

JST News

Vol.2/No.6
2005/September

9 月号

Special Report

地震、津波に備える





スマトラ沖の地震による大津波で、インド洋沿岸では2万人を超える犠牲者が出る大惨事となった。写真のような被害は各地で。日本は地震、津波の被害経験を生かして、海外での観測・警戒の国際協力を表明した。

C O N T E N T S

03 *People*

クマムシから生物学の奥深さを知る
スーパー・サイエンス・ハイスクールで受賞の
秋田県立大館鳳鳴高校

04 *Special Report*

**地震・津波の最新研究から
「減災」と「住民避難」の確立を求めて**

日本列島で相次ぐ地震。スマトラ沖地震による大津波の大惨事も記憶に新しい。自分たちの命やまちを自分たちで守り、災害の教訓を次世代や世界に伝えることが求められる時代。防災の日を機に、防災・減災の対策につながる最新の地震・津波研究を紹介する。

08 *Venture*

**連載・大学発ベンチャー⑤
画期的な耐震鉄骨工法
“安強短”の建築ノウハウで実績上げる高知大**

10 *R & D*

**資源を守る魚の生殖技術最前線
「マグロの親はアジ」の栽培漁業**

12 *Literacy*

**「研究の今」を理解するために
科学者と社会の間に橋を架ける**

14 *Information*

**研究者データベースが抱える課題
産学官連携に期待のReaD**

16 *Entertainment*

**堀田凱樹が選ぶ
「9月の本・映像」**

編集長

佐藤年緒

編集委員

古旗憲一 前田義幸

佐藤雅裕 森本茂雄

齋藤仁志 瀬谷元秀

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

蛇川修士

防災科学技術研究所

片田敏孝 藤田貢崇

人と防災未来センター

アークリエイト

吉崎悟朗

滝田よしひろ

表紙の背景画

国立国会図書館収蔵

「鎮(W991-205)安政大地震絵巻」

JSTの基礎研究支援

Japan Science and Technology Agency

科学技術創造立国を目指す方針のもとに、新しい技術を生み出すもとなる基礎的な研究を推し進めることがJST（科学技術振興機構）の重要な業務の一つです。

科学技術政策や社会的ニーズを踏まえ、将来実現が期待される「戦略目標」の達成を目指した研究を支援しています。

研究者は個人またはチームを結成して研究テーマを提案します。その中から優れた提案が選り抜かれて、研究費を受けることとなります。各地に分散する研究者（チーム）は研究領域という集合の中で、研究総括という指導者と意見交換をするなどしながら研究を進めます。

いわば「姿なき研究所」として運営されるのが、JSTの研究支援の特徴です。

What is JST?

クマムシから生物学の奥深さを知る

スーパー・サイエンス・ハイスクール(SSH)の2005年度文部科学大臣奨励賞に輝いたのは、秋田県大館鳳鳴高等学校の生徒。手探りで観察を開始した彼らは、自分たちで方法を見だし、研究する喜びを味わった。



秋田県立大館鳳鳴高等学校3年

虻川修士
柴田佳枝

同高等学校教諭
高田典雅

People

スーパー・サイエンス・ハイスクール

理科教育に重点を置く高等学校。文部科学省が指定し、JSTが支援する。現在82校指定。2005年8月に開かれた生徒研究発表会では、2003年度指定校の生徒を中心に、26校が発表。初日の分科会で選出された4代表校が、翌日の全体会にのぞんだ。

国際生物学オリンピック

高校生が、生物学の理論問題と実験問題への取り組みを競うコンテスト。

「最もカワイク撮れたクマムシの写真をご覧ください」と虻川修士君は、スクリーンにクマムシを大きく映しだした。土壤や水中にごく普通に生息する微生物。体長1ミリメートル前後だが、言われてみれば、その顔は、かわいいといえなくもない。その名はクマのよりのそのそ歩くことに由来するという。

2005年8月、東京ビッグサイトの国際会議場で開かれたSSHの生徒研究発表会(全体会)。秋田県立大館鳳鳴高等学校3年の虻川君と柴田佳枝さんは、校庭で採集したクマムシの生態や分布状況、分類について発表した。熱のこもった虻川君の語りに、会場の千人近い高校生や教師は引き込まれたように聞き入っている。

2年前、SSHの課題研究テーマとしてクマムシを思いついたのは虻川君だった。「その乾眠能力に興味をもったのです」。乾燥した環境では、クマムシは仮死状態のような乾眠に陥り、極度の乾燥や高低温でも生き延びると、雑誌で読んだのがきっかけだった。100年前の標本から生き返ったという説もあると聞いた。

まずは、校庭や側溝の微生物を光学顕微鏡で観察するところから研究開始。だが、至るところに生息するはずのクマムシは、なかなか見つからない。土壤から微生物を抽出する装置を組み立てて、ようやく観察できたのは2カ月後のことだった。「自分の目で初めてクマムシを見たときのうれしさは、忘れられません」。

クマムシがどんどん見つかるようになったので、その分類に取りかかった。クマムシは緩歩動物の総称で日本に120種余がすむ。「困ったのは、相談できる専門家がいなかったこと」と虻川君。頼りは、文献やイ

ンターネットのみ。「文献を読みあさり、英語の資料まで読みこなした」と、研究を見守ってきた課題研究担当教官の高田典雅先生は感心する。

1年間のグループ研究期間が終了し、個人研究として再スタート。新たに柴田さんもクマムシ研究に加わる。部活や授業と両立させながら、ますます研究に打ち込んだ。しかし、分類の成果に満足がいかず、思い悩む。そのようななか、国際生物学オリンピックの国内予選に参加した虻川君は、偶然、体系的な検索表の存在を知る。検索表に関する資料も図書館で入手できた。それらを生かし、クマムシの分類精度を格段に高めることができた。

最終的に、乾眠能力についての十分な解析をするまでには時間的に至らなかった。けれども、クマムシの生態を調べたり、分類を考えていく間に、生物とは何かとか、進化の仕組みにも考えが及ぶようになった。「生物学の奥深さにいっそう引き込まれました」と2人は語る。「将来は生物学者になりたい」というのが彼らの夢である。

約15分間の研究発表を終えると、会場からは質問が相次いだ。その1つ1つに丁寧に答える虻川君は、実に楽しげだった。

「高校生らしく地道に積み重ねていく研究で、生物学の原点ともいえる、生きものを大切にする気持ちも伝わってきました」と評するのは、審査員の1人深見希代子氏(東京薬科大学教授)。「生物学を楽しんでいる様子に感動しました。来年も、いろいろなスタイルや内容の研究で感動させてもらえることを期待しています」とつけ加えた。

(サイエンスライター 藤川良子)

