

画像：研究最前線「脂質ラフトから生命の根源に迫る」より

## SCIENCE VIEW 02

## 生物の深部を高速・高精細に観る

## 研究最前線 04

## 強相関電子系で物質の機能を広げる

## 研究最前線 08

## 脂質ラフトから生命の根源に迫る

## 特集 12

## 生物学と化学の融合が生むグリーンイノベーション

環境資源科学研究センター 篠崎一雄 センター長に聞く

## SPOT NEWS 14

- ・ 1匹から25世代、581匹のクローンマウス
- ・ 糖鎖を分解する酵素「Man2C1」に細胞死抑制機能  
新規抗がん剤開発へ期待

## TOPICS 15

- ・ 新役員の紹介
- ・ 介護支援ロボットが河村たかし名古屋市長を表敬訪問
- ・ モデル実験植物「ミナトカモジグサ」の種子の提供について

## 原酒 16

初めてのサイエンスパブ「和こたん」に参加して

# 生物の深部を高速・高精細に観る

2013年2月12日プレスリリース

生物の身体の中では、タンパク質などさまざまな生体分子が高速で動き回っている。生命活動を理解するには、それらの挙動を観察する必要があるが、これまで生体深部の生体分子を高速・高精細に観察する技術は、ほとんどなかった。

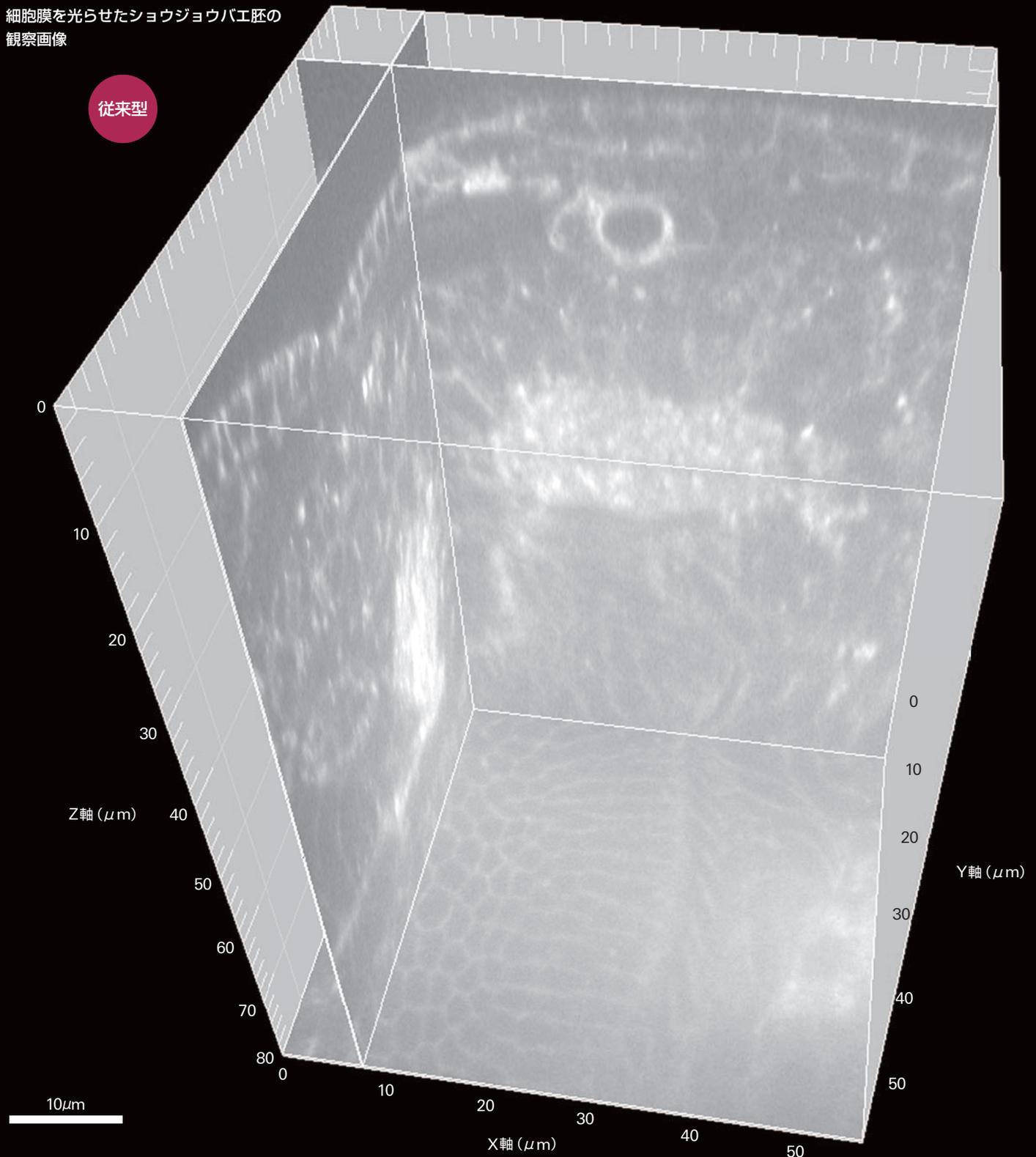
近年、スピニングディスク型共焦点顕微鏡を用いることで、生体分子を高速・高精細に観察することが可能になってきた

が、培養細胞など薄い試料に限られている。厚みがある試料や生体深部になると、背景光と呼ばれる集光点以外の光が明るくなり、高精細な画像が得られないからだ。

理研発生・再生科学総合研究センター 光学イメージング解析ユニットの清末優子ユニットリーダー（UL）たちは大阪大学などとの共同研究により、背景光の発生を抑えると同時に深部

細胞膜を光らせたショウジョウバエ胚の観察画像

従来型



観察に向いている二光子励起法を適用するなど、スピニングディスク型共焦点顕微鏡に改良を加えることで、生体深部を高速・高精細に観察できる新型装置を開発した。

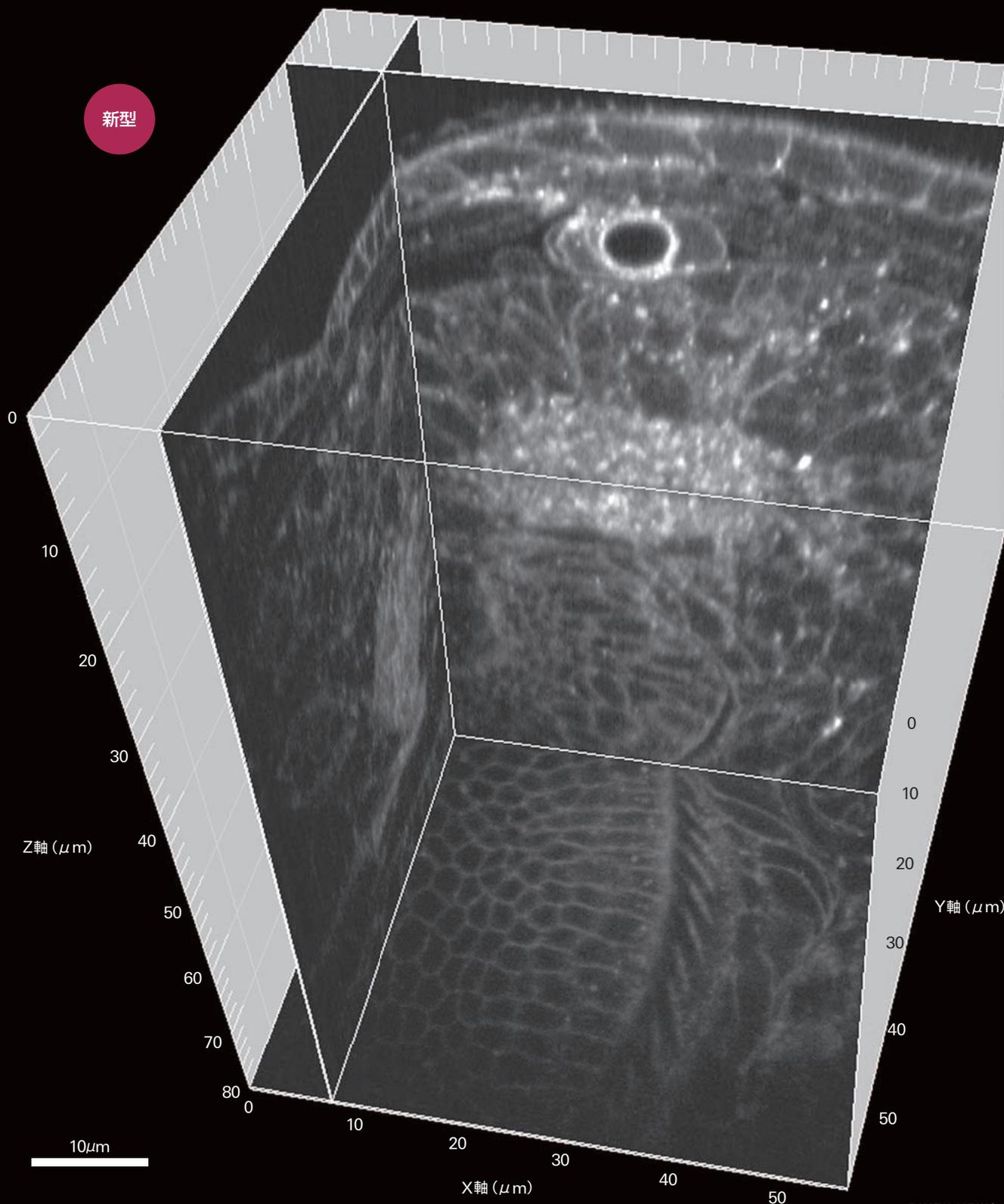
下の二つの画像は、蛍光タンパク質で細胞膜が光るようにしたショウジョウバエの胚を、従来型と新型装置を用いてそれぞれ3次元観察した様子。それぞれの横断面像を見ると、左ページの従来型では、約 $30\mu\text{m}$  ( $1\mu\text{m}=100$ 万分の $1\text{m}$ )の深さ(Z軸)で細胞の形状の判別が難しくなるが、新型では $80\mu\text{m}$ の深さでも形状を高精細に観察できている。

