

AIST

03
March
2002

Today



持続可能な循環型社会の実現

特集

地質・海洋分野の課題と 産総研の取り組み



独立行政法人産業技術総合研究所

CONTENTS

AIST

Today

03
March
2002



朝日賞を受賞された 十倉好紀さん

National Institute of
Advanced Industrial
Science and Technology
Vol.2 No.3

メッセージ

03 産業技術総合研究所への期待

トピックス

04 強相関エレクトロニクスの 若きリーダー 十倉さんに聞く

最新情報

08 単分子層窒化シリコン膜の形成に 成功

09 世界初の六価パラジウム錯体

10 ホモロジーを用いた遺伝子構造予測

11 膜タンパク質のループ構造の解析

12 嗅覚のニオイ識別の基本原則

13 歩行動作の計算機シミュレーション

14 自律適応型LSI(進化型チップ)の 開発

15 高収率のフェノール合成に成功

16 環境に優しく布を漂白

17 アパタイト被覆二酸化チタン光触媒

18 底質中有害金属元素の精確な分析

19 ユーザーの位置に基づく 情報支援システム

特集

20 地質・海洋分野の課題と 産総研の取り組み

テクノ・インフラ

28 湿度標準の整備と標準供給の 現状 ほか

パテント・技術移転いたします！

30 超短電気パルス発生と その検出技術 ほか

連携産学官

32 新たなベンチャー支援を目指して

34 産業の活性化と発展を目指して ～東北産学官連携センター～ ほか

産総研ベンチャー

37 SDBS-NMRと「エヌエムアール デービテック社」

AIST Network

38 韓国地質資源研究院との 研究協力協定を締結 ほか

コラム

27 地質標本館所蔵標本の利用について

産業技術総合研究所 への期待

● 株式会社クボタ 顧問

飯塚 幸三



独立行政法人として産業技術総合研究所が発足して丸1年が経とうとしている。かつての工業技術院の研究所をベースにしたとはいえ、新たな法律の枠組みの下で組織も運営方法も全く新しくなったのであるから、この1年の変化は当事者にとって誠に刺激的であったと推量する。しかしその使命は、国の政策に沿った研究主体の担当業務をより効果的、効率的に進める事であり、現在指向している産業競争力の強化、エネルギー・環境問題の解決、知的基盤の整備などの方向は、表面的には国立研究所時代から大きく変わってはいない。なぜならば1990年代を通じて、かつての工業技術院研究所は(1)新技術シーズの創出、(2)技術開発プロジェクトの推進、(3)安全・環境等に関わる研究、(4)産業基盤の整備(現在の知的基盤そのもの)を担っていたからである。しかし最近における変化として、大学や他の研究機関におけるシーズ研究の充実を反映して、新法人では上記の(1)と(2)は産業競争力強化のための新技術開発として統合し、(3)、(4)も含めて従前よりはっきりした目的意識の下で研究・業務を進めようとしているように見受けられる。また成果の主た

る使い手である産業界に積極的に手を差し伸べようとしていることも大きな変化である。さらにかつての試験所・検定所・調査所が担当していた(4)に関わる地道な業務が新たな視点から高度化され、相対的に重視されていることも産業界にとって歓迎すべき変化である。

しかし新体制が今後期待される成果を産み出すためには、統合された総合研究所の強みが発揮される効果的かつ効率的な運営が必須であり、異分野間の協力や学際的研究が促進されねばならない。各研究ユニットが生き残りを賭けて担当課題に精力を費やす競争的環境の下で、どのようにして異質ユニット間の相互理解を深め、分野間協力を促進するかが今後の発展の鍵を握っているのではなかろうか。釈迦に説法であるが、政策対応的研究はもとより、フロンティアの研究が相互に、かつ知的基盤研究とも乖離せずに、シナジー効果を発揮していくことが、新研究所のあるべき将来の姿ではないかと考えている。

強相関エレクトロニクス の若きリーダー 十倉さんに聞く



十倉 好紀【とくら よしのり】

1954年3月 兵庫県に生まれる
 1976年3月 東京大学工学部物理工学科卒業
 1981年3月 東京大学大学院工学系研究科物理学専攻 博士課程修了 工博
 1981年4月 東京大学工学部物理工学科 助手
 1984年8月 東京大学工学部物理工学科 講師
 1986年7月 東京大学理学部物理学 助教授
 1994年1月 東京大学大学院理学系研究科物理学専攻 教授
 1995年4月 - 東京大学大学院工学系研究科物理学専攻 教授
 1993年7月 - アトムテクノロジー研究体グループリーダー
 (後フィールドリーダー) (併任)
 2001年4月 - 産総研強相関電子技術研究センター長 (併任)
 2001年10月 - 科学技術振興事業団創造科学技術推進事業(ERATO)
 「スピン超構造プロジェクト」総括責任者 (併任)

2001年度の朝日賞を受賞された十倉好紀強相関電子技術研究センター長に、これまでの研究やこれからの抱負を熱く語っていただきました。

—— 朝日賞受賞、本当におめでとうございます。「強相関電子物質の研究」で受賞されましたが、どんなきっかけでこの研究を始められたのでしょうか。

十倉 1986年の暮れに高温超伝導フィーバーが起こりました。初めのうちはこのフィーバーに乗るまいと思っていたのですが、翌年の1月末に、1年間の客員研究員としてIBMの研究所へ行った時に「高温超伝導をやるしかない」と言われました。新しい高温超伝導を示す酸化物系は、当時私が研究していた有機物質系と似たところがあり、自分にはわりと取っ付きやすい材料であったと思います。元々この分野では素人ですから、新鮮で、勉強しながら面白くやりました。

—— “強相関電子”という言葉は十倉さんが言い始めたのですか。

十倉 ここ10年位、色々なところで言われています。特に誰がということはありません。“強相関電子”という

コンセプトは昔からあったのですが、難しい話の割には、試料調製が難しく、精密科学にはなりにくかったのですが、高温超伝導の発見を契機に、新しいエレクトロニクス材料として期待され、研究の進展が早くなりました。そろそろ、テクノロジーとして確立させるには、どうしたらいいか考えていい時期にきています。

—— ペロブスカイト、遷移金属酸化物、いわば古典的な化合物群ですが、そこに新しい見方が導入された。酸化物超伝導体が見つかって、今までのバンド理論主体の物理を覆すような「強相関電子系」という分野が非常に発展したということですね。どんな分野ですか。

十倉 電子は負の電荷を持っていますので、電子の間にはクーロン力による反発力が働きます。多数個の電子系の場合に、これを電子相関と言います。強い相関効果を受けてかろうじて動ける電子を集団として扱う電子技術が強相関エレクトロニクスです。強相関電子系では、電子が互いの運動に強い制約を与えるために、本来は金属になってしかるべき状態の電子が互いの反発によって各原子サイトに局在し、固体のようになり、液体や液晶のようになったりします。この電子の固

体・液体・液晶が、磁場や電場、圧力、光など外部からのわずかな刺激で一瞬のうちに相転移を起こします。その結果、電氣的、磁氣的、光学的な性質を瞬時に変えることができるのです。

—— 強相関電子系は、新現象や新機能の宝庫ですね。電子型高温超伝導体の発見、巨大磁気抵抗の発見のお仕事を振り返っていただけませんか。

十倉 高温超伝導の舞台というのは今から考えると簡単なことです。電子がいっぱい詰まっている銅と酸素からなる原子面に、さらに電子を入れるか減らすかすると、絶縁体が金属に変化します。その瞬間に超伝導がぱっと出てくる、すなわち絶縁体のすぐ横に超伝導体があるという話です。高温超伝導と言うのは強相関電子の典型だったのです。電子型高温超伝導体の話は、電子を引き抜く（ホールを入れる）話はあっても、電子を入れるためのうまい結晶構造がなかなかないので、素人でも高温超伝導体の物質設計ができるような簡単な規則を作ったのがきっかけです。

高温超伝導体の仕事が一区切りついたところで、遷移金属酸化物の面白さに取り付かれて、動きやすいd電子を持つチタンから銅までをしらみつぶしに調べてみました。そういう中で、面白いことがいっぱい起こりそうなマンガン酸化物に行きあたりました。マンガン酸化物が磁気抵抗を示すというのは、20数年前にわかっていたのですが、今の巨大磁気抵抗の研究は格段に進んでいます。当時は、バラバラだったスピンの並ぶために抵抗が落ちるという話だけだったのですが、今はもっと強相関電子集団に特有な面白いことがわかってきています。

—— どんな応用が考えられますか。半導体エレクトロニクスとは大分違うようですが・・・。

十倉 強相関エレクトロニクスは、半導体エレクトロニクスと直交する概念です。半導体エレクトロニクスは基本的には独立した電子の動きを制御します。単位体積あたり 10^{14-18} 個ある電子を、独立した1個の粒子として扱うという大胆な仮定とその正しさが、精密な電子デバイスの設計に有利であったと言ってよいと思います。シリコンエレクトロニクスでは、電子をできるだけ少なく、1個の電子で動作させるという単電子デバイスが理想のひとつの形ですね。ところが、私達は電子の固まりをそのまま扱おうというところが大きく違います。それで微細化ができるかと言われるのですが、40nmの箱のなかには100万個も電子があり、これは電子相を規定するのに十分な数ですから、微細化には問題ないと思っています。

応用という点で考えますと、1個の電子では実現できない機能というのがたくさんあります。例えば、MOディスクでは、光と磁気の結合と言っても非常にまわりくどい複数の効果を組み合わせています。光をパッと入れると、ダイレクトに磁石ができた方が機能としてはずっとよい訳です。電子の相変化を利用した応用は、物質の中に内蔵されているスマートな機能を使う早道ではないかと思っています。

—— 強相関電子物理のフロントランナーとして、この分野を引っ張ってこられた訳ですが、この分野に惹きつけられる魅力は何でしょうか。

十倉 私は物理の教育を受けたのですが、物質を作ったりするのが好きな方でした。物理屋が物質開発をやる場合には、あるおもしろい理論があって、それが色々なことを起こしそうだということを頭に思い描きながら物質を作っていきますし、そうでないとやる気が起こりません。

電子のある状態とある状態が喧嘩して競争しているところで、ちょっとした刺激で状態の変化が起こり、いろいろな機能とか性質の劇的なスイッチングが起こるわけです。物質開発のひとつのやり方は、それらの状態が衝突するまで組成を追い込んで行くのです。そこまで追い込んでいって初めて画期的なことが起こる訳



朝日賞

朝日賞は、1929年（昭和4年）に朝日新聞創刊50周年記念事業として創設され、学術・芸術などの分野で傑出した業績をあげ、我が国の文化や社会の発展、向上に多大な貢献をした個人・団体に贈られる賞です。受賞者のなかから後年、ノーベル賞や文化勲章を受けられた方も多くでている栄えある賞です。



です。そのような物質設計のバリエーションは数限りなくあって非常におもしろいんです。

—— 東大では基礎研究を、産総研では応用研究をと言っておられますが・・・。

十倉 産総研はプロの研究者が主ですが、大学院というのは必ずしも全員がプロフェSSIONナルを目指している訳ではないので、研究の進め方には注意しています。大学での基礎というのは、お勉強という程度の話で、産総研では基礎研究の応用編という位です。アドバンストとかアプリケーションというのは、ちょっとおこがましいと思っています。

—— 強相関電子技術と言っても未だかなり基礎的な感じがします。アトムテクノロジー研究体（JRCAT）の産学官連携という研究の進め方はよかったですか。

十倉 非常によかったと思います。JRCATは民間からの研究者が多かったので、基礎研究ばかりで大丈夫かと心配していましたが、私の杞憂でした。2年か3年こういうところで先端基礎の研究を経験した人が研究開発の現場に戻って大変活躍しておられる。今は色々ところから、できるだけ広く人を受け入れたいと思っています。

—— 産総研になって何が変わりましたか。

十倉 私は工業技術院時代は融合研しか知らないのですが、予算面では大変優遇されていました。産総研になって非常に厳しくなったという印象はあります。ある程度成果が出てきて、集中してやりたい時に、予算もあり、やれることが迅速にやれる体制があったらよいと思います。

—— これまでに仁科記念賞やIBM科学賞、ISIの応用物理部門での最高引用栄誉賞など、沢山の賞を受賞されています。今回の受賞にはどんな意味がありますか。

十倉 物性物理の話というのは素人にはとてもわかりにくいところがあって、例えば、電子が液体や固体になるという現象を取り上げてみても、その背景には色々難しいことをきちんと押さえておかないと、研究が進められないところがあります。そういうところをマスコミが出す賞が評価してくれたというのは嬉しいですね。

一緒に朝日賞を受賞された秋光先生のように、新しい超伝導物質を発見したというのはクリアでわかり易いのですが、私達の場合は外から見えにくいですからね。強相関という言葉が半導体と同じように、普通に通じる言葉になれば、ありがたいなという感じがしました。もっとも家族は、「千と千尋」の宮崎駿に会えたのが嬉しかったと・・・。

—— あの映画はすばらしかったですね。もう一度見に行きたいと思っています。

十倉 宮崎さんが挨拶の時に“夢を抱いて私のところに若い人が来るのだけれど、私はその若い人の生き血を吸って生きている。そういうことを忘れない”とかなり激しいことをおっしゃっていましたが、僕も生き血を吸っているのかな・・・と、いや、血の気が多いんで、むしろ血を吸われているんじゃないかも・・・。

—— 最近、創造科学技術推進事業（ERATO）で、「スピン超構造プロジェクト」を始められました。これからの抱負とともにご紹介下さい。

十倉 ERATOでは、思い切ったことをやってみたいと思っています。野依先生は分子の右手、左手系を別々

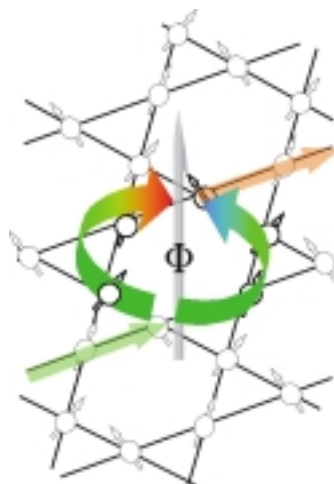
につくった訳ですが、私たちはスピンの右手、左手系をつくってみたいと思っています。磁場をある方向に向けて、電流を右に流した時と左に流した時では抵抗が違ってくる。コイルに電流を流した時と同じことが物質の中でできる訳です。

実験室で簡単に実現できる磁場というのは、10 テスラ程度ですが、物質の中にビルトインされたある種の強相関電子構造では宇宙空間に匹敵する数万テスラという巨大な磁場が実効的にかかっているんだということを最近証明したと思っていますけれど……。それがすぐに何かの役に立つかどうかかわからないのですが、例えば、MOディスクで利用される磁気光学効果は通常 0.2 度くらいの偏光回転ですが、それが 20 度にもなるということも予測されます。今までと全く違う原理を使うと桁違いに大きな効果が期待できるのです。

—— おもしろいお話ありがとうございました。十倉さんは、「探検家」としての性根を据え直すのだと言っておられます。新たな探検に向けた活躍を大いに期待しています。

(聞き手 理事 丹羽 吉夫)

強相関電子の量子ベリー位相



特殊な格子トポロジでの強相関電子の動きは、奇妙な位相をもつことがある。これは、数万テスラもの仮想的な磁場中を運動しているのと同じである。

十倉先生を語る

強相関理論チーム長 永長 直人

十倉先生は物質科学に、物理学、化学、材料学、そしてテクノロジーという多分野にまたがった複眼的思考を持ちこむことで、常に新しい研究の最前線を切り開いてきた世界的リーダーです。大学院時代は有機物の光物性研究をテーマとしていましたが、自身が得たデータを当時開発された動的CPAという理論を使いこなし解析するという離れ業を演じました。

また、電荷移動錯体における中性・イオン性転移の研究で、相転移近傍の巨大応答とそのダイナミクスという着想を育て、これがその後のマンガン酸化物における巨大磁気抵抗の発見へと繋がって行く訳です。80年代後半高温超伝導が発見され銅酸化物が脚光を浴びるなか、当時世界中が手探りで物質開発をしていた時に、電子伝導面にキャリアを供給する“ブロック層”に着目、これをコントロールすることで高温超伝導体を“設計”出来ることを示しました。さらにこれを、最初の“電子ドーピング高温超伝導体”の発見により自ら実証しました。

90年代に入ると産学官のアトムテクノロジー研究体のリーダーとして、大学では基礎、研究体では応用

という態勢で研究を進め、遷移金属酸化物全般へと研究対象を広げて行きました。

その中で発見されたのが、磁場をわずかに変えるだけで、100万倍以上も特性が変わる超巨大磁気抵抗マンガン酸化物です。これは高感度の磁気ヘッドなどへの応用を目指す研究の端緒となり、現在もベル研究所など世界中で熾烈な競争が行われています。

昨年4月から現在の強相関電子技術研究センター(CERC)を立ち上げ、さらに昨秋からは創造科学技術推進事業(ERATO)「スピン超構造プロジェクト」もスタートしました。ここでは、相転移・臨界現象を用いた超巨大、超高速応答の研究に加えて、電子の量子位相を用いた新しい原理に基づく磁気光学効果や、磁気電流効果の研究を開始しています。これは基礎理論から応用までを視野に入れた壮大な夢のあるプロジェクトです。

多忙な毎日を送る十倉先生ですが、部屋から部屋へコーヒークップを片手にぶらりと“巡回”し、他の研究者や学生との議論を欠かさず、その門下からはすでに多くの第一線の研究者が巣立っています。



