

産 総 研

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

TODAY

12

2006 December

Vol.6 No.12

特 集

02 本格研究 理念から実践へ

座談会：「本格研究」は社会とどう向き合うか

赤外線式体温計のための標準開発

アクセシブルデザイン技術の標準化をめざして

リスクの定量化に向けて ～相互比較可能な表現法～

数理社会モデルを使った環境製品の普及予測

リサーチ・ホットライン

- 18 日米の計算機資源と通信帯域の事前同時予約
- 20 ポータブルな高速 DNA 分析デバイス
- 22 ダイヤモンド半導体で高効率の紫外線発光
- 24 広い濃度範囲の水素漏れセンサの開発
- 26 液体ヘリウムを消費しない極低温冷却装置の開発

パテント・インフォ

- 28 三次元計測装置の高精度化 焦点調整機構とズーム機構による高精度三次元計測方法
- 29 多孔質材料の用途を拓げる 導電性繊維と加圧を用いた新製法

テクノ・インフラ

- 30 地質文献データベース：検索方法の統一 GEOLIS と G-MAPI — 文字情報・地図情報からの検索
- 32 トルク標準 現場計測から国家標準までのトルクトレーサビリティ体系



座談会：

「本格研究」は社会とどう向き合うか



吉川 弘之 理事長

石井順太郎 計測標準研究部門

佐川 賢 人間福祉医工学研究部門

岸本 充生 化学物質リスク管理研究センター

松本 光崇 先進製造プロセス研究部門

小野 晃 広報担当理事（司会）

内藤 耕 技術情報部門

小野 本格研究は産総研が提唱している研究手法ですが、理念の共有から実践へと進化しています。本格研究の実践について理事長と研究現場の方々と語っていただくという趣旨で、第2回目の座談会になる今回は、科学基盤、インフラの研究をしている方々にお集まりいただきました。

まず石井さんは、最近急速に社会に普及してきた耳式の体温計の目盛りをちゃんとするために国の標準体系を作ってきました。

ニーズの混沌からつくる「標準」

石井 耳に当てるだけで瞬時に体温が測れる赤外線式の体温計はとても便利のために、1996年ごろに登場して以来急速に市場が拡大して、現在年間100万本という国内生産規模になっています。また2003年にSARSが流行したとき、日本製の耳式体温計がアジア各国で活躍しました。

当然ですが、いろいろなメーカーから発売される体温計の性能は少しずつ異なります。しかし製品は共通に使われるので、それらすべてをある誤差範囲内で保証するような社会システムが要請されました。

具体的には、精度の高い国家標準の

温度計から民生用の体温計へ、いわば温度の計測値の正確さを引き渡していくようなシステムが必要で、それがトレーサビリティと呼ばれるものです。私たちは黒体放射という物理学の基本に基づく正確な温度目盛りを開発してきました。

こうしたトレーサビリティを具体化しようとする場合、体温計メーカーはもちろん、お医者さんや看護師、一般ユーザー、厚生労働省など、さまざまな関係者がいます。そのような中で、国際的にも通用するシステムをつくらなければいけない。計測標準について国としての責任を負うのが産総研ですから、役割は重要でした。

体温計の場合、産総研で不確かさ0.03℃の国家標準を開発することができましたので、製品としての体温計に要求される不確かさ0.2℃が確保でき、体温計メーカーも納得できるようなトレーサビリティの仕組みを確立することができました。

理事長 基盤研究と言ってもいろいろなものがありますね。石井さんの研究は、現実にはどういうものが必要か、社会的な目標が非常にはっきりしていますね。その中で基礎研究に入るという構造になっています。黒体という理学

的な概念をどうやって実用化できるかという話ですか。

石井 はい、そうです。黒体という概念はすでにあるのですが、それを現実の物として実現して、それがどのくらい完全なのかを定量化するには、産総研的なきちんとしたアプローチを取らないとできません。

理事長 黒体があれば、それがトレーサビリティを通じて標準になりうるということは、概念としてはあるわけですね。それを現実問題にしていこうという話ですね。

いずれにせよ基礎的な研究に入っていくわけですが、その場合、きわめて個別分野的になってしまう。たとえば黒体空洞放射率をどうやってきちんと求めるかという話になってくると、研究がそれだけになってしまっていて、具体的な装置などから離れてしまうわけでしょう。

しかし、具体的な装置に持ってくる時に、第1種基礎研究から第2種基礎研究が重要になってくる。その難しさはどう取り組まれていますか。

石井 それぞれの要素技術は単純に、より精密なものとか、よりレベルの高

いものをピュアに目指せばよいと理解しています。それをシステムにすると、社会で使ってもらうためには、必ずしも精度が高ければそれでよいというわけではないので、実際にユーザーまで含めたシステムへの要求と合致するかを探らないといけません。上手にバランスを取った形でシステムを提案しないと、せっかく産総研が世界最高精度の標準をつくっても、社会に流通しなくなってしまう。

産総研はすでに校正サービスを開始していますが、各メーカーが持つべき標準設備の仕様や試験方法といった周辺技術もJISの規格にして、社会全体として回るようにしました。

理事長 その意味では、非常に成功したと言えますね。理論的な物理学と工学に依拠したひとつの標準ができた例なのですね。いま石井さんが言ったようなことがもっと詳しく記述されるといいですね。言葉で言えば「経済性がなければ世の中に出ません」だけど、それはいったいどういうことなのかを知りたいし、伝えたい。

小野 要素技術は第1種基礎研究として論文に書いていますと思いますが、全体システムに関する第2種基礎研究の部分はグループの中で暗黙知として共有はしているものの、部外者には伝わっていないのですね。

理事長 この研究自体はしっかりと世の中に受け入れられ、石井さんの成果としてもきちんと評価される。しかし、その生みの苦しみというか、楽しみは伝わっていない。

小野 国のトレーサビリティ体系を作るに当たって、国民や企業まで含めて多くの利害関係者の間を調整するときに、産総研は技術を基に説得したと思うのですが。

バランスのとれた形でシステムを提案しなければ、せっかく産総研が世界最高の標準をつくっても、社会に流通しなくなってしまう。

石井順太郎



石井 この場合は特にそうですね。皆さんがいろいろな可能性の中から何かを選択するとき、一番大事なのは、「技術的にどれがどのくらい信用できるのかをきちんと見せてくれ」ということでした。

理事長 なるほど、最後に決める時には、産総研の手は離れてしまう。社会のいろいろな人が出てきて、「これでいこう」と決める。決めるのは、産総研の主体性ではないのですね。しかし大事なのは、産総研がいなければできないところ。そういう立場にいる時、研究だけ見せても仕方がないわけでしょう。具体的なモノまで持つていくプロセスがある。これは論文にならないけれど、モノが世界に出ていく過程、それもまた第2種基礎研究で重要だと言っているわけです。最後は製品に近いところまで行く。そのへんも書いていただきたい。

大学では研究で終わってしまうことが多い。企業がいずれ使うかもしれないので特許は保有していても、国際標準で主導権が取れないのは、そうした過程を軽視してきたからではないだろうか。実際に研究が活きるためには、第2種基礎研究は必要条件なのだけれど、それに対する社会的評価がよく見えない。研究している人もどうやって表現したらよいかわからないし、社会的にも評価できない。それを何とかしたいのです。

マクロな人間学を求めて

小野 佐川さんは、視力が低下した高齢者や障害者のためには、どのような視覚表示物を作ったらよいかという技術指針を作ってきました。

佐川 私たちは高齢者や障害者が使いやすい製品を作るための技術の標準化を目指して研究開発を進めています。アクセシブルデザインと呼んでいます。そうしたニーズに応える製品や環境をつくるための道筋・方法論を提供しようという研究です。私は人間福祉医工学という分野で人間の感覚の研究を長年進めてきましたが、そこから発展したものです。

この目的のためにはまず、人間に関する特性のきちんとしたデータベースをつくらなければなりません。たとえば高齢になると近くのものが見えにくくなりますが、それが具体的にどういふことなのか、正確に把握する必要があります。そのため、視力の測り方も従来のような単純なものではなく、課題がはっきりと見えるような測定法でなければなりません。

実際、いろいろなケースについて適した測定法を開発し、それを用いてさまざまなデータを蓄積してきました。そして、これらのデータベースに基づいて、具体的なものづくりに活かせるようなツールを開発してきたのです。こうして開発したデザインの手法は、

最終的に国際規格にして普及させたい
と思っていまして、そのための研究や
活動も進めています。

理事長 佐川さんの場合も、中身は違
うけれど、石井さんの場合と似ている
と思うのです。目的は決まっている。
高齢化社会に入っているし、障害者に
優しい社会をつくらなければいけな
い。これは社会的な合意になっている
わけです。

さて、それをどういうふうに達成す
るかということで、結局、人間の特性
に基礎的に迫る必要性が出ています。人
間福祉医工学が伝統的に持っているい
ろいろな人間計測手法を使おうとなっ
た。具体的にどこまで行っているの
ですか。

佐川 具体的なデザイン手法が使われ
るところまで来ています。従来の基礎
研究では、データを取って、明らかに
なった人間特性の知見を論文なりにし
て、そこでだいたい終了していると思
います。それを具体的に活かすには、
データを簡素化して使える形に持って
いくことが必要です。それは大学とは
異なる役割を担う産総研でやらなけ
ればいけない。

その先は実際のデザイン手法の開
発。ここでは、データとは違う世界に
入ってくるわけです。そこで初めて
データが活用され、世の中の一般の人
たちがその手法を使えることになりま
す。従来の研究者はデータさえあれば
高齢者に優しいデザインができるだろ
うと思っていたのですが、やはりそう
ではない。

データを解釈して、簡素化して、ルー
ル化して、そして簡単な式にして持っ
ていくということが第2種基礎研究
にあたります。私たちはそれを最終的
に標準という形で国際的に普及させよ
うとしています。

我々はミクロの人間科学ではなく、
マクロの人間科学、最終的には人間
のための技術というゴールを目指し
ている。

佐川 賢



理事長 アクセシブルデザインという
のは、コンセプトとしては確立してい
るわけですね。能力の低下した人が不
便を感じないような表現。デザイン手
法という話がありましたが、「基礎デー
タを使って具体的にこういう標準がで
きますよ」という形で、そういう手法
を抽象化できないだろうか。可能であ
れば、デザイン手法が第2種基礎研究
の論文になる。

佐川 たとえば基礎データの分析など
は、基礎的なジャーナルに出しますが、
データの分析から手法という場合に
は、人間工学とかの応用的なジャー
ナルに論文を出します。使い分けしてい
る面があります。

理事長 人間工学というのは、そうい
うことをしているのですね。

佐川 一般に、人間科学の学際的なア
プリケーションを目指しています。一
方で、視覚であれば「ビジョンリサー
チ」などの研究論文誌があるわけです
が、そっちは基礎です。

理事長 人間工学というのはまだ若い
学問で、方法論もまだ決まっていな
いようなところがありますね。そこが、
第2種基礎研究なのでしょう。視覚や
触覚に分けて人間を調べると生理学に
なって、バイオサイエンスになる。し
かし、人間という総体にとって何を意

味するかということになると、バイオ
サイエンスでは扱うことができない。
現実の問題が入ってくるからでしょ
う。

佐川 その意味では、我々はミクロの
人間科学ではなく、マクロの人間科学、
最終的には人間のための技術という
ゴールを目指しています。

ただ、基礎がないと良い技術は生ま
れない。ISOの中でもいろいろな人が
活躍していますが、私の研究は基礎に
十分に根ざした技術ということで、高
い評価をいただいています。そこが
我々のポイントでしょうか。

理事長 ここは重要ですね。社会の側
から見ると、本格研究は非常に大事で、
その基礎もきちんと押さえていると
映っている。一方、研究者からは、基
礎だけではなく応用まで進んでいると
見える。本格研究というのは、社会と
基礎研究をつなげるものが両方から見
てあるわけですね。佐川さんの分野は、
本格研究的なものがかなり進んでいる
のかもしれない。

佐川 期せずして、そういうニーズが
高かったわけです。

理事長 人間に関するさまざまな分化
した理解を、どうやって総合したらよ
いのか。佐川さんたちの分野は、経験
として既にかかなり多くの知見を蓄積し

ているようですね。そこでの方法論は、他の分野でも使えるかもしれない。石井さんの標準問題とも、何か似ている。そこを抽象化できないか。

直感かロジックか

小野 佐川さんの研究のよいところは、最終的なターゲットがあって、それに対してどういう基礎研究が必要なのかを直感的に理解していたことでしょう。だから成功したのでしょうか、実は直感ではなくて、何かロジックを持っておられたのでは？

理事長 どうすれば信頼度の高いデータが得られるかと、第1種基礎研究の基盤があったからでしょう。でも、それだけでは単なる直感になってしまう。

佐川 重要だと思うひとつは、最も基礎的なものは何かという見方です。私は視覚の研究を長いことやっているのですが、ある程度そういったものが見えます。また、グループの中での議論もありますし、視覚の基礎研究者との議論もあります。

一番陥りやすい危険は、第1種基礎研究の枝葉に不必要に深入りしてしまうということなのです。枝葉の基礎研究はどこかで打ち切って、本来の目的である製品のデザイン開発に移ることを意識しました。そこが我々のグループの特徴でしょうか。

たとえば計測までの研究なら他のグループでもできると思いますが、それをデザイン手法などに結びつけていく一連のシステムとして研究しているのは、我々のグループだけと考えています。

理事長 直感という非常に難しいわかりにくい問題を、今の佐川さんの説明では、ゴールがしっかりしていると、

目標がしっかりしているという形に普遍化している。「何をしたいか」を失ったらいけないということですね。もうひとつは、第1種基礎研究により、体系的な知識を持っていること。しかも、どういことをすれば知識が得られるのか、どうすると得られないのかを知っていること。

私の仮説では、直感においては、体系的なデータが多ければ多いほど、よい着想が得られる。だから「思いつき」というのは嘘で、しっかりと考えていなければ、アイデアは出てこないと思うのです。そういうことをきちんと明らかにしていくのが、第2種基礎研究。今のようなお話は非常に大事なことで、それを何とか表現してください。

プロセスをいかに記述するか

小野 この分野には基礎的なジャーナルと応用のジャーナルがあるというお話ですが、そのへんのところも書いてもらえるとありがたいですね。

理事長 応用も結果に過ぎないから、応用に至るプロセスは消えてしまう。だから、その「つながり」が大事なのですね。

佐川 つながりを表現しようとする、長大な論文になってしまう。そうすると、今のジャーナルはページ数が制限されているからボツになります。

第2種基礎研究のゴールは研究者としてのデシジョンを含んでいる。
論理的な帰結だけで決まらない。

小野 晃

理事長 学会自体が閉鎖的になっていますからね。要素がたくさん入っているものは掲載拒否されてしまう。そうになると、やはり産総研でやるしかないのではないですか。既存の分野や学会で輪郭がはっきりしているものではなくて、目標によるカテゴライゼーションを表に出していく。

そもそも基礎ではなく、目標で切り分けてもよいわけでしょう。人間のアクセシブルデザインというのは、ひとつの目標ですよ。そういうもので切ってみると、いろいろな分野の成果が入ってくる。従来の学会とは違うけれど、そこに諸分野を集めてくる。知識をいかに体系化するか。それを通してゴールに向かっていく。

学際研究への集合

小野 岸本さんは、化学物質の人に対するリスクがどの程度あるか、評価の基準作りに経済学的なアプローチをとってきました。

岸本 私は経済学者ですが、化学物質のリスク評価の研究を進めています。知りたいのは、リスクがどのくらいで、どう対処すべきかということです。コンセプトは単純で、最も少ない費用で最大限の効果をあげる「費用対効果」の考え方に基づいています。

最終的には、健康のリスクを損失余命年数という年数の単位で求めるこ





たくさんの人が集まれば学際研究ができるわけではない。
一人ひとりが学際的になり、学際的な個人がたくさん集まってはじめて可能になる。

岸本 充生

と、もうひとつ、リスク削減の価値を支払意思額という金額の単位で求めることです。これをいろいろと考慮しながら定量化しています。

具体的には、屋内や野外での大気中の濃度のデータ、シミュレーションなど、さまざまなものを動員しますが、必ずしも必要なデータが存在するわけではありません。そうした場合、ある仮定を置きながらも、それを大胆にうまく使っていく勇氣も必要になります。

経済学の視点からこうしたリスク分析を進めることによって、評価をするためにはどのような研究課題があるのか、非常に明確になってきました。また、連続的な影響のような、これまでなされてこなかった影響の推定なども、まだ試みの段階ではありますが、始めています。

理事長 岸本さんは非常に重大な発言をされたように思います。経済学者がリスク研究をやることの意義。これはまさに、本格研究と関わりのある話ですね。

我々の言っている基礎研究というのは、物質や人間も含めた自然存在に関わる知見を明らかにすること。

一方、経済学にしても、使っているものは全部サイエンス&テクノロジー。それを一人で実感したということですね。ゴールも非常にはっきりしている。このゴールというのは、社会的なものですよね。岸本さんの場合は

経済学からずっと見ていく。そういうことが、リスク研究では可能だったということでしょうか。リスクというのは、非常に経済に近い話でしょう。

岸本 そうですね。すごくなじみやすい。もし私が毒性学者であれば、リスク評価という全体をやることは困難だったのではないかと今は思っています。

研究を紡ぐ際の横糸になるのが、ここでは物質ですが、必ずしも物質でなくてもよい。横断的に、それぞれの専門分野を超えて見る。今のところは、化学物質ごとにリスク評価を行うということなのです。

そして縦糸というのが方法なのです。それぞれ専門分野があって、私はたまたま出口部分が専門なのですが、たとえば排出量の推計を専門とする人は別の縦糸があるわけです。

理事長 先ほどの流れで言えば、社会に近い。

岸本 私の縦糸はたまたま、最終的な出口のところだったので、そこから遡ってどういう研究課題があるのかとか、どういうデータが必要なのかを探していけばよかった。その意味ではとてもやりやすかった。ただ、実際にはそういう観点で各分野を見ていくと、専門家はたくさんいても、必要なことをやっている人は非常に少ないことがわかりました。

理事長 それが本格研究の非常によいところですね。従来の研究では、基礎研究者は他人からとやかく言われたいないので、自分で研究して発表して「使えるものは使ってください」です。そして、使う人は、ありがたくそれを頂戴して使っているという構図です。しかし本格研究はそうではなくて、「これがないじゃないか」と使う側から研究者に要請できる。相手が自分であってもよいわけです。

基礎研究であっても、社会の目標、あるいは社会の進んでいく方向と矛盾しないことを保証する必要がある。私は本格研究を「社会的な方法論」と言っているのです。本格研究の中で生まれてきた基礎研究というのは、ある意味で社会の流れをよい方向に加速するのです。

岸本さんの場合、どういう結論が出たのですか。経済学者が自然科学者を使おうという発想になってきましたか。

岸本 自然科学者を使うといっても、自然科学について何も知らなければ使えないですよ。自分で積極的に勉強する必要があります。経済学にも二通りあって、ひとつは金融や財政を扱う「対象が経済」というものと、私がやっているような「方法が経済」というものです。後者は、方法ですから対象を選びません。そのため、どのような分野にも切り込める半面、対象についてそのつど勉強しなければなりません。学際的な研究は多分野の人が集まるだけではだめで、一人ひとりの中で各々学際的になる必要があるということが、とてもよくわかりました。学際的な個人が集まって初めて、こういう研究ができるんですね。

理事長 その意味では、産総研がよかったんですね。いろいろな人が集まって、コミュニケーションを密にし

ながら、自らもまた集団としても学際的になっていく。

自然科学者はその広い可能性をフルに使う責任がある。それが発揮できるように、経済や法律を変えなければいけないし、社会的制度を変える必要があるかもしれない。それは社会学者の仕事になるでしょう。

岸本 我々は今、工業ナノ材料について、まさにそのようなことをやろうとしています。ナノテクノロジーが進んできた時に、日本の法規制がそれをきちんと受け止めることができるのか。つまり、リスクを減らして、かつベネフィットを伸ばしていくような形で、今の法規制体系が適応できるのかを調べているところです。

理事長 岸本さんのような研究者は非常に貴重な存在で、自然科学者と混ざりながら、いわゆる社会科学の方法論にインパクトを与えるような成果を生みだしていただきたいですね。

社会モデルに基づく予測法

小野 松本さんは、新しい製品や技術が社会に受け入れられていく過程を分析しています。

松本 私は、新製品や新技術が環境負荷をどの程度低減するのか、それを評価できる社会シミュレータの開発の研究をしています。環境負荷評価には、製品のレベルの話と、社会全体の話があって、両者の間には大きなギャップがあります。そこで、この間をつなぐために、私は消費者という要素を評価モデルに持ち込み、人・技術・社会の関係性を記述するモデルにしたいと思っています。

具体的には、たとえば省エネ自動車の普及はどう展開するかという課題がありますが、従来の予測では、技術が

予想以上あるいは予想以下のペースで進歩・発展した場合にどうなるか、といったことは記述しにくい面があります。そこで私は、いわば日本のマーケットのミニチュア版をつくり、消費者の嗜好や選択の傾向などをアンケート調査で取り込みながら、予測のためのフレームワークをつくっています。

そうした研究の成果ですが、省エネ自動車の普及予測と普及に影響を与える要因の影響分析を実施しました。もちろん、こうした予測には不確実性が大きいし、予測の正確さを立証するのも難しい面がありますが、それは、過去の事例の評価などを通じて、改善していきたいと思っています。

理事長 松本さんの研究も、岸本さんと同じように自然科学と社会科学の両方をやっていますね。ソフトウェア研究のアプローチとして、現象の解明、数理モデルの新規性、工学的・社会的有用性という三つの要素がありますが、これを説明していただけますか。

松本 社会現象を対象にした数理モデルの研究には、現象の解明、数理モデルとしての新規性、工学的・社会的有用性といった意味づけがあると思います。一つのモデルがこれら全ての意義に応える必要はありませんが、それぞれの観点を意識しておくことは有用です。例えば、工学的・社会的有用性を目的としたモデルは研究として評価

してもらえないという危険がありますし、モデルの新規性を主張するものは研究のための研究に陥ってしまう危険があると思うのです。

私自身の研究の場合、情報工学的なモデル化や社会モデルが基礎側にあって、その上に立って影響評価や設計があります。環境評価という社会的に有用な目的に対して、目的に合うように既存のモデルを組み合わせ、必要に応じて新たにモデルを定式化しています。目的が重要で、また組み合わせの選択が重要という意味で、モデル化やシミュレータは第2種基礎研究的な要素が強くなります。

理事長 なるほど。環境評価と社会モデルはどういう関係にあるのですか。

松本 環境影響評価をするために、社会モデルによって記述して、それによって評価や設計や政策支援的な知見を求めていくということです。

内藤 今日の4人の方が共通しておっしゃっているのは、知識のモデル化のようなことだと思いますが、社会モデルというものができれば、その中で重要度の高いパラメータを落としていけば、最終的には計算はできるのではないかと思います。技術と社会のインタラクションをどうモデル化するかということだと思います。