さらに、生きたショウジョウバエの胚やマウスの卵の中で、

直径 $25\text{nm}$  ( $1\text{nm}=10$ 億分の $1\text{m}$ )の微小管が伸張していく様子を連続的に観察するライブイメージングにも成功した。

「この新型装置は、実際の身体の中での生体分子の機能を解析する基礎研究だけでなく、医療にも役立つはず」と清末UL。「例えば、生体に移植した細胞の内部活動の観察や、試料を透明化する技術などと組み合わせて、病理標本の深部に隠れたがん細胞をくまなく見つけ出す病理検査への応用などが期待できます」

(執筆：立山 晃/フォトンクリエイト)



金属に電圧をかけると電流が流れる、磁石に強い磁場をかけるとS極とN極が入れ替わる（磁化が反転する）——これは普通に見られる物質の応答だ。「私たちは強相関電子系を用いて、普通では起きない応答を実現しようとしています」そう語る田口康二郎チームリーダー（TL）たちは2012年、電場で磁化の向きを反転させることに成功した。この研究は将来、電力をほとんど消費しないメモリーなどに応用できる可能性がある。さらに田口TLたちは、熱と電気を高効率に相互変換できる熱電変換材料を強相関電子系でつくり出し、エネルギー問題の解決に貢献しようとしている。

## 強相関電子系で物質の機能を広げる

### ■ 普通ではないことが起きる強相関電子系

電場で磁化の向きが反転するような当たり前でない応答を“交差相関応答”と呼ぶ（図1）。強相関電子系を利用すると、さまざまな交差相関応答を実現して、物質の機能を広げることができる可能性がある。

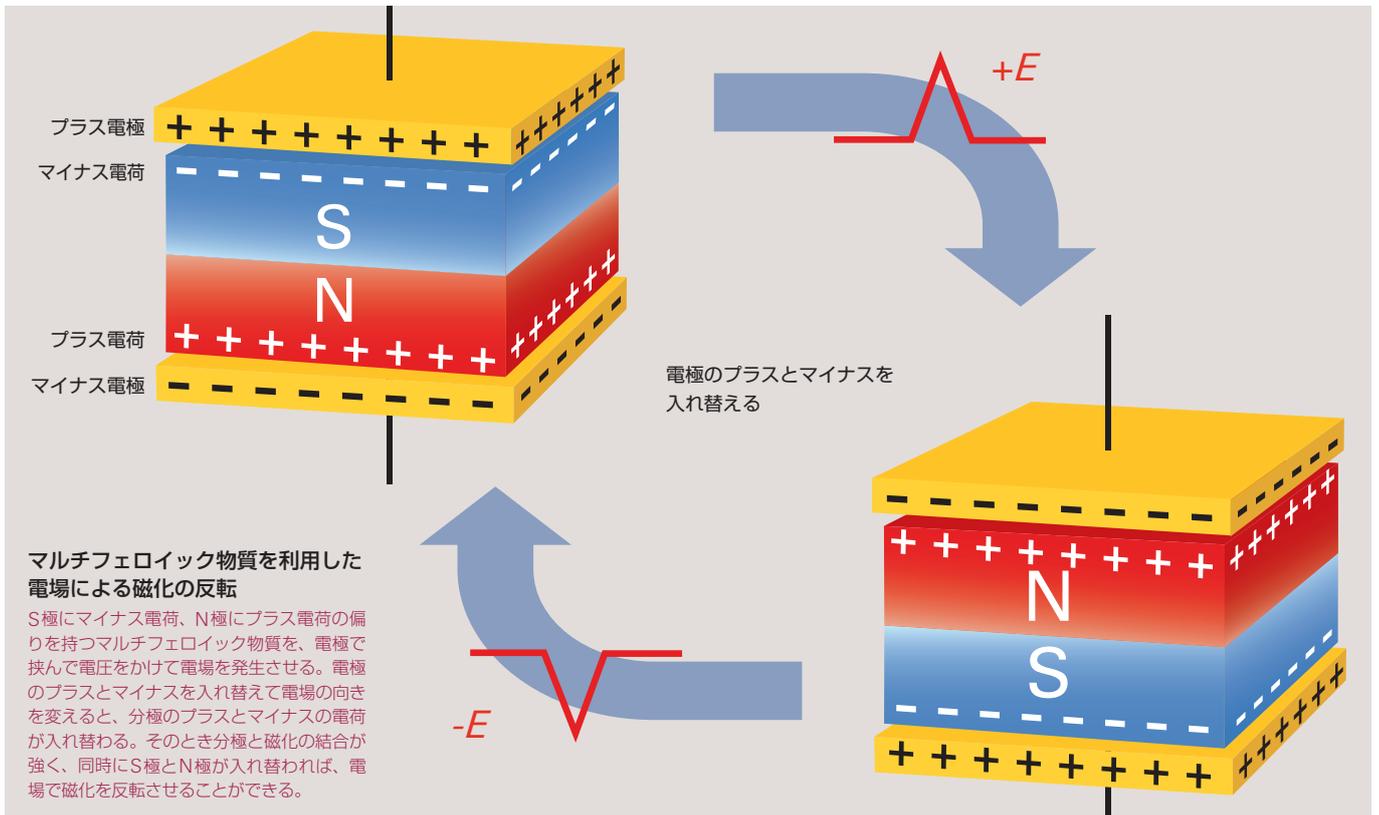
強相関電子系とは何か。田口康二郎

TLは、次のように説明する。「現在の電子機器などに使われているシリコンなどの半導体中の電子は、密度が低く互いに遠く離れていて相互作用が弱いため、外部からの電場や磁場に対してそれぞれが個別に応答します。一方、強相関電子系には電子が高密度にぎっしりと詰まっていて相互作用が強いため、電場や磁場に対して電子がまとまって応答する性

質があります」

強相関電子系ではなぜ、交差相関応答が実現するのか。電子は、電荷とともにスピンという地球の自転に似た運動量を持ち、スピンにはアップとダウンの2種類の向きがある。そのスピンの向きがそろうことで物質は磁化を持つ。

「ある種の強相関電子系に磁場をかけると、電子のスピンの向きがドミノ倒しのように次々と向きがそろいます。すると電子が動きやすくなって電流が流れます。磁場で電流が流れるという普通では見られない応答をするのです。このように強く相互作用する電子の電荷やスピン、さらには軌道を結び付けることで、交差相関



## 田口康二郎 (たぐち・やすじろう)

創発物性科学研究センター  
強相関物質研究チーム チームリーダー

1968年、埼玉県生まれ。博士(工学)。東京大学大学院理学系研究科物理学専攻博士課程中退。東京大学大学院工学系研究科助手、東北大学金属材料研究所助教授を経て、2007年、理研交差相関物質研究チーム チームリーダー。2010年、強相関物質研究チーム チームリーダー(併任)。2013年より現職。



撮影：STUDIO CAG

応答が実現するのです」

### ■ 電力をほとんど使わないメモリー

現在の電子機器は、主に電子の電荷を利用して機能を実現している。例えば、電流が流れるか流れないかを0と1に対応させて情報処理を行う。現在、電荷に加えて、スピンも情報処理に利用しようという“スピントロニクス”の研究が盛んに行われている。

パソコンなどのハードディスクは、小さな磁石をたくさん並べた構造になっており、それぞれのS極・N極の向き(磁化の向き)が0と1のデジタル情報に対応し、情報を記録している。情報を書き込む際には、コイルに電流を流して磁場を発生させ、磁化の向き(スピンの向き)を反転させている。それにはある程度の電力が必要であり、コイルの電気抵抗により熱が発生してエネルギーが無駄になっている。「磁場ではなく、絶縁体に電圧をかけて電場を発生させ、電流を流すことなく磁化を反転できれば、電力をほとんど使わずに情報を記録することができます」

電場で磁化を反転させる巨大な交差相関応答をどうすれば実現できるのか。「それには、物質の一方にプラスの電荷、もう一方にマイナスの電荷が偏って分布する分極の性質と、磁石の性質を併せ持つ、“マルチフェロイックス”と呼ばれる物質を利用します」(タイトル図)

