

# AIST Today

研究、成果、  
そして  
未来へのシナリオ

01

January  
2005  
Vol.5 No.1

## 社会に活力をもたらす本格研究を

### トピックス

- 新データ圧縮技術を用いた救急車内画像遠隔取得システム



年頭所感 人類の課題に向かう  
“新しい行動者”



National Institute of  
Advanced Industrial  
Science and Technology



独立行政法人 産業技術総合研究所

年頭所感

- 03 人類の課題に向かう  
“新しい行動者”  
産業技術総合研究所 理事長  
吉川 弘之



- 06 産総研運営諮問会議(第3回)  
を開催

- 26 シリーズ：  
産総研におけるアウトカム事例調査(3)  
温度標準

トピックス

- 10 新データ圧縮技術を用いた  
救急車内画像遠隔取得システム

技術移転いたします！

- 28 金属ナノワイヤー  
及び金属ナノパーティクル
- 29 環境温度で自動的に  
省エネ快適になる窓ガラス



「救急車内に設置された、  
画像遠隔取得システム」  
本誌 10ページ トピックスより

リサーチ ホットライン

- 14 異なる映像を同時に表示する新方式
- 15 大脳誘発波の発生メカニズム
- 16 核の量子効果を取り込んだMO計算
- 17 次世代インターネット対応  
KNOPPIX/IPv6
- 18 金ナノ粒子を使った赤色系の色材
- 19 分子間水素結合によるJ会合体形成
- 20 環境調和型有機ハイドライド合成法
- 21 カーボンナノチューブの壁構造変化
- 22 有機ELりん光材料の新規製造法
- 23 COに耐性を示す燃料電池用触媒  
の開発
- 24 ダイオキシン類を温和な条件で無害化
- 25 光ファイバ構造体  
健全性評価システムの開発

テクノインフラ

- 30 室温熱膨張率の校正
- 31 新潟県中越地震に即応した  
シームレス地質図
- 32 交流電圧標準のための  
交直変換器の試験方法

AIST Network

- 33 産総研とタイ中核的研究機関との  
研究協力協定締結  
連携ワークショップ開催 ほか

# 人類の課題に向かう “新しい行動者”

独立行政法人 産業技術総合研究所  
理事長 吉川 弘之



去年は自然の厳しい年だった。大型の台風が次々と日本を襲った。過去の台風の経路と異なり四国を中心に日本を直撃し、風や雨による甚大な被害を与えていった。中越地震は強烈だった。被害地域の人々の痛手は想像を超える。そこには人間の力では変えようも無い大きな自然がある。改めて自然の大きさを知り、人類が“やさしい”自然の中でしか生きられないことを実感する。自然にやさしい技術という表現の中にある人間の傲岸さを感じてしまう。

しかし人類は自然の脅威に対して手をこまねいていたわけではない。身体的に決して強靱でなかった人類は、知恵を使って外敵に打ち勝って来たのである。人類を襲う猛獣を飼いならし、病原菌に対抗する医術を考案し、台風や地震に耐える家を作り、洪水を防ぐ治水技術を開発した。これらの技術によって、危険に囲まれていた遠い過去に比べてはるかに安全な空間を確保したのである。しかし去年のでき事を見れば、その確保はまだまだ充分でないことを知らされる。そこでさらに技術を進め、強固な家、強力な護岸、そしてより有効な薬を開発しようと決意する。しかしその時、行き過ぎた技術が人間の基本的倫理観や自然の摂理と矛盾して新しい問題を起こしている現実と改めて向き合うことになる。その矛盾を回避する道はあるのか。新しい技術を作り出そうとしている私たちにとって、これからの道はまだ見えていない。しかし私たちが研究戦略というとき、仮説であることを免れることはできないにせよ、この道を明示的に表現することが求められているのである。

## 人類の課題

現在、広く合意されている人類共通の目標を一口で言えば“持続可能な開発”ということになる。それは、まず人類が抱えている問題の解決、すなわち貧困の撲滅、疫病からの開放、災害の軽減、国際秩序の維持、多様な文化の擁護、情報格差の解消などであり、それを大気圏、水圏、地圏、生物圏などが構成する環境を保全ないし向上しつつ実現するということである。

ここには問題解決と環境保全という一見独立な二項の同時実現という課題がある。ところがこの二項が現代において関係を持ち始め、しかもその関係は、一方を実現しようとするとは他方が壊れるという“負”の相関として、私たちを新たな困難に直面させたのである。

前述の問題群の解決のためには、少なくとも現在の知識に基づくなら、技術を適用して人工化を進め、豊かさを増進しつつ安全を確保することが必要条件のように思われる。たとえば現実には産業化である。ところが環境に配慮しない産業化が環境保全と矛盾することはすでに明白な事実になってしまった。一方、私たちにとって目

前の問題としての二酸化炭素削減問題は、産業活動を阻害せずに実現することの難しい典型的な環境保全の例である。

この二項の同時実現は、人類にとって避けて通ることはおろか直ちに取り掛からなければ大きな危険を招くことが予想される課題である。そして、その実現のためのプログラムは、世界でまだ合意されていない。個々の課題については少なからぬ国際条約、経済政策や制度などが考案され施行されている。それらは問題を顕在化し進むべき方向を示唆するものではあるが現実には有効性を発揮しているのは一部であり、持続可能な開発の可能性を全体として保証するものとしての合意があるわけではない。

このような状況の中で、わずかに合意されていること、それは、この同時実現には科学技術の知識が必要だということである。しかしどのような科学技術知識を、どのように使えばよいのか、そこには未知の空間が広がっている。

## 産業技術総合研究所の研究戦略

産総研は第一期を終え、第二期に入ろうとしている。第二期の中期計画策定に当たり、その基礎となる研究戦略を作成中である。これは“分野戦略”と呼んですでに2年ほど前から産総研の使命と戦略の本質に何度も立ち返りながら、悩みつつ議論を重ねてきたものと関係している。そして今、作成グループの集中的な努力によりようやく形をとりつつある。これをもとに、全所員が参加する本格研究ワークショップの第4ラウンドとして研究戦略ワークショップも始まった。ここで改めて、産総研の研究戦略策定の上で留意すべきことを明らかにしておくことには意義があると思われる。

私たちが戦略を策定するとき、重要なことはまず明確な目標を立てることである。しかもその目標は自分だけでなく一般の人々を含む社会に理解されるものでなければならない。次にその目標達成のために使える自らの資源の詳細を確認しなければならない。その上で達成を妨害する要因を察知し、その克服のための方法を考案する。

産総研という公的費用によって成立する研究所の目標は、社会が期待し容認する公共的なものであることが必要条件であろう。前述の、問題解決と環境保全の同時実現という難しい課題の解決のための科学技術への期待が、社会において広く一般的なものになってきたのだとすれば、産総研がその解決を目標とするべきことに疑う余地は無い。ことに貧困の撲滅など、多くの課題が産業振興による生活水準の向上にかかっていることを考えると、先進国途上国を問わず産業振興と環境保全とを調和的に実現するための産業技術を作り出すことを産総研の目標におくべきであると考えられる。

持続可能な開発という課題を前にして、産業は新しい

技術を吸収しながら、次第に変化して行く。その変化は全ての産業が調和に向けて固有の変化をしていく過程であり、200年前の産業革命に匹敵するかもしれない。それを“産業変革”と呼べば、産総研は産業変革を実現するための技術知識を研究によって生み出すことを目標とすることになる。

このように考えると、産総研の戦略を立てる道筋が見えてくる。それは現在の産業の状況を、前述の調和という観点から詳細に見ることから始めることになる。それは富を生み出している。しかし、刻々と変わる地球環境保全から来る要請に、全体として応えているかが問題である。個々の企業の最近の努力には大きいものがある。しかし産業全体として、いわばその重心が調和に向かって着実に変化しているかを確認する必要がある。そしてその確認は、どのような技術が不足し待たれているかの情報を私たちに与えることになる。そこから研究によって生み出すべき技術課題が導き出されることになろう。

そして次にこの技術課題を解くための研究が、産総研の具体的な研究の実行に関する戦略として描き出されなければならない。それは個性的な組織の中で研究する多数の優れた産総研研究者が、高い目標を共有しながら一方で野心的な研究者として全能力を傾倒するに値する、独創的な科学の言葉でかかれたものであることが期待される。

このようにして産総研の研究戦略は、まず研究所として社会からの要請に応える目標を掲げ、その上で個々の研究者の研究動機に基づいて進める研究の成果の総体はその目標を実現してゆくという調和的な構造を持つ戦略なのである。



## 研究戦略と本格研究

前述の戦略が調和的であるということは本格研究が条件になっていることを改めてここで指摘しておこう。それはワークショップの前シリーズで議論したことと関係がある。そこでは、第一種基礎研究の課題が第二種基礎研究あるいは製品化研究によって定められる過程を検討し、それが伝統的なディシプリンの中から生まれる課題とは異質のものでありえて、その結果新しい独創的科学研究を生む可能性が大きいことを論じたのであった。実はこの視線は、前述の研究戦略を策定するときの視線と同じスピンを持っている。したがってここには、産総研全体の研究戦略と、研究ユニットあるいは一人一人の研究員の研究戦略とが重なるのであり、これが調和的である根拠なのである。

さてここで、このような本格研究と同様な研究戦略を持つ産総研あるいは産総研研究者と社会との関係を考えることにしよう。科学者は社会の中の“行動者”ではないという考え方がある。この場合の行動者とは、直接社会に何らかの効果を与えるものを指している。それは教育者、政治家、行政者、実業家、技術者、医者、報道者、芸術家、作家、などであり、社会のある面に対して直接働きかけ、何らかの効果を生み出し、しかもその効果についての責任を負うというものである。

それに対して科学者は、その行為は知識を生み出すことであって知識そのものが直接社会に効果を与えることは無い。それを誰かが“使用”して始めて効果が生じる。したがってそこには行動者である使用者という仲介者が存在し、効果についての責任も使用者がとるべきものであるという考え方である。使用の個々の結果について科学者には責任の取りようが無い。その場合科学者の社会

に対する責任は、研究を行うとともに、社会的に的確な助言をすることによって果たされるものとされる。的確な助言は科学者の合意にもとづく中立的助言でなければならない。これは科学コミュニティーに課せられたかなり厳密な規範であり、確かに社会はこのような助言を必要としている。しかもこのように直接効果させないことを条件に、研究の自由が社会的に保障されているのである。

しかしこの考え方に疑問を感じる研究者が産総研の中にいるとしたら、私は歓迎したい。それは従来の科学者の立場を出て、新しい空間へ足を踏み入れる勇気ある科学者である。

実は本格研究という概念のなかに、あるいは前述の研究戦略の中に、すでにこのことは内在していた。戦略を立てるときに社会と共有する目標と、そこを出発点として科学固有の世界に向けて描かれる視線を考えると、たとえ得られた成果が純粋な科学的知見であったとしても、その知識を生み出した研究者は、いずれ使用者によって社会に生み出される効果についての新しい責任を自ら持とうとすることであろう。しかも、本格研究に従事する研究者は、実感としてその責任を負うことになんらの不自然さも感じることは無いだろう。自らの研究を基にしてベンチャーを起こすとすれば、この責任は現実のものとなる。

本格研究によって社会との関係を位置づけた私たちは、“社会の中の科学”という現代において広く受け入れられ始めた理念の現実化を、社会の中の“新しい行動者”となることを通じて実践しているといつてよいであろう。

# 産総研運営諮問会議(第3回)を開催

産総研運営諮問会議は、国内外各界の指導的有識者をメンバーとし、研究所の運営及び研究活動について外部の視点から総合的に検討を行い、助言を得ることを目的として毎年1回開催されています。第3回目となる今回は、2004年10月18日～19日の二日間、つくば本部・情報技術共同研究棟1階ネットワーク会議室をメイン会場として開催されました。

運営諮問会議の開催方法については、昨年の「大きすぎるオープンの中では批判や問題点を指摘し難く実のある議論がしにくい。少人数の会議、あるいは若手、中堅、マネジメントサイドそれぞれとの懇談を含むような2日間の会議に議論の形式を改善すべきではないか。」との意見を踏まえ、今年は2日間の開催で少人数の会議にするとともに、分科会形式による研究現場との意見交換を行いました。分科会では、幹部が気付かないミッション達成への問題点や障害の抽出を行うことを目的として、研究現場見学、研究グループ長・ユニット長との討議などが行われました(いずれも幹部不在)。

委員から理事長(幹部)へのアドバイスとなる会議の概要は以下のとおりです。

## 全体討議の概要

全体的に見て、産総研は理事長の強力なリーダーシップのもとで非常にいい方向に向かっていると思われる。今のユニット制になって、ユニット長やグループリーダーの方々は一層の自覚をもち、また責任を感じて、しかもフレキシブルな環境の中で頑張っているという自信をもってやっているようである。このユニット制は、人と人との信頼関係の上に成り立っているため、マネジメントの立場にある方が相当な努

力と緊張感をもって対応して初めて産総研が動いているのだという実感を得た。もちろん、以下に示すように理想的に行われていない部分もあり、ユニットの方々からの不満や指摘もあったが、これからの努力によっていろんな面での一層の改善が期待できる。これまでの路線を自信をもって進めていただき、第2期において産総研が日本の産業の基礎を築いて行かれることを期待するものである。

### 1. 研究ユニットと経営サイドの共通理解の促進について

本格研究の推進については、理事長の目的が明確に示されて、納得するしないは別にして、ユニット長やグループリーダー全員が理解しているようである。しかし、産総研のミッション達成にユニットの研究計画がどのように具体的につながっているかがよく見えない。これを解決するためには、長い間研究を行ってきた研究者の意識をどのように改革するかが大きな問題であり、なぜこのような変化が必要なのか、トップマネジメントとユニットとのコミュニケーションを続けていくということが非常に重要であろう。ワークショップの開催も有効なツールと考えられる。その一方、常にトップが末端と議論することは不可能であるため、トップマネジメントとミドルマネジメントの役割を明確にし、例えば、ユニット長と

グループリーダーの仕事の分担をきちっと分けて、それぞれが自分の範囲の責任で研究者と契約を結ぶといった体制の構築も必要ではないだろうか。

51のフラットなユニット構造ということと、理事・コーディネータの方々の責任あるいは権限が明確でないということとの関係は、今後の問題として残っていくと思われる。政策の継続性の問題もあり、それらをどのように解決していくかは第2期においても大きな問題となるとと思われる。意思決定プロセスを明確化するためには階層化も必要ではないかという議論もあったが、フラットな組織のメリットは非常に大きいので、むやみに階層性を導入することで解決するのがよいかどうかは難しい問題であり、慎重に検討されるべきであろう。

ユニットが総合デパート化しているのではないかと危惧もある。産総研は広い課題分野を抱えているので簡単ではないが、公的研究機関では全体的なミッションを明確にして進んでいくことも必要であるから、何らかの形でトップダウン的な課題に取り組んでいくという方向が強くと考えられる。また、学際的な研究と分野融合の研究が重要であるため、その為の一つの方策として、ユニットを比較的大きな分野ごとに緩いカプリングを作るようにし、その中で意識的に強い相互作用を起こさせることにより分

## プログラム

1日目：2004年10月18日(月)

- 9:30 開会(理事長挨拶)
- 9:35 理事長説明(第2期への課題)
- 10:00 理事長との意見交換
- 12:00 昼食
- 13:00 研究現場：見学と意見交換(1)  
-分科会-
- 13:30 研究現場：見学と意見交換(2)  
-分科会-
- 14:10 研究ユニットのグループ長との討議  
-分科会-
- 16:00 全体討議
- 18:00 パンケット

2日目：2004年10月19日(火)

- 9:00 研究ユニット長との討議  
-分科会-
- 10:40 委員と幹部の討議  
-分科会-
- 12:00 昼食
- 13:00 全体討議
- 15:00 閉会

## 運営諮問会議委員

長尾 真 (議長)	独立行政法人情報通信研究機構 理事長 (前) 京都大学 総長
相澤 益男	東京工業大学 学長
内永 ゆか子	日本IBM(株) 取締役専務執行役員 開発製造担当 (欠席)
大矢 暁	応用地質(株) 相談役
柊元 宏	凸版印刷(株) 相談役
久城 育夫	東京大学名誉教授、日本学士院会員
小林 久志	プリンストン大学 教授
小宮山 宏	東京大学 副学長
榊 裕之	東京大学生産技術研究所 教授
中島 尚正	放送大学 副学長
野中 ともよ	ジャーナリスト (欠席)
平田 正	協和発酵工業(株) 代表取締役会長
宮田 清藏	東京農工大学 学長
森尾 稔	ソニー(株) 顧問 (欠席)
米倉 誠一郎	一橋大学イノベーション研究センター 教授
Geneviève Berger	(前)National Committee for Scientific Research (CNRS) 総局長、仏
Swan-Foo Boon	Agency for Science, Technology & Research (A*STAR) 常務理事、シンガポール
Lord Alec Broers	(前)ケンブリッジ大学副学長 (現) 英工学アカデミー会長、英 (欠席)
Karen Brown	(前)National Institute of Standard & Technology (NIST) 次長、米
Chang-Sun Hong	(前)Korea Advanced Institute of Science & Technology (KAIST) 学長、韓国
Sherwood Rowland	カリフォルニア大学アーバイン校教授、米
Hans J. Warnecke	(前)Fraunhofer Gesellschaft 会長、独 (欠席)

(平成16年10月現在)

野融合の研究を促進させるといったダイナミックなメカニズムを作ってはどうか。その際、融合プロジェクトへの政策的なファンディングも有効であろう。また、産総研内の連携だけでなく、研究所間の融合プロジェクトの可能性も探るべきではないだろうか。

