

# AIST Today

研究、成果、  
そして  
未来へのシナリオ

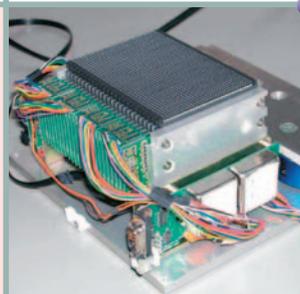
09

September  
2004  
Vol.4 No.9

## 社会に活力をもたらす本格研究を

### トピックス

- 触覚で重度視覚障害者のパソコンの世界が広がる



特集

## 最小のインプットで 最大のアウトプットを得る



National Institute of  
Advanced Industrial  
Science and Technology



独立行政法人 産業技術総合研究所

## CONTENTS

09  
September  
2004

# AIST Today

National Institute of  
Advanced Industrial  
Science and Technology  
Vol.4 No.9

マイクロリアクターによって合成された蛍光ナノ粒子  
本誌 特集 4ページ

### メッセージ

- 03** 科学技術者の責務  
株式会社 デンソー 特別顧問  
石丸 典生



### 特集

- 04** 最小のインプットで  
最大のアウトプットを得る

### トピックス

- 14** 触覚で重度視覚障害者のパソコン  
の世界が広がる



触覚を使った入力と確認を  
可能にしたパソコン用デバイス  
本誌 トピックス 14ページ

### リサーチ ホットライン

- 17** 生物時計による24時間リズム形成  
機構の制御をさぐる
- 18** 電子顕微鏡を用いた単粒子解析法による  
IP3受容体チャンネルの構造解明
- 19** タンパク質電顕画像の  
大規模・高精度分類法の開発
- 20** 一分子計測技術で歩くタンパク質  
分子を見る
- 21** AISTスーパークラスターの運用を開始
- 22** Buffer法を用いた並列MO計算の開発
- 23** 生活支援ロボットシステムの開発
- 24** 計算科学で超臨界水の化学反応解明
- 25** 新しい面線源(面状放射線源)の  
製作方法の開発
- 26** エネルギー分散分光用の  
超伝導素子の開発

### テクノインフラ

- 27** レーザパワーの標準供給
- 28** 新シリーズ「水文環境図」の出版
- 29** 水質-酵母細胞に対する増殖阻害  
試験方法に関する標準仕様書

### 技術移転いたします!

- 30** 負荷感応型自動変速機
- 31** 光駆動型集積化学システム

### AIST Network

- 32** 新研究ユニットが発足 ほか

# 科学技術者の責務



石丸 典生

株式会社デンソー 特別顧問

今年世界各地で異常気象による災害が報道されている。日本でも、梅雨らしい梅雨もなく、一気に猛暑が関東一体を覆うと同時に、東北地方では前線停滞による豪雨・洪水の災害にみまわれた。これら一連の現象は、一概に地球の環境悪化によるものと断言はできないが、便利で豊かな生活を得るため、自然の太陽エネルギーのみではなく、石炭・石油などの地下資源を使って、飽くなき人間の欲望を満たしてきた結果とも考えられる。

われわれ科学技術に携わる者は、人々を過酷な労働から開放し、人間らしい生活をおくれるようにと、寝食を忘れて努力を重ねてきた。今やっと目的を達成できたかと思われた瞬間、目前には爆発的な人口の増加と人々の豊かな生活への追求の結果、環境悪化・地下資源の枯渇・食料不足など、人類の将来が危惧されようとしている。「我々のこれまでの努力は何だったのか?」「どうすればサステナブル・ディベロップメントを可能にできるのか?」を解決することが科学技術者の責務ではなかろうか。

国土が狭く、地下資源に乏しい日本の将来を支える唯一の方策は、科学技術立国として産官学連携による知的産業の発展しかない。産業技術総合研究所はその鼎を担う重要な任務を果たすべき立場と言える。1960年代、私は東村山の機械試験所(現・産総研)で、当時各企業では保持出来ない自動車用テストコース・ラジエータ試験風洞・エアフィルタ試験装置などを利用し、所員のご指導を受けながら製品開発を進めた経験を持っている。このような産官連携が今日の日本自動車産業の礎となったものといえる。

グローバル化の進んだ現在、自分だけが、会社だけが、日本だけが豊かで幸せになることは許されない。62億人の人々が皆、科学技術がもたらす便利を共有し、自然と共存できる方策を、産業技術総合研究所を軸とした日本の総合力で発信することが、われわれ科学技術者の責務であると信ずるものである。

# 最小のインプットで最大の

## 材料・製造技術の 新たな取り組み

研究コーディネータ（ナノテクノロジー・材料・製造担当）  
五十嵐一男

産総研が発足して4年目の今年度は、第1期中期計画の最終年度であり、これまでの取り組みの正否が問われる年に当たります。さらに、今年度は、次期中期計画を策定する重要な年でもあり、そのための作業も進められています。ナノテクノロジー・材料・製造分野においても次期中期計画の策定に向けた取り組みを行っており、方向性が見えてきた段階ですがその一部を紹介します。

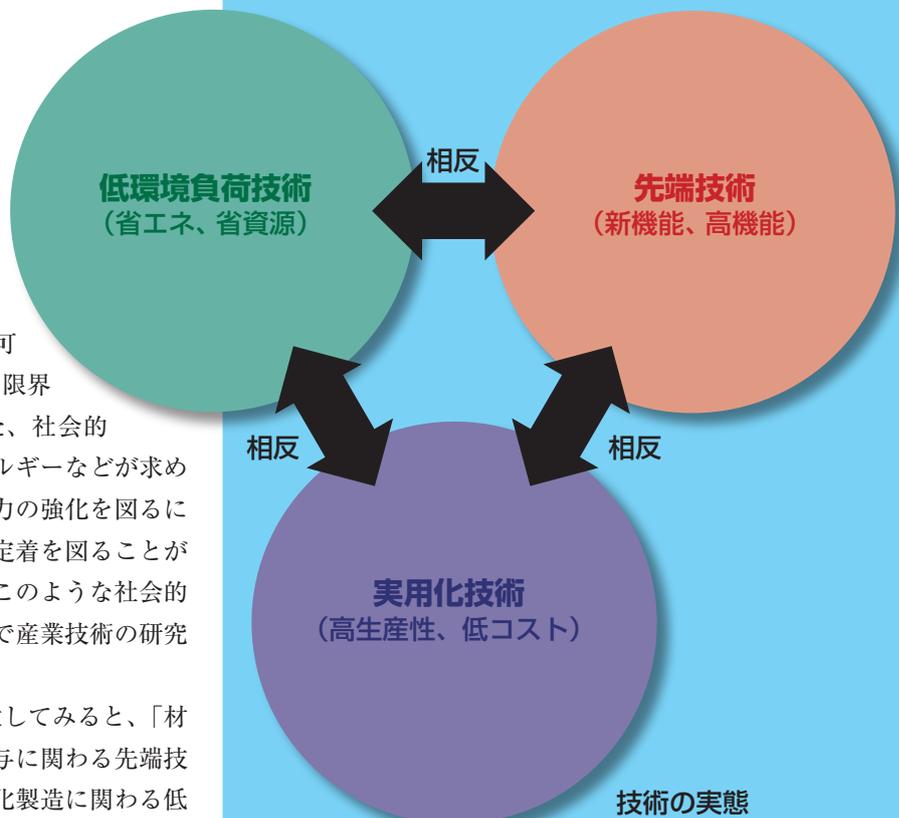
### 製造業の国際競争力の強化

わが国の産業競争力は材料・素材を含めた製造業に大きく依存しています。しかし、現在、製造業そのものが国際競争の厳しい環境の下に置かれています。とりわけアジア諸国の台頭は国内産業に少なからぬ打撃を与えており、技術的には高機能なものを作ることが可能であっても生産コストを抑えるという点で限界近くに達している状況になっています。また、社会的な要請として環境への配慮、省資源・省エネルギーなどが求められている中で、わが国の製造業の国際競争力の強化を図るには材料・製造業の技術革新を行い、新技術の定着を図ることが急務だと考えられます。次期中期計画では、このような社会的要請に対応するため、新たなコンセプトの下で産業技術の研究を推進することを考えています。

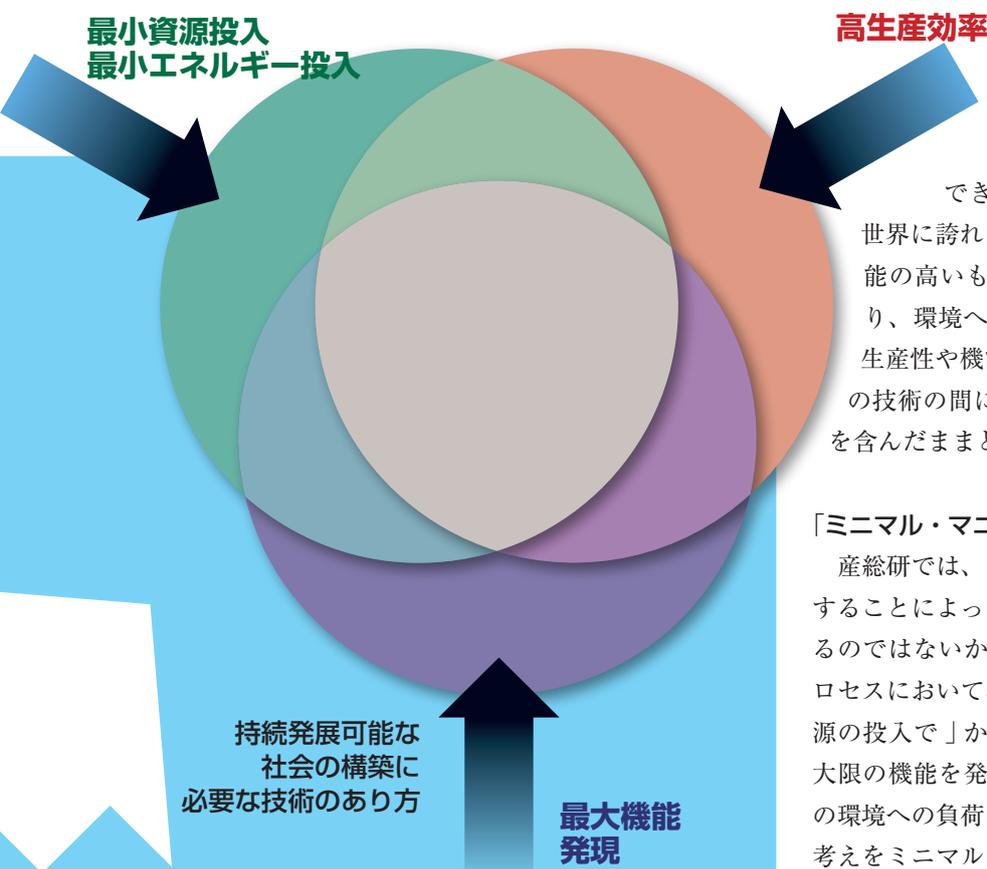
現状の、材料・製造に関わる産業技術を俯瞰してみると、「材料・素材あるいは製品の高機能化、新機能付与に関わる先端技術」と「それらの省エネルギー製造や省資源化製造に関わる低環境負荷技術」、さらに「高生産性や低コスト化を可能にする

## ナノテク・材料・製造分野の 研究開発コンセプト

相反する要求を  
両立する技術へ



# アウトプットを得る



「実用化技術」の3つに大きく分けることができます。これらの技術は個々に見ればいずれも世界に誇れる技術水準に達しているものばかりですが、機能の高いものを造ろうとすると製造コストが高くなったり、環境への問題を含んだり、また、環境へ配慮すると、生産性や機能の点で競争力が低下したりと、まだまだ互いの技術の間に隔たりがありその解消に際しては多くの課題を含んだままとなっています。

## 「ミニマル・マニユファクチャリング」をめざす

産総研では、このような優れた要素技術を互いに統合・融合することによって、大きなメリットを引き出せる技術体系があるのではないかと考えています(図)。すなわち、主に生産プロセスにおいて、生産コストと環境への配慮を考え「最小の資源の投入で」かつ「最小のエネルギーの投入によって」、「最大限の機能を発揮する製品をつくり」、「廃棄の際にも最小限の環境への負荷でとどめることができる」技術体系です。この考えをミニマル・マニユファクチャリングと呼ぶこととします。

上で述べたような社会的要請に応えていくためには、最初の段階からこのようなコンセプトの下で研究を進めることが重要だと考えています。ミニマル・マニユファクチャリングを可能にするには、必要とされる要素技術のインテグレーション(統合・融合)が重要な鍵となります。

ナノテクノロジー・材料・製造分野においては、次期中期計画に向けた取り組みの一環として材料技術と製造技術に関わる研究ユニットの再編を行いました。ミニマル・マニユファクチャリングを実現できる体制として、これまで個々の研究ユニットで行われていた材料技術と製造技術を1つの研究ユニットに取り込んだ「先進製造プロセス研究部門」を発足させました。また、温暖化対策に資する研究ユニットとして「サステナブルマテリアル研究部門」を発足させています。現在、すでに強化を図った「ナノテクノロジー研究部門」とともに第1期の総仕上げと、第2期に向けた始動期間として全力で産業技術の研究に邁進しています。さらに今後は、新たなコンセプトの下で産業技術革新を先導し、持続的発展可能な社会の実現に貢献していきたいと考えています。

高度な要求に応える必要



要素技術の  
インテグレーション

# マグネシウムに見る 省エネ材料の明日

サステナブルマテリアル研究部門長  
鳥山素弘

## 地球環境問題と省エネ技術

温暖化防止京都会議（COP3）の合意によって、わが国は2012年までに1990年と比較して二酸化炭素等の温室効果ガスの排出を6%削減することが義務づけられています。政府は「地球温暖化対策推進大綱」を定め、二酸化炭素の排出削減に向けたさまざまな取り組みを行ってきました。2000年度においても、温室効果ガスの排出量は増加傾向にありますが、産業部門においては二酸化炭素の排出量を削減できる見通しが立ちつつあります。一方、住宅やビルなどの空調エネルギー消費が大きい民生部門や自動車（運輸部門）からの二酸化炭素排出量は、減少どころか20%以上の増加が見込まれています。

産業部門においては、高度なエネルギー管理の導入や新エネルギーへの転換を行う体制が整えやすく、またエネルギーコストの削減といったインセンティブも働きます。一方、快適さや安全性を求める傾向が強い一般市民の生活に密着した民生部門や運輸部門では、新システムや新エネルギーの導入に対する技術的、経済的ハードルは高くなりがちです。

自動車からの二酸化炭素の排出量を削減する方法としては、燃焼効率の優れたディーゼルエンジン化や燃料電池の利用といった方法と、車体を軽量化して省エネルギー化を図る方法があります。前者のようなエネルギー発生側での省エネルギー化技術をアクティブな省エネルギー技術とすれば、後者の消費エネルギーの

低減による省エネルギー技術はパッシブ型の技術といえます。車体を軽量化した自動車は、快適さにつながるボディーの大きさも、運転に必要な技術やメンテナンス方法も既存の自動車と何ら変わることなく、省エネルギー化が行える技術です。一般市民ができる省エネルギー化による二酸化炭素の削減には、このような誰でもが受け入れやすいパッシブ型の省エネルギー技術を開発することが重要です。

## 研究開発における問題点と将来展望

わが国でも、高張力鋼を使った車体の軽量化が行われつつあり、さらにアルミニウム化を目指した技術開発も行われています。一方、2012年に走行1kmに対する二酸化炭素の排出量が120g以下の自動車を販売することを宣言しているヨーロッパでは、アルミニウムよりさらに比重が小さく、実用金属としては最軽量のマグネシウムを自動車材料として利用しようとする研究が積極的に進められています。

マグネシウムを自動車用材料として利用するためには、4つの課題を克服する必要があります。第1にエンジン部品として使用するために、 casting性、耐クリープ性に優れた耐熱合金を開発すること、第2にボディーを作るためには、冷間で塑性加工ができる薄板材を開発すること、第3にインゴットの価格はほぼ同じなのに素形材になると数倍になってしまう価格をアルミニウムと同等にする生産技術を開発すること、第4に自動車材料として利用するために必要な合金製造、鍛造、塑性加工、接合、塗装に関わる一連の加工技術体系を確立する必要があります。

私たちのサステナブルマテリアル研究部門では、従来から行ってきた材料特性を高める第1、第2の研究課題に加えて、現状のコストでは自動車用材料としては全く検討の対象とならない素形材価格を、まずはアルミニウムの2倍程度とすることを目標とした生産技術の開発に着手しています。

## Mg合金と各種材料との特性比較

材料名	比重	引張り強さ (MPa)	ヤング率 (GPa)	伸び (%)	比強度 (s/r)	比剛性 (E/r)
Mg合金 (AZ91D)	1.81	250	45	7	138	25
Al合金 (A380)	2.70	315	71	3	117	26
鉄鋼 (炭素鋼)	7.86	517	200	22	66	25
プラスチック	ABS	96	2.3	60	93	2.2
	PC	1.23	118	6.7	2.7	96

