

JST News

Vol.1/No.2
2004/November

11 月号

Special Feature

宇宙の 新しい眺め



独立行政法人
科学技術振興機構
Japan Science and Technology Agency



日本科学未来館の「メガスターIIコスモス」の
ドームコンソール

What is JST?

科学技術創造立国とJST *Japan Science and Technology Agency*

科学技術創造立国を実現するためには、さまざまな努力や試みが必要です。科学技術者たちには、ブレークスルーを創出する努力が求められています。JSTは制度や資金などの面から、これを支援しています。

また、社会ニーズや国際情勢、科学技術の最新動向を分析して戦略を立て、国としての方針を科学技術者たちに示すことも重要です。これはJSTの大事な役割の一つです。

さらに市民がそれを理解して、国に意見表明できる双方向のコミュニケーションが可能なシステムや、科学技術者から出てきたシーズと産業界との橋渡しを行う仕組みも大切です。JSTはこれらの役割を果たそうと努力しています。

JST News

Vol.1/No.2
2004/November
11 月号

C O N T E N T S

- 03 *People*
**地雷探知・除去技術で
「平和への闘い」支える**
古田勝久・東京電機大学教授
- 04 *Special Feature*
**「宇宙の新しい眺め」をつくりだす
ベンチャーとミュージアムが連携**
1人のエンジニアが手づくりで開発した
プラネタリウム技術に日本科学未来館のスタッフも応援した。
宇宙の深遠に迫る500万個の星の輝きを再現した
「メガスターIIコスモス」と公開番組制作の過程を紹介する。
- 08 *Product*
**空気から先端医療の
検査薬剤をつくる**
理論と技術力で酸素同位体を量産
- 10 *Food & Technology*
**養殖エビをウイルス被害から救う
現地で期待される簡易検査法**
- 12 *Local Technology*
**世界最小の電磁モーター製作に
挑んだら——大阪**
- 14 *Literacy*
**「サイエンスの甲子園」
優勝校の活動を見る**
- 16 *Science Entertainment*
**美馬のゆりが選ぶ
「11月の展示・本・映像」**

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 大平貴之

島津製作所 太陽日酸

松村正利

エンバイオテック・ラボラトリーズ社

大阪大学町田研究室

広島国泰寺高等学校

古郡悦子

国立科学博物館

綿引幸造

AXN ジャパン

Discovery Communications

地雷探知・除去技術で「平和への闘い」支える

いろいろな大学の研究者たちがスクラムを組み、メーカーと手を携えた対人地雷探知・除去の研究開発。来年には国内でテストを行う予定だ。リーダーである古田勝久教授が、日本の技術の役割について語る。



東京電機大学教授・制御工学
JST人道的対人地雷探知・
除去技術研究開発推進事業の研究総括

古田勝久

People

「アフガニスタンの人にとって、地雷除去はジハード(聖戦)でしょう。現地NGOの人との議論は白熱化します。地雷で腕や足を失っても、探査・除去の仕事にかかわり続けている人が多いのです」と古田教授は、人々の熱い思いを伝える。

現在の地雷探知・除去の基本は、金属探知器を使って地雷を探し、探知音が鳴ると掘って、地雷があれば爆破させるというものだ。しかし、内戦が何度もあったアフガニスタンでは、そこら中に金属片が散らばっており、金属探知器がしょっちゅう鳴ってしまう。それゆえ能率が悪いし、探知者がつい油断し、掘っている最中に爆発して怪我をするケースが地雷除去活動の事故の中で一番多いと聞く。

「カンボジアでもそういう例は多い。だから地中にあるのが地雷かどうか、正確に判断できる技術が必要です」

対人地雷はプラスチック製で、金属は信管部分だけに使われている。だから金属探知器だけで正確に探知するのは不可能だ。地面の中を見通すことのできる目、「地中レーダー」の開発が必要になる。従来、地下のガス管や水道管を調べる地中レーダーはあったが、直径約7～13cmという地雷の形を描けるものはなかった。

「広い範囲の波長の電波で、地中を探らねばなりません」。その結果、反射波から形を描きだすための計算は膨大になる。また、正確に計算するには、どこから電波を出したか正確な位置決めが不可欠だ。

「そのため、地中レーダーを搭載してきちんと位置決めを行うことのできるビークル(車)も開発しました」

地中レーダーや金属探知器といった地雷探知センサーを搭載し、遠隔操作で走行するビークルには、圧縮空気ですりおろした土を払いのけ、地雷を露呈させる機能も持たせようとしている。

「センサーとビークルは2005年に国内で試験し、技術を提供する予定です」

産学官の連携がうまくいき、ここまでの開発はスムーズだったそうだが、地雷被埋設国で実証実験ができるかどうかは、その国の状況にもよる。事実、日本の他の機関で手がけた技術の試験は、今年アフガニスタンで行われるはずだったが、大統領選挙前の混乱で中止になっている。

「北欧のNGOに参加し、アフガニスタンで地雷除去活動に参加していた人が、『この場所の地雷撤去は3回目なんだよ』といったのが印象的です。イタチごっこで、地雷を除くとまた内戦で埋める…。除くほうにとっても、埋めるほうにとってもジハードなんですね。その矛盾にめげているのは、こういう仕事は務まらないでしょう」

日本の地雷探知・除去の技術開発にはさらに先の目標がある。埋まっているものの形だけでなく、それが本当に爆発物なのかどうかを確かめる技術だ。1つは、電波を地中に当てて、火薬ならば特定の波長の電波が戻ってくることを利用する方法。また、中性子を地中に入れて、その時に生じるガンマ線から爆発成分の存在を検知する技術もある。これらは、2007年に実証テストが行われる予定である。

地雷の被害者支援には日本政府も支出し、被害防止の啓蒙活動には日本のNGOも力を注いできた。しかし、探知・撤去では、欧米と現地のNGOの連携組織が主体である。軍事経験者がいるかいないかの問題もあり、この分野に日本が直接入ることは難しい。

「しかし、日本の技術を活かすことはできます。地雷の安全除去という人々の願いに、ぜひ応えたいと思っています」

(サイエンسライター 由利伸子)

ベンチャーとミュージアムが連携 「宇宙の新しい眺め」をつくりだす

プラネタリウムの世界で、宇宙との新しい出会いが可能になった。
地上からは肉眼で見えない星の光も再現した「メガスターⅡコスモス」。
個人が手づくりで開発した技術に日本科学未来館のスタッフらが連携、
番組を制作したプロジェクトのストーリーを追った。

Special Feature

「星明かり」「星影」「星原」。古人は美しい星空をさまざまに表している。それは人工の光が少なかったからこそ見られたもので、今では地上の限られた場所でないと出会うことのない光景となってしまった。

東京湾に面した日本科学未来館の空も明るい。雲が流れ飛ぶ空に星は少なく、さんざめく人々の声が伝わってくる。一転して、満天の星空が現れる。その美しさに思わず息をのむ。

