

RIKEN NEWS

No.341
November
2009 **11**

独立行政法人
理化学研究所

2 研究最前線

ジュウシマツの歌から 見えてきた言語の起源

6 研究最前線

究極の原子核理論をつくる

物質の起源を解明し、
資源・エネルギー問題の
解決に貢献する

10 SPOT NEWS

- 植物細胞の大きさを調節する
新たな遺伝子「*GTL1*」を発見
作物や植物バイオマスの増産などに期待
- 全天X線監視装置「MAXI」
による全天画像を公開
「きぼう」船外実験プラットフォームから観測
- 哺乳類の宇宙空間での
繁殖は難しい？
重力が正常な胚発生に必須の可能性を示す

15 TOPICS

- 仁科加速器研究センター
新センター長に延興秀人氏
- 新研究室主宰者の紹介
- 「2009年度 独立行政法人理化学研究所 科学講演会」
開催のお知らせ

16 原酒

江戸のネズミの里帰り

12 特集

世界初、人を抱き上げる 介護支援ロボット「RIBA」



RIKEN Mobile



ジュウシマツの歌から 見えてきた言語の起源

動物の中で言語を持つのは、ヒトだけである。言語はどのようにして生まれたのか。言語の起源を生物学的に説明するシナリオをつくるのが、生物言語研究チームの目標である。そのため研究チームでは、さまざまな動物のコミュニケーション行動をヒトの言語と比較する、という方法を取っている。鳥のジュウシマツ、ネズミの仲間のデグーとハダカデバネズミ、そしてヒトが、研究対象である。「動物で分かったことをヒトに、ヒトで分かったことを動物に適用して、言語の生物学的起源を総合的に考える。それが、ほかの研究グループにはない、私たちのユニークな点です」と岡ノ谷一夫チームリーダー。果たして、言語の起源に迫ることができるのか。最新の研究成果を紹介しよう。

ジュウシマツ

スズメ目カエデチョウ科。体長約12cm、体重約15g。ジュウシマツは、江戸時代に中国から輸入されたコシジロキンバラからつくり出された飼いの鳥。発声学習をし、文法を持つ複雑な求愛の歌を歌う。



デグー

南米アンデス原産のげっ歯類。体長約12cm、体重約200g。家族を基本とする社会を形成している。17種類以上の鳴き声があり、求愛の歌を歌う。大きさの違う3個のカップを入れ子状に重ねるなど、高い認知能力を持っている。

東アフリカ原産のげっ歯類。体長約10cm、体重約30～80g。体には毛が生えていない。砂漠の地下にトンネルを掘り、80匹ほどで集団生活を送る。女王、ワーカー、兵士の三つの階級がある真社会性動物。17種類以上の鳴き声があり、状況や階級に応じて使い分けている。

ハダカデバネズミ



小学生のころから自己意識のメカニズムと存在理由を知りたいと思っていました。言語の起源は、それを知るための一つの手掛かりです。

岡ノ谷一夫

脳科学総合研究センター
心と知性への挑戦コア 生物言語研究チーム
チームリーダー



おかのや・かずお。1959年、栃木県生まれ。Ph. D (生物心理学)。慶應義塾大学文学部心理学科卒業。米国メリーランド大学心理学部博士課程修了。ミュンヘン工科大学動物学研究所客員研究員、上智大学生命科学研究科特別研究員、千葉大学文学部行動科学科助教授などを経て、2004年より現職。

■ 言語の基盤となる四つの能力 ——発声学習、文法、意味、社会

生物言語研究チームの実験室に入ると、右側にドアが並んでいる。奥に進んでいくと、ピッピツという小鳥の鳴き声が聞こえてくる。ドアの向こうには、数十羽のジュウシマツがいる(2ページの写真)。別のドアの前に立つと、キュッキュツという甲高い声がかすかに聞こえてくる。声の主はデグー。南米アンデス原産のネズミだ。また別のドアの向こうは、静まり返っている。この部屋は、動物への細菌感染などを防ぐため、決まった研究員しか入ることが許されていない。そこにいるのは、東アフリカの砂漠で地下にトンネルを掘って集団生活をするハダカデバネズミだ。

生物言語研究チームが目指しているのは、言語の起源の解明である。「言語とは、意味を持つ単語を一定の規則に従って並べ替えることで新しい意味をつくり出すシステム」と岡ノ谷一夫チームリーダー(TL)は定義する。「言語を使う動物はヒトだけです」。では、なぜジュウシマツやデグー、ハダカデバネズミを研究対象とするのだろうか。

「言語の起源を知りたいと思ったら、言語を持たない動物を対象とすべきです。言語はヒトで突然生まれました。しかし、言語を成り立たせる基本的な能力は、ヒト以外の動物も持っています。ヒトは、動物が持つそれらの基本的な能力を組み合わせることで言語を獲得できたのではないかと私は考えています」。ヒトの脳を調べることで、ヒトが言語をどのように学び、使っているかを知ることができるかもしれない。しかし、すでに言語を獲得しているヒトの脳をいくら調べても、その起源までは分からない。

では、言語を成り立たせる基本的な能力とは何か。「①新しい音を学んで発声する能力、②音を規則に従って並べる能力、③音と意味を対応させる能力、④集団の中で音を適切に使分けける能力。言語の獲得には、この四つの能力が必要です。それぞれの能力を簡単に、発声学習、文法、意味、社会と呼ぶことにしましょう」と岡ノ谷TL。発声学習と文法の研究はジュウシマツ、意味の研究はデグー、

社会の研究はハダカデバネズミを対象に進めているのだ。そして、動物の研究から分かったことをヒトに適用して考えることで、言語の起源を明らかにしようとしている。

■ ジュウシマツの歌は文法構造を持つ

「ジュウシマツの歌を聞いたことがありますか」と岡ノ谷TL。ジュウシマツはペットとしておなじみの小鳥だ。ジュウシマツが属するスズメ目の小鳥の鳴き声には、“地鳴き”と“さえずり”がある。地鳴きはピツやガアといった短い音声で、警戒時やひなが餌をねだるときに発する。さえずりは、ウグイスのホーホケキョのように求愛や縄張りを主張するために主に雄が発するもので、数分も続くこと

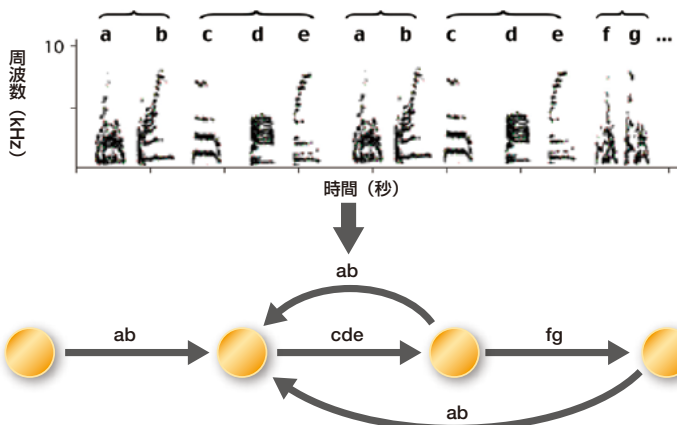


図1 ジュウシマツの歌のソナグラム
横軸は時間、縦軸は周波数、音の強弱は濃淡で表される。8種類ほどの“音要素”からなる(ここではa~gの7種類)。音要素のまとまりを“チャンク”、歌全体の流れを“フレーズ”と呼ぶ。文法に相当する規則に従って、チャンクを繰り返したり、順番を変えたりして歌う。

がある。「さえずりは、歌か音楽のように聞こえます。この“小鳥の歌”を詳しく調べることで、言語の起源に迫ることができると考えています」

歌の分析には、周波数分析器によって音声信号を視覚化したソナグラム（声紋）を使う。横軸は時間、縦軸は周波数、濃淡は音の強弱を表している（図1上）。形の似ている“音要素”にアルファベットを振っていくと、ジュウシマツの歌は8種類ほどの音要素で構成されていることが分かる（図1ではa～gの7種類）。「ジュウシマツは音要素を数個組み合わせ、そのまとまりを繰り返したり、順番を変えたりして歌っているのです」。例えば、abから始まり、次にcdeが来る。cdeの次にabが来る場合と、fg、abと続く場合があるが、abの後は必ずcdeと続く（図1下）。音要素のまとまりを“チャンク”、歌全体の流れを“フレーズ”と呼ぶ。「チャンクが単語に相当します。ジュウシマツは決まった規則に従ってそのチャンクを並べ替えて歌っています。私たちの言語でいう文法を持っているのです」

鳥の歌の学習過程とヒトの言語の獲得過程には多くの共通点があることから、鳥の歌はヒトの言語を理解するための行動学的・神経科学的なモデルになるとして、1960年ころから英国と米国を中心に研究が進められてきた。岡ノ谷TLの“ジュウシマツの歌には文法がある”という日本発の発見は注目を集めたが、偶然の産物であるという。