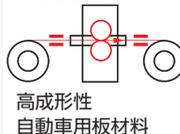
## 乗用車の軽量化

### マグネシウム 利用技術の体系化

#### 素形材の供給

- 薄板
- パイプ
- チャンネル

合金設計、ピレット製造、鍛造、圧延、押し出し技術の開発



#### 複雑形状部材への対応



モジュール化、部品数減、低コスト

#### 表面処理

- 防食
- 彩色塗装
- 耐摩耗、低摩擦

#### 加工技術の開発

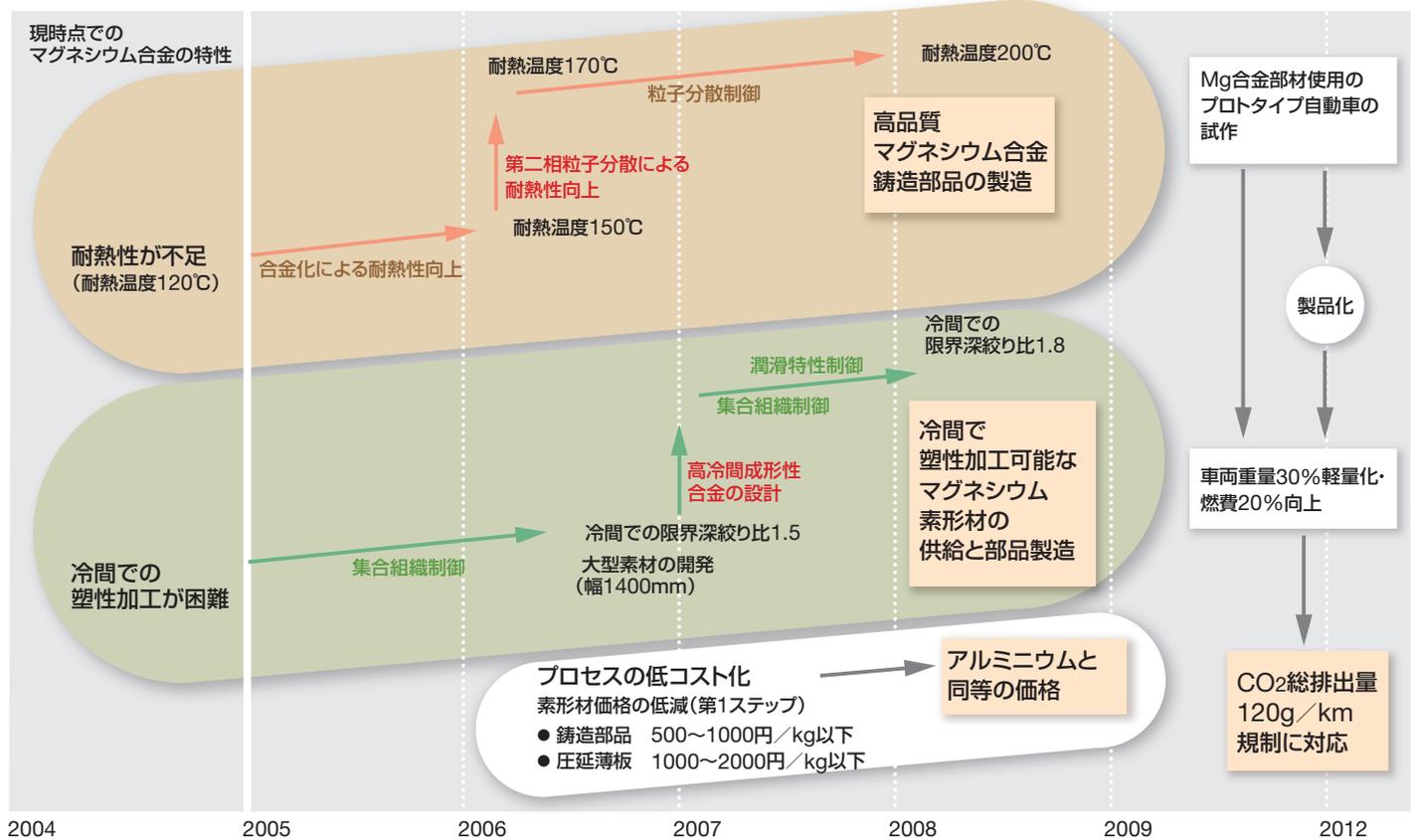
- プレス
- 接合
- 溶接

マグネシウムの比重は、  
鋼の1/4、アルミニウムの2/3

#### リサイクルの促進



## マグネシウム化による輸送機器軽量化



## 省エネ材料が社会に与える影響

大まかな試算では、乗用車は車体や部品のマグネシウム化によって重量を30%軽減でき、燃費は20%改善できます。わが国の運輸部門が排出する二酸化炭素の55%は乗用車から発生するとされていますから、仮に全ての乗用車がマグ

ネシウム化されることになれば、千数百万トンの二酸化炭素の排出を削減できることになります。技術開発と普及の速度を考えると、京都議定書に定められた2012年の第1約束期間には全く貢献できないことは明らかです。しかし、多様な価値観や生活スタイルを求める人々の

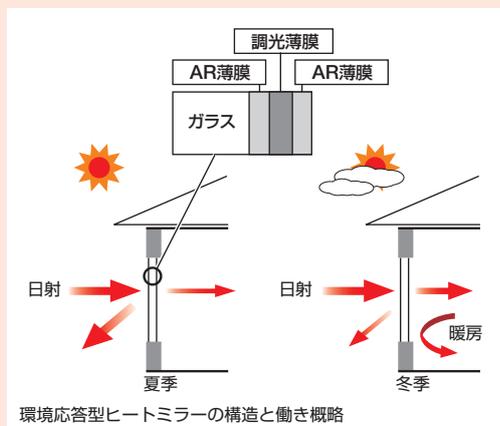
要求に答えて、持続的な社会の発展を可能とするためには、新しいシステム開発に基づくアクティブ型の省エネ技術だけでなく、既存のシステムに適用しても大きな省エネ効果が期待できるパッシブ型の省エネ材料技術の果たす役割は大きいものと考えられます。

## 環境応答型ヒートミラー

サステナブルマテリアル研究部門  
環境応答機能薄膜研究グループ 主任研究員  
金平

住宅や建築物の主要な開口部となる窓は、室内と外部との光熱交換で大きな割合を占めています。例えば、一枚ガラスの窓なら、冬には暖房熱の48%が窓から逃げますし、夏には71%の熱が外から侵入してきます。従って、窓の光熱流量を居住者の要求や季節の変化に応じて適切に制御することができれば、居住空間を快適にし省エネルギーにもた

いへん役立ちます。これまでにも可視光には透明で、日射熱だけを反射する熱線反射ガラスや、暖房熱を遮断するLow-Eガラスなどが開発されています。しかし、熱線反射ガラスとLow-Eガラスは、その光学特性が構造によって一定値となり、季節などに応じて自由に調節することができません。



そこで産総研では、温度変化によって相転移を起こし、光学特性が大きく変化する酸化バナジウム系材料を調光層に利用して、これに反射防止薄膜や多機能化薄膜を加えて新しい多層薄膜構造の環境応答型ヒートミラーを考案しました。

環境応答型ヒートミラーの構造と動きの概略を図に示しました。酸化バナジウム調光層を反射防止 (AR) 等の薄膜で挟む構造になっています。調光層が低温時では半導体特性 (日射透過)、高温時では金属特性 (熱線反射) と、

環境温度に応じて自動的に切り替えることができます。すなわち、夏季には日射を遮断して冷房効果を上げ、冬季には積極的に日射を取り入れると同時に、暖房熱を室内へ反射して省エネルギー効果と快適さを同時に高めます。また、その切り替えを温度によって自動的に行うので、余分の設備やエネルギーの供給はまったく必要ありません。

# 材料研究の夢を 機械研究の技でかなえる

先進製造プロセス研究部門長  
神崎修三

## 必要な製造技術の革新

わが国の国際競争力は製造業に大きく依存しています。バブル経済の崩壊以後、わが国の製造業では、技術開発の停滞と空洞化が起り、その結果、国際競争力の低下をもたらしました。国際競争力の回復には、製造技術の空洞化を埋める革新的な製造プロセスの開発が鍵を握っています。加えて、社会との調和をとりながら製造業が発展するには、環境負荷の低減と安全性の向上の視点を踏まえた技術革新が不可欠です。

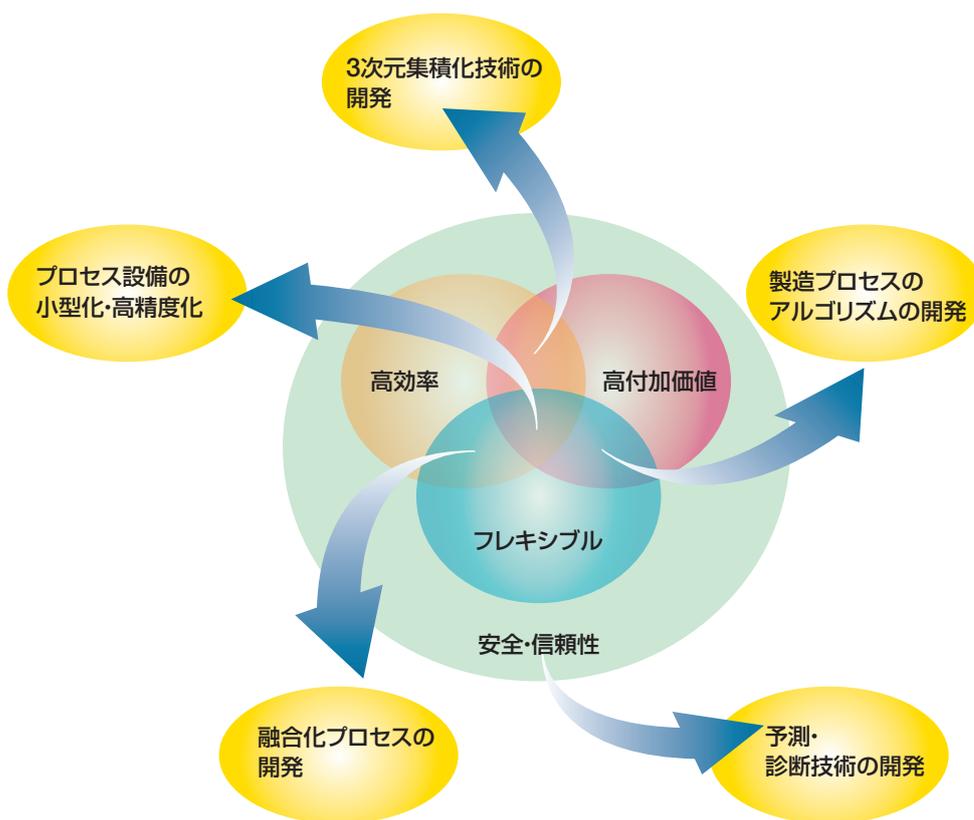
製造技術とは、原材料に形状や機能を付与することにより製品化する一連の操作と捉えることができます。従来ややも

すると、形状の付与と機能の付与は独立して行われてきたと言えます。しかし、環境に配慮した高度な製造技術を構築するには、形状付与と機能付与を一体化して捉えるとともに、高効率、高付加価値、フレキシブル、安全・信頼性の4つの視点から技術を俯瞰する必要があります。製造技術としてのニーズであるこれら4つの視点は相互に深く関係し合っています(図1)。

## 推進する重点研究

先進製造プロセス研究部門では以上の観点から製造技術を整理し、図1に示した5つのアウトプットを実現するために

図1 重要研究課題の設計指針(ニーズとアウトプット)



以下の重点研究を進めようとしています。

1. 低温・高速コーティング技術の開発
2. エンジニアリング部材のコンパクトプロセス技術の開発
3. 3D集積化プロセス技術の開発
4. 部材化ロジスティクスプロセスの開発
5. 小型MEMS製造装置の開発
6. 資源循環型ローエミッション生産技術の開発
7. 価値創造型ものづくり支援技術の開発
8. マルチスケール・マルチフィジックスCAE手法の開発
9. 広範囲領域のキャラクタリゼーションのための間接計測法の開発
10. 製造プロセスのモニタリング・診断予測基盤技術の開発

これらの中から以下の2つのテーマについて概要を紹介します。

### 低温・高速コーティング技術の開発

産総研が独自に開発したエアロゾルデポジション(AD)法や塗布熱分解(MOD)法などのセラミックスコーティング技術を、従来の溶射技術(HVOFなど)やスプレーコーティング手法などと融合することにより、低温で高効率に大面積の成膜(膜の形成)が可能なコーティング技術を開発します(図2)。

### 部材化ロジスティクスプロセスの開発

産業界からの多様なニーズに個別に対応するためには、費用対効果の大きい部材製造プロセスを確立することが必要です。そのために、メートルレベルからマイクロレベルに至る寸法範囲に対応した複雑な形状部材の製造技術の開発と、プロセスの効率化・単純化を可能とする高効率化技術および構造体中に材料機能を配置する機能付与技術を一体的に開発し、部材の低コスト化および高付加価値を図ります(図3)。

以上のような研究開発を通じて、実用化の検討の対象になりうる試作品などを「産総研の製品」として産業界に提示することにより、製造業の国際競争力の強化ならびに安全な産業インフラの構築に貢献したいと考えています。

図2 低温・高速コーティング技術の開発

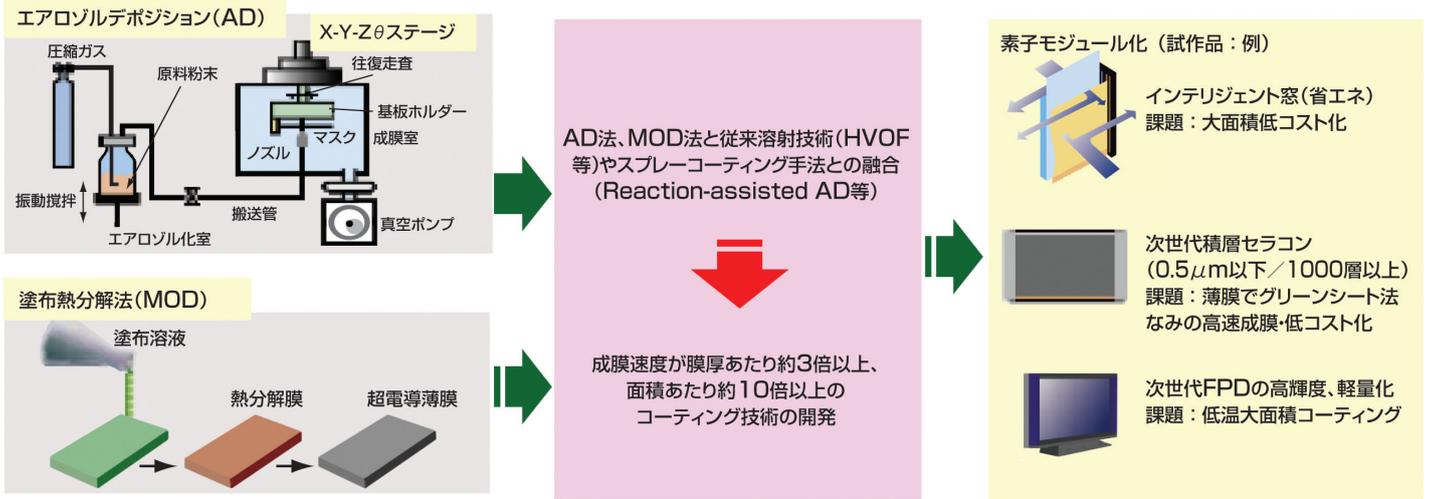
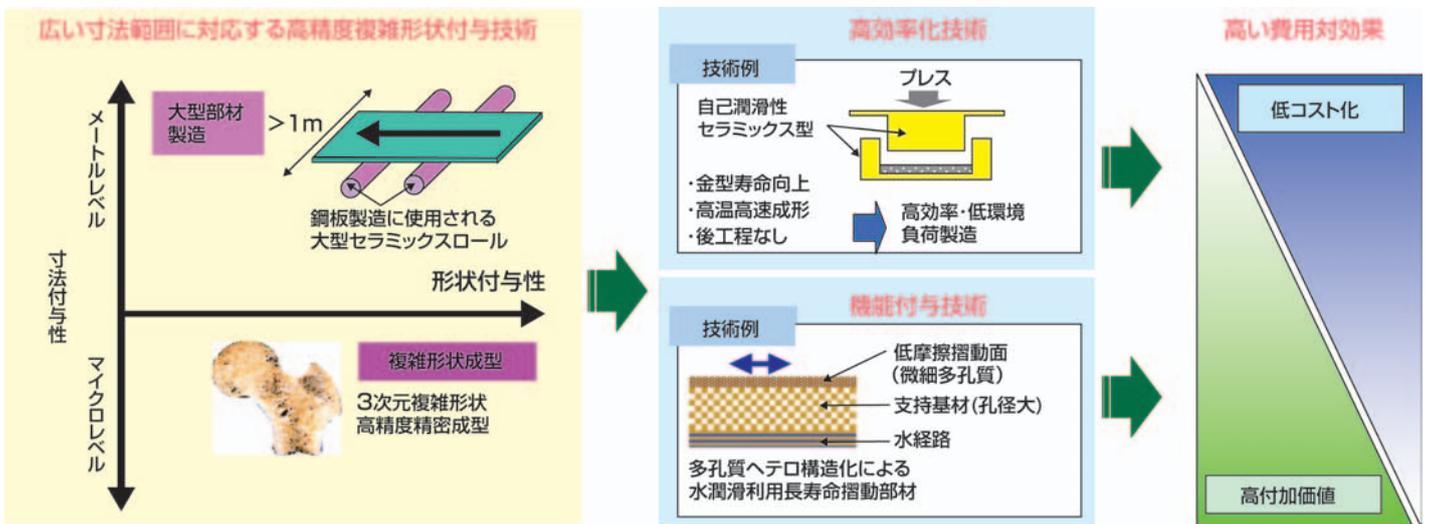


図3 部材化ロジスティックスプロセスの開発



### 低温・高速コーティング技術の開発

先進製造プロセス研究部門 集積加工研究グループ長  
明渡 純

エアロゾルデポジション (AD) と呼ばれる新しいコーティング技術の開発に取り組んでいます。セラミックスプロセスの常識を覆す「常温衝撃硬化現象」を発見し、この現象をコアにした NEDO プロジェクト (ナノレベル電子セラミックス材料低温形成・集積化技術) を、民間企業、大学と三者共同で推進しており、次世代の情報関連デバイスのブレークスルーを目指しています。

日常の研究では、新しい現象の解明、企業との実用化への取り組み、特許戦略といった多様な側面で、研究の枠を超えた刺激的な経験ができることが何よりの喜びです。同時に、大きな国家プロジェクトを運営、推進しているので、責任の重さを感じています。研究者としては、いち早く製品化を実現し、デバイス製造のキーテクノロジーに育てたいと思っています。

### 部材化ロジスティックスプロセスの開発

先進製造プロセス研究部門 総括研究員  
大司 達樹

材料は、産業・社会においては、1mを超える大型部材から、10mm以下の小型部品まで多様なサイズで使用されており、さらにまた形状が複雑で厳しい精度が要求される場合が少なくありません。材料の特性は近年飛躍的に向上していますが、この優れた材料特性を多様なサイズや形状の部材で効果的に発現させるために、材料技術と形状付与技術とを一体化して、費用対効果の面でより優れたプロセス技術を開発しています。成形技術などの形状付与技術は、ノウハウのような断片的な知識・経験として蓄積されている場合が多く、現状では必ずしも科学的、技術的に体系化されているとは言えません。

このように、蓄積されている断片的な、成形技術の知識・経験を整理し、科学的、技術的に体系化することにより、産業・社会が共有できる科学技術とすることを目指しています。

# ものづくりの技能を 普遍化する

ものづくり先端技術研究センター長  
森 和男

## ものづくりを支える熟練技能者

わが国の製造業の国際競争力は、その根幹では中小企業で働く優れた熟練技能者によって支えられています。ところが、昨今の少子高齢化や若者の製造業離れなどにより、多くの中小企業では優れた技能者の確保が困難になってきています。加えて、急速な情報社会の進展に追いついていくのも困難な状況です。こうした現状は、わが国の製造業の国際競争力を根底から揺るがすことになりかねません。

## ITとMTの融合によるものづくり支援

そこで本研究センターでは、技能の継承と共有化を目指すとともに企業内ITシステムの作成支援を目指した技術開発により、特に機械部品加工に携わる中小企業の競争力強化を目的とした研究開発プロジェクト「ものづくり・IT融合化推進技術の研究開発」を進めています。このプロジェクトの技術開発の基本コン

