

産総研

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

TODAY

12

2007 December

Vol.7 No.12

特集

02 本格研究 理念から実践へ

座談会：本格研究の出口としてのベンチャー創出

小さな製品は小さな装置で

酸素を極限まで取り除くガス精製装置

ワンパッケージで作るインタラクションの端緒

社会に対するサービスの適正割り当てを目指して

高分子化学に基づいた木質の活性化前処理技術

調光ミラーの実用化を目指して

リサーチ・ホットライン

- 22 自動車運転中に携帯電話を使う危険性について
神経科学からのアプローチ
- 23 外部光源なしで光る、蛍光タンパク質
自己励起蛍光タンパク質による高精度細胞イメージング技術
- 24 日射熱反射ガラス用の波長選択性コーティング
日射光の遮熱性と可視光透過性を実現
- 25 北斎も使った顔料をナノ粒子化し、調光ガラスを作製
多様な色と柄表示も可能に

パテント・インフォ

- 26 気相OHラジカル反応の反応速度を測定する方法
VOCの環境影響評価に資する
- 27 光による応力のダイレクトな遠隔測定方法
応力発光材料による応力センシング

テクノ・インフラ

- 28 地殻応力場データベース
検索機能と地図描画機能を充実させたデータベース
- 29 極低温放射計による分光応答度絶対校正
測光・放射標準トレーサビリティを支える「源流」

リサーチ・トピックス

- 30 第6回ドコモ・モバイル・サイエンス賞（基礎科学部門）
計算機による音楽・音声理解とそれに基づくインタフェースに関する研究
- 31 第6回ドコモ・モバイル・サイエンス賞（社会科学部門）
知識循環型の「子どもの事故防止」システムの提案



座談会：

本格研究の出口としてのベンチャー創出



吉川 弘之 理事長

前田龍太郎 先進製造プロセス研究部門

白川 直樹 エレクトロニクス研究部門

山本 吉伸 情報技術研究部門

宮下 和雄 知能システム研究部門

小野 晃 広報担当理事（司会）

内藤 耕 イノベーション推進室

小野 本格研究に取り組んでいる研究者の方々と理事長に語っていただく座談会ですが、7回目となりました。今回はベンチャーを立ち上げられた皆さんです。

前田さんは、小型の半導体製造装置を開発されていますね。

卓上型の微細加工装置を開発

前田 私は基礎研究段階としてMEMS（微小電気機械素子）やナノ製造に取り組んできました。半導体微細加工技術を整備して、シリコン基板の上で動いたり機能するデバイスを作ってきました。この分野は装置依存性が高く、インフラストラクチャも本格的なものになります。研究内容自体は本格研究ではないのですが、設備としては10億円台の装置が必要となり、なおかつメンテナンスにも毎年かなりの費用がかかります。研究はともかく装置的には本格的なことをやってきました。

そんな形ですとやってきたのですが、基礎研究の成果を商業化に結びつけるとか、売れるデバイスを作ることがすぐにできるわけではありません。また、半導体と比べると、製造設備はほぼ似たようなものを使うのですが、作る数はずっと少ないのです。多品種だが売れる数が少ないということは、投資額は大きいながらもなかなか大量に売れ

るものがないのです。当然のことに、研究費はたくさん使うがアウトプットがなかなか出ないという状況でした。とは言っても、産業的には、アクチュエータやセンサなどは着実に実用化に向けて進んでいます。

こういう研究をやっていくうちに、副産物というべきものが生まれました。お金がかかる大型の本格的な設備ではなく、簡単な小型製造装置です。研究開発段階であれば、それほど本格的な製造設備は要らないはずだという発想で、デスクトップの小さい加工装置を開発したのです。

特許もいくつか取りましたし、出口ユースとしてプリント装置や成型機とか、MEMS関係のものとか、いくつか開発しまして、それをもとに産総研の知財としてビジネス化するに至ったわけです。それが2005年で、いま3年経ったところです。

つまり、私は元々MEMSを担当していて、そのMEMSのツールとして、それほどの投資を必要としない装置を開発し、それがビジネスに結びついたということです。

R&D中心へと向かう日本の製造業に伝える

理事長 MEMSというのは、共同利用ラボがあって、サービスを提供するわ

けですね。

前田 サービスを提供するには、単に設備を維持するだけではなく、実際にオペレーションをするスタッフも置いておかなければいけません。こうしたビッグ・エンジニアリングというのはなかなか難しい状況にあります。

現時点でMEMSを必要としているのは、R&Dからその次の中量生産くらいまでの段階です。私たちがやっているのはだいたい4インチのウエハですが、種々雑多な相談を受けることが多いのです。量産技術なのに種々雑多なものを受けなければいけない、というジレンマがありました。

私たちのグループは、昔から机の上に乗る小型の旋盤を作ったりしてきた伝統がありましたので、とりあえず、多品種少量で、生産よりはむしろR&Dに近いところのMEMS装置がよいのではないかと、ということです。

理事長 それは非常に本質的なことですね。生産システムというのは、元々は人間が行っていた作業を、大量生産するために自動化した。しかしながら、大きな設備を作らなければペイしないわけですね。一方、ラインでも次第に多品種少量生産化が進められてきた。

半導体というのは昔から不思議な産業だと思っていました。大量に作らな

新しい研究と開発の定義

産総研では、

経済・社会ニーズへ対応するために異なる分野の知識を幅広く選択、融合、適用する研究(第2種基礎研究)を軸に、「第1種基礎研究」から「製品化研究」にいたる連続的な研究を「本格研究」として推進することを組織運営理念の中核に捉えています。

「第2種基礎研究を軸に本格研究へ」

ければ成り立たないシステムがいつまでも通用するはずはないし、ごく限られたものしか提供できないですね。そういう意味で、前田さんの装置というのは、広い汎用性を持っている。

前田 1つの可能性としては、多品種で少量な生産用の将来のラインです。それから、いずれはR&Dと量産がほとんど見分けがつかなくなると思っています。R&Dそのものが産業になっていく可能性です。

理事長 わが国は、そうならなければいけないんですね。

前田 日本はどちらかという、R&Dそのものが産業になっていくような方向を目指す。そういう意味でも、きちんとした考え方に立って具体的な装置を出すというのは、意味があるかと思えます。

理事長 大きな意味がありますね。先ほどの説明は控え目過ぎるという感じがしないでもない。本当はもう少し大きいことがあって、そのための非常に大きなステップをクリアした感じがします。

前田 私だけの考えではありませんが、機械系のマイクロファクトリーが出てきて、それをMEMSに展開して、また半導体に応用しようという動きがあります。日本の1つの方向性かなと

いう感じです。

「酸素ポンプ」のベンチャーを設立

小野 白川さんはガス中の酸素濃度を極めて低くして供給する装置を開発されました。

白川 私の研究開発は、「第1種基礎研究からのスピノフとしてのベンチャー創出」ということだと思います。電総研の時代は物性物理の研究をしていました。高温超伝導体という銅酸化物がありますが、私がやっていたのは銅を含まない酸化物超伝導体で、例えばSr₂RuO₄という物質です。

これは高温超伝導体と同じ結晶構造を持っていますが、超伝導転移温度(T_c)は非常に低いのです。何がおもしろいかというと、銅酸化物と比較することによって高温超伝導のメカニズムを解明するのに役立つとか、クーパー対を構成する電子スピンの平行になっているところなんです。ふつうの超伝導体中では、反平行にカップルしています。

そういう少し変わった超伝導体なので関心が持たれていて、私はこの物質の評価をしようと思いました。そのためには、T_cが1Kくらいなので、そこまで冷やして磁化率を測らないといけない。でもそんな装置は世の中になかったので、自分で作ったわけです。せっかく装置を作ったのだから製品化までもっていこうと考え、産総研のベ

日本はR&Dが産業になる方向を目指すべきだ。

前田 龍太郎



| | 定義 | 活動 | 成果物 |
|-----------|--|-------|-------------------------------|
| 「第1種基礎研究」 | 未知現象を観察、実験、理論計算により普遍的な理論(法則、原理、定理など)を発見、解明、形成するための研究をいう。 | 発見・解明 | 学術論文 |
| 「第2種基礎研究」 | 特定の経済的社会的な必要性(ニーズ)のために、既に確立された複数の理論(法則、原理、定理など)を組み合わせて、観察、実験、理論、計算を繰り返し、その手法と結果に規則性や普遍性のある知見および目的を実現する具体的道筋を導き出すことをいう。 | 融合・適用 | 手法論文 特許 実験報告書 データベース |
| 「製品化研究」 | 第1種基礎研究、第2種基礎研究および実際の経験から得た成果と知識を利用し、発明された新しい材料、装置、製品、システム、工程、サービスの事業化可能性を工学的かつ社会経済学的アプローチで具体的に検討する。 | 実用 | 事業価値 |

ンチャーであるアイカントム株式会社から製品を出しました。

一方で、研究としては物質を作ることもやってきました。Sr₂RuO₄に対しては、ルテニウムをモリブデンに換えると、ホールを電子に置き換えることができるので、そういう物質を作っただけで測ってみたいと思ったのです。ところが、それを作るのが難しく、低い酸素分圧の下でしかできないのです。

平たく言うと還元雰囲気が必要で、水素を使えば還元雰囲気はできるのですが、その場合、酸素分圧をきちんと正確に制御するのが非常に難しいのです。そこで、私が最初に試みたのは、Ti₂O₃という別の酸化物を使うことで、モリブデンとチタンのイオン化傾向の違いによって酸素分圧が調整でき、うまくいくことがわかりました。

ただし、こういう化学的方法では、酸素分圧を制御できる時間や体積が制限され、連続的運転もできないという欠点があるので、何かよい方法はないかと考えていたところ、たまたま燃料電池を研究している人と知り合う機会があって、その人から、固体電解質を使うと連続的な運転で酸素分圧を調整できることを教わりました。これを「酸素ポンプ」と言っているのですが、固体電解質を用いて酸素を引き抜くデバイスと単結晶製造装置とを組み合わせたようなシステムを作って、結晶成長にトライしてみたわけですが。その成果、これは第1種基礎研究の成果ですが、このストロンチウムとモリブデンの酸

化物で、酸化物としては世界最高の電気伝導度を達成しました。

もう1つの成果がおもしろいのです。実際にこのシステムで10⁻³⁰気圧というような酸素分圧が達成できたのですが、こうしたガスは不活性ガスであっても還元作用を持つことを実証したのです。例えば酸化銅は200℃という低温で還元できました。このくらいの低温でできるということは、半導体プロセスにも組み込むことができるはずです。今の半導体では銅配線の表面をクリーニングするプロセスが必ず入っていますが、そういうところに应用できないか、ということです。

それから、1000℃以上を超えてくると、計算上、酸素ポンプで作った雰囲気のほうが、水素ガスよりも還元力が強力になってくるのです。例えば私たちが確かめたアルミナですが、これは普通、水素では還元できませんが、酸素ポンプによる極低酸素雰囲気の中で2000℃で加熱してやると、還元されたアルミを取り出すことができました。

このように、酸素が非常に少ないガスというのは、半導体などに応用できるのではないかとということで、ベンチャーのタスクフォースの予算を活用して、実際に製品のプロトタイプを作りました。だいたい大型の冷蔵庫くらいの大きさです。この段階で半導体レベルに適用できるようなクリーン化を達成しました。そして、この技術を普及させるためのベンチャー、株式会社リドクシオンを昨年暮れに設立しました。

これまでになかったレベルの酸素分圧ガス

理事長 白川さんの研究は、産総研でないとできないというか、基礎研究自体もおもしろいですよね。どういう動機でこういうものを作ろうとしたのですか。

白川 世の中に存在しなかったのが理由ですが、装置を作ったとしても、普通は自分が使うためにしか作りません。それを製品化まですることになったのは、産総研の雰囲気とか、当時の部門長の経営方針もあったと思います。

理事長 でも、こういうものができたのは、ご自身も含めて驚きがありませんでしたか。

白川 一般的に言われていることですが、日本の科学は、測って論文を書いているのは多いのですが、その測定装置の多くは輸入しているのです。だから、日本で研究費を増やすと、欧米のベンチャーが儲かるという構造になっているのですが、日本からも少しはオリジナルな測定装置を出したほうがよいのではないかと意識はありました。だから、そういう時間を少し使ってみるのもよいかなと思いました。

理事長 基礎研究というのは、本来、測定方法とか測定器のオリジナリティによるところがものすごく大きいわけでしょう。本当の一流というのは、測定器を自分で開発することですね。

そういう意味でも、非常にインパクトが大きいはずですよ。これを使って新しい第1種基礎研究が出てくれば、強いメッセージになりますね。

白川 そうですね。新たなシステムや新しい研究が出てくるのを楽しみにし



測りたいので
世の中にない
装置を作ったら、
それが売り物になった。

白川 直樹

ています。

理事長 製品には関係ないけれど、水素よりも酸素の方の分圧を徹底的に低くしたほうが還元力が高くなるというのは、理論的にあった話なのですか。

白川 私がそう解釈していると言ったほうが正しいと思いますが、ただ、非常に単純なことなのです。水素と酸素と水という化学平衡の平衡定数は、実験で求められています。つまり、水素と言っても必ず不純物として水分が含まれていて、それがガスボンベのスペックなどに「水分は1 ppm」と書かれているわけです。それを元に計算すると、酸素分圧は 10^{-20} とかの値になります。したがって、私の装置で作りだした 10^{-30} というのは、より低い酸素分圧のガスであるということです。

小野 その 10^{-30} というのは、実際に圧力を測っているわけではなくて、計算で出しているということですか。

白川 そうです。測るときにも実は固体電解質を使うのですが、内側と外側で酸素分圧が違うところに固体電解質をさらすと、電圧が発生します（酸素濃淡電池）。それは、第一義的にはギブスエネルギーの差になっているのですが、それを化学のほうでよく行われているように、理想気体の状態方程式を積分した式に代入すると 10^{-30} という値になるのです。本来はギブスエネルギーで議論するのが正しいのだと思いますが、化学のほうでは昔から 10^{-30} といった形で言っているのです、それにならっているわけです。

理事長 すごい話には違いありませんね。

白川 とにかく、そういうガスが今までになかったのです。だから実際に何

に使えるかもわかっていません。今は半導体の装置メーカーの人と、どういうことに使えるのか、いろいろ話をしているところです。

交通系 IC カードでコミュニティを作る

小野 山本さんは交通系 IC カードを使ってユニークなシステムを開発されました。

山本 私のバックグラウンドは認知心理学なので、人間がどうなっているかを、技術を通じて見ることに本当の関心があります。人間が社会を創っていく上で、誰かと友達になるとか知り合いになるということは、非常に大きな条件だという問題意識を1999年の時点からずっと持っていて、地域に人を呼び込むにはどうしたらよいかという相談をたまたま受けたことから、研究を開始しました。

モバイルの情報サービスと言えばみんな携帯電話だと思っていますが、そうではないだろうというのが私の視点です。地域の商店に実際に足を運ぶことには、何らかの理由、価値があるはずですが、情報技術はそうしたことをあまり重視してこなかったのではないかと、という問題意識から、いろいろなヒアリングをして、地域活性化の施策の勉強などもして、それらをサポートする情報技術を作ってきました。

私たちが技術として「本当にすごいな、おもしろいな」と思っているところは、コンピューターの中のプログラムよりはむしろ、そのプログラムが目指そうとしている心理学的な効果のほうにあるのです。ところが、できたシステムを例えば企業などに持っていても、なかなか本意がわかっていただけないのです。

例えば「このツールを使うと、いろいろな人がここに来たくなる効果が

あるんですよ」と言うと、「なるほど、わかりました。では、それに特化して商品にしましょう」と話が流れていくので、「さすがにプロは違うな」と思いつつ見ているのです。ところが実際にできたものをみると、私が最初に「おもしろいな」と思っていた部分は、ビジネスとしては取り入れられていないのです。ここが非常につらいところです。

システムについてももう少し具体的に言うと、Suicaなどの交通系 IC カードを使うのですが、いまはクーポンを配布したりするところから入っています。しかし、研究者として一番おもしろいと思っているのは、そのことではなくて、カードを使うこと、タッチすることで、何らかの意思表示をしているところなのです。

微妙なところで、なかなか言葉で伝えにくいのですが、クーポンなどは、お客さんに参加してもらい、そこから何らかの情報をもらうという技術です。でも、私が本当に着目したいのは、「私はこう思う」というユーザーの情報発信機能なのです。でも、それはビジネスにはなかなか取り入れてもらえない。最終的な目標は、皆が参加することで人の流れを作り出すことなのです。「お得ですよ、だから来てください」ではなく、自分もそのアクションに参加しよう、社会のために自分もメンバーとして何かやろう、という人々の思いを支える技術として、育てていきたいと思っている技術なのです。いま現在はクーポン発行装置としか見られていませんが、本当の目標をいずれ実現すべく、ビジネスとして徐々に立ち上げている状況です。

技術を出すプロセス

理事長 山本さんのシナジーメディアは、いつできたのですか。

山本 ちょうど2年前になります。シナジーマEDIAは、一連のソフトウェア群をオペレーションしてくれる企業です。ですから、いろいろな会社が「カードを使ってこういう新しいサービスをやりたい」というときに、シナジーマEDIAに連絡していただければ、簡単にサービスを適用させることができます。簡単にできて、皆で相乗りすることによって、1つ1つのコストを極端に下げることができる。そういうアーキテクチャで作られているソフトウェアなのです。そのソフトウェアはノウハウでもあるのですが、もちろん特許も含まれています。

理事長 これがビジネスとして成立するというのは、相談料を取るとい話なのですか？

山本 新しいサービスをやりたいと申し出があったときには、普通は、ハードウェア、サーバーを用意して、いちいち手作りでやらなければいけなかったわけですが、日付と場所を指定してもらえば、それらをパッケージにして納品するということです。この上のアプリケーションは、皆さんが自由に作ることができます。要するに、肝心な部分をパッケージにしているのがシナジーマEDIAです。

理事長 いろいろなアプリケーションに対する共通の基盤なのですね。

山本 そうです。どこでいつ、誰がICカードをタッチしたかという情報から、すべてアプリケーションを選別することができるので、統一的にソフトウェアを書くことができます。しかも、普通のウェブのアプリケーションと同じ技術ですべてを記述できるので、特別な技術者は不要なのです。ほかにも、いろいろな特徴があります。

理事長 概念そのものが新しかったのですか。

山本 これまでほとんどとられてこなかった新しいソフトウェアの構造として提案したものです。もちろんそこにオリジナリティがあるのですが、私としては、その使い方を通じて、新しい研究テーマがいっぱい出てくるので、本当はそちらに興味があったのです。ただ、そちらはビジネスに直結しないのです。

