

画像：研究最前線「遺伝情報を使って医療、そして予防を変える」。SNP解析チップ。

SCIENCE VIEW

02

組織間での情報伝達が促す葉の成長メカニズムを解明

研究最前線

04

遺伝情報を使って医療、
そして予防を変える

研究最前線

08

親子関係を脳科学で探る

SPOT NEWS

12

- ・窒素分子の切断と水素化を常温・常圧で実現
アンモニア合成法に新たな道
- ・1滴の血液からクローンマウス誕生
- ・超流動ヘリウム3で
「カイラル対称性の破れ」を直接観測

FACE

14

筋肉が動く仕組みから
生き物らしさの原理を探る研究者

TOPICS

15

- ・「理化学研究所横浜地区一般公開」のお知らせ
- ・社会知創成事業 新事業本部長に
藤田明博氏
- ・新研究室主宰者の紹介

原酒

16

「萌え」を旅する

組織間での情報伝達が促す葉の成長メカニズムを解明

2013年4月19日プレスリリース

植物の葉が成長するとき、表皮と内部の組織をつくる細胞は、混じり合うことなく増殖する。ただしこれまでの研究から、二つの組織は情報伝達を行い、協調して細胞増殖が進められると考えられている。どのように情報伝達を行い協調しているのか。

理研環境資源科学研究センター 代謝システム研究チームの川出健介 基礎科学特別研究員（以下、研究員）たちは、葉の内部組織の細胞増殖にはAN3タンパク質の働きが重要であることを、これまで明らかにしてきた。ところが、そのAN3をつくることのできないシロイヌナズナ変異株の葉を調べたところ、内部組織だけでなく表皮組織の細胞増殖にも異常が見られた。AN3は内部組織だけでつくられる（図1）。なぜ表皮組織にも異常が及んだのか。

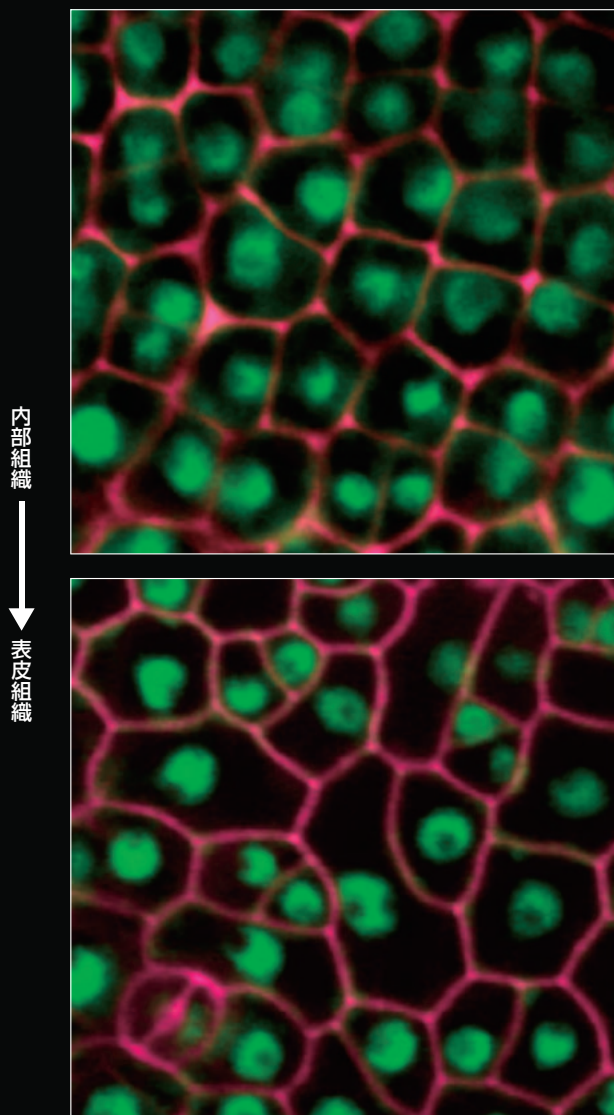
「私たちは、内部組織でつくられたAN3が表皮組織へ移動することで、二つの組織が協調して細胞増殖が進む、と考えまし

た。AN3を観察したところ、実際に表皮組織へ移動していることが分かりました」と川出研究員。

では、AN3が移動できないと、葉の成長にどのような影響が現れるのか。川出研究員たちは遺伝子操作により、組織間を移動できないAN3を作製。そのAN3遺伝子をシロイヌナズナの葉の内部組織で発現させて影響を調べた。すると表皮組織の細胞が十分に増殖できず、その葉は正常なものの6割ほどの大きさにしか成長できなかった（図2）。

「内部組織が情報伝達の発信点となり、隣り合う表皮組織の細胞増殖もコントロールしているのです。この発見は、葉の働き方を理解する上で新しい視点を提供します。この組織間での情報伝達を操作して農産物の収穫量を増加させる技術を開発できる可能性があります」

（執筆：立山 晃／フォトンクリエイト）



AN3（緑色）が移動できる



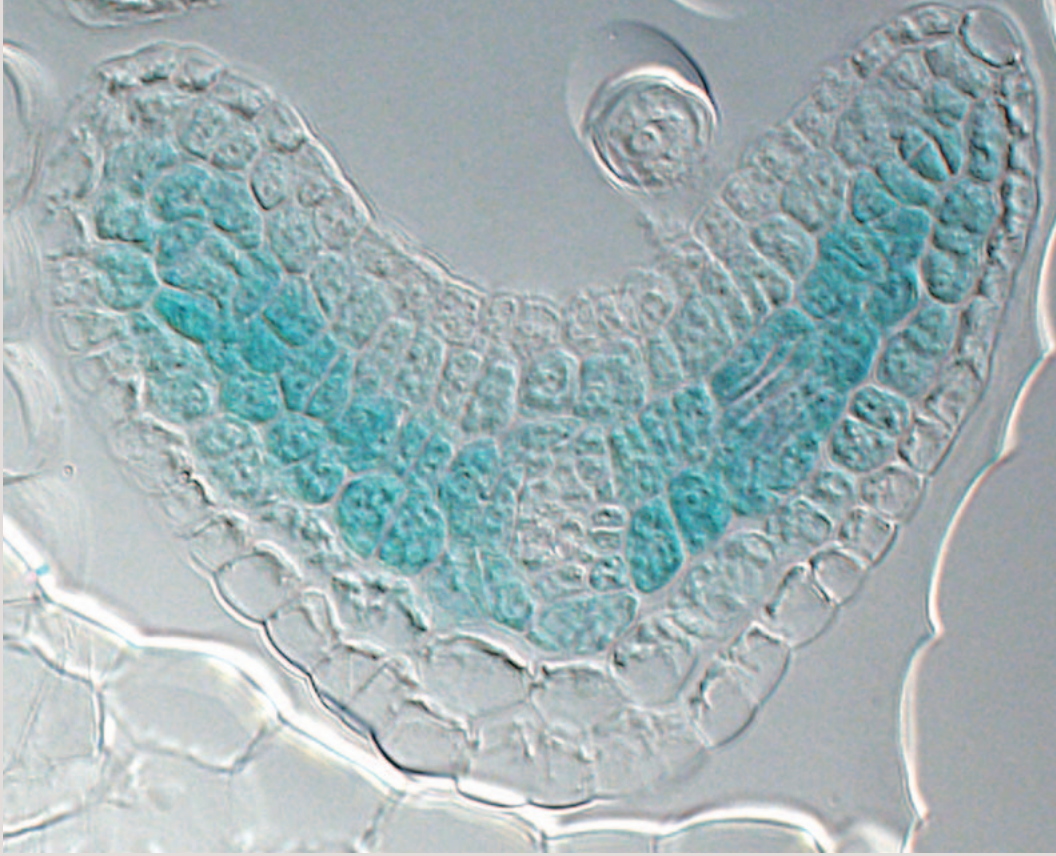


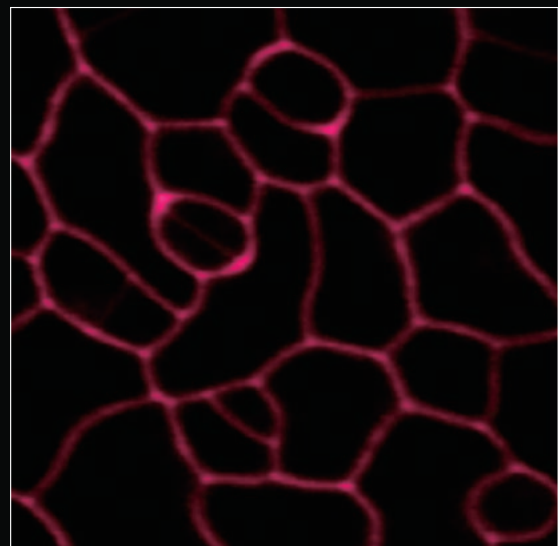
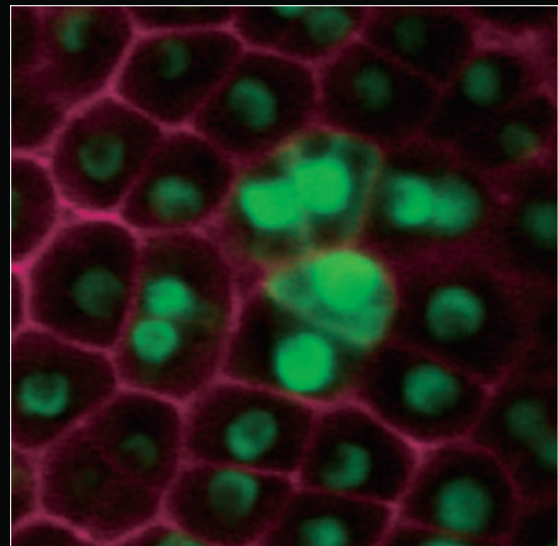
図1 内部組織だけで発現するAN3遺伝子(青色)