例えば、S極にマイナスの電荷、N極にプラスの電荷の偏りを持つマルチフェロイックスを、電極で挟んで電圧をかけて電場を発生させる。その電極のプラス

とマイナスを入れ替えて電場の向きを変えると、分極のプラスとマイナスの電荷が入れ替わる。そのとき、分極と磁化の結び付きが強く、同時にS極とN極も反転すれば、電場で磁化を反転させることができる。

### ■ 電場で磁化の反転に成功！

田口TLたちは2012年、強相関電子系を利用して、電場で磁化が反転する物質をつくることに、世界で初めて成功した。「これまでも、超薄膜のような特殊な状況では、電場で磁化を反転させることに成功した実験例がありました。しかしバルク(塊)の物質で成功したのは、私たちが初めてです。成功のきっかけは、この研究を中心になって進めてきた徳永祐介(上級研究員による2008年の発見でした)」

徳永研究員は、鉄酸化物と希土類金属(原子番号57~71のランタノイド元素)のジスプロシウム( ${}_{66}\text{Dy}$ )から成るジスプロシウムフェライト( $\text{DyFeO}_3$ )に磁場をかけると、マルチフェロイックスの性質が現れることを発見した。しかも、この物質は磁場を反転させると分極を反転させることができた。

「ただし、究極の目標は電場で磁化を反転させることです。そこで私たちは、磁場をかけなくてもマルチフェロイックスの性質が現れる物質を探し、2009年に発見しました」

それはジスプロシウムを、同じく希土類金属のガドリニウム( ${}_{64}\text{Gd}$ )に置き換えたガドリニウムフェライト( $\text{GdFeO}_3$ )だった。「実は、それは物性物理の研究者の間では有名な物質でした。ところが

誰もマルチフェロイックスの性質を持つことに気付いていなかったのです」

ただし、ガドリニウムフェライトにも課題があった。電場の向きを変えたとき、分極のプラスとマイナスは反転するが、磁化の向きは結晶中のごく一部分でしか反転しないのだ。

「私たちが測定する磁化は、鉄の電子のスピンが生み出しています。希土類金属の電子もスピンを持ちますが、アップとダウンが交互に整列して、結晶内で打ち消し合ってしまう。ガドリニウムフェライトでは、電場の向きを変えて分極が反転したとき、ガドリニウムのスピンと鉄のスピンのどちらか一方が必ず反転しないとイケないのですが、実際には、ガドリニウムのスピンが反転し、鉄のスピンはほとんど反転しませんでした。そのため、結晶中のごく一部分しか磁化が反転しないのです。私たちは、分極と磁化の結び付きが強いジスプロシウムフェライトと、磁場をかけなくてもマルチフェロイックスとなるガドリニウムフェライトの特長を併せ持つ物質をつくることを目指しました」

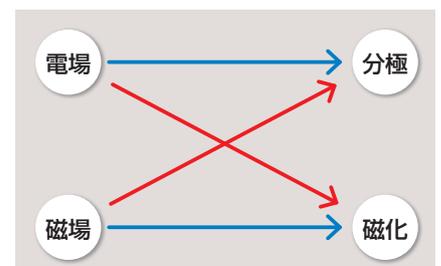


図1 交差相関応答

電場で分極が、磁場で磁化が反転する現象は普通に見られる(青矢印)。一方、磁場で分極が、電場で磁化が反転することは普通では見られない(赤矢印)。そのような当たり前でない応答を交差相関応答と呼ぶ。

田口TLたちは、ジスプロシウムとガドリニウムを混ぜるなど希土類金属の組成をさまざまに変えた20~30種類の物質をつくり、その性質を測定した。そして2012年、ジスプロシウムとテルビウム( ${}_{65}\text{Tb}$ )の比率が7対3のジスプロシウム・テルビウムフェライト( $\text{Dy}_{0.70}\text{Tb}_{0.30}\text{FeO}_3$ )をつくり出した(図2・3)。この物質こそ、磁場をかけなくてもマルチフェロイクスの性質を持ち、電場だけで磁化が反転する、世界初の物質だった。

「鉄と希土類金属のように磁石の性質を持つ元素を2種類含むマルチフェロイック物質をつくり、一方のスピンを動かさないようにすることで、もう一方を反転させる——電場で磁化を反転させる原理を、私たちは示すことができたのです」

### ■ 室温への挑戦

電場だけで磁化を反転させることは、世界中の研究者が目指していた、とても高い目標だった。なぜ、田口TLたちはその目標を達成することができたのか。「欧米のライバルたちの多くは、物質を

つくることは人に依頼して、測定に力を入れていました。一方、私たちは自分たちの手で物質をつくり、そして測定も行っています。それが強みだと思います」

ただし、ジスプロシウム・テルビウムフェライトにも、大きな課題がある。電場で磁化を反転できるのは、 $-270.5^\circ\text{C}$ 以下の極低温に限られることだ。「これは希土類金属の電子同士の相互作用が小さいので、 $-270.5^\circ\text{C}$ 以上になると希土類金属のスピンの向きの秩序がなくなってしまうからです。一方、遷移金属(周期表で第3族から第11族までに属する元素の総称)である鉄同士の電子の相互作用は強いので、 $300^\circ\text{C}$ を超えてもスピンの向きの秩序が保たれていることが知られています。実用化には、室温において電場で磁化を反転できる物質が求められます。私たちは希土類金属の代わりに遷移金属を用いることで、より高い温度において、電場で磁化を反転できる物質の開発を進めています」

田口TLたちは、家庭などで使われるありふれた永久磁石であるフェライト磁

石(六方晶 $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ )に含まれる鉄の一部をスカンジウム( ${}_{21}\text{Sc}$ )とマグネシウム( ${}_{12}\text{Mg}$ )に置き換えることで、その物質が低温においてマルチフェロイクスの性質を示すことも発見している。

「その物質は、磁場で分極を反転させることはできましたが、電場で磁化を反転させることには成功していません。この物質では鉄のスピンの円すい状に回転するという、ジスプロシウム・テルビウムフェライトとは異なる原理でマルチフェロイクスの性質が生じています。相互作用が十分強い鉄のスピンだけを利用することで、室温において電場で磁化を反転させることができる可能性があります」

### ■ 高効率の熱電変換材料を目指す

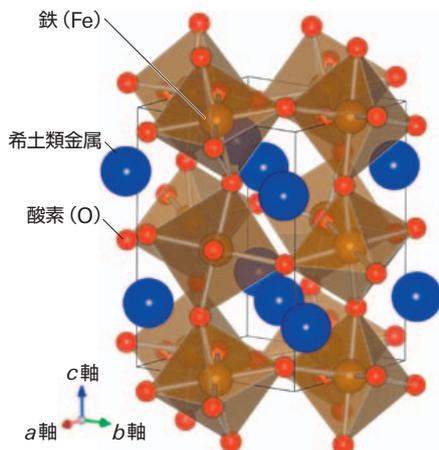
「私には強相関電子系を使って、何としても実現したいことがあります」と田口TL。「それは熱と電気を高効率に相互変換できる熱電変換材料をつくり出すことです」

エネルギー問題が大きな課題となっている現代社会だが、化石資源を燃やして得られるエネルギーの大半が活用されずに捨てられている。例えば、自動車エンジンの中でガソリンの燃焼で得られるエネルギーのうち、動力として利用されるのは3割ほどで、7割は廃熱となっている。発電所や工場、家庭やオフィスでも膨大な廃熱が発生している。その廃熱を熱電変換材料で高効率に電気に変換して利用できれば、化石燃料の消費を大幅に削減し、地球温暖化やエネルギー問題の解決に貢献できる。

熱と電気の変換も交差相関応答の一



図2 ジスプロシウム・テルビウムフェライトの単結晶試料(左)と構造  
左の赤い部分が単結晶試料。



#### 関連情報

- 2012年8月20日プレスリリース「磁場を使わずに磁石の極性を電場だけで反転することに成功」
- 2010年12月13日プレスリリース「ありふれた永久磁石をマルチフェロイックス磁石に」

種であり、強相関電子系を使えば高効率の熱電変換材料が実現できると期待されている。例えば、理研創発物性科学研究センター（CEMS）強相関理論研究グループの小椎八重航上級研究員は、強相関電子系を使った新しい原理の熱電変換の原理を提唱している。

「小椎八重さんたち理論家との連携はとても重要です。ただし、理論家が提唱する通りの物質をそのままつくるのではなく、自分たちで物質をつくってきた感覚を大切にしながら連携していきたいと思います。物質をつくりながら、機能を広げる原理を探するという私たちの研究スタイルで、熱電変換材料の開発も進めています」