地震・津波の最新研究から

「減災」と「住民避難」の確立を求めて

9月1日は「防災の日」。日本列島ではこの夏も関東や宮城県沖で大きな地震があったばかり。

いま防災の新しい考え方は「災害をゼロにする」から「災害をできるだけ減らす」という『減災』へと転換した。

災害体験で得た教訓を継承し、住民の避難システムの確立も求められている。

海外からも注目される日本での最新の地震・津波研究を追った。

「阪神・淡路大震災のとき、近代的なビルや高速道路が壊滅的に崩れてしまったのを見て大変な衝撃を受けました。あれほどの規模の地震でも、専門家は建物が壊滅すると考えていなかったのです」と語るのは、防災科学技術研究所(防災科研)理事長、片山恒雄氏。地震工学が専門の片山氏は、阪神・淡路大震災での驚きを隠さない。片山氏はこの経験から、地震の揺れによる建造物の壊れ方に注目する。「建物が多少壊れるのは避けられません。壊滅的な破壊を防ぐ建造物の設計を開発する上で、実大規模の建造物を実際に壊すことができる実験施設には、非常に価値があります」

建物の壊れ方を再現する

実際の建造物の壊れ方は、実物の大きさを縮小したモデルでは正確に再現されず、実大規模の建造物がどのように壊れていくかという研究はこれまでほとんど行われていなかった

(右) Eーディフェンスの震動台(下部に見える緑色)上に設置された鉄骨5階建ての建造物。
(下) 阪神・淡路大震災では地震工学者に衝撃を与える建造物の被害が出た。

たのだ。新しい考え方をもとに、大きな建造物を実際に揺らし、壊れる過程を研究できる施設が、この夏から本格的に稼動した。

神戸から車で1時間弱の兵庫県三木市に、防災科研「実大三次元震動破壊実験施設(通称Eーディフェンス)」がある。鉄筋コンクリート6階建てに相当する大きさの建物まで揺らすことができるという震動台は、工場を連想させるような建物の中央にある。震動台にはその性能検証実験のため、鉄骨5階建ての建造物が置かれており、実験が始まると油圧の音と鉄骨のきしむ音が響く。

こんなに巨大な建造物を、どれほど大きく揺らすことができるのか。「この震動台は、震度7クラスの揺れを再現でき、実際の地震のように3次



元方向の複雑な揺れを発生させます。過去の地震の揺れも、高い精度で再現できます」(井上貴仁企画室長)

E-ディフェンスには、建造物の設計や補強の見直しなどに対する貢献が期待されている。これほどの大きさの震動台は他に類がなく、国内研究機関はもとより、海外の研究機関からも注目されているという。

地震の全国ハザードマップができた

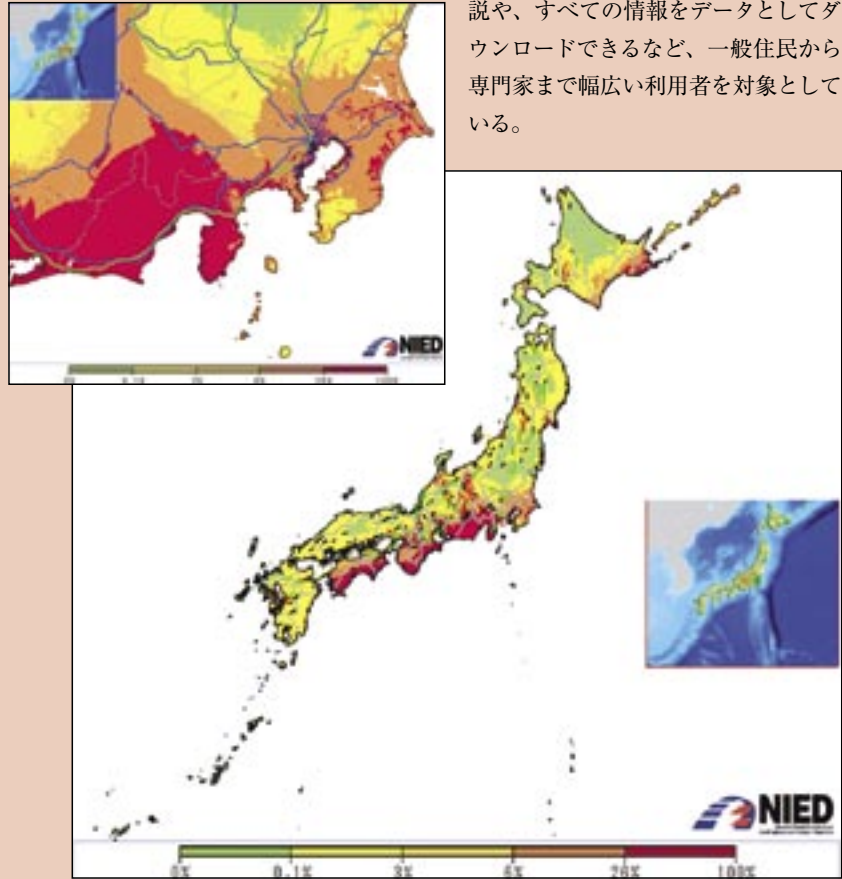
地震大国と呼ばれる日本だが、意外にもこれまで地震に見舞われる可能性や、揺れの大きさを示す全国的な地震ハザードマップはなかった。政府の地震調査研究推進本部地震調査委員会は今年3月、「全国を概観した地震動予測地図」を発表した。これは、将来の地震の発生規模や一定期間内の発生確率、全国各地の強い揺れに見舞われる可能性を地図上に示したものである。

これらの地図とデータは「地震ハザードステーションJ-SHIS」としてインターネットでも公開されている。地図には市区町村境界や主要道路も表示でき、利用者が知りたい地域の地震動予測情報を知ることができる。ホームページでは、地震に見舞われる可能性の高さが色別に示されている。大規模な地震が予測されている東南海地区は、予測地図でも赤く目立っている。この地震動予測地図は、日々続けられる研究によって常に更新されるのが特徴だ。

この地震動予測地図は、一般の人たちにとってどんな利用法があるのだろうか。予測地図の作成に携わった藤原広行氏(防災科研プロジェクトディレクター)に聞いた。「この地図はインターネットを通して、誰でも見ることができます。ただ地震を恐れるだけでなく、万一地震が発生したらどうすればよいか、普段から何を準備していればよいのかなど、予測地図からの情報を通じて、各自の対策を考えてほしいと思います。行政機関には、この予測地図の情報に、実

震度6弱以上の発生確率を示す『地震ハザードステーション』

地震動予測のデータベース「地震ハザードステーションJ-SHIS」は、防災科学技術研究所の<http://www.j-shis.bosai.go.jp/>で公開されている。最初に表示されるのは、断層型地震、海溝型地震など全ての種類の「30年以内に震度6弱以上の地震動が発生する確率」を示す日本全域の予測地図である(画像は日本全体を概観した図と、関東地方の拡大図)。地震の種類、地震動の大きさ、期間など条件を変えて見こともできる。震源となる断層別の地震動予測地図もある。一般には馴染みの薄い専門用語の解説や、すべての情報をデータとしてダウンロードできるなど、一般住民から専門家まで幅広い利用者を対象としている。



在する建築物・地盤の強度などの情報を加えて、直接的な防災対策に活用してほしい」と話す。

8月16日、宮城県沖で発生したマグニチュード7.2の地震が東日本を襲った。かねてから宮城県沖にはマグニチュード7.5規模の「宮城県沖地震」が懸念され、この地区での大きな地震は予測地図にも想定されていた。今回は大規模な災害には至らなかったものの、予測地図を作成した意義が示された。