図2 AN3の移動による情報伝達と葉の成長

内部組織でつくられたAN3が表皮組織へ移動することによる情報伝達ができないと、正常な葉の6割ほどの大きさしか成長しない(右)。



AN3 (緑色) が移動できない



内部組織
↓
*
↓
表皮組織

これまでの医療では、同じ病気の患者さんには同じ種類の薬が同じ量だけ投与されてきた。その結果、症状が改善する人がいる一方で、副作用が出る人や重症化する人も出てしまう。薬が効くかどうか、副作用を起しやすいかどうかは、一人一人の遺伝情報の違いが関係しているのだ。統合生命医科学研究センター（IMS）の疾患多様性医科学研究部門では、遺伝情報の違いに基づいて薬の種類や量を選択し、一人一人に最適な医療を行う「オーダーメイド医療」の実現を目指している。「患者さんの役に立つ研究をしたい」と語る久保充明グループディレクターに、オーダーメイド医療、さらには一人一人に最適な予防法をアドバイスする「個別化予防」の実現を目指した研究の最前線を聞いた。

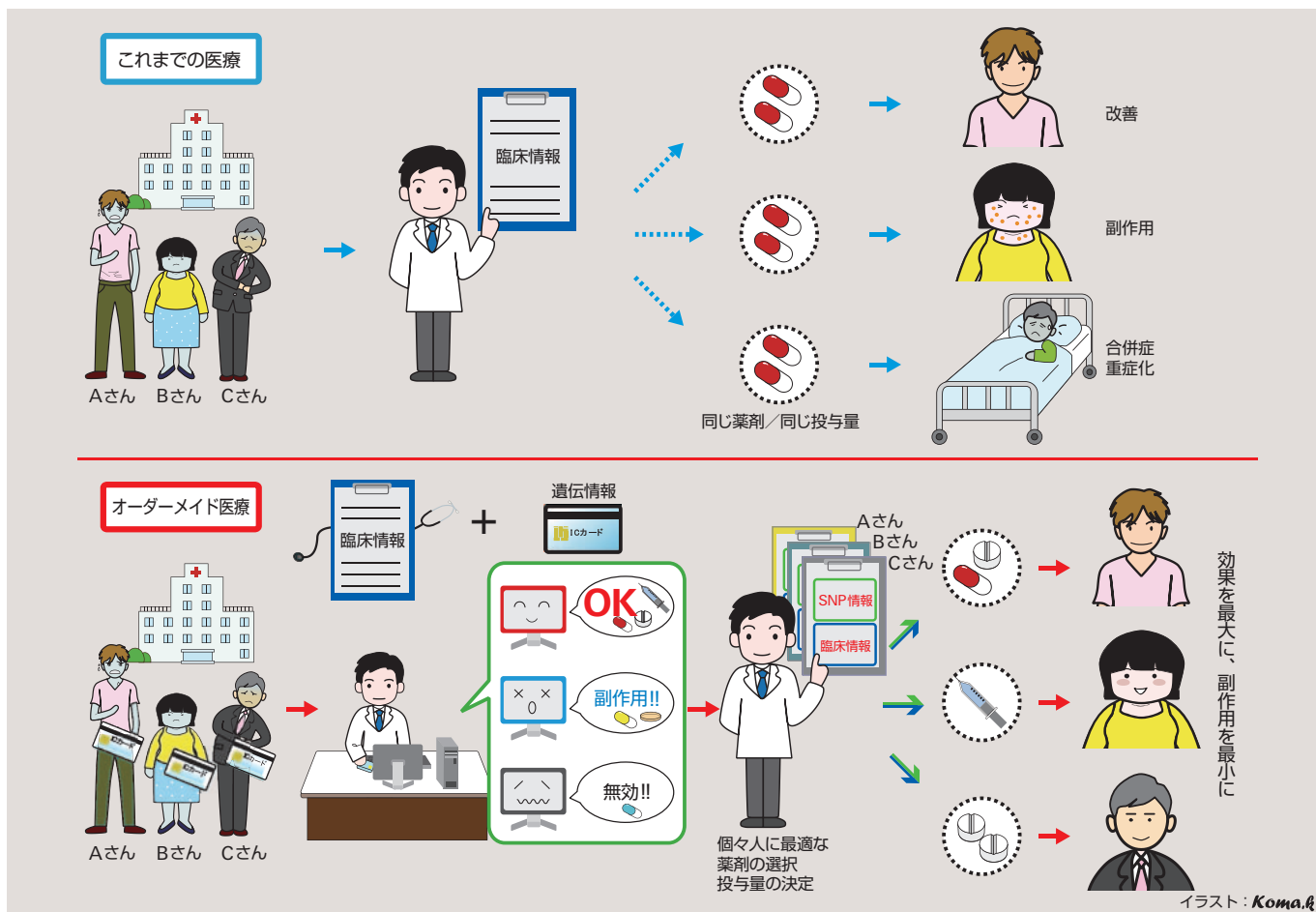
遺伝情報を使って医療、そして予防を変える

■ 塩基配列の違いが体質の違いを生む
「それぞれの人が持っている遺伝情報を使うことで、現在の均一な医療を一人一人に適切な医療に変え、さらには一人一人の体質に応じて予防法をアドバイスして疾患の発症を予防すること。それ

が、私たちの目的です」と久保充明グループディレクター（GD）。久保GDが率いる基盤技術開発研究グループが属している疾患多様性医科学研究部門の源流は、2000年に設立された遺伝子多型研究センター（SRC）で

ある。SRCは2008年にゲノム医科学研究センター（CGM）となり、今年4月に統合生命医科学研究センター（IMS）の一部門として改組された。久保GDは、IMSの副センター長、疾患多様性医科学研究部門の部門長も務める。

「ある疾患にかかりやすいかどうかや、薬の効果や副作用の出方は、人によって違います。その違いを生んでいるのが、遺伝情報の違いです」と久保GD。遺伝情報の実体はDNAで、A（アデニン）、T（チミン）、G（グアニン）、C（シトシン）



これまでの医療とオーダーメイド医療

イラスト：Koma.R

久保充明（くぼ・みちあき）

統合生命医科学研究センター
疾患多様性医科学研究部門
基盤技術開発研究グループ
グループディレクター

1963年、宮崎県生まれ。医学博士。九州大学医学部卒業。同大学第二内科に入局。松山赤十字病院腎センターを経て、疫学研究で有名な久山町研究に従事。東京大学医科学研究所ヒトゲノム解析センター客員研究員などを経て、2006年より理研遺伝子多型研究センター グループディレクター。2013年4月より現職。統合生命医科学研究センター 副センター長、疾患多様性医科学研究部門 部門長も務める。



という4種類の塩基の並びによって記されている。生物が持っている遺伝情報全体をゲノムといい、ヒトゲノムは約30億個の塩基対から成る。一人一人の塩基配列を比べると、99.9%はまったく同じだが、残りの0.1%に違いがある。個人ごとの塩基配列の違いを多型と呼び、それが体質の違いを生み、疾患へのかかりやすさや、薬の効果や副作用にも関わっている。多型にはさまざまな種類があるが、最も多いのが、塩基が1個だけ違っている1塩基多型（SNP：Single Nucleotide Polymorphism）である。

「例えば、ある場所のSNPが特定の塩基に置き換わっている遺伝子型の人は薬の副作用が出やすいと分かれば、患者さんのそのSNPの遺伝子型を調べて薬の種類や量を変えることができます。私たちは、SNPなどの遺伝情報に基づいて一人一人に最適な医療を提供する“オーダーメイド医療”の実現を目指しています」（タイトル図）

■ 大量・高速・高精度にSNPを解析

「オーダーメイド医療の実現にはまず、疾患へのかかりやすさや、薬の効果や副作用と関連しているSNPを見つけることが必要です。そのために、疾患多様性医科学研究部門で連携して取り組んでいます」と久保GD。具体的には、疾患研究グループとファーマコゲノミクス研究グループの各研究チームが、それぞれ対象としている疾患の患者さん、患者さん以外、あるいは薬の副作用が出た人、出なかった人のDNA試料を、共同研究機関や後で紹介するバイオバンク・

