

# RIKEN NEWS

No.410 August 2015

8



研究最前線「新元素の化学」より

研究最前線 ②

## 新元素の化学

研究最前線 ⑥

## 細胞内のタンパク質の輸送システムを ライブセル4次元イメージングで解明する

特集 ⑩

## 多細胞システム形成研究センター 濱田博司センター長に聞く

SPOT NEWS ⑬

塗布型の有機薄膜太陽電池、  
変換効率10%を達成  
半導体ポリマーの配向性制御が鍵

FACE ⑭

生体外での臓器育成を目指す研究者

TOPICS ⑮

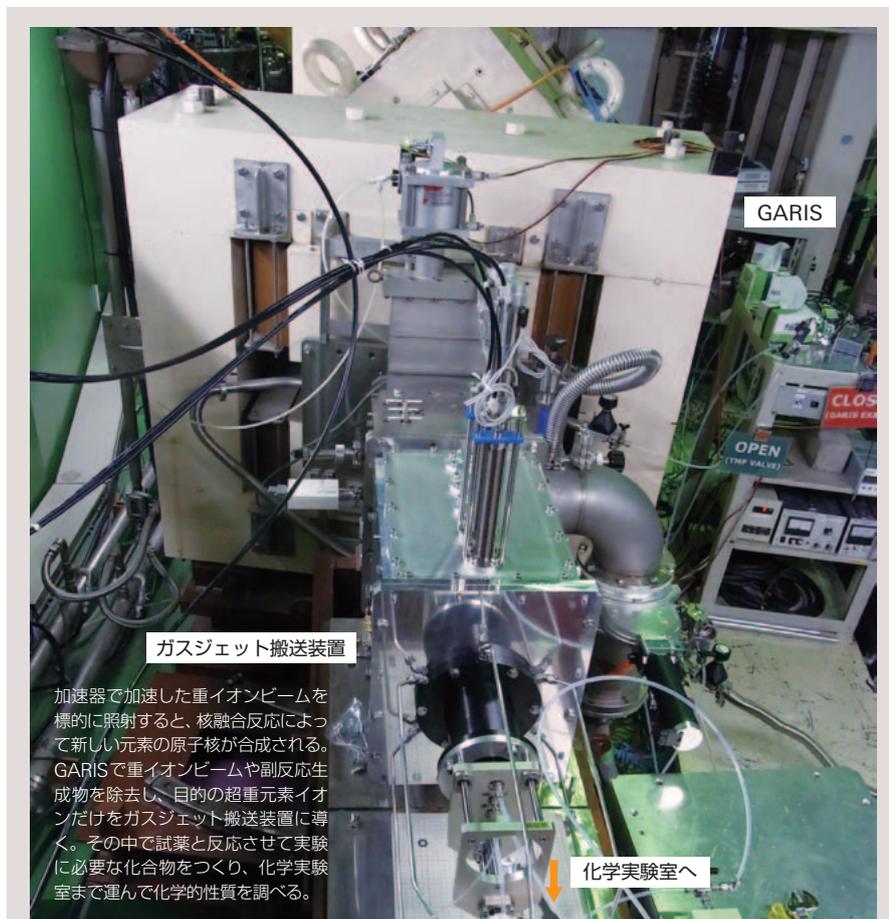
- ・「理化学研究所 横浜キャンパス一般公開」のお知らせ
- ・「理化学研究所 新技術説明会」開催のお知らせ  
対象分野：イメージング/デバイス

原酒 ⑯

全舷上陸！ 笹ヤブ突入！

仁科加速器研究センター 応用研究開発室 RI応用チームでは、RIビームファクトリー（RIBF）の重イオン加速器を用いてさまざまな放射性同位体（ラジオアイソトープ）をつくり、物理、化学、生物学、医学、環境科学など、さまざまな分野の研究に利用している。この中でも羽場宏光チームリーダー（TL）が特に力を入れている研究がある。「超重元素と呼ばれる原子番号が大きい元素が次々と発見されていますが、それらの元素の性質はほとんど分かっていません。超重元素は合成できる原子の数が少なく寿命も短いため、化学実験がとても難しいのです。そこで、私たちは超重元素の性質を調べるために、実験装置の開発から取り組んでいます」2014年には、原子番号106のシーボーギウム（Sg）の化学的性質を調べることに成功。原子1個を扱う「新元素の化学」の最先端を紹介しよう。

## 新元素の化学



加速器で加速した重イオンビームを標的に照射すると、核融合反応によって新しい元素の原子核が合成される。GARGASで重イオンビームや副反応生成物を除去し、目的の超重元素イオンだけをガスジェット搬送装置に導く。その中で試薬と反応させて実験に必要な化合物をつくり、化学実験室まで運んで化学的性質を調べる。

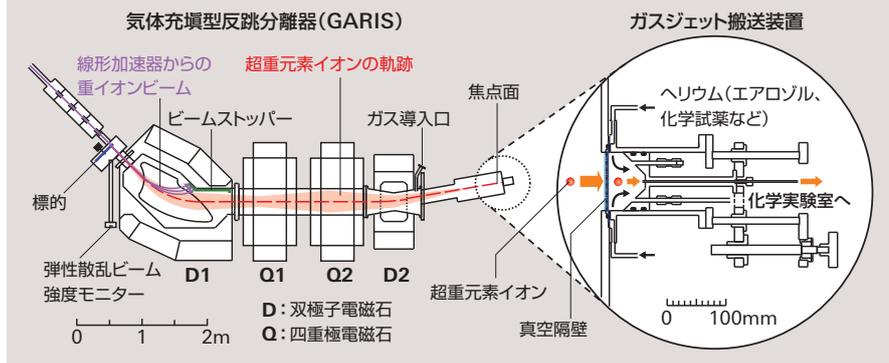


図1 GARGASガスジェットシステム

### 113番元素の性質は？

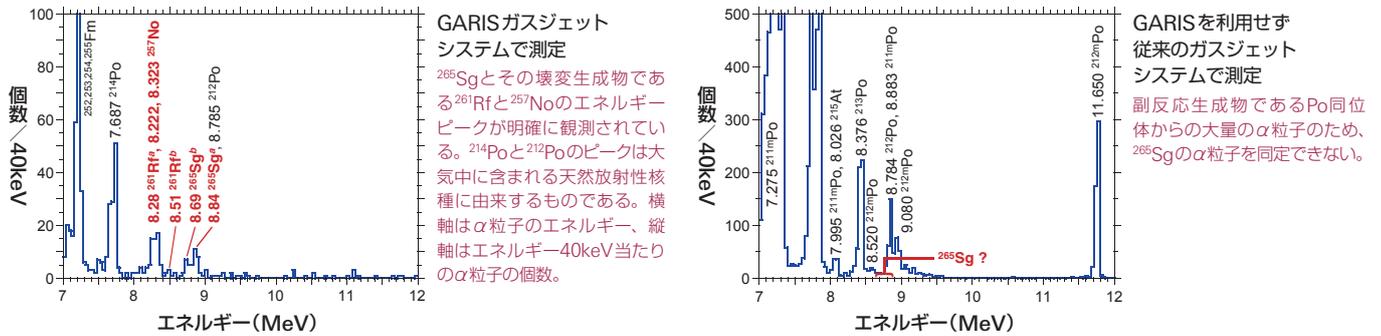
「理研による113番元素の発見は、多くの方に関心を持っていただいています。私も実験に参加したことから、一般向けの講演でその話をすることがあります。すると必ず、『113番元素は、どのような性質があるのですか？』『どのような利用方法があるのですか？』という質問が出ます。実は、113番元素の化学的性質はまったく分かっていないのです」と羽場TL。

天然に比較的豊富に存在する元素は原子番号92のウラン（U）までで、それ以降の元素は加速器や原子炉を使って人工的に合成し、存在が確認されてきた（図2）。原子は原子核と電子、原子核は陽子と中性子で構成されている。陽子の数が原子番号、陽子数と中性子数の和が質量数である。同じ原子番号で質量数が異なるものを同位体という。原子番号104以降は「超重元素」と呼ばれ、米国、ロシア、ドイツが競って新元素を合成してきた。原子番号107から112までは、すべてドイツ重イオン研究所で合成されている。

そうした中、仁科加速器研究センター超重元素研究グループの森田浩介グループディレクターらが、2004年に113番元素の合成に成功。2005年と2012年にも113番元素の合成に成功した。新元素を世界で初めて発見したという優先権が国際純正・応用化学連合に認めら



図3  $^{265}\text{Sg}$ 合成時における $\alpha$ 粒子のエネルギースペクトル



( $^{265}\text{Sg}$ ) を合成し、GARGISガスジェットシステムを用いて化学実験室に取り出すことに成功した。

$^{265}\text{Sg}$ は陽子2個と中性子2個から成る $\alpha$ 粒子を放出して原子番号104のラザホージウム ( $^{261}\text{Rf}$ )、さらに $\alpha$ 粒子を放出して原子番号102のノーベリウム ( $^{257}\text{No}$ ) へと放射性壊変していく。化学実験室にシリコン半導体検出器 (表紙) を設置して $^{265}\text{Sg}$ の壊変過程を測定したところ、 $^{265}\text{Sg}$ とその壊変生成物から放出された $\alpha$ 粒子が捉えられた (図3左)。「化学実験室に取り出された原子核が間違いなく $^{265}\text{Sg}$ であることを確認できました。しかも、 $^{265}\text{Sg}$ の $\alpha$ 粒子のエネルギー領域には、 $^{265}\text{Sg}$ 合成時にできる副反応生成物からの $\alpha$ 粒子は観測されていません。これは、GARGISガスジェットシステムによって副反応生成物が十分に除去されたことを示しています」

