

いつもあなたのそばにサイエンス

2011. 春号

vol.15

[サムワン]

# someone



ミマリス



イソオモテヤマネコ



イノシシ

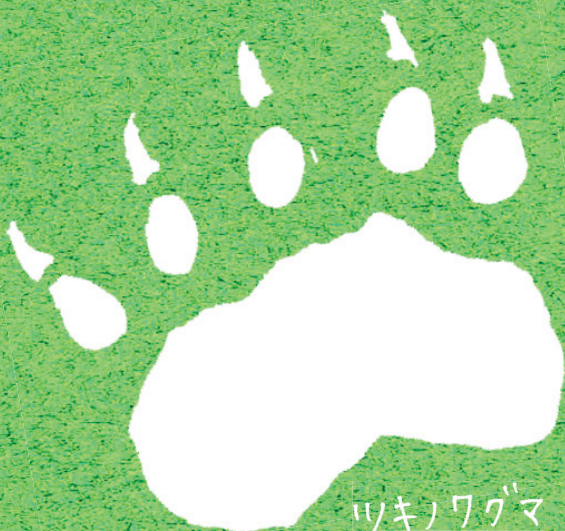
## 元素航海



オコシヨ



タヌキ



ツキノワグマ

キタナキウサギ



(c) Leave a Nest Co., Ltd.



# someone vol.15 contents

P04～ 特集

## 元素航海

- 06 世界中が注目する酸素の運び屋「銅」
- 07 まわる、生みだす、超伝導の魔術師「ルテニウム」
- 08 あの子とあの子をつなげるプロフェッショナル「ヨウ素」
- 10 赤い光は二度輝く、お茶の間のスター「ユーロピウム」

### サイエンスのアンテナ

03 歯っけん！イリオモテヤマネコ

### 野菜エンズ

12 進化と栄養の森、ブロッコリー

### おさかなサイエンス

13 大人の階段のぼるヒラメの目

### 再生医療物語

14 日本発！新しい再生医療はじめました

### FOCUS ヒトモノギジュツ

- 16 インターネットで農業革命！
- 17 漆黒の夜空にDNAの光を求めて
- 18 ねらった微生物を一本釣り

### Ah-HA！カフェ

19 地上デジタルテレビ放送

### ポケットにサイエンス

20 キミはなぜ大学に行く！？～知識は未来への投資～

### staff

編集長 孟 芋芋

art crew 竹原 花菜子 / 林 慧太

編集 磯貝 里子 / 西山 哲史

記者 リバネス記者クラブ

印刷 凸版印刷株式会社

### 研究者に会いに行こう

- 21 自動車は、まだまだ進化する
- 22 地球温暖化問題の解決される未来へ
- 23 ミクロな機械「タンパク質」でつくる社会
- 24 研究者への手紙
- 25 研究者への手紙 特別便「先輩からのメッセージ」

### 高校生のみんなに聞いてみました。

26 記憶に残るおもしろかった、楽しかった科学実験を教えてください

### T-BERRY.magazine

27 たい肥研究で一石二鳥！

### イベント pick up

28 宇宙に行ったひのきとりんご  
「宇宙種授与記念フォーラム」開催

### 生き物図鑑 from ラボ

30 うちの子紹介します  
第16回 げっ歯類「ハダカデバネズミ」

2011年3月25日発行

リバネス出版編集部 編

発行人 丸 幸弘

発行所 リバネス出版

〒160-0004

東京都新宿区四谷2-11-6 VARCA 四谷10階

TEL 03-6277-8041

FAX 03-6277-8042

<http://www.leaveanest.com/>





は  
 歯っけん!  
 イリオモテヤマネコ

沖縄島から約 460 km 離れた日本の南端に位置する、西表島<sup>いりおもてしま</sup>。今から約 20 万年前に大陸から離れたこの島には、独自の進化を続けてきた生き物が多く生息しています。イリオモテヤマネコもその一種。普通のネコよりからだが一回り大きく、太く長い尾とがっしりした四肢<sup>しし</sup>が特徴です。水を嫌うことなく川を泳いで渡ることもできるそうです。約 100 頭が西表島に生息しており、1965 年に発見されてから、無人カメラや電波発信機を用いた行動追跡やフンの内容分析などの地道なフィールド調査が続けられてきました。しかし、子どもを産む時期や寿命などについてはいまだほとんど知られておらず、研究者の間では最大の謎となっていました。そんななか、琉球大学の伊澤雅子さん率いる研究グループは、世界で初めてイリオモテヤマネコの歯を用いた年齢判定法を確立したのです。

動物の歯は、肉食か草食かなどの食性を表すと同時に、犬歯の削れ具合から年齢を予測することができます。また、クマのように冬眠する動物では、エサを摂取しない冬の時期になると、歯のセメント質が石灰化し、周期的な層ができることが

知られています。しかし、西表島のような亜熱帯気候では、冬眠する必要がないために層は形成されないと考えられていました。伊澤さんたちは、そんな誰も見向きしなかったイリオモテヤマネコの歯を観察したところ、冬眠する動物と同様の層を発見したのです。これと犬歯<sup>あわ</sup>の摩耗（すり減り方）による測定方法と併せることで、正確に年齢が判定できるようになりました。

この発見は、イリオモテヤマネコの生態を解明するための新たな一歩となるでしょう。とはいえ、彼らについて知られていることは、まだごくわずか。今後、このような新しい観点での調査が増えてくるかもしれません。

西表島のように人間の影響が少ない孤島には、小さな集団で独自の生活を営んでいる生き物がたくさんいます。これら生き物の生態研究には、彼らが暮らせる環境を守ることという大きな使命もあります。環境問題を考えるとき、日本にもこんな不思議な生き物が暮らす島々があることを思い出してください。(文・福田 裕士)

取材協力：琉球大学 伊澤雅子さん





# 元素航海

## 紀元前

かつて、万物の根源として、水、空気、火、土の四元素説が唱えられた時代があった。それは、およそ 2000 年にわたって人々の認識を支配してきた。

## 十七世紀

物質の本質はもっと具体的なものだろう。そう考える人々が現れた。物理学者ボイルは、実験を重視し、「元素とは、実験によってそれ以上単純なものに分けられないものである」と、提唱した。しかし、それでも四元素説が覆されるまでには至らなかった……

## 十八世紀

フランスの化学者ラボアジエが地道に実験をくり返し、水の成分が水素と酸素であることを説明した。ついに、四元素説がくつがえされる時がきたのだ。このとき、現代へと通じる「元素」という概念が誕生する。また、質量保存の法則を発見するなど、人々の認識を変えるような「化学の革命」で重要な役割を果たした。次々と新しい元素が発見される大航海時代に突入した。



## 十九世紀

かくして、63 個の元素がそろった。

化学者メンデレーエフは、これらの元素を原子量の順番に並べると、性質の似た元素が周期的に現れることを発見した。これが、元素周期律表のはじまり。この時点では、まだいくつかの空きが表中にあった。しかし、「空きには新しく発見される元素が入るはずだ」。メンデレーエフは、そう予言する。その後、彼の予想は見事に当たり、空欄はほぼ埋め尽くされた。

## 二十世紀

X 線や放射能の発見により、電子や中性子の存在が明らかになると、これまでわからなかった元素の構造と性質の解明が、飛躍的に進んだ。時代は、元素の宝探しから、新しい人工放射性元素の合成へと突入する。

## 現代

かくして、90 個の自然元素と 23 個の人工元素が集まった。

びっしりと埋め尽くされた周期表には、数世紀にわたる研究者の叡智えいちが集結した。

時は、二十一世紀。周期表という海図を左手に、未来を創るコンパスを右手に、

彼らの新たな航海がはじまる。



# 世界中が注目する 酸素の運び屋「銅」



息を吸い込んで、吐く。このくり返しによって、私たちは酸素を血液中に取り込み、からだ中をめぐるさせて二酸化炭素と交換し、生命活動を維持しています。ほとんどの生物が持つ、この酸素を効率よく運搬するシステムには、金属イオンが活躍していました。

## タコとクモに共通するもの

私たち脊椎動物が持つ酸素運搬タンパク質は「ヘモグロビン」と呼ばれ、血液の赤色の元になっています。イカやタコなどの軟体動物や、ザリガニやクモなどの節足動物は、ヘモグロビンの代わりに「ヘモシアニン」を持っています。ヘモシアニンは数百万の分子量を持つ巨大タンパク質で、酸素運搬のカギを握るのは活性中心にある2つの銅イオン。銅イオンは、一価と二価の2つの状態になることができます。酸素が結合していないときは、一価の銅イオンとして働き、酸素分子が来ると二価の銅イオンに変わることによって酸素に電子を渡し、挟み込むようにキャッチするのです。血流によってからだの隅々まで移動したヘモシアニン内の銅は、一価イオンへ戻り、酸素を手放します。価数を自由に変えられる銅イオンだからこそ、実現可能となる酸素運搬システムなのです。

## 絶妙の距離をつくる

生き物の複雑な現象を理解するためには、小さく扱いやすいモデルをつくる必要があります。1980年代から、多くの研究者がこのヘモシアニンの酸素運搬システムをモデル化しようと試みてきました。同志社大学の小寺政人さんも、そのひとり。可逆的に酸素とくっつくためには、2つの銅イオン間の距離がポイントになります。そこで、2つの銅イオンを最適な距離に保つことがで