もりた ゆきのり

森田 行則

y.morita@aist.go.jp

次世代半導体研究センター, JRCAT

単分子層窒化シリコン膜の形成に成功

— 次世代ゲート絶縁膜技術への応用が期待 —

近年のULSIの集積度の向上から考えて、2010年頃にはゲート絶縁膜はシリコン酸化膜厚換算で0.7nm程度の厚さのものが必要になると考えられている。このような状況では、現在用いられているシリコン酸化膜では、電子のトンネル効果により絶縁膜を通り抜けて電流が流れてしまい、絶縁膜としての効果は期待できなくなる。その対策として考えられているのが、シリコン酸化膜よりも誘電率の大きい金属酸化膜をゲート絶縁膜として使用することである。しかし、そのままでは金属酸化膜とシリコンとの界面反応が生じ絶縁膜全体の誘電率が低下するという問題があった。

窒化シリコン薄膜はこの問題を解決する材料として期待されている。すなわち、金属酸化膜とシリコンとの間にごく薄い窒化シリコン膜を挿入し、界面反応を抑制するのである。この場合、できるだけ薄く、均一な膜を界面に挿入するのがポイントであるが、従来の製膜技術では不均一なアモルファスの窒化シリコン膜しか得られなかった。そのため、膜を

薄くするほどその不均一性が顕著となり、界面反応を抑制する効果が得られなくなる恐れがあった。

窒化シリコン膜がアモルファス構造となる原因は、シリコンと窒素の結合距離が短いため、表面で窒素吸着による均一な周期的構造を形成した場合、下地のシリコンの結晶格子が著しく歪んでしまうためである。

今回我々は、新たに N_2/H_2 ガスを用いた直接熱窒化プロセスを開発し、Si(001)表面上に 2×2 周期構造を持った単分子層窒化シリコン膜を形成することに初めて成功した。これは、歪みが少なくなるように窒素を表面に均一に吸着させ、それに伴い発生したシリコンの未結合手を水素の吸着で安定化することで、周期構造の形成と表面歪みの低減、および表面の安定化を同時に達成するものである。

この手法により界面反応を抑制する単分子膜を形成できた。この手法は原子レベルでの半導体製造技術の一つとして極めて有効と思われる。

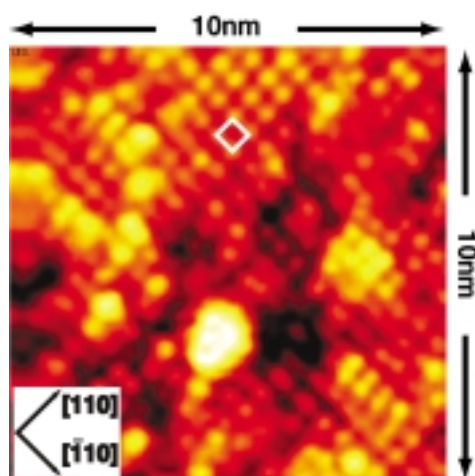


写真 単分子層窒化したSi(001)表面の超高真空走査トンネル顕微鏡像(10×10nm)

白枠は 2×2 構造に相当する単位構造。

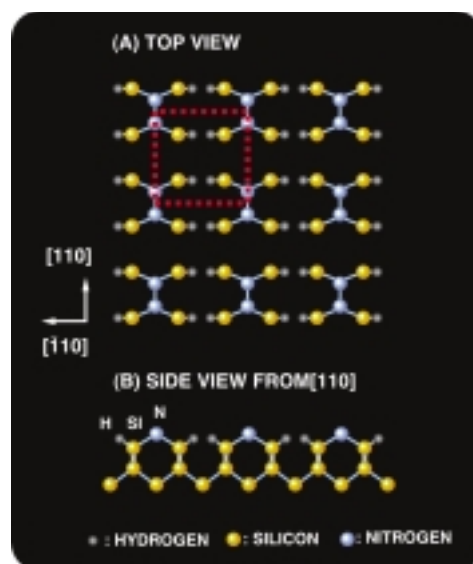


図 Si(001)- 2×2 :N表面の構造モデル

2×2 の単位構造を赤線で記入してある。

関連情報

- ・ JRCAT: アトムテクノロジー研究体
- ・ Y. Morita, T. Ishida and H. Tokumoto: Extended abstracts of the 2001 international conference on solid state devices and materials, 230-231 (2001).
- ・ 化学工業日報 2001.12.21.
- ・ 日刊工業新聞 2001.12.24.



しまだ しげる

島田 茂

s-shimada@aist.go.jp

グリーンプロセス研究ラボ

世界初の六価パラジウム錯体

— パラジウム触媒の新たな可能性の発見 —

パラジウムは、有機化合物の合成や自動車の排気ガスの浄化などの触媒として大変重要である。今回、我々は世界で初めて六価パラジウム錯体の合成に成功し、その構造を明らかにした¹⁾。

パラジウムは200年ほど前に発見された元素で白金の仲間の貴金属である。触媒として重要なことから多くの研究がなされてきた。パラジウムは酸化されにくく、低酸化状態(0価や二価)を取るものが広く知られている。これまで最高の酸化状態は四価と考えられていた。元素の酸化状態は、化学反応を理解したり、新しい触媒や反応を設計したりする上で大変重要である。

我々は、次世代の電子材料、光機能材料、耐熱性材料などとして期待されているケイ素系高分子材料の新たな合成法開拓のため、パラジウムなどの遷移金属触媒を利用した触媒反応を検討していた。その研究途上で、ケイ素がニッケル、パラジウムおよび

白金と結合すると三価や四価といった高酸化状態を形成することを見つけていた²⁾。

ケイ素化合物の触媒反応では高酸化状態の触媒が重要な役割を果たすものと考え、従来未知の高酸化状態を探索していたところ、[図1](#)に示す反応により六価パラジウム錯体が安定な化合物として生成することを見つけた。X線構造解析により中心のパラジウム原子が六価であることを明らかにした([図2](#))。

今回の成果は、実用的な触媒反応の探索途上で見つけた知見が基となった大変基礎的な発見である。実用的な触媒の開発に必ずしも直結するものではないが、パラジウムの新しい酸化状態の発見は、パラジウムの触媒としての可能性を広げるものであり、革新的な触媒の開発へ繋がることを期待している。触媒技術は、環境にやさしい化学プロセスを達成するための鍵となる技術であり、今後はさらに実用的な触媒開発へと研究を進めていきたい。

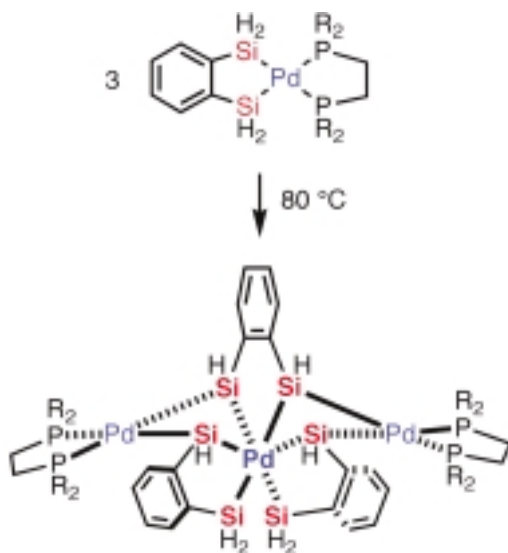


図1 六価パラジウム錯体の合成

三分子のPd(II)化合物が反応して中心にPd(VI)を持つ新しい化合物が生成

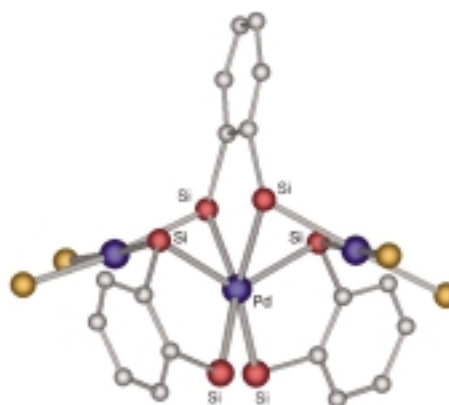


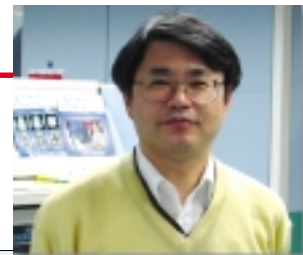
図2 六価パラジウム錯体の構造

中心のパラジウム原子(青色)に6つのケイ素原子(赤色)が結合している

関連情報

1) W. Chen, S. Shimada, M. Tanaka, *Science*, **295**, 308 (2002). R. H. Crabtree, *Science*, **295**, 288 (2002).

2) S. Shimada, M. L. N. Rao, T. Hayashi, M. Tanaka, *Angew. Chem. Int. Ed.* **40**, 213 (2001); S. Shimada, M. L. N. Rao, M. Tanaka, *Organometallics*, **18**, 291 (1999).



ごとう おさむ

後藤 修

o.gotoh@aist.go.jp

生命情報科学研究センター

ホモロジーを用いた遺伝子構造予測

— その薬物代謝酵素遺伝子への応用 —

ヒトをはじめとする5種の真核生物全ゲノム配列の概要がすでに公開され、解読されるゲノムは今後ますます増えるものと予想される。生命の設計図であるゲノム配列を読み解き、有用な情報を得るための第一歩は、そこに含まれる遺伝子を同定することである。しかし、真核生物の遺伝子では、タンパク質をコードする領域(翻訳領域-エキソン)とそれ以外の領域(イントロンや5'、3'非翻訳領域)とが混在しており、計算機を用いてその正確な内部構造を推定することは容易でない。この問題は遺伝子発見問題とよばれ、この10年ほどの間に大きく進展した。通常、翻訳領域における3~6塩基出現頻度の偏りや、エキソン・イントロン境界近辺の配列の特徴を統計的に処理し、翻訳領域らしさを判断する手法が採られている。しかし、この方針による予測精度には限界がある。

予測精度を高め、産物であるタンパク質の立体構造や機能をより正確に推測するために、我々は既知のアミノ酸配列とのホモロジーを積極的に利用する方法を開発した¹⁾。この方法では、未知の遺伝子を含むゲノム配列を仮想的に翻訳して参照配列との対応関係を求め、対応関係が得られる領域を翻訳領域とみなす。このとき、配列の類似性ととも、上に述

べた統計情報も同時に考慮する(図1)。参照配列と50%以上アミノ酸が一致すれば、96%以上の精度で翻訳領域に含まれる塩基を予測できることが確かめられた。

ほとんどの動植物では、外来性の有毒な化学物質を代謝して除去する機能を、チトクロームP450を中心とする薬物代謝酵素が担う。これらの酵素の遺伝子多型が、薬物や発がん物質に対する感受性の個人差に深く関与している。我々の開発した方法を用いて、ゲノム配列が解読された生物種のすべての薬物代謝酵素遺伝子を見出す試みを始めている。ヒト(図2)、ショウジョウバエ、線虫²⁾では、それぞれ60~80の、シロイヌナズナでは250以上のP450遺伝子をすでに同定している。各酵素の基質、産物、遺伝子多型などの情報を含む総合的データベースの構築を現在進めている。

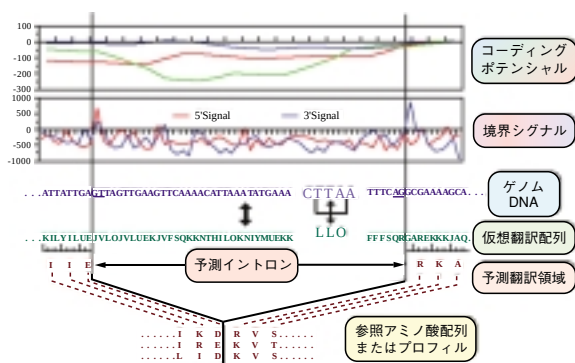


図1 遺伝子構造予測に用いる各種の情報

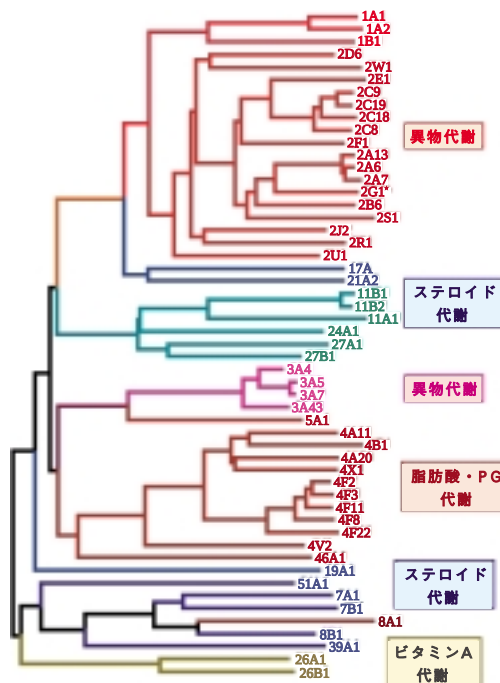


図2 ヒトチトクロームP450の系統樹

関連情報

- 1) O. Gotoh: Bioinformatics **16**, 3, 190-202 (2000).
- 2) O. Gotoh: Mol. Biol. Evol. **15**, 11, 1447-1459 (1998).



ひろかわ たかつぐ

広川 貴次

t-hirokawa@aist.go.jp

生命情報科学研究センター

膜タンパク質のループ構造の解析

ー 計算機的手法による埋没型ループの同定 ー

膜タンパク質の立体構造は、一般に膜貫通領域とそれを繋ぐループ領域に分けられる。しかし、2000年に藤吉らの研究グループによって構造決定された水チャネルのアクアポリン¹⁾では、膜貫通領域に埋没されたようなループ構造が原子レベルで確認され、その埋没型ループ構造が水チャネルの機能に深く関係していることが解った。計算機によるタンパク質立体構造予測の確立は、立体構造データの少ない膜タンパク質において特に急務とされるが、残念ながらアクアポリンに存在するような埋没型ループ構造をアミノ酸配列から予測することは、未だ解決されていない。私達は、計算機的手法による生命情報科学研究²⁾の一つとして膜タンパク質を対象³⁾としており、この埋没型ループ構造をアミノ酸配列から予測する手法の研究にも取り組んでいる。概略を以下に紹介する。

まず、ループ構造の埋没度を定量的に評価するために、構造既知の膜タンパク質を用いて目的とするループ構造とその周辺の膜貫通領域との接触度合を示すBuried Loop Profile (BLP)を作成し、他のパラメー

タとの相関を調べた。BLPとループ構造のアミノ酸配列数との比較では、14残基以下および38残基以上では、BLPは低く、埋没する可能性は低いことが解かった。これは、前者は埋没するためには長さが十分でなく、一方で後者のようにある程度の長さに達すると膜外で水溶性ドメインを形成し始めるのではないかと考察している(図1)。単純な寄与かもしれないが、この知見より埋没型ループ予測は、具体的に15~37残基内のループ構造に焦点を絞ることができた。続いて、15~37残基間の候補については、その領域の平均疎水性と両親媒性の強さをパラメータとして重判別分析を行うことで、露出型と埋没型を分類することができた(図2)。

現在、上記の手法に基づいたアミノ酸配列から膜タンパク質に存在する埋没型ループ構造予測システムをWeb上に構築準備中である。埋没型ループ構造は、物質のチャネルに関与していることが多いため、このシステムを用いてゲノム配列上でのチャネル型膜タンパク質のスクリーニングに応用できると考えている。

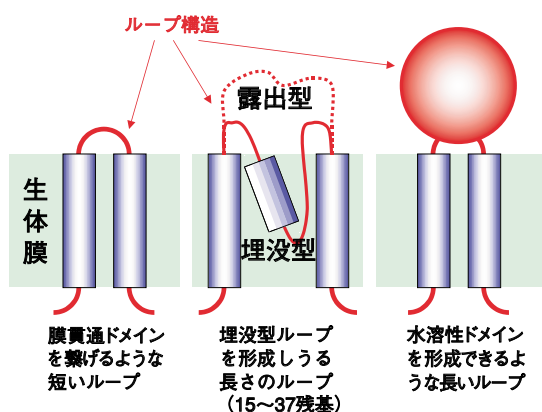


図1 膜タンパク質におけるループ構造の分類

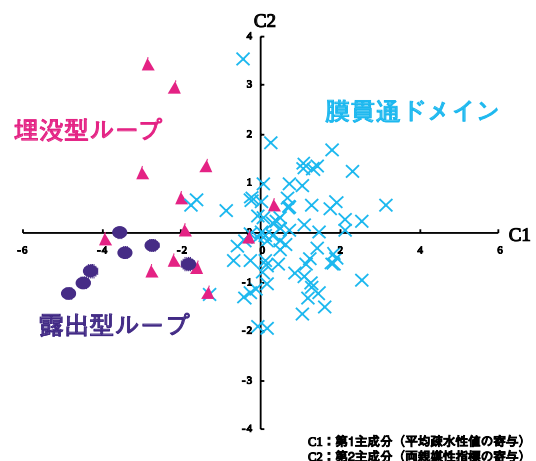


図2 重判別分析による埋没型、露出型ループ構造および膜貫通ドメインの分類

関連情報

1) K. Murata, K. Mitsuoka, T. Hirai, T. Walz, P. Agre, J.B. Heymann, A. Engel and Y. Fujiyoshi.: *Nature* **407**, 599-605 (2000).

2) 秋山 泰: 生命情報科学と大規模PCクラスター, AIST Today p.15 (2001.11).

3) 諏訪牧子: GPCRの網羅的発見と解析, AIST Today p.8 (2001.10).



