

RIKEN NEWS

No.346
April
2010

4



独立行政法人
理化学研究所

2 研究最前線

生命の根本を担う 染色体を解明する

6 研究最前線

オミックス解析を駆使し、 機能性植物をつくり出す

10 特集

ワルシャワ大学“稲村賞”に込めた思い

12 SPOT NEWS

- 米国・重イオン衝突型加速器「RHIC」で4兆度の超高温状態を実現
- 細胞シミュレーションの新たな計算手法を開発
1分子粒度を実現
- 糖尿病の根本治療法をマウスで確立
膵島細胞移植、早期拒絶反応の制御に成功

14 FACE

微生物がつくる化合物から
抗がん剤を探す研究者

15 TOPICS

- 平成22年度 一般公開のお知らせ
- マックス・プランク協会と連携研究センター設置に関する覚書、ミュンヘン工科大学と包括協力協定を締結
- 昭和17年制作、理研紹介映画「科学の殿堂」を公開

16 原酒

探検家アレキサンドラス・ライメ氏の言葉

RIKEN Mobile



DNA (直径2nm)
* 1nm=10億分の1m

生命の根本を担う 染色体を解明する

ヒトのすべての遺伝情報（ゲノム）は、全長約1.8mに及ぶDNAに刻み込まれている。細胞が分裂するとき、この長大なDNAは、直径0.1mmにも満たない細胞の中で複製され、二つの娘細胞に1セットずつ正確に分配されなければならない。

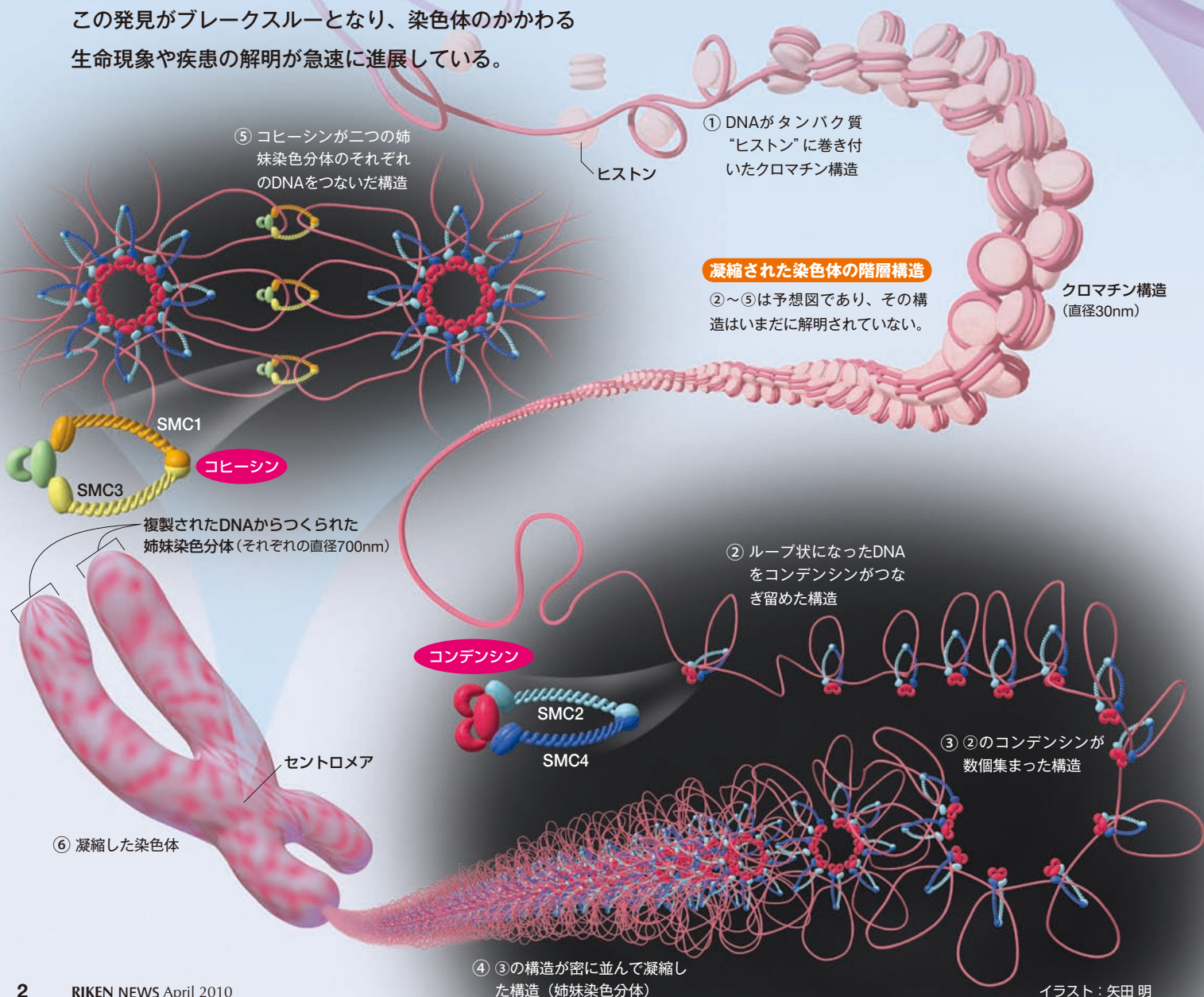
この至難^{わざ}の業を可能にするのが“染色体”だ。

複製されたDNAは、ある未知のタンパク質の働きにより、絡まることのないように“凝縮”して染色体をつくり、娘細胞に運ばれると考えられていた。

しかし、いったいどのようなタンパク質がどのようにして染色体を凝縮させているのか、その仕組みは長い間大きな謎に包まれていた。

1997年、平野達也 主任研究員は染色体を凝縮させるタンパク質複合体“コンデンシン”を発見。

この発見がブレークスルーとなり、染色体のかかわる生命現象や疾患の解明が急速に進展している。



染色体は生命の根本を担っています。
しかし染色体凝縮のメカニズムは、
いまだにブラックボックス。
その解明が私のライフワークです。

平野達也

基幹研究所
平野染色体ダイナミクス研究室
主任研究員



ひらの・たつや。1960年、千葉県生まれ。京都大学大学院理学研究科博士課程修了。カリフォルニア大学サンフランシスコ校（ポスドク）、コールド・スプリング・ハーバー研究所（助教授から教授まで歴任）を経て、2006年より現職。専門は染色体の凝縮と分離の分子メカニズム。

■ 染色体のブラックボックス

「私が大学に入学した1980年代の初め、生物学の教科書を開くと、まずDNA二重らせんの分子構造の説明がありました。そして、最近DNAがヒストンというタンパク質に巻き付いてクロマチンという構造をつくっていることが分かった、と書かれていました（2ページの図①）。一方、染色体はDNAと比べるとはるかに大きな構造体なので、19世紀末に光学顕微鏡で観察されています。クロマチン構造を取ったDNAがさらに“凝縮”して染色体ができるはずですが、凝縮にかかわるタンパク質とその働きは大きなブラックボックスの中にありました。それを解き明かしたいというのが、染色体に興味を持ったきっかけです」

平野達也 主任研究員は京都大学大学院に進学、柳田充弘 教授の研究室に入り、酵母遺伝学による染色体の研究に携わった。「分裂酵母の突然変異体をたくさんつくって、その中から染色体の形態に異常を示すものを見つけ出し、染色体の形成にかかわる遺伝子を探る研究に取り組みました。しかし研究を進める過程で、こうした遺伝学的手法ではなく、より直接的な生化学的手法を用いて染色体を解析したいと思うようになりました。しかし、細胞からきれいな染色体を取り出すことはとても難しいのです」

■ 染色体を凝縮させる“コンデンシン”を発見！

1989年、平野主任研究員は米国カリフォルニア大学サンフランシスコ校にポスドク（博士研究員）として赴任した。そこでは、試験管の中で染色体をつくる実験システムが開発されつつあった。「カエルの卵をつぶして高濃度の抽出液を用意します。そこにDNAを入れると、なんと試験管の中で染色体をつくることのできるのです。この染色体は不純物が少ない条件で取り出すことができるので、そこに含まれているタンパク質の解析は格段に容易になります」

こうして平野主任研究員は、1994年、染色体の凝縮にかかわる二つのタンパク質を発見した。それは現在、SMC2、SMC4と呼ばれている。「ちょうどそのころ、出芽

酵母や線虫の研究から、いくつかのSMC関連遺伝子が染色体の働きと関係していることが報告されつつありました。さらに柳田先生から“染色体の形がおかしくなった分裂酵母の突然変異体を解析したところ、2種類の似た遺伝子を発見した”と国際電話をいただきました。それらもSMC関連遺伝子でした。しかも驚いたことに、その突然変異体の一つは、私自身が大学院のときに見つけたものでした」

平野主任研究員によるカエルの染色体タンパク質の生化学的解析は、酵母や線虫の遺伝学的解析からも支持を得たことにより、SMCタンパク質が染色体で重要な役割を果たしているという統一的な結論に達したのだ。しかし、この研究は、さらに大きな物語の序章にすぎなかった。

