JST News

Vol.3/No.9
2006/December
12月号

Special Report

ユニバーサル社会をめざして

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

JST News
Vol.3/No.9
2006/December
12月号

これからやって来るであろう地球温暖化やエネルギー危機、資源の枯渇といった数々の問題に直面して、65億人を上まわる人類は生き残ることができるでしょうか？日本科学未来館の企画展では、人類のサバイバル・ツールとしての科学の最前線を探究します。

What is JST?

JSTの産学連携・技術移転支援

Japan Science and Technology Agency

将来の日本を考える上で、産学連携を強化し、研究成果の企業への技術移転を進め、イノベーション創出による経済活性化を図ることは重要な課題です。そのためにJSTでは、様々な制度を設けて技術移転の推進を支援しています。

研究費を直接支援する制度には、大学等の研究成果を基にベンチャー起業のための研究開発を進める「大学発ベンチャー創出推進」、大学等の研究成果を基に実用化に向けた研究開発を行う「独創モデル化」や「委託開発」、潜在しているシーズを顕在化させ大学等と企業との共同研究につなぐ「産学共同シーズイノベーション化事業」等があります。

技術移転を側面から支援する制度には、研究者と企業の出会いの場を提供する「新技術説明会」や「大学見本市」、産学官連携に関するポータルサイト「産学官の道しるべ」等があります。

編集長
福島 三喜子
編集委員
古旗憲一　長谷川奈治
佐藤雅裕　笹月俊郎
和木文敏　飯島邦男
瀬谷元秀
制作協力
サイテック・コミュニケーションズ
(株) 学習研究社 科学創造研究所
表紙画
五十嵐仁之
デザイン
グリッド
写真撮影・提供
梅岡 弘
中村雅美
和久本 雅彦
伊福部 達

C O N T E N T S

03 People
急成長の陰に独自の哲学
藤井 健太郎　㈱データ復旧センター代表取締役社長 兼 CEO&Founder

04 Special Report
だれもが暮らしやすい
ユニバーサル社会をめざして
だれもが暮らしやすく参加できるユニバーサル社会。その実現を科学技術の側面から支援する、福祉工学の最新の成果を紹介する。

08 R&D
なぜ抗生物質が効かなくなるか
細菌が薬剤を排出する巧妙な仕組み

10 Literacy
“面白い”科学番組を作る
「THE MAKING」ができるまで

12 Event
日本科学未来館のプロジェクトX
65億人のサバイバル

14 Trend
JST基礎研究報告会
常識を超えて広がる光技術

15 Column
知財教育現場での試行錯誤
佐田 洋一郎　山口大学教授、知的財産本部長

16 Entertainment
落語で発見！ お江戸の科学
時そば

JST Newsについてのご意見・ご感想は、以下のE-mailアドレスまでお寄せください。
jstnews@jst.go.jp

急成長の陰に独自の哲学

創業から8年で年商5億円。藤井健太郎氏は今をときめくITベンチャーの若き社長だ。成功の秘訣はどこにあったのだろうか。今後は何をめざすのだろうか。

(株)データ復旧センター
代表取締役社長 兼 CEO&Founder
藤井 健太郎

藤井氏が仕事を始めたのは、大学に入って間もない1994年。パソコンで名刺や店のポスターを作る仕事だった。近所の商店街を営業して回り、ほとんど大学には通わなかったという。以来、「会社に勤めたのは、結婚を申し込んだころの半年間だけです。妻と妻の家族を安心させるためだったので、結婚した翌日に退社しました」というベンチャー人生を送ってきた。

社会のIT化の動きをいち早くとらえて仕事の内容を変えていき、1998年にはインターネット設定のサポート会社を設立。その直後に、「データ復旧」という仕事に出会う。これは、ハードディスクの破損（物理障害）、あるいは、ウイルス感染や人為ミス（論理障害）によって壊れたデータを、文字通り復旧する仕事だ。当時、そうした技術をもつ企業は限られており、客の足元を見た法外な料金を請求していた。

「これはおかしい」と考えた藤井氏はすぐに研究を始め、論理障害による場合の復旧法を自分で編み出した。しかし、物理障害のほうは歯が立たなかったため、この分野でトップの米国DRG社と独占契約することを企てた。無謀とも見えるこの夢は、ベンチャー育成に熱心な福岡県の支援を得ることで達成できた。

こうしてデータ復旧の技術基盤を確立した藤井氏は、きちんとした料金体系をつくり、成功した場合にだけ料金を受け取るという成果主義をとって、会社を急成長させてきた。この9月に開かれたイノベーション・ジャパンでは松田岩夫・科学技術政策担当大臣を囲むトークに登場し、10月には経済産業省の「IT経営百選・最優秀賞」を受賞するなど、経営者としての手腕は高く評価されている。

しかし、最初は苦労もあった。「賃貸料の安い事務所が見つからず、車で寝泊まりしながら設定の仕事に回ったものです。帳簿のつけ方すら知らなかったし、相談相手もいなかった」。それだけに、「起業したいなら、まず大企業に入り、そこで人脈やノウハウを蓄積してからのほうがずっといい」と、安易な起業を戒める。経験に裏打ちされた哲学は、九州大学などで教えてもいる。

話の端々に、細かい経費のムダに目を光らせる経営者の顔がのぞく一方で、新潟中越地震の被災者には無料でデータ復旧を行うなど、利益の社会還元も忘れていない。「夢を口にすると必ず実現する」という藤井氏が次に狙うのは、データの持ち出しなど、情報の動きを追跡する仕事だという。

（サイエンスライター　青山聖子）

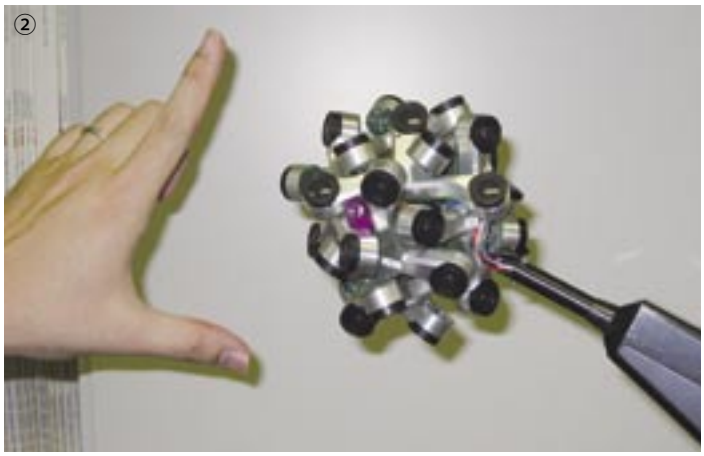
だれもが暮らしやすい
ユニバーサル社会をめざして

誰もが参加でき、暮らしやすい社会づくりをめざして技術開発が進んでいる。視覚などを補ってくれる機器や、移動の手助けになるものなどさまざま。将来は思考で装置を動かすことも可能になるかもしれない。

「成長」から「成熟」へと社会が変化しつつある。それとともに、科学・技術が活躍する場も変わってきている。科学・技術に求められていることは4つある。①人口・食糧・地球環境保全をはじめとする地球規模の問題の解決、②産業競争力の維持と強化、③少子・高齢化などの次代への対応、④健康・安全・生活環境の改善など生活リスクの回避――である。これからの「成熟社会」では、このうちの③と④がより強く求められる。本当に豊かで安心できる社会を実現するためには、人々のQOL（生活の質）の向上を図らなければならないからだ。