きる、分子モデルを考え続けました。そんなある日、なにげなく目にした研究紹介ポスターに描かれた、「ピリジン」の化合物を見てピンとひらめいたのです。「ここをこうして、これをつなげれば……」頭の中に浮かび上がった構造をもとに、さっそく合成に取りかかりました。そうしてでき上がったのが、「二核銅錯体」と呼ばれる分子です。実際に、酸素の脱着度合いを測定したところ、その能力はヘモシアニンの100倍。この性質を利用すれば、酸素供給システムや酸素濃度センサーをつくることができるといいます。

「生命現象は、化学反応の集まり。すべて化学的に説明がつくのです」。そう話す小寺さんは、これからも挑戦を続けます。生き物の数だけ、そして生命現象の数だけその可能性は広がっているでしょう。



協力：小寺 政人（こでら まさひと）  
同志社大学理工学部  
機能分子・生命化学科 教授

1987年、京都大学大学院工学研究科修了。工学博士。  
ケンブリッジ大学、九州大学を経て、1993年より現職。





# まわる、生みだす、 超伝導の魔術師「ルテニウム」

時速 500 km 以上のスピードを出す磁気浮上式リニアモーターカー。その速度を可能にしているのは、「超伝導」と呼ばれる、物質の電気抵抗がゼロになる現象です。1911 年に初めて観測されてから 100 年経った今、超伝導の研究は新たなステージに突入しています。

## 電気抵抗のない世界

原子は原子核と電子からなり、原子番号と同じ数だけの電子が、原子核の周りの軌道上を公転しています。電子自身は、発生する磁場が上向きか下向きという 2 通りの磁石の性質を持っています。その性質を太陽の周りを回る地球の自転にたとえ、右回りか左回りの 2 通りの自転運動、「スピン」と呼んでいます。

物質の中には、一部の電子が全体に広がって電気を流すものも数多くあり、これが金属です。特定の金属物質を冷やしていくと、電気抵抗が突然ゼロになることが 1911 年に発見されました。これを超伝導現象と呼び、エネルギーの損失なしに電流を流し続けることができるので、現在さまざまな分野で活躍しています。じつはこのとき、電気を運ぶ電子は対になっているのです。そして互いに逆向きの自転をする電子どうしが対になるので、電子磁石は打ち消し合っています。

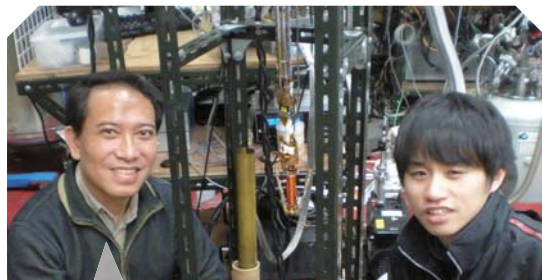
## スピンしながら情報を運ぶ

超伝導の性質を持つ物質は 1000 種類以上知られています。京都大学の前野悦輝さんらが注目しているのは、ルテニウムの電子が超伝導の主役となる「 $\text{Sr}_2\text{RuO}_4$ 」。これまでの超伝導体とは違い、同方向に自転する電子が対をつくるので、電子対は磁石の性質を保ちます。このため超伝導の流れは電気だけでなく「スピン」という情報も新たに

運ぶことができます。さらに電子対がお互いを回転軸の中心として、右回りまたは左回りで回転しています。新型超伝導体のこれらの性質は、次世代計算機である量子コンピュータの原理として利用できるかと期待されています。

## おもしろさこそ研究の原点

「おもしろい現象をつくったり、検証したりする。そこがやっぱり研究の原点です」と、前野さん。自らがその超伝導を発見した  $\text{Sr}_2\text{RuO}_4$  だけでなく、これと従来の超伝導体を組み合わせた新物質の研究も始めています。性質の異なる 2 つの超伝導体を組み合わせることで、驚くような現象が生じるのではないかと。歴史に残るような大発見は、科学者の純粋な探究心から生まれるのです。(文・井上 大輔)



協力：前野 悦輝（まえの よしてる）

京都大学大学院理学研究科 教授

1984 年、米国カリフォルニア大学サンディエゴ校 物理学博士課程修了。Ph.D. スイス連邦 IBM チューリッヒ研究所客員研究員を経て、2006 年より現職。





## あの子とあの子をつなげる プロフェッショナル「ヨウ素」

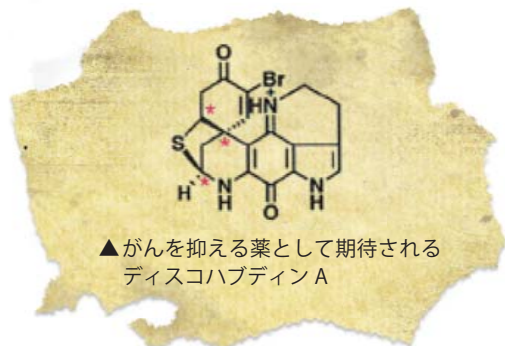
うがい薬やデンプン検出試薬として使われる赤黒色の液体。その正体は、ハロゲン元素であるヨウ素です。このヨウ素化合物を化学反応の触媒として使うことで、効率よく安全な薬をつくりたい。立命館大学の北泰行さんの夢が、実現しようとしています。

### 薬づくりのハードルは高い

病院で処方されたり、薬局で売られていたりする医薬品の多くは、分子レベルで見ると炭素 (C) 原子が六角形をつくる「ベンゼン環」や、五角形をした「五員環」などの芳香環が結合しています。たとえば新しい抗がん剤として期待される「ディスコハブディン A」は、複数の芳香環が結合した構造をしています。薬づくりでは、単純な分子を順番にくっつけていくため、構造が複雑なほど多くの合成ステップが必要。各段階で目的以外の化合物ができてしまうと、不純物となり、最終生産物の量が減ってしまうのです。また、化学反応を起こしやすくする触媒として、鉛 (Pb) や水銀 (Hg) などの重金属反応剤や、パラジウム (Pd) などのレアメタル (希少金属) が必要となるため、健康に対するリスクやコストが高いことが問題となります。

### 重金属がダメなら次の一手

30 年前から、北さんは水銀反応剤を触媒として抗がん剤を合成する研究をしていました。ところがあるとき、製薬企業から「毒性のある重金属が混入するリスクがあるから、薬としては使えない」と言われてしまいます。「薬にできなくては意味がない」。北さんは重金属反応剤を使わずに合成を進められないか、新たな触媒を模索しはじめました。注目したのは、「超原子価ヨウ素化合物」。単純な合成反応では、重金属と似た働きをすることが知られている物質でした。このヨウ素が使えるかもしれない。北さんの長い戦いが始まりました。





協力：北 泰行（きた やすゆき）

立命館大学薬学部 教授

1972年大阪大学大学院薬学研究科修了。薬学博士。  
その後大阪大学での研究を続け、2008年より現職。



## ねらいは当たっていた

1994年、北さんは、自身でも「革新的だった」という世界初の発見をしました。フッ素（F）を含むフルオロアルコールの中でヨウ素反応剤を使い、ベンゼン環を含む分子を材料に合成反応を行うと、ベンゼン環から電子がひとつ抜けた「カチオンラジカル」ができる、というものです。ベンゼン環はとても安定な構造ですが、カチオンラジカルは電子が抜けたためにプラスの電荷を持ち、マイナスの電荷を持つ分子と結合しやすくなります。これにより、分子どうしを結合させて複雑な分子を合成できる可能性が<sup>ひら</sup>拓けたのです。世界中の研究者が驚く結果で、「金属なしでこんなことはありえない、と受け入れられず、再実験を何度もくり返しました」と北さんはしみじみと語ります。

## 一気に「夢」までひとつ飛び

次に北さんが挑戦したのは、芳香環どうしの結合でした。試行錯誤の結果、ついに成功。2010年10月にノーベル化学賞を受賞したクロスカッ

プリングでは、触媒にレアメタルのパラジウムを使い、反応しやすいように芳香環に亜鉛（Zn）やホウ素（B）などを付け下準備をする必要がありました。しかし、ヨウ素反応剤を使えば、ヨウ素が直接芳香環の反応を活発化します。工程がひとつ省かれ、かつ安価なコストで安全にクロスカップリング体をつくり出すことができるようになったのです。「安全に薬をつくりたい」という北さんの夢が、現実のものとなりつつあります。

## 逆境にチャンスあり

今はまだ金属触媒でしかできない反応もあるため、今後も研究を進め、すべてをヨウ素触媒で置き換<sup>か</sup>えたいという北さん。「化合物が変わると、合成反応はなかなかうまくいきません。だからこそ、研究する価値があるんです」。じつは、日本はチリに次ぐ世界第2位のヨウ素産出国。パラジウムをはじめとするレアメタル資源は少ないですが、北さんの研究によって、日本は資源国家に生まれ変わるかもしれません。（文・西山 哲史）



# Eu 赤い光は二度輝く、 お茶の間のスター「ユーロピウム」



家に帰ると、リモコンでテレビのスイッチオン。音楽番組を横目に、夕ご飯を食べる——。どこの家庭でも見られそうなこの光景に映るテレビは、ここ数年でその見た目を大きく変えてきました。しかし、昔も今も変わらず輝き続ける色があるのです。

## 薄くなりゆく居間の主

今でこそテレビは液晶やプラズマなど薄型のものが主流になっていますが、数年前までは奥行きが深く、ドンと重たいブラウン管テレビが居間の片隅に居座っていました。このテレビは、奥から発射される電子線が、手前にある走査線にぶつかることで発光するというしくみ。光を発するのは、周期律表の57～71番目に位置するランタノイドに属する元素たちです。その中でも、赤い光を生み出すのが、ユーロピウム (Eu) でした。しかし、それも昔の話。すでに国内メーカーはブラウン管テレビの製造を打ち切り、今ではほとんどが液晶やプラズマディスプレイです。廃れてしまったかのように思えるブラウン管の技術。ところが、赤い光が次世代のディスプレイでよみがえりつつあるのです。