岡ノ谷TLは、大学で動物心理学を学んだ後、渡米して鳥の聴覚の研究室があるメリーランド大学で博士号を取得。そして1989年、日本に戻って研究をスタートさせるときに悩んだ。「鳥の歌の研究にはキンカチョウがよく使われます。しかし、日本と比べて規模や予算がけた違いに大きい欧米の研究室と同じことをやっていたのでは、勝ち目はありません」。そこで目を付けたのが、それまで鳥の歌の研究には使われていなかったジュウシマツだ。「入手が容易で、飼育や繁殖も簡単。そんな単純な理由で選んだのですが、調べてみるとジュウシマツはキンカチョウよりも複雑な歌を歌い、言語の起源の研究に最適だと分かったのです」。キンカチョウの歌は、“abcdefghijklm”と音要素を繰り返すだけの単純なものだ。岡ノ谷TLがジュウシマツ

ツを選ばなければ、文法構造の発見はなかっただろう。

「ジュウシマツの歌の文法は“有限状態文法”と呼ばれるもので、鳥の歌の規則としては複雑ですが、言語の文法よりは単純です。それを研究しても言語の文法は理解できないと指摘する人もいます。しかし、言語の文法の前には有限状態文法のような単純な段階があったはずで、ジュウシマツの歌の文法の仕組みや発達を探ることで、言語の文法の始まりが予測できると考えています」

■ 雌は複雑な歌を好む

ジュウシマツは、長崎の大名が1762年に輸入した、東南アジア原産のコシジロキンバラが飼い慣らされてペット化したものだ。原種のコシジロキンバラの歌を調べると、音要素は約8種類でジュウシマツと変わらないが、音要素を単純に繰り返すだけで文法は見られない。人に飼われるようになった250年ほどの間に、ジュウシマツの歌は文法構造を持つようになったのだ。

ジュウシマツの場合、個体ごとに音要素、チャンク、フレーズが少しずつ異なる。「雌は、より複雑な歌を歌う雄を好むようです」と岡ノ谷TL。雌に複雑な歌と単純な歌を聞かせると、複雑な歌を聞かせた雌ほど活発に巣づくりをし、たくさんの卵を産むという実験結果がある。

岡ノ谷TLは、ジュウシマツが複雑な歌を歌うようになったのは、性選択の結果だと考えている。「コシジロキンバラの雌は、もともと複雑な歌を好んだのでしょうか。しかし、野外では複雑な歌は目立ち、外敵に襲われやすくなります。リスクが高く、コシジロキンバラの雄は複雑な歌を歌うことができませんでした。一方、飼育下では外敵に襲われる心配はありません。餌も十分にあります。ジュウシマツの雄は雌が好む複雑な歌を歌うことに力を注ぎ、雌はより複雑な歌を歌う雄を選ぶことで、短期間のうちに歌の複雑化が進んだのでしょうか」

■ 言語の起源を探る鍵、分節化

岡ノ谷TLは、言語の起源を解き明かす鍵は、“分節化”にあると考えている。分節化とは、連続している音声から意

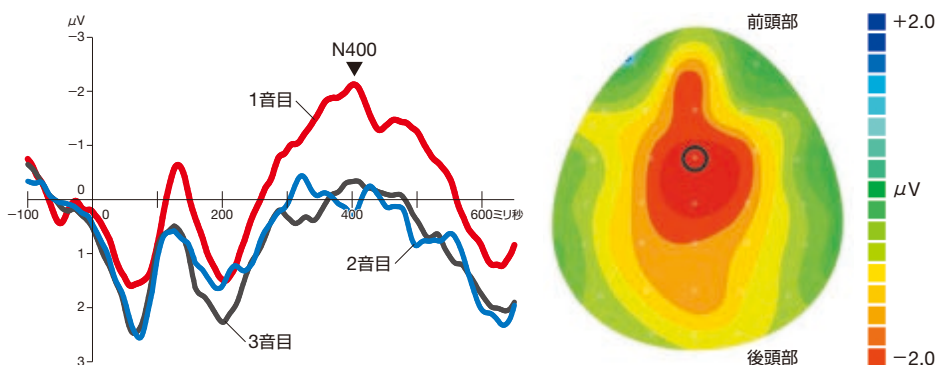


図2 分節化の過程における脳活動

三つの音からなる人工的な単語を6種類つくり、それらが切れ目なくランダムに繰り返される連続音を大人の被験者に聞かせながら、脳波計で脳電位を記録。その結果、単語の1音目（単語の切れ目）で、2音目と3音目に比べて振幅の大きい陰性電位（N400）がとらえられた（左図矢印）。N400は、前頭の中心部ほど大きな振幅が検出された（右図）。これは、単語の切れ目を見つける分節化を行っているときの脳活動を反映していると考えられる。N400とは、聴覚刺激の呈示後約400ミリ秒あたりで、頭皮上で記録される陰性の脳電位のこと。

味のあるまとまりの境界を見つけ、区切ることである。「知らない外国語を初めて聞くと単語がどこで切れているのかわかりませんが、繰り返し聞いていると単語の切れ目が分かるようになります。このように、分節化は言語を獲得する上でとても重要です。そこで、音を分節化するとき、脳がどのように働いているかをヒトの大人を被験者として調べてみました。すると、単語の切れ目で特別な強い脳波が出ていることが分かったのです」(図2)。分節化に関する脳活動を観察したのは世界初である。

さらに興味深いことに、赤ちゃんでも大人と同じように単語の切れ目で特別な強い脳波が出ていることが分かった。「赤ちゃんはまだ言語を理解し、話すことができませんが、分節化はヒトが生まれながらにして持っている能力なのです。では、ジュウシマツではどうか。私たちは、それに興味があります」

地鳴きは生まれつきのものだが、歌を歌うには学習が必要だ。ジュウシマツは、まず周りにいる親や雄の歌を聞き、次に自分で歌ってみて、手本との違いを修正しながら上達していく。発声学習をする動物はとても少なく、ジュウシマツなどの一部の小鳥とクジラ、そしてヒトだけである。ジュウシマツの場合、1羽の雄が歌うフレーズをそのまま覚えるのではなく、複数の雄の歌を切り張りして、オリジナルソングをつくる。「そのとき、必ずチャンク単位で切り張りします。つまり、ジュウシマツには分節化の能力があるのです。分節化する際に、ヒトと同じように特別な脳波が出ているのか、さらにはどの神経細胞がどういうタイミングで働くのか、どの遺伝子が発現しているのかなど、分節化の仕組みを徹底的に研究しています」

■ 言語の起源は求愛の歌

「小鳥の歌は、チャンクの並べ方を変えても、その意味は“I love you”だけです。言語の定義は“意味を持つ単語を一定の規則に並べ替えることで新しい意味をつくり出すことができるもの”ですから、意味が一つしかない小鳥の歌だけから言語の起源をすべて解き明かすことはできません。そこでデグーやハダカデバネズミの研究も重要になってきます。それらを使うと、“状況の分節化”の問題を扱うことができるのです。音の分節化と状況の分節化の仕組みが分かれば、意味を持つ単語の起源が見えてくると考えています」。ハダカデバネズミとデグーは17種類以上の鳴き声を持ち、状況に応じて鳴き声を使い分け、仲間とコミュニケーションを取っている。

動物やヒトを使ったこれまでの研究をもとに岡ノ谷TLが提唱しているのが、言語起源の“相互分節化仮説”である(図3)。「ある状況で使われる音配列と、ほかの状況で使われる音配列に共通部分があれば、その部分の状況と音が分節化されて切り出され、対応するものとして認識され

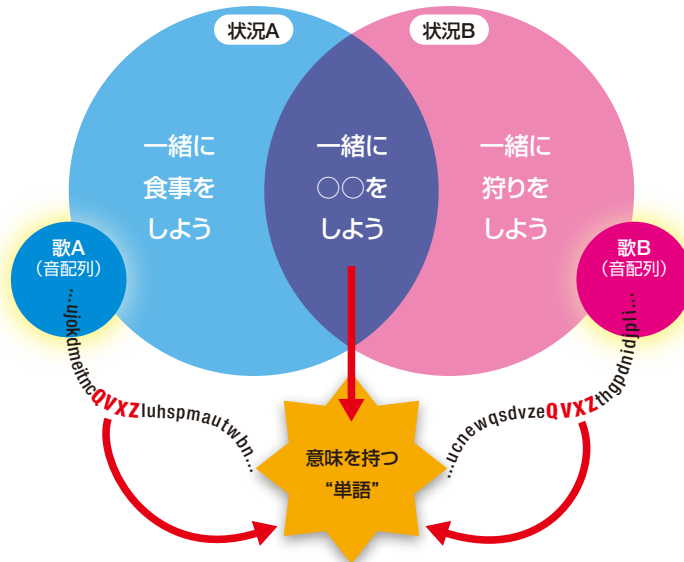


図3 相互分節化仮説

私たちの祖先が、さまざまな状況で歌を歌っていたと考えるとする。Aという状況で使う歌とBという状況で使う歌に共通部分があると、状況と歌の共通部分が相互に分節化されて切り出される。切り出された状況と切り出された歌は、世代を超えるうちに対応するものとして認識されるようになる。そうして、限定された意味を持つ単語が生まれる。