さとう たかあき

佐藤 孝明

taka-sato@aist.go.jp

ライフエレクトロニクス研究ラボ

嗅覚のニオイ識別の基本原理

ー 嗅覚機能模倣型ニオイセンサ設計に向けて ー

私達がニオイを区別する仕組みはどのようになっているのだろうか。その仕組みが少しずつ分かってきた。

視覚の場合、対象の色を赤緑青の3原色の成分強度に分解して検出することで様々な色を区別することができる。カラーテレビは、その逆に赤緑青を適当な強さで混合して様々な色を再現している。つまり、視覚で色を区別して検出するために使われている3原色が、視覚情報を再生する基本成分色としても利用されているのである。もし、嗅覚でニオイを区別するために使われている基本成分の特性が分かれば、ニオイを自由に再生する装置の開発も夢ではないかもしれない。しかし、その数は視覚のように3種類ではなく、ネズミでは約千種、ヒトでは347種と視覚の100倍以上もあると報告されている。ここでは、その内の13種類の基本成分を決めている嗅覚レセプタのニオイ分子応答特性を調べ(図)、嗅覚でニオイが区別できる共通原理を明らかにしてきたので紹介する。

私達がニオイを感じる対象は、空気中に存在する分子状の化学物質である。これまで、嗅覚の検出器である嗅細胞は、分子構造の違いに基づいてニオイ分子(ニオイを呈する分子)を区別し、炭素数1個分の長さの違いさえも識別し得ることが明らかになっていたが、それがどのタイプの嗅覚レセプタの特性なのかを示すことはできなかった。そこで、応答性を調べた嗅細胞の遺伝子を解析して嗅覚レセプタを同定し、ニオイ応答との対応付けによって嗅覚のニオイ識別の分子基礎の解明に成功した(図)。まず、各々の嗅覚レセプタは分子構造に共通性がある複数種のニオイ分子に応答する。そして、各々のニオイ分子種は複数種の嗅覚レセプタに応答を引き起こす。さらに重要なことは、ニオイ分子種が異なれば応答する嗅覚レセプタの組合せはオーバーラップを持ちながらも異なっていることである。つまり、応

答する嗅覚レセプタの組合せを知ることによって、刺激種を知ることができるのである。これは、嗅覚では数百種の嗅覚レセプタの組合せに基づいてニオイを区別していることを示している。しかしながら、図に示されたのはごく一部の嗅覚レセプタの応答性であり、右側に記されたニオイの質がどのような組合せに対応するのか十分に説明することができない。現在、この点を明らかにするため、さらに研究を進めているところである。

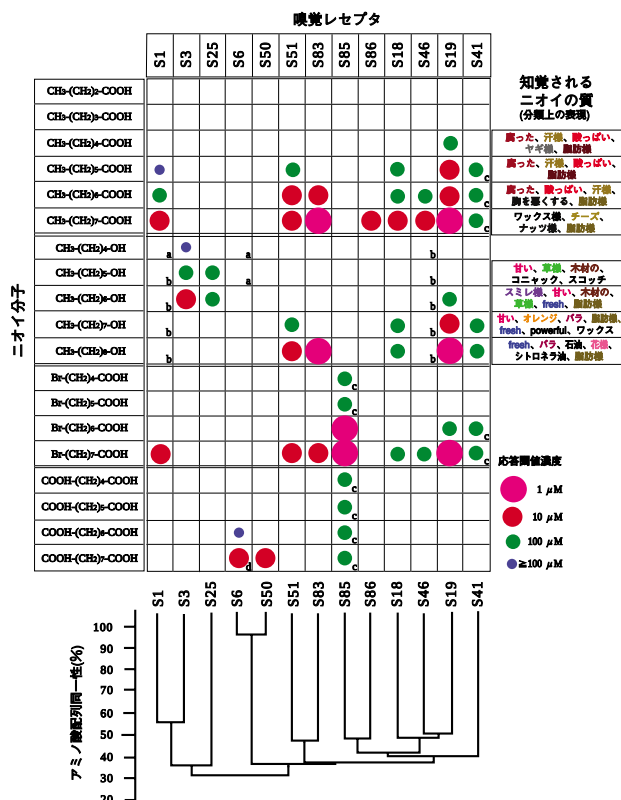
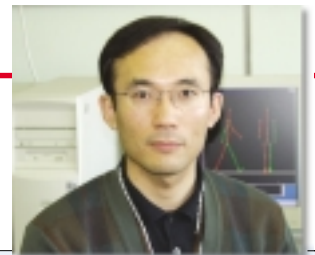


図 13種の嗅覚レセプタのニオイ分子応答特性とアミノ酸配列の同一性比較

a:未テスト、b:10 μMでテスト&100 μMで未テスト
c:10 μMと1 μMで未テスト、d:1 μMで未テスト

関連情報

- Malnic,B., Hirono,J., Sato,T. and Buck,L., Cell **96**, 713-723 (1999).
- 浜名, 廣野, 佐藤, 第24回分子生物学会年会予稿集, p.813 (2001).



は せ かずのり
長谷 和徳
kazunori.hase@aist.go.jp
人間福祉医工学研究部門

歩行動作の計算機シミュレーション ー リハビリテーションへの応用を目指して ー

医療福祉に関連する歩行動作や身体動作の研究では、実際の患者の動作を計測して、その動きを定量評価するという実験的なアプローチが一般的である。以前、我々も障害者の歩行動作を計測し、その力学分析を行った経験がある。しかし、そのときは「障害者と健常者では歩き方が異なる」という至極当然とも言える結論しか導けなかった。つまり、「歩行障害をどのようにしたら解決できるか」との問題に対する答えを見出すことは難しかった。

今、我々はその答えを求めるため、シミュレーションによってヒトの動きをコンピュータの中で再現する研究を通信総合研究所・画像グループなどと共同で進めている。その例として、義足歩行についてシミュレーションした結果を図1に示す。図1の線分はモデル化した筋を表し、その色は発生した筋力に比例して白から赤に変化している。図2は発生した動作パターンを表しており、破線で示した左足が義足という想定になっている。この歩行パターン

の結果は実際の運動計測データを一切使わずに得られたものである。つまり、筋骨格系と神経系の運動力学的特性を全て数式に表し、それを数値的に解くことでこのような動きを作り出している。

こうした運動の合成を進めることによって、ただ単に計測・分析するだけでは気付かなかったこと、つまり歩行運動を作り出すのに何が大事であるかということが分かるようになってきた。この義足歩行シミュレーションでは、より効率の良い歩き方を求めて、義足の設計パラメータが自動的に変更できるようにもなっている。その結果、踵(かかと)部分を小さく柔らかくすると効率のよい歩き方ができるということが分かった。この結果は義肢装具士が経験的に決めている処方結果とも一致する。つまりシミュレーション結果によって、単に「良いか悪いか」という評価だけでなく、「どうすればよいか」という診断支援もできる可能性がある。



図1 義足歩行モデル

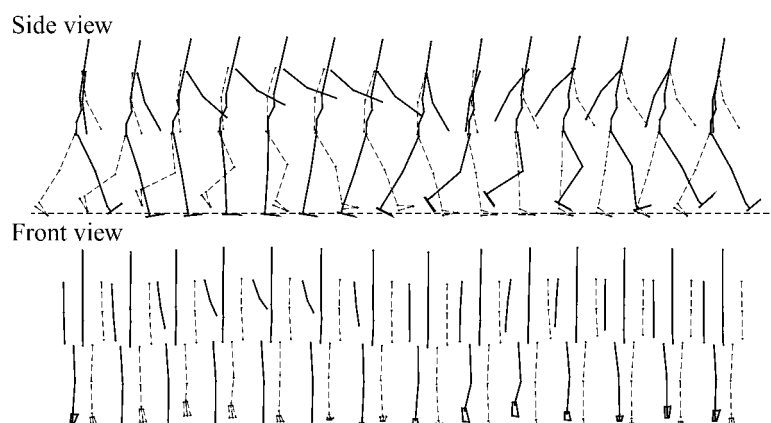


図2 生成した義足歩行パターン

関連情報

- ・ <http://staff.aist.go.jp/kazunori.hase/press-01/>
- ・ <http://staff.aist.go.jp/k.miyashita/projects/GP.html>



かじたに いさむ

梶谷 勇

isamu.kajitani@aist.go.jp

次世代半導体研究センター

自律適応型LSI(進化型チップ)の開発

ー 多機能筋電義手の制御回路に応用し、その効果を実証 ー

従来のハードウェアは、そのハードウェア構成が固定的であるため、動作仕様が(1)設計時点で決定できる、(2)設計した後で変化しない、場合に適用可能であった。しかしながら、実世界における様々な応用を考えると、動作仕様が(1')設計時点で決定できない、(2')設計後に変化する、ために従来のハードウェアを適用できない場合がある。

開発中の自律適応型LSIは、その自律的な適応能力により、上記(1')(2')の場合でも適用可能である。つまり、生物の進化に発想を得た遺伝的アルゴリズムと呼ばれる探索、最適化手法によって、再構成可能ハードウェアの回路構成を適応的に変更し、動作仕様を満たすことができるのである。我々は、この自律適応型LSIを「進化型チップ」と呼んでいる(写真1)。

この進化型チップの効果を確認し、より広く応用するための改良点を見つけるために、多機能筋電義手の制御回路に応用する研究を行っている。筋電義手とは、切断者が断端部に残った筋肉を動かしたときに発生する活動電位(筋電)を用いて操作する義手

であるが、既存の筋電義手は基本的に一つの機能(例えば、手先の開閉)しか筋電によって操作できないため、多機能化が強く望まれている。

この多機能筋電義手の実現のために、我々は、論理回路による筋電パターンの識別により、義手の動作を決定する方式を用いている。そこでは、筋電の個人差などのために、識別回路の設計に必要な動作仕様をあらかじめ決定できず、さらに経時的に変化する場合もある。つまり、上記(1')(2')の条件を満たしているために従来のハードウェアを適用できず、進化型チップの効果を確認するのに最適である。

この進化型チップによるパターン識別能力を評価するために、各指を独立に動作可能な多機能ロボットハンドを開発し、臨床評価を行っている(写真2)。その結果、進化型チップによる筋電パターン識別により、前腕部の6つの機能(手先の開／閉、手首の屈／伸、前腕の回内／外)の操作が可能であることを実証した。さらに、入力信号の量子化と符号化の工夫によって、パターン識別精度を改善した。

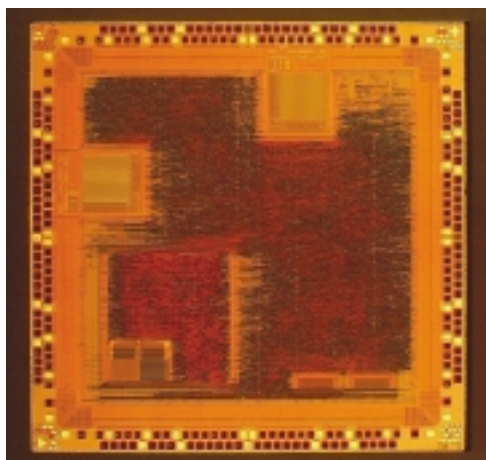
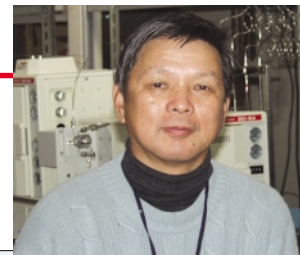


写真1 進化型チップのマスク写真



写真2 多指・多機能ロボットハンドの臨床評価



にあ しゅういち
丹羽 修一
s.niwa@aist.go.jp
物質プロセス研究部門

高収率のフェノール合成に成功

ーパラジウム膜反応器を用いるフェノールの直接合成ー

有機化学工業の中間体として有用なフェノールは現在主としてクメン法で製造されている。しかし、クメン法は多段でエネルギー多消費なため経済的で環境に優しい製造技術の開発が待望されている。我々は、Pd膜を透過する解離水素を利用して酸素を活性化し、ベンゼンを直接酸化するフェノール合成法を考え、実証研究を行った¹⁾。酸素と水素を用いる芳香環の直接酸化は、多元系触媒と溶媒を必要とし、収率は極めて低いうえに、同時混合に伴う爆発の危険性が高い。本研究での膜反応器(図1)は基本的に水素と酸素が独立しており、解離した水素は触媒表面上でのみ酸素と接するため、混合気体とはならず、気相反応ではあるが比較的高い基質濃度においても爆発の危険性が低い。

長さ約30cmのアルミナ管の中央部分(長さ約10cm)に、膜厚約1 μ mのPd薄膜をCVD法²⁾によりコーティングし、それをステンレス管との二重管方式とした(図1)。ヘリウムガスで飽和蒸気圧のベンゼンを反応管に供給した。分析はオンラインガスクロマトグラフによった。

反応温度200 $^{\circ}$ C, Benzene/O₂/He; 0.4/3.8/25, H₂/He; 5.6/20の流通条件では反応は10時間以上安定に進行し、最高点ではベンゼン転化率15%以上で、フェノール収率が14%に達していることが分かる(図2)。基質がトルエンではさらに高い転化率で酸化反応が進行し、トルエン転化率34%、酸化生成物のクレゾール選択率は80%であり、副生成物として、1%以下と少量の多価アルコールとメチル基の酸化した生成物が認められた。クレゾール異性体の分布(o,m,p=3.2:1.0:5.1)からオルト体が選択的に生成している理由はメチル基の立体障害と推測され、これは反応がPd表面で生じていることを示唆していると言える。また、芳香核の酸化がメチル基の酸化に優先して生じることも興味深い。

膜反応器の研究はやっと始まったばかりで、新規な化学プロセスへの展開には洋々としたものがある。幸運にも先鞭を付ける研究が出来たことは、共に実験をした研究者諸氏のおかげと感謝している。

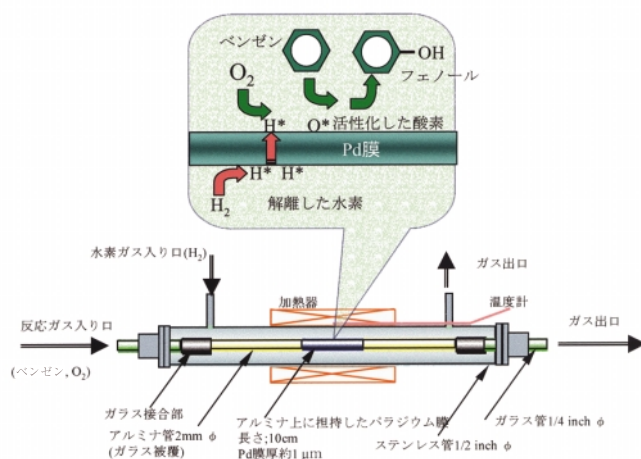


図1 パラジウム膜反応器と、それを用いるフェノールの直接合成概念図

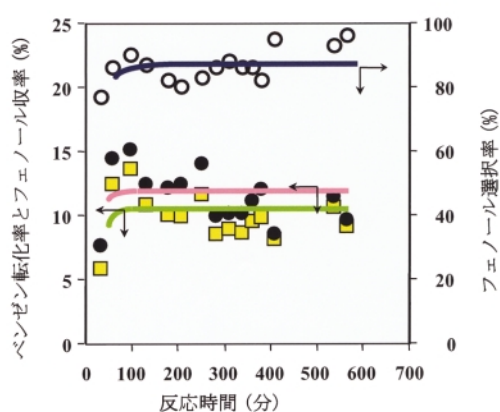
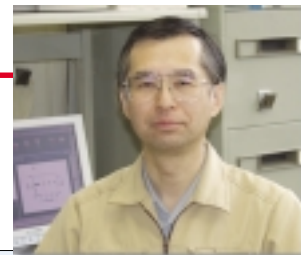


図2 パラジウム膜反応器を用いるフェノールの直接合成(反応温度200度)

関連情報

- 1) S.Niwa, et al., *Science*. **295**, 105-107 (2002).
- 2) 特開平7-136477号(1993).; 特開平11-300182号(1998).



おおうち あきひこ
大内 秋比古
ouchi.akihiko@aist.go.jp
グリーンプロセス研究ラボ

環境に優しく布を漂白

ー ハロゲンフリー・レーザー漂白 ー

我々の身の回りにある様々な色の衣服は、真っ白な生地を染めることにより鮮やかな色となっている。通常、織り上がったばかりの生地は薄茶色をしているので、幾つかの工程で脱色を行い最後に漂白を行い真っ白にする。漂白は多くの場合に塩素系漂白剤を用いた95℃程度の長時間処理により行われているが、この方法ではAOX(吸着性有機ハロゲン)と総称される塩素を含む環境負荷物質が副生することが報告されているので、非塩素系薬剤を用いる効率良い漂白法の確立が望まれている。

我々は(株)山東鐵工所への技術指導において、室温における紫外線レーザー照射と水素化ホウ素ナトリウム水溶液の組み合わせにより綿布の漂白が可能であることを見出し、その後の改良により従来法と同等以上の漂白効果を得ることが出来た。この方法は水素化ホウ素ナトリウム水溶液を含浸させた綿布に室温でエキシマレーザー照射を行うだけの簡単なものであるが(写真)、着色物質に含まれる共役 π 電子系への光化学的水素移動と考えられる反応を利用した従来法とは異なる新たな方法論に基づいた漂白法である。

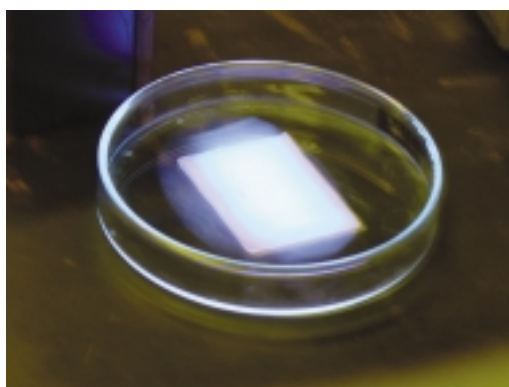


写真 レーザー処理実験

レーザー照射実験により、室温での1分間の照射で従来法による漂白と同等以上の漂白効果が得られた(図)。レーザー発振周波数やパルスエネルギーを変えることにより処理時間の短縮も可能である。また、レーザー漂白した綿布の色の戻りも小さいことも判った。現在の所、レーザーのエネルギー消費量は従来法の1.5倍程度であるが、低圧水銀灯等を用いた照射法の最適化によりエネルギー消費量も従来法と同等以下にできると考えられる。この漂白法は綿布だけではなく、各種繊維やパルプ等の天然高分子材料の漂白技術としても広く用いることが可能である。

ホウ素化合物には多少の毒性が有ることが報告されているが、海水中にはかなりの量が含まれており、通常は毒性の高いAOXに比べるとその毒性は非常に小さい。現在、さらに環境負荷を低減するために新たな漂白剤の探索と、反応機構の解明を行っている。

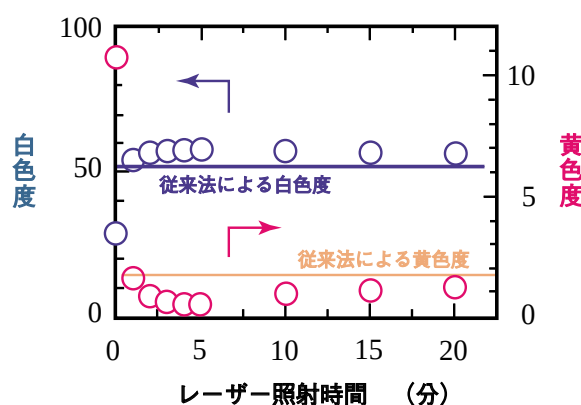


図 レーザー処理時間と白色度、黄色度の変化

関連情報

- ・ A. Ouchi, T. Obata, H. Sakai, M. Sakuragi, *Green Chem.*, **3**, 5, 221-223 (2001).
- ・ 大内, 染色工業, **49**, 2, 58-68 (2001).
- ・ 特開平11-43861, 43862.
- ・ 日刊工業新聞, 2001年12月19日.