GARGISを利用せず従来のガスジェットシステムだけを用いて化学実験室に取り出された $^{265}\text{Sg}$ の測定結果が、図3右である。原子番号84のポロニウム (Po) の同位体から放出された $\alpha$ 粒子が多く観測されている。Poの同位体は $^{265}\text{Sg}$ 合成時の副反応生成物で、肝心の $^{265}\text{Sg}$ から放出された $\alpha$ 粒子は埋もれてしまっている。「これまでに発表されているSgの原子核データや化学データは、このように副反応生成物が大量に混ざった状態で得られたものです。データの信頼性は低いと言わざるを得ません」と羽場TLは指摘する。「GARGISガスジェットシステムによって初めて、副反応生成物に邪魔されずにSgを調べることができるように

なったのです」

### ■ 超重元素も周期的な性質を持つ？

「化学的性質といっても非常に多様です。しかもRIBFの加速器を使いたいという研究者は多く、実験は1年に1回できるかどうかです。この貴重な機会にどの性質を調べるかの戦略が重要で、その指標となるのが周期表です」と羽場TL。周期表では、元素が原子番号順に、そして化学的性質の似た元素が縦に並んでいる。横の列を周期、縦の列を族と呼ぶ。「シーボーギウム (Sg) は、1974年に発見されて以来、第7周期第6族元素として周期表に並べられてきました。Sgは、これまで知られている第6族の元素の性質と似ているのかどうかを調べることにしました」

第6族元素である原子番号42のモリブデン (Mo) や74のタングステン (W) は、その原子の周りに一酸化炭素分子 (CO) が6個配位した揮発性が高いカルボニル錯体を形成することに注目。Sgも揮発性の高いカルボニル錯体を形成することが確認できれば、典型的な第6族元素であると実証できる。

同じ族なのに性質が違うこともあるのだろうか？ 羽場TLは、こう解説する。「超重元素は、原子核が多数の陽子で構成され、大きな正電荷を帯びています。そのため原子核に近い軌道の電子の速度は光速に近くなり、相対論効果によって質量が大きくなって軌道半径が小さくなります。その影響で原子核の正電荷が遮蔽され、外側にある電子の軌道半径は反対に大きくなります。この相対論

効果は原子番号が大きくなるほど顕著になります。超重元素では化学結合に関与する電子の状態が大きく変化し、軽い元素から予測される性質とはまったく違う性質が出現する可能性もあるのです」

### ■ Sgは第6族元素に特徴的な性質

シーボーギウム (Sg) の化学的性質を調べる実験は、2013年に5ヶ国14機関が参加する国際共同研究として行われた。「超重元素の化学実験は、世界中の研究者が競って取り組んでいます。私たちがGARGISガスジェットシステムを開発してSgの合成に成功し、化学実験の準備が進んでいることを知ったドイツ重イオン研究所のグループが、自分たちの化学分析装置を理研に持ち込み共同研究をしたいと申し出てきたのです」

ライバルと組むのはなぜか？「新元素の探索やその性質を調べることができる大型加速器施設は世界で数ヶ所しかありません。そこで得られた研究成果は、人類にとって大変貴重な財産です。競争しつつ、大きな成果を得られるのであれば、協力することもためらいません。ドイツが開発した低温ガスクロマトグラフ装置 (COMPACT) はSgの化学的性質を調べるための非常に良い装置でしたので、国際共同研究として進めることにしたのです」

実験では、重イオンビームと標的を衝突させて $^{265}\text{Sg}$ を合成し、ガスジェット搬送装置でCOガスと反応させてカルボニル錯体 $^{265}\text{Sg}(\text{CO})_6$ をつくる (図4)。それを化学実験室に取り出し、COMPACTに導く。COMPACTはシリコン半導

図4  $^{265}\text{Sg}$ の化学実験の概要

合成された $^{265}\text{Sg}$ をガスジェット搬送装置の中でCOと反応させてカルボニル錯体を化学合成する。それを化学実験室の低温ガスクロマトグラフ装置 (COMPACT) に運ぶ。

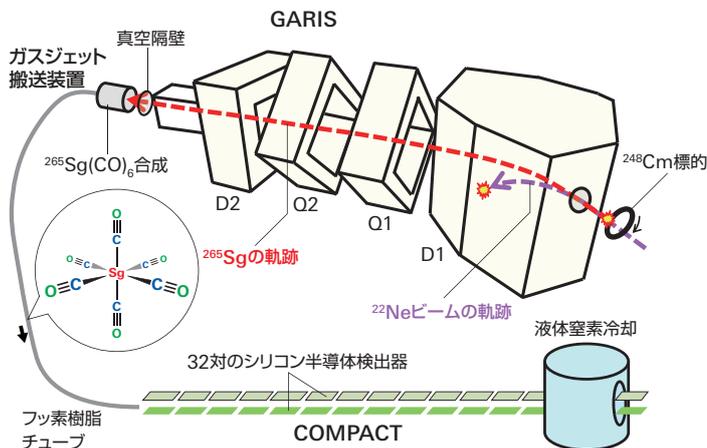
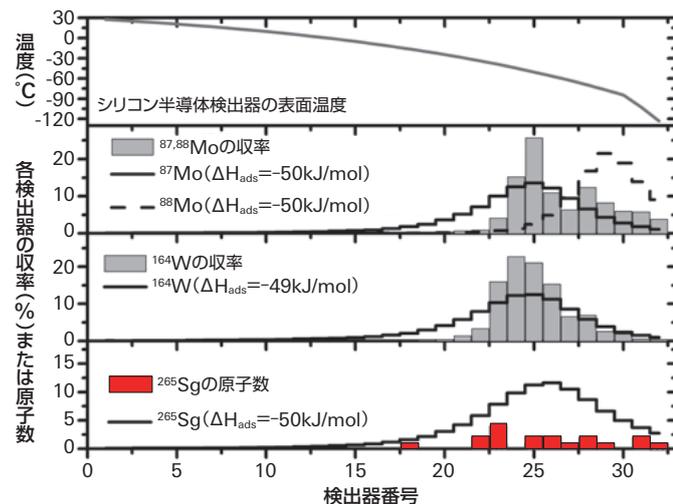


図5 Mo, W, Sgのカルボニル錯体の吸着分布

棒グラフは実験値で、 $^{87}\text{Mo}$ 、 $^{88}\text{Mo}$ 、 $^{164}\text{W}$ 、 $^{265}\text{Sg}$ のカルボニル錯体がどの検出器にどれだけ吸着したかを示している。どれも吸着分布が似ている。一方、モンテカルロシミュレーション (MCS) によってそれぞれの吸着エンタルピー ( $\Delta H_{\text{ads}}$ ) を解析したところ、等しいことが分かった。折れ線グラフはMCSで求めた吸着分布。



体検出器が32個ずつ上下に並んでいて、カルボニル錯体はその間を移動していく。検出器の表面温度は、入り口は室温で次第に温度が低くなり一番奥は $-120^{\circ}\text{C}$ になっている。カルボニル錯体の揮発性が低ければ入り口近くで検出器に吸着し、揮発性が高ければ奥の方で吸着するため、その位置から揮発性の度合いを示す物理量、吸着エンタルピーが分かる。

まず、モリブデン (Mo) とタングステン (W) のカルボニル錯体について計測。その後で $^{265}\text{Sg}$ のカルボニル錯体について計測した。17日間加速器を運転し、18個の $^{265}\text{Sg}$ のカルボニル錯体を観測することに成功。「 $^{265}\text{Sg}$ のカルボニル錯体の吸着エンタルピーは、MoとWのカルボニル錯体の値とほぼ同じでした (図5)。最新の相対論的分子軌道計算の力も借りて、Sgが第6族元素に特徴的な性質を示すことを実証できました」

超重元素を含む有機金属錯体の合成

に成功したのは、今回が初めてである。これまでの、重イオンビームによって有機金属錯体の合成に必要な試薬が壊れてしまい、合成できなかったのだ。GARISガスジェットシステムは重イオンビームを完全に除去できるため試薬が壊されず、有機金属錯体の合成が可能になった。今回の成果は、超重元素の有機金属錯体を対象とした系統的な化学研究に道を開くものだ。

### ■ 新元素の化学の進化は続く

「今回の実験はシーボーギウム (Sg) 化合物の気体状態での性質を調べたものですが、溶液中での性質を調べることも重要です。現在、RI応用チームの小森有希子 特別研究員が中心となって、GARISガスジェットシステムに結合する次世代の溶液化学分析装置を開発しています」。羽場TLは続ける。「GARISガスジェットシステムは、Sgを調べるためだけにつくったものではありません。さ

