

いつもあなたのそばにサイエンス

2008. 秋冬号

vol.06

[サムワン]

# someone



ルソソヒトデ



アカヒトデ



マヒトデ

## 特集：宇宙に行きたい



アヒトデ



ジュズヒモクモヒトデ



ヒラモジガイ



イトマキヒトデ

someone vol.06

contents

P 20 特集

# 宇宙に行きたい

- 22 ブラックホールの姿を求めて
- 23 手のひらに乗る「宇宙」
- 24 23年目のきぼう
- 26 スペースシャトル打ち上げ見学記
- 27 宇宙飛行士を生んだ研究室
- 28 宇宙生活、ことはじめ～歯みがき事情編～
- 30 火星の水で宇宙農業

サイエンスをかじろう

- 4 紙が伝える気持ち
- 8 5秒チャージの携帯電話  
～ひとつの電池が変える未来の暮らし～

研究者に会いに行こう

- 10 お手本は、生き物？生物規範型ロボット
- 12 研究のヒントは、大学の外にある
- 13 家が医療のパートナー「共生ロボットハウス」
- 14 細胞のかたち作りにせまる
- 15 新しい発想を世の中に送り出したい
- 16 環境汚染の起源を明かせ
- 17 現実を見据え、活躍する人材を育てる
- 18 研究者への手紙

実践！検証！サイエンス

- 19 お味噌、つくってみました。

ポケットにサイエンス

- 32 朝日けんさくくん

イベント pick up

- 33 まだまだ間にあう 秋のオープンキャンパス

生き物図鑑 from ラボ

- 34 うちの子紹介します 第7回 囊舌目「ウミウシ」

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 磯貝 里子

art crew 佐藤 桃子 / 神畑 浩子 / 佐野 卓郎

編集 西山 哲史 / 設楽 愛子

記事 リバネス記者クラブ

# 明けの明星



早朝、白み始めた東の空を眺めていると、かき消されていく夜に取り残されたように輝く星が見えることがあります。明けの明星とも呼ばれる金星です。

金星は、地球のすぐ内側に公転軌道を持つ太陽系の第2惑星です。惑星ですから、自ら光を放っているわけではありません。それなのに、空が明るくなり始めても光って見えるのは、金星の上空が分厚い雲で覆われているから。上空 45 km 付近にある濃硫酸の雲の層が、太陽光の 78% を反射するためきらきらと輝いて見えるのです。

金星ではその雲の層にさえぎられ、地球の 10 分の 1 程度の太陽光しか地表に届きません。それにもかかわらず、大気の 96.5% を占める

二酸化炭素の温室効果のために、地表の温度は 400°C にもなります。地球と金星は、似たような過程で形成され、かつてはその大気組成もよく似ていたのではないかと考えられています。しかし、一方は灼熱の星になり、一方は穏やかな生命に満ちた星になったのです。それを考えると今地球に生きていて、金星について考えていることが、なんともふしぎな感じがしてきませんか。

紺から赤、<sup>だいだい</sup>橙を経て青空へと刻一刻と姿を変えていく空の様子は、いつ見ても見飽きないもの。たまには少し早起きをして、のんびり夜明けを眺めながら、星々について想いをめぐらすのもいいかもしれません。(文・佐藤 桃子)

# 紙が伝える気持ち

あなたが今、手にしている『someone』は「紙」でできています。何を今さら、と思われるかもしれませんが、紙そのものに注目することってあまりないのではないのでしょうか。雑誌や本において、大切なのはそこに書かれている情報であって、紙ではありません。でも注意して見てみれば、身の回りには多種多様な紙があり、それ自体にもおもしろさがあることに気づくはずですよ。紙ができるまでを追いかけて、その魅力にせまってみましょう。

## 紙って何だろう

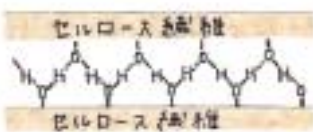
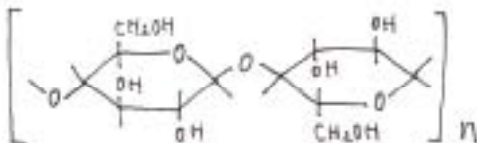
紙が木材などに由来する植物繊維でできているということは、多くの人が知っていると思います。試しに手近な紙をやぶってみてください。切り口がけばけばして、細かい繊維が観察できるはずです。紙とは植物繊維を水に分散し、均一に漉き上げたもののこと。その材料は基本的に、植物繊維のかたまりであるパルプと水だけです。繊維と繊維をつなぐために接着剤を使っているわけではありません。それなのに、B4のコピー用紙1枚で80 kg以上をつり下げることができるほどの強さがあります。どうして繊維と水だけで強い紙ができるのでしょうか。

## 繊維をつなぐ水素結合

その理由を知るために、植物繊維をつくっている「セルロース」の構造に注目してみましょう。セルロースは、グルコースという糖が直鎖状に結合した多糖類です。そして、その構造の中に水と親和性の高い水酸基（OH基）をたくさん含んでいます。

セルロース繊維が水にぬれているとき、水酸基は水分子で囲まれています。紙を漉き、乾かしていくと水分子が抜け、セルロースの水酸基どうしが直接水素結合をつくります。この水素結合こそが、繊維をつないでいる力なのです。

### セルロースの構造



セルロースのOH基間に水素結合ができる。

### 紙ができるまで

#### パルプ化

化学的または機械的な方法で木材から繊維を取り出し、ゴミを除いてから漂白する。

#### パルプ調成

にじみをふせぐ薬品などを加える。叩解により繊維をフィブリル化させる。

## 紙は叩いてつくる

水素結合ひとつひとつはごく弱い結びつきでしかありません。ですから、強い紙をつくるためには、繊維間でたくさんの水素結合を起こさせる必要があります。そこで重要なのが繊維を叩く工程「叩解」です。植物繊維はセルロース分子がいくつも束になっています。繊維を水中で叩くことで、束が外側からほぐれて枝分かれます。これをフィブリルと呼びます。フィブリルが絡みあうことで繊維どうしが密接し、たくさんの水素結合ができるために強い紙ができます。逆に、軽くしか叩いていない繊維で紙を漉くと、水素結合があまり形成されないため密度が小さく、かさ高な弱い紙になります。叩解は紙の性質を決める重要な工程なのです。

## パルプによって変わる紙

もちろん叩解だけで紙の性質が決まるわけではありません。原料となるパルプが変われば、まったく違った特徴を持つ紙ができあがります。たとえば、『someone』で使われている上質紙と、新聞紙の違いもそこから生じています。

パルプには、木材から繊維を取り出した木材パルプと、古紙に由来する古紙パルプがあります。木材パルプはさらに繊維を取り出す方法によっ

て、化学パルプと機械パルプに分けられます。繊維を取り出す方法によって全然違った性質のパルプになるのです。まずは、それぞれの違いを見ていきましょう。

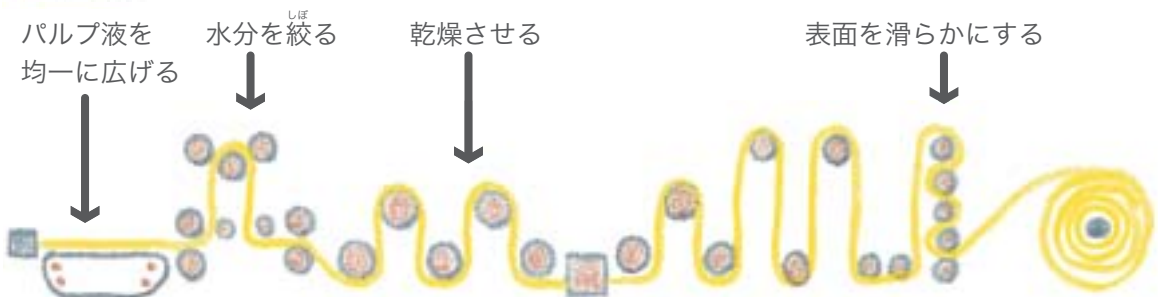
## 機械パルプと化学パルプ

木というのは何もセルロース繊維だけでできているわけではなく、他にヘミセルロース、リグニンなどからなります。この中から、セルロース繊維1本1本を取り出す工程がパルプ化です。

木材をつぶすことで機械的にパルプを取り出したものが機械パルプです。機械パルプのよいところは、セルロース繊維の収率が90%と高いこと。しかし、つぶしただけなのでリグニンが繊維に残っています。リグニンは水との親和性が低く水素結合の生成を阻害するため、弱い紙になります。また、リグニンは紫外線によって酸化されて有色物質に変化し、変色の原因になります。そのため機械パルプでできた紙は、使用期間の短い新聞や雑誌などによく用いられています。

一方化学パルプは、薬品を加えて高温で煮て、リグニンを分解、溶出させて繊維を取り出します。薬品には硫化ナトリウムと水酸化ナトリウムの混合液がよく用いられます。化学パルプはリグニンが少ないため、いつまでも白く、強い紙ができます。

## 抄紙行程 (パルプを水にけん濁し、紙を漉く行程)



## サイエンスをかじろう

### 木材パルプは森林減少につながるか

ところで、『someone』は化学パルプ100%の上質紙でつくられています。木材由来のパルプ100%と聞いて、環境に悪いのではないかと漠然とした思いを抱く人がいるかもしれません。木を切ること、すなわち森林が減少すること。そんな印象を抱いていませんか。

確かに、今この瞬間にも森林は失われています。ただ、森林破壊が進んでいる地域には偏りがあるのです。地球上で森林の減少が問題になっているのは開発途上地域を中心とした熱帯地域です。それらの地域では、人口増加に伴って農地に転用したり、燃料にするための伐採を行ったりしていることが森林減少の主な原因になっているといわれています。

パルプに使用されている木材の半分は、ニュージーランドなど南半球の国で、パルプ原料として植林し、育てられたユーカリやアカシアです。取

穫したらそこに再び木を植える。これを繰り返すことで持続的に木材は利用されています。紙を使うことが森林減少に直接つながっているわけではないのです。

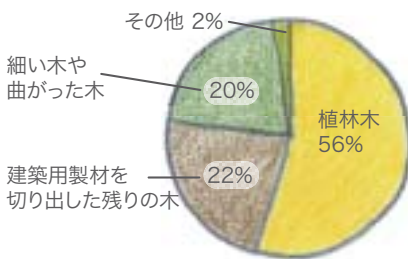
### クズ木材も立派な原料

木材パルプの原料の残り半分は、丸太から建築用の製材を切り出した残りや、曲がったり、芯が腐ったりしてしまった低質材です。また、森を育てるために間伐された木「間伐材」も積極的に使われています。これらの木材は縦横2~4cm、厚さ5mm程度のチップに加工された後、化学パルプ化によってパルプになります。ゴミとして扱われるような切れ端でさえ、紙をつくるうえでは貴重な原料です。