1995年、平野主任研究員は米国コールド・スプリング・ハーバー研究所に移り、そこで自分自身の研究室を立ち上げた。そして1997年、SMC2とSMC4がほかの三つのタンパク質とともに複合体をつくっていること、その複合体が染色体の凝縮（コンデンセーション）において本質的な役割を持つことを発見し、“コンデンシン”と名付けた。「電子顕微鏡で観察すると、コンデンシンは小さなクリップのような形をしていることが分かりました（2ページの図②）。こんな不思議な形のタンパク質複合体は、それまで誰も見たことがありませんでした。しかしよく考えてみると、これはクロマチンを束ねるためには大変都合の良い形です」

■ 糊の機能を持つ“コヒーシン”

1990年代半ばはゲノム研究の黎明期だった。1996年に出芽酵母のゲノムが解読され、SMCには4種類あることが

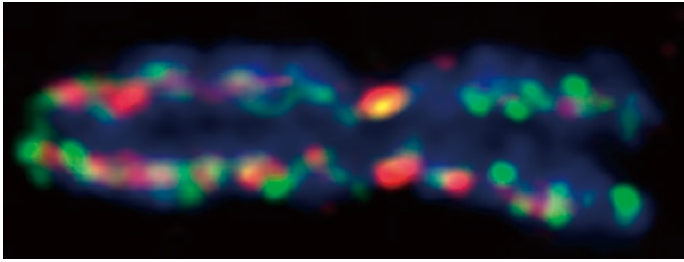


図1 ヒト染色体におけるコンデンシンIとコンデンシンII
 コンデンシンI(緑)とコンデンシンII(赤)は、染色体(青)の軸に沿って交互に並んでいる。一部のコンデンシンIIは、セントロメア付近(二つの赤い楕円領域)に集中している。コンデンシンIとIIは、共にSMC2とSMC4を持つが、複合体を形成するほかの三つのタンパク質の種類が異なる。

分かった。「残りの2種類、SMC1とSMC3は何をしていると思いますか。私たちは、この二つも別のタンパク質と一緒に大きな複合体をつくること、その複合体は細胞分裂の過程でコンデンシンとは異なる働きをしていることを、カエル卵抽出液を用いた実験で突き止めました」

1997～98年、いくつかのグループの研究成果が結び付き、その複合体は2本の姉妹染色分体を結び付ける^{のり}の機能を持つことが明らかになった。この複合体は、現在では「コヒーシン」と呼ばれている(2ページの図⑤)。「古くからの研究によって、凝縮と糊の働きをそれぞれ担うタンパク質が染色体上にあるはずだ、ということは予想されていました。しかし、両者がともにSMCという類似のタンパク質を含む複合体(コンデンシンとコヒーシン)だったことは、まったく予想外でした」

■ コンデンシンに見る生命誕生と進化

「さらに驚くべきことに、進化的に古く、核を持たない原核生物(大腸菌などの細菌類を含む)にも、コンデンシンに似たタンパク質が見つかりました。遺伝情報の複製と分配は、生命の根本です。細胞分裂の仕組みは原核生物と真核生物で異なりますが、遺伝情報の分配を担うタンパク

質は共通していたのです」

生命とは何か。その定義の一つは、自己増殖ができることだと考えられている。「DNAを複製することができる原始的な生命が誕生したとき、複製したDNAをどうやって二つに分配して自己増殖するのか、その仕組みづくりが大きな課題だったはず。コンデンシンの祖先のタンパク質は、生命誕生のかなり初期に登場して、その課題を解決したのかもしれない」

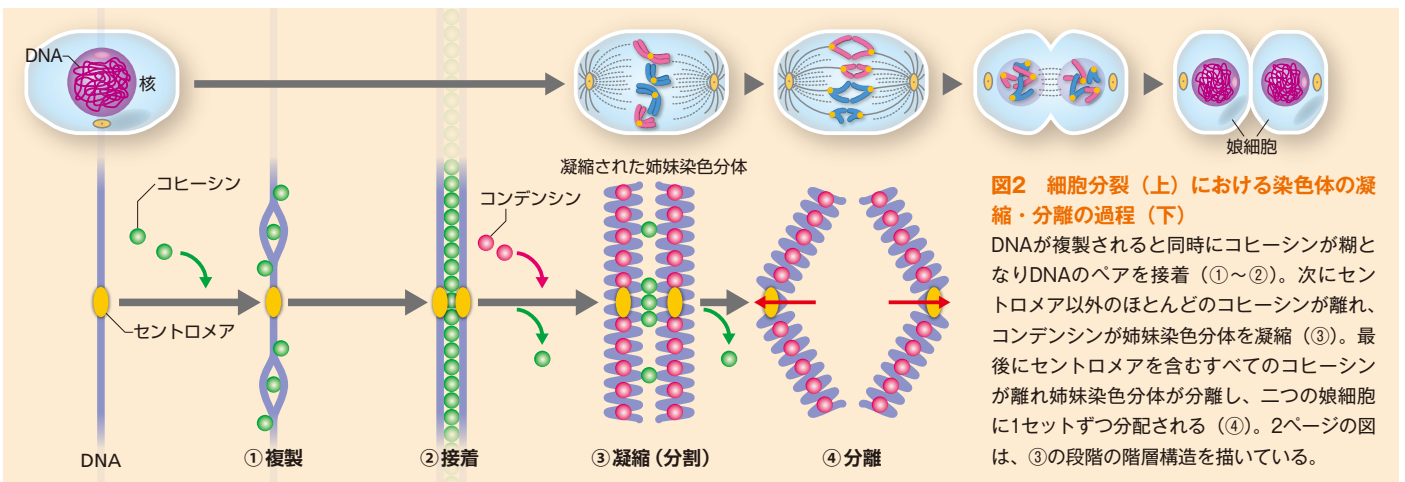
一方、コヒーシンに相当するタンパク質は原核生物では見つからない。「原核生物ではコンデンシンが凝縮と糊の役割を兼務し、真核生物が誕生する進化の過程でコンデンシンからコヒーシンが分岐して、役割分担するようになったのでしょう」

さらに高等動物への進化の過程で、新しい種類のコンデンシンが生まれたことが分かった。「2003年、私たちはヒトの細胞で新しい種類のコンデンシンを発見しました。今では、従来のものをコンデンシンI、新しく見つけたものをコンデンシンIIと呼んでいます。染色体の中でコンデンシンのIとIIは交互に並んでいます(図1)。実験でIやIIを欠損させると、いずれも染色体の形がおかしくなります」

ゲノムのサイズが比較的小さい酵母などはコンデンシンIしか持たないが、サイズが大きい高等動物の多くはコンデンシンIとIIを持つ。「コンデンシンIIの方が進化の過程で新しく登場したと考えられます。高等動物では染色体が長くなったため、コンデンシンIとIIが協調して染色体を凝縮させることが必要になったのでしょう」

■ ブラックボックスの解明に挑む

そもそも染色体はどのように凝縮されているのだろう。「1997年にコンデンシンを発見し、凝縮にかかわっていることを突き止めましたが、染色体凝縮のメカニズムはどうなっているのか、そこはいまだにブラックボックスです。DNAのループをつなぎ留めたコンデンシンが複数個集ま



り、さらにそれらが密に並んだ構造が予測されていますが(2ページの図②~⑤)、それが正しいのかどうか、まだ分かっていません」

2006年に帰国した平野主任研究員は、理研基幹研究所に平野染色体ダイナミクス研究室を立ち上げた。「研究室には、結晶構造解析、生化学、細胞生物学など、さまざまな分野の専門家が集まっています。あらゆる手法を駆使して、ブラックボックスである染色体凝縮のメカニズムを解き明かしたいと思います。それが私のライフワークです」

研究室で取り組んでいる多数のアプローチの中で、カエル卵抽出液は現在でも最有力の実験手段の一つとなっている。「このシステムを使うと、染色体が凝縮・分離する過程を非常に精密に解析することができます」

過去十数年の研究により、コンデンシンとコヒーシンは染色体の凝縮・分離過程で図2のように働くと考えられている。DNAが複製されるとコヒーシンがDNAのペアを接着(①~②)。次に染色体の中央部分(セントロメア)以外でほとんどのコヒーシンが離れ、コンデンシンが姉妹染色分体を凝縮(③)。最後にコヒーシンがすべて離れ、姉妹染色分体が分離して二つの娘細胞に分配される(④)。

「カエル卵抽出液からコヒーシンの働きをコントロールする“調節タンパク質”を除去したり、機能が異なる変異型の調節タンパク質を加えることにより、コンデンシンやコヒーシンの働き方を自由自在に改変することができます。こうした実験操作を通して、コンデンシンとコヒーシンが協調して染色体を凝縮・分離するメカニズムの解明を進めています」(図3)

