

AIST Today

研究、成果、
そして
未来へのシナリオ

11

November
2003
Vol.3 No.11

社会に活力をもたらす本格研究を

トピックス

●超臨界二酸化炭素と固体触媒を用いるGSC



特集

地震

—産総研の調査研究にみる最新地震情報—



National Institute of
Advanced Industrial
Science and Technology

CONTENTS

11
November
2003

AIST Today

National Institute of
Advanced Industrial
Science and Technology
Vol.3 No.11



トレンチ調査の様子
(栃木県の関谷断層)

包括的提携協定書を締結した、
吉川産総研理事長(左)と丹羽伊藤忠取締役社長(右)

メッセージ

03 火山災害の特性

富士山ハザードマップ検討委員会委員長
東京大学名誉教授
荒牧 重雄



トピックス

04 超臨界二酸化炭素と固体触媒を用いるGSC

リサーチ ホットライン

07 ジーンディスカバリーから miRNAの発見へ

08 超耐熱性シス테인合成酵素

09 複数のタンパク質構造の 重ね合わせ計算

10 レプリカ交換法ツールキットの開発

11 1/fゆらぎの脳活動への影響

12 階層構造ポリマーフィルムの開発

13 薄膜熱物性計測技術の開発

14 バイオマス系廃棄物の 水可溶化法の開発

15 多色のレーザーパルス光を アト秒精度で制御

16 多数の光デバイス間の自動同時調芯

コラム

17 人体寸法の変化と時代の変遷

特集

18 地震

—産総研の調査研究にみる
最新地震情報—

テクノインフラ

31 交直差標準の供給

32 海洋地質情報の提供

33 日本語文字の最小可読文字サイズ 推定方法に関する標準化

産学官連携

34 ニーズとシーズの出会いの場

技術移転いたします!

36 ナノチューブ状アルミニウムケイ酸塩の 高濃度合成法

37 高湿度条件下において優れた 吸水挙動を示す結露防止剤

AIST Network

38 伊藤忠商事株式会社と包括提携 ほか

火山災害の特性



荒牧 重雄

富士山ハザードマップ検討委員会委員長
東京大学名誉教授

やや乱暴な議論であることをお許し頂きたい。日本という国は、自然現象による災害が多く発生する国であるが、その中でも横綱級なのが、広義の風水害である。やや下がって、地震災害が三役クラスとしてある。火山噴火による災害は幕下程度のランキングであろう。役人が使う自然災害の判定基準は、損害総額と死者数の二つのようだが、それによると、火山災害の規模は地震災害の10分の1から100分の1の間に相当するだろう。しかし、一般市民が持つイメージでは、火山災害の目立ち方はもっと大きいのではないかと。火山噴火はイメージ的に強烈で、テレビ写りがよいなど、マスコミ向けであること、風評被害など、数字に出にくいダメージが相対的に大きい、など、ソフト面の損害が利いているのかも知れない。

火山災害を防ぐための方法論と行政的な対応は、両方とも極めて不満足な程度にとどまっている。理由としては、人間社会が持つリズムに比べて、火山噴火の繰り返し周期が長すぎて、学習効果が低く、災害現象そのものに関しての基礎的な知識が致命的に不足していることが挙げられる。人間の世代交代は数10年の間隔であるが、ある一つの火山が噴火を繰り返す間隔は、通常数100年から1000年以上である。台風は毎年やってくるし、大地震ですら100年前後の周期で起きる。「災害は忘れられた頃にやってくる」という標語では、とても追いつかないくらいの困難性がある。

火山災害の規模の範囲は、台風災害や地震災害のそれを上回る。過去に起きた最大級の噴火災害は、カルデラを形成するタイプの火砕流噴火によるもので、数100立方キロメートルの高温マグマが、主に火砕流や火山灰として噴出され、日本列島全体を覆った。損害規模は知られている限りの台風被害や地震被害のそれを上回る。

火山噴火による災害をできる限り軽減するための方策は、ハード的な対策ではなく、火山現象を“よく知ること”から始まるソフト的なアプローチが主体となるべきである。産総研では、火山に関する研究と同様に地質学をベースに様々な研究がなされている。やはり“よく知ること”から始まる重要な研究である。これからも、社会のニーズに応える最先端の地質研究が推進されるよう期待を寄せている。

超臨界二酸化炭素と固体触媒を用いる GSC

フェノールからのKAオイル製造

超臨界二酸化炭素溶媒と担持金属触媒の組み合わせにより、フェノール水素化反応によるKAオイル（シクロヘキサノンとシクロヘキサノールの混合物）製造に多相系触媒反応システムを応用し、既存プロセスよりも大幅な低温化と、二酸化炭素圧力によるKAオイル選択性制御が可能であることを示した。

この技術では有害な有機溶媒を使用しない、生成物の分離プロセスが簡略化できる、反応温度の低温化により触媒の寿命を向上できるなどの利点を持つ。

グリーンサステイナブルケミストリー（GSC）

現在の化学プロセスはその大部分が大量生産、大量消費型で、原料のほとんどを化石資源（石油）に依存している。限りある資源をできるだけ有効に使うために、化学プロセスは徹底した効率化が図られている。その一方で、副生する中間生成物や有機溶媒などの反応媒体による環境負荷と人体に対する影響が問題となっている。これを受け、環境に配慮したグリーンサステイナブルなケミカルプロセスが強く望まれているが、これまでと同様に効率・経済性を維持できるものでなければ、市場に受け入れられない現実も存在する。

超臨界二酸化炭素を利用する多相系触媒反応システム

化学プロセスでの有機合成反応の多くが比較的安価な固体触媒を利用している。気相法ではガス状の反応物を直接固体触媒に接触させ、液相法では反応物を有機溶媒に溶かして固体触媒に接触させて反応を進行させている。気相反応は高速で進行するが、高温で行うため反応物由来の炭素質の堆積による触媒劣化が問題となる。一方、液相反応では蒸留による生成物と溶媒との分離が問題となる。また、気相反応に比較して反応速度が遅いことが課題となっている。

物質は臨界点以上の温度、圧力により超臨界状態にな

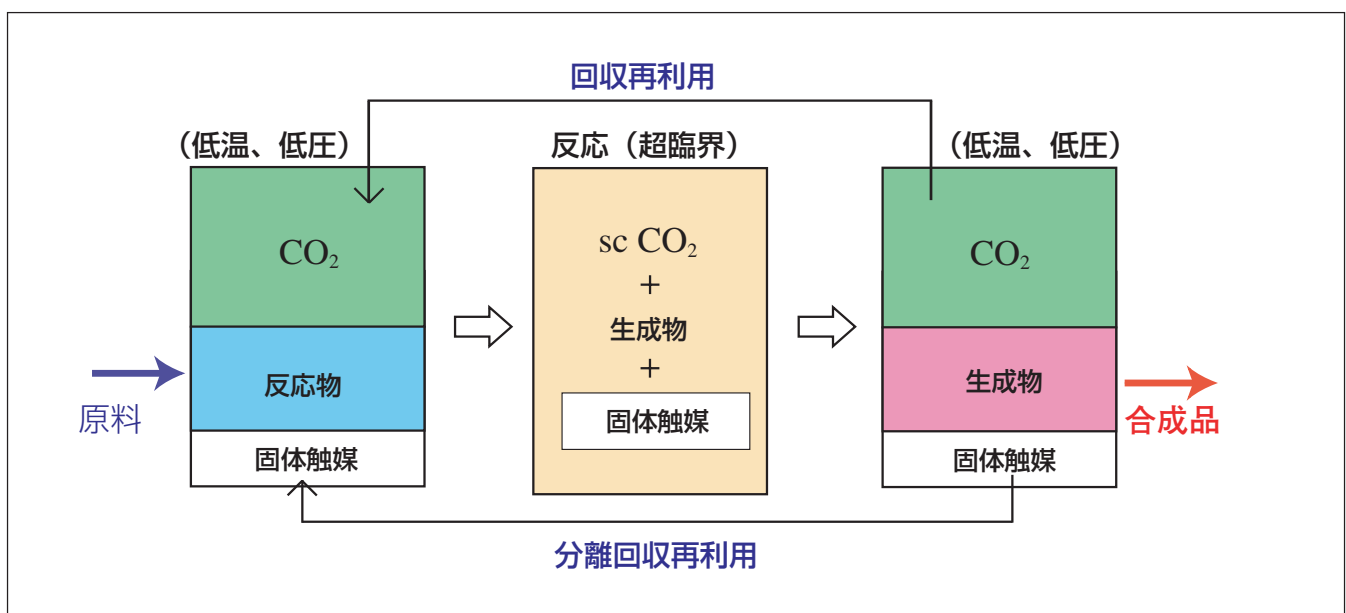


図1 超臨界二酸化炭素を利用する多相系触媒反応システム

る。超臨界状態では溶解力と拡散力が優れているため反応媒体として用いることができる。特に、二酸化炭素は臨界温度31.1℃、臨界圧力7.48MPaであり、比較的温和な条件で超臨界状態にすることができる。更に二酸化炭素は無毒、不燃性であることから有機溶媒に比較して非常に安全性が高い溶媒となりうる。

バッチ式を例として環境調和型の多相系超臨界二酸化炭素触媒反応システムを示す(図1)。反応器に固体触媒、反応物と(一定量の)二酸化炭素を加える。温度と圧力を上げると二酸化炭素は超臨界状態となる。反応中は触媒相と反応物が溶けている超臨界相との2相になる。反応終了後には温度を下げ、二酸化炭素を気体として系外へ除くと、生成物(液相)と触媒(固相)になり、物理的に生成物を分離できる。このシステムでは二酸化炭素と触媒を回収し再利用することが可能で、何度でも繰り返し使用できる。

KAオイル

シクロヘキサノンとシクロヘキサノールの混合物はKAオイルと呼ばれる。KAオイルはε-カプロラクタムやアジピン酸合成に用いられ、それらはナイロンの原料となる(図2)。KAオイルの年間消費量は500万トンであるが、年々消費量が増加している。特に、最近ではアジアを中心に非ナイロン系などへの用途も増加している。

現在のKAオイル製造はベンゼンを出発原料とし、シクロヘキサノン酸化法とフェノール水素化法とが稼動している(図3)。シクロヘキサノン酸化法はベンゼンを水素化し、得られるシクロヘキサノンを酸化してシクロヘキサノンを合成する。酸化過程で高次酸化物が生成するため、単流転化率を5~10%に抑え反応を繰り返し行って



超臨界流体研究センター有機反応チーム員と白井誠之研究チーム長(上段左端)

いるが、最終収率が約80%で、副生する高次酸化物はエネルギー回収しか使えない問題点を抱えている。しかしながらシクロヘキサノンの単価が安いことから現在も80%のシェアを有している。

フェノール水素化プロセスはフェノールを水素化してKAオイルを製造する方法である。1940年代にプロセス化され、最も歴史が古い方法であるが原料コストの問題により、世界的なシェアは5%台となっている。初期にはニッケル系触媒が用いられていたが、現在はパラジウム系触媒が用いられている(反応温度130~180℃)。しかしながらプロセス自身が簡単であること(フェノール転化率ほぼ100%)、フェノール製造コストが大幅に低下している現状では今後の可能性が大きいプロセスといえる。

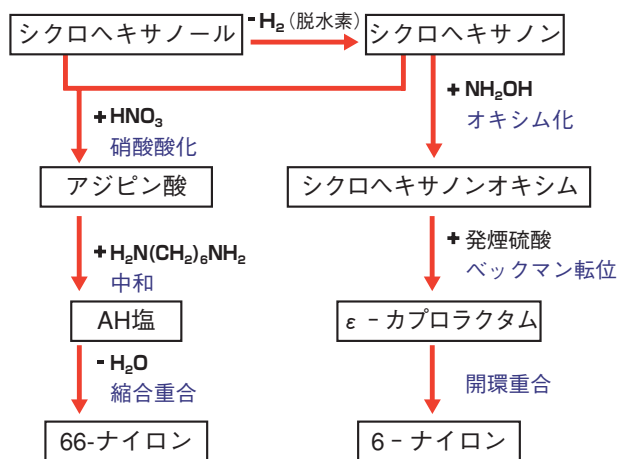


図2 ナイロン原料製造ルート

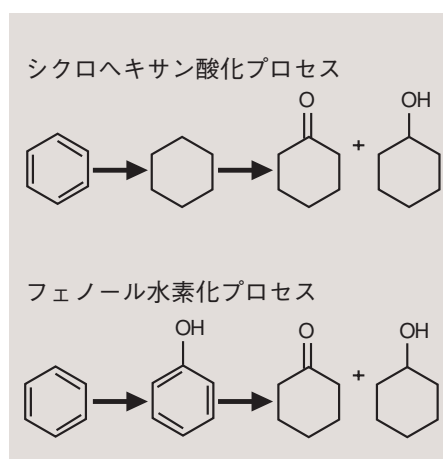


図3 KAオイル製造プロセス

表1 超臨界二酸化炭素溶媒を用いるフェノール水素化反応^a

触媒	転化率/%	選択性/%	
		シクロヘキサノン	シクロヘキサノール
5%Rh/C	53	17	83
5%Rh/C ^b	100	13	87
5%Ru/C	30	5	95
5%Pd/C	3	54	46
5%Pt/C	0	-	-

^a 反応温度55℃、反応時間2時間、水素圧10MPa、二酸化炭素圧10MPa。

^b 反応温度80℃。

表2 Rh/C触媒によるフェノール水素化反応の圧力依存性^a

H ₂ 圧/MPa	CO ₂ 圧/MPa	転化率/%	選択性/%	
			シクロヘキサノン	シクロヘキサノール
6.0	10	39	40	60
7.5	10	42	31	69
10	10	53	17	83
10	14	72	23	77
10	20	87	35	65

^a 反応温度55℃、反応時間2時間。

超臨界二酸化炭素と固体触媒を利用するKAオイル製造

環境調和型KAオイル製造を目指して、超臨界二酸化炭素と金属触媒によるフェノール水素化反応について検討した。種々の活性炭担持貴金属触媒について超臨界二酸化炭素中での活性評価を行った結果を表1に示す。反応温度55℃でロジウム触媒が最も高い活性を示した。反応温度を80℃に上げると反応速度が大きくなり、100%のフェノールが反応した。工業的には130～180℃でパラジウム系触媒が用いられているのに対して、超臨界二酸化炭素と担持ロジウム触媒を用いると反応温度を100℃程度低下でき、省エネルギー型のプロセスとなりうる事がわかる。また工業的に用いられている担持パラジウムの活性が超臨界二酸化炭素中では非常に低いことも判明した。

フェノール水素化反応に対する水素圧と二酸化炭素圧依存性について検討した結果を表2に示す。二酸化炭素圧を固定した条件(10MPa)では水素圧を増加させると転化率及びシクロヘキサノール選択性が増加する。特に高水素圧条件では、転化率が低い条件でもシクロヘキサノールの割合が多くなる。水素圧が高い条件では触媒表面水素濃度が増加し、シクロヘキサノンを経ずに直接シクロヘキサノールまで水素化が進行するためと考えられる。一方、水素圧を固定した条件(10MPa)で二酸化炭素圧を増加させるとシクロヘキサノール選択性は低下する。二酸化炭素圧増加により表面水素濃度が低下しシクロヘキサノール生成まで反応が進行しなかったものと考えている。これらの結果は水素及び二酸化炭素圧によりシクロヘキサノンとシクロヘキサノールの選択性が制御できることを示している。

反応後、KAオイルを物理的に除去し、再度フェノールを導入し水素化反応を行う繰り返し水素化反応を行っても活性は維持されることが確認された。超臨界二酸化炭素溶媒を用いるシステムでは反応を大幅に低温化できるために、触媒劣化がほとんど起こらず触媒寿命が大幅に向上するものと期待される。

今後の予定

転化率とKAオイル選択性(特にシクロヘキサノン選択性)の更なる向上を目指し、触媒最適化を行っている。超臨界二酸化炭素を利用する多相系反応システムではフェノール以外にも適用が可能で、クレゾール、ナフトール、イソホロンなどの水素化反応を低温で進行させることができ、得られる水素化体は医薬品原料や溶剤等に用いられる。この超臨界二酸化炭素を利用する多相系反応システムは種々の有機合成反応に適用可能で、今後は水素化反応のみならず、多くの有機合成反応に応用展開していく予定である。

●本成果は、Chemical Communications (2003) 1960を初め、新聞6紙に掲載された。

●問い合わせ
 独立行政法人 産業技術総合研究所 東北センター
 超臨界流体研究センター
 有機反応チーム 白井 誠之
 E-mail : m.shirai@aist.go.jp
 〒 983-8551
 宮城県仙台市宮城野区苦竹 4-2-1

この記事は、調査委員会で根拠が不十分と報告された情報を含むため掲載を停止しました。

2006年4月3日

超耐熱性システイン合成酵素

既知のシステイン合成酵素は、アセチルセリンからシステインを合成する(図1a)。我々は、アセチルセリン合成経路の見つかっていない超好熱性の古細菌(始原菌) *Aeropyrum pernix*(アエロパイラム・ペルニックス)のシステイン合成酵素の解析を進めてきた。その結果、ホスホセリンからシステインを合成する新規な反応を本酵素が触媒することを発見した(図1b)¹⁾。ホスホセリンからのシステイン合成速度は、従来知られていたシステイン合成速度よりもはるかに大きい値を示した(図2)¹⁾²⁾。

超好熱性古細菌は、過酷な環境(高温、高圧)下で生育する。従ってその酵素は、常温で生育する生物の酵素が変性し働けなくなる100℃付近でも生化学反応を触媒することができる。しかしながら、高温下で生育する生命体が熱に対してどのように適応しているかは謎である。

ホスホセリンは90℃付近での高温でも安定である。さらに、ホスホセリンを原料として本酵素は高いシステイン合成速度を示したことから、超好熱性古細菌は熱に弱いアセチル

セリンを用いないシステイン合成の新規経路を持つ可能性がある。古細菌は、「真正細菌」(大腸菌など)とも、「真核生物」(ヒトを含むほ乳類、鳥、魚、酵母、植物など)とも異なるカテゴリーに分類される。大腸菌、高等植物、酵母、及びほ乳類におけるシステイン合成経路は詳細に解析されている。一方、古細菌におけるシステイン合成経路は未だ分かっていない。本研究の成果は、超好熱性古細菌におけるシステイン合成経路を理解し、それを工学に役立てるための鍵を与える。

システインはアミノ酸の一種で、しみ・そばかすなどの色素沈着改善薬として用いられる。また、カルボシステイン(システイン誘導体)は代表的な去痰剤である。本酵素を用いることにより、比較的廉価で入手でき安定でもあるホスホセリンを原料としてシステイン、カルボシステインなどの合成を、環境にやさしい方法で行うことができる。*Aeropyrum pernix*のシステイン合成酵素をコードする遺伝子は特許として出願した³⁾。当特別研究体では、今後本酵素の応用法の開発に力を入れていく予定である。

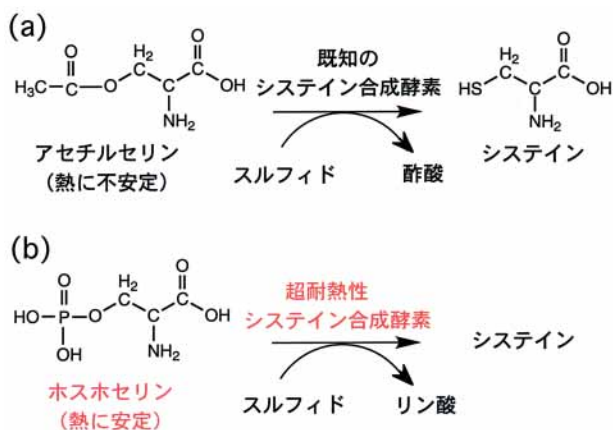
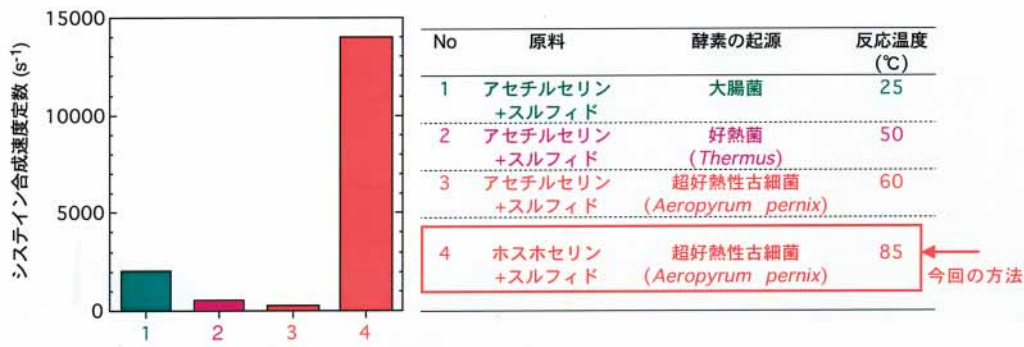