るようになる。その結果、限定された意味を持つ単語が生まれた、という考え方です」。この仮説を実証すべく、今後さらなる研究を進めていく予定だ。

ジュウシマツやデグー、ハダカデバネズミで明らかになったことをヒトの言語の起源につなげていくためには、これから何が必要なのか。「言語の獲得は、生物の歴史の中でたった1回、ヒトにおいてのみ起きたことです。1回しか起きていないことを、生物学だけで理解することは不可能です。文化人類学やコンピュータシミュレーションなど、生物学以外の分野を積極的に取り入れていく必要があるでしょう」

最後に、岡ノ谷TLが考えるヒトの言語の起源のシナリオを聞いた。「言語の起源は求愛の歌だったと、私は考えています。ヒトは、道具をつくり、文化をつくり、集団生活を送ることで、外敵から襲われる危険はとても低くなりました。その結果、かごの中でジュウシマツが歌を複雑化させたのと同様に、異性の好みに応じて求愛の歌が複雑化し、相互分節化によって単語が生まれ、そして言語が生まれたのではないのでしょうか」

R

(取材・執筆：鈴木志乃／フォトンクリエイト)

関連情報

- 生物言語研究チームのホームページ
http://okanoyalab.brain.riken.jp/pub/jp/
- 2008年7月17日プレスリリース「単語やメロディーの切れ目に対応する脳活動の記録に成功」
- 『ハダカデバネズミ——女王・兵隊・ふとん係』吉田重人・岡ノ谷一夫 著、岩波科学ライブラリー、2008年(2009年科学ジャーナリスト賞受賞)
- 『小鳥の歌からヒトの言葉へ』岡ノ谷一夫 著、岩波科学ライブラリー、2003年

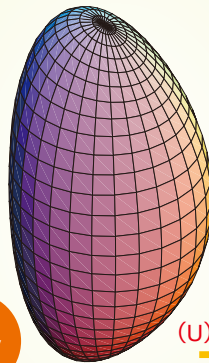
究極の原子核理論をつくる

物質の起源を解明し、
資源・エネルギー問題の解決に貢献する

「あらゆる原子核を理論計算で解析し、物質・元素の起源を解明する。未利用の原子核からエネルギーを生み出す。そして高レベル放射性廃棄物を放射線の発生しない安定な原子核に変換、さらにはレアメタル（希少金属）の原子核を生み出す……。10年後には、そんな夢の技術の可能性を、原子核理論を使って具体的に検討できるようになるかもしれません」。こう展望する仁科加速器研究センター 中務原子核理論研究室の中務 孝 准主任研究員は、究極の原子核理論をつくらうとしている。

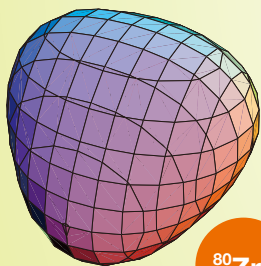
RIBFで生成可能な原子核と理論で予測した原子核の形

3 現在の密度汎関数の方程式により、マンゴー形(^{160}Dy)やおむすび形(^{80}Zr)の原子核が予測されている。このような理論予測を、RIBFで実験的に検証することで、密度汎関数の方程式の予測精度を向上させていくことができる。

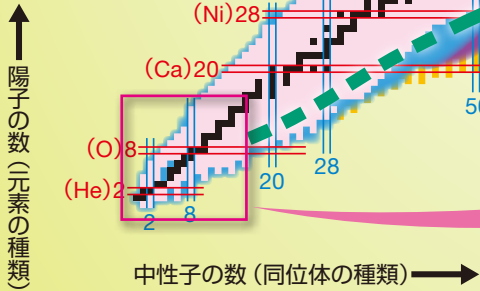


陽子66個、中性子94個からなるジスプロシウム160とその周辺の原子核の励起状態

図中の赤と青の数値は、従来の理論で原子核が安定すると考えられている陽子や中性子の数（魔法数）



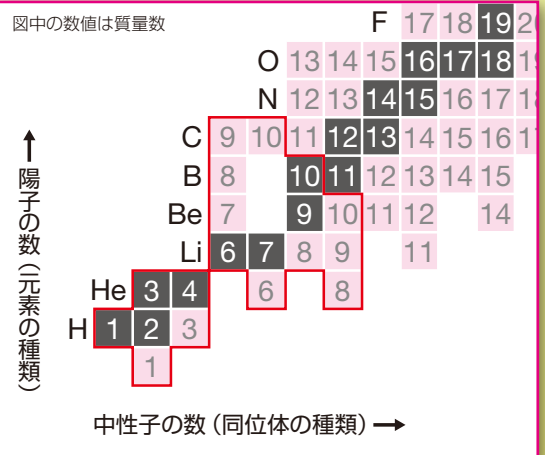
陽子40個、中性子40個からなるジルコニウム80の原子核の励起状態



- 2
 - 安定核の破砕により生成
 - ウランの核分裂と破砕により生成
 - RIBFで生成可能な不安定核 (未知の1000種類を含む4000種類の原子核)
 - 天然に安定に存在する原子核
 - これまでに発見された不安定核
 - 原子核の存在限界 (理論的予想)
 - 超新星爆発でつくられた不安定核の道筋 (ウランまでの元素が合成)

質量数10までの原子核

1 現在、質量数10程度までの原子核については、核力などの基本原理に基づいて性質を厳密に計算できる。



10年後には、
あらゆる原子核の性質を
高い精度で予測できる
原子核理論を完成できると思います。

中務 孝

仁科加速器研究センター
中務原子核理論研究室
准主任研究員



■ 質量数10程度までの原子核しか計算できない

「原子核（図1）を構成するプラスの電荷を持つ陽子と電荷を持たない中性子は“中間子”を交換し合うことで“核力”という力が生じて結び付いている、という“中間子理論”を湯川秀樹博士が発表したのは1935年です。原子核が何から構成されていて、原子核の中でどんな力が働いているか、その基本原理は70年以上前から分かっているのです。しかし、すべての原子核の性質を核力などの基本原理に基づいて厳密に計算し導き出すことは、いまだにできていません」と中務 孝 准主任研究員。

原子核を構成する陽子と中性子の数の合計を質量数という。陽子と中性子が1個ずつ結び付いた質量数2の重水素の原子核ならば、寿命や質量、形、硬さ、融合や分裂の仕方などさまざまな性質を、核力などの基本原理に基づいて厳密に計算し導き出すことができる。「しかし質量数が3になると、その計算は格段に難しくなります。質量数が一つ増えるごとに計算量がとてつもなく増えてしまうからです」

なぜ原子核の計算はそれほど複雑なのか。「原子核は、ミクロの世界を記述する量子力学に基づいて計算しなければならないこと。しかも陽子と中性子は“フェルミ粒子”というタイプなので、その特性から“波動関数の反対称化”と呼ばれる作業を行う必要があること。また、プラスの電荷を持つ陽子には長距離のクーロン力が働く一方、核力は粒子間の距離が1兆分の1mmまで近づかないと引力として働かず、さらに近づくと逆に斥力（反発力）として働くこと、つまり長距離力と短距離力、引力と斥力が混在していること。これらのことが、計算を非常に複雑にしています」

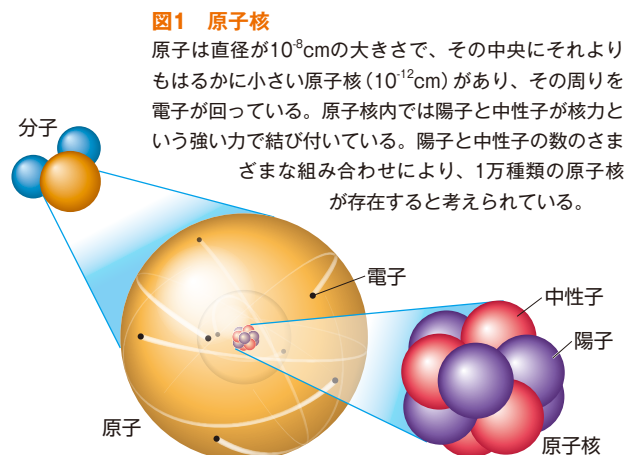
現在、米国の研究グループがスーパーコンピュータを駆使して、質量数10程度までの数十種類の原子核について、核力などの基本原理に基づいた計算でその性質を導き出すことに成功している（6ページの図①）。「ただし、理論的には原子核は1万種類近く存在すると考えられています。そのような計算ができる原子核の数は、全体の1%にも満たないのです」。理研では2012年の完成を目指して次世代