私が「たまたまポスターを見かけてタッチした人でコミュニティーができるのですよ」というような話をしても、皆さんは「はあ、そうですか。コミュニティーはいいですから、クーポンをやりましょうよ。そのほうがわかりやすいですから」と言われてしまうのです。でも本質的には、人間は社会を創る生き物なので、今まで知らなかった人と知り合う機会とか、地元の商店の人と言葉を交わす機会というのは、本質的に情報サービスに求められるサービスだと私は思っているのです。でも、

なかなかそこはわかっていただけない。

理事長 コミュニティーを創ることがビジネスになると考えているのですか。

山本 はい。ビジネスになっていくだろうし、必須のツールにもなっていく。地方自治体、観光地、地元の商店街が、ウェブサイトを立ち上げるのが今必須のツールになっているのと同じように、そこに訪れた人がそこでコミュニティーをつくれるという技術は、近い将来、ごく当たり前に取り入れられるツールになると思います。

理事長 非常に根源的な話ですね。

融通の利く予約システム

小野 宮下さんは画期的な予約システムを開発されました。

宮下 私は「社会的資源の最適割り当てによる価値創出」という、個人としては少し大き過ぎるテーマを掲げています。元々のバックグラウンドは人工知能で、人工知能の技術と最適化技術を融合して、最適資源の割り当てをしようとする研究を進めてきました。制約充足モデルとか、制約最適化問題を高速に解くアルゴリズムとか、マシン・ラーニング（機械学習）や遺伝的プログラミングなどのアルゴリズムをどう現実問題に適用するかといったテーマを追いかけてきました。対象とする問題が大規模になるにつれて、個々の問題解決機で問題を解くより、マルチエージェントの考え方を使って、分散・協調的に問題を解決していこうではないかということで、技術的にはそういう分野で研究をしてきました。

実際に基礎研究をするだけではなくて、なんとか現実問題に適用したい、現実問題を解きたいという思いがあっ



人と知り合う機会を作ることが、必須ツールとなりビジネスにもつながる。

山本 吉伸

て、当初は与えられた目的関数を最適化するだけで解けるような問題に絞りました。例えば工場のスケジューリングとか、点字の自動翻訳、コンピューターのアニメーションを使った二足歩行生成などの研究を、人工知能の基礎研究の応用事例として取り上げてきました。共同研究の相手としては国立大学や国研でした。研究を進めていくうちに、なんとか現実問題に適用できるのではないかということになり、半導体メーカーと共同研究を行いました。

今までの生産システムの最適化というと、例えば在庫レスとか在庫最少化のように、いわゆるトヨタ生産方式が出てきますが、半導体の製造プロセスでは、必然的に、非常に確率的問題が含まれています。装置が安定して動かなかったりとか、化学的なプロセスなので条件が非常に揺れ動くために歩留まりが安定しないということがあるのです。したがって、今までの画一的・固定的な目的関数を最適化するアプローチでは全然ダメで、いかに適正な在庫を適正な場所にダイナミックに確保できるか、という技術が重要なのです。それで共同研究をしてきたわけです。

それを一歩進めて、もっと不確定な現象、例えば人が遊園地に集まってきた時に、いかに混雑を少なくして、見たい人が見たいアトラクションを待ち時間がないように案内できるか、というような遊園地のシミュレーターにマルチエージェントの技術を適用したりしてきました。

こういう技術は、共同研究の相手もあったし、現実的な問題でもあったし、技術的なバックグラウンドとしても非常に自信があったのです。でも、実用化されなかったのかと考えてみると、ニーズに対する分析が不足していたのです。技術的にはよいものでも、実際に適用するのにいくらかかるのか、別

融通の利く
予約システムは、
サービス産業の
生産性向上に
結びつく。

宮下 和雄



の方策で解決した場合にその差額はどのくらいあるのか、といったことを考えていませんでした。研究者としてきちんと認識せずに、「技術はよいから使ってください」と言うだけだったので、使ってもらえなかったのです。

なんとか世の中にアウトプットを出したいということで、少し適用分野の変換を行いました。それで「融通」予約システムというものを開発して、ベンチャーを設立したわけです。この「融通」予約システムを簡単に説明すると、例えば8時10分に東京から北海道に行く飛行機に1座席の空きがあるとします。8時30分の便にも1座席の空きがある。

最初にお客さんが来て、その人は8時10分でも8時30分でもどちらでもよいと思っていて、たまたま8時10分に予約した後に、どうしても8時10分の便でないと間に合わないという人が来たとします。この時、たまたま8時10分に予約した人がいるために、その人が8時10分に予約できないというのは不合理ではないかということです。その8時10分の便の価値というのは、予約者のニーズによって違うはずなのに、例えば同じ1万円で予約できるために、そういう不合理なことが起こっているのではないかということです。

要するに、サービスの需要と供給のマッチングに対して、社会的なニーズをベースにきちんと決めていないから、こうした不合理なことが起こるのではないかということで、それを解消

するような予約システムをつくりました。

今までは、例えば生産システムに最適化手法を適用することによって効率化が追求されてきましたが、今後私が目指したいのは、豊かなサービスを提供することです。その意味で、「プランプ（豊かな）サービシング」と言っています。サービスを最大化するためにオペレーションズ・リサーチ（OR）の技術や人工知能（AI）の技術を今後適用していきたいと思ひ、そのためのベンチャーを設立したわけです。

サービス資源の社会的最適配分

理事長 宮下さんの研究は人工知能ですね。本当のニーズとはいったい何なのか、という非常に重要な発言がありましたが、それはニーズを出す顧客も知らないのですか。

宮下 顧客は知っていると思います。生産計画で最適なスケジューリングが立てられるというのは、生産をお願いする顧客が「コストはこのくらい、納期はここまで」というような情報をすべて渡すから、生産する側はそれに基づいて最適な計画を立てるわけです。ところが、サービスの市場では、お客さんがそういう自分のニーズを吐き出すインセンティブを与えられていないのです。

例えば「8時10分でも8時30分でもどちらでもよいです」と言ったら1,000

円引きになるという場合、顧客は「私はどちらでもよい」と言うかもしれないし、どうしても8時10分に乗りたい人は、「私は12,000円でも乗ります」と言ってくれるかもしれません。そういうインセンティブを与えるようなメカニズムを組み込むことが、社会的システムには非常に重要で、そういうデータを蓄積することによって、消費者のモデルを作るということがまず前提段階としてないと、社会における最適化システムは機能しないと思います。

理事長 それをどういう方法論でつくろうとしているのですか。

宮下 ニーズの情報を出すというのは、価格に関してインセンティブを与えることだと思います。「8時10分でも8時30分でもよいですと言ったら1万円の料金を8,000円にする」というような方法を、OR、ゲーム理論の分野でメカニズム・デザインと言います。つまり、こちらが欲しい情報を自然に相手が提供するようなメカニズムをシステムに埋め込むことが、前提段階として基本になる技術です。

理事長 なるほど。航空券を買おうとする人が8時10分でも8時30分でもよいとき、それを主張する機会もないし、それを言ったところで今は何も起こらない。

宮下 だから、そう言ってくれたら2,000円おまけするというのを、システムとして明記するわけです。

理事長 なるほど、今は「何時の便がよいですか」としか聞いていないわけですね。

宮下 そうです。「8時10分と8時30分が空いていますが、どちらにしますか、決めてください」と言われるだけです。

別に決めたくない人もいるわけですね、どちらでもいいやと。どちらでもいいのなら、3日前まで待ってくれるなら2,000円引きますよ、1日前まで待ってくれるなら5,000円引きますよと言ってくれたら、売るほうには猶予を長く持たせることができますから、その便をより必要としている人に供給できる可能性が高い。

理事長 なるほど。そういう問題はいっぱいあるのでしょうか。

宮下 あります。いわゆるサービスというのは貯蔵できないので、消費と供給は同じタイミングで起こらないといけませんから、予約というのがサービスを供給する手段としては非常に重要なファクターになってくると思います。その重要なファクターである予約というのが、今のシステムでは非常にリジッドで融通が利かないから、サービス資源の最適な社会再配分ができていないのだと思います。そこを最適に再配分するために、融通の利く予約システムを提供しようということで、「YuuZuu」という名前の会社を作ったのです。

小野 人間関係では、いろいろと融通を利かせていますよね。

宮下 そうなのです。融通を利かせれば何かフィードバックがあるかもしれないという期待感があるのです。融通

を利かせるということは、組み合わせ探索の問題としては非常に複雑になるので、オンラインのシステムである予約システムで、そういう複雑な最適化を高速に解く技術の裏打ちがないと実現できません。

理事長 現在、サービスの生産性が非常に低いと言われていますが、そういったことにも関係があるのですか。

宮下 もちろんそうです。サービスの生産性を上げること。生産性というのは利益／コストですから、資源が無駄になるからコストが上がるのです。8時30分の便が売れ残ってしまうと、コストが上がってしまう。その売れ残りをなるべく少なくするというのが、この予約システムの1つのメリットです。

理事長 例えばモノを作るほうで言えば、競争を通じて生産システムの中で無駄をなくしていく。ところが、今のお話を聞いていると、サービスというのはリアルタイムで起こってくる話で、時間性みたいなものがポイントになっていて、モノを作って貯めておくのとは違うようですね。そうした理論はすでにあるのですか。

宮下 いえ、理論というのがまだなくて、その意味では例えば金融工学との関係もあると思っています。今、知見を集めて理論化をしようとしています。

ベンチャーの
設立や経営の仕方は、
産総研だけでなく
企業も共有できる。

小野 晃





技術系ベンチャーは
本格研究の
最大の出口で、
日本の行方を
左右する。

吉川 弘之

ベンチャーは本格研究の出口

理事長 私は、ベンチャーというのは本格研究の最大の出口だと思っています。その背景にあるのは、現在の産業の構造は変わらなければいけないということです。変わらない産業構造は減じるし、必ず負けてしまう。ベンチャーが出てこないで大企業で固まったら、競争のない社会になって最悪なわけです。

特に科学技術を武器にしたベンチャーが非常に重要な時代になっている。日本の行く道はR&Dしかないし、人類が生き延びるために、既存の科学技術から持続可能なかたちに重心移動しなければいけない。その一番大きなエネルギーもまたベンチャーに求められています。

それを実感しているのがまさに皆さんです。一步進めて言えば、それをいかに表現するかですね。技術が生きることのおもしろさ、技術が社会に生きることを実感したとき、それを上手に表現できれば、本格研究というものがより深く社会的に理解される可能性があるわけですね。

どういうプロセスを経て進んだのか、某社の対応、横槍はひどかったとか、そういうことも非常に大事なメッセージだと思います。どういうことに苦労したのか、どういうものを問題として提起し、どう突破したから具体的なビジネスになったのか。そうしたこ

とが大企業にもインパクトを与える可能性がある。

小野 共有すべき多くのことがあります。

理事長 例えば第1種基礎研究なら、新しい実験方法や新しい分析方法が、最終的に導出した物質や法則の裏付けになっていて、それがオリジナリティです。だとすると、第1種基礎研究で言う実験方法とか分析方法とか理論とかに相当するのは何なのか。それを何とか定式化すれば、そこにいろいろなオリジナリティを認めさせることができる。そうすると、例えば新しい装置が本当にオリジナルなものか、方法的にはまったく同じなのか、論理的に裏付けをすることができるわけです。

第1種基礎研究でも悪い研究というものがあるでしょう。方法はまったく同じで、違う材料を使ったら全然違う結果が出たというもの。それでも多くの場合、論文になるのです。でも、それはよい論文ではないですよ、方法は同じなのだから。

そうではなくて、本当に方法的に新しいことをやって新しい装置ができたという話は、何年かに1回出てくる。それが新しいジャーナルの価値になるわけですね。そういう努力を、皆さんはやっているわけなのですね。それを表現してほしいのです。

第1種基礎研究だって、1回も使わ

れなかった法則など、累々としてあるわけですね。でも、平気な顔をして論文を書いている。そういう図太さがまだ第2種基礎研究の世界にはない。遠慮がちなのです。せっかく人間が考え出した知恵やアイデアや経験なのだから、後世に活かすために、ぜひ書き残しておくべきでしょう。今日の皆さんの話などは、立派な論文になると思います。

本格研究というのは、ベンチャーというが現実の製品にならなければ完結しないという面があるわけですね。それを現実にやっているという意味では、今日の参加者の皆さんは非常に貴重な存在だと私は思っています。だから、それに関わる内容をなんとか表現したいという課題があるのですが、表現だけではなくて、ビジネス的にもぜひ成功してほしいと思います。頑張ってください。そのこと自体、非常に素晴らしいことだからです。

小野 どうもありがとうございました。

多品種少量微細製造に関する本格研究 小さな製品は小さな装置で

微細製造とは

MEMSやナノ製造が次世代の製造技術として注目されています。MEMSとは Micro Electro Mechanical Systems の略で半導体製造に用いられる微細加工技術を用いて、マイクロメートルサイズの機械素子を製造する手法です。微小な機械素子を電子回路とマイクロメートルサイズで一括して製造することにより、細胞の操作や微小な光のハンドリング、きわめて感度の高いセンサなどの開発が可能となりました。自動車衝突を瞬時に判断してエアバッグを膨らますためのセンサや、微細な穴からインクを噴出して印刷を行うインクジェットプリンタのヘッドなどがすでに実用化されました。最近になってさらに携帯機器の入出力を行うためのセンサ類や、携帯電話から画像を投影するプロジェクタなどのデバイスが市場をにぎわしています。MEMSにさらにナノテクノロジーを融合させた技術は、まさにユビキタス時代の新しい製造技術として注目を集めています。

微細製造ビジネス化の難しいところ

このように微細製造は次の時代の製造技術として期待されていますが、基礎研究の結果をビジネスにつなげることは簡単ではありません。その理由のひとつには製造装置があまりに大型



図1 デスクトップナノファクトリりの概念図

で高価になってしまったことがあります。超微細な加工（ナノ製造）は、これまで大きなクリーンルーム内で、数10億円もする巨大な装置により行われてきました。そのためにさまざまな種類の製品を個人の好みによりカスタマイズして生産する（多品種少量生産）には向かないのです。

そこで私たちはナノ製造を机の上に乗る小さな工場（デスクトップナノファクトリ）で行おうと考えました（図1）。これまで使われてきた半導体製造装置は大型かつ高価であり、決められた部品を大量生産することに向いていますが、多くの応用デバイスを研

究開発するのには向いていないためです。机の上に乗るくらいのデスクトップ化した製造設備であれば、多品種少量生産にも向いていますし、省エネルギー、省スペース、省資源にも対応ができます。これが実現すれば、装置の小回りが利きますので、いろいろな応用デバイスの試作が容易になり、デバイスの開発期間の短縮化が期待できます。また装置の購入費とランニングコスト（装置を運用、維持する費用）や人件費を大きく削減することが可能となります。特に大規模な空調を前提とするクリーンルームを準備しなくてよいことは、大変な利点となります。

小さな工場は大きな工場をそのまま縮めればいいか？

このようなコンセプトを生かした装置開発の手はじめとして、大本の微細な形状（マスターパターン）を作成するためのリソグラフィ装置とマスターパターンの複製を多数製作するための装置（ナノインプリント装置）を試作しました。

マスターパターンはおおむね1 mm



微細加工の研究開発が表向きの専門です。微細加工は道具立てが高価で、ノウハウも多いため装置維持管理費用の捻出やテクニカルスタッフ育成が、本業になっています。デスクトップ微細製造装置開発は本業の苦勞を減らすための手段と期待しています。これがベンチャーの創業につながってしまったために苦勞の総量は減っていません。

前田 龍太郎（まえだ りゅうたろう）
先進製造プロセス研究部門
主幹研究員

の100分の1以下の微細な形状を描画する必要があります。小さいものを見るのに、レンズで拡大して見るのと同様に、小さいものを製作するには光を使った縮小法が有効です。レンズの投影の原理を使って画像を縮小する方法です。この方法によりマイクロメートル単位の加工ができます。この方法で微細なパターンを得ようとするとき、紫外線レーザーや極紫外線光源といった、大掛かりな装置が必要になり、低コストで製作することは困難となってきます。そこで私たちは光よりさらに高い解像度を期待できる電子線露光を利用したマスターパターン形成装置（図2）を開発しました。

一方、マスターパターンの複製を製造する技術として、ナノインプリント法を採用しました。この方法は樹脂材料を加熱して軟化させ、マスターパターンを押し当てることにより、複製を製造する技術で、ナノレベルのパターンを単純な方法で複製することができます。図3にデスクトップサイズのナノインプリント装置を示します。これらの装置開発は、産総研と技術力



図2 小型電子線描画装置のプロトタイプと描画例

の高い中小企業との連携が役に立ちました。

デスクトップの装置を実現するには、ただ単に装置のパーツを単純に縮小すれば良いと考えられるかもしれませんが、ところが、装置機能は小型化しにくいものがあります。例えばガス処理設備や配管、液体を使う洗浄プロセスなどです。装置は簡単に小さくすることができても、排ガスを無害化するガス処理装置を小さくすることはできません。同様に純水製造設備や洗浄ラインは大幅に小さくすることは困難です。そこで、デバイスの製作プロセスも通常とは変更し、小型化に向かないプロセスを極力排除したものにする必要があります。ナノインプリント法を複製パターンの製造法として採用する理由もそこにあります。通常用いられている製造法では、酸やアルカリで微細構造を溶解したり、反応性のあるガスをイオン化して微細構造を削り出すエッチング法が多用されます。これらの方法では、装置はガスの取り回しや液体類の配管を小さくすることは困難ですが、ナノインプリント法では、エッチングとは原理が異なることからこれらの問題が回避できます。

言い古されたことば、「新しい酒は新しい革袋に」

現在メモリに代表される半導体製造で、日本は劣勢に立たされていると言われています。このような大量少品種の分野では後進に道を譲るとしても、次の時代の製造技術はぜひ世界をリードしたいものです。次世代の少量多品種のキーデバイス製造では、デスクトップナノファクトリをはじめとする新しいアプローチで臨むことが産総研の責務と考えています。