### めぐる紙

もちろん、使い終わった紙も立派な原料です。日本では、製紙原料の6割以上が古紙です。集

【パルプの原料になる木材の構成比】



▼ユーカリやアカシアは繊維が多く製紙に適した成長の早い樹木。たとえば8年で成木になる樹種なら、植林地を8つの区画に分け毎年違った区画に木を植えていく。そうすることで持続的に木材を利用することができる。



められた古紙は、水中で<sup>かくほん</sup>攪拌することで繊維間の水素結合を切り離し、繊維状に分散されます。その後、インクを取り除いた古紙パルプは単独で、または木材パルプと混ぜることで再び紙の原料になります。

古紙パルプを永遠に使い回し続けることはできません。リサイクルの過程で繊維が劣化し、短くなるために紙を漉くときにこぼれ落ちてしまうのです。しかし、この短くなった繊維もゴミにはなりません。短い繊維が含まれた<sup>らくすい</sup>落水は、燃料として紙の製造過程で用いられます。紙をつくるということは、限りある資源を無駄なく使う循環型のものづくりなのです。

## 紙に気持ちをのせて

化学パルプに機械パルプや古紙パルプを混ぜることで、上質紙や中質紙、<sup>さらし</sup>更紙など、さまざまな種類の紙がつくられています。化学パルプ100%の紙は確かに真っ白で丈夫です。古紙パルプや機

械パルプの割合が増えるほど、ざらざらとした風合いの紙になり、白さは化学パルプ100%には劣ります。しかし、紙を使うということは森とエネルギーをめぐるリサイクルの環<sup>わ</sup>に参加すること。大切なのは、それらの紙を目的に応じて使い分けることではないでしょうか。ちょっとしたメモをするためには、真っ白な紙でなくてもいいですよ。

それに、さまざまな風合いの紙があるということは、紙の選び方次第で気持ちを表現することもできるということ。たとえば、手紙を書くときに、真っ白な紙にさらりと書けばどことなくクールな印象を与えるし、逆に、ざらざらとした風合いの紙に書けばよりカジュアルな印象を与えます。実際に、身の回りの紙製品にもそれをつくった人の気持ちが込められているはずです。そんなことを想像すると、紙を使うのがもっと楽しくなってきませんか。(文・佐藤 桃子)



## サイエンスをかじろう

自分の気になる学部を見つけよう ～大学の最先端の科学・技術紹介します～

第1回 未来をつくる、工学部 協力：東京理科大学



# 5秒チャージの 携帯電話

～ひとつの電池が変える  
未来の暮らし～

「あの人がテレビに出ているよ!」「ホント?すぐ見てみる!」とって取り出すのは携帯電話。インターネット、カメラ、ミュージックプレーヤー、お財布…そして今やテレビにもなる携帯電話は、ただ電話をするために使われていた頃とは大きく変化してきています。そして今、電話の進化によって、中にある電池も変化を遂げつつあるのです。

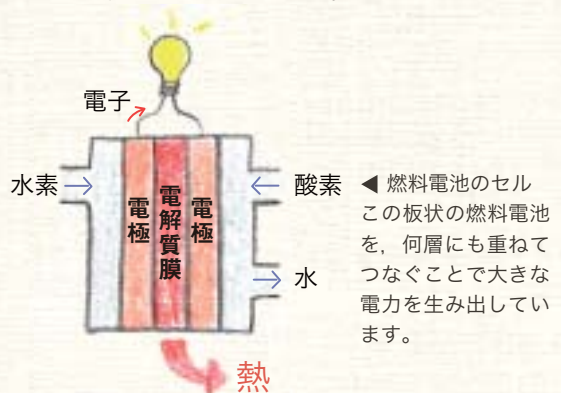
### リチウム電池では、足りない!

これまでは通話に数十分という単位で使用するだけだった携帯電話も、テレビとなると数時間の単位で使うようになります。現在携帯電話に使われているのは「リチウム電池」。負極にあるリチウムから電子が放出され、電流を生み出すしくみです。電池がなくなれば、充電が必要です。しかし、今後テレビをはじめ携帯電話にさまざまな機能が搭載され、膨大なデータを何時間もやり取りするようになれば、数時間に1回充電が必要になってしまうかもしれません。これではとても「携帯」できません。

### 溜めるのではなく、「発電する」

今、携帯電話の新たな電力源として注目されているのは、燃料電池です。名前こそ「電池」ですが、燃料を補給すれば半永久的に電気をつくり出せるため、火力発電などと同じ「発電する装置」とい

う方が正しいでしょう。燃料電池は白金粒子などの触媒をカーボン粒子に混ぜて電極にし、負極に水素、正極に空気中から酸素を供給します。すると水素が負極で水素イオンと電子に分離し、水素イオンが電解質膜中を、電子が電線をそれぞれ移動して正極で酸素と反応することで電気が流れるという原理です。発生する廃棄物は水だけ。板状の燃料電池を、何層にも重ねてつなぐことで大きな電力を生み出しています(50枚で1kWほどの電力)。これを携帯電話に積み、電力を「発電」して持ち歩こうというのです。





## 小型燃料電池の開発

現在、大学の工学部や企業で、携帯電話やパソコンなどに搭載するような小型の燃料電池の研究開発が進んでいます。

従来はメタノールから水素を発生させて水素を供給していましたが、最新の技術では直接メタノールと空気中の酸素をそれぞれ負極、正極に供給して電気をつくれるようになってきました。液体は気体よりも単位体積当たりのエネルギー量が大きく、少量でも十分な電力を得ることができるため、小型で高効率の燃料電池開発が可能です。

東京理科大学工学部第二部教授の谷内利明<sup>やち</sup>さんは、電解質膜を紙のように薄い電極ではさんだシートをつくり、ジグザグに折りたたむことでセルを何層にも重ねあわせるという方法を開発しました。携帯電話にも搭載可能な小型化に成功したのです。

さらに、谷内さんが現在開発しているのは、より自在なかたち折りたたみ、変形しても発電できる燃料電池。これが実現すれば、機械にできたどんなかたちの隙間にも電池を設置することが可能になります。

### コンビニで、5秒チャージ

携帯電話用の燃料電池が実用化されれば、電池がなくなったら近くのコンビニへ飛び込み、100円ライターのような感覚で燃料（メタノール）を購入して補給できるようになるかもしれません。ほんの数秒で電話が使えるようになるのです。現在は、7ccのメタノールで7時間ほど携帯電話で通話できるようになったという報告がされています。実用化までに必要なのは、まずより効率のよい燃料電池の開発、という技術的な面。さらに、メタノールを入れるカートリッジの規格化や空のカートリッジの回収方法などの整備も必要ですが、「2年以内には実用化されるかが決まる」と谷内さんは語ります。

## 未来を「つくる」技術

新しい技術により、私たちの生活だけでなく、マナーや法律も変化します。今のように携帯電話がなかった時代は、待ちあわせはしっかりと時間と場所を決め、見たいテレビがあれば走って家まで帰ることが普通でした。「優先席の近くでは電源を切りましょう」というマナーも新たに生まれたものです。電池がひとつ変わる、それだけでまたひとつ新たな「未来の生活」ができる。そう考えると、普段何気なく使っていた携帯電話の中の「技術」に興味がわいてきます。

ところで、燃料電池でできる水はどうするのでしょうか。水蒸気にして背面から排出する方法がそのひとつ。お肌に優しい加湿器付き？携帯電話を持ち歩く日はもうすぐそこ。1～2年後にはあなたの手元にあるかもしれません。（文・楠 晴奈）

工ってなあに？

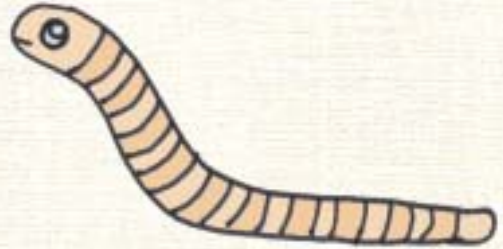
最終的には「人の役に立つものを世の中に提供する」ということを大なり小なり持っている学問だと思います。10年後、20年後の世の中で使われるものを想像しながら研究を進め、実際に社会に反映していく。そこが工学の魅力です。



東京理科大学工学部  
谷内 利明さん

# お手本は、生き物？ 生物規範型ロボット

中村 太郎 中央大学 理工学部 准教授



◀狭いところを自由に動けるロボット、  
お手本はミミズ？！

「長い年月をかけて進化してきた生き物は優れた機能を持っているはず」。そんな考えから生まれた、「生物規範型ロボット」。それも特別な生き物ではなく、どこにでもいる身近なものの動きをお手本にしたロボットだ。

## 生き物に学ぶ

秋田の大学で助手をやっていた頃、田んぼでよく見かけていたミミズやカタツムリ、アメンボ。「ありふれた生き物ですが、どんな動きをしているのだろうと思ってよく観察してみると、おもしろくて」。