各地域に予測される災害レベルが的確になると、より適切な防災対策が可能となる。今後は予測地図という科学的なデータを反映したきめ細かな防災政策が強く期待される。また、住民自身が地震災害の対策を考

える際、その地域の地震動予測に応じた適切な対策を専門家に相談できるようにしくみづくりも望まれる。

震災経験を語り継ぐ

1995年1月17日早朝、わずか10秒程度の揺れが阪神・淡路地区に壊滅的な打撃を与えた。6千人を超える命を奪ったこの地震から、私たちは何を学んだだろうか。

震災を語り継ぐため、HAT神戸(神戸市中央区)に「人と防災未来センター」が設立された。このうち「防災未来館」では、災害直後の街の様子が生ジオラマ模型で再現され、被害の様相を伝える様々な展示があり、震災体験者が語り部として震災を伝えるコーナーもある。



(右)防災未来館4階には、地震直後の街の様子がジオラマで再現されている。土台から傾いたアパートが、地震の大きさを物語っている。(左)同3階の展示室の様子。被災した建物や家財道具などの写真、実際に使われた救援物資が展示され、地震直後のニュース映像を見ることがもできる。これら展示された写真や実物は、人々が震災から復興までどのような軌跡をたどったのかを克明に伝えている。

数多く展示された資料には、廃墟と化した街の様子が克明に記録されている。解説するのは、自らが震災を体験したボランティアの人たち。「たくさんの方が生き埋めになって、家族が『この下に人がいます』と書いた札を立てて救助を待っていました」と、ボランティアの上松昭子さん。自分や知人の体験を語る言葉に、大震災を生き抜いた苦労も重ねられている。当時の被災者の心情や、復興への足取りが感じられる。

この施設には海外からの見学者も多く、外国語に対応できる人も待機している。上松さんも中国語の担当を買って出た。この震災を伝えることが見学者の防災意識を高める一助になると、ボランティアたちは考え、自分のできることを見つけている。

住民の避難行動を科学する

地震が発生すると、津波による被害も心配である。昨年12月26日のスマトラ沖の地震により、インド洋沿岸に甚大な被害があったことは記憶に新しい。津波から命を守る唯一の方法は、高所に逃げることであるが、実際に津波の到来が予想されたとき、住民はすぐに避難行動を起こせるだろうか。

JSTの社会技術研究開発センターでは、人々を不安にするような問題や、豊かで安心・安全な生活を目指

す課題解決のために研究を進めている。そのうち「安全性に係わる社会問題解決のための知識体系の構築」リスクマネジメントグループの片田敏孝教授(群馬大学工学部)は、2003年5月26日の三陸南地震で宮城県気仙沼市の住民が津波に対してどのような避難行動をしたか、詳細に分析した。

同市では1960年のチリ地震を契機に、防潮堤を整備し、防災マップを配布するなど、津波対策のハード面は整えられている。しかし2003年の三陸南地震では、地震発生後、津波

の到来を予測して迅速に避難した津波危険区域の住民はわずか1.7%、そして避難の意思がまったくない住民が40%以上も存在していたことが調査で明らかになった。

「防潮堤などハード面での整備が進むと、かえってそれらの防災施設に過剰に依存してしまいます。さらに現代社会では、普段から情報が溢れていて、地震が発生した直後という緊急時でも、住民は津波がやってくるかどうか、マスメディア・電話・行政の広報車などの情報を求めている

避難行動と津波被害を予想する『シナリオシミュレーター』

尾鷲市と釜石市を対象とした“動く津波総合シナリオシミュレーター”は、<http://www.ce.gunma-u.ac.jp/regpln/>で公開されている(画像は尾鷲市の例)。ここでのシナリオは、大地震から1分後にマスメディアで津波警報が伝えられ、さらにその2分後に防災行政無線で避難勧告が伝えられる。避難のため実際に自宅を出たのは情報を聞いてから20分後—というものだ。右上の数字は、地震発生からの時間と、被災者数である。

地震発生時刻、災害情報伝達などの行政対応や住民の避難行動の状況など、様々なシナリオを組み合わせ、津波災害時の状況を仮想体験できる。津波の到来、水位の変化、被害の発生などの様子は視覚的に表現される。利用者はこのシミュレーターから、発生する地震によって津波被害の規模や範囲が大きく変化することや、自らの行動により人的被害を大きく軽減できるを知ることができる。



るのです。このような情報に強く依存する行動が、迅速な避難行動を妨げています。大切なのは、『避難したい』と思うことです」と片田教授は指摘する。

迅速に避難する鍵は、防災教育にある。片田教授は、東南海地震・南海地震での津波被害が予測される三重県尾鷲市の住民に講演会などを通じ、警報などに依存せず迅速な避難を行うことが重要であると訴えている。ここで使われた学習ツールは、津波総合シナリオシミュレーターである。住民に対する訴えの成果は、昨年9月5日の紀伊半島沖と東海道沖での2度の地震における行動結果に現れた。震度4を記録した2回目の地震では、津波被害が予想される沿岸域の実に70%以上の住民が「避難する」という行動をとったのである。

それでもやはり、自宅から離れるには勇気がいりそうだ。「確かに避難するには勇気が必要です。それには、逃げやすい環境、つまり自分で逃げたい気持ちをどう持つかが大切。自主防災のためにも、周りを誘って逃げるのが効果的」と片田教授は語る。

今年8月16日の宮城県沖の地震では、地震発生から5分後に津波注意報がメディアを通じて流された。実際に津波が到来したのは、地震発生から18分後だった。

津波情報が伝えられるのも以前よりは早くなったが、日本近海での発生が想定されている地震では、地震発生後5分程度で津波が到来する。いざという場面でも住民は、地震を感じてからもテレビをじっと見る。この間は、情報を逃すまいと何も手につかない。そして避難警報が出てから避難の準備をする、ということになりがちではないだろうか。これでは警報を待っているうちに津波にのまれてしまう。「揺れたら、すぐ避難」を説く片田教授の言葉は、真実味を帯びている。

津波の観測・警報技術を世界に

スマトラ沖地震・インド洋津波では2万人を超える命が奪われた。1月に神戸で開かれた国連防災世界会議では、インド洋の津波早期警報システムの構築を盛り込んだ共同声明が出され、今後2～3年内の本格運用を目指している。この分野で日本は国際協力の一翼を担う。

太平洋津波警報センター（ハワイ）は、太平洋の津波を24時間体制で監視している。このシステムは最新の観測機器を駆使して、地震発生後15分以内に警報を出すことができる。しかし、太平洋以外にはこのような監視体制がなかった。



