

# RIKEN NEWS

No.351  
September 2010 **9**

独立行政法人  
**理化学研究所**

## 2 研究最前線

### 電子複雑系でグリーン未来物質をつくる

## 6 研究最前線

### 植物細胞の大きさはどう決まる？

## 10 特集

### 一人ひとりのゲノムに基づいた 「オーダーメイド医療」の実現へ

ゲノム医科学研究センター 鎌谷直之センター長に聞く

## 12 SPOT NEWS

- ・抗カビ物質の新たな作用メカニズムを発見  
新しい種類の抗真菌剤の開発が可能に
- ・T細胞への分化を決定づけるマスター遺伝子を同定  
T細胞性白血病の治療法開発に期待
- ・脳内神経活動の「読み出し」が可能に  
電位感受性蛍光タンパク質（VSFP）を開発

## 14 FACE

### 光合成の可視化に 挑む研究者

## 15 TOPICS

- ・新理事に藤田明博氏
- ・「2010年度 独立行政法人理化学研究所  
科学講演会」開催のお知らせ
- ・企画展「新しい光が時代をつくる  
～大型放射光施設SPring-8～」  
文部科学省の「情報ひろば」で開催中！

## 16 原酒

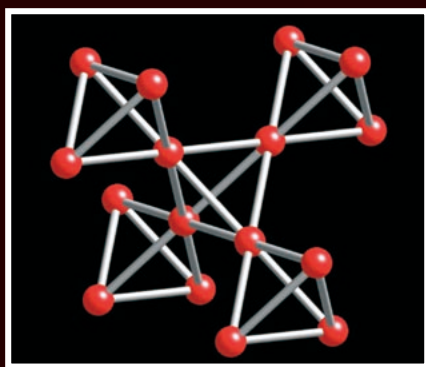
### 研究員会議五十周年記念植樹顛末記

RIKEN Mobile



# 電子複雑系で グリーン未来物質をつくる

2009年7月にイタリアで開催されたラクイラ・サミットで主要8ヶ国(G8)は、温室効果ガス排出量を2050年までに世界全体で少なくとも50%削減する目標を再確認し、先進国は80%以上削減する目標を掲げた。その実現には、既存技術の改良だけでなく、新しい原理に基づく革新的技術の開発が必要不可欠だ。このような状況のもと、理研基幹研究所は、環境・エネルギー問題の解決に貢献する新材料“グリーン未来物質”をつくり出すことを目指し、今年4月、グリーン未来物質創成研究領域を発足。そして高木英典 主任研究員(高木磁性研究室)らは、同領域に電子複雑系機能材料研究グループを立ち上げた。同グループは、電子がさまざまな状態に変化する“電子複雑系”を利用して、新しい原理に基づく“高温超伝導体”や“熱電変換材料”をつくろうとしている。

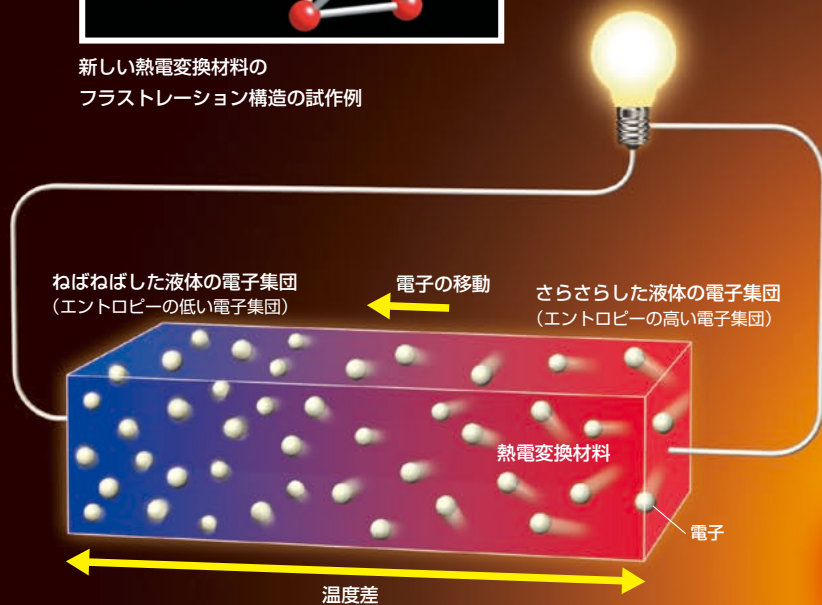


新しい熱電変換材料の  
フラストレーション構造の試作例

## 新しい熱電変換材料の原理

熱電変換材料は温度差により電子(あるいはホール)が移動することで電圧が生じて発電する。電子のエントロピーが大きいほど、変換効率は高くなる。高木主任研究員たちは、電子スピンの向きが定まりにくいフラストレーションなどを利用することで、エントロピーが大きく、変換効率の高い新しい原理の熱電変換材料をつくり出そうとしている。

材料に用いる遷移金属酸化物は、熱に強い丈夫な材料のため、火力発電所などの高温の廃熱を有効利用できる可能性が高い。



廃熱



既存の材料の改良ではなく  
原理に立ち返り、革新的な材料を生み出すこと。  
それが理研の役割です。

## 高木英典

高木磁性研究室  
主任研究員



たかぎ・ひでのり。1961年、東京都生まれ。工学博士。東京大学大学院工学系研究科博士課程中退。米国AT&T社Bell研究所研究員、東京大学助教授、同教授を経て、2002年より現職。専門は固体の電子物性、特に磁性・超伝導。

### ■ さまざまな状態に変化する電子複雑系

2011年は、オランダのヘイケ・カメルリング・オンネスが、物質の電気抵抗がある温度（転移温度）でゼロになる超伝導体を発見してからちょうど100年目に当たる。また、転移温度が30K（約-243℃）と、従来のものより高い銅酸化物高温超伝導体が発見された1986年から四半世紀がたつ。同年、銅酸化物高温超伝導体の発見の追試に成功したのが高木英典 主任研究員だ。これがきっかけとなり、より高い転移温度の超伝導体を探す“超伝導フィーバー”が世界中に巻き起こった。高温超伝導体により、エネルギーロスのない送電や電力貯蔵を実現できれば、環境・エネルギー問題の解決に大きく貢献すると期待されたからだ。現在、銅酸化物高温超伝導体の転移温度の最高記録は、160K（約-113℃・高圧下）となっている。

高温超伝導体となる銅酸化物は、もともと電気が流れにくい。なぜそのような物質が超伝導になるのか。

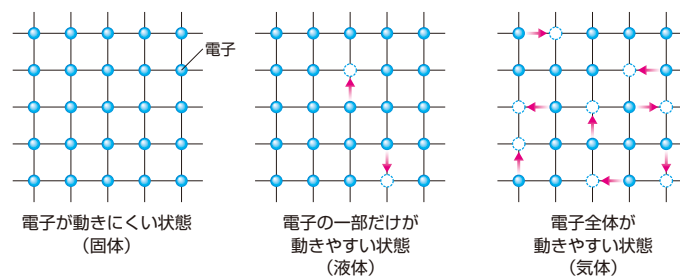
「金属では原子から一部の電子が離れて自由に動き回っています。いわば気体のような状態にある電子に電圧をかけると、電気が流れるのです」。一方、銅酸化物などの遷移金属酸化物（周期表の3族から11族に属する金属を含む酸化物）にも、原子から離れて動くことのできる電子は存在する。「しかし電子が動ける軌道が狭いため、隣の原子へ移動しようとしても、もともとそこにある電子の電気的な力ではじかれてしまいます。これは、電子同士が反発し合い身動きできずに並んでいる固体のような状態で、絶縁体です。このように相互作用が強い電子集団（強相関電子系）は、少し条件を変えると状態（電子相）ががらりと変わる“電子複雑系”です」

例えば、電子が反発し合って身動きできない状態から、電子をはぎ取った場所（ホール）を増やしていくと、電子が少しずつ動ける状態になる。「固体が溶けて、ねばねばした液体のような状態となり、やがて電子が自由に動き回れる気体のような状態へと変わっていくのです（図1上）。このように条件を変えると状態がさまざまに変化する、そこが電子複雑系のとても面白いところです」

高温超伝導は、電子複雑系の状態が変化するときに見れ

る現象だ。超伝導体中の電子は、“クーパー対”と呼ばれるペアを組むことが知られている。銅酸化物の中で、電氣的に反発し合うはずの電子がどのようにしてクーパー対をつくり、高温超伝導を実現しているのか、そのメカニズムはいまだによく分かっていない。高木主任研究員たちは、STM（走査型トンネル顕微鏡）を使って銅酸化物高温超伝導体の電子状態を直接観測する世界最先端の研究を進めてきた。「銅酸化物高温超伝導体ではほとんどの電子は固まっています。一部分だけが溶けて動けるような状態になっていることが分かりました。その状態がクーパー対をつくり、

電子の動きやすさ



スピンの向き

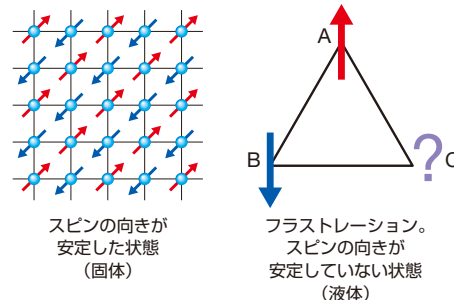
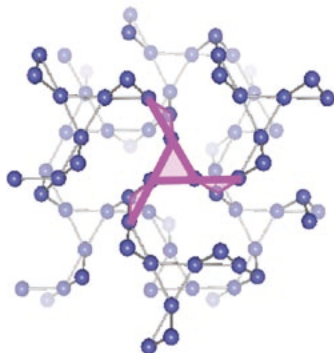