ジャパンから提供してもらう。そのDNA試料を解析するのが、基盤技術開発研究グループだ。

「DNA試料の各SNPがどの塩基になっているか、SNP解析チップ（表紙）で遺伝子型を読み取っていきます。それだけの作業ですが、解析しなければならないSNP、そしてDNA試料の数がとても多く多いです」。ヒトゲノム全体でSNPは約1000万ヶ所ある。ゲノム上で近い距離にあるSNPはまとまったブロックで遺伝するため、1000万ヶ所全部を調べなくても、ブロックごとに代表的なSNPを調べればよい。それでも、1人当たり95万ヶ所のSNPを解析しなければならない。また、疾患や薬とSNPの関連を突き止めるには、数千～数万人のDNA試料が必要だ。

「大量のSNPの遺伝子型を速く、正確に読み取っていくことが、基盤技術開発研究グループの使命です」と久保GD。「私たちの読み取り精度は99.999%です。大量の解析をこれほどの高精度で実現しているところは、ほかにありません」

基盤技術開発研究グループが出した膨大なSNPデータの統計解析は、統計解析研究チームが行う。あるSNPについて患者さんのグループと患者さん以外のグループで比べたとき、患者さんのグループにだけ多いあるいは少ない遺伝子型があれば、そのSNPそのものや周辺にある遺伝子が疾患へのかかりやすさに関連している可能性がある。ただし、その差はほんのわずかだ。だからこそ、数千～数万人のDNA試料、そして高精度のSNP解析が必要なのだ。

その統計解析の結果をもとに、疾患研究グループとファーマコゲノミクス研究グループの各研究チームが詳細な解析と検証を行い、疾患のかかりやすさや薬の副作用に関連しているSNPや遺伝子を突き止めていく。これまでに心筋梗塞や関節リウマチ、川崎病、前立腺がん、C型慢性肝炎に起因する肝臓がん、気管支喘息、2型糖尿病などの発症、乳がん治療薬タモキシフェンの効果に関わるSNPや遺伝子などを発見している。

■ 遺伝情報に基づいて薬を使い分ける

「この10数年で、疾患のかかりやすさや、薬の効果や副作用に関わるSNPや遺伝子が、次々と明らかになってきました。その大きな原動力となったのが、2003年にスタートした文部科学省の“オーダーメイド医療実現化プロジェクト”です」と久保GD。

久保GDは2011年からプロジェクトリーダーを務めている。第1期（2003～2007年度）で47疾患を対象として約20万人の患者さんからDNA試料や血清、臨床情報などを提供してもらい、SNP解析を実施した。第2期（2008～2012年度）では、SNP解析とともに患者さんの病態などの追跡調査を進めてきた。理研は中核研究機関としてSNP解析を担当。先ほど紹介した成果にも、オーダーメイド医療実現化プロジェクトとして行われたものが多数含まれている。約20万人、30万症例の患者さんのDNA試料や血清、臨床情報は、東京大学医科学研究所に構築された“バイオバンク・ジャパン”で保管・管理されている。バイオバンクと

は生体試料などを保管する場所のことで、バイオバンク・ジャパンは世界最大規模の患者バンクとして知られている。

第3期(2013~2017年度)からは名称を“オーダーメイド医療の実現プログラム”と変更し、追跡調査を続けるとともに、37疾患を対象として10万人のDNA試料や臨床情報を新たに提供してもらい、SNP解析を進めていく計画だ。第1期と重なっている疾患もあるが、新たに脳出血と認知症、うつ病が加わっている。

1866年	メンデルによる遺伝法則の発見
1953年	ワトソンとクリックによるDNA二重らせん構造の解明
1990年	ヒトゲノム計画開始
2000年	理研遺伝子多型研究センター(SRC)設立
2002年	国際ハップマッププロジェクト開始
2003年	ヒトゲノム解読完了 オーダーメイド医療実現化プロジェクト開始
2008年	理研ゲノム医科学研究センター(CGM)設立 国際がんゲノムコンソーシアム開始
2011年	次世代がん研究戦略推進プロジェクトがん薬物療法の個別適正化プログラム開始 カルバマゼピン、タモキシフェン、ワルファリンを対象とする遺伝情報による薬の使い分けに関する臨床試験の実施
2013年	理研統合生命医科学研究センター(IMS)設立
2015年ごろ	オーダーメイド投薬(遺伝情報による薬の使い分け)の実現
2020年ごろ	オーダーメイド医療(遺伝情報による治療法の選択)の実現
2030年ごろ	個別化予防(遺伝情報による予防法のアドバイス)の実現

図1 オーダーメイド医療と個別化予防の実現までの流れ

「オーダーメイド医療実現化プロジェクトで得られた成果を、いかに医療の現場で使えるようにするかが、次の課題です。まずは遺伝情報に基づいた薬の使い分けを目指した臨床研究を2011年12月から開始しました」。これは、文部科学省の“次世代がん研究戦略推進プロジェクトがん薬物療法の個別適正化プログラム”として行われているもので、久保GDが研究代表者を務めている。対象としている薬剤は、てんかんなどの治療に使われるカルバマゼピン、乳がんの治療に使われるタモキシフェン、血液を固まりにくくするワルファリンである。

カルバマゼピンは、副作用としてじんましんなどの薬疹が患者さんの3~5%に出てしまう。これまでの研究によって、*HLA-A*という遺伝子が*HLA-A*3101*という型の患者さんは、その遺伝子型ではない患者さんに比べてカルバマゼピンによる薬疹が起こるリスクが9.5倍高いことが明らかになった。「薬を使う前に*HLA-A*の遺伝子型を調べ、*HLA-A*3101*の患者さんにはカルバマゼピン以外の薬を使うことで、薬疹を防ぐことができます。これまでに680人を対象に遺伝子型検査による薬の使い分けをした結果、薬疹の発症を1%ほどに減らすことに成功しています」

タモキシフェンは、効果がある人と効果が無い人がいることが知られていた。これまでの研究から、タモキシフェンの効果と、タモキシフェンを代謝するCYP2D6という酵素の遺伝子型が関連していることが明らかになっている。タモキシフェンはCYP2D6によって代謝さ

れ、その代謝物が治療効果を発揮している。しかし、遺伝子型がCYP2D6*10の患者さんは代謝活性が低いため、治療効果が出にくい。「CYP2D6の遺伝子型を事前に調べCYP2D6*10の患者さんにはタモキシフェンの服用量を増やすことで、代謝物の生成量を上げ治療効果を向上させることができるかどうかを、検証していきます」

ワルファリンは、患者さんによって1日当たりの必要な投与量が10倍以上も違う。これまでの研究から投与量の個人差には、ワルファリンの代謝と抗凝固効果に関わる2種類の遺伝子の型が関係していることが明らかになっている。患者さんの2種類の遺伝子の型を検査することで、適切な投与量の目安が分かるかどうかを検証する。すでに米国では食品医薬品局(FDA)がワルファリンについて、その2種類の遺伝子の型を検査してから服用量を定めることを2008年に勧告している。「カルバマゼピンとタモキシフェン、ワルファリンについて遺伝情報による薬の使い分けの有効性の検証を進め、厚生労働省に保険診療の適用を申請したいと考えています」

■ 個別化予防の実現へ

「遺伝情報に基づいた薬の使い分けは2~3年後には実現するでしょう。化学療法にすべきか外科的手術にすべきかといった治療法の選択の実現は、5~10年後を目指しています。私たちのゴールはそこだけではありません。遺伝情報に基づく個別化予防も実現したいのです」と久保GD(図1、図2)。

