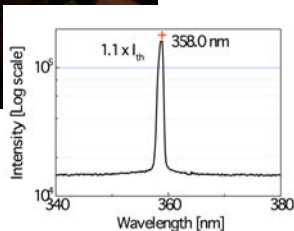
科学技術振興機構 独創的シーズ展開事業・委託開発 「LEDモスアイ構造製造技術」(2007-2010)

文部科学省 知的クラスター創成事業 「高効率・パワーデバイス部材の開発」・「低消費電力高輝度高演色性LED、環境対応モニタリング用センサーの開発」(2008-2009)

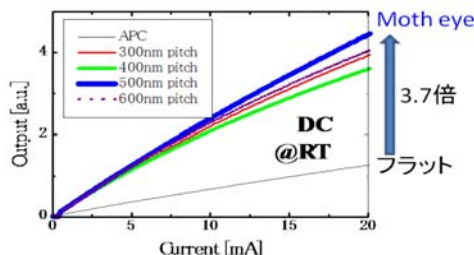
LED照明は白熱電球や蛍光灯に比べエネルギー効率が高く、急速に普及しつつあるが、LED素子内ではまだ発光した光の一部が内部で熱となっており、さらに光取り出し効率の高い技術の開発が求められていた。また、可視に比べ紫外LEDの効率は極めて低かった。

光学波長以下の凸凹を表面に形成することにより、光の全反射は抑制されて外部に光が透過することから、低エネルギーの電子線を使い、500nm幅のコーン形状体を規則的に並べたモスアイ構造(蛾の眼に似た微細な凹凸構造)を持つLEDを作製し、従来比1.7~2.5倍の光出力の向上を実現した。更に、紫外LEDに関して、従来より高温での結晶成長により、発光層内部量子効率を向上させた。

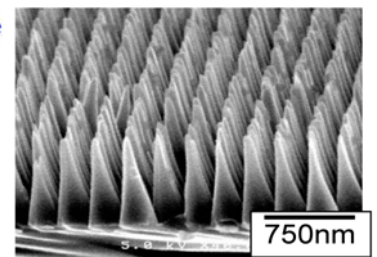
白色LEDをはじめとする高効率・高出力を必要とする広範なLED製品への応用が期待される。また紫外LEDは空気・水の清浄化などこれからのさまざまな環境製品の基幹製品として、また皮膚病治療など医療分野への応用展開が期待される。



紫外線レーザダイオード発振の様子



青色LEDの光出力向上



Moth eye構造の例

脳の覚醒状態を維持する仕組みの解明

自然科学研究機構・生理学研究所・准教授 **山中章弘**

科学研究費補助金(科研費)

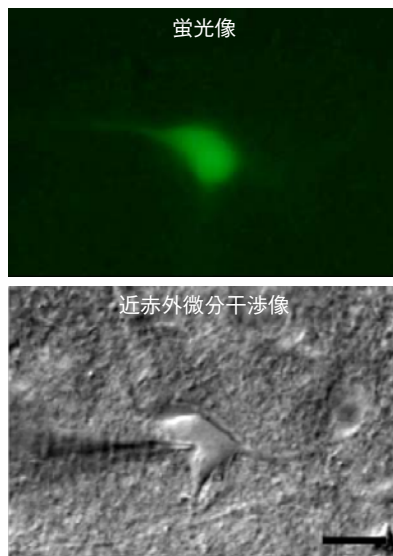
睡眠覚醒サイクル発現におけるオレキシン神経の役割について
(2006-2007 特定領域研究)

オレキシン神経活動制御による睡眠覚醒研究の新展開
(2008-2009 特定領域研究)

睡眠覚醒制御に関わる神経機構の統合的解明
(2008-2010 若手研究(A))

科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業 さきがけ研究
「脳神経回路の形成・動作と制御」
「本能機能を司る視床下部神経回路操作と行動制御」(2009-2013)

