

研究最前線「データ駆動型サイエンスで生命を理解する」より

研究最前線 ⑫

セシウムから植物の 適応メカニズムを探る

研究最前線 ⑯

データ駆動型サイエンスで 生命を理解する

特集 ⑩

健康“生き生き” 羅針盤リサーチコンプレックスが 目指すもの

小寺秀俊 RCHプログラムディレクターに聞く

FACE ⑬

手のひらの上に無重力をつくり出す研究者

TOPICS ⑭

- ・ 科学講演会を長崎と高知で開催！
- ・ 「数理創造プログラム (iTHEMS)」が発足
- ・ 新研究室主宰者の紹介
- ・ 革新知能統合研究センター
新研究室主宰者の紹介

原酒 ⑰

理研を見つめて50年、
研究本館に感じる愛着

「セシウムと結合し植物への取り込みを抑制する化合物を発見」

環境資源科学研究センター（CSRS）機能調節研究ユニットの申 怜^{シノ リオン} ユニットリーダー（UL）とアダムス英里 研究員たちが2015年3月に発表した研究成果は、放射性セシウムに汚染された福島の農業復興に役立つと期待され、大きな反響を呼んだ。

申ULたちは、海藻が塩分の高い海水中でも生長できる仕組みを探る研究も始めている。「自分の意志で動くことができない植物や海藻は、動物にはない高い環境適応能力があります。私はその分子メカニズムを知りたいのです」と申UL。

人がやらないことに挑み続ける申ULたちの研究を紹介しよう。

セシウムから植物の適応メカニズムを探る

■ 科学者として 貢献できることがある！

申ULは、母国・韓国の高麗大学（Korea University）で博士号を取得した後、2002年から米国のドナルド・ダンフォース植物科学研究センターの研究員

として、植物とカリウムに関する研究に携わった。カリウムは、窒素やリン酸と共に肥料の三大要素と呼ばれ、植物の生長に欠かせない栄養素の一つだ。しかしカリウムは土壌に吸着されやすく、植物による利用効率は高くない。そのた

め作物の収穫量を上げるには、カリウムを含む肥料を多量に与えなければならない。肥料中のカリウムの多くは作物に吸収されず土壌に残ったままとなるので、土壌や水を汚染する原因となってしまう。また、肥料のコストは、特に開発途上国の農家にとって大きな経済的負担となっている。

「そこで、作物にカリウムを効率よく吸収させて生長させるための手法の開発が望まれています。そのために、植物がどのようにカリウムを根から吸収し、必要な場所まで輸送して生長に利用するのか、その仕組みを遺伝子やタンパク質などの分子レベルで調べる研究を進めました。ただし、肥料の三大要素の中でも、カリウムに関する研究は現在でも遅れています」と申ULは指摘する。

実験用のモデル植物であるシロイヌナズナのゲノム（全遺伝情報）が2000年に解読された。植物がさまざまな栄養素を根から吸収して、必要な場所まで輸送して蓄積する際、細胞膜にある輸送体（トランスポーターやチャネル）と呼ばれるタンパク質が、特定の栄養素を細胞内に取り込んだり排出したりしている（図2）。

植物やほかの生物の輸送体に関する知見をもとに、シロイヌナズナのゲノムからはカリウムの吸収・輸送・蓄積に関係していそうな輸送体の候補遺伝子が60種類ほど見つかった。「その中で、シロイヌナズナを用いた実験で実際にカリ

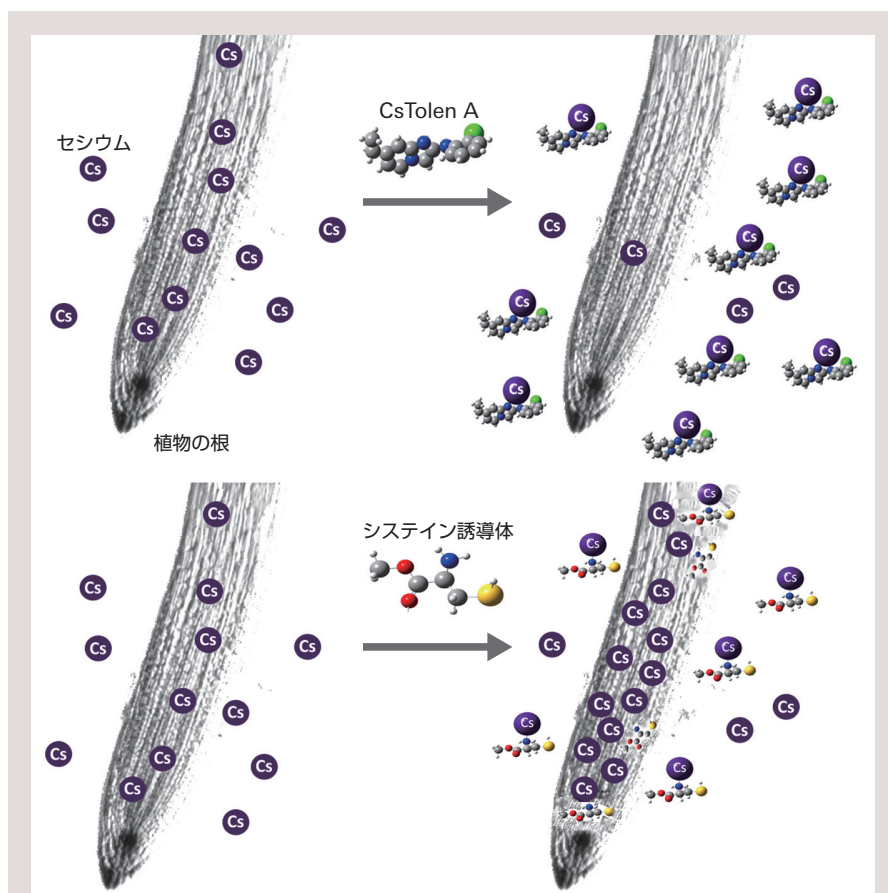


図1 セシウムの取り込みを抑制するCsTolen Aと、吸収・蓄積を促進するシステイン誘導体
セシウム濃度の高い培地にCsTolen Aという化合物を与えると、CsTolen Aがセシウムと結合して、植物の根からセシウムが吸収されにくくなる（上）。一方、あるシステイン誘導体を培地に与えると、根の表面または植物体内でセシウムと結合して、セシウムの吸収・蓄積が促進される（下）。

申 怜 (シン・リオン)

環境資源科学研究センター
機能調節研究ユニット
ユニットリーダー

1973年、韓国・ソウル市生まれ。高麗大学大学院バイオテクノロジー研究科博士課程修了。米国ドナルド・ダンフォース植物科学研究センター 研究員を経て、2008年7月、理研 植物科学研究センター機能調節研究ユニット ユニットリーダー。2013年より現職。



ウムの輸送に関わっていることが実証された遺伝子は、現在でも10種類ほどにすぎません」

そう解説する申ULは、カリウムが欠乏したときに植物の中で働くタンパク質を発見するなどの成果を上げた後、2008年、理研に機能調節研究ユニットを立ち上げた。

申ULがカリウムに関わる遺伝子やタンパク質を探る研究を続けていた2011年3月11日、東日本大震災が発生した。「大きなショックを受け、私に何かできることはないか考えました。当時、自宅から研究室まで20分ほどかけて徒歩で通っていましたが、夏のある朝の通勤途中、米国で参加した植物とセシウムに関する小さな研究プロジェクトのことを思い出しました」

その年の4月に研究ユニットに加わったアダムス研究員も、その日のことをはっきり覚えていると語る。「朝、申ULが研究室に来た途端に「いいことを思い付いた！セシウムの研究をしよう」と。突然、何の話だろうと思いました」

震災当時、アダムス研究員はカナダの大学で研究を行っていた。「茨城県に住んでいた親が被災して、何日も連絡が取れない状況が続き、とても心配しました。帰国後、被災地のために何かしたいと思っていましたが、申ULの話を聞き、私も科学者として復興に貢献できる可能性があることに気がきました」

■ 植物で放射性セシウム汚染の克服に挑む

放射性セシウムを農地から除染すると

き、表土を剥ぎ取る方法では肥沃な土壌が失われてしまう。植物に根から放射性セシウムを効率よく吸収・蓄積させることができれば、その植物を刈り取ることによって表土を剥ぎ取らずに除染が可能になる。また、放射性セシウムを作物に吸収させない方法を開発できれば、除染した農地での農業の再開に役立つ。

元素周期表を見ると、セシウムはカリウムと同じ第1族のアルカリ金属に属し、化学的性質が似ている。「植物の根にあるカリウムを吸収する輸送体は、間違えてセシウムも吸収していることが知られていました。セシウムを過剰に取り込むと植物の生長は阻害されます」と申UL。

申ULとアダムス研究員たちは、カリウムの輸送体の候補遺伝子を中心に、セシウムの吸収・輸送・蓄積に関わっているような遺伝子を欠損させたものと、逆に過剰に発現させたシロイヌナズナの植物体をつくり、セシウムを効率よく吸収するもの、あるいはセシウムを吸収しないものを探す実験を始めた。

「しかし残念ながら、そのような性質を示す植物体は簡単には見つかりませ

んでした。それぞれの遺伝子は、機能が似た複数の遺伝子と共に遺伝子ファミリーを形成していることが多く、そのため、ある1種類の遺伝子を欠損させたり過剰発現させたりしても、違いがほとんど表れないのです。そこで現在、複数種類の遺伝子を欠損あるいは過剰発現させた植物体の作製を進めているところです。ただし、そのような植物体の作製には時間がかかります。最近になってやっと、それらの植物体がそろいました」と申UL。

