

AIST Today

研究、成果、
そして
未来へのシナリオ

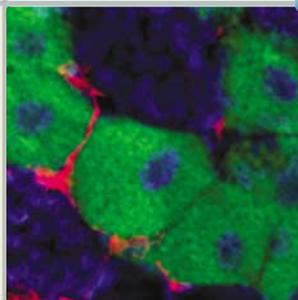
06

June
2004
Vol.4 No.6

社会に活力をもたらす本格研究を

トピックス

- 世界最高分解能の磁気力プローブ顕微鏡を開発
- 共生細菌が昆虫の植物適応を変える



特集

更なる産学官連携の 拠点を目指して



National Institute of
Advanced Industrial
Science and Technology



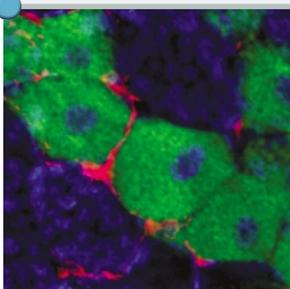
独立行政法人 産業技術総合研究所

CONTENTS

06
June
2004

AIST Today

National Institute of
Advanced Industrial
Science and Technology
Vol.4 No.6



エンドウヒゲナガアブラムシの
二次共生細菌PAUSの体内分布
本誌トピックス 7ページ

産総研の産学官連携関連施設
本誌 特集 22ページ

メッセージ

- 03** 初心 - 連携のハブとして
独立行政法人産業技術総合研究所 副理事長
つくばセンター所長
小玉 喜三郎



トピックス

- 04** 世界最高分解能の
磁気力プローブ顕微鏡を開発
- 07** 共生細菌が昆虫の植物適応を変える

特集

- 22** 更なる産学官連携の拠点を目指して

リサーチ ホットライン

- 10** 骨髄細胞を用いた3次元軟骨組織構築
技術の開発
- 11** 運転行動データに基づく
運転支援システム
- 12** ドライバに適応した自動車運転支援
- 13** 単一分子感度と空間分解能を持った
振動分光法
- 14** 炭化珪素結晶性薄膜の多形制御技術
を開発
- 15** SiCホモエピタキシャルCVDプロセス
の高速化
- 16** 半導体的カーボンナノチューブの
選択的精製
- 17** 石英ガラスのレーザー微細表面加工
- 18** 卓上型単結晶成長装置の開発
- 19** フロン代替洗浄剤の開発
- 20** グリッドポータル構築ツールの開発
- 21** 「なんとなく協調フィルタリング」
手法の開発

技術移転いたします!

- 36** X線分光集光素子
- 37** 窒素-硫黄結合を有する新規化合物
と安全・簡便な合成法
スルフェンアミドと
1,2-ベンゾイソチアゾリン-3-オン

テクノインフラ

- 38** 高周波雑音標準
-雑音温度の精密計測技術
- 39** 海底音波探査断面データベース
の公開

AIST Network

- 40** 産総研組織改編、3研究ユニットが
発足 ほか

初心 — 連携のハブとして



小玉 喜三郎

独立行政法人 産業技術総合研究所 副理事長
つくばセンター所長

このたび産総研つくばセンターの正門近くに「つくば本部・情報技術共同研究棟」が完成した。つくば中央地区ではもっとも背の高い9階建てで、モダンなアルミパネルと重厚感あるレンガタイルを組み合わせた外壁でそびえ、表通りからも見えるセンターのあらたなシンボルになっている。建物上層には、これまで数カ所のビルに分散していた管理・関連部門が集中して配置され、「つくば本部棟」としての機能がようやく集約された。各部門の連携と効率の向上が期待される。

「情報技術共同研究棟」は建物低層部に配置され、国内最高の総演算性能を有するクラスタ計算機「AISTスーパークラスタ」など最先端のネットワーク情報処理設備を有する産学官共同研究施設である。次世代超高速情報処理技術や高度並列ソフトウェア開発の分野において、横断的かつ国際的なネットワーク情報処理の拠点として、これらを活用して新産業、ベンチャー企業創出を図るための共同研究施設である。詳しい紹介は別記事に譲るとして、本施設がつくば地域のみならず、国際的にも開かれた文字通りコミュニティーにおける連携ネットワークのハブとし活用されることが期待される。

産総研は平成13年度に独法化して以来4年目を迎え、本年度は第一期中期計画の最終年となった。この間、多くの特殊法人や国立大学が新たな独立法人として次々とスタートした。それぞれが社会の中での新たな役割と位置づけを見いだすべく、独自の経営を展開しようとしている。これまではこれらの機関は、基本的には政府行政機関を中心としたピラミット構造の一部としてその役割を果たしてきた。それから切り離されたいまは、より広い意味での公共的な独立機関として、産業や社会、生産者、消費者と同じ次元のさまざまなコミュニティーにおける連携ネットワークの重要なハブとしての機能が求められている。

産総研自体も、その組織構造はフラットな研究ユニットをベースに、それらの連携によってこれまでにない新分野が創製されるべく設計された。大きくは6つの研究分野に区分されるが、設計のねらいは各ユニットが相互連携ネットワークの重要なハブとして機能することにより新たな分野が展開されることであった。

新棟の完成を機に、また、第一期中期計画の終了と第二期への展開を迎える年度にあたり、初心を忘れることなく「本格研究」のための連携体制を確立する年にしたいと考えている。

世界最高分解能の磁気力プローブ顕微鏡を開発

超高密度磁気記録の研究開発を加速

産総研ナノテクノロジー研究部門は、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構からの委託事業であるナノテクノロジープログラム・ナノ機能合成技術プロジェクトにおいて、エスアイアイ・ナノテクノロジー株式会社及び富士通株式会社とともに、世界最高分解能の磁気力プローブ顕微鏡の開発に成功した。当共同研究グループは、観察物の微弱な磁気情報を読むために必要な高感度顕微鏡機能の改良と、カーボンナノチューブをとりつけたプローブに均一に強磁性体薄膜をコーティングするプロセス技術を新しく開発することによって、10nm程度の磁気的な構造物を観測した。超高密度磁気記録の分野のみならず、最近非常にその研究が活発になってきたスピントロニクス分野全体においても、強力な研究ツールとなることが確実である。

超高密度磁気記録と磁気力顕微鏡

近年、磁気ハードディスク (HDD) は、一般のAV家電としてテレビ録画にも用いられるようになり、その記録密度の向上を目指した研究開発が非常に盛んに行われている。HDDは、極微細な磁石の集合体を作りこんだものであり、その極微細磁石からの漏れ磁場 (NS極) の向きで、1と0の情報を記録している。記録密度の向上のためには、この極微細磁石をさらに小さくしていかなければならず、現在の研究開発スピードが続けば、2005年には、25 nm (1nmは10億分の1m) 以下の幅を持った微細な磁石を並べていかなばならなくなることが予想されている。その際には、この極微細磁石を規則的に並べるだけでなく、磁石間の相互作用を制御することも必要であり、ナノテクノロジーを駆使した研究開発の典型例となっている。

HDDの開発と並行して、微細な磁石の状態を評価するための装置の開発も盛んに行われている。現在までのところ、10 nm領域の分解能を持つ評価装置、例えばスピン偏極電子を用いたトンネル顕微鏡や走査型電子顕微鏡などでは、多彩な磁気特性を評価できるが、極めて清浄な試料表面でなければその観察が行えない等の理由から、超高真空装置内でその表面を加工し、特殊な電気信号の検出装置を用意することが必要なため、磁気記録の研究開発現場で広く利用されることはなかった。

一方、磁気力プローブ顕微鏡は、プローブ (探針) と試料間に働く様々な物理量を検出し、微小領域の形状や物性測定をする走査型プローブ顕微鏡のひとつであ

り、プローブと試料 (主に強磁性体) の間に働く磁気力を検出するものである。磁気力プローブ顕微鏡は、磁気力顕微鏡 Magnetic Force Microscope の頭文字をとってMFMとも呼ばれている。試料からの漏れ磁場検出を観察原理とするために、定量的な磁気特性の評価は出来ないが、試料の表面の状態に敏感でないことから、その観測に特殊な環境や試料表面の処理を必要としないという実用上の極めて大きなメリットを持っている。ところが、MFMは汎用性に優れているものの、これまでのところ、市販の装置では一般に50~100 nm程度、また最先端の装置でも20~30 nm程度の分解能しか達成できておらず、超高記録密度化を目指すHDDや、不揮発性磁気ランダムアクセスメモリ*など次世代の磁気記録媒体を評価するためには、高分解能MFMの開発が急務であった。

カーボンナノチューブを用いた磁気力顕微鏡用プローブ

走査型プローブ顕微鏡にて高分解能を達成するキーポイントは、まずプローブ先端を尖鋭化することである。例えば、原子間力顕微鏡を用いたナノ構造の形状観察においては、カーボンナノチューブをプローブ先端にとりつけることにより、より微細な構造を観察できるようになることが知られている。これは、プローブ先端がより尖ったものになるだけでなく、ナノチューブの縦長な構造が微細な凹凸を観測するのに適しているからである。当共同研究グループはそこに着

目し、カーボンナノチューブ付きの原子間力顕微鏡プローブに強磁性体をコーティングし、MFM用プローブとすることを試みた。より具体的には、産総研においてカーボンナノチューブ付プローブへの強磁性体コーティングが行われ、産総研とエスアイアイ・ナノテクノロジー株式会社との共同開発装置である磁気力顕微鏡にそのプローブを取り付け、富士通株式会社から提供された次世代垂直磁気記録媒体を観察することによってその性能評価を行った。また、今回使用したカーボンナノチューブ付プローブはエスアイアイ・ナノテクノロジー株式会社、大研化学工業株式会社、大阪府立大学による共同開発品である。

図1は、その共同研究開発された磁気力顕微鏡装置と、強磁性体薄膜をコーティングしたプローブの写真である。磁気力顕微鏡装置は、小さな真空装置のようになっている。試料とプローブのある空間を真空にすることによって、それらの間に働く磁気力をより高感度に検出できるように工夫されている。カーボンナノチューブ付プローブへの強磁性体薄膜のコーティングは、スパッタリング法と呼ばれる真空成膜法の一つを用いて行った。スパッタリング法は、各種の薄膜を生産レベルで大量に成膜するのに広く用いられている手法である。その成膜条件と、強磁性体の種類を選ぶところにノウハウがあって、電子顕微鏡像に明らかのように、カーボンナノチューブ部分に均一に強磁性体がコーティングされたプローブを得ることができるようになった。

次世代垂直磁気記録媒体の観察

MFMによる垂直磁気記録媒体の観察原理を示す概要図と、実際に得られたMFM像を図2に示す。また、参考のために、HDDの写真も示した。カーボンナノチューブ付プローブには強磁性体薄膜がコーティングされており、観察の前にその先端がN極あるいはS極になるように強い磁場をかけてある。したがって、記録媒体からの漏れ磁場の向きによって、プローブは引力あるいは斥力を受けることになる。MFM像の1辺は $1\mu\text{m}$ であり、試料とプローブの間に働く磁気力が引力であるか斥力であるかを色の濃淡で可視化している。白抜き矢印で示した縦長のコントラストの帯が右斜下から左斜上の方向に並んでいる様子がわかる。ここで、FCI (flux change per inch) という単位は、媒体に書き込まれた磁区からの漏れ磁場 (NS極) の向きが、1インチの長さあたり、何回変化したかを示す単位である。1100kFCIでは、1インチ当たり110万回磁場の向きが変化することを示している。MFM像にて斜め方向に並んでいる帯の幅は約23nmであり、色の濃淡具合 (正確には、振動させながら観察をさせているプローブの位相シフト量) を縦軸に、横軸に距離を取った断面図から評価した分解能は、約10nmであった。

現行のHDDは、トラック上に極微細磁石を横方向に並べて記録する面内磁気記録方式を採用しているが、超高密度記録を行う際には、熱によってこの磁石のNS極

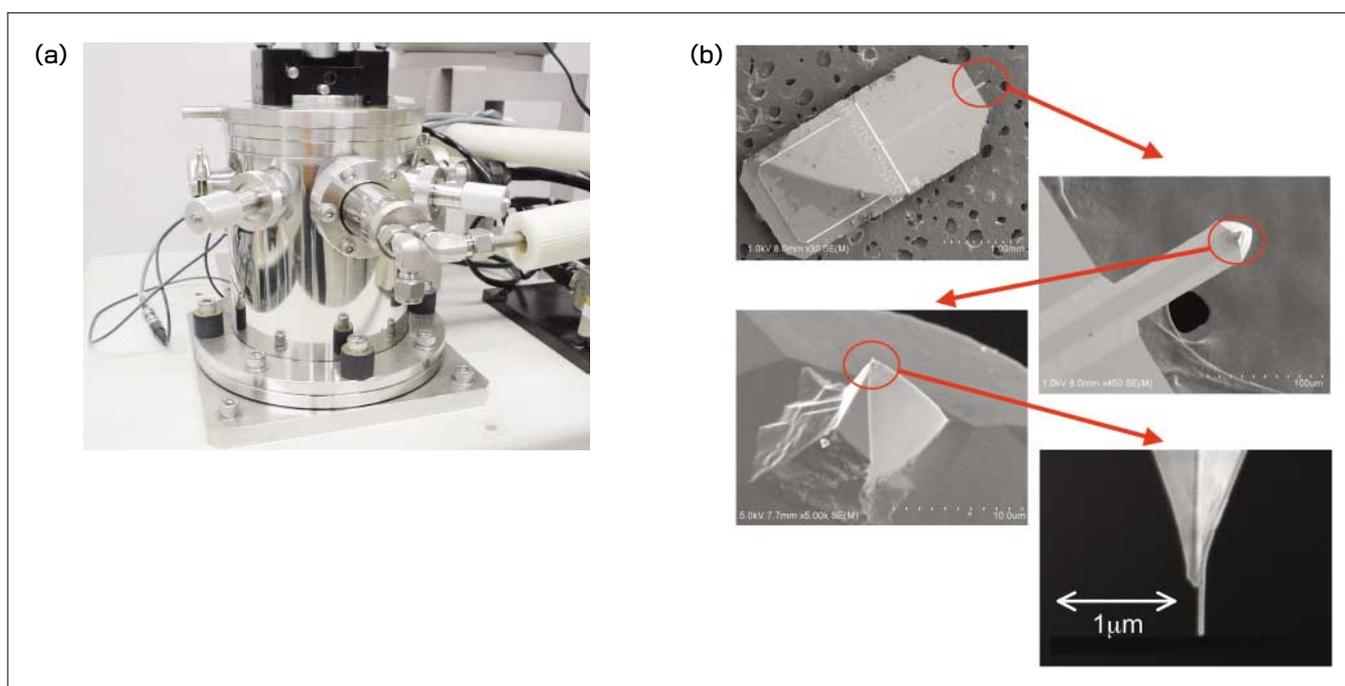
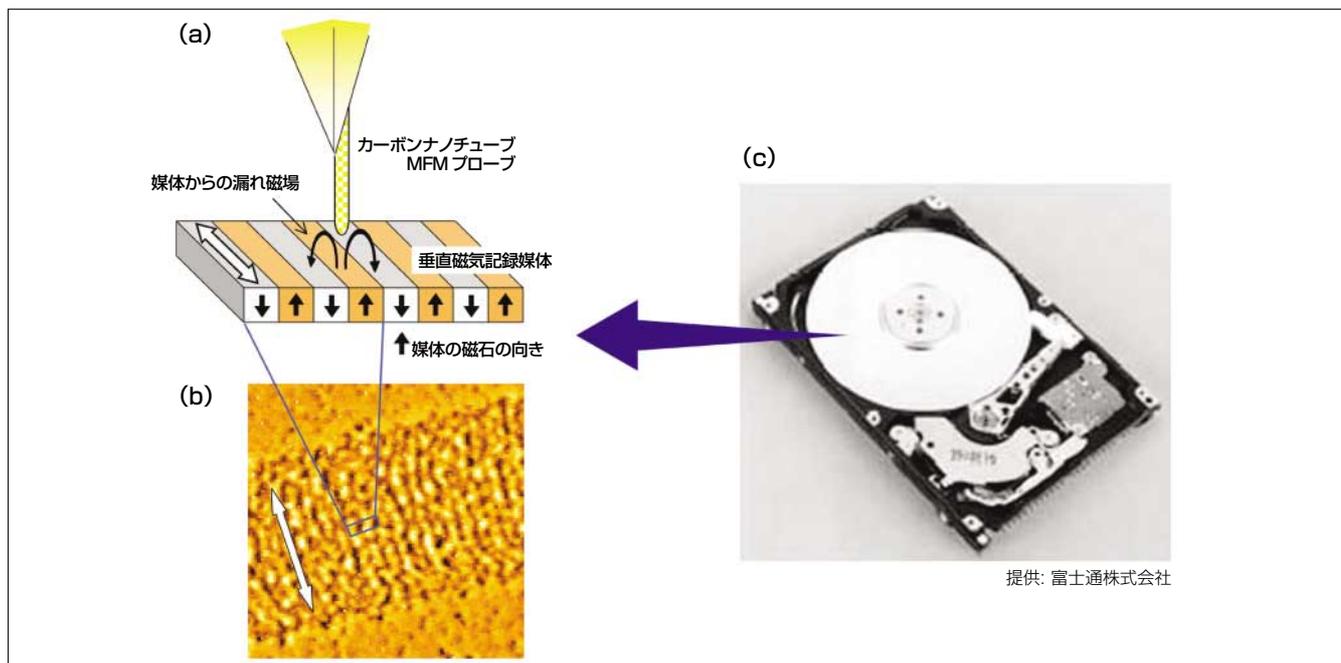


図1 共同研究開発された磁気力顕微鏡装置 (a) と、MFMプローブの電子顕微鏡写真 (b)

(b) の最下図における細長い部分が、強磁性体薄膜のコーティングされたカーボンナノチューブであり、その直径は約40nm。



提供: 富士通株式会社

図2 MFMによる垂直磁気記録媒体の観察原理を示す概要図 (a) と、1100kFCIの磁気情報が書き込まれた次世代垂直磁気記録媒体のMFM像 (b)

(b)における白抜き矢印が、MFM像上のそれと対応している。また、実際のHDDの写真((c)この次世代垂直磁気記録媒体が用いられたものではない)。円盤状の部分が磁気記録媒体であり、ここに情報が書き込まれている。

の向きが揺らいでしまうことが問題になっている。これに対し、トラック面に垂直に極微細磁石を配置する垂直磁気記録方式が、この様な問題を解決できる将来の記録方式として研究されていて、今回の評価に用いた記録媒体はこの垂直磁気記録が行われたものである。つまり、図2に示された極微細な棒磁石は、数nmの径を持ち白矢印のある面の垂線方向に磁化を示す、更に極微細な磁石の集合体なのである。熱揺らぎに影響を受けないような極微細棒磁石を媒体に書き込み、またそれらの書き込まれた棒磁石同士がお互いに余計な影響を及ぼさないようにすることなどが次世代HDDの開発現場では重要な課題である。今回開発されたMFMには、その極微細棒磁石の様子を手取るようにイメージングすることによって、それらの課題克服に向けた研究開発を強力に推進することが期待されている。

◆参考文献

※ 湯浅新治: AIST Today, Vol. 4, No. 5, 4-6 (2004).