### 関連情報

●2014年9月19日プレスリリース  
106番元素シーボーギウム (Sg) のカルボニル錯体の合成に成功

らに重い超重元素の研究も可能です。すでに原子番号107のボーリウム (Bh) の化学的性質を調べるための準備を開始しています」

113番元素は? 「113番元素について調べるには、大きなブレイクスルーが必要です。Sgの半減期は約10秒で、どうにか化学実験室まで運び出して実験をすることができました。しかし113番元素の半減期は、最も長寿命の同位体でも1秒程度しかありません。さらに、113番元素の生成率はSgよりも1桁以上小さいのです」

だが、羽場TLは諦めてはいない。「半減期とは放射性元素が壊変して原子数が半分になるのにかかる時間ですから、半減期より長い寿命を持つものもあります。より迅速で高感度な化学分析装置を開発できれば、実験が可能になるでしょう」。合成された原子核を効率よく分離して、収集することも重要だ。超重元素研究グループでは原子番号118を超える超重元素の探索に向けて分離・収集能力をさらに向上させたGARIS-IIを開発中であり、化学実験でも活躍が期待されている。

「現在発見されている元素は118種類で、周期表の第7周期が第18族まできっちり埋まっています。119番元素が見つかったら、周期表に新しい周期を加えなければなりません。第8周期に入っても性質の周期性は失われていないのか。思いもよらない性質が出現するのか。ぜひ調べたい」。羽場TLは目を輝かせる。

(取材・執筆: 鈴木志乃/フォトンクリエイト)

これまで、生きた細胞内で起きている

タンパク質などの動きや変化を高解像度で観察することは難しかった。

理研 光量子工学研究領域 生細胞超解像イメージング研究チームの中野明彦チームリーダー (TL) と

黒川量雄 専任研究員 (以下、研究員) たちは、生きた細胞内の動態を高解像度の3次元の動画、つまり4次元で捉える

「ライブセル4次元イメージング」の技術開発を行い、膜を介したタンパク質の輸送システムを

解明する研究を進めている。「タンパク質が小胞という膜に包まれて小胞体からゴルジ体へ輸送される絵が

教科書に描かれていますが、誰もその小胞の動きを見たことはありませんでした」

そう指摘する黒川研究員は、ゴルジ体がタンパク質を受け取りに来るという、

教科書を書き換える現象を明らかにした。

# 細胞内のタンパク質の輸送システムを ライブセル4次元イメージングで解明する

## ■ 膜交通を可視化する

ヒトなど真核生物の細胞内には、核やミトコンドリア、リボソーム、小胞体、ゴルジ体など、脂質の膜で仕切られた独自の機能を持つ区画「細胞小器官」が存在する。細胞内でつくられるタンパク質のうち約3分の1は小胞体からゴルジ

体へ運ばれ、ゴルジ体で糖鎖が付けられた後、ほかの細胞小器官や細胞膜へ運ばれたり、細胞外へ分泌されたりする(図1)。そのタンパク質の輸送は脂質の膜を介して行われ、「膜交通」と呼ばれている。膜交通によりそれぞれのタンパク質が働くべき場所に正しく輸送される

ことで、生命活動は維持されている。

この膜交通で働く遺伝子やタンパク質の解明が進み、膜交通の仕組みを説明するモデルがつけられてきた。しかし、実際に生きた細胞の中で起きている膜交通の動きを観察して、モデルが正しいかどうかを検証することは難しかった。

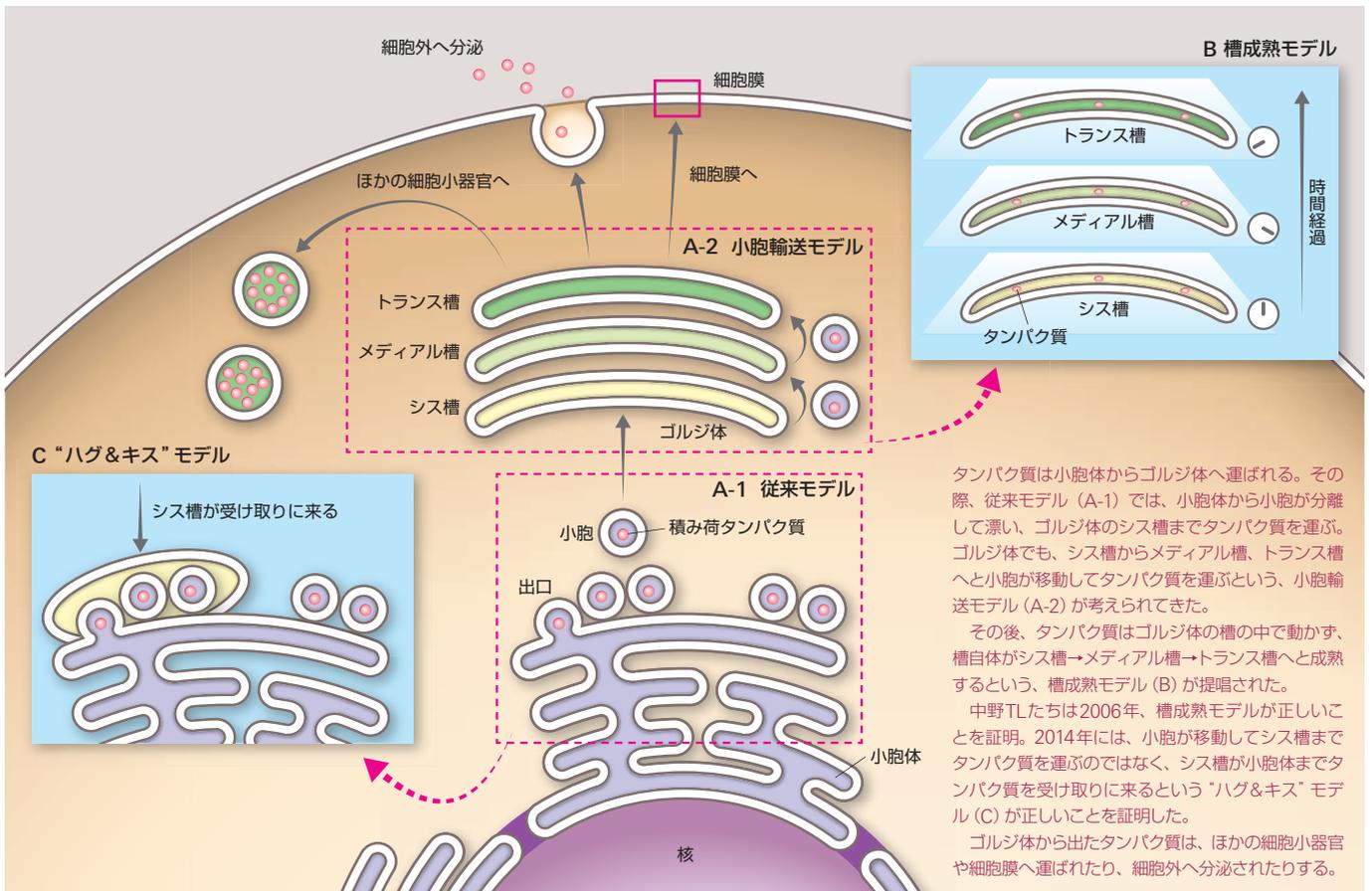


図1 膜を介したタンパク質輸送システム「膜交通」のモデル

**中野明彦** (なかの・あきひこ)

光量子工学研究領域  
エクストリームフォトニクス研究グループ  
生細胞超解像イメージング研究チーム  
チームリーダー

1952年、北海道生まれ。理学博士。東京大学大学院理学系研究科生物化学専攻博士課程修了。国立予防衛生研究所化学部 主任研究官、カリフォルニア大学バークレー校 研究員、東京大学理学部 助教授などを経て、1997年、理研 主任研究員。2013年より現職。理研グローバル研究クラスター ぼう船内実験チーム チームリーダー (兼務)。東京大学大学院理学系研究科 教授 (兼務)。



膜交通では、タンパク質を包み込んだ直径50~100nm (1nm = 10億分の1m) の小さな膜「小胞」が細胞小器官の間を高速で動き回っていると考えられてきた。その様子を光学顕微鏡で観察するのは不可能だった。可視光波長(400nm前後)の半分、約200nmが解像度の限界だったからだ。そのため小胞の観察には、条件次第ではnmレベル以下の解像度も得られる電子顕微鏡が用いられてきた。しかし電子顕微鏡では、観察対象に化学固定などの処理をして真空状態で観察しなければならないため、生きた細胞での小胞の動きを直接観察することができない。

近年、蛍光分子局在顕微鏡法(PALM/STORM)や誘導放出制御法(STED)など、200nmを切る高解像度を実現する蛍光顕微鏡の技術が開発され、その開発者に2014年のノーベル化学賞が贈られた。「ただし、それらの手法は特殊な撮影法を用いるため、3次元の動画をつくることは難しいのです。1997年に理研に着任した私は、小胞の動きを3次元動画で捉えることができるライブセル4次元イメージングの技術開発を始めました」

そう振り返る中野TLは、撮影速度の速いスピニングディスク共焦点スキャナーと、高感度カメラを組み合わせることで、100nm以下の解像度で約10秒間隔の3次元動画をつくることのできる顕微鏡を2004年に完成させた。「私たちは、高感度で撮影した画像中の蛍光の広がりから、デコンボリューションという数学の手法により光源の位置を逆算して特

