JST News

Vol.2/No.2
2005/May
5月号

Special Report

「愛・地球博」に未来を訪ねて

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

JST News
Vol.2/No.2
2005/May
5月号

開催中の愛知万博「愛・地球博」の会場。最新テクノロジーが体感できる企業パビリオンのほか、循環利用を意識した木質系の回廊や会場造り、環境に配慮した交通手段などが目新しい。

What is JST?

JSTの科学技術理解増進

Japan Science and Technology Agency

科学は自然界のものごとを理解するために必要な知恵です。科学の考え方は社会でも使われています。皆さんの科学や物づくりへの関心が高まるように、わたしたちは科学技術の情報を楽しく伝えます。

テレビ番組の放送、Webコンテンツの提供、科学館の展示…。科学館の展示には説明者もつけます。地方の科学館の活動を支援します。

教育が大事です。科学を大事にしてくれる学校を集中的に支援します。新しい教材、デジタル教材を開発して先生に使ってもらいます。科学を楽しむ活動を応援します。科学者が市民と語ることを支援します。

最先端の科学技術を理解するためには手伝ってくれる人も必要です。多くの人たちが科学に関心を持ってもらえるように、このような盛りだくさんのことを私たちは行っています。

C O N T E N T S

03 *People*
人材育成は競争から
岸本忠三 総合科学技術会議 議員

04 *Special Report*
愛知万博ウオッチング
未来を訪ねて地球博へ!
開幕した愛知万博「愛・地球博」。
「自然の叡智」をテーマとした会場で、自然や先端技術に触れ、
かつ持続可能な社会を可能とする
未来へのビジョンを学ぶことができるでしょうか。
これから地球博を訪れる皆さんに、
見所や楽しみ方をお伝えします。

08 *Venture*
連載・大学発ベンチャー①
「研究したい」から「役立ちたい」に
薄膜シートで快適さをつくり出す

10 *Information*
夢の国家プロジェクト"ITBL計画"
スパコンのネット上に仮想の研究環境

12 *R&D*
生物時計の仕組みが見えてきた

14 *Literacy*
若き俊英が集う科学オリンピック

16 *Entertainment*
岡本浩一が選ぶ
「5月の本・展示・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
羽田智憲
デザイン
グリッド

写真撮影・提供
由利修一　梅岡 弘
2005年日本国際博覧会協会
2005年国際博覧会フランス共和国
陳列区域政府代表部
日本科学未来館
2005年日本国際博覧会 日立グループ館
片桐良一　門脇 仁
近藤孝男
㈱SNT
数学オリンピック財団
国際化学オリンピック第36回
ドイツ大会委員会
楽美術館　茶道資料館

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

人材育成は競争から

免疫の研究で世界のトップを行く岸本博士が、日本の科学技術政策の舵取り役に取り組んでいる。
すぐれた研究者を育てるためには競争的資金を導入し、大学のシステムを変えて行くことが何より重要と、
声を大にして各方面に働きかけており、科学技術創造立国への秘策を熱く語る。

総合科学技術会議　議員
岸本忠三（ただみつ）　大阪大学名誉教授

People

総合科学技術会議は、日本全体の科学技術政策の舵取りをすることを目的に、内閣総理大臣を議長として平成13年にスタートした。総理大臣と6人の各省大臣、8人の識者によって構成される「重要政策に関する会議」のひとつだ。岸本忠三さんはその常勤メンバーの一人。

「来年度から第3期科学技術基本計画が始まるので、5年間、日本の科学技術をどのような方向に進めるのかについて議論しています」

基本計画を進めるにあたって大事な点は何だろう。「私の考えでは、科学や技術を支える人だと思います。人を育てるところ、つくっているところは大学です。したがって大学が活性化されていかなければならない。人材の育成、そのために大学をどう変えるかです」

国立大学は法人化され、非公務員型になった。しかし、大学が使うお金の60～70%は国からの運営費交付金でまかなわれ、その重要性はきわめて高い。この交付金が、単に学生数によって分配されてよいのか。

「大学における運営費交付金と競争的な研究資金の割合をどう変えていくかが大きな問題点です。個人的には、1兆2000億円という運営費交付金の20%ぐらいを競争的研究資金にすれば、大学はものすごく活性化されると思います」

競争的資金を導入するためには、その後の評価システムの役割が大事だ。アメリカでは研究者のピア・レビュー（同僚による内部評価）が確立されていて、選択が合理的に行われている。日本でも、そうした仕組みを時間をかけて確立させていかなければならない。日本人には、国民性として互いに仲良く生きようという習性があって、厳しく相手を評価することに慣れていない面もある。これは、多くの分野では美点といえるが、学問やスポーツのように個人同士の切磋琢磨が必要な世界ではむしろ邪魔になる。

「そうした日本的システムが20代、30代の活力を奪ったのは事実ですね。何事も競争にして日本の穏やかないい部分をなくしてよいとは思いませんが、『私は自分のやりたい科学の研究をするんです』という分野は、競争がなかったら進みません。120%の能力は発揮されません…」

さて、岸本先生ご自身は専任の議員になって研究は放棄されたのだろうか。「いやそんなことありません。まだまだ研究はやってます…というより、研究が本命でありたいのですが、なかなか時間がありません。月曜はできるだけ大学（大阪大学）で、火曜の朝から東京、できれば金曜日の午後も大学へ行きたい。免疫学の応用の分野で、まだやりたいことがいくらでもあるんです…」

（科学ジャーナリスト　餌取章男）

Special Report

愛知万博ウオッチング

未来を訪ねて地球博へ!

愛知万博(愛・地球博)が開幕した。科学技術や産業・文化が
「繁栄の知」から「共生の知」へと向かいつつある21世紀にふさわしく、テーマは「自然の叡智」。
3つのアプローチ(循環型社会、先端技術、地球市民の交流)で持続可能な未来のビジョンを描き出そうとしている。
5月の新緑の下、万博でまじめに楽しく未来体験ができるいくつかのポイントを紹介しよう。

「森林体感ゾーン」で遊ぶ子どもたち。富士山をモチーフにした「夢見る山」の夜景。「アフリカ共同館」のにぎわい――。愛知万博から持ち帰る思い出は人それぞれだが、多くの人の印象に残るもののひとつが「グローバル・ループ」のなだらかな起伏だろう。これは長久手会場に架けられた全長2.6キロの空中回廊である。自然環境への影響を最小限にするために作られたもので、「循環型社会」を意識して廃材や間伐材が使われている。来場者はこのループを通って6つの「グローバル・コモン」(公式参加国や国際機関のパビリオンが集まったエリア)を移動したり、瀬戸会場行きのケーブルカーに乗ったりするわけだが、ともかく会場は広い。テーマや行程を決めて歩かないと、広い会場をグルグルと循環してしまうことになる。