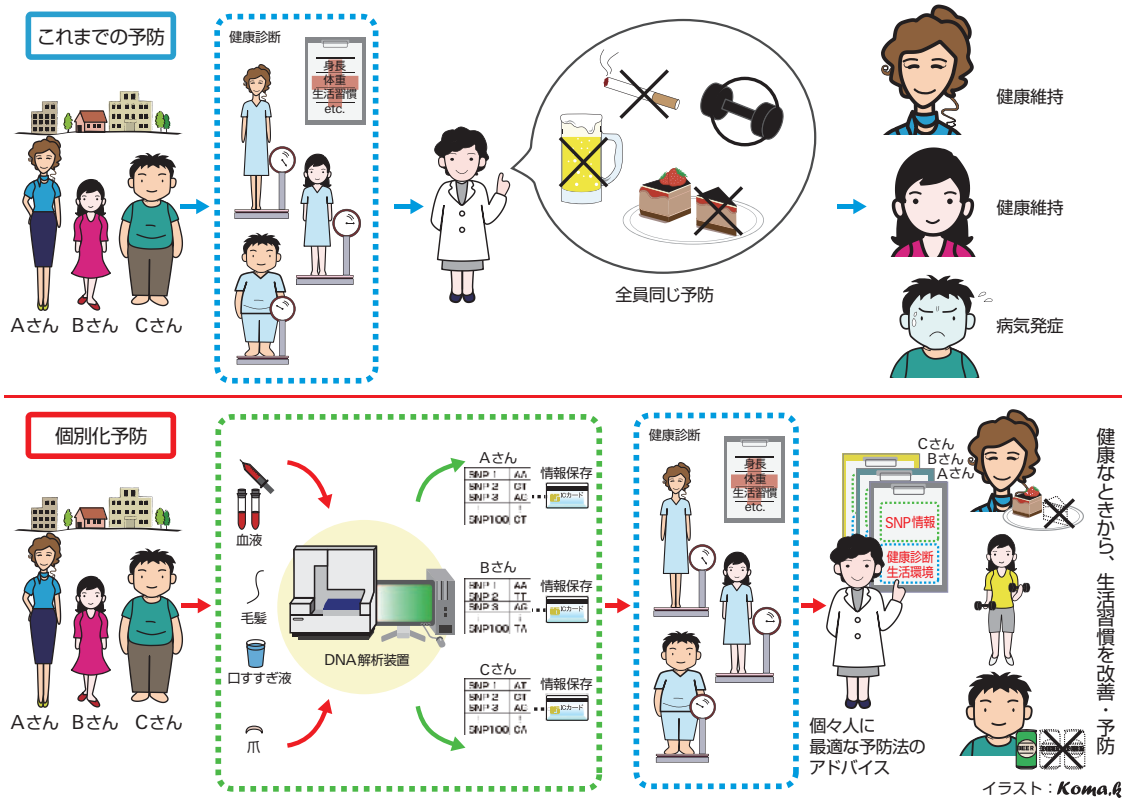


図2 これまでの予防と個別化予防

これまでは健康診断の検査値や生活習慣などの情報に基づき、全員に同じ予防法をアドバイスしている。その結果、健康を維持できる人がある一方で、疾患を発症してしまう人もいます。個別化予防では、健康診断の検査値や生活習慣などの情報に加えて、疾患のわかりやすさに関する遺伝情報に基づいて一人一人に最適な予防法をアドバイスできるため、より多くの人が健康を維持できることが期待される。

2013年5月、米国の女優アンジェリーナ・ジョリーさんが乳がんを予防するために乳房を切除したと発表し、世間を驚かせた。彼女は、遺伝子検査でBRCA1という遺伝子に変異が見つかった。この遺伝子に変異があると、将来、最大80%を超える確率で乳がんになるといわれている。乳房を切除すると、その確率は5%以下にまで低下する。「遺伝子検査は、将来の病気のリスクを知り予防するために有用です。しかし、彼女の場合は、一つの遺伝子の異常が原因で発症し親から子へ遺伝する遺伝性の乳がんである、ということに注意する必要があります」と、久保GDは指摘する。

疾患多様性医科学研究部門やオーダーメイド医療の実現プログラムで対象にしている疾患は、生活習慣病などのありふれた疾患だ。それらは、一つの遺伝子が原因ではなく、いくつもの遺伝子が組み合わせたり、さらに環境要因が加わることで発症する。ある疾患のわかりやすさに関連する遺伝子型を持っていたとしても、発症する人と発症しない人がいる。また生活習慣病などの場合、BRCA1の変異に対する乳房の切除のように、どうすれば発症のリスクを下げる

ことができるかは、ほとんど分かっていない。「そういう状況で、“あなたは糖尿病やがんになりやすい遺伝子型を持っています”と言われてたら、不安になるだけでしょ。生活習慣病などについて遺伝情報に基づく個別化予防を実現するには、発症リスクを数値化したり、予防法を確立したりする必要があります。遺伝情報に基づく個別化予防が実現するのは、10~20年後だと考えています」

■ 患者さんの役に立つ研究を

オーダーメイド医療や個別化医療の実現に必要なものは何か。久保GDは、「SNP解析技術の向上や統計解析のためのアルゴリズム開発、ゲノムについて皆さんに正しく理解していただくことなどいろいろありますが、日本人のSNPデータベースの構築も不可欠です」と答える。「現在解析している95万ヶ所のSNPは、国際ハップマッププロジェクトで構築された、欧米人、アジア人、アフリカ人のSNPのデータベースがもとになっています。SNPの場所や頻度には人種によって違いがあります。そのデータベースでは日本人に特有の頻度の低いSNPが見逃されている可能性があります」

日本人のSNPデータベースを構築するには、1,000人規模で30億塩基対の塩基配列をすべて読み取って比較する必要がある。それは大変な作業だ。しかし久保GDは「すでにゲノムシーケンス解析研究チームが全ゲノム解読に取り組んでいます」と言う。ゲノムシーケンス解析研究チームでは、がん細胞のゲノムのカタログ化を目的とした国際がんコンソーシアムに参画し、肝臓がんの患者さんの正常細胞とがん細胞の全ゲノムを読み取って比較することで、どこにどのような変異が起きているのかを明らかにしようとしている。患者さんが日本人なので、その解読結果は日本人のSNPデータベース構築に使える。それができれば、日本人一人一人に、より最適な医療や予防の提供が可能になると期待される。

久保GDは、大学卒業後、腎臓内科に勤務。現在も週に1回、外来で診察をしている。「私たちがやっている基礎研究の成果が患者さんに届くまでには長い時間がかかります。患者さんのために研究しているという目的を忘れずにモチベーションを保つためにも、私にとって外来診療は重要な場です」

(取材・執筆: 鈴木志乃/フォトンクリエイト)

これまで、子育てや親子関係については、
 経験に基づく議論や心理学的な研究が主に行われてきた。
 黒田公美ユニットリーダー（UL）は、ヒトとマウスに
 共通する子育て（養育）行動や、子が親を慕う愛着行動に注目して、
 それらの行動に関わる神経回路のメカニズムを探っている。

親子関係を脳科学で探る

患者さんが共通して親子関係に悩んでいることを知り、あらためてその重要性を認識しました」

■ 子どもと親を支援したい

京都大学理学部で宇宙物理学を学んでいた黒田ULは、医学へ転じた。「宇宙誕生のビッグバン直後のことは詳細に研究されているのに、母親がいなくなるとなぜ赤ちゃんは泣きだすのかさえ、よく分かっていません。私はもともと子どもが好きでしたので、子育てを科学的

に研究して、子どもたちとその発達を支える親たちを支援したいと思うようになったのです。宇宙物理に必要な幾何学が苦手だったこともあります……（笑）」

大阪大学大学院医学系研究科に進んだ黒田ULは、研修医として精神科の臨床も経験した。「異なる症状や年齢の

■ ヒトとマウスで共通する愛着行動を探る

黒田ULは、どのような方法で親子関係を科学的に解明しようとしているのか。「哺乳類の赤ちゃんは未熟な状態で生まれるため、乳を飲ませて子育てをする必要があります。もちろんヒトだけが行う子育て行動もありますが、授乳

ヒトとマウスで共通する愛着行動

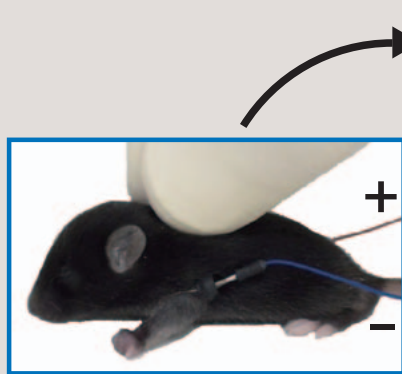
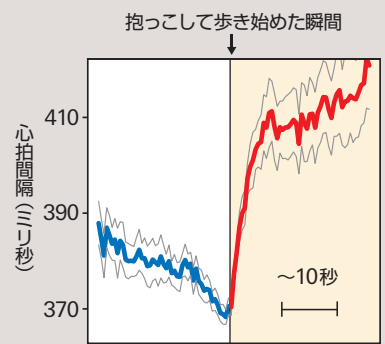
ヒトの赤ちゃんでは、抱っこして座る状態から抱っこして歩く状態に移行すると、3秒ほどで心拍数が大きく低下した（心拍間隔が長くなった）。親にくわえられて運ばれるとおとなくなる輸送反応を模したマウスの実験でも、つまみ上げると1秒以内に心拍数の明確な低下が見られた。これらの行動は親を慕い協力する愛着行動の一種であり、共通の神経回路が動いていると考えられる。



抱っこして座る



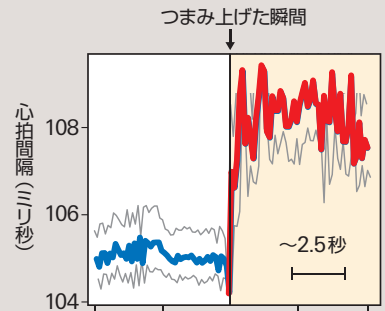
抱っこして歩く



置いたままつまむ



つまみ上げる



黒田公美 (くろだ・くみ)

