

いつもあなたのそばにサイエンス

2009. 春号

vol.07

[サムワン]

# someone

特集：ダーウィンの好奇心

宇宙に行ってみよう



# someone vol.07 contents

P04 ～ 特集1

## ダーウィンの 好奇心

特別収録：『問い』 覚 和歌子

- 06 ダーウィンの好奇心
- 07 植物化石
- 08 シャジクモ
- 09 エゾトラマルハナバチ
- 10 アホウドリ
- 11 たどりついた『種の起原』
- 12 ダーウィンへの手紙
- 13 対談：ダーウィンをみつめて

P26 ～  
特集2

## ついに きました 宇宙まで

- 28 宇宙とつながる研究室
- 30 メダカに託した想い
- 31 デブリが飛び交う宇宙空間
- 32 ソフトかつ確実に着陸せよ！
- 34 宇宙生活、ことはじめ～地球からの宅配便編～
- 36 宇宙教育プロジェクト活動報告

### ポケットにサイエンス

- 16 『ACADEMIC GROOVE』  
『ニホンカワウソ～絶滅に学ぶ保全生物学～』
- 17 『リバコミ！～74コのサイエンスのおはなし～』  
『いいことおしえてあげる～びせいぶつのひみつ～』

### 研究者に会いに行こう

- 18 ゲームづくりに理系、文系の区切りはない
- 20 研究室は、部室です。
- 21 研究者への手紙

### イベント pick up

- 22 第1回 高校生バイオコン ―開催報告―
- 23 someone サイエンスカフェ

### 実践！検証！サイエンス

- 24 植物の二酸化炭素吸収力、測ってみました。

### 生き物図鑑 from ラボ

- 38 うちの子紹介します 第8回 げっ歯類「デグー」

発行人 丸 幸弘

発行元 リバネス出版

〒160-0004

東京都新宿区四谷 2-8 藤井ビル 5階

TEL 03-6277-8041

FAX 03-6277-8042

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

### staff

編集長 設楽 愛子

art crew 佐藤 桃子 / 神畑 浩子 / 佐野 卓郎

編集 磯貝 里子 / 楠 晴奈 / 塚田 周平

記事 リバネス記者クラブ

# ときを超えて 過去を語る

トルコの穏やかな青空の下、白い石が規則正しく積み上げられた遺跡が広がっています。70年ほど前、ここで紀元前23世紀頃の王墓からひと振りの黄金の柄を持つ鉄剣が発掘されました。



この地域は、紀元前15世紀頃、人が鉄鉱石から鉄製品をつくる「製鉄技術」を確立させた文明の舞台でもあります。けれど、その鉄剣が発掘された地層は、製鉄が始まったと考えられていた時代より数百年も前のものだったのです。

どうやって製鉄技術なしで鉄剣をつくることができたのか、いろいろな仮説が出されましたが科学的に実証できた人はいませんでした。

「ものには歴史がある」。そう語る東京理科大学の中井泉さんは、自ら開発した可搬型蛍光X線分析装置たづさを携え、トルコへと向かいました。ものにX線を当てたとき、それを構成する原子の中の電子は励起され、安定化するとき元素ごとに決まった波長の蛍光X線を放出します。蛍光X線分析装置は、その波長を計測することで構成する元素を特定し、定量することができます。

調査の結果、鉄分を主成分とする隕石「隕鉄」に特徴的な成分であるニッケルが検出されました。この鉄剣は、現存する鉄製品としては世界最古のものといわれていますが、実は宇宙からやってきた隕鉄を材料にしてつくられたものだったのです。

私たちは目の前に存在する「もの」に刻まれた歴史の跡を、科学を使って見ることができるのです。(文・設楽 愛子)

※励起…原子がX線を吸収し、その中の電子が高いエネルギーを持つ状態になることをいいます。

協力：東京理科大学



とうとう

わたしたちは歌うしかなくなるだろう

永遠へと連なり遠ざかる いのちのゆくえを

世の中に生まれ続けるむごい風景と

物語の感傷に立ち向かうゆるぎなさで

問いかかけは

手放したとたんに 答えをくれる

わたしたちは はじまりと終わり

わたしたちは 宇宙をふるわす呼吸

いのちそのもの

詩 覚和歌子(かく・わかこ) 早大一文卒。平原綾香、smap、夏川りみ、クミコなどの作詞で、多くの作品をCD化。92年以後、自作詩の朗読ステージを国内外で精力的に展開。『朗読するための物語詩』という独自の分野を開拓し、評価を受ける。01年『千と千尋の神隠し』主題歌『いつも何度でも』の作詞でレコード大賞受賞。08年公開の『崖の上のポニョ』ではオープニング主題歌作詞。著作に、第一物語詩作品集『ゼロになるからだ』(徳間書店)、最新詩集『海のような大人になる』(理論社)、エッセイ、翻訳絵本など多数。04年ソロアルバム『青空1号』をソニーよりリリース。08年5月公開の写真映画『ヤーチャイカ』では、原作・脚本・監督(共同監督・谷川俊太郎)をつとめ、09年はル・テアトル銀座での舞台演出も手がける。

# 問い

ひとつめに知りたいのは

はじまりの瞬間

いのちからうまれ

いのちをうみおとし

つぎのいのちへとつながれる

その流れのみなもとにあったはずの

ちからと意思

その次に知りたいのは

途上

因果の法則にはずれて 変異をきたし

いのちのいれものは それぞれに

どんなときでも 進化の旅の道すがら

生きることは 朽ちていくこと

けれど

生きることは くり返すこと

見ないではいられない夢

つかまえられる今という一瞬を

呆然と見つめるしかないとしても



# ダーウィンの の 好奇心

この星にあふれるさまざまな生物。  
これまでどれだけの人々がそれに魅せられてきただろう。

チャールズ・ダーウィンもきっとそのひとり。彼の人となりをも解くと、見えてくるのはあらゆることに興味を持ち観察した、博物学者としての姿。幼い頃から植物や鉱物の収集が大好き。大学は医学部に進んだものの、血が苦手な医者にはならず、あいかわらず昆虫採集に熱中。22歳の頃にビーグル号に乗船したのも博物学者として。

そんなダーウィンが、もしも現在生きていたら、何に興味を持っただろう。そんなことを想像しながら……。のぞいてみようよ、生物の世界。

# 植物化石

## フィルムに写される太古の世界

化石は過去の生物を現代に残すもの。そんな化石となった被子植物を前に、ダーウィンは「<sup>いま</sup>忌わしき謎に満ちている」と言ったそうです。それは、裸子植物から被子植物への進化を説明するのに十分な化石証拠が見つかっていなかったから。しかし、現代の科学技術は、ミクロの世界まで含めた過去の環境をよみがえらせてくれます。

### 過去のかたちを現代に届ける

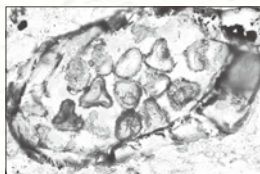
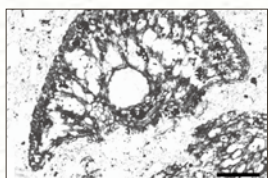
植物が土の中に埋まり、分解される前に火山由来の熱水や地下水に含まれるケイ素や炭酸カルシウムなどの鉱物が植物の組織にしみ込むと、もとの植物のかたちがそのまま化石として残されることがあります。たとえば、漬物をつくるときに味の成分が植物の組織にしみ込むようなもので、植物はそのかたちを保ったまま全体が石になってしまいます。このようにできた化石を「<sup>こうか</sup>鉱物化石」といいます。

### 当時を写すフィルム

化石をくわしく調べたい。けれども、ごつごつした石をそのまま顕微鏡で見ることではできません。ひと昔前は、化石を薄くスライスして観察用切片をつくっていました。しかし、これでは貴重な試料が割れて失われてしまいます。

そんななか、50年ほど前に「ピール法」という新しい切片のつくり方が開発されました。植物の化石が閉じ込められている石を酸につけると、石の成分だけが溶け、植物の組織はそのまま残ります。そこにアセトンという有機溶媒をたらしプラスチックフィルムを乗せます。乾いたフ

▼ヒノキ科とみられる化石の葉の横断面。葉の特徴からどのような植物かを調べることができる。中央に巨大な樹脂細胞がある。



▲パタゴニア地方で採取した岩石（右写真）を輪切りにして顕微鏡で観察した時に見つかったシダ植物の胞子のうと胞子。胞子にはとげがある。



イルムをはぎ取ると、植物の組織をそのまま取り出すことができるのです。その切片を顕微鏡でのぞけば、植物の微細な構造が見えてきます。たとえば、維管束の並び方、花や種子の構造、組織の中の虫までも。これらの情報を今の植物と比べることで、化石になったその植物がどんな種類なのか、どんな気候の下でどのような生活をしていったのかなどを知ることができます。切片は当時を写し出すフィルムのようなものなのです。

### ミクロの世界が教えてくれる生態系

化石の中には、当時生息していた目に見えない生物の世界もとどめられています。河口など分解されなかった植物の細かい破片などが溜まる場所では、溜まったものが水中の成分と結びつき、時間が経つと石になります。中央大学の西田治文さんは、今では氷河が存在するほど寒い南米のパタゴニア地方で採取した化石から、植物体の破片以外にもシダの胞子や菌類などをたくさん見つけました。これは、当時のパタゴニアがシダや菌類が多く生育する、温暖な土地だったことを意味しています。

科学技術の進歩によって明らかにされた化石の秘密をダーウィンが知ったら、今度はあまりに情報が多すぎて、頭を抱えていたかもしれません。

協力：西田 治文（中央大学工学部 教授）1979年千葉大学大学院理学研究科修士課程修了後、1983年京都大学にて理学博士取得。国際武道大学および東京大学助教授（併任）を経て、1997年より現職。



▲パタゴニアで採取した化石入りの岩石。

# シャジクモ

## 水中から陸上へ

緑あふれる山間の、鏡のような湖。静かな湖面をのぞいてみれば、その中に陸上に劣らないくらいさまざまな生物がいることに気づくでしょう。だって、生命はもともと水の中で生まれたのだから。

### 陸上植物の祖先

陸上植物が<sup>おひげ</sup>生い茂る湖の岸辺から少し離れた薄暗い水底に生える、緑色の車輪の軸のようなシャジクモ。植物が陸に上がったと考えられている約4億5,000万年前よりもずっと昔から、水中で繁栄してきた藻類<sup>そうるい</sup>です。日本でもさまざまな種が知られていますが、シャジクモの生息場所は人間活動の影響を受けやすい場所。現在多くの種が絶滅の危機に瀕しています。でも、消えないで。まだ知りたいことがあるのです。なにしろシャジクモは、陸上植物の祖先に最も近縁な藻類だと考えられているのですから。

### シャジクモの生活環

シャジクモの特徴は、単純な枝分かかれ構造と、カラフルな生殖器官。陸上植物と同様に、卵細胞(卵)と精細胞(精子)による卵生殖を行います。ただし、陸上植物と大きく違っているのは、その藻体<sup>そうたい</sup>が1組の染色体しか持たない一倍体の細胞でできているということ。

▼フラスコモのなかま(左・中央)とシャジクモのなかま(右)。

▶シャジクモ(*Chara braunii*)の藻体(下)と生殖器官(右)の拡大写真。



ここで思い出してみてください。種子植物などの植物体は2組の染色体を持つ二倍体です。一倍体なのは、減数分裂によってつくられた生殖細胞だけです。その生殖細胞が融合することで二倍体の受精卵ができ、それが体細胞分裂をくり返して新たな植物体をつくります。

シャジクモも同様に、生殖細胞の融合によって受精卵ができますが、体細胞分裂の前に減数分裂が行われます。そして一倍体の細胞が分裂することで藻体ができるのです。つまり、シャジクモでは二倍体の細胞が多細胞になることはありません。

### 水中から陸上へのストーリー

それでは、いつどのように多細胞の二倍体が誕生したのでしょうか。初めて陸上に進出した植物が多細胞の二倍体を持っていたのかどうかは今のところはっきりしていません。しかしシャジクモの生活環から、陸に上がった後、受精卵の減数分裂に先立って体細胞分裂が起こるようになり、やがてコケ植物、シダ植物、種子植物というように二倍体の植物体が目立つ植物へと進化していったと考えられています。

もちろん、私たちは水中から陸上への進化を目の当たりにはできません。けれども、今生きているシャジクモとその他の陸上植物の関係を調べることで、私たちは陸上植物の起源に思いをめぐらすことができます。シャジクモは陸上植物の起源を知るためのカギとなる生物なのです。

協力：伊藤 元己(東京大学大学院 総合文化研究科 教授) 1987年京都大学大学院理学研究科博士課程修了。理学博士。2000年東京大学大学院に赴任。2006年より現職。  
坂山 英俊(東京大学大学院 総合文化研究科 助教) 東京大学大学院理学系研究科博士課程修了。博士(理学)。



# エゾトラマルハナバチ

## ハチとハナのふしぎな関係

まだ寒い春の日の北海道、1匹のエゾトラマルハナバチが可憐なピンクの花にからだをあずけています。彼女は、女王バチとして巣をつくるため、日の光を浴びて金色に輝くふわふわの毛に覆われたからだで旅立ったところです。

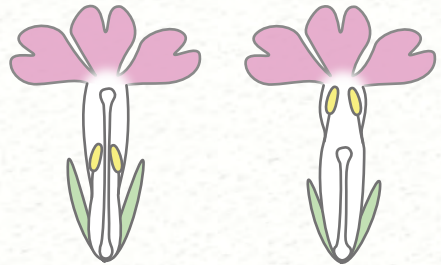
### 花にもハチにも大切な花粉

女王バチにとって、花蜜はエネルギー源、花粉は彼女の産んだ卵からかえった幼虫が成長するための栄養分。まだ寒く、花の少ない春先にちょうど花開くサクラソウは彼女にとって非常に大切な存在です。一方で花から花へと蜜を集めるうちに彼女のからだに付いたたくさんの花粉は、花側にとっても重要な役割を果たしているのです。

サクラソウは、「他家受粉」の植物。送粉昆虫のエゾトラマルハナバチが花粉を運ぶことにより子孫を残すことができます。サクラソウには、めしべが長くおしべがその下にある花と、反対にめしべが短くおしべの位置が上となる花の2タイプが存在します。しかし、同じタイプの花で自家受粉しても種子をつくることはありません。異なるタイプの間で交配することによって、はじめて子孫を残すことができるのです。

### ふしぎなことに長さがぴったり

そんな2つの生物には興味深い関わりがあります。女王バチが花蜜を吸うため、めしべの短い花に口吻を伸ばして差し込むと、口吻の付け根の部分に花粉が付きます。ハチが移動し、今度はめしべが長い花の蜜を吸おうと花筒に口吻を差し込むと、さっき花粉が付いた場所は、ちょうどこの花のめしべの位置と重なるのです。エゾトラマルハナバチの女王バチの口吻とサクラソウの花筒の長さはぴったりと一致していて、まるで花粉を運ぶために設計されたかのよう。他のハチでは口吻の長さが足りず、役に立ちませ



▲2つのサクラソウの花の断面を比較すると、左側はめしべが長くおしべはその下に、もう一方はそれとは逆にめしべが短くおしべが上に位置しています。両花のおしべとめしべの位置は、ピッタリと一致しているのです。

ん。長い地球の歴史の中で、時空間を共有してきた生物間に培われたものといえるでしょう。

### ハチを引き寄せる香り

最近になって、サクラソウが放つ花香の中に、エゾトラマルハナバチが仲間との情報交換に使っている「香りの言葉」と似た成分が含まれるらしいことがわかってきました。元来、ハチは学習能力が高いので、一度蜜を吸った花の香りを覚えることができます。それにもかかわらず、サクラソウがエゾトラマルハナバチに香りのメッセージを送っているとすれば、とても興味深いこと。博物学の時代、主にかたちに注目していたダーウィンがこんな「秘密の会話」を知ったら、いったいなんと言ったでしょうね。

協力：小野 正人（玉川大学 農学部 生物資源学科 教授）  
1988年玉川大学大学院農学研究科博士課程修了。農学博士。同大学に勤務後、1998年から1年間サイモンフレーザー大学研究員。2004年より現職。



ダーウィンの好奇心

# アホウドリ

## 誰も見たことがない鳥

頭に山吹色<sup>やまぶき</sup>をあしらひ、くちばしは青みがかったピンク色の大きな白い鳥、「アホウドリ」。先端に黒い模様が入った翼を広げると2 m。大きな羽をいっぱい広げてグライダーのように空を飛ぶ姿はとても優雅です。日本の無人島で繁殖する彼らは、一時たった50羽にまで減ってしまった絶滅危惧種<sup>ぜつめつきんしゅ</sup>なのです。

### 無人島だけで会える鳥

大型海鳥の彼らは、夏の間食べ物を求めてベーリング海やアラスカ湾、北アメリカ西海岸の沖を飛び回り、一部はメキシコ沖にまで南下します。10月になると、東京の約600 km 南、伊豆諸島最南部にある無人島の鳥島に集まり、そこで4か月間離れていたアホウドリのつがい(夫婦)は再会し、たったひとつの卵を産みます。鳥島は風が強く、木がほとんど生えない火山島。周囲が険しい崖となっているこの島には、鳥以外の動物はほとんどいません。彼らは誰にも邪魔されることなく子育てを行うのです。

### アホウドリが消えた日

1887年、おびたしい数のアホウドリが繁殖していた鳥島に12名の日本人が上陸し、島の開拓を始めました。羽毛を採るために、毎年十数万羽を捕獲し、それから約半世紀の間にわずか50羽にまで減らしてしまったのです。東邦大学の長谷川博さんがアホウドリのことを知ったのは



小学生の頃。1976年、28歳になったときに「日本人が絶滅の危機に追いやってアホウドリを救おう」と、ひとりで島へ渡ったのです。

### いつかアホウドリを見よう

大型のアホウドリは陸上では素早く動けず、飛び立つときには斜面を助走します。長谷川さんが最初に島に渡った当時、彼らは地面がむき出しになった斜面で細々と子育てをしていました。まず、そこに草を植えて地面を安定させ、卵の転落事故死を減らしました。次に考えたのは安全な場所への誘導計画。集団で繁殖する習性をうまく利用してたくさんの模型を並べ、録音した音声を再生し、若い鳥をなだらかな斜面へと呼び寄せたのです。12年かけ、新しい集団をつくることに成功しました。

最初に上陸した年、ひなの数はたったの15羽。それが32年後には270羽にまで増え、総個体数は約200羽弱から2,100羽あまりになりました。2008年には、火山のない小笠原諸島のむこじま鴛島列島に、ひなを移住させて新しい集団をつくる大計画が始まりました。アホウドリはようやく、絶滅の危機から再生の道へと進み始めたのです。



協力：長谷川 博（東邦大学 理学部 生物学科 教授）

1976年京都大学理学研究科博士課程修了。1977年より東邦大学理学部所属、2004年より現職。1976年からアホウドリの保護研究を開始し、2008年11月には鳥島で100回目の調査を行った。

# たどりついた 『種の起原』



冬が終わり、春がきたならば、まわりを見渡してみよう。木々は芽吹き、土の中から冬眠から目を覚ましたカエルが顔を出す。昆虫たちは花から花へと忙しく飛び回り、水の中では目には見えないけれど小さな生物たちが、今日もたしかに、繁栄と衰退をくり返している。

見た目がまったく違うそれらの生物は、実はそれぞれ生活環境に適したかたちをしています。そして、生物どうしお互いに関わり合いながら生命を営んでいるのです。

はじめは単純だったとされる生命が、長い時を経てさまざまに変化し多くの種が生じたと考えたダーウィンは、それを20年以上もかけて研究し、50歳のときに『種の起原』として一冊の本にまとめました。これにより進化論の基礎が確立されたと考えられています。

それでは、進化論を見出したダーウィンは『種の起原』を著すことで、私たちに何を伝えたかったのでしょうか。

この惑星が回転し続ける間に、ちょっとしたきっかけから誕生した生命が、気の遠くなるような長い時間の中で、これほどまでに多様な生物を生み、そして今この瞬間も新たな種が生まれつつあるということ。もしかしたら、伝えたかったのは、彼が気づいたこの事実の壮大さそのものだったのかもしれない。

『種の起原』：1859年初版発行。チャールズ・ダーウィン著。自然選択と適者生存の事実を科学的な視点から検証し、進化論を確立した。自然選択とは、生物に変異はランダムに生じ、環境に適した形質を持つものがその種の中で増え広がるということ。その結果、多様な種が生じるとした。

# ダーウィンへの手紙



拝啓、チャールズ・ダーウィン 先生

初めてお手紙を差し上げます。東京大学の長谷川寿一と申します。  
先生はビーグル号で世界一周されましたが、その折に日本にまでは立ち寄  
られませんでしたね。とても残念です。  
日本には、先生が大母さま甲虫がたくさんいます。甲虫エッセイ図鑑が4冊  
にもなるくらいです。中でもカブトムシは、日本の子どもたちが夢中になる  
甲虫の王様。大きさは中南米のヘラクレスカブトムシにかないませんが、ヘラ  
クレスにはおぬのできない垂直エリが得意です。  
さて、私はイギリスでの留学期間中に、ダーウィン先生にゆかりの場所と  
いろいろ訪ねました。シュルズベリーのご生家(マウント)では、お生れに  
なったお邸屋を拝見しました。若き日にエスマ夫人と乗馬を楽しまれた  
ウエッジウッド邸のメアのお屋敷や、結婚式を挙げられた教会にも伺いました。  
地質学の巡検をしたウェルズの山に登った日は、あいにくの霧でしたが、  
セジウィック先生と共に歩かれたカンブリア期の山道は、それはとても美し  
かったです。もちろん、ケンブリッジのカレッジ、ロンドンとダウンのお宅  
にも行きました。妻の真理子と一緒に巡ったのですが、彼女は紀行文を  
『ダーウィンの足跡を訪ねて』(集英社新書)という本にまとめました。写真  
と撮景したのは主に私です。本国のイギリスにもないダーウィン先生のガイド  
ブックですので、できれば英語版を作ればと願っています。  
来年は、いよいよマウントのお屋敷が誕生してから200年目、『種の起原』  
の刊行から150年目のダーウィン・イヤーですね。日本でもたくさんイベントが  
企画されているようです。日本の若い人たちに、先生の無教の偉業を  
伝えるように、私たちも頑張りたいと思います。どうぞ天国から見守って下さ  
いで、失礼いたします。

敬具

長谷川寿一

手紙を書いた人:長谷川 寿一(はせがわ としかず) 東京大学大学院総合文化研究科 広域科学専攻 生命環境科学系 認知行動学大講座 教授・副研究科長。専門は人間行動進化学、行動生態学、進化心理学で、インドクジャクの配偶者選択やヒト・類人猿の生活史戦略などの研究を行う。妻は同じく行動生態学者の長谷川真理子(総合研究大学院大学 教授)。愛犬はスタンダード・プードルのキクマルで、研究室の人気者である。

# ダーウィンを みつめて



対談

## 池尾 一穂 × 五條堀 孝



ダーウィン生誕から200年。時代を超えて進化の研究は、今も盛んに行われています。なぜ、研究者たちは進化について探求するのでしょうか。国立遺伝学研究所の五條堀孝さんと池尾一穂さんに語ってもらいました。



——進化学者の視点から見て「進化」というのはどのような考え方なのでしょう？

**五條堀** 時間とともに変化していくことが進化です。ただ、ひとつの個体が変わっていくということではなくて、子孫へと世代交代をしていく中で脈々と変わっていくことを指しますね。進化という言葉を知ると進むというイメージがあるのが一般的かもしれないけれど、進まなくてもいいんです。

**池 尾** そう、そして優れていく変化でなくてもいいんですよ。

**五條堀** ある基準があったときに、それと比べて特徴や形態が劣っていたりすれば、「退化」という考え方も生まれるけれど、基本的には進化も退化も同じように「変化」であることに変わりはないんです。

**池 尾** ひとつの視点から見たら進化といえるかもしれないけれど、違う方向から見たら、逆かもしれない。進化学をやっている身からすると「退化」という言葉を使わない。意識的か無意識かわからないけれど好まない人が多いようです。

——「DNA」や「遺伝子」という概念が加わった現代、先生方が感じる進化を研究するおもしろさとは？

**池 尾** 分子生物学という視点加わったところで、進化の研究のおもしろさが変わったわけではないと思いますよ。ヒトとサルとを比べて「どうして違うんだろう」とか直感的に疑問に思うことを解明するおもしろさは変わらない。あえて言えば、昔なら「サルには毛があってヒトには毛がない」と言って、そこで終わっていたことが「どうして？」という理由まで、分子のメカニズムを含めてわかるようになってきた、ということもおもしろい点のひとつと言えます。

**五條堀** 進化の研究では、一種の生物だけでなく、すべての生物を地球スケールで見通す醍醐味だいごみがあります。たとえば、タンポポだけを見るというのも確かにおもしろいけれど、巨大なスケールで地球全体を見通せる場所もおもしろい。それから、生物には共通性と多様性という、相反する概念がある。たとえば、生物が共通でDNA持つ一方、見た目など違う部分もある。この2つの性質が生物の中にどのように共存しているのか、メカニズムまで知ることができるのもおもしろいと思いますね。

——ダーウィンは本当にすごいんですか？

**五條堀** 生物学の中で、150年以上も学説が残るというのはすごく大変なこと。150年という歳月を超えて、ダーウィンの自然淘汰説は残っているんです。そう考えると、ダーウィンは偉大な科学者だと思います。

**池尾** 少なくとも、今の基礎生物学の概念として「DNA」だとか「遺伝」と並んで、「進化」という概念は定着しているような気がします。

**五條堀** ただ、「ダーウィンは進化」というのは間違いですね。やっぱりラマルクとか、ウォレスなどの進化思想もありましたから。多様な生物を神が作ったといわれてきた社会の中で、必ずしもそうではない、自然が淘汰を起こすことで多様な生物が生まれてくるのだといったのはすごいと思います。まだ「遺伝の法則」や「突然変異」という概念が確立されていなかった時代に、「自然淘汰」を言い出した彼の先見性は見事なものでしょう。

## 「徐々に」変化していると言ったからね。

**池尾** この前たまたま進化の本を読み直していたら、ウォレスは「自然環境によって生物に違いがある」とまで言及していたが、「変化している」とは言わなかった。そこをついたことがダーウィンのすごさだと思います。

**五條堀** そうそう、それも「徐々に」変化していると言ったからね。

——『種の起原』発刊後の進化の研究について教えてください。

**五條堀** ワトソンとクリックのDNA二重らせん構造の発見というのは、進化学に限らず生物学全体の功績といえるけれど、進化学においては、木村資生きむらもとおの「中立説」というのも特筆すべき学説だといえますがどうでしょうね？

## 中立説がなかったら現代にうまくフィットできなかったと思います。

**池尾** ダーウィンの説がこのゲノムの時代に生き残ったのは、中立説のおかげだと思いますよ。中立説がなかったら現代のゲノムや遺伝子という概念がある現代にうまくフィットできなかったと思います。ダーウィンは確かにすごいけれど、彼の学説は形態を見ている話なので、すんなりDNAの話には持ってこられなかった。

——お話の中にラマルクやウォレス、木村資生など他の進化学者が登場していますが、その人たちと比べてもダーウィンはすごいといえるのでしょうか？

**五條堀** 木村さんの仕事もダーウィンがいなければ、なかったわけですよ。もちろんダーウィンの考え方はどこかで必要だったことですから、もしあのときダーウィンが唱えなくても、後のち誰かが唱えたでしょう。もしそうだったとしたら、進化の研究はもっと遅れていたでしょうね。

**池尾** ビーグル号による航海から『種の起原』が出版されるまで、20年もかかっているんです。きっと、ひとりこもって考え続けたんでしょうね。あのときすでに、今も課題となっているかなりのことがらについてすでに触れているんです。性選択、形態進化のことも言っているし、観察だけでそこまでたどり着いている。そういった意味では、進化の考え方の土台となっているところもある。

**五條堀** そうですね。そういう意味では、なお彼の知性をこえていない部分はあるでしょう。

## なお彼の知性をこえていない部分はあるでしょう。

中立説：1968年に国立遺伝学研究所で研究していた遺伝学者木村資生きむらもとおによって提唱された学説。ゲノムや遺伝子に起こる小さな変異のほとんどは、子孫を残すうえで有利でも不利でもなく、中立なものである。そのため子孫を残せるか残せないかは、自然淘汰の影響を受けず、偶然残った変異が生物集団の中に広まっていくという考え方。

——もし、彼が現代に生き返って先生方の研究室に来たらどんな研究を一緒にしたいですか？

**池尾・五條堀** それはおもしろい質問ですね。

**五條堀** もし彼が現代に生き返ってきたら、私は彼に怒られちゃうんじゃないかと思うんですよ。長くても3年で結果を出せという現在の研究方針を見て、「そんな結果でわかるわけないでしょう」と言われてしまうかもしれない。20年かけてしっかり研究して本を書きなさいって。そう怒られる気がする。

**池尾** 逆に言うと、ここ100年で研究の進め方が変わり過ぎてしまったんです。もし、ダーウィンが普通りの研究の進め方をしていたら、周りは我慢できない。私だったら「もっと何かやれ」って言ってしまうと思いますね（笑）。

**五條堀** でも、もし共同研究をすればしたら、豊富な仮説を持っていると思うし、知恵の宝庫になってくれて本当に楽しいんじゃないかな。

——ダーウィンはなぜ、『種の起原』で進化論を唱えたのでしょうか。

**五條堀** 興味に忠実だったのではないのでしょうか。当時の風潮としてかなりの批判を受けていたのだと予想できるし、そんななか、新しい学説を唱える「つらさ」があった

でしょう。それでもなお主張したのは、やっぱり興味に忠実だったんだと思いますね。

## だっておもしろいじゃない。

——先生方が今、さらに進化を研究し続けるのはなぜですか？

**五條堀** 僕は自分を知りたいからだね。なぜ自分は存在するのかという自分の存在意義を知りたい。デカルトが「我思う、故に我あり」と言っているけれど、自分と自分以外のものを比べると「進化」という視点になるわけです。

**池尾** 進化を研究するということに絞れば、私個人的には「だっておもしろいじゃない」のひと言。それが大元にある。

**池尾** サイエンスの中でも、進化学は自分で疑問を設定して解き明かすことがやりやすい分野なのかもしれない。応用研究が目前にある分野ではないですから。

**五條堀** 問題は宝の山のように多々ある。でも問題を設定するのは非常に難しい。答えを導いたとき、自分にしか知らないことがあるということは震えるほど喜びがあるのです。

（対談構成 設楽 愛子、佐野 卓郎）



池尾 一穂（いけお かずほ）プロフィール  
国立遺伝学研究所、生命情報・DDBJ研究センター准教授。1985年静岡大学理学部卒業。1992年総合研究大学院大学生命科学研究科博士課程修了、博士号（理学）取得。2003年から現職。

五條堀 孝（ごじょうぼり たかし）プロフィール  
国立遺伝学研究所副所長、生命情報・DDBJ研究センター長、教授。1974年九州大学理学部卒業後同大学院に進学。1979年博士号（理学）取得。国立遺伝学研究所教授、総合研究大学院大学教授などを併任し2007年から現職。



『ACADEMIC GROOVE』  
東京大学アカデミックグルーヴ

「好き」を究めると「学問」になる?!

みなさんの好きなことは何ですか。好きなことをやっているときの気分を思い浮かべてみてください。楽しくてしかたがない、もっとやりたい、そんな気分ではないでしょうか。その好きなことが学問に変わると——。たとえば、お盆や年末年始でおなじみの渋滞。一般の人にとっては退屈でしようがない渋滞も、研究者にとってはおもしろくてしかたのないもの。それをまとめていくと、ひとつの学問になってしまうのです。堅苦しい、小難しい、と思う前に、実際にやっている人たちの話に耳を傾けてみませんか。研究者の違う一面が見えてくるかもしれませんよ。

東京大学編 東京大学出版会  
1,200円(税抜)



ナチュラルヒストリーシリーズ  
『ニホンカワウソ  
～絶滅に学ぶ保全生物学～』

ニホンカワウソのこれから

カップのモデルになるほど、日本人にとって身近な存在だったカワウソ。そんな彼らが日本で絶滅してしまった背景には、アホウドリと同じように乱獲や人間による生活環境の変化が大きく関わっています。一方、他の国々では減ってはいるものの、絶滅には至っていません。では、なぜ日本では絶滅してしまい、他の国では絶滅していないのか、その違いはどこにあるのでしょうか。そして、日本でカワウソを復活させることは可能なのでしょうか。この本を通してカワウソの生態、日本人との関わりや保護活動まで知ること、あなたの中でのイメージが変わっていくかもしれません。

安藤元一著 東京大学出版会  
4,400円(税抜)





『リバコミ！  
～74コのサイエンスのおはなし～』

もっともっと知りたいあなたへ

特集「ダーウィンの好奇心」ではシャジクモやアホウドリ、エゾトラマルハナバチなどを紹介しましたが、地球上はまだ多種多様な生物に満ちあふれています。そして、生物から得られるたくさんの学びは、私たちが未来を豊かに生きるヒントにもなっているのです。この本では、日々の研究に取り組んでいる理系大学生・大学院生たちが「おもしろい!」と思った74個のテーマを、研究のワクワクそのままに書きつづっています。普段は触れられないマニアックな研究の世界をのぞいてみてください。

リバネス出版編集部編 リバネス出版  
1,500円（税抜）



『いいことおしえてあげる  
～びせいぶつのひみつ～』

ひみつにしてたってもったいない！  
微生物の世界

見えないけれどいるんです。机の上、手のひら、目の前の空気の中にも。微生物の研究者たちによる、身近でふしぎな微生物の世界へようこそ。いろいろな場所の、いろいろな微生物が、私たちの暮らしを支えています。病原菌もいるけれど、食品・医療・環境分野などでも大活躍の微生物を、カラフルな絵と洗練された言葉でご紹介。高校生向けの解説も充実しています。目に見えないけれど、この小さい仲間たちをよろしくね。

え：よしだなおこ ぶん：つかもとくみこ  
日本微生物生態学会 教育研究部会監修  
リバネス出版  
1,500円（税抜）

ポケットにサイエンス

# ゲームづくりに理系、文系の区切りはない

## 三上 浩司

東京工科大学 メディア学部 講師



世界中から集まった最新のコンピュータゲームを見たり体験できたりする東京ゲームショウ。遊びあふれるその場所に大学の研究者がいた。三上さんはゲームやアニメーションなどのコンテンツを開発する方法を研究している。ゲームをつくるための研究だなんて、聞くだけで何だかとてもおもしろそうだ。

### ゲームはあらゆる分野の融合でつくられる

ゲームの制作、と聞いて思い浮かぶのはコンピュータのキーボードを叩く姿かもしれない。しかし、それは制作のほんの一部でしかない。ゲームはシナリオ作家や音楽家や芸術家、プログラマーなど、さまざまな専門家が集結してつくられるのだ。たったひとつのシーンにも、絵をどの方法で描き、どのような手順で音楽や背景、動きなどを組み合わせ、データを保存・出力していくのか、パターンは無限に存在する。

ゲーム制作に出会ったのは、大学卒業後のこと。海外で開発されたゲームのサービスを日本で事業化する仕事に携わった。会社の設立から組立工場への部品の手配、マーケティング、広報活動までひと通り挑戦した。世の中を動かすことに自分が携われていることが、とにかく楽しかったという。

### アニメ・ゲーム制作の「研究所」を大学に

多くの制作者たちと出会う中、最高の作品づくりを貪欲に追求する彼らの純粋な思いに感化され、モノづくりの部分に関わってみたいという思いが強くなった。その中で、制作現場の問題点も見えてきた。長い間、ゲーム制作のプロセスや技術は大手制作会社内部だけの秘密情報として扱われるケースが多かった。世の中には優れた作品をつくれる人はたくさんいる。その力をつなぎ、よりよいものをつくり上げるためには、広く成果を出せる大学で研究する必要があると考えたのだ。三上さんは日本のアニメーションで初めてCGを使った金子満さんとともに、東京工科大学でゲームやアニメーションなどのデジタルコンテンツの制作に関する「研究所」づくりをスタートした。

## 創造性を活かせる「マニュアル」を

三上さんが考えたのは「最高のものをつくるにはどうしたらよいか」というシンプルな問い。課題は、制作チームごとでばらばらだった技術や工程を業界のスタンダードとしてまとめること。もうひとつは、それによって作品の創造性や独自性を壊さないこと。この相反する課題を解決することを目指し、技術の内容や利用法ひとつひとつを理解しながら利点や欠点を抽出していった。

三上さんは、ゲームなどのコンテンツ開発を「細かい技術をつなぐサイエンス」と表現する。仮説、実験、検証をくり返すのは他の研究と同じ。アニメーションの分野での専門家たちと話し、制作現場で実証試験を行いながら、作画や彩色の工程から色彩工学や各技術の基礎、データの保管方法など、これまでにはなかったマニュアルをつくり上げたのだ。現在、この研究成果は、世界的に有名なアニメスタジオなど多くの現場で活かされている。

## 異なる分野と当たり前前に触れ合うこと

高校では理系と文系のどちらかのクラスに分かれることが多く、2つを分けて考えてしまいがちだ。高校時代は理系、文系問わずすべての教科が好きだったという三上さん。進路を選ぶときにもあまり理系、文系は意識していなかったという。

大学時代は、情報が都市間を流れる様子をモデル化し、情報の経路と都市の発展をとらえようという研究をやっていた。社会学や経済学で扱うような対象を数学的にとらえる発想は刺激的だった。また、数学的な知識だけではなく、政策や道路網などの授業も研究に活かされた。そんな三上さんだからこそ、専門家を「つなぐ」ための研究ができたのだろう。

「自分の研究のどこが理系、文系といわれると何だろう?と悩んでしまう。私がやっていることは、芸術、社会学、情報学などさまざまな分野が融合していてもう区別がつかない。分けることで逆にその技術やしぐみが活躍する場が狭まってしまう気がする」。今も変わらず、「どんな分野も学び、あらゆる専門家と話をする」を貫くスタイルが、新しいものを生み出す力になるのだ。(文・楠 晴奈)

## 三上 浩司 (みかみ こうじ) プロフィール

1995年慶應義塾大学環境情報学部卒業後、日商岩井株式会社に入社。新規メディアビジネスの立ち上げなどに従事した後、株式会社エムケイを経て、1998年より東京工科大学クリエイティブ・ラボの立ち上げに参加。2007年より現職。その傍ら<sup>かたわ</sup>2002年慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科修士課程修了、2008年同後期博士課程修了。博士(政策・メディア)。



(c) Leave a nest Co., Ltd.

研究者に会いに行こう

## 研究室は、部室です。

大窪 章寛 東京工業大学 生命理工学部 助教

目には見えない極小の分子を、まるでプラモデルをいじるような感覚で反応させ、組み立てていく。自分のアイデアで、新しい反応を起こさせては、でき上がったかたちを見てみるのが楽しくて、大窪さんは飽きることなく10年間研究を続けてきた。

### 薬になるDNAを合成する

大窪さんは、DNA（デオキシリボ核酸）やRNA（リボ核酸）を人工的につくる「核酸合成」の反応を研究している。生物のからだの中では、DNAが持つ遺伝情報をRNAにコピーし、その情報をもとにタンパク質をつくるという反応が常に起きている。その中で異常な反応が起こることで病気になることもわかってきており、人工的に合成した核酸を使って治療を行う研究も進められている。たとえば、異常なRNAにぴったりと結合するDNAを細胞内に入れることで、標的の異常RNAの働きを止める「アンチセンス法」もそのひとつだ。

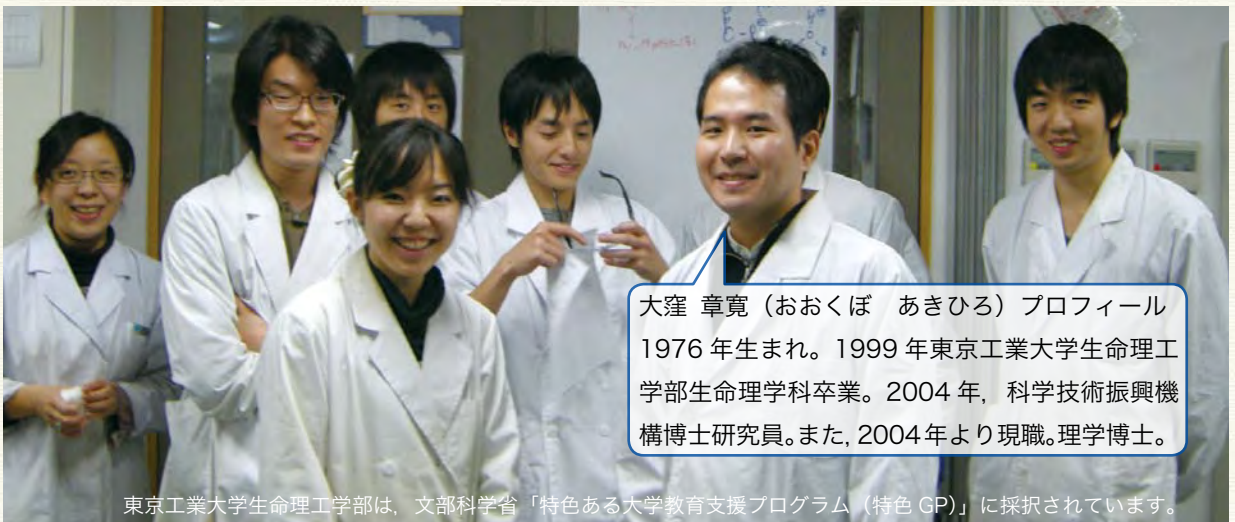
核酸を使った薬は、非常に高い治療効果があ

ると期待されている。しかし、もし標的以外のRNAに結合してしまったら、副作用も重大なものになる。それを回避するべく工夫を加えた核酸を合成するのが、大窪さんの研究だ。

### パワフルな研究室

合成反応はアセトニトリルやクロロホルムといった有機溶媒や水の中で進められる。どのような材料を、どのような濃度で、何時間反応させるか。少しずつ条件を変えながら、トライアンドエラーをくり返して目的の核酸の合成を目指す。反応全体にかかる時間は1、2日だ。反応の結果どのようなものができたのか、毎日のように解析しては次のアイデアを出して、また実験する。その過程で今まで見たこともない反応を目にすることができるといっても、研究の魅力のひとつだ。

大窪さんは自らの研究室を「まるで体育会系の部活のようです」と語る。深夜まで研究するのが当たり前、失敗をしても「気合いだ!」というような、パワフルなメンバーたち。そんな仲間とともに、大窪さんはこれからも研究を楽しみながら続けていく。(文・周藤 瞳美)



大窪 章寛（おおくぼ あきひろ）プロフィール  
1976 年生まれ。1999 年東京工業大学生命理工学部生命学科卒業。2004 年、科学技術振興機構博士研究員。また、2004 年より現職。理学博士。

東京工業大学生命理工学部は、文部科学省「特色ある大学教育支援プログラム（特色 GP）」に採択されています。

(c) Leave a nest Co., Ltd.

# 研究者への手紙

今回は、秋冬号に登場した生物規範型ロボットの研究者、中央大学の中村太郎さんにお返事を書いてもらいました。



この万年筆を  
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P20に登場した大塚章寛さんです。誌面で紹介させていただいた方にはセ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。

初めまして。『someone』秋冬号読みました。私もミミズを見るとすごくおもしろい動きをしているなあと思い、立ち止まってじっと見てしまいます。でもまさか、あの変わった動きがロボットになるとは思いませんでした。写真が載っていますが、このロボットの大きさはどのくらいなのでしょう。一度、本物も見たいです。人の血管の中にも入って進むことができると書いてありますが、これからの医療などで例えばこういったことに役立つのですか。

これから、ロボットの技術が高くなり、どう生活が変わっていくのか、とても楽しみです。いつか、人間をこえるロボットが現れるとき、その瞬間を自分の目で見たいと心から思います。

西井 沙織

西井さんお手紙どうもありがとう。  
私も少年時代には、学校の帰り道で色々な生物の動きを立ち止まってみたりするのが好きでした。大人になって社会に出ると、ついでして様々なことを見落しがちになってしまいます。しかし研究の“種”となるアイディアは、例えば“散歩”していたり、公園で子供と遊んだり…そんなゆとりとした時間の中で、“思いつく”ことが多いです。この時間を大切にしたいですね。  
ミミズロボットについてですが、写真のロボットはちょっと大きすぎて、“フラスコ”ぐらいの大きさです。現在このロボットを医療系に適用するため小型化しています。将来のロボットが体のすみずみに入り込めるとき、今の早期発見や治療に役立っていただけると思います。  
ロボットは、これから確実に私たちの生活を変える力を持っていると思います。幸い日本はロボット先進国であり、西井さんにも最先端の研究に携われる機会がたくさんあると思います。  
東京にいらした時は、いつでも私たちの研究室に遊びに来て下さい。色々な生物型ロボットのアイデアと出会いたいと思います。 中央大学 中村太郎

【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 2-8 藤井ビル 5 階  
someone 編集部 「研究者への手紙」係

【応募〆切】2009年3月15日（必着）

協力：Sailor セラー万年筆株式会社  
<http://www.sailor.co.jp/>

東京工業大学生命理工学部主催

イベント  
pick up ①

# 第1回 高校生 バイオコン

—開催報告—

日本初、高校生と大学生の連携による  
教材開発コンテスト

シンプルなカメの模型や、大豆から納豆をつくれる本格的な実験キットなど。2008年10月11日、東京工業大学に高校生51名、全12チームが集結し、「高校生バイオコン」が開催されました。現役の大学生と協力しながら教材開発を行い、参加した高校生全員が見事教材を完成させました。その中から、受賞作品と注目作品を紹介します。

🌸 優勝作品 🌸

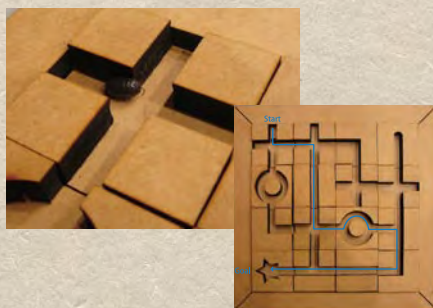


相模女子大学高等部 はらぺこ SHAMYS

## Shall we eat?

食べ物や水分が口に入ってから消化・吸収されるまでの過程を楽しく学ぶ、すごろくゲームです。消化されることに変化していくコマが見事！

🌸 準優勝作品 🌸



都立新宿高等学校 TEKE ☆ TEKE

## てけてけダンゴムシ

16のパーツに分かれたパズル状の迷路。ダンゴムシのふしぎな性質「交換性転向反応」に気づけば、ダンゴムシをゴールへと導くことができます！

🌸 注目作品 🌸



湘南工科大学附属高等学校 生物部

## カメの模型

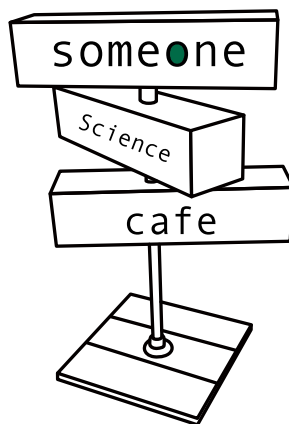
カメの甲羅の中身はどうなっている？前足と首の収縮の連動や、長い首のしまい方がまるわかりです。

新しいものを創り出すのも、コンテストで発表するのもほとんどの高校生には初めてのことです。「難しかった」と感想を漏らしながらも、その表情はどこか満足気。「教えることは学ぶこと」。参加者はきっとそう感じたに違いありません。(高校生バイオコンの詳細：<http://www.titech-biocontest.jp/>)

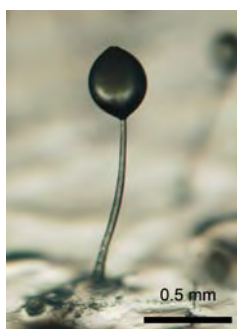
東京工業大学生命理工学部は、文部科学省「特色ある大学教育支援プログラム(特色GP)」に採択されています。

# science cafe

サイエンスカフェ ～研究者と話そう～



イベント  
pickup②



## someone サイエンスカフェ 01 開催レポート

「細胞性粘菌の魅力 ～だからサイエンスはやめられない～」

ゲスト：漆原 秀子さん（筑波大学 教授）

2008年12月4日、『someone』から飛び出して、ジュンク堂書店池袋本店でサイエンスカフェを開催しました！今回は、筑波大学の漆原さんが細胞性粘菌や研究のおもしろさについて語っていただきました。

キイロタマホコリカビは細胞性粘菌の一種。普段は涼しくて湿った土の中、単細胞で暮らしています。しかし、エサの細菌がいなくなると単細胞の粘菌が集合して、多細胞の子実体となって新しい場所への移動に備えます。漆原さんは子実体がつくられるしくみをゲノムに注目して調べる研究者。動画で見せていただいた粘菌の動きは圧巻で、参加者は画面に釘づけです。粘菌が集まるとき、先頭の粘菌は膨大なエネルギーを使って

後ろの粘菌を引っ張り、地上を目指します。エネルギーを使い切った先頭の粘菌は死んで子実体の柄となり、後から続くものたちが胞子となって生き延びるのです。「粘菌の研究者は数少ないですが、誰もやっていないからこそワクワクする。それが研究の醍醐味<sup>だいごみ</sup>」。そう語る漆原さんの話に参加者は最後まで熱心に耳を傾けていました。

みなさんも、カフェでサイエンスをもっと身近に感じてみませんか？

## 次回予告！ someone サイエンスカフェ 02

タイトル：地球と人と微生物（仮）

ゲスト：塚本 久美子さん（東京大学 海洋研究所）



P17で紹介している『いいことおしえてあげる』の著者が身の回りにいる微生物について楽しくお話します。くわしくは『someone』公式サイトで。

場所：Café de Leavanest（四谷三丁目駅徒歩1分）

お問い合わせ：株式会社リバナス

TEL：03-6277-8041（担当：立花）

# 植物の二酸化炭素吸収力、測ってみました。

二酸化炭素を吸収し、地球温暖化の防止に一役買っているといわれている植物。『someone』2008 春号で、実際に東京都内で二酸化炭素を測定してみたところ、公園など緑の多い場所で、その濃度が低くなる傾向にあることがわかりました。そこで今回は、植物が本当に二酸化炭素を吸収するのか、さらに検証を進めてみました。

まずは、本当に植物が二酸化炭素を吸収するかどうか、実際に確かめてみました。その結果、図1にあるように植物に光を当てたときには二酸化炭素が約14.7%減少したのに対して、光を当てないときは約4.2%しか減少しませんでした。また、植物を入れていないときは、光の有無にかかわらずほとんど変化がありませんでした。この結果から光が当たっている条件では、植物がある方が二酸化炭素が減少する傾向にあることがわかりました。また、植物は光を当てたときのほうが、二酸化炭素をより減らす効果があることが確認できました。

表1 CO<sub>2</sub> 濃度の経時変化

	A	B	C	D
植物	○	○	なし	なし
光	○	なし	○	なし
0分	1564	1633	2320	1917
5分	1547	1660	2360	1905
10分	1518	1650	2357	1904
15分	1463	1638	2350	1892
20分	1411	1612	2340	1881
25分	1377	1588	2323	1872
30分	1333	1564	2310	1866

