

産総研

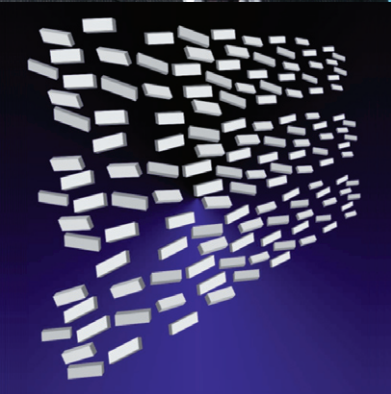
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

TODAY

04

2005 April

Vol.5 No.4



メッセージ

02 第二期へ

座談会

08 産総研憲章 制定の意味

トピックス

12 有機ナノ結晶分散系からなるバルク異方性材料 磁場による有機ナノ結晶の配向制御とその固定化法の開発

リサーチ・ホットライン

- 16 光制御型微小流体バルブの開発
- 18 耐熱性ラッカーゼの発見
- 20 超小型ネットワーク・ノードの開発
- 22 サブバンド間遷移による負性抵抗ナノ FET
- 24 自己整合ゲート強誘電体 FET
- 26 曝露・リスク評価大気拡散モデル (ADMER)
- 28 太陽熱高反射塗料の自動車ボディへの適用
- 30 光導波路法による露点の高感度測定

パテント・インフォ

- 32 マイクロ 3 次元ステージ MEMS 技術で、SMP を小型化・高性能化
- 33 調光ミラー 鏡にしたり透明にしたりできるガラス

シリーズ

- 34 産総研におけるアウトカム事例調査 (6)
画像情報処理

テクノ・インフラ

- 36 測光標準 次世代光源の評価技術につながる空間照明を測る基準
- 38 交流電流比標準 多様化する電気エネルギーの消費に応える

産業技術総合研究所が発足して4年がたった。第一中期を終えて第二中期を迎える。私たちはこの4年間に多くのことを学んだ。第二中期とはその学習結果を活かしながら、新しい課題に挑戦する時期である。ここでその方向を概観してみよう。

その概観は、このたび定められた産総研憲章にあるように、“社会の中で、社会のために”という視点からするものである。

1 本格研究

原点に戻って、産業技術総合研究所の組織原理を思い出そう。それは“人がいて組織が出来る”というものであった。自律的思索家であるユニット長のもとに、これも自律的な研究者が自己の意思で集まってくる。そうして出来るのが研究ユニットであるが、それが自律的に出来た集団であったとしても、そこには産総研固有の組織原理があるのであった。それは一つのユニットが、第一種基礎研究、第二種基礎研究、製品化研究を行う三つの異なるタイプの研究者を擁しながら、研究者たちは連続的 (coherent) に、そして同時的 (concurrent) に協力しつつ研究を遂行するというものである。その組織原理を私たちは本格研究と呼んだ。この原理のもとで、各ユニットでの研究の進捗は順調である。定量的な外形成果のみならず研究の質が、独創性という意味でも産業貢献という意味でも確実に向上している。

本格研究はかなり定着したと考えてよい。もちろんユニットによってはその一部分が遂行されているということが、ある時点で見ればありうる。特に時限つきの研究センターの場合にはそうであろう。しかしそれは長い目で見れば本格研究の一部が切り出されて進行しているのであり例外ではない。このように産業技術総合研究所では、各ユニットでそれぞれ独自の本格研究が行なわれているのであるが、同時に研究所全体で見てもそれが全体で一つの目標を達成すべく協力しているという意味において、全体としても本格研究を構成しているのである。その目標とは、わが国産業の全体が、地球上に持続可能な社会を実現するための主役として活躍する産業へと重心移動するために必要な技術群を、本格研究の製品として作り出すことである。

本格研究に関わる延べ50回に及ぶワークショップでは、さまざまなことが議論された。それは第二種基礎研究、本格研究の製品、本格研究のための第一種基礎研究、本格研究における研究戦略という四つのシリーズであり、そこでは若手研究者、研究ユニット長、理事、そして行政系の人々も自由に発表し発言した。幅広い研究分野を持つ産業技術総合研究所では当然の事として当初は戸惑いもあったが、ワークショップを重ねるうちに急速に議論はかみ合うようになり、そこから分野を異にする研究者が、研究所としての目標を共有するために必要な共通言語を獲得したのであった。この“言語”は産業技術総合研究所の貴重な財産である。

2 研究コーディネータ

現在、10名の研究コーディネータが、ライフサイエンス、情報通信、環境・エネルギー、ナノテク・材料・製造、社会基盤(地質)・海洋、社会基盤(標準)、計算科学、の7分野を、それぞれ1~2名で担当している。研究コーディネータは、豊富な研究経験と実績を持ち、しかも自らの研究分野を超えて幅広い俯瞰的視野を持つ人々である。上述したように、産業技術総合研究所は全体としても本格研究を構成する。研究所の基本要素は自律的な研究ユニットであるから、その集合はばらばらになる傾向を持つ。したがってそれらが一つの目標に向かって統合され本格研究を構成するためには、独特のコーディネーションが必要である。研究ユニットが自律的であればあるほどこのような統合は難しい。しかし研究コーディネータたちは、一つ一つの研究ユニットの自律性を阻害することなく、しかも研究所全体の本格研究を構成するという大変困難な作業を遂行している。

第二期へ

独立行政法人 産業技術総合研究所

理事長 吉川 弘之

研究コーディネータの仕事は、担当する分野の研究戦略、予算配分計画、人事採用計画などを、研究ユニットと対話しつつ作成し、一方で研究コーディネータ会議において研究所全体としての本格研究構成のための統合を図る。同時に、研究評価を行うことを通して、研究所全体としての本格研究の目標を、各研究ユニットに還流伝達する。それは単なる管理・連絡作業ではなく、その分野の研究の最先端で起こっていることのみならず起こるであろうことをも洞察し、さらにその成果が研究の全体及び産業に与える効果をも想定し、その洞察と想定とを根拠としつつ科学的説得性を持つ研究ロードマップを描き出すことによって、その分野の研究者にとっての道標を作り続ける特異な研究である。そしてこの特異な研究の成果が、産業技術総合研究所におけるその分野の独自の学説（ドグマ）を形作ることになる。それらはこのたび完成を見た“産業技術総合研究所の研究戦略”から読み取ることが出来る。

一方、コーディネータ会議からも興味ある成果が報告されている。ナノテクノロジーとバイオテクノロジーとの融合、計量標準と他分野との協力による新産業の示唆、などがあるが、それらは単なる研究にとどまらず、新しい専門を持つ研究者の育成の仕組みを生みつつある。さらにより広い研究分野の融合によって、“産総研大プロ”の種がここから生まれようとしているのである。



3 イノベーション・ハブ

研究のコーディネーションによって、研究ユニット内の連続性 (coherency) と同時性 (concurrency) がユニットを出て研究所全体へと展開することを前節で見たが、それはさらに研究所の外へと広がってゆく。

1995年の科学技術基本法、およびそれに続く科学技術基本計画において、産学連携が強く主張されている。これは1999年の世界科学会議 (ブダペスト) の宣言 “社会のための科学” に見られるように世界的傾向である。わが国では、産学連携サミットをはじめとしてさまざまな行事が開催され、国立大学法人化とも呼応してその実現が一つの重要な目標になっている。それは産学連携が、科学技術基本計画において投資された基礎研究費を現実に社会あるいは人々に還元するためのひとつの有力な方法と考えられているからである。しかしその意味での産学連携とはどのようなものなのか、またどのようにすれば実現できるのか必ずしも明解な答が得られているわけではない。

2002年度の統計を見ると、人件費を含む研究費は16.7兆円である。そのうち政府負担は3.5兆円で大部分が大学と公的研究機関に配分される。民間負担の13.2兆円はほとんど民間で使う。そこには研究費の流れの交差が無く、ごく短期の共同研究のために特別に設定された研究費制度を除き、産学連携のインセンティブが無い。これを解決するために産学連携を鼓舞する公的研究費制度を導入することも必要であるが (知的製造システム国際共同研究IMS (経済産業省) のような)、それとは別に連携によって効果が出るのが保証されるような仕組みを作り出すことが必要である。そのために産業技術総合研究所は次のような仕組みを作りつつある。

それは産業技術総合研究所の外へと本格研究が広がってゆくものである。本格研究とは、第一種基礎研究、第二種基礎研究、製品化研究の三つの異なるタイプの研究が同一の研究ユニットの中で連続的、同時的に行われ、その結果そこに基礎的な研究成果が社会的な価値を生む過程が存在するというものであった。それが完成した形で行われるためには、研究ユニットは数十人の研究者を

擁する必要があると思われる。産業技術総合研究所のユニットあたりの平均研究者は52人 (常勤) であってそれを可能にしている。しかし大学では事情が違う。一人の大学教授の下の研究者の数は、統計によって教授総数5万4千人とすると、博士課程大学院生を入れても平均5人程度である。したがって大学での本格研究は特別の臨時組織を作らなければ実行できないと思われる。その臨時組織は研究者たちがその中で連続的にかつ同時に協調するもので無ければならず、単なる連絡体では意味が無い。

大学においては、組織が教育の視点で作られている。たとえば学科は、ある学術分野における異なる研究課題を持つ教授がひとつの組を作ったものであり、そこに属する教授たちが協力しつつ整合的なカリキュラムを学生に提供する事で成立しているのである。したがって学科に結集した教授たちは教育の名の下に組織を作っているものであり、研究は教授ごとに行われ、研究における協力が教授間で常に可能だとは限らない。その結果大学における教授の研究は、それぞれが該当する研究領域の学会などで高い評価を受けることを目標とすることになる。それはほとんどの場合、第一種基礎研究である。一般的に言って、大学は第一種基礎研究を行うのに適した組織であるといつてよいであろう。学術の進展という意味ではこの組織に矛盾はない。しかし分野の使命に基づいて研究成果を社会の価値にまで展開しようとすると困難にぶつかる。工学は一つの典型である。

得られた基礎研究の成果を社会の価値を生むために使おうとすると、学会で高い評価を受けるべく書かれた論文では不十分なのが一般的である。我々の経験で、そのためには第二種基礎研究や製品化研究が必要なのであった。しかしそれらが実行できない場合は、研究成果としての知財を使って企業と共同研究あるいはライセンスするか、ベンチャーによって自ら起業することになる。それは大いに推進すべきであろう。しかし、第一種基礎研究の成果の独創性が高ければ高いほど、そして新規性があればあるほど、その成果を現実の価値にまで展開するために別種の基礎研究、すなわち第二種基礎研究や製品化研究が不可欠なのである。そして第一種基礎研究との

両立が小さな研究者集団では困難となる。このことは最近になって産学連携の先進国である米国の大学でも問題になっており、大学教授が小規模な研究者集団のまま産学連携やベンチャーに力を注ぎすぎると本来の教育や独創性の高い第一種基礎研究がおろそかになるという問題があり、制限する方向であるといわれる。

このような困難を回避するものとして、産業技術総合研究所の本格研究が外へ出て行くことを計画しているのである。それは大学と産業技術総合研究所との連携である。大学で第一種基礎研究を行う者と産業技術総合研究所で第一種基礎研究を行う者が共同して研究を行う。するとそれは自然に産業技術総合研究所の第二種基礎研究や製品化研究と融合する。そしてその先に産業がある。このことは大学から見れば、産学連携の“ブリッジ(橋渡し)”が得られたことになり、連携のためのコストが軽減される。このコストは大学の工学研究が産業の期待などの情報を得るために必要なものではあるが、過大になってはいけなく、ましてコスト低減のために企業の期待に安易に応えようとして、研究の独創性や新規性を犠牲にするようなことがあっては研究の本質を見失うことになってしまう。一方産業技術総合研究所から見れば、大学で行われている第一種基礎研究は課題の共通性さえあれば矛盾なく協力できるものである。

そして言うまでもなく、大学から見たブリッジが有効であるためには、産業技術総合研究所の中の本格研究が、産業あるいはより広く社会に的確につながっていなければならない。それは本格研究の本来の目的であってここで改めて述べることはしないが、そのつながりについて確認しておこう。各研究ユニットにおける本格研究は、第二種基礎研究および製品化研究を通して、すなわち各研究ユニットの製品が社会へと入ってゆく事によって、社会と広い意味でつながっている。しかしより狭義に産業との連携というときは、共同研究、委託研究、ライセンス契約、人材移動、人材交流、ベンチャー企業設立などが現実的な方法である。これを円滑に実現するためには、公的機関であり主として公的研究費によって研究を行う産業技術総合研究所と、私的機関であり利益を追求する企業との間に透明な関係を設定することが必要であ

る。たとえば共同研究では研究の進捗の程度と公的研究資金投入との関係が明白にされていなければならない、またたとえば公的研究所の研究成果をもとにベンチャー起業(ハイテクスタートアップス)をするとき、どこまで公的資金を投入してよいか問題となる。これらを定量的にいうことは難しいが、簡単に言えば、第一種基礎研究の独創性と新規性が高ければ高いほど、したがって結果として産業へのインパクトが大きいと予想されればされるほど、すでに述べたように実現までの距離は遠いのであり、第一種基礎研究の成果が得られてから後も引き続いて、多くの公的資金を投入することが必要であると考えられる。ハイテクスタートアップスの場合、基礎的過ぎて一見ものになりそうもないが、それが持続可能な産業へと産業全体の重心を移動することに有効であると思われる研究成果であるならば、それを企業まで持ってゆく事が、公的研究機関が起業を支援することのひとつの意義であると考えられる。またその過程を体験することを通じて、基礎的な研究成果を現実の価値にまで高める方法についての知見が得られることになろう。企業化することが容易に予想できるような研究成果を公的機関が支援することはない。

このようにして、大学、産業技術総合研究所、そして産業が互いに明確に関係付けられることになる。産業技術総合研究所はすでに、いくつかの大学との提携をこのような思想にもとづいて実現し、協力が始まっている。企業との連携も、大企業との包括的協定、中小企業との課題別協定、研究所全体に及ぶハイテクスタートアップス促進計画など、すでにいろいろなモデルでの試みが開始されている。前述の産総研大プロはこれらを統合する重要な試みである。

これらのさまざまな提携をさらに総合することによって、研究所を軸として大学と産業とが無理なく連携する仕組みを広くわが国に創出することを目標とする計画を立案中である。恐らく産業技術総合研究所に限らず、公的研究機関は類似の研究組織を持つことが可能であると考えられるから、産業技術以外でもこのようなモデルを考えることが可能である。これは、基礎的科学研究が社会的価値を生み出す装置としての、わが国の発明になるイノベーションのためのネットワークモデルであり、ひとつのネットワーク・オブ・エクセレンスである。その中で産業技術総合研究所はハブ、すなわち“イノベーション・ハブ”として機能することを決意しているのである。

4 三権分立

以上に、自律的な研究ユニットを基本としながら、研究コーディネータによる本格研究の全研究所化、そしてそれが全国化して日本独自の産学連携ネットワークを構成する道を、私たちがすでに歩み始めたことを述べたのであった。その道は、研究所が総力を挙げて探求し作り上げてきたものであるが、その過程で学習したもう一つのことがある。それは研究所の管理・経営の方法に関する問題である。

4年経ったとはいっても、産業技術総合研究所はまだ若い組織である。ことに独立行政法人というわが国で未経験の組織の先頭に立っていたということから言っても成熟した組織といわれるまでにはまだ時間が掛かることはやむをえない。行政機関の立てた目標を受け、大部分を国費によって、しかし一定の自律性を持って業務を遂行し、その成果が行政機関の評価を受け、評価結果に応じて新しい目標が立てられる、という独立行政法人の経営には、新しい未経験の課題が多くあった。私たちが学習したというものは、そのような課題を解決しつつ得たものである。

産業技術総合研究所の経営は、研究機関の本質である研究の自律性を中心に据えている。それが研究ユニットのオートノミーである。一方与えられた目標の遂行という国立機関に課せられた使命の実現責任を、ユニットの

改廃の自由を理事長が持つ事で保証している。実際にこの4年間で、研究戦略の展開に対応して多くの研究ユニットの新設、改組、廃止があり、その方法についても学習しつつ一つの形を整えつつある。その中で、各研究ユニットは本格研究を大きく展開した。そしてこれらの研究ユニットを取り巻く管理・経営も、その間に次第に明瞭な形を取り始めたのであった。それは、採用、人事、評価、予算配分、他のセクターとの連携、情報の収集と発信、国際協力、知財経営などである。現在までに、採用方法の多様化、職務経歴(キャリアパス)の類型設計、研究ユニットおよび個人の評価とその経営への反映、予算配分方式、知財戦略、ベンチャー設立過程などを始め、多くの規則ないし取り決めが研究支援のために考案され、研究環境向上のための努力が続けられている。これらの努力は、独立行政法人である研究所のあるべき“かたち”を描きつつあるといえるし、また研究という実体を入れる入れ物を設計しているといってもよいであろう。この入れ物の設計と運営は、独立行政法人に課せられた最適化・効率化対象事項でもあり、これもまた担当者たちの独立行政法人の先頭を走るという強い意識によって、常時日常的に最適化・効率化の努力が続けられている。これらについての学習結果を紹介し活用することは緊急を要することなのであるが、ここでそれらの一つ一つに触れる余裕はない。早い機会に全所的な討論の場へ上げること考えることにして、ここでは全般的なことに触れるにとどめよう。

ここで触れるのは、上述のようにさまざまな内容を持つ研究支援のための管理・経営のいずれにも共通する、仕事の遂行における要素的作業の構造および分担、さらにその分担に対応する権限と責任の明確化に関することである。どの仕事にも、問題提起、問題分析、立案、審議、制定、執行、評価、再立案などの要素がある。第一の要件として、これら要素の作る構造が機能進化にとって必要なループをなしていることがある。この4年間に、多くの分野で前年の取り決めが翌年に修正された事実を思い出せば、このループが作動していたと考えてよいであろう。予算配分の方式などはその典型的な例であり、研究者の側から見て焦点の定まらない嫌いがあった。しかし今、より安定的な状況に落ち着きつつあり、組織の立

ち上がりの不安定期を脱しつつあるとあってよいと思われるが、このループが可視的でないことには問題があり、それは次に述べることと関係する。

第二の要件としての、責任と権限を明確化した分担についてはさらに検討が必要である。それは一口で言えば、三権分立の明確化が不十分であるといえるかもしれない。産業技術総合研究所のような、明示的な目標を持った法人において、古典的な国家論である三権分立を持ち出すことに違和感を覚えるかもしれないが、私たちは今、そのような概念を必要とするほど本質的な組織論に向き合うことを要請されているような気がしているのである。

基本的には立案と執行との関係がある。すでに述べたように、この4年間は、多くの規則や取り決めを立案する必要があった。そしてその制定、執行が続く。その過程で、立案者、制定者、執行者の3者間の権限と責任の境界が明瞭でなかったのではないかと危惧されるのである。その結果一部に仕事が集中したり、実施上に起った問題をどこへ持ち込んでよいのかが判らなくなったり、時には特定の部署があらぬ非難を受けたりする。担当者の努力によってそれらはいずれも解決されていったのであるが、そのための効率低下は否めない。

改めてここで本来の姿を描き出せば、立案者は企画本部であり、制定者は理事会（幹部会）、そして執行者は担当理事およびその関連部門と考えてよいであろう。研究所としての総合的責任はもちろん理事長が負うべきものであるが、その中で立案、制定、執行の権限と責任とが、上記3者にそれぞれ明示的に帰させられるべきであるという事である。そして言うまでもない事であるが、権限と責任の所在が明確になることは、各権限体の間の対話が促進されることを意味している。三権分立のもう一つは、たとえばモンテスキューでは司法であるが、それはあえて言えば評価や監査になるのであろうか。その独立は今、産業技術総合研究所の中で育ちつつあるように思われる。

理念的議論はともかくとして、管理・経営の目的は、目標とする研究の遂行を可能にする研究環境を作るこ



と、そしてその実現を効率的に図ることである。この4年間におけるそのための努力は膨大なものがあつた。多くの蓄積を重ね十分に学習した。それらを、できるだけ構造化しつつ整理して生かす事により、その目的実現をさらに一步前進させることが期待されるのである。

5 終わりに

最近制定された産総研憲章「社会の中で、社会のために」は、阿澄玲子さんを委員長とする9人の若手所員からなる起草委員会が作成したものである。この憲章は年配者も含んで研究所全員の圧倒的支持を得たばかりでなく、読む者に感動すら与えたのであつた。それは若者の手になるその憲章の内容、文体が優れていることが直接の原因であるが、それだけでなく、憲章が未来へ向けての宣言であると同時に、その密度の高い表現によって、4年間独立行政法人の先頭を共に歩んだことの苦労を圧縮して示し得たことに対する感動でもあつたような気がしている。私たちは今、4年間の学習を背景として共有しながら、第二期という未来へ踏み出す場所に立っている。そして科学技術基本法に基づく科学技術基本計画が進行するわが国において、産業技術総合研究所がその与えられた責務を十分に果たすことを、この産総研憲章のように、自信を持って明言することが出来る。

人類共通の課題である持続可能な社会の実現のために、わが国の産業を含む社会の役割が大きいことが明らかになってきたが、その役割の大きさと質の展開のためには新しい科学的知見を根拠とする“社会のための製品”の創出が不可欠であり、そのために産業技術総合研究所は明日に向かって進む。

2005年春、新たに制定された「産総研憲章」
そこに込められた願いと希望を、制定に深く関与した関係者に聴く

産総研憲章 制定の意味



産総研理事 曾良 達生



憲章起草委員長 阿澄 玲子

玉田：さきごろ制定された「産総研憲章」について、お骨折りいただいた皆さんからいろいろなお話を伺いたと思います。まず、産総研にはこれまで「産総研研究者憲章」がありましたが、今回「産総研憲章」が作られた経緯について伺えますか？

