

# AIST Today

研究、成果、  
そして  
未来へのシナリオ

03  
March  
2004  
Vol.4 No.3

## 社会に活力をもたらす本格研究を

### トピックス

- ノロウイルスの不活化に成功  
マイクロバブルの工学的な利用技術の確立



特集

## 患者本位の 新しい医療システムをめざして



National Institute of  
Advanced Industrial  
Science and Technology

## CONTENTS

03  
March  
2004

# AIST Today

National Institute of  
Advanced Industrial  
Science and Technology  
Vol.4 No.3



オゾンを含んだ  
マイクロバブル処理をしたカキ  
本誌 トピックス 18ページ

動圧浮上遠心血液ポンプ  
本誌 特集 4ページ

### メッセージ

- 03** 医療機器・技術開発は、  
まさに「本格研究」の雛形  
防衛医科大学校 防衛医学研究センター長  
菊地 真



### 特集

- 04** 患者本位の  
新しい医療システムをめざして

### テクノインフラ

- 31** 新しい底質標準物質の開発  
**32** 地質時間の標準化  
**33** 妨害音及び高齢者の聴力低下を  
考慮した報知音に関する標準化研究

### トピックス

- 18** ノロウイルスの不活化に成功  
マイクロバブルの工学的な利用技術の確立

### 技術移転いたします！

- 34** キトサン含有繊維からなる  
中空球状素材、及びその製造法  
**35** 非磁性体に及ぼす強磁場の  
作用を使った制御や製造の新技術

### リサーチ ホットライン

- 21** 過酸化水素水を用いる  
環境調和型酸化反応  
**22** 可とう性のある  
セラミックガスセンサーの開発  
**23** 高効率光触媒用  
3次元Si/SiCフィルタの開発  
**24** 東京湾における化学物質の  
環境濃度を簡易に計算  
**25** アルツハイマー病関連遺伝子を追う  
**26** 蛋白質の切断されない分泌シグナル  
**27** 時間・周波数の遠隔校正システムの  
開発  
**28** 自己複製過程の自然な表現  
**29** ICタグを用いた知識分散型  
ロボット制御システムを開発  
**30** サファイア基板上超電導酸化物薄膜

### コラム

- 36** 第43次南極地域観測越冬隊  
第4話～南極地域観測(越冬隊)に  
参加して思うこと(帰国談)

### AIST Network

- 38** ベンチャー開発戦略研究センター  
第2回シンポジウム  
「ハイテク・スタートアップス」  
開催 ほか

# 医療機器・技術開発は、 まさに「本格研究」の雛形

菊地 眞

防衛医科大学校  
防衛医学研究センター長



日々国民が恩恵に与っている高度医療は、先端医学と医療機器・技術の上に成り立っている。しかしながら、高度医療機器がたった40年程度の歴史しかないことを知っている人は意外に少ない。

ベル研究所でトランジスタが発明され、技術移転後の1960年代初頭から医学器械の電子化が始まり、医学も「Art」の時代からようやく科学の領域に入ってきた。今日の医用工学（Medical Engineering）の黎明期であり、医学がEBM（Evidence based Medicine）を意識したきっかけとも言えよう。その後、医療機器は10年毎に段階的に進歩した。60年代の生体現象計測・監視装置の電子・システム化、70年代の各種医用画像技術の誕生、80年代の内視的低侵襲診断・治療技術の登場、90年代のロボット手術の実現などである。きわめて興味深いことには、これと同期して我が国の医療システムが大きく様変わりした事である。60年代は医療施設増設など「医療の量の拡大」、70年代は「医療の質の向上」、80年代は「医療のコストの問題」、さらに90年代は「医療のコストと質のバランス」であり、我が国の医療のあり方が、実は医療機器・技術の進歩と供給に直接影響されたことを示している。すなわち、技術開発と社会システム連携の典型例であり、医療技術開発がたんなる科学研究に留まらないことを意味する。

そして21世紀に入り、医療機器・技術はさらに細胞組織工学、遺伝子工学、ナノテクノロジーなどの先端医科学と融合して日々急速に進歩している。高度医療の安定供給はまさに国民的・社会的ニーズであり、今後はバイオ、ナノ技術などの「第1種基礎研究」を合成して新知識を追加した「第2種基礎研究」を早急に組み上げ、さらにその成果を実際に医療現場に供給できる製品化研究までを行う必要がある。これら三者の融合無くして今後求められる医療機器・技術の開発と供給は成し得ない。これこそが産総研が目指す「本格研究」と言えるのではなからうか。



特集

# 患者本位の新しい 医療システムをめざして

産総研が進める新しい医工連携

## 産総研モデルの提言

産総研は、従来とは異なる産業と医療の係わり方の上に、新しい産総研モデルを構築することをめざし、提言をまとめました。この特集は、産総研モデルの一つ、ユビキタス高度医療システム(患者本位の新しい医療体制)とは何か、産総研が進める新しい医工連携、新しい医療システムに貢献する研究開発成果を紹介します。

# 患者本位の医療システムとは

研究コーディネータ（ライフサイエンス担当） 中村 吉宏

## いつでも、どこでも、同じ、高度な治療を受けられる患者本位の医療体制

産総研がめざす新しい医療システムとは、いつでも、どこでも、誰でも、同じ、高度な治療を受けられる患者本位の医療体制です。具体的には、従来の視触感、血液検査、経験等に基づくばらつきのある医療から、先端医療機器開発により、簡便・高度な検査・情報統合に基づく規格化・データベース化を進め、確度の高い、均質化した高度医療に変革します。また、患者に苦痛を与えない非侵襲検査・手術トレーニング法の普及や、家庭と医療機関の間・医療機関間における遠隔診断・治療ネットワークの確立をめざします。さらに、人工臓器・生体材料・再生医療技術により、喪失機能の再生・向上を一層進展させるとともに、人間特性に基づく福祉機器開発により、社会参加・自立支援システムの確立をめざします。

## 産総研モデルの今後の展開 — 医工連携の推進戦略 —

産総研では次のような推進戦略を持って医工連携を進めています（図参照）。

### 1) 異分野融合の推進

ライフサイエンス、情報通信、ナノテク、計測標準等の異分野融合を、実効性のあるシステムで進める。

### 2) 産業界と連携した開発体制の構築

医者、産業界開発者、工学研究者が集合する場所、資金を確保して、事業化を見据えた開発体制並びに認可推進組織を確立する。

### 3) ベンチャー創業推進

健康管理サービス、医療福祉機器開発は、いずれもベンチャーの活躍機会が大きく、研究成果の社会的還元を目指してベンチャー創出を推進する。

### 4) 学会との連携強化

国レベルの医療ガイドライン作成等に、関連学会が重要な役割を果たしており、学会で評価されている若手リーダーを核として連携を進める。

### 5) リエゾン・コンサルタント人材の育成・確保

事業化に際し、行政審査が重要なステップであり、企業経験のあるコンサルタント、リエゾン人材を育成・確保する。

### 6) 大学医学部・病院との包括的協力と臨床医との連携

大学医学部・病院との組織的連携により、米国のように臨床医との医工連携を進める環境を整備する。

産総研では、これらを推進する母体として、新しい医工連携の拠点を設置することを含めて、医工連携組織のあり方を検討しています。

※「産総研モデルの提言」の要約は、AIST Today 2003 Vol.3 No.9をご参照下さい。

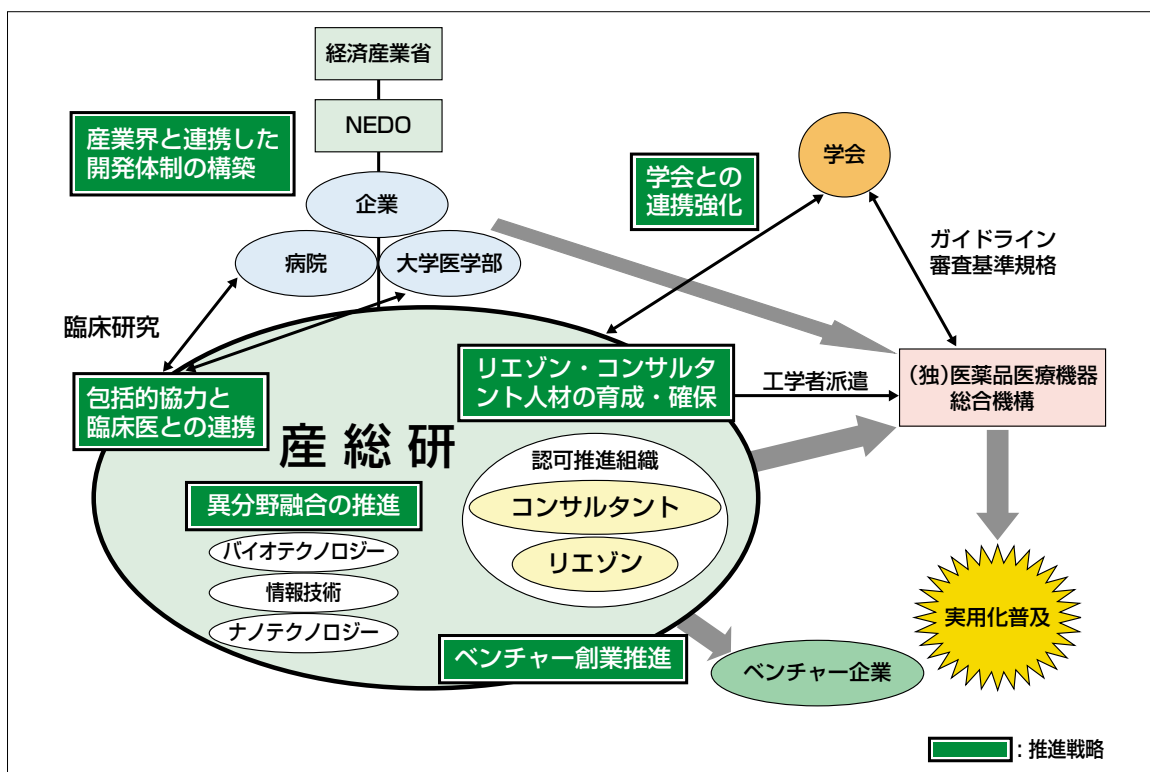


図 産総研の医工連携推進戦略

写真：  
補助人工心臓の  
体内装着モデル

# より正確で、精密な診断技術

## 脳機能を調べる技術 fMRI

### fMRI (functional MRI) を医療の最前線に

近年、磁気共鳴画像法 (MRI) を応用して脳機能を調べる技術、fMRI が考案されました。産総研は、fMRI を、人々の健康増進にすぐに役立つ技術として発展させるための研究開発を進めています。その主な内容は、1) 高速 MRI における画質の改善、2) 並列計算機 (PC クラスタ) を用いて、脳機能をリアルタイムに計算するアルゴリズムの開発、3) 診断目的にあった脳活動を行わせる認知工学技術の開発、さらには、4) これまでは難し

かった fMRI で脳の動きの時間的な変化を、追跡する動態計測技術などです。

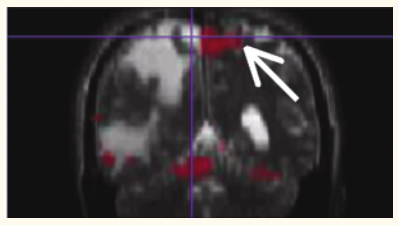
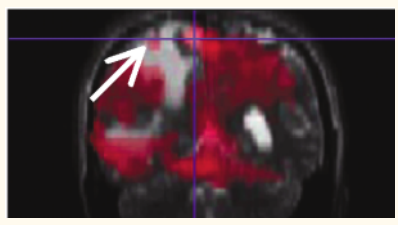
### 診療支援にグリッドを応用

MRI のように、技術が日進月歩の分野では、低コストで、迅速に普及させる手段がなければ価値が半減します。産総研は、新しいネットワーク計算システムであるグリッドを応用して、離れた場所に存在する MRI 装置や、データ解析を行う計算機などを、あたかも一つの装置であるかのように組み合わせ、この問題を解決しようとしています。

ネットワークを利用して、一カ所の解析システムで多くの医療機関の診断支援が可能になります。

**MRI (Magnetic Resonance Imaging) 磁気共鳴画像法**  
 NMR (核磁気共鳴: Nuclear Magnetic Resonance) を原理とする MRI は、水素、リン、ナトリウム、フッ素、炭素などの磁気共鳴する元素の空間的な分布を、非破壊 (物質を壊さず) あるいは無侵襲 (生体を皮膚の外側から) 計測し、画像として提示します。

- 【医工連携先】**
- ・京都市大学大学院医学研究科 内科系 放射線医学講座
  - ・スタンフォード大学 医学部 ルーカスセンター
  - ・先端医療センター 映像医療研究部



### fMRI による手術前脳機能評価例

赤い部分は脳活動を、白い部分は病変による浮腫を示す。脳腫瘍により右足の運動領域が侵されている。右足の運動により左足の運動領域も含めた広範な代償性の脳活動が認められる (左図矢印)。左足の運動を行うと、ほぼ正常の活動 (右図矢印) を認めることができる。

【ライフエレクトロニクス研究ラボ】

中井 敏晴

**機能画像収集**

**課題実行**

IE (topic)	Kanji (meaning)
木林 (tree) (forest)	舟池 (boat) (pond)
草花 (grass) (flower)	海深 (water) (sea) (pond) (deep)

処理の流れ

画像再構成

統計処理

ボリュームレンダリング

機能マップの作成

---

**従来の方法: マップ作成に数時間~半日以上**

通常型計算機 → 手作業による段階的なオフライン処理

**新しい手法: リアルタイム解析 (1秒以内に機能マップを表示)**

並列計算機によるオンライン高速計算 + 高速計算アルゴリズム

$$D_n = D_{n-1} + Y_n F_n^T$$

$$C_n = \frac{n-1}{n} C_{n-1} + \frac{1}{n} F_n F_n^T$$

$$\sigma_{kn}^2 = \frac{n-1}{n} \sigma_{kn-1}^2 + \frac{1}{n} y_{kn}^2$$

### リアルタイム脳機能計測

並列計算機を用いて、MRI 装置から連続的に発生する大容量の高分解能画像データを、1 秒以内に解析、表示する。被検者は、MRI 装置の中で、提示された視聴覚刺激に応じて予め決められた方法で反応 (注視、判断、理解、指の運動など) し、その神経活動を反映する微妙な磁化率の変化を画像として捉える。

# マルチモーダル脳機能可視化技術

## 脳内活動を可視化する

脳血管障害等に起因する、脳機能障害を持った患者一人一人に最適な、感覚器代行技術の開発やリハビリテーションの実行が、患者の生活の質向上という観点から欠くことのできないものとなってきています。

とくに、人間に特有な認知・言語等の高次機能では、広範な脳内活動領域間の相互作用が重要な役割を果たしており、これらの機能を対象とした診断・回復の支援を行う場合、非侵襲的な脳内活動の時間・空間的特性を可視化する技術、および処理に関わる脳領域間の相互作用を、定量的に評価する手法の開発が必須となります。これに対し、現在利用可能な非侵襲脳機能計測手法は、原理的な制約から、単独では脳内神経のダイナミックな活動を、高い時間・空

間分解能で計測・解析することができません。

## 脳機能可視化システムの開発

産総研は、計測原理の異なる脳磁界計測 (Magnetoencephalography: MEG) や機能的MRI (fMRI) などの、複数の計測技術を用いて得られる膨大なデータの、統合的な解析を可能にするシステム (図1) の開発を行っています。現在産総研は、このシステムのプロトタイプを、さまざまな脳の刺激認知プロセスの可視化へ適用して、その有用性を検証しています。図2に示すのは、二次元のランダムドットの動きから三次元物体形状を認知するときの脳活動です。この例では、視覚刺激の空間的処理を担う頭頂連合野への背側視覚系路と、対象の形状等の認知を担う下

側頭葉への腹側視覚経路との神経活動を時間的にも空間的にも高い分解能で可視化することに成功しています。

今後さらに、医学・脳神経科学分野の研究者との共同研究により、本技術の医療応用へ向けた発展を図ります。

### 【医工連携先】

・ハーバード医学校 マサチューセッツ総合病院 NMRセンター

### 【ライフエレクトロニクス研究ラボ】

岩木 直

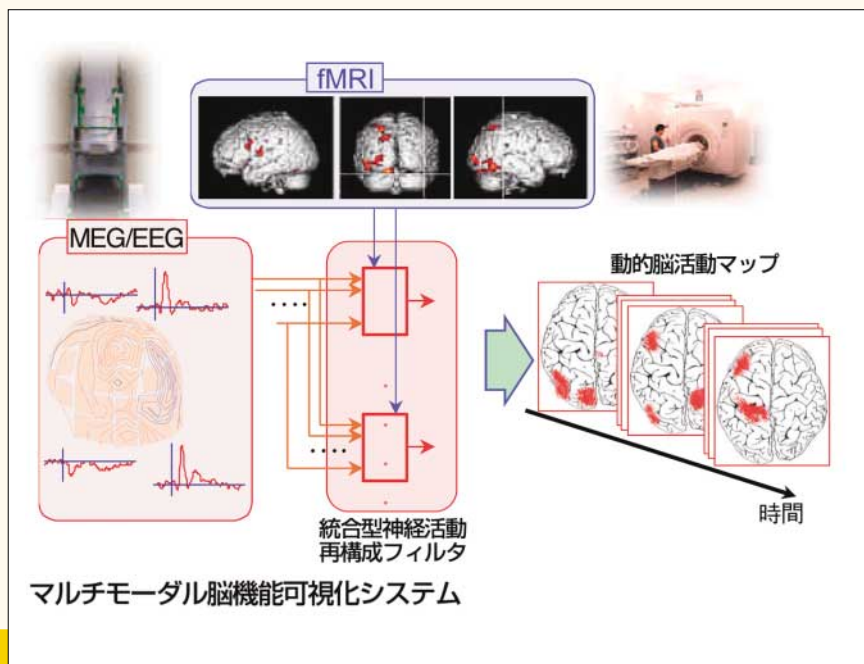


図1 計測原理の異なる複数の脳機能計測手法の統合による、高時間・空間解像度脳機能可視化システムの開発

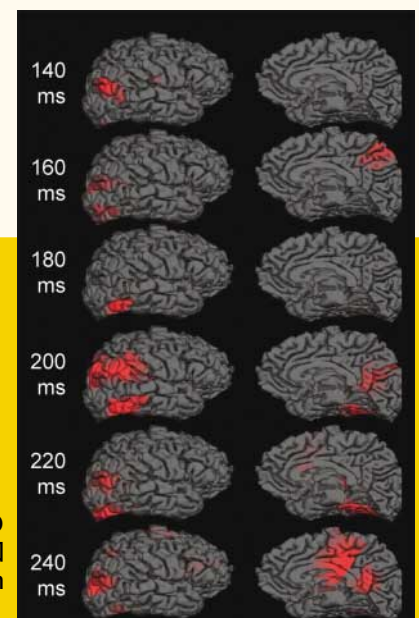


図2 二次元のランダムドットの動きから三次元の物体形状を認知する (3D structure perception from motion) 時の脳活動

# 生体の事象を短時間で捉える高速MRI

## データ収集時間の短縮化

産総研では、MRIに関連する技術開発の中で、MRIの高速化に関しても研究を推進しています。

### 1) 不完全データからの画像再構成

MRIにおいて収集される信号が持つ周波数分布は対象なので、周波数空間の約半分の領域のみのデータから画像を再構成することができます。これによりデータの収集時間を半減させることができます。また、画像化する対象の動作や変化を予測して周波数空間において最小のデータ収集を行います。収集するデータ量は、対象の動作や変化部位の空間的な大きさに依存します。短縮率は $1/1 \sim 1/N$ の範囲となります( $N$ は整数)。実際の測定に際しては、両者を組み合わせて、データ収集時間の短縮を図ります。