今年の7月から同館のプラネタリウムで上映されている『新しい眺め』の始まりの場面である。直径15.24mのドーム形スクリーンいっぱいに映しだされる星の数は数百万個という。一般のプラネタリウムが投影する数千個から数万個という数と比較すると桁違いに多い。12.5等級という肉眼では見えない暗い星までが、それぞれの明るさで輝いている。

天の川を双眼鏡で見ると

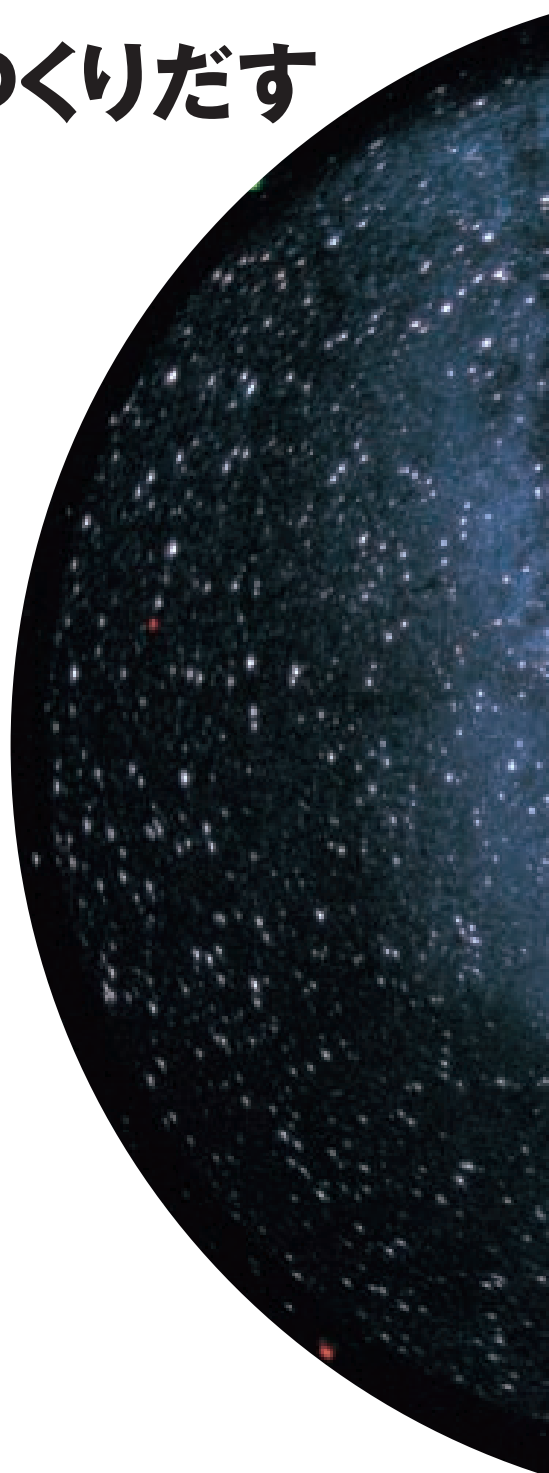
天を横切るように、天の川の淡い光芒が広がる。今から400年ほど前、ガリレオ・ガリレイは望遠鏡で初めて空を観測し、天の川が「重なり合って分布した無数の星の集団」であることを発見した。ガリレオになった気分、座席から手持ちの双眼鏡でのぞいてみると、星の大群が視野に入ってきた。本物と同じように、天の川が暗い星の集まりとして再現されていたのだ。濃淡の雲のように表現されている従来のプラネタリウムとはまったく異なるリアリティである。

ドームの星空がゆっくりと動きだし、めくらむような迫力を感じる。野外録音による音響も効果的だ。北の国から渡ってくる鳥の声とともに、季節は秋

から冬に移る。華やかな冬の星座たちが輝きを競い合い、天の川は南東から北西に流れる。

やがて、雪解け水のせせらぎとともに春の星たちが姿を見せる。そして夏、天の川は最も明るく輝き、^{せみしくれ}蟬時雨の中で、南の地平線からさそり座が昇ってくる。ふと手元を見ると、星影ができていた。

この美しい星空を映しだしているのは、「メガスターⅡコスモス」と名づけられた高さ70cm、重さ50kgというコン





ドームのスクリーンに映しだされた夏の星空。下端に投影機の光が見えている。

パクトな投影機である。プラネタリウムの常識を覆し、運搬可能なコンパクトさで、かつ恒星数は桁違いに多く約500万個。このユニークなプラネタリウムを開発したのは、大手メーカーではなく、なんと大平貴之さんという一人のエンジニアである。

レンズ式プラネタリウムと呼ばれるもので、光学的な仕組みはフィルム映写機とほぼ同じ。光源から出た光が穴の開いた恒星原板を通り抜け、レンズ

で拡大されてドームに投写される。この恒星原板32枚が球形に配置されており全天をカバーする。当然ながら、原板の穴を小さくするほど星の像も小さくなり、星空は宇宙で見る実際に近くなる。そのリアリティを追求した結果、最小の穴径が1000分の1mmにも満たない約700nm（ナノメートル、1ナノは10億分の1）となった。その成功の鍵は、金属膜をコートしたガラス板に恒星データを正確にプロットしていく

ための要素技術で、これも大平さん個人が開発した。

1人で積み重ねてきた複合技術

大平さんのプラネタリウム製作は小学校4年に始まり、高校時代には恒星数1万6000個を実現。そして大学生活のすべてをかけて、個人には不可能と言われたレンズ式プラネタリウム「アストロライナー」を完成させた。恒星数は4万5000個。このときに、恒星原板の穴をコンピューター制御で高精度に露光する装置マイクロプロッターを開発した。アストロライナーを車に載せ、全国11カ所で自らマイクを持って公演した。大学院で機械工学の修士論文に追われる中、次なる飛躍を思いついた。移動公演の際の運搬で苦労したので、新しい機種は解体しないで運べるようにしたい。

大人一人で持ち上げられ、乗用車で運べること、そして美しい星空が投影できる高性能機であること。このコンセプトを実現するには、一般のプラネタリウムに似せることから脱却する必要があった。コンパクトにするため、星座絵などの付加的な機能を省いた。天の川も、恒星原板に暗い星の集まりとして再現できるようになったので、専用の投影機がなくなった。

これが今回の原型となる恒星数100万個以上の「メガスター」であった。メガスターが実現したリアルな天の川。その原点は、高校時代、ハレー彗星の観測に訪れたオーストラリアでの強烈な感動であった。では大平さんが、ここまで製作に情熱を傾けるプラネタリウムの魅力とは何なのだろう？

「一つは、プラネタリウムの間口の



この取材のために、メガスターⅡコスモスのプロジェクトチームのメンバーが久しぶりに集まった。球形の投影機の左が大平さん、右が和田さん。

*4次元デジタル宇宙プロジェクト

観測データや計算機シミュレーションで得られたデータを再構築し、立体映像に表現する実験プロジェクト。4次元とは、空間3次元に時間1次元を加えた意味。JST計算科学技術活用型特定研究開発推進事業で国立天文台を中心に2002年2月から開発が進められている。シミュレーション天文学の研究者、CDアーティスト、3次元可視化の専門家が参加。完成されたコンテンツは、国立天文台のwebページ<http://www.nao.ac.jp>で紹介されている。

