

JST News

Vol.3/No.8
2006/November

11 月号

Special Report

地域からの イノベーション





地域に合ったイノベーションを起こすための支援は重要である。三重県英虞湾の浄化に取り組んだプロジェクトも、地域ならではの研究開発プロジェクトだ。写真は水質の常時観測を行うブイ。

What is JST?

JSTと地域の科学技術振興

Japan Science and Technology Agency

これからの地域経済を支える地域発の新産業の創造に向けて、JST(科学技術振興機構)は、産学連携への取り組みをベースに、さまざまな体制で事業を展開しています。

新産業の創出に導くキーパーソンが、「科学技術コーディネータ」と呼ばれる人々です。民間企業などにおいて研究開発の第一線で活躍した人が、これまでに蓄積した経験をもとに、研究者や民間企業との交流を通じて、技術やノウハウの目利きとなります。

地域の特色ある研究開発活動の営みに欠かせない人材として、全国の研究成果活用プラザやJST サテライト、都道府県の連携拠点機関において活躍しています。

編集長
福島 三喜子

編集委員
古旗憲一 長谷川奈治
佐藤雅裕 笹月俊郎
和木文敏 飯島邦男

瀬谷元秀

制作協力
サイテック・コミュニケーションズ
(株) 学習研究社 科学創造研究所

表紙画
五十嵐仁之

デザイン
グリッド

写真撮影・提供

由利修一
松見豊
Epion社
山田公

C O N T E N T S

03 People

自然科学を社会・政治にも応用

北川正恭 早稲田大学大学院公共経営研究科教授

04 Special Report

プラザ館長座談会

地域発イノベーション創出を どう考える

2006年4月からJSTの地域振興施策が一本化され

「地域イノベーション創出総合支援事業」がスタート。

5人のプラザ館長に、新しい事業の評価、問題点などを語ってもらった。

08 R&D

大気中の微粒子を個別に調べる

レーザーイオン化質量分析技術

10 Technical Transfer

産学連携で生まれた日本独自の技術

クラスターイオンビームが実用化へ

12 Information

海外向け情報サイトが充実

日本の科学技術情報を世界に

14 Trend

イノベーション・ジャパン2006—大学見本市 大学の知、企業の目

15 Column

オープンソース活動と民主主義

西村吉雄 早稲田大学科学技術ジャーナリスト養成プログラム客員教授

16 Entertainment

落語で発見! お江戸の科学

紙屑屋

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

自然科学を社会・政治にも応用

産廃税の導入や、英虞湾の浄化プロジェクトなど、三重県を環境先進県に押し上げた北川正恭さん。
 サステイナブルな社会を目指して、科学、政治の枠を超えた幅広い活動を行っている。



早稲田大学大学院
 公共経営研究科教授
北川正恭

知事と科学技術プロジェクト？ どうせ下から上がってきた書類に判を押すだけじゃないの——。そんな疑問は浅学の故だと知るのに時間はかからなかった。

なにしろ三重県で自治体として初めて産廃税を導入し、日本環境経営大賞も創設した仕掛け人だ。知事時代に、選挙で「公約」に代わる「マニフェスト」を提唱したと言えれば思い出す人も多いだろう。「環境と産業は対立するものではなく、同軸のもの。環境的な配慮が経済成長にもつながる、ウィン・ウィンの関係だ」と明快に話す。

知事在任中の2002年にスタートさせた「閉鎖性海域における環境創生プロジェクト」は、真珠養殖で有名な三重県志摩半島の英虞湾の海の力を取り戻すための試み。JSTの「地域結集型共同研究事業」の1つで、漁業者から大学、土木産業など幅広く巻き込んだ動きになったのが特徴だ。「基礎から応用まで、広範囲の知と技術を統合した」と現在も継続するプロ

ジェクトを振り返る。

知事時代のもう1つの代表的な仕事は、2001年の産廃税の導入。自治体独自の財源を増やすため、企業が出す産業廃棄物の量に応じて税を取るアイデアも、最初は当然のことながら猛反発をくらった。

しかし、3回目の議会提出での可決は「満場一致」。そのカギは「ダイアログ（対話）と、ミッションオリエンテッド（目的達成を中心に考え、行動すること）」だと説明する。なぜ新税が必要なのか、このままいくと地域はどうなるのか、有限な環境の保全のため企業は何が出来るのか。科学データの裏打ちと合わせ、丹念に解きほぐしながら議会に浸透させていったという。

科学者は社会に対してあまり意見を言わない傾向があるが、「科学的合理性を社会的合理性にまで高める努力をしてほしい」と注文する。とはいえ、逆境をむしろ楽しむかのような語り口には、明快な論理構成と、底抜けの楽観、朗らかさを感じる。

現在は、早稲田大学で議員、知事時代の実践経験を伝えるほか、新しい日本をつくる国民会議（21世紀臨調）の共同代表の1人として講演などに忙しい。科学と政策を融合し、サステイナブル（持続可能）な社会を目指す運動にも取り組む。

蝶の羽ばたきのような小さな動きが、台風のような大きな現象を起こしうるという複雑系の言葉「バタフライ効果」を、マニフェストに続き「再び流行語大賞にしたい」と茶目っ気たっぷり話す。知識、実績、そしてウィット。こんな先生に学べる学生がうらやましい。（読売新聞 吉田典之）

プラザ館長座談会 地域発イノベーション創出をどう考える

これからの地域経済を支える科学技術の振興を図るため、JSTでは様々な事業を行ってきたが、2006年4月に地域振興施策を一本化し、新たに「地域イノベーション創出総合支援事業」として再出発した。全国16カ所の研究成果活用プラザやJSTサテライトは、地域の拠点として一層の活躍が期待されている。5人のプラザ館長に新体制の評価や要望などを語ってもらった。

司会（齊藤仁志・JST地域事業推進部長） 地域イノベーション創出総合支援事業が新たにスタートし、「シーズ発掘試験」「育成研究」「地域研究開発資源活用促進プログラム」「地域結集型研究開発プログラム」という4つのプログラム（左下の欄外注を参照）が実施されています。今日は研究成果活用プラザ（以下、プラザと略）の5人の館長に、新たな事業体系のなかで地域・プラザ・JSTが果たす役割や各プログラムへの要望、問題点などについてご意見をいただきます。まず今年で2年目となるシーズ発掘試験についてお願いします。

シーズ発掘試験

独自の評価基準作りを

大味：本題に入る前に、イノベーションという言葉ですが、予算のキーワードになっています。この座談会も19年度予算に向けて良い議論になるといっています。

シーズ発掘ですが、今年の応募総数が5500件を超えました。そのなか

ら1000件の採択課題を選び、来年度に向けて非常によい形ができたと考えています。

飯塚：プラザ宮城のテリトリーの研究機関は、一強とその他多数という形で、一強以外の機関がもっと研究支援を得るチャンスを作ることが大きな課題です。そのためには各機関のテーマを育てていくことが重要で、シーズ発掘試験は、優れたシーズを見つけ出すよいチャンスだと思います。問題は、この趣旨と外部評価委員の認識にずれがあることです。シーズの育成は、人間に役立つモノを最終的に作り上げることが目的にも関わらず、外部評価ではシーズそのものの新規性・独創性・優位性が議論されるケースが多いのです。しかし、シーズは既存のもので目新しさがなくても、いろいろなシーズを組み合わせて出てくる技術や商品、サービスに新規性や独自性や優位性があれば、十分にシーズ発掘試験の趣旨には合致するはずで、評価基準を目的に合わせてより明確に変えていく必要があると思います。