単位は ppm。光ありの実験区では、光源として蛍光灯を使用した。光の強さは、葉の表面での測定値で 6.7 キロルクス。

## ++実験材料・機材++

植物（ツピタンサス）

可搬型 CO<sub>2</sub> 測定器（開発：(株) ユー・ドム）

卓上ライト（光の強度は 6.7 キロルクス）

透明のビニール袋

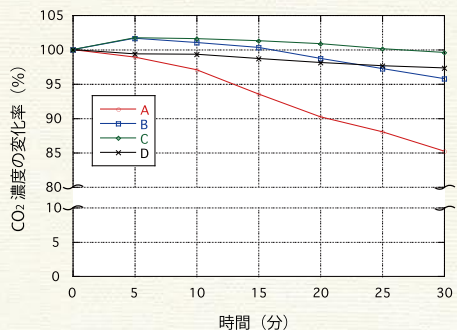
ビニールテープ



## ++実験方法++

- ①実験で用いた植物「ツピタンサス」。
  - ②ビニール袋でツピタンサス全体を覆い、CO<sub>2</sub> 測定器の測定部分が袋に入るようにして、ビニールテープで全体を密閉する。
  - ③5分おきに CO<sub>2</sub> 濃度を記録する。
- ※測定は「A:植物+光」, 「B:植物のみ+光なし」, 「C:植物なし+光」, 「D:植物なし+光なし」の4つの条件で行った。

図1 CO<sub>2</sub> 濃度の変化率



計測開始時点の CO<sub>2</sub> 濃度を 100% とした。



表2 港区と海士町の比較

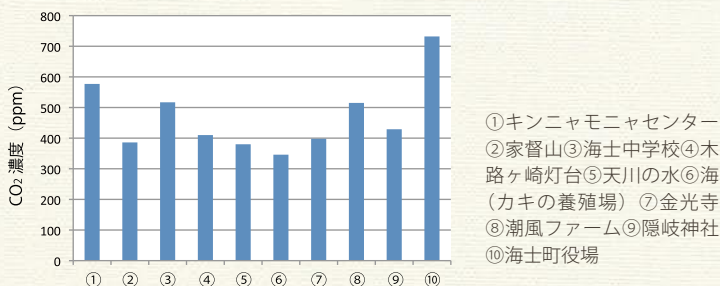
	総面積 (ヘクタール)	緑地面積 (ヘクタール)	緑地の割合 (%)	人口 (人)
港区	2034 ※1	41.6 ※2	2.0	194073 ※3
海士町	3351 ※4	2644 ※5	78.9	2581 ※4

※1:平成13年10月1日現在(港区ホームページより) ※2:平成20年4月1日現在(港区回答) ※3:平成19年12月1日現在(港区ホームページより) ※4:平成17年現在(平成17年国勢調査より) ※5:平成17年現在(平成17年世界農林業センサスより)

図2 (a) 海士町の地図



図2 (b) 海士町のCO<sub>2</sub>濃度



- ①キンチャモニャセンター
- ②家督山③海士中学校④木路ヶ崎灯台⑤天川の水⑥海(カキの養殖場) ⑦金光寺
- ⑧潮風ファーム⑨隠岐神社
- ⑩海士町役場

では、緑が多い場所の二酸化炭素濃度は都心よりも低いのでしょうか。それを実際に測定するために、島根県の沖にある海士町に行ってきました。表2にあるように、港区の緑地は区全体の約2%、海士町の緑地は島全体の79%です。また、緑地面積を比較すると、海士町は港区の63.6倍あります。果たして、その二酸化炭素濃度やいかに？

比べてみると、海士町では、港区では観測されなかった平成18年度の二酸化炭素濃度の世界平均、381.2 ppmを下回る値が観測された場所がいくつもありました。やはり植物が多いと二酸化炭素が吸収されて、濃度が低くなるのかもしれませんが。一方、海士町でも人が多い場所や家畜を育てている場所など、二酸化炭素を排出するものの近くでは濃度が高くなっていました。

ここで、実際に海士町と港区での緑地による二酸化炭素の吸収の差を比べてみましょう。海士町の場合、1ヘクタールの人工杉林が1年間に吸収できる二酸化炭素は2.1tです。6.6人が1年間に出す二酸化炭素の量(ひとり当たり0.32t)に相当します。海士町の人口が2,581人なので、単純

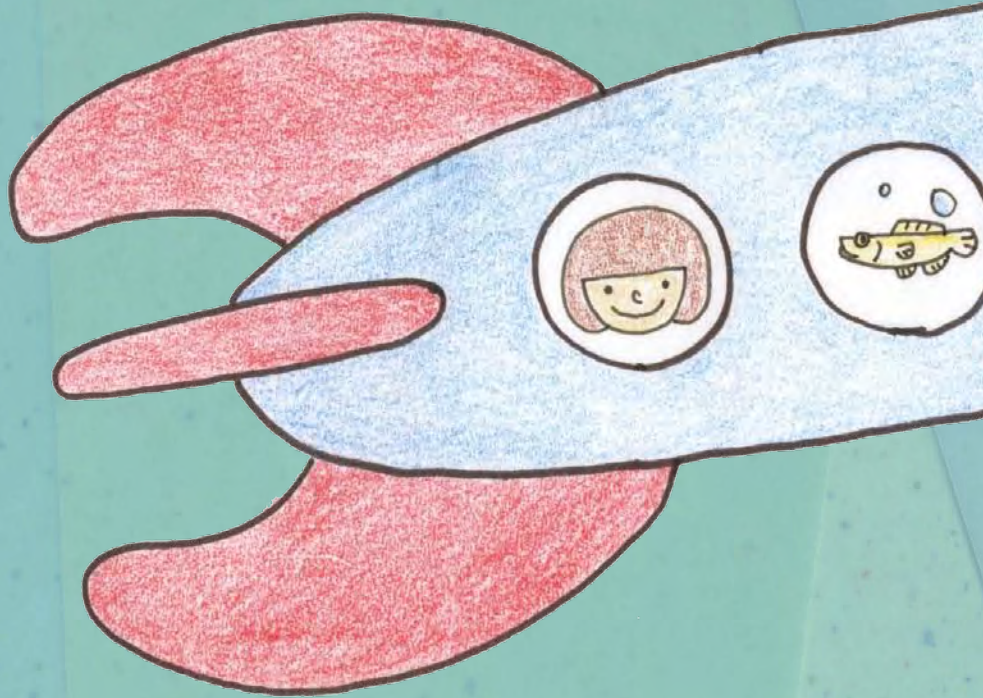
に考えて1年間に出る二酸化炭素の量は826t。全部吸収するのに必要な杉林の面積は393ヘクタールです。海士町にある緑をすべて杉だと仮定すると、十分に吸収可能な量です。一方、港区の人口は194,073人なので、排出量は62,000t。仮に緑地がすべて杉林だとしても吸収可能な量は87.4tで、必要な量の1%にもとどきません。さらに工場やビルから出される二酸化炭素が加わると、吸収されない二酸化炭素量はさらに増えてしまいます。こうして計算してみると、海士町と港区の差はもっとはっきりしますね。

ところで、気体は1か所にとどまることなく周りに広がるので、周辺に緑地が十分あれば、そこで二酸化炭素が吸収されて、全体で見た二酸化炭素の量に大きな変化は起こりません。しかし、この緑地が減ると、吸収されずに残る二酸化炭素が増えてしまいます。同じことを地球全体で考えてみると、全体で二酸化炭素量がどんどん増えることになってしまいますね。こうして身近なところから調べることで、地球レベルの環境変化についても、理解が深まるかもしれません。



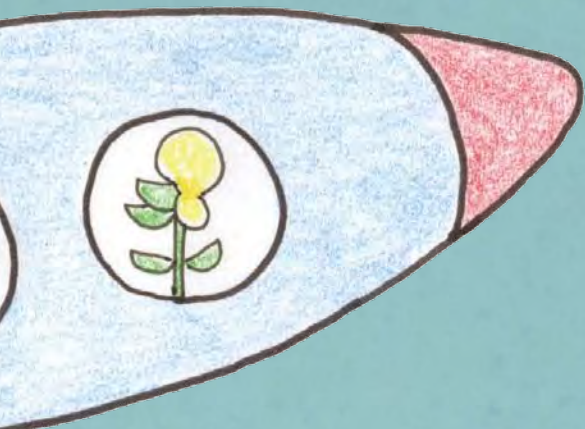
今回使用した測定器は、二酸化炭素濃度を瞬時にppm単位で測定できる優れたもの。手のひらサイズなので、いつでもどこでも、手軽に二酸化炭素濃度やその変化を確認できます。  
『可搬型CO<sub>2</sub>測定器』開発：(株)ユー・ドム  
測定器についてはこちらから <http://feelsoscience.ocnk.net/>

協力：(株)ユー・ドム、海士町教育委員会、島根県立隠岐島前高等学校



ついに  
きました  
宇宙まで





# 宇宙

そこは、想像もできないほど遠い場所のように思えます。しかし、私たちの頭上たった 100 km の場所。ロケットを使えば、10 分もかからず行けてしまうのです。とはいえ、私たちは地球に生きています。放射線が飛び交う、空気も重力もほとんどない空間を想像するのは難しいこと。

「青い紙に青いペンで字を書いても見えないように地球にいることで見えないことがある」。そう語る向井千秋さんが宇宙から帰ってきたとき、感じたのは「重力」でした。

たとえば、歩くことや、走ること。

私たちが感じる「上」と「下」という感覚。

ものを投げたとき、放物線を描いて落ちていくこと。

からだを重力で地面に引っ張られていること。

そんな感覚を、普段ふしぎに思うことってあるでしょうか？

でもこれらは全部地球に重力があり、引っ張られているからこそ起こることなのです。どうやら、地球から飛び出すことで初めてわかることはたくさんありそうです。

さあ、地球を飛び出して、外側から地球を見つめてみませんか。

# 宇宙とつながる研究室



中央が諏訪東京理科大学教授の河村さん。東京理科大学の研究グループと共同で実験を行っている。  
写真提供：独立行政法人宇宙航空研究開発機構

2008年8月、日本で初めて「きぼう」を使った科学実験がスタートしました。東京理科大学の研究チームは宇宙から送られてくる画像と向き合いながら、遠隔操作で遠く離れた宇宙空間の実験機器を慎重に動かし、宇宙だけで見られる液体の現象の観察に挑んだのです。

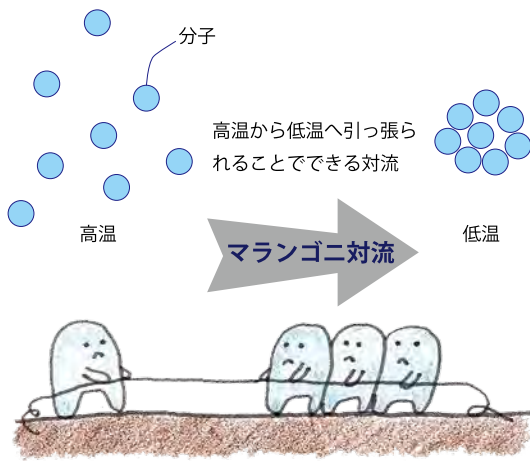
## 宇宙では理想の結晶ができるだろうか？

今、携帯電話やゲーム機の中には、とても速く動作する小さなコンピュータが入っています。なかでも、すばらしく速く仕事をこなす部品をつくるには、原子がきれいに並んだ材料（結晶）をつくり出すことがとても大切です。原子がきれいに並んでいればいるほど、よりよい性能のコンピュータや携帯電話ができるのです。一方、最初に手に入る材料（原料）では、原子はでたらめに並んでいるので、それらをきれいに並び変える必要があります。そのために、原料をいったん溶かしてゆっくりと固め直すことで、原子をきれいに並べます。しかし、その過程で原料の中にどうしても熱い部分と冷たい部分が出てしまいます。地球には重力があるため重さが生じますが、熱い部分と冷たい部分では比重が違うので重さが異なる

ります。重いところは下に、軽いところは上に移動するため、原子は完全にはきれいに並んでくれません。そこで無重力状態の宇宙空間なら、もっときれいな結晶ができるかもしれないと考えられました。そのため、10年以上前にスペースシャトルを使って宇宙の無重力状態の中で結晶をつくる実験をしたドイツの科学者がいましたが、無重力状態でも完全な結晶にはならず、縞模様が出てしまうことがわかりました。重力だけが原因ではないことがわかったのです。

## 重力があると確かめられない研究

コップになみなみと水を注いだとき、コップの縁ふちのところまで水が盛り上がったように見えます。これは「表面張力」によるものです。表面張力は、高い温度では小さくなり、逆に低い温度では大きくなるという特徴があります。温度が変わる



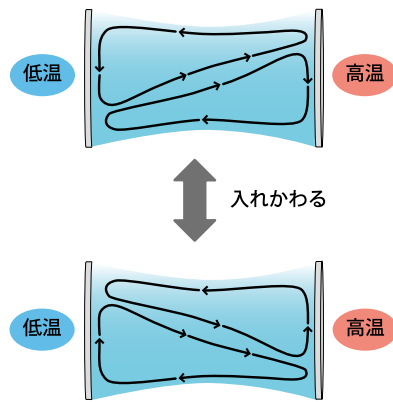
▲マランゴニ対流が生じるしくみ。

ことで力の釣り合いが変化し、それが液体全体に伝わると「マランゴニ対流」と呼ばれる現象が引き起こされます。これは、地球上でも起きていると考えられますが、重力の影響の方が強い地球でははっきりとは観察することはできません。

このマランゴニ対流、温度の差が小さいときは静かなのですが、温度差が大きくなると急に脈を打つような振動流へ変化します。これが結晶に縞模様をつくった力の正体でした。しかし、いったいどのような条件で振動流が起こるのか、重力が存在する地球でできるのは理論から仮説を立てるところまで。マランゴニ対流は、2枚の円状の板（ディスク）に液体を挟んで「液柱」をつくることにより観察できます。地上では、挟んだ液体が重力に耐えきれず、観察には不十分な数mm程度の液柱しかできません。無重力状態の宇宙空間なら可能だと考えられましたが、ロケットを使って実験を行っても、宇宙での滞在時間が短すぎるため確認することは不可能でした。

## マランゴニ対流を確認する

河村さんたちは、「きぼう」を使ってマランゴニ対流を詳細に観察する実験を計画しました。どんなに小さなアクシデントが起きても、宇宙空間では地球から対処することができません。河村さ



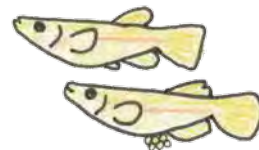
▲液柱で生じる振動流の様子。矢印は対流（水の流れ）を示しています。温度差が大きくなるとマランゴニ対流は、振動流へ変化します。

んたちは実験機器の設計に5年以上かけ、起こりうるあらゆるトラブル対策のために抜かりなく準備を進めていきました。ですが、宇宙では何が起こるかわからないのです。

ですから、ついに60mmまでに伸びた液柱が画面に映し出されたとき、まずはほっとしたという河村さん。学生とチームを組んで、つくばの宇宙センターから、400km上空の宇宙ステーションにある実験装置を操作しました。ときには、液柱に入った泡を取る作業で終わってしまう日もありましたが、液柱を挟んだディスクを温めたり冷やしたりして流れの様子を観察し、地球ではできなかった実験を成功させました。河村さんは、学生たちとともに、新たに生まれた疑問の解明に向けて実験を進めています。他にも、「きぼう」では植物や筋肉、氷の結晶をテーマにさまざまな研究が行われています。「きぼう」が遠く離れた宇宙と大学の研究室をつなげたのです。

協力：河村 洋（諏訪東京理科大学 システム工学部 教授）東京大学工学部原子力工学科卒業後、1970年に同大学院にて博士課程修了。工学博士。日本原子力研究所主任研究員研究室長、東京理科大学教授を経て、2008年より現職。

# メダカに託した思い



「人が宇宙で暮らす」。これは、宇宙を研究する者にとって大きなテーマのひとつです。今までにも、さまざまな生物を使って研究が行われてきましたが、東京大学の井尻憲一さんは、メダカでその可能性を示すことに成功しました。

## 宇宙で子孫を残せるか？

水の中で泳いでいる魚の姿は、まるで宙に浮いているかのよう。宇宙に行っても無重力であることの影響をあまり受けないことが予想され、実験に適していると考えられてきました。なかでも、メダカは世界中でよく研究されていること、産卵から10日程度でふ化することから注目されていました。これまで、どの生物でも宇宙で生殖行動から産卵、そしてふ化までを一度に観察できた例はなく、メダカを使った実験ならば実現できるのでは、と考えられたからです。しかし、実際にフンジュラス（メダカの仲間）を宇宙に連れて行くと、無重力状態では魚類でも方向感覚が狂うため、ぐるぐる回って泳ぐ「ルーピング」をしてしまい、産卵行動には至りませんでした。

## 小さいけれど、偉大な一歩

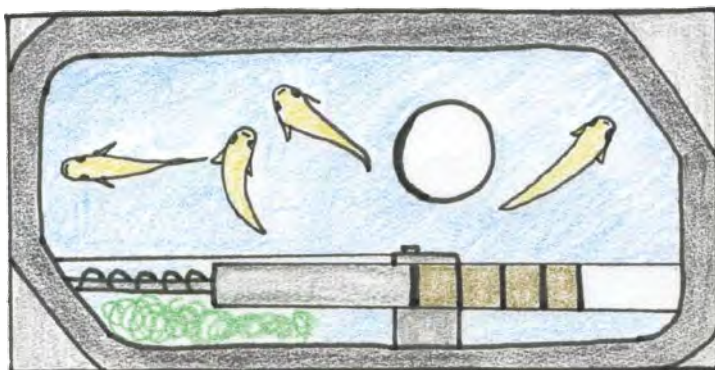
この問題を解決するため、井尻さんの実験チームは、飛行機を急上昇・急降下させてつくった無重力状態で、くり返しメダカを観察しました。そ

の結果、ルーピングしない種類のメダカがいることを見つけ出したのです。そして1994年、ついにこのメダカを使った実験で、宇宙空間での生殖行動、産卵の観察に成功しました。さらに、その卵は宇宙滞在中に正常にふ化して、赤ちゃんメダカを観察することもできたのです。これは、宇宙空間で産み落とされた脊椎動物の卵も問題なく発生できる、という大きな発見になりました。

## さらなる研究に向かって

今、目指しているのは宇宙空間での「3世代飼育」です。宇宙に連れて行くメダカが、1世代目。宇宙空間で生まれた子どもが2世代目。3世代目は、宇宙で生まれたメダカ（2世代目）から生まれた子どもです。もし、3世代目のメダカが正常に成長することができれば、4世代目、5世代目と何代も先へ子孫を残すことができると考えられます。現在、国際宇宙ステーション（ISS）での実験に向けての準備が着々と進められているところです。いつか、宇宙でも人や他の生物が、地球と同じように生活する時代がくるかもしれません。

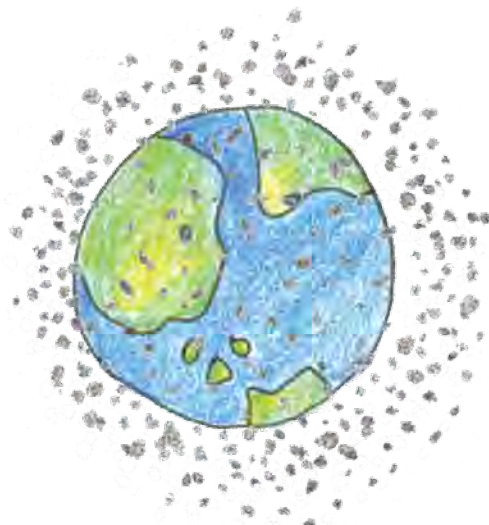
（文・石澤 敏洋）



協力：井尻 憲一（東京大学 アイソトープ総合センター 教授）東京大学工学部計数工学科卒業、博士課程修了。博士（理学）。東京大学理学部動物学教室にて助手、講師、東京大学アイソトープ総合センターにて助教を経て2007年より現職。

# デブリが飛び交う宇宙空間

宇宙に飛び出したら、広がるのは真っ暗で静かな空間。そんな宇宙の様子は、この50年で少し変わってきています。人が打ち上げてきた5,000機以上の人工衛星は、その95%が任務を終了した今も、<sup>ざんがい</sup>残骸となって宇宙を漂っているのです。



## 宇宙船を守る「シールド」

宇宙を飛び交う残骸は「スペースデブリ」と呼ばれ、その数はおおよそ4,000万個以上ともいわれ、時速27,000 kmもの速さで地球の周りを飛び交っています。たとえば、この速度で1円玉がぶつかると、時速60 kmのバイクと同じくらいの破壊力を生みます。

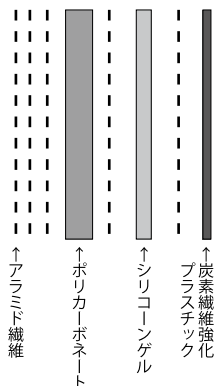
直径10 cm以上の大きなスペースデブリは地上から観測可能なため衝突を回避できます。一方で、1 cm以下ならば宇宙船に衝突しても防御できる対策がなされています。問題は1～10 cmのスペースデブリ。避けることはできませんが、<sup>そんしょう</sup>万が一当たると船体が損傷する可能性があるからです。対策としてこれまで使われていたのは、アルミニウム合金やセラミックなどを組み合わせた防護壁（シールド）。しかしシールド自体の重量や厚さが、地上から打ち上げられるときの負担となります。また、宇宙空間でスペースデブリによ

り破損した破片がさらなるスペースデブリを生むという問題もありました。そこで軽くて丈夫で散らからない、新しいシールドが研究されているのです。

## 組み合わせが新たな機能を生む

最先端のシールドには「ポリカーボネート」、「シリコーンゲル」、「炭素繊維強化プラスチック」、「アラミド繊維」の4種類の性質の異なる<sup>くつぞこ</sup>素材からつくられます。ひとつひとつの素材は靴底やCD-ROMなど身近なところで使われているもの。これらの軽くて丈夫な素材を巧妙に重ね合わせ、衝突したスペースデブリを細かく粉砕し、シールドの中に破片を留める、という機能を持ちます。宇宙空間で発生した残骸は人の手で片付けることはできず放っておけばどんどん溜まっていきます。そこで、ゴミを出さない工夫が一層重要となります。まだ開発途中の新型シールドですが、宇宙生活を守ってくれる日はそう遠くない未来にやってくるでしょう。（文・柳沢 佑）

▶新井さんが研究する最先端シールド。デブリを粉砕する炭素繊維強化プラスチック、衝撃を緩和するシリコーンゲル、バラバラになったデブリをキャッチするポリカーボネートと三重のアラミド繊維層からできている。



協力：新井 和吉（法政大学 理工学部 機械工学科 航空操縦学専修 教授）1988年東京工業大学大学院理工学研究科化学工学専攻博士課程修了。博士（工学）。横浜国立大学、日本大学勤務等を経て2002年より現職。



## ソフトかつ確実に着陸せよ！

「スペースシャトルに乗って宇宙に行けたら……」と考えるととてもわくわくしてきますが、行ったら無事に戻って来なければいけませんよね。現実宇宙と地球を安全に行き来できるよう、研究室の一室で机に向かう研究者が日本大学の内山賢治さんです。

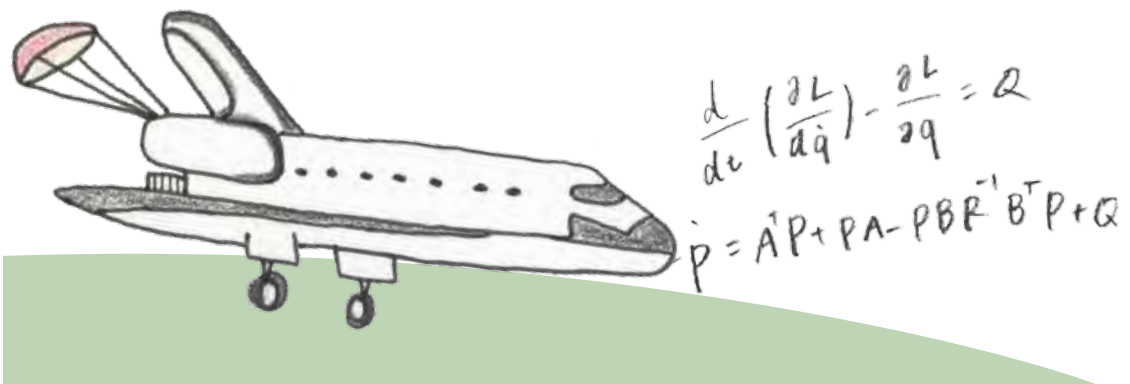
### 宇宙からの帰還

飛行機やグライダーなどが着陸する光景を目にしたことがあると思います。どの機体も上空から滑走路に向けて、その距離や速度、角度を調整しながら正確に着陸し、地面にぶつかることはありません。実は、スペースシャトルなどの「宇宙往還機」も同じようにして地上へと正確に戻ってきます。

着陸するとき、利用するのは空気と機体の間で起こる「揚力」という力です。揚力とは、飛ぶときに機体を持ち上げる方向に働く力のこと。この力を調節することで重い金属でできた飛行機でも空に浮かんだり、無事に着陸したりすることができるというわけです。

しかし、グライダーと宇宙往還機の機体をよく観察してみると、その形状はまったく異なってい

ます。それは、何の目的でどのような場所を飛行するものなのかによって、最も適切な機体が設計されるからです。宇宙往還機は、宇宙と地球を行き来するもの。つまり飛行機やグライダーと違って、地球から宇宙へ飛び立ち、そして無事地上へと戻るよう設計がされています。地球へと帰ってくる際、宇宙往還機は大気圏に突入する必要がありますが、このときの宇宙往還機の突入速度は秒速7.5 kmにも達します。すると、空気との摩擦抵抗によって胴体から飛び出た翼には大きな負荷がかかります。そこで少しでも負荷を軽減するために、翼は「デルタ翼」という小さな三角型の独特なかたちに設計されているのです。ただ、高速飛行で翼にかかる負荷が小さいデルタ翼は、着陸時には揚力を十分に生み出すことができません。宇宙から帰還し着陸するというのは、普通の飛行機以上に難しいのです。





## コンピュータが制御する

実は、宇宙往還機の着陸はパイロットがすべて操縦するわけではなく、コンピュータによってほとんど自動的に行われています。もちろん、機器が故障したときは腕利きのパイロットにより操縦されますが、それ以外は宇宙から地上までの帰還経路や、着陸するとき機体の角度を変える操作など、多くのことが自動的に判断され、制御されています。この自動制御のシステムは地球を飛び回る飛行機などでも利用されますが、宇宙往還機は大気圏での空気の影響や宇宙という特殊な環境を飛ぶ機体。地球の上だけを飛ぶ場合よりもクリアしなければならない問題が多く、制約条件も厳しいため、制御自体も複雑で難しくなります。内山さんは、その制御について研究しています。

## 数式で表す美しい宇宙

内山さんの研究の対象となるのは宇宙往還機をはじめ、月面着陸機や無人飛行機など。とはいえ、研究室では実物を使って実際に制御を行っているわけではありません。「パソコン」と「ノート」を駆使して日々数式と向き合いながら研究を進めています。

たとえば、新しく自動制御のシステムを開発したとき、そのシステムを何の検証もせずに、いきなり宇宙往還機などに適用するのは非常に危険です。そこで、大気圏に突入したときの空気抵抗や重力、エンジン故障などの不測の事態まで、動作に影響のあることがらを「数式」としてとらえ、これらを物理の教科書にも載っている運動方程式に当てはめます。そして、その数式から予測される動きをコンピュータでシミュレーションすることで制御の有効性を検証しています。「自然とか、一見複雑に見えるものでも、規則性のあるものはきれいな数式で表現される」と内山さんは言います。



宇宙というロマンに満ちたものをパソコンやノートを通して見つめる研究者がいるというのは、想像していた宇宙の研究とひと味違う気がします。しかし、導き出された数式が、宇宙往還機などの運行を可能にしているのです。

スペースシャトルが打ち上がるという劇的な場面に釘づけになった経験は誰にもあるでしょう。そのスペースシャトルの動きすべてが数式で表されるなんて考えたことはあったでしょうか。内山さんたち研究者がノートやパソコンに向かって打ち出した数式が、宇宙往還機に正確に、そして安全に地球の土を踏ませているのです。

内山 賢治（うちやま けんじ）プロフィール  
日本大学 理工学部 航空宇宙工学科 専任講師。  
東京都立大学工学部助手を経て、2001年より現職。博士（工学）。

# 宇宙生活、ことはじめ

## ～地球からの宅配便編～

今後はもっと多くの人暮らしことになるかもしれない宇宙空間。生活には食糧や日用品など多くの物資が必要です。けれど、宇宙には工場も畑もありません。すべて地球から運ばなければならないのです。ただし、届け先は宇宙。地球でいう宅配便ほど手軽なものではなさそうです。

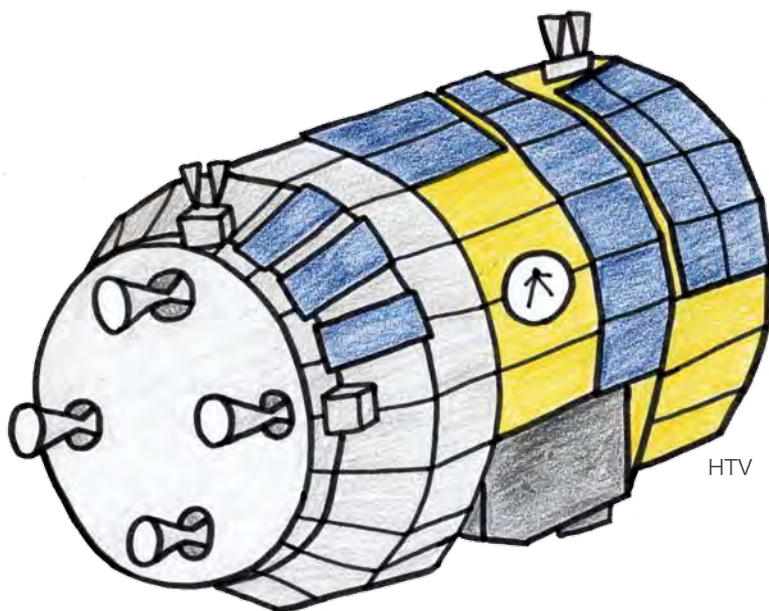
### 宛先は宇宙ステーション

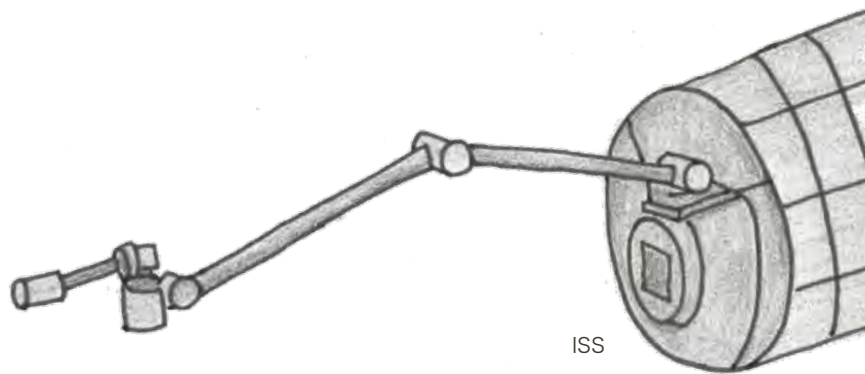
世界中で宇宙への効率よい輸送手段が研究されています。そのひとつが「HTV」(宇宙ステーション補給機：H-II Transfer Vehicle)。最大約6tもの物資を国際宇宙ステーション (ISS) へと運ぶことができる無人輸送機です。ただ物資を届けるのではなく、ISS で出た不要品を載せて大気圏に突入してまると燃やすことで、効率的にゴミを

処理する機能も持ち合わせています。

ISS へ何かを運ぶ際に厄介なのは、運ぶ相手<sup>やつかい</sup>が常に動いていることです。ISS は、高度約400 km の円軌道を秒速8 km という高速で回り続けていて、止まることはありません。

HTV は新型の H-IIB ロケットに搭載され、種子島宇宙センターから打ち上げられます。大気圏を出た後、そこは広大な宇宙空間。HTV はどのようにして動いている ISS へたどり着くのでしょうか。





## ISS にランデブー

HTV は、データ中継衛星を介して NASA（アメリカ航空宇宙局）の宇宙ステーション管制センターや JAXA（宇宙航空研究開発機構）の筑波宇宙センターなどの機関との間で通信しながら、GPS 機能を使って ISS との位置関係や距離を確認します。その結果に基づいて、2つの距離を縮めるのが JAXA と三菱電機が共同で開発してきた「ランデブー航法」です。地上では前の車に追いつくためにはアクセルを踏み速度を上げます。しかし、宇宙ではちょっと考え方を変えなければなりません。たとえば、同じ軌道を同じ速度で飛行している間は、追いかける方は絶対に相手に追いつくことはできません。宇宙空間では、ISS など人工衛星は周回軌道上を回転運動しています。速度を上げた場合、外側の軌道に向かうような力が働き、逆に相対速度は遅くなってしまいます。そこで、宇宙空間では内側の軌道、つまり ISS よりも低い軌道を飛ぶことで追いつくのです。

こうして 500 m ほどの距離まで接近した後、今度は GPS 機能だけでなく HTV に搭載されたレーザーを使用したセンサーで距離を測定します。HTV から放射したレーザーが ISS から反射してくるのをセンサーで感知しながら、ISS の

真下から近づいていきます。

そして相対距離が約 10 m まで近づくと、ぴたっと止まります。最後にこの状態で ISS と並走しながらロボットアームによって把持され、ISS と連結（ドッキング）されます。

## ドッキングは慎重に

宇宙の彼方から巨大な機械が近づいてきたら、それだけで恐ろしいもの。スペースシャトルのように人が搭乗している宇宙船なら、パイロットが ISS の乗組員と交信しながら接近し、ドッキングすることができます。けれども、HTV はすべての制御をコンピュータが行う無人の宇宙船。万が一にも、HTV が衝突し ISS を傷つけることがあってはなりません。そのため、HTV は従来の人工衛星以上に慎重な安全対策がとられていて、2つの異なる装置が同時に故障しても対応できるよう、特別な工夫が凝らされています。

現在、届け物を頼んでから ISS に到着するまでには長い期間がかかります。しかし、将来的にはずっと短期間で ISS に届けることができるようになるでしょう。地球から、採れたての新鮮な生野菜や果物を宇宙へ届ける、なんてことができるようになるかもしれません。（文・設楽 愛子）

# 宇宙教育プロジェクト™ 活動報告

## ついに本格始動！種が宇宙へ

日本時間 2008 年 11 月 15 日午前 9 時 55 分、アメリカのケネディ宇宙センターから「エンデバー号」が 22 回目の宇宙飛行へ出発しました。任務は、国際宇宙ステーション (ISS) への物資の補給と私たちの希望を載せた種子を日本実験棟「きぼう」へと届け、半年の間保管することです。

1957 年から今まで、宇宙に行った生き物は数多くいますが、私たちは地球に住む生き物の中から 2 種類の植物を選びました。植物にとって、種子は一生の始まり。植物体が生きられない環境にあるとき、種子は芽吹かずその状態で耐えるこ

とができます。そして水分、温度、光、酸素といった環境がそろったとき芽吹くのです。

では、このような種子が宇宙へ行くとどうなるのでしょうか。重力がほとんどなく、放射線が飛び交う過酷な環境におかれた種子は、地球で保管されている種子とまったく同じなのでしょうか。

もしかしたら宇宙空間は、地球では考えられないような影響を種子にもたらすかもしれません。種子が帰還する 2009 年、高校生の手によってその疑問を解く実験が始まります。

## シロイヌナズナ

シロイヌナズナは、菜の花や大根と同じアブラナ科の植物。直径 1 mm にも満たない小さな種子を土に植えると、丸い双葉ふたばが芽を出し、続いて楕円形の本葉だえんけいが出てきます。2 か月ほどで 10 ~ 30 cm ほどのひょろとした茎の先端に白い小さな花をつけ、再び種子をつくります。

こんな一見地味なシロイヌナズナですが、1970 年代から「モデル植物」として植物研究の世界をリードする、研究になくてはならない存在です。世代交代が 2 か月と早いことや一度にたくさんの種子ができること、そしてゲノムサイズ※が非常に小さいことなど、研究材料としての魅力をたくさん持っています。そのため、1996 年に日・米・欧の研究機関が集結し、すべてのゲノム情報を解読する国際協調プロジェクトが始まり、日本からは唯一、千葉県の「かずさ DNA 研究所」が参加しました。そして現在では、ゲノムや遺伝子どうしの関係をまとめた情報が公開され、働きのわかっていない遺伝子の役割を突き止めるため、今まさ



かずさ DNA 研究所 副所長 田畑 哲之さん

に世界中で研究されているところです。

宇宙教育プロジェクトで宇宙に滞在中のシロイヌナズナの種子は、かずさ DNA 研究所の協力で提供されたもの。その種子からどんな新しいことがわかるのか、これからが楽しみです。

※遺伝子の部分とそうでない部分を合わせた DNA 全体の塩基数



## 教育応援 プロジェクト™



教育応援プロジェクト™とは、次世代を担う子どもたちの教育のために、学校のみではなく企業や大学などの各種団体が「教育応援プロジェクト™」の名のもとに一丸となり、よりよい教育環境をつくり上げていくプロジェクトです。企業や自治体の支援による実験教室の開催や、『someone』の掲載支援などを行うこ

とで、みなさんや先生方に先端の科学の魅力を発信し続けます。今回の「宇宙教育プロジェクト™」も教育応援プロジェクトの一環として、サイエンスや宇宙に興味を持つきっかけを提供します。今後も、中高生向けのイベントを随時公式Webページに公開しますのでお楽しみに。  
<http://www.space-education.jp/>

## ミヤコグサ

ミヤコグサは、道端などでも見られる野草<sup>やそう</sup>で、ダイズやエンドウなどのマメ科植物の仲間です。草丈は20～40cm、種子をまいてから2～4か月ほどで黄色の小さな花を咲かせ種子ができます。最近、このミヤコグサが植物の研究者の間で注目を集めているのです。

植物の研究ではシロイヌナズナが有名ですが、ミヤコグサのゲノムを調べることは、草丈、さやのかたち、種子の重さや栄養成分といったマメ科植物の特徴を知るうえで、非常に有益です。また、マメ科植物は生き物に必要な栄養となる窒素を空気から固定できるため、宇宙での農業開発に一役買うのでは、と期待されています。シロイヌナズナから遅れること8年、昨年5月にミヤコグサのすべてのゲノム情報が「かずさDNA研究所」で解読されました。

ミヤコグサの特徴をゲノム情報と結びつける研究を進めているのが、「宮崎大学フロンティア科学実験総合センター」教授の明石良さん。今回の



宮崎大学  
フロンティア科学実験総合センター  
教授 明石 良さん

プロジェクトで宇宙に旅立ったミヤコグサの種子も明石さんから提供されたものです。明石さんの研究室では、ミヤコグサを「未来に役立つ植物」として、熱心なスタッフや学生とともにその発育に関する研究などを精力的に行っています。地元の高校でも変異体について調べる教材として大活躍。これからますます目が離せない存在です。

うちの子を紹介します



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。

第8回  
げっ歯類  
デグー



茶色いからだに大きな耳。今回は小鳥のように歌をうたうデグーを紹介します。

デグーはアンデス山脈の高地に住み、オスとメスとその子ども、さらに数匹の血縁個体が加わった拡張家族がいくつか集まったコロニーをつくって暮らすげっ歯類です。彼らは社会性を持つ動物で、お互いによくコミュニケーションをとることが特徴。たとえば、群れに危険を知らせるとき。けんかをするとき。巣穴の外で仲間にあいさつするとき。そして求愛の歌。デグーはそれを22種類もの鳴き声を使い分けることで行います。とはいえ、生まれたばかりのデグーは上手に使うことができません。危険を知らせる鳴き声を聞いても、大声で歌いながら遊び続けたりするのです。しかし、成長するにしたがって鳴き声の意味を学習す

るのか、正しく反応できるようになり、自分で発することもできるようになります。また、鳴き声の意味だけでなく、発声も学習することができるのではないかと考えられています。

動物の鳴き声には本能的な音の他に学習で使えるようになる音があります。しかし、発声を学習できる動物というのは意外と少なく、霊長類の中ではヒトだけです。そのため、哺乳類を用いた音を学習するしくみの研究はほとんどありません。デグーに音を学習する能力があるとしたら、その研究を進めることで、ヒトが言葉を使えるようになるしくみがわかるかもしれません。かわいいという理由にとどまらず、これからもデグーから目が離せなさそうです。(文・佐藤 桃子)

取材協力：時本 楠緒子（理化学研究所 脳科学総合研究センター）

## ■教育応援企業

朝日新聞社

アルテア技研株式会社

神畑養魚株式会社

ケンコーマヨネーズ株式会社

三洋電機株式会社

株式会社シマダ器械

セーラー万年筆株式会社

太陽誘電株式会社

プロメガ株式会社

宮坂醸造株式会社

メルク株式会社

株式会社ユー・ドム

和光純薬工業株式会社

## ■宇宙教育プロジェクト応援企業

株式会社アクアサイエンス研究所

有限会社沖縄長生薬草本社

株式会社キョーリン

ケニス株式会社

小糸工業株式会社

株式会社 JTB 法人東京

株式会社日本医化器械製作所

株式会社ベネッセコーポレーション

三菱重工業株式会社

三菱電機株式会社

株式会社ロッテ

## ■掲載大学

玉川大学・中央大学・東京大学・東京工科大学・東京工業大学・東京理科大学・東邦大学・日本大学・法政大学・宮崎大学

## ■掲載公的機関・NPO など

財団法人 かずさディー・エヌ・エー研究所

国立遺伝学研究所

財団法人 東京大学出版会

独立行政法人 理化学研究所

## ■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/>

【お詫びと訂正】『someone』2008 秋冬号に誤りがありました。

P23 先生の肩書き部分

誤：理工学部航空 宇宙工学科 正：理工学部 航空宇宙工学科

P26 本文右段上から 4 行目

6 文字目から不要な「44666」という文字が入っておりました。

誠に申し訳ございませんでした。心よりお詫び申し上げます。

## ++編集後記++

『someone』は「ふしぎ」がいっぱい詰まった宝箱みたいなもの——。少しだけ覗き込んでみてください。文章でも、イラストや写真でも、なんとなくふしぎに思ったり、わくわくしたりする何かが見つかりませんか？それが、知れば知るほどもっとキラキラ輝き出す「サイエンス」という名の宝石なのです。

私はこんなふしぎに満ちたサイエンスが大好きです。だから、この本を開いた誰かの心に「ふしぎ」が生まれたら、嬉しくなってしまいます。

そんな『someone』ももう 2 歳。時とともに、少しずつ変化するのは生物ではありません。実は、今号は今まで活躍してきたメンバーが卒業する、ちょっとしんみりな一冊でもあります。でも、someone 編集部のお想いは変わることはありません。次号もまた、わくわくする何かをお届けします。お楽しみに！！（設楽 愛子）



理系進学が楽しくなるサイト  
「ゆるりい」もよろしくネ  
<http://yuruly.com/>

© Leave a nest Co., Ltd. 無断転載禁ず。

いつもあなたのそばにサイエンス

2009. 夏号  
vol.08  
[サムワン]

# someone



めぐる「水」  
太陽系を飛び出そう



# someone vol.08 contents

P 0 4 ~ 特集1

## めぐる「水」

- 06 ホントに知ってる？水のこと
- 08 地球一周、水の旅
- 10 水を磨く技術

P 2 8 ~ 特集2

## 太陽系を 飛び出そう

- 30 双子が探る、月の謎
- 32 太陽が生まれたとき
- 33 身の回りにある、星のかけら
- 34 星の名残が歴史を語る
- 38 宇宙生活、ことはじめ  
～写真うつりには要注意編～
- 40 宇宙へ行くひと、それを支えるひと。
- 42 宇宙教育プロジェクト活動報告
- 44 一步一步、世界へ。  
～沖縄の高校生に送るメッセージ～

staff

編集長 設楽 愛子

art crew 古戎 道典 / 佐野 卓郎 / 設楽 愛子

編集 立花 智子 / 西山 哲史

記者 リバネス記者クラブ

印刷 東京リスマチック株式会社

サイエンスのアンテナ

03 くずから生まれた宝石

ポケットにサイエンス

12 『T-BERRY』

理系のためのエンタメサイト『ゆるりい』

13 『抗体物語』

『くさのみち』

研究者に会いに行こう

14 挑戦！トマトを食べて感染症予防

16 超電導技術で海を越える

20 技術を積み重ねて、未来をつくる

21 デスパレーを飛び越えろ！～From ビーカー to 工場～

22 複雑な生命から、本質を見出す

24 毛細血管、縦横無尽

25 研究者への手紙

イベント pick up

18 オープンキャンパス特集

実践！検証！サイエンス

26 マヨネーズ、つくってみました。

生き物図鑑 from ラボ

46 うちの子紹介します 第9回 <sup>しほ</sup>刺胞動物「サンゴ」

2009年6月1日発行

someone 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・11階

TEL 03-6277-8041

FAX 03-6277-8042

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

## くずから生まれた宝石



▲ 実用化される熱電素子 (左) とケイ化マグネシウムの結晶 (右)

ICチップや太陽電池などの半導体は大きなシリコン板からつくられます。しかし、切り出しや研磨を経てでき上がるまでに、その7割以上は「切りくず」や「削りくず」になってしまうのです。こうしたシリコンくずは不純物が混ざっているため捨てられていました。

シリコンを材料にして熱を電気に換える「熱電素子」を開発していた東京理科大学の飯田努さんは、この事態を見過ごすことができませんでした。「まだ命のある材料はできる限り使ってやらなければ」という熱い想いがあったからです。

そこで、熱電素子のひとつである「ケイ化マグネシウム」の原料に试试看することにしました。シリコンくずとマグネシウムからでき上がった藤色の結晶。見た目は精製シリコンを使ったものと

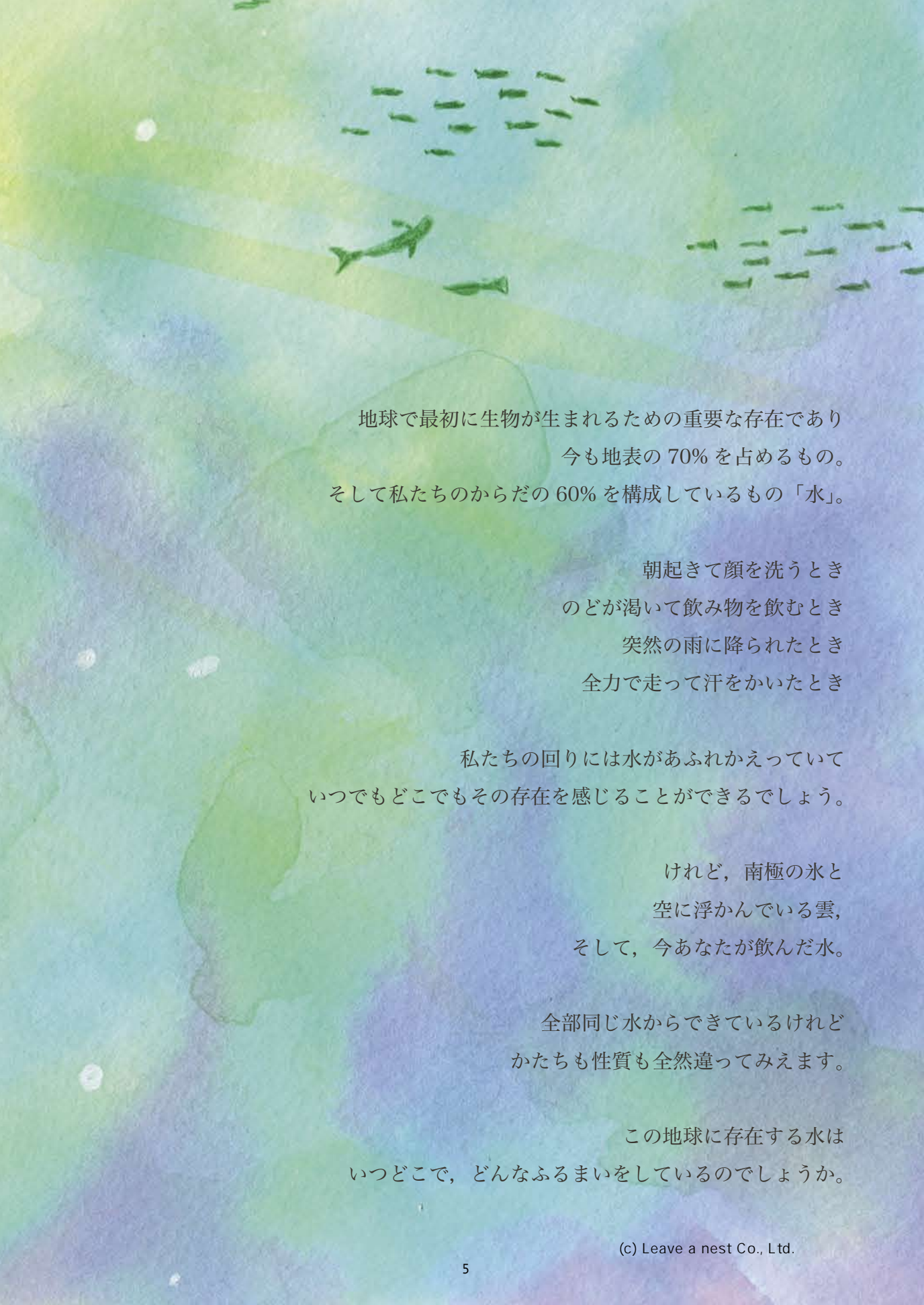
変わりませんでした。なんと、シリコンくずを使った方が2倍近くも性能がよかったです。調べてみると、その結晶には不純物として「アンチモン」という元素が混ざっていることがわかりました。シリコンは4つの電子を出し合って結合している物質。そこにアンチモンが混ざると、自由な電子をひとつ生じます。この電子が自由に動き回ることによって電気の流れがスムーズになり、熱を効率よく電気に換えていたのです。

くず生まれの熱電素子は今まさに実用化される場所。ほんの数年前には、同じように捨てられていた工場の廃熱を生かすのに一役買っているのかもしれない。(文・古戎道典)

協力：東京理科大学

飯田さんのWEBサイト：[http://web.mac.com/iida\\_lab/](http://web.mac.com/iida_lab/)

# めぐる「水」



地球で最初に生物が生まれるための重要な存在であり  
今も地表の 70% を占めるもの。  
そして私たちのからだの 60% を構成しているもの「水」。

朝起きて顔を洗うとき  
のどが渴いて飲み物を飲むとき  
突然の雨に降られたとき  
全力で走って汗をかいたとき

私たちの周りには水があふれかえっていて  
いつでもどこでもその存在を感じることができるでしょう。

けれど、南極の氷と  
空に浮かんでいる雲、  
そして、今あなたが飲んだ水。

全部同じ水からできているけれど  
かたちも性質も全然違ってみえます。

この地球に存在する水は  
いつどこで、どんなふるまいをしているのでしょうか。

## ホントに知ってる？水のこと

私たちにとって、最も身近な化学物質ともいえるもの。水素原子2つと酸素原子ひとつからなり、 $\text{H}_2\text{O}$ と表される「水」は、とても単純な物質に見えます。でもこの水ってやつ、化学的に見るととっても「異常」だったこと、知っていましたか？

### 水の変なところ

水は、 $100^\circ\text{C}$ で沸騰し、 $0^\circ\text{C}$ で凍ります。みなさん、当たり前のように思っているかもしれませんが、実はこれ、すごくおかしいことなのです。