図3 デスクトップナノインプリント装置

第1種基礎研究からのスピノフ型ベンチャー創出に向けた本格研究 酸素を極限まで取り除くガス精製装置

物性物理研究上のニーズに基づく装置開発

私が固体電解質を用いた酸素ポンプ技術に出会ったきっかけは、まったくの偶然と言っていいものでした。2000年ごろSr₂MoO₄という酸化物の物性を研究していました。この物質は高温超伝導体と共通の2次元的な結晶構造をもつので、あわよくばこれも超伝導体になるのではないかと考えて実験をしていたわけです。合成には10⁻²⁰気圧以下の極低酸素分圧のガスが必要で難澁を極めました。極低酸素分圧のガスというのは、ベースはアルゴンや窒素で全圧は1気圧なのですが、酸素の分圧が極端に低いガスのことです。Ti₂O₃という別の酸化物を酸素緩衝剤（還元剤のようなもの）として使うことで单相試料を得ることができました。ただし、これは多結晶試料で、物性研究に重要な単結晶試料ではありませんでした。そこで、酸化物単結晶育成法としては最もポピュラーな浮遊帯域法（FZ法）で単結晶を作ることが次の目標になりました。

酸素緩衝剤（ケミカル）から酸素ポンプ（デバイス）へ

FZ法でSr₂MoO₄の単結晶を作るためには、炉心管内を極低酸素分圧にしなければなりません。当時は酸素緩衝

剤を使う方法しか知りませんでしたので、それをベースに考えていました。ある日、適切な酸素緩衝剤を選定するために、いろいろな金属イオンの酸化還元電位を集めたハンドブックを見る必要が生まれました。燃料電池グループの人が私の見たい本を持っているということがわかり、訪ねていきました。私がなぜその本を見たかったのか伝えたところ、固体電解質を使って酸素を引けばよいとの助言を受けました（燃料電池は酸素分圧の差で発電しますが、それを逆に用いる）。私にとっては全く未知の分野だったのですが、調べてみると結構長い歴史があり、酸素濃度調整器として売られているものもあることがわかりました。

この固体電解質による酸素ポンプ技術を使えば、酸素緩衝剤を使うのに比べ、任意の時間を連続して一定の酸素分圧を保つことができそうな点で有利だと考え、これとFZ法単結晶育成装置を組み合わせることで実験を開始しました。酸素分圧をより下げるためには、ガスを繰り返し酸素ポンプに通す必要があると考えて、ガスを循環させるシステムを作りました。当初は循環モードにした途端、むしろ極端に酸素分圧が悪化するような状態でしたが、ねばり強く漏れ箇所を突き止めてつぶしていった結果、現在では10⁻³⁴気圧の酸素

分圧を達成しています。これは固体電解質を使った方法では達成できなかった値です（これまでは10⁻¹⁸気圧程度）。また、水素との比較では、水分を10ppbまで減らした水素であってもその酸素分圧は1000℃で3×10⁻³¹気圧であり、温度が高くなると分圧も上昇します。したがって高温になるほど極低酸素ガスの酸素分圧との差は広がり、極低酸素ガスの方がより強い還元力を持つようになると考えられます。

実際、水素ガスでは還元することが困難であるアルミナ（Al₂O₃）を酸素分圧10⁻³⁰気圧のアルゴン中2000℃まで加熱すると還元され、金属アルミニウムが蒸発してくることを確認しました。また還元されやすい銅では、200℃という低温で酸化銅から銅金属への還元已成功しています。もともと研究スタートのきっかけとなったSr₂MoO₄に関しては別の困難がありまだ単結晶成長には成功していませんが、類縁物質のSrMoO₃が酸化物中最高の電気伝導度を示すことを見いだしました。

半導体応用を目指した製品プロトタイプ開発

2005年度のベンチャー開発戦略タスクフォースに「極低酸素分圧技術の半導体プロセス応用」として採択され、この技術を半導体製造装置に適合するようにスーパークリーン化することと、実際の製造プロセスに合わせて大容量・大流量化することをテーマに2年間取り組みました。スーパークリーン化に関しては完全に達成できましたし、大規模化についても300mmウェーハー対応の枚葉式チャンバー（内容積約50L）に対しては十分な処理能力を持つ製品プロトタイプが完成しました。

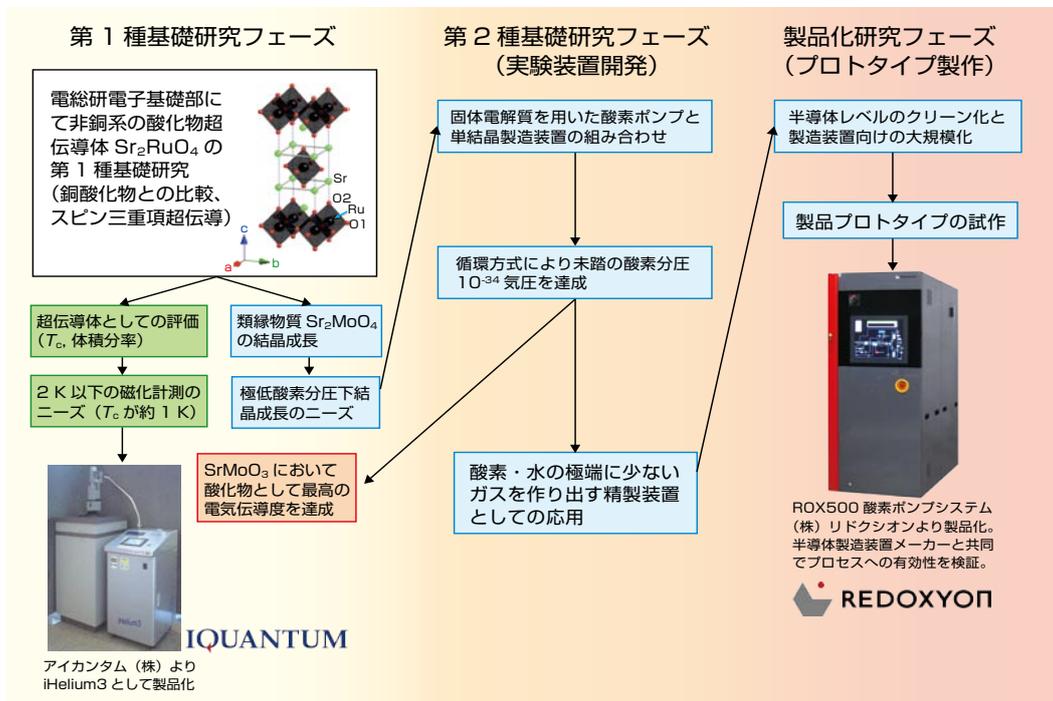
この成果を基に2006年12月に株式



新物質開発に重点を置いた物性物理を、大学院→電総研と一貫して研究テーマとしていましたが、産総研誕生をきっかけに、自らの第1種基礎研究に必要でかつお金では買えないような装置を作り、さらには自ら設立に関わったベンチャーから製品化するという活動形態に移ってきました。

しかし、製品化研究で論文数を維持するのは困難なので、研究者としては苦しい面があるのは事実です。

白川 直樹（しらかわ なおき）
エレクトロニクス研究部門
量子凝縮物性グループ



第1種基礎研究からのスピノフモデル

会社リドクシオンを起業しました。極低酸素分圧技術の産業応用を押し進めていきたいと願っています。

産業へのインパクト

極低酸素分圧のアプリケーションとして以下の項目を考えています。

- 1) 半導体プロセス用超高純度ガス
 - ・膜中への酸素取り込みを減らす。
 - ・酸素ポンプには酸素だけでなくガス中の水分を分解除去する効果がある。
- 2) 真空容器の潤らし

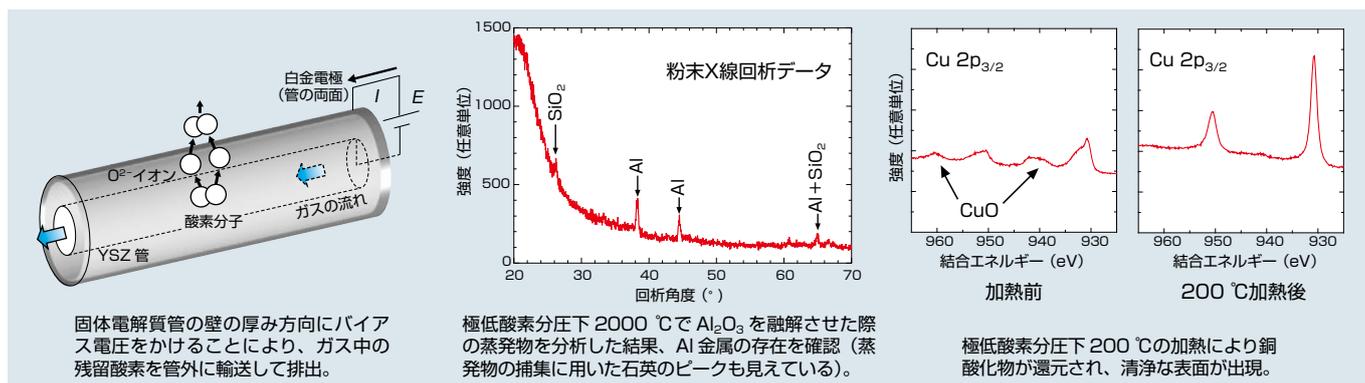
・水分が従来の高純度ガスよりさらに数桁少ないガスを用いてサイクルパージを行うことでベーキングなしに真空度を上げることが可能。

3) 1000 °C 以上の高温における還元ガス

- ・水素を使わずに還元ができるので安全かつ水素脆性の問題がない。
- ・1000 °C 以上では水素より還元力が強い。

極低酸素分圧というのは今まで産業界ではほとんど使われてこなかった技

術であるため導入へのハードルも高いのですが、少しずつ認知されてきていることを日々感じています。今後、キラーアプリケーションが見つれば大きく成長できるものと思います。



酸素ポンプの動作原理と効果の実証

「街角サービスのインフラ作り」を目指す本格研究 ワンパッケージで作るインタラクションの端緒

ワンパッケージテクノロジーの商用化の 試み

私たちは「街中で、インタラクションの端緒を拾い上げるインフラを提供したい。そのようなインフラ実現までのさまざまな課題を解決したシステムを提案したい」と考えました。利用者の「ちょっとしたアクション」を拾い上げるための小型の端末と、そのアクションをより大きなサービスにつなげていくためのツール群、それがワンパッケージテクノロジーと総称されるソフトウェア群です。私たちはそのソフトウェアの商用化に取り組んでいます。



駅での実証実験

背景となる研究

1999年ごろ、私たちのグループではコミュニケーションメディアの変遷を調べました。1876年に電話が発明され、1970年代に電子メールが登場します。2000年の前後からは、ICQ/IM（インスタントメッセージ；全角128文字以内の短いテキストだけを交換できるメディア）がもっとも高いユーザ獲得率でした。このような変遷から私たちが気づいたのは「新規ユーザを獲得しているメディアは、1回あたりの情報量が小さい方向に進んでいる」ということでした。

2000年ごろ、これからはブロードバンドの時代だ、マルチメディアの時代

だ、遠隔医療だ、テレビ電話だといわれました。たしかにそれらの技術は、「当たり前」になっています。しかし、テレビ電話のような高価なコミュニケーションメディアはまったく人気がありません。

私はブロードバンド時代のブレークスルーとは「高価なコンテンツをリアルタイムで伝送できること」ではなく、「少ビットをそれにふさわしいコスト、すなわち無料でやり取りできるようになったこと」だと考えます。「お金をかけてまでは、こんな些細な話をわざわざ通信したりはできないけど、無料

なら・・・」という気軽なメッセージのやりとりこそ、「これまでやりたかったけどできなかったこと」にほかなりません。

小インタラクション前置

日常の「他者とのインタラクション」を見ると、よほどの用事があるときは別として、一般的には些細なやり取りや名刺交換、電話でのアポなどから始まって、徐々に大きなインタラクションに発展していきます。相手との人間関係にもよりますが、同僚との意見交換でも、相手が暇そうにしているかどうかを見るという段階（端緒段階）を経ていれば「今、いいですか？ちょっとこのグラフを見てほしいんですけど」というように自然に大きなインタラクションを始められます。それに対して、相手が暇かどうかわからない段階でインタラクションを起こそうとすると「時間があるときにこのグラフを見ていただきたいのですが」と、ややフォーマルなやり取りから入る覚悟が必要です。離れたところにいる他人とのインタラ



工学博士。1994年電子技術総合研究所に入所以来、コミュニケーション・インタフェースの研究に従事しています。私は、便利さを追求し、高機能端末や電源を常に持ち歩かなければならない旧来の未来社会像には共感しません。便利さよりも、たとえば「参加の喜び」といった価値観に社会がシフトしていくと予想しているからです。そのような問題意識から、(情報技術からみた) 地域振興施策などを勉強しています。

山本 吉伸 (やまもと よしのぶ)
情報技術研究部門
主任研究員

クションをつくるのは、なおさらです。

そのように考えると、「いきなり大きなインタラクションをはじめより、小さなインタラクションからはじまって大きなインタラクションに移行するほうが楽で、多くの人も小さなインタラクションから始めることを望んでいる」と言えそうです。この考え方（『小インタラクション前置』と呼ぶことにします）は、コミュニケーションメディアに限らず、さまざまなサービスにも当てはまる一般原理に通じているのではないのでしょうか。心理学で「フットインザドア」とか「ローボールテクニック」などとして知られている現象にも通じます。

小インタラクション前置が正しいとすると、多くの人は「インタラクションの端緒」こそを望んでいることが強く示唆されます。街中に「端緒」があふれることは、エンドユーザだけでなく、大きなインタラクションを作り出したいサービス提供者にとってこそ必要とされるでしょう。こうしてワンパッケージテクノロジーの研究が始まりました。

ビジネス化へ

技術開発においては、いかにコストを下げるができるか、いかに安全に利用できるものにするか、いかに高速に処理するか、いかにメンテナンスを簡単にするか、いかに普及させることができるか、などが解決すべき課題となります。例えば私たちは、ユーザが簡単に意思表示できるよう、交通系ICカードも利用できるようにしました。

しかし、最初はなかなかシステムの着眼点を理解してくれる人は現れませんでした。

そのような中、「事前登録など一切

不要で、駅のポスターに交通系ICカードをタッチするだけでクーポンがたまるといったデモを作ったところ、大手広告代理店が実証実験に協力してくれました。それはとてもありがたいパートナーシップでした。ですが、「クーポンで関心を引いたら、より大きなインタラクション（例えば他者とのコミュニケーション）に持っていくことこそが本旨」と主張しても、「クーポンだけのほうがわかりやすくよい」「コミュニケーションなど誰も望んでいないのではないか」「実際にそんなこと言ったら売れません」「効果の実証がない」と言われてしまうのです。

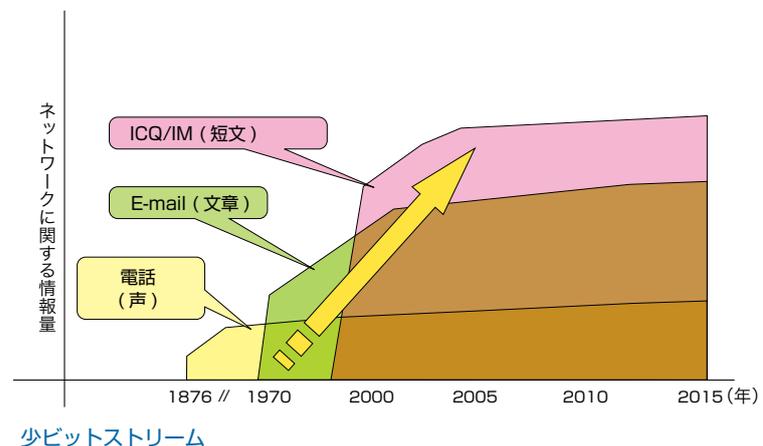
現在のところ、クーポンという切り口を推進していますが、研究者の構想をビジネスの現場にそのまま持ち込むことは一般的に難しいという感想を持っています。さらに大手の事業者が市場を制御しており、新規参入は決して簡単であるとはいえません。まさに社会の現実であり、それはそれでも勉強になるのですが……。いずれにせよ、いまだ道のは険しいというのが現在の率直な感想です。

「現場」は研究活動も推進する

私は、情報技術関連部門発のベンチャーの成功によって、産総研の情報

技術研究全体のターゲットとなるような「現場」ができるかもしれないと期待しています。どんな研究テーマの提案でも、具体的な現場がないと「どうしても解決したい、解決しないと困る人たちがいっぱいいるんだ」という迫力に欠けるように感じます。そもそも、根無し草は育ちません。例えば通信衛星を持っていれば、その衛星を「災害時に・・・」「安全な暮らしのために・・・」「快適な動画配信のために・・・」「ビジネスインフラのために・・・」など、横軸を広げていけるのではないかと思います。以前、あるポケベル会社が会社更生法の適用を受けたときにインフラを買い取る提案をしたことがあったのですが、いまでもそういうインフラがあれば携帯電話とはまったく違う公共サービスの技術を提供していったのではないかと考えています。

私は、多くのユーザが利用するインフラを実現すれば、それは産総研の研究をも加速するはずだと考えており、本件もそのような願いを込めて提案していたものです。100のビジネス化提案があればそのうちいくつかは成功するでしょうから、私以外のインフラ提案にも強く期待しています。



知的スケジューリングにおける本格研究 社会に対するサービスの適正割り当てを目指して

スケジューリングとは

工場における生産計画や、看護師の勤務計画、鉄道ダイヤの作成など、制約があるなかで、最適な資源などを割りつけるのがスケジューリングです。多くの現実的なスケジューリング問題は一般化できない問題で、大規模なスケジューリング問題に対して適当な時間内で最適解を得るための一般的解法の開発は極めて困難であることが過去の研究によって明らかにされています。また、いわゆるスケジューリングの「専門家」が、必ずしも自らのスケジューリング問題をうまく解決するための知識やノウハウを十分に持ち合わせているわけではないことも、知られるようになりました。したがって、スケジューリング問題の効率的な解決には、特定の構造や特徴を持った問題に対して効率的に近似最適解を求めるため、さまざまな探索を行うことが不可欠であるとされ、数多くの近似解法が提案されています。

半導体製造への応用

私自身も当初、人工知能における制約充足探索や事例に基づいた知識獲得といった基礎研究の応用例として生産スケジューリング問題を取り上げて研究を進めており、2001年ごろにはそろそろ現実問題への適用をと考えてい

