

# AIST Today

研究、成果、  
そして  
未来へのシナリオ

05

May  
2004  
Vol.4 No.5

## 社会に活力をもたらす本格研究を

### トピックス

- 単結晶TMR(トンネル磁気抵抗)素子で  
世界最高性能を達成



特集

## 産業技術総合研究所の 平成16年度計画について



National Institute of  
Advanced Industrial  
Science and Technology



独立行政法人 産業技術総合研究所

## CONTENTS

05  
May  
2004

# AIST Today

National Institute of  
Advanced Industrial  
Science and Technology  
Vol.4 No.5

nano tech 2004国際ナノテクノロジー総合展・技術会議  
本誌 AIST Network 31ページ

### メッセージ

- 03 学則在徳而久**  
独立行政法人 情報通信研究機構 理事長  
京都大学名誉教授  
長尾 真



### トピックス

- 04 単結晶TMR (トンネル磁気抵抗) 素子で世界最高性能を達成**

### 特集

- 17 産業技術総合研究所の平成16年度計画について**

### リサーチ ホットライン

- 07 次世代パワー半導体SiCウエハ作製技術**  
**08 マイクロプラズマを用いたオンデマンドプロセッシング**  
**09 水素のみを分離する新たな金属膜**  
**10 水環境対応型ダイヤモンドライクカーボン膜**  
**11 三宅島火山におけるSO<sub>2</sub>放出量観測**  
**12 定点観測による海洋二酸化炭素の動態解明**  
**13 DNAマイクロアレイの開発**  
**14 モーター蛋白質による微小輸送系**  
**15 均一オリゴマーを使用した高精度定量分析**  
**16 データベース・グリッドの研究開発**

### テクノインフラ

- 21 固体の音速測定**  
**22 GEOLIS+ (日本地質文献DB) 運用開始**  
**23 年代別相対輝度の求め方及び光の評価方法に関する標準化**

### 技術移転いたします!

- 24 多糖物質溶解用溶剤**  
**25 ポリシラン類配向膜の製造方法**

### AIST Network

- 26 組織改編、10研究ユニットが発足 ほか**



液体急冷法で作製した  
アモルファス合金膜  
本誌 リサーチ ホットライン 9ページ

# 學則在徳而久

長尾 真

独立行政法人 情報通信研究機構 理事長  
京都大学名誉教授



私は京都大学総長を平成15年12月15日に退任したが、そのとき一文を草し、大学の主な方々に送った。それが表題の

学 則 在 徳 而 久（学はすなはち徳にありて しようして久し）  
である。英語では

The achievement of learning will be eternal when it is based on virtue.  
と表現するのがよいと思っている。出典はない。

学術の発展をごく大まかに眺めてみれば、20世紀は分析の時代、21世紀は生成の時代と考えることが出来るだろう。19、20世紀は神が創造した宇宙、自然、生命の在り様をつぶさに調べ、そこに潜んでいる原理・原則を明らかにすることが最大の関心事であった。そして20世紀の終わりに至って、自然科学のほとんどの分野で基本的なことが分かった。

そこで次のステップとしては、これらの原理・原則をいろいろと組み合わせることによって新しいものを作り出すという方向に人知が展開してゆく。力学の応用としての機械、化学における無限といってもよい新しい物質・材料の合成、そして今日の遺伝子操作による新しい生物の生成である。

現在自然界に存在するものは何千万年、何億年という時の流れの淘汰を受けた挙句に残っているものであるが、今日人の手で作られたものはそういった試練を経ない。それでは、人間にとって、また現存するすべての生命体にとって、さらには地球全体にとって、それらの存在が許容できるものかどうかの判断基準があるかといえば、それはどこにも存在しない。

これは大変危険なことである。我々はこういったことをよく認識しなければならない。我々にとって考えられる唯一の判断基準としては、自分の良心にしたがって研究開発をすること、そして自分の行っていることについて責任を持つという覚悟を持つことしかないと思われる。少しでも疑わしいこと、気になることについては十分な調査研究を行い、後顧の憂いのないよう努力するのである。

こういったことを念頭におき、自戒の念をこめて表題の6文字を書いた。

# 単結晶 TMR (トンネル磁気抵抗) 素子で世界最高性能を達成

## 大容量 MRAM の実現に道筋

産総研エレクトロニクス研究部門は、高機能不揮発メモリとして期待されているMRAM(MagnetoResistive Random Access Memory)のキーデバイスとなる、単結晶トンネル磁気抵抗(Tunnel MagnetoResistance: TMR)素子を開発し、室温での磁気抵抗88%という世界最高の性能を達成した(これまでの最高値は70%で、ほぼ理論限界と考えられていた)。これにより、TMR素子の出力電圧値を従来の約2倍(380mV)に向上させることに成功した。この研究成果は、次世代の大容量MRAM開発へ道筋を拓くものと期待される。

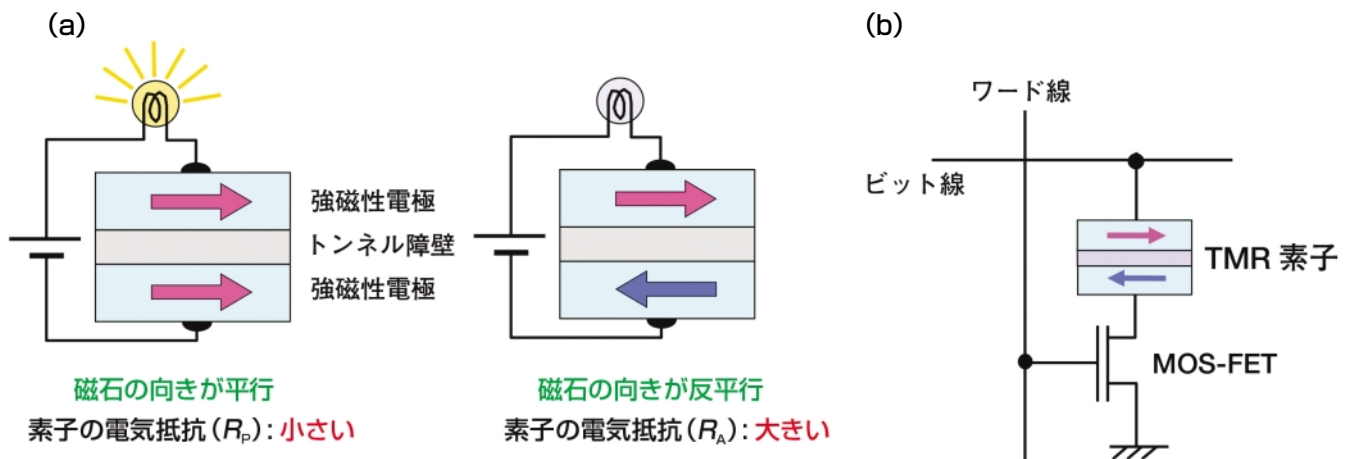
### TMR効果とMRAM

厚さ1~2nm(1nm:10億分の1メートル)以下の非常に薄い絶縁体(トンネル障壁)を2枚の強磁性金属の電極で挟んだ素子をトンネル磁気抵抗素子(TMR素子)という。絶縁体は通常電気を通さないが、絶縁体が非常に薄いとき量子力学的な効果(トンネル効果)によって僅かに電流が流れる(トンネル電流)。また、2つの強磁性電極の磁石の相対的な向きが平行なときの素子の電気抵抗( $R_P$ )と反平行なときの電気抵抗( $R_A$ )は異なる値をとり、通常 $R_A > R_P$ となる(図1(a))。この現象はトンネル磁気抵抗効果(TMR効果)と呼ばれる。このときの素子抵抗が変化する割合を百分率で表したものを磁気抵

抗比(MR比 $\equiv (R_A - R_P) / R_P \times 100\%$ )という。室温よりも低い温度でTMR効果が起こることは1970年代から知られていたが、1995年に東北大学の宮崎氏が室温で約20%という比較的大きなMR比を実現してから一躍注目を集めることとなった。

TMR素子とMOS-FET(トランジスタ)を組み合わせるとワード線とビット線の間格子状に配置するとメモリを作ることができる(図1(b))。2枚の電極層の磁石の向きが平行か反平行か(“0”, “1”に相当)で1ビットの情報記憶することができ、記憶情報の読み出しは、TMR効果による素子抵抗の変化を検出することで行う。これはMagnetoResistive Random-Access-Memory(MRAM)と呼ばれ、不揮発(電源を切っても記憶が消えない性質)・高速・低消費電力といった理

図1 (a) TMR素子のトンネル磁気抵抗(TMR)効果、(b) 不揮発性磁気メモリMRAM



想的な特性を備えた究極のメモリになると期待され、現在、世界的に開発競争が繰り広げられている。従来のTMR素子は強磁性合金の電極層と酸化アルミ（Al-O）のトンネル障壁で構成されており（以下、従来型TMR素子と呼ぶ）、室温でMR比70%、出力電圧200mVという特性が達成されている。このようなTMR素子を用いると、64～128メガビット級のMRAMが実現可能と予測される。しかし、従来型TMR素子の出力電圧はDRAMに比べて実質的に半分しかなくまだまだ低いため、集積度を上げるにつれてノイズに埋もれて読み出せなくなってしまうという大きな問題がある。

1ギガビットを超える高集積MRAMを開発するためには、出力電圧400mVが必要となり、この課題を解決するために、電極材料の最適化やAl-Oトンネル障壁の作製法の工夫などが世界中で精力的に行われてきた。しかし、このような従来の手法による出力電圧の向上は原理的に飽和に近づきつつあり、ギガビット級MRAMを実現するには画期的な新材料・新原理などの抜本的な解決策が求められている。

## 単結晶の酸化マグネシウムを用いた新型TMR素子を開発

従来型TMR素子のトンネル障壁に用いられているAl-Oはアモルファス物質（原子の配列が不規則な物質）であるため、電流が流れる際に電子が散乱され易い（より正確にいうと、波動関数のコヒーレンシーが乱される）（図2(a)）。このような散乱の多い系のTMR効果は、Julliereモデル（電子の状態密度を用いてTMR

効果を記述する理論）で説明される。この理論によると従来型TMR素子のMR比の理論的上限は70%程度となる。この限界を打破するために、トンネル障壁の材料に酸化マグネシウム（MgO）を用いた新型TMR素子を開発した。Al-Oとは異なり、MgOをFe（001）電極上に成長すると容易に単結晶（原子が規則正しく配列した物質）になるため、電流が流れる際に電子は散乱されずにコヒーレンシーを保ちながら直進できる（図2(b)）。このようなコヒーレントなTMR効果はJulliereモデルで記述できる範囲外にあるため、その理論限界を超えることが可能となる。詳しい理論計算によると、MR比1000%という巨大なTMR効果が期待される。しかし、単結晶MgOを用いてTMR素子を作製することはピンホールや界面酸化などの問題があり技術的に難しく、これまで従来型TMR素子の性能を超える素子はできなかった。

今回、エレクトロニクス研究部門が構築した世界でも例のない単結晶TMR素子一貫製造施設を用いて、高品質の単結晶Fe電極と単結晶MgOトンネル障壁を連続積層することに成功したことによって、世界最高性能のTMR素子の開発に成功した。

## 世界最高の磁気抵抗と出力電圧を達成

MgOトンネル障壁を用いた新型TMR素子で、世界最高の磁気抵抗（室温で88%）を達成した（図3）。従来型TMR素子のこれまでの最高特性は約70%であった。さらに、新型TMR素子では、世界最高の電圧特性

図2 (a) 従来型TMR素子では、トンネル障壁のAl-Oがアモルファス物質であるため、電子が散乱されやすい。(b) 新型TMR素子では、トンネル障壁が単結晶MgOであるため、電子が散乱されずに波動関数のコヒーレンシーが保存される。

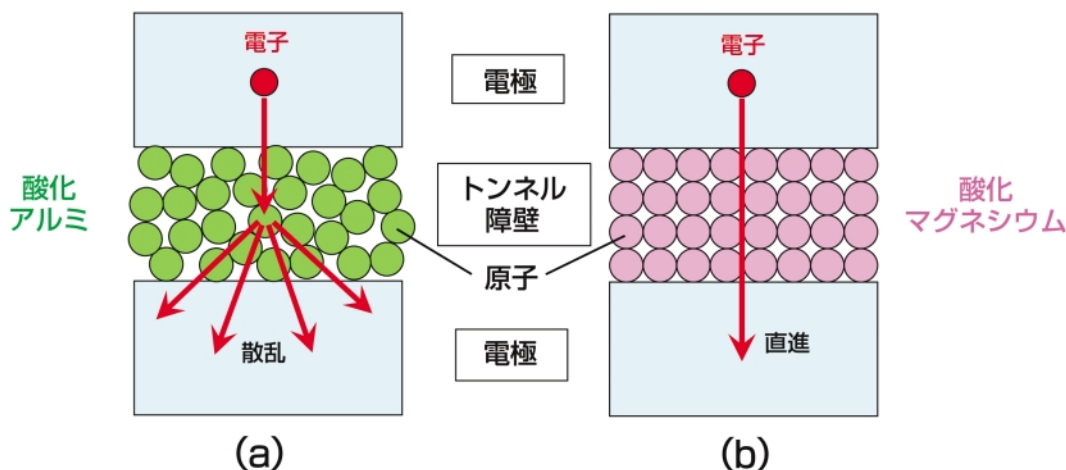
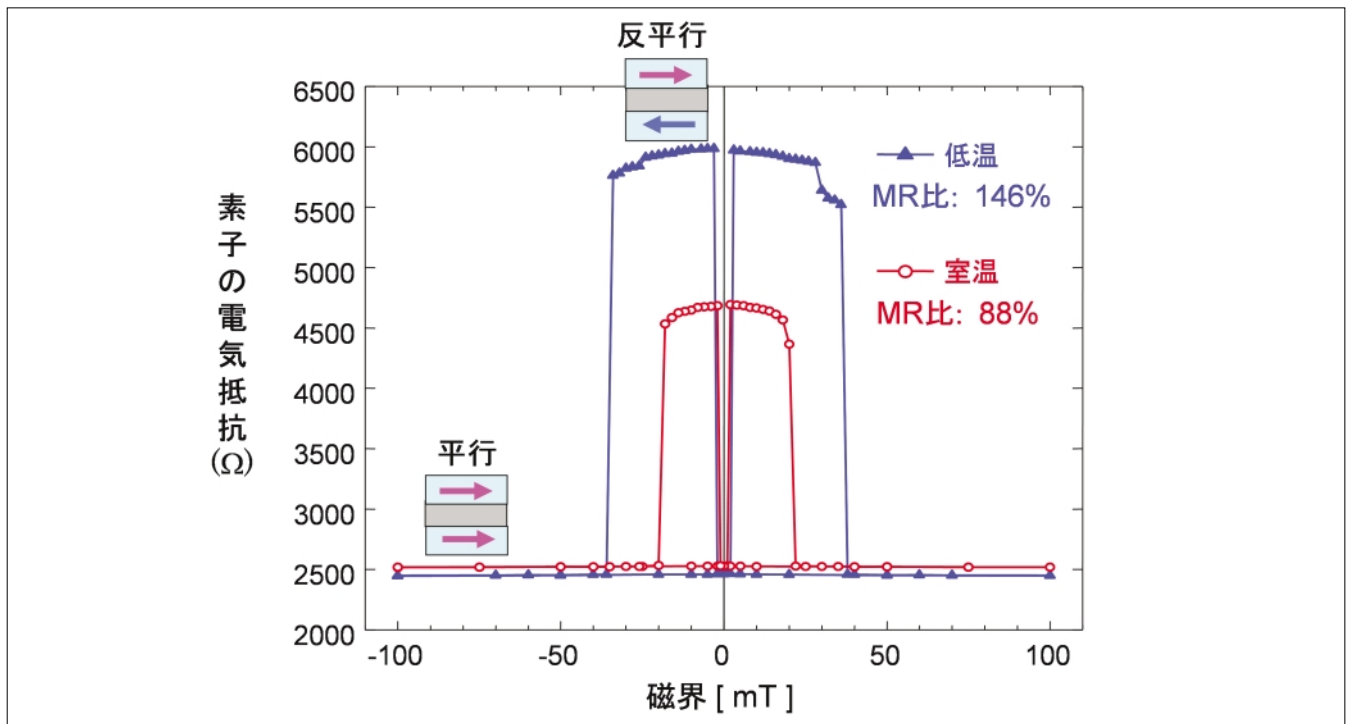


