

# RIKEN

# NEWS

No.384 June 2013

6



画像：研究最前線「全天X線監視装置「MAXI」が捉えた激動する宇宙」より

SCIENCE VIEW ②

## アルツハイマー病の新しい遺伝子治療実験に成功

血管からの投与で症状が回復

研究最前線 ④

## ケミカル・エピジェネティクスで医療や生命科学に大変革をもたらす

研究最前線 ⑧

## 全天X線監視装置「MAXI」が捉えた激動する宇宙

特集 ⑫

## 第三のエネルギー革命を起こす

創発物性科学研究センター 十倉好紀 センター長に聞く

SPOT NEWS ⑭

- ・白血病幹細胞を死滅させる化合物を発見 再発克服や根治を目指した新たな治療薬に期待
- ・抱っこして歩くと赤ちゃんがリラックスする仕組みを科学的に証明

TOPICS ⑮

新研究室主宰者の紹介

原酒 ⑯

ブチ留学の勧め

# アルツハイマー病の新しい遺伝子治療実験に成功

## 血管からの投与で症状が回復

2013年3月18日プレスリリース

人格が破壊されていく深刻な認知症“アルツハイマー病”は、老化に伴い誰もがかり得る病気だ。発症の引き金は、脳内にアミロイドβペプチド(Aβ)というタンパク質断片が蓄積し、凝集・沈着してアミロイド斑(老人斑)ができることだ、と考えられている。Aβの蓄積は、ほとんどの人で40歳前後から始まり、老化とともに進み、アルツハイマー病患者ではさらに加速

する。

2001年、理研脳科学総合研究センター(BSI)神経蛋白制御研究チームの西道隆臣チームリーダー(TL)と長崎大学の岩田修永教授(元 BSI同チーム副TL)たちは、ネプリライシンがAβを分解する主要な酵素であることを突き止めた。

現在、脳疾患における遺伝子治療では、頭蓋骨に小さな穴を

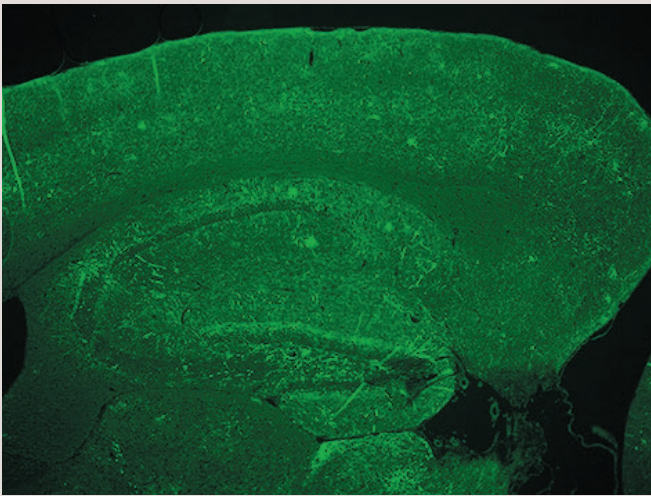


図1 導入したネプリライシンの発現

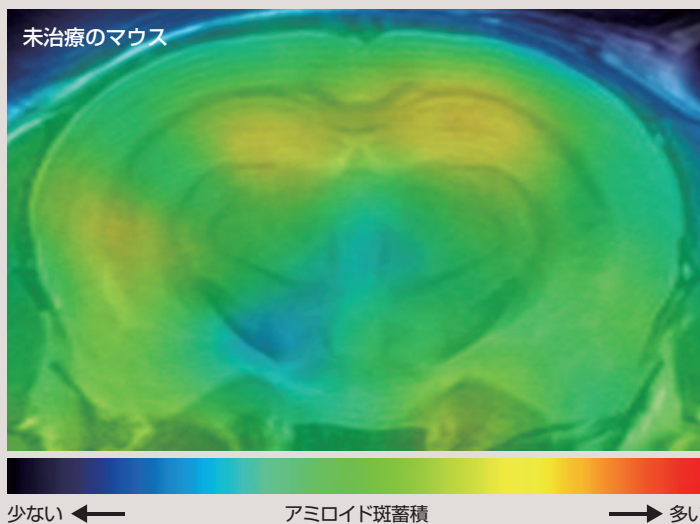
ネプリライシン遺伝子を欠損したマウスの血管内にウイルスベクターを投与したところ、脳内の広範囲でネプリライシンが発現した(緑色のシグナル)。遺伝子を導入しないと緑色のシグナルはまったく検出されない。



遺伝子治療したマウス

図2 遺伝子治療によるアミロイド斑蓄積の減少効果

マイクロPETとアミロイド親和性化合物を用いて非侵襲的にマウス脳内のアミロイド斑の蓄積量を観察したところ、未治療のマウス(不活性型ネプリライシン遺伝子を導入したアルツハイマー病モデルマウス)に比べて、遺伝子治療を行ったマウスは、アミロイド斑の蓄積が50%近く減少していた。



開け、治療効果が期待される遺伝子を運ぶ“ウイルスベクター”を、脳組織に直接注入する方法が行われている。しかし、外科的手術が必要な上に、脳の広い領域に遺伝子を導入することが難しいという課題があった。

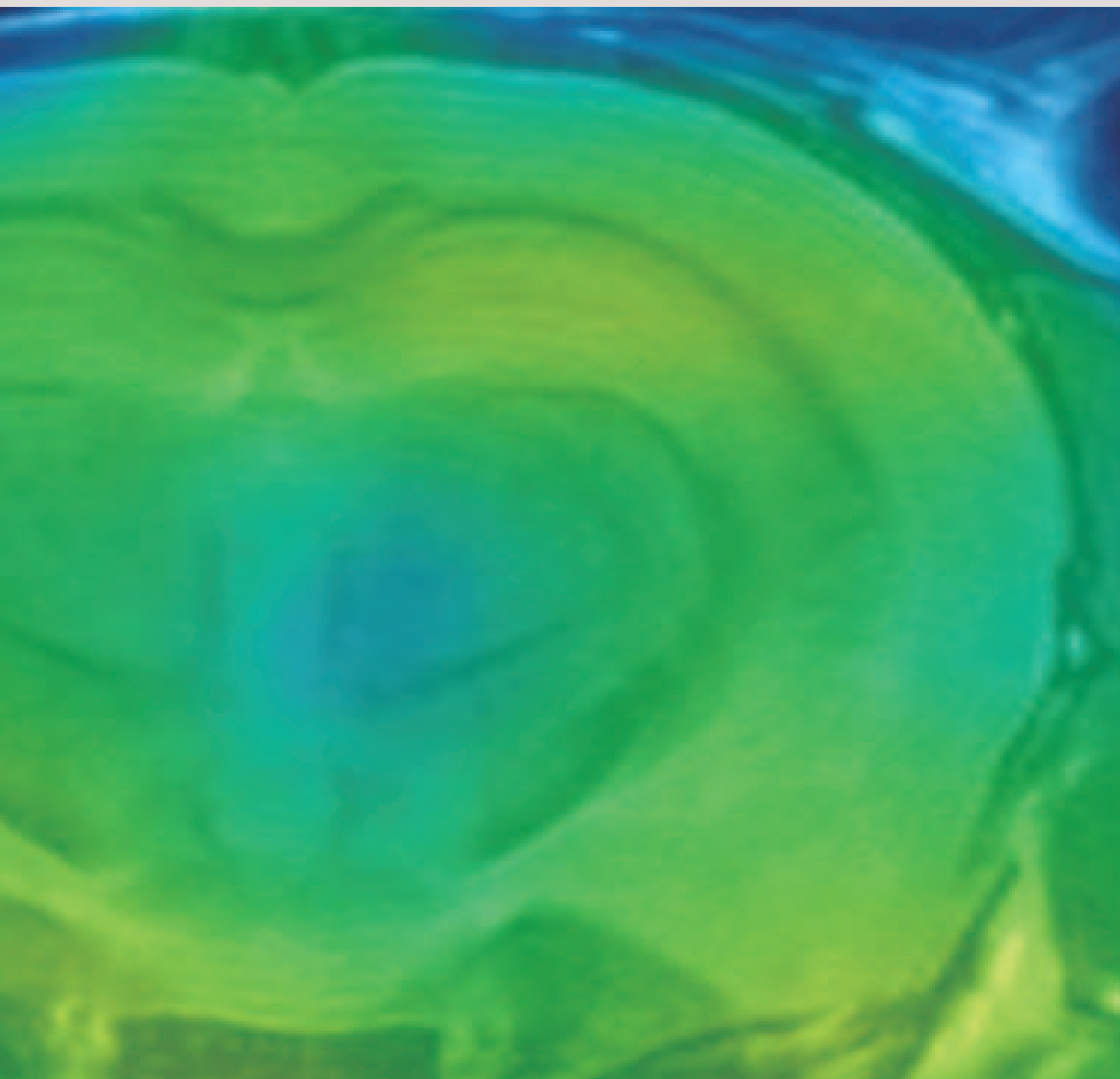
今回、西道TLらは、注射器で血管内に投与することで、脳内の神経細胞だけで遺伝子を発現させるウイルスベクターの開発に成功。このウイルスベクターにネプリライシン遺伝子を組み込んで、マウスに投与する実験を行った。