■ 染色体がかかわる疾患や生命現象が見えてきた

近年、コンデンシンやコヒーシンと関連する遺伝子疾患が次々と報告され始めた。「小頭症^{しょうとうしょう}という脳の前頭葉だけが小さくなる疾患があります。ドイツの研究グループが、その患者の細胞を調べたところ、染色体の凝縮の仕方に顕著な変化があることを発見しました。私たちはこのグループとの共同研究を開始し、この患者の細胞ではコンデンシンIIが異常に活性化されていることを見いだしました」

脳がつくられるとき、コンデンシンの働きがおかしくなり染色体の凝縮の仕方に異常が起きる。その結果、脳の形成に重要な遺伝子がうまく働かなくなることで、小頭症が発症する可能性がある。「つまり、コンデンシンは遺伝子発現にも関与しているのかもしれないのです」

それぞれの細胞で必要なときに必要な遺伝子だけが働くことで、体が正しくつくられ、正常に機能する。DNA自体あるいはDNAが巻き付くヒストンに、メチル基などの化学物質が付くことで遺伝子発現が制御されていることが分かり始め、それらのメカニズムの解明が、生命科学の最もホットな研究テーマの一つとなっている。「メチル基な

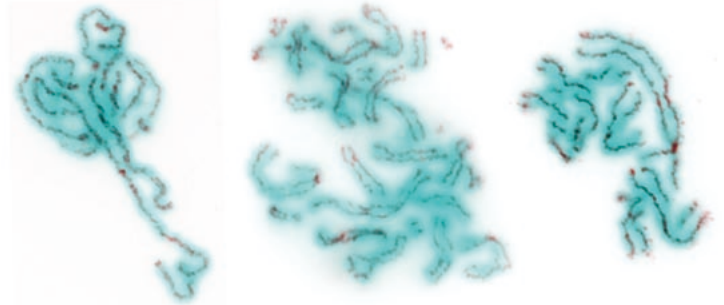


図3 コヒーシンの働きを操作した染色体

中：正常な染色体。DNAの全長にわたり姉妹染色分体が平行に並んでいる。左：コヒーシンの働きを強化した染色体。姉妹染色分体がうまく分割できていない。

右：コヒーシンの働きを弱くした染色体。姉妹染色分体が離れ過ぎている。いずれもカエル卵抽出液中でつくられた染色体。

どの化学物質は個々の遺伝子の発現を制御しています。一方、コンデンシンは染色体を凝縮することで、よりグローバルに遺伝子発現を制御している可能性があります」

またコンデンシンやコヒーシンの研究は、染色体異常を伴う疾患の病因解明にも貢献すると期待されている。通常、同じ種類の染色体(相同染色体)を父方・母方から1本ずつ、計2本受け継ぐ。しかし、ダウン症の患者では、21番染色体を3本受け取ってしまうために、さまざまな疾患が引き起こされる。生殖細胞をつくる減数分裂の際、染色体の分配がうまくいかず、21番染色体を2本持つ卵子ができるからだ。「その原因は分かっていませんが、21番染色体でコヒーシンがうまく働いていないのかもしれない」

実際、減数分裂に特有なコヒーシンが欠損したマウスを作製すると、母体の加齢に伴い、染色体異常の頻度が上昇することが報告されている。このマウスは、ダウン症のモデルマウスとして、病因解明や治療法の開発に貢献すると期待されている。「私たちのチームでも、マウスを使って卵子が形成されるときに減数分裂の研究を進めています。減数分裂において染色体が正確に分配されない確率は、マウスに比べてヒトの方が1桁高いといわれており、このことが不妊症の一因になっています。その理由は分かっていませんが、コンデンシンやコヒーシンの研究からその謎を解明できるかもしれません」

平野主任研究員がコンデンシンとコヒーシンを発見したことを契機に、染色体の研究は今、大きな広がりを見せている。「染色体が生命の根本を担っていることを考えると、今まで予想もしていなかった生命現象や疾患と染色体との関連が、次々と見つかる可能性があります」

(取材・執筆：立山 晃／フォトンクリエイト)

関連情報

- 「うまく別れる秘訣」[RIKEN RESEARCH] (2009年11月27日)
- 「染色体分離の分子メカニズム」[実験医学] Vol.22 No.18 (12月号) 2004
- 「コンデンシンとゲノムの三次元構築」[実験医学] Vol.22 No.10 (7月号) 2004

オミックス解析を駆使し、 機能性植物をつくり出す

植物は無機物から多種多様な代謝物をつくり出している。代謝物は20万種類以上もあり、その中には健康増進の効果など、有用な機能を持つものがある。もし、このような代謝物をたくさん含む“機能性植物”をつくり出すことができれば、私たちの生活はさらに豊かになるだろう。

これは、植物科学研究が掲げる目標の一つでもある。

そのためには、植物個体内で代謝物がどのようにつくられるか、その仕組みを理解することが不可欠だ。

平井優美^{まさみ}チームリーダーは、“メタボローム（全代謝物）”の解析と、

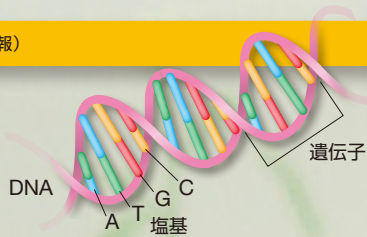
“トランスクリプトーム（DNAから転写された全RNA）”の解析を組み合わせた“オミックス解析”で、代謝物と遺伝子を結び付け、代謝の仕組みを理解しようとしている。

こうして得られた知見は、機能性植物の開発に着実に結び付きつつある。

植物科学研究におけるオミックス解析

① ゲノム（全遺伝情報）

塩基配列の解読
遺伝子領域の予測



② トランスクリプトーム（DNAから転写された全RNA）

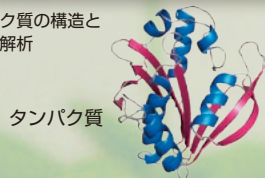
遺伝子発現の解析



シロイヌナズナの
約2万7000遺伝子の解析

③ プロテオーム（全タンパク質）

タンパク質の構造と
機能の解析

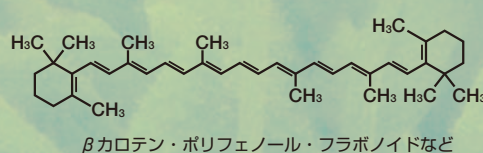
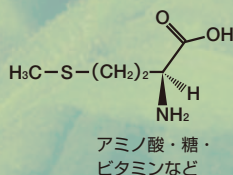


シロイヌナズナの
数千代謝物の解析



④ メタボローム（全代謝物）

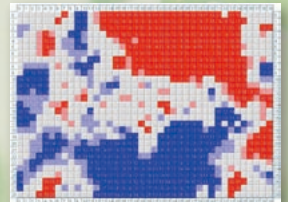
代謝物の解析



オミックス解析とは、①ゲノム（全遺伝情報）、②トランスクリプトーム（DNAから転写された全RNA）、③プロテオーム（全タンパク質）、④メタボローム（全代謝物）を統合して解析することをいう。

統合解析

遺伝子と代謝物の関連付け



トランスクリプトームとメタボロームの統合解析

シロイヌナズナの全遺伝子の発現（全RNA）を調べたトランスクリプトームのデータと、代謝物の蓄積量を解析したメタボロームのデータを統合して解析する。遺伝子の発現と代謝物の量の変化が同じパターンを示すものがあれば、それらは関連していると推定できるため、未知の遺伝子の機能予測につながる。

私たちはとても難しいことをやろうとしています。
だからこそ、研究を楽しむべきだと思います。
楽しくなければ、柔軟な発想は出てきません。

平井優美

植物科学研究センター
メタボローム基盤研究グループ 代謝システム解析チーム
チームリーダー



ひらい・まさみ。1965年、千葉県生まれ。農学博士。1989年、東京大学農学部農芸化学科卒業。1994年、東京大学大学院農学系研究科博士課程修了。千葉大学大学院薬学研究院研究員などを経て、2005年、理研植物科学研究センター代謝システム解析ユニットユニットリーダー。2008年より現職。

■ 植物の代謝＝化合物をつくり出す

「代謝」と聞くと、私たちが食べ物から摂取したタンパク質や脂質などが、体内で分解されてエネルギーに変換される反応を連想する人が多いかもしれません。しかし植物の代謝は、それとは違います」と平井優美チームリーダー（TL）。「植物の代謝とは、窒素やリン、硫黄などの無機物を根から吸収し、光のエネルギーを使ってアミノ酸やデンプンなどの糖をはじめ、さまざまな有機化合物をつくる反応です。そうしてつくられた有機化合物を“代謝物”と呼びます」

無機物からアミノ酸や糖、ビタミンのように体を構成する化合物をつくることを“一次代謝”、一次代謝物からより複雑な化合物をつくることを“二次代謝”という。「植物は一度根を生やしたら、そこから動くことができません。害虫や乾燥、塩害といった環境ストレスにさらされると、それに対応するための二次代謝物がつくられます。植物個体内では一次代謝物は常に一定量に保たれていますが、二次代謝物は必要なときに必要なだけつくられます」