### 2) 並列データ収集

ハードウェアの技術は高速化にも寄与します。

複数の検出コイルによる同時データ収集により高速化を可能にします(パ

ラレルイメージング)。コイルの数に比例して撮像時間が短縮されます。 $M$ 個のコイルを用いると短縮率は $1/M$ となります。

## ソフトウェアとハードウェアを組み合わせ高速化実現

ソフトウェアとハードウェアの両者の技術を組み合わせることにより、撮像時間は大幅に短縮することができ、実時間イメージングに近づいてきました。例えば、 $256 \times 256$ のGRE(グラジエントエコー)法では、繰り返し時間TRを100msecとすると、撮像時間は25.6秒( $100\text{msec} \times 256$ )であったのが、 $N=4$ 、 $M=4$ の場合で $1/2NM$ に短縮されますので、撮像時間は $1/32$ となり、約0.8秒ですむこととなります。二次元撮像が100msec程度であったEPI(エコープレーナ)やSPI(スパイラルMRIイメージング)にも応用できますので、撮像時間は10msec以下に高速化されます。

## 現在の課題

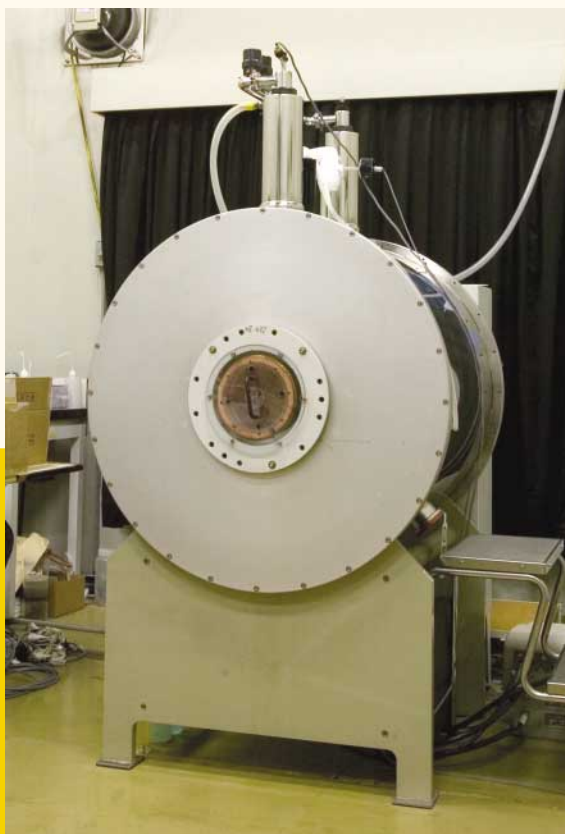
現在の画像処理はMRIにおける不完全データからの画像再構成であることから、限られた条件において撮像を可能にします。また、収集データを低減させることから空間分解能は低下します。しかし、臓器や組織の動作解析やMRI装置を用いた治療法への適用などが本手法の主目的です。従来のMRI装置にて撮像法と共用することで、診断・治療における有益な情報を提供できることとなります。

## 【医工連携先】

- ・東京大学医学部 生理学教室
- ・筑波大学臨床医学系  
脳神経外科、放射線科、整形外科、小児科
- ・北海道大学医学部 放射線科

## 【人間福祉医工学研究部門】

本間 一弘



撮像結果の解析

高速撮像を可能にするMRI装置(2テスラ、超伝導マグネット)

現在は、新しいMRI撮像法の開発、MRIを用いた無侵襲生体計測組織機能の解析(動物実験)に用いている。今後はこれらに加えて、治療中のMRI計測やフュージョンイメージングの開発へと展開する計画である。



# 脳画像データベースの公開

## 脳画像データベースの公開

産総研研究情報公開データベース (RIO-DB) 内、脳画像データベースにおいて、教育用教材、研究用資料として活用することを目的に、ニホンザル、アカゲザル、ヒトの脳のMRI画像を公開しています。MRI画像は、ある方向からの断面を連続的に撮影したものであり、異なる方向の断面画像、三次元画像を得るためには、専用のソフトウェアが必要でした。本データベースでは、複数のMRI画像から任意の断面、任意の方向からの三次元画像を生成するソフトウェアをサーバ側に実装し、通常のWebブラウザのみで任意の断面、任意の方向からの三次元画像を閲覧する環境を構築しています(図では、画面右側の縮小画像における赤線での断面および脳外形を表示しています)。

## 脳画像データベースの操作方法

画面右下に示される矢印をクリックすることにより任意の方向への回転、表示断面の移動が可能です。脳画像の上に、マウスカーソルを移動すると、赤い縦線(上部右プルダウンメニューにより横線に変更可能)が表示されます。希望の箇所をマウスをクリックする事により、その断面像を表示します。上部左プルダウンメニューにより、脳のみ画像と頭部全体の画像の切り替えが可能です。このように簡単な操作により脳のMRI画像を閲覧できます。ニホンザルに関しては、同一個体の発達段階毎のMRI画像を採取し、時間方向にも移動可能な四次元データベースとなっています。

## 医療応用として

現在、医療現場において、MRI画像はデータベースによって管理されています。これらのデータをWebブラウザで閲覧するシステムも提案されていますが、撮影された断面しか閲覧することができません。本データベースに用いられているソフトウェアと組み合わせることにより、Webブラウザのみで、MRI画像から三次元画像を閲覧することができるようになります。

## 【脳画像データベース】

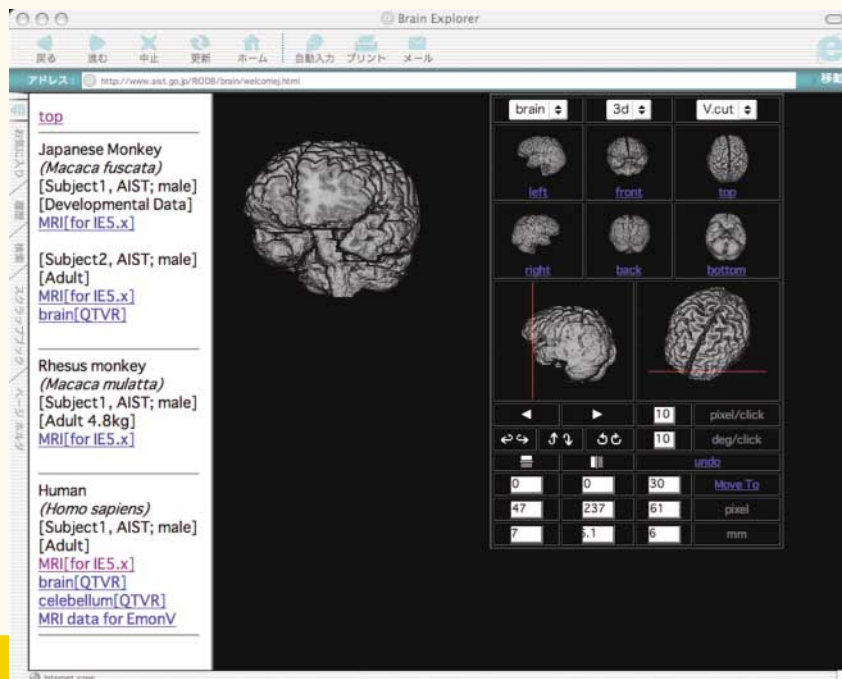
<http://www.aist.go.jp/RIODB/brain/welcomej.html>

## 【医工連携先】

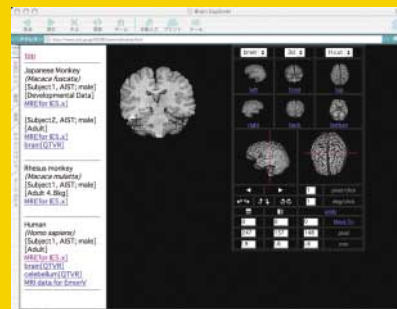
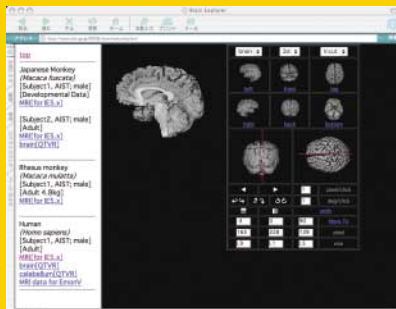
・京都大学霊長類研究所

## 【脳神経情報研究部門】

松田 圭司



脳画像データベース(ヒトの脳画像) Webブラウザ上で、任意の断面、任意の方向からの三次元画像が閲覧可能。画面右側の縮小画像における赤線での切断面と脳の外形を表示。



# より安全で高精度な手術の実現

## 高精度なMRI対応の手術ロボット

### MRI 対応の手術ロボット

MRI 中で行う手術には、MRI 装置の形状が手術に最適でない、MRI 手術室内で使用できる器具の制限がある、低侵襲手術の「要」の内視鏡が使えないなどの不便点がありました。

産総研ではMRIの持つ『体内を透かして見る力』と手術ロボットの持つ『高い精度、安定性で手術操作を可能にする器用さ』を合わせることで、より高精度でより安全な治療を支える技術の研究開発を目指しています。

MRIの内部ではMRIの発する強大な磁場と電磁波のため、通常のロボットは、MRI室内では使用はおろか設置さえ不可能でした。また、通常の内視鏡は高周波ノイズと誘導現象のため、観察部位に近接したままMRIと同時に使用することは不可能でした。

私たちはそれらの問題点を1つ1つ解決して、現在までにMRIと同時に動作

しても双方に悪影響のない(MRI対応)ロボットハードウェア(世界初)や内視鏡の開発・試験動作に成功しています。

### MRI 対応のメカトロニクスの集大成を目指す

6軸ロボット機構は、高精度な操作を可能にするために開発され、MRI作動中でも手術器具取り付け部で平均0.1mm、最大0.6mm以内の誤差であり、MRI対応ロボットとしては最高クラスの精度を持っています。

MRI形状とMRI内での手術様式に最適なロボット機構の設計を、1)医師とのディスカッションを通して検討す

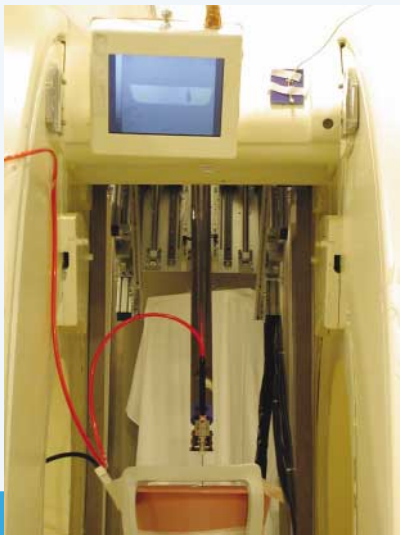
る、2)MRI環境下で使用可能なセンサ、アクチュエータなどの要素技術を部品メーカーと共同で開発する、3)基盤技術としてはMRI対応機器を設計・評価する手法の研究などを行い、MRI対応メカトロニクスの集大成を目指しています。

#### 【医工連携先】

・ハーバード大学 医学部 プリガム&ウィメンズ病院  
・東京女子医科大学

#### 【人間福祉医工学研究部門】

鎮西 清行



### 高精度ロボットに凍結療法用プローブを持たせて動作実験

下に置かれたポリ容器内の水溶液をプローブで凍結させている様子をMRIで観察している(上の液晶ディスプレイに表示されている白い部分が水溶液、その中の涙滴状の黒い部分が凍結部分)。このロボットを用いると、ワークステーションでMRI画像を確認して、画像上の2点を指定するとその位置へ針を移動する事ができる。刺入操作は現時点では医師が手で行う。



# 十分な内視鏡下手術のトレーニングを

## 高度化する医療とトレーニング

手術初心者のお医者さんは指導医のもとで研修しますが、最近の内視鏡を使った高度な手術方法では、体に開けた小さな穴から手術器具を入れて体内深くで操作するので、技術的に大変難しい上に、いざという時に脇から熟練医が助けに入るのも困難です。そのため、今まで以上に手術トレーニングが重要となっています。

産総研では、高度化する内視鏡下手

術の安全性向上のため、「いつでもどこでも好きなだけトレーニングできて、自分の技術レベルがよくわかる」システムを目指して研究を行っています。まず、手術技術レベルをどう評価するか、という根本的な問題に人間工学の立場から取り組み、初級者と熟練者の差を物理的に捉えることに成功しています(図1)。これら物理的な差から手術技術レベルの客観的指標を抽出すること、その指標をトレーニングに有効

利用するためのフィードバックインタフェース(図2)開発が現在の課題です。近い将来、トレーニングだけでなく、熟練医師のためにも個別の患者さんの手術リハーサルができるよう、研究を進展させていきます。

※本技術の詳細は、AIST Today 2003 Vol.3 No.6をご参照下さい。

### 精密人体モデルの製品化

研究の過程で開発した「手術ができる精密鼻腔モデル」(図3)を手術トレーニング向けに製造販売するため、産総研ベンチャー認定企業(有)サージ・トレーナーを創業しました。耳鼻科、脳神経外科への普及が期待されます。

### [医工連携先]

- ・茨城県立医療大学
- ・耳鼻咽喉科@つくば南大通り
- ・筑波大学
- ・有限会社 新興光器製作所
- ・ペンタックス株式会社
- ・株式会社 高研
- ・有限会社 サージ・トレーナー

【人間福祉医工学研究部門】

山下 樹里

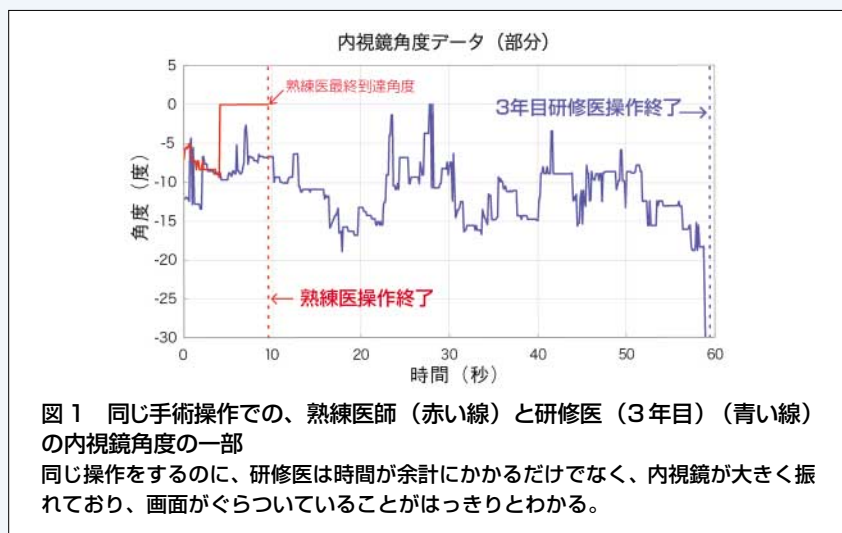


図3 内視鏡下鼻内手術  
トレーニング用精密鼻腔モデル



図2 操作者に手術中の状態を知らせる画面の例  
内視鏡の向きや患者モデルにかかっている力など、センサの捉えた情報をフィードバックして、トレーニングの効率を上げる試み。



篩骨洞開放術風景  
形だけでなく、手術操作時の手ごたえも実際に似せてある。  
左: ピンセットで前部より開放開始  
右: パンチで後部を開放中

# 期待される人工心臓・再生医療

## 次世代の補助人工心臓システム

### 製品化される人工心臓「モノピポット補助循環ポンプ」

産総研が開発しているモノピポット遠心ポンプは、2週間程度使用できる補助循環ポンプです。直径50mmの遠心羽根インペラ的一端をピポット軸受、他端を磁気軸受で回転支持する、モノピポット遠心ポンプは、ピポット軸受に、血球破壊と血液凝固(血栓)と材料摩耗とが集中的に発生するため、可視化と動物実験による血栓対策を行い、人工関節材料による摩耗対策を施してきました。血栓対策については、動物実験ばかりでなく高速ビデオ/連続光シートレーザを用いた可視化実験(図1)で、血液に加わる局所剪断応力や隙間内二次流れを実験的に評価し、改良設計にかかる期間を短縮しました。

### 次世代の「動圧浮上補助人工心臓」

それだけではありません。産総研は、次世代の人工心臓として、寿命5年以上の補助人工心臓(図2)の開発をめざして、次なる技術開発に取り組んでいます。軸受表面に30 $\mu$ m程度の深さの溝を加工し、走行する平滑面との間に局所圧が発生することを利用して、インペラを血液中で20 $\mu$ m程度浮かせる動圧軸受を応用した人工心臓(図3)を開発しています。 $\mu$ mオーダーの軸受隙間での血球破壊や血液凝固を評価するため、ここでは数値流体解析で設計する方法を採っています。圧力分布の設計により軸受隙間を広げて、動物血による溶血試験(回路試験)での血球破壊を、許容限度まで低減することができました。また、動圧溝の形状を工夫し軸

受流量を増強した結果、動物新鮮血による血栓試験(回路試験)で、軸受内の血栓だけはほぼ解消することを確認しました。また、血液接触面に使うチタン合金および表面処理の比較検討も行っています。この補助人工心臓システムの動物実験が開始できる日も遠くないでしょう。

### モノピポット補助循環ポンプ

筑波大学臨床医学系において、ヒツジ左心バイパスによる、1週間の抗血栓性試験を20回近く反復実施し、ほぼすべての血栓が解消することを確認しました。このポンプは現在、医療機器メーカーによって手術用補助循環システムとして製品開発に移行し、2年以内の経済的な商品化をめざしています。

### 【医工連携先】

- ・筑波大学臨床医学系
- ・米国テキサス州ベイラー医科大学

### 【人間福祉医工学研究部門】

山根 隆志

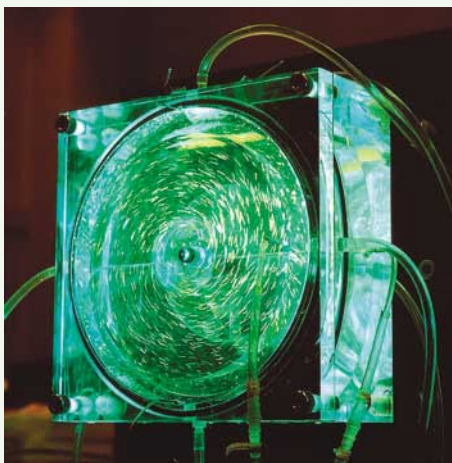


図1 血栓対策のための血流の可視化実験



図3 動圧浮上遠心血液ポンプ

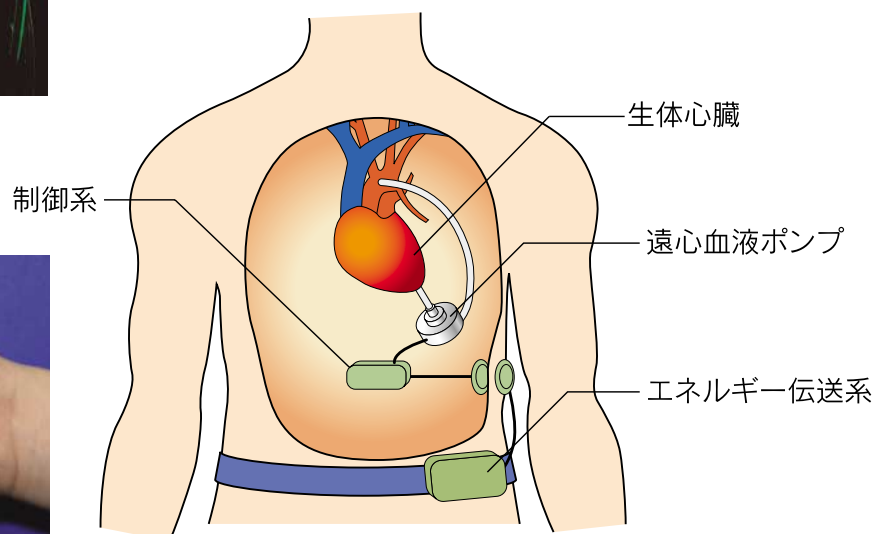


図2 遠心血液ポンプの体内装着予想図

# 骨と軟骨を同時に創る再生医療技術

## 変形した骨を再生する

高齢者、若年者のスポーツ障害に見られる変形性関節症は、広範囲の軟骨変性が生じると、関節全体を人工物と置き換える人工関節置換術が行われることがあります。この手術は罹患関節表面を一塊として摘出し、人工物に置き換える手術で、侵襲が大きく患者への負担が大きい手術です。