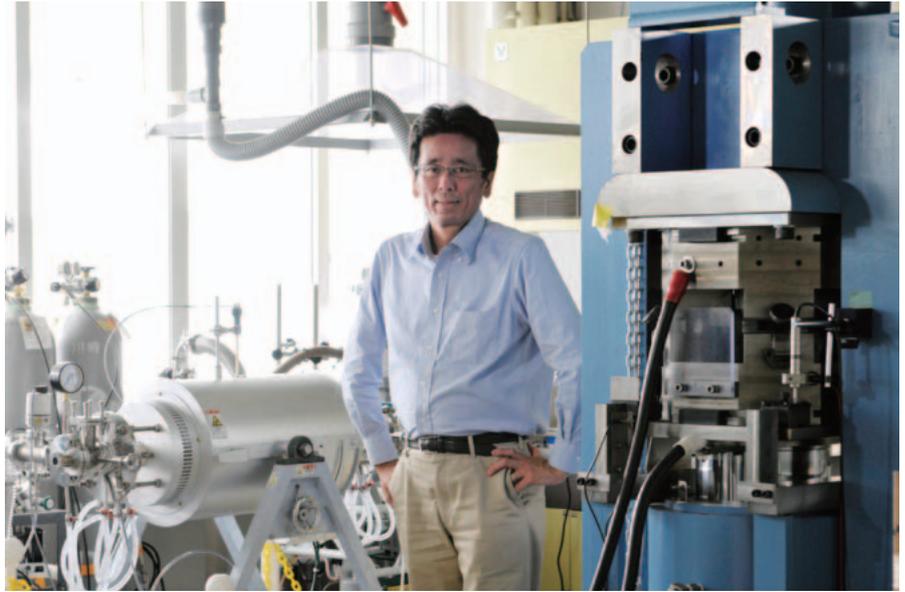


図3 高圧合成装置

約10万気圧という高圧下で合成を行うことで、普通ではつくることのできない元素組成の物質をつくることができる。

#### ■ アイデアを自ら実験で検証する

「中学のころ、数学が好きになりました。難しい問題が解けるとうれしかったのです」と田口TL。

やがて東京大学理学部に進学した田口TLの興味は、数学から物理へと移っていった。「数学は私には抽象的過ぎます。物理では、理論を実験で実証したり、実験で発見したことを理論で説明したりします。そこが面白そうだと思い物性物理へ入りました」

物理の中でも物性物理を選んだ理由は？「宇宙論や素粒子論にも興味がありましたが、最先端の理論を実証するには、加速器などの大掛かりな装置や予算、人員が必要です。それよりも、比較的小規模の設備を使って自分のアイデアを自ら実験して検証することができ、その成果が産業や社会に役立つ物性物理

が面白そうだ、と思うようになりました。そして研究室を選ぶとき、物理学科の中のたくさんの先生の話を知りました。その中で最も惹きつけられたのが十倉好紀先生でした」

十倉教授こそ、強相関電子系の物理を切り拓いてきたパイオニアだ。田口TLは十倉研究室に入り、本格的に物性物理を学び始めた。「十倉先生の語るアイデアが面白くて、話を聞いていると元気が出ます。その印象は、今に至るまで変わりません」

#### ■ 創発物性科学研究センター発足

理研で物質機能創成研究領域を率いてきた十倉教授は今年4月、その研究をさらに発展させるため、物理、化学、量子情報工学の研究者たちを集結させてCEMSを立ち上げた。目標は、高効率

の太陽電池や熱電変換材料、消費電力の少ないメモリーや電子回路、さらには量子コンピュータの実現により、エネルギー問題の解決に貢献することだ。

田口TLは、CEMSへの期待を大きく膨らませている。「私たちは強相関電子系で、化学者たちは有機物で、新しい太陽電池などをつくろうとしています。物理と化学という異なる視点から議論することで、得るところがとても大きいのです。例えば、私たち物理学者が出したアイデアを参考に、化学者たちが新しい機能を持つ有機物を合成する、といった展開を期待しています。さらにCEMSでは、量子情報工学のグループが増強されました。3分野の融合による相乗効果を発揮させ、物質の機能を広げていきたいと思っています」

（取材・執筆：立山 晃／フォトクリエイター）

生物にとってエネルギーは不可欠で、その枯渇は死を意味する。逆に、過剰なエネルギーは肥満を引き起こし、さまざまな疾患の原因にもなる。そのため、生物には体全体のエネルギーの蓄積と消費のバランスを調整する機能が備わっているはずである。しかし、その仕組みは複雑で、よく分かっていなかった。そうした中、理研脳科学総合研究センター 神経膜機能研究チームの平林義雄チームリーダー（TL）は2012年、GPCR5Bというタンパク質がエネルギー代謝に関わることを発見。GPCR5Bは、細胞膜の“脂質ラフト”と呼ばれる領域にあった（タイトル図）。従来、脂質ラフトは細胞の内と外をつなぐ情報伝達の間と考えられてきたが、今回の発見により、体全体のエネルギー代謝の制御にも深く関わっていることが明らかとなった。脂質ラフトがつかさどる巧妙な生命の仕組みを見ていこう。

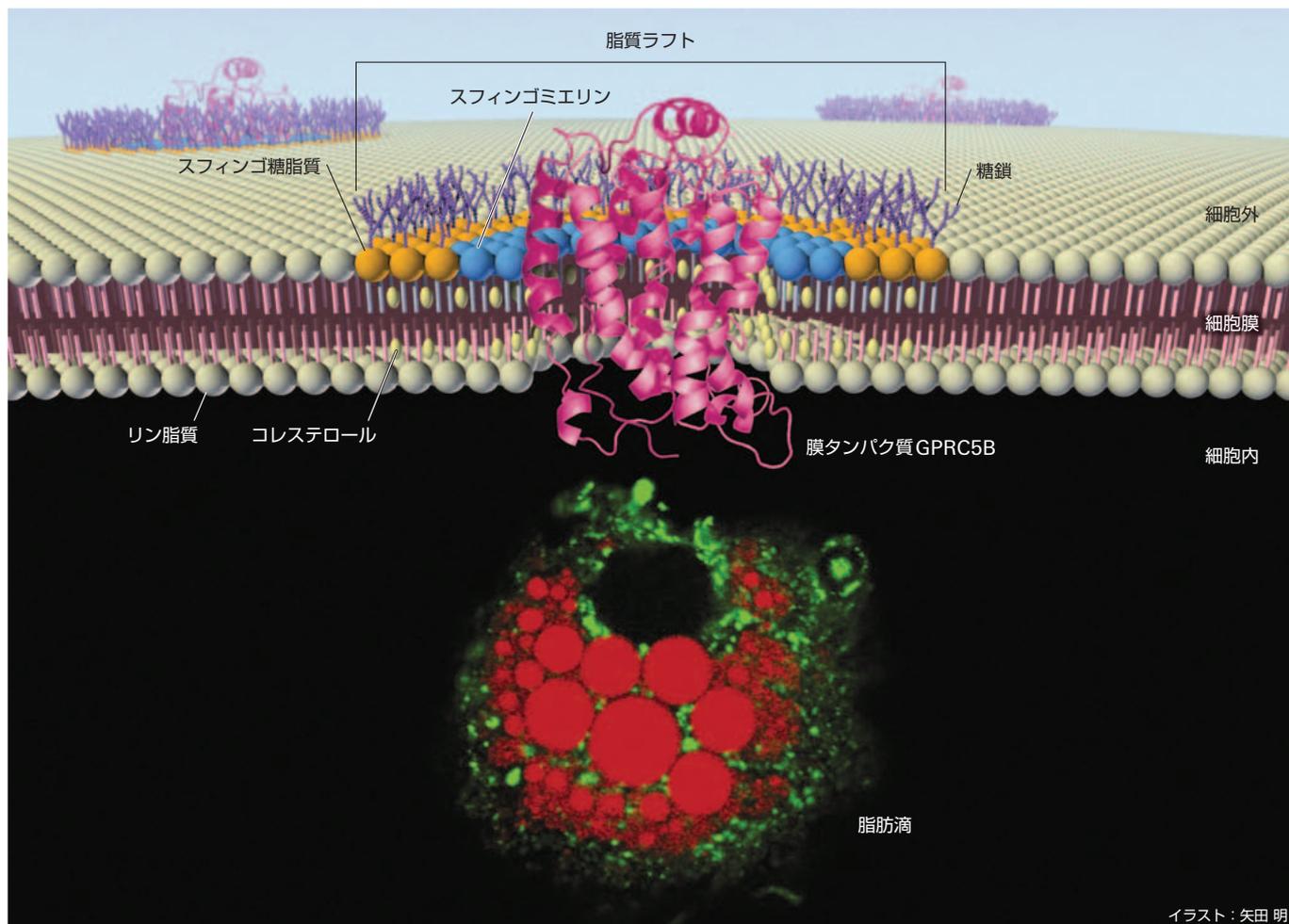
## 脂質ラフトから生命の根源に迫る

高脂肪食をたくさん食べても太らない——この言葉に、興味をそそられる人も多いだろう。「私たちは、細胞膜に存在するGPCR5Bというタンパク質がエネルギー代謝に関係していることを明らかに