村井：シーズ発掘試験は大学で非常に歓迎されており、大成功だと思います。「数は力なり」で、今年は1000件が採択されたことで、完全に研究者たちに認知され、ひとつの目標になったと思います。実用化の評価基準は、非常に幅広く考えて、ローテクをとるような短期的な実用化と、今は芽が出るかどうかかわからないが非常に志の高い方向を目指している長期的な実用化、その両方を見ればよいと思います。私が心配しているのは、JSTが行っているFS試験（実用化のための可能性試験）の追跡調査で「実用化になったかならない

シーズ発掘試験とは

コーディネータによって発掘された大学などの研究シーズの育成と、実用化に向けたコーディネータ活動の支援を行う制度。支援規模は最大1件200万円。平成18年度は全国から5621件の応募があり、1008件が採択された。

育成研究とは

大学などの研究成果で実用化が望まれる技術について、大学などの研究者と企業や機構の研究員が共同で実用化に向けた試験研究を行うプログラム。研究費は年3000万円程度で研究期間は2～3年間。採択件数は各プラザ・サテライトで2課題程度。

地域研究開発資源

活用促進プログラムとは

地域の科学技術振興事業の成果や産学による共同研究の成果について、企業化に向けた研究開発を産学官の研究機関が共同で行い、地域企業に円滑で効果的な技術移転を図ることを目指している。研究費は年3000万～1.5億円で研究期間は1～3年間。平成18年度は8課題が採択された。

地域結集型研究開発プログラムとは

地域として企業化の必要性の高い分野の個別的研究開発課題を集中的に取り扱う産学官の共同研究事業。予算は1地域あたり2.4億円で期間は5年間。平成18年度には2地域（東京都、熊本県）が採択された。



大味一夫
プラザ北海道館長

か」を全ての研究者に聞いている点です。これは大学の力を削ぐ方向でしょう。大学は研究者をかなり自由にさせながら、その中でベクトルが社会に役立つ方向を向いていけばよいと思います。JSTが考えている実用化に関して、この追跡調査が大学に与えている大きな誤解は解かなければいけない気がします。

持田：この事業に、FSから地域資源活用プログラムまで、金額、研究主体と幅の広い支援がそろってきました。常に実用化を念頭に置きながらも科学技術、さらに実用的な成果に対する重みの置き方のニュアンスを調節することが可能になったと感じています。理想は、新しい科学、新しい技術そして大きな実用の3つが揃うことです。この理想を追いつつ、各個の研究に素質が秘められているか、その発展として何が期待できるかを問いつつ、どう育てていくかを館として考えていきたいと思っています。

持田 勲
プラザ福岡館長



司会：本制度について持田館長は新しいアイデアをお持ちのようですが。

持田：テーマや人間の顔ぶれなどを少しこちらで設定するような募集もやってみたいと思っています。これは今後、組織的な研究を地域で行ってもらうために、特にシーズの育成など比較的若い人が参加してくる中でそういう土壌をぜひ作りたいと思っているからです。例えば、企業の経験豊富な研究者に長になってもらい、その下に数名の研

究者がいるようなグループを考えています。私どもは全体で100件足らずの採択なので、そのうち10～15件程度を考えています。現在、北部九州地区でナノマテリアルの安全性や生物利用といったテーマで行うことを提案しています。

育成研究

JST独自のシステム、 もっと採択数を

司会：育成研究については、成果、結果を求められるところが多分にあります。ご意見をお聞かせください。

大味：育成研究を予算化した時の研究フェーズですが、JSTには基礎研究があり、技術移転の制度もある。その中で、応用研究を強化したいという訳です。基礎研究に続くフェーズを担当して、応用の可能性をたくさん出して、そこで出てきたものを技術移転の制度につないでいこうと。現在は、その前のシーズ発掘が始まり、来年は新しい制度の話が出ています。応用研究が細分化されていくわけですね。きちんと整理し直すことが必要だと思います。また、JSTの技術移転だけではなく、新しい制度が出てきて競合する。ほとんど仕分けができなくなる。そのうちに、新しくできた制度のために大事な制度の影が薄くなるようなことがおきてくると思います。

飯塚：育成研究は、他に比較するものがない特徴のあるシステムだと思います。お金を出して終わりではなく、計画づくりや企業側のビジネスモデルづくりに全面的にコーディネータが参画して、非常に緻密な計画ができています。さらに、実行段階で中間のフォローもきちんとやっていき、ゴールに向かって効率的に計画を進めていく体制は、おそらく他省庁のプロジェクトを含めてもほとんどないと思います。しかし、それだけの体制をつくって、1テーマの年間予算がわずか3000万円とは、あまりにももったいない。もっと大きな事業として捉える必要があると思います。

松波：非常にユニークなスタイルだと

思います。それほど大きな予算規模ではないのにルーズカップリングではなく、産と学がチームを組んで出口に向かう、コーディネータが自分の課題だという認識で動いているところは他に例がないと思います。ただテーマ数はもう少し多いほうがよいですね。

持田：がんばって応募してもらっても2件しか選べないのでは、翌年の応募は大幅に減ってしまいます。また予算は、プラザ内での研究という前提があれば、妥当な額かなと思います。ただテーマが次々に変わると、現在の大学の事情がだいぶ違ってきているので、プラザで研究することの魅力をもっと大きくするために運営費用をもう少し用意していただければと思います。反省点は、研究のゴールから見ると参加企業の熱意がどれだけあるかが大切で、今までの評価委員による評価だけではその点がかなり欠けていたと思います。

村井：育成研究はよい制度だと思います。プラザ大阪が心がけているのは、まずよいネタを選定すること。それで8割方は勝負が決まります。2番目は徹底した秘密保持。3番目は企業の本気度を現場に行き確認、維持する。4番目は、ゴールとなる出口は「実用化」では曖昧なので、どういう形でもよいから「商品や技術として売上が立つ」ことに決めています。

村井真二
プラザ大阪館長



飯塚：企業が本当にやる気があるかどうか、事業にするとしたらどこまで勝てる商品を考えているのか、そこをク

リアにすることで成否は変わってきます。その点で企業訪問はたいへん重要です。

村井：企業は開発テーマをA、B、Cというようにランク分けして持っています。Cランクが少しでもBランクに近づき、Bランクが少しでもAランクに近づいてくれたら、つまり他と比べて少しでも頭を出してくれたら、たいへんなメリットなのです。

飯塚：育成研究は、企業から見ると、大学と研究を進める際の通常のペースよりも相当に速いと思います。我々も目標からずれないように大学側にかなり枠をはめていますので、効率がよくなっています。本当に事業化を考えている企業にとっては、非常にメリットがあるのではないかと思います。

松波：研究員や技術員が張り付いて研究を行うので、これまでの大学との共同研究のように学生さんが自分の空いた時間で行っているものとは、まったく違うと思います。この4月にスタートしたテーマでも、すでに2つほど特許につながるような話が出ています。

地域研究開発資源活用促進プログラム

地域事業としての方向性の整理を

司会：シーズ発掘から育成研究、その育成研究をあとひと押しする意味で、今年から地域研究開発資源活用促進プログラムを始めました。

松波：このプログラムをセットしていただいたので、育成研究の位置付けが非常に明確になったと思います。つまり、研究室・ラボレベルでのプロトタイプを作ることをまず育成研究のターゲットにして、次に何をすれば商品になるかということを考える企業側の強い意志を入れて資源活用のステップへと入れる。新しい芽が出始めている研究に対しては、「ぜひ資源活用のプロポーザルに今から取りかかってください」という提案ができます。

大味：「最近、地域事業の哲学がおかしくなっている」との声が聞こえています。第1期の科学技術基本計画に「地域の科学技術資源を総動員する、活用する」「地方公共団体と連携して」と書いてあります。資源活用促進プログラムはそうなっていませんね。

地域結集という制度が地域事業のモデルだと思います。科学技術基本法や科学技術基本計画に沿ってスキームが出来あがっていて、地域としても使いやすい制度として人気があったのですが、知的クラスター創成事業が同じようなスキームで始まって、影が薄くなってしまった。地域結集とか資源活用も含めて、運用のスキームを整理したらよいと思います。