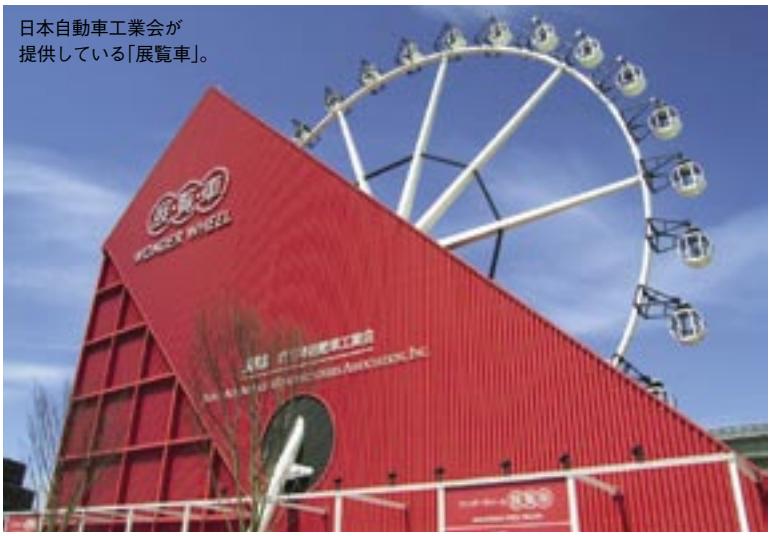
そこで例として、3つほど愛知万博の見どころをあげてみよう。

テーマを決めて歩こう

まずは「持続可能な社会へのアプローチ」。いくつかのパビリオンにも、何気ない企業の広告にも、そのヒントは隠れている。1970年の大阪万博から35年。その間に世界は大きく変わった。その最も大きな変化のひとつは、「持続可能な開発」という考え方

JR東海が展示している「超伝導リニア」の車両(上)。愛知万博では、このように木材を使った構造物がいたるところに見られる(左)。巨大な竹かごで覆われた長久手日本館。繭や大気圏のイメージに着想を得て造られている(下)。

長久手愛知県館の「踊る指南鉄塔」で来場者をいざなうからくり人形。



日本自動車工業会が提供している「展覧車」。

が国際的な合意を見たことだった。

次に「21世紀の科学と技術をどう伝えているか」。先端技術、地球のさまざまな生物と生態系などに対する一人ひとりの感受性が刺激され、誰もが自分に引き寄せて理解できるような新しい科学コミュニケーションの手法が注目される。また自然環境との調和をめざす産業技術の分野では、中部地域のものづくりの伝統を支えてきた「匠」の心がどう投影されるかといった部分も興味深い。

3番目の見どころは、「地域を超えた自然や文化の交流」。グローバル・コモンには、世界から120カ国、4つの国際機関が参加している。「自然の叡智」は地域によってまったく違った素顔をもち、未来へのステップもお国柄によってさまざまだ。とくに子どもづれの来場者にとって、各パビリオンでさまざまな自然や文化の奥行きにふれ、世界の人々と未来のビジョンを共有することは、またとない体験学習の機会になる。

デジタルコンテンツに注目

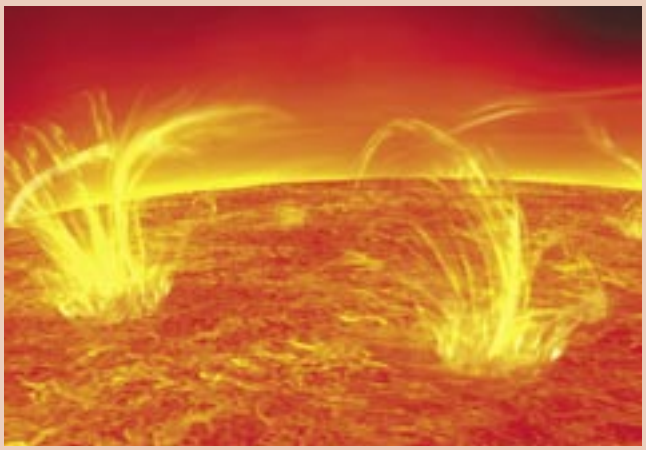
では出展を見ていこう。まず目を引くのは、繭（まゆ）の形の竹ゲージでできた「長久手日本館」だ。屋根に光触媒、電力に100%の新エネルギーを使った環境実験型パビリオンである。3つに分かれたゾーンでは、失われ始めた人と自然のつながりに目を向け、そ

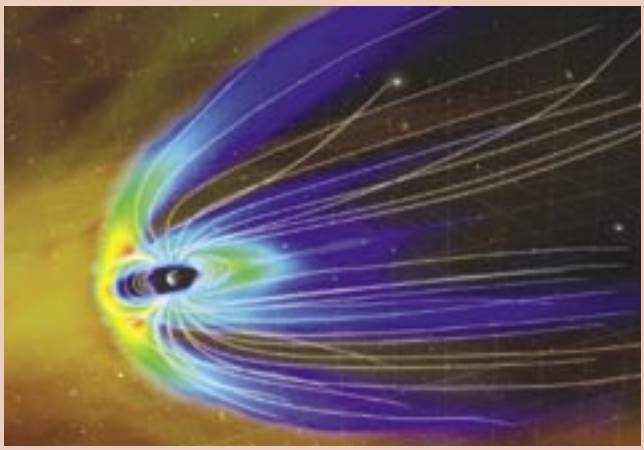
ジオスペースと生命のつながり

長久手日本館に日本科学未来館が出展している「ジオスペース」では、地球と宇宙をつなぐ磁気圏の働きを紹介している。太陽風や地球内部の運動といった数々の条件が重なってできた磁気圏は、有害な宇宙放射線から地球を守っているだけでなく、地球の環境や生命活動とも深いつながりをもっている。

ジオスペースでは、この磁気圏の目に見えない作用をコンピューター・グラフィックスで可視化し、実際の太陽風を観測したデータなどをもとに合成した音響を加えてある。180インチのスクリーンに裸眼で見ることのできる立体映像は、世界初の試みである。日本科学未来館の展示開発室で展示開発グループサブリーダーを務める松岡均氏によれば、その狙いは「宇宙から見た地球を眺めることで、環境に対する意識を拡大してもらうこと」にある。それは日本科学未来館の館長を務める宇宙飛行士・毛利衛氏のメッセージでもある。

大気や宇宙とのさまざまな相互作用をもった磁気圏の立体映像から、宇宙における自然と人間のつながりを実感してみよう。





太陽風と地磁気の関係。激しく活動する太陽（左）は、高速のプラズマ流である太陽風を噴き出している。この太陽風や宇宙放射線から地球を守っているのが地磁気（右）。最新数値のシミュレーションで、その目に見えない働きが解き明かされている。

双眼鏡の向こうでは、Mixed Reality（複合現実感）で映像と現実が一体化して見える。ウミガメとの出会いで気分は浦島太郎。

の関係が変化してきた過去60年間のわが国の経験を伝え、21世紀にふたたび人と自然をつなぎ直そうとする提案が、映像・音響・光・香りなどを駆使して立体的に行われている。世界初の360度全天球型映像システムで海底から宇宙までの旅をバーチャル体験できる「地球の部屋」。地球の磁気圏が果たしている「宇宙と生命をつなぐ空間」としての役割を伝える「ジオスペース」。地球サイエンスの知識と、「つながり」の意識を高めるうえでいずれも必見である。

