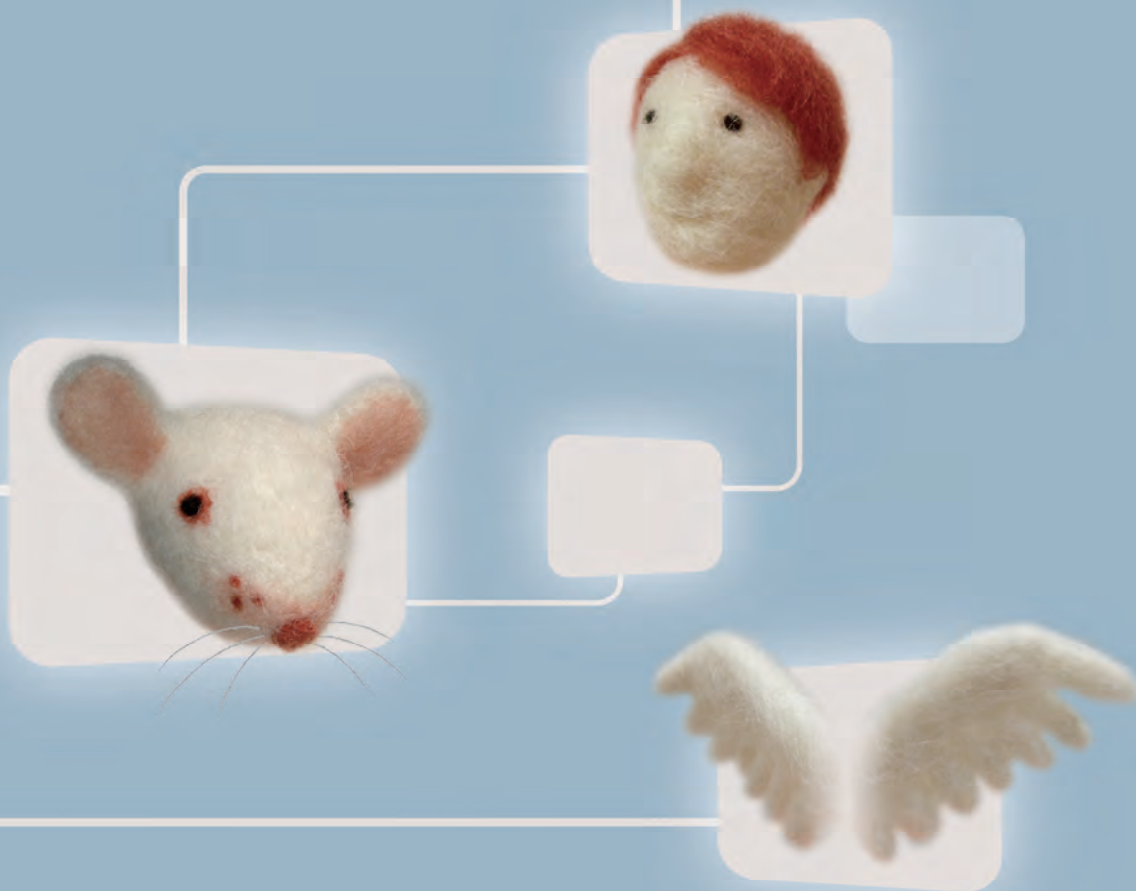


# RIKEN NEWS

ISSN 1349-1229

独立行政法人  
理化学研究所

5 NO.359 May 2011



02 研究最前線

## 進化する超微細加工技術 —ELID研削法からブロードバンド加工へ

06 研究最前線

## オントロジーで世界をつなぐ —あらゆるデータベースを統合する技術に挑む

10 特集

## システムズケミカルバイオロジー研究を マックスプランクと連携してスタート 「理研-マックスプランク連携研究センター」を設立

13 SPOT NEWS

### 遺伝子組換え作物の客観評価法を確立 すべての代謝物を対象とした解析研究「メタボロミクス」で実現

14 FACE

### 目に見えない原子核の大きさを調べる研究者

15 TOPICS

- ・新理事に大江田憲治氏
- ・新研究室主宰者の紹介
- ・わが国初のXFEL施設が完成、愛称は「SACLA」

16 原酒  
米国で得たもの

さくら

RIKEN Mobile





# 進化する超微細加工技術

## —ELID 研削法からブロードバンド加工へ

レンズや半導体基板といった光学・電子部品などの精密加工では、物質表面を削る研削と、鏡面のようにきれいな面に仕上げる研磨が、その性能を左右する。

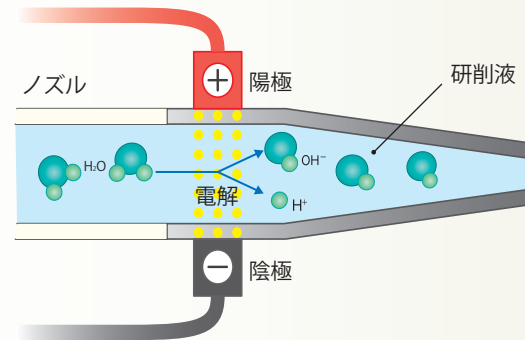
そこに画期的な技術革新をもたらしたのが“ELID 研削法”だ。

この手法を使うと、研磨することなしに表面の凹凸をナノレベル（100万分の1mm）の超高精度に上げることが可能。

ELID 研削法を開発した大森整 主任研究員が率いる大森素形材工学研究室は、研究者や技術革新に挑む企業のエンジニアがしばしば訪れる駆け込み寺となっている。

さまざまなニーズに対処するなかで ELID 研削法は日々進化を遂げ、次なる目標“ブロードバンド加工”に動き始めている。

タイトル図：  
デスクトップ型 ELID 加工機を使った  
マイクロ・ファブ리케이션



イラストは、デスクトップ型 ELID 加工機における加工時の模式図。ノズル内の水の電解で生じた水酸化物イオン (OH<sup>-</sup>) が砥石にかかると、砥石表面の導電材イオンと反応する。すると不導体被膜が形成され、砥粒 (切れ刃) が砥石表面に突出し目立てができる。この状態でワークが研削できるようになる。研削が進行すると砥粒が摩耗し、不導体被膜ははがれる。そして再び OH<sup>-</sup> が砥石にかかり導電材が溶けだす。このサイクルが繰り返されることで、いつも同じ量の目立てが行われつつ、ワークが研削されていく。



私たちの技術を使って、  
日本人研究者にノーベル賞をとってもらおうこと。  
それが私の夢です。

**大森 整** 基幹研究所  
大森素形材工学研究室  
主任研究員  
Hitoshi Ohmori

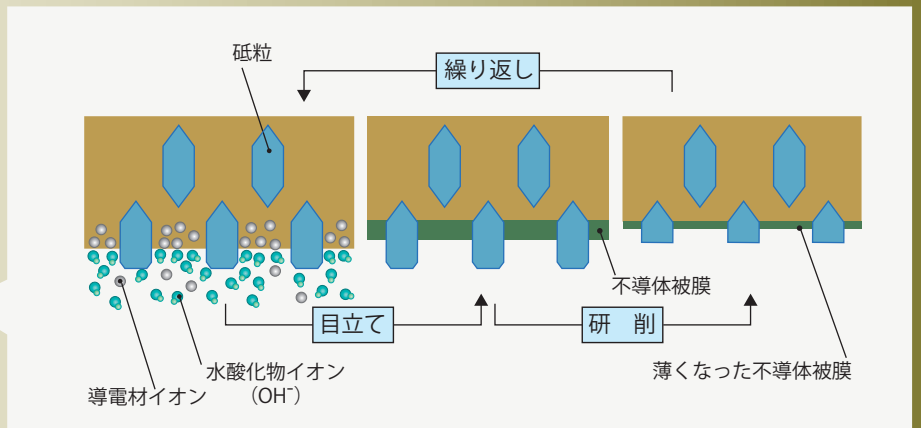
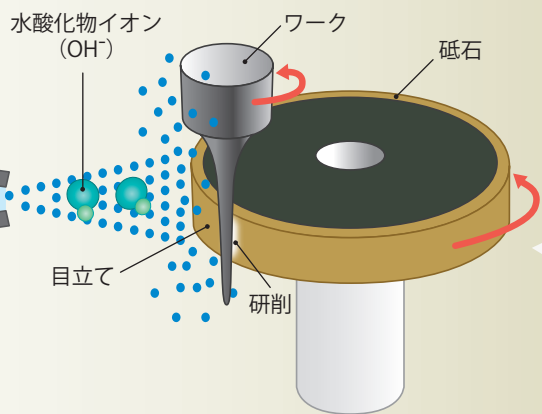
おおもり・ひとし。1962年、茨城県生まれ。東京大学大学院工学系研究科博士課程修了。1991年、理研素形材工学研究室研究員。副主任研究員を経て2001年より現職。専門は超精密・超微細機械加工研究。

### ■進化し続ける ELID

大森整 主任研究員が ELID (ELectrolytic In-process Dressing: 電解インプロセスドレッシング) 研削法を発表したのは、今から約四半世紀前の1987年。当時は鏡面加工する場合、研削した後に研磨する、この二つの工程が必要だった。一方、ELIDは、研削と研磨を同時に行うことができる。