なかつかさ・たかし。1967年、東京都生まれ。理学博士。京都大学大学院理学研究科博士課程修了。チョークリバー原子力研究所研究員、マンチェスター工科大学研究員、理研基礎科学特別研究員、東北大学助手、筑波大学講師などを経て、2007年より現職。専門は密度汎関数理論による計算核物理学。

スーパーコンピュータの開発を進めている。「その次世代スーパーコンピュータの計算性能10ペタフロップス（1秒間に1京[10^{16}]回の演算を行う）をもってしても、新たに計算できる原子核はごくわずかでしょう」

■ あらゆる原子核を説明できる方程式を探す

核力などの基本原理に基づく計算法によってあらゆる原子核の性質を導き出すことは、現在は不可能だ。「それを可能にするには、別の計算方法が必要です。私たちは“密度汎関数”に基づく計算法に取り組んでいます。陽子と中性子の密度分布の汎関数によって、原子核のすべての性質を正確に計算できます（図2）。この密度汎関数が存在することは数学的に証明されていますが、十分な精度を持つ密度汎関数の方程式が未完成なのです。今、世界中の原子核の理論研究者が、その方程式を探し求めています」



現在の方程式でも、ある程度の性質を導き出すことはできる。「その方程式を使うと、原子核の質量を0.1%の誤差で予測することができます。しかし、その精度を1桁向上させないと、原子核の構造や反応などを正確に予測することはできません」

では、中務准主任研究員たちは、どのようにして予測精度の高い方程式を見つけ出そうとしているのか。「実験データを利用して方程式を探す以外に、純理論的なアプローチが考えられます。質量数10程度までの原子核の性質は核力などの基本原理に基づいて計算できることを利用するのです。スーパーコンピュータ上で仮想的に原子核に外から力をかけて変形させ、さまざまな密度分布の原子核をつくり、その性質を計算します。そして、密度分布と性質の関係を完全に記述できる密度汎関数の方程式を探し出そうとしているのです」

■ 理論で予測しRIBFで検証する

「そもそも私たちの身の回りにはある物質をつくる原子の原子核は、安定な原子核（安定核）です。安定核は、ほぼ同数の陽子と中性子からなり、約300種類が知られています。従来の原子核の理論は、主に安定核の実験データをもとに築かれました。一方、理論的には1万種類近くの原子核が存在するといわれており、そのほとんどは、陽子と中性子の数がどちらかに偏り、放射線を放出してすぐに崩壊してしまう不安定な原子核（不安定核）です」

1980年代、加速器を使って不安定核のビームをつくり、

その性質を調べる実験ができるようになった。そして従来の理論では説明できない、さまざまな現象が見つかり始めた。例えば、従来の理論では球形だと考えられてきた原子核が実はラグビーボール状に変形していたり、陽子と中性子の密度分布がまったく異なったもの、複数粒子を放出する新種の放射能などが発見された。

現在までに加速器でつくられた原子核は約3000種類。2007年、理研で稼働を始めたRIビームファクトリー（RIBF）ならば、水素からウランまでの全元素、約4000種類の不安定核を、世界最大強度のビームとして発生させることができる（6ページの図②）。従来の施設では生成できる数が少なく、性質を詳しく調べることができなかったものも多いが、RIBFではそのような原子核をたくさん生成して性質を詳しく調べることが可能である。欧米でも新世代加速器の計画が進んでいるが、RIBFと同じような実験ができるようになるのは、早くても7～8年後だ。

「世界トップを独走するRIBFの実験グループと連携しながら研究ができることは、極めて有利です。最新の実験データをいち早く入手して理論研究に生かしたり、逆に理論面から実験の提案を行うこともできます。密度汎関数の方程式を使って、今後RIBFで生成される未知の1000種類の原子核について、あらかじめ性質を予測したいと思います。“こんな面白い性質の原子核がありそうだ”と実験グループに示したいのです」

すでに中務准主任研究員は、密度汎関数の方程式を使って、陽子66個、中性子94個からなるジスプロシウム160とその周辺の原子核は、高速回転させるとマンゴー形になると予言している。また、陽子40個、中性子40個のジルコニウム80の原子核は、おむすび形をした準安定な状態があることを、日本の別の理論グループが予言している（6ページの図③）。これらの理論予測が正しいかどうか実験では未確認だが、RIBFならば確かめることができるだろう。

■ 超新星爆発と元素の起源に迫る

RIBFの大きな目標の一つが、物質・元素の起源を探ることだ。原子番号26の鉄から原子番号92のウランまでの元素の多くは、星の一生の最後に起きる超新星爆発で、重い不安定核がたくさんできて、それらが崩壊することで誕生したと考えられている（6ページの図④：ウラン合成仮説、図3）。RIBFでは、そのような重い不安定核を地球上で初めて生成してその性質を調べることが計画されている。「一方、私たちは原子核の性質を理論で精度よく予測して、超新星爆発と元素誕生の過程を次世代スーパーコンピュータで再現する研究を、宇宙物理の研究者と共同で計画しています」

超新星爆発の仕組みはまだよく分かっていないが、原子核や宇宙物理の理論研究と天文学、そしてRIBFによる実験によって、その仕組みと元素の起源が解明されようとし

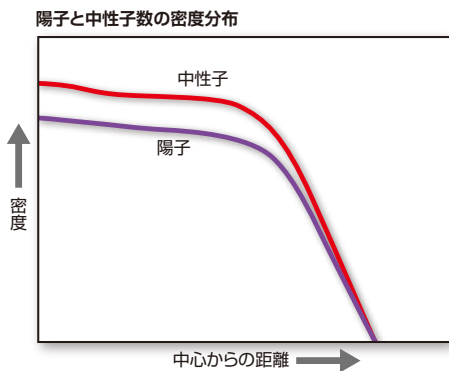
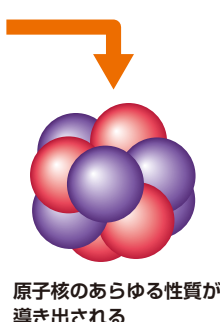
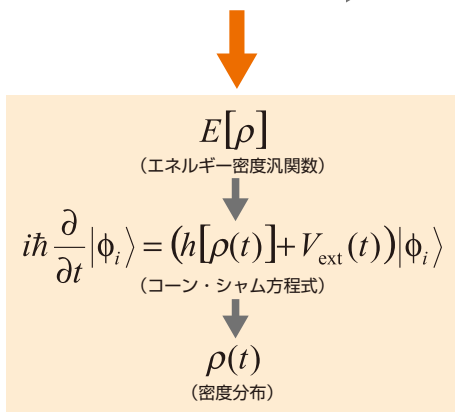


図2 密度汎関数
陽子と中性子の密度分布の汎関数の方程式によって、原子核のあらゆる性質を正確に導き出せることが数学的に証明されている。ただし、その密度汎関数の完全な方程式はまだ見つかっていない。



現在の密度汎関数方程式の一部

ている。そしてこのような研究により、理論を実験データや天体観測データによって検証し、密度汎関数の方程式の予測精度をさらに向上させていくことができる。

「私たちの最終目標は、あらゆる原子核の性質を予測すること。陽子が何個、中性子が何個の原子核といわれれば、そのすべての性質を正確に計算できるようにすることです」

■ 未利用の原子核からエネルギーを生み出す

「10年後には、あらゆる原子核の性質を現在よりも1桁高い精度で予測できる密度汎関数の方程式を発見できるでしょう。核分裂の仕方などを精度よく予測できれば、エネルギー・資源問題などの解決に大きく貢献できます」

現在の原子力発電の燃料には、核分裂しやすいウラン235が使われている。ウランも限りある資源だが、天然に存在するウランのうちウラン235はわずか約0.7%、残りの大部分はウラン235より中性子の数が三つ多いウラン238だ。「ウラン238や元素周期表でウランの周りにある重い元素の原子核も核分裂します。しかし私たちはまだ、それらの原子核を燃料として効率よく利用する方法を知りません」

現在の原子力発電は、ウラン235に低エネルギーの中性子を衝突させて核分裂を引き起こしているが、高エネルギーの中性子を衝突させれば、ウラン238など燃料として利用されていない重い原子核も核分裂を起こす。例えば、加速器を使って高エネルギーの中性子を衝突させ、核分裂を引き起こす新しい原理の原子炉が提案されている。それは未利用の原子核を燃料にできるだけでなく、加速器を止めれば核分裂が止まるため安全性にも優れると大きく期待されているが、まだ実現には至っていない。