松本さんがおっしゃったように過去

過去の事例はすごく重要だ。
そういう定性的なデータが将来の定量的計算に非常に重要なモデルのフレームワークになる。

内藤 耕





情報工学的なモデル化や社会モデルは基礎側にあって、その上に立って影響評価や設計がある。

モデル化やシミュレータは出発点から第2種基礎研究的な要素を持っている。

松本 光崇

の事例はすごく重要で、そういう定性的なデータが将来の定量的計算に非常に重要なモデルのフレームワークになるのではないかと。あとは、そういうデータをどういうふうに入力していくのか。私がすごく重要だと思っているのは、佐川さんがやられているような人間行動モデルのようなものがミクロのスケールで十分にわかっていないと、基本的には社会モデルというものはつくれないということです。

理事長 そうですね。まさに夢というか、大きな話ですね。人間の方はますます深くなっていくし、最後は脳のところに行ってしまうわけでしょう。では脳から経済がわかるのかという話になってくるけれど、それはすぐにはできない。しかし将来、最終的にはそういうものがわかるとすれば、今度は逆に、どういう基礎研究があるか。そういう研究があってもよいですね。

予測できるようなシナリオを作るのではなくて、シミュレータによって我々の知識を広げていく。人間の知識というのは、よく知っているところと、全然知らないところがあるわけですね。そういうところが見えてきて、将来の基礎研究にも役立つ。政策論で言えば、どこに投資すればよいかが見えてくる。そういうような話がある。これは、その大きな意味での本格研究の話ですね。現実問題から、人間の基礎知識はどうやって出てくるかという。

私はこういうことも言っているのです。スーパーコンピュータによるシミュレータというのは、人間の思考の道具を提供するだけであって、まさに意思決定のための道具である。あるいは、人間というのは何も知らなかったのだということがわかるとか。そういう分析的な道具だと思っているのです。

これもいつも言っているけれど、我々はいろいろな分析的な方法とか、物を細かく見るための顕微鏡をつくった。これは平面的な拡大鏡でしょう。その次に望遠鏡が出てきて、望遠鏡は空間的な奥行きを拡大鏡。シミュレータ、スーパーコンピュータというのは、予測もやるのだから時間軸も入っていて、四次元の拡大鏡だということです。それ以上のことは期待してはいけません。

いろいろな理屈を付けてものすごいことを言ってもダメ。単なる第3のスコープなのです。それで十分なのだと思う。そうすると、あらゆるものにアプライできるわけです。しかも、現在の科学がやってこなかった時間の経過が見える。時間の経過というのは、現代科学は非常に弱くて、地質学が細々とやっている程度で、物理、化学の主流ではなかった。

科学の主流は物質の究極を見るところでしよう。現実には、地球はじわじわ変化していくし、生物の進化についても何もわからないわけでしょう。

そういう方向に科学が変わっていくのだとすれば、顕微鏡が時間軸を持つということが必要で、それがシミュレータ。そういう例として、こういうものは非常におもしろいと思いますね。

デシジョンの背景を述べる

理事長 今日、第2種基礎研究を論文に書くのは難しいという結論なのだけれど、しかし、なんとなく見えてきたような気がしますね。

小野 皆さんのお話を聞いていると、第2種基礎研究のゴールは「一般化製品」ですが、そこに研究者としての選択というか、デシジョンを含んでいるように感じます。論理的な帰結だけでなく、いろいろな可能性がある中で自分はこれを取るとか、比較して最終的にどれを取ってどれを捨てたとか、そういうデシジョンを含む研究になっているかなと思います。

一方で従来の学術ジャーナルは、デシジョンを含んではいけないというのが基本で、自然科学的、論理的帰結のみを書くということで、デシジョンの背景を書きようがなかったのではないかと思います。

理事長 そのとおりですね。

小野 デシジョンの背景にあるサイエンスやテクノロジーを語るというところが、今までは抜けているのかなと。

理事長 まさに科学の進歩はそこにある。着想というか、デシジョンでしか進んでいけないのです。

今日の皆さんにもデシジョンがあって、そこで初めて知識がぐっと増えるわけです。あとの分析で論文を書くというのは、誰がやっても当然の帰結。知識が整理はされますが、新知識は増えていないわけです。ですから本当に

大事なのは、デシジョンですね。問題はかなり明快になってきましたね。

内藤 今日は数学的関係を記述されている方がお二人いましたが、よく言われる第2種基礎研究の定量的関係はあるかどうかということは、今のところはモデル化ということに止まっていますが、もっとデータが蓄積していけば、定量的な関係が出てくる可能性もあるのではないのでしょうか。

理事長 そうですね。だから、数式化するということが、あるデシジョンから生まれてくるとすれば、そのデシジョンがどういうふうになったかということは非常にわかりやすいわけです。やはり数式にはこだわってもよいかなという気がしますね。

小野 先ほどの石井さんや佐川さんの話でも、ステークホルダーとして消費者団体や高齢者がいて、それらの人々からの要請を定量的に表現した場合、それがどの程度まで満たしているのか。岸本さんの話にしても、トルエンのリスク評価はしていますが、必ずしも十分なデータがそろってなくて、評価としてはパーフェクトではないわけです。まだ相当に抜けがある。どのくらいの信頼度、あるいはどのくらいの不確実性がユーザーから見てあるのか、それを定量的に示していく。不確実性の要因がわかれば、確実性を上げるために次に何をすればよいかわかる。デシジョンの背景と不確実性、不完全性を記述していただくと、そこにおのずから何らかのメカニズムが見えてくるのではないかと思います。楽観的過ぎるかもしれませんが。

理事長 これは仮説だけれど、どういう知識を背景にしてそのデシジョンをしたかということを書かなければいけないのです。別の推定もあり得るけれ

新しいディシプリンをつくる必要が出てきた。それが第2種基礎研究だ。ディシプリンの構造が変わり、学問が大きく変わる時期が来ている。

吉川 弘之



ど、相対的にこれがよいと思う理由はこれこれというふうに、そこまで書かないと、デシジョンの論文にはならないでしょうね。それはこれからの仕事ですよね。

今日のお話をうかがって非常に印象的だったのは、やはり本格研究という言葉が、まったく違う分野にもかかわらずある種の意味を持ち続けているということですね。本格研究というのは単なる研究マネジメントではないということも、改めてわかってきたような気がします。

皆さんにこれから論文を書いていたくことを期待するのだけれど、書ける素材というものを今日は実証的に示していただいたわけです。

新しい時代をリードするために

理事長 人間が19世紀から20世紀にかけてつくってきた学問分野は、ディシプリンを決めることによって内容が深まり、それが20世紀の成功の原因となって、それに応えたのがノーベル賞だったのです。しかし、それには限界が来たと思う。

その限界を日常的に感じているのが、産総研の研究者だと思う。それはなぜかという、ゴールを意識するからです。従来の物理学者というのは、ディシプリンに入ったらゴールは要らないのです。

しかし、たとえば高齢者をどうする

かというのは、ディシプリンの外にある。そこから学問に返ってきた時に、今日のような話になって、「こういう基礎研究が欠けているのではないか」と問題提起がなされる。ということは、既存のディシプリンのどこにも入らないものが出てきたのです。

だから、新しいディシプリンをつくる必要が出ている。これはまさに、18世紀くらいの時代に科学が戻っていくことです。そうそうたる立役者がいろいろな分野を作った、そういう時代が再び到来した。それが第2種基礎研究だと言っているわけです。これは自信を持ってよいと思います。学問というものは、これから大幅に変わっていきます。それはディシプリンの構造が変わるからです。

世の中でしばしば「知の統合」と言われていますが、産総研ではすでに本格研究をやっていて、研究のやり方としてもそれを導入している。これから産総研の研究を大いに注目して欲しいと思います。

小野 本日は興味あるお話をどうもありがとうございました。

計量標準における本格研究

赤外線式体温計のための標準開発

計量標準における本格研究

計量標準分野では、“原子の遷移周波数による1秒の定義”や“プランク定数を精密決定する”といった物理学の基礎的な単位や定数に関する超精密計測技術の開発が行われますが、同時に、産業や社会に直接役立つ最新の“ものさし”を提供するための実用標準技術の開発も大切な役割のひとつであり、これら2つの研究が有機的に結びつくことが重要です。

実際、ヨーロッパを代表する標準研究所であるドイツ国立物理工学研究所（PTB）が19世紀末に創設されるに際し、当時大量生産が開始されたフィラメント電球の品質管理に必要な光の標準を開発するため、電球メーカーのオーナーであったシーメンス氏（現在のSiemens社）が私財を提供して標準研究所が設立されました。その後、有名なプランクの熱輻射則の実証実験など基礎研究分野においても優れた研究成果が生み出されました。このように、計量標準研究では、精密計測技術（第1種基礎研究）と標準技術（第2種基礎研究）のリンクによる製品の開発（基本単位の設定や標準の供給）が継続的に行われています。

第1種基礎研究による要素技術開発

私は、入所当時から常温域の赤外放

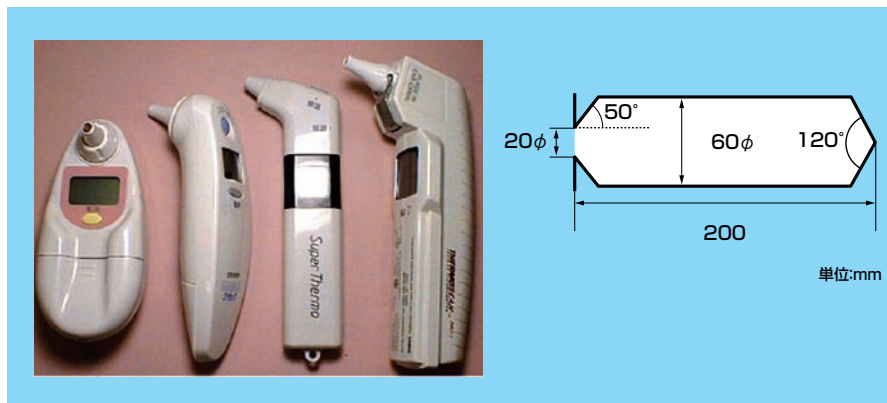


図 市販の赤外線式体温計（左）と開発した標準黒体炉の空洞部の断面図（右）

射温度計測技術と標準の開発に取り組んできました。放射温度計測では、プランクの法則に従って放射される熱輻射（黒体放射）を計測することにより放射源の温度を決定します。

この方法は従来、製鋼プロセスなど高温域の温度計測法として利用されてきましたが、近年では、高性能の赤外線センサが利用可能になって、室温以下－50℃付近まで測定可能な放射温度計やサーモグラフィ装置が開発されています。その結果実用的な非接触温度計として、工業プロセスモニタに加え、食品衛生管理、医用・生体計測などの幅広い分野で利用されています。

常温域の放射温度計測では、黒体輻射エネルギーの多くが波長3μmから12μmの熱赤外域に存在していて精密測定がむずかしいこと、さらに、測定

対象以外の、測定装置や観測者の体表面からもあまねく室温レベルの熱輻射が放射されており、それらの背景熱放射の影響を受けて測定精度が低下しやすいことなどが精密計測をさまたげる技術的課題となっています。

私たちはこれらの課題を解決し、高精度な放射温度標準を確立するため、世界的にもユニークなコンセプトである直流検出型の高精度赤外放射温度計の開発に取り組みました。通常、熱赤外センサでは、背景熱放射の混入を防ぐため、回転チョッパなどを用いた交流検出方式が採用されます。しかし、交流検出方式の場合、リファレンスとなる回転チョッパ表面の温度の精密評価が困難であり、最終的に得られる測定精度に一定の限界が生じてしまいます。

産総研では、独自の冷却放射シールド機構を考案し、従来、困難とされていた熱赤外波長域の直流検出型の赤外放射温度計を開発し、室温付近の黒体放射に対しても、1mKレベルの極めて高い温度分解能を持つ赤外放射温度計をつくることに成功しました。

これらの精密計測技術に加え、放射温度目盛の基準となる精密黒体炉システムの開発にも取り組んできました。常温域の黒体炉は、黒体空洞となる金属製キャビティの温度を恒温液槽によ



1996年 計量研究所入所。2001年より計測標準研究部門。常温付近の放射温度標準をはじめ、分光放射率計測、非接触測温技術などの開発を行っている。2002年から1年間、英国立物理学研究所(NPL)の客員研究員として、赤外測光標準の研究に従事。“熱と光”をキーワードとして、新たな計測技術や標準の研究に取り組んでいる。

石井 順太郎（いしい じゅんたろう）

計測標準研究部門
温度湿度科 放射温度標準研究室

り精密制御することで実現されます。構造は大変シンプルなものですが、このような黒体炉によって実現される黒体放射輝度の不確かさを定量評価するには、多くの技術的課題が存在します。産総研では、より高品質な黒体空洞をデザインし、その放射特性を評価するためモンテカルロ法による熱光学シミュレーション技術の開発を行いました。

これと併せて、赤外域の精密分光放射計測技術を開発し、熱光学物性（放射率）データを独自に収集し、シミュレーション評価の高精度化を図りました。さらに、前述の高精度赤外放射温度計を用いた実験的評価を含めて、世界的にも最高水準となる不確かさ50mKレベルの常温域放射温度標準を確立しました。

第2種基礎研究に向けて

体温計といえば、ガラス（水銀）体温計や電子式体温計が一般的ですが、近年、放射温度計の原理を利用した赤外線式（耳式）体温計が開発され、1996年頃より国内販売が開始されました。赤外線式体温計は、測定時間が1秒程度と短く、測定部位も耳孔を利用

するため、乳幼児の体温測定などにも適しています。販売開始数年後には、国内製造・販売量が年間およそ100万本と、急速に普及が進みました。既存のガラス体温計や電子体温計は、計量法で特定計量器に指定されており、適合性評価のための型式承認や検定が実施されてきました。しかし、赤外線式体温計については、測定原理を含めて新しい計量器であったため、適合性評価のための新たな技術基準の策定や校正・試験のための計量標準の整備が緊急の課題となりました。

国家標準の開発と標準化

体温計に対しては、国際勧告等により最大許容誤差0.2℃以内の精度確保が求められ、基準となる標準黒体炉には、概ね0.07℃以下の不確かさが要求されます。さらに、標準供給（トレーサビリティ）システムの整備にあたっては、体温計メーカーでの製造・試験において使えるようなシステムが求められます。つまり、“高精度”と“柔軟な現場適用性”という相反する要求を満足する技術が求められていました。

産総研では第1種基礎研究の成果である高精度な赤外放射温度計測技術を

活用して、0.03℃以下の不確かさをもつ体温計校正用の黒体炉を開発して国家標準としました。あわせて、一群の赤外線式体温計を用いた黒体炉の校正方法や試験方法の開発に取り組み、これらの成果をもとに、黒体炉の校正サービスを開始するとともに、赤外線式体温計に関する標準化（JIS規格の作成）を行いました。

標準が社会にもたらす効果

産総研では、赤外放射温度計測技術に関する基礎的な研究開発（第1種基礎研究）に取り組むとともに、そこで培われた精密計測技術を基盤として“新型体温計の普及拡大”という社会的ニーズに対応した計量標準の整備や標準化（第2種基礎研究）に取り組んできました。

赤外線式体温計が普及し始めた当時は、その測定精度や信頼性について、医療関係者やユーザーからも不満や疑問の声が多く寄せられていましたが、トレーサビリティ体系の整備や技術基準の作成（標準化）を通じて、赤外線式体温計の品質管理の向上や適合性評価の明確化が図られ、エンドユーザーにおける信頼性向上に貢献しました。

また、産総研における赤外線式体温計の校正・試験技術の開発は、世界的にも先導的な取り組みであったため、2003年にアジア地域でSARS（重症急性呼吸器症候群）が流行したとき、産総研の標準黒体炉が台湾とシンガポールの標準研究所へ緊急貸与され、空港や学校などさまざまな公共の場所における発熱患者のスクリーニングに役立ちました。



写真
標準黒体炉を用いた赤外線式体温計の校正の様子

高齢者・障害者のための製品開発における本格研究 アクセシブルデザイン技術の標準化をめざして

基礎学問の進展と人間工学

人間に関する科学技術の進歩は物理・化学などの基礎学問や機械・電子などの産業技術の後を追うようにして進展してきたようです。つまり、学問や技術が進むと、その技術を使う人間に対する理解が必要となります。ここでもようやく人間の研究が始まります。本格研究の視点からみるとこうした不揃いの進展は好ましくありません。学問・技術の進展は、それを利用する社会や人間に関する知識と融合して初めてその価値が出てきます。これが正しい技術の進展であると本格研究は指摘しています。

人間工学の中でも同様なことが言えます。この学問がスタートしたころは、人間そのものが知的探求の対象となり、純粋に人間の理解が進みました。このため人間工学があまり世の中に貢献しないといわれた時もあります。基礎学問の進展と社会ニーズのズレが人間工学の中にもありました。

基礎知識とニーズの融合

アクセシブルデザイン技術は、高齢者や障害者でも簡単に利用できる製品や環境を提供しようというものです。ここでは基礎知識とニーズが融合しています。アクセシブルデザインの特徴はニーズ対応型と言えるでしょう。高齢者や障害者が使いたくても使えない

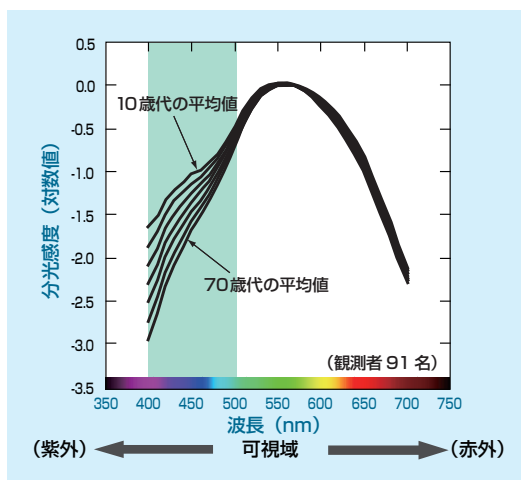


図1 年代別の視覚系分光感度, $V(\lambda)_{(a)}$

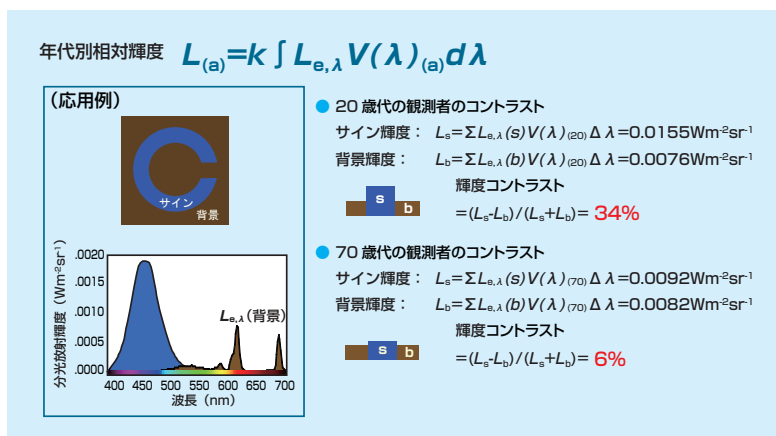


図2 年代別相対輝度と応用例

製品はたくさんあります。これを使いやすくするという必要性が基本にあります。そのためにどんな知識が必要であるか。問題点の分析から考えました。技術開発の視点からみれば、当然のことですが、まず高齢者や障害者の特性

を良く知らなければなりません。さらに大切なことは、製品と人間の関係の本質的な部分を、個人差というノイズの中から見つけ出すことです。それを基盤技術として汎用な技術に発展させます。

基礎データの蓄積

例えば、高齢者は年齢とともに青色が見づらくなるとよく言われます。黒地に青のサインは高齢者泣かせです。標識などを作っている現場では、適当な青を持って来て、その度に目で見えて決定しています。これでは、一時的に改善しますが、次に同じ問題が来たとき同様な事態となります。科学的な手法や基準が欲しいところです。そこで、



東京工業大学物理情報工学専攻卒。製品科学研究所に入所。視覚の心理物理学的研究を基礎として測光や視環境評価の研究に従事。1984年オランダ知覚研究所(IPO)客員研究員。これまで、薄明視測光システムの開発、色彩環境の快適性の定量化、高齢者・障害者の視覚特性計測等を行う。現在、国際照明委員会(CIE)副会長、ISO/TC159/WG2コンビナー等、標準化活動にも従事。

佐川 賢 (さがわ けん)
人間福祉医工学研究部門
アクセシブルデザイン研究グループ

視覚研究の立場から分光感度を計測してみます。この計測は決して簡単なものではありませんが、“青が見えない”という本質を探索するためには重要なことです。平均的な年齢効果を抽出するためには100名程度のデータ収集というかなりたいへんな計測になりますが、基盤データの蓄積は将来の標準化や応用のためにぜひ必要です。

基礎から応用までの研究成果

図1と図2は産総研と製品評価技術基盤機構（NITE）で計測した10歳から70歳までの各年代の平均的な分光感度です。短波長（400～500nm、紫から青の領域）を見ると、明らかに10歳代から70歳代まで感度が徐々に低下しています。これで、なるほど青が見えづらいのはわかりました。しかし、分光感度だけ与えられても何もできません。実際に日常生活で見る青というのは単色光ではなく種々の波長が合成されたものだからです。その場合は各成分ごとに分光感度の重みを付けて足し合わせた量で光の明るさを知ること

になります。この足し合わせが可能かどうか、基礎研究の課題です。今回の研究では、年代別に感度がすべて異なるので年代別相対輝度というものを提案しました。ちなみに、図2にあるような暗い茶色の背景に青のサインを見た時の明るさを、20歳代と70歳代のそれぞれの対応する分光感度（図1）で計算してみますと、背景とサインのコントラストは20歳代の場合は34%と高いのですが、70歳代の場合は6%と低下します。もちろん、どの色でも計算は可能です。またコントラストを上げるためには指標の強度を何倍にすべきか、という定量的指針も出ます。見やすいサイン設計の裏には、このような視覚メカニズムに対する基礎から応用までの一連の研究成果や技術が隠されています。

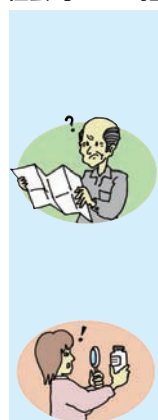
本格研究としての位置づけ

分光感度以外にも例は数多くあります。図3にはこれまでのアクセシブルデザイン研究グループの視覚部門の主要な研究成果を、社会ニーズの把握、

基礎データ収集とその活用技術、さらに標準化、という一連の流れで表現しました。見やすい色の組み合わせ法は、最近色彩学で支持されているカテゴリカルカラーという高次脳機能の色知覚特性を利用すると簡単にできます。視力は環境によって大幅に変化します。この変化を分析し、その結果を統合してどの環境でも見やすい文字サイズを推定することもできます。最終的に、こうしたいくつかの技術を融合して、見やすいサイン表示や照明方式を確立します。さらに、こうした基盤的なアクセシブルデザイン技術は、その普及のためにISO等において国際標準化が進められています。