図1 (左) (a)従来のシステイン合成反応 (b)産総研が今回発見したシステイン合成反応

図2 (下) 単位時間あたりにシステインを合成する速度の比較



関連情報

- 1) K. Mino, K. Ishikawa: FEBS Lett., Vol. 551, 133-138 (2003).
- 2) K. Mino, K. Ishikawa: J. Bacteriol., Vol.185, No.7, 2277-2284 (2003).
- 3) 特願2002-335876「耐熱性システイン合成酵素および該酵素をコードするDNA」(石川一彦、三野光識)。



みの こうしき
三野光識
k-mino@aist.go.jp
人間系特別研究体

複数のタンパク質構造の重ね合わせ計算

タンパク質は、線状に連鎖された多数のアミノ酸からなる分子であり、様々な形状(立体構造)を有している。それらの立体構造を重ね合わせ比較することにより、進化的な近さや機能的な類似性を知ることができる。ところが、タンパク質は、進化の過程でアミノ酸が挿入、脱落されるため対応するアミノ酸は分からない。その上、立体構造は向きや位置もばらばらな状態で得られるため、単純な方法では重ね合わせることができない。そこで、進化的に遠いタンパク質の立体構造を比較するため、これまでにいくつかの方法が研究されてきたが、それらは発見的なアプローチで開発されてきており、得られる結果の物理的意味合いが不明確といわざるを得ないものであった。

本研究では、確率モデルによる立体構造の数理表現に焦点を当て、隠れマルコフモデル(HMM)によってタンパク質の形状を計算機上に記述した。ここで、モデルのパラメータと剛体変換(回転と平行移動)をいかに求めるかが課題となる。まずモデルパラメータが分かっていた場合から考えると、モデル上と立体構造上の対応点分かっている、それらすべてがユークリッド測度という統一的な計量(距離を測るための目盛り)で誤差を測ることができる場合、剛体変換のパラメータを容易

に求めることができる。しかし、ここでは、対応点も分からず、かつ、局所ごとに計量が異なる場合を考えなくてはならない。本研究では、モデルと立体構造との間に不均一な計量とユークリッド計量からなる階層的な構造を導入し、EM法と呼ばれる統計的手法に則って対応点と剛体変換を交互に求めることで確率的に最適な値を推定する方法を開発した。さらに、この方法を拡張することによって、複数の立体構造からモデルパラメータとそれぞれの剛体変換を同時に推定する算法を開発した。

図は、提案する方法を実際のタンパク質の立体構造に適用した結果である。これを見ると、それぞれのタンパク質の向きと位置を正しく推定し、それらの値から立体構造をほぼ完全に重ね合わせができていることが確認できる。

立体構造の形状は確率モデルによって表現されているので、タンパク質の分類、事前知識の導入、欠損情報の補完など様々な応用や拡張が容易である。また、よりタンパク質の立体構造に特化したモデルを構築することにより、さらなる精度向上も期待できる。本研究はそれらの礎となる方法論を新たに創製したことになる。

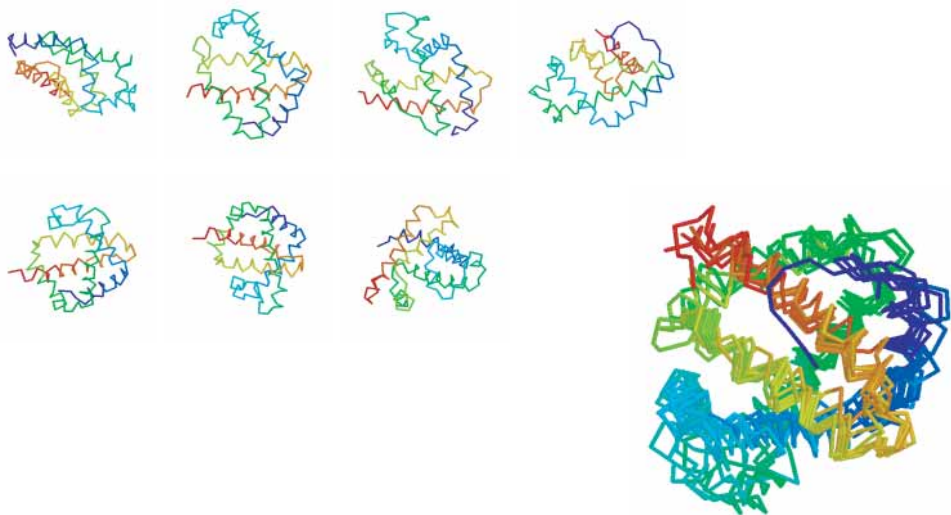


図 タンパク質立体構造の重ね合わせ

左図に示す7つの立体構造を最尤推定と呼ばれる確率的な推定手法を使って向きと位置を計算した結果、右下図のようにほぼ完全な重ね合わせが得られた。



かとう つよし
加藤 毅

kato-tsuyoshi@aist.go.jp
生命情報科学研究センター

関連情報

- T. Kato, K. Tsuda, K. Tomii, and K. Asai: CBRC Tech. Report, AIST02-J00001-2, 1-12 (2003).

レプリカ交換法ツールキットの開発

医薬品のターゲットとなる生体プロセスの多くはタンパク質の構造変化に対応しており、これらの構造変化は熱揺らぎによって駆動されるため、タンパク質に対する薬物分子の作用は、構造についての熱分布によって決定される。そこで、分子シミュレーションを薬物分子設計に応用しようとすれば、正確な熱平衡分布を求めることが課題となる。これに対し、レプリカ交換法¹⁾を用いれば、正確な分布が素速く得られ、並列化による更なる高速化も期待される。また、この方法は3つの独立した理論モデルから構成されるため、モデルに対応するソフトウェアコンポーネントを組み替えることで、並列環境や対象系に合わせた新たなバリエーションを簡単に作り出せるという利点も備えている。しかしながら、従来のシミュレーションソフトのほとんどがコンポーネントとして備えるべきオブジェクト指向型インターフェースを欠いているため、コンポーネントベースの開発を行えず、レプリカ交換法の実応用が妨げられていた。

こうした課題を解決するために、我々はREMD toolkit²⁾³⁾を開発した(図1)。ツールキットでは、2つの理論モデルに対応するコンポーネントが、それぞれ、異なった並列環境での温

度交換スキームと、モンテカルロ(MC)法、分子動力学法(MD)法といったサンプリング手法を提供する。もうひとつの理論モデル、ポテンシャルエネルギー関数については、ツールキットはインターフェースだけを提供し、ツールキットから派生させたC++サブクラスの中に既存のソフト、あるいは、新たに開発されたモデルのコードを取り込む。これら3つのコンポーネントを組み替えることで、新たな機能を持つプログラムが生成される。

CHARMM力場を実装するためにNAMDパッケージ⁴⁾を取り込み、サンプリング手法としてMD法を用いてレプリカ交換分子動力学法⁵⁾シミュレーションを実現し、実行性能を検証した。レプリカ数を変えてシミュレーションを行い、比熱の誤差が0.01kcal/mol・K以下になるまでのステップ数をプロットした結果を図2に示す。所要ステップ数の減少傾向は、逐次型シミュレーションであってもレプリカ数を増やすだけで計算時間が短縮できることを示している。一方、並列化プログラムの実行速度はCPU数に対してほぼ線形に増加し、8CPUで非並列版の7.5(～8×0.94)倍の加速が得られた。REMD toolkitのソースコードはGPLのもとで公開する予定である。

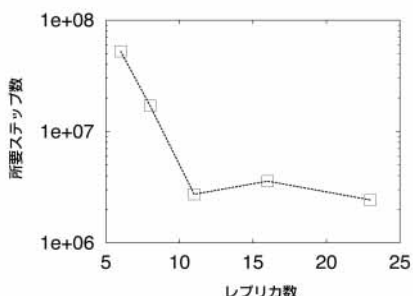
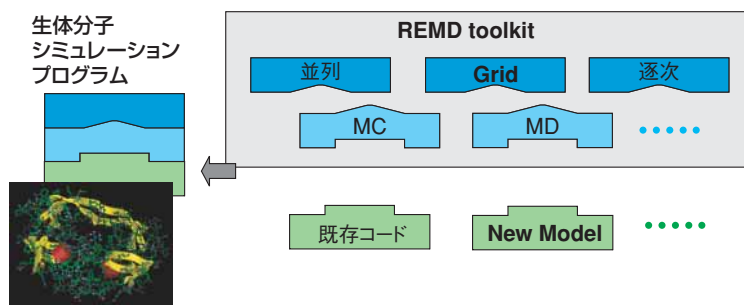


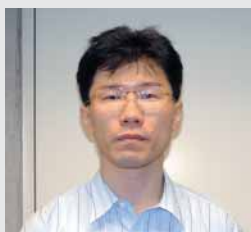
図1(上) シミュレーションプログラムを生成する枠組みとしてのREMD toolkit

ツールキットが提供するコンポーネントと外部のコンポーネントを組み合わせることで、シミュレーションプログラムが生成される。

図2(左) 比熱誤差を0.01kcal/mol・K以下にするために必要なシミュレーションステップ数

関連情報

- 1) K. Hukushima, K. Nemoto : J. Phys. Soc. Jpn., Vol.65, 1604 (1996).
- 2) M. Ito, T. Nishikawa, U. Nagashima : J. Comp. Chem., submitted.
- 3) 本研究は科学技術振興事業団の行う計算科学技術活用型特定研究開発推進事業における「GRIDテクノロジーを用いた創薬プラットフォームの構築」において、「GRIDテクノロジーを用いたプラットフォームの構築に関する研究」における研究成果の一部である。
- 4) L. Kale, R. Skeel, M. Bhandarkar, R. Brunner, A. Grusoy, N. Karawets, J. Phillips, A. Shinozaki, K. Varadarajan, K. Schulten : J. Comp. Phys., Vol.151, 283 (1999).
- 5) Y. Sugita, Y. Okamoto : Chem. Phys. Lett., Vol.314, 141 (1999).



いとうまさかつ
伊藤正勝
masakatsu-ito@aist.go.jp
グリッド研究センター

1/fⁿゆらぎの脳活動への影響

近年、人間をとりまく環境において、人工的な環境の比率が増大しているが、その中で、過度の制御、過度の定常性(秩序性)が問題となっている。例えば、単調労働とはある意味で極端な定常的環境である。御存知と思うが、チャップリンが主演した、映画「モダン・タイムス」では、チャップリン演じる労働者チャーリーの仕事は、一日中ナットをしめる単調労働で、その結果、何もかもがナットに見えてしまい、精神錯乱寸前になってしまうのであった。これまでの研究で、主観的に扱われるだけであった複雑さ・単調さは、1/fⁿゆらぎのn、すなわち変動量をフーリエ解析した場合のパワースペクトル密度の分布の傾きとして数学的基盤を持ち、また各種実験において連続的に変化させることも可能となった。本研究においては、1/fⁿゆらぎの生体に対する影響のうち、随意運動に対する被験者の課題遂行ストラテジーの形成への影響を検討するため、GO/NO-GO反応に基づいた実験を行った。NO-GO反応は、指示されたシグナルの時だけ動作を行わないという運動課題で、この維持のためには、提示頻度および刺激間隔時間などから構成されるGO刺激の冗長性が、一定以上必要であると考えられている。本実験は、聴覚刺激間隔の規則性、すなわち1/fⁿゆらぎの

べき乗nを変化させ、冗長性を変化させた場合、NO-GO反応の成立、すなわち課題遂行ストラテジーの形成に対する影響を検討した。

まず、課題遂行中の脳活動のMEG(脳磁図)信号を、加算平均ならびにTime Frequency Representation analysis (TFR)法(図1)を用いて分析を行い、波形ならびにトリガーに同期した各周波数帯域のパワーの経時変化を観察した。

実験結果は、1/fⁿから1/f⁰、1/f¹、1/f²と刺激間隔のゆらぎのべき乗の増加に従って、上側頭におけるミスマッチ反応(“期待感”の破壊に対応する脳活動の活性化)の増大、および後頭におけるベータ波帯域のパワーの減少している時間(非同期化時間)の増大(図2)が観察された。変動の中に規則性が発生すると、人間は、鋭敏に感知し、予測を形成し、それによってミスマッチ反応を増加させ、さらに対応する活動が後頭においても亢進する事が明らかになった。

人によって、この規則性を抽出する能力(構造感受性)は違っており、外部環境への嗜好性、たとえば音楽の好みなどにも影響すると考えられる。この研究で使用したような1/fⁿゆらぎを用いて、各個人の構造感受性を数値化できれば、各個人に適したオーダーメイド環境を設計することが可能になると考えられる。

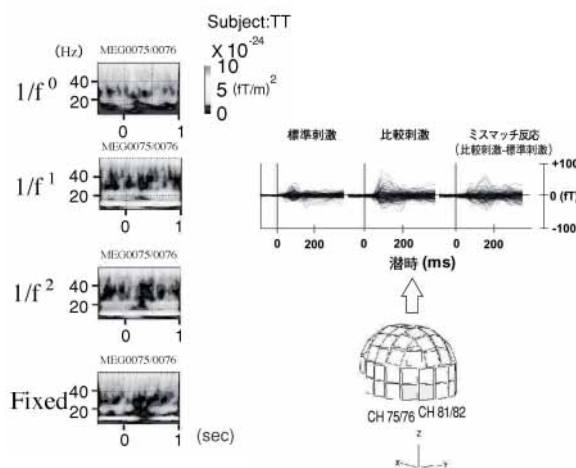


図1 聴覚刺激の刺激間隔を、1/f⁰ゆらぎ、1/f¹ゆらぎ、1/f²ゆらぎおよび一定間隔(1/f[∞])条件で変動させ、MEGシグナルをTFR法で分析した際の、トリガーに同期した各周波数帯のパワーの経時変化

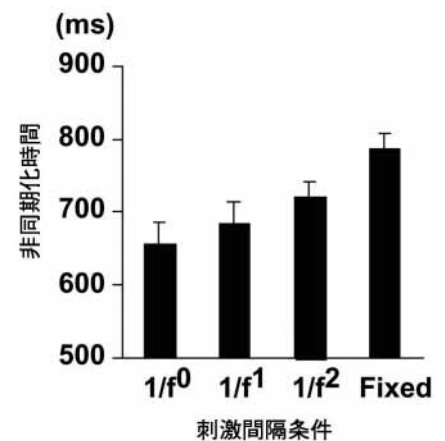


図2 1/fⁿゆらぎのべき乗nと左後頭チャンネルCH75/76におけるベータ帯域の非同期化時間との関係



はらだのおよし
原田暢善
n-harada@aist.go.jp
ライフエレクトロニクス研究ラボ

関連情報

- 原田 暢善, 増田 正, 遠藤 博史, 中村 亨弥, 武田 常広: 日本生体磁気学会誌, Vol. 13, No.2, 1-11 (2001).
- N.Harada, S.Nakagawa, S.Iwaki, T.Holroyd, M.Yamaguchi, M.Tonoike, T.Moriya: Biomag2002, Vol.13, 71- 73(2002).
- N. Harada, T. Masuda, H. Endo, Y. Nakamura, T. Takeda, M. Tonoike, T. Moriya: NeuroReport, (NeuroReport submitted).
- ゆらぎの世界: 自然界の1/fゆらぎの不思議, 武者利光 著: 講談社, 1980, ブルーボックス, B-442.

階層構造ポリマーフィルムの開発

DNAやタンパク質などの天然高分子にみられるように、一次構造が精密に制御された高分子は、分子の自発的な組織化が起こり、高次構造体が形成される。一次から高次にわたる階層的な構造形成は、全く新しい機能発現や物質が本来有している優れた性質を最大限に引き出せることが期待されており、分子設計から構造制御に至るまで横断的な研究が活発に行われている。

高分子における精密な高次構造制御に関する研究の一環として、我々はブロック共重合体を用い、分子レベル-ナノ-マイクロメートルレベルにおけるそれぞれの規則構造が、階層的に組織化されたポリマーフィルムの開発に成功した。ブロック共重合体の特徴のひとつに分子の自発的な集合による周期的なマイクロ相分離構造の形成がある。その周期はおよそ10~50ナノメートルの間隔で制御することもできる。また、それぞれのポリマーに剛直・柔軟性、親水・疎水性など、性質に大きな違いを持ったブロック成分を用いることで特異的な構造形成や異なる機能の組み合わせも実現できる。

図にポリマーの一次構造と自己組織化によって得られたポリマーフィルム中の階層構造を示す。ポリマーの一次構造は、ポリスチレンと剛

直な π 共役系分子である液晶性オリゴチオフェンを側鎖に有した側鎖型ポリマーを鎖末端で共有結合したポリスチレン-b-側鎖型オリゴチオフェンブロック共重合体である(図1)。このポリマーの希薄溶液を用い、高湿度気流下でキャスト薄膜を作製したところ、マイクロメートル間隔でハニカム状に配列したポーラス構造中にポリスチレンとオリゴチオフェンポリマーのドメインがおおよそ25ナノメートル間隔で並んだ構造が形成された(図2)。オリゴチオフェンドメインはシリンダー状であり、興味深いことにそれらは基板に対して垂直方向に配列した構造であった。さらに、オリゴチオフェンポリマーのドメイン中では分子レベルの配列構造である液晶構造が形成していることもわかった。このように短時間で複雑な階層構造形成を実現できたことは、薄膜作製時の散逸過程で起こる特殊な組織化とポリマー分子の自己集合が効率良く作用した結果であると考えている。

このような階層構造は、それぞれの配列構造の周期スケールを反映した機能材料や異なる機能成分を規則構造的に融合したアクティブ材料として、情報通信やバイオ、エネルギー分野などにおける利用が期待される。

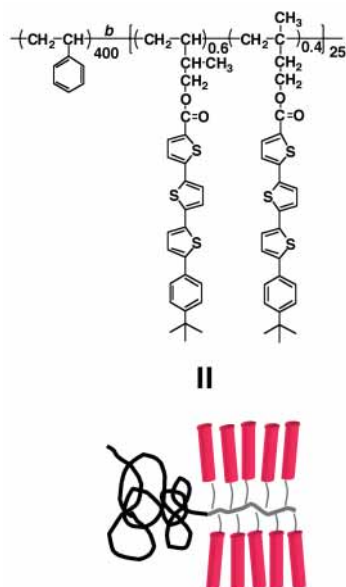


図1 ポリマーの一次構造とその模式図

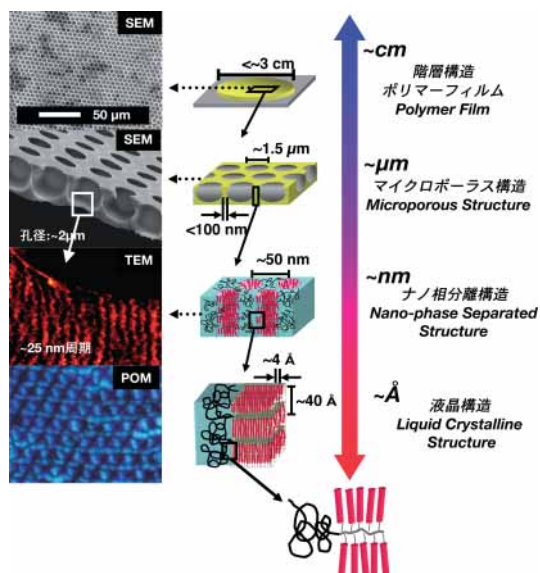
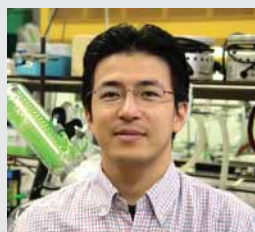