◆関連情報

・ プレス発表, 平成 16 年 3 月 17 日: http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2004/pr20040317/pr20040317.html

●問い合わせ

独立行政法人 産業技術総合研究所

ナノテクノロジー研究部門

先進ナノ構造グループ 研究グループ長 秋永 広幸

E-mail : akinaga.hiro@aist.go.jp

〒305-8568

茨城県つくば市梅園 1-1-1 中央第2

■共同研究開発者から

(株) エスアイアイ・ナノテクノロジー

技術総括部 要素技術課技術 2G 専門課長

安武 正敏

従来のMFM探針は、シリコンのカンチレバーに磁性体をスパッタコーティングしていたため、先端の直径が50~80nmとばらつきも大きく、さらに円錐形状、つまり先端部よりも上部の表面積の大きい探針で、長距離力の磁気力を検出するため、高分解能で再現性のあるMFM画像は得られにくかった。これらの問題点を解決するために、今回、円柱形状で直径のばらつきの少ないカーボンナノチューブを母材として、その上に均一にスパッタコーティングすることにより上記課題をクリアできた。基本性能は確認できたので、今後は産総研との共同研究の成果を生かして、信頼性の向上に重点をおき、再現性の高い長寿命のMFM探針を目標に製品化を進める予定である。

(株) 富士通研究所 磁気ディスク先行研究部 部長

田中 厚志

本文中にも記載があるように、磁気情報ストレージデバイスにおいては、高密度記録の進展とともに、20nm~30nmを最小単位として磁気情報が書き込まれ、読み出されるに至っている。今回のMFM装置の開発は、媒体の材料ナノ構造評価と、実際の記録再生特性評価の中間段階で、媒体上にどのように磁気情報が書き込まれたかを直接高分解能で観察できるようになったことを意味する。また、汎用性も有している。これらの観点から、本開発の意義は非常に大きいと考える。今後、このMFMを駆使して、記録媒体や記録ヘッドの開発を促進して行きたい。

共生細菌が昆虫の植物適応を変える

微生物の新機能の発見

産総研生物機能工学研究部門では、アブラムシという昆虫の植物適応が、体内に存在する特定の共生細菌によって規定されているという現象を発見し、2004年3月26日発行の米科学誌サイエンスに発表した。これは、寄主植物特異性という生物にとってきわめて重要な生態的性質が、共生微生物によって支配されることを実際に明らかにした初めての研究となる。

従来、寄主植物特異性や環境適応といった生物のマクロな性質は、その生物自身の属性であると考えるのが普通であった。しかし本発見が示唆するのは、目に見えないゆえに気づかれずにいるだけで、実は体内に存在するミクロの共生微生物群集が、私たちの目にしてさまざまな生物現象に大きな影響を与えている場合が少なからずあるのではないかと、という新たな観点であり、微生物学、昆虫学、生態学、農学、害虫防除といった生物学のさまざまな分野における現象の捉え方や研究アプローチに広く影響を与えうる研究成果である。

寄主植物特異性とは

アゲハチョウの幼虫はミカンの仲間の葉しか食べない。ところがよく似たキアゲハでは、幼虫はニンジンやセリの仲間の葉を食べ、ミカンには見向きもしない。カイコの幼虫はクワの葉以外は絶対にうけつけない。このように植物を食べるさまざまな昆虫は、一般にどんな植物でも餌にできるわけではなく、むしろごく限られた植物しか利用できないのが普通である。こういった現象を「寄主植物特異性」という。

寄主植物特異性は、植物の含む栄養や化学成分が種によって異なることや、植食者による食害を防ぐために植物がさまざまな毒物質や忌避成分を作るために、それらを解毒するしくみを進化させないとその植物を利用できないことなどによって生じると考えられている。昆虫と植物の間の生理学、生化学、生態学、共進

化などに関わる興味深い現象であるのみならず、農業生産や害虫防除などの観点からも注目され、基礎と応用の両面から活発な研究がおこなわれてきた。

寄主植物特異性の重要性

ある昆虫が特定の植物しか食べないという寄主植物特異性を示すとしよう。そのインパクトは食べ物が規定されるということにとどまらない。植物はそれぞれに適した環境に生えることから、その昆虫の生息場所や環境も規定される。さらには、その昆虫がさまざまな形で相互作用する可能性のある、近縁種や他種生物の群集までも大きく影響されることになる。異なる寄主植物利用を発端として生物の新しい種が形成されるという、いわゆる“同所的種分化”も起こりうる。このような重要な生物学的性質は、当然のことながら、その昆虫自身の遺伝子によって支配されているものと考えられてきた。



図1 (左) エンドウヒゲナガアブラムシ、(中) カラスノエンドウ、(右) シロツメクサ

アブラムシの共生細菌ブフネラ 生存に必須なパートナー

エンドウヒゲナガアブラムシは路傍の草地などにごく普通にみられる体長3 mmくらいの緑色の昆虫で、主要な寄主植物はカラスノエンドウとシロツメクサである(図1)。本種に限らずアブラムシ類は一般に、体の中に微生物との高度な共生系を有している。腹部に菌細胞という特殊な巨大細胞が多数あり、その細胞質の中には無数の共生細菌が収納されている(図2)。この細菌は大腸菌に比較的近縁で γ プロテオバクテリアに属し、ブフネラ(*Buchnera*)と呼ばれている。アブラムシの餌である植物の汁液にはさまざまな栄養素が不足しているが、ブフネラは必須アミノ酸やビタミンを効率よく合成して宿主に供給しており、アブラムシはブフネラを失うと、成長の遅れ、死亡率の増大、不妊化などの重篤な症状を示す。ブフネラも長い共生進化の過程で、自由生活に必要な多くの遺伝子を失っており、アブラムシの細胞の外で生きていくことはできない。すなわちアブラムシとブフネラは、お互いなしでは生きていけない必須共生関係にある。

アブラムシの二次共生細菌 機能未知の多様な共生者たち

アブラムシ類における共生細菌ブフネラの重要性は

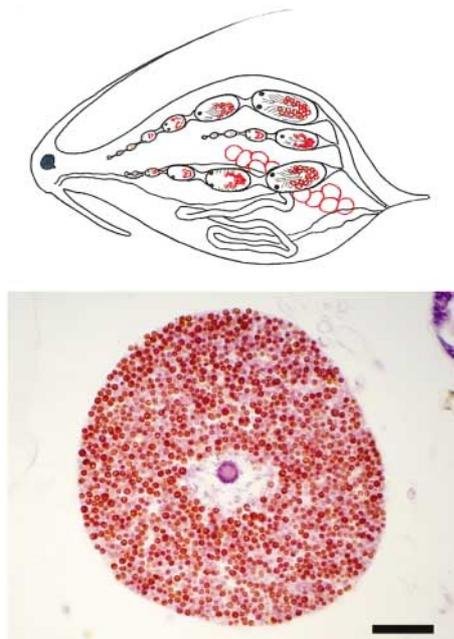


図2 アブラムシの内部共生系

(上) アブラムシ体内における菌細胞の分布を赤で示す。

(下) 菌細胞の顕微鏡写真。中央に抜けて見えるのが細胞核。細胞質中の無数の顆粒が共生細菌ブフネラ。スケールは25 μ m。

従来からよく知られていた。しかし、アブラムシの体内に共生している細菌はブフネラだけではない。さまざまなアブラムシ類において、多様な形態のもう1種類(もしくは2種類以上)の細菌が、ブフネラと共存しているのがごく普通にみられる。これらは“二次共生細菌”と総称されるが、その微生物学的実体や生物学的機能についてはほとんど不明であった。我々のグループは、このような未知の共生微生物群の多様性や機能の解明を目指して、さまざまなアプローチからの研究をおこなってきた。

シロツメクサと二次共生細菌PAUS

エンドウヒゲナガアブラムシ野外集団における共生細菌の多様性を調べていく過程で、我々はシロツメクサから採集したアブラムシが、ブフネラに加えてもう1種類の γ プロテオバクテリアに属する未記載の共生細菌(図3; Pea Aphid U-type Symbiont からPAUSと仮称)を頻繁に保有していることを見出した。

ブフネラと違い、PAUSはアブラムシの生存には必要ない。野外におけるPAUSの感染頻度は平均すると15%ほどにすぎない。しかしシロツメクサ上に限ってみると高頻度で検出される。なぜ宿主の生存に必要な共生細菌が、カラスノエンドウ上では少なく、シロツメクサ上のアブラムシ集団にのみ蔓延しているのだろうか？

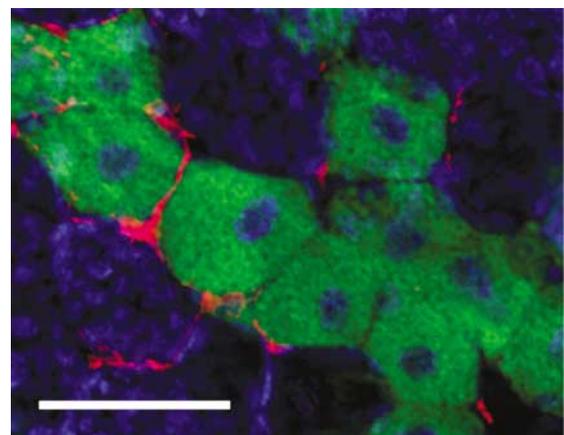


図3 エンドウヒゲナガアブラムシの二次共生細菌PAUSの体内分布

赤がPAUS、緑がブフネラ、青がアブラムシの細胞核。PAUSはブフネラの菌細胞の周縁に分布する扁平な細胞(鞘細胞と呼ばれる)の中に存在する。スケールは50 μ m。

PAUS感染がアブラムシの植物適応 を変える

シロツメクサ上で産子数が倍増！

我々は、新規に開発した抗生物質による選択的除去法を用いて、遺伝的背景が同一でPAUS感染のみが異なるアブラムシ系統を作成した。それら感染系統および非感染系統を、同一条件のもとでカラスノエンドウとシロツメクサの上で飼育して、PAUS感染が宿主アブラムシにどのような影響を与えるのかを評価した。

カラスノエンドウ上では、PAUS感染系統も非感染系統もよく繁殖し、いずれも生涯の産子数は100匹以上にのぼった。ところがシロツメクサ上ではPAUS感染系統は100匹以上の子どもを産んだが、非感染系統では産子数が半減した。このような非感染系統に微小注入法を用いてPAUSを再感染させると、産子数は100匹以上に回復した。

すなわちPAUSという共生細菌は、シロツメクサという特定の寄主植物上において、エンドウヒゲナガアブラムシの繁殖力を倍増させる能力を示したのである。

アブラムシにおけるPAUS感染の 効果と意義

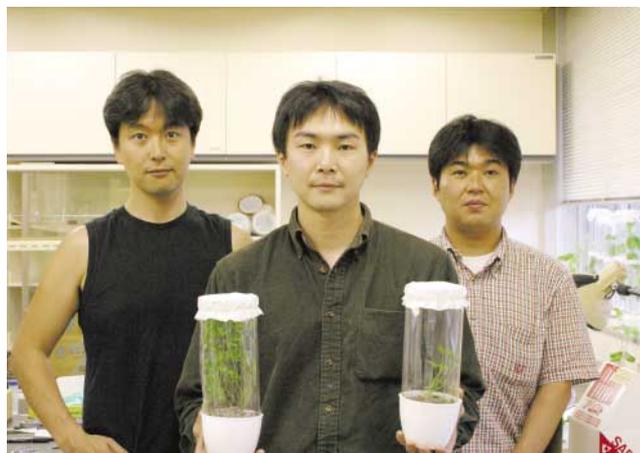
春の草原にはカラスノエンドウもシロツメクサもたくさん生えている。PAUSをもたないアブラムシは、カラスノエンドウ上でしか効率よく繁殖できない。ところがPAUSに感染したアブラムシは、カラスノエンドウもシロツメクサもほぼ同様に効率よく利用できる。すなわち、PAUS感染によってアブラムシが利用できる寄主植物の範囲が広がるのである。このような現象の生態的な意義はきわめて大きいものに違いない。

おそらくエンドウヒゲナガアブラムシにとって、シロツメクサはカラスノエンドウよりも質の劣った寄主植物なのであろう。PAUSの具体的な機能についてはまだ不明であるが、シロツメクサに足りない栄養分を補っているか、もしくはシロツメクサに含まれる有害物質を解毒しているといった可能性が考えられよう。

今後の展開

アブラムシの寄主植物適応がPAUS感染によって変化するという現象について、具体的な生理機構や分子機構を解明することが今後の最大の課題である。アブラムシ以外の昆虫類にもPAUSは感染しているのか、いるとすれば寄主植物特異性などの性質にどのような影響を与えているのかを探索していくことも重要な課題となろう。PAUSのような共生細菌の

機能解析やゲノム解析からは、基礎科学としてばかりではなく応用的にも重要な新知見が得られるかもしれない。これらの研究を通じて、共生微生物が宿主生物の環境適応に重要な役割を担うという現象の多様性、一般性、応用利用の可能性などについて追求していく予定である。



生物機能工学研究部門 生物共生相互作用研究グループ 研究グループ長 深津 武馬(写真左)、同研究グループ研究員 古賀 隆一(写真右)、同研究グループ特別研究員 土田 努(写真中央)

◆参考文献

- ・ Tsuchida, T., Koga, R., Fukatsu, T. (2004) Host plant specialization governed by facultative symbiont. *Science* 303: 1989.
- ・ Koga, R., Tsuchida, T., Fukatsu, T. (2003) Changing partners in an obligate symbiosis: a facultative endosymbiont can compensate for loss of the essential endosymbiont *Buchnera* in an aphid. *Proc. R. Soc. Lond. B* 270: 2543-2550.
- ・ Tsuchida, T., Koga, R., Shibao, H., Matsumoto, T., Fukatsu, T. (2002) Diversity and geographic distribution of secondary symbiotic bacteria in natural populations of the pea aphid, *Acyrtosiphon pisum*. *Mol. Ecol.* 11: 2123-2135.

◆関連情報

- ・ プレス発表、平成16年3月26日: http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2004/pr20040326/pr20040326.html

●産総研・生物機能工学研究部門の生物共生相互作用研究グループは、未探索の遺伝子資源の宝庫である難培養性の共生微生物を主要ターゲットとして、さまざまな研究を展開している。本研究成果は、深津武馬グループ長および古賀隆一研究員による、昆虫類にみられる多様な共生細菌の機能探索から得られたものである。東京大学総合文化研究科の大学院生であった(現：産総研特別研究員)土田努博士が本研究の主要部分を実際に遂行した。

●問い合わせ

独立行政法人 産業技術総合研究所
生物機能工学研究部門
生物共生相互作用研究グループ 研究グループ長 深津 武馬

E-mail : t-fukatsu@aist.go.jp

〒305-8566

茨城県つくば市東 1-1-1 中央第6

微小重力環境を利用し、長径1.4cmの構築に成功

骨髄細胞を用いた3次元軟骨組織構築技術の開発

再生医療(ティッシュエンジニアリング)は、自己の(幹)細胞を生体外で培養し、疾患箇所に移植する技術である。しかし現在行われている軟骨再生医療では、基本的に自家軟骨移植であり、非加重部位の軟骨を採取し、それを直接、あるいは培養した後になんらかの足場材料とともに軟骨欠損箇所に移植する手法が主流である。しかし、自家軟骨移植では採取できる軟骨の量に限界があり、健全な組織への侵襲が必要になる。また、軟骨組織は生体外で2次元培養(つまりペトリディッシュ内で培養)すると脱分化し軟骨の性質を失ってしまう欠点がある、しかも細胞は比重が1より少し大きいので、重力の影響を受け通常の培養方法では細胞培養皿の底に沈み2次元細胞シート組織しか得ることができない。

我々はこれらの問題を解決すべく、骨髄に含まれる幹細胞(間葉系幹細胞)から擬微小重力環境下で細胞を培養できるRWV(rotating wall vessel)バイオリアクター(トミーデジタルバイオロジー株式会社提供)を用いて軟骨組織を構築する技術開発を物質材料研究機構・生体材料研究センターとの共同研究として行ってきた。

写真はRWVバイオリアクター内でウサギ骨

髄由来間葉系幹細胞より構築できた軟骨組織である。生体外で4週間培養しただけで移植可能な大きさの高強度の軟骨組織を形成することに成功した。しかも、サフラニンO染色など組織化学的な検査によって内部まで壊死を起さず均質な軟骨組織が形成されていることも分かった。アグリカンやタイプIIコラーゲンといった軟骨特異的なマーカーの発現も顕著で、良質の軟骨組織であることを物語っている。

本技術の新規性のひとつは自家軟骨ではなく、骨髄に多く含まれる間葉系幹細胞を用いて軟骨の3次元構築を行う点にある。間葉系幹細胞は増殖させれば多数の細胞を得ることができ、大きな軟骨欠損にも対応できる。そして、本研究の最大の新規性はRWVバイオリアクターを用いた組織再生を行う点にあり、国内でこの種のバイオリアクターを用い移植可能な軟骨組織を構築することができた例は唯一(産総研、物質・材料研究機構チーム)である。今後は、筑波大学臨床医学系との共同研究として臨床応用を目指した研究を進めていく一方、バイオリアクターの自動化技術などの改良・開発を企業とともに進めていく予定である。

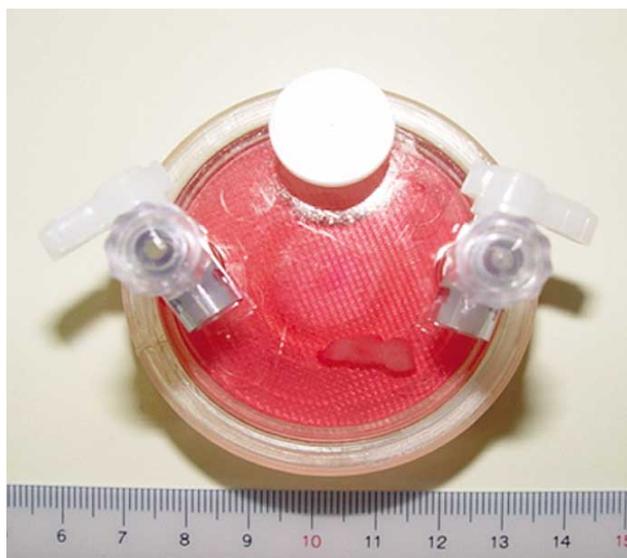


写真 RWVバイオリアクター内で構築した軟骨組織

写真はラビット骨髄細胞からRWVバイオリアクター内で約1ヶ月培養し形成された軟骨組織。

関連情報

- 特願 2003-413758 「擬微小重力環境下での骨髄細胞を用いた3次元軟骨組織構築方法」(木田尚子, 植村寿公, 大藪淑美, 田中順三)。
- 木田尚子, 小島弘子, 大藪淑美, 植村寿公, 田中順三: 第25回日本バイオマテリアル学会(2003)。



うえむらとしまさ
植村寿公
t.uemura@aist.go.jp
年齢軸生命工学研究センター

あなたの運転はどんな運転？

運転行動データに基づく運転支援システム

最近、自動車関連分野ではITS(高度道路交通システム)の開発が盛んになっているが、それを利用するのはドライバーであることから、ドライバーの特性を考慮したヒューマンセンタードデザイン(人間中心設計)が必要である。これを実現するためにはドライバー行動を客観的に記録した十分なデータが重要となる。そこで、我々は実際の道路上での運転行動データを大量に計測して運転行動データベースを構築した。

これは、運転行動計測用車両を用いて、実際の路上での約100名の一般ドライバーによる約2,300回の走行、延べ約3万キロ以上に渡る運転行動データ(アクセルやブレーキ操作の地点や量、その時の速度や加速度など)を収集・蓄積を行ったものである。運転行動データベースとしては世界最大規模であり、種々の自動車技術開発のためのバックデータとして自動車関連業界で多くの活用が期待される。(社)人間生活工学研究センターでは、平成16年度中にこれを有償で公開することにしたが、産業界で利用可能な自動車運転行動データベースは世界で初のものとなる。

さらに、本プロジェクトでは、この運転行動データベースを用いることによって、ドライバーが通常とは異なる運転行動をとったことを検知する技術と、これを用いた車載型の運転支援シ

ステムのプロトタイプを開発した。これは、「一般のドライバーが状況に応じて、いつでもおり運転しているのであれば事故につながるリスクが高まる状態にはなりにくい、"うっかり"して、いつもの運転行動から逸脱するとリスクが高まる状態になりやすい。」という新しい考えに基づいたものである。実際の路上での運転行動データから一般ドライバーの通常行動を知ること、この通常からの逸脱を検知する技術を実現することができた。

運転行動の通常からの逸脱の検知技術は、最も多い事故形態の一つである出会い頭の事故に関わる運転行動を対象として、一時停止交差点における(非優先道路での)減速停止行動に注目し、データベースに蓄積された一般ドライバーの減速停止行動データを用いて開発した。減速停止の多数のデータから統計的モデル化手法であるベイジアンネットワークを用いて通常運転のモデルを構築し、このモデルを参照して、ブレーキタイミングや踏み込み量がどれだけ危険側にずれているかを評価して、通常からの逸脱度としてドライバーに呈示するものである。これによって、運転中に自分がどの程度普段の運転行動から逸脱しているかを知ることができ、未然に危険な状態に陥ることを防ぐことが可能になるものである。



図1 運転行動の計測データ

ここでは、地図上のどの道路のどの位置でどのようにハンドルやアクセル操作をしたのか、またその時の車速や加速、さらに前方や後方の風景とドライバーの顔などが同時に記録されている。データベースには、これに加え、天候などの環境条件と質問紙で調べたドライバーの特性も記録されている。

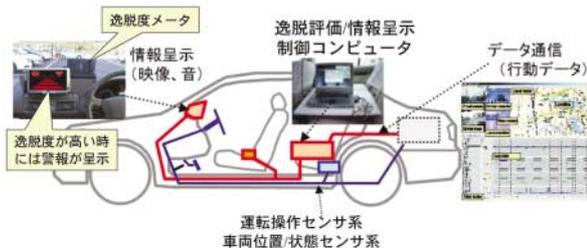


図2 行動データに基づく車載運転支援システムプロトタイプの概要

車載されたこのシステムは、一時停止交差点への減速停止行動を評価するものである。車載コンピュータには減速停止行動データが蓄積されており、センサで計測された運転中のペダル操作の状態と比較して、通常から逸脱しているかどうかを検知する。そして、逸脱した場合にはダッシュボード上のディスプレイに周辺視野でも認知できるパターンで表示する。



