

# JST News

Vol.1/No.5  
2005/February

2月号

*Special Report*

## 生体に学ぶ ナノマシーン





マウスで2次元スケッチを描くと、すぐに3次元画像にするコンピュータソフト「Teddy」。これを使えば、子どもでも、いろいろな3次元キャラクターを作り出すことができる。

# What is JST?

## JSTの役割と使命

*Japan Science and Technology Agency*

JST（科学技術振興機構）は、国の科学技術基本計画を実施する機関として、研究や開発が活発に進むようにさまざまな支援活動を行っています。

新しい技術を生み出すもとなる基礎的な研究を方向づけ、支えることは大切な仕事です。研究者から研究課題を募り、そのうちから選んだ個人やグループに研究費を配分し、チームには集約的な研究を進める形の支援をしています。

新しい技術と企業や地域を結び、生まれた技術を社会に生かす糸口をつけるのも私たちの仕事です。また日本や海外の科学技術の情報を収集し、それを必要とする皆さんに提供する業務もおこなっています。

さらにもう一つの使命は、市民の皆さんに科学技術についての理解を深めていただく手助けをすることです。科学技術のさまざまな成果や生き生きとした活動の様子を広く知っていただくために、日本科学未来館やサイエンスチャンネルを運営しています。

JSTは、科学技術を社会に役立てるための力強いサポーターでありたいと願っています。

## C O N T E N T S

### 03 *People*

「世界物理年」に美しさと想像力を  
北原和夫国際基督教大学教授

### 04 *Special Report*

生体に探る究極のナノマシン  
極小の駆動装置、べん毛の機能を追う

ナノテクノロジーを駆使した装置のダウンサイズ化が進む。いま、ナノマシン研究の最先端では、生物の体内に目が向けられている。「極小世界の駆動装置」といえる細菌のべん毛のメカニズムを追う研究者の姿を紹介する。

### 08 *Literacy*

国際映像祭でも受賞  
ひらめきと工夫でつくる科学番組

### 10 *Local Technology*

BSEの全自動検査装置  
生きた牛からプリオンをとらえる

### 12 *R & D*

CGに小さな革命  
3次元お絵描きソフトの威力

### 14 *R & D*

エレクトロニクスの非常識に挑む  
動きにくい電子の不思議な世界

### 16 *Science Entertainment*

石田瑞穂が選ぶ  
「2月の本・映像・展示」

#### 編集長

佐藤年緒

#### 編集委員

黒田雅子 齋藤仁志

瀬谷元秀 古旗憲一

前田義幸 森本茂雄

#### 制作協力

サイテック・コミュニケーションズ

表紙はりがねアート

羽田智恵

デザイン

グリッド

#### 写真撮影・提供

由利修一

五十嵐健夫

難波啓一

山下一郎

北海道大学電子科学研究所

北海道立畜産試験場

浜松ホトニクス

十倉好紀

産業技術総合研究所

日本地震学会

Discovery Communications

# 「世界物理年」に美しさと想像力を

今年国際連合の総会が決議した「世界物理年」。国内でも関連企画やイベントが各地で展開される。その旗振り役の北原和夫教授が目指すものは一。



国際基督教大学教授・物理学  
世界物理年日本委員会運営委員長  
北原和夫

(写真は大学構内の  
「ニュートンのリンゴの木」の前で)

なぜ世界の物理学者がこうした企画を呼びかけたのですか。「それは物理学が社会から遠い存在のように思われてきているという危機感からです。でも、物理学はバイオ、電気、機械、化学、地球環境といった科学技術の下に隠れ、それを支えているものなのです。その大切さをアピールする年にしたい」

アインシュタインが特殊相対性理論などを発表した1905年から100年。「相対性理論と量子力学、ブラウン運動の理論。これら現代物理学の理論が全部、いまパソコンや通信など現代のハイテク社会の中に生かされている」とその功績への理解を訴える。

北原教授は、アインシュタインの原論文を改めて読んで驚いたという。「彼がゼロから自分で考えているんです。当時、何か他の論文を見れば書いてあるようなものでも自分で計算している。これはやはりすごいと思った。当たり前と考えずに最初から考えるところが偉い」。

最初のイベントは1月早々に始まり、北原教授と日本の大学生5人がパリのユネスコ本部で開かれた世界イベントに参加した。「ノーベル賞受賞者ら第一線の研究者や世界から集まった若者と交流を深めて感動して帰ってきた。若者を早い時期に国際的な場に置くことが大切なのです」。

「4月にはアインシュタインの相対論と平和のメッセージを伝える免疫学者多田富雄さん作の能を上演。8月には高校生100人が物理の理論や実験課題に挑戦する『理科チャレンジ』を仁科芳雄博士の出身地岡山で行います」。国内の学会や大学が連

携し各地で多彩な行事を展開する。

これらの企画を通じて、「日本の美と科学を考え、楽しむ機会にしたい」という。「日本人は古くから日常に美しいものを取り入れ、鑑賞しながら生活してきた。21世紀は、もう一度自然を見直し、それを生かす科学技術でありたい」と話す。

理科離れへの課題も山積する。物理の理解には、古典力学から電磁気学、統計力学にと積み上げていくしかないとの考え方が根強いが、北原教授はこれを疑問視する。「高校の教科書では球の運動から力学を教え、入試に備えた問題を解くが、それをやっても半導体が生活を支えていることは全然分からない。日常生活にたくさんの物理の入り口がありながら、そこから理解を深める道をふさいでいるのはもったいない」

科学リテラシー（素養）を向上させる欧米の動きを調べて、「米国の最新プログラムでは、まさに『科学はロジックとイメージーションのブレンド(組み合わせ)である』と明示しています。知識を教え込むのと違って、目に見えない世界を想像で考える訓練をする。動物と違って、いま起きていることだけでなく、次の瞬間も想像できるのが人間らしさです。いまの時代に、このことが大切なのです」と指摘する。

生まれは新潟県長岡市。故郷を襲った去年の地震やインド洋の大津波での被災者を心配しながら、「何よりも防災や危機管理のための科学リテラシーが大事なのではないのでしょうか」と問いかける。

(編集長・佐藤年緒)

People

# 生体に探る究極のナノマシン

どんどん小型化する最新の電子機器。

そこには微細な加工技術で作られた素子がつまっている。

ところが、さらなるサイズダウンとエネルギー効率のアップは難しいという。

そこで注目されはじめたのが、細菌のべん毛などにみられるナノサイズの駆動装置。

その構造と機能が急ピッチで解明されている。

## 生物に注目した ナノテク研究

「21世紀の社会は、ナノテクノロジーが重要な鍵を握っている」。科学技術はもちろん、経済、産業、政治といったさまざまな分野に携わる多くの人々が、そう思っている。ナノテクノロジー（以下ナノテク）とは、ナノメートル(1nmは $10^{-9}$ m)というきわめて小さなスケールの人工物を実現する技術の総称だ。

確かにナノテクを駆使した電子機器が日常にあふれている。携帯電話やデジタルカメラ、パソコン、ゲーム機器など…。しかも、それらを老若男女が意識せずに使っている。

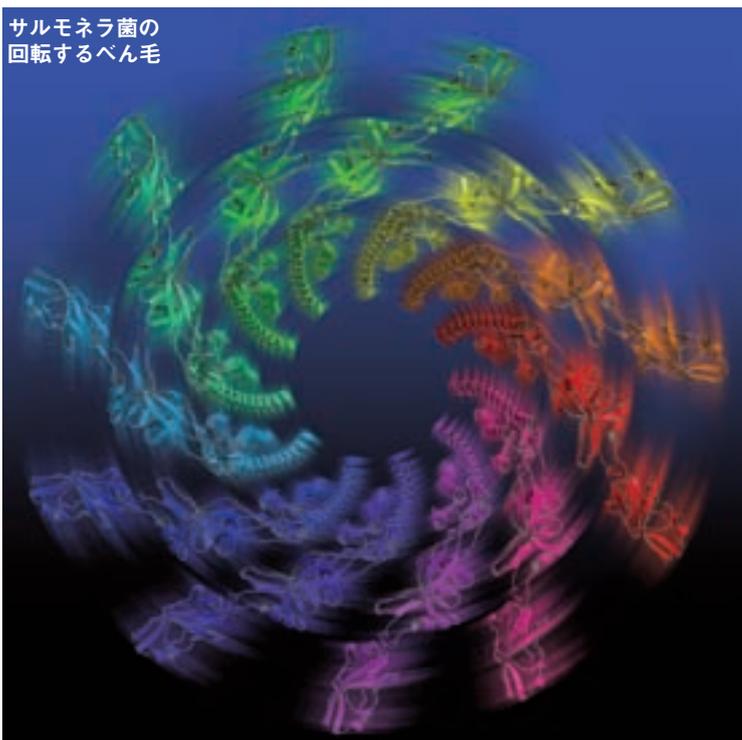
こうした状況を作り出したのは、「より高性能で、より小さく、より省エネルギー」の製品を目指してきた工学技術の進展だ。「たとえばメモリー装置でみると、25年前には、