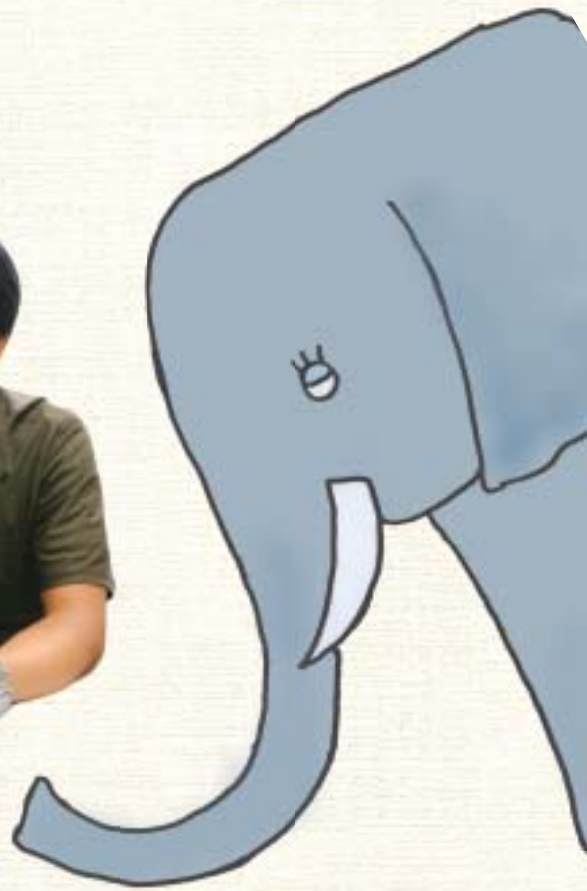
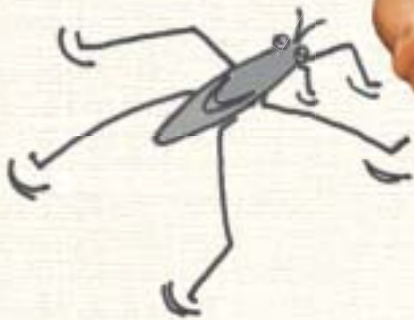
同じような細長いからだをしているのに、ヘビの動きとはまったく違うミミズの動きに、中村さんは注目した。すると、くねくねからだを動かしながら前に進むヘビに対し、ミミズは伸びたり縮んだりを繰り返す「蠕動運動<sup>ぜんどう</sup>」と呼ばれる独特な動きをしていることがわかった。ミミズは、体節をひとつずつ順に伸び縮みさせることで、からだの一部分を太くしたり、細くしたりしている。この動きを頭からお尻へ波のように伝え、前へ進むことができるのだ。この運動をまねするロボットをつくれれば、移動するのに必要な空間が小さくて

すむため、地中やヒトの血管の中など、細い隙間を進むことができる。

他にも、カタツムリの動きをまねすれば、前、後ろ、右、左、斜め、すべての方向に移動できるし、壁や天井でもはりつけるはず。アメンボなら、水陸どちらでも素早く動き、方向転換ができるので、水陸両用ロボットをつくれるはずだ。生き物をまねしたロボットのアイディアは底をつきそうにない。

## つくった者にしか味わえない感動

そんな研究をしている中村さんは小学校時代、先生によく怒られるほど、とてもわんぱくな少年だった。「自習時間に騒いでいると、日直に名前を書かれたりして。さらに僕の名前のところにだけ三重丸がしてあったり」。それでも、ひとつだけ学校の先生にほめられたのが、ものづくりだった。ものをつくるのが好きで、長点・短点の2



種類の符号で文字通信をするモールス発信機などをつくっては先生のところに持っていき、アドバイスをもらっていた。中学・高校では社会や英語などの文系科目のほうはずっと得意だったが、自分のことをほめてくれ、「お前は絶対に理系にいけ!」とってくれた先生に顔を見せることができないと思い、何とか理系の道に残っていた。それが変わったのは、大学4年生のとき。自分で試行錯誤して設計したロボットが初めて思い通りに動いたときの感動が、小学生の頃の気持ちを出させた。「これが学問のおもしろさだ、と気づいたのです」。いつのまにか、研究にのめりこんでいた。

## 生物規範型ロボットが活躍する未来

近年、ヒューマノイドのような人間と共存していくためのロボットが多く開発されているが、中村さんは人間のできないことこそロボットにさせ

たい、と考えている。「人間がまったく行けないところへ入り込んでいくロボットがあってもいいと思うのです」。それに最も適しているのが、それぞれの環境に適応して進化してきた生き物をまねしたロボットなのだ。

ミミズロボットは、今やその狭い場所を移動できる性質によって、月の地中探査に利用されようとしている。アメンボロボットは水難救助を目指している。中村さんが次にまねしようとしているのは、なんとゾウの鼻。生物規範型ロボットがいたるところで当たり前になる未来を夢見て、研究を続けている。(文・周藤 瞳美)

中村 太郎 (なかむら たろう) プロフィール  
1975 年生まれ。信州大学大学院工学系研究科修士、博士(工学)取得。1999 年秋田県立大学助手、2004 年中央大学理工学部専任講師、2006 年同大学助教授を経て、2007 年より現職。

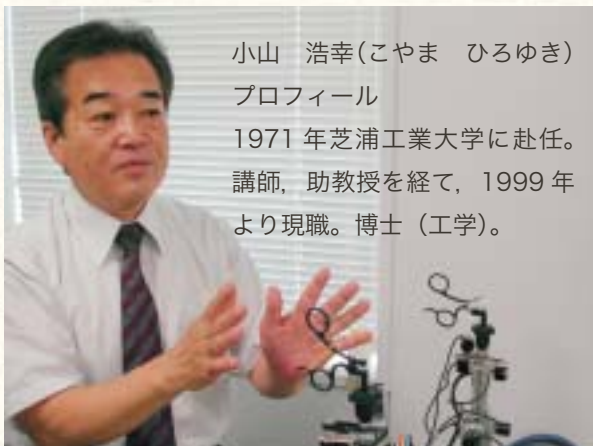
# 研究のヒントは、大学の外にある

小山 浩幸 芝浦工業大学 システム理工学部\* 生命科学科 教授

医療用ロボットを開発しながら、学生には映画やマンガ、テレビを見ることにも時間を使うよう勧めている。「そこから何か新しい知識を得られるかもしれない。ロボットをつくる時に最も大事なのは、常にアイデアを生み出す豊かな発想力なのです」。

## 遠隔超音波検査ロボットの必要性

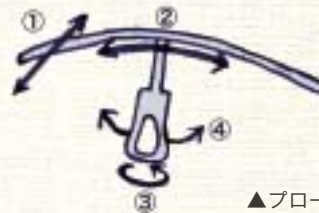
病院に行ったときのつらい体験がもとで、小山さんは医療に興味を持ち始めた。自分の専門である工学の力を利用して、患者にも医師にも快適な医療を実現したい。そんな思いから参加するようになった医療系の学会で聞いたのは、遠隔で操作できる検査ロボットの必要性だった。なかでも近年は産婦人科医が不足し、妊婦が遠くの病院へ通院する必要があるが出てきている。妊娠した女性の多くは、定期的に胎児の発達を調べるために超音波検査を受ける。超音波は物体に当たると反射するため、その反射波の強さや反射するまでの時間をもとにして画像をつくることで、からだの中を検査することができるのだ。これを遠隔でできるロボットをつくれれば、通院の負担を減らせると小山さんは考えた。



小山 浩幸(こやま ひろゆき)  
プロフィール  
1971年芝浦工業大学に赴任。  
講師、助教授を経て、1999年  
より現職。博士(工学)。

## 白紙から考える

開発のため、まず産婦人科を見学した。診察中、医師は超音波を送受信するプローブを自由に動かしているように見えた。しかし、よく観察してみると、からだに対して縦方向、横方向の移動と、回転、首振りというたった4つの動きの組み合わせで再現できることに気づいた。「どうにかたちのものをどう動かせば無駄なく再現できるのか。それを何もない状態から決めるのが最も難しく、最も楽しいのです」。この動きを実現するため、妊婦のお腹に沿ったアーチ型のレールをつくり、その上でプローブを動かすしくみを考えた。ここまで決まれば、後は必要な部品を組み立てるだけ。その後、コンピュータの設定を経て、ついに遠隔操作で動くロボットが完成した。



▲プローブの動き

## 体験が生み出す発想

小山さんは、机上の研究ばかりでなく、展示会で実際に動くロボットを見て、触れることを大切にしている。遠隔超音波検査ロボットの着想も、自身の体験が根底にあった。研究室の学生たちには、研究と関係のない趣味の時間も大切にしたいと考えている。「幅広くいろいろなものを見て、発想を豊かにしてほしいのです」。それは、また必ず次のロボット開発に役立つはずだ。

(文・磯貝 里子)

\* 2009年度からシステム工学部より改称

# 家が医療のパートナー 「共生ロボットハウス」

寺田 信幸

東洋大学 工学部 機能ロボティクス学科 教授

大学のキャンパスの一角にある、新築の家。足を踏み入ると、木のいい匂いがする。一見普通の家だが、実はいたるところに検査機器がかくされており、住んでいる人の健康状態をさりげなくチェックしてくれる。医学と工学という2つの視点を持った寺田さんが、この「共生ロボットハウス」の開発を行っている。

## 緊張すると、上がる血圧

からだの健康状態をみる指標のひとつである、血圧。血液の流れによって血管の内側にかかる圧力のことで、心臓から送り出される血液の量と、血管のかたさや太さによって決まり、血圧が低い方が心臓病などのリスクも低いと考えられている。年に一度の健康診断でも必ずといっていいほど測るが、それは果たして、普段の血圧なのだろうか。血圧だけでなく、健康状態を測る前には誰しもが「これから測る」ことを意識する。こう意識したこと自体が、測定結果に影響してしまう可能性があるのだ。

## 本当の健康状態をみる

「血圧に限らず本当の健康状態をみるためには、自然な状態で測る必要がある」。大学で生物を学んだ後に、臨床検査技師の資格を取り、医療の現場で活動してきた寺田さんはこう考えている。普段の生活をしながら、いつのまにか健康診断が終わっている。これを実現するために考え出され

たのが、「共生ロボットハウス」だ。壁や天井にセンサーが設置されていたり、ベッドやテーブルそのものが検査機器になっていたりして、常に住人の心拍、呼吸、体温、体重、そして表情を診てくれている。住居自体が検査ロボットになっており、ひとり暮らしのお年寄りでも安心して住める。

## 医学と工学の手をつなぐ

医療現場の一線を離れた後は、医学の研究をしながら、検査機器どうし、病院間をネットワークでつないで情報を共有するシステムをつくる中で、工学の視点を養ってきた。「医学部と工学部では考え方が異なるため、連携していくのは難しい」。医学部は診断や治療という結果を中心に求め、工学部はプロセスを重視する。その2つの価値観の間にある溝を埋め、使う人にとって最適なものを生み出すために協力体制をつくっていくのが寺田さんの仕事だ。再来年には、共生ロボットハウスの一般公開が始まる。医学と工学が結びついた成果を見られるのはもうすぐだ。

(文・磯貝 里子)

## 寺田 信幸 (てらだ のぶゆき) プロフィール

1976年に東邦大学理学部卒業後、1992年に山梨医科大学で医学博士取得、助教授に就任。2002年より山梨大学総合分析実験センター助教授。2005年より現職。2009年4月より理工学部生体医工学科就任予定。 ※ 2009年4月より、工学部(8学科体制)は、理工学部(6学科体制)に再編されます。