図3 新型 TMR 素子の磁気抵抗特性

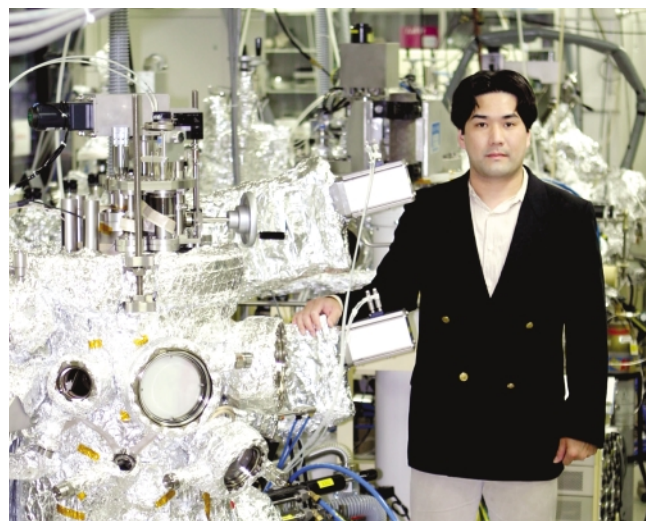
MR比は室温で88%、低温で146%。



も達成した。この結果、TMR素子の出力電圧を、従来の約2倍の380mVに増大することに成功した。これは、ギガビット級MRAMに必要な出力電圧をほぼ達成したものである。ちなみに、今回作製した素子の電気抵抗(約 $2000\Omega\cdot\mu\text{m}^2$ )はMRAMに用いるのに最適な値である。

## 今後の予想展開

今回、高品質の単結晶磁性薄膜作製技術に加えて、トンネル障壁の材料としてAl-Oに代わる画期的な新材料であるMgOを用いることにより、世界最高の特性を持つ新型TMR素子の作製に成功した。これによりギガビットを超える大容量MRAMの信号読出しに道が拓かれたが、今後は新型TMR素子の作製条件を更に工夫することによって、より一層大きなMRと出力電圧の実現を目指す。また、大容量MRAM開発のもう一つの課題である、書込み電力の低減についても研究を進める予定である。加えて、新型TMR素子をMRAMの中に作り込むための生産プロセスの開発も行い、基礎研究を製品開発に繋げる本格研究を実行していきたい。



エレクトロニクス研究部門 スピントロニクス研究グループ  
研究グループ長 湯浅 新治

### ●問い合わせ

独立行政法人 産業技術総合研究所

エレクトロニクス研究部門

スピントロニクス研究グループ 研究グループ長 湯浅 新治

E-mail : yuasa-s@aist.go.jp

〒305-8568

茨城県つくば市梅園 1-1-1 中央第2

SiCホモエピタキシャルウエハにおけるオフ角低減を実現

## 次世代パワー半導体SiCウエハ作製技術

炭化珪素(SiC)を用いた半導体素子はSiを超える超低損失のパワー素子を実現できるものとして期待されており、近年その開発が精力的に進められている。SiC半導体素子は、バルクSiC結晶基板の上に膜厚、不純物濃度を高度に制御して成長させた薄膜(ホモエピタキシャルウエハ)上に作製される。そのため、エピタキシャルウエハの品質は、作製された半導体素子の特性に大きく影響することになる。SiCは、SiとCの積層様式が多様に変化しやすい(結晶多形)半導体結晶である。従って、多形の混入がなく、パワー半導体に適した多形の一つである4H-SiCだけのエピタキシャル膜を得ることは素子作製上の必要不可欠な技術である。そのために今日では積層情報を伝えられるようにSi原子が最表面にあるSi面を結晶軸に対して数度傾けた(オフ角と言う)オフ基板上にエピタキシャル膜を作製する手法が開発されており、それが必然とされている。

一方で、ウエハにオフ角をつけると、オフ角に対応したマイクロには異なる方位の結晶面(ステップ：階段状の形態)が現れるようになる。そのマイクロな段差によりパワー素子に重要な半導体/酸化膜界面が乱れるといった問題が指摘されており、ウエハのオフ角の低減が

求められている。しかし、Si面では基板のオフ角を小さくするとエピタキシャル成長時にステップバンチング(ステップの粗密化)により表面の平坦性が失われやすくなるという問題がある。一方、4H-SiCのバルク成長では成長手法は異なるが、Si面とは反対にC原子が最表面にあるC面で結晶成長を行うことにより4H-SiCを安定して成長させ得ることが知られている。我々はこの事実に着目し、C面を用いることによって4H-SiCエピタキシャル膜のオフ角低減の可能性を追求した。その結果、エピタキシャル成長条件を最適化することによって、図に示すようにオフ角0.5°の2インチ4H-SiC基板においてウエハエッジ近傍以外は表面が原子レベルの平坦性を持ち、他のSiC多形の混入がないエピタキシャルウエハを成長させることに成功した。

これにより、技術的にはこれまでウエハに存在していたオフ角に起因する素子特性上の問題が改善される見通しが得られるとともに、一部の国で有効とされているオフ基板成長に対する特許主張の懸念が払拭されるものと思われる。本成果により、SiCを用いたパワー半導体素子の開発に一層の拍車がかかるものと期待される。

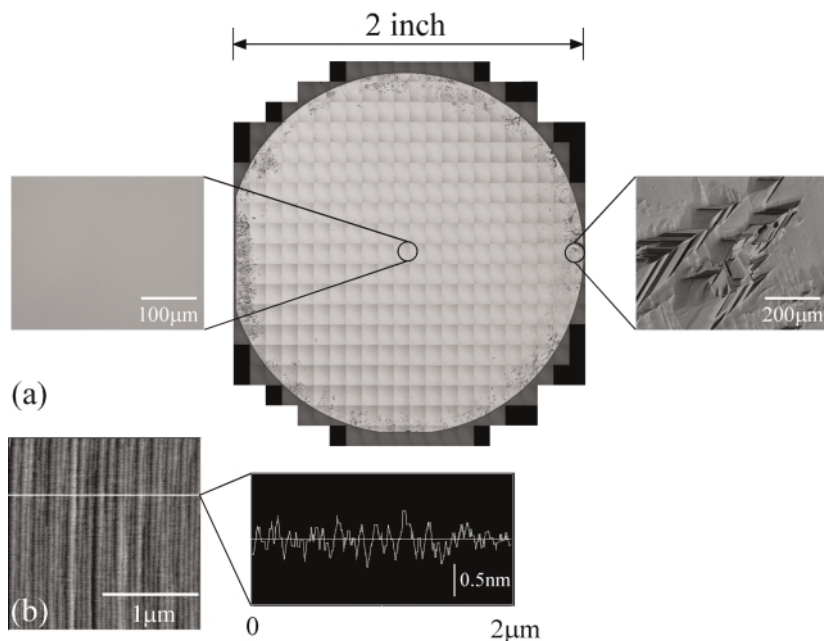


図 エピタキシャルウエハの表面状態  
(a)微分干渉顕微鏡像、(b)原子間力顕微鏡像



こじまかずとし  
児島一聡

kazu-kojima@aist.go.jp  
パワーエレクトロニクス研究センター

関連情報

● 児島一聡 等: 第64回応用物理学会学術講演会, 講演予稿集, 1a-B-2.

# マイクロプラズマを用いたオンデマンドプロセスング

放電プラズマはICのエッチングや薄膜の形成、表面処理、表面改質など様々な材料プロセス分野で幅広く使用されている。また、広く普及し始めたプラズマディスプレイの開発を契機に寸法がmmからサブ $\mu\text{m}$ のミクロなスケールのプラズマ、いわゆるマイクロプラズマが注目されるようになってきた。マイクロプラズマはこれまで使用されてきたマクロスケールの放電プラズマに比較して空間的なサイズばかりでなく、その動作圧力、プラズマ中の電子やイオンの密度や温度などが大きく異なる場合があり、マイクロプラズマの発生や制御方法、プラズマ物性の計測、またその応用に関する研究が進められるようになってきている。

酸化物ナノ微粒子やカーボンナノチューブに代表される無機系ナノ要素部品をポリマー基板上の特定の領域に必要な量だけ析出させたり、あるいは有機系のナノ要素部品との接合やシステム化等によりこれらの両方の要素部品を巧みに組み合わせた機能集積素子を構築するためには、有機系の要素部品を破壊しない無機系ナノ構造材料の常温常圧合成技術が必要不可欠である。我々はマイクロプラズマの微小性に伴う熱容量の小ささ、また大気圧下で非常に小さな投入電力で動作が可能であることに注目して、マイクロプラズマを利用した常温常圧デポジシ

ン装置の開発を進めている。

この装置は、石英キャピラリを利用した誘導結合型のマイクロプラズマ発生器(図1)を備えており、プラズマガスであるアルゴンやヘリウムガス中にメタン等の炭素源あるいはメタロセンなどの有機金属蒸気を共存させてマイクロプラズマ中へ供給する。原料ガスは高い反応性をもつマイクロプラズマ中で反応して、キャピラリ先端の対向位置に設けた基板上に結晶性グラファイトや金属の微小なドットを基板加熱なしに堆積することができる。また、条件によっては石英ガラスキャピラリ内に設置してあるワイヤの表面やキャピラリ内壁面上にカーボンナノチューブを堆積させることもできる(図2)。この手法はいわゆる化学気相成長(CVD)法の一つに分類される。このようにマイクロプラズマは、従来になかった高温・真空を必要としない材料プロセスに適用することができ、材料を少ない投入エネルギーで創製しこれを必要な場所へ必要な量だけ配置する、いわゆるオンデマンドプロセスングへの応用展開が可能と考えられる。今後、高分子基板上への微小電極や微小熱電対の形成、微小ヒータのパターン形成等をはじめMEMSの製造プロセスへの応用も期待される。

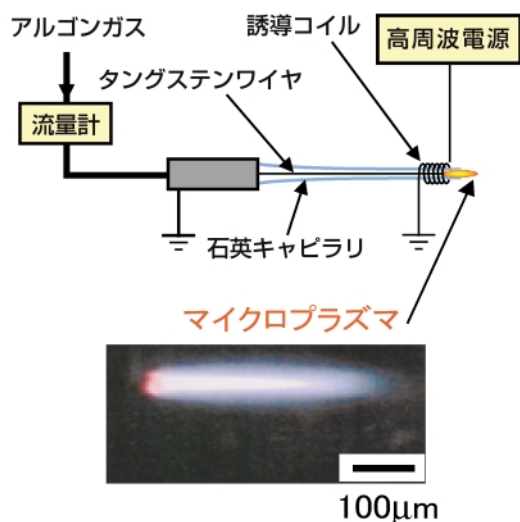


図1 誘導結合型のマイクロプラズマ発生器

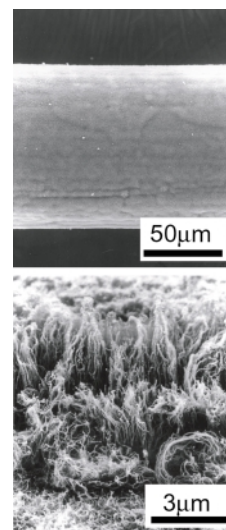


図2 ワイヤ表面上に形成されたCNTの走査型電子顕微鏡写真

## 関連情報

- 共同研究者: 寺嶋 和夫 (東京大学大学院新領域創成科学研究科) .
- 特開 2003-328138 「マイクロプラズマCVD装置」 (佐々木毅, 清水禎樹, 越崎直人, 寺嶋和夫) .
- 特願 2003-274612 「カーボンナノチューブを備えた金属ワイヤー又はキャピラリーおよびカーボンナノチューブの形成方法」 (同上) .
- Y. Shimizu, T. Sasaki, T. Ito, K. Terashima and N. Koshizaki: J. Phys. D: Appl. Phys., Vol.36, 2940-2944 (2003).



ささき たけし  
佐々木 毅  
takeshi.sasaki@aist.go.jp  
界面ナノアーキテクトニクス研究センター



## 水素のみを分離する新たな金属膜

金属原子の間隙を利用した究極の「原子ふるい」。それは、パラジウムで作られた水素分離膜として既に高純度水素の製造に用いられている。近年は、燃料電池に必要な水素の製造プロセスへの応用も検討されているが、パラジウムが金や白金と変わらぬ高価な貴金属であることが民生分野への応用拡大を妨げている。そのため、非パラジウム系金属膜としてバナジウムやタンタルといった金属膜が20年以上前から研究されている。しかし、水素を供給した際に割れを生じて水素分離機能を失ってしまうことや、加工が難しく薄膜化にコストがかかることから未だ実用化に至っていない。

一方、アモルファス(非晶質)合金は機械的強度に優れていることが知られており、水素に触れてもある程度の強度を維持できるのではないかと期待できる。しかも、液体急冷法を用いることで、分離膜として使える厚さ数10 $\mu\text{m}$ のアモルファス合金膜を効率よく生産することが可能である。従って、水素透過膜として使える安価な合金さえ見いだすことができれば、コスト的に有利であり実用化の可能性があると考えられる。しかし、アモルファス合金に期待できるこのような特長を活かした水素透過膜はそれまで例がなかった。

そこで、我々は非パラジウム系アモルファス

合金に絞って合金探索を進めるとともに、それに適した試験方法について検討を重ねてきた。その結果、ジルコニウム(Zr)とニッケル(Ni)を主成分とするアモルファス $\text{Zr}_{36}\text{Ni}_{64}$ 合金膜が水素雰囲気中でも優れた機械的強度を維持し、かつ200 $^{\circ}\text{C}$ 以上の温度において実用レベルの水素透過能(数 $\text{mL}/\text{cm}^2\text{min}$ )を発揮することを見出した(図)。その後、東北大学と三菱マテリアル(株)との共同研究により $\text{Zr}_{60}\text{Ni}_{18}\text{Al}_{15}\text{Cu}_{15}\text{Co}_2$ を初めとするZr系金属ガラス合金でパラジウム膜に匹敵する透過特性をもつ材料も開発した。

平成15年度からは地域新生コンソーシアム研究開発事業において、非パラジウム系では例を見ない0.5  $\text{Nm}^3/\text{h}$ 級水素製造システムの構築を目指した研究開発を進めている。既に、50mm幅で30mを越えるアモルファス合金膜の作製に成功し(写真)、これを用いたCOやCO $_2$ を含む混合ガスからの水素分離にも成功している。また、アモルファス合金は高温での安定性が低いと見られがちであるが、アモルファス $\text{Zr}_{36}\text{Ni}_{64}$ は250 $^{\circ}\text{C}$ の大気雰囲気中に17,000時間保持した後も結晶化せず、高い靱性を維持していることもわかってきた。この他、100時間を超える性能試験や、0.8 MPaもの高圧水素からの水素透過でも成果を上げており、実用化に向けて着実に前進している。

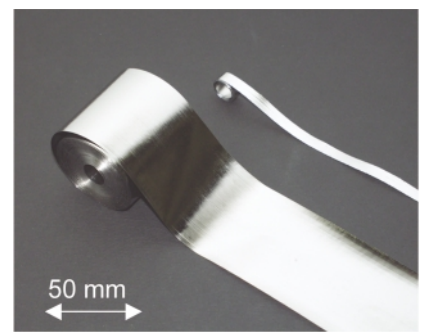
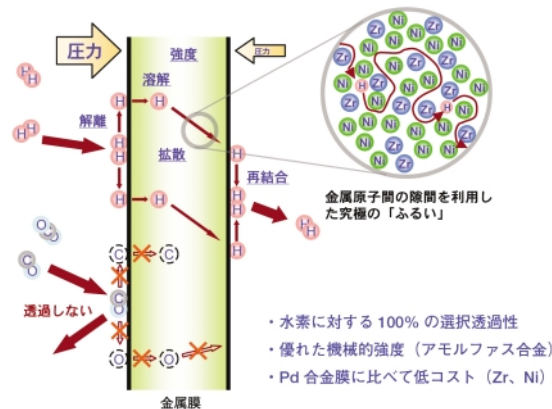


図 アモルファス合金膜による水素分離の原理

写真 液体急冷法で作製したアモルファス合金膜



はら しげき  
原 重樹  
s.hara@aist.go.jp  
環境調和技術研究部門

#### 関連情報

- 共同研究先: 宇都宮大学工学部, 東北大学金属材料研究所, 三菱マテリアル(株) 非鉄材料技術研究所, 三菱化工機(株), (財) 金属系材料研究開発センター。
- S. Hara, K. Sakaki, N. Itoh, H.-M. Kimura, A. Inoue: J. Membrane Sci., Vol.164, 289-294 (2000).
- S. Hara, K. Sakaki, N. Itoh: US Patent 6,478,853 (2002).