だれもが参加できる社会

その意味で、ユニバーサル社会の実現が待たれるのである。ユニバー



①産総研で開発されたインテリジェント電動車いす。頭上のボール状のものが全方向カメラ。②全方向カメラ。正12面体状に配置されている。③自分がとりたいもののところに行ってぴたりと止まってくれる。

舌圧で車いすを動かす。上あごに取り付けた圧力センサー（左）と車いすにつける受信ユニット(右)。

サル社会とは「年齢や性別、障害の有無、文化の違いなどにかかわりなく、だれもが暮らしやすく、元気に活動し参加できる社会」のことを言う。

現在の社会は視覚や聴覚、四肢の機能を失ってハンディを負った人はもちろん、高齢者にとっても必ずしも使い勝手のよいものにはなっていない。道路や建物、さまざまな社会システムは健常者や若い人たちを念頭に置いて作られているので、ハンディキャップをもった人や高齢者の前には様々なバリアーが立ちふさがっている。これを乗り越えなければ、日常の生活や活動は支障を来す。一般の人と変わらない活動をするためには、それを側面から助ける科学・技術を生み出さなければならない。そのための努力が続いており、科学技術振興機構はこうした試みを支援している。福祉機器と呼ばれるものの開発、いわゆる福祉工学である。それらを武器に、ユニバーサル社会をめざしているのである。

福祉工学の目標は3つに大別できる。それは「移動」と「情報の収集」、「コミュニケーション」である。不幸にして四肢の機能を失ったり、あるいは脊髄損傷などによって四肢の筋肉の動きが不自由になったとき、それまでの自由な移動が妨げられる。高齢になったら、以前のように体は思うように動いてくれない。ちょっとものをとるにも不便さを感じる。そうしたことを解決する技術はあるだろうか。また、視覚や聴覚が失われた場合、あるいはその機能が低下したときに、周囲の状況を把握することが難しくなり、他人との円滑なコミュニケーションの道も閉ざされる。それを補ってくれるものはあるだろうか――。そのいくつかの例を見てみよう。

ステレオカメラを搭載した車いす

「全方向カメラを小型化できたのが、開発を成功に導きました」。茨城県つくば市にある産業技術総合研究所情報技術研究部門の佐藤雄隆研究員は快活に言う。外見は何の変哲もない電動車いすだが、高さ150cmのところ、車いすに乗った人の真上あたりに奇妙な形をした小型のカメラがついている。これが車いすの眼となり、ゴー、ストップなどの動きを上手に制御してくれるのである（前ページの写真）。

移動機能を失ったとき、我々は（電動）車いすに頼る。車いすは小回りがきく半面、操ることがなかなか難しい。例えば、エレベーターのボタンを押そうと思っても、うまく所定の場所に行くのに苦労することも多い。人混みに入ると、歩いている人にぶつかることもある。

佐藤さんたちが試作したインテリジェント電動車いすはそうした欠点を解決し、車いすを安全に自由に動かすものである。ポイントになるのは小型のテレビカメラ。3個一組のカメラが12組、合計36個が直径11.6cmの正12面体状に装着されている。重さはわずか600g。ここに入ってきた映像情報を処理して、車いすの動きに反映させるのである。

12組のテレビカメラですべての方向をカバーできる。行きたいところに近づいてぴたりと止まるし、人混みでもぶつかることはない。机の上にあるものをとったりするときなどは、ちゃんと手が届く位置まで動いていって止まってくれる。全方向だから後ろの安全も確認できる。カメラの位置は人が立ったときの目線に合わせてあるから、前方に階段やスロープがあるかどうかもいち早く知ることができる。

もちろん、乗っている人もモニターできるから、急に姿勢がくずれるなど不自然な動きがあったらすぐに止まってくれる。カメラの小型化と映像信号の処理ソフトの開発に苦労したが、「これに乗れば、運動機能を失った人も自由に動くことができる」と佐藤さん。今後、画像を携帯電話回線で送受信し、離れたところから遠隔支援をすることに取り組みたいという。

この制御技術は、電動車いすだけではなく、自動車の安全確保装置などにも応用できそうだ。

舌で車いすを制御

インテリジェント電動車いすは、手元のジョイスティックを使って進退の方向を決める。では手を失ったり、あるいは手の動きが衰えた人はどうしたらよいのだろうか――。昭和大学歯学部口腔リハビリテーション科の和久本雅彦講師は、舌で電動車いすを制御する方法を実現している。

これは和久本さんが（株）国際電気通信基礎技術研究所にいたときに開発したもので、センサーメーカーのニッタ（本社・大阪市）が実用化を進めている。

ロービジョンの人用に実用化されたビデオカメラ型の電子眼鏡(右)。近い将来ゴーグル型も登場する予定だ(左)。

仕組みはこうだ。上あごに、フィルム状の圧力センサーや送信回路、小型のボタン電池などを歯科用樹脂に埋め込んで一体化したマウスピース型の電子回路を装着し、圧力センサーを舌で識別し、これを軽く押すことによって車いすを動かす。センサーは1つが直径3mmほどで前進、後退、右方向、左方向の4個で一組になっている。舌で押されたセンサーの信号が微弱なFM電波によって車いすに取り付けた受信回路に届き制御する。押す力によって車いすのスピードを加減できる(5ページの写真)。

実験では外部の信号などによる干渉もなく、十分な制御性能を実現できた。マウスピース型の電子回路も口内での違和感はないという。

「筋ジストロフィーなどで手の機能が衰えた人でも、これによって自由に行動できる」と和久本さんは言う。四肢の機能を失っても移動することができたらQOLはぐんと高くなる。舌圧で電動車いすを制御するこの技術は、そうしたことを実現できる道の1つであろう。

手を使わない車いすの制御法としては、音声や視線を使ったものが研究開発中だが、雑音や照明の問題など解決すべき課題は残っている。舌圧を利用した方法はその中でいち早く実用化レベルに達したものである。

情報の収集そして コミュニケーション

五感がそろっている健常者が日ごろ何気なくこなしていることでも、視覚や聴覚を失った人やそれらの機能が衰えた人にとっては大変なことだ。これは近くのものが見えにくくなる老眼を思ってみればその大変さがわかる。老眼鏡や拡大鏡の助けを借りなければ、満足に新聞や本も読めないのだから。視力がもっと衰えると非常に面倒だ。

ものがはっきり見えないから、外に出たら他人に聞いて仕事をしなければならない。そうしたことを解消するものが登場した。

「これをのぞいてみてください。大きくはっきりと見えるでしょう」と、(株)ウエアビジョン(本社・兵庫県西宮市)の小林勝代表取締役は1台のビデオカメラのようなものを手渡してくれた。ファインダーを覗き、目の位置を適度にずらすと、なるほどものがくっきり見える。カメラにはズーム機能がついているから、自由に拡大・縮小ができる(上の写真)。

小林さんが手渡してくれたのは低視力者用網膜投影電子眼鏡である。視力がわずかに残っているロービジョン(低視力者)用の眼鏡である。ロービジョンの人は矯正視力が0.3未満であり、現在の医療技術では視力の回復は難しく、また低視力のために日常生活に支障を来す。こんな人たちが約100万人いると推定されている。