変形性関節症の問題点を根本的に解決するためには、変性に陥る以前に対処を行うことが有効ですが、変性に陥ってしまった軟骨は再生する方法が考えられます。変形性関節症の初期の状態では、この軟骨変性は局所的であり、部分的な軟骨再生でも治癒に至る可能性があります。

## 骨と軟骨を同時に再生する

症状の進行した関節症は、軟骨変性

とともに骨破壊あるいは骨の変形をともない(図1)、単に軟骨再生を行うだけでは治癒に至りません。この症状には、骨および軟骨を同時に再生する医療が必要とされます。

このために、図2にみられるように、骨や軟骨に分化可能な細胞が存在する骨髄の間葉系幹細胞と呼ばれる未分化な細胞をまず増殖させ、セラミック等の上で、この幹細胞を骨芽細胞と呼ばれる骨形成能力を持った細胞へ分化させます(再生培養骨形成)。また、同時にこの間葉系細胞をやわらかいポリマーの中で軟骨細胞へ分化させ、両者の複合体を移植することが考えられ、現在この基礎研究を行っています。

現段階では多量の軟骨細胞へ分化させるのが困難なため、生体内での分化に期待が持たれています。

## 期待される根治治療

間葉系細胞をコラーゲンのポリマー内で増殖させ、この細胞と再生培養骨の複合体の臨床応用を行っています。この骨軟骨同時再生技術により、近い将来日本で数十万人ともいわれる重度の関節症患者の根治的な解決をめざしています。

## 【医工連携先】

- ・ 奈良県立医科大学整形外科
- ・ 信州大学医学部整形外科

【ティッシュエンジニアリング研究センター】

大串 始

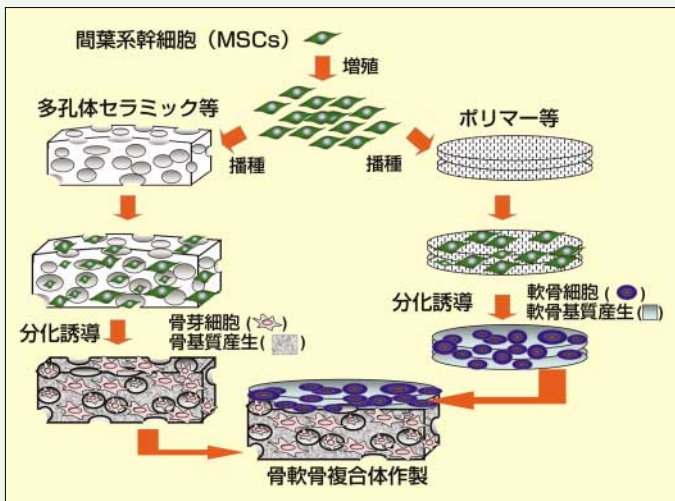


図2 間葉系幹細胞を増殖させ、人工関節上での骨・軟骨を同時に再生し、患部に移植する。



図1 関節症患者の膝レントゲン(骨壊死後の関節症変化)

膝は大腿骨と脛骨よりなり、その両者の間にクッションの役割を果たす軟骨がある。この軟骨はレントゲンには写らず、図にみられるように黒く写る。このレントゲンでは外側の大腿骨下部(外顆)は凸状を示し、軟骨がほぼ正常に保たれ、脛骨面との適合は良好である。内側(内顆)は凹状となり(矢印)、骨ならびに軟骨欠損を生じていることがわかる。

(奈良県立医科大学整形外科 幅田先生 提供)



# 神経機能の回復に有望な神経再生

## 神経幹細胞を応用して神経再生を行う

従来、脳梗塞や脊髄損傷などで損傷した中枢神経（脳・脊髄）の、神経機能を回復させる有効な方法はありませんでした。しかし近年、神経幹細胞という細胞を応用して、神経再生を行う再生医療が有望な治療法として注目されています。

神経幹細胞とは、分裂して増殖する能力（自己複製能）と神経組織を構成する神経細胞、グリア細胞へ分化することができる能力（多分化能）を持つ未分化な細胞です（図）。この神経幹細胞を移植する方法や、体内にわずかに存在する内在性の神経幹細胞を、薬剤など

で活性化する方法などで、障害を受けた中枢神経の機能回復に成功した報告が相次いでいます。産総研では効率的な神経細胞への分化誘導法の開発に成功しています。

## ヒト神経幹細胞の大量培養

神経幹細胞を用いた再生医療を実現するためには、安全性（病原性微生物の混在のない）、安定性（癌化していない、変質していない）の検証されたヒト神経幹細胞を大量に培養するための技術、およびその装置の開発が重要です。産総研では、ヒト神経幹細胞を用いた神経再生の早期実現を目指し、医学（細胞生物学、生化学、病理学など）と工学（機

械工学、プロセス制御学など）の両方向からのアプローチを有機的に連携させ、医療ならびに研究開発の現場で、信頼して使用できるヒト神経幹細胞を大量培養する技術開発を実践しています。

### 【医工連携先】

- ・ 国立病院 大阪医療センター 臨床研究部
- ・ 慶応義塾大学 医学部 生理学教室

### 【ティッシュエンジニアリング研究センター】

金村 米博

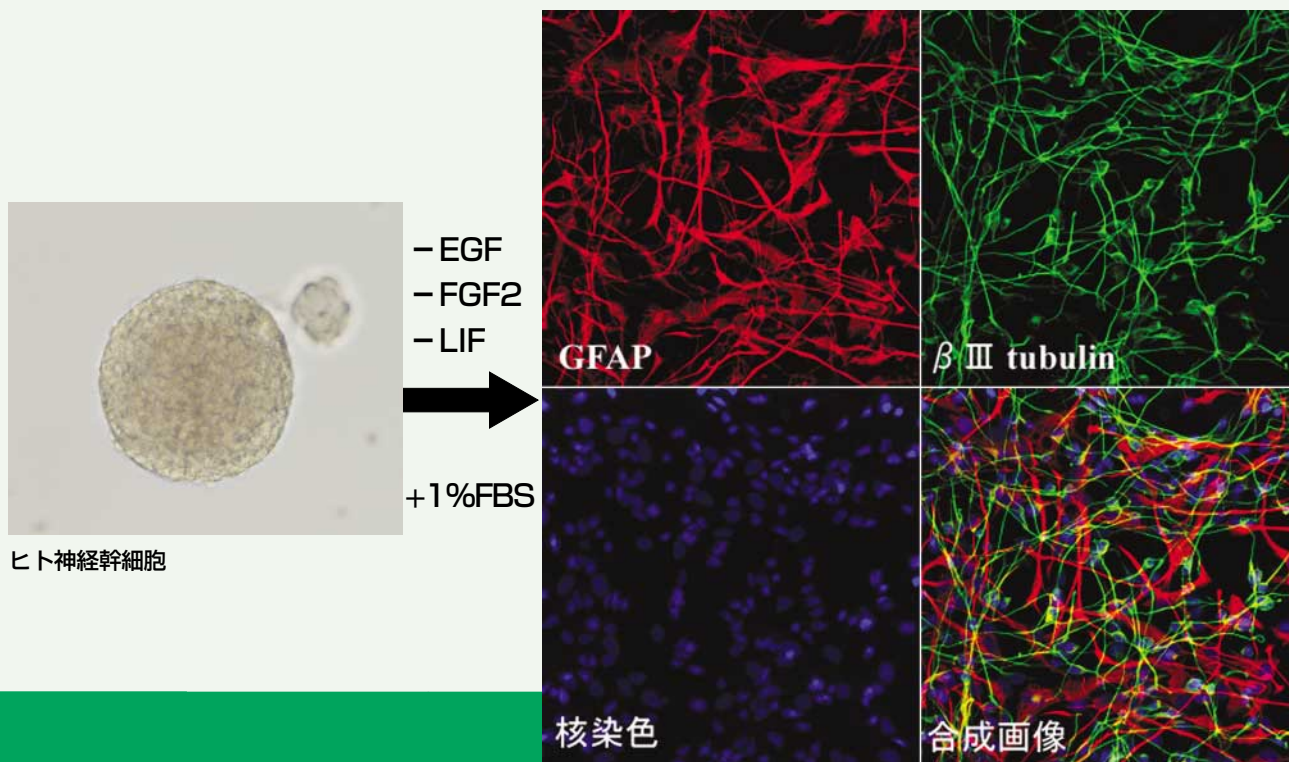


図 ヒト神経幹細胞

（左） 神経幹細胞は増殖因子（EGF+FGF2+LIF）を含む無血清培地での浮遊培養で、細胞凝集塊（neurosphere）を形成して増殖する。

（右） 増殖因子を除いて、血清（fetal bovine serum）を加えると、GFAP発現グリア細胞（赤）、 $\beta$  III tubulin発現神経細胞（緑）に分化する。核染色は細胞の位置を示す。合成画像は3つの写真を合成したもの。

# 切れた神経回路をつなぐ人工神経

## 神経線維を発芽・伸長する神経細胞

脳・脊髄から末梢に張り巡らされた神経回路は、私たちが自由に体を動かすためにはなくてはならないものです。しかし、1度損傷すると神経線維の自律的な再生は非常に困難で、現在の医療では、炎症を抑えたり、他の神経束を一部切り取って自家移植するくらいしか手の打ちようがありません。では、一度切れた神経線維をつなぐことは不可能なのでしょうか？実は、神経細胞には、本来神経線維を発芽・伸長する能力が備わっており、速やかに障害箇所を環境を整えることによって神経線維の伸長・シナプス（神経結合）の形成を促進し、回路を再生させることができるということが分かってきました。

## 神経回路は再生できるのか？

産総研では、これまでにヒヨコ坐骨神経を切断した下肢筋から、ニューロ

クレシン、MDP77などの運動神経の神経突起を伸長させる活性を持つ、新しい蛋白質を発見しました。この蛋白質をコードする遺伝子は、マウスや人などの哺乳類でも保存されていることが分かりました。実際に培養神経細胞に、これらのリコンビナント蛋白質を投与することにより、神経線維の伸長を促進することが確かめられました。このような蛋白質を切断箇所に効率良く投与することができれば、体内においても培養神経細胞と同様に切断された神経線維が発芽・伸長することが期待されます（図）。

## 期待される生体適合材料の開発

私たちの神経系は、運動・知覚・自律といった異なる性質・機能を持った細胞集団です。当然のことながら、障害部位や個々の患者に最適な人工神経をそれぞれ用意する必要があります。障害を

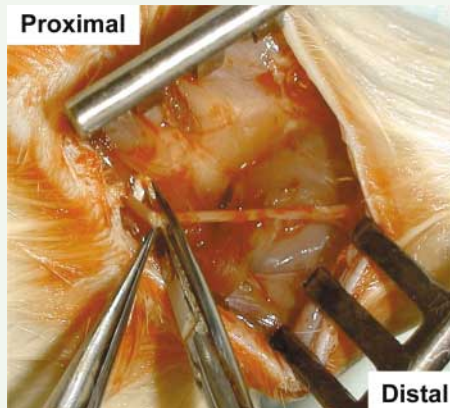
受けた神経線維を、速やかに再生するための新しい治療法としての人工神経には、まだ解決しなければならない問題が多数あります。現在、活性部位の限定、活性の強化、運動神経以外の筋知覚神経や、自律神経などの伸長を促進する新しい伸長因子の探索、シリコンチューブの代わりに体内で吸収される生体適合材料の開発などを進めています。そして、そう遠くない未来に、末梢神経系のみならず、脳梗塞や脊髄損傷のような、中枢神経系に対する病気や事故に遭っても、不自由な生活を強いられなくても済む時代が来るでしょう。

【医工連携先】

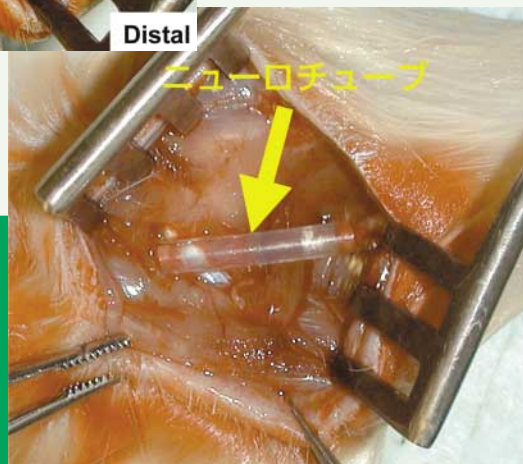
・東京医科歯科大学医学部

【人間系特別研究体】

藤森 一浩



ラット坐骨神経切除による、モデルの作成。



欠損した神経束を人工神経（ニューロチューブ）で架橋し、速やかに神経軸索の再生を促進する。



シリコンチューブ内に神経突起伸長因子を充填することで作製した人工神経。

## 図 切れた神経回路をつなぐ人工神経

ニューロクレシン、MDP77などの神経突起伸長活性を有する蛋白質を、コラーゲンとともに直径2mm、長さ15mmのシリコンチューブ内に充填した人工神経（ニューロチューブ）を作製し、坐骨神経を切断したモデル実験動物（ラット）の、切断箇所に移植した。術後9～12週間に神経線維はこのブリッジを乗り越えて、末梢の神経束の中へ伸長した。興味深いことに、ニューロクレシンは、再生する神経線維の数を増大し、MDP77は再生する神経線維を太くするという、それぞれ異なる性質を持つことがわかった。

# より効果的な自立支援システム

## 寝たきりを予防する下肢機能訓練装置

### 2種類の下肢機能訓練装置

2020年頃には、高齢者人口がほぼピークに達すると言われています。産総研では、適正な高齢社会の実現を支援する研究開発の一環として、老化等による寝たきりを予防するため、2種類の下肢機能訓練装置を開発しています。

#### 1) 関節可動域を訓練

1つは、下肢関節が硬くなり屈曲・伸展などの関節運動が難しくなることを予防する装置です(図1)。従来の装置は特定の関節の屈曲・伸展しかサポートしていませんでした。これに対し、産総研が開発している装置は、1つの装置で足関節、膝関節、股関節の屈曲・伸展、内転・外転にも柔軟に対応できる汎用性の高いものです。

#### 2) 筋力やその調節力を訓練

もう1つは、立位姿勢や歩行に必要なとなる筋力やその調節力を、なるべく低い負荷で維持させるための訓練装置です(図2)。高齢者を対象としたこれまでの筋力訓練は、最大筋力を増すことを主眼としているため、負荷も大きく、ベッドサイドでの訓練には不向きでした。しかも力を微妙に調節する能力については対象としていませんでした。産総研では、不活動や低負荷刺激による神経筋機能の変化状態を調べ、低負荷で力を微妙に調節する能力を訓練するだけで、最大筋力もある程度維持できることを見だし、この知見を基に、下肢の神経筋機能を訓練する装置を開発しています。

#### 研究開発の最大の特徴は!

人間の関節可動特性や神経筋機能特性に関する基礎研究を通してエビデンスを蓄積し、それをもとに訓練プログラムやこのプログラムを支援する訓練装置を構築する点にあります。これにより、より有効な世界に通用する訓練装置の開発が可能になります。

#### 【医工連携先】

- ・筑波技術短期大学 理学療法学科
- ・茨城県立医療大学 保健医療学部

【人間福祉医工学研究部門】

横井 孝志

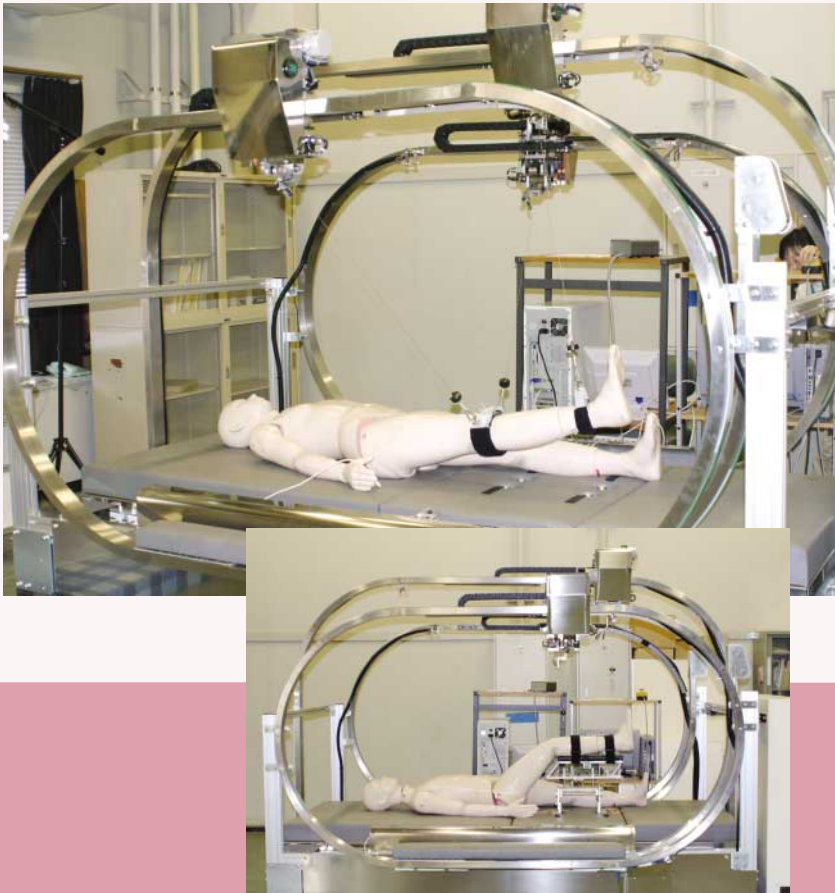


図1 下肢関節可動域訓練装置試作機  
足関節、膝関節、股関節の屈曲・伸展、内転・外転に関係した関節可動範囲を維持し、これらの関節の拘縮を予防できる。



図2 低負荷下肢神経筋機能訓練装置試作機  
足関節、膝関節、股関節の屈曲伸展に関係した筋の機能を個別あるいは複合的に訓練できる。



# 期待される骨導超音波補聴器

## 画期的成果を得ている骨導超音波補聴器

通常の補聴器を使用しても聴覚が得られない重度難聴者は、日本国内に約85,000人存在するといわれています。そのような重度難聴者に残された聴力回復のための唯一の手段は人工内耳ですが、必ずしも満足できる性能を発揮しているとは言えません。一方、骨導で呈示された周波数 20,000 Hz 以上の高周波（骨導超音波）であれば、聴覚健常者のもとより、重度難聴者であっても音を知覚することができます。産総研では、骨導超音波が音として知覚されていることや、骨導超音波で言語の伝

達が可能であることを世界で初めて客観的に証明し、骨導超音波補聴器の実用化開発に取り組んでいます。これまでのところ、試作された骨導超音波補聴器を用いて、重度難聴者の半数以上が音声を知覚可能、2割程度が単語の理解までも可能という画期的な成果を得ています（図）。