「ELIDの砥石は、金属などの導電材に砥粒という小さくて硬いダイヤモンドなどの粒子を均一に混ぜて固めたものです。これを高速で回転させて材料(ワーク)を削るのですが、少し使うと目詰まりや目つぶれが起こって削れなくなるため、研削をたびたび中断して砥粒を砥石表面に出して切れ味を回復させる“目立て (Dressing)”をする必要があります。ELIDの場合、ワーク表面を削っている間も、電解によって (Electrolytic) 砥石の導電材だけが選択的に除去されるため、研削と目立てを同時 (In-process) に行うことができます。目立て量も電氣的に制御することができるため、微細な砥粒を使用することができます。そのため削り痕を小さくすることが可能となり、ナノレベルの精密な鏡面加工が実現しました」。ELIDは画期的な方法であったため、産業界の注目を集めた。

その後、要求される加工精度は年々厳しくなり、特殊金属や複合材料といった柔らかいワークが増えてきた。しばらくは砥粒を小さくすることで対処できていたが、砥粒の直径が1μm (=1000分の1mm) 以下くらいになると砥石の回転軸



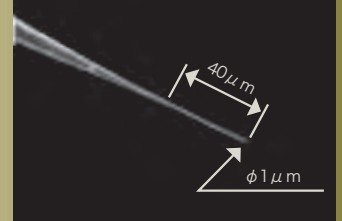
デスクトップ型ELID加工機



加工後のワーク



ワーク先端の拡大図



のふれの問題がいろいろ避けられなくなり、技術革新を迫られた。そこで、大森主任研究員は1993年、“弾性砥石”を使ったELIDに取り組み、表面の凹凸差が平均0.3nmの鏡面加工に成功。「弾性砥石と言っても60～70%は金属で、残りが合成樹脂、いわゆるプラスチックです。この割合がちょうどいいのです。今では、弾性砥石を使ったELIDが主流になり、ミラーなど光学部品の仕上げ段階では欠かせないものになっています」

続いて、ELIDを使って3次元形状の加工にも挑戦。砥石やワークの位置をナノ精度で検出・設定できる工作機械とELIDとを組み合わせ、コンピュータ制御する超精密多自由度の加工システムを開発し、非球面レンズの鏡面加工に成功している。

最近では、より効率的に、より高精度に微細部品を加工生産する技術“マイクロ・ファブ리케이션”のニーズが高まっている。**タイトル図**は、工具やセンサ、電極に使われる先端径1μmのワークを“デスクトップ型ELID加工機”で加工している様子。大森主任研究員は「ワークが小さいなら装置も小さくできるはず」と、研削液を噴射するノズル部に電極を内蔵したデスクトップ型ELID加工機を2004年に開発した。**タイトル図**のワークのように先が細い微小形状のもので、折ることなくナノ精度で加工できる。このデスクトップ型ELID加工機は、2010年に電源部がコンパクト化され、これまでに民間企業や研究機関に多く導入されている。「マイク

ロレベルから10cmまでの小さなワークの精密加工が可能です。スペースもとらないし、家庭用電源（100ボルト）で動く。さらには1個でも100個でも加工できます。大規模工場は生産コストが安い中国など海外に移っていきでしょう。必要な時に、必要な数だけ、精密加工できる“オンデマンド・ファブ리케이션”なら日本に残せません」と大森主任研究員。

ELIDの主要ユーザは精密加工を必要とするメーカーが多い。光学部品、半導体、金型、自動車、医療分野など、業種もさまざま。ELIDがカスタマイズされ、量産ラインに導入された例もある。2006年、富士重工業（株）と共同で、自動車エンジンのシリンダー内壁を磨くホーニングにELIDを応用し“ELIDホーニング工法”を開発。作業時間の半減に成功している。

### ■ゴム砥石、カーボン砥石への挑戦

ELIDの進化はさらに続く。現在、大森主任研究員らが取り組んでいるテーマの一つが、前述の弾性砥石以上に弾性の強い新たな砥石の開発だ。その候補の一つとなっているのが“ゴム”。しかし、ゴムだけでは導電性がないため電解されない。「導電性のある材料や金属をゴムに混ぜた砥石にする計画です。その材料の候補の一つが“カーボン（炭素）”。例えば半導体メモリなどは、裏面を削ってシリコン製の基板を薄くするのが理想とされている。ELIDなら加工時に与えるダメージも少なく、薄くできるが、金属を使った砥石なので



電解により砥石から金属イオンが出る。「ほとんどの場合、問題はなかったのですが、メーカーの方から金属を使わない砥石でELIDを利用できませんかと言われ、カーボンに行き着いたのです。カーボンは金属ではありませんが電気を通し、イオン化しても半導体に影響しないからです」

さらに砥石の材料とするカーボンも、独自に作製することを考えている。「米糠や、葦などの水草といった未利用資源を活用しようと考えています。水草は繊維組織があるので、焼いた後の灰は繊維状のカーボンになります。まだ、基礎研究の段階ですが、カーボン砥石はユニークな性能が得られるかもしれません」。将来、環境に優しい米糠由来、水草由来のカーボン砥石が実用化されるかもしれない。

## ■表面の性質を変える

もう一つのテーマは“表面改質”。ELIDが世に出たとき、「ELIDで磨いた表面は錆びにくい」との声が多く寄せられた。「意外な反応で驚きましたが、その仕組みを調べたところ、水酸化物イオン(OH<sup>-</sup>)がポイントでした。電解により砥石と電極の間に流す研削液から、OH<sup>-</sup>が発生します。OH<sup>-</sup>は砥石表面にかかり目立てを引き起こしますが、同時にワーク表面にもかかり、その表面に薄い酸化層を形成します。これが保護膜となり錆びにくくしていたのです。錆びが大敵の金型の材料や、人工歯根・人工関節など各種インプラントの加工にもELIDは最適です」

この表面改質をさらに積極的に利用できないか。砥粒や研削液の成分を意図的に変えれば、さまざまな表面改質が起こせるのではないかと、大森主任研究員は考え研究を進めている。「例えば、砥粒をダイヤモンドからアルミナや酸化クロムに変えると、表面の濡れやすさ“濡れ性”を変えることができます。また、ダイヤモンドとシリカを混ぜた砥粒を持つ砥石で加工すると、あとから被せるコーティング層との密着性に優れたワーク表面になります。さらにワークを強靱にすることも可能だったのです」。

**タイトル図**にある直径1μmの細長いワークがなぜ折れることなくつくれるのか。「調べてみると加工中に酸素イオンがワークにたくさん入りこみ、金属組織が強化されていたのです。ELIDの強みは、①複合曲面のような複雑な形状を効率よくつくれる、②ナノスケールの精度で鏡面のように表面をなめらかに加工できる、③ワーク表面に機能を付加できる、の三つです。つまり、形をつくり、粗さをつくり、機能をつくるの三位一体です。最近、機能付加の研究の割合が増えています」

## ■液体・気体研磨、そしてブロードバンド加工へ

ELID以外にチャレンジしているテーマがあるか尋ねたとこ

ろ、「ELIDは剛体砥石から弾性砥石へと大きく発展しましたが、実はその次があります。固体ではなく、液体で磨くのです」と返ってきた。

2008年、大森主任研究員は大阪大学の山内和人 教授と共同で、今年3月に完成した理研播磨研究所のX線自由電子レーザー施設「SACLA」から出るX線(波長0.6nm)を集光する鏡を作製した(図1)。この集光鏡の形状は複雑な非球面。その鏡面加工には原子1個レベルの表面精度が要求された。「ELIDでそこまでの細かさで仕上げるには課題があります。そこで、山内教授のグループが進めている液体で研磨する“EEM(Elastic Emission Machining)加工法”と組み合わせることにしました。EEMは化学反応を利用し、原子1個のレベルで鏡面仕上げができる加工法です。まず、ELIDで形と粗さを、その後、EEMで原子1個のレベルに仕上げたのです。この細かさで非球面を加工できる技術を持っているのは、私たちだけです」

集光鏡では大森主任研究員と山内教授らが二つの手法を組み合わせたが、大森主任研究員はさらに未踏の領域をカバーする新たな研磨法を検討中だ。「原子1個レベルの鏡面加工が可能な液体研磨は、凹凸差の大きい表面を加工する場合、時間がかかります。そこで、固体と液体で研磨する間に、粘性の強い液体、粘弾性体ねんだんせいたいを入れて時間短縮と精度をさらに向上させる方法を考えています。粘弾性体の候補は、磁場をかけると粘性が強くなり、かけないと普通の液体になる“磁気粘性流体”だ。磁場の強さをかえて粘性を制御することができる。「まず、固体研磨でワーク表面をカンナのよう(ひずみ)に削り取っていく。次に、ワーク表面に残った凹凸を磁気粘性流体で研磨してならす。最後に、液体研磨で原子1個レベルに仕上げます」

さらに、その次の手法も検討中と語る大森主任研究員。「ワークに残留していた加工時の歪ひずみ、“加工歪”を、プラズマ化したガスを表面にあてて取り除く。気体研磨です。今年後半に試作機をつくる予定です」。真空中でのプラズマエッチン