今後、高齢者が増えるとともに糖尿病性の網膜症や緑内障、加齢黄斑変性など視力の低下や失明の原因になる疾患も増加することが予想される。この電子眼鏡の必要性も高まることが考えられる。

ロービジョンの人たちは網膜や水晶体に異常があるため、網膜にしっかりと結像しないのである。普通は眼の角膜や水晶体でピントを合わせるのだが、異常があるためこれがうまくいかない。そこで、水晶体などでのピント合わせが不要なように、レンズの前に光学系を置き、平行光だけを取り出して結像させるのである。これだとピント合わせをすることなくスクリーンとなる網膜に像が写る(網膜投影方式)。平行光は水晶体の真中に集まる。いわばピンホールの原理といってもよい。ファインダーを覗いて目をよい位置にずらすのは、平行光がうまく水晶体の真ん中に集まるようにするためだ。

水平画角は33度。これだけあれ

ば、十分な視野角が得られる。この電子眼鏡のアイデアは宝塚造形芸術大学の志水英二教授のもので、科学技術振興機構の支援を受けてウエアビジョンなどが開発を進めた。この12月にはビデオカメラ型の電子眼鏡を販売する。価格は1台45万円とやや高い。目標は30万円だが――。需要が広がれば、量産効果も出るという。

「ビデオカメラ型は遠くを見るには良いが、両手が自由に使えない。ロービジョンの人が気軽に出歩けるように、文字通り眼鏡のようなゴーグル型のウエアラブルタイプの開発を進めている。近い将来、ホログラムを利用したシースルー眼鏡モデルも登場するだろう。また、今は単眼視だが、両眼視できるタイプの開発も射程内に入っている」と小林さんは言う。

「聴く」「読む」「話す」は人とコミュニケーションをする上で大切な手段だ。東京大学先端科学技術研究センターの伊福部達教授はそうした技術・機器の開発を進めている。

その1つに指の触覚で音声を聞く感覚代行装置がある。指先に当たる突起状の端子（ピン）が音声を伝えてくれる。伊福部さんが長年取り組んできた「タッチボイス」である（下の写真）。手のひら大の装置に指を乗せるだけで、音声を端子の動きに変え、触覚として伝える。この技術は、現在、「タジョダ」という名で発展しつつある（下の写真）。パソコンの画面上の文字を視覚障害者向けに音声として伝えるものとしてスクリーンリーダーがある。タジョダはスクリーンリーダーでは表せない文字の形、大きさ、色などを触覚の形で伝えるものだ。おもしろいことに、視覚障害者は視覚がある人に比べて2～3倍の速度で音声情報を取り入れている。「私たちは視覚と聴覚の両方で情報を得ている。視覚が失われることによって、聴覚の機能がアップしたのではないか」と伊福部さんは代償機能が働いたと推測する。自分にとってどの速度で“聴く”のがいいのか、調節できる機能もついている。

生体機能補完から生活機能補完へ

伊福部さんは「ユニバーサル社会を考えるとき、福祉工学は生体機能補完中心から、生活機能補完に重点を移すべきだ」と言う。

これまでの開発姿勢は失われた体の機能を補完しようというものだった。ハンディキャップをもった人や高齢者は弱い立場の人たちであり、彼ら（彼女ら）のために機器を開発しているのだという意識であった。そうではなく、これからはハンディキャップをもった人たちが自立できるよう手助けしようという考えが大切になってくる。視覚を失った人では代償機能によって音声を読み取る速度が速くなっていることに見られるように、普通の人には計り知れない鋭さも出てくる。

こうしたことに注目し、彼ら（彼女ら）のQOLを高めるためにはどのような技術が必要かを知ることが大切になってくる。そのためにはハンディキャップをもっている人たちがどのような要望をもっているか、何を期待しているかを十分に知ることが必要だ。ユニバーサル社会実現への道は、ここから始まると言ってもいいだろう。

（日本経済新聞編集委員　中村雅美）

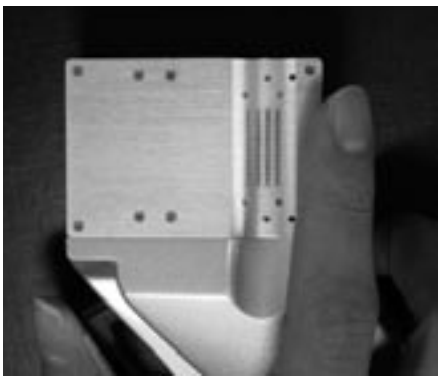
思考でロボットを動かす

京都大学大学院文学研究科の櫻井芳雄教授は、「思考するだけでロボットを動かせないだろうか」と考えている。脳の機能を解明する研究の一環である。

基礎的な成果だが、科学技術振興機構の支援を受けて東京工業大学、東北大学と共同で、猿の脳の神経細胞の活動信号から、腕などの体の動きを予測することに成功している。

我々は手の動きや力の入れ具合などを脳で判断し、その情報を筋肉に伝えている。そうしたことを人工的にできないだろうか。「脳を理解することによって、その成果を福祉機器などに生かす。また、経験に基づいて行われている現在のリハビリテーションなども、成果を生かしてより科学的に行えるようになるのではないか」と櫻井さんは研究の波及を語る。

将来、考えるだけで機械を動かす――そんな時代がくることを思わせる。



指で”聴く”。「タジョダ」（左）と「タッチボイス」（右）。

なぜ抗生物質が効かなくなるか
細菌が薬剤を排出する巧妙な仕組み

病院で、思わぬ細菌・ウイルスが広がる院内感染が深刻な問題となっている。
抗生物質の乱用により、抗生物質が効かない（薬剤耐性化した）病原菌が増えているのだ。
そんな時、薬剤耐性化の原因となる、細菌のもつ薬剤排出システムが明らかになった。

細菌が薬剤耐性化する原因はいくつかあるが、主要なものは、薬剤が多剤排出トランスポーターによって菌の外へ排出されるものだ。

2002年、大阪大学産業科学研究所の村上聡・助教授は、これまで未解明だった多剤排出トランスポーターの立体構造を明らかにし、同じ年の11月からJSTのさきがけ「生体分子の形と機能プロジェクト」に参画。薬剤の認識や輸送のメカニズムを研究し、2006年3月にプロジェクトを終えた。その結果、非常に巧みな排出メカニズムの存在が明らかになった。

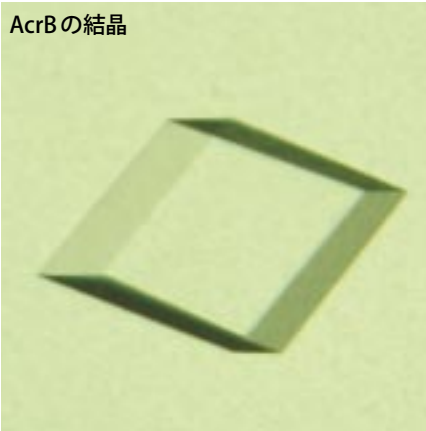
トランスポーターとは？

脂質二重膜に覆われた細胞は、膜上にあるポンプやチャンネルなどによって、外界とイオンや水溶性分子のやり取りをする。トランスポーターと呼ばれるタンパク質もこうした輸送システムの1つで、こちらはイオンではなく、分子を細胞内から外へ、あるいは外から内へ運んでいる。このうち外へ運び出すものは「排出型トランスポーター」と総称され、村上助教授が用いる大腸菌では約20種が知られている*。「いずれも、何らかの分子を排出しますが、その守備範囲はトランスポーターごとに決まっています」と村上助教授。