10メガバイトのハードディスクの大きさが鍋くらいありました。それが今やテラバイトで文庫本サイズです」。大阪大学大学院生命機能研究科教授で超分子ナノマシンの研究を続ける難波啓一博士は、そう話す。

ところが一方で、「工学を駆使したナノテクには、さまざまな面で限界が見え始めている」との指摘がある。たとえば、「材料を加工することでサイズの小さな部品を作るトップダウン方式」では、さらに一桁サイズダウンさせるのは難しいとされる。エネルギー効率の点でも、ナノサイズの部品でできた機械は、スイッチのオンとオフを切り替えるのに1万個もの電子が必要で、システム全体として大量の電力を消費してしまう。

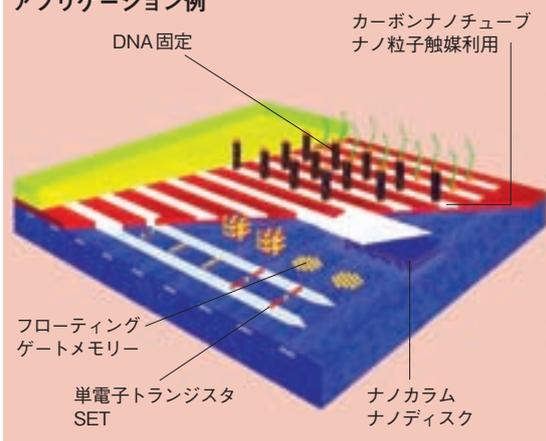
こうした難題を解く鍵として目を向けられたのは、生物のシステムだった。とくに細胞では、すべての機

サルモネラ菌の  
回転するべん毛



左図は、生体ナノマシンとして注目されるサルモネラ菌のべん毛を、真上からのぞき込んだCG画像。べん毛は、根本にあるモーターが高速回転することによってプロペラのように回り、菌が動き回る推進力を作り出す。下図は、松下電器の山下一郎研究員が将来像として考える、バイオナノプロセスを使ったアプリケーションの模式図。

バイオナノプロセスを利用した  
アプリケーション例



能がナノスケールで発揮されている。物質の輸送、筋肉でみられるような「分子の運動」は、大きさが数nmほどのタンパク質で構成された装置により遂行される。つまり、生体は「ナノマシン」によって維持されているのだ。

これらのマシンは、材料として遺伝情報どおりのアミノ酸配列をもつペプチドが作られれば、細胞内で自然に組み立てられる。トップダウンではなく、ボトムアップによって自己組織化されるわけだ。しかもエネルギー源は、イオンがたった一つほど。ナノテクに限界を感じ始めた研究者が欲するすべてを、30億年以上前から生き続けている微小な生物、バクテリアがもっていたのだ。

## 原点は「分子機械」にあった

「今でこそ、生体ナノマシンがナノテクの一部のように語られるようになりましたが、生体ナノマシンという考え方はごく最近になってできたものだと思います」。こう話すのは、日本の生体超分子構造研究を牽引してきた名古屋大学名誉教授の宝谷紘一博士。1964年からバクテリアのべん毛の研究に着手。1986年から1991年まで、JSTのERATOプロジェクト「宝谷超分子柔構造プロジェクト」を推進。現在は、JST CRESTの「ソフトナノマシン等の高次機能構造体の構築と利用」プロジェクトの研究総括を務める。

宝谷博士によると、ナノマシンの起源を「分子機械」という言葉にみることができるという。その単語自体は1930年代からあったそうだが、理論物理の出身で日本の生物物理学を築きあげた大沢文夫博士(名古屋大学名誉教授、現愛知工業大学客員教授)が、1950年ごろから「細胞がもつ不思議な装置」という意味で「分子機械」という言葉を使いはじめた。

「戦後、量子論も完成し、物理学者は新たなフロンティアを求めていました。生物自体に興味があったというよりは、生物がもつ巧妙な装

置や機能に惹かれて研究をはじめたのでしょ」と宝谷博士。大沢博士がそのような分子機械として、真っ先に注目したのは筋肉だった。1954年、名古屋大学理学部物理学教室で、うさぎの筋肉からアクチンをとりだし、その繊維構造を調べ始めた。

その翌年には、東京大学医学部の教授だった熊谷洋博士を中心に筋肉の研究班が作られ、大沢博士も参画。そこには、後に生化学的な手法で筋肉を弛緩させるメカニズムをつきとめた東大医学部(当時)の江橋節郎博士、ミオシンを使って筋収縮の分子機構を明らかにした大阪大学(当時)の殿村雄治博士(故人)など、そうそうたるメンバーが集まった。

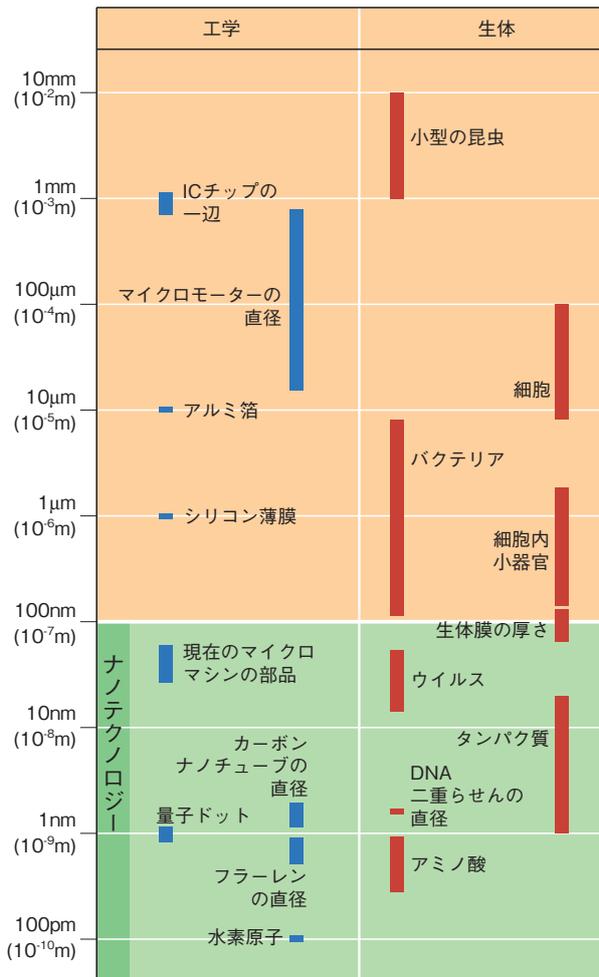
以来、日本の筋肉研究は、物理、生物、化学の各領域が協力して進められてきた。「生物学研究に物理学の手法が取り入れられたことによって、多くの分子の集まりではなく1分子だけをみるという概念が生まれました」。宝谷博士は、分子機械が生体ナノマシン研究につながった系譜を、そう話す。分子を見てみたいという研究者の望みは、X線解析装置や電子顕微鏡、核磁気共鳴(NMR)装置といった「構造をみるための技術」を進展させることにもつながった。

## 筋肉からべん毛の研究へ

宝谷博士自身も神戸大学時代は理論物理を専攻していた。「中間子論で有名な谷川安孝教授に教わっていたのですが、この領域で一旗あげるのは難しいと思い、大学院では、大沢先生が率いる名古屋大学分子生物学施設に入りました」。そこでは、筋肉の研究からバクテリアのべん毛の研究に転向した朝倉昌博士について、自らもべん毛の研究をスタートした。

べん毛(鞭毛)は、その名のとおり「鞭のように長い毛」だ。バクテリアの約80%がべん毛によって動き回っている。研究材料として使われてきたサルモネラ菌の場合は、菌体の5~6ヵ所から、直径20nmほどの繊維状のべん毛が長さ15μmほ

