

JST News

Vol.1/No.3
2004/December

12月号

Special Report

医療情報に 求められるもの



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



「理科ねっとわーく」の資料を使った小学6年生の授業(千葉県柏市立旭東小学校)

What is JST?

JSTの役割と使命

Japan Science and Technology Agency

科学技術は国の経済と発展を支える基盤です。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おこなっています。

新しい技術を生み出すも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。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*
戦略は「何を捨てるか」に始まる
生駒俊明・JST研究開発戦略センター長
- 04 *Special Report*
**「信頼と対話」を深める
だれもが使える医療情報をめざして**
情報が溢れるインターネットの時代。
しかし、患者や家族は、病気や治療法についての適切な情報になかなかとり着けない。信頼できる情報を得て、患者と医師との対話が成り立つような医療の実現をめざした情報提供をめぐる新しい動きを追った。
- 12 *Commercialization*
**ゲルで覆う傷治療の革命
「水でできたガーゼ」の開発史**
- 14 *R & D*
**鳥インフルエンザの脅威
ウイルスの謎に迫る**
- 08 *Food & Technology*
**人気のカイワレ
ビタミン入りの「機能性野菜」に**
- 10 *Literacy*
**「理科ねっとわーく」で
自分流の授業をつくる教師たち**
- 16 *Science Entertainment*
**えとりあきおが選ぶ
「12月の本・映像・展示」**

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

村上農園

河岡義裕

野田岳志

ニチバン

古郡悦子

日本科学映像協会

よしもとおもしろ水族館

産業技術総合研究所

戦略は「何を捨てるか」に始まる

東京大学生産技術研究所教授から日本テキサス・インスツルメンツ(日本TI)の研究所長になり、日本TIの社長を務め、この10月にJST研究開発戦略センター長に就任した生駒さん。

その迫力ある変身で培った研究者精神と経営者マインドの双方を駆使して、いま日本の科学技術戦略を構築中だ。



JST研究開発戦略センター長
一ツ橋大学客員教授

生駒俊明

People

「ヒト・カネ・モノといった資源を、科学技術のどの分野にどう投入すべきかを提案するのが私たちの仕事です。成熟した日本社会では、何をしないかを決めることがまず大事」と生駒センター長は釘をさす。限られた資源の有効利用は一筋縄ではいかない。

「米国がどうやっているのか調査したが、トップダウンの特別な戦略はない。科学政策と人材育成は重要だという認識の中で、研究者はもちろん、政治家や役人なども巻き込んで、科学技術の関係者みんなが、議論し、アピールし、競争する。そして、社会ニーズとも関連しながら、重点的な領域や研究が決まっていく」。いわば民主主義のダイナミズムの中で物事が収束していく。

日本ではどうすべきか、生駒センター長をはじめ研究開発戦略センターのフェローは知恵を絞る。現在、情報技術、材料およびナノ科学、ライフサイエンス、環境・エネルギーの4分野において、各担当フェローたちがさまざまな研究者集団の主張を俯瞰しながら、独自の基準を系統的につくり、推進すべき研究分野を選ぼうとしている。

その過程で、研究者や政府関係者らによるワークショップを開いて、どの研究領域が重要かを議論し、研究者と政府や社会とをつなぐ役目も担おうとしている。さらには「調査・分析から、この領域が重要だと示すだけでなく、どういう方法で推進し、どういう体制で展開すべきか、という『設計』まで手がけたい」と話す。設計まで手がける組織は世界でもほとんどない。このチャレンジ精神はどこから来るのだろうか。

大学教授の父をもち、真面目で勉強好きの生駒少年が変身したのは、

生産技術研究所助教授のとき。

「半導体の研究者だったが、縦割りの古くさい研究環境では、才能を生かせないことを痛感。同じ年ごろの仲間を集めて横の組織をつくり改革を迫った。懐に辞表をしのばせて」。所長の後ろ盾もあり改革は成功、生産研の教授となった。

52歳のときに日本TIの研究所長に、と誘われた。「当時の研究所長が友だちで、後継者選びの相談に乗っていたところ、共通の友人である米国人教授が『彼は大学に飽きたといっているから、頼んでみたら』とけしかけたんだね」

請われた時に抱えていた産学連携の大プロジェクトを成功させ、後継者のために次のプロジェクト予算を確保した1年後に所長の席についた。

「ここで行ったのは、材料・プロセス研究分野を切って、情報技術に特化させたこと」。企業研究は製品化に至るのが重要だと考え、大規模な体制をとらないと効果の出ない材料・プロセス開発はここでは無駄だ、と判断したのだ。

2年後、日本TIを創造的な企業にしたいのでぜひ社長に、と声がかかった。「冗談だと半年ほうっておいたんだが…。社長になってみると、親会社の米国TIがリストラ真っ最中で、いろんな分野から撤退し、通信用半導体中心の事業体系に変わりつつあった。結局、私がやったのは、5000人の従業員を3400人に減らしたこと」

大学では長期戦を念頭に研究を楽しんだが、ビジネスでは経営戦略の良し悪しがすぐに結果として出る。

「要は『何を捨てるか、何をやらないか』、その決断の恐さと面白さを味わい尽した」

社長業の経験が、現在の仕事に存分に生かされようとしている。

(サイエンスライター 由利伸子)

患者と医師との「信頼と対話」を深める だれもが使える医療情報をめざして

自分が病気だと診断されたとき、その病気について十分な知識をもっている人はまれだ。

しかし、忙しい医師にゆっくり説明してもらうのは難しい。

マスメディアやインターネットは情報の洪水で、なかなか目的の情報にはたどり着けない。

こんな状況への「助け船」となる動きが、活発化している。

Special Report

乳がんの患者団体が会員にアンケート調査を行った結果がある（6ページのグラフ参照）。それによると、「治療の選択に迷ったり、悩んだりしたことがある」患者は73%にのぼる。また、治療を受ける中で欲しかった情報として「国内外で優れた治療法と認められ、一般に行われている標準治療」や「自分の症状や治療に関する担当医以外からの情報・意見」を多くの患者があげている。

これらはおそらく、どんな病気の患者にも共通する正直な気持ちだろう。患者の多くが、いま受けている治療、これから受けようとする治療に漠然とした疑問を抱いている。しかし、その疑問を担当医にぶつけて十分な対話をし、信頼に基づいて治療方針を受け入れるには至っていない。それはなぜだろうか。まずは問題の背景から探ってみよう。

知識不足に医師も悩む

桜井^{まさきはる}雅温先生は5年前まで埼玉県立がんセンターの病院長を務めていた。白血病など血液のがんの専門家だ。その桜井先生が自戒を込めて語る。「日本では患者さんに対する医師の説明が足りないと思います。説明記録を残すことに保険点数がつくようになりましたが、それでもまだ説明は表面的です」

理由は3つ考えられるという。「1つは、欧米に比べると日本の医学教育カリキュラムの密度が低く、医師の知識が不足していることです。もう1つは、1人の患者を1人の医師が診るという現在の医療体制です。特にがんの場合、脳腫瘍なら脳外科というように、がんの部位によって診療科が決まっています。このため、切除手術などの外科的治療を専門とする医師が、薬によ

る症状のコントロールなどの内科的治療まで担当しているのが実情です。それで、十分な説明ができないのです」

「理想は、外科の医師に、抗がん剤の投与方法を決める化学療法の専門家、放射線治療の専門家、内科的な病態を診る医師、薬剤師、栄養士などが加わったチームをつくり、治療にあたることです。それに向けた動きも少しずつ出てきていますが、人材の育成体制から整えていかなければならないので、時間がかかりそうです」