メタン ( $\text{CH}_4$ ) やシラン ( $\text{SiH}_4$ ) など、周期表の炭素がある列の元素 (第14族元素) の水素化合物は、分子量が増えていくにつれ、沸点も融点も高くなります。ところが、水 ( $\text{H}_2\text{O}$ ) や硫化水素 ( $\text{H}_2\text{S}$ ) など、酸素のある列の元素 (第16族元素) の水素化合物をみると、水より分子量の大きい硫化水素の沸点が $-61^\circ\text{C}$ で、融点は $-86^\circ\text{C}$ 。分子量だけ考えれば、水は硫化水素より低い沸点・融点であるはずなのに、実際はまったく違うのです。

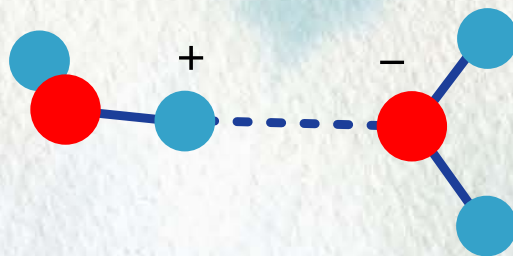
### 固体から液体、液体から気体へ

この大きな違いはどうして生まれるのでしょうか。まず、固体、液体、気体の違いを見てみましょう。固体とは、分子がきちんと整列している状態で、それが少し乱れた状態が液体。気体は分子が自由に飛び回っている状態です。このように、分子をばらばらにして、固体、液体、気体へと状態を変化させるエネルギーのひとつに、熱があげられます。物質は熱を与えられると、分子の運動が激しくなります。そして、温度が高くなるほど、ばらばらになる分子の数が増えていきます。融点・

沸点の高い水は、分子間に働く力が強いいため、たくさんの熱を与えないと変化できないのです。

### 犯人は水素結合

水分子間に働いている「強い力」とは、いったいどんな力なのでしょう——。答えは、水素結合です。水素結合とは、電氣的に陽性 (+) である水素と、酸素 (O) や窒素 (N) など電氣的に陰性 (-) である原子が、静電氣的に引き合っている結合のこと。水分子内において、水素原子と酸素原子が共有結合している部分では、電子対が酸素側に引き寄せられ、水素原子の部分が、わずかに+の電荷を帯びるようになります。+の電荷を持った水素原子は、他の水分子の-の電荷を持った酸素原子を引きつけ、 $\text{O}-\text{H}\cdots\text{O}$ というかたちの「分子間水素結合」を形成します。この結合はあらゆる物質に働いている分子間力よりも約10倍強い力です。切断するにはその分多くの



▲ 2つの水分子間にはたらく水素結合

エネルギーが必要になるので、水の沸点・融点は異常に高くなっていたのです。

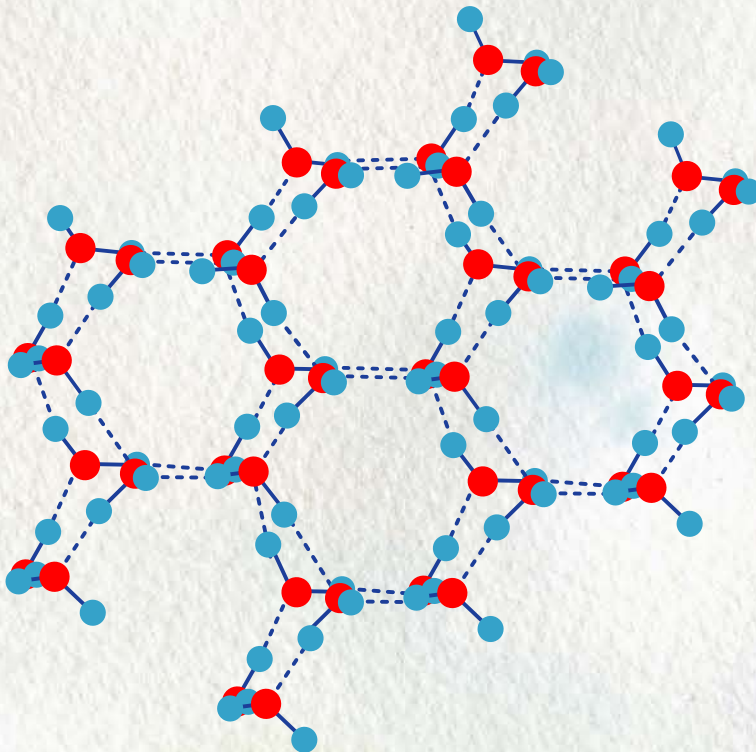
## 氷が浮くのも「異常」

水の異常な性質は融点・沸点だけではありません。流水が海の上に浮かんでいる光景。これは、私たちにとってまったく違和感のないものですが、実はこれも化学的にみるととても異常なことなのです。なぜ異常なのか、その謎を解くために、ちょっと「密度」に注目してみましょう。密度とは、単位体積当たりの質量のこと。密度が大きいというのは同じ体積の中に、より多くの分子が詰め込まれているということです。通常、固体は液体より密度が大きいので、固体は沈むのです。では、水はどうでしょうか。氷の密度は0℃で0.9168 g/cm<sup>3</sup>。水になると0℃で0.9998 g/cm<sup>3</sup>となります。なんと、氷のほうが水に比べて密度が小さく軽くなるので、氷は水に浮くのです。ま

た、液体の水の密度は、温度の上昇に伴って大きくなり、4℃で最大になります。さらに温度が上昇すると、水の密度は小さくなっていきますが、沸点である100℃での密度は0.9584 g/cm<sup>3</sup>。どんな温度の液体の水より密度が小さい氷は水に浮かぶのです。

水にこのような性質がなかったら……。冬になって海面に張った氷は海底に沈み、どんどん溜まって行って、しまいには海全体が凍ってしまうかもしれません。そうならないのは、表面に氷が浮いているおかげなのです。地球を水の惑星たらしめているのは、この水の異常な性質のなせる技だといっていいかもしれませんね。

(文・周藤 瞳美)



▲ 凍ったときの水分子の配置

# 地球一周、 水の旅

地球を覆い青く見せている海。この大きなプールには、地球を一周する流れがあります。そしてそれは、氷に囲まれた北大西洋のグリーンランド沖から始まる、長い長い水の旅でもあるのです。

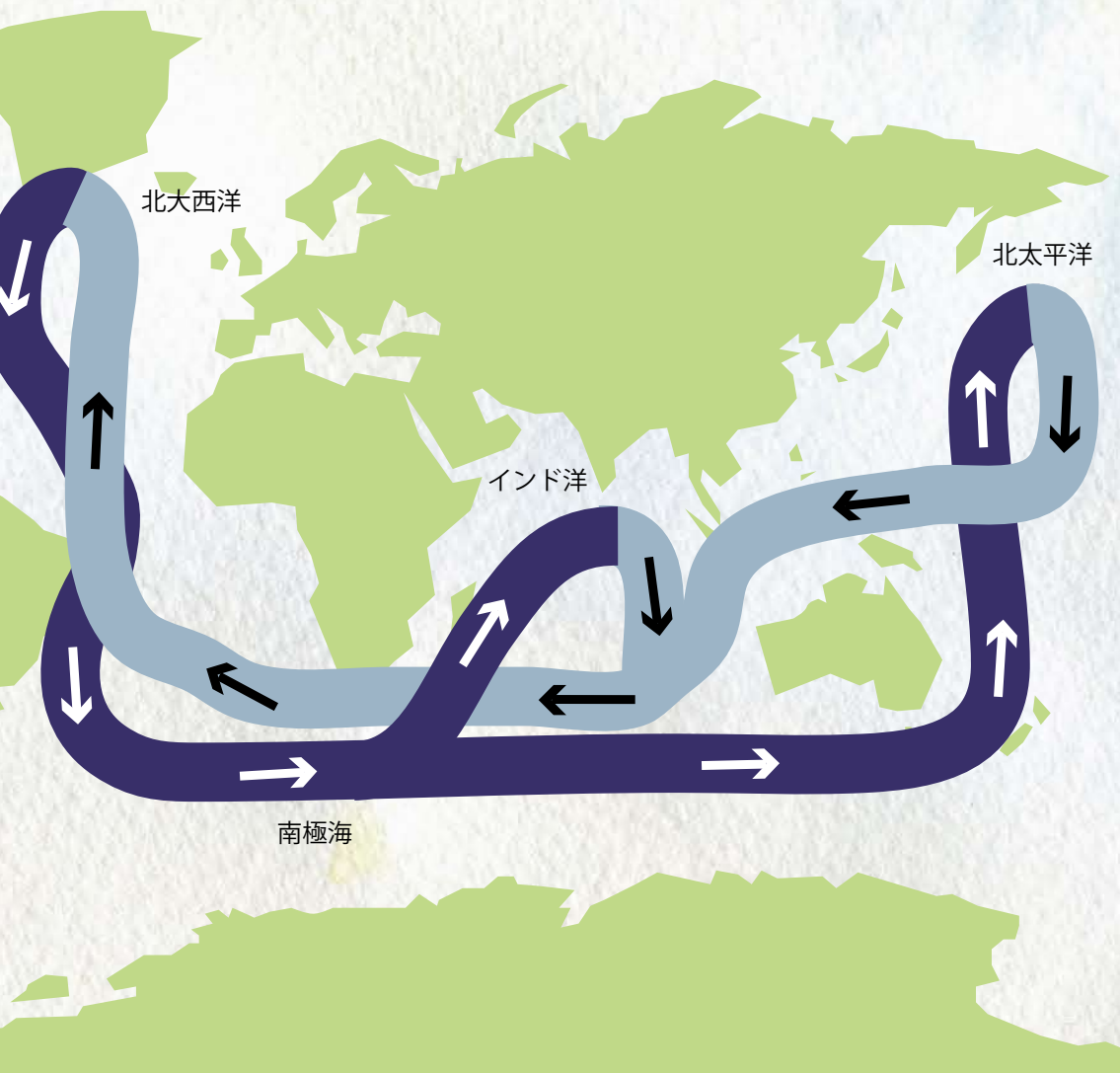
## 沈んだり、浮かんだり

地球の外から見ると、ひとつにつながって一見違いのないように見える海ですが、実際には、地域によって温度や塩濃度など、環境が大きく異なっています。これらの違いは、海の水に密度の違いを生み出します。たとえば、濃度の高い塩水ほど密度が高くなり、ある程度の深さまで沈んでいきます。そして、水は温度によっても密度が変化していくもの。そのため、海の水は場所によって重くなったり軽くなったりしながら流れをつくっているのです。それでは、その様子を追ってみましょう。

## 海のベルトコンベヤー

はじめは氷に包まれたグリーンランド沖。そこで冷やされた海の水は水に変わり、周囲の海水の塩分濃度が高くなります。すると海水は重くなり、深層へと沈み込む流れをつくります。そのスピードは1日に16cmほど、なんと1年でたった60mしか移動しないという、ゆっくりとした流れです。沈み込んだ水はそのまま海の深いところを南に向かった後、南極海の手前で東へと曲がります。そしてその一部はインド洋で、残りは北上した先の北太平洋で温められて、表層へと上がっていきます。上昇した水は、海の表層を流れ





る海流となり、やがてグリーンランド沖に到達して、再び冷やされて沈み込みます。約 2000 年かかるといわれる地球をひと回りする旅は、提唱者の名前をとって「ブロッカーのベルトコンベヤー」と呼ばれています。溶けている物質や熱など、海の環境に関わるさまざまなものを、水の流れと一緒に運んでいます。

### 気候を決める海

このベルトコンベヤーが運ぶ熱は大気を暖めます。その暖かい空気は風になって、海的环境だけでなく、地域の気候を左右するのです。たとえば、南フランスと北海道はほぼ同じ緯度ですが、南フ

ランスの方が暖かく過ごしやすい気候となっています。これを水の流れとあわせて見てみましょう。北大西洋では温かい表層水が南から流れてくることで海面の水温が温かくなります。一方で、北太平洋では冷たい深層水が上がってくるので海面の水温が冷たくなります。この海面の温度の違いが、暖かい風と冷たい風を大陸にもたらすため、同じ緯度でも気候が異なるのです。海の流れが生み出す大気の流れ。それらがもたらす雨などの気候。生物の祖先を生み出した海は、今も私たちの生活に大きく関わっているのです。(文・環野 真理子)





## 水を磨く技術

浦瀬 太郎

東京工科大学 応用生物学部 教授

私たちが何気なく蛇口をひねり、流れ出た水。都市部の川の中には、流れる水の半分以上が生活で一度使われた水で占められているものがあります。その水がきちんと自然に還るよう研究するのが東京工科大学の浦瀬太郎さんです。

### 処理場を通った水の色とにおい

生活排水がそのまま川へ流れ込むと、多くの水に棲む生物が生活できなくなります。食べ残しなどに含まれる有機物をエサに微生物が増え、その呼吸により水中の酸素が足りなくなってしまうからです。さらに、酸素を必要としない嫌気性生物が硫化水素などを大量に産生するようになると、川は濁って不快なおいを放つようになります。そこで、有機物を下水処理場で取り除いてから、水を川に戻します。

しかし実際に処理水を観察してみると、自然の川の水とは違う「色」や「におい」があるのだそうです。浦瀬さんは「このような処理水から取り除けない物質の中には、たとえ微量でも生態系に影響を及ぼす物質があるかもしれない」と考え、頭痛薬の成分や抗生物質など、私たちの生活から出てくる物質のうち、微量でも生物に作用する可能性のある化学物質を中心に調査しています。

### わずかな物質も見逃さない

下水処理場では、微生物のかたまりである活性汚泥が有機物を分解しています。しかし、水中では多くの医薬品の成分となる化学物質が持つカルボキシ基 (-COOH) が  $\text{-COO}^-$  と  $\text{H}^+$  というイオンに分かれて溶けてしまっているため、微生物

が取り込みにくい状態になっていました。浦瀬さんは酸性条件で処理をすると、カルボキシ基のイオン化が抑制されて、いくつかの化学物質を微生物が容易に分解でき、処理効率が上がることを示しました。さらに、酸性条件では化学物質を分解するカビの仲間が増殖するため、それを利用してより広い範囲の有機物を除去できるようにならないか研究を続けています。


### 社会を見つめる理系人に

微生物の機能をもっと発揮させる技術を研究する一方で、ナノレベルの孔を持った膜を使って徹底的に水をきれいにする技術も研究しています。「排水処理には高度な技術や自然の力、ハイテク、ローテク、ちょっとした工夫も必要で、技術が社会環境にうまく適合しないと使えません」。

さらに浦瀬さんは「水に溶けた微量の物質の研究を通して、社会を意識できる理系の技術者を育てたい。将来もきれいな水が川を流れ続けるように、技術者の教育にも力を注いでいきたい」と話してくれました。(文・設楽 愛子)

浦瀬 太郎 (うらせ たらう) プロフィール

1995年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了。工学博士。1997年より同大学にて助教授として勤務後、1999年から東京工業大学助教授を経て、2008年より現職。



ちょっと空を見上げてみてください。  
青い空が広がっていますか？  
それとも雲に覆われた空でしょうか？  
広い地球のどこかには雨や雪が降り注いでいるかもしれません。

空から降り注いだ水は  
土の中で1か月ほど過ごした後  
地上に湧き出て  
植物や私たち生物を潤しながら  
そして、生活するために利用されながら  
川として数か月間旅をします。  
そしてやがて海にたどりついた水は  
数千年という長い時間をかけて地球全体を一周する海流となります。

いつしか水蒸気として空の一部になった水は  
10日後また地球へと還ってくるのです。

目に見えていても  
たとえ見えていなくても  
水はいつも私たちのすぐとなりを  
または地球を取り囲むように  
ぐるぐると  
めぐっているのです。



## 『T-BERRY』 教員紹介号

発行 帝京大学宇都宮キャンパス  
発売 リバネス出版 940円（税抜）

### キャンパスまると研究紹介

博士号を持ち、『someone』の記者でもある3人が、帝京大学宇都宮キャンパスの理工系すべての教授・准教授に突撃取材！その成果をまとめた一冊です。学生とともに人工衛星をつくり、宇宙へ飛ばそうとしている先生、「意識」を持ったロボットをつくろうと研究を行う先生、二酸化炭素を使ってプラスチックのリサイクルを目指す先生……。科学のおもしろさを存分に知っている私たちならではの視点で、全50人の先生と研究の魅力を紹介します。

全国高校の理科の先生に1冊ずつお届けしています。また、宇都宮キャンパスが立ち上げたメディア『T-BERRY』のウェブサイトでも、無料配布を受け付けています。  
T-BERRY.net >><http://t-berry.channel.yahoo.co.jp/>

## 理系のためのエンタメサイト『ゆるりい』 <http://yuruly.com/>

### サイエンスなニュースをケータイにお届け

みなさんのポケットに入っている、携帯電話。こんなところからも、サイエンスにつながる事ができるのです。「マンモスが復活する可能性がある？」「最先端のがん予防はトマトで」「セロテープでX線を発生させる！」など、トップクラスの論文誌『Science』や『nature』で発表されたニュースも気軽に楽しめるように、わかりやすく紹介しています。ホットな研究者を紹介する「エッジR」もおススメ。気になる人は、QRコードから今すぐアクセス！校則で携帯電話が禁止されている場合は、おうちのパソコンでね。



※ ケータイからもパソコンからも見られます。

## 免疫のしくみがすらすらわかる

ウイルスや細菌などの外敵から、私たちのからだを守ってくれる免疫。本のタイトルにもなっている「抗体」は、その免疫に欠かせない存在です。では、専門的な本で詳しく調べてみるといったい何と書いてあるのでしょうか。「抗体は、リンパ球のうちB細胞の産生する糖タンパクで、特定のタンパク質などの分子を認識して結合する働きをもち、IgA、IgD、IgE、IgG、IgMの5種類が……」。——うーん、難しい!でも大丈夫。この本では抗体を「抗体ヒーロー・クツクンジャー」にたとえて、免疫の基礎をわかりやすく教えてください。たとえば、IgGはリーダーで、一番量が多い抗体。これならすぐに覚えられそう。生物が持つしくみの魅力が満載です。



## 『抗体物語』

井上 浄, 坂本 真一郎, 久保田 俊之 著  
協和発酵株式会社 (現協和発酵キリン株式会社) 監修  
発行 リバネス出版 2,000 円 (税抜)

## 明日がちょっと楽しくなる環境の絵本

エコバッグを使おう、ゴミを減らそう、節水をしよう……そんな言葉があふれる世の中。私たちが日々生活していると、地球に悪い影響ばかりを与えているような気がしませんか?しかし、人の活動によって豊かさが保たれる生態系もあります。そのひとつが「草地」という場所。衣食住のため、私たちが植物を利用することで、草地の生態系は多様性が守られてきたのです。「人がいなくなった方が、環境にいいんじゃないの?」そう考えていた皆さんに贈る、明日がちょっと楽しくなる絵本です。



## 『くさのみち』

いぬいさえこ 絵・文  
発行 リバネス出版 1,500 円 (税抜)



HP「七つの森」では、絵本の中身を少しだけ公開しています。  
著者のブログや作品集もおすすめです! <http://7mori.net/>

【リバネス出版の本はこちらで購入できます。 <http://pub.leaveanest.com/>】

# 挑戦！トマトを食べて感染症予防

梶谷 正行 帝京大学 理工学部 バイオサイエンス学科 教授

トマトやレタスを食べるだけで、予防接種の注射を受けずに済んだら。注射嫌いの人には、この上ない朗報ではないだろうか。梶谷さんは、それを実現させようと日夜研究に励んでいる。

## ワクチンと予防接種

高熱やけいれんなどを引き起こす日本脳炎や、インフルエンザといった感染症。これらを予防するために、予防接種の注射を学校や病院で受けることがある。その注射器の中身は「ワクチン」と呼ばれるもので、病原体の一部や、毒性を弱めた病原体そのもの。これを使って免疫力をつけ、いざ感染したときに、発症を抑えたり症状を軽くしたりするのだ。

しかし、注射による予防接種は、注射器などの器具の輸送やワクチンの冷蔵保存にコストがかかるうえに、発展途上国などで使い捨てられるはずの注射器が再利用され、他の感染症が広がるケースがあり問題となっている。そこで考えられたのが「食べるワクチン (edible vaccine)」だ。

野菜などの植物体内にワクチンをつくらせれば、食べるだけで免疫をつけられる。使用する地



▲トマトの遺伝子にノロウイルスのコートタンパク質の遺伝子を入れると、細胞内にコートタンパク質が大量につくられる。

域で生産すれば輸送や保存も簡単だ。

## ワクチンをつくるトマト

梶谷さんが目指しているのは「ノロウイルスワクチン」をトマトにつくらせること。冬の集団食中毒の原因として知られるノロウイルスだが、もちろんトマトはもともとそのワクチンをつくれな。そこで活躍するのが遺伝子組換え技術だ。

生物は遺伝物質としてDNAを持っている。DNAには、その生物がもつタンパク質をつくるための情報が組み込まれた「遺伝子」という部分がある。遺伝子組換えでは、ある生物のDNAに、他の生物の遺伝子を入れることにより、生物の本来の性質を変えることができる。

ノロウイルスは「コートタンパク質」でできた正二十面体の殻のような構造を持っている。このタンパク質の遺伝子を植物など他の生物に入



▲正二十面体

ると、その細胞内でコートタンパク質が大量につくられ、中身が空っぽで病原性のないウイルス殻を形成する。それを取り込むと、私たちのからだはウイルスに感染したと認識して免疫反応を起こすので、ワクチンとしての働きが期待できるのだ。

実際に実験を行ったところ、トマトの中に狙い通りのタンパク質をつくらせることはできたが、葉の部分にばかりつくられていた。それなら葉を食べる野菜にと、現在はレタスを使った研究にも挑戦している。



日本では、遺伝子組換え作物に厳しい規制があり、でき上がったトマトやレタスを食べてその効果を検証するのは難しいかもしれない。しかし、植物がつくったウイルスのタンパク質がワクチンになることを示せば「日本でトップになれる」。そう話す梶谷さんの顔は、高い意欲に満ちている。

## 実験を楽しもう

梶谷さんの研究室の学生は、ひたすら手を動かして実験を行う。遺伝子組換えは百発百中ではない。何十回、何百回と実験しても、目的の遺伝子を植物に入れられないこともある。たとえ成功しても、その植物が大きくなるまでに長い期間がかかるため、結果を見られずに卒業していく学生もいる。しかし、研究生活を通して得たスキルや感動は、一生忘れられないものだろう。

1960年代、理数科に籍を置いていた梶谷さん。高校1年生の生物の授業で「ショウジョウバエ

の交配」実験を行うなど、充実した楽しい時間を過ごした。「実験は楽しいもの。今は、それを知らない学生がなんて多いのだろう」と梶谷さんは言う。

そこで、学園祭に訪れた中・高校生に向けて実験講座を開催するようになった。「理科が大好きな子どもをもっと増やしたい」。実験好きな梶谷さんから手ほどきを受ければ、みんなその虜とりこになるに違いない。(文・磯貝 里子)

梶谷 正行 (かじたに まさゆき) プロフィール  
1978年大阪大学理学部生物学科卒業。1983年京都大学大学院理学研究科生物物理学専攻単位取得退学後、東レ株式会社入社。1991年より帝京大学工学部に勤務。助手、講師、准教授を経て、2008年より現職。

# 超電導技術で海を越える

和泉 充 東京海洋大学 海洋工学部 教授

食料や燃料、自動車などの大きな機器。それらは大海を横断する巨大な輸送船に載せられ、私たちのもとへと運ばれている。一般的な石油タンカーは、長さが300mほど、重さは26万トンもある。そんな巨大な船を動かすモーターの出力は数万馬力、一般的な自動車のなんと100倍だ。より効率よく、コストの少ない輸送を実現させるため、和泉さんは超電導モーターの開発に取り組んでいる。

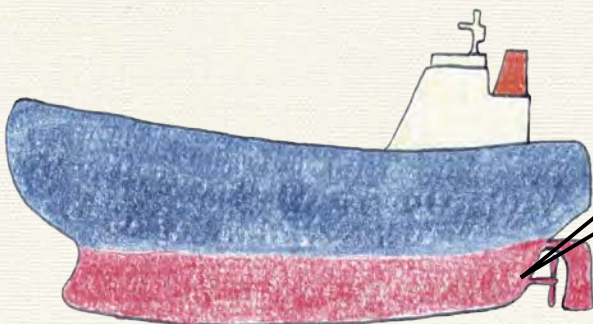
## 巨大な船を動かすためのモーター

超電導とは、ある種の金属や化合物を絶対零度と呼ばれる $-273^{\circ}\text{C}$ 近くまで冷やしたときに、電気抵抗が0になるという現象だ。通常は、銅線や鉄線に電流を流すと、その伝わりを妨げる抵抗が生じて電導効率が下がったり、発熱の原因になったりする。しかし超電導状態ならば、電流のロスを防げるうえ、一度に大量の電流を流しても発熱しない。和泉さんが取り組むのは、この超電導を生じる材料「超電導物質」と、それを応用した船舶用モーターの開発だ。超電導の技術を使ってモーターを小型化、軽量化できれば、その分だけ多くの積み荷を載せることができる。モーターを載せる底板などの強度も落とせるため、船自体も軽くなり、燃料も少なくて済む。今より効率的な物資輸送が実現するというわけだ。

## 実際に使える技術をつくる

超電導状態をつくるには、まず超電導物質に磁場を持たせるよう「着磁<sup>ちやくじ</sup>」という作業を行わなくてはならない。今まで一般的に利用されていたのは、すでに超電導状態になっている他の超電導物質を利用する「静磁場着磁法」だ。しかし、この方法は装置が巨大になるうえ、モーターを組み立てた後では着磁が難しく、船舶用モーターには向いていなかった。一方、電流を流すための銅線を巻いた着磁コイルと一緒に組み込んで、高電圧の電流を瞬間的に流す「パルス着磁法」ならば、後からでも着磁可能だ。しかし通常のパルス着磁法は静磁場着磁法よりも低い温度まで冷やさなければならなかった。

研究室なら液体ヘリウムや冷却機などを利用して $-200^{\circ}\text{C}$ 以下の低温まで冷やすことはできる。



▲ 超電導物質の両側に組み込んだ渦巻き状のコイル



和泉 充 (いずみ みつる)

プロフィール

1983年筑波大学大学院博士課程物理学研究科を修了。理学博士。筑波大学助手、長崎大学講師、東京商船大学助教授・教授を経て2004年国立大学法人東京海洋大学教授。2008年同大学理事兼副学長を経て、2009年より現職、産学・地域連携推進機構長、先端科学技術研究センター長。

だが実際のモーターとなると、液体ヘリウムではコストがかかりすぎ、冷却機を付けるとモーターが大きくなってしまいますので、実用化しづらかった。そこで和泉さんたちは、超伝導物質が持つ磁場の分布と向きに注目した。磁場の向きに合わせるように着磁コイルに電流を流せば、効率よく着磁できる。和泉さんたち東京海洋大学と福井大学、北野精機株式会社のグループは、着磁コイルを渦巻き状に工夫することで、安価な液体窒素で冷やせる $-196^{\circ}\text{C}$ 程度でも着磁できるモーターを開発したのだ。

## 応用はひとつじゃない

和泉さんが開発する超伝導モーターは、超伝導物質をかたまりにした「バルク磁石型」と、電線に加工した超伝導物質をコイルのように巻いた「超伝導コイル」がある。バルク磁石型は小型化でき、コイルはその巻き方や巻く量を調節することができるため、かたちや大きさを変えることができる。和泉さんは学生時代、理学部物理学科で材料工学の分野から超伝導を研究していた。そのスキルを活かして、昔から好きだった船、そし

て海洋という分野に挑んでいる。素材の研究・開発と選択から実際に海洋で使うモーターの開発まで、一貫した研究を行えるからこそ生まれた技術は、船舶だけでなく、海流を使った発電技術や海水の淡水化などにも応用されつつある。

## 世界が舞台は「当たり前」

海を航行する船舶用超伝導モーターを材料から扱う研究室は、日本の大学の中では和泉さんの研究室くらい。競争相手はアメリカやドイツ、中国など世界中の研究者だ。学生にも1年に一度国際学会で発表する機会があると言う和泉さんの研究室。ここでは日本人の学生も留学生も分け隔てなく研究に打ち込む姿があった。「世界中の研究者とともに歩むのが当たり前。グローバルや国際化といった言葉は最初から意識していません」。大海を渡り、物資を輸送する船舶の研究に国境などない。また、研究の中で蓄積された技術は冷却機や宇宙でも機能するシステム開発といった他分野でも十分通用するもの。世界に広がる海洋と関わる研究室だからこそ、可能性は無限に広がっていく。(文・設楽 愛子)





# 東京工業大学

## 学園祭と オープンキャンパス、 一石二鳥

大岡山キャンパス



▲ 学園祭も同時に楽しめる

東京工業大学の大岡山キャンパスでは年に1回、「工大祭」という学園祭が開かれます。

企画も運営も学生が行うパワフルなお祭りで、普段は静かな大岡山キャンパスもこのときは約50,000人の人出でにぎやかな活気に包まれます。当日は、模擬店やバンド演奏、著名人の講演など、学園祭の定番を楽しみつつ、学部説明会、個別相談会など、高校生向けのイベントもきっちりおさえましょう。東工大に来たからには、70以上もの研究室の一般公開で、東工大の「ものづくり」の真髄に触れてみてください。研究室では、Webアプリケーションも、チタンキーホルダーも、そしてなんとオーロラまでつくれるのです！

日程：10月24日(土)・25日(日)  
場所：〒152-8550 東京都目黒区大岡山2-12-1  
〔工大際について〕  
TEL：03-5734-2480 (工大祭実行委員会室)  
<http://www.koudaisai.jp/>  
〔オープンキャンパスについて〕  
TEL：03-5734-3990 (入試課)  
<http://www.titech.ac.jp/>

# 芝浦工業大学

## 進化が止まらない

大宮キャンパス  
豊洲キャンパス

芝浦工業大学には、P24で紹介した柴田さんが所属する生命科学科に続き、今年は工学知識とデザイン能力を融合するデザイン工学部デザイン工学科と、数理エンジニアリングを学べるシステム理工学部数理科学科が開設されました。さらに日本初の「大学」「オフィス」「ホテル」による連携で完成した街、東京芝浦に新キャンパスも誕生。そんな芝浦工業大学のオープンキャン

パスは、研究室体験はもちろん、キャンパスライフを賢く楽しく過ごすためのイベントも満載です。いま注目必須の大学、のぞきに來ませんか。最新鋭の豊洲キャンパス、ウサギも出没する自然豊かな大宮キャンパスで、研究者と理系な先輩たちがお迎えます。



▶ 大宮キャンパスの様子。  
広くて気持ちがいい。

大宮キャンパス  
日程：8月8日(土)・9日(日)  
〒337-8570 埼玉県さいたま市見沼区深作307  
豊洲キャンパス  
日程：8月22日(土)  
〒135-8548 東京都江東区豊洲3-7-5  
TEL：03-5859-7100 (入試課)  
<http://www.shibaura-it.ac.jp/>

# 技術を積み重ねて、 未来をつくる

星 陽一 東京工芸大学 工学部 教授

「どうせやるなら、自分独自の考えでやってみたい」。約30年前の大学院時代、指導教官に反対されながらもつくり上げた「薄い膜をつくる」技術は、これからの産業にも大きく貢献する力を持っている。

## 産業を支える薄膜

身の回りにある電子機器で、ハードディスクや半導体が入っていないものはないだろう。それらをつくる際に欠かせないのは、金属や化合物の薄い膜を基板上に形成する技術だ。CVD<sup>\*</sup>やめっき法などさまざまな手法がある中で、星さんが大学院時代から取り組むのは「スパッタ法」というもの。アルゴンガスに高電圧をかけてプラズマ化し、その際にできるアルゴンイオンを膜の原料にぶつけて衝撃で飛び出てきた原子を基板上に堆積させていく。そうして、数nm～数百nm(1nmは1mmの100万分の1)の非常に薄い膜をつくる方法だ。

## 突き進んだ末の大躍進

大学院時代に出会った研究テーマが、ガーネットという鉱物の薄膜を用いた電子部品をつくるというものだった。当時、それを実現する唯一の成膜方法だったのがスパッタ法。しかし、何度やってもでき上がった膜は材料と比べて元素の組成がずれ、めちゃくちゃな構造になってしまう。原因を調べてみると、装置の中で大きなエネルギーを持った粒子が生成され、その粒子が膜にぶつかるために、堆積させた原子を乱していることがわ

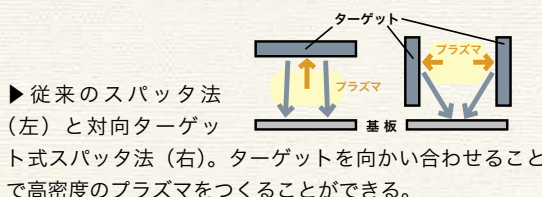
かった。

しかし星さんはへこたれず、スパッタ法の改良を目指して試行錯誤をくり返し、教授から「もうやめろ」と怒られながらも、半ば隠れるように研究を続けた。そしてついに「対向ターゲット式スパッタ法」という新しい方法を開発し、乱れの無い構造を持つ薄膜を完成させたのだ。

この新しい技術は、つくりたい膜の原料(ターゲット)を数cmから15cmの距離で向かい合わせ、その空間に磁界を利用してプラズマを閉じ込めることで、従来より数百倍高い密度のプラズマを発生させる。そのおかげで必要な電圧は10分の1程度、時間も数十分の1と従来の方法と比べて低エネルギー、高スピードで薄膜をつくれるようになった。この方法はプラスチックなどのデリケートな材料の上にもソフトに膜を堆積できるため、曲げられるディスプレイなどの開発が進む近年、産業界からの注目を集めている。

30年近く経った今でも、さらに進化したスパッタ法の技術開発を行っている星さんを、開発に行き詰まって相談に訪れる企業研究者が後を絶たない。磨き続けた知識と技術が、産業界をリードする力となっているのだ。(文・磯貝 里子)

<sup>\*</sup>CVD: Chemical vapor deposition の略で、薄膜加工技術の一種。



星 陽一 (ほし よういち) プロフィール

1976年東京工業大学大学院電気工学専攻修士課程修了後、東京工業大学工学部助手に着任。1984年より東京工芸大学工学部に勤務し、講師、助教授を経て1999年より現職。工学博士。

# デスバレーを飛び越える！

From ビーカー to 工場、  
本間 英夫 関東学院大学 工学部 教授

私たちの暮らしがより便利になるよう、世界中の研究者が日々努力しさまざまな技術が生み出されているが、私たちの手元に実際の製品として届くものはごくわずか。ビーカーの中では再現できても、いざ工場で大規模生産をしようとすると、活用できない技術がたくさんあるのだ。

## 工場を持つ研究室

製品を生むために必要な、基礎的な性質・性能を測る「研究」、目的的性能を持ったものをつくる「応用」、そして大量生産体制をつくる「実用化」というステップ。応用から実用化の間には、資金調達や生産効率の改善など多くの課題がある。そこを乗り越えるのは非常に困難で、デスバレー（死の谷）といわれるほど。その中で自ら工場を持ち、研究から実用化までを一貫して行っているのが、プラスチックめっき技術で世界をリードする本間さんの研究室だ。たとえ学生の研究でも、活用できそうならすぐに工場を実用化する。その一例に、15年前にある学生が出した失敗データがある。

## あらゆる結果を実用化に導く

プラスチックめっきは、金属イオンが溶けた薬剤にプラスチックを沈めて行く。薬剤の働きで表面と金属イオンとの間で電子の受け渡しが起こり、金属が析出するのだ。当時この薬剤に含まれていたホルマリンは人体に有害なため、その学生はホルマリンを使わないめっき技術を開発していた。そして研究を始めて1年、「どうしてもできません」と持ってきたのは細かい棘状になったプラスチック表面の写真だった。

ところがそれを見た本間さんは「目的の研究には使えないが、密着性は上がるのではないか？」と考えた。パソコンの中に入っているCPUなど、超微細回路をつくるためには、当時のプラスチックめっき技術では密着性が不足していたため、そこに使え



▲ めっき技術でつくられた、携帯電話の基板

ると考えたのだ。すぐ特許を取り、実用化を進めたこの技術は、世界中のCPU素材をセラミックスからプラスチックに変えるきっかけとなった。

## 産業を発展させる人材を育てる

「実験に失敗なんてない。学生には環境だけ与えて、自由にやらせています」と言う本間さん。あらゆる研究を実用化する力の源には、若い頃の経験がある。30年前、本間さんの博士論文を当時の教授が見て、「おい、これいけるぞ」と、即座に新しい工場を建ててしまったのだ。「ビーカーでしか実験していないので、ひやひやした」と語るが、その工場は一時70億円も稼ぐ製品を生み出した。

実用化のための技術と知恵を持つ人を育て続けている、本間さんの研究室。ここで学んだ技術者たちは、きっとデスバレーを飛び越えて産業を発展させていくだろう。（文・伊地知 聡）

本間 英夫（ほんま ひでお）プロフィール

1968年関東学院大学工学研究科工業化学専攻修士課程修了。助手、専任講師を経て、1982年大阪府立大学で工学博士の学位を取得後、関東学院大学工学部教授に就任。表面処理技術、産学共同研究により多数の賞を受賞している。

# 複雑な生命から、本質を見出す

宗行 英朗 中央大学 理工学部 物理学科 教授

物理学科で生命科学の研究をしている<sup>むねゆき</sup>宗行さん。その原動力は、複雑な生命現象の本質をとらえ、シンプルな言葉で「要するにこれや!」と言いたい、そんな思いからあふれてくる。

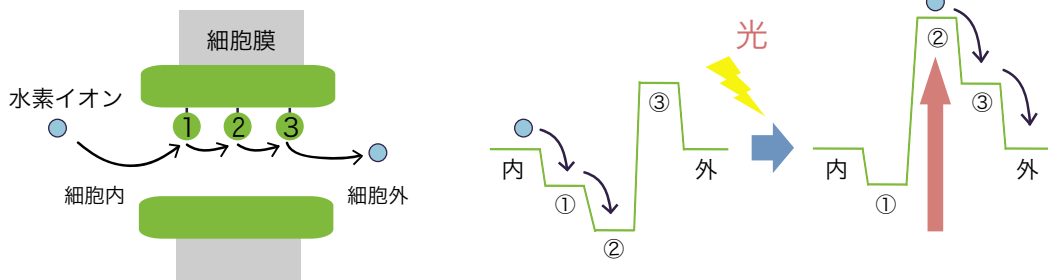
## 生物との出会い

学生時代は生物という科目は暗記することが多いから嫌いで、むしろ公式を理解すれば多くの問題を解くことができる物理や数学の方が魅力的だったという宗行さん。転機となったのは、製薬会社に勤める父親に渡された『生命の起源』という本だった。興味を持ったのは、化学物質をどろどろと混ぜておくと、その中で化学反応が起こり、動くものが見えるという内容。「自分で条件を調べて研究をすれば、人工生命をつくれるかもしれない」と考え、大学では生物化学を専攻することに決めた。

## 生命をひも解く挑戦のはじまり

数ある生命現象の中で目をつけたのは、細胞を包む膜だった。生物が持つ細胞はすべて膜で包まれており、必要なものは膜を通して外界から取り込み、不要なものははき出す。膜こそが生物が外界と触れる最前線だ、と考えた宗行さんは、人工的に膜をつくって、そこに微生物が持つタンパク質を埋め込んで働きを調べ始めた。

研究対象のひとつに、「バクテリオロドプシン」という、光を受けると水素イオンを膜の内側から外側へくみ出すタンパク質がある。それは数百個のアミノ酸が折りたたまれて筒のようなかたちになり、その内部を水素イオンが通るのだが、どのようなしくみで移動が起こるのかはわかっていなかった。「その原理を解明し、何らかの規則性を見つきたい」。研究をする中で目を付けたのは、筒の内側にあるたった3つのアミノ酸だった。



(左) バクテリオロドプシンの模式図。全体は細胞膜を貫通するいわば筒のようなかたちで、その中にある①、②、③、3つのアミノ酸によって水素イオンが運ばれる。

(右) エネルギー状態の模式図。光が当たると②のエネルギー状態が変化し、水素イオンが細胞外へ向けて移動することで、V字型から山型に変わる。時間が経つと②はもとに戻り、この変化をくり返すことで水素イオンを細胞内から細胞外にくみ出すことができる。



宗行 英朗 (むねゆき えいろう)

プロフィール

1989年東京大学理学系研究科生物化学専門課程で理学博士を取得。埼玉大学助手、東京工業大学助手を経て、2005年に中央大学理工学部へ助教授として赴任。2008年より現職。

## 本質を見極める

そもそも、生命現象は化学反応が絶えず起こることで成り立っており、その反応はボールが坂を転がっていくようにエネルギーの低い、安定な方向に進む。そう考えると生命現象は化学と物理を使って説明できるのだ。

3つのアミノ酸は、それぞれ水素イオンとの結合に必要なエネルギーの大きさが異なる。その比を図に表すとV字型をしており、水素イオンはエネルギー状態がより低い方へと受け渡されていく。光がない状況では、細胞膜の内側にある水素イオンはエネルギー状態が低く安定な2番目のアミノ酸(Vの下端)までは簡単に移動するが、その先は上り坂で進むことができない。ここに光が当たると、2番目のアミノ酸がそのエネルギーを吸収し、全体のエネルギー状態の関係がV字型から山型に変わる。谷底にあった水素イオンが頂上へ持ち上げられ、そこから転がり落ちるように膜の外側へ移動するというわけだ。実際、このエネルギー位置の変化を方程式で表してシミュレーションを行うと、実験で観測されたデータとぴったりと重なった。この瞬間、「要するにこれ

や!」と感じた宗行さん。生命現象を物理と化学の知識を使いながら解き明かしていった結果、3つのアミノ酸が持つエネルギー状態の関係の変化というシンプルなモデルに行き着いたのだ。

## 自分の目で確かめる

現在は、生物のエネルギーであるアデノシン3リン酸(ATP)を合成する「ATP合成酵素」について研究している。この酵素は機械のモーターのようにくるくる回ることによって働くため、別名「分子モーター」と呼ばれている。その回転を分析することで、分子モーターがどんなしくみで動いているのか、本質を探っているところだ。

教科書や先生の話<sup>う</sup>を鵜呑みにしていると、世の中わかっていることだらけでつまらない、と感じるかもしれない。研究室で宗行さんが学部生に対して「これやっ<sup>う</sup>てごらん」と研究課題を与えると「えっ、結果なんて知ってることじゃないんですか」と言われることもある。しかし実際は、ものごとの本質は先生も学生も同じようにわからないもの。世の中の確かなことは自分で見つけていくのだ。(文・飯田 剛史)

# 毛細血管、縦横無尽

柴田 政廣

芝浦工業大学 システム理工学部  
生命科学科 教授

ゾウの体重は約4t、ネズミは30g。同じほ乳類でも体重には10万倍も差があり、全身を流れる血液量も大きく違う。心臓から押し出された血液が流れる動脈は、枝分かれをくり返して細くなり、最終的には毛細血管となる。この毛細血管からだの大きさによってどんな違いがあるのだろうか。

## 毛細血管はみんな一緒

「実は毛細血管の直径や間隔は、ゾウもネズミもほぼ同じなのです」と柴田さんは答えた。それは、毛細血管から細胞への酸素や栄養の供給が、拡散という物理現象によって行われるため。自然に拡散するのに最適な太さや分布になっていて、どの動物でもほぼ一定なのだ。このことを知ったとき、柴田さんは「生体はなんて合理的につくられているのだろう」と強く感じ、研究に没頭した。

## 「Why」が研究の推進力

毛細血管は細胞に酸素や栄養分を供給する要となる器官だが、きわめて細く小さい構造のため、まだ謎に包まれていることが多い。柴田さんは、この微細な世界で行われる物質交換を研究し続けてきた。特殊な物質で血中の酸素を光らせて濃度を測る手法を開発し、毛細血管と、そのもとにある微細動脈の酸素濃度を調べると、意外な結果が出た。微細動脈では血中の酸素濃度は高く、酸素が細胞に供給される毛細血管で初めて酸素濃度が低くなると予想していたが、「微細動脈内の血液の酸素濃度は、毛細血管に入る前にすでに下がっ

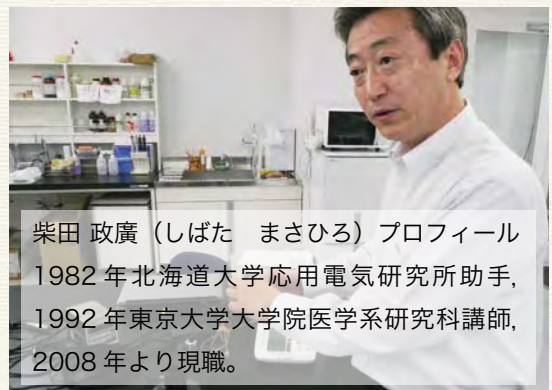
ていたのです。この事実は微細動脈から細胞への酸素供給に加え、微細動脈の筋肉が血流調整のための運動をするときに、血管自身が酸素を消費しているからではないかと予想しています。今までこのような説を唱えた研究者はいません。

実は生物学とはまるで異なる、物理学分野出身の柴田さん。「まずWhy、つまりなぜだろうと考えることが大事。そして、そのwhyを追いつけることが、人とは違った自分自身のオリジナリティをくり上げるのです」。

## 再生医療にも欠かせない

毛細血管の研究は、再生医療の発展にも欠かせない。たとえば、傷ついた皮膚を治療するために人工の皮膚で覆ったとしても、きちんと毛細血管がつくれ、酸素と栄養が行き渡らなければ、皮膚は死んでしまう。毛細血管は周囲の酸素濃度が下がれば不足分を補うために新しくつくられるが、酸素が不足しすぎると皮膚自体が生きていけない。「毛細血管がつくれ、かつ、新しい皮膚が死なない、最適な酸素環境があるはず」と言う柴田さんは、微小血管の酸素濃度を測定し続ける。

2008年に開設したばかりの生命科学科には、新たなことに挑戦する活気があふれている。そこで柴田さんも、修士課程の大学院生2人と、オリジナリティを持った研究に取り組む毎日を送っている。(文・立花 智子)



柴田 政廣 (しばた まさひろ) プロフィール  
1982年北海道大学応用電気研究所助手、  
1992年東京大学大学院医学系研究科講師、  
2008年より現職。

# 研究者 への 手紙



この万年筆を  
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P14に登場した梶谷正行さんです。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。

初めまして。

『someone』春号読みました。初めて知る研究や、発明のことがたくさん載っていて、とてもおもしろかったです。人工的に作った核酸で、体内の悪い核酸を治療する、というのも、初めて知ったことのひとつです。疑問に思ったことが2つあります。ひとつは、人間の核酸はひとりひとり違うらしいので、仮に似たような症状であっても、同じ治療用の核酸を複数の人に使っても大丈夫なのか、ということです。

ふたつめは、この治療をスポーツ選手が受けたとして、これは近年心配されている「DNAドーピング」にはならないのでしょうか。風邪薬を飲んで、ドーピング反応が出た選手もいるので、不安です。

でも、近い将来、飲み薬や塗り薬のように核酸治療薬が一般的になって、今まで治せなかった難病が、早くなってほしいです。

これからも研究頑張ってください。

吉田 キカ (16歳)

今回は、2009春号に登場した核酸合成の研究者、東京工業大学の大窪章寛さんにお返事を書いてもらいました。

吉田さん、お手紙ありがとうございます。  
研究者にとって、自分達の行っている研究に  
たくさんの人が興味を持って頂ける事は、  
非常に嬉しい事で、また、重要な事でもあります。  
ご質問の一つ目、同じ核酸治療薬を複数の  
人に使用しても大丈夫か？について...  
人の遺伝子配列の個人差は、全体の0.1~0.2%  
程度なので個人差のない部分をターゲットに選べば  
理論上は問題ありません。逆にこの個人差を  
利用して、特定の人にだけ作用する治療薬や  
診断薬をつくる事も可能です。  
二つ目のご質問、DNA(遺伝子)ドーピングについて、  
確かに健康維持のために使用した核酸医薬品で  
筋肉を増強させるような副作用が生じた場合、  
ドーピングとみなされる可能性が高いと思います。  
核酸医薬品の開発においても、その副作用の  
調査が十分に行われ、使用する際のガイドラインが  
設けられる必要があります。  
今も治せなかった難病を克服できる核酸治療薬が  
一日も早く開発できるように、これからも研究室一丸と  
なって頑張りたいと思います。東京工業大学 大窪章寛

【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・11階

someone編集部 「研究者への手紙」係

【応募〆切】 2009年7月7日(必着)

協力：Sailor セーラー万年筆株式会社

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

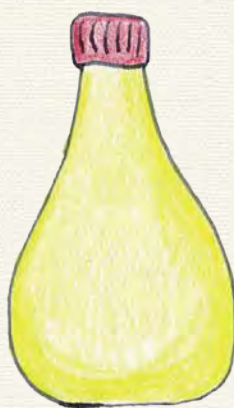


# マヨネーズ、 つくってみました。

ブロッコリーやキャベツに、そしてお好み焼きに……食材の味を引き出す重要な調味料。クリーム色で滑らかな舌触りをしたマヨネーズは、実は台所にある材料だけでできるのです。今回はそんなマヨネーズを実際につくってみました。

油とお酢と卵の黄身、マヨネーズはこのたった3つの材料だけでできています。でも、ちょっと考えてみてください。お酢と油ってそう簡単に混ざるのでしょうか——。ここで、ドレッシングのことを考えてみましょう。静かに置かれているドレッシングは、油部分が上、お酢や水の部分が下というように2層に分離していて、容器をよく振って混ぜてから使いますよね。そうしなければ上層の油だけがかかってしまい、ギトギトのサラダを食べることになります。これは、水と油が混ざり合わないという性質を持つために起こった事態です。この原因は、分子の電子配置にあります。水の分子の内部では、電子対が酸素原子側に偏<sup>かたよ</sup>って存在します。一方、油の分子では電子配置にそれほど偏りがありません。この違いにより、水と油は混ざり合うことができないのです。

では、マヨネーズはどうでしょうか。水と油が分離しているどころか、クリーム色でポテツとしていて、とてもドレッシングとは似ても似つかない見た目です。ここで重要な働きをする役者が「卵黄」の中にある「レシチン」という成分です。レシチンは「リン脂質」という物質の一種。水と混ざりやすい親水基（リン酸基）部分と、油と混ざ



マヨネーズ



ドレッシング

▲ ドレッシングは水と油が2層に分かれているが、マヨネーズは水と油がクリーム状に混ざり合っている。

りやすい親油基（炭素鎖）部分を持っていて、油とも水とも混ざることができます。マヨネーズはこのレシチンの力を使って油と水を混ぜていたのです。

そこで、今回は実際に卵黄とお酢と油を混ぜ合わせてマヨネーズをつくってみました。まずは、3つの材料を集めて混ぜてみました。

ところが、何分たっても、まったく混ざり合いませんでした。どうやら、ただ混ぜればいいというわけでもなさそうです。

そこで、料理の本をのぞいてみると、どうやら順番にも注目する必要がありそうです。その順番とは、お酢と卵黄を混ぜた後に油を混ぜるというもの。お酢と卵黄を混ぜ少し酸性になっている状

++実験材料++

サラダ油 (150 cc)

卵黄 (1個)

酢 (大さじ1杯)

塩, 胡椒, 砂糖 (適量: 味を整えるため)