## 2. 研究資源配分について

民間からの資金をもっとふやすことは重要であるが、外部資金をとることが多ければ多いほど本格研究がおろそかになる危険性があるのではないだろうか。政府からの資金は重要であり、外部資金の増加を理由に減るようなことになってはいけなく考えられる。それに対する産総研の姿勢と考え方をきちんとしておくことも必要であろう。また、公的研究機関としてはプロジェクトに集中するべきであるが、シーズ創出のための研究も必要であり、また、研究成果は必ずしも狙ったところから

出るものではないので、ある程度資金をプロジェクト以外の研究にも配分し成果を期待することも必要と考えられる。

産総研は、すべてのミッションを遂行するには予算が足りないのではないだろうか。技術の産業化にいったいどのくらい資金がかかるのか、応用研究に費やされた金額がどのくらいであったのか、それが産業界にどれほど貢献したのかなどに関して、色々な国を対

象として、産業界とのつきあいを検討してみる必要があるのではないだろうか。

環境工学の分野ではまだまだ研究予算が不足しているのではないだろうか。この問題に関して、エネルギー・資源・環境などの政府の中長期の政策策定に、最近では科学技術の知識が必要であり、その点でも産総研は貢献したいとの意向を伺った。大変結構なことであり、産総研が積極的に取り組まれることを期待したい。



### 3. 多様な人的資源の確保について

研究者の年齢構成に関しては、高い年齢の人が多すぎるのではないだろうか。その人達との関係で、特に若い人の昇進のチャンスが少し阻まれていたり、ポストドクでかなり実績を上げないと採用試験にパスしないなど、若い人の採用が制限されるという構造的な問題があるのではないか。新しい研究を生むためには若手研究者の新規採用を増やすシステムが必要であろう。

PRを強化するためには、企業のビジネスをやってきた人をマネジメントに加えることも重要ではないだろうか。また、理科系の人間にMBAを取らせる仕組みを確立すると今までにない特色が出せるのではないだろうか。

1980年代、米国の企業は日本に基礎研究所をつくることに関心があったが、最近、米国では日本に対する警戒心、あるいは関心がほとんどない。国際学会へは日本からたくさん論文が出て国際化が進んでいるが、米国から日本へ、日本から欧米への留学生や研究者の数も減っている。国際戦略としてアジアの学生を受け入れるだけでなく、より広い国際的な人材の育成も必要ではないだろうか。また、グループリーダーレベルで国際的なバックグラウンドを持つ人が入ってくると産総研がさらに活性化されると期待できる。

### 4. 産業界との連携について

人材の交流として、大学や企業の研究者が2~3年産総研に来て、また大学・企業に戻って貢献するという人事交流

を期待したい。本格研究推進のためには産総研はある種の高等教育機関的な側面をもってよいと考えられるので、学会全体への貢献も考えていただきたい。産総研、大学、企業の間を行ったり来たりするようなシステムを作ることは、人を出した側、受け入れた側双方に有効に寄与するのではないだろうか。ただし、有用な人材は出さない、キャリア形成に結びつかない、また、公的な機関の人が会社に行く場合、知的財産の使用など他の会社に対して公正さを欠くといった交流の障害も問題となると考えられるが、相互の契約を明確にするなどして前向きに進めていただきたい。

技術シーズやチャンピオンデータの評価を高くして、最初の段階で権利主張を大きくすると民間が入るバリアが高くなりすぎるのではないだろうか。特許に穴が空いていると価値がなくなるなど事業化には大きなステップがあるので、むしろ、小さな費用で早く共同研究に入って、実際の成果に対して適切な権利を主張することが必要ではないだろうか。また、特許の専用実施権をどのように結ぶかなど共同研究の契約時にしっかりしたサポートが必要であろう。

自然発生的な共同研究も見受けられるが、企業に対して知的なディスカッションといったインフォーマルな協力から、さらに踏み込んだ協力という階層化した対応をすべて研究者にやらせてしまうのは非常に負担が大きいと思われる。相手の企業をどのように評価するかも大事であり、特許をデータベー

ス化して、一番理想的な相手にマーケティングするとか、企業からのウェイトリングリストを持つとか、相手に合わせて提供する情報の形を考えるなどプロフェッショナルなセクションを作って対応する必要があると考えられる。

### 5. 研究開発評価の実施方法と反映について

評価に関しては、大きな問題としていろいろな意見があったが、研究ユニットの性格や研究内容によって評価基準が違うのではないかとことを幹部もよく把握していると思われる。評価の仕方については、産業の多様性、研究の多様性、研究者のスタイルの多様性、そういった違いというものを認識しながら評価を行うということを積極的に研究者に明らかにすることによって、研究ユニットの方々が安心して研究に専心できるのではないだろうか。

各研究ユニットの外部評価に際しては、その分野のエキスパートを選んで、詳細なディスカッションを徹底すべきであろう。納得がいく形で行わないと、組織変更においてグループが消えるにしてもあるいはユニット長が交代するにしても、組織変更のための変更と受け取られて、モラルの低下につながることになる。したがって、数値化・数量化したものだけに頼るパフォーマンス評価は避けるべきであろう。

費用対効果ということをあまり意識すると、短期間に成果が期待できる研究しかやらなくなり、研究所の命はなくなるだろう。よい人を集めるには、失敗にこだわらない前向きな姿勢を研



## 第2期本格研究推進への課題

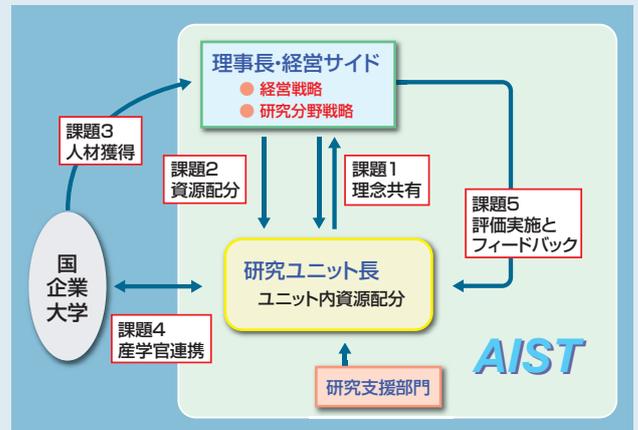
—吉川理事長の説明から—

第2期への課題は、ミッション、経営理念の共有をさらに進めるということで、簡単にいうと、今度は経営サイドとユニットの意見交換を直接的に行うことです。これは、マネジメントサイドと研究ユニット長との意見交換会を、非常に頻繁に開くことになり、なかなか大変な仕事といえます。

研究資源の配分につきましては、ユニットのオートノミーを非常に強くした結果、私たちは、ユニットのオートノミーは非常に大切であると学びました。これは堅持いたします。しかし、ユニットのオートノミーをあまり強化すると、ユニット間の協調がなくなっていくという一種のトレードオフの関係にあるということがいえます。研究ユニットのオートノミーを強化すると同時に、ユニット間の協調を別の仕組みで強化していくような試みが必要であり、分野融合予算という制度を設けるということを考えています。

多様な人材資源の確保についてですが、これは採用制度というもののカテゴリーを見直すと同時に、各採用によって入ってきた人々は産総研で数年から一生と大変幅の広いキャリアを過ごすわけですから、どういうキャリアを過ごすのか、採用とキャリアの経路の関係をより深く考えながら、個々の研究者がここで十分研究経験を積めるような空間にしていきたいということでもあります。

次に、産業界の連携につきましては、伝統的に昔から共同研究というものがありました。新しい知的財産権の問



本格研究推進への課題

題であるとか、そういったことを含めて共同研究そのものを見直していくこと。さらに、私たちがやっている本格研究が産学連携においてどのように機能すべきかを議論することです。

評価システムの改善につきましては、評価が大変難しいということはこの4年間で経験したわけですが、評価というのは、今年度この研究者が何をしたかだけではなく、さらにその研究成果が将来社会にとってどういうインパクト、効果をもたらすのかについてまで、これを私たちはアウトプットに対してアウトカムと呼んでいます。このアウトカムの視点を導入してやるべきだとの議論も始められております。

究所が持つべきではないだろうか。

個人評価については、現場を知っているグループリーダーやユニット長が数字ではなくディスカッションベースで多面的な評価をしており、お互いに信頼が置かれているという印象を受けた。しかし、この信頼関係がいったん崩れると一気にシステムが崩れるので常に緊張感をもって対応する必要があるだろう。また、大きな役割を果たしているポストクに関しては、透明性の高い評価を行うことが必要であり、評価結果に基づいて正式な職員として採

用をする基準などを明確にし、魅力のあるシステムを開発されることが重要である。

マネジメントに対する自己評価システムに関して、部下が上司を評価するシステムも必要であろう。何年かに1回、匿名で上の人をレビューするサーベイを行うことにより、100人単位くらいの部門に関しては、部下のモラルがどうなっているかを捉えることも可能ではないだろうか。

アウトカム評価の導入については、非常によいことだと思う。ただし、ア

ウトカムを評価できるようになるまでには時間がかかるので、アウトプットとアウトカムをうまく組み合わせる総合評価する、長期的な視点の指標を入れるなど、評価手法を巧く考えるべきであろう。また、アウトカム評価の理解が研究ユニット長の間でも不十分のようなので周知徹底させる必要があるだろう。

問い合わせ先：

産総研 企画本部（事務局）

TEL：029-862-6040

# 新データ圧縮技術を用いた 救急車内画像遠隔取得システム

## 医師が見たい画像をすばやく取得できる高い操作性

移動中の救急車内の様子を、救急病棟の医師が自ら車載カメラの遠隔操作を行うことで画像として取得できるシステムを、産総研、筑波メディカルセンター病院、つくば市消防本部が、文部科学省都市エリア産学官連携促進事業において開発した。第一の特徴は、データ通信量が低下したときでも、医師の判断に足る品質の画像を確保するために、移動体通信向けの新しいデータ圧縮技術「適応型 BTC」を開発採用したこと、第二の特徴は、医師が見たい画像をすばやく取得できる高い操作性と面倒なカメラ操作のいらぬ直感的なユーザインタフェースを実現したことである。産総研認定ベンチャー企業を通じて来春事業化が予定されている。

### 研究の背景

昨年度の全国の救急出動回数は483万回にも及び、そのうち救急車による出動件数は一日平均約13,235件で、約6.5秒に一回の割合で出動している（「平成15年中）救急・救助の概要」総務省消防庁救急救助課）。通報を受けてからの救急病棟収容への所要時間

は全国平均で27.3分であるが、救急車が現場に到着してから救急病棟への搬送間の処置、ならびに救急病棟側での受け入れ準備が救命率に大きな影響を与える。このため、搬送中の患者の画像を病院側から自在に取得できるシステムの開発が必要とされ、わが国ではこれまで数例の研究開発が行われている。しかしながら、広く普及していないのが現実であっ

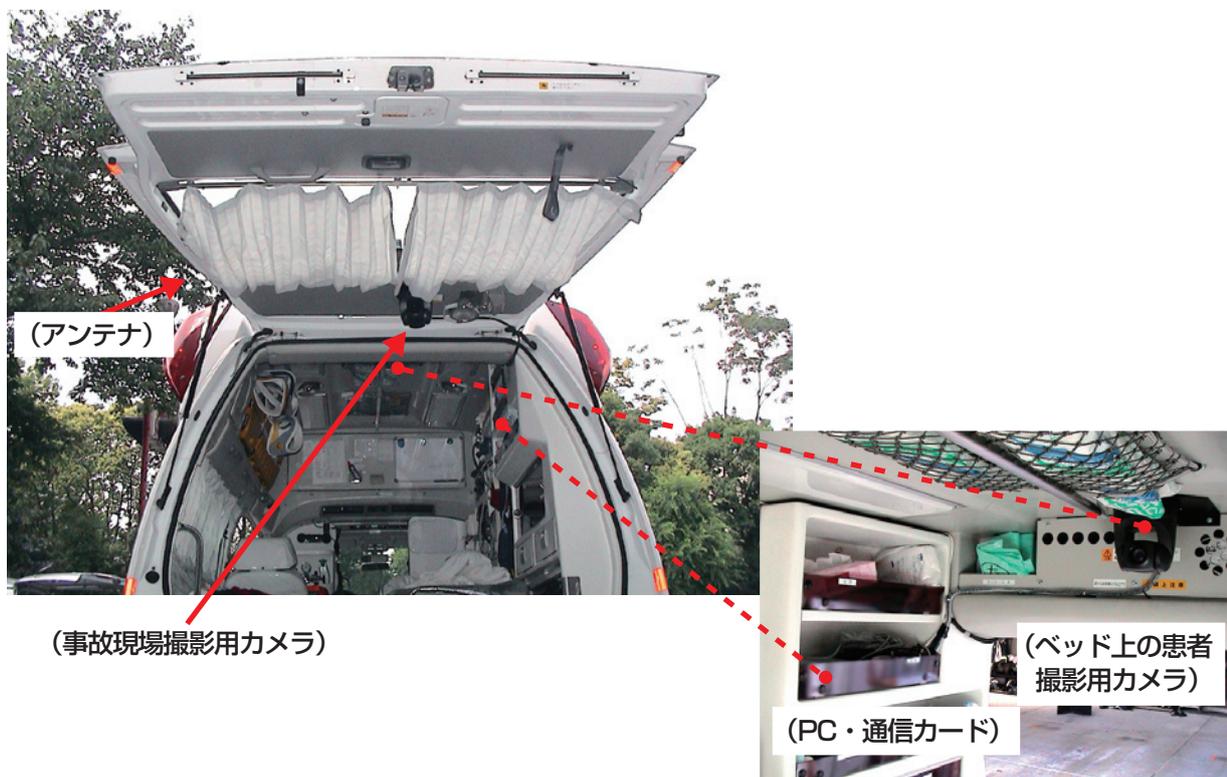


図1 救急車内に設置されたシステムの様子



図2 医師が操作する画面のメニュー

左側が QVGA (320 × 240 画素) 画像

右側が高精細画像取り込みによって撮影した救急車内のベッド上での疑似患者の映像 (VGA 画像)

た。その原因として医療関係者から、医師が診断に本当に必要な画像が必ずしも得られないことが指摘されている。また携帯電話を通信手段として用いることが多いため、データ転送能力の低さと変動の大きさが、高画質確保の障害となっていた。そこでこのシステム開発のスタートにあたっては、①医師にとって使いやすさ、②携帯電話通信向きの新しいデータ圧縮、の実現を目標とした。

## 救急車内画像遠隔取得システムの概要

今回、産総研と筑波メディカルセンター病院(以下 TMCH)、つくば市消防本部が開発した「救急車内画像遠隔取得システム」は、救急車内の搬送患者の画像を携帯電話を通じて、プロバイダ経由で救急病棟へ転送し、待機する医師の診断や医師の指示による救急救命士の応急処置等に用いるものである。携帯電話等による移動体通信は、建物、地形の影響や通話の混み具合等により、データ通信量に大きな変動が生じる。そこで、データ通信量が低下したときでも医師の判断に足る品質の画像を確保するため、移動体通信向けの新しいデータ圧縮技術「適応型 BTC」を開発した。適応型 BTC データ圧縮は、携帯電話の通信能力の範囲では、静止画像データの圧縮方式の一つである、JPEG や JPEG2000 よりも高画質で、かつデータサイズもより小さいことが特徴であり、他のデータ圧縮技術よりも短い時間で画像データを送ることができ、無線伝送時のエラー発生率を削減することができる。

救急車内画像遠隔取得システムは、「ただ救急車内

画像を送るのではなく、医師が治療を行うための判断に必要な本当に見たい画像を自在に取得できる」ことを開発の最優先課題とした。医師はパソコン画面上で詳しく見たい領域をクリックするだけでよく、面倒なカメラ操作のいらぬ直感的なユーザインタフェースを、TMCH の医師の協力により開発した。医師は動画で送られてくる画像を見ながら、詳しく見たい箇所を選択して、ブレの小さい高速シャッターにより高精細静止画を取得することができる。また、救急車には車内撮影用カメラのほかに車外撮影用カメラも装備しており、事故現場等の画像取得も自在に行える。医師が事故現場の画像を希望する理由は、単に車の破損状況を見るのではなく、たとえば運転者がハンドルにぶつかり接触している状態などから、運転者のダメージを判断するためである。この点でも医師が自ら見たい画像を取得できるということの重要性が明らかである。

本システムの導入に必要な、救急車および病院での新規追加装備は、最小限(救急車: PC 1 台、カメラ 2 台(車内用 1 台、車外用 1 台)、携帯用アンテナ、病院側: PC 1 台)で済むため、既存スペースへの圧迫がほとんどないシステム構成となっている。救急車は一台 4000 万程度と高価格であり、車体もカスタムメイドに近く、強化プラスチックでできている。このため、あとからネジ穴を開けることもすぐにはできないため、装備品がこのシステムのように最小限で済むことは改造の可能性がそれだけ小さいので有利である。

また、今後、携帯電話の性能が上がり、機種が変わっても、本システムは設定の変更だけで対応できるた

め、通信インフラの進歩をそのまま享受し、システム全体の性能向上が可能である。

本システムは、パン、チルト、ズームのできる可動カメラ2台を救急車に設置しており、(図1)、1台は、救急車外の事故撮影用であり、もう1台は、救急車内の患者撮影用である。救急車内のノートパソコンには、カメラからの画像取得用USBケーブルと、無線通信のための携帯電話カードが付加されており、携帯電話カードはアンテナケーブルを通じて、車外アンテナに接続されている。救急病棟には、インターネットに接続されたパソコンが設置されている。

## 本システムを用いた支援の流れ

(1) 救急救命士が救急車に設置されているパソコンの電源を入れる。(本システムを採用することによって増えた救急救命士の作業は、これだけである。)

