

# 科研費 NEWS 2008 VOL. 4

## 科学研究費補助金 Grants-in-Aid for Scientific Research

文部科学省及び独立行政法人日本学術振興会では、大学や研究機関等で行われる学術研究を支援するため、科学研究費補助金(科研費)を交付しています。このニュースレターでは、科研費により支援した研究活動における最近の研究成果について、その一部を御紹介します。

1. 科研費について ..... P02
2. 最近のユニークな研究成果の例  
【人文・社会系】  
「自然科学分析により、中世の環境変動と農耕変遷を初めて解明」..... P03  
奈良教育大学教育学部准教授 金原 正明  
【理工系】  
「低温反応により、これまでの常識を覆す「平らな鉄の酸化物」を生み出すことに成功」 P04  
京都大学大学院理学研究科准教授 陰山 洋  
「常温で設計どおりに原子を入れ替える手法を開発—原子埋め込み文字"Si"を書くことに成功—」 P05  
大阪大学大学院工学研究科教授 森田 清三  
「筋電位を読み取って動く高性能義手の開発に成功」 ..... P06  
東京大学大学院工学系研究科准教授 横井 浩史  
「刺激を加えなくてもON/OFFを繰り返す機能材料を開発—ドラッグデリバリーに最適—」 P07  
物質・材料研究機構  
WPI国際ナノアーキテクトニクス研究拠点主任研究者 有賀 克彦  
【生物系】  
「植物の2つの養分通路のサイズを調節するメカニズムを解明」 ..... P08  
東京大学大学院理学系研究科教授 福田 裕穂  
「種の形成に関わる環境的要因を遺伝子解析により解明」 ..... P09  
東京工業大学大学院生命理工学研究科教授 岡田 典弘  
「有害な『ホルムアルデヒド』を吸収除去する植物を開発」 ..... P10  
近畿大学生物理工学部教授 泉井 桂  
「食塩感受性高血圧の発症に『コレクトリン』が関与していることを発見」 P11  
岡山大学病院腎臓・糖尿病・内分泌内科講師 和田 淳  
「膵臓のインスリン分泌細胞を増殖させる肝臓からの神経ネットワークを発見  
～糖尿病の再生治療に応用性～」 ..... P12  
東北大学大学院医学系研究科教授 片桐 秀樹  
【参考】科研費と他の競争的資金との連携について ..... P13
3. 科研費トピックス ..... P14

### 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 概要

- 大学や研究機関等において行われる人文・社会科学から自然科学まで全ての分野における学術研究（研究者の自由な発想に基づく研究）を対象に支援する競争的資金です。
- 科研費の審査については、研究経験を有するプログラムオフィサー（PO）によって、その責任の下に選任された研究者（約6千名）が、ピアレビュー（専門分野の近い研究者同士が評価する方式）により、公正かつ透明性の高い評価を行っています。
- 平成21年度の予算規模は1,970億円であり、政府全体の競争的資金（約4,913億円）の約40%を占めています。
- 配分状況については、平成20年度、約104,000件の新規応募に対して、約24,000件を採択（採択率約23%）し、継続分と合わせて、約57,000件の研究課題を支援しました。
- 支援に当たっては、分野、内容等の多様な研究ニーズに適切に応えるため、様々なカテゴリーを設けています。（P16参照）

## ② 科研費の研究成果

## ■ 研究実績

- ・ 科研費により支援する学術研究では、毎年度、数多くの優れた研究成果が創出され、論文作成や学会発表などの方法により、公表されています。

〔科研費の研究成果として発表された研究論文数〕

平成14年度 約138,000件 → 平成18年度 約160,000件

- ・ 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情報検索サービスにより、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://seika.nii.ac.jp>〕

## ■ 新聞報道

- ・ 文部科学省では、新聞報道された研究成果のうち、科研費による支援を行ったものについての調査を行っています。（調査対象：朝日、産経、東京、日本経済、毎日、読売の6紙）〔平成19年度実績：639件〕

- ・ 平成20年度第1～3四半期（平成20年4月～12月期）は、368件の報道がありました。

| 4月  | 5月  | 6月  | 7月  | 8月  | 9月  | 10月 | 11月 | 12月 |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 47件 | 34件 | 35件 | 41件 | 52件 | 36件 | 42件 | 48件 | 33件 |

- ➡次ページ以降では、平成20年度第3四半期に報道された研究成果などの中から、特にユニークなものについて、その一部を御紹介します。

## 人文・社会系



### 自然科学分析により、中世の環境変動と農耕変遷を初めて解明

奈良教育大学教育学部准教授 金原 正明

#### 【研究の背景】

14～19世紀のアルプスにみられる氷河前進期は、「小氷期」(the Little Ice Age)とよばれ、ヨーロッパの農耕に大きな打撃を与えました。日本や東アジアで中世と呼ばれる同時期は歴史的な変革の時期にあたりますが、環境や農耕の様相は断片的にしか復元されていません。

#### 【研究の成果】

私たちは、東アジアの温帯域、特に日本における中世の環境変動と農耕の変遷を、植物遺体分析を中心に検討し、「小氷期」という世界的な気候変動の影響と農耕の関連を調べることを試みました。

その結果、中世では、森林植生が照葉二次林から落葉二次林、アカマツ二次林へと変遷し、山野の疲弊の過程が明らかになりましたが、気候変動の影響より人の営力が勝っていることが示されました。焼畑を伴う畑作は沖積平野や谷底平野の縁辺から、時代を追う毎に山地へと及び、より疲弊した二次林が成立していったのです。

また、冷涼種のソバが沖積低地でも作付されており、「小氷期」の影響が窺えます。しかし、植生や環境に大きな変動をきたすほどの変化ではありませんでした。平野部での畑作の盛行、作物の多様化、まわし畑や田畑輪換を行うなどによって、畑作の短所である連作障害を克服し、農耕が飛躍的に発展しました。現在の米より長く大型の米があらわれ、陸稲としてムギ類とともに畑作を促進させました。

16世紀には人糞施肥の技術が一般化し、安定した常畑が成立して大きな画期が訪れました。これに伴って森林が回復していったことがわかります。

#### 【今後の展望】

今回の成果により、中世を主とする植生環境の変化と農耕の発達段階の階層が明らかになりました。今後、より詳細な地域的様相の解明と中近世考古学の未発達な東アジアでの解明が期待されます。

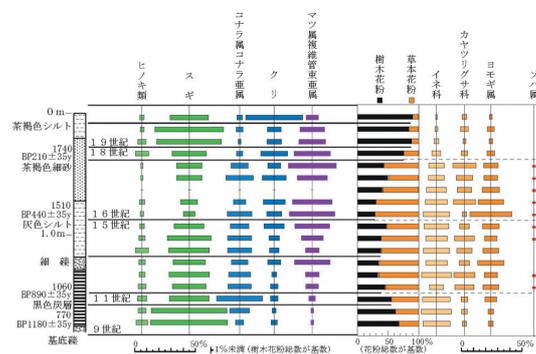


図1 奥能登(能登町本木樟谷)の花粉変遷

奥能登の山地部の例では、9世紀から、炭生産と焼畑によってスギの原生林が減少し、11世紀から18世紀にかけてソバなどの畑作が盛行し、森林全体は減少しつつ、コナラやクヌギ、クリ、アカマツの二次林が成立していった。19世紀以降、二次林と造林によって森林が回復し、現在が最も森林の豊かな時代となっている。