++手順++

- ①まずは材料を用意する。
- ②卵黄と酢を混ぜ、油は少しずつ加える
- ③ひたすら混ぜ続けると、白いクリーム状になる
- ④味を整え、マヨネーズのでき上がり



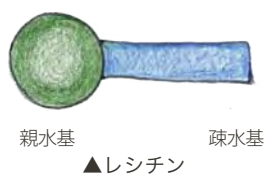
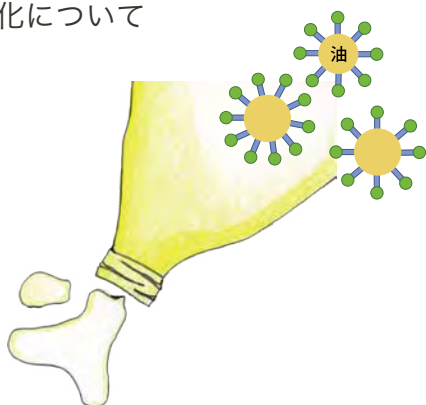
態に、1滴ずつ油を落としながらよく混ぜ合わせていけば、マヨネーズのでき上がりです。

ではなぜ混ぜる順番が重要なのでしょうか。ここでもう少し詳しく、レシチンと油と水の動きに注目してみましょう。油の回りをレシチンが完全に取り囲んだ状態で水と出会えば、油の回りにはレシチンの親水基があるので水と混ざり合うことができます。この現象を「乳化」といいます。3つの材料を同時に混ぜようとする、レシチンが油の周りを取り囲むことができず、分離してしまったのです。

レシチンのように水の中に油を混ぜることのできる物質を「乳化剤」と呼びます。他にも、生活の中にはバターや牛乳などの食品に含まれていたり、石鹸などにも含まれています。

相性の悪いものどうしを仲よしにするためには、間を取り持つ乳化剤と、しかるべき「段取り」が必要なんですね。(文・設楽 愛子)

乳化について



乳化とは、水と油のように本来混ざり合わないものがレシチンなどの性質を利用して均一に混ざり合った状態になることです。レシチンは、疎水基（油にくっつく部分）を中央に、油を包み込むようにして水中に油を分散させます。このようにして、マヨネーズでは水と油が混ざり合っているのです。

特集

# 太陽系を飛び出そう

夏の日の昼間に見えるのは、さんさんと降り注ぐ光の源、太陽。  
日が沈んだ後に空を見上げてみれば、ひときわ輝く月の光。

私たちが生まれたこの星は、ひとつの衛星を伴いながら、  
7つの惑星といっしょに太陽の周りを回り、  
太陽系の一部となっています。

そして太陽系は、  
天の川銀河の中を2億5000万年かけて一周するのです。

その軌道を思い描いてみれば、  
大小異なる輪をたくさん重ねたような、この世界。  
長い年月の中で新たな輪が生まれ、そして消え、  
少しずつ変化しながら宇宙の歴史をつくってきました。

その中で、地球はどのようにして生まれたのでしょうか。  
そして、他にも似た星はあるのでしょうか？

飛んで行って探したいと思っても、  
もし宇宙船で隣の恒星へ行こうとしたら、  
何百万年もかかってしまいます。  
気が遠くなるほどの彼方であって、  
今の技術ではとても訪れることはかなわないけれど、  
望遠鏡をのぞいてみれば確かに見える、星々の世界。

心だけでも月を越え、太陽を飛び越えて。  
行ってみようよ、太陽系の外側へ。



# 双子が探る、月の謎

45億年前、地球と同じ時期に誕生した月は、当時の姿をそのまま残しながら地球を回り続けています。深い謎に包まれた、月の誕生の物語。それを探る月探査衛星「かぐや」と双子衛星「おきな」「おうな」の開発者、NECの増井 亘<sup>わたる</sup>さんにお話を聞きました。

## 重力から内部を探る

月の誕生にはさまざまな説があります。地球と同時に形成された、ひとつの大きな惑星が地球と月に分かれた、地球の重力に捕まえられた、地球に他の天体が衝突し、砕け散った岩石が集まって月ができた……。いったいどれが正しいのか、その答えは月を詳細に調べることで解明されるはず

です。  
15のミッションを携<sup>たづさ</sup>えた月探査衛星「かぐや」が打ち上げられたのは、2007年9月14日。その機体の上部には、直径1mほどの双子衛星「おきな」と「おうな」が付いていました。双子の役割は、主衛星である「かぐや」とともに月を周回しながら、重力の強さを測ることです。実は、重力は月全体で一様ではなく、内部の密度が高い場所ほど強くなっています。重力の強度分布を調べることで、月内部の密度がわかり、中心部の構造、そして月の起源を知る手がかりとなるのです。

## 電波で調べる、軌道の変化

「かぐや」は月の表面から約100km上空を周回しています。その軌道は、重力が強い場所では低く、弱い場所では高くといったように、上下しながら月を回っています。重力の強さを知るため、この軌道変化の観測に利用されるのが、「ドップラー現象」です。この現象は、音波や電波の源

が近づいてきているときは波長が短くなり、遠ざかっているときは長くなるというもの。救急車が近づくときはサイレン音が高く、遠ざかるときは逆に低く聞こえる、あの現象です。

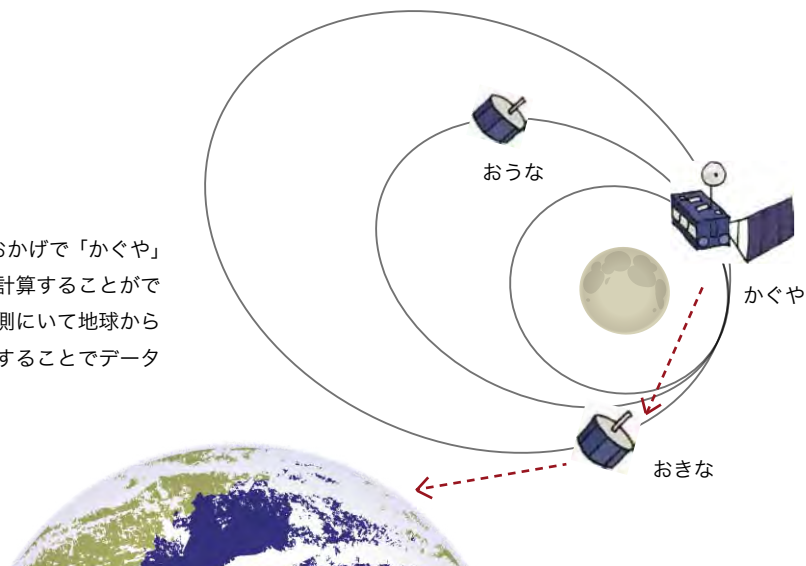
電波を発し続ける「かぐや」でも、地球へ近づくときは電波の波長が短くなり、遠くなると波長が長くなるので、この変化を利用すれば軌道の変化が計算できるのです。

## かぐやを助ける双子の衛星

しかし、月全体の重力を知るには2つの問題があります。ひとつめは、「かぐや」が月の裏側にいる間は、月が邪魔をしてデータを地球に届けられないことです。これを解決するのが「おきな」の役目。大きな楕円軌道<sup>だえん</sup>を回りながら、データを中継しています。

もうひとつの問題は、軌道の変化が地球との距離の変化に現れない場合、つまり私たちから見て月の側面を回っている場合です。軌道が低くなっても高くなっても、左右に揺れているようにしか見えず、距離はほとんど変わりません。これを解決するため、「おうな」は地球の各地に設置されている電波望遠鏡に向けて同時に電波を送っています。衛星から望遠鏡までの距離が異なるため、この複数の電波は発信されてから受け取られるまでの時間に差が生まれます。そのずれから、「お

▶「おきな」と「おうな」のおかげで「かぐや」がどこにいても正確に軌道を計算することができる。図ではかぐやが月の裏側にいて地球からは見えないが、おきなが中継することでデータを地球に届けている。



うな」がどこにいるかを正確に計算し、その軌道の変化を知ることができるのです。

## 双子にこめられた願い

「おきな」と「おうな」を開発したチームのリーダーである増井さんにとって、「かぐや」からの分離の瞬間は忘れられないものでした。打ち上げ後、しばらくは双子を搭載したまま軌道上を回っていた「かぐや」は、双子が分離すると「作用・反作用の法則」によって、逆方向に力を受けます。その作用による姿勢の変化がデータとして地上に送られ、事前の計算通りであることが確認されたときは、大きな達成感を感じたそうです。

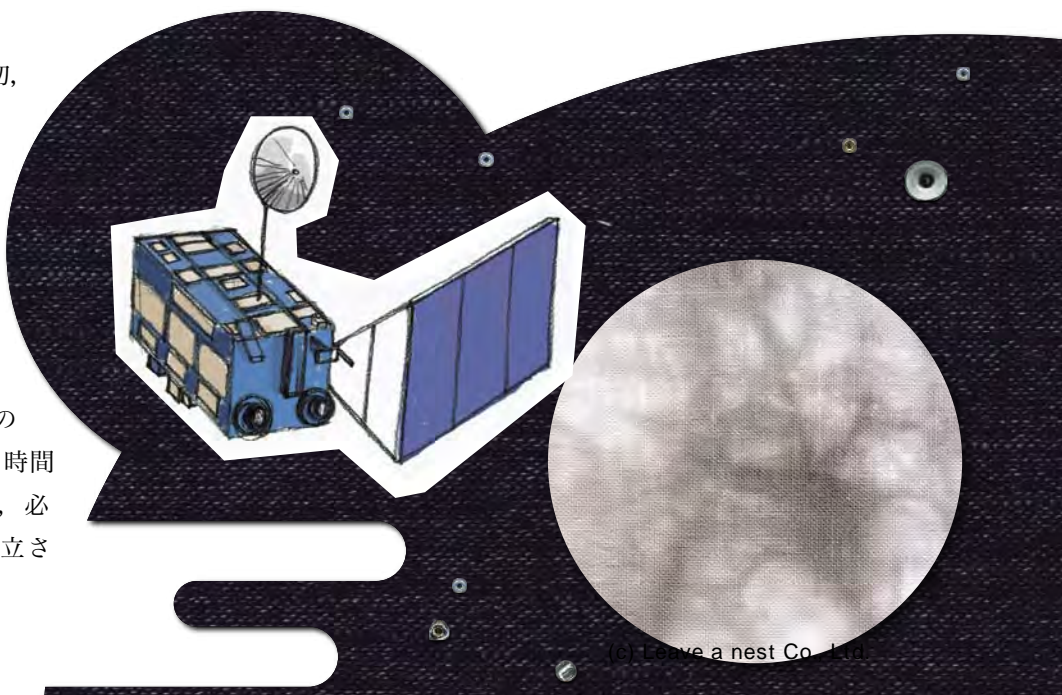
実は開発当初、子衛星は「おきな」ひとつでした。双子衛星誕生の背景には、「月着陸実験の延期」という計画変更があります。そのとき、「限られた時間と資源の中でも、必ず科学研究を成立さ

せよう」という開発者の熱い思いがあり、着陸機に搭載を予定していた電波源の新たな乗り物として「おうな」を考え出し、双子衛星として実現したのです。

「かぐや」は無事にミッションを終え、今年6月に月に落下する予定です。そして現在、多くの研究者によって「かぐや」から得られたデータの解析が行われています。その結果は、きっと月の誕生の謎を明らかにしてくれることでしょう。

(文・柴藤 亮介)

協力：日本電気株式会社（NEC）宇宙システム事業部 宇宙システム部 増井 亘さん





月は地球の周りを回り、そして地球をはじめとした太陽系の惑星は「太陽」というひとつの恒星の周りを回っています。

では太陽は、いったいどのようにして生まれたのでしょうか。

## 太陽が生まれたとき

### 自らの重力でガスが集まる

太陽や地球が生まれる前のこと、宇宙空間には真っ暗な宇宙空間には「<sup>せいかんぶつしつ</sup>星間物質」と呼ばれるガスや細かいちりがたくさんが存在していました。これらを構成する水素 (H) やヘリウム (He) は、自身が持つ熱のエネルギーによってふらふらと動き、互いに近づいたり離れたりしながら漂っています。ところがあるとき、事件が起こりました。ある1か所にたまたま密度高く集まったガスが、周囲より強い重力を持ち、さらに周りの星間物質を引き寄せ始めたのです。

引き寄せられたガスの中心部は、どんどん密度が高まり、大きな重力を持つようになります。そうして広い範囲の物質を巻き込んで大きくなったかたまりは、中心部が周囲よりも高温、高圧になり、膨張しようとしています。けれど、同時に自分自身の重力によって膨張する力は押さえ込まれ、2つの力がせめぎ合いながら、星間物質をさらに引き寄せていきました。そして十分に集まったとき、その内部温度は10～100万°Cにもなり、ついに光を発します。

### 恒星の誕生

ガスが持つエネルギーが光として放出されることで、周辺部が冷えて、全体が収縮します。そうすることで、かたまりは「星」になるのです。このとき今の太陽の8%以下の質量しかないと、光の放出によって全体が冷えてしまい、<sup>かつしよくわいせい</sup>褐色矮星と呼ばれる暗い星になります。しかし十分な質量があれば、収縮によって中心の温度はさらに上昇していきます。そして1000万°Cに達したとき、星間物質を構成していた元素に大きな変化が起こります。密度が非常に高くなった中心部で、4つの水素 (H) の原子核が融合し、ひとつのヘリウム (He) になるのです。この「<sup>かくゆうごう</sup>核融合」反応は莫大なエネルギーを生み出し、強く光り輝く恒星となるのです。

こうして生まれた太陽の周りでは、さらにちりが集まってかたまりができ、それが絶えず衝突をくり返して、さらに大きなかたまりとなりました。8つの惑星を含む太陽系は、こうして誕生したのです。

# 身の回りにある、星のかけら

それを最後に肉眼で観測できたのは1987年のこと。2世紀に書かれた中国の歴史書『後漢書』にも記録されていますが、その間にある約1800年の歴史の中で、肉眼で見えたのは両手の指で数えられるほどしかありません。日本大学の藤井紫麻見さんは、その稀少な天文現象、超新星爆発を研究しています。

## 星の最期の大爆発

太陽のような恒星は、誕生から時間が経ち、核融合の燃料を使い尽くすと、重力によりどんどん収縮していきます。太陽程度の質量の星では収縮しきって暗い星、白色矮星<sup>わいせい</sup>となりますが、より重い星の場合、いずれ中心部の圧力が高まり、超新星爆発を起こします。その名前とは裏腹に、星の最期であるこの現象は、実は私たちとも大きく関わっているのです。

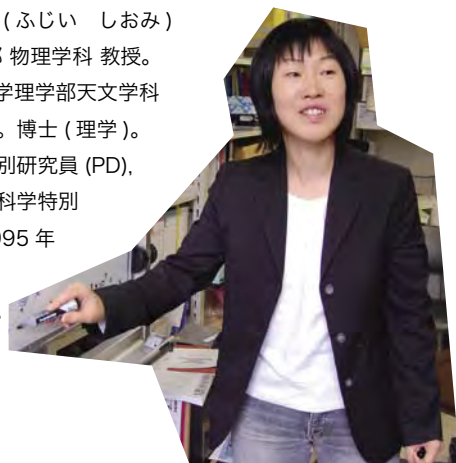
腕時計やメガネに使われるTi（チタン）、貴金属のAu（金）やAg（銀）、Pt（プラチナ）。これらは、ほとんどが巨大な星の最期につくられた元素なのです。爆発の瞬間、中心部の超高密度な空間では陽子や中性子、電子の結合が起こり、Fe（鉄）より軽い元素から、重い元素が生成されていきます。それらはいずれ宇宙空間へと放出され、長い年月を経て今、私たちの手元に存在しているのです。

## 爆発のモデルをつくる

重い元素の多くは、非常に不安定な「放射性同位元素」というかたちでつくられます。それらは時間をかけて徐々に崩壊し、安定な元素へと変化していきます。これは放射性崩壊と呼ばれ、そのとき光として放出されるエネルギーが、超新星爆発の輝きを生んでいます。

藤井さんは、爆発後の温度変化と、そこから生

協力：藤井 紫麻見（ふじい しおみ）  
日本大学 理工学部 物理学科 教授。  
1992年に東京大学理学部天文学科にて博士課程修了。博士（理学）。  
日本学術振興会特別研究員（PD）、  
理化学研究所基礎科学特別研究員を経て、1995年  
日本大学に赴任。  
2007年より現職。



じる光の波長の変化を計算し、観測データと合わせて爆発のシミュレーションモデルをつくっています。そのモデルは、新たな超新星爆発が観測されたときに、もとの星の性質、生まれた元素の量や種類を知るための手がかりとなるのです。計算の結果、1987年の超新星爆発の際にはなんと地球質量の1万倍もの<sup>56</sup>Ni（ニッケル）が生まれていることがわかりました。

## 星の終わりが新たな星を生む

超新星爆発が生み出すのは、大量の元素だけではありません。その巨大なエネルギーは、周囲に存在するガスの分布に偏りを生みます。それがきっかけとなり、また新たな星が生まれていくのです。

私たちの身の回りにあるものは、起源をたどってみれば、星々のかけらだったともいえます。星の最期が元素をつくり、新たな星を生んでいく。この地球も、その連鎖の中で生まれてきたのです。

（文・西山 哲史）



(c) Leave a nest Co., Ltd.



# 星の名残が歴史を語る



太陽が地平線に沈んだ後、夜空に輝く星々の光。私たちの銀河には数千億もの恒星が含まれ、そこからの光が今日も地球に降り注いでいます。宇宙空間を海に喩えれば、銀河は無数のきらめく宝石でできた島。そんな島がこれまた 1000 億以上もあるといわれるこの宇宙は、いったいどのようにできたのでしょうか。

## X 線で輝く銀河



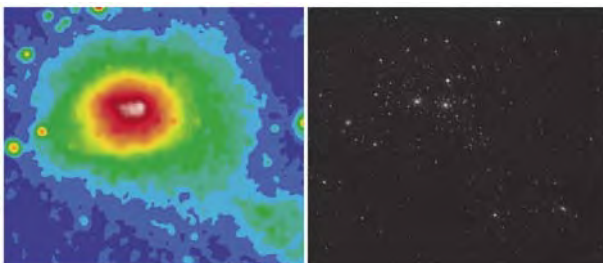
太陽系が含まれる「天の川銀河」が生まれたのは、今から 137 億年前と考えられています。長い年月の中で、数多くの星が現れては、消えていったことでしょう。星々の活動によって、銀河がどのように姿を変えてきたのか。それを知るための手がかりは、銀河の内部ではなく外側にあります。

広い宇宙の中には、銀河が多数集まった場所「銀河団」が存在します。そこを私たちの目に見える「可視光」で見ると、暗い宇宙空間の中にぼつぼつと光が浮かんでいる様子を見ることができます。しかし同じ場所を、高エネルギーの光である X 線を見ることができる望遠鏡でのぞいてみると……とても広い範囲が輝いているのが見えてきます。この光の源が「銀河団ガス」です。宇宙誕生直後に生まれた水素とヘリウム、そして銀河の中から吹き出してきた酸素やケイ素、鉄などが超高温のガスとなり、X 線を放っているのです。

## ガスが抱える、銀河の歴史

東京理科大学の松下恭子さんは、地球の周囲を回る X 線観測衛星「すざく」を使って、銀河団ガスを観測しています。銀河にある恒星のうち質量が太陽の 10 倍以上あるものは、誕生から 1000 万年ほどで超新星爆発を起こします。そのとき周囲にまき散らされた元素の一部は、銀河の中に留まって他の星の材料となります。しかし別の一部は銀河の外側まで吹き飛ばされて、銀河団ガスへと組み込まれます。そして再び星になることなく、つくられた当初の姿のまま漂い続けるのです。そのため、ガス中にある元素の種類と量、分布を調べることで、過去に存在していた星の質量と分布を知ることができます。

なかでも松下さんが注目するのは、「酸素」です。他の元素は核融合や超新星爆発の瞬間など、さまざまな場面でつくられるのに対し、酸素のほとんどは質量が大きな星の核融合反応で生まれます。さらに、この宇宙に存在するヘリウムよりも重い元素のうち、全体の量の半分は酸素だと考えられているのです。



◀ (左) 銀河団の X 線画像。赤い部分は X 線密度が高く、青い部分は低い。(右) 同じ銀河団の可視光画像。点のひとつひとつが銀河。可視光画像では何も無いように見える場所からも、X 線が放射されている。その源が銀河団ガス。

そこで酸素こそが銀河の歴史を知るための最も重要な手がかりになると考えた松下さん。世界で初めて銀河の外側にある大量の酸素の検出に成功し、それにより重い星の形成と爆発の歴史を調べています。

## 遠くを見ることは、過去を見ること

現在、「すぎく」で見ることができる銀河は、光が地球に届くまで10億年かかる距離にあるもの。つまり、10億年前の姿を見ているということになります。はるか昔のように思えますが、「10億年なんて、宇宙の年齢から考えたらごく最近なんですよ」という松下さん。今はまだ、137億歳の宇宙の、最後の一部の歴史しか見るできません。でも10年後に欧米日の共同で打ち上げを計画している衛星「IXO」なら、100億光年先までが観測可能。100億年前の銀河には、どれくらい重い星が残っているだろう。50億年前なら？—時間を追って比べることで、星々の歴史を直接知ることができるのです。

私たちがいる「今」の世界は、宇宙が誕生した瞬間から137億年の中で起きた、数多くのごとの上につくられています。

今へとつながる長い道筋の中、星がいつ生まれ、死に、どのように変化してきたのか。宇宙の歴史を解き明かそうと、今日も世界中の望遠鏡が空へと向けられています。(文・西山 哲史)

協力：松下 恭子 (まつした きょうこ)  
東京理科大学 理学部 第一部物理学科 准教授。  
1997年東京大学理学部天文学科にて博士課程修了。理学博士。  
2003年より東京理科大学理学部第一部物理学科講師、  
2008年より現職。

ガリレオが空に望遠鏡を向けてから 400 年、  
私たちが見ることのできる宇宙は機器の進歩とともに拡大してきました。  
他の銀河や、光り輝くガス星雲、  
2つの恒星がお互いに回りあう連星系、ブラックホール、  
そして一生を終えるときに何よりも強く輝く星。

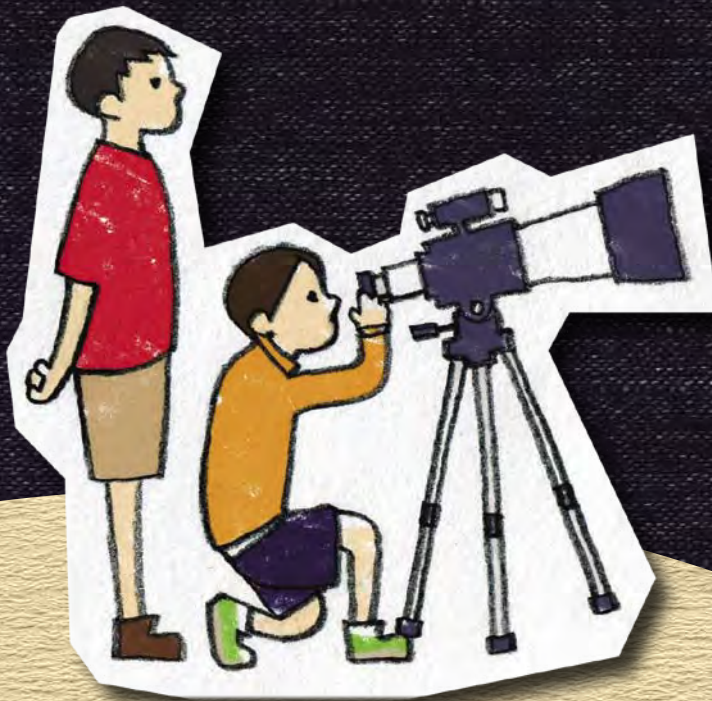
見えるものが増えるにつれて、少しずつ明かされてきた、宇宙の歴史。  
でも、いくら観測技術が発達しても、見えないものがあります。

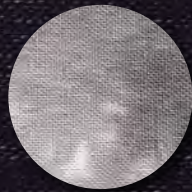
それは、遠く離れた星々の「今」。

夜空に浮かんで見えるのは、1秒前の月。

太陽ならば、8分前の姿。

では、10億光年離れた星は今、どんな姿をしているのでしょうか。

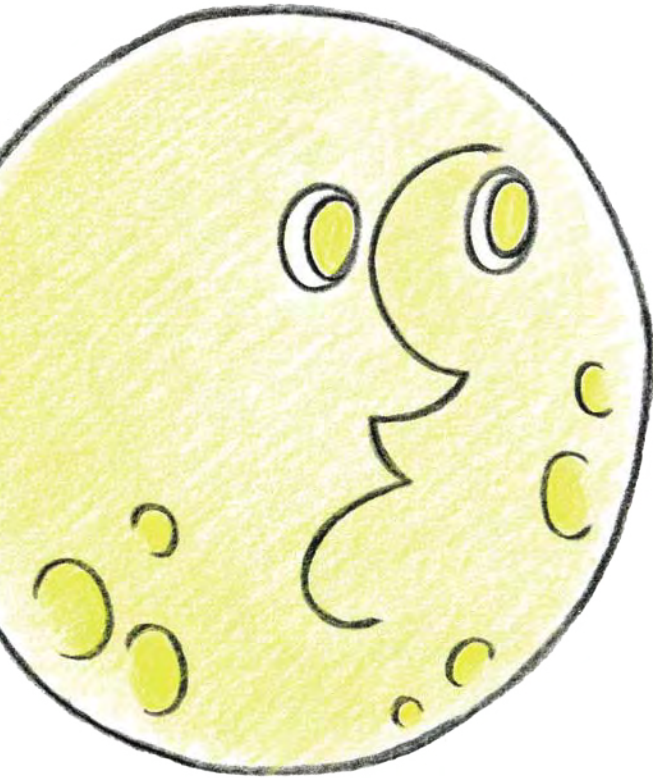




「ねえ、見て。あの星、水がたくさんあるよ」  
「ほんとだ。生き物もいるかな？」

ひょっとしたら、遠く離れた宇宙のどこかで、  
そんな会話が交わされているかもしれません。

# 宇宙生活、



宇宙への旅行プランや宇宙ホテル計画などが話題になっているように、宇宙観光はもはや夢物語ではありません。青い地球をバックにからだを浮かせて記念撮影なんて、考えただけでワクワクします。けれど、宇宙での写真撮影には、ちょっと注意が必要だってことご存知でしたか？

## 丸顔になっちゃう？!

宇宙へ着くとふわりと浮き上がるからだ。重力はほとんどないので、ちょっとジャンプすれば天井に手が届きますし、壁を押せば部屋の反対側へ進めます。地球とはまったく違った感覚を楽しめますが、実はからだにも変化が見られます。なん

と、顔が満月のように丸くなってしまうというのです。

その原因は血液にあります。血液の役割は、栄養や酸素をからだ中に運ぶこと。しかし、ちょっと考えてみてください。液体である血液は、何もしなければ重力に引っ張られて足の方へ集まってしまうはず。そこで、心臓を拍動させて重力で落ちる血液を頭の方に送り出したり、足の筋肉をポンプにして心臓に戻したりして、からだ中に血液をめぐらせています。ところが、宇宙空間では血液が下方向に引っ張られることはありません。そのため筋力のバランスが崩れ、頭の方に届けられる血液の量が増加してします。すると、顔が満月のようになる「ムーンフェイス」という現象が生じてしまうというわけです。

## 1Gの重力に適したからだ

丸顔は氷山の一角、見えない変化も起きています。私たちのからだには、地球上で適した状態、「恒常性」を保つための調節機能があります。暑いと汗が出たり、全速力で走ったときは心臓が

# ことはじめ

～写真うつりには要注意編～

はやがね  
早鐘のように打ったりするのもこの調節機能のため。外環境の変化に対して体内の環境を一定に保つため、からだは自然と反応するのです。もちろん、宇宙空間で血液が頭に集まったときも調節機能はフル活動。首の血管を多量の血液が通ると、血圧が上昇します。それを脳は「血液量が多すぎる」と判断してしまい、体内の水分量を減らすように働きます。すると、私たちは何度もトイレに行きたくなり、からだを流れる血液は数日のうちに10%程度も減少してしまうのです。

## 水分補給を忘れずに

宇宙旅行中はその状態で恒常性が保たれるので、大きな問題はありません。ただし、当然地球に帰る日が来ます。地球に戻れば再び血液は重力で引っ張られるので顔は元通り、スマートになるでしょう。しかし、何もしないで戻ってくると、血液量は減ってしまっていることを忘れてはなりません。そのままだと全身をめぐる血液の量が足らず、地球に着いたとたん「立ちくらみ」を起こしてしまう危険性があります。せつかくの宇



宙旅行、地球に降り立つその瞬間もすてきな思い出にしたいものですね。そこで、宇宙船の中では下半身陰圧負荷装置 (Lower Body Negative Pressure Testing : LBNP) という装置が考えられています。この装置に下半身を入れて減圧すると、地球の上に立っているのと同じように、足の方に血液が溜まるような条件をつくることができます。また、実際に宇宙から帰還するときは、体液とほぼ同じ成分が入った生理食塩水を1L以上飲んで、迅速に血液量を調節できるような対策がとられています。

宇宙旅行はもう手が届くところ。予備知識をしっかり持ってすてきな記念を残しましょう！  
(文・設楽 愛子)

# 宇宙へ行くひと、それを支えるひと。



2009年3月、若田光一さんがスペースシャトル「ディスカバリー号」で宇宙へと飛び立ちました。その直前、独立行政法人宇宙航空研究開発機構（JAXA）の主催で行われたケネディ宇宙センター見学ツアーに、ひとりの高校生が参加していました。「見て、感じたことを伝えたい」という想いを持った相模女子大学高等部なかゆつきの中優月さんは、このツアーで多くの人たちと出会います。宇宙へ行く人は、どんなことを考えているのだろう。それを支える人は、どんな人なのだろう。3名の日本人宇宙飛行士、そしてJAXAの立花さんに、質問をしました。

## なぜ、宇宙に行ったのですか？

宇宙から地球を見ることで視野が広がって、考え方が変わるんじゃないかと思ったんです。  
向井 千秋 さん

宇宙飛行士はいろいろな国の人と関わりながら仕事をするので、宇宙に行く前から視野は自然と広がっていきました。実際に宇宙に行って感じたのは地球には「重力がある」ってこと。地球ではこんなにおもしろい感覚を感じられないことを寂しく思いました。

SF映画を見てやアニメを見て、宇宙に行くことに憧れました。  
星出 彰彦 さん

小さい頃にアメリカに住んでいたので、ケネディ宇宙センターに来たこともあります。高校生のときに、最初の日本人宇宙飛行士3名が選ばれ、日本でも宇宙飛行士という職業が成り立つんだと思いました。自分でも宇宙飛行士になって無重力を体験してみて、みんなにも宇宙に来てほしい、そう感じました。

大人になったら宇宙に行けると思っていました。  
山崎 直子 さん

小学生のときに、星を見るのが好きだったんです。そして中学3年生のとき、テレビでスペースシャトルの打ち上げを見たことがすごく印象に残って「宇宙に関わる仕事がしたい、宇宙飛行士になろう!」と。技術者として働きながら選抜試験に応募して、2回目の挑戦で夢が叶いました。

# 宇宙へ行くひと、 それを支えるひとって、 どんなひと？

立花正一さんに聞いてみました。

中 優月 さん

相模女子大学高等部 1 年生

立花 正一 さん (医学博士)

独立行政法人宇宙航空研究開発機構 (JAXA)

有人宇宙技術部技術領域総括宇宙飛行士  
健康管理グループ長

中 打ち上げにはどれくらいの人関わっているのですか？

立花 何百人も関わっていますよ。JAXA だけでも、今来てているのが 30 人くらい。つくばの管制室にも 50 人は待機しています。今回の打ち上げは NASA (アメリカ航空宇宙局) がやっているから、そこにも数百人いるでしょうね。

中 どんな役割があるのですか？

立花 ロケットを打ち上げるためのスタッフは、機械、燃料、通信というように、飛行機を飛ばすのと同じような顔ぶれです。他に、飛行士の健康管理をする人、スケジュールを立てる人、宇宙での実験プランをつくったり、機材を準備したりす

る人もいます。打ち上げは晴れた日に行うので、気象予報士も関わりますね。

中 宇宙飛行士には、どんな人がなれるのでしょうか。

立花 もともとパイロットをしていた人や、実験テーマに合った人の中から選んできたけど、最近では教師だった人も宇宙へ行っています。今は理系出身の人から選抜をしていますが、将来的には対象を広げていく可能性もあります。いずれは文系の人や芸術家も飛行士になって、たとえば宇宙で生活した上での心の変化などを踊りや詩で表現するなど、幅広い人材が宇宙で活躍できるようになってほしいですね。

## 中さんの感想

今回私は、未知の世界の宇宙を探り、興味を深め、いろんな人に発信できたらいいなという想いで、打ち上げを見に行くことを決めました。ツアーの中では、実際に宇宙に行かれた 3 人の方にもお会いすることができました。そこで私は、3 人に「なぜ宇宙に行こうと思ったのですか？」という共通の質問をしてみました。彼らのコメントには、それぞれいろいろな理由、想い、そして夢を実現させたからこそその説得力がありました。特に、宇宙から見る地球はひとつであり、そこに私たちは一緒に暮らしている仲間である、という話はとても感動しました。宇宙の話をするときの 3 人の方々はとても輝いていて、恐怖や危険性よりも楽しさ、おもしろさの方が強いといった感じでした。私は、まだ将来自分のやりたいことがはっきり決まっていらないのですが、お話をさせていただき、大きな勇気とパワーを受け取りました。そして、挑戦することの大切さを教えていただきました。



# サイエンスフォーラム、

世界天文年である今年、宇宙の実験施設、国際宇宙ステーション「きぼう」日本実験棟が完成し、若田光一宇宙飛行士の手によってさまざまな実験が行われ、宇宙分野の研究は大きな進歩をみせています。私たちが宇宙で暮らす日もどんどん近づいているといえるでしょう。そんな宇宙や生き物についての最先端の研究を知ることができるサイエンスフォーラムを、全国8拠点で開催します。

また、「宇宙教育プロジェクト™」では、宇宙に行ったミヤコグサの種子（宇宙種）に現れる変化について、全国の中高校生が調査します。この調査に先立って、実験で使う宇宙種の授与式もあわせて開催いたします。若田宇宙飛行士による宇宙からのビデオメッセージもありますので、ぜひご参加ください！

## [06] 大阪府

題名：宇宙と生命のサイエンスフォーラム  
日時：2009年8月8日（土）13時～16時  
場所：大阪府立大学（堺市）  
日時：2009年8月7日（土）13時～16時  
場所：大阪女子短期大学（藤井寺市）  
主催：南大阪地域大学コンソーシアム

## [05] 長野県

題名：宇宙に一番近い大学へ行こう！  
～ヒトは宇宙で暮らすことはできるのか？～  
日時：2009年8月2日（日）13時～15時  
場所：諏訪東京理科大学（茅野市）  
主催：諏訪東京理科大学

## [07] 沖縄県

題名：沖縄サイエンスフォーラム  
～“うちなあ”から“うちゅう”へ～  
日時：2009年7月20日（月）13時～16時  
場所：琉球大学千原キャンパス（中頭郡西原町）  
主催：琉球大学

## [08] 沖縄県（宮古島）

題名：ミヤコグサシンポジウム  
～宇宙教育プロジェクトの原点は宮古島から～  
日時：2009年7月18日（土）14時～17時  
場所：宮古島市立中央公民館（宮古島市）  
主催：有限会社沖縄長生薬草本社

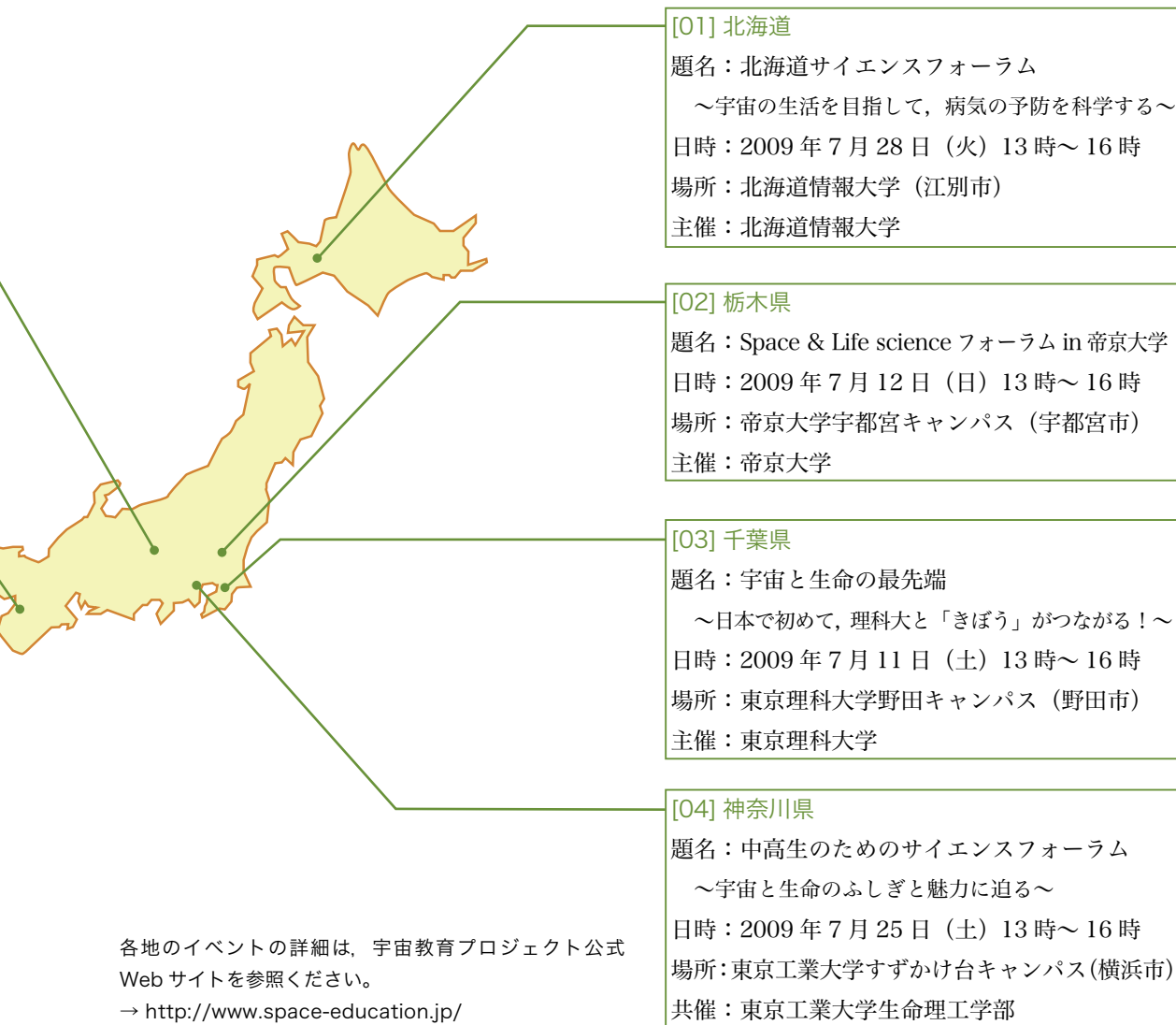


# 全国 12 か所で開催決定！

## <サイエンスフォーラム概要>

- ◆ 拠点学校、地域の「宇宙」や「植物」の最先端の研究紹介
- ◆ 若田宇宙飛行士による宇宙教育プロジェクト応援メッセージ紹介
- ◆ 実験教室参加校への宇宙の種の授与

※ フォーラムのタイトル、講演者は変更する場合があります。参加される際は事前に最新情報が掲載されている宇宙教育プロジェクト公式 Web サイトを参照ください。 → <http://www.space-education.jp/>



各地のイベントの詳細は、宇宙教育プロジェクト公式 Web サイトを参照ください。

→ <http://www.space-education.jp/>

# 一歩一歩、世界へ。

～沖縄の高校生に送るメッセージ～

有限会社沖縄長生薬草本社

下地 清吉 さん

日本の最西端に位置する沖縄という小さな島で、宇宙教育プロジェクトが動き始めた。その中心人物のひとり、有限会社沖縄長生薬草の下地清吉さんは、沖縄県南条市にある17ヘクタールもの広大な農園で1000種あまりの薬草を栽培し、100近い健康食品を開発している。ゼロからのスタートで、今や世界に名だたる農園をつくり上げてきた。下地さんは、宇宙教育プロジェクトを通じて沖縄の子どものに伝えたい想いがあるという。

## 幼少時代に抱いた夢

下地さんは1945年、終戦の年に沖縄県宮古島市に生まれた。2、3歳の頃から森や畑で毎日薬草を見ながら育ち、薬草に囲まれて生活するのが当たり前の中で、そのふしぎな力に魅了されたのは小学生の頃だった。木に登って遊んでいたところ、木から落ちて腕を骨折。あまりの痛さに指も動かせなかったが、父親が焼いた地鶏の皮に薬草の一種であるコリアンダーを包んで患部に巻いたところ、しばらくするとしびれて動かなくなった指が動かせるようになった。「子どもながらにとっても驚き、これは魔法の草だと思いましたね」。このことがきっかけで薬草に興味を持つようになり、野山の植物をみては「いつの日か、薬草を使った事業を興して人々の健康に役立てたい」という夢を抱くようになった。20代から趣味で薬草の栽培を始め、手引書も先人の教えもな



▲ 世界でも珍しいオオウコン

いまま、試行錯誤でウコンやクミスクチンなど沖縄産の薬草の栽培方法について研究を重ねた。そして薬用植物の生産に自信がついた頃、ついに沖縄長生薬草の創業に踏み切ったのだ。

## 夢を実現するまでの道のり

ところが、立ち上げ当初は誰も商品に見向きもせず、月に5～6千円も売れば、まだマシな方だった。というのも、元来沖縄では日常的に薬草を使っていたため、薬草茶を商品として販売してもなかなか受け入れてもらえなかったのだ。「それでも、時折『これを飲んでよかった』という声が聞こえるようになって、そういうひとりひとりの声を聞きながら一歩ずつ進んできました。それからずっと、好きな薬草一筋に打ち込んできて、いまや世界中から注文をもらうまでに成長しています」。2005年には、沖縄県内で初めて農林水産業最高の栄誉といわれる農林水産祭「天皇杯」を受賞した。

これまでの40年間、食事は歩きながら摂り、寝るときは立って寝る、と常に動きっぱなしで絶対に立ち止まらなかった。過酷な状況の中でもやってこられたのは、会社を創業した40年前に「必ず薬草で世界一になる、自分の仕事で世界一になる」という夢があったからこそ。その夢に終わりは無い。今でも薬草さえあれば、東南アジア、中国、ヨーロッパ……世界中どこへでも飛んで行く。  
(文・松原 尚子)

## 沖縄の高校生たちへ

夢や目標がある人はどんな努力も惜しみません。今回、宇宙に飛び立った若田宇宙飛行士もそうなんじゃないですか。彼も子どもの頃宇宙に魅了され、いつか宇宙に行きたいという夢を持ち続けたから、宇宙に飛び立つことができるのだと思います。誰もがやろうと思えばできるんです。これまでの自分の歩んできた道を振り返ってみると、夢を抱くことこそが実現への行動力につながってきました。沖縄の高校生みなさんには、自分の好きなこと、将来な<sup>きさい</sup>ってみたい職業、どんな些細なことでもいいから夢を持つことの大切さを伝えたい。

宮古島原産で、世界中の研究者が研究しているミヤコグサが宇宙に打ち上げられ、その種が地上に戻ってきて教育に活用される、このプロジェクトは、まさにみなさんへ私の想いを送るよい機会だと思っています。私も宇宙教育プロジェクトに出会って、新たな夢が生まれたんですよ。いま南条市の農園でウコンの品種改良に取り組んでいますが、沖縄の宝であるウコンをスペースシャトルで宇宙に打ち上げて、「宇宙ウコン」を栽培してみたいんです。こんな小さな島からこんなすごいことが起こったんだということをみなさんが知り、沖縄のため、世界のため、人類のために大きく夢を持つ人になってほしい。そして、このプロジェクトをきっかけに、沖縄から世界に飛びだし、再び沖縄に戻ってきて次世代を育成する、そんなことができる人になってほしいと思います。



有限会社沖縄長生薬草社は宇宙教育プロジェクト™を応援しています。  
<http://www.cho-sei.co.jp/>

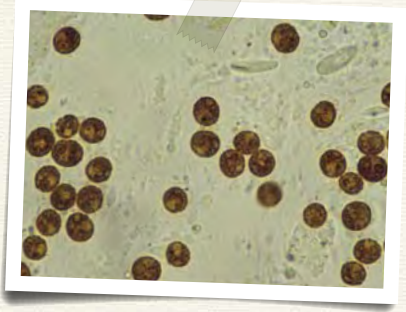
うちの  
子  
紹  
介  
し  
ま  
す



▲ エダコモンサンゴ



第9回  
しほう  
刺胞動物  
サンゴ



▲ サンゴと共生する褐虫藻

◀ アザミサンゴのポリプたち

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。

白い砂浜，青く透き通った海。色鮮やかな魚たちがとところ狭しと泳ぎ回っています。今回は，そんな熱帯の海で暮らす「サンゴ」を紹介します。

木の枝や平たいテーブルのようなかたちをして海底を彩るその姿は，一見，生物のようには見えません。しかし，実は「刺胞動物」というクラゲなどの仲間，れっきとした動物なのです。サンゴは，「ポリプ」というイソギンチャクに似た小さな本体がたくさん集まって石灰質の骨格をつくり，その中で生活しています。

昼間は骨格の中にいるサンゴたちは，夜になるとエサを食べるため一斉に触手を伸ばします。けれど，熱帯の海はエサとなる動物プランクトンが十分ではありません。そこで，「褐虫藻」という褐色の藻類を細胞の中に共生させ，褐虫藻が光合成

でつくった有機物を栄養にして生きているのです。

ところが，この共生もいいことばかりではありません。熱帯の生物の多くが高温に強い一方で，サンゴは海水温の上昇や強光など外環境が変化すると，褐虫藻を放出し，褐色だった姿から石灰質が透けて白色になってしまいます。白化したサンゴは，栄養不足で死んでしまうのです。最近の研究により，環境変化によって褐虫藻がつくり出す物質が，サンゴに有害な作用を及ぼすことが原因のひとつと考えられるようになりました。協力して生きているかと思えば，ときには害をなす。私たちはそんなサンゴたちの駆け引きに，思わず惹かれてしまうのです。(文・仲栄真 礁)

取材協力・写真提供：日高 道雄（琉球大学 理学部）

#### ■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  
ケニス株式会社  
ケンコーマヨネーズ株式会社  
三洋電機株式会社  
株式会社シマダ器械  
セーラー万年筆株式会社  
太陽誘電株式会社  
株式会社チヨダサイエンス  
電力館  
株式会社ニッピ  
日本ジェネティクス株式会社  
株式会社ピクセン  
プロメガ株式会社  
宮坂醸造株式会社  
メルク株式会社  
株式会社ユー・ドム  
和光純薬工業株式会社

#### ■宇宙教育プロジェクト参画企業（50音順）

株式会社アクアサイエンス研究所  
朝日新聞社  
有限会社沖縄長生薬草本社  
株式会社キョーリン  
ケニス株式会社  
株式会社 GEL-Design  
小糸工業株式会社  
株式会社 JTB 法人東京  
株式会社日本医化器械製作所  
日本電気株式会社（NEC）  
株式会社ベネッセコーポレーション  
三菱重工業株式会社  
三菱電機株式会社  
株式会社ロツテ

#### ■掲載大学（50音順）

関東学院大学・芝浦工業大学・中央大学・帝京大学・  
東京海洋大学・東京工科大学・東京工業大学・東  
京工芸大学・東京理科大学・日本大学・琉球大学

※教育応援企業は、本誌の発行をはじめ最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。

#### ■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せん。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++

照りつける太陽や存在感あふれる入道雲、そして昼下がりの夕立——。なんとなく気分がふさぐ梅雨を越えて、ついに夏の到来です。今回の『someone』はそんな暑い日々を潤す「水」を特集のテーマに選びました。編集長として何か月も水のことを考えていた私ですが、気づいたのは「水なしでは生きられない」ということ。だって、たとえ宇宙に飛んで行ったとしても、私たちのからだの中には水があふれているし、呼吸するための空気にだって水分は含まれているのです。そんな私たちと切っても切れない水の「ふしぎ」を感じていただけたでしょうか？でも、今回取り上げたのは氷山の一角に過ぎません。ふしぎな物質、水の魅力はまだまだあふれるほどに存在します。

水だけでなく、世界にはふしぎに満ちていて、わからないことを解き明かせば新しい疑問が湧き出てきます。そう、これがサイエンスの世界なのです！

『someone』を読んだとき、思い出してほしいなと思います。いつもあなたのそばに、「サイエンス」というふしぎが転がってるってこと……。

さて、次号はウイルスをテーマに取り上げる予定です。お楽しみに！（設楽 愛子）

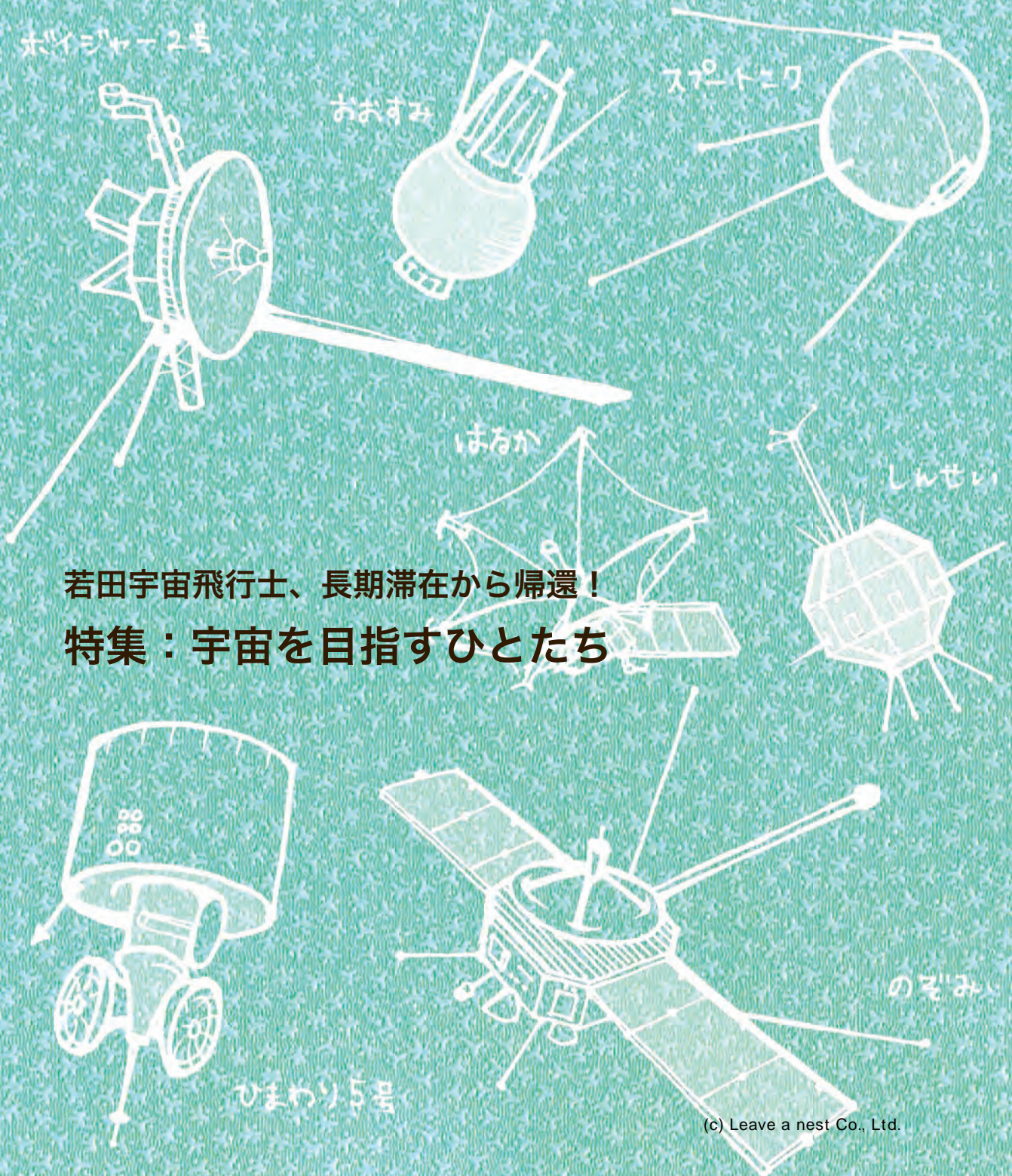
いつもあなたのそばにサイエンス

2009. 秋号

vol.09

[サムワン]