セプトは、「ITとMT (Manufacturing Technology) の融合」です。

技能に代表される製造技術 (MT) は、ITで利用することが困難と言われてきました。技能の継承・共有化を容易にするためには技能を抽出して整理・体系化し、それをITで利用できるようにデジタル化する技術開発が必要です。またITで利用するためには、製造現場でもIT化しやすい情報技術の提供が求められます。つまり、MTをIT化するための技術開発とITをMTに導入しやすくする技術開発の双方を、常に相互に高めて実現していくことによって中小企業のものづくり力を維持し、さらに向上させていこうというのが「ITとMTの融合」の考え方です。

## 15項目の「加工技術データベース」

それでは、どうして機械部品の加工現場には技能者が必要になるのしょう

か。その大きな要因の一つが、加工のメカニズムがまだ十分に解明されておらず、その結果、技能者の永年の経験と勘に依存しなければならないことがあげられます。

また、加工の内容や目的に応じて、複雑な判断が技能者に求められることも大きな要因です。MTをIT化するためには、こうした技能者に委ねられている知識的な役割をデジタル化しなければなりません。

そこで、このプロジェクトでは加工機構の解明と意思決定プロセスにかかわる技能をデジタル化するために、対象となる技能を抽出する基本手法の開発と、技術化された技能をITで共有化するシステムの一つとしてのデータベースの開発を行っています。

機械部品は、一般に複数の異なる加工法によって製品になります。そこで、鍛造や切削、めっきなど機械部品の加工に用いられる主要な15の加工法を対象にして、それぞれの加工法について加工準備から加工を完成するまでに求められるノウハウなどを、加工機構の工学的分析の観点から技術情報化し、データベースを進めています。

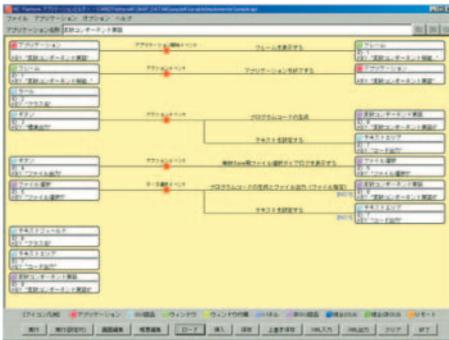
現在、その内容は、推奨加工条件や加工事例の検索、異常診断などの機能を中

## 加工技術データベースの表示例

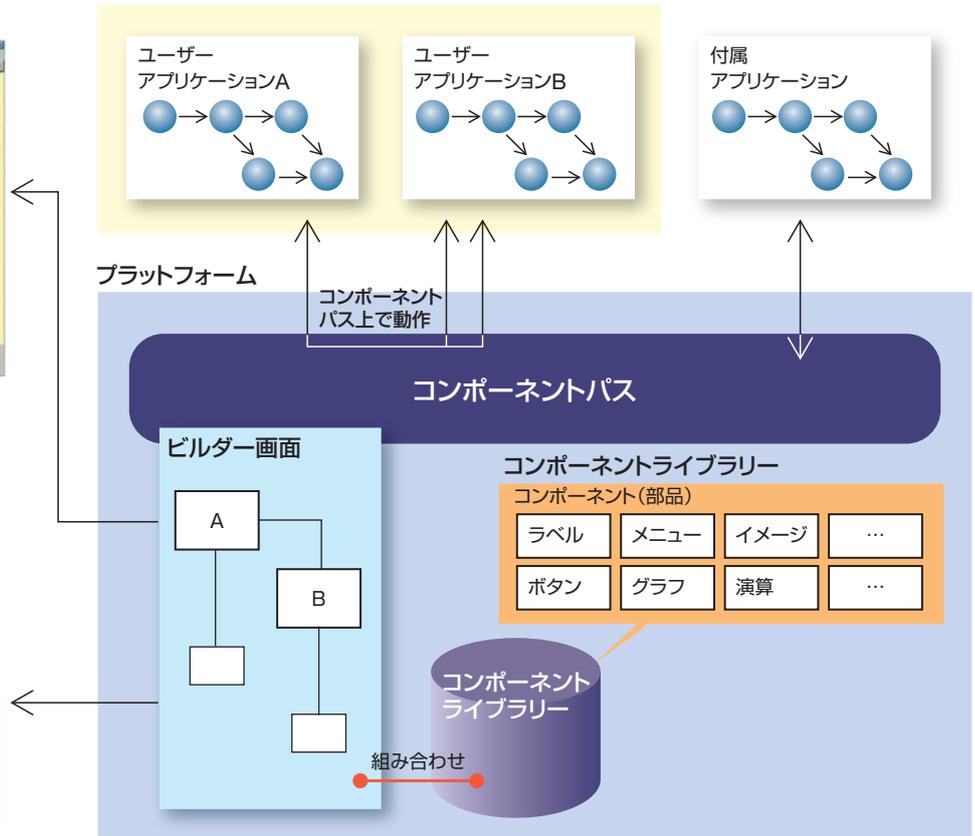
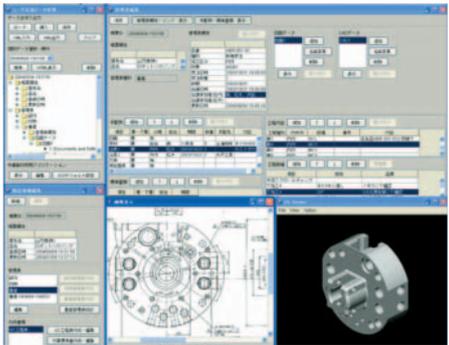
鋼種	SUS304	SUS304L	SUS316	SUS316L	SUS321	SUS347
一事例	D308	D308L	D308	D308L	D308	D308
良好な溶接事例	SUS304L	D308L	D308L	D308L	D308L	D308L
非好ましい溶接事例	SUS316	D308L	D316	D316	D316	D316
溶接棒の特性	SUS316L	D308L	D316L	D316L	D316L	D316L
溶接棒の特性	SUS321	D308L	D321	D321L	D321	D321
溶接棒の特性	SUS347	D308L	D347	D347L	D347	D347

## プラットフォームの機能

### ビルダー画面



### 作成したアプリケーション例(工程管理表)



心として、インターネットを通じて公開しています。今後、ユーザーが加工目的を達成するための支援機能や、技能者の判断を明示化した技術情報をも含めた作業標準書形式にしたデータベースの開発を進める予定です。

ンを簡単に作り出すことができます。つまり、このプラットフォームを利用すれば、ソフトウェアの専門知識を持たなくても、容易かつ短時間に自社に合った業務ソフトウェアを作り出すことができるようになるのです。現在、第1版の公開

を始めています。

なお、加工技術データベースならびにプラットフォームの利用の詳細につきましては、当研究センターのホームページ (<http://unit.aist.go.jp/digital-mfg/>) をご覧下さい。

## 設計・製造のIT化を支援するプラットフォーム

IT化は製造現場にも浸透しつつありますが、中小企業ではそうたやすく進められるものではありません。そこで、ITをよりいっそうMTに取り込みやすい環境を実現するための研究開発もプロジェクトで進めています。それが、プラットフォームです。

プラットフォームは、Javaで開発された新しいソフトウェア開発・実行環境です。一言でいえば、ビルダーと呼ぶ画面上で、グラフ作成や各種演算など一つの機能をもったコンポーネント(JavaBeans)をいくつか組み合わせることにより、ユーザーが求める機能をもった設計・製造業務用アプリケーション

### 中小企業からの期待の声

株中農製作所  
代表取締役社長  
中農康久さん



#### Q. どんな業務に成果を活用していますか？

当社では自動車部品の加工を行っています。新規受注した場合にはまず加工の知識を持つ技術者が集まって会議を開きます。そこでおおまかな加工工程を話し合い、管理表というものを技術者が作成します。まず、プラットフォームで管理表作成アプリケーションを開発しています。同時に、その作業で利用する加工条件の設定に加工技術データベースも活用しています。

#### Q. 活用の成果はいかがですか？

管理表の作成をデジタル化することによって、過去に扱った類似加工品の技術情報の検索が容易にできるようになりました。このような検索が容易になったことで、会社としては情報の蓄積がすぐに役立つことになり、蓄積した技術情報の検証も可能になります。紙に書いていた時と比べて本当に多機能な管理表になったというのが実感です。管理表を作成する会議の効率も向上しています。

#### Q. 今後はIT化をどのように進めていきたいですか？

管理表作成のデジタル化はほんの入り口だと思っています。これからは、自社データベースの作成も含めて、いろいろな業務に加工技術データベースやプラットフォームを活用していきたいと考えています。

# マイクロリアクターが 開く多様な世界

マイクロ空間化学研究ラボ長  
前田英明

## マイクロ空間を化学反応に利用

マイクロリアクターは、数～数百 $\mu\text{m}$ の微細流路をもつ微小反応器の総称です。このような小さい空間で化学反応を行うと、温度・反応時間・反応種の物質移動を高精度で制御でき、さらに安定した高い応力場などの新しい反応場を提供

することができます。当ラボでは、マイクロ空間をこれまで化学工業では利用されなかった高い制御性をもつ反応場として捉え、反応設計、リアクター設計による化学反応制御を行い、有用な産業技術を創り出す研究を行っています。ここでは、マイクロ空間化学技術の応用例とし

図1 マイクロリアクターによるCdSe ナノ粒子合成概念図

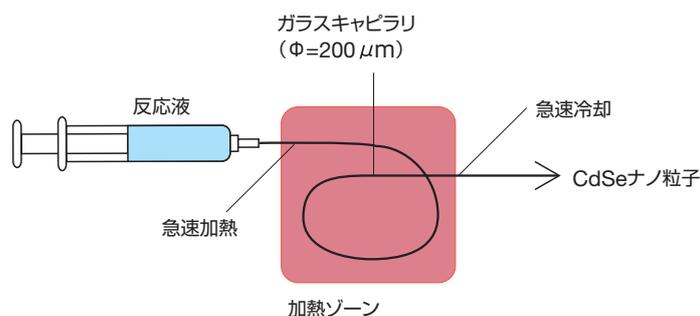


図2



加熱時間を300℃とし、2秒—140秒の加熱でCdSeナノ粒子を合成した。加熱時間が短いものは、粒子径が小さく(～2nm)青緑色の蛍光を、加熱時間が長いものは粒子径が大き(～5nm)赤色の蛍光を発した。

て、マイクロリアクターを用いた蛍光ナノ粒子の連続精密合成プロセスについて紹介します。

CdSe等の半導体材料を数nm程度まで微粒化していくと、量子サイズ効果が発現して同じ材料でありながら種々の蛍光を発するようになります。この蛍光性ナノ粒子は、従来の有機色素に比べて、高い蛍光安定性を有する、蛍光波長分布が狭い、単一励起光で多色同時発光および蛍光色の組み合わせによる多元標識化が可能といった利点を持ち、生体反応、生化学反応の新しい光学標識として注目されています。一般に、CdSeナノ粒子は、300℃以上に加熱した界面活性剤の中で有機カドミウムとセレンを反応させて合成します。しかし、粒径10nm以下で大きさの揃った半導体ナノ粒子の工業的な製造は容易ではありません。これは、ナノ粒子の合成には通常の粒子合成以上に精密な条件設定が必要となるうえに、合成量が増えると条件の精密制御が難しくなるためです。このため、現在発表されている論文をみても、数～十数ml程度の少量の反応溶液を用いた合成例が多く、その製造法もまだ実験室レベルの域を出ません。

## ナノ粒子合成装置

私たちのラボが開発したマイクロ空間を利用するナノ粒子合成装置はきわめてシンプルです(図1)。シリンジから押し出された原料溶液は加熱媒体に入るところで加熱され、媒体から出ると冷却されます。リアクターの熱容量が小さく表面積が大きいため、反応溶液の温度制御は非常に高速・高精度で、また管内の流れが層流であるためにバックミキシングが少なく反応時間もサブ秒単位で精密に制御できます。

このリアクターを用いると、反応温度と加熱時間を適切に選択することにより、同一原料からさまざまな蛍光色を持つ粒子がよく制御された状態で非常に高い再現性で得られます(図2)。

この高い制御性と再現性は、マイクロリアクターにより精密に制御された反応

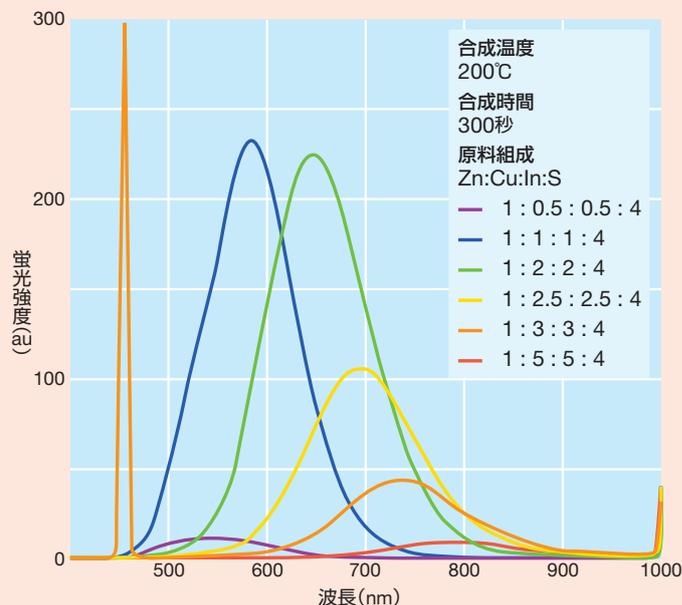
## 低毒性の半導体量子ドットの合成に成功

同一素材から種々の光を取り出せる半導体量子ドットは、生化学用蛍光タグとしてのみならず、ディスプレイ材料、照明材料等への多様な応用が期待されています。しかし、CdSe に代表される半導体量子ドットのほとんどはII-VI属系材料であり、構成元素の毒性が産業化や産業利用の大きな障害となっています。当ラボでは、ZnS-CuInS<sub>2</sub> 材料により、CdSe に代わる低環境負荷型・低毒性の半導体量子ドットの合成に成功しました(図)。この材料系では、用いる原料の組成比をいろいろ変えることにより、550~800nm の範囲で蛍光発光の波長を制御することができます。

ZnS-CuInS<sub>2</sub> ナノ粒子の光学特性を詳細に解析した結果、このナノ粒子は ZnS (コア) /CuInS<sub>2</sub> (シェル) の複合構造をもっていることが判明しました。これまで CuInS<sub>2</sub> ナノ結晶の合成に関してはいくつか報告例があるものの、蛍光を発するほどの良質な結晶の合成例は皆無でした。従って、ZnS (コア) /CuInS<sub>2</sub> (シェル) 構造が CuInS<sub>2</sub> の結晶性向上に大きく寄与しているものと推測できます。高品位な結晶析出が起こった理由として、一つは ZnS 結晶と CuInS<sub>2</sub> 結晶との格子パラメータのミスマッチが約 2% 程度と小さいこと、もう一つは ZnS 源として添加した原料が Cu の酸化数安定化に寄与したことが考えられます。

このように、自発核発生-成長では欠陥等の発生により結晶性の低下

を招きやすい材料でも、高品位な結晶が得られるコアのナノ粒子表面を析出サイトとして利用する、すなわちナノエピタキシャル的な結晶成長技術を用いることにより、比較的高品質な結晶成長が可能であることを示唆しています。この技術は今後のナノ粒子材料の機能の高度化や複合機能化にきわめて有用と思われる。



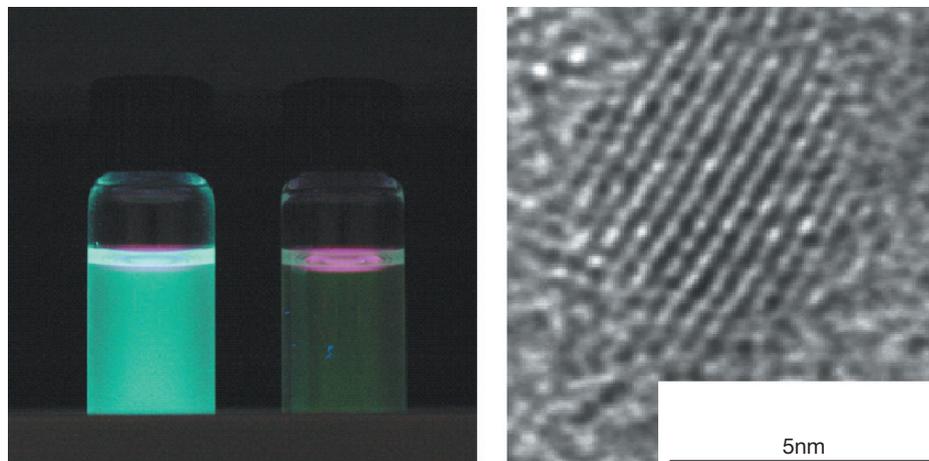
が実現されていることを示すもので、並列操作によりスケールアップしても安定な工業的生産が基本的に可能なことを示しています。

### より高度な機能の付与が可能に

CdSe ナノ粒子を生化学用蛍光標識として用いる場合、一般的には ZnS 被覆処理を行います。これは、ワイドバンドギャップの ZnS で CdSe 内の光励起電子を効率よく閉じこめ、かつ化学的に耐水性、耐酸化性を付与するためです。マイクロリアクターを用いると、多段階の反応操作を連続的に行うことができ、図1の装置を直列にすることで CdSe の合成に引き続き ZnS の被覆を連続して行うことができます。

最近、この被覆構造を発展させて、ZnS(コア)/CdSe(シェル)/ZnS(シェル)の多層構造化することにより、ナノ粒子表面に精度よく量子井戸構造を構築し、サンドイッチされた CdSe からの量子サイズ効果による蛍光発光を実現し、その

図 3



ZnS/CdSe/ZnS ナノ粒子(写真左)は約 480nm の蛍光を発生し、通常の CdSe/ZnS ナノ粒子(写真右)よりも数十倍高い蛍光強度を示した。TEM 写真から、ZnS/CdSe/ZnS ナノ粒子は約 5nm 程度の粒子サイズである。

特性を大幅に改善できることを見出しました(図3)。これは、マイクロリアクターを用いれば、単にナノ粒子の合成だけでなく、より高度な機能の設計や機能の付与が可能であることを示しています。

以上のように、マイクロ空間を利用すれば、ナノ粒子を精密に条件制御しながら再現性よく連続的に合成することがで

きます。この方法の高い再現性は、パイロットアップによる生成物の特性低下を抑えることができ、安定に供給できることを示しています。現在、この技術を有機ナノ結晶、金属ナノ結晶など多様な材料へ展開しており、マイクロ空間を利用した新たなナノ材料創製技術の確立を目指しています。

# 触覚で重度視覚障害者のパソコンの世界が広がる

## 重度視覚障害を持つPCユーザのための触覚を利用した直接操作型インタフェースを目指して

産総研人間福祉医工学研究部門は、電気通信大学及びケーゲーエス株式会社と共同で、表示面を指や掌で触知しながら、触り加減で色々な入力操作もできる、重度視覚障害者用触覚ディスプレイの試作機を開発した。本装置は、ピンマトリクス上にリアルタイムで触覚パターンを表示する機能と、表示面にユーザの指や掌が接触して生じる力やトルクを検出し、接触位置を推定する機能を備えている。これらを組み合わせることによって、触覚フィードバック情報を参照しながら、表示面上で描画やマウスのような操作を行うことが可能となる。