まず、ネプリライシン遺伝子を欠損させたマウスにウイルスベクターを投与したところ、脳の広範囲でネプリライシンが発現していることを確認（図1）。次にアルツハイマー病モデルマウスに投与したところ、アミロイド斑の蓄積が50%近く減少し

た（図2）。さらに、この遺伝子治療を行ったマウスの学習・記憶機能をテストしたところ、野生型マウスと同等のレベルにまで回復していた。

西道TLは、「このウイルスベクターを迅速かつ大量に生産する技術の開発や安全性の問題を解決できれば、若年で発症するタイプも含め、すべてのアルツハイマー病に対する根本的な予防・治療法になる可能性があります。また、アルツハイマー病以外の中枢神経系疾患に対する遺伝子治療にも応用できると考えています」と展望を語る。

（執筆：立山 晃／フォトンクリエイト）



私たちの体をつくるさまざまな種類の細胞は、すべての遺伝子の情報を持っている。ただし、肝臓の細胞では自らに必要な遺伝子のみが発現し、神経細胞だけに必要な遺伝子が発現することはない。そのような遺伝子発現パターンの記憶を“エピジェネティクス”という。近年、加齢やストレスなどでエピジェネティクスが変化して遺伝子発現パターンが異常になることで、さまざまな病気が発症することが分かってきた。吉田 稔<sup>みのる</sup>主任研究員たちは、化合物でエピジェネティクスを制御する“ケミカル・エピジェネティクス”の研究を進め、医療に貢献しようとしている。さらに植物や微生物の“眠っている遺伝子”を活性化させて、乾燥した土地や塩分の多い土壌で作物を育てたり、有用な物質をつくらせたりする研究も開始した。

## ケミカル・エピジェネティクスで医療や生命科学に大変革をもたらす

### ■ 本当に面白ければ、何をやってもいい

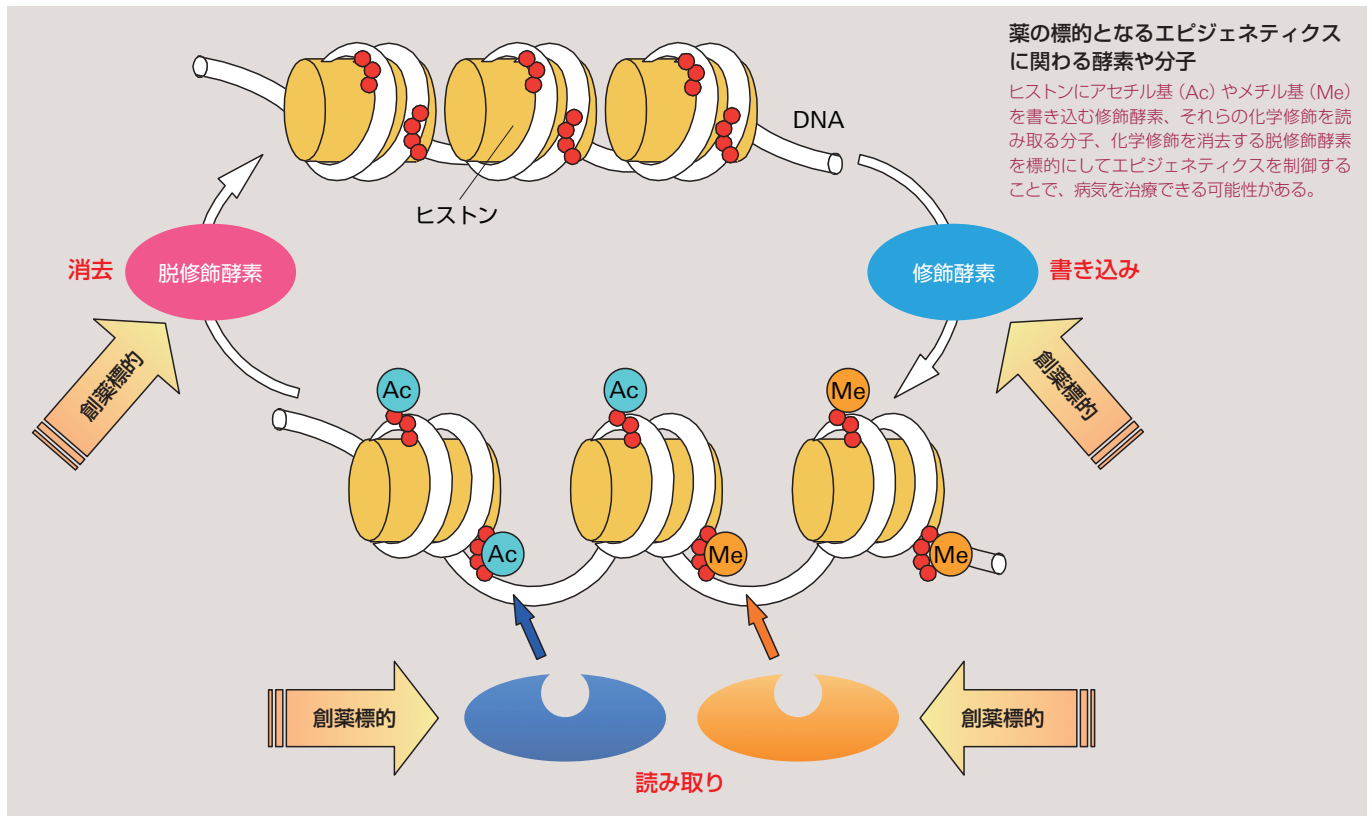
1980年代、ある種の薬剤を入れて培養したがん細胞が、正常な細胞に変わる現象が発見された。それを機に世界中で、がん細胞を正常化する化合物を探す研究が盛んに行われるようになった。

理研でも活躍した応用微生物学の世界の権威、坂口謹一郎博士（1897～1994年）の直系である東京大学の別府

輝彦博士の研究室では、がん細胞にさまざまな微生物の抽出液を加えて培養する実験を進めた。すると、ある微生物の抽出液でがん細胞が正常化した。「その抽出液中のどの化合物が、がん細胞を正常化させたのか。別府研究室の修士課程に進もうとしていた私は、先輩が行っていたその研究を引き継ぎたい、と別府先生にお願いしたのですが、“君に

はまだ難しい”と断られました。許可をいただいたのは博士課程に進んでからでした」と吉田 稔主任研究員。

1987年、吉田主任研究員はその微生物がつくる“トリコスタチンA”という化合物が、がん細胞を正常化させることを突き止めた。しかし、それはすでに知られている化合物だった。「トリコスタチンAがどのようなメカニズムでがん細胞



**吉田 稔** (よしだ・みのる)

吉田化学遺伝学研究室 主任研究員

1957年、東京都生まれ。農学博士。1986年、東京大学大学院農学系研究科博士課程修了。東京大学農学部研究生、助手、助教授を経て、2002年、理研主任研究員。2013年より、理研環境資源科学研究センター ケミカルゲノミクス研究グループ グループディレクター、創業・医療技術基盤連携部門 部門長（併任）。



撮影：STUDIO CAC



を正常化させるのか。その仕組みを探る研究を続けさせてください、と別府先生にお願いしました。天然物化学では新しい化合物を見つけることが重視されま。既知の化合物の研究は断られてもおかしくないのですが、先生は認めてくださいました。“本当に面白ければ、何をやってもいい”というのが、先生の方針だったのです」

**■ 遺伝子発現パターンの記憶**

1990年、吉田主任研究員は、トリコスタチンAがヒストン脱アセチル化酵素(HDAC)を阻害することを発見した。その発見は、現在、世界中で盛んに行われているエピジェネティクス研究の端緒となった。

エピジェネティクスとは何か。「1個の受精卵が分化を繰り返してつくられるさまざまな種類の細胞のDNAには、すべて同じ情報が書かれています。しかし、肝臓の細胞と神経細胞とでは性質がまったく異なります。その違いはエピジェネティクスによるものです」