しました。そのタンパク質を持たないマウスは、高脂肪食をたくさん与えても太らないのです」と平林義雄TL。

肥満は糖尿病や高脂血症、高血圧症などのリスクファクターであり、肥満の

増加は現在、社会問題になっている。今回の発見は、肥満やそれに伴う疾患の発症メカニズムの理解、さらには新しい治療法の開発にもつながるものとして注目されている。しかし、「最初から肥満に関する研究をしようと狙っていたわけではありません。研究は、どう発展し、何につながっていくか分からない。だから面白い。この研究はさらに、“生きるとは何か”という生命の根源的な問いにもつながっていきそうです」。GPCR5Bの



脂肪細胞の細胞膜に存在する脂質ラフト（脂肪滴は顕微鏡写真を合成）

イラスト：矢田 明

**平林義雄**（ひらばやし・よしお）脳科学総合研究センター  
神経膜機能研究チーム チームリーダー

1948年、群馬県生まれ。薬学博士。静岡薬科大学薬学部卒業。同大学大学院薬学研究科薬学専攻博士課程修了。米国チューレン大学ボストン校客員研究員、カリフォルニア大学サンディエゴ校客員研究員、静岡県立大学薬学部講師などを経て1991年、理研国際フロンティア研究システム糖細胞情報研究チーム チームリーダー、1999年、脳科学総合研究センター神経回路メカニズム研究グループ平林研究ユニットユニットリーダー。2009年より現職。



機能について詳しく紹介する前に、ここに至った経緯をひもといてみよう。

**■ 脂質ラフトは情報伝達の間**

平林TLは1991年、国際フロンティア研究システム（当時）に糖細胞情報研究チームを立ち上げ、理研での研究をスタートさせた。脂質に糖が結合した糖脂質の構造と機能の解明が、研究チームの目的だった。私たちの体を構成する物質の中で水、タンパク質に次いで多いのが、脂質である。脂質は、脂肪としてエネルギー源となるだけでなく、細胞膜や細胞内小器官の膜など、生体膜の材料となる。平林TLが最も興味を持っているのは、生体膜を構成する主要な糖脂質の一つ、スフィンゴ糖脂質だ。

生体膜は脂質の二重膜でできていて、内と外を仕切っている。しかし、そのままでは、必要な情報や物質を外から取り入れたり、不要な物質を外に出したりすることができない。タンパク質が生体膜を貫通するように埋め込まれていて、その膜タンパク質を介して内と外で情報や物質がやりとりされているのである。

かつて、生体膜は動かないと考えられていた。生体膜のイメージを大きく変えたのが、1988年にドイツのカイ・シモンズらが提唱した“脂質ラフト”である。彼らは、脂質は生体膜に均一に分布しているのではなく、スフィンゴ糖脂質やスフィンゴミエリン、コレステロールなどある種類の脂質やタンパク質が集まって、ミクロドメインと呼ばれる微小領域を形成していると考えた（タイトル図）。しかも、そのドメインは複数あり、それ

ぞれ生体膜上を自由に動き回っていると、その様子をラフト（いかだ）に例えたのだ。「うまい名前を付けたものです」と平林TL。「私は、脂質ラフトは情報伝達を担う膜タンパク質を支えるだけではなく、脂質ラフト自体が情報伝達の主役ではないかと考えて研究を進めてきました」

**■ 脂質にグルコースを結合する酵素の遺伝子を発見**

平林TLのこれまでの大きな成果を二つ紹介しよう。一つ目は、1996年のグルコシルセラミド合成酵素遺伝子の発見である。この酵素は、脂質に糖の一種であるグルコースを1個結合してグルコシルセラミドを合成する。「グルコースはブドウ糖とも呼ばれる、最も代表的な糖です。また、糖脂質は数百種類あるといわれていますが、すべての糖脂質はグルコシルセラミドを経てつくられます。糖脂質の屋台骨ともいえるグルコシルセラミドを合成する酵素の遺伝子を、世界で初めて見つけたのです」

この遺伝子を持たないマウスは胎児期に死んでしまうことも分かってきた。「糖脂質の合成酵素の遺伝子は生物に広く保存されているので、生存に関わる重要な機能があることは間違いありません。では、いったいどのような機能なのか。ようやく最近、その答えの一端が見えてきたところです。その話は、もう少し後でお話ししましょう」と平林TL。

**■ 神経細胞の生存にはセリンが必須**

二つ目は、1998年に発表した、記憶

をつかさどる海馬の神経細胞や小脳のプルキンエ細胞の生存に、グリア細胞の一つであるアストログリア細胞が分泌するアミノ酸のセリンが不可欠であることを明らかにした成果だ。「神経細胞はセリンを取り込み、それを材料にスフィンゴ糖脂質を合成します。セリンが枯渇すると、スフィンゴ糖脂質の量が減ります。スフィンゴ糖脂質は細胞の生存に欠かせないため、神経細胞は死んでしまうのです」

二つの研究に共通しているのは、グルコースだ。「グルコースからアミノ酸がつけられ、アミノ酸から脂質ができ、脂質にグルコースが結合して糖脂質ができる。生命現象は、グルコースから始まるのです。昨年、チリにある電波望遠鏡ALMAによって、生命のもととなる糖分子がはるかかなたの宇宙空間で発見されました。グルコースは炭素、酸素、水素から成る平凡な物質ですが、それ抜きに生命を理解することはできません」

**■ エネルギーセンサーを発見？**

平林TLは1999年、理研脳科学総合

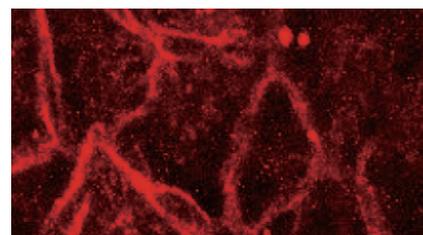


図1 グルコース濃度変化に応答するGPRC5B/BOSS

GPRC5B/BOSSは、シウジョウバエの脂肪体の細胞の細胞膜に存在している。グルコースを投与すると、GPRC5B/BOSSが応答し、情報を細胞内に伝えるために細胞膜から細胞内に取り込まれる。

研究センター (BSI) に籍を移した。「アミノ酸の一種のグルタミン酸やグリシンは、神経細胞同士の情報伝達物質として使われています。セリンも、情報伝達物質や栄養シグナル分子として使われているのではないか。そんな疑問と期待から研究を進めていきました」。セリンが情報伝達に使われているのであれば、セリンと結合する受容体があるはずだ。平林TLはセリンの受容体を探し始めた。

細胞外の情報を細胞内に伝える最も一般的な受容体が、Gタンパク質共役受容体 (GPCR) である。細胞膜を7回貫通する特徴的な構造をしており、その仲間は800種類ほど知られている。GPCRには、結合する分子 (リガンド) や生理的役割が分かっていないものがあり、オーファン受容体と呼ばれている。平林TLは、その中にセリンの受容体があると予想し、線虫からショウジョウバ

エ、マウス、ヒトまで共通して存在しているGPCR5Bに白羽の矢を立てた。

GPCR5Bは、ショウジョウバエでは「BOSS」と呼ばれており、複眼の形成に関わることが明らかになっていた。「哺乳類は複眼ではありません。にもかかわらずGPCR5Bを持っているということは、GPCR5B/BOSSには複眼の形成以外の機能もあるはずだ。その機能を突き止めようと考えました」

まず遺伝的な解析が容易なショウジョウバエを用いて実験を行った。「実験を始めてすぐ、BOSS遺伝子を欠損させたショウジョウバエは体が小さいことに、研究員が気がきました。けれども、よく食べるといのです。その報告を聞き、GPCR5B/BOSSはエネルギー代謝に関係しているのではないかと直感しました」

生物は、血液中にグルコースなどのエネルギー成分が過剰にあると、それを脂

肪に換え、脂肪組織の細胞内に脂肪滴として貯蔵する。そして、激しい運動をしたり飢餓状態になったときに消費する。エネルギーの枯渇は生物にとって死を意味することから、生物にはエネルギー状態を感知するセンサーや、貯蔵と消費のバランスを保つメカニズムがあるはずだ。しかし、エネルギーセンサーは酵母以外では見つかっていなかった。

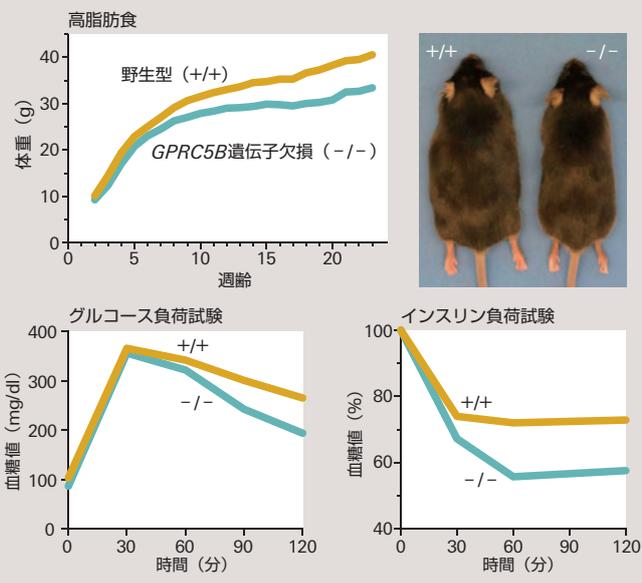
詳しく調べた結果、BOSSはショウジョウバエの脂肪体 (哺乳類の脂肪組織に相当) の細胞の細胞膜に存在し、細胞外のグルコースの濃度変化を感知してその情報を細胞内に伝えていることが分かった (図1)。また、BOSS遺伝子を欠損させたショウジョウバエを絶食状態に置くと、野生型より短時間で死んでしまうことも分かった。「BOSS遺伝子欠損ショウジョウバエでは、貯蔵されている脂質が野生型と比べて急激に減少していました。エネルギーの貯蔵と消費のバランスを正常に保つことができないのです。こうした結果から、BOSSはグルコース濃度の情報を細胞内に伝えるエネルギーセンサーの可能性のあることが分かりました。しかし、その分子機構は、まだ十分に理解されていません」