## 細胞のかたち作りにせまる

原田 伊知郎

東京工業大学 生命理工学部 助教

ハイドロゲルというソフトコンタクトレンズに似た素材でできた直径  $1\ \mu\text{m}$  (マイクロメートル:  $1\ \text{mm}$  の  $1000$  分の  $1$ )、高さ  $5\ \mu\text{m}$  の柱を敷きつめた。その上で細胞を培養すると、力が加わった方向に柱がゆがむ。それを顕微鏡で検知するのだ。

新しい方法をつくろうとしているため、専用の装置など売られていない。市販のものを改造しながら、ハイドロゲルの柱をつくる機械、そのゆ

臓や脳、筋肉に肝臓。私たちのからだをつくる臓器にはそれぞれ決まったかたちがあり、それらを構成する細胞も、特徴的なかたちを持つ。「その細胞たちの個性には、必ず意味がある」と考え、かたちを決める原因を探している。

### 臓器のかたちをつくる骨組み

私たちのからだは細胞が集まってできている。そう教科書には書いてあるが、実は細胞の外にはコラーゲンやヒアルロン酸など、200種類以上の細胞外マトリクスと呼ばれる物質がある。それらは細胞と結合し、臓器をかたち作る骨組みのように働いている。臓器や細胞のかたちには、このマトリクスと細胞との間に働く「力」が大きく影響しているのだ。

かたち作りのしくみが解明されれば、今はつくれない立体の人工臓器をつくる研究を大きく進めることができる。しかし、力という実体のないものを調べる手段は、今まで存在しなかった。その方法をつくるのが、原田さんの研究テーマだ。

### 足場に伝わる力を見る

それを調べるため、細胞培養用シャーレの上に、



がみを検出する顕微鏡、顕微鏡上で細胞を培養する装置、すべてを自分の手でつくった。

学生時代は物理学専攻だった。そのとき所属していた研究室では、買った機械はまず分解してしくみを理解することから始めていた。その経験があったからこそ、できたことだ。

### 自分だけの楽しみを見つける

物理学部にいた頃は、生物の中の物理現象なんて、とみんなが笑い飛ばしていた。そのなかで、人と同じことをしたくない、という意識から異分野に飛び込み、自分だけの役割をつくり上げてきた。みんなが同じ方向を向く中で、あえて別の方向に足を踏み出してみる。その瞬間、それが自分の個性になるはずだ。原田さんは、自分だけの研究を誇りを持って進めている。(文・西山 哲史)

原田 伊知郎 (はらだ いちろう) プロフィール  
1994年東京理科大学理学部物理学科卒業。東京工業大学理工学研究科で物理学を専攻し2001年理学博士となる。その後東京工業大学生命理工学研究科で博士研究員を経て現職。また2008年より(独)科学技術振興機構さきがけ研究者。

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

# 新しい発想を世の中に送り出したい

普後 一 東京農工大学 農学部 生物生産学科 教授

「ボンバーグ」。普後さんと出会った人はみな、ふしぎな言葉を連呼する。その正体は、カイコの学名：ボンビクス (*Bombyx*) とハンバーグをあわせた造語だ。「馬鹿げた研究に見えるかもしれないけれど、無駄なものを有効利用するために“こんな方法があったのか”と気づいてもらえたらうれしい」。絹の生産だけではないカイコの可能性が生まれている。

## ようさん 養蚕から広がる研究

紀元前のはるか昔から着物やドレスをつくる高級な繊維として人々に珍重されてきた絹は、鱗翅目・カイコガ科に属するカイコが幼虫から蛹になるときに紡ぎ出す繭を加工してつくられる。繭の主成分は、カイコが体内で作り出す繊維状のタンパク質、フィブロインだ。絹糸を得るためには繭を煮て、繊維と繊維の結合を緩めてから、糸を取り出す。

1967年、普後さんが東京農工大学農学部養蚕学科に入学してから約30年、「より高品質な絹をより効率的に生産する」だけでなく、古くから研究されてきたカイコは、昆虫のさまざまな生態や機能を調べるためのモデル生物となった。長年の昆虫ホルモンの研究に加えて、普後さんは現在、「持続可能な社会」のために、これまで大部分が産業廃棄物として捨てられてきたカイコ蛹の有効利用の方法を探っている。

## 食用開発～ボンバーグの誕生～

中国や韓国では、カイコを食べる習慣があり、日本でも養蚕の盛んな地域

では食されていた記録が残る。実際に蛹のタンパク質、糖質、脂質をみると、牛、豚、鶏肉に引けをとらない栄養価があり、高タンパク食として生まれたのが「ボンバーグ」だ。食品としては、味覚、嗅覚、視覚も重要な要素になるため、蛹を粉末にし、牛肉と豚肉のあい挽き肉とさまざまな割合で混ぜて試作した。100%蛹粉末のボンバーグは臭いがひどく猫も顔を背けるほどだったが、30%以下のものは研究室の学生にも好評だ。

## 生き物に学ぶ姿勢を大切にする

蛹に約25%も含まれる脂質に注目して、バイオディーゼルとして利用しようという研究も始まった。「これまでになかった発想を創っておくことが大切。それが、次の科学を生み出すはずだ」。学生時代から一貫して「生き物に学ぶ」ことを心がけてきたことが、ユニークな考えを生み出す源泉になっている。この春、昆虫に学んだ知恵を本にまとめた普後さんは、これからも新たな発想で周りの人を刺激していく。(文・宇田 真弓)





# 環境汚染の起源を明かせ

熊田 英峰

東京薬科大学 生命科学部 環境ゲノム学科 助教

高校2年生の夏、海外留学する兄からロードレース用の自転車を譲り受けて、自転車通学を始めた。自宅から神宮球場近くの高校までわずか20分の道のりの間に、自動車の排ガスのせいで顔が黒く汚れていた。「人間の活動で環境が変わる」。息苦しい空気と毎日付きあう中で強く実感した。

## 発生起源を探れ

環境汚染の原因として真っ先に思い浮かぶのは、石油や石炭などの化石燃料の燃焼だ。一般的に、ものを燃やすと完全燃焼によりCO<sub>2</sub>が、不完全燃焼によりベンゼン類と不飽和炭化水素が生じる。このとき、不完全燃焼により生じた2つの物質が反応すると、ベンゼン環が多数重合した芳香族炭化水素(PAHs)が生じる。PAHsの一部は強い発がん性を持つため、発生源を正確に調べ、対処法を考える必要がある。

## 壊れる炭素が目印になる

PAHsの発生源は、9割以上が化石燃料、残りが野焼きや生ゴミ処理など植物の燃焼だと推測されていた。しかし熊田さんは定量的な実証がされていなかったことに納得せず、実験を始めた。利用したのは、化石の年代測定にも使われる同位元素<sup>14</sup>Cだ。通常炭素の質量数は12だが、成層圏では窒素原子に中性子が衝突して質量数14の<sup>14</sup>Cが生成される。そして5730年の時間をかけて半分が窒素原子に戻る。

生きている植物は、光合成により<sup>14</sup>Cを取り込む。その数は炭素原子1兆個に1個程度だ。一方、化石燃料は100万年以上前の動植物の死骸が変化したものであり、<sup>14</sup>Cはすべて消失している。そこで熊田さんはPAHsに含まれる<sup>14</sup>Cの割合を

測定し、植物と化石燃料の燃焼から、それぞれの程度生じているのかを調べた。

## 自分自身の感覚と正面から向きあう

2年の月日を経て、約3割は植物など、化石燃料以外の燃焼に由来していることをつきとめた。この研究で論文雑誌『Environmental Science & Technology』の2006年度優秀論文賞を受賞した。「感じたことや思ったことを無視したり、流したりせずに真剣に向きあう」。それが自転車通学での体験を原点に持つ、熊田さんの研究スタイルだ。(文・柳沢 佑)



熊田 英峰 (くまた ひでとし) プロフィール  
1998年東京農工大学大学院連合農学研究所博士課程修了。日本学術振興会特別研究員 PDを経て、現職。



# 現実を見据え、活躍する人材を育てる

西尾 健

自分の専門分野だけでなく幅広い視野を持つことで、技術者はもっと活躍できる。そういい切る西尾さんは今、生物学から政治まで総合的な知識を持つ人材を育て、地球の食糧問題を解決しようとしている。

## 植物も病気になる

もし病気にかかったら、多くの人はずっと病院に行き、医師に診察してもらうだろう。そして、自分の病気の正体がわかったら、それにあった薬を処方してもらう。

病気は人間だけではなく、植物にも起こる。たとえば、葉の表面に白い粉のようなものが付いていることがある。手でこすっても落ちないそれは、粉でもゴミでもなく、植物に寄生する病原菌だ。見た目がうどん粉に似ていることから「うどんこ病」と呼ばれる。この病気感染すると、光合成が妨げられるとともに葉から栄養を吸収され、ついには枯れてしまう。

## 幅広い知識を持つ植物医を育てる

これまで、植物の病気の診断方法を開発してきた。植物の病気の原因となるのも他の生き物と同じ、カビや細菌、ウイルスだ。診断するのに一番基本的な方法は、カビや細菌の形態から原因を判断するというもの。それでわからない場合は、遺伝子やタンパク質を調べる。西尾さんが開発してきたのは、なかでもタンパク質からウイルスの種類を調べる方法だ。

しかし自然科学分野の研究だけを続けてきたわけではない。農林水産政策研究所では、政治や経済分野の仕事にも携わってきた。そんな人生を歩

んだからこそ、全体を見ることの大切さに気づいた。

世界の飢餓人口は約8億人といわれ、近年この数は減っていない。これは技術の問題だけでなく、分配の問題だと西尾さんはいう。食べ物に困る国がある一方で、日本のように食べ残しを山ほど出す国もある。その偏りの大きな原因は政治や経済。科学技術の力で飢餓をなくそうとする努力は絶対に必要なことだが、それだけでは不十分なのだ。

現実の問題を解決するには、自分の専門分野以外にも幅広い知識を持つ必要がある。西尾さんが所属する植物医科学専修では、植物病理学や現場で役立つ診断技術、ビジネス、法律などさまざまなことを学べる。幅広い知識を持ち、将来本当に社会で活躍する植物医師を育てるための場をつくるのが、西尾さんの使命だ。(文・観 愛美)

西尾 健 (にしお たけし) プロフィール  
横浜植物防疫所病菌課長、環境庁土壌農業課長、農林水産技術会議事務局研究総務官、農林水産政策研究所長を経て、2008年より現職。



# 研究者への手紙

今回は、研究者を志す高校生からの手紙を紹介します。夏号に登場した、東京薬科大学の山岸明彦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P10に登場した中村太郎さんです。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。