図1 さまざまな電子状態に変化する電子複雑系

電子の動きやすさ（上）やスピンの向き（下）により、電子複雑系はさまざまな状態に変化する。

**図2 量子スピン液体を示す遷移金属酸化物 [Na<sub>4</sub>Ir<sub>3</sub>O<sub>8</sub>]**

三角形格子がらせん状に巻いた構造を取る Na<sub>4</sub>Ir<sub>3</sub>O<sub>8</sub>では、フラストレーションが極めて強くなり、絶対零度でもスピンの向きが定まらない量子スピン液体を実現した。



とが、1973年に理論的に予言された。「実際にその状態を実現することは難しく、理論の夢だといわれてきました」

ところが2007年、高木主任研究員たちはNa<sub>4</sub>Ir<sub>3</sub>O<sub>8</sub>という遷移金属酸化物で量子スピン液体の実現に成功した(図2)。Na<sub>4</sub>Ir<sub>3</sub>O<sub>8</sub>は、三角形格子がらせん状に巻かれた構造をしており、高木主任研究員らはこの構造を“ハイパーカゴメ格子”と名付けた。「同時期に別の研究グループも異なる構造で量子スピン液体を実現し、量子スピン液体が今、大きな注目を集めています」

超伝導を実現するメカニズムの本質だと考えられます」

電子複雑系には超伝導以外にもさまざまな未知の電子状態が潜んでいる。「私たちは、新しい電子の状態を発見して、それを利用した新しい原理の材料をつくり出すことを目指してきました」

### ■ 夢の物質“量子スピン液体”を実現

電子複雑系の状態は、スピンという磁石の性質によっても変化する。スピンとは電子が持つ地球の自転に似た角運動量のこと、アップとダウンの2種類の向きがある。例えば二つの棒磁石を並べるとき、N極とS極の向きをそろえようとすると反発力が働き、交互に並べると安定になる。同様に、原子が四角形の格子をつくっている物質では、アップとダウンの電子が交互に並ぶことで安定する(図1下左)。「このようにスピンの向きが安定した状態は、スピンの向きが安定していると見なすことができます。それでは、原子が三角形の格子状に並んだ物質では、スピンの向きはどうなると思いますか？ ペアを組もうとすると1個があふれてしまう三角関係で、スピンの向きが安定しません(図1下右)。このような状態を“フラストレーション”と呼び、スピンの向きが液体をつくっていると見なすことができます」

物質中の電子は通常、温度を下げていくとより安定な状態になる。ただしフラストレーションが極めて強い物質では、絶対零度(0K=-273.15℃)でもスピンの向きが安定しない“量子スピン液体”という状態が現れるこ

### ■ 10℃の電子氷と熱膨張ゼロの材料

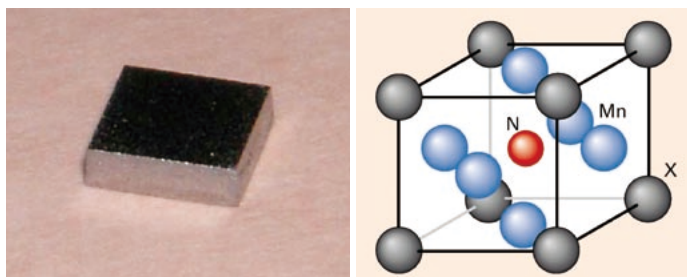
固体・液体・気体などさまざまな状態に変化する電子複雑系により、どのような機能を持つ新材料をつくり出せるのか。「一番分かりやすい例は“10℃の電子氷”でしょう。10℃が適温のワインを0℃の氷で冷やすと、冷え過ぎてしまいます。お寿司屋さんでもネタが凍ってしまわないように、氷から少し離して置いています。10℃の氷があったら便利ですね。そこで私たちは、10℃で電子状態が液体から固体に変わる冷却剤をつくりました」

さらに高木主任研究員たちは、フラストレーションを利用して熱膨張ゼロの新材料、Mn<sub>3</sub>XNの開発にも成功した(図3)。「その材料の元となったマンガン窒化物は、マンガン原子が三角形格子をつくっています。温度が高いときの電子状態は液体ですが、室温付近まで温度を下げていくと固体になるとします。しかし、三角形格子に電子が並ぼうとしてもフラストレーションが強くてスピンの向きが安定しません。それをどうやって解決すると思いますか？ 本人(電子)同士では解決できないので、周囲(格子)が手助けするのです。格子が膨らんで電子同士の距離を離すことでフラストレーションを解消します。つまり、このマンガン窒化物は温度を下げる膨らみ、温度を上げると縮む物質です」

通常、物質は温度が上がると熱膨張を起こす。例えば、長さ100mmの鉄は、温度が1℃上がると0.0012mm(1.2μm)伸びる。このようなわずかな熱膨張が、ナノメートル(1nmは10億分の1m)の精度が求められるコンピュータの半導体回路の加工装置や高精度計測機器では問題となる。

「温度を上げると縮むマンガン窒化物は、特定の温度で急激に収縮します。この物質に含まれている銅や亜鉛をゲルマニウムやスズに置き換えることにより、約100℃の温度幅でゆっくりと収縮するようになりました。さらに物質をつくる際の温度などを調節することで、私たちは2008年、室温を含む約70℃の温度幅で体積が変化しない“熱膨張ゼロ”の材料開発に成功したのです」

従来の熱膨張ゼロ材料は、温度を上げると膨張する物質と収縮する物質を混合した複合材のため、ゆがみや亀裂が入りやすく強度に問題があった。また希少元素を使用しているため高価であるという問題もあった。「マンガン窒化



**図3 マンガン窒化物 [Mn<sub>3</sub>XN] とその構造**

この物質は逆ペロブスカイトという構造を持つ(右)。図中のXは銅や亜鉛。それをゲルマニウムやスズに置き換えたり製造時の温度を調節したりすることで、熱膨張ゼロの単一物質を創成した。

物は単一物質なのでゆがみや亀裂が入りにくく、従来の材料に比べて安価というメリットもあります」

## ■ 高効率の熱電変換材料をつくる

高木主任研究員たちは2010年、理研基幹研究所に電子複雑系機能材料研究グループを立ち上げた。「私たちの目標は、電子複雑系を利用して環境・エネルギー問題の解決に貢献する“グリーン未来物質”をつくることです。その代表例が、高効率の“熱電変換材料”です」

例えば自動車エンジンの中でガソリンが燃焼して生まれる熱エネルギーのうち、動力として利用されているのは3割にすぎず、7割は廃熱として捨てられている。火力発電所やさまざまな工場でも、化石燃料を燃やして発生させた熱エネルギーの大半が廃熱となっている。それをいかに有効利用するかが、化石燃料の使用量を抑え二酸化炭素排出量を削減するためのポイントとなる。そこで期待されているのが、熱を電気に変換する熱電変換材料である。

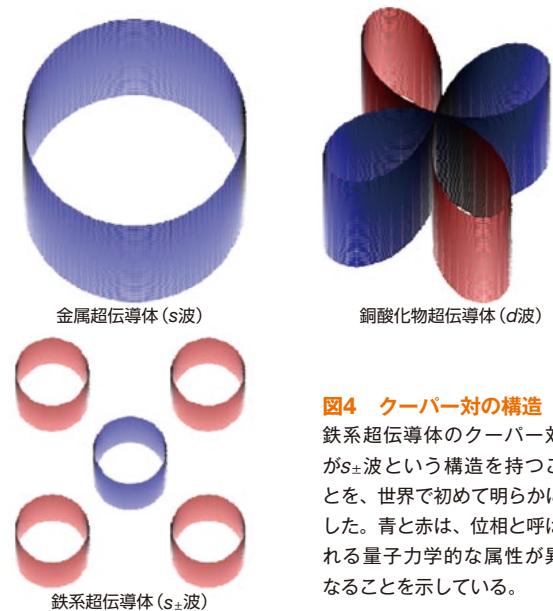
「現在、実用化されているビスマス・テルル ( $\text{Bi}_2\text{Te}_3$ ) 系の熱電変換材料は、高温では利用できず、熱から電気への変換効率も高くありません。逆に、熱電変換材料に電気を流すと吸熱反応を示します。例えば、ビジネスホテルの客室や病院の病室などに、熱電変換材料を使った冷蔵庫が置かれています。ジュースやビールを冷やすことはできませんが製氷室はありません。電気から熱への変換効率が高いからです。私たちは、氷がつくれるくらい高効率の熱電変換材料の開発を目指しています」

それでは、変換効率を高めるにはどうすればよいのか。「熱を電気に変換する原理は、温度差です。温度変化により電子（あるいはホール）が移動することで電圧が生じて発電します。そのとき、電子状態の乱雑さ（エントロピー）が大きいほど、変換効率が高くなります。より乱雑になることができる電子ほど、たくさんの電気を生み出すことができるのです。例えば、フラストレーションの強い電子は不安定なため、より乱雑になることができ、エントロピーが大きくなります。私たちはフラストレーションなどを利用して、高効率で発電する新しい原理の熱電変換材料をつくらうとしています」(2ページの図)

自動車や工場などの廃熱を有効利用するには数百℃以上の高温で使用できなければならない。「私たちが扱っている遷移金属酸化物は熱に強い丈夫な材料なので、高温で高効率に発電できる熱電変換材料を実現できるはずですよ」