曾良：旧研究者憲章は、かなり幅広い項目にわたって書き込まれ、内容も大変充実したものでした。ただ、2001年4月に産業技術総合研究所が独立行政法人としてスタートしまして、吉川理事長のもと「本格研究」への取り組みを展開するにあたり、やや不十分なところが出てきたのも事実です。さらに、今年の4月から産総研は非公務員型独立行政法人へ移行するわけですが、第2期に向けて発展を期すため、産総研の基盤をさらに強固にする必要が出てきたことです。産総研に働くすべての人が共有できる行動理念を作りたいのです。昨年秋に、その制定を決定し、次世代を担っていく職員で憲章起草委員会が組織されました。

内藤：旧研究者憲章は非常に長く、その多くの部分がすでにいろいろな規定等に反映されています。今回は、より上位概念の憲章を作るのが大きな目的でした。

玉田：今回の作業にあたって、特に注意された点というのはありますか？

阿澄：最初にスペックを決める時点で、あまり長いと皆さんに読んでもらえないので、簡潔にしよう。A4一枚に収まるものにすることを決めました。それから、旧研究者憲章には「研究にどう取り組んでいくか」ということが書かれていたわけですが、今回の憲章では、その対象を研究者に限るのではなく組織に働く全ての人のためのものを作るようにしたいと考えました。

玉田：確かに今回の憲章の内容は、産総研すべてに広がっていますし、研究職以外の方にも理解しやすいように配慮されていますね。

内藤：言葉の視点をどこにするのか、経営層から職員に対してなのか、職員から職員に対してなのか、最初にスペックを決めるときに議論されましたね。読んでいただくと分かるように、主語はすべて「私たち」となっています。これは、職員から職員に向けての言葉ということで、同時に職員一人ひとりが自分の言葉としてとらえられるということ、非常に重視した点です。

阿澄：また最初の頃の議論で、「美しい日本語で書きましょう」と言った委員がいました。それにみんなが納得してスタートしています。言葉一つひとつに対してかなり気をつかった議論を重ねました。

白熱した議論を重ね 各委員の思いを盛り込む

玉田：憲章起草委員の中から3人の方
に出席いただきましたので、憲章に込
めた思いをぜひ伺いたいと思います。

宮崎：最初は「憲章」という言葉自体、
それほど馴染みがあるものではありません
でしたし、すでに存在する組織に
対しての憲章を作るわけですから、ま
ず憲章とは何かという定義づけに戸惑
いました。

また、個人の信条と産総研の信条とが
必ずしも合致しない部分もあるわけ
で、それぞれの委員が、「もっとこう
いうことを入れたらいいのに」という
別々の思いを持っているわけです。議
論を重ねる中で得られたコンセンサ
スは、委員一人ひとりの思いが抽出さ
れていったもののように思います。

宝田：A4一枚にしたのは、自分たち
の憲章として読んでもらい、身近なも
のとして使える長さでないと意味がな
いと考えたからです。

産総研全体として頑張ろうという気持
ちは大切ですが、そのときに、たとえ
ば研究者一人ひとりのやる気が隠れて
しまうのは避けたいと、私は思いまし
た。研究をしていく上での喜びや達成
感のアピールを、「一人ひとりの自律
と創造性」という言葉に託させていた
できました。

議論自体が楽しかったというのが印象
的です。毎回会議の時間を延長して、
言葉一つひとつに白熱した議論をし
ました。委員に選んでいただいて感謝
しています。

中田：私は、「産総研で働く」とか、「産
総研とは何か」とか、いろいろ考える
機会ができて非常に良かったと思いま
す。憲章の冒頭に、産総研はどのよう
な組織で、職員としてどのように関
わっていくのかが書かれています。
私自身は行政職ですが、そういう研究
を進めている研究所で働いているのだ
と意識を強めました。短い文章だけに、
いろいろなとらえ方をされるでしょう
し、それで良いと思います。

一言一句と向き合い 寄せられた意見を反映

玉田：議論を深めていくため、委員会
はどれくらい開かれたのですか？

阿澄：2か月の間に委員会が6回、理
事長との意見交換会を3回、そしてイ
ントラへの掲載が2回。

それから幹部懇談会で理事たちとの意
見交換もしました。

内藤：職員の方々から34件もの意見
が寄せられましたね。

阿澄：最初にイントラに掲載したのが
12月初めですが、最終的に決定したも
のはその時の案とかなり変わっていま
す。どこにどう反映したかを具体的に
言うのは難しいのですが、約10人の
委員では思い及ばなかったことを指摘
していただきました。

阿澄：「社会からの期待を裏切らない
よう高い倫理観を保持して行動しまし
よう」という内容を書いた4項目目のと
ころに、はじめは「法令等も遵守し」と
いう言葉が入っていました。しかし、「ど
うしてそんなあたりまえのことを書く
のか」という意見をいただきました。
それから冒頭の「すべての人々が豊かさ
を享受できる社会の実現」の“豊かさ”も、
いろいろなとらえ方がありますよね。

内藤：いわゆる言葉の一人歩きではな
く、背後にある理念をしっかり書き込
もうという姿勢が、私の印象に強く
残っています。「持続発展可能な社会」
という言葉が使われなかったところ
にも象徴されますね。

中田：「持続発展可能な社会」という
言葉は、いろいろな場所で使われ、そ
のとらえられ方も変わってきました。憲
章では、その精神を残し、「自然や社
会に調和した健全な方向に発展させる」
「豊かさ」などの言葉が使われています。
聞き慣れた言葉のつぎはぎではなく、
議論を通して言葉が選ばれました。



憲章起草委員 中田 功一



憲章起草委員 宮崎 健太郎



憲章起草委員 宝田 晋治

“社会の中で、社会のために” 科学に期待されるものは

曾良：私の印象に強く残っているのは、「科学者」のとらえ方が産総研内で必ずしも一つではないということです。「私は科学者ではなく技術者です」というコメントがありましたが、最終的には、この憲章では“科学者”を広くとらえて“科学コミュニティ”という言葉が用いられています。

「地域」という言葉も多様な意味にとらえられていましたね。委員の方々は、その辺もいぶん苦労されたらうと思います。

宮崎：私たちは「社会と隔絶した研究所にしてはならない」という意味で「地域」を入れています。最終的には「science in society, for society」と副題にあるように、科学は社会の中で意義づけられて評価されるという、理事長のコンセプトと合流していきました。ですから地域という言葉によって、最終的にこの憲章に吹き込まれた命は「science in society」です。科学コミュニティと一般社会は、壁の内外で分けられて存在していくわけではありません。地域を「社会」という意味でとらえてほしいし、そこが一番重要なところですよ。

宝田：「社会の中で、社会のために」、つまり産総研は社会の中にある一つの

科学コミュニティだということです。社会との関わりとして、たとえば今、温暖化や廃棄物など地球規模の問題を解決するために科学技術が期待されています。いろいろな解決策や問題点があると提言していくことこそが、私たちの使命だと思います。

A4一枚の読みやすさと オリジナリティの高さ

玉田：産総研憲章のユニークさや、他機関の憲章とは違う点などをお聞きしたいのですが。

内藤：私は、憲章起草委員会の事務局を務めさせていただきましたが、民間企業、政府系機関、公的研究機関を含めいろいろな組織の憲章をレビューし、起草委員会に資料として提出しました。その形態も多種多様で、組織の数だけ憲章の種類があると言えます。私が今回の産総研憲章で感じたのは、職員全てに読んでもらうことを前提とした簡潔な文章が非常に画期的だという点です。

もう一点は、私たちの組織としてのミッションが明確に書かれているところです。社会が産総研に期待するのは、良い研究成果を出し、社会がその成果を享受することです。目的、方法論および姿勢が、明確に示されていることが、画期的だと感じます。

宮崎：会社や大学の憲章もたくさん見ましたが、株式会社なら株主への還元、大学なら教育と、柱になるミッションはありますよね。産総研の場合、原点に立ち返って何が大事なのかを考えると、会社や大学の憲章は必ずしも参考になりません。ですから、自分たちで考えてオリジナリティを出すというところでは、国の研究機関としては他の研究所が一読するに足るものができたという気はします。

宝田：今回は何かを参考にせず、ゼロベースで作ることにしたんです。新しい産総研ということで、全部自分たちで考え直そうといういろいろな意見を積み上げ、それをどんどん削って行って練り上げていく。ですから、各委員の思いや、いただいた意見の多くが盛り込まれて、そのエッセンスが書いてあるのだと言えます。最初からA4一枚と決めて、それをゼロベースで作ったという意味では、オリジナリティが非常に高い。他のどこにもない憲章ですよ。

中田：周りの人に感想を聞くと、「当たり前前のことが当たり前前に書いてあるね」と言われますけれども、よく読んでいただければ、「当たり前じゃない」部分を感じていただけたと思います。

玉田：A4一枚は非常に読みやすいですね。文章も「べからず集」では読んでいて疲れてしまいます。語りかける感じで書かれた、この憲章が産総研に浸透し、さらに外部の方にも広がっていけばいいですね。

成熟した組織へ向けて 確かな土台となる憲章

宮崎：憲章に入っている一番大事な「science in society」は、往々にして科学史家や市民団体など、科学の実践者ではない人が言ってきた言葉です。80



憲章起草委員会事務局 内藤 耕



広報部(司会) 玉田 紀治

産総研憲章起草委員会

委員長

阿澄 玲子 ナノテクノロジー研究部門

委員

石井 順太郎 企画本部

大場 光太郎 知能システム研究部門

小林 富夫 産学官連携部門

酒井 夏子 エネルギー技術研究部門

苑田 晃成 環境管理技術研究部門

宝田 晋治 地質情報研究部門

中田 功一 精鎖工学研究センター

宮崎 健太郎 生物機能工学研究部門



憲章

「社会の中で、社会のために」

独立行政法人 産業技術総合研究所

すべての人々が豊かさを享受できる社会の実現は、人類共通の願いです。その重要な鍵となる科学技術を、自然や社会と調和した健全な方向に発展させることは、科学コミュニティ、その一員である産総研、そして私たちに託された使命です。

私たち産総研に働くすべての者は、自らの使命と社会への責任を認識し、産業科学技術の研究開発を通して豊かな社会の実現に貢献すべく、以下の行動の理念を共有します。

社会動向の把握

私たちは、地域から国際社会にわたるさまざまなスケールの社会の動向や要請の把握に努め、外部の諸機関とも協力しつつ速やかに問題を提起し、科学技術を基礎とした解決方法を提案します。

知識と技術の創出

私たちは、一人ひとりの自律と創造性を尊重するとともに、協調と融合により総合力を発揮し、高い水準の研究活動によって新たな知識と技術を創出します。

成果の還元

私たちは、学術活動、知的基盤整備、技術移転、政策提言等を通して、研究成果を広く社会に還元し、わが国の産業の発展に貢献します。また、情報発信や人材育成等を通して科学技術の普及と振興に努めます。

責任ある行動

私たちは、職務を効果的に遂行できるよう、自己の資質向上や職場環境の整備に積極的に取り組みます。また、法の精神を尊重し、高い倫理観を保ちます。

* この憲章を周知するため、そして全ての職員の行動の理念となるよう、職員証と同サイズのカードを作成し、A4リーフとともに配布しました。

～90年代、科学が公害などの社会問題と歩調を合わせないで進んだとき、どうするべきかという示唆は科学史家などから与えられました。

それから10～20年たって、ようやく実践者である私たちが認識し、憲章に盛り込んで、それをベースに科学者が行動していく。これは非常に意義があることですので、その点はアピールしたいですね。「science in society」を科学者の集団から発することに意義がありますし、口だけではなく研究成果と

いう形で実体が伴ってくると、さらにモデル的な良い研究所になると思います。

科学をやる者と見張る者が両輪となって、一つの組織の中で実践していったら素晴らしいですね。

そして最終的に成熟した組織になったら、一般社会と隔てられず、放課後には子どもが行き交ったりする場所になったりする。それが私個人の理想であり、憲章の中に入れていたと思った気持ちです。

曾良：小玉副理事長と私が、今回の憲章制定の担当理事でしたが、2人とも大変楽しく勉強になったと感じております。非常に熱心な議論が交わされる中で、組織を深く考えるいい機会を得たと思います。今後さらに産総研が社会の期待に応え、職員ひとりひとりが誇りを持って働ける場とするための土台として、この憲章は非常に大事なものになるでしょう。

(座談会開催：2005. 2. 21)

有機ナノ結晶分散系からなるバルク異方性材料

磁場による有機ナノ結晶の配向制御とその固定化法の開発

有機オプトエレクトロニクス分野では、有機分子の配向（向きや並び方）を制御することが求められている。しかし、センチメートル（cm）レベルの大きさのバルク状態で、効率的に有機分子の配向を制御する技術はこれまで存在しなかった。産総研・光技術研究部門では、東北大学・多元物質科学研究所の中西八郎教授らのグループと共同で、磁場下で有機ナノ結晶の配向状態を制御・固定化したバルク異方性材料の作製に世界で初めて成功した。今回作製したバルク異方性材料は、これまで有機材料では大きさの限界から困難とされていた新しい分野への応用も期待される。

The immobilization of the trans-4-[4-(dimethylamino)]stilbazolium p-toluenesulfonate (DAST) nanocrystals in a dispersion, which were oriented in magnetic fields, was studied. The odorless, transparent, and rubber-like solid was obtained by photocuring of the dispersion in lauryl acrylate. The relaxation of the oriented nanocrystals was not observed at 100 °C for 24 hours. Maximum contrast of the absorbance through a parallel and perpendicular polarized light was approximately 0.43 at 555 nm.

研究の背景

近年、光伝送、光インターコネクト、テラヘルツ波発生などオプトエレクトロニクス分野において、その機能の高さから有機材料に注目が集まっている。プリンタブルTFTやフレキシブルELディスプレイなど、有機材料の特長を生かしたデバイスの登場も間近であり、有機オプトエレクトロニクス分野に対する関心はますます大きくなっている。

材料の機能とその構造は強い相互関係を持っており、機能を制御するためには構造を制御することが必要になる。有機材料においても、有機分子の向きや並び方を制御（配向制御）することが重要な研究課題になっており、有機半導体、有機発光デバイス、有機非線形光学材料、フォトニッククリスタルなどでは、配向制御による新たな機能の発現

が予測されている。

実際にこれらの用途に用いる場合、レーザー光や電極のレイアウト、製造の効率化といった理由で、cmサイズの材料が必要となる場合が多い。すなわち、有機分子の配向制御がなされたcmサイズの“バルク”異方性材料が必要となる。

図1には有機分子の配向が制御された代表的な異方性材料のイメージを示している。(A)は結晶、(B)は液晶である。結晶は、最も秩序性が高い、すなわち最高度に配向制御された状態であるが、cmサイズの有機結晶を作製するのは非常に難しい。シリコンに代表される無機化合物の大型結晶育成技術が確立されているのとは対照的である。(B)の液晶は、二次元あるいは一次元に配向制御がなされており、大面積での材料化は可能だが、厚み方向を数cmのサイズ

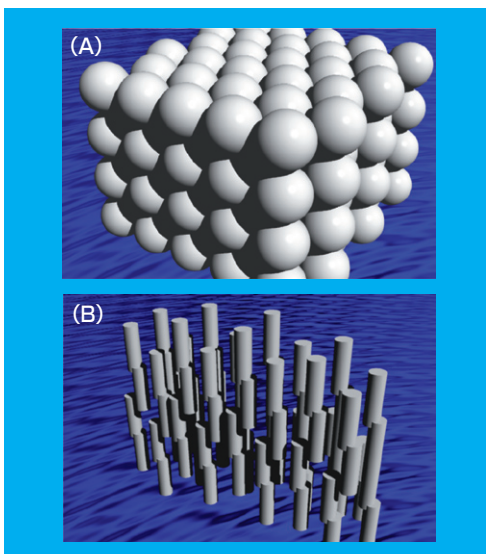


図1 バルク異方性材料のイメージ
(A) 結晶（三次元の異方性）
(B) 液晶（一次元もしくは二次元の異方性）

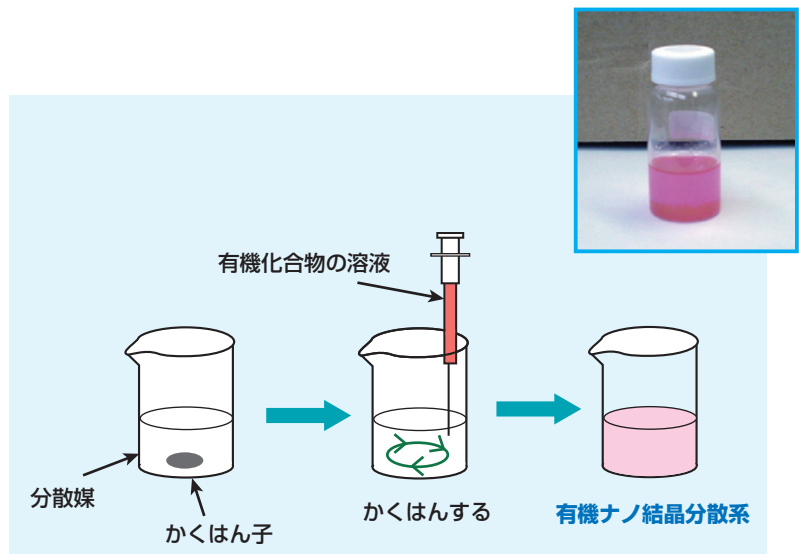


図2 「再沈法」による有機ナノ結晶分散系の製造方法

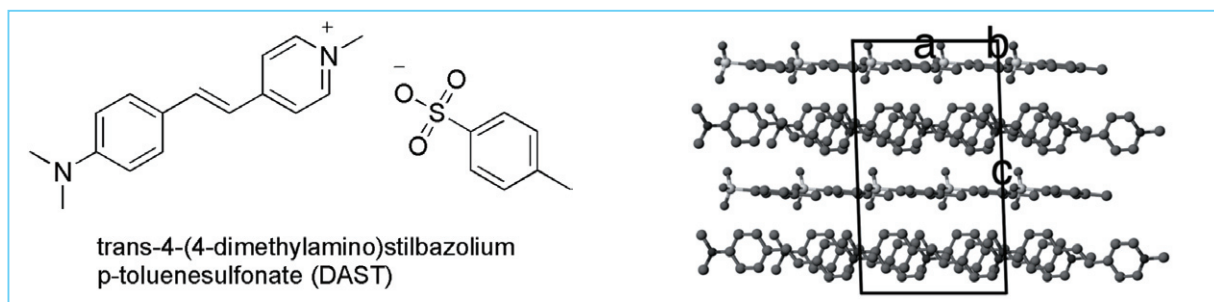


図3 DASTの化学構造(左)と結晶構造(右)

まで増すことはやはり難しい。

このように、cmサイズのバルク状態で有機分子の配向を制御できる効率的な技術はいまだ存在しない。もし、有機材料で無機材料のように配向制御されたバルク材料を容易に作る事ができれば、有機オプトエレクトロニクス分野の発展に寄与できるだろう。

有機ナノ結晶分散系とは？

有機分子の大きなサイズの結晶の作製は難しいが、小さなサイズの結晶の作製技術は、近年大きな発展を遂げている。東北大学・多元物質科学研究所では、「再沈法」という手法を用いて有機物のナノメートル (nm) サイズのさまざまな結晶製造に成功している。

図2に「再沈法」のプロセスを示す。貧溶媒である分散媒に有機物の溶液をシリンジで注入することにより、きわめて簡便に数十から数百nmのサイズの有機結晶が分散した溶液(有機ナノ結晶分散系)を得ることができる。光散乱測定、電子顕微鏡観察などからサイズ・形状がよくそろったナノ結晶が得られることが確かめられている。

有機ナノ結晶の配向制御

有機ナノ結晶分散系を用いてバルク異方性材料を作製できないだろうか?というのがわれわれのアイデアであった。最初の課題はナノ結晶の向きをいかに制御するかであった。その解決の足がかりとなる現象が、東北大で見い出されていた。大きな双極子モーメントを持つ有機分子 trans-4-[4-(Dimethylamino)stilbazolium p-toluenesulfonate (DAST) のナノ結晶(図3)の分散系に対して電場を印加すると、異方的なナノ結晶が電場の向きに沿って配向する現象を観測していたのである。この現象は、有機結晶が大きな双極子モーメントを有する場合に効果的な配向制御手法となる。

一方、産総研においては、偶然、磁場が有機ナノ結晶の配向制御に利用できることを発見した。ラジカルなどを除いたほとんどの有機分子は一般的には反磁性体であり、その磁化率は非常に小さいため、液晶や高分子について試みられてはきたものの、通常は磁気相互作用は有機物に対しては効果的ではないと考えられてきた。

ところが、DASTナノ結晶分散系を強磁場の中におい

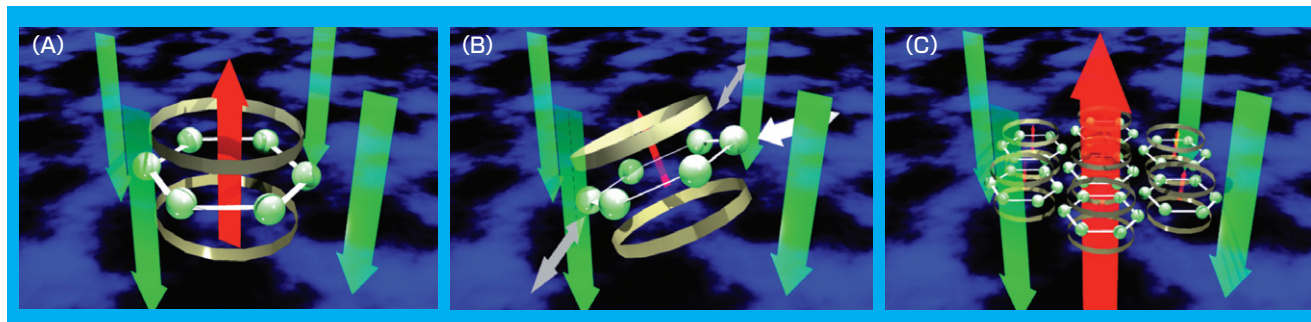


図4 芳香族化合物の反磁性相互作用

- (A) 芳香族化合物に磁場を作用させると、誘起された環電流による反磁性相互作用が生ずるが、
 (B) 通常、一分子あたりの反磁性相互作用は小さいため、熱擾乱には打ち勝てない。
 (C) ところが、分子を化学的あるいは物理的に集積化すると、反磁性相互作用は相対的に大きくなり、ついには磁場に沿って配向する。

