

# JST News

Vol.1/No.6  
2005/March

3月号

*Special Report*

## アジアをつなぐ 環境研究



独立行政法人

科学技術振興機構

Japan Science and Technology Agency



1月25日、埼玉県川口市川口ロリアで「音楽と科学の夕べ」が開かれた。ギターの莊村清志氏とチェンバロの曾根麻矢子氏の演奏の後、江崎玲於奈博士の講演があった。

## 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の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*

#### 発掘マンモスから「未来」を見る

東京慈恵会医科大学 鈴木直樹教授

### 04 *Special Report*

#### アジアをつなぐ環境研究協力 リージョナルな発想で地球に向き合う

アジアの環境保全には「リージョナル」な視点で、研究の協力や持続可能な発展のビジョンが求められている。日本の研究者が取り組む熱帯林での生態調査も一例。これからの地球環境問題の解決に向けたパートナーシップの構築に必要なことは何かを考える。

### 08 *Datebase*

#### 3月から提供開始

#### 失敗を「他山の石」にするデータベース

### 10 *Institution*

#### 法人化から1年近く

#### 国立大学はどう変わろうとしているか？

### 12 *Product*

#### “究極の人工骨”が実用化へ 生体に置き換わる新材料

### 14 *Literacy*

#### 2つの知を楽しむ

#### 科学と音楽の夕べ

### 16 *Entertainment*

#### 御子柴克彦が選ぶ

#### 「3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

羽田智恵

デザイン

グリッド

#### 写真撮影・提供

由利修一

梅岡 弘

中静 透・竹内やよい

畑村洋太郎

ペンタックス株式会社

科学新聞社

フィールド博物館

理化学研究所

# 発掘マンモスから「未来」を見る

シベリアの凍土から発掘された2万年以上も前のマンモスが3月25日開幕の「愛・地球博」で公開される。その生態や絶滅のなぞ解きに、X線断層装置(CT)を駆使するのが鈴木直樹教授。この科学の目で、現代人はマンモスから何を読み取ることができるのだろうか。



東京慈恵会医科大学・  
高次元医用画像工学研究所長  
国際ユカギルマンモス学術研究委員会副委員長

鈴木直樹教授

People

「人はどう進化してきたのか。脊椎動物が魚類、両生類、哺乳類と水から陸に上がっていく過程で、心臓や肺、脚などの機能がどう変わっていったのか。その探求がライフワークの一つです」

三次元の画像技術を使ったロボット遠隔治療や手術のシミュレーション開発など先端医療研究を進める鈴木教授。ヒトの進化の理解が難病の解明につながるとの確信から、仕事の2割は「古生物解析」に振り向ける。20年以上前には「生きた化石」シーラカンスを追って日本からの調査隊隊長としてマダガスカル沖に赴くなど、世界の秘境に足を踏み入れる探検人生も続けてきた。

好奇心に従って研究を重ねていくうちに工学、医学、理学の三つの博士号を合わせ持つ行動派研究者に。今回はロシア連邦サハ共和国の北極シベリアにあるユカギル(地名)で、頭部と前肢が冷凍状態で見つかったマンモスを、日本に輸送し研究するプロジェクトのリーダーとなった。

「化石でしか見つけられない古生物が多い中で、凍結マンモスは血管

や筋肉がそのまま残っている貴重な存在。タイムマシンに乗って絶滅した動物を間近に見るようなもの」。冷凍のまま保存しないと腐ってしまうために、摂氏マイナス15度に保ちながら福島県の家畜改良センターの大型CTで内部構造を計測、慈恵医大の研究所で三次元画像化を進めた。

「頭部だけでも重さ250キロ、牙の長さは3mにも及ぶ。特殊な保存容器を作り凍結したままCTで測定する苦労が大変だった」が、「脳の容積はアジアゾウと同じ。ということはかなり頭もよかったはず」

自らのカメラで、マンモスの美しい写真も撮る。「閉じた目は穏やかでかわいい動物だと思う」。三次元画像化したデータを用いたシミュレーションで、体の形態や歩行などの機能を再現したり、エネルギー消費量を算出できると期待する。

なぞに包まれているマンモスの生態。「巨大な牙は、誇示のためや武器、餌を取るための道具だったのでしょ。うか。絶滅の原因は、人の狩猟による人為説と、氷河期からの温暖化に適応できなかったとの説がある。温暖化の説でも、一部地域で降雪が激しくなり餌がなくなったとか、草地が湿地になったとか百通りの見方がある」と断定には慎重。「この機会に皆さんも、ぜひ一緒に考えていただきたい」と呼び掛ける。

絶滅は人類の未来を考える上で何を語るのか。「環境要因で絶滅したのであれば、人類にもそういうことがあるとのことでしょうし、人為説であれば、人類は周囲の生物だけでなく自らを滅ぼすこともあることになる。どちらにしてもきちっと考えなければならない話です」

(編集長 佐藤年緒)

# アジアをつなぐ環境研究協力 リージョナルな発想で地球と向き合う

アジアの環境保全には、国境を超えて取り組むべき課題が多い。  
そこで提案されているのが、「リージョナル」な発想による環境研究協力だ。  
いま、持続可能な発展のビジョンをアジアの視点から確立し、  
域内の環境問題に取り組もうとする研究協力が進められている。

「地球規模で考え、足もとから実行しよう」。これは1992年に開かれた「地球サミット」のスローガンだった。この言葉通り、環境協力は「グローバル」と「ローカル」の両面から進められている。持続可能な社会づくりには、地域を超えて「すべきこと」と、身近なところで「できること」がともに大切だからだ。

しかしこれと同様に欠かせないのが、両者の中間ともいえる「リージョナル」(域内)の発想だろう。例えばアジア・太平洋地域。さまざまな顔をもつ国々が、陸続きまたは海でつながった暮らしの中で多くの環境問題を共有している。生態系の保全、水や大気の広域的な汚染防止など、アジア諸国がリージョナルな発想で取り組むべき課題は多い。

いま、わが国の科学技術は、アジアでどんな協力を求められているの

だろうか。まずは具体的な研究プロジェクトから目を向けてみよう。

## 林冠から見た 熱帯雨林の世界

巨大なクレーンが<sup>そび</sup>えているのは、マレーシア連邦サラワク州の熱帯雨林。ここは1000種類以上のフタバガキ科の樹木で占められるランビルヒルズ国立公園である。山でいえば頂きにあたるのが「林冠」といわれる緑の屋根で、高さは地上80メートルもある。水平に持ち上げられたクレーンの首は、吊り橋のような通路になっている。そこからゴンドラを吊るし、熱帯雨林をじかに調べることができる。高さや位置を変えることで、半径75メートル、面積1.77haの範囲で探索が可能だ。これが世界最大の高さをもつ「林冠クレーン・システム」



マレーシア連邦サラワク州の熱帯雨林に建設された林冠クレーン。森林を破壊しないよう、部品の組み立てにはヘリコプターが使われた。

である。

この研究プロジェクトを行ったのは、総合地球環境学研究所の中静透教授を研究代表者とするチーム。JSTの戦略的創造研究推進事業により、1998年からの5年間で、林冠のもつさまざまなメカニズムが研究された。