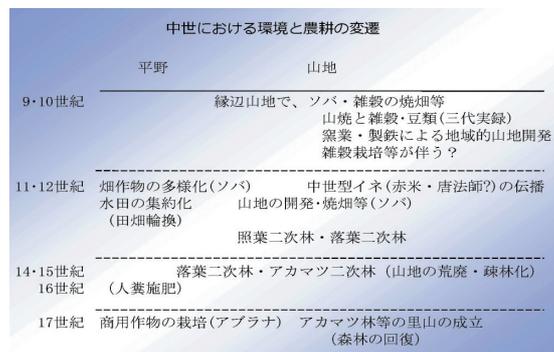


図2 中世における環境と農耕の変遷

#### 活用された科研費

平成15-18年度 特定領域研究「自然科学分析による中世の環境変動の解明と農耕変遷の究明」

## 理工系



## 低温反応により、これまでの常識を覆す 「平らな鉄の酸化物」を生み出すことに成功

京都大学大学院理学研究科准教授 陰山 洋

### 【研究の背景】

資源危機が叫ばれる今、希少元素の代わりにありふれた元素を用いて高機能な材料の実現を目指すユビキタス元素戦略において、鉄は最も重要な金属元素です。

鉄酸化物は多種多様に見えますが、その局所構造(鉄原子のまわりの酸素原子の結合形態)はほぼ共通して立体的であり(図1)、新たな機能をもつ鉄酸化物の開拓は困難であると考えられていました。

### 【研究の成果】

私たちは、通常の酸化物の反応温度(1000℃以上)よりずっと低い温度(300℃以下)で反応を行うことにより、新しい鉄の配位構造を実現することに成功しました。具体的には、 $\text{SrFeO}_3$ (Sr:ストロンチウム、Fe:鉄、O:酸素)と水素化カルシウムを300℃で反応させることによって $\text{SrFeO}_2$ を得ました(図2)。

$\text{SrFeO}_2$ では、鉄原子のまわりに四つの酸素原子が正方形に配位し、さらにその正方形が互いに繋がり合って二次元格子を組んでいます。ついで、 $\text{Sr}_3\text{Fe}_2\text{O}_7$ に対して同様の低温還元反応を行ったところ、「平らな配位」の鉄が一次元状に並んだ $\text{Sr}_3\text{Fe}_2\text{O}_5$ を得ることに成功しました(図3)。

このような配位構造は鉄酸化物に関する膨大な研究に基づくこれまでの無機化学の常識を覆すものです。

### 【今後の展望】

私たちの開発した手法を多数存在する通常の鉄酸化物に適用することで、「平らな配位の鉄酸化物」という大きなパラダイムを創りだすことができると考えています。

最近の研究により、これらの鉄酸化物は従来型のものに比べ化学結合が強いことがわかってきました。したがって、例えば、強力磁石、高温超電動体などの開発に弾みをつけると期待されます。

また、図2、3のような酸素の離脱を伴う反応が、低い温度で迅速に起こることは、固体中での酸素伝導に新しいメカニズムがあることを示唆しており、

その理解が固体燃料電池(SOFC)の低温動作化の実現に貢献することが期待されます。

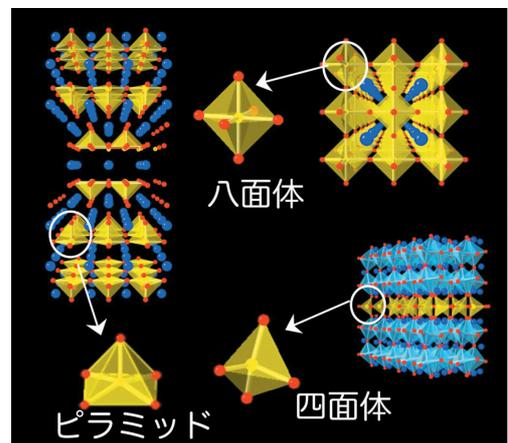


図1 通常の鉄化合物の局所構造。八面体や四面体やピラミッドのような立体的な構造を好みます。鉄原子と酸素原子はそれぞれ黄色、赤色です。

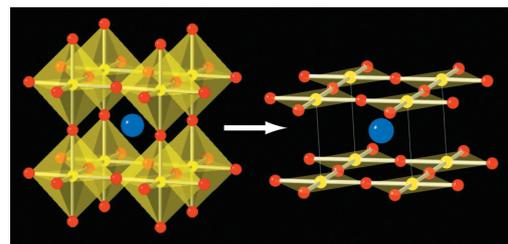


図2  $\text{SrFeO}_3$ (左)から $\text{SrFeO}_2$ (右)への反応スキーム。

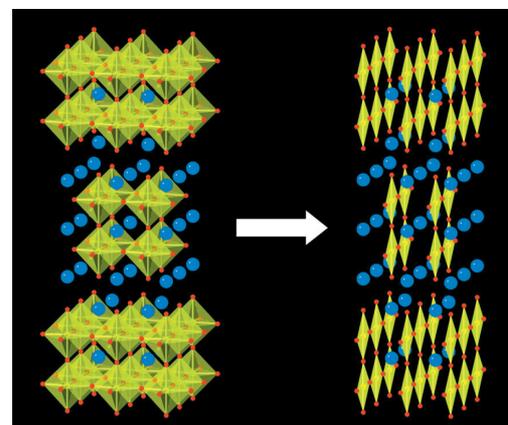


図3  $\text{Sr}_3\text{Fe}_2\text{O}_7$ (左)から $\text{Sr}_3\text{Fe}_2\text{O}_5$ (右)への反応スキーム。

### 活用された科研費

平成17-19年度 若手研究(A)「低温イオン交換法を用いた新規低次元磁性体の開発」  
平成19-23年度 特定領域研究「フラストレーションが創る新しい物性」

## 理工系



## 常温で設計どおりに原子を入れ替える手法を開発 — 原子埋め込み文字“Si”を書くことに成功 —

大阪大学大学院工学研究科教授 森田 清三

### 【研究の背景】

錆びないステンレス合金のように複数元素から出来た材料は新しい機能を発現します。また、超格子や量子ドットのようにナノスケールでの特殊な構造や状態は量子効果を発現します。

したがって、複数の元素からなる新奇な複素ナノ構造体は、多元素による機能付与と量子効果を融合した新ナノ材料・デバイスの宝庫として期待されます。

私たちは、これまでの研究において、図1に示すように、絶縁体も扱える原子間力顕微鏡(AFM)で、個々の原子を見る技術を開発し(Science 1995)、混在した半導体元素の識別を可能にしました(Nature 2007表紙採用)。

さらに、スズ(Sn)原子とゲルマニウム(Ge)原子が混在する表面で、Sn原子とGe原子が交換される交換型「水平」原子操作の新現象を発見し、Ge表面に埋め込んだSn原子で“Sn”の元素記号を描いた原子埋め込み文字を室温で構築することに成功しました(Nature Materials 2005)。

このような、個々の原子を見て、識別し、選択した原子を設計通りの位置に動かすことにより、デザイン通りの複素ナノ構造体を室温で構築する技術の開発は、夢の新ナノ材料・デバイス開発への道を切り拓くものです。

### 【研究の成果】

今回、私たちは、室温でAFM探針先端のシリコン(Si)原子とSn原子を交換してSn表面に直接Si原子を埋め込む交換型「垂直」原子操作の新現象(図2(a))を発見し、Sn表面に埋め込んだSi原子で“Si”の元素記号を描いた原子埋め込み文字を構築しました(Science 2008)(図2(b))。

この新手法は、AFMの探針先端のSi単原子を

表面のSn原子と交換しながら設計どおりの位置に埋め込める夢の単原子ペンであり、原子埋め込み文字を室温で高速構築できる極限技術です。

### 【今後の展望】

私たちが開発してきたこれらの極限技術を基盤に、複素ナノ構造体である夢の新ナノ材料・デバイス探索に向け、まずは2~3種類の元素からなる原子クラスターや原子ワイヤを組み立てる技術を開発し、複素ナノ構造体の物性について研究する予定です。