平井TLは、なぜ植物の代謝に注目しているのだろうか。「植物は種ごとに特有の代謝物をつくり、代謝物は植物界全体で20万種類以上あるといわれています。二次代謝物の中には、栄養成分や健康機能成分、さらには薬用成分を持つ有用なものがたくさんあります」。イソフラボン、アントシアニン、メントール、カテキン、カプサイシンなどの名前を耳にしたことがあるだろう（図1）。これらは健康増進機能があるとして注目されている二次代謝物だ。「有用な二次代謝物を効率よくつくることができたら、健康の向上にも役立ちます。私たちは、そのために植物の代謝の仕組みを解明しようとしているのです」

■ メタボローム研究の難しさ

「無機物からどのような反応を経て代謝物がつくられるかを図で示した“代謝マップ”は、地下鉄の路線図のように非常に複雑です。代謝を理解するには、その一部だけを見ていても駄目です。複雑なシステム全体を俯瞰してとら

える必要があります。そのために、私たちは“オミックス解析”を活用しています」（6ページの図左）

①全遺伝情報を“ゲノム”、②DNAから転写された全RNAを“トランスクリプトーム”、③全タンパク質を“プロテオーム”、④全代謝物を“メタボローム”と呼び、それぞれの研究をゲノミクス、トランスクリプトミクス、プロテオミクス、メタボロミクスという。①～④を網羅的に調べる研究をオミックスといい、20世紀末から急速に進展した。

その進展のきっかけとなったのが、ゲノムの解読技術の向上である。DNAを構成する化学物質、塩基の配列を読み取るシーケンサーの解析速度が急速に向上し、2000年に実験モデル植物のシロイヌナズナのゲノム解読が完了、イネやダイズのゲノム解読もすでに完了している。塩基配列が分かるとDNA上にある遺伝子領域を予測することができる。塩基配列から予測されたシロイヌナズナの遺伝子数は約2万7000である。

トランスクリプトームの解析に使われる“DNAマイクロアレイ”の技術も2000年以降、急速に向上した。遺伝子が発現すると、遺伝子領域のDNAの塩基配列がRNAに転写される。DNAマイクロアレイは、対になるDNAとRNAは結合するという性質を利用している。数万～数十万の一本鎖DNA断片をガラス基板上の区切られたスポット（穴）に固定し、蛍光標識を付けたRNAをその上に垂らす。DNA断片と対になるRNAがあれば結合して蛍光を発生し、各スポットの蛍光の有無と強度からどの遺伝子がどのくらい発現しているかが分かるという仕組みだ。シロイヌナズナの全遺伝子について、いつ、どこで発現しているか解析

され、そのデータベース「AtGenExpress」がWebで公開されている (<http://igrt0.psc.riken.jp/>)。

では、メタボローム解析の現状はどうだろうか。「オミックスの中で最も遅れています」と平井TL。「メタボローム解析は、質量分析装置などを使って試料に含まれる分子の質量や電荷などを求め、どの代謝物がどれだけあるかを調べます。しかし、それがとても難しいのです。ゲノムはDNAだけ、トランスクリプトームはRNAだけが対象で、どの生物種についても同じ方法で解析ができます。しかし、メタボロームは、水に溶けるもの、溶けないもの、揮発性のものなど、さまざまな性質の代謝物を対象にしなければならないので、一定の条件で調べることができません。ごく微量しかつくられないものから大量につくられるものまであり、濃度の幅も広い。そのため、一つの試料をいくつもの装置で計測して、データを集めなければいけません」

DNAマイクロアレイの解析はほぼ自動化されていて誰でも扱うことができるが、質量分析装置はその装置を知り尽くした高い技術を持った人しか扱うことができないことも、メタボローム解析の進展を遅らせている一因だ。さらに平井TLは、データ自体にも原因があると指摘する。「質量分析装置から出てくるデータは、質量を横軸、強度を縦軸に取ったグラフで、一つのピークが一つの代謝物に対応します。ピークは1000個も出ますが、どの代謝物が特定できるものは1割ほどしかありません。ほとんどが未知の代謝物で、どこから手を付ければいいのか途方に暮れてしまいます」

メタボロミクスが始まったのは2000年。日本では、理研植物科学研究センター（PSC）メタボローム基盤研究グループの齊藤和季グループディレクター（GD）が先鞭をつけた。齊藤GDは当時、千葉大学大学院薬学研究院教授で、平井TLはその研究室に在籍していた。「面白くて、しかも重要な研究であるという確信はありました。でも出

てきたデータをどう読み取ったらいいのか分からず、悩む日々が3年も続きました」と当時を振り返る。

■ オミックス解析を世界に先駆けて実行

平井TLは2004年、米国科学アカデミー紀要『Proceedings of the National Academy of Sciences : PNAS』に1本の論文を発表した。それは、2005年の植物バイオテクノロジー分野の論文で引用件数が最多になった。「シロイヌナズナのトランスクリプトームとメタボロームを統合して解析し、得られた成果をまとめたものです。遺伝子機能や代謝物合成について新しいことが分かったという論文ではありません。解析結果を記述しただけですから、自分としては不満の残るものでした」

にもかかわらず論文引用が多い理由を、平井TL自身はこう分析している。「当時はメタボロームの論文さえほとんど出ていませんでした。そうした中でメタボロームとトランスクリプトームとを結び付けて何かを引き出そうとしたこと、つまりオミックス解析を世界に先駆けて行ったことを、チャレンジングな試みとして評価していただいたのだと思います」

シロイヌナズナの全遺伝子2万7000個を調べると、いつも同じタイミングで一緒に発現する遺伝子が複数ある。それらの遺伝子は、同じ機能にかかわっている可能性が高い。その遺伝子群が発現しているときに量が増え、発現していないときに減っている代謝物があれば、遺伝子群と代謝物に関連があると推定できる。このようにオミックス解析によって、遺伝子と代謝物を結び付け、それらの働きを知ることができるのだ（6ページの図右）。

■ がん予防効果のある野菜をつくる

オミックス解析の一つの例が、2007年に発表した“がん予防成分をアブラナ科野菜につくらせる新規遺伝子の発見”だ。ブロッコリーやダイコン、ワサビ、カラシナなどのアブラナ科の植物は、かんだり、すりおろすと辛みを感じる。この辛み成分はグルコシノレートという代謝物に変化したもので、そのうちスルフォラファンは発がん物質を解毒する酵素の働きを高める機能を持つことが知られている。平井TLは、アブラナ科のシロイヌナズナを用いて、*PMG1*という遺伝子がグルコシノレートの合成を制御していることを明らかにしたのだ（図2）。

「シロイヌナズナについてトランスクリプトームとメタボロームの統合解析を行ったところ、同じパターンで変化する遺伝子群が見つかりました。その遺伝子群にはグルコシノレートの合成に関与していることが分かっている遺伝子が含まれていました。遺伝子群の中で機能が分かっていない遺伝子を詳しく調べることで、*PMG1*にたどり着いたのです」

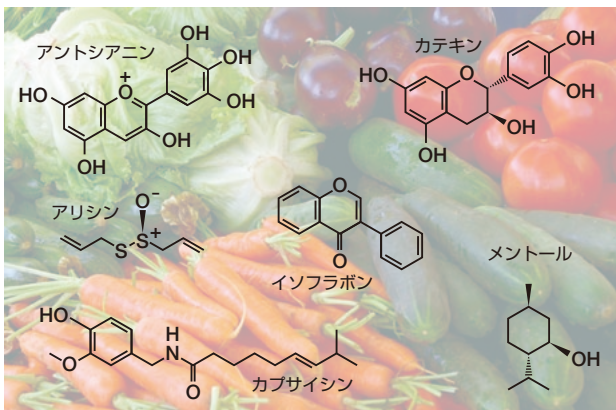


図1 健康機能成分を持つ二次代謝物の例

植物は無機物からアミノ酸や糖などの一次代謝物をつくり、さらにそれを材料に、より構造が複雑な二次代謝物をつくる。植物種によってつくられる二次代謝物は異なり、さまざまな健康機能成分を持つものがある。

シロイヌナズナでPMG1の働きを強めるとグルコシノレートの合成量が増えることも確認した。「グルコシノレートが増えれば、スルフォラファンの量も増えます。その結果、がんの予防効果がある野菜ができるのではないかと期待しています」

グルコシノレートの合成にかかわる遺伝子群に注目した研究は進行中だ。平井TLは、遺伝子群の中でBASS5という遺伝子に関心を持っている。BASS5の塩基配列は、動物のタンパク質の一つ、胆汁酸トランスポーターの遺伝子の塩基配列に似ている。胆汁酸トランスポーターは細胞膜にあり、胆汁酸の細胞間移動を担っている。塩基配列が似ている場合、その働きも似ていることが多いが、植物に胆汁酸はない。では、BASS5からつくられるタンパク質は何をしているのだろうか。