林冠は日光を直接受けるため、森林のなかでもとくに重要な働きをしている。光合成や蒸散作用は、大気中のCO<sub>2</sub>濃度や水循環と関わりがあり、開花や結実、昆虫や動物たちの生命活動に影響する。また地球規模で見れば、森林のCO<sub>2</sub>吸収による炭素固定の状況や、急速に減少しているといわれる生物多様性を維持するためのヒントにもなる。

しかしこれまで、熱帯雨林の林冠についてはあまり多くのことがわかっていなかった。80メートルという林冠の高さは足場を組むのも難しく、じかに観察する手段が少なかっ

たからだ。かといって人工衛星によるリモートセンシング画像だけでは、三次元の観測ができない。「林冠クレーン・システム」で観察やサンプリングができるようになったことは、画期的な意義があった。

### ベースは人づくり・制度づくり

このプロジェクトでは、「一斉開花」のメカニズムがわかってきたほか、林冠で炭素と水の収支がどれくらいあるかを複数の方法で測定できるようになった。この「林冠クレーン・システム」を使った研究について中静教授はいう。

「現地にもこういう研究をしたいという研究者がいます。ただし高価な設備なので、一国の努力ではとてもできません。また、広域で把握する必要があるので、アジア・フラックス・ネットというアジア規模の研究ネットワークができています」

また生物多様性保全の研究に関し

ても、域内協力で取り組むメリットは大きいという。

「例えば林冠でサンプリングされる昆虫は、約30%が新種といわれています。アジアにはそれを同定できる科学者の数が少なく、その養成には5年、10年といった長期的な視野で取り組む必要があります。また生物多様性条約に『遺伝子資源などの衡平な利用と利益分配』とあるように、遺伝子資源についてもしっかりした制度上の枠組みを定める必要があります。その利益によって現地の研究がさらに促進されるという、フィードバックを考えることだと思います」

さて、こうした人づくりや制度の枠組みづくりを効果的に進めるうえでも、アジアは持続可能な社会づくりに向けた協力の基盤を確立する必要がある。政策的な議論の前提として必要な、客観的なデータを踏まえた科学研究が課題だ。そこで次に、わが国がアジアに提案している研究

熱帯雨林の林冠は、巨大な生産力をもっている。地上80mの高さまで吸い上げられた水分を蒸散するのも林冠の営みで、自然界の水循環にも大きな影響を及ぼしている。右の写真は林冠に着生した熱帯シダの一種、ピカクシダ。樹木の養分を吸い取る寄生とは違い、蒸散された豊富な水分を吸収して育つ。下の2枚は、クレーンから林冠に吊るしたゴンドラ。研究員はこのゴンドラに乗って移動し、さまざまな観察やサンプリングを行う。熱帯雨林の変化を間近から、しかも立体的にモニタリングできるシステムだ。





リュウノウジュ（竜脳樹）の花に集まるオオミツバチ。一斉開花のときにだけ、森のにぎわいに誘われて林冠へ飛んでくる。ふだんは蛾が花粉を運んでいるが、オオミツバチはそれよりも長い距離を移動するため、近縁でない樹種に受粉させることになる。つまり一斉開花は、近親交配を避けるための熱帯雨林の知恵でもある。

協力の枠組みを見てみよう。

## 人口・GDP・CO<sub>2</sub>を指標にしたシナリオ

昨年5月にJST主催で開かれた「持続可能な社会システム実現のためのシナリオと課題」というワークショップでは、持続可能な社会のビジョンと、それを実現するためのシナリオが検討された。

持続可能な社会のビジョンは、「生態系の保全」、「エネルギー資源の確保と物質循環」、「食糧・水の確保」、「途上国の持続可能な開発と環境」の四つの視点から議論された。またビジョンやシナリオを具体的に議論していくうえで、「人口」をはじめ、生活・経済レベルの指標としての「GDP（国

内総生産）」、地球温暖化に影響する「CO<sub>2</sub>排出量」がとくに重要な役割を果たす。IPCC（気候変動に関する政府間パネル）は、「平均気温の上昇は最悪でも2℃程度にとどめる必要があり、そのためにはCO<sub>2</sub>排出量を現在の1.3倍以下に抑え、その後はさらに削減すべきである」としている。2050年ごろに人口が90億人、GDPが現在の4.7倍、CO<sub>2</sub>が1.3倍となることが想定されたが、これは一人当たりのCO<sub>2</sub>排出量を下げつつGDPを高めることになり、実現にはかなりの努力が必要になる。

また、シナリオを実現するための具体的な課題は、社会モデルとその移行シナリオの作成、気候変動の影響の研究、生態系の評価と保全の研

究、アセスメント技術の構築、環境低負荷型の資源利用などとなっている。

コーディネーターを務めた国連大学の安井至・副学長は、これからのリージョナルな環境協力のあり方として、「多様な生態系を共有するアジアでは、研究協力に向けた戦略的パートナーシップが必要」と総括している。

## 定量評価から政策オプションまで

また、昨年12月22日に東京の国連大学エリザベス・ローズ会議場で開かれた「アジアの持続可能な発展を目指した環境保全シンポジウム」（主催：国連大学、JST、国立環境研究所）でも、こうした日本のリーダーシップによるアジアでの研究協力が報告された。環境省予算で2002年に始まった「アジア太平洋環境イノベーション戦略プロジェクト」（APEIS）もそのひとつだ。このプロジェクトの目的は、アジアの持続可能な発展を可能にするための技術的・社会的・政策

## 林冠研究でわかってきた「一斉開花」のメカニズム

林冠で見られる現象のひとつに「一斉開花」がある。これは熱帯雨林で数年に1度、多くの樹木が集中的に開花し実をつけることで、アマゾンにもアフリカにもない、アジアの森林に特有の現象である。

この一斉開花については、「低温」がきっかけで起こるという説があるが、研究プロジェクトでは、「乾燥」が原因として有力であることがわかってきた。大規模な開花は96年、97年、98年、2002年に起こったが、どれも開花前30日間の積算降水量は35mm以下だった。

「ただし乾燥のピークで花が咲くこともあります。その場合、乾燥刺激が始まってから開花までは数週間しかない。花が咲くというのは生物学上、細胞が葉をつくる分裂から花をつくる分裂へと切り替わることで、刺激から数週間で花ができるかどうかは実証が必要」と中静教授はいう。

一斉開花では、樹木が一度に種子をつけるため、大量のエネルギーが消費される。そのための養分として、炭素は林冠の光合成だけでまかなえるが、リンなどの栄養塩は幹や根に蓄えていたものが使われる。

なぜそうまでして一斉開花をするのだろうか。そこには熱帯雨林の「戦略」が働いている。ある説では、不規則かつ大量に開花すれば、昆虫や動物による捕食をまぬがれる種子もそれだけ多くなる。もうひとつの説は、一斉開花が一種の広告効果を生み、たくさんの昆虫が集まって受粉率が高まるというものだ。