こんにちは。初めまして。私は今受験まったただなかの高校3年生です。将来は生物系の中でも、特に対人間の研究に携わる仕事がしたいと思っています。なので大学院に行って博士になりたいと思っています。でも、私の父親は、女性が研究者になること、研究の仕事に携わること自体に反対というか、よく思っていないようで、お金が稼げないのではないかと心配のようです。父が私に、納得のいくように研究者の仕事を説明しろと言ってきました。その時に私も実際の研究者という仕事がよくわかっていないということに気づきました。実際に研究者とはどういうことをしているのですか。また、女性は男性に比べると研究者には向いていないものなのでしょうか。田中 楓 (17歳)

田中さん、お手紙ありがとう。  
研究者の仕事は、何かわからない事を調べること、何かできない事できるようにすることです。本や論文を調べたり、実験で確かめたりします。大学の研究所に就職して、給料をもらって研究します。自分が希望するような研究ができる就職は難しいですが、やはりどんな職業でも同じでしょう。女性が研究者に向かないということは全くありません。大学、大学院修士、博士と修業をつんで行きます。どんな研究者になるのか、ひとつずつステップを上がりながら考えていけば大丈夫です。夢の実現を応援しています。 山岸明彦

【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】2008年11月15日(必着)

協力 :  セーラー万年筆株式会社

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

# お味噌、つくってみました。

日本の食卓に欠かせない調味料，味噌。家庭でもつくることができる聞き，早速 someone 編集部でも実際につくってみました。

材料は米味噌の代表的なつくり方のとおり，大豆と米麴，塩だけ。やわらかくゆでてつぶした大豆に米麴と塩を混ぜ込み，容器にしっかり詰めたらあとは待つだけです。

1ヶ月後ふたを開けてみると，大豆の匂いはなく，味噌独特の香り。色も心なしか濃くなっているような気がします。試しに食べてみると，たしかに味噌の味がするものの，普段食べている市販品とは風味が違うように感じました。

味噌は，麴菌や酵母により大豆や米を「発酵」させてつくります。麴菌が分泌した酵素が米や大豆の成分を分解し，それによって生じた糖をもとに，空気中から自然に入り込んだ酵母や乳酸菌が発酵を行います。さらに熟成の過程で，さまざまな反応が複雑に絡みあい，味噌独特の色や香りが形成されていくのです。だからこそ味噌は，そこに関わる微生物や発酵の進み具合によって，仕上がりの風味が異なります。みなさんも自分だけの味噌の味，追い求めてみませんか。

## ++実験材料++

- ・大豆 1kg
- ・米麴 1kg
- ・塩 500g

※米麴とは，蒸米に麴菌を繁殖させたもの。麴菌は味噌やしょうゆ，酒づくりに使われるカビの一種です。



▲大豆をゆでてつぶす



▲米麴に塩を加えて混ぜる



▲大豆と麴を混ぜる



▲空気を抜きながら容器に詰める



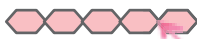
▲仕込み直後



▲1ヶ月後

## 味噌ができるしくみ

デンプン



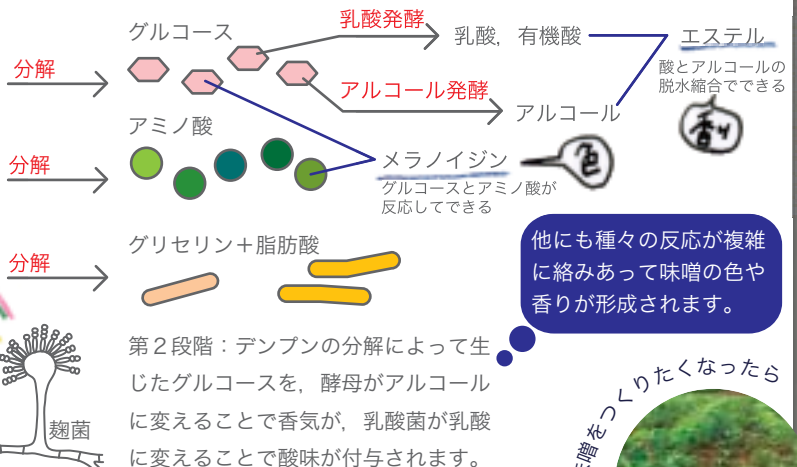
タンパク質



脂質



第1段階：麴菌が分泌した種々の分解酵素によって大豆や米に含まれるタンパク質，脂質，デンプンが分解されます。



他にも種々の反応が複雑に絡みあって味噌の色や香りが形成されます。

味噌をつくりたくなったら



協力：宮坂醸造株式会社

み子ちゃんの味噌づくりセット 限定発売予定  
み子ちゃんの畑でつくった大豆で味噌をつくらう  
URL：http://www.mikochan.jp/

宇宙に行きたい☆

# 宇宙に行きたい





1609年、ガリレオ・ガリレイが人類で初めて、望遠鏡を使って月を観測したときのこと。地球とはまったく異なり、滑らかな表面を持った完全な球体と信じられていた月が、数多くの山や谷を持つ、起伏に富んだ天体であることが明らかになりました。さらに、地球の周りを月が回るように、木星の周りを回る4つの衛星の存在も発見されたのです。地球と他の星との類似性がわかり始め、神話の世界だった夜空の星が、探求すべき対象へと変化してゆきます。

それから数百年。多くの研究者たちは銀河やブラックホールの観測を通して、星はどのように生まれるのか、なぜ重力が存在するのかなど、世界の成り立ちを解き明かそうとされています。そのなかで生まれた、「宇宙に行く」という夢。1950年代から次々と進められた宇宙開発によって、1976年、ついにアポロ11号は月へと降り立ちました。現在は、火星に行くことを目指して数々の探査機が送り込まれています。

今も昔も、世界中の研究者たちを魅了し続ける宇宙。その魅力はいったいどこにあるのでしょうか。

# ブラックホールの姿を求めて

北本 俊二

立教大学 理学部 教授

宇宙に浮かぶ暗黒の空間、ブラックホール。実は誰ひとりとして見たことがなく、存在するという確実な証拠もありません。その実体を観測する日を夢見て、日夜研究を重ねる研究者がいます。

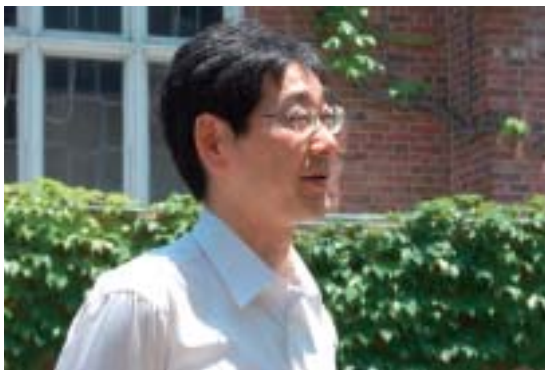
## 暗黒の周りで光り輝く円盤

ブラックホールは、太陽よりも20倍以上大きな質量を持つ星が爆発した後、星の中心核が自分の重力に耐えられずにつぶれてできる空間。光さえ脱出できないほどの重力で、もし見ることができたら、宇宙空間に真っ黒な「穴」が空いたように見えるはずです。

その巨大な重力は周囲の物質を引き付けます。そして、多くの物質はその強い重力とつりあうようにブラックホールの周りを高速で回転し、降着円盤と呼ばれる円盤をつくります。降着円盤では物質どうしが激しくぶつかりあい、1000万度以上の超高温ガスになってX線などを放出しているのです。

## X線で見える

1988年、北本さんたちは人工衛星「ぎんが」に搭載された検出器で宇宙空間のX線源を探し



ていました。レントゲンでも使われているX線ですが、宇宙空間の超高温ガスからも放射されているのです。探査は1日に一度、検出器をぐりと回して全方位を撮影します。その年の4月23日、こぎつね座の中にX線を放出する天体を発見。それは、新発見のブラックホールの候補でした。

## 誰も知らない姿を見たい

降着円盤の中心には何があってどうなっているのか、いまだに計算による予測しかできません。現在の技術では、はるか彼方のX線源のかたちまではわからないのです。それを実際に観測したい、というのが北本さんの夢。より遠くをはっきりと見ることができると望遠鏡をつくれれば、光り輝く円盤の中央に真っ黒な穴が見えるはず。それが見えたとき、ブラックホールの存在は確かなものになります。その夢に向けたプロジェクトをX-mas（クリスマス）計画と名付け、X線反射鏡やセンサーの改良を行っています。

「研究は“変な”ものがどのくらい変なのかを知るのおもしろい」と北本さんはいいます。宇宙で一番変なもの、ブラックホール。存在が確認されたとき、もっと変なものがいっぱい出てくるはず。わからないものを知りたい、という好奇心が続く限り、研究が終わることはないでしょう。（文・吉田 拓実）

北本 俊二（きたもと しゅんじ）プロフィール  
1980年大阪大学理学部物理学科卒業。同大学で学位取得後、助手、助教授を経て2001年より現職。



# 手のひらに乗る「宇宙」

宮崎 康行

日本大学 理工学部 航空宇宙工学科 教授

一辺 10 cm, 重さわずか 1 kg。学生たちがつくった手のひらサイズの人工衛星「SEEDS (シーズ)」は、さまざまなセンサーや通信装置、それに大きな夢を載せ、今日も地球の周りを飛んでいます。

## 手のひらサイズの人工衛星

人工衛星といえば気象衛星「ひまわり」など、日常のためになくってはならない存在。地球の周りを数多くの衛星が飛び交う中、小型の衛星をロケットの隙間に載せて宇宙へ飛ばすプロジェクト「cubesat (キューブサット)」が 1999 年、日米の大学で始まりました。宮崎さんの研究室では、学生たちが衛星にどんな機能を載せるか考え、電子回路を設計します。そして真空中や激しい温度差など、厳しい宇宙環境の中でも働き続けられるかを地上で徹底的にチェック。そうして 5 年間かけてつくった SEEDS は 2008 年 4 月 28 日、宇宙へ飛び立ちました。

## 宇宙空間を実験室に

SEEDS の目的は、通信装置などが「宇宙で壊れず動く」ことでした。それが達成できた今、次の目標は「宇宙で実験をする」こと。

研究の目指す先にあるのは、燃料が必要ない宇宙船です。大海原に帆を張り、風を受けて走るヨットのように、宇宙空間に大きな帆を張って進む船。「ソーラーセイル」と呼ばれるその帆は太陽光を受けて反射し、反作用の力で進みます。推進力は光の強さと帆の面積に比例し、実用のためには厚さ 7.5  $\mu\text{m}$  の薄膜でできた直径 40 m の帆が必要です。その巨大な帆が破れないためには、どう広げればいいのか。これまでコンピューターの