あかまつもとゆき
赤松幹之
akamatsu-m@aist.go.jp
人間福祉工学研究部門

関連情報

- プレス発表, 平成16年3月3日: http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2004/pr20040303/pr20040303.html
- 赤松幹之: 自動車技術, Vol. 57, No. 12, 34-39 (2003).
- M. Akamatsu, Y. Skaguchi, M. Okuwa: Proc. Human Factors and Ergonomics Soc. 47th Annual Meeting, 1895-1899 (2003).
- 本研究はNEDOプロジェクト「人間行動適合型生活環境創出システム技術」の一部として、(社)人間生活工学研究センターと共同で、(株)豊田中央研究所, 日産自動車(株), マツダ(株), 横河電機(株)とともに行ったものである。

ドライバに適応した自動車運転支援

自動車周辺の危険な状況に関する情報をドライバに提供して安全運転を支援するシステムを運転支援システムと言う。このようなシステムはドライバがシステムを受け入れ、利用してはじめてその効果を発揮する。ドライバがシステムを受け入れることをドライバ受容性というが、このドライバ受容性を高めるためには、親切ではあるがお節介にはならないような方法で情報や警告を提供する必要がある。我々が開発したドライバに適応した運転支援システムは、ドライバ受容性を高めることを目的とした運転支援システムで、そのためにドライバの状態をモニターしてその状態に適応して情報や警告を提供する点に特徴がある。

システムに含まれる機能は、図1に示すように、ドライバの顔と脈拍をモニターするドライバモニタリング、前方路面の湿潤状態検出、車間距離計測、車車間通信、ドライバ適応型ディスプレイ、自動車の進行方向を照明する配光制御ヘッドランプ、緊急状態を後続車や周辺車に示す機能性リアランプなどである。ドライバモニタリングは、ドライバがカ

メラを意識しないようにルームミラーに内蔵したCCDカメラで行い、ドライバの居眠りや脇見を検出する。情報や警告は、音声とナビゲーションシステムを使った画面で提供する。ドライバが居眠りや脇見をしており、かつ前方路面が濡れて車間距離が小さい場合には強い警告を早めに出す。しかしドライバが正常に運転しているときには、たとえ前方に危険が迫っていても、軽い情報を遅くに出す。ドライバの状態と車前方の危険の程度を考慮して注意や警告を出すことによって、親切ではあるがお節介ではない支援を実現している。先行車が検出した危険情報は車車間通信で後続車に伝えることもできる。車車間通信を使って自車位置や速度の情報を交換すると、交差点での出会い頭事故を防ぐことも可能となる。

2004年2月に総合実験と評価を行ったが、図2は各機能の必要性に関して関係者が行った評価の結果である。車間距離警報、出会い頭衝突防止警報、急ブレーキ警報、緊急時リアランプなどが必要性が高いと評価されている。

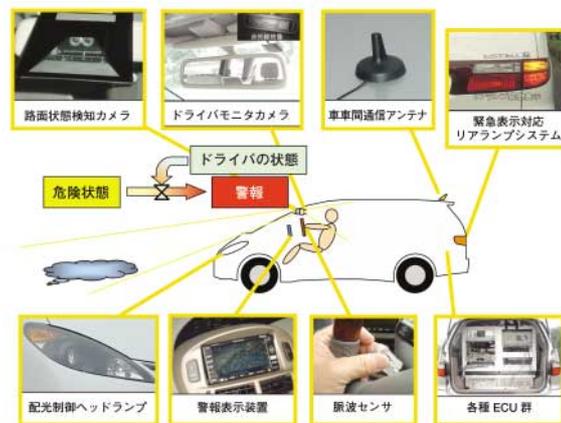


図1 ヒューマンセンタードITSビューエイドシステムに含まれる機能

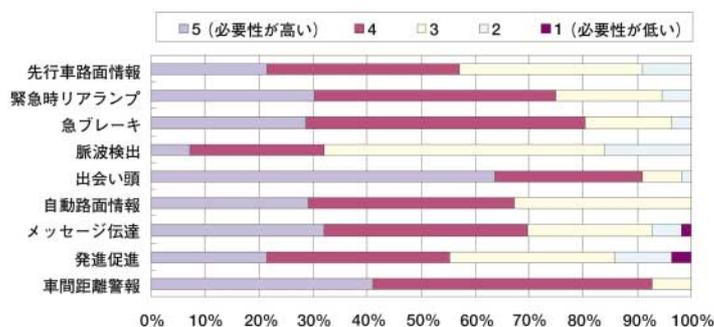


図2 各機能の必要性に関する関係者による評価



つがわあきゆき
津川定之
tsugawa.s@aist.go.jp
知能システム研究部門

関連情報

- プレス発表, 平成16年2月26日: http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2004/pr20040226/pr20040226.html
- プロジェクト参加機関: アイシン・エイ・ダブリュ (株), (株) 小糸製作所, 小島プレス工業 (株), (株) 東海理化, (株) トラフィック・シム, 名古屋電機工業 (株), 和光技研工業 (株), 名城大学, 愛知県産業技術研究所, (独) 産業技術総合研究所.
- 本システムは、2001年度から3年間行われたプロジェクト、地域新生コンソーシアム「ヒューマンセンタードITSビューエイドシステム」の成果の一部である。

1個の分子から世界的本質を知る試み

単一分子感度と空間分解能を持った振動分光法

ボトムアップナノテクノロジーの実用化に関連して、単一分子分析技術が注目されている。固液界面に適用でき、配向性や分子間相互作用等の情報が得られる振動分光法について、表面プラズモン(SPP)による高感度化とともに近接場光学との複合による超解像化を行ってきた。表面プラズモンを光励起したとき金属表面に形成される巨大電場及びその表面選択性を利用して、微量吸着分子の振動スペクトルを得ることが可能である。銀ナノ粒子の局在表面プラズモン(LSP)は、孤立球状粒子では波長400nm付近に鋭いextinctionピークを与えるが、粒子が凝集したり押しつぶされると赤外領域まで大きくシフトし広がる。このためラマン分光とともに赤外分光でもLSP電場を利用できる。これまでに、(1)全反射赤外分光で、バルク溶液種の妨害なしに、金薄膜上の自己組織化単分子膜の溶液側官能基で起きる電位やpH変化に伴う解離、疎水性界面での水素結合していない水分子の存在などが明らかになった。(2)金属ナノ粒子のLSPを利用した表面増強ラマン分光で、色素分子のほか可視部に吸収を持たないDNA塩基についても単一分子検出が可能になった。そのとき観測される信号強度のblinking(時間的揺

動)が、吸着分子の金属ナノ粒子表面での熱拡散による温度依存性の測定などから確かめられた(図1, 2)。さらに、巨大増強ラマンを与えるとき吸着分子が粒子間接合部に存在していることが、弾性散乱とラマンスペクトルの相関から明らかになった。局所電場計算に基づきLSPを有効に利用できる2次元配列した金属ナノ構造を形成し、単一分子感度を実証した。(3)超解像化に関して、全反射配置でSPPを利用した近接場ラマン・赤外分光法の開発を進めている。プリズム底面に銀島状膜を蒸着し、その上に試料を調製することでLSPによる300倍の増強を得た。これにより約1秒での近接場ラマンスペクトル及び約50 nmの空間分解能でのトポ像と超解像ラマンイメージの同時測定が可能になった。現在、最適金属ナノ構造のプロブ先端への形成により、さらなる高感度化と空間分解能の改善を進めている。将来、空間分解能を分子レベルまで改善できれば、異なるサイトに吸着した化学種1個の振動スペクトルをトポ像と同時に観測することで、ナノ構造体/溶液界面で起こる反応素過程が詳細に解明され、制御されるものと期待される。

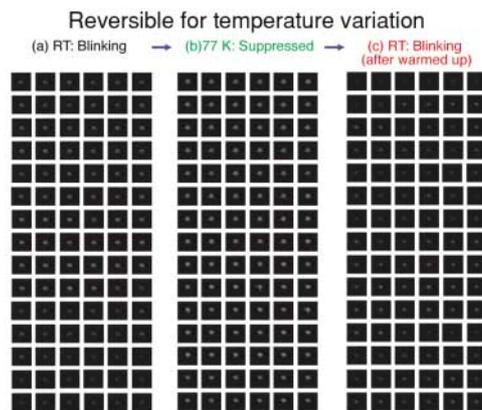


図1 色素(R6G)/Ag粒子のラマンイメージの時間依存性

(a) 室温、(b) 77K、(c) 再加熱後の室温
吸着量=約3.3分子/Ag粒子、励起波長 488 nm、入射光強度 $0.3 \mu\text{W}/\mu\text{m}^2$ (試料位置)、測定時間 30 フレーム / 秒の連続測定。スペクトル測定から強度とともにピーク波数の揺動も同時に観測された。

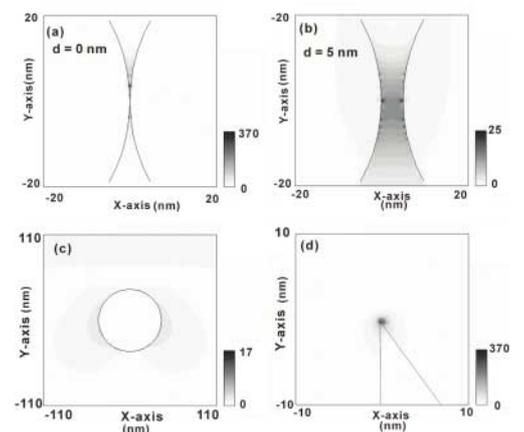


図2 数値計算によるAg球状2粒子系(半径40nm)の増強電場(振幅)

(a) 接触粒子、及び (b) 粒子間距離 5nm、(c) 孤立球状粒子(半径40nm)、(d) 三角柱のエッジ付近。
最適波長: a, bでは480 nm (接合軸に平行な偏光)、c (380nm)、d (430nm)。接合部付近を拡大表示。

関連情報

- 共同研究者: 丸山芳弘 (浜松ホトニクス (株) 筑波研), 石川満 (単一分子生体ナノ計測ラボ) .
- M. Futamata et al: J. Phys. Chem. B, Vol. 107, 7607-7617 (2003), ibid. Vol. 108, 673-678 (2004).
- 特願 2004-32098 (二又政之, 丸山芳弘, 石川 満, 山口佳則), 特願 2004-055008 (二又政之, 丸山芳弘, 石川満) .
- M. Futamata: Chem. Phys. Lett. Vol. 341, 425-430 (2001).
- FACSS 2003 Innovative Analytical Research Award on "Single Molecule Detection with SERS" .



ふたまたまさゆき
二又政之

m.futamata@aist.go.jp
界面ナノアーキテクトニクス研究センター

炭化珪素結晶性薄膜の多形制御技術を開発

炭化珪素(SiC)はエネルギーバンドギャップが広く熱的にも安定であることから、省エネルギーや低環境負荷に資する自動車用などの高温・高出力半導体素子の材料として有望視されている。しかしその結晶性薄膜を作製するには高い基板温度(~1500℃)を必要とし、また特定の多形を作り分けことが困難であるなどの問題がある。図(上)に示すようにSiCは珪素(Si)と炭素(C)からなる2重層が積層した結晶構造を持つ。この2重層の積層の仕方の違いで100種類以上の多形と呼ばれる結晶構造が存在するが、素子への応用にはこの多形の生成を制御することが極めて重要となる。

代表的な多形には3C-、2H-、4H-SiCがある。2H-SiCは多形の中でも最大のバンドギャップ(3.33 eV)を持つ。他方、3C-SiCはバンドギャップが最も小さく(2.39 eV)、2H-SiCとの差は約1eVある。また4H-SiCは、2H-より少し小さい値(3.27 eV)を持つが、大きな単結晶を作製できることから素子化に向けてもっとも研究が進んでいる。いずれの多形も同じ格子定数を持つSi-Cの2重層から構成されているので、それらの間に格子不整合はほとんど生じない。したがって異なる多形を積層した素子をつくることのできるはずであり、そのためにはSiCの多形を生成制御することが必要となる。

我々はパルスレーザー蒸着法がSiC薄膜の合成に有効であることを見出し、1100℃の低い基板温度で結晶性薄膜の多形を作り分けることに初めて成功した。レーザー蒸着は原料のSiCを高出力の紫外線パルスレーザー光で蒸発させて基板上に堆積させる方法である。蒸発した物質は高い運動エネルギーを持ち、基板表面に堆積する際その運動エネルギーは熱エネルギーに変換される。そのため、基板全体の温度を低く保ったまま表面近傍の実効温度を上げることでSiCの結晶性薄膜を作製することができる。またレーザーパルスの周波数を変えれば表面実効温度を大きく変化させることが可能になる。作製したSiC薄膜の断面の高分解能電子顕微鏡写真を図(下)に示す。1Hz、2Hz、5Hzの各レーザーパルス周波数で作製したときに、膜の多形がそれぞれ、3C-、2H-、4H-SiCになっていることがわかる。基板温度を高温に上げるには技術的な限界があるが、レーザーのパルス周波数は広い範囲に渡って容易に変化させることができる。

このようにパルスレーザー蒸着法は多形を制御して結晶性SiC薄膜を作製することを可能にする重要な成膜技術である。今後は膜の結晶性を向上させるために成膜条件を最適化するとともに、SiCヘテロ構造を作製するための技術開発へと展開を図る予定である。

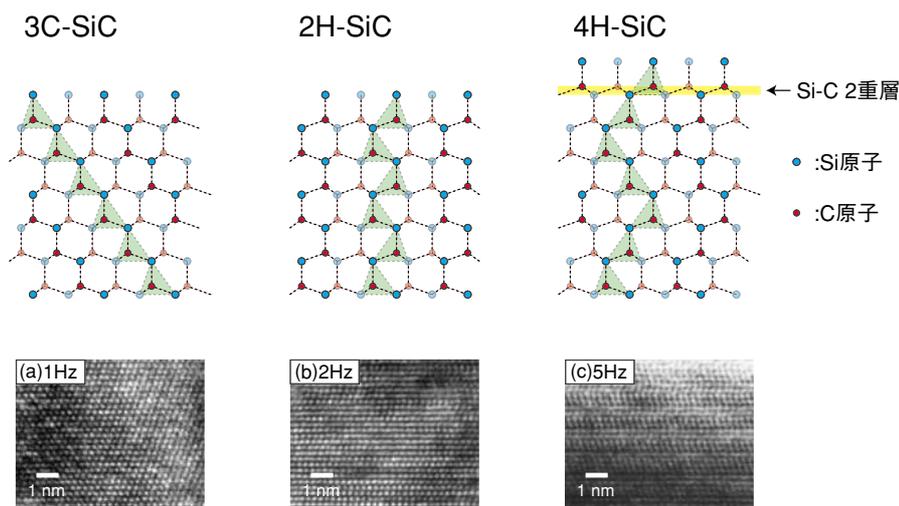


図 3C-、2H-、4H-SiCの結晶構造(上)と、各レーザーパルス周波数でサファイア基板上に作製した結晶性SiC薄膜の高分解能電子顕微鏡写真(下)

関連情報

- 共同研究者: 武藤八三(サステナブルマテリアル研究部門), Manuel E. Brito(電力エネルギー研究部門) .
- T. Kusumori, H. Muto, M. E. Brito: Appl. Phys. Lett., Vol. 84, 1272-1274 (2004).
- EDITORS' CHOICE, Science, Vol. 303, 1731 (2004).
- 特願2003-44966「SiCエピタキシャル薄膜の多形制御の方法及び同方法で作製したSiCエピタキシャル薄膜」(楠森毅, 武藤八三) .
- 本研究の一部は新エネルギー・産業技術総合開発機構の産業技術研究助成事業により実施。



くすもり たけし
楠森 毅
t.kusumori@aist.go.jp
サステナブルマテリアル研究部門

SiCパワーデバイスの製造コスト低減に道

SiCホモエピタキシャルCVDプロセスの高速化

現在パワーエレクトロニクスデバイスの半導体材料にはシリコン(Si)が主に用いられている。これを炭化珪素(4H-SiC)に置き換えると、理論的には通電時の抵抗損失を1/100以下にすることができ、大幅な省エネにつながる。しかしながら、4H-SiCは合成と加工に高度な技術を要し、全ての製造工程でSiよりも高価格である。現状の4H-SiCパワーデバイスの製造価格は、汎用市場に受け入れられるにはまだ100倍程高いと試算されている。この一因として、エピタキシャル膜(エピ膜)成長工程の価格が高いことが挙げられている。パワーデバイスでは、厚いエピ膜が必要なのにエピ膜の成長速度が数 $\mu\text{m}/\text{h}$ と低く、スループットの悪いことが価格低減の支障となっているのである。これを改善するためには、多数枚を同時に成膜できる装置を開発するか、成長速度を上げる技術を開発する必要がある。

当研究センターでは、化学気相成長法(CVD)によるエピ膜の高速成長を目標とし、成長速度と成膜条件の関係を詳細に調べ、この度、高速膜成長のための指標を見出した。成膜条件としては成膜時の原料ガス(SiH_4 と C_3H_8)の濃度比(C/Si比)が最重要であ

ることがわかった。図1は縦軸にC/Si比、横軸に成長速度をとり、エピ膜が得られた点は●、得られなかった点は×でプロットしたものである。エピ膜の得られる領域(鏡面域)は、成膜速度を上げるにしたがって狭くなっている。さらに、エピ膜が得られなかった領域(荒面域)はその特徴から4種類に分けられ、エピ成長を阻害する要因が4種類あること、及び鏡面域から荒面域への変化は急激であり、成膜中に一瞬でも荒面域にC/Si比が触れるとエピ膜は得られないことがわかった。装置の機械的特性から、通常、原料ガス導入時には、所定のC/Si比に落ち着くまでに時間がかかる。成長速度の速い領域では鏡面域が狭いので、原料ガス導入時にC/Si比が荒面域に触れる可能性が高い。そのため、高速成長を得るためには、成長速度を徐々に上げ鏡面域からC/Si比が逸れないようにする必要がある。以上の指針を基に、従来の成長速度に比べて100倍も速い速度を達成することができた。

これらの成果を実用装置へと展開することによって、スループットの大幅向上、すなわち大幅な価格の低減に貢献できるものと期待される。

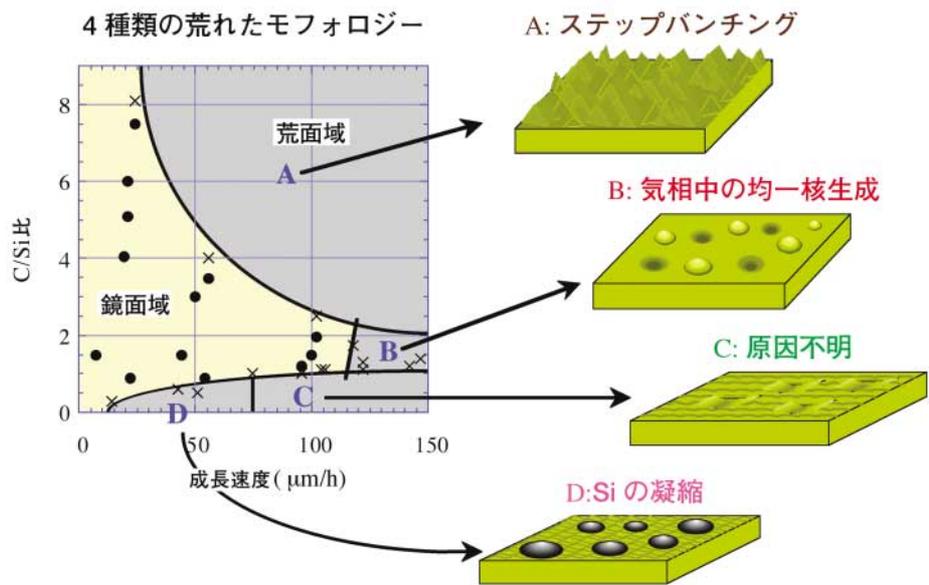


図 C/Si比と成長速度の関係



いしだゆうき
石田夕起
y-ishida@aist.go.jp
パワーエレクトロニクス研究センター

関連情報

- Y. Ishida, T. Takahashi, K. Kojima, H. Okumura, K. Arai, S. Yoshida: 10th Int. Conf. Silicon Carbide and Related Materials (Lyon, 2003).
- 石田夕起, 高橋徹夫, 児島一聡, 奥村元, 荒井和雄, 吉田貞史: 第64回応用物理学会学術講演会(2003).