研究プロジェクトでは、どちらのしくみも機能していることがわかった。また新しい説として、中静教授は「遺伝子流動促進仮説」を唱えている。これはフタバガキ科のある樹種が、一斉開花のときにしか現れないオオミツバチというポリネーター（花粉の運び屋）を離れたところから呼び寄せ、遠縁にあたる個体の花粉を運んでもらうという説である。それによって近親交配を防ぎ、有害遺伝子の蓄積を避けることができる。これは村落共同体などの人間社会で昔から見られた風習とも似通っている。

的なイノベーションを提供し、アジア諸国の政策決定に生かすことである。そのためAPEISでは、環境や経済活動に関するモニタリングやデータベースといった「科学的ツール」と、資源管理システムや資金メカニズムといった「政策オプション」の二つが重視されている。

そもそも生態系は、食糧や資源を生み出すだけでなく、森林による保水機能や洪水防止のように、環境を維持管理する働きもしている。国立環境研究所の渡辺正孝・水士圏環境研究領域長はこの点を踏まえている。

「アジアの生態系が人類にどれだけの財やサービスを提供しているか。それをまず定量的に把握する必要があります。それをしっかり押えたうえで、気候変動などの影響評価を行い、持続可能な発展に向けた政策オプションと科学ツールを提供する。これはいままでのアジアになかった方法論で、われわれはそれを考え出すことから始めました」

最初の3年間(2002～2004年)の成果としては、中国科学院(中国政府の研究機関)との協力で、黄河と長江の領域を対象エリアとする観測ネットワークが完成した。このネットワークには、日本のほかシンガポールやオーストラリアの研究機関が参画し、黄砂、砂塵、干ばつ、水不足、水質汚濁、洪水といった広範な水問題への研究協力が行われている。

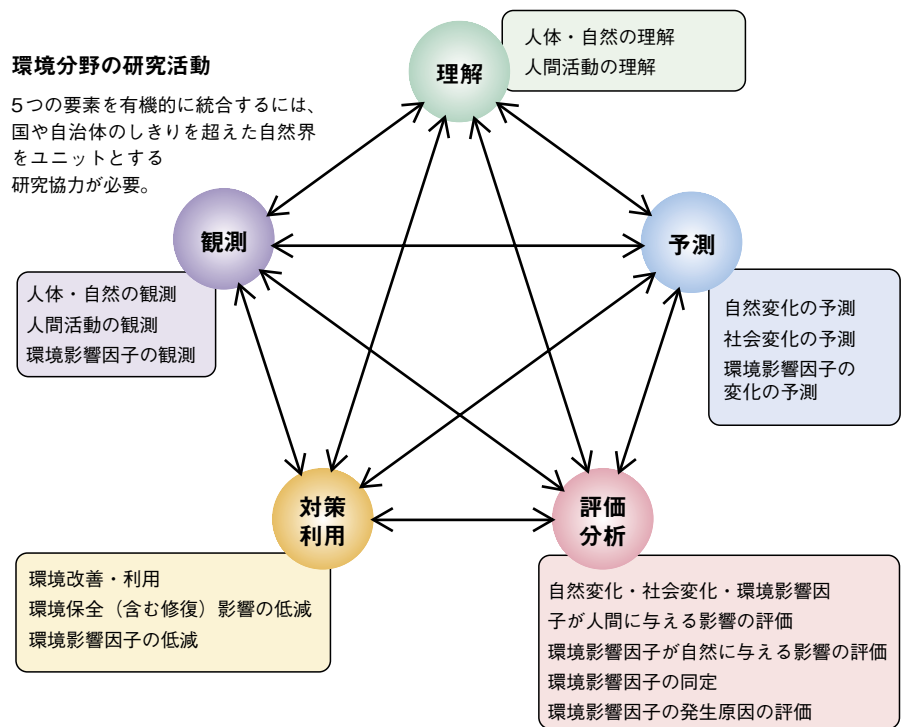
水のようにさまざまな問題が複層的に絡み合うテーマでは、国単位ではなく、地方行政の区画でもなく、むしろ自然生態系をひとつの単位としてとらえた方がよい。その意味で中国の二大河川流域は、リージョナルな環境協力の効果が期待できる典型的なエリアでもある。

## アジアの共同体を環境分野から

最後にJST 研究開発戦略センターの井上孝太郎・上席フェローは、環境分野におけるアジアの協力の重要性を、世界・アジア・日本という3つ

### 環境分野の研究活動

5つの要素を有機的に統合するには、国や自治体のしきりを越えた自然界をユニットとする研究協力が必要。



左は蒸散量(フラックス)の測定装置。右はクレーン講習中の研究員。研究人材の養成は現地でも大きな課題。大がかりな装置を使うための許認可など、制度上のすり合わせが必要となることもあり、人づくりや体制づくりにもアジアの協力が求められている。

の視点からこう強調する。

「まず中国やインドのように人口が多く、しかも急速に経済発展の進む国を抱えたアジアは、温暖化のような世界規模の課題解決のために協力することが不可欠。次にアジア各国の関係で見ると、エネルギー・資源・食糧といった共通の問題を抱えています。さらに日本にとっても、資源の安定確保や広域汚染防止など、将来の持続可能な発展のためにアジア諸国との協力は重要です」

もちろん、これまでも「リージョナル」という視点に立つ環境協力はあった。しかし、それはすでに述べたような明確なビジョンやシナリオを欠いていたため、断片的なものに

なりがちだったと井上・上席フェローはいう。持続可能な社会への共通認識に至るための科学的な議論のベースとして、広域的な環境データにもとづく観測、分析・評価、理解、予測、対策・利用があるが、それを包括的に進めるうえでもアジアでのパートナーシップが必要になる。

気候変動枠組み条約の京都議定書が2月に発効したのをきっかけに、地球温暖化防止は新たな段階に入った。環境協力にも新たなキーコンセプトが求められる中、21世紀の「アジア・スタンダード」をまず環境・科学技術の分野で構築する動きは今後注目される。

(環境ジャーナリスト 門脇 仁)

# 失敗を「他山の石」にするデータベース

「失敗は成功のもと」とよく言われる。

しかし、失敗を苦い思い出にとどめておくだけでは、成功にはつながらない。

「失敗知識データベース」は、科学技術のさまざまな分野で起こった失敗のシナリオを明らかにし、後続く人が同じ轍を踏まないためのポイントを教えてくれる。



JST「失敗知識データベース」の統括を務める畑村洋太郎工学院大学教授

Database

「新潟県中越地震で新幹線が脱線したけれど、あれは大成功だったね」「えっ？」とこちらがとまどっているのもかまわず、畑村洋太郎工学院大学教授(東京大学名誉教授)は続ける。「高架を走っていた新幹線が脱線だけですんだのは、橋脚が壊れなかったからなんだ。阪神・淡路大震災で山陽新幹線の橋脚が壊れたあと、JRが橋脚に鋼板を巻いて補強してあった。失敗に学んだ大成功というわけだ」