定することで、100nm以下の解像度を実現しました」

**■ ゴルジ体をめぐる大論争に決着**

中野TLたちが開発した新しい顕微鏡は、ゴルジ体に関する十数年来の大論争に決着をつけた。ゴルジ体は、槽と呼ばれる平たい袋の形をしている。その槽はシス槽、メディアル槽、トランス槽の3種類に大別される。小胞体からまずタンパク質を受け取るのはシス槽で、メディアル槽を経てトランス槽からタンパク質は送り出される。3種類の槽の間は小胞によってタンパク質が輸送される、という「小胞輸送モデル」が考えられてきた(図1A-2)。

しかし1990年代に入り、タンパク質は槽の中で動かず、槽自体がシス槽からメディアル槽、トランス槽へと成熟していくという「槽成熟モデル」が提唱され(図1B)、どちらのモデルが正しいのか世界中の研究者を二分する激論が続

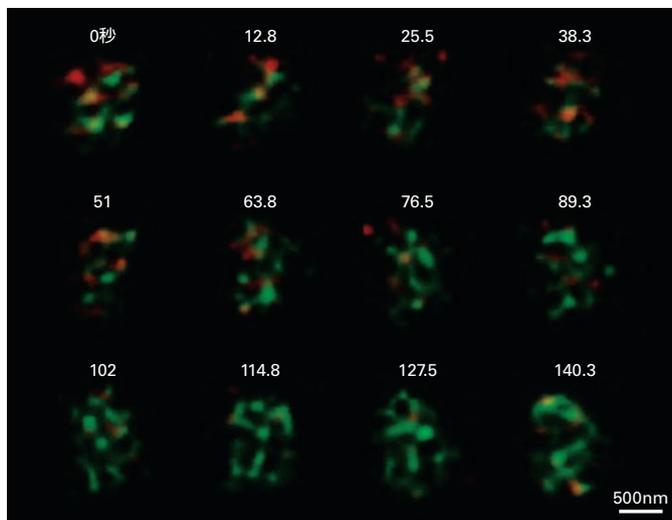
いた。

「シス槽、メディアル槽、トランス槽を、それぞれ異なる蛍光色で光るようにしてライブセル4次元イメージングを行い、一つの槽の色が変わらなければ小胞輸送モデル、色が変われば槽成熟モデルが正しいことになります」

中野TLたちは2006年、その実験を単細胞の真核生物である出芽酵母を使って行い、一つの槽がシス槽→メディアル槽→トランス槽へと成熟していく様子の画像化に成功した(図2)。槽成熟モデルが正しいことを証明したのだ(『理研ニュース』2006年9月号「研究最前線」参照)。

**■ シス槽がタンパク質を****受け取りに来ることを証明**

中野TLのもとで、顕微鏡の改良を進め、ゴルジ体を観察していた黒川研究員は2010年、ある現象に気付いた。「小胞体には、小胞に搭載されたタンパク質(積み荷タンパク質)が集まる出口があり



**図2 槽成熟モデルが正しいことを証明した連続画像**

ゴルジ体のメディアル槽を赤色、トランス槽を緑色で光らせている。一つの槽がメディアル槽(赤)からトランス槽(緑)へ成熟していく様子を捉えている。

撮影：STUDIO CAC

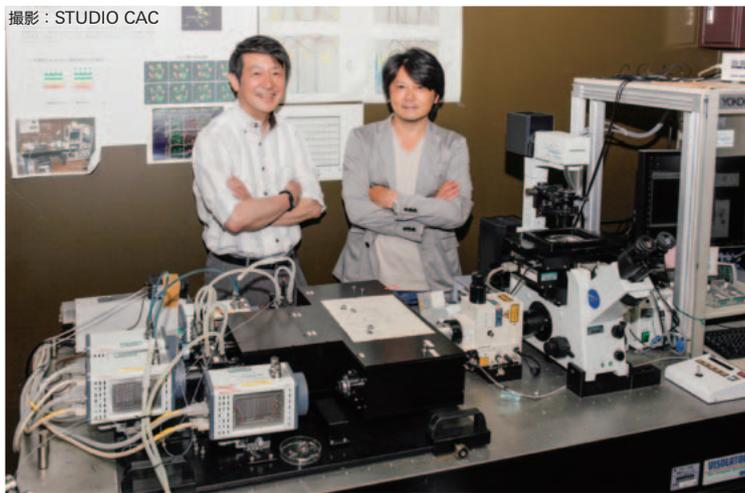


図3 高速高感度共焦点顕微鏡システム (SCLIM)

左が中野明彦 チームリーダー、右が黒川量雄 専任研究員。

ます。その出口にゴルジ体のシス槽が近づいては離れていくという動きが見えてきたのです。これまで、小胞体から小胞が分離して細胞内を漂い、シス槽にたどり着き、積み荷タンパク質を受け渡すというモデルが考えられていました(図1A-1)。しかし、それでは輸送効率が良くありません。もしかしたら、シス槽が小胞体の出口まで積み荷タンパク質を受け取りに来るのではないかと考え、中野TLに相談しました(図1C)

「確かにシス槽が受け取りに来る方が効率よく確実に積み荷タンパク質の輸送ができるので、面白いアイデアだと思いました。しかし、それはこれまでの膜交通の常識を覆す考え方です」と中野TL。

中野TLは2011年、米国で開かれた国際学会で、シス槽がタンパク質を受け取りに来るというモデルを発表した。「するとジェームズ・ロスマン、ランディ・シェックマン両博士から“従来の知見を無視している。証拠が不十分だ!”と反論されました」

反論したのは、膜交通の仕組みの解明により2013年のノーベル医学・生理学賞を受賞した2人であり、しかもシェックマン博士は中野TLがかつて米国で研究を行っていたときのボスだった。「超大物の2人から否定された私を、ほかの研究者仲間が慰めてくれました(笑)。やはり、小胞体の出口でシス槽が積み荷タンパク質を受け取る瞬間の動きをライブセル4次元イメージングで証明するしかないね、と黒川研究員に

言いました」

それには、顕微鏡の感度や時間分解能の向上が必要だった。中野TLと黒川研究員たちは、高感度のEM-CCDカメラを採用するとともに、拡大レンズや輝度を増幅する装置などを組み込んだ「高速高感度共焦点顕微鏡システム(SCLIM)」を2013年に完成させた(図3)。そのSCLIMでは2004年の顕微鏡よりさらに感度が向上し、約3秒間隔の3次元動画をつくることが可能になった。

「小胞体の出口でシス槽が積み荷タンパク質を受け取ることを証明するには、小胞体の出口に積み荷タンパク質がたまっているが、その積み荷をシス槽がまだ受け取っていない状態から実験をスタートさせる必要があります。高温の環境で培養すると積み荷タンパク質の合成は進むがシス槽への輸送は止まり、温度を下げると輸送が始まるという出芽酵母の突然変異体を用いた実験系を、岡本美智代研究員(現 千葉大学真菌医学研究センター 特任助教)が、数年間かけてつくり上げました」と中野TL。

黒川研究員は2014年、その実験系を使って積み荷タンパク質を緑色、シス槽を赤色の蛍光で光らせ、3.5秒間隔の3次元動画により小胞体の出口でシス槽が積み荷タンパク質を受け取る瞬間の動きを捉えることに成功した(図4)。

「シス槽が1回に受け取る積み荷タンパク質の量はごくわずかなので、そこからの微弱な蛍光を捉えるには、SCLIMの高い感度が必須でした」と黒川研究

員。中野TLは、「その連続画像をシェックマン博士に見せたところ、“うーん”とうなった後、“信じるよ”と。ライブセル4次元イメージングの強みです」と振り返る。

### ■ “ハグ&キス”の謎

シス槽はどのようにして積み荷タンパク質を受け取るのか。小胞体の出口に積み荷タンパク質を含む小胞がたまっている。シス槽がその出口に近づくと繫留タンパク質の相互作用などにより小胞を2~3秒間抱きかかえ、シス槽と小胞の膜が融合して積み荷タンパク質を受け取ると考えられる。中野TLはそれを“ハグ&キス”モデルと名づけた(図1C)。

では、シス槽はどのようにして小胞体の出口を見つけるのか。「それはまだ謎です。出口からシグナルが出て、それをシス槽が感知して近づく。あるいは逆に、シス槽から出たシグナルを小胞体が感知してそこに積み荷タンパク質を搭載した小胞を集めて出口をつくっているのかもしれない」と中野TL。

黒川研究員は、「出芽酵母には“ハグ&キス”がうまくできない突然変異体があります。それを調べることでシグナルを突き止め、そのシグナルの動きもライブセル4次元イメージングで捉え、ハグ&キスの仕組みを解明していきたいと思います」と目標を語る。