### 研究の背景

情報化時代といわれる現代においては、情報機器を介して情報にアクセスすることが、色々な生活場面で必要になっているが、そうした情報機器の多くは、GUI（グラフィカル・ユーザ・インタフェース）を採用している。このことは、視覚情報を利用できない重度視覚障害者にとって、大きな障壁となっている。重度視覚障害者とは、障害程度等級の視覚障害1級及び2級該当者で、2002年の厚生労働省統計では179,000人と報告されている（18歳以上）。

文字あるいは文字化できる情報は、合成音声による読み上げや点字端末への表示によってアクセスできるが、それ以外の視覚情報にアクセスすることは、Webアクセシビリティに絡んで、図や写真には説明文を付けるなどの対応が図られつつあるものの、現状では未だに困難である。そのような視覚情報を伝える手段の一つとして、触覚ディスプレイは開発されて来た。これまでの研究開発では、主として表示機能の向上に力が注がれて来たが、これからは次の段階、重度視覚障害者が図形や画像情報に馴染むための環境、受け取るだけでなく作成し、利用し、発信するような環境の整備が必要である。また、開眼手術を受けた人が、「見て解る」迄に数年を要するように、「触って解る」迄には相当の経験的知識の蓄積が不可欠である。本研究は、そうした知識獲得や、さらにはユーザ自身による触覚固有の表現の発案を支援する道具としての意義を持つ。

本研究開発は、そのような環境構築のための一つの基盤作りを目的として、経済産業省の2003年度地域中小企業支援型研究開発制度の助成を得て実施された。

### 目標を設定する

マトリクス状に配置されたピンを、圧電セラミックの薄板を芯材の両側に接着した圧電型バイモルフ・アクチュエータ（圧電セラミックの薄板を芯材の両側に接着し、極性の切り換えによって両側に撓む性質を利

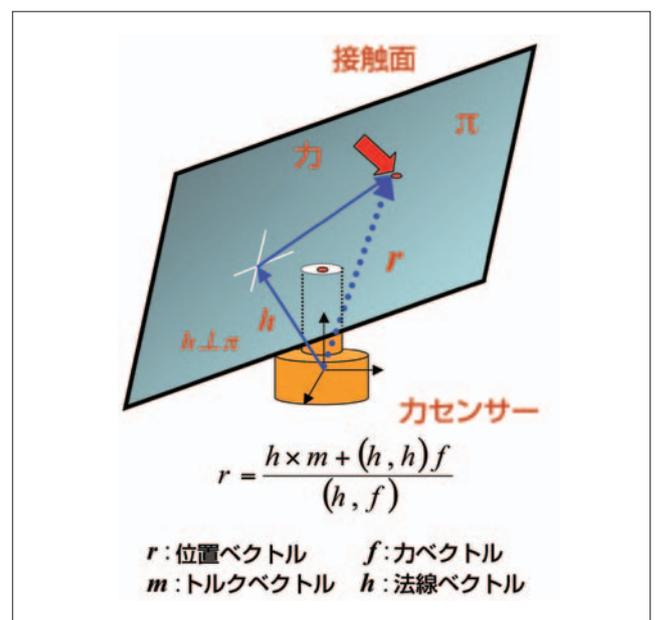


図1 センサー中心から作用点への位置ベクトルと力との外積がトルクであることを利用  
 実際には、平面上の座標系への変換、歪の補正などが必要となる。

用したもの)により独立に上下に駆動し、触覚パターンを形成する研究開発は、1950年代から行われて来た。昨今ARやVRの世界でも触覚や力覚への関心が高まり、色々な駆動方式の研究開発が行われているが、時空間応答性では未だ旧来の方式に一日の長がある。ある程度熟成されたこの技術の利用を前提に、我々は次のような目標を設定した。

- 手指あるいは手掌による触圧行動のみから、入力的基础となるデータを取り込む(同一モダリティでのインタラクション)。
- 触覚ディスプレイと接触行動検出の2つのモジュール構成とする(構造の単純化)。
- 表示出力に見合う位置推定精度と時間応答性を実現する(スムーズなインタラクション)。

まず上記目標を達成するハードウェアと2つのモジュールを結び付ける基本ソフトウェアを単年度プロジェクトで試作し、その過程で発生した様々な問題の解決やインタフェースの構築は、プロジェクト終了後も研究協力体制を維持して実施することとした。

## 動作の仕組み

力とトルクを検出できるセンサーと剛性の高い支持板を一点で強固に固定し、支持板上の任意の点を押すと、理想的な状況では、力、トルクおよび接触位置の間に単純な関係が成立し(図1)、押し方に拘わらず、接触位置を算出することができる。ただし、ここでの接触位置は、接触領域の平均荷重位置ということになる。今回の試作機では、この原理を利用して、支持台の上に触覚表示モジュールを搭載して固定し、表示面

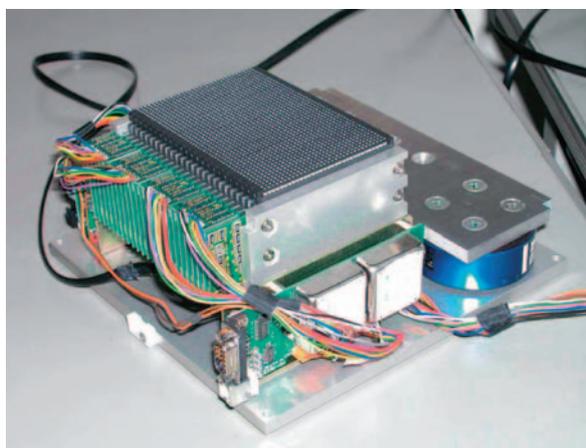


図2 カバーをはずした装置

表面に粒々があるのが触覚表示モジュール。右下方の短い筒状のものが6軸力センサー。現在は、触覚表示モジュールの真下にある。

への接触によって生じる力とトルクから位置計算を行い、取り付け精度や構造に起因する歪みなどにより附随する位置ズレ補正を施すことで、接触位置の推定を行っている。

支持台に搭載されている触覚表示モジュールは、2.4ミリ間隔で32×48のマトリクス状に並んだ1536本のピンを上下して、色々なパターンを表示することができる。ちなみに、このモジュール単体が点図ディスプレイとして、現在市販されている。図2は、2つのモジュール構成を示しているが、実際にはセンサーは触覚表示モジュール直下付近に潜り込んでいる。

## 目標は達成されたか

今回の試作の状況がかなり良好であったため、位置ズレの補正は、画像歪み補正に使われている簡便な射影変換あるいはアフィン変換で充分カバーできる範囲であった。550gの錘を使って加重した際の補正前、射影変換による補正後の推定位置を、図3に対比して示す。ちなみに、補正後の位置と真の位置との最大のズレは1.39ミリであったが、その1点を除いた12点での最大のズレは、総て1ミリを下回っており、ピン間隔の半分未満となっている。また、ボールペンの先でピンを押し込むと、押されたピンの位置がほぼ復元された。しかしながら、これは極めて理想的な状況であり、現在水平方向分力を加えた厳密な評価実験を実施中である。

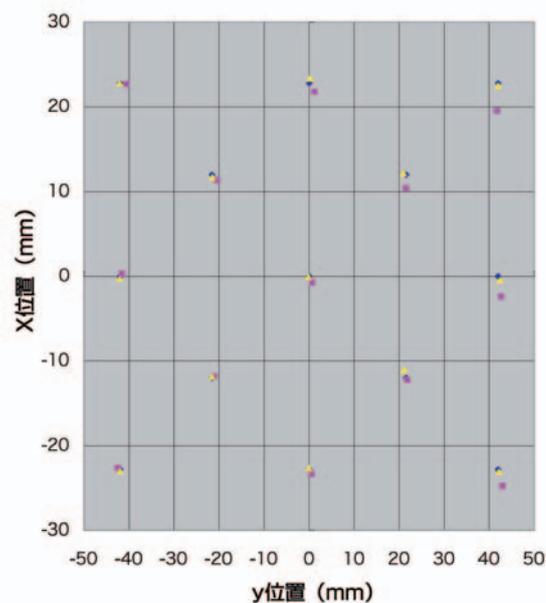


図3 射影変換による補正例

補正前(ピンク)は多少の歪を伴って右肩下がりとなっているが、補正後(黄)は、殆ど加重位置(紺)に重なっている。

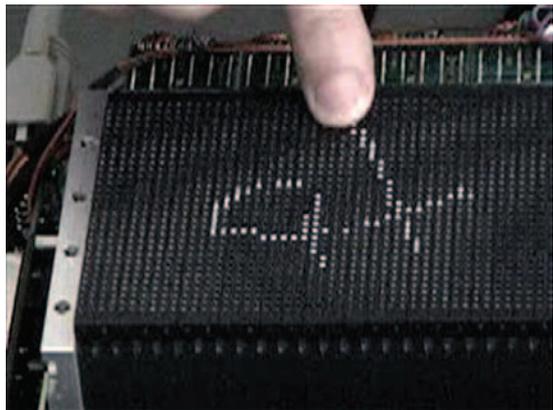
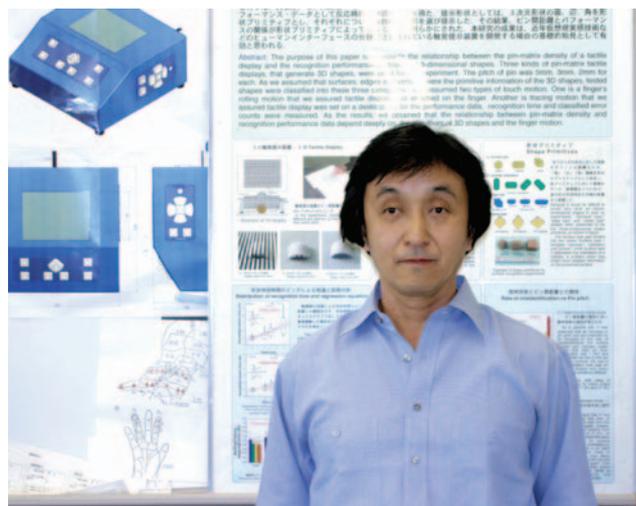


図4 触覚フィードバックのみで書かれた平仮名の「や」  
軽くなぞってストローク位置を確かめながら強めに描画する。「福  
笑い」状態に陥ることなく、十分に判別できる仕上がりであった。

触覚表示モジュールでは、毎秒20パターン以上をリフレッシュすることができる。これをマウス操作における視覚フィードバックのように利用するためには、上記位置情報の算出が十分に短時間で行われねばならない。色々な物理的ノイズを除去するためのフィルターの設計も含めて、PCとのインタフェース仕様の根本的な見直しを予定している。取り敢えず現時点では単純な移動平均処理のみに止め、接触によって生じる垂直分力を適当なしきい値で振り分け、しきい値より小さい力で表示面をなぞると位置情報を返さず、それ以外では接触軌跡をピンの浮上で追跡表示する機能を作成した。この機能は、線図形の自由描画と消去、あるいは対象のドラッグなどに直接応用することができる。図4は、視覚を使わずに指で平仮名の「や」を描いた結果である。触覚フィードバックがないと、字形は分っていても、ストロークの位置取りができない。「福笑い」を連想していただきたい。接触動作に対する時間応答性が低いと、作業の円滑性を損ねることになる。現在は、通信上の制約から多少ゆっくり描画をする必要があるが、これもいずれ解消可能な問題である。定量的な評価は継続中であるが、単年度プロジェクトの目標は概ね達成されたと考える。

## 今後に向けて

直近の課題は昨年度に構築された基本機能の充実であり、とりわけハードウェアの安定性、頑健性の向上である。現在、見直しのための知見を得るべく、先にも記したような評価実験に入っている。また、コンパ



人間福祉医工学研究部門 身体・生態適合性評価技術グループ  
篠原正美 主任研究員

クトな匡体の実装した場合の部品間の干渉や、本来このような使われ方を想定して作られていない触覚表示モジュールの構造的脆弱性の解消など、泥臭い問題も残されており、現在改善バージョンの仕様を検討している。そうした作業に並行して、基本的なユーザ・インタフェースの検討も行われている。試作機には複数のボタンとジョイスティックが備えられており、マウス・エミュレーション、表示スクロール、表示の縮小/拡大などの画面操作が、それらを使って実行できる。それらの一部を、手指や手掌の接触動作で置き換えるために、基盤となる接触行動の識別可能性が検討されている。

これまでは、機器そのものの話題に終始してきたが、ユーザとインタフェース機能との適合性の問題を見落としてはならない。例えば、指先は粘弾性体で接触状態に応じて変形するため、押し方で推定位置が変化する。タッチパネル操作時に視差が誤動作を産むように、ユーザの意図した位置と推定位置との分離が誤動作を産むようなことは避けねばならない。当該装置は、そうした人間の行動特性を計測する手段として、触覚インタフェースの設計にも貢献することが期待される。

### ●問い合わせ

独立行政法人 産業技術総合研究所  
人間福祉医工学研究部門  
身体・生態適合性評価技術グループ 主任研究員 篠原 正美

E-mail : m-shinohara@aist.go.jp  
〒305-8566  
茨城県つくば市東 1-1-1 つくば中央第6

## リン酸化による生物時計分子分解のメカニズム

### 生物時計による24時間リズム形成機構の制御をさぐる

生物時計は生物が進化の過程において獲得した1日約24時間の時刻を体で推し量る能力であり、睡眠、血圧、体温などのホメオスタシスのリズムを調節している。体内時計機構の解明は、高齢者の不眠、時差ぼけやシフトワークなどによるリズム調節異常など現代の抱える諸問題を解決する糸口になりうる。このような観点から、ヒトの体内における内在性の時計分子の挙動を解明することは臨床的な応用のために不可欠であった。体内時計分子PERには、PER1、PER2、PER3の3つのアイソフォームが存在し、それぞれ1日のリズムに合わせて劇的に増減を示し、その合成から分解までがほぼ24時間で推移することが24時間のリズムを形成する本質と考えられている。そこで当研究部門では体内時計の歯車ともいべきPERの細胞内挙動について精力的に研究を進めている。しかし従来の研究手法では内在性の時計タンパク質が微量であるためその検出ができなかった。今回我々は、PER1に対する抗体を独自に作成し、それを用いて生化学的手法でPER1タンパク質のリン酸化および分解機構の解明を試みた。作成した抗体は

従来の抗体に比べ力価が高く、微量な内在性のタンパク質の検出を可能とした。さらに、特異抗体は現在トランスジェニック社より市販し、一般にも利用され初めた。

具体的には、ヒト培養細胞を高濃度血清刺激する系を用いて体内時計分子PER1のタンパク質レベルでも24時間周期で日周発現変動が観察できることを明らかにし、さらに経時的にPER1タンパク質がリン酸化による修飾を受け、分解へと導かれることを見つけた。PER1のリン酸化および分解はカゼインキナーゼIの阻害剤CKI-7により抑制されることから、カゼインキナーゼI $\epsilon$ および $\delta$ によるリン酸化がPER1の分解を制御していることが予想された。リン酸化修飾は、タンパク質の様々な機能を調節する翻訳後修飾として重要な役割を持つ。時計分子の場合、当初はPER分子の核内移行、核外移行、分解、転写機能などの様々な機能を修飾する可能性が予想されたが、我々の解析から分解が重要な機能制御であり、核内移行、核外移行などの機能にはカゼインキナーゼによるリン酸化は必要ないことも示した。

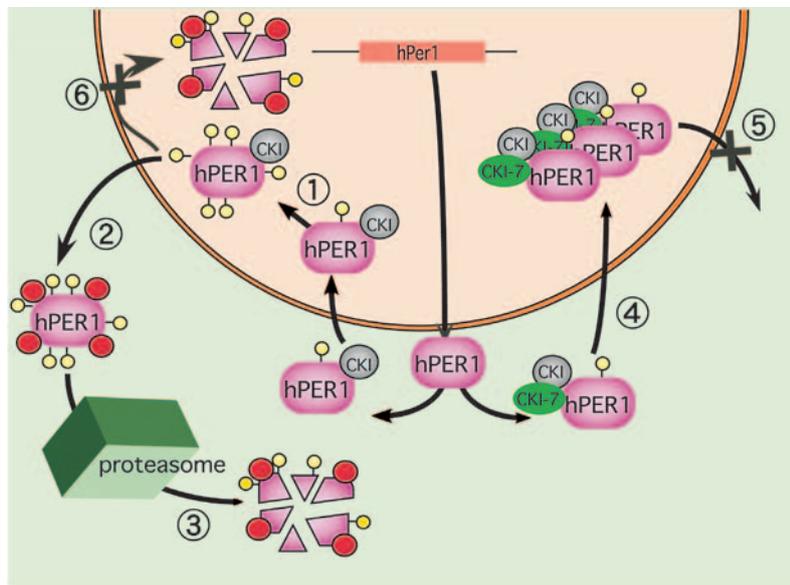


図 体内時計分子 PERIOD1 のリン酸化と分解の制御機構モデル

- ①カゼインキナーゼ 1 による体内時計分子 PERIOD のリン酸化
- ②リン酸化された PERIOD のユビキチン化
- ③ユビキチン化された PERIOD のプロテオームによる分解
- ④ CKI7 による CKI 活性阻害により PERIOD のリン酸化が制御
- ⑤リン酸化制御が PERIOD の核内蓄積を招く
- ⑥核外移行阻害によれ PERIOD は核内でも分解される



みやざき ことみ  
宮崎 歴  
k-miyazaki@aist.go.jp  
生物機能工学研究部門

#### 関連情報

- K. Miyazaki, M. Mesaki, N. Ishida: Biochem. J., Vol. 380, 95-103 (2004).
- K. Miyazaki, T. Nagase, M. Mesaki, J. Narukawa, O. Ohara, N. Ishida: Mol. Cell Biol., Vol. 21, 6651-6659 (2001).
- ノウハウ：生物時計遺伝子産物に対する特異抗体，H14NOH 018，石田直理雄，宮崎歴，目崎美穂，トランスジェニック社 (<http://www.transgenic.co.jp>)。