シミュレーションで調べていますが、これからは違います。次に打ち上げ予定の衛星「SPROUT (スプラウト)」で一辺 80 cm の帆を広げ、宇宙空間での薄膜の動きを解析。さらに、JAXA (宇宙航空研究開発機構) のソーラーセイルミッションに開発段階から参加し、2011 年には国際宇宙ステーション (ISS) での実験を予定しています。

## 宇宙は挑戦の場

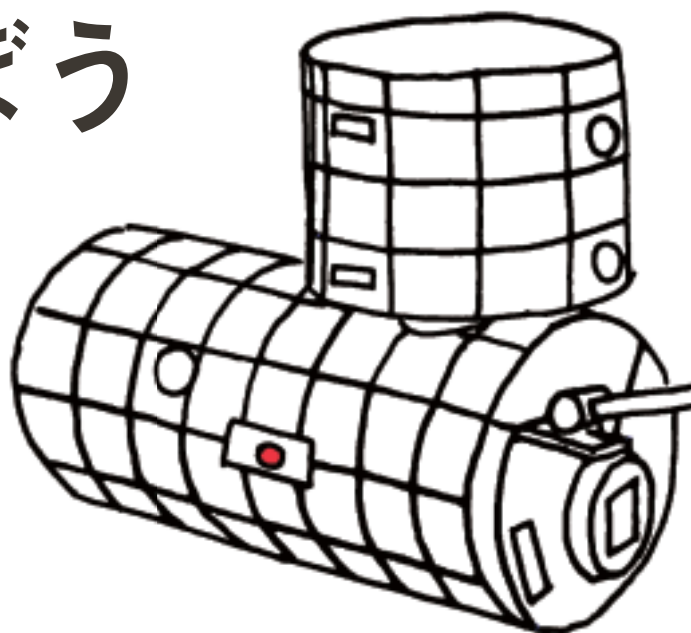
宇宙開発の技術は実験がなかなかできないため、理論での予測が多くなります。「実際には何が起こるかわからないからこそ、予測しがいがあるし、これから実験で確かめられるのが楽しい」。宇宙を遠い世界のままで終わらせたくない。その想いを胸に抱き、学生とともに挑戦を続けていきます。  
(文・西山 哲史)



宮崎 康行 (みやざき やすゆき) プロフィール  
1993 年東京大学工学系研究科航空学専攻博士課程修了。博士 (工学)。日本大学理工学部航空宇宙工学科に助手として赴任し、講師、助教授を経て、2008 年より現職。

# 23年目のきぼう

23年もの年月を経て、やっと完成した大型製品があります。それが、2008年3月および6月に打ち上げられた日本実験棟「きぼう」。その歴史のすべてを知る開発チームのリーダー、三菱重工業株式会社の大塚さんにお話を聞きました。



## 本格的な宇宙進出へ

1984年、アメリカのレーガン大統領が、有人宇宙基地の建設を発表しました。目的は、宇宙という特殊な環境でしかできない研究を行い、その成果を地上での生活や産業に応用すること。現在、上空400kmに建設中の国際宇宙ステーション（ISS）は、そんな想いで計画されました。アメリカ、カナダ、ヨーロッパ各国、ロシア、そして日本の15カ国がこの計画に参加しています。日本で有人の実験棟「きぼう」の開発プロジェクトが始まったのは、1985年。JAXA（宇宙航空研究開発機構）が三菱重工業をはじめ、これまで宇宙開発に関わってきた日本中のメーカー企業を集めて開発チームを結成しました。最大4人までが滞在できる、日本初、世界最大の有人実験棟です。

## 宇宙に浮かぶ銀色の筒

「きぼう」は、長さ約11m×直径4.4mの長い筒の上に、長さ4.2m×直径4.4mの短い筒が垂直にくっついたかたちをしています。四角では

なく筒状なのは、宇宙飛行士が生活できるよう、風船が膨らむように地上と同じ1気圧の圧力を内側からかける必要があります。この圧力に対して軽量の構造にするためです。1枚の金属の板を丸めて筒にしているのではなく、何枚もの板を溶接してくっつけて筒状にしています。溶接した部分は強度が低く、そこに力がかかると壊れやすくなるため、溶接部は板を厚くしてあります。また、開発チームが持つ、ひとつひとつの部品をひずみなく溶接するという高度な技術により、高い精度の形状と十分な強度を保っているのです。

「きぼう」の外にあるのは、飛び交う微小隕石と、過去に打上げられたロケットや人工衛星の破片などのデブリ（宇宙ゴミ）、人体に有害な放射線的一种である宇宙線。このような危険からクルーを守っている外側の素材は、アルミ合金という金属です。アルミニウムを主な成分とし、銅や亜鉛、マグネシウムなどを混ぜてつくられたもので、軽くて丈夫です。壁の厚さは数mm程度。隕石が衝突しても本体に傷が付かないように、外側にバンパーを取り付けてあります。といっても、隕石が



ます。なるべく均一にできるように、吹き出し口の位置と角度が設計されているのです。

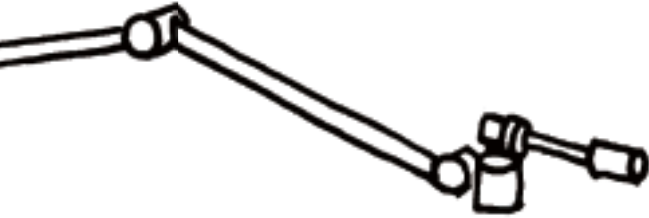
## 未来を担う「新製品」

大塚さんは、入社以来23年間、ずっと「きぼう」の開発チームにいた珍しい存在。設計図を描くところから実際に打ち上げられるまで、「きぼう」のすべてを間近で見てきた数少ないひとりです。

「メーカー」と呼ばれる会社では、毎年次々と新製品を発表します。大学の同期で違う会社で働いている友人が、数年で新製品を開発して発売になったという話をするなか、大塚さんにとっては「きぼう」が23年目で最初の製品。しかし、日本で初めての有人実験棟を、誰よりも強い愛着と意地をもってつくってきました。

外観はただの筒。しかし、宇宙空間の厳しい環境からクルーを守り、地球の未来を担う研究を行うための技術が詰め込まれているのです。

(文・磯貝 里子)



衝突して筒を貫通する確率は2%ほど。大きな隕石やデブリは、レーダーで観測して避けることができるので、大きな事故の心配はいりません。

## 機内で人が活動するために

機外の温度は、太陽光が当たるところは120℃、当たらないところでは-150℃と大きな差があります。機内を循環している水が凍らないようにするため、機体の外側に貼り付けてある断熱材やヒーターで温度調節を行います。「きぼう」の壁の温度を計測して、ヒーターのスイッチを自動制御しているのです。また、室内の温度は、クルーが過ごしやすい約18～27℃に設定されています。

そして、もうひとつ重要なのが室内の空気。宇宙空間は無重力で、風の対流がなく、空気のおよみができてしまいます。自分の呼吸で吐いたCO<sub>2</sub>もその場に留まり、息が苦しくなってしまいます。「風を送る」ことが、地上よりも大きな意味を持つのです。そこで、エアコンで風を送り、室内の温度調節と同時に空気の対流を起こし



取材協力：三菱重工業株式会社 名古屋航空宇宙システム製作所 宇宙機器技術部 大塚康司さん

# スペースシャトル打ち上げ"見学記" ③ date . . .

2008年5月31日、アメリカ・フロリダ州のNASA（アメリカ航空宇宙局）ケネディー宇宙センター（KSC）から、スペースシャトル「ディスカバリー号」が宇宙へと飛び立ちました。日本人宇宙飛行士、星出彰彦さんが搭乗するとあっては、見逃すわけにはいかない！というわけで、アメリカへ飛び、打ち上げを実際に見てきました。



今回の星出さんの役割は、「きぼう」の船内実験室とロボットアームを国際宇宙ステーション（ISS）へ取り付けるというもの。重要なミッションを担って宇宙へと飛び立ちます。

打ち上げ前日は、KSCで展示物を見ながらアポロ計画をはじめとした有人宇宙船の歴史をたどり、宇宙開発の歴史を学びました。そして最後に、明日に向けて準備を進めるディスカバリー号を見ることができました。実物を目の前にして、人が宇宙に行く瞬間に立ち会えることに興奮が高まります。

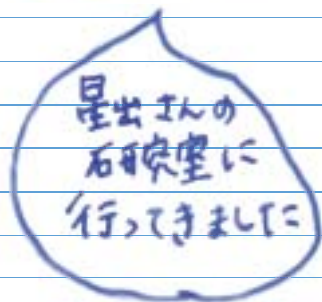


まるで子どもの頃の遠足前日のように、眠れぬ夜を経て迎えた当日。何時間も前から打ち上げのときを待ちました。ディスカバリー号から6kmほど離れた場所に立ち、他の見学者とともに、巨大な電光掲示板のカウントダウンを見つめ、掲示板が「0」を示した瞬間、「Go！ Discovery！」という掛け声を叫びました。その直後、ロケットから110万Lの白い湯気が噴出して地面を覆ったかと思うと、地球全体の大気を震わせるような轟音ごうおんとともに機体が持ち上がりました。ゆっくりと天に昇る竜のように青い空に消えていった機体の中で、星出さんはどんなことを考えていたのでしょうか。

見上げると広がる青い空。地球上に立っていると遠く感じる宇宙ですが、宇宙と人との距離は急速に近づいてきている、そんなふう感じた1日でした。



# 宇宙飛行士も生んだ研究室



その後、星出さんはミッションを終え、15日後に無事地球へ帰還しました。打ち上げの感動とともに帰国した私はというと、「大学時代から星出さんは宇宙に関する研究をしていたのか」を調査するという重要なミッションを担って、星出さんの出身研究室へ向かったのです。

秋のそよ風とサンマをあぶる七輪からただよう煙、岩の間を流れる川の水。絶えずかたちを変え、研究の世界では、液体と気体のことをあわせて「流体」と呼んでいます。宇宙飛行士の星出さんは、大学時代にこの研究室で流体に関する研究を行っていました。

## 目に見えない流れを調べる

車の燃費向上や、省エネ洗濯機の開発に、流体の研究は欠かせません。車のボディの周りの空気の流れを調べることで、空気抵抗を減らした設計が行われ、少ない電力できれいに洗える水の流れを調べて新製品が開発されているのです。