# 水環境対応型ダイヤモンドライクカーボン膜

ダイヤモンドライクカーボン(Diamond-Like Carbon: DLC)膜とはアモルファスな硬質の炭素系皮膜の総称である。さらには、ダイヤモンド構造に対応するsp<sup>3</sup>混成軌道結合した炭素と、グラファイト構造に対応するsp<sup>2</sup>混成軌道結合した炭素とが不規則に混じり合った構造の皮膜と言える。実際には炭素の他に水素が含まれる場合が多い。DLC膜は、機械、化学、電気の広い分野に関わる魅力ある特性を有するが、中でも低摩擦性や耐摩耗性のようなトライボロジー特性への関心が高い。

一方、環境保全、安全・衛生、防災、省エネルギーの観点から、水圧駆動システムへの関心が高まっている。しかしながら、実用化のためには、水の潤滑能力の低さや腐食性に起因するトライボロジーに関わる問題をはじめとする技術的課題がいくつも存在する。

このような背景の下に、我々は、NEDOプロジェクトの一つである「低摩擦損失高効率駆動機器のための材料表面制御技術」の中で、DLC系膜を水圧駆動機器の摺動部品へ適用するための研究を行っている。これまでに、熱電子励起型プラズマCVD装置を用いて、ステンレス鋼(SUS440C)基板にパルスバイアス電圧を印加してDLC膜を成膜した。DLC膜としては、単層膜およびそれにSiを含有したDLC膜よりなる多層膜の2種類を対象とした。なお、多層膜は、ト

ルエンのみによるDLC膜の上にトルエンとシロキサンとの混合ガスによる皮膜を積層することにより作製した。往復動型の摩擦試験機により、SUS440Cボールを摩擦相手として、イオン交換水中で摩擦摩耗特性を評価した結果を図1に示す。Siを含む多層DLC膜については、摩擦係数0.1以下、比摩耗量約 $5 \times 10^{-8} \text{ mm}^3/\text{Nm}$ という値が得られた。このような値は、既存の多くの耐摩耗性材料の比摩耗量が $10^{-7} \text{ mm}^3/\text{Nm}$ 台であることを考慮すると、優れたものである。さらに摩擦相手のSUS440Cボールの摩耗については、 $10^{-9} \text{ mm}^3/\text{Nm}$ 台という単層DLC膜に比べて1桁以上も優れた値が得られた。トライボロジー材料には、自分自身が摩耗し難いことに加え、摩擦相手を摩耗させないことが要求されるが、この多層DLC膜はその点でもすぐれた特性を有している。また、実部品への適用に当たって、摩擦摩耗特性と並んで重要な性質である基板との密着性も、多層化することにより明らかに向上した。これらのDLC膜は、水圧駆動システムを構成する水圧ポンプ(図2)、水圧シリンダ、水圧バルブ等の摺動部品へ適用することが想定されている。今後は、優れた低摩擦低摩耗特性を維持しつつ、密着性に一段と優れたDLC系膜の開発を進めると同時に、それらの優れた機能が発現するメカニズムを解明する予定である。

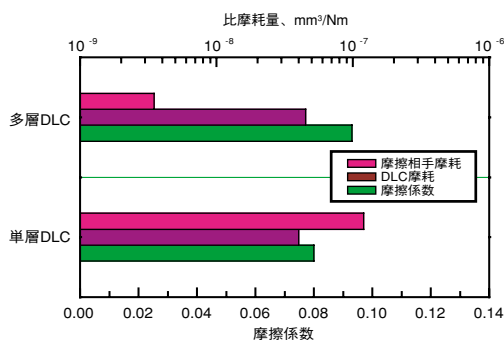


図1 水中での単層DLC膜とSiを含む多層DLC膜の摩擦摩耗

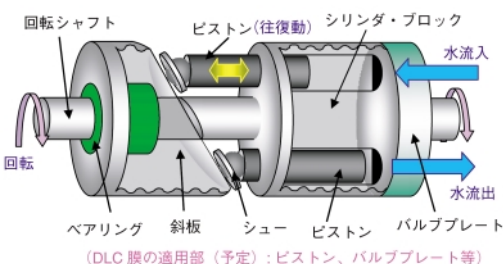


図2 斜板式アキシャルピストンポンプの模式図

### 関連情報

- 共同研究者: 大花継頼, 鈴木雅裕 (ナノカーボン研究センター) .
- T. Ohana, T. Nakamura, M. Suzuki, A. Tanaka, Y. Koga: Diamond and Related Materials (2004) in press.
- A. Tanaka: New Diamond and Frontier Carbon Technology, Vol. 14, No. 3, 149-159 (2004).
- 特願 2003-3040978 「水中耐剥離性に優れた炭素系二層膜の製造方法」(大花継頼, 田中章浩, 古賀義紀, 鈴木雅裕, 中村挙子) .



たなかあきひろ  
田中章浩  
a-tanaka@aist.go.jp  
ナノカーボン研究センター

## 世界最大のガス放出をモニタリング

三宅島火山におけるSO<sub>2</sub>放出量観測

火山ガスの主成分にSO<sub>2</sub>(亜硫酸ガス)がある。SO<sub>2</sub>は生物に有毒であると同時に酸性雨のもとにもなるガスである。2000年に始まった三宅島火山の噴火・ガス放出活動は、直径1600m、深さ450mのカルデラ形成、そして、一連の小規模噴火から間欠的な火山ガス放出へと推移してきた。8月中旬になって、陥没により生じた山頂火口内からSO<sub>2</sub>を含む噴煙が絶え間なく放出され始めた。そこで、関連スペクトロメータCOSPEC-V型(Resonance社製)を用いたSO<sub>2</sub>放出量の繰り返し観測を開始した。本装置はSO<sub>2</sub>が310nm付近の光を吸収することを利用して、散乱紫外線を光源として噴煙中のSO<sub>2</sub>濃度を観測する装置である。この観測は自衛隊、海上保安庁および東京都の協力により、毎週ヘリコプターを用いて行っている。SO<sub>2</sub>放出量観測は、気象庁が火山監視業務の一環として行っており、産総研は、装置の提供、改造調整、観測手法の改良、データ解析手法、観測結果の解釈などを担当している。SO<sub>2</sub>の地表における濃度は、2000-2001年では20ppmに達し、環境基準の数百倍の濃度となっていた。最近においても5ppmを越えることがたびたびあるため、2004年3月現在も、三宅島の島民の方々は帰島することができないでいる。我々の提供するデータ

が三宅島火山活動監視の上でも非常に重要な位置づけとなっている。

三宅島火山からの噴煙中のSO<sub>2</sub>濃度は、今までに観測されたことのないほど高濃度であることがわかった。2000年10月には、SO<sub>2</sub>放出量は日量5万トン規模に達していることが明らかになった。その後、放出量は減少傾向になり変動を伴いながらも、大量のSO<sub>2</sub>を放出し続けている。1998年時点における全世界の活火山から放出されるSO<sub>2</sub>の総量(三宅島を除く)は日量26000トンである。三宅島は活動初期に全世界の火山の総和の2倍の量に達するSO<sub>2</sub>ガスを放出していたことになる。2000年9月から現在(2004年3月)までの総SO<sub>2</sub>放出量は1900万トンに達し、約2.5km<sup>3</sup>(80億トン)のマグマが脱ガスしたのに相当する。

観測結果の解釈は、独自に確立した噴火・脱ガスの理論に基づいて行われており、随時、火山噴火予知連絡会等を通じて防災機関などに提供している。産総研における火山ガス研究は、火山地質研究とならび研究機関として唯一機関対応しているものであり、今後も新型の装置開発および最新の予測理論の提供などにより防災行政のニーズに則した本格研究を展開していきたい。

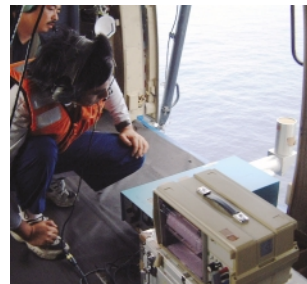


写真1(左) ヘリコプターを用いて観測

写真2(右) 関連スペクトロメータ(COSPEC)による火山ガス観測

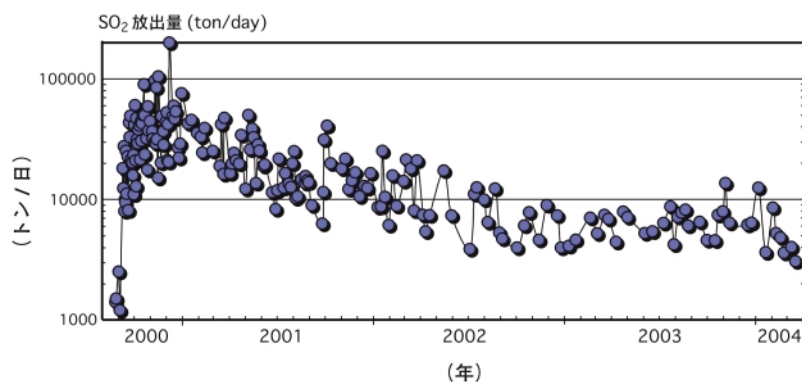


図 三宅島SO<sub>2</sub>放出量の観測結果



かざはやこうへい  
風早康平  
kazahaya-k@aist.go.jp  
深部地質環境研究センター

## 関連情報

- 共同研究者: 篠原宏志(地球科学情報部門)。
- 産総研シリーズ「火山」-噴火に挑む-(丸善)。
- K. Kazahaya, H. Shinohara, K. Uto, M. Odai, Y. Nakahori, H. Mori, H. Iino, M. Miyashita, J. Hirabayashi: Geology (2004) (in press).

# 定点観測による海洋二酸化炭素の動態解明

二酸化炭素の海水に対する溶解度は大きく、大気中に存在する二酸化炭素の約50倍もの量が海洋全体に溶け込んでいる。海洋環境の変化によってこの貯蔵量が変化すると、大気中の濃度は大きく影響を受けることになる。将来の温暖化動向を予測する上で、海洋における二酸化炭素の動態を監視し続けることが重要である。経年的な海洋中二酸化炭素濃度の変化を検出するためには0.1%の高精度分析が必要であり、データの蓄積は未だ十分とは言えない。環境管理研究部門地球環境評価研究グループでは、海水中二酸化炭素濃度の測定方法を検討し標準化への推進を行う一方、準自動化した高精度測定装置を用いて現場海洋での調査を継続している。

国内の海洋研究機関で協力して行っている北海道東方の定点KNOT (Kyodo North Pacific Ocean Time series, 図1)の時系列観測において、二酸化炭素の測定とその動態解明を担当している。定点KNOTにおける表層海水中の二酸化炭素濃度(全溶存無機炭素)の季節変動は極めて大きく、年間変動振幅は $100 \mu\text{mol/kg}$ 以上であった(図2)。これは主に、夏季の表層混合層深度が10 m以下と浅く、生物生産が表面に集中しているためである。その結果、この海域は夏季には二酸化炭素濃度を大きく

減少させ分圧が大気より低くなるため、二酸化炭素の吸収域になる。逆に、冬季は表面水が冷却されて鉛直混合が活発になり、下層の二酸化炭素濃度の高い水が表面に供給される。そのため、表面二酸化炭素分圧も上昇し、大気へ二酸化炭素を放出することになる。このように、西部北太平洋亜寒帯域は、一年の間に二酸化炭素を大きく呼吸する海域であることがわかった。

6年間の時系列変化から季節変動分を除外すると、表層海水中の二酸化炭素濃度が年間約 $1 \mu\text{mol/kg}$ ずつ上昇していることが見出された(図2下赤線)。観測期間が短いため誤差は大きいですが、大気中の二酸化炭素の増加と並行して海洋表層の濃度が上昇していることが、この海域では初めて確認された。水深500 m前後においても濃度増加が検出されており、化石燃料の消費などによる人為起源二酸化炭素が海洋の中深層まで徐々に溶け込んでいることが確認できた。

より長期的な変化を追跡するために観測船を利用した調査を継続することが重要である。さらに時空間的に密度の高いデータを得るために、センサの開発や洋上プラットフォームの利用など、観測自動化の技術開発が望まれる。

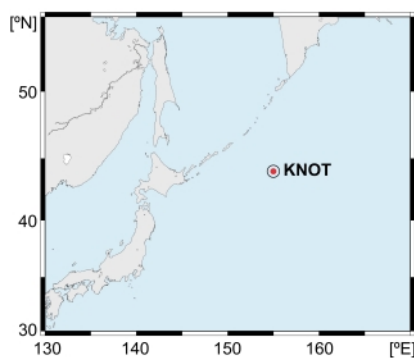


図1 観測地点 KNOT  
(東経 155 度、北緯 44 度)

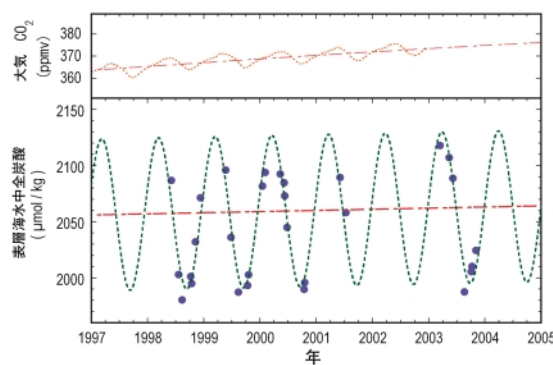


図2 KNOT表層海水(下)とハワイマウナロア大気(上)の二酸化炭素濃度時系列変化

## 関連情報

- N. Tsurushima, Y. Nojiri, K. Imai, S. Watanabe: Deep Sea Res. II, Vol. 49, 5377-5394 (2002).
- K. Imai, Y. Nojiri, N. Tsurushima, T. Saino: Deep Sea Res. II, Vol. 49, 5395-5408 (2002).
- T. Tanaka, Y.W. Watanabe, S. Watanabe, S. Noriki, N. Tsurushima, Y. Nojiri: Geophys. Res. Letters, Vol. 30, No. 22, doi: 10.1029/2003GL018503 (2003).
- 研究協力船: 北星丸, おしよろ丸(北海道大学), 望星丸(東海大学), 白鳳丸(東京大学), みらい, なつしま, かいれい(JAMSTEC), 第2白嶺丸(JOGMEC).