骨導超音波補聴器は、埋め込み手術を必要とする人工内耳に比べ、遙かに簡易な装着が可能で、使用者の精神的・肉体的負担を大幅に軽減できます。また、重度難聴者用の耳鳴治療器としての利用も可能であるなど、多大な臨床的効果が期待されています。

### 2年後の製品化を目指す

人工内耳（総費用約420万円）より遙かに安価であるため、医療保険財政のコスト負担の軽減効果も期待できます。2年後の製品化を目処に開発を進めています。

### 【医工連携先】

- ・リオン株式会社（補聴器製造・販売企業）
- ・奈良県立医科大学耳鼻咽喉科
- ・同志社大学工学部

### 【ライフエレクトロニクス研究ラボ】

中川 誠司

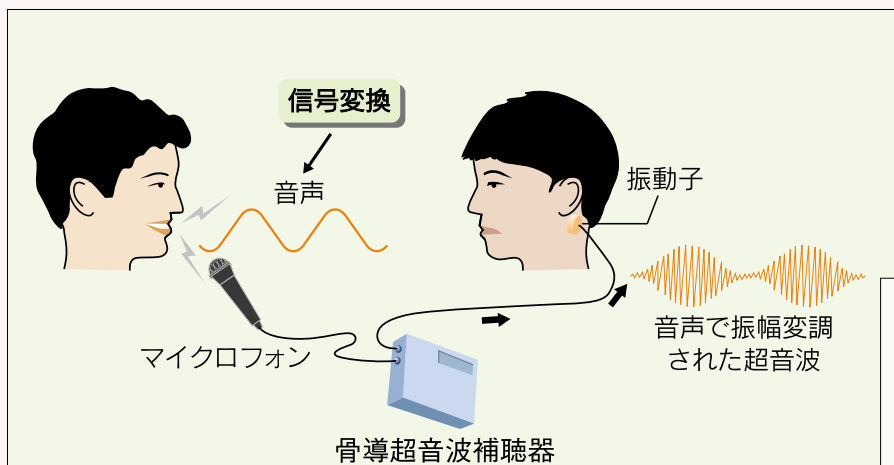


図 骨導超音波補聴器の開発



骨導超音波補聴器



骨導による音声の呈示



補聴器を携帯

現時点でもヘッドホンステレオ程度の小型化は可能である。

# ノロウイルスの不活化に成功

## マイクロバブルの工学的な利用技術の確立

産総研環境管理研究部門は、マイクロバブル（超微小気泡）の工学的な利用技術の確立を進めている。今回、その応用の一つとして、カキなど貝類の食中毒の原因物質として多くの被害を出しているノロウイルスを不活化することに成功した。

### マイクロバブルのユニークな特性

水の中で浮遊する気泡を限りなく小さくすると、その特性が大きく変化する境界に出会う。気泡径が $50\mu\text{m}$ 程度を一つの目安として、これよりも小さな気泡をマイクロバブルと呼んでいる。通常の気泡は水の中を急速に浮上して表面でパンとはじけ散る。これに対してマイクロバブルは、水中を漂いながら気泡径をさらに小さくしていき、ついには消滅する（もしくは消滅するように見える）。実はこの現象の中に非常にユニークな特性が隠されている。また、その特性を利用することで多くの工学的な応用が可能となる。

ユニークな特性としては、まず帯電作用があげられる。マイクロバブルを電場の中におくと電位勾配に従って横方向に移動を始める。図2に示すのは約3秒間におけるマイクロバブルの移動軌跡である。電位勾配を左右で切り替えると、マイクロバブルも左右に振られながら緩やかに上昇する。この時の横軸方向の移

動速度を元に表面電位（ゼータ電位）を求めることが可能である。不思議なことに、蒸留水中の気泡であっても界面は $-30\sim-40\text{mV}$ に帯電している。この帯電は水のpHに大きく依存しており、アルカリ性ではより強い負の帯電を示すとともに、強酸性では正に帯電している。また、マイクロバブルは自己加圧効果を持っている。通常の気泡では問題にならないが、直径が $10\mu\text{m}$ のマイクロバブルでは約0.3気圧、 $1\mu\text{m}$ では約3気圧、環境圧に対して内部の気体が加圧されている。また、マイクロバブルの大きな特徴として、物理的な刺激を与えることでこれを圧壊することができる。圧壊とは瞬時に気泡がつぶれる現象であり、断熱圧縮に近い変化が気泡内で起こる結果、超高压で超高温な領域（ホットスポット）を形成する。このマイクロバブルの圧壊現象を利用して、全体環境としては常温常圧でありながら多量のフリーラジカルを発生させることが可能であり、水中の有害化学物質の分解や素材合成などに利用できる。

図1 通常の気泡とは異なり、マイクロバブルは水中で縮小し、ついには消滅する。

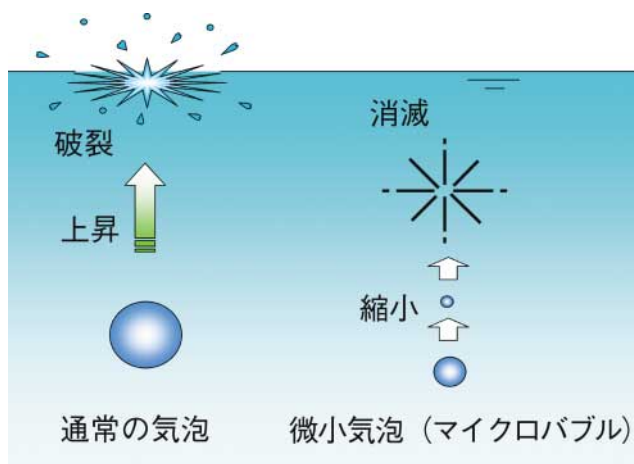
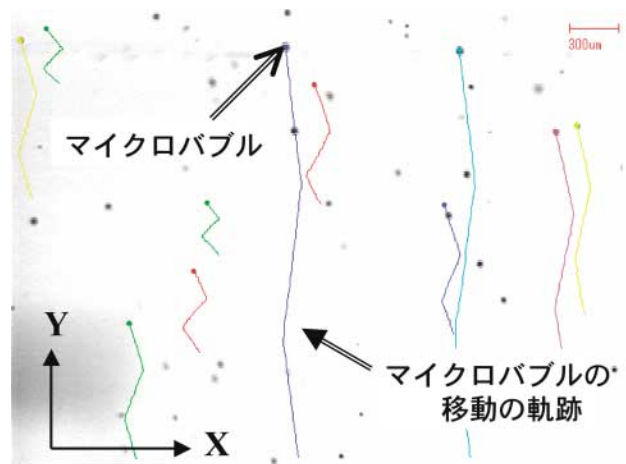


図2 マイクロバブルは帯電しており、電場の中において電位勾配を左右で切り替えるとそれに併せて左右に移動しながら上昇する。



## 貝類に取り込まれるノロウイルス

重厚長大型の産業が過去のものになる一方において、河川や湖畔、海洋は深刻な水環境汚染に直面している。酸性雨などによる森林の破壊、ダム建設、家庭や事業所などからの排水、各種消毒剤の使用、養殖場における飼料の大量供与、船舶バラスト水の問題など、水系全般にわたって環境汚染の原因は多種多様を極めている。この様に水環境が汚染された中において、如何に水環境を改善していくか、また安全な食材を提供するかは、我々が解決すべき大きな課題である。このような状況において、マイクロバブルが水環境改善のための最大の切り札になる可能性が高い。

ノロウイルスも水環境の汚染物質として捉えることが可能である。ノロウイルスはヒトの腸管でのみ増殖する。このため、下水処理における対策が不十分である場合には、河川を通して海洋を汚染する。海洋に至ったノロウイルスは貝類などに取り込まれるため、これらを不十分な加熱処理で食べた場合には食中毒の原因となる。

ノロウイルスは生ガキにおいて特に問題である。カキは冬季の低温下で濾水が低下したときに、主に中腸腺にノロウイルスを蓄積する。このウイルスは塩素系殺菌剤などに対してある程度の耐性を持っており、また60℃程度の加熱では不活化が難しい。さらに微量であっても食中毒を起こす可能性があるため、汚染されたカキを食した場合のみでなく、調理器具を介して他の食品からも被害を広めることがある。この様なノロウイルスの被害を食い止めるためには、ヒト→下水→

海洋→カキ→ヒトの循環をどこかで切断する必要がある。下水処理場における対応には合理性があり、水環境自体を浄化する観点からもその研究開発は重要である。しかし、個別浄化槽などへの対応も必要であるため、連鎖をここで完全に断ち切ることは不可能に近い。そこで対処療法的な対策であるが、汚染されたカキを浄化する技術が望まれていた。

## ノロウイルスの不活化

食品に関係した殺菌法としては一般に塩素系薬剤が利用される。ノロウイルスは塩素系薬剤にある程度の耐性を持っているため、この方法で不活化を行うためには高濃度での適応が必要である。しかし、高濃度の塩素はカキの商品価値を著しく低下させるのみでなく、塩素の使用そのものが水環境を傷つける要因ともなる。一方、環境に優しい殺菌技術としてオゾンの適応が検討されているが、気体であるオゾン在水中のバクテリアやウイルスに処方するためには、効果的な溶解技術の確立が不可欠であった。マイクロバブルは、比表面積が大きく、上昇速度が緩やかであり、また表面張力による自己加圧効果があるため、通常の気泡に比べて桁違いに大きな気体の溶解効率を持っている。この点でマイクロバブルによるオゾンの使用は大きな効果が期待できた。

オゾンは塩素に比べて10倍近い殺菌効果を持っているが、高濃度条件での使用は多くの弊害を伴う。すなわち、廃オゾン処理の問題やオキシダントなどの2次生成物の問題である。そのため可能な限り低い濃度のオゾンで処理を行う必要がある。今回の研究では水中

図3 マイクロバブルを利用してガスハイドレートを生成すると、マイクロバブルの持つ自己加圧効果のためにハイドレートの核形成が有利となり、さほど強くない過冷却条件でもガスハイドレートを製造できる

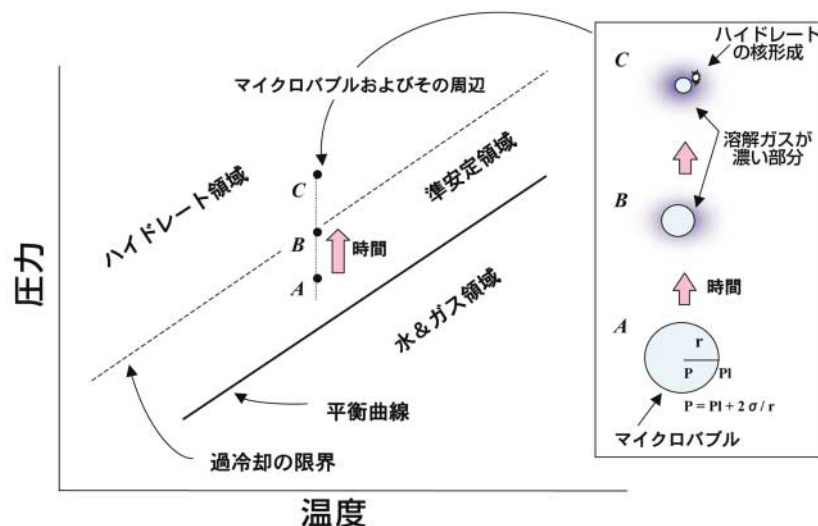
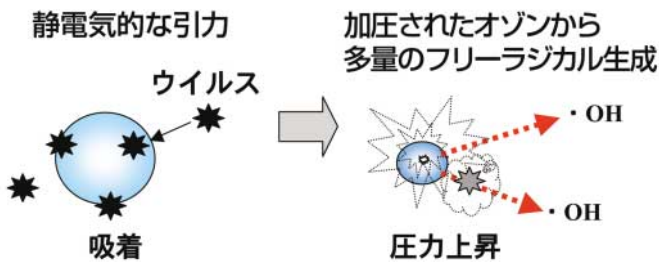


図4 マイクロバブルには静電的な作用や自己加圧効果があるため低い濃度のオゾンであってもノロウイルスを不活化することができる。



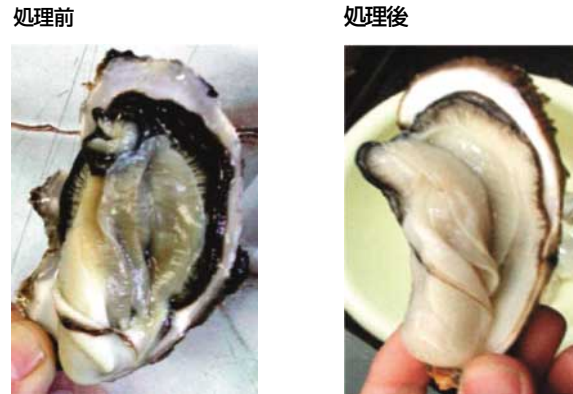
のオゾン濃度が1mg/L程度の低い値でノロウイルスの不活化を実現することができた。その詳細なメカニズムは検討中であるが、マイクロバブルの2つの特性が関与した可能性が高い。すなわち、表面電荷効果と自己加圧効果である。ある種のバクテリアは正帯電しているが、ウイルスにも同様の帯電性や疎水的な性質が存在する場合にはマイクロバブルに引きつけられて表面に捕らえられる。また、供給時のオゾン濃度が低い条件であっても、マイクロバブルは浮遊しながら縮小するため、気泡内のオゾン分圧は気泡径に反比例して急激に増加する。オゾン分解時には殺菌効果を持つフリーラジカルが発生するため、マイクロバブルの周囲に集められたウイルスが、自己加圧効果に伴って濃縮したオゾンの分解により効率的に不活化されたと考えられる。なお、ノロウイルスの不活化は、共同研究相手の東京都健康安全研究センターにおいてRT-PCR法により確認された。RT-PCR法とは複製過程を利用した遺伝子の発現解析法であり、ウイルス不活化の確認において信頼性が高い手法である。

実用化技術としての水環境改善法を考える場合に、費用対効果が重要な検討因子となる。桁違いに大きなガスの溶解能力などマイクロバブルは非常に有利な特性を持っており、また今回のノロウイルスの不活化においてはマイクロバブル自体のもつ特殊な効果も確認された。応用の対象に対して個々にノウハウを確立していく必要はあるが、マイクロバブルを水環境改善の中心技術として発展させることには技術的な利点が多い。

## 今後の展開

今回の研究では、蓄養水中に浮遊しているノロウイ

図5 オゾンを含んだマイクロバブル処理によりカキは白くて綺麗になるとともに、えぐみのない美味しい食品となる。



ルスの不活化に成功した。しかし、重要なのはカキの体内に存在するウイルスを不活化することであり、現在も研究を進めている。対象としては殻付きカキやむき身ガキであるが、前者は生きた状態での適応となるため、オゾンを含んだマイクロバブル存在下でカキが生存できることが重要である。実際にカキを蓄養槽に一晩入れて確認したところ、カキは元気に濾水を行っていた。また、オゾンにより体内が浄化されたためか、内部が非常に綺麗になっており、えぐみも無く味覚が優れたものであった。今後はノロウイルスをカキの体内に取り込ませた上で、同様の方法で不活化の確認を行っていく予定である。

今回の研究においても証明された事実であるが、マイクロバブルを利用した場合には、従来技術をベースに予測される効果とは異なった結果をもたらすことが多い。これはマイクロバブルが通常の気泡とは異なる特性を持つことに起因している。またその優れた効果を引き出すためには、単に従来技術の代替として利用するのではなく、マイクロバブルに見合った使用法を確立することが重要である。これにより農漁業から水処理、環境対策、化学工業、医療福祉までの非常に広範囲な分野に及ぶ新しい技術体系を確立することができる。

### ● 問い合わせ

独立行政法人 産業技術総合研究所  
環境管理研究部門  
環境流体工学研究グループ 高橋 正好  
E-mail : m.taka@aist.go.jp

環境負荷最小プロセスの実現へ向けて

## 過酸化水素水を用いる環境調和型酸化反応

酸化反応を含むプロセスは全化学プロセスの30%に達すると言われ、高分子合成と並んで工業的に最重要であるが、環境を汚染しやすいプロセスでもある。特に精密化学品や医薬品の製造過程では、多様な官能基を有する化合物の選択酸化が求められるため、ハロゲンや重金属を用いる方法など、いまだに環境に大きな負荷をかける酸化法が使用されている。それらの化学品は一品種あたりの生産量は小さいが、種類が極めて多く、結果としてその製造過程から発生する廃棄物の総量は、石油化学関連産業全体の廃棄物の50%以上を占めると見積もられている。

我々は過酸化水素水の酸化剤としての潜在的な能力に着目し、有機溶媒を用いない環境に優しい選択酸化技術の開発を行ってきた。低濃度の過酸化水素水は消毒薬オキシドールやコンタクトレンズの洗浄剤として市販され、また無機化合物と組み合わせて固体化したものは非塩素系漂白剤や洗濯槽クリーナーなどとして、我々の身の回りで広く使われている。過酸化水素は反応後に水以外の副生成物を生じないクリーンな酸化剤であるが、それ自身の酸化力は弱く、石油化学由来の様々な化合物を酸化するためには何らかの活性化が必要である。我々は、過酸化水素水の酸化力を飛躍的に向上させるいくつかの新しい触

媒を発見した(図)。アミノメチルホスホン酸と四級アンモニウム硫酸水素塩とタングステン酸ナトリウムの組み合わせ(エポキシ化)、高分子スルホン酸(ジオール化)、0価白金化合物(アリルアルコール類の酸化)など、触媒として働く化合物は目的とする変換反応ごとに異なる。我々は独自の反応設計の考え方に基づいて、それぞれ世界最高活性を示す触媒を見出してきた。その結果、目的物が100%近い収率および選択率で得られ、有機溶媒を全く必要とせず、水以外の副生成物が出ないクリーンな酸化反応を開発することができた。

現在、過酸化水素の製造価格は100%濃度換算で80円/kg以下であり、さらに安価な製造法の開発に向けての研究が盛んである。過酸化水素酸化は最近になってプロピレンオキシド等の基礎化学品製造にも用いられ始めているが、より製品価格の高い精密化学品や医薬品・電子材料製造分野での酸化に係わるコア技術として、今後の進展が大いに期待される。なお、我々の開発した30%過酸化水素水を用いるアジピン酸の合成、ベンジルアルコールから安息香酸の合成、環状ケトンからジカルボン酸の合成は、国内外の多数の大学等のカリキュラムで実施されており、教育を通じたグリーンケミストリーの啓蒙に貢献している。

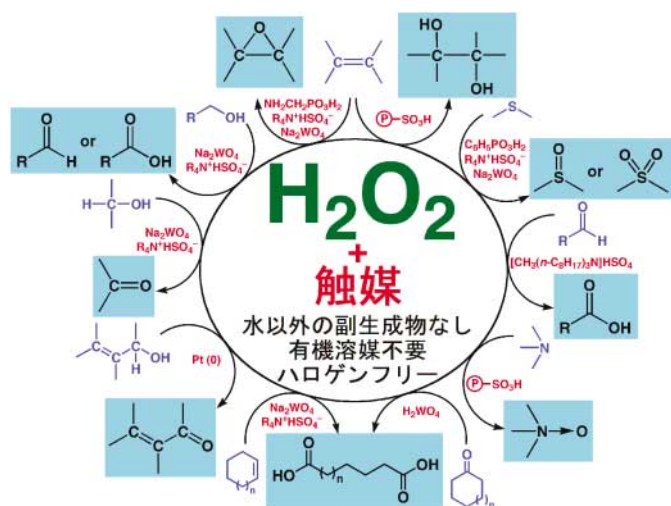


図 過酸化水素水を用いるグリーンケミストリー

### 関連情報

- 佐藤一彦著, グリーンケミストリー: 野依良治編「化学:自然と社会へのかかわり」, クバプロ (株)(2003).
- 国際特許出願 PCT/JP03/16983 (佐藤, 碓井), PCT/JP03/14360 (佐藤, 碓井), PCT/JP03/09377 (佐藤, 碓井), PCT/JP03/09376 (佐藤, 碓井), PCT/JP03/00593 (WO03/062179)(佐藤, 碓井, 田中).
- Y. Usui, K. Sato, M. Tanaka: Angew. Chem. Int. Ed., Vol. 42, 5623-5625 (2003). (Angewandte Chemie「Hot Paper」に選定)
- R. Noyori, M. Aoki, K. Sato: Chem. Commun., 1977-1986 (2003). イギリス王立化学会「Hot Article」に選定 (web上で公開後、最多アクセス記録を更新). K. Sato, M. Aoki, R. Noyori: Science, Vol. 281, 1646-1647 (1998).
- Chemical & Engineering News, Dec. 1, 33 (2003); Sept. 14, 28 (1998); Dec. 22, 37 (1997). 化学工業時報2003年8月5日, 読売新聞2002年1月9日, 毎日新聞1998年9月19日, 朝日新聞1998年9月12日, 読売新聞, 日本経済新聞, 中日新聞, NHK・おはよう日本1998年9月11日.