アクセシブルデザイン技術の研究は、社会や産業が進むにつれてようやく進展してきました。ニーズを踏まえた研究課題の設定と、データベースの蓄積、最終ゴールである高齢者・障害者のためのデザイン技術の開発と標準化、という流れが本格研究として位置づけられると考えています。

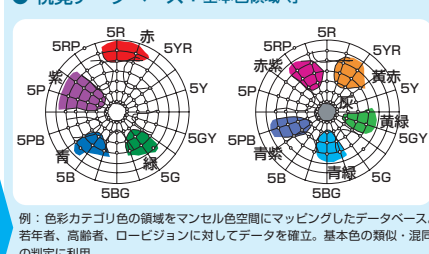
社会的ニーズ把握



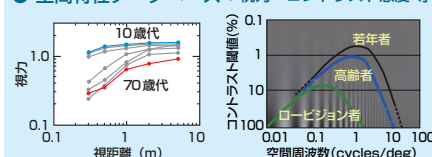
視覚特性計測とデータベース化

研究

● 視覚データベース：基本色領域 等



● 空間特性データベース：視力・コントラスト感度 等

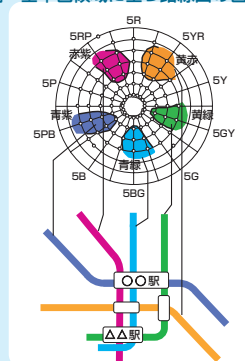


デザイン手法の開発

応用手法開発

- カテゴリーによる識別しやすい色の組み合わせ法（下図例）
- 最適文字サイズ設計方法
 $P(\text{文字サイズ}) = aS(\text{サイズ係数}) + b$

例：基本色領域に基づ路線図の色分け



国際規格化と普及

普及

ISO/TC159/WG2
特別な配慮を必要とする人々のための人間工学



ISO テクニカルレポート + Data
ISO アクセシブルデザイン規格体系

図3 アクセシブルデザイン技術の標準化（視覚関連）

化学物質のリスク評価管理における本格研究

リスクの定量化に向けて ～相互比較可能な表現法～

縦系研究と横系研究

化学物質リスク管理研究センター（CRM）では、研究員に縦系研究と横系研究の双方を実施することが義務付けられています。製品である「詳細リスク評価書」を生み出すためには、その化学物質の排出源の特定から、排出量の推計、環境中濃度や個人曝露量分布の推計、有害性評価のレビュー、ヒト健康リスクや生態系への影響の定量化、リスク削減対策の評価まで、専門家の助けを借りながら、担当者が1人でやり遂げます（図1）。これを横系研究と呼び、社会ニーズから出発して、パズルを1つつつ埋めていくような作業になります。私は化学物質としてトルエンを担当しました。これに対して、縦系研究は自らの専門分野の研究です。私の場合は、ヒト健康リスクの定量化と対策の経済分析が縦系研究になります。

世の中には何万もの化学物質があり、それ以外にも私たちを取り巻くリスク要因は数多くあります。しかし、リスクを下げるために使うことのできる資金には限りがあります。したがって、最も少ない費用で最大限の効果をを得る、すなわち、費用対効果の良い対策から順番に実施することが重要です。この単純な目標を達成するためには、それぞれのリスクの大きさや対策の効果を相互比較可能な形で表現しなければなりません。

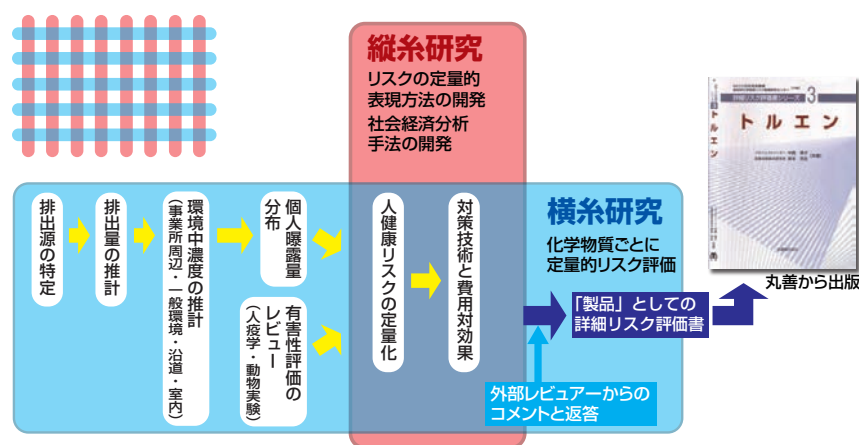


図1 縦系研究と横系研究

「時間」という共通指標

共通指標となるための条件は普遍的な測度であるということです。時間、お金、面積などが考えられます。私たちは、化学物質への曝露によるリスクの大きさを「時間」の単位で表すことにしました。

私は、修士論文では、がん検診、アスベスト除去、交通安全投資の3種類のリスク削減対策の効率性を比較しました。博士課程では、自動車による大気汚染と自動車事故のどちらが影響として大きいかにについて定量的な比較を試み、このときは損失余命年数（LLE）を用いました。

トルエンへの曝露によるヒト健康リスクは、神経行動影響という死亡には至らない疾病が中心であるために、

LLEに生活の質（QOL）の低下も含めた質調整生存年数（QALYs）を採用しました（図2）。

横系から見た縦系研究

詳細リスク評価書を作成していく中で分かったことは、それぞれの縦系研究（専門分野）の中から出てくる研究と、横系研究のために必要とされる研究とは異なる場合が多いということです。つまり、社会ニーズから遡っていくと初めて明らかになる研究ニーズというものがあるということです。

例えば、動物実験や疫学調査の場合、環境基準値を決めるためには、無影響レベル（NOAEL）や最小影響レベル（LOAEL）が分かるだけで十分ですが、健康リスクの大きさを定量化するには何点かの用量を結んだ用量反応関数が必要になります。個人曝露量分布を推計するためには、室内濃度だけでなく、室内と屋外の濃度差というデータが必要になります。

しかし、このようなデータのニーズは、横系研究の川下（図1の右）から川上（図1の左）に辿っていった初めて明らかになるものであり、それぞれの専門分野の中から自発的に出てくることは期待できません。化学物質の



京都大学大学院経済学研究科修了。経済分析を、環境・安全・健康といった分野に適用する研究を行ってきた。そのため、専門外の分野へもどんどんと踏み込んでいくことにしている。このような研究には産総研はとても合っているのも、もっと社会学者が産業技術開発の現場に入ってきてほしいと思う。そのためにも経済分析が役に立つことをもっと示さなければいけない。

岸本 充生（きしもと みつお）
化学物質リスク管理研究センター
リスク管理戦略研究チーム

スクの全体像を知りたいというニーズがあって初めて出てくる研究ニーズなのです。私の専門分野（縦系研究）が横系研究の一番川下だったために、川下から遡って考えることが自然に実践できました。

不確実性を明らかにする

ヒト健康リスクを評価する場合、これまで、実際に環境中濃度や人体中濃度を測定し、NOAEL等と比較して、○か×かを判定していました。しかし、これからは、排出削減対策や環境基準値の改訂等の効果を事前に、かつ、定量的にシミュレートできることが求められています。そのためには、発生源からヒト健康リスクまでをモデルによってつなげる必要があります（図2）。

このために必要な道具が「予測」です。これまで述べてきたように、それぞれの分野においてデータが必ずしも

十分に整備されていないため、様々な不確実性に直面します。「分からない」と言ってしまうのは、横系がつながりません。そのため、科学者には大胆さも要求されます。

それと同時に、不確実性の大きさを明らかにし、さらに、どの部分の不確実性を減らすことが、全体の不確実性を低減することにつながるまで考えねばなりません。この部分は、伝統的な科学が求められているものです。詳細リスク評価書においては、外部レビューからのコメントとそれらへの返答というプロセスを経ることで、不確実性の在り処がよりいっそう明らかになります。

学際的研究とは

詳細リスク評価書を作成する過程で分かったことは、専門外の分野だとしても他人に任せきりにするのでは

なく、助言を得ながらも、すべて自分の中に取り込んでうまく統合していかなければだめだということです。学際的研究というものは、1人の研究者の中で学際化していくことだと言い換えてもよいと思います。世の中に多くある、様々な分野の研究者が集まるだけの「学際的研究」では真の意味での学際的研究は不可能だと思います。

これから考えていきたいことの1つは、異なる分野でのリスク間のトレードオフです。特に、地球温暖化リスクとのトレードオフです。個々の化学物質のリスクがずいぶん下がったために、例えば、「揮発性有機化合物（VOC）濃度の低い排気ガスを燃焼処理することはかえってエネルギーを大量に使うことになり、地球温暖化リスクを高めてしまう」といった可能性なども考慮できる枠組みを作っていきたいと考えています。

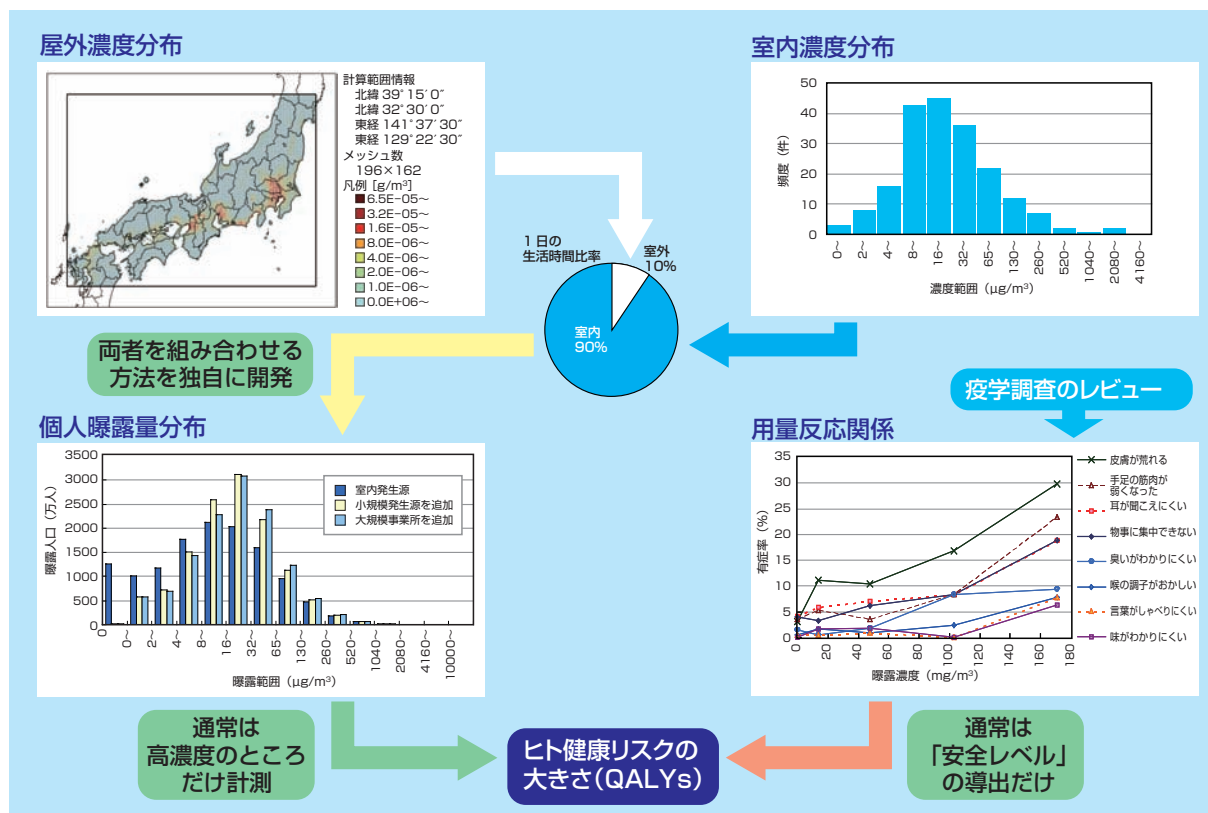


図2 トルエンの詳細リスク評価
日本全体で「生活の質で調整した損失余命」が197年（年あたり）

数理社会モデルを使った環境製品の普及予測

省エネルギー製品の普及の予測

現在取り組んでいるのは、具体的な技術・製品を対象とした環境負荷影響評価モデルの作成です。2005年度から経済産業省の調査研究「温暖化対策の技術選択モデルに関する調査」に携わっています。この調査研究は省エネルギー技術、特に省エネルギー自動車（ハイブリッド自動車、燃料電池車）、省電力家電（省電力照明等）、新エネルギー供給システム（太陽光発電システム等）の今後の普及予測と普及によるCO₂排出削減効果を見積もることが主な目的ですが、私が目指している「技術と人の関係性を取り込んだ社会モデルの構築」の良い例題でもあります。

これまでに省エネルギー自動車の影響評価モデルの第一版を作成しました。省エネルギー自動車のうち、すでに普及が始まっているハイブリッド自動車について今後の普及の程度や早さを左右する要因を考えると、一つには言うまでもなく「消費者の選好」が挙げられます。消費者が自動車を購入する際に車体価格や燃費性能、ランニングコスト、走行性能をどの程度重視しているか、そしてハイブリッド車が通常のガソリン車と比較してこれらの要素についてどの程度の満足度を与えるかが今後の普及を決定づける要因になります。

それ以外に「メーカー」の生産能力や販売戦略も普及台数を左右しますし、「政府」の補助金政策や規制なども影響します。その他に今後のガソリン価格の動向や、モーターや電池に使われている資源の稀少性が普及拡大を制約する可能性もあります。これらを「その他の社会的要因」と呼びます。図1に示すように、これらの要因が相俟ってハイブリッド車の今後の普及が決定づけられます。消費者の選好を定式化してそこに技術や社会要因を入れ込むと図2の式ようになります。

消費者選好の重みをアンケートに基づいて設定し、多数の消費者エージェントからなる人工市場を構成して省エネルギー自動車の今後の普及をシミュレートしました。2010年で130万台程

度が普及するという結果を得ています。

次に燃料電池車の普及に触れると、燃料電池車の普及は今後の技術進展に依存する部分が大きくなります。現時点では一台あたりの生産価格が2千万円以上とも言われますが、今後燃料電池の生産コストの削減がどこまで実現するかが普及の可能性の鍵を握ります。技術進展の見積もりに学習曲線モデルと呼ばれる経験則モデルを用いて普及予測を行ったところ、早ければ2020年頃には普及が始まりハイブリッド車を代替していくことが見込まれました（図3上）。

従来の環境負荷の影響評価で用いられてきた代表的な普及モデルでは、普及進展に影響する要素を分離せずに全てを込みにしたモデルであったため、個別の要素の変化、例えばガソリン価格の大きな変化などが消費者の選好にどのように影響してその結果普及にどのような影響を及ぼすかといった分析は困難でしたが、図2の式のように各要素を分離するモデルを採用したことで各要素が普及に与える影響の分析が可能になりました。図3は分析の一例で、燃料電池車の技術進展の早さの違いが省エネルギー自動車の普及のあり様に与える影響を分析した結果です。

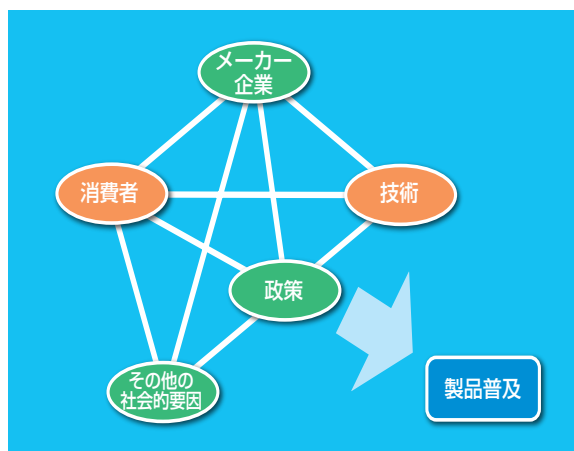


図1 製品の普及を左右する要因



京都大学 学部・修士修了。東京工業大学 博士修了。NEC 中央研究所に4年間勤務した後、2006年に産総研入所。博士課程以降、数理社会モデルに関わる研究に携わってきている。NECでは経済モデルを用いたITのマクロ環境影響評価等の研究に従事した。現在は環境調和型製品の社会受容評価モデル、電気電子製品のアジア・リサイクル・モデルの研究を行っている。

松本 光崇（まつもと みつたか）
先進製造プロセス研究部門
エコ設計生産研究グループ

現在はモデルの精緻化の作業を行っています。

人と技術を含むモデルの構築

製品普及のモデルでは、ハイブリッド自動車の例のように技術がある程度確立されて普及段階に入っている製品の場合は、消費者選好が普及を決定づける大きな要因になります。これは通常のマーケティングの延長で考えることができます。一方、燃料電池車のように今後の技術進展が普及開始の必要条件となる場合には、技術進展が普及を決定づける大きな要因になるため、将来の技術進展を予測評価することが必要です。そのためには過去の技術進展の事例をもとに、技術進展と消費者選好・社会受容との関係を類型化しておくことが有用です。過去の技術進展の分析については昨今様々な研究が見られ、産総研でも行われています*。製品普及モデルを構築することは、このような技術進展のモデルや技術の社会受容モデルを構築することとも関連します。

また一つの製品だけでなく、各種の

製品を併せて考えていこうとすると、製品と製品の間にも関係があることがわかります。一つは消費者選好を通じて関係しますし、技術や資源制約を通じても関係します（図4）。究極的には社会の中であらゆるものが関係性を持ってつながっています。技術と人・社会との関係を捉えることは難しい課題ですが興味深い課題です。消費者モ

デル・技術進展モデルに加えて、様々な関係性を記述することができる社会モデルの構築を構想しています。

文 献

* 吉川弘之・内藤耕著、「『産業科学技術』の哲学」、東京大学出版会、2005年

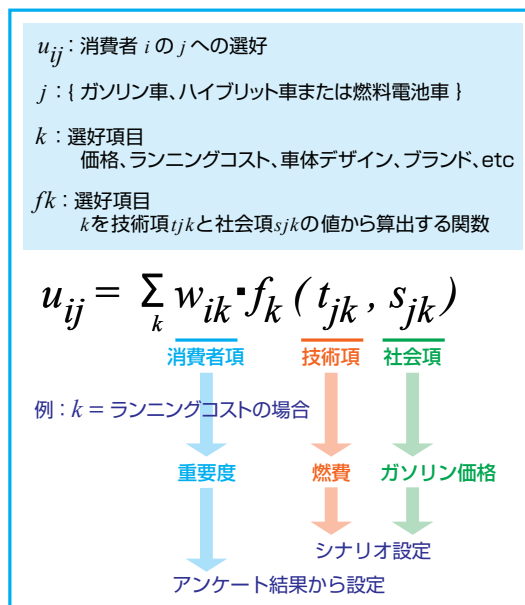


図2 作成した消費者選好モデルの概要

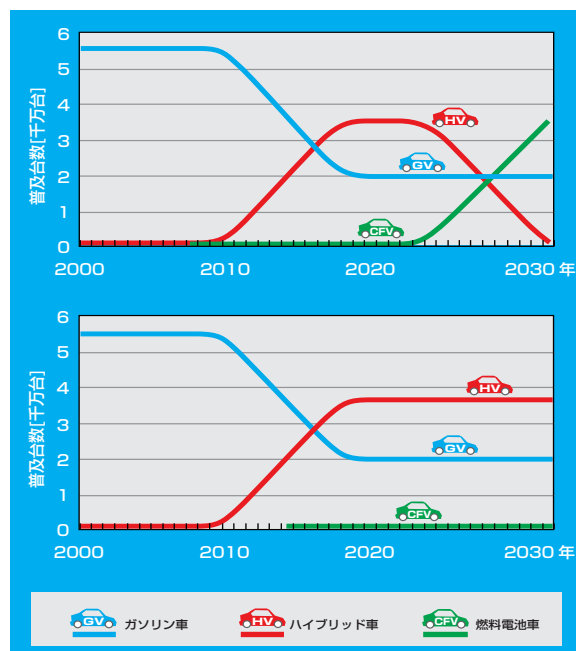


図3 技術進展の早さの違いが省エネルギー自動車の普及のあり様に及ぼす影響の分析例
 (上: 基準ケース、下: 技術進展が遅い場合)

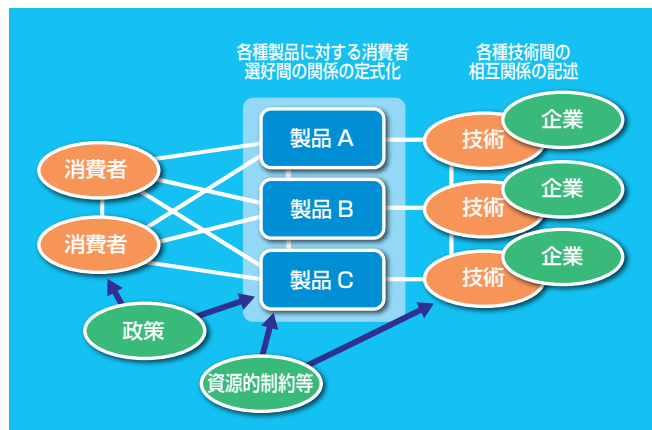


図4 「人と技術の関係」を含めた社会モデルの概要

日米の計算機資源と通信帯域の事前同時予約

資源管理ソフトウェアの連携により実現

ネットワークにつながった計算機や記憶装置などを利用して安定したサービスを提供するには、ネットワーク上の通信帯域を確保する必要がある。産総研などが実施している G-lambda プロジェクトは、米国の Enlightened プロジェクトと協力して、日米の計算機と日米間の通信帯域を自動的に事前同時予約によって確保しアプリケーションプログラムを実行することに成功した。

To provide a stable service using resources such as computers and storages connected to a network, it is important to have a guaranteed bandwidth on the network. The G-lambda project, which AIST, KDDI R&D labs, NTT and NICT are promoting, in cooperation with the US Enlightened computing project, successfully conducted an experiment in which bandwidth between Japan and the US and computing resources in Japan and the US was simultaneously reserved and the applications were executed. This was the first experiment carried out at such scale in the world.