「燃料をどのような条件にして、どのくらいのエネルギーの中性子を衝突させると効率よく核分裂するのか。ウラン238ではさまざまな実験が行われており、理論から新しい情報を示すことは難しいかもしれません。しかし、原子炉内でつくられるネプツニウム、アメリシウム、キュリウムなどの原子核や、これまで見向きもされてこなかった原子核について、核分裂の仕方などを原子核理論で精度よく検討することで、新しい原子炉を提案できる可能性があります」

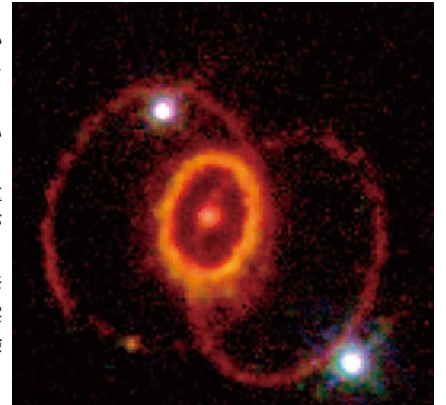
■ 高レベル放射性廃棄物を安定核に変換して、レアメタルを生み出す？

原子力発電でウラン235が核分裂してできた原子核の中には、放射能の強さが半減するまでの時間“半減期”が極めて長いものがあり、この原子核を含む高レベル放射性廃棄物の処理が課題となっている。「このような半減期の長い原子核に、特定のエネルギーの中性子や陽子、あるいは光（光子）を衝突させて、半減期の短い原子核や、放射線を発生しない安定核に分裂させることができる可能性があります」

現在でも、半減期が短い原子核に変換する反応が知られ

図3 超新星1987A

1987年に発見された、地球から約16万光年離れた大マゼラン銀河で起きた超新星爆発。このような超新星爆発で重い不安定核が次々とつくられ、それらが崩壊して鉄よりも重いウランまでの元素の多くがつくられると考えられている。超新星爆発で合成される元素の比率を理論的に予測し、実際の観測データと比較して検証する研究が行われている。



ている。「しかし、その反応が起きる確率が極めて低いので、高レベル放射性廃棄物をすべて処理するには、ばく大なコストと時間がかかり現実的ではありません。また、高い確率の反応を見つけ出す実験にも、ばく大なコストと時間がかかってしまいます。近い将来、高い確率の反応を原子核理論で探し出すことができるようになると思います。もしかしたら、高レベル放射性廃棄物の原子核を核分裂させて安定核にするだけでなく、希少価値の高いレアメタルを生成できる反応が見つかるかもしれません」。レアメタルは発光ダイオード（LED）や燃料電池、ハイテク電子機器などに欠かせない材料だ。もしレアメタルの生成が実現できれば、資源の乏しい日本をはじめ世界全体にとって大きな朗報となる。

■ RIBFで原子核物理が飛躍する

10年後には、予測精度の高い原子核理論が完成して、さまざまな技術開発に貢献できるはずだと展望する中務准主任研究員だが、まったく異なる展開もあり得ると語る。「RIBFの実験で、最新の原子核理論の予測とはまったく異なる実験データが得られる可能性があります。それは私たち理論家にとっても大変うれしいことです。それまでの理論で説明できない現象が見つかることで理論がつくり直され、そのたびに物理学は飛躍的な進歩を遂げてきたからです。理論をつくり直すこと、それこそが、私たち理論家が中心的にやるべき仕事です。原子核理論の基礎にある量子力学は、1920年代に確立されて以来、80年以上にわたりその誤りを示すデータが何一つ発見されていません。RIBFでそのようなデータがもし見つければ、物理学の大革命が始まります」

いずれの展開にせよ、これからの10年、RIBFを擁する理研が世界的拠点となり、原子核物理学が大きく進展することは間違いない。

R

（取材・執筆：立山 晃／フォトンクリエイト）

関連情報

- 中務原子核理論研究室のホームページ
<http://www.nishina.riken.jp/lab/TNP/>

植物細胞の大きさを調節する 新たな遺伝子「GTL1」を発見

作物や植物バイオマスの増産などに期待

2009年9月1日プレスリリース

—植物はどうやって生長するのですか。

杉本：高等植物は、細胞が分裂して数が増えたり、個々の細胞が数倍から数千倍にまで伸長し大きくなることで生長します。植物細胞の伸長生長は、液胞と呼ばれる細胞内小器官の水分吸収と、細胞壁の伸展による細胞容積の増大により引き起こされます。この伸長生長という現象は、植物では頻繁に見られますが、動物や昆虫などではあまり見られません。また、核内倍加^{*}によって核内のDNA量が増加することと伸長生長は深い関係にあることが知られています。

—どのようにして植物細胞の伸長生長を調べたのですか。

杉本：これまで植物細胞の伸長生長を促進する遺伝子は多数発見され、それらの役割についても理解が進んでいます。私たちは伸長生長を抑制する未知の遺伝子の発見に挑みました。そのために葉の表面にある毛細胞「トライコーム」が野生型植物より大きいシロイヌナズナの変異体の探索から始めました。トライコームは伸長生長を研究する上で優れたモデル細胞系です。探し出した変異体を調べたところ、植物に特有な転写因子「GTL1」に異常が見つかりました。

—GTL1はどのような働きをするのですか。

杉本：GTL1をつくる遺伝子「*GTL1*」を完全に欠損させた変異体では、トライコームが野生型植物よりも2倍以上大きくなることが分かりました（**図1**）。さらに、*GTL1*遺伝子は、トライコームの形成過程の最終段階で発現することも分かりました。

次に、野生型植物のトライコームで働いている遺伝子と、*GTL1*遺伝子を欠損させた変異体のトライコームで働いている遺伝子を比較したところ、変異体では核内倍加に必要な遺伝子が活性化されていることが分かりました。また、*GTL1*は核内倍加を促進する細胞周期調節因子「SIM」と拮抗して、核内倍加を調節していることも明らかになりました。これらの結果から、*GTL1*は核内倍加に必要な遺伝子の働きを抑制する、つまり伸長生長にブレーキをかけることで、植物細胞の最終的な大きさを調整する役割を持つといえます（**図2**）。

高等植物は、一つひとつの細胞が分裂して数が増えたり、個々の細胞が伸長して大きくなることで生長する。その大きさは、通常の細胞で数倍から数十倍、葉や花の分泌細胞で数百倍から数千倍にもなる。そして、最終的には適切な大きさを生長は止まる。これまで植物細胞の伸長生長を促す働きを持つ遺伝子が多数単離され、その役割について理解が進んできた。しかし、伸長生長を抑制し、終了させる仕組みについては謎のままだった。今回、理研植物科学研究センター 細胞機能研究ユニットは、葉の表面の毛細胞「トライコーム」が通常より大きい変異体に着目し、植物細胞の大きさを調整する遺伝子を突き止めた。伸長生長を抑制する遺伝子の発見は世界初。作物の収量、植物バイオマスの増加が期待されるこの成果について、杉本慶子ユニットリーダーに聞いた。

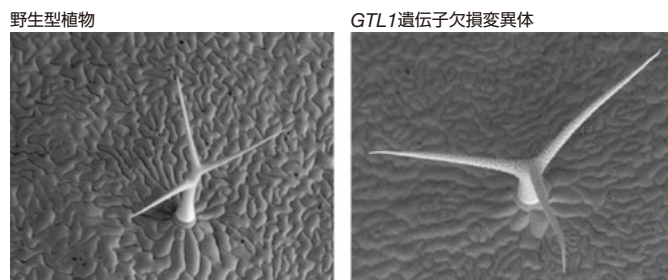


図1 野生型植物と*GTL1*遺伝子欠損変異体のトライコームの比較
*GTL1*遺伝子を欠損させた変異体では細胞の伸長生長が抑制されないため、野生型よりも大きなトライコームが形成される。

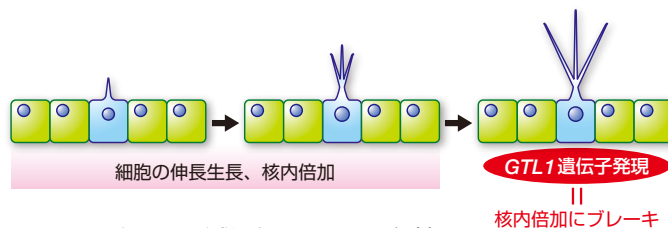


図2 トライコーム形成過程での*GTL1*の役割
隣り合う表皮細胞列の中から、一部の細胞（青色でマークした細胞）がトライコームに分化し、伸長生長を始める。*GTL1*遺伝子はトライコーム細胞が最終的な大きさに達する時期に発現し、伸長生長を終了させる。