# 電子顕微鏡を用いた単粒子解析法による IP3 受容体チャンネルの構造解明

タンパク質粒子は電子線に損傷しやすい。そのため、低照射条件での透過型電子顕微鏡では、極めて微かな低コントラスト・高ノイズの像としてしか写らない。しかし、現代の画像情報処理技術を駆使すれば、次ページに示される方法で、そこからの3次元構造の決定は可能である。ここでは、電子顕微鏡画像から単粒子解析法によってIP3 (Inositol 1,4,5-trisphosphate) 受容体チャンネルの3次元構造を初めて詳細に決定した。IP3受容体は神経細胞内にある内膜系である小胞膜に存在するイオンチャンネルである。その役割は小胞内に存在するCaイオンの放出を制御することである。我々の細胞内ではCaイオン濃度は通常、厳密に低い濃度に抑えられており、この小胞から放出されるCaイオンは細胞の様々な活動を制御し、さらには我々の活動を制御している。そのため、IP3受容体チャンネル生体の活動にとって重要であり、さらには、脳における学習の機構に重要な役割を果たすことも示唆されている。このチャンネルは、その細胞質側にIP3とCa両方が結合すると、開いてCaを通す。しかしその構造と機構は、これまで謎であった。我々が解明したその構造は、表面に多くの穴を持つ気球状の形であり、内部にはイオンの通路と思われるパイプ状の構造が膜貫通部位から

気球上部へ続いていた(図1)。この内部パイプの中間にもイオンが放出される切れ目が存在しており、パイプから放出されたCaイオンは気球構造表面の多くの穴から四方八方へ放出されると思われる。すなわち、より広くCaイオンを散らばらせる、イオン放出孔を持つことが判った。今回明らかになったIP3受容体チャンネルの構造の特徴を、やはり我々が解明した陽イオンチャンネルの一種である電圧感受性Na channelの構造とひかくすると、Na channelのイオン放出孔が細胞膜直下に細胞膜と平行に向いていることと対照的である(図1)。

この受容体のIP3結合部位のみの構造は既に結晶化され、X線構造解析によってその構造が判明している。このIP3結合部位を本構造に当てはめると、そのサイズと形から気球上部に存在するL字型の構造が相当すると思われる(図2)。しかし、IP3を結合して結晶化された部分構造とIP3無しで決定された本全体構造では、このL字形の構造が異なっている。そのためIP3を結合した際には、ここでの構造の変化が、膜貫通部位のチャンネル構造にまで影響を及ぼしてCaイオンを通すと思われる。IP3に構造が明らかになったことは、それに作用する物質の探索、医学、薬理学研究にも貢献する。

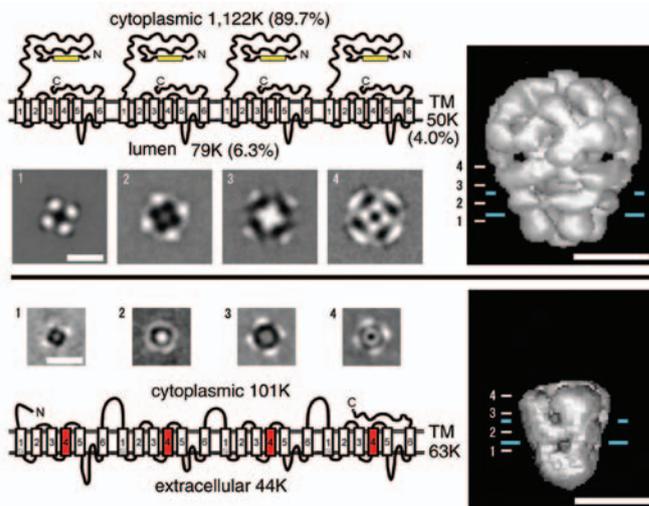


図1 上が IP3 受容体チャンネル (JMB 336, 155-164, 2004)、下が Na チャンネル (Nature 409, 1047-1051, 2001)

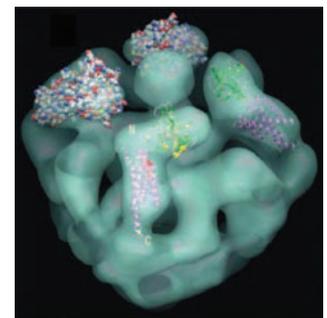


図2 X線による IP3 結合部位構造 (Bosanac et al. Nature, 420, 696-700, 2002) を今回の全体構造へあてはめたもの (同 ref 1 より)



さとう ちから  
佐藤 主税  
ti-sato@aist.go.jp  
脳神経情報研究部門

## 関連情報

- 共同研究者: 小椋俊彦 (脳神経情報研究部門), 藤吉好則 (京大大学生物物理・生物情報解析研究センター), 御子柴克彦 (東大医科研・理研) およびそのグループの方々.
- C. Sato, K. Hamada, T. Ogura, A. Miyazawa, K. Iwasaki, Y. Hiroaki, K. Tani, A. Terauchi, Y. Fujiyoshi, K. Mikoshiba: J. Mol. Biol., Vol. 336, 155-164 (2004).
- C. Sato, Y. Ueno, K. Asai, K. Takahashi, M. Sato, A. Engel, Y. Fujiyoshi: Nature, Vol. 409, 1047-1051, (2001).

## 単粒子解析における新画像分類法の確立

## 開発 タンパク質電顕画像の大規模・高精度分類法の

タンパク質の構造解析法の一つとして、結晶サンプルを必要としない「単粒子構造解析法」が注目されている。この方法は、電子顕微鏡画像より切り出した、さまざまな角度を向いている数千から数万のタンパク質の単粒子画像を、位置や角度毎に分類し、それぞれの分類毎に加算平均処理をすることで、バックノイズを減少させタンパク質の3次元構造を決定することができる。当研究部門では、この生成データをもとに3次元構造を高精度に解析する有効な解析法の開発を行ってきた。この方法により、生物の発生や記憶に深く関与しているIP3レセプターの解析を行い<sup>1)</sup>、以前本誌で報告した方法で10万枚の粒子画像を二週間で拾い上げ、解析期間の飛躍的な短縮に成功している<sup>2)</sup>。

タンパク質の構造を高精度に解析するためには、粒子画像の角度毎に画像を分類する精度が極めて重要となる。従来の方法では、位置や角度の分類精度が低いため分解能が制限されていた。さらに、粒子画像の主成分分析による情報圧縮をした後に階層型分類を行っているため、あまりにも多くの計算時間とメモリを消費していた。そのため、数十万枚規模の画像分類を行うことは極めて困難であった。

我々は、自己組織化法の一つであるGrowing Neural Gas Network (GNG)を改良することで、

膨大な単粒子画像の分類が極めて高精度にかつ短時間に行えることを見出した。GNG法では、粒子画像を超多次元空間内に存在する分布として捉え、この分布に従い適切に分類するため、従来の画像分類法に比べて精度が高くノイズに強い特徴がある(図1)。さらに、各画像グループのネットワークが自動的に形成され、このネットワーク構造が実際の粒子の投射角度にほぼ対応している。図2では、左側に粒子上部の投射画像があり、右側に行くに従い側面の投射像へと徐々に変化する。さらに、不純物は、粒子のネットワークから突き出すように右上に配置される。こうしたネットワークの情報を用いることで、3次元構造の再構成が容易になり高速化できるものと思われる<sup>3)</sup>。こうして得られた3次元構造から、我々は機械としてのタンパク質の仕組みを知ることが可能となる。

GNGを用いた本手法では、メモリの消費も極めて少ないため100万枚規模の膨大な粒子画像を高速かつ高精度に分類することが可能であり、単粒子構造解析の分解能と解析速度の飛躍的な向上に寄与し、タンパク質の機能解析に貢献するものと思われる。また、この方法は結晶化が困難な膜タンパク質やタンパク質複合体の解析にも応用が可能であるため、今後その重要性はますます高くなるものと期待される。

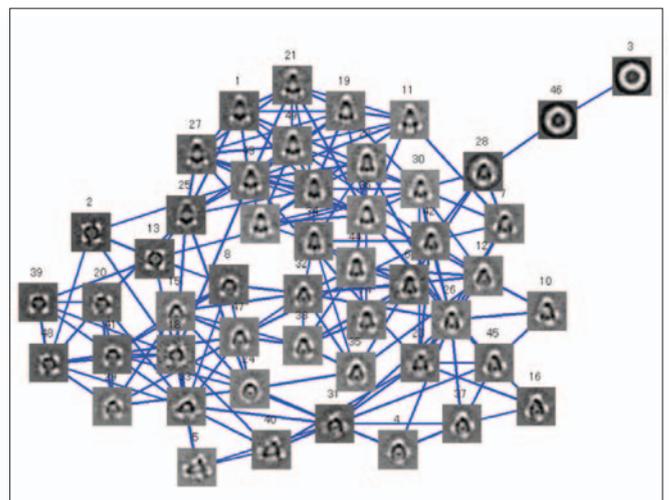
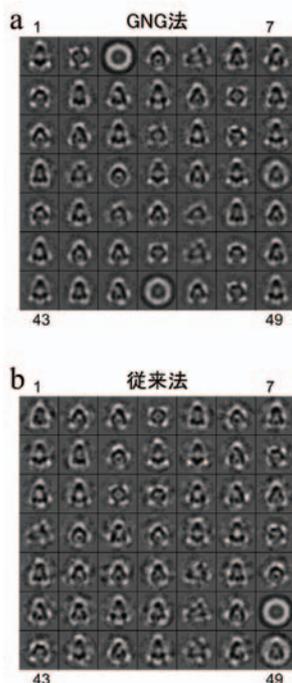


図1(左) (a) GNG法によるNa channel タンパク質の画像分類 (b) 従来法による画像分類

図2(上) GNG法による分類画像のネットワーク構造、タンパク質粒子の投射角度を反映したネットワークが自動的に形成される



おぐらとしひこ  
小椋俊彦  
t-ogura@aist.go.jp  
脳神経情報研究部門

## 関連情報

- 共同研究者：佐藤主税(脳神経情報研究部門)。
- 1) T. Ogura, C. Sato : J. Struct. Biol., Vol. 145, 63-75 (2004).
- 2) C. Sato, K. Hamada, T. Ogura, A. Miyazawa, K. Iwasaki, Y. Hiroaki, K. Tani, A. Terauchi, Y. Fujiyoshi, K. Mikoshiba : J. Mol. Biol., Vol. 336, 155-164 (2004).
- 3) T. Ogura, K. Iwasaki, C. Sato : J. Struct. Biol., Vol. 143, 185-200 (2003).

# 一分子計測技術で歩くタンパク質分子を見る

キネシンは、生体細胞内で物質輸送など様々な「動き」を司るタンパク質分子モーターの一種であり、ATP（アデノシン3リン酸）を加水分解して生じる化学エネルギーを利用して微小管に沿った一方向運動をおこなう。モーター機能をもつ「頭部」とよばれる部分はわずか数ナノメートルで、高いエネルギー変換効率をもつため、ナノアクチュエータとしての応用も期待されている。キネシンファミリーに属する分子の多くは二つの頭部をもつ二量体である。従来型のキネシンは、微小管上を1 $\mu$ mの距離を連続的に運動することができるが、このとき8nmの階段状の変位(ステップ)を繰り返して進むことが、光ピンセットを用いた一分子計測技術でわかっている。8nmは微小管を構成するチューブリン分子の間隔であることから、キネシンは二つの頭部を二本足のように交互にもちいて、チューブリンの飛び石の上を歩くようにして進むというHand-over-Handモデルが提唱され、広く信じられていた。しかしこのモデルに対する直接的な実験証拠はなく、これに反するデータも発表され、論議を呼んでいた。

この論争に決着をつけるため当研究センターでは、二つの頭部のうち一方のみを動きの遅い変異体にしたヘテロダイマーキネシン

を作成し、ヘテロダイマー1分子の微小管に沿った動きを高感度の一分子計測技術を用いて調べることにした。もしキネシンが二頭を交互に使っていれば遅い8nmステップと通常の8nmステップが交互に見えるはずだと考えたのである(図1)。まず、異なる二つのタグを利用してヘテロダイマーキネシンの作成技術を開発した。一方の頭部のATP加水分解サイクルの速さが野生型の十分の一以下であるようなヘテロダイマーを作り、1分子レベルでの運動を調べたところ、確かに、8nmステップの起こる時間間隔が長短、交互になっていたのである(図2)。この結果により、キネシン分子が二頭を交互にもちいて運動するというHand-over-Handモデルを、世界で初めて証明することができた。

近年の一分子計測技術は、単一分子の発生する力や運動をpN, nmレベルで検出することを可能にした。我々の開発したヘテロダイマー分子モーターを用いる技術により、これまで二量体である分子単位で研究されてきた力発生、運動などの性質のサブユニットレベルでの解析が進み、タンパク質分子モーターの運動機構解明と応用へとつながることを期待している。

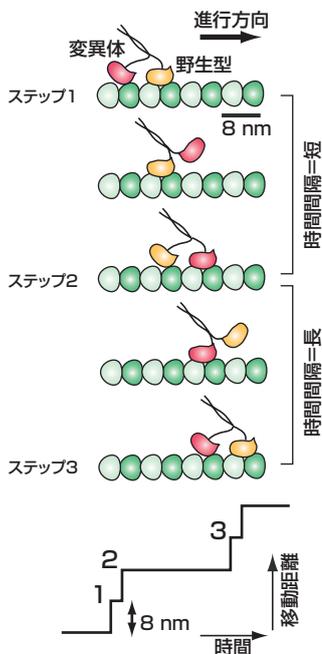


図1 ヘテロダイマーを用いた実験のアイデア

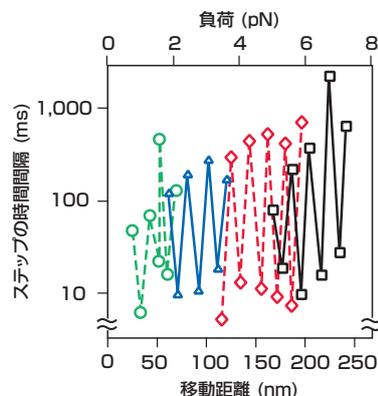
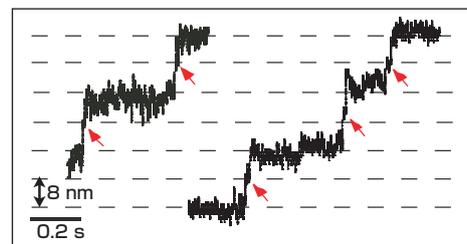


図2 単一分子の変位(上)とステップの時間間隔(下)



ひろせいこ  
 広瀬恵子  
 k.hirose@aist.go.jp  
 ジーンファンクション研究センター

関連情報

- 共同研究者: 加世田国与士 (ジーンファンクション研究センター), 樋口秀男 (東北大学) .
- K. Kaseda, H. Higuchi, K. Hirose : Proc. Natl. Acad. Sci., USA, 99 (25), 16058-16063 (2002).
- K. Kaseda, H. Higuchi, K. Hirose : Nature Cell Biology, 5(12), 1079-1082 (2003).



分子軌道(MO)法に基づいた理論計算は、分子の構造や化学的性質、あるいは反応性などを理論的に解明するための道具であり、計算化学の専門家だけでなく、有機化学や生物化学などの研究者にも幅広く用いられている。MO法では繰り返し計算を行う必要があり、その際に、分子サイズの4乗に比例する膨大な数の2電子積分と呼ばれる積分の計算・操作が必要であり、これには多くの時間を費やす。この2電子積分は、繰り返し計算の間で変化しないため、本来は繰り返し計算の最初に1度だけ計算して保存し、そのデータを2回目以降の繰り返し計算の時に再利用できる。しかしながら、たとえば水溶液中での酵素反応といった一般的な反応のMO計算を考えた場合でさえも、保存すべき2電子積分のファイルサイズが非常に大きくなり、内部メモリはもとより磁気ディスクなどの大容量な外部2次記憶装置への保存もさえも困難になる。したがって、そのようなサイズの2電子積分を持つ分子に対するMO計算では、繰り返しのたびに2電子積分計算を行うdirect法が一般に用いられる。幸いなことに各繰り返しにおける2電子積分は同じであるため、積分計算は数百~数千プロセッサを用いた超並列処理

が可能である。一方で、並列計算に用いるプロセッサが増えると、使用できるメモリも一般に増加するため、そのメモリ資源を余すところなく利用したい。そこで、2電子積分の一部を余っているメモリ上に保存して、繰り返し計算で再利用する計算手法(buffer法)<sup>1)</sup>を開発して、性能がどの程度向上するかを確かめた。

このBuffer法では、積分の保存順序が重要となる。MO法に現れる2電子積分には(ss,ss)や(ps,ss)など、いくつかのタイプがあって、積分タイプによって計算コストが大きく異なる(図1)。そこで、計算のコストが大きい積分から順に保存用メモリ(buffer)が一杯になるまで保存し再利用する、という方針で計算を行った。Buffer法は、このように単純な改良であるが、使ったプロセッサ数以上の速度向上が得られていること、さらに、bufferサイズが大きくなるほど性能がよくなることが分かった(図2)。したがって、AIST super cluster<sup>2)</sup>のようにプロセッサ数が多く、プロセッサあたりのメモリサイズも大きなPCクラスタを用いたbuffer法による並列MO計算では、非常に高い並列化効率が得られるものと期待される。

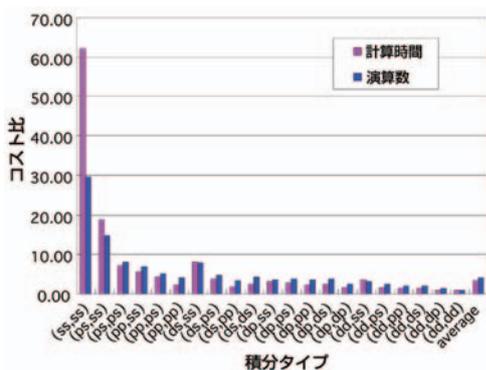


図1 各タイプの1積分値当たりの計算コスト比 (dd,dd)タイプを1とした値

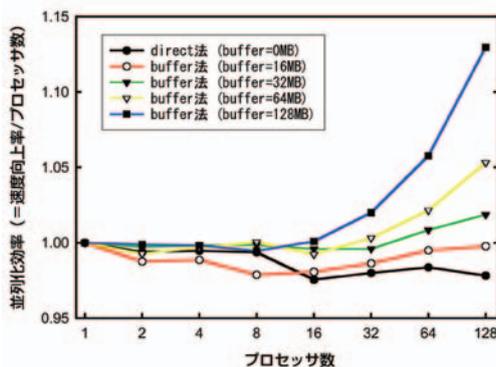


図2 いくつかのbufferサイズを用いた並列buffer法の並列化効率



いなどみゆういち  
稲富雄一  
y.inadomi@aist.go.jp  
グリッド研究センター

関連情報

- 1) 特願 2004-010676 「分子軌道法計算方法および計算装置」(稲富雄一, 長嶋雲兵, 佐々木徹) .
- 2) プレス発表, 平成 16 年 5 月 10 日 : [http://www.aist.go.jp/aist\\_j/press\\_release/pr2004/pr20040510/pr20040510.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2004/pr20040510/pr20040510.html)

カスタムメイド型のシステム構築に向けて

生活支援ロボットシステムの開発

近年、介護、介助、コミュニケーションなどの生活支援ロボットの開発が進められているが、大規模に市場展開するほどの商品が生まれるには至っていない。いずれの技術開発成果も、一部ユーザの要求は満たしても、多様なユーザの要求や好みを全て満たすことができないのが市場に展開しない一因と考えられる。