の な み と お る
野 浪 亨
toru-nonami@aist.go.jp
セラミックス研究部門

アパタイト被覆二酸化チタン光触媒

— 空気浄化や抗菌・抗カビ、防汚塗料として応用 —

二酸化チタンの表面をアパタイトで覆った多機能性複合材料を開発した。この複合材料は、次の特徴がある。(1)光が当たらなくてもアパタイトが物質を吸着する。(2)光が当たるとアパタイトが吸着した物質を二酸化チタン光触媒が分解する。(3)アパタイトがスパーサーとなるため樹脂や有機塗料など有機系の材料にも混合できる。(4)光触媒は、有機物を分解するのに一定の時間が必要であるが、アパタイトで物質を捕らえるので確実に分解することができる。

この複合材料を搭載した人工観葉植物((株)GBS製;空気清浄樹)の応用においては、独自に環境改善システムを設定して効率的に環境浄化を行っている。室内空気環境の測定や換気扇などの機能チェック等の

環境測定を行い、処理空気量を算定し人工観葉植物の必要表面積などを設計し人工観葉植物を設置する。数週間後に再度効果測定を実施し、環境改善結果を確認する(図)。

丸武産業(株)と共同で開発したアパタイトを被覆した二酸化チタンの塗料は透明感、耐久性に優れている(商品名;アパテック)。この塗料は、常温・2時間程度で乾燥し固着する(食品衛生法に準じた安全性試験である器具および容器包装規格試験に適合)。

ポリスチレン容器に、餅やパンを入れ、蓋をして室温で放置すると、塗布していない容器では2日程度でカビが生えるが、アパテックを塗布したものは1週間経過してもカビは生えない。この実験は室内に放置して行っており光は照射していないが、アパタイトの吸着作用により光を照射しなくても細菌等の繁殖を防ぐことができる。

建材等への応用では、従来の二酸化チタン単体を使用した塗料では下地を保護するため、無機系塗料の下塗りを行う必要があり工程に2日間以上を要するが、アパテックは直接塗布できるので、半日で施工が済んでしまう。二酸化チタン単体の塗料とアパテックを塗布した場合を比較すると、明らかに後者の方が防汚効果は高い。ガードレールや看板、自動車等のボディへも塗布しても効果が得られる(写真)。

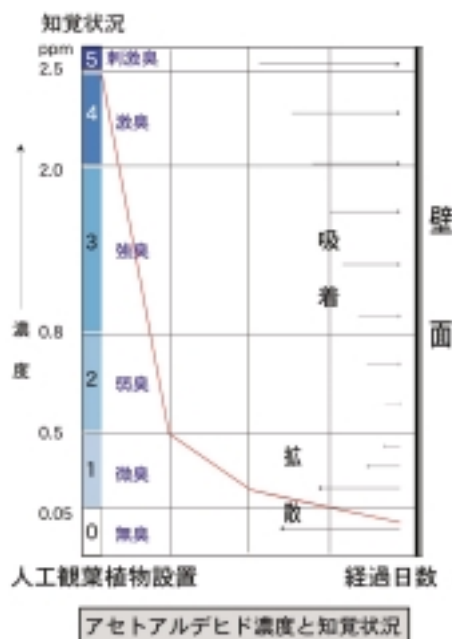


図 人工観葉植物による環境改善事例

病院に於ける人工観葉植物設置前後のアセトアルデヒド濃度の実測データ。アセトアルデヒドの濃度は設置後すぐに減少し、30日経過後では臭気強度0になった。

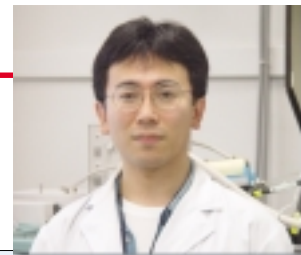


写真 アルミパネルへの塗布による防汚効果の比較 (屋外80日暴露)

二酸化チタン単体の塗料(A社製)に比べてアパテックを塗布した部分はほとんど汚れが生じない。

関連情報

- ・ T.Nonami,et.al,Material Reserch Bulletin, **33**, 125-131 (1998).
- ・ T.Nonami,et.al, Materials Research Society Symposium Proceedings, **549**,147-152 (1999).
- ・ 野浪 亨,FCレポート, **18**, 5, 102-106 (2000).
- ・ 野浪 亨,バウンダリー, **17**, 11, 26-35 (2001).
- ・ T.Nonami,J.Makino,S.Ohara,S.Kato,H.Hase,Materials Research Society Symposium Proceedings, Advances in Environmental Materials, 203-208 (2001).



いながき かずみ
稲垣 和三
k-inagaki@aist.go.jp
計測標準研究部門

底質中有害金属元素の精確な分析

— 底質中有害金属測定用標準物質の開発に向けて —

同位体希釈質量分析法(ID-MS)は、天然同位体組成を持つ試料に、濃縮安定同位体(スパイク)を添加し、同位体平衡が達成された後、スパイク添加前後の試料中同位体組成の変化から試料中元素濃度を定量する手法であり、信頼性の高い一次標準分析法として位置づけられている。無機元素分析においては、同位体比測定法として、誘導結合プラズマ質量分析法(ICP-MS)がよく用いられている。ID-ICP-MSでは、同位体比測定の精確さが定量値の正確さに最も影響を及ぼすが、底質中有害金属の同位体比測定は、目的元素濃度が $10^{-6} \sim 10^{-4} \text{ g} \cdot \text{g}^{-1}$ と非常に低濃度であること、底質は構成成分が複雑かつ多岐に及ぶため、共存成分からの影響(同重体干渉など)が大きいことから、正確な測定が非常に困難である。一例をあげると、Cdには8つの同位体があるが、底質中Cdはすべての同位体が同重体干渉(たとえば Sn^+ , ZrO^+)を受けるため、正確な同位体比測定を行うためには干渉成分の分離が不可欠である。また、正確な分析値を得るためには、できるだけ誤差要因の少ない分離

操作が望ましい。

そこで我々は、底質中主成分(Fe, Al)に着目し、主成分を共沈担体として利用する干渉成分の除去方法を考案した。アンモニア共存下のアルカリ性では、Fe, Alは水酸化物コロイドになり、干渉成分を伴って沈殿する(共沈作用)。一方のCdはアンモニアと錯形成するため溶液中に残存し、干渉成分から良好に分離される。この方法は、簡便な操作である上に、特別な試薬も必要がないため、汚染等の分離操作による分析値の誤差要因を低く抑えることができる。これまでに、本法を化学分析における分析値の国際的整合性確認のために行われている国際比較(CCQM-K13 底質中カドミウムおよび鉛の分析)に応用し、各国計量研究所の値と比較しても優れた結果が得られている。また、Cd以外(Cu, Zn, Ni, Ag)の元素についても応用可能であることを明らかにしており、本法を応用して計量標準センター(NMIJ)で供給する有害金属測定用底質標準物質の認証値決定を行っている。

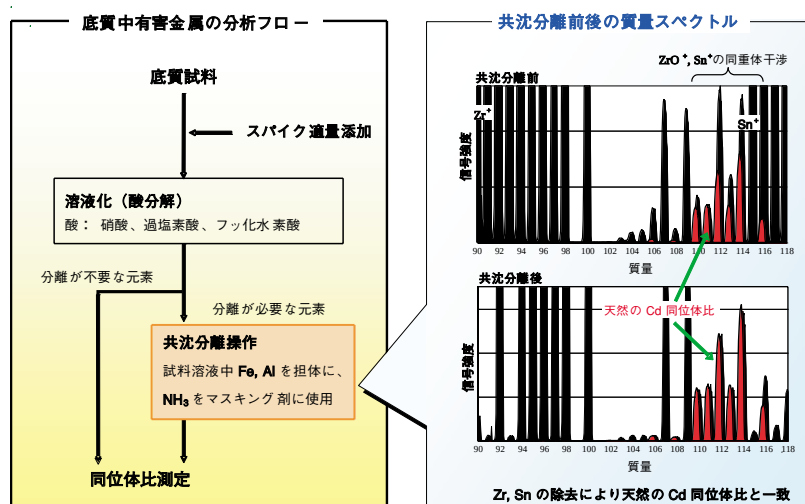


図 底質中有害金属の分析操作概略と共沈分離操作の例
(質量スペクトル 黒: 試料溶液、赤: 天然のカドミウム同位体組成)

関連情報

- ・ K. Inagaki et al. : J. Anal. Atom. Spectrom., 16, 1370-1374 (2001).
- ・ K. Inagaki et al. : Anal. Sci. suppl (2001).
- ・ 稲垣 他: 分析化学, 50, 829-835 (2001).
- ・ ICAS 2001-3rd International Congress on Analytical Sciences JAASポスター賞 受賞.



にしむら たくいち

西村 拓一

taku@ni.aist.go.jp

サイバーアシスト研究センター

ユーザーの位置に基づく情報支援システム

ー「いま、ここで、私が」欲しい情報を簡単に入手!ー

サイバーアシスト研究センターでは、ユーザーの嗜好や状態を把握することで、簡単な操作で適切な情報が得られる情報端末「マイボタン」の開発を進めている。

例えば、道路の向かい側に見える靴屋の閉店時間を知りたいとき、現在のGPS付の携帯電話を用いても、近くの靴屋の検索、向かいの靴屋の特定、ホームページ中の閉店時間の確認を行う必要がある。初めて携帯を手にした人にとって、このボタン操作は極めて困難であろう。

そこで、興味対象の方を見るだけでこの対象に関する情報を入手できる情報端末(Compact Battery-less Information Terminal: CoBIT)を開発した。これは、「マイボタンVer.1」であり、ユーザーの位置および向きを考慮して最適な情報を提供する。特に、無電源、小型、安価(将来は100円程度)という特長を持つ。

CoBITは、図1のように太陽電池とイヤホン、反射シートから構成される。太陽電池で発電された電力は直接イヤホンへ導かれるため、強弱を伴う光を受光すると、この強弱に応じた音を聞くことができ



図1 試作したCoBIT

る。太陽電池の向きは、ユーザーの前方、横方、上方など用途によって変えることができる。

このため、図2のように、絵を見るだけで(ボタン操作無しで)対象近くの光源から送信される説明を聞くことができる。従って、静かな環境を楽しみながら、必要に応じてCoBITを装着し、興味ある対象についての情報を入手することが可能となるのである。

CoBITには反射シートも付いている。これは、遠方からCoBITを発見し動きを解析するために使用する。これにより、ユーザーの動きに応じて音声メッセージを変更することも考えている。また、駅や街角、博物館、レジャーランドなどで、各種情報提供、道案内、注意喚起、音楽視聴を実現する予定である。

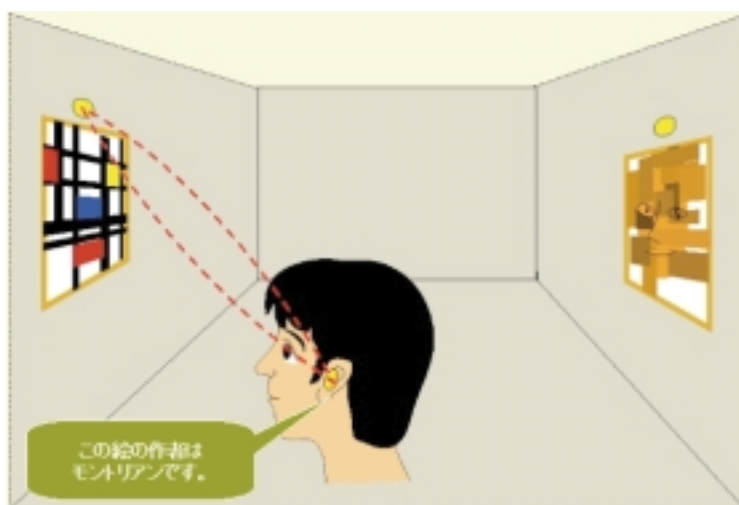


図2 絵を見るとそれに関する説明が聞こえる。

関連情報

・ <http://staff.aist.go.jp/takuichi.nishimura/CoBITsystem.htm>

・ 西村拓一, 伊藤日出男, 山本吉伸, 中島秀之, 「無電源小型通信端末を用いた位置に基づく情報支援システム」, 情報処理学会知的都市基盤研究会資料, p.1-6(2002).

地質・海洋分野の課題と産総研の取り組み

研究コーディネータ 金原 啓司

まえがき

エネルギー・資源の大半を海外に依存し、複雑かつ脆弱な地質から構成されており、海に囲まれた我が国が、国土の安全を守り、社会の持続的な発展を遂げていくためには、地質・海洋分野の調査研究は必要不可欠であり、産総研が優位性を持つて主体的に取り組むことができる研究分野である。とりわけ120年以上の調査研究実績を継承した産総研／地質調査総合センター（Geological Survey of Japan）*は、我が国における地質分野の中核的調査研究機関としての役割

を果たすとともに、世界130ヶ国以上にある地質調査関連機関に対しても我が国を代表する責務を負っている。

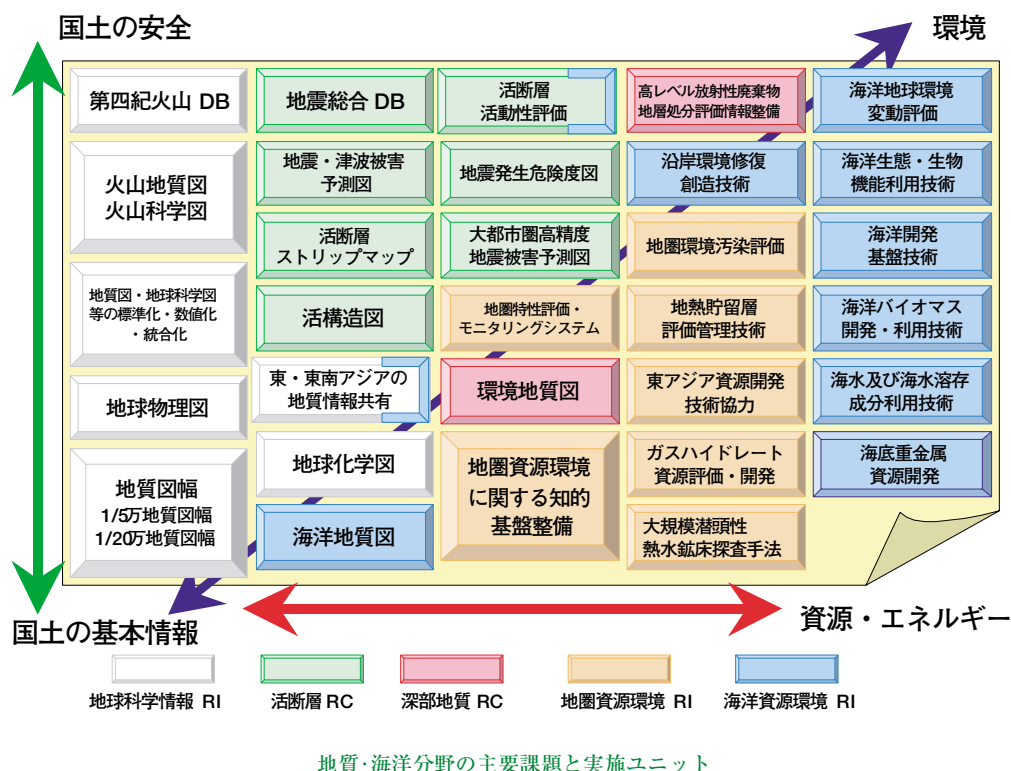
産総研における地質・海洋分野の位置づけ

総合科学技術会議の重点分野として、地質・海洋分野は社会基盤の一部（安全の構築）やフロンティア分野を主体とし、エネルギー、環境分野にまたがる幅広い領域をカバーしている。また経済産業省の所掌では、地質情報は国土および排他的経済水域を管理する基本データとして、国が整備すべき