村井：地域でやることの付加価値をもう少し強調できるシナリオを考える必要があると思います。例えばフェイス・トゥ・フェイスで刺激し合うのがイノ

ベーションの源泉だということを幹に立てれば、地域そのものですから、そういうプランを入れ込んでいく必要はあると思います。

地域結集型研究開発プログラム

プラザが調整と舵取り役に

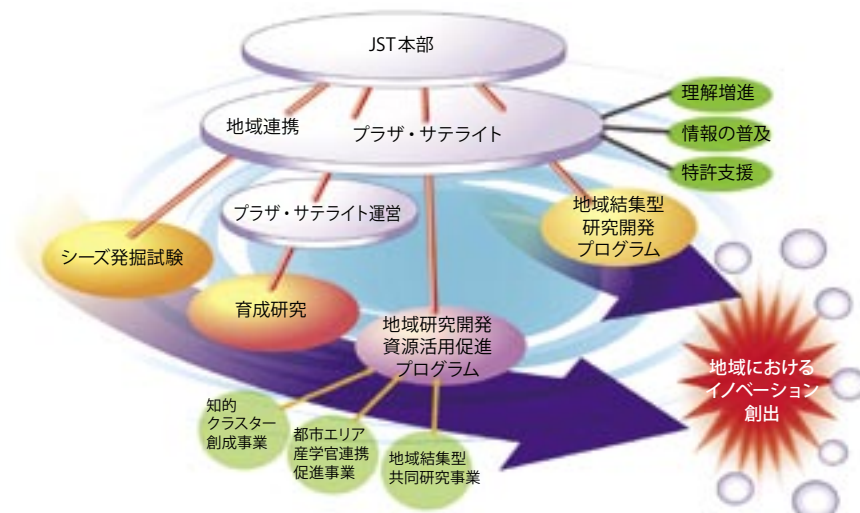
司会：地域結集型研究開発プログラムですが、松波館長と村井館長は、事業化推進委員として関わっておられます。

松波弘之
プラザ京都館長



松波：先日初めて会合に参加した奈良県の企業化促進委員会は、県の特産物を活用するための実用化技術の開発で、産業の育成をいかに図るかをテーマにしています。大学側は品種の違いをDNA解析で明らかにする技術を開発していて、それにより特産品がいかに他と違うかを明確にするから、自分のブランドで売ったらどうですか、と言われるのです。ところが、受け皿側の起業化推進委員は、それよりも北と南で生産品の質が揃うよい種や木を作って欲しい、という要望を持っています。こういういくぶん噛み合わない状況があります。プラザでの育成研究と比べて、ルーズカップリングであることに問題があるように思います。プラザが取れるスタンスは、もう少し詰めてやりたいものは他にもサポートのシステムがあるのでご相談ください、というような言い方しかできないのが現状です。

村井：プラザ大阪でも似たような状況



シーズ発掘試験から、育成研究、地域研究開発資源活用促進プログラムという流れで地域の有望なシーズを見つけ、実用化につなげ、イノベーションを起こす。一方、地方自治体とも連携をとって行う地域結集型研究開発プログラムもある。

です。利害関係者ばかりが集まっているので、利益相反の固まりみたいなものです。そこに技術的なコーディネータとしてプラザのアドバイザーが行き、館長が参加するのは、調整役プラス、進む先を「こちらじゃないの?」と示す役になることが有用な気がします。

司会：地域結集型は、自治体が一所懸命に取り組んでいて、中核機関で作業してもらおうのですが、監視役がいません。今後、プラザ・サテライトの館長さんには地域結集型にも積極的に関与していただきたいと思います。

理解増進活動

JSTの知名度もアップ

司会：シーズ発掘や育成研究がプラザの本流ですが、最近ではプラザの活動として、理解増進や情報の普及、特許支援と事業が非常に幅広くなってきています。いくつか事例をご紹介しますか。

大味：北海道では、新聞社と組んで地域イノベーションフォーラムを開きました。これには400人以上の参加があり、JSTが一般にかなり知られるようになったと思います。もうひとつは道庁と組んだ子供たちのためのサイエンスパークです。1日だけのイベントに保護者も含め4000人が集まりました。大きな広場で実験したのですが、最初は戸惑っていた子供たちの目がだんだんと輝き最後は本当に熱中してやっていました。

松波：プラザ京都は住宅地の近くにあります。何をやっているのかを地域に説明する責任があるので、3つの学区の小学生を相手にプラザで親子科学教室を年2回開いています。今年の9月には午前・午後で親子230人が参加しました。理解増進的なニュアンスはあるものの、あくまでも近隣に対する親睦会という感じでやっています。また今年の夏休みには、応用物理学会の関西支部と京都市教育委員会とともに、リフレッシュ理科教室の実験教育イベントも開きました。

持田：福岡は市の教育委員会と組み、JSTサイエンスレンジャーに依頼して、

プラザと周辺の小学校で実験を行っています。また福岡市が主催する夏休みの自由課題研究の評価と表彰もプラザで行っています。地域イノベーションの集会でロボットのイベントも行いました。実験、イベントとも立ち見が出るほど好評でした。

コーディネータについて 地域内での連携も強化

司会：コーディネータについては、どんなご意見をお持ちですか。

飯塚：私が期待するのは、最終的にいろいろな大学などのシーズが事業になるためには、単に出会いの場を作るだけでなく、最後まで見据えてどうアドバイスできるか、そこだと思うのです。コーディネータには認定制度もないので、かなり気楽に取り組んでいる人もいますので、目標を与えないと難しいところがあると思います。



飯塚尚和
プラザ宮城館長

司会：福岡では、シーズ発掘試験を契機にオール九州のコーディネータ会議を作られたということですが。

持田：産業技術総合研究所、県、プラザの各々のコーディネータを連携した形の会議です。まだ、必ずしも参加者の利害が同じではありません。ただ、シーズ発掘試験を通してプラザが主体性を持てるようになってきたとは思っています。それからコーディネータの役割については、FS、実証、シーズ、育成と、我々のコーディネータ1人が年に1つか2つは次のステップにつな

げられるようになってきているので、たいへん満足しています。

村井：大阪・兵庫・和歌山は事業所数や大学数がかなり多く、3人のコーディネータだけでは、どうしても各人の個性と得意分野による活動になっています。今の段階では、お互いのノウハウを交換しながら、足りないところは応援し、うまくいっているのですが、やはり、もう少し人数が必要でしょうね。

松波：京都でも非常に活性度が高く、本当に自分のミッションのように考えて、それぞれの育成研究テーマに取り組んでいます。連携については、プラザ京都の発足より前に、京都市、京都府、京都商工会議所が「京都産学公連携推進機構」というコーディネータの横のつながりを京都府圏内だけで作っていました。今は京都商工会議所と共催の形をとりながらその連携をうまく進めています。

大味：北海道は広くて国立大学も各地に散在しています。そこで、地域事業らしく道庁と連携して対応しています。まずJSTと北海道が連携協約を結び、それに基づいてコーディネータが動いています。シーズ発掘試験ができて、うちのコーディネータが地域に広く散っている人々を主導しながら、一緒にやっていく動きが出てきました。また単にシーズを集めるだけでなく、育成研究につながるようなものが出てきています。

飯塚：東北も、新潟を含む東北7県でプラザ・サテライトと東北経済連合会および(株)ICRと一緒に、新しいプログラムを作ろうとしています。我々のFSの制度と東北経済連の支援を相乗りにして、シーズ発掘試験で活躍しているコーディネータや公設試験所の関係者、評価委員など、核になる人を何人か各県で選定し、シーズとニーズをマッチングする、育てるための支援プログラムを起こそうと検討しています。