インド南東部の漁港で津波に押し流された漁船。

インド洋の津波災害対策として、今年3月から暫定的にインド洋地域の国々に対して津波観測情報が提供されているが、これは太平洋津波警報センターと、日本の気象庁が協力して情報を提供するものだ。インド洋津波早期警報システムが本格的に運用されるまで、既存の観測データや通信網を活用し、インド洋で大きな地震が発生したとき、発生時刻や地震規模などのデータを、また津波の発生が考えられる場合には沿岸区域までの到達予想時間も提供。インド洋沿岸各国・地域での対策に生かされる。

さらに、津波に関する高い知識や警報システムをもつ日本やアメリカ

には、人材育成の援助も期待されている。インド洋津波早期警報システムの本格運用にあたって、気象庁などが警報システムの施設や機器の操作はもちろん、住民に対する津波知識の普及、防災についての基本的政策の立案など、幅広い援助を検討している。

市民と行政ができることを明確に

日本はこれまで地震や津波による多大な被害を被ってきたが、災害に備えるための知識や経験が、今度は海外に向けて活用されようとしている。しかし、防災設備などのハード面がいかにか充実しようと、実際に暮らす人々に防災意識がなければ何の役にも立たないことが浮き彫りになってきた。

JSTのプログラム「安全性に係わる社会問題解決のための知識体系の構築」の研究統括を務める堀井秀之教授（東京大学大学院工学系研究科）は、災害に備えて、私たちは普段からどのような心構えが必要なのかについて、こう語る。

「日ごろから災害時には自分が何をすべきかを知っておくこと、また行政は自分に何をしてくれるかを知っておくこと

が大切です。どこに逃げるのが適切なのか、けがをしたときはどこで治療を受けられるのか、食べ物が必要などときにはどこで手に入れられるのか、などを確認しておいてください。これらを事前に知っておくと、万一のときの不安を和らげることができるのです。」

防災の日を機会に災害時に備えて、一人ひとりが防災や災害の情報に接して、自分が知っていること、知らなかったことを整理してみてもいいだろうか。同じように、行政側も災害時に何ができるのかを積極的に住民に伝えることが責務ではないだろうか。

（サイエンスライター 藤田貢崇）

画期的な耐震鉄骨工法

“安強短”の建築ノウハウで実績上げる高知大

マンション、ビル、駐車場といった鉄骨建築物の耐震性を大幅に向上させる画期的な工法が考案された。発明者は前高知大学教授の内田昌克博士ら。このノウハウ提供を目的に設立されたアークリエイトは、設立から2年半が経過し、業績は順調に推移して株式上場も目標に入った。

Venture

建設業を頭脳で変える

「大学発ベンチャーというとバイオやナノテクのような先端技術のテーマが多いと思いますが、われわれは鉄骨溶接というまさに典型的な在来技術の分野で起業化し、大手会社に対抗してビジネスを展開しています」と内田博士。大健闘の裏には、建築業界の特殊性がある。

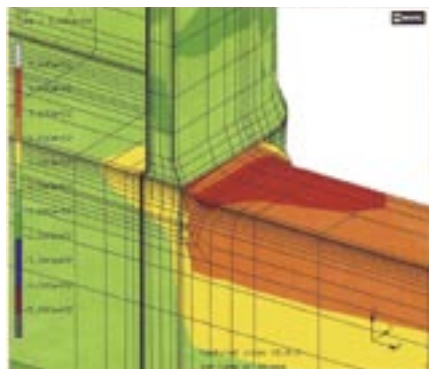
例えば鉄骨ビルを建てる場合、設計、施工、鉄骨、溶接、内装などと各分野にたくさんの専門業者がいる。しかし、それぞれは独自に活動していて相互の連絡はほとんどない。このような“分散業界”の弱点は、全体を統一的に見て改良や改善ができる人材や会社がないことだ。一口に鉄骨と言っても、材質や強度は千差万別で、そうした本質的な特徴を知ったうえで設計・製作を含めた建築に使いこなせる会社はほとんどない。「要するに、ものづくりが弱いんです」。このいわば見落とされていた分野に切り込んだのが、アークリエイトだ。

内田博士は千代田化工建設(横浜市鶴見区)に30年間勤務し、研究・製缶工場や世界各地でプラント建設などに携わってきた。その知識と経

験を買われて1995年に高知大学地域共同センターに着任、その後教授となり、溶接技術を中心にさまざまな研究を進めてきた。そして、2000年2月、WAWO工法(Welding for Anti-Wave-Obstruction、ワオ工法)を完成させた。これは、従来の溶接方法を大きく改善するもので、コストと工期を30%低減しながら強度を2.5倍に高めるという画期的なものだった(囲み記事参照)。ちなみにこの基本特許は日本国内だけでなく、アメリカ、韓国、台湾で成立し、中国では申請中だ。

ただし、この発明がすぐにベンチャーに結実したわけではなかった。大学での小規模なモデル研究と実際の現場への応用とでは、例えば破壊挙動ひとつとっても小型と大型で様子が異なる。そこで、2001年にJSTの地域研究開発促進拠点支援事業(笹部馨代表コーディネーター)・高知県・ベンチャーエンタープライズセンター(VEC)等の支援を受け、高知大学地域共同センター内にモデルハウスを作って新工法のテストをしたり、実物大破壊実験など実施した。

こうして実用化への見通しが立ち、高知大学発ベンチャーの第1号として、2003年1月に(株)アークリエイト



3次元有限要素法(FEM)での解析結果。WAWO工法による発生応力は、従来工法の1/2以下になる。



(1)高知市にあるグループホームくろしおの建設全景。複雑な柱梁接合部も容易に製作することができる。(3)愛媛県大洲法務局エレベータ設備工事の内部の様子で、全体がすっきりと仕上がっている。(2)「WAWO工法+一体化工法」による柱梁接合部。

が設立された。2003年の定年退官時に国家公務員法第103条などの規定で代表取締役の継続が禁止されたため、やむなく、商法・会社定款に規定のない最高経営責任者(CEO)という肩書きになった。

特許とノウハウを売る

では、アークリエイトはどのようにビジネスを展開し、どのようにお金を稼いでいるのだろうか。「基本的に、売っているのは特許やノウハウという知的財産だけです」と内田博士。だからアークリエイトには、一級建築士、一級鉄骨管理技術者、そして知的財産部門として弁理士と弁護士が参画している。

でも、これで本当にお金が取れるのか。これらのノウハウにお金が出るのだろうか。「われわれが請求できるのは、継ぎ手のところだけです。建物全体からすればわずかな額です。例えば延べ床面積1m²あたり1000円といった技術料に、部品代が売上になります」という。WAWO工法を採用すればコストの削減と工期短縮ができるから、そのプラス・アルファを支払うだけで強度のはるかに強い建物になる。そこで、施工業者が望まなくても施主の希望で仕事のとれるケースも出てくるわけだ。また明確なコンセプトをもった建築事務所は、設計の自由度が広がるメリットを理解して、採用してくれるという。

もっとも、ひとたびWAWO工法を経験すれば、専門業者にはそのメリットがすぐに理解できる。そのため「このやり方をタダで使っていていいですか」と平気で聞いてくるケースもあるというから、知的財産の保護は口で言うほど簡単ではない。