図1：理研播磨研究所のX線自由電子レーザー施設「SACLA」の集光ミラー

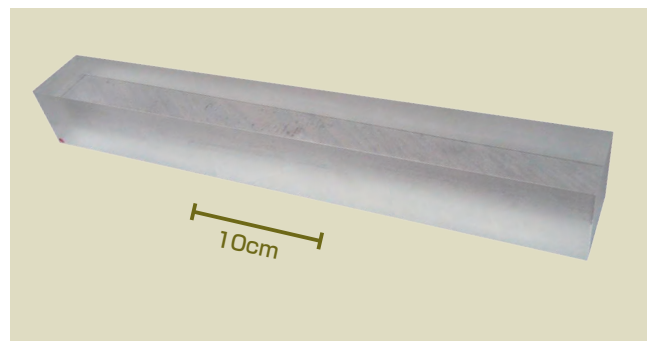
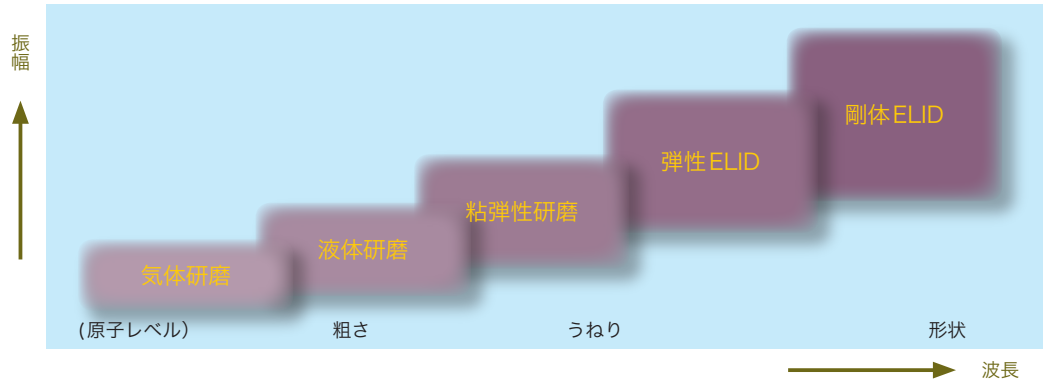


図2:  
ブロードバンド加工の概念図

ワークの断面を段階的に拡大していくと、形状、うねり、粗さは、入れ子のような関係を持った“波形”の重なりで表せる。それらの波長と振幅を想定して、最適な研削・研磨の手段を組み合わせるのがブロードバンド加工である。



グのように、ガスの粒子をワーク表面に当てて磨こうというのだ。

次々と新しい手法を考案、開発している大森主任研究員の最終目標は何なのか。「それは“ブロードバンド（広帯域）加工”です（図2）。ワークの加工断面を“波形”とみなすと、①形状、②うねり（大きな凹凸）、③粗さ（小さな凹凸）が入れ子状態になっており、その波長と振幅に応じて、剛体、弾性体、粘弾性体、液体、気体それぞれの加工法が得意とする領域があります。加工対象がどんなものでも有限の時間内に狙った精度で磨くためには、隣り合う加工法の領域がすべて重なってブロードバンドになっているのが理想です。領域が重なる部分については、加工メカニズムの科学的説明、制御・チューニング技術の開発など、研究課題はたくさんありますが、ブロードバンド加工の実現に向けて、新しい方法論と分野を構築したいと考えています。実現すれば、サイズや精度に応じてどの加工法が相応しいか、あるいはどれとどれを組み合わせればよいかが見通せるようになります」

### ■最先端科学を支える

研究者からは、ELIDやマイクロ・ファブ리케이션だけでなく、加工対象のワークが大きい“ウルトラ・ファブ리케이션”の依頼も増えている。「大きいと加工に時間がかかります。すると、温度変化によりワークが伸び縮みしたり、工具が擦り減ったりして加工位置がズレてしまいます。大きいので形を精密測定する装置もありません。加工精度を一定に保つための制御プログラムも必要です。したがって、ウルトラ・ファブ리케이션は一品生産にならざるをえないのです」

その一例が、国際宇宙ステーション(ISS)の日本実験棟「きぼう」に取り付けられる予定のJEM-EUSO望遠鏡用のレンズだ。直径は1.5m、材質はアクリル。この両面に浅い溝を彫るフレネル加工を施し、薄くして軽量化した回折レンズをつくる必要があった。さらに、太陽光を集光する大型レンズの加工も究極のウルトラ・ファブ리케이션だ。既に2m級のレンズを依頼され、太陽光集光によるレーザーやエネルギー

ギー生成に向けた新しいアプリケーション開拓を目指して研究開発を進めている。

ほかにも、天文観測機器や最先端の光科学研究のためのレンズなどの相談が多い。「究極の光学素子のニーズは、さらに高まるでしょう。これらのニーズに応えていくためにもブロードバンド加工の実現が必要です」

新たなニーズが持ち込まれてきたとき、「三つの視点で加工方針を決めるようにしています」と大森主任研究員。一つ目はワークのサイズ。ウルトラ・ファブ리케이션とマイクロ・ファブ리케이션が両端に位置する。二つ目は数量。一品生産か大量生産かを示す。ニーズに応じて柔軟に素早く生産するオンデマンド・ファブ리케이션の視点が重要だ。三つ目は精度。ナノレベルの高精度を目指す。「ELIDを発表してからこれまでの20数年間を振り返ると、その都度断片的に対処してきた感があります。これとこれは技術的には繋がっていたなとか、同時並行で進めていたらもっと早く研究が進んでいたなとか、痛感することがあります。今後は、これまでに培ってきたさまざまな技術を、そして新たに開発した技術をブロードバンド加工として常に体系化しておき、ニーズが持ち込まれたとき、三つの視点で分析すれば使う方法や工具を的確に素早く選択できる。そのような合理的アプローチがとれるようにしていきます」

日本のものづくりが生き残る道を模索し、最先端科学を支える技術革新を続ける大森主任研究員。最後に夢はありますかと聞いたところ、「私たちの技術を使って、日本人研究者にノーベル賞をとってもらおうこと。それが私の夢です」と静かに笑った。

### 【関連情報】

- (1) 『理研ニュース』2001年10月号（研究最前線）  
「ELID研削法が切り開く超微細機械加工システム」
- (2) 『理研ニュース』2006年11月号（特集）  
「産学連携で自動車の製造工程を革新する — 富士重工業と“ELIDホーニング工法”を共同開発 —」
- 特願2000-184259「微細形状加工用ELID研削装置」



# オントロジーで世界をつなぐ

——あらゆるデータベースを統合する技術に挑む

一つの端末を窓にして世界中の情報を一挙に集める。  
 世界各地にあるデータベースから、  
 研究のために必要な情報を瞬時に選び出し、解析し、  
 使いやすい形で提示してくれる……  
 そんな夢のような仕組みが開発されつつある。  
 その仕組みの根幹を担うのがオントロジーという技術だ。  
 アリストテレスから続く哲学を表現するというこの技術は  
 いったいどのようなものなのか。  
 世界的に注目を集めるこの技術を紹介しよう。



**タイトル図：**  
**理研哺乳類統合データベース**  
 イラストは開発中の検索画面。ユーザーが調べたい疾患名や生物種の名称をキーワードに検索すると、全世界の主要データベースから情報を探し出し、結果を一覧表示する。哺乳類以外に植物や微生物のデータも統合する予定。



**世界中のデータベースの中から  
 研究活動に有益な情報を瞬時に提示する。  
 そんなツールの開発を目指しています。**

**梶屋啓志** | バイオリソースセンター  
 マウス表現型知識化研究開発ユニット  
 ユニットリーダー  
 Hiroshi Masuya

ますや・ひろし。1968年、大阪府生まれ。総合研究大学院大学生命科学研究科博士後期課程遺伝学専攻修了。1999年、理研ゲノム科学総合研究センター研究員。2008年より現職。

## ■研究を阻む壁

研究者が自分の実験計画を立てるためには、たくさんの過程を踏まなければならない。例えば、データベースを検索して関連分野の研究動向を探り、分析する。適切な実験材料を選ぶ。また、関連する論文や文献を集めて内容をすりあわせ、解釈する必要もある。しかし、実験動物の疾患の状態や特性を表す言葉一つをとっても、研究者によって定義が微妙に違っている。こうした言葉の曖昧さがあると、その都度、実験方法や文脈を分析して解釈しなおす作業が必要になる。最適な実験手法の決定までには、こうした煩雑な下準備に長い時間を費やしているのが現状だ。

「また、生物分野だけに限ってみても、遺伝子やタンパク質、疾患などに関するデータベースが世界には数多く存在し、個別に運用されています。研究者がある事柄について調べようとするれば、必要と思われるデータベースを一つひとつ検索していかなければなりません。さらに、個々のデータベースには固有の癖のようなものがあります。研究分野に応じた独自の利用方法を前提としているため、同じ分野の研究者以外は慣れるのにどうしても時間がかかってしまいます」と、梶屋啓志ユニットリーダー（UL）は指摘する。