脳科学総合研究センター
黒田研究ユニット
ユニットリーダー

1970年、東京都生まれ。博士(理学・医学)。大阪大学大学院医学系研究科博士課程修了。大阪大学、McGill大学(カナダ)、理研脳科学総合研究センター精神疾患動態チームを経て、2008年より現職。



撮影：STUDIO CAC

をはじめ種を超えて哺乳類に共通する子育て行動があります。それを担う神経回路は進化的にヒトにも保存されている、と考えられます。そのような神経回路のメカニズムをマウスやラットなどの実験動物を用いて詳細に解明することで、ヒトの子育てに役立つ、科学的な根拠に基づく知識が得られると考えています」

1970年代、自律神経活動の調節や、摂食・性行動の中核がある視床下部の内側視索前野(MPOA)という場所が、“子どもを育てたい”という本能的な欲求をつかさどる子育ての中核だ、と指摘された。「その研究を行ってきた研究者たちのほとんどはすでに引退してしまいました。脳科学では、記憶・学習、恐怖や攻撃、性行動などの神経回路のメカニズムについては研究が盛んに行われてきましたが、子育て行動についてはあまり進展してきませんでした」

そのような中、黒田研究ユニットでは、マウスなどを使って、内側視索前野を含む子育て行動の神経回路の解明を進めてきた。

「ただし、親子関係は子育て行動という親から子への一方通行ではなく、子が親を慕う愛着行動もあります。親子関係は子育てと愛着という双方向の行動によって成り立っているのです。愛着行動の科学的な研究は子育て行動よりもさらに立ち遅れています。私は、愛着行動にも哺乳類の種を超えてヒトに保存されている神経回路があり、“親が大好き、一緒にいたい、愛されたい”という本能的な欲求をつかさどる愛着行動の中核が

あるはずだ、と考えています」

黒田ULは、ヒトとマウスに共通して保存されていると考えられる愛着行動として、「輸送反応」に注目した。「ヒトの赤ちゃんを抱っこして歩くと、泣きやみ眠ってしまうことがあります。一方、ネコやライオン、リス、マウスの赤ちゃんも、親の口にくわえられて運ばれると、おとなしくなり、丸くなって運ばれやすい姿勢を取ります。それが輸送反応です。どちらもよく知られた行動ですが、科学的に詳しく分析されたことはありませんでした」

黒田ULは、ヒトの赤ちゃんを“抱っこして座る”状態と“抱っこして歩く”状態とで、心拍数や泣く量、自発的運動量がどのように変化するかを調べる実験を計画した。「二つの状態をどれくらいの時間続けてもらうのか、赤ちゃんの体のどこに電極を付ければ正確に心拍数を測定できるかなど、実験方法を検討する必要がありました。その段階から他人の赤ちゃんに協力をお願いするのは難しいので、最初は、生まれたばかりのうちの子で検討しました」と黒田UL。

その後、生後6ヶ月以内のヒトの赤ちゃんとその母親12組の協力を得て、30秒ごとに“抱っこして座る”と“抱っこして歩く”を繰り返してもらい、測定を行った。その実験を中心的に進めたのが、ジャーナル オブ エスポジト Gianluca Esposito国際特別研究員(以下、研究員)だ。

実験の結果、抱っこして座る状態から、抱っこして歩く状態に移行して3秒ほどで、心拍数が急激に低下(タイトル図)。そして泣く量は10分の1、自発的

運動量は5分の1ほどになった(図1)。抱っこして歩くことで、赤ちゃんはとてもリラックスした状態になったのだ。「これほど素早く明確な変化が出るとは予想外でした。さらに、マウスの実験でも同様な変化が現れました。驚くとともに、これは面白い現象だと思いました」とEsposito研究員。

マウスの実験では、親にくわえられて運ばれるとおとなしくなる輸送反応を模して、離乳前のマウスの首の後ろを“置いたままつまむ”と“つまみ上げる”という二つの状態で測定を行った。すると、つまみ上げる状態に移行して1秒以内に心拍数が顕著に低下した(タイトル図)。

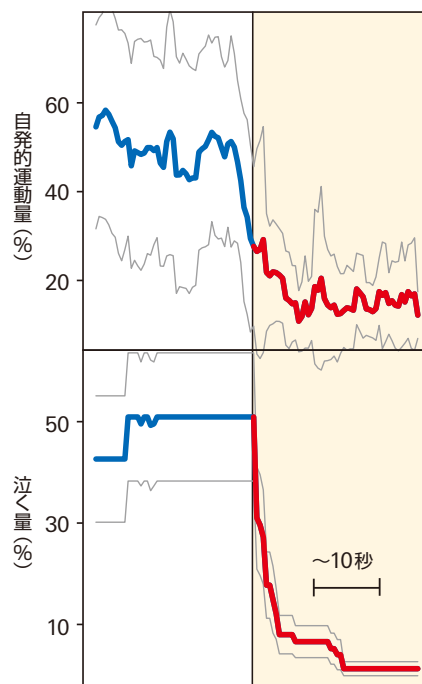


図1 抱っこして歩いたときのヒトの赤ちゃんの行動変化

抱っこして座る状態(青)から抱っこして歩く状態(赤)に移行すると、自発的運動量や泣く量の顕著な低下が見られた。

さらに超音波による発声（鳴き声）回数も減り、おとなしくなって体を丸めた。

このマウスの実験を主に担当したのが、吉田さちね研究員だ。「ヒトとマウスの変化はとてもよく似ていて、進化的に保存された共通の神経回路が働いている可能性が高いと考えられます。そこで私たちは、マウスの輸送反応が、脳のどの場所が働いて実現しているのか、詳しく調べることにしました」

局部麻酔をかけて首の後ろの触覚を妨げたり、持ち上げられて空中を運ばれる感覚を薬剤で障害したりすると、つまんで持ち上げても、おとなしくしている時間が短くなった。

「さらに、脳機能に障害を持つさまざまな遺伝子改変マウスをつまみ上げて調べました。すると小脳皮質に異常のある遺伝子改変マウスは丸くなる姿勢を取りにくくなることが分かりました(図2)。ただし、遺伝子改変マウスでは、複数の場所に障害があるケースがあり、小脳皮質の異常が原因だとは言いきれません。そこで、外科手術で小脳皮質だけを取り除いたマウスをつまみ上げる実験を行

い、丸くなる姿勢を取れないことを確認しました」と吉田研究員。

輸送反応は親子関係にとってどのような意味があるのだろうか。吉田研究員は、プラスチックのカップの中に、赤ちゃんマウスを入れて、母マウスがそこから救出する時間を測定した。「薬剤で空中を運ばれる感覚を障害したマウスは輸送反応を示さず暴れてしまうため、障害していないマウスに比べて、救出に時間がかかりました。野生のライオンなどでは、安全な場所へ子どもをくわえて移動する際、子どもが暴れてしまうと親子に危険が及ぶ恐れがあります。私たちの実験から、輸送反応は、運びやすいように子どもが親に積極的に協力する反応であり、親子関係が相互依存的事であることを実証する行動だ、と考えられます」

Esposito研究員は、「子どもだけでなく母親についても、抱っこして座る状態と抱っこして歩くときの心拍数などを測定することで、相互依存的な親子関係を詳しく探っていきたいと思います」と展望を語る。

■ 愛着行動の中核に迫る

マウスの実験により、輸送反応に必要な知覚入力には、首の後ろの触覚や空中を運ばれる感覚をつかさどる神経回路が関わっており、丸くなる姿勢を取るという行動の出力には小脳皮質が働いていることが明らかになった。

それでは、知覚入力の情報に基づき輸送反応を行うように小脳皮質へ運動の指令を出している、輸送反応の中核はどこなのか。「それをいま探しているところです」と黒田UL。「触覚や小脳皮質の機能は正常なのに、輸送反応を示さない遺伝子改変マウスを探したり、輸送反応のときに働く脳の部位を見つけたりすることで、輸送反応の中核を明らかにしたいと思います」

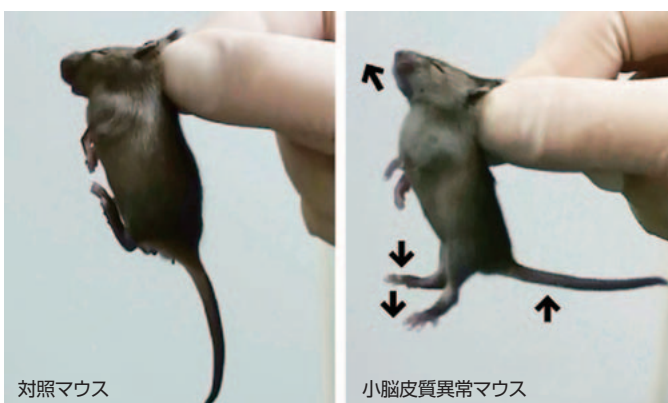
その輸送反応の中核は、愛着行動の中核と一致しているのだろうか。「一致していると期待していますが、まだよく分かりません」と語る黒田ULたちは、新しい実験を始めている。