さすがは「失敗学」の提唱者である。視点が違う。この畑村教授が統括を務める「失敗知識データベース」とはいったいどんなものなのか、試しに「タイタニック号沈没事故」の失敗事例のページ(図参照)をのぞいてみた。事例の概要に加え、詳しい内容、経過、原因、それへの対処、背景、さらには、損害や社会への影響、後日談、よもやま話までが、20以上の項目に分けてびっしりと書き込まれている。

読みやすい文章にひかれて次々に項目を追っていくと、有名な事故の詳細がわかり、話題が豊富になった気分にもなる。しかし、それがこの

データベースの目的ではない。失敗事例の中には「知識化」という項目があり、その事例に学ぶべき教訓が記されている。これが肝心だ。ちなみにタイタニックでは「力を過信して警告に耳を傾けないと、大失敗を起こす。…」とある。

## 始まりは自己申告

畑村教授が失敗の重要性に気づいたのは、東大で実験装置などの機械の設計について講義していたときだという。ふだんは居眠りをしている学生も、失敗談には聞き耳を立てる。それだけではなく、失敗談は学生の記憶に残り、卒業して設計の現場に入ってから反面教師の役をする。そこで畑村教授は、研究室のOBが集まる研究会で失敗の事例を集めることにした。メンバーがそれぞれ自分の失敗を報告し、それをみんなで分析したのである。この成果は1996年に、『続々・実際の設計——失敗に学ぶ』という本になった。

こうして誕生した失敗学は社会的にも大きな反響を呼び、2000年から翌年にかけて、文部科学省が「失敗知識活用研究会」を開催するまで

になった。この研究会では、さまざまな分野の事例が検討されるとともに、失敗知識のデータベース化が提言された。それをJSTで具体化したのがこのデータベースである。



新潟県中越地震では、マンホールが浮き上がる(手前)ほどの地盤液状化が起こったにもかかわらず、補強がすすんでいた新幹線の橋脚は無傷だった。

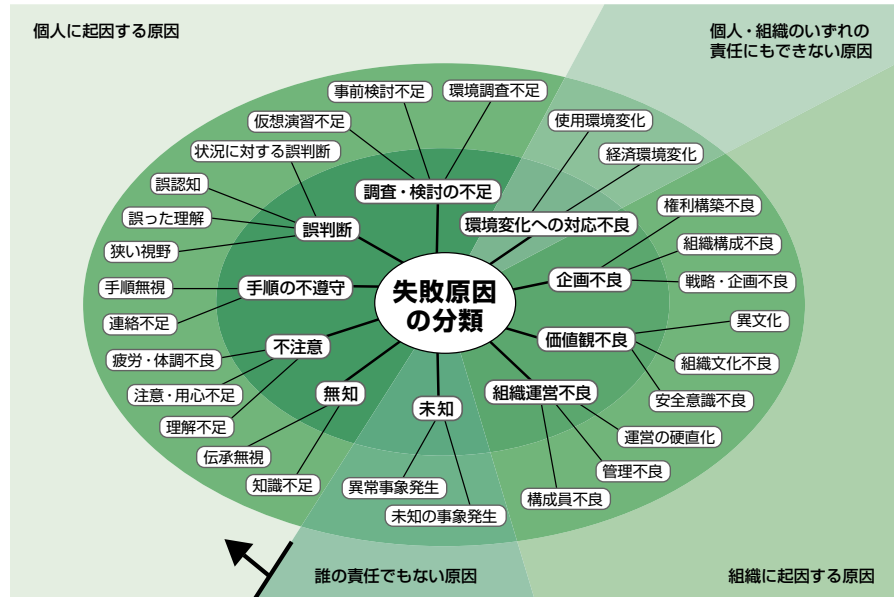
＊失敗知識データベース

(3月23日から無料で)

アクセス先 <http://shippai.jst.go.jp/>



失敗事例画面には、失敗の詳細な情報が詰まっている。これとは別に、原因から結果に至るキーフレーズを時系列で並べた画面も設けられており、シナリオが一目で理解できるようになっている。



さまざまな事例を分析して得られた原因まんだら。  
このほかに、行動まんだらと結果まんだらがある。

JST畑村委員会作成2002

研究会後にまる3年を費やして集めた約1000件の事例が収められており、試験公開を経てこの3月23日からいよいよ一般公開される(無料)。

## 地道な集積作業

1000件という数は目標通りなの  
だという。「単なる事例集にはしたく  
なかった。失敗には、原因があり、  
それに対してとった行動があり、そ  
れによって生じる結果がある。この  
シナリオをきちんと描き出せるだけ  
の情報を持った事例を集めたかった  
んだ。だから、たくさん集めればい  
いというわけじゃない」

集め方はきめ細かく、幅広い。機械、材料、化学物質・プラント、建設の各分野に代表を立て、その代表者がさらに人脈を生かして情報を集めた。代表者は4人とも、それぞれの分野で事例を集めていた研究者である。さらに、分野によっては国際的な事例集がつくられていたり、海外の組織と提携して情報を探すしくみができていたりもした。こうして、畑村教授のねらい通りの情報が集まり、全体の1～2割が海外の事例となった。

失敗事例には、情報源(公式文書の名称やインターネットのURLなど)が示されており、データ作成者の名

前も明記されている。確かな情報であることを証明すると同時に、責任の所在を明確にするためである。

## 分野にしばられない 検索が可能

このデータベースは、キーワードでも、機械、化学といったカテゴリーでも検索できる。だが、いちばんの特色は、「失敗まんだら」(図参照)によって検索ができることだ。最初に機械設計の失敗事例を集めたとき、畑村教授は、事例は多様でもその原因はいくつかに分類できることに気づいた。この「発見」を行動や結果にも広げ、試行錯誤のすえに整備したのが失敗まんだらである。それぞれを10の要素に分類し、さらに細かく分類した階層も設けて、同心円の形に表してある。

例えば、原因として「誤判断」という要素のなかの「狭い視野」というキーワードを選んで検索すると、タイタニックも含めて、いろいろな分野の事例が30件も出てくる。失敗事例の「シナリオ」という項目には、その事例に該当するキーワードがすべて書き込まれているため、原因、行動、結果の要素をさまざまに組み合わせた検索も可能だ。巧みな分類手法のおかげで、シナリオが共通す

る事例をあらゆる分野から選び出せるのである。これにより、自分の専門以外の分野の失敗にも学べることで、このデータベースの大きな特徴だ。

畑村教授はこの理念をさらに推し進め、1000件のうちから厳選した失敗を詳しく解説する「失敗百選」というコンテンツも設けた。分野によるレベルの違いをなくし、分野の異なる人にも通じる内容とするために、担当者と畑村教授の間では公開直前まで原稿のやりとりが続いた。

試験公開では、利用者から「社内の失敗事例の分析に失敗知識データベースの分析方法を活用している」といった声が寄せられ、研究会の開催などもさかんになっている。事故を減らすとともに、新たな技術を生むための下地として、このデータベースは大きく貢献していくだろう。

「医療の分野も充実させたい」「英語版をつくって世界中で使えるものにしたい」と畑村教授の構想は広がる一方だ。しかし、「失敗まんだら」による分類をはじめ、このデータベースには畑村教授でなくてはつukれない芸術品のような趣も漂う。これを普遍化し、発展させていくにはどうしたらよいか。「失敗に学んだ大成功」をここでも期待したいものだ。