## ■ 新しいメカニズムの超伝導体を探す

2008年、東京工業大学の細野秀雄 教授たちの研究グループが鉄系超伝導体を発見し、世界中の注目を集めている。なぜ高い注目を集めているのか。「銅酸化物以外で最も高い55K（約-218℃）という転移温度を実現したこと。



**図4 クーパー対の構造**  
鉄系超伝導体のクーパー対が $s_{\pm}$ 波という構造を持つことを、世界で初めて明らかにした。青と赤は、位相と呼ばれる量子力学的な属性が異なることを示している。

また従来、磁性を持つ鉄やコバルト、ニッケルを含む物質は、超伝導にはならないと考えられていたからです。鉄系超伝導体は、銅酸化物などとは違うメカニズムで超伝導が実現しているはずですよ」

高木磁性研究室の花栗哲郎 専任研究員は今年4月、STMを用いて鉄系超伝導体のクーパー対の構造を観察することに成功した。「金属超伝導体はs波、銅酸化物超伝導体はd波と呼ばれるクーパー対の構造を持つことが知られています。ところが鉄系超伝導体は $s_{\pm}$ 波という従来にない構造のクーパー対をつくっていることを、世界で初めて実証したのです(図4)。鉄系超伝導体のメカニズムの本質は、スピンの揺らぎにあると考えられます」

超伝導研究の進展により、室温で超伝導になる“室温超伝導体”実現への期待が高まっている。極低温に冷却する必要のない室温超伝導体は、究極のグリーン未来物質となる。

「転移温度の最高記録、160Kの銅酸化物高温超伝導体が発見されたのは1994年です。それ以来16年もの間、記録が更新されていません。これは1911年に超伝導体が発見されて以来、最長の停滞期間です。現在、より高い転移温度の超伝導体を見つける“もの探し”の研究は停滞期にあります。この現状を打破するため、転移温度の記録を塗り替える新しいメカニズムの高温超伝導体を発見して、再び世界中がもの探しの競争を始めるきっかけをつくりたいですね」 R

(取材・執筆：立山 晃/フォトンクリエイト)

### 関連情報

- 特願2009-005644「蓄熱材」
- 2010年4月23日プレスリリース  
「鉄系高温超伝導体の超伝導機構解明に決定的な手がかり」
- 2008年3月17日プレスリリース  
「単一物質でできた熱膨張がゼロのセラミック開発に成功」
- 『理研ニュース』2008年6月号 (SPOT NEWS)  
「高信頼性、高強度、安価な“熱膨張ゼロ”のセラミック開発に成功」

# 植物細胞の大きさは どう決まる？

食べたり、育てたり、観賞したり——植物は私たちにとって身近な存在だ。

しかし、植物について分かっていないことは多い。その一例が、“植物細胞の大きさが決まる仕組み”だ。

この謎の解明に挑む理研植物科学研究センターの杉本慶子ユニットリーダーは、

細胞分裂の周期を制御する遺伝子や、細胞の生長にブレーキをかける遺伝子を次々と発見し、

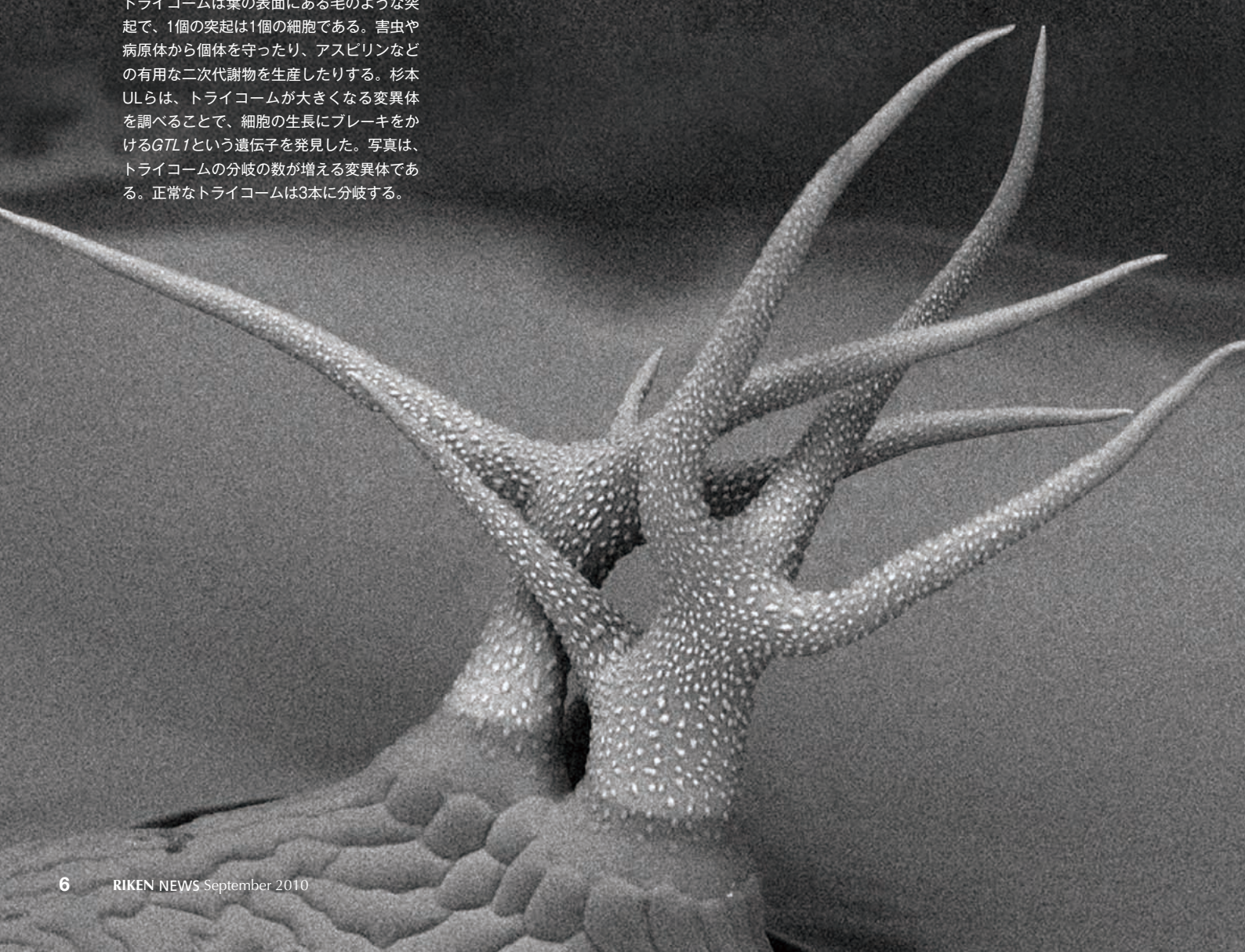
世界中の研究者、そして産業界からも注目を集めている。

「私たちは“細胞から植物を見る”というキーワードのもと、研究を進めています」

と語る杉本ユニットリーダー。その研究戦略と最新の研究成果を紹介しよう。

## シロイヌナズナのトライコーム

トライコームは葉の表面にある毛のような突起で、1個の突起は1個の細胞である。害虫や病原体から個体を守ったり、アスピリンなどの有用な二次代謝物を生産したりする。杉本ULらは、トライコームが大きくなる変異体を調べることで、細胞の生長にブレーキをかける*GTL1*という遺伝子を発見した。写真は、トライコームの分岐の数が増える変異体である。正常なトライコームは3本に分岐する。



熱帯には、とても大きな葉の植物があります。  
細胞が多いのか、大きいのか、気になりますね。  
いろいろな植物を調べ、細胞から植物の多様性を  
解き明かすのが夢です。

## 杉本慶子

植物科学研究センター  
細胞機能研究ユニット  
ユニットリーダー



すぎもと・けいこ。広島県生まれ。Ph. D. (植物科学)。大阪大学大学院理学研究科修士課程修了(生理学専攻)、オーストラリア国立大学大学院博士課程修了。英国ジョンインネスセンターにてポストドクトラルフェロー、JSPSフェロー、グループリーダーを経て、2007年7月より現職。

### ■ きっかけは庭に咲いたユリ

杉本慶子ユニットリーダー(UL)が高校生だったある日、自宅の庭に1輪のユリの花が咲いた。翌年は3輪、その次の年は10輪、さらに次の年は100輪も咲いた。「花の大きさや色、そして形も毎年同じでした。それが授業で習った“遺伝”だと分かってはいましたが、とても不思議に思え、感動しました。植物の謎を理解したいと思ったのが、研究の道に進んだきっかけです」

杉本ULは日本で修士課程を修了した後、オーストラリアの大学院に留学し、植物科学の博士号を取得。その後、植物研究のメッカである英国ジョンインネスセンターを経て、2007年、理研植物科学研究センター(PSC)に細胞機能研究ユニットを立ち上げた。「植物細胞の大きさがどのように制御されているのか。私たちは今、その難問に挑んでいます」

高校時代の杉本ULが感動したように、花や葉、種子といった器官の大きさは、植物の種類によってだいたい決まっている。それぞれの器官は、細胞が分裂して数を増やし、さらに1個1個の細胞が大きくなることで生長する。しかし、無限に生長を続けることはない。「花や葉は、ある大きさに達すると、ぴたっと生長が止まります。これまでの研究から、植物ホルモンのオーキシンやサイトカニンなどが植物の生長にかかわっていることが知られています。しかし、植物ホルモンがどのようなメカニズムで細胞の分裂や大きさを制御し、最終的に器官の大きさを決めていくのかは、まだよく分かっていません」と杉本UL。

「植物の大きさを理解しようとしたら、細胞の中で何が起きているかを理解する必要があります。私たちは“細胞から植物を見る”というキーワードのもと、研究を進めています。これは新しく、とてもユニークな視点です」