ヒトの赤ちゃんでは、生後7~8ヶ月になると人見知りをして、抱っこして歩いても、それが母親でなければ泣きやまなくなるケースが増える。「生後6ヶ月くらいまでの赤ちゃんを抱っこして歩くとおとなしくするのは、反射的な反応です。生後6ヶ月ごろを過ぎると、状況判断が加わるようになり、抱っこして歩いているのが母親かどうかで、反応が調節されると考えられます」と黒田UL。

その調節が、どのような脳活動によって行われるのかを調べるために、吉田研究員たちは離乳間近のマウスを使った実験を進めている。「先ほど紹介した

図2 輸送反応の姿勢制御における小脳皮質の役割

小脳皮質に異常がある遺伝子改変マウス(右)では、つまみ上げても、左の正常な対照マウスのような丸くなる姿勢を取りにくくなる。



関連情報

●2013年4月19日プレスリリース

「抱っこして歩くと赤ちゃんがリラックスする仕組みの一端を解明」

輸送反応の実験は、生後10～13日の離乳前のマウスを用いました。マウスは生後20日くらいで離乳します。その時期になると、母マウスから引き離したり、いつもと違う環境に置いたりすると、つまんで持ち上げても輸送反応を示さないケースが増えます。それぞれの時期のマウスをつまみ上げて、脳活動の違いを調べています」

「母親がいなくなるとなぜ赤ちゃんは泣きだすのか。そのときに働く脳の部位も、このような実験により明らかにできるかもしれません」と語る黒田UL。さらに黒田研究ユニットでは、ヒトとマウスに共通する、輸送反応以外の愛着行動の実験も進める計画だ。「哺乳類の特徴である授乳・吸乳行動の実験はぜひ行いたいですね。さまざまな愛着行動の実験を進めることにより、それらの行動で共通して働く愛着行動の中枢を明らかにしたいと思います」

■赤ちゃんの立場を代弁したい

愛着行動の中枢を探る研究は、ヒトの子育てにどのように貢献し得るのか。黒田ULは次のように語る。「私たちは、赤ちゃんを泣きやませる方法を知るために、輸送反応の実験を始めたわけではありません。これまでの子育てについての議論や研究は、親の視点に立ったものがほとんどです。子どもの視点に立った科学的な知識が少なく、子どもの行動を誤って解釈している恐れがあります。言葉で意思を示すことのできない赤ちゃんの行動を正しく理解し、代弁したいという思いで、愛着行動の研究を行っていま



撮影：STUDIO CAC

左から、Gianluca Esposito国際特別研究員、黒田公美ユニットリーダー、吉田さちね研究員。イタリアで自閉症の研究を進めていたEsposito研究員は、「自閉症をタイプ別に分類することで、それぞれのタイプに適した治療を行えるようにしたい」と今後の目標を語る。「親子関係だけでなく、兄弟姉妹や恋人・夫婦の関係にも研究対象を広げてみたい」と吉田研究員。

す。子どもの行動を正しく解釈するための科学的知識を増やすことは、結果的に親の育児ストレスを低減することにつながると思います」

■子育ての中枢が働かない親はいない

「虐待の問題では、虐待された子どもを救う活動が行われている一方で、虐待してしまう親を助ける取り組みが少な過ぎます」と黒田ULは指摘する。

「親子関係は相互依存的であり、親に幸せになってもらわなければ、子どもも幸せになれません。では、正常に子育てができる親と、虐待してしまう親とでは、脳活動がどのように違うのか。それを知るために、正常な子育て行動に必要な脳の神経回路のメカニズムを明らかにする研究もさらに続けていきたいと思っています」

「そもそも“子どもを育てたい”という本能が働かない親はいません」と黒田ULは続ける。「その本能をつかさどる内

側視索前野は生命維持に不可欠な視床下部にあり、そこが正常に働いていないとしたら、そもそも生存できないことがほとんどでしょう。虐待してしまう親は、内側視索前野は正常でも、そこへ情報を伝える知覚入力、あるいは行動の出力に問題があるのだと思います。つまり、子どもを大切に育てたいという気持ちはあるのに、子どもの欲求や行動を正しく解釈できない、あるいは、具体的にどのように子どもに接すればいいのか分からないのだと考えられます」

自身も子育てに奮闘中の黒田UL。「輸送反応の実験方法を検討したように、子育てが研究に役立つことはたくさんあります。しかし残念ながら、研究成果が自分の子育てに役立ったことはまだありません（笑）。今回の輸送反応の研究のように、実際の子育てに役立つ科学的な根拠に基づく知識を増やせるように、研究を進めていきたいと思っています」

(取材・執筆：立山晃/フォトンクリエイト)

窒素分子の切断と水素化を 常温・常圧で実現

アンモニア合成法に新たな道

2013年6月28日プレスリリース

理研環境資源科学研究センター 先進機能触媒研究グループの
侯 召民コウ ショウミングループディレクター、島 隆則シマ リョクノリ 上級研究員、胡 少
偉コウ ショウエイ 特別研究員、元 小輝モト ショウヒ 国際プログラムアソシエイトらは、
新たに合成した多金属のチタンヒドリド化合物に窒素分子
(N_2) を常温・常圧で取り込ませ、窒素-窒素結合を切断し、
窒素-水素結合を生成 (水素化) することに成功した。この成
果は、温和な条件のもと、従来に比べ少ないエネルギーで、
空気中の窒素からアンモニア (NH_3) を合成する新たな手法の
開発につながると期待される。中国大連理工大との共同研究
の成果。

人類の生存を支える農作物の生産に化学肥料は欠かせない。
窒素・リン酸・カリが肥料の3大要素だが、中でもタンパク質
や核酸など生体成分の構成元素となる窒素は、植物の成長や
収量、品質に大きく影響する。窒素は空気の約8割も占める
ほど豊富に存在するが、窒素分子の三重結合が非常に強いた
め反応性に乏しい。その三重結合を切断する酵素を持たない
植物は、空気中の窒素分子を直接吸収して利用することがで
きない。そのため窒素肥料が必須となる。窒素肥料の主原料
はアンモニアであり、植物はアンモニアを介して窒素を根か
ら吸収する。

1910年代、空気中の窒素と水素から鉄を主体とする触媒を
使ってアンモニアを合成するハーバー・ボッシュ法が開発さ
れ、現在も幅広く産業利用されている。しかしこの合成法は、
500℃という高温と300気圧という高圧を必要とするため、エ
ネルギー多消費プロセスといわれている。そのため、常温・
常圧の温和な条件下でのアンモニア合成法の開発が期待され
ている。

アンモニア合成では、窒素分子の三重結合の切断と、窒素-
水素結合の生成が鍵となる。これまでに、触媒として高価な
金属還元剤を用いる合成法が提案されているが、研究グル
ープは多金属ヒドリド化合物に着目。今回、チタン (Ti) が3個、
ヒドリド原子 (H^-) が7個あるチタンヒドリド化合物を開発し
た。これを用いて常温・常圧 (20℃・1気圧) で窒素と反応さ
せたところ、窒素分子が活性化して、窒素-窒素結合が切断
され、窒素-水素結合が形成されることを発見した (図上)。
これは、常温・常圧下で窒素分子がヒドリド化合物で切断さ
れ水素化された世界初の例である。

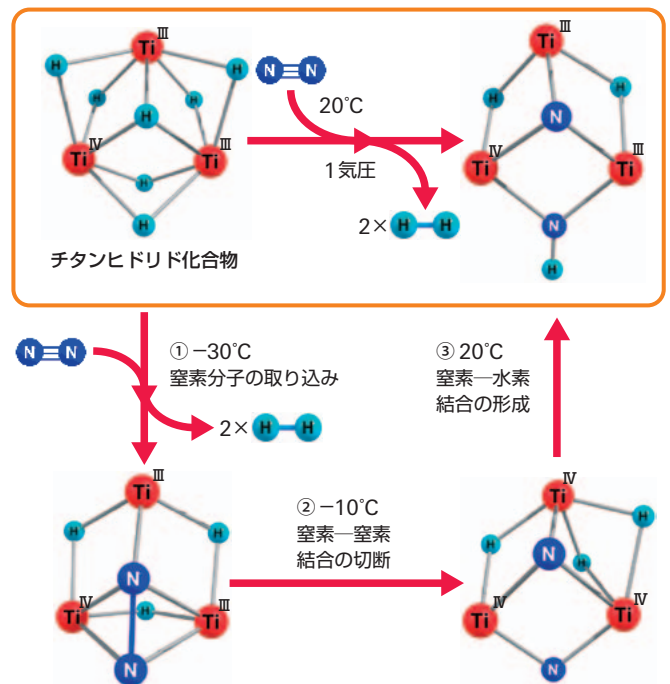


図 窒素と多金属チタンヒドリド化合物の反応プロセス

さらに、この反応を20℃で一気に進めるのではなく、-30℃
という低温から-10℃、20℃と段階的に進めることで、途中の
反応プロセスを明らかにすることにも成功した (図下)。最初
の-30℃のもとでは、①チタンヒドリド化合物中の複数の金属
が関与して窒素を取り込み、ヒドリド原子4個から水素分子2
個が生成される。余った4個の電子は窒素が受け取り、三重
結合が結合力の弱い単結合に変わる。次に-10℃にすると、
②3個のチタン2個から窒素に電子2個が受け渡され、窒素分
子が切断される。このとき2個あった3個のチタンは4個にな
る。最後に20℃にすると、③一つのヒドリド原子が自ら有す
る2個の電子を4個のチタン2個に与え、プロトン (H^+) と3
個のチタン2個になる。このプロトンと窒素が結合して水素化
される。