## 光を生み出すサンドイッチ

その技術とは、有機EL。赤、緑、青の3種類の光を発する元素を含む有機物でできた発光素子を真ん中の層にし、プラスとマイナスの電極層でサンドイッチ状に挟みます。ここで再び赤い光を灯すのが、ユーロピウムの周りに有機物が結合し

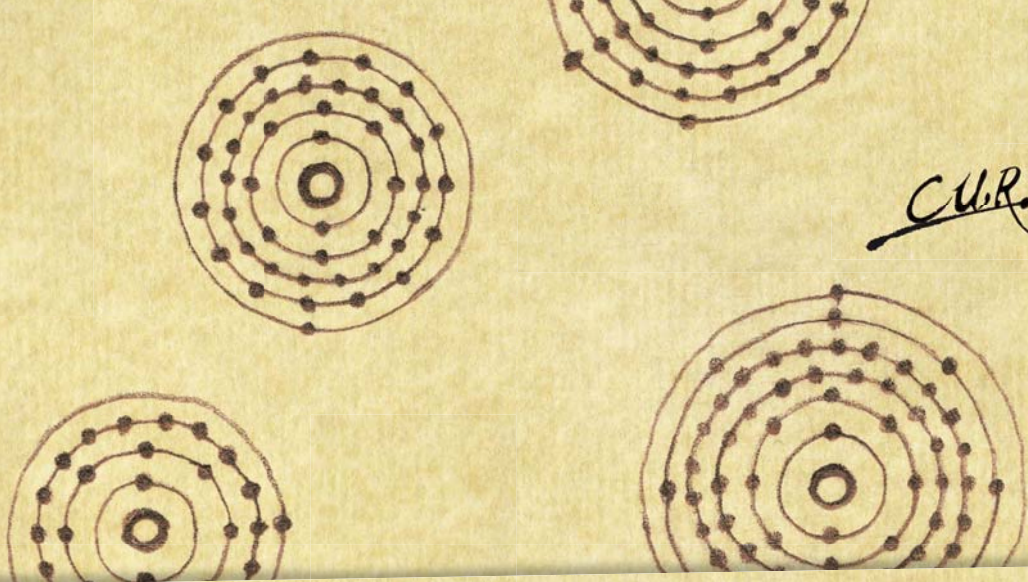
た「錯体」です。装置に電流を流すと、電子はプラス電極からマイナス電極へと移動します。発光層は電子が溜まったマイナス電極と、電子が減ってプラスに帯電したプラス電極に挟まれたようになります。すると、電子とプラスの荷電が発光層でぶつかり、エネルギーが生まれるのです。このエネルギーをユーロピウム錯体が受け取ると、ユーロピウム内で電子の移動が起こり、安定した状態に戻るときに、エネルギーを610 nm前後の波長を持つ赤い光として放出するのです。

## 色褪せない美しさ

通常、ほかの元素が中心にある錯体では、周囲に結合する有機物の構造が変わると発する色が変わってしまいますが、ユーロピウム錯体は、決まって赤い光を発します。これはユーロピウムに伝わったエネルギーが、有機物との結合には関係のない電子の移動に使われるため、周りの分子に影響を受けないからだと考えられています。

次世代のテレビ、有機ELディスプレイ。そこに美しい夕焼けが映し出されたときは、ぜひ赤く輝く元素のことを思い出してみてください。





## 1911年

放射能という言葉を定義し、放射性元素であるラジウム (Ra) とポロニウム (Po) を発見した研究者、マリア・スクロドフスカ=キュリー。その業績が認められ、ノーベル化学賞を受賞した。

「人生最大の報酬は、知的活動によって得られる」。

ラジウムの精製技術の特許申請を勧められたとき、そう答えたといわれている。結局は申請をすることなく、万人にその技術を公開した。

彼女が求めていた人生最大の報酬とは、自分の研究成果でひとりでも多くの人を幸せにすることだったのかもしれない。

## 2011年

それからちょうど100年。さまざまな研究者が航海で発見した元素の魅力とそこに秘められた可能性は、これからの100年間をつくる、新たな海図になる。

*Bon Voyage!*



# 進化と栄養の森、 ブロッコリー

濃い緑色のつぶつぶした花芽<sup>かが</sup>がこんもり茂っているブロッコリー。ちょっと中をのぞいてみると、そこはまるで森のようです。生い茂る花芽をしっかりと支えている幹の部分は、薄緑色をした花柄<sup>かへい</sup>と呼ばれる茎です。私たちが普段食べているこれらの部分は、両方合わせて花蕾<sup>からい</sup>といいます。

そんなブロッコリーは、アブラナ属アブラナ科の植物で、キャベツの仲間。共通の祖先は、ケールによく似た野生植物で、葉が多肉化し、まるく球をつくるように品種改良されたものがキャベツで、花蕾を肥大させたものがブロッコリーなのです。

ブロッコリーにとってもよく似た野菜に、カリフラワーがあります。これは、ブロッコリーのなかでも、

花蕾の部分が白くなる突然変異が起こり、品種改良されたもの。花芽の部分に大きな違いがあります。カリフラワーの花蕾は、蕾<sup>つぼみ</sup>へと発達する初期段階(花蕾原基)で成長が止まってしまうのに対し、ブロッコリーでは盛んに成長分裂が起こり、花芽の中におしべ、めしべや花弁がつくられています。収穫せずに放置すると、濃緑色の花芽から、やがて黄色い小さな花がたくさん咲くようになるのです。

成長まっただ中のブロッコリーの花蕾は、栄養が豊富に含まれていることで注目を浴びています。アブラナ科に属する葉菜と比較して、カロチン、ビタミンC、鉄が多く含まれており、バランスがとれています。さらに、骨の形成に必要なカルシウムを摂取するためのビタミンKも含まれているのです。ブロッコリーの森には、進化と栄養の物語がたくさん秘められています。(文・高橋 良子)



野菜のサブウェイ

協力：日本サブウェイ株式会社



もっと、野菜でサイエンス！

<http://www.831lab.com/>

4月13日(水)～6月下旬まで発売！  
えび&ブロッコリーのカルボナーラサンド 390円  
アボカド&ブロッコリーのシーザーサンド 390円



# 大人の階段のぼるヒラメの目

海底の砂地で、ぎょろっと光るふたつの目。顔の左側に両目が寄っていることで有名なヒラメですが、じつは、生まれたときは他の魚と同様にからだの左右に目がついているのを知っていますか。

稚魚へと成長する変態期になると、ヒラメの右目は徐々に移動し始め、鼻の上を通り越して左目と並ぶようになるのです。このとき、頭の中では意外なことが起こっていました。まず、頭蓋骨の中でも右目を支える軟骨が、しだいに消えていきます。その様子は、まるで右目のために道を開けるかのよう。同時に、中脳にある視覚と関連した「視蓋」の右側のみが大きく発達していきます。目の移動だけでなく、頭蓋骨や脳までダイナミックな変貌を遂げていたのです。

この一連の動きを指示するのは、位置決定遺伝子「*pitx2*」。じつはこの遺伝子、ヒトをはじめとする脊椎動物の多くが持っていることが知られて

います。通常では、発生の初期に心臓の位置や腸のねじれを決める重要な役割を果たしています。しかし、ヒラメの場合、仔魚の時期にもう一度働くことで目の移動を誘導していたのです。

水深 20～70 m の海中で孵化した仔魚は、目の移動が始まると同時に、水深 5～10 m の浅瀬を目指します。そして、完全に目が左側に到達したタイミングで、ピタっと砂地にお腹側をつけて着底生活を始めるのです。成長したヒラメは、海底でじつとハゼなどの小魚をねらい、近づいた獲物をすばやく捕えます。瞬発力を必要とするため速筋が発達し、その身は独特の弾力を持つようになるのです。

目の移動とともに、生活スタイルも徐々に変わっていくヒラメ。彼らと目が合ったとき、その右目がたどってきた「大人の階段」の軌跡を思い描いてみませんか。(文・上野 裕子)

## ヒラメ

カレイ目ヒラメ科ヒラメ属  
学名 *Paralichthys olivaceus*  
英名 Japanese Flounder



協力：鈴廣かまぼこ株式会社



魚に関するサイエンスはこちら！ >> <http://www.sakanalab.com/>

画像提供：東京海洋大学 応用生物工学講座 ゲノム科学研究室

(c) Leave a Nest Co., Ltd.