トランスポーターは古細菌からヒトに至るまで、あらゆる生物にみられる。「数十億年も前から存在する細菌が、ごく最近に化学合成された抗生物質を排出することもできます。多剤排出トランスポーターは、細胞にとって毒となるような異物を外へ出す生体防御機構のひとつなのでしょう」と村上助教授はいう。高度な免疫系をもつヒトの場合は、同種の多剤排出トランスポーターが、生体防御としてではなくコレステロールなどの脂質輸送に関わっている。

一方、がん細胞では多剤排出トランスポーターの数が非常に多く見られ、そのために抗がん剤が効かなくなるということもわかっている。

＊大腸菌のトランスポーター
大腸菌は、細胞膜と細胞外膜からなる二重の膜をもつ。トランスポーターはこの両方の膜を貫通している（右ページの図）。



三量体からなるAcrBの立体構造　3つのユニットは全く同一のタンパク質だが、役割ごとに微妙に構造を変えている。結合型ユニット（青）は内部に薬剤を取り込んでおり、その出入り口を排出型ユニット（赤）の一部であるらせん構造がふさいでいるのがわかる（右の図）。

村上助教授は、大腸菌の多剤排出トランスポーターのうち、もっとも多くの物質を排出するAcrBに着目した。「AcrBの遺伝子は、1965年に、毒性をもつ色素の中でも生存できる大腸菌がみつかったことで同定されたものです」と村上助教授。その後、AcrBは抗生物質や消毒剤、界面活性剤なども排出できることがわかった。

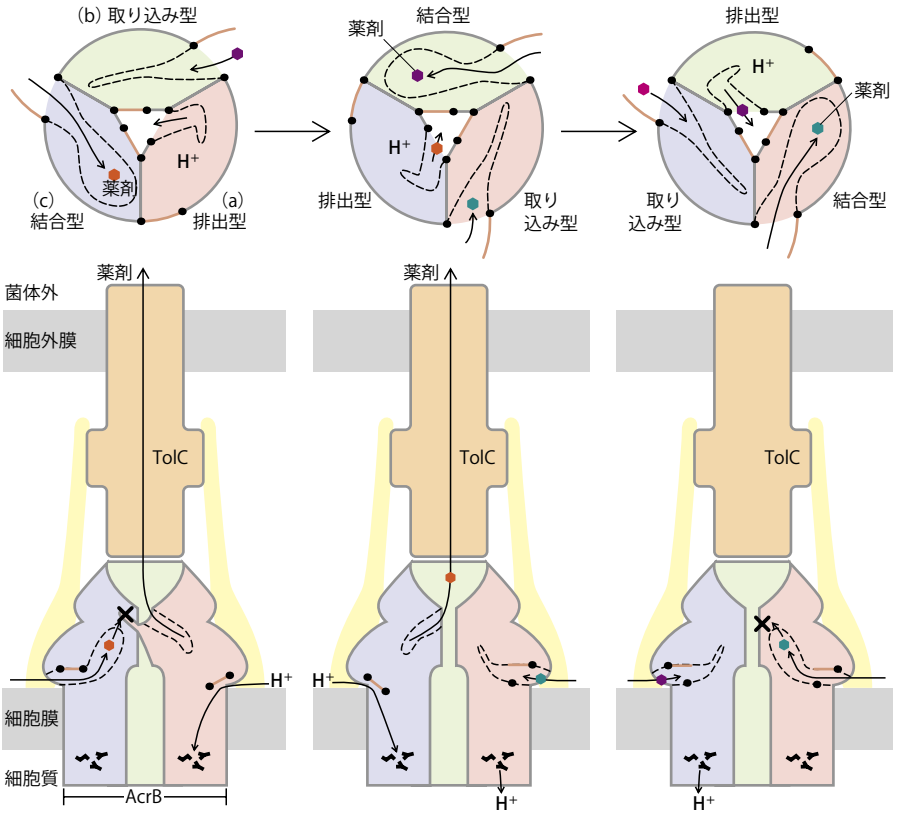
120度ずつずれながら排出していた

タンパク質の詳細な3次元構造を知るには、X線を用いた結晶構造解析が最も有力な手段である。しかし、トランスポーターのような膜タンパク質は広い脂溶性の表面をもつため、そのままでは水に溶けず、結晶化するのが非常に難しい。「膜タンパク質はタンパク質研究者からも敬遠されていたのですが、私の学生時代のテーマが膜タンパク質の結晶化でした。その後、現職に就いて、1998年からは薬剤排出トランスポーターを研究し始めました」と村上助教授。AcrBを選んだのは、AcrBの遺伝子が研究室にたまたまあったことと、水溶性の領域が多く、比較的結晶化しやすいと考えたからだという。

予想は当たった。AcrBを界面活性剤で覆うことで細胞外に溶かし出し、結晶化に成功したのである（左ページの写真）。さっそく、兵庫県の播磨にある大型放射光施設（SPring-8）で結晶構造を解析したところ、AcrBは同じ形のタンパク質（ユニット）3つからなり、互いが同軸上で組み合わさった形をしていることがわかった（左ページの図）。「3つのユニット（三量体という）の中心部分が筒状にあいていたので、このときは、薬剤がそこから排出されると仮定し、その仮説は広く受け入れられましたが、今回、さらにAcrBに薬剤を結合させた状態で結晶化し、構造解析をやり直しました。すると、新事実が発覚したのです」。村上助教授はそう話す。

結果は驚くべきものだった。3つのユニットの基本構造はほぼ同じだが、微妙に構造が異なり、「取り込み型」、「結合型」、「排出型」と役割が分担されていることを発見したのである。このとき、薬剤は三量体の中心を通るのではなく、結合型の内部にできる結合ポケットにおさまった後で排出されていた（上図）。「AcrBは結合ポケットにある多種類の芳香族アミノ酸のうち、どれかを組み合わせて使うことでさまざまな薬剤を認識して薬剤を結合させていました」と村上助教授。結合型ユニットのポケットの出口を、隣に位置する排出型ユニットの一部がふさぐようになっているが、エネルギー源であるプロトン（H^+）が供給されると、それらの構造が変化してポケットの出口が開き、薬剤が排出される仕組みだった。

「ユニット内部のポケットがつぶれることで薬剤が排出され、その後、隣のユニットが次の薬剤を取り込んでいました」と村上助教授。こうして3つのユニットは120度ずつ順番に役割分担を回帰的に変化させ、薬剤がそれぞれのユニットから排出され続けるのである。



AcrBの薬剤排出メカニズム　3つのユニットは、構造を微妙に変えながら「取り込み」→「結合」→「排出」（でまた、「取り込み」に戻る）という3つの作業を、くり返し行っている。(a) 排出型のユニットでは、結合型の薬剤が結合している部分の口をふさぎつつ、薬剤を中央へ排出する口が開いて排出する。(b) 次に薬剤取り込み口が開き、取り込み型になる。(c) 薬剤が内部に入ると結合型になる。これらの構造変化には、水素イオンが重要な役目を果たしている。