工学技術と生体のサイズ比較



どに細く伸びている。つけ根部分の細胞膜には、回転機能をもつ直径30nmほどのタンパク質(モータータンパク)が埋まっており、回転運動がフック部分を通してべん毛に伝わるしくみになっている。

さらに細胞膜には、サルモネラ菌の栄養源となるアミノ酸などの濃度変化を感知するセンサーもあり、菌体はこのセンサーのはたらきとべん毛による運動で、よりよい環境へと泳いでいく。

ERATOのプロジェクトで宝谷博士らは、「フラジェリン」とよばれるタンパク質が3万個近く集合してべん毛の繊維を形づくること、フラジェリンは繊維の中心を貫通している直径2nmほどの細長いトンネルを通してべん毛の先端部分に運ばれて繊維を成長させること、その成長がべん毛繊維の先にあるキャップ構造によって制御されていることなどを突き止めた。

## 急がれる 「不思議な現象」の解明

宝谷博士らの研究は、べん毛の推進力や、回転するモーター部分の解析へと続いていった。その研究を受け継いだのが、難波博士だった。難波博士は、学部時代から生物物理学を学んだ第一世代。「アメリカでタバコモザイクウイルスを材料に繊維構造解析法について学び、帰国した1986年に宝谷プロジェクトに入りました」と難波博士。

もともと学生時代から「分子そのものが動くしくみ」に興味があったという難波博士は、数ナノメートルの分子が相互作用して力を発揮し、それが目にみえる動きとなる筋肉やべん毛の分子モーターに魅せられていた。そこには、現在の物理学では全く説明のつかない「不思議なしくみ」がいくつも隠されていた。

たとえば、べん毛モーターを回転させるエネルギー源。バクテリアは、細胞膜を貫通するモータータンパク中を流れる水素イオンを動力源にする。しかも、その流れのエネルギーが、タンパク質自身の熱ゆらぎ、つまり熱雑音ほどに小さくても、きちんとエネルギーとして使うことがで

きる。そのエネルギー効率は100%に近い。さらにモーターは1秒間に2万~10万回も回転し、反転することもできる。

また、べん毛繊維のゆるやかならせん構造が実に巧妙に作られている。フラジェリンタンパクが長くつながることで細いケーブルを作り、それが11本集まって中空のべん毛繊維を形づくる。各々のタンパク質は化学的には全く同一だ。ところが、11本中の何本かのケーブルだけが約1.5%短くなっている。フラジェリン一つあたりの長さでみると、他のものより0.1nmほど短いのだ。その結果、繊維全体としてゆるいらせんカーブが作られることになる。

しかも、こうしたモーターやべん毛繊維、その間を連結するフックの複雑な立体構造は、順序よく、完璧に自己構築される。「こうした生体ナノマシンの動作や設計の原理には、工学技術によるマイクロマシンでは使われていないユニークな物理的概念があると思う。その原理を解明することが私の夢です」と難波博士。

今では、他にもさまざまな生体ナノマシンが研究されている。たとえば、「F1とF0というタンパク質のセ

ット(ATP合成酵素)」が、べん毛と同様に、水素イオンをエネルギー源にして回転しながらATPを作り出していることが突き止められ、注目を集めている。ATPは、生体内で「エネルギーをやりとりするための通貨」としてはたらく物質だ。

宝谷博士が研究総括を務めるプロジェクトでは、このATP合成酵素のエネルギー変換のしくみや回転機構を解明する研究が進められているほか、細胞が分裂する際に遺伝子の組み換えを調節するDNAモーターの研究などが行われている。

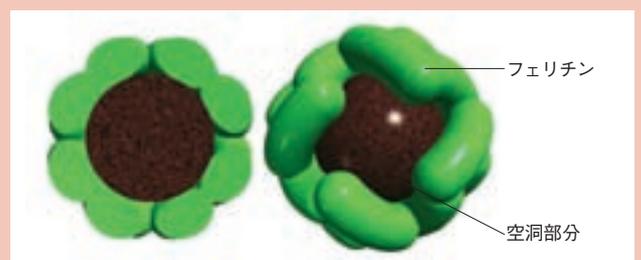
## 興味深い、タンパク質の あいまいさと正確さ

「動くタンパク質、すなわちモータータンパクを機械としてみたときにおもしろいのは、それが意味でいいかげんさをもっていることです」と難波博士はいう。原子レベルできわめて正確に作られる生体ナノマシンが、たくさん集まって細胞レベルになると、その大きさや形にかなりのばらつきをみせる。しかし、それが組織や臓器、個体にまで積み上げられると、その形や大きさは再び精巧に形づくられる。また、高速

### 生体の力を借りて ナノサイズのメモリーチップを作る

生体がつつ力を利用したナノテク研究が、すでに実用化に向けて進められている。たとえば、松下電器先端技術研究所の山下一郎主幹研究員は、タンパク質が自ら集合して配列する能力を利用し、ナノサイズのメモリーチップを作り上げようとしている。

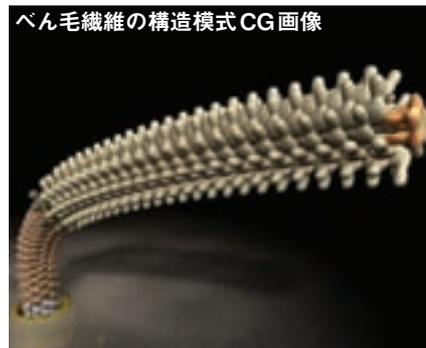
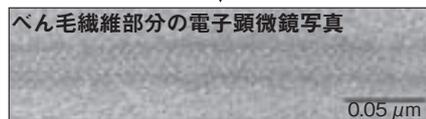
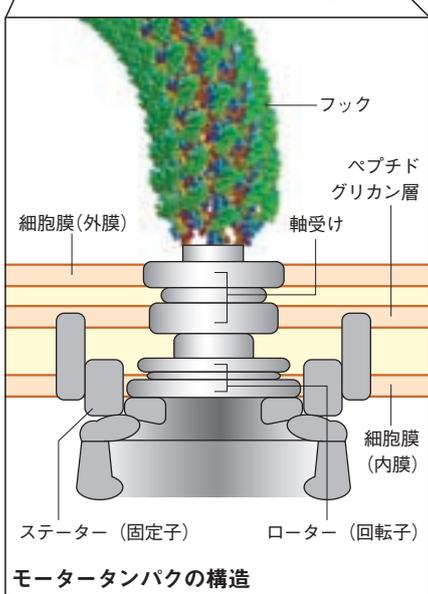
使っているのは「フェリチン」とよばれる直径12nmほどの球状タンパク質。体温調節や細胞内外の浸透圧調整といった「恒常性の維持」に深く関わるタンパク質で、私たちの肝臓や脾臓、骨髄、筋肉組織などにごく普通にみられる。その内部には直径約7nmの空洞があり、そこには鉄が内包されている。山下研究員は、鉄をもたない空洞状態のフェリチン(アポフェリチン)を人工的に作り出し、内部にコバルトやニッケル、化合物半導体などを入れることに成功。さらに、そのような金属を内包したフェリチンをシリコンの基板上に正確に配列させた後で、タンパク質の部分だけを取り除き、直径7nmの金属粒子の配列(ナノドット)を作ることに成功した。「現在、その応用として、50nm四方のナノドット配列を利用したメモリーチップ(フローティングゲートメモリーデバイス)を試作しています。3年以内に試作を終え、そ



内部に直径7nmの空洞をもつフェリチンの模式図。化合物半導体などを内包させることができる。

の後5~6年かけて市場を調査し、10年後には製品化したいです」と語る。従来の製品は200nm四方なので、実に16分の1のサイズダウンに挑戦していることになる。

山下研究員によると、イギリスのベンチャー企業であるナノマグネティクス社は、タンパク質を用いたナノドットでカード状のメディアを開発し、実用化寸前だという。「生体の力を借りたナノテクはまさに夜明け前。生物、化学、物理を融合させた科学技術は、環境破壊やエネルギー問題、少子化といったさまざまな課題を克服する有力なツールとなるはずですよ」と話す。



サルモネラ菌のべん毛は、菌体の5~6ヵ所から細長く伸びている。その直径は20nmほどで、長さは約15 $\mu$ m。べん毛繊維は、フラジェリタンパクが縦に連なったケーブルが11本束ねられたもので、中空の構造になっている。数本のケーブルが他のものよりわずかに短いために、全体として大きなカーブを描く。つけ根部分の細胞膜には、直径30nmほどのモータータンパクが埋まっており、高速の回転運動がフック部分を通してべん毛に伝わるしくみになっている。