広さです。科学技術の産物でありながら、専門家に供給するのではなく、一般の人に見てもらう。エンターテインメント性もある。それと、プラネタリウムが複合領域の産物だからです。天文学はもちろんのこと、機械工学、電気工学、数学、化学、さらに説明のためのシナリオ、音楽などが必要になります」

製作したメガスターについて、大平さん自身は「けっして最先端の技術ではありません。恒星原板の穴の径700ナノメートルにしても、半導体のマスク製作の精度はそれより1桁高い。幅広い技術をバランスよく組み合わせた

システム商品として優れているのです」と話す。

毛利さんの見た「シャトルからの星空」に

上映している『新しい眺め』では、四季の星空を一巡すると、急激に明るさを増す。地上を離れて高度400kmの宇宙空間から見る星空である。星の瞬きが消えている。地上から見る星の光は大気によって揺らぐのだが、大気のない宇宙では星は瞬かない。実際に宇宙から見る星空もこんなだろうか。スペースシャトルでの宇宙飛行を経験している毛利館長はこう話す。

「スペースシャトルの中から実際に星を見るのはなかなか難しい。太陽光が窓ガラスに乱反射し、空が白くなってしまう。船内のわずかな明かりも邪魔になる。窓辺に置いた暗箱の中に顔を突っ込んで光をすべてさえぎり、20分ほど目を慣らしてから、外を見る。そうすると、メガスターのような星空が見られるのです」

『新しい眺め』では、太陽系と天の川の本体である銀河系、さらに数十億光年のかたにある宇宙の大規模構造までをコンピューターグラフィックス（CG）を用いて映像で見せる。これは、国立天文台の4次元デジタル宇宙プロジェクト*の協力を得たもので、リアルな星空と最先端の研究成果との融合は、大平さんや未来館のプロジェクトメンバーが最もこだわった「メガスターの新しい見せ方」だった。

ところで大平さんと日本科学未来館との関係は、2002年9月、大平さんが同館の施設を借りて自主公演を行ったときに始まる。デザイナーで後に大平さんの共同開発者となる和田孝志さんと大平さんが初めて出会ったのもこのとき。和田さんがボランティアとしてその公演運営に参加したのである。

その年のクリスマス、ふたたび未来館で自主公演したときに、「まるで宇宙空間で見た星空そのものだった」と毛利館長の心を動かした。「メガスターの可能性を追求したい」「メガスターと一緒に育てていきたい」――大平さ

んと未来館の毛利館長やスタッフがこうした思いを共有したことが原動力となって、個人開発のプラネタリウムを常設させるという前例のないプロジェクトが発足した。

個人と科学館が協力 新しい交流のかたち

開発体制だけでなく常設後のメンテナンス体制などを含めて、どのような組織づくりが可能かまず検討された。装置性能は、当時、新規公開されたばかりのメガスターIIを基本仕様とし、惑星投影機や太陽投影機の新規開発を含めて改良を加えることにした。未来館のスタッフは上映番組の企画だけでなくCG制作も行った。

「教育目的でも娯楽目的でもないもの。メガスターだからこそ可能なリアルな星空を、未来館らしくどう見せられるのか？ プロジェクトメンバー全員がつねにその点を意識していた」と、スタッフの一人は振り返る。番組の基本的な方向をめぐる議論が重ねられた。その結果、「知的好奇心に溢れているが、宇宙にあまり興味がない大人を主な対象にして、本格的な興味を持ってもらうきっかけになるような番組にしよう」ということが決定した。ディレクションを担当した科学技術スペシャリスト森田菜絵さんは、「人はなぜ、夜空を見上げるのだろうか？」という根源的な問いを冒頭と最後のナレーションに入れた。

会場であるドームシアターでは、通常の営業をしているため、公開準備作業は閉館後や休館日になった。7月の開館3周年に間に合わせるというタイトなスケジュールだったが、連日深夜まで作業を続けて公開にこぎつけた。以来、『新しい眺め』は連日、112席が満席になるという状態が続いている。

プロジェクトは進化する

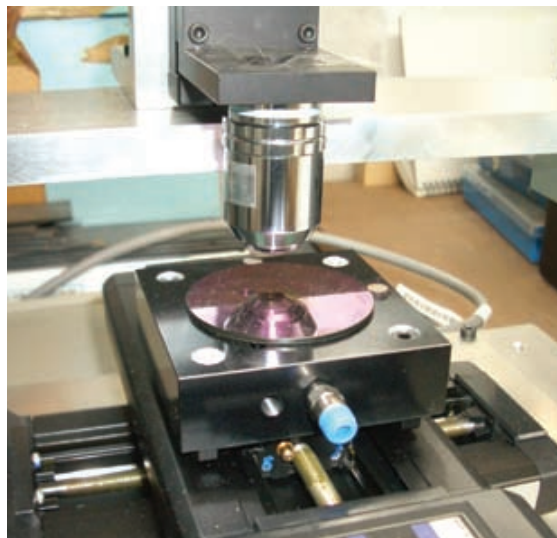
一般の観客や天文関係者は、この作品をどう見たのか。従来のプラネタリウムのように解説者が観客に話しかけるわけではない。夕日や朝焼けの変化があったり、星座の絵が示されたりす

るわけでもない。深遠な宇宙の果てに一人置かれる感覚になるとの感想も寄せられた。

NPO法人すみだ学習ガーデンでプラネタリウムを担当している岩上洋子さんは、「インターネットの今の時代、情報や知識は何でも得られるけれど、プラネタリウムへ行くのは星の世界を実感したいとか、その空間自体に魅力があるからではないでしょうか。その点でメガスターの美しくリアルな星空は素晴らしい」と話す。

毛利館長も「本物の宇宙に少しでも近づくための挑戦に意味がある」と評価する。未来館スタッフは「賛否両論あると思うが、プラネタリウム業界にとって、この常設公開がインパクトのあるイノベーションであったのは確かだ」と語っている。

大平さんやプロジェクトメンバーも、けっしてこれで満足しているわけではない。「常設公開から数カ月、いまだ人気を博しているが、改善したい点は、ハード的にもソフト的にもたくさんある。近々ハードを改善する予定で、次作のための打ち合わせも開始した。それ以外にも、時間があればやりたいことは山ほどある」という。



恒星原板製造装置「スーパーマイクロプロッター」。XYステージの上に載せた原板（中央の円板）にレーザーを精密に照射し、星の穴を開ける。原板の素材は金属膜をコートしたガラス板。

最後にもう一度大平さんに、これからのメガスターについて聞いてみた。

「ハードウェアのインパクトを超えるメガスターの展開や使い方（ソフト）の実績をいかに積み上げていくかが、今後の課題。ハードもソフトもいつかは飽きられる。ハード面ではグレードアップ。ソフト面では音楽、演劇、舞踊などと連携した試みをしてみたい。未来館との連携プロジェクトだからこそ可能になるいろいろなことを一緒にやって発信していきたいですね」