背景

近年、ネットワークの帯域は飛躍的に増大している。現在では産総研をはじめ、多くの企業や研究機関が10Gbps以上の帯域でインターネットに接続しており、日米間には学術用途だけでも複数の10Gbpsの通信路がある。また、ネットワークにつながった計算機、記憶装置、観測装置など(資源と呼ぶ)を連携させて、サービスを提供するグリッド技術の開発も進んでいる。しかし、遠距離・広帯域のネットワークを効率よく利用することは難しく、利用可能な通信帯域に変化があると、利用効率が著しく低下してしまう。このた

め、安定した大容量通信を行うには、用途ごとに確実に帯域を確保して利用することが重要である。

必要なときだけ必要な帯域の通信路を確保できることが望ましいが、従来はネットワークの帯域を事前予約する仕組みはなく、管理者と調整するなどの手続きが必要だった。特に、日米間など、複数の管理組織下の領域(ドメイン)にまたがる場合には、かなりの日時を要していた。

ドメインを超えた帯域の事前予約

G-lambdaプロジェクトは、産総研と株式会社KDDI研究所、日本電信電

工藤 知宏 くどう ともひろ

t.kudoh@aist.go.jp

グリッド研究センター

クラスタ技術チーム長(つくばセンター)

並列計算機用結合網や、クラスタ計算機向けネットワークなどの研究開発を経て、2002年に産総研に入所以来、グリッドのためのネットワークを効率よく利用するための技術開発に取り組む。これまで産総研では通信を支える光技術や、通信を使う計算機システムの研究は行われていたが、その間にあるネットワーク、特に広帯域インターネットの研究はあまり行われてこなかった。しかし、だれでも簡単に広帯域ネットワークを使いこなせるようにするためには、ユーザや計算機システム側の視点に立った研究開発が必要で、産総研が果たすべき役割は大きいと考える。

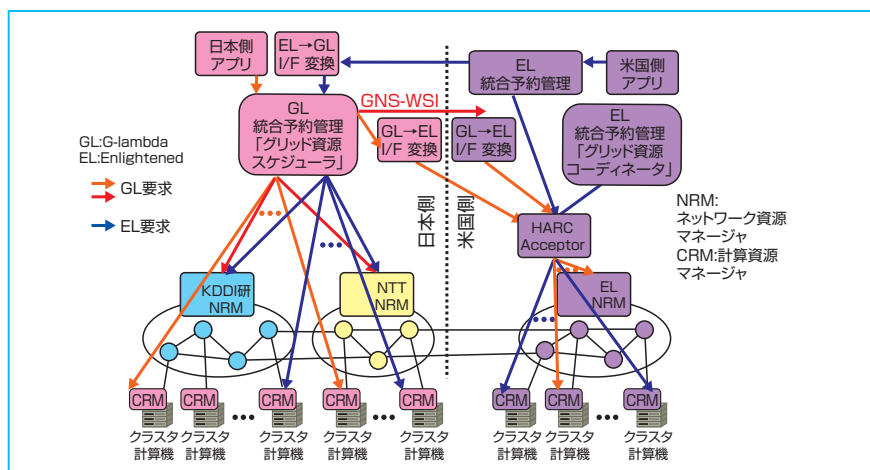


図1 日米の資源管理ソフトウェアの連携図

話株式会社、独立行政法人情報通信研究機構の共同研究で、アプリケーションやユーザからの要求に応じて自動的にネットワークの帯域を事前予約するためのインタフェース（GNS-WSIと呼ぶ）の制定を目的としている。GNS-WSIを介したサービスが広まれば、アプリケーションやユーザは必要な時間帯に必要な帯域の通信路を事前予約することができるようになる。GNS-WSIの有効性は、2005年に日本国内の計算機資源とネットワークの帯域を同時に事前予約する実証実験により確認されている。この実験では、単一のドメインからなるネットワークを利用していたが、異なるドメインに接続された計算機などの資源を利用しようとすると、ドメインを超えたネットワークの帯域を予約する必要がある。

そこで、G-lambdaプロジェクトでは、2006年9月に、米国のEnlightenedプロジェクトと合同でドメイン間にまたがるネットワークの帯域と計算機資源の事前同時予約の実験を行った。Enlightenedプロジェクトは、米国の研究機関MCNCをはじめ、複数の大学・研究機関・企業が参加するプロジェクトで、帯域と計算機資源の事前予約の研究開発を行っている。Enlightenedでは、GNS-WSIとは異なるインタフェースにより事前予約を行うため、相互にインタフェースを変換するソフトウェア（wrapperと呼ぶ）を開発し、資源管理ソフトウェア間の相互連携動作を実現した。この実験では、日本に2つ、米国に1つの合計3つのネットワークドメインにまたがる帯域の事前予約に成功した。図1に資源管理ソフトウェアの連携図を示す。

実証実験の内容

今回の実証実験は、図2に示すように、日米各7カ所のクラスタ計算機を

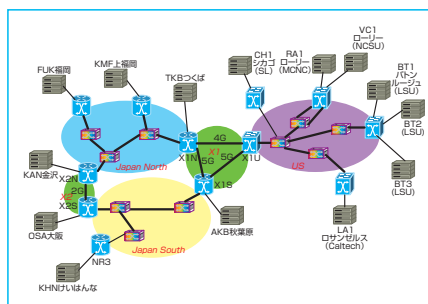


図2 実験に利用した計算機とネットワークの構成

用意し、日本側はJGN2のGMPLSネットワーク、米国側はNLR（National Lambda Rail）の運用するネットワークを用いて行った。

図3に示すように、日米それぞれのアプリケーション（日本側は並列科学技術計算、米国側は大規模データの可視化ソフトウェア）のために、それぞれ計算機資源と帯域を要求し、必要な資源を事前予約してアプリケーションを実行した。必要な資源が重ならない場合、同じ時間帯に双方のアプリケーションのための予約が入り、予約時刻になると処理が実行されることを確認した。

図4は、予約時刻になり、ネットワークの帯域と計算機資源が日米それぞれのアプリケーション（日本側を青、米

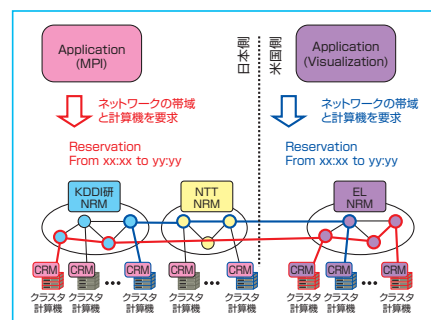


図3 デモの概要

国側を赤で表示）のために利用されている様子を示している。

今後の予定

今回の実証実験は、複数ドメイン間、2カ国間にまたがる帯域の事前予約の自動化を世界で初めて実現したものであり、長距離・広帯域ネットワークの新しい使い方への道を拓くものである。実験を通して、今回実装した方式の利点と欠点も明らかになった。今後は、G-lambdaが提唱するGNS-WSIの機能を高度化するとともに、Enlightenedをはじめとする諸国のプロジェクトと協力して、自動事前予約による帯域利用が一般に広く行われるようにインタフェースの普及・標準化活動を行っていく予定である。

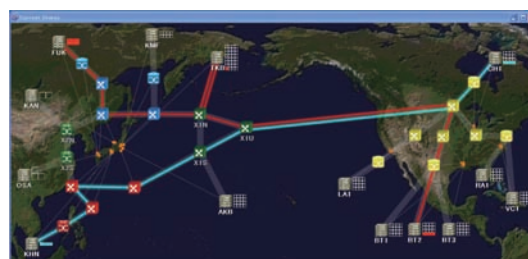


図4 実証実験での資源確保の様子

関連情報：

- 共同研究者（産総研内）：竹房あつ子、中田秀基、田中良夫
- プレス発表 平成18年9月11日「日米間で組織を超えた超広帯域ネットワークの帯域予約を自動化」
- 本研究における産総研の研究開発の一部は、産総研とNTTが共同で推進している文部科学省科学技術振興調整費「グリッド技術による光パス網提供方式の開発」により行っている。
- G-lambda プロジェクト：<http://www.g-lambda.net/>
- Enlightened computing プロジェクト：<http://www.enlightenedcomputing.org/>

ポータブルな高速DNA分析デバイス

医療処置が必要なその場での高度診断・治療への道を拓く

半導体微細加工技術を用いて、励起光源と一体化が可能なマイクロ蛍光検出センサを開発した。フルオレセインの検出限界濃度は7nMである。マイクロ流体電気泳動チップと組み合わせたコンパクトなデバイス（図1）で、高速、高感度、高分解能でDNA断片の分離・検出に成功した。この技術は、DNA、RNA、タンパク質、糖鎖などの高速分析用装置への発展も可能であり、医療処置が必要な「その場（Point-of-Care）」での高速バイオ分析に道を拓くものである。

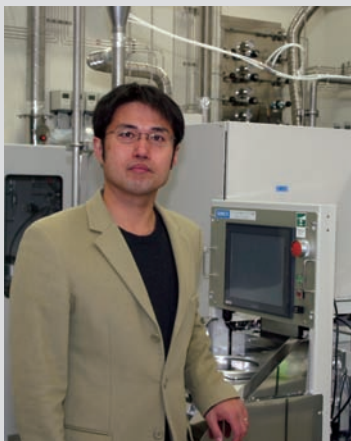
A micromachined fluorescence detector has been developed in which an optical interference filter is monolithically integrated and patterned on an amorphous silicon photodiode. The detector can be combined with an excitation light source and the limit of detection is as low as 7 nM of fluorescein concentration. We have also succeeded in the separation and detection of DNA fragments with a high speed, a high sensitivity and a high separation efficiency, using a compact device combining the micromachined fluorescence detector and a microfluidic electrophoresis chip (Fig.1). This technology will constitute a basic platform to realize compact diagnostic devices, enabling high-speed point-of-care analysis of DNA, RNA, proteins, saccharide chains, etc.

亀井 利浩 かめいとしひろ

toshi-kamei@aist.go.jp

エレクトロニクス研究部門 機能集積システムグループ 主任研究員
健康工学研究センター 生体ナノ計測チーム兼任（つくばセンター）

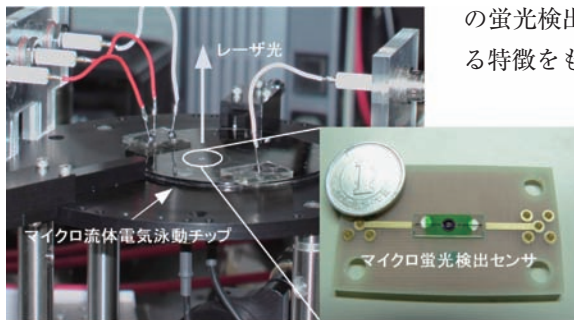
1980年代後半、日本経済は空前の繁栄を極め、安藤忠雄設計のコンクリートの打ち放しが立ち並び、華やいた雰囲気の京都で、レーザ分光や磁気共鳴を用いて、分子の励起電子状態を調べるという超地味なテーマから研究をスタート。電総研に入所してから8年間、アモルファスシリコンや微結晶シリコンなど、薄膜シリコン太陽電池材料の研究に従事する。2000年4月米国シリコンバレーに留学してみると、またもや、そこはバブル。1年間、遊学した後、これまで蓄積してきたレーザ分光や薄膜シリコンの技術を組み合わせ、マイクロ流体バイオ分析の研究を始めた。



社会的ニーズ

最近のヒトゲノム解読や疾病の分子レベルでの理解の進歩にともない、疾病マーカー分子や、個々人の遺伝情報の違いによる疾病のかかりやすさ、薬の副作用の違いなど、数多くのことが判明してきている。

しかし、それらの成果を直接、手術中や救急車での搬送中など緊急医療や災害現場での治療に役立てるには、疾病マーカーをその場で高速に検出・同定し、患者の遺伝的体質を迅速に判定することが必要になる。また、通常の医療現場でも患者の遺伝情報に基づく診断・投薬・治療（テーラーメイド医療）が求められ、現場ですぐに使える高速で高精度なポータブル分析装置に対するニーズが高まっている。



コンパクトな蛍光検出センサをめざして

極少量のサンプルを、高速、高精度で分析できるマイクロ流体バイオチップが開発されてきたが、共焦点レーザ誘起蛍光顕微鏡のような巨大で高感度な検出システムを用いて測定しなければならないのが現状である（図2）。

われわれは、検出器を含めたシステム全体を小型化することができれば、ポータブルな高速バイオ分析デバイスが実現できると考え、そのようなポータブル装置の鍵となる、励起光源と一体化が可能なマイクロ蛍光検出センサを半導体微細加工技術を用いて、開発した（図3）。

蛍光検出に適したアモルファスシリコン

アモルファスシリコンはバイオ分析用の蛍光検出センサとして理想的と言える特徴をもっている。

図1 マイクロ蛍光検出センサを実装したポータブルな高速DNA分析装置

(a) バイオ分析に使われる多くの蛍光色素の蛍光は500nmから600nmの可視光領域にあり、この領域でアモルファスシリコンの吸収係数は結晶シリコンに比べて1桁以上高い。

(b) 室温で低ノイズ測定ができるので、冷却装置の必要がなく小型化に有利である。

半導体デバイスでは幾何学構造が重要！

今回、開発したマイクロ蛍光検出センサの大きな特長は、図3 (A) のように、励起光源と蛍光検出センサをマイクロ流体電気泳動チップに対して同じ側に、また、同軸に配置している点にある。これは、図3 (B) のように、透明なガラス基板の上にアモルファスシリコン・フォトダイオードと光学干渉フィルターをモノリシックに集積化し、その中央にレーザ光導入のためのピンホールを形成したことにより可能になっている。この配置により、励起光源と蛍光検出センサを集積化したモジュールを形成でき、光軸調整が非常に容易に行える。

高速・高感度・高分解能のDNA断片分離に成功

図3のマイクロ蛍光検出センサは、アモルファスシリコン・フォトダイオード上に厚膜の $\text{SiO}_2/\text{Ta}_2\text{O}_5$ 光学干渉フィルターを集積・パターンニングして作製した。マイクロチャンネル中を流れる蛍光色素で標識されたサンプルを半導体レーザにより励起し、色素からの蛍光をマイクロレンズで収集・並行化し、光学干渉フィルターにより蛍光だけを透過させてアモルファスシリコン・フォトダイオードで検出する。このマイクロ蛍光検出センサのフルオレセインの検出限界濃度は7 nMであり、実用レベルに達している。

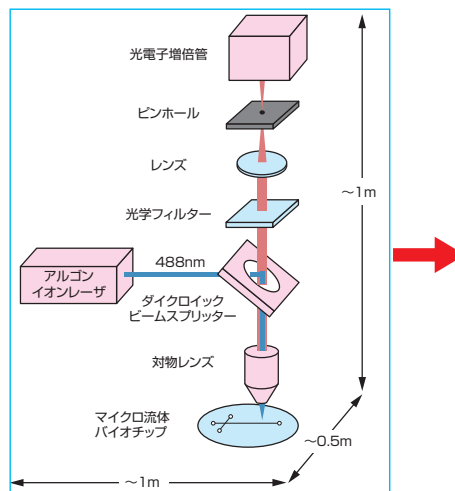


図2 現状の共焦点レーザ誘起蛍光顕微鏡を用いたマイクロ流体バイオチップ測定システム。大型、レーザと光検出デバイスは非同軸配置のため集積化が難しい。

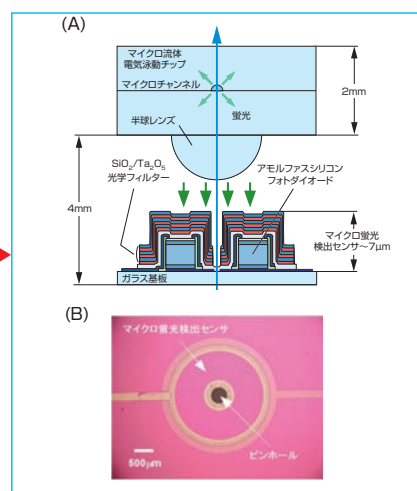


図3 (A) 今回開発のマイクロ蛍光検出センサを用いたマイクロ流体バイオチップ測定システムの断面構造 (B) 上から見たマイクロ蛍光検出センサの光学顕微鏡写真

さらに、マイクロ流体バイオチップによって11種類の長さのDNA断片(制限酵素HaeIIIでΦX174バクテリオファージDNAを切断したもの)を電気泳動で分離して、その検出に成功した(図4)。検出デバイスも含めて、手のひらサイズの非常にコンパクトなデバイスで、高速(2分程度)、高感度(DNAの検出限界約250pg/μL)、高分解能(理論段数約70000)の電気泳動分離が可能となった。

今後の予定

性能面では、検出限界をフルオレセイン濃度で1~2nMまで低減することが当面の目標である。これが実現

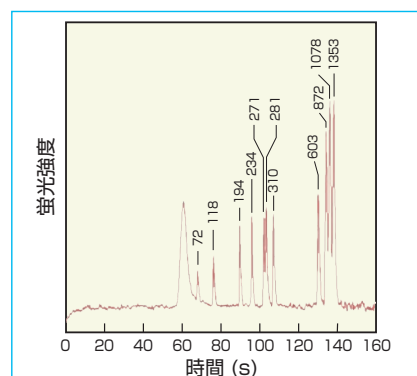


図4 11種類の長さのDNA断片をマイクロ流体電気泳動分離して、マイクロ蛍光検出センサにより検出した。DNA濃度:100ng/μL。

すれば、さらに高度な分析、例えば、DNAシーケンシングが可能になる。

関連情報 (参考文献) :

- 共同研究者：石川満、和田雄人（富士アドバンテストテクノロジー）
- プレス発表 2006年8月31日：「ポータブルな高速DNA分析装置を開発」
- 新聞記事：日刊工業新聞（2006年9月1日）、日経産業新聞（9月1日）、化学工業日報（9月4日）、毎日新聞（9月13日）
- T. Kamei *et al.*, "Integrated Hydrogenated Amorphous Si Photodiode Detector for Microfluidic Bioanalytical Devices", *Anal. Chem.*, **75**, 5300 (2003);
T. Kamei *et al.*, "Microfluidic Genetic Analysis with an Integrated a-Si:H Detector", *Biomedical Microdevices*, **7**, 147 (2005);
T. Kamei *et al.*, "Contact-lens type of micromachined hydrogenated amorphous Si fluorescence detector coupled with microfluidic electrophoresis devices", *Appl. Phys. Lett.*, **89**, 114101 (2006)

ダイヤモンド半導体で高効率の紫外線発光

間接遷移型半導体でも高効率発光を実現

ダイヤモンドで *p-i-n* 接合ダイオードを形成し、室温での電流注入により波長が 250nm 以下の深紫外線を高効率に発光させることに成功した。この深紫外線発光は、ダイヤモンドに特有な高密度励起子状態を利用したもので、200℃ 以上の高温下でも動作する。これらは、ダイヤモンドのような間接遷移型半導体でも、高効率に深紫外線を発光することができることを示す重要な結果である。

We have succeeded in fabricating a diamond *p-i-n* junction diode. The diode emits high-efficiency deep-ultraviolet (UV) light with the wavelength of shorter than 250 nm efficiently by current injection at room temperature. This deep-UV light emission has been realized by using the high density excitonic states in diamond, and can be observed at 200°C and higher temperature. These results show that even indirect transition semiconductors like diamond can emit high-efficiency deep-UV light.

深紫外線光源のニーズ

波長が350nm以下の深紫外線領域の光源は、殺菌・浄水、高密度光記録用光源、蛍光分析などの各種情報センシング、医療・バイオ分野などへの幅広い応用が見込まれ、盛んに研究されている。現在は紫外線ランプなどが使われているが、高い電圧が必要なうえ、小型化が難しいなどの問題がある。このため、深紫外線を放射できる半導体発光ダイオード(LED)の実現が望まれている。

高温量子デバイスとしてのダイヤモンドの可能性

ダイヤモンドは室温で5.47eVという

大きなバンドギャップを持ち、他の半導体材料と比較して励起子の束縛エネルギーが80meVと大きく、励起子のボーア半径も1.5nmと小さい。したがって室温でも励起子が安定に存在でき、それをより高密度($10^{18} \sim 10^{19} \text{cm}^{-3}$)に保持することができる。シリコンなどの他の半導体材料で励起子を安定に保持するためには極低温にしなければならない。つまり、他の半導体材料では極低温で初めて観測が可能になる物理現象が、ダイヤモンドでは室温でも観測できるのである。この特異な励起子の性質を利用すれば、ダイヤモンドのような間接遷移型半導体でも波長が250nm以下の深紫外線を効率よく発光

牧野 俊晴 まきの としはる
toshiharu-makino@aist.go.jp
ナノテクノロジー研究部門
高温量子エレクトロニクスグループ
CREST 共同研究員 (つくばセンター)

ダイヤモンドの接合特性、特に *p-n* 接合の電気・発光特性の制御技術の開発に従事。極低温でなくても固体内素励起などの量子性が観測できる特異な材料としてダイヤモンドに注目し、高密度励起子状態とこれに起因した様々な物理現象の解明に取り組んでいる。また、これを利用したデバイスの作製にも取り組んでいる。

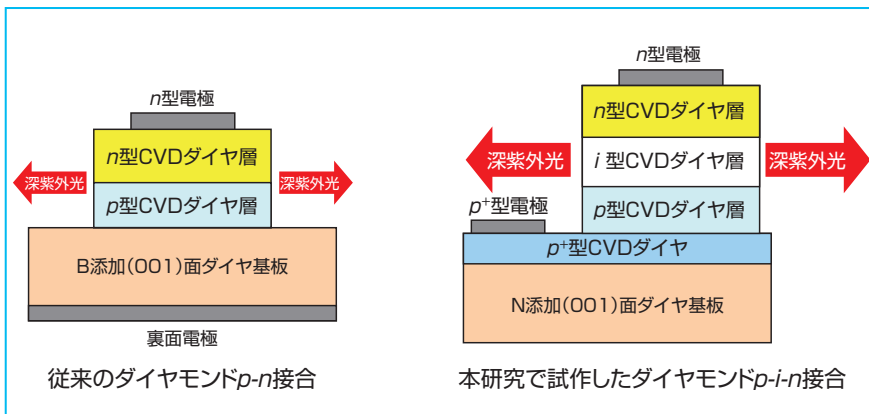


図1 ダイオード構造の模式図

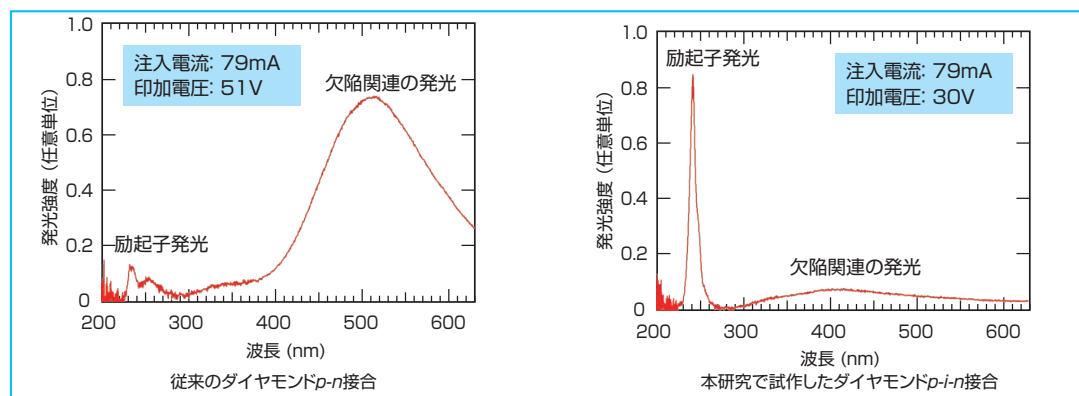


図2 発光特性

できる可能性がある。われわれは、マイクロ波プラズマ化学気相合成法により、(001) 面ダイヤモンド基板上への原子レベルで平坦な高品質の単結晶ダイヤモンド薄膜の合成や、ボロン (B) ドープ p 型・リン (P) ドープ n 型の伝導制御にも成功している。そして、2005年、この技術を使って (001) 面ダイヤモンド p - n 接合を作製し、室温での波長235nmの励起子発光を実現した。