### ■ 細胞の数と大きさが、植物の生長を決める

「料理でダイコンやニンジン縦に薄くきれいに切れたときは、うれしくて、その切片をしばらく眺めてしまうんです(笑)」と杉本UL。「切片をよく見ると、先端近くの

内側に、きめが細かい部分があります。メリステム(分裂組織)といって、細胞はここで分裂しています(図1)。皆さんも料理をするとき、ぜひ観察してみてください」

植物の場合、メリステムは根と茎の先端にしかない。メリステムで細胞が分裂して数を増やし、さらに1個1個の細胞が大きくなることで、植物は生長する。

「植物の生長には、重要なポイントが二つあります。一つは、細胞が分裂をやめて、大きくなる段階へ切り替わるポイント。いったん細胞が大きくなり始めると、再び分裂で増える段階に戻ることはできません。もう一つは、細胞がそれ以上大きくならないように生長を止めるポイントです。この二つのポイントが厳密に制御されていなければ、植物は正常に生長できません」

杉本ULらは、二つのポイントをそれぞれ制御している

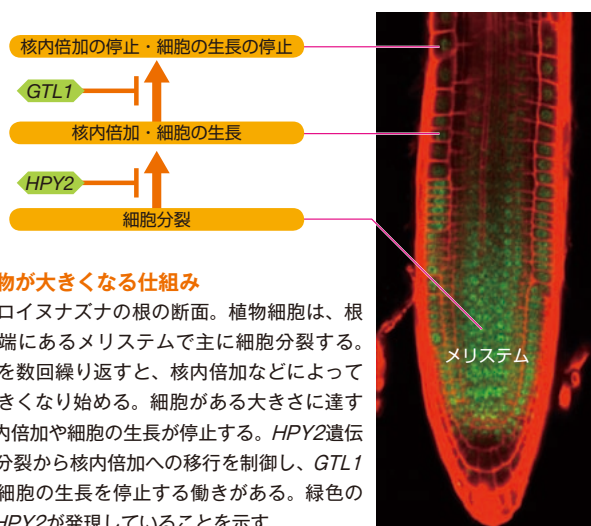


図1 植物が大きくなる仕組み

写真はシロイヌナズナの根の断面。植物細胞は、根と茎の先端にあるメリステムで主に細胞分裂する。細胞分裂を数回繰り返すと、核内倍加などによって細胞が大きくなり始める。細胞がある大きさに達すると、核内倍加や細胞の生長が停止する。HPY2遺伝子は細胞分裂から核内倍加への移行を制御し、GTL1遺伝子は細胞の生長を停止する働きがある。緑色の蛍光は、HPY2が発現していることを示す。

遺伝子を発見し、世界中から注目されている (図1)。

## ■ 細胞分裂から核内倍加への切り替えを制御する遺伝子を発見

まず、第一のポイント、細胞が分裂をやめて大きくなる段階への切り替えについて見ていこう。杉本ULは、このポイントを制御している遺伝子を見つけるために、新しい手法を使った。「これまでも細胞の大きさを制御している遺伝子を探す研究は行われてきました。その研究のほとんどは、個体や細胞がとても大きくなる、あるいはとても小さくなる変異体を見つけ、異常のある遺伝子を探して調べ

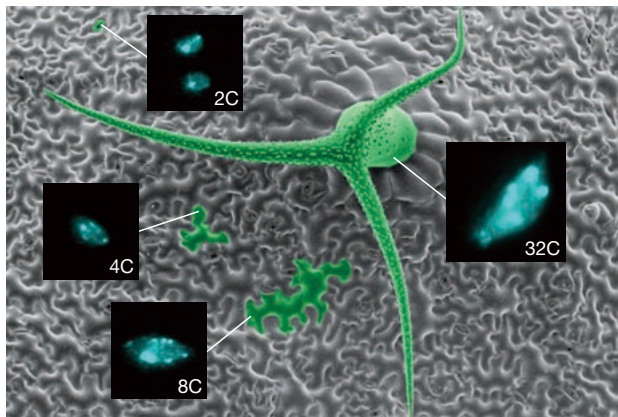


図2 シロイヌナズナの核内倍加と細胞の大きさ

葉の表面の電子顕微鏡写真。シロイヌナズナの細胞核内のDNA量は通常2Cだが、核内倍加によってDNA量が増えた4C、8C、32Cなどの細胞もある。図中の四つの写真は、核内DNAを蛍光染色している。DNA量が多いほど、細胞が大きくなっているのが分かる。3本に分岐しているのは、DNA量が32Cのトライコーム。

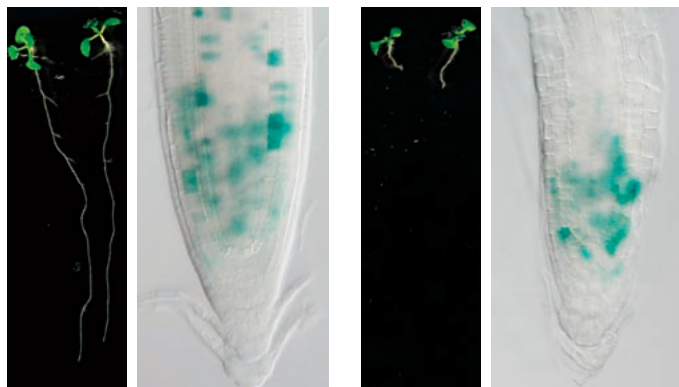
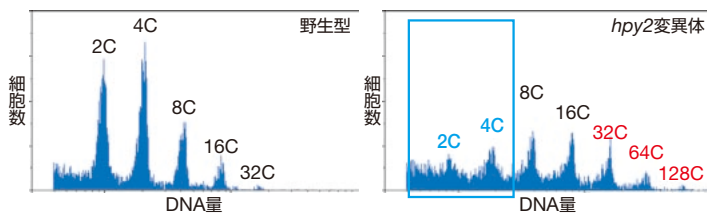


図3 HPY2遺伝子による細胞分裂の調整

上段はDNA量を示す。hpy2変異体では野生型と比べて2Cと4Cが少なく、32C、64C、128Cが増えている。下段のそれぞれ左の写真は、発芽後10日目の様子。hpy2変異体は根や葉が生長せず、非常に小さい。下段のそれぞれ右の写真は、細胞分裂が起きているときに発現するサイクリンタンパク質Bを染色。hpy2変異体では、細胞分裂があまり起きていない。

るという手法です。つまり個体や細胞の“外見”だけで変異体を選別していたのです。私たちは、細胞の“中身”、具体的には細胞核内のDNA量を調べることで、細胞の大きさに異常がある変異体を確実に選別するようにしました」

植物の研究でよく使われるシロイヌナズナの細胞は、ヒトと同様に母由来と父由来、2セットの染色体を持つ。2セットの染色体を持つ細胞のDNA量を“2C”と表す。2Cの細胞が分裂するときには、まずDNAが複製されて“4C”となり、次に分裂する二つの細胞にDNAが等しく分配され、2Cの娘細胞が2個できる。では、シロイヌナズナには2Cと4Cの細胞しかないかということ、そうではない。染色体の数が分裂前の細胞の半分になる減数分裂を起こした配偶子(花粉や胚珠)は1Cである。さらには8C、16C、32Cなどの細胞もある。「植物細胞では、DNAが複製された後、細胞分裂が起きずにDNA量だけが倍々と増えていくことがあります。この現象を“核内倍加”といいます。8C、16C、32Cの細胞は、この核内倍加によりつくられます。DNA量と細胞の大きさは相関関係にあり、DNA量が多いほど細胞が大きくなります」(図2)

杉本ULは石田喬志<sup>たかし</sup>研究員らとともに、シロイヌナズナの細胞のDNA量を調べたところ、2Cと4Cの細胞が少なく、32C、64C、128Cの細胞が多い変異体を見つけた(図3右)。「植物は通常、メリステムにある2Cや4Cの細胞が一定の割合で細胞分裂を続けています。この変異体は、こうした細胞までが何らかの原因で核内倍加を起こし、細胞を大きくする段階へと進んでしまったと考えられます。さらに詳しく調べると、この変異体では“HPY2”という遺伝子の機能が失われていました。つまり、HPY2は細胞が分裂をやめて大きくなる段階、核内倍加の段階へ切り替わるポイントを制御する役割を担っているのです」

この成果を2009年8月に発表したところ、植物だけでなく、さまざまな生物の研究者から注目された。「HPY2が、“SUMO (Small Ubiquitin-like modifier)” というタンパク質の働きにかかわっていたからです。SUMOはヒトや植物、酵母までいろいろな生物種にあり、ほかのタンパク質と結合してそのタンパク質の機能を強めたり弱めたりすることで、細胞のさまざまな機能を調節しています。多くの生物の研究者がSUMOを研究のターゲットにしているので注目されたのでしょう」

杉本ULらはHPY2がつくるタンパク質が、SUMOがほかのタンパク質と結合するのを仲介すること、そしてその結果、細胞分裂を調節していることを突き止めた。SUMOが多細胞生物の細胞分裂の調節にかかわっているという報告は、これが初めてだ。「植物細胞の大きさの制御メカニズムを研究していて、SUMOにつながるとは思っていませんでした」と杉本UL。「思いがけないことにつながっていくのも、研究の面白さです」