(2) 救急病棟のパソコンの呼び出しベルがなるので、応答ボタンをクリックすると、医師が操作する画面が開かれる(図2)。

(3) 医師は、救急車から送られてきた画像(連続画像取得時はQVGA (320×240画素(画像の中から、見たい部分をクリックすることで、その箇所を中心とする画像が得られ、マウスのホイールを操作することで、拡大/縮小を行うことができる(光学18倍まで拡大可能)。振動の激しい路面では、高速シャッター

モードにすることで、ブレを押さえることが可能である。また、医師が画像を見る目的に応じて、4種類の画質を選択できる。見たい箇所を探す場合は「速度重視モード」、薬のラベルやマニュアルなど、文字などの形が重要な場合には「文字モード」、詳細な動画像(1fps程度)を見たいときには「詳細画像モード」、高精細な静止画を取得したいときには、「高精細画像取込モード」がある。高精細画像として、VGA (640×480画素)画像が取得される。「外/内カメラ選択」ボタンにより、車外・車内カメラの切り替えが行える。図2の左側は、QVGAの画面を示すが、これは連続画像で送られているときで、この間、医師は自分の見たい画像の位置や拡大度をクリック操作で選んでいく。そして、見たい画像が決まったら、今度は高精細画像取り込みによって、診断に用いる高精細な画像を得る。この状態を示すのが図2の右側である。

(4) 救急車が救急病棟に到着した際、医師がプログラムを終了することで、救急車内のパソコンが自動的にシャットダウンされる。

## 新データ圧縮「適応型BTC」

今回新たに開発した移動体通信向けのデータ圧縮技術である適応型BTCは、1978年に提案された静止画像データの圧縮符号化方式のBTC (Block Truncation Coding) を拡張して、注目領域の高画質

### 3~5KBでの画像比較

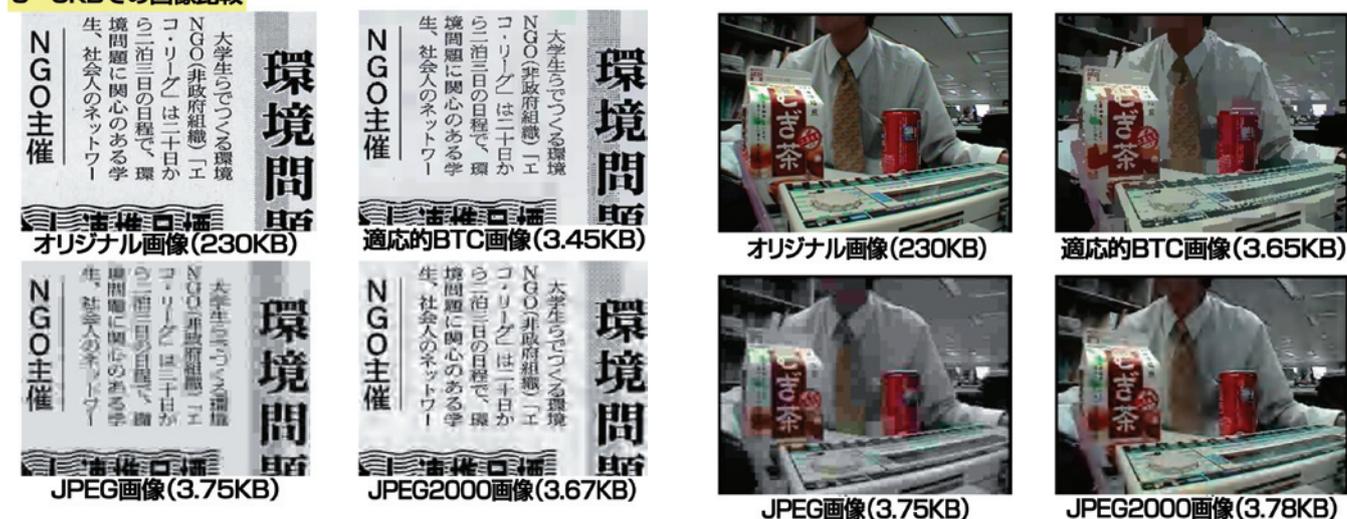
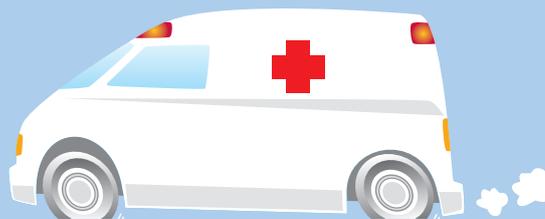


図3 他の圧縮方法との比較

比較例1(左) ほぼ同じデータサイズへ圧縮したときの、新聞画像の適応型BTC、JPEG、JPEG2000との比較: 適応型BTC圧縮画像のほうが鮮明な画像である。

比較例2(右) ほぼ同じデータサイズへ圧縮したときの、デジタルカメラ画像の適応型BTC、JPEG、JPEG2000との比較: 適応型BTC圧縮画像のほうがオリジナルに近い画像である。

## 共同研究者からのコメント



### \*筑波メディカルセンター 河野先生

今までは、救急車から言葉の情報だけを受け取って救急現場の状況を想像していました。

事故の場合、事故車の破損状況から、搭乗者の怪我の度合いがある程度わかるという研究報告もあります。このシステムを使うと、事故現場での車の破損状況や、患者の様子が、まさに、一目瞭然となり、救急現場への指示や、治療の準備にとりかかれるようになります。

### \*つくば市消防本部 田中さん

救急隊員は、救命救急処置を1秒でも早く行うように訓練しています。このシステムでは、救急車が現場に向かう間に救急隊員がパソコンの電源を入れるだけで、その他の操作が一切不要であるため、救急救命処置を行うときにかかる負担がほとんどありません。救急隊員が特別な作業をしなくても、病院の先生が見たい映像を見られることはとても重要です。

現在は、システムの試験期間として、1台の救急車だけにしかシステムを搭載していませんが、このシステムの有効性が実証されれば、別の救急車へも導入していきたいと思っています。

化機能を搭載したもので、特に画像内の文字領域など、輪郭情報の再現性に優れている。また、産総研が独自に研究開発した色空間変換技術を導入することで、色情報の再現性が向上し、信号や標識、黒板に書かれた文字などの重要色を正しく表示する事が可能となっており、遠隔情報支援での利用に適した技術となっている。

携帯電話の通信帯域で、1fps以上を送ることができ、データサイズ(3~5KB)に画像を圧縮したときでも、ボケの少ない画像が得られることを特徴としている(図3)。

## 今後の予定

今後は、茨城県つくば市内で「救急車内画像遠隔取得システム」の運用実験を重ねると共に、株式会社ティアックシステムクリエイティブ(生産、販売(全国))、関研商事株式会社(販売(予定)(北関東、茨城))、産総研認定ベンチャー企業である株式会社進化システム総合研究所(技術開発)により事業化を進める予定である。さらに、通信費の削減、通信帯域・通信カバーエリア拡大のため、260MHz帯での広帯域無線通信

システムを開発し、平成17年度より、伝送評価・試験を行う予定である。

### ◆用語説明

#### ○JPEG2000

JPEGの後継として、2001年に規格化された画像データの圧縮符号化方式 (ISO/IEC International Standard 15444-1、ITU-T Recommendation T.800)。ウェーブレット変換を採用することで、離散コサイン変換を用いるJPEGよりも高圧縮効率かつ高画質で、画質劣化のないロスレス(可逆)圧縮機能を標準で搭載している (JPEGではオプション)。

#### ○fps(Frame Per Second)

動画のなめらかさを表す指標。1秒間に何枚の画像を表示しているかを示している。

### ●問い合わせ

独立行政法人 産業技術総合研究所

次世代半導体研究センター

回路システム技術研究グループ 主任研究員 関田 巖

回路システム技術研究グループ 主任研究員 坂無 英徳

回路システム技術研究グループ 研究グループ長 樋口 哲也

E-mail : i-sekita@aist.go.jp

〒305-8568

茨城県つくば市梅園 1-1-1 中央第2

テレビも写真もパソコンも同時に見られます

## 異なる映像を同時に表示する新方式

壁に向かって懐中電灯で照らすと、光の円盤ができる。壁に近ければ小さい丸、離れば大きな丸になる。懐中電灯を2つ用意すれば2つの円盤を、重なりを許して、それぞれ好きな場所に好きな大きさで表示させることができる。このとき懐中電灯の性能は同じである必要はない。

懐中電灯の代わりにプロジェクタを使えば、テレビや写真やパソコンなどを、同時に同じ壁に表示させることができる。同じことを電子的に行ったのが、試作に成功した新方式(VPS方式:Virtual Projectors and a Screen)の表示装置(VPSディスプレイ)である(図1)。VPSは複数の異なる形式の機器からの映像を、入力端子(仮想プロジェクタ)の数だけ同時に、特別なソフトを使わず、誰でも簡単に1つの画面に表示する新方式である。

従来、複数の映像を1画面に同時に表示する場合には、コンピュータや専用の装置で入力映像信号を合成するか、表示装置側の画面分割機能等を用いるしか方法がなかった。しかし、コンピュータや専用の装置は機能的には自由度が大きい、操作が難しく万人向けではなかった。また、表示装置側の機能を利用する場合は、例えば同じ種類の映像信号に限られる、画面数に限られる、重なりは許されないといったような制約が多く自由度が小さいのが現状である。

VPSディスプレイは、操作が簡単で、表示したいビデオやデジタルカメラそれぞれを入力端子(仮想プロジェクタ)につないでまず表示させる。その後、リモコン操作でそれらの表示位置や大きさを好きなように、その場で修正するだけで使える。入力機器は、不要になれば、接続をやめたり、電源を切ればその映像だけ表示が中止され、追加も削除も自由自在である。懐中電灯を点灯・消灯する場合と全く同じである。専門的知識がなくても、誰でもが容易に扱えることが可能である。

例えば手術の時に使用すれば、内視鏡画面と断層写真、血圧心拍数、その他の必要な映像や情報を、同時に、必要な時に、適切な位置に簡単に表示させることができる。不要になれば、それだけを簡単に削除できる。

複数のVPSディスプレイに同じ入力を与え、映像の右上だけを表示させるもの、右下だけを表示させるもの、といったように表示位置を調整することで大画面が実現できる(図2)。

今回の試作で、VPSディスプレイの機能が実証できたので、今後は仮想プロジェクタの扱う入力映像信号の多様化と同時に、実現コスト削減の観点から回路の最適化を行い、製品化を念頭においたVPSディスプレイの開発を行う予定である。

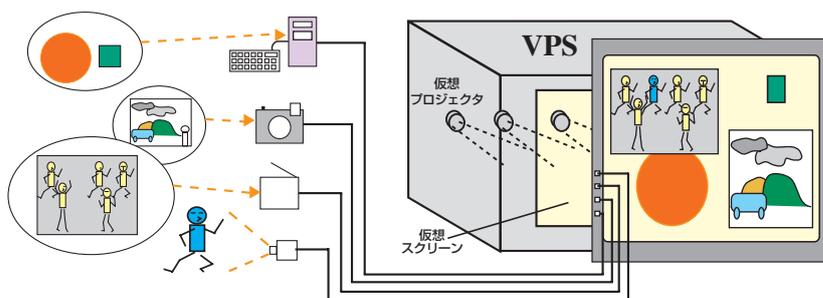


図1 VPS ディスプレー

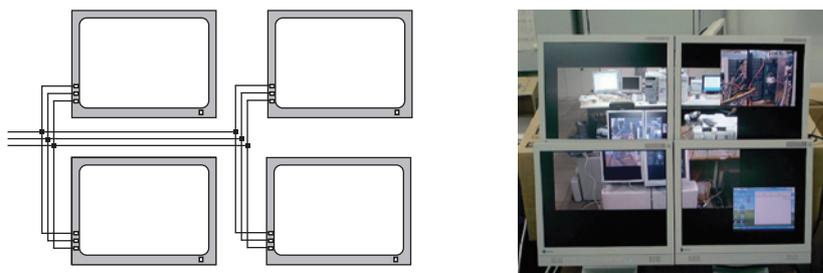


図2 4台組み合わせて大画面を実現した例



もりかわ おさむ  
森川 治  
morikawa.osamu@aist.go.jp  
人間福祉医工学研究部門

### 関連情報

- 共同研究者：戸田賢二、片下敏宏、堀 洋平(情報技術研究部門)。
- 特許：特許第3520318号(映像合成演算処理装置、その方法及びシステム)。
- プレス発表、平成16年9月15日：[http://www.aist.go.jp/aist\\_j/press\\_release/pr2004/pr20040915/pr20040915.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2004/pr20040915/pr20040915.html)
- 森川 治、片下敏宏、堀 洋平、戸田賢二：日本バーチャルリアリティ学会第9回大会論文集(2004年)。

# 大脳誘発波の発生メカニズム

被験者に感覚刺激をくり返し与えたときに計測される脳(磁)波を刺激に同期して加算平均すると、いくつかのピークからなる誘発波が得られる(図1)。とくに潜時(刺激から反応までの時間) 100msではN100<sub>(m)</sub>と呼ばれる大きなピークが生じる。誘発波は脳の基礎研究、臨床医学や人間工学に用いられる。今までは、感覚刺激が入力されると脳内の複数の信号源が過渡的に活性化される一方、定常的に観測される振動はノイズゆえに加算平均によって消えるので誘発波が生じると考えられてきた。

図2は、「ピッ」という音をくり返し被験者に聞かせたときの(加算平均する前の)脳磁波を、6Hzを中心とする狭帯域バンドパスフィルターに通し、刺激のタイミングで重ね合わせたものである<sup>1)</sup>。潜時100msを中心とする時間範囲だけにおいて位相が刺激のタイミングに同期している。この図から、6Hz近辺の定在波は刺激と無関係なノイズではないことが分かる。潜時約100msにおける波形の振幅

値の空間分布(磁場分布)から、しばしば良い精度で、聴覚領内に一個のダイポール(神経活動を表す方向をもった電流要素)が信号源として推定される(図3)。聴覚領内にこの一個のダイポールしか存在せず、その振動の位相同期だけが神経応答の要因ならば、潜時約100ms以外のピークにおいても同じダイポールが推定されるはずである。しかし実際には、精度よく推定されるのは潜時100msを中心とする時間領域だけであった<sup>1)</sup>。われわれはシミュレーション結果などから、聴覚領内にダイポールで近似される信号源が複数個あり、無音のときそれらの位相はたがいにランダムだが、音が入ると潜時100msを中心とする時間領域で位相がそろおうと考えている。視覚誘発波についても類似の実験結果がある<sup>2)</sup>。1つの感覚刺激のさまざまな属性が複数部位で別々に抽出され、位相同期というかたちでそれらの結びつけがなされる、というのが1つの解釈である。人間工学や臨床医学への誘発波の応用において新たな発展が期待される。

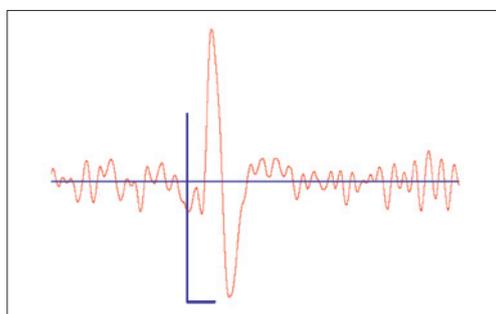


図1 聴覚の誘発波  
スケールは、音刺激(左耳へのトーンバースト)のオンセット、100 fT/cm (たて)と、100ms (よこ)。右側頭葉上で記録。加算回数:約50回。

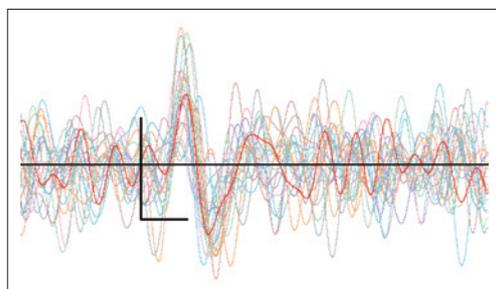


図2 連続する20試行の生データを帯域フィルターに通した後の波形  
スケールバーは、図1に同じ。

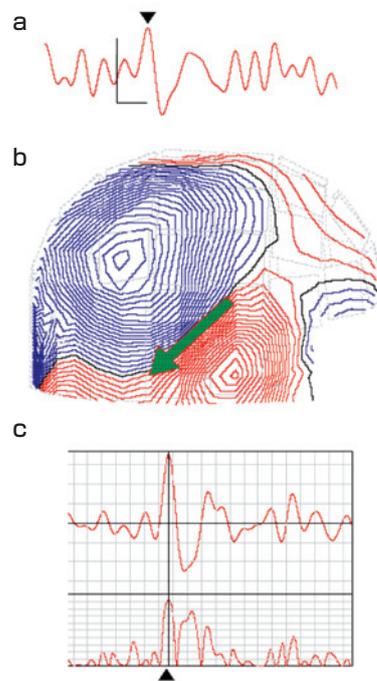


図3 (a)図2の赤線。(b) a図の▼で示す時刻における、右半球上の磁場分布(20 fTごとの等高線表示)。赤(青)線は外(内)向きの磁場。矢印は推定されたダイポール。(c) ダイポールの強さ(上、20 nAmステップ)と推定精度(下、10%ステップ)の時間経過。時間は50msステップ。



はまだたかし  
浜田隆史  
hamada-takashi@aist.go.jp  
人間福祉工学研究部門  
(関西センター)

## 関連情報

- 1) Hamada T, 2004, Int. J. Psychophysiol., in press.
- 2) Makeig S et al, 2002, Science, 295, 690-694.