紫外線発光の鍵は高密度励起子状態

しかし、このダイヤモンド p - n 接合ダイオードでは、励起子の発光強度よりも欠陥による深い準位からのブロードな発光強度の方が大きかった。そこで、発光領域となる p 型層と n 型層の間に結晶性の良好なダイヤモンド半導体層 (i 型層) を挟んだ p - i - n 接合ダイオードを作製した (図1)。これにより、深い準位からの発光を、従来に比べて励起子からの発光と比べて大幅 (積分強度で20分の1以下) に抑制できた (図2)。 p - i - n 接合ダイオードの内部量子効率、従来の p - n 接合ダイオードの発光特性と比較して1桁以上改善されている。また、注入電流の増加に伴い、励起子の発光強度は比例して増加していくのに対して、深い準位からの発光強度の増加率は大きく減少することがわかった (図3)。すなわち、注入電流を増加すれば、励起子発光の絶対強度

も発光効率も増す。この興味深い現象は、ダイヤモンドに特有な高密度励起子状態が深く関係していることが、最近の研究から分かり始めている。また、200℃以上の高温でも、図2に示したのと同様、理想に近い発光特性が観測された。これは、励起子の特異な性質に加え、ダイヤモンドの高い熱伝導率、高い熱的安定性などの特性によるものである。

ダイヤモンドLEDの実現をめざして

ダイヤモンド深紫外線LEDを実現するには、発光機構のさらなる解明とこれに基づいたデバイス設計により深紫外線の取り出し効率や電圧効率を向上させることが必須である。今後も基礎 (発光機構の物理学的な解明) と応用 (デバイス化のプロセス技術の開発) の両面から、ダイヤモンドLEDの実現に向けて取り組んでいきたい。

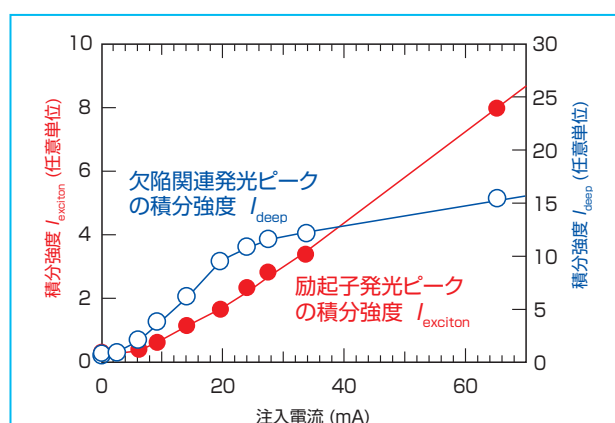


図3 発光強度の注入電流依存性

関連情報：

- T. Makino, H. Kato, M. Ogura, H. Watanabe, S.-G. Ri, S. Yamasaki, H. Okushi: Jpn. J. Appl. Phys. 44, L1190 (2005).
- T. Makino, N. Tokuda, H. Kato, M. Ogura, H. Watanabe, S.-G. Ri, S. Yamasaki, H. Okushi: Jpn. J. Appl. Phys. 45, L1042 (2006).
- プレス発表 2006年8月28日：「ダイヤモンド半導体で高効率の紫外線発光に成功」
- 特願 2006-228583「高効率間接遷移型半導体紫外線発光素子」
- 本研究は (独) 科学技術振興機構 CREST プロジェクト「新しい物理現象や動作原理に基づくナノデバイス・システムの創製」の一環として推進された。

広い濃度範囲の水素漏れセンサの開発

水素関連施設等の安全性・信頼性の確保へ

産総研で開発した熱電式水素センサは、水素と触媒との発熱反応で発生する局所的な温度差を熱電変換膜で電圧信号に変換する。小さな発熱量を信号として利用するために、MEMS（マイクロマシンなど）の加工技術を用いてマイクロ素子を作製し、セラミックス触媒をマイクロ素子上に集積する技術を開発することで、センサ素子の感度と耐久性を大幅に向上させることに成功した。開発したセンサは、空気中の水素を 0.5ppm から 5% までの広い濃度範囲で検知できる。

We have demonstrated the performance of a newly-designed micro-thermoelectric hydrogen sensor. Integration of thermoelectric thin film of SiGe and ceramic catalyst into a micro hot plate on a thin membrane has improved its performance, allowing for detection of a wide range of hydrogen concentration in air from 0.5 ppm to 5 v/v %.

水素エネルギー社会が求める水素センサとは

水素をクリーンエネルギーとして利用する燃料電池技術が急速に進展し、関連技術の一層の発展が求められている。特に、水素を安全に利用するための技術が求められており、水素スタンドの設置機器の耐久性や健全性を確保する技術として、漏洩水素の検知技術などの開発が要求されている。水素ステーションの場合、一般的には高圧ガス保安法に基づいて、各構成機器の設定値を水素の爆発下限界の1/4以下とした水素検知警報器を設置している。なかでも接触燃焼式センサは、寿命と安定性に優れているため、水素などの検出に広く利用されてきた。しかし、これは触媒燃焼の発熱によるわずかな素子温度の上昇（白金コイルヒーターの抵抗変化）を信号とするため、低濃度での感度が悪く、1000ppmから数%までの検知濃度範囲で利用される。もうひとつの半導体式センサの場合は、表面が可燃性ガスによって還元されることで抵抗が変化することを利用するタイプで、通常5000ppm未満の検知濃度範囲で利用される。半導体式と接触燃焼式センサはそれぞれ1個ではすべての濃度範囲をカバーできないため、

現場では、ppmレベルの水素を高感度で検知することと誤報を避けることを両立させるために、2つのセンサを設置する場合もある。

マイクロ熱電式水素センサ

われわれの熱電式ガスセンサの基本的なガス検出原理は、ガスの燃焼反応による温度上昇を信号源とする点で、前述した接触燃焼式ガスセンサと同じである。しかし、従来の接触燃焼式ガスセンサは、低濃度では感度が著しく低い。例えば、接触燃焼式の場合、燃焼発熱による温度変化が0.01℃だと抵抗変化は0.004%であり、この小さい抵抗変化を測るのは難しく、実質的には測定不能である。ところが熱電式ならば、熱電材料の抵抗が低ければ、それほどノイズが入らないため、十分に計測可能である。ただし、小さな発熱量を信号として利用するには、バルク素子では限界があり、MEMS技術を用いたマイクロ素子を開発することで、小さな発熱を正確に計測する必要がある。

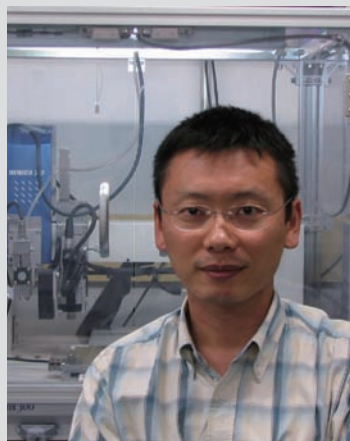
マイクロ熱電式水素センサは新しい動作原理の素子であり、それを実現するには新しい素子デザインと製造技術が必要だった。図1に示すように、マ

申 ウソク しん うそく

w.shin@aist.go.jp

先進製造プロセス研究部門 センサインテグレーション研究グループ 主任研究員（中部センター）

韓国 KAIST では、新しい機能性材料の薄膜作製をベースに、マイクロ素子の設計、プロセス、素子の性能評価に取り組んできた。名古屋大学で SiC の物性で博士号を取った後、旧名工研では、熱電材料の開発とその応用研究を推進してきた。若い時に身につけたプロセス技術と当時の手書きのノートが、10 年以上経っているにもかかわらず、ここ数年間の素子開発に活用できたことに、自分でも驚いている。ウェハから素子パッケージングまで一貫した量産プロセスを同じ部屋でともに研究してきた仲間の努力と協調性が、産総研のものづくりの強さのベースにあると信じている。



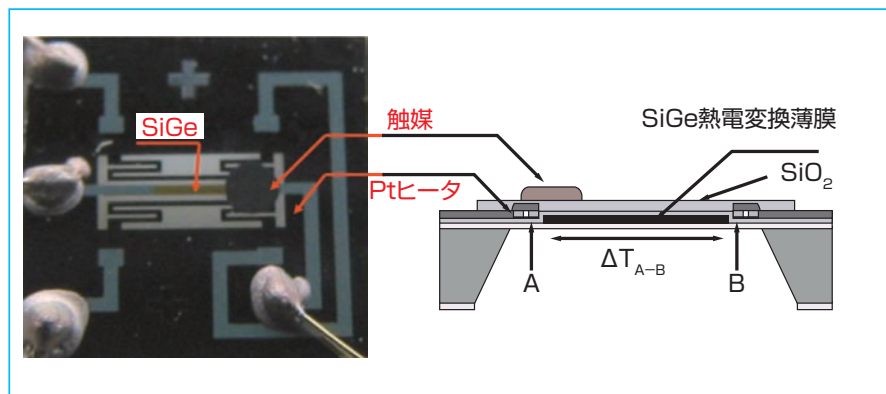


図1 多層薄膜構造のマイクロ熱電式水素センサ素子

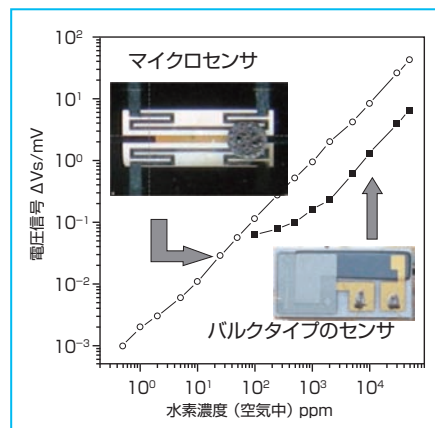


図2 水素センサの性能

マイクロヒータ製造技術を活用して、熱絶縁に優れた薄膜上にヒータ、熱電変換薄膜、電極を集積化することで、断熱を最大限にし、温度差が最大になるように触媒と熱電変換薄膜をデザインした。また、この厚さ1マイクロメートル未満の薄板のマイクロヒータにセラミックス触媒をのせることにも挑戦した。

触媒を暖めるヒータ、触媒、熱電変換薄膜はすべて電気的には絶縁されているが、熱は伝わる構造にし、小さな薄膜上にこれらすべてを集積することに成功した。ここで、熱電パターンはあまり小さくできない制限があった。なぜなら、十分な温度差を発生させるだけの長さが必要であり、同時にノイズを少なくするためにある程度のパターン幅も必要だからである。熱電材料として選んだSiGeは、プロセス温度がシリコンのプロセス温度より数百℃も低く、数GHz帯の高速トランジスタ素子として近年そのプロセスが多く発表されている薄膜材料である。われわれは、比較的環境負担の少ないスパッタによるSiGe薄膜プロセスを開発し、通常のCVD（化学気相成長法）プロセスによる薄膜と同等の性能をもつ薄膜をこのマイクロ素子に使った。

高性能のセラミックス触媒材料をマイクロ素子に集積化する技術により、センサの性能を大幅に向上させることができた。触媒は、塩化白金の水溶液と酸化物の粉末（アルミナ、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ）を混ぜて加熱乾燥して得られる触媒粉末を用いた。開発したセンサの最大の特徴は、その広い水素濃度検知能力である。図2に示すように、これは水素濃度0.5ppmの低濃度から5%の高濃度まで、優れた直線性の応答特性を持っている。地球上の大気には、水素が約0.5ppm存在し、その水素は空気中では4%以上になると爆発する。われわれが開発したマイクロ熱電式水素センサは、0.5ppmから5%まで検知できるため、水素漏れ検知センサとして最適の感度領域をもっていると考えられる。

熱電式のセンサ素子は、その動作原理の点で他の検知方式に比べて優れて

いる。通常の半導体プロセスを用いて、シリコン基板上にマイクロセンサを集積化しているため、将来的にはセンサ信号を処理する電子回路を簡単に集積化することも可能で、小型化や量産によりコストの削減が容易であり、実用化の見通しが高い。

現在、センサ素子の長期安定性を向上させる研究を進めている。特に、触媒の燃焼反応の長期安定を図るためのプロセスの改善と長期安定性の評価を実施している。センサを室温・相対湿度約65%の雰囲気中で3カ月間連続で動作させ、100ppm、1000ppm、1%の水素濃度に対する応答特性が十分安定なことが確認された。ppmレベルでも湿気などによるぶれが少なく、水素選択性が高いため、水素エネルギー関連設備だけではなく、バイオ関連の水素濃度モニタリングをはじめ、さまざまな分野での利用が期待される。

関連情報：

- M. Nishibori, J. Ceram. Soc. Japan, vol.114, p 853-856 (2006).
- 特願 2005-06729 微細パターン形成方法、特願 2005-024111 マイクロ素子化された熱電式ガスセンサ、など
- マイクロ熱電式水素センサの開発は、NEDOプロジェクト「水素安全利用等基盤技術開発」の一環として進められている。
- 開発した水素センサ素子のプロトタイプは、産総研の研究試料提供制度によりサンプル提供を実施中である。
- プレス発表 2006年8月23日：「広い濃度範囲の水素漏れ検知センサの開発に成功」

液体ヘリウムを消費しない極低温冷却装置の開発

より簡便な極低温環境の生成へ

寒剤としての液体ヘリウムを使わずに、機械式冷凍機によって 0.6 K（ケルビン）までの極低温環境を実現できる極低温冷却装置を開発した。これは、循環式 ^3He 冷却装置を備えており、 ^3He の断熱膨張冷却を利用している。簡単な操作で長期間の連続運転を行うことができ、温度計校正装置をはじめ安定した極低温環境を必要とする機器に広く応用することもできる。

We developed a ^3He cryocooler that can reach down to 0.6 K. It consists of a mechanical refrigerator and a closed-cycle ^3He Joule-Thomson expansion circuit. Since the cryocooler uses a mechanical refrigerator for pre-cooling, it does not require cumbersome liquid helium as a cryogen. The developed cryocooler can run for over a month with a simple procedure. We are developing a thermometer calibration apparatus on the basis of the developed cryocooler. The cryocooler can also be applied to other general apparatuses that require low temperature environment.

極低温環境とその応用

“極低温”という言葉が意味する温度領域は、分野や業界によって違うが、低温工学、超伝導工学分野などでは、おおむね液体ヘリウム（元素記号 ^4He 、沸点4.2 K）を寒剤として得られる温度、つまり4.2 K以下の温度である。

近年、この極低温領域に特有の超伝導現象などを利用した高感度、高分解能検査機器、検出器の応用が基礎科学分野だけでなく医療、先端的工業分野などで進んでいる。例えば、MRI診断装置、非破壊探傷装置、高感度X線検出器などは、超伝導現象を巧みに利用し、きわめて高感度かつ高分解能で信号を検出している。特にX線検出器などは4 K以下の極低温環境を必要とすることが多い。

環境の利用を促進している。また、高感度検出器の動作には4 K以下の冷却が必要なことも多く、液体ヘリウム寒剤を使わずにさらに低温まで到達できる冷却装置の利用価値は高い。

そこで、機械式冷凍機に循環式 ^3He 冷却装置を組み合わせることで、比較的簡単な構造ながら、これまで同様の方式では到達できなかった0.6 Kでの連続冷却ができる装置を開発した。なお、天然に存在するヘリウムのほとんどは質量数4の ^4He であるが、その安定同位体である質量数3の ^3He も1.3 ppm程度存在する。 ^3He の沸点は3.2 Kであり極低温において全ての純物質の中で最も高い蒸気圧を持つ。

極低温冷却装置

図1に極低温冷却装置の模式図、図2に外観を示す。装置は、機械式冷凍機と ^3He （動作気体）を循環させて断熱膨張冷却を行う循環式 ^3He 冷却装置となり、冷却部は全て断熱真空容器内に納められている。循環式 ^3He 冷却装置は、気体のある温度（気体の物性に依存）以下で小径のバルブなどを通して断熱膨張させると、膨張した気体の温度が低下する現象（ジュール・トムソン効果）を利用する。

島崎 毅 しまざき たけし
t.shimazaki@aist.go.jp
計測標準研究部門
温度湿度科 低温標準研究室 研究員
(つくばセンター)

これまで、超伝導温度センサーの開発、液体ヘリウム中での高度に非定常な熱伝達現象の解明、極低温冷却技術を利用した赤外線望遠鏡衛星に関する基礎研究などに携わってきた。入所後は低温域における温度標準の実現と供給体制確立のための研究を行っている。今後も国際的に整合性の取れた温度目盛の普及と、簡便な低温生成技術の開発、低温環境の工業的応用の促進などに貢献したい。



極低温環境の生成

従来、極低温環境の生成には、液体ヘリウムを寒剤として定期的に補充することが多く、それが極低温環境を利用する際の利便性や操作性向上の大きな障壁になっていた。そのような中、液体ヘリウム寒剤を必要とせず、スイッチ操作ひとつで4 K程度までの極低温環境を実現できる機械式冷凍機が普及しつつあり、その手軽さが極低温

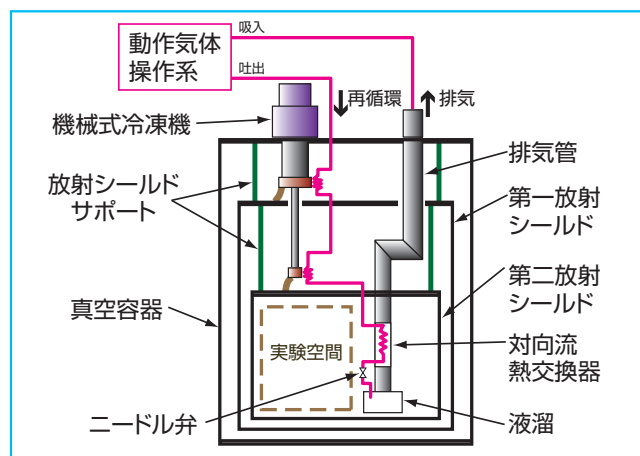


図1 極低温冷却装置の模式図



図2 極低温冷却装置の外観写真

動作気体操作系から吐出された ^3He ガスを、機械式冷凍機と対向流熱交換器によって予冷した後、ニードル弁を通して膨張させ冷却する。冷却対象物は、液溜と熱接触させることで冷却する。冷却温度はニードル弁の開度で調節できる。温度を下げる時はニードル弁を締めて断熱膨張冷却の程度を高めて ^3He を液化し、液溜に溜まる液体 ^3He の蒸気圧が極力低くなるように排気する必要がある。この装置では、液溜の排気管としての排気効率を高めた対向流熱交換器を開発し、液体ヘリウム寒剤を使わずに最低到達温度0.6 Kを達成した。また、動作気体を循環させているため、数カ月間の連続運転も可能である。

図3にこの装置の運転時の温度変化の例を示す。まず、機械式冷凍機だけを起動して装置冷却部の予冷を行いその後、循環式 ^3He 冷却装置も起動する。図4は、循環式 ^3He 冷却装置の起動後の温度変化を拡大して示している。

今後の展開

極低温を利用した高感度、高分解能機器が性能を発揮し、また安全に動作するためには、装置の極低温領域における正確な温度測定や温度制御が不可欠である。われわれは、温度

測定の基準となる1990年国際温度目盛（International Temperature Scale of 1990, ITS-90、定義下限温度は0.65 K）に基づいた極低温における温度標準の実現と温度計校正サービスに向けた研究を行っている。現在、開発した極

低温冷却装置をベースに、世界に先駆けて液体ヘリウム寒剤を必要としない極低温用温度計校正装置を試作中である。また、この冷却装置の開発を通して得られた技術を極低温環境を必要とする機器に広く応用していきたい。

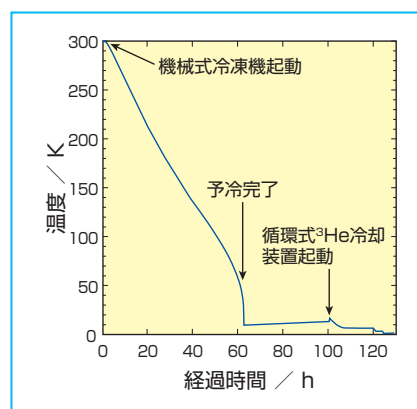
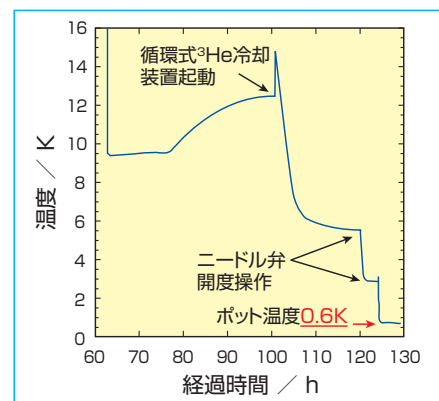


図3 極低温冷却装置運転時のポットの温度変化

図4 循環式 ^3He 冷却装置起動後のポットの温度変化

関連情報：

- 共同研究者：豊田恵嗣、田村収（計測標準研究部門）
- T. Shimazaki, K. Toyoda, O. Tamura: Rev. Sci. Instrum. Vol. 77, 034902 (2006).
- T. Shimazaki, K. Toyoda, O. Tamura: Proceedings of CryoPrague 2006, ICEC 21, Prague, Czech Republic, July 17-21, 2006, to be published
- 特願 2005-171569 「機械式冷凍機とジュール・トムソン膨張を用いた極低温冷凍機」 島崎毅、豊田恵嗣

三次元計測装置の高精度化

焦点調整機構とズーム機構による高精度三次元計測方法

特許 第3635327号 (出願2001.10)

● 関連特許 (登録済み: 国内1件)

目的と効果

三次元計測手法の一つとして、焦点の合い具合で三次元形状を獲得しようとする手法がありますが、対象物までの距離が2m以上では、被写界深度が大きくなることから、精度が落ちてしまうことはよく知られています。この問題を解決するために、ズームのパラメータを精度向上に用いました。

[適用分野]

- 三次元計測機器等

技術の概要、特徴

この高精度三次元計測装置 (図1) は、ズーム調節機構および焦点調節機構を有する撮像手段と、その出力画像に基づいてそれらの機構を調節するための信号を出力する処理手段から構成されます。この処理手段は、ズーム調節機構のサンプリング位置を増加または減少する方向に一定間隔毎に設定すると共に、焦点調節機構に被写体の焦点合わせを行わせて注目画素の画素値を検出することが特徴です。