医師の知識不足や医療体制の不備を補う手だてはないのだろうか。「アメリカでは、FIRSTConsultというデータベース（5ページの表参照）が普及しています。患者の訴える症状から、どんな病気か、どんな対処法をとればよいかを検索できるものです。医師が携帯情報端末（PDA）に入れて持ち歩き、患者やほかの病院スタッフと話すときにいつも参照しています。ああいうものが、日本にもあればと思いますね」

患者が治療法を決めるために

医師からの説明が不十分になりがちな理由の3つめは、何だろうか。桜井先生はいう。「患者さんからの質問が少ないのです。質問するには、それなりの知識が必要となります。私自身、妻が3年前に脳腫瘍と診断され、PubMedやUpToDateでいろいろなことを調べました。自分が勤めていた病院で診てもらったので、医師の側の事情もわかるため疑問のすべてをぶつけるわけにはいきませんでした。治療を受ける上で大きな助けになりました」

しかし、普通の患者やその近親者の場合、桜井先生のようにはいかない。

	名称	作成機関	内容	費用等
国内	JDream	科学技術振興機構 JST	世界50カ国の科学技術文献情報および国内発行の医学関係の2,000万件の文献情報（抄録を含む）を収録したデータベースを搭載。電子ジャーナルやPubMedへもリンクが張られている。	有料
	医中誌Web	特定非営利活動法人 医学中央雑誌刊行会	国内で発行される医学、歯学、薬学、および関連領域の定期刊行物2360誌（2003年度）の書誌事項、キーワード、抄録（原著論文中心）を検索できる。	有料
	Minds	財団法人 日本医療機能評価機構	エビデンスに基づく診療ガイドラインと関連文献情報を中核とする医療情報サービス。2004年11月末現在、4種類の疾患について医療提供者向け情報を提供中。一般向けやほかの疾患も提供予定。	試験サービス中
アメリカ	PubMed	アメリカ国立医学図書館 (NLM)	1500万件を超える医学、生物科学文献が収録されているNLM文献データベースの検索システム。協力出版社の雑誌にはリンクが張られ、全文を見ることもできる。	無料
	UpToDate	非営利団体 (医学関連学会の集合体)	オリジナルテキスト、図表、薬物情報、論文抄録などからなる医師向けの教科書的なデータベース。エビデンスを重視した最新情報を含む。	有料
欧州	BestTreatments	英国医師会傘下の出版社	疾患の治療法、薬品、手術、検査についての知識を得て、治療方針を決める助けとなるデータベース。医師向けと患者向けに分かれている。	英国の医療保険 加入者対象
	Cochrane Library	非営利団体 (コクラン共同計画)	臨床試験を系統的な方法で吟味した結果を中心とするデータベース。医師に標準的な治療法、予防の情報を提供することを目的とする。	検索は無料
	FIRSTConsult	民間企業（出版社）	医療現場での診断・予防・治療判断の手助けとなる情報を提供。1500以上の疾患の診断、450以上の容態に対する手法を掲載。	有料
	MD Consult	民間企業（出版社）	単行本、Clinics of North Americaシリーズや30誌以上の雑誌の全文を閲覧できるほか、診療ガイドライン、患者教育用パンフレット、薬物情報などのオンライン医療情報提供サービス。PDAにもダウンロード可能。	有料

*取材中に名前があがったものを中心に取り上げてある

子宮筋腫・内膜症体験者の会「たんぽぽ」の運営スタッフで、会員からの電話相談にも応じている佐久間りかさんはこう語る。「患者さんの中には、インターネットを使えない状況の方も多し。インターネットで検索した英語論文を取り寄せ、一生懸命勉強して読む方となるとほんの一部ですね。婦人科疾患ということもあって、女性向け月刊誌の特集記事が結構役に立っているようです」

「たんぽぽ」自身も、機関紙やホームページ、おしゃべり会などを通じて、病気と治療法に関する情報を提供している。ただし、会員に向けて強調しているのは、「治療法を決めるのは患者自身だ」ということ。だから電話相談でも、治療法に不安がある場合は、自分なりに情報を集めた上で担当医と話し合うことを勧める。その際、「医師が1人の患者に割ける時間は少ないのだから、質問を絞ってもっていくようにと話します」

どんなデータベースが必要か

JSTでは最近、これまで大学、研究

機関、病院などに向けて提供してきた科学技術文献情報検索サービス（JDream）を、個人も利用できるようにした（JDreamPetit）。本サービス開始前に無料のテスト期間を設け、利用者アンケートを行ったところ、検索のテーマは医療関係が圧倒的に多かった。研究者や医療・製薬の関係者に混じって、患者やその家族も利用しており、その大半が「知りたい情報を入手できた」と回答している。

だが、JDreamPetitを試してみたという佐久間さんはこう指摘する。「患者さんは、自分が受けようとしている治療が本当に効果のあるものかどうかを知りたい場合が多いと思います。それには、多くの症例を統計的に調べたり、疫学研究を行ったりし、その治療法の効果をエビデンス（科学的根拠）に基づいて示したものがが必要です。しかし、この検索で得られる論文は症例報告や総説が多い。症例報告にはうまくいかなかった例も出てくるので、見る人によってはショックを受けるかもしれません」

この指摘は、JDreamの検索対象が

研究論文（一次情報）のデータベースであることを考えれば、当然ともいえる。疫学研究の論文が検索で出てこないのはそういう論文が少ないからだし、多くの論文を吟味して得られる「診療ガイドライン」などの二次情報はそもそも含まれていない。国内には医療情報を扱うデータベースがほかにもいくつかあるが、大半は一次情報が対象だ。

エビデンスに基づいた病気ごとの診療ガイドラインは、医師にとって必要なだけでなく、患者が治療法を納得して決定するのに欠かせない。すでに、欧米ではそのためのデータベースがつけられているが、日本ではMindsというデータベースがようやくつくられ始めたところだ。

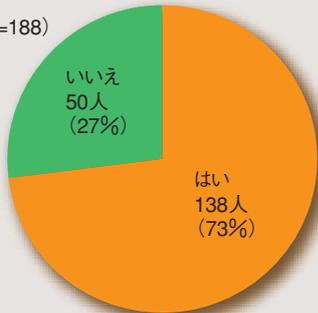
病院に登場した図書館では

データベースから自分の望む医療情報を引き出し、その情報の位置づけや内容を理解するのはなかなか大変だ。一方で、医療情報の媒体としては、雑誌や書籍、医療機関や患者会などが発行するパンフレット類なども重要である。患者がデータベースやこれらの媒

乳がん患者へのアンケートから

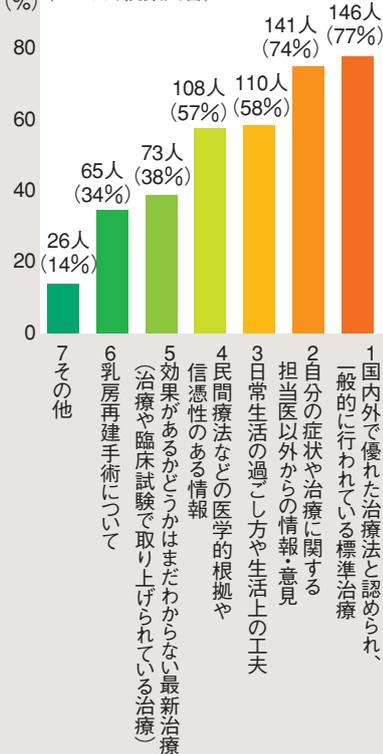
治療の選択に迷ったり、悩んだりしたことはありますか

(n=188)



治療を受ける中で、欲しかった情報は何ですか

(n=190、複数回答)