さとうかずひこ  
佐藤一彦  
k.sato@aist.go.jp  
環境調和技術研究部門

# 可とう性のあるセラミックスガスセンサーの開発

近年、ダイオキシシンや窒素酸化物等の化学物質や有害ガスによって引き起こされる化学物質過敏症が大きな社会問題となっている。また、水素を利用したテクノロジーがより身近なものになったことに伴い、その管理技術が重要な課題となってきた。国民が安全で快適な生活を享受できる環境を整備するためには、複数の危険・有害ガスを瞬時に識別・検知できるシステムの構築が重要である。これを実現するためには、センサー素子を微細化し、特定の有害ガスにのみ反応する複数のセンサーを、同一基板上の所定の位置に精密に配置した“センサーアレイ”の開発が望まれている。しかしながら、現行の製造プロセスは、主として、エッチングやリソグラフィーを利用した、いわゆる「トップダウンプロセス」に依存しているため、工程が煩雑、高コスト、大型特殊装置が必要、といった問題があった。また、センサー素子となるセラミックスの多くは光や電子線に対して、化学的にも非常に安定であることが、その微細加工を困難とする要因でもあった。

今回、我々はセンサー素子となるセラミックス(酸化スズ)を原子・分子レベルから積み上げてゆく、いわゆる「ボトムアッププロセス」を利用して、溶液から基板の所定の位置に選択的に、エッチングレスで作製する技術を用いることで“マイクロガスセンサー”を作製することに成功

した。本研究では特に、超軽量化と形状の自由度を考慮して、フレキシブルなポリマー基材上へのセンサー素子形成を行った。従来、ポリマー基材に直接セラミックスを堆積させた場合、界面の密着性を確保することが困難であった。そこで、我々は図1に示すように、ポリマー基板表面に膜厚が分子スケール(1~3ナノメートル)のシリカ超薄膜を光化学的に室温付近で形成する技術を最初に開発した。この超薄膜を予めポリマー基材表面に被覆することにより、前駆体溶液から析出した酸化スズとポリマー界面の密着性が著しく向上し、曲げても剥がれない・割れないことが明らかとなった(図2)。また、水素ガスに対して優れたガスセンサー能を示した。

さらに、この超薄膜上に有機シラン分子超薄膜を形成し、リソグラフィーにより、分子を局所的に除去した基板を先の前駆体溶液に浸漬したところ、酸化スズを高解像度でアレイ化することに成功した(図3)。本手法を用いることにより、エッチングレスで、あらゆる種類のセラミックスを溶液中で微細加工することができると考えている。

現在、ガス選択性を改善し、複数のガスを効率的に検知できるセンサーアレイの開発を目指している。

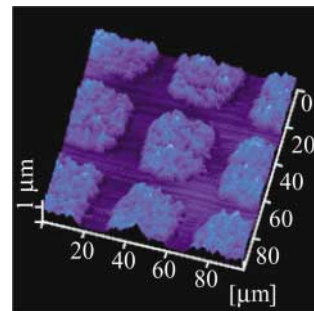
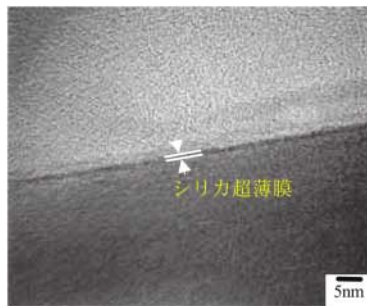


図1 ポリマー基板上のシリカ超薄膜 (左上)  
 図2 試作したフレキシブルガスセンサー (右上)  
 図3 溶液法により作製した酸化スズのマイクロ構造体 (右下)

## 関連情報

- 共同研究者: 白幡直人 (セラミックス研究部門) .
- A. Hozumi et al.: Langmuir, Vol. 19, 7573-7579 (2003).
- A. Hozumi, et al.: Surface Science, Vol. 532-535, 1056-1060 (2003).
- N. Shirahata, et al.: Advanced Functional Materials (2003) (in press).
- 特願 2002-28629 「高親水性薄膜及びその製造方法」(穂積) .
- 特願 2003-336858 「微細構造化金属酸化物薄膜及びその作製方法」(白幡, 穂積) .



ほづみ あつし  
 穂積 篤  
 a.hozumi@aist.go.jp  
 セラミックス研究部門

蛍光灯の光でも汚染物質を分解

# 高効率光触媒用3次元Si/SiCフィルタの開発

近年、自動車の排気ガス(NO<sub>x</sub>)、シックハウス症候群の原因であるVOC(揮発性有機化合物)、環境ホルモン等の有害化学物質が地球規模で広がっており、社会問題となっている。酸化チタンに代表される半導体を利用した光触媒反応は、環境に優しく、紫外線があればその反応が持続する反応であるので、環境浄化の有力な技術として期待されている。

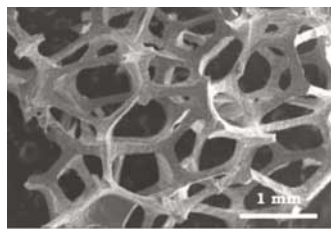
酸化チタンは粉末状であるので、固定化して用いる必要がある。一般的には壁などの平面にコーティングして用いられているので、汚染物質との接触確率が低いという問題がある。そこで、基礎素材研究部門では、光触媒の浄化効率を高めるために、汚染物質との接触確率が高くなる3次元Si/SiCフィルタの開発を行った。

ポリウレタンスポンジとほぼ同じ構造の3次元Si/SiC多孔質セラミックスに光触媒(酸化チタン)をコーティングすることにより、高効率で、しかも紫外線だけでなく蛍光灯でもNO<sub>x</sub>を分解することができた。この3次元構造の光触媒フィルタは架橋部分が細いので、光の透過性が高く、汚染物質との接触確率も高く、圧力損失も小さく、光触媒の担体として優れている。

従来のセラミックス製スポンジは、セラミックス粉末スラリをスポンジに塗布して高温で焼結するので、セルの架橋部が太くなり、セル径を大きくしないとセル自体が潰れてしまうという欠点があった。それに対し

て、シリコンと炭素との反応焼結法(Si+C=SiC)とシリコンの溶融含浸法を組み合わせることにより、スポンジがそのままの形状である多孔質Si/SiCセラミックスを作製することができた(図1)。作製された多孔質Si/SiCセラミックスの高密度は~0.06 g/cm<sup>3</sup>、開気孔率~97%と超軽量のものも作製可能である。スポンジの種類を変えることにより、セル径も自在に調整でき、しかも均一である。

この多孔質Si/SiCセラミックスは加工性もよく、フィルタ形状への加工も容易で(図2)、光の透過性も高く、光触媒の担体として優れている。光触媒をコーティングしたドーナツ状のSi/SiCフィルタを重ねて、その中心に15Wの紫外線ランプあるいは蛍光灯を設置したりアクタで、NO<sub>x</sub>の分解実験を行った。15ppmのNO<sub>x</sub>を1L/minで処理すると、殺菌灯やブラックライトの紫外線ランプでは1回の処理でほぼ0ppmになり、高効率で分解することができた。可視光の蛍光灯においても15ppmのNO<sub>x</sub>が5ppm以下になるという高い効果を示すことが分かった(図3)。これから、SO<sub>x</sub>、VOCなど他の有害ガスの濾過分解実験を行い、光触媒で効率よく分解できるガスを探索する。また今回開発した反応装置を改良して各種廃液の浄化を行う予定である。その他に、スポンジ構造以外の多孔質形状の開発等でも、環境浄化に寄与できれば幸いである。



谷 英治

e.tani@aist.go.jp  
基礎素材研究部門

## 関連情報

● 特許公開 2003-119085 (出願 2001.8) (谷 英治) .

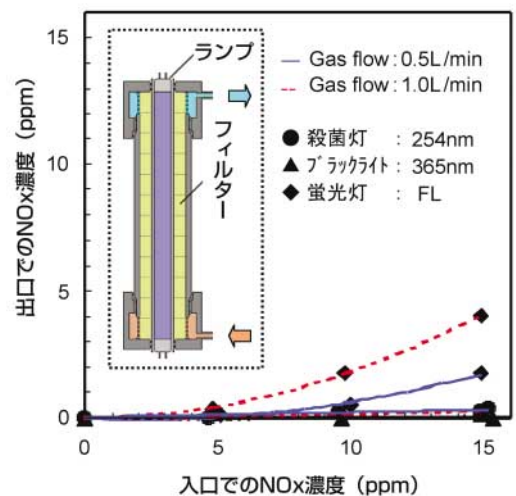


図1 (左上) 3次元Si/SiCセラミックス  
図2 (左下) 3次元Si/SiCフィルタ  
図3 (右上) リアクターでのNO<sub>x</sub>ガス浄化結果

# 東京湾における化学物質の環境濃度を簡易に計算

東京湾は大都市群と一大工業地帯を控え、船舶の航行頻度が高く、その社会経済活動により排出された様々な物質が海域に流入している。一方、漁獲量も多く、リクレーションの場としても重要な湾である。本評価モデルは、化学物質の河川からの流入量や船底からの溶出量のデータを入力することによりこの東京湾における化学物質濃度の分布計算と生息する海洋生物に対するリスク計算をパソコン上で行う。

本モデルは、長期間の演算を必要とする流動モデル、生態系モデルをあらかじめ計算し、その結果および化学物質負荷量をデータベースとして、PCパソコン内に蓄積することで、あらゆる状況での環境濃度を短時間で求めるものである。使われた流動モデルは、3次元の多層位傾圧モデルを用い、流れ、水温、塩分の水平および鉛直分布を時系列的に計算するものである。生態系モデルは、流動モデルの計算結果を用い、栄養塩や動植物プランクトン等の濃度計算を行うものであり、通常は水質評価等に使用されている。これらのデータを基に化学物質運命予測モデルおよびリスク評価モデル計算を実行する。図1に簡易リスク評価モデルの構成図を示す。

計算は、季節、計算期間、出力ファイル名の

指定等の計算条件を設定するだけでパソコン内のデータベースを使って簡単に求めることができる。さらに詳細な設定を行いたい場合には、化学物質の分解速度、無影響濃度、分配係数、有機物への吸着速度、植物プランクトンやデトリタスの沈降速度等のパラメータ入力も可能である。

計算終了後、化学物質の底泥での堆積濃度、水中での溶存濃度、有機物への吸着濃度と生物へのリスク等の空間分布図および任意の地点における時系列変化図として表示することができる(図2)。

リスク評価は、東京湾の化学物質推定環境濃度(EEC: Estimated Environmental Concentration)と無影響濃度(NOEC)の比を用いる暴露マージン(MOE)の逆数で表した。リスク(1/MOE)は、1を越える値をリスクがあるものと判定している。計算時間は、PCの性能により若干の差異があるが1ヶ月間の挙動を数分間で求めることができる。

本モデルは、これまで専門家だけに限られてきた海域における化学物質のリスク評価を一般の人にも可能とするものであり、多くの人にその重要性が認識され、更なる進展を期待している。

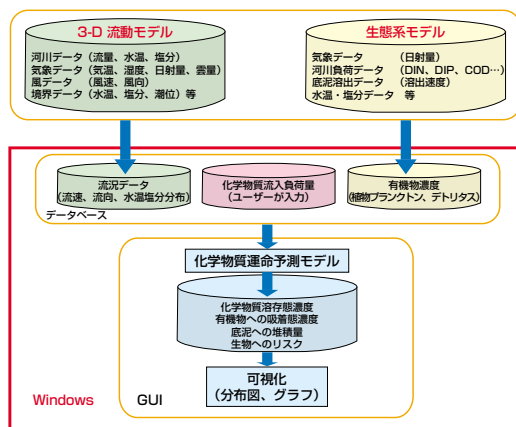


図1 簡易リスク評価モデルの構成図

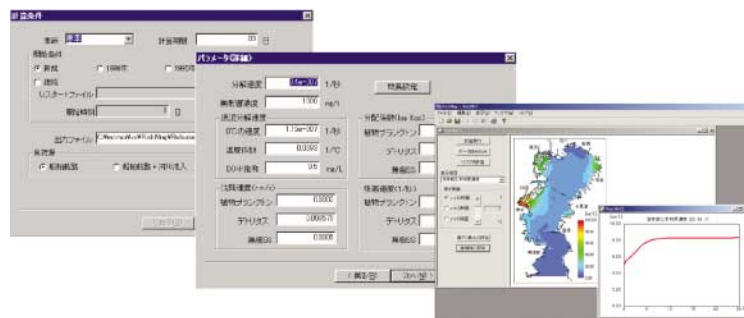


図2 モデル運用事例



ほりぐちふみお  
堀口文男  
crm-horiguchi@aist.go.jp  
化学物質リスク管理研究センター

## 関連情報

- 評価モデルの詳細と CD 申込先: <http://www.riskcenter.jp/RAMTB/>
- 堀口文男, 山本謙司, 中田喜三郎, 桃井幹夫: J. Adv. Mar. Sci. Tech. Soc. Vol. 8, No. 2, 2003, 99-107 (2003).
- F. Horiguchi, J. Yamamoto, K. Nakata: SINTEF, IMEMS 2002, 41-50 (2002).



ジーンディスカバリーからファンクションへ

アルツハイマー病関連遺伝子を追う

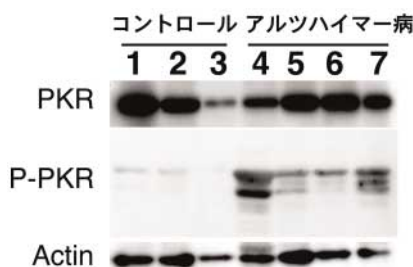
様々な生物のDNA配列情報が解読・整備されている現在、この膨大な情報の中から効率よく目的とする有用遺伝子群の同定・解析ができる手法の開発は必須である。我々は、RNAを配列特異的に切断するリボザイム(以下Rz)に着目し、網羅的な機能遺伝子探索法(ジーンディスカバリー技術)を確立した。ポイントはRzが基質の配列と結合する認識部位をランダム化したことである。このRzのプールは、異なる基質認識部位をもつ106種類以上のRzを含み、それぞれのRzが対応するmRNAに結合し切断する。

今回、このRzライブラリーを用いてアルツハイマー病関連遺伝子群の同定を試みた。この病気は神経細胞が異常な細胞死を起こし、痴呆症状を呈する。近年、この細胞死に小胞体ストレスが深く関与することが示唆された。そこで、ヒト神経芽細胞腫SKNSHにあらかじめランダム化Rz発現ベクターを一過性に導入し、糖鎖修飾阻害剤であるツニカマイシン(以下Tm)を投与、小胞体ストレスを誘導した。本来、糖鎖のない異常タンパクが小胞体に蓄積し細胞死が起こる。もし細胞に発現するRzが細胞死に関与するタンパクのmRNAを切断しその発現を抑制した時、この刺激に対し抵抗性を示すことが考えられる。そこで生き残った細胞からRzの発現ベクターを回収・基質認識部位の配列を決定し、データベースサーチで標的遺伝子の同定を行った。

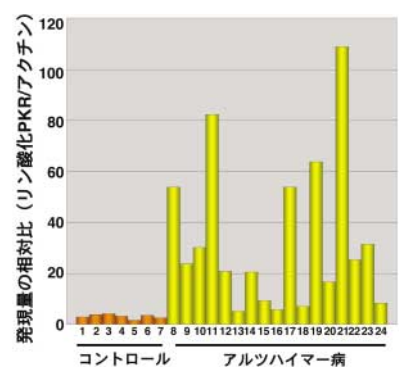
この手法で数十以上の候補遺伝子を同定しているが、今回PKRと呼ばれるプロテインキナーゼについて述べる。PKRは本来ウイルスの感染防御に関わるタンパクとして同定され、小胞体ストレスとの関連は知られていない。また細胞質と核の両方に局在するが、核内PKRの機能について不明である。しかし、我々はPKRを認識するRzが発現する細胞ではTm処理に対し高い抵抗性を示すこと、核内のPKR量がTm処理依存的に増加し、さらにリン酸化を受けて活性化することを示した。また、アルツハイマー病患者脳核抽出液においても対照群と比較し優位にリン酸化PKRの亢進が見られた(図)。リン酸化部位のアミノ酸を変異させ不活化したPKRを培養細胞に強制発現させてTm処理すると抵抗性を示すことから、核内PKRのリン酸化は培養細胞、アルツハイマー病患者脳ともに小胞体ストレスによる細胞死に対し促進的に働く重要な因子であることが示された。

効率的に重要因子を同定できるジーンディスカバリー手法は、様々な有用遺伝子の同定にも応用可能である。同定された遺伝子の機能(ジーンファンクション)解析を行うことで、今回紹介したように、PKRのリン酸化がアルツハイマー病患者の脳において細胞死に対して促進的に働くことを世界で初めて解明した。この手法を用いた更なる研究に是非期待したい。

(A)



(B)



アルツハイマー病及びコントロール群におけるリン酸化型PKRの発現量

(A)はそれぞれのタンパクに対する抗体を用いてウエスタンブロッティングを行った。

(B)はバンドの強度を測定し、アクチン量でリン酸化型PKR量を補正した。



おおぬきれいこ  
大貫玲子

r-oonuki@aist.go.jp  
ジーンファンクション研究センター

関連情報

- 共著者: 多比良和誠 (ジーンファンクション研究センター) .
- R. Onuki, Y. Bando, E. Suyama, T. Katayama, H. Kawasaki, T. Baba, M. Tohyama, K. Taira: EMBO J., Vol. 23, 959-968 (2004).
- E. Suyama, H. Kawasaki, M. Nakajima, K. Taira: Proc. Natl. Acad. Sci. USA, Vol. 100, 5616-5621 (2003).
- R. Onuki, A. Nagasaki, H. Kawasaki, T. Baba, T. Q.P. Ueda, K. Taira: Proc. Natl. Acad. Sci. USA, Vol. 99, 14716-14721 (2002).
- H. Kawasaki, R. Onuki, E. Suyama, K. Taira: Nature Biotech., Vol. 20, 376-380 (2002).
- H. Kawasaki, K. Taira: EMBO Rep., Vol. 3, 443-450 (2002).