■ セシウムの取り込みを抑制する化合物CsTolen Aを発見

申ULたちは、植物体の作製と並行して、化合物を用いた実験も進めた。

「1万種類の化合物ライブラリーを用いて、セシウム濃度が高い培地に化合物を1種類ずつ与え、シロイヌナズナを発芽・生長させて、元気に育つものを探しました」とアダムス研究員は説明する。なお、この実験では放射性同位体ではない安定なセシウムを使用している。

こうして5種類の化合物が選び出され

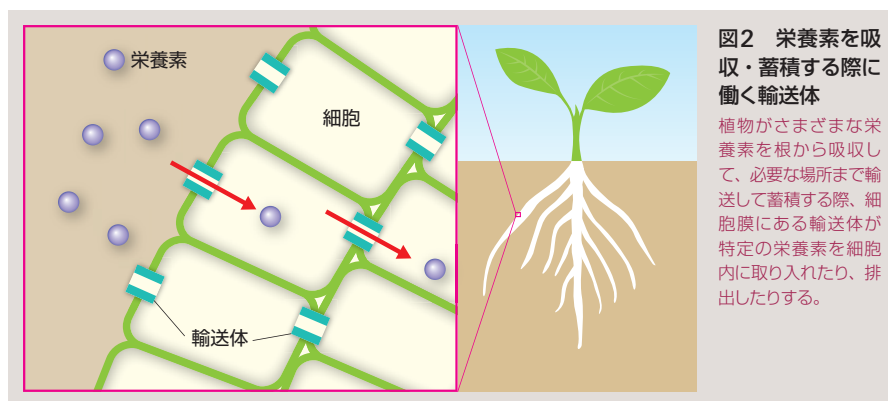


図2 栄養素を吸収・蓄積する際に働く輸送体

植物がさまざまな栄養素を根から吸収して、必要な場所まで輸送して蓄積する際、細胞膜にある輸送体が特定の栄養素を細胞内に取り入れ、排出したりする。

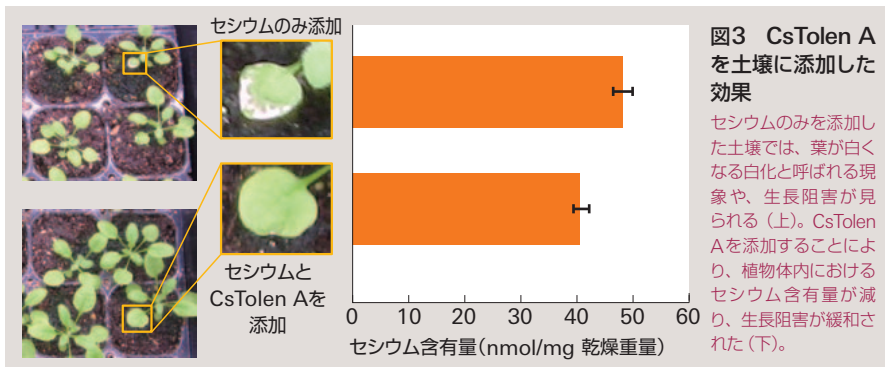


図3 CsTolen Aを土壌に添加した効果
セシウムのみを添加した土壌では、葉が白くなる白化と呼ばれる現象や、生長阻害が見られる(上)。CsTolen Aを添加することにより、植物体内におけるセシウム含有量が減り、生長阻害が緩和された(下)。

た。そのうち最も効果が高かった“CsTolen A”には、植物の体内にセシウムを取り込みにくくする機能があることが分かった(図3)。

2015年3月、その研究成果がプレスリリースされた。「びっくりするほどの反響があり、日本だけでなく世界中の新聞や雑誌が取り上げてくれました。私は、全米に流れるナショナル・パブリック・ラジオ(NPR)のインタビューに答えたりしました」と申UL。

なぜ、CsTolen Aはセシウムの吸収を抑制するのか。「理論物理学者との共同研究によりコンピュータ・シミュレーションで調べたところ、水分子が存在する環境では、CsTolen Aはセシウムとより強く結合すると予測されました。CsTolen Aと結合したセシウムは植物の根から吸収されにくくなると考えられます(図1上)。一方、CsTolen Aと結合しにくいカリウムは吸収できるので、植物は元気に育つでしょう」

そう解説するアダムス研究員は、次にやるべき研究を次のように語る。「CsTolen Aがなぜセシウムに強く結合するのか、まだよく分かっていません。その仕組みを明らかにすることで、CsTolen Aよりもさらに効率よくセシウムの吸収を抑える化合物を設計できるはずです」

「植物のセシウム吸収を抑える化合物の技術を実用化して福島などの被災地の農業復興に役立てるためには、行政や企業の力が必要です。実用化を進めてくれるところがあれば、喜んで協力します」と申ULはアピールする。

■ セシウムの吸収・蓄積を促進する化合物を発見

申ULたちは、さらに別の1万種類の化合物ライブラリーを用いた実験を進めた。「セシウムの吸収を抑える化合物とともに、セシウムの吸収・蓄積を促進する化合物を探しました。すると吸収・蓄積を促進する14種類の化合物が見つかりました。そのうちの1種類は、システインというアミノ酸と同じ基本構造を持つシステイン誘導体でした」と申UL。

そのシステイン誘導体は、根の表面または植物の体内でセシウムと結合していることが予測された(図1下)。ただし、そのシステイン誘導体にはなぜ吸収・蓄積を促進する機能があるのか、その仕組みは分かっていない。「システイン誘導体と輸送体などのタンパク質が相互作用することで、吸収・蓄積が促進される可能性があります。どのタンパク質が、システイン誘導体と、あるいはシステイン誘導体とセシウムの結合体と相互作用しているのか調べる実験を、もうすぐ始めます」。申ULは今後の研究計画をそう語る。

■ 未知の現象が次々と見えてきた

栄養素の輸送体は、かなり大きな物質でも通過させることができる。ただし、何でも通すのではなく、栄養素とそれ以外の物質を識別して、主に栄養素を通す能力がある。その識別の仕組みはよく分かっていない。

セシウムの吸収を抑制するCsTolen Aや、吸収・蓄積を促進するシステイン誘導体の研究により、輸送体が物質を識

別する仕組みの一端が明らかになる可能性がある。

「セシウムの研究を始めて一番驚いたのは、セシウムと植物の関係について、ほとんど何も分かっていないことです」と申ULは言う。

「私が一番驚いたのは、カリウムの興味深い機能です」とアダムス研究員。「セシウムをたくさん与えると植物の生長は阻害されます。ところが同時にカリウムをたくさん与えると、生長はそれほど阻害されませんでした」

別の1万種類の化合物ライブラリーを用いた実験では、それを培地に混ぜると、植物がセシウムを体内に蓄積しても生長がそれほど阻害されないものが6種類見つかった。「土壌中の放射性セシウムを効率よく吸収しても、生長できずにすぐに枯れてしまう植物では除染が進みません。セシウムを吸収しても植物が生長できるように働く化合物は、除染に役立つはずですが、残りの4種類は似ていません。生長阻害を緩和する効果にも差があります。なぜそのような緩和効果があるのか、今後、その仕組みも解明していきたいと思います」と申UL。

■ 海藻の分子生物学を拓く

申ULたちは、新しい研究テーマにも取り組み始めている。「2年ほど前、植物におけるカリウムとナトリウムの相互作用について総説を頼まれました。ナトリウムも、カリウムやセシウムと同じ第1族のアルカリ金属です。植物の根にあるカリウムの輸送体は、間違えてナトリウ



申 怜 ユニットリーダー（左）とアダムス英里 研究員

ムも取り込むことが知られていました。私は総説執筆のために文献を読んだり考えたりしているうちに、なぜ海藻はナトリウムを含む塩分が高い海水という環境に適応して生長できるのか、その仕組みを知りたくなりました」

乾燥地帯では、塩害が農業における大問題になっている。海藻が塩分の高い環境でも生長できる仕組みが分かれば、それを陸上植物に応用して、塩分が高い農地でも作物を育てられる技術を開発できる可能性がある。

申ULたちは、海藻の中からノリ（海苔）を実験材料に選んだ。「ノリの研究は新しいことばかりで苦労しています」とアダムス研究員は言う（図4）。「海藻の学会に初めて行きましたが、新種を見つけたり生態を調べたりする研究が中心で、遺伝子やタンパク質のレベルで仕組みに迫る分子生物学の研究は、海藻ではほとんど手付かずであることを知りました。例えば、PCRという分子生物学の代表的手法でノリのDNAを増幅させようとして、シロイヌナズナで使われて

いる一般的な手法を使ってもうまくいきません。DNAに書かれた情報（塩基配列）も陸上植物とはかなり異なります。海藻には、従来の分子生物学の手法や知見をそのままでは適用できません」

申ULたちは、陸上植物とノリにおける細胞内のナトリウム濃度を測定した。ノリの細胞内は、海水よりもナトリウム濃度が低く保たれていること、ただしその濃度は陸上植物よりも高いことが分かった。

ところが、陸上植物を塩分の高い培地で育てるとナトリウムをどんどん取り込み、細胞内のナトリウム濃度はノリよりもはるかに高くなり、生長が阻害された。

ノリなどの海藻では、海水からナトリウムを過剰に取り込まない仕組み、あるいは取り込んでも排出したり細胞内の特定の場所に隔離したりする仕組みが働いていると考えられる。