愛知万博のひとつの特徴は、デジタルコンテンツが主役を演じていることだが、企業パビリオンゾーンでもそれは同様だ。「Nature Contact日立グループ館」のユビキタス・エンターテインメント・ライドでは、映像の世界と現実の世界を継ぎ目なしにつなぐ「MR」（Mixed Reality:複合現実感）により、希少動物とのふれあいが体感できる。また「三菱未来館」の「もしも月がなかったら」では、映像・ミラー・音響を複合した「IFXシアター」によって美しい映像物語が繰り広げられている。

未来型技術を体感する

4カ国語を話す接客ロボット、子ども一人ひとりを識別できるチャイルドケアロボット――。愛知万博は、実用化へ向かい始めたロボット技術のテーマパークでもある。「トヨタグループ館」のウェルカムショーでも、ロボットたちが吹奏楽を演奏したり、人を乗せて二足歩行を演じたりする。未来型の技術は、会場アクセスの混雑緩和にも役立っている。「リニモ」の通称で知られる全国初の常電動磁気浮上式リニアモーターカー、長久手と瀬戸の会場往復に用いられている燃料電池バスなどは、すでに実用化された乗り物として好評である。

エネルギー分野では、NEDO（新エネルギー・産業技術開発機構）が燃料電池、太陽光発電などの実証実験を行っている。NEDOパビリオンのすべての電力は、これら新エネルギープラントのフィールドテストで供給されている。

バイオ分野の未来型技術も本格化し始めた。「中部千年共生村」で展示されている「里海のスローサイクル」では、海底に群生するアマモを使って干潟や藻場の自浄能力を高めるプロジェクトが紹介されており、人工干潟の写真やアマモの実物にふれることができる。

愛知万博の目玉のひとつになっている「バイオラング」では、里山に見立てた巨大な緑化壁（高さ150メートル）を使って、都市環境改善の新しい方法が提案されている。ミズゴケ、灌木、ツル植物などを使ったさまざまな壁面緑化でCO_2を吸収し、断熱作用や憩いの効果を高め、ヒートアイランド現象の防止にひと役買う。外壁の緑化パネルには用途に応じたさまざまな種類があり、マンションでの家庭菜園用や、学校での環境教育用に使うこともできる。「バイオラング実行委員会」の緑化アドバイザー・西片康代さんは、「緑化や環境意識向上のため、多くの分野の方にバイオラングを役立てていただければ」と普及に意欲を見せる。

「森林体感ゾーン」では、産業総合研究所が開発したシステムにより、散策コースを移動しながら軽量・小型の端末（Aimulet LA）で言葉や音を聴くことができる。赤外光を太陽電池で電気信号に変え、端末の共鳴板を振動させるこのシステムは、無線のような「重厚長大型」のインフラで

バイオラングの壁面緑化スクリーンに植えられた草花（右）。
森林体感ゾーンの「アイミュレット・サイト」。このマークの前でAimulet LAの端末カードを耳に当てると、赤外光に乗って届いた音が聞こえてくる（下）。

「未来に『将来』はあるのでしょうか」が上映されたフランス館のイマージョン・シアター。

はなく、ローカルで簡単に使える通信メディアとして注目される。

また7月下旬から8月下旬には、JSTの戦略的創造研究推進事業(CREST)で研究された学習支援システムにより、全地球的測位システム(GPS)と携帯情報端末(PDA)を使って森林散策をしながら環境学習ができる予定だ。来場者はPDA画面の地図上に表示された自分の位置を参考に、散策路を自由に歩きながら自然環境についての情報を受け取る。このシステムは環境学習以外にも、野外調査データの収集、災害状況の把握、野外ミュージアムなど、さまざまな用途が期待されている。

地球環境メッセージを読む

今回の万博で、地球の直面している負の現実を真っ向から取り上げているのがフランス館だ。労働、食糧、公害、ゴミ問題などを通じて持続可能な開発を問うドキュメンタリー「未来に将来はあるのでしょうか」は、万博の新たな意義や方向性を示唆する話題作となっている。ちなみにフランスとドイツは、万博史上初めてひとつの建物を共有し、第二次大戦後から今日まで築いてきた友好関係の歴史を共同展示している。戦争や領土問題など、数々の不幸な出来事を繰り返してきた両国が、今では互いに協調し合って「ひとつのヨーロッパ」を代表し、域内にとどまらず地球規模での共存を訴えかけている。今回の万博のもうひとつの感動がここにある。

テクノロジーと自然の調和というメッセージを発しているのが、「自然とともに生きる日本人の知恵・技・こころ」をテーマにした瀬戸日本館、「産業技術の革新で環境危機を克服しよう」と提案する長久手愛知県館の「地球タイヘン大講演会」などだ。このほか多くの展示、パフォーマンス、アートスペースなどでも、地球環境の未来に向けた多様なメッセージが発信されている。

「博覧強記」(あまねく世界の知に接し、強く記憶にとどめる)という言葉がある。森羅万象のデータベースや標本づくりに夢を馳せる心は、博物学が隆盛をきわめた19世紀ヨーロッパの時代精神でもあった。その姿勢は、同時代に生まれた万国博覧会の原点にもなっている。「共生の知」を育む21世紀にさしかかり、万博はいまや繁栄だけを謳歌するイベントではなくなった。持続可能な社会づくりに向かって動き出した時代の息吹きを感じ取るため、まずは足を運んでみてはいかがだろうか。「未来」を訪ねて万博へ――。

(環境ジャーナリスト　門脇 仁)

世界の現実と向き合って
――フランス政府代表　ベルナール・テステュ氏に聞く

――なぜ今回、「持続可能な開発」に真正面から取組まれたのですか?

テステュ　「自然の叡智」というものを考えたとき、残念ながら自然界で最も愚かなのは人間だからです。動物は自然に対して間違ったことをすれば淘汰されてしまいますが、人間は継続的にあやまちを犯します。そういう観点から重大なテーマだと思いました。

――「未来に『将来』はあるのでしょうか」という映像は、どういう経緯で制作されましたか?

テステュ　2002年にヨハネスブルクで開かれた「持続可能な開発のための世界サミット」の提言を映像化したものです。廃棄物や労働問題などの現実を伝える生々しいシーンも含まれていますが、緊急を要するテーマでした。3月に来日したシラク大統領は高く評価し、「(持続可能な開発に)いますぐ取り組まなければ」と言っていました。

――フランス館はこのテーマについて、どんな具体策を示していますか?