司会：今後も皆さまのご意見をいただいで、シームレスな研究活動支援と柔軟な運営をしていきたいと思っています。ご協力をお願いいたします。

大気中の微粒子を個別に調べる レーザーイオン化質量分析技術

大気中に浮遊する微粒子(エアロゾル)には謎が多い。

その解明には組成分析が不可欠だが、個別粒子を測定する方法が確立されていなかった。

レーザー技術を熟知していた研究者が、新しい分析装置を生み出した。

秋が深まるにつれて大気が澄んでくるように感じるが、冬の空は夏の空よりも汚れている。木の葉が落ちて光合成による大気の浄化作用が低下し、上昇気流が減って大気が拡散しにくくなるためだ。

空気を汚しているのは、硫黄酸化物(SO_x)や窒素酸化物(NO_x)などの気体成分だけでなく、大気エアロゾル*と呼ばれる固体や液体の粒子の影響も大きい。ところが、エアロゾルの発生源や生成過程はよくわかっていない。その解明に向けて開発されたのが、レーザーイオン化個別粒子質量分析装置である。

化学反応を起こし、オキシダント(酸化性物質の総称)とともにエアロゾルをつくる。これが光化学スモッグで、近年その発生量が増えている。

エアロゾルは地球規模の気候にも影響を及ぼしている。多種のエアロゾルが、太陽光を散乱したり、雲の核をつくることにより、温暖化を抑制する。一方で、煤のような黒いエアロゾルは太陽光を吸収し、温暖化を促進する働きをしている。

エアロゾルが環境や気候に及ぼす影響を調べるため、その空間・時間分布が各地で観測されている。しかし、1個1個の粒子の化学成分や形状を、採取した場所で分析する方法は確立されていなかった。

これまでは、野外に置いたフィルター上にエアロゾルを集め、それを実験室に送って分析していた。収集には数時間以上かかるので、その間に化学反応が起こり変質してしまう。また、多数の粒子を一緒に分析するので、たとえば2つの化学成分が検出されたとき、個々の粒子に2成分が含まれるのか(内部混合)、成分の

タイムラグによる粒子の変質

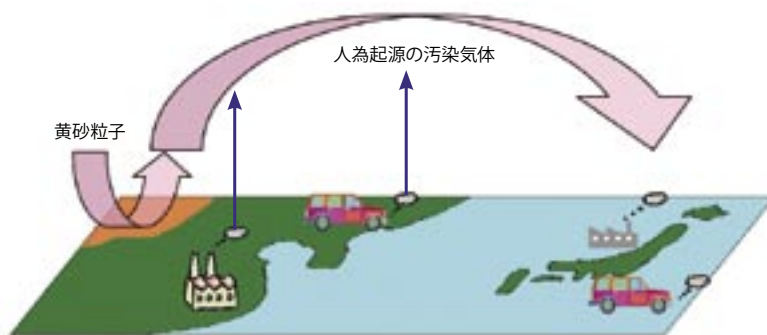
エアロゾルには、自然起源の海塩や土壌などと、人為起源の化石燃料の燃焼による煤煙、自動車の排ガスなどがある。大きさは $10\mu\text{m}$ (マイクロメートル)から $0.001\mu\text{m}$ 、 $1\mu\text{m}$ 以下の微小粒子は私たちの気管を通りやすく、肺疾患を引き起こす。また、工場や自動車から排出される揮発性有機化合物(VOC)は、大気中で光

* エアロゾルは学術的な用語。日本では、環境規制上、粒径 $10\mu\text{m}$ 以下の粒子に相当するものを浮遊粒子状物質(SPM)と呼び、その重量濃度を規制している。

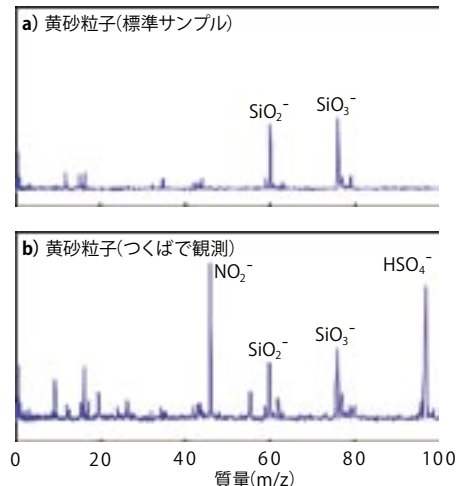
** 先端計測分析技術・機器開発事業とは

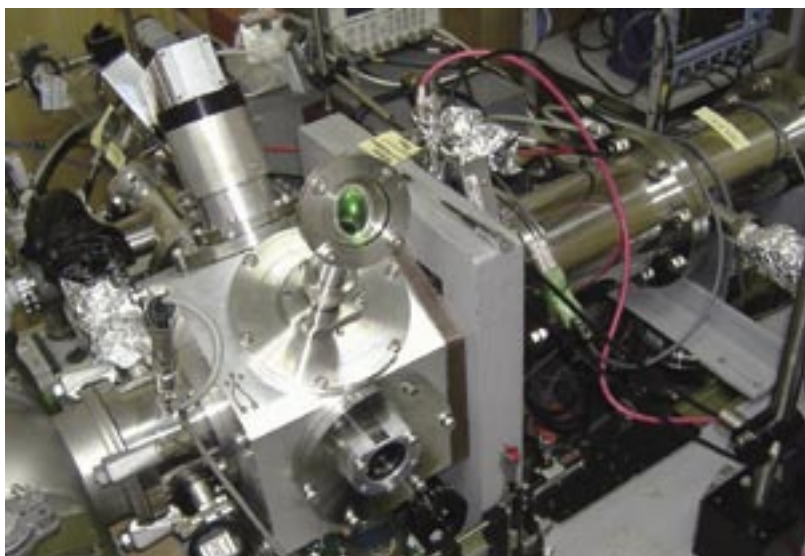
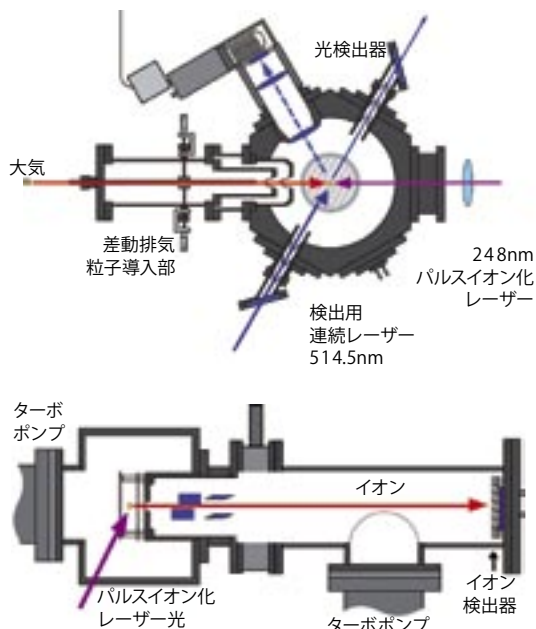
最先端の研究ニーズに応えるための計測分析技術・機器の開発を推進しているもので、この開発は平成16年10月から平成21年度末(予定)までのプロジェクトとして採用されている。本事業の詳細については、

<http://www.jst.go.jp/sentan.html>



黄沙粒子の輸送と変質過程 a)とb)は、レーザーイオン化個別粒子質量分析装置で測定した黄沙粒子の質量スペクトル。a)は中国の砂漠地帯で採取した標準的な粒子を人工的にエアロゾルにしたもので、土壌起源のケイ酸塩由来(SiO_2^-)のイオン信号が見られる。b)はつくばで採取したエアロゾルで、硝酸塩由来(NO_2^-)と硫酸塩由来(HSO_4^-)のイオン信号が見られ、黄沙粒子が変質したことがわかる。