—今後の期待は。

杉本：植物細胞の大きさが、伸長生長を促進する因子だけでなく、抑制する因子によっても調整されることが明らかになったことは、植物の器官生長を理解する上で重要な進展です。今後、*GTL1*遺伝子の発現場所や発現時期を調節することで、さまざまな器官の細胞の大きさや、付随する機能を自在に変えることができるようになりますと期待されます。例えば、病気や環境変動に強い植物、有用な二次代謝物の産生に特化した植物をつくる可能性があります。また、細胞の分裂と伸長生長のバランスを調節することで、トマトの果の部分だけを大きくしたり、さらには植物バイオマスの増産にも貢献できる可能性があります。 **R**

***核内倍加：**通常の細胞分裂を行う細胞では、DNAの複製後に必ず細胞が分裂するため、分裂後の細胞は元と同じ染色体セットを持つ。しかし核内倍加を行う細胞では、細胞の分裂を経ないでDNAの複製のみが進行するため、一つの細胞中の核内DNA量が増加する。

全天X線監視装置「MAXI」による 全天画像を公開

「きぼう」船外実験プラットフォームから観測

2009年8月18日プレスリリース

理研と(独)宇宙航空研究開発機構(JAXA)は8月15日、国際宇宙ステーション(ISS)の「きぼう」日本実験棟 船外実験プラットフォームに設置した全天X線監視装置「MAXI (Monitor of All-sky X-ray Image)」による初画像の取得に成功した。

MAXIは1997年4月に「きぼう」の初期利用テーマとして理研が提案したプロジェクトで、JAXAや理研のほか、大阪大学、東京工業大学、青山学院大学、日本大学および京都大学などの協力のもとに開発された。ISSが地球を約90分で1周するのに合わせて、MAXIはX線を放出する全天の天体を観測できる。従来の全天X線観測衛星の10倍の高感度でX線を検出できるため、これまで観測できなかった銀河系外のX線天体も観測可能だ。

今年7月16日にスペースシャトルで打ち上げられたMAXIは、若田光一宇宙飛行士らによるロボットアーム操作で「きぼう」に取り付けられ、8月3日から観測の準備を行ってきた。そして、8月15日15時00分から16時30分までの90分間観測を

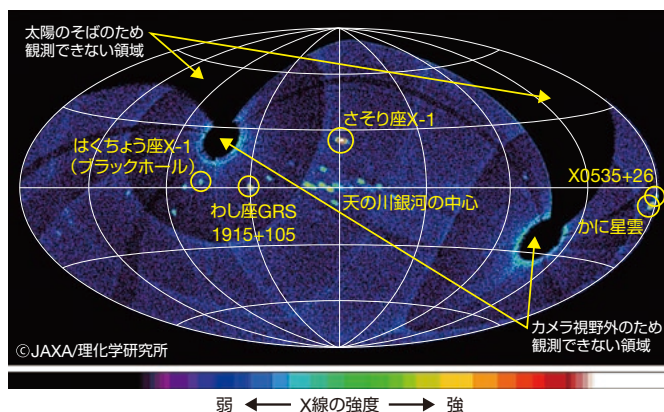


図 MAXIによる初画像とそこに見られる主要なX線天体
X線の強弱を色で表す。全天を地球を取り囲む球になぞらえて、世界地図のように展開して描いた図。

行ったところ、初画像の取得に成功(図)。今後、このような観測を繰り返し、全天で1000個を超えるX線天体の数時間から数ヶ月にわたるX線の強度変化を90分に1回の間隔で監視し、いわばX線による全天の動画を撮影する。さらには、変動する全天X線源のカタログを作成し、これまでに知られていなかった暗いブラックホールや中性子星などを検出するとともに、活動銀河など激動する宇宙の姿を明らかにすることを目指す。R

●RIKEN MAXIホームページ：<http://maxi.riken.jp/>

哺乳類の宇宙空間での繁殖は難しい？

重力が正常な胚発生に必須の可能性を示す

2009年8月25日プレスリリース

理研発生・再生科学総合研究センター ゲノム・リプログラミング研究チームの若山照彦チームリーダー、広島大学の弓削類教授らは、スペースシャトル内と同じ微小重力環境下では、マウス初期胚の発育が阻害され、出生率も低下する可能性を示した。

人類が将来、宇宙ステーションや月面基地で恒常的に生活していくためには宇宙空間で繁殖していく必要がある。これまで魚類や両生類では、宇宙空間での受精や発生など生殖に関する研究が進み、微小重力環境は繁殖に影響しないことが分かっているが、哺乳類では宇宙空間での実験が難しく、その影響は分かっていなかった。

研究チームは、弓削教授と三菱重工(株)が共同開発した「3次元重力分散型模擬微小重力装置(3D-クリノスタット)」

を使って、スペースシャトル内と同じ地上の1/1000の重力環境を再現して、マウスの体外受精および初期胚の培養を行った。その結果、受精率は地上との差はほとんどなかったが、96時間培養を続けた場合、子宮に着床する前の胚盤胞への発育は地上の57%に対し、30%に低下していた。さらに、その胚盤胞をメスに移植し、子どもの生まれる確率を調べた結果、地上の38%に対してわずか16%しかなかった。この結果は宇宙ステーションなどの微小重力下では、哺乳類が正常に繁殖するのは困難である可能性を示している。

3D-クリノスタットは従来型の装置より微小重力環境をより正確に再現しているが、確かな実証を得るためには、地上とまったく環境の違う宇宙での実験が不可欠である。国際宇宙ステーションの「きぼう」日本実験棟が完成した今、宇宙での繁殖実験に本格的に取り組む体制が整いつつある。R

●『PLoS ONE』(8月25日)掲載

世界初、人を抱き上げる 介護支援ロボット「RIBA」

「お姫様抱っこして」と指示すると、ロボットが人を抱き上げる準備に入る。

そして介護者がロボットの腕を取って操作しながら、人を抱き上げ、移動し、車いすに抱き下ろす(図1)。

この一連の移乗作業を人と協調して行うことができる世界初のロボットが

「RIBA (Robot for Interactive Body Assistance)」だ。2007年8月に設立された

理研—東海ゴム人間共存ロボット連携センター (RTC) により開発されたRIBAは、

今年8月、新聞各紙に掲載されるなど大きな話題を呼んだ。

RTCロボット感覚情報研究チームの向井利春チームリーダー、中島弘道 研究員、

先端ソフトデバイス研究チームの郭士傑チームリーダー、ロボット制御研究チームの平野慎也 研究員に、

RIBAの概要と介護ロボット開発の展望を聞いた。

ロボットが初めて人を抱き上げた！

—向井チームリーダーたちが理研で2006年に開発したロボット「RI-MAN」(図2)とRIBAの違いは何ですか。

向井：RI-MANは18.5kgの人形を抱き上げることしかできませんでしたが、RIBAは61kgまでの実際の人間を抱き上げることができます。これが大きな違いです。RI-MANが人間を抱き上げることができなかった原因は主に二つありました。一つは構造的な問題。RI-MANは腕が曲がる角度、動作の精度と安全性、さらに腕や腰の力と強度が不十分だったのです。もう一つは環境に対する適応能力です。RI-MANに「ベッドにいる人を抱き上げてください」と指示すると、ベッドに近づき人形を抱き上げることができました。ただし、RI-MANがスタートする位置やベッド上の

人形の位置をあらかじめ決めておく必要がありました。実際の介護現場のさまざまな環境に適応できる能力はなかったのです。

—そもそも、なぜロボットによる移乗支援を目指しているのですか。

向井：移乗の支援が介護現場で最も要望の高い作業だからです。私たちが調べたある介護施設では、毎日3回の食事と1回のおやつ、2日に1回の入浴など、要介護者1人につき1日平均9回、ベッドから車いす、あるいは車いすからベッドへの移乗作業が必要でした。介護者の方1人当たり5名くらいを担当するので、1人で日に40回以上の移乗作業を行います。そのため、介護者の半数の方々が腰痛に悩んでいました。



図1 RIBAによる移乗作業

人とRIBAが協調して実際の人間をベッドから抱き上げ、移動して、車いすに抱き下ろす移乗作業を行うことができる。※ホームページで動画をご覧いただけます。



図2 RI-MAN

あらかじめ決められた位置に座っている18.5kgの人形を抱き上げることができなかった。

——一つ目の構造的な問題はどのように解決したのですか。

平野： 移乗作業でどの部分に最も力がかかり、どの部分の構造を強くしなければいけないかを分析しました。負担が大きいのは、やはり腰です。RI-MANも“腰痛”に悩まされました。人形を抱き上げようとしても、モータは動いているのに空回りを起こして腰関節が動かないケースがしばしばあったのです。RIBAでは、ギヤを変えて摩擦によるロスを大幅に減らしたり、ベアリングの強度を上げたりすることで、61kgの人を抱えたときにも正常に動くようになりました。腕についても、RI-MANより直径は10mm細くなりましたが、モータのパワーを変えずにギヤやベアリングを改良することによって、力や強度を向上させることができました。そして駆動音も大幅に静かになりました。構造的には120kgまで支えられるはずですが、ギヤやモータ出力、転倒の危険性なども関係してきますので、何kgまで抱き上げられるかは正確には分かりません。これから、安全性を確認しつつ実験を行いながら明らかにしていこうと思っています。