財団法人パブリックヘルスリサーチセンター編
「乳がん 暮らしやすく生きる」(ライフサイエンス出版)を
もとに作成

うまく利用するためには、プロの手助けがほしい。実は、古くから情報を整理し、検索の手助けをしてきた図書館がこの役割を果たし始めている。

東京女子医科大学の「からだ情報館」は、その先駆けである。大学創立100周年を記念して建設された総合外来センター1階に、新しい患者サービス部門の1つとして昨年6月に開館した。アメリカの患者図書室を参考にしたもので、医学部図書館の司書でもある桑原文子さんと、外来の受診相談も担当するベテラン看護師が来館者の相談に乗る。利用者は外来や入院中の患者とその付き添いが多いが、だれでも利用

できるので、ほかの病院にかかっている患者もやってくる。

「検査値の意味を知りたいとか、医師に言われた部位がどこなのかを知りたいという方が多いので、そのための本や模型を用意してあります」という桑原司書の言葉は、患者向けの図書館の意味をよく表している。雑誌や単行本、パンフレットなどは、信頼できるものかどうかをプロの目で判断して置いているという。

その姿勢は、インターネットの利用についても貫かれている。検索画面のトップには、「病気・患者会」「薬・栄養」など、来館者が知りたいと思われる項目のボタンがいくつか並んでいる。それを選択して現れる画面からリンクしているのは、例えば、国立がんセンターなど、掲載されている情報が信頼できる「しっかりしたサイト」だけだ。

「インターネットで検索すれば、とてもいい情報が出てくると思っている人もいます。しかし、ネット上の情報は信頼できるものとそうでないものがあります。そういうことを知ってもら

うために、ネット上の情報と教科書的な本に出ている情報を見比べてもらうこともあります」

看護師の荒木良子さんも「はじめは、図書館になぜ看護師が?と思いました、私たち自身も勉強になるし、患者さんが何を心配しているのかも深く聞くことができます。ここでの経験が外来受診相談にも役立っていますね」と語ってくれた。こうした図書館を設置する動きは、ほかの大学病院でも始まっている。

求められる情報のコミュニケーター

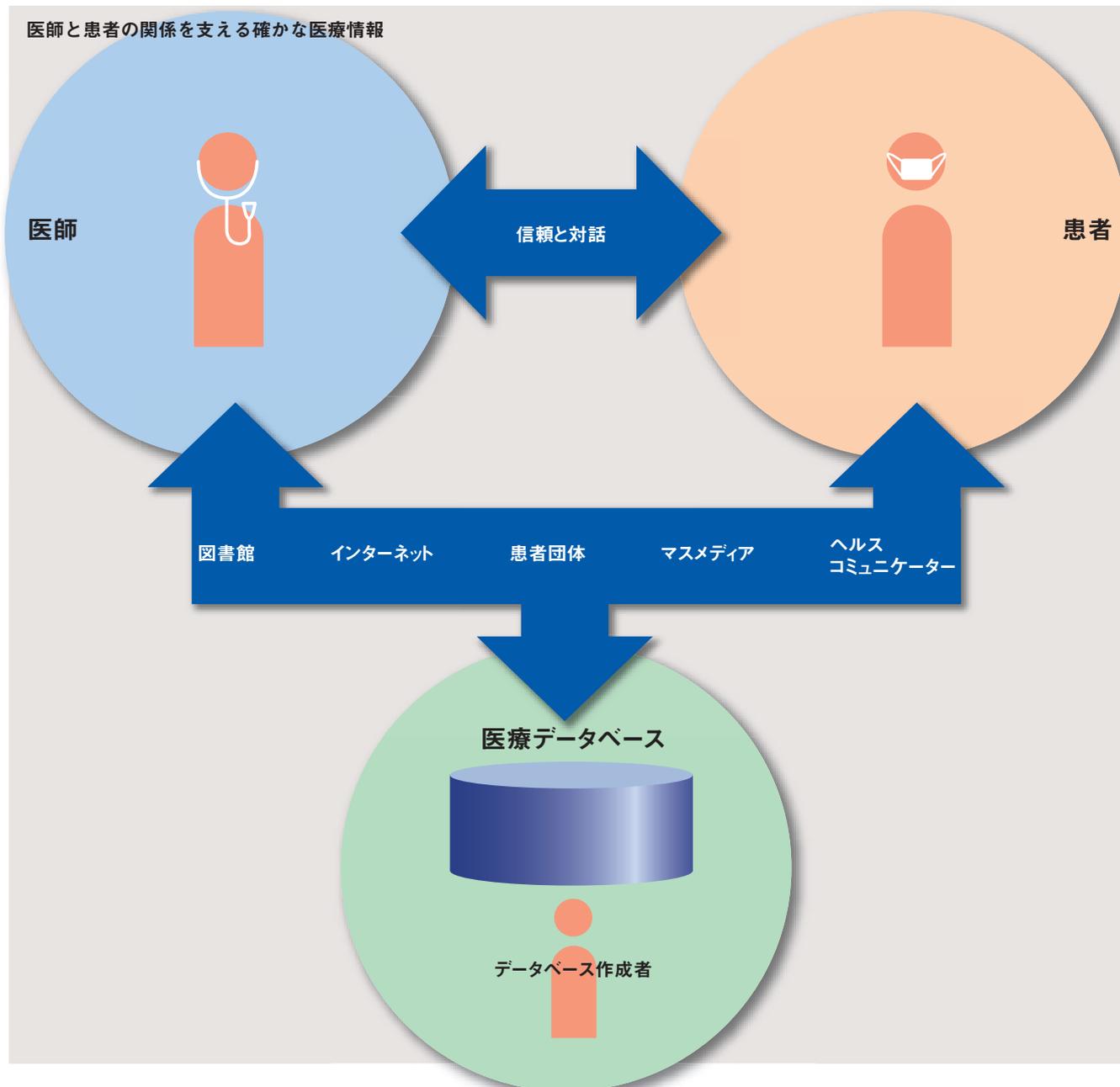
ここまでは、病気だと診断された患者に焦点をあててきた。しかし、いまは健康な人でも、いつ病気になるかわからない。そのときにあわてないためにも、病気の予防のためにも、日ごろから、さまざまな媒体を通じて信頼できる医療情報が発信されていればありがたい。

こうしたニーズに応じて、財団法人パブリックヘルスリサーチセンターで



東京女子医科大学病院の「からだ情報館」には、連日150人ほどが訪れるという。

医師と患者の関係を支える確かな医療情報



はJapan Public Outreach Program (JPOP) というモデル事業を始動させた。東京大学大学院などの研究者とさまざまなメディアが連携して行うもので、実行委員長はライフサイエンス出版の編集長でもある武原信正氏だ。「新聞などの記事は、副作用や効果の伝え方がややもするとセンセーショナルになる傾向がある。テレビの影響力には驚かされることが多いですが、番組の質は玉石混淆という印象です。我々はラジオ、テレビ、インターネット、雑誌、書籍などをケースバイケースに組み合わせて、科学的根拠に基づいた啓発情報を一般の方々に送り届けることを計画しています」

例えば、中高年がよく聴くラジオ番組の中で、ある生活習慣病に関する専

門医のコメントを連日流し、「詳しくは番組のホームページへ」とリスナーを誘導する。このようなメディアミックス戦略を成功させるには、各媒体のコンテンツを企画し、執筆するプロの“ヘルスコミュニケーター”が不可欠だ。「JPOP活動をはじめ、今後はさまざまな場面で、高度な知識と技術を身につけたコミュニケーターが必要になると思います。私が所属する日本メディカルライター協会はこうした人材育成を支援するために、精力的な活動を行っています」

一方、武原氏は、臨床医や研究者などが自由に利用できるデータベース“EBMライブラリー”の開発にも会社として取り組んでいる。「エビデンスを

整理、集積し、誰もが検索できるようにしたシステムは、医療の質を高める基礎になると信じています。私たちは民間レベルでできる範囲のことを手がけてきましたが、国をはじめとする多くの方々に、こうしたシステムの必要性をもっと強く認識していただきたいですね」