(サイエンスライター 青山聖子)

法人化から1年近く

# 国立大学はどう変わろうとしているか？

国立大学が昨年4月に法人化されて以来、大学改革がどう進んでいるのか。

関西の3国立大学のトップを招いたJST主催のシンポジウムが2月4日、京都で開かれた。

そもそもの改革の狙いをはじめ、学内の変化や課題など活発な意見が交わされた。

## Institution

### 自らの理念と意志を 改革と批判めぐって

「大学が変わらないと罪悪みたいと言われるが、108年の歴史を持っている大学はなかなか変わらないところもある。変わる面、変わらなければいけない面、あるいは変わらない面、変わってはいけない面とあり、それぞれの面から立体的につかんでいくのが学長の仕事だ」ときっぱりと述べたのは尾池和夫・京都大学総長。

競争的研究資金や技術支援などで大学改革をサポートする役割を担うJSTが、昨年7月に東京で開いたのに続く2回目のシンポ。文部科学省が主導した大学改革が関西の地でどう進んでいるか注目されたが、時には緊迫感があるやりとりが交わされた。改革の推進役だった遠山敦子元文部科学大臣は「法人化は世紀の大改革。大学が自らの理念と意志を持って、本来の機能を発揮してもらうために出来た制度です」と、その意義を改めて強調した。

司会の北澤宏一JST理事は、これまで国立大学に対する産業界からの批判として「教育に十分力が注がれて

いない」「社会に対して閉鎖的」「旧態依然として変化できない」「決断が遅い」「経営理念の不在」などがあつたと指摘、大学法人化によって法律的に何がこれまでと異なるのかを説明した。こうした外部批判に宮原秀夫・大阪大学総長は「よくこれだけボロクソに言われたものだが、本当にそうなのか。これまで日本の発展に国立大学の学生が貢献してきたことは間違いない」と異議を唱えた。

### 規制緩和や産学連携 特色生かした動き始まる

とはいえ両総長とも学内で進めている改革の事例や方向性を示した。「昔から国の強制に抵抗してきた京大だが、法人化して自分たちで何でも決められると言われると、コロッと変えるものはある。知的財産の機関への帰属を決めようとの呼び掛けにすんなり走り出し、実際に有機、半導体、発光ダイオードなどの特許を取る成果を生み出した。今年の特許数も500件を超えそうだ」と尾池総長。

さらに「産学連携で留学生を育てることが大事だ。留学生が将来の日本のための外国との橋渡しをしてくれる。中国やシンガポールでも外国の学生を呼ぼうと熱意を燃やしており、このまま行くと優秀な人材が全て外国に取られてしまう。京大は上海にセンターを置いてアジア諸国との交流を進めていきたい」と抱負を語った。

宮原・阪大総長も「学内で一番大きく変わったのは、教職員の意識。つまり、規制緩和によって自分たちで



司会の北澤宏一JST理事(左)。京都市内のホテルの会場で、約450人が参加して開かれた。



尾池和夫  
京都大学総長



鳥居宏次  
奈良先端科学技術大学院大学学長



宮原秀夫  
大阪大学総長



遠山敦子  
元文部科学大臣



徳永保  
文部科学省大臣官房審議官

大学改革を行っていけると思うようになった。自由裁量でいろいろなことができる」と皆、期待を持っている」と生まれてきた変化を伝えた。

一方、奈良先端科学技術大学院大学の鳥居宏次学長は、建学(1991年)から年月が浅く、学生数も1100人と京大、阪大の10分の1程度の小規模な特徴があるとした上で、「大学院重点化の波が始まる直前に先取りしてつくられた大学で、法人化で大変やりやすくなった」と指摘。学内の委員会数を減らし、役員会が経営方針や予算案を決めるほか学長の権限も大きくなり、教員人事も最終的に専決し、財務面でも裁量経費を大幅に増やしているなど、積極的に取り組んでいる現状を紹介した。

## 学長の自由裁量 財務運営に苦心

法人化によって財務運営の改革も求められている。宮原氏は「産学連携を進めるにも、博士課程の学生に給料を出せない。生活費を気にせず、進学できる仕組みを作っていきたい。授業料の値上げが言われているが、学生が受益者として負担するのではなく、本来の受益者である企業や社会も協力していただきたい」と要望した。

前提となる国の高等教育費がGDP(国内総生産)の0.5%と欧米先進国の1%に比べて低い点が問題点として上げられ、尾池氏は「公費負担率が非常に低いことで、家計がきつくなり少子化を招く。外国に優秀な人材を18歳から取られる。結果として日本

語が瘦せ、国は滅びる」と懸念、運営費交付金が学長の裁量で使える仕組みになったことに、「自由裁量で良くなったように聞こえるが、金が減ったのは事実」と指摘した。

これに対して文部科学省の徳永保・大臣官房審議官(高等教育局担当)は「基盤的経費は苦しいながらも維持しつつ、より競争的な資金の配分で、トータルとして大学への財政支出の拡大に努力している」と増額している間接経費や競争資金などの予算内容を詳しく説明した。

## だれとの競争か まずは良い手本を

「全国の国立大学で競争に勝った大学には収入が増え、そうでない大学は収入に苦勞する構図。地方大学も個性を発揮しないと生き残りが厳しくなる」と司会の北澤氏。この点について尾池氏は「どのような競争が一番大事か」と、国立間の競争ではなくて日本の大学の全てが国際競争力を持つということだ。そのために国費をもっと投入してほしいというのが私の主張です」と訴えた。

この発言を聞くや遠山元文科相は、「尾池総長の主張はまさに正論。政府の原資の配分は将来に禍根を残すような状況が続いており、義務教育国庫負担の制度まで崩そうとしている。だからこれは大きな声にしていく必要がある。そのためには、『大学は変わる必要がない』とか『予算も微減した』とばかりを言うのではなくて、大学側が『こんなに変わったのだ。良くなったのだ。もっと良くなるためには

こうなのだ』という主張をして、国民がそれをきちっと認識する。そのような循環にしていけないと駄目なのです。メリットが多いのに、ちょっとしたデメリットだけを言い立てて問題だという姿勢は、悪循環をさらに増す。そここのところを間違わないでいただきたい」と強い語調で述べた。

この熱いやり取りを聞いて、大学の変革に向けたエネルギーが確実に高まっていると感じた聴衆は多かったに違いない。

## 教育の切り捨てはない 社会と歩む大学に

休憩を挟んで再開した論議で、会場からは「合理化で教育の切り捨てにならないか」と心配する質問が出たが、これについては3学長とも教育の重要性を強調。「英語教育が大事だとなればそこを増やす自由裁量が与えられた。教官構成も含めて社会のニーズにあった教育体制を作っていくことができる」(宮原氏)などと積極姿勢を示した。