「最初は動物と同じく細胞膜にあってグルコシノレートの細胞間移動を担っていると考えていました。ところが、細胞膜ではなく、細胞の中の葉緑体の表面にあるらしいことが分かってきました。二次代謝物の合成は、細胞質だけでなく葉緑体の中でも起きます。BASS5は、グルコシノレートの中間体が葉緑体に入出入りすることにかかわっているのではないかと考えています」。実際、BASS5を働かないようにすると、グルコシノレートがつかられなくなる。このように、オミックス解析が代謝経路の解明に非常に有効な手段であることが、次々と示されている。

平井TLはアミノ酸、特にメチオニンの合成についての研究も進めている。なぜ一次代謝物のアミノ酸に注目するのだろうか。「グルコシノレートはメチオニンを材料につくられます。代謝物を増やそうとしたら、材料のアミノ酸の供給も増やす必要があります。有用な二次代謝物を多く含む植物をつくらうとしたら、アミノ酸の合成も知っておくべきです」

■ ■ メタボローム解析は本格的なスタートを迎えた

「メタボローム解析はこれから急速に進みますよ」と平井TLは自信に満ちた表情で語った。その根拠が、代謝システム解析チームの澤田有司 特別研究員が開発した「ワイドターゲット」と呼ばれる解析手法である。

質量分析装置から出てきたデータには1000ものピークがあり、どの代謝物に対応するか分からないことが課題だった。「“ターゲット解析”という、既知の1種類の代謝物だけを見る方法があります。ターゲットを次々に増やしていけば、全代謝物、つまりメタボロームの解析に少しずつでも近づく、という発想に基づいています。ワイドターゲット解析で出てきたデータのピークはすべて既知の代謝物ですから、すぐに次の段階の研究を始めることができます。解析手法は分析化学者と情報科学者が開発するのが普通ですが、澤田研究員は私と同じ生物学者です。ワイド

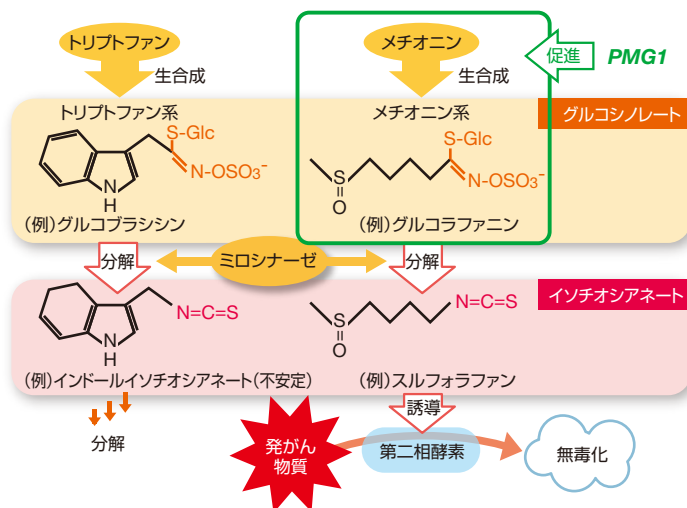


図2 グルコシノレートの合成・分解と生理作用

シロイヌナズナは、メチオニンとトリプトファンから約30種類のグルコシノレートを合成する。グルコシノレートは酵素のグルコシルトランスフェラーゼによって分解されて、辛み成分のイソチオシアネートになる。メチオニン由来のイソチオシアネートの一種スルフォラファンは、発がん物質を無毒化する第二相酵素を誘導する。PMG1遺伝子は、メチオニンからグルコシノレートの合成だけを促進させる働きを持つ。

ターゲットは生物学者にとって、とても使い勝手のいい方法です」。ワイドターゲットの対象となっている代謝物は現在700種類。今後、増やしていく計画だ。

平井TLも、新しい解析手法をぜひ開発したいと思っている。「トランスクリプトームとメタボロームの統合解析は誰でもできるようになってきましたから、この分野の先駆者であるためには次が欲しい。今までは予想もしなかった結果を示唆してくれる解析手法をつくれないうか、試行錯誤しているところですよ」

■ ■ ひらめきこそが、研究者の醍醐味

「トランスクリプトームやメタボロームの解析データは、植物の一つの状態を示しています。そこから、どのような生物学的な意味を読み取ることができるかは、私たちの力にかかっています。データに試されている。そう感じます」と平井TL。「データを何時間も何日も見つめ続けていると、何かのきっかけで、ひらめく瞬間があるんです。それが発見につながる。後で実験ノートを見直すと、“！”がいくつも並んでいることがあります。そのとき、ひらめいたのでしょうか。それが研究者としての醍醐味です」

平井TLの実験ノートには、これからもたくさんの“！”が書き込まれることだろう。

(取材・執筆：鈴木志乃／フォトンクリエイト)

関連情報

- 特願2008-183655「メチオニン由来グルコシノレート及びメチオニンの蓄積量が制御された植物及びその作出方法」
- 2007年4月10日プレスリリース「がん予防成分をアブラナ科野菜に作らせる新規遺伝子を発見」

ワルシャワ大学“稲村賞”に込めた思い

ポーランドのワルシャワ大学に、“HEAVY ION LABORATORY PRIZE（重イオン研究賞）”という若手研究者のための奨励賞がある。

これは、理研での研究活動後、科学技術振興事業団（現・科学技術振興機構：JST）の海外派遣上級研究員・ワルシャワ大学客員教授として赴任した稲村 卓 博士が基金を提供して設立されたもので、通称は“稲村賞”。

この賞はすでに3名の若手研究者に授与され、受賞者はそれぞれほかの研究機関に籍を移し目覚ましい活躍をしている。稲村博士に研究者としての道のり、“稲村賞”設立の経緯、日本の科学界への提言などを聞いた。

東条英機から野口英世へ

——科学者を目指したきっかけは何ですか。

稲村：私の子どものころは第二次世界大戦中で、東条英機が私のヒーローでした。国民学校（小学校）の校庭に天皇・皇后両陛下の写真を納めた奉安殿ほうあんでんがあり、そこを通るたびに誰もが最敬礼していました。そして小学3年生のときに終戦。しばらくして、奉安殿が爆破されることを聞き、数人の友だちとその様子を見に行きました。その光景は私の脳裏から生涯消えることはありません。

突然、ヒーローがいなくなりました。その後、郷里の偉人、野口英世の伝記を読み、新しい夢ができました。学者になると決めたのです。周りにもそれを宣言して、4年生のときから私のあだ名は“学者”でした。

——野口英世のどこに惹かれたのですか。

稲村：真実を見つけないと、とひたむきに取り組む姿勢です。

電磁相互作用で原子核の構造を探る

——1967年に理研に入所されましたが、当時の理研の雰囲気はいかがでしたか。

稲村：研究者それぞれが主体的に研究テーマを見つけ、自

由に研究を進めていました。自分の研究テーマに対して周りから反対された記憶は一度もありません。

——どのような研究を行ったのですか。

稲村：一貫して、電磁相互作用を使って原子核の構造を探る研究に取り組みました。当時から原子核の構造を調べる実験の主流は、加速器を使って粒子を衝突させたときに起きる核反応を測定する手法でした。その測定データを解釈するには核反応の理論モデルが必要です。しかし、その理論モデルはまだ確立されておらず、それが間違っていた場合、原子核の構造も間違った解釈になってしまいます。一方、電磁相互作用の理論はすでに確立されています。電磁気力の測定データは100%信用できます。科学にとって一番大切なことは、先入観を持たずに事実を見ること。それが電磁相互作用を用いた実験では可能です。

——どのような手法を用いるのですか。

稲村：一つは「クーロン励起」です。重イオンを標的原子核に、衝突しない程度に加速して近づけます。言い換えると、核力の影響が出ない程度に近づける。すると、両者の電磁相互作用で原子核が励起されます。どこまで励起されるかは重イオンの電荷（陽子数）の大きさに依存します。その励起状態を調べて原子核の構造を知ろうという手法です。

そして1980年代からは、レーザーを使った手法にも取り組みました。原子の中心には原子核があり、その周りを電子が回っています。電子の状態は電磁相互作用で原子核の構造にわずかながら影響を受けています。これは、レーザーを原子に当てたとき、光の吸収の違いとなって現れます。つまり、レーザーで励起された原子からの光のスペクトルがわずかに変化します。それを測定し、原子核の構造を調べるのです。この手法を「レーザー核分光」と名付けました。

——その手法でどのようなことが分かるのですか。

稲村：原子核のスピンの形など、基本的な物理量を測定できます。つまり、原子核の“素顔”が分かるのです。しかし、実際にこの手法を使うのは簡単ではありません。当時、私はレーザーについては素人だったので、理研の主任研究員



2004年、第1回目の重イオン研究賞を授与する稲村博士。受賞者のマグダ・ジェドレヅカさんは、「この受賞は、私の科学者としての経歴における画期的な出来事。とても意欲を高めてくれます」と語った。

として活躍されたレーザーの大家、霜田光一先生に意見を伺うことにしました。もし、「それは難しいよ」と否定されていたら、自信を失っていたでしょう。恐る恐る伺ってみると、霜田先生は開口一番、「私もそれをやってみたかったんだ」と。これには大変勇気づけられました。