## ■物事の本質を捉えて関連づける技術、オントロジー

「オントロジー (Ontology)」を利用すれば、コンピュータが



人間に代わって必要なデータを自動的に整理して導き出してくれるので、研究の下準備がとて楽になります。オントロジーとは、いったいどのようなものなのだろう。「もともとは哲学用語で存在論を指します。これが派生してバイオインフォマティクス（生物情報科学）の分野では、概念や用語を分類し、その関係性や体系を記述することをオントロジーといいます」

2010年、榎屋ULらは「理研哺乳類統合データベース」を開発。このデータベースには大阪大学工学部の溝口理一郎<sup>りいちろう</sup>教授と共同で開発した「YAMATO-GXO (Yet Another More Advanced Top-level Ontology-Genetics Ontology)」というオントロジーが組み込まれている。「YAMATO-GXOを使って、世界中の主要なデータベース18個を統合しました。データベースの基盤には、「理研サイネス (SciNetS: Scientists' Networking System)」を使っています。理研サイネスは理研生命情報基盤研究部門の豊田哲郎 部門長らが開発したもので、オントロジーも含め多様なデータを格納でき、開発したデータベースの統合化が容易だ。これまでに理研の生物分野のデータベース9個が統合されている。理研サイネスとそれ以外のデータベースの上にYAMATO-GXOを組み込むことで、18個のデータベース、90万ものデータの統合に成功した。「研究者が一人で90万もの膨大なデータの中から必要なものを探し出すのは大変な作業です。しかし、理研哺乳類統合データベースを利用すると、ある程度自動解析された形で必要な情報が簡単に得られます」。このデータベー

スは現在も拡張・開発中だ（タイトル図）。

一つ例を挙げて紹介してみよう。皮膚は多様な組織からできており、体毛の有無は組織内の異常を知るための良い指標になる。ヌード (Nude)、ヘアレス (Hairless)、ヘアロス (Hair Loss)、毛の欠損 (Loss of Hair)……いずれも皮膚に毛がない状態を示す単語だ。どれを使うかは論文を投稿する研究者や雑誌の編集方針に委ねられている。これまでのデータベースでは「Nude」では18個の関連遺伝子がヒットするのに対し、「Loss of Hair」では2個しかヒットしないといった事態が生じていた。「前述のすべての単語は「皮膚に毛がない」という共通した本質的な意味をもちます。オントロジーは、単語や文章がもつ意味の本質を捉え、さまざまな事柄や単語の関係性をつなげる役割を果たします。生物学上の概念、本質的な意味のつながりを整理整頓し、体系化するのです。理研哺乳類統合データベースで「Nude」、「Loss of Hair」など、どの単語で検索しても、関連遺伝子をすべて拾い上げ、瞬時に提示されます」。既存のデータベースがそれぞれ固有に持っていた概念・情報・データといった論理構造が、生物学上の統一的な知識構造であるYAMATO-GXOによって統合されているため、正確な検索と抽出が可能となったのだ。

#### ■短期間で異なるデータベースの統合が可能に

単語や文章から意味を捉えて関連づける技術、それだけ聴く



と簡単そうに思えるが、オントロジーはじつはとても奥が深い。「オントロジーとは哲学の一つです。古代ギリシャ時代のアリストテレス(紀元前384~322年)から続く哲学が根底にあります。長い歴史に培われた、その哲学に基づく情報技術を理解するまでに5年という歳月を費やしました」

榎屋ULによれば、「オントロジーとはコンピュータにこの世界を教え込むこと」だという。たとえば、ヒトは霊長類であり、哺乳類である。生物であり、動物である。二足歩行、平均1250gの脳、5本の指、二つの目……このように物事を細分化して本来の意味を体系化することで、より根本的な“上位概念”ができる(図1)。体系化していれば、たとえ異なる論理構造をもつデータベース同士であっても、オントロジーがいわば翻訳者のような役割を担うことで比較的簡単に連結できる。

オントロジーが実用化される前は、データベース同士をつなげるためには、その都度、それぞれのデータベースがもつ論理構造、いわば固有の癖をすりあわせる必要があり、別のデータベースをつかって意味のつながりを個別につないでいた。その作業はとても煩雑で時間のかかるものだったのだ。「YAMATO-GXOにより、データベース18個からなる理研哺乳類統合データベースを、わずか半年という短期間で構築できました」

この成果を足がかりに、豊田部門長と共同で、2011年度から(独)科学技術振興機構(JST)の統合化推進プログラム“生命と環境のフェノーム統合データベース”を開始。「このプログラムでは、国内にある遺伝子の働きにより表れる性質“表現型”のデータと計測技術の情報を統合します。特定の分野でしか用いられていない計測技術でも、ほかの分野で使用できるように、生物学全体の発展に貢献できるデータベースを目指しています」

## ■オントロジーが注目される理由

オントロジーの研究は今、世界的に注目を集めている。きっかけとなったのは、1995年に英国のマイケル・アシュバーナー教授が開発した“Gene Ontology (GO)”だ。これは現在でも生物学情報の標準化と大量蓄積のための主要な技術であり、この技術によってDNAマイクロアレイによる研究が爆発的に進んだ。DNAマイクロアレイとは多数の遺伝子の発現状況、つまり働いているかどうかが一度の実験でわかるチップだ。発現の強弱も知ることができる。GOを使うことで、発現している遺伝子の機能について、これまでどんな報告があるのかすべて知ることができる。DNAマイクロアレイの普及に伴い、2万にも及ぶヒトの遺伝子が、いつどこで、どのくらい発現しているのか、そして、その発現にどんな意味があるのかを解析するトランスクリプトミクスという新たな研究分野が登場した。「GOがあったからこそ、マイクロアレイは有力な研究手法となり得たのです」と榎屋UL。マイクロアレイとオントロジー、異なる技術が連結し、新たな研

究分野であるトランスクリプトミクスの発展を促した。

時代もオントロジーを後押ししている。遺伝子とその情報をもとにつくられるタンパク質の研究は、原因と結果が1対1対応にならないことがわかってきた。それは、一つのタンパク質ができるまでに、多数の遺伝子や生体内分子が関係してくるからだ。また、多くの遺伝子や生体内分子の振る舞いを捉える技術も誕生している。「オントロジーを利用した統合化されたデータベースを使うと、大量に得られたデータの中からこれまでのような1対1対応の遺伝子の機能ではなく、遺伝子が複数同時に働くことで起こる結果を提示できるようになります。オントロジーは、まさにこれからの研究をリードするものとなります」。膨大な生体内分子の中から、病気の原因となる遺伝子やタンパク質を簡単に特定することができるので、新薬開発の時間短縮や治験の第一段階にも大きな躍進をもたらすと考えられる。情報量が爆発的に増えてきている研究事情のなかで、多様なデータベースをつなぐオントロジーは、ともすると混沌としかかぬ研究自体を先導する、隠れた、しかし強力なツールと言えよう。