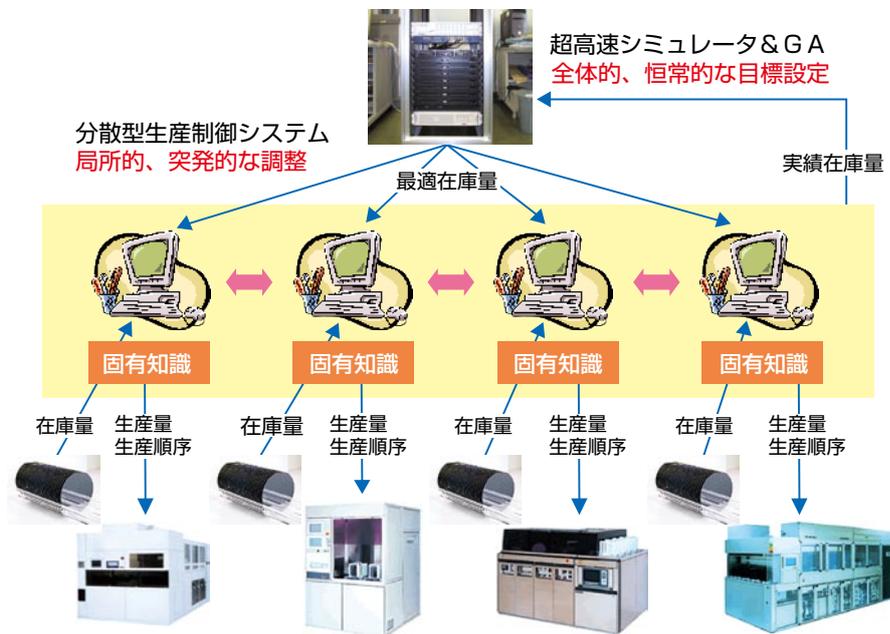


図1 階層的分散生産制御システム

ました。そんな折、テキサス大学から筑波大学に移られたばかりの松尾博文教授（現在は神戸大学経済学部）にお会いする機会があり、日米企業における半導体製造プロセス制御の状況を知ることができました。その場で、現実のスケジューリング問題としては最も大規模で複雑な半導体製造プロセスに興味を持ち、松尾先生に共同研究を申し込んだところご快諾頂き、早速、関連する企業の研究者たちと勉強会をスタートさせました。その結果、高速なシミュレーション技術に基づいた近

似最適化と、自律分散制御を融合した生産制御システムの開発に至りました（図1）。開発したシステムを米国の半導体関連企業のコンソーシアムであるSematechが公開する半導体製造プロセスのベンチマーク問題を用いて評価したところ、これまでの手法よりも十数パーセントの在庫削減効果があることを確認し、学会発表やプレス発表を行いました。共同開発に参加した企業の努力もあり、数社から自社工場での評価の引き合いはあったのですが、当時は日本の半導体業界で企業再編が急激に進む真ただ中であつたこともあり、私たちの開発した手法が実際の半導体製造工場に導入されることはありませんでした。

予約システムの最適化

そんな中、ある中小企業の経営者からチケットやホテルなどの予約システムを最適化できないかという相談を受けました。彼によると、現在の予約システムは先着優先の原則のみで運用さ



民間企業の研究所に10年間勤務の後、1995年電子技術総合研究所に入所しました。1999年より筑波大学連携大学院准教授を併任しています。2007年3月に産総研ベンチャーとしてYuuZuu株式会社を創業し、取締役を兼業しています。資源割り当て問題、マルチエージェントシミュレーションなどの研究、現実問題への適用に興味を持っています。

宮下 和雄（みやした かずお）
知能システム研究部門
分散システムデザイン研究グループ

れているので、顧客の満足度と事業者の収益が全く最適化されていないということでした。詳しく話を伺うと、今まで研究対象としてきた半導体の製造プロセス制御に比べると、非常に単純で簡単な問題のように思えたので、取りあえず共同研究を開始することになりました。

最初は軽い気持ちで始めたのですが、私にとっては初めて製造業以外の企業との共同研究を進めていく中で、今まで経験したことのない難しさに気づかされました。まず、予約システムは、企業内の閉じたシステムではなく、一般社会と直接つながった開放型のシステムであり、システムに対する要求の質や量が全くコントロールできないということでした。したがって、知的な予約システムには、状況に応じてシステムの挙動をダイナミックに調整できる柔軟性が不可欠になります。この問題の解決には、スケジューリング研究で培った適応的な探索制御技術が有効でした。

しかし、もっと本質的な困難は、予約システムにおける「最適化」のための指標が明確ではなかったことです。もちろん事業者にとっては予約によって収益を最大化することが最も重要ですが、長期的な視点に立った収益を考えると顧客の満足度を最大化させることが必要になります。生産システムにおいては、ユーザである企業の満足度は、リードタイムや製造コストなど定量化しやすい指標の組み合わせで定式化されます。しかし、予約システムのユーザは一般の生活者であり幅広いニーズを持っています。そこで、私たちは予約価格をコントロールすることにより、顧客から多様なニーズを抽出し、顧客間の異なるニーズを調整するために柔軟な予約入替を行う「融通」予約手法を開発しました(図2)。現在、「融通」予約の有効性を実証するため、経済産業省からの委託事業として「融通」予約をゴルフ予約ポータルサイトに適用する実証実験を進めています。

サービス最大化に向けて

近年、サービス産業における生産性改善の必要性が国内外で指摘されています。「もの」と違って、サービスは本質的に保存できないという性質を持つため、サービス流通を効率化し生産性を改善するには、サービスの需要と供給のタイミングを柔軟にマッチングさせる知的な予約手法が重要です。今後、日本経済のより多くの部分をサービス産業が担うようになる中で、産総研における研究活動だけでなく、「融通」予約技術をベースに設立したベンチャー企業(YuuZuu株式会社)の事業を通じて、サービスをより適正かつ効率的に配分できる社会の実現(サービス最大化)に貢献していきたいと考えています。

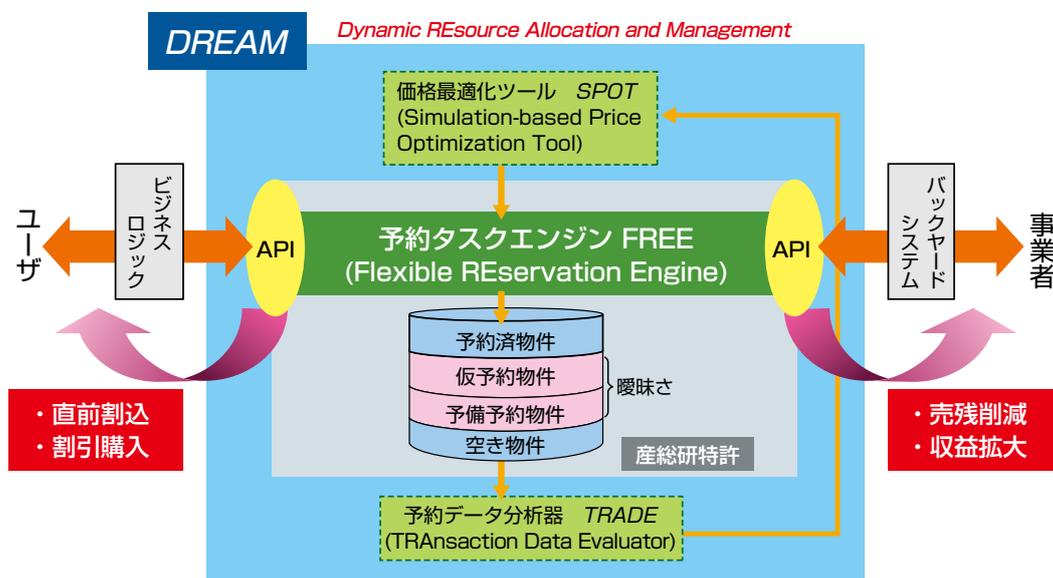


図2 「融通」予約システム

木質系バイオエタノールにおける本格研究 高分子化学に基づいた木質の活性化前処理技術

セルロースの不思議

木材や綿花の主成分であるセルロースは、ブドウ糖が鎖状につながった高分子です。身近な製品は紙や木綿、レーヨンなどです。ポリエチレンなどの開発により廃れましたがセルロイド（ニトロセルロース）は世界で初めて実用化されたプラスチックです。生体内では、セルロース分子が1本で存在していることはなく、必ず規則正しく、しかも人工的には作れない形態に自己集合して幅数 nm のマイクロフィブリルを形成しています。この集合構造によりセルロースは結晶性を示します。マイクロフィブリルはさらに集合して強靱な木質組織を形成しています。その原動力は、分子中に共存する親水部分と疎水部分の作用です。このようにセルロースはとてもユニークで特殊な高分子です。

私は1992年に工業技術院四国工業技術試験所（現産総研四国センター）に入所しました。当時の研究テーマは粉碎によるセルロースの材料化でしたが、学生時代とは全く異なる分野であったため、セルロースについては知らないことばかりでした。文献や専門書を読んだり、大学で勉強させてもらったりしましたが、まだまだ未解明なことが多くあることを知りました。第一線の研究者は高分子化学の手法を

木質組織をマイクロフィブリルにほぐして隙間を形成させる

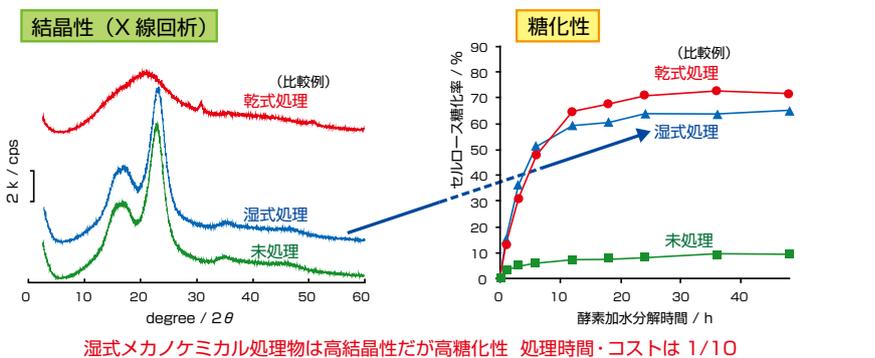
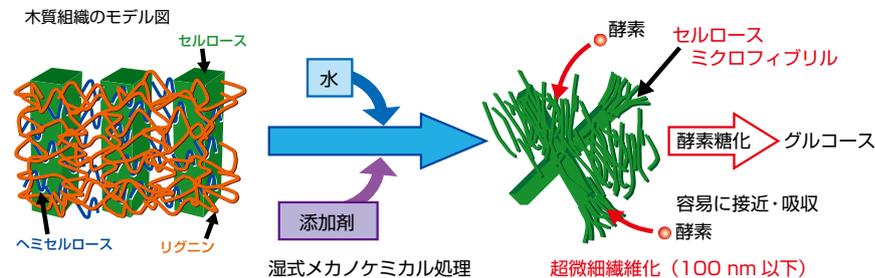


図1 超微細繊維化による酵素糖化促進効果

駆使して、その解明に取り組んでいることにも驚きました。

木材を効率的に酵素糖化するには

バイオエタノールを製造するためには、木材中のセルロースやヘミセルロースを加水分解（糖化）してブドウ糖などにした後、酵母などで発酵させる必要があります。現在の米国やブラジルは年間1600万 kL以上のバイオエタノールを製造していますが、原料は

製造プロセスが比較的簡単なトウモロコシ（デンプン）やサトウキビ（砂糖）などです。木材糖化は、飼料や食料、あるいは化成品原料への転換を目的として戦前から世界各国で研究されてきました。日本でも、1960年代に濃硫酸を用いた比較的大規模なプラントが建設されましたが、設備維持コストや製品価格などの問題から1年で閉鎖となりました。現在も硫酸を用いた方法の研究開発が幾つか進められていますが、収率や環境負荷などの課題は残ったままです。硫酸に代わる方法として酵素糖化法があります。原理は昔から知られていますが、糖化性を向上させるためには、木材の反応性を高める前処理が重要であることが知られています。加圧熱水処理、蒸煮、爆砕、粉碎などの方法がありますが、コストが課題となっていました。

粉碎は単純な方法ですが、圧力やせん断力などの粉碎エネルギーは、物理



1992年広島大学大学院理学研究科を修了（理学博士）し、四国工業技術試験所に入所しました。そこで初めてセルロースに関わり、それ以来ずっとセルロースを対象としています。メインの実験手法もずっと変わらず粉碎技術で、入所以来ずっとセルロースの粉を作り続けています。しかし、まだまだ思い通りには進まず、不思議なセルロースに振り回され続けています。

遠藤 貴士（えんどう たかし）
バイオマス研究センター
水熱・成分分離チーム

的に微粉末化（セルロースの場合、通常では10 μm程度まで）する以外に、ナノレベルの反応（結合形成・切断、分子再配列など）も起こします。このような機械的な粉碎エネルギーによって化学反応を起こす方法をメカノケミカル反応と呼びます。私は、このメカノケミカル処理技術を酵素糖化前処理として展開するため、3年ほど前に現在の研究ユニットに異動しました。

木材をボールミルなどで粉碎すると酵素糖化性が向上することは昔から知られていました。セルロース結晶が壊れて非晶化することが要因だとされてきましたが、あらためて実験してみると、高結晶性でも高糖化性を示す試料もあり、結晶性のほかに重要因子があると考えられました。そこで、高分子化学やセルロース化学の観点から見直し、これらの分野で用いられている機器分析手法を取り入れて調べたところ、酵素糖化性を向上させるためには、

セルロース分子の集合体であるマイクロフィブリルがお互いに少し分離して、酵素が進入できるナノレベルの空間形成が重要であることが分かりました。

超微細繊維化すると

そこで、実際に木材をナノオーダーのマイクロフィブリルにほぐして酵素糖化性を調べました。いろいろと試した結果、湿式処理により100 nm以下の超微細繊維を得ることができました。この微細繊維は原料木材中のセルロースと同程度の結晶性を保持していましたが、酵素糖化は効率的に進行しました（図1）。この方法は高分子化学的にもセルロース化学的にも無理のない方法です。さらに湿式メカノケミカル処理の最適化を進めて、従来に比べて10分の1の時間とコストでの連続処理方法にめどが付きまして。現在、この技術を組み込んだミニプラントを計画しています。

セルロースナノファイバーの展開 ーセルロースイノベーションー

木材をマイクロフィブリルにほぐすと、セルロースナノファイバーが得られます。このナノファイバーでは酵素糖化が効率的に進行し、バイオエタノール製造のための前処理技術として期待できます。しかし、セルロースナノファイバーはその構造上、とても高強度になります。現在、この細さと強さの特性を生かして強化プラスチックや機能性透明フィルム、精密分離・吸着剤、化粧品や医療品などの開発が進められています。このようにセルロースナノファイバーを軸とした、木材など再生型資源からの安全・安心・快適な製品の開発は、これからのポスト石油時代に「セルロースイノベーション」を起こせるかもしれません（図2）。

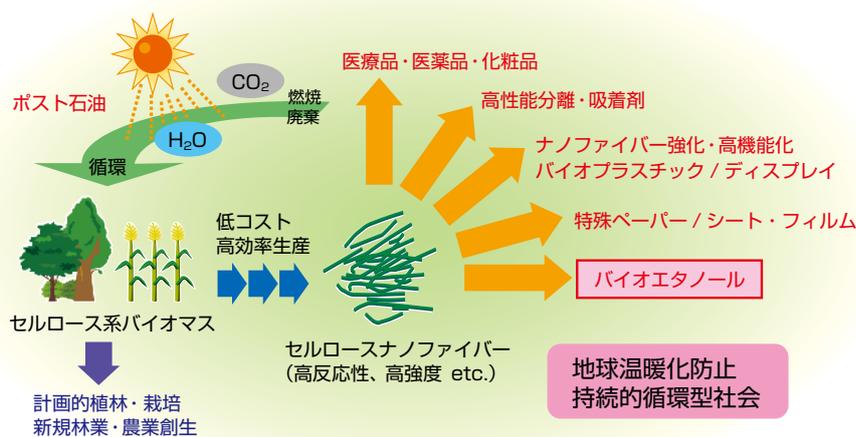


図2 セルロースイノベーション

省エネルギー型建築部材の本格研究 調光ミラーの実用化を目指して

省エネルギーと調光ガラス

地球温暖化問題が深刻になるにつれて、二酸化炭素の排出量削減は解決しなければならない緊急の課題とされています。京都議定書の発効により日本も排出量の削減義務を負っていますが、排出量は減るどころか逆に増加しており、中でも民生部門における排出量の削減が急務となっています。私たちの研究ユニットでは、この民生部門における排出量削減に効果的な材料として、これまでの物と置き換えて使用するだけで自然に省エネルギー効果が得られる「省エネルギー型建築部材」の研究開発を行っており、そのひとつが「調光ガラス」です。調光ガラスとは光の透過や反射を自動的にコントロールすることで、建物や乗り物における冷暖房負荷や照明負荷を低減することのできる窓ガラスで、大きな省エネルギー効果が期待されています。最も典型的な調光ガラスは酸化タンゲステン薄膜を用いたエレクトロクロミックガラスと呼ばれるもので、図1に示したように透明な状態から濃い青色に変化することで、太陽光を調節します。

「死の谷」に入り込んでしまった調光ガラス研究

私は1986年に工業技術院名古屋工業



夏炎天下に駐車しておいた車に乗って暑さに辟易する度に「ガラスをスイッチで鏡に変えられたらな」と思ったものでした。そのような切りかえができる調光ミラーという材料に出会った時は、体に電気が走りました。とはいえ、調光ミラーの応用先の中でも、自動車用のガラスは最高難度です。毎日の通勤時、実用化へのブレークスルーとなる技術をあれこれと模索しています。(岐阜大学大学院環境エネルギーシステム専攻併任教授)