論文やガイドラインから病気に関する基礎知識までが、さまざまな媒体を通じて提供され、患者も、医師も必要な情報が得られる。そして、患者と医師がその情報をもとにして、対話し、治療方針を決められる。日本の医療情報をめぐる環境は、こんな理想に向かって動き始めたところだ。

(サイエンスライター 青山聖子)

人気のカイワレ ビタミン入りの「機能性野菜」に

かつてカイワレは料亭でしかお目にかかれぬ高級食材だった。

しかし巻き寿司人気によってまたたく間に普及し、いまや日本の食卓に欠かせない野菜となった。

ビタミンB₁₂を豊富に含む「機能性野菜」の新顔カイワレも登場し、大好評だ。

カイワレダイコンの人気の秘密は、調理の手間がかからないこと、独特の辛味をもった美味しさ、それに健康ブームである。カイワレなど成長期の野菜は、その野菜が本来持っている栄養素のほかに、ミネラル分や生命維持に必要な栄養素を豊富に含んでいる。カイワレ、豆苗とうみょうに続き、最近では、ガン予防の効果が期待されるスルフォラファンを含むブロッコリーのスプラウト(発芽野菜)が、消費者の強い支持を集めている。

こうした流れの中で、今年6月には、



陽が差し込むハウスでのカイワレの育成

ビタミンB₁₂を豊富に含んだ商品「マルチビタミンB₁₂かいわれ」が発売された。この技術は佐藤一精かずよし・広島大学名誉教授が考案し(特許出願中)、カイワレのトップメーカー村上農園(本社・広島市)が共同開発・商品化した。普通のカイワレより1パックで数十円程度高いが、よく売れているという。

野菜に含まれない ビタミンB₁₂

ビタミンB₁₂はそもそも悪性貧血症に治療効果のある物質として発見された。最近では、動脈硬化や神経障害などにも有効なことが認められているが、それは、人間の生存に必須なC₁化合物の代謝経路に、B₁₂が関与しているからだ。この経路が正常に機能しないと、赤血球や神経細胞の分裂が影響されて障害が起こると考えられる。

B₁₂はヒトの体内で合成されないので外から摂取しなくてはならないが、レバー、青魚や二枚貝などの魚介類、卵



機能性野菜「マルチビタミンB₁₂かいわれ」

や乳製品などに多く含まれ、野菜には含まれない。

佐藤教授はバイオ研究の先駆者として有名な京都大学大学院工学研究科の故福井三郎教授の門下生。ここでビタミンB₁₂と出会った。アメリカの大学での研究生生活の後、名古屋大学農学部にて約10年間在籍、微生物とB₁₂の研究を継続する。

その後、広島県福山市の実家に近い広島大学教育学部で食品学を担当するポストに就いた。家庭科の先生を育てるために、パン、ヨーグルト、豆腐などの教材づくりにかかわる研究とともに、食品中のビタミンやミネラルなどの微量成分に関する基礎的な研究を続けた。研究を教育に活かす道を目指したのだ。

常識くつがえす結果が特許化に

あるとき佐藤教授は、米のとぎ汁による環境汚染（富栄養化）を解決するため、とぎ汁で植物を育てたらどうかと考えた。調べやすい水耕栽培ということで、カイワレに登場を願うと、実によく育つ。ミネラルやビタミンの取り込み具合、光の当て方などいろいろ調べ、種子の段階で取り込ませると、特に効果が大きいことを見いだした。とぎ汁の話は棚上げし、この新発見を追求することになった。

そして、ビタミンB₁₂の導入がひらめいた。高齢者や菜食主義者などB₁₂が不足がちになる人々にとって、野菜の形で摂取できれば大きな福音となるからだ。だが当時、植物にB₁₂は含まれない、というのが常識だった。しかし種子に吸収させて実際に育ててみると、なんとB₁₂は葉の部分にもかなり多く含まれていたのである。佐藤教授は「特許になるかな」と感じた。

広島大学に地域共同センターができ、特許の講習会も開かれたりした。そこでカイワレについて同センターの松井亨景教授に相談すると「ビタミンB₁₂ならいけそうだ」ということになり、大学として特許出願の運びとなったのである。JSTのコーディネーターだった久川博明氏などのバックアップが功を奏した。



商品中のビタミンB₁₂の分析風景

「広島大学の松井先生からお電話をいただいたとき、ビタミンB₁₂が野菜にどう結びつくのか、まったくわかりませんでした」(村上農園研究開発部の加茂慎太郎・室長代理)。村上農園は2001年にブロッコリーのスプラウトを商品化していた。新商品を開発しても他社にすぐに真似されてしまう悪循環を克服すべく、機能性野菜の第1弾としてアメリカから技術導入したものだ。第2弾を探していたときに、大学から話がきたのだ。

独自の栽培法で生産システム確立

商品化に向けて、加茂室長代理と菅崇朗研究開発部主任は佐藤教授のもとに“弟子入り”する。研究と商品化が異なるのは世の常識。クリーンルームの試験管内と実際の栽培農場では環境や規模が違いすぎるので、その差を確認することから始めた。村上農園の持つ「根がらみ栽培法」(スポンジマット

を使わない栽培法の特許)が極めて有利であることも確認された。

「村上農園の全国各地に分散する農場で生産したカイワレを冷凍保存して広島に送り、それが生のカイワレとどう違うのか、ビタミンB₁₂の含有量はどうか、検査システムを確立する必要もありました」と菅主任。生産したカイワレのサンプルを冷凍保存し、消費者のクレームにきちんと対応できる体制も確立した。

野菜は産地や時期によって栄養素の含有量がかなり変わる。しかし、この新しいカイワレは、B₁₂だけではあるがパンやチョコレートと同じようにきちんと成分表示できる。作られている場所は工場ではなく、あたたかな陽が差し込むハウス農場である。意外なことに、この新野菜、電子レンジで軽く加熱して食べたほうがB₁₂の活性が高まるという。栄養学的にも新しい食べ方が期待できそうだ。

(サイエンスタイター 松尾 義之)

「理科ねっとわーく」で 自分流の授業をつくる教師たち

学校でもIT化が進むなか、理科のデジタル教材システム

「理科ねっとわーく」がスタートして3年。コンテンツも充実してきた。

実験や観察が重視される理科の授業に、デジタル教材をいかに取り入れたらよいか。

コンテンツの制作に携わったり、それを活用して多彩な授業をおこなっている現場教師たちに話を聞いてみた。

Literacy

「わかった!」と目を輝かせる子供たち。「その姿を見ることが、教師としての最大の喜びです」と松本徳重先生（千葉県鎌ヶ谷市立初富小学校）は目を細める。今年で36年目を迎えるベテラン小学校教諭。「理科ねっとわーく」のコンテンツ作成分科会のメンバーの一人である。「わかる授業をするための、教師のための便利な道具の一つが、理科ねっとわーくなんですよ」。先生は、「子供たちに、「見えないもの」を「見せてあげる」コンテンツをつくっていきたい」と楽しそうに語る。

デジタル画像を 通してリアルな「体験」

理科ねっとわーくは、小・中・高等学校向けの理科授業用デジタル教材システムである。58種類のテーマにもと

づくコンテンツがあり、それを構成する素材（静止画・動画・シミュレーションなど）は2万点にもものぼる。教師は、ユーザー登録さえすれば、素材をその対象学年、科目、学習指導要領の項目などで検索して、ダウンロードできる。CDとして入手することも可能だ。