半導体的カーボンナノチューブの選択的精製

カーボンナノチューブ(CNT)は次世代のナノエレクトロニクスの素材として有望視されているが、半導体的CNTと金属的CNTでは全く用途が異なる。現状では両者を効率よく分離・精製する技術はまだ確立していない。ナノエレクトロニクス用の電界効果トランジスタ(FET)に用いることができるのは半導体的CNTのみであり、金属的CNTが混在するとその特性が著しく劣化する。そのため、IBMのグループは素子を作った後で、大電流を流して金属的CNTだけを焼き切ってしまう方法を提案しているが、この方法は大変手間がかかるだけでなく歩留りが悪いので実用的とは言えない。半導体的なナノチューブだけを用いて素子をつくるために、半導体的CNTの選択的な精製法の開発が望まれている。

我々は市販の単層CNTの不純物を除くために、水素プラズマ処理法を採用した。その効果を走査トンネル顕微鏡(STM)などの分析手段により詳細に検討した。その結果、この精製法が単に不純物を除去するだけでなく、金属的CNTに対してのみ欠陥を生じさせる選択的なエッチング作用があることを発見した。

図1は、水素プラズマ処理後の金属的CNT

の典型的な高分解能STM像を示す。表面がエッチング作用によりぼろぼろになり、大きな穴が開いていることが観察される。それに対し、同じ処理を施した半導体的CNTの方はほとんど無傷のままであることがわかった(図2)。この観察結果は、適切な水素プラズマ処理を施すことにより、半導体的CNTと金属的CNTの混合物から、金属的CNTのみを選択的に破壊・除去し、半導体的CNTを残すことが可能であることを示唆している。

この方法をうまく応用すれば、半導体的CNTの選択的な合成も可能になると考えられる。例えば、最近スタンフォード大学のグループにより半導体を多く含むCNTの合成が報告されたプラズマを併用したCVD法などは、本研究によって明らかになった事実と密接に関連している可能性がある。

今後は、水素プラズマ処理による選択的なエッチングのメカニズムを解明するとともに、より定量的に精製効率を評価しながら改良を続け、最終的には99%以上の高純度を目標にした半導体的単層CNTの選択的精製・合成法を確立する方向で研究を進めていきたい。

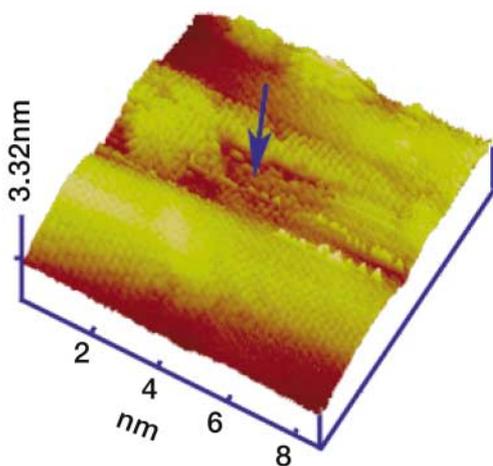


図1 水素プラズマ処理後の金属的CNT表面のSTM原子像
矢印は選択のエッチングにより生じた欠陥(穴)。

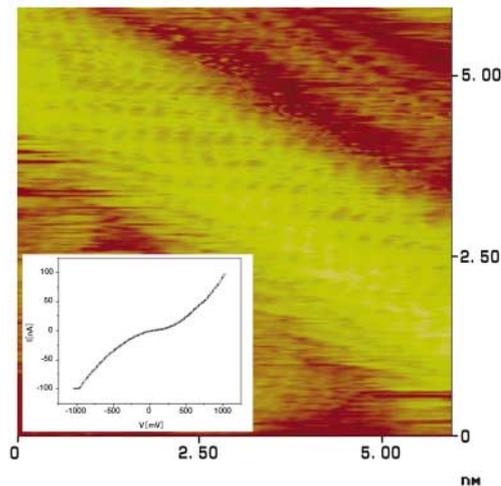


図2 同時に水素プラズマ処理を施した半導体的CNTのSTM原子像とSTS
全く欠陥が生じていない。挿入図は半導体的電流-電圧特性を示すSTS(走査トンネル分光)。



はさにえん あぶどらひむ
Hassanien I. Abdelrahim
abdouhassanien@aist.go.jp
ナノテクノロジー研究部門

関連情報

- 共同研究者: 徳本 圓 (ナノテクノロジー研究部門)
- ハサニエン アブド, 徳本 圓: 電総研ニュース, Vol. 609 (2000).
- A. Hassanien, P. Umek, D. Vrbanic, P. Venturini, D. Mihailovic: AIP Conf. Proc. Vol. 633, 271-274 (2002).
- A. Hassanien, M. Tokumoto, P. Umek, D. Vrbanic, M. Mozetic, P. Venturini, D. Mihailovic: Nanotechnology, submitted.
- 本研究は平成13年度NEDO国際共同研究先導調査事業および平成15年度日欧科学協力事業(日本学術振興会)によるスロベニアとの共同研究の一環として行われた。

ガラス基板上の色素や蛋白質薄膜のパターン加工に成功

石英ガラスのレーザー微細表面加工

石英ガラス材料等の透明材料の精密加工は、フォトンクス研究発展のキーテクノロジーの一つである。しかし、ガラスは堅くて割れやすい物質であるので加工部位の周囲に損傷が生じ易い問題点があった。

レーザー精密プロセスグループでは、レーザー背面照射湿式エッチング法(LIBWE法: Laser-induced backside wet etching)と名付けた独自のコンセプトに基づく紫外レーザーを用いた石英材料の微細表面加工技術の研究を行っている。これは、ナノ秒パルスのエキシマレーザー照射で誘起される溶液のアブレーションによって石英基板表面を微細加工する手法である。

これまでに、マスク露光縮小光学系の改良ならびに溶液組成の最適化によって、最高値として0.75ミクロンのライン&スペース分解能の格子状微細加工を $1 \times 1 \text{ mm}^2$ の範囲に一括加工することに成功している。本法では加工パターン設計自由度は大きく、石英ガラス母材の特性を生かしたまま表面機能を高品位化することが可能である。したがって、その光学特性や超微細加工特性を格段に向上させ

ることにより、素材の高性能化や機能付与による高付加価値化技術が提供可能であると考えた。

今回、シランカップリング処理により自己組織化単分子膜(SAM)を作製した石英ガラス基板にLIBWE加工を行うと、石英表面層の加工と同時にSAMのパターニングができることを見出した。レーザー加工後の基板を色素溶液等に浸せきすると、色素分子とSAMやガラス表面との相互作用によって色素薄膜の微細パターニングができた(図1左)。SAM分子と色素の組み合わせの最適化によって、最高10ミクロン分解能までの微細パターニングが可能である。また、タンパク質分子やポリマー微小球でも微細パターニングが可能である(図1、2)。さらに、レーザー加工後の石英基板は熱エンボス法の金型としても利用可能なので、高分子部材の鋳型表面加工にも使用することができる(図2右)。

これらの結果から、本法を光学素子やバイオ・化学センサー等へ応用するための知見が得られた。今後、さらなる産業技術への応用展開を進めていく予定である。

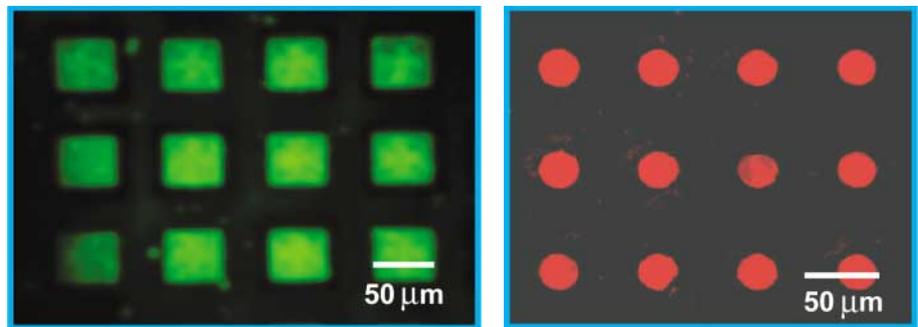


図1 蛍光顕微鏡像(左)ピラニン色素薄膜、(右)蛍光色素標識アルブミン薄膜

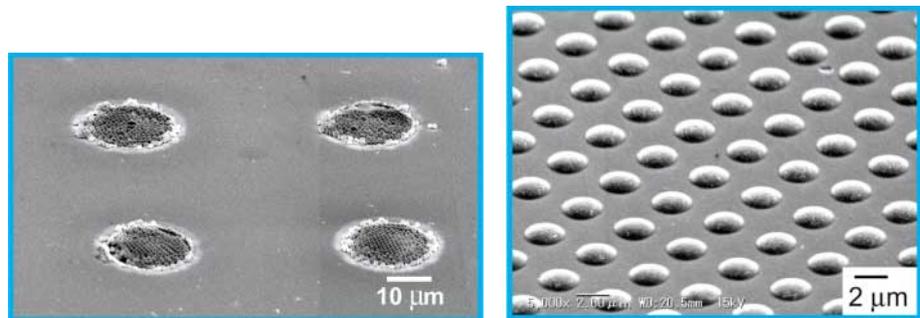


図2 SEM像(左)ポリスチレン微小球集合体、(右)鋳型微細加工後のポリマー表面



にいのひろゆき
新納弘之

niino.hiro@aist.go.jp
光技術研究部門

関連情報

- 共著者: 丁 西明, 川口喜三, 佐藤正健, 奈良崎愛子, 黒崎諒三(光技術研究部門)。
- 丁 西明: AIST Today, Vol. 2, No. 9, 12 (2002).
- X.Ding, Y.Kawaguchi, T.Sato, A.Narazaki, H.Niino: Chem. Commun., Vol. 2003, No. 17, 2168-2169 (2003).

卓上型単結晶成長装置の開発

赤外線集中加熱式の浮遊帯域法単結晶育成装置(FZ炉)は、主に無機新材料の開発、特に高温超伝導体や光学材料の単結晶育成に使用されてきた。単結晶育成研究の初期段階では、単結晶育成装置あるいは一般の加熱炉により、多結晶材料の組成を変えた多数の試料による溶融実験を行い、相図を作成することで、単結晶化が可能かを判断する。多数の溶融実験を行う必要上、短時間で目的とする温度まで到達可能であることが望まれる。ハロゲンランプを使用した従来のFZ炉の最高到達温度は2000℃程度であり、最高温度まで速くても30分の時間を要した。また、他の一般的な単結晶育成装置についても、大型(重量数百kg以上)であり、水素などの危険なガス、大がかりな冷却装置、大電力の電源などが必要であり、1000万円以上の高価な装置であった。

したがって単結晶育成に限らず、容易に2000℃以上の温度を得ることができる安価、小型で安全な装置の開発が望まれていた。

この要望に応えるため、我々は(株)NECマシナリーと共同で、卓上型単結晶育成装置を開発した(写真1)。設計においては、できるだけ容易に操作できるように考慮し、また、小型(巾65cm×奥行62cm×高さ92cm、総重量

80kg)で、小型冷却水循環装置を別途必要とせず、一般の家庭用100ボルト(1500ワット以下)電源で2000℃以上の温度を最速5分で得られることとした。この試作機を用いて融点約2050℃のルビー(絶縁物)の単結晶育成を試みた(写真2)。この際に、装置を構成する赤外線集中加熱式単結晶炉のハロゲンランプの光を集光する反射鏡の温度が上がりすぎという問題が発生したが、高温の空気を効率よく排気することと、反射鏡の冷却効率を上げることによって解決した。この後に、融点約2100℃のストロンチウム・ルテニウム酸化物(伝導体)の育成も試み、材料の溶融に成功した。このようにして、今回開発した装置で2000℃以上の融点を持つ絶縁体や伝導体を溶融して、単結晶育成が可能であることを明らかにした。基本的な機能は、これまでの大型、高価な単結晶育成装置と本質的に同じである。

今回開発した卓上型単結晶成長装置はNECマシナリーより商品名*iAce*として販売される予定である。専門的な研究活動だけでなく、教育現場における理科実験や個人的な趣味にも使用可能であり、幅広く利用されることを期待している。



写真1 卓上型単結晶成長装置 (iAce)

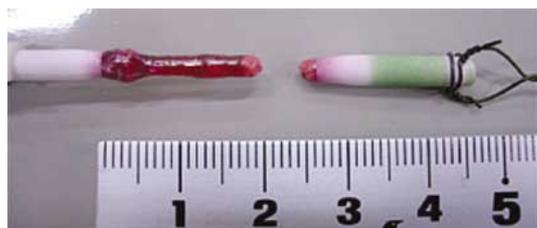


写真2 成長させたルビーの結晶



いけだしんいち
池田伸一
ikedashin@aist.go.jp
エレクトロニクス研究部門

関連情報

- 共同研究者: 梅山規男, 永崎洋, 吉田良行, 原 茂生, 長井一郎, 白川直樹 (エレクトロニクス研究部門) .
- プレス発表, 平成 16 年 2 月 17 日: http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2004/pr20040217/pr20040217.html
- 特願 2004-029424 「単結晶育成装置」.
- 本研究は (株) NEC マシナリーとの共同研究である。

フロン代替洗剤の開発

フロン類は冷媒、発泡剤、洗剤として広く利用されてきたが、オゾン層破壊や地球温暖化の原因になることが指摘されており、環境に対してより影響の小さい新しいフロン代替物の開発が求められている。そこで我々は、新しい代替物としてHFE(ハイドロフルオロエーテル)の開発を行った。HFEは塩素原子を含まないためオゾン層を破壊せず、さらに本研究を通してHFEには温暖化影響の小さい化合物が数多く存在することを見出してきた。ここでは、代替洗剤開発における高効率HFE合成法の開発、代替洗剤候補化合物の選定について述べる。

HFEの合成法は数多く知られているが、工業生産適応可能なプロセスとしてアルコールとフッ化オレフィンの付加反応に着目し反応の効率化を図った。従来、この付加反応は無溶媒または有機溶媒中で行われてきたが、副生物の生成によりHFEの収率が低下することが課題であった。そこで、クリーン且つ安価な水を溶媒として反応を行ったところ、副生物の生成を抑制し、高い選択率でHFEを合成できることを見出した。このプロセスにより有機溶媒を使用することなく、目的とするHFEをほぼ定量的に合成することができ、さらに反応のスケールアップ、反応後の処理も容易に行うことが可能であ

ることから、有用なグリーンプロセスとして期待される(図)。

代替洗剤開発においては、環境影響が小さいだけでなく製品としての実用化を視野に入れ、40℃以上の沸点を持つHFE88化合物について合成検討、洗剤特性、毒性、燃焼性、安定性、温暖化影響の評価を行った。比較的合成容易なHFE12化合物について評価を行った結果を表に示した。毒性と安定性については、数化合物に問題があることが明らかになった。温暖化影響の指標となる大気寿命は評価を行った化合物すべてが数年程度であり、温暖化影響が小さいことが分かった。この結果、環境に優しく実用性に優れた代替洗剤としてHFE6化合物を選定した。選定したHFEを用いた実機試験評価では、水切り乾燥、炭化水素系洗剤のすすぎ乾燥といった洗剤プロセスで高い性能を示すことを見出し、洗剤としての有用性も明らかにした。

本研究で開発したHFEの中の1化合物(HFE-347pc-f)は既に製品化されているが、安価に製造することができ、環境への負荷が小さく安全に使用することができることから、洗剤分野だけではなく、フッ素系ポリマーの溶剤、重合溶媒等としても応用されることが期待される。

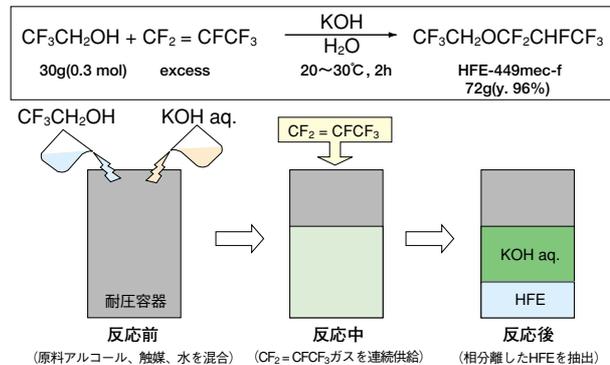


図 水を溶媒とした付加反応プロセス

#	構造式 / RITE name	沸点 (°C)	洗浄性	不燃性	安定性	毒性	大気寿命 (T _{OH})	評価
1	CF ₃ CF ₂ CH ₂ OCHF ₂ / HFE-347mcf	45.9	○	○	○	○	5.7	○
2	CF ₃ CHF ₂ OCH ₂ / HFE-356mec	54.3	○	○	○	○	2.1	○
3	CHF ₂ CF ₂ OCH ₂ CF ₃ / HFE-347pc-f	56.2	○	○	○	○	6.0	○
4	CF ₃ CH ₂ OCF ₂ CH ₂ F / HFE-356mf-c	65.0	○	○	○	○	-	-
5	(CF ₃) ₂ CHCF ₂ OCH ₃ / HFE-458mmzc	69.9	○	○	×	×	-	×
6	CF ₃ CF ₂ CH ₂ OCH ₂ CHF ₂ / HFE-449mcf-c	70.3	○	○	○	△	-	×
7	CF ₃ CHF ₂ OCH ₂ CF ₃ / HFE-449mec-f	72.7	○	○	○	○	7.0	○
8	CHF ₂ CF ₂ CH ₂ OCHF ₂ / HFE-356pcf	75.5	○	○	×	×	4.0	×
9	CF ₃ CHF ₂ OCH ₂ CF ₂ CF ₃ / HFE-54-11mec-f	87.5	○	○	○	○	6.7	○
10	CF ₃ CHF ₂ CH ₂ OCHF ₂ / HFE-458mecf	88.4	○	○	○	○	-	-
11	CHF ₂ CF ₂ CH ₂ OCF ₂ CHF ₂ / HFE-458pcf-c	93.2	○	○	○	×	-	×
12	CF ₃ CHF ₂ OCH ₂ CF ₂ CHF ₂ / HFE-55-10mec-fc	105.9	○	○	○	○	4.8	○

表 代替洗剤候補化合物の選定
代替候補の6化合物は水色で示す



みずかどじゅんじ
水門潤治
mizukado-junji@aist.go.jp
環境化学技術研究部門

関連情報

- J. Murata (Mizukado), M. Tamura, A. Sekiya: Green Chem., Vol. 4, 60-63 (2002).
- 特願 2000-402345 「含フッ素エーテル化合物の製造方法」(村田(水門)潤治、田村正則、関屋章)。

グリッドポータル構築ツールの開発

研究者や技術者が計算機を利用して問題を解くにあたり、計算処理に専念するためのソフトウェア環境を問題解決環境(PSE: Problem Solving Environment)と呼ぶ。PSEの一つの形態として、グリッド環境上でアプリケーションを簡便に実行するためのWebポータルシステムが注目を集めている。このようなグリッドポータルシステムの構成は、通常Webブラウザから利用するためのWebサーバとアプリケーションを実行するバックエンドの計算サーバがグリッド環境上で連携している(図1)。したがって、アプリケーションをグリッドポータル化するためには、セキュリティを含めたグリッド技術やWebプログラミング技術など高度なスキルが必要であり、研究者が問題解決に専念できていないのが現状である。

当研究センターでは、WebベースのPSEをグリッド環境上に構築するソフトウェアツールキット(Grid PSE Builder)の開発を進めている¹⁾。このツールキットでは、ユーザの認証・認可、アプリケーションの実行、ファイルの転送などを受け持つ機能をコンポーネント部品として有し、必要に応じてシステムに組み込んだ。これによって、グリッドポータルシステムを容易に構築することが可能となっ

た。また、アプリケーションに対する入出力インターフェースをXML形式で記述するだけで、アプリケーションを簡単にPSEに登録することができるコンポーネントXMLと呼ぶ機能も開発した。一般にグリッド環境では、ジョブを実行するためにはプロキシ証明書と呼ばれるユーザの認証情報の発行が必要である。これに対しても、従来のようにユーザが複雑なコマンドを用いずに、画面上での入力だけで容易に証明書を発行することができるサインオンツールを開発するなど、高機能で実用的なツールキットを実現した。

これまでにGrid PSE Builderのプロトタイプを用いて、気象シミュレーションポータルや熱流体解析ポータル²⁾など、いくつかのシステムを構築した。活用の成果をGGF、SC2003など様々な国際会議で発表しつつ、使い勝手やPSEとしての有効性を検証してきた。このたびGrid PSE Builderとして基本コンポーネントの開発を完了したので、パッケージ化して公開の予定である。今後は、グリッド技術の実用化に向けて、公開したツールの普及・啓蒙を進める。その一環として、産総研で構築したAISTスーパークラスタ³⁾に各種アプリケーションのポータル環境を構築し、PSEとして研究者に提供する予定である。

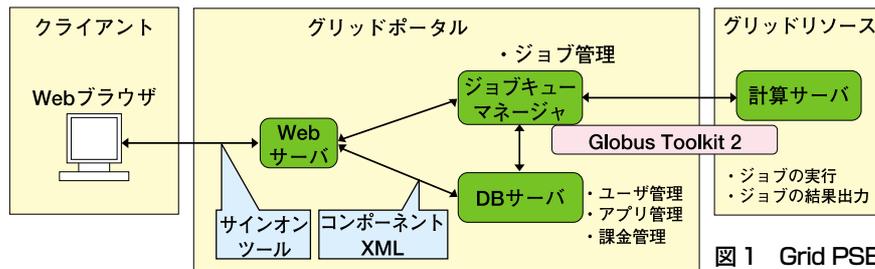


図1 Grid PSE Builder 構成図

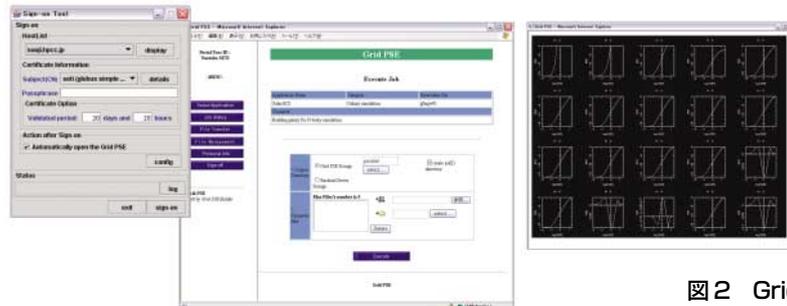


図2 Grid PSE Builder を用いたポータル構築事例



いとう さとし
伊藤 智
s-itoh@ni.aist.go.jp
グリッド研究センター

関連情報

- 1) 平野基孝, 山本直孝, 田中良夫, 伊藤智, 関口智嗣: 情報処理学会 HPC 研究会 No.95, (2003).
- 2) 山本直孝: AIST Today, Vol. 3, No.9, 16 (2003).
- 3) AIST Today, Vol. 3, No.10, 42 (2003).