図2 ポリマーフィルム中に形成された階層構造

関連情報

- 共同研究者：堀内 伸（高分子基盤技術研究センター）。
- T. Hayakawa, S. Horiuchi : Angew. Chem. Int. Ed., Vol. 42, 2285-2289 (2003).
- 特願 2002-062836 「階層的規則構造を構築するブロックコポリマー」(早川晃鏡、堀内伸)。
- 本研究はNEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)の委託により平成13年度より開始した「精密高分子技術プロジェクト」で実施されたものである。

※ (現) 東京工業大学大学院理工学研究科有機・高分子物質専攻



はやかわてるあき
早川晃鏡
hayakawa@op.titech.ac.jp
高分子基盤技術研究センター*

ピコ秒パルスレーザーで見る100nmスケールの熱伝導

薄膜熱物性計測技術の開発

高集積化が進む半導体素子や、高密度化を目指す記録メディアではナノスケールの熱移動を制御するための熱設計が求められている。例えば相変化記録型の光ディスクは記録層や保護層から構成される全体の厚さが約100 nm程度の多層薄膜であり、レーザーによる加熱で記録層を結晶相かアモルファス相に制御することで記録する。高密度化のために熱設計を行うためには多層薄膜を構成する各層の熱拡散率や界面熱抵抗のデータが必要不可欠であるが、一般に薄膜の熱拡散率はバルク材料に対する測定と比べて難しい。

薄膜の熱拡散率を測るには、透明基板側の薄膜表面を瞬間的に加熱し、薄膜表面への熱拡散による温度変化を観測する「パルス加熱法」が、薄膜を横切る熱の移動を観察できて有効である(図1)。ただし、厚さ1 μm以下の金属薄膜では、熱が薄膜を横切る熱拡散時間は数10ナノ秒(=10万分の1秒)より短いので、それより十分速い「高速加熱」と「高速測温」の技術が必要となる。「高速加熱」に関しては、発光時間がピコ秒(1ピコ秒=1兆分の1秒)からフェムト秒(1フェムト秒=1000兆分の1秒)の超短パルスレーザー光による光加熱が汎用技術として利用可能である。一方「高速測温」に関しては、物質表面の反射率が温度により変わることを利用したサーモリフ

レクタンス法の発展により、温度の相対的な変化を「高速」に測定することが可能となった。当研究部門ではこれら二つの要素技術を組み合わせることにより、「ピコ秒サーモリフレクタンス法薄膜熱物性計測システム」を開発した。

図2にガラス基板上に異なる厚さのモリブデンを成膜した試料について、ピコ秒サーモリフレクタンス法により観測した表面温度変化を示す。膜厚のスケールと観測時間スケールは異なるが、バルク材料に対するレーザーフラッシュ法により測定される温度履歴曲線と相似であり、室温ではサブミクロン金属薄膜内部でも熱が拡散的に伝わることを示している。これはサブミクロン薄膜の膜厚方向へ横切る熱拡散の挙動を世界で初めて系統的に観測したものであり、ナノスケールの熱的挙動解明に寄与すると期待される。

当初は一部の金属材料にしか適用できなかったが、当研究部門では解析技術と検出技術を改良し、非金属薄膜に対しては対象薄膜の両面を信号の出やすい金属薄膜でコーティングすることにより熱拡散率の測定を可能とした。次世代大容量光記録ディスク、相変化メモリ、次世代半導体デバイス、有機ELなどの次世代ディスプレイ、MEMSなど、先端技術分野へ幅広く寄与すると期待される。

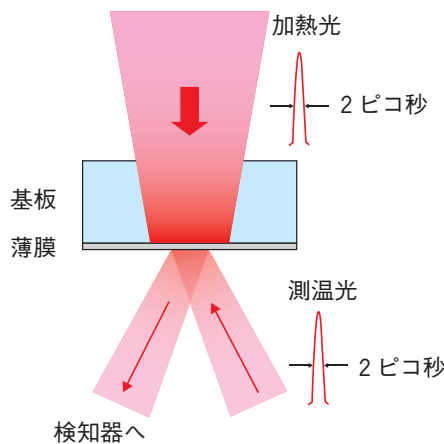


図1 ピコ秒サーモリフレクタンス法の原理図

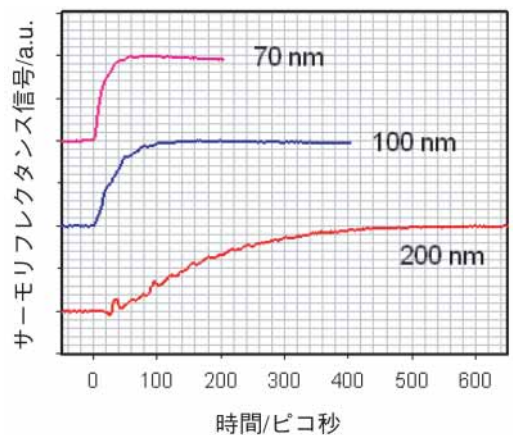


図2 ガラス基板上に成膜したモリブデン薄膜(70nm、100nm、200nm)のサーモリフレクタンス信号



たけとしなおゆき
竹歳尚之
n-taketoshi@aist.go.jp
計測標準研究部門

関連情報

- http://www.nmij.jp/thermophys/homepage/index_j.htm
- 共同研究者：馬場哲也、八木貴志、小野晃（計測標準研究部門）
- 特許 3252155 「サーモリフレクタンス法による熱拡散率測定方法」
- 特許 3430258 「熱拡散率と界面熱抵抗の測定方法」
- 特開 2003-139585 「微小信号測定方法」
- N. Taketoshi, T. Baba, A. Ono : Jpn. J. Appl. Phys. Vol. 38, L1268 (1999).
- N. Taketoshi, T. Baba, A. Ono : Meas. Sci. and Tech. Vol. 12, 2064 (2001).
- 本研究はNEDOより委託されたナノテクノロジープログラムの一環として実施されている。

バイオマス系廃棄物の水可溶化法の開発

化石燃料資源の枯渇問題あるいは二酸化炭素の排出抑制などにより、再生可能な資源であるバイオマスの高度利用が必須の課題となってきた。現状において比較的集積度の高いバイオマス資源として、再生困難な古紙や余剰汚泥、消化汚泥、生ごみ、農産廃棄物等がある。当研究部門天然素材複合化技術研究グループでは、このようなバイオマス系廃棄物をエネルギー資源として利用しやすい形態、すなわち、水熱ガス化法の原料となる糖や有機酸等の水に可溶化する低分子に転換する方法として加圧熱水プロセスを提案し、様々なバイオマスを用いて分解特性を調べている。加圧熱水プロセスは有害廃棄物の無害化プロセスの一つとして知られ、400℃前後で操作される超臨界水酸化プロセスと類似のものであるが、200～300℃の比較的低温な熱水を用いる点で異なり、そのため装置的にも安価である。この温度域ではバイオマスは、CO₂等へ過度に分解されることなく適度に低分子化され、容易に有機炭素含有溶液に変換される。

回収された古紙は再生紙として再利用されるが、紙質の劣化したものや添加物の多いも

のは再生が困難であり、ほとんど利用されない状況にある。水を溶媒として、300℃、60秒の条件下で、種々の古紙の加圧熱水による加水分解について調べた結果を図1に示す。新聞紙やろ紙のようにパルプに近い紙質からはグルコースを主成分とする糖類が生成するのに対し、チラシ、再生OA紙、製紙工場スラッジからはほとんど糖類が生成しないが、5.2%の過酸化水素水を溶媒として、275℃、30分の条件下では、図2に示すように、新聞折込チラシは酢酸に代表される有機酸とアセトンに可溶性成分である油分および不溶残渣とに分解されることがわかった。チラシ等が糖化されにくい原因を検討した結果、これは紙質向上のために添加されている炭酸カルシウムのパルプの糖化分解に対する阻害効果であることを突きとめた。このように加圧熱水法は、バイオマスの糖化、ならびに糖化が困難なバイオマス資源であっても有機酸等への低分子化が可能であって、水熱ガス化の原料やメタン発酵原料などに転換できる技術として、将来の循環型社会の構築に寄与できる可能性を有するものである。

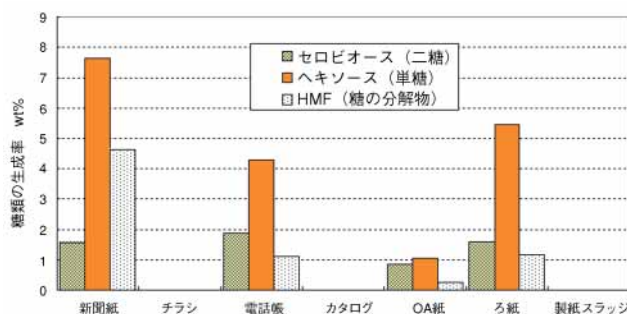


図1 種々の古紙の加圧熱水処理により生成した糖類の濃度

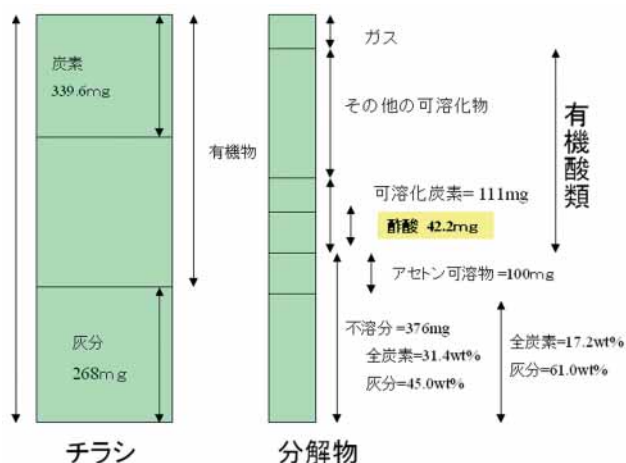


図2 チラシを加圧熱水処理したときの物質収支



やまだのりゆき
山田則行
noriyuki-yamada@aist.go.jp
基礎素材研究部門

関連情報

- T. Sakaki: AIST Today, Vol. 3, No. 9, 15 (2003).

光電場波形の自由な形成を可能に

多色のレーザーパルス光をアト秒精度で制御

今回当研究部門では光位相精度で6色のフェムト秒パルスを同期することに成功した。通常レーザーパルス内の光波位相はレーザー共振器の揺らぎにより一定に保つことはできない。独立した光源の光位相まで制御するためには共振器長を非常に精度良くコントロールする必要がある。(その精度は、アトメートル(1アトメートル:10⁻¹⁸メートル)の精度で制御されることが要求される。)

我々はコンパクトなフェムト秒の光パラメトリック発振器を作成して6色のフェムト秒パルスを作り出した。ポンプ光としてチタンサファイアレーザー(3 ω :波長850nm)を用い、シグナル光(2 ω :波長1275nm)、アイドラー光(ω :波長2550nm)をパラメトリック発振器から発生させる。パラメトリック発振器はシグナルの第二高調波(4 $\omega_1=2\omega\times 2$:波長638nm)、ポンプとアイドラーの和周波(4 $\omega_2=3\omega+\omega$:波長638nm)、ポンプとシグナルの和周波(5 $\omega=3\omega+2\omega$:波長510nm)、そしてポンプの第二高調波(6 $\omega=3\omega\times 2$:波長425nm)を同時に出力する。4 ω_1 と4 ω_2 とは同じ波長であるため干渉し位相情報を得ることができる。これを共振器長にフィードバックするこ

とにより全ての光位相を一定の関係にすることができた(4 ω_1 と4 ω_2 との干渉で確認)。ポイントは高安定なレーザー装置を作ることとフィードバック回路の改良である。チタンサファイアレーザーとパラメトリック発振器の相対的な共振器長揺らぎはアトメートル(10⁻¹⁸メートル)まで低減されたことになる。相対的な光周波数の揺らぎも1秒平均で1ミリヘルツ以下に長時間抑えることができています。光の位相揺らぎに換算すると0.1rad程度であり、アト秒の精度で多色の光位相が制御されたことになる。

光位相が同期された6色のフェムト秒パルスを適当な位相で重ね合わせるにより、任意の光電場波形(アト秒パルスや三角波など)を作り出すことができる。これを用いると自然界では起こらない化学反応の実現や光パルスの超短パルス化による光通信への応用、異波長光パルスの高精度同期によるコンプトン散乱フェムト秒X線パルス発生など様々な応用が期待される。今後は合成光電場波形の計測や利用法の研究をすすめ、新しい光応用を開拓したいと考えている。

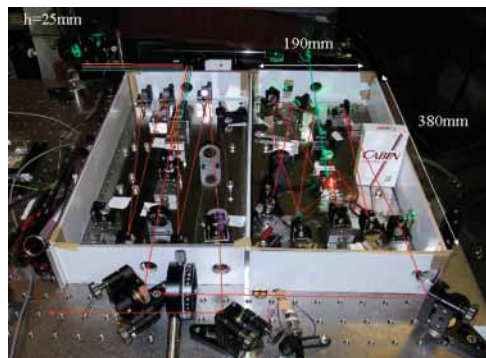


図1 実験装置外観

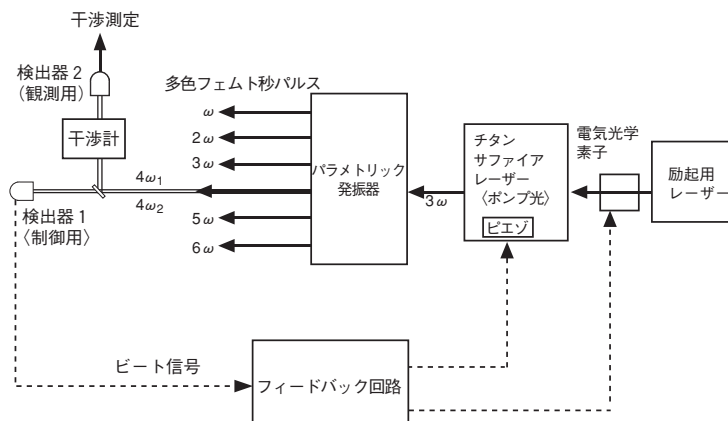


図2 実験配置図



こばやしやうへい
小林洋平
y.kobayashi@aist.go.jp
光技術研究部門

関連情報

- Y. Kobayashi, H. Takada, M. Kakehata, K. Torizuka: Opt. Lett. Vol. 28, 1377 (2003).
- Y. Kobayashi, H. Takada, M. Kakehata, K. Torizuka: Appl. Phys. Lett. Vol. 83, 839 (2003).

遺伝的アルゴリズムを用いて接続時間を大幅短縮

多数の光デバイス間の自動同時調芯

我々は、人工知能の遺伝的アルゴリズムを用いた、複数の光デバイス間の自動調芯(精密位置合わせ)システムを開発した。入光側・受光側を同時に調芯することが可能となり、光導波路と光ファイバアレイを短時間で接続することに成功した。

光デバイスの接続は、電子部品とは接続原理が基本的に異なり、接続面同士が数百ナノメートルという精度で一致しなければならない。そのため、従来は経験と技術をもった熟練者が時間をかけて(おおよそ30分~1時間程度)位置合わせをする必要があった。この問題を解決するためにこれまでにいくつかの自動調芯システムが開発されているが、位置合わせする箇所と自由度が多い複数の光デバイスを接続する場合、位置合わせのための調芯時間が増大し、自動化もできないという問題があった。特に、光通信用の高機能な光部品の場合、複数の光デバイスが組み合わさって構成されるので、調芯すべき自由度は多い。例えば、図1は、光ファイバ、光導波路、光ファイバアレイの複数のデバイスが接続されて、ひとつの光部品(1本の光ファイバが8本の光ファイバに分岐する部品)を構成する例である。この場合、光ファイバと光導波路間の調芯に2自由度(上下、左右)、光導波路と光ファイバアレイの調芯に3自由度(上下、左右、回転)、合計5自由度が存在する。このように自

由度が非常に多い調芯は、現在熟練技術者の職人芸に依存しているために、高性能な光部品の製造コストを大幅に押し上げている。現状、図1のように接続された光導波路と光ファイバアレイが組み合わされた部品は、1モジュールあたりおおよそ数万円から10万円程度で販売されている。光通信網の普及拡大を加速するためには、このモジュールが数百円から数千円程度の単価で大量生産できる必要があるといわれている。

本研究では、遺伝的アルゴリズムを用いることで、自由度が多い場合にも実用的な時間で調芯可能な自動調芯システムを開発した(図2)。そのシステムを用いた実験で、光ファイバ、光導波路、光ファイバアレイ間の合計5自由度の同時調芯を、10分程度で完了することに成功した。(今後の開発で数分程度に短縮できる見込み)。光通信網敷設のために必要な高機能な光部品が、この技術を用いることで安価に大量生産が可能となり、光通信網の普及を加速することが期待される。また、光デバイスのみならず、光学機器や超微細加工などのナノテクノロジー分野での精密位置合わせにも、本技術は広く応用可能である。今年度内に本技術の実用化の目途をつけ、共同研究先のナノコントロール社と、進化システム総合研究所(産総研認定ベンチャー)が共同で製品化を行う予定である。

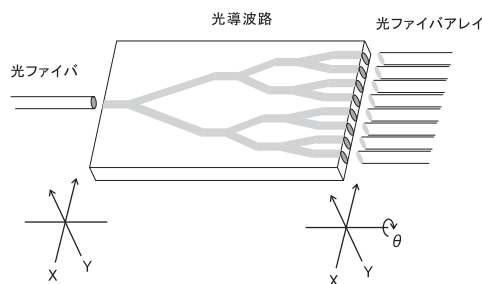


図1 光ファイバ、光導波路、光ファイバアレイ間の調芯

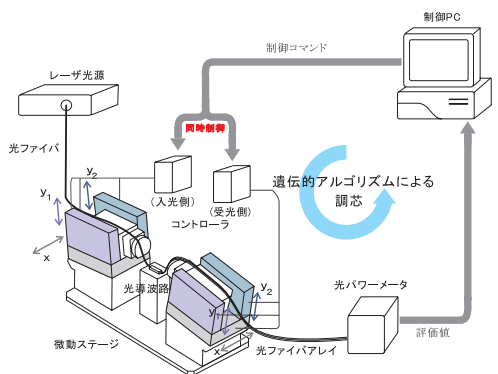


図2 開発した自動調芯システムの構成図

関連情報

- 共著者：野里博和 (次世代半導体研究センター)
- 共同研究先：株式会社ナノコントロール
- 新聞記事：日刊工業新聞 平成15年7月15日, 日本工業新聞 平成15年7月15日, 電波新聞 平成15年7月17日, 日経産業新聞 平成15年7月23日, 科学新聞 平成15年7月25日
- 特開2002-122758, U.S. Pub. No. 2002/0101581 「光軸調整方法およびその調整プログラムを記録した記録媒体」(村川正宏, 樋口哲也)。
- 本研究は、「平成15年度NEDO産業技術研究助成事業」により実施している。



むらかわまさひろ
村川正宏
m.murakawa@aist.go.jp
次世代半導体研究センター

人体寸法の変化と時代の変遷

デジタルヒューマン研究センター 河内 まき子



“本年度卒業生は、20年前の先輩たちに比べて、はるかに堂々たる体格をしている（1903年12月24日、医科大学教授ベルツの日記より）”。

1880年頃にベルツ自身が測った男子学生の平均身長は158.5cm、1903年の20歳学生で160.9cm、10年間に約1cmの割合で高くなったことになる。先史・歴史時代を通じて、日本人の身長が最も低かったのが江戸末から明治初期にかけての時代で、この後急激に高くなった（図1、左上）。ベルツが観察したのは、日本人がかつて経験したことのないほど急速な高身長化の、まさに始めの部分であった。