# someone



**若田宇宙飛行士、長期滞在から帰還！**  
**特集：宇宙を目指すひとたち**

# someone vol.09

## contents

04 若田宇宙飛行士、長期滞在から帰還！

P06～ 特集

### 宇宙を目指すひとたち

08 それゆけ！いいとこ取りロケット

10 ちょいカメが宇宙へ旅立つ日

13 宇宙教育プロジェクト活動報告

#### サイエンスのアンテナ

03 胃の中は知恵くらべの世界

#### 実践！検証！サイエンス

14 宇宙食、食べてみました。

#### 野菜エンス

15 実を守るのは赤い色

#### 研究者に会いに行こう

16 想いがロボットを動かす

17 レスキューロボット、出動！

18 みんなでつくる「勝手ケータイ」

19 ハエと音楽は国境を越える

20 研究者への手紙

#### ポケットにサイエンス

21 研究室で『リバコミ！』読んでみました

#### 生き物図鑑 from ラボ

22 うちの子紹介します

第10回 甲虫類「ゴミムシダマシ」

2009年9月15日発行

someone 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/>

#### staff

編集長 西山 哲史

art crew 竹原 花菜子 / 佐野 卓郎

編集 立花 智子 / 磯貝 里子

記者 リバネス記者クラブ

印刷 東京リスマチック株式会社



# 胃の中は 知恵の くらべ の世界

食道を通ってきた食べものは、胃壁から分泌される強酸性の胃酸によって殺菌され、ペプシンでどろどろに溶かされてしまいます。しかし、そんな過酷な環境下で賢く生き伸びる細菌がいるのです。それが、日本人の約半数が持っているといわれるピロリ菌。

ピロリ菌は、アルカリ性のアンモニアをつくり出し、周辺の胃酸と中和させることで自分のからだを溶かされるのを防いでいます。白血球は活性酸素を出して攻撃をしますが、粘液に隠れているピロリ菌には届かず、アンモニアとともに胃粘膜の細胞を壊して炎症を起し、長期的には胃潰瘍かいようや胃ガンを誘発するのです。

このように、ピロリ菌は胃を専門とする消化器内科の医師なら誰もが頭を抱えてしまうやっかいな存在。東京理科大学薬学部の谷中さんもそのひとりです。医師として多くの患者さんに接しながら、「何かいい方法はないだろうか」と、20年間ピロリ菌に注目した研究を続けてきました。そんなとき、「スルフォラファン」という物質がピロリ菌に殺傷効果を示したという研究成果が、アメリカで発表されたのです。スルフォラファンは、ブロッコリーのスプラウト（新芽）に多く含まれる物質。谷中さんは、すぐにそのメカニズムの解明とヒトへの臨床試験りんしやうを行いました。その結果、スプラウトを1日70gずつ8週間摂取し続けると、スルフォラファンがピロリ菌の活性を抑えるとともに活性酸素を分解し、荒れた胃粘膜を修復することがわかりました。食品なので薬のような強い副作用もなく、食べ続けるだけで胃ガンの予防が期待できます。

長年に渡るピロリ菌の研究と情報収集が、画期的な成果をもたらしました。今後は、スルフォラファンの効果的な摂取方法も明らかになるでしょう。谷中さんとピロリ菌の知恵くらべは、これからも続きます。（文・孟 芊芊）



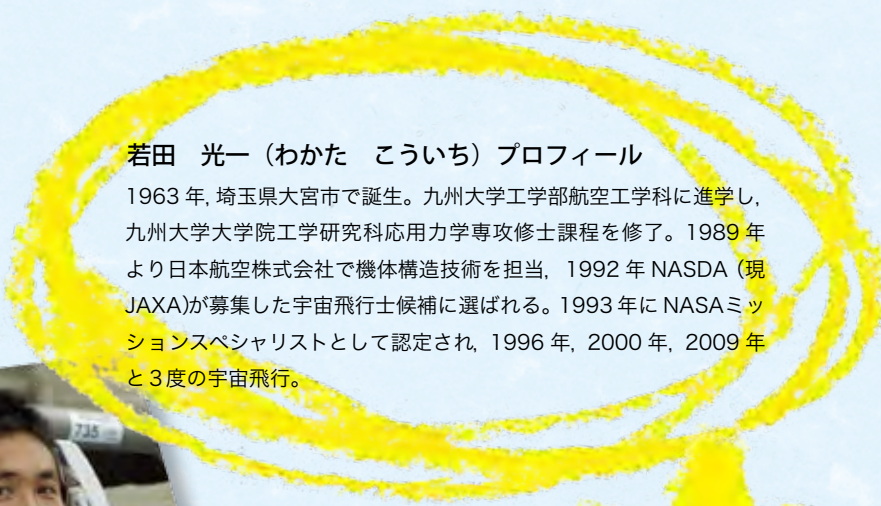
ブロッコリースプラウト▲

協力：東京理科大学



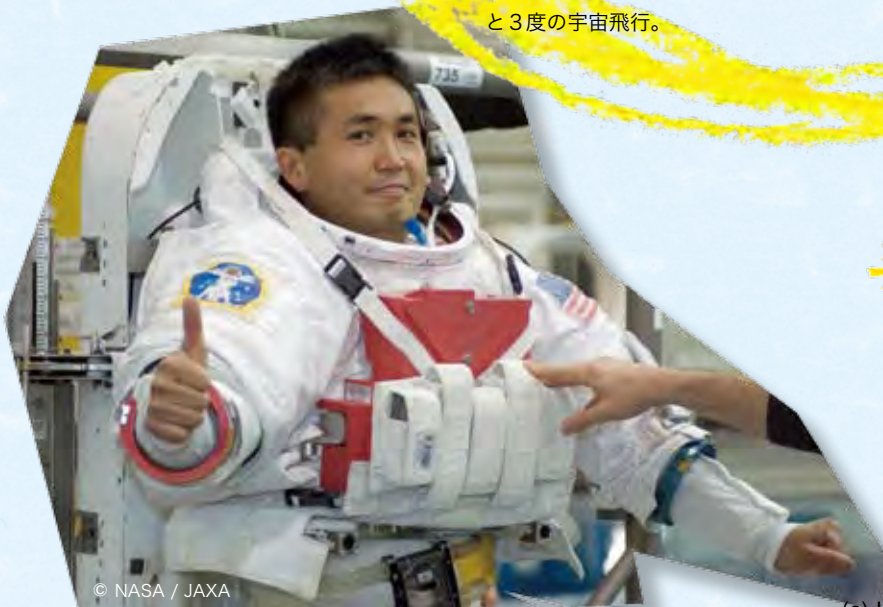
# 若田宇宙飛行士、 長期滞在から帰還！

7月31日10時48分（米国東部時間：日本時間7月31日23時48分）、宇宙飛行士の若田光一さんが米フロリダ州 NASA ケネディ宇宙センター（KSC）にスペースシャトル「エンデバー」で帰還しました。国際宇宙ステーション（ISS）での滞在時間は137日15時間5分、日本人初の宇宙長期滞在は大成功を収めました。



## 若田 光一（わかた こういち）プロフィール

1963年、埼玉県大宮市で誕生。九州大学工学部航空工学科に進学し、九州大学大学院工学研究科応用力学専攻修士課程を修了。1989年より日本航空株式会社で機体構造技術を担当、1992年 NASDA（現 JAXA）が募集した宇宙飛行士候補に選ばれる。1993年に NASA ミッションスペシャリストとして認定され、1996年、2000年、2009年と3度の宇宙飛行。



© NASA / JAXA

(c) Leave a nest Co., Ltd.

## ISS での日々はマラソンのよう

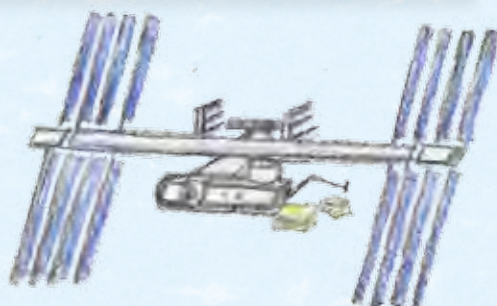
ISS 長期滞在での若田さんのミッションは、非常に広範囲に渡りました。ロボットアームを駆使した「きぼう」日本実験棟の組み立て作業、宇宙実験の実施、連日2時間の体力トレーニングなど、数々のミッションをこなしていかなければなりません。若田さんは睡眠と食事時間以外はそれらの作業を絶えず行っており、ゆっくりと休む時間がほとんど取れなかったそうです。ISS での生活は「体調を常にモニターしながら全力で走り続ける“マラソン”のよう」と若田さんは振り返ります。

## 「きぼう」がついに完成！

若田さんは、ミッションスペシャリスト（搭乗運用技術者）としてロボットアーム操作に精通し、過去2度の宇宙での活動でもロボットアームを使ったミッションを成功させてきました。そんな若田さんに今回託されたのは「きぼう」の最後の部品「船外実験施設」の取り付けです。この作業は、2種類のロボットアームを使用するというとても複雑なものでした。さらに作業の途中、外の状況を確認するカメラの1台が故障するというトラブルが起きました。しかし若田さんは9年前にも同様の経験をしており、今回も冷静にアームを操り、見事「きぼう」を完成させたのです。開発開始から24年の時を経たその瞬間、地上で見守る管制センターのスタッフの間に歓喜がわき起こりました。

## 若田光一宇宙飛行士 ミッション例

- ・きぼうロボットアームによる作業
- ・きぼう熱制御システムのメンテナンス
- ・宇宙ステーションロボットアームの準備
- ・医療システムの点検
- ・エクササイズ装置のメンテナンス
- ・トイレのメンテナンス
- ・空調システムのメンテナンス
- ・生命維持装置のメンテナンス
- ・氷の結晶成長実験
- ・放射線による遺伝子損傷の検出実験
- ・生物の形態形成における重力の影響調査実験



## 有人宇宙活動は新たな段階へ

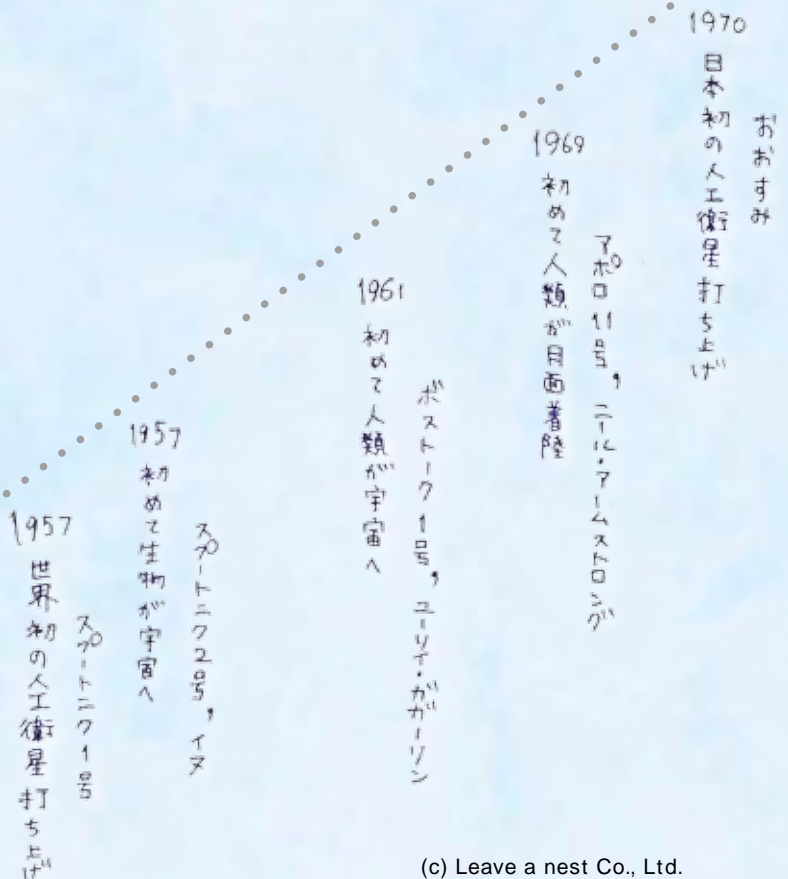
「きぼう」では、今後さまざまな研究が行われる予定です。たとえばオゾン層を破壊する微量気体や、オゾン層が発する短い電波の観測を通して、地球環境の変化を調べる研究。また、これまで解析に必要な結晶化ができなかったタンパク質も、重力がほとんどない宇宙空間を利用すれば結晶化させることができるかもしれません。それが可能になれば、病気の原因解明や新たな医薬品開発に役立つ研究ができるようになるでしょう。

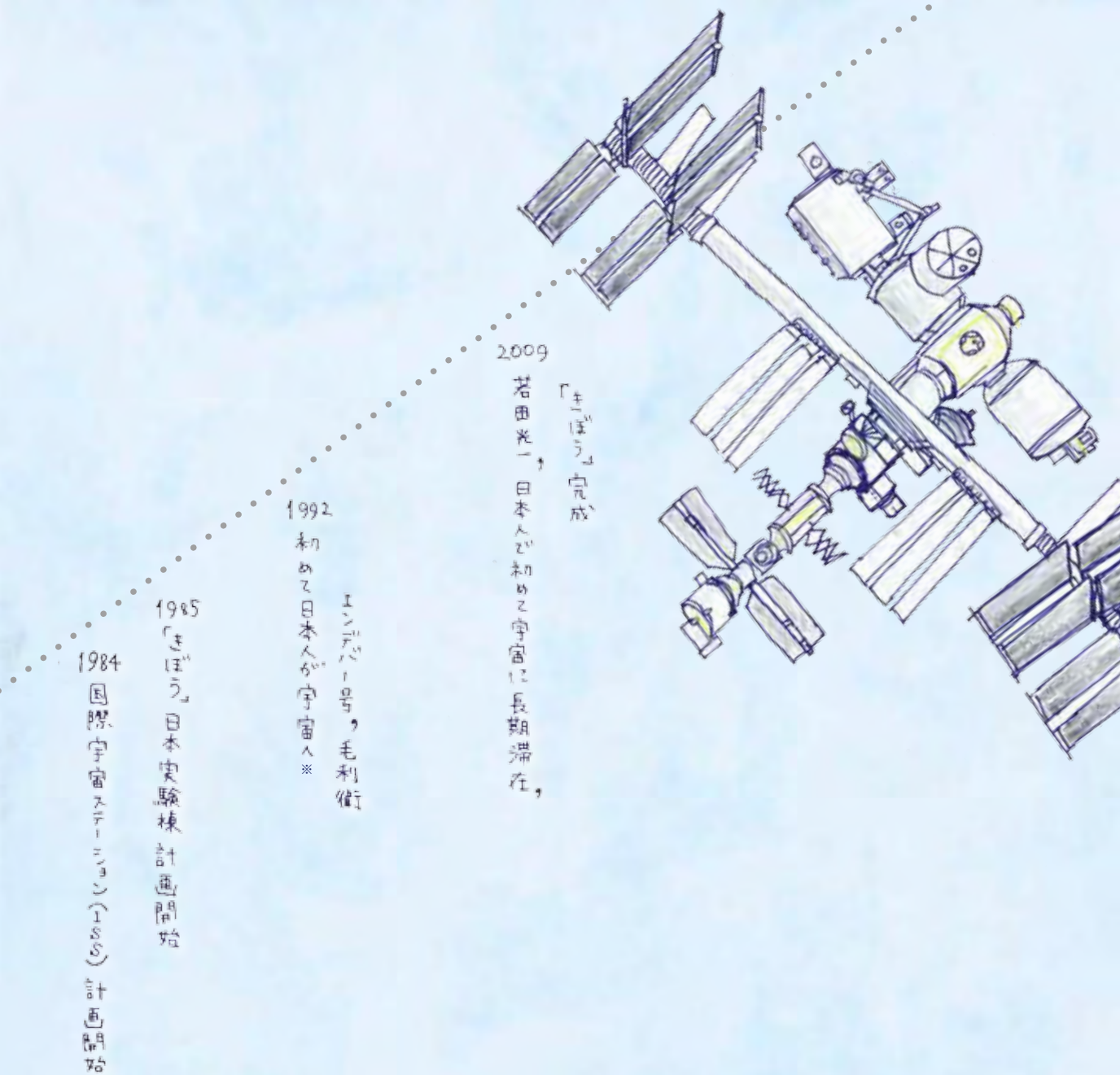
「“きぼう”は日本が世界に誇れる宇宙の家であり、実験室だと思います」という若田さん。宇宙というこれまでにない実験環境を利用した研究成果に、期待が高まります。

# 宇宙を目指すひとたち

人類が初めて地球の重力から逃れ、宇宙へと飛び出したのは、48年前のこと。  
それまで観測するだけだった宇宙という世界は、開拓すべき場所になりました。  
その後、数多くのロケットや人工衛星が打ち上げられ、  
502人の飛行士が宇宙へと飛び立ち、  
今では地上約400kmに浮かぶ国際宇宙ステーションに人が住み、  
研究を行うこともできます。

どれも、私たちのおじいさん、おばあさんの時代には夢だったこと。  
宇宙を目指して、数多くの研究者、技術者、  
そして宇宙飛行士たちが日々試行錯誤をくり返し、  
少しずつ実現してきたのです。





これから、私たちと宇宙との関わりはようになっていくでしょう。  
今から50年後、私たちがおじいさん、おばあさんになっている頃、  
いったい何が実現しているのでしょうか。

※ スペースシャトルに乗った日本人初の宇宙飛行士として。

# それゆけ！いいところ取りロケット

キャンパス内にある格納庫の奥で存在感を放つ、天井近くまでそびえたつロケットや、ソーラーパネルを広げた人工衛星の模型たち。中島さんが研究しているのは、それを打ち上げるときに使う「推進システム」です。

## 用途に応じて使い分け

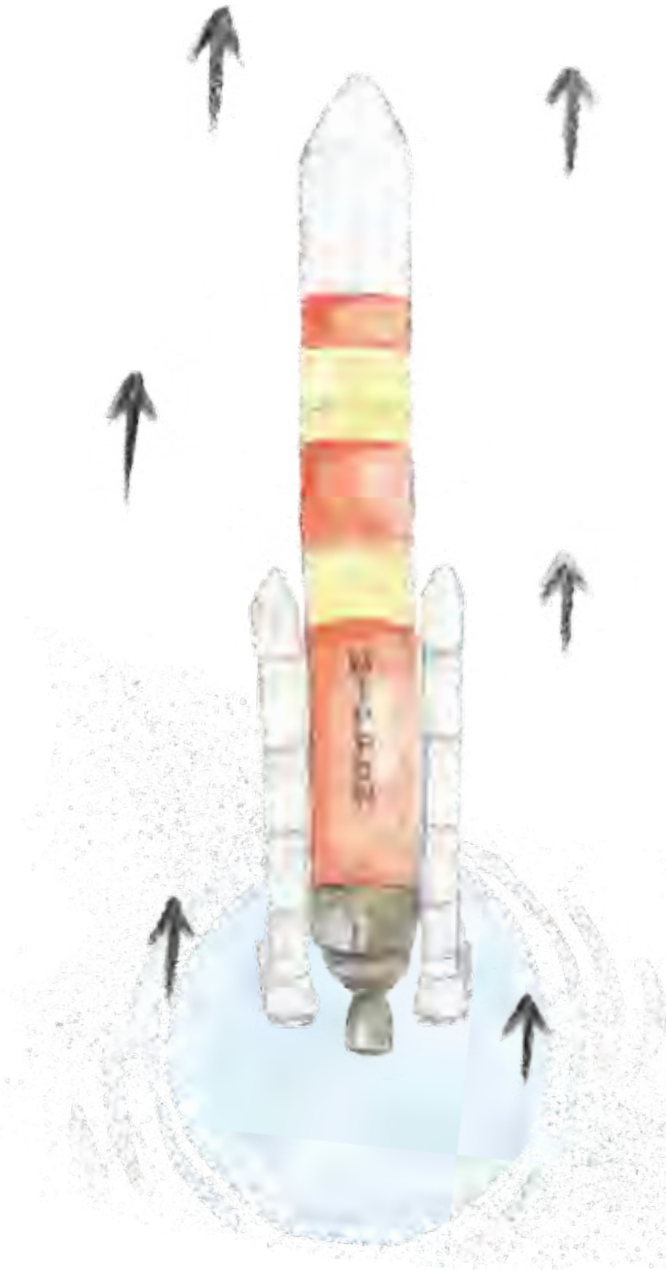
はるかかなた上空に向かい、衛星などを載せて飛んでいくロケット。内部には燃焼室があり、燃料と酸化剤をここで混合し、着火します。そして発生した高温・高圧のガスをノズルから後ろに押し出し、その反動で飛んでいるのです。

そんなロケットには2種類あります。ひとつめは、別々のタンクに詰められた液体の燃料と酸化剤を混合してから着火する「液体燃料ロケット」です。上空 36,000 km の静止軌道や、目的の高さの軌道に精度よく衛星を打ち上げることができます。

そしてもう1種類、「固体燃料ロケット」があります。燃料と酸化剤に、それらを固めるための粘結剤を混ぜ、型に流し込んで固めたものです。固体であるがゆえに扱いやすいのが大きなメリットで、軍事用ミサイルや、衛星打ち上げロケットの推力を補強するブースターなどとして用いられています。

## いいところ取りの「ハイブリッドロケット」

液体燃料ロケットと固体燃料ロケット、どちらにも長所と短所があります。たとえば、液体燃料ロケットは性能がよい一方で、燃料として用いる液体水素も酸化剤となる液体酸素も沸点が



Liquid or Solid?  
→ Liquid and Solid!

ー180°C以下。これを超えると蒸発してしまうので、タンクを極低温に維持する必要があります。すると、全体システムが複雑になり、つくるのにコストがかかってしまうのです。

その一方で、扱いやすい固体燃料ロケットにもデメリットはあります。一度火をつけると燃料が燃え尽きるまで止められないということです。その点、液体燃料の方は、バルブを調節することによって燃焼を加減することができます。

帝京大学の中島さんが開発を進めている「ハイブリッド」ロケットは、双方のいいところ取りをしようというもの。扱いやすい固体燃料に、酸化剤として液体酸素をバルブで調節しながら燃焼室に入れて点火すると、燃焼が起こります。燃焼をコントロールできるうえ、全体システムを単純にできるのです。しかし、現状ではガス化速度が遅く、推力が低いのが問題点。これをいかに速くできるかが、ハイブリッドロケット実現のカギとなります。

## 本物の「エンジニアリング」を

現在、実際の固体燃料として使用されているのは過塩素酸アンモニウムやアルミナ、ポリブタジエンを混合したのですが、危険物なので大学内では扱うことが困難です。そこで中島さんは、代わりにポリエチレンやパラフィンなど、市販されているものを燃料にして研究を進めようと考えています。それにより、火をつけるタイミングや、燃焼速度など、やってみないとわからない部分を実際に検証して習得することができます。「言葉で言っても、ものを見なければわからないことも

あるでしょう。実際にものに触らなければ、本物のエンジニアリングをやっていることにはならないのです」。

ハイブリッドロケットの研究は、10年以上前からJAXAで始まり、中島さんもこれに参加していました。2003年に内之浦宇宙空間観測所所長になってからは研究に手をつけられずにいましたが、2009年4月、帝京大学に赴任したのをきっかけに研究を再開しました。いずれハイブリッドロケットの打ち上げを成功させたいというのはもちろんのこと、自身が引き継いできた研究を託すことのできる後継者を育てたい、という気持ちも大きいという中島さん。この研究室から世界最高水準のハイブリッドロケットが送り出される日を夢見て、学生とともに研究に励んでいます。

(文・磯貝 里子)

協力：中島 俊 (なかじま たかし)

帝京大学理工学部航空宇宙工学科教授。1974年3月、東京大学大学院工学系研究科航空学専門課程修了。工学博士。東京大学宇宙航空研究所助手、(株)日立製作所宇宙技術推進本部主任技師、宇宙航空研究開発機構宇宙科学研究本部教授、内之浦宇宙空間観測所所長(兼)を経て、2009年4月より現職。



(c) Leave a nest Co., Ltd.

# ちょいカメが宇宙へ旅立つ日

日常生活でごく普通に使われている、携帯電話のカメラ機能。これが活躍する場所は、実は地球だけではありません。なんとこの部品から、宇宙で使える小型カメラができました。しかし、携帯電話の部品を宇宙へ持って行って使うのは、そんなに簡単なことではないのです。

## 宇宙で働くカメラ

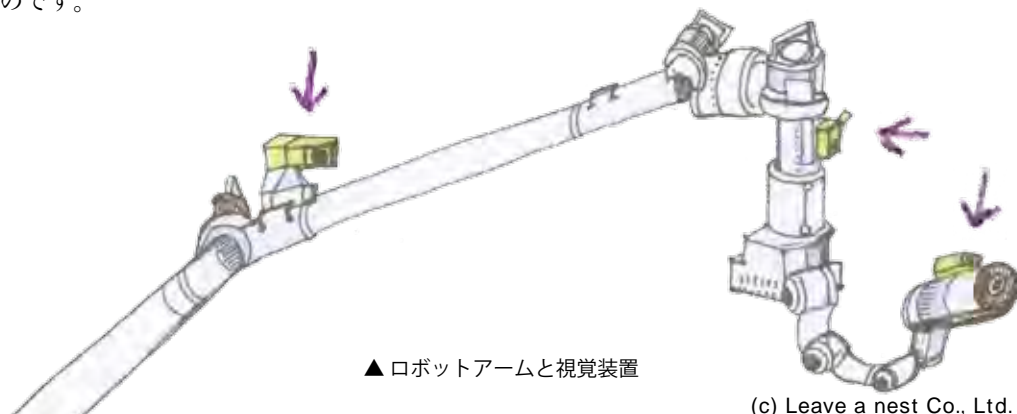
宇宙で使われているカメラには「監視」という役割があります。国際宇宙ステーション（ISS）の建設や人工衛星の回収などを行っているロボットアームの動きも、この「宇宙用カメラ」で監視されています。撮影された映像はコンピュータで圧縮されて地球にデータとして送られます。私たちはそれらを通して宇宙を見ているのです。一度宇宙へ飛び立つと修理が非常に難しくなるため、宇宙用カメラをつくるときには地球との環境の違いを考えてなるべく故障のないようにしなくてはなりません。

では、地球と宇宙との大きな違いは何なのでしょう。特に重要なのが放射線の影響です。大気層が散乱してくれるおかげで地球にはほとんど入ってきませんが、宇宙ではこの放射線を直に浴びてしまいます。そのせいでカメラに搭載しているICチップのシリコンが劣化して故障してしまったり、データが壊れたりすることがあります。そのため、これらに耐えられる宇宙用の部品をつくらなければなりません。開発の過程では幾度となく耐久試験がくり返され、とても時間がかかるのです。

## 見たいのに見られない！

現在使われている宇宙用カメラのほとんどは10年前の技術が使われていて、50 cm 四方もあります。そんな大きなカメラでは、見たくても見られないものがあります。ロボットアームの指先もそのひとつ。ISSのカメラはアーム全体を見渡せるように取り付けられているため、指先のような細かい部分を見ることができません。アームの手首にカメラを付けられれば細かい動きも見えるのですが、実現には大きな壁がありました。現在のものは、ロボットアームに付けるには大きすぎたのです。

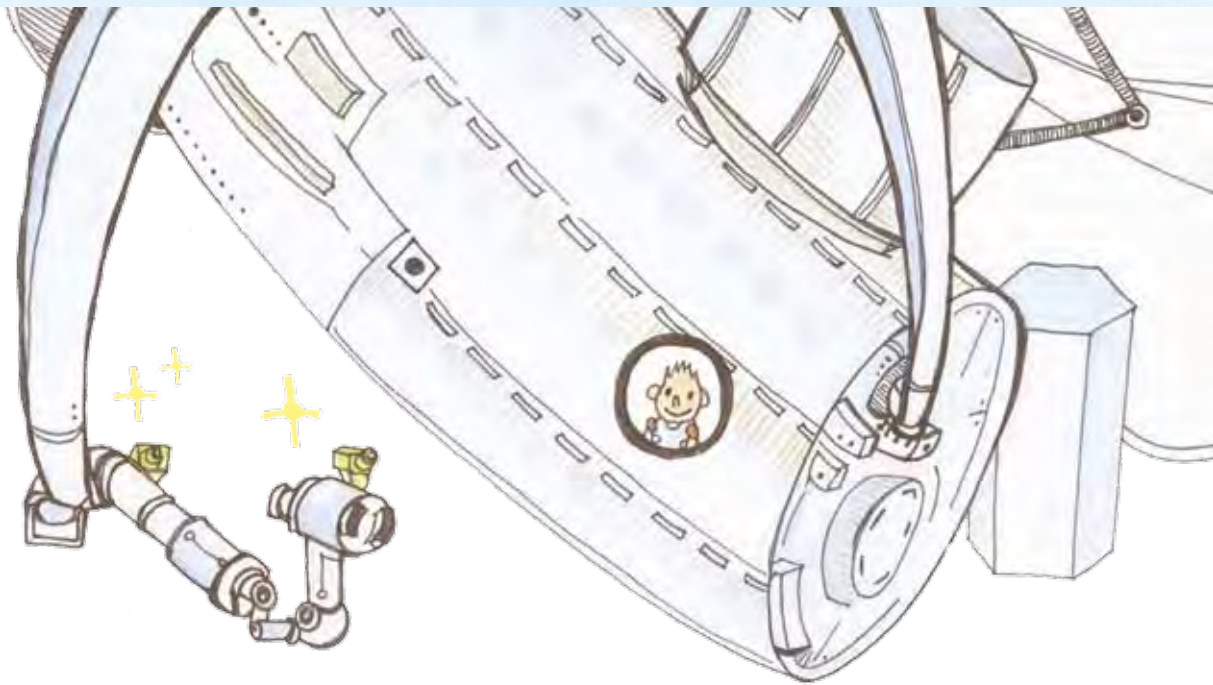
そこで登場するのが、東京理科大学の木村さんがつくった携帯電話サイズのカメラです。実は、私たちが普段使っている携帯電話の部品にも宇宙環境に耐えられるものがあり、それらを利用してつくりました。研究室では、「ちょいカメ」という愛称で呼ばれています。これまでの宇宙用カメラはすべての部品を専用で開発していたのですが、ちょいカメは市販の部品を利用してつくられています。おかげでこれまでとは異なり「小さく」「安く」つくれるようになりました。



▲ロボットアームと視覚装置

(c) Leave a nest Co., Ltd.





とはいえ、そう簡単に小型化が実現されたわけではありません。ちよいカメをつくる部品は何でもよいわけではないのです。木村さんの研究室では、宇宙でも使える部品選びのためにさまざまな携帯電話に使われているICチップに放射線を当て、どれくらい劣化するか、どのくらいの頻度でデータが壊れるかなどを調べています。また、同じ種類のICチップでも製造された日時や工場によって放射線に対する耐性が変わってしまうため、ちよいカメを大量生産するためには材料の確保が今後の課題となっています。

## ちよいカメ、宇宙へ

2010年、ちよいカメが大きなミッションを背負って宇宙へ旅立ちます。衛星に載って金星へ向かい、カメラに映った星から衛星の姿勢を割り出すのが仕事です。ちよいカメは今後、小さく、安くつくれる長所を活かし、「見たいのに見られない」部分を写し出してくれることでしょう。

はるか昔から神秘的な存在である宇宙。これまでは、特別につくられた専用の部品だけが宇宙での大きな仕事を担っていました。しかし現在では、

私たちの身近にあるものでつくられた機器が宇宙へと飛び立っているのです。ちよいカメからの映像が届く日が待ち遠しいですね。(文・柴藤 亮介)

協力：木村 真一（きむら しんいち）

東京理科大学理工学部電気電子情報工学科准教授。1988年東京大学薬学部製薬化学科卒業、薬剤師国家試験合格。1993年同大学院薬学系研究科製薬化学専攻博士課程修了、博士（薬学）。郵政省通信総合研究所（現（独）情報通信研究機構）を経て、2007年より現職。



(c) Leave a nest Co., Ltd.

宇宙というのは真っ暗な闇に包まれています。そんな宇宙から見る地球は、暗黒に浮かぶ青いオアシスのような存在です。

宇宙から地球を見ると、さまざまな変化に気がつきます。農業のために水を引きすぎて湖の水が枯渇していく状態や、アマゾンの森林が破壊されていく様子がよくわかるのです。100年後は、今よりもっと美しい青い海と森林がある。そういう地球の光景を期待しています。

(若田 光一)

これまで宇宙飛行士たちが体験してきた、無重力の感覚。

音のない世界。

真の暗闇。

そして青く輝く地球。


そこに行ったとき、私たちは何を感じ、考えるのでしょうか。

まだ限られた人しか行けない、宇宙。

けれど、今この瞬間にもそこを目指す人たちがいます。

50年後、どれだけ多くの人が宇宙へ行けるだろう。

その答えをつくるのは、みなさんかもしれません。



ふるさと  
「故郷の 水 惑星を包み込み 青き大気の光輝く」

(若田 光一)

## 宇宙種がついに帰還！

# 全国 28 か所、750 人によって共同研究スタート！

7月31日、「きぼう」日本実験棟で保管されたミヤコグサの種が、若田宇宙飛行士の手によって地球に戻ってきました。2008年11月15日の打ち上げから8か月以上もの間宇宙に保管された種には、どんな変化が起きているのでしょうか。地球上の1000倍もの宇宙線が飛び交う環境が、ミヤコグサのDNAに重大な影響を及ぼしているかもしれません。



▲種まき



▲DNA抽出実験

この種を、全国28か所で約750人もの中高生が1粒1粒調べる研究がスタートしました。研究は、学校に派遣される若手研究者による実験教室で幕を開けます。実験教室では、ミヤコグサをはじめとするすべての生命の設計図であるDNAと、それが変化することで起こる生命の進化について学びます。次に、宇宙に行った種と地球で保管された種をまいて実験教室は終了し、その後は各学校で宇宙種と地球種の育成を行います。観察結果はウェブ上で報告され、共同研究の結果は全国に発信されます。

若田宇宙飛行士から、参加者へのメッセージ

宇宙教育プロジェクトに参加するみなさん。  
宇宙へ行った種にどんな変化があるか、植物を育てて調べてみてください。将来、私たちは宇宙で生活するかもしれません。全国の仲間と行う、重要な研究になることは間違いありません。健闘を祈ります！

2009.4.10 17:15

「きぼう」内にて



▲宇宙からメッセージを送る若田さん

**実験結果をウェブで公開中！** URL：<http://research.space-education.jp/>

各学校から、ミヤコグサの観察結果がぞくぞく報告されています！  
はたして宇宙種と地球種の生育に違いは出ているのでしょうか？



### 宇宙種観察ポイント

- ・発芽率 [%]  
(出た芽の数 / まいた種の数) × 100
- ・子葉の数、色、形
- ・葉の数、色、形
- ・茎の色、長さ、伸長の方向
- ・つぼみ、花、さや、種

宇宙教育プロジェクトに参加する中学校・高等学校の3次募集を行っています。  
詳細はこちら>> <http://www.space-education.jp/> (「宇宙教育プロジェクト」で検索)

# 宇宙食、食べてみました。

「宇宙食」と聞くと、乾燥してぱさぱさの味気ない食事を思い浮かべませんか？しかし実際に若田宇宙飛行士が食べていたのは、しっとりとしたサバの味噌煮や、ラーメン、うどんなど。「宇宙でもこんな普通の食事ができるの?!」と思わせるものばかりでした。これらは、微生物検査や栄養成分検査、そして味などさまざまな試験を受け、「宇宙日本食」として認定された、いわば日本食の精鋭たちなのです。そこで、「若田さんが食べていた宇宙食を、私たちも食べてみたい!」と、(株)マルハニチロホールディングスにお願いし、宇宙日本食のひとつ、サバの味噌煮をいただきました。また今回はただ宇宙食を味わうだけでなく、市販の缶詰も用意して比較。先入観が入らないよう、どちらが宇宙食かわからないようにして、試験開始です。

まず検査官が見た目やおいをチェック。その後で風味や食感を調べていきます。試験の間に聞こえてきたのは、宇宙食の方が「タレのとろみが強く、サバによく絡んでいる」「においが弱い」という言葉。これは、無重力空間でも飛び散らないように、タレにどろっと粘性をもたせたり、密閉空間の国際宇宙ステーション内で魚のにおいが広がらないようにする工夫です。また、意外だったのは味で、市販のものの方が濃いとの評価。どうやら、市販のものはさらさらしたタレが中まで染み通っているのが原因のようです。

食事は宇宙飛行士にとっても大切な活動のひとつ。宇宙という特殊な環境の中でも、地上と同様おいしい食事が食べられるように、いろいろな工夫がなされているのです。カレーやようかんなど、一部の宇宙日本食は市販されているようです。みなさんも宇宙での生活を想像しながら食べてみてはいかがでしょうか。

協力：株式会社マルハニチロホールディングス



▲宇宙日本食の「サバの味噌煮」パッケージ



▲地上で市販されている缶詰のサバの味噌煮（中身）  
※ 食べやすいように切っております。



▲宇宙食として開発されたサバの味噌煮（中身）



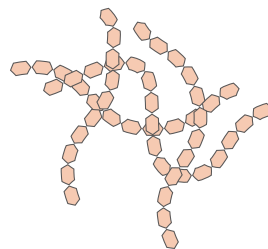
▲検査官が見た目やおい、味などを評価する。

## ++実験方法++

- ①検査官となる人を12人以上集めます。
- ②宇宙食と市販されているものの両方を別々の皿に盛り付け、それぞれに「A」「B」と名前をつけます。
- ③どちらが宇宙食かわからないようにして、検査官に判定してもらいます。
- ④検査官は、試験方法に従って、外観、におい、風味などを審査し、記録します。
- ⑤評価点数を集計します。

## 粘性のひみつ

タレは、でんぷんや増粘多糖類をつかって粘性を上げています。長い鎖状の分子構造を持つ多糖類があると、分子どうしが絡まりあって、とろみがつくのです。



▲多糖類

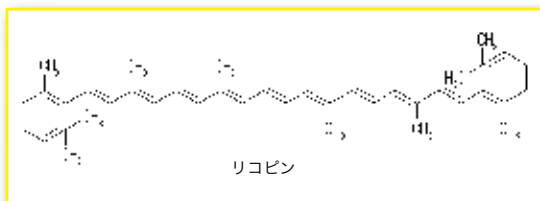
# 実を守るのは 赤い色



みずみずしく真っ赤に熟れた大玉のトマトに、小ぶりでしっかりとしたミニトマト、少し細長い実のイタリアントマト。トマトの品種は世界に8000種類以上あるといわれ、見た目も味も、適した食べ方もさまざまです。トマトといえば赤い実がすぐに思い浮かびますが、原種は緑色の小さな実をつけるものでした。南アメリカのアンデス地方が原産といわれる野生トマトは、16世紀にヨーロッパに持ち込まれてから品種改良が繰り返され、赤く大きくなっていったのです。ただ見た目が変わっても、育てるのに最適な条件は変わらずに残り続けています。強い日光と少ない水分の中で甘くおいしく育つのは、雨が少ないアンデス地方の気候の名残なのかもしれません。

たっぷりと太陽の光を受け、すくすくと育っていく実の赤い色。その正体は、豊富に含まれるリ

コピンという色素です。リコピンは赤い色の野菜に多く含まれるカロテノイドの一種で、炭素原子の二重結合が長くつながった構造を持っています。この長い鎖は太陽の光の中から強いエネルギーを持つ青や緑の光を吸収し、果実を酸化によるダメージから守る働きをしているのです。光を受ければ受けるほど、自らの身を守るための色素を合成するトマト。そうしてたっぷりと蓄えられたリコピンは、私たちが食べたあとにもその効果を発揮し続け、紫外線や活性酸素から私たちの身を守ってくれるのです。



協力：日本サブウェイ株式会社



トマトのリコピンを食べるとどうなるの？

**続きは野菜 lab で！**

<http://831lab.subway.co.jp/>

# 想いがロボットを動かす

島田 明

芝浦工業大学 デザイン工学部 デザイン工学科 教授

国際会議に参加中、島田さんの携帯電話が鳴った。「ついにできました！」という学生からのメールだ。泣くほど難しい解析や設計を経て、ロボットがやっと自分の思い通りの動きをしてくれたという。島田さんにとって、学生と一緒にロボット完成の喜びを分かち合えるのは、嬉しい瞬間だ。

## 究極のロボットモーションをデザインする

島田さんは「こんな動きができるロボットがあったら役に立つのでは？」という気持ちから、今までにない動きをするロボットをデザインしている。島田さんの研究室の学生は、ひとりひとつずつ、それぞれ違ったロボットをつくっている。たとえば、自動的に障害物をよける飛行船や、なめらかに動く内視鏡など。そのひとつ、高さ30cm、横15cm、奥行15cmほどの金属の箱に2つの車輪が付いただけのロボット(写真右)は、支えがないと倒れてしまうが、スイッチを入れると自動的にバランスをとって前に後ろに動き出す。私たちが手のひらに棒を立たせて、前後にバランスをとるような動きだ。ロボットに内蔵されたセンサーが傾きを感知し、電圧を変化させ、

モーターの動きが変わる。すると傾きが変化し、センサーがそれを感知する…ということをくり返して、この素早い動きは生まれる。この情報の流れは、人間の動きの制御にも通じるところがあり、これが生き物のような動きを生んでいる。

## 学生は研究の中心

島田さんは学生と研究を進める。研究を始めて間もない学生にも、どんどん国際学会で発表させる。「英語がしゃべれません」と弱音を吐く人もいるが、「当日を目指してしゃべれるようにしておけばよい」と、島田さんはおかまいなしだ。そうやって、みんなどんどん成長していく。あるとき学生が持ってきた質問に、島田さんにとっても未知の数式が含まれていて、すぐに答えられないことがわかった。こういうとき、島田さんは「1週間くれ」と言い、徹夜で勉強するという。一緒に研究していれば、学生が島田さんを追い越すこともある。研究の中心には先生も学生もいる。

島田さんは、いろいろな動きをするロボットをつくっているが、実は、まだ何に役立つのかわからないロボットもある。しかし、いずれにしても自分が思い描いた通りにロボットが動くのがおもしろい。奥が深くきつと役に立つ。だから研究をし続ける。今日も想いの詰まったロボットが、研究室を動き回っている。(文・立花 智子)



島田 明 (しまだ あきら) プロフィール  
博士 (工学)。セイコーインスツル (株)、千葉大学 (客員教授)、東京工科大学 (非常勤講師)、職業能力開発総合大学校 (准教授) を経て、2009 年より芝浦工業大学。専門はモーションコントロール。モットーは“理論と実践”。

# レスキューロボット、出動！

羽多野 正俊 日本大学 理工学部 専任講師

20XX年、日本列島を巨大地震が襲った。揺れが収まった後に残ったのは、がれきの山と化した街並み。そのとき、生き残った人々の居場所を探し出し、がれきをどかして救出するのに、ロボットが活躍しているかもしれない。

## 困ったときに飛んでくる……はず

学生の頃に研究していたのは、工場の生産現場で働くロボットだった。移動しながら必要な部品を取り、車などを組み立てていく。そのとき、どんなかたち、重さの部品を持つかや、地面にあるわずかな凹凸によってロボットの姿勢が変わり、目的を果たすために必要な動きも変わる。羽多野さんは、その動きをシミュレーションし、正確に制御するためのシステムをつくっていた。そして修士課程が終わろうとしていた1995年1月17日、今の研究の道へ進む大きなきっかけが生まれた。阪神・淡路大震災だ。マグニチュード7.3、都市の直下で起きた地震はビルを倒壊させ、高速道路をなぎ倒し、大きな被害をもたらした。

「マンガの世界なら、こんなときにロボットが飛んできて助けてくれる。でも現実には出てこないのは、なぜだろう」。そう思い、博士号取得後に富山大学に勤め始めたのと同時に、自らレスキューロボットの研究に乗り出した。

## ものをつかむのも一苦労

ロボット開発には大きく2つの方向性がある。ひとつは、人が操縦するもの。もうひとつは、自ら状況を判断して動くものだ。羽多野さんが研究を始めたのは、後者の方。だが、ハードルは高かった。たとえば私たちは、本などを持ち上げるとき、どこをつかめば持ちやすいかをすぐに判断で



きる。かたちを見れば、大体の重心位置がわかるからだ。しかしロボットにはその判断ができない。そのため、羽多野さんはロボットアームの指先に力センサーをつけて解決しようとしている。重心の位置をつかむことができれば、重さはほとんど下側の指にかかる。重心から離れた場所をつかむと、下側の指を支点として、この原理で上側の指にも重さが伝わる。手探りをしながらがれきの重心を探り、持ち上げるというわけだ。

## 目指せ、ひとり立ち！

他にも、がれきが複数積み重なっているときに、ひとつひとつのかたちをどうやって認識するか、凹凸のある地面の上でどう活動するか、レスキューロボットの実現までには課題が山積みだ。2m以上のからだと強力なアームをもっていながら、まだまだ自分ひとりでは動けない赤ん坊のようなロボ。いつか困った人を助けられるよう、羽多野さんは研究を続けている。(文・西山 哲史)

羽多野 正俊 (はたの まさとし) プロフィール  
1998年福井大学大学院工学研究科修了。博士(工学)。  
富山大学助教を経て、2006年より現職。



## 田胡 和哉 東京工科大学 コンピュータサイエンス学部 教授

その携帯電話を手に持つと、ずっしりとした重みがあった。外見は数年前のものだが、中のソフトは自由にプログラミングができるという最新ケータイだ。この開発者である田胡さんは、「研究者の独りよがりにならない、社会に受け入れられるものをつくりたい」と話す。

### IT 大変革のとき

この数年、携帯電話の性能は大きく進歩してきた。カメラは高画質になり、インターネットにつないで動画を見ることもできる。性能だけを見れば、数年前のパソコンを超えているものもあるだろう。それとともに、情報技術はより多くの、身近な場所で活用され始めている。田胡さんは「何十年に一度の大変革のときを迎えています。ぜひ、この波に乗りたいと思いました」と話す。そして生み出したのが「工科大ケータイ」だ。

### 自分好みのケータイをつくる

これまでの携帯電話とパソコンとは、使う側がどれだけ自由にプログラムを入れ替えられるかが

大きく違った。Windows や Mac OS のような、プログラムを動かす基盤となる OS (オペレーティングシステム) の種類が、プログラム入れ替えの自由度を大きく左右する。携帯電話の OS では、このような変更を厳しく制限してきた。一方、工科大ケータイは OS として Linux を搭載している点に特徴がある。Linux は開発に関する情報がすべて公開されており、1991 年に生まれて以来、世界中のプログラマーが改良を重ねてきた。それを携帯電話に入れることで、いらない機能を消したり、新しいプログラムを加えたり、さまざまな改造ができるのだ。インターネットにつないで世界の誰かがつくったプログラムを入れることもできるし、自分がつくったものを世界中の人に配ることもできる。「誰もが自分好みの“勝手ケータイ”をつくれるようにしてみたいのです」。

### 世の中の一步先を行く

5 年前から始めた研究。実は 2 年前、Google が似た発想の携帯電話用 OS 「Android」を発表した。市販のものではまだ 1 機種しか対応していないが、田胡さんは早速それを工科大ケータイにも導入し、動作することを確かめている。

学生時代、研究で成果を上げて賞をもらったこともあったが、一方で「情報処理の技術を研究する」ということの意味がよくわからずにいた。しかし日本 IBM に入ってから、それを理解することになる。社会から求められているものを提供していかなければ企業としての活動は続かない。「特に情報という分野は世の中に受け入れられないとダメなんです。だから、商品として売れるものをつくっていきたい」。近い将来、さらなる IT 変革が訪れたときも、田胡さんはきつとその一端を担っているだろう。(文・磯貝 里子)

田胡 和哉 (たご かずや) プロフィール

筑波大学大学院工学研究科博士課程修了、工学博士。筑波大学電子情報工学系助手、東京大学工学部助手、日本 IBM 東京基礎研究所を経て、2002 年より東京工科大学。



# ハエと音楽は国境を越える

上川内 あづさ 東京薬科大学 生命科学部 助教

ベートーヴェンの音楽を、ひとはなぜ美しいと感じるのか。生き物が音を認識するしくみを解明しようと、上川内さんは顕微鏡越しにショウジョウバエと向き合う。小柄でほんわか柔らかな雰囲気を持つ彼女は、世界をまたにかける国際的な研究者でもあった。

## ハエとヒトの意外な共通点

ハエは交尾のために、翅を振動させ「求愛歌」を歌う。スピーカーから聴こえる小刻みな低音は、私たちが想像する幻想的な歌声からはほど遠い。「彼らには彼らの価値判断の基準があるのでしよう。それを知るために、音と脳を結ぶ神経回路を明らかにする必要がありますでした」。

ハエには「耳」に相当する「触角」があり、数種類の神経回路が存在する。上川内さんは、感覚神経が興奮すると変色する蛍光タンパク質を使い、いろいろな刺激に対する各回路の興奮活動を蛍光顕微鏡で追った。その結果、からだを傾けたときにだけ興奮する回路があり、「触角」で重力を感知していることがわかった。

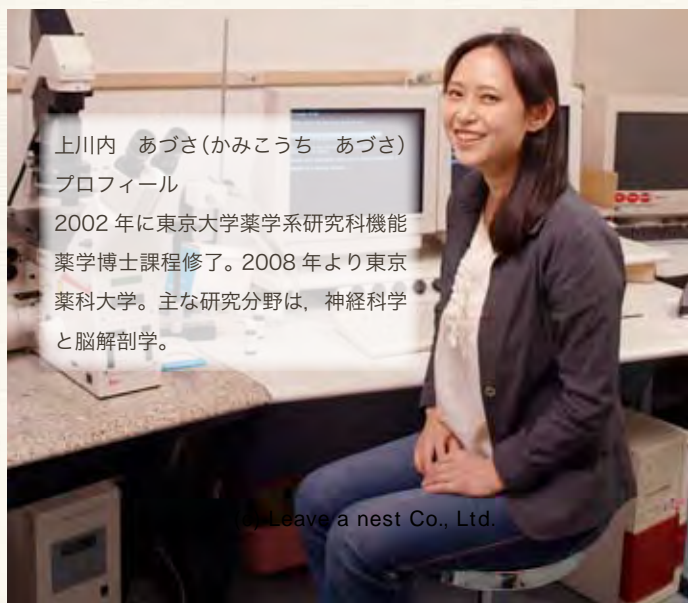
実は、私たちも「耳」で音と重力を感じ取っている。話し声は鼓膜の振動としてうずまき管に伝えられ、体が揺れると内耳前庭にある平衡石が移動し、それぞれ脳の聴覚と重力感覚中枢に刺激が伝わる。この神経伝達回路もハエとヒトで酷似していたのだ。「やっぱり生き物はすごいって思いました。6億年前に進化の過程で分かれたハエと私たちにこんな類似点があったなんて不思議な感じがします」。この研究結果は2009年3月号の『Nature (ネイチャー)』に掲載され、昆虫と脳研究分野に大きな衝撃を与えた。