つるしまのぶお  
鶴島 修夫  
Tsurushima-n@aist.go.jp  
環境管理研究部門

エストロゲン活性評価と遺伝子機能解析への利用

DNAマイクロアレイの開発

エストロゲンは女性ホルモンとして、女性の発育成長、妊娠の継続などに重要な働きを担っている。エストロゲンの作用は、まずエストロゲンが細胞内に取り込まれた後に核内受容体であるエストロゲンレセプタ(ER)と結合するところから始まる。この結合のシグナルは様々なターゲット遺伝子の転写調節領域に存在するエストロゲン応答配列(ERE)との結合により伝えられ、エストロゲン受容体/コアクチベータ複合体がRNAポリメラーゼなどと協調することによりターゲット遺伝子の発現を調節(活性化や抑制)する(図1)。これらの遺伝子は転写翻訳後、更に様々な遺伝子やタンパク質に作用して自分自身や他の細胞の増殖、分化の促進、細胞死の抑制などの現象を引き起こす。これが実はホルモンの作用であるが、その実体は、細胞内でターゲット遺伝子を含めて多くの遺伝子(及びその産物)がネットワークを形成して伝達されるシグナルによって引き起こされる現象である。最近、さらに受容体を介さない経路も明らかになってきており、シグナル伝達の詳細を解明するためには多くの遺伝子の情報を得て、様々なシグナルによる遺伝子の応答の状態を知る必要がある。このような目的に適した手法の一つとしてDNAマイクロアレイが挙げられる。

DNAマイクロアレイによって得られる情報は、遺伝子の発現上昇/減少であるが、それを利用する方法として2通り考えられる(図2)。一つ

は、様々な刺激(たとえば化学物質の影響)を分類するときのツールとして利用する方法である。遺伝子発現のプロファイルを得ることで、似たプロファイルを示す刺激は似た作用をすることが予想されることから、それらを分類することができる。これにしたがって、例えばエストロゲン活性を示す化学物質をその活性の強さだけでなく、影響まで含めて分類することが可能になる。もう一方の利用法は、遺伝子機能の解析である。様々な遺伝子の発現変動をモニタすることで、ある刺激によって共通に変動する遺伝子の組み合わせが明らかになる。このような遺伝子発現変動情報をクラスタ化することにより共通のシグナルカスケードにのっているかについての判定が可能になる。その中に機能の良くわかっている遺伝子があればそのカスケードにのっている遺伝子の機能も推定できることになる。

我々は、エストロゲンに対して応答するヒトの遺伝子の情報を得て、203個の遺伝子(発現量補正遺伝子も含む)を載せたDNAマイクロアレイ(商品名EstrArray)をベンチャー企業と共同で作成して、遺伝子発現プロファイルの取得とクラスタリングによる遺伝子機能の推定を行っており、環境ホルモンの評価法や健康食品の開発、乳癌の診断や抗エストロゲン剤の開発などへの応用を進めている。

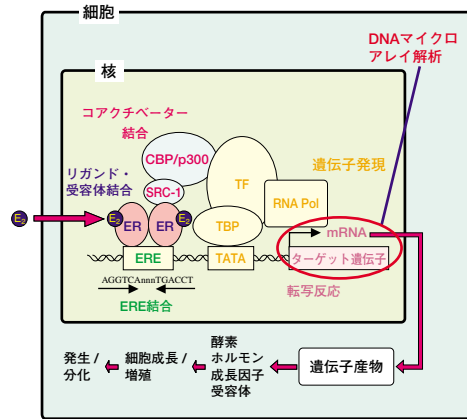


図1 エストロゲン応答経路(受容体経路)  
E<sub>2</sub>:エストロゲン, ER:エストロゲン受容体。

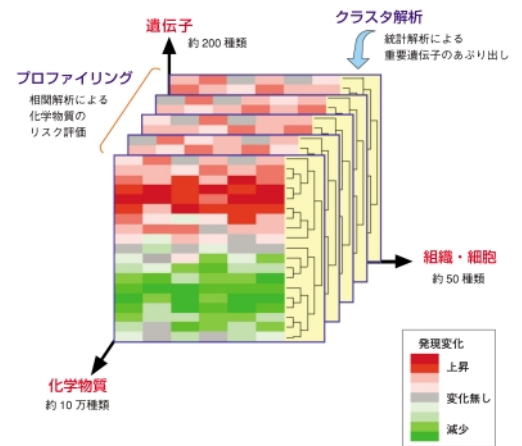


図2 DNAマイクロアレイを用いた遺伝子発現プロファイリングと遺伝子のクラスタリング



きやまりょういち  
木山亮一  
kiyama.r@aist.go.jp  
生物機能工学研究部門

関連情報

- Terasaka, S. et al., EHP Toxicogenomics in press (published on-line, 2004).
- Inoue, A. et al: J. Mol. Endocrinol, Vol. 29, 175-192 (2002).
- Inoue, A. et al: J. Pharmacol. Toxicol. Methods, Vol. 47, 129-135 (2002).
- Inoue, A. et al: J. Mol. Endocrinol. in press (2004).
- 木山亮一: AIST Today Vol. 1, No. 6, 27 (2001).
- ハイテク・スタートアップス(産総研) Autumn, 9-10 (2003).

# モーター蛋白質による微小輸送系

生物には、モーター蛋白質とよばれる一群の酵素がある。たとえば神経軸索の中には、微小管とよばれる蛋白質繊維が伸びており、その上をキネシンというモーター蛋白質が神経伝達物質の詰まった膜胞を輸送している。こうしたモーター蛋白質は、個々の分子がモーターなので非常に小さい反面、蛋白質の一般的性質としてかなり大きな構造を自己組織的に組み上げるポテンシャルなど、人工モーターにはない様々な特徴を持つ。そこでこれらをナノアクチュエータとして利用しようという応用研究が世界中で始まっている。

従来モーター蛋白質を生体外に取り出して運動させるときは、モーター蛋白質をガラス面に吸着させ、蛍光標識した微小管がその上を運動するという、生体内とはジオメトリーを逆転させた系が主に用いられてきた。この場合、微小管はガラス面上をランダムな方向に運動するので、外部に対して有用な仕事をさせることはできない。そこで我々は、図1に示すようなトラックをガラス面上にリソグラフィーで作製し、その底面だけにキネシンを結合させたところ、微小管の運動を一次元に制限することに成功した。さらに矢じり状のパターンを付加することで、ほとんどの微小管を一方方向に運動させることができるよう

になった。セルエンジニアリング研究部門・湯元昇氏をリーダーとする産総研ナノバイオチームでは、この系を微小な化学プラントの輸送系と見なし、そのために必要となる他の要素技術の開発を進めている。

一方、精製したモーター蛋白質を部品として使うのではなく、モーター蛋白質を含む運動性の生体構造を改変して人工的環境で利用しようという、より生物学的なアプローチもある。たとえば我々は、基板上を高速(3 $\mu\text{m/s}$ )で運動する滑走細菌*Mycoplama mobile*を使った微小輸送系の開発に取り組んでいる。最近、*Mycoplama*もリソグラフィーにより形成された壁に沿って動くことを見出し、この性質を利用して一方方向性運動させることができるようになった(図2)。精製した微小管とキネシンを使う系では、精製の手間がかかるうえ、蛋白質の変性にとまって不可逆的に運動性が失われるなどの問題があるが、*Mycoplama*には自己複製・自己修復能があり、そうした問題は少ないはずである。いまでこそ我々は完全合成した乗物(自動車)を使いこなしているが、その前は牛馬に頼っていた時代が長かった。ナノバイオの分野でも、当分はミクロの牛馬が活躍することになるのかもしれない。

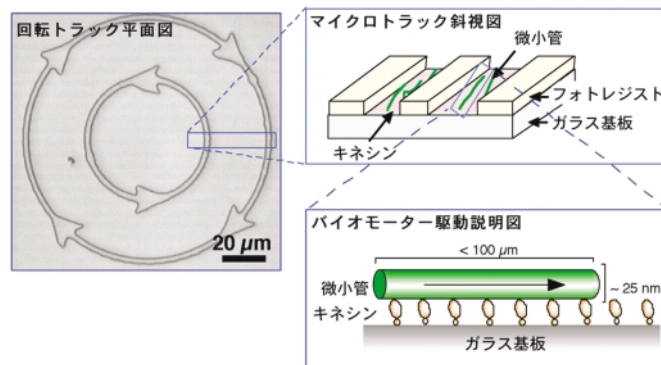


図1 微小管の一次元一方方向輸送系

実際の回転運動は、<http://staff.aist.go.jp/t-uyeda/motility/biophysj/movied1.html>に掲載。



うえだたろう  
上田太郎  
t-uyeda@aist.go.jp  
ジーンファンクション研究センター

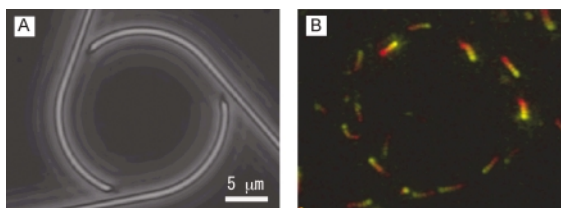


図2 *Mycoplama mobile*を一方方向に運動させるためのパターン(左)と、0.4秒間隔で撮影した時の菌体の運動軌跡(赤、橙、黄色の順)。

## 関連情報

- 共同研究者: 平塚祐一(ジーンファンクション研究センター), 多田哲也(次世代半導体研究センター), 宮田真人(大阪市立大学)。
- Y. Hiratsuka, T. Tada, K. Oiwa, T. Kanayama, T.Q.P. Uyeda: Biophys. J., Vol. 81, 1555 (2001).

ユニークな高分子標準物質供給を目指して

## 均一オリゴマーを使用した高精度定量分析

高分子物質、なかでもプラスチックとして身の回りにあふれている合成高分子化合物は、ある一定の繰り返し単位が連結して構成されている。しかし、その繰り返し単位の数を一定にすることは難しく、その分子量には本質的に分布が生じる。分子量に分布があるとしばしば正確な定量分析が困難になり、厳密に物性を議論することができない。分子量分布を持たない、つまり重合度が完全に均一な重合体であれば、この問題を根本的に解消することが可能である。

高压下の二酸化炭素を移動相とする超臨界流体クロマトグラフィー(Supercritical Fluid Chromatography: SFC)の使用により、分子量分布のある高分子物質から、完全に均一な重合度を有する「高純度均一オリゴマー」を作製することができる(図1)。ここで、「オリゴマー」とは重合度が100程度以下の比較的分子量の小さな重合体のことで、「ポリマー(高分子)」と区別して呼ぶ。我々はこの試料を標準物質として各種分析法の定量性の評価を行うとともに、厳密に構造制御されたモデル物質として使用することを試みている。

例えば、マトリックス支援レーザー脱離/イ

オン化-飛行時間型質量分析法(MALDI-TOFMS)は優れた構造解析法として注目を集めているが、合成高分子の分子量分布がどの程度正確に求められるかという点是不明確なままであった。この問題の解決に対して、複数の重合度の均一オリゴマーの等モル混合物をMALDI-TOFMSで計測することによって分子量分布測定の定量性を評価することができた(図2)。

さらに、オリゴマー領域の分子鎖形態を把握するのに重要な情報となる希薄溶液中での拡散係数測定や、小角X線散乱法による回転半径測定は、分子量分布による不確かさを完全に排除したデータとして、より高精度な値を与えることができ、均一オリゴマーの有用性を示す好例となった。

これらの研究は高分子標準物質供給を目指して行われているものである。当研究部門で先行して行われてきたポリスチレンに関するクロマト分離と高精度定量分析に関する研究は、認証標準物質NMIJ CRM 5001~5002としてその成果を結実させている。ポリエチレングリコールに関して2005年に標準物質が整備される予定である。

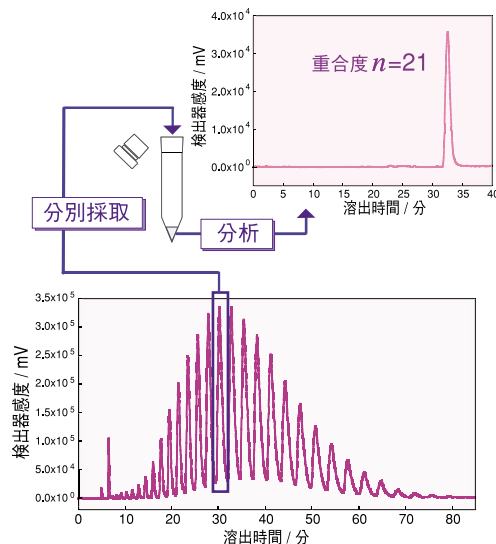


図1 SFCによるポリエチレングリコール(分子量1000)の分離例と、分別採取した21量体の分析例

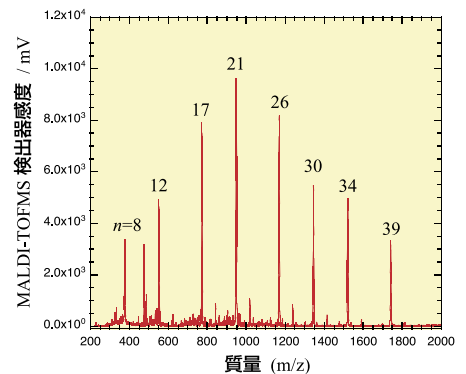


図2 ポリエチレングリコール均一オリゴマー等モル混合物(重合度  $n = 8 \sim 39$ )のMALDI質量分析スペクトル例

本来ならばすべて等しい強度で観測されるはずのスペクトルが、低分子量側と高分子量側で強度低下を起こしていることがわかる。



しまだ  
島田かより  
k-shimada@aist.go.jp  
計測標準研究部門

## 関連情報

- 島田かより, 佐藤圭祐, M. A. Lusenkova, 衣笠晋一, 工藤憲一, 山内芳雄: 高分子論文集 58巻 10月号 541-547 (2001).
- K. Shimada, R. Nagahata, S. Kawabata, S. Matsuyama, T. Saito, S. Kinugasa : J. Mass Spectrom., Vol. 38, 948-954 (2003).
- 衣笠晋一: AIST Today, Vol. 4, No. 2, 39 (2004).

既存のWeb的資産を仮想的にグリッド化

# データベース・グリッドの研究開発

インターネットに代表される情報化の進展に伴い、知的基盤としての情報は増大の一途である。例えば、我々つくばWANデータ共有委員会の調査では、つくば地域の研究機関だけで数百に上る研究情報のWeb公開データベースが存在する。そのため、地理的・組織的に分散した多様な情報を、高度に統合・連携させることで新たな知見を得たいという要求が高まりつつある。

一方、最近のグリッド技術、特にWebサービス技術と結びついたグリッドの研究開発によって、分散したデータベースの統合や連携の実現が容易になりつつある。また、グリッド上での分散計算と結びつけることで、単なる分散検索に留まらない高度なデータマイニングなどのブレークスルーも期待することができる。

我々は、主に科学技術関連のデータベース処理を応用対象として、データベース・グリッドというグリッド上での異種・分散データベースの統合・連携についての研究を行っている。今回、その成果の一つとしてOGSA-WebDBというシステムを開発した。これは、Webで公開されている既存のデータベースには手を入れることなく、仮想的にグリッド上のデータベースとして利用可能なシステムである。それぞれの

Web上のデータベースは、仮想的には関係データベースとしてSQL言語でアクセスされ、単独では不可能なデータベース同士の結合や比較を行うことができる。

この開発により、既にインターネット上に存在する膨大な知的資産を、グリッド上で仮想的に統合・連携すると共に、グリッド内のデータベースや計算処理とも容易に結びつけることが可能になりつつある。

本システムはOGSA (Open Grid Service Architecture) と呼ばれるグリッドの基本構成に基づいたツール等で構築され、高い互換性と拡張性を有している。また、すべての機能がグリッド上のデータ提供サービスとして実装されているので、新しいデータベースの登録などの情報管理もインターネットを介して行うことができる。開発したソフトウェアは昨年11月のSC2003会議などで展示・発表し、Web上の文献データベースや医薬データベースの統合検索に優れた性能を実証した。引き続き異種データの変換・統合を含めた高度な統合手法や、膨大な数のデータベースが存在する環境での情報サービスやデータベース発見等の手法の研究等を、主につくば地域の研究関連データベースを対象として進めていきたい。

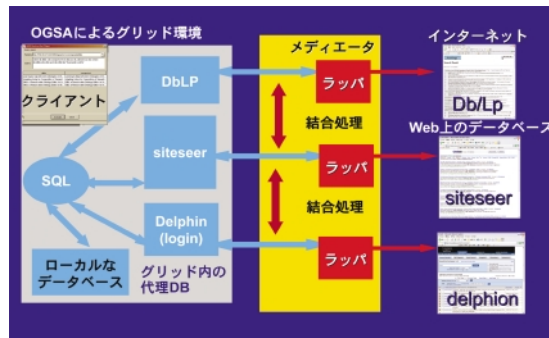


図1 OGSA-WebDBのシステム構成図

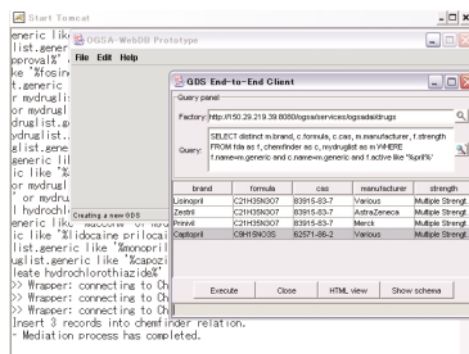


図2 Web上の医薬DB (fda, chemfinder) と、手元のDB (mydruglist) の統合実行例



こじま いさお  
小島 功  
kojima@ni.aist.go.jp  
グリッド研究センター

### 関連情報

- 共同研究者: サイド・ミルザ・パレビ (産総研特別研究員) .
- <http://www.gtrc.aist.go.jp/dbgrid/>
- I. Kojima, S. Mirza: The Future of Grid Data Environment Workshop, GGF10 (2004).
- <http://www.aist.go.jp/infobase/tsukubawan/> (仮) つくば知的資源サイバーモール.