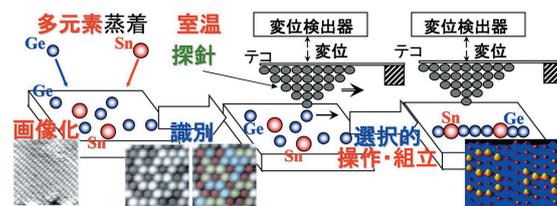


図1 個々の原子の観察・識別・操作組立

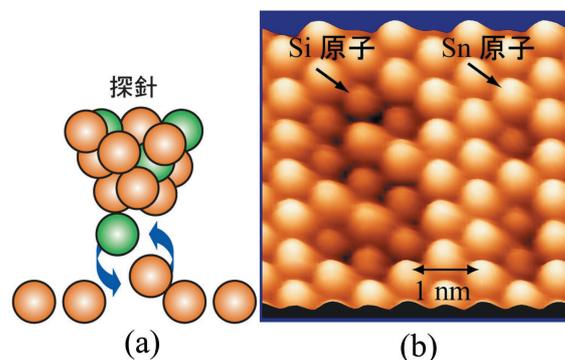


図2 (a) 単原子ペンによる異種原子の交換による埋め込みと(b) Sn表面に埋め込んだSi原子で描いた原子埋め込み文字“Si”

### 活用された科研費

平成11-14年度 特定領域研究(B)「原子分子のナノ力学」  
平成17-21年度 基盤研究(S)「異種原子位置交換型水平原子操作の制御条件と機構の解明」  
平成19-23年度 特定領域研究「表面機能元素の制御と原子構造解析」

## 理工系



## 筋電位を読み取って動く高性能義手の開発に成功

東京大学大学院工学系研究科准教授 横井 浩史

## 【研究の背景】

手指の機能は、脳の知的活動を物理的に表す代表例であり、運動と感覚の高度に連携した人の象徴的な機能です。近年の電子技術およびロボット技術の発展は、手指の欠損という重大な事故に際し、義手による運動と感覚の機能代行を可能とするようになってきました。

手指の動作の多くは、前腕部と呼ばれる肘に近い部分の筋群の活動によって制御されています。また、筋群の活動は、筋膜表面の電氣的ポテンシャルを電位信号として計測することが可能であり、これは筋電位と呼ばれています。

筋電位は、個々人の特性や体調などにより影響を受け易い不安定な信号であり、手指の運動につなげるためには、難しい信号処理問題が存在します。さらに、義手として手指に匹敵するメカニズムと指先の感覚のフィードバックを実現することも大きな課題です。

## 【研究の成果】

私たちは、手指の運動を筋電位によって読み取るための個性適応型情報処理技術と、所望の手指動作をロボットハンドにより実現するための多自由度干涉駆動技術、さらに、触覚感覚を電気刺激によってフィードバックする技術を新しく開発することで、高機能な筋電義手を実現しました(図1)。

開発した義手は、右手手根関節離断の60代女性切断者用に開発し、5指18関節13自由度(手首部2自由度)、触覚刺激に対するバイオフィードバック機能を搭載しました。筋電位信号により識別可能な動作数は、14種類を実現するなど、従来にない画期的な性能を示すものです(図2)。

## 【今後の展望】

今後、筋電やブレイン・マシン・インターフェース(BMI)などの生体信号の詳細な計測・解析技術の進歩により、人の運動意図がより詳細に抽出されることとなるでしょう。義手の制御技術は、これらの生体信号処理の解析技術に後押しされる形で、

## 活用された科研費

平成10～12年度 基盤研究(C)「知的電動義装具構築のための基礎研究」  
平成16～18年度 基盤研究(B)「上肢切断者の残存機能探索と開拓のための能動型適応システム構築」  
平成19～21年度 基盤研究(A)「人・機械・相互適応システムの構築に関する研究」

大きく進歩することになります。

今後は、5指が独立に可動し、さらなる軽量・小型化、そして、多元的で高密度なセンサシステムと合わせて開発が進むことが予想されます。

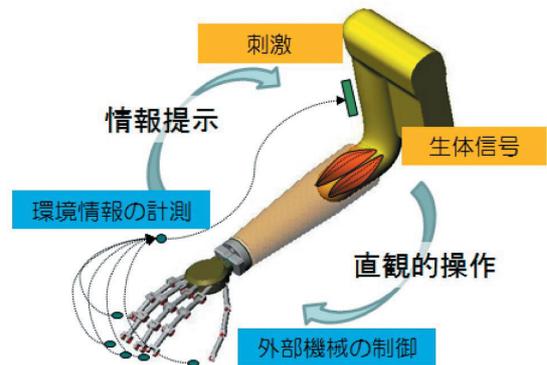


図1 個性適応型ロボットハンドの概念図



図2 個性適応型筋電義手

5指18関節13自由度(手首部2自由度)、触覚刺激に対するバイオフィードバック機能を搭載した。総重量1.2kg、把持力55N、関節角度分解能1°、開閉速度200ms。識別された手指動作は、拇指開閉、25指開閉、45指開閉、手首回内回外、手首掌屈背屈、つまみ開閉など14種類。

## 理工系



## 刺激を加えなくてもON/OFFを繰り返す機能材料を開発 — ドラッグデリバリーに最適 —

物質・材料研究機構

WPI国際ナノアーキテクトニクス研究拠点主任研究者 有賀 克彦

## 【研究の背景】

生物の優れた機能は人工機能のお手本であり、生物のような働きを持つ物質を開発しようと日夜研究していますが、生物が示す変幻自在で全体が調和したような機能体はなかなか作るできません。それは、これまでの研究のアプローチがまずかったのです。

私たちは生物と似た部品を作ることばかりを考えていましたが、生物の高度な機能の秘訣は、それらの構造が複雑に絡み合った「階層的」な構造にあることがわかりました。生体系では、何種類もの刺激—応答が並列に働いたり、フィードバックがかかったりすることによって調和された機能が発揮されているのです。

## 【研究の成果】

そこで、私たちは、ポリマーや無機のナノ物質を階層的に組織化する研究を進めました。その中で、多孔質シリカカプセルの多階層構造において、今までにない機能が発揮されることを偶然発見しました。

まず、図1に示すような中空でかつ壁には規則的な孔(メソポア)を持つシリカカプセルを鋳型合成法によって作製します。さらに、そのカプセルをシリカナノ粒子や高分子電解質とともに交互吸着法によって多層フィルムとしました。これは、カプセル内空間が多孔質の壁で囲まれ、さらに積層されているという階層構造です。

このフィルムのカプセルに水や液体の薬物をしみこませた後、空気中にさらして薬物の放出を見たところ、図2のように自動的にON/OFFが繰り返されているという不思議な現象が発見されました。そのメカニズムはまだ解明されていませんが、壁の穴から薬物が蒸発する過程とそこへと薬物がカプセル内部から浸透する過程が交互に起こるとい階層的な孔構造を反映した機能ではないかと考えています。

## 【今後の展望】

この薬物放出は周囲から刺激を加えなくても起こるので、自動的・定期的な薬物投与(ドラッグデリバリー)に役立つと思われます。表面を生体適合性のポリマー層で覆うことも可能です。カプセルの表面を修飾することによりDNAを固定化することができたり、カプセル素材をシリカからカーボンに変えることによって有害な芳香性化合物が吸着できたりすることも明らかになってきました。