## ■国際的な枠組みでノックアウトマウスの表現型を突き止める

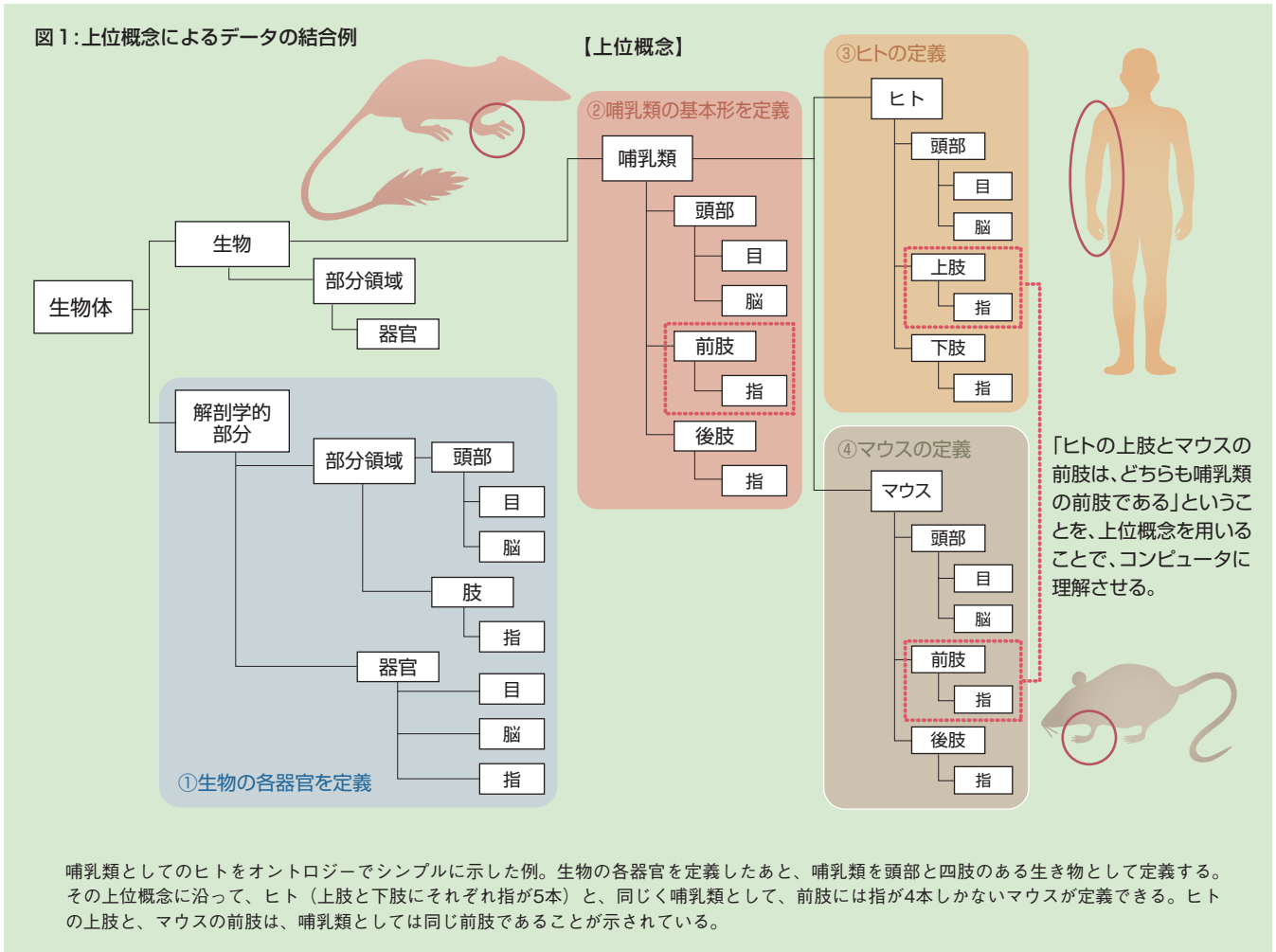
「今後はオントロジーをさらに発展させ、国際的なマウス情報の標準化に取り組むことになる」と榎屋UL。国際マウス表現型解析コンソーシアム(IMPC:International Mouse Phenotyping Consortium)という、遺伝子と表現型との関係を明らかにするプロジェクトへの参加要請があるのだ。これは、すべての遺伝子一つひとつを欠損させたノックアウトマウスの表現型をすべて調べてしまおうという大規模プロジェクトだ。マウスとヒトは、同じ哺乳類であり、遺伝子の数も種類も、そして遺伝子に異常が起きたときの身体への影響もよく似ている。マウスでノックアウトした遺伝子とヒトの病気とを結びつけようという試みだ。「現在、世界中の研究室がそれぞれ独自にノックアウトマウスをデザインし、研究材料として利用しています。ところがここに大きな情報の損失があるのです」

研究者は実験を行うにあたり、研究テーマに合わせたノックアウトマウスをつくる。例えば、指の発生について研究していれば、それに関連する遺伝子(仮にA)をノックアウトしたマウスをつくる。ところが、A遺伝子を壊しただけでは、指は正常に発生を遂げる。じつはこのA遺伝子は、ある器官の代謝にも関係しているが、発生を研究している研究者は興味がないために見落としてしまう。A遺伝子がある器官の代謝に関係しているという事実は、論文にされることもなく、データとしては永遠に葬り去られる。世界のどこかで、別の研究者が患者を目の前にして、その器官の代謝異常を必死に解明しようとしているかもしれないのだ。

「遺伝子Aの話は一例ですが、似たようなことがノックアウト



図1:上位概念によるデータの結合例



マウスの誕生以来連続と続けられてきたことは事実です。IMPCはこうした事態を打開するものです。IMPCでは900万USドルという予算をかけて、マウスの遺伝子2万個あまりを一つひとつノックアウトし、基本的な表現型、つまりどのような影響が身体に見られるかを徹底的に解析する。さらにオントロジーを組み込んだデータベースを整備して公開、個々の生命現象や疾患との関連について広く情報を提供する巨大プロジェクトだ。理研バイオリソースセンターは、マウス表現型解析開発チーム（若菜茂晴チームリーダー）、実験動物開発室（吉木淳 室長）、そして榎屋ULが率いるマウス表現型知識化研究開発ユニットの連携により、IMPCに参加しようとしている。この情報網が構築されれば、ヒトのある病気を研究しようというときに、その研究に役立つノックアウトマウスがデータベースからもれなくリストアップできる。「似通った症状を示す疾患モデルとなるマウスを、さらには病気とは定義できないが限りなく病気に近い“予備軍”さえもすべて選び出すことが可能になります。このすべてというのがとても大事で、未確定の部分を減らすことで、疾患研究全体が大きく躍進するでしょう」

## ■研究を先導する強力なツールに

オントロジーを用いたデータベースの統合化は、こんな未来も秘めている。病院の一室で端末を叩くと、候補の病名から今後起こり得る病態の進行、投薬の候補、治療の指針まで、ありとあらゆることが表示される。こうしたデータベースが構築されれば、合併症の複雑な治療方針も、複数のデータベースからの情報によってあらゆる角度から検討できるようになるだろう。「最終的には、人間が到底思いつけないレベルの情報までも提示する。推論し、可能性のある検索結果をわかりやすく表示する。いわば、研究者の活動の道しるべとなって先導するツール、それを目指しています」と榎屋UL。研究だけではなく、私たちの暮らしの目と鼻の先にオントロジーが隠れている、そんな時代が近いかもしれない。

(取材・構成/坂元志歩)

### 【関連情報】

●2009年10月30日プレスリリース

「世界の研究者が協調し、マウス表現型データ共有化に着手」

# システムズケミカル バイオロジー研究を マックスプランクと 連携してスタート

## 「理研－マックスプランク 連携研究センター」を設立

ポストゲノム時代に突入した今、化合物を利用して生命現象を解き明かすという根源的課題に挑む「ケミカルバイオロジー」が世界的に注目されている。さらに、タンパク質、糖鎖、化合物など、さまざまな視点から総合的に生命現象を解明しようという「システムズケミカルバイオロジー」が登場し、診断薬・治療薬につながる化合物開発が期待されている。このような状況の中、世界有数の化合物バンクを持つ理研基幹研究所とドイツのマックスプランク協会は2011年3月1日、「理研－マックスプランク連携研究センター」を設立。この研究領域での連携を強力に推進することにより、生命現象のより深い解明を目指している。同センター設立の意義、期待される成果について、長田裕之センター長（バイオプローブ応用チーム チームリーダー兼務）と、谷口直之チームリーダー（疾患糖鎖プローブチーム）に聞いた。



## ■天然化合物と合成化合物

### — ケミカルバイオロジーとは。

長田：分子生物学では、遺伝子を改変したり壊したりすることにより目的のタンパク質の機能を変化させて、細胞や個体にどのような影響が出るかを調べます。一方、私たちは遺伝子を改変したり壊すのではなく、特定のタンパク質に結合する低分子化合物を利用してその影響を調べています。ヒトなどの高等生物では遺伝情報をもとにつくられたタンパク質がすぐに機能することは少なく、多くの場合はタンパク質にリン酸基やメチル基、アセチル基、糖鎖などが結合したり離れたりする「修飾」によって、初めて機能が発揮されます。そこで、タンパク質に低分子化合物を結合させて修飾を妨げることで、どのような影響が細胞や個体に出るかを調べるのです。もし、何らかの影響が現れたなら、そこにタンパク質が関わっていると推定できます。このように低分子化合物を用いてタンパク質などの生体高分子の機能を調べる学問領域を「ケミカルバイオロジー（化学生物学）」と言います。化学と生物学を融合した領域とお考えください。また、その低分子化合物のことをバイオプローブと言います。もし、特定の疾患をもたらすタンパク質と、その働きを妨げるバイオプローブの組み合わせがわかれば、それが治療薬になる可能性があります。

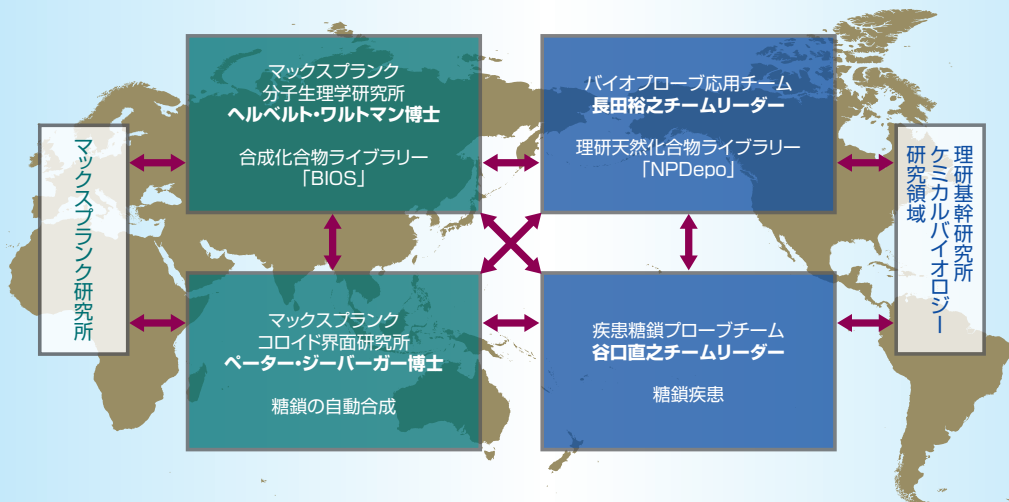
### —なぜマックスプランクと連携することにしたのですか。

長田：ケミカルバイオロジーでは、目的のタンパク質に結合する化合物を見つけることが鍵になります。従ってさまざまな化合物をできるだけたくさん集め、保管しておくことが重要です。日本ではこれまで有用な天然化合物が多く発見されています。その財産を活かすため、私たちは2006年に公的な「理研天然化合物バンク：<sup>エヌピーデポ</sup>RIKEN NPDepo (RIKEN Natural Products Depository)」を設立しました。一方、マックスプランクのヘルベルト・ワルトマン博士が「<sup>バイオス</sup>BIOS (Biology Oriented Synthesis)」で合成したものは、合成化合物ライブラリーの代表格です。理研とマックスプランクが連携すれば、天然と合成を合わせた世界トップクラスの化合物バンクが誕生します。そこで今回、NPDepoライブラリーとBIOSライブラリーを互いに利用できる環境を整備し、本格的な連携研究を開始したのです。