# 蛋白質の切断されない分泌シグナル

ヒトを含め多細胞動物では、個体の構築・維持のための細胞間コミュニケーションや細胞外環境造成が必要である。そのために、細胞は莫大な種類のタンパク質を、小胞体-ゴルジ装置という細胞内小器官を介して細胞外に分泌する。分泌タンパク質は、N末端に「分泌シグナルペプチド」と呼ばれる配列を持っている。シグナルペプチドは、細胞質のリボソームで最初に翻訳されるや否や、これを認識する分子群によって、小胞体の膜のチャンネル(穴)に挿入され、続いて合成されるタンパク質本体部分を通過させつつ、自身は切断、破棄される。シグナルペプチドは、疎水性アミノ酸に富む配列であり、これを高確率で予測できるプログラムがある。

私たちが研究の対象としている細胞増殖因子も、主に細胞の外で働くタンパク質であり、多くは上記の「常識的」な切断型シグナルペプチドを備えている。ところが、実験的には分泌されるのに、切断型シグナルペプチドを持たないタンパク質が少なくとも2種類あった。それは、FGF (fibroblast growth factor)-9と、FGF-16である。これらタンパク質をシグナルペプチド予測プログラムで解析すると、いずれも非分泌タンパク質であるとする

誤った結論が導かれる。面白いことに、これらタンパク質はいずれも、小胞体-ゴルジ装置を介した「常識的」な経路で分泌されることが、糖鎖修飾の存在や阻害剤を用いた実験などから分かった。そこでこれらのアミノ酸変異、部分欠失、リポーターキメラ体を作り、小胞体取り込みや細胞分泌を調べ、どの部分がシグナルとして機能しているのかを解析した。その結果、FGF-9とFGF-16の分泌のためには、いずれも、一次構造中央部分の疎水性領域(図オレンジ部分)と、N末端の両方が、「常識破り」な分泌シグナルを構成することが分かった。しかもN末端領域の疎水性は重要でなかった。これらのシグナル配列は、小胞体のチャンネルを通過する際にも切断されないという特徴を持つ。なぜ、これらタンパク質が特殊な分泌シグナルを持つのか、チャンネルまでの運搬と通過は異なる分子群に担われているのか、など、興味はつきない。これまでに全タンパク質のうちわずか4~5種類で明らかになったこのような非切断型分泌シグナルは、実はもっと沢山あるのかもしれない。分泌タンパク質予測の再試行など、今後のタンパク質の構造と機能の研究の進展が期待される。

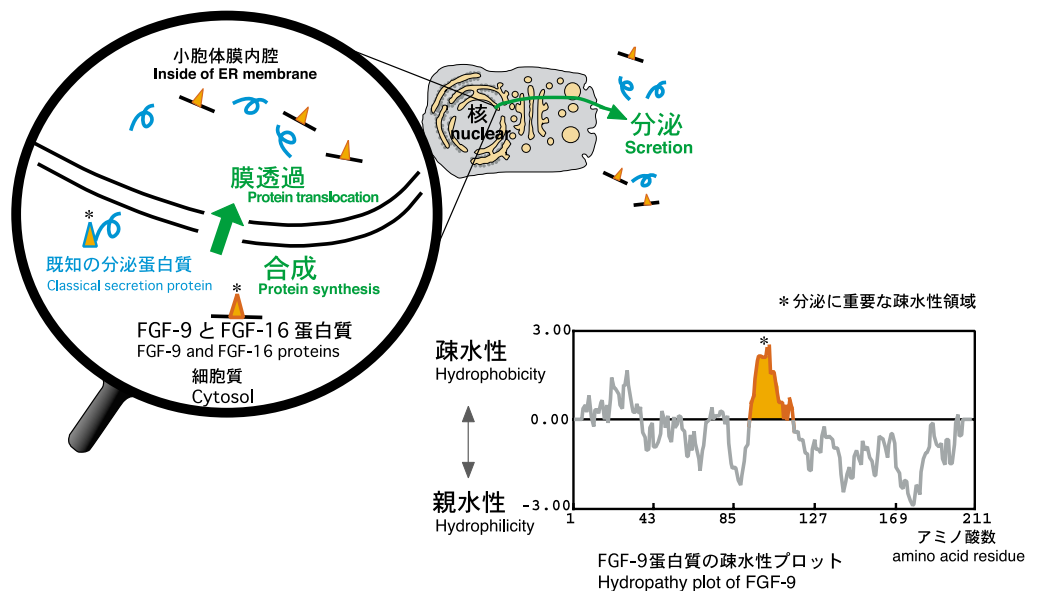


図 FGF-9とFGF-16蛋白質の特異な非切断型分泌シグナル

多くの既知の分泌蛋白質は、小胞体膜透過のときに分泌シグナルの切断を経て分泌される。これに対して、FGF-9やFGF-16蛋白質は、その中央に存在している疎水性領域(オレンジ)とN末端の両方が協調し、切断されない分泌シグナルとして働いて、分泌の第一段階である小胞体膜を透過し、内腔に輸送され、細胞外に分泌される。



いまむら とおる  
今村 亨  
imamura-toru@aist.go.jp  
年齢軸生命工学研究センター

関連情報

- K. Miyakawa, K. Hatsuzawa, T. Kurokawa, M. Asada, T. Kuroiwa, T. Imamura: J. Biol. Chem., vol. 274, 29352-29357 (1999).
- K. Miyakawa, T. Imamura: J. Biol. Chem., vol. 278, 35718-35724 (2003).

GPSとインターネットを使って校正依頼者のもとで校正

# 時間・周波数の遠隔校正システムの開発

標準器の校正は、計量器のトレーサビリティシステムの根幹をなす重要な行為である。時間・周波数の場合には、被校正器を校正機関に持ち込んで標準器と直接比較することによって校正が行われてきた。この場合、被校正器の電源のオンオフや運搬に伴う擾乱が生じる恐れがある。また、校正依頼者が普段装置を運用する場所と校正機関の校正室の環境の違いによる偏差が生じるなど不確定な要素が多く、校正の信頼性低下をまねく原因となっている。

そこで、当研究部門では校正サービスの質の向上を図るため、校正依頼者のもとで被校正器を運用した状態のまま校正を行うことができる「遠隔校正」のサービス提供に向けたシステム設計とその開発を行った。

校正依頼者のもとにある被校正器を当所の標準器と比較するために、本システムにおいてはGPS(全地球測位システム)衛星からの信号を「仲介器」として利用している(図1)。測位信号を解読することにより、衛星に搭載されている原子発振器と地上の発振器の比較が行える仕組みを利用し、このような比較を当所と被校正器のある場所で独立に行うのである。ここで同じ衛星からの信号を比較対象の2ヶ所で同時に観測するコモンビューという手

法を用いることによって、衛星に搭載されている原子発振器の性能の影響が除去された比較値が得られる。

このシステムにおいては校正依頼者側に蓄積される測定データを当所へ伝送するためにインターネットを利用している。校正という行為の特性上、校正依頼者の手を介さない自動化の処理が必要であるため、校正依頼者側にソフトウェアを組み入れた専用のサーバをおき、GPS受信機からのデータを伝送することとした。

被校正器の環境によらない汎用システムの実証のために行われた実験の結果を図2に示す。遠隔校正システムにより自動的にデータを取得し伝送することで、およそ500km離れた場所にある被校正器(ルビジウム(Rb)原子発振器)と当所の標準器との間の比較測定に成功した。このとき得られた周波数の相対偏差の値は、同時に行われた参照用発振器との間の直接測定の結果と比較したところ、 $10^{-11}$ のオーダーの差で一致した。市販されているRb原子発振器では、多くの場合、電源切断時の再現性や長期の周波数変動値がこのオーダーを上回るため、この変動を抑えることができる遠隔校正によりその信頼性を向上させることが示された。

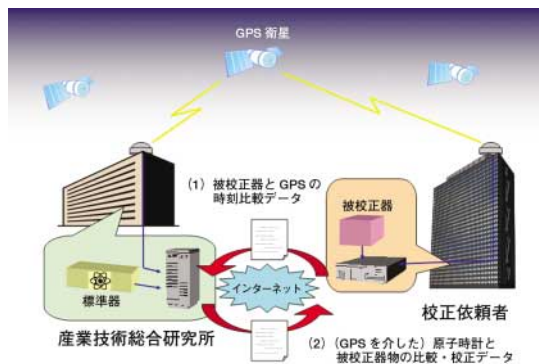


図1 遠隔校正システムの概略

	公称値	データ長	サンプリング間隔	相対偏差
遠隔測定	5MHz	5日間	スケジュールによる	$+3.4 \times 10^{-10}$
直接測定	5MHz	5日間	30分	$+3.38 \times 10^{-10}$

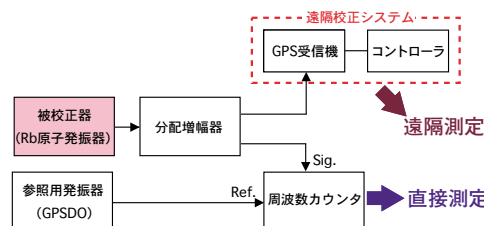
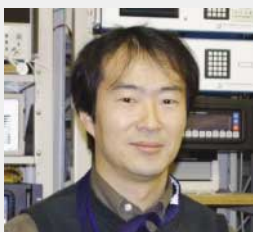


図2 実証実験の結果



ふくやますひろ  
福山康弘  
y.fukuyama@aist.go.jp  
計測標準研究部門

関連情報

● <http://staff.aist.go.jp/y.fukuyama/time/>

# 自己複製過程の自然な表現

生物のもつ多くの機能のうち最も重要なものの一つである自己複製について様々な研究が行われて来た。1950年代初めのフォンノイマンによる自己増殖オートマトン以来、その多くは2次元セルオートマトンという枠組みの上で研究が行われている。セルオートマトンは、内部状態をもつセルと呼ばれる要素が均質に配置された格子空間上で、各セルのもつ内部状態を隣接セルの状態によって新しい状態に更新するものである。しかし基となる格子空間自体は変化しない。

当研究部門分散システムデザイン研究グループでは東京工業大学と共同でグラフオートマトンというモデルの研究を進めている。グラフオートマトンはグラフ構造の上でセルオートマトンを定義するもので、セルオートマトンのような状態遷移に加えて構造書換えの規則によってグラフ構造を変化させることができる。これにより特定の格子空間に依存することなく、自己複製過程のように要素の数やトポロジーが動的に変化するシステムも自然に表現することができる。

ここで扱うグラフは内部状態をもつノードの集まりがリンクで結合されたもので、各ノードが他の3ノードと隣接する平面グラフを想定する。構造書換え規則として図1に示す

3種類を用いる。これらの規則を適用しても3ノードと隣接するという関係は変わらない。各規則は特定の局所的な状態の時にのみ適用される。初期状態となるグラフから出発して、あるルールセットの中の適用可能な規則を順次適用していくことによりグラフを時間発展させる。また、この時間発展は初期グラフとルールセットによって完全に規定され、これらの設計がシステムの設計に相当する。

例えば最も単純な計算機のモデルであるチューリング機械の自己複製を図2のように実現できる。ここではチューリング機械をリング状の梯子構造により表現している。分裂の開始点から活性部位が連鎖的に伝播し、全体が二つに分裂する。この例は2シンボルの場合であり、20状態、257規則を用いて、任意の長さ、記号配列のチューリング機械を複製することができる。

グラフオートマトンの規則は一様な型式で記述されるため、進化的手法の適用も容易である。これにより、様々な自己複製パターンを自動生成することにも成功している。今後は、生物の発生や進化のモデルとして、また、進化する人工物システムのモデルとして発展させていきたいと考えている。

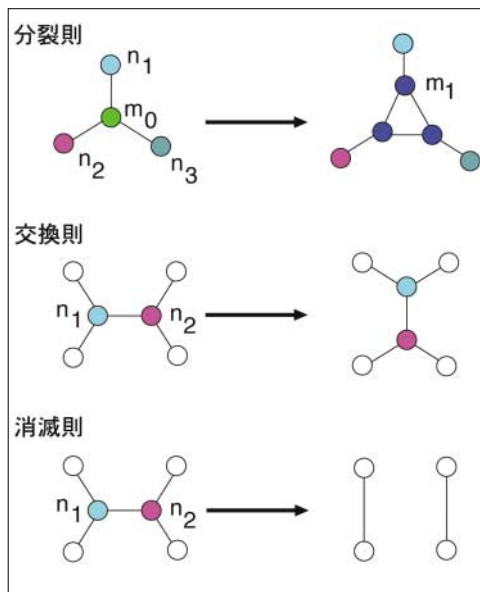


図1 構造書換え規則

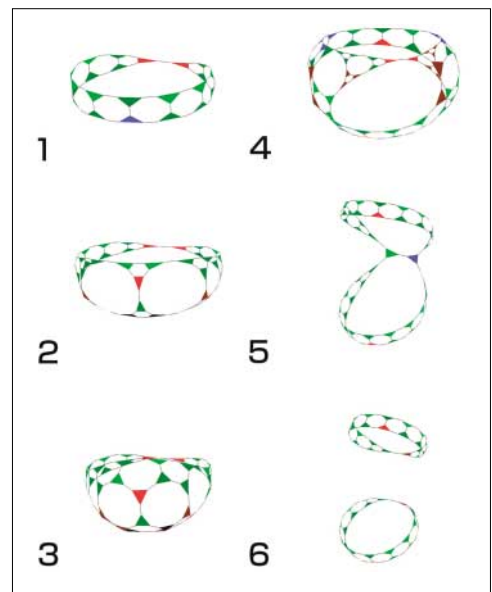


図2 自己複製過程の例



とみたこうじ  
富田康治  
k.tomita@aist.go.jp  
知能システム研究部門

関連情報

- 共同研究者：黒河治久（知能システム研究部門）、村田智（東京工業大学）。
- K. Tomita, H. Kurokawa, S. Murata: Physica D, Vol. 171, No. 4, 197-210, (2002).
- <http://staff.aist.go.jp/k.tomita/ga/>

人間生活環境で活躍するロボットの実現に向けて

# ICタグを用いた知識分散型ロボット制御システムを開発

ロボットに作業をさせる方法としては、作業空間の知識を幾何モデルで記述し、モデルの世界で作業プランを自律生成する「モデルベース手法」がよく知られている。この方法の問題点は、作業空間が複雑になると知識の記述が困難になることである。本研究開発では、この点を克服すべくユビキタスコンピューティング技術を導入し、作業空間の構造を、作業空間に存在する物体の提供者が記述できるようにする知識分散化空間の枠組みを検討した。

知識分散化空間においては、環境中の全ての物体を情報化する。その手段として近年普及しつつあるICタグは、非常に小型軽量であり、知識分散化空間を実現する目的に適した情報化機器である。また、情報のやり取りが頻繁に行なわれるため、常時双方向通信が可能であることが望ましく、近年普及の著しい広帯域通信網のようなネットワーク技術が有効である。このように、本研究ではICタグ技術とネットワーク技術を利用することで、知

識分散化空間実験システムを構築した。

知識分散型ロボット制御システムでは、物体を取り扱うための知識は、ロボットを含め物体を提供する側が生成し、それを物体自体に添付することを提案する。これにより、初めて環境に追加された物体であってもロボットは特別な教示をすることなく操作することができる。

従来、ロボットが画像処理技術などを用いて環境情報を取得する場合、物体認識が困難とされてきた。知識分散型ロボット制御システムでは、物体自身が認識情報を発信するから、従来と比べて、はるかに物体認識が容易である。

今回構築したプラットフォームをベースに、より一般的な環境で動くロボットシステムの構築を試み、「知識分散型ロボット制御手法」の実証を行っていく予定である。これによって近い将来、多くのロボットが人間生活環境内で自由自在に活躍することを促進するものと期待している。

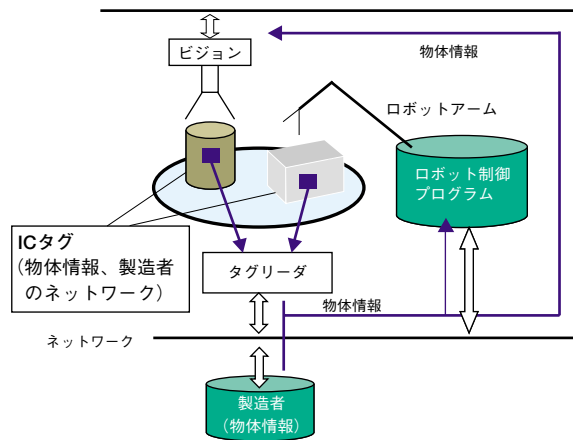


図1 「知識分散ロボット制御」概念図



図2 開発実験システム



おおば こうたろう  
大場光太郎  
k.ohba@aist.go.jp  
知能システム研究部門

関連情報

- 特願2003-325768 「ロボット及び物体処理手法」(谷江和雄, 平井成興, 丁洛榮, 大場光太郎, 本宮弘) .
- 特願2003-326171, 特願2003-326470, 特願2003-326715 「物体処理システム、物体処理手法及びロボット」(谷江和雄, 平井成興, 丁洛榮, 大場光太郎) .