レーザーイオン化個別粒子質量分析装置 エアロゾル粒子の導入部、粒子の検出・サイズ測定器、粒子の気化・イオン化部、イオン検出器などで構成される。左上は断面図、左下は側面図。

異なる2種類の粒子がたまたま同時に存在しているのか(外部混合)を区別できないといった問題があった。

レーザーがファクター

化学反応の基礎的な研究では、気体分子の反応や検出に、種々のレーザー光が盛んに応用されている。

「気体分子の反応解析の手法を、大気エアロゾルにも応用できるのではないか」。こう考えた松見豊・名古屋大学教授は、新しい分析装置の開発に取り組んだ。微小なエアロゾル粒子を1個1個検出するには、高感度の分析法が不可欠だ。ナノ(10^{-9})秒レベルの時間幅の紫外波長領域パルスレーザーを用いて瞬間的に大きな光エネルギーを集中すれば、分子と同じように粒子も気化・イオン化するだろう。レーザー光の制御はこれまでの分子反応の研究でお手の物だ。

エアロゾルを含む大気を、まず真空度の高い容器内に導く。1秒間に10~100回のパルスで発振するレーザーを、粒子1個1個に命中させるには、時間的・空間的な狙いが必要だ。別の青色レーザーを連続的に照射し、粒子が青色レーザーを横切ったときに出る散乱光から、個別粒子の位置を検出するようにした。

パルスレーザーによって生成されたイオンは、電場で加速する。軽い

イオンほど速く飛ぶので、飛行時間の違いから、質量スペクトルが得られる。これから、粒子1個に含まれる化学成分が同定できる。

採取から分析までの時間はわずかミリ(10^{-3})秒、リアルタイムの分析法が実現した。

実用の計測装置をめざして

新しい分析法は「レーザーイオン化個別粒子質量分析装置」としてJSTの先端計測分析技術・機器開発事業の課題に採用され**、その開発が進んでいる。試作機は、黄砂の組成分析でその性能を発揮した。

黄砂は中国内陸の乾燥地帯で舞い上げられる土壌粒子で、偏西風に乗って日本まで運ばれてくる。飛来する途中で、中国や韓国、日本の工業地帯から排出される SO_x や NO_x と反応し、生成物が付着しているのではないかと予測されていた。

そこで、つくば市にある国立環境研究所(環境研)において、ライダー(レーザーライダー)で黄砂の飛来を観測し、レーザーイオン化個別粒子質量分析装置で組成を調べた。そのデータを、中国内陸部で採取した標準粒子と比較したところ、硫酸塩と硝酸塩を含んでいた。日本まで来る間に、大気汚染物質をかなり吸着していることが確かめられたのだ。

この吸着作用によって、「黄砂が酸性雨の影響を緩和していると考えられる」(松見教授)。酸性雨の原因となる硫酸や硝酸が、黄砂のアルカリ性成分で中和されるからだ。

2006年春には、沖縄本島北端の環境研エアロゾルステーションにこの装置を運び、アジア大陸から飛んでくるエアロゾルを2カ月間にわたって測定。より広域の観測データの収集を目指している。

大気の計測だけではなく、環境研の大型光化学スモッグチャンバー内では、人工的に有機エアロゾルを生成し、その成長過程を調べた。これは、自動車や工場の排ガス中の有機物から有機エアロゾルがどのようにして生成されるかを推測する実験といえる。ディーゼルエンジンとつないで、エンジンの運転条件で有機成分の排出状況がどう変化するか解明にも取り組んでいる。

レーザーイオン化個別粒子質量分析装置は今、より微小なナノサイズの粒子の分析に挑戦している。プロジェクトの目標は、大気や自動車排ガスの計測だけでなく、ダイオキシン前駆体、シックハウス症候群原因物質などの危険物質を監視する実用機器の開発もある。さらなる技術的な発展が期待されている。

(サイエンスライター 福島佐紀子)

産学連携で生まれた日本独自の技術 クラスターイオンビームが実用化へ

実用化は困難といわれたクラスターイオンビーム技術が、いよいよ花開こうとしている。
大学のアイデア、企業の技術力、そして国からの資金、三者の協力によるものだ。
ナノテクノロジーに革命をもたらすこの技術は、産業化に向け着々と歩みを進めている。

材料を傷つけることなく高速に表面加工ができるクラスターイオンビーム。デバイスの浅い部分にのみイオン注入したり、超平坦表面を形成したり、高精度の薄膜形成を行うことができる(下図)。いずれも従来の技術ではできない高度な加工技術である。

20年かけて産業化へ

クラスターイオンビーム技術は、基礎研究から20年もの歳月をかけてようやく産業化にこぎつけようとしている。開発の先頭に立つ山田^{いさお}公・京都大学名誉教授は、「はじめにこの技術の有効性を認めて、資金面での協力を申し出てくれた新技術事業団(現JST)の井上邦弘さんのおかげです。彼の英断がなければ、この技術が日の目を見ることはなかったでしょう」と、まず感謝の言葉を口にした。

1980年代、学会や産業界はクラスターイオンの生成にきわめて懐疑的であった。しかし、京都大学イオン工学

実験施設において、山田教授がクラスター生成を明らかにするための基礎研究を始め、強力なガスクラスターイオン生成の可能性を見出した。これが新技術事業団に評価され、1988年から本格的な基礎研究への支援が始まり、基本特許が出願された。

JSTの支援を受けた研究はさまざまな紆余曲折を経て進み、90年代からはプロセス開発と装置開発を行っていく。95年にはイオンビーム装置の開発製造の本場、ボストン近郊にあるEpion社が共同研究のパートナーとして名乗りを上げ、産業用GCIB(ガスクラスターイオンビーム)の開発に着手。1999年に商品化され、現在では300mmウエハー用半導体プロセス装置が開発されている(左の写真)。

一方、1996年に、デカボラン・クラスターイオン注入技術を富士通と共同で研究し、極小トランジスター製作の可能性を示した。2002年には日新イオン機器が新たに産業用デカボラン注入装置を開発し、これがクラスターイオン注入の先駆けとなった。

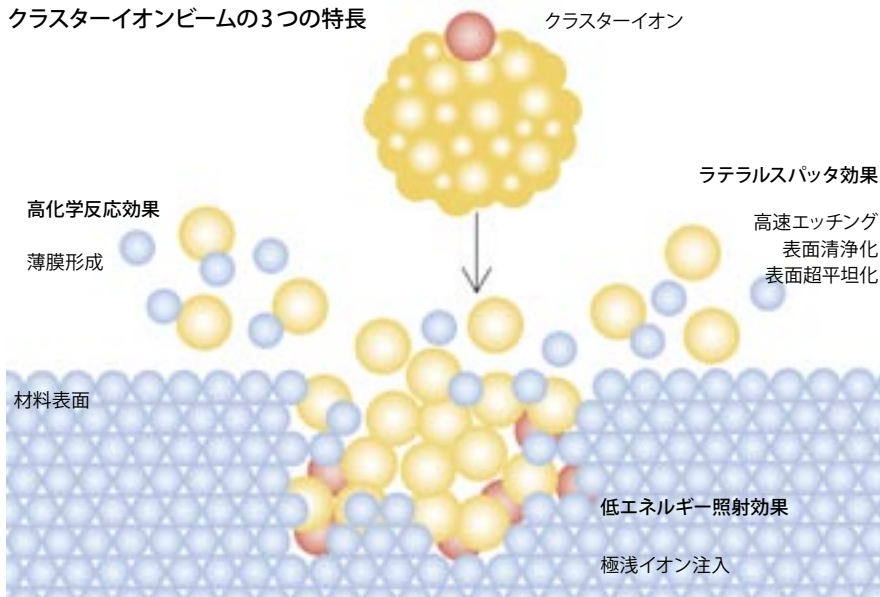
2000年以降は、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)のミレニアムプロジェクト「クラスターイオンビームプロセステクノロジー」や「次世代量子ビーム利用ナノ加工プロセス技術」などの研究資金を受け、産業用装置やプロセスの開発を行っている。