メガスターIIコスモス・プロジェクトは進行形なのである。

（サイエンスライター 福島佐紀子）



宇宙船のコクピットを思わせるドームコンソール

空気から先端医療の検査薬剤をつくる

工業用ガスを専門につくってきた企業が、先端医療に用いる「水」の製品化に成功した。

この水は、普通の水とは違って酸素18という同位体を含んでおり、

ポジトロン断層撮影法 (PET) で体内の画像を得るときに使う薬剤 (一種の造影剤) の原料となる。

この開発の基礎となったのは、大学の研究者が打ち立てた新しい蒸留理論であった。

Product

ポジトロン断層撮影法 (PET)*の装置が大病院を中心に急速に普及している。体にあまり負担をかけずにさまざまな診断ができるためだ。しかし、この検査を行うには、ポジトロン (陽電子) を放出する原子を毎回つくる必要がある。酸素18標識水**は、ポジトロン放出原子の一種であるフッ素18をつくる材料となる。フッ素18はブドウ糖に組み入れて、主にがんの診断に使う。

酸素18標識水を製造するには、酸素の3種類の同位体のうち、天然には0.2%しか存在しない酸素18を100%近くにまで濃縮しなければならない。日本酸素 (株) (合併により2004年10月1日より大陽日酸 (株)) は、この難題に新たな方法で取り組んだ。

理論に裏づけられたプロの自信

日本酸素が酸素18標識水に注目したのは、1998年ごろのことだ。米国でPETが普及し始め、標識水は品薄となって価格も高騰した。やがて日欧でも同じ状況になることは確実だったが、メーカーは世界で数社しかない。国内でのニーズに応えるために、自社で製造することはできないか――。社内の期待が研究開発チームに向けられた。

既存の製品は、水を蒸留してつくられている。酸素18を含む水分子はほかの水分子より重く、沸点がわずかに違う。それを利用するのである。安全な方法だが、水を蒸発させるために大量のエネルギーが必要となる。一方、酸素分子 (原子2個が結合) の中から酸素18を含むものを分け、水素と反応させて水にする方法もある。エネルギーは少なく済むが、酸素ガスは物が燃えるのを助ける性質があるために、一般には取り扱いが難しい。しかも、酸素分子をつくる同位体の組み合わせは6通りもある。

しかし、研究開発チームには「われわれなら酸素ガスからつくれる」という自信があった。同社の本業は空気から窒素、酸素、アルゴンのガスをつくることであり、そのために90年代に空気の精密蒸留技術を開発していたからだ。そして、この技術は東京工業大学の浅野康一教授 (現・同名誉教授) の理論に基づいたものだった。

「世界一」難しい分離工程

空気や石油のように多くの成分が混じったものを分けるには、蒸留塔という装置を使う。純度の高い製品を効率

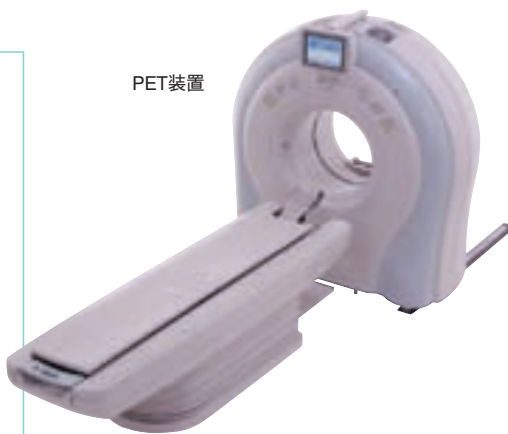
*ポジトロン断層撮影法 (PET)

ポジトロン (陽電子) を放出する原子を組み入れた物質を体内に入れ、ポジトロンが電子に出会ったときに出る放射線 (電磁波) を体外でとらえて画像化する方法。例えば、フッ素18原子を組み入れたブドウ糖を注射して撮影すれば、ブドウ糖をさかんに取り込むがん組織の位置や大きさがわかる。体内に入れる物質とそれに組み入れるポジトロン放出原子をうまく選べば、心臓や脳の機能も調べられる。

**酸素18標識水

酸素18の比率を大幅に高めた水。水の分子は1個の酸素原子と2個の水素原子からできている。酸素には、原子の原子核に含まれる中性子の数の違いによって酸素16、酸素17、酸素18の3種類の同位体がある。原子核はどれも陽子を8個含むが、中性子数は順に8個、9個、10個と異なる。普通の水はほとんどの分子が酸素16からなり、酸素18を含むものは0.2%程度、酸素17はもっと微量にしか存在しない。

PET装置



開発技術による製品 (酸素18標識水)

とおり、JSTからの12億7000万円の委託開発費は経営陣が開発を決断する大きな後押しとなった。

技術力の結集で 目標を達成

浅野教授も「理論には自信がありましたが、開発には不安材料もありました」という。一番の難関は蒸留の最終段階であった。蒸留塔は先に行くほど細くなる。蒸留塔の内部には、液体と気体をうまく接触させて分離効率を上げるために充填物を詰める。通常は、細かい穴の並んだ薄い金属板をアコーディオンのように折りたたんだものなどが使われるが、この蒸留塔は非常に細いため、性能、量、価格などの条件を満たす充填物が既存品にはなかった。結局、担当者の粘りで、技術を持つ小さな企業につくってもらえることになり、つくばに実験装置を建設してこの充填物を含めた蒸留塔全体の分離性能を確認した。

次は、得られたデータに基づく本装置の製作と運転だ。長い蒸留塔では、運転を始めてから製品を得られるようになるまでに時間がかかる。この起動時間が1年も2年もかかったのでは採算が取れない。このため、蒸留塔はできるだけコンパクトに設計し、正確にくり上げる必要がある。ここでは川崎の工場や関連企業が底力を発揮した。そこに、運転チームの豊富な経験と努力も加わって、起動時間180日という目標値をさらに短縮することができた。こうして得た酸素からつくった「水」には、酸素18が97%以上含まれ、既存品の95%を上回っている。

「予想外のことは何も起こらず、すべてがうまくいきました。関係者全員が全力を尽くした結果だと思います」という浅野教授の言葉に、川上室長がつけ加えた。「成功したおかげで研究開発チームの士気が高まり、本業のほうの技術開発にも拍車がかかりました。でも、なによりうれしいのは、患者さんにとって苦痛の少ないPETという検査法に製品が役立つことです」

(サイエンスライター 青山聖子)



左) 実験装置の建設風景と装置の内部
上) 製造装置は高さ70m。蒸留塔が何系統かに分けて納められている。年間100kgの製品を製造できる。

成を知り、空気分離に応用したいと考えて浅野教授にアプローチしたのが日本酸素（株）川崎研究所の川上浩研究員（現・大陽日酸（株）つくば研究所分離技術研究室長）だった。浅野教授の指導で設計した蒸留塔は、見事に理論通りの性能を発揮した。

しかし、酸素18を分けるにはさらに精密な蒸留が必要となる。まず、酸素ガスの中から酸素18原子を1個含む分子を分ける。これを同位体スクランブラーという装置で処理し、酸素18原子2個からなる分子をつくる。そして、同時にできるほかの分子（酸素18原子が1個かゼロの酸素分子）から分ける。沸点の差が1度に満たない「世界で一番難しい分離」（浅野教授）であり、このために必要な蒸留塔の高さは全長数百mにも及ぶ。