スーパー抗生物質の設計も可能に

AcrBによる薬剤認識と排出の仕組みが明らかにされたことにより、薬剤耐性化しにくい抗生物質や、排出を妨げる新薬の設計が期待されている。実現すれば、薬剤が効かなくなった菌に対する特効薬の開発につながることになる。さらに、今回の成果はAcrB以外の排出型トランスポーターの構造や機能の解明のヒントにもなると思われる。

「今後は、がん細胞をはじめとする高等動植物のトランスポーターを構造解析してみたい。さらに、耐性化しにくい抗がん剤や、トランスポーターの機能を阻害する薬剤を開発し、副作用の低減につながる研究を展開したいと考えています」。そうコメントする村上助教授のエネルギッシュな挑戦が続く。

（サイエンスライター　西村尚子）

“面白い”科学番組を作る「THE MAKING」ができるまで

多くの人たちに科学の面白さを伝えたいと、JSTが1998年に始めた科学専門放送「サイエンス チャンネル」。
身の回りにある「モノ」ができ上がるまでを追った「THE MAKING」は、8年間続いている長寿番組だ。
番組制作の過程を通して、長寿の秘密と「サイエンス チャンネル」が大切にしてきたものを垣間見た。

2006年9月26日、「THE MAKING（ザ・メイキング）」の番組制作クルーは埼玉県狭山市にあるロッテ工場の会議室にいた。今回取材するのは、コアラの形でおなじみのチョコレート菓子「コアラのマーチ」ができるまで。その最終打ち合わせが行われていた。

撮影の手順や注意点の確認が終わると、全員、白衣に着替えて髪を帽子でスッポリ覆い、ほこりなどを吹き飛ばすエアシャワーを通って、工場の奥へと案内された。そこには、小麦粉など原料を貯蔵するサイロがあった。ディレクターの「それでは、カメラを回していきます」の言葉で、撮影が始まった。

“映像”にこだわる

「サイエンス チャンネル」はCS放送やケーブルテレビで見ることができる。そこで、毎日午後6時45分から14分間放送されている“モノづくりを追う番組”が、「THE MAKING」だ。2週に1本の割合で新作が作られ、この8年間で作品は200本を超える。年に1本、44分間のスペシャル版も作られており、『巨大貨物船ができるまで』や『700系新幹線ができるまで』では、いつもは紹介できない大規模な組み立てや製造工程をじっくり見ることができる。また、すでに放送された番組はインターネットでいつでも見られるようになっている（http://sc-smn.jst.go.jp/）。

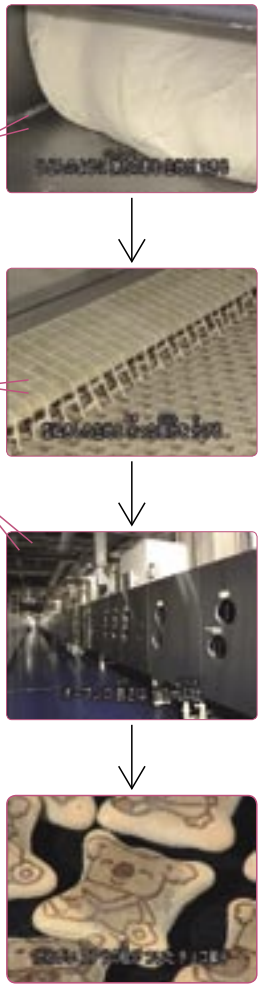
モノづくりを追った番組はほかにもあるが、「THE MAKING」を見て、まず気づくのは「ナレーションがない」ということ。番組の立ち上げ当初から関わってきた石井隆プロデューサーは、「映像に集中してもらいたくて、余計なものは極力省いています」とこだわりの一端を見せる。代わりに、ポイントポイントで字幕が出る。ルビがふられた字幕がゆっくり流れる点や映像の目線が低く設定されている点は、対象となる小学校3年生程度を意識したものだ。しかし、モノづくりの中にみられる意外性によって、大人も十分楽しめる番組になっている。

ある時は、生産現場のオートメーションを通して日本の科学技術の高さを、またある時は職人の伝統的な技を紹介している「THE MAKING」。この

＊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。スカパー！765chのほか、スカパー！110 300ch、全国約200局のケーブルテレビ局、またインターネットでも視聴が可能。

コアラ型チョコ菓子ができるまで

1 製品紹介	サブタイトルカット
2 ミキサー	コアラのマーチのビスケットの生地を作るミキサーです。
	うどんのように弾力のある生地です。
3 リングエキスト出口	生地を連続して流します。
4 ストレッチャー①	機械にくっつかないように粉をふって少しずつ
5 ストレッチャー②	薄くしていきます。
6 ストレッチャー③	薄く伸ばした生地は最後には厚さが約1ミリになります。
7 カッター	薄く伸ばした生地にコアラの絵を印刷した後で
	コアラの型を抜きます。
8 スクラップコンベア	型で抜いたコアラの生地と余った生地を分けます。
9 フェリーコンベア	薄いコアラの生地はオーブンで焼く為に
	鉄板に乗せ替えます。
10 オーブン室	オーブンの長さは50メートル以上です。
11 オーブン中	あんなに薄かったコアラの生地は焼くとプックリと
	ふくれてきます。
12 オーブン出口	焼きあがったコアラのビスケット
	まるでコアラが行進してくるようです。
13 整列機	チョコレートを入れる為に裏返します。
14 チョコ注入	ストロー状の細い針をさしてチョコレートを入れます。
15 クーラー出口	クーラーで冷やしてチョコレートの
	固まったコアラのマーチは
	割れなどの検査をして包装機に送られます。
16 計量機①	1袋に入れるコアラのマーチの
17 計量機②	重さを測っているところです。
18 縦ピロー機	重さを測ったコアラのマーチを袋に詰めていきます。
19 カートン詰め	1袋ずつ箱に詰めていきます。



左は取材台本。ディレクターは自分なりに台本を作り、それに沿って必要な映像を撮っていく。（株式会社NTV映像センター提供）

8年、一貫しているのは、日本のモノづくりの素晴らしさを“映像”という手段を使って伝えていることだ。

クルーのメンバーはディレクター、カメラマン、カメラアシスタントの3人。小回りが利くように最少の人数だ。ディレクターがカメラマンに簡潔な指示を出すほか互いの会話はないが、撮影はスムーズに進んでいく。今回は、ロッテ側の希望もあり、工場のライン管理者たちがモニターで映像を1つひとつ確認しながら作業が行われた。その真剣な眼差しから、自分たちの工場への誇りが強く感じられた。

取材現場によって雰囲気はまったく違い、これまでには「ぜひ子供たちにモノづくりの面白さを伝えたい」と番組の熱意を示して、頑固な職人を口説いたこともある。番組全体に共通しているのは、クルーと現場の人たちが力を合わせて番組を作り上げているということだ。