現在、研究資金は大阪科学技術センターが一括管理している。大学側の拠点は、兵庫県立大学高度産業科学技術研究所と京都大学量子理工学研究実験センターで、そこでは山田教授のかつての教え子たちがリーダーとなり、開発を進めている。

半導体プロセス用GCIB装置
300mm nFusion (Epion社)



クラスターイオンビームの3つの特長



材料に触れずに加工する

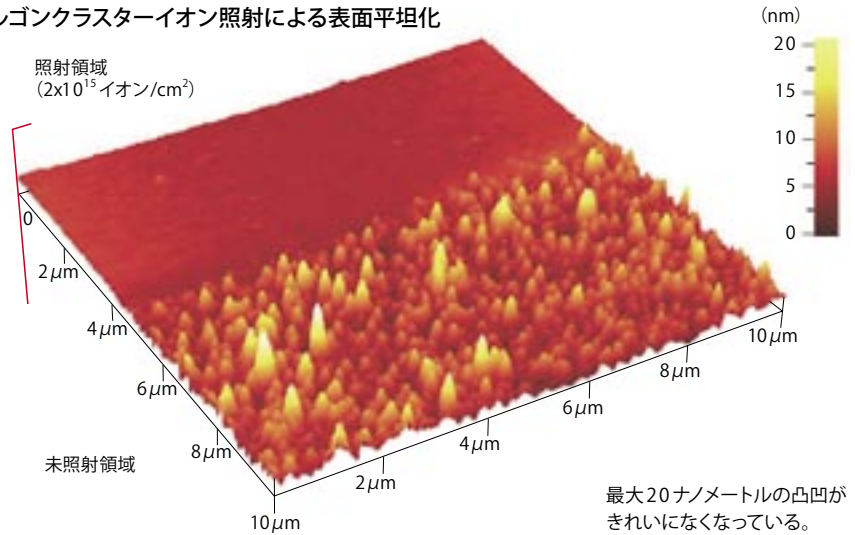
クラスターイオンビームは、固体表面にイオンをぶつけて改質や加工を行う新しいイオンビーム技術である。イオンビームは、電場や磁場による加速を可能にするためイオン状態にした原子を使う。しかしこの技術には、イオンのもつエネルギーが固体原子の結合エネルギーに比べて桁違いに高く、望んだ加工以上に固体を傷つけてしまう問題があった。

クラスターは、約1000個の原子が弱い分子間力によって結合している。この原子のうち1個だけをイオン化したものがクラスターイオンである。クラスターイオン全体のもつエネルギーは通常のイオンと変わらないが、1個1個の原子がもつエネルギーは約1000分の1となり、材料を必要以上に傷つけず加工することができる。また、一度にたくさんの原子を固体にぶつけられることも魅力である。

クラスターイオンビームの生成には、画期的なアイデアが採用されている。クラスターは極低温でなければ生成されず、以前は冷媒として液体ヘリウムを用いていた。しかし、山田教授は「原子を細いノズル口から噴出させることにより断熱膨張を起こさせ、それによる冷却でクラスターを生成」させた。このすぐれた方法によって装置はシンプルになり、またクラスター原子数のばらつきが少なく加工作業の効率が上がった。

クラスターイオンビームにはさまざま

アルゴンクラスターイオン照射による表面平坦化



な用途が考えられる。たとえば、材料表面の平坦化である(上図)。平坦化はこれまで研磨が主流であったが、砥石の磨耗やSiCのような超硬質材料に傷をつけるなどの課題があった。非接触加工であれば、これらの問題は解決する。

小型化が進む光デバイスの加工は工具の小型化に限界があるが、クラスターイオンビームであればどんなに小さくても加工できる。他にも、クラスターイオンビームの超低エネルギー照射の特長を生かして、材料と反応性のあるクラスターイオンを打ち込み深部に影響を与えることなく表面に薄膜を形成したり、半導体材料の範囲を限定してドーピングしたりできる。

技術で生きる国、日本

日本のナノテク市場は2010年には5兆円、2030年には26兆円といわれる

(経済産業省)。クラスターイオンビームの活躍の場は広がるばかり(下の写真)だが、知財戦略はどうか。

おもにJSTが所有する基本特許は平成5年から8年にかけて取得したもので、あと数年で期限が切れる。山田教授は「今後、基本特許が取れたとしても、権利は企業に譲ります。公知になっていて取れないかも知れません」という。

「日本が今後世界で生き残っていくには、独自技術の育成が不可欠です。日本には資源がありませんから、世界に対抗していくには技術を売りにするしかない。特許によって技術はある程度守られますが、模造品が平気で出回る国々では通用しません。他国が到底まねのできないノウハウを必要とする技術の蓄積こそ、日本の生きる道です」と続ける。

「そのためには将来性のある研究に対する投資が必要です。米国では個人や財団などが協力する場合がありますが、日本では国が投資をする制度があります。日本の将来を支える技術の“目利き”として、JSTやNEDOの果たす役割は重大です」と締めた。

山田教授はさらに現在の研究を展開し、「非接触加工」と「匠の技を技術に置き換える」をキーワードに、20年、30年後を見据えた次の技術の実現に向けて動き始めている。この時代を読む力と行動力が、クラスターイオンビームの成功を生んだのだろう。

(サイエンスライター 吉戸智明)

実用化開発が進められている応用分野

次世代半導体デバイスの製造
クラスターイオン注入による
極浅接合形成



HDD磁性薄膜センサーの製造
表面の無損傷超平坦化加工



次世代半導体
デバイス用基板の製造
超平坦SiC基板、
極薄SOI基板等の形成



圧電薄膜共振器の製造
表面弾性波フィルターの
周波数調整トリミング



光通信用DWDMフィルター、
ホトニクスデバイスの製造
極薄多層薄膜の形成、
表面超平坦化



極端紫外線(EUV)
露光システム用マスクの製造
超平坦、高精度形状創成

海外向け情報サイトが充実 日本の科学技術情報を世界に

日本の科学技術に関する情報の海外向けウェブサイトやデータベースが充実してきた。科学技術振興機構 (JST) は今年6月、海外向け科学技術情報源の総合案内ウェブページ、"Science Links Japan" (SLJ) を開設。また、8月に失敗知識データベースの英語版の公開を始めた。

日本の科学技術情報への関心は海外で1980年代に高まり、英語での情報発信を求める声が多く聞かれた。当時と比べ状況は改善されたが、インターネットが普及し、世界中から情報を得られるようになったにもかかわらず、ウェブサイトが日本語のみというところも多く、情報の広がりに限界があるのが現状だ。

求められる海外向け発信

"Science Links Japan" (SLJ) の一般公開に先立ち、JSTが日本在住の外国人研究者140世帯を対象にアンケートを行った。その結果、回答者61名の約半数が、日本の科学技術情報をウェブ上で調べる際の問題点として、「ウェブサイトの情報が日本語のみ、または英語である場合でも記述が非常に限定的であり不便である」と答えている。

在日外国人ジャーナリストも同様の意見を持つ。英国の科学雑誌「Nature」のアジアパシフィック特派員・ディビッド・シラノスキー氏は、ピアレビュー（専門家の評価）や論文へのコメントを得るため、その分野の日本人研究者をネットで探すのに苦労するという。

「米国の研究者であれば、名前を検索するだけで専門や研究業績などが一目でわかるサイトをすぐ見つけることができますが、日本の場合は、研究機関や大学の英文サイトが充実しておらず、時間がかかります」