# 産業技術総合研究所の平成16年度計画について

企画本部

独立行政法人産業技術総合研究所が発足して3年が経過し、平成16年度は第1期中期目標期間の最終年度に当たります。この間、産総研は独立行政法人評価委員会による2回の評価を受け、平成15年度に実施された平成14年度の実績評価では、研究成果を評価対象の中心に置いた評価がなされました。この評価では、産総研が発足当初から進めてきた独立行政法人制度のメリットを活かしたトップマネジメントによる本格研究の理念に基づく研究が実施された結果として、研究成果は定量的な指標の下で順調な伸びを示すとともに、諸業務における着実な進捗について、量と質の両面において高い評価を受けました。

平成16年度においては、第1期中期計画の確実な達成を図るとともに、第2期中期目標期間において産総研がさらなる発展を図るための制度、システム等の設計を進めていく計画です。具体的には、本格研究を実現するための予算、内部グラント予算を拡充するとともに、特許獲得、民間からの受託研究、共同研究等を促進する制度を拡充し、競争環境下での研究の一層の質的向上を図り第1期中期計画で掲げた目標の達成を図ります。組織・業務運営の効率化を第2期に向けて一層推進するため、研究ユニット及び研究関連・管理部門の組織設計の見直しを行います。また、ミッション遂行のための責任体制をより明確にするるとともに、組織運営を効率化し、組織全体のパフォーマンスの向上を図ります。さらに、愛知万博を活用した産総研成果の普及・広報を積極的に行い、広く国民に対してわかりやすい情報の発信に努めます。

さて、産総研を含む独立行政法人の業務運営については、主務大臣(産総研の場合は経済産業大臣)が中期目標(産総研の場合、第1期平成13年度～16年度の4年間を通じた目標)を定め指示します。独立行政法人は、この中期目標を達成するための中期計画を作成し、毎年の業務運営に関しても、年度開始前に年度計画を作成します。

ここでは、平成16年度の年度計画のうち、研究計画を中心とした概要を紹介します。詳細は、産総研ホームページに公表しておりますので、ご覧ください。【ホームページ <http://www.aist.go.jp/>】

## 平成16年度研究計画のポイント

### ライフサイエンス分野

ライフサイエンス分野では、生物機能の産業利用を通じて健康の増進や循環型社会の実現を目指して研究開発を進めています。具体的には、ポストゲノム時代においてゲノム情報を産業へ活用するためのバイオインフォマティクス、糖鎖工学、RNA工学、加齢工学等に代表される生命機能利用技術の開発、ブレインマシンインターフェース等の脳科学、再生医工学、ナノバイオマシン等の異分野融合研究開発、環境計測・浄化・保全や廃棄物処理といった社会的要請に対応するための知的基盤研究や先進バイオプロセスの研究開発等を実施し、バイオテクノロジー先進技術の発信基地となって活動していきます。

平成16年度は、健康維持・増進のためのバイオテクノロジー基盤研究プログラムとしてタンパク質の構造機能解析研究を継続するほか、新たに

糖鎖エンジニアリングプロジェクト、ゲノム・プロテオームをベースとしたプロファイル診断システムの研究開発、タンパク質分離のためのプロテインシステムチップの開発、バイオ・IT融合による多元タンパク質解析装置の開発、先進ナノバイオデバイスプロジェクトなどを推進します。また、

表1 産総研が関与する主なプロジェクト(ライフサイエンス分野)

- 健康維持・増進のためのバイオテクノロジー基礎研究プログラム
  - ・タンパク質発現・相互作用解析技術の研究開発
  - ・細胞内ネットワークのダイナミクス解析技術
  - ・糖鎖エンジニアリングプロジェクト
  - ・ゲノム・プロテオームをベースとしたプロファイル診断システムの研究開発
  - ・タンパク質分離のためのプロテインシステムチップの開発
  - ・バイオ・IT融合による多元タンパク質解析装置の開発
  - ・先進ナノバイオデバイスプロジェクト
- 生物機能活用型循環産業システム創造プログラム
  - ・生分解・処理メカニズムの解析と制御技術開発
  - ・環境中微生物の高精度・高感度モニタリング技術の開発
  - ・植物利用エネルギー使用合理化工業原料生産技術開発
- 健康寿命延伸のための医療福祉機器高度化プログラム
  - ・身体機能代替・修復システムの開発プロジェクト
  - ・ティッシュ・エンジニアリング(細胞工学)技術の研究開発
  - ・内視鏡などによる低侵襲高度手術支援システム
  - ・臨床応用に向けた体内埋め込み型人工心臓システム

生物機能活用型循環産業システム創造プログラムとして環境バイオ等の研究を、健康寿命延伸のための医療福祉機器高度化プログラムとして再生医工学や医療福祉機器研究開発を引き続き推進します(表1参照)。

## 情報通信分野

情報通信分野では、“ときめきと安心のIT社会”を統一的なコンセプトとして、必要とする情報を誰もが自在に創造、流通、共有できる生活浸透型ネットワーク社会の実現を目指しています。すなわち、生活の中にさりげなく組み込まれた情報通信ネットワークと使いやすく安全なインターフェースを通じて、知識・コンテンツなどの情報を時間や場所の制約を受けずに安心して利用できる社会です。このような社会の実現にむけて、ハードウェアからソフトウェアまでの幅広い技術課題に産総研の総合性を活かして取り組みます。

情報化社会の安全性や信頼性を確保するために、インターネット上での不正アクセスの防止や安全な通信・認証を可能とする情報セキュリティ技術の構築、ソフトウェアが仕様通りに設計されていることを検証する技術の開発とその実証を行います。また、オープンソースソフトウェア

がインストールされたデスクトップ型コンピュータの実用性を検証します。さらに、人間の知的活動や社会生活を支援するヒューマンインターフェースに優れた機器やロボットの開発を行います。

情報化社会を支える高速・大容量情報ライフラインを強化するために、大容量光ストレージ技術の開発、フェムト秒テクノロジーなどのプロジェクトを中心に、高密度光ディスクや超高速光通信の実現にむけた基盤的技術を開発します。また、情報通信・処理を大規模に行うためにネットワークに接続された多数のコンピュータを、あたかも1台のコンピュータが稼動しているように見せるグリッドコンピューティング技術の研究を行います。

情報通信機器の高性能化・低消費電力化を促進するために、国家戦略の一環としての次世代半導体材料・プロセス基盤技術開発「半導体MIRAIプロジェクト」を中心に、次世代半導体における標準プロセス・材料の開発を行います。また、革新的な回路技術を用いて省電力の機能を付加した低消費電力デバイス、スピントロニクス技術を用いた不揮発性機能デバイス、高効率有機デバイスなどの新規デバイスの開発を行います。

## 環境・エネルギー分野

環境・エネルギー分野では、持続可能な循環型社会の構築に資することを目指して、地球温暖化問題、地域環境問題の解決とエネルギーの安定確保につながる研究開発を行っています。地球温暖化問題については、1997年に気候変動枠組条約第3回締結会議(COP3)で、京都議定書が採択されました。我が国に対しては2008年から2012年の第1期約束期間に1990年レベルと比較して6%の温室効果ガス削減が義務づけられており、省エネルギー等の大幅な技術レベルの向上が求められています。また、最近特に注目を浴びている環境ホルモンの代表される化学物質については、リスク評価・削減技術の研究開発が強く望まれています。一方、化石燃料の枯渇も依然として大きな問題として残されており、中長期的には、炭酸ガス排出を抑えながら石油から天然ガス、さらには再生可能エネルギーへ1次エネルギー源の構成を変えていくことが重要な課題となっています。

このような現状を踏まえ、(1)地球温暖化対策技術としては、温暖化原因物質の低減技術、エネルギーシステムの高効率化・分散化技術、環境調和型生産プロセス技術を、(2)地域環境問題については、化学物質リスク管理・削減技術を、(3)エネルギーの安定確保については、エネルギー源のクリーン化・多様化を重点研究課題としております。さらにライフサイクルアセスメント(LCA)手法等に代表される環境・エネルギーシステム総合評価技術を重点研究課題として研究を行います(表3参照)。

平成16年度は、産総研委託費によって新規に次の5つの研究課題を実施します。(1)石油・天然ガス資源情報基盤研究/石油・天然ガス鉱床探索支援のための高精度質量分析技術の開発、(2)計量標準基盤研究/石油流通合理化のための流量計品質管理技術に関する研究開発、(3)情報通信機器の省エネルギー基盤技術研究開発、(4)計量標準基盤研究/発電用原子炉のための流量測定高精度化

表2 産総研が関与する主なプロジェクト(情報通信分野)

- 次世代半導体デバイスプロセス等基盤技術プログラム
  - ・次世代半導体材料・プロセス基盤技術開発(半導体MIRAIプロジェクト)
  - ・極短紫外線(EUV)露光システムの開発
- 情報通信基盤高度化プログラム
  - ・フェムト秒テクノロジー
  - ・大容量光ストレージ技術の開発
  - ・窒化物半導体を用いた低消費電力型高周波デバイスの開発
- 次世代ディスプレイ技術開発プログラム
  - ・高効率有機デバイスの開発
- 情報通信基盤ソフトウェア開発推進プログラム
  - ・ビジネスグリッドコンピューティング
  - ・オープンソフトウェア活用基盤整備
- 21世紀ロボットチャレンジプログラム
  - ・ロボットの開発基盤となるソフトウェア上の基盤整備
- 宇宙産業高度化基盤技術プログラム
  - ・次世代衛星基盤技術開発(準天頂衛星システムの開発)

の研究開発、(5) 新エネルギー技術の社会への普及促進を図るのに必要な標準技術を確認するためのエネルギー・環境技術標準基盤研究（電特勘定）です。

この他、経済産業省の研究開発プログラムに参加し、特に、化学物質リスク評価手法の開発、超低損失電力素子技術の開発、固体高分子形燃料電池システム技術の開発、超電導技術の開発を実施するほか、LCA 手法の普及のため、地方自治体と連携した地域環境研究、メタンハイドレード、バイオマス、フッ素系等代替物質の開発と評価、ディーゼル排ガス対策技術に関する共同研究を推進していきます。

### ナノテクノロジー・材料・製造分野

高度な産業革新が進行した現在社会では、限りある地球資源や生活環境維持の必要性と、より快適な生活を求める消費者のニーズの双方を同時に満たす技術が求められています。また、技術が社会に受容されるためには製品の生産・使用・廃棄にかかるコスト低減が非常に重要です。ナノテクノロジー・材料・製造分野では、

表3 産総研が関与する主なプロジェクト(環境・エネルギー分野)

- **革新的温暖化対策技術プログラム**
  - ・省エネルギー型革新的生産プロセス技術開発
  - 次世代化学プロセス技術開発
  - 超臨界流体利用環境負荷低減技術開発
  - ・革新的エネルギー利用システム技術開発
  - 交流超電導電力機器基盤技術開発
  - 超電導発電機基盤技術研究
  - フライホイール電力貯蔵用超伝導軸受技術開発
- **エネルギー環境二酸化炭素固定化・有効利用プログラム**
  - ・二酸化炭素固定化・有効利用技術実用化開発
- **化学物質総合評価管理プログラム**
  - ・化学物質のリスク評価及びリスク評価手法の開発
- **固体高分子形燃料電池／水素エネルギー利用プログラム**
  - ・固体高分子形燃料電池システム技術開発
  - ・水素安全利用等基盤技術開発

これらの問題を解決する材料及び製造技術の飛躍的な革新により、福祉高齢化社会における安心・安全な生活、高度情報社会及び環境と調和した持続可能な社会の実現を支える技術基盤の確立を図ります。

これらを具体的に推進する体制として、(1) 革新材料の重点的取り組みでは、ナノカーボン、ダイヤモンド、強相関電子材料などを研究する4研究

センター、(2) これまでの散発的な要素技術研究の弱点を克服して、本格的なシステム化研究への取り組みでは、先進製造プロセスや省エネルギー材料、ナノテクノロジーを対象とする3研究部門と1研究ラボ、(3) 産業技術基盤への貢献では、材料設計シミュレーションや超精密制御・加工・計測技術のデータベース構築を進める1研究部門、1研究センターというように、抜本的な再編を行いました。平成16年度、この新体制で推進する共通の戦略目標として、「ミニマル・マニファクチャリング」を策定しました。これは、主に生産プロセスにおいて、「最小の資源投入で」「最小のエネルギー（生産コスト・環境負荷）を用いて」「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負荷でとどめることができる」技術を目指すものです。これを、エネルギー消費及び環境負荷を最小限に抑える生産プロセス開発である「グリーンインテグレーション」と、ナノテクノロジーを活用して必要な部分にだけ必要なものを組み立てるオンデマンド技術を中心とする「ナノインテグレーション」を2重点領域として研究開発を進めます。平成16年度は、表4に示すように、ナノテクノロジープログラム、革新的部材産業創製技術等のプログラムの下、各種研究プロジェクトを実施します。

表4 産総研が関与する主なプロジェクト (ナノテクノロジー・材料・製造分野)

- **ナノテクノロジープログラム**
  - ・ナノマテリアル・プロセス技術
    - 精密高分子技術
    - ナノガラス技術
    - ナノカーボン応用製品創製
    - ナノ機能合成技術
    - ダイヤモンド極限機能
    - ナノ計測基盤技術
  - ・ナノ加工・計測技術の開発
    - ナノレベル電子セラミックス材料低温成型・集積化技術
    - 3Dナノメートル評価用標準物質創成技術
- **革新的部材産業創製技術プログラム**
  - ・材料プロセス革新技術
    - 精密部材成型用材料創製・加工プロセス技術
    - 高機能高精度省エネ加工型金属材料(金属ガラス)の成形加工技術
- **3Rプログラム**
  - ・3R基盤技術の開発
    - 建築廃材・ガラス等リサイクル技術開発
- **新製造技術プログラム**
  - ・デジタル・マイスター・プロジェクト技術の開発

## 地質・海洋分野

地質・海洋分野では、社会の持続的発展に必要な国土の安全と国土の利用及び資源・エネルギー開発や環境保全に資するため、地球科学的基盤情報を把握・提供する地質の調査を行うとともに、海洋の地質、環境、資源に関わる調査・研究を行います。国土の安全の面では地震・火山等の地質災害に関する研究を行い、環境保全では地域の環境から地球規模の環境に至る様々な空間スケールを対象として幅広く研究を進めています。調査により得られた地質情報は地質図・地球科学図、データベース等として広く社会に提供しています。

平成16年度は、5万分の1地質図幅や20万分の1地質編纂図の作成を継続するとともに、地域境界でつなぎ目のないシームレス地質図の作成を進め、地質図の電子化を促進します。この他、各種地球科学図の整備、地震動予測図、火山科学図等地球科学主題図の整備を進めます。陸上調査だけではなく、地質調査船を用いた海洋調査を行い、海洋地質図・表層堆積図を作成します。以上の結果をもとに、データベースの拡充を図ります。

活断層に関する調査研究では、既存の調査結果をまとめて活断層情報のデータベースとして公開し、あわせて全国主要活断層の活動評価の試案を作成します。火山研究では雲仙、薩摩硫黄島等の調査研究を進め、火山の構造や発達史などを明らかにすることを目指します。

放射性廃棄物の地層処分問題に資する深部地質環境の調査研究では、放射性核種移行の数値解析を目的に、3次元地質構造モデルの作成、化学反応の研究、岩石物性の研究、数値モデリング技術の研究を実施します。

資源に関する研究においては、地殻内あるいは海洋底や海水中のエネルギー・資源の探査・評価・開発・採鉱技術の研究を進めます。このほか、海水中の金属資源・バイオマス資源に関する調査を進めます。

環境問題にも地質学的なアプローチから取り組みます。具体的には、古地磁気や地球化学的手法を用いて過

表5 産総研が関与する主なプロジェクト  
(地質・海洋分野、計量標準分野)

- 地球環境産業技術に係る先導研究
  - ・最適モニタリング設計技術に係る先導研究
- 知的基盤創成研究開発事業
  - ・計量器校正情報システムの研究開発(e-trace)
- ナノテクノロジープログラム
  - ・ナノ計測基盤技術プロジェクト
  - ・3Dナノメートル評価用標準物質創成技術プロジェクト
- 固体高分子形燃料電池／水素エネルギー利用プログラム
  - ・水素安全利用等基盤技術開発

去の地球環境の変動を解明する研究を行います。さらに、沿岸海域環境に関する研究を行い、この分野における国際的な連携も進めていきます。

応用地質学的な新しい研究課題として、大都市圏の地質災害軽減を目的とした地質学的総合研究を継続するほかに、環境分野と共同して土壤汚染調査・評価・管理手法の開発を進めます。

## 計量標準分野

計量標準は、国際市場における製品やサービスの技術的評価、検査・試験の信頼性向上・効率化、さらに国内産業の競争力の維持・強化に不可欠です。また、基準認証分野の国際相互承認を進めるにあたっては、国際的同等性が保証された計量標準の存在が前提となっています。今後、国際経済、研究開発におけるフロントランナーとして、過酷な競争に勝ち抜くことのできる事業環境と技術力を確保するには、高品質の計量標準を国内の隅々に迅速に供給する体制の確立が必須です。産総研は2010年までに世界トップレベルの品質と規模の基本的な計量標準供給体制の整備を目指し、産業界の意見・要望及び社会的ニーズを踏まえて、標準整備のための具体的計画を策定し、毎年の見直しを経て開発を進めています。