1980年代の終わり頃に、新しい再生医療の基盤となるアイデアが生まれました。このアイデアのカギになるのは、温度応答性ポリマーの性質を細胞培養に応用して作製した「細胞シート」です。この「細胞シート工学」という技術の生みの親である東京女子医科大学教授の岡野光夫<sup>てるお</sup>さんの「先端技術で世界中の患者を救いたい」という強い思いが、その後多くの研究者や医師の共感を呼びました。

### 優れた技術を世に出すために起業

企業の研究者だった長谷川幸雄さんもそのひとり。製品になる技術のもとを探していたあるとき、バイオマテリアルの学会を通じて、岡野さんとお会いしました。岡野さんの講演を聞いているうちに、自分の中に新しいアイデアが次々とわいてきて、「細胞シート工学」の将来性に魅<sup>みりよう</sup>了されていきました。長谷川さんは、さっそく会社を説得し、岡野さんと一緒に研究を始めることにしたのです。

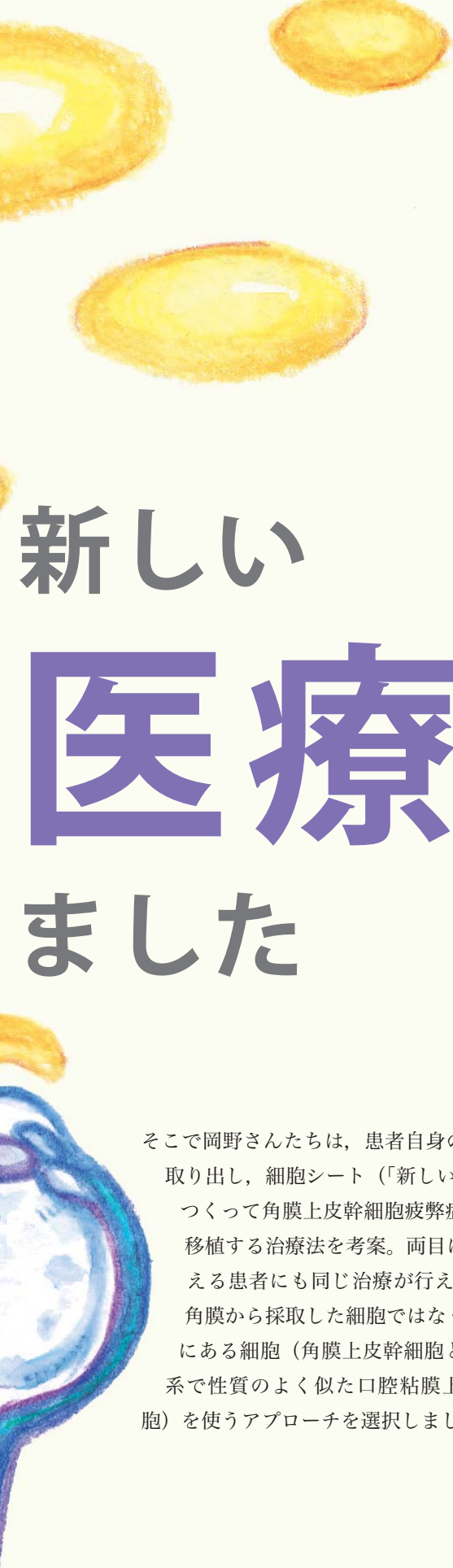
しかし数年後、環境の変化などにより、岡野さんとの共同研究をしていた会社が、研究を続けられなくなってしまいました。一刻も早く世の中に細胞シート工学を送り出したいと考えていた長谷川さんは、別の道を探すことに。そしてついに2001年、岡野さんと長谷川さんを含めた研究者数名が集まり、細胞シート工学に基づく再生医療の事業化を目指す会社（株式会社セルシード）を設立したのです。

### あなたの角膜をつくります

彼らがまず着目したのは角膜でした。目の表面にあるため手術がしやすく、治療の効果が視力の改善として明確にわかるからです。通常、角膜では角膜上皮幹細胞が分裂することによって、常に新しい細胞を生み出しています。しかし、角膜上皮幹細胞疲弊<sup>ひへい</sup>症という病気になると、細胞分裂が

起こりにくくなり角膜上皮細胞が入れ替わらなくなります。すると、視力の低下や失明、強度のドライアイなどさまざまな症状が引き起こされてしまうのです。角膜疾患の治療法としては角膜移植が知られていますが、角膜上皮幹細胞疲弊症は角膜移植でも治すことができず、まだ有効な治療法が確立されていない病気です。

# 日本発！ 再生 はじめ



# 新しい 医療 ました

そこで岡野さんたちは、患者自身の幹細胞を取り出し、細胞シート（「新しい角膜」）をつかって角膜上皮幹細胞疲弊症の患者に移植する治療法を考案。両目に損傷を抱える患者にも同じ治療が行えるように、角膜から採取した細胞ではなく、口の中にある細胞（角膜上皮幹細胞と同じ上皮系で性質のよく似た口腔粘膜上皮の幹細胞）を使うアプローチを選択しました。

「新しい角膜」の移植は、動物実験を経たのち、眼科医が行うヒトへの移植研究へと段階が移りました。その結果、みごと眼球に定着し、患者の視力が回復したのです。この研究成果をまとめた論文は、権威ある医学論文誌に掲載され、実現可能な医療となる日がすぐそこまで来ていると思われました。

## フランスからの熱い誘い

しかし、当時の日本ではこうした新しい治療法の前例がまだなかったために審査基準などが定まっておらず、多くの患者が待ち望んでいるにもかかわらず、事業化への道のりは長く遠いものを感じられました。そんなある日、この技術を知ったフランスの研究者たちから、一緒に研究したいと連絡が来たのです。なかでも、リヨン国立病院のオディール・ダムール博士は非常に熱心でした。研究への参加はまだ早いという反対派の意見もあるなか、彼女は「この技術を私たちが進展させなければ、新しい治療法を患者に届けるのが遅くなってしまいます。そんなことでいいんですか！」と机をたたいて熱弁をふるい周囲を説得したのです。そして、ついにフランスでの研究開発がスタートしました。

フランスでは現在、「新しい角膜」のヒトへの安全性や有効性を確かめるため、実際の患者に治療を施す「治験」が行われており最終段階まで進んでいます。これまでに公表された速報データなどによれば、患者の多くに症状の改善がみられることがわかっています。治験を経て薬事承認が取得されれば、いよいよまずヨーロッパの医療現場から「新しい角膜」を用いた治療が始まることとなります。

細胞生物学とバイオマテリアルなどの材料工学の研究者、医師たちの熱い思いが学問領域と国境を越えて結集して、細胞シートによる再生医療を世に送り出しつつあるのです。（文・高橋 良子）

協力：株式会社セルシード  
<http://www.cellseed.com/>  
(c) Leave a Nest Co., Ltd.



# インターネットで農業革命！

株式会社クロスアビリティ 伊藤 哲さん

家にゲーム機がなかった子どもの頃、パソコンでプログラムをつくって遊んでいたという伊藤哲さん。ところが大学2年の専攻選択のとき、希望のコンピューター専攻に行くには成績が届かず、進んだのは農学専攻。しかし、「情報化が進んでいない農学なら、得意のコンピューターでトップに立てるかも」。そう思い立ったといいます。

## 携帯電話が回線のカギ

農業にとって、作物に栄養分や水分を提供する土壌はとても大切。そこで、季節や天候に応じて土壌がどのように変化するのかを計測するため、農地にセンサーを置く取り組みが10年以上前から行われてきました。しかし、半年後にデータを回収しに行くとき機械が壊れていたり、メンテナンスのたびに技術者が農地に行く必要があったりと、不便が多かったのです。センサーをインターネットに接続してデータを監視すれば、簡単なトラブルなら遠隔で解決できるはず。「そのデータ通信に携帯電話の回線を使おうと考えました。そうすれば、電波が届けばどんな場所でも使えるはずです」。ネットワーク技術と土壌環境をつないで、農業を変えよう。この思いが、2008年の会社創業、そしてビジネスに発展していったのです。

## データを発信するキャベツ畑

2009年11月に発売したネットワーク機器「フィールドルーター」を初めて導入したのは、群馬県つまごい嬭恋市のキャベツ畑。春、雪が溶ける際に土壌中の栄養が流出するのを防ぐため、200m×100mの敷地内に40個の水分センサーと10台のルーターを設置。刻々と変化する水分データをセンサーで計測し、同時に周辺の様子を写真撮影。そして、ルーターがNTTドコモの回線を使いデータを送ります。解析の結果わかったのは、



畑の周りを人がどう歩いたかが、雪の溶け方に大きく影響するということでした。

## 仕事場は世界中にある

「精密に観測し、データを得る」という科学の鉄則を野外でも簡単に実行できるこのシステムには、中国やタイ、ベトナム、チュニジアなど海外からの問い合わせも多く、農業だけでなく遺跡の保存のためにも利用されています。「あのとき、第一希望に行けずによかった」と思うくらい、今の仕事が楽しい。農学とコンピューターの両方に精通した人材はまだ少ない今、伊藤さんの活躍の場は世界中に広がっています。(文・西山 哲史)

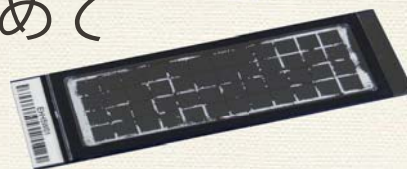
伊藤 哲 (いとう てつ) プロフィール

1998年、東京大学農学部卒業。IT企業勤務を経て、2008年に2人の仲間とともに株式会社クロスアビリティ創業。現在、センサネットワーク事業部長、東京大学溝口研究室技術補佐員を兼務。



# 漆黒の夜空に DNA の光を求めて

東レ株式会社 **3D-Gene®**



顕微鏡観察で使われている、スライドガラス。観察するものに乗せるだけの単純なガラスも、 $\mu\text{m}$ （マイクロメートル：1  $\mu\text{m}$  は 1000 分の 1 mm）単位の加工を施すことによって生き物の姿や性質を決定づける DNA の研究ツールへと生まれ変わります。そこにはどんな技術があるのでしょうか。

## 一気に解決！ DNA の働き

DNA の中には、アデニン、チミン、グアニン、シトシンと呼ばれる 4 つの塩基が並んでおり、その並び方が生き物の設計図になります。細胞ごとに、DNA 上の遺伝子と呼ばれる必要な部分が必要な量だけ、コピーされて使われます。このコピーを「RNA」と呼びます。どの遺伝子がどれくらい使われているかを知るためのツールが、DNA チップ。スライドガラスのような板の表面に、数万種類の DNA 断片「プローブ」を結合させてあります。ここに、サンプルをかけると、RNA の塩基配列に対応するチップ上のプローブとくっきます。RNA にあらかじめ蛍光色素をつけておくことで、細胞内で働く遺伝子を、光で見つける