DNAの一部にタンパク質をつくるための情報が書かれた遺伝子がある。肝臓の細胞では、自らに必要なタンパク質の遺伝子のみが発現してタンパク質が。肝臓の細胞の中で、突然、神経細胞だけに必要な遺伝子が発現することはない。「肝臓の細胞は、自らに必要な遺伝子の発現パターンをDNAに書き込むことなく記憶しているのです。細胞分裂してもその記憶は受け継がれます。このような遺伝子発現パターンの記憶がエピジェネティクスです」

では、その記憶はどこに刻まれているのか。「DNAはヒストンというタンパク質に巻き付いています(タイトル図)。そのDNAやヒストンには、アセチル基やメチル基などさまざまな化学物質が付いています。そのような化学修飾がエピジェネティクスに重要だと考えられていましたが、詳細は不明なままでした」

その状況にブレークスルーをもたらしたのが、吉田主任研究員の発見だった。トリコスタチンAは、HDACがヒストンに付いたアセチル基を消去する働きを阻害する。そのような化合物を使うことで、ヒストンの化学修飾と遺伝子発現との関係を解明することが可能になったのだ。「ヒストンに付いたアセチル基は、“そこにある遺伝子を読みなさい”という旗になります。その旗を読み取る分子が集まってきて遺伝子が発現するのです。逆に“この遺伝子は読むな”という旗もあります。細胞の種類ごとにその旗の付き方のパターンが異なっているのです」

**■ がん細胞の正常化の仕組み**

なぜトリコスタチンAは、がん化した細胞を正常化できるのか。「細胞のがん化の原因は、紫外線や発がん性物質などによってDNAに傷が付くことです。ただし、正常な細胞ではがん化を抑える“がん抑制遺伝子”が働いています。多くの場合、がん抑制遺伝子が働かなくなることによって、がん化してしまうのです」

正常な細胞では、がん抑制遺伝子が書かれたDNAが巻き付くヒストンがアセチル化され、がん抑制遺伝子が発現している。「多くのがん細胞は、HDAC

を使ってアセチル基を消去し、がん抑制遺伝子が発現しないようにするらしいのです。トリコスタチンAはそのHDACを阻害するので、アセチル基は消去されず、がん抑制遺伝子が発現してがん細胞が正常化する、と考えられます」

**■ ケミカル・エピジェネティクスで難治性疾患の治療に貢献**

ピロリ菌に感染した胃の粘膜の細胞では、エピジェネティクスが変化していることが知られている。「それが胃がんにかかりやすくなる原因となります。また、多くのがん細胞では、精巣で働く遺伝子が発現しています。本来は読まれるべきでない遺伝子が発現しているのです」

がんだけでなく、あらゆる病気がエピジェネティクスに関係している、と吉田主任研究員は指摘する。「多くの病気は、生まれながらに発症しているわけではありません。加齢や感染、栄養状態、ストレスなどによりエピジェネティクスが変化して遺伝子発現パターンが異常となることで、病気が発症します」(図1)

吉田主任研究員たちは、化合物でエピジェネティクスを制御する“ケミカル・エピジェネティクス”により、これまで治療が難しかった病気の治療に貢献することを目指している。その化合物の標的は、HDACのようなエピジェネティクスに関わる酵素や分子だ(タイトル図)

吉田主任研究員たちは、微生物由来の“トラボキシン”と“FK228”という化合物もHDACを阻害することを突き止め、その作用メカニズムを解明した。残念ながらトリコスタチンAとトラボキシンは

がん治療薬に発展しなかったが、FK228やトリコスタチンAの類似化合物であるSAHAは、がん治療薬として臨床で使われ始めている。

さらにFK228やSAHAは、エピジェネティクスを正常化させることで、がんだけでなくさまざまな病気に治療効果を示す可能性がある。「アルツハイマー病やハンチントン病などの神経変性疾患に効果があると報告されています」

しかし、FK228やSAHAには課題がある。病気とは関係ないHDACにも作用してしまうのだ。副作用を抑えるとともに治療効果を高めるには、それぞれの病気の原因となっているエピジェネティクスの異常をピンポイントで制御する必要がある。「ただし、それぞれの病気でエピジェネティクスがどのように変化するのか、よく分かっていません」

受精卵や発生初期の細胞は、エピジェネティクスが“初期化”され、あらゆる遺伝子が発現可能な状態になっている。そこにさまざまな化学修飾が付いていき、遺伝子の発現パターンが変化しながら、さまざまな種類の細胞へと分化して

いく。「その分化過程のエピジェネティクスの変化についても、まだよく分かっていません」

あらゆる細胞に分化することのできるiPS細胞（人工多能性幹細胞）も、エピジェネティクスが初期化された状態だと考えられる。分化過程のエピジェネティクスの変化を解明できれば、iPS細胞を任意の細胞に分化させて治療に利用する再生医療の研究や創薬にも役立つ。

吉田主任研究員たちは2009年、生きた細胞の中でヒストンのアセチル化を可視化する蛍光プローブ、“Histac”を開発（図2）。「ヒストンのメチル化の蛍光プローブ開発も進めています。そのような化学修飾の可視化技術は、エピジェネティクスを解明する強力な手段となります」

### ■ケミカルゲノミクス・プロジェクト

ケミカル・エピジェネティクスと並ぶ吉田化学遺伝学研究室のもう一つの大きな柱が、化学遺伝学だ。それは、微生物などがつくり出すトリコスタチンAのような化合物を細胞に作用させて、それがどの標的（タンパク質）に働き、形

態や性質などの表現型にどのような変化を引き起こすのかを調べることで、生命現象の仕組みを探る研究だ。

しかし、化合物の標的を特定するのは容易ではない。そこで吉田主任研究員たちは酵母を使って実験を進めている。

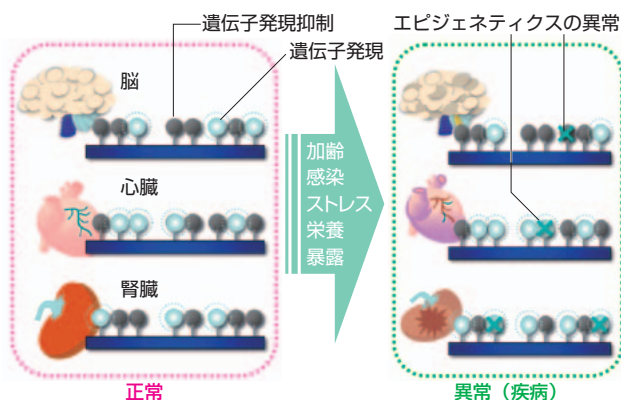
遺伝子やタンパク質は単独で働くのではなく、ほかの生体分子と相互作用して、ネットワークをつくることで機能を発揮している。酵母では約5,000種類の遺伝子が働いており、その機能ネットワークがほぼ解明されている。また、5,000種類それぞれの遺伝子を欠損させたノックアウト酵母がつくられているため、標的を特定する実験がしやすいのだ。

「標的そのものや、標的と相互作用するタンパク質の遺伝子が欠損していると、化合物の作用が異なります。遺伝子Aだけが欠損しても生きていのに、同時に遺伝子Bも欠損すると完全に死滅してしまふことがあります。カナダのトロント大学では5,000種類×5,000種類の大部分の組み合わせで2個の遺伝子を同時に欠損させた二重ノックアウト酵母をつくり、それぞれの表現型を調べてデータベース化しました。そこで私たちは、ある化合物を5,000種類のノックアウト酵母に作用させたときの表現型の変化を一気に調べる実験システムを開発しました。その実験結果と二重ノックアウト酵母の表現型情報のデータベースとを照らし合わせることで、化合物が機能ネットワークのどの付近の標的に作用しているのかを推定することができます」

理研は微生物由来の化合物を中心とした約4万種類の天然化合物ライブラ

図1 エピジェネティクスと病気

加齢や感染、ストレスなどによりエピジェネティクスが変化し遺伝子発現パターンが異常になることで、さまざまな病気が発症すると考えられる。



リーを持つ。吉田主任研究員たちは理研長田抗生物質研究室とともに、開発したシステムを使って約4万種類の化合物すべての標的を推定する“ケミカルゲノミクス・プロジェクト”を開始。すでに1万種類の化合物について実験を行った。このプロジェクトはケミカル・エピジェネティクスのみならず、あらゆる生命現象を解明するための強力な手段となる。「未知の標的に作用する化合物や、ネットワークの特定部分に作用して副作用の少ない薬となる候補化合物が見つかる」と期待しています」