吉村 和記 (よしむら かずき)
サステナブルマテリアル研究部門
環境応答機能薄膜研究グループ

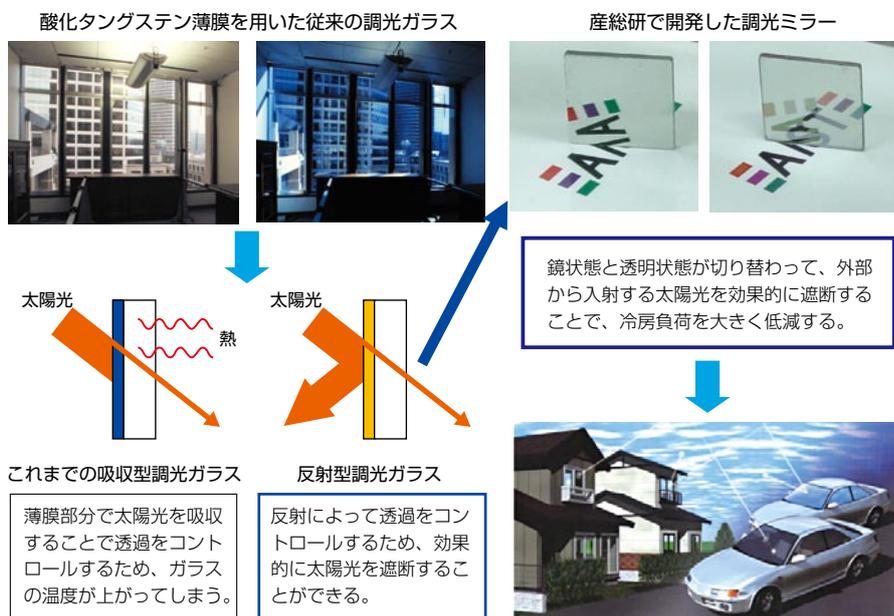


図1 調光ミラーの開発意義

技術試験所（現産総研中部センター）に入所して以来、このエレクトロクロミック材料の研究に携わってきました。当時は、大手ガラスメーカーや自動車メーカーでもエレクトロクロミックガラスを実用化するための研究が行われており、私のいた研究室でも、省エネルギー材料のひとつとして研究を行っていました。しかし、調光特性の優れたものはできるものの、どうしてもコストが高くなってしまったり、また、省エネルギー性能が十分ではなく実用化のめどが立たないことから、

2000年ごろには、日本では実用を目指した研究がほとんど行われなかったという状況になってしまいました。

調光ミラー —新しい調光ガラス—

そのころ、IEA（International Energy Agency：国際エネルギー機関）の調光ガラスに関する国際研究協力を通じて知ったのが「調光ミラー」という薄膜材料の存在です。これはガラス上に40 nm程度のマグネシウム合金薄膜と4 nm程度のパラジウム薄膜を蒸着したもので、鏡の状態と透明な状態を切りかえることができる新しい調光材料です。これまでの吸収型のクロミック材料に比べ、より効率的に太陽光を制御できるうえ（図1）、これまでの酸化物薄膜を用いる調光ガラスに比べ、金属薄膜を用いる調光ミラーでは、生産性を上げることでコストを下げることができるという利点もあります。これは新たなブレークスルーになる材料ではないかと、2002年より勇躍研究を開始しました。当初は透明時の可視光の

透過率が15%程度しかなく、また数回程度しか切りかえることができませんでしたが、その後1年ほどの研究で、可視光透過率を50%程度に向上させ、また百数十回程度まで切りかえが行える材料を開発することができました。

実用化を目指した薄膜研究

2003年の時点で、この調光ミラーを実用化するためにはさまざまな研究課題がありました。中でも、この材料の最大の問題点は、繰り返しに対する劣化が早いことでした。劣化のメカニズムを詳しく調べることで、耐久性を向上するためのさまざまな技術を開発し、現在3,000回程度まで切りかえが行える材料を開発することに成功しています。また、これまでの調光ミラー薄膜材料では、透明時に少し黄色がかった色がついているという問題点がありましたが、完全に無色にするのできるマグネシウム・チタン合金系の材料を開発しました。さらに、調光ミラーでは、薄い水素を含んだガスを用いることで簡単に切りかえを行うことができますが、よりコントロール性の良い電氣的に切りかえが行えるデバイスの

開発も必要でした。そこで、図2に示したような多層薄膜の積層により、電氣的に鏡の状態と透明な状態が切りかえできる全固体型調光ミラーデバイスの作製を行い、マグネシウム合金薄膜を用いたものとしては世界で初めて電氣的に切りかえできるデバイスの作製に成功しました。本格研究としての推進にあたっては、常に実用化という観点を意識しつつも、かといって試行錯誤的な実験で解決を図ろうとするのではなく、物理・化学現象を解明するための基礎研究をベースにして課題を克服していくという姿勢が重要であると思っています。

省エネルギー効果の実証

このように、基本的な性能を高めることには成功しましたが、メーカーの方々にも再度調光ガラスの研究に目を向けてもらうためには、単に実験室規模で小さいサンプルの性能を示すだけでなく、窓ガラスとして大きな省エネルギー効果を持つことを実証する必要があります。そこで、実サイズに近い調光ミラーガラスの作製と評価にとりかかり、図3に示したような

マグネシウム・ニッケル合金薄膜を用いた70 cm×60 cmの大きさの調光ミラーガラスを作製しました。実サイズのガラスとしては世界で初めて実現したもので、これにより、このサイズのガラスでも小さいサンプル同様の切りかえができることを確認しました。現在は、1.2 m×0.8 mのサイズの実際に建物で使用できる調光ミラー窓ガラスを作製することにも成功し、さらに、産総研中部センター内の環境調和実験棟にこの調光ミラーガラス窓を実装し、その省エネルギー効果の測定を行うことになっています。2007年度からは、研究グループ内でも研究者4名で調光ミラーの研究に取り組んでおり、今後は研究開発を加速し、できるだけ早い実用化を図ることで、少しでも二酸化炭素の排出量削減に役立つことを目指しています。

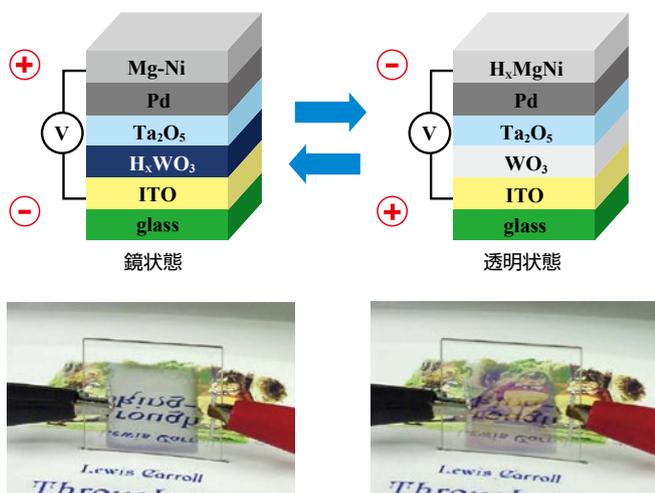


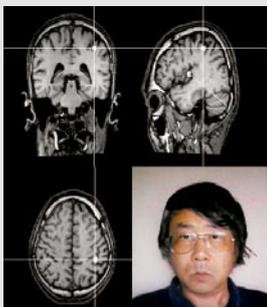
図2 全固体型調光ミラーデバイス



図3 世界初の大型調光ミラーガラス

自動車運転中に携帯電話を使う危険性について

神経科学からのアプローチ



浜田 隆史

はまだたかし

hamada-takashi@aist.go.jp

人間福祉工学研究部門
くらし情報工学グループ
主任研究員
(関西センター)

MEG (脳磁図) を用いた位相同期・スキル・聴覚・嗅覚の研究や、神経回路モデルを研究中です。工学と神経科学の橋渡しを目指しています。

関連情報:

● 共同研究者

岩木直 (産総研)、川野常夫 (摂南大学)

● 参考文献

[1] 認知神経科学の源流、M. Jeannerod 著、ナカニシヤ出版、2007

[2] T. Hamada, Transport. Res. Part F, vol 11-1, page 75-82, 2008.

2つの視覚神経系

私たちは主観をよりどころに、「心は単一構造だ」と信じているかもしれませんが、心の実体を分割したとき、はじめて心は科学の対象になり、今日の神経科学に至ったといえます^[1]。一例として視覚神経系(見るしくみ)は、頭頂葉を中心とする背側(dorsal)系と下部側頭葉を中心とする腹側(ventral)系に分割されます。前者は空間情報を処理したり空間を頭の中でイメージするために、後者は形態や色情報を処理したりイメージするために働くことが知られています(図1)。さて、自動車の運転を考えると、路上の障害物を避けたり車間距離を判断するためには背側系を、信号の色や道路標識を見るためには腹側系をというように、状況に応じて背側・腹側系を切り分けて使っていると考えられます。また、携帯電話の相手が「駅を出て交差点を最初は右、次は左に曲がる。向かって右に見える店で会おう。」と言うのを聞くときには空間イメージングのために背側系を、そして「昨晚の彼女のドレスはきれいだったね。」という話を聞くときには色イメージングのために腹側系をというように、状況に応じてやはり背側・腹側系を切り分けて使っていると考えられます。

視覚と聴覚の同時タスク

この仮説に基づいて、視覚入力空間的属性(L)について判断させる視覚タスク(vL)あるいは視覚入力色の属性(C)について判断をさせ

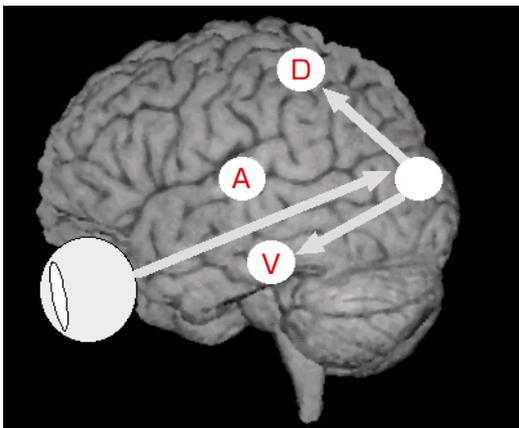


図1 背側視覚系(D)と腹側視覚系(V)、(A)は聴覚領

る視覚タスク(vC)のどちらか一方と、聴覚入力にもとづいて空間属性をイメージ上で判断させる聴覚タスク(aL)あるいは聴覚入力に基づいて色属性をイメージ上で判断させる聴覚タスク(aC)のどちらか一方を組み合わせる(すなわち、vL+aL、vL+aC、vC+aL、vC+aCという4種の組み合わせができる)、そして視覚タスクにおける反応時間を計測する、という実験をしました^[2]。視覚タスクだけのときに比べて、聴覚タスクを同時に行くと視覚タスクの反応時間が遅くなります。興味深いことに、視覚・聴覚タスクそれぞれの属性(空間か色か)が同じときには、異なる場合に比べて、反応時間の遅れが大きくなりました(図2)。属性が同じときには、背側系あるいは腹側系という神経資源のどちらかを視覚と聴覚タスクの双方が同時に使わなければならないので、視覚タスクでの反応時間が遅くなったと解釈できます。

今後の展開

この実験結果から、自動車運転タスクの属性と携帯電話聴取タスクの属性が同じになった場合に事故のリスクが増えることが示唆されます。これをしっかり結論づけるために、上のタスクを遂行中の脳活動を調べたり、運転シミュレーターを使って実際に近い状況での行動実験などを加えたいと考えています。

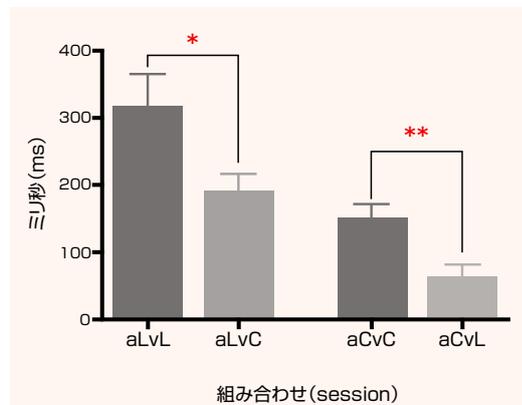


図2 視覚と聴覚の同時タスク

縦軸: (視覚・聴覚タスクでの反応時間) — (視覚タスクだけの反応時間)、横軸: 視聴覚タスクの4種類の組み合わせ、a: 聴覚、v: 視覚、L: 空間、C: 色。

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$ 。

(pは統計的有意差検定における危険率を表す。)

外部光源なしで光る、蛍光タンパク質

自己励起蛍光タンパク質による高精度細胞イメージング技術



星野 英人

ほしの ひでと

ah-hoshino@aist.go.jp

セルエンジニアリング研究部門
セルダイナミクス研究グループ
研究員
(関西センター)

生体内の諸現象を可能な限り“そのままの状態”で観察したいと思い、天然でGFPを光らせる海洋発光生物からヒントを得て、BAFの開発に着手しました。さらなるイメージング技術の開発を進めるとともに、安全で手軽に利用可能な検査試薬としての応用開発を続けていきます。

関連情報：

- 共同研究者

近江谷克裕（北海道大学大学院）、中島芳浩（産総研）

- 参考文献

H.Hoshino et al., Nature Methods, 4, 637-639, 2007

- プレス発表

2007年7月9日「自ら光る蛍光タンパク質による高精度細胞イメージング技術の開発」

●この研究における“生物発光による1細胞イメージング技術の開発”は、独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）細胞内ダイナミクス解析プロジェクトで推進したものです。

生物発光のイメージング技術

生物発光は、簡便な操作で高感度かつ高精度で迅速に計測できるユニークな天然のシステムです。産総研では、生物発光の利用の可能性を探索し、生活に役立つ技術を目指した基礎技術として発展させてきました。

従来、緑色蛍光タンパク質（GFP：Green Fluorescent Protein）の応用には蛍光を発生させるために外部からの励起光が必要でした。また、測定には過剰な励起光を除去して蛍光だけを選別する仕組みが必要なため、蛍光顕微鏡など複雑な計測機器での利用に限られていました。私たちは、自然界でGFPを体内に有している海洋性発光生物がGFPを光らせる仕組み－「生物発光共鳴エネルギー移動（BRET：Bioluminescence Resonance Energy Transfer）」－に注目しました。私たちはこの自然のメカニズムを応用して簡便にGFPを光らせる技術と、それをを用いた生物発光イメージング技術の開発を行いました。

自己励起蛍光タンパク質

私たちは、GFPとウミシイタケのルシフェラーゼを最適化したリンカーペプチドで結合した人工タンパク質を作製しました（図1）。

その結果、非常に高効率のBRETの誘導に成

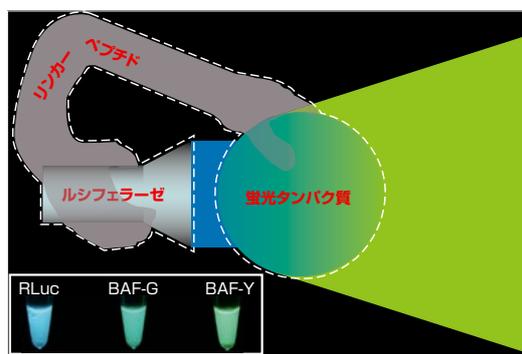


図1 自己励起蛍光タンパク質（BAF）の概念図

BAFは蛍光タンパク質とルシフェラーゼをリンカーペプチドで連結した人工タンパク質（白点線）。ルシフェリン-ルシフェラーゼ反応により蛍光タンパク質を光らせる（RLuc：ウミシイタケルシフェラーゼ、青色発光（写真左）、BAF-G：今回開発した自己励起蛍光タンパク質（EGFP）の緑色発光（写真中央）、BAF-Y：今回開発した自己励起蛍光タンパク質（EYFP）の黄緑色発光（写真右））。

功しました。私たちは、これを自己励起蛍光タンパク質－BRET-based Auto-illuminated Fluorescent-protein（BAF）－という概念として提唱しています。

そして、3種のGFP（AcGFP、EGFP、EYFP）を用いた人工タンパク質を作製し、それぞれBAF-A、BAF-G、BAF-Yと名付けました。これらは、ルシフェリンさえあれば蛍光を発生し、用いるGFPの特性によって発光色が変わります（図1枠内）。これら人工タンパク質1分子あたりの発光強度が、元のルシフェラーゼに比べて最大で4倍に増強されることが分かりました。これは共鳴エネルギー移動によって、元のルシフェラーゼの発光量が増幅されたものと考えられます。

細胞核内のDNAに集積するヒストンタンパク質（H2AX）とBAF-Yの融合タンパク質（H2AX-BAF-Y）を発現させた培養細胞にルシフェリンを添加して生物発光顕微鏡で観察した結果、生物発光だけで細胞核の動きを高精度で観察することに世界で初めて成功しました（図2）。

今後の展開

私たちは、今後も、BAF自体の改良と高効率BRETが起こる分子機構の解明を目指すとともに、細胞内で起こる現象を高精度でリアルタイムにモニタできる生物発光イメージングシステムの完成を目指します。また、簡便な検査試薬としての可能性も追求していきます。

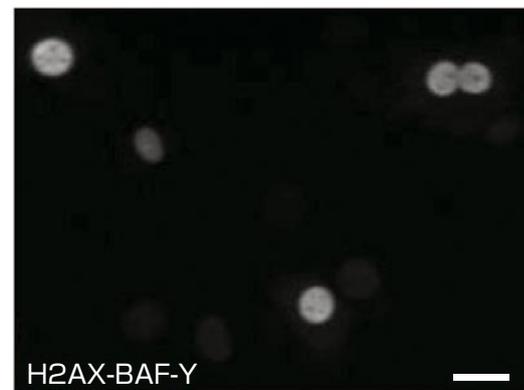
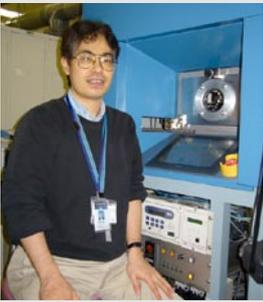


図2 BAF-Yを用いた1細胞レベルでの発光イメージング

写真では5個の細胞核が個別に観察されている。核の中で黒く抜けている部分は核小体と考えられる。

日射熱反射ガラス用の波長選択性コーティング

日射光の遮熱性と可視光透過性を実現



菊地 直人

さくち なおと

naoto-kikuchi@aist.go.jp

エレクトロニクス研究部門
機能性酸化物グループ
研究員
(つくばセンター)

機能性酸化物薄膜とスパッタリング成膜をキーワードに研究を行っています。主に新規透明導電性材料の探索やそれを利用したデバイスの実証が最近のテーマです。また、スパッタリングではイオン化スパッタリングによる薄膜構造制御などに興味があります。産総研発の新材料を世の中に発信することを目指しています。

関連情報：

● 共同研究者

外岡和彦（産総研）

● 特許

特願 2006-318020、特願 2007-153928

● プレス発表

2007年6月25日「日射熱を反射するクールなガラス」

● この研究は、独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構が実施する「エネルギー使用合理化技術戦略的開発（平成18～19年度）」の支援を得て行ったものです。