コンピューターはナノ秒以下で計算処理を行うが、タンパク質が意味のある機能を果たすには、その100万倍以上のミリ秒単位の時間が必要とされるという。それでも、脳のように高い機能を実現できているのは、なぜなのか？ その理由はまだ全くわかっていない。

難波博士の研究は、2002年からJSTの国際共同研究(ICORP)で「超分子ナノマシンプロジェクト」として推進中だ。終了予定は2007年12月。2003年にべん毛の構造をほぼ完全に解明し、2004年にはモーターとべん毛をつなぐフック部分の構

造を突き止めた。現在はアメリカ、エール大学のM・マクナブ博士との共同研究で、モーター部分の解析を始めている。「モーター部分はタンパク質の種類も多く、構造も複雑ですが、プロジェクトが終わるまでに何とか解明したい」。難波博士の興味は尽きることがない。

**20年後の産業応用に向けて**

宝谷博士も難波博士も、今の生体ナノマシン研究が直ちに実用化に結びつくとは考えていない。「今は、生物がもつ新しい概念や原理を探る時期。実際に産業で応用できるように

なるのは、20年先だろう」と宝谷博士。地球の資源には限りがある。微小なエネルギーで大きな力を発揮するナノマシンは、人類にとって、将来、絶対必要とされるものだろう。「生体ナノマシン研究の収穫期を迎えるためには、人材の育成が大きな課題です。広い分野を深く学べる環境を整え、工学と生物学の研究者の交流をもっとさかんにしなければ」。宝谷博士はそう考える。

物理学者の手によって開かれた生物学の新たな扉。それが今、ナノという極小のサイズで分野を横断して研究されはじめています。「専門はナノテクです」と胸を張るバイオ研究者が一線で活躍するころには、生体に学んだナノマシンが日常のものとなっていることだろう。

(サイエンスライター 西村尚子)

国際映像祭でも受賞

# ひらめきと工夫でつくる科学番組

『眠る猫と世界の形』という番組が、「北京国際科学映像祭2004」の青少年・教育部門で金賞を受賞した。

これを制作・放送したのはサイエンスチャンネル。科学のおもしろさや奥深さを伝えるのが目的のチャンネルだ。

実際の番組づくりはどのように行われているのだろうか。

Literacy

サイエンスチャンネルは、衛星放送で毎日一定の時間に放送されているほか、多くのケーブルテレビ局でも視聴できる。1年間に制作するのは220番組ほど。その7割以上が企画番組で、隔週で半年(12-13回)のシリーズ番組と単発のスペシャル番組がある。

『眠る猫と世界の形』は29分のスペシャル番組として、2003年度に制作され、2004年6月に放送された。眠っている猫が体を丸くするのは、表面積を小さくして体熱をなるべく逃がさないためである。このことを入り口として、一見でたらめな自然界のさまざまな形にも、共通性があり、意味が潜むことを伝えている。

登場するパターンは4種類。例えば、ミツバチの巣が映し出されたあと、なるべく少ない材料で多くの部屋をつくる(つまり、なるべく短い線で平面を分割する)にはこのパターンが最良であることがCG(コンピューターグラフィックス)映像で解説される。CGはあくまでシンプルだ。続いて、ぎっしり集まったトウモロコシの粒やセッケンの泡、ひび割れたマツの木肌など、ハチの巣と同じパターンをもったものが次々に現れる。同様の手法で、球、枝分かれ構造、フラクタル図形も紹介される。

北京の映像祭では「映像が美しく、科学により物事を統一的に理解できることを、自然界の形の普遍性を通して見事に示している」と評価され、19カ国184作品が6部門で競う中、青少年・教育部門の金賞を得た。BBCやNHKなど大きな放送局からも作品が集まった中での快挙である。

## 発想が決め手の番組構成

この番組は、「画像だけで科学のおもしろさを訴えかけられるような番組」という企画でJSTが公募し、集まった21の構成案の中から選定した。提案したのは千代田ラフトという制作会社で、担当ディレクターは穴水丈晴氏である。アイデアはどこから生まれたのだろうか。

「僕は文科系の出身ですが、この世界を貫くルールというものにとっても惹かれるんです。その1つとして<形の科学>にも以前から興味もっていて、参考になるような本も集めていました。ですから、構成案はすんなりとできましたね」

事実、審査の際も、「構成案を見ただけで映像が浮かぶ」と評価は高かったという。しかし、撮影には苦労もあったようだ。「制作費を節約するため、カメラマンも照明技師も頼まずに自分で撮影した場面がいくつかあります。セッケンの泡は会社の会議室で撮影したのですが、つくるのも撮るのも難しく、社内の仲間を巻き込んで試行錯誤した末、裏から光を当ててようやくきれいに撮れまし



THE MAKING 『電球ができるまで』の一場面

### \*サイエンスチャンネル

科学技術専門の放送で視聴は無料。2000年に本放送が始まった。スカイパーフェクTV!765チャンネルで毎日15~20時に放送されているほか、110度CSデジタル放送146チャンネルでも定時に放送されており、全国のケーブルテレビ局(約220局)でも視聴可能。インターネット放送は<http://sc-smn.jst.go.jp/>



左) 狂言回しを務めた猫。猫は思い通りに動いてくれないので撮影が難しいという。

中央) ミツバチの巣は玉川大学で撮影した。きれいに撮影するのに苦労したもの1つだ。

右) フラクタル図形は、縮尺を変えても同じ形が現れるという特徴をもった図形だ。その説明のために、大きな人形のなかに次々に小さな人形が入っているマトリョースカが登場する。



た」

ある程度できあがってJSTの担当者に試写を見せたところ、演出上のアドバイスを受けた。「自然界の実例を図鑑のように見せていく手法をとったのですが、それだと単調になるので、少し目線を変えた画面を入れてはどうかということでした。相談の上、フラクタル図形を説明するのにマトリョースカ人形を使った画面を加える(写真参照)など、いくつかの画面を追加しました」

最終的に満足のいく作品ができたのだろうか。「もっといろいろな対象を撮影したかったとか、編集に時間をかけたかったという気持ちはありますが、ねらっていたところはそれなりに表現できたと思います。金賞を受賞できたことは、大きな励みになりますね」

## コラボレーションが 高める番組の質

サイエンスチャンネルには、このほかにもさまざまな番組がある。たとえば、『THE MAKING』は人気シリーズの1つだ。飛行機からさきイカにいたるさまざまな製品の製造過程を紹介するもので、6年も前から継続して制作されている。もちろん、

自然の姿や理科実験を扱う「王道」の番組もあるし、ドラマやアニメの形で科学技術の現在や未来を描くものもある。

プロデューサー役を務めるのはJSTの科学技術理解増進部映像事業課である。番組の企画を練り、企画が決まればコンペを行って制作会社を決め、担当のディレクターとやりとりをして番組をつくっていく。この作業の中では、企画意図が伝わる構成や演出になっているかどうかはもちろんのこと、科学的に正しい内容であるかどうかにも目を光らせる。ナレーション原稿も監修者任せにせずチェックするし、音入れの現場にも立ち会う。

このような企画番組ばかりでなく、日本学生科学賞などの行事を紹介する番組や講演会の記録番組も制作・放送するし、理化学研究所などが独自に制作した番組、海外の放送局の科学番組の日本語版なども放送する。

## よりよい番組を より多くの視聴者に

科学技術を伝える上で映像の力は圧倒的であり、専門チャンネルの存在意義は大きい。有名なのはアメリカの「ディスカバリーチャンネル」で、

科学だけでなく歴史なども扱い、日本でもケーブルテレビで放送されている。サイエンスチャンネルは独立の放送局ではないものの、非営利であり、科学技術だけを取り上げているのが特徴だ。

ただし、地上波放送でないこともあって、一般にはまだまだあまり浸透していないようだ。このため、より多くの人に見てもらえるよう、インターネット上でも番組を公開している。その一方で、サイエンスチャンネルには別の側面での大切な役割があるという。

「番組づくりを行うことで、制作会社には科学映像をつくる人材が育ち、われわれはプロデューサーとしてのノウハウを身につけることができるのです。そうした蓄積は、日本の科学映像制作力の下支えとなり、さまざまな放送局の番組制作で生きるほか、研究者が自分の研究内容を映像で発信するといった科学コミュニケーションにも貢献すると思います」(科学技術理解増進部・前田義幸企画課長)。