### —糖鎖研究では化合物をどのように使うのですか。

谷口：糖鎖研究でも特定の糖鎖を合成する酵素を阻害する化合物や、糖鎖の構造を変化させる化合物を探します。糖鎖とは単糖が鎖状に連なったものです。その多くは細胞膜に埋め込まれたタンパク質や脂質に結合して、細胞の表面からひげのように生えています。この糖鎖が、細胞間の情報伝達やホルモンの働きの調整、発生、分化、免疫などのさまざまな生命現象、そして疾患とも深くかかわっていることが分かってきました。また、細菌やウイルスは、細胞表面の特定の糖鎖に結合することにより感染することも知られています。

図：理研—マックスプランク連携研究センターの体制



理研の天然化合物バンク「NPDepoライブラリー」とマックスプランクの合成化合物バンク「BIOSライブラリー」を双方で利用できるようにして、長田グループとワルトマングループが連携してケミカルバイオロジー領域の基礎研究を推進する。谷口グループとジーバーガーグループは、タンパク質、糖鎖、化合物など多角的視点で連携研究を推進し、糖鎖と疾患の関係解明を目指し、糖鎖を利用した診断や治療に役立てる。

現在私たちは、その糖鎖構造に着目したアルツハイマー病や慢性閉塞性肺疾患 (COPD) の診断法や治療薬のシーズ、さらには糖鎖との相互作用の阻害や、糖鎖構造を変化させることによりがん細胞の増殖や転移を抑えるような天然化合物をNPDepoライブラリーから探しています。BIOSで合成した化合物ライブラリーからも探せるようになると、糖鎖研究は一段と進展します。

——糖鎖の自動合成は非常に難しいと聞きます。

谷口：DNAの増幅やタンパク質の合成に比べ、糖鎖合成は極めて難しい。糖鎖を構成する単糖はヒトで10種類程度と多いとは言えませんが、つながり方がとても複雑で、直鎖状だけではなく、多くの枝分かれなどがみられます。さらに細胞の種類によっても糖鎖の構造が異なり、同じ細胞でも状態によって構造が変化します。マックスプランク研究所のペーター・ジーバーガー博士は、その極めて難しいとされる糖鎖の自動合成装置を自分で作り、世界で初めて実用化に成功した方です。現時点では、特定の糖鎖について数日で何mgというオーダーしか化学合成できませんが、合成できる種類はすこずつ増えていくでしょう。ただし糖鎖の合成については、化学合成だけでなく、二つの糖を結合させる糖転移酵素を使った酵素合成も、あわせて使う必要があります。

■細胞周期のコントロール、糖鎖と疾患の関係解明を目指す

——具体的な研究内容について教えてください。

長田：ワルトマン博士と私たちのグループは、細胞周期を調節することを目指しています(図)。細胞は分裂を繰り返して増殖します。この細胞分裂のサイクルを細胞周期と呼びます。細胞周期をコントロールできる化合物をNPDepoライブラリーとBIOSライブラリーから探す。細胞周期という一番根源的な生命現象をコントロールする化合物が見つければ、さまざまな生命現象の解明につながります。例えば、細胞周期に関わるタンパク質の働きを阻害する化合物が見つければ、がん細胞の増殖を抑えることができるはずです。すでに候補となる化合物がいくつかみついているので、現在解析しているところです。

谷口：ジーバーガー博士と私たちのグループでは、糖鎖と疾患の関係の解明を目指します(図)。例えばがんの転移。がん細胞にGnT-Vという糖転移酵素があると、それががん細胞表面にある糖鎖の構造を変え、転移を促進します。私たちはGnT-Vの合成を阻害する化合物を見つけたのですが、その化合物が細胞の中になかなか入らない。リン酸基とかアセチル基をつける方法も考えられま



長田裕之 (おさだ・ひろゆき)

1954年生まれ。東京大学大学院農学系研究科博士課程修了。農学博士。1983年、理研入所。抗生物質研究室研究員、同主任研究員を経て、2008年4月よりケミカルバイオロジー研究領域長。



谷口直之 (たにぐち・なおゆき)

1942年生まれ。北海道大学大学院医学研究科博士課程修了。医学博士。北海道大学助手、米国コーネル大学客員助教授、北海道大学助教授、大阪大学教授などを経て、2007年より理研システム糖鎖生物学研究グループディレクター。

すが、ジーバーガー博士の糖鎖合成法を使って細胞の中に入って転移を阻害するような新しい化合物をつくれなかと考えています。

タンパク質に糖鎖を付加する糖転移酵素の反応のメカニズムはかなりわかってきましたが、糖鎖には、脳細胞にはあるが肝臓の細胞にはないというように臓器特異性があります。臓器によってなぜ糖転移酵素の発現が異なるのかはよくわかっていません。例えばGnT-Vと形が似ているGnT-IXという糖転移酵素がありますが、このGnT-IXは脳細胞にだけ存在します。このことから脳の病気に関係するのではないかと考えられています。糖鎖という視点から疾患の発症メカニズムを解明し、いずれは糖鎖を利用した診断や治療に役立てたいですね。

## ■生命現象を総合的・学際的に観ること

——最後に抱負をお聞かせください。

長田：ケミカルバイオロジーでは、化学物質を出発点にして生命

現象を深く掘り下げていきます。一方、「システムズケミカルバイオロジー」では、さまざまな生命現象を担うさまざまな部品を全部積み上げ、それを総合的に判断するアプローチをとります。双方向でやることで相乗効果が生まれるのです。マックスプランク研究所と協力して、まずは基礎研究をしっかり進めていきます。

谷口：従来、タンパク質に糖鎖が結合した糖タンパク質の研究では、糖鎖・タンパク質・化合物の専門家がそれぞれ個別に活動し、交流することはほとんどありませんでした。これでは駄目です。糖タンパク質の機能をきちんと理解しようとしたら、糖鎖だけでなくタンパク質や化合物も含めて多角的に見ていかなければなりません。学際的な研究体制が必須です。だからこそケミカルバイオロジーの前にシステムズが付くのです。マックスプランクとの連携により、世界のシステムズケミカルバイオロジーをリードする存在になりたいと考えています。



ヘルベルト・ワルトマン博士 マックスプランク分子生理学研究所

理研-マックスプランク連携研究センターは、マックスプランク協会(MPG)と理研との新しい形の連携です。それぞれが独自に持つ最先端の専門知識や経験を持ち寄り融合することで、システムズケミカルバイオロジー領域に新たな発見を創出するとともに、一つの研究機関だけでは決して得られない価値を双方の研究者にもたらすことでしょう。マックスプランクの私たちのグループは、ケモインフォマティクス(Cheminformatics)という手法を用いた天然化合物の構造解析、天然化合物をモチーフとする合成化合物のライブラリー構築、このライブラリーを利用した生化学的分析や表現型解析、標的分子の同定といった研究に力を注いでいます。現在、薬になりそうな候補化合物を約1万種収蔵しており、生物学的スクリーニング(選別)に使っています。さらに、10万種以上からなる化合物ライブラリーを構築中で、このライブラリーを理研で使っていただく予定です。長田裕之博士のグループは、「2D-DIGE」という細胞内の全タンパク質を網羅的に解析する方法を使って化合物の標的分子を迅速に同定する技術や、天然リソースから有用な低分子化合物を発見する能力をお持ちです。双方の異なる専門性とアプローチを組み合わせ、世界トップクラスのケミカルバイオロジー研究を目指します。