知的財産だけで建設業に関わるのだから、新たな研究開発、周辺特許の取得はアークリエイトの“生命線”だ。導入技術であれば営業に専念できるのだろうが、ベンチャーは、限られた人数の中で営業活動しながら新技術を開発し続けなければならない。立ち止まれば“死”が待っている。

WAWO工法と従来工法の違い

垂直の鉄骨の柱に水平方向のH形鋼を溶接する場合、従来工法(左の列)では、先端部を斜めに切断したあと(2)、溶接によって鉄が下に流れ出さないよう、裏当金(うらあてがね)を用意する(3)。この当金を仮付溶接したあとと本溶接する(5)。したがって、H形鋼の部分に空間が必ずあいてしまい、また裏当金と柱の間にも隙間ができ、この部分にかかる力が不均一になる。これに対してWAWO工法では(右の列)、まず先端部に肉盛をしたあと斜めに切断する(3)。突端の肉盛部分を仮溶接したあとと本溶接するので、結果として、従来工法よりも少ない溶接量でより広い範囲を溶接でき、しかもH型鋼にも接合部にもまったく空間が生じない。このように一体化することによって、従来工法よりはるかに強い接合が実現する。一般に、接合部が複雑になるほど、WAWO工法のメリットは大きくなる。

WAWO工法と従来の施工手順比較

	従来工法	新工法 (WAWO工法)
1	銅板の直角切り (側面図) 	銅板の直角切り (側面図)
2	開先加工 (側面図) 	肉盛溶接 (側面図) 銅は溶けないので肉盛溶接後に除去
3	裏当金・ エンドタブの準備 (側面図) 	開先加工 (側面図)
4	仮付溶接 	仮付溶接
5	本溶接 	本溶接 溶着量 30%減 のど厚大
完了		裏当金・エンドタブ スカラップ無し

安く、強く、短工期

「ベンチャーは立ち上げるよりも維持・育成していくほうが大変なことを実感します」と内田博士。それでも、アークリエイトがすでにかかなりの数の特許群を抑えることができているのは、すべて自前で書いて出願しているからだ。外注だったら出費が多すぎて経営に大きく影響が出かねない。「ベンチャーの健全な育成には、それを助ける仕組み、とくに特許申請支援制度のようなものが最も重要だと思います」

アークリエイトが保有する特許の中には、建物のコンクリート基盤をなくした「杭・柱一体工法」とかアスベストに代わって炭を吹きつけた環境重視の新工法が含まれる。こうした新しい個別技術は、たくさんあるので数学の変数Xをとって一括して「X工法」と呼び、全体で「WAWO工法+X工法」とうたう。安く・強く・短工期の“安強短”が現在の売り文句だ。2年半で23件の実績をあげ、地域の期待も高まっている。

(サイエンライター 松尾義之)

資源を守る魚の生殖技術最前線

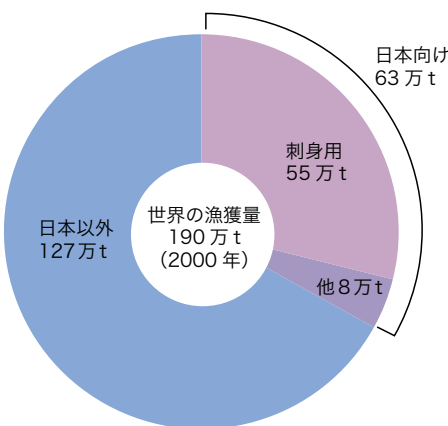
「マグロの親はアジ」の栽培漁業

日本人は大のマグロ好きだ。世界の漁獲量の実に3分の1を食べ尽くす。

その需要に応じようと世界の海でマグロの乱獲が進んでいる。水産資源を保護しながら食を確保するために、最新のバイオテクノロジーを駆使してアジにマグロを生まれさせようという研究が進行中だ。

絶滅危惧種の保全にも生かせる新技術とは？

R&D



世界のマグロ漁獲量の3分の1が日本向け

マグロ

一番大型のクロマグロは太平洋と大西洋、地中海に分布。南半球に生息するインドマグロ(ミナミマグロ)は脂が多く寿司ネタとして好まれる。漁獲量が最も多いのは目玉の大きいメバチマグロ。ビンチョウマグロやキハダマグロは赤道を中心に北緯南緯35度までに生息する。

さきがけ研究21

吉崎悟朗助教授の研究「培養系での魚類始原生殖細胞からの個体創成技術の確立」は、「さきがけ研究21」で支援されている。さきがけでは、将来、社会が必要とする技術を育成し、時代にさきがけた科学を芽生えさせるための独創的な個人研究を進める。

刺身や寿司に最も美味とされるクロマグロ(本マグロ)は、体重500kg・体長3mにもなる「海のダイヤ」。1尾2000万円以上の値がついた記録さえある高級魚だ。かつて盛んだった遠洋はえなわ漁は、国際的な減船の協定で減少傾向にあり、主流はいまや冷凍輸入。空輸される空飛ぶマグロも当たり前になっている。

湾全体が巨大な生け簀

やって来る先は台湾や韓国などの近隣諸国だけでなく、スペイン、クロアチア、ポルトガル、オーストラリア、ニュージーランドなど。増えているのは、若魚や産卵後のマグロを捕獲して円形生け簀で半年成長させた「畜養マグロ」である。稚魚を海に放流して育てあげる栽培漁業もおこなわれている。そのためには入り口を仕切った湾全体を巨大生け簀に仕立てて管理する。大量のエサと人手が必要なうえ、環境汚染の心配もぬぐえない。

クロマグロの親は通常1回の産卵で100万個もの卵を生む。だが、直径わずか1mmの小さな卵が命を全うするのは容易ではない。成魚まで育てて捕獲もされずに子を産むのはそのうちわずか2匹。したがって自然

増は期待できない。

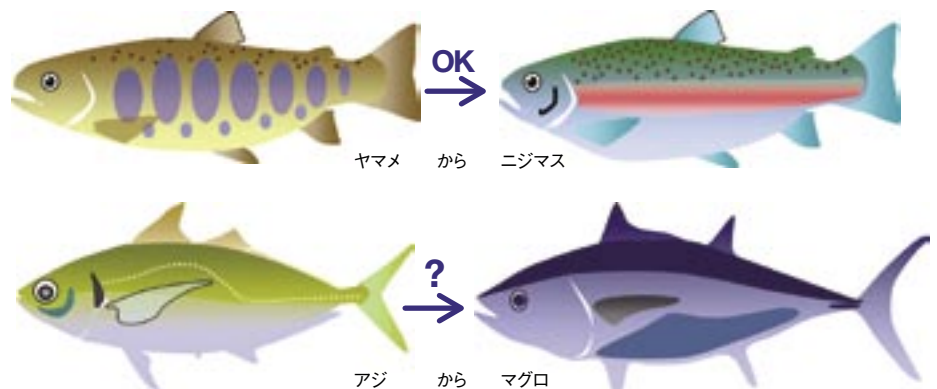
「それなら体が小さく管理のしやすいマアジからクロマグロの子をつくれぬか」と考えたのが、東京海洋大学生物資源学科の吉崎悟朗助教授だ。