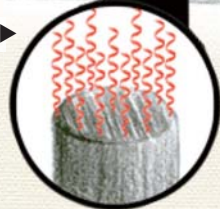
ことができるのです。これにより、生物の数万種類ある遺伝子を、たった 2 日で一気に調べられることを可能にしました。

## ミクロの凸凹が不可能を可能に

しかし、コピー量が極端に少ない RNA の場合、きちんと光らせることが難しかったのです。そこで開発されたのが、東レ株式会社の「3D-Gene®」です。ガラスではなく特殊な黒い樹脂を使い、その表面に直径 100  $\mu\text{m}$ 、高さ 300  $\mu\text{m}$  の円柱を規則正しく配置し、凸凹構造をつくります。平らなガラスでは、プローブがつくる円の直径にバラつきが出るため、光の強さを正確に比べられませんでした。そこで、円柱上にプローブを乗せることで、一定の直径内に収めることができるのです。また、凹んだ部分には、直径 150  $\mu\text{m}$  のマイクロビーズを入れ、溶液を攪拌することでくっつきやすくしています。こうして、従来の 100 分の 1 の微量な RNA も調べられるようになりました。



プローブ



▲それぞれの円柱の上に  
プローブを固定してある。

この技術によって、これまで見つけることができなかった遺伝子にも、光が当たるようになるでしょう。夜空に輝く星をひとつひとつ数えるように、DNA 解析の研究も一歩ずつ進んでいくのです。（文・木村 聡）



# ねらった微生物を一本釣り

## 東京大学植物医科学研究室が開発した SMART 法

「この緑色の液体、悪い微生物を見つけると酸性になって黄色に変わるんですよ！」白衣を腕まくりした手に持った試験管を見せながら、学生の川西剛史さんは楽しそうに説明します。1g に 1000 種類近くの微生物がいるといわれる土壌から、たった 1 種類の微生物を選ぶことができる。そんな手品のような検出技術が開発されたのです。

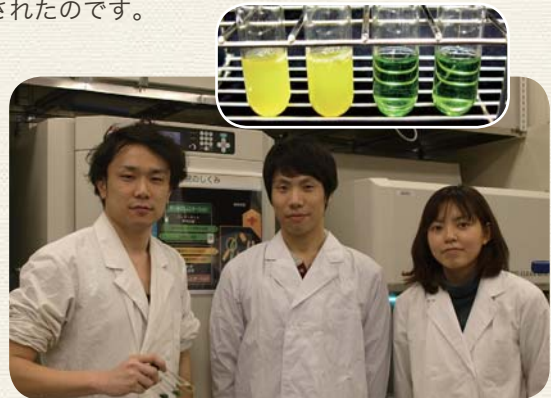
### 微生物にあわせてつくる必需品

微生物が増えるためには、温度、栄養分や水分など、さまざまな条件が揃っている必要があります。二酸化炭素、ブドウ糖などの炭素を含む化合物（炭素源）もそのひとつ。炭素源は体の中に吸収されると、からだの部品やエネルギーをつくることに使われます。微生物によって、使える炭素源の種類が異なる場合もあるので、研究者は微生物にあった炭素源やミネラルなどを混ぜてエサとなる「培地」をつくります。こうした液体や寒天でつくられた培地が、微生物を調べるうえで、不可欠な武器となっています。

### エサは設計図から選ぶ

微生物やウイルスの中には、植物に病気を引き起こすものもあります。環境中からそれらをいち早く見つけ出し、いかに植物を守るかが川西さんたちの研究テーマ。どの種類の病原菌がいるかを簡単に判断できるようになれば、対抗手段が選びやすくなります。そのために、決まった病原菌だけを見つけて出せる培地の開発を進めました。いろいろな条件を試すなかで、炭素源と、他の細菌の増殖を抑える薬をうまく組み合わせることで選別できることがわかってきました。しかし、炭素源は無数にあり、ひとつずつ試していたのでは何年もかかってしまいます。

研究を加速させたのは、生き物の設計図である DNA の情報でした。今では、多くの微生物の全 DNA 情報を、コンピュータで検索することが



▲上は培地の写真。病原菌があると黄色に変わる。下は、左側から川西さん、白石拓也さん、岡野夕香里さん。

できます。さらにその情報から目的の微生物にしか利用できない炭素源まで知ることができるのです。そこで、全 DNA 情報を利用してトマト、キャベツ、イネなどに感染する病原菌に合った炭素源をひとつずつ決定し、培地をつくりました。実験をしてみると、みごとそれぞれの培地でねらった病原菌のみが増えてきたのです。多くの微生物がいる土壌から 1 種類の微生物を選び出す技術、「SMART 法」の誕生です。

### 研究成果を現場に活かす

「この技術のおもしろさは、やっぱり最先端の研究を農業の現場と結びつけられるところですね」。SMART 法をもとに開発したキットは、専門知識や装置がなくても簡単に使える優れもの。農家の人や家庭園芸家でも、自分で病原菌が見つかるのです。大学の研究が農業を活性化する。そんな日がやがてやってくることでしょう。  
(文・高橋 宏之)



# Ah-HA!カフェ 最近よく耳にする話題の「キーワード」。それに関する疑問に、研究者が答えます。



早稲田大学  
前原文明さん



## その疑問、私がお答えしましょう！ 「地上デジタルテレビ放送」

デジタル化する最大のメリットは、高品質な映像。しかし、情報量が増えすぎてしまうため、送信する際に情報を圧縮することが必要になります。それを可能にしたのが、情報圧縮技術「MPEG2」。映像は画像の連続で成り立っていますが、画像中には前後で似ている部分が多くあります。たとえば、背景は変わらず人だけが移動する場合、背景のデータは、「ひとつ前と同じ処理」信号を送ることで前の映像を再利用し、人のデー

タは、移動した場所と方向という変化した情報のみを送ります。このように、情報を極力少なくすることで、高品質映像の送信を可能にしています。しかし、受信側にこれらの情報と信号を解凍する能力がないと再生することができません。そのため、地デジチューナー、もしくはそれを内蔵した地デジ対応テレビが必要になるのです。そして、デジタル化の恩恵はそれだけではありません。じつは、デジタル放送により、必要となる周波数の幅が減り、約60MHzの余り「ホワイトスペース」ができました。周波数は、国民の資源。この空いた部分の周波数に、需要の高まる携帯電話や、車間衝突防止システムなどの通信を割り当てることが現在総務省で検討されているんですよ。



なるほどね。圧縮されているデータの解凍が必要だったんだ。

周波数の使い道が広がれば、将来いろいろなことができそうだね。



(文と構成・上野 裕子)

取材協力：早稲田大学基幹理工学部 准教授 前原文明さん  
(c) Leave a Nest Co., Ltd.



## キミはなぜ大学に行く！？～知識は未来への投資～

「どの学部受けるか決めた?」「う～ん、まだ……」。そんな会話が、あちらこちらから聞こえてきそうな春風吹く頃。新学期になり、自分の進路を考え始めている人もいるかもしれません。みなさんにとって、大学に行く意味とはなんでしょう。将来の夢を実現するため、周りの友達が行くからなどと、理由はさまざまあるでしょう。

「人生は職業ではありません。職業以外の自分の暮らしを充実させるためにはどうすればいいか、それが知識であり、その学びをするのが大学です」と語るの、東京大学二十九代総長の濱田純一さん。高校で学ぶ化学や物理の問題には、必ず正解がひとつあります。しかし、大学では、同時に複数の正解がある、もしくは正解のない「学問」に出会います。まだ誰も解明したことのない未知の領域に対し、自分で解決の糸口を見つけアプローチします。それが学問の難しさでもあり奥深さでもあります。なんらかの答えを一生懸

命見つけ出そうとする「過程」が知識となるのです。大学とは、これまで学んだ知識が社会のどの部分とつながっているのかを知り、自分が学ぶということがどういう意味を持つのかを、初めて理解する場。そして、大学にいる人々が知識をつくり出し、こうした知識が未来の地球をつくる投資となっていくます。

巨大な「知の組織」である東京大学を統括する立場の濱田さんがどのように大学の間をとらえ、考えているかを知る一冊です。受験問題や偏差値だけでなく、たまには違う角度から大学を眺めてみませんか。



book



未来のために  
伝えたいこと

『東京大学 知の森が動く』

濱田純一 著

東京大学出版会

1,800円（税抜）

# 自動車は、まだまだ進化する

堀内 伸一郎 日本大学 理工学部 機械工学科 教授

小さな頃から飛行機の模型が大好きで、高校生のときはラジコン飛行機を飛ばしていた。大学では人力飛行機をつくりたい！そう考えていた堀内さんの道は、大学入学直後に少し方向転換をした。目が向いたのは、「動きをいかに制御するか」ということだった。

## 乗り物好きが、研究者になった

飛行機好きの少年が動きの制御に興味を持ったのは、格納庫で実際に飛行機づくりをする現場を目にしたときだった。「手を動かして飛行機をつくるより、その動きを解析したいと感じたんです」。そう話す堀内さんは、大学院で飛行機が出す騒音を減らす飛び方について研究を行い、卒業後に自動車の動きの制御を専門とする研究室に移った。「飛行機も自動車も、運動を方程式で表して、制御法を考えるという点は共通なんです。今は最適な走り方ができるよう、運転者に合わせてサポートをする方法を研究しています」。研究の目標は、アクセルやブレーキの踏み方など人ごとに異なる癖も認識したうえで、姿勢を崩さないように自動的に動きを制御する車だ。