この現状を打破するための基盤技術としてRT (Robot Technology)ミドルウェアの研究開発を進めている。ロボットやその機能部品をソフトウェアレベルでモジュール化し、それらのモジュールを組み合わせることで、システム設計者となるインテグレータがユーザの要求に応えるロボットやシステムを比較的容易に構築することを可能にする技術である。

将来有望なアプリケーションの一例として、マンションの居住スペースを想定した生活支援ロボットシステムを開発した。リビング・キッチンに、移動ロボット、電動ドア、制御スイッチ付き照明器具、カメラ付きインターホンなどの「機能部品」をネットワークに接続して組み込むことでロボット機能を内蔵した生活支援ロボットシステム(RTスペース)を構成している。

開発のポイントは、いかに居住者の要望に合わせて、これらの機能部品を組み合わせて

求める機能を実現するかである。RTミドルウェアの機能として、機能部品の制御プログラムをモジュール化する共通のフレームワーク(RTコンポーネント)と、モジュール化された機能部品間の通信やデータ管理および状態監視などをサポートする管理機能を作成した。これにより、住居内の機能部品を連係動作させるアプリケーションプログラムを簡単に作成できるようになった。

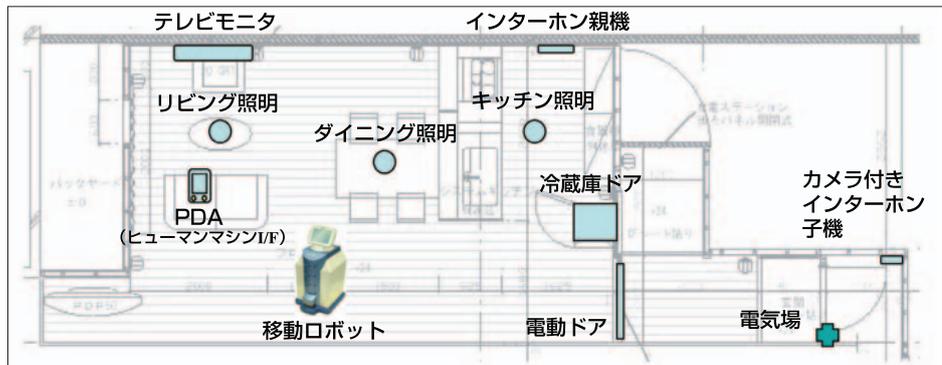
従来はシステム変更の際に大幅なソフトウェアの変更を強いられていた。ユーザの要望で機能を追加する際に、開発したRTミドルウェアを使うことで、追加機器をモジュール化して新たな機能部品(RTコンポーネント)を作製し、それを組み込んだ新しいサービスを容易に提供することが可能になる。

本技術を普及させることで、異なるメーカーが提供する機能部品を組み合わせたシステムの構築も可能になる。こうした環境が整備されると、生活支援ロボット産業は分業体制が進み、多数のベンチャー企業や中小企業がそれぞれの得意とする分野で、技術を商品として提供することが可能になる。その結果、新たな市場が創出され、多様なニーズに応じられるロボット開発が現実のものになると期待される。



写真(左) ロボット機能を内蔵した生活支援ロボットシステムとしてのリビング・キッチン (RTスペース)

図(下) RTコンポーネントの配置図



こうとくつお  
神徳徹雄  
t.kotoku@aist.go.jp  
知能システム研究部門

関連情報

- プレス発表:平成16年4月8日, [http://www.aist.go.jp/aist\\_j/press\\_release/pr2004/pr20040408/pr20040408.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2004/pr20040408/pr20040408.html)
- プロジェクトホームページ: <http://www.is.aist.go.jp/rt/>
- 本研究は(社)日本ロボット工業会、松下電工(株)とともに研究開発を進めているNEDOプロジェクト「ロボットの開発基盤となるソフトウェア上の基盤整備」の研究成果の一部である。

# 計算科学で超臨界水の化学反応解明

超臨界流体というのは、気体と液体が共存できる限界の温度・圧力を越えた流体で、液体でも気体でもない状態である。このような状態では密度は液体に近く、化学原料・製品等から不純物を除去する抽出プロセスや洗浄プロセスなど、広く産業界で利用されている。最近では、水の超臨界状態を化学反応の場として利用することが、グリーンケミストリの観点から進められている。

臨界点(374℃、0.32 g/cm<sup>3</sup>、22 MPa)に近い超臨界水では、水に特有の水素結合ネットワークが完全に無くなる訳ではないが、液体の水のようにネットワークが発達していないことが、知られている。このような中で化学反応はどのような影響を受けるのだろうか?産総研では、通常は強酸あるいは強アルカリの必要な反応が、超臨界水中では、このような触媒を必要としないことを数年前に実験的に明らかにした<sup>\*1</sup>。特に、ナイロンの原料であるε-カプロラクタムを合成する過程で、濃硫酸を消費して大量の硫酸が生成するベックマン転位反応が、超臨界水中では強酸や強アルカリなどの添加物なしで進むことを見いだした。

超臨界流体に対するシミュレーションでは、これまでは古典分子動力学が使われてき

た。しかし、この方法では化学反応を扱うことができないし、化学反応の解析によく使われる分子軌道計算では、温度を表現できない。そこで、当研究部門では、いわゆるカー・パリネロ法と言われている、第一原理分子動力学<sup>\*2</sup>を用いた研究を、前記発見と同時に開始した。水60分子の中に、反応種としてシクロヘキサノンオキシム1分子(+プロトン)を入れて、種々のテクニックを使ってコンピュータ上で化学反応を起こさせた(図1)。その結果、超臨界水に特徴的な中途半端な水素結合ネットワークが重要な役割をしていることがわかった。図2aのように超臨界状態の温度・密度では、ベックマン転位反応が起るが、同じ高い温度であっても、密度が高く水素結合ネットワークが十分に発達していると(亜臨界状態に相当)、図2bのようにベックマン転位反応が進まない。実験では、水素結合ネットワークを直接見ることはできないが、計算シミュレーションでは、それを目で見ることができる。その結果、超臨界水中ではプロトンは完全に水和されているのでなく、水和が不完全で反応性に富むことがわかった<sup>\*3</sup>。このような計算シミュレーションの活用により、工業的な応用に必要な反応条件を効率的に得られると期待されている。

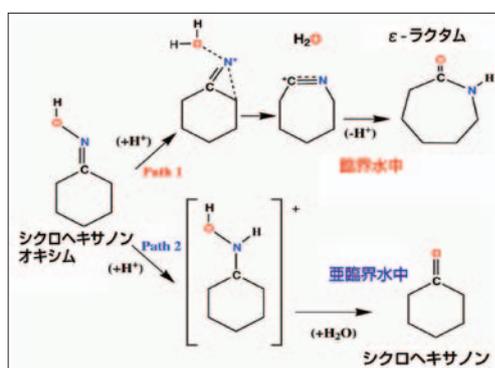
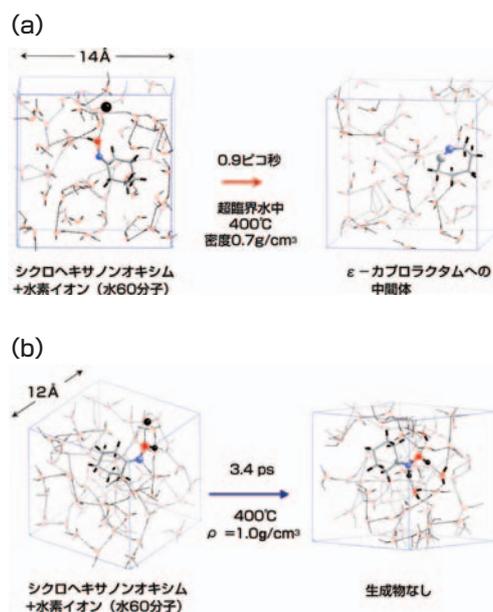


図1(上) ベックマン転位反応の機構

図2(右) 第一原理分子動力学計算による化学反応の追跡

(a) 超臨界中で反応が進む様子。  
(b) 高密度(亜臨界状態相当)では反応が進まない。



## 関連情報

- \*1 Y. Ikushima, O. Sato, T. Yokoyama, M. Arai: Angew.Chem. Int. Ed., Vol. 38, 2910-2914 (1999).
- \*2 「第一原理分子動力学」化学反応や物質の基本的な性質は、多くは分子や結晶などの電子状態が決まる。このような電子状態計算を量子力学の方程式(シュレディンガー方程式)で計算しながら、原子がどのように動くかを古典力学(ニュートン方程式)で計算する。
- \*3 M. Boero, T. Ikeshoji, C. C. Liew, K. Terakura, M. Parrinello: J. Amer. Chem. Soc., Vol. 126, 6280-6286 (2004).



いけしょうじたみお  
池庄司民夫  
t.ikeshoji@aist.go.jp  
計算科学研究部門

# 開発 新しい面線源（面状放射線源）の製作方法の

面線源は、放射性物質が面状にほぼ均一に分布している線源である。表面汚染を検査するための機器には、ハンドフットクロスモニタやサーベイメータなどがあり、標準面線源は、これらの機器の校正用線源に用いられる。面線源の主な製作法としては、濾紙に滴下、乾燥する方法、基材に電着させる方法、基材に塗布する方法、エッチピット（微小腐食による小孔）を用いる方法、イオン交換膜を用いる方法があるが、当研究部門では全く新しい面線源の製作方法を開発した。

この方法は、インクジェットプリンタのインクに放射性物質を混入し、印刷するものである。線源の試作のため、 $\beta$ 線放出核であるCl-36をNaCl溶液の状態インクジェットプリンタのインクに混入したものをインクカートリッジに注入し、線源のパターンをパソコンでデザインして、台紙に印刷した。こうして作成した線源をイメージングプレート（IP）で測定し評価した。IPとは20cm×25cm程度の板の形状をした2次元放射線検出器であり、放射線の強度分布を画像として測定できる検出器である。放射線をIPに入射させると、IP中にエネルギーが蓄積されるが、レーザーをIPに照射することで、蓄積されたエネルギーが光として放出される現象（輝尽性発光）をおこすことにより、放射線の強度を測定できる。測定結果から、この印刷して製作した面線源

には一様性があり、0.3mm程度の位置分解能をもって印刷でき、インクの色ごとに異なる濃度の放射性物質を混入すれば約3桁の強度の範囲で印刷ができることがわかった。

これらの結果に基づいて、線源を台紙に印刷し、アルミコートしたフィルムで表面を保護した放射能強度対数目盛を製作した（図1）。この目盛は、放射能強度を示す線源が約3桁の強度範囲に渡り印刷されており、IPから得られる画像の色に定量性を与えることが可能である（図2）。この様な対数目盛の線源は、今回、世界に先駆けて実現したものである。表面汚染密度の測定や、放射性廃棄物を一般廃棄物として廃棄してよいかを判定するクリアランス検認に対し、このインクジェットプリンタで製作した放射能強度対数目盛とIPによる測定が応用できると期待される。

一方、校正用標準面線源をインクジェットプリンタによる印刷方式で試作した。10cm×10cmの大きさの様な強度の線源を製作し、アルミニウムのカバーをつけて校正用線源とした。この方式は、均一性があり、大量生産に適しているので、日本アイソトープ協会と協力して、種々の核種での印刷校正用面線源の製作について検討を始めている。

今後は、この開発された印刷方式が面線源製作の主流になると期待している。



図1 印刷して製作された放射能強度対数目盛

インクの色ごとに放射性物質の混入量を変え、更に色の濃さを変えることで、放射能強度の異なる線源を印刷した。

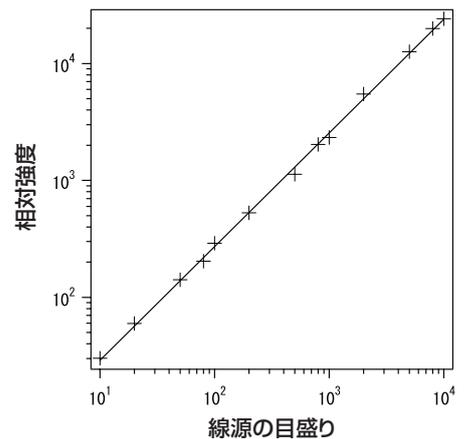


図2 放射能強度対数目盛のIP像と強度のグラフ

図1のIP像であり、強度の強い順から赤、黄、緑、青となっている。それぞれの線源の相対強度を目盛の値に対してプロットすると3桁に渡り直線性が得られている。

## 関連情報

- 共同研究者：松野 良穂（計測標準研究部門）、山田 崇裕、松本 幹雄（日本アイソトープ協会）。
- 特開 2003-167097「面状放射線源及びその製法」（松野 良穂）。
- Y. Sato, Y. Hino, T. Yamada, M. Matsumoto: Applied radiation and isotopes, Vol. 60, 543-546 (2004).



さとう やすし  
佐藤 泰

yss.sato@aist.go.jp  
計測標準研究部門

光子一個の精密なエネルギー測定を実証

エネルギー分散分光用の超伝導素子の開発

元素は電子ビーム等で励起されると元素に特有なX線(特性X線と呼ばれる)を放出する。この特性X線を測定することにより、分析対象物中の元素の種類を見分けたり、特定の元素のみを選び出した高度な分析を行うことが可能になる。このような分析では、X線の最小構成単位である光子ごとにそのエネルギーを測定する。この手法は、“エネルギー分散分光法”と呼ばれ、電子顕微鏡などに広く用いられている。仮に特性X線が可視光域の光であれば、元素毎に異なる光の色を識別することにより(入射光子のエネルギーに応じた高さの電気パルスを出力する固体分光素子を使う)、元素の種類の分析ができるということになる。元素分析で重要になるのは、どのくらい細かい色の違いを、どのくらい素早く(どのくらいの明るさまで)、どのくらいの視野で、光子を検出できるかということである。これらの性能指標は、それぞれ、エネルギー分解能、光子計数率、有感面積(検出立体角)に関係する。

通常使われる半導体の固体分光素子の性能では、理論的な限界から、元素の色を十分な精度で見分けられない状況が発生している。このため、要求される精度を理論上実現できる超伝導分光素子の開発が、多くの産業分野や科学分野で望まれてきた。しかし、これまでの超伝導分光素子では、上記3つの性能について同時に優れたものの実現は難しく、実用化の障壁となっていた。

当研究部門では、光子計数率特性に優れた超伝導トンネル接合型素子(図1)の有感面積を $\sim 100\mu\text{m}$ 角にすると、光子が検出器のどこで吸収されたかによって出力パルスの高さが変わり(空間分布)、エネルギー分解能が劣化することを放射光を使って、明らかにした。

超伝導トンネル接合型素子は、約1nmの絶縁層をNb/Alの二重層からなる超伝導電極でサンドイッチした構造である。今回、放射光の空間分布測定を活用して、超伝導電極のAl層を厚くすることにより、出力パルスの空間分布を改善でき、本来望ましいフラットな空間分布に近くなることを実証した。実際に、この手法を使って $100\sim 200\mu\text{m}$ 角の検出器を作製し、軽元素の特性X線のエネルギー領域において、半導体検出器のエネルギー分解能限界(約100 eV)を大きく凌ぐ10 eV程度の高エネルギー分解能が達成可能なることを示した(図2)。Al層が薄い場合には、高々 $10\mu\text{m}$ 程度の有感面積でしか、高いエネルギー分解能は得られない。特に、 $100\mu\text{m}$ 角の素子では、信号処理系のノイズを差し引いた検出器本来のエネルギー分解能は、200 eVの光子に対して最高で54 eVであった。高い光子計数率とエネルギー分解能を保ったまま、有感面積が拡大できることを実証したことにより、生体分析、半導体材料開発などの分野において重要になる軟X線領域において、従来不可能であった計測が可能になると期待される。

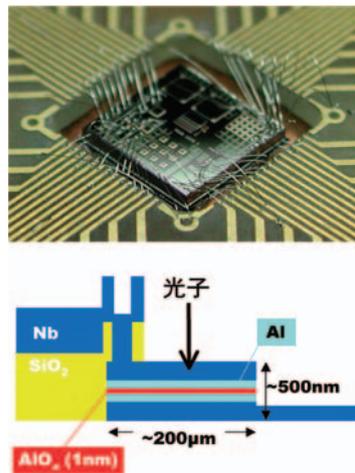


図1 超伝導分光素子を搭載したチップ(上)と、素子の断面構造(下)

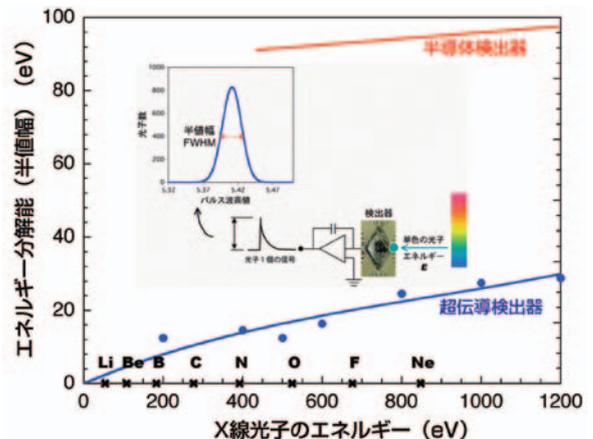


図2 エネルギー分解能の比較

エネルギー分解能が小さいほど、光子エネルギー測定精度が高い。横軸に元素の特性X線のエネルギー位置を示す。

関連情報

- 共同研究者: 大久保雅隆, 齋藤直昭, 久志野彰寛, 陳銀兒, 座間達也, 一村信吾 (計測フロンティア研究部門), 大柳宏之 (光技術研究部門) .
- M. Ohkubo et al: Nucl. Instrum. Methods in Phys. Res. A 520, 231-233 (2004).
- M. Ukibe et al: Nucl. Instrum. Methods in Phys. Res. A 520, 260-262 (2004).
- 大久保雅隆: 応用物理, 72, 1057-1065 (2003).
- 大久保雅隆, 浮辺雅宏: 日本原子力学会誌, 46, 121-126 (2004).