日本人身長とヨーロッパ系の比較

近代化に伴う高身長化はヨーロッパ諸国でも観察されており（図2）、その進行速度は、どの国でもほぼ10年間に1cm程度と報告されている。現在、高身長化が止まったと報告されているのはオランダ、ノルウェー、スウェーデンだけである。日本人の身長は高くなったが、ヨー

ロッパ系集団との身長差は縮まったのだろうか？ 現在、世界で最も身長が高いオランダ人と日本人を比べてみよう。長骨の長さから推定された1860年代のオランダ人捕鯨漁師と日本人庶民の身長差は9.7cm、1990年の18歳オランダ人兵士と20歳日本人の身長差は10cm。途中、紆余曲折はあるものの、最終的に差が小さくなったとはいえない。

生活様式と身長

世界中で高身長化がおこったかという、そういうわけでもない。20年ほど前の時点で身長の時代表変化がおこっていない集団は、タヒチなど伝統的な生活を変えずにおくってきた集団であった。高身長化の主な原因は栄養や衛生状態の向上など、環境の変化だといわれている。日本人の身長が1960年代の高度成長期にとくに急速に高くなったのも、この時期に動物性タンパク質や脂肪の摂取量が急にふえたことに関連するのであろう。

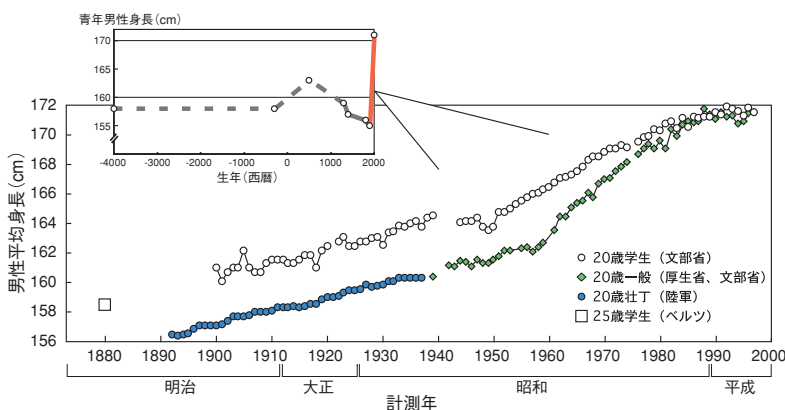
人体寸法計測の道具

過去100年以上にわたって身長の

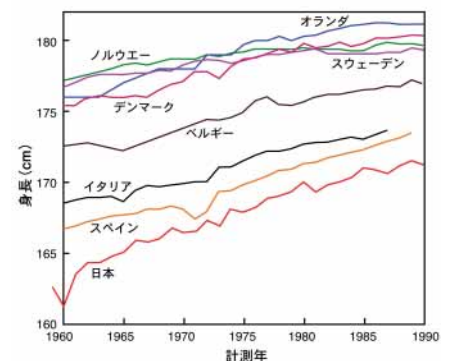
時代変化を追う事ができるのは、身長など人体寸法を測る方法や道具が、19世紀にはほぼ現在のかたちにおちついたからである。工業製品の設計に利用される人体寸法は、この伝統的な方法で蓄積されてきた。近年、3次元形状計測装置を用いた人体計測調査が各国で行われているが、この場合も基本的な人体寸法は手で計測されている。現在審議中の国際規格（ISO/DIS 20685）でも、形状計測装置から得られた人体寸法を「人体寸法データベース」の一部として使うためには、あらかじめ数10名の被験者を両方の方法で計測し、どちらの方法でもほぼ同じ値が得られる事を確認しなければならないと要求している。

止まりつつある高身長化

図1からみるとおり、現在身長の時代表変化は、ほぼ止まりつつある。今後、日本の経済状態、生活条件が大きく変化しない限り、我々は100年以上にわたって続いた高身長化の最後の部分を見ていることになる。



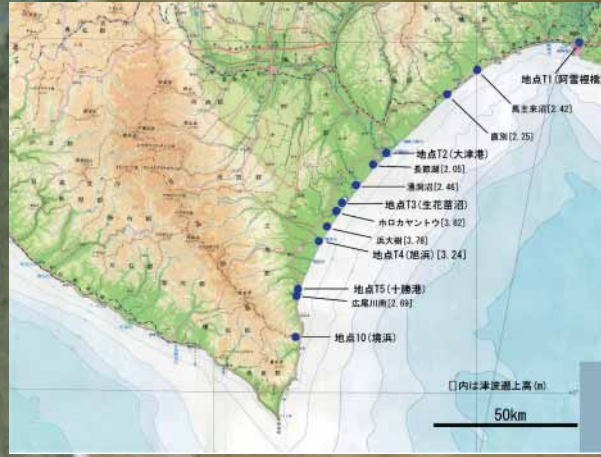
● 図1 日本人男性平均身長の時代表変化



● 図2 ヨーロッパ系成人男子との身長の比較

地

産総研の調査研究にみる最新地震情報



震

地質学を基礎に 地震に迫る 産総研の地震研究

日本の地震研究は、大学を始め、調査研究機関が分担連携して国のナショナルプロジェクトとして進められており、産総研には、地質学に基礎をおく活断層や古地震研究での貢献が、強く期待されています。地下水観測に基づく地震予知研究は、東海地域の地震予知のために重要な貢献をしています。地下深部の断層の状態や物性を明らかにするための物質科学・地震学的研究なども産総研の得意分野で、基礎的研究として着実な研究の積み重ねが行われています。日本の多くの大都市は平野に位置しており、比較的地震に弱い地質の上に発達しています。その平野の地下の地質構造を明らかにすることは、地震動の予測のために不可欠な情報となっています。また、活断層や地下地質構造の情報をもとに、シミュレーションにより得られる大地震の際の地震動の予測は、防災に直接的に役立つ研究として重要です。この特集では活断層研究センターなどが中心となって実施している地震研究を紹介しています。この機会に現在の地震研究への認識を深めていただきたいと思います。

平成 15 年 (2003 年) 十勝沖地震

緊急調査

産総研地質調査総合センター

活断層研究センター 下川浩一、吾妻 崇、宮下由香里、栗田泰夫、鎌滝孝信
地球科学情報研究部門 木村克己、宮地良典
海洋資源環境研究部門 七山 太

産総研地質調査総合センターでは、2003年9月26日午前4時50分頃に発生した十勝沖地震 (M8.0) に伴う地盤災害と津波の特徴を明らかにするため、9月27日から29日までと、10月1日から4日までの2回にわたり、現地調査を実施しました。

地盤災害については、平成5年釧路沖地震 (1993年1月15日、M7.8) の被害と比較するために、10年前に被害を受けた地域を中心に調査を行いました。また、今回被害が大きかった十勝及び日高地方の現地調査を実施しました。津波の痕跡については、広尾町十勝港と豊頃町大津港を含む十勝海岸と、えりも町、様似町、及び浦河町を含む日高海岸において、津波痕跡調査を実施し、遡上高の測定等を行いました。

● 9月26日

午前4時50分頃に「十勝沖地震」(M8.0) 発生

● 9月27日

海洋資源環境研究部門の七山が、津波痕跡調査のために、つくばから帯広入りし、札幌から来ていた明治コンサルタント(株)の石井正之氏、重野聖之氏、および北海道開拓記念館の添田雄二氏の協力を得て、豊頃町大津港～長節湖の現地調査を行い、簡易測量による津波遡上高の測定と津波痕跡の観察を行った。



豊頃町大津港の津波の痕跡

津波は港背後の湿地まで達し、この際に漁船が流された。引き波によって舌状の砂体と、その先に流れていく波の痕跡＝カレントリップルが形成された。矢印は引き波の流れの方向を示している。

活断層研究センターの下川と吾妻は、地盤災害調査のために出張先の北海道黒松内町から釧路へ移動。地球科学情報研究部門の木村と宮地はつくばから釧路へ向かい、午後、釧路西港第3埠頭の液状化被害を調査。



釧路西港第3埠頭のベルトコンベア脚部の抜け上がり

今回の地震による抜け上がりの比高は4～5cmで、その上部15cmの抜け上がりは、10年前の釧路沖地震のものと考えられる。

● 9月28日

七山ら4人は、豊頃町湧洞沼付近から広尾町十勝港にかけて津波痕跡調査を行い、津波遡上高の測定と津波痕跡の観察を行った。活断層研究センターの鎌滝がつくばから現地入りした。

下川と吾妻に木村と宮地が合流し、午前中に釧路市内の



広尾町旭浜での津波遡上高の測定

津波の残した流木や浮遊物の分布から、遡上高3mが確認された。

中島町、桂木及び美原団地を調査。10年前の釧路沖地震と比べて地盤災害が少ない印象を持った。

午後、阿雪裡(アセツリ)橋付近で、津波痕跡を発見。



阿雪裡橋からみた上流の様子

巨大な木材が集積しており、これは600m下流の旧釧路川との合流点から貯木場の木材が津波によって遡上してきたらしいことが聞き込みによりわかった。

その後、市街地東方の緑ヶ岡団地を調査。ここも10年前の釧路沖地震により大きな被害を受けたが、今回は、盛土の斜面等、地盤災害はかなり限られていることが判明。ここから、2名ずつ、釧路市北方の標茶町方面と西方の音別町方面に分かれて調査を実施。標茶町へ行く途中で10年前の釧路沖地震で被害を受けた場所を通過したが、今回はほとんど被害は認められない。一方、音別町方面では、局所的に大きな被害を受けていることがわかった。

● 9月29日

七山・鎌滝の2名で、浦幌町十勝太～釧路市大楽毛の津波痕跡調査を行い、津波遡上高の測定と津波痕跡の観察を行った。



釧路西港第4埠頭の大規模な液状化

平成5年釧路沖地震後に建設された埠頭で、既存の他の埠頭に比べて、噴砂や陥没の規模が大きいことがわかった。釧路市によると、この新埠頭は液状化対策が施されていないとのこと。中央のスケールは1m。

下川・吾妻チームは、釧路西港第4埠頭で大規模な液状化とそれに伴う地盤災害を観察。釧路沖地震以後に造成された新しい埠頭ではあるが、第3埠頭と比べて被害が大きい。その後、十勝方面へ移動し、途中、浦幌町や豊頃町付近で道路の亀裂や路肩の地すべりを目撃。帯広市にある十勝支庁、及び豊頃町の災害対策本部を訪れ、地震被害関係資料を収集した後、十勝川下流右岸の堤防の被害を調査し、つくばセンターに帰った。

木村・宮地チームは、音別町でマンホールの抜け上がりや防火水槽の被害を調査した後、町役場で地震被害関係資料を収集し、つくばセンターに帰った。



音別町風連の防火水槽の抜け上がり
地下3.9mに埋設されていた直径2.5m、長さ9mの防火水槽が抜け上がった。

● 9月30日

七山・鎌滝チームは、午前中、十勝川河口の南西側海岸の長節湖、湧洞沼、生花苗沼などで補足調査を行った後、七山のみ、つくばへ帰った。鎌滝は、同日夜、活断層研究センターの粟田と宮下と帯広で合流した。

● 10月1日

鎌滝、粟田および宮下の3名で調査を行った。午前中は、帯広から十勝川右岸を通して、大津港へ移動。途中、旧河道



豊頃町大津の下水管マンホールの抜け上がり
下水管理め戻しに使用した砂の液状化により、マンホールが抜け上がったと思われる。背後には、法面が崩壊したため青いシートで覆われた堤防が見える。

に近いところや浜堤間低地に液状化が見られたが、規模は小さく、電柱の傾きや電線のたるみでわかる程度であった。

大津港付近で津波堆積物の調査を行ったが、海が荒れており、大波が津波の遡上高程度に押し寄せているので、検出できなかった。午後、十勝川左岸沿いの調査を行った。下水管の陥没や抜け上がり等が見られたが、すぐ脇の住宅には被害が無く、液状化は非常に局所的であった。

● 10月2日

大津港から、大樹町、十勝港へ向かって、海岸沿いで主として津波堆積物を中心に調査を行った。その結果、晩成温泉付近の生花苗沼で押し波による津波堆積物を発見した。



大樹町生花苗沼の南部での津波の押し波と引き波による堆積物
沿岸洲の切れ目（写真右奥）から寄せた津波の押し波によると推定される波長70-80cmのカレントリップル（中央）と、引き波によると推定される堆積物（左側）。矢印は押し波の流れの向きを示している。

● 10月3日

鎌滝は、朝、帯広からつくばへ帰った。粟田と宮下は、午前中、忠類村、大樹町、広尾町の役場を訪問し、周辺の被害調査を行った。忠類村と大樹町には、埋設下水管の沈みなど若干の被害があるが、そこより南側には、ほとんど被害は認められなかった。午後、襟裳岬を越えて、浦河へ入った。途中、ほとんど被害はなく、浦河付近の沖積低地でやや被害が認められる程度であった。

● 10月4日

粟田と宮下は、浦河町から海岸沿いに北西へ向かい、新冠町の泥火山を観察。つくばセンターに帰った。



新冠町高江の再活動した泥火山
泥火山の頂部に放射状の割れ目が生じて、ブロック状の土塊が盛り上がった。

重要な緊急調査

活断層の活動性や活動したときの地表での地震動の大きさや特性を予測する研究では、その予測結果について、十分な検証を行うことが必要です。その努力なくしては、信頼を得られないばかりか、その成果は社会に活用されないこととなります。しかし、一つの地域の大規模な地震活動について、その繰り返し周期は長く、予測精度の向上のための試行錯誤を繰り返すことは、一人の研究者の研究サイクル（約30年）の中では全く不可能です。海溝型の地震でも、同じ地域で同様な地震が発生するのは約100年程度です。内陸の直下地震を発生させる活断層の活動間隔はさらに長く1000年以上と考えられています。

この研究上の障害を乗り越えるためには、世界的にみれば頻繁に発生する個別の地震について、的確な情報を集め、それから一般則を導くための研究を進めることが必要となってきます。そのためには、地震が発生した直後に出現し、すぐに消えてしまう地質学的な諸現象を、正確に記載しておくことが重要となります。

津波研究の最新情報や、地震研究における産総研の役割について、 活断層研究センターの佐竹チーム長にお話を伺いました。

■今回の十勝沖地震の特徴は。

今回の十勝沖地震は、数10年～100年程度の間隔で繰り返す、典型的なプレート間地震だと考えられています。今回の地震の前には、1952年にほぼ同じ場所で、同じ規模の地震(十勝沖地震)が発生しています。また、十勝沖のすぐ東隣の根室沖でもほぼ同程度の間隔、規模でプレート間地震が発生しています。

■AIST Today10月号トピックスで、「プレート間地震が連動して起こる巨大津波」について紹介しています。

ときには、プレート間地震が連動して、より大きな津波を発生させることがあります。我々は、北海道の太平洋岸における津波堆積物の分布と津波のシミュレーションから、平均して500年に一度程度の割合で、プレート間地震の連動による異常に大きな津波が発生することを明らかにしました。今回の地震は、このような異常な地震ではなく、通常のプレート間地震だったようです。

■津波は、M8の地震としては小さかったように思えるのですが。

ちょうど10年前に発生した1993年北海道南西沖地震(M7.8)の際には、その震源の真上に位置する奥尻島では津波の高さは10mを上回り、場所によっては30mもの高さまで這い上がりました。この地震と津波によって、奥尻島の人口約4000人のうち約200名が犠牲となり、家屋の約3分の1が被災するという大きな被害を受けました。

今回の地震(平成15年十勝沖地震)は、北海道南西沖地震に比べて規模はやや大きかったのですが、震源が沖合でやや深かったため、津波の到達までに多少(10分程度ですが)の時間がありました。また沿岸での高さは最大4m程度でした。ただ、この程度の津波でも大きな被害が発生します。今回は早朝

に発生したこと、津波警報が発せられ漁船などは沖合いに避難したこと、防波堤などの構造物があったことなどが要因で、1993年の津波ほどの被害が出なかったようです。

■いろいろな状況が複雑に影響しあいますね。自然災害の怖いところでもあります。

そうですね。1952年十勝沖地震の際には、地震動と津波によって死者・行方不明者約30人を含む被害が発生しました。この地震は3月に発生したのですが、このときちょうど流水が太平洋側まで広がっており、津波によって流水が陸上に運ばれ、家屋などに被害を与えたと記録されています。

■日本以外で発生する地震によっても津波が来ることがあるそうですが。

1960年に南米チリで発生した地震の際には、津波がまる一日かけて太平洋を伝わり、日本の沿岸にも大きな被害をもたらしました。場所によっては、今回の津波よりも大きかったようです。今回の十勝沖地震は幸い、太平洋全域に被害を及ぼすほどの津波は発生しませんでした。チリ地震などの巨大地震の場合、津波は太平洋を越えて被害をもたらすこともあります。ですから地震の発生直後に、環太平洋の諸国で迅速な情報交換がなされます。国際的な観測網の整備によって、少なくとも太平洋を越えて伝わるような津波の情報伝達に関しては、ほぼ万全の備えができています。

■地震の調査で産総研だから出来たこと、あるいは出来ることをご紹介下さい。

地震の観測や調査研究は気象庁・防災科技研・大学など、多くの機関で行われています。産総研では、地質学的な視野から地震や津波の調査を行っています。すなわ



ち、地層に残された過去の地震の痕跡を調べるといふ歴史科学的アプローチ、ならびに震源の岩石を実際に手に取って調べるという物質科学的なアプローチの二つが大きな特徴です。

今回の十勝沖地震の後にも、現地で地盤災害や津波の痕跡を調査しました(緊急調査レポート参照)。地震の発生直後に確認された津波の痕跡も、2週間後にはほとんど消失しており、今回の津波は地層に記録されることはなさそうです。

■産総研の調査結果は、どう役に立っているのでしょうか。

活断層や古地震の調査結果は、国の地震調査推進本部で行う地震の長期予測の基礎的なデータとして使われています。また、これらのデータに基づく数値シミュレーションを行って、強震動予測地図や津波の浸水履歴図を作っていますが、これらは自治体やライフライン関係などの防災対策のためのデータとして使われることを念頭に置いています。

プレート間地震

北海道南東沖の千島海溝では、太平洋プレートが、北海道をのせる北米プレートの下へ、年間10cm程度のスピードで沈み込んでいます。このため、沈み込むプレートと陸側のプレートとの間に歪が蓄積し、それが数10年～100年たつて一気に解放されることによって発生するのがプレート間地震と呼ばれるものです。

地震予知

地下水による地震予知

地震と地下水変化

「地震前に地下水位に異常が起きた」という報告は古くから伝えられています。1978年に東海地震予知を目的として、静岡県内で地下水位、水温、水質、ラドン濃度等の地下水の連続観測を始めました。それ以来、25年にわたり精密な地下水観測データを蓄積してきました。

現在想定されている地震発生モデルによると、本震発生前にもわずかな歪（ひずみ）変化が起こると推定されています。日本では、水を通さない地層（不透水層）に挟まれた複数の地下水（帯水層）が広く存在しています。このうち深い位置の帯水層では、地下水は周囲の地層に囲まれ、圧力がかかった状態にあります（被圧帯水層）。周囲の地層の歪が変化すると、帯水層内の圧力が変化し、この圧力変化により、観測井内の地下水位が変動し、歪を推定することができるのです。水温、水質等についても同様に変化すると推定されます。

なぜ地下水（地下水位）観測なのか

地球は、潮の満ち引きと同じく伸縮しています。この伸縮の時に歪を直接観測することは難しいのですが、地下水位観測は比較的容易に行うことができます。また、地下水の観測記録は古くから残されており、過去の大地震の際の地下水変化の記録も多く残っていま