「なんとなく協調フィルタリング」手法の開発

近年、商品、学術文献、Webページなどが膨大に集積されるようになった。そのため、嗜好や要求に合うものを、利用者自身が、膨大なデータの中から見つけだすのが困難になってきている。そこで、利用者の代わりに、嗜好や要求に即したものを見つける推薦システムが開発された。

そのような推薦システムには、検索対象の特徴を利用する「内容に基づくフィルタリング」と、「口コミ」による推薦を自動化した「協調フィルタリング」の二つの手法がある。本研究では、後者の手法を改良した。

まず、協調フィルタリングの概略を述べる。この推薦システムには、いろいろな検索対象について、その好き嫌いを多くの人に尋ねた結果を集積したデータベースが事前に用意されているとする。推薦システムは、図1のような手順で利用者Aさんが好みそうなものを推薦する。①Aさんは幾つかの検索対象について、その好き嫌いを示すことで、嗜好を提示する。②システムは、Aさんと似た嗜好の人をデータベースから探す。③これらの人が好む検索対象を見つけて、Aさんに推薦する。口コミ情報と同様に、協調フィルタリングでは、自分と嗜好が似た人の推薦を参考にする。

この協調フィルタリングを実現するには「嗜好の度合いを測る」方法が必要になる。従来は、SD(Semantic Differential)法(図2(a))で嗜好を計測した。これは、個々の対象について、利用者に嗜好を5段階評価などで答えさせる方法である。しかし、SD法には、「好きさの度合いが利用者間で共有されている」などの不自然な仮定が必要になるという問題点がある。そこで、本研究では順位法(図2(b))を導入することで、この問題の改良を行った。この順位法とは、利用者に対象を好きなものから順に並べさせることで嗜好を測る方法である。順位法によって、より直観的に嗜好を提示できるようになるので、この協調フィルタリング手法を「なんとなく協調フィルタリング」と名付けた。

図3は、寿司についての嗜好を2つの推薦システムを用いて予測した結果である。横軸は利用者一人が嗜好を提示した対象の数、すなわち、何個の対象を評価したり、並べ換えたりしたかを表す。この個数が5個以上であれば、順位法の導入が予測精度を向上させていることがわかる。

今後は、さらに推薦の精度を向上させると共に、大規模なデータベースでも高速に実行できるような改良を行う予定である。

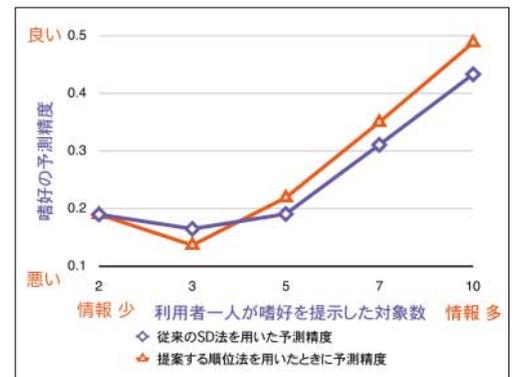
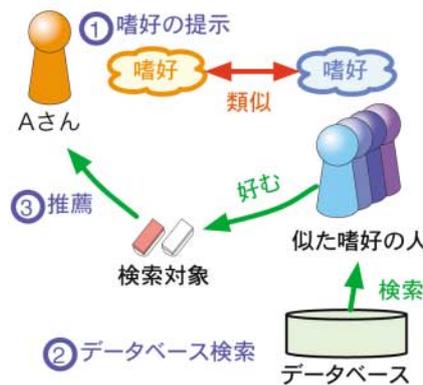


図1 (上) 協調フィルタリングの手順
 図2 (右上) SD (Semantic Differential) 法と順位法
 図3 (右下) SD法と順位法を用いた協調フィルタリングの予測精度



かみしまとしひろ
 神島敏弘
 mail@kamishima.net
 脳神経情報研究部門

関連情報

- T. Kamishima, ACM KDD2003, 583-588 (2003).
- <http://www.kamishima.net/>
- 協調フィルタリングについて: <http://www.ai-gakkai.or.jp/jsai/whatsai/AItopics2.html>

特集

更なる産学官連携の 拠点を目指して



北海道センター



東北センター



つくばセンター



中部センター



関西センター



産学官連携施設の重要性と展望

産総研にとって、研究開発の成果を産業界に速やかに普及させ、国民に還元する働きは、自らの存在意義そのものです。産総研は設立以来、成果普及のための効果的な手法として、民間企業等との共同研究や各方面からの研究受託の推進によって、社会ニーズに合致した優れた知的財産を多く生み出すことや、産総研の知的財産を基にしたハイテクベンチャー創業支援等に注力してきました。そして、それらの活動を通じ、我が国産業の国際競争力の向上や、新産業への構造転換支援に努めてきました。

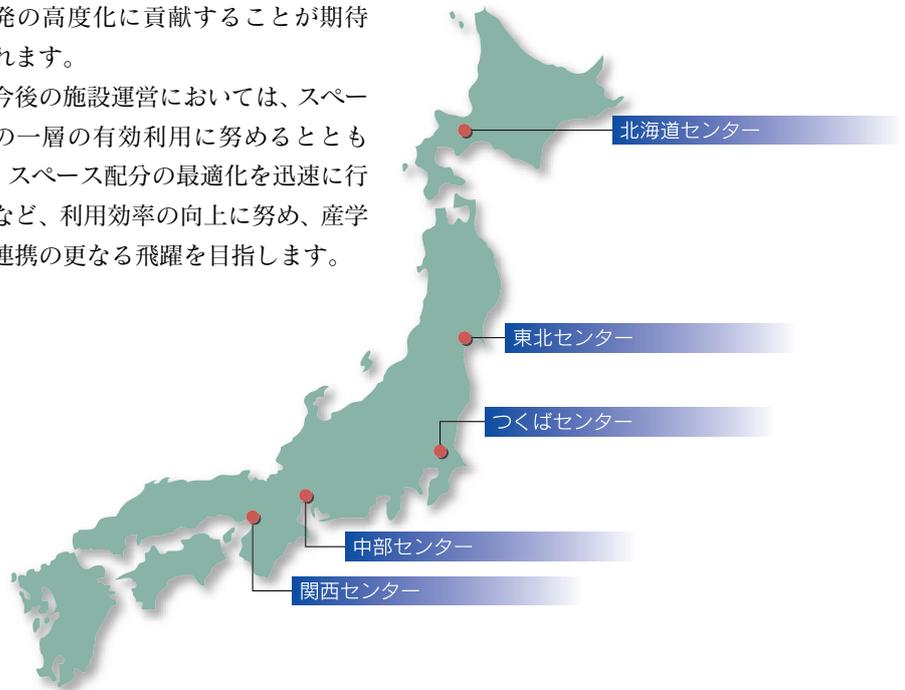
しかしながら、最近では、産総研における産学官連携活動の広がりや、独法化による人材活用の自由度が増したことにより、研究員の受け入れ人数等が大幅に増え、研究スペースの不足が顕著になったため、企業との共同研究等の新たな展開に支障が生じるようになってきました。

新たに建設した北海道センター、東北センター、つくばセンター、中部センター、関西センター各研究拠点の産

学官連携施設は、産学官連携活動拡大の障害となっていた共同研究スペース不足を緩和し、連携活動の更なる活性化に大きく貢献していきます。

さらに、北海道センターと関西センターの産学官連携施設に整備した動物飼育施設と、つくばセンターの産学官連携施設に整備した情報インフラ等の最新設備は、入居者が行うバイオテクノロジー技術や情報技術の技術開発の高度化に貢献することが期待されます。

今後の施設運営においては、スペースの一層の有効利用に努めるとともに、スペース配分の最適化を迅速に行うなど、利用効率の向上に努め、産学官連携の更なる飛躍を目指します。



共通の利用基準

各産学官連携施設を利用するにあたり、共通的な利用基準は以下の通りです。この他、各産学官連携施設の利用基準がありますので、申込みに際しては、各研究拠点担当窓口へお問い合わせ下さい。

●利用資格

- ①AIST認定ベンチャーとなった企業が技術開発を行う場合
- ②企業や大学等が産総研と共同研究を行う場合
- ③産総研が、国や企業などからの受託研究を行う場合

※ p.34を参照

●利用経費

- ①直接経費
- 施設運営費 利用形態により受託研究

等経費算定規則または、資産貸付取扱基準に基づき算出します。

光熱水料 産総研の定める額×貸与面積×人数比×年数

②人頭経費

25,000円×人数×月数 または、2,000円×人数×日数

AIST認定ベンチャーの場合は、光熱水料以外の経費について減額措置があります。

また、特殊設備については、別途、経費負担があります。

●利用期間

原則3年以内とします。

●手続き

各研究拠点担当窓口へ利用申込みを行い、資格審査を経て利用可能となります。



北海道センター

北海道産学官連携研究棟 (ほっかいどうOSL)



- ① 洗浄滅菌室
- ② バイオ系実験室
- ③ ラット飼育室
- ④ エアシャワー



2004年2月に完成した北海道産学官連携研究棟(ほっかいどうOSL)は、共同利用施設で、産総研のバイオテクノロジーに関わる研究ポテンシャルと技術シーズを地域の技術やニーズに結合させることで、地域産業の活性化のみならず新規産業の創出を目指す研究拠点です。

ほっかいどうOSLは、4階建ての先端バイオ研究施設で、再生医療技術の開発に不可欠なクリーンルームや、ケージ間の感染確率が著しく低いマイクロアイソレーション方式のラックを備えたマウス・ラットの飼育施設を有する、全国でも数少ない最新のシステムを採用しています。また、2階はバイオ系実験室、低温室、研究室で構成され、多目的利用に対応した柔軟な部屋設計となっております。

産総研内外の研究者・技術者が互いに共同して、先端バイオ技術の開発研究および事業活動に利用していただくとともに、技術開発型ベンチャー企業の支援も行うことで、北海道地域におけるバイオ産業クラスターの着実な形成を支えます。

ご利用のご希望がありましたら、お問い合わせ下さい。



担当窓口、問い合わせ先

独立行政法人産業技術総合研究所 北海道センター
 北海道産学官連携センター
 〒062-8517 札幌市豊平区月寒東2条17丁目2番1号
 TEL. 011-857-8405 FAX. 011-857-8901
 E-mail Hokkaido-collab@m.aist.go.jp
 URL <http://unit.aist.go.jp/hokkaido/>

■施設概要

延べ床面積 3,188㎡

- 1階 実験動物飼育施設 (680㎡)、管理室
- 2階 バイオ系一般実験室、低温室、研究室
- 3階 機械室
- 4階 クリーンルーム (140㎡)、共通機器室、セミナー室

■利用施設

- 1階 実験動物飼育施設 マウス用ラック5台、ラット用ラック8台
- 2階 バイオ系一般実験室、研究室 (総計573㎡) 12室
- 4階 クリーンルーム (140㎡)

■共用施設

実験動物飼育施設

SPF (特定病原体フリー) 仕様のマウス・ラット飼育施設であり、マウス飼育室、ラット飼育室、洗浄滅菌室、処置室、特殊飼育室、飼料・床敷保管庫、自動給水装置等で構成。HEPAフィルターを通した清浄な空気を、各ケージ毎に強制通気させて換気するマイクロアイソレーション型ラックを採用。また、指紋照合による入退室管理など、高度なセキュリティシステムを採用。

クリーンルーム

細胞や組織の培養・加工などの再生医療分野における技術開発に不可欠な施設で、バイオロジカルクリーンルームとして機能。薬事法におけるGMP (製造管理及び品質管理規則) に対応可能な施設として、無菌室、保存室、品質管理室、データ管理室などで構成。HEPAフィルターを用いた空調設備により室圧差を制御することで、クラス10,000~100,000 (1ft³中に含まれる0.5μm以上の粒子数) の清浄度の維持が可能であり、塵埃や微生物を持ち込まない、また持ち出さないための対策が備わっている。

■利用施設の設備概要

付帯設備 安全キャビネット、クリーンベンチ、マイクロアイソレーター、オートクレーブ、ドラフトチャンバー、低温室

実験電力 各室100V、200V供給

通信 100Mbps ethernetによるインターネット接続

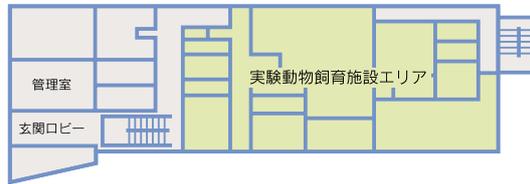
セキュリティ設備 ICカードによる入退室管理、玄関等の出入り口の監視カメラ設備

利便性 共通廃液処理

■利用基準

バイオ分野の技術開発を目指しているAIST認定ベンチャーおよび企業等が利用することができます。利用に当たっては、北海道センター内で行う審査・承認を得る必要があります。

■フロア図



1F

実験動物飼育施設 (680㎡) と管理室で構成。天井部分にはISSフロアを設け、動物飼育施設の高度な衛生管理と保守作業の軽減を実現。



2F

バイオ系実験室、低温室、研究室で構成。多目的利用に対応した柔軟な部屋設計で、光熱水使用量は部屋毎に計量。



3F

動物飼育施設、クリーンルームのための高度な空調システムを設置した機械室。結露、熱交換、脱臭、騒音、保守作業などに配慮した設計。



4F

クリーンルーム (140㎡)、実験室、セミナー室で構成。クリーンルーム天井部分にはISSフロアを設け、高度な衛生管理と保守作業の軽減を実現。

入居企業からのコメント

株式会社 バイオイミュランス (本社:札幌市)

当社は、産総研の外部シーズ発ベンチャー創出制度である「ベンチャー支援任用制度」を用いて2003年4月に創業し、AIST認定ベンチャーとしてほっかいどうOSLにこの度入居しました。当社は、産総研と北海道大学の共同研究を通して、癌、アレルギー、自己免疫疾患等の難治性疾患に対する免疫療法の最先端治療を確立させ、広く世間に普及させることにより、健康寿命増進の実現に向け

社会貢献することを目指しております。当社が行う技術開発では、人体から取り出したリンパ球を検査し、そのリンパ球を患者さんに戻すための細胞加工および培養を行うため、清浄度の高いクリーンルームが必要です。ほっかいどうOSLに設置されたGMP対応のクリーンルームで製造管理及び品質管理を行うことで、安全で副作用の少ない癌治療の開発や検査方法の開発を行いたいと考えています。

株式会社 トランスアニメックス (本社:札幌市)

当社は、2004年4月にAIST認定ベンチャーとして、ほっかいどうOSLへ入居することになりました。当社は、人間がかかる糖尿病や高脂血症などの病気を、遺伝子を操作して発症させた遺伝子改変疾患モデルラットをつくり、製薬会社の臨床試験向けなどに販売することを事業計画としております。

技術開発には、共同研究による産総研の技術支援により、多数の遺伝子改変位置を安価かつ速やかに決定可能なアッセ

イ方法を遺伝子破壊ラットに応用し、疾患モデルラットの効率的な作成を目指します。

また、飼育しているモデルラットが別の病気に感染したりしては困ります。ほっかいどうOSLでは、特定病原体フリー (SPF) の高度な動物飼育管理が行われ、当社のモデルラットの開発のためには、是非とも必要な施設です。今後、これらの連携により、事業化の促進を目指します。



東北センター

東北産学官連携研究棟 (とうほくOSL)



1



2



3

- ① エントランス
- ② 交流室
- ③ 実験室
- ④ 高温高圧実験室

2004年2月、東北センターに東北産学官連携研究棟（とくほくOSL）が完成しました。とうほくOSLは、東北センターの環境負荷低減と地域活性化につながる新技術や新素材の技術ポテンシャルを活用して、ベンチャー企業や新産業の創出を目指す方々を支援するための施設です。

また、経済産業省東北経済産業局が進める「東北地域産業クラスター計画」と連動して、環境プロジェクトの中心的な研究拠点となります。

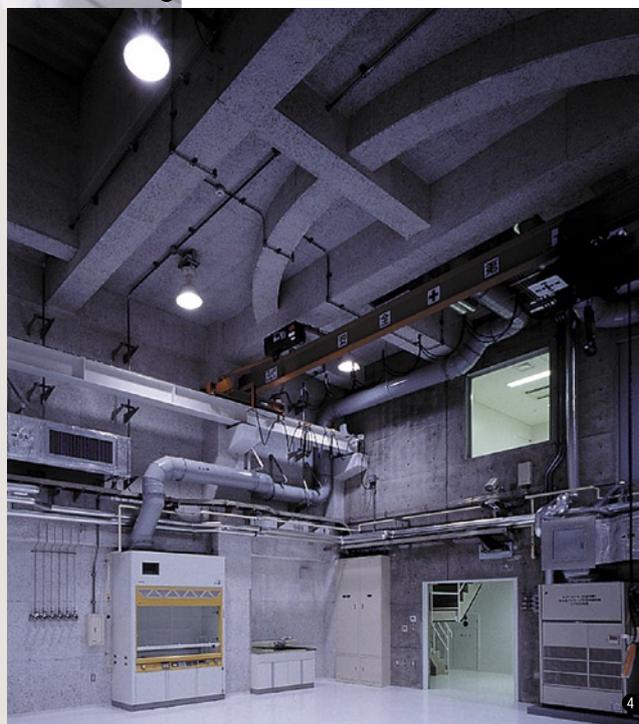
これらの目的を持った方々の技術開発を支援するため、とうほくOSLには、申請者が占有して利用できる通常の実験室・研究室と、複数の申請者が共同で利用するための準占有室と呼んでいる特殊実験室（高温高圧実験室など）があります。

入居者については、現在募集中です。ご利用のご希望がありましたら、お問い合わせ下さい。



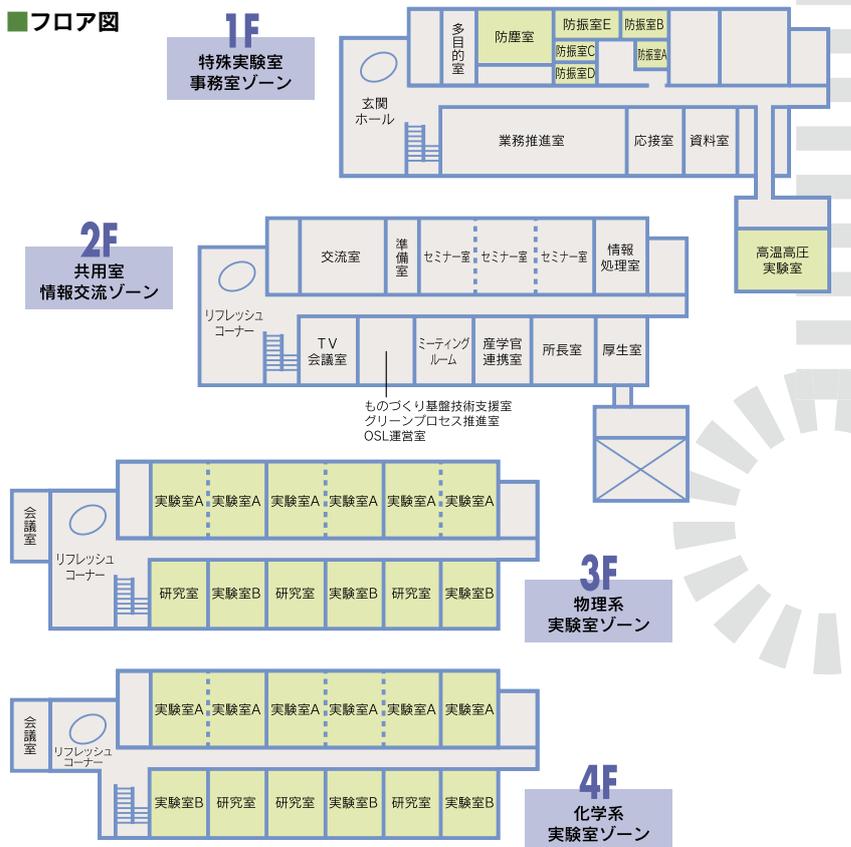
担当窓口・問い合わせ先

独立行政法人産業技術総合研究所 東北センター
OSL運営室
〒983-8551 仙台市宮城野区苦竹四丁目2-1
TEL. 022-237-4003 FAX. 022-284-4531
E-mail tohoku-collab@m.aist.go.jp
URL <http://unit.aist.go.jp/tohoku/>