今回開発した物質は、工夫次第でいろいろな用途に応用できると期待しています。

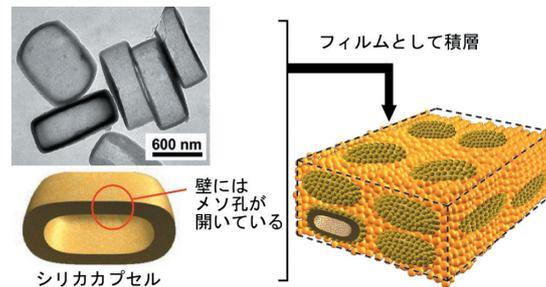


図1 シリカカプセルとフィルムへの積層化

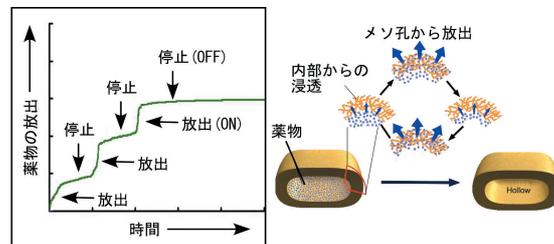


図2 薬物が自然にON/OFFしながら放出されていく様子

## 活用された科研費

平成18—20年度 特定領域研究「次世代共役ポリマーの超階層制御と革新機能(超階層制御)」

## 生物系



### 植物の2つの養分通路のサイズを調節するメカニズムを解明

東京大学大学院理学系研究科教授 福田 裕穂

#### 【研究の背景】

植物の2つの養分通路、木部と篩部(図1)は植物の体全体に張り巡らされていて、木部は根からの養分を、篩部は葉でつくられた養分を運びます。

植物の成長に伴って、木部と篩部も太くなり、そのサイズを決める際に、2つの通路間で情報交換をしているのではないかと考えられていましたが、実態は分からないままでした。

#### 【研究の成果】

私たちは、この問題を解決するために、木部と篩部の間で情報をやりとりするシグナル分子を探すことにしました。そして、木部や篩部細胞に分化する培養細胞の細胞外液から、12個のアミノ酸からなる新規ペプチド、TDIFを発見しました。

このTDIFは、木部の形成を阻害するとともに、その起源である維管束幹細胞(木部細胞と篩部細胞に分化できる細胞)の増殖を促進することが分かりました。そこで、TDIFを受け取るタンパク質(受容体)を探したところ、ヒトの自然免疫で働く受容体とよく似た受容体が見出されました。

様々な解析の結果、TDIFは篩部により作られ、維管束幹細胞に運ばれ、そこで受容体に結合することで、維管束幹細胞の木部への分化を抑制し、一方で、維管束幹細胞の分裂を促進することが分かりました(図2)。このようにして、篩部からのシグナルが、木部細胞への分化を制御し、過剰の木部をつくらせないという、篩部と木部のクロストークがあること、またそのシグナルがペプチドであることが初めて明らかとなりました。

#### 【今後の展望】

今回の研究により、篩部から分泌されるペプチドを介して木部のサイズの抑制が行われることが分かりました。次の大きな課題の1つは、逆方向のシグナル、すなわち木部側から篩部側へ働きかけるシグナルの探索です。この双方向のシグナルのバランスにより、木部と篩部のサイズが調整されているはずです。

#### 活用された科研費

平成17-19年度 基盤研究(A)「維管束構築に關与する細胞外シグナル因子の網羅的単離と解析」  
平成19-24年度 特定領域研究「情報統御分子の伝搬器官としての維管束系の分化」  
平成20-22年度 基盤研究(A)「シグナルセンターとしての篩部機能の解明」

こうした研究を通して篩部と木部間のコミュニケーションの理解が進み、作物や樹木の生産量増大に向けて2つの養分通路のサイズを人為的にコントロールできる日が来ると期待されます。

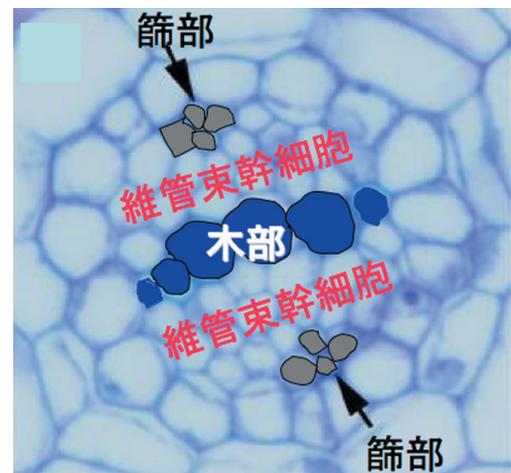


図1 根の断面図。木部と篩部のほか、木部と篩部の間に維管束幹細胞が見られる。

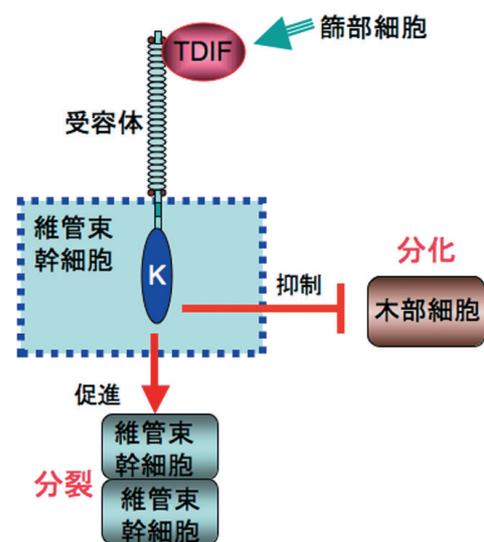


図2 篩部と木部のコミュニケーション。TDIFは篩部から分泌される。TDIFは受容体に受容され、維管束幹細胞からの木部分化を抑制し、維管束幹細胞の分裂を促進する。

# 生物系



## 種の形成に関わる環境的要因を 遺伝子解析により解明

東京工業大学大学院生命理工学研究科教授 岡田 典弘

### 【研究の背景】

アフリカ三大湖に生息するシクリッド(カワスズメ魚類)は短期間で爆発的に種分化を起こした魚類として世界的に有名です。しかし、これまでの研究は、主に生態学的観察によって行われてきており、その種分化を起こした分子機構についてはほとんど解明されてきませんでした。

私たちは、DNAレベルで何が種分化の原因となったのかを明らかにする目的で、2002年度より特定領域研究「種形成の分子機構」を立ち上げました。

### 【研究の成果】

ビクトリア湖にはシクリッドが700種いると言われていますが、まず、どのような生態的条件でどのような種が分化しているのかを知るため、日本で初めて調査隊をビクトリア湖に派遣し、約1万個体のシクリッドを採取して、その写真や生態的情報を採集しました(図1)。

その結果、光を感じるオプシン遺伝子が種形成に重要な役割を担っている事が明らかになりました。

写真に示すブンダミア(図2)とニエレリ(図3)を例にとって説明しましょう。

この両種は、ほぼ同所的に生息していますが、ブンダミアはやや浅い水域(青い光の支配的な場所)に生息するのに対し、ニエレリはやや深い水域(赤い光の支配的な場所)に生息します。

その結果、それぞれのグループは、その環境に合った最大吸収波長のオプシン遺伝子を持つようになります。

さらに、それぞれのメスにとって最も綺麗に見える体色にオスの体色が変わる、すなわち、ブンダミアは青に、ニエレリは赤に変化する事により、生殖的な隔離が成立します。

このような種生成機構をSensory Drive(感覚によって主導された種分化)といいます。これは、その分子機構が解明された初めての例です。

### 【今後の展望】

今回の論文は2008年にNatureのArticleとして掲載されました。

種形成の分子機構は多様であり、Sensory Drive以外の種形成機構が存在している可能性も高く、今後は、そのメカニズムを解明していきたいと考えています。

余談ですが、今回のタンザニア水産学研究所との共同研究をきっかけとして、現地で採取されたシーラカンスを研究のため、本学が譲り受けるという僥倖に恵まれました。2007年暮に秋篠宮様が御視察になったシーラカンスの解剖は新聞でも大きく取り上げられ、学术交流が外交関係にも好い影響を与える例になったと思っています。