日本の科学技術情報の 総合案内窓口として

JSTはこれまでも、JREC-IN(研究

者人材データベース)や、ReaD(研究開発支援総合ディレクトリ)など、データベース(DB)の英語版での提供を行ってきたが、さらに日本の科学技術活動の国際的認知度を向上させるためSLJを開設した(7月には、メニュー、説明文が中国語のウェブページも登場)。

これは、ネット上にある膨大な電子情報資源から、学術研究に有益なサイトを選別して組織化、検索・閲覧機能を付けて、非日本語圏の利用者に日本の科学技術情報源を分かりやすく案内する機能に重点を置いている。

具体的には、英語で入手可能な情報源を中心に約550のURLを収録し、英語での説明文を付与した。

また、科学技術情報を、「データベース」、「ポータルサイト」、「科学技術基本計画における重点分野」、「白書・報告書」、「統計データ」、「科学技術政策・研究機関」などに分類している。9月には、新たにウェブ上の英字新聞を中心とした「科学技術ニュース」を追加した。

米国の科学雑誌「Science」の日本支局長、デニス・ノーマイル氏は、SLJについて「使いやすく、役立ちそうですね」と話す。

在日20年になるノーマイル氏は、日々の取材活動において必要な情報は十分確保できているという。だが、「見たことのないサイトもあるし、日本語での情報収集が難しい人には、このようなリンク集は有益でしょう」と話す。

SLJは、今後もコンテンツの充実などを行い、日本の科学技術情報の

※ "Science Links Japan"
※ 失敗知識データベース英語版
<http://shippai.jst.go.jp/en/>



"Science Links Japan" トップページ。10のカテゴリーと15のサブカテゴリーに分類することで、すばやく目的のサイトを見つけることができる。

提供機関名	イギリス 安全衛生庁 (HSE)	ドイツ産業 協同組合 (HVBG)	フィンランド 労働生活研究所 (FIOH)	フランス 国立安全研究所 (INRS)	オランダ 応用科学研究機構 (TNO)	EU 共同研究 センター イスプラ研究所	国際原子力機関 (IAEA)
DBの種類	重大事故 事例DB	災害事故 危険物質データ	労働災害事例記事・ 文献	労働災害 事例データ	化学施設事故 情報データ	産業施設の 重大事故事例データ	原子力事故 事例データ
DB名	COMAH	—	—	EPICEA	FACTS	MARS	INIS
データ項目	35項目の 事故要因と 詳細原因項目、 事例分析の詳細	発生年月日、 事故対象者氏名、 年齢、性別、 結婚歴、事故種別、 原因、障害の程度	著者、発行日 記事番号 発生場所	国籍、性別、年齢、 職業、雇用形態、 労働組織、 夜間労働、 残業、発生原因、 傷病の程度、 事故の規模、 防護策の失敗原因、 技術的防止策、 特殊な隔離方法	事故種類 物質名 発生頻度 国 分野など	事故のタイプ、 危険物質、 事故発生源、 気象条件、事故原因、 事故の考察、 事故の範囲、 人的被害、環境影響、 国家的遺産、 物的損害、 生活導線の停止、 非常時対策、 事故の教訓	事例タイトル 著者 情報源 抄録 詳細内容 言語 国 文献番号

海外への発信力を高める予定だ。

失敗知識データベースの英語版も開設

英語版DBとして、今後多くの利用が予想されるのが、失敗知識DBの英語版だ。失敗知識DBの構築は、国の事業としてJSTが2001年6月から整備に着手し、昨年一般公開された。英語版の開設は今年8月だ。

約1000件の事故事例について、事故の種類、発生概要、原因、被害などの点から体系的に分類し、その中から代表的な事例約550のDBを作成。従来の事故事例DBが、事故概要、事故発生概要、事故発生原因、事故防止対策を基本としているのに対し、事故に至る経緯と因果関係を表すシナリオなどを加え、事故から得られる教訓の知識化に重点をおいている点が特徴だ。

失敗知識DB推進委員会で化学物質・プラント分野を担当した横浜国立大学・田村昌三教授は、「事故情報

は再発防止の観点から非常に大切で、その際、原因を体系的に整理・分析し、知識化することが求められます」

分析・執筆は各分野の専門家が独自の切り口で行っている。また、「失敗原因」、「失敗行動」、「失敗結果」を10ずつに分類し、^{まんだら}曼荼羅のような図で構造的に表している。たとえば、失敗原因では、「個人に起因する失敗」、「個人・組織のいずれの責任にもできない原因」、「組織に起因する失敗」、「誰の責任でもない原因」などに分類している。田村教授は、「何か事故が起こった場合、直接要因にしてしまうことが多いが、(その背景に潜む)間接要因を指摘することが重要です」と強調する。

海外の同様のDBも参考に

もう1つの特徴は、無料で一般公開されている点だ。DB構築にあたり、同委員会は海外調査も行ったが、一般公開されている例は多くない。米国では、たとえば、EPA（環境保護局）

が環境災害のDBを、OSHA（労働安全衛生局）が労働災害のDBを作成している。以前は一般公開されていたが、「9.11」の同時多発テロ以降、公開が制限されている。

一方、欧州で注目されるのが、MARS（大規模事故報告システム）のDBだ。これは、大規模事故についてその報告書式を統一し、欧州での事故報告の共有化を行うとしたもの。OECDにおける事故報告書式と共有化の話もあり、今後国際標準的な事故書式になることが予想されるため、「日本の失敗知識DBもMARSのフォーマットを参照しながら作成した」（田村教授）という。ただ、このDBも一般には非公開だ。

多言語化も視野に

田村教授は、失敗知識DBの英語版は海外の需要に応えるものだとその意義を強調する。「国際会議などで日本の化学物質に関する事故事例を発表すると、多くの研究者や行政関係者からより詳しい状況や、英文資料を求められます。日本からの情報提供はどこでも歓迎されます」

英語版作成にあたり、「原因と経過がわかるようにていねいに翻訳した」と田村教授。今後急速な経済発展が予想されるアジア諸国の人たちにも利用して欲しいと話す。

「かつて日本が経験したことを今、彼らが経験しています。今後、多言語化についても考えていきたいと思っています」（ライター 村上朝子）



(左)失敗知識データベース英語版トップページ。日本語版とほぼ同じ機能が使え、失敗まんだら(上)も見ることができる。

イノベーション・ジャパン2006-大学見本市 大学の知、企業の目

東京国際フォーラム地下2階の展示ホール。上階コンコースから見下ろすと、ところ狭しと並んだパネル、大学名の書かれた幟のぼりや提灯ちようちん、あふれる人々…ホールの活気がガラスの壁を越えて伝わってきた。

9月13～15日の3日間、国内最大の産学マッチングイベント「イノベーション・ジャパン2006-大学見本市」が開催された。大学研究者によるパネル展示やプレゼンテーション、国内外の有識者による講演・パネル討論会などのイベントが催され、3日間で来場者は約4万人に上った。

大学発の「知」にかける期待

「イノベーション・ジャパン」がスタートしたのは2004年。同年に国立大学が法人化し、また大学の知的財産本部や技術移転機関（TLO）の整備が全国的に進んで、「大学の知の効果的な社会還元」を求める気運が高まった時期だ。「大学の生み出す知こそがイノベーションの源」という期待のもと、国を挙げての大学見本市として「イノベーション・ジャパン」は登場した。

3年目となる今年は、大学発の最

先端の研究成果314件が発信された。「こんなに先端的なものばかり集めた展示会は他にない」「大学発なので、何があるか分からない面白さがある」と、来場者の言葉からも最先端の「知」への期待が感じられた。