マックスプランクコロイド界面研究所 ペーター・ジーバーガー博士

日独両国には、糖鎖研究に関する輝かしい伝統があります。ドイツでは1902年にノーベル化学賞を受賞したヘルマン・エミール・フィッシャー博士が六炭糖の構造を解明し、ケミカルバイオロジー研究の先陣を切りました。一方、日本では天然化合物の抽出をはじめ、糖鎖科学が急速に発展しました。なかでも理研からは、小川智也博士(現・理研和光研究所長)の糖鎖合成、谷口直之博士の疾患糖鎖研究など、世界的に卓越した成果が生まれています。しかしながら、糖鎖研究はまだ未解明な部分が多く、この研究の発展には新たな解析ツールが求められています。この点からも、化学、生物、医学など、分野を超えた専門家が相互に交流することが重要で、理研-マックスプランク連携研究センターがライフサイエンスにおいて革新的な進歩をもたらすと期待しています。私たちのグループは、糖鎖の自動合成系を提供し、糖鎖の構造・機能解明に貢献したいと考えています。また、谷口博士のグループと協力して、糖鎖免疫学、ナノテクノロジーなどにも展開し、応用も視野に入れた研究を進めます。本連携の枠組みを通じ、人的交流を促進し、互いに切磋琢磨していきたいと考えています。



# 遺伝子組換え作物の客観評価法を確立

## すべての代謝物を対象とした解析研究“メタボロミクス”で実現

2011年2月17日プレスリリース

病害虫に強い、バイオマスや栄養成分を従来品種に比べて多くつくるなど、作物には食糧危機、エネルギー問題、健康に対するさまざまな機能付加が求められている。遺伝子組換えによってつくられた有用作物は、これらの期待に応えるものだが、安全性の評価には世界各国の政府がガイドラインを発表するなど、多くの議論がなされてきた。今回、理研植物科学研究センター メタボローム機能研究グループの草野都 研究員、ヘニング・レデスティグ特別研究員らは、筑波大学遺伝子実験センターの江面浩 教授、平井正良 研究員らと共同で、遺伝子導入前後の代謝物の変化を正確かつ客観的に測る手法の確立に成功。遺伝子組換え作物の安全性評価に役立つと期待されるこの成果について、草野研究員に聞いた。

### > 遺伝子組換え作物とは。

**草野:** 植物に遺伝子を導入して新しい機能を付加した作物です。例えば乾燥ストレスに強いイネや害虫抵抗性を持たせたトウモロコシがつくられています。従来の育種法に比べ、短期間で新品種を開発できるのが特徴です。しかし安全性に関しては、さまざまな議論があり、正確かつ客観的な評価手法が求められています。

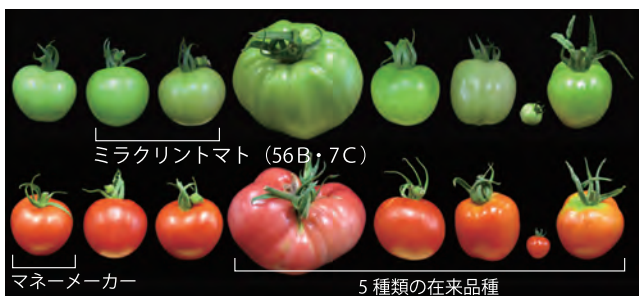
### > どのように安全性を評価するのですか。

**草野:** 経済協力開発機構 (OECD) によって提唱された“実質的同等性”に基づく必要があります。実質的同等性とは、これまで食べてきた経験のある現在の作物・食品を基準にして、遺伝子組換え作物の安全性を評価することです。具体的には、遺伝子導入前と導入後の作物で、転写物や代謝物の質的・量的な比較を行います。

### > 今回着目した代謝物について教えてください。

**草野:** 代謝物は遺伝子からつくられる最終的な生産物であるだけでなく、これらの量的変化が、遺伝子とその働きにより表れる性質“表現型”の変化と非常に近いことが知られています。このため、私たちはメタボローム (全代謝物) の変化に着目し、実質的同等性を評価する手法の開発に取り組みました。

図：水耕栽培条件で育てたトマトの実の見た目の表現型



### > 開発した手法について教えてください。

**草野:** メタボロームの変化を徹底的に調べるために、測定対象の異なる3種類の高性能質量分析装置を組み合わせました。また、これら3種類の装置から得たデータを、独自に開発したデータ統合手法で自動的に統合できるようにしました。

### > その手法を使って具体的にどんな解析をしたのですか。

**草野:** 酸味を甘味に変える糖タンパク質“ミラクリン”をつくる遺伝子を導入した“ミラクリントマト”を使ってメタボローム解析を行いました。その結果、得たデータはトマトに含まれる代謝物全体の86%をカバーすることができました。単一の質量分析法を用いた場合と比べて、種類と数において10~20%向上しています。

また、メタボロームの変化を客観的に評価するには、ミラクリントマトと同じ遺伝型背景を持った品種“マナーメーカー”とを比較し、①類似性、②相違性を調べるのが欠かせません。そこで、図のミラクリントマトとマナーメーカー、さらに5種類の在来品種のトマトについて類似性を解析しました。その結果、ミラクリントマトとマナーメーカーでは92%以上の類似性があること、マナーメーカーと5種類の在来品種間における類似性は低いことが分かりました。次に、ミラクリントマトとマナーメーカーの非常に小さな差に着目して相違性を評価したところ、栽培条件によらずミラクリントマトでアミノ酸の一種のプロリンが増加することが分かるなど、詳細な解析もできました。

### > 客観的な評価法が登場したわけですね。

**草野:** はい。トマト以外の遺伝子組換え作物の評価にも直ちに活用することができます。課題となっている遺伝子組換え生物の安全性評価の入り口として利用されることを期待しています。

# 目に見えない原子核の大きさを調べる研究者

水素からウランまでの全元素、約4000種類の不安定な原子核を世界最大強度のビームとして発生させることができる加速器施設“RIビームファクトリー (RIBF)”。このRIBFを駆使し、不安定核の大きさや形を探る研究者がいる。理研仁科加速器研究センター 櫻井RI物理研究室の武智麻耶 客員研究員だ。陽子と中性子がほぼ同じ数の安定核は球形・レモン型・みかん型といった形を持ち、中性子数が過剰な不安定核では中性子ハローの発生、異常変形核群の出現などさまざまな現象が発生しうる。こうした現象に興味を持った武智客員研究員は、加速器を用いて原子核同士が反応する確率からその大きさや形を詳細に導き出す計算式を確立。そして2009年、RIBFでネオンの不安定核の大きさを導き出すことに成功した。



**武智麻耶** 仁科加速器研究センター 櫻井RI物理研究室 客員研究員  
Maya Takechi

愛媛県生まれ。博士(理学)。愛媛県立松山東高等学校卒業。大阪大学理学部物理学科卒業。同大学大学院理学研究科物理学専攻博士課程修了。同大学核物理研究センター教務補佐員を経て2007年に理研入所。基礎科学特別研究員、協力研究員などを経て、2011年4月より客員研究員。

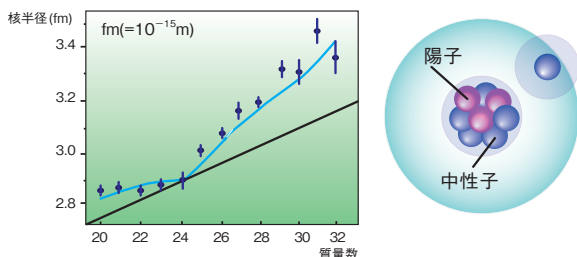


図:RIBF で測定されたネオンの原子核半径

質量数20の安定核から32の不安定核までの核半径を調べた(左)。安定核の半径は、黒い線で示すように質量数のほぼ1/3乗に比例する。青い線は、中性子が1個ずつ増えたときの半径を表す理論値。ネオン31の半径が理論値から大きくはずれ、ネオン32よりも大きな半径を持っている。ネオン31が中性子だけが原子核の外側に広がった“中性子ハロー”であることが示唆される(右)。

「子どもの頃から読書と絵を描くのが好きでした。高校のときは美術部に入り、空想的な背景に、図鑑を見ながら精緻な鳥の絵を描いたりしていましたね。対象をしっかりと観察し具象化する行為は、今の研究にも通じています。通常では見えない原子核をいかに可視化するか、そこにこだわりがあります」

天体や宇宙に関心があったという武智客員研究員は、大阪大学理学部物理学科に進学。そこで原子核物理と出会った。「不安定核は、地球上では安定に存在することができません。けれども宇宙に存在しうる原子核は、不安定核のほうが圧倒的に多い。“不安定”というのは地球上での視点に過ぎず、宇宙では中性子星のように、陽子と中性子が極度に非対称でも安定性を保っているケースがある。そういった常識を覆す現象が新鮮でした」

その後、大学院で不安定核の大きさ(半径)を追求し始めた。「加速器を使って調べたい原子核を、ほかの原子核にぶつけると衝突して壊れるものもあれば、衝突せず通り抜けてしまうものもあります。原子核が大きければぶつかって壊れる確率は高い。その確率を測定し、大きさを推定する研究が1980年代から始まりました。当初は、原子番号1の水素から4のベリリウムといった軽い原子核が対象でしたが、5~6年前には原子番号6の炭素の中性子過剰核が全て調べられました。ただ、分かったのはだいたいの大きさ。私は、もっと精度よく原子核の形を決める方法を確立したいと思ったのです」。武智客員研究員は放射線医学総合研究所の加速器を使い、自ら立てた計算式を実証する実験を繰り返し行った。「すでに大きさや形の分かっている炭素の安定核を使って実験し、測定値を計算式に当てはめる。計算式があてれば、炭素の大きさと同じになるはず。でも、何度やっても同じにならない…。博士号取得をあきらめたときもありましたね(笑)」