● 図1 観測井位置図

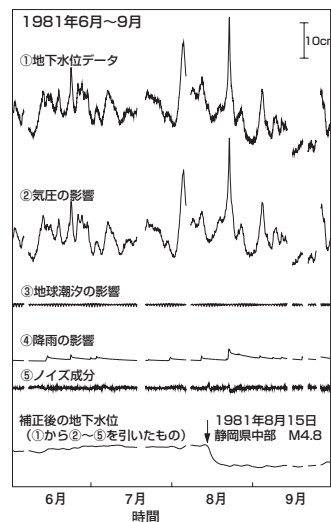
1995年兵庫県南部地震(阪神淡路大震災)をきっかけとして近畿地域にも観測井を増設し、現在(2003年10月)では東海、近畿地域を中心に約40カ所の観測井において地下水の観測を継続しています。

最新の地下水データは <http://gxwell.aist.go.jp> で公開され、毎日更新されています。

す。それらの記録がある井戸で、新たに高精度の観測を行い、その井戸の特性を、最新の知識を用いて解析することにより、過去の地震の際の歪変化を推定することができます。それにより、過去の地震の再評価が可能となり、将来の地震の際の地下水位変化、歪変化を予想することができます。ただし、地下水が利用されていると大きな雑音要因となり、解析が困難になるので、観測井を新設する場合は200~600mの深さの被圧帯水層を観測の対象としています。

予想される大地震前兆変化

解析によって推定された地下水位の歪感度を用い、現在想定されている東海地震発生モデルにしたがって各観測井における大地震直前の歪変化に相当する地下水変



● 図2. 地下水位データの解析
榛原観測井における静岡県中部の地震による地下水位変化の抽出。

化を予想しました。これによると、大地震発生前の1~45時間前に前兆が検出できることが期待できます。

【地球科学情報研究部門 高橋 誠】

産総研の東海地震予知

東海地震は、「大規模地震対策特別措置法」によって各機関により観測網が整備されており、日本国内では唯一予知が可能であると考えられています。我々の地下水観測網もこの地震予知体制の一部として組み込まれており、地下水観測データはオンラインで気象庁に転送され、24時間監視が行われています。また、「地震防災対策強化地域判定会委員打合せ会」(東海地震判定会)にもデータの提供を行っています。ちなみに、産総研では「東海地震では地震直前に数10cmも地下水位が変化する可能性がある」と予測をしています。

活断層 を探る

内陸大地震の発生を予測する

阪神・淡路大震災から始まった活断層の本格的調査

1995年1月17日に発生した兵庫県南部地震(M7.2)は、約6,400名の犠牲者を出した都市直下型の大地震(阪神・淡路大震災)でした。この地震は、野島断層が再活動したということで、活断層という言葉が広く知られるきっかけとなった地震でもあります。

また、日本での地震に関する調査研究の推進体制は、この地震の後、地震防災対策特別措置法の制定に関連して、それまでと大きく変わりました。科学技術庁(現 文部科学省)に地震調査研究推進本部が設置され、国全体としてより目標を明確した調査研究内容と計画を基に進められています。とりわけ、活断層情報に関しては、それまで国全体として十分な情報が整備されていなかったことから、全国の



●トレンチ調査(栃木県の関谷断層)
断層を横切るような溝を掘削し、壁面を観察・分析することによって、断層の活動時期等を明らかにしています。

主要な活断層98(下図)を当面の調査対象として設定して調査研究が進められることになりました。活断層研究に関しては産総研がその主要な役割を担っています。

活断層の調査と地震の長期予測

活断層とは、「非常に近い過去まで活動を繰り返してきた断層で、今後も活動する可能性が高い断層」と定義されています。「非常に近い過去」とは、地質学で200万年前から現在までの第四紀を指しています。過去に地震を発生させた活断層の調査から、活断層の長さや1回のずれの量(変位量)と地震の大きさには、正の相関関係があることがわかっています。したがって、将来の地震を予測し、防災に役立てるために、

●活断層の位置(地震の発生場

所の特定)

- 活断層の長さや1回の変位量(地震の規模の推定)
- 活断層の最新活動時期とその前の活動時期、または平均変位速度と1回の変位量(将来の活動時期の予測)

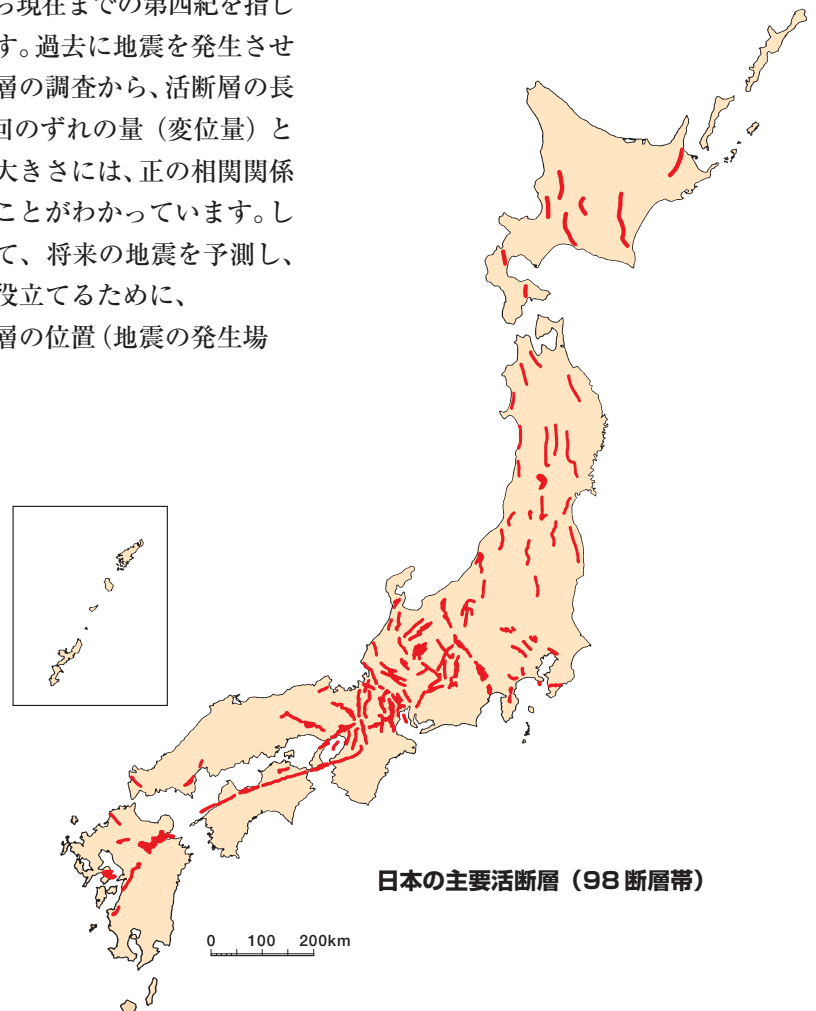
を明らかにする必要があります。

活断層の諸元を求めるために産総研は、空中写真判読や、地形・地質調査、トレンチ掘削調査(上図)、ボーリング調査、反射法地震探査などを実施しています。

【活断層研究センター 下川浩一】

活断層調査の課題

全国主要活断層等の調査は、順調に推移していますが、平野部に伏在する衝上断層の活動時期を特定するのは困難な場合が多くあります。また、長大な活断層では、一度に活動する区間を特定するのが難しい場合があります。今後、地震断層の詳細な計測や地殻変動観測等から得られるデータを活断層調査に活かすとともに、考古遺跡や湖沼などの連続した堆積物中の古地震データ等を、積極的に活用する必要があります。



日本の主要活断層(98断層帯)

震源に迫る

活断層の深部を探る

内陸地震の発生予測は難しい

地震は大きく分けると、2003年9月26日の十勝沖地震のように海溝沿いのプレート境界で発生する地震と、1995年兵庫県南部地震や2000年鳥取県西部地震のように海溝から離れた内陸部で発生する内陸地震などに分けられます。一般に海溝沿いの地震の発生間隔は、数10年から100年程度と比較的短く、その発生の長期予測精度は数10年です。一方内陸地震に関しては発生間隔が千年以上と言われており、その発生予測精度は数百年程度でしかありません。

内陸地震についてのこのような現状を改善し、社会に役立つような精度で発生予測が出来ないかとの期待は大きいと言えます。内陸活断層の深部はどのような状態になっているかを調べることで“内陸地震の発生予測精度が向上できるのではないか”、との観点から産総研では活断層の地下深部の構造を探っています。

断層破碎帯の実態が明らかに

兵庫県南部地震の発生直後に、

地震を発生させた張本人である野島断層で、ボーリング掘削による調査を実施し、世界で初めて断層破碎帯の実態を明らかにしました。この破碎帯は、幅50m程度の範囲が大きく破碎され、その破碎帯中をつたわる地震波の速度は、周囲よりも3~5割程度小さいこと等を見いだしました。このような断層破碎帯は地震発生直後の断層だけではなく、地震発生後100年以上経過した活断層でも見つかっています。これまでは断層破碎帯の存在が検証されたのは地下せいぜい1km程度までです。実際には“地下どれくらいの深さまで、どのように存在しているのか”を明らかにすることが次の課題となります。

断層破碎帯を伝える地震波：断層トラップ波

図1は、岩盤中に断層破碎帯が存在した場合の地震波の伝わり方を、計算機でシミュレーションしたもので、地震の震源から地震波が放出している様子です。断層破碎帯中には、地震波のエネルギーが大きく集中しトラップされていることが分かります。活断層の深部探査では、活断層を横切る形で地表に数10台の地震計を配置し、断層トラップ波を観測します。地下の破碎帯の実際の構造を求めるためには、様々な破碎帯の構造モデルを作成し、断層トラップ波の計算機シミュレーションを繰り返

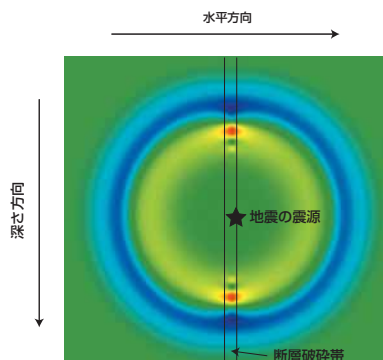
し、実際に観測された波形と同じ波形になる破碎帯のモデルを探していきます。

このような原理、技術にもとづいて、野島断層、鳥取県西部地震の震源域、富山-岐阜県境の跡津川断層や茂住-祐延断層で断層深部構造の探査を行っています。図2は鳥取県西部地震の調査例で、ほぼ線状に配列する余震分布の北側半分でのみ断層トラップ波が観測され、南半分ではトラップ波は見られませんでした。鳥取県西部地震はこの北半分と南半分のちょうど境界を破壊の開始点として始まった地震であることが明らかになりました。

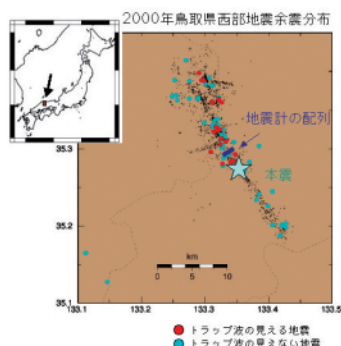
地震発生予測精度向上に向けて

活断層には活断層固有の断層破碎帯が存在し、大地震は断層上に存在する断層破碎帯全体で、すべりを発生させるものといえます。これは、従来、断層が厚さの実体のない単なる面としてとらえられていたことに対して、見方の転換を示したものと言えます。活断層が大地震の前にどのような変形が起こりうるのか、さらに、地震が起こった場合にそれはどのような地震になるのかを予測するために、産総研では、断層が地下深部でどのような振る舞いをしているのかを、断層周辺の岩石の変形履歴や実験室での変形実験を通して探る研究も展開しています。

【地球科学情報研究部門 桑原保人】



● 図1 断層破碎帯を伝える地震波の様子
断層破碎帯中の震源位置で地震が発生し、それからある時間経過した後の、地震波の振幅を色分けしています。赤色が最大振幅で、断層破碎帯中に地震波のエネルギーが集中していることが分かります。



● 図2 鳥取県西部地震での断層トラップ波調査例
地震はトラップ波の見える地震と見えない地震の分布のちょうど境界で発生したことが明らかになりました。

活断層物質を科学する

脆性変形と塑性変形

岩石に弾性限界を超えて力を加え続けていくと破壊に至ります。このような変形を脆性変形といいます。しかし地下深部で高温になると岩石はやわらかくなっていき、弾性限界を超えても破壊せずに流動し続ける塑性変形を起こすようになります。脆性的に変形した岩をカタクレサイト、塑性的に変形した岩をマイロナイトと呼びます。

1億年前の地震発生域 畑川破碎帯を見る

畑川破碎帯は、阿武隈山地の東部に広く分布する花崗岩体中を走る横ずれの断層です。断層面はほぼ垂直にたっており、左横ずれは60kmに上ると見積もられています。周辺の岩石の年代から、花崗岩はおよそ1億年前に5~10km程度の深さに貫入し、それから1千万年程度の、地質学的には比較的短い時間の間に主要な断層活動は終了したことがわかりました。

畑川破碎帯の中央部にはカタクレサイト帯が連続的に分布しており、もしそれが同時に活動したとすれば、1995年兵庫県南部地震と同程度であるマグニチュード7クラスの地震の破壊域に相当します。カタクレサイト帯の周りには左横ずれの変形を示すマイロナイトが最大幅1kmで分布しています。岩石中の鉱物の種類や化学組成から形成された温度を見積もると、カタクレサイトについては220~300℃前後、マイロナイトについてはおよそ250~400℃となり、内陸の地震発生領域の温度範囲をカバーしています。

マイロナイトが最も厚く分布す

過去から学ぶ

内陸に発生する大地震の多くは深さ10~15km、温度300℃前後の断層深部で発生します。地下深部で断層がどのような状態にあり、どのようなことが起こっているのかをさぐることは、地震の発生を理解するうえで大変重要になります。しかし、深い井戸を掘ってその岩石を取ってくるのはたいへん難しいので、私たちはかつての地震発生域がその後の地殻変動で地表に露出している場所を調べ、活断層の深部を推定しようとしています。

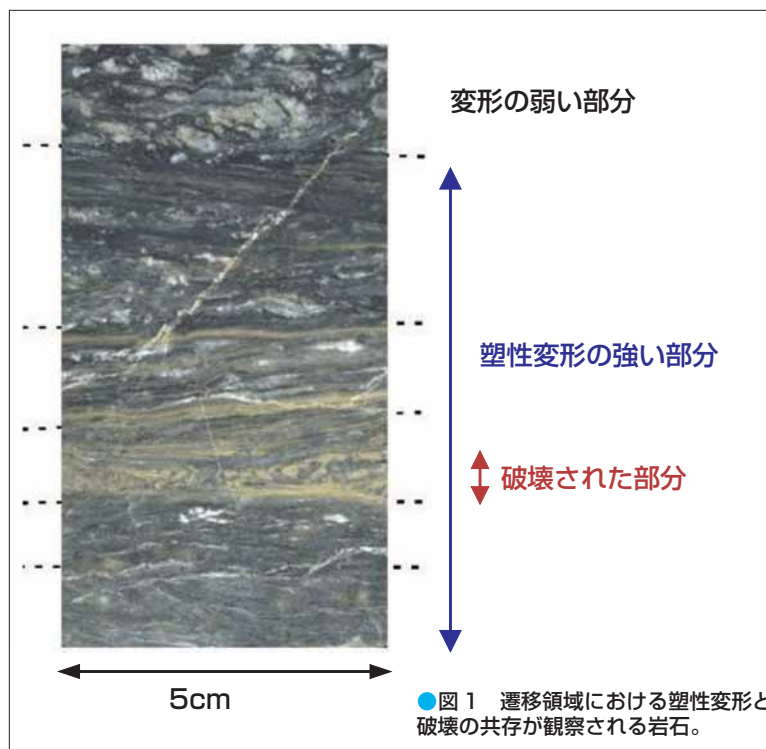
る昼曾根地域では、250~300℃前後で変形したと考えられる、マイロナイトがかなり広く分布します。変形の程度は不均質で、10mほどの間隔で塑性変形の強弱を繰り返します。塑性変形の強い部分には1mに1~2本程度の変形集中帯が見られ、大きいものは延長数10m以上、厚さも数10cm以上あるのに対し、小さなものは数m程度の長さしかなく厚さも数mm未満しかありません。変形集中帯の中心部は図1の写真のように破壊を伴うことが多く、破壊と塑性変形の重複が見られることから、まさに脆性-塑性の移り変わる領域で変形していることを示唆しています。

物質科学的見地から内陸活断層を見る

以上述べたように畑川破碎帯は、花崗岩地殻の脆性から塑性に移り変わる深度の地震発生域が露出したものと考えられます。ここでは数mmから数10kmまでの様々な大きさでの破壊や、塑性変形との共存が観察されています。そのような変形集中帯や割れ目は、様々なマグニチュードの地震の痕跡なのかもしれません。

野外調査に加えて室内実験などをあわせて内陸地震の本質に迫って生きたいと考えています。

【地球科学情報研究部門 藤本光一郎
(現 東京学芸大学)



● 図1 遷移領域における塑性変形と破壊の共存が観察される岩石。

地震動の予測

地震の揺れを予測する

高精度の地震動予測へ向けて

“ある地域の周辺のどこでどんな地震が起こり、その時その地域がどのくらいの揺れ（地震動）を被るか”を予測することを地震動予測（または、強震動予測）と言います。予測された揺れの強さやその発生頻度は、建築物の耐震設計、都市の防災計画といった防災対策の基礎的な情報となるのです。予測に基づいて防災対策をしても、実際の揺れが予測したものより大きければ、大きな被害が出る恐れがあるので予測は過大評価気味がよいのですが、あまり大きすぎると、設計・施工の際のコストが膨大になり、経済的には無駄が多くなります。そこで、高精度の地震動予測が求められます。

地震動予測は、震源像（地下の岩盤のずれ破壊のプロセス）の予測と地殻内部の地震波伝播のシミュレーションとに大きく分けられます。震源像の諸性質（ずれ破壊の破壊面の形状、ずれの量や方向、その進展方向や速度など）と地下構造のモデル化の誤差で、地面の揺れの見積もりは数倍から10倍程度変わります。

活断層研究センターでは、阪神地域をモデル地域として、地震動予測の性能を左右する要素を精度よく推定する方法を研究しています。当研究センターの地震動予測の特徴は、既存のデータをもとに作られた最新の3次元地盤モデル、活断層調査結果に基づく断層

モデル、破壊シミュレーションによる地震破壊シナリオを取り入れる点にあり、地形・地質・地球物理の最新情報を融合した世界的にもユニークなものです（図1）。

詳細な3次元地下構造モデル

地下の地盤の構造は、人工地震波を用いた反射法地震探査、ボーリング、重力値の変化の測定などの方法で調査されます。これらのデータから3次元で地層構造をモデル化し、地震波の伝播の仕方を左右する定数である地震波伝播速度や密度を推定します。モデル地域では、六甲・生駒・和泉・淡路島の山地を縁辺とするお盆のような形をした基盤の器の中、阪神の平野部と大阪湾からなる部分に、最大2.5kmを超える厚さの堆積物がたまっているのが特徴です。