テステュ　「現実のアイランド」と題した6つのエリアで、自治体や企業の取り組みを紹介しています。シャロン・シュール・ソーヌ市の「温室効果ガス削減のための特別プログラム」、ダッソー・システムズの「持続可能なイノベーション」などです。

――ドイツとの共同展示も話題ですね。

テステュ　二国間がたどった共存までの道のりを誇りに思うと同時に、愛知万博で展示できることをたいへん嬉しく思います。

Venture

「研究したい」から「役立ちたい」に

薄膜シートで快適をつくり出す

果物や野菜の鮮度を保つ天然素材のシートがヒット商品となった。
腐敗を防ぎ、抗菌・消臭効果もそなえたこのシート１枚で、冷蔵庫の野菜室は安心だ。
便利なシートを開発したのは、薄膜技術の研究者がはじめた大学発の小さなベンチャー企業だった。

3年前に起業した株式会社SNTの得意技は、水のなかでの薄膜形成技術。基板を陽イオン溶液と陰イオン溶液に交互につけると、ナノの薄さの膜が静電力で表面に積層する。材料は有機高分子・無機化合物どちらでもよい。高価な真空蒸着装置のいらない利点が注目されて、機能性薄膜をつくる技術として普及してきた。

米国でびっくり 研究室からビジネス

都心から遠くない神奈川県新川崎駅近くに、慶応義塾大学K^2タウンキャンパスが広がる。学内ベンチャーのための研究棟と川崎市インキュベーションサンセンターが並ぶその一角が、白鳥世明社長率いる㈱SNTの本拠地だ。白鳥氏は理工学部助教授として、大学にも研究室を構える。

「10年前、マサチューセッツ工科大学(MIT)に研究員として留学中のことです。隣で研究していた博士研究員が、こう言うんです。自分がつくった超親水性薄膜でライセンス料を年間1億円も稼いでいるんだ、と」

水素イオン濃度の変化で生成する膜の機能がどう違うかをテーマに、もっぱら基礎研究に取り組んでいた白鳥氏は「そんなことができるのか」と強い印象を受けた。研究がビジネスになり、ライセンス料が大学に還元されて研究資金になる。その事実も仕組みも目新しく、驚きだった。帰国して7年目の2002年、自分自身がベンチャーを立ち上げることになろうとは、思いもよらなかった。

日本に戻ってつくったのが多孔質の薄膜だった。吸着にも使えるし、超撥水(はっすい)(水をはじく)膜としても用途がありそうだ。早速、製膜装置を試作し、大型の装置もできた。だが、これを設置すると、手狭になった大学研究室には学生の居場所もなくなってしまう。

「場所がほしい。それが起業の直接の動機でした。K^2キャンパスに部屋を借りて実験するには資金が必要。それなら会社をつくって、薄膜プロジェクトを動かそうと考えました」。研

生分解性発泡剤をベースに竹抽出液とキトサン(カニの甲羅の成分)を固定化した野菜や果物の鮮度保持材。2003年、文部科学大臣賞を受賞した。

エチレンセンサー薄膜をコーティングした果物食べ頃表示カード。箱に1枚入れて色の変化から熟成度がわかる。コストダウンして果物に直接貼りたい。

究したいから起業するという思いつきは、相談した友人から「会社というものは儲けるためにあるんだ」と一笑に付された。紹介された会計士にイロハから学び、相談にのってもらった。

気負いのない起業の動機だが、会社はなんとかスタートを切った。文部科学省の産学官イノベーション創出事業資金で、大学から借り受けた部屋に電源と上下水道を引き、実験設備ができた。翌2003年、1,000万円に増資して株式会社に。出資者が現れて、資本金はやがて6,710万円になった。

大学のタネを メーカーに橋渡し

薄膜技術がどうして「シャキっとシート」(写真)をはじめ、アンモニアセンサー、脱臭フィルター、果物食べ頃表示シート(写真)、撥水スプレーなど、数々の製品開発に結びついたのか。

「研究したものをまず試作品にします。グラフやデータだけではなく、実物で効果を実感していただくと話が進みます」

大学主催の成果発表会、「ナノテク2005」などの大規模展示会も活用した。研究室で生まれたタネをメーカーに橋渡しして、実用化してもらう。「こんなものはできませんか」とキャンパスを訪ねてくる会社も増えた。いったん開発品を使ってもらうと、すぐに意見や要望が寄せられる。「もっと小さく」、「それならこんなものもできるのでは?」といった求めに応じて仕事が広がった。メーカーから「それではビジネスになりませんね」と言われて頭をかかえることもある。

水中で積層薄膜をつくる大型装置

頼まれて老人介護施設に、においセンサーを試験的に設置した。これもベースは薄膜技術だ。水晶振動子基板にアンモニアを吸着する薄膜を積層しておき、周波数の変化から吸着アンモニア量をPC画面で読み取る。排泄をすぐに感知し、適時におむつ交換ができるようになった。吸着した物質を分解するナノ粒子触媒をつけた脱臭フィルターもつくった。空気清浄機に取り付けて、居室やおむつ室の脱臭が実現した。

「ビジネスにはならないが、皆さんに喜んでいただいた」脱臭フィルターは、実際に浄水場で活躍しはじめた。においセンサーは工場のガス漏れ検知器として使えそうだ。

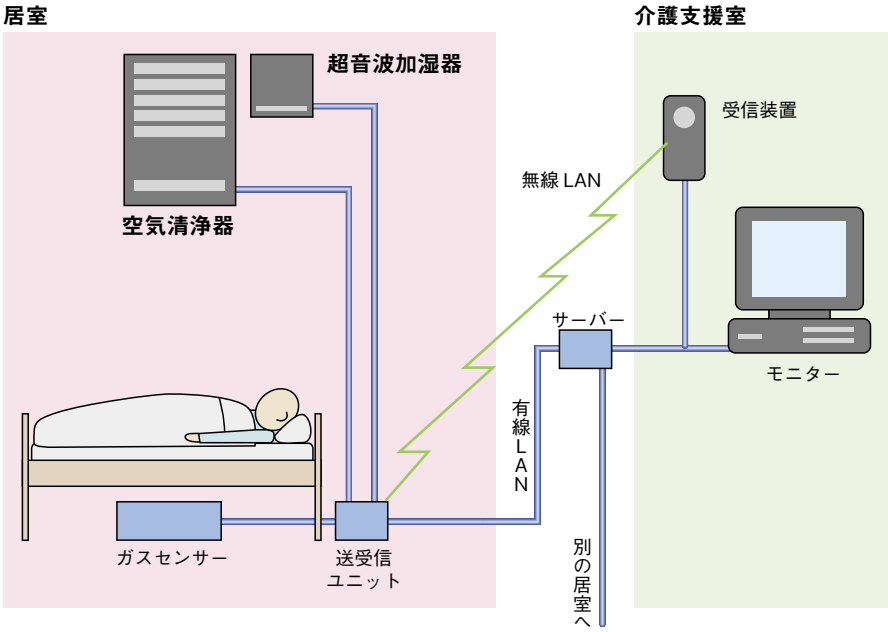
お客さんを大切に 社員を養える研究を

社長と研究者4人、事務担当2人、それに監査役の会計士が組んだベンチャーは、「振り返ってみるとヒヤリとすることもあった」とはいえ、昨年はじめての黒字を計上。出願した特許も30件を越えた。特許は大学の知財センターが出願し、SNTが使用料を支払って技術移転、製品開発する。特許出願時には、プロジェクトに参加した学生の名前も記載し、報奨金を出す。「自分の研究結果が世の役に立つかもしれない」という張り合いが学生たちに生まれ、経済的なメリットは進学意欲にもつながった。白鳥氏は学生に「自分の研究がどんな役に立つのか、そこから考えてごらん」と言うことにしている。