エネルギー消費と地球環境

石油、石炭などの化石エネルギーの消費に伴い排出されるCO₂などが地球温暖化の原因となっています。京都議定書では、日本は2012年までに温室効果ガスの排出量を基準年度（1990年）に比べて6%削減することを義務付けられています。2005年度現在、わが国の温室効果ガス排出量は、産業部門が-5.5%ですが、民生部門の業務部門や家庭部門がそれぞれ基準年度比+44.6%、+36.7%と大きく上回っており、今後これらの部門の抜本的な対策を考える必要があるといわれています。

日射に対して高い遮熱性と採光性をもつ波長選択性コーティング

窓から室内に入射する日射は、冬には暖房負荷を軽減させる効果がありますが、夏には冷房負荷の大きな要因となります。近年、温暖な地方では夏の冷房のために電力需要のピークが生じるようになってきました。新しく開発した日射熱反射ガラスの波長選択性コーティングは、80%以上の可視光透過率を確保しながら、日射に含まれる熱線（赤外線）を50%以上反射させる機能をもっています。そこでこれを家屋やビルの窓ガラスに利用すれば、冷房負荷の主要原因である日射熱を避けながら採光を確保することができ、省エネに貢献することが期待されます。

この波長選択性コーティングは、反応性スパッタリングによりナノメートルオーダーに制御した酸化チタンと酸化ケイ素を主原料とする薄膜で構成された積層構造をしています。屈折率の異なる媒体間に光が入射すると、媒体の界

面で屈折や反射が起こります。積層構造のように複数の界面があると、光は各界面で屈折や反射を繰り返しながら干渉をし、積層構造全体としては光の波長に応じて透過や反射をすることになります。

開発した波長選択性コーティングは、日射光のエネルギー分布に対して最適な可視光透過特性と熱線反射特性を持つように設計されているので、既存のLow-Eガラスより高い遮熱性と採光性を示します。コーティングに利用するスパッタリングは代表的な成膜技術の1つで、基材との付着力に優れ、緻密で良質な膜が比較的低温で作製できる特徴をもっています。また、大面積成膜も可能で、すでに一辺がメートルオーダーの成膜が実用化されています。

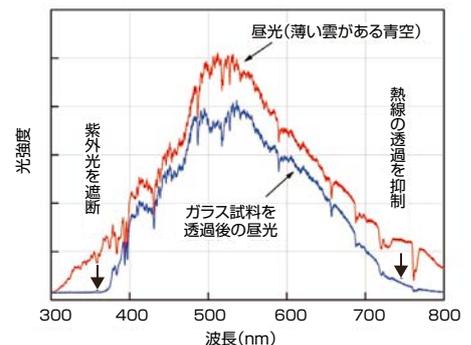
今後の展開

さらなる特性の向上とシンプルな膜構造が両立するように材料の最適化を図っています。また、高い遮熱性と採光性をもつ波長選択性コーティングをPETなどのプラスチックフィルム上に行うことも考えています。波長選択性コーティングをしたプラスチックフィルムを既存の窓ガラス上に貼付すれば、ガラスを交換することなく同様の日射熱遮熱性などの特性を持たせることができます。ただ、プラスチックはガラスに比べて膜の剥離が起きやすく実用上の問題があります。

今後、材料の最適化とコーティング技術のさらなる改良によってこれらの問題を克服し、波長選択性コーティングの実用化を目指したいと考えています。

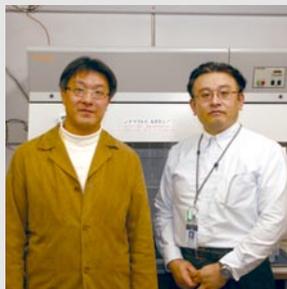


表面に波長選択性コーティングを施したガラス



作製した日射熱反射ガラスの日射光の透過特性

北斎も使った顔料をナノ粒子化し、調光ガラスを作製 多様な色と柄表示も可能に



川本 徹

かわもと とおる (写真左)

tohru.kawamoto@aist.go.jp
ナノテクノロジー研究部門
ナノ構造物性理論グループ
主任研究員 (つくばセンター)

田中 寿

たなか ひさし (写真右)

hisashi.tanaka@aist.go.jp
ナノテクノロジー研究部門
分子ナノ物性理論グループ
主任研究員 (つくばセンター)

金属錯体のナノ粒子という基礎研究でも最先端の領域の研究を進めると共に、実際に社会に役に立つ調光ガラスという製品を生み出すことを目指しています。

関連情報:

● 共同研究者

栗原正人、坂本政臣 (山形大学)、山田真実 (東京農工大学)

● 参考文献

[1] A. Gotoh et al, Simple synthesis of three primary colour nanoparticle inks of Prussian blue and its analogues, Nanotechnology 18 (2007) 345609.

[2] S. Hara et al, Electrochromic Thin Films of Prussian Blue Nanoparticles Fabricated Using Wet Process, Jpn. J. Appl. Phys., 46 (2007), L945.

● プレス発表

2007年8月8日「北斎も使った顔料をナノ粒子化し、調光ガラスを作製」

調光ガラス

透過する光の強さを調節できる「調光ガラス」は、近年の環境問題意識の高まりとともに、その需要が増えています。例えば、自動車や建築物の窓としては、日差しの強い夏に透過光を弱めて冷房効果を高めることなどが期待されています。

調光ガラスに利用する技術として、電気入力による酸化還元反応によって材料の色を制御するエレクトロクロミズムが知られています。現在は酸化タンゲステンが利用されていますが、色変化が青-透明に限られること、柄などの表現が困難なこと、材料・製造工程がともに高価なことなどから普及には至っていません。

同様の現象を示す材料として、プルシアンブルーという金属錯体顔料があります。これは1704年に発明された青色の顔料で、葛飾北斎が利用するなど、長い歴史があります。プルシアンブルーのエレクトロクロミズムは1978年に発見され、調光ガラスへの応用も検討されてきました。

プルシアンブルー類似体の利用とナノ粒子化による色・柄の実現

私たちは、プルシアンブルーに含まれる鉄の一部を他の金属に置換した類似体では、金属の種類に応じて多様な色を示し、それらも電氣的に透明に変化させられることを明らかにしました。また、混合・攪拌といった簡単な方法で、プルシアンブルーとその類似体のナノ粒子を作製し、それらを各種溶媒に分散させることでインク化に成功しました。

プルシアンブルーを用いると青色のインクが作製できます。ニッケルを含む類似体からは黄

色、コバルトを含む類似体からは赤色を呈するインクができます。これらのインクを混合すると、多彩な色のプルシアンブルー型錯体のインクを作製できます。

これらのインクを用いると塗布法による製膜や、印刷法によるパターンニングができます。導電性を持つ基板に塗布すれば、通電することで有色-無色透明の色変化が起こります。このインクを塗布した透明導電性基板2枚のすき間に電解液を閉じこめると、調光ガラスができます。この方法を用いると、材料の合成から調光ガラスの製造まで簡便かつ安価に実施できます。この調光ガラスは1.5 Vの乾電池によって、10秒以内に青から無色透明への色変化が起こります。電流は色を変化させる時にだけ必要であり、通電を止めても状態は保持されます。また、逆の電圧をかけると、逆の色変化が起こり、1万回以上の色変化にも耐えられます。現在、さまざまな色のエレクトロクロミック素子の開発も進んでいます。

今後の展開

さらに多様な色や柄を実現し、家庭や自動車に利用できるサイズの調光ガラスを安定的に動作させるための要素技術を研究開発して、近い将来のサンプル出荷を目指しています。

*この研究開発は独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構の平成18年度産業技術研究助成事業「金属錯体ナノ粒子インクと多様な印刷・製膜技術による新機能エレクトロクロミック素子の創製」による支援を受けて行ったものです。



プルシアンブルーおよびその類似体による三原色インクとその混合による多色の実現



10 cm 角の調光ガラス試作品 (左: 消色状態 右: 着色状態)

気相OHラジカル反応の反応速度を測定する方法

VOCの環境影響評価に資する

特許 第3837492号
(出願2002.2)

研究ユニット:

環境化学技術研究部門
環境管理技術研究部門

適用分野:

- 大気化学
- 大気環境影響評価

目的と効果

揮発性有機化合物 (VOC) およびその分解生成物の環境影響を評価するためには、大気におけるVOCの主要な分解経路であるOHラジカルとの反応を調べることが不可欠です。しかし、従来法では生成するOHラジカル濃度が低く、測定が不可能な化合物が多数ありました。そこで、私たちはOHラジカルを高濃度で生成する方法を開発し、反応速度の測定下限を2桁向上することに成功し、広範なVOCについて信頼性の高い環境影響評価を可能にしました。

技術の概要、特徴

今までの方法は、反応開始前に測定対象物質とOHラジカル発生源となる物質（オゾンおよび水）を反応容器に導入し、低圧水銀灯などの光でOHラジカルを生成していました。オゾンが光分解で消費されると共に生成したOHラジカルは、オゾンとの反応でも消費されるため、OHラジカルの濃度が時間と共に急激に減少するという問

題がありました (図1)。そこで私たちは、光分解に相当する量のオゾンを連続的に導入することで、オゾンとOHラジカルとの反応を抑え、時間的に一定かつ高濃度でOHラジカルを生成する方法を開発しました (図2)。従来法ではOHラジカルの濃度が低いため、測定対象物質 (CHF_3) はほとんど減少しませんが、この方法では従来法よりもOHラジカル濃度が平均で100倍も高いため、 CHF_3 は充分に減少します。このため、測定時間の短縮とともに、測定精度も2桁向上し、世界で最高の測定精度を実現しました。

発明者からのメッセージ

私たちは、この方法を用いて、民間受託研究、共同研究およびNEDOプロジェクトなどの課題で多くのVOC化合物とOHラジカルとの反応速度や、分解生成物を測定し、温暖化影響評価を行ってきました。この結果に基づいて製品化された化合物もあります。

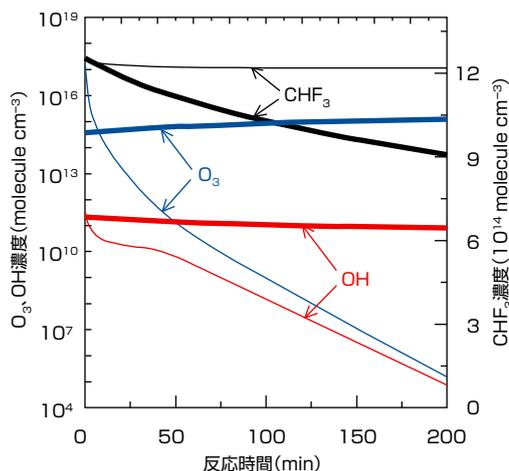


図1 OHラジカル、オゾンおよび CHF_3 の濃度変化。
太線が今回開発した方法、細線は従来法。



図2 オゾン連続添加法装置

知的財産権公開システム (IDEA) は、皆様に産総研が開発した研究成果をご利用していただくことを目的に、産総研が保有する特許等の知的財産権を広く公開するものです。

IDEA

産総研が所有する特許のデータベース

<http://www.aist.go.jp/aist-idea/>

光による応力のダイレクトな遠隔測定方法

応力発光材料による応力センシング

特許 第3785457号
(出願2002.8)

- 関連特許
 - 登録済み : 国外1件
 - 出願中 : 国内2件

研究ユニット:

生産計測技術研究センター

適用分野:

- 構造物などの応力センシングデバイス
- スイッチングデバイス
- インターフェイス

目的と効果

近年、多くの事故の発生によって建築物や移動体などの構造物の安全性に大きな関心が寄せられていますが、その対策には構造物に作用する応力をセンシングすることが基本です。その応力を、電気信号に変換することなく応力発光体を用いてダイレクトに光信号に変換し、光ファイバーを用いて遠隔地へ伝送することができます。従来の光ファイバーセンサと異なり、レーザー光の入射を必要とせず、パッシブなセンシングが可能です。

技術の概要、特徴

応力発光体は、機械的なエネルギーにより繰り返し発光する物質です。粉末状のセラミックス微粒子であり、その個々の微粒子それぞれが力学的エネルギーを光エネルギーにダイレクトに変換するセンサであるため、nmからkmスケールの現象を検出することが可能です。また、その発光強度はひずみエネルギーの時間変化率に比例しています。この応力発光体を透明光学樹脂に混合すると、さまざまな形状に加工可能

となり、光ファイバー端部に感圧部を形成すると応力発光を光ファイバーによって遠隔地点へ伝送できます(写真)。光ファイバーのもう一方の端部に発光強度や発光スペクトルなどの検出器を接続することにより、光ファイバーを伝送してきた応力発光の情報から、計測地点における応力の状況を計算することができます(グラフ)。この応力発光体を用いたセンサは、駆動するために特別な電源や光源を必要とせず、また、光によって情報を送るため電磁的なノイズの影響を受けることはありません。これまでのセンサでは設置困難な環境への適応が期待されます。

発明者からのメッセージ

この発明は、力を光信号にダイレクトに変換する応力発光体のアプリケーションの1つで、光伝送の手段として光ファイバーを用いています。応力発光体を用いた応力センシングデバイスは、単一デバイスでナノからマクロまでマルチスケールのセンシングを実現します。

Patent Information のページでは、産総研所有の特許で技術移転可能な案件をもとに紹介しています。産総研の保有する特許等のなかにご興味のある技術がありましたら、知的財産部門、産総研イノベーションズまで遠慮なくご相談下さい。

産総研イノベーションズ

(経済産業省認定 TLO)

〒305-8568

つくば市梅園 1-1-1

産業技術総合研究所

つくば中央第2

TEL : 029-861-9232

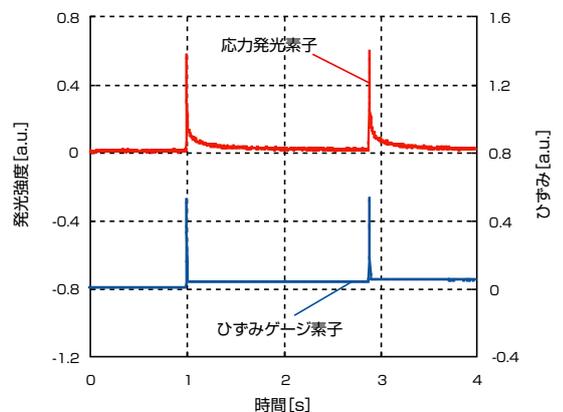
FAX : 029-862-6159

E-mail : aist-innovations

@m.aist.go.jp



写真 光ファイバー先端に形成された応力発光体による感圧部



グラフ 作用力の検出実験結果例ーひずみゲージ式センサ出力との比較

地殻応力場データベース

検索機能と地図描画機能を充実させたデータベース



中井 未里

なかい みさと

nakai.misato@aist.go.jp

地質情報研究部門
地震発生機構研究グループ
テクニカルスタッフ
(つくばセンター)

2004年に産総研にテクニカルスタッフとして入所しました。以来、地震発生機構研究グループにて、地図描画作業、Web管理、地震データ収集・分析、地震関連データのデータベース構築とそれを利用した検索システム開発などに関わっています。

関連情報：

● 共同研究者

桑原 保人（産総研）

● 参考URL

地殻応力場データベース：
<http://riodb02.ibase.aist.go.jp/db/106/index.html>

World Stress Map プロジェクト：
<http://www-wsm.physik.uni-karlsruhe.de/>

● 参考文献

Takashi Mizuno, Misato Nakai, The development of a public access database on the shear wave splitting of the crustal earthquakes, OpenSWS, 東京大学地震研究所彙報, 80, 43-52, 2005.

● 用語説明

※地殻応力

地下の岩盤にかかる力。地殻応力は、太平洋プレートなどのプレート運動や地形の起伏等に影響される。

地殻応力^{*}は、地震発生の予測の問題から地下空間を利用した構造物の建設といった土木・地盤工学まで広範な分野に必要な情報となっています。地殻応力は世界中で測定されており、そのデータベース化は重要な課題として取り組まれており、中でもWorld Stress Mapプロジェクトは有名です。私たちは、このWorld Stress Mapでカバーされていない、日本国内の地殻応力場データベースを作成する作業を続けてきました。このデータベース(図)には、主に、地震の研究のために取得されたデータを中心に、ボーリング孔を用いた応力測定情報(応力測定データベース)と、ボーリング孔が到達できない深い場所での地殻応力情報として、地震波のS波異方性の情報(異方性データベース)が含まれています。

地殻応力情報の中身

地殻応力情報は、対象とする深さの違いによってデータの取得法が異なっています。深さ数km程度までは、地下に掘削したボーリング孔を利用して、応力解放法や水圧破碎法によって測定されます。また、ボーリングで得られたコアが持つ地殻応力記憶の性質を利用した測定データもあります。

ボーリング孔が到達できない深さでの応力情報を得るには特殊な方法が必要です。その1つに地震波のS波の伝播速度が、その波の振動す

る方向によって異なること(異方性)を利用して得たデータがあります。S波の振動方向が地殻応力のかかる方向に一致する場合は、振動方向が直交する場合に比べて、S波の伝播速度が速くなります。S波の伝播速度が速い振動方向が日本中で調べられています。

システムの特徴

このデータベースの特徴は、(1)ユーザーがわかりやすいように、主要な断層名や行政上の地方名、応力測定の場合は測定の深さや方法からもデータを選択できるようにし、(2)測定データ、データ取得地点の位置情報、出典の論文などの書誌情報を閲覧できる機能を付加し(図の◎)、(3)さらに(2)の結果の一部はCSV形式のファイルでダウンロードができ、(4)データ付地図画像を描画・表示する機能(図の★)を加えたところにあります。合計で500件程度のデータが格納されています。

今後の展開

さらに多くのデータの収集を行っていく予定です。また、地殻応力に関連する他のデータ、例えば、自然地震のメカニズムの解析から得られる応力方位データや、褶曲・貫入岩体から推定されたデータなども加えていきたいと考えています。

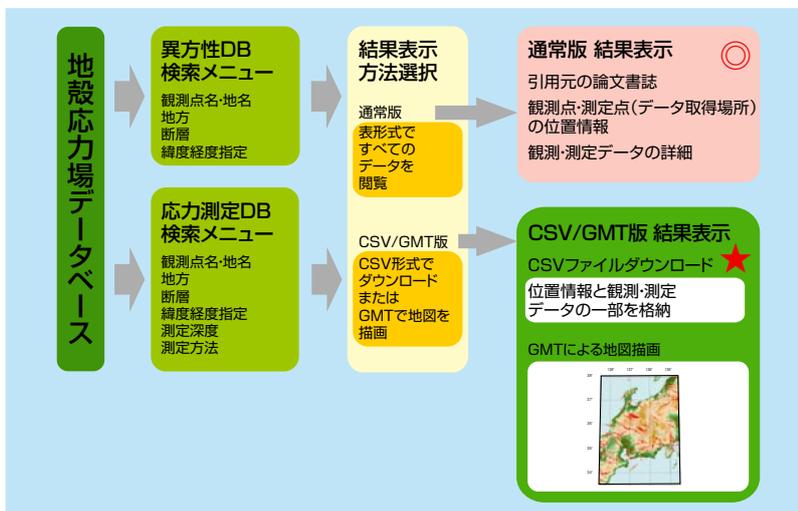
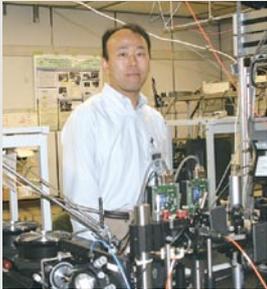