## 日本とドイツとアメリカと…

「子どもの頃から生き物が好きで、いつのまにか彼らが見ている世界をもっと知りたくなってい

ました」。生物学者になった上川内さんは、音楽を聴くのが趣味なこともあってハエの求愛歌行動に着目。言葉も解せぬまま単身ドイツのケルン大学に乗り込んだ。ジーンズの裾上げを頼むにもドイツ語だと2、3倍時間がかかってしまうが、最終的にはなんとかなる。大事なことは「会話」すること。それは共同研究でも同じだった。ドイツやアメリカに世界中から集まる研究者と協議することは想像以上に多くの刺激があった。同じデータでも解釈は十人十色。主張のぶつけ合いをまとめる作業は難しい。その代わりに、意外な発想や客観的な視点が得られ、よりよい論文を書けたという。

「ドイツ語を勉強すると日本語のおもしろさに気づくのと同じように、彼らの脳を研究することで私たちがより広い視野から深く理解することができます」。ハエを「彼ら」と呼ぶ上川内さんからは、生き物に対する愛情と思い入れが感じられた。ハエの求愛歌研究は、世界をひとつにしてくださる。(文・孟 芊芊)



上川内 あづさ(かみこうち あづさ)  
プロフィール

2002年に東京大学薬学系研究科機能薬学博士課程修了。2008年より東京薬科大学。主な研究分野は、神経科学と脳解剖学。

# 研究者への手紙

この万年筆を  
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P16に登場した島田明さんです。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。

初めまして、こんにちは。

someone 夏号を読ませて頂きました。普段「ワクチン」と聞くと、薬品、それも人工的なものを考えがちですが自然の中の、それも私たちが食べるものの中にもそれを組み入れられるとなるとかなり抵抗がなくなりますね。注射が苦手な私の弟も、野菜の中なら苦手ながらも食べてくれる気がします。化学や生物には疎い私ですが、少し興味をそそられました。

梶谷さんのおっしゃる「実験は楽しいもの」という言葉、本当にその通りだと思います。どう変化するのだろう？どんな色になるのだろう？と、いつもワクワクさせられます。

実際に変化を見た時に、その理由がわかっていればもつと面白いかもしれませんね。いつの日か、梶谷さん達が日本でトップになるまでに私は弟と一緒に野菜嫌いを克服して、苦手な化学や生物にも、もう少し意欲的に取り組んでいきたいと思えます。

そんな日が一日でも早く来ることを願っています。

これからも頑張ってくださいね！！

中本 凛奈 (15歳)

【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】 2009年10月15日 (必着)

協力：Sailor セーラー万年筆株式会社

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

今回は、2009夏号に登場したワクチンマトの研究者、梶谷正行さんにお手紙を書いてもらいました。

中本凛奈さん、お返事ありがとうございました。

私たちの身のまわりは、不思議にあふれています。例えば、「なぜだろう」「なぜかしら」と感じ、その謎を解き明かしていくのが科学です。そして、その成果を元に、私たちの暮らしをより快適にしていこうとするのが科学です。私が取り組んでいる「食べるワクチン」も応用科学のひとつ、遺伝子組換え技術も使っていますので、いろいろな問題があります。この「食べるワクチン」が「安全」で現実的なモノになりますように、私たちが頑張ります。多くの人が「安心」できるものとなるように、努力したいと思っています。

ところで、凛奈さんは生物や化学がらぶって苦手の高校生。では、弟さんと一緒に、身のまわりの不思議を見つけてほしい、あれこれ考えてみてはどうでしょうか。山田さん並りに前向きで読んでみてくれると、本当に嬉しいです。科学が大好きなことに気がつくでしょう。驚きの発見から知識を増やし、多岐な分野に広がれば、いつの間にか、理科が大好きな科目になっていると思います。その場には、お二人の野菜嫌いを克服させていることを願っています。

帝京大学 理工学部 梶谷 正行

# リバコミ！ - 74 コのサイエンスのおはなし -

ポケットに  
サイエンス

コラム：研究室で『リバコミ！』読んでみました  
あなたの好奇心も、くすぐります

皆さんは46年ぶりの皆既日食をご覧になりましたか？私は研究室で必死に実験をしていて、残念ながらその瞬間を自分の目で見ることはできませんでした。でも、帰宅してすぐにニュースを見て、私は感動しました。そこにあったのは、太陽と月が重なっている間の暗闇と、月から太陽が現れ世界に光が戻る瞬間。レポーターも言葉を失うほどの幻想的な光景が広がっていたのです。自然は常にダイナミックに動いていて、時にとてつもなく美しい瞬間を見せてくれます。そういった自然の神秘を、人は追い続けてきました。それは、今も昔も変わらない好奇心が原動力となっています。

私と同じ理系の大学生・大学院生たちが、それぞれの好奇心をくすぐられたテーマについて紹介



しているのが『リバコミ！』です。この中には、んん？！と、身を乗り出すような瞬間がつまっています。私は「オスとメスはどうやって決まるの？」というお話からつい読んでしまいました。普段研究で使っているゼブラフィッシュは、生まれてから2か月以上たないとオスとメスを分けることができないからです。皆さんもぜひ、興味のわくページから読んでみてください。これをきっかけに新たな好奇心がわいてきたら、今度はあなたが自然の神秘を追いかけてみませんか？

(文・竹内 未紀)



リバコミ！ - 74 コのサイエンスのおはなし -  
リバナ出版編集部編  
1,500円 (税別)

化学、物理学、生物学、地学と、それぞれの専門テーマで日々研究をしている理系の大学生・大学院生が、「これはおもしろい！」と思ったテーマを自ら書きつづりました。日常生活で触れることからテレビや新聞をにぎわせたニュースまで、その裏にあるサイエンスをわかりやすく、おもしろく紹介した1冊です。※ 本書は2005年～2007年に配信されたメールマガジン「リバコミ！」を加筆、再編集したものです。

最新号をお読みにになりたい方は、  
<http://livacom.jp/>へgo！

うちの子を紹介します



▲ ゴミムシダマシの成虫



◀▲ ゴミムシダマシのさなぎ蛹

## 第10回

## 甲虫類

## ゴミムシダマシ

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。

カイコガのように繭まゆに覆われていたり、カブトムシのように土の中でじっとしていたりする昆虫の蛹さなぎ。これらは幼虫から成虫に大変身するための準備期間なのですが、移動ができないため外敵に襲われやすい危険な時期でもあります。今回紹介する「ツヤケシオオゴミムシダマシ」は、その場で素早く動くことでこの時期を乗り越えています。

この昆虫は、成虫では体長約30mmの真っ黒な硬いからだをもちますが、蛹さなぎは肢や触角などがでっぱっていてかまれやすい構造をしています。そこで身を守るためにとるのが「腹部回転運動」という動きです。アリなどの肉食性昆虫にかみつかれそうになると、腹部を根元からしなるように大きく一回転。120～200ミリ秒（1ミリ秒は1000分の1秒）という高速で動きます。実験で

腹部の根元の神経をすべて切断して回転できなくすると非常に捕食されやすくなることから、この運動は防衛行動として大切な役割をもっているということがわかりました。

ゴミムシダマシで初めて発見された腹部回転運動は、実はクワガタの仲間でもみられます。でも回転がゆっくりであったり、一回の刺激に対して連続で何度か回ったりと、種ごとに異なる特徴をもっているのです。

しかし、この運動がどういう神経メカニズムで引き起こされているのか、腹部の筋肉がどのように収縮して運動しているのかなどは、まだ明らかになっていません。小さなからだにもまだまだ謎がいっぱい隠されています。（文・仲村 達弥）

取材協力：九州大学大学院 理学研究院 生物科学部門 動物生理学研究室

■教育応援企業（50音順）

朝日新聞社  
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  
ケニス株式会社  
ケンコーマヨネーズ株式会社  
三洋電機株式会社  
セーラー万年筆株式会社  
太陽誘電株式会社  
株式会社チヨダサイエンス  
電力館  
株式会社ニコンビジョン  
株式会社ニッピ  
日本サブウェイ株式会社  
日本ジェネティクス株式会社  
株式会社ビクセン  
プロメガ株式会社  
宮坂醸造株式会社  
メルク株式会社  
株式会社ユー・ドム  
和光純薬工業株式会社

■宇宙教育プロジェクト参画企業（50音順）

株式会社アクアサイエンス研究所  
有限会社沖縄長生薬草本社  
株式会社キョーリン  
ケニス株式会社  
株式会社 GEL-Design  
小糸工業株式会社  
サッポロビール株式会社  
株式会社 JTB 法人東京  
セーラー万年筆株式会社  
電力館  
株式会社 日本医化器械製作所  
株式会社ベネッセコーポレーション  
三菱重工業株式会社  
三菱電機株式会社  
宮坂醸造株式会社  
株式会社ロッテ

■掲載大学（50音順）

九州大学・芝浦工業大学・帝京大学・東京工科大学・  
東京薬科大学・東京理科大学・日本大学

※ 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。

■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/>

★今号は読者プレゼントがあります★  
公式サイトへ Go !

++編集後記++

晴れたかと思えばどしゃ降りの雨が降ったり、眠れないくらい蒸し暑い夜の翌日に急に涼しくなったり。なんだか落ち着かない天気だった、今年の夏。毎晩のように歩きながら空を見上げていたら、どんより厚い雲が空一面を覆うときもあれば、都会とは思えないくらい明るい月ときれいな星たちが見られた日もありました。

あの空に、人が住んでいる……ちょっと信じられないような、本当の話。今はまだ一度に 10 人くらいしか行けない宇宙だけれど、いつか旅行気分で行ける日が来るはず。映像で若田さんや他の宇宙飛行士の姿を見ていると、空中を泳いだり、くるくると回ったり、そこにいるだけで楽しそうな無重力の空間。みなさんなら、宇宙へ行ったら何をしますか？（西山 哲史）

※ 前号の編集後記で予告していたウィルスに関するお話は、都合により今号への掲載を見送らせていただきました。大変申し訳ございませんが、ご了承ください。

いつもあなたのそばにサイエンス

2009. 冬号

vol.10

[サムワン]

# someone

あか 610 ~ 780nm

だいだい 590 ~ 610nm

き 570 ~ 590nm

みどり 500 ~ 570nm

## 光の百面相

あお 460 ~ 500nm

あい 430 ~ 460nm

むらさき 380 ~ 430nm







# someone vol.10 contents

P04～ 特集

## 光の百面相

- 06 光の正体
- 08 円盤に記録を、こころに愛を
- 10 錯体の光で有害物質を見つけ出せ！
- 11 「光合成」から生み出される新しい技術
- 12 光が進む殺菌効果
- 13 コスメに秘められた光の物語
- 14 脳を照らす新しい光
- 16 100兆分の1へのこだわりが地球を守る

### サイエンスのアンテナ

03 「かゆい」を感じる脳

### 野菜エンス

18 レタスを育てる光の色

### ポケットにサイエンス

19 ゆるい ～サイエンスエンタメ宣言～

### イベント pick up

20 夢みる遺伝学 ～そして生命が好きになる～

### 研究者に会いに行こう

22 楽器だけではない、音のあふれる世界

24 飛行船「HITAS」

26 からだのしくみを追究する

～もうひとつの「薬学部」～

28 研究者への手紙

### 英語 de サイエンス

29 葉緑体が分裂するしくみが明らかに！

### 生き物図鑑 from ラボ

30 うちの子紹介します 第11回 薬用植物「トコン」

2009年12月15日発行

someone 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/>

staff

編集長 周藤 瞳美

art crew 竹原 花菜子 / 佐野 卓郎

編集 磯貝 里子

記者 リバネス記者クラブ

印刷 東京リスマチック株式会社

# かゆい を感じる脳



▲痛みではなく、かゆみに反応する楔前部。

虫に刺されたときや、肌が乾燥したとき、私たちは「かゆい！」と感じます。そんなとき、脳の中ではどんなことが起きているのでしょうか？これまで「かゆみ」は「痛み」の軽いものとされ、あまり深く取り上げられてきませんでした。

かゆみは、痛みと同様に表皮に存在する感覚神経の末端から受容されます。感じるしくみを調べるためには、まず人工的にかゆみを引き起こすことが必要。従来はヒスタミンの皮下注射が用いられていましたが、この場合に生じるかゆみは不快感<sup>ともな</sup>を伴い、持続性もあったため、「かゆみ」によって引き起こされる脳の反応を見ることは困難でした。そこで、生理学研究所教授の柿木隆介さんと研究員の望月秀紀さんは、電気的にかゆみ「だけ」を与える装置を1年間かけて開発。試行錯誤の末に、誰もが無理だと思っていた、かゆみのオン・オフを自在に<sup>あやつ</sup>操ることに成功しました。これを使って、皮膚のごく浅い表面にだけ電流刺激を送り、痛みに対する脳の反応と比較した結果、共通する部位の活動のほかに、痛みには反応しない頭頂葉の楔前部<sup>けつぜんぶ</sup>※<sup>1</sup>に、特徴的な機能的MRI※<sup>2</sup>と脳磁図が記録されました。初めて、「かゆみ」のしくみが「痛み」とは異なることがはっきりと証明されたのです。今後はこの発見をもとに、「かゆみ」を感じる脳の反応自体を抑える研究も進んでいこうです。

誰もが無理だと思っていたような装置をつくり、大きな発見に貢献した柿木さんが、次に注目するのは「くすぐったい」という感覚。「かゆみ」とはまた少し違った不思議なしくみが明らかになるかもしれません。(文・森夕貴)

※1 楔前部：脳の中央からやや後ろにかけての部分

※2 機能的MRI：MRI（磁気共鳴画像）によって脳内の活動を画像化する手法またはそれによって得られた画像

取材協力：自然科学研究機構 生理学研究所

# 光の面

目が覚めると、カーテンの隙間から差し込んでくる、眩<sup>まぶ</sup>しい太陽の光。  
暗くて心細い夜道を照らしてくれる、心強い街灯の光。

「光」と聞くと、ついつい太陽や電球の光を思い浮かべてしまいます。

けれど、明かりを灯すことだけが、光の役目でしょうか。  
少し顔を上げて、身の回りを見渡してみてください。

# 面相

私たちに音楽を届けてくれるCDは、ディスクにレーザー光を当てることで、その情報が読み取られます。

パソコンと世界とを瞬時につないでくれる光ファイバーは、コンピュータの電気信号を光信号に変換することで、データをやり取りしています。

普段私たちの目に見えないようなところでも、光は、その表情を変えながら活躍しているのです。

まだ出会ったことのない、光のいろいろな顔を、一緒に見つけに行きませんか。

# 光の正体



光。それは、私たちにとってとても身近な存在です。ただ改めて、暗闇で電球や、ろうそくから放たれる光をじっと見てみてください。これが、いったい何者なのか、何からできているのか、考えてみたことがありますか？意外と知らない、光の正体にせまってみましょう。

## 「光＝電磁波」

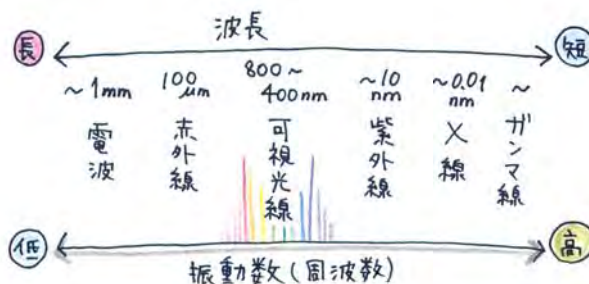
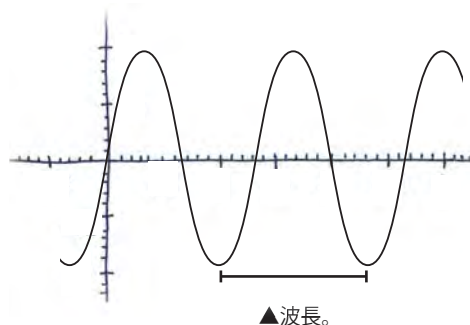
眠りに就く前の、灯りを消して暗くした部屋の様子を思い浮かべてみてください。ドアの下から漏れてくる廊下の光がぼんやりと広がっています。これは、光の「回折」が起きた結果です。回折とは、波が障害物の陰に回り込んで進んでいく現象のこと。防波堤で防ぎきれなかった海の波が、後ろに回り込むのがその例です。このようなふるまいをすることから、光は波であると古くから考えられてきました。

そして、19世紀、イギリスの科学者マクスウェルによって、光は「赤外線やX線などと同じ電磁波の一種である」ということが発見されました。つまり、光は「波」であるということが裏付けられたのです。

## 電磁波の性質を決めるもの

では、光と赤外線や、X線との違いは何でしょう。それは「波長」です。波長とは、波の山と山の間の長さのこと。これが異なるだけで、その性質は大きく変わってきます。波長が1mm以上ある、携帯電話でのやり取りを手伝ってくれる「電波」。 $\mu\text{m}$ （マイクロメートル、100万分の1m）レベルの、ものを温めることのできる「赤外線」。

10～400nm（ナノメートル、10億分の1m）で、日焼けの原因となったり、化学反応を引き起こしたりする「紫外線」。0.01nm～10nmの、レントゲン撮影に用いられる「X線」。そして、私たちの目に見ることができる太陽光や、電球などの「光（可視光線）」は400nm～800nm。波長の違いによって、異なる使い道があるのです。



▲さまざまな電磁波と波長の関係。

## 波だけじゃ、うまくいかない

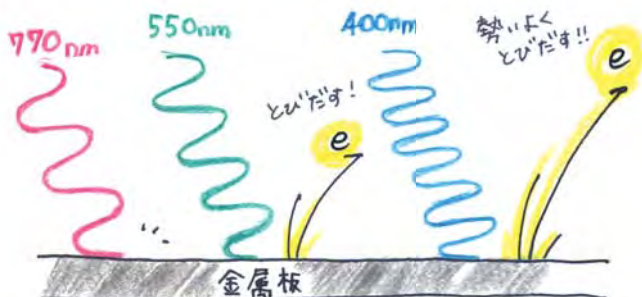
しかし、この世界には、光が波だとすると説明がつかない「光電効果」と呼ばれる現象があります。これは、金属の表面に光を当てたとき、そのエネルギーをもらって金属内部の電子が飛び出してくる現象のこと。砂場にビー玉を投げつけたときに、砂粒が跳ね返ってくるようなイメージです。光電効果は、さまざまなところに応用されていて、たとえば太陽電池もそのひとつ。太陽光を当てることで電子にエネルギーを与え、その電子が流れることによって電流が発生するのです。

光電効果では、波長の長い光をいくら明るくしても、金属表面から電子は飛び出してきません。しかし、波長の短い光であれば、弱い光でも電子が飛び出てきます。これは、光のエネルギーが波長によって異なっているということですね。しかし、波のエネルギーは本来、しんぷく振幅と呼ばれる波の山や谷の深さによって変化します。これは、光の明るさに相当するもの。しかし、光電効果では、エネルギーの大きさは、光の明るさではなく、光の波長に依存しているというのです。光を波としてとらえると、この現象は非常に不可解なものとなります。

## 光は二重人格

そこで、かの有名なアインシュタインは、「光は粒である」という大胆な発想をすることで、この謎を解決しました。彼は1905年に「光は粒であり、そのひとつひとつは、 $h\nu$ というエネルギー量を持っている」と仮定した光量子仮説という理論を発表しています。 $h$ は定数、 $\nu$ は光の周波数で、1秒間あたりに波である光が振動する回数を表しているもの。つまり、波長が短いほど光の周波数は大きくなり、光のエネルギー $h\nu$ も大きくなるのです。これは波長の短い光を当てるほど、金属から電子が勢いよく飛び出す、という光電効果をうまく説明しています。このように、光は、粒としての性質も持ち合わせていたということが、アインシュタインによって明らかになったのです。

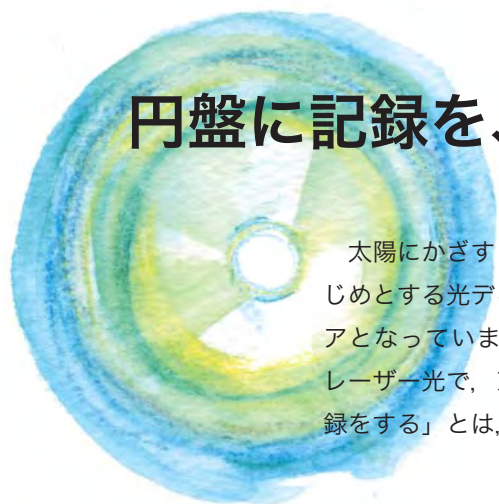
では結局、光は波なのでしょう、粒なのでしょう。答えは両方。光は、「波としての性質」と「粒としての性質」という2つの性格を持ち合わせている、実はとても不思議な存在だったのです。そして光は、ときには波として、ときには粒として、私たちの身の回りで活躍してくれているのです。(文・周藤 瞳美)



▲光電効果。光の波長によって飛び出す電子の勢いが異なる。



## 円盤に記録を、こころに愛を



太陽にかざすと、七色にきらめく厚さ 1.2 mm のドーナツ型円盤。CD をはじめとする光ディスクは、いまや音楽や映像を残すには欠かせない記録メディアとなっています。CD-R の記録、再生で使われているのは波長 780 nm のレーザー光で、アナログレコードのレコード針に相当します。光を使って「記録をする」とは、いったいどういうことなのでしょう。

### 凸か凹かで決まる世界

CD-R を横からのぞくと、一番外側を透明なプラスチック状のものが覆っていることがわかります。この基板と呼ばれる部分に音楽の情報が書き込まれます。肉眼では確認しにくいのですが、基板には細い溝がびっしりと刻み込まれています。この溝に、780 nm 前後の波長を持つレーザー光を照射し、ピットと呼ばれる凸部分をつくることによって、音楽が記録されていきます。

音楽を再生する際にも、同じようにレーザー光が使われています。基板に、記録するときより

弱いレーザー光を当てると、ピットがある部分と平面の部分とでは、レーザー光の反射の方向が違います。その反射光の変化を読み取ることで、音楽が再生されるというわけなのです。

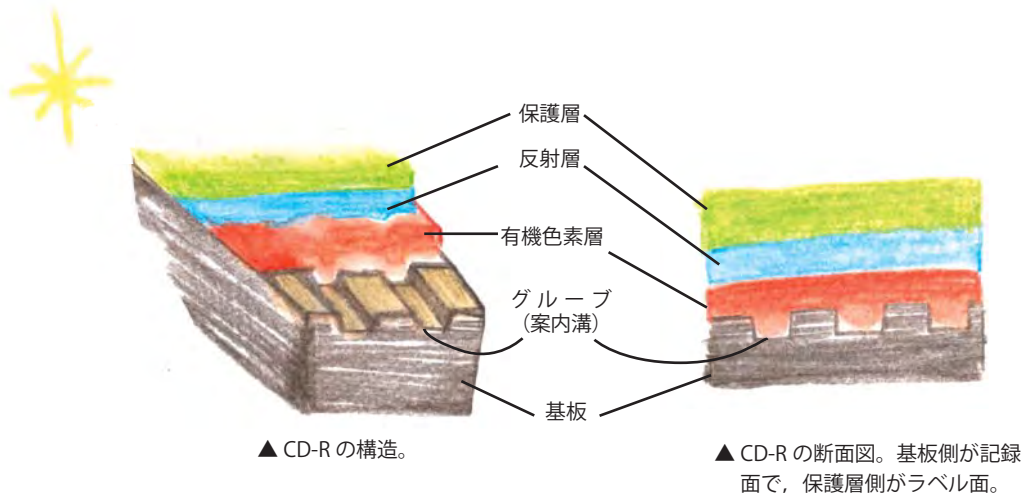
### 音楽や映像を記録できる CD-R

読み取り専用の CD とは異なり、パソコンを使って音楽や映像などを書き込む記録型のディスク CD-R (Compact Disc Recordable) の基板には、情報を記録するための有機色素が塗られています。この有機色素は、波長 780 nm のレーザー光にだけ反応する性質を持っています。レーザー光が当たると、色素は熱分解を起こし、爆発したようにその部分に穴が開きます。つまり、レーザー光を当てることで焦げ目を付けているようなもの。情報を書き込んだ後の CD-R の表面の色が少し違って見えるのは、このためだったのです。そんな特徴を持つ CD-R ですが、開発されるまでには長い道のりがありました。



◀ 虹色に光り輝く CD-R の表面。





## 1.2 mm に挿まれた開発秘話

海外製が圧倒的に多い CD-R ですが、誕生したのはここ、日本です。当時、化学・機器メーカーなど多くの企業が CD-R の開発にしのぎを削っていました。新しい商品を生み出すにあたっては、さまざまな問題を解決していかなければなりません。当然、CD-R も問題点を抱えていました。

CD-R は、情報を書き込む際に有機色素が熱分解することにより、カスが発生します。そのカスの逃げ場を用意するため、当時は 2 枚の基板の間にスペーサーを配置した構造にすることが考えられていました。しかし、それでは 1.2 mm ± 0.3 mm という CD の規格内に収まりません。そこで、太陽誘電株式会社の開発チームは、このような構造の 2 枚の基板のうち 1 枚をフィルム状の薄いものに変え、ディスクの内側と外側に接することで空間を確保したのです。

しかし、これだけでは問題解決には至りませんでした。今度はレーザー光の反射率が下がり、

録音はできても再生ができなかったのです。そこで開発チームは、色素層の上に反射層を付け、反射率を 70% 以上に保つよう試みました。そうした試行錯誤の結果、見事、音楽を録音・再生できるようになったのです。

「初めて自分たちがつくった CD-R から再生される音を聞いたとき、全身の毛が総立ちするようでした」。開発メンバーのひとりだった新井雄治さんは、その日のことを、天気の様子から研究所内の視聴覚室の雰囲気まで鮮明に覚えているといいます。ほんの一瞬前まで不可能だったことが、開発された瞬間に可能になる、その感覚は技術開発の最先端にいる者にしか味わえないものなのでしょう。

光で記録をとるようになって、約 30 年。世の中にあふれるこうした技術や機械が開発されるたびに、新しい光が次々と差し込んできました。光を自由自在に扱う研究はこれからも、私たちの記憶をより鮮明に残す未来をつくり続けていきます。(文・孟 芊芊)

取材協力：太陽誘電株式会社





# 錯体の光で有害物質を見つけ出せ！



真っ暗にした研究室で紫外線を当てると、青や黄色と、色とりどりの光をぼわーっと放ち出す不思議な化学物質。細い棒でひっかいただけで、その色が黄色から赤色へと変わっていくものもありました。美しい色や光が見た目に楽しい彼らの名前は「金属錯体」です。

## 色が変わるのはなぜ？

血液に含まれるヘモグロビンや、携帯電話などの有機 EL\*ディスプレイの材料も、実は金属錯体。中心の金属原子に水や有機物など配位子と呼ばれる分子が結合した構造を持ち、鮮やかな色や光を発するものが数多くあります。

鉄の錯体であるヘモグロビンは、酸素量の少ない静脈血中では暗い赤色をしています。肺でひとたび酸素と結合すると、鮮やかな赤色へと変わります。分子構造の変化が、色の変化として現れているというわけです。また、ひっかいたり触ったりすることでかかる圧力によっても結晶の構造が変化し、発する光の色が変わります。このように、配位子の変化だけでなく、圧力や温度、湿度の変化など、周囲の環境の変化によっても色が変わってしまうことがあるのです。

## 見えないガスを検知する光

このような性質を生かし、「揮発性有機化合物 (VOC)」の検出ができないだろうか、横浜市立大学の篠崎一英<sup>かずてる</sup>さんは考えました。VOC は、トルエンやホルムアルデヒドなど、建物や家具から放出されるシックハウス症候群の原因とされてい

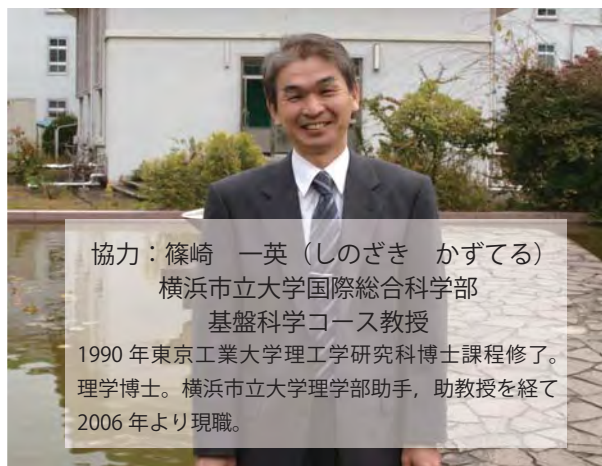


◀ VOC ガスが白金錯体の分子の隙間に入り込むと、紫外線照射下で赤く発光する。

る化学物質です。一般に微量で無色透明なので、直接目で見ることはできません。そこで、錯体の出番。VOC 検出に用いることができる白金の錯体は平面形をしており、結晶中では層のように重なり合っています。この隙間に VOC が入り込むと層の間隔が変化し、錯体から放出される光の色が異なってくるのです。

このように、色の変化として VOC の有無を簡単に判断できることに加え、異なる VOC ごとに対応する錯体をつくれば、何のガスなのかを見分けることもできます。「自分のつくった錯体の持つ新しい機能をもっともっと見つけていきたい」と話す篠崎さん。彼らが放つ色とりどりの光が私たちの暮らしを守ってくれる、なんて日が来るかもしれませんね。(文・周藤 瞳美)

※有機 EL (エレクトロルミネッセンス)：電気の刺激を受けることでエネルギーの高い状態になった有機物が、元の状態に戻るためにエネルギーを光として放出する現象。



協力：篠崎 一英 (しのぎき かずてる)  
横浜市立大学国際総合科学部  
基盤科学コース教授

1990 年東京工業大学理工学研究科博士課程修了。理学博士。横浜市立大学理学部助手、助教授を経て 2006 年より現職。



# 「光合成」から 生み出される新しい技術

太陽光を受け、自身が活動するエネルギーを得るために「光合成」を行う藻類や植物たち。太古の昔に彼らが生まれて以来、ずっとその営みが行われてきました。これを人工的に再現することができるようになったら、どんな未来がやってくるのでしょうか。

## 光を当てると電子が動く

光合成を行うのは細胞内の「葉緑体」という部分。まず、「アンテナクロロフィル」によって集められた太陽の光エネルギーは、その隣にあるクロロフィルへ、そしてまた隣のクロロフィルへと、次々に効率よく伝えられます。そして最後に「反応中心クロロフィル」へと集められ、炭水化物をつくり出す力となる電子のエネルギーに変換されるのです。

日本大学の<sup>大月</sup>穰さんは、このような「光エネルギー変換」を人工的な分子で行う研究をしています。「化石燃料が枯渇し、太陽光エネルギーを使わないといけない世の中でお手本になるのが光合成。クロロフィルのように光を当てると分子内で電子が動くようなものがないか考えたのです」。

## 分子から分子へと

光合成は、光の吸収、エネルギー移動、さらに電子移動を司る機能を持った分子が組織だって並び、行われています。これを人工的に再現するということは、合成した分子のひとつひとつがそれぞれに機能を担い、それらが共同で高度な働きをする分子の組織を形成するということ。しかし、光合成のすべての過程を人工的に行うことはまだ困難です。大月さんはまず、その過程を部分的に分解し、その一部を行う分子について研究しています。

たとえば、光エネルギーを集める分子を5つ集めた集合体をつくり、その中でエネルギーを効率よく移動する系を発見しました。「この集合体では、光合成の一部を人工的に再現できています」。

## ミクロの世界から始まる最高の技術

大月さんは、光合成を完全に再現できる分子を植物が育たないような場所にまいておき、エネルギーを得ることができるようになることを目指しています。「分子は機能を発現する最小単位。だから、分子から設計して組み立てていけば、最高のものができるはずだと思うのです」。目には見えない分子をコントロールすることが、新しい技術の指針となるのでしょうか。(文・磯貝 里子)



▲光合成を行う葉緑体。エネルギーはチラコイド膜内を移動していく。

協力：大月 穰（おおつき じょう）

日本大学理工学部物質応用化学科准教授

1991年、東京大学大学院工学系研究科を修了後、1999年まで同大学生産技術研究所にて助手を務める。1993年から1年間、Universite Louis Pasteur 博士研究員を経て、1999年より日本大学理工学部へ赴任。2004年より助教授、2007年より現職。

# 光で進む殺菌効果

暗闇を明るく照らす光は、ミクロの世界で化学反応を進める手助けをすることもあります。「光触媒」と呼ばれる物質は、太陽光や蛍光灯などの光に含まれる紫外線を受けると、「有機物を二酸化炭素と水に分解する」化学反応を促進します。光触媒は、光が当たることではじめて触媒としての機能、つまり自身を変化させることなく化学反応の速度を速める機能を発揮することができるのです。

では、どのようにして光によって有機物が分解されるのでしょうか。光触媒に紫外線が当たると、電子が外に飛び出して付近の酸素と反応します。光触媒自身は、電子が不足している状態となり、その不足を補おうと周りにある水分から電子を奪います。すると、「ヒドロキシルラジカル」という活性酸素が生成され、これが有機物から電子を奪い取ることによってバラバラに分

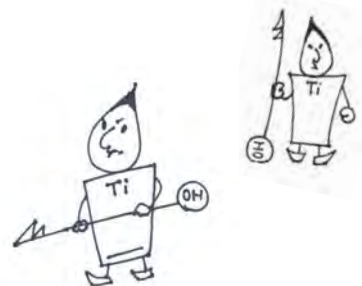
解するのです。光触媒は水から電子を奪うことで元の状態に戻るため、光が当たれば何度でも有機物を分解できます。

このように、汚れやウイルス、花粉、臭い物質といった有機物を分解することができる光触媒は、エアコンのフィルタやまな板などに応用されてきました。さらに最近では、文房具にも使われるようになりました。その名も「セラピカキレイ」。代表的な光触媒のひとつである「チタンアパタイト」がペンの軸の材料に使われており、表面に付着したインフルエンザウイルスの99.6%を分解・除去できるのです。そのため、病気に対して細心の注意を払う必要がある病院などで重宝されています。

誰もが毎日のように使う文房具。こんな身近なところでも光は活躍しているのですね。(文・吉田 拓実)

協力 **Sailor** セーラー万年筆株式会社

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





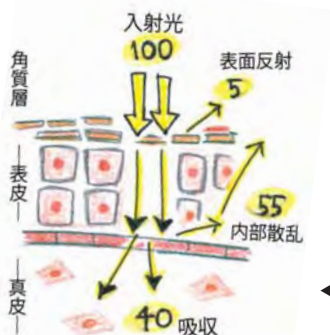
# コスメに秘められた光の物語

「内側から輝く肌へ」。ファンデーションのCMでよく見かけるキャッチコピーですが、これはたとえ話ではありません。ファンデーションを塗ることによって光を味方につけた私たちの肌は、本当に内側から輝くことができるのです。

## お肌が内側から輝く秘密

これまで、ファンデーションを塗ると肌が美しく見えるのは、肌表面で光を反射させているためであると考えられていました。しかし、肌に当たった光のうち、表面で反射される光はたったの5%程度。実に95%もの光が、肌の中まで入り込んでしまうのです。肌の中に入ってきた光のうち、たとえば赤い色の光では、約40%は肌の中で吸収されて熱になります。残りの約55%は、肌の細胞、その中の核や細胞質に当たることによって散乱し、再び肌の外へ飛び出していきます。

芝浦工業大学の山田純さんは、肌のキメの細かさや透明感といった「視感」を生んでいるのは、肌表面で反射するわずかな光ではなく、肌の中を散乱して出てくる光なのではないか、と考えました。そして、肌の中の光を効率よく外に散乱させる小さな酸化チタン/酸化鉄の粒を開発。その粒を含むファンデーションを塗ることによって、肌に吸収されるはずだった光をうまく肌の中から外側に散乱させ、肌に柔らかく自然な明るさを生み出そうとしたのです。そうして、後に大ヒット商品となった資生堂「マキアージュ」のファンデーションが誕生しました。



◀ 皮膚における光の動き。

## 工学研究者はクリエイター

こうした山田さんの研究によって、マキアージュのファンデーションには、「肌を内側から輝かせることができる」という、科学に裏付けられた、世の中をあっと言わせるようなストーリーが追加されました。「私は何もないところからストーリーを考え出すクリエイターでありたい」。技術は、社会のトレンドと結びついて初めて意義のあるものになります。人が集まる場所やイベントに足を運んでトレンドを追い、常に新しい組み合わせを考え続ける。これがクリエイティブでいられる秘訣なのだそう。山田さんはこれからも、光を使って社会をあっと言わせる美しいストーリーをつむぎ続けていきます。(文・立花 智子)



協力：山田 純（やまだ じゅん）  
芝浦工業大学工学部機械工学科教授  
1986年東京工業大学大学院にて修士課程修了。  
ヤマハ発動機株式会社、東京工業大学、山梨大学  
を経て、2005年より現職。博士（工学）。

# 脳を照らす新しい光

生命の研究において、最大のテーマのひとつが「脳」です。『someone』のページをめくるとき、何も考えずにボーっとしているとき、そして寝ているときでさえも。脳は、意識しなくても常に働いているのです。脳の研究でも特に難解なのがこの「意識」だといわれており、いまだ科学的に定義されたことがありません。しかし、最先端の光トポグラフィ技術が「意識」を照らし出してくれそうです。

## 浮かび上がる脳内地図

「光トポグラフィ」は、20本程度のレーザー光照射ファイバーと、20本程度の光検出ファイバーを市松模様に配置し、頭をすっぽり覆うように取り付けて脳表面の血行動態を計測する装置のこと。光レーザーで頭蓋骨を超えて大脳新皮質に光を当て、組織や血液で散乱吸収された光を検出することで、脳の表面の血流量を測定することができるのです。これは、血液の中で酸素を運ぶヘモグロビンが、酸素が結合しているときと結合していないときとでは、吸収する光の波長帯が違うことを利用しています。光トポグラフィを頭全体に取り付けることで、頭の表面の血流量の変化をリアルタイムで計測でき、その様子はまるで脳内

地図を見ているかのような。この装置を付けたまま指を動かしたりものを見たりすると、脳のどこが使われるのかがわかります。東洋大学の田中尚樹さんは、株式会社日立基礎研究所で20年間、この光トポグラフィにおけるデータ解析などの研究を行ってきました。

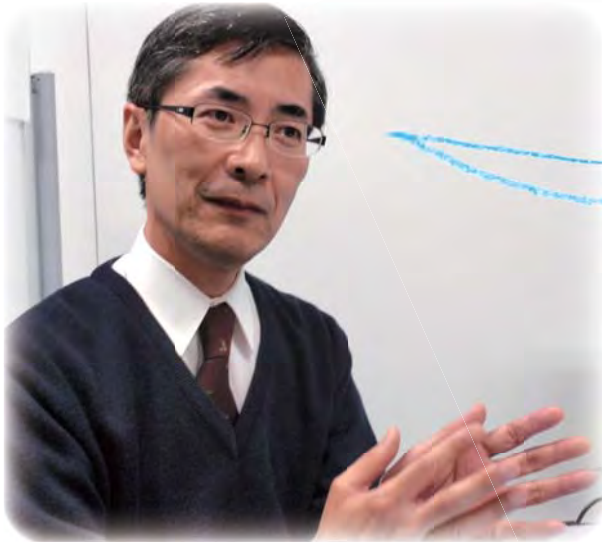
## 意識と無意識の境目にせまる

どんな作業をすると脳のどこが活発になるのかという関係を、「神経相関」といいます。脳科学の実験の多くはこの「神経相関」に基づいています。この実験において常に頭を悩ませる原因となってくるのが、計測データに現れる「揺らぎ」。たとえば、研究でよく用いられる動作に「タッピング」があります。親指を、人差し指から順番に4本の指と合わせていきます。これを30秒間行って30秒間休むということを10回くり返すと、行っている動作は同じなのに、データの波形が同じにはならないのです。それは、タッピング中や休憩中に考えていることが常に異なるから。このような思考は意識しても抑えることが難しく、いつも解析の邪魔になっていました。

しかし、企業から大学に研究の場を移した田中さんが興味を持ったのは、その「揺らぎ」だった



◀ 測定は、キャップ型の測定装置を頭にかぶるだけ。



のです。心拍や呼吸のような無意識の活動ではないけれど、意識しても制御できない脳の働き。田中さんは、この意識とも無意識ともつかない働きを解明することが、「意識とは何か」を明らかにするカギになると考えたのです。

### わかりはじめた「意識とは何か」

2005年、「意識とは何か」についての研究に重要なきっかけを与える論文が、世界的な科学雑誌『Science』に掲載されました。それは、特殊なコイルを用いて脳表面にパルスのような電磁場を発生させると、覚醒時と睡眠時では、発生した電気信号の伝わる様子が違うというものでした。覚醒時は、脳内で電気信号が伝達されるネットワークが形成されており、右脳に与えた信号は左脳まで伝わります。しかし、睡眠時は信号の伝播がまったく行われれないという明確な実験結果が示されていました。

田中さんは、この事例をヒントに、光トポグラフィを用いた新しい研究を始めました。「睡眠」は脳のネットワークが働かない、つまり意識がないこと、という単純なものではなく、からだど脳

ネットワーク環境が変わるのではないかと考えたからです。実際に、覚醒時と睡眠時の心拍や血圧の変化と光トポグラフィのデータとの相関を見ると、覚醒時は、血圧が変化して脳の働きを活性化するのみですが、睡眠時はそれだけでなく、脳の活性化が逆に血圧にも変化をもたらしていることがわかりました。睡眠時では覚醒時と異なり、より繊細なからだとの相互的なコントロール環境に変化していたのです。

田中さんはこの春に赴任してきたばかりで、この研究を本格的に進めるのは来春、新しい建物で最新の設備が完成してからになります。ふとした視点の移動で研究の対象となった、「意識」というテーマ。最先端の光トポグラフィを使って未解の「意識」を開拓するのは、これから田中さんの研究室にやってくる若い脳なのかもしれませんね。(文・伊地知 聡)

協力：田中 尚樹 (たなか なおき)

東洋大学理工学部生体医工学科教授

(株)日立製作所基礎研究所にて、カオスの研究および光トポグラフィのデータ解析に従事。在職中、東京工業大学客員教授、理化学研究所客員研究員を兼務。2009年より現職。

※ 2010年3月26日(金) 10:00～“学び”LIVE 授業体験開催

理工学部 HP <http://www.toyo.ac.jp/sce/>

# 100兆分の1への こだわりが地球を守る

遠く離れた場所を指すポインタや治療に使われ、他の光とはちょっと違う印象のある光である「レーザー」。一部の波長の光だけを束にしたもので、強力なために遠くまで届けることができます。このレーザーを使って環境問題を解決できないか。東京工芸大学の西宮信夫さんは、そんな研究をしています。

## 14桁を自在に操る

すべての物質は、特定の波長の光を吸収します。その性質を利用して、たとえば河川の水や実験サンプルの中に目的の物質がどれくらい入っているのかなど、さまざまな濃度測定が行われています。その精度は、使う光の波長を正確にコントロールできるか、吸収された光の波長をどれだけ精密に測れるかによって決まるのです。

西宮さんは、光の周波数の測定法や、波長を安定化したレーザーの開発を行ってきました。可視光や赤外線のレーザーは、波長数百nm、1秒間に振動する回数（周波数）は数百兆。14桁もある大きな数字で、これを電波のように下1桁まで正確に、しかも自在にコントロールすることができれば、まったく新しい世界が開けるといわれています。物理学を学ぶ者にとっては非常にワクワクする研究。そして西宮さんは、それと並行し

て環境問題にも焦点を当てることにしました。身近な課題について学生と一緒に研究をしたいと考えていたからです。

## 場所を選ばず環境調査

環境問題の中で注目したのが、温室効果ガスといわれるCO<sub>2</sub>の濃度測定です。これまでのデータは地表で測定されたものがほとんど。しかし、大気は地球上を立体的に動いています。上空のCO<sub>2</sub>濃度の測定は飛行機に測定器を載せて行われていましたが、都市や海上、森林など好きな場所で測定することはできません。それを解決するのがレーザーを使った測定方法。CO<sub>2</sub>が吸収する波長のレーザーを上空に向けて出し、反射してきた光を解析します。この方法なら、場所を選ばずにリアルタイムで精度の高い測定ができるのです。

## こだわるのが力になる

レーザーの周波数が持つ、14桁という桁数の多さにおもしろさを感じて研究を始めたという西宮さん。どんなことでもいいから、科学的な目でこだわりをもって追求してほしいといいます。自身も中学生の頃、熱帯魚にはまって部屋中水槽だらけにし、進化の過程を調べ上げたほどの凝り性だそう。「とことんやって飽きてもいいんです。それが、後に何かを調べるときの力になるから」。こだわりが、新たな挑戦への原動力になるのです。（文・三浦 茉純）



協力：西宮 信夫（にしみや のぶお）  
東京工芸大学工学部  
システム電子情報学科教授  
（2010年4月、電子機械学科に名称変更）

1981年東京理科大学修士課程修了。2003年米国JILA研究所、2007年より現職。博士（工学）。

遠く昔のこと。

灯りとしての光を手に入れた私たち人間は  
暗闇に包まれた夜でも、  
昼間と同じように  
暮らすことができるようになりました。

情報を記録する光。

有害な物質を検出する光。

エネルギーを生み出す光。

菌やウイルスを分解する光。

肌を美しく見せる光。

脳のしくみを調べる光。

ものを計測する光。

私たちは、いまや、

さまざまな顔を持つ光を手に入れました。

私たちの生活は、

これからどう変わっていくのでしょうか。

そして、

光を使った技術の進歩は

まだまだ衰えるところを知りません。

光が活躍してくれる舞台は、

今後さらに広がっていくことでしょう。

私たちには、文字通り、

光に照らされた明るい未来が

待っているのです。





## 野菜エンス



# レタスを育てる 光の色

サラダやサンドウィッチに欠かせないレタス。みずみずしく、シャキシャキとした食感が魅力です。作物としての最古のレタスは、約4500年前の古代エジプトの壁画に描かれていました。レタスの仲間が日本に渡来したのも、奈良時代以前だといわれており、こう見えて意外と古い歴史を持っているのです。

そんなレタスは他の植物と同様、緑色の葉に太陽の光を浴びることによって、すくすくと育っていきます。白色に見える太陽光は、実は無数の色の光が混ざった結果、白く見えているだけ。植物は、これらの中から必要な色の光だけを選んで吸収しているのです。レタスはこれらのうち、主に赤色と青色の光を使って成長していきます。赤色の光は、細胞内のクロロフィル(葉緑素)が吸収し、光合成のエネルギー源となっています。また、青色の光は、発芽を促進したり、茎が必要以上に伸びてしまうのを防いでくれたりしているのです。

そこで、近年、太陽光の代わりに蛍光灯や発光ダイオード(LED)を用いて屋内で植物を育てる「植物工場」が注目されています。最新の植物工場ではレタスを育てるのに使う光は、赤色と青色だ

け。露地栽培の場合と比べて4倍もの速さで成長させることができたという結果も報告されているというから驚きです。

このように、人工の光で植物の生育をコントロールすることができれば、季節や天候に関係なく、私たちの食卓に美味しい野菜が届くというわけなのです。必要な色の光を浴びてぐんぐん育ったレタスたち、ぜひ味わってみたいと思いませんか？(文・周藤 瞳美)

野菜のサブウェイ  
協力：日本サブウェイ株式会社 

アボカドはどうして脂肪がいっぱい？

もっと、野菜でサイエンス！

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



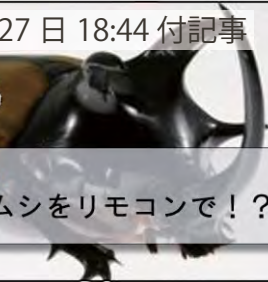


## ゆるりい～サイエンスエンタメ宣言～

2009年9月27日 18:44 付記事

サイエンス  
ニュース

**NEWS PICK UP!**  
生きたカブトムシをリモコンで!?



昔読んだ『ドラえもん』のマンガで、「アンテナを立てれば何でも動かせるリモコン」みたいなものがあった気がするが、それが実現しそうだ。カリフォルニア大学バークレー校の研究チームが、カブトムシに電極を移植して、飛行中の

動きを制御することに成功したと、学術論文誌『Frontiers in Integrative Neuroscience』に発表した。研究チームは、無線機能を持ち移植可能な小型の神経刺激システムを使って、カブトムシなどの自由に飛行する昆虫を遠隔制御できることを証明した。最終的には、「人間やロボットでは接近しにくい場所で作業をする役目を果たす」ために利用できるようになるらしい。

全文と映像はウェブサイト (<http://yuruly.com/>)  
または携帯サイトで!

ゆるりい 検索



### サイエンスエンタメ宣言

手に握られたシャーペンから、熱帯雨林の生態系まで。  
サイエンスは地球の隅々まで散らばっています。

今勉強していることは、将来直接役に立たないかもしれません。  
しかし、知っていると、見えてくる景色があります。  
サイエンスからのぞく世界と一緒に楽しみたい。  
その思いをかたちにすべく、私たちゆるりいメンバーは、遊ぶように科学を楽しむ  
ウェブサイト「ゆるりい」を誕生させました。

そして1年たった今、ゆるりいは進化を遂げようとしています。  
2010年のテーマは、「多様性」。  
新しい環境への適応が進化、そして生物の多様性につながったのと同様に、ゆるりいは文字  
だけではなく映像や写真、音声などのメディアも、そして大学だけではなく企業など多分野  
を集結させ、科学を軸とした新しいエンターテインメントを生み出します。  
新発見が生まれる大学の研究室に注目して、大学生・大学院生の生態と研究室の文化を紹介  
したり、企業が世の中に送り出すさまざまな製品とサービスに隠されたおもしろいサイエ  
ンスと開発秘話コーナーなどが続々登場予定。

「科学」は、限られた研究者や技術者だけのものではありません。  
ただすごいだけではない「深み」と「おもしろさ」がそこには詰まっています。  
ゆるりいのウェブサイトリニューアルとともに、  
ここにサイエンスエンタメ宣言をいたします!