図1 調査研究報告書



図2 ブンダミア



図3 ニエレリ

### 活用された科研費

平成12-17年度 特定領域研究「種形成の分子機構」

## 生物系



### 有害な「ホルムアルデヒド」を吸収除去する植物を開発

近畿大学生物理工学部教授 泉井 桂

#### 【研究の背景】

ホルムアルデヒド(HCHO)は、シックハウス症候群の代表的な原因物質(ガス)で、厚生労働省のガイドラインでは、HCHOの室内濃度を0.08ppm(100 $\mu$ g/m<sup>3</sup>)以下にすることとされています。

建材や家具などから持続的に放出される微量のHCHOを手軽に、しかもエレガントに除去する方法として、観葉植物の利用が考えられますが、実際には、ある程度の除去効果は見出されるものの、その能力は極めて低いことがわかりました。

そこで、私たちは遺伝子操作によって、植物にHCHOを吸収・同化する能力を付与することを考えました。

#### 【研究の成果】

メタノールを唯一の炭素源として生育できる微生物は、メタノールをHCHOに酸化したのち、2つの酵素(HPSとPHI)によってリブロース5-リン酸(Ru5P)に固定し、さらにフルクトース6-リン酸(F6P)を生成します。

図1に示すようにRu5PとF6Pはともに光合成炭酸同化経路(カルビン回路)の中間体なので、これら2つの酵素を植物の葉緑体の中で発現させれば、HCHOを吸収して同化する能力を植物に付与することができます。

実際に実験植物のシロイヌナズナとタバコにこれらの酵素の遺伝子を導入したところ、得られた形質転換植物は、HCHOに対して強い耐性を示しました(図2)。さらに、生化学的な実験によって、HCHOの吸収能力の増強やカルビン回路への取り込みなどが証明されました。

この原理を観葉植物のポトスやベゴニアなどに応用するため、2つの酵素を融合させた融合酵素の遺伝子をもつベクター(図3)を新たに作成するとともに、これら2種類の観葉植物の形質転換のために必要な「組織培養による個体の再生法」を確立しました(図4)。

#### 【今後の展望】

今後は、早期に形質転換した観葉植物を作出し、そのHCHO吸収能を評価して実用化への道をつけたいと考えています。さらには、HCHO同化能を

基礎として、メタンをHCHOに酸化する代謝系をイネに導入し、水田から発生する温暖化ガスのメタンを吸収・同化するイネを作ることを考えています。

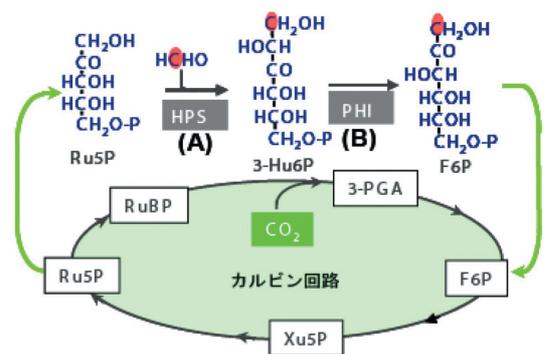
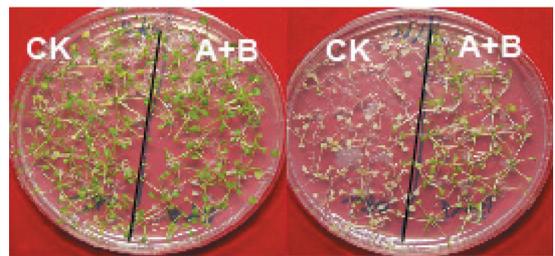


図1 HCHOを植物の光合成炭酸同化回路(カルビン回路)にとりこめるために2つの代謝酵素(HPSとPHI)を導入



#### 4 mM HCHO 10 mM HCHO

図2 形質転換シロイヌナズナ(A+B)は10mMのHCHOを含む培地でも生育したが、野生型植物(CK)は白化して枯れた。



図3 観葉植物に導入するために新しく構築した遺伝子DNAの構成。AとBの融合酵素を葉緑体の中で強く発現させるための工夫がしてある。



図4 ベゴニアの葉の断片からカルス(左図)を経て個体を再生させる系の確立。全所要期間は約4ヶ月。

#### 活用された科研費

平成12-13年度 萌芽的研究「植物への新規光合成炭酸固定経路の付与を目指して:ホルムアルデヒドの資化能の増強」  
平成19-21年度 基盤研究(B)「ホルムアルデヒドとその関連化合物を吸収除去する植物の開発」

# 生物系



## 食塩感受性高血圧の発症に「コレクトリン」が関与していることを発見

岡山大学病院腎臓・糖尿病・内分泌内科講師 和田 淳

### 【研究の背景】

国民の食塩(塩化ナトリウム)摂取量は1日平均11グラムですが、高血圧を予防する観点からは6グラム以下が望ましいとされています。

食塩摂取による血圧上昇の程度には個人差があり、家族が高血圧の方や慢性腎臓病の方、高齢の方はその程度が大きく、これを「食塩感受性高血圧」と呼んでいます。食塩感受性高血圧は、虚血性心疾患や脳卒中などの心血管合併症を惹き起こす頻度が高くなりますが、食塩を制限すればその頻度を低下させられることがわかっていました。

一方で、食塩が不足すると、レニン・アンジオテンシン・アルドステロン系のホルモンの働きによって腎臓の尿細管での上皮ナトリウムチャンネル(ENaC)の働きが強まり、ナトリウムを体内に再吸収して体内の食塩保持と血圧上昇を惹き起こし(図1)、食塩を過剰に摂取すると、逆にアルドステロンは著明に低下することが知られています。

そのため、なぜ、食塩摂取により血圧が上昇するのかは不明でした。

### 【研究の成果】

私たちが2001年に発見したコレクトリンは「アンジオテンシン変換酵素」遺伝子ファミリーに属しており、腎臓の近位尿細管細胞、集合管細胞、脾臓のベータ細胞に存在しています。

コレクトリンは小胞体の細胞膜への融合に関与するSNARE複合体に結合して、インスリンの分泌を促進することがわかっていましたが、今回、腎臓の集合管細胞でもSNARE複合体に結合してENaCなどの膜蛋白を尿細管の細胞膜上に運ぶ役割をしていることを見出しました。

食塩摂取により血圧の上昇する高血圧ラットに高食塩食を与えたところ、アルドステロンは抑制されるものの、コレクトリンは増加し、細胞膜上のENaCを増やしていることが判明しました(図2)。

### 活用された科研費

- 平成10-11年度 奨励研究(A)「新しく発見された動物レクチンgalectin-9の研究」
- 平成14-16年度 基盤研究(C)「新規ACE2ホモログcollectrinの発見と腎発生・進行性腎障害への関与」
- 平成17-19年度 基盤研究(C)「新規ACE2ホモログcollectrinの相互作用分子同定と高血圧症への関与」
- 平成20-22年度 基盤研究(B)「Vaspinのメタボリック症候群における意義」

### 【今後の展望】

この結果は高血圧ラットから得られたものですので、実際にコレクトリンの働きにおける個人差が食塩感受性高血圧発症にどう関係しているか、今後、更に検討したいと思います。