最後にこれからの大学の方向について問われ、尾池氏は「小学校から大学までの教育システム全体で国際競争力を付けることが課題だ」とした。宮原氏は「一見無駄なように見えるが、長い目で見て役に立つ研究も行い、人材育成に力を入れるのが大学。その大学を社会と連携してつくりたい」。鳥居氏も「人を育てるだけでなく、社会への貢献を考え、社会の中の大学として位置付けている」とビジョンを示し、社会の理解を求めた。

(サイエンスライター 里山年樹)

# “究極の人工骨”の登場間近に

外傷などで骨に欠損部が生じたとき、自分の骨(自家骨)ないしは他人から提供された骨(同種骨)が移植される。しかし、新たな傷や痛みを伴い、精神的負担も大きい。他人からの提供では感染の危険性もある。これらの問題を根本から解決してくれる“新世代人工骨”の実用化が間近に迫っている。

## Product

人工骨はすでに骨欠損治療全体の20～30%で使われており、セラミックス製のほかに金属製などがある。ただし、現在の人工骨の大半は、体内にそのまま残るため、どうしても使い方、使える部分が限られる。

「そうした問題をすべて解決する“究極の人工骨”を開発中です」とペンタックス株式会社ニューセラミックス事業部の小川哲朗・開発部長は胸をはる。同社がJSTの委託を受けて製品化をめざし2003年7月に発表した「生体置換型有機無機複合人工骨」がそれで、開発は順調に進み、今年から臨床試験が開始される。発売は2007年ないしは2008年になりそうだ。

### スポンジ状の“骨”

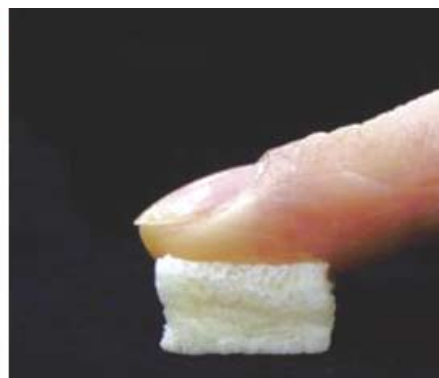
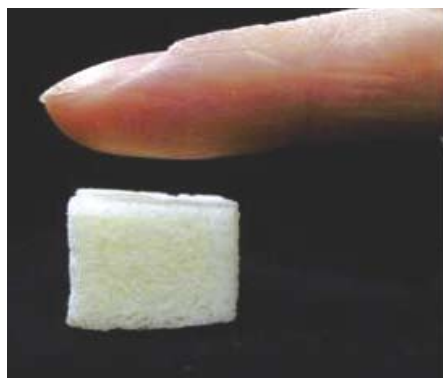
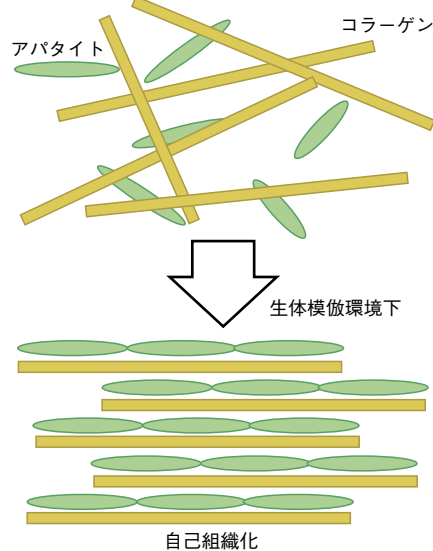
名前は仰々しいが、実物は単純明快。白いスポンジあるいは高野豆腐を思えばよい。指で押せばへこむ。人工骨と呼ぶのに、なぜか骨のように硬くない。こんな意外なものが、なぜ“究極の人工骨”なのだろうか。

ハイドロキシアパタイト  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ：リン酸カルシウム的一种で、生体骨組織の主成分。  
コラーゲン：動物の体内に最も多く含まれているタンパク質。細胞外マトリックス(細胞の外側にある物質群)の主成分で、皮膚、腱、軟骨などに多量に含まれる。繊維状で存在するコラーゲンも多い。

実は、この新世代人工骨は、人間の骨を作る骨芽細胞の働きを大前提にしている。移植すると、骨芽細胞がこのスポンジ状の微細な穴の中にどんどん入って行って、みずから骨の組織を作り、破骨細胞が人工骨を吸収する。そして最終的にすっかり置き換わってしまうのだ。すでに動物実験で証明済み。名前の「生体置換型」とはこのような意味だ。

後半の「有機無機複合」は、このスポンジがどんな成分と構造で作られているかを示している。結論を言うと「アパタイト(無機)+コラーゲン(有機)の複合材料」という意味であ

#### 開発の基礎技術



る。ちなみにアパタイトもコラーゲンも私たちの体内に普通にある物質。

骨の主成分でリン酸カルシウムの一種がアパタイト。骨の“硬さ”をもたらしている物質だ。一方のコラーゲンは動物の体内に最も多くあるタンパク質で、繊維としても存在し、骨の“しなやかさ”つまり折れにくさのもとになっている。

これら二つの成分からなるスポンジ状のアパタイト・コラーゲンは、コラーゲン繊維とアパタイトが、炭素繊維強化プラスチック (FRP) よりも高度に組織化された複合構造をとっていて、やわらかいの硬い骨になる。この物質の製造技術を考案したのが、物質・材料研究機構 (NIMS) の田中順三・生体材料研究センター長だった。

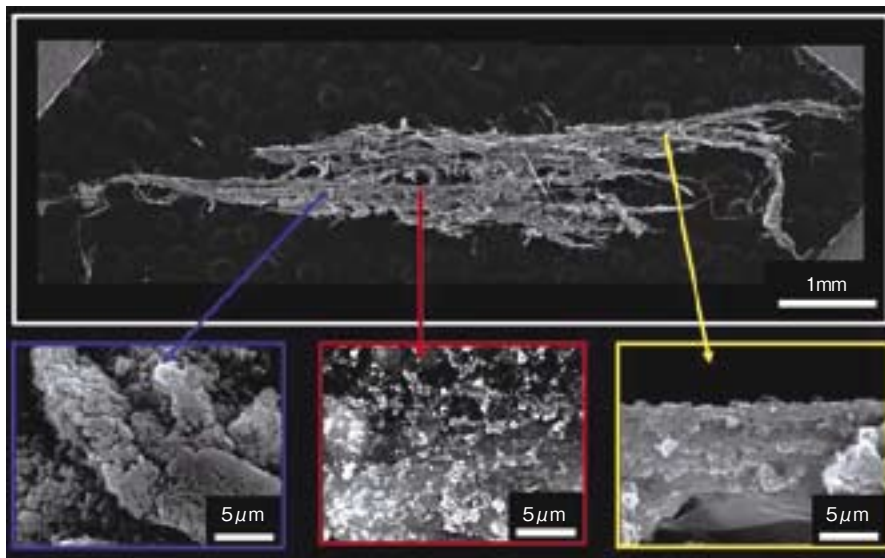
## アパタイトの限界と新しい挑戦

ペンタックスというカメラ・メーカーで人工骨の研究が始まったのは1974年。今で言う社内ベンチャーのはしりだった。80年代にかけて純粋なアパタイトの合成法を確立、人工骨、人工歯根の製品化を成し遂げた。現在、同社は60億円と言われる人工骨市場の50%前後のシェアを握る。商品名「アパセラム」は整形外科医の間でよく知られている。