サイエンスチャンネルでは、今回の受賞以前にもさまざまな番組が国内外の賞を受けているが、それらは制作力がついてきた証だというわけだ。受けねらいに走らず、正攻法で番組づくりを続けるサイエンスチャンネル。まだの方も、一度視聴してみてはいかがだろうか。

(サイエンスライター 青山聖子)

## BSEの全自動検査装置

## 生きた牛からプリオンをとらえる

サラリーマンや学生に愛された米国産牛肉使用の牛丼が街から姿を消して1年あまり。牛肉輸出再開を望む米国と、「すべての牛のBSE検査が前提」の日本の消費者との隔たりは埋まらない。BSE対策の決め手は優れた検査法だ。危険なプリオンの有無を、生きた牛で正確に調べる高感度全自動検査装置の開発に世界の期待が集まる。

Local Technology



「BSE封じ込めの決め手は高感度の迅速大規模検査法です。プリオン\*は煮ても焼いても、酵素にも平気。そのうえ潜伏期間は数年。潜伏期間内に牛を検査し、発病前に排除しなくては抜本的な対策とは言えません」。北海道大学電子科学研究所の田村 守教授は、試作した光技術による新しい自動検査装置を前に、優れた検査法こそBSE対策の要と説く。

## 抜本対策にはなお遠く

BSE（牛海綿状脳症、いわゆる狂牛病）第1例が発生した2001年9月以来、日本では昨年末までに14頭の感染牛が見つかった。国内で食用に処理される牛のすべてを対象に、BSEの原因である異常プリオンをもたないかどうかを検査する「全頭検査」の実施と特定危険部位の除去が決まったのは、第1例発生1カ月後。日本の検査体制は、現在の技術水準では世界の先頭にあると言ってよい。しかし、「抜本的な対策」にはなお遠いのも事実だ。

BSEから食の安全を守るための

検査は、どの都道府県でもほぼ図のような手順で実施されている。全頭検査とは言っても、どこでどんな検査がおこなわれるのかを知る消費者は意外に少ない。

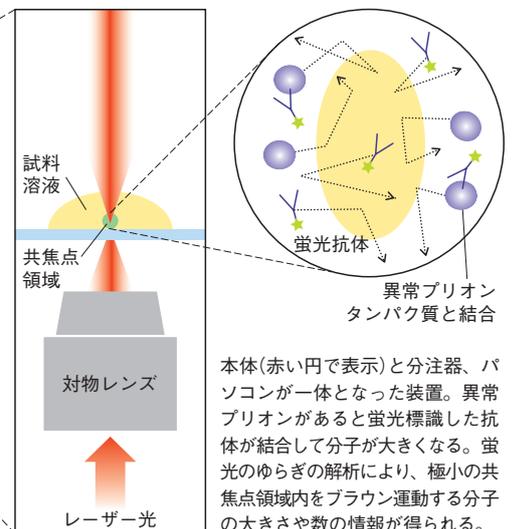
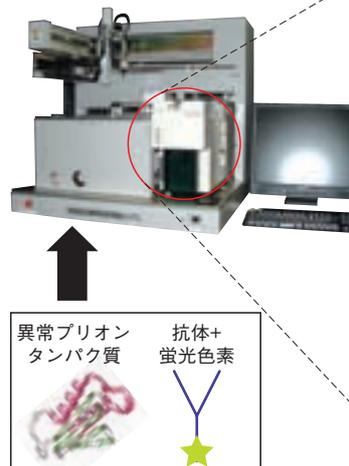
最初にスクリーニング検査としておこなわれるのがELISA（エライザ、固相酵素免疫検定法）だ。すでに畜・解体された牛を対象に、異常プリオンが最も蓄積しやすい延髄組織を検体として採取し、抗原抗体反応を利用して判定する。検査は、各地の食肉衛生検査所などで日常業務としておこなわれている。

ELISAは100検体をおよそ3時間で検査する能力を備えているが、低濃度の異常プリオンの検出は困難だ。2歳以下の牛では、感染していても異常プリオン蓄積量が少ないため、陽性になりにくい。前処理操作が複雑で測定誤差が出やすいのも欠点といえる。ELISAで陽性を示した検体については、国の機関でさらにウエスタンブロット法や免疫組織化学検査を実施して確認し、確定診断する。これが現在おこなわれている。

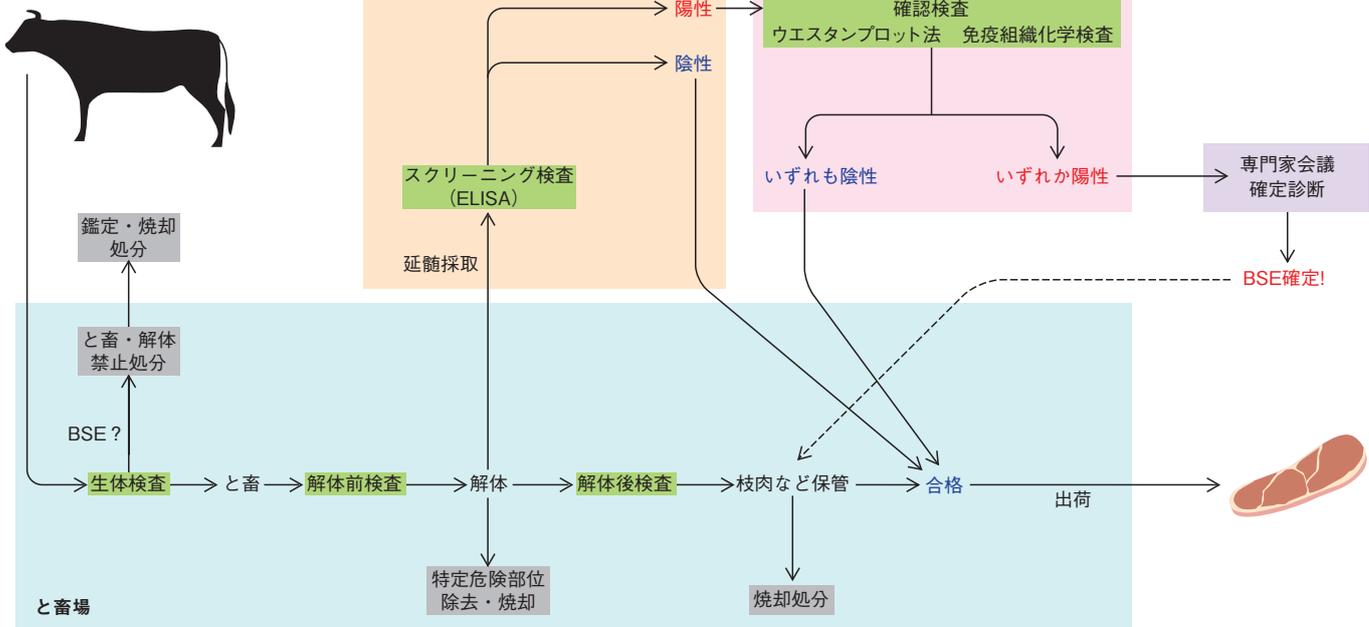
## \*プリオン

羊のスクレイピーやヒトのクロイツフェルト・ヤコブ病、牛海綿状脳症などの病原となる単一タンパク質。DNAもRNAももたず、正常プリオンに異常プリオンが結合すると、タンパク質の構造が変化して異常プリオンに変わり、連鎖反応的に増殖する。その過程の詳細は未解明。プリオン病はすべてが感染性ではなく、自然発生するものもあり、その原因はわかっていない。S. B. プルシナー（米）が発見・命名し、1997年ノーベル医学・生理学賞を受けた。

蛍光相関分光法を応用した自動検査装置



## BSEの検査手順



るBSE検査のあらましか。

日本全国で食肉用に処理される牛は年間およそ120万頭。それに対して米国では年間平均3500万頭の肉牛が処理される。もしそのすべてを今の方法で検査するとなれば、その困難さと負担の大きさは想像に難くない。

### 光学技術でより早く正確に

現行の検査法よりさらに感度がよく、短時間で済み、安全で手間のかからない大量自動検査装置があれば…。生きた牛から血液などを少量採って、小型検査装置で定期検診ができればさらに都合がよい。