その後、計算式を完成させた武智客員研究員は2007年、理研でRIBFを使ってネオン(原子番号10)の中性子過剰核の大きさを調べる研究を開始。「質量数20のネオンの安定核から中性子数を一つずつ増やしていき、最終的には中性子数が12個も多い質量数32の不安定核まで実験しました。その結果、31のネオンの大きさが32よりも大きいことが分かりました。これは、中性子が原子核の外側に広がる“中性子ハロー”の発生を示すデータで、これが得られたときはうれしかったですね。今後、さらにこの原子核の形を明らかにする実験をRIBF を使ってできたらと思います」

2011年4月、武智客員研究員はドイツの重イオン研究所(GSI)に主たる研究の場を移し、陽子過剰核や励起状態での不安定核の研究を目指している。最後に原子核物理研究の魅力について尋ねた。「この研究は、宇宙の成り立ちを解明するための一つ。私たちの発見によって、これまでの常識が覆される可能性があります。ワクワクしませんか?」

## 新理事に大江田憲治氏



2011年4月1日、大江田憲治氏が理事に就任しました。当研究所の発展に尽力された武田健二氏は2011年3月31日をもって退任しました。

### 大江田 憲治 (おおえだ けんじ)

福岡県生まれ。九州大学大学院理学研究科生物学専攻博士課程修了後、1980年4月より日本学術振興会奨励研究員。1982年3月、理学博士。同年4月、住友化学工業(株)入社。1988年から2年間、米国ロックフェラー大学客員研究員。住友化学工業(株)生物環境科学研究所分子生物グループ・グループマネージャー、内閣府大臣官房審議官(科学技術政策担当)等を歴任し、2010年4月より住友化学(株)フェロー。

## 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生年月日 ②出生地 ③最終学歴 ④主な職歴 ⑤研究テーマ ⑥信条 ⑦趣味



- ①1977年8月31日
- ②福岡県
- ③早稲田大学大学院理工学研究科博士課程
- ④スタンフォード大学、東京大学
- ⑤新しい次世代シーケンサーの開発
- ⑥絶対にできると信じ抜くことが大事
- ⑦スキー

### オミックス基盤研究領域

ゲノム解析技術展開ユニット ユニットリーダー

**上村 想太郎** (うえむら そうたろう)



- ①1964年9月27日
- ②東京都
- ③東京大学大学院工学系研究科博士課程中退
- ④東京大学
- ⑤量子計測、光格子時計
- ⑥オリジナリティ
- ⑦サイクリング

### 基幹研究所

香取量子計測研究室 主任研究員

**香取 秀俊** (かとり ひでとし)



- ①1961年9月28日
- ②神奈川県
- ③順天堂大学大学院医学研究科博士課程
- ④京都大学ウイルス研究所
- ⑤エピジェネティクスによる生命機能制御
- ⑥楽しむこと
- ⑦サイエンス

### 基幹研究所

眞貝細胞記憶研究室 主任研究員

**眞貝 洋一** (しんかい よういち)



- ①1969年5月27日
- ②千葉県
- ③東京大学大学院理学系研究科博士課程
- ④産業技術総合研究所、大阪大学
- ⑤糖鎖認識を介した生体制御機構の解明と応用
- ⑥最善を尽くす
- ⑦おいしい物を食べる

### 基幹研究所

糖鎖認識研究チーム チームリーダー

**安形 高志** (あながた たかし)

## わが国初のXFEL施設が完成、愛称は「SACLA(さくら)」

2006年度から5年計画で整備を進めてきた「XFEL (X-ray Free Electron Laser / X線自由電子レーザー) 施設が完成し、2011年3月23日、電子を目標値の80億電子ポルト(8GeV)まで加速し、波長0.08 nm(1ナノメートル=10億分の1m)のX線を発生することに成功しました。

XFEL施設は、国家基幹技術の一つとして位置づけられたプロジェクトで、理研播磨研究所の大型放射光施設「SPring-8」に隣接した場所に建設されました。今後は、このX線の位相、つまり光の波の山と山、谷と谷をそろえた最短波長0.06 nmのX線レーザー発振を目指し調整運転を行い、今年度末に供用を開始する予定です。波長0.1 nm近辺での明るさはSPring-8と比べて10億倍に達します。このX線レーザーを使うと、今まで観察

できなかった膜タンパク質の構造や、化学反応の過程で超高速に動く分子や原子、あるいは電子を直接観察することができるため、創薬や材料開発に大変革をもたらすと期待されています。

また、このXFEL施設の愛称 SACLAのロゴマークが「SACLA(さくら)」に決まりました。2010年10月1日から実施した公募で集まった493件の候補の中から審査を行い決定した愛称で、SPring-8 Angstrom Compact Free Electron Laserの略を表します。  
**SACLAのホームページ** <http://xfel.riken.jp/>



SACLAのロゴマーク

## ■ 米国で得たもの

寺田 佳代子 | Kayoko Terada  
外務部 研究協力課 課員

米国では、科学技術政策への提言や研究のトレンド、科学コミュニケーション、科学教育等について議論するイベントが毎年開催されている。主催するのは米国科学振興協会 (AAAS: American Association for the Advancement of Science)。AAAS と言えば、トップ科学ジャーナルの一つ、『Science』を発行している協会である。このイベントには、米国内だけでなく、世界各地からジャーナリストや科学に関心のある人々が集結し、活発な議論が行われる。

今年は、米国の科学行政の中心地、ワシントンD.C.で2月に開催された。このイベントには、米国を中心とした各国の研究機関等の展示会も含まれており、理研は、若手研究者の“リクルーティング”を目的に、3年前から参加している。今年は、日本が一丸となって科学技術分野における存在感をアピールするため、(独)科学技術振興機構 (JST) が中心となり、理研、京都大学、JR東海など11機関で“ジャパン・パビリオン”を出展した。ワシントンD.C.での開催ということもあり、来場者も多く、イベントブースも含め例年以上の盛り上がりを見せた。

理研ブースの説明者として参加した私は、説明の合間に、他機関の展示や公開セミナー、一般市民向けのイベントへと足を運んだ。その中でも印象に残ったのが、

“Family Science Days” と “The Science Comedy” である。“Family Science Days” は週末に開催される、主に子供を対象とした家族向けイベント。基礎科学を理解するための体験型ブースが並び、工作やゲームなどを通じて、子供から大人まで楽しみながら積極的に参加できる工夫が随所に散りばめられ、日本の科学館でも見習うべきものがあると感じた。

“The Science Comedy” には、米国の博物館やサイエンスショーなどで活躍するサイエンスコメディアンが演者として招かれていた。科学を題材に1時間どのように笑いをとるのか興味があったが、会場は聴講者が入りきれないほどの盛況ぶり、始終笑いに満ちあふれていた。笑いは、その国の文化と密接に結びついているため、米国のコメディアンが万国で通用するかわければ難しい。しかし、コメディ、すなわちエンターテインメントは、人々の興味、関心を得るための大きな原動力となり得る。サイエンスをエンターテインメント扱いすることには賛否両論あるかもしれないが、少なくとも、サイエンスの普及という点では成功していると言えるのではないかと。

このイベントに参加して、思い起こされたことがある。私自身、米国に留学し、生化学を学んだ経験があるが、学生の科学に対する真摯な態度に驚いた。“暗記”ではなく“ひたすら、なぜ? どうして?”を

筆者近影



繰り返し、理解するまで徹底的に教授に食い下がり、問い詰めるのだ。彼らは、プレゼンテーションスキルも幼い頃から鍛えられているため、日本人のように、ある意味、謙虚な国民性だと戸惑ってしまう。しかし、このような状況の中で、日本人の持つ良さ、すなわち、勤勉さ、器用さ、正確さ、そして協調性の高さに気がついた。

iPS細胞で名高い、京都大学の山中伸弥教授は、日経新聞に次のようなコメントを寄せた。「日本人の良さは努力すること。よく働き、手を動かして取り組む。互いを思いやる気持ちもすごく強い。(中略) みんなが自信を失いかけているのが一番怖い。学校でも日本の素晴らしさをあまり教えていないようだ」。私自身、外務部で国際プログラム・アソシエイト (IPA) 制度を担当する中で、“人材育成”<sup>おろそ</sup>を疎かにしてはいけないと実感している。一人でも多くの科学者を目指す日本の若者たちが、自信を持って外に飛び出し、外から日本を客観的に見る経験をして欲しい。そうすれば、日本にいただけでは決して気づかない、“何か”を感じ、それを武器に世界で活躍する研究者が増えると信じている。

### 『理研ニュース』2011年5号

平成23年5月9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2-1  
TEL: 048-467-4094 [ダイヤルイン] FAX: 048-462-4715  
制作協力 株式会社パルナス  
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



理研の活動への支援を通じて、日本の科学技術の発展に参加してください。

問合せ先: 理研 外部資金部 推進課 寄附金担当

TEL: 048-462-4955 E-mail: kifu-info@riken.jp

<http://www.riken.jp/> (一部クレジットカード決済が可能です)