ノリなどの海藻にとっても、カリウムは生長に必須の栄養素だ。海水のナトリウム濃度に比べて、カリウム濃度は比較

関連情報

- 2015年3月5日プレスリリース
セシウムと結合し植物への取り込みを抑制する化合物を発見

的低い。しかしノリの細胞内では、カリウム濃度がナトリウム濃度と同等またはやや高い。ノリは、カリウムとナトリウムを識別して、カリウムを積極的に取り込んでいると考えられる。

申ULたちは、海藻が高いナトリウム濃度においてカリウムを効率的に取り込む作用に関わる遺伝子を探す実験を始めている。DNAに書かれた遺伝子の情報はmRNAに転写されてタンパク質ができる。「ノリの細胞の中で転写されている全てのmRNAを取り出し、大腸菌の中で発現させた変異体ライブラリーを作製しました。それら大腸菌の変異体ライブラリーを、例えば、普通では生きていけないほどカリウム濃度が低い培地で育てます。そこで生き残った変異体で発現しているノリの遺伝子を特定することにより、カリウムの取り込み効率を高めるノリの遺伝子を突き止めたいと考えています」

申ULは植物や海藻を研究する魅力を次のように語る。「自分の意志で動くことができない植物や海藻は、動物にはない高い環境適応能力があります。その特有の能力の仕組みを解明していくことがとても面白いのです」

「そもそも植物を育てること自体が好きです」と申ULは続ける。「毎朝、実験室の植物に“おはよう”と声を掛けています。愛情をもって育て、注意深く観察しないと、良い実験データは得られません。私は家でもオリーブを大切に育てています。そちらの目的は、おいしく食べるためですが（笑）」

（取材・執筆：立山 晃／フotonクリエイト）

糸状体

葉状体（顕微鏡画像）

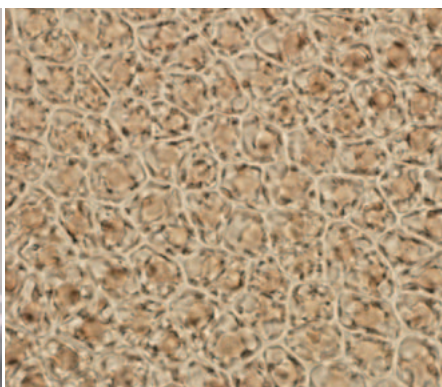
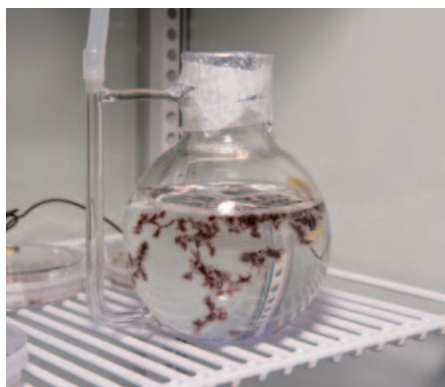


図4 機能調節研究ユニットで培養中のスサビノリ

「生命科学は今、大きな変革の時期にあります」と

大浪修一チームリーダー（TL）は言う。顕微鏡とコンピュータの性能が大幅に向上したことで、詳細な4次元画像を撮影して、画像から情報を数値化して取り出し、その膨大なデータを情報科学の手法で解析することができるようになってきた。

「これからの生命科学は、膨大なデータから法則性などを見いだして生命の理解につなげる、“データ駆動型サイエンス”が主流になるでしょう。それによって、従来のアプローチではたどり着けなかった生命の仕組みが見えてくるに違いありません」

生命システム研究センター（QBiC）発生动態研究チームが先導するデータ駆動型サイエンス。その最前線を紹介しよう。

データ駆動型サイエンスで生命を理解する

■ 生命を動的システムとして理解したい

生命を理解したい——大浪TLがずっと抱き続けている思いだ。問題は、どのように理解するのか、である。

「生物は常に動いています。外見に変化がないときも、細胞内では分子が動き回って相互作用をしています。生命を動的なものとして丸ごと理解しようとしたら、生命科学だけではなく、たくさんの要素が複雑に絡み合う現象を扱うことができる情報科学の視点が不可欠です」と大浪TLは言う。「しかし、分子や細胞、個体などさまざまなスケールで変化を計測し、得られた膨大なデータを情報科学の手法で解析して法則性などを見いだ

して生命を理解する、そんなことは技術的に不可能でした。それが、顕微鏡とコンピュータの性能が格段に向上したことから、頑張ればできるかもしれない、という時代になってきています。ならば、先陣を切って実現したい。それが私たち発生动態研究チームの目標です」

「新しいことを実現するには、優れた戦略も重要」。そう語る大浪TLが立てた戦略の一つが、*C. elegans*という生物を使うことだ。*C. elegans*は線虫の一種で、体長1mmほどで土の中に生息している。なぜ、この生物なのだろうか。

大浪TLは、「最終的にはヒトを理解したいのですが、ヒトは複雑過ぎて手が出

せません。まずは簡単なものからやるしかない。そこで、多細胞生物の中で最もよく研究され、基礎的な情報が整備され、特定の遺伝子を欠損させたり過剰に発現させたりといった遺伝学的な実験も容易な線虫を選んだのです。体が無色透明なので生きたまま細胞の中を観察できることも、線虫を使う大きな理由です」と答える。動物として最初に全ゲノムの塩基配列が解読されたのも、この線虫だ。ほとんどが雌雄同体で、成体は959個の体細胞で構成され、1個の受精卵から細胞分裂を経てそれぞれの細胞になる系譜が全て分かっている。そのような多細胞生物は、ほかにいない。

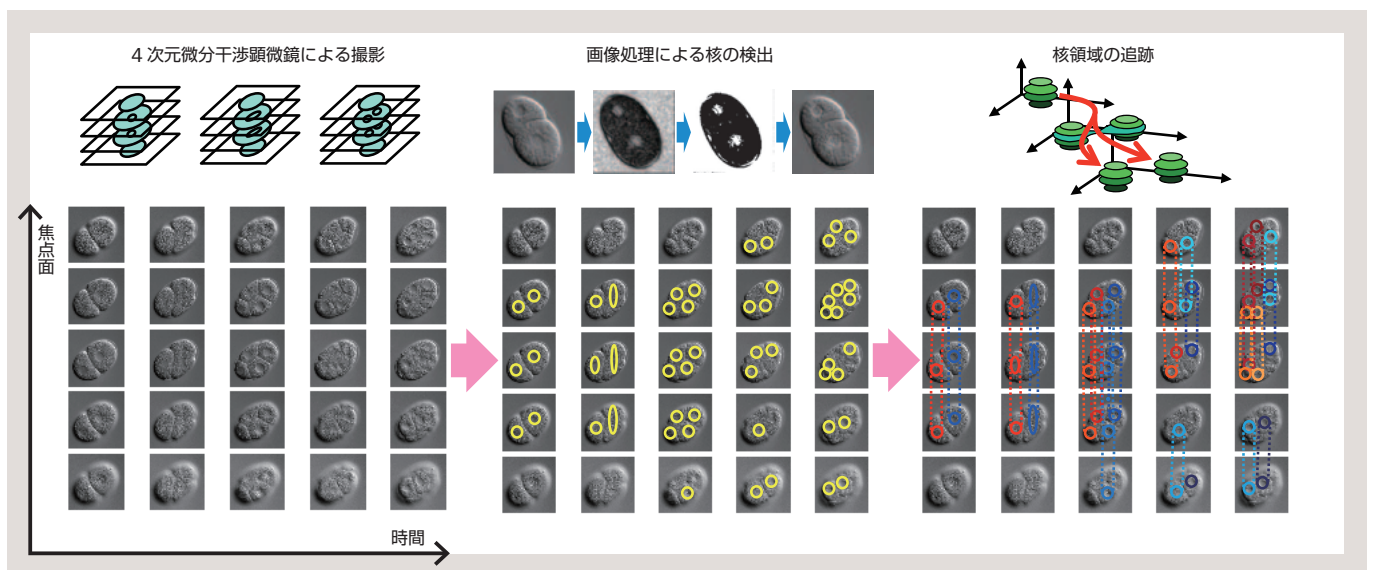


図1 線虫の発生初期における核の動態の4次元計測システム

4次元顕微鏡で細胞分裂の様子を撮影する。その画像から核を検出し、核の輪郭を3次元座標情報として記録する。検出した核を追跡することで、核の位置や形の変化などを4次元で計測し、数値化することができる。

大浪修一（おおなみ・しゅういち）

生命システム研究センター
細胞動態計測コア
発生動態研究チーム
チームリーダー

1968年、東京都生まれ。博士（理学）。総合研究大学院大学生命科学研究科博士後期課程修了。慶應義塾大学大学院理工学研究科助教授。理研基幹研究所発生システムモデル化研究チームチームリーダーなどを経て、2011年より現職。

**■ 発生における核の動きを捉える**

大浪TLは、まず発生を理解したいと考えている。1個の受精卵が細胞分裂を繰り返して細胞の数が増え、さまざまな機能を持つ細胞へと分化し、特定の位置に配置されることで、線虫の体がつくられていく。そうした発生の過程の計測に1999年ごろから取り組んできた。