HPY2と同様に核内倍加への切り替えを制御する遺伝子が、ほかに三つ見ついている。それぞれの働きの違いの解明が、今後の課題だ。

## ■ 細胞の生長にブレーキをかける遺伝子を発見

HPY2に続いて2009年9月、杉本ULらは第二のポイント、植物細胞がそれ以上大きくならないように生長を止める遺伝子を発見した。「細胞の大きさに異常がある変異体を探していたクリスチャン・ブラウアー研究員が、トライコム（毛状突起体）がとても大きい変異体を見つけたことが始まりです」

トライコムとは、シロイヌナズナの葉の表面を覆っている毛のような突起状の細胞で、害虫や病原体、紫外線などから個体を守る働きを持つ（6ページの写真）。「1個のトライコムは、葉を形成する1個の表皮細胞からできています。その大きさは肉眼でも確認できるほどです」。正常なトライコムでさえ普通の細胞の500倍の大きさだが、ブラウアー研究員が見つけた変異体のトライコムの大きさはその2倍以上もあった。

その変異体を調べた結果、“GTL1”という遺伝子の一部が改変され、しかも過剰に発現していることが分かった。次に、GTL1を機能しないようにしたところ、トライコムが野生型の2倍以上大きくなった。こうした実験の積み重ねから、杉本ULらは「GTL1は細胞の生長にブレーキをかける働きを持つ」と予測。それを確かめるために、GTL1がいつ、どこで発現するかを調べた。その結果、生長初期の小さいトライコムやすでに生長を終えたトライコムでは発現しておらず、ある程度大きくなったトライコムでのみ発現していることが分かった（図4）。

これまで、細胞壁の成分であるセルロースなどの供給がなくなったり、液胞への吸水が止まったりすると、細胞の生長が終わると考えられていた。ところが、GTL1の発見は、植物が細胞の生長を能動的に止める仕組みを持っていることを示している。これは従来の考えを覆す大発見だ。

トライコムは核内倍加が起きている細胞だが、必ず32Cで止まることが知られている。杉本ULらは「GTL1は核内倍加を制御しているのではないかと考え、研究を進めている。すでに、GTL1の機能が失われた変異体では、核内倍加に必要な遺伝子の働きが活性化していることが分かっている。「GTL1は、特定の遺伝子のDNAに結合してRNAへの転写を促進したり抑制したりする“転写因子”というタンパク質をつくります。今後、GTL1がどの遺伝子の転写をどのように制御しているのかを明らかにして、核内倍加が起こるメカニズムを解明したいですね」

## ■ 植物の大きさを自在に

GTL1の発見を発表した後、杉本ULのもとに「共同研究

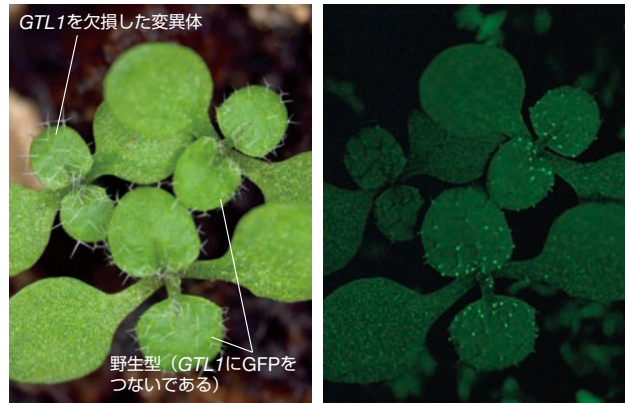


図4 トライコムの大きさとGTL1の発現

GTL1を欠損した変異体では、トライコムは大きくなる。右の写真は左の写真と同じ範囲を観察したもので、緑色蛍光タンパク質（GFP）が光っている細胞は、GTL1が発現していることを示す。GTL1は、ある程度生長したトライコムでのみ発現し、小さいトライコムやすでに大きくなったトライコムでは発現していない。

をしませんか」という申し込みが相次いだ。研究者だけでなく、産業界からの問い合わせも多い。GTL1の働きを抑えて核内倍加を促進させることで、大きな野菜や大きな果物をつくることができると期待されているからだ。

すでに薬剤によって人工的にDNA量を倍加させ、収量を上げている栽培品種もある。しかし、薬剤処理では植物体を構成するすべての細胞のDNA量が倍加してしまい、種子をつくることができなくなってしまう。「GTL1の研究を進めることで、果実や花、葉など、必要な場所で、必要な時期だけ核内倍加を促進し、大きさを自在に変えることができる可能性があります。この方法なら、種子もできます」と、産業界との共同研究にも意欲を見せる。

最後に「研究キャリアの中で、今が一番楽しい」と杉本UL。植物の生長の制御にかかわる遺伝子を続けざまに発見したが、それで満足しているわけではない。それぞれの遺伝子について、詳しく機能を調べる必要がある。HPY2とGTL1が、どの遺伝子やタンパク質に働いているのか、それぞれの標的も明らかにしなければならない。HPY2とGTL1の関係も気になる。また、植物ホルモンとのかかわりはどうなっているのだろうか。「やるべきことはまだ山ほどあります。高校生のとき、ユリの花を見て抱いた疑問の答えも、まだ出ていません。植物の世界は、まだまだ分からないことがたくさんあります。だからこそ楽しいんです」

（取材・執筆：鈴木志乃／フotonクリエイト）

### 関連情報

- 2009年9月1日プレスリリース  
「植物細胞の大きさを調節する新たな遺伝子“GTL1”を発見」
- 2009年8月11日プレスリリース  
「細胞分裂の調節に必須の新しい“HPY2”遺伝子を発見」
- 『RIKEN ANNUAL REPORT 2009-10』48～50ページ  
「細胞の成長にブレーキをかける新しい遺伝子を発見」

# 一人ひとりのゲノムに基づいた「オーダーメイド医療」の実現へ

ゲノム医科学研究センター 鎌谷直之センター長に聞く

一人ひとりの遺伝子の違いを知り、健康で豊かな生活のための医療を生み出す

——これが、理研ゲノム医科学研究センター（CGM）が掲げるスローガンだ。

CGMは、理研遺伝子多型研究センター（SRC）として2000年に発足、2008年に現在の名称に変更した。

名称変更の背景、最近の研究成果、そして大きく変わり始めている医療について、

鎌谷直之センター長に聞いた。

## 「遺伝子多型」から「ゲノム医科学」へ

——鎌谷直之センター長は今年4月、理研ゲノム医科学研究センター（CGM）のセンター長に就任しました。CGMは何を目指しているのですか。

**鎌谷：**一人ひとりの遺伝情報に応じて、個人ごとに最も適した医療を提供する「オーダーメイド医療」の実現です。私たちヒトのゲノム（全遺伝情報）の実体であるDNAは、4種類の塩基のうちアデニン（A）とチミン（T）、グアニン（G）とシトシン（C）が対になった、30億塩基対からできています。そのうち0.1%が個人ごとに違っており、この違いのことを「多型」と呼び、一人ひとりの容姿や体質の違いを生んでいます。そのため、同じ疾患でも一つの薬がすべての患者さんに効くことはないのです。CGMでは、多型と、病気のかかりやすさや薬の効果、副作用などとの関連を解析しています。その解析結果を使うと、患者さんのゲノムから薬の効果

や副作用を予測できるので、最も効果が高く最も副作用の少ない最適な医療、つまりオーダーメイド医療が実現できます。

——2008年に遺伝子多型研究センター（SRC）からCGMに改称しました。どのような背景があったのでしょうか。

**鎌谷：**SRCは2000年に設立され、世界に先駆けて「SNP（Single Nucleotide Polymorphism：1塩基多型）」の高速大量解析システムを構築しました。SNPとは多型のうち一つの塩基だけがほかの塩基に換わっているもので、多型と疾患や薬との関連を解析するときの目印になります。2002年、中村祐輔 前センター長らは、SNPのデータベースを使った「ゲノムワイド関連解析」という手法によって、心筋梗塞こうそくのかかりやすさに関連している遺伝子を世界で初めて発見しました（図）。

——ゲノムワイド関連解析とは。

**鎌谷：**この解析手法ができる前は、疾患に関連する遺伝子を探すには、タンパク質の異常を見つけてその原因となっている遺伝子を突き止めていく方法しかありませんでした。ヒトゲノムの解読が進んだことで、ゲノム全体を見ることができるようになったのです。例えるなら、一本釣りから、大きな網で大量の魚を一気に捕まえるトロール漁法に変わったようなものです。ゲノムワイド関連解析では、生化学と分子生物学ではなく、遺伝学と数学を使います。そのため、“それは生物学ではない”という批判もありましたが、2007年ころから広く使われるようになり、今では世界中で使われています。中村前センター長の先見の明ですね。

CGMではゲノムワイド関連解析を駆使して、関節リウマチ、川崎病、変形性関節症、椎間板ヘルニアついかんばん、脳梗塞、気管支ぜんそく、潰瘍性大腸炎、B型肝炎、糖尿病性腎症など、さまざまな疾患に関連する遺伝子を発見してきました。そうしたことから、理研の外部有識者による機関評価制度「理研アドバイザリー・カウンスル」で“医療をゴールに置いていることを前面に打ち出すべきである”と指摘

撮影：STUDIO CAC



**鎌谷直之**  
センター長

されたのです。また、遺伝子に対する認識も変わってきました。ゲノムの中で、タンパク質をいつ、どこで、どれだけつくるかという情報を持つ領域が遺伝子ですが、それはゲノム全体の数%にすぎません。遺伝子以外の領域もごみではなく、何かしらの機能を持っていることが分かってきました。遺伝子という領域だけでなく、ゲノム全体を解析する時代になったのです。このような理由から、「遺伝子多型」を「ゲノム医科学」に変えました。科学の進歩に合わせて組織を変えていくことは重要です。