さらに吉田主任研究員は、同様の実験をヒト細胞でも行おうとしている。「脳・神経系など、酵母にはない機能ネットワークに作用する化合物を探したり創薬に役立てたりするには、ヒト細胞を用いる必要があります。私たちはすでに独自のアイデアで実験を始めています」

### ■ “眠っている遺伝子”を活性化させる

今年4月、理研に環境資源科学研究センター（CSRS）が発足し、吉田主任研究員はケミカルゲノミクス研究グループを率いている。「CSRSでは、植物のエピジェネティクスを制御して“眠っている遺伝子”を活性化させる手法を開発し、乾燥した土地や塩分の多い土壌で作物を育てる手法の開発を行います」

別の生物の遺伝子などを組み込む遺伝子組換えとは異なり、エピジェネティクスを制御して、その生物が本来持っている遺伝子を活性化させる手法は、社会的に広く受け入れられるだろう。「現在でも、植物ホルモンを投与することで種

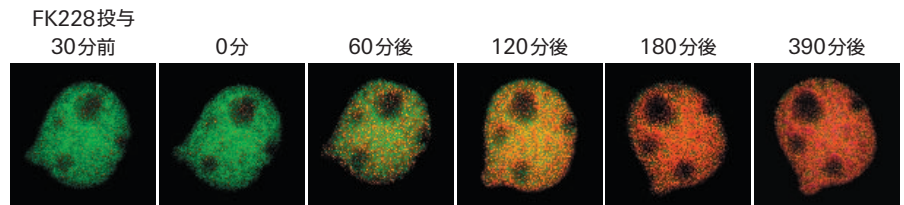


図2 Histacによるヒストンアセチル化の可視化

Histacを導入した生きた細胞に脱アセチル化酵素阻害剤FK228を投与し、ヒストンのアセチル化の変化を観察した。最初のアセチル基が付いていない状態（緑色）から、FK228の作用によりアセチル化が進むにつれて、赤色へ変化する。

なしブドウが栽培されています。それと同じように、少量の化合物を与えて栽培することで乾燥や塩分のストレスに強くするのはです。また、微生物の“眠っている遺伝子”を発現させて、新しい薬の候補化合物をつくらせることも目指します」

かつて創薬では、ペニシリンなど微生物由来の天然化合物が主流だったが、現在では、病気を引き起こす標的タンパク質に作用する低分子化合物を人工的に合成する研究が盛んになっている。「しかし、特定の標的だけに作用する低分子化合物を合成するのは容易ではなく、新しい薬が生まれにくい状況が続いています。そこで、私たちは、エピジェネティクスを制御して微生物の眠っている遺伝子を活性化させることで、標的タンパク質に作用する化合物をつくることを目指しているのです。私は、微生物由来をはじめとする天然化合物が、再び創薬の主役になると期待しています」

### ■ 生命科学に変革をもたらす

2011年、理研石井分子遺伝学研究室では、ショウジョウバエの実験により、ストレスによって変化した遺伝子発現パターンがエピジェネティクスを介して子どもに遺伝する現象を発見した。「親が経験により獲得した形質は子どもには遺

伝しないという定説を覆す大発見です」

エピジェネティクスは、遺伝子の発現パターンを決めるだけではないことも分かってきた。DNAに書かれた遺伝子の情報は、RNAに読み取られ、不要な部分（イントロン）が切り取られ、必要な部分（エクソン）だけがつなぎ合わされて、その情報をもとにタンパク質がつくられる。「それをスプライシングと呼びます。スプライシングの仕方を変えることで、同じ遺伝子から異なるタンパク質をつくることができます。ヒトの遺伝子は2万2000個ほどですが、つくられるタンパク質が10万種類以上あるのはそのためです。そのスプライシングの仕方が、ヒストンに書かれていることも分かってきました」

吉田主任研究員たちは、スプライシングで働く分子を化合物で阻害する実験を進めている。「スプライシングとエピジェネティクスの驚くべき関係が見えてきました。論文発表前なので、まだ詳しくお話しできないのが残念ですが……」

吉田主任研究員は最後に「ケミカル・エピジェネティクスやケミカルゲノミクス・プロジェクトが、医療や生命科学、環境問題の解決に改革をもたらす日をぜひご期待ください」と笑顔で語った。

（取材・執筆：立山 晃／フotonクリエイト）

可視光で見える宇宙では、星が輝き、その姿は何十年、何百年たってもほとんど変わらない。一方、X線で見える宇宙では、天体は突然現れたり、明るさが変化したり、数日や数ヶ月、時には数秒で姿が目まぐるしく変わる。いつどこに現れ、どのように変化するかも分からないX線天体。それを逃さず捉えることを目指して開発されたのが、全天X線監視装置「MAXI」である。MAXIは2009年に観測を開始し、これまでにブラックホールに吸い込まれる星や、極超新星爆発の痕跡など、さまざまな現象を捉えている。MAXIが捉えた激動する宇宙の姿を紹介しよう。

## 全天X線監視装置「MAXI」が捉えた激動する宇宙



巨大ブラックホールに吸い込まれる星の想像図

### ■ X線で全天を監視するMAXI

理研グローバル研究クラスタでMAXIチームを率いる牧島一夫チームリーダー(TL)は、チーム名の「MAXI」について、こう解説を始めた。「国際宇宙ステーション (ISS) の『きぼう』日本実験棟に取り付けられた、X線で全天を観測する装置です。Monitor of All-sky X-ray Imageの略称で、マキシと読みます。私の名前と関係があるのですかとよく聞かれますが、まったくの偶然です(笑)。2009年6月に米国のスペースシャトルで打ち上げられ、8月から観測を開始しました」

MAXIの始まりは1980年代までさかのぼる。日本は1985年、ISS計画への参加を決め、宇宙開発事業団 (NASDA、現・宇宙航空研究開発機構 [JAXA]) が「きぼう」の開発を始めた。「きぼう」には、1気圧に保たれている船内実験室 (与圧部) と、宇宙空間に露出している船外実験プラットフォーム (曝露部) という二つの実験場所がある。1996年、曝露部に搭載する装置の公募が行われ、理研宇宙放射線研究室の松岡 勝 主任研究員が、X線で全天を観測する装置を提案。それがMAXIだ。

「ISSは下側を地球に向けた姿勢のまま約92分で地球を一周します。そのため一つの天体を観測するには、ISSが移動するのに従って望遠鏡の向きを変えていく必要があります。ISSは天体観測に向かない、というのが多くの天文学者の見解でした。ところが松岡先生は逆の発想で、装置を地球と反対側に向けておけば地球を一周する間に全天を観測できる、と考えたのです。X線天体は、いつ

イラスト：吉原成行



**牧島一夫** (まきしま かずお)

グローバル研究クラスタ  
宇宙観測実験連携研究グループ  
グループディレクター  
MAXIチーム チームリーダー

1949年、東京都生まれ。理学博士。東京大学理学部物理学卒業、同大学大学院理学系研究科修士課程修了。宇宙科学研究所助手、東京大学助教授を経て、1995年より同大学大学院理学系研究科教授。2001年より2009年まで、理研宇宙放射線研究室主任研究員を兼務。2010年よりグループディレクター兼チームリーダー。



どこに現れ、どのように変化するか分かりません。X線天体を捉えるには全天観測が適しています」

1997年、「きぼう」曝露部へのMAXI搭載が決定した。松岡主任研究員は1999年に理研を定年退職し、NASDAへ。そして2001年、牧島TLが宇宙放射線研究室の主任研究員となり、MAXIの心臓部であるX線検出器の開発を受け継ぎ、2009年6月の打ち上げに至った。

MAXIの運用はJAXAが受け持ち、理研MAXIチームはJAXA、大阪大学、東京工業大学、青山学院大学、日本大学、京都大学、宮崎大学、中央大学などと協力し、運用支援、観測データの管理・公開、研究を行っている。ISSが約92分で地球を1周すると、MAXIは全天の1回分の観測データを取得する(図1)。前回の観測データと比較して明るさが変化したり突然出現した天体が見つかる、インターネットを通じて通報され、地上の望遠鏡や人工衛星がその天体を詳しく観測するという流れになっている。

「理研はスーパーコンピュータ“京”やライフサイエンスのイメージが強く、宇宙の研究をしているという意外に思われる方が多いようです。しかし、日本における宇宙線研究のパイオニアは、理研の仁科芳雄先生(1890～1951年)です。それ以降、理研では宇宙の研究が脈々と受け継がれています」

牧島TLは続ける。『「きぼう」に曝露部をつくるべきだと進言したのが、日本の宇宙X線研究の開祖であり、1988～93年に理研の理事長を務めた小田 稔先生(1923～2001年)だと聞いていま