始原生殖細胞を移植する新技術

吉崎さんが注目したのが、まだ性が分化しない孵化直後の稚魚がもつ始原生殖細胞だった。始原生殖細胞はオスでは精原細胞に分化して精子をつくり、メスでは卵原細胞に分化して卵をつくる。マグロの始原生殖細胞を採取して、アジのオスとメスにそれぞれ移植してやると、マグロの精子と卵が育つはず。これをもとに元気なマグロが誕生すれば、身の小さいうちの小型飼育設備があれば十分、あとは放流すればよい。

「生きた魚のどこに始原生殖細胞があるか、どう採るかには知られていませんでした。おまけに孵化直後のマグロの稚魚はわずか2mm。そこでまず卵が大きいニジマスでやってみることにしたのです」

成功に導いた技術上のポイントのひとつは、始原生殖細胞を探り当てるための蛍光作戦。始原生殖細胞の目印である *vasa* 遺伝子を手がかりに



しようと、この遺伝子のスイッチにクラゲ由来の蛍光遺伝子GFPをつないでニジマスの卵にマイクロピペットで注入した。やがて孵化したニジマスでは、背骨の両脇に始原生殖細胞が緑に光って見えた。これなら移植した細胞が宿主の体内でどのように分化していくかも追跡が可能だ。

次のポイントは、光る始原生殖細胞をどうやって宿主に移植するか。まずはニジマスどうして検討した。

免疫機能の未熟な稚魚に着目し、始原生殖細胞の移動本能を頼りに稚魚の腹腔に細胞を注入することにした。生殖細胞の成熟過程では、まず体細胞からなるうつつわが用意され、別の場所から始原生殖細胞が移動してきて生殖腺を完成させる。この移動能力に期待したのだ。

注入して1ヵ月後、宿主の生殖細胞に蛍光が認められた。移植した始原生殖細胞を取り込んだ証拠だ。やがて、精巣で光る精原細胞が増殖し、たくさんの卵にも蛍光発色が認められた。

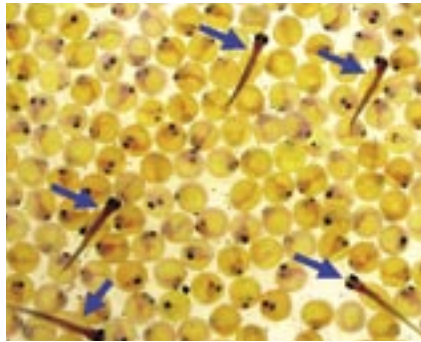
移植された始原生殖細胞に由来する卵や精子からまともに次世代が生まれることも、*vasa*-GFP遺伝子を導入したアルビノ(色素のない変異種)個体と野生種の掛け合わせによって追跡し、確認した。

これで始原生殖細胞の移植技術の基盤が完成した。ヤマメにニジマスという異種どうしてもこの技術は通用するだろうか。

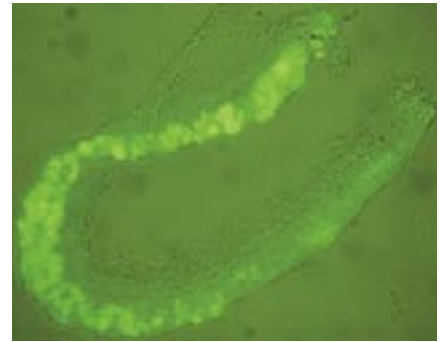
ヤマメの子をすべてニジマスに

ニジマス由来の始原生殖細胞をヤマメのオスに移植し、成熟精子を採取。それで通常のニジマス卵を受精させた。すると0.4%の割合でニジマスが誕生した。予想どおりだった。8年がかりの研究で、いま研究室の水槽にはヤマメから生まれたニジマスがみごとに鱗を光らせる。

「哺乳動物も含め、異種間の生殖細胞移植で子をとったのは世界ではじめてでした」。移植ヤマメの卵に通常のニジマス精子という組み合わせで



ヤマメが生んだニジマスの卵の受精後34日目。0.4%でニジマスの稚魚が誕生した。蛍光像はその生殖腺。



ヤマメから生まれたニジマス

も、ほぼ同じ割合でニジマスが誕生した。

しかし、残る99.6%の受精卵はニジマスとヤマメの雑種となり、孵化後まもなく死ぬ。ごく最近、吉崎さんのグループは、ニジマス誕生率を100%にできたと発表した。移植した親ヤマメ由来の受精卵がすべてニジマスに孵化するという成果だ。

利用したのは3倍体の不妊ヤマメ。この仲間の魚は、受精卵をぬるま湯にしばらくつけておくと染色体の分配異常が起り、孵化した稚魚が3倍体になる。これを宿主にして正常な2倍体のニジマスの始原生殖細胞を移植した。すると、移植したニジマスの細胞だけが成熟して卵や精子をつくり、ヤマメの生殖細胞は成熟しない。そこで生まれる子はすべてニジマスになるというわけだ。

絶滅が心配される水産資源の保全に

それではアジからマグロはいつ誕生するか。「まだ答は出ていません。飼いやすくうまく生んでくれる宿主

をいかに探すか。すごく難しいです」。吉崎さんは嘆息する。「やっと光が見えたかな、あと3年」と遠くを見た。

この技術は絶滅が心配される魚類の保全にも活用が期待されている。そのためには、採取した始原生殖細胞の凍結保存や容器内での培養・増殖技術がほしいところ。

哺乳類では実用技術である卵や精子、受精卵の冷凍保存だが、「哺乳類に比べて魚類の卵は大きく、解凍後生かすのが難しい」。魚類に独特の壁が立ちはだかり、種を守るには今のところ生きた魚を飼育し続けるしか手段がない。

「陸性の動物については関心が高く、絶滅を心配する人も多いが、水の生態系については多くの人が無関心です。雑魚とくられる魚にも絶滅危惧種がたくさんいます」。海辺に育ち、子供の頃から釣りに親しんだ吉崎さんの基盤技術は、自らの食を自ら調達する目的と同時に、失われつつある水産資源の保全にも生かせるはず。「あとは個別の技術開発です」

(サイエンスライター 古郡悦子)

「研究の今」を理解するために 科学者と社会の間に橋を架ける

近年、マスコミが科学技術を取り上げる機会が増え、科学者・技術者も説明責任を意識するようになってきた。しかし、一般社会と科学の世界の間の溝は依然として深い。この溝に橋を架けるにはどうしたらよいか、いろいろなところで模索が始まっている。

Literacy

7月18日、日本科学未来館で開館4周年を記念したシンポジウムが開かれた。科学館・博物館、理科教育、学会、科学ジャーナリズムなどの関係者が全国から集まり、会場は満員となった。「研究成果の情報発信と科学技術リテラシーの向上－日米の取り組み－」というテーマへの関心の高さがうかがえる。