# 核の量子効果を取り込んだMO計算

『水素結合』は自然界で最も単純な結合様式であるにもかかわらず、生体物質や水など我々の存在と深く関わっている。ところがこの水素結合の結合原理は未だに不明な部分が多く、これまでに不可思議な現象が数多く発見されている。特に、水素・重水素置換に伴う水素結合長の変化、水素結合系誘電体中の水素・重水素置換による構造相転移温度の著しい変化といった“同位体効果”の解釈には、プロトンの量子力学的取り扱いが重要である。

しかしながら、代表的な計算科学的手法の一つである分子軌道(MO)法では、プロトンを+1の古典的な点電荷として取り扱っているため、プロトンの波動的な振る舞い(量子効果)を露に取り込むことが困難である。そこで我々は同位体効果を含めた水素結合の性質(結合原理、結合様式)を明らかにするため、プロトン・デュートロンの量子効果を直接取り込むことができる多成分分子軌道(MC\_MO)法を開発している<sup>1)</sup>。このMC\_MO法によるH<sub>2</sub>分子、およびその重水素置換体であるHD、D<sub>2</sub>分子の計算結果では、従来、点電荷として扱われていたプロトン・デュートロンが量子性の違いにより異なった空間的な広がり(密度分布)を持っていることが分かる(図1)。この核の量子性の違いが電子状態に反映して電子がデュートロン側に偏るため、HD分子では双極子モーメント( $\mu_x$ )を持つ、という実験事実を

理論的に再現した。核間距離( $R$ )は、H<sub>2</sub>よりもHD、D<sub>2</sub>のほうが短くなり、幾何学的な同位体効果を表現することにも成功した。このように、従来のMO法では取り扱いの困難であったプロトン・デュートロンの量子性の違いをMC\_MO法により直接考慮することで、骨格構造および電荷密度の緩和が同位体効果と密接に関連していることを初めて示した。これまでに我々は、核の量子性が水素吸蔵金属微粒子、C-H...O型水素結合などの幾何学的同位体効果に重要な役割を果たしていることを理論的に解明した<sup>2)</sup>。さらに最近では、ビタミンEの抗酸化作用など、反応に直接関与する水素の量子性が鋭敏に反映される水素(プロトン)移動反応において、幾何学的同位体効果の引き起こすポテンシャル面の変化が、速度論的同位体効果を支配する大きな要因であることを明らかにした。核の量子性を直接考慮した以上のようなアプローチは、水素結合の性質や反応性、種々の同位体効果に対する詳細な解析を可能とした。

また現在では、生体内分子における核の量子効果の役割を理論的に明らかにするため、このMC\_MO法をPCクラスタやグリッド技術に基づいて大規模分子系に拡張することを目指している。本手法により、タンパク質などの生体内分子中に存在する多くの水素結合の結合原理や同位体効果の解明が期待される。

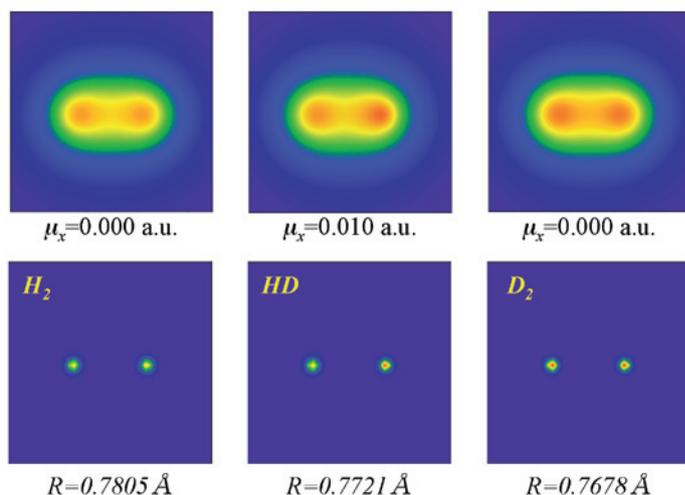


図1 H<sub>2</sub>、HD、D<sub>2</sub>分子における原子核(下)、電子(上)の密度分布と核間距離( $R$ )および双極子モーメント( $\mu_x$ )

図中の赤い部分は高密度領域を表す。



いしもとたかよし  
石元 孝佳  
t.ishimoto@aist.go.jp  
グリッド研究センター

#### 関連情報

- 1) M. Tachikawa, K. Mori, K. Suzuki, K. Iguchi : Intl. J. Quantum Chem. Vol. 70, 491-501 (1998) .
- 2) T. Ishimoto, M. Tachikawa, M. Yamauchi, H. Kitagawa, H. Tokiwa, U. Nagashima : Chem. Phys. Lett. Vol. 372, 503-507 (2003) ; T. Udagawa, T. Ishimoto, H. Tokiwa, M. Tachikawa, U. Nagashima : Chem. Phys. Lett. Vol. 389, 236-240 (2004) .

## 次世代インターネットネット対応 KNOPPIX/IPv6

KNOPPIXは1枚のCDのみで起動するLinuxディストリビューションである。ハードディスクを必要としないため、Windowsプレインストールパソコンでも手軽にLinuxアプリケーションを体験できる。KNOPPIXはパソコンに接続してあるデバイスの自動認識に優れており、ネットワーク、ビデオデバイスなどの設定が起動時に自動的に行われる。このような利便性を有するLinuxディストリビューションを次世代インターネットプロトコルのIPv6に対応し、手軽にIPv6が使えるKNOPPIX/IPv6を開発した。

次世代インターネットプロトコルIPv6は、現在のインターネットプロトコルIPv4がもつアドレス枯渇やセキュリティなどの問題解決が行なえると期待されている。研究開発は日本が世界をリードしながら進んでおり、現在では普及促進段階に移行している。しかし、IPv6が利用可能になるためには、OSのIPv6対応、アプリケーションのIPv6対応、ネットワークのIPv6対応がそれぞれ必要であり、どれか一つが欠けてもIPv6が利用できなくなるため、普及に向けた課題となっていた。

KNOPPIX/IPv6は上記課題の解決策の一つとして開発した。CD-ROMで起動するだけで

インストールや設定なしにIPv6が設定され、手軽にIPv6環境を利用可能とした。具体的には、OSのIPv6対応として”USAGI” IPv6スタックを組み込んだ。アプリケーションのIPv6対応としては、Webブラウザ(Mozilla, Konqueror)、メールソフト(Sylpheed, Kmail)など、デスクトップ用として一般的に利用するようなポピュラーなものを収録した。ネットワークのIPv6対応に関しては、現在利用されているIPv4環境であってもIPv6環境に対してトンネル接続を行える6to4機能を組み込んだ。これにより、ユーザはネットワーク環境がIPv4であるかIPv6であるかを意識することなく利用可能である。さらにKNOPPIX/IPv6は中継機の機能(ルータ)を併せ持つため、既存のパソコンにネットワークカードを複数接続すればIPv6ネットワーク実験環境を構築できる。

これらの機能は国際認証機関であるIPv6 Ready Logo Committeeにより動作確認が行われ、Linuxディストリビューションとして世界で初めて国際的接続認証IPv6 Ready Logoを取得した(2004年8月29日付け)。今後はKNOPPIX/IPv6を使い、IPv6の普及促進活動を進めていく。

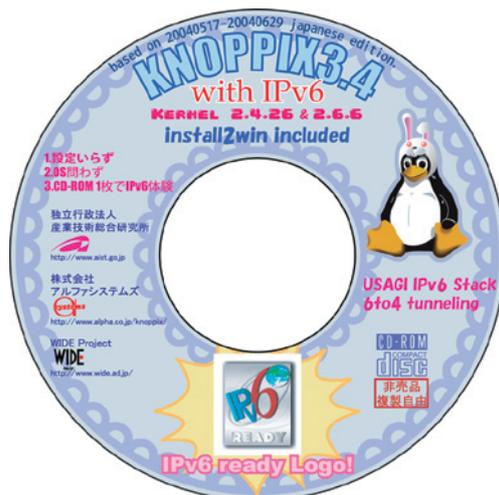


図1 KNOPPIX/IPv6 ラベルデザイン

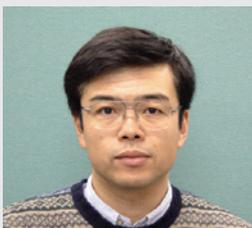
CDイメージやラベルデザインは下記URLよりダウンロードが可能である。

<http://www.alpha.co.jp/knoppix/ipv6/>



図2 IPv6 Ready Logo

KNOPPIX/IPv6はLinux Kernel 2.4および2.6それぞれでホストとルータの4つの認証を受けている。



すずき くにやす  
須崎有康

k.suzaki@aist.go.jp  
情報技術研究部門

#### 関連情報

- 共同研究者、千葉大作・丹英之(株式会社アルファシステムズ)、WIDEプロジェクト(代表 慶応義塾大学 村井純教授)。
- IPv6 Ready Logo approved application List : [http://www.ipv6ready.org/logo\\_db/approved\\_list.php](http://www.ipv6ready.org/logo_db/approved_list.php)
- プレス発表,平成16年9月14日 : [http://www.aist.go.jp/aist\\_j/press\\_release/pr2004/pr20040914/pr20040914.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2004/pr20040914/pr20040914.html)

# 金ナノ粒子を使った赤色系の色材

近年、食品の着色に使われている合成色材の安全性について疑問が持たれるようになり、最近では、天然物に由来するアカネ色素にも発ガン性があることが指摘されている。

一方、金を使ってガラスを赤色に着色する技術が古くから知られている。これは金がナノメートルサイズの粒子(ナノ粒子)としてガラス中に分散すると、金粒子中の電子のプラズマ振動によって特定波長の光を吸収するために赤色に見えるものである。この赤色は耐久性に優れており、たとえば教会のステンドグラスの赤色は数百年を経ても全く変化することがない。当研究部門では、このような金ナノ粒子の着色力と高い耐久性に着目し、これに天然高分子を組み合わせることで安全な赤色系色材を開発した。

天然高分子の中で食材としてなじみのゼラチンや寒天は、室温付近では水には溶けず水を吸収して膨潤する性質がある。そこで、室温で塩化金酸(金を王水に溶かしたのち乾固して得られる金の化合物)の水溶液中に浸漬すると、溶液を吸収してゲル状態になる。つぎに、これを取り出して還元剤(たとえばジメチルアミンボラン)の水溶液に移すと、今度は還元剤の水溶液がゲルの中に浸透し、塩化金酸が還元されて金の微粒子が生成する。このとき、ゲル中では物質の移動が制限されて、生成する金粒子

は極めて小さいナノ粒子となり、お互いが凝集せず分散状態が良好に保たれるため赤色に着色する。さらに、水で洗って還元反応の残渣を取り除いたのち乾燥すると、高分子と金ナノ粒子からなる固体の赤色系色材が得られる。

ゼラチンと寒天は一方で熱湯には溶けるので、固体色材も高温では水に溶解して、金ナノ粒子がコロイド状に分散した透明な液状(金ヒドロゾル)の赤色系色材となる。このほか、でんぷんを部分的に分解した溶性でんぷんを用いても、同様に赤色系の固体および液状の色材が得られる。金ナノ粒子のサイズは、用いる天然高分子の種類と還元剤の種類によって異なり、塩化金酸や還元剤の濃度などの調製条件によっても変化するので、こうした条件を適当に選ぶことにより、色材の色調を、赤色を中心とした赤褐色から赤紫色の範囲で調整することができる。

このように、金ナノ粒子を含む色材は、固体色材としても液状色材としても利用でき、また、色の原因が金ナノ粒子にあることから、ステンドグラスと同様、特に光に対して抜群の耐久性を示す。色材に含まれる金ナノ粒子は、食品添加物として認可されている金箔と同じ物質であり、天然高分子ももちろん無害である。したがって、安全性は極めて高いと考えられ、食品や化粧品など人体に直接関わる分野での利用が期待される。

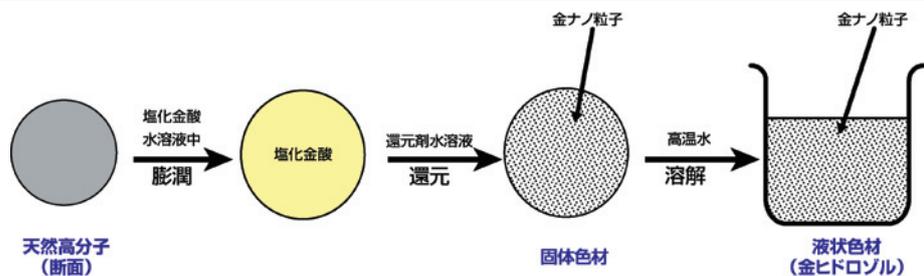


図1 赤色系色材の作り方



図2 ゼラチンを使った固体の色材(左)とこれを水に溶解した液状色材(右)

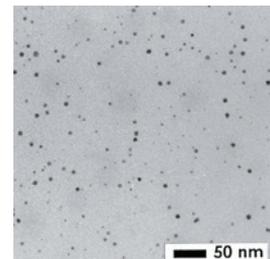
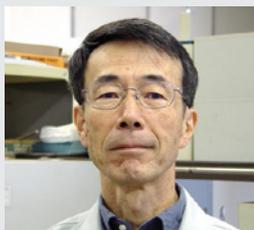


図3 赤色系色材の電子顕微鏡写真  
黒い点が金ナノ粒子



なかおゆきみち  
中尾幸道  
y-nakao@aist.go.jp  
ナノテクノロジー研究部門

関連情報

- 中尾幸道：色材, Vol. 77, 158-162 (2004) .
- 特開2004-244433「天然高分子粉末」.

水特有の大きな誘電率を味方にして

## 分子間水素結合によるJ会合体形成

ある種の生物は、光合成で光エネルギーを高効率に利用するために、色素分子を環状に並べて「会合体」を作る。そのような会合体中では、光励起された状態が個々の分子に局在せず、会合体全体に広がる。J会合体と呼ばれる色素分子の集合体は、環状ではなくリボン状になっていると考えられているが、やはり励起状態が非局在化するという特徴を持つ。そこで、その特徴に着目した産業への応用が検討されている。

図1に示したDS、DSe、6MeDSは、メロシアニンという色素に水面上で単分子膜を形成させる目的でカルボキシル基(青字部分)と炭化水素鎖を導入した分子だが、これは適当な条件下でJ会合体を形成する。しかし、非対称的な色素骨格の間の静電的相互作用はJ会合体とは異なる型の会合体形成を有利にすると考えられ、単純に分子が自己集合するというモデルではJ会合体の形成を説明できない。この系における自己組織化の要因を明らかにできれば、J会合体形成機構についての理解が進むだけでなく、より一般的なボトムアップ・ナノテクノロジーのための基盤的知見が得られる。

そこで、図1の二つのC=O基に着目し、その状態を赤外吸収分光法で調べることにした。文献ではJ会合体形成のために金属イオンや脂肪酸を取り入れており、赤外吸収の解釈を難

しくしている。ところがいろいろ試してみると、6MeDSは混合物無しでも純水上でJ会合体を形成することが分かった。そのようにして得られたJ会合体を固体基板上に移し取り、赤外吸収スペクトルを測定した。

水面上での挙動から、試料が二成分系(J会合体と他成分の混合)であることが明らかになったので、独自に開発したスペクトル解析法を用いてJ会合体に由来するスペクトルを抽出した。そのスペクトルを量子化学計算に基づいて分析した結果、赤字で示したC=O基が水素結合をしていることが分かった。

つまり、分子間水素結合が図2のように6MeDSのJ会合体形成を促進していると考えられるのである。金属イオンを含むときはそれが水素原子の代わりになり、より強力な分子間結合を作るのだろう。また、エネルギー的な見積りから、水という大きな誘電率を持つ媒体の存在が無ければ水素結合が色素骨格間の静電的相互作用に打ち勝ってJ会合体を形成することは難しいということもわかった。さらに、炭化水素鎖も水面上での分子の向きに制限を与えることでJ会合体の形成に寄与している。この結果は、機能性分子に他の官能基を導入したり自己組織化の場を調節したりして望ましい配列を強制しようとする際の参考になると考えられる。

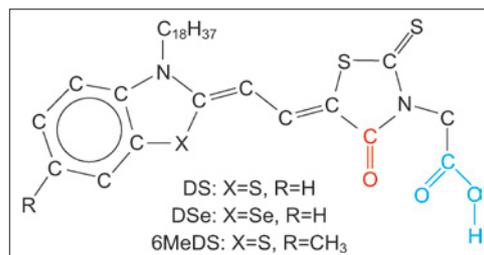
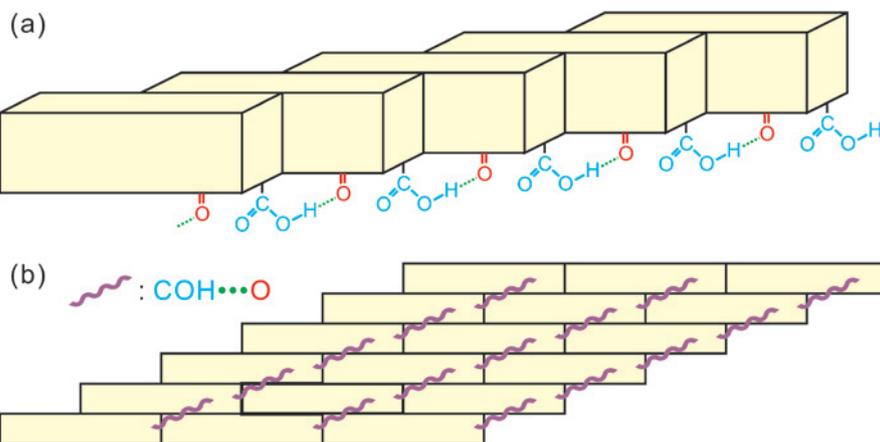