4

■フロア図



■施設概要

- 延べ床面積 4,659.69㎡
- 1階 特殊実験室、事務室ゾーン
- 2階 共用室、情報交流ゾーン
- 3階 物理系実験室ゾーン
- 4階 化学系実験室ゾーン

■利用施設

- 1階 特殊実験室 (準占有室)**
- 高温高圧実験室 100.44㎡ 1室 (ボイラー: 蒸発量750kg/h、180℃、10気圧)
 - 防塵室 65.25㎡ 1室 (クラス10,000)
 - 除震室A 11.802㎡ 1室 (除震床1.2m×1m)
 - 除震室B 16.40㎡ 1室
 - 除震室C 11.61㎡ 1室 (除震床1.2m×1m)
 - 除震室D 12.04㎡ 1室 (除震床1.2m×1m)
 - 除震室E 25.01㎡ 1室 (除震床2m×1m)
- 3階 物理系実験室ゾーン (占有室)**
- 実験室A 61.44㎡ 6室
 - 実験室B 49.92㎡ 3室
 - 研究室 49.92㎡ 3室
- 4階 化学系実験室ゾーン (占有室)**
- 実験室A 61.44㎡ 6室
 - 実験室B 49.92㎡ 3室
 - 研究室 49.92㎡ 3室

■共用施設

- 2階 セミナー室 61.44㎡ 3室 (面積61.44㎡×3の一室として利用可能)
- TV会議室 49.92㎡ 1室
- 交流室 96.41㎡ 1室
- 3階 会議室 52.51㎡ 1室
- 4階 会議室 52.51㎡ 1室

■利用施設の設備概要

- 付帯設備** ドラフト・実験台 (化学系実験室の一部に設置)、ラインガス (アルゴン、ヘリウム、窒素、圧縮空気)、給水設備、個別空調機
- 実験電力** 電源 (単相200/100V、3相200V)
- 通信** LAN、電話設備 (利用者が電話会社と契約の上、利用可能)
- セキュリティ設備** ICカード式電気錠、監視カメラ設置
- 利便性** より広い実験スペースが必要な場合は、隣り合う実験室Aの仕切壁を取り外して利用することが可能です。

■利用基準

環境負荷低減と地域活性化につながる新技術や新素材の創出を目指している方が利用することができます。利用に当たっては、東北センター内で行う審査・承認を得る必要があります。

■入居企業からのコメント

有限会社 イハラ理研 (本社: 仙台市)

当社は、経済産業省地域新生コンソーシアム研究開発事業「環境汚染物質測定用オプティカルイオンセンサーの創製」に係る共同研究者として2004年3月から、とうほくOSLに入居致しております。とうほくOSLでの研究内容は、産総研東北センターメンブレン化学研究ラボが開発したフッ化物イオン迅速測定法をさらに発展させ、in situ測定に最適な測定システムを構築し、商品化を目指すための実用化研究です。

本施設への入居により、シーズの提供

者並びに産総研内の専門分野の研究者と随時ディスカッションしながら常に専門的なアドバイスを受けることが可能となることから、当社に不足している技術力を補うには誠に好都合な環境が整いました。

一方、当社のような中小零細企業では装備が不可能な最新の測定機器を身近に利用でき、それらの測定データから研究開発に有効的確な情報が得られ、効率の良い研究開発が推進できると期待しています。

ホシザキ電機 株式会社 (本社: 愛知県豊明市)

当社は、2002年6月より研究者を派遣して、産総研東北センターメンブレン化学研究ラボとの共同研究を行っています。当社は厨房機器製造を主にし、業務用製氷機や冷蔵庫の他、近年は衛生管理機器 (電解水製造装置) も取り扱っています。これらの業務用機器には、家庭用とは異なる使用環境条件から、過酷な耐久性が要求されます。産総研との共同研究の目的は、当社の製品部品における評価基準設定と改良に関して、産総研が持

つポテンシャルによる製品開発の改善です。

2004年4月より入居したとうほくOSLにおいて、研究業務を行う期待は、最新の設備機器の利用による効果に留まりません。当社としても、産学官交流を促進するとうほくOSLの利用は、これからの低環境負荷型産業社会の対応と、それに応える製品需要分野の産業育成を行う上で、将来を見越した大きな意義があると期待しています。

つくばセンター

本部・情報技術共同研究棟 (つくば産学官OSL)

2004年5月、つくばセンターに本部・情報技術共同研究棟（つくば産学官OSL）が完成しました。つくば産学官OSLは、情報技術系のベンチャー企業の創出や、企業、大学などと産総研が共同研究を行うための施設です。

つくば産学官OSLは、地上9階建ての本部・情報技術研究棟の中の、3階～6階までの4フロアに位置しており、本棟には他に次世代超高速情報処理技術、高度並列ソフトウェア開発等の分野における横断的かつ国際的なネットワーク情報処理技術推進の拠点や、つくばセンターにおける最先端のネットワーク情報処理施設が整備され、これらの施設を活用しつつ新産業創出を目指す研究活動を支援します。

入居者については、現在募集中です。利用の希望がありましたら、お問い合わせ下さい。



1



2



3



4



5

- ① エントランスロビー
- ② 研究・実験室
- ③ 交流会議室
- ④ ネットワーク会議室
- ⑤ AISTスーパークラスター

担当窓口・問い合わせ先

独立行政法人産業技術総合研究所 つくばセンター
産学官連携部門連携業務第二室
〒305-8568 茨城県つくば市梅園1-1-1
TEL. 029-862-6150 FAX. 029-862-6151
E-mail sgk.renkei2@m.aist.go.jp

■施設概要

延べ床面積 32,293.44㎡

- 1階 ネットワーク会議室、交流会議室、エントランスロビー
- 2階 コンピュータ室、ネットワーク室
- 3階 研究室、実験室、大空間実験室、会議室
- 4階 研究室、実験室、会議室
- 5階 研究室、実験室、会議室
- 6階 研究室、実験室、会議室
- 7階～9階 事務室

■利用施設

- 3階～6階 研究・実験室
 - 南側 77.4㎡ 28室
 - 中央・北側 76.8㎡ 47室
- 3階 大空間実験室 433.0㎡ 1室

■共用施設

ネットワーク会議室

200人規模のテレビ会議に対応出来るリア投影式映像装置や可動のロールバックチェア（ノートパソコン用デスク付き）を備えたネットワーク会議室があります。

交流会議室

可動式間仕切（最小4分割）で分割して利用できる交流会議室があります。

■利用施設の設備概要

実験電力

AC 1φ3W200 / 100V 150VA/㎡

実験用 3φ3W200V 60kVA / フロア（分岐盤止め）

通信 情報 UTP12ポート / 室

電話 アウトレットのみ1個 / 室 構内PHS用アンテナあり

空調機 床置コンパクト形空調機（4スパンに1台）

セキュリティ設備 各階、各室の段階的な非接触型カードキー、建物出入口に監視カメラを設置し、防災センターのモニターで監視

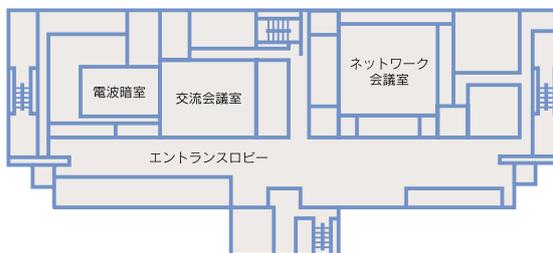
利便性

- 研究・実験室の1単位を8m×9.6mとし、隣り合う実験室の間仕切壁を取り外すことができ、北側には最大8単位の大きさの無柱空間を作ることができます。
- 南側の研究・実験室は1単位をスチールパーティションで4分割して小部屋で利用することが可能です。

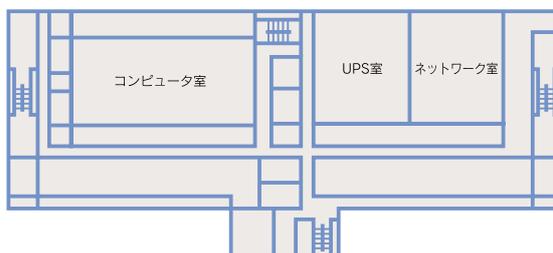
■利用基準

研究・実験室は情報系の仕様となつておりますので、情報系の技術開発を目指している企業・大学等と産総研が共同研究を行う場合が中心になりますが、仕様が合致すれば研究分野を問わず利用することができます。利用に当たっては、つくばセンター内で行う審査・

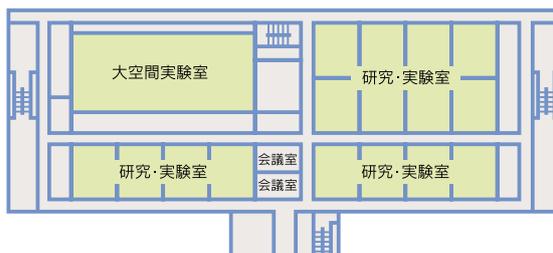
■フロア図



1F
ネットワーク会議室
交流会議室
エントランスロビー



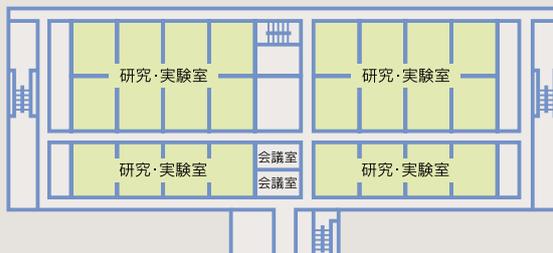
2F
コンピュータ室
UPS室
ネットワーク室



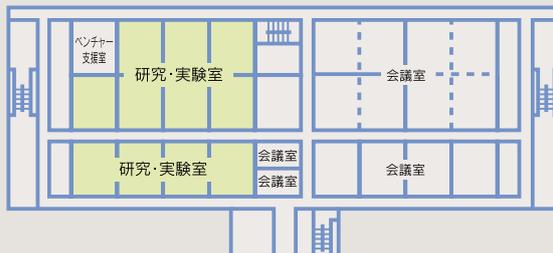
3F
研究・実験室
大空間実験室
会議室



4F
研究・実験室
会議室



5F
研究・実験室
会議室

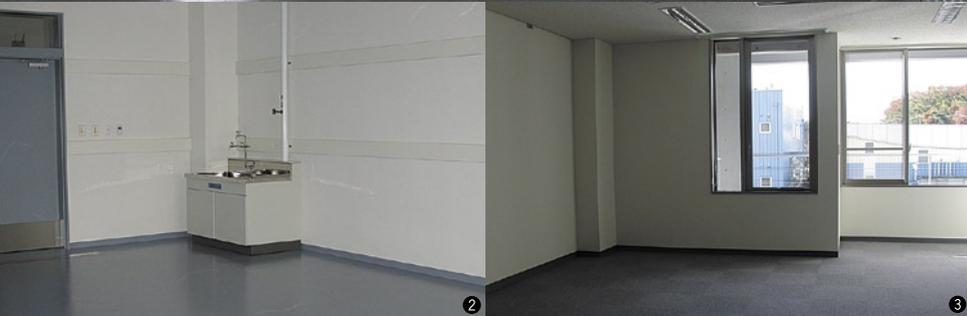


6F
研究・実験室
会議室



中部センター

中部産学官連携研究棟 (中部産学官OSL)



- ① 大空間実験室
- ② 研究・実験室 A
- ③ 研究・実験室 B
- ④ 交流コーナー
- ⑤ 会議室

2003年10月、中部センターの敷地内に中部産学官連携研究棟（通称：中部産学官OSL）が完成しました。

この施設は、産総研の研究資源を活用し、大学・研究機関の人材や産業界の技術シーズを組み合わせ、実証的な技術開発を実施する場を提供し、産学官が連携して、新産業やベンチャー企業の創出を支援するためのものです。

特に、革新的な材料・プロセス技術、加工技術等のものづくりに関する技術が集積した中部地域において、地域産業クラスター計画におけるものづくり創生プロジェクトの研究開発拠点として、材料・製造技術系の共同研究を行うための中心的な研究拠点となります。

利用者については、現在募集中です。ご利用の希望がありましたら、お問い合わせ下さい。

施設概要

延べ床面積 4,817.92㎡

- 1階 研究室、実験室、大空間実験室、特殊実験室、会議室、休憩室、事務室、交流ロビー、エントランスホール
- 2階 研究室、実験室、会議室、交流ロビー、事務室、休憩室
- 3階 研究室、実験室、連携会議場、交流ロビー

利用施設

- 1階～3階 研究・実験室 A 65.1㎡ 15室
- 研究・実験室 B 46.22㎡ 11室
- 2階～3階 リーダー室 46.22㎡ 4室
- 1階 大空間実験室 約90㎡ 5スパン
- 1階 特殊実験室 43.4㎡ 4スパン



担当窓口・問い合わせ先

独立行政法人産業技術総合研究所 中部センター
 中部産学官連携センター
 中部産学官連携研究棟 産学官連携室
 〒463-8561 名古屋市守山区大字下志段味字穴ヶ洞2266-99
 TEL. 052-736-7651/7652 FAX. 052-736-7655
 E-mail chubu-osl@m.aist.go.jp
 URL <http://unit.aist.go.jp/chubu/renkei/osl/osl.htm>



■共用施設

連携会議場

- 間口13m奥行き16.85mの大会議室。稼動間仕切りにより交流ロビーと連続した空間としたり、2室に仕切った使い方が可能です。
- ビデオプロジェクターとスクリーンを設置し、講演会や研究発表会等に対応出来ます。

交流ロビー

- 研究者の交流を促進するスペース。廊下部分と一体化し、立ち寄りやすい空間作りとしています。

休憩室等

- 1階に男子更衣室、休憩室、2階に女子更衣室、休憩室を設置。
- 休憩室は6帖の和室です。

■利用施設の設備概要

付帯設備 特殊ガス設備 集中配管N₂、デジタル計装器実装圧縮空気（大空間実験室に設置）、都市ガス（必要に応じて使用可能）、給排水設備、実験用冷却水（循環式）、実験流し台（一部に設置）、空調設備、換気設備

実験電力 電源（単相200/100V、3相200V）、自家発電非常電源：実験用非常電源あり

通信 LAN、電話（利用者が電話会社と契約の上、利用可能）

セキュリティ設備 ICカード式電気錠、監視カメラ設置

利便性 管理・交流ゾーン、研究・実験ゾーン、大型・特殊実験ゾーンの3つのゾーンに分かれており、研究開発の目的に応じた柔軟な対応が可能です。

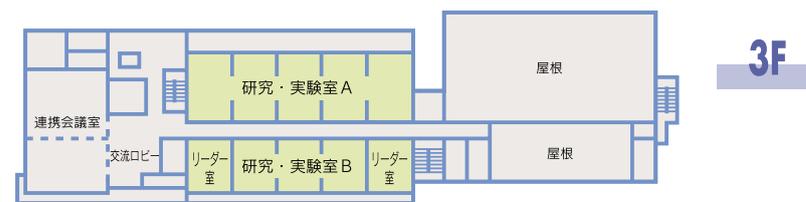
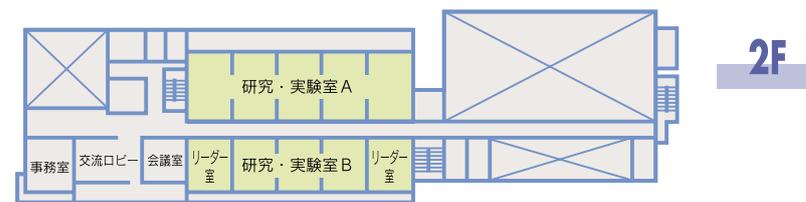
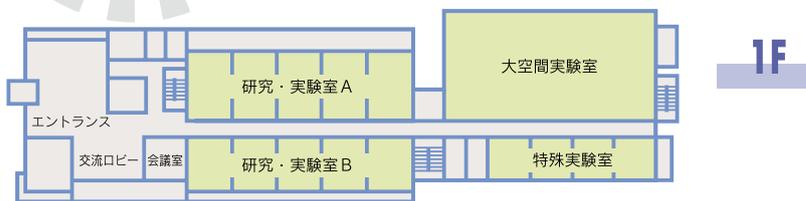
大型実験機器のための大空間実験室は、高い床荷重（2,000kg/㎡）と大面積（511.5㎡）の実験空間で、クレーン下の有効高さが7mの吊り下げ荷重2tのXY軸走行クレーンを有し、また、大型実験機器から生じる振動、騒音を考慮し、管理・交流ゾーンおよび研究・実験ゾーンから独立して配置されています。特殊実験室は大型ながら独自の実験環境を必要とする機器のために、実験室の専属性を考慮しています。

1階および2階には半透明で仕切られた会議室、すべての階には廊下部分と一体化した開放的な交流ロビーにより日常的な交流活動を促進しています。

■利用基準

材料・製造技術系の開発を目指している企業・大学等の方が、産総研と共同研究等を行う場合に利用することができます。利用に当たっては、中部センター内で行う審査・承認を得る必要があります。

■フロア図



入居企業からのコメント

株式会社 光触媒研究所 (本社：小牧市)

当社は、2003年9月にAIST認定ベンチャーとなり、産総研と連携した研究開発を強化するため、中部産学官OSLへ入居しました。

当社は、光触媒応用技術の研究開発のため、産総研の研究現場により近くに居ることで、より緊密なコラボレーションが望めることを最大の期待としております。

また、当社にとって、中部センターの

みならず、他の産総研の研究拠点と、これまで以上によりシームレスな連携が望めることを期待しています。

こうした環境を創り出すことで、光触媒環境事業の中では最も行き脚の遅い、水浄化について産総研の研究結果、当社独自の研究成果をブリッチとして、世界に類を見ない、地球規模での利用を可能とする光触媒環境浄化の夢を実現できると考えています。

日本ガイシ 株式会社 (本社：名古屋市)

当社は独自のセラミック技術をコアにした事業活動を通じて、地球環境の保全に貢献していくという経営方針を掲げ、環境負荷の低い製造プロセスの開発を鋭意進めています。今回の共同研究はその一環として、従来の常識を覆す革新的な環境負荷低減技術の研究開発に取り組んでいます。

わが国最大規模の公的研究機関である産総研において、セラミックスに関する

基礎から応用に至る技術シーズの研究開発力を持つ先進製造プロセス研究部門とセラミックスのトップメーカーとして市場ニーズに対応した基盤技術の研究開発力を持つ当社とのシナジー効果により、環境保全技術の進歩に資する成果を産業界にもたらすことを目指しています。新たな産官連携のモデルケースとして、更に他の分野へ発展する効果も期待しています。



関西センター

関西産学官連携研究棟

2004年2月、関西センターに完成した関西産学官連携研究棟は、関西センターの有する研究開発ポテンシャルや技術シーズを活用して、ベンチャー企業や新産業の創出を目指す方々に対して、研究開発のために占有して使用できる実験室・研究室を提供します。関西産学官連携研究棟を利用することによって、産総研との共同研究を効率的に行うことができます。



- ① エントランス
- ② レンタルルーム
- ③ 機器分析室
- ④ 交流室



担当窓口・問い合わせ先

独立行政法人産業技術総合研究所 関西センター
関西産学官連携センター（連携業務担当）
〒563-8577 大阪府池田市緑丘1-8-31
TEL. 072-751-9681 FAX. 072-751-9621
E-mail kansai-collab@m.aist.go.jp
URL <http://unit.aist.go.jp/kansai/>

■施設概要

建築面積 2,570㎡
 延べ床面積 5,750㎡
 1階 共通実験室、特殊実験室、機器分析室他
 2階 研究室 4区画:170㎡(2スパン)
 ×2室、255㎡(3スパン)×2室
 3階 研究室 4区画:170㎡(2スパン)
 ×2室、255㎡(3スパン)×2室
 その他 ボンベ庫、危険物保管庫、
 廃液処理施設、駐車場(33台)