まず、4次元顕微鏡で発生の様子を撮影する。試料の表面だけでなく深さ方向も連続的に撮影し、それらの断層画像を再構築すると、3次元画像が得られる。さらに一定時間ごとに撮影することで、時間変化が分かる4次元画像となる。大浪TLは細胞分裂によって増えていく細胞の核を自動的に認識して追跡したいと考えていたが、それは画像認識の専門家にとっても難題だった。画像の背景と核のコントラストがはっきりしていて、大きさや形が変わらないならば、自動的に認識して追跡するのは簡単だ。しかし実際は、核の大きさも形も変化し、しかも背景には別の細胞があるため、認識が非常に難しくなってしまうのだ。

その問題解決のため大浪TLがまず取り組んだのは、画像認識ではなく画像撮影の改良だった。「私たちも画像認識について一生懸命勉強していますが、専門家が難しいと言っていることをやるのは厳しいですね。ならば発想を変えて、画像認識しやすい画像を撮影できるようにしようと考えたのです」

明るさやコントラストなどの撮影条件はアナログで調整していたため、画像ごとに変動があった。それでは画像認識に大きな負荷がかかる。そこで、明るさや

コントラストを定量的に調整できるようにした。もちろん、そんな4次元顕微鏡は市販されていなかったため、光度計などの部品を調達し自分たちで顕微鏡に組み込んだ。その上で画像認識のプログラムにも改良を重ねた。そして、線虫の1個の受精卵が24個の細胞になるまで核の位置や形の変化を4次元画像から自動計測できるシステムの開発に世界で初めて成功した（図1）。

■ 表現型解析を客観的に高速に

線虫の発生初期における核の動態を計測するシステムはできた。次の課題は、得られたデータをどう使い、生命の理解につなげるかだ。

「一番分かりやすいのは可視化でしょう」と大浪TL。画像の情報は数値化されているのでそのままでは理解できないが、可視化ツールを使えば、回転させ

て360度あらゆる方向から見ることも、好きな断面を見ることも、二つ重ねて比較することも自在にできる。「可視化によって複雑な現象を直感的に理解しやすくなり、新たな発見があることも多いものです。見せ方が変われば、気付くことも変わります。今、可視化の専門家が、さまざまな見せ方を検討してくれています」

遺伝子の機能解析にも有用だ。この線虫では、発生に必須な遺伝子が351個知られている。大浪TLは、それらの遺伝子を1個ずつ働かないように不活性化して、それぞれ核の動態を計測した（図2、表紙）。特定の遺伝子を不活性化すると、核の位置や大きさといった特徴が、正常な個体と比べて変わることがある。その場合、不活性化した遺伝子が、その変化に関わっていると分かる。このようにして遺伝子の働きを調べる方法を“表現

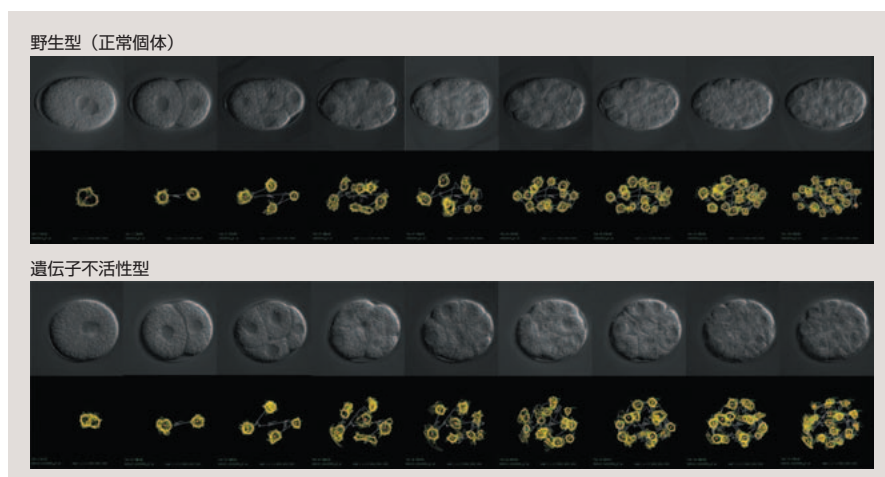


図2 線虫の発生初期の計算表現型解析

発生過程を4次元顕微鏡で撮影した時系列画像と、動態の4次元計測システムによって検出した核の位置と動き（黄色）。上段は正常な個体、下段は特定の遺伝子の働きをRNAiという方法で不活性化した個体。核の大きさや隣の核との距離といった特徴は数値化されているので、比較解析することで正常個体との違いを客観的に高速に、そして正確に捉えることができる。

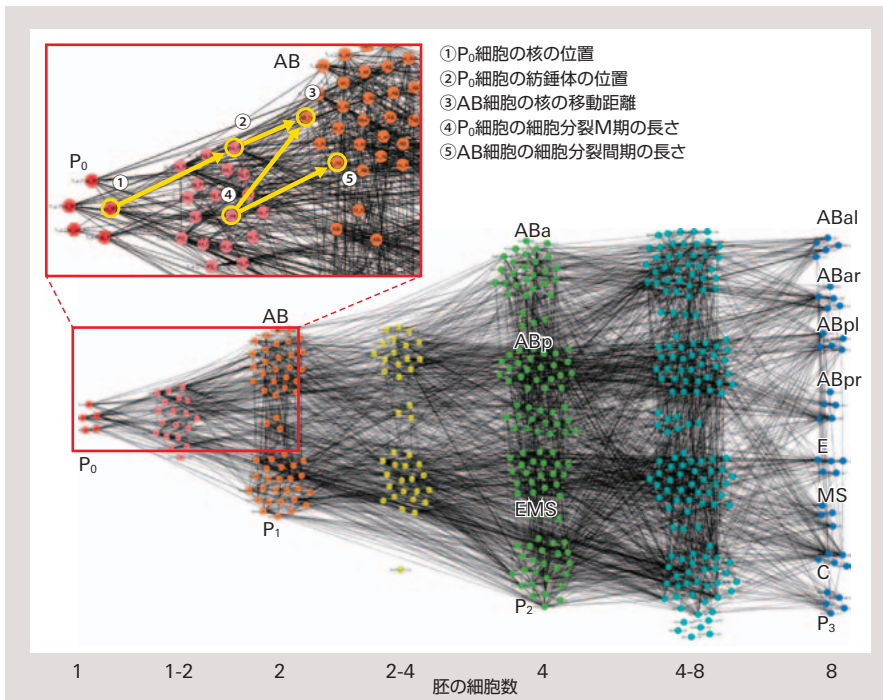


図3 発生過程の核の動態データから導き出した線虫の発生プログラム

横軸は胚の細胞数。受精卵 (P₀) は細胞分裂を繰り返して、2個 (ABとP₁)、4個、8個と胚の細胞数が増えていく。丸は、核の位置や大きさ、隣の核との距離や角度など、数学的に定義した437種類の特徴を示す。高い相関が見られる特徴同士を線で結んでいる。高い相関が見られる特徴の間には、因果関係が共通の因子が存在している。

タの中から、二つの特徴間の高い相関が失われるものを探索。その結果、3,372組の相関に関わっている延べ1万7129種類の遺伝子を見つけた。

「統計学の因果推論という手法を活用した、これまでの生命科学ではやられていない、まったく新しい解析手法です。膨大なデータから情報科学的な解析によって法則性などを見つけ出すアプローチを、“データ駆動型サイエンス”と呼びます。これからの生命科学はデータ駆動型サイエンスが主流になるでしょう。発生過程の核の動態データに含まれている情報は、もっといろいろあるはず。それを見つけていくつもりです」

■ 受精卵の状態を判別する

発生動態研究チームでは、年老いた線虫と若い線虫から採取した受精卵を画像認識によって判別するシステムも開発している。機械学習も取り入れ、年老いた線虫の受精卵か若い線虫の受精卵かを高い精度で見分けることができる。

大浪TLは、その画像認識システムを使って、発生に関わっている351種類の遺伝子を1個ずつ不活性化して得た核の動態データを解析してみた。すると、年老いた線虫の受精卵と似た特徴を持つ個体が見つかった。調べてみると、その個体は、生殖細胞の老化を抑制することが知られている遺伝子を不活性化したものだ。

「画像認識から細胞の状態を判別できることを証明できました。この技術を将来的には、ヒトの体外受精に役立てたい」と大浪TLは言う。体外受精した胚

解析”と呼ぶ。

「表現型解析は生命科学研究の常道ですが、これまでは画像を人が見て、核が少し大きくなった、少し小さくなったなどと判断していました。その方法では主観的になってしまい、見落としもあります」と大浪TLは指摘する。一方、計測システムを用いると核の輪郭が座標情報で得られるので、核の体積が何%変化したか計算で簡単に求めることができる。サンプル数を増やして統計解析することで、有意な数値を導き出すこともできる。「計測データを用いた表現型解析は、従来のものと区別して“計算表現型解析”と呼んでいます。特徴の違いを、客観的に、高速に、見落とすことなく正確に捉えることができます」

大浪TLらは、核の位置や大きさ、隣の核との距離や角度など、計測データから算出できる発生動態の特徴を437種類、数学的に定義した。そして、351個の遺伝子を1個ずつ不活性化した個体の計測データそれぞれから各特徴の値を算出。正常な個体との違いを統計解析した結果、これまで知られていなかった新しい特徴の変化を約9,000個発見した。それを詳しく調べることで、遺伝子の機能解明につながると期待される。