図1(左) 研究に用いた色素分子  
炭素に直接結合している水素は省略してある。

図2(下) (a)分子間水素結合で連なった色素分子 (b)リボン状の会合体の模式図



いけがみけいいち  
池上敬一

k.ikegami@aist.go.jp  
ナノテクノロジー研究部門

## 関連情報

- K. Ikegami: J. Chem. Phys., 121, 2337-2347 (2004) .
- <http://staff.aist.go.jp/kikegami/page038.html>

# 環境調和型有機ハイドライド合成法

有機ハイドライドは、シクロヘキサンやデカリンなどの液体有機物であり、脱水素触媒により芳香族炭化水素と水素に分解し(水素放出)、芳香族炭化水素と水素から合成することができる(水素貯蔵)。また、軽量・コンパクトであること、安全性に優れ、水素の取り出しも容易なため、有機ハイドライドを利用する水素貯蔵・供給システムが期待されている。固体触媒を利用する芳香族炭化水素の水素化プロセスのうち、気相水素化触媒反応は高速で進行するが、高温を必要とし基質の分解物由来による炭素質の堆積による触媒劣化がおこる。また液相法では有機溶媒に基質を溶かし固体触媒に基質を接触させて進行させるが、反応終了後、蒸留による生成物と有機溶媒との分離が必要となる。一般に物質を臨界点以上の温度、圧力にすると、溶解力と拡散性に優れた超臨界状態となり有用な反応媒体として作用する。中でも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無毒、不燃性であることから超臨界二酸化炭素は有機溶媒に比較して安全性が極めて高い溶媒となりうる。

今回我々は超臨界二酸化炭素溶媒と固体触媒を組み合わせた多相系触媒反応システムを利用した環境調和型・省エネルギー型有機合

成システムを利用して60℃程度の低温でナフタレンを水素化し有機ハイドライドであるデカリンを収率ほぼ100%で合成する技術を開発した。概念を図1に示す。まず高圧反応器に担持金属触媒、ナフタレンと(一定量の)二酸化炭素および水素を加える。温度と圧力を上げると超臨界状態の二酸化炭素中にナフタレンが溶解し、担持金属触媒表面上でナフタレンの水素化反応が進行してデカリンが得られる。反応終了後には温度を下げ、二酸化炭素を気体として回収後、生成物であるデカリンと触媒を物理的に回収できるというシステムである。二酸化炭素も触媒も反応終了後に回収して再利用することができる。

これまでのナフタレン水素化法では150～300℃の高温が必要であったが、この超臨界法では大幅に反応温度を下げることができる。また、分解物や高分子環状物が副成しないこと、超臨界二酸化炭素溶媒の高い洗浄力により金属触媒表面が常に清浄化できるといった特長を有する。更に従来法ではナフタレンが水素化する際に部分核水素化体であるテトラリンが多くできてしまうが、超臨界法ではデカリン収率が非常に高いことも大きな特長である。現在、更に高機能な水素化触媒開発を進めている。

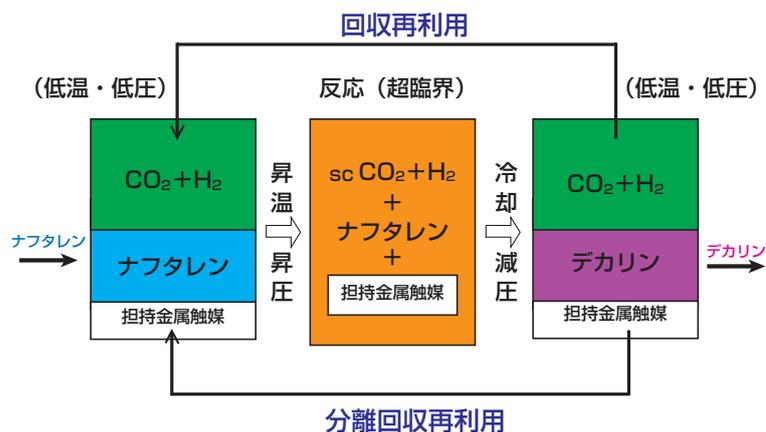


図1 超臨界二酸化炭素と固体触媒を用いる多相系水素化反応システム

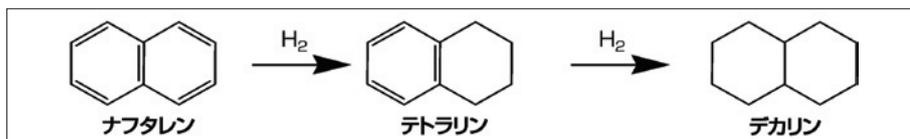


図2 ナフタレン水素化反応スキーム



しらいまこと  
白井 誠之  
m.shirai@aist.go.jp  
超臨界流体研究センター

関連情報

- 特願 2004-270570 「環境調和型ナフタレン類水素化システム」.
- プレス発表, 平成 16 年 9 月 17 日 [http://www.aist.go.jp/aist\\_j/press\\_release/pr2004/pr20040917/pr20040917.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2004/pr20040917/pr20040917.html)
- N. Hiyoshi, C. V. Rode, O. Sato, M. Shirai, J. Jpn. Petrol. Inst., Vol. 47, 410 (2004).

# カーボンナノチューブの壁構造変化

カーボンナノチューブは炭素原子の六角網平面(グラフェン)で構成されているが、その配列様式の違いにより多くの種類がある。例えば、1枚のグラフェンが筒状に閉じた単層ナノチューブや、多層のグラフェンが同軸円筒状に積み重なった構造の多層ナノチューブ、底が抜けた紙コップの形をしたグラフェンが積層をした構造のカップスタック型ナノチューブなどが知られている。

3000℃附近での熱処理は、炭素材料の組織構造を変化させる場合が多く、カーボンナノチューブもその例外ではない。今回はカップスタック型カーボンナノチューブをこのような高い温度領域で熱処理すると、興味深い構造変化が認められた。

この実験には、株式会社GSIクレオス製のカップスタック型カーボンナノチューブ、24PS-AR50を用いた。超高温熱処理は黒鉛化炉を用いてアルゴン気流中で2800℃、3000℃、3200℃の温度を10分間保持することにより行った。そうすると、カップスタック型ナノチューブ壁の外側の部分が通常が多層ナノチューブの構造に変化していた。しかしここで、同軸円筒状構造をとっているのはナノチューブ壁の外側のみで、内側は最初の構造であるカップスタック型がそ

のまま残るといった興味深い複合構造が認められた。例として3200℃で熱処理した試料のTEM格子像を図1に、熱処理による構造変化の模式図を図2に示した。

次に、ナノチューブ壁の厚みのうちどれだけの割合が同軸円筒状構造に変化しているかを、それぞれの温度で熱処理した各試料のTEM格子像観察により調べた。その結果2800℃と3000℃で熱処理を施した試料の間では顕著な違いは認められず、カーボンナノチューブ壁の厚みのうち外側50~60%が同軸円筒状構造に変化していた。しかし3200℃で処理した場合は、同軸円筒状構造をとる厚みの割合が70~80%程度にまで増えており、熱処理温度が高い場合ほど同軸円筒状への構造変化の割合が大きいが示唆される。

カップスタック型カーボンナノチューブに内在する何らかの構造的な不安定さが、試料を超高温処理することによりエネルギー的に、より安定な同軸円筒状構造に変化したものと予想される。どうして構造変化が外壁から起こるかといった理由の解明に加え、このような特殊な微細複合構造をとるカーボンナノチューブの用途開発が今後の課題である。

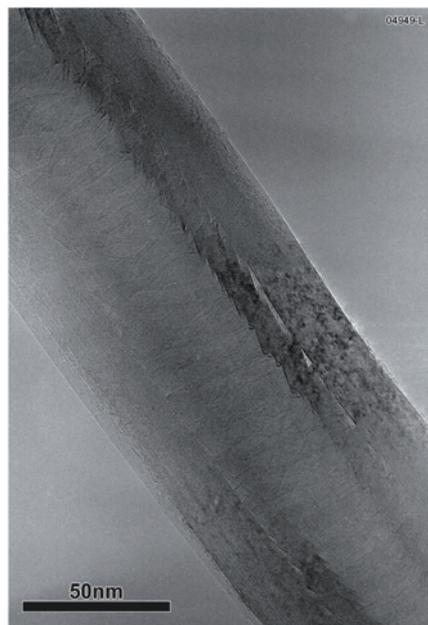


図1 3200℃処理したカップスタック型カーボンナノチューブのTEM観察結果

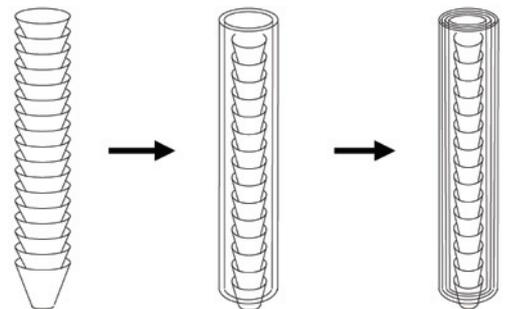


図2 超高温熱処理による構造変化の模式図



しおやま ひろし  
塩山 洋

shioyama.h@aist.go.jp  
ユビキタスエネルギー研究部門

## 関連情報

- H. Shioyama : Carbon in press.

# 有機ELしりん光材料の新規製造法

有機ELディスプレイは、次世代のフルカラーフラットパネルディスプレイの有力候補であり、携帯電話やデジタルカメラなどでの製品化が各社で始まっている。将来的には大型ディスプレイや自由に折り曲げたり丸めたりすることのできるフレキシブルディスプレイの実現も期待されている。

有機ELの実用化に向けた研究課題の1つとして、発光効率の改善が挙げられる。最近になって、有機EL発光材料としてりん光を発する化合物(りん光材料)を用いることで、発光効率が3~4倍も向上することが報告され、大きな注目を浴びている。代表的なりん光材料として、図1に示すイリジウム錯体などが知られており、有機ELの実用化に合わせて、りん光材料の需要が高まることが予想される。これらの材料については、これまでに様々な製造法が提案されているが、複雑な精製プロセスが必要であり、また、収率が低かった。一方で、電子材料として求められている化合物純度は極めて高く、ハロゲン有機溶媒を用いたカラムクロマトグラフィーや昇華精製が必要とされている。

当研究部門では、食品の加熱などに用いられるマイクロ波(2.45GHz)を利用した、りん光材料の新規合成法の開発を行っている。図2に代

表的なりん光材料の合成法を紹介する。プラスチックにイリジウム原料、有機配位子、エチレンジグリコールを入れ、マイクロ波を照射すると、わずか1分後には溶液はオレンジ色に変化し、りん光材料が極めて短時間で収率良く得られることがわかった。

この合成の鍵は、有機配位子を大過剰に添加してマイクロ波を照射することにある。本来、有機配位子はイリジウム1モルに対し3モルしか必要としないが、この反応は不思議なことに50~100モルもの有機配位子を用いた場合にのみ、効率よく進行することが明らかになった。研究を進めた結果、添加した有機配位子は、単なる“配位子”として働くのではなく、反応の進行に伴って放出された反応系中のプロトンをつまみ取る“塩基”としても機能し、反応を促進させる重要な役割を果たしていることがわかった。

この新規合成法では、製造プロセスのスピードアップによるコスト削減だけでなく、得られる材料の純度が非常に高いため、環境負荷の一因となっている精製プロセスの簡略化が可能である。現在、様々なりん光材料の開発に取り組んでおり、今後、新たな発光材料が見出されることが期待される。

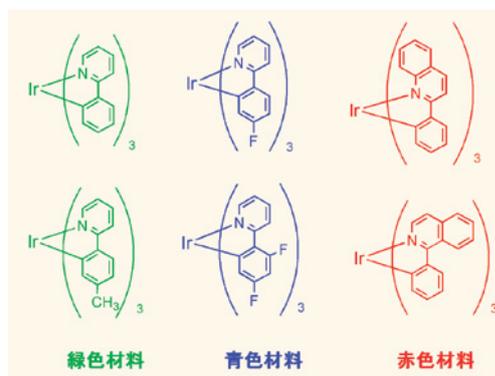
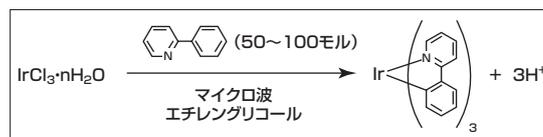


図1(上) 有機ELディスプレイに用いられるりん光材料

図2(右) マイクロ波を用いたりん光材料の合成



## 関連情報

- H. Konno, Y. Sasaki : Chem. Lett., Vol. 32, 252-253, (2003) .
- 特開 2004-168755, 特開 2004-168756, 特開 2004-168758, 特開 2004-238379 「オルトメタル化イリジウム錯体の製造方法」(今野英雄、佐々木義之) .
- 第5版 新実験化学講座(丸善) : Vol. 22, 266-267, (2004) .
- 本研究の一部は、平成15年度 NEDO 産業技術研究助成事業の支援を受けて行われている。



このひでお  
今野英雄  
h-konno@aist.go.jp  
環境化学技術研究部門

有機金属錯体を用いた高性能触媒の幕開け

COに耐性を示す燃料電池用触媒の開発

燃料電池は従来の大規模集中発電に代わる高効率かつクリーンな分散型電源の筆頭であり、早期の開発・普及に向けて多くの努力がなされている。特に家庭用燃料電池によって電力と温水を供給できれば、消費されるエネルギーとCO<sub>2</sub>やNO<sub>x</sub>などの有害物質を20%以上も削減できると試算されており、政府目標では2010年に210万kW、2020年には1000万kWの燃料電池を普及させることが掲げられている\*。

家庭用燃料電池は、燃料改質器を用いて都市ガスを水素にし、これを燃料として発電する方式がとられる。この改質過程で生じる極微量の一酸化炭素(CO)が燃料極触媒である白金を被毒し電池の著しい性能低下を引き起こすため、COに対する耐性の優れた触媒材料が必須であるが、従来は白金・ルテニウム合金触媒のような高価な材料しか有効でないとされてきた。

当研究部門では燃料極触媒を作成する際に、白金の前駆体化合物と補助触媒である有機金属錯体を混合し、カーボン粒子の上に担持したものを不活性ガスを充填した電気炉で熱処理するという独自の触媒調製技術をすでに確立している。原料とした有機金属錯体は、salenあるいはmqphと呼ばれる2個ないし3個の窒素配位子を含む化合物の中心に、ニッケル、マンガン、バナジウムなどの金属を配位したものである。これらはダイレクトメタノール燃料電池では、メタノール酸化電極触媒としても有効なことが明らかにされており、今回はCOに対しても高い耐性を

を有することを明らかにした。

図1は調整した混合触媒であるPt-VO(salen)/Cを用いて、純水素ガスおよびCOを含む水素ガスを使った時に燃料電池運転電位で取り出せる電流値を連続測定したものである。現在の技術では、改質器を立ち上げた際には水素燃料ガス中に1%を越えるCOが混入するため、動作が安定しCOが10 ppm以下になるまで約1時間待ってから燃料電池の運転を始める必要がある。比較に用いた白金・ルテニウム合金触媒では高レベルのCOを導入するとすぐに失活するのに対し、本触媒は高いCO耐性を示すのみならずCO量が減るとすぐに活性が回復する。このことから、本触媒は燃料電池水素極触媒として優れた性質を示すことが分かる。

図2は開発した触媒Pt-VO(salen)/CおよびPt-Ni(mqph)/Cを用いたとき、COを含む水素ガスを使った時に取り出せる電流値と、純水素を使った時の電流値を比較して表したものである。本触媒は100 ppm以上のCO耐性を有しているが、白金・ルテニウム合金触媒との比較からも見られるように、この様な高レベルのCO耐性を有する触媒は世界でも初めてである。

種々の構造解析の結果、これらの錯体触媒は熱処理の後でも担体上で安定した構造を保持しており、長時間の分極においても劣化しないことが裏付けられた。当研究所で開発した触媒調製法は合金触媒を初めて凌駕したばかりでなく、これまでの錯体触媒のイメージを大幅に変えるものである。

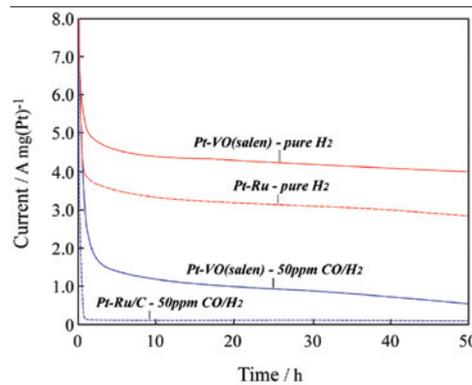


図1 開発した強耐CO被毒触媒(Pt-VO(salen)/C)および白金・ルテニウム合金触媒(ジョンソン・マッセイ社)を用いた時の、純水素、およびCO 50ppm入り水素ガス中での燃料電池運転電位における電流-時間曲線比較

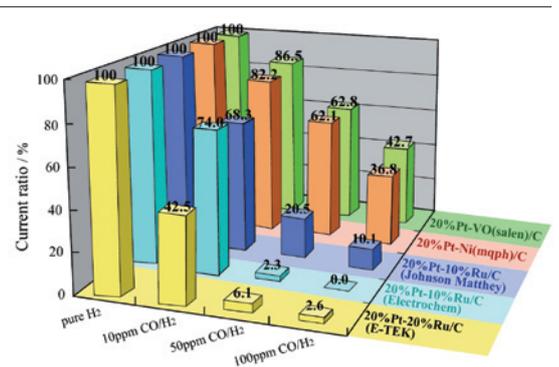


図2 開発した触媒(Pt-VO(salen)/C)およびPt-Ni(mqph)/Cと各種合金系触媒との耐CO性能比較(ガス導入の1時間後に測定)