国家計量標準の総数は平成12年度末には140種類程度でしたが、第1期中期計画末までに新たに200種類の標準供給が開始されることを目標としています。この目標を達成するため最終年度である平成16年度は、物理標準15種類以上、標準物質11種類

以上、合計26種類以上の新たな標準の供給開始を目指します。特に、国際的に見て標準整備が大幅に遅れていた電気関連標準については、当初の計画を大幅に上方修正し、第1期終了までに20種類以上の標準を新たに供給する予定です。

最近の世界経済はグローバル化の渦中にあり、世界中の活動が一層緊密に関連しています。このような時代背景の下、貿易の技術的障壁を低減するため、各国が相互の試験・計測結果を承認しあって重複する試験を減らすよう国際的合意が形成されつつあります。計量標準の相互承認(MRA)は、各国が開放的かつ包括的な相互承認を進めるために、計量社会が構築した世界的な仕組みです。計量標準の相互承認には2つの承認条件、(1)国際比較による各国計量の同等性の証明、(2)品質システム整備による継続的な校正能力の証明が必要です。これまでに、産総研は国際比較を205件実施するとともに、84種類の計量標準に対して品質システムを構築し、国外専門家によるレビューを受けて第三者により認定を受けています。これにともない、国際相互承認された標準の種類も急速に増加しています。また、継続的・安定的な標準供給体制の構築と国際基準への適合性確保を推進するために、平成16年度は新たに30以上の物理標準項目に対して品質システムの運用を開始します。さらに、ISO/IEC17025の適合性証明については、16年度末までに新たに10種類以上のASNITE-NMI認定審査・認定を目指しています。

## 固体の音速測定

計測標準研究部門 松田 洋一

### 音速の試験片

固体の音速が、その種類や熱処理、温度等によって変化することは良く知られている。そのため超音波探傷試験におけるき裂位置の特定や、超音波パルスを利用した厚さ測定では、測定対象の正確な音速が必要である。逆に超音波探傷器や超音波厚さ計を使用して音速測定を行う場合には、音速が既知の試験片を使って装置を校正する必要がある。

音速の試験片には温度依存性や音波減衰が小さいことが必要であり、これまで石英ガラスや高純度アルミナ ( $Al_2O_3$ ) 等が使用されてきた。1970年代に米国国立標準局NBS(現在の米国標準技術研究所NIST)は、弾性率の標準物質として多結晶アルミナを供給していた。しかし、ガラスや多結晶材料では試験片の均一性が必ずしも保証されていないことや高温での測定の際に試験片の長さ変化を補正するための熱膨張率が試験片毎に異なるという問題があった。計測標準研究部門では音速の温度依存性及び音波減衰が比較的小さく、

しかも試験片内が均一で熱膨張率が広い温度範囲で求められている単結晶シリコンを音速試験片の成果普及品として頒布し、この成果普及品に対して23~1000℃の温度範囲で音速の依頼試験による校正を開始する予定である。

### 精密音速測定法の開発

音速は、試験片の長さとそのを往復する超音波エコーの周期とから求めることができる。写真に示した音速測定装置は、超音波の送受信系及び試験片を加熱する高温炉、排気系から構成されている。超音波の発生にはパルスレーザを試験片に照射したときに生じる試験片表面近傍の熱応力を利用し、超音波による微小変位の検出にはマイケルソン型の光干渉計を使用している。このように超音波の送受信を完全に非接触で行うことによって、試験片と超音波振動子との接着層で生じる位相シフトの影響を受けない測定が可能となった。超音波音源には、一定周波数で発光する複数の光パルスを用いて発生させた狭帯域の超音波パルスを利用した。これにより超音波エコーの位相比較による重ね合わせが可能となり、超音波エコー周期の測定分解能が向上した。図に示した厚さ約4mmの単結晶シリコンの超音波波形では、縦波(L)は6個の多重反射エコー、横波(S)は2個のエコーを読み取れる。6個の縦波エコーを拡大し時間軸をずらして重ね合わせた図では、6個の波形は位相シフトの影響を受けておらずほぼ完全に重ね合わせることができる。23℃における繰り返しの測定値は $3 \times 10^{-3}\%$ 程度の差で一致しており、これまでより10倍程度測定分解能が向上している。

用した。これにより超音波エコーの位相比較による重ね合わせが可能となり、超音波エコー周期の測定分解能が向上した。図に示した厚さ約4mmの単結晶シリコンの超音波波形では、縦波(L)は6個の多重反射エコー、横波(S)は2個のエコーを読み取れる。6個の縦波エコーを拡大し時間軸をずらして重ね合わせた図では、6個の波形は位相シフトの影響を受けておらずほぼ完全に重ね合わせることができる。23℃における繰り返しの測定値は $3 \times 10^{-3}\%$ 程度の差で一致しており、これまでより10倍程度測定分解能が向上している。

### 標準供給の状況

現在は成果普及品として頒布した音速試験片について、依頼試験により校正するという供給形態をとるが、今後は安定性及び試験片間の均一性を評価し、頒布時に特性値を付与した標準物質として供給することを目指している。

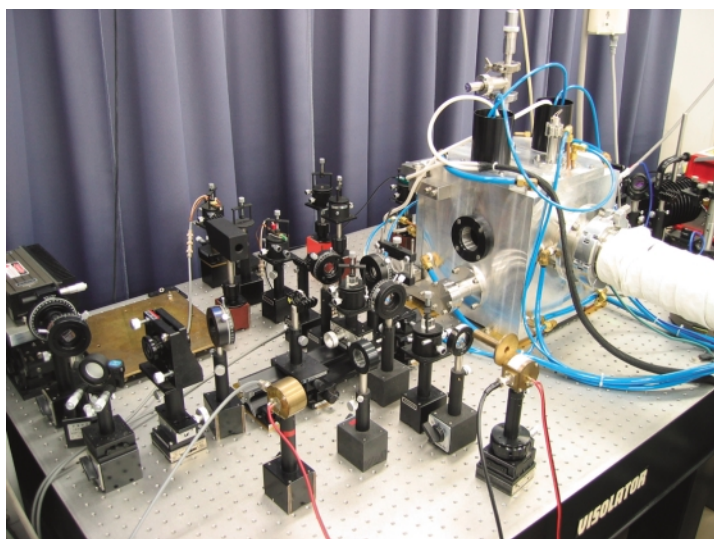


写真 超音波受信系側から見た音速測定装置

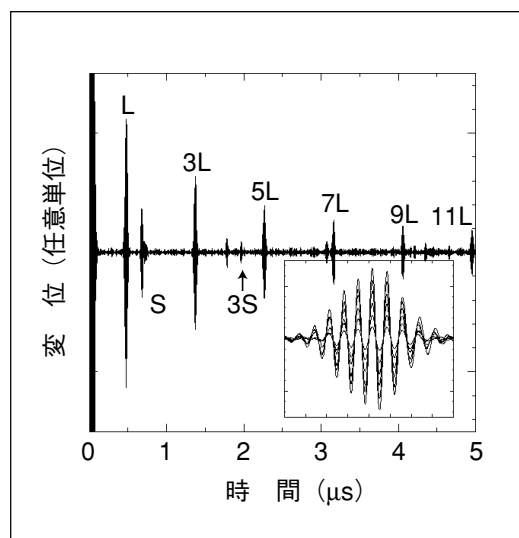


図 観測された超音波波形及び縦波の重ね合わせ (L~11Lは縦波、S及び3Sは横波の多重反射エコー)

# GEOLIS+ (日本地質文献DB) 運用開始

## 地図上で地質図類を検索

成果普及部門 地質調査情報部 菅原 義明

### 地質文献データベース開発の経緯

今日のように質・量共に大量の情報があると、研究者が課題の解決に必要な情報を収集整理・利用するにあたっては、多くの時間と労力が必要となっている。特に地質学分野では、他の分野に比べ情報の寿命が長く、文献および図面など情報の種類が多い。地質調査情報部では、主要業務の一つとして地質文献情報の収集・整備・提供を行ってきた。地質文献目録は、旧地質調査所時代1961年から冊子体を発行、1986年にGEOLIS (旧日本地質文献DB) として電算化、1996年にはRIO-DB (研究情報公開DB) の一つとして公開を開始した。これまでに年1~2万件のデータを追加、2003年

度現在でデータ総量は約22万件に達し、年間アクセス数は約30万件を数え、地質関係の研究・教育関係者を始め、広く一般に利用されるDBとなっている。今回はGEOLISに地質図等を含む文献・地図類の位置情報を加え、地図上からも検索できるGEOLIS+ (http://www.aist.go.jp/RIODB/DB011/index.html) としてRIO-DBに公開した。

### GEOLIS+ の特徴および利用方法

GEOLIS+ には、地質調査情報部で収集した地質文献・地質図等の中から、地球科学および地下資源に関する情報を日本地域あるいは日本人著者という基準で選択し、データベース化されている。

GEOLIS+ は地図上からの文献検索を可能とし、その検索方法は、旧GEOLIS同様の文字入力検索 (左側の文字入力画面) に加え、検索画面 (図1) の右側の地図で範囲を設定して検索する方法である。検索結果に位置情報があれば

地図範囲が表示され (図2)、詳細表示では国土地理院作成の数値地図を背景にした文献範囲が表示 (図3) されるので利用者は視覚的に論文内容の位置を確認することができる。また産総研地質調査総合センター発行の地質図類・報告書の一部は、画面でプレビュー画像、またはフルテキストで見ることできる。今後、検索結果のG-XML (XML技術を利用した地理情報記述言語) 出力機能付加の予定があり、G-XMLを利用すればGEOLIS+ の検索結果からパーソナルのデータ集作成が可能になる。

### GEOLIS+ の将来方向

GEOLIS+ は、今後さらにデータの整備を進め、より使いやすいデータベースに進化させていくために、①地質図画像を背景画像に表示、②地域指定可能な文献の位置情報の入力範囲拡大、③G-XMLの普及状況をみながらGEOLIS+ と他のDBとのデータ交換等、④地質調査情報部で作成している文献DBである外国地質図DB (GMAPI) との統一検索、等を検討していく予定である。

### ●問い合わせ

成果普及部門地質調査情報部  
e-mail: geolis@infobase.aist.go.jp



図1 検索入力画面



図2 検索結果画面



図3 検索結果詳細画面

# 年代別相対輝度の求め方及び光の評価方法に関する標準化

人間福祉医工学研究部門、成果普及部門 工業標準部

## JIS 制定の背景

「高齢者・障害者配慮設計指針－視覚表示物－年代別相対輝度の求め方及び光の評価方法」は、様々な年齢の対象者が光源及び物体を見るときにの明るさを評価することによって、特に高齢者が安全で快適な生活を送るために必要な見やすい視覚表示物の評価・設計を行う際の指針として JIS に制定された。また、我が国から ISO/COPOLCO（国際標準化機構/消費者政策委員会）への提案によって審議が開始された ISO/IEC ガイド 71（高齢者及び障害のある人々のニーズに対応した規格作成配慮指針）が平成 13 年に制定され、光・色の計測技術においても高齢者の感度特性に基づいた対応が求められている。

## 規格の概要

この規格は、10歳代から70歳代までの視覚的病歴のない健常者を対象とし、対象者が光源及び物体を見るときに、光の視覚的効率及びそれに基づく視認性を、対象者の年齢を考慮した年代別相対輝度を用いて評価する方法について規定している。

視覚標示物の中で、重要なものは視覚的コントラストであり、様々な色の背景や指標を使うことによって

様々なコントラストが生じる。これらのコントラストの定量的評価や光源の明るさの評価の基盤技術として年代別相対輝度が利用されている。

輝度は、光放射に人間の視覚系の分光視感効率(分光感度)を用いて視感補正した量で、一般に光源や物体の明るさの尺度に用いられるが、年代別相対輝度は各年代における年代別分光視感効率を基に、年代ごとに独立に定義した相対的な輝度である。例えば、青色の光は同じものでも高齢者と若年者が見たときには高齢者はより暗く感じる。この差が、年代別相対輝度で定量的に評価できることになるので、若年者と同様に高齢者に見やすい標識をどのように設計すれば良いかの定量的指針が得られる。図 1 では、400～500nm 領域の短波長領域で年齢とともに感度が徐々に低下する様子がわかる。

## JIS 制定による効果及び期待

駅・公園などでの視覚表示物のコントラストは、若年者には背景と指標との差が良く識別できるが、高齢者にはその識別がしにくいという場合が多い。特に青色を使う場合はこの年齢効果が大きく、家電の青のパイロットランプなどでは注意を要する。こうした光源の設置や設計を、

使用者の年齢を考慮して適切に行うためにも、年代別相対輝度の活用が有効である。

図 2 では、視覚表示物の例として暗い茶色の背景に青の視標を示し(左上図)、その表示物の分光放射輝度を仮定し(左下図)、それを 20 歳代の観測者と 60 歳代の観測者が見たときの背景と視標の輝度コントラストを計算した結果である(右図)。同じ視標でも、若年者にとっては 51% と高いが、高齢者にとっては 18% と大幅に低下することがわかる。

年代別相対輝度を活用する効果は、基本的には、光や色の使い方を年代別又は高齢者用と若年者用に分けて評価・設計し、それぞれの光や色の利用者に応じた適切な光環境設計のための技術的、かつ定量的基盤を提供する。年代別に輝度を計測する測光器などへの展開と普及も期待される。また、照明用光源を、その年代に適した光源とするためには、年代別相対輝度による定量的評価方法が有効で、一般の消費者のために情報を光源に表示するなど、年齢を考慮した情報は有利と言えよう。

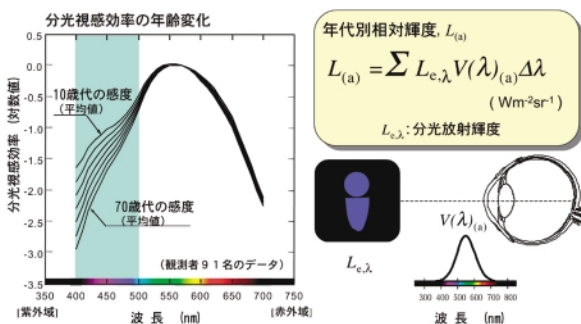


図 1 年代別分光視感効率の年齢変化と年代別相対輝度

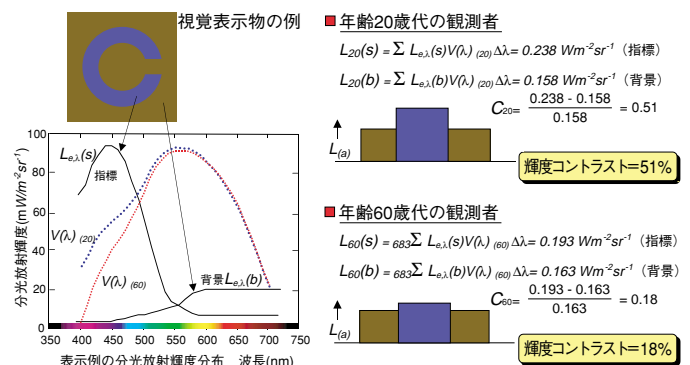


図 2 視覚標示物の例と年代別の輝度コントラスト計算結果

## 特許

特許第 3435492 号 (出願 2000.5)

## 多糖物質溶解用溶剤

●関連特許 (登録済み: 国内 1 件、出願中: 国内 2 件)

### 1. 目的と効果

一般的には溶解が困難である多糖物質を溶解しうる新しい溶剤系です。本発明のギ酸-ハロゲン化金属塩系の溶剤を用いて得られる多糖物質溶液あるいはセルロース溶液は、均一反応溶剤として、また成形材料や塗膜材料等として用いることが可能です。

[適用分野]

- 均一反応系を利用した新規多糖誘導体・複合材の製造
- 溶剤を利用した新規材料開発

### 2. 技術の概要、特徴

セルロース等の多糖物質は、結晶中で水酸基同士が水素結合を形成しているために、通常の条件下では溶剤に溶解しないことが知られています。このような多糖物質を溶解させるためには、一般的には水蒸気処理や、機械的処理、分子量を低下させるための加水分解処理などの前処理が必要です。このような前処理を施した多糖物質は、塩化リチウムを溶解させたアミド系極性溶剤 (N,N-ジメチルアセトアミド、N-メチルピロリドンなど) に溶解することが知られています。本発明によれば、ギ酸-塩化カルシウム系をはじめとする、より安価な溶剤が得られます。また、上記のような前処理を必要とせず、多糖物質を直接溶解させることができるため、溶解プロセスの簡略化及びコストの低減を図ることが可能です。また、ギ酸は沸点が比較的低いため、溶剤回収のエネルギーコストも低くできます。