図 地殻応力場データベースの概要

極低温放射計による分光応答度絶対校正

測光・放射標準トレーサビリティを支える「源流」



市野 善朗

いちの よしろう

y.ichino@aist.go.jp

計測標準研究部門
光放射計測科
光放射標準研究室
主任研究員
(つくばセンター)

1997年旧物質工学工業技術研究所に入所し、新規共役系有機化合物の光物性研究に従事したのち、2001年独法産総研発足を機に現研究室に加入しました。以来、それまでのレーザー分光測定技術の蓄積も生かし、分光応答度絶対校正や非接触開口面積校正、絶対放射測定に基づく熱力学温度測定など、レーザー光を駆使した測定装置・技術開発を展開し、信頼される測光・放射の国家標準体系を支える土台づくりに励んでいます。

関連情報：

● 共同研究者

齊藤 一朗 (産総研)

● 単位

nm…ナノメートル

W/sr…ワット / ステラジアン

A/W…アンペア / ワット

SI基本単位と極低温放射計

日常生活の中で、照明器具などの明るさ測定をはじめ、日射量測定から衛星観測に至るまで、光の強さを正確に測定する必要のある分野は多岐にわたっており、測定量の種類も照度や輝度など必要に応じて使い分けられています。

SI基本単位であるカンデラ (cd) は現在、「波長555 nmの単色放射を放出し、所定の方向におけるその放射強度が $1/683 \text{ W/sr}$ である光源の、その方向における光度」と定義されています。そこで、光度標準の実現には光の強さを単位ワット (W) で測定する装置が必要となります。光は物体に吸収されると熱に変わるので、同じ単位ワットで表された光パワーは、ジュール熱を発生する電力相当量に変換することができます。この変換を液体ヘリウム温度 (5 K) できわめて高精度に行う装置が、電力置換型極低温放射計です。

極低温放射計は、入射光量に応じて電流を発生するシリコンフォトダイオードの感度を特定波長において校正するために用いられます。波長に依存するこの検出器の感度は分光応答度 (A/W) と呼ばれ、光度や照度など、わが国の主要な光放射標準量の源流となっています。産総研では、レーザー光を入射光源として、極低温放射計を組み込んだ分光応答度絶対校正装置 (写真1)を開発し、運用してきました。

精度向上と一般供給を両立する校正システム

私たちは、これまで最大の不確かさの要因であった極低温放射計の入射窓透過率測定を高精度で行う内蔵参照検出器導入機構 (写真2)を新たに開発するとともに、入射ビームの特性 (パワー安定性・形状・指向特性など) の高品質化を行いました。その結果、従来よりも分光応答度絶対校正の精度を格段に向上させることができました (合成標準不確かさ 0.02%)。

さらに、被校正検出器について多波長点校正が効率的に実施できるように、波長切り替え機構や検出器位置設定機構など、システム設計の見直しに取り組みました。その成果として、高精度な分光応答度校正を産総研内の標準のためだけでなく、広く一般に提供できる体制が整い、2005年より可視域レーザーの7つの波長点 (458 ~ 633 nm) において、シリコンフォトダイオードあるいはトラップ型光検出器に対する依頼試験を実施しています。そして、2007年度中には校正対象波長を近赤外域の950 nmまで拡大する予定です。今後は、さらにInGaAsフォトダイオードを対象とした近赤外域の校正や、短波長域への範囲の拡大も検討しています。

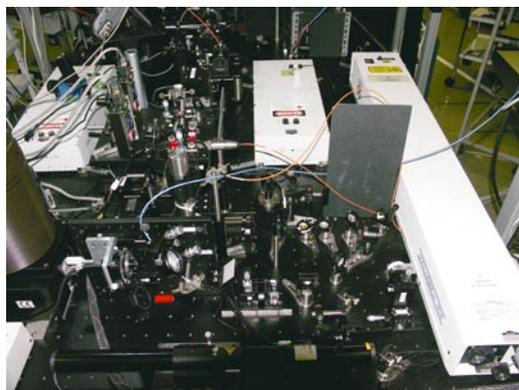


写真1 分光応答度絶対校正装置の全体像

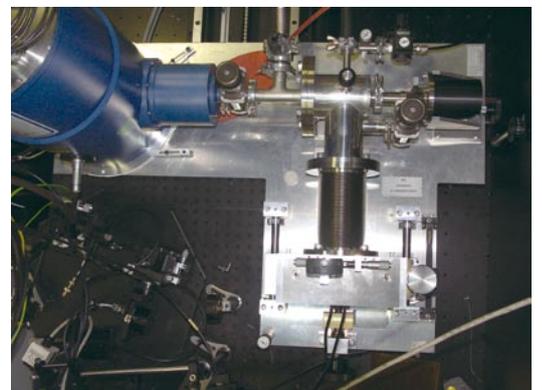


写真2 電力置換型極低温放射計 (左上) と参照検出器導入機構



NPO法人モバイル・コミュニケーション・ファンド(理事長：立川敬二)は、日本国内における移動通信の発展と若手研究者の育成を目的に、「ドコモ・モバイル・サイエンス賞」を制定し、優れた研究成果・論文等の業績に対し褒賞を実施しています。

この度「第6回ドコモ・モバイル・サイエンス賞」の「基礎科学部門」において、情報技術研究部門の後藤 真孝に優秀賞が授与されました。

後藤 真孝 m.goto@aist.go.jp
 情報技術研究部門 メディアインタラクショングループ 主任研究員 (つくばセンター)

【受賞の功績】

計算機による音楽・音声理解とそれに基づくインタフェースに関する研究

研究の背景

音の理解に関しては、これまで、「声という単独音を理解する音声認識技術」を中心に研究が進展してきましたが、音楽などの複数の音が混ざった混合音を理解する枠組みは十分に研究されていませんでした。通信や音響圧縮技術の進歩によって、携帯電話やオンライン音楽配信といった「入れ物」の技術は確立されましたが、次の段階として、「入れ物の中身」である「音」を理解して新たな知的情報支援を可能にする技術が求められています。

研究の概要

この研究は「音楽」と「音声」の両者を研究対象としていますが、特に「音楽」は、産業・文化の面で主要なコンテンツの1つで、既に多様なオンライン音楽配信サービスがエンドユーザに普及し始めています。そこでは、音楽情報検索・自動分類・自動推薦に関する潜在的な需要が高く、学術的にも「複数の音が相互に関係し合いながら時間的な構造を形成して内容を伝える」信号の理解という従来未解決で本質的な課題を持つため、近年急速に注目を集めて、関連する国際会議が増え続けています。この研究では、1992年から一連の音楽音響信号理解関連の研究を展開してきましたが、その中から代表的な3つの成果を以下に紹介します。

- ① 基礎研究として、音楽CDなどの実世界の複雑な音響信号から、(1)ビート(拍)と小節線の位置、(2)メロディーとベースの音の高さ(ピッチ)、(3)代表的で盛り上がるサビ区間、などのさまざまな音楽的要素の自動推定に、世界で初めて成功しました。
- ② 応用研究として、「音楽理解研究が音楽の聴き方をどのように豊かにできるか」という独自のリサーチクエストを設定し、それに答える研究アプローチとしてさまざまな「能動的音楽鑑賞インタフェース」を実現しました。例えば、世界で初めて「試聴」に着目した研究に取り組み、サビ出し機

能付き音楽試聴インタフェース SmartMusicKIOSK (図参照)を実現しました。

- ③ 研究基盤整備として、研究目的で自由に使える世界で最初の大規模な著作権処理済み音楽データベースを構築して配布したところ、国内外の260組織に普及しました。

以上は音楽に関する研究の概要ですが、音声についても、従来は音声認識時に無視されることが多かった非言語情報(言い淀みや声の高さ)を信号処理で検出し、音声インタフェースとして活用する新たな研究アプローチなどに取り組んできました。

今後の展望

あらゆる音楽コンテンツがデジタル化され、インターネットや携帯電話を使ったオンライン音楽配信サービス、携帯型音楽再生プレーヤが普及していくのは確実ですが、それらを高度化しようとするれば、必然的に音楽の中身を計算機が理解して扱わなければなりません。そうした世の中の期待に応じて貢献しつつ、より多くの人々の生活を豊かにする研究を展開していきたいと考えています。



自動サビ区間検出手法に基づく音楽再生インタフェース SmartMusicKIOSK：上のウィンドウは楽曲構造の視覚化結果(音楽地図)を表し、横軸は時間軸で楽曲全体を表示している。最上段がサビ区間の一覧、その下の5段が繰り返し構造を表している。下のウィンドウには、通常のCDプレーヤ相当のボタンに加えて、サビ区間の頭出しをする「サビ出しボタン」などがある。ユーザはボタンひと押しでサビを聴くことができ、音楽地図を見ながら楽曲内部の興味のない箇所を自在に飛ばして、能動的に聴きたい場所を探ることができる。



「第6回ドコモ・モバイル・サイエンス賞」の「社会科学部門」においては、デジタルヒューマン研究センターの本村 陽一、西田 佳史、北村 光司に奨励賞が授与されました。

本村 陽一(研究代表者) y.motomura@aist.go.jp、西田 佳史、北村 光司
デジタルヒューマン研究センター(臨海副都心センター)

【受賞の功績】 知識循環型の「子どもの事故予防」システムの提案

研究の背景

1996年からこれまで、大量のデータから因果的な構造を知識として抽出し、応用するベイジアンネットワークモデルの統計的学習手法と確率推論手法の研究を進め、それをさまざまな用途に適用できる実用レベルのソフトウェアとして開発しました。また、超音波センサや筋電センサなど各種のセンサを開発し、人の生活行動を計測し大量に収集する技術を開発しました。こうした技術シーズを持つ本村・西田が実際に世の中で役に立つ応用を進めながら研究を深化させるために、2003年に子どもの傷害予防という課題への取り組みを開始しました。

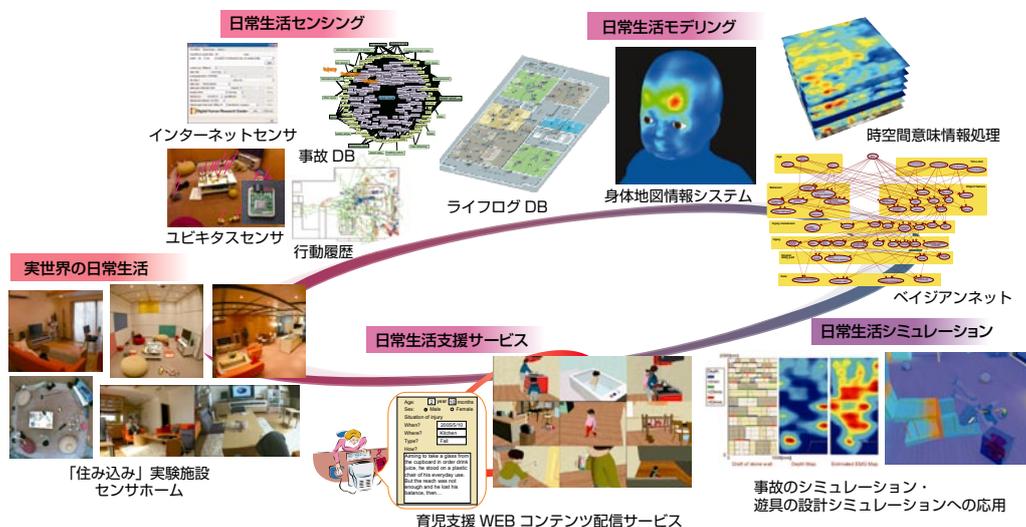
研究の概要

人の行動データを収集するセンサ環境を構築し、そこで実際に100組以上の幼児と母親の行動を観察し、確率的な状態遷移モデルを構築しました。これをもとに子どもの事故シーンを再現するCG動画を百数十種類合成し、Webで配信するサービスを株式会社ベネッセコーポレーションと

共同で開発しました。これをPCや携帯電話を通じて利用した母親たちからのフィードバックデータをさらに大量に収集し、今度は母親の意識モデルをベイジアンネットで構築することで、傷害予防に効果的な動画選択の自動的な制御を可能にしました。さらに家庭内の生活行動データや病院・地域での傷害事例データ、遊具・家電メーカーの情報なども定期的に収集し、人の生活行動モデル・傷害予測モデル、ハザードマップを構築し、統合的な傷害サーベイランスシステムの開発を進めています。

今後の展望

社会の中で実用的な情報サービスを運用することで、はじめて現実の大量データが得られます。そこではじめてベイジアンネットなどの統計的機械学習手法の有効性が発揮されます。それにより初期モデルが構築でき、さらに新たなセンシングやデータ分析、モデリングの研究が進むという正のフィードバックループを回すことで社会における本格研究を推進していきます。



日常サービスによりさらに駆動される基礎研究のループ

イノベーションを担う中堅リーダー合宿を開催

報告

日本のイノベーション推進のために、研究開発はどうあるべきか、そして企業と産総研とはどのような協力関係を築くべきかを討論することを目的として、「イノベーションを担う中堅

リーダー合宿」を、9月28～29日に産総研つくばセンターで開催しました。

この合宿は、昨年末に開催した企業の研究開発経営に携わる方々と産総研経営陣との意見交換会の際に企画が提示されたものです。参加したメンバーは、その意見交換会に出席いただいた企業の研究開発現場において中心的役割を果たしているリーダー20人と産総研の中堅リーダー20人で、異なる経歴・環境・専門性を持つ人材間の交流が実現しました。



リーダー合宿の参加メンバー

2日間にわたる討論ではイノベーションとは何か、産総研のあり方、日本人としての理系人幸福論などについて活発な議論が交わされ、参加者からは、「異分野・異業種の方との意見交換は勉強になり、有意義な時間を共有できた」、「普段は聞けない本音の意見が聞けた」、「次回も是非参加したい」といった好評が多く寄せられました。

今回の合宿メンバーが今後も交流を深め、それがイノベーションにつながることを期待されます。

スリランカ科学技術大臣つくばセンターを訪問

報告

10月4日にスリランカ民主社会主義共和国科学技術大臣、ティッサ・ウィターラナ教授が科学技術省アドバイザー、スリマリ・フェルナンド教授および在京スリランカ大使館書記官とともに産総研つくばセンターを訪問されました。ティッサ・ウィターラナ大臣は医学博士で、セイロン大学でウイルス病学を専攻し、2004年に現職に就きました。スリランカではナノテクパークを建設する予定で、日本におけるナノテクノロジーの中心的研究機関の1

つである産総研つくばセンターへの来訪を強く希望され、多忙な日程を割いて来訪が実現しました。

当日は、小林直人理事の歓迎の挨拶に続き、国際部門から産総研の概要説明を行いました。その後の意見交換では、産総研のナノテクノロジー研究に関心を示されました。特に、スリランカ企業と産総研との連携の可能性について、大臣から具体的な希望などの連絡をしたいとの意向も述べられました。産総研のイノベーション・ハブ形成



意見交換の様子

にとって、今回のティッサ・ウィターラナ大臣の訪問が、将来を見据えた幅広い人材ネットワーク形成を図るきっかけとなることを期待されます。

「科学技術と産業」国際シンポジウム2007を開催

報告

10月10日、産総研と日本貿易振興機構の主催で「科学技術と産業」国際シンポジウム2007を東京ミッドタウン・ホールで開催しました。このシンポジウムは、エネルギー・環境・バイオテクノロジー・情報通信技術などの幅広い技

術分野の連携を模索して21世紀型の経済発展手法を提案するために、世界各国から著名な有識者を招きました。

産総研 吉川理事長らによる代表挨拶のあと、2件の基調講演が行われ、ウインズ・スミス競争力協議会会長(米国)からは、先進国が競争力を維持するためには分野を超えた新たなイノベーション経済を実現する必要がある、黒川内閣特別顧問からは、日本がリーダーシップを発揮すると同時に世界と一体となって持続的社会的実現に向かう必要がある、といった提言がありました。

「見えてきた新しいイノベーション軸」と題したパネルディスカッションでは、産総研 伊藤理事・産業技術アーキテクトを座長とし、異なる技術分野から4名の有識者にご登壇いただき、イノベーションについて科学技術、教育、政府、産学官連携、自然との調和などの観点から議論していただきました。

当日は約600名の来場者を迎え、世界の新たなイノベーション創出に向けた方向性を理解いただき、有意義なシンポジウムとなりました。



第6回台湾全国工業発展会議での基調講演

11月12日、台湾の台北国際会議中心において、台湾經濟部（わが国の経済産業省に相当）などが主催する第6回台湾全国工業発展会議が開催されました。政府・大学・国立研究機関・産業界から約300人が参加し、陳水扁総統、陳瑞隆経済部長（大臣）の挨拶の後、産総研から吉川理事長の代理として山崎理事が、産総研における組織改革、研究戦略、研究運営などに関して「イノベーション推進に向けた産総研の経

営戦略」と題する基調講演を行いました。この会議の反響は大きく、山崎理事の講演内容も地元紙で大きく取り上げられました。

産総研は、これまで經濟部傘下の財団法人である工業技術研究院（ITRI）と研究連携を構築してきたことから、今回の依頼を受けたものです。なおITRIは、スピンオフ企業として、半導体製造受託の世界市場において1位と2位を占めている台湾積体電路制



会議における陳水扁総統と産総研山崎理事

造（TSMC）、聯華電子（UMC）など国際的な優良企業を生み出しています。

平成19年秋の叙勲

| | | |
|-------|-------|---------------------------|
| 瑞宝重光章 | 平石 次郎 | 元工業技術院長 |
| 瑞宝中綬章 | 中山 哲男 | 元工業技術院資源環境技術総合研究所次長 |
| 瑞宝小綬章 | 新井 肇 | 元工業技術院地質調査所総務部長 |
| 瑞宝小綬章 | 仲田 潔 | 元工業技術院総務部筑波研究支援総合事務所長 |
| 瑞宝小綬章 | 平井 正直 | 元工業技術院資源環境技術総合研究所水圏環境保全部長 |
| 瑞宝小綬章 | 山本 正弘 | 元工業技術院計量研究所総務部長 |
| 瑞宝小綬章 | 吉井 守正 | 元工業技術院地質調査所地質情報センター長 |
| 瑞宝双光章 | 只野 克昭 | 元工業技術院東北工業技術試験所総務課長 |