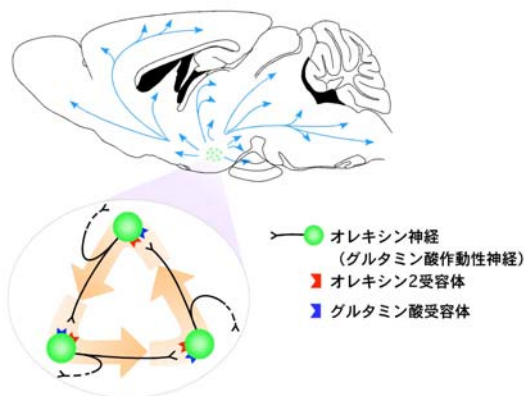
緑色蛍光タンパク質で標識されたオレキシン神経(写真上)にパッチクランプする様子(写真下)



オレキシン(睡眠や覚醒を制御する神経タンパク質)を産生する神経(オレキシン神経)がオレキシン2受容体を介して互いに活性化し合うことで、オレキシン神経活動が高い状態に保たれ、脳の覚醒状態が維持されることを発見(下図参照)。

注意力を高めたり、起き続けたりする脳内のメカニズムの解明。
居眠り防止や過眠症・不眠症などの治療薬の開発につながる可能性。

オレキシン神経(緑)同士が互いに連絡し合い、活動を高め合っている図



小鳥のように鳴くマウス、言語の起源の解明に一役

大阪大学・大学院生命機能研究科・教授 **八木 健**

科学研究費補助金(科研費)

哺乳類の生得的行動を制御する遺伝要素の探索
(1996-1998 萌芽的研究)

哺乳類脳で多様化した遺伝子の探索
(1999-2001 萌芽的研究)

情動行動を制御する分子的基盤の解析
(1999-2001 基盤研究(B))

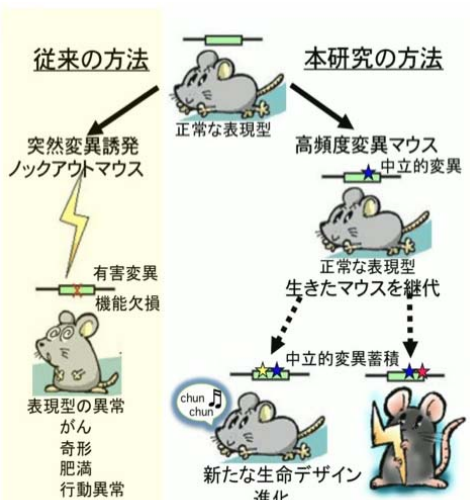
科学技術振興機構 戦略的基礎研究「ゲノムの構造と機能」
「クラスター型カドヘリンのゲノム構造・機能の解析」(2000-2005)

DNAの複製能力が低く突然変異を起こしやすい遺伝子改変マウスを作製。このマウス同士を交配し、人為的に“進化”させる実験を行い、小鳥のように鳴くマウスを作製。

遺伝子情報を調べ、細胞内の代謝に関連する遺伝子の塩基配列が変異していることを解明。

新たな発声がどんな社会行動を伴うのか、周囲にどう影響するのかなどをさらに解明することで、哺乳類の言語の進化の研究に役立つ可能性。

マウス個体レベルでの遺伝子改変技術の研究開発により、哺乳類の行動を制御する遺伝子へのアプローチを可能とした。内村有邦博士と内在的な遺伝子変異を高頻度でおこなう「高頻度変異マウス」を作製し、新たな生命デザインをもたらす実験系を確立した。その中で『小鳥のようにさえずるマウス』が誕生、繁殖に成功し、全世界でニュースとなる。哺乳類における新たなコミュニケーションの発達・進化を研究する道を拓く。



理研 Mutagenesis Program (<http://www.brc.niken.jp/lab/gsc/mouse/index.j.htm>)の図を改変して使用