実際、コンテンツには、どんなものがあるのだろうか。小学校のものをちょっとのぞいてみよう。

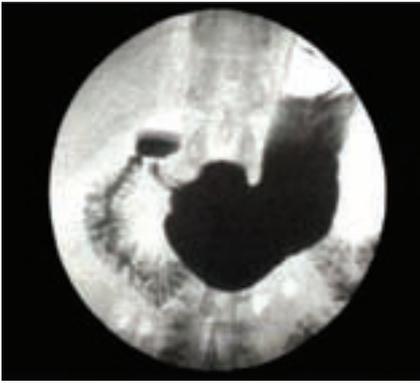
たとえば、「マルチビュー天気教材」。天気・雲・気温の動的な関係を、子供たち自らがシミュレーションして学習できる。天候が西から崩れてくるのも一目でわかる。「調べてみよう!らく・^{らく}楽しくくぶつずかん」では、デジタルカメラで撮った写真を取り込んで「マイ図鑑」を作成できる。「循環する自然と地球環境」には、世界最速コンピュ



コンテンツからワークシートをプリントアウトして教材に使う。消化管の名前を書き込む子供たち。

*理科ねっとわーく

理科の授業で活用してもらうためのデジタル教材をインターネットで提供するシステム。小・中・高等学校の教員、大学の教官は無料で利用できる。現在のユーザー登録数は9000人を上回る。新教材は現在も追加作成されている。文部科学省の「理科大好きプラン」の一環として、JSTが2001年度にスタートさせた事業である。教育用のITソフトの充実化にも貢献している。



胃の運動の実写ムービー

ーター「地球シミュレータ」による地球環境の未来予測の成果が盛り込まれている。

小6用のコンテンツに、「人体のしくみ」がある。空気を取り込む肺、食物を消化吸収する胃や腸、血液を送り出す心臓といった体の働くしくみを、三次元CG（コンピューターグラフィックス）と実写映像で説明してくれる。

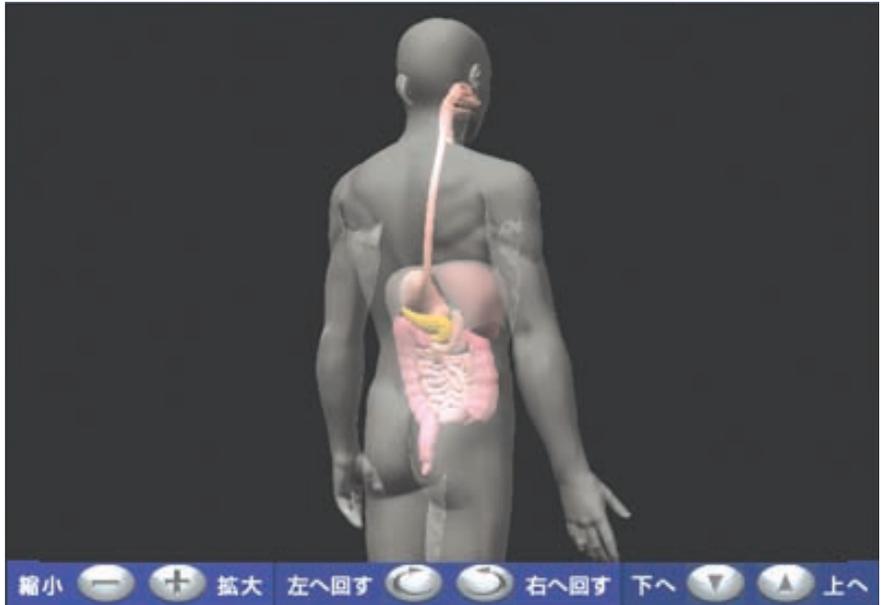
たとえば、半透明の人体内に、消化管が正確な位置でくっきりと描かれており、口から胃を通して大腸まで、食物の移動が示される。また、人体を任意の角度で回転させることが可能で、体の横や背中側から見た消化管の姿も、3D（次元）画像で見ることができる。図鑑などでは、まず目にするののない新鮮な視点だ。胃の実写ムービーでは、胃の運動で食物が十二指腸に押し出される様子が、はっきりと確認できる。

新鮮な視点のめずらしさ、画像を通してホンモノに近づくおもしろさ、そして何よりも、しくみがわかる楽しさで、子供たちの目が輝いてくるのである。

松本先生は、つけ加える。「子供たちは、自分の体のしくみを知ることによって、自分を大切に思うようになります。そして、友達の体も友達も、大切にすようになってきます」

教師の「味方」 実験法の予習にも

理科教育では、直接観察したり、実験をおこなったりという実体験が重要である。しかし、人体の内部のように、それが不可能な場合、画像を通して体験させることの意義は大きい。しくみが非常に複雑な現象をわかりやすく図



背中側から見た消化管の3Dイラスト。体の向きは、マウスの操作で、子供たちが自由に回転させられる。

解するときも、デジタル教材は威力を発揮する。

理科ねっとわーくの素材には、最先端の研究成果を反映させたものも数多い。子供たちは、実際におこなわれている最新の研究に触れることで、強い好奇心が呼び覚まされる。通常では入手しにくい最新資料も簡単に手に入る。

授業の資料集めの助けとなるのは、最先端研究に限らない。さまざまな資料が、この理科ねっとわーくから入手できる。「上手な資料の集め方がわからない新人教師や、理科だけでなく多くの教科を抱えた小学校の先生にとって、理科ねっとわーくは、非常に強い味方なんです。先生自身が、コンテンツで事前実験法を予習したっていいんですよ」と松本先生。

なるほど、その点でも先生のための便利な道具なのだ。確かに、理科ねっとわーくには、模擬実験を撮影した動画も非常に多い。指導法を解説したティーチャーズガイドも豊富に揃っている。

実体験をさまざまに 融合させて見せる

JSTでは、理科ねっとわーくの使い方を普及させるための活動もおこなっている。モデル授業を実践して、普及活動に携わる千葉県柏市立旭東小学校の佐和伸明先生は、次のように説明してくれた。「コンテンツを構成する個々

の画像や動画、シミュレーション、ティーチャーズガイド、ワークシートは、それぞれを単体として利用できます。自分の授業に必要な素材が見つかったら、それをダウンロードして、使ってください」。佐和先生によればポイントは、「必要に応じて、デジタルとアナログを融合させること」だ。

たとえば、「人体のしくみ」で、教科書には「消化管の長さは約6～8m」と記載されている。佐和先生は、教室に8mの長さのひもを用意し、その両端を子供たちに持たせて引っ張り、8mという長さを実感させる。同時に、コンテンツの画像で消化管の構造を見せるのである。また、胃の運動の実写ムービーを見せたときには、胃液と同量の水を容器に入れて用意し、量や重さを体感させる。

小学校の例を中心に紹介したが、小・中・高等学校、いずれのレベルにおいても、授業に合わせて素材を選び、使用することが可能だ。そもそも「授業というものは、先生の考え方や生徒の興味・能力によってさまざまに展開できるものです。素材を利用した自分流の授業が、教師に期待されているのではないのでしょうか」と松本先生。良質の素材を得て、積極的に腕を振るってみたいと思う教師が、きっと多いに違いない。

（サイエンスライター 藤川良子）

ゲルで覆う傷治療の革命

傷や火傷の治療は、いまや「モイストヒーリング」が常識。乾かしてかさぶたをつくるのではなく、湿潤な環境で細胞の治癒力を活かす治療には、ガーゼに代わる適切な材料がある。このほど登場したその切り札は、電子線照射技術から生まれた。

Commercialization

乾かさないうで傷を治すアイデアは多数の火傷者への対応から誕生した。

第2次大戦のさなかの米国ボストン。感謝祭の休日のナイトクラブ「ココナツグロブ」は大勢の客で混雑していた。そんななかで火の手が上がる。500人以上が重い火傷を負う大惨事となった。