わたしたちが、煙突から出る煙や川に浮かぶ落ち葉から空気や水の流れを知ろうとするように、多くの研究者が流れを見ようと試行錯誤をしてきました。流体研究をするうえで最も大切なことは、どうやって目に見えない複雑な流れを見えるようにするのかということです。

## 星出さんの研究成果

学生時代、星出さんが行っていた研究は、「液体に固体が混ざった」ちょっと変わった流体の流れを明らかにするというもの。特に、ドーナツ状の二重の筒から噴き出すときの動きについて研究を重ねました。星出さんは当時、この流れを見るために、液体に混ぜられた固体の粒子にレーザーを当てて発生する光の周波数の変化から、微粒子の速度を測定する方法を取りました。その結果、流れの一部分を見ることができ、液体が粒子の後から追いかけてくるような動きになっていることを明らかにしたのです。

## カメラがとらえる無数の粒子の動き

星出さんの卒業から17年経った2007年、菱田研究室では細かい粒子ひとつひとつの大きさと挙動を計測する研究の末、複数のCCDカメラで別々の角度から撮影し、粒子の動きを把握できる技術を完成させました。その結果ロケットが打ち上げられるとき、噴射口から出てくる霧状の燃料の粒子の動きを正確にとらえることができるようになり、今では新しいロケットエンジンの開発にも役立てられているのです。

大学時代、星出さんはすでに宇宙を夢見ながら研究していたのかもしれない。(文・川名 祥史)



# 宇宙生活、ことはじめ

## ～歯みがき事情編～

国際宇宙ステーション（ISS）が2010年、ついに完成します。宇宙空間で生活する未来はもうすぐそこまで来ています。想像するだけでワクワクしますが、実際の生活はいったいどのようなものなのでしょう？

### 国際宇宙ステーションで暮らそう

宇宙だからといって、人のすること自体は地球での生活と変わりません。ご飯を食べ、たっぷり眠り、任務を遂行する。少し違うのは、重力がないこと、それから窓から地球が見えることくらいでしょう。

いやいや、無重力状態は思いがけないところで不便さを感じさせることもあるのです。そのひとつが「歯みがき」。

歯みがきをするとき、私たちは何も考えずしゃしゃかと歯ブラシを左右に動かして歯をみがきます。しかし、これは重力があり、足でからだを支えられるからできること。重力のない宇宙では、からだがふらついてしまいます。たとえば、地上で回転椅子の上に立って腕を右に回すと、からだは左に回ります。同じように宇宙で歯みがきするとき、右の歯をしゃかっとみがけばからだは左に回り、左に戻せば右に回り、と一度みがくごとに

ふらふらして酔いそうです。そのために、からだを固定しながら歯ブラシを細かく優しく動かすといった工夫が必要になります。

大変なのはそれだけではありません。うがいをした後に気軽に吐き出すことができないのです。重力で引っ張られないと、水は下に落ちずに飛び散ってしまいます。そのため、ガラガラとうがいをした水はそのまま飲み込むか、タオルに吐き出すしかありません。これでは、「歯みがきの後は気分爽快！」とはいきません。

### 歯みがき不足が招くもの

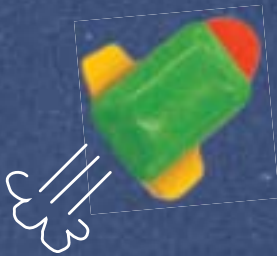
だからといって歯みがきをさぼっていると、もちろん虫歯ができてしまいます。虫歯の原因は口の中に棲んでいるミュータンス菌と、食べ物のカス。ミュータンス菌は食べ物のカスなどを養分として増殖しますが、その過程で酸をつくり出します。それが歯のエナメル質を溶かすのです。



万が一宇宙で虫歯になっても、気軽に歯医者さんには行けません。対策は鎮痛剤を飲むことだけで、耐えられなくなったら虫歯を抜くしかありません。だから、宇宙飛行士になる訓練の中には歯を抜く訓練もあるのです。

## 「歯ブラシ」のサポート？！

無重力のISSで歯みがきが不便なのは「歯ブラシを使うこと」と、みがき終わった後「うがいをする」の2点です。これらの問題をサポートするのが、実はガムなのです。

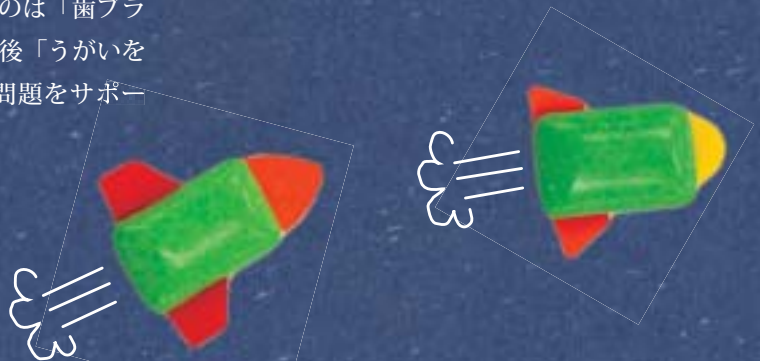


ガムを噛むだけならば、歯ブラシのように外側から力がかかることもなく、うがいの必要もありません。噛み終わったら吐き出すだけです。

## キシリトールで問題解決

近年、歯の健康のための素材として注目されている天然素材甘味料が「キシリトール」です。キシリトールは砂糖と同じくらいの甘味があり、少

しだけスツとするのが特徴の「糖アルコール」という物質の一種です。キシリトールは糖に水素がくっついたかたちをしていて、ミュータンス菌は、取り込むことはできても消化できません。これなら、酸がつくられず、虫歯になることもないので、キシリトール入りのガムを噛めば、ISS生活の悩みがひとつ解決しそうですね。



## まだまだあるガムの効果

ガムを噛むと虫歯予防以外にもいいことがあります。宇宙での無重力生活は、全身の筋肉や骨を知らぬ間に衰えさせてしまっていますが、定期的にガムを噛むことで、あごの筋肉を維持することに役立ちます。さらに唾液の分泌を促すことで、脳の血流をよくなり、集中力を上げたり気分をリラックスさせたりする効果もあるのです。

いつかISSでの生活が当たり前になったとき、食後には「歯みがきなさい！」とともに「ガムを噛みなさい！」という声が飛び交うのかもしれませんが。(文・設楽 愛子)

## キシリトールミッション

スペースシャトル「ディスカバリー号」で、ガムが宇宙に打ち上げられました。現在、プロジェクトのスタートをひかえ「きぼう」の中で保管されています。宇宙生活におけるガムの可能性を探るための研究が、第一歩を踏み出しました。ISSでガムを噛む日は、すぐ目の前にあるのです。

取材協力：株式会社ロッテ <http://www.lotte.co.jp/>

# 火星の水で宇宙農業

山下 雅道

独立行政法人宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究本部 教授

2008年5月26日、NASA（アメリカ航空宇宙局）の探査機「フェニックス」は火星に降り立ちました。そして7月31日、2ヶ月の探査を経て、ついに念願の水を発見したのです。惑星の起源や生命に不可欠な条件がかくされているかもしれない惑星、火星。今はまだ無人の探査機しか行けないけれど、人が直接調査を始める日も夢ではありません。

## 農業しながら火星探検

地球以外の惑星へ行くために、世界中の研究者たちは宇宙船やエンジンなど「輸送する技術」を開発しています。現在のところ、同じ太陽系の惑星である火星でさえ往復だけで2年半以上かかります。そのなかで生きていくためには、水と酸素と食糧が不可欠です。

もちろん、必要な分をすべて地球からは運べません。ひとりの人間が地球で日常生活を送るために使う水は1日あたり約200L。スペースシャトルの中では、水の一部を再利用するシステムが実用化されています。しかし、排泄物から植物などの働きにより食糧と酸素をつくり、物質を完全に循環させる技術はまだ開発されていないのです。たとえ火星へたどり着いたとしても、探査することはおろか地球へ戻ってくることもできません。そこで山下さんが考えたのが、火星の土「レゴリス」と大気中の二酸化炭素、そして表層直下から得られる水を用いて、現地で農作物をつくること。順調に進めば、火星を拠点にしてさらに調査を行うこともできるでしょう。

農作物が育つため必要なのは、空気、光、水、そして養分。火星の大気には大量の二酸化炭素と、微量の窒素があります。太陽からの光は十分に降り注ぎ、水の存在もついに発見されました。農作物に必要な三大栄養素、窒素・リン・カリウムの

うち、レゴリスはリンとカリウムを含むことが確認されています。通常、植物は成長するために大気中の窒素を利用することができません。しかし、ミヤコグサやダイズなど一部のマメ科の植物は根に共生した根粒菌が窒素固定を行うため、大気に含まれる窒素を利用できるのです。これらの植物ならば火星でも花開き、実をつけるでしょう。

## 堆肥菌が生み出す資源

人が生活するようになれば、必ず食べ残しや排泄物などのゴミが出ます。これらには、植物や動物のからだをつくっていた有機物や窒素・リン・カリウムなどのミネラルが豊富に含まれているもの、そのままの状態では植物は吸収できません。ここで活躍するのが、ゴミを分解してくれる生き



物「堆肥菌」です。堆肥菌にゴミを分解させ、レゴリスに混ぜれば養分たっぷりの土ができます。その土に農作物をたくさん植えて収穫するのです。収量が増えれば、火星で生活できる人が増え、大量の肥料ができるというように循環が始まります。このように循環型の環境ができれば、火星で自給自足の生活が可能となるはずです。

## 日本人の発想が宇宙農業を可能にする

堆肥菌の中でも、100℃という高温で生きられる堆肥菌を使ってゴミを分解し肥料にする技術「高温好気堆肥化」は、日本が独自に発展させてきたものです。高温条件下で空気を使って堆肥化することで、食べ残しや排泄物から出る特有の臭いや、病原性の微生物の繁殖を防ぐこともできます。緊急事態が起きたとき、地球からの救助を待つことのできない火星では、これらの作用も重要な意味を持ちます。堆肥化には食料だけでなく、環境を安全に保つ効果もあるのです。