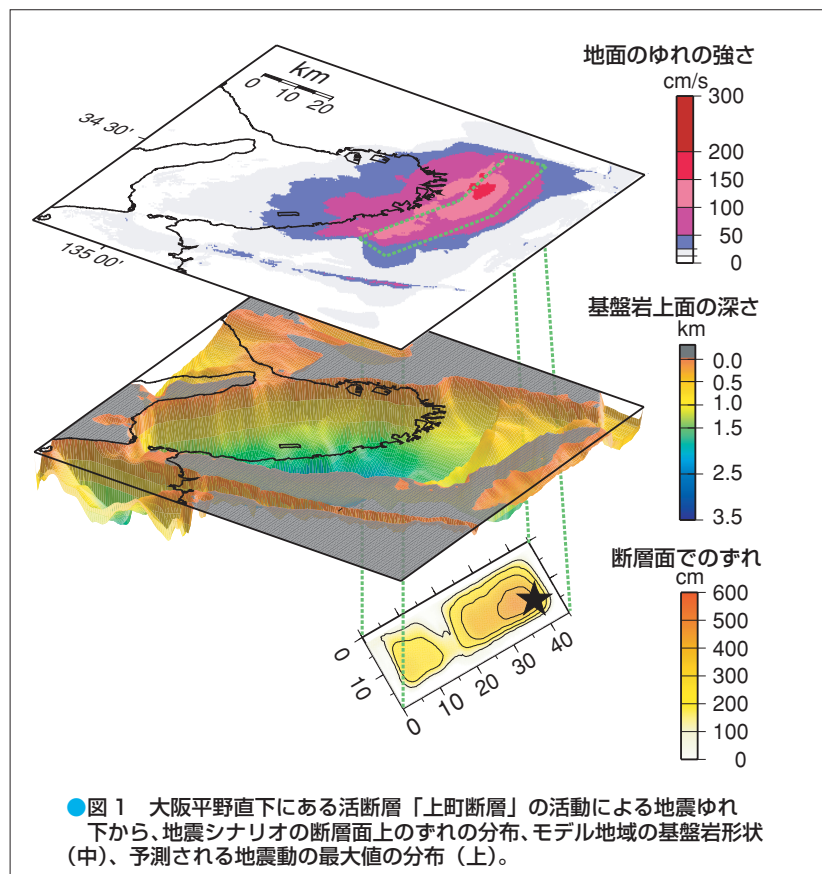
地震のずれ破壊シナリオの作成

内陸活断層の活動周期は、数千

年～数万年です。ほとんどの活断層の活動について、科学的観測どころか歴史記録も残されていません。そこで、対象とする断層系で発生する最大規模の地震の破壊シナリオを構築するため、まず、過去の地震活動によって生じた地層のずれを調べました。過去の地震のずれの分布から断層面上のずれの分布を推定し、弾性力学をもとにそのようなずれの分布を生じさせた力の分布を計算します。地震前の力の分布と断層面の幾何学的形状、ずれ破壊を規定する物理法則と地震波の伝播を規定する波動方程式を与えれば、ずれ破壊が進展する様子や、地震波が発生し伝播する様子を計算機上でシミュレーションすることができます（図2）。

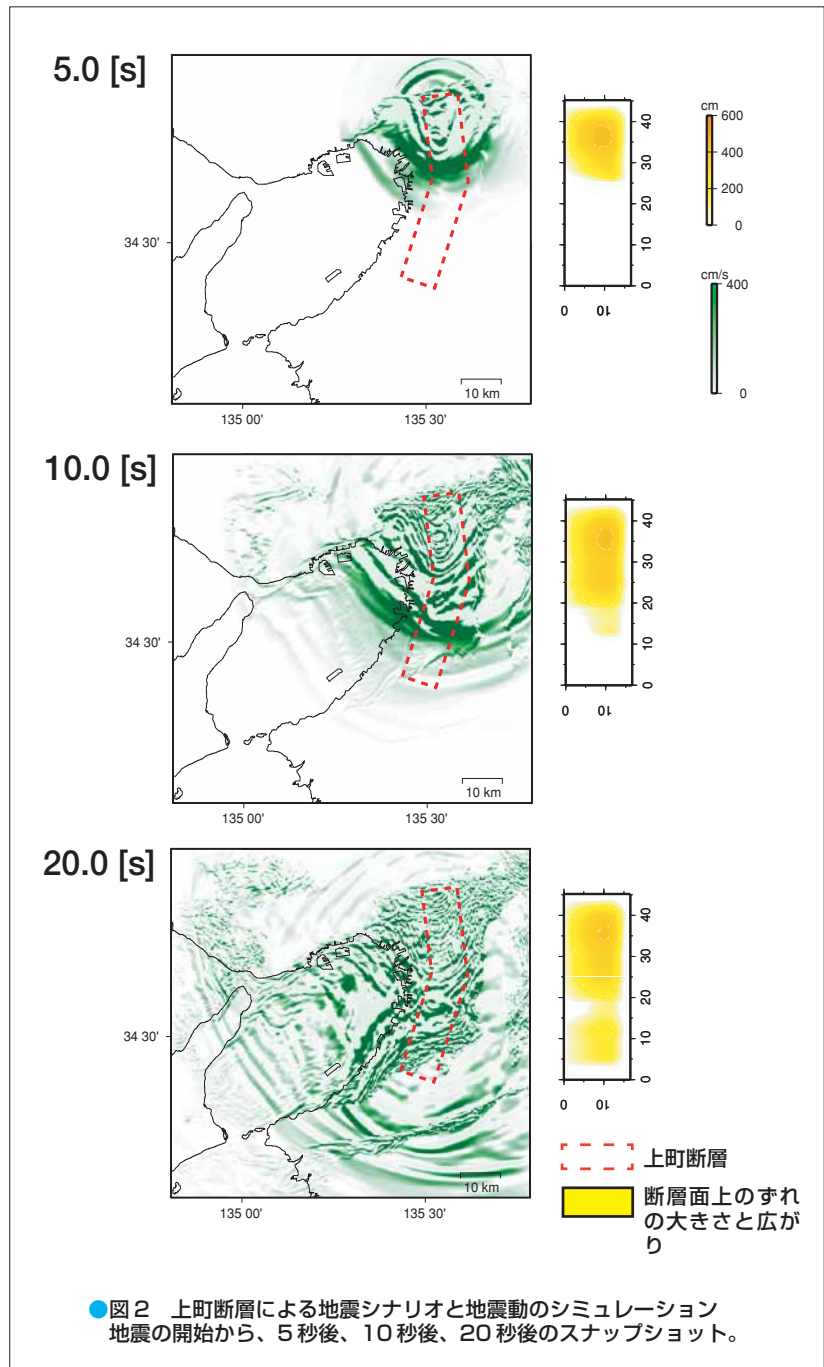
大阪平野・上町断層系の地震動予測の例

上町断層系は、大阪平野の中心



を南北に走る全長約45kmの逆断層で、断層系全体でずれが起これば、マグニチュード7前後の規模になると考えられています。長い年月の間に繰り返された地震による地層のずれが蓄積し、基盤には数百mの段差ができています。この地層のずれのデータを用いて上記の方法で地震破壊シナリオを推定し、それを大阪の盆地状の地下構造の中に導入して、地面の揺れをシミュレーションしました。図1には、各地点での揺れの最大振幅を示しています。柔らかく厚い堆積層により、大阪平野全体が大きな揺れを被ります。揺れの最も大きくなるのは、断層の直上域で、1995年兵庫県南部地震時に最も揺れの大きかった神戸市街地域に勝るとも劣らない揺れになるものと予想されます。また、地震動の強さ分布を詳細に見ると、ずれ破壊の大きさや進展方向と地下の基盤岩形状が複雑に影響していることがわかります。

これまで行った計算では、やわらかい堆積層のうちでも工学基盤と呼ばれる大きな建造物の支持層までを考慮しており、最も表層部の軟弱な部分は省いています。これは、軟弱な地層の振る舞いは同じ計算手法で扱えないこと、表層部は不均質が非常に強く、詳細な情報を要することが問題でした。地震動への影響が無視できないこの表層部を考慮した計算をするため、前述の3次元地盤構造モデル



とは別に表層部のみのモデルの作成、および、別の計算手法との組み合わせを行う計画です。

今年度中に地震動予測地図の暫

定版を完成させ、外部有識者・防災担当者からなる検討会を開催し、意見を求める予定です。

【活断層研究センター 関口春子】

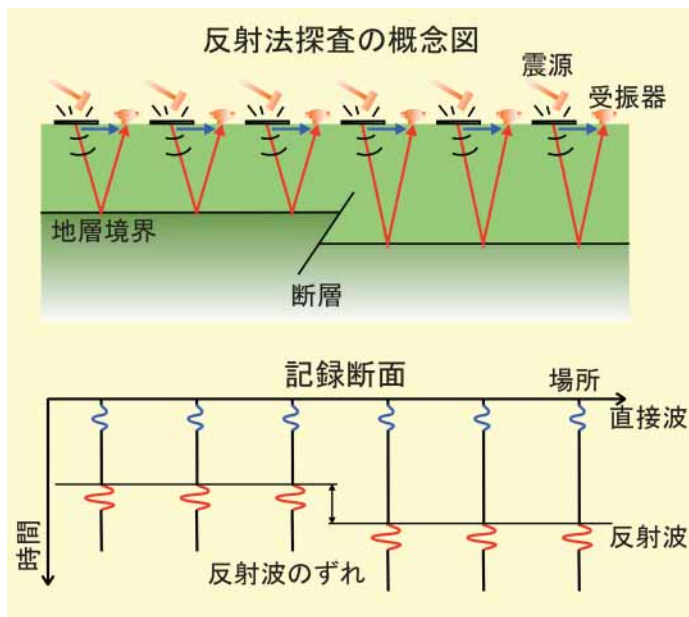
地形・地質・地球物理の最新情報を融合

阪神地域をモデル地域として、この地域が将来被るであろう地震の震源像と揺れを、精度よく推定する方法を研究しています。この研究は、既存のデータをもとに作られた最新の3次元地盤モデル、活断層調査結果に基づく断層モデル、破壊シミュレーションによる地震破壊シナリオを取り入れる点に特徴があり、地形・地質・地球物理の最新情報を融合した世界的にもユニークなものです。来年度には、地震動予測地図としてまとめる予定です。

地下構造と地震波速度の推定

平野部での強震動予測

現在、国の施策として地震災害軽減のための強震動予測が進められています。人口が密集し、産業立地の場である平野部での強震動予測は特に重要です。そこで活躍するのが、地下構造・断層形態・地震波速度等を高精度で推定できる反射法地震探査（以下、反射法と記す）なのです。反射法を漫画的に示したものが図です。震源と受振器を移動させながら観測すると、例えば断層のところで反射波の出現位置にずれを生じます。このように地下構造をイメージするのが反射法の基本です。原理的にはレーダーや超音波検診などと似ています。地震波には縦波(P波)と横波(S波)がありますが、地下数kmまでを対象とする平野部探査では、大出力P波震源がよ



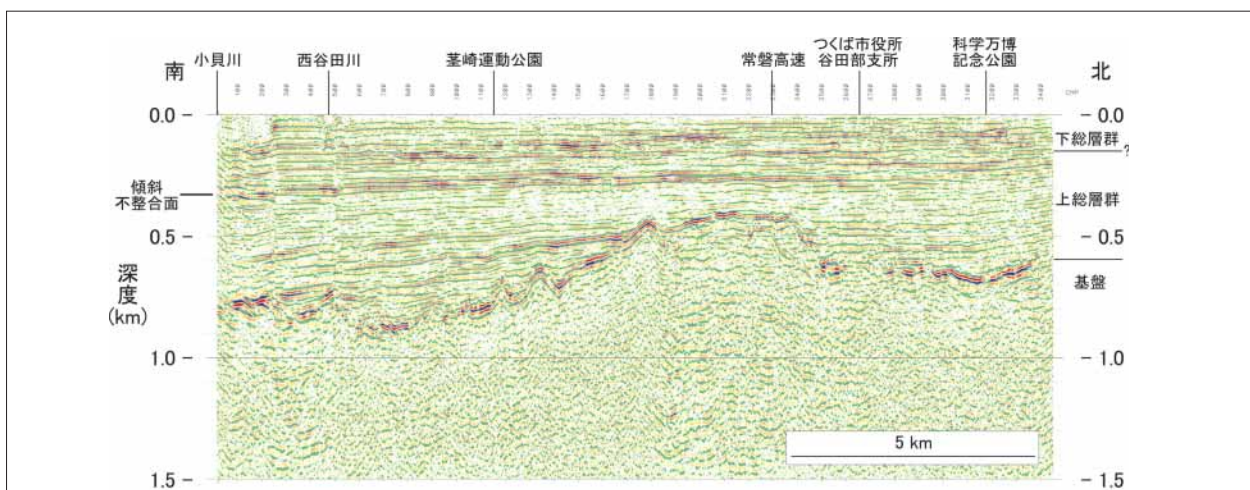
●図 反射法地震探査の概念図

く用いられます。その代表例が17トンの大型バイブレータ（写真）で、実際の野外観測は非常に大がかりになります。

S波速度構造の推定

地震動の振幅はS波速度に敏感なため、特に地下のS波速度構造を正確に知ることが強震動予測に

にとって重要です。今のところ大出力S波震源の作製は困難であり、S波の地中での減衰も大きいため、直接的なS波深部探査は実現できていません。しかしPS変換波（P波で地下に伝播し、地層境界で反射した際にS波となって戻ってくる波）を捉えれば、深部までのS波速度情報を得られるのではないか



つくば市周辺における地下構造探査例（縦方向を5倍に拡大）

地下構造のイメージング

つくば市～取手市近傍での探査例を図に示します。この地域の古い時代の岩石(基盤)は、大局的に南方に徐々に深まります。しかし常磐高速道付近の地下に比高300-500mほどの基盤岩の「山」が存在するなど、その上面は予想以上に起伏に富んでいます。また上位の堆積層は深度300m付近を境にして傾斜が異なっており、こういった境界は傾斜不整合とよばれ、下位の地層が堆積後、変形・侵食を受け、その後上位の地層が堆積したことを、つまり上下の地層の堆積に時間間隙があったことを示しています。反射法により得られた構造から、このような堆積史・変動史などを知ることができます。



●写真 反射法地震探査の様子
右側の起振車で地面に振動を与えて、左側の地震計の列で地中から反射した波を受振し、それらを解析することにより、地下の反射断面が得られる。

と予想されます。つまり震源として図2のような大出力P波震源を使用でき、また地下で変換したS波は地中を片道しか通らないので減

衰が半分ですむからです。現在のところ、実際、予想通りに深度約2kmまでS波速度構造の推定が可能となっています。

一石二鳥のPS変換波反射法

PS変換波反射法は、1回の探査でP波・S波両方の速度構造が分かるという一石二鳥の探査法です。まだ問題点はありますが、今後とも改良を重ね、強震動予測等のために貢献していきたいと考えています。

【地球科学情報研究部門 横倉隆伸】

産総研の地震調査研究と情報の公開

地震調査研究

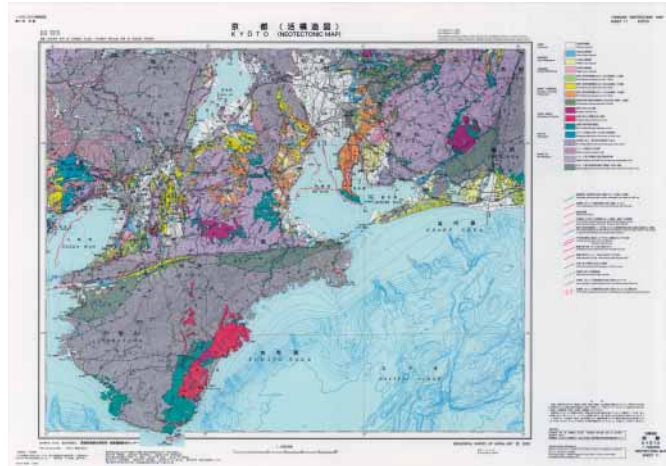
産総研の地震調査研究

私たちの住んでいる日本列島は、世界的にみても地震・火山活動が活発な地質学的環境にある国です。日本では地震に関しては一般の人々の関心が高く、毎年のように発生する地震災害に際して、マスメディアによる報道が盛んに行われており、地震に関する研究の進展への期待は、非常に強いと実感しています。

産総研では地震に関する基礎研究から、活断層の調査等のように、社会から直接的に要請され事業的に進める研究まで、幅広い分野の研究を実施しています。

国の地震調査研究は、気象庁、国土地理院を始め、大学等の研究機関が連携し、互いに分担して、無駄のない長期的視野に立った研究の推進体制のもとですすめられています。

平成15年度は具体的には下記の12研究課題をそれぞれの研究ユニットで実施しています。この特集ではこの中から6研究について紹介しております。



●活構造図「京都」

平成15年度研究課題一覧

活断層研究センター

- ・全国主要活断層等の研究
- ・活断層系のセグメンテーション研究
- ・活断層データベース・活構造図等の研究
- ・海溝型地震の履歴と被害予測の研究
- ・地震被害予測の高度化研究

海洋資源環境研究部門

- ・海域活断層の評価手法の研究

地球科学情報研究部門

- ・地震防災対策強化地域及び活断層近傍等における地下水等観測研究
- ・平野部の深部地下構造に関する研究
- ・活断層の深部地下構造の研究
- ・地震発生域における強度回復過程に関する実験的研究
- ・平野地下地質・構造データベース整備の研究

電力エネルギー研究部門

- ・多点計測技術及び発生源同定技術の研究

情報の公開

研究情報の 収集・広報・普及活動

活断層や地下水観測は国内の研究機関では、唯一産総研が担当しています。そのため、国内外の情報を広く集め、それを使える情報として、一定の評価を行い、整理してデータベース化することも重要な任務として位置づけられます。

活断層調査など各地で行われる調

査に際しては、地域の住民の方々に活断層の実態や研究の目的などをご説明して、防災意識の向上のための機会として、知識の普及に努めています。また、先に述べた緊急調査でわかったことなども速やかに広報することにも努めています（写真）。



●活断層トレンチ掘削調査結果の地元住民への現地説明
活断層の存在とその調査の意義・結果を地元教育委員会などと協力して、地域住民の皆様に分かりやすく説明しています。

地質調査総合センターが提供するデータベース

■ 20万分の1 日本数値地質図データベース

<http://www.aist.go.jp/RIODB/db084/main.html>

■ 海洋地質データベース

北西太平洋域を主とした海域の海底地質に関する情報を紹介。

<http://www.aist.go.jp/RIODB/db085/>

■ 北西太平洋（日本周辺海域）海底鉱物資源データベース

深海底鉱物資源の概念、北西太平洋での調査成果概要を紹介。

<http://www.aist.go.jp/RIODB/db058/>

■ 北西太平洋海底堆積物データベース

海底堆積物情報データベースを中心として、海底写真やコア柱状図、粒度分析値、細骨材資源評価などの情報を紹介。

<http://www.aist.go.jp/RIODB/db059/>

■ 日本列島基盤岩類物性データベース

日本列島の基盤岩類（花崗岩類および変性岩類）の岩石物性データ採集位置情報と共に紹介。

http://www.aist.go.jp/RIODB/pb-rock21/index_J.html

■ 岩石標準試料データベース

岩石の化学組成や同位体組成、年代値の信頼性の高いデータを紹介。

<http://www.aist.go.jp/RIODB/geostand/gsj1j.html>

■ 岩石物性値データベース

岩石の密度、磁性、P波速度、有効空隙率、熱伝導率などの紹介。

<http://www.aist.go.jp/RIODB/prock/welcome.html>

■ 地盤データベース

日本列島を構成する岩石の密度とその分析を紹介。

<http://www.aist.go.jp/RIODB/jibandb/index.html>

■ 地熱ボーリング・コア・データベース

葛根田地熱地域のWD-1a抗井の2842-2844mから採取されたスポットコアを紹介。

<http://www.aist.go.jp/RIODB/drillcore/>

■ 「地層・岩体・火山」事典

日本列島の成り立ちを理解するためのDB。

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

■ 地質標本登録データベース

地質標本館に登録された標本の登録情報を紹介。

<http://www.aist.go.jp/RIODB/dgems/>

■ 物理探査調査研究活動データベース

日本の各機関で進められた物理探査調査研究について、「いつ、どこで、誰が、何のために、どういう規模で、どのような調査を実施したか」をできる限り網羅的にリストアップし紹介。

<http://www.aist.go.jp/RIODB/exacts/index.html>

■ 日本地質図データベース

産総研で発行している百万分の一の数値地質図のCD-ROM版の一部をイメージとして紹介。日本列島の最新の地質概要が解ります。

http://www.aist.go.jp/RIODB/geolmap/geomap_j.html

■ 日本地質文献データベース

地質調査情報部で収集した、日本及び日本周辺海域に関する地球科学及び地下資源に関する文献のDB。日本人著者によるこの分野の文献も含まれます。

http://www.aist.go.jp/RIODB/cgi-db011/DB011_top.cgi

■ 世界地質図データベース

地質調査情報部で収集した、主に外国地質図の所蔵を検索するDB。

<http://www.aist.go.jp/RIODB/g-mapi/index.html>

●地質調査総合センター (<http://www.gsj.jp/HomePageJP.html>)