# 進化の大樹のてっぺんから、 私たちを知る

ヒトがヒトらしくある所以<sup>ゆえん</sup>はどこにあるのか。約500万年前から進化の過程で分かれたチンパンジーと私たち。2005年に発表されたゲノム解析の結果、両者の塩基配列の違いはたったの1.2%だった。

五條堀 孝（ごじょうぼり たかし）プロフィール  
国立遺伝学研究所副所長。生命情報・DDBJ研究センター長、教授。1974年九州大学理学部卒業後、同大学院に進学。1979年博士号（理学）取得。国立遺伝学研究所教授、総合研究大学院大学教授などを併任し2007年から現職。2009年に紫綬褒章を受賞。



## 生き物を理解することとは

「生物の基本情報は揃<sup>そろ</sup>いつつある。だけど、まだわかっていないことはたくさんあるんですよ」と、国立遺伝学研究所の五條堀孝さんは話す。1953年にワトソンとクリックによってDNAが二重らせん構造を持つことが解明されて50数年。現在、生き物はDNAに始まり、細胞、器官、個体、集団、生態系、そして地球へと、いくつもの階層レベルで研究が進められている。この階層間にある情報を理論的につなげていくと、生き物を理解することができるようになるのだ。

実際の研究では、階層レベルを縦断するように何かひとつの生命現象に注目して、分子レベルから生態の様子まで解析することが多い。また、異なる生物間の情報を比較して、彼らの関係をつなげていく手法もある。それが「進化学」という学問だ。



## サイエンスの醍醐味

五條堀さんは40年に渡り、生物進化についてウイルスからヒトまで幅広い生物のゲノム配列を比較、研究してきた。数式やデータを使って論理的に生命現象をまるごと知りたいたい、九州大学在学中にタンパク質に見られる遺伝子多型のデータを収集して解析。その研究に注目したのは、なんとあの進化中立説を唱えた著名な木村資生<sup>もとお</sup>さんだった。チャールズ・ダーウィンが唱えた自然淘汰説と同等のインパクトを、進化学・遺伝学者に与えている研究者である。木村さんは五條堀さんの論文を学会で紹介。あまりにもうれしくて、五條堀さんはこの分野でますますがんばっていかうと決めたという。

その後、HIVウイルスなどRNAを遺伝情報として持つレトロウイルスの突然変異の速度が、ヒトの100万倍であることを発見。エイズの予防



にはウイルスの遺伝情報が必要なのに、変異の速度が速すぎてワクチンの製造が追いつかないのだ。後ほど間もなく、その研究結果は「エイズワクチンはつくれないう！」という見出しで新聞の一面を飾った。最初に自分が見つけたという興奮、そして本当にこれが事実なのかという不安が入り混じり、社会に与えるインパクトの大きさに想像以上の衝撃を受けた。「喜びと同時に怖さを感じたよ。あらかじめ設定されたゲームの世界では味わえないおもしろさ、これがサイエンスの醍醐味<sup>だいごみ</sup>なのではないでしょうか。

## 発見から見えてくるもの

近年、国際規模の大型プロジェクトがいくつも立ち並ぶ研究の世界。設計された目標に向かって

課題をクリアしていくことももちろん重要だが、進化学などの基礎研究には、思ってもいなかったブレークスルーや大発見がある。科学者の知的好奇心を満たすには十分すぎる。「そんなに役には立ちませんよ、基礎研究は。でもね、ひとつの発見から新しい世界観や生命観が生まれる。そして私たちや地球という存在を知ることができる。それは、とても意味のあることなのです」と、五條堀さんは教えてくれた。

教室にいるひとりひとりの顔が、みんな違う。当たり前かもしれないが、果てしなく遠い昔から進化し同時に多様性を保持してきた証。地球上にいる生物が、今、同時に存在すること自体が奇跡に等しいかもしれない。私たち、そして地球を知るために、進化の大樹から見える景色を一緒に眺めてみよう。(文・孟 芊芊)

## イベント pick up

国立遺伝学研究所 60 周年記念シンポジウム

### 「夢みる遺伝学 ~そして生命<sup>いのち</sup>が好きになる~」

日時：2010年1月30日(土) 14:00～17:30(開場13:30)

場所：一橋記念講堂(東京メトロ東西線「竹橋駅」より徒歩4分)

対象：全国の高校生・大学生および一般

DNAの塩基配列を読む「シーケンサー」の開発などに貢献した理化学研究所ゲノム科学総合研究センター長 和田昭允教授や、世界で最も権威ある学術雑誌のひとつである『Science』の編集者 Barbara R. Jasny 氏のお話、分子生物学の研究を行った高校生の研究発表など「研究の魅力」を感じることができる講演会です。

基調講演1：和田 昭允/理化学研究所ゲノム科学総合研究センターセンター長

基調講演2：Barbara R. Jasny / 科学雑誌『Science』(米国科学振興協会(AAAS)発行) 編集者

シンポジウム：高校生による研究発表(公文国際学園高等部)

大学生による研究発表(iGEM 東大チーム)

★詳細・お申込みは <http://www.leaveanest.com/nig-60th/>

※学校単位でお申し込みの場合はご連絡ください。TEL：03-6277-8041(担当：リバネス石澤)

主 催：国立遺伝学研究所  
共 催：サイエンス日本事務局  
企 画：株式会社リバネス



研究者に会いに行こう

# 楽器だけではない、音のあふれる世界

戸井 武司 中央大学 理工学部 教授

鉛筆で数式を書きつづる音、雨が窓をたたく音、線路を走る電車の音。身の回りにあふれるたくさんの音は、私たちの記憶に刻まれ、日常にカラフルな彩りを添える。一方、エアコンの動作音やプリンタの待機音など、しばしば不快感やストレスになるような音も多い。こうした騒音を心地よいものにしようと、逆転の発想で「音」に挑む研究者がいる。

## マイナスをプラスに変える

音は、空気中の分子が振動し、波として伝わる。ものが振動して音を出すしくみも同じ。自動車の走行時にエンジンや地面との接触で生じる振動は、車内の騒音になりやすい。特に近年、車体の軽量化により振動や騒音が大きくなる傾向にあり、タイヤとの境界にあるフロアパネルが、その発生原因のひとつとされている。そこで、戸井武司さんの研究室では、フロアパネルの振動メカニズムを調べることで騒音の原因を特定。フレームの強度を保ちながら軽量化を考慮し、パネルから音が出ててもそれが不快に感じない音となるような構造設計をしている。音の評価方法は2通りある。

形容詞対を用いたSD法と呼ばれる7段階の評価シートへの記入を行う主観的評価と、脳波や心拍数など生体情報に基づく客観的評価だ。「昔から音には敏感なんです。生きている限り、音はなくならない。それならば、騒音を快適に聞こえる音に変えていけばいいんだと気づきました」と話す戸井さん。「快音」設計を提唱し始めた研究者でもある。

## 「音」が付加価値になる

中央大学で教員を始めた10数年前から、企業から製品の音に関する相談が多かったという。当時は低騒音化を目指す風潮にあったが、騒音を減らしても気に障る音や快適にならない音があり、





▲戸井研究室のオリジナルロゴ。

使用者の不満がなくなることはなかった。音によって製品の評価が下がることが問題視され始めていたのだ。

戸井さんは、まずどういう音にするべきかを決めてから製品の構造設計に着手。これまで構造ありきだった音に、逆転の発想で付加価値を付けていった。これまで実用化された製品に、さわやかな排水音のトイレや、爽快感のあるゴルフ打球音、耳障りでない掃除機吸入音などがある。「カメラや自動車のスペックと同じように、音も重要視される機能のひとつとなるべきです。楽器の価値が音で決まるように、音が家電製品を決めるときの指標のひとつになればいいですね」と、戸井さんは話す。世の中がどんどん便利になり、ものがあふれる豊かな時代の中、消費者には製品を選ぶゆとりが生じている。高機能化し便利な製品がたくさんある中で、明確にその性能の違いを見分けることは難しくなってきた。しかし、聴覚で感じる音に関しては、人それぞれの主観がある。音が製品を差別化することに気づき始めた業界では、今後、音を選べるセミオーダー式製品の開発も進んでいくことだろう。

## 研究室で社会への助走を

そうなると、ありとあらゆる場面で音にこだわれる可能性が出てくる。戸井さんの研究室には、厚さ 30 cm の吸音材を含む壁に覆われた無響室おびや 2 台の自動車で構造解析を行う実験室が完備

されている。これまで毎年約 10 社、合計 160 社以上の企業や公的な研究機関と共同研究を行ってきた。10 数人いる学生は、共同研究テーマをひとつずつ持つ。社会に出る前から製品の実用化までを考慮し、研究成果の社会的な評価を知る、よい機会となる。

企業のエンジニアとの打ち合わせやプレゼンテーションは、主に学生自身が行う。企業への電話も最初は緊張して躊躇する彼らだが、一段階ずつクリアできるように事前打ち合わせをするなど、戸井さんのフォローは万全だ。「一番の財産は、研究室を巣立った学生が、ものづくりの業界でリーダーシップを取りながら活躍することですよ」。戸井さんは、研究だけではなく教育にも熱心な一面をみせた。

いつも音楽を聴く帰り道、イヤフォンをとって周りに耳を傾けてみよう。当たり前だと思っていた音の世界にもいろいろな発見がきっとあるはず。戸井さんの快音設計はいつの日か、音楽を奏でるように暮らす未来へつながっていく。

(文・孟 芊芊)

戸井 武司 (とい たけし) プロフィール  
中央大学 理工学部 教授。1993 年まで、三菱電機株式会社中央研究所に勤務。

1996 年より中央大学で教鞭をとる。2004 年から理工学部教授に就任。専門分野は、音響工学。



(c) Leave a nest Co., Ltd.

研究者に会いに行こう

# 飛行船「HITAS」

森 要 帝京大学 理工学部 教授

自分たちの手で飛行船をつくり、実際に飛ばすこと。これが森さんの目標だ。帝京大学の航空宇宙工学科が誇る、大学トップレベルの飛行船「HITAS」<sup>ハイツ</sup>が上空に悠々と浮かぶ姿を現実のものとするため、森さんと学生たちは実験を続けている。

## 飛行船を愛する人々

水素やヘリウムなど空気より軽い気体<sup>きのう</sup>を気嚢に詰めることで浮かび、推進用の動力で前に進む飛行船。これを維持し、飛ばすのは想像以上に大変だ。その証拠に、実際に飛行船を飛ばすことのできる大学は数少ない。技術的なサポート、実際に手を動かして飛行船をつくり維持する人、そして維持するための場所と費用。大学の内外から協力を得て、これらをうまく分担できているからこそ、帝京大学では飛行船の製作が可能なのだ。学科に関係なく飛行船に興味があれば、卒業研究生の他にも、土日に活動できることを条件に、1年生のうちから飛行船づくりに関わることができる。休日には学外からも、過去に飛行船の製作に関わった経験がある飛行船を愛する人たちが集まってくる。

## ものづくりにかける思い

森さんはもともと、素材の強度を専門に研究してきた。帝京大学でも、高温機器・装置の重要部品材料として使われる代表的な構造用セラミックスである窒化ケイ素の開発・作製とその強度の評価を続けており、10年経った今では市販品をしのぐレベルの試料までつくれるようになってきたという。他にも、航空機の素材として使われているCFRP（炭素繊維強化プラスチック）やGFRP（ガラス繊維強化プラスチック）と呼ばれる素材を地元企業の協力を得て実際に作製し、その強度や特性を評価している。

森さんが素材研究に対して持っている強い思い、それは「自分でつくること」。どんなに優れた結果を出せたとしても、もとの素材を自分でつくれなければ意味がない。だから、どの研究テーマでもまず自分でつくって、それから調べるのだ。そんな姿勢が、実際に飛行船をつくるという研究に結び付いているのかもしれない。

## 学生たちとつくる夢

2004年度に卒業研究の一環として飛行船の製作・飛行実験をスタートさせて以来、すでに5年目に突入した。昨年度の大きな進展は、「テザー」と呼ばれるひもをなくしたことだった。10m級の飛行船が操縦不能になり、住宅街や道路に不事着したら大問題。だからこそ飛ばす側としては、ひもをぶら下げて常に動きを制御できるようにしておきたいもの。しかし、本当の意味でのフリーフライトを実現するためにも、



テザーを船内に格納することが必要だった。

学生とともに試行錯誤をくり返してつくられたテザーを収納するケースは、なんと段ボール製。中身は、ゴミ捨て時に新聞紙や雑誌をしぼるのにも使われるビニールひもだった。そして、緊急時に電波を飛ばしてひもを放出するしくみは、ニクロム線に電流を流してストッパー代わりの釣り糸を溶かして切るという、非常に簡単なもの。操縦不能になったら一大事、100回挑戦して100回ともきちんとテザーを落とせるように、試験をくり返したという。

テザーの格納には成功したが、電源の性能や、モーターの性能、プロペラの選定など、まだまだ検討すべきことがらはいくつもある。さらに、空撮やフライトレコーダー、GPSシステムも組み合わせ、ひとつずつ課題をクリアしていく。太陽電池パネルを設置することによる飛行時間の延長も視野に入れている。そんなHITASを使ってやってみたいことのひとつが、帝京大学構内をフライトして一周することだ。目標達成に向けて、少しずつ飛行距離を伸ばしている。

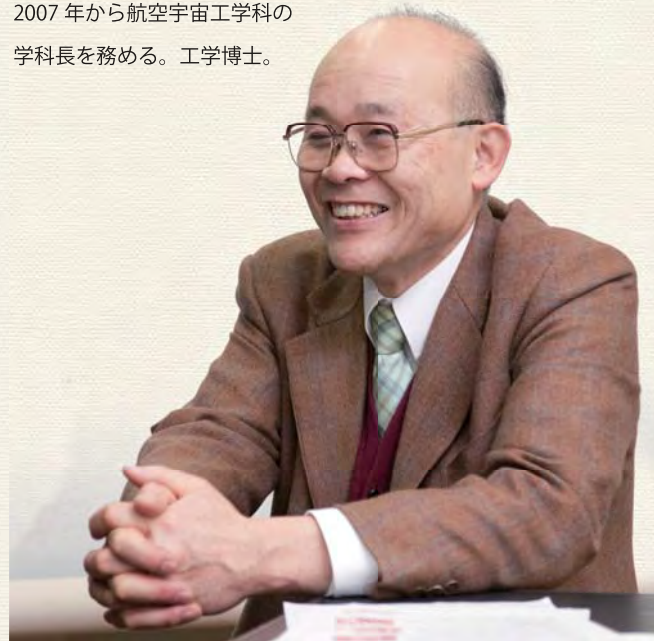
## 大空を目指して

実は、立派に見える飛行船もよくよく見ると手づくり感いっぱいの見え方をしていた。強度、安全性ともに十分な



森 要 (もり かなめ) プロフィール

1968年、広島大学大学院工学研究科修士課程修了後、名古屋大学工学部助手。1982年、名古屋大学にて博士号を取得。同大学工学部専任講師を経て帝京大学理工学部へ赴任。2007年から航空宇宙工学科の学科長を務める。工学博士。



素材を使っているとはいえ、それらをつなぎ合わせているのは透明な幅広ビニールテープ。そして、前・後部のブラシレス直流モーターやプロペラが取り付けられているのは、なんとアルミ製鍋ふただった。「ふただけだと売ってもらえないんだよね」と笑う森先生の横には、これまでに使われた鍋が積み上げられていた。

HITAS を見ていると、自分の手でつくることにこだわる森先生の想いが伝わってくるようだ。これからも、飛行船を愛する学生や学外の協力者からの支援を得て、HITAS は進化し続ける。

※ 2010年4月、航空宇宙工学科に「ヘリコプターパイロット養成コース」が誕生！ [http://www.teikyo-u.ac.jp/applicants/science/science/universe\\_faculty/index.html](http://www.teikyo-u.ac.jp/applicants/science/science/universe_faculty/index.html)



研究者に会いに行こう

# からだのしくみを追究する

～もうひとつの「薬学部」～

北里大学薬学部

みなさんは、「薬学部」にどんなイメージを持っているでしょうか。医療の現場で薬の知識を活かし、さまざまな症状の患者さんと向き合う薬剤師の姿。その一方で、薬に関わる「研究」ができるということ、知っていましたか？

対談



今井 浩孝

衛生化学教室

×

松尾 由理

薬理学教室



—薬に関わる研究はいろいろあると思いますが、具体的にはどのようなものがあるのでしょうか。

**今井** 大きく4つくらいに分けられると思います。まず、薬を合成する化学系、僕たちがやっているような、細胞の機能から薬のもとになるようなものを探す生化学系、コンピュータを使って薬の働きをシミュレーションする物理化学系、それから松尾さんがやっている、動物を使って薬の効き目を調べる薬理や、実際にヒトに応用してみる臨床ですね。とても幅広いです。

**松尾** 薬学部は、もともと生物系と有機合成系の研究室が中心だったと思います。でも、最近は今井さんが挙げたいろいろな分野が集まって学部が構成されていますよね。そういう異分野が一緒になって薬というものをつくらうとする、それが薬学部の特徴だと思います。

—「薬学部で研究する」ことの魅力って何でしょうか。

**今井** 「薬学」っていうと、すぐ頭に浮かんでくるのは「薬剤師」じゃないでしょうか。でも、それは薬学部の一部でしかないんですね。薬を「扱う」のが薬剤師であって、実は、薬を「つくる」のも薬学部のひとつであると思うんです。今の社会の流れでは、どちらかというと薬剤師の方がすごく脚光を浴びていますが、本当は薬を「扱う」と「つくる」の両輪があって初めて薬学部の使命をなすんじゃないかな、と思っています。

**松尾** たとえばお医者さんが治療できる人数って限られていると思いますが、研究して有効な薬がひとつできれば、大勢の人を助けることができますよね。自分が行っているような基礎の研究が、将来的にすばらしい治療薬に結びつくかもしれない。私にとって、そういう薬をつくる過程に携わっているということは、とても大きな喜びなんです。

——世界の研究を見たときに、今の日本の薬学研究のレベルはどうでしょうか。

**今井** 薬学に限らず、日本の研究のレベルはかなり高いと思います。特に進んでいるアメリカと並んでいるといっても過言ではないし、技術的にもかなりユニークな研究をしている人もいますよね。日本発の技術でも、発表したとたんに世界が戦いを挑んでくるわけですから、そういった意味でも遜色そんしょくはないんじゃないかと思います。

**松尾** 設備とか、技術、知識においても、日本はトップクラスにあります。ですから、今の時代「研究するなら海外に」ということもないのではない

でしょうか。ただ、国際的な視野をつけるっていうのはすごく大事だと思いますね。

研究はなかなかうまくいかないことばかりで、苦しいことも多いんです。けれども、その中で発見したときの喜び、それは何にも代えられないものだと思うので、ぜひ味わってほしいですね。

**今井** 僕たちはその研究のおもしろさに取りつかれてしまったんです。研究で生き物を扱っていると、まだまだわからないことがいっぱい隠されていると感じます。そういうものをひとつでも発見できたときの「やった!」という喜び。それが忘れられないんですね、きっと。

(対話構成・磯貝 里子)

今井 浩孝 (いまい ひろたか) プロフィール  
1988年東京大学薬学部卒業。1993年同大学院薬学系研究科博士後期課程修了、薬学博士。1993年北里大学薬学部に助手として赴任、講師を経て、2004年より准教授。また、2006年よりJST さきがけ「代謝と機能制御」研究員兼任。

活性酸素によって生み出される過酸化脂質と病気の関係を調べるため、過酸化脂質を除去する酵素「IV型グルタチオンペルオキシダーゼ(PHGPx)」について研究している。通常、PHGPxは特に精子に多く発現しているが、ほとんど発現していない男性不妊症の患者を今井さんは世界で初めて発見。PHGPxの欠如が男性不妊症の原因であることを証明した。

松尾 由理 (まつお ゆり) プロフィール  
1994年東京大学薬学部卒業。同大学院薬学系研究科修了後、1998年より北里大学にて助手を務める。助教を経て、2006年より講師。薬学博士。

からだの末梢で起きた炎症部位で増加する「プロスタグランジンE<sub>2</sub> (PGE<sub>2</sub>)」に着目。マウスを一時的な脳梗塞の状態にすると、PGE<sub>2</sub>合成酵素が脳梗塞のうこうまくの起きている部位に発現することを松尾さんは発見した。PGE<sub>2</sub>合成酵素の働きを抑えることによって、脳梗塞のダメージを軽減できる可能性がある。





この万年筆を  
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に登場した戸井武司さんです。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。

島田さん、初めましてこんにちは。『someone』秋号の記事、読ませていただきました。ぼくは、小さいころから「ロボットってどうやって動いているのだろう」と想っていました。少し、この記事を読んで解決できました。

記事を読んでロボットはとても発達している事がわかりました。やはり近い未来、SFのような、ロボットが家に居て、ご飯を作ってくれたり、掃除・洗濯をしてくれるような日がくるのでしょうか？

あと、島田先生は、英語がしゃべれませんという学生の方にも、「当日を目指してしゃべれるようにしておけばよい」と言われると、記事に書いてありました。実は、ぼくは英語が苦手でこの記事を見る少し前はテストが近くて気分が少しばかりしずんでいました。でもさっきの話を読んで、学生の人達の苦勞に比べれば、ぼくはとても比べものにならない程楽だな、と思う様になり、勉強に身が入ります。

学生の方々、国際学会での発表頑張ってください。そして、島田先生、ロボットがこれからも発展するように、研究を頑張ってください。

高日 杏輔 (13 歳)

今回は、2009 秋号に登場したモーションコントロールの研究者、島田明さんにお返事を書いていただきました。

高日杏輔君、手紙をありがとうございました。

「ロボットのいる生活」はきくと来るでしょう。でも、私たちが思い描いている姿とは少し違うかもしれません。なぜならば、技術的にできることの限界と環境による限界があるからです。

一つ目は文化の問題です。私たちの思考や行動は培ってきた文化に左右されます。広くて深さがあります。一方、私たちはその日の気分や好き嫌いで行動しがります。それらに対応できるロボットの実現は、当面は難しそうです。次に二つ目。床に無作為に落ちた新聞や衣類を片づけ、掃除・洗濯・育児・介護をこなし、今日のご機嫌ななめのおかあさんに気を配って働くロボットができたとしても、でも10億円したら買えません。では、未来は暗いのか？ そんなことはありません。自動車も飛行機もとととロボット化しつつあり、携帯電話やインターネットの進歩も手伝って、現実的なロボットが私たをサポートしてくれる日は既に来つつあります。

英語の話を気に入ってくれましたね。私たちが未来を明るく生きるためには夢が必要です。夢を現実にするには、遠い目標を忘れず、実現可能な小さな目標を達成していくことです。大事なことは「やろう」と決めてしまい、進めること。英語も、海外に行くことに決めてマスターしてしまいましょう。

茨浦工業大学 デザイン工学部 島田明

【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】 2010 年 1 月 22 日 (必着)

協力: **Sailor** セーラー万年筆株式会社

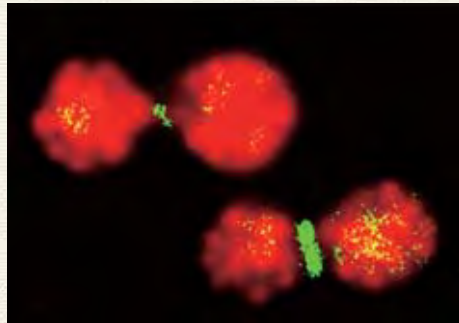
<http://www.sailor.co.jp/>



最新の研究成果は、分野を問わず「英語の論文」という形式で発表されています。つまり、研究者は英語を読むことで、最先端科学の情報を手に入れているのです。さあ、あなたも科学論文を読んで研究者への第一歩を踏み出そう！

## 葉緑体が分裂するしくみが明らかに！

植物の葉緑体は光合成によって二酸化炭素を吸収して栄養をつくり、地球上すべての生物の生存を支えています。葉緑体が細胞の中で分裂するしくみを解明・応用することで、光合成能力の高い作物をつくり出せると考え、多くの研究が重ねられてきました。そのような中、立教大学の黒岩常祥<sup>つねよし</sup>さんと院生の吉田大和さんらは世界で初めて単純な藻から葉緑体の分裂装置を取り出し、細胞外で分裂のしくみを再現したと報告し、研究者たちの注目を集めました。そのしくみとはどんなものなのでしょうか？



▲高等植物の葉緑体の蛍光顕微鏡像。葉緑体は赤い蛍光を発して見える。緑色の部分「PDF マシーン」が絞られていくことで、分断されて2つに分かれる。

## Isolated Chloroplast Division Machinery Can Actively Constrict After Stretching

Chloroplast division involves plastid-dividing, dynamin, and FtsZ (PDF) rings. We isolated intact supertwisted (or spiral) and circular PDF machineries from chloroplasts of the red alga *Cyanidioschyzon merolae*. After individual intact PDF machineries were stretched to four times their original lengths with optical tweezers, they spontaneously returned to their original sizes. Dynamin-released PDF machineries did not retain the spiral structure and could not be stretched. Thus, dynamin may generate the motive force for contraction by filament sliding in dividing chloroplasts, in addition to pinching-off the membranes. (Science, 2006 年 313 号, pp. 1435-1438)

### Technical Words

plastid：色素体。植物の細胞の中にある色素を含む小体のことで、chloroplast（葉緑体）もその一種。

dynamin, FtsZ：タンパク質の名前。

*Cyanidioschyzon merolae*：シアニディオシゾン・メローラ。生物種の名前。光合成を行う最も原始的な藻類の一種。

optical tweezers：光ピンセット。レーザーにより微小なものを動かすことのできる装置。

### 【解説】

緑色に見える部分は、PD リング、ダイナミン、FtsZ リングが環状に集まった「葉緑体の分裂装置；PDF マシーン」。これが収縮していくことで葉緑体が分断されます。黒岩さんらは、細胞から取り出した PDF マシーンを人工的に引き伸ばすと元のサイズに収縮すること、そこからダイナミ

ン繊維を取り除くと、引き伸ばされた繊維は収縮できないことを示しました。その他の実験結果と合わせて、ダイナミンが葉緑体の断面を絞りこむことで分裂が起こることが明らかになったのです。(文・木村 聡)

取材協力：立教大学

文系系関係なく、一定の英語力は必要です。立教大学は2010年度から英語教育を大きくリニューアルします。1クラス約8名の「英語ディスカッション」をはじめ、学生それぞれの興味とレベルに応じた科目を幅広く展開していきます。立教大学webサイト<http://www.rikkyo.ac.jp>  
協力：米国科学振興会 (AAAS) 『Science』の日本語 web サイト <http://www.sciencemag.jp>

うちの  
子を紹介  
します



▲実をつけているトコン。



▲茎の表面に形成された多数の芽。



▲乾燥した根「吐根」。

## 第11回 薬用植物 トコン

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。

樹木がうっそうとしげって薄暗く、じめじめと湿度の高い熱帯雨林。今回は、アマゾン河流域が原産の薬用植物、トコンを紹介します。

トコンの乾燥した根は「吐根」と呼ばれ、<sup>さいと</sup>催吐剤、<sup>きよたん</sup>去痰剤などとして用いられています。今は野生植物の根が使われていますが、薬として使える大きさ、成分量に達するまでには、発芽から3年もかかります。そこで、「植物組織培養」を用いた増殖方法が研究されてきました。植物の生育に必要な成分を含む培地を試験管やシャーレにつくり、そこに植物を植え、人工的に光を与えて育てるのです。この方法を使えば、均一な植物を短時間で大量に増やすことができます。

最も増殖率がいいのは、頂点や節以外の、芽のもとが備わっていない部分に新しく芽を形成させること。そこで、トコンの茎の節と節の間の部分だけを培地に植えつけ、サイトカイニンを与え

て芽の形成を誘導しようという試みが行われました。サイトカイニンは、植物体内で生産され、細胞分裂や<sup>えき</sup>腋芽（節にある芽）の活性化を促進する化合物。これを外部からも与えることで、その作用を促進することができるのです。

ところが、実験をしてみると予想外の現象が見つかりました。サイトカイニンを加えてない培地でも、茎の表面から新しい芽が次々と出てきたのです。その後の研究で、培地に植えてから7日目に、茎切片内のサイトカイニン濃度が急激に上昇していることがわかりました。どうやら、これが芽の形成に重要な役割を果たしているようです。

薬用植物と聞くと、やはり薬効成分に注目しがち。しかし、トコンを使えば、芽や根などの組織の分化や成長のしくみを知ることもできるのです。

(文・磯貝 里子)

取材協力：東洋大学 生命科学部 食環境科学科 植物代謝機能開発研究室

■教育応援企業（50音順）

朝日新聞社  
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  
ヴイストン株式会社  
エプソン株式会社  
株式会社共立理化学研究所  
株式会社グローバックス  
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  
三洋電機株式会社  
セーラー万年筆株式会社  
太陽誘電株式会社  
株式会社チヨダサイエンス  
電力館  
株式会社ニコンビジョン  
株式会社ニッピ  
日本サブウェイ株式会社  
日本ジェネティクス株式会社  
株式会社ビクセン  
プロメガ株式会社  
株式会社ベネッセコーポレーション  
宮坂醸造株式会社  
メルク株式会社  
株式会社ユー・ドム  
ユニテックシステム株式会社  
和光純薬工業株式会社

■宇宙教育プロジェクト参画企業（50音順）

株式会社アクアサイエンス研究所  
有限会社沖縄長生薬草本社  
株式会社キョーリン  
ケニス株式会社  
株式会社 GEL-Design  
小糸工業株式会社  
サッポロビール株式会社  
株式会社 JTB 法人東京  
セーラー万年筆株式会社  
電力館  
株式会社日本医化器械製作所  
株式会社ベネッセコーポレーション  
三菱重工業株式会社  
三菱電機株式会社  
宮坂醸造株式会社  
株式会社ロッテ

■掲載大学・研究機関（50音順）

北里大学・国立遺伝学研究所・芝浦工業大学・生理学研究所・中央大学・帝京大学・東京工芸大学・東洋大学・日本大学・横浜市立大学・立教大学

※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。

■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 ++

おかげさまで、ついに『someone』も 10 号を迎えました。そんな記念すべき今号は、キラキラしたイメージがいいよね！ということで、「光」を特集のテーマに選びました。今回、編集長としてこの特集の流れを考えていくにあたり、つくづく感じたのは、光は本当にいろんな表情を見せてくれるなあ、ということ。「光の百面相」という特集のタイトルをつけたのは、そういうわけです。街のイルミネーションに寒空の星。光がキレイな季節になってきました。今年の冬は、ただキレイなだけじゃない、いろんな光の表情を思い出しながら、眺めてみるのもいいかもしれません。

話は変わりますが、私がサイエンスに興味を持ったきっかけは一冊の本でした。「私も、そんな一冊をつくりたい」。そう思って、『someone』の制作に関わり始めたときのことを思い出しつつ、今回初めて、編集長を務めさせていただきました。今より、ちょっとサイエンスを好きになる。『someone』が、あなたのそんなきっかけとなる一冊になってくれたらなあと思います。（周藤 瞳美）

© Leave a nest Co., Ltd. 2009 無断転載禁ず。

# someone vol.10 contents

P04～ 特集

## 光の百面相

- 06 光の正体
- 08 円盤に記録を、こころに愛を
- 10 錯体の光で有害物質を見つけ出せ！
- 11 「光合成」から生み出される新しい技術
- 12 光が進む殺菌効果
- 13 コスメに秘められた光の物語
- 14 脳を照らす新しい光
- 16 100兆分の1へのこだわりが地球を守る

### サイエンスのアンテナ

03 「かゆい」を感じる脳

### 野菜エンス

18 レタスを育てる光の色

### ポケットにサイエンス

19 ゆるい ～サイエンスエンタメ宣言～

### イベント pick up

20 夢みる遺伝学 ～そして生命が好きになる～

### 研究者に会いに行こう

22 楽器だけではない、音のあふれる世界

24 飛行船「HITAS」

26 からだのしくみを追究する

～もうひとつの「薬学部」～

28 研究者への手紙

### 英語 de サイエンス

29 葉緑体が分裂するしくみが明らかに！

### 生き物図鑑 from ラボ

30 うちの子紹介します 第11回 薬用植物「トコン」

2009年12月15日発行

someone 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/>

staff

編集長 周藤 瞳美

art crew 竹原 花菜子 / 佐野 卓郎

編集 磯貝 里子

記者 リバネス記者クラブ

印刷 東京リスマチック株式会社

# かゆい を感じる脳



▲痛みではなく、かゆみに反応する楔前部。

虫に刺されたときや、肌が乾燥したとき、私たちは「かゆい！」と感じます。そんなとき、脳の中ではどんなことが起きているのでしょうか？これまで「かゆみ」は「痛み」の軽いものとされ、あまり深く取り上げられてきませんでした。

かゆみは、痛みと同様に表皮に存在する感覚神経の末端から受容されます。感じるしくみを調べるためには、まず人工的にかゆみを引き起こすことが必要。従来はヒスタミンの皮下注射が用いられていましたが、この場合に生じるかゆみは不快感<sup>ともな</sup>を伴い、持続性もあったため、「かゆみ」によって引き起こされる脳の反応を見ることは困難でした。そこで、生理学研究所教授の柿木隆介さんと研究員の望月秀紀さんは、電気的にかゆみ「だけ」を与える装置を1年間かけて開発。試行錯誤の末に、誰もが無理だと思っていた、かゆみのオン・オフを自在に<sup>あやつ</sup>操ることに成功しました。これを使って、皮膚のごく浅い表面にだけ電流刺激を送り、痛みに対する脳の反応と比較した結果、共通する部位の活動のほかに、痛みには反応しない頭頂葉の楔前部<sup>けつぜんぶ</sup>※<sup>1</sup>に、特徴的な機能的MRI※<sup>2</sup>と脳磁図が記録されました。初めて、「かゆみ」のしくみが「痛み」とは異なることがはっきりと証明されたのです。今後はこの発見をもとに、「かゆみ」を感じる脳の反応自体を抑える研究も進んでいこうです。

誰もが無理だと思っていたような装置をつくり、大きな発見に貢献した柿木さんが、次に注目するのは「くすぐったい」という感覚。「かゆみ」とはまた少し違った不思議なしくみが明らかになるかもしれません。(文・森夕貴)

※1 楔前部：脳の中央からやや後ろにかけての部分

※2 機能的MRI：MRI（磁気共鳴画像）によって脳内の活動を画像化する手法またはそれによって得られた画像

取材協力：自然科学研究機構 生理学研究所



# 光の面

目が覚めると、カーテンの隙間から差し込んでくる、眩<sup>まぶ</sup>しい太陽の光。  
暗くて心細い夜道を照らしてくれる、心強い街灯の光。

「光」と聞くと、ついつい太陽や電球の光を思い浮かべてしまいます。

けれど、明かりを灯すことだけが、光の役目でしょうか。  
少し顔を上げて、身の回りを見渡してみてください。

# 面相

私たちに音楽を届けてくれるCDは、ディスクにレーザー光を当てることで、その情報が読み取られます。

パソコンと世界とを瞬時につないでくれる光ファイバーは、コンピュータの電気信号を光信号に変換することで、データをやり取りしています。

普段私たちの目に見えないようなところでも、光は、その表情を変えながら活躍しているのです。

まだ出会ったことのない、光のいろいろな顔を、一緒に見つけに行きませんか。

# 光の正体



光。それは、私たちにとってとても身近な存在です。ただ改めて、暗闇で電球や、ろうそくから放たれる光をじっと見てみてください。これが、いったい何者なのか、何からできているのか、考えてみたことがありますか？意外と知らない、光の正体にせまってみましょう。

## 「光＝電磁波」

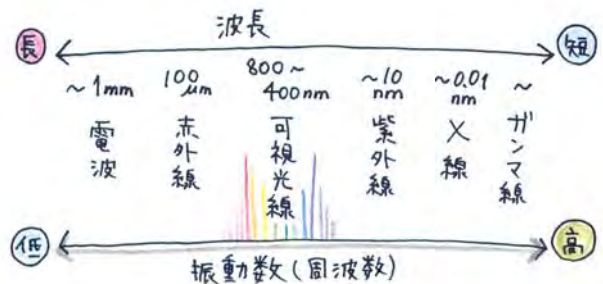
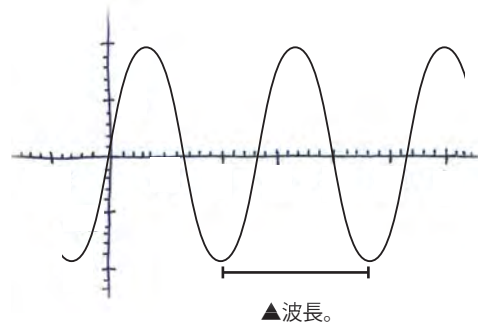
眠りに就く前の、灯りを消して暗くした部屋の様子を思い浮かべてみてください。ドアの下から漏れてくる廊下の光がぼんやりと広がっています。これは、光の「回折」が起きた結果です。回折とは、波が障害物の陰に回り込んで進んでいく現象のこと。防波堤で防ぎきれなかった海の波が、後ろに回り込むのがその例です。このようなふるまいをすることから、光は波であると古くから考えられてきました。

そして、19世紀、イギリスの科学者マクスウェルによって、光は「赤外線やX線などと同じ電磁波の一種である」ということが発見されました。つまり、光は「波」であるということが裏付けられたのです。

## 電磁波の性質を決めるもの

では、光と赤外線や、X線との違いは何でしょう。それは「波長」です。波長とは、波の山と山の間の長さのこと。これが異なるだけで、その性質は大きく変わってきます。波長が1mm以上ある、携帯電話でのやり取りを手伝ってくれる「電波」。 $\mu\text{m}$ （マイクロメートル、100万分の1m）レベルの、ものを温めることのできる「赤外線」。

10～400nm（ナノメートル、10億分の1m）で、日焼けの原因となったり、化学反応を引き起こしたりする「紫外線」。0.01nm～10nmの、レントゲン撮影に用いられる「X線」。そして、私たちの目に見ることができる太陽光や、電球などの「光（可視光線）」は400nm～800nm。波長の違いによって、異なる使い道があるのです。



▲さまざまな電磁波と波長の関係。

## 波だけじゃ、うまくいかない

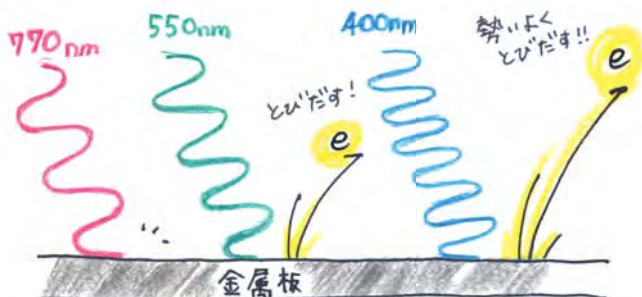
しかし、この世界には、光が波だとすると説明がつかない「光電効果」と呼ばれる現象があります。これは、金属の表面に光を当てたとき、そのエネルギーをもらって金属内部の電子が飛び出してくる現象のこと。砂場にビー玉を投げつけたときに、砂粒が跳ね返ってくるようなイメージです。光電効果は、さまざまなところに応用されていて、たとえば太陽電池もそのひとつ。太陽光を当てることで電子にエネルギーを与え、その電子が流れることによって電流が発生するのです。

光電効果では、波長の長い光をいくら明るくしても、金属表面から電子は飛び出してきません。しかし、波長の短い光であれば、弱い光でも電子が飛び出てきます。これは、光のエネルギーが波長によって異なっているということですね。しかし、波のエネルギーは本来、しんぷく振幅と呼ばれる波の山や谷の深さによって変化します。これは、光の明るさに相当するもの。しかし、光電効果では、エネルギーの大きさは、光の明るさではなく、光の波長に依存しているというのです。光を波としてとらえると、この現象は非常に不可解なものとなります。

## 光は二重人格

そこで、かの有名なアインシュタインは、「光は粒である」という大胆な発想をすることで、この謎を解決しました。彼は1905年に「光は粒であり、そのひとつひとつは、 $h\nu$ というエネルギー量を持っている」と仮定した光量子仮説という理論を発表しています。 $h$ は定数、 $\nu$ は光の周波数で、1秒間あたりに波である光が振動する回数を表しているもの。つまり、波長が短いほど光の周波数は大きくなり、光のエネルギー $h\nu$ も大きくなるのです。これは波長の短い光を当てるほど、金属から電子が勢いよく飛び出す、という光電効果をうまく説明しています。このように、光は、粒としての性質も持ち合わせていたということが、アインシュタインによって明らかになったのです。

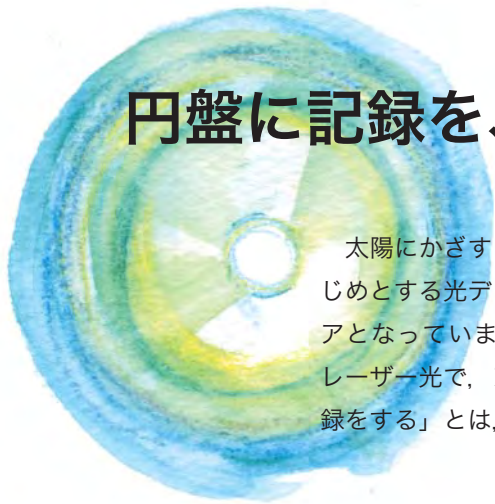
では結局、光は波なのでしょう、粒なのでしょう。答えは両方。光は、「波としての性質」と「粒としての性質」という2つの性格を持ち合わせている、実はとても不思議な存在だったのです。そして光は、ときには波として、ときには粒として、私たちの身の回りで活躍してくれているのです。(文・周藤 瞳美)



▲光電効果。光の波長によって飛び出す電子の勢いが異なる。



## 円盤に記録を、こころに愛を



太陽にかざすと、七色にきらめく厚さ 1.2 mm のドーナツ型円盤。CD をはじめとする光ディスクは、いまや音楽や映像を残すには欠かせない記録メディアとなっています。CD-R の記録、再生で使われているのは波長 780 nm のレーザー光で、アナログレコードのレコード針に相当します。光を使って「記録をする」とは、いったいどういうことなのでしょう。

### 凸か凹かで決まる世界

CD-R を横からのぞくと、一番外側を透明なプラスチック状のものが覆っていることがわかります。この基板と呼ばれる部分に音楽の情報が書き込まれます。肉眼では確認しにくいのですが、基板には細い溝がびっしりと刻み込まれています。この溝に、780 nm 前後の波長を持つレーザー光を照射し、ピットと呼ばれる凸部分をつくることによって、音楽が記録されていきます。

音楽を再生する際にも、同じようにレーザー光が使われています。基板に、記録するときより

弱いレーザー光を当てると、ピットがある部分と平面の部分とでは、レーザー光の反射の方向が違います。その反射光の変化を読み取ることで、音楽が再生されるというわけなのです。

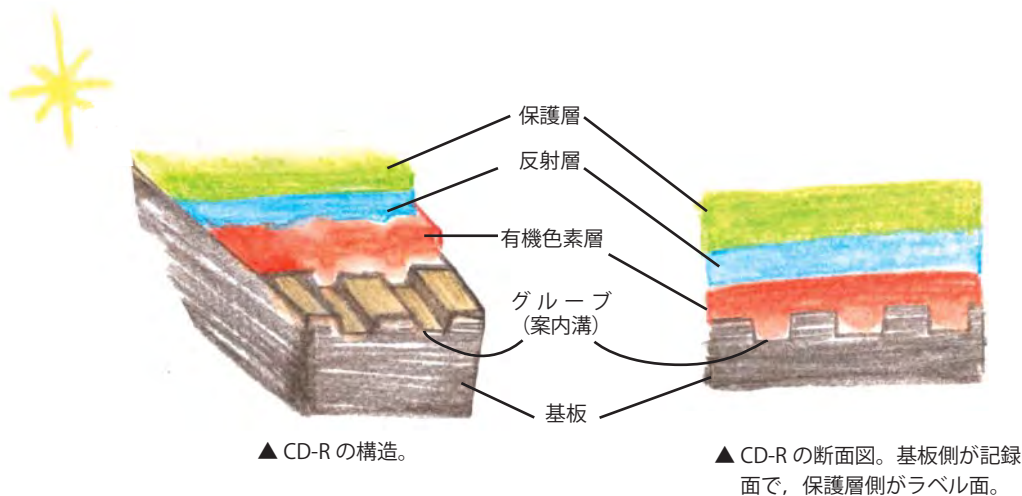
### 音楽や映像を記録できる CD-R

読み取り専用の CD とは異なり、パソコンを使って音楽や映像などを書き込む記録型のディスク CD-R (Compact Disc Recordable) の基板には、情報を記録するための有機色素が塗られています。この有機色素は、波長 780 nm のレーザー光にだけ反応する性質を持っています。レーザー光が当たると、色素は熱分解を起こし、爆発したようにその部分に穴が開きます。つまり、レーザー光を当てることで焦げ目を付けているようなもの。情報を書き込んだ後の CD-R の表面の色が少し違って見えるのは、このためだったのです。そんな特徴を持つ CD-R ですが、開発されるまでには長い道のりがありました。



◀ 虹色に光り輝く CD-R の表面。





## 1.2 mm に挿まれた開発秘話

海外製が圧倒的に多い CD-R ですが、誕生したのはここ、日本です。当時、化学・機器メーカーなど多くの企業が CD-R の開発にしのぎを削っていました。新しい商品を生み出すにあたっては、さまざまな問題を解決していかなければなりません。当然、CD-R も問題点を抱えていました。

CD-R は、情報を書き込む際に有機色素が熱分解することにより、カスが発生します。そのカスの逃げ場を用意するため、当時は 2 枚の基板の間にスペーサーを配置した構造にすることが考えられていました。しかし、それでは 1.2 mm ± 0.3 mm という CD の規格内に収まりません。そこで、太陽誘電株式会社の開発チームは、このような構造の 2 枚の基板のうち 1 枚をフィルム状の薄いものに変え、ディスクの内側と外側に接することで空間を確保したのです。

しかし、これだけでは問題解決には至りませんでした。今度はレーザー光の反射率が下がり、

録音はできても再生ができなかったのです。そこで開発チームは、色素層の上に反射層を付け、反射率を 70% 以上に保つよう試みました。そうした試行錯誤の結果、見事、音楽を録音・再生できるようになったのです。

「初めて自分たちがつくった CD-R から再生される音を聞いたとき、全身の毛が総立ちするようでした」。開発メンバーのひとりだった新井雄治さんは、その日のことを、天気の様子から研究所内の視聴覚室の雰囲気まで鮮明に覚えているといいます。ほんの一瞬前まで不可能だったことが、開発された瞬間に可能になる、その感覚は技術開発の最先端にいる者にしか味わえないものなのでしょう。

光で記録をとるようになって、約 30 年。世の中にあふれるこうした技術や機械が開発されるたびに、新しい光が次々と差し込んできました。光を自由自在に扱う研究はこれからも、私たちの記憶をより鮮明に残す未来をつくり続けていきます。(文・孟 芊芊)

取材協力：太陽誘電株式会社



# 錯体の光で有害物質 を見つけ出せ！



真っ暗にした研究室で紫外線を当てると、青や黄色と、色とりどりの光をぼわーっと放ち出す不思議な化学物質。細い棒でひっかいただけで、その色が黄色から赤色へと変わっていくものもありました。美しい色や光が見た目に楽しい彼らの名前は「金属錯体」です。

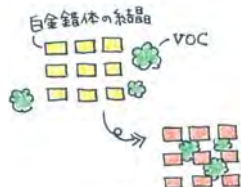
## 色が変わるのはなぜ？

血液に含まれるヘモグロビンや、携帯電話などの有機 EL\*ディスプレイの材料も、実は金属錯体。中心の金属原子に水や有機物など配位子と呼ばれる分子が結合した構造を持ち、鮮やかな色や光を発するものが数多くあります。

鉄の錯体であるヘモグロビンは、酸素量の少ない静脈血中では暗い赤色をしています。肺でひとたび酸素と結合すると、鮮やかな赤色へと変わります。分子構造の変化が、色の变化として現れているというわけです。また、ひっかいたり触ったりすることでかかる圧力によっても結晶の構造が変化し、発する光の色が変わります。このように、配位子の変化だけでなく、圧力や温度、湿度の変化など、周囲の環境の変化によっても色が変わってしまうことがあるのです。

## 見えないガスを検知する光

このような性質を生かし、「揮発性有機化合物 (VOC)」の検出ができないだろうか、横浜市立大学の篠崎一英<sup>かずてる</sup>さんは考えました。VOCは、トルエンやホルムアルデヒドなど、建物や家具から放出されるシックハウス症候群の原因とされてい

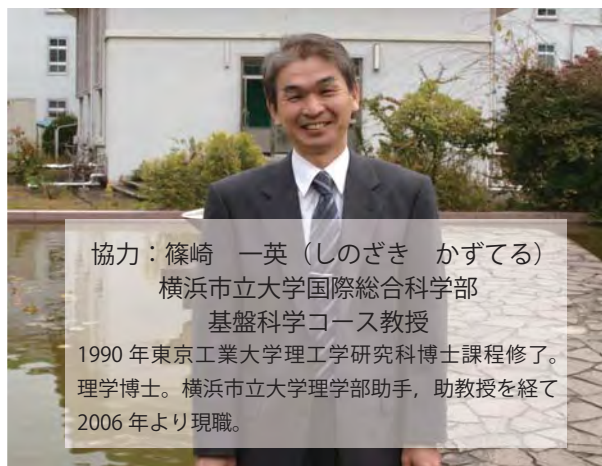


◀ VOC ガスが白金錯体の分子の隙間に入り込むと、紫外線照射下で赤く発光する。

る化学物質です。一般に微量で無色透明なので、直接目で見ることはできません。そこで、錯体の出番。VOC 検出に用いることができる白金の錯体は平面形をしており、結晶中では層のように重なり合っています。この隙間に VOC が入り込むと層の間隔が変化し、錯体から放出される光の色が異なってくるのです。

このように、色の变化として VOC の有無を簡単に判断できることに加え、異なる VOC ごとに対応する錯体をつくれば、何のガスなのかを見分けることもできます。「自分のつくった錯体の持つ新しい機能をもっともっと見つけていきたい」と話す篠崎さん。彼らが放つ色とりどりの光が私たちの暮らしを守ってくれる、なんて日が来るかもしれませんね。(文・周藤 瞳美)

\*有機 EL (エレクトロルミネッセンス)：電気の刺激を受けることでエネルギーの高い状態になった有機物が、元の状態に戻るためにエネルギーを光として放出する現象。



協力：篠崎 一英 (しのぎき かずてる)  
横浜市立大学国際総合科学部  
基盤科学コース教授

1990年東京工業大学理工学研究科博士課程修了。理学博士。横浜市立大学理学部助手、助教授を経て2006年より現職。



# 「光合成」から 生み出される新しい技術

太陽光を受け、自身が活動するエネルギーを得るために「光合成」を行う藻類や植物たち。太古の昔に彼らが生まれて以来、ずっとその営みが行われてきました。これを人工的に再現することができるようになったら、どんな未来がやってくるのでしょうか。

## 光を当てると電子が動く

光合成を行うのは細胞内の「葉緑体」という部分。まず、「アンテナクロロフィル」によって集められた太陽の光エネルギーは、その隣にあるクロロフィルへ、そしてまた隣のクロロフィルへと、次々に効率よく伝えられます。そして最後に「反応中心クロロフィル」へと集められ、炭水化物をつくり出す力となる電子のエネルギーに変換されるのです。

日本大学の<sup>大月</sup>穰さんは、このような「光エネルギー変換」を人工的な分子で行う研究をしています。「化石燃料が枯渇し、太陽光エネルギーを使わないといけない世の中でお手本になるのが光合成。クロロフィルのように光を当てると分子内で電子が動くようなものがないか考えたのです」。