知的基盤の重点分野に取り上げられ、さらに産総研ミッションでは、国自らが高い技術的裏付けをもって、一元的・一体的に進めるべき科学基盤研究、および行政ニーズに対応して実施すべき長期的政策推進のための研究に位置づけられている。

産総研の地質・海洋分野の強み

科学技術および産業技術振興のための基盤整備として、防災対策や都市基盤の整備等に重点を置いた地質情報の整備が「経済構造の変革と創造のための行動計画（平成12年12月、



地質・海洋分野の中長期的研究課題

地質分野

- 地質図幅・地球物理図・地球化学図等の地球科学基本図、地震・火山関連図等の地球科学主題図、各種データベースの整備等、地質情報の組織化と体系的集積・発信
- エネルギー・資源の安定供給・確保、高レベル放射性廃棄物地層処分、地圏環境等の政策的ニーズ、地震・火山災害等の社会的要請に基づく調査研究の推進
- ミッション達成を支えるための高度な基盤的研究の推進

海洋分野

- 海洋生物・海底熱水鉱床等の海洋資源の調査・探索と利活用のためのフロンティア技術開発
- 海洋バイオ利用等による沿岸環境保全と修復技術開発、炭素循環等地球規模環境問題への貢献
- 基盤となる海洋科学調査、計測技術と海洋情報提供

閣議決定)」において、知的基盤整備の重点分野に取り上げられた。知的基盤としての地質情報の整備は、技術的な専門性・特殊性や継続性から、地質調査総合センターを有する産総研が我が国におけるナショナルセンターとして総合的に行うことが要請された（平成13年6月、産業構造審議会産業技術分科会知的基盤整備特別委員会）。産総研は国内関連組織・機関等と連携しながら、地質情報の総合データセンターとしての機能を果たすことができる強みを有している。

一方、産総研の海洋分野は、資源・環境両面からのアプローチ、総合的な研究展開、海洋という特異な条件下で広範な研究展開、ユニット枠を越えた迅速な連携等が可能であり、かつ長期的政策推進のための科学的取り組みと産業技術開発が可能であるという強みを有している。

課題達成のための方策

中長期的諸課題を達成し、社会か

らの期待に応えるために、以下の事項について着実な進展をはかる。

★地質情報の総合データセンターとしての機能の確立

- ・研究ユニット、成果普及部門、先端情報計算センター等の機能を活用した幅広い支援・協力体制の構築
- ・国土地質情報の組織的収集のための情報提供基準や地質試料等の受け入れ体制の整備

★関連機関・団体等との連携・協力の強化

- ・GIS関連省庁連絡会議、文科省地震調査推進本部、火山噴火予知連絡会等を通じた省庁間の連携
- ・国土の安全構築を担う関連研究機関との所間連携
- ・地震・火山・土砂災害の予測・減災活動等を通じた地方自治体との連携
- ・技術移転、技術者教育活動等を通じた産業界との連携

★計画的な人材採用・育成と広報普及活動の強化

- ・大学で養成が困難となりつつある地質を専門とする人材の計画的採用と育成
- ・地質情報の社会への普及のための広報普及活動

★研究関連施設の整備

*地質調査総合センター（Geological Survey of Japan）

深部地質環境研究センター、活断層研究センター、地球科学情報研究部門、地圏資源環境研究部門、海洋資源環境研究部門、成果普及部門地質調査情報部、成果普及部門地質標本館、国際部門国際地質協力室、北海道地質調査連携研究体、関西地質調査連携研究体、研究コーディネータの総称

深部地質環境研究センター

設立の背景

原子力発電に伴って発生する高レベル放射性廃棄物の隔離には、地中深くに埋設する地層処分が世界の主要国同様に我が国でも検討され、平成12年5月に最終処分に必要な「特定放射性廃棄物の最終処分に関する法律」が成立した。国および関係機関が安全規制・安全評価のための研究開発などを進めるとした「特定放射性廃棄物の最終処分に関する計画（通産省告示）」がその後に決定され、今後は国による安全規制体制の整備も本格的に開始されようとしている。当研究センターはそのような背景の下に、最新の科学的根拠に基づく地質情報の整備・提供を目的に設立された。

重点研究課題の紹介

地層処分は、人工施設による隔離機能（人工バリア）とそれを取り巻く地層の遠隔隔離（天然バリア）との組み合わせによって、将来10万年以上の長期間にわたって安全性を確保しようとするものである。当研究センターでは、それらのうち主に遠隔隔離機能を対象として、安全規制・評価に必要な極めて長い期間における地層特性変化の調査研究を行う。平成

13年度に実施された主な重点研究課題について簡単に紹介する。

地層特性変化のメカニズムの研究の一つとして、深部上昇水に関する研究開発を実施している。火山から離れていても地下深部からの上昇物質があるかどうかを温泉水などの安定同位体組成を用いて研究するものである。近畿地方における非火山性温泉の代表である有馬型温泉水を始め多くの温泉水が、マグマ水と同等の同位体組成をもつ深部上昇水の影響を受けていることが図1から明らかになった。

さらに、第四紀火山岩の噴出年代

を高精度に測定する方法の開発研究を実施している。従来法では有意な年代が得られなかった試料に新しい手法を適用したところ、図2のように火山層序と整合した有意な値が得られた。

今後の展開

我が国における地層処分計画は、平成40年代後半の操業開始を目処に進められている。今後、関係機関や学会とも連携し、行政や社会のニーズに的確かつ決定的な影響を与えられる成果を着実に提出する予定である。（小玉 喜三郎）

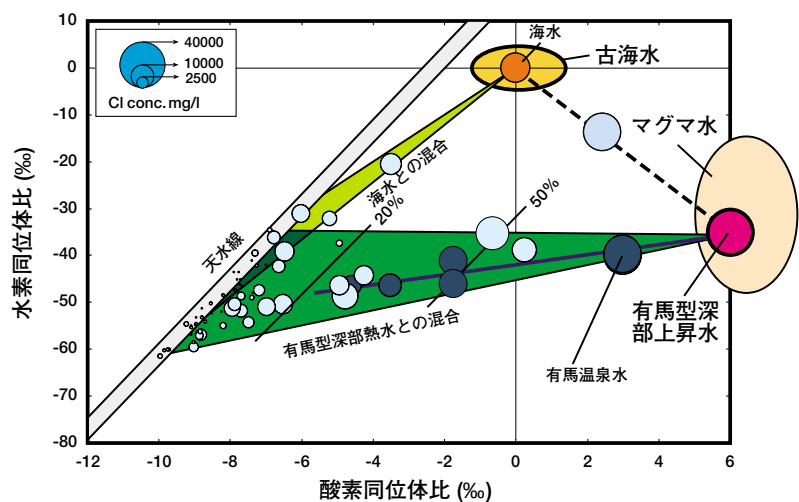


図1 マグマ水の組成に近い非火山性温泉水が各所に存在することを示す水素・酸素同位体比のグラフ

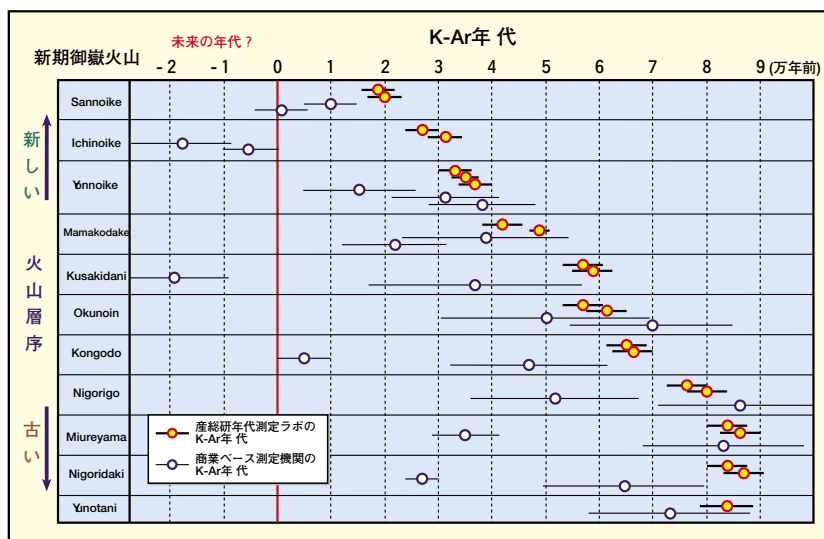


図2 商業ベースよりも産総研が開発した第四紀火山岩のK-Ar年代測定法の方が精度および精度の高いことを示す比較図

活断層研究センター

活断層情報の整備と発信

当研究センターが活断層に関するナショナルセンターとして位置づけられるための重要な任務に活断層情報の整備と発信がある。全国規模で実施している「全国主要活断層調査事業」の成果は迅速に社会に公表されるとともに、系統的に整理され利用可能なデータベースとして整備される必要がある。そのため個々の活断層等の調査成果のまとめとして、「活断層・古地震研究報告」(地質調査総合センター)に前年度の研究結果をもれなく報告することになっている。第1号はカラーページを多く使うなど、分かり易くするための工夫を行い、25論文、総ページ数380の内容で、2001年10月に発行した(図1)。その他、活断層関連情報に関しては、活断層研究センター研究発表会(年1回の開催:13年度は2002年2月4日)、活断層研究センターニュース(毎月)の発行、ホームページの開設(<http://unit.aist.go.jp/actfault/activef.html>)、データベースの構築、活断層図・1/50活断層図改訂版の発行を行っている。

断層活動のモデル化

活断層から将来発生する地震の規模や被害を的確に予測するためには、実際に発生した地震について、地震断層の分布や変位量の精密な記載がまず必要である。そのため、1999年に発生し

たトルコ・イズミット地震について、トルコ鉱物資源開発総局との共同研究として北アナトリア断層の調査を実施している。その断層変位量分布図(図2)から求められた個々の断層セグメントの特徴と、実際の断層破壊プロセスとの比較を行うことにより、断層セグメント形状や断層セグメント間の位置関係等の特徴と断層の破壊伝搬との一般的な関係を明らかにすることができると考えている。これらの事例研究を蓄積することにより、将来的には活断層の形状や古地震記録等の過去の活動履歴情報を総合して求められた断層セグメント分布をもとにして、将来の断層破壊プロセスを予測することを可能にしたいと考えている。

地震動被害予測の高度化

地震動被害予測の研究では、ある活断層の活動を想定し、その断層のずれから求められる地表付近の強震動を精度よく予測する技術の高度化を目指している。第1期中期計画では大阪平野に伏在する上町断層活動を想定して研究を進めている。2000年に発生した鳥取県西部地震については精度のよい地震観測データが得られたことから、事例研究の一つとして技術的な検討を行った。観測波形から求められた地下の断層ずれの時系列解析とそれをもとに計算された地表の揺れの強度分布を求め(図3)、実際の被害との比較を行った。

(佃 栄吉)

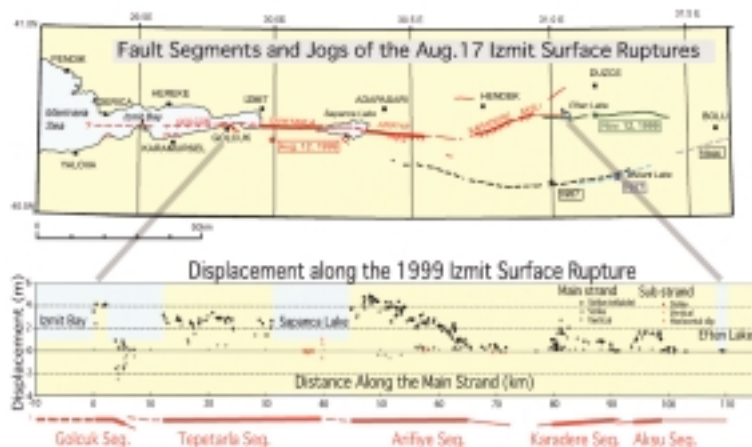


図2 1999年トルコ・イズミット地震の地震断層変位量分布と断層セグメント



図1 活断層・古地震研究報告第1号(2001年)の表紙(2000年鳥取県西部地震の地震断層分布図)

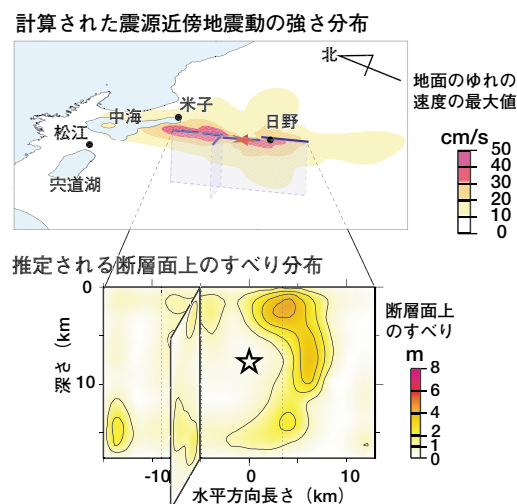


図3 2000年鳥取県西部地震の断層破壊モデルから計算した地表の揺れの強度分布

地球科学情報研究部門

地球の謎に迫る

私たちが暮らしているかけがえない地球、足もとの岩石や地層、それらを構成する鉱物や元素、そこに生息していた様々な生物、46億年に及ぶ地球史の中でそれらはどのようにして形成され、どのような仕組みを持ち、また変化していくのか。地球科学を学問的ベースにおき、長期的視座に立って幅広く、かつ総合的に地球の謎に挑み、世界有数の変動地域を国土とする我々に不可欠の基盤情報を獲得するのが本研究部門の役割である。

重点分野

重点研究分野として、地質情報、地球物理情報、地球化学情報、地震関連情報、火山・マグマ情報、情報解析・DBを掲げ、19の研究グループを組織

してこれにあたる。

さらに地質図情報のJIS化など標準化の問題や地質情報ネットワーク構築などにも中心的に参画して、日本のみならずアジアにおける情報発信のハブとして機能することを目指している。社会的な要請の強い地震・火山関係情報では、世界的にも類の少ない広域地下水観測網を展開し大都市域の地震の短期予知に貢献しており、また、最近の雲仙・有珠・三宅島などの火山活動調査での活躍は高く評価されているところである。フィールドでの調査研究と室内研究をうまくバランスさせ新たな手法・技術の開発・導入、例えば地質リモートセンシングをはじめ各種地球物理探査手法や精密同位体分析法の開発などにも積極的に取り組んでいる。

研究成果の発信

研究成果は、単に学術論文として公表されるだけでなく、明確な数値目標を掲げて地質図幅をはじめ各種の地球科学図類の形にまとめあげ、地質調査総合センターを通して出版されている。また数値化された情報やデータベースはCD-ROMとして、いずれも販売され、あるいはWEB上で公開され、地質環境、産業立地、土木建設計画立案、資源開発、地質災害軽減、地質汚染、教育資料作成などの諸問題解決に不可欠な情報として社会の様々な分野で利用されている。

(加藤 碩一)

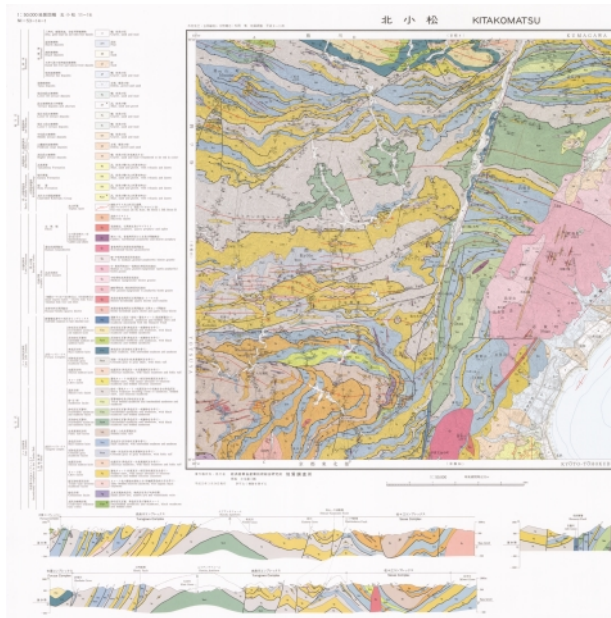


図1 オリジナルな最新のデータに基づいて作成される地質図
図は5万分の1地質図幅「北小松」(2001年3月発行)より抜粋。
地質図と詳細な解説書からなり、市販されている。

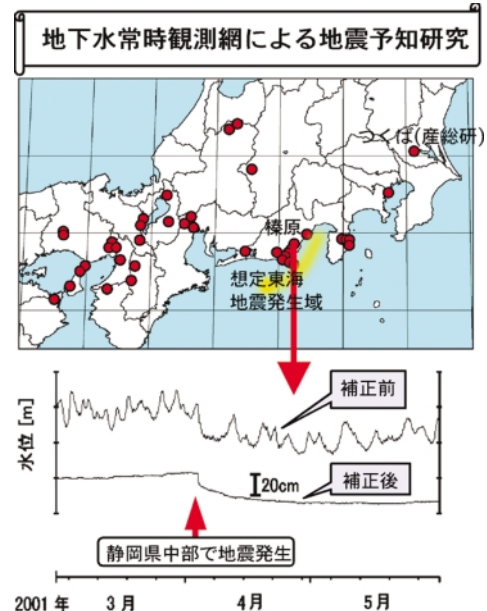


図2 地震地下水観測と短期予知研究
質・量ともに世界トップクラスの常時テレメータ地下水観測網で、地震発生監視に努めるとともに、データの公開・観測情報の高度化を図りつつ研究をすすめる、予知研究の重要な一翼を担っている。