### 3. 発明者からのメッセージ

多糖物質、特にセルロースの溶剤は、工業的にも重要であることから、酸・アルカリ・錯体等各種の溶剤系が開発されています。本溶剤系について研究を続けており、特徴を生かした応用分野が開かれることを期待しております。関心のある方はご連絡下さい。

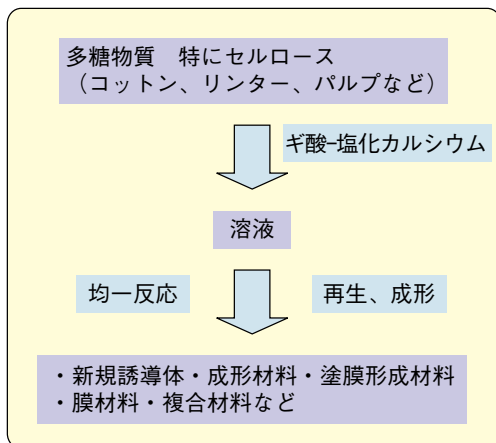


図1 ギ酸-塩化カルシウム系溶剤を用いた材料製造スキーム

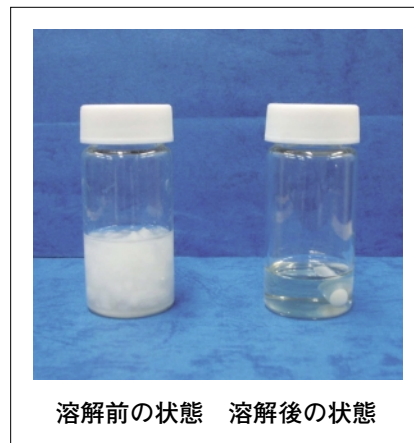


図2 溶剤の反応状態



# 特許

特許第 2535780 号 (出願 1994.4)

## ポリシラン類配向膜の製造方法

●関連特許 (登録済み: 国内 1 件、出願中: 国内 3 件)

### 1. 目的と効果

高分子が一方方向に配列した薄膜の作製手法を提供します。導電性高分子としてのポリシラン (ポリジメチルシランなど) やポリフェニレン、ポリフェニレンビニレンなどのペレットを固体表面に擦り付けることで、高分子主鎖がペレットの走引方向に並ぶことを確認しました。

[適用分野]

●有機 EL ディスプレイ

●偏光フィルター、配線

### 2. 技術の概要、特徴

導電性高分子としてのポリシラン (ポリジメチルシランなど) やポリフェニレン、ポリフェニレンビニレン (図 1) は側鎖を持たないために、有機溶媒に溶解しません。そのために薄膜にすることが困難でした。我々は、図 2 に示す方法を使って、ガラスなどの固体表面に導電性高分子が配向して薄膜化できることを明らかにしました (図 3)。これらの薄膜は、高分子の配向方向に高い導電性を示すばかりではなく、光学的にも偏光した吸収および発光を示しました。

### 3. 発明者からのメッセージ

導電性高分子のペレットを圧着走引する (摩擦転写) することで、容易に配向膜を得ることができます。透明導電膜をつけたガラス基板に配向膜を作製し、上に金属電極を蒸着した素子において、偏光した電界発光 (EL) を確認しました。

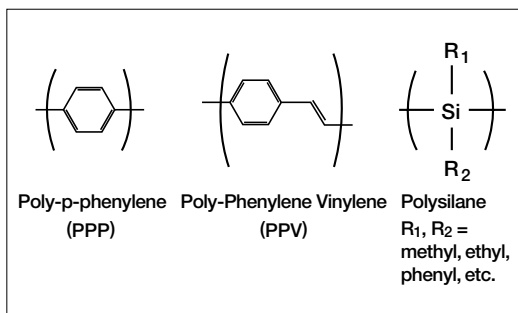


図 1 導電性高分子の構造

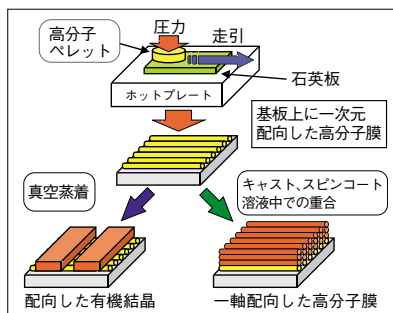


図 2 摩擦転写法

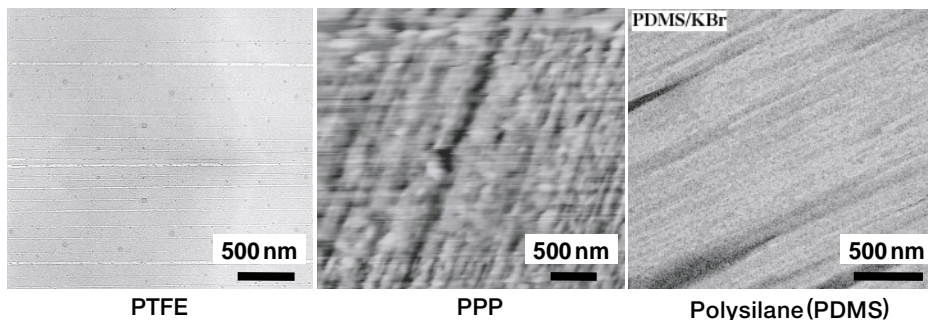


図 3 摩擦転写膜の写真 (テフロン (PTFE)、ポリフェニレン (PPP)、ポリシラン (PDMS))

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 029-861-5210  
FAX 029-861-5087  
E-mail:  
aist-innovations@m.aist.go.jp

## 組織改編、10研究ユニットが発足

産総研は2004年4月1日付で研究ユニットを改編し、10研究ユニットが発足（名称変更含む）しました。

### 太陽光発電研究センター

Research Center for Photovoltaics

●研究センター長 近藤 道雄

#### 研究センターの概要

21世紀は環境の時代であるといわれている。人類が持続的発展を維持するためには環境に配慮することが不可欠であるという共通認識から、自然エネルギー、とりわけ太陽光発電への期待は世界的に高まっている。そのような背景のもと、「太陽光発電研究センター」が発足した。現在、研究センターには常勤職員19名、非常勤職員等を合わせると50名を超えるスタッフが所属している。

#### 研究課題

当研究センターとして果たすべきミッションは、「安価で高性能な次世代太陽光発電システムの大量普及を加速すること」であり、そのために3つの柱となる技術開発課題を設定している。すなわち、

- (1) 太陽電池を超低コスト化するための高効率、高スループット、低コスト技術の開発、
  - (2) 中立的立場での標準、評価技術の開発、
  - (3) 太陽光発電システムの設計や運用・評価などを総合的に支援する共通基盤技術の開発、
- であり、これらを通じた国際協力と国際貢献に寄与する

ことも重要なミッションである。

#### 将来展望

研究センター設立と時期を同じくして、エネルギーセンター高度化改修の一環による1メガワット級（アジア地区最大）の太陽光発電システム（メガソーラタウン）が産総研に導入された。ここには単結晶シリコン、多結晶シリコン、アモルファスシリコンなど多種の太陽電池が用いられ、実際の気象条件に対する発電特性に関する比較データを得ることができる。これは将来の大量普及時代を先取りした実証研究としての重要な意味を持っており、当研究センターが太陽光発電の国際的な中心拠点として先導的役割を果たしていこうという理念を表すシンボルといえる。



写真 メガソーラタウンの一部。単結晶シリコン、多結晶シリコン、アモルファスシリコンのモジュールが同一条件下で設置されている。

### システム検証研究センター

Research Center for Verification and Semantics

●研究センター長 木下 佳樹

#### 研究センターの概要

当研究センターは情報処理システムの不具合（バグ）を除去するためのシステム検証の数理的技法（形式的技法、formal method）の研究を、より強力に推進するため、研究ラボを改組して設置された。数理的技法は、バグ除去の際の手戻りをより少なくする上、テストによる検証法では検出困難なバグを見つけやすいので、テストによる検証法を補う有力な手法として注目されている。現在、常勤研究員6名を含む30名のメンバーが関西センター尼崎事業所で活動しており、6月からは、新たに大阪千里地区にも研究室を開設する予定である。設立審査委員会において、情報セキュリティ関連の研究ユニットと連携を強めることが求められており、他研究ユニットとの連携も重要なミッションである。

#### 研究課題

当研究センターでは科学研究とフィールドワークの二種類の研究テーマを設定し、両者の相互作用を生み出すことを目指している。科学研究に関しては、数理的技法の二つの柱である定理証明技法とモデル検査、それに数理的技法適用の前提を提供する算譜意味論の三つの分野の研究を進める。分野間のコミュニケーションを円滑に進めるため、共通の科学基盤として構成的型理論と圏論を設定し、これらの枠組を用いて研究者間交流を促進していく。フィールドワークは、企業等におけるシステム開発に参加し、数理的技法を用いたバグ検出を試みる。技術移転のみならず、技術適用に際しての問題を探り、解決していくことを目的としている。

#### 将来展望

強力なバグ検出技法を提供して、情報処理システムの信頼性、システム開発の生産性を上げる他、システム検証を請負う産業の創出にも貢献する。法定計量などの標準化への貢献も見込んでいる。

## ナノカーボン研究センター

Research Center for Advanced Carbon Materials

●研究センター長 飯島 澄男

### 研究センターの概要

ナノチューブやナノホーンなどに代表されるナノカーボン材料は、そのナノスペースにおいて他の材料に見られないユニークな構造や機能を持っている。当研究センターでは、ナノカーボン材料が作り出すナノスペースを精査し、その構造と機能を明らかにすることにより、ナノスペースの科学を構築し、これらをベースに環境に適合しやすいナノカーボン材料の特徴を生かした環境・エネルギー材料及びバイオ応用材料の開発を目指す。当研究センターは、3チームから構成されている。

- ナノカーボンチーム
- 表面機能制御材料チーム
- カーボン計測評価チーム

### 研究課題

「ナノカーボン応用製品創製の研究開発プロジェクト」(NEDO 技術開発機構からの委託事業)は、当研究センター長がプロジェクトリーダーとして研究推進しており、当研究センターでは、単層ナノチューブの構造制御された合成法の確立、電子デバイス等への応用を目指してい

る。産総研内部グラントにおいては、ガラス基板などへの透明な大面積ナノ結晶ダイヤモンドの成膜による光学材料創製技術の確立を目指している。さらに、ナノスペース科学の構築に必須な超高感度電子顕微鏡を開発し、これまで困難であったナノカーボン物質の原子レベルの元素同定や構造解析法の実現を目指している。

### 将来展望

当研究センターでは、ナノスペースを利用したナノカーボン材料の開発と産業化の可能性を明らかにし、ナノチューブなどのナノカーボン材料により、わが国の21世紀の基幹材料としての位置づけを確立し、さらに、ナノチューブ透明導電性フィルムや大面積ナノ結晶ダイヤモンドフィルムなどの実用化に向けて、企業への技術移転やベンチャービジネスの設立を検討する。

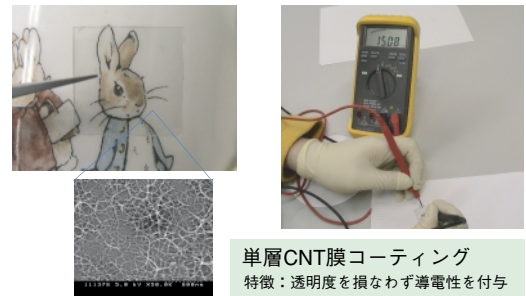


図 単層ナノチューブの導電性

## 計測フロンティア研究部門

Research Institute of Instrumentation Frontier

●研究部門長 一村 信吾

### 研究部門の概要

当研究部門は、産業や科学の発展に貢献する先進的な計測制御機器・システム開発(ツール開発)や、計測技術を高度に活用した評価・解析技術開発(知識開拓)など、計測・評価技術のフロンティア開拓を進める研究開発を行う。また知識開拓を基にした規格化・工業標準化への貢献や、ツール開発を基にした将来的な計量標準の創出につながる研究開発も視野に入れて展開する。

### 研究課題

当研究部門は、産総研内外の分野横断的な計測・評価技術のニーズを汲み上げ、それに応える研究開発を進めることを目標としている。この観点から、分野横断的なキーワードとして“遷移・変移現象”を、そしてその現象が関与する産業技術上のキーワードとして“信頼性”を取り上げ、その解明・制御・利用を目指した計測・評価技術と、そこから派生する制御技術の開発を目指す。

この方針のもとに、主としてツール開発を目指す研究グループ(G)として、活性種計測技術G、構造体診断技術G、超分光システム開発Gを設置した。また、知識開

拓を通じた規格化、標準化への展開を目指すグループとして、ナノ移動解析G、不均質性解析G、水素脆化評価G、無機粉体評価Gを設置した。

### 将来展望

“遷移・変移現象”という動的に変化する計測対象への展開を通して、複雑系や相関系を計測対象とした展開を行う予定である。また極微サイズにある計測対象は、それ自体が現実世界と直結する一方で、マクロサイズの制御対象物の現象理解に資するモデル系でもあるように、計測対象の持つ多面性を常に認識・俯瞰することにより、現実系・モデル系に適用できる計測ツールの開発・提供と併せて、社会に提供できる知識(形式知)の創出を目指す。

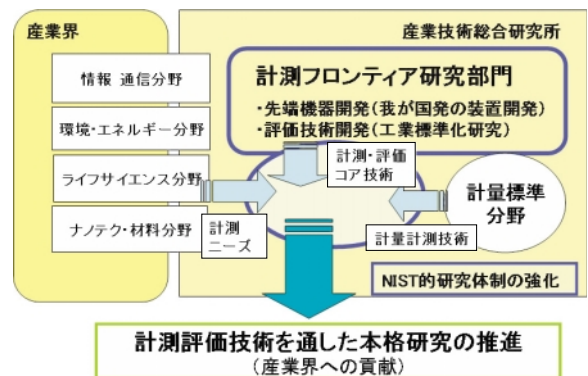


図 計測フロンティア研究部門の位置づけと方向性

## ユビキタスエネルギー研究部門

Research Institute for Ubiquitous Energy Devices

●研究部門長 小林 哲彦

### 研究部門の概要

情報通信技術の急速な発展や個人生活の多様化に伴い、小型・移動型の新しい電源やエネルギー源に対する需要が高まっている。高効率、高密度であると同時に、安全性、環境適合性を満たす、「いつでも、どこでも、誰でも(=ユビキタス)」使える新しいエネルギー技術の開発を、材料基礎研究からシステム化研究まで8研究グループで有機的に取り組む。

### 研究課題

燃料電池や二次電池(バッテリー)、熱電変換素子などの分野における新技術開発について、特に「システム設計」と「新材料開発」の融合に重点を置いた研究展開を図る。また、実用化に向けた産業基盤を支えるミッションとして、固体高分子形燃料電池やリチウム・イオン電池の劣化メカニズムの解明を行い長寿命化のための研究および安全性や性能に関しての国内外の工業標準に関わる基礎研究にも取り組む。

### 将来展望

医療・福祉用途などで利用されるであろう「生体内電源」や、皮膚や衣服の一部となる「フレキシブル/ウェアラブル電源」、バイオ由来のエネルギー物質で直接動く「バイオ電源」など、安全性や環境適合性に重点を置いた研究展開を行いたい。



図 ユビキタスエネルギー技術の広がるニーズ

## セルエンジニアリング研究部門

Research Institute for Cell Engineering

●研究部門長 湯元 昇

### 研究部門の概要

セルエンジニアリングとは、従来の細胞工学技術とナノテクノロジー、材料、情報技術を融合させた新しい技術である。当研究部門は、産総研設立時に設置された「ティッシュエンジニアリング研究センター」と「人間系特別研究体」が発展的に融合することにより、セルエンジニアリングに関する技術革新を実現させるため新設された。

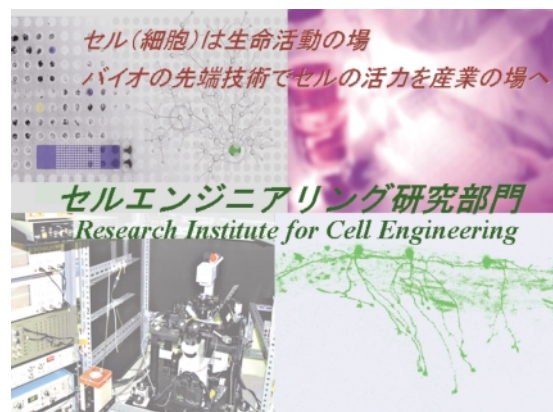
### 研究課題

当研究部門では、「高度医療システムの創出」および「健康管理産業の創出」に貢献するための細胞機能計測・操作技術、細胞・組織利用技術に重点を置いて研究を行う。具体的には、次の二つの研究課題を設定している。