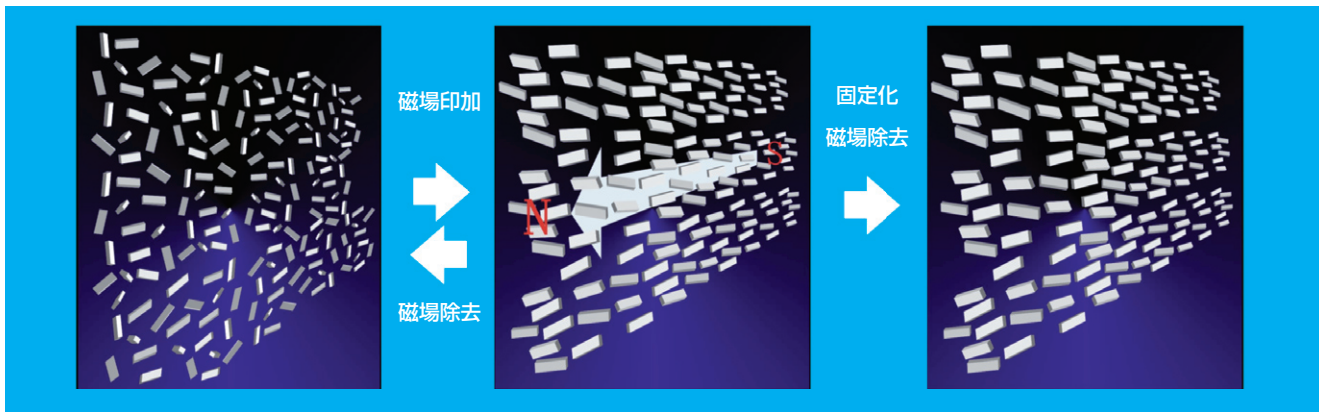


図5 磁場により有機ナノ結晶分散系を異方向的に配向固定化するプロセス

たところ、ナノ結晶が磁力線に沿って効率的に配向する現象を見出した。そのメカニズムを図4に示す。一般的に、芳香環をもつ有機分子は、磁場中に置かれると π 電子に基づく環電流により、外部磁場を打ち消す方向に誘起磁気モーメントを生じる(図4(A))。通常、ひとつの有機分子では磁場から受けるエネルギーが小さいために、熱運動などの「揺らぎ(熱擾乱)」により磁場中での配向を観測することは難しい(図4(B))。しかし、有機分子が多数集まった数十nmから数百nm程度のサイズの有機ナノ結晶では、磁場から受けるエネルギーが熱擾乱のエネルギーより大きくなり、ナノ結晶の配向が起こることがわかった(図4(C))。この現象は、サイズが大きくなりすぎると重力などの影響でかえって観測するのが難しくなる。これは有機結晶がナノサイズの大きさであるときだけに顕著に観測される現象である、と言える。

磁場による有機ナノ結晶の配向制御の起源は、芳香環の π 電子であり、磁場による配向制御は芳香環をもつほとんどの有機分子に適用できる。また、大きな双極子モーメントを持たない結晶にも適用できることから、電場による配向制御と相補的な役割を果たす技術となる。磁場はバルク状態の分散系に対しても容易に印加できるので、試料のサイズや形状の自由度が大きくなり、直接試料に接触するこ

とがないため、水を含むあらゆる分散媒を利用できる、といった特徴も持っている。

配向状態の固定化—バルク異方性材料の実現

有機ナノ結晶分散系の中のひとつひとつの有機ナノ結晶の方向を揃えることができれば、cmサイズからそれ以上の領域で分子の方向がそろった材料を作製することができる。すでに、電場もしくは磁場の中では、有機ナノ結晶分散系中の有機ナノ結晶の方向を揃えることができることは実証されたが、これらの外場(電場または磁場)を取り除くと有機ナノ結晶の方向はバラバラになってしまうため、次に、これを固定化する技術の開発が必要であった。

われわれは、重合性のモノマーを分散媒とすることにより、この課題の解決を目指した。すなわち、図5に模式的に示したように、磁場中で有機ナノ結晶分散系の中の有機ナノ結晶の方向を揃え、重合反応で分散媒をポリマーに変化させることによって流動性を低下させ、ナノ結晶の配向状態を固定化することを計画した。

そこで、カチオン性界面活性剤(n-ドデシルトリメチルアンモニウムクロリド)を含んだDASTエタノール溶液を、分散媒であるアクリル酸ラウリルに注入して、今回用いた重合性のモノマーを分散媒とするDASTナノ結晶分散系を



図6 様々なサイズのバルク異方性材料

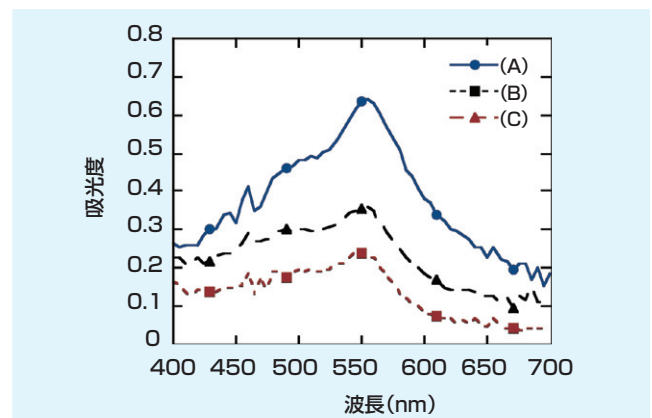


図7 作製したバルク異方性材料の偏光吸収スペクトル

作製した。

分散系の異方的な配向固定化は、磁束密度17テスラ (T) まで印加可能な超伝導磁石中で、光重合反応の開始剤としてベンゾインイソプロピルエーテルを分散系に加え、窒素置換の後、紫外光を照射することによって行った。

固定化後のDASTナノ結晶分散系は赤色半透明のゴム状の固体となるが、固定化された配向状態は熱的に非常に安定で、室温で6カ月以上、100度でも24時間以上、全く変化が観測されなかった。図6に作製したさまざまな形状のサンプルの写真を示す。(大きさの比較のために25セント硬貨を置いてある。)

図7に15 Tの磁場下で光重合させたDASTナノ結晶分散系の偏光吸収スペクトルを示す((C)は、磁場印加しない時のスペクトルである)。吸収極大では、磁場の方向に対して平行な偏光を入射した場合(図7 (A))と垂直な偏光を入射したとき(図7 (B))の吸光度の差は約0.4ある。偏光子を使えば目視によっても十分に分かるレベルである(図8)。図9に、偏光吸収が起こる原理を模式的に示している。



図8 バルク異方性材料の偏光子を介した写真
(上) 印加磁場と平行に偏光子をおいた場合
(下) 印加磁場と垂直に偏光子をおいた場合

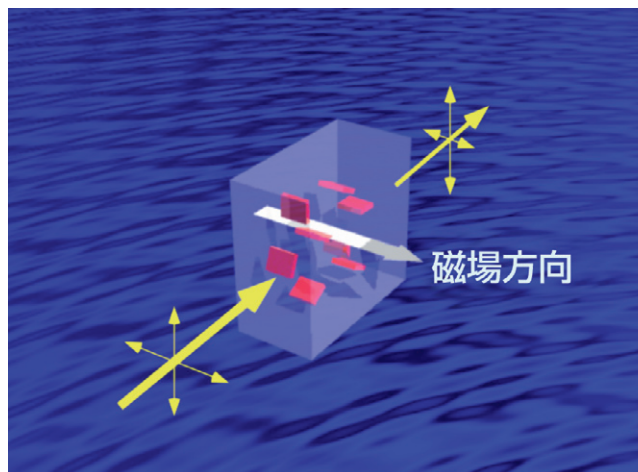


図9 磁場配向したバルク異方性材料の偏光吸収レイアウト
黄色ラインが偏光、赤い箱がナノ結晶を示す。

今後の展開

開発した有機ナノ結晶の磁場配向制御と固定化の手法を他の化合物群についても試みて、順次適用範囲を広げていく予定である。実際に応用に結びつけるには、より精密さを高めた配向制御が必須であり、今後その技術開発にも取り組んでいく。例えば、今回使用したDASTは高い非線形感受率を持ち、医療分野などにおける利用が期待されているテラヘルツ波の発生材料として注目されているが、従来から大きな結晶の作製が課題であった。

まだ解決すべき点は多く、今回実現したバルク異方性材料がそのまま利用できるわけではないが、将来は非線形光学現象をより効率的に取り出せる材料の実現を目指していきたいと考えている。

◆ 本研究開発の成果は、独立行政法人 科学技術振興機構の戦略的創造研究推進事業「分子複合系の構築と機能」(平成10～17年度)により得られたものである。

参考資料

- Y. Kaneko, S. Shimada, T. Fukuda, T. Kimura, H. Matsuda, T. Onodera, H. Kasai, S. Okada, H. Oikawa, and H. Nakanishi: Adv. Mater. Vol.17, 160 (2005) (Cover).
- 特願2004-245947「有機微結晶配向分散体、偏光蛍光材料、並びにその製造方法」
- 日刊工業新聞、日経産業新聞:2005年1月31日。

● 問い合わせ先

独立行政法人 産業技術総合研究所
光技術研究部門 分子薄膜グループ

主任研究員 島田 悟
研究員 木村 龍実

E-mail: satoru-shimada@aist.go.jp
〒305-8565
茨城県つくば市 1-1-1 中央第5

光制御型微小流体バルブの開発

新規表面疎水化法により光で微小な流れを制御

紫外光の照射により、ポリマーから放出された疎水性物質を固相表面に吸着させる新規表面疎水化法を発見した。そして、酸化チタン膜の超親水性および光触媒作用と組み合わせることにより、新規な光制御型微小流体バルブを開発した。これにより、光の強弱で微小流路内壁の表面物性を局所的に変化させ、分岐路における流体の流れ方向を可逆的に切り換え可能である。

Photo-induced super-hydrophilicity on titanium dioxide (TiO₂) was applied to microfluidics as a novel micro valve device. Although the initial hydrophobic property on TiO₂ surface has been hardly reproduced in a minute by optical control, we found out a new phenomenon for reversible wettability conversion using polydimethylsiloxane (PDMS). Here we present the rapid reversible wettability conversion with microsystem of a simple PDMS and TiO₂ substrate by optical control. Furthermore, the micro optical switching valve (MOS/V) based on the super-hydrophilicity has been successfully demonstrated in a model channel. The MOS/V will be useful for a wide applicability in highly integrated micro/nano fluidics.

永井 秀典 Hidenori Nagai
hide.nagai@aist.go.jp

ヒューマンストレスシグナル研究センター
ストレス計測評価研究チーム

これまで、微細加工技術を用いてバイオテクノロジーや分析技術を微小化する研究に従事。細胞サイズまで微小化した反応場を、数センチ角のチップ上に集積化することで、多数の細胞から個別に遺伝子を増幅する技術や、電気泳動技術をオンチップ化したマイクロチップ電気泳動法に関する研究開発を進めてきた。現在は、表面物性を制御することにより、微小流体を操作するための要素技術の開発を行っており、将来的には、複数の微小デバイスを大規模に集積化したシステム開発を目指している。



刻一刻と変化する微量な生体成分(バイオマーカー)の計測には、試料の抽出・濃縮・分離・検出の一連の操作を迅速化・集積化した小型可搬システムが不可欠である。近年、半導体微細加工技術を利用して、分析装置や反応装置を小型化する研究の進展は著しく、微小化・集積化が急速に進展している。より高度な集積化チップを実現するためには、微小流体を自由に操作する技術が望まれている。現在、微小流体デバイス中の溶液の流れ方向を制御するために、さまざまなバルブが提案されている。しかし、その多くは構造が複雑で、これ以上の微小化が困難

な点や、周辺にバルブ駆動に必要な加圧・減圧用の制御機構が必要なため高集積化には不向きである。

そこで、我々は、外部に圧力制御機構やアクチュエーターを全く必要としないオンチップ型のバルブを実現するために、光照射のオン・オフのみで微小流体の流れ方向を制御できる新規光制御型微小流体バルブ(Micro Optical Switching Valve; MOS/V)を開発した。

MOS/Vの基本原理は、光によって表面物性(ぬれ性)を制御することである。すなわち、図1に示すように、マイクロチャンネルの分岐点において、各分岐チャンネル内壁の表面ぬれ性を光に

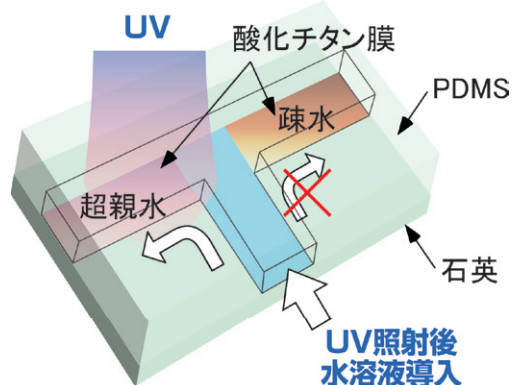


図1 光制御型微小流体バルブの概要

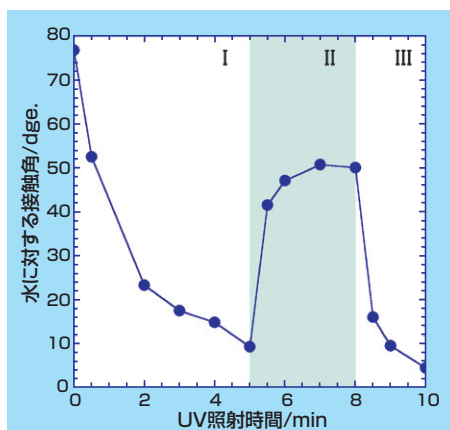


図2 UV照射による酸化チタン表面の超親水化

I : PDMSを用いた新規表面疎水化

II : 光分解による再親水化

III : による可逆的な表面ぬれ性制御

よって局所的に制御し、表面張力に依存するラプラス圧の差によって、微小溶液の流れ方向を選択的に制御する。従来、表面ぬれ性の光による制御法としては、酸化チタン表面への紫外光照射により、水に対する表面ぬれ性が著しく低下する超親水化作用が知られている。酸化チタンを利用することにより、表面の迅速な親水化が可能であるが、可逆的に光を用いて迅速に疎水性の方向へ戻す手法は確立していなかった。しかし、最近、我々は、ポリジメチルシロキサン (PDMS) を通して紫外光を照射することにより、超親水化した酸化チタンの表面ぬれ性が超親水化前のレベルへ戻る現象を発見し、これを利用することに成功した。

図2に、酸化チタン膜への光照射による超親水化と、PDMSを介した光照射による疎水化を、連続的に行った際の表面ぬれ性の経時変化を示す。光源には、親水化・疎水化ともに、312 nm にピーク波長をもつUVランプを使用し、表面ぬれ性は水に対する接触角により評価した。その結果、新しい表面疎水化法により、超親水化した酸化チタン表面を、1分程度で疎水化できた。この際、PDMSから未重合のモノマー

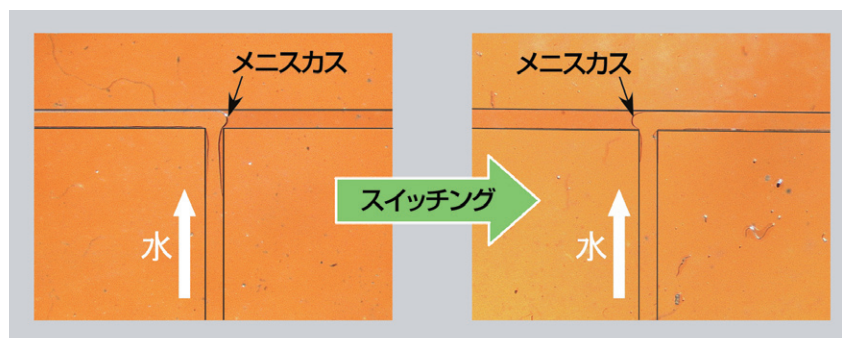


図3 微小流体のスイッチング

T型流路の右側のみをレーザー照射し水溶液を導入(右)し、引き続き左側のみ照射して水溶液を導入(左)する。

が放出されることをGC/MSにより確認した。よって、ポリマー中の未重合のPDMSモノマーが紫外光を吸収後、気化しPDMS表面から放出されたものと考えている。特に、光強度が強い場合は、酸化チタンの超親水化作用と、光触媒による吸着モノマーの分解の過程が優位だが、弱い光強度では、疎水性モノマーの放出・吸着の方が優位で、この3種類の光反応のバランスにより、表面ぬれ性を制御できることを明らかにした。

以上の原理を利用して、フォトリングラフィーによりPDMS表面に形成した微小流路と、酸化チタンを成膜した石英基板と接合させたT型の微小流路を用いて、MOS/Vの動作を確認した(図3)。溶液を通す側(図中右側)の流路のみ、PDMS側から波長325nmのHe-Cdレーザーで照射し、水溶液を注入したところ、超親水化したチャンネ

ル側のみ溶液が流入した。引き続き、これとは逆(図中左側)の流路について同様にレーザーを照射して溶液を注入したところ、流れ方向を切り換えることが可能であり、光制御による微小流体の制御を実現した。

今回開発したMOS/Vは、構造がシンプルで、さらなる微小化も容易なオンチップ型微小バルブであると考えられる。今後、酸化チタン膜の光応答性をより感度の高いものにするにより、1枚のフォトマスクと単一光源で複数のMOS/Vを同時に制御できるようになり、微小流体デバイスの大規模集積化のキーテクノロジーになると考えている。そして、この技術により、多検体・多項目を同時に分析できるポータブルな診断システムや、ドラッグスクリーニングシステムなどの超小型化への応用が実現できるものと期待される。

関連情報：

- 特願 2003-345586 「流体の制御方法」(永井、脇田、高橋)。
- 特願 2003-345585 「対水接触角の制御方法」(永井、脇田、高橋)。
- PCT/JP2004/14499 「流体の制御方法」(永井、脇田、高橋)。
- PCT/JP2004/14498 「対水接触角の制御方法」(永井、脇田、高橋)。

耐熱性ラッカーゼの発見

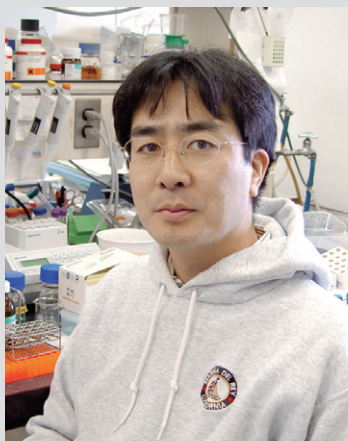
高純度ラッカーゼの簡便な量産化が可能に

ラッカーゼは、ポリフェノールの合成・分解をはじめ、さまざまな酸化反応を触媒する酵素であり、各種バイオテクノロジー産業での利用が期待されている。最近、我々は好熱菌からラッカーゼ遺伝子をクローニングし、組換え酵素の量産化に成功した。これにより、従来にない高い安定性をもつ好熱菌ラッカーゼの幅広い分野での利用が期待できるようになった。

A thermophilic laccase has been identified in an extremely thermophilic bacterium when grown in the presence of copper. The protein was purified and the gene was cloned, sequenced, and expressed in *Escherichia coli*. The recombinant enzyme displayed a blue color typical of laccases and copper-dependent oxidase activity on canonical laccase substrates such as guaiacol, 2,6-dimethoxyphenol, 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulfonate), and syringaldazine at acidic pH. The enzyme was most notable for its striking thermophilicity; the optimal reaction temperature was ~92°C and a half-life of thermal inactivation at 80°C was >14 h, ranking it the most thermophilic laccase reported thus far.