ペンタックスの人工骨には、強度が必要な部位のためのアパタイト緻密体(焼結体)と、骨新生を期待した多孔質アパタイトがある。後者の場合、硬いセラミックスではあるが、たくさんの通気孔を構造として持っているため、そこに骨芽細胞が侵入し、一体化するようになっている。ただし、今回開発中の新世代人工骨とは異なり、それが人間の骨と置き換わるわけではない。

「私たちはアパタイトの合成法に非常に苦労した経験、またそれを人工骨にしていく過程を一つ一つ積み上げてきたので、逆にアパタイトの限界も知りつくしていました」と小川部長。だから田中博士の研究を知

HAp/Col繊維 SEM観察写真



ったとき、「アパタイトにない特徴を持っているので、きつとうまくいくはず」と見抜いたのだ。

アパタイトとコラーゲンの成分比が人間と同じ8:2であることは、田中博士が明らかにしていた。しかし試験管規模での研究が、量産を目的とした製品の製造にそのまま適用できるわけではない。しかも、アパタイトのナノ粒子と、コラーゲンのナノ繊維の複合体秩序構造を実現しなければならなかった。

「製造温度がちょっと違っても、攪拌がちょっと強すぎても、pHがちょっと違っても、うまくいかないのです」と小川部長。

数百回に及ぶトライ・アンド・エラーのすえに、「体温に近い37℃の少しアルカリ環境」という条件に行き着いた。この環境におくと、アパタイトとコラーゲンは、まるで生物の中に置かれたかのように、勝手に自己組織化していき、ミクロのレベルで繊維と粒子が配向した組織体ができるのだ。こうして第一段階がクリアできた。

次の段階はスポンジ体を作ること。これは第一段階でできた物質を凍結乾燥し、加熱・ゲル化して作る。この最適条件を探し出すのも簡単ではなかった。凍結条件によって、できる気孔が変わってしまうからである。

こうした苦心のすえに、新世代人工骨の生産技術がほぼ確立されたの

だった。

## 使いやすくなじみやすい生体材料

スポンジ状の人工骨は医師には大好評。メスやハサミで切れるので整形がしやすく、すきまにグッと簡単に押し込めるからだ。従来品の硬い人工骨は、事前に切削加工が必要だったし、粒子状のものはバラバラと周囲に散ってしまった。手術が容易になれば患者の負担も大きく軽減するはず。

スポンジ状の人工骨は、95%が空気(すきま)である。それだけ、人間の骨芽細胞が侵入して育っていくスペースがあるということだ。成長のスピードは速く、イヌの実験では、3カ月で一体化してしまい、人工骨部分は見えなくなった。

アパタイト・コラーゲンという物質は人工骨というジャンルだけにおさまりそうにない。骨細胞が快適に育つ環境、“足場”を提供するのだから、当然、他の細胞にも応用できそう。またアパタイト単独でも、タンパク質や核酸などとなじみがよいので、不要物質の除去・精製、各種の検査装置への応用も視野に入る。「生体材料という点でまさに理にかなっているんですね」という小川部長の言葉は、この夢多き世界の大きな可能性を、はっきりと意識している。

(サイエンスライター 松尾義之)

## 2つの知を楽しむ 「科学と音楽の夕べ」

「科学と音楽の夕べ」は、科学の講演と音楽会をセットにした催し。

1997年、実験的な試みとしてスタートした。このユニークな講演・音楽会は、すでに試みの域を超え、独自の道を歩き始めている。

Literacy

約半年ぶりの「科学と音楽の夕べ」が、1月25日、埼玉県川口市の「川口リリア」で開かれた。今回の講演者は、エサキ・ダイオードの生みの親として知られる、1973年度ノーベル物理学賞受賞者・江崎玲於奈博士であった。コンサートは、ギターの莊村清志氏と、チェンバロの曾根麻矢子氏との共演で、第1部として、江崎博士の講演の前に行われた。川口リリアの音楽ホール会場入り口には、定刻(午後6時)の1時間前から、開場を待つ数十人の参加者が集まった。

### コンサートと ノーベル賞受賞者の講演

コンサートは、二人のデュオで始まり、それぞれ2曲ずつのソロのあと、再びデュオで結ぶという形ですすんだ。スカルラッティのソナタ(チェンバロソロ)、タルレガのアルハンブラの思い出(ギターソロ)など、すべてイタリアとスペインの作曲家による6曲が、合間に二人のトークをまじえて演奏された。典雅な趣に満ちたコンサートは、約1時間で終了。10分の休憩のあと、舞台は江崎博士の講演に引き継がれた(講演の要旨は、右

ページ)。

この会を主催したJSTによると、企画のアイデアのヒントは、イギリスの王立研究所が行っていた「金曜講話」から得たという。研究所が高名な科学者を招いて、一般の人たちを対象に講演をしてもらう会である。しかし講義だけでは寂しいので、サービスとして音楽をつけてみようということになった。「1回きりで終わる可能性も視野に入れていたのですが、ここまで続いたのは、やはり音楽があったからだと思います」

### もともと同じだった科学と音楽

科学と音楽には、何か共通点があるのだろうか。たとえば作曲家として有名なボロディン、化学者、医師としての業績も知られている。科学と音楽の関係について、団員すべ

**莊村清志**(しょうむら・きよし) (左)  
日本を代表するギタリスト。国内外で高い評価を受けていたが、TV番組「ギターを弾こう」(NHK教養)への出演をきっかけに、ファンの層が広がった。

**曾根麻矢子**(そね・まやこ) (右)  
東京とパリを拠点に活動。バッハをダイナミックに弾くチェンバロ奏者として知られる一方、『いきなりパリジェンヌ』(小学館)などのエッセイでも多才ぶりを発揮している。

「ギターもチェンバロも、弦をひっかいて音を出すところは一緒ですね」、「ギターは指でひっかきますが、チェンバロは、鳥の羽をつかいます」と二人のトーク。



## 江崎玲於奈博士講演「限界への挑戦」・要旨

日本には、サイエンスの現象論的な面ばかりが入ってきて、その真髄・精神といったものは、いまだに根づいていないと思う。

引力の法則、運動の3法則の発見によって近代科学の基礎を築いたのがニュートンである。では、彼はなぜ「神がデザインしたこの宇宙を簡潔な数式に置き換えたことができた」のだろうか。人に「どうして、そんなにrippana仕事を次々にやりとげられるのですか」と聞かれて、ニュートンは「私がもし、ほかの人よりも少しでも遠くが見えるとするなら、それは私が偉大な巨人たちの肩に乗っているからでしょう」と答えたという。ニュートンにいたるまでには、コペルニクス、ガリレオ、ケプラー、デカルトといった巨人たちの膨大な知識の集積があったからである。