うき べまさひろ  
浮辺雅宏  
ukibe-m@aist.go.jp  
計測フロンティア研究部門

## レーザーパワーの標準供給

計測標準研究部門 遠藤 道幸

レーザーや光ファイバ技術の利用は、情報通信、加工、医療分野などで急速に拡大し、普及している。これに伴い、その技術基盤となる測定技術や計測器の性能や信頼性に対する要望も年々高度化している。産総研計量標準総合センター (NMIJ) では可視から赤外域のレーザーパワー、レーザーエネルギーおよび光ファイバ減衰量などレーザー出力関連の基本パラメータの精密計測とその校正技術の開発を物理標準に関する整備計画に基づいて進めている。

レーザーパワーの絶対値を求める標準測定では、カロリメータのような熱型の検出器を用いる。この場合、受光部にヒータを埋め込むことによって、直流電力にトレーサブルな標準を実現できる。

### 校正サービスの現状

これまででは、波長 633 nm の He-Ne、パワーレベル 10 mW のみ計量法トレーサビリティ制度 (JCSS) の指定校正機関である (財) 日本品質保証機構 (JQA) を通して、パワーレベルや波長の範囲を拡大して産業界に供給してきた。2004 年 4 月からは、波長 488, 515 nm の Ar レーザ、波長 1550 nm の半導体レーザーを加え、可視・近赤外域の  $\mu\text{W} \sim \text{mW}$  レベルにおけるレーザーパワー標準の範囲を

拡充させ、NMIJ が認定事業者 (JCSS における校正事業者) の特定二次標準器を直接校正し、認定事業者を通じて産業界に供給する体制を整えた。表 1 にその校正の範囲を示す。

50  $\mu\text{W} \sim 10 \text{mW}$  レベルの標準は、レーザーパワーと直流電力の等価性を極限的に向上した高感度カロリメータを開発し、これを特定標準器 (国家計量標準, STD) として用いた校正システムを採用した (図 1)。

### 校正方法と校正係数

パワーが十分に安定な光源が得られる場合、校正器物 (DUT) の校正は図 2 に示す取替え比較法が単純であり簡便な方法である。まず、STD にパワー安定化したレーザー光を入射してパワーの絶対値を決定する。次いで、移動台上の STD と置換して DUT にレーザー光を入射して表示値をパワー換算して記録する。すなわち、パワー安定化したレーザー光は、DUT に対する比較測定を行う間の標準光源として扱われる。DUT の表示値と STD で決定したレーザーパワーの絶対値の比を校正係数とする。

### 国際的な整合性

レーザー製品に利用される光部品のようなグローバル化が進んでいる分野では、各々の国の異なる規格を満足していなければ製品のスムーズな輸出入ができないことや、国際的に多くの制度が存在することが自由貿易の障壁となりうる。このため、さまざまな分野で、相互承認制度が運用されるようになった。国際的に同等性を認められる標準供給を行うためには、試験を実施した校正機関が特定の試験又は校正を実施する能力があることを証明する必要がある。このための要件は、国際的に適合した品質システムを構築すること、国外の研究者による技術審査 (ピアレビュー) を受けること、国際比較に参加して標準の同等性が認められることである。これらによって、校正と測定的能力を証明する国際度量衡局 (BIPM) のデータベースに登録されることで、国際的に認められることになる。NMIJ のレーザーパワー校正について、国際的な承認が得られるように整備を進めている。

表 1 レーザーパワー校正の範囲

レーザーの種類	波長	パワーレベル	拡張不確かさ (k=2)
Ar	488, 515 nm	10 mW ~ 200 mW	0.2 %
He-Ne	633 nm	50 $\mu\text{W}$ ~ 10 mW	0.2 %
半導体	1550 nm	50 $\mu\text{W}$ ~ 1 mW	0.3 %

(拡張不確かさは標準不確かさの k 倍で表され、95% の信頼の水準をもつ区間として k=2 程度にとることが多い。)

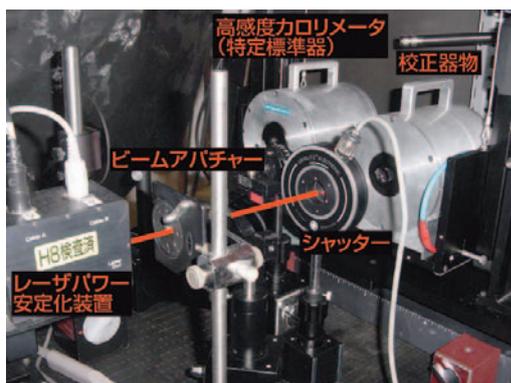


図 1 レーザーパワー標準供給装置

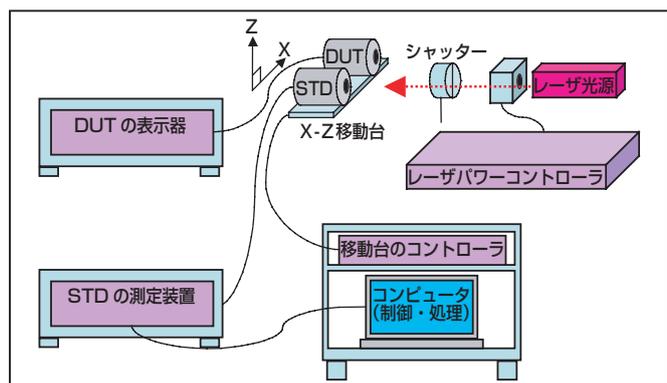


図 2 レーザーパワー校正システムの概念図

# 新シリーズ「水文環境図」の出版

地圏資源環境研究部門 内田 洋平

## 出版の背景

平野部の第四紀堆積層は、わが国では主要な地下水賦存層を構成している。また、平野部は人間の生活・生産活動の中心でもあることから、水資源としての地下水の開発・利用が盛んに行われている。このような開発に伴い、揚水の過剰な地域では地盤沈下が起こり、臨海部では地下水の塩水化が問題となっている。これらの諸問題の発生を予防し、地下水資源を適切に管理・利用していくためには、地下水の賦存形態のみならず流動系を把握することが重要である。

地質調査総合センターの前身である地質調査所では、主に地下水の賦存量を表現した計41地域の「日本水理地質図」シリーズが刊行されていた。この内容を見直し、地下水を含む水文環境を流動や質に重点を置いて新たに編集・出版されることになったのが「水文環境図」シリーズである。従来の地下水流動に関する研究では、地下水中の溶存成分、環境同位体、温度などがトレーサーとして用いられてきた。しかし、各トレーサーはそれぞれ異なる特性を有するため、それらのトレーサーを

個別に使用するよりも複合的に用いたほうが、より高精度の調査・研究が可能になる。水文環境図はCD-ROMの形式で提供され、地下水位、一般水質、酸素・水素安定同位体比、地下の温度分布などの様々なデータが収録されている。

## 水文環境図「仙台平野」の概要

水文環境図の第1号は、「仙台平野」である。本図には、地質調査所の20万分の1地質図「仙台」(1987)をベースマップとして、広域の地下水流動系を把握することを目的とした水文に関するデータを収録している。データの収録範囲は、日本水理地質図No.16「仙台湾臨海地域水理地質図」と比較すると、より広範囲になっている。これは、地下水の入り口である“涵養域”から出口である“流出域”までのデータを編集したためである。現地調査は、県および市町村が管理する地盤沈下対策用観測井(18地点)、上水道・工業・個人用揚水井(31地点)、湧水(8地点)、ならびに河川(6地点)の合計63地点を対象とし、2000年から2003年にかけて実施された。1地点に観測深度の異なる井戸が複数設

置されている場合には、各井戸より地下水を採取し、計78試料を得た。また、地下水と雨水の同位体比との関係を調べるため、2003年5月から7月にかけて降雨採水器を3地点に設置した。巻末には参考データとして、仙台平野周辺の名水と温泉に関する資料も紹介している。

図に表示例を示す。メイン画面(左図)は2フレームの構成となっており、左フレームで地図の縮尺、観測点、表示するデータなどを選択する。右フレームには、地質図上に観測点がプロットされており、各観測点をクリックすると右図のように観測点データが表示される。

## 将来方向

水文環境図は、従来の水理地質図が持っていた“量”の視点から“質”の視点へと主眼を変えた。これは、地下水を資源としてのみ捉えるのではなく、水文環境を構成する一要素と位置づけており、一つの流域における水文環境の全体像を把握することを目的としているからである。今後は、秋田平野、関東平野、濃尾平野などの水文環境図を順次出版していく予定である。

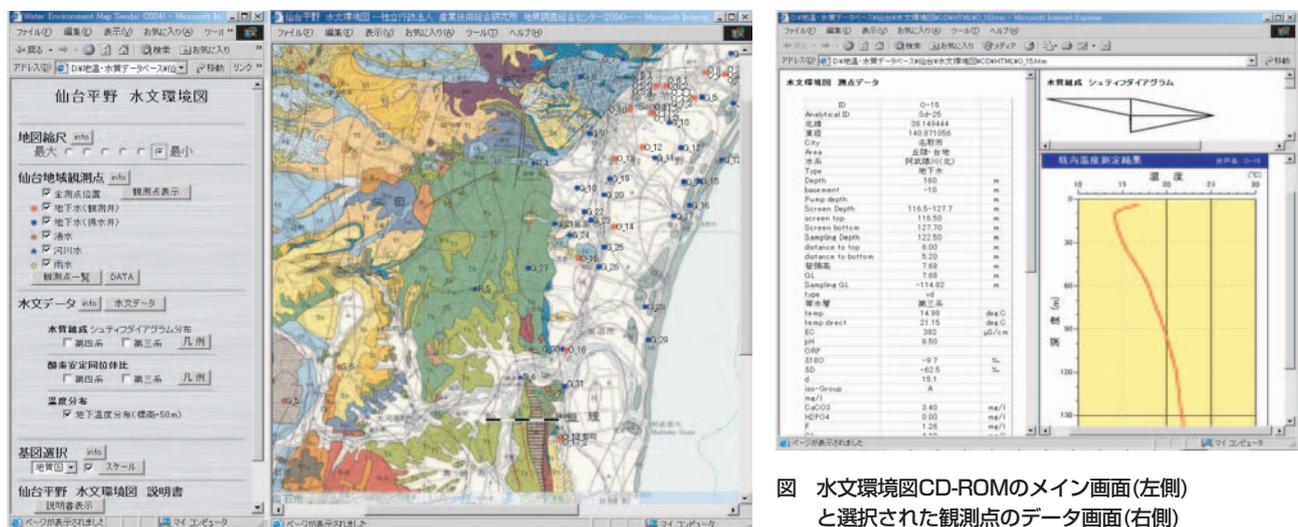


図 水文環境図CD-ROMのメイン画面(左側)と選択された観測点のデータ画面(右側)

# 水質-酵母細胞に対する増殖阻害試験方法に関する標準仕様書

ヒューマンストレスシグナル研究センター、産学官連携部門 工業標準部

## 標準仕様書(TS)の背景

現在、環境中には数万種類の合成化学物質が蓄積しているものと推定されており、その数は年々増加傾向にある。環境中の化学物質を同定するのに、どんなに高度な分析技術を用いても約10%を同定できるにすぎないと言われている。このため、環境中に存在する未知の化学物質を同定するよりも、環境中に存在する化学物質の影響を表現できる指標を確立する方が、環境を管理する上で実用的である。このような背景からヒューマンストレスシグナル研究センターは、真核微生物である酵母細胞を用いて、環境中の化学物質の影響の強さを酵母細胞に対する増殖阻害度を指標として表現する手法をとりまとめ、水質-酵母細胞に対する増殖阻害試験方法の標準仕様書(TS)を提案した。この標準仕様書は日本工業標準調査会標準部会環境・資源循環専門委員会の審議を経て、平成16年5月20日付けTS K0009として経済産業大臣から公表された。

## 規格の目的・概要

この標準仕様書では、真核微生物である酵母細胞を用いて、地表水、地下水、用水および排水の酵母に対する増殖抑制影響を測定することを目的とする。酵母細胞は最も単純な真核細胞であり、出芽という方法で

増殖する(写真)。したがって、最も簡便な真核細胞に対する“基礎細胞毒性”を表現できる手法といえる。

試験方法は、様々な濃度に希釈した試験試料(地下水等)中で細胞増殖を測定、同様な条件で試験試料を添加せずに培養した試料と比較し、酵母に対する増殖抑制影響を測定する。培養液の希釈率を100倍に限定し、一定時間に対照培養の増殖量に比べて、試験培養の増殖量は何の程度あるかを求めることになる。対照培養が100%としたときに、試料中の細胞増殖が90% (EC10)、50% (EC50)、10% (EC90)までに制御された希釈倍率が、評価の基準となる。

増殖阻害を求める方法としては、酵母細胞の増殖時における増殖速度の低下を観察する方法が知られている。しかし、増殖が開始するまでの誘導期を長くすることで阻害する物質も存在し、増殖速度と誘導期の両方に影響のある物質がほとんどである。そこで、一定時間における細胞の増殖量を試験対象とした。

図1に示すような酵母の増殖に対する影響が得られた場合、式(1)によって図2を作成できる。図2から、EC10、EC50、EC90が求められ、これら希釈倍率が、環境中の化学物質の影響の強さを表す値となる。

## 今後の動向

この標準仕様書によって、酵母細胞に対する増殖阻害度の指標となり、表現方法によっては、環境管理だけでなく、排水処理施設、焼却施設などの機能評価にも利用することができ、環境試料影響評価技術の標準化をさらに進める効果が期待できる。

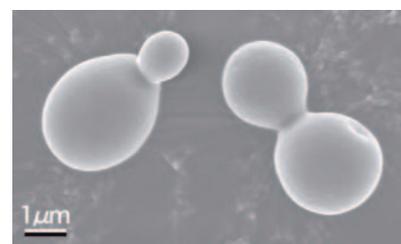


写真 酵母の増殖の様子

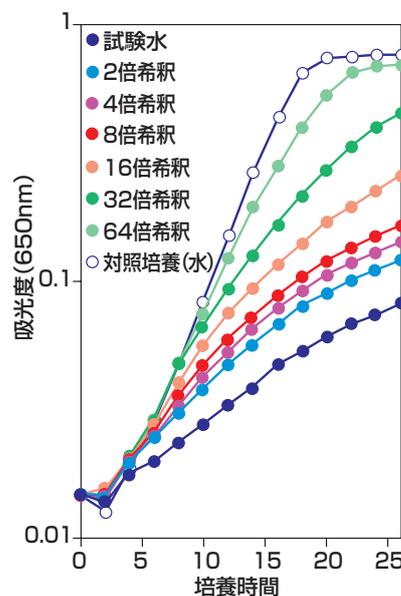


図1 酵母の培養曲線の例

$$G = \frac{S_{nm} - S_{n0}}{C_m - C_0} \times 100 \dots \text{式 (1)}$$

$G$  : 細胞増殖度 (%)  
 $C_0$  : 対照培養において最初に測定された吸光度  
 $C_m$  : 対照培養において  $m$  時間後に測定された吸光度  
 $S_{n0}$  :  $n$  倍希釈試験培養において最初に測定された吸光度  
 $S_{nm}$  :  $n$  倍希釈試験培養において  $m$  時間後に測定された吸光度

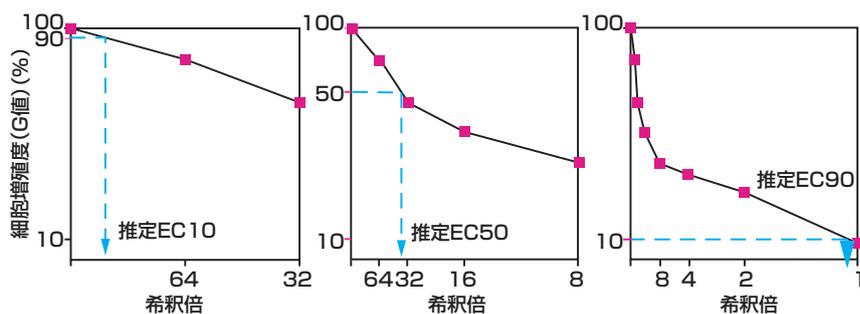


図2 推定EC10、EC50、EC90の求め方

特許

特許第 3584396 号

負荷感応型自動変速機

●関連特許 (出願中 2 件)

1. 目的と効果

機械システムの多くでは、状況に応じて、「力は要らないが速い動作」と「遅くても良いが力の要る動作」の双方を実現しなければなりません。このような場合、一般には変速機を使用して動作に応じた適切な減速比を選択します。

ところが自動車等に用いられている既存の変速機は補助動力や電子回路などの付属機器を必要とするため、大型・複雑な構成にならざるを得ません。これに対して本変速機は付属機器が不要で、シンプル・低コストな構成であり、変動負荷を駆動する機器に容易に適用することができます。

[適用分野]

無負荷での位置合わせ動作と負荷の駆動に必要な速度と力が大きく変動する機器全般

- 荷役・搬送機器
- 介護機器

2. 技術の概要、特徴

図1は開発した負荷感応変速機の外観です。変速機内部には2つの伝達経路、すなわち動力源を負荷に直接接続して低減速比で駆動する経路 (図2上側)、および前段減速機を経由して高減速比で駆動する経路 (下側) を設けています。各経路はそれぞれクラッチによる接続・分離が可能で低負荷時には低減速クラッチを、また高負荷時には高減速クラッチを接続することにより、負荷に応じた変速動作を実現します。

クラッチを操作するためには、永久磁石を利用した切換機構を用いています。この機構では、複数の永久磁石の配置が変化するとそれらの間で作用する吸引・反発力が反転することを利用して、負荷の増減に応じて各クラッチを接続・分離します。本切換機構は補助動力や電子回路などの付属機器や外部接続を必要とせず受動的に動作するため、小型軽量かつシンプルな変速機を構成することができます。また本変速機の特長として高効率(90%以上)であること、特殊な加工や部品を必要としないため低コストであることもあげられます。

3. 発明者からのメッセージ

本変速機は、多段変速への拡張を可能にしたタイプや、メンテナンスフリーを可能にする非接触磁気クラッチタイプなど、いろいろなタイプに着々と発展中です。「変速機を使えば新たな付加価値が生まれるのだが、既存の変速機では複雑・大型・高価なので引合わない」という機器への応用を一緒に実現しましょう。

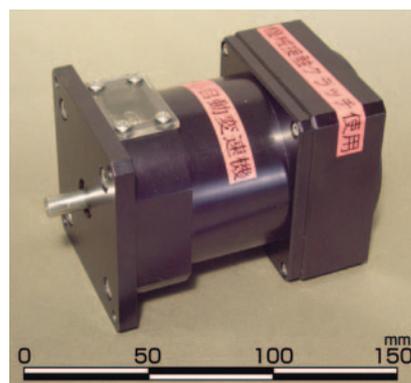


図1 負荷感応変速機プロトタイプ  
(80 mm × 80 mm × 118 mm, 1.7 kg)

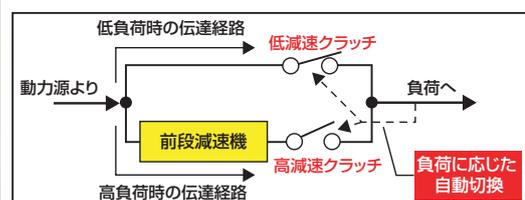


図2 基本構成

## 特許

特許第 3333876 号 (出願 2000.7)

# 光駆動型集積化学システム

●関連特許 (登録済み: 国内 1 件)

### 1. 目的と効果

光を照射することで開閉する制御バルブと微小流路を基板上に配置し、光の走査により流体の制御を行う流体化学反応システムです。

光駆動を行うことで、集積化に伴う駆動回路の複雑化を回避できるとともに、多様な流路構造に対して単一の光制御機構で柔軟に対応することが可能になります。また、駆動機構に熱を使用しないことから、化学反応への熱の悪影響を最小限にすることができます。