## 運動を計算し、制御を変える

理想的な制御を行うためには、まずどんなときに車は姿勢を崩すのかを調べることが重要だ。そのために、タイヤの向き、回転数、ブレーキのききの強さ、車体の重さや重心の高さなどさまざま

な要素を使い、車の動きを予測する方程式を立てた。そしてアクセルやブレーキ、ハンドルをどのように操作したら最も不安定になるかを計算し、それを防ぐように機械がアシストする方法を考えるのだ。そうしてつくり上げた制御法の効果を、シミュレーターで調べる。それだけでなく、タイヤの向きやブレーキのきき具合をコンピュータで制御できる実験用の車を使った実験もしている。学生が実際に運転して、車が思い通りに動くかどうかを確かめるのだ。

## 未来の車を想像しよう

研究が進んだその先では、どんな車が生まれるだろう。今は車を買いか換えるごとに、運転者が操縦性の違いに慣れる必要がある。それを「運転者の癖をメモリーカードに記録して、車を買いか換えてもカードを差し込むだけでドライバーの特性に合った最適な制御ができるようにしたいですね」と話す堀内さん。車の動きと運転者の感覚を解析し尽くした末に生まれる未来の自動車は、きっと誰にとっても運転しやすいものになるはずだ。  
(文・西山 哲史)



堀内 伸一郎 (ほりうち しんいちろう) プロフィール  
1984年、日本大学大学院理工学研究科航空宇宙工学専攻修了。工学博士。同大学助手、ミシガン大学交通研究所客員研究員などを経て、2001年から現職。



# 地球温暖化問題の解決される未来へ

山中 康裕 北海道大学 大学院地球環境科学研究所 教授

「地球温暖化問題は、なんとかなる」。気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の報告書に貢献している「海洋生態系シミュレーションモデル」の研究を行う山中康裕さんは、そう口にした。世界の気候は今後、どうなっていくのだろうか。

## 海の表層にいる小さな生き物

私たち人類が排出する二酸化炭素の量は、炭素で換算して1990年代、1年間で80億トン。このうち、海が吸収する量は約22億トンだといわれている。「プランクトンは、光合成によって二酸化炭素を有機物に変えています。しかし、気候が変わると海水の循環が変わる。栄養塩を豊富に含む深層水が海洋表層に届かなくなり、プランクトンの成長が悪くなるといわれているのです」。プランクトンの動きを把握できれば、温暖化と水産資源の関係性も明らかになる。山中さんが最近開発した新しいモデル「COCO-NEMURO」は、北太平洋における栄養塩やプランクトンの主要な種類などの物質循環や生態系を追うことができる優れたもの。これにより、温暖化によって、春先の植物プランクトンの大増殖が10～20日程度早まることがわかってきたのだ。

## 「こだわらない」という姿勢

子どもの頃から地球に興味があって、図鑑をぼろぼろになるまでくり返し読んだ。高校生のときの夢は、環境問題の最前線に立つ地球科学の研究者になること。その一方で、パソコン少年でもあった山中さんは、このふたつの興味を活かして、自分にしかできないことをやろうと決めた。そして20年前、雲の動きや海流など物理的な要因のみで構成されていた気候モデルに、「植物プラン



山中 康裕（やまなか やすひろ）プロフィール  
1991年、東京大学大学院理学系研究科にて修士課程終了後、東京大学気候システム研究センター助手。1995年、東京大学にて理学博士号取得、1997年からプリンストン大学客員研究員。1998年より北海道大学大学院地球環境科学研究所助教を経て、2010年より現職。

クトン」の炭素循環を取り入れることを思いついた。シミュレーションしてみたところ、これまで観測でいわれていた予想と大きく異なっていたのだ。それは当時あまり注目されていなかっただけに、この研究成果のインパクトは大きいものとなった。

## 最後の秘策は、人づくり

そんな山中さんが行き着いた地球温暖化の防止策は、「人」だった。「地球温暖化は、対策ではなく、予防が大事なんです。これからは、世の中の人たちの温暖化に対する意識を変えられるような人を育てていきたいですね」と語る山中さんは、現在、北海道大学での人材育成に力を入れている。20年前、インターネットがこれほど普及するとは考えられなかったように、数十年後、地球温暖化の心配が消える世界になるかもしれない。なんとかなる、なんとかする。山中さんはその決意をもってこれからも突き進む。



# ミクロな機械「タンパク質」でつくる社会

金谷 茂則 大阪大学大学院 工学研究科 教授

タンパク質のサイズは、およそ 10 nm。目で見えることも触れることもできないけれど、アミノ酸が無駄なく配置され、じつに規則正しく、そして効率よく働いている。解析が進み、明らかにされていくタンパク質の姿を、金谷茂則さんは「分子機械」と表現する。

## 微生物がもつ酵素のちから

金谷さんが現在注目しているのは、万博会場で剪定された枝葉を処理するために、窒素源として尿素を加え、微生物が持つ酵素によって発酵させた「コンポスト（堆肥）」だ。酵素とは、生体内の化学反応を触媒するタンパク質のこと。コンポストの中の温度は、はじめは 50°C だったものが時期によって 70～80°C に上がったたり、40°C に下がったりと変化する。それぞれの温度の堆肥から微生物をサンプリングすることで、特徴のある酵素を見つけることができるのではないかと考えたのだ。実際に金谷さんたちのグループが見つけた最も特徴的な酵素は、ポリエチレンテレフタ



金谷 茂則（かなや しげのり）プロフィール  
1979年、東北大学大学院理学研究科化学第二専攻修了。理学博士。米国立衛生研究所(NIH)、三菱化成株式会社、株式会社蛋白工学研究所を経て、1995年より現職。

レート（PET）を、1週間でもとの半分の重量にまで分解することができる「エステラーゼ」だった。

## 明らかになる「分子機械」の姿

「生体内の化学反応を担うタンパク質の働く様子や構造など、分子や原子の世界を見てみたい」。それが金谷さんの研究を押し進めるモチベーションだ。さらに、特徴的な酵素を探し出して構造を調べ、社会に役立てていきたいと考えている。今は、X線構造解析や核磁気共鳴（NMR）、電子顕微鏡など、目には見えない酵素の姿を観察する技術が発達し、さらには、遺伝子組換えによって目的のアミノ酸を置き換えることで、働きを調べる方法も確立されている。「目覚ましいサイエンスの発展とともに、構造解析で得られる新たな情報が増えてきました」とこの数十年間を振り返る。

## タンパク質を自由にデザインする

これまでは不可能だと考えられてきた、「反応性が高く安定性も高い」という、いいとこ取りのタンパク質を人工的に合成することができるようになってきた。金谷さんの目標は、目的に応じて新しい機能を持ったタンパク質をつくり出すこと。今は、コンポストから発見した酵素の構造やPETの分解過程を明らかにし、一晩で1本のペットボトルを分解できてしまうくらいまで活性を向上させることを目指している。ミクロな「分子機械」の研究が、環境に負荷のかからないような社会の実現につながっている。





3の万年筆を  
さしあげます



☆研究者への手紙募集中☆

『someone』に登場した研究者に手紙を書いてみませんか。次回、返事を書いてくれるのはP22に登場した山中康裕さんです。誌面で紹介させていただいた方にはセーラー万年筆製プロフィット万年筆をプレゼントいたします。ご応募お待ちしております。

橋本先生、初めましてこんにちは。  
『someone』で先生の記事を読み、すっかりスポーツ科学に魅了されてしまいました。私自身、運動部に所属し、つらい練習をして乳酸が溜まることを経験していました。乳酸が溜まると足が重くなり、痛みを感じます。だからずっと、乳酸は疲労物質だと思っていました。先生の記事の内容はとても興味深く、そしておもしろかったです。私は今までスポーツと生命科学を一緒に考えたことはありませんでした。しかし、先生の研究内容は斬新で、科学にこういう分野もあるのか、と驚かされました。人の暮らしをより良くする、素晴らしい研究だと思います。橋本先生、スポーツ科学という未知の分野ですが、どんどん盛り上げていってください。良い研究結果を上げられることを楽しみにしております。頑張ってください。  
清水 千香子 (15 歳)

今回は、2010 冬号に登場したスポーツ科学の研究者、橋本健志さんにお返事を書いてもらいました。

清水千香子さんへ

お手紙ありがとうございます。スポーツ科学の世界に興味を持ち、頂いたこと、大変嬉しく思います。清水さんが経験されているように、運動中に筋疲労を感じるときには確かに乳酸産生が活発なことが多いのですが、筋疲労は乳酸以外のいくつかの要因が複合的に関与しているのです。実は、乳酸と筋疲労の関係は、100年近くも前にノーベル医学生理学賞の対象となっているのです。しかし、スポーツ科学の研究によって、そうした概念が必ずしも真実ではないとわかってきたことは、本当に面白いことだと思います。

お手紙の、「ひとの暮らしをよくする素晴らしい研究」の一言が、私たちに研究者を勇気付け、さらなる研究に励むうえでの力になります。これからも、スポーツ(運動)を安全に、楽しく、快適に行い、そして健康増進へと導くような研究を行ってほしいと思います。また、近い将来は是非一緒にこの分野を盛り上げてくれることを心から願っております。

橋本健志

【応募方法】 便せんに研究者への手紙、氏名、年齢、住所を書いて、以下の宛先まで郵送してください。なお、お送りいただいた手紙、および研究者からの返事は誌面にて公開させていただくことがあります。

【宛先】 〒160-0004

東京都新宿区四谷 2-11-6 VARCA 四谷 10 階  
someone 編集部 「研究者への手紙」係

【応募〆切】 2011 年 4 月 28 日 (必着)