## 変わり始めたがんの治療

——最近の研究成果にはどのようなものがありますか。

**鎌谷**：たくさんありますが、一例として12の国と地域の研究機関が参加する“国際がんゲノムコンソーシアム (ICGC)”の成果を紹介しましょう。私たちの体を構成する細胞1個1個には同じゲノムが入っています。がんは、ゲノムに変異が起きて細胞が無秩序に増殖することで発症します。ICGCでは、50種類のがんについて、患者さんの正常な細胞のゲノムとがん細胞のゲノムの塩基配列すべてを解析・比較し、変異が起きている場所をカタログ化して公開することを目指しています。日本はウイルス性肝臓がんを担当しており、CGM、(独)国立がん研究センター、(独)医薬基盤研究所が協力して、がん細胞のゲノムに約100ヶ所の変異を見つけ、今年4月にICGCのホームページで公開しました。

——その成果は新しい治療法につながるのでしょうか。

**鎌谷**：変異が起きている場所に働く薬をつくることができれば、正常な細胞を傷つけずに、がん細胞だけを攻撃できます。ウイルス性肝臓がんについては、今回変異が見つかった遺伝子の役割を明らかにして、薬のターゲットとなる分子を絞り込む予定です。

がんの薬は患者さんによって効果や副作用に大きな差があることが知られており、慢性骨髄性白血病や大腸がん、肺がん、乳がんでは患者さんのゲノムを調べて薬を選択することがすでに行われています。5年以内には、すべての種類のがんで、患者さんの正常な細胞とがん細胞のゲノムを比較し、その結果をもとに薬を選ぶようになるでしょう。

——CGMは国際協力が盛んですね。

**鎌谷**：米国、タイ、マレーシア、韓国、台湾、ジンバブエ、そしてブルガリアなどの研究機関と連携しています。各国にとって重要な疾患の試料をCGMの技術を使って解析し、治療に役立てています。例えば、タイのマヒドン大学との共同研究では、エイズ治療薬「ネビラピン」の副作用に関連する遺伝子を発見し、副作用を予測できるようになりました。

## 治療から予防、そして健康へ

——CGMが取り組もうとしている課題は何ですか。

**鎌谷**：二つあります。一つは応用数学を取り入れることで

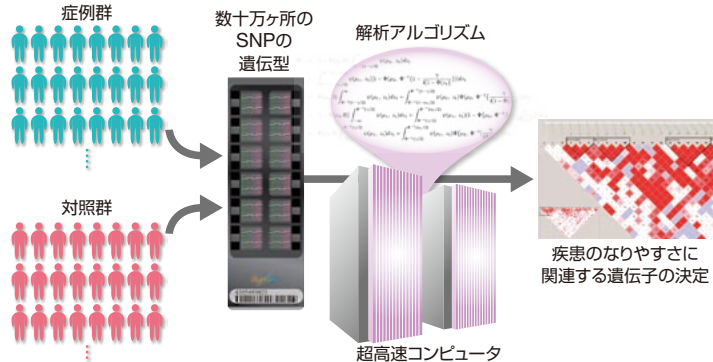


図 ゲノムワイド関連解析

ある疾患の患者さんのグループ（症例群）とその疾患にかかっていない人のグループ（対照群）について、個人ごとにヒトゲノム全体を網羅する数十万ヶ所のSNPの遺伝型を解析し、統計学的に比較する。データ量が膨大で遺伝法則が複雑なため、解析には超高速コンピュータと応用数学に基づく解析アルゴリズムが必要である。症例群に顕著に多い遺伝型があれば、疾患のなりやすさに関連する遺伝子を決定できる。

す。今後、治療の前に患者さんの30億の塩基すべてを解析するようになるでしょう。その膨大な量のデータ解析には超高速コンピュータが必要です。そこで、理研が開発主体となっている2012年に稼働予定の京速スーパーコンピュータ「京」に期待しています。しかし、超高速コンピュータだけでは駄目（けい）で、応用数学に基づいた優れた解析アルゴリズムが必要です。しかし、日本は応用数学が弱い。この問題をどう克服していくかが、CGMを含めた日本の課題です。——もう一つは何ですか。

**鎌谷**：健康です。現在は患者さんへの最適な医療の提供が中心ですが、できれば病気にならない方がいい。今後は、ゲノムから病気のかかりやすさを予測し、生活習慣などを改善することで発症を予防することを目指します。

疾患に関連する遺伝子があると必ず発症すると考えてしまいがちです。特に日本人はその傾向が強い。しかし、誰にでも疾患に関連する遺伝子は見つかります。見つかった遺伝子の数ではなく、質や量で発症のリスクを考えなければいけません。皆さんには統計や確率の知識を身に付け、発症のリスクを正しく評価していただきたいと思います。

最近、東京大学と共同で、血液検査項目の値と関連する遺伝子を46個発見しました。赤血球数やヘモグロビン濃度、アルコールの肝臓に与える影響に関係するγGTP、痛風に関係する尿酸値などの値が、一人ひとりの遺伝子によって変わります。つまり、個人ごとに基準値が違います。健康診断で基準値を超えると精密検査をしますが、費用も体への負担もかかります。無駄な精密検査をなくし、精密検査が必要な人を見落とさないようにするためにも、ゲノムをもとに個人ごとの血液検査の基準値を設定する必要があります。CGMではこうした研究を積み重ね、疾患の早期発見や予防、そして皆さんの健康維持に貢献していきます。 **R**

(取材・構成：鈴木志乃/フォトンクリエイト)

## 抗カビ物質の新たな作用メカニズムを発見

新しい種類の抗真菌剤の開発が可能に

2010年6月14日プレスリリース

—なぜ化合物の作用メカニズムを調べるのですか。

**吉田**：薬は疾患を引き起こす特定の標的分子に結合し、その機能を変化させることで、薬としての効能を発揮します。近年、疾患の分子レベルでの解析が進み、薬の標的分子候補が続々と同定されるようになり、それらの分子をターゲットにした創薬研究が盛んに行われています。一方で、標的分子は不明ながら薬効を発揮する化合物も多く知られています。こうした薬効を発揮する化合物の作用メカニズムを解明することで、新たな創薬の可能性が生まれるからです。

—セオネラミドについて教えてください。

**吉田**：海綿の体内に含まれる物質で、抗カビ作用があります。おそらく共生する微生物がつくっているものと推定されています。抗真菌剤としての医療応用が期待されていますが、セオネラミドがカビにどのように作用するのか、そのメカニズムは分かっていませんでした。

—どのようにセオネラミドの作用メカニズムを解明したのですか。

**吉田**：私たちが確立した「分裂酵母丸ごとのタンパク質を扱う解析系」を活用しました。真核生物である分裂酵母は、ヒトと共通する遺伝子を多く持つモデル生物で、タンパク質をつくる情報を持つ遺伝子配列「ORF (Open Reading Frame)」が約5000個あります。それぞれのORFが過剰に発現している約5000株の分裂酵母にセオネラミドを投与して、セオネラミドに対する感受性がどのように変化するかを定量的に調べました。

—どんな結果が出たのですか。

**吉田**：セオネラミドに対する感受性が変化したORFが32個ありました。しかし、これらのORFからつくられるタンパク質の中に、セオネラミドと直接結合するものではありませんでした。そこで、すでに作用メカニズムが明らかになっているさまざまな化合物と比較してみました。その結果、抗真菌剤として用いられている「FK463」と共通点があることが分かっ

カビや酵母などの真菌は、サルモネラやO157などの細菌類と異なり、細胞の構造や仕組みが高等生物と似ている。そのため人体に無害で真菌だけに有効に作用する抗生物質が乏しいことが、医療現場で大きな問題となっている。今回、理研基幹研究所 ケミカルゲノミクス研究グループは、海洋無脊椎動物の一種である海綿の体内に含まれる抗カビ物質「セオネラミド」に注目。従来の抗真菌剤は真菌の細胞壁合成を阻害することで薬として作用するものが多いが、それとは逆に、セオネラミドは細胞壁合成を異常に促進することを発見した。京都大学、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)などとの共同研究の成果。新しい種類の抗真菌剤開発につながるこの成果について、吉田稔グループディレクターに聞いた。



図 セオネラミドが細胞壁合成を促進する様子

セオネラミド処理しない細胞では、細胞分裂中の分裂面でだけ、細胞壁成分の一つ「グルカン」を示す蛍光が観察できる(左下)。一方、セオネラミド処理した細胞では、分裂面、細胞先端などでグルカンを示す蛍光が観察でき、異常な細胞壁合成の促進が起こっていることが分かる(右下)。

たのです。FK463は細胞壁合成を阻害する抗真菌剤です。そこで、セオネラミドが細胞壁合成に与える影響を調べてみました。すると、FK463とは逆に、細胞壁合成を異常に促進していました。詳細に解析した結果、セオネラミドは細胞膜の脂質成分の一つ「エルゴステロール」に結合しており、その後、細胞膜のシグナル分子を介して細胞壁合成を促進するという作用メカニズムが明らかになりました。

—今後の展開は。

**吉田**：細胞壁合成を促進する化合物は、これまでに報告がありません。今回、セオネラミドの新しい作用メカニズムが明らかとなったことで、今までとは違う種類の抗真菌剤の開発が可能になります。また今回の解析手法は、抗真菌剤に限らず、がんなどの疾患や老化などの生命現象に関連する薬剤の作用メカニズムの解明にも適用できるので、新しい薬の開発が期待されます。