高血圧患者の治療には、レニン・アンジオテンシン・アルドステロン系の働きを抑える降圧薬がよく使用されますが(図1)、食塩を摂りすぎるとコレクトリンの働きが高まって効果が十分発揮されない可能性があることから、食塩を制限する食事療法との併用が非常に重要と考えられます。

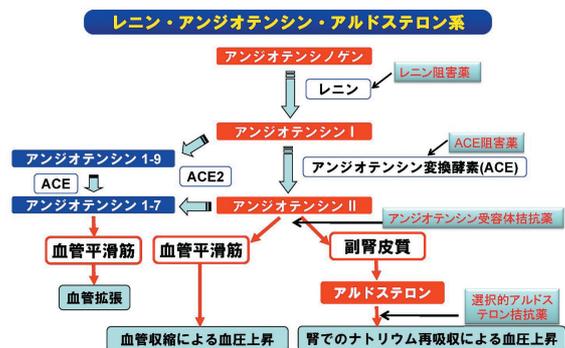


図1 レニン・アンジオテンシン・アルドステロン系と高血圧

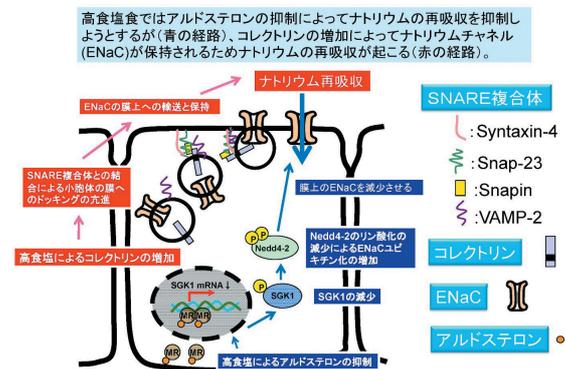
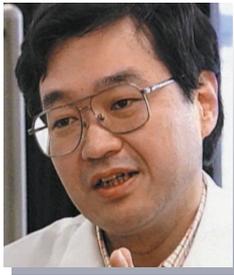


図2 コレクトリンと食塩感受性高血圧

## 生物系



## 膵臓のインスリン分泌細胞を増殖させる肝臓からの神経ネットワークを発見 ～糖尿病の再生治療に応用性～

東北大学大学院医学系研究科教授 片桐 秀樹

## 【研究の背景】

世界的に肥満者数が激増しており、それに伴うメタボリックシンドロームや糖尿病患者の増加は大きな社会問題となっています。

肥満になるとインスリンの効きが悪くなり糖尿病発症につながりますが、この時、体はインスリン分泌細胞(膵臓β細胞)を増殖させて、インスリンの分泌を増やし、なんとか血糖値の上昇を防ごうとします。

私たちは、この体に備わった糖尿病予防機構を解明するとともに、肝臓-脳-膵臓とリレーされる臓器間の神経ネットワークを発見しました。

## 【研究の成果】

肥満の際には、肝臓でリン酸化酵素ERKが活性化されます。

このERKを、遺伝子を導入する手法を用いて、非肥満のマウスの肝臓で活性化させると、膵臓内のβ細胞が選択的に増殖する(図1)ことを見出しました。さらに、肝臓から脳、脳から膵臓への神経経路がこれに関わっていることがわかりました(図2)。

また、膵臓β細胞が減少した糖尿病マウスにおいて、この経路を活性化させると、膵臓β細胞が再生し、糖尿病が治療できることが示されました(図2右上)(Science 322: 1250-4, 2008)。

## 【今後の展望】

私たちは、以前、全身のエネルギー代謝を調節する神経ネットワーク機構を発見しました(Science 312:1656-9, 2006)が、今回、別の神経ネットワークが、インスリン分泌を調節していることを見出し、糖代謝もまた神経系により制御されていることがわかりました。

神経系、特に求心性神経の関与は、とりもなおさず脳の関与を示しており、これらの研究成果は、多臓器生物における糖代謝・エネルギー代謝の恒常性維持に対して、脳が中心的な役割を果たしていることを示唆します。

このことは、個体としての代謝恒常性維持機構の理解につながることから、生物学的に意義深いものと考えられます。

さらに、今回の研究成果は、神経ネットワークを刺

激することで、障害を受けた臓器を体内で再生させることを示しており、糖尿病の治療に限らず、体内に備わった細胞やシステムを用いた全く新しい概念での再生医療(図2)を切り開く可能性があります。

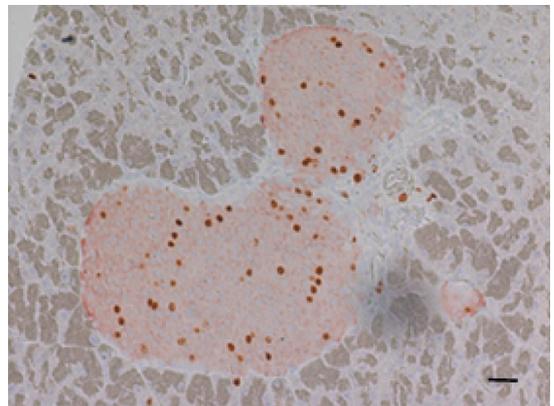


図1 肝臓への遺伝子導入後の膵臓 (Science 322: 1250-4, 2008より転載)

インスリンを赤、増殖している細胞の核を茶色(BrdU)に染色。肝臓でのERK活性化により、膵臓のランゲルハンス島内のインスリン産生細胞(β細胞)が選択的に増殖していることが示された。増殖は主にインスリン産生細胞に限られ、他の細胞の増殖は誘発しなかった。

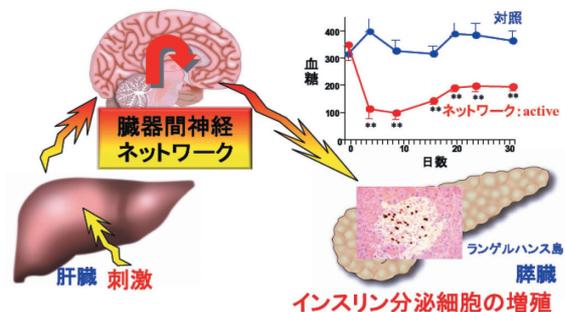


図2 インスリン分泌細胞を増殖させる臓器間神経ネットワーク

肝臓-脳-膵臓とリレーされる神経シグナルにより、インスリン分泌細胞が増殖する。

右上図:膵臓β細胞を減少させ糖尿病を誘発したマウスにおいて、肝臓でのERKを活性化させ、この臓器間の神経ネットワークを刺激すると、血糖値が改善し、その効果は1ヶ月以上持続した(赤)。