宮崎 健太郎 Kentaro Miyazaki
miyazaki-kentaro@aist.go.jp
生物機能工学研究部門
酵素開発研究グループ グループ長

産業用酵素の開発に関連した研究を行っている。シーズとなる酵素の発見は、古典的な微生物スクリーニング、ゲノム情報を利用した遺伝子クローニング、微生物の分離・培養を介せずに環境試料から直接分離したDNA(メタゲノム)を利用する方法など、種々の手法を織り交ぜて行っている。自然界から単離された酵素は必ずしも工業的な利用環境には適してはいない。そこで、進化分子工学的な手法(遺伝子変異・酵素機能のスクリーニングのサイクル)により、実利用環境に合わせた酵素機能の改変も行っている。



日本の伝統工芸である漆塗りは、ウルシ樹液に含まれるフェノール性化合物ウルシオールがラジカル重合してきた高分子皮膜である。この重合促進物質は「ラッカーゼ」と呼ばれる酵素であり、植物中ではリグニンの生合成に関わっている。植物以外に目を転じると、ラッカーゼはカビやキノコ類などの真菌からも見出されている。これら微生物由来の酵素は、植物酵素とは対照的に、酸化還元メディエーターの存在下でリグニンをはじめとするポリフェノール類を分解することができる。

このようにラッカーゼは広い基質特異性と反応特性をもつことから、ポリマー合成・パルプ漂白・人工色素の脱色・食品・バイオセンサーなどさまざまなバイオテクノロジー分野での応用が期待されており、一部で利用されはじめている。しかし、現在利用されている酵素は、カビやキノコ類の産するものが中心であり、安定性の欠如や純度(混入酵素)が問題となっていた。一方、近年の急速な微生物ゲノム情報の蓄積により、これまでラッカーゼのソースとしては考えられていなかった真性細菌

にも、ラッカーゼ様蛋白質が存在することが示唆された。

そこで、我々は、まだ研究の蓄積が乏しい真性細菌性ラッカーゼで新たな可能性を模索し、従来の問題を克服できないかと考えた。とくに、過酷な条件での利用や保存安定性を考慮し、耐熱酵素の取得を目指した。しかし一方では、耐熱酵素の宝庫とも言える超好熱菌の大半は嫌気性菌であり、ラッカーゼのように酸素を基質とする酵素を持ち合わせていないとも考えられた。そこで、好気的な好熱菌でゲノム情報が明らかなものについてラッカーゼ様蛋白質の遺伝子検索を行った。その結果、大半の好熱菌には存在しなかったが、3種の菌で推定ラッカーゼ配列が見つかった。

そこで、そのうちのひとつの好熱菌を実際に培養し、ラッカーゼ活性を確認することにした。その際、ラッカーゼの活性には銅イオン(Cu²⁺)が必要であり、遺伝子発現の誘導にもCu²⁺が関わるということが知られていたため、培地に硫酸銅を添加した。その結果、Cu²⁺の濃度上昇(0-1 mM)とともに酵素活性

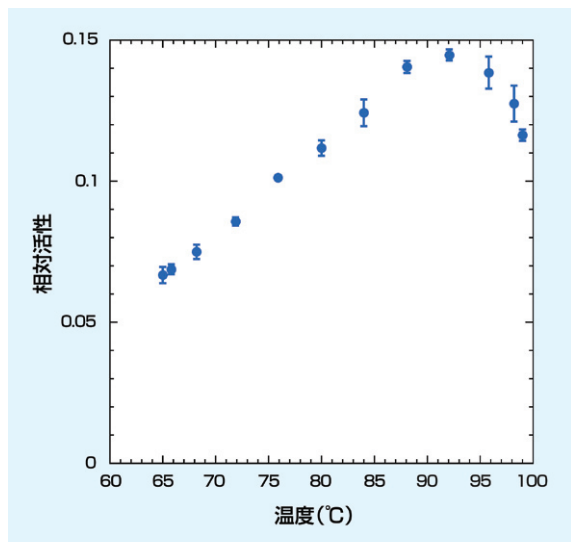


図1 反応の至適温度
90°C付近で最も効率的に反応する。

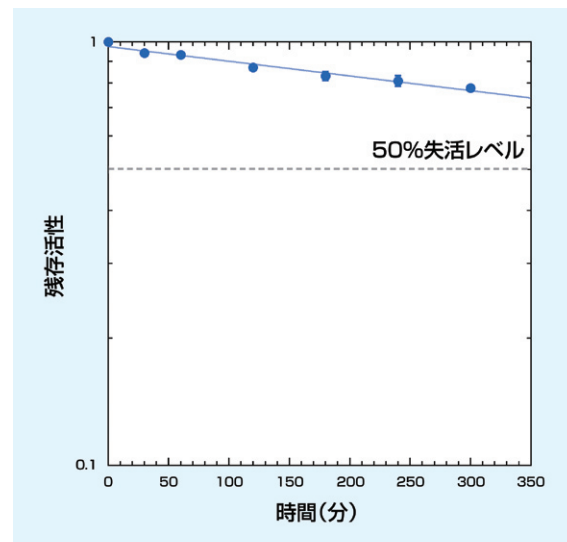


図2 酵素の耐熱性
酵素を80°Cに加温し、高温変性に伴う酵素活性の減少を経時的にモニターした。

が増大し、SDS-PAGE（変性ポリアクリルアミドゲル電気泳動）上で分子量約53 kDaの蛋白質の発現量が特異的に増大していた。そこで53 kDa蛋白質がラッカーゼであると推定し、カラムクロマトグラフィーにより精製した。さらにSDS-PAGEにより分離された53 kDa蛋白質を含むゲル断片をトリプシン分解した。マスフィットフィンガープリンティングと呼ばれる手法により好熱菌の既知のゲノム配列と比較したところ、配列の一致するオープンリーディングフレーム*が検出され、同時にN末端にシグナル配列をもつ分泌酵素であることも判明した。

次に、成熟酵素に相当する遺伝子領域をPCRで増幅し、プラスミドベクターに挿入して、大腸菌内で酵素を発現させた。既述のとおりラッカーゼは銅を要求する金属蛋白質であるが、宿主の大腸菌に存在するラッカーゼ様蛋白質が培地中の銅に応答して発現するため、組換え酵素はアポ体（補因子の欠けた酵素）として発現させた。通常、補因子を取り除いた場合、蛋白質が構造をとれなかったり、とったとしても安定性に

欠けたりすることが多い。しかし、この酵素は好熱菌由来であるためか、菌体抽出物を加熱処理することでほぼ均一なアポ酵素を取得することができた。次いで硫酸銅を含む緩衝液に対してアポ酵素を透析し、銅イオンを酵素に取り込ませた。銅イオンの取り込みは透析チューブ内の溶液が徐々に青変することで簡単にモニターできた。その後、定法に従ってカラムクロマトにより微量の混在蛋白質を除去した。

さらに、この酵素の詳細な性状解析を行った。酵素はラッカーゼに特有の青色を呈しており、2,2'-アジノ-ビス(3-エチルベンズチアゾリン-6-スルホン酸)、シリンガルダジン、グアイアコール、2,6-ジメトキシフェノールなどの

典型的なラッカーゼ基質に対して酸性pH領域で強く作用した。また、反応は90°C程度の高温で最も効率的に進行した（図1）。さらに、酵素を高温下にさらし活性の減少から耐熱性を見積もったところ、80°Cでの熱失活の半減期は半日以上（14時間程度）であった（図2）。これらの結果、この酵素は従来にない非常に高い耐熱性と至適温度をもつラッカーゼであることが判明した。

このようにして、高純度な耐熱性ラッカーゼを簡便に量産化することが可能になった。今後は、ポリマー合成やリグニン分解能などについて検討し、必要であれば進化分子工学的な改良も加えて、実際のバイオプロセスに活かしていきたい。

用語解説*

◆ オープンリーディングフレーム：
開始コドンから終止コドンまでの遺伝子の読み枠

関連情報：

● 宮崎健太郎「耐熱性ラッカーゼおよびその製造法」（特願 2004-352349）。

超小型ネットワーク・ノードの開発

ユビキタス社会およびユビキタス・ロボット社会に向けて

知能システム研究部門とワイマチック株式会社は、電池内蔵無線方式の超小型ネットワーク・ノードを開発した。このノードは、従来の一体型のロボットとは異なり、空間に分散配置されたロボットのコンセプト「ユビキタス・ロボット」の実現を大幅に速めるとともに、物流や情報管理の面で、アクティブ型 IC タグへの応用についても注目されている。

The ISI-AIST has previously proposed a concept of "ubiquitous function" to efficiently use every appliance and device distributed in household and office spaces anticipating the materialization ubiquitous robot community in near future. As a part of this technology, efforts have been paid to the development of new communications terminal of higher degree of freedom and I/O features to replace existing information outlets on IC tags.

これまで産総研・知能システム研究部門では、人間の生活環境に適したロボットの開発を行っている。特に、昨今の無線やネットワーク技術の発達により、ロボットの形態は、個々の要素（例えばロボットを構成するセンサやアクチュエータなど）が一体型である必要がなくなりつつあり、環境に埋め込んだ型のロボット「ユビキタス・ロボット」の可能性と必要性を検討している。また、このユビキタス・ロボット社会の実現に向けて、家庭やオフィ

ス空間に分散配置するあらゆる機器を効率よく使う空間機能のコンセプトを提案しており、このコンセプトを実現するため、より自由度の高い、現在の IC タグ*などに取って替わる、入出力可能な通信端末（ネットワーク・ノード）の開発を行った*。

今回開発したネットワーク・ノードは、実際的な応用を想定し、通信速度やマイクロコンピュータの仕様を抑えると同時に、ソフトによってデバイスの消費電力を抑えるアルゴリズムを開

大場 光太郎 Kohtarō Ohba

k.ohba@aist.go.jp

知能システム研究部門
空間機能研究グループ グループ長

コンピュータビジョン、ヒューマンインターフェースなどの研究に従事。最近は、人間生活環境下で実際に使えるロボットの実現に向けて、ロボットの要素や知識を空間に分散配置させる新しいロボット（ユビキタス・ロボット）の研究に従事している。

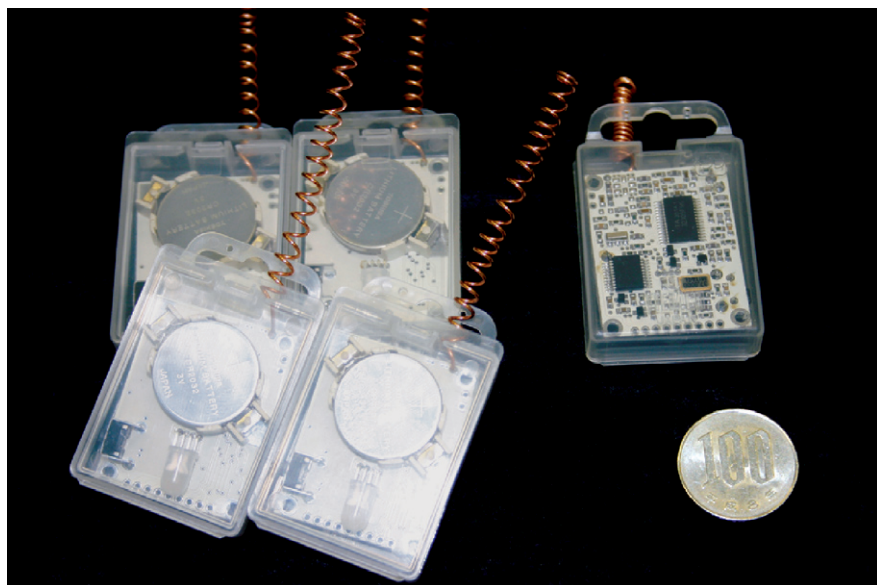


写真1 ネットワークノードの概観

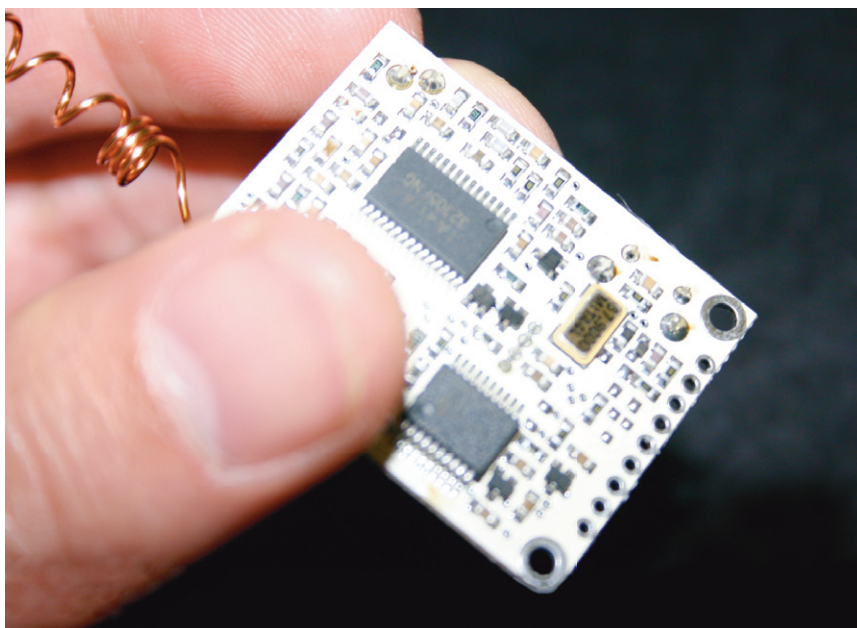


写真2 開発に成功した
超小型ネットワーク・ノード

発することで、小型化・省電力化に成功した。

主な機能としては、デジタル入出力機能をもち、8ビットのマイコンを搭載し、各種のソフトウェアに対応できるシステム構成となっている。マイコン、通信デバイスをソフトウェアによって待機モードにすることで、5秒に1回程度の通信頻度ではボタン電池1個で1年以上の継続使用が可能であり、これは待ち受け電力を必要とするZigBee*（アルカリ単3電池2個で約2年間の駆動）と比較すると、10倍以上の省電力となる。また大きさは、約6.0cm³という電池内蔵型の端末としては世界最小クラスのサイズで、免許不要の300MHz微弱無線、24ビット端末ID、十数mの通信範囲などの特徴を備えている。

さらにこのネットワーク・ノードは、生活環境においては読み取り距離の長いICタグとして使うことができると同時に、このノードに、例えば、センサモジュール、アクチュエータモジュールを追加することにより、玄関のセキュリティを確保した自動扉など

を構築することが可能となるなど、汎用性の高いシステム構築が可能となっている。また、現在導入が進められているセンサネットワーク*への応用が容易である。

今後は、今回開発したネットワーク・ノードは、現在、ワイマチックから販売を開始している。ユーザからの要望を踏まえて、各種機能を搭載したカスタマイズにも対応している。

用語解説*

◆ ICタグ

物体の識別に利用される微小な無線ICチップ。自身の識別コードなどの情報が記録されており、電波を使って管理システムと情報を送受信する能力をもち、産業界においてバーコードに代わる商品識別・管理技術として研究が進められてきたが、それに留まらず社会のIT化・自動化を推進する上での基盤技術として注目が高まっている。

◆ ZigBee

家電向けの短距離無線通信規格の一つ。オフィス向けを想定したBluetoothと同種の技術で、Bluetoothよりも低速で伝送距離も短い、代わりに省電力で低コストという利点がある。データ転送速度は最高250kbpsで、最大伝送距離は30m、一つのネットワークに最大で255台の機器を接続できる。アルカリ単3乾電池2本で約2年駆動するという低消費電力が最大の特徴で、転送速度が遅くてもかまわない家電の遠隔制御などに応用される見通し。(ZigBeeは、Koninklijke Philips Electronics N.V.の登録商標)

◆ センサネットワーク

ユビキタスセンサネットワーク、センサ・ネットともいう。様々な場所に周囲の環境の状態を計測するマイクロチップ、センサを設置し、無線によりネットワーク化することで、防災や安全、各種サービスの提供など、快適な生活空間を実現するシステム。

関連情報*

- 平成16年12月15日 産総研プレス発表：「ユビキタス社会に向けた超小型ネットワーク・ノードを開発」。

サブバンド間遷移による負性抵抗ナノFET

超高周波発振素子を持つ化合物半導体ICの実現へ

私たちは、サブバンド間遷移を利用した負性抵抗電界効果トランジスタ (FET) を世界で初めて実現した。原子層レベルで平坦なナノ構造を作製し、サブバンド間における電子移動度の違いを利用すると負性抵抗が発現する。この素子は、三端子構造であるため集積化に有利であり、ゲート電極により負性抵抗を自由・自在に制御できる。また、その負性抵抗特性から、テラヘルツ帯 (100 GHz ~ 数 THz) での超高周波発振素子としての可能性がある。

InGaAs quantum-wire field-effect transistors (QWR-FETs) have been fabricated on (311)A InP V-groove substrates by hydrogen-assisted molecular beam epitaxy. Enhanced negative differential resistance (NDR) effects with a peak to valley ratio (PVR) as high as 13.3 have been observed at an onset voltage of 0.17 V in the QWR-FETs at 24 K. The NDR-FET is a velocity modulation transistor based on a subband transfer of electrons from the high mobility fundamental level to the low mobility higher subband levels. The NDR effects were observed up to 260 K as the In content was increased to 0.8. A unique feature of the QWR-FET is that NDR effects are controllable with the gate bias in a three-terminal configuration, and they are favorable for high speed and high frequency modules with reduced circuit complexity.

江崎博士のノーベル賞受賞の対象になった江崎ダイオードで知られる負性抵抗素子は、数100GHzの超高周波を発振できるため、今日でもテラヘルツ帯 (100 GHz ~ 10THz) における発振素子としての応用を目指し、高性能のガンダイオードや共鳴トンネルダイオードの開発が進められている。しかし、これまでの負性抵抗素子は2端子のダイオード構造が主であり、集積化に有利で特性を自由に制御できる3端子のものはほとんどなかった。今回、素子内の電子通路が原子レベルで平坦なナ

ノ細線構造を用いて、きわめて明瞭な負性抵抗を示す新しい現象に基づく速度変調型のナノFETの開発に成功した。この素子は、ナノ細線中のサブバンド間を電子が遷移する現象を利用した新しい負性抵抗FETで、しかも3端子構造であるため、ダイオードと違って負性抵抗を自由・自在に制御できる特徴を持っている。

図1は、この研究で用いたIn_{0.53}Ga_{0.47}As ナノ細線構造の断面透過電子顕微鏡写真である。図の中心部に見える黒い部分がナノ細線構造で、電流は紙面に垂

菅谷 武芳 Takeyoshi Sugaya
t.sugaya@aist.go.jp

光技術研究部門
光電子制御デバイスグループ 主任研究員

1994年筑波大学大学院工学研究科博士課程修了。同年電子技術総合研究所電子デバイス部入所。分子線エピタキシーを用いた化合物半導体量子ナノ構造の作製とデバイス応用の研究に従事する。2000~2001年のアリゾナ州立大学客員研究員を経て、現在に至る。

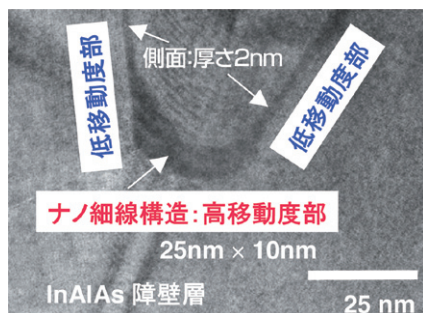
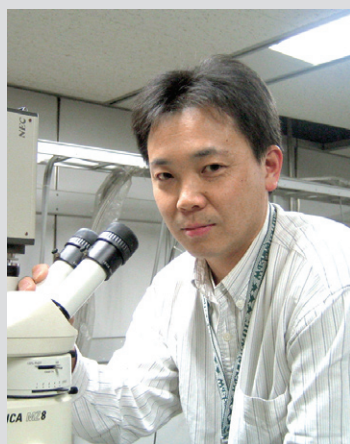


図1 ナノ細線構造の断面透過電子顕微鏡写真

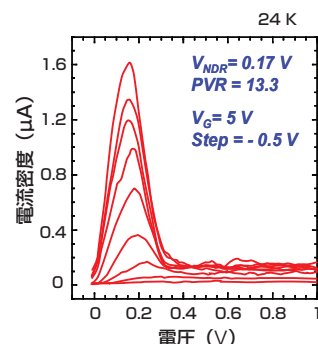


図2 量子ナノFETの電流-電圧特性
明瞭な負性抵抗が観察される。

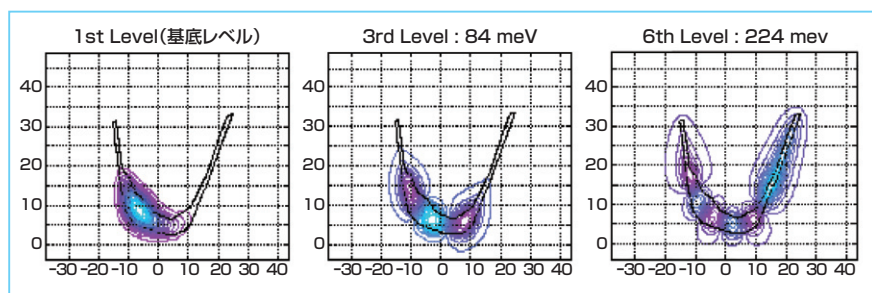


図3 ナノ細線構造における電子波導関数の分布
高次サブバンドになるほど電子移動度の低い側面部分に電子が分布する。

直の方向に沿ってナノ細線中を流れる。これまで、非常に細く小さなナノ細線構造を作製すると、その境界面での凹凸が電子の運動の妨げとなり、高品質で高移動度をもつナノ構造を作製できないという問題があったが、ここでは原子状水素やV族クラッキングソースを用いた独自の分子線エピタキシー技術を用いてこれを解決し、高品質なナノ細線構造の作製を可能にした。ナノ細線をチャネルとするトランジスタ構造を作製したところ、図2のような低電圧 (0.17V)、高ピーク/バレイ比 (13.3) で顕著な負性抵抗を示す素子が得られた。

一般に知られている負性抵抗効果が発現する要因としては、加速された電子の低移動度障壁層への実空間遷移やガン効果がある。しかし、この素子では、負性抵抗の発生時にゲートリーク電流が認められないため障壁層への移動ではなく、発現電圧が低いためガン効果でも説明できない。また、その構造から共鳴トンネル効果によるものでもない。

この研究におけるInGaAsナノ細線構造の基底レベル、高次サブバンドレベルの電子分布を図3に示す。図の縦軸、横軸は図1の断面写真の空間座標に相当する。基底レベルの電子はナノ構造中の底に分布し、この部分は高品質であり電子移動度が高い。ドレイン電圧が低い場合、電子はエネルギー的

に安定なこの部分に分布している。一方、高次サブバンドになるほど、その電子分布はナノ構造の側面に主に分布しているのがわかる。側面の部分は2nmの量子井戸から成っており、その厚さが非常に薄いため、電子移動度がきわめて低い。基底レベルとのエネルギー差は約0.22eVであり、ナノ細線中の電子がドレイン電圧によってそのエネルギーを得ると、低移動度の高次サブバンド領域に遷移することができる。高次サブバンドでは、移動度が低いため電流は流れにくく、結果として負性抵抗が発現する。

このように、この素子は電子のサブバンド間遷移を利用した新しい速度変調による負性抵抗素子である。図4はナノ細線層のIn組成を0.8まで増加することにより、さらにナノ細線層の電子移動度を増加させた素子の温度特性である。図2に示すIn組成0.53の素子の場合には200K程度で負性抵抗が消滅したが、0.8のものでは260Kでも観測される。今後は、素子構造の最適化によって室温動作を目指す予定である。

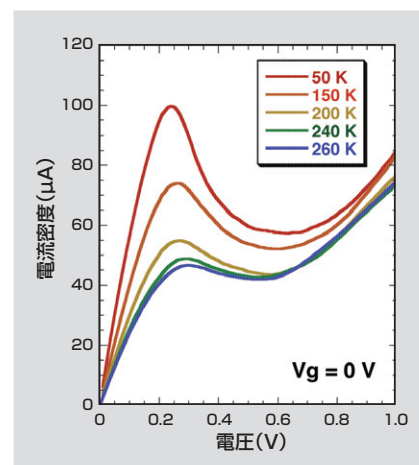


図4 In_{0.8}Ga_{0.2}As量子ナノFETの温度特性
260Kまで負性抵抗が観察される。

今回開発した素子は、通常のFETと同じ製作プロセスが使えるため集積化に適しており、これによって超高周波(数100 GHz)発振素子を搭載した本格的な化合物半導体集積回路を実現できる可能性がある。また、その負性抵抗特性からテラヘルツ帯での超高周波発振素子としても期待ができる。

テラヘルツ電磁波は、光と電波の中間領域に属し、その発生技術および検出技術が未開拓な周波数帯であり、半導体素子やICカード、郵便物など等の非破壊検査や、生体への安全性からX線に変わる医学分野への応用など、幅広い分野での応用が期待されている。しかし、現在小型で安価なテラヘルツ電磁波の発生源がなく、その実現が望まれている。今後は、今回開発した素子についてさらに検討を加えることで、これらテラヘルツ分野への応用が可能にしていく考えである。

関連情報：

- T. Sugaya et al : J. Appl. Phys., Vol. 97, p. 034507 (2005) .
- 日経産業新聞, 日刊工業新聞 : 2004年11月25日 .
- 特願 2003-14613 「負性抵抗電界効果素子」 .
- 特開 2002-299637 「負性抵抗電界効果素子」 PCT 出願 米国 10/472843、カナダ 2442127.