地質調査総合センター(Geological Survey of Japan)とは、産総研の研究ユニットのうち、主として旧地質調査所の研究業務を継承する5研究実施部門、2地質調査連携研究体、3研究関連部署から構成される「地質の調査」に関連するユニットの総称です。それぞれのユニットは独自のミッションを持ち、自ら掲げる目標を達成するための活動を行う一方、地質調査総合センターのもとで、「地質の調査」分野の連携による質の高い研究開発、内外の関連組織との連携強化や研究成果の効果的な発信、地質災害発生時における緊急調査の実施等を目的とした企画と調整を行っています。

交直差標準の供給 - 交直変換器 -

計測標準研究部門 藤木 弘之

交流電圧標準を導くための交直差標準

交流電圧標準を導く手段として主に二通りの方法が考えられている。一つは理想的な正弦波を作るダイレクトな方法で、もう一つは直流電圧標準(ジョセフソン電圧標準)と比較することにより導く方法である。現在は、比較器を介して直流電圧より導く方法が精度が良いことから、電気標準の分野では後者のほうが主流である。比較器は直流電圧と交流電圧の実効値が比較できるものであればよく、交直変換器と呼ばれている。また、直流電圧から交流電圧への変換誤差に相当するものを「交直差」と呼んでいる。交直変換器の交直差を求めることが交流電圧標準を導くに重要な意味を持つことから、各国の標準機関において、交直変換器の開発や交直差測定法が開発されてきた。

交直変換器としては、抵抗に交流電圧を印加し、その温度変化を交直比較測定する熱型が大半である。その中で普及しているものとして、真空熱電対型交直変換器があり、直径20 μm程度の抵抗線に絶縁ビーズで熱電対を取り付けたものをガラス球内に真空封入された構造となっている(写真)。最近行われた国際比較においても、このタイプの交直変換器が巡回器として使用されている。

供給範囲の拡大

産総研では、電圧範囲2V~20V、

周波数範囲40Hz~100kHzの範囲で交直差標準を供給してきた。今回、周波数範囲を、上記電圧範囲において10Hz~1MHzへと拡張した。また、電圧範囲を20V~1000V(周波数範囲は10Hz~100kHz)へと拡大した。

交直差標準の供給は、依頼者の所有する交直変換器の交直差を校正することになる。校正方法は、産総研の所有する特定交直変換器と比較測定を行って、被校正器との交直差の差を測定し、特定交直変換器の持つ交直差を基準として求める。

交直変換器自身が持つ交直差の主な要因として以下のものがある。熱型交直変換器の場合、周波数が高くなると、表皮効果、浮遊容量、インダクタンスの影響で、交直差が大きくなる。一方、低周波領域においては、抵抗線の発熱が入力交流電圧周期に従って変化し、出力の熱起電力にリップルが観測され、交直差の原因となる。これらとは別に、直流と交流印加時の抵抗線の温度分布の違いにより交直差が生じる。直流電圧印加時は、電流が一方方向のみに流れることにより、抵抗線と抵抗支柱両端における異種金属間での発熱、吸収が偏り、抵抗線の両端で温度差が生じる。また温度勾配がある金属中を電流が流れるときの発熱、吸収の効果やゼーベック効果による熱起電力が加わり、交直差が生じる。

今回の高周波領域の拡張にあたっては、交直差の周波数特性が計算可能な構造の交直変換器を開発し、そのモデル計算により導いている。一方、低周波領域においては、熱リップルを抑えた変換器を基準器として用いた比較測定で特定交直変換器の交直差を求めている。なお、直流電圧印加時の熱起電力に起因する交直差は、ファスト・リバースDC法(AIST Today Vol.2, No.12, p.21)を用いて見積っている。

また、電圧範囲の拡大においては、一般に交直変換器の耐電圧を増やすのではなく、分圧用の(レンジ)抵抗器を直列に接続し、定格電圧を上げていく。この場合の交直差はレンジ抵抗器込みのものとなり、校正試験と同じ方法を用いて、交直差の分かった交直変換器との比較測定によって求める。同様に、さらに大きい抵抗のレンジ抵抗器を用いて、先に校正された変換器と比較測定を行って順次電圧範囲を拡大する。

国際相互承認の準備

現在、各国家計量機関は、各国間の計量標準の同等性とその国の校正証明書を相互に承認することを目的とする内容の、国際相互承認の準備を進めている。承認を得るための柱は、国際比較を行い、国際標準との同等性の程度を量的に示すことと、品質システムを備え、校正技術等の審査を受けることである。

今回の供給範囲の拡大に先だって、2002年2月に、交直差の基本電圧範囲である3V(周波数:1kHz~1MHz)のAPMP国際比較、及び、2002年11月に、高電圧領域の500V、1000V(周波数:1kHz~100kHz)のAPMP国際比較に参加した。現在、品質システムの整備を進めている状況であり、今年度内に技術審査を受ける予定である。



写真 真空熱電対型交直変換器

交流電圧標準の確立

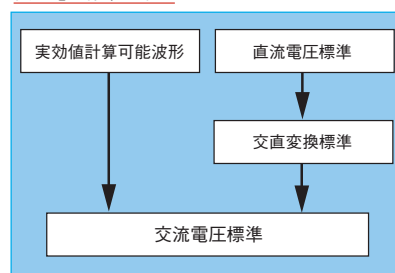


図 交流電圧標準の流れ

海洋地質情報の提供

海洋資源環境研究部門 岡村 行信

海洋地質図

海底には、陸地と同じく様々な岩石や堆積物が分布しており、資源もあれば活断層もある。海に囲まれた日本列島周辺の広い海底が、どのような地質から構成されているのかを表現したのが海洋地質図である。産総研では今までに100万分の1の海底地質図を作成し日本周辺海域のほぼ全域をカバーしている。現在は20万分の1の海底地質図と表層堆積図(図1)の整備を進めている。海底の表面は泥や砂に覆われていることが多く、その堆積物の分布を示したのが表層堆積図で、表面の堆積物を取り除いたのが海底地質図である。

音波探査で分かる海底地質

海底は人間が自由に行動できない上、光もほとんど届かないため、音波を使って調査する。海面直下で強力な音波を発振し、海底及び海底下からの反射音を受信することによって、海底下の地質構造が明らかにできる(音波探査と呼ばれている)。この方法は陸上では簡単にわからない地下(海底下)の地質構造がわかることが大きな特徴である。音波の周波数や強度を変えることによって、海底表層の詳細な地質構造から地下

数km以上の深い構造まで調べることができ、日本周辺の海底に分布する活断層や褶曲構造はかなり精度よく明らかにされた。たとえば2003年7月に発生した宮城県北部地震では、陸上の旭山撓曲が注目されたが、その撓曲から南の仙台湾の中に連続する断層があることが、海洋地質図から明らかになっている(図2)。また、日本海東縁にも数多くの活断層が分布していることが明らかにされた。

海洋環境の現状と過去が分かる表層堆積図

表層堆積図は海底の堆積物を採取し、その分析データを基に作成している。海底の泥や砂も、粒度やその組成は場所によって変化し、その変化は海洋環境の影響を強く受けている。近くの河川から運ばれる物質や海水中で生成される生物遺骸の組成や量に加えて、海流や海水の温度・化学条件などを反映して、堆積物の組成が決まってくる。表層堆積図にはそのような海洋環境の現状や過去からの変化に関する情報が含まれている。

データの活用

海洋地質図を作成するために、収集された音波探査プロフィールや堆積物試料は膨大な量に上る。これら

のデータは、異なる分析方法を適用することによって図には表現できない情報も引き出すことができる。たとえば、海底の堆積物を詳細に分析することによって、過去の海洋環境がどのように変化してきたかを知ることができる。また、ある場所では過去の地震によって発生した海底地滑りがタービダイトと呼ばれる砂層として記録されているので、その年代を分析することによって、日本の歴史記録に残っていない地震の年代を明らかにできる。このように、海洋地質図を作成するために収集された試資料は、地質図の作成だけでなく、日本列島が経験してきた災害や環境変動を解明する材料としても利用できる。これらのデータはインターネットを通じて公開するためにデータベース化が進められている。また、海洋地質図も従来の紙に印刷されたものではなく、CD-ROM出版に切り替え、印刷物だけでは提供できない情報も盛り込み、またパソコン上で様々な加工ができるような工夫を凝らしている。今後、収集したデータを公開すると共に、そのデータに隠された地質現象の解明にも力を注いで行く。

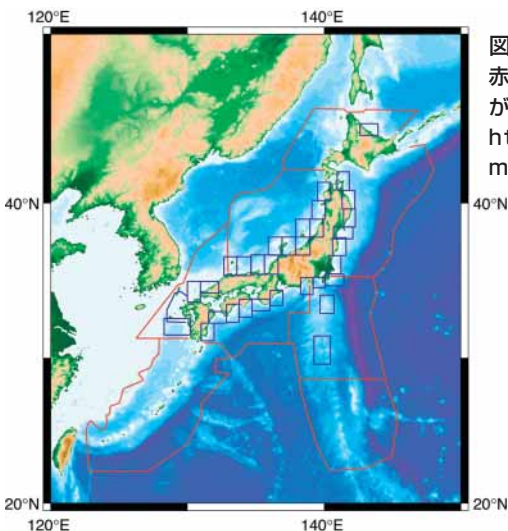


図1 今までに出版された海洋地質図赤枠が100万分の1海底地質図、青枠が20万分の1海洋地質図(詳しくは<http://www.gsj.jp/Map/JP/marine.htm>を参照)。

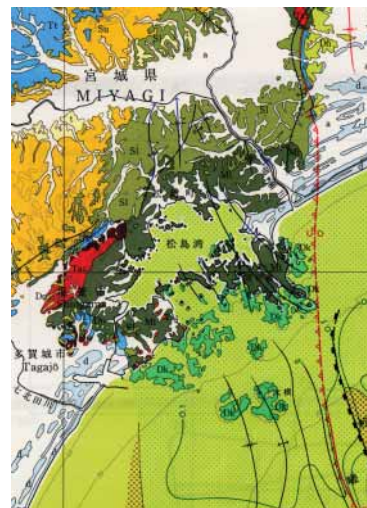


図2 仙台湾の海底地質図の一部旭山撓曲から仙台湾に延びる断層(南北に延びる赤線)が示され、活断層の可能性が指摘されている。

日本語文字の最小可読文字サイズ推定方法に関する標準化

人間福祉医工学研究部門、成果普及部門 工業標準部

人間福祉医工学研究部門における知的基盤及び標準基盤研究の成果として「高齢者・障害者配慮設計指針－視覚表示物－日本語文字の最小可読文字サイズ推定方法」が日本工業標準調査会の議決を得て、2003年10月にJISとして制定されたので、その概要を紹介する。

JIS 制定の背景

社会生活において文字情報は必要不可欠のものである。特に視力の低下した高齢者等にとって、読みづらい場合が多く見受けられ、何らかの対策が必要とされている。たとえば、交通標識、避難標識、駅公園などの公共空間における案内板、券売機、家電製品、薬の容器や説明書などの安全性の説明書や注意書きなどの文字は高齢者を含む、より多くの人にとって読みやすいものでなくてはならないが、読みやすい文字についての指針となるものが、これまで何も規定されていなかった。

平成13年に“ISO/IECガイド71規格作成における高齢者、障害者のニーズへの配慮ガイドライン”が国際ガイドとして制定された。一方、日本工業標準調査会消費者政策特別委員会では、“標準化における消費者政策の在り方に関する提言書”がまとめられ、読みやすい文字の大きさやフォントを規定する必要性が指摘されていた。

こうした背景から、文字を設計する際の指針として、様々な環境下で、高齢者を含む様々な年齢の観測者が日本語一文字を読むことのできる最小の文字サイズの推定方法についてJISを制定することとしたものである。また、弱者や視覚障害者を対象として文字の設計を行う場合はその用途によって健常者とは全く別に適切な文字の大きさが必要となるが、健常者の基準を参考にして行うと適切な文字設計がより行いやすくなると考えられる。

規格の概要

この規格は、10歳程度の若年者から80歳程度の高齢者までの任意の年齢の視覚的病歴のない健常者が様々な環境下で、平仮名、片仮名、アラビア数字及び漢字の日本語文字の一文字を、81%以上の正答率で読むことができる最小の文字サイズ（ポイントで表す）の推定方法について規定している。

対象とする文字は、明るい背景に暗い文字で表示され、かつ、白地に黒のような高いコントラストで表示された明朝体及びゴシック体の二つの書体であって、標識、表示ラベル、パンフレットを始めとする視覚表示物に用いるものとしている。

観測の条件

10歳から80歳までの任意の年齢

の人で、視覚的病歴のない健常な人を対象者とし、5mの視距離で視力矯正をした場合に読みとれる最小の文字サイズの推定方法とした。

ただし、5m以内の視距離において矯正した場合は、この規格で推定する文字サイズよりも小さい文字でも読むことができる。

JIS 制定による効果・期待と今後の課題

日本語文字の最小可読文字サイズの推定方法のJISが制定され、普及することにより、視力の低下した高齢者でも様々な文字情報が読みやすくなることが期待される。例えば薬の注意書きや電気製品や燃焼器具などの取扱説明書など、その取扱い上、特に安全性が求められるようなものに対して、読みやすく表示されるようになることは、たいへん意義のあるものと考えられる。このため、このJISの普及を図っていくことが重要であると考えられる。

また、今後の課題として、今回制定される日本語一文字の読みやすさの推定方法を基礎として、文字集団としての文章、たとえば、文字と文字の間隔の大きさ、行間の広さなど、文章にした場合の読みやすい文字配列の推定方法についても確立していくことが必要と考えており、次の課題として検討を進めていく。



図1 JIS 制定の必要性

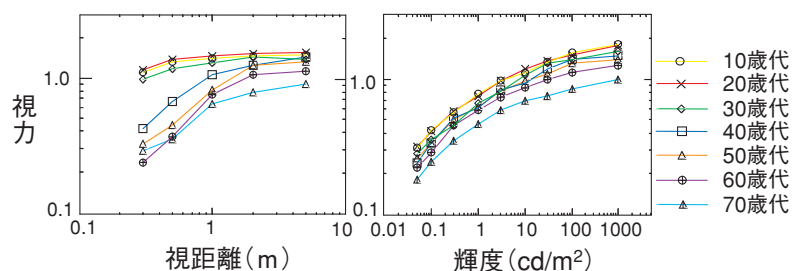


図2 年代別の視距離・輝度における視力の変化

10歳代から70歳代までの111名の観測データに基づく視力の変化と視距離及び輝度との関係をグラフで表示

ニーズとシーズの出会いの場

近畿産学官連携技術シーズ発表会

産学官連携コーディネータ（関西センター） 竹中 啓恭

関西では、経済産業省近畿経済産業局（近畿経済局）が結節点となって、近畿「産業クラスター計画」（平成13年度より推進）のもとに、バイオ系、ものづくり系、情報系、エネルギー・環境系の4プロジェクト、および関連事業として産学官のマッチングを目的とした連携支援事業等が実施されています。産総研関西センターとしても産学官連携業務の一環として上記プロジェクト・事業に積極的に参加・協力しています。今回は、そのような連携支援事業の1つで、関西センターと近畿経済局との共催で実施している「近畿産学官連携技術シーズ発表会」（以下、「シーズ発表会」）についてご紹介します。

産学官連携の研究体制の構築を目指す「シーズ発表会」

「シーズ発表会」は、大学、公設試験研究機関（公設研）、産総研の優れた技術シーズを産業界に提供し、迅速かつ効率的に事業化に結びつけることを目的にしていますが、すぐにマッチングが行えるような技術のみを対象とするのではなく、むしろ実用化への課題を解決するための産学官が連携した研究体制の構築、例えば、地域コンソーシアム等の新しい研究体制の組み上げを図ることも重要な目的としています。このため大学の助教授、助手等の各研究機関の若手研究者にも発表していただくなど、関西におけるイノベーションシ

ステムの充実にも配慮をしています。これが従前のマッチング事業とは異なる「シーズ発表会」の新しい側面でもあります。

「シーズ発表会」のスキーム(図)は、近畿経済局や産総研関西センターが技術分野を設定して、直接あるいは大学等の連携部署やTLO（関西、大阪、兵庫、三重、四国）を介して、シーズ提供者を募集し、発表会を企画します（シーズの発掘、ニーズの紹介）。同時に、「シーズ発表会」への参加者を関連団体あるいはホームページや誌上を通じて広く募集します。

シーズ発表会当日およびその後の事業内容（シーズの紹介、ニーズの発掘）は以下の通りです。

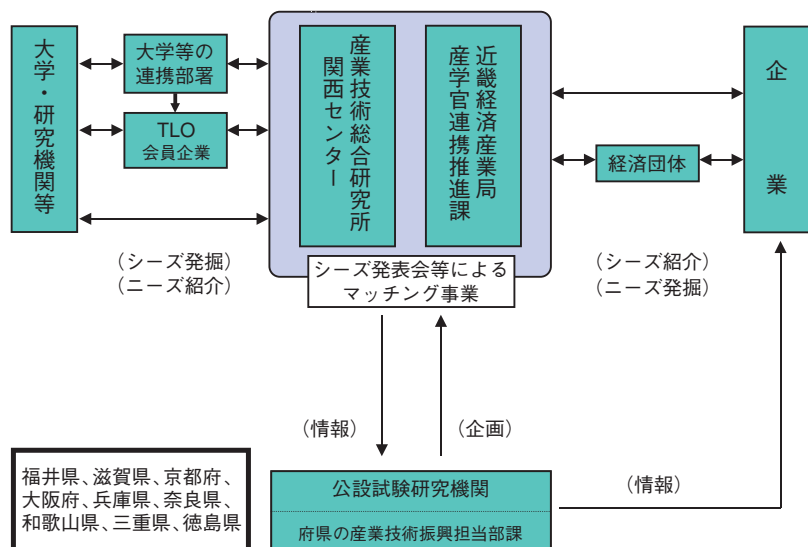
- 大学・産総研・公設研の研究者によるシーズの紹介（利用と応用を中心に説明）
- 発表会終了後、希望する企業に対して研究者およびコーディネータ等による名刺交換会と個別相談会（今後の連携についてより具体的に相談）
- フォローアップの実施

本発表会を通じた研究者と企業とのマッチングは、産総研と近畿経済局が、TLO等のコーディネータや地域商工会議所等と連携しながら進捗状況等をフォローアップするとともに、地域コンソーシアム制度等の技術開発支援施策の活用についてアドバイスを行います。

定着してきた「シーズ発表会」とその成果

これまでの実施状況ならびに今後の予定を表に示しました。毎回、多

広域連携マッチングで新技術・新産業の創出を支援
—ニーズとシーズのマッチングによる新技術・新産業創出—



●図 シーズ発表会のスキーム

●表 近畿産学官連携技術シーズ発表会の実施状況と予定、マッチング状況

回	実施年月日	場 所	分 野	発 表 テーマ数	参加企業等	個別相談	マッチング状況 (判明分)
平成13～14年度							
第1回	平成14年3月26日	大阪市内	ものづくり全般	5件	56名	7件	H14年度地域コンソーシアム採択1件、同研究検討中1件
第2回	平成14年5月17日	大阪市内	精密加工分野	4件	83名	11件	
第3回	平成14年6月28日	大阪市内	医療・福祉機器分野	4件	84名	10件	H15年度補助金申請1件
第4回	平成14年8月23日	福井市内	表面加工技術、 環境・リサイクル技術分野	4件	84名	12件	共同研究実施中1件
第5回	平成14年10月18日	大阪市内	情報・通信技術分野	4件	49名	5件	共同研究のための研究会設置1件
第6回	平成14年10月28日	神戸市内	ファインセラミックス分野	2件	63名	4件	
第7回	平成14年11月8日	大阪市内	材料・加工分野、環境技術分野	11件	79名	19件	
第8回	平成14年12月6日	尼崎市内	機械金属分野、環境技術分野	4件	68名	5件	
第9回	平成15年2月7日	東大阪市内	材料分野	4件	53名	5件	
第10回	平成15年3月28日	京都市内	環境・リサイクル技術分野	4件	72名	12件	サンプル提供依頼1件
合 計				46件	691名	90件	
平成15年度							
第1回	平成15年5月23日	東大阪市内	ナノテクノロジー・材料分野	4件	102名	15件	
第2回	平成15年7月18日	尼崎市内	環境・リサイクル分野	4件	90名	10件	
第3回	平成15年9月19日	大阪市内	機械加工分野、測定技術分野	4件	86名	7件	
第4回	平成15年11月21日	神戸市内	分野未定 (立命館大学シーズ)				
第5回	平成16年1月23日	八尾市内	ロボット関連技術分野				
第6回	平成16年3月12日	京都市内	医療・福祉分野				