## サファイア基板上超電導酸化物薄膜

分散電源サイトや商用電力系統で用いられる超電導薄膜限流器、携帯電話の基地局で使われる超電導マイクロ波デバイスの実現には、高い臨界電流密度(抵抗ゼロで流し得る電流密度の最大値)を有する大面積超電導薄膜の開発が不可欠である。当研究部門では、パルスレーザー蒸着(PLD)法による高臨界電流密度・大面積超電導薄膜の作製技術の研究を行っている。サファイア( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )基板は、大面積単結晶基板として最も安価であること、機械的強度が大きいこと、誘電率が小さいこと、液体窒素温度近傍において金属銅よりも大きな熱伝導率を有し、常電導転移時に発生する熱を速やかに基板を通して拡散できることから、限流器・マイクロ波デバイス用の基板として優れた特性を備えている。しかし、サファイア基板上への酸化物超電導体  $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$  (YBCO) 膜の直接成膜は困難であり、高品質な薄膜を作製するためには反応防止と格子整合用のバッファ層が必要である。我々は、バッファ層として最も有望な  $\text{CeO}_2$  を PLD 法で作製している。図 1 a は、R面(1 $\bar{1}$ 02)サファイア単結晶基板の上に PLD 法で作製した  $\text{CeO}_2$  バッファ層の原子間力顕微鏡像を示す。成膜条件を最適化しても表面は平坦でなく、約 10 nm の凹凸がある。この  $\text{CeO}_2$  層を酸素気流中 1025 °C で熱処理を行ったところ、図 1 b に示すように

平坦な表面を得ることができた。この場合の表面の凹凸は、1nm以下にまで減少するとともに、直径が10~20ナノメートルの表面粒子(ナノドット)が形成されているのが見られた。ナノドットは、サファイア基板と  $\text{CeO}_2$  バッファ層との間の格子不整合による歪みを緩和するために生成したと考えている。後熱処理を行ったバッファ層と、後熱処理なしのバッファ層の上に、YBCO 薄膜を PLD 法により同一条件で成膜し、臨界電流密度を比較したところ、後熱処理を行った場合には2~10倍に向上した(図2)。超電導体の臨界電流密度を向上させるには、きれいな超電導試料を作るだけでなく、磁束をピン止めするための結晶欠陥を導入する必要もある。透過電子顕微鏡観察および臨界電流密度の磁界印加角度依存性の測定から、この特性改善は、バッファ層の平坦化によってもたらされた YBCO 膜の結晶性の向上と、ナノドットによってもたらされたと思われる結晶転位、微小析出物の導入が寄与していることがわかった(図3)。

高温度における後熱処理によるバッファ層の原子レベル平坦化と言う、この簡便な方法は、PLD 法以外の方法で作製したバッファ層や、R面サファイア基板以外の基板にも適用可能であるので、今後、幅広く応用分野を探索して行きたい。

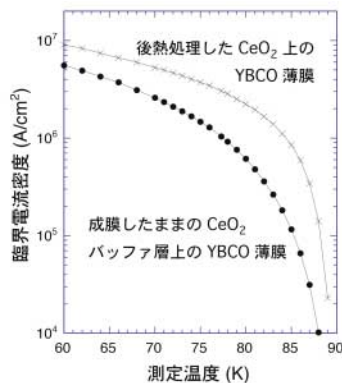
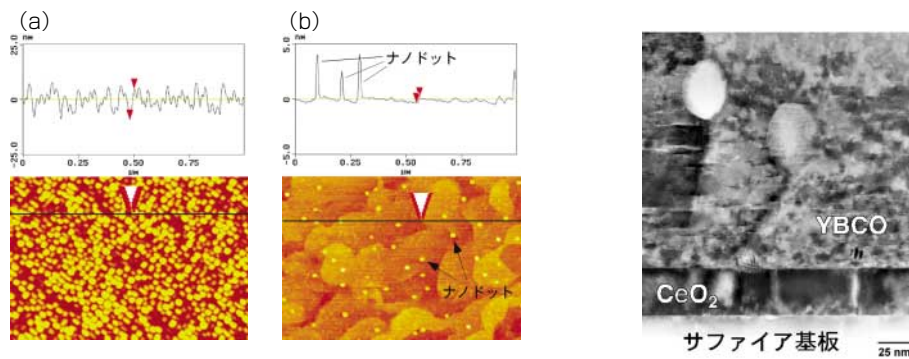


図1 (左上) (a) R面サファイア単結晶基板の上に作製した  $\text{CeO}_2$  バッファ層の原子間力顕微鏡像と表面の凹凸のプロファイル (b) これを成膜時よりもさらに高温度において後熱処理すると、原子レベルで平坦化される。

図2 (左下) (●) 成膜したままのバッファ層の上に作製した YBCO 薄膜の臨界電流密度の温度依存性。(×) 後熱処理後のバッファ層の上の YBCO 薄膜の臨界電流密度。

図3 (右上) 後熱処理した  $\text{CeO}_2$  バッファ層上に作製した YBCO 薄膜の透過電子顕微鏡写真(断面図) 卵形の微小析出物と結晶転位が見える。



にえ じゃつあい  
聶 家財  
jc-nie@aist.go.jp  
電力エネルギー研究部門

## 関連情報

- 共同研究者: 山崎裕文 (電力エネルギー研究部門)
- J. C. Nie, H. Yamasaki, H. Yamada, Y. Nakagawa, K. Develos-Bagarinao: Supercond. Sci Technol. Vol.16, 768 (2003).
- 特願 2003-35361 「高臨界電流密度を有する超伝導酸化物薄膜の作製方法」(山崎裕文, 聶家財)。

# 新しい底質標準物質の開発

## NMIJ CRM 7304-a : ポリクロロビフェニル・有機塩素系農薬類分析用

計測標準研究部門 鎗田 孝

### 開発の経緯

ポリクロロビフェニル (PCB: 塩素数1~10の塩化ビフェニル類の総称で209種類の同族体がある) や塩素系農薬類は、代表的な有機汚染物質であり、環境保全の観点から環境中の残留濃度を正確に管理する必要がある。しかし、これら物質の高感度分析では、分析条件の変化や交差汚染 (分析試料間の汚染) などによって、“真の値”からはかけ離れた測定値が得られる危険性が高い。そのため、実際の試料と並行して、組成標準物質 (分析試料と類似した試料中の成分濃度を認証した標準物質) を分析することによって、分析操作の妥当性を確認する必要がある。

そこで、今回PCBや塩素系農薬類分析の精度管理に用いるための底質標準物質 (NMIJ CRM7304-a) を開発した (写真)。産総研ではこれまでも有害金属分析用などの底質標準物質を開発してきたが、本標準物質は初めての有機汚染物質分析用となるものである。

### 標準物質の調製と値付け

標準物質の原料には、国内の都市部に隣接する湾内で採取した底泥 (底質) を用いた。この底泥を風乾、粉碎した後、106 μm のふるいを通過したものを瓶詰め (60 g) し、さらに滅菌処理を施した。

底質中の PCB や塩素系農薬類の分析は、分析対象成分の抽出、抽出物のクリーンアップ、およびガスクロマトグラフィー / 質量分析法 (GC/MS) による定量、という操作過程を踏む。本標準物質の値付けには、一次標準測定法 (SI 単位へのトレーサビリティが確保される分析法) の一つである同位体希釈質量分析法 (IDMS) を適用した。一方、IDMS を適用したとしても、GC/MS 測定の前に行う抽出やクリーンアップにおいて、測定値にバイアス (ずれ) が生じる可能性がある。そのため、原理の異なる抽出法とクリーンアップ法とを組み合わせた複数の分析法 (認証項目毎に4~7法) を値付けに適用し、認証値の信頼性を確保した。特に抽出法については、マイ

クロ波加速抽出法などの最新抽出技術を採用した。

### 認証値と不確かさ

上記の複数の分析法での測定結果から認証値を決定した。また、各分析法の不確かさ (ばらつき) や試料の均質性を評価して、認証値の不確かさを算出した。認証した項目は、14種類のPCB同族体 (表1) と代表的な塩素系農薬やその代謝物 (表2) の含有率である。

### 参考値

底質中の PCB に関する準公定分析法として、環境庁 (当時) が制定した外因性内分泌攪乱化学物質調査暫定マニュアル (水質、底質、水生生物) があるが、同法では PCB を塩素数別に定量することになっている。そこで、当所を含む12機関が参加する共同分析を実施し、その結果を参考値として付与した。この参考値を利用すれば、同法における分析精度を管理することも可能である。

本標準物質は既に有償で頒布されている。みなさまの分析精度管理にお役立ていただければ幸いです。

認証項目	認証値 (μg kg <sup>-1</sup> )	拡張不確かさ (μg kg <sup>-1</sup> )
CB3 (4-クロロビフェニル)	0.311	0.085
CB15 (4,4'-ジクロロビフェニル)	2.26	0.24
CB28 (2,4,4'-トリクロロビフェニル)	34.9	2.3
CB31 (2,4',5-トリクロロビフェニル)	27.1	1.8
CB70 (2,3',4',5'-テトラクロロビフェニル)	60.7	3.8
CB101 (2,2',4,5,5'-ペンタクロロビフェニル)	31.9	2.6
CB105 (2,3,3',4,4'-ペンタクロロビフェニル)	18.4	2.0
CB138 (2,2',3,4,4',5'-ヘキサクロロビフェニル)	13.9	1.1
CB153 (2,2',4,4',5,5'-ヘキサクロロビフェニル)	15.9	1.0
CB170 (2,2',3,3',4,4',5-ヘプタクロロビフェニル)	3.62	0.22
CB180 (2,2',3,4,4',5,5'-ヘプタクロロビフェニル)	9.10	0.69
CB194 (2,2',3,3',4,4',5,5'-オクタクロロビフェニル)	1.89	0.11
CB206 (2,2',3,3',4,4',5,5',6-ノナクロロビフェニル)	0.476	0.050
CB209 (デカクロロビフェニル)	1.28	0.20

表1 PCB同族体\*の認証値

\*IUPAC表記による



写真 NMIJ CRM 7304-a 海底質

認証項目	認証値 (μg kg <sup>-1</sup> )	拡張不確かさ (μg kg <sup>-1</sup> )
4,4'-DDT	5.44	0.50
4,4'-DDE	5.37	0.30
4,4'-DDD	12.4	1.9
γ-HCH	5.33	0.26

表2 塩素系農薬類の認証値

# 地質時間の標準化

## 標準複合年代尺度の開発

地球科学情報研究部門 柳沢 幸夫

### 地質時間と年代尺度

地質現象は長大な地質学的時間スケールで起こっており、その実体を明らかにするためには、正確で信頼性の高い地質時間の物差し「標準地質年代尺度」が必要である。地球科学情報研究部門複合年代層序研究グループは、国内外の研究者の協力を得て、標準の地質年代尺度を提供することを目的に研究を行っている。これは、「地質の調査」のミッションの中核となる国土の基盤地質情報を組織的・体系的に集積することに貢献し、さらに国際的標準化にも寄与するものである。

### 地質年代層序の統合・複合

地質年代を「測る」方法には、さまざまな方法がある(図)。数値年代を直接測る方法としては、放射性元素が一定の割合で崩壊してゆく現象を利用した放射年代測定法があり、一方、地層の堆積順序(層序)と地層中に記録された物理・化学・生物学的信号を利用した相対的な時間の新旧(相対時間)を測る方法もある。物理

学的信号を利用した物理年代層序の代表は、過去の地磁気極性の反転史を用いた古地磁気層序である。化学年代層序としては、海水の安定同位体の割合の変化を利用した同位体層序がある。生物年代層序は、生物進化の歴史(化石)を利用して相対年代を決める方法で、近年ではとくにグローバルな分布する顕微鏡サイズのマイクロ生物化石(微化石、写真)を用いた年代層序が急速に発展している。こうしたさまざまな年代測定の方法を統合・複合させて、より正確で精密な年代を明らかにするための物差しが標準複合年代尺度である。

### 新第三紀複合年代尺度の作成

当研究グループは第1期の目標として、生活に深く関係し、資源探査や地球環境の研究で重要な新第三紀(2400万年前~現在)について、精度の高い標準複合年代尺度を作ることを目的として研究を行ってきた。研究では、個々の年代層序の精度と確度の向上を図るとともに、地層中の火山灰層の放射年代測定を行い、数

値年代と重要な相対年代とを直接対応させ、全体の年代層序を統合することができた。また、国際標準のヨーロッパの年代層序との比較を行い、日本を含む東アジアで使いやすいように適切なローカライズを行った。こうして、数値年代目盛りのついた古地磁気層序と4種の微化石層序を組み合わせた汎用性の高い年代尺度を作成・提供することが可能となった(図)。今後は更に時間分解能を向上させ、異なる地質時代についても標準複合年代尺度を作成・提供してゆく予定である。

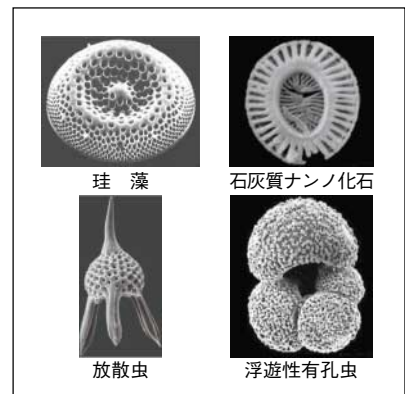


写真 微化石の電子顕微鏡写真

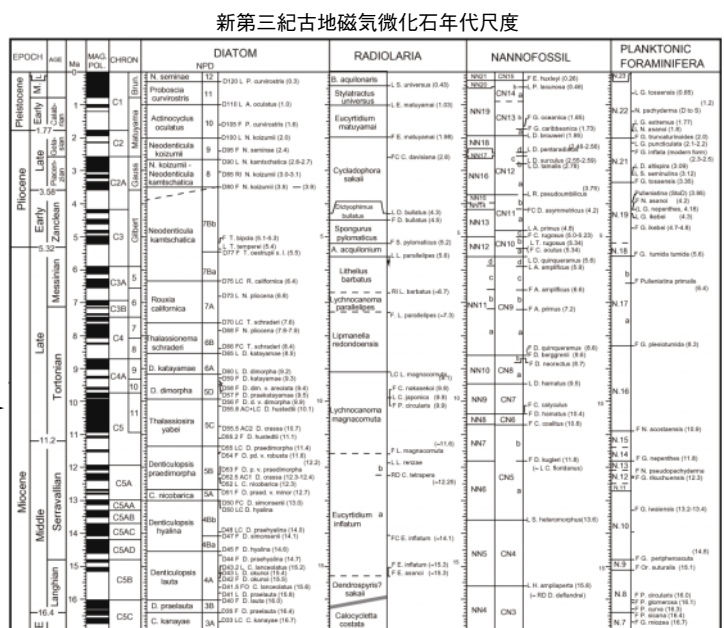
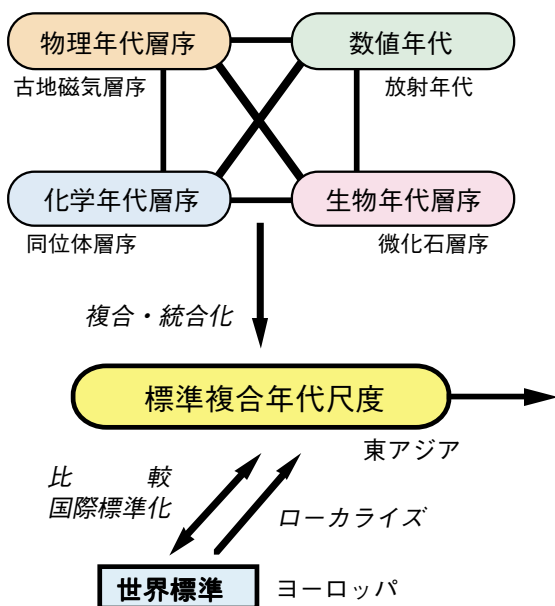


図 複合年代層序の研究と年代尺度



# 妨害音及び高齢者の聴力低下を考慮した報知音に関する標準化研究

人間福祉医工学研究部門、成果普及部門 工業標準部

人間福祉医工学研究部門と製品評価技術基盤機構における標準基盤研究の成果として、「高齢者・障害者配慮設計指針－消費生活製品の報知音－妨害音及び聴覚の加齢変化を考慮した音圧レベル」が、日本工業標準調査会の議決を得て、2003年11月に経済産業大臣によりJIS S 0014として制定されたので、その概要を紹介する。

## JIS 制定の背景

近年、家電製品や情報通信機器をはじめとする多くの消費生活製品には、利便性向上のために報知音が組み込まれるようになってきている。この報知音は、使用者が製品の設定パネルを操作したり、製品の動作状況を知るための重要な手段である。特に、視力の低下した高齢者や視覚障害者は製品の視覚表示を見ることが困難な場合があり、報知音は製品を使用する上で欠くことのできない情報源となっている。

この規格では、報知音の聞き取りに関する研究成果に基づいて、妨害音及び聴覚の加齢変化を考慮した場合の報知音の音量(音圧レベル)設定に関する設計指針を規定した。また、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)においても報知音に関する標準化の推進が求められており、この規格の制定は時宜がなくなったものと言える。

## 規格の概要

この規格は、耳科学的には正常であるが加齢に伴う聴力低下をもつ高齢者を含む製品の使用者を対象とし、それらの使用者にとって適切な大きさに聞き取れる報知音の音圧レベルの範囲を、妨害音(製品の動作音及び周囲の生活環境音)の有無を考慮して製品の設計者が適切に設定するための指針について規定している。

対象とする報知音は、消費生活製品に組み込まれた音で、音の種類は現在最も普及している圧電ブザーで発音しやすい一定の周波数をもつ音を対象としている。使用者が報知音を聴取する条件は、その製品が使用される一般的な住居内とした。

報知音の聞き取りやすさは、使用者の聴力だけでなく、妨害音と報知音との相対音圧レベルに依存する。報知音の聞き取りに必要な相対音圧レベルは、妨害音及び報知音の種類にかかわらず、ある一定の値となることが研究の結果明らかとなった。報知音の音圧レベル範囲は、下限値

と上限値によって表される。下限値は高齢者でも報知音を聞き取ることのできる最も低い音圧レベルをいい、上限値は報知音が十分に大きく聞こえる音圧レベルをいう。報知音の設計に際して、この下限値を上回るように音圧レベルを設定すれば、妨害音がある場合でも高齢者にとって聞き取りやすい報知音を作成することができる(図)。

## JIS 制定による効果及び期待

この妨害音及び聴覚の加齢変化を考慮した音圧レベルに関する標準化研究によって、妨害音があっても若齢者及び高齢者にも聞こえやすい「2kHz」付近の報知音を用いるのが望ましいことがわかり、報知音の設計が容易となった。今後、より多くの使用者にとって聞き取りやすい報知音を組み込んだ消費生活製品が、ますます普及していくものと期待される。

年齢や障害の有無にかかわらず誰もが使いやすい製品を開発していくことは、世界的に見ても高齢化の著しい日本にとって重要な課題である。この規格は、そのような“アクセシブルな”製品の開発・普及の一助となるものである。



写真 聴取実験の様子

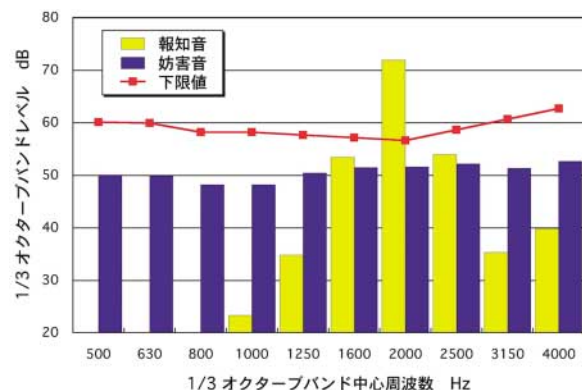


図 報知音・妨害音及び下限値の測定結果の例

報知音の音圧レベルが、高齢者にも聞き取りやすい音圧レベルの下限値を上回っているため、この報知音は妨害音中でも適切に聞き取れると判断できる。

## 特許

特許第 2777981 号 (出願 1995.12)

# キトサン含有繊維からなる中空球状素材、及びその製造法

●関連特許 (登録済み: 国内 2 件)

### 1. 目的と効果

キトサンビーズは反応性に富むアミノ基をもち、高い金属イオン吸着能や生体親和性を持つ再生産可能なバイオポリマー素材です。現在はカニ殻などのキチンから生産されていますが、その製造工程は化学反応をベースにした煩雑で環境負荷の高い工程です。このキトサンビーズを微生物培養法によって生産することを目的に、新規なキトサンビーズ及びその製造法を開発しました。本製造法により、機能性の高い独特な形状 (中空球状) のキトサン素材を製造できます。

[適用分野]

- 重金属吸着素材
- 酵素固定化素材
- 機能性食品素材
- 養殖魚介類の餌料素材

### 2. 技術の概要、特徴

細胞壁成分としてキチン、キトサンを多量に含有するリゾプス属菌類は、種々のアルコール類を含有せしめた培地中で培養することによって、粒子状 (ペレット状) の菌体を得ることができます。この菌体を 120℃ 前後の希アルカリ溶液で 1 時間程度熱処理すると、菌糸体の細胞成分及び細胞壁中のキチン質以外の成分が溶出し、キトサン含有の中空球状素材を得ることができます。この素材の特徴は粒状であること、内部が中空状になっていること、さらに構成素材自体もまた中空繊維状であることです。このような独特な構造をした素材は、カニ殻由来のキトサンから作った従来のキトサンビーズには見られないものです。

### 3. 発明者からのメッセージ

ここで提案したのはビーズ状キチン質ですが、菌糸状の培養菌体からは繊維状のキチン質も得ることができ、紙を抄く方法で簡単にフィルム状にすることができます。形態制御の方法としては、界面活性剤や培養 pH による制御なども考えられます。また、現在発酵産業では細胞壁にキチン質を有する菌が使用されていますが、メインの発酵と同時にこのような菌の生育形態の制御を組み合わせることができれば、発酵済みの廃菌体の有効利用という観点からもこのような形態制御培養法が有用となります。