自己整合ゲート強誘電体FET

長期データ記憶で1T型FeRAM実用化を加速

次世代の半導体不揮発メモリデバイスとして期待される、強誘電体ゲートの電界効果トランジスタ（FET）を自己整合ゲート方式で作製し、さらにデータ書き込み後16日間経過しても 10^5 以上の大きなON/OFFドレイン電流比を保持できることを確認した。

この成果により、従来の非自己整合ゲート方式のままでは困難であった強誘電体ゲートFETの微細化が可能になるため、1トランジスタ型FeRAMや不揮発論理集積回路の開発が加速される。

A ferroelectric-gate field-effect transistor (FeFET) of a self-aligned-gate type has been fabricated. It has been demonstrated that an ON/OFF drain current ratio larger than 10^5 was held for 16 days after data writing. The success in this self-aligned-gate type means possible downsizing of FeFETs, which is indispensable for large-scale integration of non-volatile memory to the next generation. The development of one-transistor type FeRAMs and non-volatile logic integrated circuits will be accelerated.

近年、強誘電体メモリ（FeRAM）は、競合する半導体不揮発メモリの一つとして研究開発が盛んに行われている。FeRAMは、現在広く普及している半導体不揮発メモリであるフラッシュメモリと比べて、原理的にデータ書き換え耐性に優れており、書き換え速度も速い。現在、製品開発されているFeRAMは1T1C、2T2C（T：トランジスタ、C：キャパシタ）などと呼ばれ、制御トランジスタとメモリキャパシタが分かれたセル構成になっている。この型のFeRAMは読み出し時にデータを消失してしまうため、読み出し後の

再書き込み動作が必要であり、また複数デバイス（トランジスタ、キャパシタ）で1メモリセルを構成するために将来の高集積化にも限界が見えている。

一方、強誘電体ゲートFETは、1トランジスタでFeRAMを構成でき、データの読み出しが非破壊で、かつ、高集積化にも有利である。しかし、この基本的な動作原理が提唱され研究が始まって以来数10年経つが、強誘電体ゲートFETはデータ保持時間が短いという問題が長らく解決できず、絶縁バッファ層と強誘電体層の材料の選択

酒井 滋樹 Shigeki Sakai
shigeki.sakai@aist.go.jp
エレクトロニクス研究部門
主任研究員

強誘電体ゲートFETの他、超伝導超格子素子、大面積レーザーアブレーション製膜技術も研究している。

強誘電体ゲートFETは、ぜひ実用化までつなげたく奮闘している。

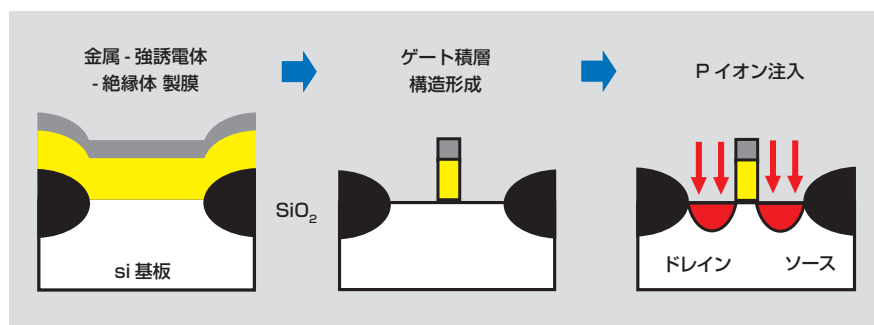
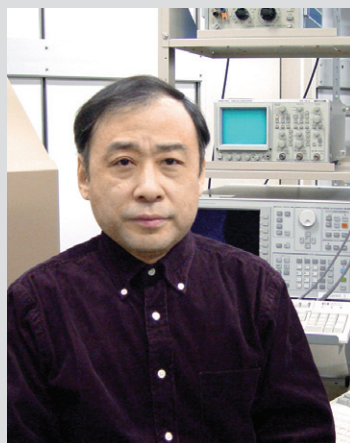


図1 自己整合ゲート方式による強誘電体ゲートFET作製工程

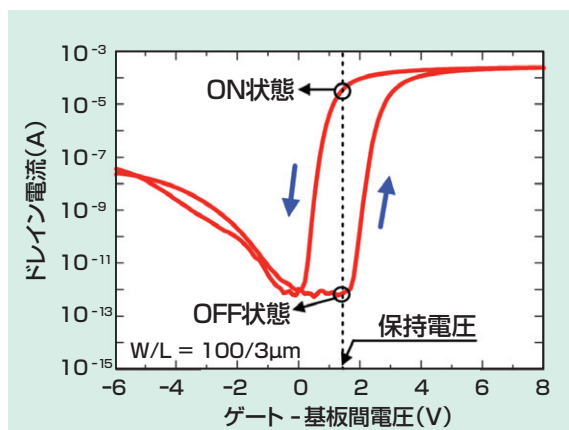


図2 自己整合ゲート方式による強誘電体ゲートFETのドレイン電流履歴曲線

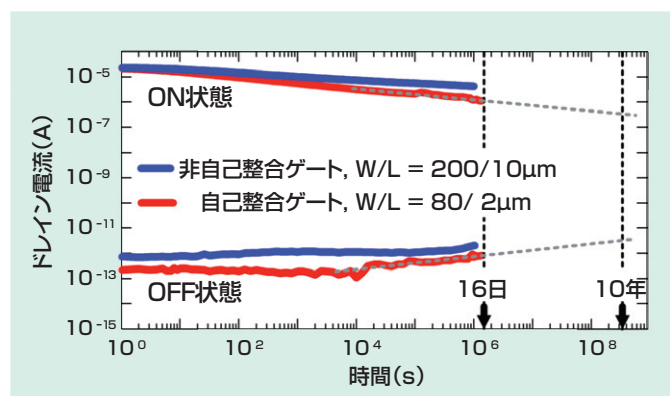


図3 自己整合ゲート方式の強誘電体ゲートFETのON/OFFドレイン電流比保持特性
非自己整合ゲート方式*によるデータも比較のため付記した。

と適切な形成プロセスの開発が最重要課題となっていた。その際、エッチングダメージの問題がこれに重なりと訳が分からなくなるので、強誘電体層と絶縁バッファ層はエッチングしない非自己整合ゲート方式を採用して、FETを試作するのが通例であった。

我々は2002年に、ゲート積層構造の絶縁バッファ層にハフニウム複合酸化物を、強誘電体層には $\text{SrBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9$ を導入することで、長いデータ保持時間の実現に成功した*。この成果をベースにしたSi基板のゲート積層構造に対して、今度は自己整合ゲート方式のFET作製の研究を進めてきた。非自己整合ゲート方式のままでは、ゲート電極を加工する際の光学マスクの位置合わせずれ量を考慮する必要があり、強誘電体ゲートFETの微細化が困難であったが、今回、自己整合ゲート方式による強誘電体ゲートFETの作製に成功したことにより、このマスクず

れマージンの考慮は不要となった。これにより、強誘電体ゲートFETの微細化の研究が可能となる。

まず、フォトリソグラフィ技術で残したゲート形状のフォトリソレジストをマスクにして、金属・強誘電体・絶縁体の積層をイオンビームでエッチングした後、P（リン）の陽イオンを打ち込んでソース・ドレイン領域を形成し、強誘電体ゲートFETを作製した(図1)。強誘電体分極履歴を表すドレイン電流のゲート電圧依存性を(図2)に示す。エッチングおよびイオン注入によるデバイス特性の劣化を抑制し、自己整合ゲート方式の強誘電体ゲートFETでは、世界で初めて良好なON/OFFドレイン電流比保持特性を示すことに成功した(図3)。

ゲート長 $2\ \mu\text{m}$ (1マイクロメートルは100万分の1メートル)の自己整合ゲート方式の強誘電体ゲートFETでは、データ書き込み後16日間が経過

しても 10^5 以上の大きなON/OFFドレイン電流比を保持していることを確認した。横軸はデータ書き込み後の時間、縦軸はドレイン電極に電圧を加えたときの読み出し電流 I_d であり、ともに対数で表している。情報‘1’、‘0’の読み出し電流の比が大きければ‘1’、‘0’の状態を識別できるので、この電流の比がデータ保持性能の指標となる。データ書き込み直後(1秒後)、この比は7桁程度であり、16日間経過して後もこの比はきわめて大きく、5桁以上を維持している。この傾向から類推すると、10年経過後もON/OFFドレイン電流比は4桁を保っていることになる。

この成果により、強誘電体ゲートFETの微細化の道が開けたので、1トランジスタ型FeRAMおよび不揮発論理集積回路の研究開発がいっそう加速されるだろう。

関連情報：

- 共同研究者：高橋光恵、堀内健史
- プレス発表 2004年12月15日
- プレス発表 2002年10月24日、S. Sakai: AIST Today Vol.3, No.1, 18 (2003).*

曝露・リスク評価大気拡散モデル(ADMER)

英語版開発とユーザーからの意見を取り入れた機能強化を実施

化学物質の広域大気濃度分布や曝露人口分布を予測するモデルADMERは、全国対応版であるVer. 1.0の公開から1年余りですでに1000人を超える利用者がおり、同種のソフトウェアとしては日本で最も普及している。今回、改良版とその英語版を開発し、2005年1月6日よりソフトウェアおよびユーザーマニュアルの無償配布を開始した。

The ADMER is a model for predicting wide area atmospheric concentration distribution and exposed population distribution of chemical substances. In a year since its first publication of ADMER Ver. 1.0, for the nation-wide coverage, the software has been utilized already by 1,000 or more clients. It is one of the most popular software of this kind in Japan. An English Version and a Revised Edition of ADMER have been developed. The software and user manual will be provided free of charge from January 6, 2005.

ADMER (Atmospheric Dispersion Model for Exposure and Risk Assessment) は、関東地方や近畿地方のような地域スケールでの化学物質濃度の時空間分布の推定を目的としたソフトウェアである。これは5×5kmの空間分解能と6つの時間帯について1ヵ月の平均値の推定を実現できる性能を持っている。

ADMERには、大気中濃度および沈着量の分布を推定する機能に加えて、グリッド排出量を作成する機能、気象データを集計・補間して解析する機能、

曝露人口分布の計算のように推定濃度を解析する機能などが含まれている。また、計算操作や結果の管理を助けるグラフィック・ユーザーインターフェイスや、発生源、濃度、沈着量分布のマッピング表示、任意の地点での値の抽出など、曝露評価に用いる基本的な機能はほぼ実装されている。

これらの機能によって、シミュレーションモデルの専門家だけでなく、リスク評価に携わる研究者や評価者、さらに国や自治体などの行政担当者や企業においても広域の時空間濃度分布の

東野 晴行 Haruyuki Higashino
haru.higashino@aist.go.jp
化学物質リスク管理研究センター
環境曝露モデリングチーム 研究チーム長

これまで、主に環境曝露濃度を推定するモデルの開発や排出量推計の分野で研究に携わってきており、得られた成果はADMERのようなソフトウェアやリスク評価書として、広く社会に還元してきた。今後も、ツールや評価書のような“目に見える製品”を生み出すという明確な目標を持って研究活動を行っていきたいと考えている。また、モデルだけでなくリスク評価手法についてももっと勉強し、化学物質管理政策への提言を行えるようになればと考えている。今後は日本だけでなく開発途上国における環境リスク問題にも積極的に取り組んでいきたい。

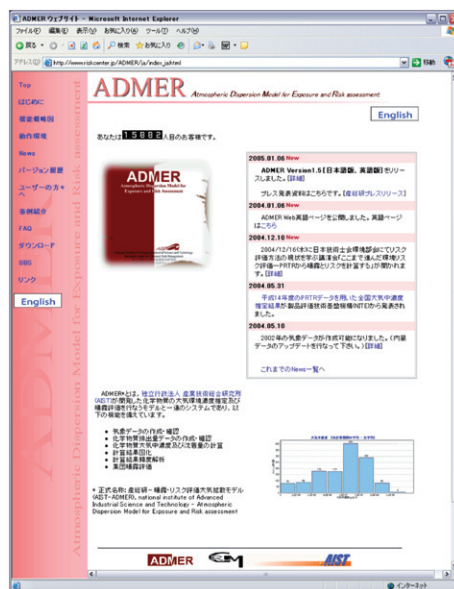
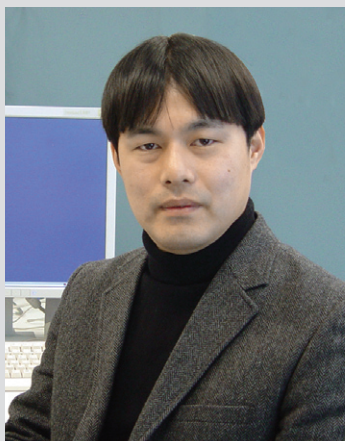


図1 ADMERのウェブサイト
(<http://www.riskcenter.jp/ADMER/>)
上記サイトから誰でも無償でダウンロードして利用可能。

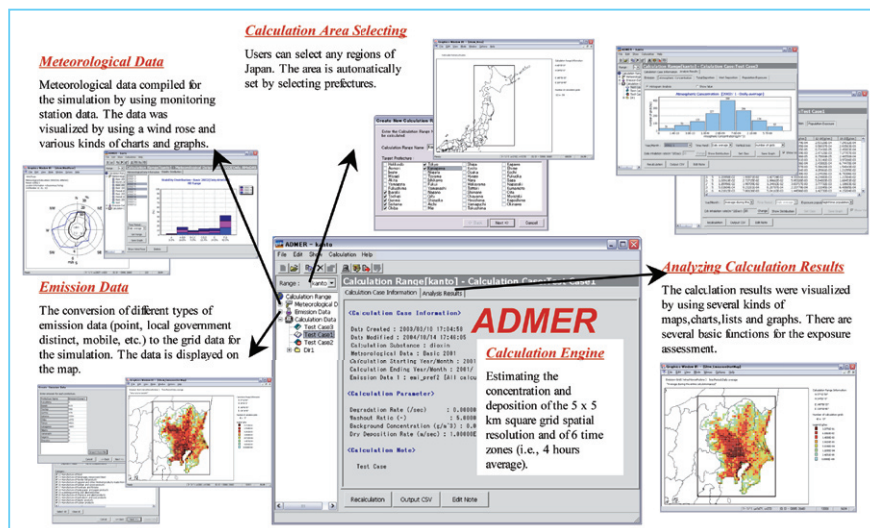


図2 ADMER 英語版 (ver.1.5e) のユーザーインターフェイスと主要機能の概略

推定が可能となった。

ADMERは、全国対応版であるVer. 1.0の公開から1年余りですでに1000人を超える利用者がおり、同種のソフトウェアとしては日本で最も普及しているものである。現在、以下に示すような用途で、さまざまな場所で利用されている。

- 国や地方自治体における環境政策実施の裏付けやリスクコミュニケーションの材料として
- 教育機関やNGO、企業での環境教育の題材として
- 企業での自主管理のバックグラウンドデータとして

このように、さまざまなところで活用されているADMERであるが、今回、日本語版の改良版とその英語版 (ver. 1.5e) を開発し、2005年1月6日よりソフトウェアおよびユーザーマニュアルの無償配布を開始した。

従来の日本語版Ver. 1.0にユーザーからの意見を取り入れて、排出量・気象データ管理機能の強化や計算・解析機能の強化を実施した。さらに、内蔵データを最新のものにアップデートし、利用可能なデータの種類も増加した。このような機能強化等を行ったこ

とにより、簡便な操作を保ちつつ評価精度を向上させることができた。特に、自動車からの排気ガスの排出量分布を推計するには、Ver. 1.0では車種別の排出係数を専門的な技術文書から入手して入力する必要があったが、交通量を割り振りに利用できるようになったことにより、Web上などから容易に入手できるPRTRの集計結果（移動体は県別に集計）を利用して地域分布を推計することが可能となった。これにより、ベンゼンなど自動車からの排出が大きい化学物質のリスク評価が、これまでより簡便な手順で高精度に行うことができるようになった。

ADMERは、これまでは日本語のみの対応であったが、英語によるユーザーインターフェイスが利用できる英語版 (ver. 1.5e) を開発した。今回リリースされた英語版では、モデルの運用に必要な内蔵データ（人口、土地利

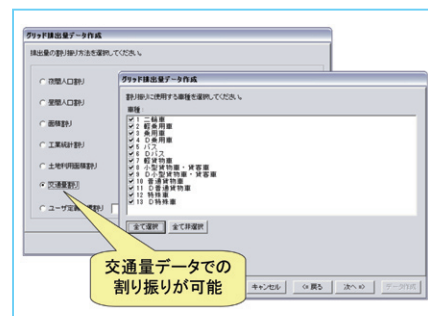


図3 Ver. 1.5の追加機能の一つ
都道府県別排出量等からグリッドへの割り振り
指標として、車種別交通量が利用可能に。

用、工業統計データ等) の制約上、解析可能地域は日本国内に限定されているが、前述の機能強化とデータのアップデートは、英語版にも反映した。英語版のリリースにより、ADMERの国際的認知度が高まると同時に、海外や国内の外国人ユーザーが大きく増加することが予想され、日本市場への参入のための環境影響調査、日本をケーススタディとした曝露・リスク評価の実施、開発途上国からの環境研修プログラムなどの分野での利用が期待される。

今後は、ADMERの基本グリッド間隔である5×5 km以下の濃度分布を推定する機能（サブグリッドモジュール）の開発や、今回リリースした英語版を発展させた日本以外の地域で適用できる国際版の開発、中国など今後リスク評価が重要となってくる地域での適用を計画している。

関連情報：

- ADMERのWebサイト：<http://www.riskcenter.jp/ADMER/>
- 東野晴行, 北林興二, 井上和也, 三田和哲, 米澤義堯：大気環境学会誌, 38 (2), p.100-115 (2003) .
- 東野晴行, 井上和也, 三田和哲, 篠崎裕哉, 吉門洋：環境管理, 40 (12), p.58-66 (2004) .

太陽熱高反射塗料の自動車ボディへの適用

自動車の実燃費向上によるCO₂排出削減を目指して

日射反射率の高い太陽熱高反射塗料を自動車ボディに使用すると、カーエアコンの稼働を削減できる。われわれの計測実験では、ボディの反射率が67.26%上昇すると、カーエアコンによる燃料消費はほぼ半減することがわかった。実際に高反射塗料を使用すると、5-40%程度の反射率の向上をもたらすので、実燃費向上への寄与が大いに期待される。

Solar reflective paint (SRP) is considered as one of the most effective technologies to reduce energy consumption for cooling of buildings and is expected to mitigate heat island effect in urban areas. We applied SRP to automobile bodies and measured fuel consumptions for automobile air conditioning systems. Our preliminary measurements showed that a rise of body reflectivity by 67.3% reduces the fuel consumption for cooling by half. Because the application of SRP was demonstrated to raise the surface solar reflectivity by 5-40 percents, it is well expected to contribute to improving vehicle fuel efficiency.