番組作りの苦労＝醍醐味

「THE MAKING」を面白くするには、大切な作業がいくつかある。まず、「何ができるまでを取り上げるか」という「ネタ決め」。「番組を始めたばかりの頃は、自分の机の中を物色すれば決められたんですよ」という石井プロデューサーだが、身の回りにあるものはやり尽くしてしまった今、日常と人がネタの宝庫だという。取材先で、隣に工場を見つけると何をやっているのか思わず聞いてしまう。なんのことはない雑談からひらめいたり、時には地方にいるカメラマンから情報が寄せられることもある。例えば、数年に一度しか作られない長胴太鼓の製造過程を撮った『たいこができるまで』は、金沢のカメラマンからの情報があったからこそできた作品だ。

製品の魅力を引き出すための手間と工夫はおしまない。“トマトジュース”ならば、トマトの収穫の様子を取材し、“イカの塩辛”ならイカ漁の船にも乗った。それは、工場の中だけにとどまらないモノづくりの奥深さを伝えたいからで、ディレクターの腕の見せどころだ。

「THE MAKING」の撮影現場　『トマトジュースができるまで』（左）と『フェルトペンができるまで』（株式会社NTV映像センター提供）

そして撮影。どう見せるのか。大きなものは大きく、小さいものはその小ささが伝わるか。食べ物ならば、おいしそうに見えるか。膨らんだり、色付けされたり、製品の姿や形が変わる瞬間は絶対に逃さない。要求は多いが、映像が第一のこの番組では、カメラマンの腕が鳴る。

ディレクターにはそれぞれ個性がある。今回のコアラのマーチを担当した平山清道ディレクターは、現場の空気や匂いなどを映像と字幕を組み合わせて表現するのが得意で、食べ物をおいしそうに見せることに定評がある。石井プロデューサーは「コアラのマーチが大好きな子供たちをがっかりさせるような番組は、絶対に作ってはいけないんですよ」と話し、番組作りの勘が鈍らないようにと今でも自ら現場に出かけていく。

多くの人に支えられて

撮影から1週間後、JSTで「コアラのマーチ」がテーマの『コアラ型チョコ菓子ができるまで』の試写が行われた。出席者は石井プロデューサーと撮影の指揮をとった平山ディレクター、JST側はサイエンス チャンネル・チーフプロデューサーの倉尾美保子さんと阿部信彦さん。ずらり並んだコアラが行進している様子は壮観だった。いくつかの要望が出され、試写は1時間ほどで終わった。石井プロデューサーは「モノづくりの一部始終を見せようとする番組だけに、こちら側が見せたいところと、企業秘密などで見せられないところのせめぎあいが常にあるんです」と毎回、番組作りの厳しさを感じるという。一方、今回のネタ提供者でもある倉尾チーフプロデューサーは「最初は薄い1枚の生地だったコアラが、焼くとあんなに膨れるのは驚きですよね。子供たちの好奇心を、十分満たしてくれる内容になりました」と語っていた。

倉尾チーフプロデューサーはほかにも番組を担当している。スポーツを科学的に分析する「アスリート解体新書」や科学館を紹介する「世界の科学館」などだ。かつて、テレビ番組の制作に携わったことがあるという倉尾さんは、自分の“サイエンス チャンネルの作品をチェックする目”は厳しいと感じている。そんな倉尾さんがどの番組にも期待することは“面白い”ということ。“面白い”とは“笑える”ことではなく、“印象に残る”ということだ。放送という電波に乗せて、皆さんに見ていただく以上、エンターテインメントとして面白くなくてはだめ。この気持ちが、サイエンス チャンネルのレベルの高さを保っているのだ。「難しい研究や技術をいかにわかりやすく一般の人たちに伝えられるかは、制作スタッフの翻訳能力にかかっているんです」とも話す。

チーフプロデューサー、プロデューサー、ディレクター、カメラマン。関係するすべての人に支えられて、サイエンス チャンネルは8年間続いてきた。そして、「ずっと続けていきたいですね」という倉尾チーフプロデューサーの言葉に、これからも「サイエンス チャンネル」が私たちを楽しませてくれる予感がする。

（サイエンスライター　池田亜希子）

日本科学未来館のプロジェクトX

65億人のサバイバル

ユニークな企画展で話題をさらってきた日本科学未来館。
今回は、先端科学とどう向き合って生きていくかという大きなテーマに挑戦した。
その企画から公開までを、プロジェクトチームの活動を中心に追った。

「愛に敵なし、勝負にならないじゃないですか」

「いやいや、正露丸のほうがつかみはありますよ」

日本科学未来館の企画展『65億人のサバイバル』のトークショーのひとコマ。「あなたにとって、現代を生き抜くために必要なものは?」という質問に対して、ゲストの格闘家・須藤元気さんは「愛」と答え、ホストの毛利衛館長は「正露丸」と答えた。生命に不可欠な水。泥水でも飲めるようにできるのが正露丸（クレオソート）だ、と毛利館長。それに対して須藤さんは、地球の資源を浪費し、モノをめぐって争う人類が生き残るには、愛しかないと主張する。

立場の異なる2人だが、意外にも軽妙な掛け合いで、サバイバル観や科学技術への思いをぶつけていく。

1年以上かけて準備を進めてきたスタッフの口元がほころんだ。

プロジェクトチームの発足

「1人1人が生きるために必要なものは何かという疑問から始まり、世界の65億人が先端科学とどう向き合って生きていくのかという大きなテーマに発展していきました」

企画展のプロジェクトリーダーを務めた今泉真緒さんは、公開前夜のレセプションで、こう挨拶した。

今泉さんがこの企画を提案したのは2005年4月。同館がこれまで手がけてきた企画展は、科学とは遠いテーマ、例えば「恋愛」に科学で切り込んでみようという挑戦だった。開館して5歳に成長したのを機に、先端科学をストレートに見せるというコンセプトが打ち出された。今泉さん自身にも、「日々の生活と世界の政治、経済、地球環境問題はあまりにも乖離している。個人と世界の問題をつなげることができないだろうか」という思いがあった。

＊『65億人のサバイバル—先端科学と、生きていく。』展は2007年2月5日まで開催中。休館日は火曜日（ただし、12月26日、1月2日は開館）と、年末年始（12月28～1月1日）。開館時間は10:00～17:00（入館は16:30まで）、1月2日、1月3日は10:00～18:00（入館は17:30まで）。

IDカードでチェックインし、スタンプラリーに出発。各ゾーンでミッションをクリアしながら、5つのアイコンを集める（上）。

コンテナを使った展示ゾーン。コンテナ内に展示物を収納して移動できることを、来館者にも見てもらう（右）。

オープン3日前、インタープリターと展示解説ボランティアへの説明会が開かれた。インタープリターは、展示ゾーンで解説を補ったり、来館者の質問に答えたりして、来館者と接する大切なスタッフ。ボランティアの協力も欠かせない。

各ゾーンには科スペの思いが込められている。道具担当の湯沢哲朗さん（左上）は、「自然に学ぶ素材に着目」。住環境担当の竹内恵さん（右上）のキーワードは「物質循環」。フード担当の森田由子さん（左下）の自慢は、「生の植物の展示」。エネルギー担当の池辺靖さん（右下）は、「エネルギー分配ネットワーク構想で、問題を提起」。