■ データ駆動型サイエンスの時代へ

「核の動態データを使うと、従来のアプローチではたどり着けなかった生命の仕組みも見えてきます」と大浪TLは言う。線虫は、どの個体も同じように発生して個体差はないとされている。ところが正常な個体でも、大浪TLらが定義した437種類の特徴について調べると、個体ごとにばらつきが見られる。さらに詳しく調べると、個体ごとのばらつきに高い相関がある特徴の組み合わせが存在することが分かった。

受精卵から8個の細胞になる間で437種類の特徴について調べたところ、相関が高い特徴が3,372組見つかった。相関の高い特徴同士を線で結んだものが、図3である。「発生の過程で、さまざまな特徴が生み出されていく様子が見取れるでしょう。発生過程の核の動態データから、こうした発生の流れ、発生プログラムを導き出すことに成功したのは、私たちが初めてです」と大浪TLは解説する。

二つの特徴に高い相関があるということは、二つの特徴の間に因果関係がある、あるいは、二つの特徴を発現させる共通の因子があると考えられる。そこで、発生に関わっている351種類の遺伝子を1個ずつ不活性化して得た核の動態デー

の状態を画像認識によって判別し、着床する可能性が高い胚を母体に戻す。大浪TLは当初からヒトへの応用を念頭に置いてきた。画像撮影で蛍光タンパク質などを使っていないのも、そのためだ。

■ 生命動態システム科学

統合データベース

画像から情報を取り出して数値化する動きは世界的にも盛んだ。各プロジェクトのウェブページでデータを公開している例も多い。しかし、プロジェクトごとに独自のフォーマットを使っているため、そのデータを使うにはまずフォーマットについて勉強しなければならず、使いにくいという問題があった。

そうした状況を打開すべく大浪TLらは、統一フォーマット“BDML(Biological Dynamics Markup Language)”を開発。BDMLは、あらゆる生物の、また分子・

遺伝子・核・細胞・個体などさまざまなスケールの動態の計測データを扱うことができる。そのようなフォーマットはこれまでなかった。そして、BDML形式のデータを集めた“SSBD (Systems Science of Biological Dynamics) データベース”を構築して、2013年9月に公開した(図4)。別のフォーマットで作成したデータもBDMLに変換して登録でき、日本だけでなく欧米の研究者のデータも入っている。元の画像も登録されていること、可視化ツールや計算表現型解析ツールなどさまざまな解析ツールを提供していることも、SSBDの大きな特徴だ。

SSBDの格納データは順調に増えており、世界のデータ駆動型サイエンスをけん引するデータベースになっている。発生活態研究チームでは現在、マウスの胚発生を撮影する顕微鏡を開発している。線虫と同様なデータをマウスで取り、

SSBDにも入れていく計画だ。

大浪TLは、「データベースを生命科学にはなじみのない情報科学や数学の研究者にもどんどん使ってほしい」と言う。「生物であることを意識せずに純粹にデータとして見て、生命科学の研究者が考えないような奇抜な解析をしてほしいですね。それが生命を理解するブレークスルーとなる可能性もあります」

■ 生命を理解する、ということ

どうなったら生命を理解できたといえるのだろうか。「生命現象を高い精度で予測できること」と大浪TL。ある現象の予測をするには、それに関わる要素について計測して数値化し、現象を数式で記述した数理モデルをつくり、それを使ってシミュレーションを行う必要がある。シミュレーション結果を実際の現象と比較し、誤差が小さくなるように数理モデルを改良していくことで、予測の精度が高まっていく。発生活態研究チームでは、計測技術に続き、モデル化とシミュレーションの技術開発にも取り組んでいる。生命現象の高精度な予測が可能になれば、治療薬の開発や有用作物の創出などにも役立つと期待される。

「ごく短い期間の予測は何とかができますが、長い期間になるとまだ無理です。シミュレーション結果を実際の生命と比べて数理モデルを補正するというサイクルを何度も回していくほかないでしょう」と大浪TLは言う。「その先に、生命の理解というゴールがきっとあります」

(取材・執筆：鈴木志乃/フォトンクリエイト)

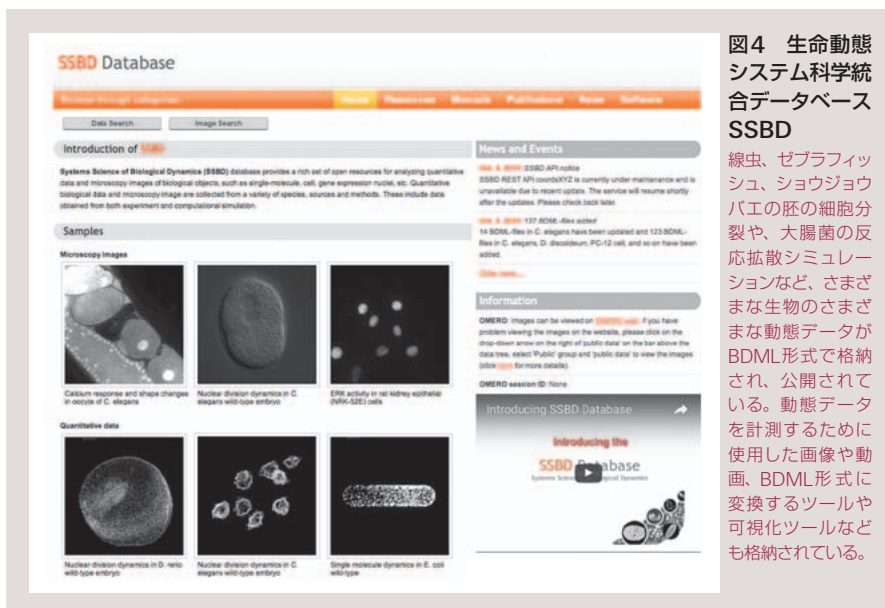


図4 生命動態システム科学統合データベース SSBD

線虫、ゼブラフィッシュ、ショウジョウバエの胚の細胞分裂や、大腸菌の反応拡散シミュレーションなど、さまざまな生物のさまざまな動態データがBDML形式で格納され、公開されている。動態データを計測するために使用した画像や動画、BDML形式に変換するツールや可視化ツールなども格納されている。

理化学研究所が中核機関として

兵庫県および神戸市、大学・研究機関、企業と共に提案した

「健康“生き活き”羅針盤リサーチコンプレックス」(以下、本リサーチコンプレックス)が2015年11月、科学技術振興機構(JST)が実施する「世界に誇る地域発研究開発・実証拠点(リサーチコンプレックス)推進プログラム」に採択され、同年12月より活動を始めている。

本リサーチコンプレックスは従来の産学連携プログラムとどこが異なり、具体的に何をを目指すのか。本リサーチコンプレックスを運営する理研 健康生き活き羅針盤リサーチコンプレックス推進プログラム(RCH)の小寺秀俊プログラムディレクター(PD)に聞いた。

健康“生き活き”羅針盤 リサーチコンプレックスが目指すもの

小寺秀俊 RCHプログラムディレクターに聞く

■ 神戸ポートアイランドに異分野を集めて、 健康“生き活き”羅針盤を展開する

—リサーチコンプレックスとは何ですか。

小寺: 従来の産学連携プログラムのほとんどは、明確な目標を定めて、特定分野の研究者と企業の人たちが連携して基礎

研究の成果の実用化を進めるものです。それは意義のある取り組みですが、異分野の人たちが新たに参入できません。新たな多くの人々が基礎研究の新しい価値を見いだすことでイノベーションが起き、新しい産業が生まれます。異分野の多くの人たちが集まりイノベーションを起こす拠点がリサーチコンプレックスです。私たちは、神戸のポートアイランドに健康“生き活き”羅針盤リサーチコンプレックス拠点を構築していきます。

—健康“生き活き”羅針盤とは何ですか。

小寺: 例えば一つのアウトプットの例ですが、あなたが、天丼と天ぷらそばのどちらを食べようか、迷っているとします。現在の健康状態や疲労度、遺伝的な体質などから、健康のためにはどちらをどのくらい食べるべきか、それを食べることで自分の体調がどう変化するかを教えてくれる、そのようなツールが健康“生き活き”羅針盤です。生涯にわたり健康で充実した人生を“生き活き”と送るための羅針盤となるツールは、医療や健康・スポーツ産業に限らず、情報通信、住宅、食、教育、交通、街づくりに関わる産業など、あらゆる業種に展開していくことができるはずです。そのような羅針盤に関わる具体的なアイデアを持った人たちにポートアイランドに集まってほしいのです。

—なぜ、ポートアイランドなのですか。

小寺: アイデアだけでは実用化はできません。アイデアを実現するための技術やデータを持った基礎研究の研究者たちとの連携が不可欠です。ポートアイランドには、理研のライフサイエンス技術基盤研究センター(CLST)や計算科学研究機構(AICS)、多細胞システム形成研究センター(CDB)、また近くの大阪には生命システム研究センター(QBiC)などがあり、世界最先端の基礎研究・基盤研究をしている人材が多く