井原 智彦 Tomohiko Ihara
ihara-t@aist.go.jp

ライフサイクルアセスメント研究センター
地域環境研究チーム

太陽熱高反射塗料など建築物の省エネルギー技術導入は都市環境にも影響するため、相互作用を考慮した建築・都市でのCO₂排出削減・熱環境緩和効果の総合評価をおこなっている。加えて、地域産業のライフサイクルアセスメントのケーススタディとして、岩手県における廃棄物処理システムの環境影響評価も進めている。

今後は、評価対象地域の持続可能な社会作りに向けて、ライフサイクルでの環境影響評価手法を開発していくとともに、最適化もしくはロジックモデルを基盤とする技術選択ツールも開発し、地域特性を考慮した最適な技術・システムとその導入方策の提案・発信をおこなっていく予定である。



「太陽熱高反射塗料」(高反射塗料、solar reflective paint)は、高い日射反射率(太陽熱反射率)をもつ塗料である。高反射塗料は、断熱効果のある中空体のセラミックビーズを含有しており、そのセラミックが太陽放射を反射するとともに、中空ビーズにすることによって断熱状態が形成されるので、吸収熱を効率よく放射できる。また、顔料に関しても、屈折率・形状・寸法の異なる多くの顔料の中から太陽放射

に対して高反射性を発揮する形状を持つ顔料を選定し、樹脂とのコンビネーションを図っている。これらの機構により、太陽放射の50%を占める近赤外線領域の反射率を向上させ、通常の塗料と同色にもかかわらず高い日射反射率を実現している。

高反射塗料は、冷房需要削減による省エネルギー効果とヒートアイランド緩和効果の双方を目的としており、「遮熱塗料」や「高アルベド塗料」とも呼ば

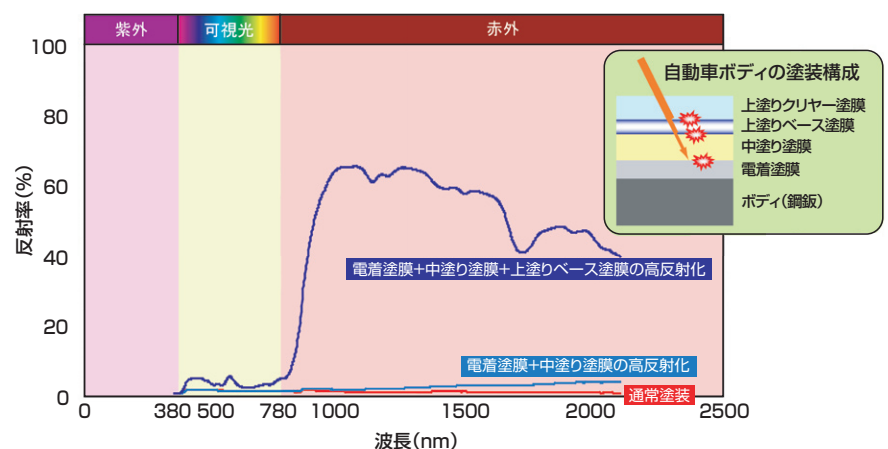


図1 自動車ボディ塗装(ブラック209)の高反射率化

自動車ボディ塗装構成の中で、電着塗膜+中塗り塗膜+上塗りベース塗膜の高反射率化をおこなうと、太陽放射エネルギーの47%を占める可視光領域の反射率は据え置かれるが、50%を占める近赤外線領域の反射率は大幅に向上する。その結果、たとえば、図に示した黒色系統(ブラック209)では、通常塗装に比べて46.9%の反射率向上が見込める。



図2 模型による表面温度の比較

左側が通常塗装車、右側が高反射塗料による塗装車である。太陽光を模した光源で照らすと、同色にもかかわらず高反射塗装車は通常塗装車より表面温度が低くなる。

れている。わが国でも、地球温暖化問題に伴う民生部門のエネルギー需要削減の必要性和ヒートアイランド問題の深刻さと相まって、高反射塗料はとにかく脚光を浴びるようになっており、ここ数年、冷房需要が大きい工場や倉庫を中心に導入が始まっている。

われわれは、建築・都市環境への高反射塗料の導入について評価をおこなってきたが、現在、自動車ボディへの使用の評価も始めている。自動車のCO₂排出を左右する燃費は、自動車単体でみると燃費(カタログ燃費)は年々向上しているが、実走行時の燃費(実燃費)は一向に改善されないでいる。実燃費を悪化させる要因のひとつとしては夏場のエアコン使用が考えられるが、自動車ボディに高反射塗料を使用すると、カーエアコンの稼働を削減し、自動車の実燃費の向上、さらに運輸部門のCO₂排出の削減が期待できる。

現在、自動車ボディへの使用評価の基礎実験として、同車種・同年式でボディ反射率の異なる2台の乗用車を用意し、2台とも屋外で長期間ただ静置あるいはエアコンを稼働しながらアイドリングさせることで、反射率の違いによって生じる室内熱環境と燃料消費量の差を計測している(ただし、今

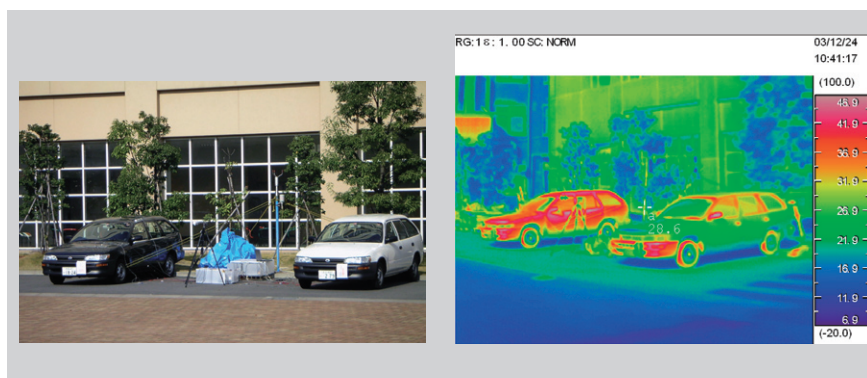


図3 実車による反射率の比較計測実験(写真とサーモグラフィ画像)

左側に低反射率車(ダークグリーン 6P2)、右側に高反射率車(ホワイト 040)、間に計測装置を設置して、両者の燃費・内外温度と気象条件を計測した。サーモグラフィ画像から、高反射率車は低反射率車に比べて表面温度が低いことが確認できるが、同時に、車内温度も抑えられている。

回の実験は、同色の通常塗料と高反射塗料の比較ではなく、異なる色の通常塗料の比較である)。これまでの計測実験では、自動車の燃料消費量と車内外各部の温度を計測するとともに、外気温、湿度、日射量・赤外放射量および風向・風速を計測した。そして、同時に、外気条件と車内設定温度を入力することによって、カーエアコンの稼働量(空調負荷)を算出する「自動車熱負荷シミュレーションプログラム」を開発した。

計測実験の結果によると、12月の晴天日に、窓を開けずに静置した場合、反射率が6.43%の「低反射率車」の車内温度は40℃近くに達するのに対し、73.69%の「高反射率車」(反射率差67.26%)の車内温度は、5℃低い35℃近くまでしか上昇しなかった。シミュレーションを組み合わせると、同条件下でさらに25℃を維持する

ようカーエアコンを稼働してアイドリングさせた場合、「高反射率車」は「低反射率車」と比べてエアコン稼働による燃料消費はほぼ半減、アイドリングによるものを合算しても10%近く燃料消費を削減していることがわかった。

塗料メーカーは、自動車用塗装システム(電着塗膜+中塗り塗膜+上塗りベース塗膜)を高反射塗料化することにより、色彩にもよるが5~40%程度の反射率向上が可能としており、高反射塗料の自動車ボディへの使用は、自動車の実燃費の向上に寄与することが期待される。

今後、実際の導入に向けて、走行時の計測、さらに実際に高反射塗料で塗装した自動車による計測をおこない、太陽熱高反射塗料の導入による実燃費向上ならびにCO₂排出削減量を評価していく予定である。

関連情報:

- 共同研究者: 玄地 裕, 三木勝夫, 村瀬俊和(三木コーティング・デザイン事務所), 長尾五郎(日本ペイント株式会社), 松橋隆治, 吉田好邦(東京大学)。
- 相田洋志, 井原智彦, 永山雅之, 吉田好邦, 松橋隆治, 村瀬俊和, 三木勝夫, 長尾五郎, 木下正勝: 第20回エネルギーシステム・経済・環境コンファレンス講演論文集, p.431-434 (2004)。
- 井原智彦, 半田隆志, 松橋隆治, 吉田好邦, 石谷 久: 電気学会論文誌C, Vol.123, No.8, p.1493-1501 (2003)。

光導波路法による露点の高感度測定

ガス中の水分を高感度に測る

スラブ光導波路分光法は、薄いガラス板などを光導波路として用いる分光法であり、表面に選択的で高感度である。この研究では、この分光法を応用した露点計を試作した。水分を含む窒素ガスを発生させ、装置の評価を行ったところ、非常に低い水分量でも高感度かつ迅速に検出することができた。

Slab optical waveguide (SOWG) spectroscopy is the optical absorption spectroscopic techniques using a thin planer waveguide as an internal total reflection medium. Remarkable features of this technique are the selectivity to the surface and the high sensitivity. As a new field of the application, an experimental dew point measurement system based on the SOWG technique was tested for moisture analysis in high purity gases. It was consisted of a thin glass plate with the thickness of 0.1 to 0.5 mm, optical detecting components and a Peltier cooler. Our results show that this system has the good sensitivity and quick response.

工業的に用いられる高純度ガス中の水分は、製造工程の歩留まりや製品の品質に影響を与える。そのため、ガスを管理する上で水分測定の重要性は非常に高く、さまざまな水分測定法が開発されている。ガス中の水分量は、一般に露点で表される。露点とはガス中の水分が飽和して露が生じる温度であり、水分が少ないほど露点は低くなる。露点を直接測定する光学式露点計は、種々あるガス中水分測定法の中でも動作原理が単純で正確な水分測定ができる標準的な方法とされている。具体的には、金属鏡面をペルチェ素子などを用いて冷却し、表面が露あるいは霜の生成によって曇る温度を温度計で測定

することにより、露点を測定する。この方法の問題点の一つは、水分がきわめて少ない高純度ガスでは、凝集する露の量が非常に少ないことから、露点の検出が困難になり、応答時間が長くなるとともに精度が低下することである。

光導波路分光法は分光学的分析手法の一つであるが、以下のような特徴により、表面付近の試料を選択的かつ高感度に検出することが可能である。光導波路法では光導波路内を反射しながら伝播するプローブ光によってエバネッセント波が生じる。このエバネッセント波が、導波路表面近傍の試料に吸収されることにより、伝播するプローブ光が減衰する効果を利用する多

加藤 健次 Kenji Kato
k.kato@aist.go.jp
計測標準研究部門
有機分析科 科長

光導波路を利用した光導波路分光法により、界面の状態や吸着物質の高感度分析法の開発などを行ってきた。いろいろな応用や発展が期待される手法であり、企業との共同研究などでこれらの研究を継続中である。現在の主な研究課題は、標準ガスの開発であり、この中で高感度なガス分析法の一つとして導波路分光法の研究を行っている。光導波路を用いたガスセンサーに関する報告例は多いが、まだ実用化には至っていないことから、本手法については、是非実用化まで持っていきたいと考えている。

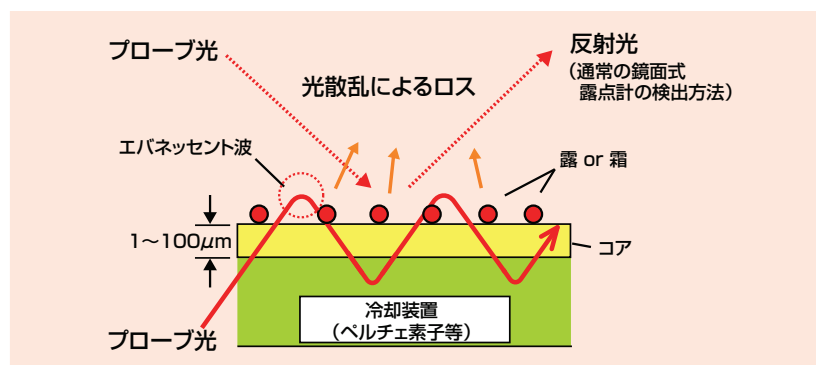
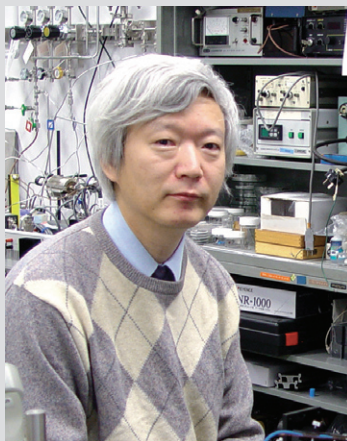


図1 光導波路法による露点測定の実験原理説明図

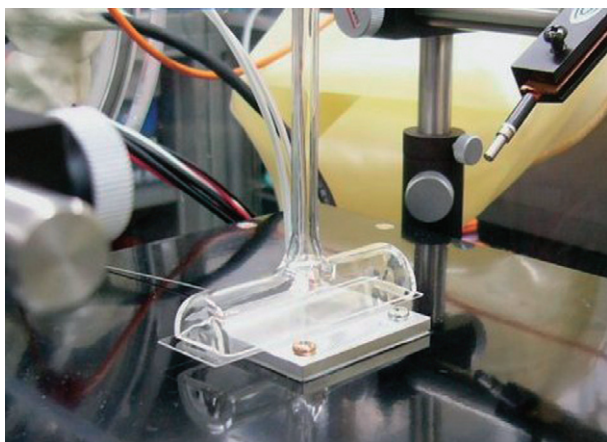


図2 検出部の拡大写真

中央アルミ板の上に石英薄板の光導波路があり、上からガラス製の漏斗により試料ガスを光導波路表面に導いている。

重内部反射方法の一種である。導波路1 cmあたり数10～数100回とされる多重反射により、高感度化が可能になる。また、エバネッセント波を利用するため導波路表面近傍の試料に対する選択性が高い。この手法は、これまでLB膜中の色素やたんぱく質などの吸着現象などを対象にした研究に用いてきた^{*1～*4}。

今回の試みは、このような光導波路法の特徴を露点測定と組み合わせ、高精度の水分測定法を開発しようとするものである^{*5～*6}。図1は、光導波路法による、露の検出の様子を表したものである。数ワット程度のハロゲンランプの光を光ファイバーで導きプローブ光として用いている。プローブ光は、光導波路の端面から入射し、内部を全反射で透過した後、再び端面から出射して光ファ

イバーに取り込まれ、光検出器で検出される。光導波路上に冷却による露あるいは霜が生じると、表面でプローブ光が散乱されて、透過するプローブ光強度が減少することを利用してしている。図2は、試作した露点測定装置の検出器部分の写真である。光導波路として用いられている石英薄板が冷却装置の上に載っており、ここに試料ガスが吹き付けられるという単純な仕組みである。現在は検出部がむき出しになっていて全体を大型の密閉容器内に設置してあるが、将来的には、小型の密閉系の検出部にする予定である。また、用いている冷却器の性能の限界から、現状での測定可能な露点は -65°C 付近であるが、冷却器の性能を向上させることにより、 -80°C 以下の露点測定が可能である。

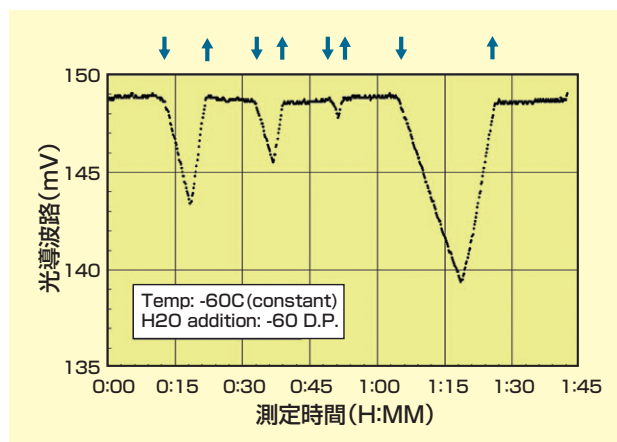


図3 水分ガスと乾燥ガスを交互に流した場合の応答例

↓の点で水分ガスへ切り替え、↑で乾燥ガスへ戻している。

図3は、光導波路をおよそ -60°C に冷却しておき、露点がほぼ -60°C 程度の水分を含む窒素ガスと乾燥窒素を交互に流した場合の測定結果の例である。下向きの矢印の点で水分ガスを流し、上向きの矢印の点で乾燥窒素に戻している。水分を含むガスの導入時間はそれぞれ、7分、5分、2分、15分であるが、水分濃度の変化に素早く応答していることがわかる。一方、並列に接続した静電容量式水分計では、一定の露点表示になるまでに長い時間を要し、また乾燥ガスに戻した場合に元通りの指示になるにはさらに長い時間がかかった。また、露点 -50°C から -60°C の範囲の水分を含む窒素ガスを静電容量式水分計と試作露点計に導入し、両水分計による測定値を比較した結果では、良い相関を示すことも確認できた。

関連情報*

- 1 K. Kato, A. Takatsu, N. Matsuda, R. Azumi and M. Matsumoto, Chem. Lett., 1995,437.
- 2 N. Matsuda, A. Takatsu and K. Kato, Chem. Lett., 1996,105.
- 3 K. Kato, A. Takatsu and N. Matsuda, Chem. Lett, 1999,31.
- 4 加藤健次, ぶんせき, 133 (1995)
- 5 加藤健次, 高津章子, 松田直樹, 特許第 2802361 号、特開 2004-108940.
- 6 内田直子, 加藤健次, 高津章子, 分析化学, No3 (2005), 掲載予定.

マイクロ3次元ステージ MEMS技術で、SMPを小型化・高性能化

特許 第3533443号 (出願2000.10.5)

● 関連特許 (特許: 海外1件 出願中: 海外2件、国内2件)

目的と効果

走査型プローブ顕微鏡 (SPM) の走査機構を小型化し、SPMの付加価値を高めることを目的として、静電アクチュエータを用いたマイクロ3次元ステージの開発を行いました。小型化により、高速走査、低ドリフト化が期待でき、SPMを種々の装置内に組み込むことが容易になりました。

[適用分野]

- 走査型プローブ顕微鏡
- 精密3次元位置決め機構
- マイクロマニピュレータ
- 流量制御バルブ
- 光学的なフィルタやミラー

技術の概要、特徴

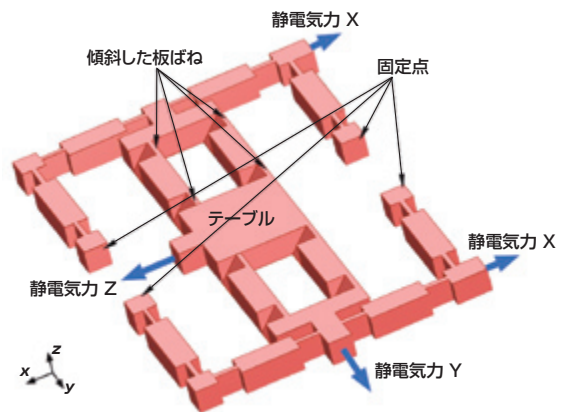
MEMS (micro electromechanical system) 技術を用いて開発したマイクロ3次元ステージを、SPMに組み込み動作を確認しました。マイクロ3次元ステージでは、3組の静電アクチュエータにより、弾性サスペンションにより支持されたテーブルを駆動します。このとき、サスペンションの形状を工夫することで、基板に対して平行な静電アクチュエータの変位を、3次元の運動に変換しています。試作したマイクロ3次元ステージの動作範囲は、最大で水平方向が10 μm 、垂直方向が2.5 μm です。

なお、マイクロ3次元ステージで用いている運動方向の変換機構は、流量制御バルブ、光学的なフィルタやミラーなど多様な機構に応用可能と考えられます。

発明者からのメッセージ

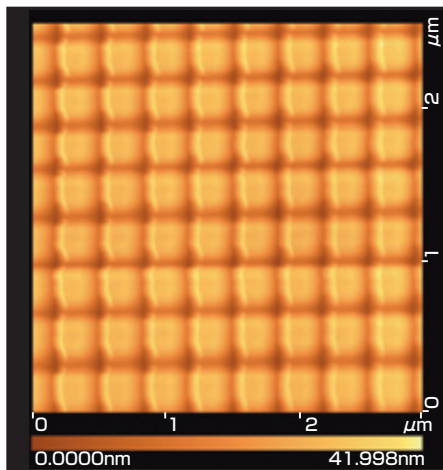
マイクロ3次元ステージは、数百℃までの高温で動作させることが可能で、ノーヒステリシス、低ドリフトなどの特長があります。また、サイズが小さいので、真空装置などに組み込むことも容易で、用途・仕様に応じて様々なバリエーションが考えられます。

現在、製品化を前提とした共同研究先・技術移転先を募集しています。

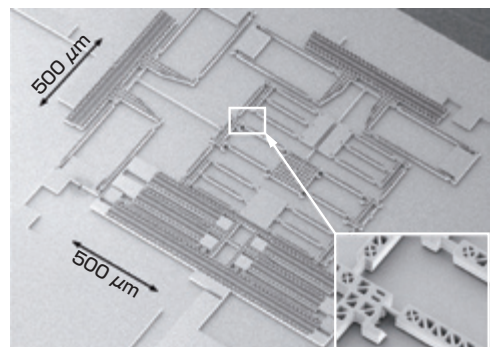


駆動の原理

基板に平行な力を3次元の動きに変換する



マイクロ3次元ステージで観察した
テーブル上の格子パターン



電子顕微鏡写真

ステージ全体と斜めの板ばねの拡大写真

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/>

調光ミラー

鏡にしたり透明にしたりできるガラス

特許 第6762871号 (出願2003.3)

● 関連特許 (出願中: 国内3件)

目的と効果

調光ミラー薄膜材料とは、鏡の状態と透明な状態がスイッチングできる新しい調光材料で、これをガラス等の透明材料にコーティングすることで、光の透過や反射を自由にコントロールすることが可能になります。

このような材料が実用化できれば、建物の窓にこの調光ミラーを用いることで、外部から入ってくる太陽光を効率的に遮蔽し、建物内部の冷房や照明にかかるエネルギーを大幅に低減することができます。

[適用分野]