### ■ タンパク質と脂質の相互作用から膜交通の仕組みに迫る

ゴルジ体に運ばれたタンパク質は、糖鎖が付けられた後、ほかの細胞小器官

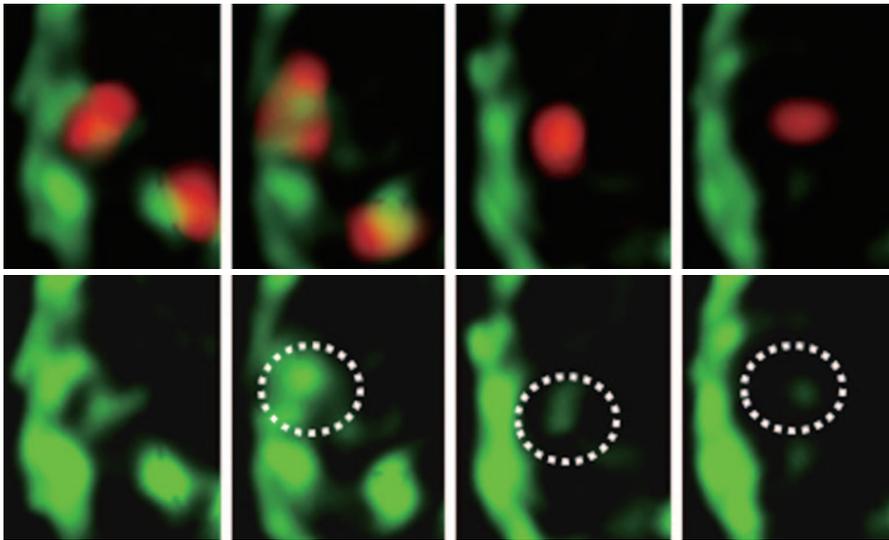


図4 “ハグ&キス”モデルが正しいことを証明した連続画像

積み荷タンパク質を緑色、ゴルジ体のシス槽を赤色で光らせている。シス槽（赤）が小胞体の出口の積み荷タンパク質（緑）に結合していることが分かる（上段）。下段は上段と同じシーンの画像から赤色を差し引いたもの。上段と下段を比較すると、シス槽が積み荷タンパク質を受け取っていることが分かる（破線円内の緑）。

や細胞膜、細胞外など目的地ごとに仕分けされて送り出される。「ゴルジ体から先のタンパク質の輸送経路は複雑に分かれています。その経路では小胞がタンパク質を輸送しているのかどうかも分かっていません。細胞外へ分泌されるタンパク質はチューブ状の膜が輸送しているというモデルもあります。ゴルジ体以降の輸送システムをライブセル4次元イメージングで検証していきたいと考えていますが、経路が複雑なためまだ十分に着手できていません」と中野TL。

それぞれのタンパク質を目的地に正しく輸送する膜交通の仕組みはどこまで解明されたのか。

タンパク質の一部に目的地を示す構造があり、運び手のタンパク質がそこに結合して膜と共に目的地へ輸送し、そこで積み荷タンパク質を降ろすと考えられている。「単細胞の出芽酵母でさえ、ゴルジ体へ運ばれる積み荷タンパク質は数百種類もあります。それらを仕分けて正しく目的地に輸送するのは大変な作業です。間違えて運ばれるタンパク質も多く、経路の途中にある関門でチェックして返送するルートがあることが分かってきました。そのような関門がたくさんあるので、最終的にはタンパク質は目的地に正しく届けられるのです。ただし、その関門のチェック機能もタンパク質が担って

おり、それらが細胞内の特定の場所まで正しく運ばれる必要があります。結局、タンパク質が目的地まで正しく輸送されるには、小胞や細胞小器官の膜を構成する脂質とタンパク質との相互作用が重要だと考えられています」と中野TLは解説する。

脂質には非常にたくさんの種類があり、細胞内の場所ごとに膜をつくる脂質の種類は異なっている。例えば小胞体の膜と細胞膜では脂質の性質が異なり、あるタンパク質は細胞膜となじみやすく、別のタンパク質は小胞体の膜となじみやすい。そのような“居心地の違い”が細胞内にあり、それぞれのタンパク質は居心地の良い脂質の膜に囲まれた目的地に定着するらしい。

「ただし、細胞内のそれぞれの場所の“居心地”を決める脂質の合成を担っているのもタンパク質（酵素）なのです。タンパク質が目的地に正しく運ばれる膜交通の仕組みは、ニワトリが先か卵が先かに似た難問です。理研には、小林俊秀主任研究員（小林脂質生物学研究室）をはじめ、脂質の専門家がたくさんいて、その可視化もできるようになってきました。タンパク質と脂質の相互作用をライブセル4次元イメージングで観察できれば、膜交通の仕組みを解明するための大きなステップになります」と中野TL。

#### 関連情報

- 2014年4月14日プレスリリース  
ゴルジ体シス槽は小胞体に接触し積み荷タンパク質を受け取る

## ■ ライブセル4次元イメージングを 実用化する

中野TLと黒川研究員たちは、今年度の完成を目指して、新しいSCLIMの開発を進めている。

「2013年版よりも感度を1,000倍向上させ、1秒間隔の3次元動画を撮影することを目指しています。それにより、ハグ&キスでも新しい現象が見えてくるはずです。私はライブセル4次元イメージングの改良を続け、教科書をうのみにせず、膜交通に関する従来のモデルを検証していきたいと思います」と黒川研究員は抱負を語る。

膜交通の不具合は、さまざまな病気の原因になると考えられる。例えば、インスリンの分泌異常は糖尿病、神経伝達物質の分泌異常は精神疾患の原因となり得る。また近年、脂質の膜が細胞小器官やタンパク質を取り込んで分解する「オートファジー」という現象の解明が進み、その機能低下が多くの病気と関連していることが分かり始めてきた。

中野TLは、「SCLIMは、膜交通やオートファジーなど、細胞内で起きるさまざまな現象の動きや変化を可視化する強力な手段です。SCLIMを私たちだけでなく、ほかの分野の人たちに活用してもらうため、実用化して市販する取り組みも進めます」と今後の計画を語る。

SCLIMによるライブセル4次元イメージングが普及することで、生命科学や医学におけるさまざまなモデルが検証され、研究が大きく進展すると期待される。

（取材・執筆：立山 晃/フォトンクリエイト）

多細胞システム形成研究センター（新生CDB）が  
2014年11月、発生・再生科学総合研究センター（旧CDB）を再編する形で発足した。  
そして今年4月、センター長に濱田博司氏が就任した。  
濱田センター長に、自身の研究者としての歩みや、  
新生CDBを率いる上での理念などを聞いた。

## 多細胞システム形成研究センター 濱田博司センター長に聞く

### ■ がん研究から体の左右非対称性が生じる機構の解明へ

——岡山大学医学部のご出身ですね。医学を志したのはいつごろからですか。

濱田：小学生のときにいろいろな科学者の伝記を読み、やがて基礎医学の研究をしたいと思うようになりました。なぜ病気になるのかといった仕組みに興味があったのです。そのために、大学院のときから遺伝子について学び始めました。1970年代後半、高等動物の遺伝子の研究が始まり、日本分子生物学会が発足したころでした。

——1979年に、米国NIH（国立衛生研究所）のがん研究所に赴任されました。どのような研究を進めたのですか。

濱田：所属研究室では、がん細胞で働いている遺伝子を探すことを目指していました。しかしそのような研究が世界中で大規模に進み、がんに関係する遺伝子が次々と見つかり始め、独自性を打ち出しにくくなっていました。

その後、1985年にカナダの大学で初めて自分の研究室を持ちました。そのころに、がん研究から発生生物学に転じました。具体的には、大学院生のときから興味を持っていた、筋肉や神

経などさまざまな細胞に分化することができる胚性腫瘍細胞に着目し、遺伝子の働き方が、未分化な胚性腫瘍細胞と分化後の細胞とでどう違うかを調べ始めました。1988年に帰国して東京大学医学部でもその研究を続けた私は、未分化な胚性腫瘍細胞だけで働いている*Oct3/4*という遺伝子を1990年に発見しました。

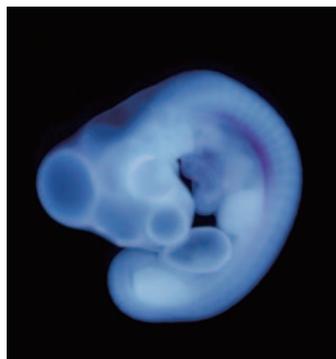
——京都大学の山中伸弥教授たちが2006年に、iPS細胞（人工多能性幹細胞）をつくるために導入した4種類の遺伝子のうちの一つですね。

濱田：そのような研究につながるとはまったく思ってもみませんでした。*Oct3/4*の発見は当時、ほとんど反響がありませんでしたね。

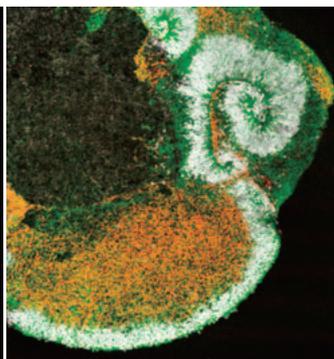
それまで私は体内から取り出した培養細胞でさまざまな遺伝子の働きを調べていました。しかし、培養細胞で起きる現象が本当に体の中で起きているとは限りません。1990年代になると、特定の遺伝子を発現しないようにするノックアウトマウスの手法が生命科学の分野で普及し始めました。