関係者のこうした期待に応えてくれそうなのが、冒頭に紹介した検査装置だ。

この方法を開発した北大・田村教授の研究グループと、得意の光電子増倍管を応用して装置化に取り組む浜松ホトニクス、抗体の作製や検査キット化を進める帯広畜産大学、BSE検査に実績をもつ北海道立衛生研究所など、2大学、6企業、2研究機関が、JST「研究成果活用プラザ北海道」を軸に手を結び、2002年度から蛍光相関分光法による自動検査装置の開発が始まった。本体に自動分注器とパソコンを組み合わせた、コンパクトな机上試作機が動き出し

ている(写真)。

蛍光相関分光法(FCS)は、溶液中の蛍光分子が、レーザー光で照射された微小な領域でブラウン運動する動きをとらえて、分子の大きさや数を測定する方法だ。観察領域は $10^{16}$ リットルにまで絞り込むことができるので、そこを通過する分子の大きさや数を1個1個のレベルで知ることができる。

FCSの原理は数十年前から知られているが、1990年代以降、光学系や解析技術の進歩によって実用化が進んだ。異常プリオンは正常プリオンとタンパク質の構造が異なり、酵素で分解されない。そこであらかじめ正常プリオンをタンパク質分解酵素で分解・除去し、残った異常プリオンに蛍光抗体を結合させれば、FCSをBSE検査に活用できる、というのが田村グループと浜松ホトニクスのアイデアだ。異常タンパク質と結合した蛍光抗体は、分子量が大きくなって蛍光のゆらぎが変化する。これを解析すれば異常タンパク質の濃度測定が可能になる。

開発グループによると、「現在の検出感度はまだELISAを上回らないが、検査時間は半分。分析操作を完全自動化できるので、検査のばらつきがなく、検体に手を触れずに済む安全性も強み」だという。

### 高感度検査でBSEを制圧

さらに感度が上がって、より低濃度の異常プリオンが検出可能になれば、月齢20カ月以下の子牛の検査をめぐる日米の立場の相違も意味をなさなくなる可能性がある。田村教授は「検出できないことと安全であることとはまったく違う」と語気を強める。

生きた牛の血液や脳脊髄液を検査するにも、高感度化は必須だ。これを目指して、FCSより100倍感度の高い蛍光相互相関分光法(FCCS)による自動検査装置が、同じグループの手で開発途上にある。生きたままの検査にはさらに、異常プリオンタンパク質の構造を直接認識して特異的に結合する抗体の開発が鍵になる。抗体作製ももっか進行中だ。

高感度検査法が誕生すれば、検査できるのは牛だけではない。プリオン病感染者からの輸血感染を恐れて、現在、各国で輸血や献血の規制がおこなわれている。BSEの多い英国では輸血用血液の多くを海外に頼らざるを得ない状況だ。検査法がないため、万一を恐れての措置である。

酪農・畜産王国北海道発の検査技術によってBSEが制圧され、だれもが安心して牛肉を味わえる日を待ち望みたい。

(サイエンスライター 古郡悦子)

# 3次元お絵描きソフトの威力

マウスやペン(タブレット)で、ディスプレイ上に描いたクマさんの2次元スケッチが、あっという間に3次元のぬいぐるみ画像に変身。手の向きを変えるのも、色を塗るのも、洋服を着せるのも自由自在。子どもが10分で使えるようになる3次元モデリングシステム「Teddy」、このソフトがCG革命を引き起こすかもしれない。



「コンピューターをもっと使いやすくしたい。それが研究の根っこにある」と、Teddyを開発した五十嵐健夫・東京大学講師(大学院情報理工学系研究科/JST さきがけ研究者)はいう。

そのために、さまざまなユーザーインターフェース\*を開発してきたが、キャラクター好きの五十嵐さんの嗜好とユーザーインターフェース開発が結びついてできたのが、Teddyだ。パソコンとの出会いは小学5年生のときだが、当初からクマなどのキャラクターを描くお絵描きソフトをつくっていたそうだ。

昨年11月には優秀な若手研究者に送られる日本IBM科学賞を受賞したが、その理由を、「おそらくCG(コンピューター・グラフィックス)に対する視点を変えたところではないか」と分析している。

「スターウォーズ」に代表されるように、CGは人間の奥深いイメージの世界を見事に描き出す。

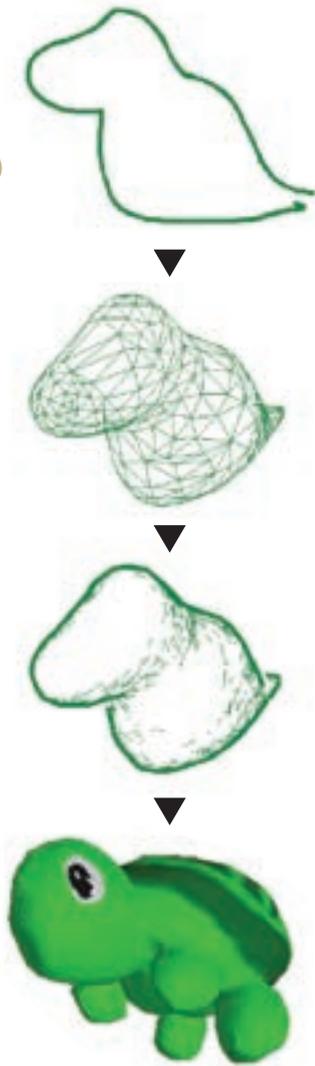
「でも、普通の人はずっと見て楽しむだけ。一方で、ビデオカメラの

性能やコンピューターの編集機能が充実して、素人でも映像世界をかなり自在につくれるようになった。TeddyはそのCG版…。五十嵐さんは、プロが独占していた技を素人に開放しようとしている。

## 膨大な人手を要する従来の3次元ソフト

2次元画像を3次元画像に変える従来のソフトは非常に複雑だ。立面図、側面図、平面図の三面図を見ながら、点を1個1個3次元空間内に打っていき、そのつながりを指定する。膨大な時間のかかる作業で、アヒルのキャラクター1個つくるのも1日がかかり。アニメーションともなると、1カット、1カットにこの作業が必要とされる。

「だから、映画にCGを使うと、人件費が何十億にもなる。ジョージ・ルーカスなら悠々回収できるから平気でしょうし、参画しているプロもいかにスゴイ画像をつくるかに賭けているから、ソフトの煩雑性なんて気にしません。CGソフトというの

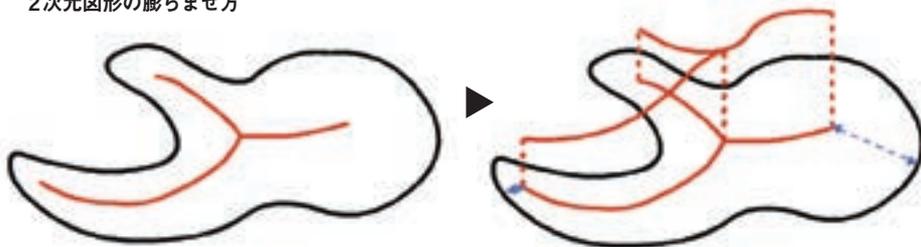


Teddyによるキャラクターづくり



2次元スケッチを描くと、コンピューターはポリゴンメッシュという3次元画像を導き出し、これを手書き風の3次元画像に換えて表示する。これに、手足や甲羅や羽を加えるのも、目や口を付けるのも、色を塗るのも自由自在。こうして上のようなキャラクターを次々とつくり出すことができる。

## 2次元図形の膨らませ方



赤色で示されたのが芯線で、2次元図形の中心線のようなもの。これを動かして2次元図形を膨らませる。

はそんな世界の道具だったのです」

人手と時間の問題だけではない。そもそも紙の上か、頭の中で完璧な画像イメージができていなければ、三面図など起こせない。そんな画像イメージを素人がもてるはずがない。

「スケッチを描くと、コンピューターが即3次元化する。それを見ながら、消したり、つけ加えたりして、望みのモデルを完成していく。コンピューターとそんなやりとりのできるソフト、インタラクティブなソフトでないとな素人には無理です」。それを可能にしたのは、どんな技なのだろうか？

## 五十嵐マジックナンバー「0.85」を発見

Teddyでは、マウスやペンで描いた2次元スケッチが瞬時に膨らんで3次元画像となる。出来た画像はどんな方向にも回すことができ、どの方向でもちゃんとした3次元画像になっている。スケッチを適切に膨らませるところがミソだ。

2次元スケッチを3次元にするには、太いところは大きく、細い部分は小さく膨らませなければならない。この処理を素早くかつ適切に行うために、芯線を使うことを五十嵐さんは思いついた。