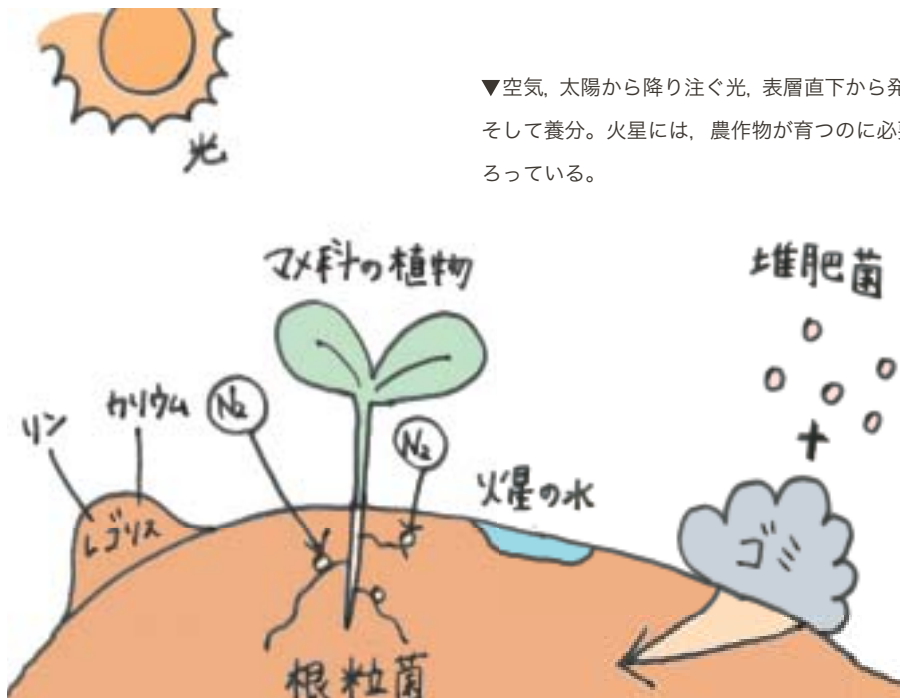
かつての日本人の日常生活に、宇宙の未来の生活を豊かにするヒントがみついています。堆肥菌

のシステムに加えて、重力が小さい場所での植物の育ち方や最適な食事献立など、火星での生活環境をよりよくなる「宇宙農業」に関する研究を広く行う山下さん。

「自分の持ち味を活かして、他人にはできないものに力を注ぐ」。世界の研究者の目が輸送手段へと向くなか、独自の視点でそれを補う研究を進めています。いつか、宇宙農業が宇宙探査のさまざまな場面でなくてはならない存在となるはず。近い将来、山下さんの想いととも、日本の伝統技術が宇宙へと飛び立っていくでしょう。

(文・設楽 愛子)

山下 雅道(やました まさみち)プロフィール  
1971年東京大学理学部化学科卒業、1976年同大学にて理学博士号取得。その後、東京大学宇宙航空研究所、宇宙科学研究所に所属しながら1980年にエール大学へ出向し3年間アメリカで過ごす。2003年から現職。





新聞や雑誌の記事が簡単に探せるオンラインデータベース「朝日けんさくくん」を紹介します。

コラム：someone 編集部にて

### 最先端の科学のワクワクは、 科学の歴史を知ってこそ生まれるもの

P 8の燃料電池の記事。編集長との戦いを経て記事も完成に近付いた頃には、頭の中は燃料電池のことでいっぱいでした。今回もワクワクするサイエンスを届けるため、毎度のことながら論文や新聞を読む日々だったのです。

今回活躍した「朝日けんさくくん」で出てきた「燃料電池」の新聞記事は1984年から2008年の間に2013件。1984年当時、新聞に登場した燃料電池は宇宙船の中にもありました。実は、初めて燃料電池が実用化されたのは宇宙だったのです。化石燃料を燃やすよりクリーンで、発生する水は飲み水として利用できるため、宇宙にぴったりだったのです。当時の記事を見ると、燃料電池はまだまだ地上での実用化には遠い存在だったことがうかがえます。



それから25年、燃料電池は今やわたしたちにとって身近な携帯電話に搭載されようとしています。このように昔と今の違いを知るとさらに燃料電池への興味がわき、記事書きにも俄然力が入るといえるものです。最先端科学の発見のワクワクは、過去を知ってこそ生まれるもの。「朝日けんさくくん」で自分が生まれた頃の記事を読みながら、改めてそれを実感したのでした。(文・楠 晴奈)

### けんさくくんの使い方



検索画面でキーワードと、調べたい年代を入れ、「検索実行」ボタンを押すだけ！



20年以上前の記事から、最新の記事まで、「燃料電池」に関するすべての記事が表示され、見出しをクリックすれば記事全文を読むことができます。

授業で  
みんなで  
使える

無料  
トライアル  
実施中

学校で登録すれば、パソコン室で、興味を持ったあのサイエンスの歴史と最先端に気軽に会えるデータベースです。

【お問い合わせ】  
朝日新聞社デジタルメディア本部  
営業セクション  
TEL：03-5541-8689（平日 10:00～18:00）  
[http://www.asahi.com/information/db/kiyaku\\_fork.html](http://www.asahi.com/information/db/kiyaku_fork.html)



## 中央大学工学部 大学祭

「研究室公開コンテスト」

100 の研究室を見て、  
No. 1 を決めよう



11 月 1 ～ 3 日は中央大学工学部がある後楽園キャンパスで大学祭が開催されます。

大学祭では、工学部に 100 以上ある研究室の多くが「研究室公開」を行います。海水を淡水化するしくみの紹介や、紙ヒコーキを通して流体力学を体験する企画など、さまざまな展示や実験などを用意して待っています。

大学祭最終日には「研究室公開コンテスト」が行われ、評価の高かった研究室が表彰されます。あなたの 1 票はどこに入れますか？



イベント  
pickup①

大学祭：11 月 1 日（土）～ 3 日（月 / 祝）

8:00 ～ 19:00（時間は企画内容により異なります）

研究室公開コンテスト：11 月 3 日（月 / 祝）

11:00 ～ 14:00（表彰式 16:00 ～ 16:30）

場所：中央大学後楽園キャンパス

〒 112-8551 東京都文京区春日 1-13-27

TEL：03-3817-1736（工学部事務室）

[http://www.chuo-u.ac.jp/chuo-u/index\\_j.html](http://www.chuo-u.ac.jp/chuo-u/index_j.html)

## まだまだ間にあう 秋のオープンキャンパス



## 日本大学工学部

CST オープンキャンパス

船橋キャンパスウォッチング

イベント  
pickup②

日程：11 月 2 日（日）

時間：10:00 ～ 15:00

場所：日本大学工学部船橋キャンパス

〒 274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1

TEL：047-469-5330

<http://www.cst.nihon-u.ac.jp/>

長い滑走路がどんと横たわる船橋キャンパス。そこに集結するのは航空宇宙工学科や海洋建築工学科、社会交通工学科など 12 学科。P 23 で紹介した小型衛星「SEEDS」の部品加工にも活躍した、空気中のゴミを極限に抑制できるクリーンルーム完備の研究センターや、飛行機などの開発に使う風速 50 m/s の風が吹き出す風洞実験室など、大学生が普段研究に使っている機器や施設をツアーで見学することができます。当日は学園祭も同時開催。大学生になった自分を想像しながら、キャンパスウォッチングを楽しんでください！

う  
ち  
の  
子  
を  
介  
紹  
し  
ま  
す



▲ミドリアマモウミウシ

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いていきます。

第7回  
のうぜつもく  
囊舌目  
ウミウシ



▲藻類にはりついている様子

かいがら  
貝殻を失った巻貝の仲間「ウミウシ」。緑色の地味なものから派手なピンク色のものまで、その色やかたちはさまざまです。食性もまた、多種多様。ホヤなどを食べる肉食の種もいれば、草食の種もあります。その中でもひとときわ変わっているのが、囊舌目ウミウシ。葉緑体を持っているのですが、ウミウシがもともと持っているわけではなく、エサである藻類から盗んでくるのです。この現象は「盗葉緑体」と呼ばれています。

葉緑体を盗むウミウシは、エサの食べ方に特徴があります。歯舌しぜつと呼ばれる歯で、藻類の細胞に穴をあけて細胞質を吸い出すのです。このとき葉緑体だけを消化せずに残して細胞内に取り込んでいます。

盗葉緑体については、葉緑体が消化されない理由や取り込まれるしくみなど、わからないことだらけです。とりわけふしぎなことは、ウミウシの

細胞内だと葉緑体の光合成活性が数ヶ月も維持されるということ。そのおかげなのか、エサがなくても2～3ヶ月生存するのですが、通常、藻類の細胞から取り出された葉緑体は数日で活性を失います。光合成活性の維持に必要なタンパク質の情報(=遺伝子)の多くが藻類の核にあるために新しいタンパク質が供給されなくなるからです。

「藻類の核にある遺伝子が、何らかのかたちでウミウシの細胞に伝わっているのかもしれない」と考える研究者が、盗葉緑体についての研究を始めています。異なる種の生物に遺伝子が伝わるしくみについて、風変わりなウミウシだからこそその発見があるかもしれません。この奇妙な生物は、研究者の好奇心をくすぐってやまないのです。

(文・佐藤 桃子)

取材協力：山本 義治(名古屋大学 遺伝子実験施設)

#### ■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  
株式会社キョーリン  
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  
株式会社スタッフジャパン  
セーラー万年筆株式会社  
太陽誘電株式会社  
株式会社トミー精工  
プロメガ株式会社  
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  
宮坂醸造株式会社  
メルク株式会社  
株式会社ユー・ドム  
株式会社ロツテ

※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。

#### ■掲載大学

慶應義塾大学・芝浦工業大学・中央大学・東京工業大学・東京農工大学・東京薬科大学・東京理科大学・東洋大学・名古屋大学・日本大学・法政大学・立教大学

#### ■掲載公的機関・NPO

独立行政法人宇宙航空研究開発機構

© Leave a nest Co.,Ltd. 無断転載禁ず。

#### ■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る、本体価格300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++

『someone』が創刊してから、もうすぐ2年。毎号、記者・編集・デザイナーなど制作チームのメンバーが協力してつくっています。初めて編集長として関わった今回、『someone』を応援してくださっている方とお話する機会がたくさんありました。記事で紹介している企業や大学の方、印刷会社の方、新しい号が届くのをいつも楽しみにしてくれている学校の先生……。

身近なサイエンスと一緒に、たくさんの人たちの想いがたくさん詰まっている『someone』。これからもずっと、みなさんのそばに置いてもらえますように。(磯貝 里子)

ISBN978-4-903168-11-1

C0440 ¥300E



9784903168111

定価 (本体 300 円 + 税)



1920440003005

produced by リバネス出版

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

たくさんいると  
星空みたい