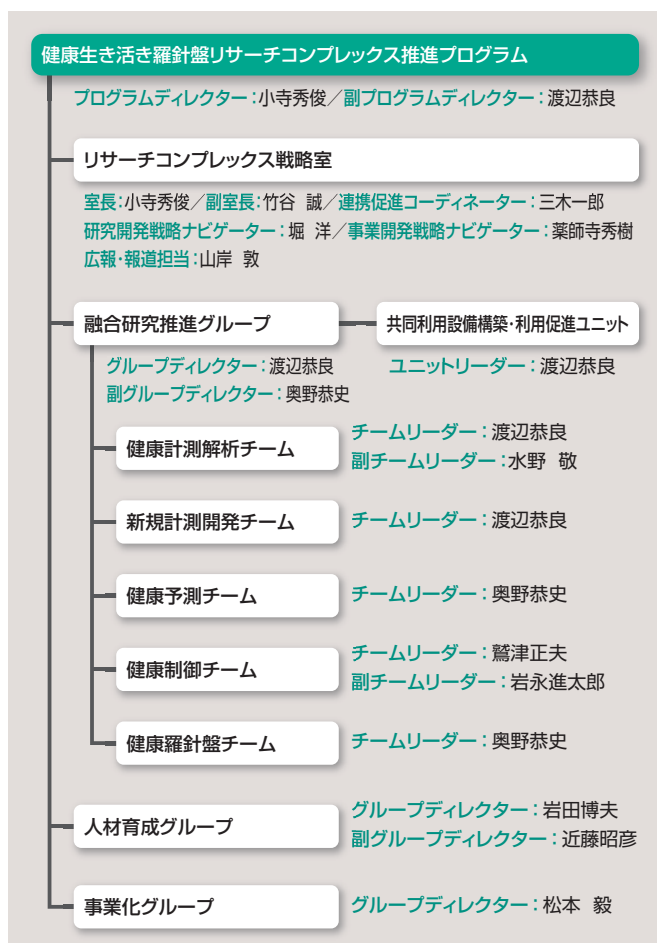


図1 健康生き活き羅針盤リサーチコンプレックス推進プログラム(RCH)の組織

小寺秀俊 (こてら・ひでとし)

健康生き活き羅針盤リサーチコンプレックス推進プログラム
プログラムディレクター

1957年、大阪府生まれ。博士(工学)。京都大学大学院工学研究科修士課程機械工学専攻修了。松下電器産業株式会社、京都大学大学院工学研究科マイクロエンジニアリング専攻教授などを経て、2012～14年、京都大学理事・副学長。2015年4月より理研理事長特別補佐、文部科学省参与。2016年3月より現職を兼務。



集まっています。ポートアイランドであれば、そういう研究者たちに気軽に会えます。

その背景のもと、RCHに理研の各センターの研究者も参加する融合研究推進グループをつくりました(図1)。

CLSTセンター長とRCH副PDを務める渡辺恭良グループディレクター(GD)たちは、体内で働く健康や疾患に関わる分子を可視化する技術の開発を続けてきました。例えば、ある食品を食べたりサプリメントや薬を飲んだりしたときに、疲労や老化の度合いがどのように変化するのかを調べる研究を、食品メーカーや製薬メーカーと連携してすでに始めています。

奥野恭史 副GDたちは、AICSにあるスーパーコンピュータ「京」を駆使して、薬が体内でどのように働くかをシミュレーションする研究を行っています。

鷲津正夫チームリーダーたちは、ヒトiPS細胞などを心臓・肝臓・肺・膵臓などさまざまな組織の細胞に分化させて、チップの上でそれらの細胞と薬の反応などを調べるマイクロ流体デバイス“Organ On a Chip”を企業と開発しています。将来は、それぞれの人が自分の組織や細胞の性質をOrgan On a Chipを使って調べ、病気の予防法や治療法を選択するようになるでしょう。

健康“生き活き”羅針盤の実現には、細胞分化や再生医療の研究を行っているCDBや、細胞の計測を行っているQBiCとの連携も不可欠です。

■ アイデアを創出する場“IIB Salon”をオープン

——異分野の人たちをどのようにして集めるのですか。

小寺：本リサーチコンプレックスにはすでに、14の大学・研究機関と、46のさまざまな業種の企業・団体が参画しています(2016年11月現在)。さらに、ポートアイランドには、300社以上の企業が集まっています。

また、イノベーションを創出するには大手企業だけでなく、ベンチャー企業や起業家を巻き込む必要があります。これから起業を目指す人の育成も重要です。本リサーチコンプレックスに参画し、ポートアイランドにも拠点がある神戸大学では2016年4月、大学院に科学技術イノベーション研究科を新設して人材育成を始めていますし、RCHにも人材育成グルー

プをつくりました。

——新しくビジネスを始めたいと考えている人は、どのように本リサーチコンプレックスに参加すればいいのですか。

小寺：2016年11月4日、RCHがある融合連携イノベーション推進棟(IIB)の6階に“IIB Salon”をオープンしました。ここでセミナーやワークショップを行います(図2)。まず、そこに参加していただきたいと思います。それは、大人数を集めた一方通行の講義ではありません。少人数でアイデアを出し合う“ハッカソン”や“アイデアソン”と似た形式です。受け身ではなく、主体的に情報を取りに来ていただきたいと思います。最先端の研究者でも、少し違う分野の最先端のことは知らないものです。問題意識を持った人が、自分とは違う分野の最先端を知ることで新しいアイデアが生まれます。

アイデアが生まれれば、その事業化に向けて実行可能性の調査(フィジビリティ・スタディ)などをRCHの事業化グループがお手伝いします。その中で有望なものに対しては、資金を得ることが必要になると思います。

現在、RCHの運営は国からの資金で賄っていますが、参画企業に事業化の資金をRCHが配分しているわけではありません。各企業は自前の資金で本リサーチコンプレックスに参画しています。そして具体的な事業化プロジェクトを進めるには、国の競争的資金や民間資金を獲得する必要があります。企業や起業家が主体的に資金を調達して事業化を図る仕組みです。

■ 異分野が交わる日常の場が必要

——米国のシリコンバレーのようにイノベーションが次々と生まれる拠点になるには何が必要でしょうか。

小寺：シリコンバレーではバーベキューに参加しないと駄目だといわれます。バーベキューには知人がさまざまな業種や分野の友達を連れてきます。そこで異分野の人たちが交わり、新しいビジネスが始まります。日常のランチでも同じような光景が見られます。

私は10年ほど前、フランスのグルノーブル市を視察しました。そこには、理研 播磨地区にあるSPring-8のような大型放射光施設ESRFがあり、その放射光を使った材料分析が行わ



図2 IIB Salonでのワークショップの様子

れるなど材料研究で有名な場所でした。その材料研究の最先端技術を核にして機械工学や情報通信、エネルギー、医療などさまざまな分野の研究者や企業が集まり、世界有数のイノベーションの拠点が形成されました。グルノーブル市の担当者、どうやって異分野の人たちを集めたのか尋ねたところ、「まず、学校と映画館、そしてフードコートをつくった」と返ってきました。世界中から研究者がやって来て、家族と一緒に暮らせる環境を整えたのです。そして映画館のような娯楽施設やフードコートなど、人が集まる場をつくって異分野の人たちが日常的に交わるようにしたのです。

神戸ポートアイランドのIIBの近くに、ぜひフードコートをつくってほしいですね。そこで、IIBにやって来た企業の人や起業家と理研の研究者など、さまざまな業種の人たちが日常的に交わることで、新しい何かが始まるはずです。

保育園や学童保育所など子育ての環境を充実させて、多くの子育て世代に本リサーチコンプレックスに参加してもらうことも重要です。健康“生き活き”羅針盤を展開するには、子育て世代の発想が欠かせません。そのような街づくりを兵庫県や神戸市にお願いしたいと思います。

■ 基礎研究にとっての三つのメリット

——基礎研究の研究者にとって、リサーチコンプレックスに関わることにどのようなメリットがありますか。

小寺：三つのメリットがあります。一つは、基礎研究の成果が応用され、社会に貢献できることです。私の専門は機械工学です。この分野の基礎研究では日本が世界の最先端を走っています。日本の研究者が新しい研究テーマの成果を国際学会で発表すると、半年～1年後に海外の研究者が同じような研究テーマの成果を発表します。その後、そのテーマで論文を発表しなくなったなと思っていると、その研究者と連携した海外メーカーから製品が発表されます。つまり、日本の研究者はイノベーションの種を海外でまいて、何の見返りもない状況なのです。そんな例を数多く見してきました。

日本にリサーチコンプレックスを形成することで、日本の基礎研究の成果が日本で製品化されるようになるでしょう。製品化されて社会に使われることで多くの問題点が明らかにな

健康“生き活き”羅針盤リサーチコンプレックスへのお問い合わせ
理研 科学技術ハブ推進本部
健康生き活き羅針盤リサーチコンプレックス推進プログラム
リサーチコンプレックス戦略室
TEL 078-569-8852 (代表)
E-mail kobe-rc-info@riken.jp

ります。そこには基礎研究が挑むべき新しいテーマが数多く含まれています。社会から基礎研究へのフィードバックが働くことで、基礎研究のレベルが高まり新しい展望が開けます。それが二つ目のメリットです。

三つ目は、企業と連携することで基礎研究に研究資金が入ってくることです。国家財政が厳しい日本では今後、国からの研究資金が大きく増えることは難しいでしょう。企業からの研究資金が入ることで基礎研究が発展し、その成果が事業化されることで、さらに企業から基礎研究に研究資金が流れ込む、といった好循環を生み出す必要があります。そのための仕組みの一つがリサーチコンプレックスです。