1995年に大阪大学に移った私は、培養細胞の研究で見つけ

### CDBが進める研究例



基礎：ニワトリ胚を使った基礎的な発生生物学研究



橋渡し：再生医療への応用を視野に入れた、ヒトES細胞（胚性幹細胞）から大脳皮質組織を作製する研究



応用：ヒトiPS細胞から作製した組織を移植する滲出型加齢黄斑変性の再生医療の臨床研究（第1例目の手術風景）



濱田博司 (はまだ・ひろし)

多細胞システム形成研究センター センター長

1950年、香川県生まれ。1979年、岡山大学大学院医学研究科博士課程修了(医学博士)。米国 国立衛生研究所がん研究所 客員研究員、カナダ ニューファンドランドメモリアル大学医学部 Assistant Professor、東京大学医学部生化学教室 助教授を経て、1995年、大阪大学細胞生体工学センター 教授に就任。2002年より大阪大学大学院生命機能研究科 教授(2015年4月より非常勤)。2012年4月から2014年3月まで同研究科長を務めた。2014年4月、紫綬褒章受章。2014年11月、慶應医学賞受賞。

た遺伝子をノックアウトすると、体の発生にどのような影響が出るのかを調べることにしました。すると、ある遺伝子をノックアウトしたとき、体の左右に異常が現れました。例えば、心臓は普通、左側にあるように、体の左右は非対称です。ところがその遺伝子をノックアウトしたマウスは、両側とも左になったのです。私はその遺伝子を *Lefty* と名づけ、1996年に発表しました。

*Lefty* は体の左側だけで発現します。もし *Lefty* が体の左を決めているのなら、それをノックアウトすると両側が右になるはずですが。逆になぜ両側が左になるのか、謎が解けず、1年間悩み続けました。私たちは、*Lefty* と同じ場所で発現する *Nodal* という別の遺伝子の研究も続けていて、それが謎を解く鍵になりました。実は左を決めているのは *Nodal* で、しかも *Nodal* が *Lefty* を発現させて自らにブレーキをかけるフィードバック機構になっていることが分かりました。*Lefty* がノックアウトされてブレーキが利かなくなると、*Nodal* が右側でも働き、両側が左になってしまうのです。

—なぜ体の左側だけで特定の遺伝子が発現するのですか。

**濱田**：1998年、東京大学の廣川信隆 教授たちが、発生初期の体(胚)にできるくぼみの中で繊毛が時計方向に回り体液(羊水)が右から左へ流れていることを発見し、それが左右の非対称を生み出すという説を発表しました。その後、羊水の右から左への流れを別の繊毛が感知して左側だけで特定の遺伝子が発現して、左右の非対称が生じることが分かってきました。

廣川教授たちの1998年の論文は、私の研究者人生で最もショッキングなものでした。自分の研究分野でまったく新しい概念が出てきたこと、しかもそれは私たちのように遺伝子だけを見ていたのでは分からないことだったからです。発生の仕組みを知るには、体全体を見る必要があります。その後、私は視野を広げ異なる分野の知見を積極的に取り入れることにしました。例えば、繊毛と羊水の流れを理解するには工学や流体力学の知識が必要です。発生過程でさまざまな遺伝子が発現していく現象の理解には、数学を使った分析が役立ちます。

## ■ 発生生物学をけん引してきた CDB

—2000年、発生・再生科学総合研究センター(旧CDB)が発足

しました。

**濱田**：当時、私たち発生物学の研究者にとっても、再生医学は遠い存在でした。基礎的な発生生物学と再生医学を結び付けるという理念で旧CDBを設立した人たちには、時代の先を見通す眼力があつたのだと思います。再生医学という出口を見据えて基礎的な発生生物学の研究者が一堂に会した研究所は、世界的にも例がありません。

—濱田センター長は2006年から今年3月まで、CDBの活動を評価して提言を行うアドバイザー・カウンシル(AC)の委員を務められました。

**濱田**：2年ごとに視察して、研究者たちと面談をしました。<sup>たけいち</sup>竹市雅俊先生(旧CDBセンター長)をはじめ世界的な研究者がいて、研究設備もそろっています。日本人のAC委員と、「ここに来ると、自分の大学へ帰るのがつらいね(笑)」と話していました。それほど素晴らしい研究環境でした。その環境を生かして非常に高いレベルの研究が行われていると評価していました。

## ■ 運営の透明性を高め、研究不正を防止する

—2014年に発足した多細胞システム形成研究センター(新生CDB)は、旧CDBとどこが変わったのですか。

**濱田**：職員の雇用は守りつつ、一部の人たちは理研のほかのセンターなどに籍を移し、規模を縮小しました。そして運営体制を一新しました。旧CDBではセンター長やグループディレクターたちが少数で運営を行っていました。それは、任期制の若手研究者には研究に集中してもらおうという意図があつたと聞いていますが、長く続いたことで弊害も出てきたのかもしれない。新生CDBでは、若手研究者や外部の人も含めた多数による、透明性を高めた運営体制に改めました。ただし、若手研



若手研究者と議論を行う濱田センター長

究者の負担がなるべく少なくなるように配慮していきたいと思っています。

——研究不正はどのように防ぎますか。

**濱田：**理研が定めたアクションプランに沿って、研究不正が二度と起きないように取り組んでいきます。また、研究不正の疑いが出たとき、検証が可能なように、実験データや試料をしっかりと保管していきます。ただし、細かい規則などをつくり過ぎて研究者を疲弊させないように気を付けたいと思います。

私は自分の研究室において、情報はオープンにして、実験ノートを誰でも見られるようにしてきました。また、議論を行うときは、指導教官と院生が1対1ではなく、生のデータを見ながらみんなが参加します。私が気付かないことを若い人が気付いて、研究の方向性を変えたこともあります。実験を行った本人はうまくいっていないと思うデータの中に面白い現象が隠れていて、それをほかの人が気付くこともよくあります。1人の人間の考えることには限界があり、予想外のことが大きな発見につながるのです。生データをみんなで議論することは、研究に役立つとともに、研究不正の防止にも効果があります。

## ■ 研究の質を維持しながら、基礎と応用をつなぐ

——旧CDBから継承すべきところはどこですか。

**濱田：**サイエンスのレベルの高さ、それに尽きます。そのためにセンター長に就任した4月1日、私は研究者の皆さんに、自分が本当に知りたい本質的な研究をしましょうとメッセージを送りました。

基礎的な発生生物学と応用的な再生医学を結び付けるという理念も継承します。発生生物学の基礎研究の質を高く維持することが、再生医学の基盤となるだけでなく、中長期的に見ればさまざまな病気の克服に必ず役立ちます。

新生CDBには、基礎と応用の橋渡しをしていたシニアの研究者がいなくなっていました。できれば、橋渡しできる人材をリクルートして、基礎と応用をつなげたいと思います。また、新しい取り組みも検討しています。月に2時間、基礎と応用の研究者が同席するセミナーを開き、そこに基礎は応用の研究者に、応用は基礎の研究者にぜひ聴かせたい講師を呼ぶようにして、互いの研究分野の状況を知り合えるようにしたいと思います。

## ■ 若手の登用、国際的なハブ機能を継承する

——人材育成をどのように進めますか。

**濱田：**これまでCDBでは、若手研究者に5～10年という任期で研究室主宰者のポストと研究費を与え、チャレンジができる機会を提供してきました。その際、どのような基準で人を選ぶのが重要です。現在の能力で評価するのではなく、その人が5年後、10年後にどれだけ成長するかで判断すべきです。これまでにどんなに素晴らしい論文を生み出してきた人であったとしても、CDBでやろうとしている研究テーマがつまらなくては成長は見込めません。その研究テーマがどれくらい問題の本質を突いているか、どういう手法で核心に迫ろうとしているのか、それを見極める必要があります。そのような採用基準を明示し、透明性をもって複数の人が選考に参加する形で、これからも若手の登用を続けていきます。

——CDBは国際的なハブとしての機能も果たしてきました。

**濱田：**昨年、旧CDBが廃止されるかもしれないという報道が流れた後、海外の多くの研究者から存続を求める手紙が文部科学省に届いたそうです。それほど国際的に大きな存在だったのです。海外から大阪大学の私の研究室を訪ねてくる研究者の多くが、旧CDBにも立ち寄っていました。

国際シンポジウム「CDBシンポジウム」は世界的に有名で、国内外の著名な研究者たちがこぞって参加を希望します。そこに、旅費を援助してアジアの学生を招待するなど、国際的な人材育成にも力を注いできました。予算の関係でやむを得ず今年から招待する学生の人数は縮小しますが、そのような国際的な役割も継承していきます。

——ところで、ご趣味は？

**濱田：**岡山大学医学部のとき、体育会を経験してみようと野球部に入りました。最上級生のときに同級生が私を含め2人になり、もう1人がエースだったので、私がキャプテンを務めて試合の采配も振りました。今でも悔やみ、夢でうなされる選手交代のミスがあります（笑）。研究者になってからも時々、野球観戦に出掛けています。特に甲子園球場の雰囲気大好きで、よく行くのは3塁側アルプススタンド上段。そこから見る夕暮れの情景は格別です。

(取材・構成：立山 晃/フotonクリエイト)