このシンポジウムを企画した、美馬のゆり副館長の念頭にあったのは、アメリカで生まれた「研究の理解増進」(Public Understanding of Research: PUR)という新しい動きである。「これまでいわれてきた『科学技術の理解増進』という活動は、教科書にあるような科学技術の知識を広めることが主眼でした。PURはこれを一歩進め、現在進行中の研究を一般社会に向けて発信していこうというものです」

最先端の研究が実用化されると、地球環境や生命倫理などの面で社会に大きな影響を与える可能性がある。

だから、研究が途上にある段階から一般社会に情報を公開し、議論をしていくべきというのが、PURの基本となる考え方だ。

科学者による情報発信の場を広げる

シンポジウムでは、毛利衛館長、多摩六都科学館の高柳雄一館長に続いて、アメリカのマリアン・コシュランド科学館のP. レグロ館長が講演し、PURの実践例を紹介した。双方向型の映像展示で、地球温暖化による海面上昇で水道水の水質が悪化する可能性が示され、来館者は複数の対処法のうちから1つを選ぶ。その際、気候変動のプロセスや科学的データが最新の研究に基づいてわかりやすく示され、来館者は、各対処法のコストなどがわかるサポートツールも利用して意思決定をする。この展示を見るのに長い時間を費やす来館者も多いという。

美馬副館長によれば、アメリカで



日本科学未来館のシンポジウムで議論する渡辺氏、レグロ氏、高柳氏(左から)。



日本学術会議とJSTが6月に神戸で開催した「子どものゆめサイエンス」の一コマ。地球の中を調べる装置について説明を受ける子どもたち。

日本科学未来館の実験工房で実験を指導する白川英樹博士(左)。特別企画展の会場でレクチャーをする阿部康次信州大学教授(下)。

はこのような展示を行う科学館が増えている一方、ヨーロッパでは、科学館のカフェにいろいろな立場の人が集まって議論し、聴衆もそこで発言するというスタイルが盛んになっているという。「日本では、そこまで踏み込んだPUR活動はまだ難しいですが、私たちも少しずつ試みを始めたいです」

その中心をなすのは、めざましい研究成果をあげた若手研究者によるトークイベント「サイエンスエッジ」、4月に丸の内で開催した「サイエンスカフェ」、白川英樹博士が実験を指導する「ノーベル賞化学者からのメッセージ」など、研究者自身による発信の場を作ることだ。「一般の方と研究者の間のコミュニケーションを成立させるには、研究者も伝え方を勉強しなければならないし、聴く側にも科学の素養が必要です。その双方に働きかけるとともに、発信の場やコミュニケーションの手法自体も開発していく。それが未来館の役目だと思っています」

シンポジウムの後半は、「科学コミュニケーションの場の構築に向けて」と題したパネルディスカッションであった。科学技術政策研究所の渡

辺政隆 上席研究員から「一般社会には『先端科学の研究者は怪しい』という意識がある。『理解増進』という上からの押しつけではなく、互いに理解し合うという姿勢が重要」という問題提起が行われ、「先端科学への誤解を取り除くには、市民の間での議論を喚起すべき」(レグロ氏)、『『わからなくても認め合う』風土の醸成が急務。そのためには、相手の興味を見きわめて接することのできるコミュニケーターが必要」(高柳氏)など、熱心な議論が行われた。

双方向理解のためのアイデアを募る

研究者による情報発信には、研究者の総本山ともいえるべき日本学術会議も取り組んでいる。「若者の科学力増進特別委員会」を組織し、JSTや未来館と協力して昨秋からさまざまなイベントを各地で行っている。講演と体験を組み合わせた形がほとんどだが、研究者が社会に向かって話そうという気運が高まってきたことを象徴する活動である。

ただし、今年の科学技術白書によれば、説明を行いたい場所として多くの研究者が講演会やシンポジウム

をあげているのに対し、国民は新聞やテレビから科学技術の情報を得たいと考えている。未来館のシンポジウムでも、「講演会や科学館にまったく足を運ばない人たちをどう振り向かせるかが問題だ」(渡辺氏)という指摘があった。

こうした状況を少しでも動かそうと、JSTは今年度から研究者による情報発信のモデル開発事業に乗り出す。研究者が一方的に情報を発信するのではなく、一般の人との間でコミュニケーションを図れるような手法を開発するのがねらいだ。すでに、多くの大学や公的研究機関から、研究者が科学館や学校などと連携するさまざまな活動プランが寄せられ、審査が行われている。

科学技術コミュニケーターの養成についても、今年度から、北海道大学、東京大学、早稲田大学の大学院に専門のコースが設けられることになった。国から支出される研究費の中には、一定の割合を研究者からの情報発信に使うことを義務づけるものも出てきている。さまざまな模索が大きな橋に発展するのかどうか。コミュニケーターの一人として注目したい。

(サイエンスライター 青山聖子)

研究者データベースが抱える課題 産学官連携に期待のReaD

JSTが運用するReaDは、大学・公的研究機関の研究者情報などを網羅する国内唯一のサイトとして知られる。利用者のアクセス数も年々倍増し、昨年度は400万件を超えるなど、情報への関心の高さがうかがえる。だが、一方では新たな課題も指摘されている。さらなる情報の拡充と利用促進を実現するには何が必要なのか。

7割は研究者情報へのアクセス

ReaD（リード）と呼んでいる「研究開発支援総合ディレクトリデータベース」は産学官の連携をはじめ、研究成果の活用や研究開発の促進に役立つことを目的に、1998年8月に誕生した。このデータベース（以下、DB）には、全学問分野を対象に、国内の大学・公的研究機関に関する機関情報（約2100機関）、研究者情報（約19万5000人）、研究課題情報（約5万6600件）、研究資源情報（約3400件）が収録されている。これらの情報はインターネットを通して広く一般に提供されており、ReaDのホームページ（<http://read.jst.go.jp/>）にアクセスすれば、利用者登録などの手続きも必要なく、誰でも手軽に利用することができる。

2002年度に約75万件だったReaDへのアクセス数は、翌2003年度に約217万件、2004年度には429万件と大きく伸びている。そのうちの約7割

を占めるのが、研究者情報へのアクセスだ。JSTが実施した利用者アンケートによれば、その利用目的として「研究・開発テーマの関連情報を探す」、「共同研究・受託研究などの相手を探す」を挙げる声が多かった。研究者情報で公開された研究課題、研究業績が、人的交流の促進や産学官連携、共同研究の推進などに役立っていることが分かる。

情報公開を拒否する研究者も

アクセス数が順調な伸びを示している一方で、ReaDには、大きな課題も残されている。それは、情報登録を拒否する研究者を減らし、研究者情報をより充実させていくことだ。現在、ReaDで収録している研究者の総数は、約19万5000人。総務省の統計によれば、大学および公的研究機関に所属する研究者数は、約29万人（「平成16年 科学技術研究調査報告」）にも及ぶ。収録の率は大学に



限ると8割だが、公的機関を含めると7割にとどまり、3割の研究者が登録されていないことになる。大学や機関の単位では、ほとんどが協力を受け入れているものの、研究者個人では、まだ登録していない人が数多く残されている現状だ。