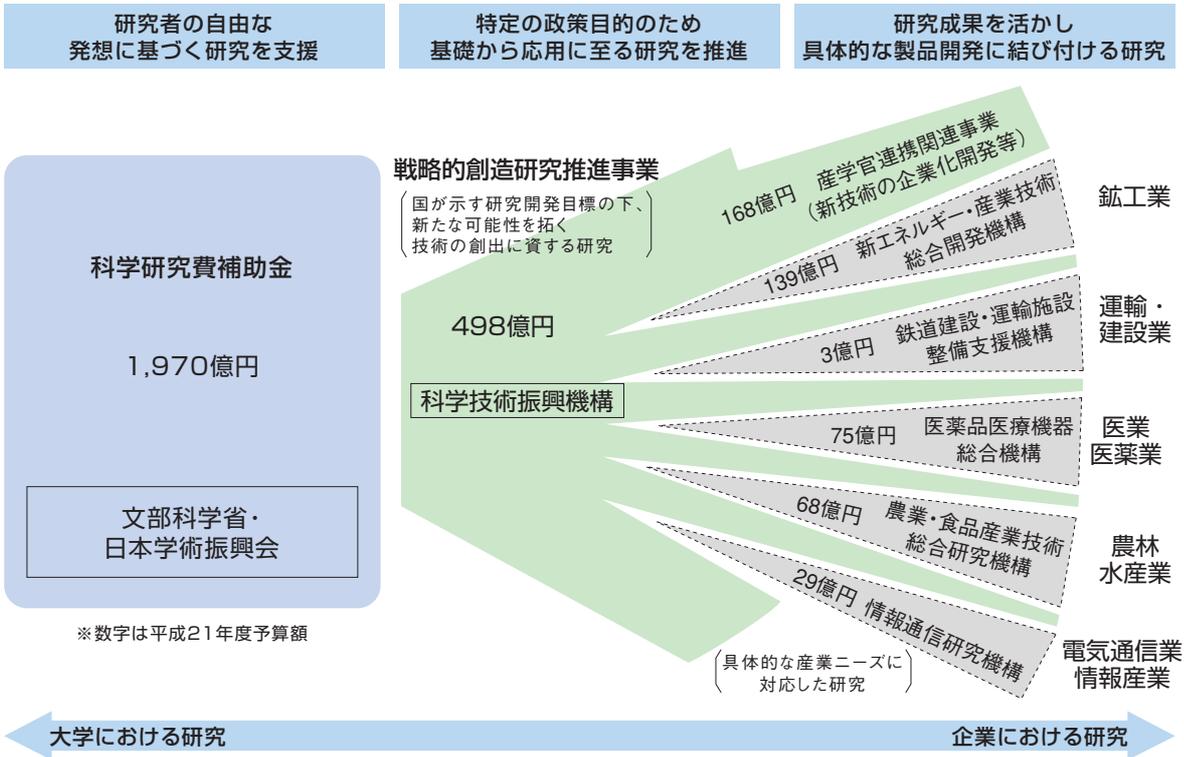
## 活用された科研費

平成18-19年度 基盤研究(B)「肝臓由来の新規抗肥満・抗糖尿病シグナルの解明と治療応用」  
平成20-22年度 基盤研究(B)「メタボリックシンドロームにおける自律神経ネットワークの役割の解明」

[参考]

科研費と他の競争的資金との連携について

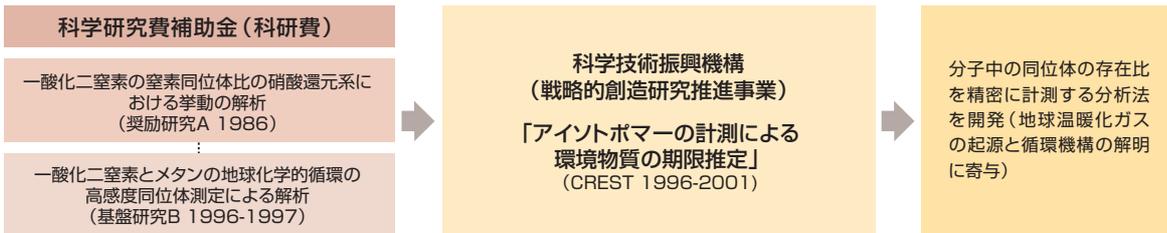
科研費と他の競争的資金の役割分担



科研費からの成果展開事例

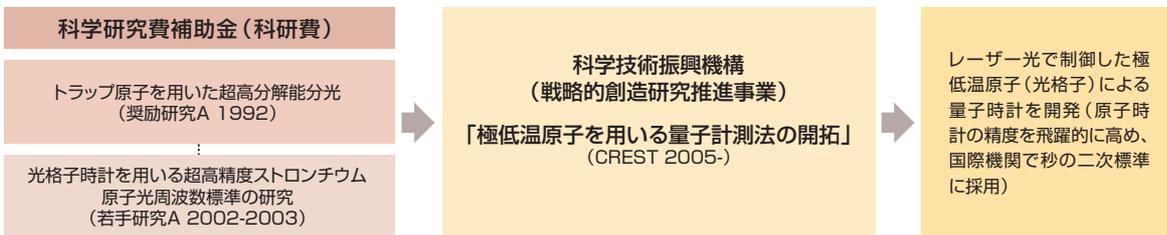
■環境物質の起源に関する研究

吉田 尚弘 東京工業大学大学院総合理工学研究科教授



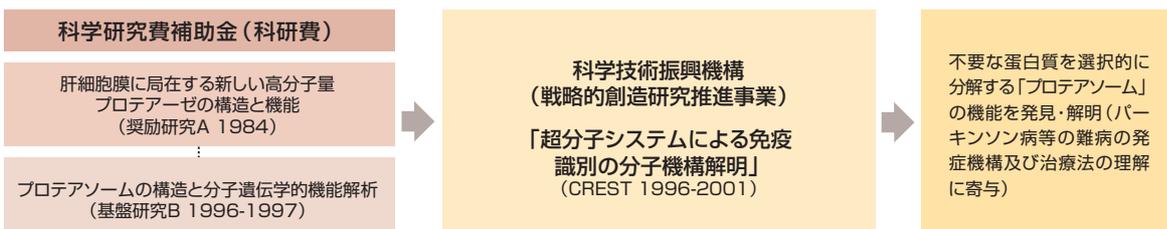
■量子情報処理システムに関する研究

香取 秀俊 東京大学大学院工学系研究科准教授



■蛋白質の構造・機能に関する研究

田中 啓二 (財) 東京都臨床医学総合研究所



## 「科学研究費補助金における生命科学系3分野(がん、ゲノム、脳)への支援の在り方について」を科学技術・学術審議会学術分科会科学研究費補助金審査部会がとりまとめ(平成21年1月30日)

■ 生命科学系3分野(がん、ゲノム、脳)については、政府のミレニアム・プロジェクト(新しい千年紀プロジェクト)を受けた形で、平成16年度から「特定領域研究」において特別な支援を行っていますが、その支援期間は平成21年度末までとなっています。

そのため、これらの3分野に対する今後の支援の在り方に関し、まず、研究費部会において、基本的な方針を審議(基本的に他の分野と同様の取扱いの中で助成する。特定領域研究の総括班・支援班的活動については継承して支援する。「系・分野・分科・細目表」を見直すなど。)し、それを踏まえて、科学研究費補助金審査部会が具体的な支援内容等についてのとりまとめを行いました。

(主な内容)

- がん、ゲノム、脳の各分野において期待する研究の方向性
- がん、ゲノム、脳の各分野の特性等を踏まえた具体的な支援活動内容
- 「系・分野・分科・細目表」の見直し提案

[報告書のホームページアドレス:[http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/gijyutu/gijyutu4/toushin/1246440.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu4/toushin/1246440.htm)]

## 第5期科学技術・学術審議会学術分科会研究費部会が始動

■ 科学研究費補助金等の在り方についての審議を行う第5期科学技術・学術審議会学術分科会研究費部会(任期:平成21年2月～平成23年1月)が発足し、平成21年3月30日(月)に第1回会合を開催しました。本会合では、部会長に有川節夫九州大学総長を選出するとともに、部会長代理として、中西友子東京大学大学院農学生命科学研究科教授が指名されました。また、第5期における検討事項については、以下の4つの柱が示されました。

- 今後の科研費が目指すべき方向性(目標や対象、規模など)について
- 科研費による若手研究者への支援の在り方について
- 今後の基盤研究の在り方について
- 科研費の研究成果を社会に還元していくための方策等について