## T細胞への分化を決定づける マスター遺伝子を同定

T細胞性白血病の治療法開発に期待

2010年7月2日プレスリリース

理研免疫・アレルギー科学総合研究センター 免疫発生研究チームの河本宏チームリーダー、伊川友活<sup>ともかつ</sup>研究員らは新潟大学と共同で、免疫応答の司令塔として働くT細胞へ分化する運命の決定に、遺伝子「*Bcl11b*」が必須であることを発見した。

研究チームは以前から、血液細胞の分化モデル「ミエロイド基本型モデル」(図)を提唱してきた。このモデルでは、造血幹細胞から赤血球、T細胞、B細胞に分化する途中の段階それぞれに、ミエロイド系細胞(食細胞)への分化能が付随するとしている。研究チームはこのモデルを立証する実験を進めており、2008年、T前駆細胞になる前の段階の細胞がミエロイド系細胞への分化能を持つことを解明。今回、その細胞(ミエロイド-T前駆細胞)が、ミエロイド系細胞への分化能を失い、T前駆細胞へと分化決定される段階に焦点を当てた。

まず、増殖や分化を助けるフィーダー細胞を用いない条件下でマウスの造血幹細胞を培養したところ、ミエロイド-T前駆細胞の段階で分化が停止し、自己複製により増え続けることが分かった。これは、この段階がT細胞への分化に重要なチェックポイントであることを示している。さらに、分化停止状態からT細胞へ分化する培養系の確立にも成功。

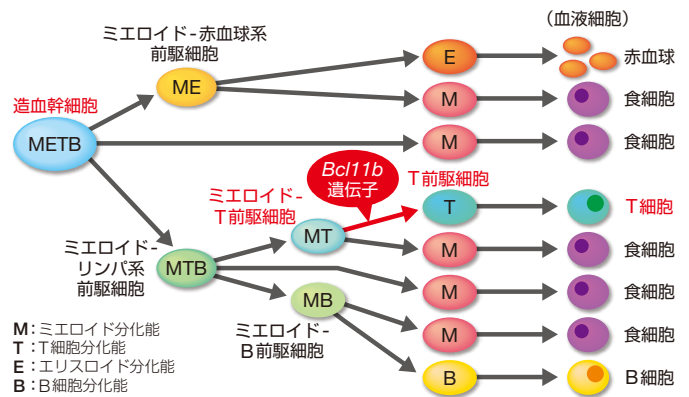


図 ミエロイド基本型モデル

造血幹細胞から血液細胞に分化する途中の段階それぞれに、ミエロイド系細胞(食細胞)への分化能(M)が付随するという血液細胞の分化過程モデル。今回、このモデルを立証する実験の過程で、T細胞への分化を決定づける*Bcl11b*遺伝子<sup>ともかつ</sup>を発見した。

次に、転写因子「*Bcl11b*」を欠損したマウスで造血幹細胞の分化を観察したところ、同様にミエロイド-T前駆細胞の段階で分化が停止し、自己複製により増え続けた。この結果から、T細胞への分化に*Bcl11b*遺伝子が必須であることが分かった。また、今回の成果はミエロイド基本型モデルを分子メカニズムの面から支持するものとなった。さらに、T細胞性白血病の中には*Bcl11b*遺伝子が不活性化しているタイプが報告されており、その治療法開発につながると期待される。 [R]

●『Science』(7月2日号)掲載

## 脳内神経活動の 「読み出し」が可能に

電位感受性蛍光タンパク質 (VSFP) を開発

2010年7月12日プレスリリース

理研脳科学総合研究センター 神経回路ダイナミクス研究チームのトーマス・クヌッフエル チームリーダー、ウォルター・アケマン研究員、武藤大樹研究員らは、脳の神経細胞に生じる電位変化(膜電位)を検出できる電位感受性蛍光タンパク質(VSFP)を開発。VSFPをマウスの脳の特定位に組み込み、ひげ1本を刺激することで生じる脳の神経活動の様子をリアルタイムで画像化することに成功した。

脳では何十億もの神経細胞が互いにつながり合って神経回路を構成し、電気信号をやりとりして情報を伝達している。特定の情報伝達の様子を観察するには、多くの神経細胞の膜

電位を同時計測する必要がある。これまで膜電位の可視化には、電位感受性色素や、カルシウムの流入を検知する方法が使われてきたが、それぞれに特定の細胞だけを染めることができない、時間解像度が低い、といった問題があった。

VSFPは水色の蛍光色を発する「CFP」と、黄色の蛍光を発する「YFP」という2種類の蛍光タンパク質を持つ。青紫色の光を照射すると水色の光を発するが、神経活動に伴い膜電位が変化すると、VSFPの構造が変化して黄色の光を発する。この2色の蛍光の強度比の変化を膜電位の変化として検出することで、神経活動の様子をとらえる仕組みだ。また、VSFPは遺伝的に組み込めるため、特定の細胞や部位だけに導入できる。さらには、ミリ秒の精度で、長期にわたり安定した画像取得が可能。

今後、思考など高次の認知機能の可視化や、精神疾患における神経回路異常の可視化につながると期待される。 [R]

●『Nature Methods』オンライン版(7月11日)掲載

## 光合成の可視化に挑む研究者

岩井優和 (いわい・まさかず)

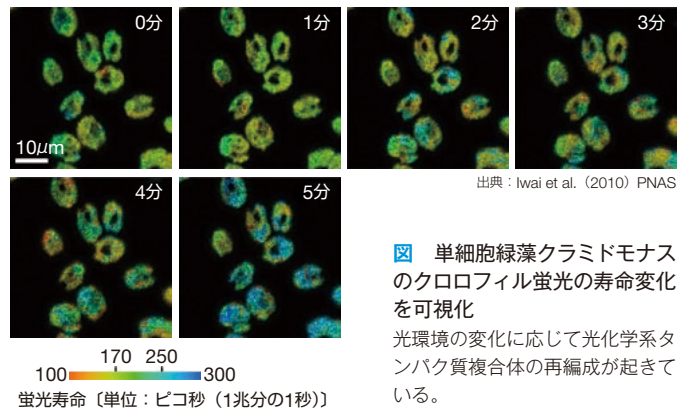
1978年、奈良県生まれ。博士(生命科学)。奈良育英高等学校からNIC International College in Japanを経て、1999年に米国Shasta Collegeへ進学。2003年12月、米国Humboldt State University理学部植物学科卒業。2009年3月、北海道大学大学院生命科学院博士課程修了後、同年4月より現職。

「なぜ、大学進学を目指しているんだろう」。高校3年の夏休み、文系クラスに在籍していた岩井研究員は予備校の講義を受けながら自問した。答えは「みんな行くから」だった。「たったそれだけの理由では、時間とお金が無駄になる。大学進学はやめて、自然に触れ合える花屋になろう」。そう決心した数日後、街で偶然知り合った中国人に頼まれ、奈良公園を案内することになった。「そこは陸上部の練習で走り尽くした場所です。むちゃくちゃな文法と発音でしたが、自分なりの英語で公園を案内しました。すると見慣れた風景がまったく違って感じられたのです。そのとき、もっと英語で話せるようになりたいと思いました」。高校を卒業した岩井研究員は上京し、新聞配達をしながら国際大学へ通い、米国への留学資金を蓄えた。

岩井研究員は1999年に渡米し、カリフォルニア州にあるShasta Collegeという2年制大学で一般教養を学んだ後、同州のHumboldt State University専門課程へ編入学して地質学や植物学を学んだ。「植物学の先生がとても情熱的で、授業が毎回感動するくらい面白かった。クラスメートには、おばあちゃんやヒッピーの人たちもいました。米国では学びたい人しか大学に来ません。そして意欲さえあれば、いつでも学ぶことができます。課題が多くて死ぬほど勉強しましたが、まったく苦になりませんでした。学ぶことが楽しかったのです」

米国で光合成を研究テーマに選んだ岩井研究員は、2004年に帰国、北海道大学大学院へ進学した。「夏の強烈な日差しは、実は植物にとって厳しい環境です。光合成の反応に使い切れない余った光エネルギーが、細胞内で酸素と反応して有害な活性酸素をつくってしまうからです。でも、夏だって植物は生き生きとしていますよね。それは、使い切れない光エネルギーをうまく制御する仕組みがあるからです。北海道大学では、植物細胞からタンパク質を抽出して、試験管の中でその仕組みの一部を明らかにしました。理研では、試験管で明らかにした現象が生きた植物細胞の中で本当に起きているかどうかを調べるため、光エネルギーを制御している光合成タンパク質の働

理研基幹研究所に光合成の可視化に挑む研究者がいる。ライブセル分子イメージング研究チームの岩井優和 基礎科学特別研究員だ。「光合成とは、植物が光と水を使って二酸化炭素から有機物を合成し、酸素を放出する反応。このことはよく知られています。しかし、植物は吸収した光エネルギーをどのように制御して、安全にかつ効率よく光合成に利用しているのか、その仕組みはまだほとんど分かっていません」。2009年に理研に入所した岩井研究員は現在、生きた植物細胞の中で光エネルギーを制御している光合成タンパク質の働きをリアルタイムで可視化し、その仕組みを探る研究を進めている。「一般の人たちに、光合成のことをもっと知ってもらいたい」と語る岩井研究員の素顔をのぞいてみよう。



きをリアルタイムで可視化することを目指しています」

「生命に満ちあふれた今の地球環境は当たり前ものではありません。約30億年前に出現した光合成生物のおかげなんです。約46億年前に地球ができたとき、大気中に酸素はありませんでした。私たちが呼吸している酸素は、光合成によって生み出されたものです。そして光合成が生み出す有機物によって、海と陸の豊かな生態系が支えられています。光合成の大切さを一般の人たちにも、もっと知ってもらいたい。そうすれば、道端の雑草も違って見え、自然に対する意識も変わると思います」。自然児の情熱と興味は尽きない。