■ 2021年、健康予測ツール「仮想自身」を実現、持続的な組織づくりに向けて

——本リサーチコンプレックスの当面の目標をどこに定めていますか。

小寺：文部科学省とJSTが支援するプログラムとしては5年間で期限です。その2021年度までに健康“生き活き”羅針盤の原型となる健康予測ツール「仮想自身」を製品化することが最初の目標です。コンピュータの中に自分自身の健康状態を再現して予測する「仮想自身」がいて、現在の健康状態では何をどれだけ食べるべきか、どれくらい運動すべきか、自分にとってどの薬が最も効果が高く副作用が少ないかを予測してくれるようなツールです。

RCHの役割も2021年度までで、それ以降、本リサーチコンプレックスを持続的に支える組織づくりも重要な課題です。ベルギーのフランダース地方は、半導体の最先端施設を整備して世界中から企業を集めています。その運営主体はNPOです。それがモデルになるかもしれません。

「仮想自身」をベースにしたイノベーションの成功事例をつくり、本リサーチコンプレックスを日本を代表するイノベーション拠点に成長させることが私たちRCHの使命です。そうすれば、世界中の研究者や企業が神戸ポートアイランドに集まってくるでしょう。

(取材・構成：立山 晃/フotonクリエイト)

手のひらの上に無重力をつくり出す研究者

人類の活動が宇宙へと広がり、無重力など宇宙環境が生物に与える影響を調べる研究が重要になっている。しかし、宇宙に行かず無重力状態を得るには大規模な装置が必要で、実験も容易ではない。そうした中、小型でシンプルな無重力発生装置を開発している研究者が生命システム研究センター（QBiC）にいる。集積バイオデバイス研究ユニットのヤリクン・ヤシャイラ特別研究員（以下、研究員）だ。旋回水流を使って細胞を浮遊回転させることで疑似的な無重力状態をつくり出す（図）。「すでにたくさんの研究者がいる分野で1番になるのは難しい。だったら新しい分野をつくって、「唯一」になろうと思っています」。好きな言葉は「為せば成る、為さねば成らぬ何事も」。そんなヤシャイラ研究員の素顔に迫る。



Yalikusun Yaxiaera

生命システム研究センター（QBiC）
集積バイオデバイス研究ユニット
特別研究員

ヤリクン・ヤシャイラ

1982年、中国新疆ウイグル自治区ウルムチ生まれ。博士（工学）。中国・大連理工大学機械工程学院機械工学部卒業。東京農工大学大学院生物システム応用科学府生物システム応用科学専攻修士課程修了。富士ソフト㈱を経て、大阪大学大学院工学研究科機械工学専攻博士課程修了。大阪大学特任助教を経て、2015年より現職。

中国新疆ウイグル自治区のウルムチ出身のヤシャイラ研究員。「ウルムチはそこそこの都会。大阪の梅田くらいかな。子どものころから電気で動くものに興味がありました。時計やラジオなどを見ると、ばらしたくなる。でも戻せない。テレビを分解したときは、ものすごく怒られました」

将来の夢はエンジニア。高校では、生徒会の整備修理部の部長として活躍した。「刺激が欲しい」とウルムチを離れ、中国遼寧省の大連理工大学機械工学部へ進学。大学でも学生のパソコンの修理やサーバーの管理を行い、ついにはパソコンの販売会社を設立。大学卒業後は「もっと刺激が欲しい」と、2006年に日本へ。東京農工大学大学院に進学し、米国のスタンフォード大学での研究経験もある森島圭祐 准教授のもとで、卵細胞の操作技術について研究開発を行った。修士号を取得した後、「日本の会社ってどういうところか知りたい」と大手情報機器の会社に就職。2年間実務を経験したことで、やりたいことが明確になった。それは研究だ。

大阪大学大学院の博士課程に進み、3次元撮影に必要な細胞の回転操作法の研究開発に取り組んだ。「マイクロチップに小さな孔を開けてポンプで水を流し込み、その水流で細胞を回転させる方法を開発しました。水流ではまだ誰も実現して

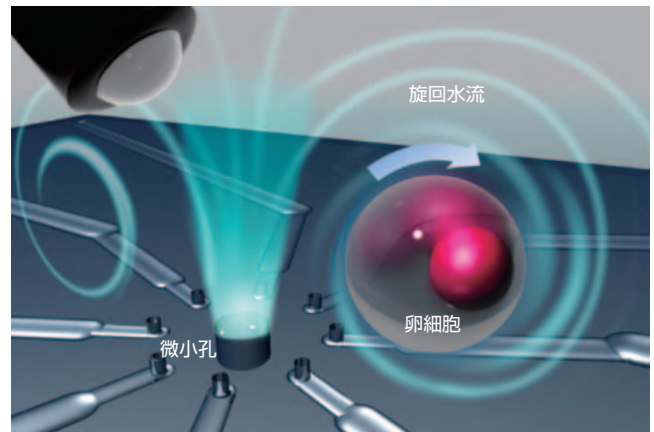


図 浮遊回転による疑似無重力発生のイメージ

いなかった垂直方向の回転にも成功しました」。2013年、その分野で最も規模が大きく権威のある「知能ロボットとシステムに関する国際会議（IROS）」で、最優秀学生論文賞と最優秀論文賞ファイナリストに選ばれた。「垂直回転ができることは偶然分かったのですが、やらなければ、何も起きない。「偶然の必然」です」。2015年にQBiCの特別研究員になってからも、独自のテーマとして装置の改良に取り組んでいる。「細胞を水流で浮遊回転させると、重力が打ち消されます。この手のひらに乗るほど小さな装置によって無重力状態における受精や初期発生に関する研究が大きく進むと期待しています」

内閣府の革新的研究開発推進プログラム（ImPACT）の一環として流体チップの開発にも取り組んでいる。強度や柔軟性、耐圧性の向上などの課題を解決するため、超短パルスレーザーを用いて超薄板ガラスを高精度に加工する技術を開発。さらに独自の接合技術を利用して、厚さ12 μm と世界最薄で柔軟なガラス流体チップの作製に成功。ImPACTのほかのチームと共同で、高速セルソーティングや、脳に挿入して薬を患部に送り込む薬物送達デバイスの実現を目指している。現在は、さらに薄い6 μm に挑戦中だ。

ヤシャイラ研究員は、専門的な議論を日本語でするだけでなく、論文や書類も日本語で書く。「専門的な会話は英語で済みますが、研究室のみんなと気軽に話せないと寂しいじゃないですか。恥ずかしさは捨てて、とにかくしゃべって覚えましょう。もともとコミュニケーション能力には自信があります」

趣味は研究。「QBiCには、さまざまな分野の世界トップクラスの研究者がいて、世界最先端の加工装置があります。この環境にいると、次々とアイデアが出てきます」。現在は、超薄板ガラスの加工技術を発展させたマイクロデバイスを構想中だ。「詳細はまだ内緒ですが、細胞測定の新分野をつくって“唯一”になりますよ」。2017年4月からは基礎特別研究員として、そのテーマに取り組む。（取材・執筆：鈴木志乃/フォトンクリエイト）

科学講演会を長崎と高知で開催！

高校生・大学生を含む一般の方を対象とした講演会を、長崎市と高知市で開催します。理研の研究者が、毎日の暮らしや、私たちの健康・医療に関わる楽しいお話をお届けします。「理科

が大好き！大好きだった！」という方も、「サイエンスの話題は気になる！」という方も、そうでない方も、きっと新しい発見があるでしょう。

理化学研究所科学講演会 in 長崎

日時	2017年2月5日(日) 14:00~16:20 (13時開場)
場所	NBCビデオホール(長崎県長崎市長町1-35 NBC別館) JR長崎駅から徒歩7分
主催	理化学研究所
後援	長崎県(予定)、長崎県教育委員会、長崎市、長崎新聞社、NBC長崎放送
参加申込方法	当日可・事前参加登録優先(下記URLもしくは電話048-467-9954)。未就学児のご参加はご遠慮ください。 http://www.riken.jp/pr/events/events/20170205/

※本講演会は、ながさき県民大学連携講座です。

理化学研究所科学講演会 in 高知

日時	2017年2月25日(土) 14:00~16:20 (13時開場)
場所	高知城ホール(高知県高知市丸ノ内2-1-10) JR高知駅から、とさでん交通伊野線 電停「高知城前」下車 徒歩10分
主催	理化学研究所
後援	高知県、高知県教育委員会、高知市、高知新聞社、RKC高知放送
参加申込方法	当日可・事前参加登録優先(下記URLもしくは電話048-467-9954)。未就学児のご参加はご遠慮ください。 http://www.riken.jp/pr/events/events/20170225/

「数理創造プログラム (iTHEMS)」が発足

2016年11月1日、理研に「数理創造プログラム (iTHEMS)」が発足し、プログラムディレクターには初田哲男 主任研究員が就任しました。iTHEMSは、理論科学・数学・計算科学の研究者が分野の枠を超えて基礎研究を推進する新しい国際連携研究拠点です。「数理」を軸とする分野横断的手法により、宇宙・物質・生命の解明や、社会における基本問題の解決を図るとともに、国際脳頭流ネットワーク、分野横断型スクール・ワークショップ、日常的な分野交流などを通して、ブレークスルーをもたらす研究土壌の構築と若手人材の育成を進めます。



初田哲男 (はつだ・てつお)