地圏資源環境研究部門

エネルギー・資源の安定供給と環境と調和した地圏の開発利用を目指して

当研究部門は、我々の生活に欠かせない地熱、石炭・天然ガス等の有機燃料、鉱物など地圏に存在する天然資源の安定供給を図るための探査、評価・計画、開発、利用に関する研究、さらにはこれらの開発・利用行為に伴う地圏環境への影響予測、保全計画、開発時保全、稼行時保全に関する研究を進めている。このため、地球科学や地殻工学の両分野の広範な専門性を有する70名近くの研究者が11の研究グループを構成し、相互に連携しながら幅広い研究を進めている。

研究課題紹介

1. メタンハイドレート資源の評価・生産手法技術

メタンハイドレート(MH)は、メタンを含む氷状の固体で、化石燃料資源の約2倍存在すると推定され、非在来型天然ガス資源として注目されている。我が国では、南海トラフ海域に

おいて高濃度のMHを含む地層が確認され、経済産業省によるMH開発研究計画が開始された。当研究部門は、MH堆積体形成機構の研究、地化学探査に基づく資源量評価手法の研究および生産シミュレータ開発による生産手法開発の研究を中心として、本研究計画を分担する。

2. 地層処分に係る地下計測・監視技術

資源や地熱の開発研究などを通じて培われた経験を基に、地層処分事業で必要とされる技術・知識を適切に開発・提供する。このため、深部地殻応力測定・沿岸部地下水流動・モニタリング装置などの技術開発研究を実施するとともに、関係機関との幅広い意見や情報の交換を行っている。

3. インドネシアでの地熱資源調査

アジア地熱研究グループはインドネシア、NEDOと『遠隔離島小規模地熱の探査に関する研究協力』(平成9ー13年度)を実施し、無電化地帯の多いインドネシアの離島地域に適した探

査システムを開発した。このシステムの適用結果をもとに掘削した坑井で十分な蒸気の噴出に成功し、クリーンな分散型発電電源の開発に成功した。

(野田 徹郎)



図2 応力測定用型取りバッカーによる孔壁亀裂の記録

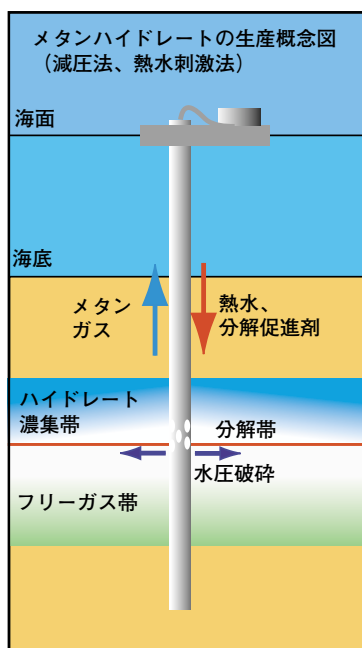


図1 メタンハイドレート生産概念図

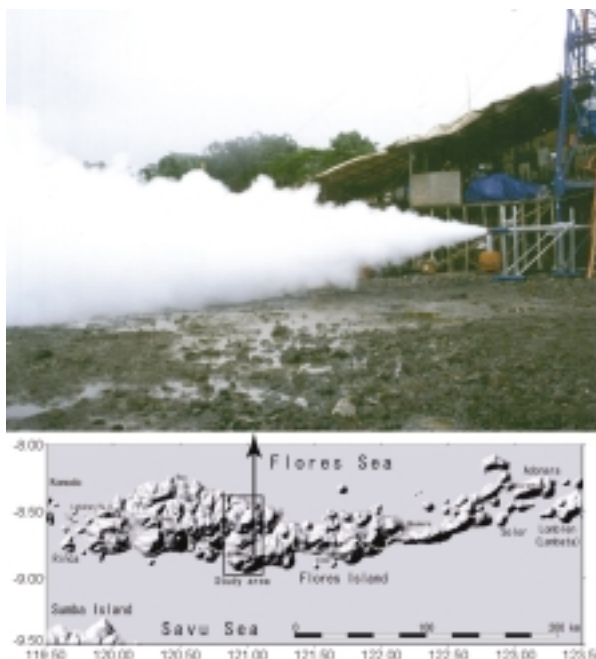


図3 現地位置図(下段)と噴気テストの模様(上段)

持続的発展と海

地球表面の70%をおおう海洋は私たちに豊かな生活の糧を与えるとともに、地球環境の安定のために重要な役割を果たしている。四方を海に囲まれ、世界第6位の排他的経済水域を有する日本も様々な形で海の恩恵を受けるとともに各種産業として利用してきた。しかし、陸上にも匹敵する火山活動や太陽の恵みから切り離された生物圏があることなどが知られるようになったのはここ数十年の間である。さらに、広大とも思えた海洋が、増大する人為的環境負荷に耐えられないのではないかなど、社会の持続的発展を遂げていくために解明・解決しなければならない課題が多くある。

当研究部門は「海を良く知り、賢く利用し、温かく守る・・・それにより人類社会が守られ持続的発展へとつながる」という視点を基本として、地球科学的調査・研究により海をよりよく理解し、海洋資源利用技術や環境修復創造技術などの開発研究を遂行することで社会へ貢献する。ここではその一例を紹介する。

サンゴの語る環境の変遷

炭酸カルシウムからなるサンゴの骨格には木の年輪のような成長模様があり、その年々の環境を記録している。これを地球化学的方法で分析すると過去数百年の気候変動など地球環境の変遷を知ることが出来る。当研究部門ではサンゴ骨格の微小試料調製工程と高度な酸素同位体比分析手法を開発し、週から月単位という高解像度で赤道域のチュック環礁の水温の復元に成功した。また、サンゴ骨格中のスズや銅な

どの重金属分析により、過去数十年にわたる太平洋ボナペ島サンゴ礁での船底塗料などによる汚染の状況が明らかになった。

海洋微生物で海を守る

船舶などの生物付着防止のため使用されてきたトリフェニルスズは、巻貝の生殖異常など生態系を破壊するため使用禁止となったが、現在でも広範囲の汚染を引き起こしている。当研究部門では海洋微生物を利用して有害物質の低減と生態系の回復をはかる研究を進め、トリフェニルスズを効率的に分解する微生物シュードモナスの単離に成功し、その分解活性物質シデロフォアを同定した。さらに、微生物をアルギン酸に包括固定化し分解活性を持続させる方法や有機スズ分解活性物質と微生物を組み合わせることで短期に分解できる方法を開発し、実用化につな

(宮崎 光旗)

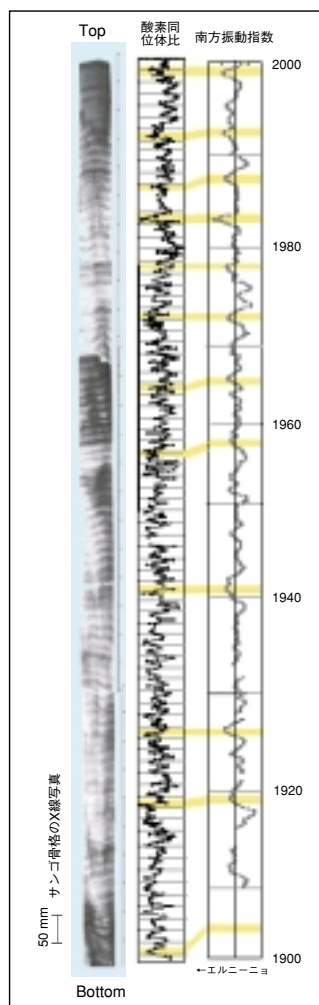


図1 サンゴ骨格の酸素同位体比変化と気象データから求められた南方振動指数

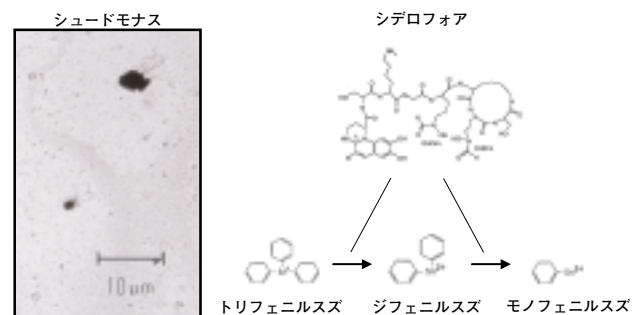


図2 微生物シュードモナスとその分泌する活性物質シデロフォアによる有機スズの分解

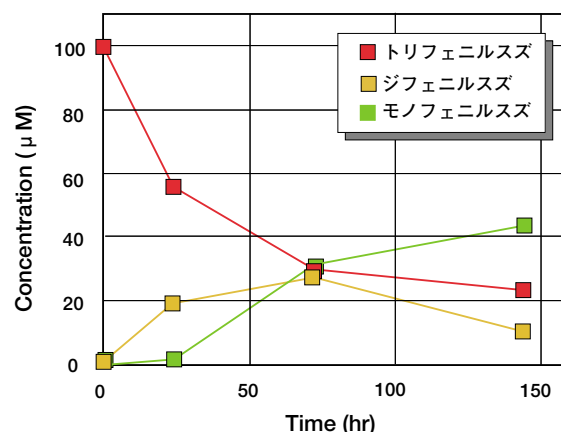


図3 微生物シュードモナスによるトリフェニルスズの分解経過

地質標本館所蔵標本の利用について

成果普及部門 地質標本館

地質標本館の標本

地質標本館は産総研における「地質の調査」に関する研究の成果を一般に公開するとともに、我が国唯一の地球科学の総合博物館として広く知られている。この施設の名称が「博物館」ではなく「標本館」である理由は、当館が単に展示施設としての役割だけでなく、我が国最大の地質標本を所蔵していることにある。地質標本館では母体であった旧地質調査所が1882年に創立されて以来、国内のみならず海外において行われた地質調査で収集し、研究された岩石、鉱物、化石等の地質標本類約40万点を所蔵している。研究の終了した標本は地質標本館に提出され岩石、鉱物、化石に三大別し、コンピュータによる管理・検索システムの下に登録作業がすすめられ、一連の登録番号をつけ収蔵庫の所定の位置に収納されるとともに、一部は地質標本館において展示・公開している。現在、岩石約76,000点、鉱物約36,000点、化石約16,000点のデータベース化が終了し、画像情報とともにWebを通して公開の準備を進めている。

地質標本館は、これらの標本を研究の終了したものとして保管するのではなく、研究の検証や、更には新しい見地からの検討用として利用されるべく管理し、我が国では国立科学博物館とならぶ地質標本センターとして内外の研究者に標本を提供し、一定の評価を得られるようになった。今日では、地球科学の分野のみならず化学、物理学、生物学、医学、農学等の分野の研究者から無機材料物質としての研究素材として利用したり、標準物質としてX線、中性子、電子顕微鏡、EPMA、SIMS等の機器分析において分析精度を確認する指標や、新材料開発の対象物質としても広く利用されている。地質標本館の地質標本は、70～80%が大学や企業における研究分野で利用され、次いで多い例は、自治体等に所属する博物館における特別展等への貸出しである。また、小学校から高校の理科教材への写真や標本の貸出しも行っており、地学関連の教科書、参考書も含めて地質標本館所蔵の標本が地学の普及に大いに役立っている。近年は報道や出版分野からの貸出しの要請も増えている。

標本利用の手続き

地質標本館の標本の利用に当たっては、地質標本館地質標本情報担当または地球科学情報研究部門地質標本研究グループ長が受付け、検討の上貸出される。標本は研究試料であるため、その利用上様々な制限が加えられることがあり、利用に当たっては前もって「地質標本利用票」を提出しなければならない。

●利用の詳細についての問い合わせは

電話 (0298) 61-3777,3883

Fax (0298) 61-3746

E-mail hyohon@aist.go.jp



写真1 地質標本館標本収蔵庫内の移動式標本棚。岩石標本、化石標本は登録番号順に、鉱物標本は化学組成による分類に従って収納される。



写真2 標本棚の引出しに収納された鉱物標本は鉱物種別にまとめられている。

湿度標準の整備と標準供給の現状

計測標準研究部門 高橋 千晴

湿度の計測とトレーサビリティ

湿度の計測は、室内環境の監視および制御、気象観測、各種工業生産過程の雰囲気制御、農林業など、さまざまな分野で広範に必要とされている。さらに、高温高湿環境での材料・製品試験、半導体産業によるごく微量の水分を含む乾燥ガスの利用など、必要とされる湿度計測の範囲が広がっている。また、近年はISO 9000シリーズをはじめとする各種認定制度の普及により、湿度計測の根拠を明確にする標準が求められている。

我が国の湿度標準は、産総研計量標準総合センター(NMIJ)の標準湿度発生装置を基準として、計量法に基づく校正事業者認定制度(JCSS)および所内規定に基づく依頼試験により供給されている。図に、湿度のトレーサビリティ体系を示す。

標準供給体制の整備

国家標準を持つ機関の責務として、国際単位系 SI にトレーサブルな標準を設定・維持すること、標準の不

確かさの評価を行うこと、国際比較を行って海外の標準機関との同等性を示し、国際相互承認を行うこと、校正業務の品質システムを確立し、標準供給を行うこと、などが挙げられる。

国家標準(特定標準器)としている標準湿度発生装置とは、水の飽和を基準として湿度値の正確に定まった雰囲気を連続的に発生し、湿度計の校正に用いるものである。飽和状態は温度および圧力で決まるので、温度標準および圧力標準を介して SI にトレーサブルとなる。我が国では、JIS に記載された二圧力二温度法の原理による発生装置を用いている。米国、ドイツ、スペインなどがほぼ同じ方式を採用している。

国際比較に関しては、アジア太平洋計量計画(APMP)域内の8カ国による露点 -70°C ～ $+20^{\circ}\text{C}$ の国際比較に参加し、報告書作成の段階にある。比較は、露点計の持ち回り測定による。また、国際度量衡委員会 測温諮問委員(CCT)により、アジア、アメリカ、ヨーロッパなどの地域を代表する

10 の国家標準機関の間で基幹国際比較が開始されることである。パイロット(幹事機関)は英国 NPL であり、NMIJ はコパイロットを務める。

NMIJ では、ISO/IEC 17025 に基づく品質システムの構築を進めており、湿度に関しては、今年末に海外の専門家によるピアレビューを受けることを予定している。

湿度標準供給の現状

認定事業者は、製品評価技術基盤機構(NITE)により JCSS の認定を受けた民間の校正機関(湿度計メーカーなど)であり、NMIJ によって校正された露点計を特定二次標準器として持ち、図にあるような JCSS の標章(ロゴマーク)をつけた公的な校正証明書を発行することができる。露点の範囲は、 -10°C ～ $+23^{\circ}\text{C}$ であり、これは通常の室内環境の湿度範囲に対応している。湿度の場合、認定事業者は、露点と温度の標準から相対湿度目盛を自ら組み立てて、電子式湿度計などの校正を行う。温度標準は、温度の認定事業者から供給を受ける。2001 年 10 月に湿度の認定事業者が誕生した。さらに数社が続く予定である。

標準湿度発生装置については、不確かさの評価を行い、国際学会で発表している。校正値の拡張不確かさ($k=2$)は、露点の領域や校正対象の露点計の状態によって異なるが、最良で 0.03°C である。上記の認定事業者の認定された最良の拡張不確かさ(最高測定能力)は、露点 0.13°C ～ 0.19°C 、相対湿度 1.3% である。

今後の計画

湿度標準供給の範囲の拡大の要請を受け、NMIJ では湿度標準の開発研究を進めている。二温度法による低湿度発生装置を用いて、露点 -70°C (広義に霜点も含めて露点という)までの依頼試験を近く開始する。続いて依頼試験の上限を露点 $+85^{\circ}\text{C}$ まで拡大する。これらは、順次 JCSS に移行する予定である。露点 -70°C 以下については、拡散管法による微量水分発生装置および関連計測技術の研究を進めている。

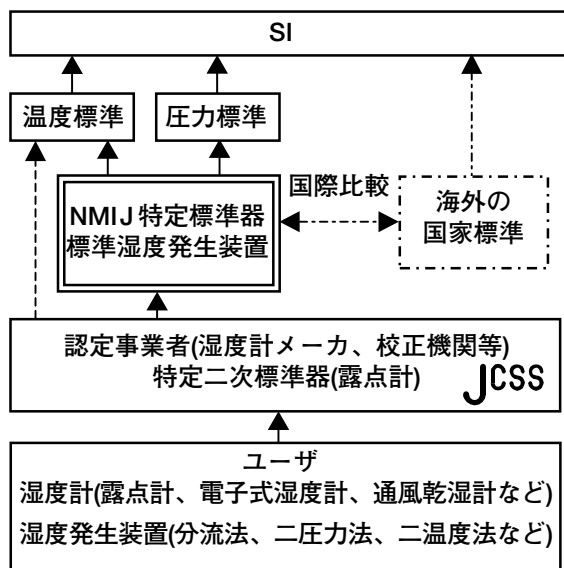


図 湿度のトレーサビリティ体系

「インターネット時代の地質図標準」シンポジウム

成果普及部門 地質調査情報部 古宇田 亮一

今日、地質図の用途は多様化している。災害や社会的安全、都市地盤など、産業的・社会的に関心が高い分野で顕著である。従来、地質図は局所的な資源探査や、国家安全保障上の用途が主であった。

地球環境問題など広域で地質図を使うには、これを数値化して地理情報システムなど計算機上で扱うことが必須である。また、新たな方法論と戦略も必要である。多数のユーザが共通して使うため、様々な異なる記号や色、記述法をもつ電子化地質図の標準の問題が顕在化してきた。従来、なぜ標準化の動きが遅れていたのだろうか。また、今後どのようにして国際的に通用する標準を作り上げるのであろうか。