4. 科研費トピックス

科研費の「基金化」が実現、研究の進展に合わせた研究費の使用が可能に

日本の会計制度は単年度主義に基づいているため、科研費についても、研究者の研究計画のうち会計年度ごとに必要な補助金の助成を行っています。

しかし、学術研究は、柔軟な発想や手法で取り組むことにより、先駆的で独創的な成果が得られるものであるため、必ずしも当初の計画どおりに遂行されるものではありません。

このため、研究者からは年度の制約を受けず、研究の進展に合わせて研究費を使用することができる制度の実現が切望されていました。

これらの要望を実現するためには、複数年にわたる研究費を基金として措置することが必要であったため、日本学術振興会に「学術研究助成基金」を設ける旨の法律が国会で成立し、4月28日に施行されました。

「基金化」した新たな科研費制度は、まず「基盤研究(C)」、「挑戦的萌芽研究」、「若手研究(B)」の新規採択課題(新規採択の約8割、約2万件)を対象としてスタートしました。

科研費の「基金化」によって、

- ① 研究の進展に合わせた研究費の前倒し使用
- ② 事前の繰越手続を必要としない、次年度における研究費の使用
- ③ 年度をまたぐ物品調達

などが可能となり、研究費をこれまでより柔軟かつ効果的に使用できるとともに研究者は研究に専念できるようになるため、研究活動が活性化されるなど大きな効果が上がることが期待されます。

研究助成改善のイメージ

| | 1年目 | 2年目 | 3年目 | 4年目 |
|--------------|-------|-------|-------|-------|
| 予定額 | 100万円 | 100万円 | 100万円 | 100万円 |
| 実際に必要となった研究費 | 130万円 | 70万円 | 80万円 | 120万円 |

30万円
前倒し請求が可能

20万円
繰越しに関する手続が不要

平成23年度科学研究費補助金の交付内定(4月1日)について

科学研究費補助金制度では、研究者の方々ができるだけ早く研究に着手していただけるように、採択課題の交付内定通知の早期化に努めています。

平成23年度採択分については、審査中の一部の研究種目及び基金化の制度改正を行う研究種目の新規採択分を除き、年度当初の4月1日に交付内定を通知しました。

文部科学省交付分

「特定領域研究」、「新学術領域研究(※)」、「特別研究促進費(継続)」、「研究成果公開促進費(研究成果公開発表)」

(※) 研究領域提案型の新規の研究領域分を除く。

日本学術振興会交付分

「特別推進研究(継続)」、「基盤研究(S)(継続)」、「基盤研究(A・B)」、「基盤研究(C)(継続)」、「挑戦的萌芽研究(継続)」、「若手研究(S)(継続)」、「若手研究(A)」、「若手研究(B)(継続)」、「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(学術定期刊行物、学術図書、データベース)」、「学術創成研究費(継続)」

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、大学で行っている最先端の科研費の研究成果について、小中高校生の皆さんが、直に見る、聞く、ふれることで、科学のおもしろさを感じてもらうプログラムです。

平成22年度「よく工夫されたプログラム」の事例紹介



『北大農場でベリーの品種改良に挑戦しよう!』

星野 洋一郎

北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター・助教

ラズベリーとブラックベリーの交配を行い、オリジナルの品種を育てた!



『水の科学—水の不思議な性質を調べよう—』

斎藤 紘一

尚絅学院大学・総合人間科学部・教授

身近にあるプラスチック製品などを使った実験を通して、水の不思議を学んだ!



『～トラがたばこをすっていたころ～ 韓国の昔話の世界へようこそ——韓国文化体験講座』

大竹 聖美

東京純心女子大学・こども文化学科・准教授

「トラ」が出てくる韓国の昔話を聞いたり、ハングル工作をしたり、チマ・チョゴリを着たりして、韓国文化を体験した!

平成23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、<http://www.jsps.go.jp/hirameki/index.html> をご覧ください。

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

〒100-8472 東京都千代田区一番町8番地
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