- (1) ナノテクノロジーを駆使して、細胞機能のマーカーであるタンパク質などを細胞レベルで同定・検出・評価および活用する技術を開発するとともに、細胞を操作する技術を開発する。
- (2) 加齢や疾病によって喪失した機能を組織・細胞レベルで再生させる技術および機能を代替させる技術を開発する。

### 将来展望

ポストゲノム時代を迎えて、ライフサイエンスの中心課題は、生きた細胞における生体分子の動きや情報伝達の流れを「知る」こと、生きた細胞を「操る」ことにより必要とする機能を発揮させること、得られた細胞機能の情報に基づき、人工的に細胞と同等以上の機能を発揮できるシステムを「つくる」ことに移行してきている。このような流れの中で、当研究部門で開発を進める分野融合的技術は従来の細胞工学技術、遺伝子操作技術の限界をブレークスルーすることが期待される。例えば、細胞の設計図の全体像を知るための技術(セルインフォマティクス)、細胞の機能を任意に制御するためのナノバイオ技術などの開発により、皮膚、骨・軟骨の再生に続く第3世代の再生医療、健康管理産業などに貢献しようとしている。



## ゲノムファクトリー研究部門

Research Institute of Genome-based Biofactory

●研究部門長 水谷 文雄

### 研究部門の概要

ゲノムファクトリー研究部門は、生物機能工学研究部門の北海道センター内の副部門を母胎として新設されたライフサイエンス研究推進のための研究ユニットである。

### 研究課題

ゲノム-生物の活動の設計図-の解読に続くポストゲノム時代を迎え、ライフサイエンス研究の主要な興味は設計図から生産物へ移りつつある。すなわちゲノム情報から遺伝子配列を見出し、これらから新規のタンパク質、機能性RNAを発現させることが重要な課題となってきた。設計図に基づいて私たちにとって有用な物質(ヒト型抗体・ワクチン・酵素・機能性食品素材など)の効率的生産を行うことができれば、低エネルギーで環境に優しく、安価な新しい物質生産体系を作ることが可能となる。当研究部門では、“新しい物質生産体系を基盤とした持続可能な循環型社会の実現”を目標とし、未開拓の生物遺伝子資源やゲノム情報を利用した物質生産技術の確立を目的として研究を進める。すなわち、

(1) 遺伝子組み換え植物、微生物を利用した有用物質生産技術を開発し、これを新規バイオプロセス技術として確立させること、

(2) このための基盤技術として、また、分子~細胞レベルでの生物機能の理解のため、タンパク質・核酸の構造・機能解析・制御および利用について研究すること、の2点を重点課題として研究を進めている。さらに当研究部門は地域の中核的研究拠点として、産総研北海道センターの産学官連携活動に協力し、研究開発シーズを提供する。

### 将来展望

新規な物質生産技術創出の研究拠点として位置づけられるよう、成果の発信に努めるとともに、産学官連携を通じて「知の創造と活用」拠点としての活動を積極的に進めていく。



写真 果実の中でヒトインターフェロンを生産

## 先進製造プロセス研究部門

Advanced Manufacturing Research Institute

●研究部門長 神崎 修三

### 研究部門の概要

先進製造プロセス研究部門では、製造技術を多様な部材・機器・システムを生産するための一連の技術体系とそのための個々の要素技術と捉え、高効率、高付加価値、フレキシブル、高信頼性をはじめとする産業ニーズに応え、なおかつ環境に配慮した製造に関する革新的な技術を開発することにより、製造産業の国際競争力強化ならびに安全な産業インフラの構築に貢献することをミッションとし、19研究グループ、106名で研究開発を進めている。

### 研究課題

4つの技術的観点から研究を進めている。

(1) **高効率製造技術**：製造に必要とされる資源、エネルギーの最小化を目指し、材料設計の最適化、製造プロセスの低エネルギー化・低コスト化、資源の再利用等の技術を開発する。

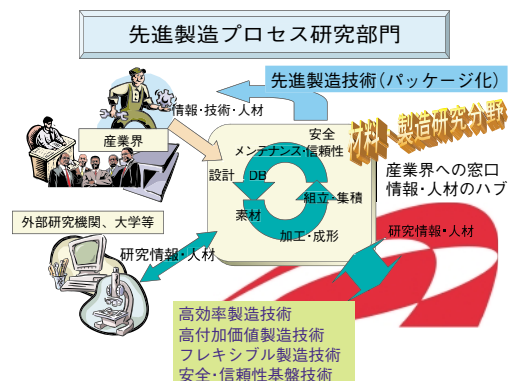
(2) **高付加価値製造技術**：テーラードリキッドソースやエアロゾルデポジション法等の新規な表面機能付加手法の開発や、それらを用いたMEMSデバイスの製造技術を開発する。また、トライボコーティングなど新機能の発現等、製品付加価値の高度化に資する製造技術の確立を目指す。

(3) **フレキシブル製造技術**：高温、生体などの特殊かつ明確な個別ニーズに対応可能な部材開発や、需要に応じて柔軟に製造ラインの設置が可能なマイクロファクトリなど、製品や製造工程の多様化と個別化に応える製造技術を開発する。

(4) **安全・信頼性基盤技術**：近年の産業インフラの事故に現れている製造産業の安全・信頼性の欠如を補完すべく、部材やシステムの破壊や事故を的確に予知・予測し回避するセンサー技術、大域的な信号処理技術、部材構造の信頼性付与技術を開発する。

### 将来展望

産業界との緊密な連携を基盤として、試作品などを「製品」として示し、革新技術の有効性と方向性を提示して行く。



# サステナブルマテリアル研究部門

Materials Research Institute for Sustainable Development

●研究部門長 鳥山 素弘

## 研究部門の概要

サステナブルマテリアルとは、社会の持続的発展を可能にするための材料を指す。当研究部門は、最新の材料技術を用いて、省エネルギー・環境保全に大きな効果が期待できる先進的な材料／素材／部材に関わる総合的な技術開発を行うことを目指して新設された。

## 研究課題

当面重点的に取り組むべき緊急課題として、民生部門におけるCO<sub>2</sub>排出削減に大きな効果を持つ輸送機器の軽量化および省エネルギー型建築部材の開発を行う。また、将来的に必要なニーズにも対応するため、材料／素材／部材に関わる基礎・基盤的な研究も推進する。

- (1) **輸送機器の軽量化**：乗用車の軽量化を図るため、軽量金属のマグネシウムを車の主要部分に用いることができるようにするための研究を行う。
- (2) **省エネルギー型建築部材**：建物の空調にかかるエネルギーを大幅に削減することのできる、調光ガラス、木

質サッシ、調湿壁等の開発を行う。

## 将来展望

サステナブルマテリアルの開発にあたっては、使用者の視点に立った明確な目標を設定すると共に、個別要素技術の開発に止まらないように、材料の開発から部材化さらに工業標準化に繋がる一連のシナリオに基づく戦略的かつ組織的な体制をもって研究を実施することで、社会の持続的発展に貢献する。

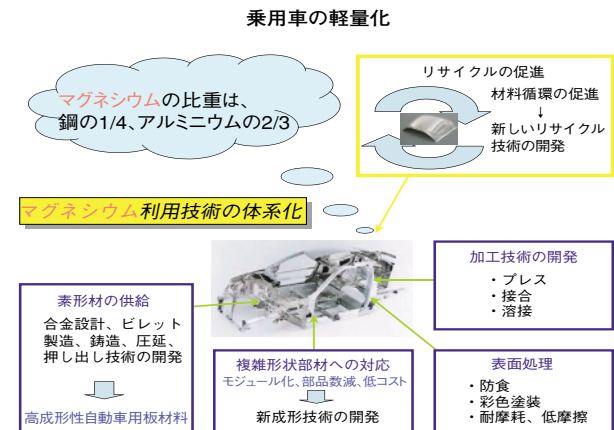


図 乗用車の軽量化

# 実環境計測・診断研究ラボ

On-site Sensing and Diagnosis Research Laboratory

●研究ラボ長 坂本 満

## 研究ラボの概要

当研究ラボが目指す実環境計測・診断技術とは、必要とされながら今まで十分に計測できなかった、産業分野や日常生活の現場（実環境）より発生する情報を広帯域・高分解能にリアルタイムで計測し、計測対象の動作の正常性や稼働条件の最適性等の情報を直接捉えるための計測技術である。当研究ラボでは計測対象となる実環境に合わせて、ナノテク技術を駆使したセンサ材料の開発から計測までの、計測システムのトータルデザインを通じて、計測分野の新しい領域を形成することを目指している。

## 研究課題

新規な実環境計測・診断技術に供するデバイスおよび計測技術の開発を目的として、高温圧力・振動計測技術、フレキシブル圧力計測技術および自立応答型応力計測技術の開発を行う。これらはすべて当研究ラボのオリジナル技術に基づいている。具体的には、高耐熱・高感度薄膜素子の開発による高温圧力計測と広帯域周波数の振動計測技術の開発、高機能のフレキシブル圧力センサによる生体計測への応用、および外部の機械的刺激に応じて、繰返し発光を示す無機系新材料のデ

バイス化による自立応答型圧光計測・診断技術の確立を目指す。

## 将来展望

当研究ラボで設定した新しい計測技術は、全ての現象の根幹となる動的に変動する力（ダイナミックフォース）の計測を中心に据えた新しい研究領域の開拓につながると期待される。例えば、高温苛酷環境での圧電実環境計測・診断技術、ヒューマノイドロボットや医療・福祉機器等のユビキタス計測技術、および自立応答型の新しい計測技術の開発等である。さらに、これらの計測システム技術の標準化・規格化を通じて、過酷環境計測、ユビキタス計測、マイクロ・ナノ機構計測等、広範な実環境に対応する多次元型計測・診断技術という新しい融合分野の開拓を目指す。

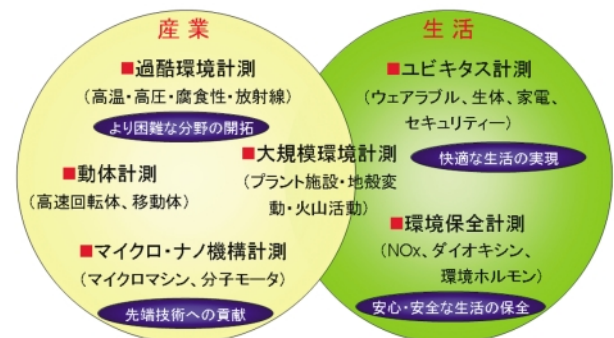


図 実環境計測・診断技術のフロントティア

## nano tech 2004 国際ナノテクノロジー 総合展・技術会議 出展

2004年3月17日～19日、東京ビッグサイトにおいて、国内198、海外62の企業、研究機関等が参加し、「nano tech 2004 国際ナノテクノロジー総合展・技術会議」が開催され、32,000名を超える入場者を集め盛況に行われました。



産総研からは、デバイス技術、環境技術、材料技術、超微細加工技術、評価技術等多岐にわたる分野で30件の研究成果を出展し、ブース内の特設ステージにおいては、2日間あたり14件の研究成果についてプレゼンテーションを行いました。特に総合展の展示では、酸素ナノバブル(超微細気泡)を封じ込めた水槽内で海水魚、淡水魚併せて30種類の魚を長期間飼育する技術が注目を集め、このナノバブルを製造する新技術の開発等において、ナノテク大賞バイオテクノロジー部門賞を受賞しました。また、技術会議においては、物づくり(生産技術)という観点からナノテクノロジーの価値と将来像を探る「Nano-Biz-Bio 2004 -ナノテクノロジーによる物づくり産業の再生-」を開催し、大変盛況でした。

## 平成15年度産業技術総合研究所 東北センター研究講演会 開催

2004年3月17日、メルパルク仙台において「平成15年度産業技術総合研究所東北センター研究講演会-無機膜を利用したグリーンプロセスの開発-」が開催され、東北の企業関係者はもとより全国から200名を超える参加がありました。



講演会では、東北大学未来科学技術共同研究センター大見忠弘客員教授から「半導体・ディスプレイ産業における省資源・省エネルギー化と使用済み薬液の完全回収・循環システム」と題した特別講演のほか、東北センターのメンブレン化学研究ラボの成果を中心に、超臨界流体研究センター、基礎素材研究部門の3研究ユニットの最新研究成果6件の講演を行いました。

また、講演会終了後に行ったポスターセッションでは、メンブレン化学研究ラボの若手研究者らによる17テーマの発表が行われ、いずれも活発な意見および情報交換が行われました。

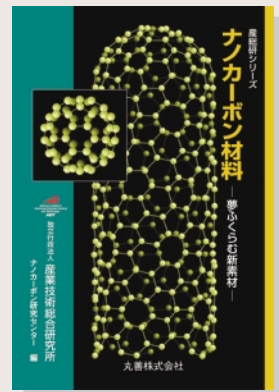
## 新刊のご案内

産総研シリーズ

# ナノカーボン材料

-夢ふくらむ新素材-

数多くの優れた特性を持ち、社会のあらゆる産業の基盤材料としての期待がかかるナノカーボン材料。夢ふくらむ新素材ナノカーボン材料について産総研での最新の研究と実用化に向けての取り組みを紹介。



- 独立行政法人産業技術総合研究所 ナノカーボン研究センター編
- 丸善株式会社 発行
- 定価1,575円(本体1,500円)
- 2004年5月中旬発売予定

### 目次

- 第1章 新炭素系材料
  - 1.1 炭素系材料の多様性
  - 1.2 ナノカーボン研究センター
- 第2章 対談「電子顕微鏡屋のロマン」
  - 飯島澄男/田中一宣
- 第3章 夢の材料
  - 3.1 ナノチューブの発見
  - 3.2 カーボンナノチューブ
  - 3.3 フラーレン-小さなサッカーボール
  - 3.4 グラファイト
  - 3.5 ダイヤモンド
  - 3.6 ダイヤモンドライクカーボン(DLC)
  - 3.7 透過型電子顕微鏡によるカーボンナノチューブの構造評価
- 第4章 実用化に向けて
  - 4.1 21世紀の黒いダイヤ-究極の炭素繊維
  - 4.2 潤滑油のいらぬ機械-炭素系トライボマテリアル
  - 4.3 ポストシリコンを目指して
  - 4.4 万能の工具(ヘテロダイヤモンド)

既刊 産総研シリーズ 定価1,575円(本体1,500円)

- デジタル・サイバー・リアル
  - 人間中心の情報技術 -
- 光
  - 未来への新たな挑戦 -
- ポストゲノム
  - ライフサイエンス最前線 -
- 知能システム技術
  - コンセプト志向の発想 -
- エネルギーエレクトロニクス
  - 新しい電力供給システムを創る -
- 火山
  - 噴火に挑む -
- エコテクノロジー
  - 化学物質のリスク削減技術 -
- グリッド
  - 情報社会の未来を紡ぐ -
- 地震と活断層
  - 過去から学び、将来を予測する -

全国の書店でお買い求めください



# Calendar

[http://www.aist.go.jp/aist\\_j/event/event\\_main.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/event/event_main.html) 4月9日現在

2004年5月 → 2004年9月

●は、産総研内の事務局を表します。

期間	件名	開催地	問い合わせ先
<b>5 May</b>			
17~18日	第1回つくば国際コーティングシンポジウム	つくば	029-861-8150●
20~21日	第2回人工筋肉コンファレンス「バイオメテックシステムエンジニアリングへの展開」	池田	072-751-9180●
24日	相互作用と賢さ 合同研究会	池田	072-751-9524●
28~30日	welfare2004 第7回国際福祉健康産業展	名古屋	052-735-4831
31日~6月3日	第5回混相流国際会議	横浜	029-861-7207●
<b>9 September</b>			
2~3日	第18回流動層技術コース	北海道	029-861-8223●
28~30日	イノベーションズ・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日~10月1日	2004産学官技術交流フェア	東京	03-3222-7197
29日~10月1日	日経ナノテク・ビジネスフェア2004	東京	03-5255-2879
<b>長期開催</b>			
~6月27日	地質標本館特別展「地球再発見」	つくば	029-861-3750●
~7月23日	TEPIA 第16回展示「ロボットと近未来ホーム ~日本を元気にする新技術~」	東京	03-5474-6128

**AIST Today**  
**2004.5 Vol.4 No.5**  
(通巻40号)  
 平成16年5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 成果普及部門広報出版部出版室  
 〒305-8563 つくば市梅園1-1-1 中央第3  
 Tel 029-861-4128 Fax 029-861-4129 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/>