■利用施設

2階～3階 研究室 170㎡ 4室
 255㎡ 4室

■共用施設

会議室等

■利用施設の設備概要

付帯設備 純水供給設備(純水、超純水)(一部に設置)、ドラフトチャンバー(一部に設置)
 ガス供給(窒素、酸素、二酸化炭素、都市ガス)
 冷温水供給、実験・バイオ排水

実験電力 電灯容量 12.5kVA(想定)
 30.0kW(最大)、動力容量 16.0kVA(想定)
 20.0 kW(最大)

※(想定)は実験盤内に予め用意した分岐回路による容量。(最大)は実験盤主幹遮断機容量によるもので、分岐回路を増設して最大使用可能な電源容量

通信 LAN設備 各室に情報コンセント(10/100Ethernet)を用意、電話設備 個別に電話会社と工事を含めて契約

空調機 個別空調(外気処理空調機+ファンコイルユニット方式)

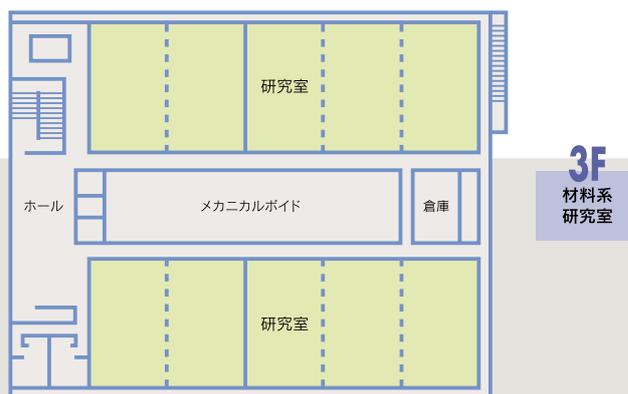
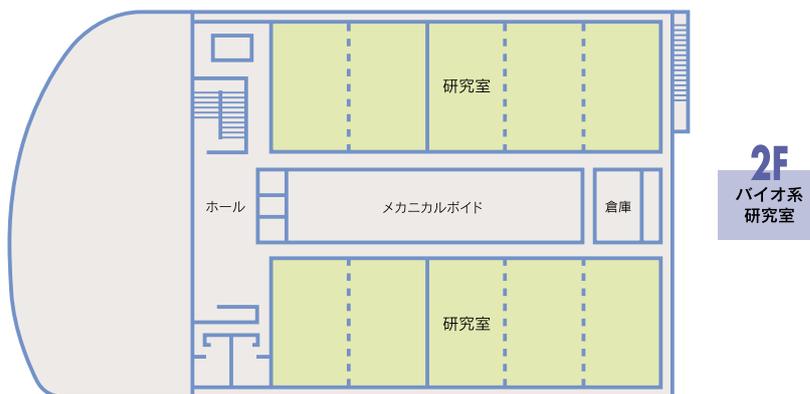
セキュリティ設備 カードリーダー、入退室管理用として、玄関及び各実験室、研究室入口にカードリーダー電気錠を設置し、非接触型ICカードによる施錠の管理、監視カメラ設備、1階実験室ゾーンの主要な出入口を監視

利便性 1区画170㎡室及び255㎡室の研究室には間仕切りがなく、自由に研究室を区切ることができます。

■利用基準

バイオ・材料系の技術開発を目指している企業・大学等の方が利用することができます。利用に当たっては、関西センター内で行う審査・承認を得る必要があります。

■フロア図



産学官連携制度と問い合わせ先

AIST認定ベンチャー

制度の概要

産総研の研究成果を実施に結びつけるため、下記に該当するベンチャー企業に対して、審査の上、AIST認定ベンチャーとし、研究所が行う支援措置を受けることができます。

- (1) ベンチャー企業が研究所の職員の兼業により、研究所の研究成果の実施を目指すとき。
- (2) ベンチャー企業が実施契約により研究所の研究成果の実施を目指すとき。
- (3) ベンチャー企業が研究所との共同研究契約により、ベンチャー企業の研究成果の実施を目指すとき。ただし、ノウハウを除く。

AIST認定ベンチャーの手続きは、ベンチャー開発戦略研究センターへ、ご連絡下さい。

ベンチャー開発戦略研究センター

ベンチャー支援室

〒100-0005 東京都千代田区丸の内2-2-2

丸の内三井ビル2F

TEL. 03-5288-6870 FAX. 03-5288-6869

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

共同研究

制度の概要

企業、大学、公設研究所などと産総研が、共通のテーマについて協力し合いながら研究を行う制度です。

産総研では、共同研究者から研究資金の提供を受けることができます。研究資金の提供を受ける場合、以下の交付要件に該当すれば共同研究を行う産総研の研究ユニットへマッチングファンドとして、提供を受ける研究資金の100%の研究開発費を交付しますので、共同研究の加速が期待できます。

● マッチングファンドの主な交付要件 (16年度適用)

- (1) 国からの委託費、補助金、出資金等を原資とする共同研究以外で、純粋民間資金であること。
- (2) 契約金額が600万円以上であること。

● 担当窓口

各地域の産学官連携センター (表1)

産学官連携部門 (つくば) (表2)

受託研究

制度の概要

国、企業、法人などが産総研に研究を委託する制度です。

企業が持ち合わせていない技術分野へ研究を進めることができ、時間・費用の節約になります。また新たな共同研究に発展する可能性もあります。

以下の交付要件に該当すれば、受託研究を行う産総研の研究ユニットへ受託契約額の105%をインセンティブとして交付します。

● インセンティブの主な交付要件 (16年度適用)

- (1) 国からの委託費、補助金、出資金等を原資とする再委託以外であること。
- (2) 発生する知的財産権が100%産総研に帰属すること。
- (3) 契約金額が500万円以上であること。

● 担当窓口

各地域の産学官連携センター (表1)

産学官連携部門 (つくば) (表2)

表1 地域の産学官連携センター

担当窓口	住所	E-mail	TEL	FAX
北海道産学官連携センター	〒062-8517 札幌市豊平区月寒東2条17丁目2-1	hokkaido-collab@m.aist.go.jp	011-857-8405	011-857-8901
札幌大通りサイト	〒060-0042 札幌市中央区大通西5丁目8番地 昭和ビル1階	hokkaido-collab@m.aist.go.jp	011-219-3359	011-219-3351
東北産学官連携センター	〒983-8551 仙台市宮城野区苦竹4-2-1	tohoku-collab@m.aist.go.jp	022-237-0936	022-231-1263
中部産学官連携センター	〒463-8560 名古屋市守山区下志段味穴ヶ洞2266	chubu-collab@m.aist.go.jp	052-736-7370	052-736-7403
関西産学官連携センター	〒563-8577 大阪府池田市緑丘1-8-31	kansai-collab@m.aist.go.jp	072-751-9688	072-751-9621
中国産学官連携センター	〒737-0197 広島県呉市広末広2-2-2	chugoku-collab@m.aist.go.jp	0823-72-1911	0823-70-0023
四国産学官連携センター	〒761-0395 香川県高松市林町2217-14	shikoku-collab@m.aist.go.jp	087-869-3530	087-869-3554
九州産学官連携センター	〒841-0052 佐賀県鳥栖市宿町807-1	kyushu-collab@m.aist.go.jp	0942-81-3593	0942-81-3689
九州産学官連携センター 福岡サイト	〒810-0022 福岡市中央区薬院4-4-20	kyushu-collab@m.aist.go.jp	092-524-9047	092-524-9010

表2 産学官連携部門(つくば) URL <http://unit.aist.go.jp/collab/collab-hp/wholesgk/index.htm>

担当窓口	住所	E-mail	TEL	FAX
企業・大学連携室 (事前調整)	〒305-8568 つくば市梅園1-1-1 産学官連携部門企業・大学連携室		029-862-6147	029-862-6148
連携業務第一室 (契約)	〒305-8568 つくば市梅園1-1-1 産学官連携部門連携業務第一室	collab1@m.aist.go.jp	029-862-6149	029-862-6151

特許

特許第 2690036 号 (出願 1995.3)

X線分光集光素子

●関連特許 (登録済み: 国外 2 件、出願中: 国内 2 件)

1. 目的と効果

X線をプローブとした分析手法は、電子やイオンを用いた方法に比べ、試料に与える損傷を著しく低減できるため、バイオ関連分析、環境分析といった分野で、その重要性を増しています。さらにX線を極微細に絞り込むことができれば、サブミクロンスケールのイメージングで多くの応用分野を開拓することができます。これまで分光結晶で分光し、集光にはゾーンプレートと呼ばれる透過型の素子を用いるという方法が取られてきましたが、一つの素子で効率よくエネルギーを変化させることはできず、光軸合わせが困難などの欠点がありました。これらの問題を解決してX線の分光と集光を同時に行えることを目的とした素子です。

[適用分野]

- 蛍光 X 線分析装置
- X 線分光器
- X 線回折装置

2. 技術の概要、特徴

集光のためのフレネル干渉板を新たな手法により作製し、分光結晶上に固定し、一度に分光と一次元の集光を行う素子です。図1に示しますように、2種類の物質を交互に積層し、垂直にスライスして分光結晶の上に固定して作製します。図2に示しますように、入射角度を変えることによって、X線の広いエネルギー範囲で常に最適な効率で分光できるという利点があります。X線のエネルギーが高くなると結晶の表面に斜めに入射させる必要がありますが、X線が結晶表面のフレネル干渉板を通過する距離がエネルギーに応じて理想的に長くなるためです。図中の写真はチタンとアルミニウムを材料に用いた分光集光素子の外観です。

3. 発明者からのメッセージ

X線を用いた新たな分析装置の開発を目指した共同研究先・技術移転先を求めています。

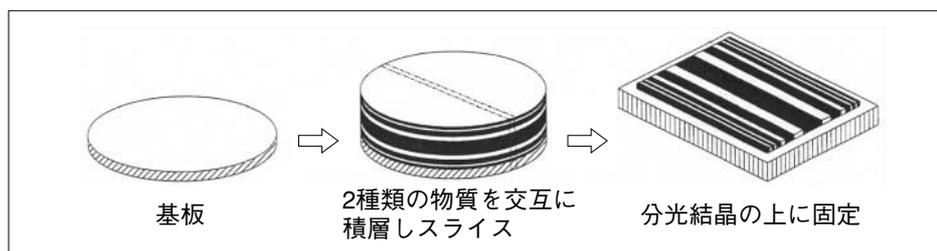


図1(上) 分光集光素子の作製方法

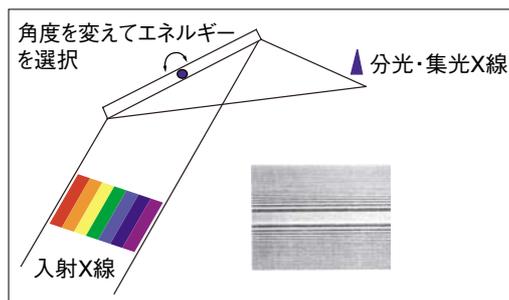


図2(左) チタンとアルミニウムを用いた分光集光素子の外観とその動作原理

特許

特許第 3448635 号 (出願 1998.9)

窒素-硫黄結合を有する新規化合物と安全・簡便な合成法 スルフェンアミドと1,2-ベンゾイソチアゾリン-3-オン

●関連特許 (登録済み: 国内 3 件、出願中: 国内 20 件)

1. 目的と効果

窒素-硫黄結合を有する化合物としてスルファミドに代表されるスルホンアミド化合物には、各種の生理活性を有する物質があり、医薬品・農薬の部分構造として重要な化合物です。それと同様に窒素-硫黄 (二価) 結合を有するスルフェンアミド化合物にも、種々の生理活性作用が報告されています。特に、環状のスルフェンアミドとみなすことができる1,2-ベンゾイソチアゾリン-3-オン誘導体には、抗菌・抗バクテリア作用をはじめとする様々な機能があります。今回は、種々のスルフェンアミド化合物や1,2-ベンゾイソチアゾリン-3-オン化合物の新しい合成方法を提供いたします (図1)。

[適用分野]

●医薬品・農薬、およびそれらの合成中間物質

2. 技術の概要、特徴

分子内に窒素-硫黄結合を有する化合物であるスルフェンアミド化合物あるいは1,2-ベンゾイソチアゾリン-3-オン化合物は、通常ジスルフィド化合物を出発原料として塩化スルフェニル化合物を中間物質として合成されてきました。しかし、この方法は有毒で腐食性のある塩素ガスを必要としますので、この取り扱いの困難な試薬を使うことが、特に実験室レベルの製造においての問題とされています。そこで、本研究においては、塩素ガスを使わない安全かつ簡便なこれらの化合物の合成法を提供いたします。

また、中間物質として、塩化スルフェニルに代わる安定なスルフェニル化剤を開発いたしましたので、各種求核試剤との反応を行い、スルフェニル化反応が効率よく進行することを確認いたしました。

3. 発明者からのメッセージ

本技術を用いることで、安全かつ簡便な方法で窒素-硫黄結合を有する化合物を合成することができます (図2)。また、活性試験用のサンプルを産総研MTA (Material Transfer Agreement) 契約により提供することができます。

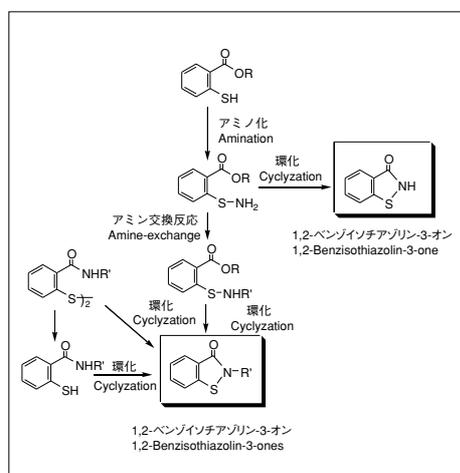


図1 ベンゾイソチアゾリノンの新規な合成反応

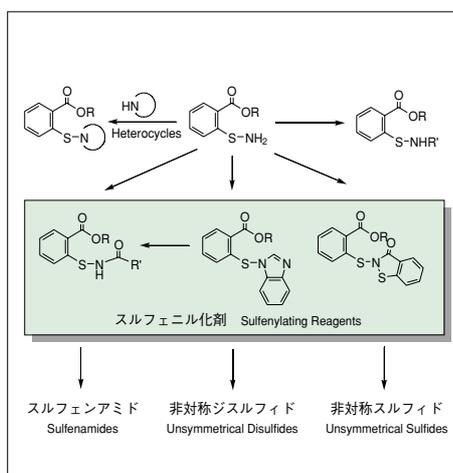


図2 新規なスルフェニル化剤

— 環境化学技術研究部門 —

PATENT

●連絡先
産総研イノベーションズ
(経済産業省認定 TLO)
紹介案件担当者 山上
〒305-8568
つくば市梅園 1-1-1
産業技術総合研究所
つくば中央第2
TEL 029-861-5210
FAX 029-861-5087
E-mail:
aist-innovations@ma.ist.go.jp

高周波雑音標準 — 雑音温度の精密計測技術

計測標準研究部門 島田 洋蔵

高周波雑音標準とは

雑音は、電子デバイスや通信システムの性能を評価し、高性能なシステムを設計する上で極めて重要な検討事項である。通信機器や電子機器の技術開発が盛んに進められる現在、システムの高度化のために雑音の精密計測に関する需要が高まっている。一般に雑音測定では発生雑音電力が既知である標準雑音源を用いる。この標準雑音源の基準となる雑音電力が高周波雑音標準である。本稿では、産総研において開発・整備を進めてきた高周波雑音標準の概要を紹介する。

高周波雑音の測定原理

測定の対象となる雑音電力は一般に非常に微弱であり (10^{23} W/Hz 程度)、その大きさの絶対値を直接、正確に求めることは現在の測定技術では困難である。そこで、大きさの分かっている雑音電力と直接比較測定することにより被測定雑音源 (DUT) の雑音電力を求める。雑音の発生源として、現在、最も正確にその電力の大きさを定めることができ

るのは熱雑音源である。熱雑音源の場合、その雑音電力の大きさは、抵抗体の温度と周波数からプランクの放射則を用いて理論的に正確に求めることができる。高周波雑音の測定で対象とする周波数帯では、熱雑音電力は抵抗体の物理温度にはほぼ比例する。そのため、測定される任意の雑音は、これと等価な電力を発生する熱雑音源の物理温度として表すことができる。そこで、一般に雑音電力の表し方として等価雑音温度が用いられる。以下では雑音電力のことを雑音温度と呼ぶことにする。

雑音温度の比較測定には、既知の雑音温度を有する二つの標準雑音源と高感度な高周波受信機であるラジオメータを用いる。ラジオメータを用いた比較測定の原理を図1に示す。まず、二つの標準雑音源 T_1 、 T_2 をラジオメータの入力ポートに接続して、それぞれの雑音温度に比例した測定量 N_1 、 N_2 を求める。次に、被測定雑音源 T_x を接続しその時の測定量 N_x を求める。ここで、ラジオメータの測定量が入力雑音温度と比

例することを利用すると、結局、被測定雑音源の雑音温度 T_x は図1の挿入式のように求めることができる。

開発した高周波雑音測定システム

図2に産総研において開発した高周波雑音測定システムの概観およびブロック図を示す。比較測定用のラジオメータとしては、ゼロバランス方式によるトータルパワー型ラジオメータを開発した。本ラジオメータは、高周波雑音を入力し中間周波数に変換するためのRF部、中間周波数信号を増幅・検波するIF部、測定周波数設定のための局部発振器 (SG)、および精密可変減衰器 (IF ATT) 等から構成される。ゼロバランス方式では、入力雑音温度に応じて、検波信号がリファレンス電圧と等しくなるように精密可変減衰器の減衰量を調整する。これにより、入力雑音温度は減衰量比として求めることができる。またゼロバランス方式を用いることにより、検波信号は常に一定レベルとなり、広いダイナミックレンジに亘る直線性が実現される。標準雑音源としては、雑音温度の異なる二つの標準雑音源のうち、一つは室温において温度管理した室温雑音源を用い、もう一方は室温より低い低温標準雑音源あるいは室温より高い高温標準雑音源を用いる。

今回我々は、高周波雑音標準の標準供給を目指し、ラジオメータと標準雑音源の開発・整備を行なった。開発した高周波雑音測定システムでは、周波数範囲 2 ~ 18 GHz において、等価雑音温度 150 ~ 12000 K の被測定雑音源を、相対不確かさ 1.5 ~ 4 % ($k = 2$) で校正することができる。

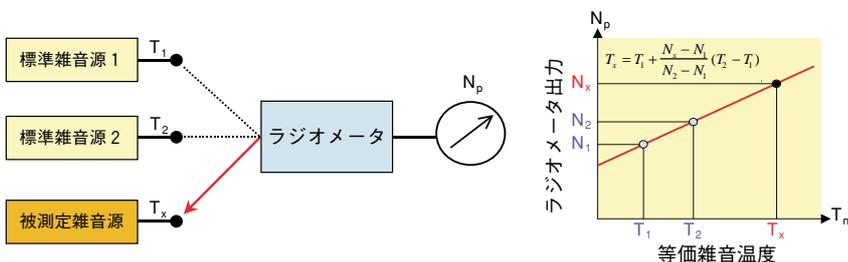


図1 ラジオメータを用いた直接比較法による雑音温度の測定原理

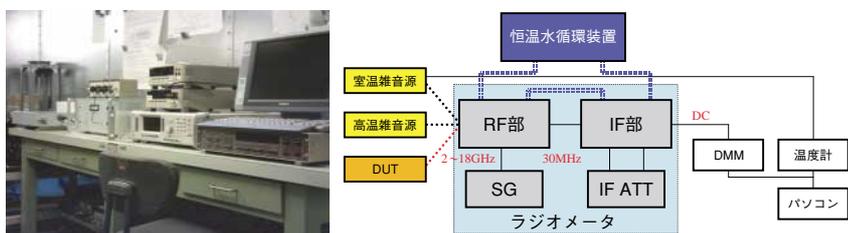


図2 高周波雑音測定システムの概観およびブロック図

海底音波探査断面データベースの公開

活断層研究センター 岡村 行信

海底の音波探査断面を閲覧・ダウンロードできるデータベースを2004年2月から産総研ホームページのRIO-DB（研究情報公開データベース）で公開を始めたので（<http://www.aist.go.jp/RIODB/db085/RIO-DB-SEISMIC/index.html>）、音波探査断面の持つ重要性和データベースの中身について紹介する。