## 塗布型の有機薄膜太陽電池、 変換効率10%を達成

半導体ポリマーの配向性制御が鍵

2015年5月26日プレスリリース

シリコンでつくった太陽電池が普及している。そのエネルギー変換効率は20%程度に達するが、製造コストが高く、重くて曲げることができないため設置場所が限られる。そのため、薄くて軽く、曲げることができる塗布型の有機薄膜太陽電池(OPV)が注目されている。既存の印刷技術を使って低コストで大量につくれる点も大きな魅力だが、課題はシリコン太陽電池の半分以下にとどまっている変換効率だ。

太陽電池はp型半導体とn型半導体が接合した構造になっており、そこに光が当たると電子とホールがペアが発生し、分離した電子とホールが電極に到達することで発電する。塗布型OPVは、n型のフラレン誘導体(炭素原子によるサッカーボール状の構造物)とp型の半導体ポリマー(高分子の有機化合物)を有機溶媒に溶かして混ぜ、それを基板上に印刷機で塗布してつくる。塗布型OPVも電子とホールを多数発生するが、移動性が劣るため電極に到達する数が少ない。そのため、ホール移動度の向上を目指し、溶解性・結晶性・配向性に優れるさまざまな半導体ポリマー分子が開発されているが、設計指針を与える研究事例は少ない。

理研 創発分子機能研究グループの尾坂 格<sup>いたる</sup> 格上級研究員、瀧宮和男グループディレクターらの研究グループは2012年、新たなp型半導体ポリマー「PNTz4T」を開発した。PNTz4Tは、ポリマー同士の相互作用が強くフラレン誘導体と混ぜても結晶化しやすい一方、溶媒にも溶けやすい。研究グループ<sup>\*</sup>は今回、PNTz4Tとフラレン誘導体で塗布型OPVを作製し、素子構造とPNTz4T分子の配向が変換効率にどう影響するかを調べた。

まず、発電層の厚さが約150nm(1nm=10億分の1m)と約300nmの素子をつくり両者を比較したところ、厚くすることで変換効率が6%から8.5%に向上した。従来の塗布型OPVでは発電層を厚くすると変換効率は低下したが、ホール移動度が高いPNTz4Tを使えば向上することが分かった。次に、陽極側から太陽光を取り入れ陰極側を基板とする素子(順構造)と、電極配置を入れ替えた素子(逆構造)をつくり比較したところ、逆構造の変換効率がさらに高くなり10%に達した。その理由を探るため、X線構造解析でPNTz4T分子の配向性を詳しく調べた。

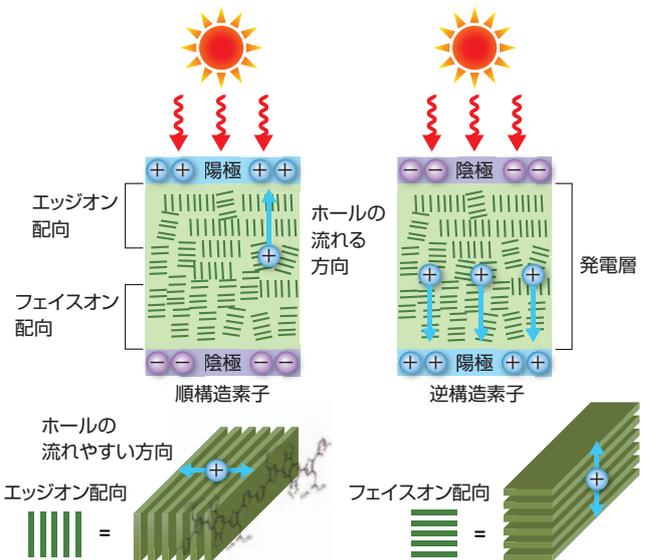


図 PNTz4Tを用いた順構造と逆構造の塗布型OPV(模式図)

p型の半導体ポリマー PNTz4Tとn型のフラレン誘導体を混ぜた塗布型OPVで、電極配置が順構造と逆構造の素子を作製。変換効率は順構造で8.5%、逆構造で10%となった。緑色の板状のものがPNTz4T分子を表しており、発電層のPNTz4T分子の周りにはフラレン誘導体が存在するが、ここでは描いていない。PNTz4T分子は、発電層中で基板に垂直に並ぶ状態(エッジオン配向)と平行に並ぶ状態(フェイスオン配向)を取り得るが、順構造と逆構造のどちらでも、下部にフェイスオン配向の分子が、上部にエッジオン配向の分子が多く分布する。そして、フェイスオン配向では上下方向にホールが流れやすい。そのため、陽極を下部に配置した逆構造の方が、変換効率が高くなる。

その結果、発電層中では①PNTz4T分子が基板に垂直に並んだ状態(エッジオン配向)と平行に並んだ状態(フェイスオン配向)が混在しており、②逆構造の方がフェイスオン配向の分子が多いこと、また、③順構造と逆構造のどちらでも、下部電極側にフェイスオン配向の分子が、上部電極側にエッジオン配向の分子が多く分布することが分かった(図)。フェイスオン配向は上下方向にホールが流れやすい。このため、フェイスオン配向の分子が多く分布する下部に陽極を配置した逆構造の方が、変換効率が高くなったと考えられる。

本研究は、どのような半導体ポリマーをどのような素子構造にすると変換効率が上がるかについて、具体的指針を与えるものである。PNTz4Tにさらなる改良を加え、実用化の目安とされる15%の変換効率の達成が期待される。

●『Nature Photonics』(2015年5月25日号)掲載

<sup>\*</sup>研究グループのほかのメンバー：北陸先端科学技術大学院大学の村田英幸教授、Varun Vohra博士研究員、高輝度光科学研究センターの小金澤智之研究員など。

## 生体外での臓器育成を目指す研究者

生体外での臓器育成、つまり細胞から臓器をつくり出すことができる装置の開発を目指している研究者が、多細胞システム形成研究センター（CDB）にいる。器官誘導研究チームの石川 潤（りゅん）リサーチアソシエイト（RA）だ。目標達成への大きな一歩として、摘出した臓器の血管にチューブをつなぎポンプで培養液を流しながら培養する「臓器灌流培養システム」を開発し、ラットの肝臓の長時間保存と蘇生に成功した（図）。移植医療の現場では、ドナー（臓器提供者）数が不足している。今回の成果は、ドナー臓器の保存時間の延長と、機能障害によって移植不適応だった心停止ドナーの臓器の利用を可能にし、臓器移植の課題解決につながるも期待される。「途中、研究が嫌になりかけたときもありましたが、ラットの肝臓を初めて機能障害を起こさずに培養できたときと肝臓の移植に成功したときは、本当にうれしかった。日付まで覚えています」。そう語る石川RAの素顔に迫る。



### 石川 潤

多細胞システム形成研究センター  
器官誘導研究チーム  
リサーチアソシエイト

#### いしかわ・じゅん

1984年、埼玉県生まれ。修士（工学）。東京理科大学基礎工学部生物工学科卒業。同大学大学院基礎工学部生物工学博士課程単位取得後退学。2014年より理研 発生・再生科学総合研究センター（CDB）器官誘導研究グループ研修生。2015年4月より現職。

「昆虫が大好きだった」と石川RA。小学生のとき、自由研究でセミの羽化を観察し、表彰された。「教師だった母の貢献も大きかった」と笑う。ピアノ、トランペット、習字、水泳と多くの習い事をし、将来は医者か研究者になりたいと思っていた。しかし、県内トップクラスの高校に入学すると、状況が一変。「自分は勉強ができると思っていたのに、周りにははるかに優秀な人ばかり。伸び切っていた天狗の鼻がポキッと折れてしまいました。勉強も嫌になり、ぐれてしまいました」

高校卒業後、予備校にも通わずアルバイトをして過ごしていた。そんなある日、母と久しぶりに話をした。「父は製薬会社の研究員でしたが、私が小さいころに転職しています。それは、私との時間を大切にしたいからだったと言うのです。そういえば、小学生のころは父が勉強を教えてくれていました。このままでは両親にも申し訳ないと、真剣に受験勉強を始めました。結局、大学入学まで3年かかってしまいました。でも、あの3年があるからこそ、今の自分がいるのだと思います」

東京理科大学基礎工学部生物工学科に進学し、4年からは辻 孝教授の研究室に所属。「研究室見学で、ラットの肝臓を培養しているシャーレを見せてもらいました。肝臓を見るのも