「技術的には可能だと開発を提案したのですが、本業以外の製品に巨額の開発費を投じて失敗したら困ると一度は却下されました」と川上室長が語る

よく得るには、蒸留塔を精密に設計する必要がある。ところが、こうした設計の基礎となる蒸留理論は、浅野教授以前にはかなり大ざっぱなものだった。

多くの成分のうち主な二つの成分しか考えないうえに、物質移動を考える際に熱移動の影響を取り入れてこなかった。計算が複雑になりすぎるという事情もあったが、この程度の理論でも設計の指針はある程度得られたからだ。設計通りにいかないところは、運転方法の工夫、さらには装置の手直しで調整した。研究者も現場も、それが当たり前のようになっている。

浅野教授は、まず2成分だけの場合に熱移動をきちんと取り入れ、それを多成分の場合に広げた。この理論の完

養殖エビを ウイルス被害から救う

「庶民の食材」となっているエビ。大半は東南アジアや南米などで養殖されたものだが、生産地ではエビウイルスによる被害が後を絶たない。被害を食い止めようと、迅速で簡易、高感度なウイルス検出キットが開発された。



日本人にとってエビを食する歴史は古い。奈良時代に出雲地方の様子を著した『出雲風土記』にも食材としてエビの記述がある。江戸時代には、伊勢エビが祝い事の定番になっていた。とはいえ庶民にとって、大ぶりのエビは高嶺の花だったに違いない。

20世紀半ば過ぎ、エビが国際的な水産ビジネスの対象になる時代がやってきた。1961年に輸入が自由化され、東南アジアや南米から大量のエビが日本に入り始めた。年間輸入量はうなぎ上りに増え、スーパーマーケットには大型で安価な冷凍エビが並ぶようになった。国民一人当たりの消費量は年間3キロにもおよび、日本は世界一のエビ消費国ともいわれている。

そのほとんどは養殖によるもの。しかし、養殖量は順調に増え続けているわけではないと、筑波大学大学院で生物プロセス工学を専門とする松村正利教授は指摘する。2000年ごろ、東南アジアを中心に致死率の高いエビのウイ

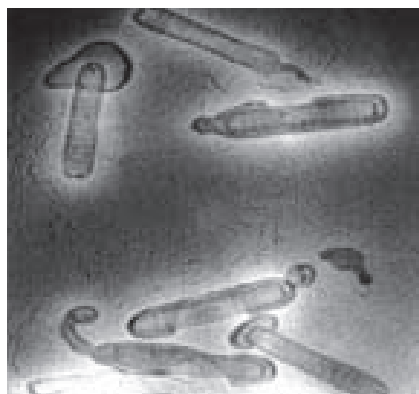
ルス「WSSV（ホワイト・スポット・シンドローム・ウイルス）」が蔓延し、出荷量が大幅に減ったという。

脅威の感染、判定直ちに

エビは、心臓から出た血液が直接組織に入る「開放血管系」をもつために、ウイルスや細菌に弱い。なかでもWSSVには特に弱く、数匹に感染すると、一週間以内に全滅してしまうほどだ。感染エビには、ホワイト・スポットの名前どおり、頭胸部の甲皮に白い斑点が現れ、細胞組織が破壊されて死に至る。池にウイルスを持ち込むのは、周辺に生息するカニ類やケンミジンコなど。これまでは、死んだエビを大型装置のある研究機関に運んでウイルスを検出するしかなく、結果がわかるまでに数日間を要していた。

2003年、待望の簡易検出キット（商品名「シュリンプル」）が発売され、その場で直ちに感染の有無が調べられるようになった。陽性とわかった場合には、まだ元気なエビを早期出荷することで、被害を最小限に食い止めることができるのだ。

キットを製品化する鍵となったのは、松村教授が作製した「WSSVのモノクローナル抗体」。モノクローナル抗体とは、たった一つの免疫細胞（B細胞）から生じた「均一な細胞群」から作り出される抗体の総称。体内に侵入した異物（抗原）の、ある特定部位だけを認識して結合する。松村教授はWSSVのモノクローナル抗体を4種作り出した。商品化と販売を担当したのは、茨城県つくば市にあるベンチャー企業のエンバイオテック・ラボラトリーズ社。同社は抗体技術を応用して、これまでにダイオキシンなどの簡易測定キットを



上) WSSVの電子顕微鏡写真
下) WSSVの感染によって白い斑点が現れたエビ

製造販売していた。

ウイルス検出の原理は、エビの脚などをすりつぶした水溶性の試料をキット端の穴に垂らして濾紙にしみ込ませ、抗原であるウイルスとモノクローナル抗体が結合する「抗原抗体反応」が起こるかどうかを判別するというものだ。

キットでは、開発した4種のうち、2種のモノクローナル抗体が使われた。ウイルスが陽性の場合、赤い色をした標識物質（金コロイド）と第1のモノクローナル抗体を結合させたものが、抗原抗体反応をおこして濾紙上を移動する。その後、第2のモノクローナル抗体が貼り付けられたウイルス認識部位に固定されて、赤く染まる仕組み。さらに、このキットが正常に働いているかどうか赤い色で判定できるように細工されている。

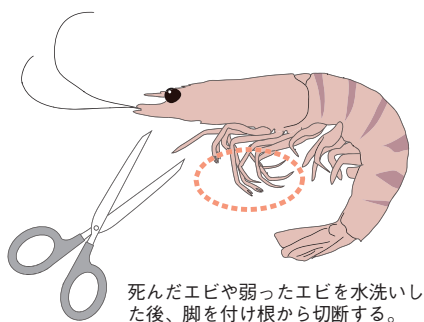
死の池を前に方法模索

松村教授がWSSVの抗体を開発したのは、学术交流でたまたまタイやインドネシアを訪れ、エビ養殖池の深刻な状況を目の当たりにしたからだった。「5000平方メートルほどの池内のエビが、ほぼ一夜にして全滅。雑草に覆われた死の池が一面に広がっていた」

同教授はフィリピンで荒れ放題の養殖池を手に入れ、その再生に挑み始めた。その結果、1%程度の塩分を含む池の水を、電気分解で生じる塩素ガスで殺菌処理する浄化システムを作り上げた。実験池では、4か月ごとに立派なエビを出荷できるようになった。ところが近隣の池ではWSSVの被害が後を絶たない。約400万円の浄化システムは高価過ぎて、現地の養殖業者には導入する余裕がないからだ。そこで、抗体によってウイルス感染を防ぐことを考え始めたのだった。

2001年、WSSVを注射したラットの脾臓から同ウイルスのモノクローナル抗体を作り出すB細胞のみを取り出し、その抽出に成功した。抗体を作る方法としては一般的な手順だが、「工夫を要した点が二つあった」と松村教授。一つは、壊れていない完璧なウイルス粒子を抽出する必要があった点。もう