つまり、撮像系において、焦点を調整するためには、レンズの焦点距離を調整するのが一般的ですが、この焦点の合い具合はその時のズームのパラメータによって大きく異なります。例えば、三次元形状を焦点距離だけで復元しようとする、対象物までの距離が2mを超える場合の計測精度が悪くなることがよく知られています。ここでは、焦点距離とズームとを調整することで、ピントの合う精度 (被写界深度) を小さくする手法を提案しています (図2)。

発明者からのメッセージ

三次元計測装置、およびズーム機構を備えたビデオカメラなどにおいて、距離を計測する際に、通常、焦点距離を変えながら画像特徴によりピントを合わせていたものを、ズーム機構を能動的に用いることによって、距離精度を上げることが可能となりました。

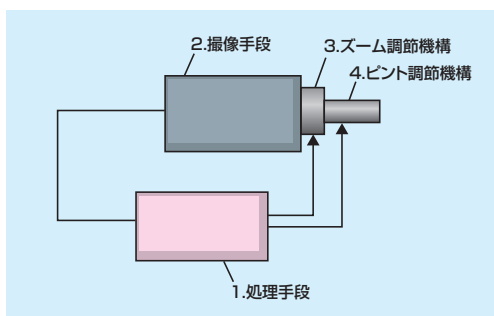


図1 本発明の計測システムのブロック構成図

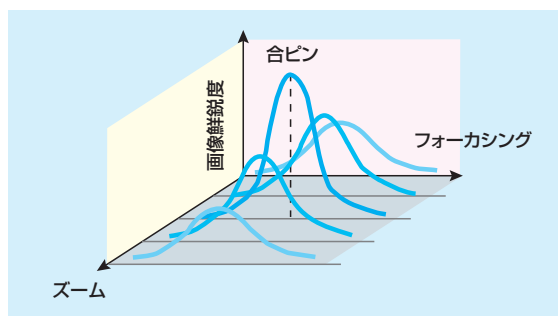


図2 焦点距離、ズームとピントの合い具合の関係

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/>

多孔質材料の用途を広げる

導電性繊維と加圧を用いた新製法

特許 第3735712号 (出願2002.3)

目的と効果

多孔質成形体は比表面積の大きさを利用した機能性材料、軽量で衝撃吸収性があることを利用した構造材料などへ応用することができます。この多孔質成形体は、導電性を有する繊維を用いると、繊維の接触部分のみを接合させて作ることができます。この技術では、繊維を型の中で接合させると様々な形状が作製でき、用途が広がります。耐熱性や耐食性に優れた繊維を用いたフィルター、熱伝導性に優れた繊維を用いたヒートシンク、生体適合繊維を用いた生体材料などへの応用が期待されます。

[適用分野]

● フィルター ● ヒートシンク ● 生体材料 ● 衝撃吸収体

技術の概要、特徴

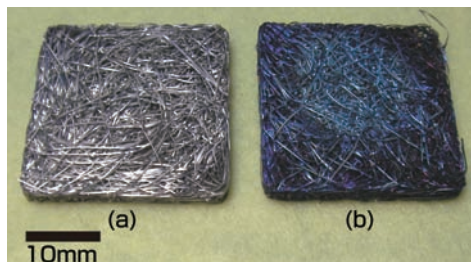
この技術は、繊維径500 μ m以下（但し、5～30 μ mを除く）で、成形体の加圧成形方向の断面における外接円の直径より長い導電性のある繊維を利用して、繊維の接触部分近傍のみを溶着した多孔質材料およびその作製方法に関するものです。導電性の繊維を型内に充填し、任意の加圧力を付与することで任意の密度（空孔率）を有する多孔質成形体を作製することができます。この技術では導電性繊維の長さを利用して、型内を充填した繊維が加圧により変形する現象と復元しようとする力により、均一な成形体を作製しています。このような成形体に電気を流すことで、繊維の接触部分近傍のみが溶着し、多孔質成形体となります。この技術では繊維を充填する際に型を用いることができるので、多孔質成形体を最終製品形状にニアネットシェイプ成形できるという特徴があります。

発明者からのメッセージ

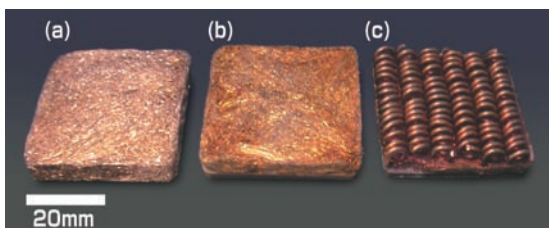
空隙率の小さな多孔質材料を作製する技術は種々ありますが、任意の空隙率の多孔質成形体を作製するのは困難です。私たちは任意の荷重下で通電接合を行う技術を開発し、任意の空隙率の多孔質材料の成形技術へつなげることができました。



1. チタンの多孔質成形体(引張試験片形状の型を利用して成形)
引張試験片を作製する型を用いてチタン繊維を多孔質成形体にしました。



2. チタン多孔質成形体 (a:成形したまま、b:表面を加熱酸化して発色)
チタン繊維を用いて30mm角の多孔質板を作製しました。さらに大気酸化処理にて繊維を青く発色しました。加熱酸化を行っても多孔質成形体の変形、繊維の剥離はほとんどありません。



3. 試作した銅多孔質成形体を用いたヒートシンク(a:多孔体のみ、b:無垢銅+多孔体、c:無垢銅+多孔体+コイル)
銅繊維を用いて30mm角の多孔質成形体を作製してヒートシンクへの応用を検討しました。多孔質成形体のみ(a)では熱源からの熱伝達が悪く、無垢の銅と接合してみました(b)。さらに、放熱性を高めるために、銅製のコイルを多孔質銅の上に接合してみました(c)。軽量で熱伝導性、熱放散性に優れたヒートシンクを試作できました。

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 : 029-862-6158
FAX : 029-862-6159
E-mail : aist-innovations
@m.aist.go.jp

地質文献データベース：検索方法の統一

GEOLISとG-MAPI 文字情報・地図情報からの検索

地質調査情報センターでは、主要業務のひとつとして地質文献の収集・整備・提供を行っている。その一環として、旧地質調査所時代から積極的に収集・蓄積してきた膨大な資料・データを有効に活用するために、文献データベースを構築し、内外へ積極的に公開している。これまでに公開されたものとしては、日本地質文献データベース(GEOLIS)と世界地質図データベース(G-MAPI)がある。ここでは、この2つの文献データベースの検索方法を統一し機能を追加した際の経緯と概要を紹介する。

地質文献データベースの経緯

日本地質文献データベースは、旧地質調査所時代から文献情報化業務として1951年の「図書受入目録」(月刊)に始まり、地学文献速報、地質文献目録、また、それらの文献の位置情報を示した「日本地質図索引図」などの

冊子体の発行を経て、1986年の電子化(GEOLISと命名)から構築が開始されたものである。Web公開は1996年から行っており今年で10年目になる。この間、それまで冊子体として発行(後にCD-ROM出版、現在は中止)されていた「日本地質図索引図」のデータを2004年にGEOLISに合体させて地図上からの検索を可能にする改良を行い、「GEOLIS+」として公開した。2005年には一時データ更新を中止していた旧

GEOLIS形式に改良を加え、地図検索を必要としない利用者向けに「地図なし検索」として再スタートさせた。

これらの改良の結果、アクセス数は飛躍的に伸び、2005年度のアクセス数は約86万件に達した。

地質調査情報センターでは、古くは明治時代からの地質調査資料を収集・管理・保管しているだけでなく、地方自治体出版物などの入手困難な文献資料も積極的に収集している。それらの収集資料から、年間1万~2万のデータが確実に採録・登録・提供されていることから、GEOLIS+に対する信頼性と期待が高まっている。2006年9月末現在の公開データ数は27.4万件(地図位置情報を含むデータ数1.1万件)に達している。

一方、世界地質図データベース(G-MAPI)は、事務処理用として受入外国地質図類をカード整理していた書誌情報を元に、1997年にデータベース化に着手し、2000年から地図上での検索を主体とする検索方法で一般公開を開始した。2006年9月末現在の公開データ数は1.8万件(プレビュー画像を含むデータ数385件)、2005年度のアクセス数は約5万件に達している。



図1 初期画面



図2 検索画面

検索方法の統一と機能追加の概要

2005年には前述の2つのデータベースの検索方法と検索イメージの統一を行った。続けて、2006年には、GEOLIS+については背景画像の世界測地系への変換を、G-MAPIではサンプル画像の拡大・縮小による提供などのバージョンアップを行った。これらの機能の追加により、利用者の利便性はますます向上した。概要を以下に述べる。

検索のための入口ページを統一し、どちらのデータベースもここから利用できるようにした(図1)。

さらに、検索の画面と方法を統一した。両データベースとも、地図上または文字情報からの両方の検索が可能となり、検索方法の違いを意識する必要がなくなった(図2)。

検索結果の表示方法を統一し、イメージを共通のものにした。検索結果は、文献リストと地図範囲情報のどちらを選択しても詳細データが表示されるようにした。



図3 背景地図に地質図を表示

検索結果の機能追加として、GEOLIS+は背景地図に地質図を表示できるようにした(図3)。使用した地質図は地質調査総合センター発行の100万分の1日本地質図第3版・CD-ROM第2版(2003)である。また、地質調査総合センター出版物からの採録文献は、論文についてはPDF版、地図についてはサムネイルの閲覧を可能とした。

G-MAPIについては、2006年からサンプル画像の拡大・縮小による提供を開始した。

今後の課題

国内外157ヶ国、1318機関との文献交換、または購入による資料から採録

される文献データ量は年々増加しており、この増大するデータ量に対応できる検索スピードの維持が要求されている。また、文献情報の寿命の長い地質学分野において、戦後のデータだけでも8万件、明治以降も含めると膨大な情報量を所蔵している地質調査情報センターとして、GEOLIS+へのデータの遡及登録は強く望まれている。G-MAPIはまだ4万件近くが未登録の状況にあり、地質文献データベースの質とサービスの向上のためにも遡及登録は必要不可欠である。

現在、地質調査総合センターで構築中の他データベースとの連携も視野に入れた構想を進めている。

関連情報

菅原義明他：地質ニュース 615号 p35-p38 (2005)
<http://www.aist.go.jp/RIODB/DB011/index.html>

地質調査情報センター(つくばセンター)

中澤 都子

E-mail: nakazawa-miyako@aist.go.jp

地質文献データベースの構築・維持・管理の基本にあるものは、旧地質調査所資料室時代から継続して蓄積してきている国内外の膨大な収集資料類である。データベースの発展は個人の力ではなく、文献選択の研究者や収集業務担当・データ登録者など、センタースタッフの地道な協力の上に成り立っていると考える。これからもデータベースの質の向上に努め、産総研の情報発信業務の一翼として、スタッフ一同協力し発展させていきたい。



トルク標準

現場計測から国家標準までのトルクトレーサビリティ体系

トルク標準の整備状況

トルクは計量法上では「力のモーメント」と呼ばれる、力と長さの積で表される物理量である。単位は $\text{N}\cdot\text{m}$ （ニュートン・メートル）で、回転力・ねじり力とも言う。トルク計測の身近な例としては、自動車のエンジン・タイヤ・ステアリング、旋盤・フライス盤等工作機械の主軸、発電機・モータ等の回転トルクがあげられる。プリンタの紙送りもトルクで制御している。また、機械部品・電気電子部品からビル・橋梁等の建造物に至るまで、構造物におけるボルト、ナット、小ねじ等の締付けトルクもあげられる。ペットボトルのふたを開ける力（開栓トルク）も測定管理されている。このようにトルク計測は産業界だけでなく、市民生活の様々な場面で関わりがあると言える。トルク計測の信頼性確保のために、トルク計測機器（Torque Measuring Devices：TMDs）の校正技術の開発と共にトルクの国家標準を頂点とするトレーサビリティ体制の確立が強く望まれている。

計量標準総合センター（NMIJ）では、1997年からトルク標準機（Torque

Standard Machines：TSMs）の開発に着手した。開発当時、産業界に向けて行った調査の結果から、トルク計測に対する需要（TMDの販売台数）はトルクの大きさ（TMDの定格容量）に対して図1のような分布を描くことがわかった。すなわち、概ね $50\text{ N}\cdot\text{m}$ を中央値とし、下は $1\text{ mN}\cdot\text{m}$ から上は $1\text{ MN}\cdot\text{m}$ まで広がる正規分布となる。そこで開発されたのが定格容量 $1\text{ kN}\cdot\text{m}$ 及び $20\text{ kN}\cdot\text{m}$ の実荷重式トルク標準機である（それぞれ $1\text{ kN}\cdot\text{m}$ -DWTSM、 $20\text{ kN}\cdot\text{m}$ -DWTSMと呼ぶ）。現在これら2台のTSMの整備により、産業界の需要に対して7割程度の標準供給（TMDに対する静校正）が可能となっている。

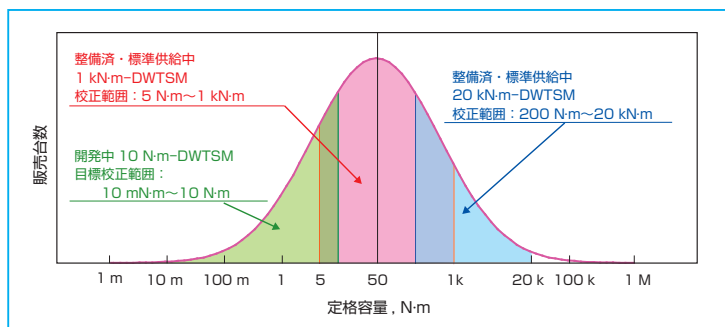


図1 産業界におけるトルク計測の需要とトルク標準整備状況

実荷重式トルク標準機の特徴

トルク校正装置には、大きく分けて(1)実荷重式、(2)ロードセル式、(3)ビルドアップ式がある。実荷重式はおもりの質量、アームの長さ、設置場所の重力加速度からトルクを実現する方式で、現状の技術で最も高精度なトルクを実現できる。ロードセル式はおもりの代わりにアーム先端にロードセルを設置する方式である。ビルドアップ式は参照標準となるトルク変換器を内蔵し、これに校正対象のトルク変換器を直列に設置して比較校正する方式である。

$1\text{ kN}\cdot\text{m}$ -DWTSMと $20\text{ kN}\cdot\text{m}$ -DWTSMの外観をそれぞれ図2と図3に示す。これらは共に高剛性の架台、精密に質

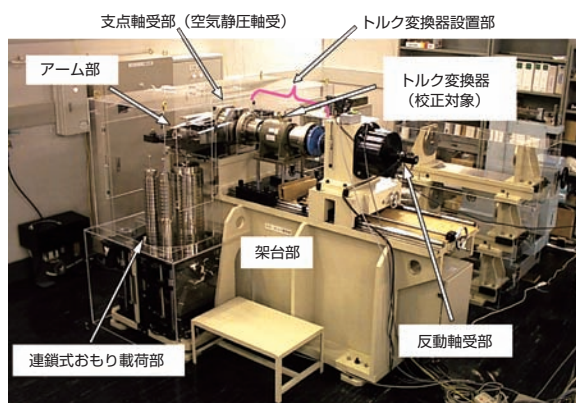


図2 1 $\text{kN}\cdot\text{m}$ -DWTSM

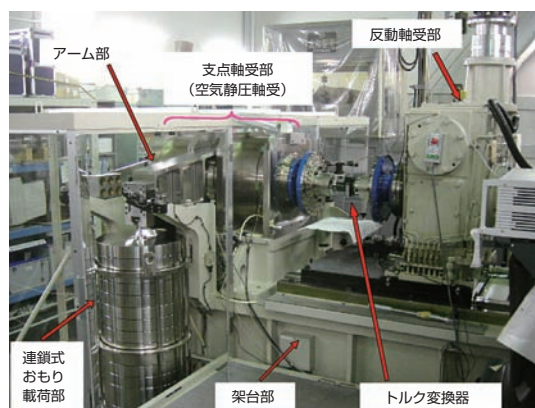


図3 20 $\text{kN}\cdot\text{m}$ -DWTSM

量調整・測定された連鎖おもり群、三次元測定機によって精密測定され、かつ厳密な温度管理・温度補正により長さを決定されたアーム、測定軸上で摩擦なくラジアル負荷を支持する空気静圧軸受（支点軸受部）、おもり負荷により傾いたアームを水平位置に戻すための反動軸受機構、測定軸のミスアライメントを吸収するダイヤフラムカップリング等のトルク変換器設置部から構成される。質量、長さ、温度に加え、トルク標準機の設置場所の重力加速度もNMIJの国家標準にトレーサブルである。

実現トルクの相対拡張不確かさ ($k=2$: 約95%で表現される信頼の水準に相当する) は1 kN・m-DWTSMでは校正範囲5 N・m ~ 1 kN・mに対して 4.9×10^{-5} 、20 kN・m-DWTSMでは200 N・m ~ 20 kN・mに対して 6.6×10^{-5} を達成しており、他国の国家計量標準機関 (NMIs) のTSMsと比較しても遜色ない高精度のTSMが整備されている。ドイツや韓国との国際比較の実施により

その同等性も確認されている。2005年から、メートル条約の国際度量衡委員会 (CIPM) 主催の基幹比較も開始されており、NMIJもこれに参加している。

トルクトレーサビリティ体系

図4にNMIJから提案しているトルク計測のトレーサビリティ体系図を示す。体系作りに関しては産学官連携のもと、継続して議論を重ねている。トレーサビリティの流れは大きく分けて2つある。ひとつは純ねじりの流れ(図4の左側)であり、他のひとつはトルクレンチの流れ(図4の右側)である。この体系の実現により、各種のトルク試

験機による測定結果や、手動式トルクドライバ・トルクレンチによりねじを締付けた時のトルクの測定結果が国家標準にトレーサブルとなる。

今後の展開

現在、計量法校正事業者登録制度(JCSS)において第一階層の校正事業(トルクメータや参照用トルクレンチの校正)が立ち上がりつつある。今後は第二階層(トルク試験機やトルクレンチテストの校正)、第三階層(手動式トルクツールの試験又は校正)の技術基準の策定を関係諸団体と協力して進めると共に、図1に示すように5 N・mを下回る小容量トルク標準機の開発を実施していく。

関連情報

K.Ohgushi: AIST Today Vol.2, No.1, p18 (2002)

K.Ohgushi, T.Ota, K.Ueda: VDI-BERICHT, 1685, p327-p332 (2002)

計測標準研究部門 (つくばセンター)

大串 浩司

E-mail: k.ohgushi@ni.aist.go.jp

産総研計測標準研究部門の前身のひとつである計量研究所に入所後、一貫してトルク標準機の開発、トルク計測機器の校正技術の開発・規格化に関する業務に従事している。現所属は、力学計測科、質量力標準研究室。

共同研究者: 上田和永、西野敦洋、太田孝、鈴木孝二

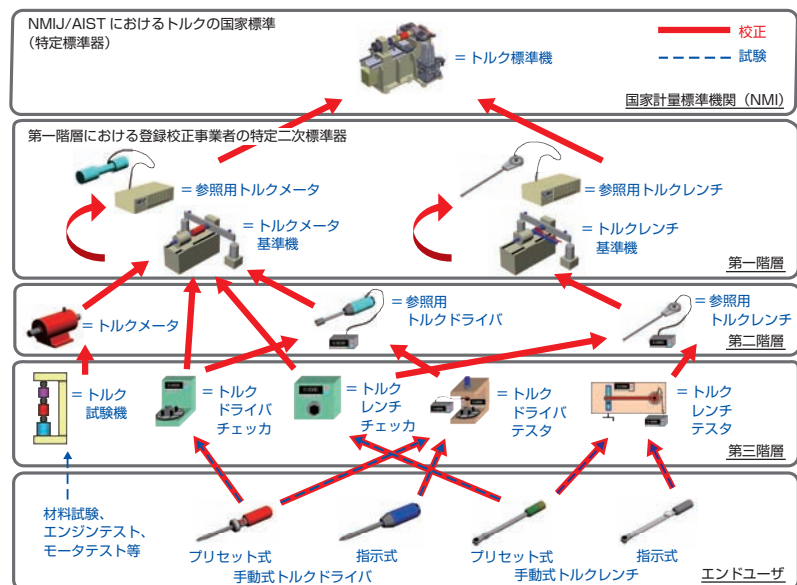
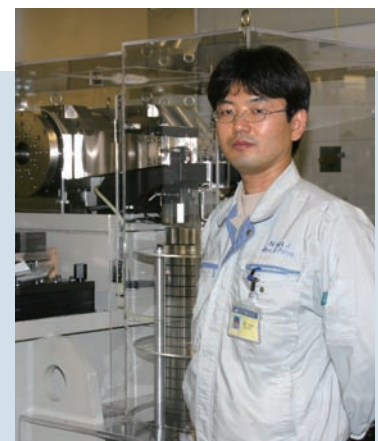


図4 トルク計測のトレーサビリティ体系 (案)



「産学官連携による研究開発のイノベーション －米国ロスアラモス国立研究所の事例を中心に－」の開催

報告

9月13日、経済産業省（METI）、経済産業研究所（RIETI）、産総研（AIST）、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の共催によって、「産学官連携による研究開発のイノベーション－米国ロスアラモス国立研究所の事例を中心に－」と題するシンポジウムが米国ロスアラモス国立研究所のテリー・ウォーレス副所長と産学官交流に関する日本の第一人者・有識者をパネリストに迎えて開催されました。産総研からはナノテクノロジー研究部門の横山 浩部門長がパネリストとして招かれました。

まず初めに、二階俊博経済産業大臣

が主催者を代表して、8月の二階大臣のロスアラモス国立研究所（LANL）訪問をきっかけに開催が実現されたこと、これを契機に、今後、日米の研究協力及び技術開発イノベーションを一層推進し、新経済成長戦略に結びつけていきたいとの挨拶がありました。

次に、ウォーレス副所長から基調講演として、LANLの紹介及びLANLと産業界との共同研究を例に国立研究所と産業界の共同研究の実情、問題点などが紹介されました。さらに、日米間の協力の可能性についても言及されました。

基調講演に続き、安藤晴彦氏（METI）をモデレータとし、橋本和仁氏（東京大学先端科学技術研究センター所長）、吉富 勝氏（RIETI所長）、横山 浩（産総研）、富田孝司氏（シャープ（株）常務取締役、ソーラーシステム事業本部長）をパネラーとして、日本、米国の産学官連携の現状と課題について熱のこもったパ



パネルディスカッションを行う横山部門長

ネルディスカッションが繰り広げられました。横山部門長から「産総研は今まさにイノベティブエンタープライズになるべく自己改革の最中であり、産学官関係者がうまく連携することにより、明日の産業を作るという意味でのイノベーションが可能で、持続可能なR&Dのチェーンができるはずである。また、それを通して商品開発の中にサイエンスを埋め込んで行けるような人材を育成することが産総研の担うべきことである」との考えが紹介されました。