芯線は2次元図形の中心線のようなもので、コンピューター・サイエンスでは、いかにして適切な芯線を求めるかという研究が多々ある。そこでいろいろな資料を参考にしながら、どんなスケッチからでも素早くかつ確実に芯線を得られる方法を定めた。そしてこの芯線を移動させることによってスケッチを膨らませる。

芯線がスケッチの輪郭線から離れているときは大きく移動させ、離れていないときは小さく移動させる。その度合いに秘密がある。

「奥行きを横幅の0.85倍になるように膨らますとちょうどいいことを、見つけたのです」。0.85という数字には、奥行き情報より正面情報を重視する人間の視覚の特性が表れていると、五十嵐さんは考えている。

さて、Teddyを使えば即3次元画像を得られるが、この瞬時の間にコンピューターは猛烈な計算を行い、三角形を繋げたポリゴンメッシュという3次元画像を導き出す。コンピューターの中では、「手描きスケッチを膨らませる→3次元ポリゴンメッシュの作成→手書き風3次元画像の作成」という過程をたどっているのだ。

## 教育のコミュニケーションツールにしたい

Teddyでは、3次元画像に描き足

したり、消したりが簡単にできる。色も自在に塗れるが、これは別に開発したペイントソフトを付け加えたもので、正確には「Smooth Teddy」とよばれる。また、新たに開発した3次元着せ替えソフトを組み合わせれば、いろんなファッションも楽しめる。

現在までに、Teddyを子ども用のお絵描ソフトに仕立てたシリーズや、Teddyの機能を組み込んだゲームソフトなどが販売されている。

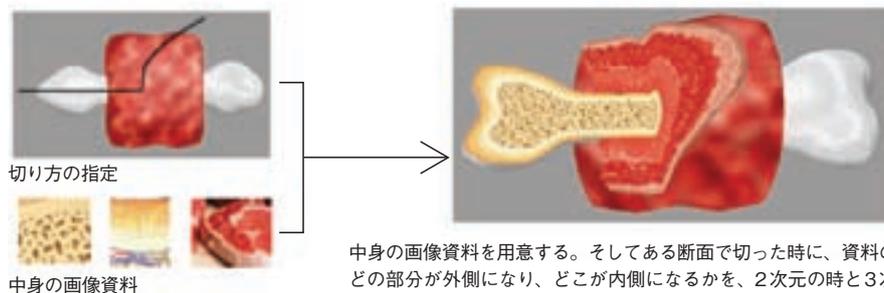
「3次元画像を日常生活でどう使うかは、まだまだ未開発。今後はそこを示したい」と語る五十嵐さんが、今もっとも気に入っているのが、Teddyを学習のコミュニケーション・ツール(道具)にすること。地学の先生が、海溝やU字谷などを、Teddyを使って3次元画像で示すと、生徒は納得するそうだ。「震源の位置や津波のできる様子など、Teddyを使えばリアルに説明できます。生物分野にもいろいろ使えるでしょう」

学習の道具としては、外見だけでなく中身もつくれる3次元ソフトも面白そうだ。これは「Volumetric Illustration\*\*」と呼ばれている。

「いろんな人が使うようになれば、思いもかけないような使い方が出てくるはず」と、プロのユーザーを超える発想を楽しみにしている。

(サイエンスライター 由利伸子)

## 中身もつくれる3次元ソフト



中身の画像資料を用意する。そしてある断面で切った時に、資料のどの部分が外側になり、どこが内側になるかを、2次元の時と3次元の時についてコンピューターに教える。この学習をもとに、コンピューターは切り口に合わせて資料画像の部分を貼り付けていく。



このソフトを使ってつくったキウイ。真ん中で切っても、端で切っても、斜めに切っても、横に切っても中身がきちんと表示される。

\*右記を参照 <http://www-ui.is.s.u.tokyo.ac.jp/~takeo/index-j.html>

\*\*右記を参照 <http://www-ui.is.s.u.tokyo.ac.jp/%7Eo/VolumetricIllustration/>

# エレクトロニクスの非常識に挑む

高温超伝導が幕を開けた「強相関電子系」と呼ばれる分野の研究。

ここから次々と常識を超えた現象が発見されている。

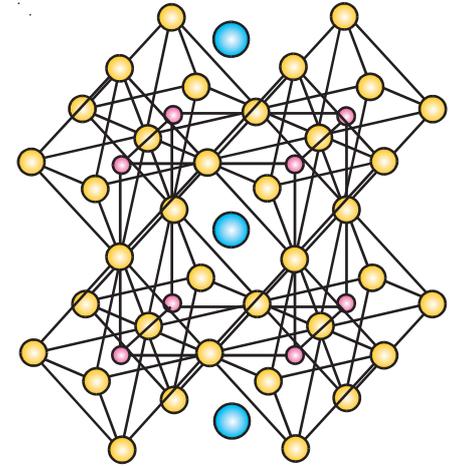
同時に、それらを利用した未来のエレクトロニクスも見えてきた。

## Research & Development

「私の考える究極のエレクトロニクスとは、1個の電子を使うデバイスではなくて、どんなに小さくても、そこに働いている原理が常に同じであるような素子なのです」と十倉好紀・東京大学教授(ERATO「十倉スピン超構造プロジェクト」総括責任者)はきっぱりと言う。めざすのは、いままでにない、驚くべき新しい現象や機能だ。これは未来のエレクトロニクスに展開する。

現在の半導体素子では固体中のきわめて薄い表面近くの電子を電場(電界)で制御している。固体中の電子のごく一部を使っているにすぎない。その先の単一電子素子でもこの基本は変わらない。十倉教授が取り組む研究では、互いに強く相互作用する電子集団を扱う。しかも、個々の電子はマイナス電荷をもつ。そのため電子集団はお互いに強く反発しあい、あたかも満員電車のように個々の電子はせめぎ合いを演じる。

このような電子集団を「強相関」電子という。電子がお互いに強く関係しているという意味だ。この舞台として現れるのが、ペロブスカイト構造をとる遷移金属(鉄、マンガンなど)の酸化物である(右上図)。高温



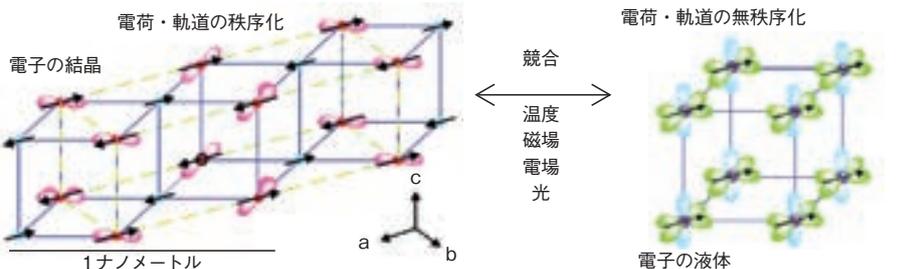
● 希土類/アルカリ土類イオン  
● 酸素  
● マンガン

ペロブスカイト構造 遷移金属酸化物はこのようなペロブスカイト結晶構造をとり、電子のあまり動かない強相関電子系である。

超伝導もこの仲間だ。

このような電子集団はなにが面白いのか。このように相互に強く排斥し合う電子集団は個々の電子がまだかろうじて動けるが、ほとんど局在しかけている状態となる。このような性質をもつ電子集団は、ほんの少しの電場や磁場や光などに大きく影響を受け、その性質がドラスチックに変化するのだ。この強相関電子のドラスチックな変化を示したのが十倉教授が発見した超巨大磁気抵抗(CMR, colossal magnetoresistance)だ。この新現象を発見して世界に衝撃を与えた。高温超伝導の発見につぐ画期的な発見だ。その後も、ま

### 電子の結晶(絶縁体)と液体(金属)との競合



電子の結晶と液体 スピン(矢印)や軌道(雲のような形)が、きちんと整列したり(左)、バラバラになったり(右)する。この変化を、温度、磁場、電場、光によって変化させたり、あるいは両者を競合させた状態を作り出すというのが、十倉教授の「戦略」だ。

### \* 第二高調波 (SHG)

非線形光学物質に光を当てると、周波数が2倍の光が出てくる。たとえば赤い光が青い光になる。これを第二高調波と呼ぶ。

るでドラえもののポケットのように、次々と新しい概念や実験結果を世界に送り出している。

## 基本は超構造と電子の軌道やスピン

では、満員電車の電子の世界を、どんな戦略で“制御”したり“設計”しようとしているのだろうか。実はそれがERATOプロジェクトの名前にもある「超構造」なのである。固体中の原子はほぼ0.1nm程度の間隔で並んでいる。そこで、これより少し大きなスケール(nmから $\mu\text{m}$ 程度)の周期構造をいろいろと設計・作製してやるのだ。