## GPCR5Bと肥満との関係

次に平林TLは、マウスを使ってGPCR5Bの機能を調べることにした。そのプロジェクトをスタートして5年後の2010年、ゲノムワイド関連解析 (GWAS) により、ヒトのGPCR5B遺伝子の上流領域のコピー数が個人によって異なっており、そのコピー数と肥満度 (BMI) との間

図2 GPCR5B遺伝子欠損マウスにおけるエネルギー代謝

高脂肪食を与えると、野生型マウス (+/+) は太るが、GPCR5B遺伝子欠損マウス (-/-) は太らない。グルコースとインスリンを投与すると、高脂肪食を与えられている野生型マウスは血糖値が下がりにくく、2型糖尿病を発症する。GPCR5B遺伝子欠損マウスでは、速やかに血糖値が一定値まで下がるため、肥満による2型糖尿病が抑制される。



#### 関連情報

- 2012年11月21日プレスリリース  
「肥満に関わる膜タンパク質GPCR5Bの機能を解明」
- 2008年9月23日プレスリリース  
「エネルギー恒常性維持にかかわるグルコース応答細胞膜受容体を発見」

に強い相関のあることが、ヨーロッパのグループから報告された。「その論文を読み、GPCR5Bがエネルギー代謝に関わっている重要なタンパク質であり、エネルギー代謝制御の機構は進化的に保存されている、という私たちの予測は間違っていないと確信し、研究を進めていきました」

まず、GPCR5Bは脂肪細胞の細胞膜の脂質ラフトに局在していることが分かった(タイトル図)。さらに、GPCR5Bの細胞の内側に出ている部分がチロシリン酸化酵素(Fyn)と結合し、その酵素活性を制御していることも明らかになった。Fynは、情報伝達に重要な役割を担っていることが知られている。

次に、GPCR5B遺伝子を欠損させたマウスを作製。そのマウスに高脂肪食を与えたところ、体型に変化はなく、脂肪組織の慢性炎症も見られず、血液中のグルコースの量である血糖値も正常だった(図2)。一方、野生型のマウスに高脂肪食を与えると、劇的に太り、脂肪組織に慢性炎症が起きて血糖値が上昇し、2型糖尿病を発症した。「これらの分子機構を詳しく調べていくことで、肥満による2型糖尿病やエネルギー代謝が関係している、さまざまな疾患の発症メカニズムの理解や治療法の開発につながる可能性があります」

つい最近、GWASによってGPCR5Bは発達障害・多動性障害(ADHD)のリスクファクターでもあるという報告があった。GPCR5Bは謎に満ちた膜タンパク質であり、これからの研究に期待が集まる。

#### ■脂質ラフトがエネルギー代謝を制御？

1996年に平林TLが遺伝子を発見したグルコシルセラミド合成酵素の阻害剤が今、注目を集めている。すでにゴーシェ病やリソソーム病などの糖脂質が蓄積してしまう代謝異常症の治療薬に使われているほか、パーキンソン病などの神経変性疾患、さらには糖尿病の治療薬としても期待されているのだ。

2型糖尿病は、インスリンの分泌も受容体も正常であるにもかかわらず、インスリン感受性が低いために発症する。それに対してグルコシルセラミド合成酵素を阻害すると、インスリン感受性が高まり発症しない。「脂質に1個のグルコースを結合する反応を制御するだけで、インスリン感受性、つまりエネルギー代謝が変わるといえるのは、とても不思議なことです」と平林TL。「そのメカニズムはよく分かっていませんが、グルコシルセラミド合成酵素によってつくられるスフィンゴ糖脂質を含む脂質ラフトが体全体のエネルギー代謝に関わっているのではないかと考えています。エネルギー代謝のバランスは、生命の根本に関わる重要な問題です。脂質ラフトの研究は、“生きるとは何か”という根源的な問いにつながっていくのです」

#### ■情報発信機能を持つ新たなグルコース化脂質を発見

糖脂質の研究が急速に進んでいる背景には、質量分析計の進歩がある。性能が急激に向上し、少ない試料から今まで見逃していた微量の糖脂質も検出できるようになった。平林TLも2009年

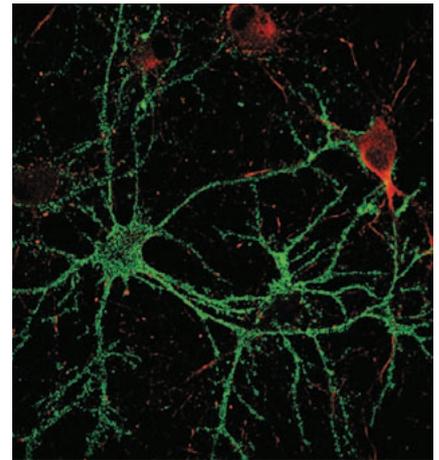


図3 糖脂質ホスファチジルグルコシド

緑がホスファチジルグルコシドを特異的に認識する抗体。アストログリア細胞の表面にドット状に見えることから、ホスファチジルグルコシドは細胞膜で脂質ラフトを形成していることが分かる。赤色は神経細胞で、ホスファチジルグルコシドは存在しない。

に、グルコースが結合している新しい糖脂質、ホスファチジルグルコシドを発見している(図3)。その糖脂質は、これまで知られていたスフィンゴ糖脂質を中心とする脂質ラフトではなく、別の脂質ラフトを形成している。現在、詳しい解析を進めているところだが、神経細胞の分化や、神経細胞の軸索の先端にある成長円錐の動きを制御するなど、新しい機能を持っていることも分かってきた。

平林TLは最後にこう語った。「脂質ラフトは、情報を細胞の外から中へ伝えるだけでなく、自ら外に向けて情報を出す場でもあります。そして、体全体のエネルギー代謝の制御にも関わっていることが分かってきました。脂質ラフトをめぐる研究は、これからますます面白くなるでしょう」

(取材・執筆：鈴木志乃/フotonクリエイト)

理研は2013年4月、グリーンイノベーションへの貢献と資源・エネルギー循環型の持続可能な社会の実現を目指し、環境資源科学研究センター（CSRS）を設立した。

理研の強い研究分野である植物科学、ケミカルバイオロジー、触媒化学の研究者が結集し、異分野融合によって理研の総合力を発揮し、人類存続に関わる環境、エネルギー、食料などの難題に挑む。CSRSの戦略や具体的な取り組みについて、篠崎一雄 センター長に聞いた。

# 生物学と化学の融合が生む グリーンイノベーション

環境資源科学研究センター 篠崎一雄 センター長に聞く

## ■ グリーンイノベーションへの貢献

— 環境資源科学研究センター（CSRS）の設立の経緯を教えてください。

篠崎：人類は今、環境、エネルギー、食料、感染症など地球規模のさまざまな問題に直面しています。科学技術に対して、それらの問題解決に貢献できるイノベーション（革新）の創出が、国や社会から求められています。理研ではそのニーズに応えるため、2000年以降、複数の戦略センターを設立してきましたが、そのほとんどが医療や創薬などライフイノベーションへの貢献を目的としたものでした。そうした中で、グリーンイノベーションに貢献する研究センターの必要性が指摘されていました。そして、第3期中期計画（2013～2017年度）が始まった今年4月、CSRSが設立されたのです。

— グリーンイノベーションへの貢献とは。

篠崎：私たちは現在、化石資源をエネルギー源や製品の材料に利用しています。しかし化石資源は有限で、その大量消費によって発生した二酸化炭素（CO<sub>2</sub>）が地球温暖化を引き起こしています。人類が生存していくためには、化石資源に依存する

消費型社会を、再生可能な生物資源を利用する持続型社会へと転換していく必要があります。CSRSが目指すのは、革新的な技術を開発し持続可能な社会を実現することです。

— そのための戦略は。

篠崎：生物の機能は多様です。生物は生合成によって、また人類は化学合成によっても、多様な物質をつくることができます。この生物機能の多様性と化学的多様性を理解し利用することで、持続可能な社会の実現を目指します。そのためには、植物科学、触媒化学、ケミカルバイオロジーを融合した研究が不可欠です。CSRSには、2013年3月に改組した理研植物科学研究センター（PSC）と理研基幹研究所（ASI）のケミカルバイオロジー研究領域や化学分野の研究者が集まっています。分野のバランスを見ながら、新しい領域に挑戦する研究者を少しずつ増やしていきたいと考えています。