そして1986年、霜田先生が代表研究者、私が事務局となり、「基礎科学におけるレーザー分光」という国（科学研究費補助金）の研究プロジェクトがスタートしました。このプロジェクトでレーザー核分光を含む、さまざまな分野の基礎研究が行われました。その後、理研の若い研究者たちが世界トップレベルのレーザー核分光の技術を確立してくれました。その基礎を築けたことを、誇りに思っています。

学術・芸術を大切にするポーランドと“稲村賞”

——最初にポーランドを訪問されたのはいつですか。

稲村：1984年の夏にワルシャワ大学に講師として招かれ、2週間ほど滞在しました。そのとき、とてもショッキングな出来事がありました。ワルシャワ郊外のショパンの生誕地を案内されたとき、そこを流れる川の汚染がひどく、悪臭を放っていたのです。社会主義は人間を大事にするものだと思っていたのですが、深刻な公害問題が放置されていました。——その後、JSTの海外派遣上級研究員として、再びポーランドへ行かれたのですね。

稲村：1996年に理研を定年退職した後、1998年にワルシャワ大学重イオン研究所に赴任しました。ポーランドでは1989年に社会主義政権が崩壊。14年ぶりに訪れたポーランドは、人々は活気に満ち、街全体が明るいイメージに変わっていました。そして、あの川を見に行きました。すると悪臭のしない普通の川に見事によみがえっていたのです。

中世のポーランドは大国で、国王は学術や芸術を大切にしました。第二次世界大戦前まで、ポーランドの何人もの研究者がノーベル賞級の業績を挙げています。その後、長い社会主義体制を経た今でも、学術・芸術を大切にする伝統が受け継がれています。それが現在の発展の礎となっています。そんなポーランドを私は大好きになりました。20年後には、ドイツと肩を並べる国になると思います。

——“稲村賞”設立の経緯を教えてください。

稲村：ポーランドでは遊ばなかったので、JSTから受け取った滞在費がかなり残っていました。2002年の帰国の際、それをどうしようかと考えていたとき、子どものころによく聞いた母の言葉を思い出したのです。「いつもお天道様が見ているよ」。良い行いをしなさいというしつけです。

当時、ポーランドの物価は日本の10分の1。このお金をポーランドで使えば、日本で使うよりも10倍生かせる。これを基金に奨励賞をつくり、若い研究者を勇気づけることができたなら、研究者冥利に尽きると思ったのです。

ワルシャワ大学はその提案を受け入れてくれました。そ



稲村 卓

いなむら・たかし。1936年、福島県生まれ。東京工業大学大学院修了。理学博士。理研を中心に、英国マンチェスター大学、米国テキサスA&M大学などで原子核物理研究を進める。2001年、ワルシャワ大学学術功労賞受賞。著書に『灰とダイヤモンド』の国ポーランド』（文芸社）。

して「重イオン研究賞」ができたのです。2年に1回、重イオン研究で卓越した成果を挙げた若手研究者を一人選び、5000ドルの奨励金を授与しています。これは、当時、ワルシャワ大学では教授の年収に相当する金額でした。一人当たりの額を少なくして、数人の若手を選んだ方がいいという意見もありました。しかし科学研究は民主的に行うものではありません。学術や芸術では個性や能力を尊重して、本当に優れている人を重点的に育てる必要があります。

基礎科学を尊重する土壌を取り戻せ

——日本が科学技術で国際貢献する上で、何が必要ですか。

稲村：国際貢献を言う前に、日本は基礎科学を大切にする土壌を取り戻す必要があります。そうすれば自然と国際貢献につながります。かつて日本にもその土壌がありました。ところが20年ほど前から、社会に役立つこと、応用研究ばかりが重視される風潮が続いています。もちろん応用研究は大切です。しかし、成果が見えにくい基礎研究が軽視される傾向は、深刻な問題です。

その風潮を反映してか、最近の子どもはよく、「社会に役立つことをしたい」と言います。とても残念です。「お国のために」と言っていた私の子どものころを思い出します。子どもには、「好きなこと、面白いことをしたい」という遊び心を失ってほしくありません。

遊び心は科学者にも大切です。何に役立つかわからない“得体の知れない研究”。私がいたころの理研は、それが許される場所でした。そのような研究から、やがて社会を変える本当に革新的な成果が生まれるのです。理研にはぜひ、「科学者の自由な楽園」であり続けてほしいと思います。 **R**

(取材・構成：立山 晃／フォトンクリエイト)

米国・重イオン衝突型加速器 「RHIC」で4兆度の 超高温状態を実現

2010年2月16日プレスリリース

——クォーク、グルーオンとは何ですか。

秋葉：物質を構成する最小の粒子です。物質をどんどん細かく分けていくと原子になります。原子は原子核と電子で構成され、原子核は陽子と中性子からできています。さらに、陽子と中性子はクォークと呼ばれる素粒子がグルーオンと呼ばれる“糊の粒子”をやりとりして結び付いています（図1）。

——RHICについて教えてください。

秋葉：BNLにある全周約3800mの衝突型加速器です（図2）。二つの独立な超電導加速リングを持ち、陽子から金の原子核までのさまざまな粒子ビームを加速し、衝突させることができます。RHICの最大の目的は、クォークとグルーオンがばらばらな状態、「クォーク・グルーオン・プラズマ（QGP）」をつくり出し、その性質を調べることです。金原子核同士を超高速で衝突させて、ビッグバン直後に数十万分の1秒間存在したとされるQGPを再現します。

——今回、その目的を達成したのですね。

秋葉：はい。私たちは2000年からRHICでの大型国際共同実験「PHENIX」^{フェニックス}で研究を行ってきました。この実験には日本から10以上の研究機関が参加し、実験装置の約3割を担当しています。PHENIX実験で得られた膨大なデータの解析から、RHICで金原子核同士を超高速で衝突させると、粘性がほとんどゼロの超高密度物質が生み出されることを2005年までに確認していました。この物質がQGPであるかどうかを確かめるには、衝突初期の温度を知る必要があります。しかし、その温度測定はとても難しかったのです。

高温状態の物質の温度は、高温物質が発する光の色（エネルギー分布）と発生量から測定することができます。今回、金原子核の衝突の際に出る光の測定に成功し、初期温度が4兆度に達していることが分かりました。この温度はこれまでに知られている温度としては宇宙最高であり、QGP実現に必要なとされる2兆度をはるかに超えています。QGPが見つかった決定的な証拠と考えています。

約137億年前のビッグバン直後の数十万分の1秒間、物質を構成する最小の粒子、クォークとグルーオンからなる「クォーク・グルーオン・プラズマ（QGP）」という超高温の状態が存在していた。その後、宇宙が冷えてクォークとグルーオンは陽子や中性子に凝縮、次いで原子核や原子が誕生したと考えられている。今回、理研と高エネルギー加速器研究機構を中心とする研究グループは、米国ブルックヘブン国立研究所（BNL）との国際共同研究で、重イオン衝突型加速器（RHIC）を用い、太陽の中心温度より25万倍も高い約4兆度の超高温状態をつくることに成功。この温度はQGP実現に必要なとされる2兆度をはるかに超えており、宇宙創成の謎の解明につながる。この成果について、理研BNL研究センター 実験研究グループの秋葉康之グループリーダーに聞いた。

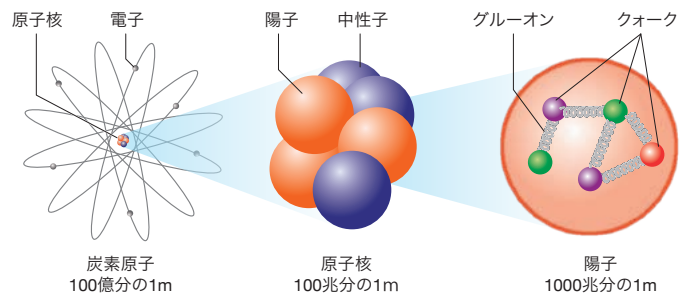


図1 量子色力学による物質構成の模式図

量子色力学は、クォークに働く強い相互作用の基本理論。陽子や中性子では、三つのクォークがそれぞれ別の「色電荷」を持っており、グルーオンの媒介で「色電荷」を交換することにより結合している。



図2 重イオン衝突型加速器（RHIC）

写真提供：BNL

——今後の展開は。

秋葉：今後数年かけてRHICの機能を高め、ビーム衝突精度をさらに向上させるとともに、新しい検出器も加えて、QGPをより詳細に調べていく予定です。初期温度や粘性などの基本性質をより精密に測定することで、ビッグバン直後の状態の解明ばかりでなく、物質構成の謎にも迫ります。 R

※米国の科学雑誌『Physical Review Letters』オンライン版（3月29日）掲載。日本は読売、日刊工業新聞（2/17）に、米国ではNew York Times、USA Today（2/16）などに取り上げられた。