「会社をつくった以上はまずお客さんのことを考えないと。大学の先生は偉いなんていう考えは捨てること。ひとりではできない。皆さんの協力があってやらせていただけるというのが実感です」

肩肘はったベンチャー精神とも大げさな新産業創出とも無縁だが、いま「会社をつくってよかった」というのは、白鳥氏とその技術を軸として、学生や研究員、お客さんやメーカーをひっくるめた好循環が着実に動いているからだろう。

(サイエンスライター　古郡悦子)



介護センサーシステム　排泄物のアンモニアやメチルメルカプタンガスをセンサーでキャッチし、離れたPC上でモニター。また触媒フィルターを空気清浄器に取り付け、ガスを分解・消臭する。

夢の国家プロジェクト“ITBL計画”
スパコンのネット上に仮想の研究環境を構築する

科学技術や最先端の研究に興味があれば「スーパーコンピューター」という言葉に
特別の魅力を感じる人も多いのではないだろうか。
国内の研究機関が保有する種々のスーパーコンピューターを高速大容量のネットワークで接続し、
ネット上に仮想的な研究環境を構築する。そんな夢の国家プロジェクトが大きな成果を上げはじめている。

「スパコン」と略して呼ぶスーパーコンピューター。かつては一部の専門家だけが使いこなせる高価な宝物と思われてきたが、ここへきてその利用の裾野が大きく広がろうとしている。その原動力が政府のe-Japan重点計画として推進されている“ITBLプロジェクト”である。

ITBLとはInformation Technology Based Laboratoryの略。すなわち、高度な情報技術(IT)を基盤にした研究環境を実現しようというプロジェクトである。その目標は国内研究機関のスーパーコンピューター、データベース、実験設備などを高速回線で接続し、より複雑で高度なシミュレーションや地理的制約を受けない共同研究をネット上で可能にする「仮想研究所」の構築にある。こうして言葉にすると難しく思えるかもしれないが、このプロジェクトには実に多くの“夢”が詰まっている。その“夢”を熱く語るのが、わが国を代表するスパコンの第一人者、ITBL委員会の委員長を務める福田正大氏(日本原子力研究所)である。

研究機関のスパコンを結び計算パワーを開放する

ITBLプロジェクトは、6つの研究機関(物質・材料研究機構、防災科学技術研究所、宇宙航空研究開発機構、理化学研究所、日本原子力研究所、科学技術振興機構)が参加して、2001年4月にスタートした。「複数の研究機関が協力し合ってスーパーコンピューター利用促進のための仕組みをつくるというのはこれまでなかったこと」と福田氏は語る。各機関の誇るエキスパートたちが英知を結集し、ITBL計画の基本コンセプトが練り上げられた。福田氏はITBL計画の第一の目的をこう語る。

「そもそもスーパーコンピューターを利用した計算やシミュレーションは、理論や実験に代わる研究開発の手段を提供するものです。研究開発の効率化や未知の現象の解析には欠かせません。この計算パワーを幅広い層に開放したい。つまり、これまでスーパーコンピューターにアクセスできなかった企業や研究機関にスーパーコンピューターとソフトウェ

アおよび利用ノウハウを提供して、製品開発や研究開発の期間の大幅な短縮や、コストの削減に協力しようというのがITBLの第一の目的です」

さらに、各研究機関や大学が所有するスパコンを接続し、共用することで、これまで不可能だった大規模な計算を実行したり、負荷の分散が図れるようにする。また各センターがもつ特色あるソフトウェアやデータベースなどを相互利用できるようにする。そして、離れた場所にいる研究者が共同研究する上で必要な場をウェブ上に開設し、研究者たちが時間や空間の制約を受けずに議論したり、情報を発信したり、意見交換できるような環境をつくる。こうした点が目的として挙げられ、その実現に向け活発な議論が行われたという。

仮想研究環境の利用を促進

ところで最近「グリッド・コンピューティング」という言葉を聞いたことがないだろうか。これは、安価なPCなどを多数接続してスーパーコンピューターに匹敵する処理能力の獲得を可能にする技術だ。このグリッド技術の観点からいえば、ITBLプロジェクトはスーパーコンピューターを複数台接続して大規模演算を実施できるように計算資源の最適活用を図る、壮大なプロセッシング・グリッドである。「そのために、ITBLの基盤技術として最先端のグリッド技術を開発する必要がありました」と福田氏は語る。「高いセキュリティの確保や高速ネットワークの整備も合わせて行い、複数機関の協力のもとで運用性に関わる実証実験を重ねてきました」。具体的には、日本原子力研究所と理化学研究所がITBL計画の推進に必要な共通基盤技術の開発を担当。また、各6研究機関ではITBLで利用可能なアプリケーションソフトウェアを開発。各機関を結ぶ高速ネットワークSuperSINETは国立情報学研究所が提供している。

「実は各研究機関のスパコンも、それほど処理能力が余っているわけではありません。そこで、ITBLで共同利用できるスーパーコンピューターを日本原子力研究所・関西研究所に導入しました。2002年6月に、共同利用センターとしてITBL棟を完成させ、計算科学の啓蒙・普及活動にも一役買ってもらっています。プロジェクト開始から3年ほどでアプリケーションソフトウェアの開発も順調に進み、ITBLが目標とする仮想研究環境の利用促進を図る体制は整ったと考えています」(福田氏)。

ITBLポータルの画面。ITBLを利用するには、一般のウェブブラウザを使ってITBLポータルサイトにアクセスする。計算ジョブの実行はもちろん、ブラウザ上からファイル操作・リソース情報の表示なども可能だ。一方、セキュリティにも万全を期している。

実証運用中ながらすでにいくつかの研究成果もあがっているという。たとえば、東北大学災害制御研究センターによる津波予測の高精度化などである。また、仮想研究の共同実施者として22機関(14大学、6企業、2研究機関)が新規参加し、各機関がスーパーコンピューターやアプリケーションを提供するなど、ITBLプロジェクトが開かれた共同の仮想研究環境であることを実証している。

近い将来にはペタ級も

理化学研究所(理研)でITBLの共通基盤技術を開発し、セキュリティなど運用面で大きな責務を果たしてきたのが情報基盤センター長の姫野龍太郎氏だ。姫野氏は「ITBLはグリッド技術とともにウェブ技術を駆使して構築されており、利用者はITBLポータル(窓口)から入ってウェブブラウザを利用してさまざまな計算リソースにアクセスすることができます。こうした使いやすさにも注目してほしいですね」と語る。演算の種類に応じてどのようにスパコンを連携させるかなど、複雑な処理はシステム自体が行う。それを研究者には感じさせないという。自身が計算流体力学や生体力学の研究者でもある姫野氏ならではの工夫だ。