ウォーレス副所長と二階経済産業大臣（当時）

再生可能エネルギー国際会議 RE2006 を開催

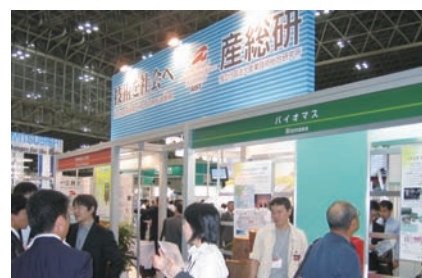
報告

わが国で初めて、すべての再生可能エネルギーをテーマとする大規模な国際会議が、10月9日から13日に幕張メッセで開催されました。この会議には、「再生可能エネルギーの先端技術で持続可能社会実現に貢献しよう」を目標に、世界の55ヶ国から1063名の参加者が集い、600件を超える研究発表と熱心な討論が行われました。



産総研セッションの様子
（講演者は Goran Strbac 氏）

産総研は会議を共催し多くの研究発表を行うとともに、“Energy Vision for Future”と題する産総研セッションを主催し、併設の「第1回新エネルギー世界展示会」では太陽電池、バイオマス、地熱、燃料電池、パワーエレクトロニクス等の最新技術を紹介しました。産総研とフランスのADEMEによる省エネ建築に関する専門家会合も開催しました。「産総研セッション」では、冒頭に当所の赤井誠主幹研究員から2100年エネルギー技術ビジョンの紹介があり、このビジョンを実現するための先進技術の現状と将来展望について、以下の方々から貴重な講演を頂きました：ノーベル化学賞受賞者のWalter Kohn氏（米国、太陽）、John W. Lund氏（米国、地熱）、Ralph P. Overend氏（カナダ、



新エネルギー世界展示会での産総研ブース

バイオマス）、Teresa Pontes氏（ポルトガル、海洋エネルギー）、Goran Strbac氏（英国、エネルギーシステム）、諸住哲氏（NEDO、エネルギーシステム）。

展示会には出展208企業・団体のもとに2万名強の参加者があり大変盛況で、産総研ブースにも多くの方にお越しいただきました。最後に再生可能エネルギーの研究開発と普及をいっそう促進することを誓い、閉会しました。

フランス国立科学研究センター (CNRS) との包括的研究協力協定延長の調印

報告

11月6日にフランス国立科学研究センター (CNRS) のカトリーヌ・ブレシニャック会長が来日し、吉川理事長と会談し、包括的研究協力協定延長の署名がなされました。これを機に両機関がさらに連携を深め、来る2月には吉川理事長がパリのCNRS本部を訪問し、イノベーションマネジメントについての意見交換等を行うことになりました。

産総研とCNRSは、2001年11月21日に包括的研究協力協定を締結して以来、緊密な研究協力を行っていま

す。CNRSは、1万2千人の研究者、1万4千人の技術者を有するフランス最大の公的科学技術研究機関であり、大学との連携研究室も数多く、産学官連携やフランスの各地域でのイノベーションクラスターのネットワーク化に注力しています。フランスの科学技術予算 (2005年度) は約168億ユーロですが、その約14%をCNRSが占めています。CNRSは研究戦略として特に、①連携 (Partnership)、②多様化、③イノベーション、④多分野融合 (Multidisciplinarity) に注力しています。

研究の連携状況としては、ロボティクス分野では知能システム研究部門が個別研究協力協定を結び、つくばでは産総研OSLに、フランスではツールーズのCNRS解析・システムアーキテクチャ研究所 (LAAS) にジョイントラボを設立して活発に活動を行っています。次世代光ディスク開発を目的と



ブレシニャック CNRS 会長 (右) と吉川理事長

した材料研究では、近接場光応用工学研究センターがCNRS/モンペリエ第2大学との個別研究協力協定により連携、さらに、環境触媒分野ではエネルギー技術研究部門をはじめとする4つの研究ユニットとCNRSの複数の研究ユニットやフランスの大学との間で共同ワークショップが開催されるなどの連携をふまえ、「大気及び水圏環境の持続的保全のための環境触媒技術」に関する連携を強化することになりました。



経済産業副大臣 つくばセンター来訪

報告

11月6日、渡辺博道経済産業副大臣が、産総研つくばセンターを来訪されました。

午前中は、小玉副理事長の概要説明に続き、「内視鏡下手術トレーニングシステムと映像の生体安全性」の研究現場をご覧になりました。研究者による説明の後、副大臣自ら内視鏡下手術トレーニングシステムを実際に動かされました。その後、爆発安全研究セン

ターで「安心して安全な生活を確保するための化学物質・爆発物の取扱に関する研究」について説明をお聞きになり、火薬爆発の体験として野外で水中爆発の実験をご覧になり、爆発の音と振動を体験されました。

午後は、「GEO Grid (地球観測研究) と地質調査に関する研究」の説明、「世界最高性能スピントロニクス素子の開発」の説明と実験室の視察、「ヒューマノイドロボット」の説明と続けました。ヒューマノイドロボットでは、二足歩行ロボットのデモをいくつかご覧になった後、ロボットに触られたり研究者と歓談なさったりされました。

その後、「産総研ナノプロセッシング施設」、「日本国キログラム原器と質量単位の再定義に向けた研究とナノメートル標準」の研究を熱心にご覧になり、研究者と意見をかわされるなど、



水中爆発の実験現場

産総研の最先端の研究成果に触れる機会をお持ちいただきました。

副大臣が産総研を後にされる際には、「一度にたくさんの産総研の研究成果を知る良い機会になった」との感想をいただきました。



産総研概要説明での渡辺副大臣

北陸技術交流テクノフェア2006に出展

報告

北陸技術交流テクノフェア2006が10月19、20日の2日間福井県産業会館を中心に開催され、約2万人の来場者で会場は熱気に包まれました。

このフェアは今年で17回目を迎え、北陸地域では最大級の産学官技術交流会となっており、単なる展示会ではなく、技術シーズと企業ニーズとのマッチングによる技術移転・共同研究等が促進と、それを通じての、ものづくり技術の高度化、我が国製造業の国際競争力の強化及び北陸発の新産業、新技術の創出を目的として開催されています。今回は、昨年度より20以上多い181の企業、研究機関、団体、大学の参加の他に、北陸と韓国との地域間交流促進を目的に韓国企業からも8社の出展がありました。

産総研からはメンタルコミットロボット「パロ」のデモンストレーショ

ン、「高気孔率ポーラス金属の作製・利用」「新規導電性マシナブルセラミックスの特性とその高純度合成技術」など産総研技術シーズ、企業との共同研究成果「単結晶作製装置」「“ゆりりん”尿意センサ」など10点を展示し、来場者から熱心な質問をいただきました。また、テレビ報道を見たという多くの方が「パロ」のことをよくご存知で、幅広い年代の方に「一度触ってみたい」と人気を集めていました。

一方、同期間で「研究機関との交流

のきっかけづくり」として「技術プレゼンテーション」が開催されました。韓国企業、繊維、機械精密、鉄鋼非鉄金属、化学、特許、環境、建設の分野でA、B会場に分かれ30件の成果発表が行われました。産総研からは精密機械、化学、環境の分野で「低誘電損失窒化アルミニウムセラミックス」「Cat-CDV法による有機高分子膜の作製」「常温作動型CO除去触媒」など5件の技術シーズ発表を行い、活発な意見交換が行われました。



「産学官技術交流フェア」で研究成果を展示・紹介

報告

10月11日～13日東京ビッグサイトで開催された「2006産学官技術交流フェア」で研究成果の展示・紹介を行いました。このフェアは、「シーズ」と「ニーズ」のマッチングをテーマに、技術移転や共同研究パートナーの発掘、新技術の需要開拓を主な目的とする企画展として一昨年から開催されているものです。産総研では、このフェアを技術移転や共同研究先開拓のための技術展示会としてとらえ、知的財産部門、

産学官連携推進部門などを中心にして出展に取り組み、12件の技術を出展、紹介しました。

初日の10月11日には、展示会場内の研究開発成果説明会で出展技術のなかから7件の研究成果発表を行いました。特に、糖脂質やペプチド脂質を自己集合させた中空繊維状有機ナノチューブや、生分解性材料などで作られるマイクロメートルサイズの殻を持つ中空マイクロカプセル、高気孔率

ポーラス金属の作製技術などを紹介した展示コーナーには途切れることなく説明を求める来場者の姿がありました。

研究開発成果説明会も会場がほぼ満席となるなど産総研の出展技術がフェア来訪者から多くの注目を集めており、今後の共同研究や技術移転につながる大きなきっかけとすることができました。



出展技術の一覧

1. 有機ナノチューブの大量合成 ～「オーガニックナノチューブAIST」～
2. 高気孔率ポーラス金属の作製技術とその利用
3. pH基準器としてのHarnedセル
4. 光触媒担持ポリエステルフィルター
5. 大気浄化用光触媒反応塔
6. 低損失窒化アルミニウムセラミックス
7. 新規導電性マシナブルセラミックスおよびその高純度合成技術
8. 常温作動型CO除去触媒
9. 超音波エコープローブ
10. 高効率光触媒フィルターと浄化装置 ～超軽量でスポンジ構造の多孔質セラミックス～
11. マイクロバブルから作る中空マイクロカプセル
12. ナノサイズチューブの粘土鉱物・イモゴライトの特性

産総研レアメタルシンポジウムを開催

報告

10月2日、石垣記念ホールにおいて、産総研主催のレアメタルシンポジウムを開催しました。

現在8億人程度の先進工業国に加え、30億弱の人口を抱えるBRICs諸国等の工業化の進展（全地球的規模の工業化：パラダイムシフト）にともなう資源需要の急増によって、世界は石油を含め様々な鉱物資源の供給不安に直面しています。人類社会が21世紀も持続的に発展するためには、産業を支える資源を安定的に利用できる体制を整えること（資源セキュリティ）が重要な課題になっています。

産総研では、特に重要な産業上のボトルネックとなる可能性がある非鉄金属資源であるレアメタルのうちでも、埋蔵量が少なく偏在が著しい元素について、省資源技術、代替材料技術、リサイクル技術の開発、及び資源埋蔵情報の高度化等を行ないます。それによって政治的・経済的理由による供給不安

や価格の暴騰等の危機の回避に技術面から協力し、資源セキュリティの確保と産業の安定的成長に貢献したいと考えています。

このシンポジウムは、産総研内で研究分野を越えて組織された“レアメタルタスクフォース”の提唱により、これまで産総研が培ってきた研究の成果を紹介するとともに、外部の有識者に将来展望等を語っていただき、資源小国であるわが国の今後歩んでいくべき方向を議論するために開催されました。

シンポジウムでは、産総研の研究者による①重希土類・インジウムの資源の課題、②白金族元素の需給と省資源・代替材料技術、③タングステンの需給と省資源・代替材料開発、④希土類元素のリサイクル技術についての講演と、京都大学名誉教授の西山氏による⑤レアメタル等の金属資源の安定供給について、丸紅経済研究所所長の柴田氏による⑥経済から見た資源問題という、合

計6講演が行われました。

最近の資源、レアメタル問題に対する関心の高さを反映し、盛況なシンポジウムとなり、総数152名の方々のご参加をいただきました。参加者内訳は、民間企業の方が79名、産総研からの参加者は32名、報道関係の方が4名、国・大学及び財団法人等からの参加者も37名でした。

レアメタルタスクフォースで構築した産総研内部のネットワークに加えて、今回のシンポジウムでは、産総研と外部機関とのネットワークの構築が進展しました。



平成18年度ISO/IEC国際標準化セミナーを開催

報告

わが国の産業競争力強化に資する国際標準化活動の重要性が増しているなか、産総研の研究開発成果を国際標準へ反映するため、産総研の研究者が議長・コンビナー・幹事業務を引き受けるなどについては、これまでも積極的に取り組んできました。これら産総研の取り組みについては、経済産業省等の関係機関からもご賛同並びにご支援をいただけてきました。このような背

景のもと、平成15年11月に「産総研工業標準化ポリシー」を策定し、続いて平成17年度第2期研究戦略にも新たに工業標準化戦略を策定して、産総研が所を挙げて国際標準化活動に取り組んでいく姿勢を明確にしてきました。

この取り組みの一環として、産総研工業標準部では、産総研の研究者と関係機関の方々とが、連携して国際標準化活動に取り組んでいけるよう、毎年「ISO/IEC国際標準化セミナー」を企画してきました。

今年度は、デジタルヒューマン研究センターと人間福祉医工学研究部門の協力の下、医療や労働安全等の分野で必要とされている、わが国の児童から高齢者の、人体特性に係る調査・研究に焦点を合わせた国際標準化セミナーを11月15日に産総研臨海副都心セン



ターで開催しました。このセミナーには94名の参加をいただき、活発な質疑・応答等もあり、所期の目的を十分に達成したといえます。

また、今年が国際標準化100年に当たることから、セミナーでは経済産業省情報電子標準化推進室による「国際標準化100周年について」の講演も行われました。



第4回日タイ連携ワークショップ2006開催

報告

11月14日つくばにおいて、標記ワークショップが開催され、タイ国からは、国立科学技術研究院（NSTDA）Sakarindr Bhumiratana 長官、タイ科学技術研究院（TISTR）Nongluck Pankerddee 院長はじめ総勢40名近くの方が、また産総研からは小玉副理事長、山崎国際担当理事、及び多くの共同研究関係者が参加しました。また、翌15日には東京で吉川理事長がNSTDA 長官、TISTR 院長と会談し、今後の連携の展開について擦り合わせを行いました。

産総研は、NSTDA および TISTR と



Dr. Sakarindr Bhumiratana (NSTDA 長官)

包括協定を締結（2004.11）、さまざまな分野で共同研究に取り組んでおり、NEDOプロジェクトとして提案公募型で2件、先導調査研究1件が進行中、また、将来のプロジェクト化をめざし国際共同研究推進資金で5件のテーマが実施されています。今回のワークショップでは、IT、環境エネルギー、ナノテク・材料の3分野で進行中の共同研究案件及びタイ側から特に要望のあったバイオディーゼル燃料、太陽光発電の実験設備の設置と標準化、光触媒による環境浄化技術、バイオマス推進、ITやロボットの障害者治療への活用等合計14テーマで討論が行われました。

今後は、来年3月にバンコクでアジア GEO Grid 会議、ロボット（パロ）の自閉症児治療効果についての会合、8月中旬にタイ科学技術フェアへの出展と関連会合、10月下旬には第5回ワークショップを開催、次回は研究連携に加え、イ



Dr. Nongluck Pankerddee (TISTR 院長)

ノベーションマネジメントについても意見交換することになっています。

15日のトップ会談では、ワークショップでレビューした研究連携や人的交流をはじめ、バイオマスアジアでの連携、今年8月のシリントーン王女の産総研訪問、および同月のタイ科学技術フェアでの産総研展示等が象徴しているように、研究連携が着実に強化されてきていることを評価し、今後さらに、具体的成果を目指して、NSTDA/TISTR・産総研の連携を継続して強化することの認識を共有しました。

第3回 AIST-VAST ワークショップ開催

報告

11月20日に第3回 AIST-VAST（ベトナム科学技術院）ワークショップが産総研つくばで開催されました。

平成16年12月に両機関で包括協定が調印され第1回ワークショップをハノイで開催、第2回を昨年10月につくばで開催して以来、今回で総合的ワークショップ開催は3回目となります。また、今年3月には GEO Grid に関するワークショップがハノイで開催されました。

今回のワークショップでは、VAST のソン（Nguyen Khoa Son）副院長を初め、14名のベトナム人研究者が参加し、所内の参加者を含め44名が参加しました。廃水処理等環境対策、バイオマス関連技術、海洋地質関係等研究分野、GEO Grid、多言語処理及びオープンソースソフトウェア関係の各分野について、前回のワークショップから

の協力関係の進展や今後の活動計画について活発な報告及び議論が行われました。

ベトナムは近年経済成長が堅調に進んでいる一方、環境汚染問題、エネルギー需要増大、インフラ整備の課題等を抱えています。深刻化するメコンデルタの環境対応についてはそのモニタリング（GEO Grid、海洋地質関連）、環境修復（水質改善等）、バイオマス技術活用を含む融合的対応や、タイと連携しつつアジアの GEO Grid 推進、多言語処理等 IT 分野のネットワーク等の重要性も確認されました。特に、産業廃水処理の問題は深刻であり、この点で産総研との協力を進展させ、事業化をにらんだプロジェクトフォーメーションをしていくことが合意されました。また、AIST フェローシップを含め研究者の交流、ネットワークが強化



Nguyen Khoa Son・VAST 副院長（右）と小玉副理事長

されつつあることを評価し、今後、競争的資金獲得への対応も議論されました。GEO Grid は、来年3月にバンコクでタイ、ベトナム等を含む会議を開催予定です。

次回の第4回 AIST-VAST ワークショップは来年秋にベトナムで開催されることが合意され、それまでの間に各分野で一層の連携進展を図ることが確認されました。

報告

第3回バイオマス・アジアワークショップ開催

第3回バイオマス・アジアワークショップが11月15～17日、文部科学省、農林水産省、経済産業省、バイオマス・アジアリサーチコンソーシアムの主催により、東京（国連大学ウ・タント国際会議場）とつくばで開催され、海外・国内から450名を越える参加者を得ました。このワークショップは、科学技術振興調整費の支援のもとに、平成16年度より、第1回は東京およびつくば、第2回はタイ・バンコクで開催されています。

今回のワークショップでは、冒頭、内閣府総合科学技術会議 鈴木基之先生



からわが国のバイオマスへの取り組み、文部科学省 吉川晃科学技術・学術総括官から主催者を代表してバイオマス・ニッポン総合戦略、バイオマス・アジアリサーチコンソーシアムを代表して産総研 吉川理事長からバイオマス・アジアワークショップの背景とアジア展開の重要性等についての挨拶、その後、基調講演（東京大学 小宮山宏総長など内外5名）に続き、3年間の活動を踏まえた政策レビューを含め、各国からの報告がありました。第2日は、つくば国際会議場（エポカル）に会場を移して農業系・森林系バイオマス（燃料、マテリアル）、評価・導入シミュレーション等の技術的な討論が行われ、最終日には、海外からの参加者による産総研および農業・食品産業技術総合研究機構のバイオマス関連研究施設訪問がありました。

各セッションの講演および討論を通



じて、再生可能エネルギーとしてのバイオマスの重要性、豊富なバイオマス資源を有するアジアにおける連携の重要性など、今後の具体的な連携に向けた各国の意向が確認され、最終セッションにおいて、バイオマス・アジア総合戦略の推進、相互補完的なアジアネットワークの構築を骨子とする議長総括が合意されました。今後はメンバー国持ち回りでバイオマス・アジアワークショップを継続することとし、次回はマレーシア開催の方向で調整することとなりました。

報告

サイエンスカフェ - 地下水で地震を予知する - 開催

10月20日の夕方、毎日新聞社によるつくば移動支局のイベントの一環として、産総研が初めて企画・運営するサイエンスカフェを西武百貨店筑波店において開催しました。サイエンスカフェとは、研究者と少人数の参加者が、お茶を飲みながら科学について気軽に対話をするという新しい形式のイベントです。第1回目の今回は、地質情報研究部門地震地下水研究グループの小泉尚嗣グループ長から話題提供された『地下水で地震を予知する』がテーマでした。

参加者は26名で、『地震の基礎知識』、『東海地震の予知と地下水観測』、『首都（圏）直下地震』の3部構成で話題が提供されました。1部と2部の間ではグループ討論を行いました。どのグループも大変盛り上がり、その後の全体の質疑応答でも様々な質問が出されました。後日、小泉グループ長から

は、「普段の研究発表では正確さを重視するのに対し、一般向けに話す場合は分かりやすさを重視しなければならない。良い経験だった。」「当日は立って歩きながらしゃべることで参加者と近くなった。学会発表などは発表時間が大変短く、一方的に話すことになりがちだが、今回のように参加者の目を見て話すことは大事だと改めて思った。また、参加者は意識の高い人が多いと感じた。」というコメントがありました。

参加者からは、「ポスターを見たときは研究者が集まるイベントかと思ったが、一般向けと知り、面白そうだったので参加した。クオリティーの高い会だった。」「今回は興味のある話題だったので参加したが、内容も分かりやすかったので今後別の話題でも参加してみたい。」などの感想をいただきました。また、アンケートでも「堅苦し

さがなかった」、「小泉さんの人柄がよかった」など好意的な意見がほとんどで、満足度の高いイベントにすることができたと思います。

今後も産総研サイエンスカフェは継続的に開催して行く予定です。多くの方に、気軽に参加していただき、産総研の研究や研究者に親しんでいただきたいと思います。

なお、次回は12月22日18：30から開催を予定しています。テーマは環境管理技術研究部門の竹内主幹研究員が話題提供する「自然の力で環境を守る - 光触媒のお話 -」です。



一般公開（中国センター・四国センター）

報告

中国センターでは、科学技術への関心を高めてもらうことを目的として、10月20日、21日に一般公開を開催しました。

当日は世界最大級（全長230メートル）の瀬戸内海大型水理模型も公開しましたが、訪れた方はその大きさに驚きながら、瀬戸内海（模型）にピンポン球を浮かべて潮の流れる様子を熱心に観察していました。その他にも、呉市との共催（呉市民科学技術セミナー）「おもしろサイエンス実験ショー」、実験教室「無重力を体感しよう!」、材木から彫

刻作品を作る「チェーンソー・カービング・ショー」など、子どもから大人までたいへん好評でした。

また、特別講演「迫る巨大地震? 考古学から探る地震発生の可能性」も大勢の方に聴講していただきました。展示コー



ナーでは、アザラシ型のメンタルコミットロボット「パロ」に大勢の方が実際に触れて癒し効果を確認していました。

両日とも秋の爽やかな好天に恵まれ、初日731名、2日目1,145名の来場者で賑わいました。



四国センターでは、社会及び地域に貢献する産総研をより多くの方々にご理解いただくこと、青少年に科学技術への関心を高めてもらうことを目的として、10月21日に一般公開を開催しました。

本年は、隣接するサンメッセ香川で開催された香川県主催の「技能五輪全国大会」との同時開催イベントとして位置づけられ、また近隣の研究所でも一般公開が開催されたことから、350名を超える来場者を迎えることができました。

「科学の不思議を体験しよう」「塩

と水で冷凍庫」「花の色素で太陽電池を作ろう」などの実験コーナーや「偏光アートを作ろう」「分光器を作ろう」などの工作コーナーでは、子供たちが興味深く実験や工作に取り組んでいました。また「移動地質標本館」では、自分たちの住んでいる四国の地質の説明に



大きな関心が寄せられました。

今回の一般公開で、地域の皆さんを初めとする多くの方々に産総研をご理解いただけました。今後も、さらに充実した一般公開が開催できるよう、積極的に取り組んでいきたいと考えています。