細胞シミュレーションの 新たな計算手法を開発

1分子粒度を実現

2010年1月29日プレスリリース

理研基幹研究所の高橋恒一チームリーダー（生化学シミュレーション研究チーム）とオランダの原子分子物理研究所のピーター・レイン・テンウォルデ教授らは、細胞内分子一つひとつの運動まで精密に再現する、細胞シミュレーションの新たな計算手法の開発に成功した。

生命活動は、細胞内の生体分子同士の反応が連続して起こる生化学反応ネットワークにより行われている。従来の細胞内生化学ネットワークのシミュレーションでは、単に分子数の増減や、細胞内の場所による濃度の違いを再現するものが主流だった。一方、蛍光顕微鏡などの発達に伴い、1分子単位の揺らぎや運動が生命機能に重要な役割を果たしていることが明らかになってきた。このため、生体分子一つひとつの運動まで考慮に入れて細胞の働きを精密にシミュレーションする「1分子粒度」の計算手法の開発が求められてきた。し

かし、従来の計算手法では、簡単なシミュレーションでも計算時間に数年を要するのが問題だった。

今回、研究グループは1分子粒度で計算を行う「eGFRD法」を開発、計算時間を数年単位から数日以内にまで大幅に短縮することに成功した。実際に、MAPキナーゼという分子のシミュレーションを行ったところ、現在一般的に用いられている理論とは異なる動きをすることを見だし、従来理論が不十分であることを指摘した。

今後、eGFRD法を細胞シミュレーター「E-Cell」*に搭載し、理研が開発を進めている次世代スーパーコンピュータ（2012年完成予定）を活用することで、より包括的な1分子単位の細胞シミュレーションの実現を目指す。これにより、細胞のがん化メカニズムの解明や、幹細胞（万能細胞）の分化の予測と制御にも貢献すると期待される。

*E-Cell：国産の細胞シミュレーター。1996年に慶應義塾大学で発足したE-Cellプロジェクトによって開発された。細胞のように複数の計算法や時間尺度が混在する対象でも効率的に計算が進むのが特徴。現在、理研を中心に次世代版を開発中。

●『Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America: PNAS』（2月9日号）掲載

糖尿病の根本治療法をマウスで確立

膵島細胞移植、早期拒絶反応の制御に成功

2010年2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の谷口克グループディレクター（免疫制御研究グループ）と福岡大学安波洋一教授の研究グループは、マウスを使った実験で、糖尿病の重篤な患者に行う膵島細胞移植で起こる早期拒絶反応が、細胞核内のタンパク質「HMGB1」が原因で起きることを発見した。また、拒絶反応の発症を判定する方法と、治療法の確立にも成功した。

国内の糖尿病患者約890万人のうち、生涯インスリンを注射し続けなければならない重症患者は約10万人。その治療法として2000年以降行われているのが、インスリンをつくる膵島細胞の肝臓への移植だ。これまでに世界で500以上、国内で18の移植症例が報告されている。しかし、移植後、数時間のうちに起こる早期拒絶反応が大きな障害になっていた。

今回、研究グループは、独自に開発した糖尿病モデルマウスを使って詳細な実験を行った。その結果、膵島細胞が大量のHMGB1を持つこと、さらに膵島細胞を肝臓の動脈へ移植

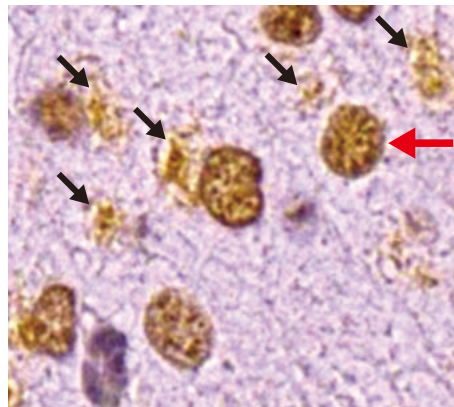


図 移植直後の膵島細胞のHMGB1の局在。生着した膵島細胞（赤矢印）では茶色に染色したHMGB1が主として細胞核に存在する。一方、早期移植拒絶を受けた膵島細胞（黒矢印）ではHMGB1が細胞外に放出されている。

する際に虚血現象（動脈血量の減少による貧血）が起こり、それが引き金となってHMGB1が細胞外へ放出され、早期拒絶反応が起こることを突き止めた。

実際、マウスにおいてはHMGB1抗体投与によって、移植膵島細胞の早期拒絶反応を回避する治療法の確立に成功し、移植する細胞数はこれまでの4分の1以下と移植効率も大幅に改善した。今後、重症糖尿病の根本治療を目標に、4～5年をめどに臨床研究を進める。

●『The Journal of Clinical Investigation』（3月号）掲載

微生物がつくる化合物から 抗がん剤を探す研究者

川谷 誠 (かわたに・まこと)

1975年、茨城県生まれ。理学博士。千葉県立佐原高等学校卒業。1998年、慶應義塾大学理工学部応用化学科卒業。2003年、慶應義塾大学大学院理工学研究科基礎理工学専攻博士課程修了。同年4月、理研入所。長田抗生物質研究室基礎科学特別研究員などを経て、2009年10月より現職。専門はケミカルバイオロジー。

川谷研究員の出身は、Jリーグ・鹿島アントラーズの本拠地に近い茨城県神栖市。「サッカーが盛んな場所で、小学生のときは地元の選抜チームに入っていました。将来の夢はサッカー選手。好奇心が旺盛で、“くどい”と言われるほど質問する子どもでした」。高校は千葉県の学校を選んだ。「自転車で片道2時間。県境の利根川を越えると、サッカーはまるで人気がなく、ショックでしたね。高校時代、親しかった友人の母が、がんで亡くなりました。身近な人の死は初めてでした。病気で苦しんでいる人の役に立つ仕事をしたい、そう思い始めたのもそのころです」

1994年、慶應義塾大学理工学部へ。大学でもサッカーごんまいの日々を送っていたが、4年生のとき将来を決める出会いがあった。「微生物がつくる化合物から有用な機能を持つものを見つける——そんな研究があると知り、宝探しのようで面白そうだと思います」。それは“ケミカルバイオロジー”と呼ばれ、特に近年注目されている分野だ。「細胞を入れたシャーレに化合物を加え、次の日ふたを開けると、予想もしないことが起きていたりする。それが面白くて、ケミカルバイオロジーにハマってしまいました」

2003年の理研入所後も宝探しを続けてきた川谷研究員の名前が2006年、新聞各紙に掲載された。「放線菌がつくるリベロマイシンAが骨粗しょう症の骨の破壊を止めることを発見」という記事です。プレス発表当日、長田主任研究員がインフルエンザにかかって、急ぎょ私が発表することに……緊張しましたね。骨粗しょう症は、骨を壊す破骨細胞が働き過ぎるために起きる。骨粗しょう症のモデルラットを使った実験で、リベロマイシンAは破骨細胞だけを殺し、骨をつくる骨芽細胞は殺さないことが分かった(図)。また、低濃度で効果があり、副作用もないことも確認した。「新聞を見た患者さんから相談や期待の手紙をたくさん頂きました。現在、製薬会社と共同で、骨粗しょう症の治療薬開発を目指しています」

理研は2007年、天然化合物を収集・保存・提供する“天然化合物バンク (NPDepo)”を設立。収蔵数は3万化合物を超

微生物が生み出す多種多様な化合物、その中から骨粗しょう症の治療薬や抗がん剤となる有用な化合物を探す研究者がいる。理研基幹研究所化合物ライブラリー評価研究チームの川谷 誠研究員だ。感染症の治療に威力を発揮した“ペニシリン”もアオカビがつくる化合物である。川谷研究員は2006年、理研基幹研究所 長田抗生物質研究室の長田裕之主任研究員らとともに、放線菌がつくる化合物“リベロマイシンA”に、骨粗しょう症の治療効果やがんの骨転移を抑える効果があることを発見。この成果は新聞各紙にも取り上げられ、注目を集めた。“第13回(2009年度)日本がん分子標的治療学会研究奨励賞”“理化学研究所平成20年度研究奨励賞”を受賞するなど、着実に業績を積み重ねてきた川谷研究員の素顔に迫る。

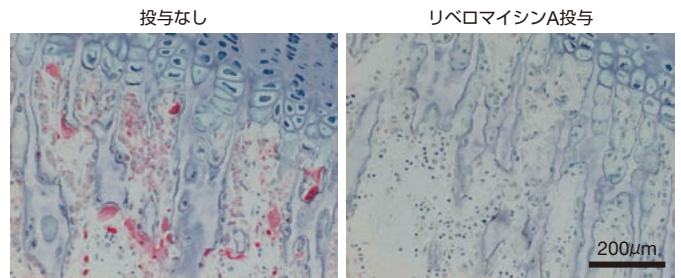


図 リベロマイシンAを投与した骨粗しょう症モデルラットの骨の様子
リベロマイシンAは破骨細胞(赤)を選択的に死滅させる作用を持つ。

えている。川谷研究員は、その中から抗がん作用を持つ化合物を探索し、薬に結び付けようとしている。「何千種類試しても、目的の作用を持つ化合物はなかなか見つかりません。ようやく抗がん作用のある化合物を見つけると、その仕組みを調べます。次に動物実験をしますが、抗がん作用が出ないことも多く、その場合は最初からやり直しです。楽観主義者でないとやっていけません。体力と忍耐力も必要です」