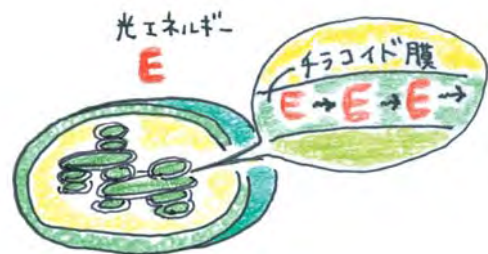
## 分子から分子へと

光合成は、光の吸収、エネルギー移動、さらに電子移動を司る機能を持った分子が組織だって並び、行われています。これを人工的に再現するということは、合成した分子のひとつひとつがそれぞれに機能を担い、それらが共同で高度な働きをする分子の組織を形成するということ。しかし、光合成のすべての過程を人工的に行うことはまだ困難です。大月さんはまず、その過程を部分的に分解し、その一部を行う分子について研究しています。

たとえば、光エネルギーを集める分子を5つ集めた集合体をつくり、その中でエネルギーを効率よく移動する系を発見しました。「この集合体では、光合成の一部を人工的に再現できています」。

## ミクロの世界から始まる最高の技術

大月さんは、光合成を完全に再現できる分子を植物が育たないような場所にまいておき、エネルギーを得ることができるようになることを目指しています。「分子は機能を発現する最小単位。だから、分子から設計して組み立てていけば、最高のものができるはずだと思うのです」。目には見えない分子をコントロールすることが、新しい技術の指針となるのでしょうか。(文・磯貝 里子)



▲光合成を行う葉緑体。エネルギーはチラコイド膜内を移動していく。

協力：大月 穰（おおつき じょう）

日本大学理工学部物質応用化学科准教授

1991年、東京大学大学院工学系研究科を修了後、1999年まで同大学生産技術研究所にて助手を務める。1993年から1年間、Universite Louis Pasteur 博士研究員を経て、1999年より日本大学理工学部へ赴任。2004年より助教授、2007年より現職。



# 光で進む殺菌効果

暗闇を明るく照らす光は、ミクロの世界で化学反応を進める手助けをすることもあります。「光触媒」と呼ばれる物質は、太陽光や蛍光灯などの光に含まれる紫外線を受けると、「有機物を二酸化炭素と水に分解する」化学反応を促進します。光触媒は、光が当たることではじめて触媒としての機能、つまり自身を変化させることなく化学反応の速度を速める機能を発揮することができるのです。

では、どのようにして光によって有機物が分解されるのでしょうか。光触媒に紫外線が当たると、電子が外に飛び出して付近の酸素と反応します。光触媒自身は、電子が不足している状態となり、その不足を補おうと周りにある水分から電子を奪います。すると、「ヒドロキシルラジカル」という活性酸素が生成され、これが有機物から電子を奪い取ることによってバラバラに分

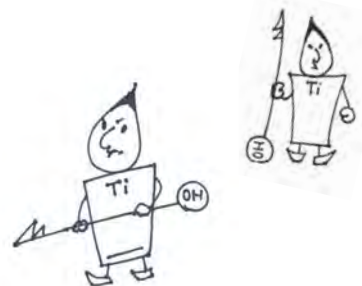
解するのです。光触媒は水から電子を奪うことで元の状態に戻るため、光が当たれば何度でも有機物を分解できます。

このように、汚れやウイルス、花粉、臭い物質といった有機物を分解することができる光触媒は、エアコンのフィルタやまな板などに応用されてきました。さらに最近では、文房具にも使われるようになりました。その名も「セラピカキレイ」。代表的な光触媒のひとつである「チタンアパタイト」がペンの軸の材料に使われており、表面に付着したインフルエンザウイルスの99.6%を分解・除去できるのです。そのため、病気に対して細心の注意を払う必要がある病院などで重宝されています。

誰もが毎日のように使う文房具。こんな身近なところでも光は活躍しているのですね。(文・吉田 拓実)

協力 **Sailor** セーラー万年筆株式会社

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





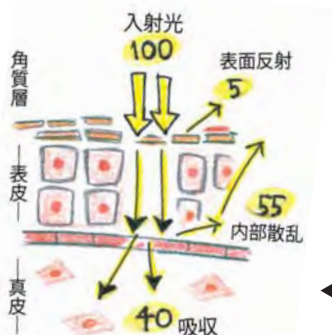
# コスメに秘められた光の物語

「内側から輝く肌へ」。ファンデーションのCMでよく見かけるキャッチコピーですが、これはたとえ話ではありません。ファンデーションを塗ることによって光を味方につけた私たちの肌は、本当に内側から輝くことができるのです。

## お肌が内側から輝く秘密

これまで、ファンデーションを塗ると肌が美しく見えるのは、肌表面で光を反射させているためであると考えられていました。しかし、肌に当たった光のうち、表面で反射される光はたったの5%程度。実に95%もの光が、肌の中まで入り込んでしまうのです。肌の中に入ってきた光のうち、たとえば赤い色の光では、約40%は肌の中で吸収されて熱になります。残りの約55%は、肌の細胞、その中の核や細胞質に当たることによって散乱し、再び肌の外へ飛び出していきます。

芝浦工業大学の山田純さんは、肌のキメの細かさや透明感といった「視感」を生んでいるのは、肌表面で反射するわずかな光ではなく、肌の中を散乱して出てくる光なのではないか、と考えました。そして、肌の中の光を効率よく外に散乱させる小さな酸化チタン/酸化鉄の粒を開発。その粒を含むファンデーションを塗ることによって、肌に吸収されるはずだった光をうまく肌の中から外側に散乱させ、肌に柔らかく自然な明るさを生み出そうとしたのです。そうして、後に大ヒット商品となった資生堂「マキアージュ」のファンデーションが誕生しました。



◀ 皮膚における光の動き。

## 工学研究者はクリエイター

こうした山田さんの研究によって、マキアージュのファンデーションには、「肌を内側から輝かせることができる」という、科学に裏付けられた、世の中をあっと言わせるようなストーリーが追加されました。「私は何もないところからストーリーを考え出すクリエイターでありたい」。技術は、社会のトレンドと結びついて初めて意義のあるものになります。人が集まる場所やイベントに足を運んでトレンドを追い、常に新しい組み合わせを考え続ける。これがクリエイティブでいられる秘訣なのだそう。山田さんはこれからも、光を使って社会をあっと言わせる美しいストーリーをつむぎ続けていきます。(文・立花 智子)



協力：山田 純（やまだ じゅん）  
芝浦工業大学工学部機械工学科教授  
1986年東京工業大学大学院にて修士課程修了。  
ヤマハ発動機株式会社、東京工業大学、山梨大学を経て、2005年より現職。博士（工学）。

# 脳を照らす新しい光

生命の研究において、最大のテーマのひとつが「脳」です。『someone』のページをめくるとき、何も考えずにボーっとしているとき、そして寝ているときでさえも。脳は、意識しなくても常に働いているのです。脳の研究でも特に難解なのがこの「意識」だといわれており、いまだ科学的に定義されたことがありません。しかし、最先端の光トポグラフィ技術が「意識」を照らし出してくれそうです。

## 浮かび上がる脳内地図

「光トポグラフィ」は、20本程度のレーザー光照射ファイバーと、20本程度の光検出ファイバーを市松模様に配置し、頭をすっぽり覆うように取り付けて脳表面の血行動態を計測する装置のこと。光レーザーで頭蓋骨を超えて大脳新皮質に光を当て、組織や血液で散乱吸収された光を検出することで、脳の表面の血流量を測定することができるのです。これは、血液の中で酸素を運ぶヘモグロビンが、酸素が結合しているときと結合していないときとでは、吸収する光の波長帯が違うことを利用しています。光トポグラフィを頭全体に取り付けることで、頭の表面の血流量の変化をリアルタイムで計測でき、その様子はまるで脳内

地図を見ているかのよう。この装置を付けたまま指を動かしたりものを見たりすると、脳のどこが使われるのかがわかります。東洋大学の田中尚樹さんは、株式会社日立基礎研究所で20年間、この光トポグラフィにおけるデータ解析などの研究を行ってきました。

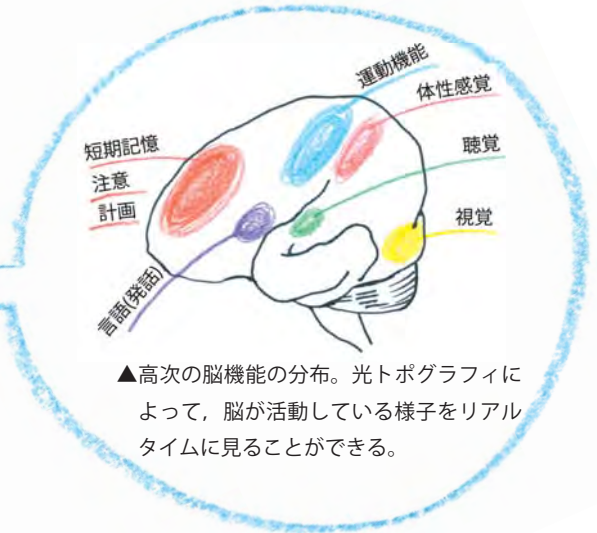
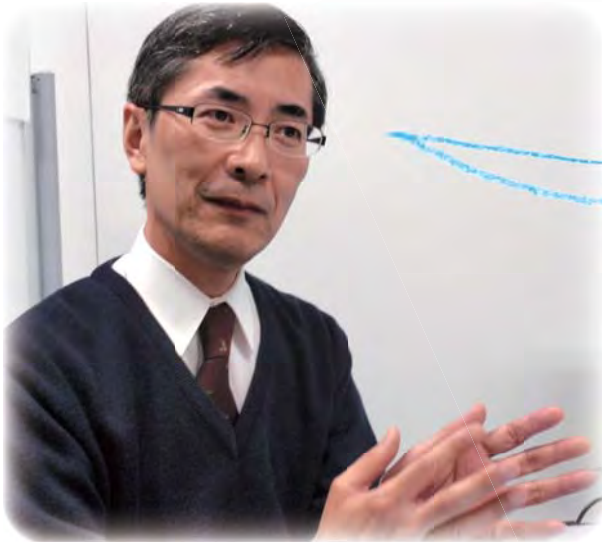
## 意識と無意識の境目にせまる

どんな作業をすると脳のどこが活発になるのかという関係を、「神経相関」といいます。脳科学の実験の多くはこの「神経相関」に基づいています。この実験において常に頭を悩ませる原因となってくるのが、計測データに現れる「揺らぎ」。たとえば、研究でよく用いられる動作に「タッピング」があります。親指を、人差し指から順番に4本の指と合わせていきます。これを30秒間行って30秒間休むということを10回くり返すと、行っている動作は同じなのに、データの波形が同じにはならないのです。それは、タッピング中や休憩中に考えていることが常に異なるから。このような思考は意識しても抑えることが難しく、いつも解析の邪魔になっていました。

しかし、企業から大学に研究の場を移した田中さんが興味を持ったのは、その「揺らぎ」だった



◀ 測定は、キャップ型の測定装置を頭にかぶるだけ。



▲高次の脳機能の分布。光トポグラフィによって、脳が活動している様子をリアルタイムに見ることができる。

のです。心拍や呼吸のような無意識の活動ではないけれど、意識しても制御できない脳の働き。田中さんは、この意識とも無意識ともつかない働きを解明することが、「意識とは何か」を明らかにするカギになると考えたのです。

### わかりはじめた「意識とは何か」

2005年、「意識とは何か」についての研究に重要なきっかけを与える論文が、世界的な科学雑誌『Science』に掲載されました。それは、特殊なコイルを用いて脳表面にパルスのような電磁場を発生させると、覚醒時と睡眠時では、発生した電気信号の伝わる様子が違うというものでした。覚醒時は、脳内で電気信号が伝達されるネットワークが形成されており、右脳に与えた信号は左脳まで伝わります。しかし、睡眠時は信号の伝播がまったく行われれないという明確な実験結果が示されていました。

田中さんは、この事例をヒントに、光トポグラフィを用いた新しい研究を始めました。「睡眠」は脳のネットワークが働かない、つまり意識がないこと、という単純なものではなく、からだど脳

ネットワーク環境が変わるのではないかと考えたからです。実際に、覚醒時と睡眠時の心拍や血圧の変化と光トポグラフィのデータとの相関を見ると、覚醒時は、血圧が変化して脳の働きを活性化するのみですが、睡眠時はそれだけでなく、脳の活性化が逆に血圧にも変化をもたらしていることがわかりました。睡眠時では覚醒時と異なり、より繊細なからだとの相互的なコントロール環境に変化していたのです。

田中さんはこの春に赴任してきたばかりで、この研究を本格的に進めるのは来春、新しい建物が最新の設備が完成してからになります。ふとした視点の移動で研究の対象となった、「意識」というテーマ。最先端の光トポグラフィを使って未解の「意識」を開拓するのは、これから田中さんの研究室にやってくる若い脳なのかもしれませんね。(文・伊地知 聡)

協力：田中 尚樹 (たなか なおき)

東洋大学理工学部生体医工学科教授

(株)日立製作所基礎研究所にて、カオスの研究および光トポグラフィのデータ解析に従事。在職中、東京工業大学客員教授、理化学研究所客員研究員を兼務。2009年より現職。

※ 2010年3月26日(金) 10:00～“学び”LIVE 授業体験開催

理工学部 HP <http://www.toyo.ac.jp/sce/>

# 100兆分の1への こだわりが地球を守る

遠く離れた場所を指すポインタや治療に使われ、他の光とはちょっと違う印象のある光である「レーザー」。一部の波長の光だけを束にしたもので、強力なために遠くまで届けることができます。このレーザーを使って環境問題を解決できないか。東京工芸大学の西宮信夫さんは、そんな研究をしています。

## 14桁を自在に操る

すべての物質は、特定の波長の光を吸収します。その性質を利用して、たとえば河川の水や実験サンプルの中に目的の物質がどれくらい入っているのかなど、さまざまな濃度測定が行われています。その精度は、使う光の波長を正確にコントロールできるか、吸収された光の波長をどれだけ精密に測れるかによって決まるのです。

西宮さんは、光の周波数の測定法や、波長を安定化したレーザーの開発を行ってきました。可視光や赤外線のレーザーは、波長数百nm、1秒間に振動する回数（周波数）は数百兆。14桁もある大きな数字で、これを電波のように下1桁まで正確に、しかも自在にコントロールすることができれば、まったく新しい世界が開けるといわれています。物理学を学ぶ者にとっては非常にワクワクする研究。そして西宮さんは、それと並行し

て環境問題にも焦点を当てることにしました。身近な課題について学生と一緒に研究をしたいと考えていたからです。

## 場所を選ばず環境調査

環境問題の中で注目したのが、温室効果ガスといわれるCO<sub>2</sub>の濃度測定です。これまでのデータは地表で測定されたものがほとんど。しかし、大気は地球上を立体的に動いています。上空のCO<sub>2</sub>濃度の測定は飛行機に測定器を載せて行われていましたが、都市や海上、森林など好きな場所で測定することはできません。それを解決するのがレーザーを使った測定方法。CO<sub>2</sub>が吸収する波長のレーザーを上空に向けて出し、反射してきた光を解析します。この方法なら、場所を選ばずにリアルタイムで精度の高い測定ができるのです。

## こだわるのが力になる

レーザーの周波数が持つ、14桁という桁数の多さにおもしろさを感じて研究を始めたという西宮さん。どんなことでもいいから、科学的な目でこだわりをもって追求してほしいといいます。自身も中学生の頃、熱帯魚にはまって部屋中水槽だらけにし、進化の過程を調べ上げたほどの凝り性だそう。「とことんやって飽きてもいいんです。それが、後に何かを調べるときの力になるから」。こだわりが、新たな挑戦への原動力になるのです。（文・三浦 茉純）



協力：西宮 信夫（にしみや のぶお）  
東京工芸大学工学部  
システム電子情報学科教授  
（2010年4月、電子機械学科に名称変更）

1981年東京理科大学修士課程修了。2003年米国JILA研究所、2007年より現職。博士（工学）。

遠く昔のこと。

灯りとしての光を手に入れた私たち人間は  
暗闇に包まれた夜でも、  
昼間と同じように  
暮らすことができるようになりました。

情報を記録する光。

有害な物質を検出する光。

エネルギーを生み出す光。

菌やウイルスを分解する光。

肌を美しく見せる光。

脳のしくみを調べる光。

ものを計測する光。

私たちは、いまや、

さまざまな顔を持つ光を手に入れました。

私たちの生活は、

これからどう変わっていくのでしょうか。

そして、

光を使った技術の進歩は

まだまだ衰えるところを知りません。

光が活躍してくれる舞台は、

今後さらに広がっていくことでしょう。

私たちには、文字通り、

光に照らされた明るい未来が

待っているのです。



## 野菜エンス



# レタスを育てる 光の色

サラダやサンドウィッチに欠かせないレタス。みずみずしく、シャキシャキとした食感が魅力です。作物としての最古のレタスは、約4500年前の古代エジプトの壁画に描かれていました。レタスの仲間が日本に渡来したのも、奈良時代以前だといわれており、こう見えて意外と古い歴史を持っているのです。

そんなレタスは他の植物と同様、緑色の葉に太陽の光を浴びることによって、すくすくと育っていきます。白色に見える太陽光は、実は無数の色の光が混ざった結果、白く見えているだけ。植物は、これらの中から必要な色の光だけを選んで吸収しているのです。レタスはこれらのうち、主に赤色と青色の光を使って成長していきます。赤色の光は、細胞内のクロロフィル(葉緑素)が吸収し、光合成のエネルギー源となっています。また、青色の光は、発芽を促進したり、茎が必要以上に伸びてしまうのを防いでくれたりしているのです。

そこで、近年、太陽光の代わりに蛍光灯や発光ダイオード(LED)を用いて屋内で植物を育てる「植物工場」が注目されています。最新の植物工場ではレタスを育てるのに使う光は、赤色と青色だ

け。露地栽培の場合と比べて4倍もの速さで成長させることができたという結果も報告されているというから驚きです。

このように、人工の光で植物の生育をコントロールすることができれば、季節や天候に関係なく、私たちの食卓に美味しい野菜が届くというわけなのです。必要な色の光を浴びてぐんぐん育ったレタスたち、ぜひ味わってみたいと思いませんか？(文・周藤 瞳美)

野菜のサブウェイ  
協力：日本サブウェイ株式会社 

アボカドはどうして脂肪がいっぱい？

もっと、野菜でサイエンス！

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



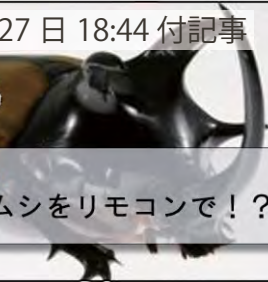


## ゆるりい～サイエンスエンタメ宣言～

2009年9月27日 18:44 付記事

サイエンス  
ニュース

**NEWS PICK UP!**  
生きたカブトムシをリモコンで!?



昔読んだ『ドラえもん』のマンガで、「アンテナを立てれば何でも動かせるリモコン」みたいなものがあった気がするが、それが実現しそうだ。カリフォルニア大学バークレー校の研究チームが、カブトムシに電極を移植して、飛行中の

動きを制御することに成功したと、学術論文誌『Frontiers in Integrative Neuroscience』に発表した。研究チームは、無線機能を持ち移植可能な小型の神経刺激システムを使って、カブトムシなどの自由に飛行する昆虫を遠隔制御できることを証明した。最終的には、「人間やロボットでは接近しにくい場所で作業をする役目を果たす」ために利用できるようになるらしい。

全文と映像はウェブサイト (<http://yuruly.com/>)  
または携帯サイトで!

ゆるりい 検索



### サイエンスエンタメ宣言

手に握られたシャーペンから、熱帯雨林の生態系まで。  
サイエンスは地球の隅々まで散らばっています。

今勉強していることは、将来直接役に立たないかもしれません。  
しかし、知っていると、見えてくる景色があります。  
サイエンスからのぞく世界と一緒に楽しみたい。  
その思いをかたちにすべく、私たちゆるりいメンバーは、遊ぶように科学を楽しむ  
ウェブサイト「ゆるりい」を誕生させました。

そして1年たった今、ゆるりいは進化を遂げようとしています。  
2010年のテーマは、「多様性」。  
新しい環境への適応が進化、そして生物の多様性につながったのと同様に、ゆるりいは文字  
だけではなく映像や写真、音声などのメディアも、そして大学だけではなく企業など多分野  
を集結させ、科学を軸とした新しいエンターテインメントを生み出します。  
新発見が生まれる大学の研究室に注目して、大学生・大学院生の生態と研究室の文化を紹介  
したり、企業が世の中に送り出すさまざまな製品とサービスに隠されたおもしろいサイエ  
ンスと開発秘話コーナーなどが続々登場予定。

「科学」は、限られた研究者や技術者だけのものではありません。  
ただすごいだけではない「深み」と「おもしろさ」がそこには詰まっています。  
ゆるりいのウェブサイトリニューアルとともに、  
ここにサイエンスエンタメ宣言をいたします!



# 進化の大樹のてっぺんから、 私たちを知る

ヒトがヒトらしくある所以はどこにあるのか。約500万年前から進化の過程で分かれたチンパンジーと私たち。2005年に発表されたゲノム解析の結果、両者の塩基配列の違いはたったの1.2%だった。

五條堀 孝（ごじょうぼり たかし）プロフィール  
国立遺伝学研究所副所長。生命情報・DDBJ研究センター長、教授。1974年九州大学理学部卒業後、同大学院に進学。1979年博士号（理学）取得。国立遺伝学研究所教授、総合研究大学院大学教授などを併任し2007年から現職。2009年に紫綬褒章を受賞。



## 生き物を理解することとは

「生物の基本情報は揃いつつある。だけど、まだわかっていないことはたくさんあるんですよ」と、国立遺伝学研究所の五條堀孝さんは話す。1953年にワトソンとクリックによってDNAが二重らせん構造を持つことが解明されて50数年。現在、生き物はDNAに始まり、細胞、器官、個体、集団、生態系、そして地球へと、いくつもの階層レベルで研究が進められている。この階層間にある情報を理論的につなげていくと、生き物を理解することができるようになるのだ。

実際の研究では、階層レベルを縦断するように何かひとつの生命現象に注目して、分子レベルから生態の様子まで解析することが多い。また、異なる生物間の情報を比較して、彼らの関係をつなげていく手法もある。それが「進化学」という学問だ。



## サイエンスの醍醐味

五條堀さんは40年に渡り、生物進化についてウイルスからヒトまで幅広い生物のゲノム配列を比較、研究してきた。数式やデータを使って論理的に生命現象をまるごと知りたいたい、九州大学在学中にタンパク質に見られる遺伝子多型のデータを収集して解析。その研究に注目したのは、なんとあの進化中立説を唱えた著名な木村資生さんだった。チャールズ・ダーウィンが唱えた自然淘汰説と同等のインパクトを、進化学・遺伝学者に与えている研究者である。木村さんは五條堀さんの論文を学会で紹介。あまりにもうれしくて、五條堀さんはこの分野でますますがんばっていかうと決めたという。

その後、HIVウイルスなどRNAを遺伝情報として持つレトロウイルスの突然変異の速度が、ヒトの100万倍であることを発見。エイズの予防



にはウイルスの遺伝情報が必要なのに、変異の速度が速すぎてワクチンの製造が追いつかないのだ。後ほど間もなく、その研究結果は「エイズワクチンはつくれないう！」という見出しで新聞の一面を飾った。最初に自分が見つけたという興奮、そして本当にこれが事実なのかという不安が入り混じり、社会に与えるインパクトの大きさに想像以上の衝撃を受けた。「喜びと同時に怖さを感じたよ。あらかじめ設定されたゲームの世界では味わえないおもしろさ、これがサイエンスの醍醐味<sup>だいごみ</sup>なのではないでしょうか。

## 発見から見えてくるもの

近年、国際規模の大型プロジェクトがいくつも立ち並ぶ研究の世界。設計された目標に向かって

課題をクリアしていくことももちろん重要だが、進化学などの基礎研究には、思ってもいなかったブレークスルーや大発見がある。科学者の知的好奇心を満たすには十分すぎる。「そんなに役には立ちませんよ、基礎研究は。でもね、ひとつの発見から新しい世界観や生命観が生まれる。そして私たちや地球という存在を知ることができる。それは、とても意味のあることなのです」と、五條堀さんは教えてくれた。

教室にいるひとりひとりの顔が、みんな違う。当たり前かもしれないが、果てしなく遠い昔から進化し同時に多様性を保持してきた証。地球上にいる生物が、今、同時に存在すること自体が奇跡に等しいかもしれない。私たち、そして地球<sup>なが</sup>を知るために、進化の大樹から見える景色を一緒に眺めてみよう。(文・孟 芊芊)

## イベント pick up

国立遺伝学研究所 60 周年記念シンポジウム

### 「夢みる遺伝学 ~そして生命<sup>いのち</sup>が好きになる~」

日時：2010年1月30日(土) 14:00～17:30(開場13:30)

場所：一橋記念講堂(東京メトロ東西線「竹橋駅」より徒歩4分)

対象：全国の高校生・大学生および一般

DNAの塩基配列を読む「シーケンサー」の開発などに貢献した理化学研究所ゲノム科学総合研究センター長 和田昭允教授や、世界で最も権威ある学術雑誌のひとつである『Science』の編集者 Barbara R. Jasny 氏のお話、分子生物学の研究を行った高校生の研究発表など「研究の魅力」を感じることができる講演会です。

基調講演1：和田 昭允/理化学研究所ゲノム科学総合研究センターセンター長

基調講演2：Barbara R. Jasny / 科学雑誌『Science』(米国科学振興協会(AAAS)発行) 編集者

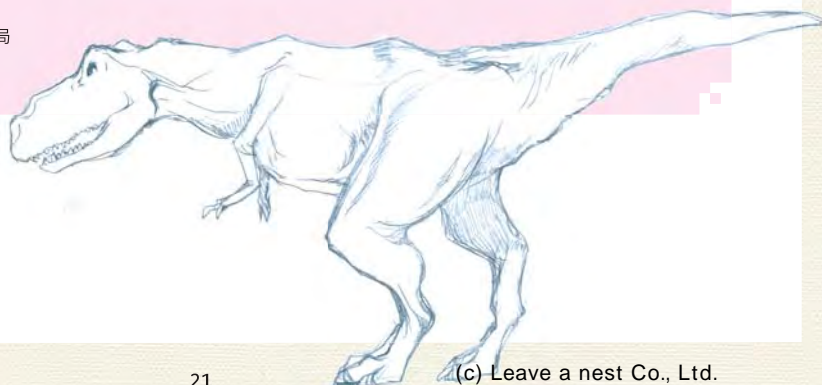
シンポジウム：高校生による研究発表(公文国際学園高等部)

大学生による研究発表(iGEM 東大チーム)

★ 詳細・お申込みは <http://www.leaveanest.com/nig-60th/>

※ 学校単位でお申し込みの場合はご連絡ください。TEL：03-6277-8041(担当：リバネス石澤)

主 催：国立遺伝学研究所  
共 催：サイエンス日本事務局  
企 画：株式会社リバネス



研究者に会いに行こう

# 楽器だけではない、音のあふれる世界

戸井 武司 中央大学 理工学部 教授

鉛筆で数式を書きつづる音、雨が窓をたたく音、線路を走る電車の音。身の回りにあふれるたくさんの音は、私たちの記憶に刻まれ、日常にカラフルな彩りを添える。一方、エアコンの動作音やプリンタの待機音など、しばしば不快感やストレスになるような音も多い。こうした騒音を心地よいものにしようと、逆転の発想で「音」に挑む研究者がいる。

## マイナスをプラスに変える

音は、空気中の分子が振動し、波として伝わる。ものが振動して音を出すしくみも同じ。自動車の走行時にエンジンや地面との接触で生じる振動は、車内の騒音になりやすい。特に近年、車体の軽量化により振動や騒音が大きくなる傾向にあり、タイヤとの境界にあるフロアパネルが、その発生原因のひとつとされている。そこで、戸井武司さんの研究室では、フロアパネルの振動メカニズムを調べることで騒音の原因を特定。フレームの強度を保ちながら軽量化を考慮し、パネルから音が出ててもそれが不快に感じない音となるような構造設計をしている。音の評価方法は2通りある。

形容詞対を用いたSD法と呼ばれる7段階の評価シートへの記入を行う主観的評価と、脳波や心拍数など生体情報に基づく客観的評価だ。「昔から音には敏感なんです。生きている限り、音はなくならない。それならば、騒音を快適に聞こえる音に変えていけばいいんだと気づきました」と話す戸井さん。「快音」設計を提唱し始めた研究者でもある。

## 「音」が付加価値になる

中央大学で教員を始めた10数年前から、企業から製品の音に関する相談が多かったという。当時は低騒音化を目指す風潮にあったが、騒音を減らしても気に障る音や快適にならない音があり、





▲戸井研究室のオリジナルロゴ。

使用者の不満がなくなることはなかった。音によって製品の評価が下がることが問題視され始めていたのだ。

戸井さんは、まずどういう音にするべきかを決めてから製品の構造設計に着手。これまで構造ありきだった音に、逆転の発想で付加価値を付けていった。これまで実用化された製品に、さわやかな排水音のトイレや、爽快感のあるゴルフ打球音、耳障りでない掃除機吸入音などがある。「カメラや自動車のスペックと同じように、音も重要視される機能のひとつとなるべきです。楽器の価値が音で決まるように、音が家電製品を決めるときの指標のひとつになればいいですね」と、戸井さんは話す。世の中がどんどん便利になり、ものがあふれる豊かな時代の中、消費者には製品を選ぶゆとりが生じている。高機能化し便利な製品がたくさんある中で、明確にその性能の違いを見分けることは難しくなってきた。しかし、聴覚で感じる音に関しては、人それぞれの主観がある。音が製品を差別化することに気づき始めた業界では、今後、音を選べるセミオーダー式製品の開発も進んでいくことだろう。

## 研究室で社会への助走を

そうなると、ありとあらゆる場面で音にこだわれる可能性が出てくる。戸井さんの研究室には、厚さ 30 cm の吸音材を含む壁に覆われた無響室おびや 2 台の自動車で構造解析を行う実験室が完備

されている。これまで毎年約 10 社、合計 160 社以上の企業や公的な研究機関と共同研究を行ってきた。10 数人いる学生は、共同研究テーマをひとつずつ持つ。社会に出る前から製品の実用化までを考慮し、研究成果の社会的な評価を知る、よい機会となる。

企業のエンジニアとの打ち合わせやプレゼンテーションは、主に学生自身が行う。企業への電話も最初は緊張して躊躇する彼らだが、一段階ずつクリアできるように事前打ち合わせをするなど、戸井さんのフォローは万全だ。「一番の財産は、研究室を巣立った学生が、ものづくりの業界でリーダーシップを取りながら活躍することですよ」。戸井さんは、研究だけではなく教育にも熱心な一面をみせた。

いつも音楽を聴く帰り道、イヤフォンをとって周りに耳を傾けてみよう。当たり前だと思っていた音の世界にもいろいろな発見がきっとあるはず。戸井さんの快音設計はいつの日か、音楽を奏でるように暮らす未来へつながっていく。

(文・孟 芊芊)

戸井 武司 (とい たけし) プロフィール

中央大学 理工学部 教授。1993 年まで、三菱電機株式会社中央研究所に勤務。

1996 年より中央大学で教鞭をとる。2004 年から理工学部教授に就任。専門分野は、音響工学。



(c) Leave a nest Co., Ltd.

研究者に会いに行こう

# 飛行船「HITAS」

森 要 帝京大学 理工学部 教授

自分たちの手で飛行船をつくり、実際に飛ばすこと。これが森さんの目標だ。帝京大学の航空宇宙工学科が誇る、大学トップレベルの飛行船「HITAS」<sup>ハイツ</sup>が大空に悠々と浮かぶ姿を現実のものとするため、森さんと学生たちは実験を続けている。

## 飛行船を愛する人々

水素やヘリウムなど空気より軽い気体<sup>きのう</sup>を気嚢に詰めることで浮かび、推進用の動力で前に進む飛行船。これを維持し、飛ばすのは想像以上に大変だ。その証拠に、実際に飛行船を飛ばすことのできる大学は数少ない。技術的なサポート、実際に手を動かして飛行船をつくり維持する人、そして維持するための場所と費用。大学の内外から協力を得て、これらをうまく分担できているからこそ、帝京大学では飛行船の製作が可能なのだ。学科に関係なく飛行船に興味があれば、卒業研究生の他にも、土日に活動できることを条件に、1年生のうちから飛行船づくりに関わることができる。休日には学外からも、過去に飛行船の製作に関わった経験がある飛行船を愛する人たちが集まってくる。

## ものづくりにかける思い

森さんはもともと、素材の強度を専門に研究してきた。帝京大学でも、高温機器・装置の重要部品材料として使われる代表的な構造用セラミックスである窒化ケイ素の開発・作製とその強度の評価を続けており、10年経った今では市販品をしのぐレベルの試料までつくれるようになってきたという。他にも、航空機の素材として使われているCFRP（炭素繊維強化プラスチック）やGFRP（ガラス繊維強化プラスチック）と呼ばれる素材を地元企業の協力を得て実際に作製し、その強度や特性を評価している。

森さんが素材研究に対して持っている強い思い、それは「自分でつくること」。どんなに優れた結果を出せたとしても、もとの素材を自分でつくれなければ意味がない。だから、どの研究テーマでもまず自分でつくって、それから調べるのだ。そんな姿勢が、実際に飛行船をつくるという研究に結び付いているのかもしれない。

## 学生たちとつくる夢

2004年度に卒業研究の一環として飛行船の製作・飛行実験をスタートさせて以来、すでに5年目に突入した。昨年度の大きな進展は、「テザー」と呼ばれるひもをなくしたことだった。10m級の飛行船が操縦不能になり、住宅街や道路に不事着したら大問題。だからこそ飛ばす側としては、ひもをぶら下げて常に動きを制御できるようにしておきたいもの。しかし、本当の意味でのフリーフライトを実現するためにも、



テザーを船内に格納することが必要だった。

学生とともに試行錯誤をくり返してつくられたテザーを収納するケースは、なんと段ボール製。中身は、ゴミ捨て時に新聞紙や雑誌をしぼるのにも使われるビニールひもだった。そして、緊急時に電波を飛ばしてひもを放出するしくみは、ニクロム線に電流を流してストッパー代わりの釣り糸を溶かして切るといふ、非常に簡単なもの。操縦不能になったら一大事、100回挑戦して100回ともきちんとテザーを落とせるように、試験をくり返したという。

テザーの格納には成功したが、電源の性能や、モーターの性能、プロペラの選定など、まだまだ検討すべきことがらはいくつもある。さらに、空撮やフライトレコーダー、GPSシステムも組み合わせ、ひとつずつ課題をクリアしていく。太陽電池パネルを設置することによる飛行時間の延長も視野に入れている。そんなHITASを使ってやってみたいことのひとつが、帝京大学構内をフライトして一周することだ。目標達成に向けて、少しずつ飛行距離を伸ばしている。

## 大空を目指して

実は、立派に見える飛行船もよくよく見ると手づくり感いっぱいの見え方をしていた。強度、安全性ともに十分な



森 要 (もり かなめ) プロフィール

1968年、広島大学大学院工学研究科修士課程修了後、名古屋大学工学部助手。1982年、名古屋大学にて博士号を取得。同大学工学部専任講師を経て帝京大学理工学部へ赴任。2007年から航空宇宙工学科の学科長を務める。工学博士。



素材を使っているとはいえ、それらをつなぎ合わせているのは透明な幅広ビニールテープ。そして、前・後部のブラシレス直流モーターやプロペラが取り付けられているのは、なんとアルミ製鍋ふただった。「ふただけだと売ってもらえないんだよね」と笑う森先生の横には、これまでに使われた鍋が積み上げられていた。

HITAS を見ていると、自分の手でつくることにこだわる森先生の想いが伝わってくるようだ。これからも、飛行船を愛する学生や学外の協力者からの支援を得て、HITAS は進化し続ける。

※ 2010年4月、航空宇宙工学科に「ヘリコプターパイロット養成コース」が誕生！ [http://www.teikyo-u.ac.jp/applicants/science/science/universe\\_faculty/index.html](http://www.teikyo-u.ac.jp/applicants/science/science/universe_faculty/index.html)

研究者に会いに行こう

# からだのしくみを追究する

～もうひとつの「薬学部」～

北里大学薬学部

みなさんは、「薬学部」にどんなイメージを持っているでしょうか。医療の現場で薬の知識を活かし、さまざまな症状の患者さんと向き合う薬剤師の姿。その一方で、薬に関わる「研究」ができるということ、知っていましたか？

対談



今井 浩孝

衛生化学教室

×

松尾 由理

薬理学教室



—薬に関わる研究はいろいろあると思いますが、具体的にはどのようなものがあるのでしょうか。

**今井** 大きく4つくらいに分けられると思います。まず、薬を合成する化学系、僕たちがやっているような、細胞の機能から薬のもとになるようなものを探す生化学系、コンピュータを使って薬の働きをシミュレーションする物理化学系、それから松尾さんがやっている、動物を使って薬の効き目を調べる薬理や、実際にヒトに応用してみる臨床ですね。とても幅広いです。

**松尾** 薬学部は、もともと生物系と有機合成系の研究室が中心だったと思います。でも、最近は今井さんが挙げたいろいろな分野が集まって学部が構成されていますよね。そういう異分野が一緒になって薬というものをつくらうとする、それが薬学部の特徴だと思います。

—「薬学部で研究する」ことの魅力って何でしょうか。

**今井** 「薬学」っていうと、すぐ頭に浮かんでくるのは「薬剤師」じゃないでしょうか。でも、それは薬学部の一部でしかないんですね。薬を「扱う」のが薬剤師であって、実は、薬を「つくる」のも薬学部のひとつであると思うんです。今の社会の流れでは、どちらかというと薬剤師の方がすごく脚光を浴びていますが、本当は薬を「扱う」と「つくる」の両輪があって初めて薬学部の使命をなすんじゃないかな、と思っています。

**松尾** たとえばお医者さんが治療できる人数って限られていると思いますが、研究して有効な薬がひとつできれば、大勢の人を助けることができますよね。自分が行っているような基礎の研究が、将来的にすばらしい治療薬に結びつくかもしれない。私にとって、そういう薬をつくる過程に携わっているということは、とても大きな喜びなんです。

——世界の研究を見たときに、今の日本の薬学研究のレベルはどうでしょうか。

**今井** 薬学に限らず、日本の研究のレベルはかなり高いと思います。特に進んでいるアメリカと並んでいるといっても過言ではないし、技術的にもかなりユニークな研究をしている人もいますよね。日本発の技術でも、発表したとたんに世界が戦いを挑んでくるわけですから、そういった意味でも遜色そんしよくはないんじゃないかと思います。

**松尾** 設備とか、技術、知識においても、日本はトップクラスにあります。ですから、今の時代「研究するなら海外に」ということもないのではない

でしょうか。ただ、国際的な視野をつけるっていうのはすごく大事だと思いますね。

研究はなかなかうまくいかないことばかりで、苦しいことも多いんです。けれども、その中で発見したときの喜び、それは何にも代えられないものだと思うので、ぜひ味わってほしいですね。

**今井** 僕たちはその研究のおもしろさに取りつかれてしまったんです。研究で生き物を扱っていると、まだまだわからないことがいっぱい隠されていると感じます。そういうものをひとつでも発見できたときの「やった!」という喜び。それが忘れられないんですね、きっと。

(対話構成・磯貝 里子)

今井 浩孝 (いまい ひろたか) プロフィール  
1988年東京大学薬学部卒業。1993年同大学院薬学系研究科博士後期課程修了、薬学博士。1993年北里大学薬学部に助手として赴任、講師を経て、2004年より准教授。また、2006年よりJST さきがけ「代謝と機能制御」研究員兼任。

活性酸素によって生み出される過酸化脂質と病気の関係を調べるため、過酸化脂質を除去する酵素「IV型グルタチオンペルオキシダーゼ(PHGPx)」について研究している。通常、PHGPxは特に精子に多く発現しているが、ほとんど発現していない男性不妊症の患者を今井さんは世界で初めて発見。PHGPxの欠如が男性不妊症の原因であることを証明した。

松尾 由理 (まつお ゆり) プロフィール  
1994年東京大学薬学部卒業。同大学院薬学系研究科修了後、1998年より北里大学にて助手を務める。助教を経て、2006年より講師。薬学博士。

からだの末梢で起きた炎症部位で増加する「プロスタグランジンE<sub>2</sub> (PGE<sub>2</sub>)」に着目。マウスを一時的な脳梗塞の状態にすると、PGE<sub>2</sub>合成酵素が脳梗塞のうこうまくの起きている部位に発現することを松尾さんは発見した。PGE<sub>2</sub>合成酵素の働きを抑えることによって、脳梗塞のダメージを軽減できる可能性がある。







この万年筆を  
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に登場した戸井武司さんです。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。

島田さん、初めましてこんにちは。『someone』秋号の記事、読ませていただきました。ぼくは、小さいころから「ロボットってどうやって動いているのだろう」と想っていました。少し、この記事を読んで解決できました。

記事を読んでロボットはとても発達している事がわかりました。やはり近い未来、SFのような、ロボットが家に居て、ご飯を作ってくれたり、掃除・洗濯をしてくれるような日がくるのでしょうか？

あと、島田先生は、英語がしゃべれませんという学生の方にも、「当日を目指してしゃべれるようにしておけばよい」と言われると、記事に書いてありました。実は、ぼくは英語が苦手でこの記事を見る少し前はテストが近くて気分が少しばかりしずんでいました。でもさっきの話を読んで、学生の人達の苦勞に比べれば、ぼくはとても比べものにならない程楽だな、と思う様になり、勉強に身が入ります。

学生の方々、国際学会での発表頑張ってください。そして、島田先生、ロボットがこれからも発展するように、研究を頑張ってください。

高日 杏輔 (13 歳)

今回は、2009 秋号に登場したモーションコントロールの研究者、島田明さんにお返事を書いていただきました。

高日杏輔君、手紙をありがとうございます。

「ロボットのいる生活」はきくと来りそうですね。でも、私たちが思い描いている姿とは少し違うかもしれません。なぜならば、技術的にできることの限界と環境による限界があるからです。

一つ目は文化の問題です。私たちの思考や行動は培ってきた文化に左右されます。広くて深さがあります。一方、私たちはその日の気分や好き嫌いで行動しがたります。それらに対応できるロボットの実現は、当面は難しそうです。次に二つ目。床に無作為に落ちた新聞や衣類を片づけ、掃除・洗濯・育児・介護をこなす、今日のご機嫌なまのおかあさんに気を配って働くロボットができたとしても、でも10億円したら買えません。では、未来は暗いのか？ そんなことはありません。自動車も飛行機もととととロボット化しつつあり、携帯電話やインターネットの進歩も手伝って、現実的なロボットが私たすをサポートしてくれる日は既に来つつあります。

英語の話を気に入ってくれましたね。私たちが未来を明るく生きるためには夢が必要です。夢を現実にするには、遠い目標を忘れず、実現可能な小さな目標を達成していくことです。大事なことは「やろう」と決めてしまい、進めること。英語も、海外に行くことに決めてマスターしてしましましょう。

茨浦工業大学 デザイン工学部 島田明

【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。

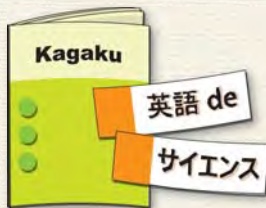
【宛先】 〒160-0004

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】 2010 年 1 月 22 日 (必着)

協力：Sailor セーラー万年筆株式会社

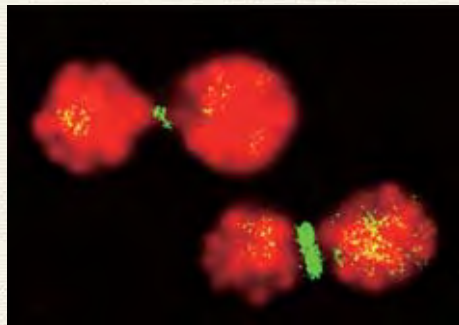
<http://www.sailor.co.jp/>



最新の研究成果は、分野を問わず「英語の論文」という形式で発表されています。つまり、研究者は英語を読むことで、最先端科学の情報を手に入れているのです。さあ、あなたも科学論文を読んで研究者への第一歩を踏み出そう！

## 葉緑体が分裂するしくみが明らかに！

植物の葉緑体は光合成によって二酸化炭素を吸収して栄養をつくり、地球上すべての生物の生存を支えています。葉緑体が細胞の中で分裂するしくみを解明・応用することで、光合成能力の高い作物をつくり出せると考え、多くの研究が重ねられてきました。そのような中、立教大学の黒岩<sup>つねよし</sup>常祥さんと院生の吉田大和さんらは世界で初めて単純な藻から葉緑体の分裂装置を取り出し、細胞外で分裂のしくみを再現したと報告し、研究者たちの注目を集めました。そのしくみとはどんなものなのでしょうか？



▲高等植物の葉緑体の蛍光顕微鏡像。葉緑体は赤い蛍光を発して見える。緑色の部分「PDF マシーン」が絞られていくことで、分断されて2つに分かれる。

## Isolated Chloroplast Division Machinery Can Actively Constrict After Stretching

Chloroplast division involves plastid-dividing, dynamin, and FtsZ (PDF) rings. We isolated intact supertwisted (or spiral) and circular PDF machineries from chloroplasts of the red alga *Cyanidioschyzon merolae*. After individual intact PDF machineries were stretched to four times their original lengths with optical tweezers, they spontaneously returned to their original sizes. Dynamin-released PDF machineries did not retain the spiral structure and could not be stretched. Thus, dynamin may generate the motive force for contraction by filament sliding in dividing chloroplasts, in addition to pinching-off the membranes. (Science, 2006 年 313 号, pp. 1435-1438)

### Technical Words

plastid：色素体。植物の細胞の中にある色素を含む小体のことで、chloroplast（葉緑体）もその一種。

dynamin, FtsZ：タンパク質の名前。

*Cyanidioschyzon merolae*：シアニディオシゾン・メローラ。生物種の名前。光合成を行う最も原始的な藻類の一種。

optical tweezers：光ピンセット。レーザーにより微小なものを動かすことのできる装置。

### 【解説】

緑色に見える部分は、PD リング、ダイナミン、FtsZ リングが環状に集まった「葉緑体の分裂装置；PDF マシーン」。これが収縮していくことで葉緑体が分断されます。黒岩さんらは、細胞から取り出した PDF マシーンを人工的に引き伸ばすと元のサイズに収縮すること、そこからダイナミ

ン繊維を取り除くと、引き伸ばされた繊維は収縮できないことを示しました。その他の実験結果と合わせて、ダイナミンが葉緑体の断面を絞りこむことで分裂が起こることが明らかになったのです。(文・木村 聡)

取材協力：立教大学

文系系関係なく、一定の英語力は必要です。立教大学は2010年度から英語教育を大きくリニューアルします。1クラス約8名の「英語ディスカッション」をはじめ、学生それぞれの興味とレベルに応じた科目を幅広く展開していきます。立教大学webサイト<http://www.rikkyo.ac.jp>  
協力：米国科学振興会 (AAAS) 『Science』の日本語 web サイト <http://www.sciencemag.jp>

うちの子を紹介します



▲実をつけているトコン。



▲茎の表面に形成された多数の芽。



▲乾燥した根「吐根」。

## 第11回 薬用植物 トコン

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。

樹木がうっそうとしげって薄暗く、じめじめと湿度の高い熱帯雨林。今回は、アマゾン川流域が原産の薬用植物、トコンを紹介します。

トコンの乾燥した根は「吐根」と呼ばれ、<sup>さいと</sup>催吐剤、<sup>きよたん</sup>去痰剤などとして用いられています。今は野生植物の根が使われていますが、薬として使える大きさ、成分量に達するまでには、発芽から3年もかかります。そこで、「植物組織培養」を用いた増殖方法が研究されてきました。植物の生育に必要な成分を含む培地を試験管やシャーレにつくり、そこに植物を植え、人工的に光を与えて育てるのです。この方法を使えば、均一な植物を短時間で大量に増やすことができます。

最も増殖率がいいのは、頂点や節以外の、芽のもとが備わっていない部分に新しく芽を形成させること。そこで、トコンの茎の節と節の間の部分だけを培地に植えつけ、サイトカイニンを与え

て芽の形成を誘導しようという試みが行われました。サイトカイニンは、植物体内で生産され、細胞分裂や<sup>えきが</sup>腋芽（節にある芽）の活性化を促進する化合物。これを外部からも与えることで、その作用を促進することができるのです。

ところが、実験をしてみると予想外の現象が見つかりました。サイトカイニンを加えてない培地でも、茎の表面から新しい芽が次々と出てきたのです。その後の研究で、培地に植えてから7日目に、茎切片内のサイトカイニン濃度が急激に上昇していることがわかりました。どうやら、これが芽の形成に重要な役割を果たしているようです。

薬用植物と聞くと、やはり薬効成分に注目しがち。しかし、トコンを使えば、芽や根などの組織の分化や成長のしくみを知ることもできるのです。

(文・磯貝 里子)

取材協力：東洋大学 生命科学部 食環境科学科 植物代謝機能開発研究室

■教育応援企業（50音順）

朝日新聞社  
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  
ヴイストン株式会社  
エプソン株式会社  
株式会社共立理化学研究所  
株式会社グローバックス  
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  
三洋電機株式会社  
セーラー万年筆株式会社  
太陽誘電株式会社  
株式会社チヨダサイエンス  
電力館  
株式会社ニコンビジョン  
株式会社ニッピ  
日本サブウェイ株式会社  
日本ジェネティクス株式会社  
株式会社ビクセン  
プロメガ株式会社  
株式会社ベネッセコーポレーション  
宮坂醸造株式会社  
メルク株式会社  
株式会社ユー・ドム  
ユニテックシステム株式会社  
和光純薬工業株式会社

■宇宙教育プロジェクト参画企業（50音順）

株式会社アクアサイエンス研究所  
有限会社沖縄長生薬草本社  
株式会社キョーリン  
ケニス株式会社  
株式会社 GEL-Design  
小糸工業株式会社  
サッポロビール株式会社  
株式会社 JTB 法人東京  
セーラー万年筆株式会社  
電力館  
株式会社日本医化器械製作所  
株式会社ベネッセコーポレーション  
三菱重工業株式会社  
三菱電機株式会社  
宮坂醸造株式会社  
株式会社ロツテ

■掲載大学・研究機関（50音順）

北里大学・国立遺伝学研究所・芝浦工業大学・生理学研究所・中央大学・帝京大学・東京工芸大学・東洋大学・日本大学・横浜市立大学・立教大学

※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。

■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 ++

おかげさまで、ついに『someone』も 10 号を迎えました。そんな記念すべき今号は、キラキラしたイメージがいいよね！ということで、「光」を特集のテーマに選びました。今回、編集長としてこの特集の流れを考えていくにあたり、つくづく感じたのは、光は本当にいろんな表情を見せてくれるなあ、ということ。「光の百面相」という特集のタイトルをつけたのは、そういうわけです。街のイルミネーションに寒空の星。光がキレイな季節になってきました。今年の冬は、ただキレイなだけじゃない、いろんな光の表情を思い出しながら、眺めてみるのもいいかもしれません。

話は変わりますが、私がサイエンスに興味を持ったきっかけは一冊の本でした。「私も、そんな一冊をつくりたい」。そう思って、『someone』の制作に関わり始めたときのことを思い出しつつ、今回初めて、編集長を務めさせていただきました。今より、ちょっとサイエンスを好きになる。『someone』が、あなたのそんなきっかけとなる一冊になってくれたらなあと思います。（周藤 瞳美）

© Leave a nest Co., Ltd. 2009 無断転載禁ず。