キットによるウイルスの検出方法



一つは、目的のモノクローナル抗体をいかにして大量に得るかという点だ。持ち前の開発魂で、問題を克服した。

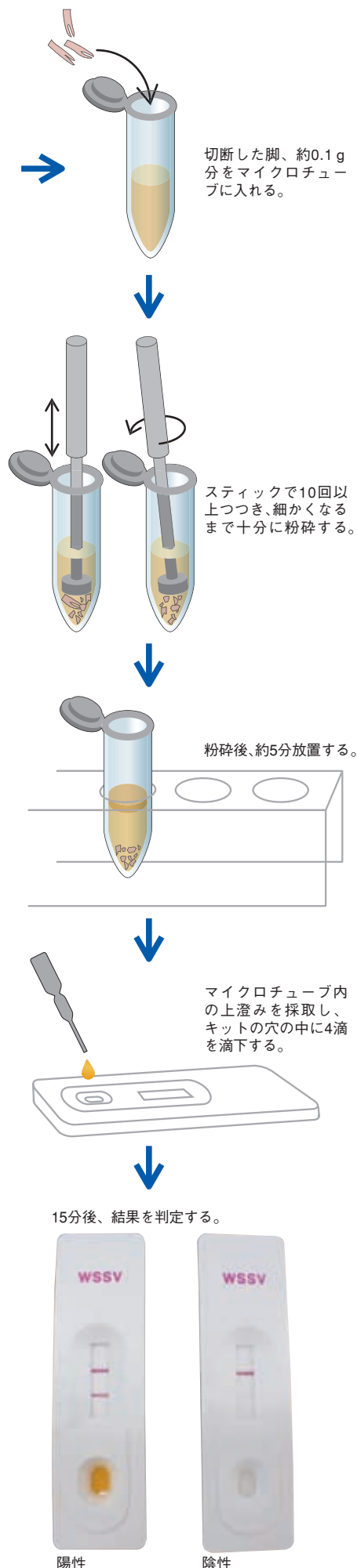
製品化に当たっては、JSTが2002年度に、大学での成果を育成し、試作品製作や実用化に向けた試験を実施する資金として、エンバイオテック・ラボラトリーズ社と松村研究室に約1700万円を拠出し、支援した。

次なる目標に続く挑戦

実用化したキットは、1セット700～800円。タイやパナマ、メキシコなどで、年間1万から2万個を売り上げている。商品開発に携わったエンバイオテック・ラボラトリーズ社の西和人さんと福田耕平さんは「自分の池だけでなく、周辺の池も救われることになる」と、その効果を確信する。西さんは、「養殖エビには、WSSV以外のウイルスが流行することもある。複数のウイルスに対応できるキットを作って品揃えを充実させ、ビジネスとして安定させたい」と新たな目標を話す。

一方、「開発した技術は、実用化されてこそ意味がある」と語る松村教授。今度は3年以内の製品化を目指して、モノクローナル抗体を用いたエビ用の抗ウイルス薬を開発中だ。たびたびフィールドを訪れては、現地の人の目線で新たな挑戦を続けている。安全で新鮮な食材を求める消費者の声は大きい。一方で養殖池の保全も考慮されなければならない。その両方に応えるエビの生産体制が、日本発の技術で模索されつつある。

(サイエンスライター 西村尚子)



世界最小の電磁モーターを製作

直径1.7ミリ、長さ6ミリという世界最小の電磁モーターの製作が実現した。作ったのは大阪大学の町田憲一教授をリーダーとするプロジェクト。この成果には、共同研究企業のNEOMAX、並木精密宝石とともに、大阪の地元企業である誠南工業や美和製作所も大いに貢献した。



世界最小の電磁モーターと米粒

鉛筆の芯より細い超小型

1.7ミリのモーターと言われてもイメージが湧かないだろう。モーター全体は、長さ6ミリのHB鉛筆の芯^{しん}にほぼ相当する。内部は空洞で、ここに、シャープペンの芯のガイド管くらいの細さの磁石の回転子が入っている。中心の回転軸は0.3ミリ。普通のモーターと同じように銅線もついている。

この小さなモーターは、例えば内視鏡のレンズを動かす動力に使える。現在の内視鏡では、先端部のレンズを見たい位置に変えるとき、ワイヤーを手元で動かして調節しており、微妙な調節は名人技。モーターで動かせるようになれば、より正確に制御でき、医師は診断に集中できる。

「強力な希土類永久磁石*は、マイクロマシンの動力から電気自動車のモーターまで、先端技術になくはならない重要な要素部品です。この技術の確保は、希土類資源のない我が国にとって大事な戦略でもあります」と大阪大学先端科学イノベーションセンターの町田教授。

最強磁石にあった弱点

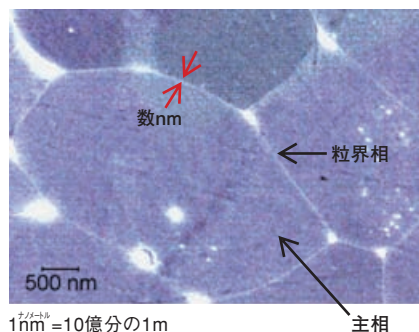
現在の世界最強の永久磁石は、日本生まれだ。NEOMAXの前身である住友特殊金属の佐川真人博士が1983年に開発したネオジム磁石（ネオジム-鉄-

ホウ素（Nd-Fe-B）系焼結磁石）である。この希土類磁石は、携帯電話、ハードディスク、MRI診断装置などに広く使われている。ところが、この磁石には欠点がある。小さな磁石を作るために切削加工すると、ミクロな組織である粒界相が破壊され、性能（保磁力）が急低下してしまうのだ。

この問題を解決したのが、JSTの研究成果活用プラザ大阪（大阪府和泉市）で進めた当プロジェクトの鈴木俊治研究員と町田教授だった。希土類磁石を電子顕微鏡で見ると、強い磁化を生み出す「主相」同士の境目に、「粒界相」があるのがわかる。町田教授は、主相の希土類が酸化されて劣化するのではなく、粒界に原因があることを突き止めた。

粒界に原因があるのなら、加工後、表面にディスプロシウム（Dy）などの希土類元素をコーティングして熱処理し、粒界部分に希土類を熱拡散させてやれば、性能を回復できる。実際、予備実験でその可能性が見えていた。粒界部をはっていくように、希土類元素が材料全体に拡散していくのだ。ただし、希土類は酸化しやすく、熱処理を上手にやらないと難しい。

プラザ大阪で公募した研究テーマに採択され、実用化も含め幅広い研究のできる機会が与えられたことで、冒頭の世界一小さな電磁モーターが実現したのである。幸運なことに、このプロジェクトは3年計画なのに、2年で当面の目標であるモーターが完成してしまった。そこでプロジェクト後半では、もっと大きな磁石のかたまり（厚さ5ミリ程度の平板なら縦、横の寸法制限はない）でも、同じような操作で性能を回復できることを実証した。



1nm=10億分の1m

*希土類磁石

希土類金属（周期表のIIIAの原子番号21、39、57～71の元素）と鉄族遷移金属からできた強力な永久磁石。希土類元素は中国にしか産出せず、かの鄧小平氏は「中国は石油より貴重な希土類資源がある」と述べた。