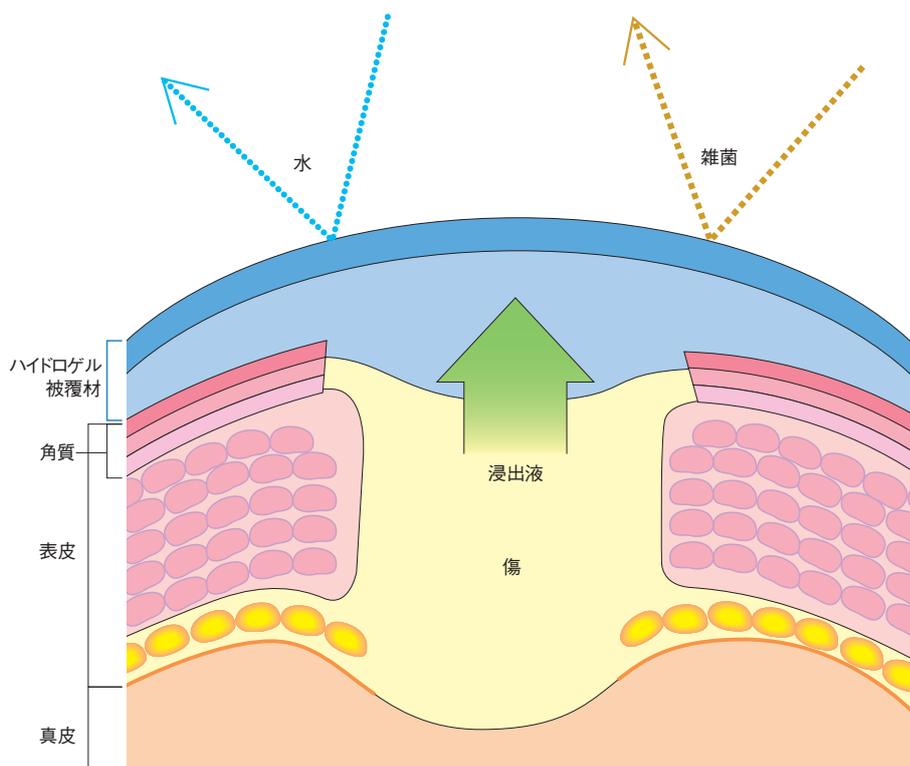
治療を担当したO. コープ博士（ハーバード大学）は、火傷治療には水疱を破って粉薬で傷口を乾かすそれまでの治療法より、消毒抜きで水疱はそのまま、ワセリンガーゼを巻くだけのほうが治りがよいのではないかと考え、実践することにした。

大火が変えた傷治療の常識

「ココナツグロブ大火」は今も外科学の教科書に登場する。これを契

機に、火傷ばかりでなく傷一般についても処置が見直されるようになったからだ。傷からしみ出す浸出液をできるだけ傷口に留めて湿潤な環境を保つ治療は「モイストヒーリング」と呼ばれる。ポリエチレンフィルムで傷を被覆したG.D. ウィンター博士（ロンドン大学）の動物実験で手応えをつかみ、40年ほど前から材料開発が進み始めた。

この治療法の基本は、傷であれ火傷であれ、付着した泥や砂、死んだ組織を水で洗い流してから、消毒はしないまま適切な被覆材でカバーしておくだけ、というものだ。これまで誰もが信じていたように、傷は消毒してからガーゼを当てるもの。やがてかさぶたができ、かゆくなってしだいに脱落し、新しい皮膚が生じる。このプロセスこそ、傷が治ることだと考えられていた。しかし、



真皮に達する傷にハイドロゲル被覆材をあてる。ゲル表面にはポリエチレン支持体があり、外部の水や雑菌から守られている。

そうではないという。

傷をカバーして湿った環境を保つハイドロゲル創傷被覆材（商品名「ビューゲル®」）を開発したニチバン（株）研究開発部の磯部一樹さんは「かゆくなるのはかさぶたが引き起こす異物反応。乾燥させると浸出液に含まれるサイトカインや細胞成長因子が死んでしまい、傷の治癒にはマイナスです」と説明する。

ガーゼも消毒薬も不用。「ビューゲル®」でカバーするだけ。こうすると、傷の感染率が低く、治癒までの期間が短い。浸出液には傷を修復する細胞に指令を与え、それらの細胞の働きを活性化する物質が含まれている。そこでは白血球も活発に働いて、細菌を抑え込むため、感染がおこりにくい。

だが、モイストヒーリングが医療の場に広く受け入れられるまでには時間がかかった。コナツグロブ大火から数えると半世紀以上が必要だった。

短期間のうちに普及しなかった理由のひとつは、傷を湿らせておくと化膿するのではないかという、思いこみに基づいた不安が容易に払拭されなかったこと。もうひとつは、さまざまな被覆材が開発されたが、使いやすさと安全性の両方を満足させる決定打が出なかったことである。

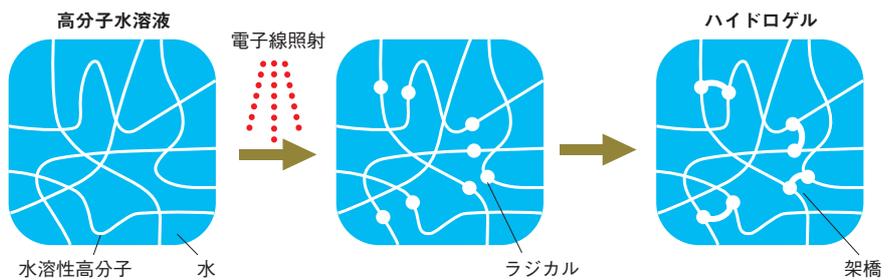
より良い被覆材を求めて

モイストヒーリングの発想から最初に開発された材料は、ポリエチレンやポリウレタンのフィルムだった。浸出液を十分に保持する目的で、やがてハイドロコロイド材が登場した。フィルムにくらべると褥瘡（床ずれ）などの深い傷の奥まで到達するメリットはあるものの、浸出液を含むと崩れて傷に残留するため扱いやすさに欠けていた。キチンやアルギン酸などの天然高分子からなる被覆材も開発された。

「浸出液を吸収しても安定している素材が求められていました」とニチバン（株）研究開発部の東海林 寿さんはビューゲル®を開発した動機を語る。

一方、水に溶ける高分子に電子線を照射し、高分子の鎖どうしをつなげてゲルをつくる技術を開発していた研究

電子線照射によってハイドロゲルをつくる



ビューゲル®と靴ずれ治療用バトルウィン®ジェルプロテクター™

グループがあった。日本原子力研究所高崎研究所材料開発部機能材料研究グループの吉井文男さんたちである。電子線架橋法でつくられたポリビニルアルコール（PVA）のハイドロゲルは高分子の網目に水を含んだ安定性のあるゲルである。

1995年、JSTの技術相談会がモイストヒーリングのよい素材を求めていたニチバンと、つくりあげたハイドロゲルの技術移転先を探していた日本原子力研究所の研究者が手を結ぶ機会を提供した。

電子線照射でできた透明ゲル

ニチバン側は、ゲルをつくるために化学物質である架橋剤を使用しないで済む電子線架橋法を評価していた。また、電子線の線量によって高分子の架橋密度をコントロールできるのも大きな魅力だ。ハイドロゲルの主成分のPVAはコンタクトレンズや医用材料にもしばしば使われる高分子だが、ニチバン側はこれにポリビニルピロリドンを追加してさらに柔らかく吸収性の高い素材につくりあげた。この高分子を水溶液とし、プラスチックシートのうえに塗る。

そのうえで電子線を照射する。こうして適切な強度、吸水性、柔らかさをもつ無色透明のハイドロゲル創傷被覆材が生まれた。この素材は重量のおよそ80%が水。それ自体の重さの倍の水分を吸収する能力をもっている。「ビューゲル®は水でできたガーゼです」。磯部さんはそう表現した。