EVENT Calendar

イベントの詳細と最新情報は、産総研のウェブサイト（イベント・講演会情報）に掲載しています
<http://www.aist.go.jp/>

2007年12月 → 2008年2月

11月9日現在

| 期間 | 件名 | 開催地 | 問い合わせ先 |
|--------------------|---------------------------------------|-----|---------------|
| 12 December | | | |
| 3~4日 | 感覚代行シンポジウム | 東京 | 029-861-6716● |
| 5日 | 産総研研究講演会 in 中部 産総研ライフサイエンス研究シーズ発表 | 名古屋 | 052-231-1477● |
| 6日 | 産総研脳神経情報研究部門 成果発表会 | つくば | 029-861-5837● |
| 6~8日 | アジアバイオマテリアル会議 | つくば | 029-860-4490 |
| 7日 | 産総研ジェロントロジー研究フォーラム2007 特別講演会 | 東京 | 029-861-6617● |
| 7日 | ISO / IEC国際標準化セミナー | 名古屋 | 029-862-6221● |
| 7日 | 産総研 環境・エネルギー分野シンポジウム | 東京 | 029-861-8942● |
| 11日 | ネイチャーテクノロジー&グリーンプロセスルネッサンス “連携シンポジウム” | 仙台 | 022-237-5218● |
| 12日 | 計算科学シンポジウム | 東京 | 029-861-3170● |
| 13~14日 | 界面ナノアーキテクトニクスワークショップ | つくば | 029-861-4460● |
| 18日 | 半導体MIRAIプロジェクト成果報告会 | つくば | 029-849-1399 |
| 20日 | ミニマルマニュファクチャリングシンポジウム | 東京 | 029-862-6057● |
| 26~28日 | ウィンター・サイエンスキャンプ（産総研会場）「生きていることと生きること」 | 大阪 | 03-3212-2454 |
| 1 January | | | |
| 9日 | ホロニックエネルギーシンポジウム | 東京 | 03-5841-6407 |
| 22日 | 産総研技術フェア in 北海道 | 札幌 | 011-857-8428● |
| 23日 | 糖鎖産業技術フォーラム（GLIT） | つくば | 03-5541-2731 |
| 2 February | | | |
| 6~7日 | WEAR 2008 Tokyo | 東京 | 03-3599-8194● |

●は、産総研内の事務局です。

産総研 TODAY 2007 総目次 Vol.7 (2007年1月号～12月号)

1月号 No.1

- ニーズの先取りと技術の見通しが導いた成功 Suicaはなぜ成功したか
- イノベーションの行動理論
- イノベーション推進に向けて
- 本格研究 理論から実践へ
- 進化するインテリジェント電動車いす
- 中空マイクロカプセルの新しい製造技術
- 揮発性有機化合物の定量技術
- 謎の固体酸素 ϵ 相の結晶構造を解明
- 偏光子を用いない偏光検出器
- 高耐酸化性 Nb-Si-Al-Cr 四元系合金
- 有機化合物のスペクトルデータベース
- 米国真空学会フェローの称号授与
- SC 06 でグリッド技術の成果発表
- 水素エネルギーシンポジウム-水素製造について考える-開催
- International Council on Nanotechnology, Asian Workshop
- 高木政務官臨海副都心センター・つくばセンター来訪
- エコ・テクノ2006への出展&セミナー開催
- サイエンスアゴラ2006に参加
- 第39回安全工学研究発表会を開催
- 産総研・技術情報セミナーのご案内
- 関東平野の地震を考える(首都圏地震シンポジウム)を開催します
- ナノ生体類似膜・高感度認識膜構築に向けて

2月号 No.2

- 技術を社会につなぐ架橋 産総研とベンチャー
- 本格研究 理念から実践へ
- 心疾患マーカー検出用マイクロセンシングチップ
- 基準太陽電池校正システムの高度化
- 真空中での標準分銅の高精度質量計測
- 金属クラスター錯体を用いた新しいイオンビーム源
- バイオマス複合プラスチック
- 新しいタイプの金属と高分子の複合材料
- 統合地図図データベース「GeoMapDB」
- 総合科学技術会議で太陽光発電技術に関するプレゼンテーションに協力
- 産業界と産総研の意見交換会(第1回)を開催
- 中国科学院とのワークショップ
- 分散型エネルギーシンポジウムを開催
- 産総研男女共同参画シンポジウム
- 産総研シンポジウム(イノベーション実践戦略-理論から行動へ)
- nano tech 2007(国際ナノテクノロジー総合展・技術会議)へ出展
- スプリング・サイエンスキャンプ2007参加者募集
- 森林による二酸化炭素吸収量の連続測定技術

3月号 No.3

- ナノバイオテクノロジー 分野融合が拓ける健康社会のための新技術
- D-ホモセリンの簡便な製造法
- 湿式ジェットミルを使用したスラリー調製に成功
- 光ファイバパワー標準の開発
- 塗膜形成によるシリカ厚膜の新製法
- 生分解性プラスチックの安全な着色技術
- ノルウェー産業科学技術研究所及びノルウェーエネルギー技術研究所との包括的研究協力協定の調印
- 首都圏地震シンポジウムを開催
- ナノテクディベート-とことん話そう予防原則-開催
- 「ナノテクノロジーの将来像と社会への普及に関するシンポジウム」を開催
- 男女共同参画シンポジウムを開催
- T Xテクノロジー・ショーケース・イン・ツクバ2007
- 第2回産総研サイエンスカフェを開催
- 新役員の紹介
- 過去の大地震から探る将来の大地震像

4月号 No.4

- 「研究の病理」を考える 研究ミスコンダクトを研究者自身の手で追放する【前編】
- GEO Grid 地球情報イノベーション
- ナノ微粒子を簡単に触媒利用する
- 自己校正機能で角度誤差を出力するロータリエncoder
- 真円度校正技術の開発
- 活火山データベース
- マグネシウム・チタン薄膜を用いた調光ミラー
- アスベスト代替ガasketを開発
- パルス駆動ジョセフソン電圧標準の開発
- シンポジウム「イノベーション実践戦略」開催
- シンポジウム「イノベーションとベンチャー創出」
- フランス国立科学研究所(CNRS)とのベストマネジメントプラクティスセミナー開催、及び環境触媒(ECSAW)研究連携協定の調印
- 日印首相間共同声明に基づく包括的研究協力協定の調印
- ジャワハルネルー研究センターにおけるナノテクノロジーシンポジウム開催
- インド国際産業&技術フェアに出展
- "nano tech 2007" 国際ナノテクノロジー総合展・技術会議
- 山本経済産業副大臣つくばセンター来訪
- 九州センター研究講演会
- 産総研の科学技術週間2007
- 高分子材料とナノテク

5月号 No.5

- 「研究の病理」を考える 研究ミスコンダクトを研究者自身の手で追放する【後編】
- 産総研の平成19年度計画
- 骨導超音波知覚の解明と新型補聴器への応用
- AIST-SOA 仮想クラスタ管理システムの開発
- 機能強化したADMER(曝露・リスク評価大気拡散モデル)
- ナノメートルの世界で超精密なものさしを実現
- 放電パルス計数法による単一光子検出技術
- 光で活性化できるペプチド前駆体: ケージドペプチド
- NIMT プロジェクト(第1回)
- ループアンテナ標準の校正サービス
- GEO Gridワークショップ(多国間融合分野の国際会議)をタイで開催
- 欧州委員会Reding委員 産総研つくばセンターを訪問
- 日本マレーシア・バイオテクノロジー会合参加
- ベトナム科学技術大臣つくばセンター来訪
- 豪州連邦科学産業研究機構(CSIRO)との包括的研究協力締結および研究ワークショップの開催
- 名古屋大学及び名古屋工業大学それぞれと連携・協力協定を締結
- 第3回産総研サイエンスカフェ
- 産総研キャリアバン特別展 in PIE2007
- 光学式非接触三次元測定機精度評価法標準化コンソーシアムの紹介
- サイエンス・スクエアつくば 展示内容をリニューアル
- 産総研の出版物 ウェブ公開版もご利用ください
- 新役員紹介
- ナノスケールの光学技術開発から新産業の創生を目指す

6月号 No.6

- イノベーション創出に向けた産総研の取り組み
- 本格研究 理念から実践へ
- MRIを高感度化するキセノンガス高効率発生装置
- 大規模ネットワークの防御システムを実現
- 大型単結晶ダイヤモンド・ウェハ製造技術を開発
- 超小型・高出力密度のマイクロ燃料電池
- 一般家庭への分散型エネルギーネットワーク導入を目指して
- 超低エネルギーでのイオン注入でシリコンを低抵抗化
- 遠隔環境ガイド装置
- 高出力レーザーパワー標準と国際比較
- 新研究ユニット紹介
- 研究コア紹介
- ベトナム計画投資省副大臣つくばセンター来訪
- 日仏(産総研・CNRS) ロボット工学ラボの運営・評価委員会
- ハノーバー・メッセ2007に出展
- 清水敏美研究センター長、日本化学会学術賞受賞
- 平成19年度春の叙勲
- ヒトの知覚メカニズムを調べ、福祉・医療機器へ応用

※ 2007.1 ~ 12号に掲載された記事の総目次です。これらの記事は、産総研のウェブサイトでご覧になれます。ご利用下さい。

7月号 No.7

- 安全を測る 構造体の健全性診断技術
- 高脂血症治療薬による睡眠障害の治療効果
- 反射防止機能付レンズを大量生産する技術
- CIGS薄膜太陽電池の省資源製法
- 微量水分領域の湿度標準
- 多層膜マスクの欠陥検査方法と欠陥検出装置
- カーボンナノチューブの切断技術
- 燃料中硫黄分析用標準液を開発
- アクセシブルデザイン製品の普及にむけて
- NIMT プロジェクト (第2回)
- 第15回化学・バイオつくば賞 受賞
- チェコ教育省副大臣つくば来訪、吉川理事長チェコ共和国工学アカデミー会員に
- 台湾工業技術研究院 (ITRI) との合同シンポジウムを開催
- ホームページに掲載している産総研出版物の読者って?
- 年報から探す産総研の研究情報
- 産総研一般公開 「きて! 未来の技術がいっぱい」
- 第1回 GEO Grid連携会議を開催
- 関東地方知事会議一行 つくばセンターを視察
- クリーンな自動車排気ガスを目指して

8月号 No.8

- 本格研究 理念から実践へ
- 内視鏡による鼻の手術の遠隔指導・自習システム
- グリッド環境でのRDFデータベースの研究開発
- 屋内外で利用可能な歩行者用3次元ナビ
- 分光測定法による金属標準液の開発
- スメクタイトとチタン酸化物の複合体
- ナノチューブを用いた探針
- 全地球地質図ポータル「OneGeology」
- 4-n-ニルフェノール標準物質の開発
- 独立行政法人産業技術総合研究所の役職員の報酬・給与等について
- 第6回産学官連携推進会議を京都で開催
- バスカル・クーシュバン スイス連邦副大統領来訪
- 産総研・技術情報セミナー
- 産総研一般公開 「きて! 未来の技術がいっぱい」
- 光の瞬きで見えない異常・危険を見抜く - 応力発光技術 -

9月号 No.9

- 未来を見つめるエレクトロニクス ユビキタス社会を支える次世代ハードウェア
- 一般公開報告
- 遺伝子(DNA)の新たな定量方法を開発
- 安全で楽しい遊具のデザインを考える
- 紫外線を高効率で発光する半導体材料
- 安定性の高いマイクロ波発振器の開発
- 膜融合の2波長蛍光イメージング
- 疑似ヒタキシャル成長基板
- 角度標準の供給と発展
- NIMT プロジェクト(第3回)
- 第3回エネルギー・資源学会論文賞
- 新研究ユニット紹介
- 飯島 澄男 ナノカーボン研究センター長が第48回藤原賞を受賞
- 明渡 純 集積加工研究グループ長が21世紀発明賞などを受賞
- 第2回「持続的社会を目指した科学技術に関する日中円卓会議」を開催 - 日中の科学技術有識者が、世界の持続可能な発展に向けて議論 -
- 第4回産総研サイエンスカフェを開催
- バイオジャパン2007に出展します
- 産総研九州センター 一般公開 「きて! 未来の技術がいっぱい」
- 新役員紹介
- 時代を切り拓く革新的探査手法の開発を目指して

10月号 No.10

- 独立行政法人の明日について
- 産総研の人材育成
- 本格研究 理念から実践へ
- 水、有機溶媒、イオン液体に適用できるゲル化剤
- 高感度で迅速に応答するNOx センサを開発
- PVT標準のための磁気浮上密度計の開発
- 地質情報構造規格「GeoSciML」
- ショートマルチチャンネル音波探査装置の開発
- 座標測定機による3次元形状の高精度測定技術
- 超電導薄膜の非破壊的な特性評価方法
- コンピュータ入力装置
- タイ王国NSTDA国際アドバイザー会議への理事長出席およびタイ科学技術フェア2007への出展
- 産総研 四国・中国センター 一般公開
- 北陸技術交流テクノフェア2007に出展
- 新役員紹介
- カーボンナノチューブの光・電子物性と機能

11月号 No.11

- ナノワールド・シミュレーション 産業技術開発の羅針盤
- 本格研究 理念から実践へ
- 脳の発達には脳内コレステロール合成が不可欠
- テラヘルツ帯高精度汎用計測の基盤技術
- 空間立体描画技術の高性能化実験に成功
- 高感度で高精度な水晶振動子センサーシステム
- 赤外放射計測機器に対する適合性評価
- キャピテーション気泡観察装置
- AFMによる二次元グレーティングの校正
- NIMT プロジェクト(第4回)
- 第17回つくば奨励賞 若手研究者部門
- 「ナノテクティベート2 ~ナノテクはどのように伝えられているか~」を開催
- 中国の「JAPAN フェア in 広州」へ出展
- バイオジャパン2007へ出展
- 厨川 道雄 顧問 アルゼンチン科学アカデミー会員に認定
- タイ NSTDA、TISTR およびベトナム VASTとのワークショップ報告
- 第22回産総研・技術情報セミナー
- 環境報告書2007の発行
- システム検証技術の現場導入への取り組み

12月号 No.12

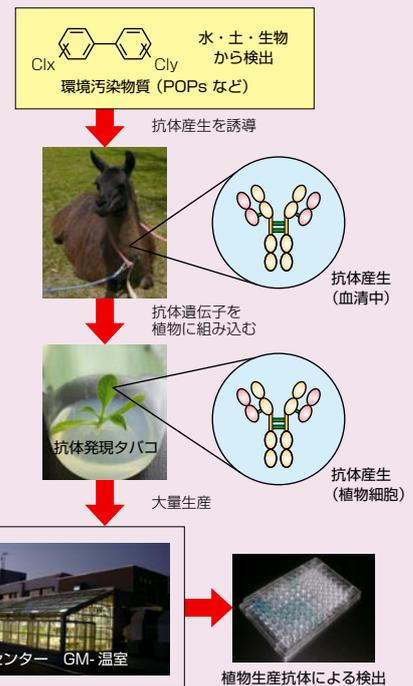
- 本格研究 理念から実践へ
- 自動車運転中に携帯電話を使う危険性について
- 外部光源なしで光る、蛍光タンパク質
- 日射熱反射ガラス用の波長選択性コーティング
- 北斎も使った顔料をナノ粒子化し、調光ガラスを作製
- 気相OHラジカル反応の反応速度を測定する方法
- 光による応力のダイレクトな遠隔測定方法
- 地殻応力場データベース
- 極低温放射計による分光応答度絶対校正
- 第6回ドコモ・モバイル・サイエンス賞(基礎科学部門)
- 第6回ドコモ・モバイル・サイエンス賞(社会科学部門)
- イノベーションを担う中堅リーダー合宿を開催
- スリランカ科学技術大臣つくばセンターを訪問
- 「科学技術と産業」国際シンポジウム2007を開催
- 第6回台湾全国工業発展会議での基調講演
- 平成19年秋の叙勲
- 環境汚染物質を認識する抗体を植物で生産

環境汚染物質を認識する抗体を植物で生産

ゲノムファクトリー研究部門 植物分子工学研究グループ 福澤 徳穂

福澤さんの所属する植物分子工学グループでは、遺伝子組換え植物で有用物質を生産し、新産業へ展開させようとしています。医薬品原材料の生産のために、密閉型遺伝子組換え植物工場を開発し、実証試験も行われています。福澤さんは、植物を使った抗体生産に取り組んでおり、特に哺乳類の免疫応答では、きわめて抗体誘導が難しい構造類似性のある低分子毒性化合物に対する抗体の生産を試みています。実際に国内では稀少な大型動物に低分子毒性化合物を与えて、血清中で低分子化合物の微細構造を認識する抗体の誘導に成功しました。この稀少大型動物の抗体は、他の抗体と構造が異なり低分子認識が優れていると考えられます。

抗体シーズ探索と並行して、これを遺伝子組換え植物を使って生産する技術開発を行っています。また、植物ウイルスベクターを用いた抗体の短時間生産と組換えウイルスの非拡散性技術の開発にも挑戦しています。



福澤さんからひとこと

生物科学の面白さに翻弄され、興味の尽きぬまま動物・植物・環境と多分野を渡り歩いたために「専門は？」の返答に困ることもありますが、産総研人として、新たに「分野融合」という方向性でライフサイエンス研究に取り組んでいます。本当に必要とされる産業技術を開発するために、シーズ探索から実用化に至るまで、生命科学を駆使して「もの作り」をしていきたいと考えています。

産 総 研
TODAY

2007 December Vol.7 No.12

(通巻82号)

平成19年12月1日発行



独立行政法人
産業技術総合研究所

編集・発行
問い合わせ

独立行政法人産業技術総合研究所
広報部出版室

〒305-8568 つくば市梅園1-1-1 中央第2

Tel : 029-862-6217 Fax : 029-862-6212 E-mail : prpub@m.aist.go.jp

ホームページ

<http://www.aist.go.jp/>

● 本誌掲載記事の無断転載を禁じます。● 所外からの寄稿や発言内容は、必ずしも当所の見解を表明しているわけではありません。