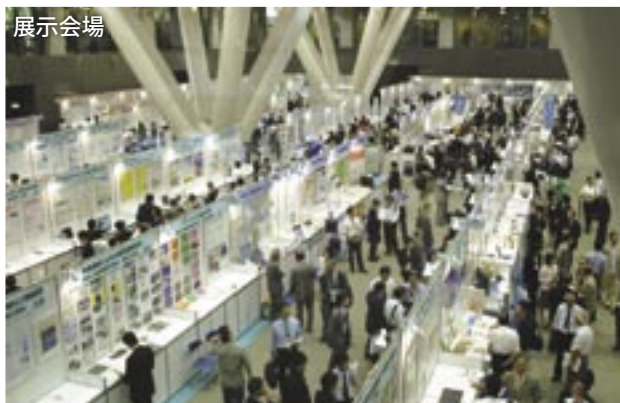
産学の交流がもたらすもの

今年の「イノベーション・ジャパン」では、「ナノテク・材料」「バイオ・アグリ」「医療・健康」「環境・エネルギー」「IT」「ものづくり」の6分野から研究成果が発信された。発信される研究成果の多様性を反映して、来場者の業種や所属する企業の規模も様々だ。「イノベーション・ジャパン」には、いろいろなスペクトルの人たちが来てくれる。「こんなに多くの企業人と話ができる機会は他にはない。いま企業が何を求めているか、どんな技術が足りないかが見えてくる」。出展した大学関係者の声からは、産業界との幅広い意見交換から、大学の研究に新たな展開の生まれる可能性がうかがえた。

一方、イノベーションの種を求めて来場している企業人からは、展示について少々厳しい言葉もあった。「研究のステージをはっきり示して、もっとアピールして欲しい」「パネルのタイトルがアイキャッチングになっていない。内容も細かすぎる」。最先端の研究成果だけに、様々なバックグラウンドをもつ来場者にアピールするにはもう一工夫が必要、といったところか。

昨年の「イノベーション・ジャパン」では終了後に400件を超す共同研究や特許の実施交渉が行われ、そのうち100件以上が契約締結まで進展したという。今年も出展者からは「共同研究や技術提携に関する具体的なところまで話が進んだ」といった声が聞かれた。今年の「イノベーション・ジャパン」から何が生まれるか。今後が楽しみだ。

(JST 荒岡礼)



西村吉雄



早稲田大学
科学技術ジャーナリスト
養成プログラム 客員教授

「不特定多数が参加するWeb2.0、それを象徴するオープンソース活動は民主主義に通じる。いずれも、参加する人が多ければ多いほど良くなる。『ご乱心の殿より衆愚がまし』。これが民主主義の本質だと思う。」

オープンソース活動と民主主義

衆知を集めるオープンソース活動

これまでをインターネットの第1段階、これからは第2段階とし、この第2段階をWeb2.0と呼ぶことが多くなった。その本質は「ネット上の不特定多数の人々（や企業）を、受動的なサービス享受者ではなく能動的な表現者と認めて積極的に巻き込んでいくための技術やサービス開発姿勢」（梅田望夫『ウェブ進化論』、ちくま新書、2006年）だという。

インターネットのおかげで情報交換が速くなり安くなった。だから仕事の効率上がる。ただし仕事の中身はインターネット以前とあまり変わらない。これが第1段階である。しかし、技術はさらに進歩する。いっそ仕事のやり方を変えよう。不特定多数を巻き込んで衆知を集める。そうしても速度も費用もなんとかなる。これがWeb2.0だ。

オープンソース活動がWeb2.0的な開発を象徴する。その成果として私たちはすでに、リナックス（ソフトウェア）やウィキペディア（百科事典）を手に行っている。「自分の考えを無償でネットに公開、その成果に他者が自身の活動を追加展開、報酬は仲間（= peer）からの賞賛・尊敬」。こう特徴を並べると、オープンソース活動は学問研究によく似ている。オープンソース活動の多くは非営利だ。しかし、営利事業と連携して活動することもある。典型はリナックスだろう。このときの営利-非営利関係は産学連携に酷似する。

参加者が多いほど良くなる

不特定多数に信をおくという意味で、Web2.0は民主主義に通ずる。実際グーグル社はそのホームページで“Democracy on the web works”と宣言している。しかし、不特定多数はときに愚かで暴力的な集団と化す。「衆知でなく衆愚」「現代の魔女狩り」「グーグル八分（グーグル社の検索結果に自分のサイトを入れてもらえなくなる）は差別」。ネット上の不特定多数の振る舞いへの批判も激しい。

事典内容に関して意見が対立し、激しい書き換え合戦などがウィキペディアでもあるという。そのときには「管理者」が調整する。「良い方向に働く力が微妙に勝っている。参加する人が多ければ多いほど、より良くなるを感じる」。管理者を3年以上続ける今泉誠氏はそう語る（安田朋起「ウェブが変える1」、『朝日新聞』朝刊、2006年7月27日付）。

この経験は本質的である。民主主義はもともと最良解を保証するシステムではない。堯や舜（中国の伝説的な名君）が常にいるのなら、名君にまかせたほうが良いに決まっている。けれども生身の名君は必ず老い、そして乱心する。「ご乱心の殿よりは衆愚がまし」。これが民主主義だと私は思う。

江戸の再生紙とリサイクル

絵と文・中沢正人

今月のお囃



あらすじ

道楽者の若旦那が、勘当の末紙屑屋に奉公する。集めた紙屑やボロを選び分ける仕事。しかし一向に仕事をせず、手紙の切れ端を見つけては、勝手な空想の世界へ。

「何々？これは女が旦那へ出したのか…。色っぽい手紙だな。この旦那は…年は五十過ぎ…で、脂ぎってるな。結城の着物に紺色の足袋…。下駄は桐根のスーッと通ったやつ。女は年の頃二十五、六で、家は浮世小路。八反の襟付きの着物に昼夜帯…。旦那が来ないので、女はすねている…」

と、こんな調子。

そのうち義太夫の切れ端を見つけ、芝居がかりでドツタンバタン！

「いい加減にしる！お前もよっぽど人間の屑だな！」

「はい。先ほどから選り分けてます。」



江戸時代は、古紙再生をはじめ、あらゆる物を修理・再生して、徹底的に使いまわした。少ない資源を大切に使い、「エコの町」だったのです。

■古紙再生の商売人

古紙の再生には、集める者、問屋、漉き返す者などが関わっていた。

●紙屑買い

紙屑買いは「買出し人」で、天秤棒を担ぎ、使用済みの反古紙や帳簿などを秤にかけて買い集め、古紙問屋に売る。



●紙屑拾い

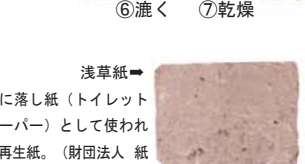
こちらは日銭稼ぎの「拾集人」で、カゴを下げ、落ちてくる紙屑を拾い集めて古紙問屋に売る。

古紙回収業

古紙問屋

漉き返し業者

■古紙再生（漉き返し）の手順



※浅草紙など安価な再生紙では、①②③などの手順は省かれ、紙を2時間ほど水に浸してやわらかくするだけの場合もあった。また、④の墨の色を抜く作業も省かれた。

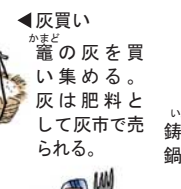
浅草紙→

主に落し紙（トイレトーパー）として使われた再生紙。（財団法人 紙の博物館 所蔵）

協力：財団法人 紙の博物館
参考：「守貞漫稿」（東京堂出版）、「江戸行商百姿」（花咲一男/三樹書房）、「大江戸えねるぎ事情」（石川英輔/講談社）、「最新紙のリサイクル100の知識」（王子製紙編者/東京書籍）

■江戸のリサイクル業

物は全て買われ、拾われ、再生され、製品ごとに多様な職業が成り立っていた。



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