このような問題を背景に、産業技術総合研究所と日本情報地質学会が共催し、業界団体である全国地質調査業協会連合会後援による産学官連携のシンポジウム「インターネット時代の地質図標準」が、平成 13 年 12 月 21 日つくばセンターの共用講堂大会議室で開催された。20 の講演と、105 名の参加者による熱心な討論が行われた。電子

的媒体による地質図の標準について、世界の動向と我が国における標準化の努力、関連する分野の動向を展望し、その諸問題が討議され、地質図標準の現状の把握と、今後の動向についての議論が深められた。このシンポジウムを契機に、今後、国際標準 ISO への提案等を国際協力で立ち上げたいと、早急に準備を開始している。



岩石コアの AE 測定方法の標準化研究

―地圧測定技術の TR を公表―

成果普及部門 工業標準部

工業標準部では、産総研の研究成果を活用して JIS/TR の制定、公表につなげる標準化事業を進めている。

地下応力の測定と地下空間開発

地下空間開発、資源エネルギー開発、廃棄物の地下処分等の地下空間利用は、社会資本整備にとって重要である。また、大震災での断層付近の地殻調査でも、地下応力調査が必要となる。

このように、地下空間利用には、地下空間の長期安定性を確かめる地下応力の測定が重要であるが、基礎データの不足から統一的な共通試験方法がなく、試験データの適切な評価ができない状況にあった。

このため、地下から採取した岩石コ

アからの試験片を用いて、AE（アコースティックエミッション）技術により、載荷試験時の AE 発生数を測定し、その変位挙動から地下応力を測定する標準化研究を実施した。

AE 技術による地下応力測定方法の TR を公表

産総研では、コア岩石への地下応力情報の記憶メカニズム等の基礎研究をベースに、AE 技術による地下応力評価の手法を確立し、この手法を鉱山や土木現場の地下実験施設でのケーススタディで、応力測定の実績データを積み上げてきた。

この研究成果を基に、客観的かつ標準的な AE 技術による地下応力測定方

法の標準化を図り、測定方法の精度向上を目指すことを目的とした標準情報 TR A0013（岩石コアの AE 測定方法―地圧測定技術）が、日本工業標準調査会の審議を経て平成 13 年 12 月 1 日に経済産業大臣から公表された。



岩石コアの載荷試験

技術移転 い・た・し・ま・す！

超短電気パルス発生とその検出技術

— THz(テラヘルツ)領域におよぶ超広帯域測定技術 —

1. 特許

特許第2666888号(出願 1995.1)

「光素子の製造方法」

- 関連特許(登録済み) 2件
- 関連米国特許(登録済み) 3件
- 関連特許(出願検討中) 1件

2. 目的と効果

現在の最高速のサンプリングオシロスコープ等の波形観測装置および広帯域のネットワークアナライザー等の測定システムでも直接測定できない超短時間領域($< 1 \times 10^{-12}$ 秒)の電気信号の発生技術と測定技術を提供します。周波数領域で表わすとTHzの超広帯域に相当します。

◆適用分野

- 超高速電子素子の測定装置
- 超高速サンプリング測定器

3. 技術の概要、特徴

本発明では、AFM(原子間力顕微鏡)によるナノ加工技術を用いて、500フェムト秒(500×10^{-15} 秒)以下の、電気信号の発生が実現できる素子を提供します。この信号レベルは、4V以上あることから、これまで不可能であった高周波デバイスの実時間での評価が可能となりました。このような高周波電気信号の測定は、世界最速のサンプリングオシロスコープでも測定出来ません。超短光パルスを利用した光サンプリング技術で、測定と評価が可能です。この光サンプリング法の時間分解能は200フェムト秒以下であり、信号検出感度は1mV以下を実現しています。

4. 発明者からのメッセージ

雰囲気制御AFMの導入により、再現性と均一性のある素子作製プロセスが確立されました。

- (1) 素子のシステムへの応用
- (2) 素子作製

いずれでも技術移転が可能です。

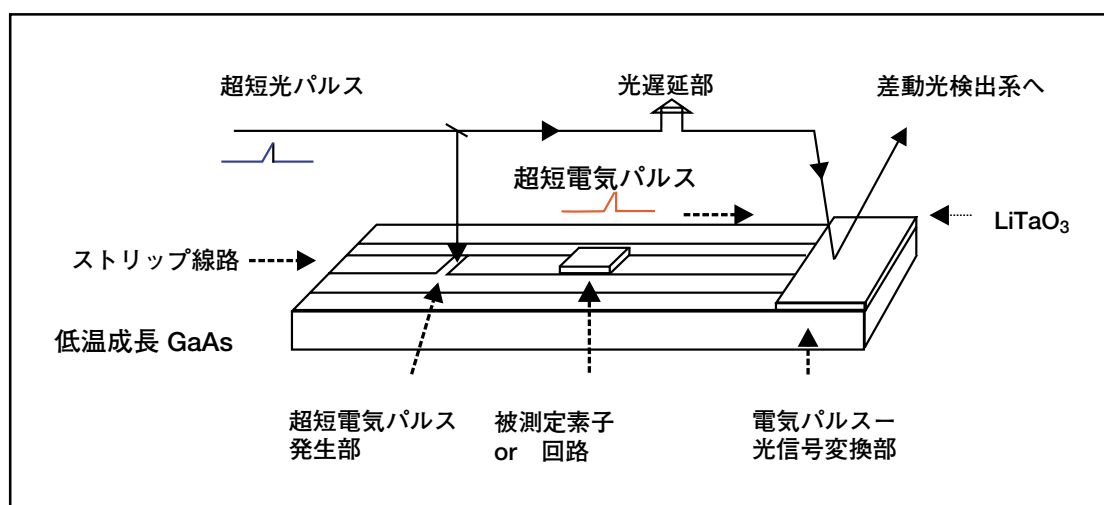


図 超高速電子素子応答特性測定装置例

超短パルス光発生レーザ用ミラー

ー フェムト秒領域におよぶ超短時間技術 ー

1. 特許

特許第2987437号(出願 1998.8)

「可飽和吸収反射鏡」

●関連特許(出願中) 2件

2. 目的と効果

数10フェムト秒($\sim 10^{-15}$ 秒)のパルス幅を有する超短パルス光を発生させるレーザシステムの安定性と操作性を向上させた高機能ミラーを提供します。

このレーザシステムで得られる超短パルス光は、前ページに紹介した超短電気パルスの発生用光源や検出用光源に利用できます。さらには、材料や素子の超短時間領域の物性や応答特性の測定を可能にします。

◆適用分野

●超短パルス光発生レーザシステム

3. 技術の概要、特徴

レーザから超短パルス光を発生するためには可飽和吸収機能と分散補償機能が不可欠です。本発明はこれらの機能を組み込んだ高機能ミラーを提供します。一つは高反射率を有する可飽和吸収ミラーで、もう一つは正確かつ任意の波長分散補償プロファイルを有するミラーです。これらのミラーの採用により操作性が格段に向上します。適用レーザは主にチタンサファイアレーザで30フェムト秒クラスのパルス光が得られます。

4. 発明者からのメッセージ

目的に沿ったミラー作成のためには細かいノウハウが不可欠です。共同研究などで製品化のお手伝いをさせていただきます。

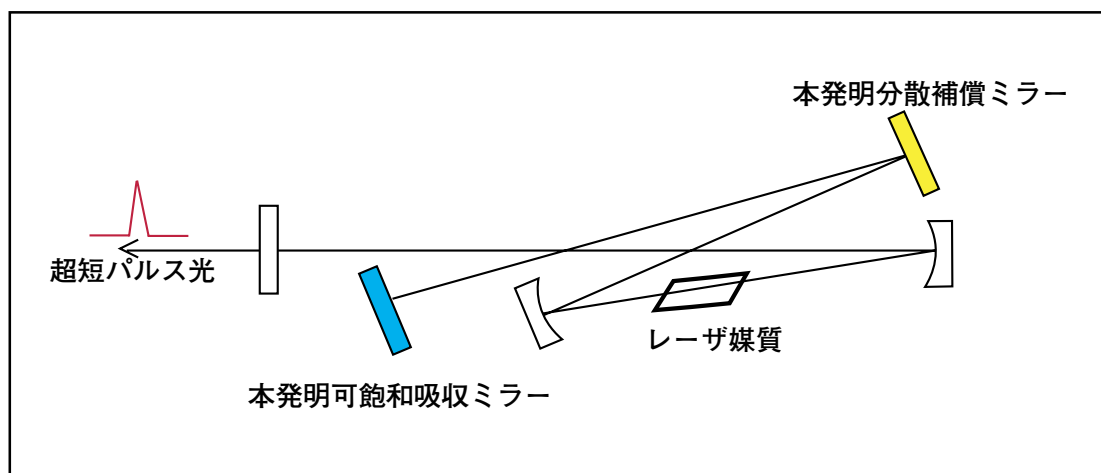


図 モードロックレーザシステム

ー 光技術研究部門 ー

新たなベンチャー支援を目指して

— 産総研ベンチャー支援室が活動を開始しました —

産学官連携部門 ベンチャー支援室

産総研産学官連携部門にベンチャー支援室が設置され、平成14年度の本格的始動に向けて新たなベンチャー支援策を企画立案して実施体制の整備を行っています。

産総研ベンチャー支援の考え方

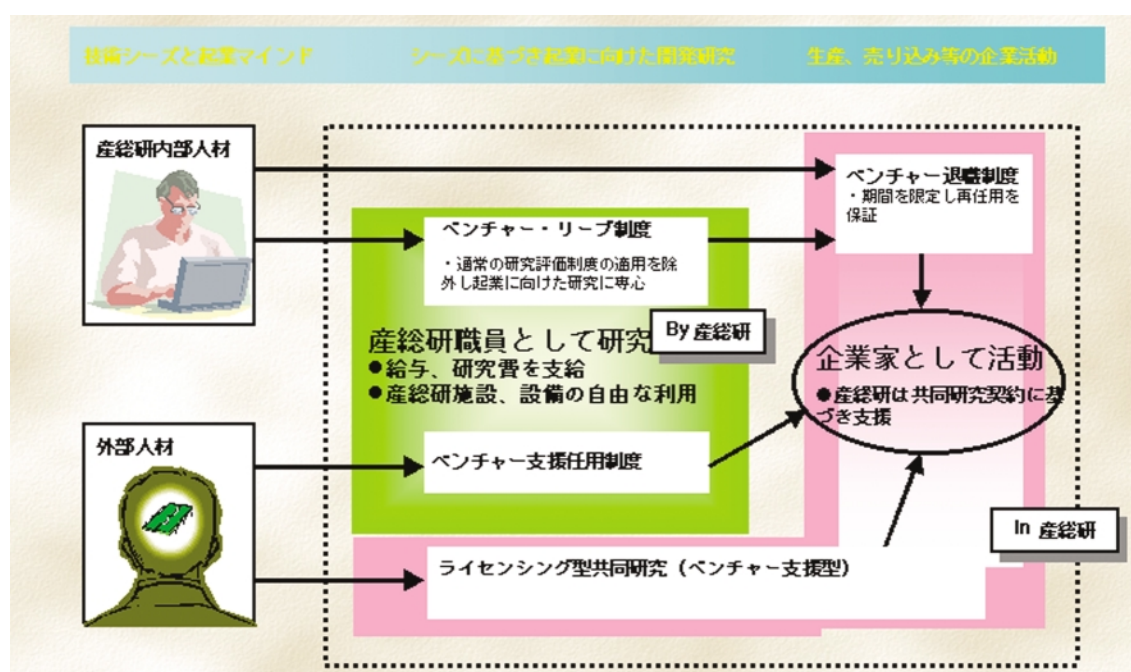
起業化には、資金の調達から会社設立、登記、事務所・開発場所の確保、従業員の採用、技術開発の準備・実施、外部資金の導入等、株式公開に至るまで様々な資金、技術支援、弁護士等の専門家の助言が必要になります。しかし、最も支援の必要とされる会社設立前から会社設立後3年以内のスタートアップ時期は、リスクの高さから資金面、技術的サポートを受けることが非常に難しいとされています。また、社会的にもこのスタートアップ時のサポート体制は整備されていません。

産総研のベンチャー支援は、この最もリスクの高い時期に産総研の保有する人材や技術、施設設備を効率的に活用して、産総研の大きなミッションである「技術を通じた社会への貢献」を達成するために、研究開発型ベンチャー企業に適合した支援を新たに企画立案して、組織的に強力に実施していくことにあります。以下に支援の構想等をご紹介します。

支援をする対象は

産総研の人材(常勤職員、非常勤職員およびこれらの退職者)または技術(特許権、実用新案権、意匠権、回路配置利用権、プログラム等の著作権など)が関与して起業されたものを原則として支援します。

産総研起業化支援構想



起業化への支援とベンチャー支援室

ベンチャー支援室では、ワンストップサービスを強力に進めて行きます。

- 1 収集したベンチャーキャピタルからの情報を起業しようとしている研究者に提供し、ベンチャーキャピタルと研究者の橋渡しをします。
- 2 国、自治体などから提供される様々なベンチャー関連支援策の活用を支援します。
- 3 外部のコンサルタント等の人的ネットワーク情報を提供し、その活用を支援します。
- 4 ベンチャー企業が研究所の研究施設・装置等の利用が出来るよう制度を整え、運用します。
- 5 侵害対策、第三者への実施契約など知的財産権に係る法務的相談について弁護士等への橋渡しをします。
- 6 法務、財務、税務等に関する相談について専門家への橋渡しをします。
- 7 ベンチャー起業関連の研修・セミナー等の情報を収集して提供します。
- 8 図書室等の共用施設の利用手続きを支援します。
- 9 産官学連携部門のコーディネータや産官学連携部門各室の人的ネットワークの活用を支援します。

産総研職員に対しては、役員兼業、ベンチャー休職等の手続き支援を行います。

新しいベンチャー支援制度導入へ向けて

ベンチャー起業を志す方には、以下の内容について新たな制度の導入も考えています。

1. ベンチャー支援任用制度

産総研の技術ポテンシャルを活用して、ベンチャー創業を目指した技術開発を行おうとする産総研外の研究者・技術者を産総研職員として期間を限定して任用、技術開発に必要な施設を提供すると共に、研究員、研究補助員等の人件費を含む技術開発費を支援します。

2. ライセンシング型共同研究(ベンチャー支援型)

産総研が保有する技術シーズをもとにベンチャー創業を行おうとする職員、あるいはベンチャー企業との共同研究に対して、関連研究ユニットに技術開発費を支援します。

今後、産総研の各地域センターにベンチャー支援用の研究スペースを確保し、産官学連携センター内にベンチャー支援室担当を配置して、これらの検討しているベンチャー支援策を積極的に推進していきたいと考えています。ベンチャーに関連することについては、まずベンチャー支援室にご相談ください。

◆ ベンチャー支援室

〒305-8568 つくば市梅園 1-1-1 つくば中央第2

担当者 今井孝司、助川友之

電話 0298-61-3262 FAX 0298-61-3266

e-mail: venture-support@aist.go.jp



産業の活性化と発展を目指して

— 技術開発のよきパートナーとなるために —

東北産学官連携センター

産学官連携の拠点としての機能

経済産業省が中心となって国内の各地域でそれぞれ特徴的な新しい産業を見つけ出し、各地に新しい産業の集まり（産業クラスター）を構築しようとしています。東北地域では、将来に向かって高齢化への対応や循環型社会を目指して環境への対応が大きな課題になると予想されるために、これらの分野で産業の集積化を図ることを始めています。東北産学官連携センターは、循環型社会構築のために環境技術分野でがんばろうとしている民間企業とタイアップし、東北地域の産業発展に貢献して行きます。

また、各県内の公設試験研究機関（公設研）は、企業や団体の要請を受けて技術指導や共同研究を実施することが大きな使命となっています。これらの技術的開発課題の中には、各県に共通的な課題となるものもたくさんあります。東北産学官連携センターは「産業技術研究交流フェア」など技術情報の交流会等を企画し、産総研という幅広い技術分野をカバーしている強みを活用して、お互いに協力できる新たな研究テーマを提案し、企業や公設研との連携を強化して行きます。

産学官連携研究の支援

東北産学官連携センターは東北地域における産学官連

携研究を促進するため、以下の活動を積極的に進めます。

- ①共同研究、受託研究、技術移転のコーディネートを行います。
- ②公設研ネットワークの運営、中小企業ニーズの把握、技術相談等の窓口となります。（ものづくり基盤技術支援室）
- ③公設研の技術指導・技術相談、共同技術開発をサポートします。

東北産学官連携オープンスペースラボの設置

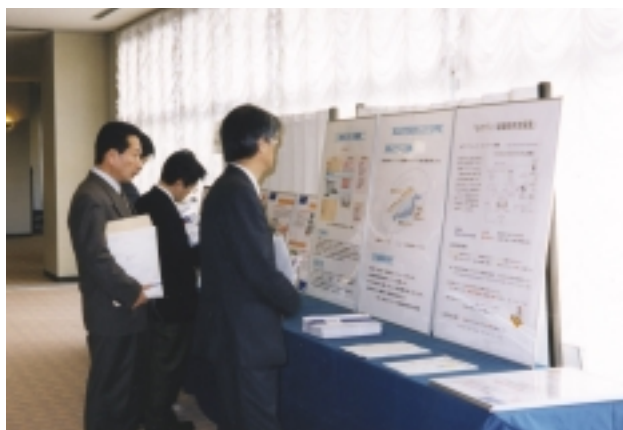
オープンスペースラボは産総研が持つ研究ポテンシャルや技術シーズを東北地域に活用し、産業化・企業化を支援する施設として平成 15 年完成予定です。産学官連携研究を効率的で速やかに実施することが可能な産業クラスターの研究拠点として期待されます。