理研情報基盤センターは、姫野氏らの独自設計により2048CPUという国内最大のLinuxクラスタシステムを核とする複合型のスーパーコンピューターシステムを、2004年3月に導入した。「汎用の安価なCPUを使って高い価格性能比を実現しています。現在のところ総演算性能は地球シミュレータに次ぐ国内第2位です」と姫野氏は語る。ちなみに新スパコンシステムの総演算性能は12.4テラフロップス(テラは兆の単位。フロップスはコンピューターの処理性能のひとつである浮動小数点演算性能を表す単位)。

しかし、姫野氏は「スパコンの性能は遠からずペタの単位になります」という。ペタとはテラの1000倍。1秒当たり1000兆回の浮動小数点演算を実行できる夢のペタフロップス級スパコンが登場するのも間近というのは驚きだ。「バイオや生体力学、地球温暖化、さらにはナノ・サイエンスなど最先端の研究フロンティアを切り拓いていくにはペタ級の計算能力が不可欠なのです」と姫野氏はいう。近い将来、ペタフロップス級スパコンとITBLが融合すれば、研究者にとって夢のまた夢のような研究環境が実現され、計算科学の裾野がますます広がっていくのは間違いない。これからがますます楽しみだ。

(サイエンスライター　才目謙二)

生物時計の仕組みが見えてきた

**生物の体には、約24時間周期のリズムを生みだす機構が備わっている。
その仕組みを解き明かす研究が、シアノバクテリアを使って大きく前進した。
今回の成果は、高等動物での生物時計解明や、医学などへの応用研究にも重要なヒントを与えそうだ。**

R&D

「本当かどうか、もう一度試してみよう」。実験データを見た近藤孝男教授は、興奮する気持ちを抑えながら、ポスドクの中嶋正人さんにそう指示した。データは、試験管の中で起こっている反応が、ほぼ24時間周期で繰り返されていることを示していた。

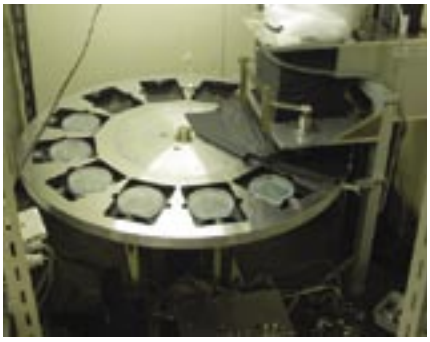
中嶋さんはすぐに同じ実験に取りかかった。精製したシアノバクテリア(藍藻)のタンパク質3種類とATP溶液を試験管中で混合し、三日三晩ほとんど寝ずに、2時間おきの濃度測定を行ったのである。うれしいことに、得られた結果は、やはり同じだった。約24時間に1回の頻度で、タンパク質分子にリン酸分子が結合・脱離を繰り返していた。驚くべきことだ。時計のように時を刻むことのできるタンパク質分子が、この試験管の中に入っているのだ。近藤教授と中嶋さんらは、この実験結果を発表する論文を一気に書き上げた。

最初は研究方法すらわからなかった

名古屋大学大学院理学研究科生命理学専攻・時間生物学グループを率いる近藤教授は、自らを「時計屋」と称する。我々の体に備わった生物時計の仕組みを解き明かすべく35年間、「時計」一筋に研究してきた生理学者だ。生物時計とは、生物が体内にもつと考えられている時間測定機構のこと。体内時計とも言う。

地球上の多くの生物には、24時間の活動リズムが観察されている。ホルモンの分泌や体温の変化をはじめ、ミツバチの餌場に集まる時刻が一定していることや、オジギソウの葉が昼夜で開閉することなど、例をあげるときりがない。こういった活動リズムは、実験的に昼夜の区別をなくした環境下でも、ほぼ24時間に維持されることから、何らかの機構が働いて時間を知ることができるのだろうと仮定されてきた。

「地球上の生物にとって、昼夜のある環境に適応し、それを積極的に予測して生きていくことは、きわめて重要なことなのでしょう。たとえば植物の細胞では、夜が明ける前から、光合成に使う酵素の準備がすでに始まっているのですよ」と近藤教授。しかし1970年代初め、彼が研究を始めた頃は、「生物時計の実体が何



シアノバクテリアのコロニー（右上)、と細胞(右下)。上は、近藤教授が作った時計遺伝子モニター装置。約1万個のコロニーを測定できる。

なのか、どうやって研究したらいいのかは、まったく不明でした。だから、おもしろかったのですが」

時計遺伝子発見が研究の針を進めた

研究分野の進展は、1980年代半ばから始まった。いろいろな生物で種々の「時計遺伝子」が発見されるようになったのである。これらの遺伝子を人工的に破壊すると、生物のリズムが乱れた。やがて、1つのモデルが多くの研究者から支持されるようになった。時計遺伝子の転写・翻訳により作り出されるタンパク質が、フィードバックして、元の時計遺伝子を抑制する。この大きく複雑なフィードバック反応ループの1回転が約24時間であり、それにより時が刻まれるという転写・翻訳モデルである。

「私もこのモデルを信じていました」と言う近藤教授が、光合成をする単細胞生物シアノバクテリアを使って、遺伝子発見に乗り出したのは1990年頃のことだった。シアノバクテリアはシャーレ上にコロニーを作って生育する。機械作りの大好きな近藤教授は、12枚のシャーレが回転し、約1万個のコロニーのリズムが自動的に測定できる装置を作り上げた。そのかいあって、シアノバクテリアの3つの時計遺伝子*kaiA*、*kaiB*、*kaiC*を見つけることができた。*kai*(カイ=回)という名は、生物時計の反応ループが「回る」という意味からつけたという。

「遺伝子の発見は出発点にすぎない。細胞で何が起こっているのかを、さらに追究することが大切」と近藤教授らは、細胞中の時計タンパク質の状態などを徹底的に調べはじめた。そうしているうちに、*kaiC*遺伝子から作り出されたKaiCタンパク質のリン酸化が重要である様子が、徐々にわかってきた。だが、転写・翻訳モデルを疑うことは、つい最近までなかった。

生物時計の仕組みはシンプルだった

シアノバクテリアにおいて、生物時計の本体はもっと単純であるという事実が突如明らかになったのは、冒頭の中嶋さんの実験に先立つわずか3～4か月前、2004年夏のことだ。大学院生の冨田淳さんが、通常行わない暗闇中でリズムを測定してみた。すると、遺伝子の転写・翻訳が停止しても、KaiCタンパク質が独自にリズムを作り出しているというデータが得られたのである。すなわち冨田さんは、生物時計の中心がKaiCのリン酸化であることを細胞中で示した。同じ反応を試験管中で再現し、生物時計が動くことを証明したのが、冒頭の中嶋さんである。「二人の実験結果は、本当にうれしい驚きでした。彼らの実験は徹夜をしいられるから、自動化できる装置をまた組み立てなくては」と近藤教授。