これまで開発されてきた触媒反応では別途、特殊な電子源
(還元剤) やプロトン源を必要とした。本反応では、水素分子
由来のヒドリド原子が電子を与える電子源として働くとともに、
自らの電子を放出してプロトンとしても働いており、その
ようなものが不要であることが確認された。

研究グループが今回合成した多金属チタンヒドリド化合物
は、非常に高い反応性を持っているため、窒素の固定化反応だ
けでなく、新たな触媒反応への展開も期待できる。

● 『Science』 オンライン版 (6月28日) 掲載
※関連動画を RIKEN Channel で公開中

1滴の血液から クローンマウス誕生

2013年6月26日プレスリリース

理研バイオリソースセンター 遺伝工学基盤技術室の小倉淳郎室長と上村悟氏 大学院生リサーチ・アソシエイト、生体情報統合技術開発チームの三好浩之 開発研究員、統合生命医学研究センター 統合ゲノミクス研究グループの小原 收グループディレクターらは、たった1滴の血液から分離した非リンパ球の白血球を用いて、体細胞クローンマウスを作出することに成功した。

核を除いた卵子に体細胞（ドナー細胞）を移植し、ドナー細胞と同じ遺伝情報を持つ個体を作成する体細胞核移植クローン技術は、同じ遺伝子を持ったコピーを無限に生産できることから、畜産、創薬、「種」の保存などへの応用が期待されている。しかし、従来法ではドナー細胞を手術によって臓器から採取し

なければならず、比較的採取が容易な皮膚の細胞でも培養に約2週間かかるなどの課題があった。

研究グループは、ドナー細胞として、非リンパ球の白血球に着目。白血球には非リンパ球のもの（顆粒球や単球）とリンパ球のもの（T細胞とB細胞）があり、リンパ球はDNAが再構成されているためドナー細胞には適さない。研究グループはさまざまな白血球の細胞サイズを計測し、非リンパ球が $8\mu\text{m}$ 以上とリンパ球より大きいことを突き止めた。そして、採取したごく少量（ $15\sim 45\mu\text{l}$ ）の血液から、非リンパ球の白血球を分離しドナー細胞とするクローン技術を開発。この方法を用いて5系統の体細胞クローンマウスを得ることに成功した。産仔獲得効率はクローン胚数当たり2.1%で、従来法と同程度。雌の体細胞クローンマウスは正常な繁殖能力を示し、寿命は野生型と変わらなかった。

●『Biology of Reproduction』オンライン版（6月26日）掲載

超流動ヘリウム3で 「カイラル対称性の破れ」を直接観測

2013年7月5日プレスリリース

理研河野低温物理研究室の池上弘樹 専任研究員と河野公俊 主任研究員、古崎物性理論研究室の堤 康雅 基礎科学特別研究員は、超流動ヘリウム3-A相において、二つのヘリウム原子の対（クーパー対）が右回りまたは左回りのどちらかの回転運動を選ぶ、という「カイラル対称性の破れ」の直接観測に成功した。

質量数3の液体ヘリウム3では通常、ヘリウム原子がばらばらの方向に運動している。この液体ヘリウム3を絶対零度近くの0.001Kまで冷やすと、二つのヘリウム原子がクーパー対をつかって超流動状態となり、粘性がゼロになる。この超流動にはA相、B相、A1相という三つの状態があるが、A相ではクーパー対の軌道回転方向が表面垂直軸に対して右回りまたは左回りのどちらか一方にそろう（図）。つまり、右と左の区別が生じてカイラル対称性が破れると考えられているが、これまで直接観測されてこなかった。

超流動ヘリウム3-A相に外部から電子を打ち込むと、クーパー対の軌道回転方向が右回りのとき電子は進行方向に対し左向きの力を受け、左回りのときは右向きの力を受ける（図）。この力を固有マグナス力といい、その向きからクーパー対の

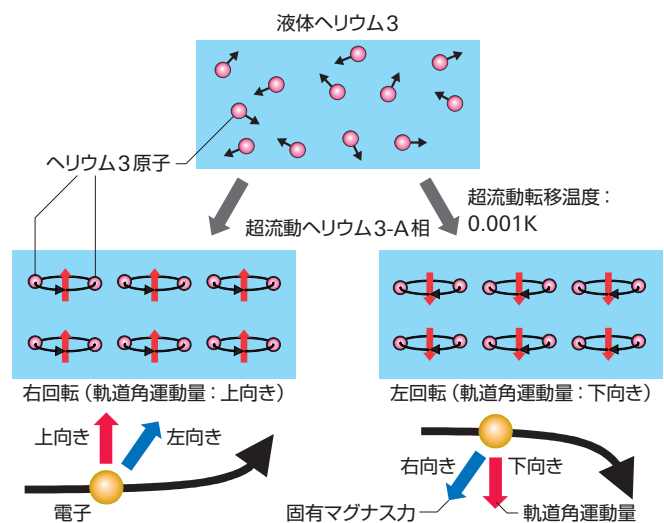


図 超流動ヘリウム3-A相におけるカイラル対称性の破れと固有マグナス力

軌道回転方向が分かる。研究グループは、液体ヘリウムを繰り返し冷却してA相に相転移させ、電子が受ける固有マグナス力を観測した。その結果、ある冷却では電子は左向きに曲がり、別の冷却では右向きに曲がることを確認。超流動ヘリウム3-A相においてカイラル対称性が破れることを実証した。

今後、対称性の破れの結果として生じる位相欠陥などの詳細な理解につながると期待される。

●『Science』オンライン版（7月4日）掲載

筋肉が動く仕組みから 生き物らしさの原理を探る研究者

筋肉はなぜ動くのか。百年以上続くその研究で昨年、教科書を書き換える発見があった。筋肉にはアクチン線維とミオシン線維が交互に並び、重なる部分に入れ子のようにアクチン線維が滑り込むことで筋収縮が起きる(図上)。そのとき、ミオシン線維につながれたミオシンというモーターの役割をするタンパク質が首振り運動をすることで移動するという説が、教科書には紹介されている。一方、水分子などの衝突によるブラウン運動によって移動する、という説も提唱されていた。どちらが正しいのか。生命システム研究センター(QBiC)の岩城光宏 上級研究員(以下、研究員)たちは、両方の仕組みが働いていることを発見、それぞれの仕事を明らかにした。「生き物らしさを生み出す筋肉の柔軟で効率的な動きには、両方の仕組みのバランスが重要だと考えています」。岩城研究員は、ミオシンやDNAを材料に人工的にデザインした筋肉をつくることで、生き物らしさが生み出される原理を探求し、それをものづくりに応用しようとしている。



岩城光宏

生命システム研究センター
細胞動態計測研究グループ
上級研究員

いわき・みつひろ

1977年、宮崎県生まれ。博士(理学)。大阪大学大学院基礎工学研究科博士課程修了。大阪大学大学院医学系研究科助教を経て、2012年より現職。ハーバード大学医学部客員研究員および大阪大学大学院生命機能研究科招聘准教授を併任。

「子どものころから生き物は好きでしたが、高校では生物を履修しませんでした。たくさん覚えることがあって嫌だったのです。公式さえ覚えれば問題を解ける物理の方が好きでした」

大阪大学理学部の物理学科に進んだが、大学院では生物物理へ転じた。「物理学の最先端である素粒子は、日常生活から遠い世界。身近な生き物を、物理の視点から理解する生物物理が面白そうだと思いました」

こうして柳田敏雄 教授(現・QBiCセンター長)の研究室へ。「そこでは、1分子を計測する世界最先端の技術を駆使して、筋肉が動く仕組みを研究していました。柳田さんは、ミオシンはブラウン運動で移動する、という説を提唱していました。ただし、ミオシンはアクチン線維という“レール”の上を、一方向へ移動します(図下)。水分子などの衝突によるブラウン運動の方向はランダムです。ミオシンはなぜ進行方向が分かるのか。2009年、私たちはその仕組みを解明しました。ブラウン運動により偶然、進行方向に着地したときにだけミオシンに張力が加わり、レールと強く結合して力を出すのです」