す。理研が宇宙研究をしていることを多くの人に知ってもらいたいですね」

**■ 巨大ブラックホールに吸い込まれる星？**

2009年8月に観測を開始したMAXIは、これまでに数々の成果を挙げている。その中から三つ紹介しよう。

「一番劇的だったのが、2011年3月に観測したX線天体です」。2011年3月28日21時57分、米国のガンマ線バースト観測衛星「Swift」が、りゅう座<sup>スウィフト</sup>の方向に明るいX線を検出した。Swiftチームから連絡を受け、MAXIの観測データを確認すると、Swiftによる発見の数時間前からX線の増光を検出していたことが分かった(図2)。「Swift J1644+57と名付けられたこの天体は、地球から39億光年の距離にあることが分かりました。強いX線がその後も繰り返し観測されていることなどから、銀河の中心にある巨大ブラックホールに星が吸い込まれる瞬間を捉えたものだと考えられています」(タイトル図)

**■ 極超新星爆発の痕跡？**

「二つ目に紹介するのは、今年3月、はくちょう座に極超新星爆発の痕跡と思われる構造を発見した成果です。これは、X線検出器ソリッドステートスリットカメラ(SSC)による成果です」

MAXIには2種類のX線検出器が搭載されている。一つは、ガス比例計数管を用いたガススリットカメラ(GSC)で、とても感度が高い。もう一つがX線CCDカメラを用いたSSCで、感度は低いが、エネルギー分解能が高い。X線の

スペクトル中に見られる輝線のエネルギーは、天体に含まれる元素や温度によって異なる。そのため、SSCのデータを解析すると、X線を放出している天体の状態を詳しく知ることができるのだ。

観測開始から30ヶ月分の観測データを使って作成した全天画像を見ると、はくちょう座の方向に、エネルギーの低いX線を出す巨大構造“スーパーバブル”が見える(図3)。太陽質量の約8倍以上の重い星は一生の最後に“超新星爆発”と呼ばれる大爆発を起こす。その爆発の衝撃波などにより、周囲のガスが吹き飛んで巨大な空洞ができる。今回発見されたものも超新星爆発の痕跡なのか。「はくちょう座のスーパーバブルは、満月が40個も並ぶほど大きなものでした。超新星爆発の痕跡としては大き過ぎます」

では、いくつもの超新星爆発が起きたのではないか。「その場合、場所によって元素組成や温度などが異なるはずで。しかし、どこを調べてもよく似ています。太陽質量の数十倍もある非常に重い1個の星が起こした巨大な超新星爆発の痕跡ではないかと考えています」。そ

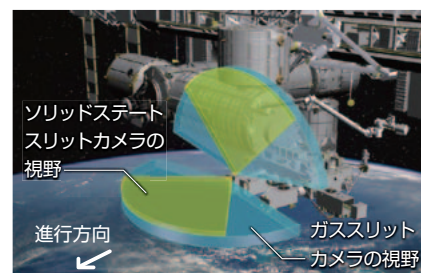


図1 MAXI(全天X線監視装置)

国際宇宙ステーション(ISS)の「きぼう」日本実験棟の船外実験プラットフォーム(曝露部)に取り付けられている。ISSが約92分で地球を一周する間に、全天を観測する。(提供：JAXA)

のような巨大な超新星爆発は“極超新星爆発”と呼ばれ、すでにいくつか見つかっているが、銀河系内でその痕跡を見つけたのは今回がほぼ初めてのことである。

### ■ 中性子星は電磁石？ 永久磁石？

「三つ目の成果は、中性子星の磁場の測定で、私が三原建弘 専任研究員とずっと取り組んできたテーマです」。中性子星は、重い星が超新星爆発を起こした後に残される超高密度の天体で、

磁場が強い。磁場があると、電子や陽子などの荷電粒子がぐるぐる回転して、特定の波長の電磁波が放出されたり吸収されたりする。中性子星のように磁場が強い場合は、この電磁波がX線となる。牧島TLは、こうして生じるX線の吸収線エネルギーから中性子星の磁場の強さを求めることができることを利用し、さまざまな中性子星の磁場を計測してきた。

そして、磁場を測定する新しい中性子星を探していたとき、思わぬ出会いが

あった。「旧友に再会したような感じでしたね」と牧島TL。「2009年9月、MAXIが見慣れないX線天体を捉えました。調べてみると、以前観測されていた“GX304-1”でした。GX304-1が観測されたのは、実に28年ぶり。私が若いころに見ていたX線天体カタログに載っていて、名前にも覚えがありました」

GX304-1は、中性子星が普通の星の周りを回っている連星系だ(図4)。この普通の星は高速で自転し、ガスの円盤ができています。中性子星がガス円盤の中を通るとき、ガスが中性子星に流れ込み、X線が放出される。ガス円盤の形状は不安定で、28年間は円盤が小さく、中性子星へのガスの流入がなかったのだろう。

MAXIの観測によって、GX304-1から約132日おきにX線が放出されることが分かった。次にいつX線が出るかを予測してGX304-1を日本のX線天文衛星「すざく」で観測。X線の吸収線の検出に成功し、そのエネルギーからこの中性子星の磁場は地磁気の10兆倍も強いことが明らかになった。「私たちは『すざく』との連携に特に力を入れています。全天を監視するMAXIと一つの天体を詳しく観測できる『すざく』。両方を所有していることは、日本の大きな強みです」

中性子星の磁場を測定することで、何が分かるのだろうか。「中性子星の磁場の源が電磁石なのか永久磁石なのかを明らかにしたいのです」。現在、電流が流れることによって磁場が発生する電磁石であるという説が有力だ。「電磁石ならば、磁場が強いものから弱いものまであるはず。ところが、これまで

図2 Swift J1644+57の出現前後のMAXI全天画像の一部

Swift J1644+57はSwift衛星によって2011年3月28日に発見された。左は1週間前の2011年3月21日のMAXI全天画像の一部とSwift J1644+57付近の拡大図。X線源は見えていない。右は3月29日の画像。Swift J1644+57が拡大図の中心に検出されている(矢印)。

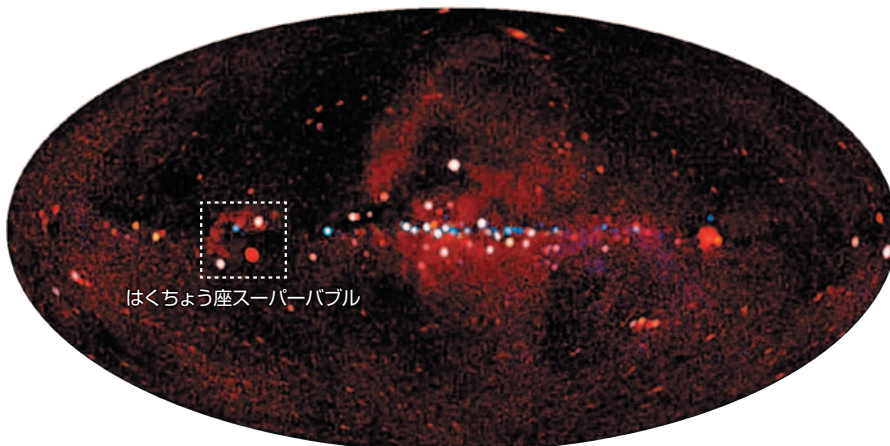
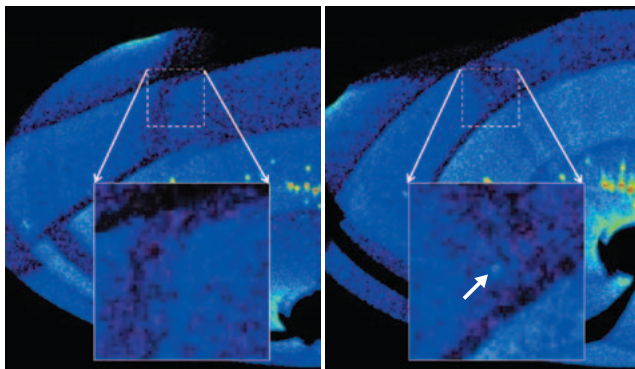


図3 極超新星爆発の痕跡と考えられるはくちょう座スーパーバブル

MAXIのソリッドステートスリットカメラ(SSC)で30ヶ月間観測して得た全天画像。赤はエネルギーが低く、青はエネルギーが高いX線を放出していることを示す。はくちょう座スーパーバブルは、300万~200万年前に、太陽質量の数倍の星が極超新星爆発を起こしたことによってつくられたものだと考えられる。