東北センター 科学未来展を開催

報告

10月28日、29日に“きて! 未来の技術がいっぱい”をテーマとして「産総研東北センター科学未来展」を仙台市科学館特別展示室で開催しました。両日共、秋のさわやかな晴天となったことから多くの来場者(848名)が訪れました。

宮沢賢治の作品に出てくる鉱物に光をあてた特別講演「イーハトーヴの賢治の石」、手回し小型発電機による電球の点灯実験などの省エネ・新エネに関する参加型実験教室が行われ、参加者はわかりやすい説明と実験を楽しみながら省エネ効果などを実感していました。

「コンピューターで見えない流れを見る」、「ペットボトルリサイクル」、「粘土と砂の不思議」、「光るタンパク質を観てみよう」の体験コーナーでは、不思議な科学の世界に引きこまれていたようです。



展示コーナーでは産総研の先端技術を体感したり、小学生低学年向けのサイエンスマジックコーナーでは、弾むシャボン玉やスライム作りなどを体験し、子供達は科学の不思議とおもしろさに目を輝かせていました。



報 告

バイオジャパン2006に出展

9月13日～15日の3日間、大阪国際会議場にて“バイオジャパン2006”が開催されました。産総研ブースでは、9件のパネル展示を行いました。主催者の発表によれば、この3日間の来場者数は延べ2万人に達したとのことです。

産総研ブースは、入場ゲートに近かったこと、通路を挟んだゆとりある配置ができたことなどもあり、多くの見学者が訪れました。

ブースでは、バイオ関連企業とのマッチングを目指した機器展示を行い、

さらにその中から4件（「アーキア由来の新規耐熱性システイン合成酵素」、「最先端チップ分析技術を用いた唾液ストレス計測システムの開発」、「光を使ったオンデマンド細胞操作技術」、「高機能タンパク質蛍光分子プローブ」）についてワークショップでも講演し、立ち見が出るほどの大盛況ぶりでした。講演後には展示担当者へ多くの見学・相談があり、共同研究の申込みやサンプル試料の提供依頼など、多くの具体的な提案をいただきました。

産総研では今回の成果を受け、来年、横浜で開催されるバイオジャパン2007（2007年9月19日～21日）にも参加する予定です。



報 告

平成18年度秋の叙勲

瑞宝中綬章	相坂 登	元工業技術院化学技術研究所次長
瑞宝中綬章	木村 哲雄	元工業技術院東北工業技術試験所長
瑞宝中綬章	富山朔太郎	元工業技術院電子技術総合研究所長
瑞宝中綬章	横山 長之	元工業技術院資源環境技術総合研究所長
瑞宝小綬章	河野 信	元工業技術院資源環境技術総合研究所北海道センター所長
瑞宝小綬章	服部 茂	元工業技術院筑波研究支援総合事務所長
瑞宝小綬章	堀抜義八郎	元工業技術院総務部会計課長
瑞宝双光章	平野 秀夫	元工業技術院公害資源研究所総務部長

11月10日現在

http://www.aist.go.jp/aist_j/event/event_main.html

EVENT Calendar

2006年12月 → 2007年1月

●は、産総研内の事務局です。

期間	件名	開催地	問い合わせ先
12 December			
1日	中国地域産総研技術セミナー&交流会 in 島根	島根	0823-72-1904 ●
4～5日	感覚代行シンポジウム	東京	029-861-6716 ●
7日	計算機言語談話会(CLC)12月第1回	大阪	06-4863-5046 ●
7～8日	流動化・粒子プロセッシングシンポジウム（流動層シンポジウム）	つくば	029-861-8220 ●
8日	次世代バイオナノ研究会	香川	087-869-3530 ●
8日	分散型エネルギーシンポジウム	東京	029-861-8942 ●
12日	産総研光触媒応用最前線	東京	029-861-8438 ●
14日	計算機言語談話会(CLC)12月第2回	大阪	06-4863-5046 ●
15日	シンポジウム「Web-GISによる公開情報活用とその促進環境」	東京	06-6605-2593
22日	産総研サイエンスカフェ「自然の力で環境を守る－光触媒のお話－」	つくば	029-862-6211 ●
1 January			
11日	計算機言語談話会(CLC)1月第1回	大阪	06-4863-5046 ●
16日	ヒューマンストレス産業技術研究会 講演会「感覚計測とストレス」	大阪	072-751-9991 ●
18日	計算機言語談話会(CLC)1月第2回	大阪	06-4863-5046 ●
25日	計算機言語談話会(CLC)1月第3回	大阪	06-4863-5046 ●
30日	T Xテクノロジー・ショーケース・イン・つくば 2007	つくば	029-861-1206

産総研 TODAY2006 総目次 Vol.6 (2006年1月号～12月号)

1月号 No.1

- 研究者が成長する場としての本格研究
- クルマと環境
- 「糖鎖」研究の3大ツール
- 全印刷法によるフレキシブル無線タグの作製
- シリカ膜による高分子の耐放射線性の向上
- ナノ構造制御により親水性表面を超撥水表面へ
- ユビキタスエコーで健康を診る
- パルスレーザ蒸着法によるZnO薄膜
- 高性能な熱電材料の新しい作製法
- ナノテクノロジーの社会的影響【第4回】
ナノテクノロジーの標準化
- 熱電対による温度標準の供給
- 産業界との連携による標準仕様書の提案
- 日本IBM 科学賞を受賞
- 第51回仁科記念賞を受賞
- SCIO5 最優秀研究論文賞を受賞
- 松田大臣つくばセンター視察
- アルジェリア民主人民共和国郵政通信大臣つくばセンター訪問
- 産総研秋葉原サイト披露会
- 産業技術戦略シンポジウム
- ベンチャー開発戦略研究センター第4回シンポジウム
- 日仏ロボット工学共同研究ラボラトリー JRLの研究協力協定更新およびJRLワークショップ
- 国際ワークショップ「LCA手法の地域施策への展開」
- 中国科学院とのワークショップCAS-AIST-NEDO Workshop 2005
- 産学官技術交流フェア
- 第1回日本LCA学会研究発表会
- スーパーサイエンスハイスクールに協力
- 環境報告書2005の発行
- 棄てるエネルギーを活かす技術

4月号 No.4

- 研究ユニットの自治と産総研の使命
- 第4回産総研運営諮問会議を開催
- 空中に浮かび上がる3次元(3D)映像
- ホタルの発光をバイオツールへ
- 水で太陽電池の性能アップ
- 唾液で手軽に測れるストレス計測ツール
- 印刷法によるフレキシブルメモリ素子の作製
- 超微細構造の起立型ダブルゲート・トランジスタ
- 測定環境による誤差の心配をへらす
- 動くものの内部も撮れるX線CT
- nano tech 2006に参加して
- 交流抵抗標準
- ホーンアンテナ標準の校正サービス
- 誰にでも使いやすい地質図をめざして
- 新潟県上越市沖の日本海海底で、海底に露出するメタンハイドレートの確認・採取に成功
- クロアチア共和国科学・教育・スポーツ省次官補来所
- フィンランド技術研究センター(VTT)と研究協力協定を調印
- GEO-Gridに関する日本-ベトナムワークショップ
- 産総研技術フェアin北海道
- 産総研 サイエンス・スクエアつくば科学体験教室
- ナノテクノロジーで変える電子部品製造技術

2月号 No.2

- 骨・関節の再生テクノロジー
- スピントルクダイオード効果
- 世界最高速の量子ドットレーザを開発
- 酵素連続反応による糖鎖自動合成法
- 光機能期待される新型二酸化チタンの創製
- 創薬を変えるトランスフェクション(遺伝子導入)アレイ
- ナノメートルの目盛りを持つ「ものさし」
- 計算機群と超広帯域光ネットワークの連携実験
- 偏光有機電界発光素子
- 長期安定性を持ったスイッチング素子
- ナノテクノロジーの社会的影響【最終回】
ナノテクノロジーのリスク評価・リスク管理
- 極微量の岩石鉱物試料の地質年代測定
- NMIJによる標準供給の現状(1)
- タイの国際ワークショップが集中的に開催される
- nano tech 2006国際ナノテクノロジー総合展
- スーパーグローブCVD法による単層カーボンナノチューブの大量合成

5月号 No.5

- 地球に貢献する科学技術
- 産総研の平成18年度計画
- 量子ドット技術を利用したソフトイオン化法
- 関東平野地下深部に特定された中央構造線
- 振動実験データの保存・公開システム
- マイクロセラミック燃料電池の開発
- ナノテクで実現する「分子の缶詰」
- 酸化ストレスによるタンパク質の修飾
- マイクロスケール試料の表面温度測定
- 高い反応性を有する有機高分子多孔体
- 透明導電基板生産に向けた新技術
- 圧力標準の国際整合性の確保
- 合成ガスのディーゼル燃料への利用
- 丸文学術賞とゴールド・メダル賞を受賞
- 産総研TVシリーズ「つくば発 しなやかな産業革命」
- 産業技術総合研究所理事長賞
- 吉川理事長、中国科学院を訪問しイノベーション関連共同シンポジウムを開催
- サイエンス・スクエアつくばで「福祉特別展」を開催
- 新役員の紹介
- 世界をつなぐグリッドの実現に向けて

3月号 No.3

- バイオマスエネルギー
- 麹菌のゲノム科学と産業利用
- 医薬品アンブルハンドリングシステムの開発
- タンパク質の品質管理機構
- 小さな小さな段差を測る
- 2005年パキスタン地震で出現した地震断層
- はなれていても、一緒に遊べる「電子の鏡」
- 内部まで生体活性を有する人工骨
- ナノテクノロジーの社会的影響
新しい科学技術を社会はどう受け止めるのか?
- 人にやさしい映像の視聴環境づくりをめざす
- NMIJによる標準供給の現状(2)
- 計量標準に関するAIST-NISTの協力協定の継続に署名
- 産総研と東北大学が連携・協力の推進に係わる協定を締結
- インターネットにおけるセキュリティ技術について
ヤフー株式会社と共同研究を開始
- 社会のための地球科学
- アレックス・ミュラー教授の講演会
- 韓国情報通信大臣がつくばセンターを訪問
- PCPM2006
- 第一回日中水素貯蔵材料セミナー
- イノベーション経営シンポジウム
- 平成17年度九州センター研究講演会
- ウィンターサイエンスキャンプ
- サイエンス・スクエアつくば科学体験教室
- 「産総研のすごい仕事」発刊のお知らせ
- 化石から知る地球の過去～科学の楽しさを子供たちにも～

6月号 No.6

- 省エネルギー技術の最前線
- 安定動作を実現したCNTトランジスタ
- オーバレイ構築ツールキットOverlay Weaver
- ナノメートルサイズの微細加工技術と装置の開発
- 量子ドットを用いた微量タンパク質検出法
- 亜臨界水で有機フッ素化合物を無害化
- カーボンナノチューブをポリイミドに均一に分散
- 高導電性カーボンナノチューブ
- 簡便で高感度な環境汚染物質測定法
- 特殊構造を有するポリアミド4
- 火山噴煙観測の新手法
- ニーズに応えた低温域の温度計校正サービス
- 文部科学大臣表彰受賞
- 産総研のキャッチフレーズ
- 新研究ユニット紹介
- ハノーバーメッセ2006
- 地質調査総合センター代表がCCOP管理理事会議長に就任
- 日仏産業革新ラウンドテーブル開催
- 地質標本館で普及講演会を開催
- 平成18年度春の叙勲
- サマー・サイエンスキャンプ2006 参加者募集
- 産総研TVシリーズ 「つくば発 しなやかな産業革命」
- ナノの世界の「ものさし」：世界最小目盛の実現に向けて

■ メッセージ ■ トピックス ■ リサーチ・ホットライン ■ 特集 ■ シリーズ ■ パテント・インフォ ■ テクノ・インフラ ■ レポート
■ ニュース ■ ネットワーク ■ 裏表紙

※ 2006.1 ~ 12 号に掲載された記事の総目次です。これらの記事は、産総研ホームページでご覧になれます。ご利用下さい。

7月号 No.7

- きらりと光る産総研オリジナルソフトウェア
- ナノスケール切削の進行過程をリアルタイム観察
- 光ファイバを用いた周波数標準の供給・比較技術の開発
- 木材から軽油を連続合成する新しいプロセス
- 地球観測グリッド(GEO Grid)システム
- 非接触法で簡単に固体材料の弾性係数を導出する
- 鉛を含んだガラスからの新しい鉛分離法
- 高精度な歯車測定をめざして
- 電力計校正システム
- 産総研と九州大学が連携・協力に関する協定を締結
- 化学・バイオつくば賞を受賞
- 衆議院経済産業委員会一行のご視察
- 韓国生産技術研究院(KITECH)院長が来訪
- 英国ジャーナリストがつくばセンターを来訪
- 渡海議員、宇野議員がつくばセンターをご視察
- 「ナノテクノロジーの展開に向けた極微スケール標準物質と評価技術」第2回国際シンポジウム
- 第5回産学官連携推進会議
- 男女共同参画室設立記念講演会
- 産総研一般公開 「きて！未来の技術がいっぱい」
- こども未来博2006
- いばらき産業大県フェア2006
- 地質標本館 特別展 美しい砂の世界
- 産総研TVシリーズ 「つくば発しなやかな産業革命」
- 新しい健康モニター：たった一つの分子を観察する

8月号 No.8

- 本格研究 理念から実践へ
- 量子ドット結晶成長初期過程の解析
- 明るく発光するナノ粒子分散ガラス蛍光体
- 液晶性半導体を用いた高速動作FET素子
- 圧電磁石による光の制御
- 卓上サイズのイオン付着・飛行時間質量分析装置
- 高強度セラミックス多孔体
- 逆ラマン共鳴を用いた高効率光
- 第2回責任あるナノテクノロジーの研究開発に関する国際対話開催報告
- 土壌汚染現場のリスクを評価するシステム
- アルセノバタイン標準物質の開発
- 産総研産業革新イニシアティブで新テーマ開始
- 各種表彰受賞
 - 日本女性科学者の会奨励賞、超伝導科学技術賞、日本非破壊検査協会奨励賞
- 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
- 「バロ」映画化記者会見
- 「北海道大学・産総研ジョイントシンポジウム
- バイオウィーク in Sapporo 2006を開催
- 国際標準化機構ナノテクノロジー技術委員会(ISO/TC229)第2回総会を開催
- シンポジウム「戦略的な研究評価について」を開催
- 「持続的社會を目指した科学技術に関する日中円卓会議」を開催
- 第2回ライブセルイメージング講習会のお知らせ - 実習受講者募集 -
- 産総研TVシリーズ 「つくば発しなやかな産業革命」
- 地球の熱の恵みで省エネ：地中熱利用の効率化に向けて

9月号 No.9

- 次世代医用計測 人に優しい医療技術をめざして
- 一般公開報告
- 単層カーボンナノチューブで高強度繊維の紡糸に成功
- 水だけを使ったPETのケミカルリサイクル技術
- 熱設計に必要な全ての熱物性を1秒以内に測定
- 原子力発電所用大口径流量計の高精度校正設備
- PVA から炭素材料を製造する新方法
- 新領域の利用を拓く小型X線発生装置
- 臭素系難燃剤含有ポリスチレン標準物質
- ヒ素化合物分析用タラ魚肉粉末標準物質
- 新研究ユニット紹介
- ミニマル・マニファクチャリング シンポジウム
- いばらき産業大県フェア
- インド首相・科学技術諮問委員会議長、C.N.R. Rao教授が産総研を訪問
- バイオジャパン2006
- イノベーションジャパン
- 熱を電気に変える：高効率熱発電技術の実現を目指して

10月号 No.10

- ナノテクノロジー 産業変革と持続発展可能な社会に向けて
- 有機ナノチューブ大量合成法の開発
- マイクロ波によるポリエステル合成
- らせん構造を形成する液晶性半導体
- 発電する熱交換器用パイプ型モジュール
- 有機汚染物質の抽出方法
- β-アミロイドタンパク質会合阻害剤
- 天然における核種移行とコロイド粒子
- 標準尺標準・デジタルスケール標準
- オルガテクノ大賞2006-材料・素材部門賞を受賞
- つくば奨励賞を受賞
- タイ王国シリントーン王女殿下産総研ご来訪及びタイ科学技術フェア2006への出展
- The 3rd International Workshop on Biochips and Environmental Monitoring
- 産学官技術交流フェアと北陸技術交流テクノフェア
- 台北国際技術博覧会2006
- 産総研東北センター 科学未来展
- “新しい”ナノ材料：有機ナノチューブの大量製造法の開発

11月号 No.11

- 環境保全から環境創造へ
- レーザ光照射を併用した超電導薄膜製造
- 異種高分子をナノ分散・混合する技術
- 排ガス浄化用触媒の開発
- 熱分解ガスの発生挙動モニタリング
- 低温型位相コントラストX線CT技術の開発
- 高気孔率ポーラス金属の作製技術
- 低温基板上への高機能性膜形成を低コストで
- 高齢者の温熱感受特性の研究
- 法定計量の国際相互承認
- ノルウェー科学技術大学との包括的研究協力協定締結
- 工業標準化業務で経済産業大臣表彰を受賞
- 「2006年グッドデザイン賞」エコロジーデザイン賞
- カナダNational Research Council理事長一行産総研を訪問
- 省エネルギーシンポジウム2006
- 機能性酸化物ワークショップ
- 全日本科学機器展 in 東京2006
- GEO Grid Symposium 2006
- ウィンター・サイエンスキャンプ'06-07参加者募集
- 環境報告書2006の発行
- 活断層データベース改訂
- 産総研ブックス「きちんとわかる巨大地震」発刊
- 柔らかな電子デバイスの実現に向けて

12月号 No.12

- 本格研究 理念から実践へ
- 日米の計算機資源と通信帯域の事前同時予約
- ポータブルな高速DNA分析デバイス
- ダイヤモンド半導体で高効率の紫外線発光
- 広い濃度範囲の水素漏れセンサの開発
- 液体ヘリウムを消費しない極低温冷却装置の開発
- 三次元計測装置の高精度化
- 多孔質材料の用途を拡げる
- 地質文献データベース
- トルク標準
- 「産学官連携による研究開発のイノベーション」
- 米国防省アラモス国立研究所の事例を中心にー」
- 再生可能エネルギー国際会議 RE2006
- フランス国立科学研究センター(CNRS)との包括的研究協力協定延長の調印
- 経済産業副大臣 つくばセンター来訪
- 北陸技術交流テクノフェア2006
- 「産学官技術交流フェア」
- 産総研レアメタルシンポジウム
- 平成18年度ISO/IEC国際標準化セミナー
- 第4回タイ連携ワークショップ2006
- 第3回AIST-VASTワークショップ
- 第3回バイオマス・アジアワークショップ
- サイエンスカフェ - 地下水で地震を予知する -
- 一般公開(中国センター・四国センター)
- バイオジャパン2006
- 平成18年度秋の叙勲
- 産総研TODAY2006総目次
- 光による精密分子操作と計測への応用

「光による精密分子操作と計測への応用」

計測フロンティア研究部門 活性種計測技術研究グループ 大村 英樹さん

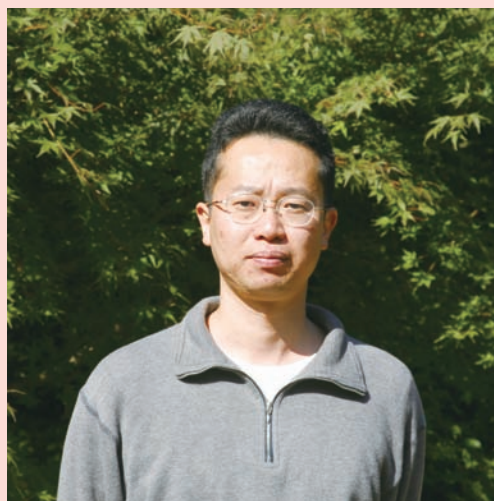
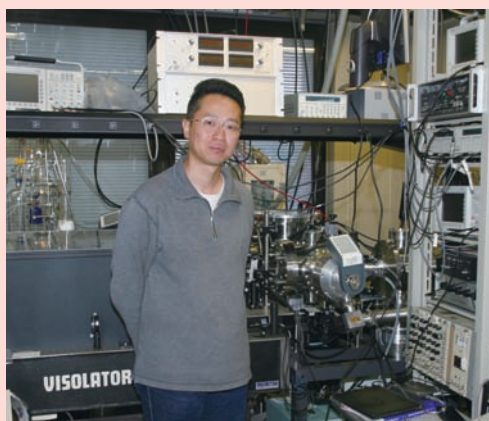
位相制御光による量子的分子操作と極限計測技術への展開

質量分析計は、現在いろいろな物質の成分分析、微量原子分子検出、さらに分子構造解析のため、分析化学やライフサイエンスの研究現場で広く用いられています。タンパク質などの生体分子をイオン化して質量分析計に導入する方法を島津製作所の田中耕一氏が発見し、ノーベル化学賞を受賞したことは記憶に新しいところです。質量分析計は今後さらに高機能化されていくことが予想されます。

大村さんたちは、質量分析計の中でレーザー光を利用した最新の分子操作技術を用いることによって、従来の方法より情報量が多い高機能な質量分析が可能であることを見出しました。

レーザー光の位相を精密に制御した光（位相制御光）を用いて、ランダムな方向を向いている気体分子を配向させてイオン化したり、ランダムな方向を向いている分子の中で特定の方向を向いている分子だけをイオン化したりすることに成功しました。分子はイオン化されるとその大部分はばらばらに分解されますが、配向分子の分解生成物の飛び散り方は分子の立体構造を強く反映します。そこで質量分析計の中で位相制御光による分子配向制御を行えば、質量だけでなく分子構造の決定まで行うことのできる高機能な質量分析が可能となるわけです。

この方法を使って方向をそろえて分子を測定することで、解析可能な情報量は飛躍的に増え、精密な計測が可能となり、これまでにない新しい計測ツールへの応用が期待されます。この研究は「位相制御光による量子的分子操作と極限計測技術への展開」という課題名で、科学技術振興機構（JST）戦略的創造研究推進事業（さきがけタイプ）に採択され支援を受けています。



大村さんからひとこと

私の研究手法は、レーザーのコヒーレントな性質を利用することによって、物質の量子状態を直接操作し物性や機能を制御しようとする量子制御またはコヒーレント制御と呼ばれています。これまでの実験室レベルでの基礎研究によって、私たちの気体分子の配向制御は、（１）物質の種類に依存しない手法であること、（２）複雑な多原子分子でも配向制御が可能であることから、適応範囲の広い汎用的な手法であることが明らかになりました。現在はこれを実用の計測装置に応用する段階に入りつつあります。位相制御光を用いた新しい方法論に基づく計測手法として、光による高度な分子操作技術の基礎研究から計測装置の開発まで連続的な研究を行い、日本発の革新的な計測装置の開発を目指したいと考えています。

関連記事が、AIST Today 2005 VOL.5 No.3 p32に掲載されています。



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。