くの参加者を得ているだけでなく、非常に熱心な個別相談が行われるために、時間が不足する場合がほとんどです。この場合には、後日、発表者や関係機関の担当者に連絡を取っていただき、さらに議論を深めていただくこととなります。「シーズ発表会」発足当初は、参加者を募るため努力をしましたが、回を重ねるごとにリピーターも増え、また、ホームページを見て参加する企業も多くなってきたことから、地域に確実に定着してきたように感じています。

平成14年3月から平成15年7月まで合計12回のシーズ発表会を開催し、発表件数はあわせて54件になります。発表課題の技術分野はナノテクノロジー・材料・加工21件、環境・リサイクル18件、表面・精密加工5件、医療・福祉機器および情報通信が各4件、その他の分野2件となっています。シーズを発表する研究者の所属は、大学31件、公設研14件、産総研10件となっています。参加者は企業の方が大半ですが、発表会の内容によって大企業が多い場合と中小企業が多い場合があります。大学や

公設研関係者、また、ベンチャーキャピタル、証券会社、監査法人等からの参加も見られます。

主な成果として、平成14年度地域新生コンソーシアム研究開発事業採択(課題名:「バイオマス繊維/生分解プラスチックの界面制御型複合材料の開発」、参画機関:京都工芸繊維大、産総研、京都市工業試験場、積水化学工業(株)、清水建設(株)、明興産業(株)、永井合成樹脂工業(株)、(株)グリーンバイオ)や共同研究(「リサイクルPETの加熱溶解時における基礎技術に関する研究」、福井県工業技術センター、フクビ化学工業(株))、サンプル提供契約(「発光リサイクルガラス」産総研からA社へ)があり、また、これらの他にも、補助金申請や研究会設置に至ったケースがあります。

● 今後の課題と期待

今後、さらに成果を上げていくためには、よいシーズを発掘することはもちろんですが、TLOや地域商工会議所等との連携を一層強化すると

ともに、発表者と企業に対するフォローアップを充実させていくことが重要であると考えています。このため産と学をうまく橋渡しするコーディネータの役割が大きく産総研における産学官連携コーディネータやシニアリサーチャーの腕の見せ所でもあります。今後、少し時間がかかるかもしれませんが実績を積み上げることで多くの成果が出てくることを期待しています。

最後に、関係各位のご協力に感謝しますとともに、企業の皆様、研究者の皆様、この「シーズ発表会」をぜひ積極的にご活用くださるようお願い申し上げます。

お問い合わせ

産総研関西センター
関西産学官連携センター
担当 田中 隆裕

- E-mail t-tanaka@aist.go.jp
- URL <http://unit.aist.go.jp/kansai/center.html>

経済産業省 近畿経済産業局
産業企画部 産学官連携推進課

- E-mail morinaga-masatoshi@meti.go.jp
- URL <http://www.kansai.meti.go.jp>

特許

特許第 3146360 号 (出願 1999.8)、特許第 3163360 号 (出願 2000.9)

ナノチューブ状アルミニウムケイ酸塩の高濃度合成法

●関連特許 (登録済み: 国内 1 件、出願中: 国内 2 件)

1. 目的と効果

ナノサイズのチューブ状アルミニウムケイ酸塩であるイモゴライト (外径約 2.5nm、内径約 1nm、長さ数十 nm ~ 数 μ m) は、火山灰土壤中に風化生成物として見られるものです。イモゴライトは水との親和性や優れた吸着能力を有することから、さまざまな工業的応用が期待されています。しかし、天然に産出するイモゴライトは極めて少なく、安価な無機材料を用いた工業的大量合成が必要とされています。このような背景から効率的なイモゴライトの合成法を開発しました。

[適用分野]

- ヒートポンプ熱交換材
- 燃料貯蔵媒体
- 結露防止剤
- 速乾性乾燥剤
- 有害汚染物質吸着剤

2. 技術の概要、特徴

イモゴライトの合成については、モノケイ酸水溶液とアルミニウム水溶液を混合することによりイモゴライト前駆体を生成しますが、原料溶液に含まれる Na イオンや Cl イオンなどの共存イオンが成長の阻害因子となっています。それゆえ合成過程において前駆体生成後に遠心分離等により共存イオンを取り除き、さらに前駆体を酸性溶液中に連続的に添加することで、これまで加熱過程前に pH 調整のために加えていた塩酸添加量を最小限に抑え、従来よりも高濃度なイモゴライトの合成が可能となりました。

3. 発明者からのメッセージ

イモゴライトはカーボンナノチューブに次ぐナノチューブ材料として、今後注目される材料でもあり、上記に挙げた応用分野以外にもさまざまな用途があると思われます。共同研究および技術移転を通じて、イモゴライトの特性を生かした研究をさらに展開したいと考えております。

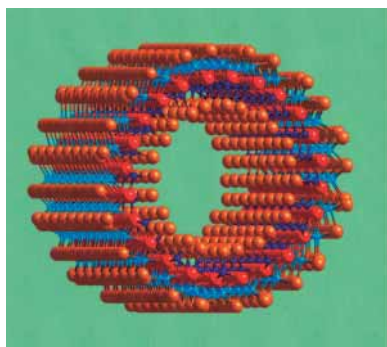


図 1 イモゴライトの構造モデル図

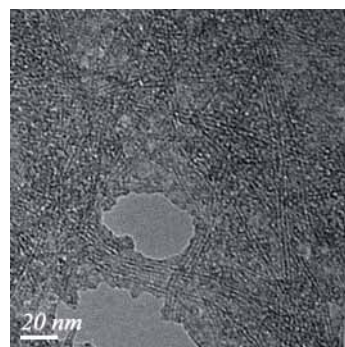


図 2 イモゴライトの電子顕微鏡写真

特許

特許第 3398761 号 (出願 2000.8)

高湿度条件下において優れた吸水挙動を示す 結露防止剤

● 関連特許 (出願中: 国内 1 件)

1. 目的と効果

高湿度条件下において自重の約 2 倍の水蒸気を吸収することのできる優れた吸水挙動を示す結露防止剤を開発しました。この結露防止剤は、湿度が 90% 以下になると自ら吸水したほとんどの水蒸気を放出するため、従来の結露防止剤とは異なり、繰り返し使用することが可能です。

[適用分野]

● 生活環境 (自律的調湿材料・結露防止剤)

2. 技術の概要、特徴

直径約 2.5nm 程度のチューブ径を有し、一方で数ミクロンオーダーの長さを有する材料として知られるイモゴライトは、そのチューブとチューブの間隙をうまく利用することにより、結露防止剤として最適な材料と考えられています。湿度が 90% を超えると自重の約 2 倍の水蒸気を吸着し、90% 以下となるとそのほとんどを放出する性質を有するので、吸水量が既存の材料よりもはるかに多いだけでなく、これまでの結露防止剤とは異なり、繰り返し利用可能な結露防止剤を提供することができるようになりました。

3. 発明者からのメッセージ

イモゴライトは現在でも自律的結露防止剤として最有力とも言える効果を示しています。また現在ではイモゴライト合成後の溶液を乾燥する方法に重点を置きながら、さらなる高い結露防止剤としての効果をもつイモゴライトの合成を試みています。共同研究などを通してさらなる展開ができることを望んでおります。

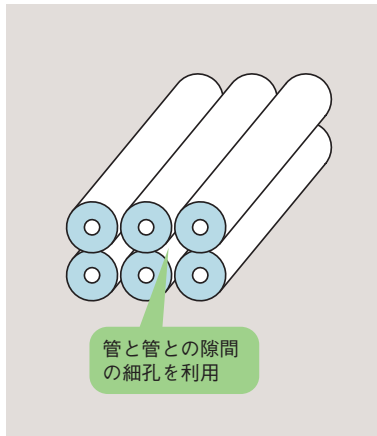


図 1 イモゴライトの模式図

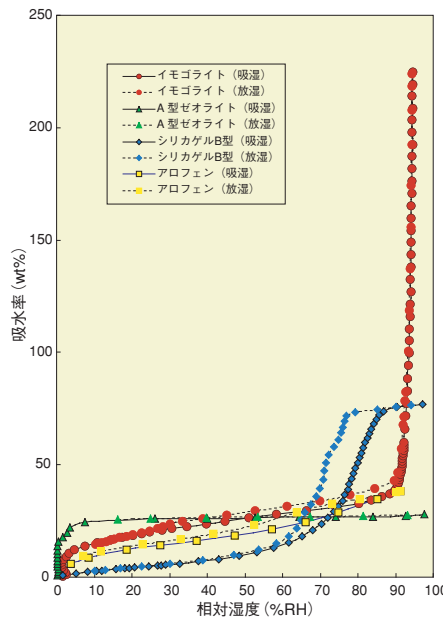


図 2 イモゴライトおよび多孔質材料の水蒸気吸着等温線

— 深部地質環境研究センター・セラミックス研究部門 —

PATENT

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

伊藤忠商事株式会社と包括提携 —先端分野で中小・中堅企業を支援—

2003年10月1日、産総研と伊藤忠商事株式会社（以下、伊藤忠）は、先端技術分野で中小・中堅企業を支援・育成するために包括的提携協定書を締結し、当日午後2時から東京商工会議所（千代田区丸の内）において、吉川理事長、丹羽伊藤忠取締役社長が出席して記者会見を行いました。

（本提携の目的概要）

我が国産業の屋台骨を支える中小・中堅企業が、激化する国内外での競争に打ち勝つためには、先端技術分野への展開が不可欠になっています。しかしながら、中堅・中小企業においては、その規模等から起因する資金難、人材不足等によりこれらへの対応が十分に行えない状況にあり、技術開発・人材・資金・マーケティング等の多角的な支援が必要とされています。

このため、産総研と伊藤忠は、それぞれの持つ資源を有効に生かした包括提携を結び、先端技術分野での中小・中堅企業の新たな展開を支援することとしました。具体的には、産総研が持っている先端技術分野（ライフサイエンス、ナノテク・材料・製造、情報通信、環境・エネルギー、地質・海洋等）における広範な研究開発能力、技術蓄積、また種々の中小企業支援策を活用して、中小・中堅企業の新規技術開発に協力することとします。伊藤忠においては、中小・中堅企業の研究開発ニーズ、マーケットニーズ等に関する情報網を活かして、全国から新規技術開発の協力を求める者を発掘し、産総研に斡旋して共同研究等により新規技術開発の実施化を図るとともに、研究開発資金を提供することとしています。斡旋により実施化される新規技術開発は、年間5～10件程度、資金は数億円を見込んでいます。伊藤忠は、研究資金を提供したときは、共同研究等実施に伴い発生する知的財産権、特許実施料、技術移転料等の一部を得ることとし、当該技術の事業化、販売、投資に協力することとしています。発生する知的財産権等の帰属は、案件毎に契約にて定めることとします。

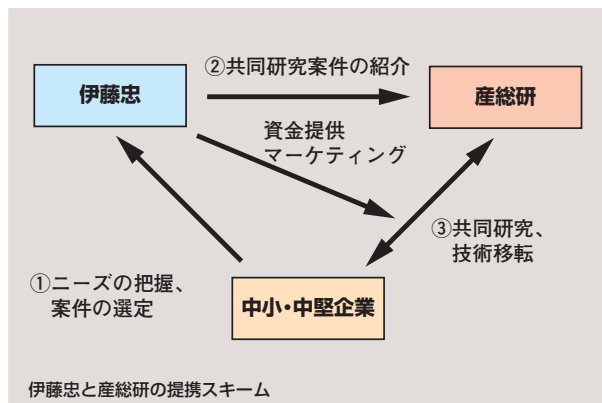
今回の提携により、産総研は総合商社である伊藤忠のネットワーク、情報及び機能を活用し、中小・中堅企



先端技術分野で中小・中堅企業を支援・育成するために包括的提携協定書を締結した、吉川産総研理事長（左）と丹羽伊藤忠取締役社長（右）。

業の支援、技術移転推進を拡大出来ることになり、伊藤忠のビジネス感覚や市場知識を活かし、マーケットを見据えた技術、売れる技術の研究開発を推進できることとなります。一方、伊藤忠は、産総研の研究開発資源を活用して中小・中堅企業との先端技術の共同研究等を推進し、マーケット開発や海外取引等を通じて中小・中堅企業とのビジネスを拡大出来ることとなります。

総合商社との提携という従来の産学官連携の枠を超えた新しいビジネスモデルであり、我が国の中小・中堅企業の活性化に貢献するものと期待しています。





2003中小企業ビジネスフェア in KANSAI 出展

2003年9月10日～12日、インテックス大阪において、中小企業庁・近畿経済産業局主催で、販路開拓や市場創出による中小企業の経営革新の促進を目的とした「2003中小企業ビジネスフェア in KANSAI」が開催されました。本フェアは、中小企業が自ら開発した新商品、新技術等を紹介するほか、大学・研究機関の技術シーズや中小企業支援機関の施策情報の提供など、中小企業のビジネスマッチングを支援するものです。「中小企業テクノフェア2003」、「中小企業ビジネス・メッセ2003」と同時に開催され、3フェア統一名称である『中小企業総合展』には41,000名を超える来場者がありました。

産総研関西センターでは、「光制御で光路を切り替える光スイッチ(光技術研究部門)」、「重度難聴者のための骨導超音波補聴器の開発(ライフエレクトロニクス研究ラボ)」、「住宅内情報を用いた生活異変の自動検知技術(ヒューマンストレスシグナル研究センター)」などの研究成果を出展し、ビジネスチャンスを求める人からの問い合わせや技術相談が寄せられました。



Daegu International Automatic Machinery & Tools Exhibition 2003

2003年9月25日～28日に韓国大邱(テグ)市大邱展示コンベンションセンター(EXCO)で開催された「第4回大邱国際自動化機器・工具見本市2003(DAMEX)」に、産総研の光触媒関連技術を出展しました。

今回の出展は、本年4月に産総研がドイツで開催されたハノーバー・メッセ2003国際産業技術見本市に出展した際、「産総研」と「光触媒技術」に強い関心を示したDAMEX事務局からの出展依頼を受けたことによるものです。

産総研ブースを訪れた来場者は、光触媒の効果や応用範囲に興味を示し、説明員の解説に対し熱心に聞き入っていました。また、事業展開を視野に入れた技術移転の問い合わせも多数有り、韓国における光触媒技術に対する関心の高さを感じ取ることができた出展となりました。



産総研一般公開のお知らせ

●中部センター

日時:2003年11月15日(土)

10:00～16:00

場所:〒463-8560

名古屋市守山区下志段味

穴ヶ洞2266-98

問い合わせ先:

中部産学官連携センター

TEL 052-736-7370



●体験コーナー

金属とセラミックスを学ぼう
地球環境を救う木材利用技術
光で色水を透明にしてみよう
不思議なチタン合金～形状記憶合金とその仲間たち～
鑄造でメダルをつくろう
溶かして作る花ガラス
震度7まで体感しよう(地震体験車)

●展示コーナー

燃料電池ってなんだろう
根を出させる新薬で地球に緑を
刺激によって色が変化するセラミックス
セラミックスカラーデータベース(釉薬の色)
原子の動きを見てみよう
超音波で作る水中アート
液体の分離を利用した万華鏡
鏡の裏側をのぞいてみよう(調光ガラス)

●おもしろ科学講座

酸性雨を調べる	10:20～11:00
21世紀における大型地震	11:10～11:50
光触媒と生活環境	13:10～13:50
地球温暖化防止に向けた海外植林	14:00～14:40
湿度を調節するタイル	14:50～15:30

●四国センター

日時:2003年12月6日(土) 9:30～16:00

場所:〒761-0395

香川県高松市林町2217-14

問い合わせ先:

四国産学官連携センター

TEL 087-869-3530

●実験・体験コーナー

-196℃の世界を体験しよう!
ミクロな世界をみよう
顕微鏡で褐色脂肪細胞のかたちを調べよう

●展示室コーナー

四国センターの研究成果をパネルと試料で展示

●つくば出展コーナー

ギネスが認定!世界一の癒し系ロボット「パロ」

●記念写真コーナー

「手作りうちわ」に来場者の記念写真(プリクラ)を貼り付けた記念品を配布。先着200名。

[内容は変更される場合があります]

期間	件名	開催地	問い合わせ先
11 November			
12~14日	特許流通フェア2003 in 九州	北九州	092-411-7394
13日	産総研知能システム研究部門研究成果展示会 -オープンハウス2003-	つくば	029-861-5201●
13日	みやぎ産学官研究成果発表会	仙台	022-374-3200
13~14日	ペイジアンネットセミナー2003	京都	03-3599-8355●
14日	平成15年度産業技術総合研究所国際シンポジウム 化学物質のベネフィットとリスク管理 -より安全で安心な社会を目指して-	東京	029-861-4124●
15日	一般公開 (中部センター)	名古屋	052-736-7063●
19~21日	第5回国際新技術フェア2003	東京	03-3222-7022
19~21日	2003特許流通フェア in 東京	東京	048-600-0239
19~21日	2003ナノテクソリューションフェア	東京	03-3222-7197
21日	廃棄物問題の実態とエコビジネス	東京	029-861-8086●
21日	産総研ライフサイクルアセスメント研究センターシンポジウム「地域施策へのLCAの新たな展開」	東京	029-861-8105●
21~23日	自然エネルギーフォーラム	仙台	022-217-7398
25日	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●
25~26日	近畿特許流通フェア2003	大阪	06-6946-4106
26~27日	2003中小企業ビジネスフェア in TOHOKU	仙台	022-263-1111
28日	産業技術総合研究所水素エネルギーシンポジウム	東京	029-861-4541●
28日	第8回産業技術総合研究所人間福祉医工学研究部門研究フォーラム 「医療に生きるナノテクフォーラム」	東京	029-855-1267●
12 December			
1日	化学・バイオつくば財団創立15周年記念講演会	東京	029-853-0815●
1~2日	第29回感覚代行シンポジウム	東京	029-861-6716●
4~5日	精密高分子技術国際シンポジウム	東京	03-3599-8175●
5日	AIST・「産学官」交流フォーラム 第6回次世代光技術/半導体技術/計測技術	東京	06-6763-3242
6日	一般公開 (四国センター)	高松	087-869-3530●
9日	第9回産業技術総合研究所人間福祉医工学研究部門研究フォーラム 「ジェロテクノロジー研究フォーラム2003」	東京	029-861-6750●
10日	材料産業技術フォーラム2003	名古屋	052-736-7063
12~13日	第2回持続可能な消費国際ワークショップ	東京	029-861-8105●
16~17日	第25回日本バイオマテリアル学会大会	大阪	06-6494-7807●
25日	AIST・「産学官」交流フォーラム 第7回人間生活工学/再生医療工学	東京	06-6763-3242
2004. 1 January			
22日	AIST・「産学官」交流フォーラム 第8回ナノテクノロジー/機能性材料/新材料	名古屋	06-6763-3242
30日	第1回産総研グリーン・サステナブル・ケミストリー成果発表会	東京	029-861-4454●
2004. 2 February			
4日	システム検証の科学技術シンポジウム	大阪	06-6494-7868●
26日	AIST・「産学官」交流フォーラム 第9回ものづくり先端技術/ナノスケール加工	東京	06-6763-3242

AIST Today
2003.11 Vol.3 No.11
 (通巻34号)
 平成15年11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/>