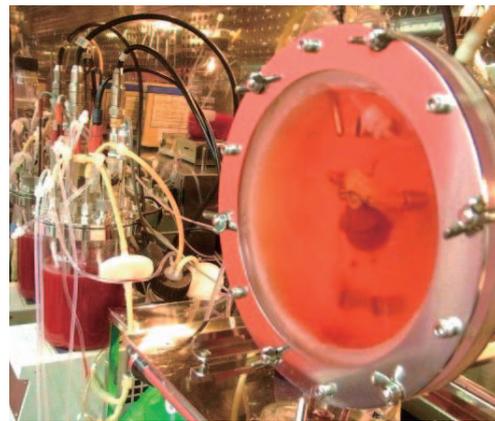


図 臓器灌流培養システム

培養容器（右）に入れた肝臓の血管にチューブを接続し、酸素を運ぶ赤血球と栄養を含んだ培養液をポンプで流す。培養液の温度やpH、酸素濃度を制御できる。

初めてでしたし、肝臓の育成を目指していると聞き、これは面白い!と思ったのです」。しかし、肝臓は培養すら難しかった。「培養液に浸すだけでは、機能が低下していきます。私たちは生体の仕組みに学ぶべきだと考え、血管に培養液を流しながら培養するシステムをつくりました。酸素を運ぶために、培養液に赤血球を加える工夫もしました」。それでも機能は落ちてしまう。「酸素や栄養が足りていないのだと考えました。培養温度を下げると細胞の活性が下がり、必要な酸素や栄養が少なくて済みます。さまざまな温度を試した結果、22℃の場合48時間培養しても機能障害が起きないことがわかりました」。現在の移植医療で行われている低温保存より状態が良く、22℃で24時間灌流培養した肝臓を移植したラットの生存率が100%であること、心停止によって血流が途絶えて障害が起きた肝臓を摘出して灌流培養すると機能が回復し移植が可能になることも確認し、2015年4月に発表した。

「辻先生がこの研究に着手して9年、私が加わってからだけでも6年かかっています」。途中、企業への就職を考えたこともあった。2014年には辻 教授が理研CDBで研究チームを立ち上げ、石川RAもCDBへ。特に苦勞した点は？「移植です。医師に血管の縫合技術を教えてもらい、必死に修得しました。教えられたことができない自分が許せないんです。そんな性格が幸いました」。朝、移植したラットの様子を見るのが日課だ。「鼻の動きや体毛の様子から体調が分かるようになり、先輩から『ラットと話せる男』と呼ばれたことも（笑）」

今回の成果をヒトへ応用するため、ヒトと臓器の大きさが近いブタの臓器の培養を計画している。最終目標は臓器の育成だ。人工的につくった血管網を灌流培養システムにつなぎ、その血管網の上にiPS細胞（人工多能性幹細胞）などからつくった肝臓の前駆細胞を置けば自己組織化によって立体的な肝臓ができると考え、研究を着々と進めている。石川RAは力強く言う。「臓器培養・育成の父と呼ばれるような研究者になりたい」と。

（取材・執筆：鈴木志乃／フotonクリエイト）

## 「理化学研究所 横浜キャンパス一般公開」のお知らせ

理化学研究所横浜キャンパスでは、今年も横浜市立大学鶴見キャンパスとの共催による「一般公開」を開催します。一般公開では、普段は見ることのできない実験設備や施設を公開し、研究活動やその成果について理解を深めていただく機会を提供しています。

当日は、研究者による講演会（全4イベント）をはじめ、分子模型キットを用いてタンパク質やDNAの形を楽しみながら理解できる体験イベント（全33イベント）、植物科学の研究室を実際に見学しながら研究内容について学べる見学ツアー（全11イベント）、セミナー（全2イベント）、ビデオ上映、ポスターによる研究発表（全36イベント）など、子どもから大人まで気軽に科学の魅力に触れられるプログラムを数多く用意しています。

皆さまのご来場をお待ちしています。（入場無料）



日時	2015年8月29日（土） 10：00～17：00（※入場は16：00まで）
場所	理化学研究所横浜キャンパス 〒230-0045 神奈川県横浜市鶴見区末広町1丁目7番22号
アクセス	JR・京急鶴見駅より無料シャトルバスを運行
詳細	<a href="http://www.yokohama.riken.jp/openday2015/">www.yokohama.riken.jp/openday2015/</a>
問合せ	理化学研究所 横浜事業所 TEL：045-503-9111（代表）

## 「理化学研究所 新技術説明会」開催のお知らせ

対象分野：イメージング／デバイス

2015年9月11日（金）に科学技術振興機構（JST）共催「理化学研究所 新技術説明会」を開催致します。

研究者自ら研究成果を発表するほか、個別面談もお受け致します。

皆さまのご来場をお待ちしています。

日時	2015年9月11日（金）13：00～17：00
場所	東京都千代田区五番町7 K's五番町 JST東京本部別館ホール 最寄駅：市ヶ谷駅
入場料	無料（事前登録制） <a href="http://jstshingi.jp/">http://jstshingi.jp/</a>
主催	国立研究開発法人 理化学研究所 国立研究開発法人 科学技術振興機構
問合せ	理化学研究所 産業連携本部 技術移転企画課 TEL：048-462-5475 FAX：048-462-4718

### 発表者一覧

- 湯本正樹** 研究員  
光量子工学研究領域 光量子技術基盤開発グループ  
光量子制御技術開発チーム
- 高橋幸生** チームリーダー  
放射光科学総合研究センター 利用技術開拓研究部門  
可視化物質科学研究グループ 構造可視化研究チーム
- 磯部圭佑** 研究員  
緑川レーザー物理工学研究室
- 石黒亮輔** 客員研究員  
創発物性科学研究センター 量子情報エレクトロニクス部門  
量子凝縮相研究チーム
- 神野伸一郎** 客員研究員  
ライフサイエンス技術基盤研究センター 生命機能的イメージング部門  
イメージング応用研究グループ 次世代イメージング研究チーム
- 田中克典** 准主任研究員  
田中生体機能合成化学研究室

\*詳細スケジュールは理研Webサイトでお知らせ致します。

## 全舷上陸！ 笹ヤブ突入！

野中 潤 のなか・じゅん

本部広報室 業務嘱託（報道担当）

新聞社に40年ほど在籍しました。新しいことを追っている割には古い慣習が残っているのも新聞社らしいところで、「ゼンゲン」もその一つです。新聞記者などが、新聞休刊日の前日などに部署単位で旅行することをいいます。ゼンゲンはもともとは海軍用語で、漢字では「全舷」です。艦の乗組員の半数が寄港地に上陸して休暇を取り、半数が艦に残ることを「半舷上陸」といい、全員が上陸を許されることを「全舷上陸」といっていたようで、それが転じてゼンゲンになったと聞いています。軍の用語では、遊軍ってのもありますね。

ゼンゲンは全員参加で召集がかかるので、まず欠席は許されません。特に若手は“事前取材”という重要な役割を担うため、特別に早退が許され、温泉（これは必須条件）に直行して宴会場や部屋のチェックはもちろん、旅館周辺の情報も収集し、2次会、3次会に備えます。大事なのが部屋割り。問題となりそうな人をどの部屋に隔離するかを決めます。

さて、全員が宿に到着。一風呂浴びた後、宴会が始まります。アルコールが回るにつれ、席を離れてあちこちで議論の輪ができます。大体、デスク・部長vsヒラ記者という構図です。最初は社会や経済の動きに関する見方や、社としてのスタンスなど真面目な議論なのですが、酔いが回るにつれ、日ごろの鬱憤も加わって、双方、つまらないことでもかみ合わず、激論になります。やがて取っ組み合いになり、エビ天や刺し身のツマが空を飛ぶようになると、宴会もクライマックスに達します。部屋に戻っても延々と続きます。翌朝、障子が破れていたり、花瓶が倒れているのもよくあることで、宿側に平謝り。何とか出入り禁止にならなくて済むのです。大げんかをした当人同士はケロッとしているのがルール。そしてなぜか戦友になります。

ゼンゲンは管理職にとってもヒラ記者にとっても結構な苦行なのですが、私が新聞社に入社した70年代半ばから90



写真・  
笹ヤブ突入！右から  
2番目が筆者。人相  
悪ッ。クタクタです。

年代にかけては、この行事を「やめよう」という気配はまったくありませんでした。逆にその時期が近づくときわそわし始めます。管理職にとっては部下が何を思い、何を表現したいと思っているのかを探る場であり、ヒラ記者にとっては日ごろのフラストレーションをストレートにぶつける唯一の場であったのかもしれませんが。やる意味は？といわれると、こんなアナクロ感満載でお行儀が悪い旅行ですので、説明し難いのですが、本音では、こんな職場にいられたことを幸せだったと思っています。新聞社がそれぞれ風通しがいい理由の一つであるかもしれません。今でもOB会などに出ると「あのとき、おまえが言っていたことだけどなあ」と先輩に怒られます。こちらも結構鮮明に覚えているから不思議で、苦笑しながらもしっかり反論します。「記者ってやつはいつまでたっても」というところですね。

女性記者も増え、さすがにゼンゲンは成り立たなくなったようです。その代わりに、ここ十数年は毎年6月に、新聞社の若手連中（といっても40代ですが）と志賀高原へ「ネマガリダケ」という山菜を採りに行っています。地方によってはヒメダケなどと呼ばれている30cmくらいの細いタケノコです。ただ、これを採るには雪の重みで十分にしまった笹が密集したヤブに、意を決して入らなければなりません。軍手、長靴の重装備に、クマよけの鈴を付けて突入します。笹を踏みつけバランスを取りながら探すが、笹の反発力は半端ではなく、足を取られ、転倒し青あざが体中に。これもゼンゲンに勝るとも劣らない“苦行”なのです。

苦行の後は宿に帰って山菜づくめの料理で宴会になります。話題はもっぱらプライベートなことで、社会経済のことは後回し。ただ、今年に限ってはなぜか私に質問が集中して、いささか閉口。まあ、そこは想定問答どおりに、何とか。

### 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)

理研 寄附金  
Support RIKEN

http://www.riken.jp/