- ビルや住宅の窓材
- 光スイッチ
- 家具
- 玩具

技術の概要、特徴

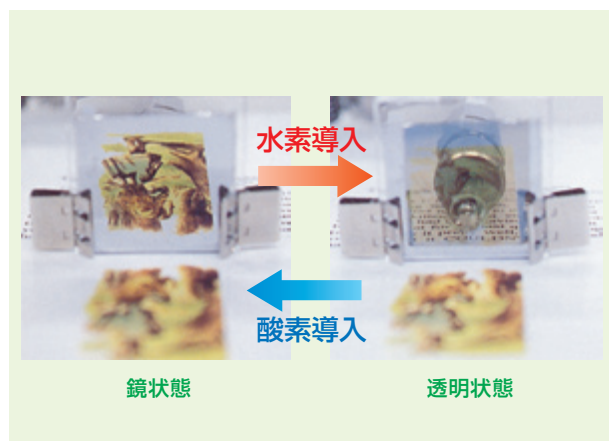
本技術は、マグネシウム・ニッケル合金薄膜を用い、鏡の状態にしたり透明にしたりというスイッチングが行える新しい調光材料に関するものです。この調光ミラーは、水素・酸素の雰囲気制御（ガスクロミック方式）や電気化学作用（エレクトロクロミック方式）等により鏡状態と透明状態との間を自由に変化させることが可能です。

これまで希土類金属薄膜を用いた調光ミラー材料は報告されていますが、本材料では安価で豊富なマグネシウムとニッケルを原料に用いることから、大型ガラスへのコーティングに適しています。また、マグネシウムとニッケル合金薄膜で従来報告されている Mg_2Ni に比べて透明時における可視光透過率がはるかに優れた新しい組成の薄膜を開発しました。

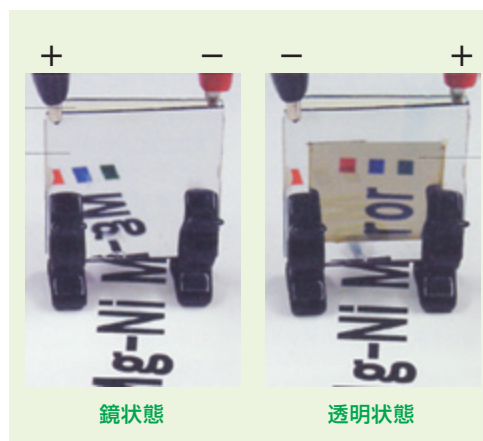
発明者からのメッセージ

マグネシウム・ニッケル合金薄膜は、ガラス以外のプラスチック等にも自由にコーティングできるため、窓ガラス以外にも、光スイッチング材料、家具、玩具などの様々な用途も考えられます。

鏡の状態と透明な状態が自由にコントロールできる材料は、これまでになかった新しい材料であり、私達も想定していないような新しい使い道もあるのではないかと期待しています。



ガスクロミック方式による変化



エレクトロクロミック方式による変化

産総研イノベーションズ
(経済産業省認定 TLO)

紹介案件担当者 山上

〒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

製品につながった。

特に、画像処理サブルーチンパッケージ「SPIDER」[※]は、日本の画像処理研究・実利用化を手助けした「道具箱」として極めて高い評価を得ている。当初から公開を目的とした画期的なものであり、国立研究機関のソフトウェア資産として初めて公開（1980年）された。国内外1200以上の機関に配布され、広範な研究者・技術者に利用された。384個のサブルーチンによる手法の網羅性、多くの種類のコンピュータで利用可能な汎用性という特徴を有し、画像処理システム構築の基本技術として多くの機関で利用され、現在も産総研TLOを通じて販売中である。日本の画像処理研究の裾野を広げるとともに、その水準を引き上げ、中小企業を含めた画像処理産業の隆盛に大きく貢献した。

3. 視覚情報処理技術

視覚情報処理技術開発の経緯と創出されたアウトカムの推移を図3に示す。物体認識から視覚情報処理研究への流れの中で、レンジファインダー（奥行き計測の新手法）の提案と実証、エッジ検出・延長処理による物体認識技術、三次元視覚システム、全焦点画像（立体全体にピントのあった画像）処理技術などの成果を上げてきた。これらの技術は、企業の生産現場や製品に応用され、生産の省力化、ベンチャー創出などのアウトカムに結実している。

特に、エッジ検出・物体認識手法は、あるメーカーの製品検査に応用され、省人化と品質向上に大きく貢献している。同社では、約300台を自社内に導入し自動化することで、1台当たり数十人規模から数人規模までの省人

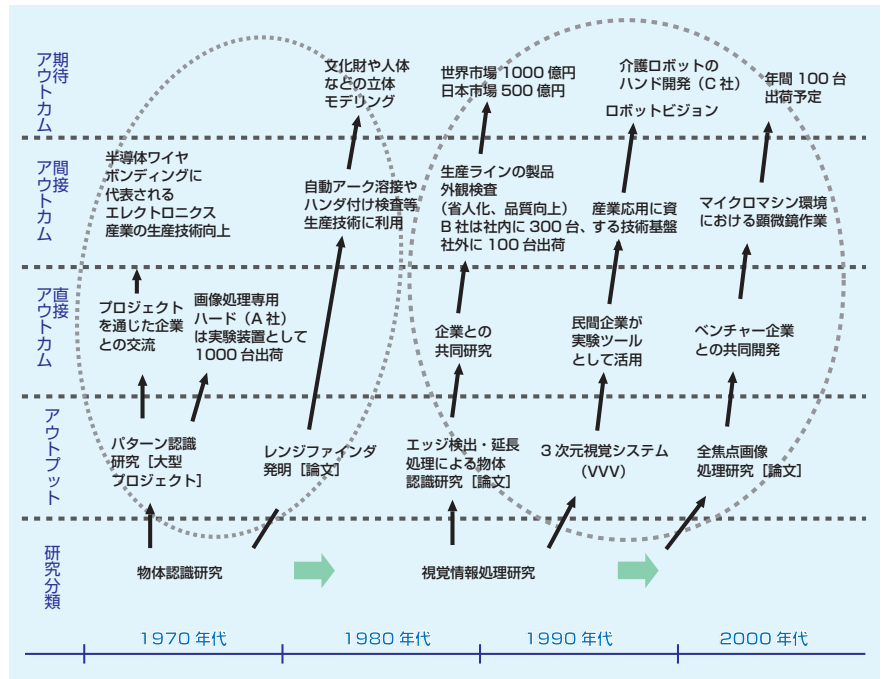


図3 アウトカム全体推移（視覚情報処理関連）

化を達成した。また、社外メーカーにも約100台納入され、不良品返品、クレームの70%削減という著しい品質の向上を達成している。その経済効果は全体として100億円以上と試算された。

4. 中核研究拠点としての役割（組織としてのアウトカム）

公的研究機関には産業・社会の方向性を先取りし、新たな研究分野の開拓を先導的に進める中核拠点としての役割が期待されている。

外部関係者への聴き取り調査から、画像情報処理という技術面だけでなく産学官連携の中核拠点として大きな役割を果たしてきたことを確認できた。大型プロジェクトの推進、産業技術基盤（ソフトウェア、標準、など）の構築と普及、研究成果の積極的な移転、研究人材の育成と供給、など多様な面でわが国の画像情報処理産業の発展に貢

献してきたことを多くの関係者が指摘している。情報技術の興隆期において優れた研究成果が産業界のニーズ（コンピュータを用いた生産性向上）と適合し、相乗的な波及効果を産み出してきたことを確認できた。

一方、今後の期待についても多くの意見が寄せられている。産業・社会ニーズに沿った研究に対する期待とともに、オピニオンリーダーとして情報技術研究の方向付け（新たなコンセプト）、存在感のある研究の遂行を期待する声

※：「SPIDER」の産業技術史上の意義と役割については、「技の水脈、人の山脈」、(情報処理推進機構、2004年)に詳しく述べられている。

お問い合わせ

技術情報部門

- E-mail : tid-geneaff@m.aist.go.jp
- http : //unit.aist.go.jp/techinfo/

測光標準

次世代光源の評価技術につながる空間照明を測る基準

測光とは

現在用いられている光度(明るさ)の単位カンデラ(cd)は、国際単位系(SI)の中で唯一の感覚量に基づく基本単位である。人間が生活上必要とする情報のかなりの部分は目から得ており、その情報は実生活に密接にかかわってきた。そのため、生活に不可欠な高密度の情報を昼夜にかかわらず取り込む必要から、人工照明が発展した。しかし、目を感じる明るさは感覚量である。照明環境を再現良く正確に評価するために導入されたのが、測光標準であり、測光単位である。

光度の定義と実現方法

古来の測光の単位に使われていた「燭しよく」は、ろうそくに由来する。その後、白金点黒体標準器の時代まで、光を発する原器による光度の定義が用いられた。

現在の光度の定義は「カンデラは、周波数 540×10^{12} Hz (人間の目の感度が最大となる波長: 約550 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ワット毎ステラジアン (683 lm/W) である光源の、その方向における光度である」であり、

1979年の第16回国際度量衡総会で採択され、他のSI単位から導かれた物理量(電気量)により厳密な計測が行えるようになった。これは、光源から放出されるエネルギーを光の波長ごとに電気量(W)に置換え、これに分光視感効率 $V(\lambda)$ (図1)という人間の目の感度に相当するフィルタをかけ、得られた量を国際的に定めたカンデラという名前と呼ぶという約束事である。

光度の単位の実現は、液体ヘリウム温度で動作する電力置換型極低温放射計(写真)により光のエネルギーを電気量(W)に変えて測定し、光度の定義に基づいて $V(\lambda)$ 近似標準測光器の照度に対する出力電流(照度応答度: A/lx)を求めて光度標準電球の光度値を校正することにより実現する(図2)。一般照明用光源の明るさを表す量として、全空間(4π Sr)に放出されるすべての光の総量を表す全光束:ルーメン(lm)が用いられ、配光測定装置により光度を基準として実現する。測光標準のトレーサビリティ体系を図3に示す。

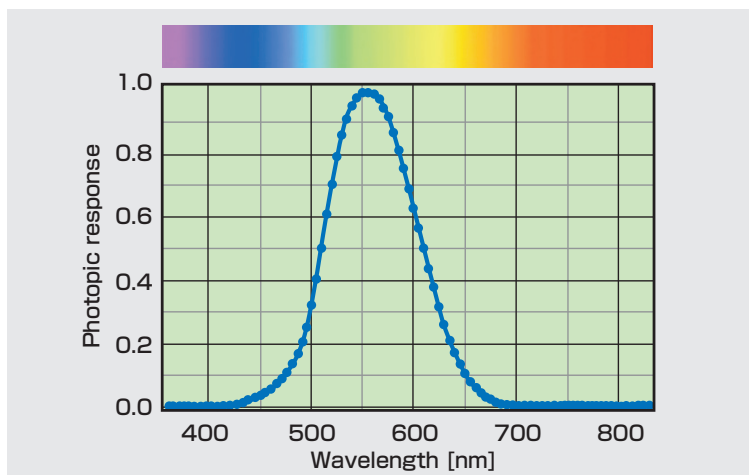


図1 分光視感効率 $V(\lambda)$
国際度量衡委員会(CGPM)で採択された人間の目の感度に近似した各波長での値。

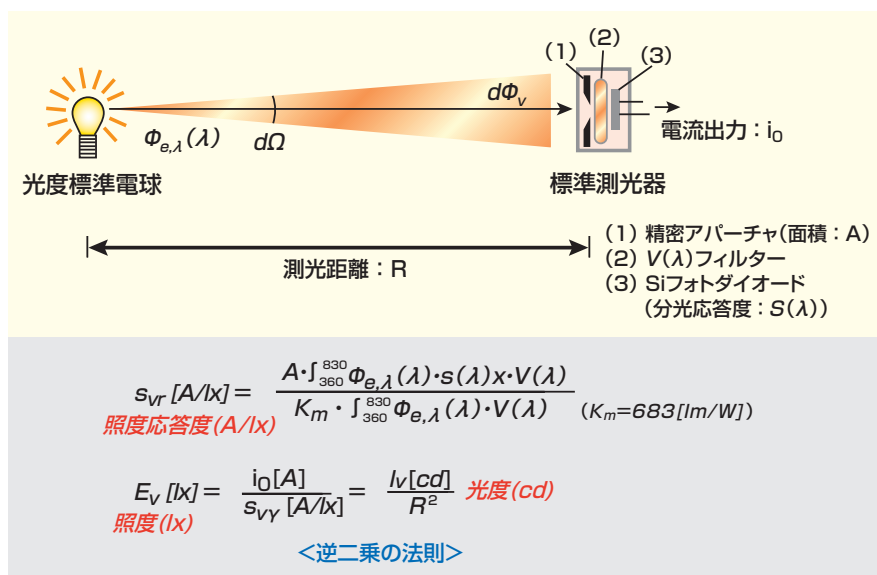


図2 $V(\lambda)$ 近似標準測光器による光度測定

人間の目の感度に相当する $V(\lambda)$ フィルタをかけた標準測光器の各波長で得られた応答度: A/Wを用い、光度の定義から照度応答度: A/lxを求め光度標準電球から距離Rでの照度: lxを測定する。距離の逆二乗の法則から光度: cdを求める。

不確かさと標準供給

国際度量衡委員会 (CIPM) 測光放射測定諮問委員会 (CCPR) 主催による光度 (CCPR-K3a)、全光束 (CCPR-K4) の基幹国際比較に参加した。

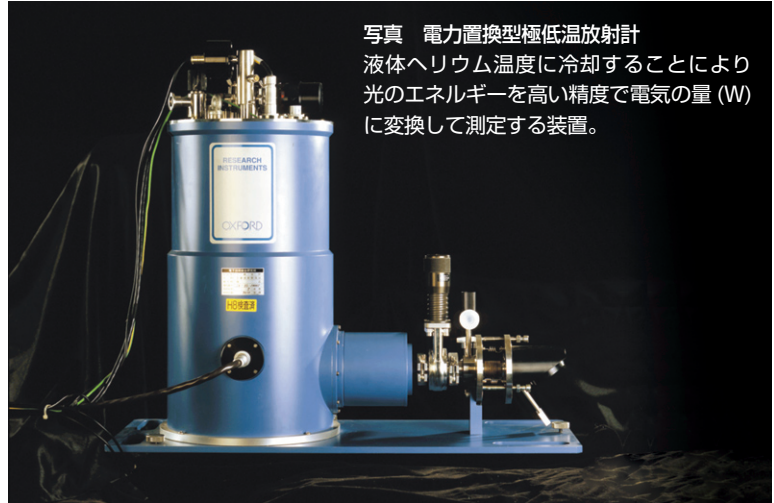
不確かさで重み付けした各国の平均値に対して光度が -0.09% 、全光束が $+0.18\%$ の差で一致した。拡張不確かさは、光度：カンデラが 0.54% ($k=2$)、全光束：ルーメンが 0.68% ($k=2$) である。

国内の標準供給は、計量法トレーサ

ビリティ制度 (JCSS) に基づき産総研の特定標準器を国家標準として、7機関の認定事業者より一般ユーザに供給される。

今後、省エネルギー化ならびに CO_2

写真 電力置換型極低温放射計
液体ヘリウム温度に冷却することにより光のエネルギーを高い精度で電気の量 (W) に変換して測定する装置。



削減を目指すLED等の次世代光源の評価に必要な標準への対応を図るとともに、分光放射測定技術による新たな光度の単位の実現を試み不確かさの向上を目指す。

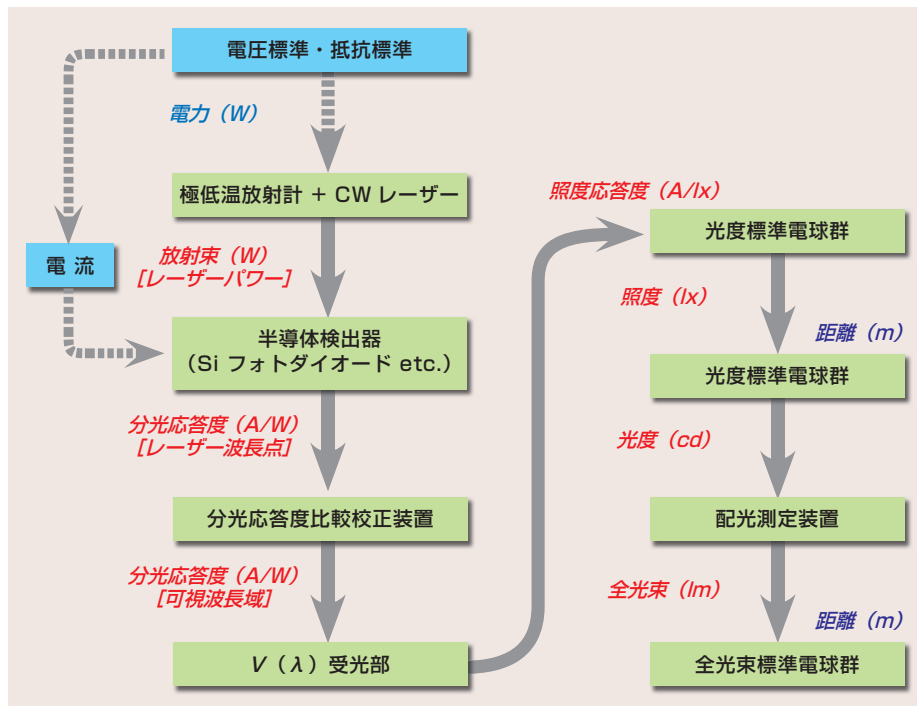


図3 測光標準のトレーサビリティ
極低温放射計に始まり、分光応答度: A/W の標準を経て光度: cd の標準を実現し、さらにはすべての空間に出てくる電球の光を測る配光測定装置を経て全光束: lm の標準を実現する標準の流れ。

計測標準研究部門 齊藤 一郎

e-Mail: ichiro-saito@aist.go.jp
<http://www.nmij.jp/opt-rad/index.htm>

- LED 開発初期段階における LED 光度・全光束・輝度・放射束の測定方法開発。
- 測光・放射測定へのパーソナルコンピュータの利用。
- 受光器 (シリコンフォトダイオード) による実用測光標準の設定に関する研究。
- 分光測光法に基づく蛍光灯、放電ランプの全光束測定法の確立などの測光・放射標準計測技術の開発。

現在は、測光標準全般を担当しながら、分光測定法による高精度な測光・放射標準の設定を目指した研究を継続中。



交流電流比標準

多様化する電気エネルギーの消費に応える

最近の交流電流計測

一般家庭、オフィス等で使用される家電製品を始め、たいいていの電気機器、電気設備では、電気の発生から消費までそこに流れる電流、消費される電力の試験、監視が、安全の確保、環境の保全のために欠かすことができない。

これら交流電流の多くは、高圧側での測定となるため安全の確保が必要不可欠であり様々なタイプの変流器が広く利用されている。周知のように、変流器は絶縁された2個の巻線を鉄芯に巻装した構造のため、変流器の1次回路と計測器が接続される2次回路は絶縁される。この結果、変流器を使用することで計測における安全の確保はもとより、試験回路から測定機器に流入

する迷走電流の遮断、精密計測に欠かさない一点接地の実現等の要件を容易に満たすことができる。

さらに近年は、環境保全、エネルギー資源の確保の観点から、電気機器の省エネ対策が緊急の課題であり、より高効率な機器の開発、製品の評価がますます重要になっている。

図1は、インバータ機器（家電製品）に印加されている電圧波形（青色）と、流入する電流波形（紺色）ならびにフーリエ変換された電流波形のスペクトル（赤色の縦線）をオシロスコープで記録したものである。電流波形が電圧周波数の20倍程度まで奇数次の高調波を含んでいることがわかる。正弦波電圧の波頭付近の短い時間に大きな電流が

流れるのはインバータ電源の特徴と言える。

消費エネルギーの削減ではインバータ電源の利用が有効な手段であるが、家電製品等の多くは更に効率を改善するため効率の高いスイッチング式の制御、省エネを達成しながら快適な動作を実現するための省エネモード、待機モードなどを設けている。

このような背景があり、電気機器の消費エネルギーの評価では、ダイナミックレンジと周波数帯域の広い電流検出、電力計測が必要不可欠であり、その試験は一層難しくなっている。

このような電流計測に応えるため、変流器についても試験電流及び周波数範囲の拡張が必要不可欠である。

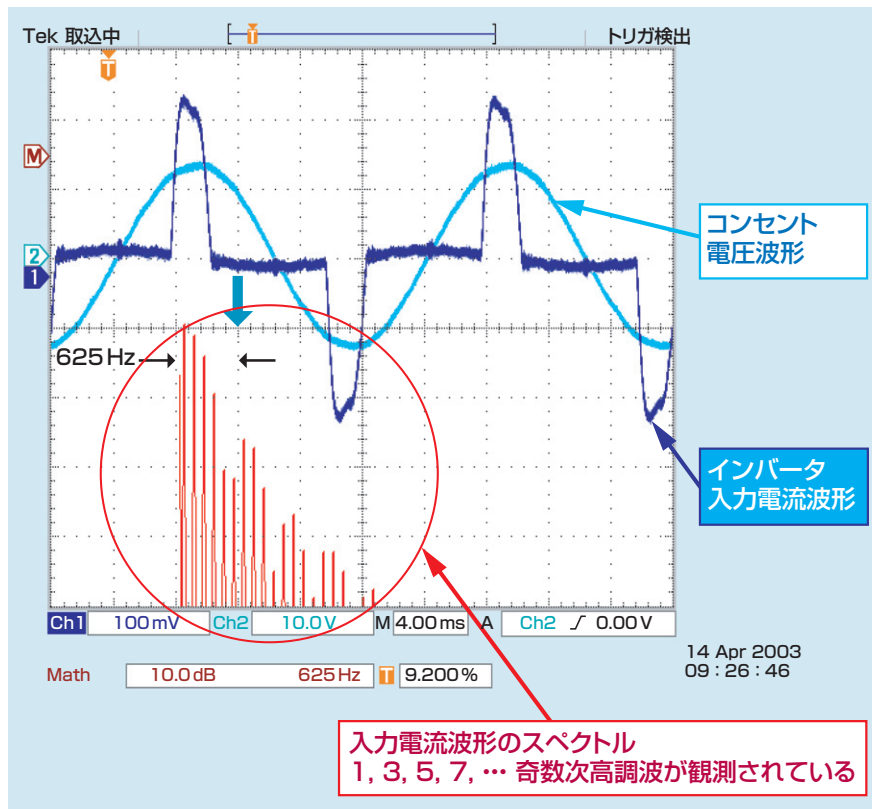


図1 インバータ機器の入力電圧と流れ込む電流波形（サンプルデータ）

交流電流比標準の概要

電気機器の性能向上とそれを評価する計測技術はイタチゴッコに例えられるかもしれないが、産業技術の進歩を加速させ、同時に安全を確保する上で計測標準の整備を先行させることは重要である。特に、電流比標準、それをベースにした交流電力標準の整備は、わが国のエネルギー問題の観点からも重要なプロジェクトの一つである。