強相関電子系の超構造という世界は、常識を覆すような現象を見せる。電子がほとんど動かないために、電子そのものが持っている性質、例えばスピン(電子の自転)、あるいは軌道といった特徴が、そのまま前面に出てくるからだ。

これまでのエレクトロニクスは電子の「電荷」だけを利用してきたが、この世界では、スピンおよび軌道(オービット)つまり“電子の分布の形”も制御対象になる。だから、スピントロニクス、オービトロニクスと呼ばれる。新しい現象や、不思議な現象から新しいエレクトロニクスを生み出そうというわけだ。

## スレスレの世界

超巨大磁気抵抗(CMR)は、電気抵抗がガクッと大きく何桁も減ってしまう不思議な現象。この物質は反強磁性物質で、上向きと下向きのスピンの向きがきちんとして整列し、軌道もきれいに整列し、個々の電子は止まっている。ここに磁場をかけると、まるで氷が溶けるように、まずゆらゆらと動き出し、やがて一気に電子集団は動き出す。これは外部磁場により相転移が起こっていることに他ならない。つまり電子が整列した電子集団から動き出す電子集団に変化するのだ。

これを電氣的性質から見れば、絶縁体から金属になることにほかなら

ない。だから電気抵抗が急激に減少し、CMR効果が生じたのである。

半導体における変化は、電圧を少し変えて電流を少し変えるという、いわば連続的な変化にすぎない。ところがCMRでは、固体から液体という全体の秩序の大変化が起こるから、その応答もまた、常識外れに大きくなるわけだ。

十倉教授の戦略は、このような相転移を積極的に利用すること。あえて火中の栗を拾い、強磁性・反強磁性、絶縁体・金属、強誘電相・反強誘電相など、正反対の性質を持つ物質相を競合させて、そこでのドラステックな変化を利用しようというのだ(前ページ下図)。電子集団を断崖絶壁スレスレのところまで追い込むようなやり方、と言ってよい。

もちろん、こうしたときにスピンの向きがどう配列しているかを可視化・画像化する技術が重要であり、このプロジェクトはスピンSEM(走査電子顕微鏡、上図)、ローレンツ顕微鏡など、新しい技術を駆使している。

## CME効果を発見

十倉プロジェクトが取り組むもう一つのテーマは「マルチフェロイクスの電気磁気効果」だ。強磁性や強誘電性の「強」が「フェロ」である。これらの競合状態を積極的に作りだすこと(フェロイクス)で、新しい現象を開拓する。2003年にNatureに発表した成果は、磁場を加えると、誘電率(電気分極の大きさ)がいきなり数百倍になるという発見だった。普通、磁場でこんな変化は起こせない。十倉教授はこの新現象を「CME効果」と命名した。CMRのresistanceをelectricに変えたものだ。

これはマンガン酸化物で、反強磁性相に反強誘電相、強磁性相に強誘電相が結びつくように強引に作り上げたもの。これによって、磁気も電気もともに臨界状態つまり断崖絶壁状態に追い込んだ。“多重(マルチ)臨界”状態を作ったら、こんな不思議な現象が見つかったのである。



スピンSEM(走査電子顕微鏡) 物質の磁化の状態を可視化する一つの方法がこの装置。

この発見に関連して、材料に空間的な非対称性を必ず作れる方法も編み出した。それは3つの要素の超格子を作ること。ABCABC…とCBACBA…とでは、絶対に重ならないから、全体で見たときに必ず空間的に非対称性をもつ物質になる。これは電気分極をもった物質の作り方である。材料Bに強磁性物質を使えば、強磁性の物質で電気分極をもった物質が必ずできるわけだ。

同じ方法で光学素子も作ることができる。そして第二高調波(SHG)の発生方向を磁場で制御することができた。これを進めれば、裏と表で別の色のレーザー光が出てくるような素子も可能。未来の光技術の基礎だ。

## 物質の中にある小宇宙

十倉教授はさらに興味深い現象を発見している。ある種の物質中では、外部から数万テスラというとても大きく大きな磁場がかかっているのと同じ状態が生まれていることを発見した。「人間が作り出せる強磁場はせいぜい1000テスラですから、これがいかに巨大な値かがわかります。まさに、物質はその内部に“小宇宙”を抱え持っていたんですね」と十倉教授。

この研究を進め、「異常ホール効果のイントリンシック・メカニズム」という根本理論を提唱することもできた。これはひょっとするとノーベル賞級の成果かも。

十倉ドラえもののポケットからいったい次に何が出てくるのか、のび太くんならずとも興味津々だ。

(サイエンスライター 松尾義之)



石田瑞穂が選ぶ

2月の展示・映像・本

昨年末のスマトラ沖大地震・インド洋大津波、明けては阪神淡路大地震から10年…。このところ地震学者として忙しい日々が続きます。ご紹介する地震関連のコンテンツが、少しでも役に立てば、嬉しいかぎりです。

Profile

石田瑞穂(いしだ・みずほ) / 防災科学技術研究所フェロー。大学院時代の研究室では、夕方になると皆が集まり、最新の理論をめぐって熱い議論を展開。そんな科学研究の醍醐味を、若い人たちに伝えられればと…。

## Exhibition

### 地震活動を最先端の観測網で知ろう

現在、私たちは、全国の微小地震情報をリアルタイムで伝える観測網を展開中。日本科学未来館では、インターネットで送られて来るデータの様子を、ディスプレイの日本地図上などで見ることができるので、ぜひ一度。

「Hi-netで見る地震活動」  
日本科学未来館5F  
<http://www.miraikan.jst.go.jp/>



### 日本列島の骨組みと歴史を知ろう

立体模型などを通し、日本列島の地質構造の複雑さがよくわかる。岩石・鉱物・化石標本も豊富で美しい。また、産業技術総合研究所本館ホールの壁には、各地の岩石で日本列島が描かれており、これも見事。

「地質標本館」  
産業技術総合研究所  
<http://www.gsj.jp/Muse/>



## Image

### 地震のなぞを探ってみよう

地震の起こるしくみを、阪神淡路大地震での地形変化などを例に、「ナマズ博士」が「こぶ平君」にやさしく解説。地震学会の会長を務めていた時に、ぜひ皆に地震の基本を知ってもらおうと企画した。中学生対象だが、大人も十分楽しめるはず…。



「地震はなぜ起こる？」  
日本地震学会でビデオを販売  
800円(税込み)送料別  
<http://www.soc.nii.ac.jp/ssj/>

### アジアの都市の謎を追いかけてみよう

アジア各地の風土に根づく街並みや文化を楽しめる。また、都市には、ポンペイのように自然災害で滅亡するものもあれば、戦争や征服によって趣きを変えてしまうものもある。そんな謎にも迫る。



プレミアディスカバリー  
「大なる東洋の遺産WEEK」  
ディスカバリーチャンネル  
2月10日(木) 21:00~22:00 他  
<http://japan.discovery.com/>

## Book

### 地球のしくみに迫ってみよう

まず、地球のダイナミックなしくみを、「陸と海とはどう違う?」などの基本的な視点からやさしく説き起こす。



そして「なぜ地震が起こる?」「山はなぜ高い?」などの疑問の答えにつなげていっている。非常にわかりやすく書かれており、大人にも面白い。

「地震・プレート・陸と海」  
深尾良夫 著  
岩波ジュニア新書 819円(税込み)

### 震度マップを片手に東京を歩いてみよう

関東大地震について、当時の観測データはもちろん、体験談などを含めた各種資料から徹底的に調査し、東京各所の揺れを導き出している。その震度マップを見ると、都市の下に隠された危うい沖積層の姿が浮かび上がる。マップを手に、ぜひ一度散歩を。



「関東大震災」  
武村雅之 著  
鹿島出版会 2415円(税込み)

## JST News

Vol.1/No.5  
2005/February

発行日/平成17年2月  
編集発行/独立行政法人 科学技術振興機構 総務部広報室  
〒102-8666 東京都千代田区四番町5-3 サイエンスプラザ  
電話/03-5214-8404 FAX/03-5214-8432  
E-mail/jstnews@jst.go.jp ホームページ/http://www.jst.go.jp