1996年、JSTの委託開発制度を利用して開発資金の融資を受け、開発を開始。2004年夏、市場に出した。

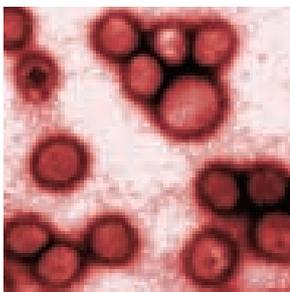
滅菌ガーゼにくらべて治癒期間が半分ですむというビューゲル®は、表皮が速く形成されるほか、表面に露出した神経末端が外気に触れることを防いで傷の痛みを緩和する。貼りやすく密着性が高いのに、透明なので貼ったまま傷の具合が見て取れる、ゲルが崩れず交換もしやすい、などの使用上の利点も評価されている。現在は医家向けの販売だが、一般消費者向けの靴ずれ治療用小型タイプ（バトルウィン®ジェルプロテクター™）も登場した。

新しいゲルの開発によって、モイストヒーリングは名実ともにみんなの常識となる条件が整った。

（サイエンスライター 古郡悦子）

鳥インフルエンザウイルスの脅威

冬の到来とともに、またインフルエンザの季節がやってきた。アジアでは、依然、強毒の鳥インフルエンザが猛威をふるい、「鳥からヒト」のみならず「ヒトからヒトへの感染」を疑わせる例も出た。対策が急がれる中、ウイルスの強毒化や増殖のしくみが解明されつつある。



A型インフルエンザウイルスの電子顕微鏡写真

毎年、冬になると話題に上るインフルエンザ。2004年はいつもより早い10月初旬から、東京などでH3香港型とみられる患者が発生。今のところ、流行の規模は例年並みの中程度と予測されている。

ところが、専門家は戦々恐々としている。アジアで猛威をふるう強毒のH5N1型鳥インフルエンザウイルスが、いつ「ヒトからヒト」に伝播するウイルスに変異しても不思議ではない状況にあるからだ。

「警戒すべき状況にあることは間違いない。ただ、地震予知がほぼ不可能なように、新型ウイルスがいつどこから出てくるかを予知するのは無理だ」。東京大学医科学研究所感染・免疫大部門ウイルス感染分野の河岡義裕教授は、そう話す。同教授はJSTの戦略的創造研究（CREST）で、2001年から「インフルエンザウイルス感染過程の解明とその応用」の研究を推進している。

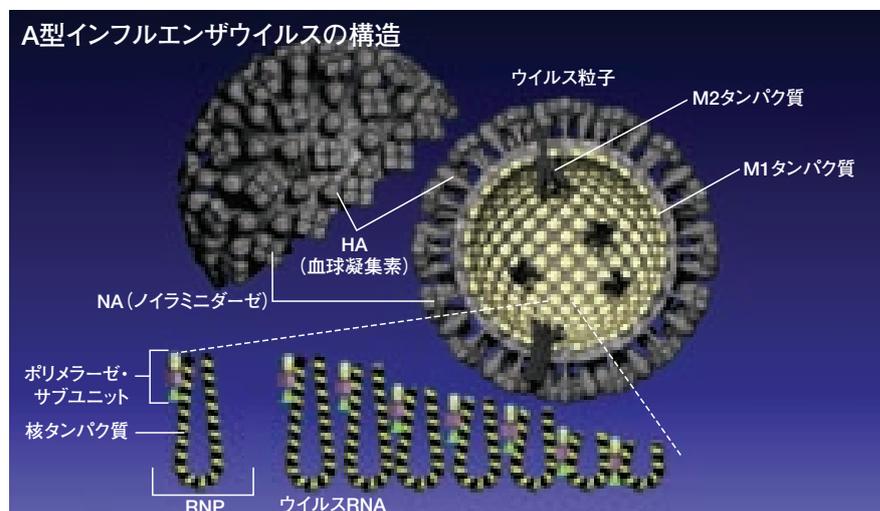
ゲノムパッケージのしくみを解明

新型の出現が危ぶまれるのはA型の

インフルエンザウイルスだけだ。同ウイルスは、その表面に「HA（赤血球凝集素）」と「NA（ノイラミニダーゼ）」の2種のタンパク質を突き出しており、HAは15種、NAは9種が知られている。H5N1といったウイルスの型は、両者の組み合わせによって決まる。鳥では、そのすべての組み合わせが存在するのに対し、これまでにヒトで流行を起こしたものはH1N1、H2N2、H3N2の3タイプしかない。

A型ウイルスはゲノムとして8種類のRNA分節をもち、それぞれが核タンパク質および3種のポリメラーゼ・サブユニットと結合して「RNAタンパク質複合体（RNP）」を形成している。

増殖のしくみは、ざっと以下のとおりだ。ウイルスはまず宿主細胞の細胞質内に侵入。核内でRNAの転写と複製が行われる。その後、複製されたRNA分節が再びRNPを形成し、細胞表面へと運ばれる。細胞膜上でウイルスを構成する全パーツが揃うと、それらが細胞膜の外皮を被って出芽し、新たなウイルス粒子となる。



A型インフルエンザウイルスは、計9種のたんぱく質から構成されている。ウイルス内部には、遺伝子である8本の1本鎖RNAが、核タンパク質（NP）、3種のポリメラーゼ・サブユニット（PA、PB1、PB2）と結合し、核タンパク質複合体（RNP）を形成している。

この過程に、ウイルス学上の長年の謎があった。「8種類のRNPが、どのようにして新たなウイルス粒子内に取り込まれるか」という点だ。8種類のRNPがきちんとパッケージされないと、新ウイルスに感染能力が備わらない。

1999年、河岡教授らのグループは、ウイルスゲノムをDNAに置き換えたうえでプラスミドにつなぎ、培養細胞中で人工的にウイルスを作らせる「リバーシ・ジェネティクス法」を開発。2002年に、同方法を用いて、前述の謎を解明する糸口を見いだした。塩基配列を改変して、さまざまな変異RNA分節を作製し、どの変異RNA分節がウイルス粒子に取り込まれ、どれが取り込まれないかを追跡。その結果、各々のRNA分節に、ゲノムパッケージのための独自のシグナルが存在することを突き止めたのだ。

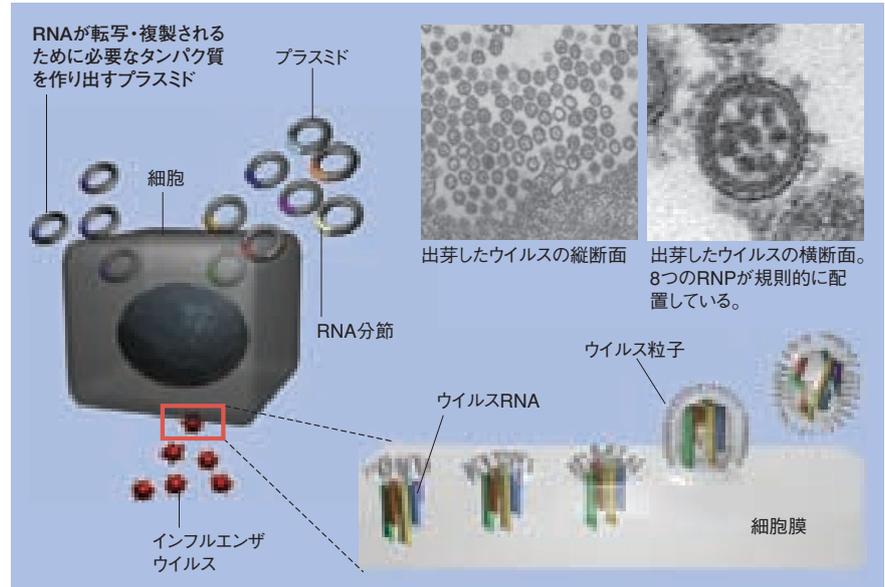
加えて、ウイルス感染細胞を極薄の切片にし、それを透過型電子顕微鏡で観察することで、ゲノムパッケージのようすをとらえた。「ウイルスを俯瞰した輪切りの写真には、直径約15nmの棒状構造物が、中心に1本、その周囲に7本という特徴的な配置で写し出されていた」。この棒状構造物こそがRNP複合体だった。