3次元スパッタリング装置 希土類金属を立体的に被覆する



電気炉内蔵型グローブボックス 極低酸素下で拡張熱処理をする

なかでも「耐熱性」の改善は特筆もので、保磁力が著しく向上する。内視鏡に応用しても、高温消毒ができるようになる。また、現在盛んに使用されている直径2～3ミリの「中型の磁石」の性能が向上し、より広い分野の応用に直接いかせる点で、この技術の産業分野への貢献は大きい。

企業との連携スムーズに

このプロジェクトでは、共同開発企業や地場企業の連携プレーが実にうまく働いた。プラザ大阪に研究室と専属研究員を確保できたことは、開発をスムーズに進めるポイントだった。阪大の町田研究室も評価研究などに参画した。NEOMAXは素材の加工や被覆材料の提供に全力をつくし、並木精密宝石は材料の精密加工や周辺の要素技術を動員した。また、大阪市住之江区にある誠南工業は、立体スパッタリング装置という独自技術を開発、後処理用の焼

成炉は大阪府摂津市の美和製作所が知恵を絞った。

スパッタリング自体は広く使われている薄膜生成技術だが、普通は板状の平面の上にコーティングする。しかし今回はモーターなので、3次元の円筒形の形に、外側も内側も一様にコーティングする必要があった。誠南工業の山下陸雄技術顧問はいう。「どんな立体配置が必要かを考え、結果としてリング状のスパッタリング装置を編み出したのです」

熱処理用のグローブボックスを担当した美和製作所は、誠南工業とも連絡をとりながら装置の作製を進めた。スパッタリングが終わった円筒形磁石は、真空のグローブボックス中で、アニーリング（焼きなまし）される。ボックス内の雰囲気的水分と酸素を1ppm以下にすることが目標だが、「町田先生の要求は、限りなくゼロに近づけること」だったと、美和製作所の鈴木隆博営業

部長はいう。町田教授のアイデア実現のための装置は、こうして、底力のある大阪の地場産業の力を借りて製作された。

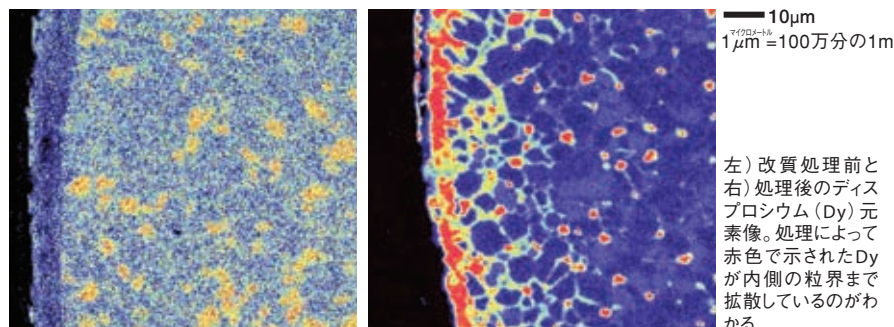
試料のほうは、NEOMAXがさまざまな材質と形状の磁石を加工して提供した。また、研究者間で磁石技術に関する議論を重ね、基礎実験に大きく貢献した。

期待がかかる橋渡し役

並木精密宝石はすでに直径2ミリのモーターを商品化している有名な企業。小さな部品にコイルの巻き線をつけたり、軸受けをはじめとする要素技術とノウハウをたくさん持っている。「磁石の特性が上がったのは、本当にありがたいことです。力が同じなら小型化、同じ大きさなら強い力のモーターができるからです」と中村一也リーダー。

JSTの「プラザ事業」は、大学をはじめ地域に眠る技術シーズを発掘し、地場産業のニーズに結びつけようというものだ。面白いのは「科学技術コーディネーター」という存在。眠っている技術を掘り起こし、事業化、企業化をさぐる役割を担う専門家たちだ。1テーマ100～200万円の予算を持ち、独自の判断で、関係者に予備実験を行わせることができる。コーディネーターたちの「目のつけどころ」に期待しよう。

（サイエンスライター 松尾義之）



左) 改質処理前と右) 処理後のディスプレイウム (Dy) 元素像。処理によって赤色で示されたDyが内側の粒界まで拡散しているのがわかる。

「サイエンスの甲子園」 優勝校の取り組み

スーパー・サイエンス・ハイスクール* (SSH) 26校が指定されて3年。

この夏休みに開かれたSSH生徒研究発表会で、文部科学大臣奨励賞を獲得したのは、
広島県立広島国泰寺高等学校理数ゼミの生徒たちだった。

同校では、生徒も先生もサイエンスに夢中だ。

Literacy

「発表会やコンクールがあると、生徒の意欲が最高潮に盛り上がります。運動系クラブでは大会出場が目標になってきましたが、ほかの課外活動にはそれがなかったので、発表会は明確な目標になりました」

広島県立広島国泰寺高等学校理数コース主任の柞磨昭孝（たるま・あきのり）先生は、今回の文部科学大臣奨励賞獲得までの生徒たちの熱のこもった活動ぶりを目の当たりにして、全国から高校生たちが集まって研究成果を発表する大会の効果を実感した。

広島国泰寺高校は、2002年度に最初のSSHのひとつに指定されて、以来3年間活動してきた。SSHでは、理数系に重点をおいた独自のカリキュラムが編成されるほか、生徒たちの自主的な課外活動も、大学や研究機関との連携を生かして活発に行われる。

受賞で高まる生徒たちの研究意欲

高校野球の球児たちにとって甲子園出場が大きな目標であり夢であるように、最初のSSH指定校26校の生徒たちにとって、8月10日から2日間、東京ビッグサイトに集まって開催された初めての研究発表会は、「サイエンスの甲子園」。高校生たちの意欲を大いに刺激したようだ。

「オオサンショウウオの遺伝子解析」で文部科学大臣奨励賞を獲得したのは理数ゼミ生物班の生徒たちだったが、化学班や物理班の生徒たちも、それぞれ別のコンクールをめざして頑張ってきた。柞磨先生は、受賞によって生徒たちの間により意味での競争意識が高まったことも評価する。

化学班は全国高校化学グランプリ**



数学班、正十二面体をつくる

に参加して銀賞を受賞、物理班はJSEC2004***に出場し、選ばれて11月の最終選考会に招待されている。

全国大会出場を経験した生徒たちは、「他校の選ばれた生徒たちに会い、厳しい質問も受けて、ぐんと大きくなって帰ってきます」と柞磨先生。大きくなったのはもちろん生徒たちばかりではない。担当の先生たちも、また学校全体もひとまわり大きくなり、エネルギーレベルが上がった。

大学人に学んだ徹底する姿勢

生物班の生徒たちが研究対象に選んだオオサンショウウオは、中国地方の山間部に生息する世界最大の両生類で、国の特別天然記念物。そのDNA解析が、世界ではじめて高校生たちの手によって成し遂げられた。

3年計画の研究は、形態を形づくる遺伝子のクローニングやミトコンドリア遺伝子の塩基配列決定にも発展している。「高校生がここまで？」と、誰

*スーパーサイエンス ハイスクール (SSH)