(取材・執筆：立山 晃/フォトンクリエイト)

## 新理事に藤田明博氏

7月31日、藤田明博氏が理事に就任しました。当研究所の発展に尽力された藤嶋信夫氏は7月29日をもって退任しました。



## 藤田明博 (ふじた あきひろ)

東京都生まれ。1976年3月、東京大学工学部原子力工学科卒業。1976年4月、科学技術庁入庁。文部科学省大臣官房審議官(生涯学習政策局担当)、同省大臣官房審議官(研究振興局担当)、同省官房政策評価審議官、同省研究開発局長を歴任し、2008年8月より内閣府政策統括官(科学技術政策・イノベーション担当)。

## 「2010年度 独立行政法人理化学研究所 科学講演会」開催のお知らせ

本年度の科学講演会を下記の通り開催します。今回は「グリーンイノベーション」をテーマに、最新の情報をご紹介します。皆さまのご来場をお待ちしております。

2010年度 独立行政法人理化学研究所  
科学講演会

『人類社会と科学  
～低炭素・持続的社會を目指す  
グリーンイノベーション～』

**日時:** 2010年10月9日(土) 13:30～17:30 (開場13:00)  
**場所:** 丸ビルホール 東京都千代田区丸の内2-4-1 丸ビル7階  
・JR東京駅丸の内南口より徒歩1分  
・東京メトロ丸ノ内線東京駅より直結  
・東京メトロ千代田線二重橋前駅より直結  
**入場:** 無料  
要事前申し込み。先着順。下記URLよりお申し込みください。  
携帯電話からもお申し込みいただけます。  
**詳細:** <http://www.riken.jp/r-world/event/2010/kagaku/index.html>  
**問い合わせ:** 理化学研究所 広報室 TEL: 048-467-9954 FAX: 048-462-4715



## プログラム

- 13:30～13:40 **開会あいさつ**  
野依良治 理事長
- 13:40～14:25 **講演① 植物バイオマスがもたらす、地球にやさしい持続可能な社会  
—理研バイオマス工学研究プログラムの挑戦—**  
理研 植物科学研究センター 篠崎一雄 センター長  
社会知創成事業 バイオマス工学研究プログラムディレクター
- 14:25～15:10 **講演② 未来を拓け! 環境にやさしいプラスチック**  
東京大学 大学院農学生命科学研究科 生物材料科学専攻 岩田忠久 准教授  
理研 社会知創成事業 バイオマス工学研究プログラム バイオマス利活用研究グループ  
客員主管研究員 兼務
- 15:10～15:30 **休憩**
- 15:30～16:15 **講演③ 創・省エネルギーに向けて物理科学が実現する夢**  
理研 基幹研究所 物質機能創成研究領域 十倉好紀 領域長
- 16:15～17:00 **特別講演 グリーン・イノベーション**  
内閣府総合科学技術会議 相澤益男 議員
- 17:00～17:30 **質疑応答**
- 17:30 **閉会**

## 企画展「新しい光が時代をつくる ～大型放射光施設SPring-8～」、文部科学省の「情報ひろば」で開催中!

理研播磨研究所は8月2日から約4ヶ月間、文部科学省の「情報ひろば」において、「新しい光が時代をつくる ～大型放射光施設SPring-8～」と題して“光”にスポットを当てた展示をしています。

たいまつから放射光に至る光の歴史、SPring-8の放射光発生原理や研究成果、体験しながら楽しめる「光に関するクイズにチャレンジ!」など、小中学生の方にも理解しやすい内容となっています。皆さまのご来場をお待ちしています。

**展示期間:** 2010年8月2日(月)～12月3日(金) (予定)  
**場所:** 東京都千代田区霞が関3-2-2 文部科学省 旧文部省庁舎3階  
情報ひろば 展示4 科学技術・学術コーナー  
**入場:** 無料  
**開館時間:** 10:00～18:00 ※土曜日、日曜日、祝日休館  
**問い合わせ:** 理研播磨研究所 研究推進部 企画課  
TEL: 0791-58-0900  
**詳細:** [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/houdou/22/07/1296290.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/22/07/1296290.htm)



SPring-80 人気キャラクター「ニホン博士」  
©Dr.TOMOTOMO/SPring-8

# 研究員会議五十周年記念 植樹顛末記

山崎展樹 YAMAZAKI Hiroki  
基幹研究所 高木磁性研究室 専任研究員

今年3月の土曜日の昼下がり、35年以上連れ添って今はFMしか入らないSONYのラジオから流れてきたのは、岩崎宏美の懐かしい歌『思い出の樹の下で』だった。「そうだ、記念植樹がいい!」。研究員会議<sup>\*1</sup>の設立五十周年を祝うための記念行事のアイデアが浮かんだ。

平成21年度末で研究員会議が設立されてから50年になる(研究員会議規約は昭和35年2月26日発効)という話を、当時の研究員会議幹事会の代表幹事、山本浩史さん(基幹研究所 加藤分子物性研究室)から聞いていた。それで、何かちょっとした記念行事ができればいいなあ、と折に触れ考えていたのだ。休み明け、和光研究所にある“TULLY'S COFFEE”においしいコーヒーを飲みに行った際、山本さんとぼったり出くわした。記念植樹のアイデアを伝えると、「それはいいですねえ」とかなり乗り気の様子。そうこうするうちに年度が替わり、今や幹事会OB・OGとなった平成20~21年度の旧幹事が中心となって記念植樹運動を推進することに。いったんGOサインが出ると、あとは勇往邁進するのが幹事会魂。植物の専門家の中野雄司さん(基幹研究所 中野植物化学生物学研究ユニット)に樹の選定をお願いすると、「幹事会の心意気を示すには、天高く真っすぐに伸び、大地に大きく根を張るメタセコイアはどうでしょう?」という意見を頂き、いったんはメタセコイアに決まりかけた。が、「育ち過ぎるととんでもなく大きくなり、根が水道管を突き破ることもある」という袖岡幹子主任研究員(袖岡有機合成化学研究室)のご指摘もあり、新旧幹事に広く意見を求めることにした。

コブシ、シモクレン、花桃、おかめ桜、サルスベリ、ハナミズキ、<sup>もみ</sup>縦の木、リンゴ、ヒノキ。これらは新旧幹事から推薦のあった樹の候補である。発散的傾向がいかに幹事会らしい(笑)。メールによる投票の結果、前述した幹事会の心意気を示すのにぴったりな縦の木に決まった。ここでいう“縦の木”は日本原産の固有種“Japanese Fir(マツ科モミ属)”で、欧米でクリスマスツリーに使う樹(マツ科トウヒ属)とは厳密には異なるそうである。ちなみに山本周



植樹祭に集まった有志。前列向かって左から2人目が山本さん、中央赤いシャツが中野さん。中野さんの後ろ向かって左が筆者。

五郎の作品に『縦ノ木は残った』という歴史小説がある。NHKで大河ドラマとしても放映されたので、「縦の木は残ってくれそう」という意見も寄せられた。

さて、あとは費用調達、植樹場所の選定、造園業者との交渉、そして記念プレートの作製である。費用は一人当たり千円の寄付によって賄うことに決め、最終的には新旧幹事を中心に約70名の有志から寄付を頂いた。植樹場所の選定に関しては、山本さんが事務部門と折衝して候補地を挙げてもらい、和光研究所 広沢クラブのすぐ南側(第二食堂入り口前)という絶好の場所に決まった。植物ならお任せということで、中野さんが適切な造園業者と交渉し、安くて良い縦の木を選ぶことができた。そして記念プレート作製業者を筑波研究所の井上貴美子さん(バイオリソースセンター 遺伝工学基盤技術室)が探してきて、こちらで準備したデザインで作製してもらうことになった。

これらの見事な連携により、6月14日(月)に造園業者によって納品(植樹)され、6月18日(金)にはあいにくの雨模様だったが植樹祭を敢行し無事終了した。ささやかなアイデアがみんなの協力により実行に移されるのを目の当たりにすると、理研の研究者の多彩な能力にあらためて感心してしまう。さあ、次回は研究員会議設立百周年を祝って2060年6月18日(金)に、大きく育っている(はずの)縦の木の下に再び集まりましょう! その後、<sup>きんさか</sup>金酒<sup>\*2</sup>へ! **B**

※1 研究員会議：基幹研究所やバイオリソースセンターなど研究基盤の整備・供用・利用研究を推進するセンター群の定年制・任期制研究員を中心とした約千名の構成員で組織され、研究環境の改善などに関してボトムアップ型の提案を行う自主組織。そのまとも役が研究員会議幹事会。

※2 金酒：所員の交流の場として、和光研究所第一食堂では毎週金曜日17：30からアルコール類を含め飲食できる。

『理研ニュース』2010年9月号(平成22年9月6日発行)

編集発行 独立行政法人 理化学研究所 広報室  
〒351-0198 埼玉県和光市広沢2番1号  
phone: 048-467-4094 [ダイヤルイン]  
fax: 048-462-4715

制作協力 有限会社フォトンクリエイト  
デザイン 株式会社デザインコンピビア/飛鳥井羊右  
再生紙を使用しています。

『理研ニュース』メルマガ会員募集中!

下記URLからご登録  
いただけます。  
<http://www.riken.jp/mailmag.html>  
携帯電話からも登録  
できます。



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。  
問い合わせ先：理研 外部資金室 寄附金担当  
TEL：048-462-4955 E-mail：kifu-info@riken.jp  
URL：http://www.riken.jp/

独立行政法人  
理化学研究所 寄附金