ヨーロッパでは、中世以降、近代にいたるまで、人々がそれまで抱いていた信念や安心感をひっくり返されるような科学的発見が次々になされた。一つはコペルニクスとガリレオによる地動説である。それまで宇宙の中心であった地球が、太陽の周りを回るちっぽけな星に引きずり下ろされてしまったのである。もう一つ、これは少し後になるダーウィンの進化論である。慈悲深い神によって、その姿に似せて創られたはずの人間も含めて、すべての生物が共通の祖先から進化してきたというのだから、ショックだっただろう。

サイエンスを、西洋の歴史と切り離して考えることはできない。科学の成果だけをエンジョイしては、その真髄は理解できない。

これからのIT文化、グローバル化がすすむ競争社会のなかで、望ましいライフスタイルは「オートノミー(自律性)」である。周囲からの他律を極力排し、「自分の出演するドラマのシナリオを自分で書く人生」を目指し、「自分の限界」に挑んでほしい。

一方、国家的観点からは、科学技術だけでなく、広く体系づけられた知識が重要であり、とくに「フロンティア開発のための知識体系」が重要である。

最後に「創造力を発揮するために、してはいけない5カ条」を紹介しましょう。

- ① 行きがかり・しがらみに縛られない。
- ② 権威(大先生)に縛られない。
- ③ 無用な情報は捨てる。
- ④ 戦いを避けない。
- ⑤ 好奇心を失わない。

江崎玲於奈博士



ただ「この5カ条は必要条件であって、十分条件ではありません」。

てが化学者という、世界でも例のないオーケストラ「化学オーケストラ(Orchestra Chimica、オーケストラ・キミカ)」を立ち上げた三重大学工学部の富岡秀雄教授に、話を聞いた。

「欧米の国際会議では、音楽は知的な場を演出する上で欠かせない存在です。日本には別々のものとして入ってきましたが、もともと科学も音楽もヨーロッパでは、知識階級の一般教養の一つでした」。19世紀半ばに、わが国が自然科学をヨーロッパから導入したとき、その思想的で哲学的な根っこの部分と切り離してしまったのである。さらに「科学と音楽には、

ともに厳密な理論に基づいた形式美があります。科学者と音楽家の頭の構造には、似たところが多くあるのではないのでしょうか」

### 理想的な融合を実現

ところで富岡教授は、音楽の父といわれるあのJ.S.バッハの作品を用いて、科学と音楽の理想的な融合を演出したことがある、という。

2004年9月、富岡教授が座長をつとめた仙台での学会で、ドイツのライナー・ヘルゲス(Rainer Herges)教授は、「循環 $\pi$ 共役系」という頭も尻尾もないメビウスの環のような化合物

の合成に成功したことを報告したあと、「じつは、数学者メビウスより250年も前に、バッハはメビウス環をその作品のなかに取り入れていました」と語り、楽譜をスクリーンに示した。「音楽の捧げもの」の中の2声の反行カノン(クラブカノン)である。さかさ言葉と同じで、初めから演奏しても、最後から演奏してもメロディーはまったく変わらないメビウスの環になる。

「オーケストラ・キミカのメンバーのフルート奏者2人が壇上に上がり、この曲を演奏しました。私はポインターで、画面の譜面を追う役です。楽譜を追って行って、終わりまで来たとき、今度は、ポインターで楽譜をうしろから追っていきました。最初と同じ曲が演奏されるのを聴いて、客席から驚きの声が上がりました。これが、真の科学と音楽の融合です」

日本でも、これまで別々に考えられていた科学と音楽が少しずつ近づいてきた。その意味で「科学と音楽の夕べ」は、日本社会の文化的成熟を予言した企画なのかも知れない。

(サイエンスライター 白石厚朗)

1. Canon in D major

1声

2声

バッハの「音楽の捧げもの」の中のカノン。日本語の回文のように、頭から演奏しても最後から演奏しても、まったく同じメロディーになる。



## 御子柴克彦が選ぶ 3月の本・展示・映像

画家によって対象のとらえ方は違う。同じ画家でも、年齢とともに対象に見出す本質が変わってくる。科学者も、時代や資質や経験により自然の中に見出す真実が変化する…。そんな醍醐味を私のオススメで味わってくだされば、幸いです。

### Profile

御子柴克彦(みこしば・かつひこ) / 東京大学医科学研究所教授。理研脳科学総合研究センター・グループディレクター。JST国際共同研究代表研究者。「脳がいかにしてつくられ、どう働いているか」に挑み、生物の多様性の中に潜む共通原理を次々と見出してきた。

## Book

### 革命としての印象派

画家とその作品だけでなく、革命を経て大きく社会が変わったフランスで、伝統的な枠組みを越えて誕生した印象派の歴史に触れている。さらに、各国への影響やポスト印象派への動きなども取り上げられ、そのダイナミズムが非常に面白い。



「印象派美術館」  
島田紀夫 監修 小学館 9240円(税込み)

### 諦念から生まれる透明な静謐

画文集。絵筆を折ろうとまで表現に苦しんだ東山魁夷が、戦後間もない熊本で目にした風景に打たれ再出発をはかった「残照」(日展特選)をはじめ、四季折々の日本の風景が目を楽ませる。私欲のない簡潔で素直な文章はスーッと胸に届く。



「風景との巡り合い」  
東山魁夷 著 新潮文庫 660円(税込み)

## Exhibition

### 進化の不思議を楽しむ

小学校の時に叔父からもらった恐竜の本はまことに刺激的だった。初めて進化というものに触れたからだ。今回の恐竜博では、恐竜と鳥との進化の関係が化石をもとに紐解かれようとしている。ティラノサウルス「スー」の全身複製骨格も楽しみ。



「恐竜博2005」  
3月19日(土)～  
7月3日(日)  
国立科学博物館  
<http://www.kahaku.go.jp/>

### 日本人科学者の先見性に触れる

理研には長岡半太郎、仁科芳雄、朝永振一郎などの科学者が関わり、その論文などを見られる。最近、理研設立を促した高峰譲吉を、アドレナリンの発見者として



再評価する動きが盛んだ。周期表113番の超重元素確認など最新の成果も知ることができる。

「理研ギャラリー」  
理化学研究所  
<http://www.riken.go.jp/>

## Image

### 逆境での美意識

ローマ皇帝に次期皇帝の座を約束されたために、皇帝の実の息子によって妻子を殺され、奴隷の剣闘士(グラディエーター)となった將軍マキシマス。ある種の諦念に裏打ちされたその美意識が、壮大なローマ帝国のスペクタクルとともに印象的に描かれている。



「グラディエーター」  
DVD/VHS  
ソニー・ピクチャーズ  
エンタテインメント他

### 消えゆく砂漠の川

タクラマカン砂漠を流れるタリム川は途中で消えかけている。中国人科学者が調査すると、砂漠の耕地化が深く関わっていた。その映像を見ると、水の大切さと、水資源が自然環境の微妙なバランスの上に保たれていることが、よく分かる。



「タクラマカン砂漠大紀行」  
サイエンスチャンネル  
オンデマンドでストリーミング配信を行っている。  
<http://sc-smn.jst.go.jp/>

## JST News

Vol.1/No.6  
2005/March

発行日/平成 17年 3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>