協力：Sailor セーラー万年筆株式会社

<http://www.sailor.co.jp/>





先輩からの  
メッセージ

2008 夏号から始まった「研究者への手紙」コーナーも開始から 3 年を迎え、これまでに 10 組の研究者と読者のみなさんのお手紙を紹介してきました。今回は、その特別編として、初めて「研究者へのお手紙」を掲載させていただいた乾龍之亮くんから、高校生のみなさんへメッセージをいただきました。

++ 2008 夏号でのやりとり ++

初めまして。僕は今高校 2 年生で、将来のことについて少し悩んでいます。というのも、以前より科学、特に生物学に興味があり、生物系の研究者になりたいと思っていますのですが、僕が研究者に向いているかどうか不安なのです。理系の勉強をしていますが、周りの友達のように数学的センスがある訳でもなく、頭の回転もあまり速い方ではありません。研究者に必要と言われる「何事にも疑ってかかる」力もなく、人の言うことをすぐ鵜呑みにしてしまいます。自分の意見を押し通す勇氣にも欠けています。こんな自分が、いくら生物が好きだと言っても、将来研究者の世界で立派な仕事ができるかどうか心配です。清水さんは、そのような不安を感じたことはありますか。 乾 龍之亮 (17 歳)



私は正直に言って、研究者となった今でも研究者に必要といわれているものを自分が持っているのかわかりません。もちろん不安になることもあります。だけれども、science が大好きで研究を楽しんでいることは間違いありません。これが一番大切なことなんじゃないかな？

Science が好きだと色々な疑問や idea が浮かんできます。自分の出した研究結果に自信を持てます。なんでだろう？ どうしてだろう？ と新たな疑問が浮かんできて、その答えを知りたくてまた研究を続けちゃうのです。

乾君が心配している、研究者として必要な能力は大学や大学院でトレーニングされるので大丈夫です。乾君が science に興味があるなら、研究者に必要な二つのうちの一つはもうすでにあるので、あとは研究が好きかどうか色々なところで試してみるといいと思います。安心して研究者への道をすすんで下さいね。 清水 佐紀

高校生のみなさんへ

Someone. で「研究者の方からお手紙をいただいてからはや 3 年が経ちました。いま振り返って来て、この 10 代後半からの 3 年という時間で変わったもの多さに驚かされます。研究者という職業に単純に憧れていた 3 年前とは異なり、現在では、研究の最前線と一般の人とをうまく仕事、科学コミュニケーターに興味をもっています。大学で様々な学問領域に触れ、その広大さを実感したことが「転機」となりました。このような道半ばの間が、後輩のみなさんに対してどのようなメッセージを贈れるか甚だ疑問で「あか」、ひとつお伝えあるならば、「世界を広げる」という言葉を挙げたいと思います。様々な選択に迫られる 10 代、迷い選んだ道を後悔することも多いかもしれない経験あるでしょう。その時に「ネガティブにならない」、今いるポジションを活かして新たな活躍場所を探り、前向きな広い視野を持つと素敵です。そのため、自分の殻に閉じこもることなく、自分の可能性を広げてやっとなりを続けてほしいと思います。夢の途上にいる人間同士、一緒に頑張っていましょう！

乾 龍之亮



乾 龍之亮 くん  
洛南高等学校 (京都府)  
卒業。現在は、京都大学  
農学部 の 2 年生。

協力：  
Sailor セーラー万年筆株式会社



# 高校生のみんなに聞いてみました。

自分はこうだけど、周りのみんなはどうなの!? そんなサイエンスにまつわる「ちょっと気になるけど、なかなか聞けない」質問や疑問を、全国の高校生に聞いてみました。

## テーマ「記憶に残るおもしろかった、楽しかった科学実験を教えてください」

コーラとメントスを混ぜて、火山の噴火を再現した。(高1・男)

真空装置の中に線香のけむりを入れて、雲をつくった。(高2・男)

アンモニアの噴水実験。(高1・女)

線香花火をつくった。(高2・男)

野菜から DNA を取り出したこと。(高1・女)

金属の炎色反応。あんな莫大なエネルギーがあるなんて思わなかった。(高1・女)

スライムをつくった。(高1・男)

廃油から石けんをつくった。(高1・女)

ホテルの光を人工的に再現した。(高1・男)

風船にレモンをかける実験。(高2・男)

someone 編集部メンバーである、理系の大学生・大学院生にも、それぞれが体験したおもしろい科学実験について聞いてみました。

- ▶ 昆虫の一種であるユスリカの DNA を観察しました。(竹原：新しい環境で奮闘しています)
- ▶ ナトリウムランプを使って黒い炎をつくりました。(林：3DS の技術に感動中)
- ▶ 時間無制限！バッタ vs カマキリ。自然の厳しさを知りました。(井上：メタボの研究しています)
- ▶ ブタの心臓の解剖をして、大動脈に指を入れました。とても楽しかったです。(上野：大腸菌の遺伝子操作中)
- ▶ 大量のハエをひたすら分類しました。(住吉：someone 初登場)

なるほど。教科書に載っている内容からマニアックな実験まで、いろいろ経験しているんですね。「そんな実験できるの!？」と、興味を持った人は、ぜひ編集部までご一報を。コーナー「実践! 検証! サイエンス」で取り上げるかもしれません。

今回のテーマは、「興味のある、進みたいと考えている学部・分野」です!

# たい肥研究で一石二鳥！

県立栃木農業高等学校 環境科学部

あまがい 天海美里さん（3年生）、ゆか 須藤佑果さん（2年生）、つきよ 高畑月夜さん（1年生）

こんにちは！  
ぼくとテットです。  
このコーナーでは、理科系の部活動や研究をがんばっている栃木県の高校生を紹介していきます。



小森芳次先生

天海美里さん

須藤佑果さん

高畑月夜さん

私たちは、渡良瀬遊水地にたくさん茂っているヨシを使って、循環型の地域活性化のしくみをつくりました。

渡良瀬遊水地のヨシは、これまでは野焼きによって処分されていましたが、二酸化炭素排出の問題があり野焼きが禁止されたのです。すると、ゴミのヨシが増えてしまい、遊水地の自然環境が悪化していました。そこで、そのヨシを「堆肥」にして、地元の農家さんに使っていただいたり、植林活動に使用したりすることを考えたのです。

ヨシは繊維質でかたく、堆肥化するのはとても難しいのですが、私たちは「プール法」という方法を考案し、成功しました。まず、ヨシを切り出してきて、長さ5～10 cmに細かく切りました。

そして手製のプールにヨシと米ぬかと私たちの研究開発した自家製土着菌を入れてよく混ぜ、土着菌にヨシを分解させました。完成した堆肥は、排水力が高く使用感がよいようです。

さらに、私たちは渡良瀬川の源流にある足尾銅山の緑化のため、ドングリの苗の植林活動にこの堆肥を使用しました。渡良瀬遊水地のゴミだったヨシを堆肥化して、そして足尾銅山を緑化するという循環が起こったのです。また、他の団体の方々と一緒に活動したことで、地域の活性化にもつながりました。

自分たちでヨシを堆肥化する方法を開発したなんてすごいね。天海さんたちは、この活動によって「第19回地球環境大賞」を受賞しました。おめでとう！

次回も、栃木県のがんばる理系高校生を紹介します。お楽しみに！



## T-BERRY プロジェクトとは

地元にある企業が持っているテクノロジーや、大学で行われている研究のおもしろさをもっともっと知ってほしい！「T-BERRY」は、そんな想いから栃木県で生まれたプロジェクトです。今年は、栃木県内の理系高校生をクローズアップ！地元メディア（テレビ、ラジオ）やウェブサイトなどを通じて、情報を発信していきます。

ウェブサイト <http://t-berry.channel.yahoo.co.jp/>

お問い合わせ先 T-BERRY 事務局 [t-berry@leaveanest.com](mailto:t-berry@leaveanest.com)



## 宇宙教育プロジェクト® 活動報告

# 宇宙に行ったひのきとりんご 「宇宙種授与記念フォーラム」開催

ひのきのまち「木曾町」とりんごのまち「青森県」。それぞれのまちのシンボルである植物の種子が、宇宙を旅して還<sup>かえ</sup>ってきました。2010年5月から、国際宇宙ステーション「きぼう」日本実験棟に保管されていたものです。地域で親しまれているこれら植物の種子は、各地域にて食育・教育や研究活動に用いられます。

## ひのき

ヒノキ材は、美しく耐久性が高いことから、高級建材として用いられてきました。特に、神聖なお寺や神社の建築には必ず、腐りにくく、アリが巣をつくって穴だらけになるなどの害虫被害を受けないヒノキが使われています。その耐久性の秘密は、ヒノキに含まれる精油「ヒノキ油」にあります。多くの植物は、外敵から自分の身を守るために殺菌作用のあ

る物質をつくることが知られており、ヒノキ油もそのひとつで、さわやかな香りがします。生ものに乗せるまな板や、菌が発生しやすい風呂材にヒノキが用いられてきたのは、昔の人々がヒノキ油の効果を知っていたからでしょう。

そんなヒノキ油の成分が特定されたのは、1930年のことでした。台湾にある台北大学の教授だった野副鉄男<sup>のぞえ</sup>さんが、放置されていた大量の台湾ヒノキ油から殺菌作用のある物質を抽出することに成功したのです。その物質は、「ヒノキの油」を意味する「ヒノキチオール」と呼ばれるようになりました。ところが、木曾ヒノキに代表される日本古来のヒノキには、ヒノキチオールがほとんど含まれていないことがわかっています。木曾ヒノキからはヒノキチオールよりも強い殺菌作用を示す「ヨシキソール」と呼ばれる成分が抽出されているのです。