産総研で平成16年度までに開発した電流比較器には、巻数が2進数の“1-2-4-...-256（ターン）”を有する2系列の基準巻線及び比較巻線を設けた。これらの巻線を直列に接続することにより1ターンから511ターンまで任意の巻数を組み立てることが可能である。すなわち、“1対1”から“1対511”迄の任意の整数比の交流電流を試験することができる。

振幅と位相が異なる2個の交流電流

を比較するのが目的であるが、比較試験の誤差が使用する基準巻線及び比較巻線、試験電流の周波数に依存するため、18個の巻線の誤差（同相及び直角相誤差）を、試験周波数全体について決定すること、組み立てた任意の巻数（比）での誤差の確認、不確かさの評価が研究のポイントである。写真は、交流電流比標準システムの全容であり、これまでの研究の成果と目指す方向を図2に示した。



写真 誤差補償変流器（被試験変流器）を試験中の交流電流比標準システム

今後の展開と国際的な動向

省エネを目指し、更に高速、高効率なスイッチング技術、あるいは多様なエネルギー変換技術が今後ますます研究されるであろう。その結果、消費される電力・電流の計測はより困難になり、トレーサビリティの整備、計測標準の充実は一層重要になると確信している。

同時に、国際的な環境保全、安全確保の面からも、交流電気計測に関わる標準の整備は必要不可欠である。産業界の理解と支援を強く期待している。

基本範囲の整備

平成 13 年度～ 15 年度

電流比 1/1 ～ 1/100
 周波数 45 Hz ～ 65 Hz
 電流 50 A ～ 0.5 mA
 不確かさ 3 μ A/A, 3 μ rad

周波数と比の範囲の拡張

平成 16 年度

電流比 1/1 ～ 1/10 000
 周波数 45 Hz ～ 400 Hz
 電流 50 A ～ 0.5 mA
 不確かさ 1 μ A/A, 1 μ rad

今後検討する試験範囲

電流比 1/1 ～ 1/10 000
 周波数 45 Hz ～ 100 000 Hz
 電流 5000 A ～ 0.5 mA

周波数と電流範囲の拡張

平成 17 年度

電流比 1/1 ～ 1/10 000
 周波数 45 Hz ～ 1 000 Hz
 電流 500 A ～ 0.5 mA
 不確かさ μ A/A, μ rad

図 2 整備計画の概要とスケジュール、最終目標

計測標準研究部門 高橋 邦彦

e-Mail:k-takahashi@aist.go.jp

1993～1994年、電総研で開発されたジョセフソン直流電圧標準システムのコピーを日本電気計器検定所に設置するため日電検から産総研(当時の電総研)に出向。この間、交流電圧、電流精密計測のための交直差標準の研究にも参加。直流電圧標準と交直差標準システムを日電検に持ち帰る。

2001年からはNMIJのメンバーとして、交流電流比標準、交流電力標準の研究を開始。2005年の電力標準の立ち上げを目指し、容赦なく過ぎ去る時間の流れの中で奮闘中。



環境報告書2004を発刊

産総研として初めて、環境保全に関する産総研の取り組みを紹介する「環境報告書2004」を2005年3月に発行しました。

産総研は、環境を保全・向上しつつ経済成長をとげる“持続可能な開発”の実現に寄与するため、産業技術に関する幅広い分野で研究開発を展開しています。その一方で、研究活動を行う上でエネルギーや資源を消費するとともに環境への負荷物質を排出し、環境に影響を及ぼしています。今回、産総研の環境負荷の状況や環境保全に対する取り組みを、社会に広く紹介し理解を得るために、報告書を発行しました。また、報告書の発行は産総研所員の環境保全に対する意識を高め、環境保全活動を推進し、産総研が社会的責任を果たす上でも意義あることと捉えています。

報告書では環境省の「環境報告書ガイドライン（2003年度版）」などを参考に、研究所の概要、環境管理、研究活

動に伴う環境負荷の状況、さらには環境管理と密接に関係する安全衛生管理の状況を紹介しています。環境負荷の状況については、研究活動に伴うエネルギー・水資源・化学物質などの使用量や温室効果ガス・化学物質・廃棄物などの排出量のデータを記載し、環境負荷の低減に対する取り組みを紹介しています。環境管理については、環境マネジメントシステムの運用や環境に関連する法規順守の状況に加え、環境の浄化・修復技術やエネルギー技術など環境問題の解決に役に立つ研究開発成果も紹介しています。

今回の2004年度版の報告書では、産総研つくばセンターを報告対象範囲とし、2003年度の実績データ及び2003年度以降の環境保全と安全衛生への取り組みを報告対象分野としています。次回の2005年度版は、報告対象範囲を全国の研究拠点に拡げ、2005年8月に発行する予定です。

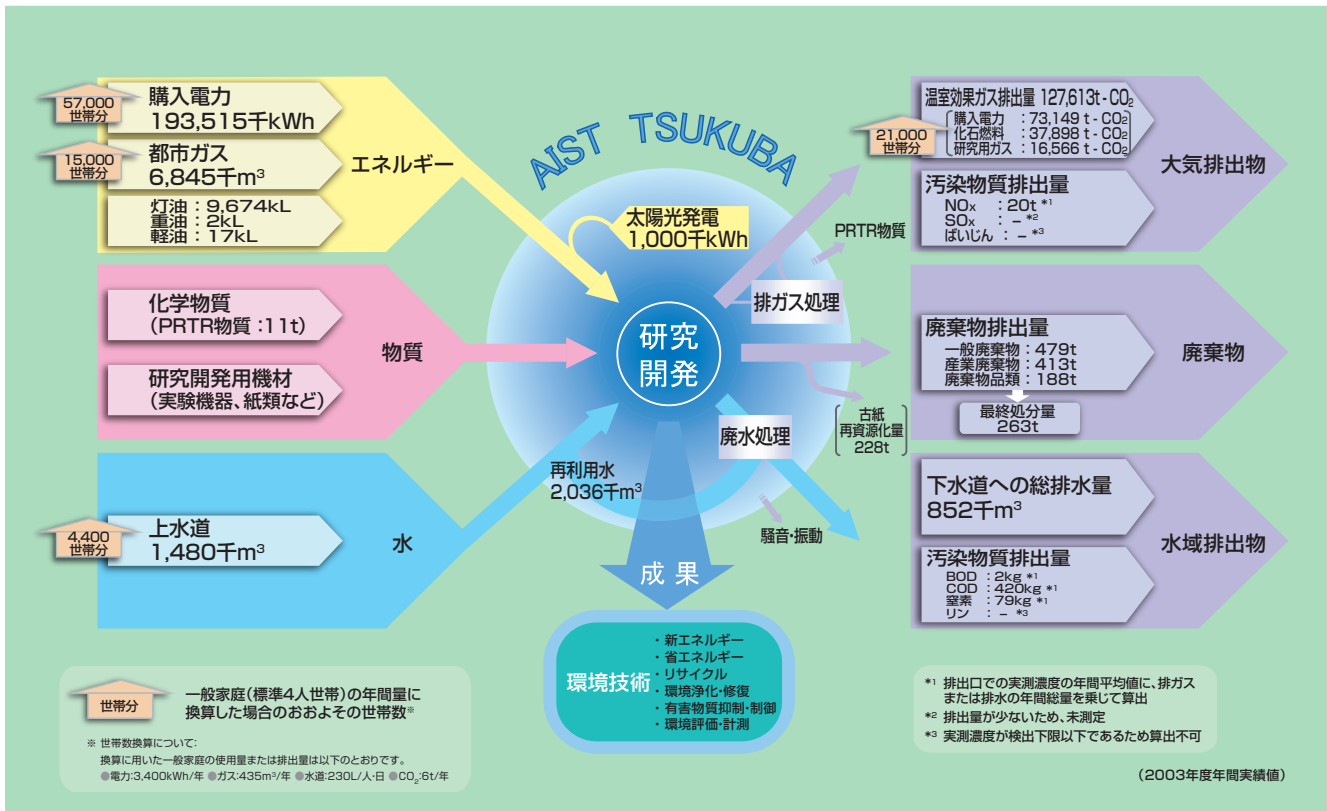
産総研では、独立行政法人設立時に「環境安全憲章」を制定し、環境に関わる諸法規を順守するとともに、環境保全の向上に努めてきました。今後も、国際規格であるISO14001に則った環境マネジメントシステムの運用を、現在の3箇所から全国の研究拠点へと拡大し、環境保全への取り組みを推進していきます。今後発行する環境報告書についても、環境マネジメントシステムとの連携を図り、継続的なデータの収集と分析に努め、さらに第三者審査を受けることで内容の充実と信頼性の向上を図っていきます。

「環境報告書2004」のURL

http://www.aist.go.jp/aist_j/unit/sep/env/e_repo/

「環境報告書2004」の問い合わせ先

環境安全管理部
TEL：029-862-6107
e-mail：safe@m.aist.go.jp



環境負荷の全体像

フランス経済産業省フランソワ・ロース貿易担当大臣の来所

2月24日にフランス経済産業省フランソワ・ロース貿易担当大臣が、モンフェラン駐日大使らを伴って、産総研つくばセンターをご視察になりました。始めに小玉副理事長、田辺理事、松尾国際部門長、平井知能システム研究部門長らと、日本の科学技術政策における産総研の役割、産総研の改革、

フランス国との協力等について、活発な議論をされました。

研究室のご視察では、フランスCNRSと産総研のジョイントラボである、AIST - CNRS Joint Robotics Laboratoryを訪れ、ヒューマノイドロボットのデモンストレーションをご覧になり、同研究室のフランス人研究者とも親しく

お話しをされました。その後、展示施設“サイエンス・スクウェアつくば”に移動され、計測標準関連技術、ロボット技術、環境対策技術、高齢化社会対策技術、医工連携技術等、産総研の研究成果を熱心にご覧になり、研究成果のみならず展示施設についても賛辞を戴きました。



フランス原子力庁ライフサイエンス局長が産総研つくばセンターで情報交換

2月25日、フランス原子力庁ライフサイエンス局長Pr. André SYROTA氏が、産総研つくばセンターを訪問されました。Pr. André SYROTA氏は、

田辺理事、栗山研究コーディネータ・斎田人間福祉医工学研究部門長・岡本脳神経情報研究部門長らと懇談をもたれ、両機関の紹介がされまし

た。両国におけるライフサイエンス分野研究への取り組みの相違点や、今後の連携協力関係への希望などについての意見交換もなされました。

その後、Pr. André SYROTA氏は、ワーキングメモリに関する脳神経情報処理の研究や、光ファイバ応用神経代謝センシング技術の開発などを行っている研究室をご視察され、産総研のライフサイエンス研究者と直接話をされる機会を持たれました。



吉井衆議院議員がつくばセンターを視察

2月14日、吉井衆議院議員が、我が国の科学技術政策についての調査のため、産総研つくばセンターを視察されました。

まず、田辺理事らからの産総研の概要説明があり、その後、つくば本部・情報技術共同研究棟の施設について、各フロアを順を追ってご覧になりました。続いて研究施設の視察にはいり、

「次世代半導体MIRAIプロジェクト」について、次世代半導体研究センターの河村副研究センター長と久保田副研究センター長からプロジェクトの説明がなされました。

また、同センターでは、スーパークリーンルームを見学されるなど、科学技術と産総研の研究現場に触れる機会をお持ちいただきました。



平成16年度ISO/IEC国際標準化セミナーを開催

2月16日に、平成16年度ISO/IEC国際標準化セミナーを開催しました。このセミナーは、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らかにし、さらに多くの職員に国際標準化活動について考える機会を与えようとするものです。

当日は、江藤工業標準部長からの挨拶の後、経済産業省産業技術環境局の武濤基準認証政策課長やキャノン株式会社の丸島顧問、(財)日本自動車研究所の山田主任研究員といった方々から国際標準の現状や事例について講演を

いただきました。

その後、質疑応答・意見交換が行われ、日頃国際標準化とはあまり関わりのない職員にとっても、改めて国際標

準化活動の重要性を理解するきっかけが作れたセミナーとなりました。



平成16年度 JICA 集団研修「産業標準・評価技術コース」開講

産総研では、現在、3コースのJICA 集団研修を担当していますが、そのうちの1コース平成16年度「産業標準・評価技術コース」が2月7日に開講し、12月15日までの10ヵ月にわたる研修が始まりました。

本コースは、高度な標準化および評価関連基盤技術を習得するとともに、研究をベースとしたOJT (On the Job Training) 方式による研究手法の高度化、関連分野等の人造り、ネットワーク造り、及び我が国との共通認識・技

術の共有化を図り、発展途上国における標準化・評価関連基盤技術の発展に寄与することを目的として実施されるものですが、とくに産総研とアセアン諸国の中核研究機関との共同研究等に結びつけることを念頭においております。今回は、東北センターで2人(金属表面評価および材料機能評価)、関西センターで1人(生分解性プラスチックの評価; 後半の5ヵ月はつくばセンターでの研修)の研修員が研修を受けます。

他のコース(環境調和技術、法定計量)についての詳細は、下記のウェブページをご覧ください。

<http://unit.aist.go.jp/internat/tojyou.html>



平成16年度「産業標準・評価技術コース」研修員

平成16年度 ウインターインスティテュート終了

今年度のウインターインスティテュート(韓国・理工系大学院生研究支援事業)は、2月18日の報告会、修了式をもって終了しました。



修了式(送別会)で挨拶する北野国際部門次長

本事業は、(財)日韓産業技術協力財団(JKF)が(社)科学技術国際交流センター(JISTEC)に委託して実施しているプログラムで、韓国の若手研究者(修士、博士課程者)を約7週間日本に招へいし、国立研究機関等(大学及び大学に付属する研究所を除く)で専門分野の研究及び日本語、日本文化の研修の機会を提供し、日本の科学技術に関する理解の増進と今後の日韓間の科学技術協力の発展に貢献することを目的としています。

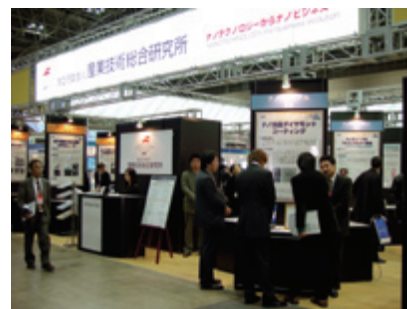
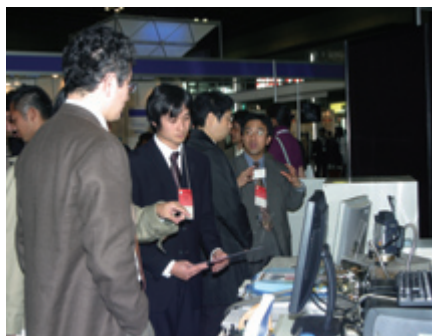
本制度が発足して12年目にあたる平成16年度は、総計40名の研修生が1月5日に来日し、事前研修の後、1月11日から産総研を含む約10ホスト研究機関で研修を受けました。そのうち16名(うち、14名がつくばセンター; 1名が臨海副都心センター; 1名が北海道センター)が、産総研で研修を受けました。

nano tech 2005 開催される 国際ナノテクノロジー総合展で産総研がナノテック賞

2月23日～25日の3日間、東京ビッグサイトで開催された「nano tech 2005 国際ナノテクノロジー総合展・技術会議」に、今回も産総研からブース出展しました。このイベントは年を追うごとに規模を大きくし、国内外から高い注目が寄せられているものです。今回の総合展の3日間の入場者数は、昨年を大きく上回り、39,000人を超えました。

産総研のブースは、「高効率、高純度、高配向性を持つ新規なカーボンナ

ノチューブ合成技術」が評価され、主催者が選ぶ“ナノテック賞”を受賞しました。



新刊のご案内

産総研シリーズ

時間と生命工学 一人のメカニズムに迫る

- 独立行政法人 産業技術総合研究所
年齢軸生命工学研究センター
倉地 幸徳 編
- 発行：丸善株式会社
- 定価：1,575 円 (本体 1,500 円)
- 2005年3月15日発行

生まれてから死ぬまでの一生スパンの間に一体私達の体には何が起り、どのような制御分子機構が働いているのでしょうか。本書ではこの老化や成人・老人病の根本的理解に重要な基盤を与える分子機構と「年齢軸工学」という新しい研究分野について紹介します。



3月10日現在

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

EVENT Calendar

2005年4月 → 2005年6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
4 April			
6～8日	国際セラミックス総合展2005	東京	03-5297-8855
11日	パワーエレクトロニクスのニューウェーブ国際ワークショップ	東京	029-861-5815●
19～24日	地質標本館 科学技術週間特別企画展示「東日本の滝と地質」	つくば	029-861-3750●
19～22日	くらしとJISセンター 科学技術週間特別公開	つくば	029-862-6221●
20～22日	第4回国際医薬品原料・中間体展 (CPhI Japan 2005)	東京	03-5296-1020
5 May			
18～20日	NMIJ-BIPM Workshop	つくば	029-861-4120●
18～20日	第4回 国際バイオEXPO	東京	03-5288-6868●
20～22日	光触媒環境産業展 フォトクリンフェア	名古屋	052-733-8030
23～24日	第11回化学とマイクロ・ナノシステム研究会	福岡	0942-81-3676●
24日	The Third International Workshop for Advanced Ceramics	名古屋	052-736-7096●
6 June			
19～22日	BIO 2005 ANNUAL INTERNATIONAL CONVENTION	米国	03-5288-6868●

産総研 超臨界流体研究センターの 生島 豊 川波 肇 両氏が、 第 4 回 GSC 賞経済産業大臣賞を受賞しました。

GSCネットワーク及び財団法人日本産業技術振興協会が主催するグリーン・サステナブルケミストリーシンポジウムでは、毎年、数々の優れた新技術の中から、特にグリーン度、科学的・学術的妥当性、新規性・独創性等、経済性・実現性、発展性、社会へのインパクト&波及効果等を総合的に評価して、経済産業大臣賞、文部科学大臣賞、環境大臣賞、GSC賞の4賞が決定されています。

3月7日の第5回GSCシンポジウムで、生島 川波 両氏の「超臨界流体を利用した環境調和型化成製品製造技術の創成」が経済産業大臣賞受賞の栄誉に輝きました。

GSCネットワークは、化学系の学会・団体および国立研究所により2000年3月に組織されました。日本のグリーン・サステナブル・ケミストリーを効果的かつ強力に推進するために活動しています。



受賞のコメント

地球環境問題はますます重要な課題となってきています。私達の研究センターでは、この問題解決のために、超臨界水と超臨界二酸化炭素を用いた超臨界流体場を活用する環境調和型反応プロセス技術、そしてこれら技術を支える高度な測定技術の開発を行っています。特に、安全・安価で枯渇しない循環型資源としての水と二酸化炭素を用い、低環境負荷で高原子化効率しかも省エネルギーである、次世代に向けた化成製品製造プロセス技術の開発を行ってきました。

今回の受賞は大変光栄であると同時に、これからの地球環境問題に対する私達の果たすべき責務の重要性を知らされるものです。

今後は、本技術の実用化を展開し、また様々な環境調和技術と超臨界技術を利用し、そのシナジー効果を利用して生まれるキー・マテリアルの高速・高選択的製造技術を創成し、持続的発展可能な社会に貢献すべく、更なる革新的な環境効率向上技術を開発していきたいと考えています。



受賞の対象となった両氏の成果

従来の有機合成では、生産性向上のため、強酸・強塩基、有機金属錯体、あるいは種々の金属触媒、有機溶媒などが用いられています。これらの多くは有害であり、しかも使用に当たり、副生成物の生成、反応処理・分離精製工程での余分なエネルギーや資源の投入が必要であり、環境負荷の増加に繋がっています。この技術では、超臨界水や超臨界二酸化炭素を反応媒体、触媒、原料として利用し、これにイオン性液体、マイクロエマルジョンが添加された多相系反応場や、これらとマイクロ空間での反応が組み合わされた「ハイブリッド反応場」を開発しました。この技術により、有害な化合物や有機溶媒を一切使用・排出することなく、高速・高選択的な反応が実現されています。このことから、「超臨界水のブレーンステッド、ルイス型酸および塩基の両機能を発現する」ことが初めて明らかにされ、「超臨界水無触媒有機合成技術」を実証しました。また、超臨界二酸化炭素利用の系でも、有機溶媒フリーでグリーンな、省エネルギーを実現した有機合成技術を確認しました。



産総研は、愛・地球博に
さまざまな技術を提供しています
http://www.aist.go.jp/aist_j/pr/expo/

産総研
TODAY

2005 April Vol.5 No.4

(通巻51号)
平成17年4月1日発行

編集・発行 独立行政法人産業技術総合研究所
問い合わせ 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

- 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。

産総研ホームページ <http://www.aist.go.jp/>