向井： RIBAはバッテリーを含めた体重が180kgです。その34%に相当する61kgの人を抱き上げられるというのは、実はとてもすごいことなのです。普通、工場などで使われている作業ロボットは、良くても自分の重さの10%くらいのものしか持ち上げることができません。私たちが人を抱き上げること目標にしたとき、人間サイズのロボットに人を抱き上げられるわけがないと、多くのロボット研究者が思っていたはずでした。それほど挑戦的なテーマでした。しかし、ついにRIBAが人を抱き上げることに成功しました。これは世界初です。

——最初にRIBAに抱き上げられた人は誰ですか。

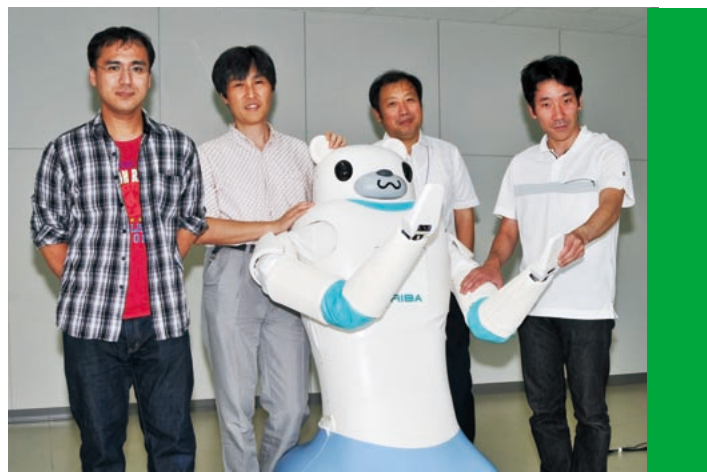
平野： 私です。実は61kgとは私の体重です。最初は、抱き上げられたときRIBAのひじ関節の部品が背中当たって痛いし、抱き方も下手で、抱っこされているのがつらい状態でした。

向井： 人の前は人形を使って抱き上げる動作を試していました。人形は「痛い」とか「つらい」と言ってくれませんが、人形の関節は硬さなども人間とは違います。平野さんの感想を聞いて、RIBAで人を安全・快適に抱き上げるのは無理かもしれないと弱気になりました。しかし、関節部分を覆う外装や抱き方を調整したら、1日でかなり改善できました。

平野： その後、1ヶ月間調整した結果、さらに抱き方がうまくなりました。まだまだ改善の余地はありますが、最初に比べて今の抱かれ心地はとても良いですよ。

向井： RIBAの外装部分は、郭チームリーダーたち東海ゴム工業(株) (TRI) から参加している研究者たちが担当してくれました。

——TRIは自動車の防振ゴムで世界トップシェアを誇ってい



左から、中島弘道 研究員、向井利春チームリーダー、RIBA、郭 士傑チームリーダー、平野慎也 研究員。RIBAの身長は約140cm。

るメーカーですね。

郭： RIBAは直接人に触れて移乗作業を行うので、TRIの材料技術を生かして全身を柔らかい素材で覆いました。自動車には大きく変形する部分はないので、大きく変形する関節部分は特に難しかったですね。腰やひじでは、抱かれる人の皮膚を巻き込んで挟むことがないように、発泡ウレタンの柔軟層と伸張生地表皮層で覆いました。それだけでは不十分で、関節が動いてもその柔軟層がギヤに巻き込まれないようにしなければならず、苦労しました。

「ガンダム世代」が「アトム呪縛」を超えていく

——二つ目の課題、環境適応についてはどのように克服したのですか。

向井： RI-MANをつくった後、実際の介護現場で役立つロボットをどのようにしたら実現できるのか、ずっと考えていました。介護現場のような複雑な環境に適応できる能力をロボットに持たせ、ロボット単独で移乗作業をさせることは当分できないでしょう。それで悩んでいたのですが、介護現場を実際に見てみると、移乗作業を1人で行うことは、ほとんどありません。そこで、人の優れた環境認識能力を生かして介護者がロボットを操作することで、環境適応の課題を解決することにしました。

——ロボットだけで認識や作業を行う完全自律型ではなく、操作型のロボットを目指すことにしたのですね。

向井： そうです。RIBAの基本コンセプトは、最終的には人が状況を判断して操作するロボットです。『鉄腕アトム』を見て育った世代には、完全自律型のロボットを目指す研究者が多く、そのこだわりの姿勢を指して「アトムの呪縛」と呼ばれています。私は、今の科学技術がこのまま発展したとしても、完全自律型に必要な高い環境適応能力を実現するのは10年くらいでは難しいと考えています。今、ロ

ロボット開発の現場にいる私たちは、人が操作する『機動戦士ガンダム』を見て育った世代です。RIBAのように大きな力を出せて、一歩間違えば危険な存在になり得るロボットの近い将来の実用化を狙うのであれば、最終的に人が判断して操作するという形は、正しい方向性だと思います。

——どのようにRIBAを操作するのですか。

向井：RIBAの関節はとても複雑ですから、リモコンではうまく操作できません。リモコンではなく、触覚で操作することが大きな特徴です。腕の全周は触覚センサで覆われています（図3）。スポーツでコーチが手取り足取りフォームを教えるように、RIBAの腕を介護者が触って操作したり、抱き上げられる人の頭を介護者が支えたりして、介護者とRIBAが協調して移乗作業を行います（図1）。

中島：その方が抱き上げられる人も不安感や違和感がないと思います。介護者が抱き上げられる人に声を掛けながら、RIBAと協調して抱き上げる様子は、とても自然な関係に見えます。

向井：ロボットと人のとても良い関係をつくれたと思います。

——RIBAは音声の指令も認識できるのですね。

中島：そうです。人の声を聞いてそちらの方向へ振り向き、そして「お姫様抱っこして」と指令を出すと、抱き上げる準備に入ります。音声は頭の左右に付いている二つのマイクでとらえます。RI-MANではマイクの後ろに反射板の耳を付けていましたが、RIBAでは反射板を外しました。

——RIBAの耳は飾りなんですね。

中島：そうです。私は音源の位置を突き止める音源定位の研究を進めてきました。RI-MANでは反射板で音を干渉させて、前後や上下の音源定位を行いました。しかし反射板を付けると左右の音源定位の精度が落ちてしまいます。介護現場を見学してみて、前後や上下の音源定位はそれほど必要ではないことが分かりました。そこで、反射板を外して左右の音源定位の精度向上に特化したのです。

実用化を目指して

——今後、RIBAをどのように進化させていく予定ですか。

向井：移乗作業だけでなく、リハビリテーションを支援できるように検討を始めています。また、現在は人がRIBAの腕を取ってベッドの近くまで誘導しますが、将来はRIBAが自分だけでベッドのそばまで行くなど、自律的な機能を向上させたいと思います。抱き上げる直前まではRIBAが自律的に動き、最終的な判断や操作は人が行う形にしたいのです。

——実用化に向けた課題は何ですか。

郭：部品の量産のしやすさやコスト、メンテナンス・修理のしやすさなど、検討すべき課題はたくさんあります。RIBAの腕には、TRIが自動車部品用に開発した高強度樹脂を使用しました。その強度はアルミ合金と変わらず、重さは3分の1、量産化に向いている素材です。実用化に向けて、軽量化・量産化が可能な高強度樹脂をほかの場所にも使っていきたいと思います。数年以内にRIBAを介護現場で試用してもらい、介護者の方々の意見をフィードバックして課題を整理した後、事業化を目指す予定です。今から販売時期を定めることは難しいのですが、社会的ニーズの高い介護ロボットをぜひ実現してTRIの成長分野に育て、社会に貢献したいですね。

——RIBAの技術はロボット以外にも生かされますか。

郭：詳しくはお話しできませんが、ロボット以外への応用、商品化も積極的に展開したいと思います。たとえば、触覚センサの床ずれ防止ベッドへの応用が考えられます。体が不自由な患者さんがずっと同じ姿勢で寝ていると、圧力で血行が悪くなり、皮膚に炎症が起きます。ベッドの同じ場所に圧力がかかっていることを触覚センサで検知できれば、床ずれを防止するベッドを実現できるでしょう。