おかだたつひろ  
岡田達弘  
okada.t@aist.go.jp  
エネルギー技術研究部門

関連情報

- ※燃料電池実用化戦略研究会報告
- 共同研究者: 矢野 啓, 小野千里 (エネルギー技術研究部門) .
- 日本経済新聞、日経産業新聞、化学工業日報、日刊工業新聞、科学新聞、2004.9.17-10.1
- プレス発表, 平成 16 年 9 月 16 日: [http://www.aist.go.jp/aist\\_j/press\\_release/pr2004/pr20040916/pr20040916.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2004/pr20040916/pr20040916.html)
- 本研究は、NEDO受託研究「固体高分子形燃料電池システム技術開発(平成12~16年度)」によりなされた。

# ダイオキシン類を温和な条件で無害化

ダイオキシン類(以下、DXN)による環境汚染を防止するため、主要な発生源である廃棄物焼却炉に対する規制が強化されている。排ガス処理技術の進歩で、大気中へのDXN排出量は大幅に減少しているものの、その一方で、DXNを含む焼却灰や煤塵等が大量に生じており、基準を超える濃度のものには適正な処理が必要となっている。

DXNは、塩素化ジベンゾパラ-ジオキシン(PCDDs)、塩素化ジベンゾフラン(PCDFs)、コプラナーPCB (co-PCB)といった有機塩素化合物から成っている。結合している塩素の数と位置の違いによって毒性は大きく異なり、その中で四塩素化物の一つ(2,3,7,8-TeCDD)が最も高い毒性をもつとされている。しかし、毒性の高いDXNであっても、脱塩素反応で塩素を含まない化合物に変換することで無害化することができる(図1)。

当研究部門燃焼評価グループでは、アルカリ(NaOH)を溶解した2-プロパノール中で、パラジウムを担持した触媒(Pd/C、Pd/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等)を用いることによって、DXNを常圧、82℃以下という温和な条件で脱塩素・無害化することに成功した<sup>1-3)</sup>。廃棄物焼却炉で生成する飛灰からトルエンで抽出したDXNの脱塩

素反応を、実験室規模で3時間行った結果を図2に示す。反応前の各成分の濃度からDXN濃度を求めると、毒性が最高の2,3,7,8-TeCDDに換算したTEQ(毒性等量)値で1574 pg-TEQ/mLであった。反応後には、各成分とも検出下限以下(ND)またはそれに近い値になり、DXN濃度は<0.6 pg-TEQ/mLと著しく低下し、DXNの分解率は>99.96%に達した。

反応機構の検討からは、2-プロパノール中の水素が触媒上でDXN中の塩素と置換し、脱離した塩素は溶存しているNaOHと反応してNaClになることがわかった(図3)<sup>3)</sup>。複数の塩素が結合している場合、脱塩素反応は逐次的に進行し、最終的に全ての塩素が水素に置換される。本処理法では、2-プロパノールが水素源となるため、従来法で用いる水素ガスは必要ないので安全で、反応温度も極めて低いのが特長である。

この液相脱塩素法は、DXNのみならず廃PCBの脱塩素・無害化にも非常に有効であることが実証されており<sup>4)</sup>、有機塩素系廃棄物の新しい処理技術として期待される。今後、さらなる応用とスケールアップを目指していく予定である。

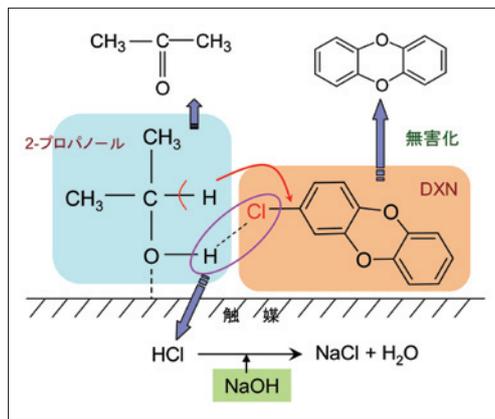
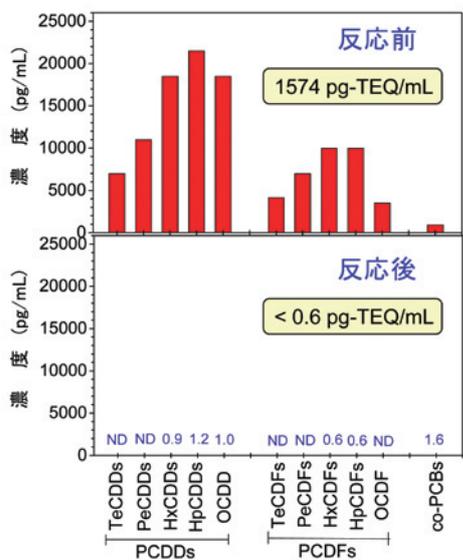
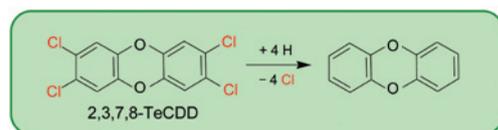


図1 (左上) 脱塩素反応の一例

図2 (左下) 焼却飛灰から抽出したダイオキシン類の脱塩素・無害化反応

反応条件: 2-プロパノール (20 mL)、NaOH (80 mg)、Pd/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (200 mg)、82℃、3時間。

図3 (上) 脱塩素の反応機構



うきすゆうじ  
浮須祐二  
y-ukisu@aist.go.jp  
エネルギー技術研究部門

関連情報

- 1) Y. Ukisu, T. Miyadera: Appl. Catal. A: General, Vol. 271, 165-170 (2004) .
- 2) Y. Ukisu, T. Miyadera: Appl. Catal. B: Environmental, Vol. 40, 141-149 (2003) .
- 3) Y. Ukisu, T. Miyadera: Chemosphere, Vol. 46, 507-510 (2002) .
- 4) Y. Ukisu, S. Iimura, R. Uchida: Chemosphere, Vol. 33, 1523-1530 (1996) .

ひずみ・超音波・AEを一つのセンサで計測・検出

# 光ファイバ構造体健全性評価システムの開発

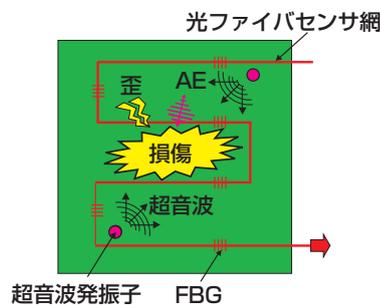
近年、エネルギープラントにおいて破損事故が相次ぎ、構造体健全性評価技術の重要性が再認識されている。これらの評価においては変形量の測定、つまりひずみ計測が最も基本的なパラメータであり、ほかに欠陥検出に利用される超音波の検出、破壊時に発生する弾性波(アコースティック・エミッション: AE)の検出が必要とされる。従来の技術では、これら三つのパラメータ(ひずみ、超音波、AE)を別々のセンサで計測していた。このため大型構造物の評価では、センサが膨大な数になるなどの問題があった。

当研究部門では光ファイバセンサの一種であるファイバ・ブラッグ・グレーティング(FBG)センサを用いて、図1に示すような構造体健全性評価システムの開発を進めている。FBGは光ファイバの導光路であるコア部に紫外線レーザー光を照射して周期的な屈折率変化をもたせたもので、広帯域光を入射したときはその周期に対応する波長(ブラッグ波長)を中心とする狭帯域光を反射する性質がある。このブラッグ波長は、FBGが受けるひずみや温度によって変化するので、FBGはひずみセンサ、または温度センサとして利用されている。

従来のFBGを用いたひずみ計測装置は数百Hz程度のサンプリング速度であったが、我々は数MHz程度までのひずみ変化、つまり超音波・AEまでも計測可能なシステムを構築した。このシステムはFBGセンサ一つで構造体健全性評価において重要な三つのパラメータを計測することが可能なことや電磁波非干渉のほか、波長変調した信号を出力することから波長分離技術の適用により一本の光ファイバ上に複数のセンサを設けることができ、実用上大きな利点を有する。

FBGセンサを用いて、衝撃損傷を与えた繊維強化複合材料に超音波を利用した欠陥検出を行った結果を図2に示す。従来、超音波による欠陥検出に利用されてきた圧電センサは、応答周波数帯域が狭いことや寸法が大きいため、欠陥が小さい場合は検出が困難になるという問題があった。FBGセンサは直径250 $\mu$ mの大きさで、応答周波数特性が広いことから超音波欠陥検出用センサに非常に適している。

現在、超音波・AE検出に関しては特性データを収集する基礎的研究の段階にあるが、できる限り早期に実構造物の健全性評価実証試験を行い、システムが実用化されるよう努めている。



- 光ファイバセンサの特徴
- 1) 小型・軽量
  - 2) 電磁波非干渉
  - 3) 優れた耐食・耐久性
  - 4) 多重化可能

図1 光ファイバセンサ網による構造健全性評価システムの概念図

構造体に光ファイバセンサ網を張り巡らせ、ひずみ・AE・超音波の三つのパラメータを計測する。これまで各パラメータごとに別々のセンサを用いていた。また、各センサごとにケーブルがあるため、大型構造物の健全性評価システムは非常に複雑になっていたが、光ファイバセンサシステムはこれらの問題を解決できる。

- ・ひずみ計測：構造体の負荷状況を監視
  - ・AE計測：破壊発生検知
  - ・超音波計測：欠陥検出
- 1つのセンサで3つのパラメータを監視

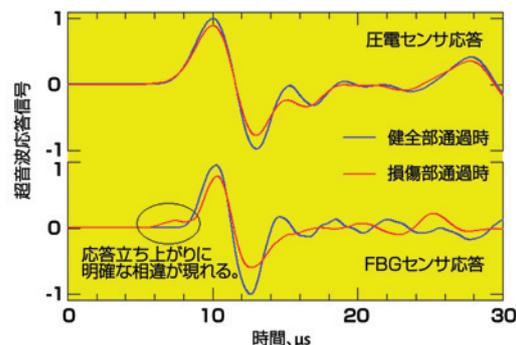


図2 超音波を利用した欠陥検出の例

健全部と損傷部を通過した超音波に対する圧電センサ、FBGセンサの応答を示す。従来、超音波検出に多用されてきた圧電センサでは、超音波伝搬領域の相違により応答信号には振幅と周期変化のみが現れる。一方、FBGセンサでは応答立ち上がり挙動に明確な相違が現れ、容易に欠陥を検出することができる。



つだ ひろし  
津田 浩  
hiroshi-tsuda@aist.go.jp  
計測フロンティア研究部門

関連情報

- 津田浩, 高坪純治, 遠山暢之, 卜部啓: 非破壊検査, Vol. 53, 419-425 (2004).
- H. Tsuda, N. Toyama, K. Urabe, J. Takatsubo: Smart Mater. Struct. Vol. 13, 719-724 (2004).
- 特願 2003-172321 (津田浩), 特願 2004-145880 (津田浩).

## シリーズ：産総研におけるアウトカム事例調査【3】

# 温度標準

技術情報部門

### 1.はじめに

計量標準の開発と供給は、独立行政法人産業技術総合研究所法第11条に、いわゆる3号業務として規定されている。鉱工業の科学技術の研究開発を行う1号業務では、通常は企業に研究成果を移転し、製品化を行う。これに対して、標準供給は、研究成果の製品化から製造・販売までを産総研が直接行っていることになり、アウトカム創出に至る過程も、1号業務とは異なっている。

標準供給は、従来は検定、基準器検査といった法定計量を中心に行われてきた。近年の国際的な基準認証制度の普及の潮流にならい、平成5年に計量法が改正され、校正事業者認定制度(JCSS)が開始された。現在は、産業界の要請に十分応えられていなかった標準供給体制について、世界最高水準を目標として、整備を進めている過渡期にある。

本稿では、温度標準のアウトカムに関する調査結果と、計量標準(主に物理標準)に共通する状況について紹介する。

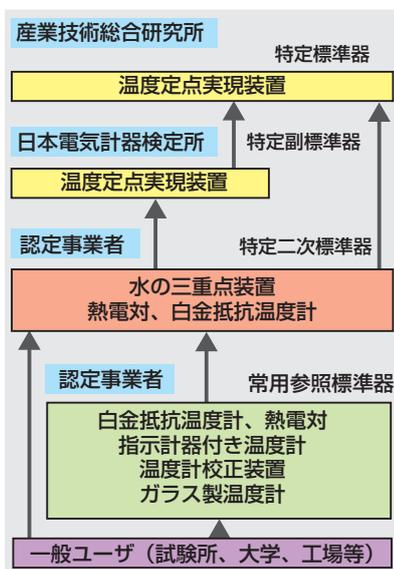


図 温度のトレーサビリティ体系(接触式)

### 2.計量標準に関わる産総研の活動とアウトプット

計量標準に関する活動は、研究、標準供給体制の整備、標準供給の実施に分けられる。

研究は、新しい標準の開発、標準供給範囲の拡大、標準の精度向上、不確かさの評価方法、校正技術、関連計測技術、計測器の開発などについて行われる。研究のアウトプットは、1号業務と同じように、まず、学会発表、論文、特許等の形で出される。

産総研内部の標準供給体制の整備には、計量標準の設定のほか、品質システムの構築が必要とされる。

計量標準の設定には、標準器の開発・整備、不確かさの評価、国際比較の実施などが挙げられる。品質システムに関しては、ISO/IEC 17025に基づく校正手順書の作成が必須である。これに続いて、海外の国家計量機関の専門家によるピアレビューの実施と製品評価技術基盤機構(NITE)のIA-Japanの認定所得、国際相互承認協定(MRA)に基づくCMC登録(校正能力を国際度量衡局に登録する)によって、当該計量標準の国際相互承認が達成される。

産総研外部の体制整備に関しては、JISなどによる技術基準の作成、研究会などを通じた認定事業者の育成・指導、JCSSの運営支援などが挙げられる。運営支援には、NITEによる認定事業者の審査への審査員派遣、認定事業者の技能試験としての持ち回り比較への助言と参照機関としての校正、各種技術文書の作成などがある。

これらの活動のアウトプットは、校正手順書、JISなどの規格、技術基準などの技術文書になる。

体制が整うと、所内委員会及び計量行政審議会の審議を経て、標準供

給が開始される。標準供給のアウトプットは、一義的には校正された機器であるが、校正証明書の発行がその記録となる。

### 3.アウトカム創出のプロセス

標準供給は、アウトプット創出であるとともに、その校正件数等は、アウトカム指標になると考えられる。表には、客観的なデータが比較的入手し易いと思われるアウトカム指標の候補を示した。以下に、標準供給の広がり、産業界や社会での利用と波及効果を温度標準を例に見ていくことにする。

温度計測は、学術研究から、気象観測、各種の産業、日常生活まで広汎に利用されている。温度の標準供給は、接触式温度計及び放射温度計について行われている。

図に見られるように、産総研の標準が、認定事業者などの校正機関を経て、多数のユーザーの計測器の校正証明書へとつながっている。さらに、産業界では、校正された計測器を社内標準として、現場の計測器の管理を行っている。

産業貢献としては、温度計測は、鉄鋼、機械、化学、食品、半導体などの工業において、製造工程の管理、材料や製品の試験、製品の保管など、ほとんどあらゆる場面に必要とされている。適切な温度管理を行うことにより、生産効率の向上、コスト削減、製品の信頼性向上、加熱・高温プロセスにおける省エネルギーなどが期待される。具体例として、半導体メーカーとの共同研究で、温度制御により加工精度を高め、数十億円のコスト削減効果が推定されている。

経済効果の事例として、耳式体温計については、校正用の標準及び技術基準の整備により、売上げ高200億円の市場に成長した。また、温度計や校正

表 アウトプットとアウトカムの整理(温度標準)

アウトプットの整理	アウトカムの整理			
	波及効果の種類	直接アウトカム	間接アウトカム	アウトカム指標候補
		直接的	波及効果のイメージ	
1. 技術開発 温度標準 校正方法の開発 校正範囲の拡大 精度向上 温度計の開発 計測技術の開発 熱物性データの測定  2. 技術基盤インフラ 標準供給体制の構築 技術マニュアルの整備 規格原案の策定 熱物性データベース  3. 技術トランスファー 温度標準供給 温度計測 温度計 温度校正装置の共同研究 技術指導 国際機関での活動	研究開発力向上 (学術貢献)	・ 研究論文を通じた温度標準、計測技術の向上	・ 物性データの精度、信頼性向上	・ 論文引用数・共同研究者数 ・ 技術指導者数 ・ 関連学会委員就任数 ・ データベース利用件数
	技術波及 (産業貢献)	・ 2次校正機関での校正範囲拡大、精度向上 ・ 規格制定、改正 ・ 温度計・校正装置の商品化 ・ 温度計測技術の共同開発、技術移転 ・ 人材の育成、人事交流 ・ 校正システムの整備	・ 温度計測値の信頼性向上 ・ 産業現場での温度計測の精度向上 ・ 製造技術の向上 ・ 製品の品質改善 ・ 自動化、職人技術伝承	・ 校正件数 ・ JCSS 認定事業者数 ・ 認定事業者の校正件数 ・ 規格制定・改正寄与数 ・ 特許料収入・実施許諾件数 ・ 民間共同研究者数 ・ 技術指導した民間研究者数 ・ 製品の販売数量、金額
	経済効果	・ ASNITE - NMI 認定取得 ・ 国際相互承認 (CMC 登録) ・ 温度計、校正装置の販売	・ 校正事業の形成 ・ 生産の効率化、高付加価値 ・ 日本の計測技術・製品の信頼性向上 ・ 販売促進、輸出拡大 ・ 省エネルギー	・ CMC 登録 (校正の種類、校正範囲、不確かさ)
	国民生活・社会レベルの向上 (社会貢献)	・ 耳式体温計の普及促進 ・ 衛星搭載観測器の精度向上	・ 耳式体温計の医療機関、家庭、空港等での使用 (時間短縮、乳幼児) ・ 衛星観測の信頼性向上	
	政策へのフィードバック	・ 計量法改正案	・ 標準供給体制の整備 ・ 法律、規格等での JCSS 利用の指定	・ 法、規格による JCSS 利用の指定件数
特に国際貢献	・ 国際比較の推進 ・ SARS 対応耳式体温計校正装置緊急供与 ・ 国際度量衡委員会提案 ・ 途上国標準機関支援	・ 金属-炭素共晶点プロジェクトの国際的な広がり ・ 国際温度目盛の改訂	・ 国際機関委員数 ・ 海外技術指導件数	