今後の夢は? 「化合物で細胞を自由にコントロールしてみたいですね。細胞の中にあるタンパク質すべてに、それぞれ作用する化合物を見つけられるはずです。それを使って細胞の機能をコントロールできれば、薬の開発や生命の理解が大きく進むはずですよ」。川谷研究員は今、新しく見つけた抗がん作用を持つ化合物の解析を進めている。理研から骨粗しょう症の治療薬や抗がん剤が誕生する日を楽しみに待とう。 R

(取材・執筆: 鈴木志乃/フォトンクリエイト)

平成22年度 一般公開のお知らせ

文部科学省が定める科学技術週間「2010年4月12日(月)～18日(日)“発見したいな まだ誰も見つけてないこと”」の行事として、理研では、下記の日程で一般公開を行います。

理研の最先端の科学研究に親しんでいただくため、研究室・施設の公開をはじめ、講演会、各種イベントを行います。皆さまのご来場をお待ちしております。(入場無料)



●和光研究所

場所： 〒351-0198 埼玉県和光市広沢2-1
 日時： 4月17日(土)
 9:30～16:30
 (入場は16:00まで)
 問い合わせ先： 広報室
 TEL： 048-467-9954



●筑波研究所

場所： 〒305-0074 茨城県つくば市
 高野台3-1-1
 日時： 4月16日(金) 13:00～16:00
 4月17日(土) 10:00～16:00
 問い合わせ先： 筑波研究所 研究推進部 総務課
 TEL： 029-836-9111 (代表)



●播磨研究所

場所： 〒679-5148 兵庫県佐用郡佐用町
 光都1-1-1
 日時： 4月29日(木・祝) 9:30～16:30
 問い合わせ先： 第18回SPRING-8 施設公開実行委員会事務局 (副高輝度光科学研究センター 広報室)
 TEL： 0791-58-2785



●横浜研究所

場所： 〒230-0045 神奈川県横浜市鶴見区
 末広町1-7-22
 日時： 7月3日(土) 10:00～17:00
 (入場は16:30まで)
 問い合わせ先： 横浜研究所 研究推進部 総務課
 TEL： 045-503-9110

●仙台支所

場所： 〒980-0845 宮城県仙台市青葉区
 荒巻字青葉 519-1399
 日時： 7月31日(土) 9:30～16:30
 (入場は16:00まで)
 問い合わせ先： 仙台研究推進室
 TEL： 022-228-2111

●名古屋支所

場所： 〒463-0003 愛知県名古屋市中山区
 大字下志段味字穴ヶ洞2271-130
 なごやサイエンスパーク
 研究開発センター内
 日時： 8月7日(土) 10:00～16:00
 問い合わせ先： 名古屋研究推進室
 TEL： 052-736-5852

●神戸研究所

場所： 〒650-0047 兵庫県神戸市中央区
 港島南町2-2-3
 日時： 11月20日(土) 10:00～16:00
 (入場は15:30まで)
 問い合わせ先： 神戸研究所 研究推進部 総務課
 TEL： 078-306-3025

マックス・プランク協会と連携研究センター設置に関する覚書、ミュンヘン工科大学と包括協力協定を締結

理研とマックス・プランク協会(ドイツ)は1月19日、ミュンヘンの同協会本部で、システム化学生物学(Systems Chemical Biology)分野の連携研究センター設置に向けた覚書を締結しました(写真)。本覚書に基づき連携研究を担うのは、理研基幹研究所とマックス・プランク分子生理学研究所です。このような取り組みは、理研およびマックス・プランク協会双方にとって

初めての試みとなります。また同日、ミュンヘン工科大学との間で包括協力協定を締結しました。理研とミュンヘン工科大学は、これまで長年にわたり加速器科学の分野での協力を実施してきましたが、今後は化学、生命科学、工学など幅広い分野でのさらなる協力が行われることとなります。



野依良治理事長(左)、Peter Gruss マックス・プランク協会長(中)、玉尾皓平基幹研究所長(右)

昭和17年制作、理研紹介映画『科学の殿堂』を公開

理研は、1917年(大正6年)に財団法人として発足しました。その25周年を記念し、第二次世界大戦(1939～1945年)中の1942年(昭和17年)、『科学の殿堂』という理研の紹介映画が制作されました。制作は、理研の発明を自らが工業化した事業体「理研コンツェルン」の一社、理研科学映画(株)です。

このたび、記念史料室に保管されていた

『科学の殿堂』の録画テープをDVD化し、理研のホームページで公開しました。

この映画には、理研コンツェルンをつくった大河内正敏(理研第三代所長(1878～1952年)、国内初のサイクロトロンをつくった仁科芳雄博士(1890～1951年)、日本のビタミン研究の創始者である鈴木梅太郎博士(1874～1943年)など、科学史に残る偉人たちが出演しています。ほかにも

当時の理研を知る上でとても貴重な映像が収められています。ぜひご覧ください。



理研紹介映画「科学の殿堂」
 制作：理研科学映画株式会社(昭和十七年)

<http://www.riken.jp/r-navi/video/history.html>

探検家アレキサンドラス・ライメ氏の言葉

大須賀 壮 OSUKA Soh
研究戦略会議 主幹・研究政策企画員

20数年前になるが、アーサー・コナン・ドイルの名作SF小説『失われた世界』のモデルの地といわれる南米ベネズエラのギアナ高地を訪れたことがある（写真1）。当時ハーバード大学で在外研究していた父親は休暇のために家族を旅行に連れ出したが、ベネズエラに行くことになったのは、私や姉にベネズエラ人の友人がいたことからである。事前に勉強にと前述の原著『The Lost World』を読んだが、小説とはいえ「アマゾン」という響きから来るものは、未開の地への飽くなき想像であった。

だがそれは首都カラカスの飛行場で打ち砕かれる。目の前に現れた飛行機は、プロペラ機ではなく大型のジェット機であった。目的地のカナイマ国立公園へは1時間半ほどの飛行であったが、機長はギアナ高地の千メートルほどの落差がある百近くの台地すれすれに低空飛行を続けた。途中、あの有名な世界最高落差千メートルの滝、エンジェルフォールでは、右に左にと機体の向きを変え乗客にその威容を見せ付けてくれた。

カナイマ国立公園は1994年にユネスコの世界遺産に登録されたが、川沿いには整備された観光客向けの宿泊施設があり、周囲のジャングル地帯にはボートや飛行機でツアーに行くことができる。私たちもボートに乗って「失われた世界」へのツアーに参加した。そこで、ジャングルの中に一人で暮らすラトビア出身の探検家、アレキサンドラス・ライメ氏と出会ったのである（写真2）。ライメ氏は1955年に陸路でエンジェルフォールに初めて到達して以来、「悪魔の山（アウヤンテプイ）」と先住民に呼ばれている隔絶された台地のふもとに定住し、滝を見上げながら探検を進め、20年ほどかけて周囲の地図を作成したと言っていた。地図はアウヤンテプイの周囲千キロメートルにも及び、複雑に入り組んだ台地の測量はジャングルに阻まれ簡単ではなかったはずである。地図作成の理由を率直に聞いてみたが、「目の前にあるからだよ」と返事は簡単だった。高校時代の自分にはありきたりの言葉に感じたが、今となるとこの言葉は胸に突き刺さる。



写真1 カナイマの宿泊施設からボートで2時間ほど上流にのぼった川沿いで撮影した家族写真。後方に写っているのがアウヤンテプイ（悪魔の山）。一番左が高校時代の筆者。



写真2 アレキサンドラス・ライメ氏。気さくにも自宅に招き入れてジュースを振る舞ってくれた。ラトビアからベネズエラに移り住んだ氏の歴史には、つたない私の英語力でも冷戦時代の難しさを十分感じさせた。

研究戦略会議（2009年10月までは研究プライオリティー会議）が設立された2004年、理研脳科学総合研究センター（BSI）で研究に従事していた筆者は、初めて行われた研究政策企画員の公募で採用された。周囲からは「（研究系以外に進むのは）“茨の道”を行くようなものだ」と大反対されたが、BSIの労働者代表を務めた経験から得た「現場の声を研究所経営に」という思いもあって飛び込んだ。それ以来、研究所コーディネーターとして研究者と経営間の意思疎通促進ならびに関連研究施策の実現にかかわっている。

正直、前述の思いを反映できずに悩むことも多々あるが、最近、ライメ氏の言葉が少しずつだが理解できるようになってきた。今、私の目の前にはとてつもなく大きくそして深遠な「科学」という世界が広がっている。それは簡単には把握できないものであろう。もう7年目、でもまだまだ7年目である。私はきっとこれからも「研究所」という複雑に入り組んだ大きな地図を、ライメ氏に負けずに描き進めるのだろう。

R

『理研ニュース』2010年4月号（平成22年4月5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：048-467-9439 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