河岡教授は、「ウイルスが、ゲノムRNAを選択的に取り込むことはまちがいない。そこを阻害できれば、新たな抗ウイルス薬につながるかもしれない。さらにパッケージのシグナルを操作できれば、自然界のウイルスと交雑しない安全なワクチン株も開発できるようになるだろう」と話す。

鳥のウイルスがなぜほ乳類に感染？

続いて、1997年に香港でヒトから分離されたH5N1亜型のウイルスを用いて、同ウイルスがほ乳類にも高病原性を発揮するメカニズムを解析しはじめた。その際、マウスに対して強い病原性を示す株と示さないものがあることに注目。リバーシ・ジェネティクス法により、マウスに病原性を示すウイルス（HK483）と、示さないウイルス（HK486）を人

リバーシ・ジェネティクス法によるインフルエンザウイルスの人工合成



インフルエンザウイルスの8本のRNA分節から2本鎖のDNA (cDNA) を作り、各々をプラスミドにつないで培養細胞に導入。併せて、RNA分節が核内で転写および複製されるために必要なタンパク質を作るためのプラスミドも導入する。2日後には10⁸個のウイルスができてくる。

工的に作り出した。

その後、HK483ウイルスの8本のRNA分節を、1本ずつHK486ウイルスのものに置き換え、各改変ウイルスの病原性を検討。「8本中の1本が作るPB2タンパク質の627番目のアミノ酸がグルタミン酸からリジンに変化しただけで、マウスに強い病原性を示すようになることがわかった。このアミノ酸変異は、鳥ウイルスがほ乳類体内で効率よく増殖するのに必要なものだった」。

毒性とHAタンパク質の関係にも迫る

さらに、H5N1型ウイルスがほ乳類で高病原性を示す別のメカニズムについても解析し、その成果が2001年のScience誌に掲載された。

インフルエンザウイルスが細胞に感染するには、HAタンパク質が、細胞中のタンパク質分解酵素によって2つのユニットに開裂されなければならない。弱毒ウイルスの同タンパク質は、呼吸器や消化器の細胞のみがもつ酵素によって切られる。ところが強毒ウイルスのHAタンパク質では、その開裂部位にアルギニンやリジンなどの塩基性アミノ酸が連続して存在しており、そのために全身の細胞にある酵素で切断される。ニワトリなどに致死的な全身感染をおこすのは、このためだ。

河岡教授は、前出のHK483ウイルスを使って、HAタンパク質開裂部位の塩基性アミノ酸が続く部分を弱毒ウイルスの配列に変えた人工ウイルスを作製し、マウスに感染させる実験を試みた。その結果、同ウイルスは呼吸器のみで検出され、全身感染はみられなかった。「ほ乳類で高病原性を示すには、鳥同様HAタンパク質が全身の細胞にある酵素で開裂されることが重要だ」と話す。しかし一方で、「マウスに毒性を示さないHK486ウイルスの開裂部位にも、塩基性アミノ酸が連続して存在している。全身の細胞の酵素で開裂されることは、H5N1型ウイルスがほ乳類に高病原性を示す必要条件ではあるが、十分条件ではない」と指摘する。

その後、河岡教授は、1918年に世界的な大流行をみせた、いわゆるスペイン風邪（H1N1型）についても、その高病原性の鍵がHAタンパク質にあったことを突き止め、この10月にNature誌で発表した。

現在、欧米や日本では、リバーシ・ジェネティクスの手法を応用した新しいワクチン開発が、急ピッチで進められている。河岡教授のCRESTプロジェクトが完了するのは、2006年。新型ウイルス対策に向けて、こうした新技術の一刻も早い実用化が望まれる。

(サイエンスライター 西村尚子)



え と り あ き お が選ぶ

12月の本・映像・展示

師も走る12月、忙しい合い間をぬって
わずかな時間で楽しめる本、テレビ、催しものなど……。
参考にしていただければ幸いです。

Profile

えとり あきお (餌取 章男)
オーストリア生まれの世界的
科学ジャーナリスト、ロベルト・
ユンクに会って科学ジャーナ
リストをめざし、科学番組の
制作や出演、科学雑誌の編
集などに携わる。人々の科
学技術マインドの向上をはか
る“しくみ”を確立することが夢。

Book

2億年後の地球を駆ける生物たち

舞台は500万年～2億年後の
地球、人間の姿はもはや無い。
地球に存在するのはわれわれ
には想像もつかない生きもの
たちだ。美しい図版を通し、
未来に生きる彼らの姿や生き
ざまに思いをはせよう。

フューチャー・イズ・ワイルド
ドゥーガル・ディクソン & ジョン・アダムス 著
松井孝典 監修 / 土屋昌子 訳
ダイヤモンド社 2520円(税込み)



ヒトの未来——ジーンリッチとナチュラル

遺伝子操作で誕生前からガン
などを防ぎ、容姿や才能をわ
が子に盛り込めたら…。ヒト
は、優れた遺伝子をかけ合わ
ず「ジーンリッチ」と普通の生
殖による「ナチュラル」に分
かれるという。人類の未来は？

複製されるヒト
リー・M・シルヴァー 著
東江一紀 真喜志順子 渡会圭子 訳
翔泳社 1890円(税込み)



Image

子どもたちの血管があぶない

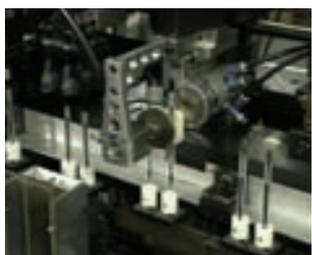
生活習慣病は大人だけでなく、子どもの身体も蝕み
始めている。その克服のための米国国家プロジェクト
“フラミンガム心臓研究”の町をあげての数十年に
わたる運動に注目し、日本の対策に思いをいたそう。



「生命への警鐘」
—米国フラミンガム町
からのメッセージ—
(財)日本科学映像協会
<http://kaeikyo.net/>
(財)日本科学技術振興財団
<http://www2.jsf.or.jp/>
ライフサイエンス出版
<http://www.lifescience.co.jp>
以上がVHS、DVDを貸し出す。

ものはどのようにつくられるか

15分のTVシリーズ。ものがどのようにしてつくら
れるかを克明に追う。ボールペンや便器など、身の
回りの製品ができるまでをストレートに描きつづけ
て160本。ちょっと暇のできた時に見るのに最適。



サイエンスチャンネル
THE MAKING
毎日18:45～19:00
<http://sc-smn.jst.go.jp/>

Exhibition

横浜中華街のミニ水族館。

中華街ど真ん中に開館。小さな珍魚・怪魚が多く見
られて楽しい。吉本らしい笑いの工夫もあり、寿司
ネタの魚が泳ぐ水槽もある。砂に潜むオニダルマオコ
ゼが、餌を与えられると瞬時にとびつくのも面白い。



よしもと
おもしろ水族館
<http://www.omoshi-rosuizokukan.com/>

産総研の展示室がオープン

産業技術総合研究研の新しい成果を紹介する展示室。
いやしロボット「パロ」や人型ロボット「HRP-2」、
合体変型ロボットなどがいる。20点あまりの展示物
をガイドが実際に動かしながら案内してくれる。



サイエンス
スクエアつくば
<http://www.aist.go.jp/>