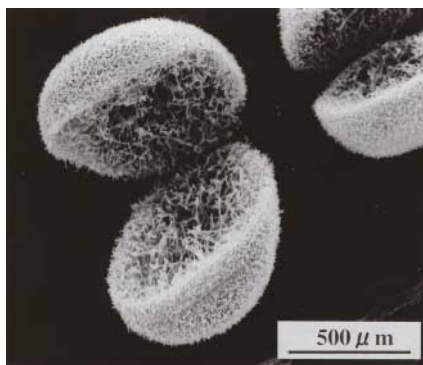


図 リゾプス属菌由来の多孔性キトサンビーズ構造

アルコールの種類	濃度 (%)
メタノール	1.5
エタノール	2.0
n-プロパノール	0.5
イソプロピルアルコール	3.0
n-ブタノール	0.5

表 ビーズ状生育を誘発するアルコールの種類と濃度

## 特許

特許第 3390874 号 (出願 1992.11)

# 非磁性体に及ぼす強磁場の作用を使った 制御や製造の新技术

●関連特許 (登録済み: 国内 7 件、国外 1 件、出願中: 国内 4 件)

### 1. 目的と効果

結晶成長には、容器壁の存在が悪い影響を与える場合があります、浮遊状態で行わせる無容器結晶成長が試みられてきました。本技術は超伝導マグネットが作れる数 T の磁場で「磁化力」を発生させ、結晶を浮遊状態で作ることにより、容器壁の影響のない完全な結晶を作ることを目的とします。

この浮遊状態で作った結晶は、容器壁の影響による歪みがなく、また対流の影響が大幅に軽減されるので、完全性の高い結晶となりました。

[適用分野]

- 構造解析に使用できるタンパク質結晶
- 透明性の要求される光学結晶
- 非線形光学結晶
- レーザー発振を行わせる結晶
- 半導体素子

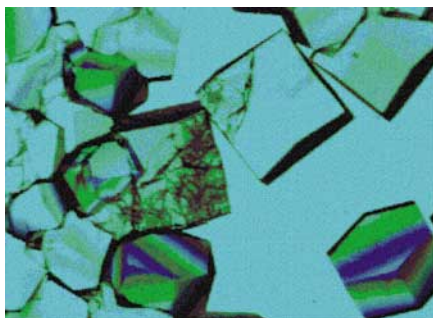
### 2. 技術の概要、特徴

超伝導マグネットで発生する 1 ~ 15 T の強磁場を利用すると、磁場が不均一なところで、磁場から逃れようとする力(反磁性体の場合)あるいは磁場に入ろうとする力(常磁性体の場合)が発生します。このような「磁化力」を積極的に利用して、結晶成長を浮遊状態で行わせることが本技術の概要です。

反磁性体が磁場から逃れる力は非常に弱く、従来、それを利用した浮上が起きるのは、日本に 2 台しかないような強力ハイブリッド磁石の中だけと考えられてきました。その場合、電力消費も大きな問題です。しかし反磁性体の置かれた環境を常磁性に変えると、周辺環境自体が反対方向に引かれ、小さな磁化力を増強したのと同じ結果になり、浮遊結晶成長が実現できたものです。超伝導マグネットの作る磁場で充分なので、どこでも長期間の浮遊が起こせ、磁場を作る電力コストもゼロで済みます。

### 3. 発明者からのメッセージ

従来、タンパク質の良質結晶を作るには宇宙の無重力環境を使うことが普通でした。本発明によれば、それと同様に「浮いた」状態で結晶が作れます。対流を減らすことも可能です。手軽に地上でできる無重力状態をものづくりに活用していただきたいと考えています。



a) 磁場のない状態で得られた結晶



b) 磁場存在下で得られた結晶(良質かつ配向)

写真 結晶性の良否判定に最適なモデルタンパク質(卵白リゾチーム)で実証した顕微鏡写真

— 人間系特別研究体 —

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@ma.ist.go.jp

# 第43次南極地域観測越冬隊

## 第4話～南極地域観測（越冬隊）に参加して思うこと（帰国談）

第43次（2002年）南極地域観測・観測系越冬隊員  
産学官連携部門 企業・大学連携室  
櫻庭 俊昭

●夏季のオングル海峡に横たわる冰山、遠くに大陸を望む



南極から寄稿した原稿が掲載されたAIST Todayを帰国後読み返しております。思い込みの深い部分もあり、読む人には理解できない部分が多くあったような気がします。

この南極便りは帰国後、大幅に日にちが経過した報告となりましたが、南極観測継続の危機に直面している現状を踏まえて、南極地域観測の複雑で興味深い未知の自然探求について考察します。

### 最先端観測基地としての昭和基地

日本の南極地域観測が昭和31年（1956）に始まり、45年余の年月が経過しています。ベースとなっている昭和基地の環境は冒険の時代からスタートし、最近では安全な最先端観測基地としての役割を増して来ています。

サイエンス・インテリジェンス・City(Base)として営々と築かれてき

た昭和基地は今、大きな転換期にあると感じました。昭和基地での観測や設営に関わる2回の越冬機会から、極地で求められているものとは何かについて考えてみました。

### 1) 基盤としてのエネルギーの確保は —太陽光発電、風力発電も利用—

研究観測、生活に欠かせないエネルギーの多くはディーゼルエンジンを駆動させ、300KVA発電機2台を回し確保しています（写真1）。最近では太陽光発電、風力発電による電力確保を推進しています。

南極の真冬8月には最大電力225kW、発電容量の94%の負荷を記録するなど、電力需要が多くなっています。無停電で必要な電力の確保は重要な条件となって来ており、その為に必要な「油類」は南極観測船「しらせ」の運ぶ物資の半分（約450トン）を占めています。さらに、燃料

の備蓄体制を毎年積み重ねることで緊急時対応に勤めています。

太陽光発電量は44,300kWh総量に達しています。年間の基地消費量約143万kWhの3%を補っています（夏時期は20%）。しかしながら、極夜を含む4月から9月の間は極端に発電量が減少することは避けられません。

風力発電については41次隊で建設した設備が冬季に倒壊する事故が発生しました。このため以後の設置は検討中となっています。極域で使用可能な電気的エネルギーの確保は重要な課題でその必要性は日々高まっています。産総研の科学技術が期待される分野です。

### 2) 環境保全としてのごみ等処理技術は —国内へ持ち帰る—

南極域での環境保全の高まり、全地球的環境保全への関心から人間が



●写真1 設置された2台のS165L-UT 300kVA発電機



●写真2 空き缶つぶし機で減容した空き缶アルミ、スチール缶に分別、大型ドラム缶で保管し持ち帰る

活動して行く過程で発生する不必要となった物資は、国内に持ち帰り処理しています。生活系廃棄物を19種類に分別収集すること等を越冬隊内規「廃棄物処理細則」で規定し、廃棄物の処理・管理マニュアルが出来ています。また、大型産業廃棄物の国内持ち帰り（例えば修理不能となった大型ショベルカーや雪上車）や木枠梱包に使用した木材など約200トン規模で毎年国内に持ち帰っています。

43次隊では不燃物、可燃物、生ごみ、缶、鉄、瓶、複合物、その他の一般廃棄物が約19トンの排出量があったと報告されています（写真2）。

### 3) 観測機器、設営・装備のインテリジェンスについて

#### －適切な人員確保－

高度な観測網を張るには多種多量なエネルギーを必要とします。さらに、適度な人員の配置は必要不可欠であることから物資、人員の確保に多くの時間と労力を費やして来ています。

越冬報告書の内容は夏期行動、越冬行動に大別され、その内容は多岐に渡り詳細に報告されています。「しらせ」の海洋観測行動も含まれます。

観測系の内容は各年次観測実施計画表に掲載され、必要な人員の確保と、機材の投入が図られています。

限られた輸送量と参加人員の制約から通常、5年を1周期とする長期計画の基に進められ、極端な条件下での観測が進行しています。私は第VI期5ヶ年計画の初年度の観測行動に従事することになりました。

越冬中の機器不良、故障、最終的には観測が出来なくなると言う事態を考慮して対応しています（写真3）。観測機材も最新の物から、ローバスタな物まで有りますが最終的に「人間」が手厚く維持、関与して対処しています。極地での観測は「南極では何が起ころうとも不思議でない」と言われる程、関わる人間に優しいとは言いがたい環境下にあります。皆良く頑張っています。

### 4) 輸送・通信の近代化について

#### －唯一の社会との接点－

南極地域観測の大きな特徴は関わる人間が隔離させた環境下（越冬で16ヶ月拘束される）で行動する事にあります。社会との接点は限定された輸送と通信であることから、この現状を改善、より高度化してゆく計画が進んでいます。輸送では大型砕氷船の造船構想、飛行機による移動と輸送構想、年度内に複数往復する行動、衛星を経由する常時接続メール通信の確保などが浮かび上がっています。最近、特に43、44次隊での活動や南極の自然がテレビで頻繁に

放映されています。この放送設備の輸送、設営（写真4）に関与して来た者に取っては感激深く、国内の反響の大きさ、夢の大きさを感じます。

### 5) 科学と文化、人間の関わり

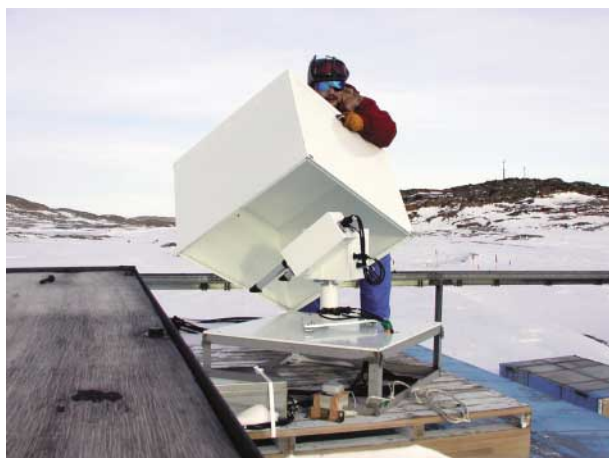
#### －誰かが引き継いで南極へ－

極域環境下で問題点となる出来事、そのすべてに共通する事柄として、全てが凍る酷寒の時期、行動が制限される明暗の時期、輸送問題の対処、そして係わる「人」がキーワードとなると思います。

今、後継輸送船の建造計画の遅れが懸念され、継続してきた観測に支障を来す事も想定されています。長期にわたる観測、研究、学術交流、平和的国際協力の体制が崩壊するならば、人々の過去と未来の一端を切断し、科学文化の貧困を世界に見せることとなります。過去を知り、夢を持ち未来に進みたいものです。

南極の大地に立ち、「我ここに来り、我ここを去る。再び訪れることは叶わないだろう。なぜ、ここに来たのかは明快な解は見つからない、されど、私の人生を豊かにしたことは確かだ」と思いました。

産総研の多様な科学的知識と技術、管理能力を南極域で発揮して欲しい思いと、誰かが引き継いで南極の地に向かってくれることを望み、筆をおきます。



●写真3 スカイラジオメータの点検保守



●写真4 輸送、設置したNHK大型アンテナ装置

## ベンチャー開発戦略研究センター第2回シンポジウム「ハイテク・スタートアップス」開催

2004年2月2日、東京・丸ビルホールにおいて、ベンチャー開発戦略研究センター第2回シンポジウム「ハイテク・スタートアップス」が開催されました。ハイテク・スタートアップスに造詣の深い英国・ジェネリックスグループ代表のゴードン・エッジ教授と、カナダ・ブリティッシュ・コロンビア大学産学連携オフィスアソシエイト・ディレクターのディビット・P・ジョーンズ両氏を迎えての基調講演や、有望なハイテク・スタートアップスとしてセンターが現在プロモートしている事例の紹介が行われました。また、AIST認定ベンチャー企業の一つである(有)サイバリアシスト・ワンが製品化した赤外線通信端末「CoBIT」を用いて、AIST認定ベンチャー企業の紹介パネルを音声解説したデモンストレーションも行われました。

今回のシンポジウムには約350名の参加があり、ハイテク・スタートアップスへの期待を感じるとともに、ベンチャー開発戦略研究センターが取り組むハイテク・スタートアップス創出の実践について紹介する大変有意義な機会となりました。



## 「札幌大通りサイト」オープン

2004年2月2日に北海道センター「札幌大通りサイト」がオープンしました。このサイトは、産・学・官の連携により地域経済を担う企業への総合的・実践的な技術支援活動を推進するための札幌都心部の拠点として開設されました。

産業技術総合研究所 北海道センター 札幌大通りサイト  
住所：〒060-0042

札幌市中央区大通西5丁目8番地  
昭和ビル1階

TEL : 011-219-3359

FAX : 011-219-3351

e-mail : hokkaido-counselor@m.aist.go.jp

※札幌北サイトは2004年1月9日で閉鎖しました。北海道地質調査連携研究体の産学官連携活動は、引き続き北海道センターで継続します。また、札幌北サイトで行っていました「産学官連携コーディネータ」と「ものづくり基盤技術支援室」の業務は、「札幌大通りサイト」にて実施していきます。

## 研究講演会「ネットワーク社会とエネルギー」開催

2004年1月20日、三會堂石垣記念ホールにおいて、ユビキタス情報社会を地球環境やエネルギー供給までを含めた広い視野で議論することを目的に、パワーエレクトロニクス研究センター、電力エネルギー研究部門、エレクトロニクス研究部門、生活環境系特別研究体の4研究ユニットが合同で、研究講演会「ネットワーク社会とエネルギー～ユビキタス電子機器の省エネ化とマイクロ電源の最前線～」を開催しました。



講演会は、東京工業大学 大橋 弘通教授、(株)NTTファシリティーズ 池辺 裕昭取締役による基調講演の後、各種デバイスレベルでの省エネ化技術から、昨今注目を集めているマイクロバッテリー技術に至る4講演が行われました。当日は、企業や大学の研究者などを中心に定員を大幅に上回る153名の参加があり、積極的な議論が行われ、大盛況のうちに終了しました。

## 第8回震災対策技術展に出展

第8回震災対策技術展が、神戸国際展示場(2004.1.29～30)と横浜国際平和会議場(2004.2.5～6)で開催されました。

震災対策技術展は、(財)神戸国際観光コンベンション協会等の主催により、平成7年1月の「阪神・淡路大震災」の経験と教訓を国内外へ伝え、震災対策のより一層の充実を図るべく平成9年より毎年開催されています。地質調査総合センターでは平成11年以来、毎年招待出展し、地震防災関連の研究結果として地質図・活構造図・活断層ストリップマップなどを展示し、産総研の地震研究について紹介しています。

地質調査総合センターのブースでは、地震被害軽減と予知を目指して、様々な角度から繰り広げられる国の地震研究の中で、産総研が中心になって進めている「全国活断層調査」の進捗状況を示し、その手法のいくつかとそこから得られた研究成果を示すために4つの地域をピックアップして構成した「内陸大地震の発生を予測するための全国主要活断層調査」ポスター等を展示しました。



## 第1回産総研グリーン・サステイナブルケミストリー (GSC) 成果発表会 開催

産総研ではGSC『持続可能な社会を支える人と環境に優しい化学技術』の構築に向け、企業・大学・研究機関と連携して、「環境に優しい革新的な化学プロセス



技術」と「環境に優しい材料・製品の設計・製造」を中心に研究を行っています。これらの研究を展開する産総研の7研究ユニット(物質プロセス研究部門、環境調和技術研究部門、高分子基盤技術研究センター、フッ素系等温暖化物質対策テクノロジー研究センター、超臨界流体研究センター、ライフサイクルアセスメント研究センター、メンブレン化学研究ラボ)が合同で主催する第1回産総研GSC成果発表会を、GSCネットワークの協賛を得て2004年1月30日に日暮里のホテルラングウッドにおいて開催しました。

3件の特別講演を含む12件の口頭発表と29件のポスター発表を行い、これらについて活発なディスカッションが行われました。当日は244名の参加があり、GSCに関する産総研の研究成果を広く国民の皆様にお伝えするとともに、GSCの実現に向けて取り組む方々との連携を強めていくための一歩となりました。

## 第3回つくばテクノロジー・ショーケース 出展

2004年1月30日、つくば国際会議場において第3回つくばテクノロジー・ショーケースが開催されました。本ショーケースは、つくば内外の研究者が自ら紹介する「産直・研究フリーマーケット」として開催されているもので、昨年比32件増の144件の研究発表が一堂に会しました。



産総研からは11件の技術移転をめざした研究成果について、インデクシングセッション(展示発表内容についての1分間スピーチ)とポスター展示による発表を行いました。また、TLOコーナーおよび共催機関コーナーで、産総研の産学官連携活動と産総研イノベーションズの紹介を行いました。各展示パネルには、技術の説明を求めて訪れる方が多数来訪し、研究発表者が積極的に対応している姿が見られました。新しい研究成果や技術シーズとニーズの合致を求める人たちが多く訪れ、今後の共同研究や実用化研究などへの進展が期待されます。

## 平成15年度産業技術総合研究所九州センター研究講演会 開催

2004年2月6日、福岡市内の博多サンヒルズホテルにおいて、九州センター及び(財)九州産業技術センターが主催する研究講演会「産総研九州センター



の新分野への挑戦～マイクロ・ナノテクノロジー&実環境フロンティア計測～」が開催され、企業関係、大学関係、公設機関及び産総研内から162名の参加がありました。この研究講演会は、九州センターの研究成果を全国に向けて紹介、発信しているものです。

講演会では、清水所長による「九州センターの発展に向けて～西から風を、今何が必要か～」と題した基調講演、九州大学久原哲教授による「マイクロアッセイとバイオインフォマティクス」と題した特別講演のほか、九州センターから4件の講演を行いました。各講演では、活発な質疑応答が行われ、九州センターの研究に関する各界からの期待の大きさが伺われました。

## 研究講演会のお知らせ

### 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」

産総研東北センターで行っている、環境負荷の低い機能性材料の開発と、生産段階から環境負荷の少ない、またエネルギー消費の少ない化学プロセス技術の開発について、最近の研究成果や研究開発の動向を紹介します。



日時：2004年3月17日(水) 13:00～18:00

場所：メルパルク仙台

仙台市宮城野区榴岡 5-6-51

主催：産業技術総合研究所 東北センター

後援：経済産業省東北経済産業局

東北大学大学院環境科学研究科

(社)東北経済連合会

循環型社会対応産業クラスター委員会

問い合わせ先：

東北産学官連携センター

TEL 022-237-5218

URL <http://unit.aist.go.jp/tohoku/>

期間	件名	開催地	問い合わせ先
<b>3 March</b>			
～4月5日	体験館どんぶら環境学習プログラム「海（駿河湾）」	静岡富士川町	0545-81-5555
～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
10日	ナノバイオ産業化フォーラム ～ナノバイオは産業になるか～	大阪	06-6966-6163
9～10日	第4回人間行動適合型生活環境創出システム技術プロジェクトシンポジウム	東京	06-6221-1668
11日	国際フォーラム「バイオマス・アジア戦略」	広島	0823-72-1944●
15～16日	First International Symposium on Standard Materials and Metrology for Nanotechnology	東京	029-861-9354●
17日	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－	仙台	022-237-5218●
17～19日	nano tech 2004 国際ナノテクノロジー総合展・技術会議	東京	03-3219-3567
20～4月4日	平成15年度 春の特別展「地球環境展」	新潟	025-283-3331
26～29日	9th International Conference on New Diamond Science and Technology(ICNDST-9)	東京	03-3508-1222
<b>4 April</b>			
7～9日	INTERMEASURE 2004 (第21回国際計量計測展)	東京	03-3268-2121
7～10日	2004中部バック	名古屋	052-452-3161
21～23日	第3回国際医薬品原料・中間体展 (CPhI Japan 2004)	東京	03-5296-1020
27～28日	グリッド協議会2004年度総会及び記念シンポジウム	東京	029-861-5881●
<b>5 May</b>			
20～21日	第2回人工筋肉コンファレンス「バイオミメティ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	0727-51-9524●
31～6月3日	第5回混相流国際会議	横浜	029-861-7207●

**AIST Today**  
2004.3 Vol.4 No.3  
(通巻38号)  
平成16年3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/>