「未来の科学者を育てる」を目標に、理数科教育を重点的におこなう高等学校。申請した高校から文部科学省が指定する。JSTが科学技術理解増進事業の一環として支援している。現在72校指定。

**全国高校化学グランプリ

日本化学会の夢・化学・21組織委員会が主催するコンクール。今年で6回目。筆記試験と実技試験があり、上位入賞者は国際化学オリンピックに出場できる。

***JSEC2004

ジャパン・サイエンス&エンジニアリング・チャレンジ。小柴昌俊氏を名誉アドバイザーとする朝日新聞主催の高校生の科学技術コンテスト。一次審査は書類選考。最終審査では10分間のプレゼンテーションと5分間の質疑応答を行う。3位までの入賞者は来年アメリカでおこなわれるISEF（国際学生科学フェア）に出場できる。

もが驚く完成度の高さだ。

活動は、広島大学大学院理学研究科両生類研究施設の三浦郁夫助教授の指導に支えられている。大学から広島国泰寺高校まで、近くはない道のりだが、三浦助教授は週1回の理数ゼミに欠かさず足を運ぶ。「一番うれしいのは高校生の弟子をもてたことです」。一方の高校生たちは、研究者が徹底的に対象を追求する、その姿勢を三浦助教授と身近に接することで見てとったに違いない。

オオサンショウウオの人工繁殖に世界ではじめて成功した広島市安佐動物園は、研究材料として受精卵を提供してくれた。DNA塩基配列解析装置シーケンサーは、JSTの支援を受けて購入した。

「大学の研究室にある機器を借りて実験するのでは、お膳立てをしていただいて結果だけ出すことになり、実際の研究の大変さがわかりません。やはりフルコースを経験させないと」と、柞磨先生はシーケンサー導入が研究成功の鍵だったと考える。導入を粘り強く望んだのは生物担当の先生たちだった。

生物班の生徒は1年生から3年生まで30～40人。学校に設置されたシーケンサーのメンテナンスを毎日交代で行っている。装置の使い方は、先生たちが大学の研究室に通って訓練を受けた。

これまでの研究成果を、京都大学で開かれる日本爬虫両棲類学会で口頭発表するための準備が進んでいる。仲間たちの前でスライドを使って練習をする生徒。Power Pointを使った図の作製もいまやお手のものだ。すでに日本動物学会などでポスター発表も経験した。



ミトコンドリアDNAの塩基配列は？

並列コンピューターやフラクタル図形も

数学班の生徒5人を指導するのは、広島大学大学院理学研究科数学専攻の博士課程3年生でスペインからの留学生、アントニオ・レヒドール・ガルシア先生。「教えるのはとても楽しい。数学は難しい数式ではなくて、アイデアが大事です」と、達者な日本語でエッシャーの絵画を材料に、フラクタル図形について生徒たちに説明する。

3年生の女子生徒は、受験勉強が忙しくなるなか、ゼミには欠かさず顔を出し中心になって活動している。「どうしたら高校生にわかるか、工夫して説明してくれるからとても楽しいです。数学は大好きですが、将来は生物系に進みたい」

ソリューション班は、物理担当の山田晃茂先生の指導のもとに、パソコンを64台使ってスパコンなみの並列処理ができるプログラムを開発してきた。成果を研究者にメールで公開したところ、大学や国立研究所の専門家から好意的な反響があった。高校生が研究仲間として扱われ、研究者とメールでやりとりしている。

SSH指定は今年度で終了する。以降、この体制をどうすれば維持できるか。「県の予算措置を求める」「同窓会からも支援してもらおう」「ある程度の受益者負担を求める」など、せっかく盛り上がった生徒たちの活動を継続するための工夫を、学校はもっか懸命に考えている。

(サイエンスライター 古郡悦子)



泡の動きをコンピューターで分析



アントニオ先生とエッシャーの絵を調べる



美馬のゆりが選ぶ

11月の展示・本・映像

ひんやりとして透明な11月には、頭もさえ、感性もときすまされます。
新たな出会いや体験に、私のコメントが役に立てば幸いです。

Profile

美馬のゆり／専門は認知科学と教育学。人の学びの過程にかかわる、道具と思考の相互作用に興味をもつ。現在、日本科学未来館を「科学技術コミュニケーションの拠点」とするため、副館長として奮闘中。

Exhibition & Park

国立科学博物館新館グランドオープン



国立科学博物館
新館オープン
2004年11月2日(火)から
<http://www.kahaku.go.jp/>

地球と生命の共進化や人類の知恵の歴史を、洗練されたデザインで見せる。展示ガイドは日英中韓対応で、ICカードを使った面白い試みも。ぜひ一度。

大地に刻まれた札幌モエレ沼公園



彫刻家イサム・ノグチが、公園を「地球に直接掘り込む彫刻」と考えて設計。この巨大な彫刻は、北海道ならではの風景に溶け込み、独特な空間をつくり出す。ここでは、誰もがプロの写真家並みに撮れるから不思議。

モエレ沼公園(札幌)
<http://www.sapporo-park.or.jp/moere/>

Book



<家の中>を
認知科学する
野島久雄・原田悦子 編著
新曜社
3780円(税込)

認知科学の視点で探る 家と家族の変化

社会・技術の発達に伴い、家や家族のあり方が変化していることについて、認知科学が独自の視点で迫る。認知科学は人間の知的な活動や思考や学習について扱う学問。さまざまな切り口から、家や家族、道具と人間の思考に関わる研究を紹介し、未来について考える。認知科学の面白みをどうぞ。



理工系学生のための
キャリアガイド
米国科学アカデミーほか 編
小川正賢 訳
化学同人 1890円(税込)

理工系学生には いろんな道がある

米国科学アカデミーなど3団体が共同で出した理工系学生のためのキャリアガイドブック。理工系大学院卒業後は、学術研究職に就くだけが道ではない。科学技術政策を立案する行政職、科学技術ジャーナリスト、法律家、教育者など、さまざまな選択肢の存在を実例で示す。理工系学生必読の書。

Image

科学捜査にスポットを当てる

「証拠は嘘をつかない」と最新科学技術を駆使し、犯罪現場に残された証拠品などが犯人に結びつくかどうか徹底的に調べ上げる。犯人の動機や心理を中心に据えたこれまでのドラマとは一味違う。



スカイパーフェクトTV、
ケーブルTVほか
「CSI: 科学捜査班」
毎週木曜日
22:00~22:55ほか
<http://www.skyperfe>

心と脳の間を探る

人間の感情がどのように生まれるのかを、科学的に解明しようとするシリーズ。「愛情」では、さまざまな形をとる愛について、「幸福感」では、幸せを感じる時に何が脳で起きているかについて説明する。



ディスカバリーチャンネル
感情と脳の科学
「愛情」
11/23(火)
23:00~24:00
「幸福感」
11/24(水)
11:00~12:00
<http://japan.discovery.com/>

JST News

Vol.1/No.2
2004/November

発行日/平成16年11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>

100

古紙配合率100%再生紙を使用しています

ISSN 1349-6085