そして2012年、岩城研究員たちは筋肉などの収縮に必要な

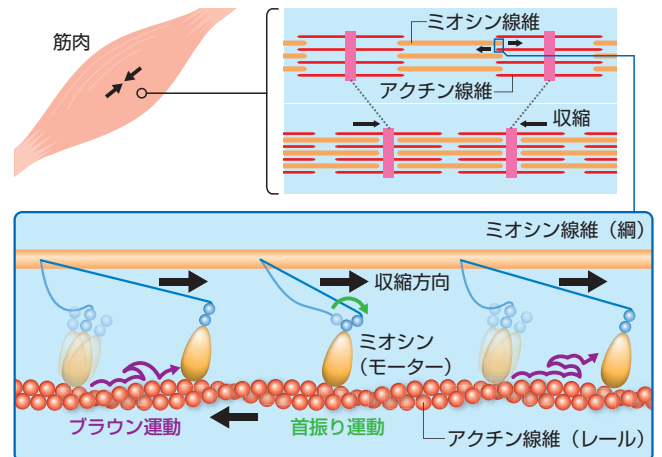


図 筋肉が動く仕組み

仕事量のうち、ブラウン運動によるものが8割以上、首振り運動によるものは2割未満であることを明らかにした。「首振り運動は機械的で効率が良いのですが、レール上には障害物がたくさんあるので、それをうまく避けて進むことは難しい。一方、ブラウン運動はランダムで効率は悪いのですが、障害物を避けて進む柔軟性がありそうです。筋肉は状況に応じて柔軟に効率良く力を発揮します。そのような生物らしさを生み出すには、両方の仕組みのバランスが重要だ、と私は考えています」

ミオシンは、ミオシン線維という“綱”につながれている。「1本の綱には300個ほどのミオシンがあります。綱引きをするとき、みんなが協調して引っ張る必要がありますよね。しかしミオシンに掛け声を掛けるリーダーはいません。どうやって協調しているのか、大きな謎です」

岩城研究員は、ハーバード大学で“DNA折り紙”という技術を学んだ。「DNAを利用してナノ構造体をデザインする技術です。私は、その技術を用いてミオシンの配置や数を変えた人工筋肉をつくったり、首振り運動とブラウン運動のバランスを変えた人工筋肉をつくってみたいとして計測することで、生き物らしさが生み出される原理を解明することを目指しています」

東日本大震災で意識が変わった、と岩城研究員は語る。「生き物らしさが生み出される原理を応用して、DNAやタンパク質を材料にした優れた機能を持つシステムを構築することを“ナノバイロボティクス”と名づけ、研究の最終ゴールに決めました。原理の探求にとどまらず、それを社会に役立てたい、と強く思うようになったのです」

研究者は面白いですか? 「結構つらいですよ(笑)。ほとんどの実験は失敗なので。でも、誰も見たことのないものを見たい人、まったく新しい原理のものづくりに挑戦したい人には、お勧めです」

(取材・執筆:立山晃/フォトンクリエイト)

「理化学研究所横浜地区一般公開」のお知らせ

理化学研究所横浜地区では、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」が行われます。一般公開では、普段、見ることや入ることが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、最先端の研究を支える施設の公開やツアー（全11プログラム）、身近な植物からDNAを取り出す実験講座やアルコールパッチテストなど、科学の不思議が分かる体験型イベント（全37プログラム）をはじめ、講演（全7プログラム）、セミナー・発表、ビデオ上映、ポスターによる研究発表など、子どもから大人まで楽しめるさまざまな催しを行います。

皆さまのご来場をお待ちしています（入場無料）。

日時	2013年9月28日（土）10：00～17：00 ※入場は16：30まで
場所	理化学研究所横浜地区 〒230-0045 神奈川県横浜市鶴見区末広町1丁目7-22
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	www.yokohama.riken.jp/opacity2013/
問合せ	理化学研究所横浜事業所 TEL：045-503-9111（代表）



社会知創成事業 新事業本部長に藤田明博氏

8月1日、社会知創成事業の事業本部長に、藤田明博氏が就任しました（イノベーション推進センター長兼務）。



藤田明博（ふじた・あきひろ）

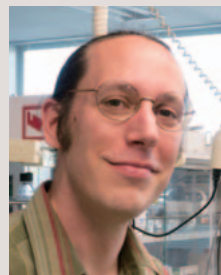
東京都生まれ。1976年3月、東京大学工学部原子力工学科卒業。1976年4月、科学技術庁入庁。文部科学大臣官房審議官（研究振興局担当）、同省研究開発局長などを歴任し、2008年8月より内閣府政策統括官（科学技術政策、イノベーション担当）。2010年7月～2013年3月、理研理事。2013年4月～5月、文部科学省大臣官房付。

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

ライフサイエンス技術基盤研究センター



ゲノミクス微量技術開発ユニット
ユニットリーダー

Charles Plessey シャルル・プレシ

①1974年 ②アルザス（フランス） ③University of Strasbourg（フランス） ④Institute of Genetics and Molecular and Cellular Biology（フランス）、理研 オミックス基盤研究領域 ⑤Population transcriptomics ⑥Open your data ⑦Debian Linux、合気道、利き酒

発生・再生科学総合研究センター



立体組織形成・解析ユニット
ユニットリーダー

永樂元次 えいらく・もとつぐ

①1975年 ②京都府 ③京都大学大学院理学研究科博士課程 ④理研 脳科学総合研究センター、理研 発生・再生科学総合研究センター ⑤生体組織の自律的な形態形成のメカニズム ⑥大器晩成 ⑦散歩、音楽、読書

「萌え」を旅する

溝上勝也 みそがみ・かつや

計算科学研究機構 企画部
連携促進課 課長

酒が一滴も飲めず、ノンアルコールビールがトレードマークの僕に、伝統ある「原酒」の原稿依頼が来た。何という巡り合わせだろう。ちょっとだけ頬が緩んでしまう。

今年4月に、兵庫県神戸市にある計算科学研究機構 企画部 連携促進課に着任した。最新の科学技術や超一流の研究者のそばで仕事ができることに心がときめく。

僕の仕事は、スーパーコンピュータ「京」と、関係する多くの機関や人との連携を促進していくことだ。非常に多くの、大変個性の豊かな人々との出会いが、僕の感性を刺激する。会議とメールの嵐を跳び越え、一日の仕事が終わった後、ポートライナーから見る神戸の夜景は美しい。あらためて遠い地に移り住んだことを実感する。海と山と街がこれだけの近さで共存している都市は、僕のこれまでの旅の経験でもほとんどない。

東京都内で生まれ育った僕にとって、遠隔地への転勤は、佐賀県唐津市、愛媛県松山市に次いで3度目になる。そのたびに日本全国に新たな「ふるさと」が増えていくのは心楽しい。もともと放浪癖があるのか、小学生のころからぶらり旅が大好きである。これまでに、47都道府県で足を踏み入っていないところはない。昭和の時代から日本全国を旅したことは、僕の貴重な財産だ。

神戸に来て、すでに「ポートピア'81」を知らない世代がいるということに大きな衝撃を受けた。最近、僕の青春の1ページを飾った「国鉄」を知らないという若者も増えている。自分の重ねた年齢を実感するとともに、時の流れの速さを感じずにはいられない。そういえば、中学生のときに「時刻表」をネタに読書感想文を書いた。不思議と好評で、校長先生から褒められた記憶が残っている。現代はスマホで検索が定番だけれど、空想の旅をするには「時刻表」は欠かせない。数字の羅列の中を泳ぐ自分を想像するのだ。



写真・「洞爺湖マンガ・アニメフェスタ2013」を調査中の筆者

そして最近の僕は、いわゆる「聖地巡礼」や「萌えおこし」を調査分析する旅を好んでするようになった。マンガやアニメの舞台となった街を訪れ、そのキャラクターと気持ちを共有する「聖地巡礼」や、これを下敷きにした町おこし的一种である「萌えおこし」は、旅行者がある一定の傾向にある「濃い」人たちである場合が多いものの、地域振興やツーリズムの一環として相応の成果を挙げている。ここで再認識すべきことは、「萌え」は国や地域、老若男女を問わず、世代を超えて共通に理解できるものとして、一定の説得力を持っているということだ。

ただ、さらに深みを求めて「萌え」を創造したり、しっかりと味わったりするためには、より一層の「好奇心」と「妄想力」が欠かせない。キャラクターに同化したり、第三者的に物語の構図を眺めて新たな展開を模索したりするという楽しみは、趣味を同じくする者の魂が触れ合うことにより、さらなる高みへとわれわれをいざなう。

多くの地方都市が過疎化に悩む今日にあって、「萌え」による地域振興は、地域の良さを再認識し、新たな発展につなげるために、その局面を切り開く無限の可能性を秘めているのではないだろうか。

そしてもしかすると、「好奇心」と「妄想力」はこの国を救う……、かもしれない。僕はそれを信じている。

寄附ご支援のお願い

理研を支える研究者たちへの支援を通じて、日本の自然科学の発展にご参加ください。

問合せ先 ● 理研 外部資金室 寄附金担当

Tel: 048-462-4955 Email: kifu-info@riken.jp (一部クレジットカード決済が可能です)



http://www.riken.jp/