測った中性子星の磁場の強さは、どれもほとんど同じです。そうした結果から、私は磁場の源は永久磁石だと考えています。しかし、永久磁石ならば、中性子星を構成している膨大な数の中性子の向きがそろっていなければなりません。そんなことがあり得るのか。原子核物理学の研究者も関心を寄せています。磁場を測ることができた中性子星はまだ20個ほど。あと10個分くらいデータが増えれば、答えが出るかもしれません」

## ■ MAXIの先

MAXIは大きなトラブルもなく観測を続け、間もなく丸4年になる。運用は当初の計画では2年間だったが、優れた成果が続々と得られていることから、2015年3月まで延長することが決まっている。

「MAXIやX線天文衛星を駆使して、ぜひやりたいことが三つあります」と牧島TL。「一つ目は、中性子星の磁場を測り、電磁石か永久磁石かの決着をつけること。二つ目は、ブラックホールの合体の証拠を得ることです」。多くの銀河の中心には巨大ブラックホールがあることが知られているが、それらの起源は謎だ。一つの可能性は、太陽質量の100～1,000倍の質量をもつ中質量ブラックホールがいくつも合体して、巨大ブラックホールになったというものだ。「私たちは渦巻銀河の腕の部分に見られる非常に明るいX線源が、中質量ブラックホールの有力な候補だと考えています」と牧島TL。「巨大ブラックホールの中には、最後の合体がまさに進行中で、二つのブラックホールが互いの周りを回ってい

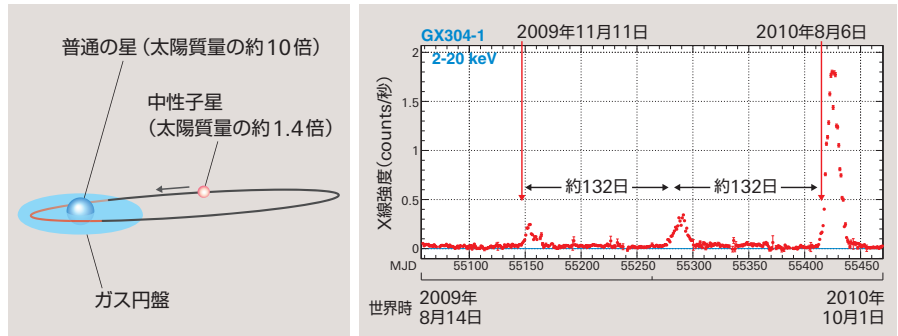


図4 GX304-1の想像図とMAXIが観測したX線強度の変化

GX304-1は、普通の星と中性子星との連星系である。この普通の星は高速で自転しているために周りにガス円盤ができていて、中性子星がガス円盤を通過するとき（左図赤線）、ガスが中性子星に流れ込み、強いX線が放出される。MAXIの観測からGX304-1のX線強度は約132日周期で変化することが明らかになり、「すざく」との連携観測が実現した。

るものがあるでしょう。それらのX線強度は、周期的に変化すると期待されるので、それをMAXIで捉えたいのです」

三つ目は銀河団の加熱源についてだ。「銀河が集まっている銀河団は高温のガスで満たされ、強いX線を放出しています。X線を放出していれば徐々に冷えていく様子がありません。これは私たちが、『すざく』の先輩である『あすか』で発見したことです。銀河団の加熱源を明らかにしたいのです」。銀河が動くことでガスとの間で摩擦が生じ、その摩擦熱がガスを暖めているのではないかと、牧島TLはそう予測している。その予測が正しければ、銀河は抵抗を受けて速度を落とし、銀河団の中心に集まってくるはずだ。銀河団の加熱源を明らかにするには、ガスと銀河の動きを詳しく調べることが必要である。それは「すざく」の性能では難しく、2015年に打ち上げ予定の日本のX線天文衛星「ASTRO-H」に期待がかかる。牧島TLは東京大学大学院教授としてASTRO-Hの開発に参加。

また理研仁科加速器研究センターの玉川高エネルギー宇宙物理研究室も同様にその開発に取り組んでいる。「MAXIの運用をさらに延長し、ASTRO-Hと連携できるようにしたいですね。X線天文学はさらに飛躍するでしょう」

一方、MAXIの後継機として「ワイドフィールドMAXI」の計画も進んでおり、「きぼう」曝露部への搭載を目指している。X線天体には数秒しか明るくならないものもある。MAXIの視野は細長く、瞬時に観測できる領域は全天の2%に満たないので、そのような天体を観測できる確率は低い。そこで、視野を広くすることで、数秒で変動する天体も見逃さずに検知できるようにする計画だ。

最後に、「実は」と牧島TL。「本職のX線天文学以外で最も関心があるのは、宇宙生命です。地球以外にも宇宙のどこかに生命は必ず存在すると私は信じています。理研には、さまざまな分野の研究者がいます。理研で宇宙生命探査ができれば面白いですね」

(取材・構成：鈴木志乃/フォトンクリエイト)

2013年4月、理研基幹研究所の物質機能創成領域を発展させる形で  
強相関物理・超分子機能化学・量子情報エレクトロニクスの3部門から成る  
創発物性科学研究センター（CEMS）が発足した（図1）。

目標は、持続可能な社会の実現に向けた「第三のエネルギー革命」を起こすことだ。  
第三のエネルギー革命とは何か、それをどのような戦略で実現するのか。  
十倉好紀<sup>とくらよしひ</sup>センター長に聞いた。

# 第三のエネルギー革命を起こす

創発物性科学研究センター 十倉好紀 センター長に聞く

## ■ 新しい原理の太陽電池や熱電変換材料を目指す

——CEMSが目指す第三のエネルギー革命とは何ですか。

十倉：最初のエネルギー革命は、18世紀後半から19世紀の産業革命のときに起きました。石炭を燃やして蒸気を発生させ機械や汽車を動かしました。熱エネルギーを力学的エネルギーに変換したのです。さらに電磁気学の発達により、蒸気でタービンを回す火力発電により力学的エネルギーを電気エネルギーに変換し、社会の隅々まで送電して、さまざまな形で利用できるようになりました。

第二のエネルギー革命は、核エネルギーの利用です。ただし、核エネルギーを利用する原子力発電も、蒸気でタービンを回して発電します。力学的エネルギーを電気エネルギーに変換する原理は火力発電と同じです。

第三のエネルギー革命では、力学的エネルギーを介さないで電気エネルギーに変換します。その代表例が、光エネルギーを電気エネルギーに直接変換する太陽電池と、熱エネルギーと電気エネルギーを相互に変換する熱電変換材料です。いずれも

固体中の電子を使って変換します。問題は、変換効率が低いことです。

太陽電池の変換効率を40%以上に、熱電変換の性能指数（ZT）を4以上に、そして電気抵抗がゼロとなる超伝導が起きる温度を400K（約127℃）以上に、蓄電池のエネルギー密度を400Wh/kg以上にすることを、最終的な目標にしています。これら四つの数値目標は、現在の性能指数をそれぞれ約3倍に向上させることに相当します。さらに電力をほとんど使わない量子情報処理も含め、これら夢の技術革新を「イノベーション“4”」と名付けました（図2）。その一つでも達成できれば、持続可能な社会に向けた第三のエネルギー革命が本格的に始まります。

## ■ 日本の良き伝統を生かして創発を引き起こす

——第三のエネルギー革命を、CEMSではどのようにして引き起こそうとしているのですか。

十倉：強相関物理部門では、たくさんの電子がぎっしり詰まり

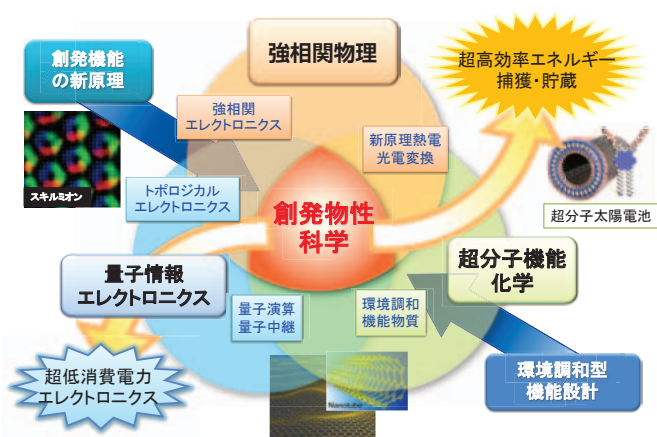


図1 3部門から成る創発物性科学研究センターの取り組み

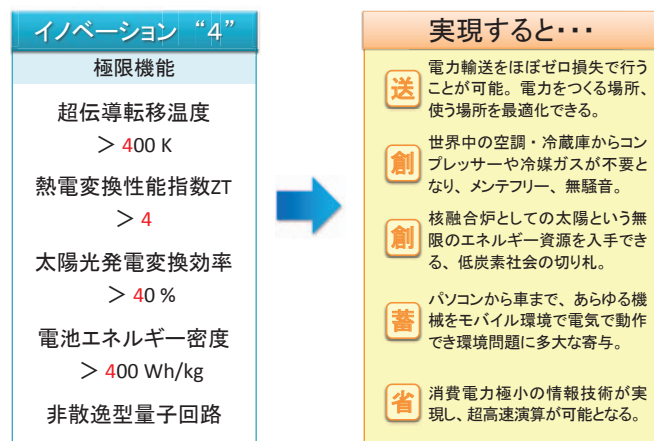


図2 第三のエネルギー革命を起こすイノベーション“4”