用機器について、産総研との共同研究による旨を謳って販売している事例がある。

前節で、標準供給の技術基準としての JIS の役割に言及したが、計量標準は、規格や標準化の実効を保証するためのインフラとしても位置づけられる。また、法律や JIS に計量標準の使用が指定されることによって、計量標準の普及が促進される。

学術貢献に関して、温度は、熱物性計測のほか、他の量の精密計測においても重要なパラメータであり、温度標準の信頼性は重要である。

社会貢献としては、法定計量があげられ、温度の場合は、体温計の検定等が該当する。法定計量は、消費者保護、取引の公正、環境、安全、健康などの観点から、計量器の信頼性を担保するための制度である。

国際貢献については、産総研はメー

トル条約に関して日本を代表する立場にあり、国際度量衡委員会などの活動に対して積極的な寄与を行っている。温度に関しては、金属・炭素共晶点など次期国際温度目盛改訂を目指した国際プロジェクトを提案して新研究領域を創出・リードし、また、国際比較の幹事国を引き受けるなどの貢献をしている。

開発途上国に対しては、計量技術研修を行う他、アジアの国に対して、国家計量機関の設立のための、技術的な援助を行っている。輸出入関連の検査のほか、現地で質の高い校正サービスを受けられることは、海外に進出する企業にとって重要である。計量標準の開発途上国への援助は、欧米各国も積極的に行っており、日本の国際的なプレゼンスのためにも、重要な活動といえる。

トピック的な話題としては、

SARS 流行時に、シンガポールなどに対して、耳式体温計の校正装置の緊急供与を行っている。

#### 4.おわりに

識者や産業界への聞き取り調査では、質の高い計量標準を維持・供給することによる、日本の製品・技術に対する国際的信用が重要である、との意見が聞かれた。

本調査では、計量標準のアウトプットからアウトカム創出の過程を抽出したが、産業界や社会への寄与の全貌、及びそれらの経済効果については、十分明らかにされていない。また、計量標準の相互承認活動の国際的な利益についても、調査が及んでいない。今後の課題である。

#### お問い合わせ

##### 技術情報部門

● E-mail : tid-geneaff@m.aist.go.jp

● URL: <http://unit.aist.go.jp/techinfo/>

特許

第 3409126 号 (共願) (出願 2000.8)

金属ナノワイヤー及び金属ナノパーティクル

● 関連特許(出願中：国内1件)

1. 目的と効果

特定の銀イオン担持無機化合物に電子線を照射し、アスペクト比（直径に対する長さの比）の高い銀ナノワイヤを連続的に結晶成長させる技術を提供します。本技術は、水環境浄化のための環境ホルモンを伴わない抗菌技術を開発する過程で偶然に発見された成果です。銀はすべての金属の中で最も電子をよく通し、熱を伝えやすい性質を持っているとともに、ナノサイズの銀や銀イオンは優れた抗菌性を示します。銀ナノワイヤは、これらの特性を生かし、半導体分野（電子デバイス材料）や環境分野（抗菌材料、触媒材料）への応用が期待できる素材です。

[適用分野]

- 半導体分野(電子デバイス材料)
- 環境分野(抗菌材料、触媒材料)

2. 技術の概要、特徴

本技術は、マイナスの電荷を有する電子は通さず、プラスの電荷を有する銀イオンが内部を自由に動き回れる構造を持つ無機化合物を前駆体として使用します。この前駆体に電子線を照射することにより、直径が数～数十ナノメートル、長さが数十マイクロメートルの銀ナノワイヤを容易に生成させることが可能です(写真)。

また、生成条件を変えると、無機化合物の表面に銀ナノ粒子を形成させることもできます。現在、本手法で得られている最も長い銀ナノワイヤのアスペクト比は3000以上にもなり、ナノ繊維ともいふべき銀ナノワイヤです。今回の手法は連続的に銀を紡糸できるところに特徴があり、効率的な製造技術になるものと期待できます。

3. 発明者からのメッセージ

今後は、銀ナノワイヤの成長制御技術の確立、他の金属への応用に関して研究を進め、金属ナノワイヤの特性を生かした環境分野等への応用を目標にしています。研究を更に進展させるために、現在共同研究先を新たに募集しています。

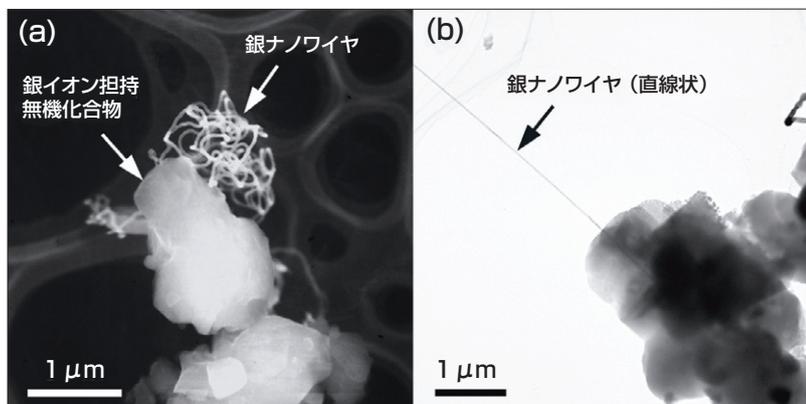


写真 電子線照射により得られた銀ナノワイヤ (a) SEM写真 (b) TEM写真

## 特許

第 2735147 号 (出願 1994.6)

# 環境温度で自動的に 省エネ快適になる窓ガラス

● 関連特許(登録済み：国内1件、出願中：国内4件、国外2件)

### 1. 目的と効果

建築物の窓から光熱交換で大量のエネルギーが流失されます。その光熱の流れを季節や天候に応じて制御すれば、冷暖房エネルギーの節約と快適な居住空間を作ることができます。私たちは、環境温度で自動的に光熱を制御できる次世代多機能窓ガラスを開発しました。

[適用分野]

- ビルや住宅の窓材
- 赤外光制御素子
- 光・電気スイッチ素子
- 光センサー

### 2. 技術の概要、特徴

この窓ガラスの働きを図に示します。このガラスの表面は物質の相転移を利用した調光層、光透過率の制御や光触媒性など多機能導入のための機能層という多層薄膜系となっており、スパッタ法などによってガラス基材上に堆積させます。調光層の特徴は、ある温度を境界に相転移が起きて光学特性が大きく変わります。その境界温度を快適な室温付近に設定すれば、冬など低温の時には太陽光の暖かさをよく透過させますが、夏など高温の時には過剰の日射を遮蔽して、冷暖房負荷を減らします。その働きの切り替えが環境温度によって自動的に行われますので、余分な設備や人為的操作がまったく必要ありません。可視透明で自動調光できること以外にも、高断熱、紫外線全面遮断、無反射光害、光触媒による環境浄化やセルフクリーニングなど、多彩に機能します。省エネルギー性に加え、環境にも優しいことで、次世代多機能窓ガラスとしての利用が期待されます。

### 3. 発明者からのメッセージ

これまでの熱反射ガラスなどの省エネ窓ガラス市販品は、光学特性が一定で季節や気温の変化に応えることができません。本発明は、独自の構造考案で自動調光ガラスの高性能化と多機能化に成功しました。常に透明で、夏は日射遮断、冬は日射導入、30℃付近を境界に自動的に機能を切り替え、さらに高断熱性や光触媒機能を持たせることなど、従来にない画期的省エネ快適ガラスといえます。特にガラス面積の割合が大きいオフィスビルなどで利用には、かなりの効果が期待できます。

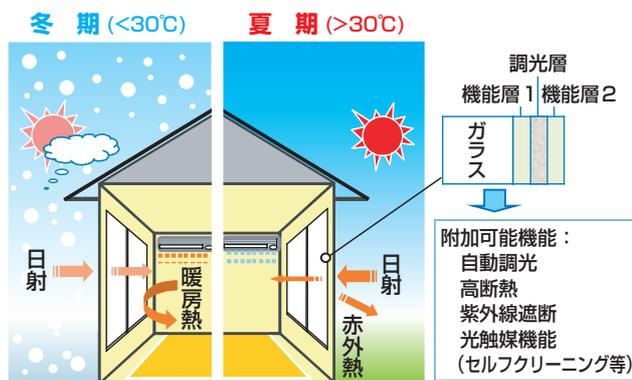


図 自動調光窓ガラスの構造と働き概略

— サステナブルマテリアル研究部門 —

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 029-862-6158

FAX 029-862-6159

E-mail:

aist-innovations@m.aist.go.jp

## 室温熱膨張率の校正

計測標準研究部門 山田 修史

### ゲージブロックの熱膨張率校正

固体の熱膨張特性は基礎/応用面で重要な物性の一つであり、これを表す特性量として熱膨張率(単位温度変化当たりの寸法変化率)が定義されている。

ゲージブロックは長さ計測における、主要な実用標準器である。金属やセラミックス製の直方体ブロックで、その一対の端面の間隔を長さの基準とする。使用に際しては、室温によって熱膨張による長さ変化が生じるため、ブロック素材の熱膨張率で長さ補正を行う必要がある。ナノメートルオーダーの精密な長さの計測では、素材の熱膨張特性のばらつきが計測結果に大きな不確かさを生じさせることになり、現在これがゲージブロックの長さ計測の不確かさの主要因の一つとなっている。

そこで計量標準総合センター(NMIJ)では、室温付近での短尺ゲージブロックの熱膨張率を絶対測定できるレーザー干渉計と熱電式温槽による精密熱膨張率計測システムを開発し、熱膨張率の依頼試験を開始した。

### 精密熱膨張率計測システムの概要

図に熱膨張率校正に用いる精密熱膨張率計測システムの概略を示す。計測システムは、校正対象とするゲージブロックの温度を精密に測定しかつ制御する部分と、試験片の温度変化に伴う寸法変化を計測する部分の2つから構成されている。試験片であるゲージブロックは真空チャンバー内の温度制御されたステージ上に置かれ、3個の白金抵抗測温センサーによって温度を測定する(写真)。必要な精度での校正を行うためには試験片の温度に関してミリケルビンオーダーで安定した制御が必要であるが、本計測システムでは、単一デバイスで冷却と加熱が可能な熱電素子(ペルチェ素子)の使用によりこれを実現している。一方、温度変化にともなう試験片の寸法変化は、He-Neレーザーを光源とするレーザー干渉計により、レーザー光の波長を基準としてナノメートルオーダーで絶対測定される。熱膨張率測定では、試験片の微小な寸法変化の測定を温度変動環境下で行うことが避けられない。そこで、本測定システムでは

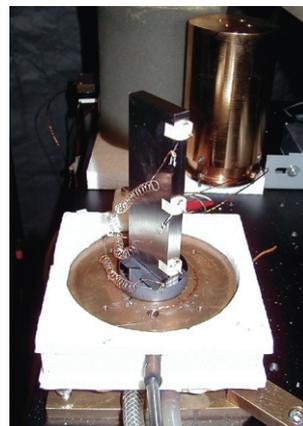


写真 試験片設置時の様子

この問題を、温度変動による試験片の姿勢変化による“みかけ”の寸法変化を自動的にキャンセルする機能を持った光ヘテロダイン式2重光路レーザー干渉計の開発によって解決した。

現在、JIS K級のゲージブロックについて本測定システムによる熱膨張率の依頼試験を行っている。校正は、呼び長 20-100 mm までの短尺ゲージブロックについて 5℃~35℃の任意の温度で可能であり、最高測定能力は不確かさとして  $7.7 \times 10^{-9} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$  ( $k=2$ ) である。

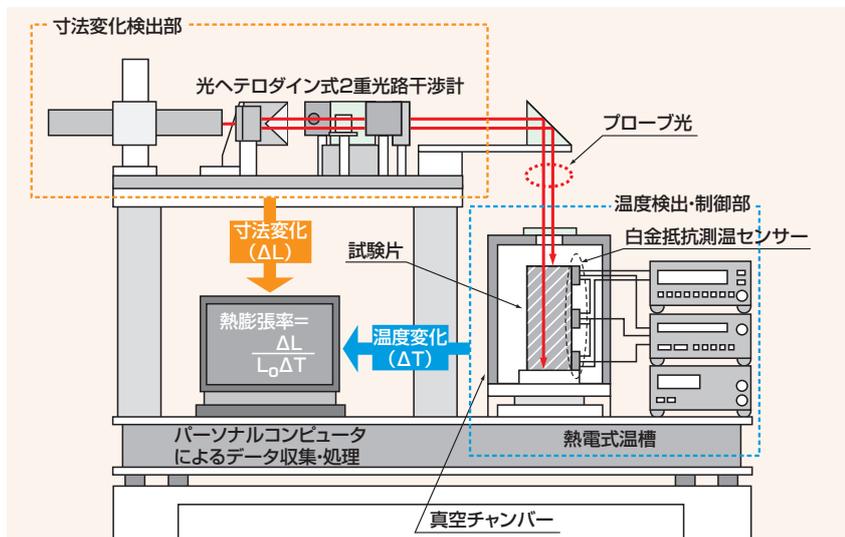


図 計測システムの概要

### 先端技術への応用

本計測システムはゲージブロックと同等の精度で加工でき、かつプローブとなるレーザー光について0.3以上の反射率が確保できる固体材料であれば、ゲージブロックと同様に熱膨張特性の評価を行うことができる。低膨張機能材料( $< 5 \times 10^{-8} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ )についても、十分な検出感度をもった絶対測定による特性評価を行うことが可能であり、新規機能材料開発、精密機器製造など様々な分野で材料特性の高精度な基盤的情報の提供が期待される。

# 新潟県中越地震に即応したシームレス地質図

地質情報研究部門 井川敏恵・脇田浩二・駒澤正夫・竹内圭史・柳沢幸夫・尾崎正紀  
 地質調査情報センター 宮崎純一

## 新潟県中越地域のシームレス地質図

2004年10月23日に発生した新潟県中越地震直後から産総研では様々な対応を行ってきた。災害研究の基礎となる地質情報の迅速な供給もその一つである。いち早く基礎資料として作成・公開された20万分の1シームレス地質図を紹介する。

シームレス地質図とは、地域毎に異なっていた凡例を全国で統一し、更に地質図境界を調整した「継ぎ目なしの地質図」のことである。このシームレス地質図は全国均質な地質情報データベースであり、どんな地域範囲の地質図でも自由に切り出して使用することが可能である。作成された20万分の1シームレス地質図は研究情報公開データベース(RIODB)を通じてウェブ上(<http://www.aist.go.jp/RIODB/db084/>)で公開された。現在は北海道地域、東北地域、関東地域のシームレス地質図を閲覧できる。20万分の1シームレス地質図は、凡例が全国で統一された地質

図としては、現在日本でもっとも詳細な地質図となる。

今回公開されたのは、全国版シームレス地質図の情報を利用し作成された、震源地域を含む広域のシームレス地質図(<http://unit.aist.go.jp/igg/rg/asia-info-rg/Nigata/seamlessmap.htm>)である。この地質図には重力図を重ね、地表及び地下の構造を理解できるようにしてある。

## 中越魚沼地域のシームレス地質図

新潟県中越地震発生後、災害の調査・解析の為、「中越魚沼地域の5万分の1数値地質図(地質調査総合センター研究資料集, no.412, <http://www.gsj.jp/GDB/openfile/files/no0412/0412index.html>)」を作成した。これは既刊の5万分の1地質図幅「長岡」「小千谷」「十日町」地域の全域及び「須崎」の一部、さらに図幅が作成されていない「守門岳」地域の一部を加えシームレス化したものである。これによって、災害が発生した地域の

地質構造を詳細に把握することができ、地滑りや地割れ等の発生地域と地質構造との関連を科学的に検証する基礎資料として重要な役割を果たしている。

## 地質図のシームレス化の意義

地質図は地下に分布する岩石や地層を色の違いで表現した地図のことであるが、地質図は作成時期によって隣接地域で精度や解釈が異なることが多い。このような地質図は利用者にとって不便で分かりにくいので、岩石や地層の分け方(凡例)を統一し、地層の境界を連続させた一枚の広域地質図とすることが望まれていた。

今後20万分の1シームレス地質図は2006年度までに日本全国のデータを完成させる予定である。また新たに加えられる地質情報に基づいた改訂も行う計画である。このシームレス地質図は単独での利用だけではなく、この図面上に災害・防災情報や地球物理情報など異なる情報を重ねた、統合データベースとして整備可能な基礎資料である。インターネットなどを通して多くの人々の利用を期待したい。