1958年、大阪府生まれ。理学博士。京都大学大学院理学研究科物理学第二専攻修了。高エネルギー物理学研究所物理系理論部客員研究員、米国ワシントン大学物理学科アシスタントプロフェッサー、筑波大学物理学系助教授、京都大学大学院理学研究科助教授、東京大学大学院理学系研究科教授などを経て、2011年より理研仁科加速器研究センター理論研究部門 初田量子ハドロン物理学研究室主任研究員。2013年より理論科学連携研究推進グループ グループディレクターを兼務。2016年11月より現職。

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

多細胞システム形成研究センター



血管形成研究チーム チームリーダー PHNG Li-Kun ボン・リークン

- ①申年
- ②クアラルンプール(マレーシア)
- ③University College London (Ph.D)
- ④Cancer Research UK, London Research Institute (英)、EMBL (独)、VIB/KU Leuven (ベルギー)
- ⑤血管形成において上皮細胞の動態と協調を制御する力学的メカニズム/分子メカニズムの解明
- ⑥Carpe diem
- ⑦旅行、読書、食べ歩き

准主任研究員研究室



岩崎RNAシステム生化学研究室 准主任研究員 岩崎信太郎 いわさき・しんたろう

- ①1983年
- ②栃木県
- ③東京大学大学院新領域創成科学研究科博士課程
- ④東京大学分子細胞生物学研究所、カーネギー研究所(米国ボルチモア市)、カリフォルニア大学バークレー校(米国)
- ⑤RNAとその翻訳の網羅的解析
- ⑥Hope the best, prepare for the worst
- ⑦Netflix

革新知能統合研究センター 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

目的指向基盤技術研究グループ

目的指向基盤技術研究グループ

グループディレクター

防災科学チーム チームリーダー

上田修功 うへだ・なおのり

- ①1958年 ②大阪府 ③大阪大学大学院工学研究科修士課程
④NTTコミュニケーション基礎科学研究所、NTTフェロー
⑤統計的機械学習、パターン認識、データマイニング
⑥ピンチはチャンス ⑦ゴルフ、テニス、囲碁・将棋



データ駆動型生物医学科学チーム

チームリーダー

竹内一郎 たけうち・いちろう

- ①1973年 ②三重県 ③名古屋大学大学院工学研究科電気工学専攻博士後期課程 ④三重大学、名古屋工業大学 ⑤データ科学の理論と実践 ⑥いろいろ深く考え過ぎずにはまずはやってみよう心掛ける
⑦バドミントン、スーパー銭湯



ヒューマンコンピューテーションチーム

チームリーダー

鹿島久嗣 かしま・ひさし

- ①1975年 ②島根県 ③京都大学大学院情報学研究所博士課程 ④IBM東京基礎研究所、東京大学、京都大学 ⑤機械学習、データマイニング、ヒューマンコンピューテーション ⑥ゼロをプラスにする ⑦甘いもの全般



人工知能セキュリティ・プライバシーチーム

チームリーダー

佐久間 淳 さくま・じゅん

- ①1975年 ②新潟県 ③東京工業大学大学院総合理工学研究科博士後期課程 ④東京工業大学、筑波大学 ⑤機械学習とセキュリティ・プライバシー ⑥諦めたらそこで試合終了ですよ ⑦キノコ狩り



自然言語理解チーム

チームリーダー

乾 健太郎 いぬい・けんたろう

- ①1967年 ②大阪府 ③東京工業大学大学院情報理工学研究科博士課程 ④東京工業大学助手、九州工業大学助教授、奈良先端科学技術大学院大学助教授、東北大学教授 ⑤知識と推論によって行間を読む自然言語理解 ⑥離見の見 ⑦飲み屋で読書



知識獲得チーム

チームリーダー

松本裕治 まつもと・ゆうじ

- ①1955年 ②京都府 ③京都大学大学院工学研究科情報工学専攻 ④電子技術総合研究所、新世代コンピュータ技術開発機構、京都大学、奈良先端科学技術大学院大学 ⑤自然言語処理、文書データからの知識獲得 ⑥楽しくなければ何事もできない ⑦旅行(子どもが小さいころはキャンプ)、合気道



人工知能倫理チーム

チームリーダー

鈴木晶子 すずき・しょうこ

- ②神奈川県 ③上智大学大学院文学研究科博士後期課程 ④ドイツ国国際放送局Deutsche Welle キャスター、京都大学大学院教授 ⑤暗黙知・身体知・経験知の形成に関する学習哲学、死生学、実践倫理 ⑥全ての事には時がある ⑦クリスタルの収集・聖地巡礼

汎用基盤技術研究グループ

連続最適化チーム

チームリーダー

武田朗子 たけだ・あきこ

- ①1973年 ②東京都 ③東京工業大学大学院情報理工学研究科博士課程 ④東芝、東京工業大学、慶應義塾大学、東京大学、統計数理研究所 ⑤数理最適化、オペレーションズ・リサーチ ⑥ケ・セラ・セラ ⑦街の散歩



構造的学習チーム

チームリーダー

河原吉伸 かわはら・よしのぶ

- ①1980年 ②奈良県 ③東京大学大学院工学系研究科博士課程 ④大阪大学産業科学研究所 ⑤機械学習の基礎理論・アルゴリズムの開発とその科学・工学分野への応用 ⑥人との関わりを大切に
⑦旅行



因果推論チーム

チームリーダー

清水昌平 しみず・しょうへい

- ②京都府 ③大阪大学大学院基礎工学研究科博士後期課程 ④東京工業大学、大阪大学、滋賀大学 ⑤統計的因果探索法の研究開発 ⑥まずはよく寝る



数理統計学チーム

チームリーダー

下平英寿 しもだいら・ひでとし

- ①1967年 ②東京都 ③東京大学大学院工学系研究科博士課程 ④統計数理研究所、東京工業大学、大阪大学 ⑤人工知能をつくること ⑦アニメ、ゲーム



理研を見つめて50年、 研究本館に感じる愛着

大城哲彦 おおしろ・てつひこ

和光事業所 研究支援部 施設課長

私はどちらかというと、物に愛着を持つ方です。使い込んだ道具や乗り慣れたクルマ、単車などには特に強い愛着を覚えます。愛車に乗るときは「おはよ」と言って乗り込み、駐車場に止め帰宅するときは「今日もありがとう、おやすみ」と声を掛けます。今でも乗っているホンダ(写真)は34年前に新車で買ってからずっと乗り続けています。久しぶりに乗ると心の底から癒やされます。何ととっても女房との結婚生活より長く、この単車と苦楽を共にし、日本一周ツーリングに2回行っているのです、お互いの全てを知り尽くしている、とでもいいでしょうか、何も言わなくても理解し合える気がするのです。

そんな私が和光キャンパスの中で最も強く愛着を感じるのは研究本館です。研究本館は理研が駒込から和光に移転して最初に建てられた研究棟で、当時の研究者が基本設計をしたと聞いています。そうです。研究本館は建築家が建てた「建物」ではなく、研究者が魂を込めて、理想を追い求めてつくり上げた、まさに「研究の城」です。

当時の研究者は先々のことを考えてお城をつくりました。地下1階・地上6階、東西約200mに及ぶフロアに、変電所は各階に2カ所、合計15カ所もの変電所があり、さまざまな電源に対応します。地階に分散配置された空調機は1台故障してもそれぞれ補い合って運転することができるダクト構成となっています。廊下の天井はパネルを組み合わせ、簡単に取り外せるようになっています。改修工事や模様替えを行うたびに天井を壊さなくてもよいようにと考えられた、今でいうシステム天井のようなものです。おそらく今だったらこんな豪勢な建物は建ちません。まったく妥協することなく、ひたすら研究に適した建物を目指してつくられた研究本館は50年たった今も研究棟としてまったく見劣りしません。50年前に現在でも通用する研究棟を構想した先人たちには脱帽するばかりです。しかしながら人間も年を取るように、建物もお化粧や定



筆者近影。愛車と愛着のある研究本館の前で。全然意識しませんでした。ポーズが30年前とまったく一緒です (^.^)~~~~



メンテナンスも愛着の第一歩



冬でも乗ります(2003年2月撮影)。



学生時代の日本一周ツーリング

ハネムーンも愛車でツーリング。本州最北端にて(1987年撮影)。

期健診は必要です。^{しんこう}竣工当初はコンクリート打ち放しの「素肌」でしたが、今はおしろいや若干のファンデーションを塗って美観を保っています。足腰が弱ってきたので2003年には免震化も施されました。

理研は100年という長い歴史の中で、財団法人から株式会社、特殊法人、独立行政法人、国立研究開発法人へと様変わりをしてきました。研究本館はその半分に当たる50年間、多様化する研究ニーズに応えながら、理研の移ろいをここ和光で静かに見守り続けてきました。理研の全てを受け入れ、見守ってきた、そんな研究本館に私は強い愛着(単なるノスタルジー?)を感じずにはられないのです。

愛着とは1年や2年で生まれるものではなく、長い年月をかけて初めて醸成される「信頼」のような感情です。私は大好きなクルマや単車に乗り続けたいと思っていますが、メンテナンスには手間も暇もかかるでしょう。しかし長い年月を共に過ごしてきた彼らは私にとって単なる道具ではなく、かけがえのない「仲間」でもあります。これからも研究本館が理研に関わる全ての人の心を癒やし、いつもそばにいるかけがえのない「仲間」であり「信頼」される存在であってほしいと願っています。

創立百周年記念事業への寄附金のお祝い

創立百周年(2017年)の記念事業へのご支援をお願いします。

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

理研 寄附金
Support RIKEN

理化学研究所 創立百周年
RIKEN 100th Anniversary



<http://www.riken.jp/>