当初は「フード（食べ物）」のみを考えたが、プロジェクトチームの発足と並行して、ブレインストーミングを重ねるうちに、生活に必要な「道具」「住環境」「エネルギー」「コミュニケーション」が加わった。秋に入って、各テーマを担当するサイエンス系の科学技術スペシャリストが、研究者へのリサーチを始めた。科学技術スペシャリスト、通称“科スペ”は、科学技術の専門知識をもつサイエンス系と、デザイン、映像、編集などを専門とする手法系からなり、企画に合わせたメンバーでチームを組む。このほか、広報、営業、運営、保守・メンテナンス担当が加わって、プロジェクトを進めていく。

科スペのリサーチは、最先端科学のトピック情報、社会への影響、今後の課題など、多角的に進められる。その過程で、展示構成案（ストーリー）が練られていった。

結論は言わずに問題を提起

プロジェクトチームを悩ませたのは、社会的な問題をどう扱うかであった。例えば、飢餓と飽食が偏在している食糧危機の問題。食糧を分配するシステムを構築するには、政治や経済が絡んでくる。

「社会的な問題を無責任に語ることはできない。あくまでも科学の視点に立って、新しく開発されたものはリスクを伴うことや、なぜ実現できないかという問題提起に留めました」（今泉さん）。

2006年春になると、各テーマに共通した展示ゾーンの構成が決まった。各展示ゾーンは、統計データを使った「今を知る」、先端科学のトピックを学ぶ「次を見すえて」、今後の課題を考える「さらなる先へ」という3コーナーの構成だ。

これらのコーナーをどんな形にするかが、次の議題であった。1ゾーン各2個のコンテナを放射状に配置し、コンテナの側面に沿って解説パネル、映像、模型、実物などを展示する。さらに、これらの展示物をコンテナにしまって、移動できるようにしたモバイルキットという方式が考え出された。

来館者のターゲットは、都会で暮らす20代後半から40代前半に絞った。それでも、科学技術の素養がないと解説の内容を理解するのが難しい。楽しさがほしかった。

「5つのミッションをこなしていく『サバイバル養成プログラム』をスタンプラリーにしよう」。デザインを監修したクワクボリョウタさんの発案だ。

「今」のコーナーは体感的にわかるように工夫した。例えば住環境では、人口の増加によって1人当たりの面積が狭まっているのを、透明な立方体を小さくしていくことで表現する。その中をのぞき込むと、実際の縮尺で、米粒のように小さな人間が見える楽しい演出だ。

最後まで決まらなかったのは、チェックアウトのコーナー。エピローグにすると、結論を言うことになる。議論のすえ、「生き残るって?」どういう意味か、遺伝学の視点から自分を見つめ直すという位置づけにした。

来館者の答えは3カ月後

展示物の制作が始まったのは夏になってからだ。この段階では、桁違いに多くの人たちが加わった。コンテナは上海で製作。輸送中に台風にあい、作業の遅れが心配されたが、どうにか間に合った。

レセプションの挨拶の中で、今泉さんは、制作に携わった多くの人たちに頭を下げた。完成して良かったという思いと一緒に、これから3カ月間が勝負だという覚悟もできた。『65億人のサバイバル』展が投げかける課題はあまりにも大きい。それを受けて、来館者がどのような答えを出してくれるだろうか。

（サイエンスライター　福島佐紀子）

JST基礎研究報告会
常識を超えて広がる光技術

光は、生物が生きる上で欠かせないものであり、エネルギーや情報を運んでいる。最近、光技術は非常に進歩しており、光通信など身近な場所で様々に使われている。

この光技術をテーマに、JSTの基礎研究報告会が、過去最高の約300名の大学・研究機関関係者、企業関係者を集めて10月23日に大阪で行われた。

産業界に大きなインパクト

伊澤達夫先生（NTTエレクトロニクス･相談役）によると、カメラ、ディスプレイ、ディスク、光ファイバーなどの光技術関連の製品売り上げは、現在8兆円規模に達している。光を安定して出す多様な技術が発達し、様々な波長の光が利用できるようになった結果、1～10μmの波長を利用したガス検出技術や、光と電波の中間の性質を持ち、物体を透過して内部の観察が可能となるテラヘルツ光を利用した計測技術もその応用が進んでいる。さらにレーザー加工技術の進歩はめざましく、その利用が進んでいることが報告された。

講師の先生方が話された光の世界は、我々の今までの常識を超えるものであった。

例えば、京都大学の平尾一之教授は、フェムト（10^{-15}）秒という非常に短い時間だけレーザーを発振することで、物体を加熱することなく、大きなエネルギーで加工できるフェムト秒レーザーという技術を使って、ガラス中に自由に光回路を描いたり10ナノメートル以下の素子までも作り上げている。

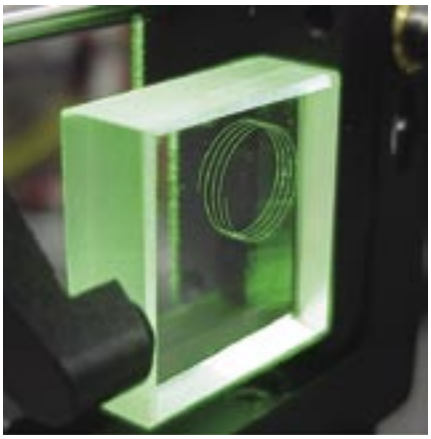
大阪大学の河田聡教授は、近接場光という技術を用いて、微小なバイオの世界を生きたまま観察することを可能にした。さらに、光の非線形効果を使って写真のような非常に小さな構造の加工を行っている。

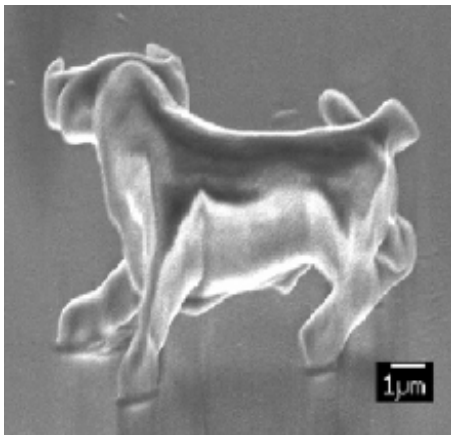
他にも、現在のDVDに40倍もの情報を詰め込むことができる光ホログラム技術の開発や、太陽エネルギーを高い効率でエネルギーに変換する光合成の研究、効率のよい太陽電池の開発など、実用化が待ち遠しい研究成果が次々に発表された。

科学技術を倫理で制御

河田教授は講演の最後に、SF作家マイケル・クライトンの作品「ジュラシックパーク」などの原文を引用して、「原子力に限らずナノ、バイオの世界においても科学者が高い倫理観を持ち、科学技術が人類にもたらす文明とともに危険性を常に社会に説明していかなければならない。このような講演会を通じて、科学技術を一般社会と共有することは大切である」と発表を締めくくられた。

発表終了後のポスターセッションでは、研究者と参加者の間で熱心な質疑が交わされ、発表者相互の交流も行われた。全体を通して基礎研究から商品化に至る様々な研究支援プログラムの意義と成果を実感する発表会であった。　（JST　上田充）





光を使うと写真のような加工が可能となる。左は、ガラス中にフェムト秒レーザーを使って描いた光回路（平尾研究室提供）。右は、2004年度のギネスブックに世界一小さい彫刻として紹介された8ミクロンの牛（河田研究室提供）。