## ■ キーワードは、炭素、窒素、金属元素、研究基盤

— どのような課題に取り組むのでしょうか。

篠崎：炭素、窒素、金属元素、研究基盤というキーワードを掲げ、循環的利活用技術の研究開発を行います（図）。

一つ目の炭素とは、具体的にはCO<sub>2</sub>です。地球温暖化の原因でもあるCO<sub>2</sub>を回収し、有用な物質に変換することを目指しています。植物は光合成によってCO<sub>2</sub>を吸収し、多様な代謝物をつくり出します。私たちは、その代謝物を食料や工業原料、医薬品などに利用しています。CSRSでは、光合成に関わる遺伝子や生理活性物質を見つけ、光合成の機能を強化することでCO<sub>2</sub>の吸収量を増やし、有用な代謝物の増産を狙っています。さらに、植物や微生物の代謝物を原料として、化学合成によって燃料や製品の材料をつくる技術も開発します。

CO<sub>2</sub>から化学合成によって有用物質をつくる触媒の開発も、

図 環境資源科学研究センター（CSRS）が取り組む研究プロジェクトとロゴマーク



## 篠崎一雄 (しのさき かずお)

環境資源科学研究センター センター長

1949年、栃木県生まれ。理学博士。名古屋大学大学院理学研究科博士課程分子生物学専攻修了。1989年、理研植物分子生物学研究室主任研究員。2005年、理研植物科学研究センター センター長、2010年、理研社会知創成事業バイオマス工学研究プログラム プログラムディレクター兼務。2013年4月より現職。2012年にはトムソン・ロイター社の「最も注目を集めた研究者 (Hottest Researchers)」に選ばれた。



撮影：STUDIO CAC

目標の一つです。また、大気中の酸素を使い、水以外の副生成物を出さないクリーンな酸化反応の開発も行います。

——大気の約80%は窒素です。それを利用しようというのが、二つ目ですね。

**篠崎**：作物の栽培には大量の肥料が使われています。肥料の原料となるアンモニアは、大気中の窒素から化学合成されています。しかし、現在主に使われているハーバー・ボッシュ法は高温高压で反応を行う必要があり、大量の化石燃料を消費します。私たちは、環境に負荷をかけることなく常温常圧で大気中の窒素からアンモニアを合成できる、画期的な触媒の開発を目指します。侯 召民 副センター長のグループでは有望な新規触媒を見いだしています。

肥料の使用には負の面もあります。肥料に含まれる硝酸イオンは、脱窒という過程を経て亜酸化窒素 ( $N_2O$ ) として大気中に放出されます。 $N_2O$ の温室効果は、 $CO_2$ の300倍にもなります。 $N_2O$ の放出を抑制する技術の開発も取り組む課題の一つです。

窒素やリンなどの栄養の少ない土壌でも育ち、たくさんの収穫を可能にする「ローインプット植物」の開発も行います。斉藤和季 副センター長は最近、リンが欠乏している土壌でも植物を正常に生育させる重要な脂質を発見しました。低栄養と植物の生長に関わる遺伝子や生理活性物質を見つけ、それを制御することでローインプット植物を実現します。

——金属元素の循環的利活用技術の研究開発とは。

**篠崎**：日本は資源に乏しく、ほとんどを輸入に頼っています。一方で、電子機器などに使われている多くのレアメタルがリサイクルされることなく埋没していて、「都市鉱山」とも呼ばれています。その資源を、環境に負荷をかけることなく効率よく回収する技術を開発します。

榊原 均グループディレクターのグループでは、ヒョウタンゴケが鉛や金を高濃度で蓄積することを発見し、その応用を目指した研究を企業と共同で進めてきました。それを発展させ、コケや藻類、微生物を用いて金属を回収し、活用する技術を確立します。この技術は、金属によって汚染された環境の浄化にも利用できます。

また、化学反応で用いる触媒には希少で高価な金属が使わ

れていることがあります。それを安価で入手しやすい金属に換えたいのです。そのような画期的な触媒の開発も行います。

——研究基盤として、どのようなものを構築するのですか。

**篠崎**：PSCでは斉藤 副センター長らが生物の代謝産物を統合的に調べるメタボローム解析基盤を、ASIケミカルバイオロジー研究領域では長田裕之 副センター長らが微生物由来の天然化合物を収集したケミカルバンクを、それぞれ構築してきました。その二つを融合させて、統合メタボロミクスプラットフォームを構築します。植物の代謝物の機能が早く分かるようになり、またケミカルバンクの多様性も上がります。

狙った機能を持つ生理活性物質を探索・評価することができるプラットフォームと、植物と微生物を用いた人工合成システムのプラットフォームも開発します。

——研究基盤を使えるのは、CSRSの研究者だけでしょうか。

**篠崎**：いいえ。整備した最先端の基盤や化合物を、国内外の研究機関や産業界の研究者にも使ってもらえるようにします。この分野全体の推進に貢献することも、私たちの役割です。その仕組みは、PSCのときからつくり上げています。

## ■ 異分野融合の難しさとき大きな期待

——分野の融合は、うまく進みそうですか。

**篠崎**：化学は物質科学的な、生物学は情報科学的な面があり、言葉も考え方も違います。そもそも化学は生物を使わずに物質をつくることを目指していますから、生物学とは相性が悪い(笑)。まずは、各分野がこれまでの実績を基盤にした研究を進めていくのがよいでしょう。その間に互いを理解し、融合的な研究が芽生えることを狙っています。

理研では、2010年に社会知創成事業を立ち上げ、産業界との連携を進めています。CSRSでは、社会知創成事業と連携し、研究の初期段階から産業界との連携を進めてグリーンイノベーションに貢献することを目指します。CSRSからは、画期的な科学的成果だけでなく、産業界からも注目される新しい技術や人材を生み出したいと思っています。最新の情報はCSRSのホームページ (<http://www.csr.riken.jp/>) に掲載していきますので、ぜひご覧ください。

(取材・構成：鈴木志乃/フォトンクリエイト)

## 1匹から25世代、 581匹のクローンマウス

2013年3月8日プレスリリース

理研発生・再生科学総合研究センター ゲノム・リプログラミング研究チーム<sup>\*</sup>の若山照彦チームリーダー（現・山梨大学教授）、若山清香 研究員は、核移植を繰り返す方法により1匹のマウスから約7年間で581匹のクローンマウスをつくり出すことに成功した。東京医科歯科大学 難治疾患研究所の幸田尚 准教授、石野史敏 教授らとの共同研究による成果。

体細胞クローンをつくるにはまず、皮膚などの体細胞を取り出して、あらかじめ核を取り除いた卵子へ核移植をする。すると体細胞の核は卵子内で初期化され、受精卵ようになる。その卵子を移植した雌のマウスから生まれた子どもがクローンとなる。

しかし、従来の技術ではクローンの体細胞から再びクローンをつくることを繰り返すと出産率が徐々に低下し、マウスで6世代、ウシやネコで2世代までが限界だった。その原因は、核移植を行うたびに核の初期化異常が蓄積するためと考えられていた。

研究グループが2005年から核移植方法を最適化しながら実験を続けたところ、クローンマウスの出産率は1世代目の7%か



ら上昇傾向を示し、最高で15%を記録。また、繁殖能力、寿命、細胞年齢の指標となるテロメアの長さなどに異常がないことを確認した。さらに、遺伝子の発現を網羅的に調べた結果、核移植を繰り返しても初期化異常は蓄積しないことも明らかとなった。「おそらく再クローン技術には限界がありません。この成果は、優良な家畜の大量生産や絶滅動物の復活などに利用できると考えています」と若山チームリーダー。

※ 2013年3月31日終了

● 『Cell Stem Cell』オンライン版（3月8日）掲載

## 糖鎖を分解する酵素 「Man2C1」に細胞死抑制機能 新規抗がん剤開発へ期待

2013年3月14日プレスリリース

理研基幹研究所 糖鎖代謝学研究チーム<sup>\*</sup>の鈴木 匡<sup>なだし</sup>チームリーダー、王麗 特別研究員らは、糖鎖を分解する酵素「Man2C1」に、アポトーシス（細胞死）を抑制する機能があることを発見した。新たな抗がん剤開発につながる成果。

糖鎖とタンパク質が結合した糖タンパク質は、生体内で合成と酵素による分解が繰り返されており、分解経路で異常が起きると心筋機能障害を引き起こすポンペ病などの病気を発症する。これまで、糖タンパク質はリソソームと呼ばれる細胞小器官で分解されるとされていたが、研究チームは細胞質に存在するMan2C1が糖鎖の分解に関わる別の経路があることを提唱してきた。一方でMan2C1は糖鎖の分解だけでなく、

さまざまながん細胞の増殖や転移の促進にも関わっている。Man2C1の発現を抑制すると、がん細胞の増殖が停止し、アポトーシスを引き起こすことが分かっていたが、その分子メカニズムは不明なままだった。