## 十倉好紀 (とくら・よしのり)

創発物性科学研究センター センター長

1954年、兵庫県生まれ。工学博士。東京大学大学院工学系研究科博士課程修了。1994年より東京大学大学院工学系研究科物理工学専攻教授。産業技術総合研究所強相関電子技術研究センター長などを経て、2007年、理研グループディレクター。2013年4月より現職。専門は強相関電子科学。



強く相互作用している強相関電子系で現れる新しい機能を探索します(本誌2013年5月号参照)。超分子機能化学部門では、さまざまな有機分子を組み合わせることで優れた機能を持つ超分子の構造体をつくります。量子コンピュータなどの実現を目指す量子情報エレクトロニクス部門では、計算の基本単位である量子ビットを集積していかに相互作用させるかがポイントになります。

さまざまな要素が相互作用して新しい機能が現れることを「創発」といいます。CEMSの3部門とも、創発をキーワードに研究を行うことから、センター名を創発物性科学としました。また、CEMSの3部門のさまざまな分野の研究者が相互作用して、創発を引き起こし新しい原理を生み出す、という思いも込めています。

——部門間の相互作用はうまく進みそうですか。

十倉：強相関物理部門では酸化物で、超分子機能化学部門では超分子で、新しい太陽電池の開発を進めています。すでに、それぞれの研究者が集まりミーティングを行うなど交流が進んでいます。

これまでも日本では、物性物理と材料化学がさまざまな形で連携して研究を進めてきました。一方、欧米などでは日本ほど連携が進んでいません。それは、物質をつくる人よりも物質の性質を測定する人の方が高く評価される、あるいは分野によってその逆であることが原因の一つだと思います。例えば、多くの物理学者が物質づくりを人に頼んでいるのです。日本では、物質をつくる人も高く評価されるため、多くの物理学者が自分で物質をつくって測定しています。物質づくりという共通の土壌があるため、物理学者が化学者の話を聞いたとき、基本的に何を目標しているのかを理解でき、物理学と化学の垣根がありません。これは日本の誇るべき長所です。CEMSでも、優れた成果を挙げるために、物理学と化学の相互作用をさらに深めていきたいと思っています。

——強相関物理と量子情報エレクトロニクスとの交流は。

十倉：両者はもともと同じ分野だったので、基盤とする概念は共通です。近年、強相関物理では、室温の普通の物質でも電気抵抗を受けない“トポロジカル・カレント”という電子流やスピンの流が流れることが分かってきました。それを使って電力を

ほとんど消費しない情報処理を行う研究を進めています(本誌2012年11月号参照)。トポロジカル・カレントは量子現象そのものです。強相関物理と量子情報エレクトロニクスは再び融合しつつあります。

そもそもこの3部門はいずれも日本の強い分野です。その第一線の研究者をCEMSに集結させたからには、最初から世界のトップを走るつもりです。

## ■ リーダーを育てる新しいシステムを築く

——CEMSでは、産業界からも人を受け入れていく方針ですね。

十倉：産業界の若い人にとって、CEMSの研究室主宰者や若手研究者と知己となるだけでも、今後の研究開発の糧となるはずで、私たちが基礎科学の研究者にとっても産業界の人と交流することで視野が広がります。また、CEMSで新しい原理を生み出しても、それが将来、産業技術に育たなければ、第三のエネルギー革命を起こすことはできません。

——CEMSでは3部門とは別に、統合物性科学研究プログラムを設けています。

十倉：現在の研究室主宰者は、50代以上の人が多いので、第三のエネルギー革命を起こすには、次世代のリーダーを育てる必要があります。CEMSに第一線の研究者を集結させたのは、優秀な若手研究者を引き寄せるためでもあります。その若手が率いる研究室は3部門のいずれにも属さないセンター長直属にして、新しい領域の創出を目指します。また、3部門の研究室主宰者などがその若手研究者に研空室運営のアドバイスをを行う、メンター制度も設けました。

これまでは、はい上がってくる者だけを拾い上げるような形でしたが、少子化の日本では、もっと効率よくリーダーを育てる必要があります。また現在は、さまざまな分野の総力を結集して研究を進めなければ一流の仕事ができません。小さな研究室の中だけではリーダーが育ちにくくなっています。CEMSのさまざまな分野の研究者と連携しながら研究を進めることで、俯瞰的・複眼的視野を持つ将来のリーダーを育てたいと思います。そして若手研究者の成功モデルを示すことで子どもたちに夢を与えることも、私たちの重要な使命です。

(取材・構成：立山 晃/フォトンクリエイト)

## 白血病幹細胞を死滅させる化合物を発見

再発克服や根治を目指した新たな治療薬に期待

2013年4月18日プレスリリース

理研統合生命医科学研究センター ヒト疾患モデル研究グループの石川文彦グループディレクターらは、急性骨髄性白血病の再発の原因となる白血病幹細胞を、ほぼ死滅させることができる化合物を発見した。白血病の再発克服や根治を目指した新たな治療薬として期待できる。理研創薬・医療技術基盤プログラム、理研横山構造生物学研究室、虎の門病院との共同研究による成果。

血液のがんである白血病は、白血病幹細胞が体内に生じ、この幹細胞が白血病細胞へと分化・増殖することで発症する。研究グループはこれまでに、白血病幹細胞がどこに残存するかなどを明らかにするとともに、白血病幹細胞に発現し治療の標的となり得る候補分子を探索してきた。今回、その中から細胞の生存や増殖に関わる「HCK」と呼ばれるリン酸化酵素に着目。数万の化合物の中からHCKの活性を最も強く阻害する化合物「RK-20449」を発見した。

まず、試験管内で患者由来の白血病幹細胞にRK-20449を投

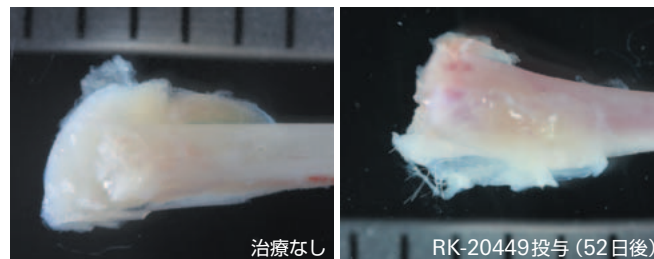


図 RK-20449を投与したマウスの骨髄 急性骨髄性白血病が発症すると、赤血球など正常な血液の産生ができず、貧血（真っ白になった骨髄）になる（左）。RK-20449を52日間毎日投与したところ、赤血球の産生が回復し正常に近い状態に改善した（右）。

与したところ、低濃度でも死滅することを確認。次に、ヒトの白血病状態を再現したマウスに投与したところ、白血病幹細胞に対する有効性を示した。特に、*Flt3*という遺伝子に異常を持ち、従来の抗がん剤に抵抗性を示す悪性度の高い白血病症例では、数週間にわたり、毎日投与するとマウスの末梢血からすべての白血病細胞がなくなり、約2ヶ月後には、骨髄にある白血病細胞と白血病幹細胞のほぼすべてが死滅した（図）。「今後、副作用を丁寧に検証し、臨床応用を目指したい」と石川グループディレクター。

●『*Science Translational Medicine*』（4月17日号）オンライン掲載

## 抱っこして歩くと赤ちゃんがリラックスする仕組みを科学的に証明

2013年4月19日プレスリリース

理研脳科学総合研究センター（BSI）黒田研究ユニットの黒田公美ユニットリーダーらは、哺乳類の子どもが親に運ばれる際にリラックスする仕組みの一端を、ヒトとマウスで科学的に証明した。BSI精神疾患動態研究チーム、トレント大学などとの共同研究による成果。