佐田洋一郎

山口大学教授
知的財産本部長

「問題の答えは一つと決めてかかる工学系の学生、知財とは無縁だと思っている理系の学生、いずれにもモノと文字を組み合わせた教材は効果が大きい。」

知財教育現場での試行錯誤

2002年に制定された知的財産基本法、その具体的行動指針である知財推進計画では知財人材の育成が強く提唱されている。それを受けて始まった大学の知財教育現場での私のささやかな経験をご紹介したい。

テレビ番組がヒント

法人化直後、とにかく特許法や特許制度のことをたくさん知ってもらおうと意気込み、いわゆる詰め込み型（最悪）の授業になっていた。もちろん学生からの手厳しい反撃は、居眠りとなって現れた。どうしたらいいんだ？試行錯誤の開始である。そこで歴史や国の政策、国際問題などのトピックスや話題を織り交ぜてみた。これらがやや功を奏したのか、居眠り学生がかなり減った。が、まだ完全ではない。

ある時、娘達から「テレビで面白い理科の授業をやっている」と聞いた。早速チャンネルを回した。身近なモノを使って、難しい理論や法則をわかりやすく説明している。これだ！ このやり方だ。早速デパートや量販店を巡った。面白くてわかりやすい教材になりそうなモノを見つけては特許の状況を調べた。

教壇が展示場に

商品は面白いが知的財産権で防衛していないために値崩れが生じたモノ、それとは逆に知的財産権でガッチリと固め、大いに収益をあげているモノ…、探せば身近に結構あるものだ。早速、教壇は展示場と化し、知的財産権とのかかわりの説明が始まる。「新規性・進歩性ってそんなことだったんだ…」学生達は身を乗り出す。すっかり居眠り学生は消えた。技術を保護する仕組みを教えるには、文字（条文）とモノを組み合わせた教材は、理解をしてもらいやすいようだ。

最近はこれに少し味を付け、従来品と改良品を用意し、まず従来品から見せて問題点をあげさせる。そして「君だったらどう解決する」と考えさせて創造教育の領域へも。では「真似されないためにはどのような手を打てばいいか」、モノ、方法、製造方法など、それぞれの観点から回答を引き出す。特に工学系の学生は、問題の答えは1つと決めてかかってくる傾向があるので、柔軟で多様な思考の養成にはうってつけである。「科学の世界だって、見方を変えればこんな発明が生まれる」と実例を示すと、知財とは無縁だと思っている理系の学生は（教員も）、非常な関心を示す。

今年、1人の学生が「これ教材に使って下さい」と新品を買って持ってきて「将来必ず弁理士になります」と言って卒業していった。私は大いに感激した。教育って良いもんだなあ！と。

これからも説明・解説にピッタシのモノ集め、モノと文字をいかに効果的に絡めるか、そしてそれらを専門分野（理工系、文系など）や、来年から取り組む小中高生を対象にした教育にどのように活かしていくか、現場での楽しい試行錯誤はまだまだ終わりそうにない。

このような身近なアイデア商品が知的教育の教材になる。

落語で発見！ お江戸の科学

江戸の時計技術

絵と文・中沢正人

今月のお噺

あらすじ

真夜中頃、男が一杯十六文の流しの蕎麦を注文した。丼や蕎麦をさんざん誉めちぎった後代金を支払う。

「銭は細っけえよ、手ェ出しな。ひい、ふう、みい、よ、いつ、むう、なな、や…おやじ、今何時でえ？」

「九つで」

「とお、十一、十二、…」と、一文ごまかした。

これを脇で見ていた与太郎、感心して翌晩まねをする。

ところが、丼は欠けてるし、蕎麦はまるでうどんのよう。

呆れて勘定をする。

「銭は細っけえから手ェ出しな。ひい、ふう、みい、よ、いつ、むう、なな、や…おやじ今何時でえ？」

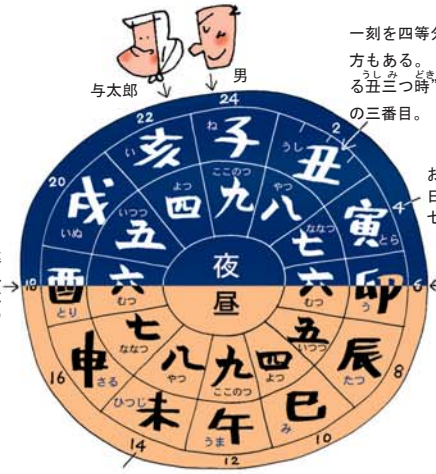
「四つで」

「いつ、むう、ななや、この、とお、十一、十二……」

江戸時代の日本では、当時使われていた時刻制度のために、西洋にはない独自の時計技術が生まれました。

◆江戸の時刻制度「不定時法」

江戸時代では、日の出のおよそ三十分前を明け六つ、日没のおよそ三十分後を暮れ六つとし、その間を昼夜それぞれ六等分して一刻（いっとき）とする、「不定時法」が使われていた。



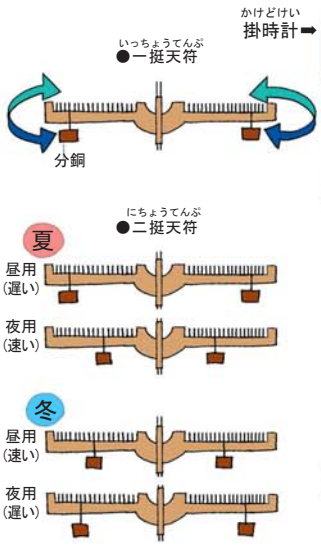
時刻の呼び方には、十二支や数が使われた。数は九つから四つまで下がるとまた九つに戻る。この数え方が「時そば」の落ちのミソで、与太郎は少しだけ早い時刻だったために、四文も損をしたのである。

（セイコー時計資料館　所蔵）

協力＝セイコー時計資料館
参考＝「和時計図録」（小田幸子編／セイコー時計資料館）、「時計」（国立科学博物館）、「浮世絵に見る江戸の一日」（藤原千恵子編／河出書房新社）、「職人の世紀下」（遠藤元男／雄山閣出版）、「大江戸テクノロジー事情」（石川英輔／講談社）、「江戸時代館」（小学館）

■和時計（わどけい）の発達

不定時法は昼と夜、また季節によっても一刻の長さが変化する。そのため、西洋から伝わった機械時計の技術に工夫をこらし、日本独自の「和時計」が誕生した。



「天符」は振り子と同様に、時計の速さを制御する部分。不定時法では昼夜の長さが違うから、一挺天符では毎日二回、朝夕に分銅の位置を掛け替えて、速さを調節しなければならない。この不便さを解消したのが二挺天符。明け六つと暮れ六つに、昼用と夜用の天符が自動的に切り替わる。季節による時間の変化には、二十四節ごと（十五日ごと）に分銅の位置を移動させて対応した。櫓時計（やぐらどけい）、掛時計、尺時計、枕時計、懐中時計など、多様な和時計が作られた。

この記事は、学研科学創造研究所が作っています。関連の詳しい記事は、ホームページでご覧ください。http://www.gakken.co.jp/kagakusouken/

JST News
Vol.3/No.9
2006/December
発行日/平成18年12月
編集発行/独立行政法人　科学技術振興機構　広報・ポータル部広報室
〒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
ISSN 1349-6085