研究チームは、Man2C1の発現を抑制したさまざまな組織のヒトがん細胞由来の培養細胞株を作製し、細胞に起こる変化を観察。その結果、アポトーシスを誘導する転写因子「CHOP」が増加し、がん細胞がアポトーシスを起こすことが分かった。さらに、人為的に酵素活性を失わせたMan2C1によってもアポトーシスが抑制されることも判明。これは、Man2C1の酵素活性と細胞死抑制がそれぞれ独立して機能することを示す。これにより、糖鎖分解には影響を与えず、アポトーシスだけを引き起こす新たな抗がん剤の開発が期待される。

※ 現・グローバル研究クラスター 糖鎖代謝学研究チーム

● 『The Journal of Biological Chemistry』オンライン版（3月13日）掲載

## 新役員の紹介

2013年4月1日、米倉 実氏が理事に、伊藤健二氏が監事に就任しました。当研究所の発展に尽力された藤田明博氏と魚森昌彦氏は2013年3月31日をもって退任しました。



理事

### 米倉 実 (よねくら・みのる)

長野県生まれ。1981年3月、早稲田大学政治経済学部政治学科卒業。1981年4月、科学技術庁入庁。文部科学省研究振興局基礎基盤研究課長、理化学研究所経営企画部長、経済産業省大臣官房審議官（地域経済担当）、宇宙航空研究開発機構執行役を歴任し、2012年1月より、筑波大学理事・副学長（財務・施設・連携担当）。



監事

### 伊藤 健二 (いとう・けんじ)

東京都生まれ。1972年3月、東京大学法学部卒業。1972年4月、株式会社日本興業銀行入社。同銀行検査部長、みずほ信託銀行株式会社常務執行役員、日証金信託銀行株式会社常務取締役を歴任し、2010年9月より、株式会社格付投資情報センター専務執行役員。

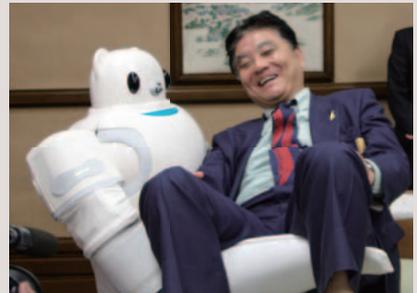
## 介護支援ロボットが河村たかし名古屋市長を表敬訪問

3月19日、理研－東海ゴム人間共存ロボット連携センター（名古屋市守山区）が開発した介護支援ロボットが、名古屋市立大学病院で実証試験が行われるのを前に名古屋市役所を訪れ、河村たかし市長を表敬訪問しました。

最初にロボット感覚情報研究チームの向井利春チームリーダーとロボット実用化研究開発チームの郭士傑（クワシタ）チームリーダーが介護支援ロボットの開発経緯と特徴を説明。その後、市役所職員の方に要介護者役になっていただき、ベッドから車いすに移す一連の動作を

実演しました。続いて、ロボットが持ち上げることができる上限80kg「ぎりぎり」という河村市長がベッドに横たわり、「優しくしてね」と介護支援ロボットに声を掛けると、「ガンバリマス」と回答。会場の笑いを誘いながら、2本の長い腕で河村市長を丁寧に抱き上げました（写真）。

その後の懇談で理研の古屋輝夫理事が、このロボットは基礎研究を進展させて社会に役立つ技術となった一例と説明、河村市長もイノベーションの重要性を主張されました。今年4月に開始



された名古屋市立大学病院での実証試験は、名古屋市、名古屋市立大学、理研、東海ゴム工業(株)の4者による連携研究協定に基づくものです。

## モデル実験植物「ミナトカモジグサ」の種子の提供について

理研バイオリソースセンター(BRC)は、次世代のモデル実験植物として期待されている「ミナトカモジグサ」の種子の提供を4月8日から開始しました。

ミナトカモジグサはイネ科の単子葉植物で、個体が小さく実験室内で育つことなどから、草本（木部が発達せず多くは地上部が1年～数年で枯れる植物）のモデル実験植物として注目されています。2010年には標準系統（Bd21）のゲノムが解読され、2.7億塩基対の中から2万5532個の遺伝子が見つっています。

ミナトカモジグサを使った基礎研究により、植物バイオマスの効率的生産や穀物の育種研究が一段と進むことが期待さ

れています。ぜひご利用ください。

### 提供手続きの流れ

1. 利用の申し込みは、plant@brc.riken.jpまでご連絡ください。
2. 提供に必要な書類一式（生物遺伝資源提供同意書：MTA 2部と提供申込書 1部）を理研BRC実験植物開発室より発送します。
3. 書類に必要な事項を記載の上、所定の宛先まで返送ください。
4. 書類が到着次第、発送準備を開始します。通常は到着後10日以内に種子50粒をバイアルに密封して発送します。
5. 提供手数料の請求書もお送りしますので、請求書に記載の口座に提供手数料のお振り込みをお願いします（振込手数料は支払者負担）。

詳細は下記URLをご参照ください。

<http://www.brc.riken.jp/lab/epd/news/130405.shtml>



## 初めてのサイエンスパブ 「和こたん」に参加して

山本文子 やまもと・あやこ

創発物性科学研究センター 強相関物性研究グループ 上級研究員

「サイエンスパブ」って聞いたことがありますか？「サイエンスカフェ」という言葉はこのごろ耳にするけれど。パブってお酒飲んじゃうの？理研では初めてとなるこのイベントが、3月13日に和光キャンパスで開催されました。

サイエンスカフェは、科学に携わる研究者と一般市民がお茶を片手に気楽な雰囲気、双方向にコミュニケーションするイベントです。1990年代にイギリスで始まったとされており、日本でも2005年ごろからさまざまなスタイルで実施されるようになりました。理研では横浜事業所が毎年、健康や医療をテーマに横浜市周辺の図書館や科学館で開催しており、今年も開催される予定です。サイエンスカフェと趣旨は同じですが、お茶ではなくお酒を飲みながら思いっきりリラックスして科学を語る、それが「サイエンスパブ」です。

私がこのイベントに参加したきっかけは、理研所内ホームページに掲載された「サイエンスパブ講師募集」のお知らせを見つけたことです。この十数年、小学校への出前授業を行っており、「自信はないけれど、大人との交流にも挑戦してみたい」と思ったのです。また、このイベントは和光市の若い方たちがふるさとの再発見を目指して企画した体験交流型イベント「和こたん（和光探検博覧会）」の一環という点にも興味を引かれ、協力したいと思いました。

当日は和光市近隣の方々14人が参加され、構内を散策した後、理研内の喫茶店でサイエンスパブが始まりました。植物科学、原子核物理学、物理化学、材料科学を専門とする4人の講師が各テーブルで皆さんとお話しました（写真1）。皆さんとても熱心で、こちらは驚くばかり。準備した研究の話始める前に、「どうやったら理研の研究者になれるのですか？」など、質問攻めに。研究者という存在自体が珍しいことを再認識しました。



写真1・  
講師が自己紹介する様子。右から2番目が筆者。

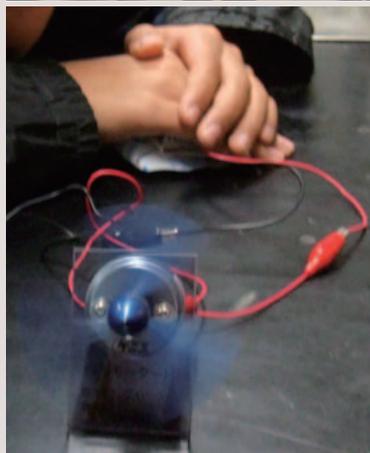


写真2・温度差発電

私は今回、“手作りエネルギー：電気は使う分だけ使うところで作る”をテーマに、温度差発電を体験してもらいました。保冷剤と手のひらのたった30℃ほどの温度差で発電ができ、ファンが回るのを見て皆さん大感激（写真2）。すると、「誰が発明したの？」「なぜ発電できるの？」「どこで買えるの？」と、またまた質問攻め。さて、どこからどこまで説明するのがいいのやら、こちらも熱が入りました。

途中、席替えがあり次の講師のもとへ。これが、参加者にとっても講師にとっても、多くの人と話すよい機会になりました。その間、理研にいてもなかなかお目にかからない理研ブランドの清酒、大吟醸“仁科馨”をいただき、ほろ酔い気分でも滑らかとなり、楽しいひとときを過ごすことができました。

地元の方々に理研への興味や親しみを感じてもらえるこのような企画が、また開催されることを期待しています。普段は世界で一番を目指す研究者も、たまには鎧よろいを脱いで素朴な疑問に接すれば、目からうろこが落ちて新しいアイデアが浮かぶかもしれませんね。

### 寄附ご支援のお願い

理研を支える研究者たちへの支援を通じて、日本の自然科学の発展にご参加ください。

問合せ先 ●理研 外部資金部 推進課 寄附金担当

Tel: 048-462-4955 Email: kifu-info@riken.jp (一部クレジットカード決済が可能です)



http://www.riken.jp/