母親が抱っこして歩くと赤ちゃんがリラックスする反応は、ライオンヤリスなど、ヒト以外の哺乳類にも見られる。母親が子どもを口にくわえて運ぶと、子どもは丸くなって運ばれやすい姿勢を取り、これを「輸送反応」と呼ぶ。しかし、その意義や反応を示すときの神経メカニズムは分かっていなかった。

研究グループは、生後6ヶ月以内の赤ちゃんを抱いた母親12人に、約30秒ごとに「座る・立って歩く」という動作を繰

り返してもらい、赤ちゃんが泣く時間などを調べた。その結果、母親が歩いているときは、座っているときに比べて①泣く時間が約10分の1に②手足を動かすなど自発的な動きが約5分の1に③心拍数が歩き始めて約3秒程度で、顕著に低下した。

次に、母マウスが子どもを運ぶ動作をまねて、離乳前のマウスの首の後ろをつまみ上げたところ、ヒトと同様に鳴きやみ、自発的な動きと心拍数が低下。また、運ばれやすい姿勢を取るには運動や姿勢の制御をつかさどる「小脳皮質」が必要なこと、おとなしくなる反応には首の後ろの皮膚の「触覚」と、空中を運ばれているという「固有感覚」の両方が重要なことも分かった。

「哺乳類の赤ちゃんは“輸送反応”によって親の子育てに協力しているといえます。このような研究は今後、科学的に裏付けられた子育て方法の新しい指針づくりにも役立つと期待できます」と黒田ユニットリーダー。

●『*Current Biology*』（5月6日号）掲載

## 新研究室主宰者の紹介

新しく就任した研究室主宰者を紹介します。

①生まれ年、②出生地、③最終学歴、④主な職歴、⑤活動内容・研究テーマ、⑥信条、⑦趣味

### 環境資源科学研究センター



生体機能触媒研究チーム  
チームリーダー

**中村龍平** なかむら・りゅうへい

- ①1976年
- ②北海道
- ③大阪大学大学院基礎工学研究科
- ④ローレンス・バークレー国立研究所(米国)、  
東京大学
- ⑤生体電子移動論
- ⑥日々挑戦
- ⑦子どもと水泳

### 生命システム研究センター



細胞場構造研究ユニット  
ユニットリーダー

**岩根敦子** いわね・あつこ

- ②東京都
- ③東京薬科大学大学院薬学研究科博士前期課程
- ④大阪大学
- ⑤細胞場の超微細構造解析の開発
- ⑥やたらしまいや(元教授の口癖)
- ⑦スキー、ゴルフ、テニス、ドライブ

### 発生・再生科学総合研究センター



動物実験支援ユニット  
ユニットリーダー

**清成 寛** きよなり・ひろし

- ①1975年
- ②福岡県
- ③熊本大学大学院自然科学研究科博士後期課程
- ④理研発生・再生科学総合研究センター
- ⑤生殖工学、マウス胚を用いた*in vitro*発生研究
- ⑥酒は飲んでも飲まれるな
- ⑦サッカー、野球、飲酒



再構成生物学研究ユニット  
研究ユニットリーダー

**戒家美紀** えびすや・みき

- ①1980年
- ②大阪府
- ③京都大学大学院生命科学研究科博士課程
- ④京都大学
- ⑤生命現象を再構成することで理解する
- ⑥面白い研究をする
- ⑦スキューバダイビング

### 統合生命医科学研究センター



疾患システムモデリング研究グループ  
グループディレクター

**北野宏明** きたの・ひろあき

- ①1961年
- ②埼玉県
- ③国際基督教大学教養学部理学科(物理学専攻)、京  
都大学(工学博士)
- ④(株)ソニーコンピュータサイエンス研究所、特定非  
営利活動法人システム・バイオロジー研究機構、  
沖縄科学技術大学院大学
- ⑤システム・バイオロジー



消化管恒常性研究チーム  
チームリーダー

**本田賢也** ほんだ・けんや

- ①1969年
- ②大阪府
- ③京都大学大学院医学研究科博士課程
- ④東京大学、大阪大学
- ⑤消化管常在菌の宿主への影響
- ⑥仕事の透明性と分かりやすさ
- ⑦サッカー、読書、音楽鑑賞



皮膚恒常性研究チーム  
チームリーダー

**天谷雅行** あまがい・まさゆき

- ①1960年
- ②東京都
- ③慶應義塾大学大学院医学研究科博士課程
- ④アメリカ国立衛生研究所(NIH)、慶應義塾大学
- ⑤免疫臓器としての皮膚の機構解明、皮膚バリア機  
構解明
- ⑥本物を究める
- ⑦ジョギング、読書



代謝恒常性研究チーム  
チームリーダー

**窪田直人** くぼた・なおと

- ①1969年
- ②東京都
- ③東京大学大学院医学系研究科博士課程
- ④東京大学
- ⑤インスリン抵抗性の分子機構
- ⑥本質的な研究をする
- ⑦テニス

## プチ留学の勧め

渡邊信元 わたなべ・のぶもと

グローバル研究クラスタ 理研-マックスプランク連携研究センター  
バイオプローブ応用研究ユニット ユニトリリーダー

日本で学位を取った後、海外留学する若手が減っているそうである。その理由として、博士研究員（ポスドク）の就職難、つまり国内でも安定した就職先を見つけるのに苦労するご時世、ひとたび海外に出たら二度と日本に戻れないのでは？と危惧するためと指摘されている。ほかに、日本にはすでに最先端研究技術があるのだから、わざわざ海外で学ぶ必要はない。インターネットが発達した現代、共同研究の打ち合わせどころか研究材料もメール1本で手に入るのに、何を求めるため外国に行くのか？そもそも日本オリジナルの発想から芽生え発展した研究も多く、外国人に学ぶものはもはやない。「もう留学は済ませたの？」という考えは、すでに古い時代の遺物——などといった留学に対するネガティブな指摘は多い。

■  
どの指摘も、もったもである。20年ほど前、理研の職員として2年余り長期海外出張（以下、留学）させてもらった者としては、就職難の問題には、そうだよ、良い時代に行かせてもらったなあ、とうなずくしかない。もはや海外に一方的に学びに行く時代でないのもその通りだ。当時でさえ、なんでこんな古い機器ばかりなんだ？新型ならもっと効率よく進むのに、と感じたこともあった。しかし留学先では、研究の進め方、もっと大きくいえば自然科学研究における疑問の解決法の違いに驚くことが山のようにあった。もちろん、彼らのやり方のすべてが良いわけではない。帰国後には良いところだけを自分たちのやり方に取り入れた。異文化圏に育った個体の発想の違いに起因する解決法の違いを混合した成果である。

■  
また、同僚の多国籍のポスドクらと共有した時間も、大きな宝物となった。今も、世界各地にいる彼らと学会などで出会い、当時の（たいていは研究とは無関係な）思い出話を楽しく語り合えるのは、同じ釜の飯を食った、つまり同じ（決して楽しかっただけではない）時間を共有したからこそだ。彼らとなら新しい共同研究も何の躊躇もなく始められ、有形無形の成果を生んでいる。留学なし



写真・右から3人目が筆者

にこれらの貴重な財産が得られなかったのは疑いない。

■  
だから今も、留学してみたいと相談してくる若者には積極的に後押しをしている。でも、すべての若者たちにかつてのスタイルの留学を強制するつもりは毛頭ない。冒頭に挙げたような不安も十分理解できる。このちょっとしたジレンマの解決策として、理研が推進している世界各地の研究機関との連携研究を利用して、プチ留学を試みるのはどうだろう。折しも今年4月から、これらの連携研究を統括するグローバル研究クラスタが発足し、国内外のさまざまな研究機関との連携研究推進に弾みがついた。この連携システムで来日する外国人研究者との交流を手始めに共同研究を開始し、留学をして研鑽を積むことは、必ずや将来の大きな糧となろう。若者に限らず、この異文化の混合から生まれる新しい成果こそ、グローバル研究クラスタの目指すところである。

■  
私自身はドイツ・マックスプランク研究所とのケミカルバイオロジー研究を行う連携センターでの共同研究推進に力を注いでいる。研究のみならず、昨年3月には理研の研究者約30人と共にドイツ・ドルトムントで連携センター発足シンポジウムを行うためのツアコンとなり、この4月にはドイツの研究者約30人を招いて理研和光地区でシンポジウムを催すイベント屋として汗をかいた。2日間のシンポジウムで多くの討論を重ねた後、両国の博物館を案内し、日本の歴史に触れてもらった。さらにちゃんこ屋で同じ鍋をつつく時間を共有するころには、お互いの心をつかむことができた（写真）。お相撲さんの手助けも得、異文化は十分に交流し、連携研究推進はトップスピードに入った。

### 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 外部資金室 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/