宇宙から還ってきたヒノキの種子は、地元木曾の子どもたちによって育てられます。育った苗木の使い方は町民から募集するとのこと。あなたなら、どのようなことに使ってみたいですか？



## 「宇宙種授与記念フォーラム」開催

宇宙から還ってきた種子を、育成してくれる学校に手渡すとともに、宇宙に関連したお話を聞くことができる「宇宙種授与記念フォーラム」を長野県木曾町および青森県津軽にて開催します。

詳細は、宇宙教育プロジェクト公式 web サイトにてお知らせします。URL：<http://www.space-education.jp/>

### ひのき

木曾町が後世に伝える「宇宙ひのき」種子を町の子どもたちに授与します。

開催時期：2011年5月（予定）

参加者：「宇宙ひのきプロジェクト」を実施する  
木曾町すべての小中高生および地域住民

協力：LIXIL

LIXIL と LIXIL 住宅研究所アイフルホームは宇宙の種で地域活性化を推進します。

### りんご

世界のブランド「FUJI」原木の「宇宙りんご」種子を子どもたちに授与します。

開催時期：2011年5月以降

参加者：「宇宙りんごプロジェクト」に参加する高校の  
全校生徒および地域住民

共催：LIXIL 住宅研究所アイフルホーム

**LIXIL** 住宅研究所 **アイフルホーム**  
Link to Good Living

## りんご

樹になったばかりのリンゴの実は、小さくてかたく、緑色をしています。これがだんだんと大きくなるのに伴い、葉の光合成<sup>ともな</sup>によってつくられた糖やでんぷんが実に運ばれ、蓄積されていきます。ある程度実が大きくなると、緑色が薄れて赤く色づき始めます。色が変わり始めるためには、「果実に糖が蓄積される」「果実に光が当たる」「気温がちょうどよくなる（品種によって異なりますが、だいたい10～20℃が適温）」という3つの条件が揃う必要があります。この条件が揃う頃、リンゴの実で植物ホルモンの一種であるエチレンがたくさんつくられるようになります。これをきっかけに、果実は成長期から成熟期へ移り変わり、成熟を引き起こす酵素の多くが働き始めるのです。赤くなるほか、やわらかくなったり甘くなったりといった変化が起こります。

また、熟するにつれて酸味が減り、甘味だけが感じられるようになります。酸味の主な原因となっているのは、リンゴ酸という物質。

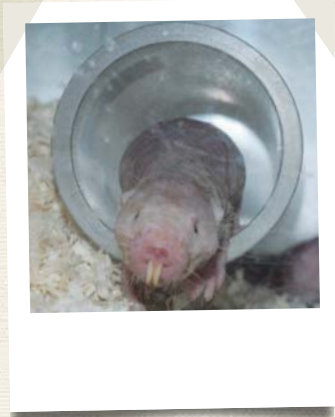


リンゴにはリンゴ酸がたくさん含まれていますが、成熟に伴い減少します。成熟をもたらすエチレンには、リンゴ酸を分解する酵素をつくらせる働きもあり、その酵素によってリンゴ酸が分解されるためです。だから、熟したリンゴには酸味が少ないのです。

宇宙を旅したのは「ふじ」という品種のりんごの種子。世界中で最も多く生産されている品種です。宇宙に行った種子を育てて採れる実は、どんな味がするのでしょうかね。



うちの子を紹介します



▲アクリル製の人工巣で育てられています。

## 第16回 げっ歯類 ハダカデバネズミ



▲名前の通り、出っ歯で毛はありません。

研究者が、研究対象として扱っている生き物を紹介します。毎日向き合っているからこそ知っている、その生き物のおもしろさや魅力をつづっていきます。

ネコのひげのような感覚毛以外の毛はなく、前歯が長く突き出しているその姿は、ちょっとだけグロテスク。自然界では、穴の中で生活しますが、研究室ではアクリル製のトンネルを設置したケージの中で飼育されています。アクリル板をカリカリ削ったり、滑って転がったりと、かわいい姿を見せるハダカデバネズミは、研究対象としてもおもしろい生き物なのです。

彼らが注目されている大きな理由は、「真社会性」を持っているから。これは、アリやハチなどの昆虫によく見られる、階級のある集団をつくる性質のことです。真社会性の動物は、群れの女王と選ばれたオスだけが生殖ができ、他の個体は不妊化し、巣に食料を運んだり、敵と戦ったりしています。このような性質を持つほ乳類は、世界でたった2種しか見つかっていません。また、ハダカデバネズミは、真社会性昆虫とは異なり、それぞれの役割は固定されておらず、メスの働きネ

ズミは女王と離れると、生殖可能な状態へ変化して自らが女王になることができるという、とてもめずらしい性質を持っています。

さらに、最近では、普通のネズミの平均寿命が約2年であるのに対して、ハダカデバネズミはなんと平均28年も生きることがわかっています。しかも、自然な状態では、がんにならないというのです。ハダカデバネズミは独自の抗老化・抗がん化のメカニズムを持っている可能性があるとして、研究者の注目を集めています。世界ではまだほとんど研究されていないのが現状です。

このような、動物たちがもつユニークな機能を明らかにしていくことが、私たちの生活に思わぬ恩恵をもたらす可能性を秘めています。ハダカデバネズミも私たちのすぐ近くにはいませんが、じつはとても「身近な」動物といえるかもしれませんね。(文・住吉美奈子)

取材協力：慶應義塾大学医学部生理学教室 ハダカデバネズミ研究ユニット



#### ■教育応援企業（50音順）

アストラゼネカ株式会社  
アトー株式会社  
アルテア技研株式会社  
ヴィストン株式会社  
エプソン販売株式会社  
株式会社LDファクトリー  
株式会社沖縄計測  
株式会社沖縄タイムス社  
有限会社沖縄長生薬草本社  
オリンパス株式会社  
株式会社共立理化学研究所  
株式会社グローバックス  
グローリー株式会社  
株式会社クロスアビリティ  
ケニス株式会社  
株式会社ケミックス  
ケンコーマヨネーズ株式会社  
株式会社講談社  
サーモフィッシャー  
サイエンティフィック株式会社  
株式会社JTB 法人東京  
株式会社しじみちゃん本舗  
清水建設株式会社  
株式会社進研アド

鈴廣かまぼこ株式会社  
積水ハウス株式会社  
セーラー万年筆株式会社  
株式会社セルシード  
株式会社創元社  
双日九州株式会社  
太陽誘電株式会社  
株式会社チヨダサイエンス  
DIC ライフテック株式会社  
株式会社東京化学同人  
東レ株式会社  
株式会社常磐植物化学研究所  
株式会社トミー精工  
株式会社ニコビジョン  
株式会社日刊工業新聞社  
株式会社ニッピ  
株式会社日本医化器械製作所  
日本サブウェイ株式会社  
日本ジェネティクス株式会社  
日本蓄電器工業株式会社  
株式会社パジコ  
パナソニック株式会社  
株式会社ビクセン  
株式会社福島商店

株式会社 Fusion'z  
プロメガ株式会社  
株式会社ベネッセコーポレーション  
丸善株式会社  
三菱電機株式会社  
宮坂醸造株式会社  
株式会社ユードム  
ユニテックシステム株式会社  
横河電機株式会社  
読売新聞東京本社  
株式会社 LIXIL ★  
LIXIL 住宅研究所アイフルホーム ★  
株式会社ロッテ  
株式会社ワオ・コーポレーション  
和光純薬工業株式会社

※教育応援企業は、本誌の発行をはじめ  
先端科学実験教室の運営など、子どもた  
ちへ「興味の種」を渡し、未来の人材を  
育てるための活動を応援しています。

★：宇宙教育プロジェクト参加企業

#### ■掲載大学・研究機関（50音順）

大阪大学  
京都大学  
慶應義塾大学  
帝京大学  
東京大学  
同志社大学  
日本大学  
北海道大学  
立命館大学  
琉球大学  
早稲田大学

#### ■本誌のお取り寄せ方法

高校生以下の生徒様に向けて配布される場合に限り、本体  
価格 500 円（税抜）を無料にて、送料のみお客様にご負  
担いただきお届けします。ただし、100 冊単位での送付  
となります。また、個人向けに書店での販売も行っており  
ます。詳細・お申し込みは『someone』公式サイトをご  
覧ください。

#### ■『someone』公式サイト URL

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

#### ++ 編集後記 ++

特集「元素航海」に登場した、銅 (Cu)、ルテニウム (Ru)、  
ヨウ素 (I)、ユーロピウム (Eu)。これらの元素記号の頭  
文字を並べてみると、じつは CURIE(キュリー)になるこ  
と、わかりましたか？ノーベル化学賞受賞 100 周年を記  
念して、ちょっとだけ遊び心をひそませてみました。高校  
で、科学の歴史を勉強する機会はありません。しか  
し、歴史的な大発見の裏には、必ず人々の既成概念をくつ  
がえすための地道な努力があるのです。私たちに求められる  
のは、科学技術が発展するとともに、常に状況の変化に  
対応できる柔軟さなのかもしれませんね。

今回発生した東北関東大震災により被災された方々  
には、お見舞いを申し上げますとともに、一日も早い復興を  
心よりお祈り申し上げます。私たち someone 編集部にて  
できることのひとつが、『someone』をつくり続けていくこ  
とだと思います。被災地に届けられるのは、もう少し先か  
もしれませんが、高校生の未来へつながらる一步を、しっか  
りと踏み出していきます。(孟 芊芊)

©Leave a Nest Co., Ltd. 2011 無断転載禁ず。