その理由について、JSTのReaD担当者は、「ReaDへの登録にメリットを感じられない研究者が少なくないようです。個人情報公開することに否定的な考えをお持ちの方もおられます。なかには、調査項目が多いことから、単に煩わしいと感じている方もおられるようです」という。

こうしたなか、JSTでは非公開・未登録研究者を削減するため、さまざまな方策を進めている。全項目非公開の研究者には個人的に公開の依頼を行い、2004年7月から1年間で、約1万7000人の同意を得ることができた。また、学内に研究者DBを保有する機関には、そのデータをReaDへの回答として受け入れる「データ交換」の採用を勧めている。すでに約50機関がこの方式を実施し、現在検討を進めている機関も数多い。

データ交換が進めば、研究者の負担も軽減され、登録が増えるものと期待している。しかし、公的研究機関では、人事DBは持っていないところも多く、すべての機関がデータ交換できるというわけにはいかないようだ。

JSTは、研究者にとっての登録メリットを高めるために、研究助成などの公募情報をメールで知らせるほか、登録者の研究成果を他のJSTのデータベース(J-STORE、J-STAGE、JDream)と連携させることで、より広く国内外に発信できるよう準備を進めている。

「何をしたいか」 アピールできる方法で

「研究者情報の数という量的な問題を改善していくには、ReaDの質的な問題にも取り組んでいく必要があ



(左)産学官技術交流フェアなどに出展し、ReaDの普及を図っている。(右)京都・舞鶴市で、産学官連携などによって地域経済の活性化をめざすMIRECの山田氏にとって、ReaDは欠かせない情報源になっている。



るのではないのでしょうか」と話すのは、「大学連携センター 京都まいづる立命館地域創造機構(MIREC)」の山田一隆氏だ。

MIRECは、立命館大学の支援を受けて京都府舞鶴市が開設した地域密着型の「地域創造シンクタンク」であり、山田氏は、地域経済活性化のため、舞鶴が保有する造船技術などの産業・技術をベースに、産学官連携による技術開発などの実践型研究開発に取り組んでいる。そうした仕事のなかで、山田氏は頻繁にReaDを利用するとともに、自らも社会システム工学、政策科学分野の研究者としてReaDに登録している。

「舞鶴には大学がありません。したがって産学官連携をやるとうすると、多くの場合、他から人材を探すことになります。そうした場合、ReaDは非常に役に立ちます。しかし、自分で記入していても感じるのですが、これはまさに身上書のフォームです。何をやってきたかは書いても、自分がこれから何をしたいのか、どういう人と出会いたいのかということは書かれていません。これからは研究者も積極的に発信することが求められる時代だと思います。研究者がアピールできるものになると、新しい道が開けるのではないのでしょうか。

連携をコーディネートする立場からしても、地方で中小企業が集まる都市では、調査力も人材も十分では

ありません。そのため、こうしたネットワークへの依存度は非常に高くなります。連携を求める研究者とうまく繋がれるように、研究者が何をやるうとしているのかがイメージしやすくなると、もっと使いやすくなるし、より活性化するのではないのでしょうか」と山田氏はいう。

情報公開で“活きたDB”を

1999年、ハンガリーで開催された世界科学会議(ブタペスト会議)は、それまでの科学のあり方を見直す世界的な転機となった会議だった。会議では、社会・人類に貢献するための科学という考え方が明確に打ち出された。これを受けて、各国で、科学技術についての情報提供の必要性、科学者と市民との対話文化の創出の必要性などが議論されている。広い意味では、ReaDによって一般に提供される研究開発情報も、社会に開かれた科学、科学の社会貢献を実現していくために大きな役割を果たすものとなるはずだ。

今後、こうした考え方が研究者に浸透することにより、情報を公開することへの積極性が育まれることに期待したい。また一方では、利用価値の高い情報の充実と、使いやすいインターフェイスにより、“活きたDB”として多くの人々に有効に活用されるよう、ReaD自体の進化も望まれる。

(ライター 滝田よしひろ)



堀田凱樹が選ぶ 9月の本・映像

科学は論理を基本としている。これは進化の過程でヒトが身につけた「論理的思考法」による。それが言語を生み、物理学や数学を作り出した。ただし、科学の開拓には論理だけでなく、運・根・鈍・貧が必要!

Profile

堀田凱樹(ほった・よしき) / 情報・システム研究機構長。前国立遺伝学研究所長。専門は、動物行動・生物物理・発生生物・遺伝など生命科学の面白いこと全て。ショウジョウバエを用いた脳の遺伝子研究を始め、神経系の遺伝子解析分野の確立に貢献した。

Book

論理を追究して物体の運動原理をさぐる

天動説批判で有名なガリレイが、市民にも分かりやすい言葉で力学や運動を説明している。微分積分などの知識なしにそれと同等な理解を論理的に展開し、その中から無限などの考え方が導かれる技はあっぱれと言うほかない。

新科学対話 上・下

ガリレオ・ガリレイ著

今野武雄・日田節次訳 岩波文庫 絶版なので図書館でどうぞ



遺伝子と環境の相互作用で生まれる言語

論理を操るヒトの脳の中で起きていることは最近までミステリーだったが、近年の機能MRIなどを用いた研究で少しずつ明らかになってきた。決定論的な遺伝子がつくる脳が、環境との相互作用で言語を獲得する過程の解明は、現代脳科学の最先端である。

言語の脳科学

酒井邦嘉 著 中公新書 900円+税



「われ思う故にわれあり」、近代精神の礎

真理を見出す方法を求めて「世界論」を出版するつもりでいた著者が、ローマ法王庁によるガリレイの断罪にビビってまとも直した「屈折光学、気象学、幾何学」の序文として書かれたもの。近代精神の確立に向けての苦闘がうかがえる。

方法序説

ルネ・デカルト著

谷川多佳子訳 岩波文庫 460円+税



科学者は論理を詰めて論理を越える

科学者は論理的でなければならないが、論理の積み上げだけでは十分でない。着実な準備の上に論理を越えた信念と実行力が必要で、そこにこそ幸運の女神が微笑む。自称ビリーの物理屋がノーベル賞に輝くまでの軌跡。秀才であることは、成功するために必要でも十分でもない。

物理屋になりたかったんだよ

小柴昌俊 著 朝日選書 1000円+税



Image



ヒトの論理能力と言語はいかにして進化したか

動物もある種の論理を用いているように見える。しかし、抽象的な概念を操る能力をヒトが持つようになったのは、言語の獲得によるところが大きい。このビデオ番組では、ヒトともっとも近い化石人類であるネアンデルタール人がヒトと異なる喉頭の構造を持っていたことから、音声言語が操れなかったことが絶滅の原因と説明している。しかし、現在では手話も立派な

言語であり、抽象概念も表現できるし、その脳内活動も音声言語と同じであることが知られている。ネアンデルタール人も手話を使っていたかも知れないから、言語がなかったから絶滅したという説には疑問もある。

NHKスペシャル

「地球大進化 第六集

ヒト 果てしなき冒険者」

DVD NHKエンタープライズ

3800円+税

JST News

Vol.2/No.6

2005/September

発行日/平成17年9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