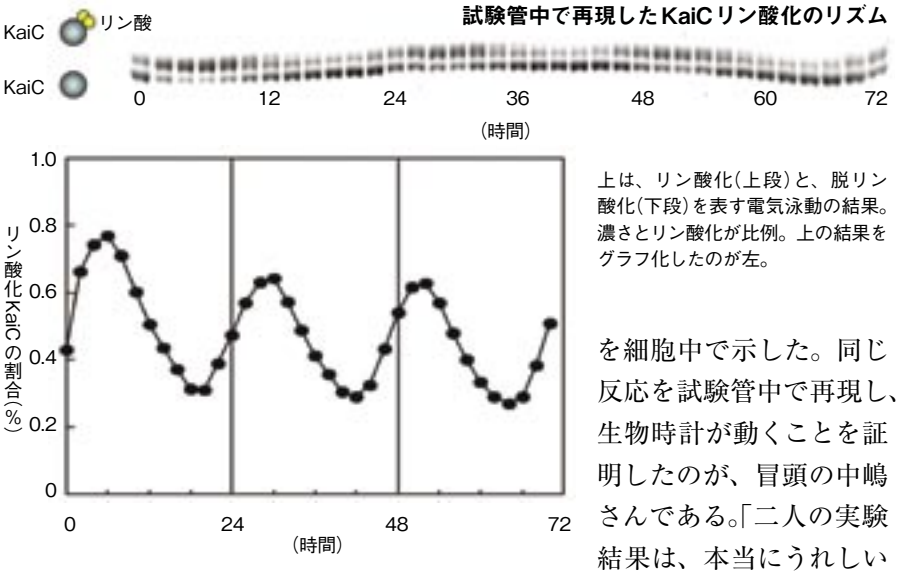
試験管に加えた生物時計の部品は、3種のKaiタンパク質と、生体のエネルギー源であるATPだ。そこで、KaiCタンパク質の反応、すなわち、リン酸基の結合(リン酸化)と脱離(脱リン酸化)という単純な変化が、ゆっくりと正確に、約24時間周期で起こる。KaiAタンパク質は、このリン酸化が12時間で起こるように反応を調整し、KaiBタンパク質は、脱リン酸化が12時間で起こるように調整する役割をもつ。全体の反応時間は、細胞の温度変化や代謝変化にも左右されない。これがシアノバクテリアの生物時計の本体だ。

近藤教授らの最近の研究は、JST戦略的創造研究(CREST)「光合成生物の生物時計:その分子機構と環境適応」により進められてきたものである。

人間をはじめとする高等生物の生物時計とはどう関係するのか、また応用の可能性は、と近藤教授に質問すると、「これをきっかけに、多くの研究が展開されることを期待します」。さらに、「私たちはシアノバクテリアをもっともっと追究していきます。細胞のさまざまな活動が生物時計とどのようにリンクしているかを詳しく解析し、その全体像まで明かしていきたい」と楽しそうに続けた。

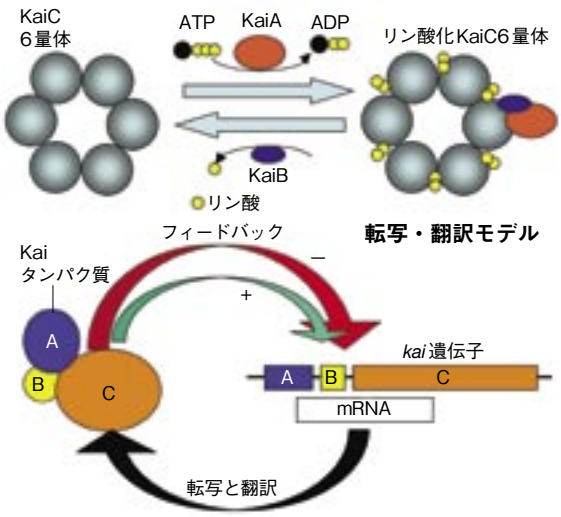
(サイエンスライター　藤川良子)

試験管中で再現したKaiCリン酸化のリズム



上は、リン酸化(上段)と、脱リン酸化(下段)を表す電気泳動の結果。濃さとリン酸化が比例。上の結果をグラフ化したのが左。

KaiCタンパク質リン酸化モデル(想像図)



生物時計の2つのモデル。KaiCタンパク質は6分子が集まった6量体を形成。リン酸はATPより供給される。

若き俊英が集う科学オリンピック

高校生の年代の若者が科学の知識やセンスを競い合う国際大会がある。
日本は、数学、化学の大会に参加して好成績をあげてきたほか、今後は生物と物理の大会にも生徒を送る予定だ。
こうした「科学オリンピック」への参加はどんな意義をもち、どのように支えられているのだろうか。

Literacy

現在、国際大会が行われているのは、数学、物理、化学、生物、情報、天文の6つの分野である。それぞれ運営母体も開催時期・場所も違うが、まとめて「科学オリンピック」と呼ぶ。1960年代に旧ソ連と東欧各国が始めたコンテストに、80年代になって西側諸国やアジアの国々も参加し始め、ユネスコ(国連教育科学文化機関)も支援して本格的な国際大会となった。現在の参加国数は最多の数学で90ほど、少ない分野でも数十に上る。

日本は、数学に1990年から、化学に2003年から参加しているほか、情報にも参加したことがある。数学の場合、まず1000名以上が参加して国内大会の予選が行われ、通過した100名程度が本選に臨む。ここでの上位者20名程度が春休みに合宿し、最後に夏の国際大会に参加する6名が選ばれる。化学の場合には実験のテストもあるが、ほぼ同様にして4名の参加者を選んでいる。

国際大会では、上位から10%は金で次の20%が銀(化学の場合)というように、一定の割合でメダルが授与される。数学では、初参加の年からほとんどの生徒がメダルを獲得しており、昨年は国別でも8位という成績をあげた。化学でも、初参加の一昨年からメダルを取り、昨年は金メダルを含め全員がメダルを獲得した。

メダリストは未来の科学者

そんなメダリストたちが、3月30日に日本科学未来館を訪れ、毛利衛館長と懇談した。館長の質問に答えてメダリストたちは、「高校の先輩にあこがれて参加した」「世界中からおもしろい人たちが集まり、メール交換するような友人もできた」「メダルを取れたのは、合宿で指導してくれた先生方やいっしょに勉強した仲間のおかげ」「将来は数学者になって、未解決の重要な問題を解きたい」などと、大会の感想や今後の抱負を語った。

科学の才能に恵まれた若者たちが、短期間とはいえ密度の濃い合宿でその才能を磨き、国際大会で他の国の若者たちと交流する。将来の日本の科学を牽引する人材を育てる上

毛利衛館長(中央)と懇談するメダリストたち。左から、増田光一郎君、佐藤直人君、神戸徹也君、小山貴広君(以上化学)、入江慶君、清水俊宏君、西本将樹君、松本雄也君(以上数学)。