最近の活動から 一報告一

一 産業技術研究交流フェア 一

産総研東北センター、産業技術連携推進会議資源：エネルギー・環境部会および東北産学官連携協議会の企画、協





力により、1月31日、2月1日の両日にわたり産業技術研究交流フェアが、仙台サンプラザにおいて開催された。本フェアは、東北地域における産学官連携、産業振興の取り組みを紹介する東北産業技術研究交流会と産業技術連携推進会議資源・エネルギー・環境部会（産総研と全国の公設研との連携のための会議）を同時に開催したもので、産業界、国、大学、公設研の研究交流イベントとして、1日目の参加者は192名、2日目は135名と、各講演会会場に入りきれないほどの関心を集めていた。

1日目は、水野建樹産総研東北センター所長の「産総研の現状と役割」、堅田耕二東北経済産業局産業クラスター計画推進室長から「産業クラスター計画の推進について」という題で、広範な地域の産学官の人的ネットワークを形成することにより、経済効果が3倍になるという実例から、産学官の連携を推進していきたいという話があった。

飯塚尚和宮城県産業技術総合センター所長から「産学官連携における公設研の役割」と題して、役割分担を明確にして産学官連携の実をあげていこうという講演があり、また、大堀英俊(社)東北経済連合会常務理事から「東北における産業空洞化と東経連の取り組み」として、東北地方の強みと弱みから東経連の産業育成策を説明し、

行政頼みではなく企業自身が自助努力していかなければならないとの話があった。

特別講演として、「今後の産学官連携の姿」と題し、産総研の理事でもある池上徹彦会津大学学長が、閉鎖的研究至上主義を廃して日本再生のために残されたオプションである「産学官連携」＝役割分担とベンチャー起業により、変革＝イノベーションのトリガーを引くことが肝要という講演があった。

また、2日目の特別講演として、「資源・エネルギー・環境問題と水熱化学」という演題で、山崎仲道東北大学大学院工学研究科教授が、高温・高熱の水溶液の反応条件を選ぶことにより、いろいろな物質を分解したり、逆に二酸化炭素から複雑な有機化合物を合成したりする方法を紹介し、この方法を使って、廃棄物を処理したりリサイクルプロセスとしての展望を示唆した。また、微粉末を高温・高圧処理することによる新しい材料の製造法も紹介し、リサイクル可能な建材などへの利用にも言及した。

講演会とは別に、3つの分科会会場に分かれて、産総研と公設研の研究者による研究発表と地元企業や大学からの参加者との活発な討議が行われ、参加者相互が刺激しあえる交流が行われた。



■ 詳細は東北センターホームページへ
<http://unit.aist.go.jp/tohoku/>

■ 相談窓口

- 見学 022-237-5218
- 受託研究・共同研究・技術研修 022-237-5218
- 特許関連 022-237-5206
- ものづくり基盤技術支援室 022-237-5206

ボリュームグラフィックス連携研究体

— 産学官で高並列ビジュアルコンピューティングシステムを開発中 —

ボリュームグラフィックス連携研究体長 村木 茂

トップクラス技術の集合

最近、PCクラスタと呼ばれる技術が流行している。大量のパーソナルコンピュータ(PC)をMyrinetなどの超高速ネットワークで接続し、MPICH-GMやSCore等のクラスタソフトウェアをインストールすることで、誰でも金をかければ世界有数のベンチマーク性能のスーパーコンピュータが作れるようになった。ところが、こうした数値計算だけのPCクラスタ技術では、各PCに装備されている最新のビジュアルコンピューティング機能が無駄になってしまう。ボリュームグラフィックス連携研究体では、各PCが持つグラフィックスプロセッサ(GPU)を並列利用する「ボリュームグラフィックス(VG)クラスタ」(写真1)の研究・開発を産学官共同で行っている。産総研以外のメンバーは、可視化研究で日本をリードするお茶の水女子大学藤代一成研究室、Binary-

swap compositing法の開発等で有名なカリフォルニア大学デービス校のKwan-Liu Ma研究室、シミュレータの国内トップメーカーである三菱プレシジョン株式会社とその関連企業から成り、海外のコンピュータグラフィックス・可視化研究分野においては知る人ぞ知る実力派チームである。

グラフィックス処理の並列化

グラフィックス処理の並列化には、画面を分割する方法と、対象物体を分割する方法の二通りがあり、VGクラスタは新開発のフレーム重畳装置(写真2)によって両者を混在して使用できる。フレーム重畳装置は各PCのGPU出力を、対象物の色と不透明度と前後関係を考慮しながら並列に合成して可視化映像を生成できるので、PCクラスタの数値計算性能と組み合わせれば、計算流体力学や生体機能解析などのリアルタイムシミュレーション

に威力を発揮する。

VGクラスタは、旧工業技術院競争特研「実時間生体機能情報処理のためのビジュアルコンピューティング技術」でリアルタイム生体機能解析可視化システムとして開発していたが、法人化による研究費打ち切り後は、企業側の持ち出しと僅かの連携研究体予算で開発を継続し、ようやくプロトタイプ完成にこぎつけた。現在、三菱プレシジョン株式会社が、国内の研究機関、博物館等にこのシステムを売り込み中で、平成14年1月現在、一つ目の受注が成立したところである。平成13年度後期から科学技術振興事業団の計算科学技術活用型特定研究開発推進事業に当連携研究体提案テーマが採択され、今後も産学官連携でVGクラスタシステムの改良を進める予定である。



写真1 開発中のVGクラスタシステム



写真2 フレーム重畳装置(左上)、PCユニット(右)とPCユニットに挿入される、Myrinet、ボリュームGPU、重畳インターフェース、ポリゴンGPU(下左から順に)

SDBS - NMR と「エヌエムアールデービテック社」

— 長年の研究蓄積を商用ベースにのせる —

早水 紀久子（平泉）（元物質工学工業技術研究所職員）

エヌエムアールデービテック社設立

SDBS-NMR(スペクトルデータベースシステム-NMR)の価値を高めて商用ベースでも通用するデータベース作成を主目的として、個人会社「エヌエムアールデービテック(NMRDBTech)」を設立した。在職中にNMRデータベースとデータ入力システム・ソフトの著作権の手続きをとり、公認された著者としてベンチャー活動の権利を取得した。

研究の経緯

SDBS(スペクトルデータベースシステム)は1970年代の東京工業試験所時代に萌芽的研究を開始し、つくば移転後に計算機センターの汎用大型計算機(MSP)に本格的なデータベースを構築した。AIST-TACCのデータベース公開プロジェクトの一環として1997年からインターネットサービスを開始、多い日には7万件以上のアクセスがある世界有数の化学系学術サイトになっている。MSPは1999年3月で廃止されたので、パソコンで

稼動するSDBS-NMRのデータ入力システムを新規に作成した。¹³CNMR約800件、¹HNMR約200件、ついでにMS約900件を追加入力してシステムの有効性を実証した。

商用データベースを目指して

2001年3月に定年退職後やり残した仕事はMSPで作成したNMRデータベースのパソコンへの移植、特にMSP独自のNMRスペクトル帰属つきの化学構造式を、コンピュータの化学構造式であるモルファイルに変換することである。モルファイルのないスペクトルデータベースは無料のインターネットサービスには通用するが、世界一流の商用のデータベースと肩を並べることはできない。

まずパソコン上でSDBS-NMRがハンドリングできるようにフォーマット変換を行った。さらにJavaアプレットでスペクトルの拡大ができるソフトウェアの改良を行い、データ入力ツールとスペクトル観覧とが切り離して行え

るようにした(図参照)。これはイントラネット・システムで稼動するので、既に化学系企業の社内ネットワークとして導入された(実績1件)。

将来計画

さらに長年蓄積してきたノウハウと資金をつぎ込んで個別要望に沿うパソコンシステムを作成してNMRデータベースのコンサルティングを行うことも目指している。またMSPとパソコンの両方のノウハウと労力、資金をつぎ込んでモルファイルの付属するSDBS-NMRのパソコン版マスターファイルを完成し、世界的な商用NMRデータベースに乗り入れること(申し込みは受けている)を計画している。同時に研究者のパソコンの中で眠っているNMRスペクトルを集めてデータベース化することによりNMRDBTechのSDBS-NMRの規模拡大と同時に、放っておけば活用されない貴重なスペクトルの長期保存を図る活動を行う。また長期計画として、独自ホームページからのインターネットサービスの可能性を検討している。

なお自宅を本社にして有限会社を登記したが、現在は電力エネルギー研究部門でテクニカルスタッフとして研究に従事しているため、連絡先に産総研のメールアドレスを用いている。

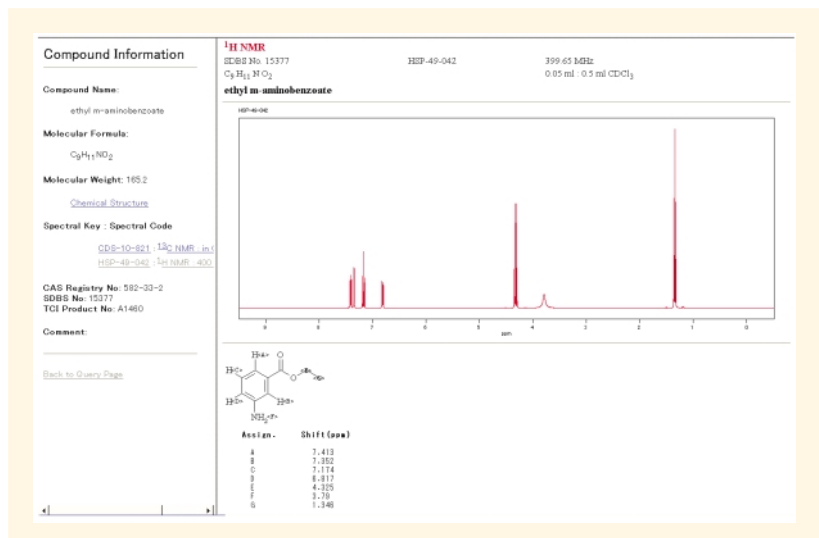


図 「NMRDBTech」の¹HNMRスペクトルの例

●エヌエムアールデービテック社概要

経営理念

一級品のNMRデータベースで化学研究に貢献する。

主な事業内容

- ・NMRデータベースの充実
- ・NMRのノウハウを活かした個別システム開発

●連絡先 hayamizu.k@aist.go.jp

韓国地質資源研究院との研究協力協定を締結

産総研と韓国地質資源研究院(KIGAM)は、昨年12月17日(月)研究協力協定に調印しました。調印式は、韓国大田廣域市にあるKIGAMにおいて、Young-Hoon KWAK KIGAM院長、宮本宏国際部門長の列席のもと、協定文書の調印を行いました。調印後、KWAK院長より「国際協力の重要なパートナーであるNew AISTと協力協定を締結することは、将来の研究協力につながるものとして高く評価している」旨の挨拶がありました。

KIGAMは、韓国地質調査所を前身として、国内・外の地質調査を通じた貢

献、地球科学情報および資源情報の政府、産業界、公共への提供を主たる目的として設立されました。産総研としてはこれまで、旧地質調査所が、主に地下資源、地球物理、海洋など、旧資源環境技術総合研究所は環境分野等において各々別個にKIGAMと研究協力協定を締結した上で共同研究を行っていましたが、この度、New AISTとして単一の包括的協力協定を締

結することになりました。本協力協定のもと、さらなる研究協力の進展が期待されています。



ノルウェー王国通商産業省 Oluf Ulseth 政務次官来訪

ノルウェー王国の通商産業省政務次官Oluf Ulseth氏とOdd Fosseidbråten在日大使が1月16日(水)、つくばセンターに来訪されました。

次官らは、「次世代光工学研究ラボ」、「環境調和技術研究部門」、「新炭素系材料開発研究センター」の各研究室で、スーパーレンズ、クリーン燃料、および

カーボンナノチューブの大量合成とその応用技術等について、説明を受けられました。

また、平石副理事長との会談の中で、ノルウェー王国は産総研を研究協力のパートナーとして重要視しているとの談話がありました。



九州センター研究講演会

九州センター主催による研究講演会が、2月6日(水)博多サンヒルズホテルにおいて、産業界・大学・官公庁等から延べ150名を越える多数の出席を得て開催されました。本年度は「安全・持続社会を目指す先端技術～マイクロ・ナノ空間テクノロジー&環境～」をテーマとし、九州大学から前田瑞夫教

授を招いて「ナノ化学デバイスを目指したDNAコンジュゲート材料の研究」と題しての特別講演を、九州センターからは4件の講演が行われました。各講演では活発な質疑応答が行われ、九州センターの実施する、この分野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。



若田光一宇宙飛行士と産総研研究者の研究交流会

1月23日(水)テクノ・グロース・ハウスにおいて、スペースシャトルのミッションスペシャリスト若田光一氏と産総研研究者との交流会が行われました。若田氏からは、現在進行中の国際宇宙ステーション組立などに活躍するロボットアームの興味深い話が披露され、また、戸田電力エネルギー研究部門主任研究員、市川

機械システム研究部門複雑現象工学研究グループ長、恩田知能システム研究部門主任研究員らが、それぞれ「宇宙」に関係する視点からの研究を紹介がありました。機材・システム・理論に関わる研究者と、その特殊なユーザーである宇宙飛行士との間で活発かつユニークな意見が交換されました。



つくば奨励賞受賞

1月31日(木)つくば国際会議場において2001年度つくば賞・つくば奨励賞授与式および受賞記念講演会が行われました。産総研からは脳神経情報研究部門構造生理研究グループの佐藤主税研究グループ長が「電圧感受性チャンネルの構造解明の研究」でつくば奨励賞(若手研究部門)を受賞しました。

当日は、各受賞者による受賞記念講演が行われ、次いで江崎玲於奈(財)茨城県科学技術振興財団理事長から、受

賞者に賞状等が授与されました。

佐藤研究グループ長は、電圧感受性Naチャンネルを材料として、超低温電子顕微鏡技術と画像解析技術を組み合わせ、その構造決定をする単粒子構造解析法の研究に取り組んでいます。この研究で開発された単粒子解析の発展法は、臨床薬の作用の解明や改良などを飛躍的に発展させ、社会に対し大きな貢献をする可能性があるとして認められました。



つくばセンター科学技術週間公開

ー 地質標本館・くらしとJISセンター特別展 ー

http://www.aist.go.jp/aist_j/event/ev20020416/20020416.html

科学技術週間に、産総研常設公開施設の地質標本館およびJISパビリオンにおいて特別展を、くらしとJISセンターにおいては特別公開を開催します。
多数の方々のご来場をお待ちしております。

期日 右表をご覧ください。
時間 9時30分～16時30分
場所 産総研つくばセンター
・地質標本館
・くらしとJISセンター
対象 小学生、中学生、高校生、一般
問い合わせ先
・地質標本館 電話 0298-61-3751
・くらしとJISセンター
電話 0298-61-4321

公開案内

地質標本館 特別展

日時 4月16日(火)～21日(日)
場所 茨城県つくば市東1-1-1

展示内容

切手と鉱物
ー世界の鉱物切手コレクションー

講演会(映像室)

4月18日(木)のみ

第1回 10時～12時

第2回 13時～15時

テーマ「鉱物の世界」

1) 鉱物の名前とその由来

2) 温泉から生まれる鉱物

1), 2)とも午前1回、午後1回を予定。

JISパビリオン 特別展

日時 4月16日(火)～19日(金)
場所 つくば市並木1-2-1 つくば東

展示内容

常設展示室の展示および高齢者体験や手動、電動の車いすの体験コーナーを設けます。

くらしとJISセンター 特別公開

日時 4月18日(木)のみ

場所 つくば市並木1-2-1 つくば東

公開内容

・視力と最適文字サイズ
・聴覚特性
・生体材料

カレンダー

http://www.aist.go.jp/aist_j/event/event_main.html 2月18日現在

期 間	件 名	開催地	問い合わせ先
2002. 3.12	ポーラスマテリアル研究会	名古屋	052-736-7072 ●
2002. 3.13	産総研中部センター技術普及講演会(北陸キャラバン隊)	金沢	052-736-7063 ●
2002. 3.14- 3.15	International Workshop on Asian Deltas: their evolution and recent changes	つくば	0298-61-3772 ●
2002. 3.15	第1回日本版被害算定型影響評価ワークショップ	東京	0298-61-8105 ●
2002. 3.18- 3.20	第5回産総研光反応制御・光機能材料国際シンポジウム(PCPM 2002)	つくば	0298-61-4496 ●
2002. 3.18- 3.20	2002名古屋ナノテク国際フォーラム	名古屋	052-972-2422
2002. 3.26	材料産業技術フォーラム2002	名古屋	052-736-7063 ●
2002. 4.25- 4.26	「2002 カーナビ・ケータイの利用性と人間工学」 ～モノ・ヒトの移動と情報・文化～	つくば	0823-70-4884
2002. 5.15- 5.17	超微粒子とクラスター懇談会第6回研究会・ 第2回つくば地区合同フォーラムクラスター・超微粒子・ナノ構造 合同シンポジウム「ナノサイエンス・テクノロジーの基礎と応用」	つくば	0298-61-4804 ●
2002. 5.25	四国センター一般公開	高松	087-869-3530 ●
2002. 5.27- 5.31	2002年地球惑星科学関連学会合同大会	東京	03-5841-4291
2002. 6.11	産総研米国展開第1回シンポジウム	サンノゼ	0298-61-3255 ●

●は、産総研内の事務局を表します。

AIST Today 2002.03 Vol.2 No.3 (通巻14号)

編集・発行 独立行政法人産業技術総合研究所 成果普及部門広報出版部出版室

〒305-8563 茨城県つくば市梅園1-1-1 中央第3

電話番号 0298(61)9102 FAX番号 0298(61)4129

※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/>