——RTCのプロジェクト期限は2012年3月までですね。

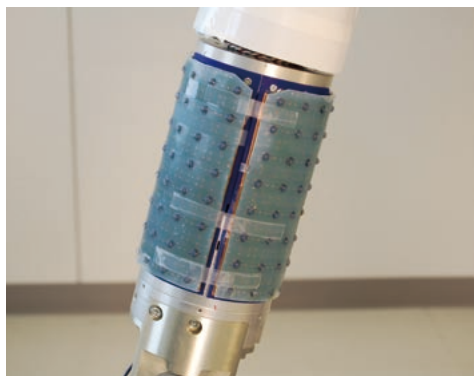
向井：RI-MANの開発は、十数名の研究者が担当しました。その中でRIBAの開発に携わっているのは数名。RTCのスタート当初は人手不足で大変苦労しました。新しいロボットを実用化するには、中核となる数名の研究者が継続して開発を担当して技術を蓄積、発展させていく必要があります。RTC後の開発体制も相談しながら、介護ロボットの実用化を目指したいと思います。

R

（取材・構成：立山 晃／フォトンクリエイト）



図3 触覚による操作
RIBAの腕は高感度の半導体センサによって覆われている（左）。人が腕に直接触れて、目的の場所まで移動させたり、抱き上げるときの腕の形や動きを指示することができる。



仁科加速器研究センター 新センター長に延與秀人氏

10月1日、仁科加速器研究センターのセンター長に、延與放射線研究室の主任研究員を務める延與秀人氏が就任しました。長年、当研究所の発展に尽力された矢野安重氏は9月30日をもって退任しました。



延與秀人 (えんよ ひでと)

1957年3月25日、北海道生まれ。1979年3月、東京大学理学部物理学科卒業。理学博士。日本学術振興会研究員(在東京大学)、日本学術振興会海外特別研究員(在CERN)、CERN研究員、京都大学理学部助手、同助教授を経て、2001年2月より理研放射線研究室(現・理研延與放射線研究室)主任研究員。理研BNL研究センター副センター長、同実験グループリーダーを併任。2006年4月より理研仁科加速器研究センター副センター長を併任。2007年5月より理研中央研究所先端技術支援センター(現・理研基幹研究所先端技術基盤部門)センター長を併任。2009年4月より同ビームアプリケーションチーム・チームリーダーを兼務。

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

基幹研究所

生化学シミュレーション研究チーム
チームリーダー

高橋恒一 (たかはし こういち)

①1974年4月25日 ②秋田県 ③慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科博士課程
④The Molecular Sciences Institute (米国)、慶應義塾大学先端生命科学研究所、科学技術振興機構 ⑤細胞/生化学シミュレーション、システム生物学 ⑥できることをする。できることを増やす。 ⑦哲学、スキー、音楽



放射光科学総合研究センター

機能解析第2研究チーム
チームリーダー

別所義隆 (べっしょ よしたか)

①1966年2月6日 ②三重県 ③名古屋大学大学院理学研究科中退(理学博士) ④名古屋大学、ニューヨーク州立大学、理研GSC ⑤タンパク質合成系のシステム生物学 ⑥勉強して覚えたことを忘れる勇氣 ⑦囲碁、マラソン、水泳、釣り



「2009年度 独立行政法人理化学研究所 科学講演会」開催のお知らせ

本年度の科学講演会を右記の通り開催します。今回は「感染症制圧に貢献するネットワークづくり」をテーマに、最新の情報をご紹介します。皆さまのご来場をお待ちしております。

2009年度 独立行政法人理化学研究所
科学講演会

『人類社会と科学 -国際ネットワークで感染症制圧を!-』



日時： 2009年12月5日(土) 13:30 ~ 17:30 (開場13:00)
場所： 丸ビルホール 東京都千代田区丸の内2-4-1 丸ビル7階
・JR東京駅丸の内南口より徒歩1分
・東京メトロ丸の内線東京駅より直結
・東京メトロ千代田線二重橋前駅直結
入場： 無料
要事前申し込み。先着順。下記URLよりお申し込みください。
携帯電話からもお申し込みいただけます。
詳細： <http://www.riken.jp/r-world/event/2009/kagaku2/index.html>
問い合わせ：理化学研究所 広報室 TEL: 048-467-9954 FAX: 048-462-4715
同時開催：「若手研究者の肖像」展(ホワイエにて)



プログラム

13:30~13:40 開会あいさつ
野依良治 理事長

13:40~14:25 講演①「感染症に国境なし、感染症研究に国境あり」
理研感染症研究ネットワーク支援センター 永井美之 センター長

14:25~15:10 講演②「子供を風邪から護る：フィリピン拠点での取り組み」
東北大学大学院医学系研究科 微生物学分野 鈴木 陽 助教

15:10~15:30 休憩

15:30~16:15 講演③「新型インフルエンザの迅速検出に向けて」
理研オミックス基盤研究領域 林崎良英 領域長

16:15~17:00 講演④「感染症と発がん」
国立国際医療センター 笹月健彦 名誉総長

17:00~17:30 質疑応答

17:30 閉会

江戸のネズミの里帰り

森脇和郎 MORIWAKI Kazuo
 バイオリソースセンター 特別顧問

今から数千年前、ヒトの農耕文明が始まり穀物が倉に蓄えられるようになったころ、もともと穀類が好きであった野生のマウスたち（正式の種名はハツカネズミ）がヒトに近づいてきた。マウスの害を防ぐために、たくさんのネコが飼われ始めたのもこの時代である。大英博物館に行くと、エジプトでつくられたネコの神様の青銅像が並んでいる。昔から野生のマウスは東洋にも西洋にも住んでいたが、中世になると、それらから愛玩用マウスの育成が西と東で別々に始まった。東洋での育成の中心は中国であつたらしく、毛色が白いもの、独楽のように体を回転させるものなど、千年も前の記録が残っている。中国の愛玩用マウスが日本に入ってきたのは1646年といわれており、それを契機に江戸時代中期には珍しい系統の育成が盛んになった。1787年にはこれらの系統の特性や育て方を説明する『珍玩鼠育草』という本が京都で出版された。図1に挙げた系統の名前の一覧表は、その本からとったもので、「熊ぶち」のように現在の実験用マウス系統の中に伝えられている特性も含まれている。この本の「育て方」の章を読むと、メンデルの法則の再発見（1900年）より前に、われわれの先輩はマウスの特性が世代を超えて伝わることに気が付いていたことが分かる。

江戸時代に育成された日本産愛玩用マウスは昭和の初期までは日本にあったが、太平洋戦争後は見つけることが難しくなった。これらのマウスは江戸末期に鎖国が解けたとき、わが国にきたヨーロッパ人が珍重して持ち帰ったらしく、当時のヨーロッパの医学雑誌に日本の愛玩用マウス系統を使ったがん研究の論文が出ている。上に述べたように、ヨーロッパでも独自に愛玩用マウスを育成しており、イギリスには今日でも「マウスクラブ」という同好会がある。江戸末期に日本から運ばれた珍しい系統も、彼らのレパートリーに加えられたに違いない。

戦後わが国にはいなくなった日本産愛玩用マウス系統はヨーロッパを探せば見つかるかもしれないと思い、デンマーク・オールス大学のニールセン教授に頼んで探してもらった。幸いなことにオールスの町のお祭りでの愛玩用マウスが見つかり、1987年、静岡県三島市の国立遺伝学研究所に運んで遺伝子を調べることができた。それまで



筆者近影

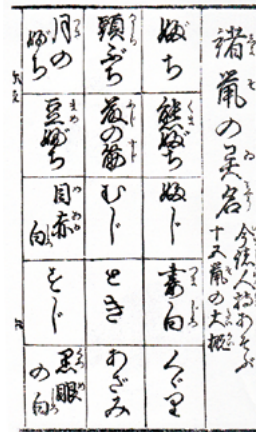


図1 1787年に出版された『珍玩鼠育草』



図2 JF1 (Japanese Fancy 1)

の私たちの研究で、マウスがヨーロッパ産、東南アジア産、東アジア産のいずれであるかが遺伝子から分かるようになっていた。また、それらの3群は進化的には約100万年前に分かれたと考えられている。遺伝子を調べた結果、そのマウスは完全に東アジア産であったので、江戸時代の日本産愛玩用マウスの子孫と考え、この系統にJF1 (Japanese Fancy 1) という名を付けて今日まで国立遺伝学研究所と理研バイオリソースセンターで維持している (図2)。

近年、遺伝子操作や胚操作技術の発達、さらに最近のゲノム解析の発展によって、実験用マウスは医学・生物学の先端的研究に不可欠のバイオリソースとなっているが、われわれはそれらのゲノムが主にヨーロッパ産のマウスに由来することを明らかにした。これらと遺伝的に100万年隔たっている東アジア産マウスに由来する系統 (JF1はその一つであるが) には、独自の遺伝形質がたくさん含まれており、新しいバイオリソースとしての意味が大きい。「里帰りした江戸のネズミ」には先導的ライフサイエンスのために「お里」で大いに働いてもらわねばならない。 R



理研ニュース

11

No. 341
 November 2009

発行日 平成21年11月5日
 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。