昨年の第45回国際数学オリンピック(ギリシャ)と第36回国際化学オリンピック(ドイツ)でのスナップ。

ライバルとも仲良くなった(左、数学)。実験のテスト風景(右、化学)。

他の国の生徒といっしょにオリエンテーリング(上、化学)。閉会式のようす(右、化学)。

で、科学オリンピックは大きな役割を果たしているようだ。

毛利館長からも、未来の研究者へのエールとして「本物の研究者の話を聞いたり、海外に出たりして視野を広げよう」「研究には、『この研究をやれるのは自分しかいない』という意気込みで取り組んでほしい」などの言葉が送られた。

みんなで楽しみ互いに鍛える

メダルや国際交流という結果ももちろん大切だが、科学オリンピックには、生徒派遣までのプロセスにも意義がある。

「化学の場合、国内大会は『夢・化学-21』という運動の1つの行事として始まりました。この運動は、化学のおもしろさや大切さを多くの人に知ってもらおうと、産学の団体が協力して行っているものです。ですから、国内大会の問題は化学の魅力に触れて楽しんでもらうことに重点をおいて作っています」(本間敬之早稲田大学教授/化学グランプリ・オリンピック委員会委員長)。国内大会では、オリンピックでメダルをねらうことをあえて主眼とせず、オリンピックの準備はその後の指導やトレーニングで補っているのである。

数学の国内大会の運営や国際大会への派遣を行っている数学オリンピック財団の若月宏理事は、合宿に大きな意義を感じるという。「合宿の講師は国際大会の経験者が中心です。生徒たちと年齢も近いし、楽しい雰囲気の中で刺激しあい、切磋琢磨している感じですね。この合宿を通じて、国内の数学好きのネットワークができていくのです」

生物分野は今年から国際大会に参加するが、その事務局を務める中野良一日本科学技術振興財団振興部長も、「未来の生物学者を育てると同時に、多くの高校生に生物学に親しんでもらいたい」と参加のねらいを語ってくれた。

支援体制の整備に向けて

残念ながら、科学オリンピックへの日本の参加時期は決して早いとは言えない。その背景には、「平等教育」を掲げる文教政策の影響もあっただろう。また、運営する学会側の事情もあったようだ。「そもそも物理学会は、これまで高校生に対する働きかけが十分ではなかった。その上、オリンピックに参加するには、研究者も労力を割かなければならないし、資金も必要です」(並木雅俊高千穂大学教授/物理チャレンジ2005組織委員会事務局長)。

そんな運営側の救いとなったのが、JSTによる資金援助だ。昨年から国際大会への派遣旅費の補助が始まり、今年からは国内大会の開催経費補助も始まった。この補助は、生物、物理の派遣を促す力になっただけでなく、「補助してもらった分を、広報活動や講師への謝礼などに回すことができる」(若月理事)とプロセスを活性化する働きもしそうだ。

ただし、資金援助で労力が減るわけではない。「物理を楽しませることに真剣に取り組みたい」(並木教授)と熱意が高まれば、必要な労力も増す。今後、科学オリンピックという行事を人材育成と啓発という大きな目標の中で生かしていくには、一部の関係者の労力に寄りかからないシステムづくりが急務だろう。

(サイエンスライター　青山聖子)

Entertainment

岡本浩一が選ぶ 5月の本・展示・映像

博士論文の執筆を終えた時に、茶道の稽古を始めた。以来、点前を楽しみ、マンションにつくった茶室で茶会を催すこともある。懐石は私の手作り…。ご紹介する本や映像から、茶の湯の豊かさを見出していただければ、嬉しいかぎり。

Profile

岡本 浩一（おかもと・こういち）／東洋英和女学院大学教授。専門はリスク心理学。産業の安全性を高めるJSTのプロジェクト「社会技術研究システム・社会心理学研究グループ」のリーダーとして、産業事故や事件を分析、原因の追究と対策の構築を行なう。裏千家巡回講師。将棋4段。

Book

茶道を心理学からみつめる

茶道に「癒し」「情動」「自他」「普遍」「練達」「成熟」を見出し、それについて心理学の観点を中心に思索をめぐらせ、脳科学や動物行動学、生理学などの知見も入れて分析してみた。科学の研究者や科学を志す人にぜひ読んでもらいたい。

心理学者の茶道発見
岡本浩一 著　淡交社　1575円（税込み）

社会心理学実験の緻密な美しさを示す

すぐれた社会心理学の実験に基づく研究例を、展覧会のように並べてみた。約20年前に初めて書いた本だが、執筆の動機は社会心理学研究の方法論の面白さ、構成の緻密さを知ってもらうこと。大学の標準教科書として、20刷を重ねる。

社会心理学ショート・ショート
岡本浩一 著　新曜社　1470円（税込み）

Exhbition

楽家代々の作品を堪能する

楽家初代の長次郎は千利休に従い、楽焼を創設した。当代で15代を数えるが、代々の茶碗が展示されており、作風の変化を楽しむことができる。また、展示ケースのガラス越しに鑑賞するだけでなく、実際に手にとって確かめてみることもできる。侘びの極致とされる姿、手どりをぜひ味わってもらいたい。

楽美術館
京都市上京区
http://www.raku-yaki.or.jp/museum/index-j.html

さまざまな茶道具や文献を楽しむ

掛け軸、花入れ、炉、釜、茶杓（ちゃしゃく）、茶筅（ちゃせん）、茶入、水指、建水（けんすい）といった茶道具を鑑賞できる。茶道の体験学習もでき、初心者も十分に楽しめる。また、同じ建物内の今日庵文庫には、茶道関係の図書、雑誌など約5万冊が収蔵され、開架閲覧室やビデオシステムも備わっている。まさに茶の世界を知る格好の場所。

茶道資料館・今日庵文庫
京都市上京区
http://www.urasenke.or.jp/

Image

侘び茶を大成させた千利休の生涯

利休は信長、秀吉の茶頭を務め、政に影響を及ぼす立場にはなかった。しかし、真・美を扱うことで権力者の心に影響を与え、それゆえに自害に追い込まれる姿が心を打つ。監督は草月流家元でもあった勅使河原宏、音楽は武満徹、衣装はワダ エミ。

利休
VHS　松竹ホームビデオ
3990円（税込み）

日中の名棋士をめぐる30年の物語

10代の一時期、プロの将棋指しをめざしたことがあった。この作品は、日中の碁打ち2人の激動の年月を、日中戦争をはさんで描いている。30年前に官憲により中断された対局を、その局面から始める最後が美しい。モントリオール国際映画祭グランプリ受賞。

未完の対局
VHS　徳間ジャパンコミュニケーションズ
3873円（税込み）

JST News
Vol.2/No.2
2005/May
発行日／平成17年5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
ISSN 1349-6085