地質学を進展させた音波探査断面

音波探査は、海面付近で強力な音波パルスを送り、海底及び海底下からの反射音を受信することによって、海底下の地質断面を簡単にイメージ化（音波探査断面；図1）できる調査手法であり、海底下深部の地質構造を明らかにするために広く用いられている。特に海底油田の探査に有効であることから、その技術開発に大きな資金が注ぎ込まれ、高度な発展を遂げてきた。同時に学術的な海底地質の調査研究を目的とした調査にも広く用いられている。音波探査断面の解析からは、地質学にも重要な発見が数多くなされている。例えば、海溝での海洋性プレートの沈み込みは音波探査断面によって誰にでもわかる形で立証され、地殻の変形によって形成される逆断層及び正断層の形状や変形パ

ターンの研究は、音波探査断面なしでは発展しなかった。また、世界中の音波探査断面を持つ巨大石油会社の石油地質学者が、それらの解析から過去数億年間の汎世界的な海水準変動が明らかにできることを提案し、大きな議論を巻き起こした。最近では、活断層の評価や地殻変動の解析、環境変動の研究にも不可欠なデータとして活用されている。

音波探査断面を公開する意義

このように音波探査断面は地質学的に重要なデータではあるが、日本ではデータを取得し解析している機関に限られているうえ、音波探査断面の解析方法を系統的に教育している大学も日本にはほとんどなく、このデータを活用できる研究者も限られており、それらが広く流通している状況ではない。

産総研（旧地質調査所）では、過去25年以上にわたって日本周辺海域の海底地質図を作成する目的で音波探査断面を取得し、それを解析して海底地質図を作成してきた。しかしながら、音波探査断面には海底地質図に表現した情報だけでなく、様々な自然災害や環境変動に関連した情報が含まれている。それらの音波探査断面を公開することによって、より

多くの方が音波探査断面に興味を持ち、解釈方法を習得する材料として利用すると共に、それが持つ様々な地質情報が活用されることを期待している。

データベースの内容

公開している音波探査断面は、かつて船上でアナログテープに録音された反射音を再生してデジタル化し、さらに専用処理ソフトを用いてバンドパスフィルター処理とゲイン調整をしたものである（図1）。最近のデジタル機器の高性能化と低価格化によって、かつては非常にコストの高かった技術が容易に使えるようになったため、デジタルイメージが効率的に作成できるようになった。公開している断面は最近では当たり前になったマルチチャンネル音波探査データではないため、その質は高いとは言えないが、それでも様々な地質構造や堆積構造を観察することが可能である。現在は日本海の能登半島周辺から男鹿半島付近までの大陸棚と大陸斜面の断面を公表している（図2）。今後、海域を拡大すると共に、各海域毎に特徴的な地質構造について解説も充実させていく予定である。

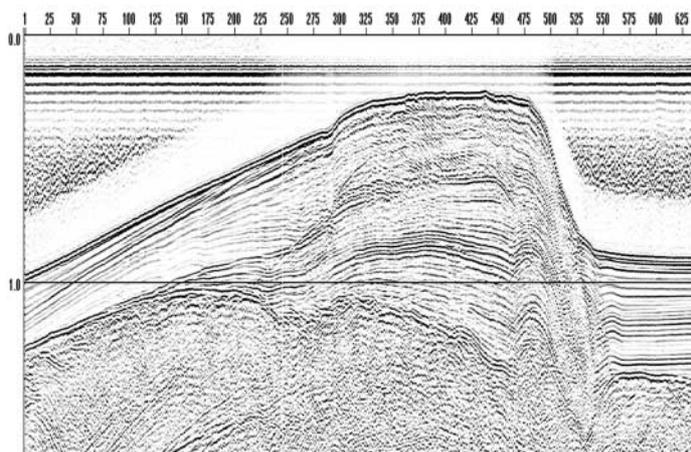


図1 公開した音波探査断面の一例

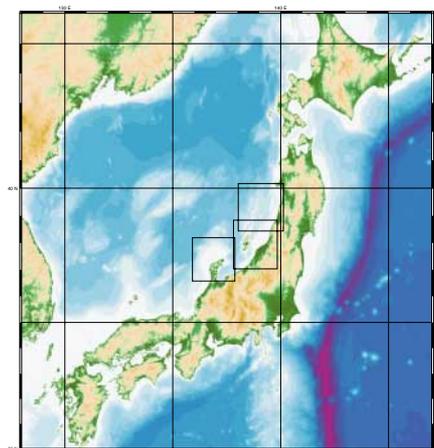


図2 データを公開している範囲

産総研組織改編、3研究ユニットが発足

2004年5月1日付で、3研究ユニットが発足しました。

地質情報研究部門

Institute of Geology and Geoinformation

●研究部門長 富樫 茂子

研究部門の概要

当研究部門は、日本の地質に関する総合研究機関として、地質調査総合センター関連のユニットと協力し、長期的視点にたち、陸と海の研究を一元的に実施し、信頼性の高い地質情報の知的基盤を構築する。同時に、以下の課題の解決に向けて重点的かつ戦略的に取り組み、人類と地球が共生し、安全・安心で質の高い生活と持続的発展ができる国際社会の実現に貢献する。

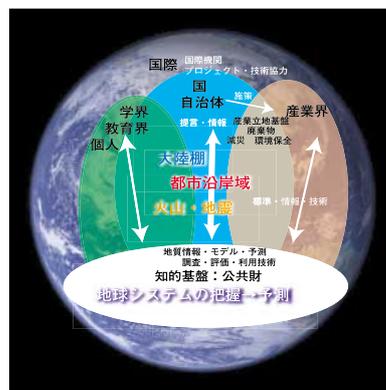
研究課題

- (1) **都市沿岸域**：産業立地基盤としての都市及び沿岸域の地質災害軽減と環境保全のため、生態系も含む地質環境の総合的な研究
- (2) **地震・火山**：地震・火山噴火などの地質災害の軽減に資する研究
- (3) **大陸棚調査**：大陸棚画定のための地質調査
- (4) **島弧地質**：国土基本情報としての陸域と海域における島弧地質と知的基盤整備

(5) **情報地質・地質標準**：高度で多様な地質情報の整備・発信と標準化研究

将来展望

社会の要請に積極的に対応するため、地質情報の利便性の向上と発信を推進し、国・自治体・産業界との連携を強化し、専門家としての提言等を行う。研究によって得た地質情報はもちろんのこと、地球を理解するために展開する科学技術は、地質学的にも関連の深いアジアを始めとする世界にとって共通の財産であり、国際地球惑星年(2005-2007)や国際組織等を通じて、世界に貢献する。



地質情報研究部門の研究のアウトカムの概念図

環境化学技術研究部門

Research Institute for Innovation in Sustainable Chemistry

●研究部門長 島田 広道

研究部門の概要

- 環境負荷物質（主として有害物質）排出の最小化
- エネルギー効率の向上・温室効果ガスの排出量削減
- 有限資源から循環型資源への原材料転換

持続発展社会を実現するために上記三つの技術目標を掲げ、合成、分離など、化学および化学工学の展開が大きな役割を果たす産業技術の研究開発を進めるための研究部門として、環境調和技術研究部門、物質プロセス研究部門、フッ素系等温暖化物質対策テクノロジー研究センター、人間系特別研究体、生活環境系特別研究体の再編により本年5月1日に発足した。常勤職員約80名が、つくばセンター、関西センターを主たる拠点として研究活動を展開する。

研究課題

- (1) 反応・触媒・プロセス技術
 - a) 高選択合成のための化学反応・触媒技術の研究開発
 - b) 有害化学物質除去技術の研究開発
 - c) プロセス（合成、分離など）省エネルギー化技術の研究開発
- (2) 材料技術
 - a) 生分解性プラスチックの研究開発
 - b) 先進型バイオマテリアル(界面活性剤など)の研究開発
 - c) 低環境負荷高機能材料(フッ素材料、ガラスなど)の開発

研究展望

当研究部門の最終目標は、循環型資源を原料として、環境負荷となる廃棄物を生み出すことなく、また最小のエネルギーを使用して、選択的に目的製品を製造する技術の開発である。一方、現在の産業技術体系は既開発技術の蓄積に基づいており、産業技術転換には莫大なコストと長期にわたる新技術導入期間が不可欠となっている。当研究部門では、長期的観点から上記最終ゴールを目指す画期的産業技術の研究開発と、短・中期的観点から既存産業の環境負荷低減技術及びエネルギー効率向上技術の研究開発をバランス良く進める。

環境管理技術研究部門

Research Institute for Environmental Management Technology

●研究部門長 山崎 正和

研究部門の概要

当研究部門では、快適で安全な環境の創造を目指した研究開発を行い、環境産業の創出および関連政策の立案・実効に貢献することを目標とする。温室効果気体を含む環境負荷物質の放出と大気、陸域、海洋等への循環メカニズム・環境影響、有害化学物質の環境中挙動、廃棄物対策の環境適合性などを明確にし、適切な環境計測、環境浄化・修復、リサイクル技術の開発と評価を行う。

研究課題

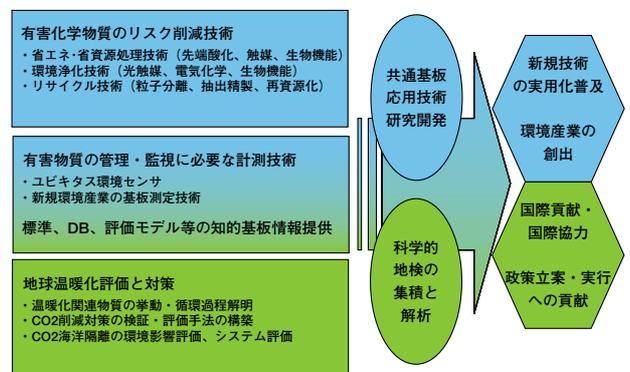
以下の3つの研究分野で、有機的な連携を当研究部門の強みとして作用させながら研究を進めていく。

- (1) **環境計測・監視・挙動系**：発生源及び環境における環境負荷物質の新しい計測原理・計測技術を開発し、その製品化、標準化、並びに対策技術への指針提示を行う。
- (2) **浄化・修復・リサイクル技術系**：大気、水、土壌等の媒体に放出され残留している有害化学物質によるリスクを省エネルギー・省資源に削減する技術および環境に適合する資源リサイクル技術を開発し、それらの実用化による環境産業の創出を目指す。
- (3) **温暖化評価・対策系**：地球温暖化を抑制する経済社

会を実現する政策に資するため、温暖化関連物質の挙動・循環の解明、二酸化炭素の排出削減技術の評価手法および海洋隔離の環境影響予測手法を開発する。

将来展望

「環境産業の創出および関連政策の立案・実効への貢献」というミッションに立脚し、産総研が取り組む環境研究のプラットフォームの役割を担うべく、将来は更に「未規制・未知有害物質の挙動解明」、「有害化学物質の生体影響、生態系機能の計測技術開発」、「環境浄化機能の利用、促進、強化を図る技術開発（環境容量の評価・拡大）」、「大気／海洋／陸域間の相互作用を組みこんだ、地球温暖化関連物質の将来濃度予測手法の確立」などの研究展開を図る。



研究内容、期待されている役割、アウトカム



平成 16 年春の叙勲

(2004年4月29日)

瑞宝小綬章	岡部 賢二 元地質調査所北海道支所長
瑞宝小綬章	栗岡 豊 元電子技術総合研究所大阪支所長
瑞宝小綬章	小坂 岑雄 元名古屋工業技術研究所セマックス応用部長
瑞宝小綬章	杉浦 正昭 元化学技術研究所首席研究官
瑞宝小綬章	田中 芳雄 元繊維高分子材料研究所生体工学部長
瑞宝双光章	馬場 健三 元地質調査所物理探査部長
瑞宝小綬章	盛谷 智之 元地質調査所海洋地質部長
瑞宝双光章	吉田 範家 元工業技術院総務部筑波管理事務所次長



平成 16 年度文部科学大臣賞

(2004年4月6日)

研究功績者

新井 優 (計測標準研究部門)

○高温用白金抵抗温度計に関する研究

徐 超男 (実環境計測・診断研究ラボ)

○新規な高輝度応力発光体・デバイスの研究

創意工夫功労者

麻生 昇 (研究環境整備部門)

○粉粒体定量供給装置の改良

フランス原子力庁ビュガ・アラン長官 つくばセンター来訪

2004年4月20日にビュガ・アランフランス原子力庁長官がつくばセンターに来訪されました。小玉副理事長から産総研の概要説明を受けた後、界面ナノアーキテクトニクス研究センター及び次世代半導体研究センターを訪問されました。清水界面ナノアーキテクトニクス研究センター長からセンターの概要及び脂質ナノチューブの研究について説明を受け、また、越崎高密度界面ナノ構造チーム長からはオンデマンド・マイクロプラズマプロセスについて説明を受けられました。その後、次世代半導体研究センターに移動し、廣瀬次世代半導体研究センター長からMIRAIプロジェクトの概要を紹介された後、スーパークリーン棟の施設内部を視察されました。最後に、「今後、ナノテクノロジー関係でフランスの研究機関との協力を積極的に進めて欲しい。」とのコメントを長官から頂きました。



ハノーバーメッセ 2004 開催

2004年4月19日～24日の6日間、ドイツのハノーバーで国際見本市ハノーバーメッセ2004が開催されました。

本メッセは様々な産業分野を一堂に会

す世界最大規模の産業専門見本市で、今年の出展社数は5,040社、来場者数は18万人でした。産総研は「研究開発及びテクノロジー」館に環境とエネルギーをテーマに、技術移転促進のため光触媒、氷蓄熱、排ガス浄化、生分解性プラスチック、CO₂分離などの技術を紹介しました。特に環境関連技術はEUの企業、大学・研究機関から、エネルギー関連技術については亜熱帯・熱帯諸国の企業の関心が集まりました。数社とライセンス、共同・受託研究の話し合いが持たれ、更に産総研ベンチャーの製品についての問い合わせがあり、技術移転に繋がる出展となりました。



地球環境展 —青い惑星・地球—

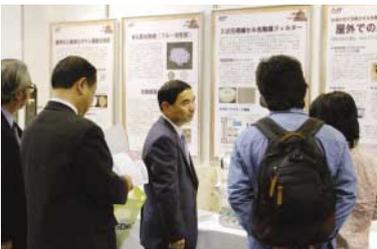
2004年3月20日～4月4日、新潟県立自然科学館において(財)新潟県文化振興財団及び新潟県立自然科学館が主催する「地球環境展 —青い惑星・地球—」が開催されました。この催しは、子供達を中心に環境問題に対する知識を深めてもらうことを目的に、「地球温暖化」「酸性雨」「水質環境」「有害廃棄物・リサイクル」等の発生メカニズムや地球環境に及ぼす影響、対策方法などが展示されました。



産総研は、「環境改善に役立つ最新技術の紹介コーナー」に、光触媒と生分解性プラスチックに関する技術を出展しました。春休みを利用した特別企画のため、展示コーナーには沢山の親子連れが訪れました。特に光触媒効果をわかりやすく紹介するために行った「色水の脱色実験」が人気となり、沢山の子ども達が興味深げな面持ちで見学していました。

2004 中部パック 包装・食品・物流機器、関連機器、 包材、食材展

2004年4月7～10日、ポートメッセなごやにおいて中部包装食品機械工業会が主催する「2004 中部パック 包装・食品・物流機器、関連機器、包材、食材展」が開催されました。



産総研は、この展示会の特別テーマとなった光触媒について出展することとなり、その紹介から包装業界における応用まで、更には技術移転を視野に入れ、産総研と産総研イノベーションズが連携を図り、光触媒関連技術についてパネルとサンプルを用いて展示しました。期間中は、多数の来場者がブースを訪れ、関連業界における光触媒技術に対する関心度を計ることができたと共に、技術移転の可能性を感じ取ることができました。また、8日には、サステナブルマテリアル研究部門環境セラミックス研究グループ長 埴田博史による「光触媒とは」と題した講演会が行われ、300名に上る多数の聴講者がありました。

世界初のグリッド展示会 Grid World 2004 東京で開催

2004年4月27～28日、東京・お台場 東京ファッションタウンビル TFT ホールにおいて、世界初のグリッドに関する大規模な展示会と講演会「Grid World



2004」が開催されました。産総研がコンソーシアム規定に基づいて設立したグリッド協議会が企画を、IDG ジャパンが事業運営を担当し共催しました。国内外の研究者を集めたグリッドに関わるシンポジウムその他、20の団体によるブース展示およびセミナーが開かれ、入場者約2,000人を数える盛大な催しとなりました。ベンダー企業に加えて多数のユーザ企業の参加を集め、ニーズとシーズの出会いの場所を生み出すとともに、グリッド技術の動向やベンダー各社のグリッド関連製品への取り組み状況について広く一般企業にまで普及、啓蒙することができました。また、産総研として展示ブースを設け、研究開発成果の紹介を行ったことで、今後のグリッドの更なる実用化に向けてユーザの声を集める機会が得られました。

産総研一般公開のお知らせ

次世代を担う青少年の科学技術に対する興味・関心を喚起し、学ぶ意欲の向上を図ること、産総研を理解してもらうことを目的として、産総研では一般公開を実施します。

7月24日(土) つくばセンター

【予定公開内容】

- ・特別講演「宇宙の科学」について
講師: 毛利 衛 氏 (宇宙飛行士/日本科学未来館館長)
 - ・科学教養講座
 - ・サイエンス実験ショー
 - ・研究成果物展示
 - ・実験施設公開
 - ・チャレンジコーナー 他
- (5/14 現在: 情報は順次更新・変更されます)

7月24日(土) 中部センター

8月7日(土) 北海道センター

8月21日(土) 東北センター

* 5月20日現在で日程が確定しているものを掲載しています。

総合窓口 TEL: 029-861-4124

平成16年科学技術週間に つくばセンターが特別公開

平成16年度の科学技術週間に、常設公開施設でもあるサイエンスミュージアム、地質標本館およびくらしとJISセンターの特別公開を行いました。

■ サイエンスミュージアム

4月15日、サイエンスミュージアム特別公開を行いました。4月13日に同ミュージアム展示物「癒し系ロボット・パロ」の紹介がNHKで放映されたこともあり多くの方が来場し、子供達にも好評でした。

産総研では今年度、皆様が更にも楽しめる空間を提供できるよう、新たな展示室設置を秋頃に予定しています。是非、またご来場下さい。展示内容は下記ホームページで紹介させていただいておりますので、是非、ご覧下さい。

http://www.aist.go.jp/aist_j/museum/index.html

■ 地質標本館特別展「地球再発見」・講演会「水晶の生い立ち」

科学技術週間にちなんで、地質標本館に常設展示された地震・火山分布模型、太平洋の海底地形模型などを、注意深く見ていただく、そして、プレートテクトニクスと呼ばれる全地球観を実感していただくというのが、「地球再発見」の趣旨です。期間中の4月17日には、「水晶の生い立ち」と題する普及講演が行われました。水晶のような身近な鉱物を話題の中心に据えて、マグマの発生、熱水循環、鉱物の沈殿、侵食などの地質現象が平易に解説され、私たち自身が野山を歩き「地球再発見」の喜びを得られることが強調されました。参加者には、水晶標本、水晶写真の下敷きが記念品として配布され、好評を得ました。

■ JISパビリオン特別展、くらしとJISセンター特別公開

4月13～16日の4日間、くらしとJISセンターにおいて特別公開を行いました。JISやJISマーク制度、産総研の工業標準化の成果などの常設展示物の他、高齢者疑似体験や車いすの体験コーナーも設け、多くの方に高齢者の生活・福祉についての体験を通して、これらの分野でも標準化の重要性について理解していただきました。

また、4月15日は、くらしとJISセンターで実施している高齢者・福祉関係の標準化研究の研究室を公開し、多くの見学者が訪れ、積極的に質問をされ、熱心に聞き入っていました。



地質標本館特別展
「地球再発見」

サイエンスミュージアム

期間	件名	開催地	問い合わせ先
6 June			
17日	第49回新技術動向セミナー	名古屋	052-223-8603
19~20日	第3回産学官連携推進会議	京都	03-3263-5394
7 July			
1~2日	バイオウィーク in Sapporo 2004 (シンポジウム) ゲノムと生物機能 - From Protein to Structure -	札幌	090-2696-5281 ●
9日	ワークショップ「低環境負荷セラミックスプロセス」	名古屋	052-736-7153 ●
16日	第2回産総研化学センサ国際ワークショップ	名古屋	052-736-7121 ●
24日	一般公開 (つくばセンター)	つくば	029-861-4124 ●
24日	一般公開 (中部センター)	名古屋	052-736-7064 ●
8 August			
7日	一般公開 (北海道センター)	北海道	011-857-8428 ●
21日	一般公開 (東北センター)	仙台	022-237-5218 ●
31~9月2日	第2回全日本学生フォーミュラ大会	茂木	03-3262-8214
9 September			
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
10 August			
13~15日	第31回国際福祉機器展 (HCR2004)	東京	03-3580-3052
長期開催			
~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
2004.6 Vol.4 No.6
(通巻41号)
 平成16年6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/>