[適用分野]

- 微小流路を利用したマイクロリアクタ、マイクロ化学合成システム
- 超小型分析装置、DNA チップ

### 2. 技術の概要、特徴

近年、半導体微細加工技術などを利用し、基板上に微小流路や制御バルブを集積化した集積化学システムの研究が盛んになっています。しかし、従来は制御バルブに熱膨張型のアクチュエータを利用する例が多かったため、集積化に伴う駆動機構の複雑化や発熱による流体への影響が問題でした。

本技術は、光により直接バルブの駆動を行うことで、上記の問題点の解決を目指すものです。単体の光駆動バルブは図1のような構造を持ち、流路を開閉する弁体の上に光応答性物質が付加されていて、光応答性物質の体積変化を利用して弁の開閉を行います。光応答性物質としては、光誘起相転移材料、光異性化ポリマー、光歪セラミックスなどの利用が考えられます。

この制御バルブと微小流路を基板上に集積化することで、図2のような化学システムが形成できます。バルブの開閉は光の走査により行われるため、基板には電気的な駆動回路や接続が不要になります。また、基板の種類が変わっても、光の走査を行うプログラムを変更するだけで対応できるため、多様な化学システムに柔軟な対応が可能です。熱駆動を用いないためバルブ周辺の温度上昇を抑えることができ、化学反応に重要な温度制御を容易にする効果もあります。

### 3. 発明者からのメッセージ

マイクロ流体化学システムが複雑化するときに起こる、駆動側の問題点を解決するブレークスルーになる技術であると考えています。特性のよい光応答性材料技術を持つ企業での実用化開発を期待しています。

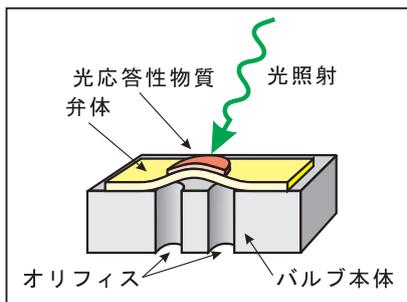


図1 光駆動バルブの断面図。光の照射によりオリフィス開閉を制御します。

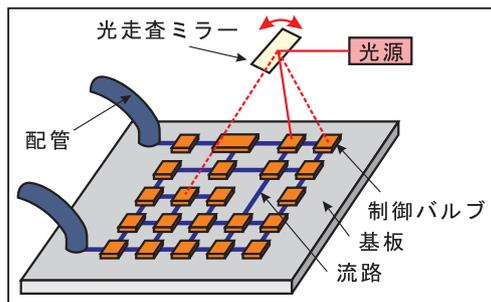


図2 集積システムの実施例。基板上に集積化された化学システムを、光走査で制御します。

— 先進製造プロセス研究部門 —

PATENT

●連絡先  
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

## 新研究ユニットが発足

2004年7月15日付けで、下記のユニットが発足しました。

### 情報技術研究部門

Information Technology Research Institute

●研究部門長 坂上 勝彦

#### 研究部門の概要

当研究部門は、人間の生活世界における実問題の解決に資する先端情報技術の創出と普及をミッションとして、情報処理研究部門、サイバーアシスト研究センター、知能システム研究部門の一部が統合して7月15日に発足した。生活世界の具体的な意味内容(コンテンツ)に即して情報通信基盤技術と知能情報処理技術とを融合した研究開発を行い、生活世界の意味をデジタル情報化・資源化(すなわち情報コンテンツ化)し、それを実問題に適用することで新たな意味や価値を創造し、人間の安心・安全・快適な生活に寄与する知的な情報技術を構築することを目標とする。常勤職員約60名が、つくばセンター、臨海副都心センターを主たる拠点として研究活動を展開する。

#### 研究課題

個人および社会による知的活動を支援・拡張・代替す

る新たな情報技術に関して、生活者や社会の視点から情報の具体的な意味(コンテンツ)に即して高度な技術を擦り合わせるコンテンツドリブンな戦略で研究開発を行う。このようなコンテンツの種類に応じて、(1)文書やソフトウェアの知的生産性を向上させ、知識や社会にまつわる実問題の解決に資する情報技術に関する研究、(2)生活世界のデジタル情報化・資源化によって、生活を支援するソリューションを提供する情報技術に関する研究、の2つの求心力のある研究テーマを設定する。さらに、(3)これらに共通する基礎的・基盤的な情報技術や理論に関する研究とも連携し、全体としての問題解決を指向した大きな統合を目指す。

#### 将来展望

生活世界の諸課題に対する情報サービスや支援を、コンピュータと人間とを融合する技術体系として創出し、成果を社会に様々な形で普及させ、産業や社会の持続的発展に貢献する。これを実現するために、研究者自身が相互理解を深め、視野を広げ、研究分野間の壁をなくすことにより、既存の要素技術の発展では対応できない問題の解決と、新たな技術体系の構築を目指す。

## オープンハウス 2004 開催案内

オープンハウス 2004 は、企業・大学関係の皆様知能システム研究部門の研究成果を研究現場で直接ご覧頂き、当部門との連携をご検討いただくため、2001年より毎年開催しております。是非ともお誘いあわせの上、ご来場くださいますようお願いしております。

- 開催日時:平成 16年 10月 13日(水) 9:30 ~ 16:00
- 開催場所:独立行政法人 産業技術総合研究所  
つくば中央第2事業所 / つくば東事業所
- 参加方法:無料(ホームページより事前参加登録をお願いいたします。)
- ホームページ:<http://www.is.aist.go.jp/oh2004/>
- 連絡先:独立行政法人 産業技術総合研究所  
知能システム研究部門 研究成果展示会開催事務局  
Tel 029-861-5201 Fax 029-861-5989  
E-mail is-oh2004@aist.go.jp

#### ●公開内容

- ・ちいさな物を器用に操るマイクロミニピュレーションシステム
- ・超精密 3次元座標計測装置
- ・ヒューマノイドロボットの自律・遠隔融合操作
- ・ICタグを用いた知識分散型ロボット
- ・モジュール型ロボット M-TRAN
- ・P2Pによるナレッジマネージメント・自己組織化する P2P 検索システム

- ・ディスプレイ表示の遠近感の補正法
- ・没入型 3次元ディスプレイ
- ・ユビキタスステレオビジョンとその応用
- ・実世界リンクビジュアルインタフェース開発キット
- ・音声による語彙フリー多言語マルチメディア検索システム
- ・高品位音声合成を用いた音声対話システム
- ・雑音環境下での音声認識
- ・メンタルコミットロボットシステム
- ・計測データからの3次元形状モデルの生成
- ・身体の模様を利用した牛の動きの追跡
- ・手足の協調により移動・作業するヒューマノイドロボット
- ・セルフアジャストメントステレオカメラ
- ・非接触負荷感応変速機
- ・乗車型移動プラットフォーム
- ・4DVM:Four Dimensional Visible Memory
- ・RTミドルウェアによるマニピュレータ制御システム
- ・RTミドルウェアによる RT ハウス
- ・TS 車車間通信技術 - 安全、効率、快適をめざして -
- ・不定形堆積物のすくい取り作業システム



●お知らせ:7月15日付けで、情報技術研究部門が発足し、知能システム研究部門知的インタフェース研究グループの一部の研究員が異動しました。また、知能システム研究部門に空間機能研究グループが発足しました。

## 中川経済産業大臣 つくばセンター来訪

2004年7月22日、中川経済産業大臣が、産総研つくばセンターを視察されました。

理事長による歓迎の挨拶に続き、吉海企画本部長より産総研の概要紹介が行われました。研究現場では、初めに、「ヒューマノイドロボット」の二足歩行等のデモンストレーションをご覧になり、技術開発課題に興味をもたれるとともに、新産業創造戦略の一環としてロボット産業の振興を図ってゆく必要があるとの感想を述べられました。続いて、計量標準に関して、最先端技術への標準供給である「ナノスケール標準器」と歴史的な役割を果たしてきた「キログラム原器」、次世代の重さ標準を目指す「シリコン球」を視察されました。最後に、「共生生物の高度な生物機能」では、共生細菌の遺伝子が水平転移しているアズキゾウムシや昆虫の飼育現場などを興味を持ってご覧になりました。



## シンガポール A\*STAR 一行 産総研を訪問

2004年7月13～15日、シンガポールの中核的研究機関 Agency for Science, Technology and Research (A\*STAR) 一行が産総研臨海副都心・つくば両センターを訪問され、吉川理事長を初めとする産総研首脳と会談、さらに研究ユニットを見学されました。

A\*STARは、バイオ、IT、材料など幅広い分野をカバーする12の研究所を所管していると同時に、政府の科学技術政策の立案や科学技術予算の配分を所掌しています。一行のリーダー Managing DirectorのBOON Swan Foo氏(写真右)は、AIST Advisory Boardのメンバー(逆に吉川理事長がA\*STARのボードメンバー)として産総研について熟知しておられましたが、今回の見学で改めて産総研の実力を再認識され、包括的協力協定を結びたいとの意向を示されました。産総研としても、アジア戦略の一環としてA\*STARは重要なパートナーと考えており、両者は協定締結に向け、協議を進める予定です。



## 米国セラミックス学会よりフェロー の称号を授与

第106回米国セラミックス学会年次総会において、先進製造プロセス研究部門大司達樹総括研究員にフェローの称号が授与されました。米国セラミックス学会フェローはセラミックスの学術と科学の領域において顕著な功績を修めた世界的に著名な研究者に贈られるもので、研究者として大変大きな名誉です。産総研としては、先進製造プロセス研究部門の神崎修三部門長に次ぎ、2人目のフェローとなります。

大司総括研究員はこれまでにセラミックスの力学的性質をはじめとする諸特性に関し、実験・理論両面より解明を試み、それらの発現機構を明らかにしてきました。特に、高温における長期間の変形特性や破壊寿命に関する研究により、それらの寿命保証や信頼性の確立に貢献しました。また、各種複合材料の靱性発現機構に関する研究により、強靱化のための材料設計指針を明確にしました。さらに、多孔質材料の微細構造と諸特性に関する研究により、緻密質材料を凌駕する力学的特性の発現等を見出しました。

これらの多岐にわたる研究成果については、世界的に高い評価を受けています。



## 米国で開催された BIO2004 に出展

2004年6月6日～9日の3日間、米国サンフランシスコ市内の繁華街に程近いモスコーン・センターでBIO2004米国バイオ産業展示会が開催されました。この展示会は全世界から多くの参加者を交えたバイオテクノロジー産業の祭典です。産総研ブースには、産総研をPRするポスター展示のほか、生命情報科学研究センターと産総研バイオベンチャー第1号の(株)インフォジーンズから映像や商品での展示が行われました。

会場内部は米国の各州、各国が固まってブロックを形成した装飾豊かな展示となり、日本パビリオンは57社の出展がありました。産総研ブースへは、多くの来場者が訪れ、特にオーストラリアやカナダからの個別訪問もあり産総研の宣伝効果は大きく、産総研の存在を大いにアピールしました。

BIO2004は米国での注目度は高く17,000名にのぼる参加者があり、次回のBIO2005は米国フィラデルフィアで開催される予定です。





## 工農連携によるアセアン・バイオマス戦略会議開催

2004年7月23日に、工農連携による第1回目のアセアン・バイオマス戦略会議が産総研つくばセンターで開催されました。本会議は、科学技術振興調整費の一環として、日本とアセアン諸国の研究機関が協力し、アセアンにおける豊富なバイオマスの有効利用に関わる戦略構築、研究開発プログラム策定を推進することを目的としております。

産総研はバイオマス有効利用に関わる工学関連の産学官連携を進めており、今回、農学関連の農水研究機関および関連する大学、企業等との連携を図ることにより、オールジャパン体制で研究開発を推進することが可能になりました。本会議へは、国際農林水産業研究センター他の農水系5研究機関、地球環境産業技術研究機構、東京大学、関連企業が参加しております。会議では、産総研 神本研究コーディネータ、JIRCAS 野口理事、科学技術振興機構 高橋プ

ログラムオフィサーの挨拶、佐々木循環バイオマス研究所長の全体説明、各機関からの個別報告がありました。

今後は、国際ワークショップ等を開催し、アセアン諸国の中核研究機関との連携強化を図るとともに、工農連携により創生される新しい研究開発分野の検討も予定しております。



## 産総研一般公開 開催

産総研では、7月24日につくばセンター、中部センター、7月29日に九州センター、7月30日に関西センターで一般公開が行われました。

### つくばセンター

2004年7月24日の一般公開は、「科学の力」をテーマに開催しました。当日は厳しい暑さの中での開催となりましたが、来場者数は昨年(4,012名)を大きく上回る5,812名となり、大盛況のうちに終了することが出来ました。

会場には研究成果コーナーをはじめ、チャレンジコーナー、サイエンス実験ショー、施設見学ツアー等々、例年にも増して様々な企画を設けました。体験型の企画や新規に企画した施設見学ツアー等に人気があったようです。

特別講演は、宇宙飛行士の毛利衛氏による「宇宙の科学」をテーマにしたもので、大好評でした。この他、地質標本館特別講演や科学教養講座等も大勢の方にお聴き頂きました。

一般公開の様子は、産総研公式ホームページからご覧頂けます。(http://www.aist.go.jp/index\_j.html)



特別講演「宇宙の科学」  
宇宙飛行士/日本科学未来館館長 毛利 衛 氏



チャレンジコーナー  
「君にも作れる、超分子模型」(左)  
「甘みを見分ける/バイオセンサ」(右)



施設見学ツアー(左)  
「未来の太陽電池社会」  
特別展示(中)  
「メタンハイドレート - 新しいエネルギー資源への取り組み」  
サイエンス実験ショー(右)  
「あかり発見!音・いま・ミライ」

## 中部センター

2004年7月24日(土)、中部センター(志段味サイト)において、一般公開を開催しました。35℃を越える猛暑にもかかわらず、750名を超える方が来場され盛況のうちに終了いたしました。

“形状記憶合金の不思議”などの体験型科学実験、“高機能光触媒とその応用製品”などの研究成果公開等の展示、科学講座(熱と電気の不思議な関係、日本の風車と世界の風車)および施設見学と、子供から一般までを対象とした様々なコーナーを設け、地域住民の方々に産総研を知っていただき、つながりを深めることが出来ました。

当日は、なごやサイエンスパークの施設公開や科学イベントにより、市民の科学技術に対する理解と関心を深めることを目的とした「なごや・サイエンス・ひろば」が催され、中部センターもその一環として一般公開を開催しました。



展示コーナー 「現代に生きる鋳物技術～色々な鋳物～」

体験コーナー 「きらきら輝く&香りのするアクセサリーを作ろう」



施設見学 「スバッタ装置により作製した高断熱ガラスの紹介」

## 九州センター

2004年7月29日の一般公開では、「環境・福祉・エネルギー」をテーマに8ブースを設け、子供達にわかりやすい理科実験・展示を行いました。

体験型サイエンス実験ショーは、お孫さんを連れたお年寄りや親子連れ、夏休みに入ったばかりの元気な子供達で賑わいました。定員120名のところ160名を越える人気で、サイエンス実験ショーがすっかり定着したようです。また、癒し系アザラシ型ロボット「パロ」の効果は絶大で、パロとの記念撮影は行列ができるほどの好評ぶりでした。

今年は、猛暑の中にもかかわらず来場者は487名と昨年を上回り、産総研を一般の方々に理解していただく有意義な1日となりました。



体験型サイエンス実験ショー 「梅干しシェフのケミカル・クッキング入門」



つくば紹介コーナー 「アザラシ型ロボット「パロ」の展示」

## 関西センター

2004年7月30日(金)、「夢がいっぱい おもしろ科学」をキャッチフレーズにした一般公開を関西センターの池田会場と尼崎会場において同時開催しました。

当日は台風の進路が気になる中、また、炎天下にもかかわらず、それぞれ池田会場1,950名と尼崎会場340名で合計2,290人の来場者があり、盛況のうちに公開を終えることが出来ました。

各会場に体験コーナーや科学講座、池田会場と尼崎会場を結ぶテレビ会議システムなどのコーナーを設け、大人から子供まで実際に科学のおもしろさを体験していただきました。特に“電池作り教室”や“無重力を体感する”のコーナーでは定員を超える列ができるほどの人気がありました。



実験・体験コーナー 「無重力を体感する」



子供科学教室 「身近な食べ物からDNAをとってみよう」



実験・体験コーナー 「ビタミンCで発電しよう」

期間	件名	開催地	問い合わせ先
<b>9 September</b>			
11~12日	ものづくり岐阜テクノフェア	岐阜	0583-85-4315
13~14日	21世紀を拓く「水」と「二酸化炭素」の利用技術 国際シンポジウム	東京	03-5283-3260
17日	「バイオマス立県ちば」と「地域LCA」セミナー	千葉	029-861-8360●
18~20日	地質情報展2004 ちば 一海から生まれた大地ー	千葉	029-861-3603●
28~30日	イノベーション・ジャパン2004	東京	03-5210-7111
28~30日	バイオジャパン2004	東京	03-5210-7005
29~10月1日	2004産学官技術交流フェア	東京	03-3222-7197
29~10月1日	日経ナノテク・ビジネスフェア2004	東京	03-5255-2879
<b>10 October</b>			
1日	第3回産総研生命情報科学人材養成コース・シンポジウム	東京	03-3599-8045●
13日	知能システム研究部門 研究成果展示会 -オープンハウス2004-	つくば	029-861-5201●
13~15日	第31回国際福祉機器展(HCR2004)	東京	03-3580-3052
14~15日	北陸技術交流テクノフェア2004	福井	0776-33-8284
14~15日	第42回全国繊維技術交流プラザ	福井	03-3909-2151
21~22日	第6回リング・チューブ超分子研究会シンポジウム	つくば	029-861-4473●
27~29日	バイオマス・ニッポン in 九州	北九州	093-511-6848
27~29日	機能性材料展	北九州	092-531-6655
30日	一般公開 (四国センター)	高松	087-869-3530●
<b>11 November</b>			
5日	第3回サイバーアシストコンソーシアム国際シンポジウム	横浜	03-3599-8212●
9~12日	TECHNO-OCEAN '04	神戸	078-303-7516
11~12日	ビジネスEXPO「第18回 北海道 技術・ビジネス交流会」	札幌	011-716-9150
12日	一般公開 (中国センター)	呉	0823-72-1944●
<b>12 December</b>			
8~10日	計測展2004 OSAKA	大阪	06-6316-1741
<b>長期開催</b>			
~9月26日	地質標本館特別展「メタンハイドレートー新しいエネルギー資源への取り組みー」	つくば	029-861-3750●

**AIST Today**  
2004.9 Vol.4 No.9

(通巻44号)  
平成16年9月1日発行

編集・発行 独立行政法人産業技術総合研究所  
問い合わせ先 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/>