今後、概ね月1回程度の間隔で部会が開催され、審議が進められる予定です。

〈第5期研究費部会委員名簿〉

|         |       |                                  |
|---------|-------|----------------------------------|
| (部会長)   | 有川節夫  | 九州大学総長                           |
|         | 小林誠   | 独立行政法人日本学術振興会理事                  |
|         | 佐藤禎一  | 東京国立博物館長                         |
|         | 鈴木厚人  | 高エネルギー加速器研究機構長                   |
|         | 田代和生  | 慶應義塾大学大学院文学研究科教授                 |
| (部会長代理) | 中西友子  | 東京大学大学院農学生命科学研究科教授               |
|         | 深見希代子 | 東京薬科大学生命科学研究科教授                  |
|         | 三宅なほみ | 東京大学大学院教育学研究科教授                  |
|         | 家泰弘   | 東京大学物性研究所長                       |
|         | 井上明久  | 東北大学総長                           |
|         | 井上一   | 独立行政法人宇宙航空研究開発機構理事・<br>宇宙科学研究本部長 |
|         | 岡田清孝  | 自然科学研究機構基礎生物学研究所長                |
|         | 甲斐知恵子 | 東京大学医科学研究所教授                     |
|         | 金田章裕  | 人間文化研究機構長                        |
|         | 鈴木興太郎 | 早稲田大学政治経済学部教授・日本学術会議副会長          |
|         | 谷口維紹  | 東京大学大学院医学系研究科教授                  |
|         | 水野紀子  | 東北大学大学院法学研究科教授                   |
|         | 宮坂信之  | 東京医科歯科大学大学院医歯学総合研究科教授            |

## 平成21年度科学研究費補助金「若手研究」(スタートアップ)を公募

- 平成21年度科学研究費補助金のうち、研究者の職を得たばかりの若手研究者等を支援対象とする「若手研究」(スタートアップ)について、平成21年3月3日付けで「公募要領」を各研究機関に送付しました。

今回の公募にあたっては、平成20年7月の科学技術・学術審議会学術分科会研究費部会「科学研究費補助金において当面講ずべき施策の方向性について」に基づいて、研究種目の見直しを図ることとし、同時期に公募していた「特別研究促進費(年複数回応募の試行)」の応募資格者(①前年11月の基盤研究等の受付後に応募資格を得た者、②産前産後の休暇または育児休業を取得していたため、前年11月に応募できなかった者)も募集対象に加えて、公募手続きを一本化しています。

公募要領については、以下のホームページをご覧ください。

[公募要領のホームページアドレス:<http://www.jsps.go.jp/j-grantsinaid/index.html>]

## 平成20年度科学研究費補助金の年度間繰越申請件数は、1,312件

- 科学研究費補助金の執行にあたっては、研究遂行状況に応じて、年度間繰越し制度を活用し、より効果的・効率的な使用を奨励しているところですが、平成20年度の繰越申請件数については、対前年度15件増の1,312件になりました。

## 平成21年度科学研究費補助金「基盤研究A・B・C」等の交付内定を年度当初の4月1日に通知

- 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21年度採択分については、応募受付の完全電子化や更なる審査過程の見直し・迅速化を図ることにより、「基盤研究A・B・C」「挑戦的萌芽研究」「若手研究A・B」の新規採択課題についても、年度当初の4月1日に交付内定を通知しました(平成20年度採択分の交付内定日は4月8日)。

## 科研費の研究種目一覧

| 研究種目等      |           | 研究種目の目的・内容  |
|------------|-----------|---|
| 科学研究費      | 特別推進研究 ※  | 国際的に高い評価を得ている研究であって、格段に優れた研究成果をもたらす可能性のある研究<br>(期間3～5年、1課題5億円程度を目安とするが、制限は設けない)   |
|            | 特定領域研究    | 我が国の学術研究分野の水準向上・強化につながる研究領域、地球規模での取り組みが必要な研究領域、社会的要請の特に強い研究領域を特定して機動的かつ効果的に研究の推進を図る<br>(期間3～6年、単年度当たりの目安1領域 2千万円～6億円程度)   |
|            | 新学術領域研究   | (研究領域提案型)<br>研究者又は研究者グループにより提案された、我が国の学術水準の向上・強化につながる新たな研究領域について、共同研究や研究人材の育成等の取り組みを通じて発展させる<br>(期間5年、単年度当たりの目安1領域 1千万円～3億円程度)<br>(研究課題提案型)<br>確実な研究成果が見込めるとは限らないものの、当該研究課題が進展することにより、学術研究のブレークスルーをもたらす可能性のある、革新的・挑戦的な研究(期間3年、単年度当たり1千万円程度) |
|            | 基盤研究 ※    | (S) 1人又は比較的少人数の研究者が行う独創的・先駆的な研究<br>(期間5年、1課題5,000万円以上2億円程度まで)<br>(A) (B) (C) 1人又は複数の研究者が共同して行う独創的・先駆的な研究<br>(期間3～5年)<br>(A) 2,000万円以上5,000万円以下<br>(応募総額によりA・B・Cに区分) (B) 500万円以上2,000万円以下<br>(C) 500万円以下                                     |
|            | 挑戦的萌芽研究 ※ | 独創的な発想に基づく、挑戦的で高い目標設定を掲げた芽生え期の研究(期間1～3年、1課題 500万円以下)  |
|            | 若手研究 ※    | (S) 42歳以下の研究者が1人で行う研究(期間5年、概ね3,000万円以上1億円程度まで)<br>(A) (B) 39歳以下の研究者が1人で行う研究<br>(期間2～4年、応募総額によりA・Bに区分) (A) 500万円以上3,000万円以下<br>(B) 500万円以下<br>(スタートアップ) 研究機関に採用されたばかりの研究者が1人で行う研究<br>(期間2年、年間150万円以下)  |
|            | 奨励研究 ※    | 教育・研究機関の職員、企業の職員又はこれら以外の者で科学研究を行っている者が1人で行う研究<br>(期間1年、1課題 100万円以下)   |
| 特別研究促進費    |           | 緊急かつ重要な研究課題の助成、研究助成に関する実験的試行  |
| 研究成果公開促進費  | 研究成果公開発表  | 学会等による学術的価値が高い研究成果の社会への公開や国際発信の助成   |
|            | 学術定期刊行物 ※ | 学会又は複数の学会の協力体制による団体等が、学術の国際交流に資するため定期的に刊行する学術誌の助成   |
|            | 学術図書 ※    | 個人又は研究者グループ等が、学術研究の成果を公開するために刊行する学術図書の助成  |
|            | データベース ※  | 個人又は研究者グループ等が作成するデータベースで、公開利用を目的とするものの助成  |
| 特定奨励費      |           | 学術研究諸団体が行う学術的・社会的要請の強い特色ある研究事業の助成   |
| 特別研究員奨励費 ※ |           | 日本学術振興会の特別研究員(外国人特別研究員を含む。)が行う研究の助成(期間3年以内)   |
| 学術創成研究費 ※  |           | 科学研究費補助金等による研究のうち特に優れた研究分野に着目し、当該分野の研究を推進する上で特に重要な研究課題を選定し、創造性豊かな学術研究の一層の推進を図る(推薦制 期間5年)  |

※印の研究種目の審査は、日本学術振興会が行っています。

## 問い合わせ先等

### 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)(内線4095,4087,4094,4328,4316,4317)(科学研究費等)

ウェブサイトアドレス [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(研究助成第一課・研究助成第二課)

〒102-8472 東京都千代田区一番町8番地

TEL 03-3263-4682,4758,4798,0980,1878,4326,4617,4632(科学研究費)

03-3263-4926,4920(研究成果公開促進費)

03-3263-4254(学術創成研究費)

ウェブサイトアドレス <http://www.jsps.go.jp/j-grantsinaid/index.html>