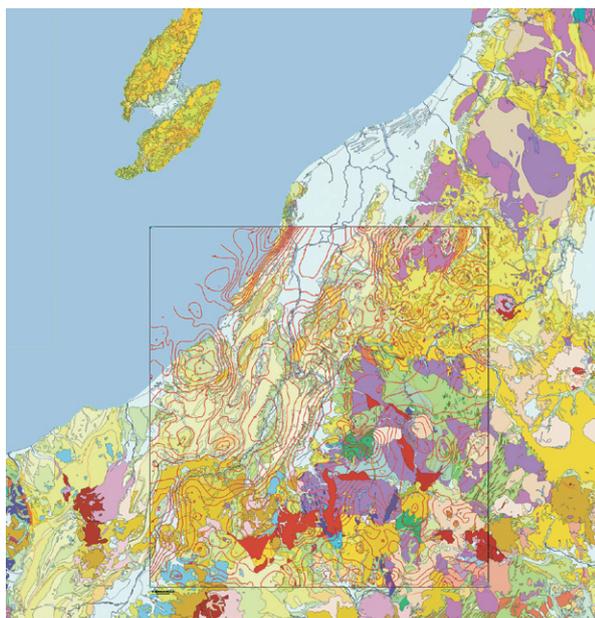


図1 新潟県中越地域20万分の1シームレス地質図に重力図を重ね合わせたもの

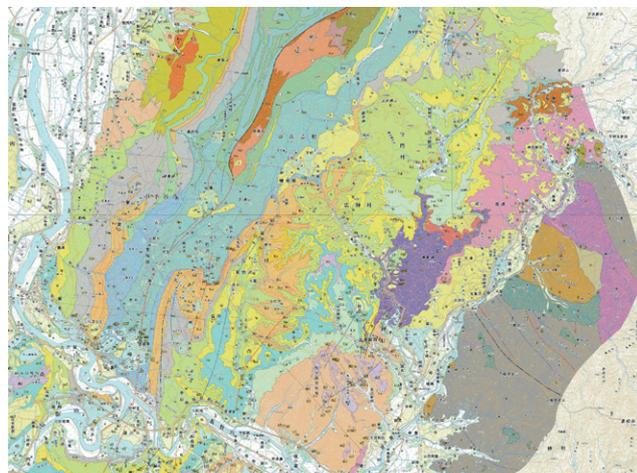


図2 中越魚沼地域の5万分の1数値地質図(一部)

# 交流電圧標準のための交直変換器の試験方法

計測標準研究部門 エレクトロニクス研究部門 産学官連携部門工業標準部

## 標準情報(TR)提供の背景

近年、交流電圧測定用電子計測器の飛躍的な性能向上にともない、校正用計測器に対する要求精度も高くなっている。交流電圧の標準は、産業界において極めて重要であり、貿易の円滑な促進のためにも欠かせない。

交流電圧は、時間的に変動する電圧の実効値で定義される。これに基づいて交流電圧標準を導出する手法としては、熱電変換素子を用いた交流電圧及び直流電圧の実効値の熱発生量比較が最も広く採用されている。この熱電変換素子の特性を精密に試験する方法として、ファストリバースDC法が産総研を中心に研究開発された。この方法の利用範囲は、現時点では先進各国の国立標準機関等ごく一部に限られているが、今後広く産業界において利用される可能性がある。そこで用語の統一と試験方法のガイドラインとして、標準情報(TR)を提供することになった。この標準情報は、近く経済産業大臣から公表予定である。

## 規格供給の目的

交直変換器を利用した交流電圧標準の導出には、交直変換器の有する熱的交直差を高精度で推定することが必要不可欠である。1990年代初頭までは、先進各国で開発した熱電変換素子を用いた理論的な推定によって、 $10\mu\text{V}/\text{V}$ レベルで交流電圧標準を確立していた。しかし、その理論値の信頼性を検証することは容易ではなく、実際各国の導出する標準の間に $3\mu\text{V}/\text{V}$ 程度の不一致が生じていた。この問題は、近年の電子計測器の飛躍的な性能向上にともない、

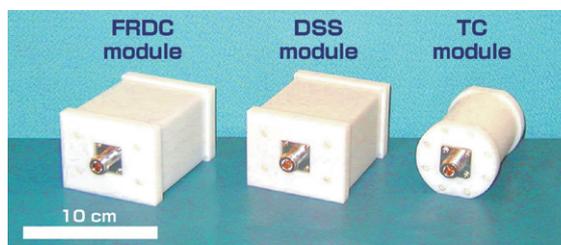


写真1 交直差標準に用いられる試験装置の例。交直変換器(TC module)の交直差を、ファスト・リバースDC装置(FRDC module)で評価するとともに、精密交直電圧発生装置(DSS module)を用いて、交直差比較試験を行う。

解決すべき大きな問題となった。

交直差の値を理論によらずに実践的に評価する手法として、ファストリバースDC法がM. Klonzにより提案された。さらに1992年に産総研(旧電子技術総合研究所)から提案された改良型のファストリバースDC波形は、オフタイムを導入して矩形波のもつ周波数の影響を排除することによって、熱的交直差を $0.1\mu\text{V}/\text{V}$ レベルで測定することを可能にした。この改良型のファストリバースDC法は、上記の不整合性の解消に貢献するとともに、先進工業国の国立標準研究機関におけるデファクトスタンダード(市場競争によって勝ち残った事実上の標準)として利用される状況となった。

一方、校正試験事業者が交流電圧標準を導出する場合には、既知の交直差を有する交直変換器を基準として、他の交直変換器、交直比較器などの交直差を比較試験によって求める方法が用いられている。そこで、標準情報では交直差を比較測定するための試験方法についても、交直差を絶対測定するためのファストリバースDC法の試験方法と合わせて規定することとした。

標準化された手法及び手順を用いて交直差の比較試験を行うことで、

校正試験事業者は、交流電圧標準を合理的かつ国際的に整合性のある形で導出し利用することが可能になる。

## 今後の動向

現在、従来のファストリバースDC法の弱点(出力電圧の時間的変動が不可避で、熱的交直差測定時の不確かさの原因となる)を克服するため、ジョセフソン素子の量子化電圧ステップを用いた方法の試験が始められている。この方法は、任意の電圧ステップを瞬時に選択することが可能な、新方式のプログラマブル型ジョセフソン電圧標準を応用して行われる。

この技術によって、更に高精度で、かつ信頼性の高い交流電圧標準の実現が期待できる。



写真2 プログラマブル型ジョセフソン電圧標準素子を用いて行われる、高精度のファスト・リバースDC測定。

ファストリバースDC法：同じ実効値を有する「直流的な性格を有する矩形波(CPDC)」と「交流的な性格を有する矩形波(FRDC)」を精密に合成する技術。CPDC、FRDCそれぞれの波形を交直変換器に入力し、波形に対する交直変換器の応答の差から、交直変換器の特性を評価するもの。

## 産総研とタイ中核的研究機関との研究協力協定締結 連携ワークショップ開催

産総研では、全人類・全地球的立場から「持続可能な発展」を実現するため、アジアの中の日本の公的研究機関として、優秀な研究人材のアジア地域での育成・確保・供給を担う研究人材ハブ機関への脱皮、および産総研研究成果のアジアへの戦略的展開を目指しています。その一環として、2004年11月24～25日、バンコクにて、タイの中核的な国立研究機関・国家科学技術開発庁(National Science and Technology Development Agency, NSTDA)およびタイ科学技術研究院(Thailand Institute of Scientific and Technological Research, TISTR)と研究協力協定を締結し、あわせて連携ワークショップThailand-Japan Collaboration Workshop 2004を開催しました。

ワークショップは、バイオマスや太陽光発電等の再生・分散エネルギー・環境技術とナノテク・材料開発に焦点を当てて行われました。特に、アジアがバイオマス資源の世界で最も豊富な地域であることから、このバイオマス資源を利用してエネルギーの多様化やバイオマテリアル市場の集中化を図り、さらに、バイオマスの増産、森林再生、砂漠緑化等をあわせて推進することにより、CO<sub>2</sub>排出量削減を目指したものです。

出席者は、日本から産総研および連携企業、大学の研究者、専門家、さらにJICA、JETRO、NEDOの現地駐在員など約40名、タイ側はNSTDA、TISTRなどの研究者、専門家約60名、合わせて約100名でした。

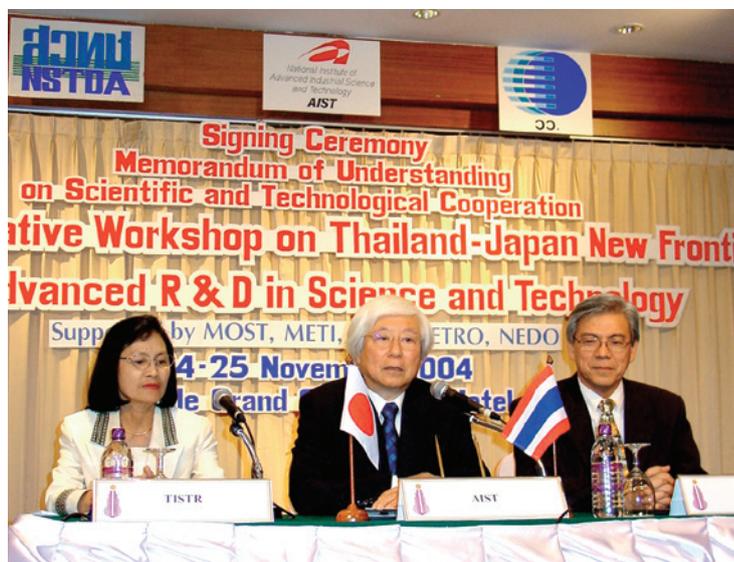
ワークショップでは、各研究機関の概要紹介の後、産総研・タイ側双方の国際戦略・アジア戦略、共同研究開

発候補案件、運営方法の提案などが発表され、その後、エネルギー・環境、ナノテク・材料の2会場に分かれ、日・タイ双方の研究者が研究内容の講演と共同研究に向けた討論を行いました。最後に、各セッションの座長により、共同研究案件として、エネルギー・環境分野で11項目、ナノテク・材料分野で14項目が提案されました。

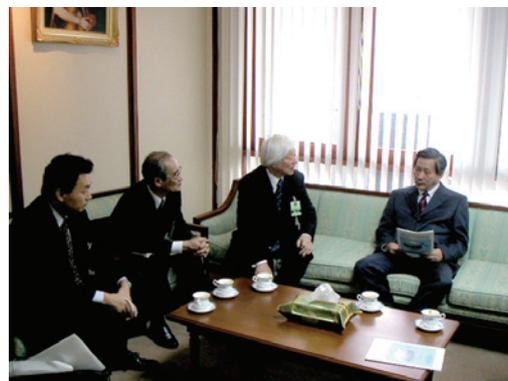
ワークショップの締めくくりとして、研究協力協定調印式が行われました。3機関の長、Sakarindr Bhumiratana 長 官 (President, NSTDA)、Nongluck Pankurdee 院 長 (Governor, TISTR)、産総研吉川弘之理事長の出席の下、NSTDAとAIST、TISTRとAISTの間でそれぞれ研究協力協定が調印されました。この調印の模様と吉川理事長へのインタビューをNHKが取材し、翌26日朝の全国ニュースで放映されました。

また、日程の合間を縫って、11月25日、吉川理事長、曾我理事、松尾国際部門長は、タイのPhinij Jarusombat 副首相、Korn Thapparansi 科学技術大臣との会談を行いました。両者ともタイ研究機関と産総研との連携をたいへん歓迎し、世界のSustainable Developmentという共通の最重要課題に連携して取り組むため、フルサポートすることが表明されました。

なお、今回のフォローアップとして、2005年3月に日本でさらに具体的な議論の場が設けられることになりました。また、特にバイオマス分野では、2005年1月にBiomass-Asia Workshop 2005が日本で開催される予定です。



調印式での3機関の長  
左から、Nongluck 院長 (TISTR)、吉川理事長 (産総研)、Sakarindr 長官 (NSTDA)



Phinij 副首相 (写真右) との会談

## 平成 16 年度産総研国際シンポジウムを開催

IT 時代において、我々の情報セキュリティをいかに確保するかをテーマにした産総研主催の国際シンポジウムが、11 月 26 日に東京国際交流館で行われました。国内外の産学官各界から招かれた、情報セキュリティ技術に関する第一人者によって、技術の現状、トピックス、戦略の方向性などについて基調講演や報告・提言がなされました。

後半のパネルディスカッションでは、今後の技術開発の方向性について会場の聴衆と活発な議論が行われました。また、休憩時間を利用して、産総研で実施している関連する研究を紹介するポスターセッションが行われました。

このシンポジウムには企業を中心として、315 人の参加がありました。産総研では、シンポジウムでの報告・提言・意見を受けて、産総研として実施すべき研究内容と体制の検討にはいる予定です。



## SC2004 でグリッド技術の成果発表

11 月 6 日～12 日、米国ペンシルバニア州ピッツバーグで ACM 及び IEEE Computer Society 主催の「SC2004 国際会議」が開催されました。産総研は、14 件のパネル展示や大規模な実証実験の紹介をしました。クラスタ技術から、ミドルウェア、アプリケーションに至る幅広い研究成果は産総研ブースを訪れた 1000 人近い参加者の関心を多く集めました。



産総研で開発したグリッドミドルウェア NinG を用いた大規模な実証実験が特に目を引きました。AIST スーパークラスタと米国 TeraGrid を連携し、最大 1793 台を用いたシリコンの腐食シミュレーションを実施し、コンピュータ 1 台では約 14 年かかるところ約 5 日半で終了しました。

また、産総研で開発したデータグリッドを実現するミドルウェア Gfarm により日米規模で大規模データの共有と解析を同時に行う環境を構築しました。日米間にまたがる複数の拠点で大規模データの共有と解析をリアルタイムで行うことに成功したのは世界で初めてのことです。

この他、MPI-2.0 を実装した GridMPI、およびネットワーク上の PC を連携する基盤ソフトウェア P3、データベースの統合ソフトウェア OGSA-WebDB の一部の最新版を無償公開し、コミュニティにおける技術普及にも広く貢献しました。

## 中部センター技術普及講演会を開催

12 月 1 日、産総研中部センターおよび財団法人北陸産業活性化センター主催、財団法人富山県新世紀産業機構の後援により「産総研中部センター技術普及講演会」を富山県民会館において開催致しました。

この講演会は産総研を理解していただくとともに、中部センターの研究成果を企業での技術開発に役立てていただきたいと考え、平成 10 年より北陸地域の石川県と富山県で交互に開催しています。

今回は、「材料開発に資する技術」をテーマとして「軽量金属材料の摩擦攪拌接合と組織制御への応用」、「高性能ポーラスアルミニウムの自動車材料化」、「パルス通電焼結による高速・低温焼結」、「遠心力場を用いたセラミッ

クスプロセス」をご紹介致しました。

講演者との個別相談、情報交換、講演以外の産総研に対する相談の場では、講演者と参加者の間で熱心な討論がなされました。



## 「第41回 CCOP 年次総会」がつくばにて開催

産総研は、11月15日～18日の4日間にわたり政府機関の“CCOP”（東・東南アジア地球科学計画調整委員会）との共同主催そして経済産業省と外務省の後援の下で、1) 鉱物・エネルギー資源、2) 地球環境、3) 地球科学情報という全地球的な三つのテーマについての取り組みを広く議論する国際会議「第41回 CCOP 年次総会」をつくば国際会議場で開催しました。出席はアジア11カ国の政府代表と欧米や ESCAP などの国際団体、および国内の地質関係機関・企業からで、国内外合わせて約180名の参加者がありました。

今年の総会では地下水管理技術および沿岸環境保全の課題を扱ったテーマ・セッションが、日本を含むアジア各地における現況と最新のモデリング手法などについて良い情報交換の場となりました。またアジアにおける地質分野での数値情報の国際標準化・共有化に対して、日本が有する最新の情報技術を利用する方策が提案されました。付随行事として、産学官の協力を

よる総合展示会やつくば市周辺の野外地質巡検も好評のうちに催され、今総会は会議出席者から高い評価を得て終了しました。これを契機に東・東南アジア地域の“持続的開発”に日本からの技術貢献が一層進展することが期待されます。



## 産総研、タンパク質立体構造予測コンテストで世界第3位の成績を達成

産総研 生命情報科学研究センターの 富井研究員らは、今年の夏に3ヶ月にわたって開催されたタンパク質立体構造予測技術に関する国際コンテスト「CASP6 (Critical Assessment of Techniques for Protein Structure Prediction)」の“フォールド認識部門”において、世界200チームを超える参加チーム中、世界第3位の成績を達成しました。参加チームが増え、世界的に競争が激化している近年においての上位入賞は大きな快挙と言えます。上位の2チームは他チームの情報を二次的に使うメタサーバーと呼ばれる方式であるため、単独技術としては世界最高の成績です。

今回の CASP は、6月7日から9月2日の最終問題の解答締め切りまで87問（タンパク質数）が出題されましたが、その後、問題の取り消しなどで最終的には、64問が評価の対象となりました。

産総研のチームが上位入賞を果たしたのはフォールド認識 (FR/H) と呼ばれる部門で、既知のタンパク質の立体構造との類似性を、配列相同性解析や構造認識技術などを用いて感度良く発見することでモデル構築が競われます。産総研は独自に開発した構造認識法「FORTE」を軸に参加を行いました。CASP6で評価された産総研

のタンパク質立体構造予測技術は、今後、ゲノム解析で急増する遺伝子の構造や機能を推定する手がかりとして応用が期待されます。

この成果により主催者からの招待を受け、イタリアで開催された同コンテストの結果発表会の席上で12月5日に招待講演を行いました。日本の研究機関からの招待発表は、CASP3での国立遺伝学研究所のチーム以来6年ぶりです。産総研チームは、さらに別の“ドメイン予測部門”においても世界第4位を達成しました。



期間	件名	開催地	問い合わせ先
<b>1 January</b>			
17~24日	Hokudan 2005 International Symposium on Active Faulting	淡路島	029-861-3694●
20~21日	International Workshop on Super-RENS (ISPS2005)	淡路島	029-861-2431●
22~2/20日	工業デザイン企画展「ジャパニーズ・モダン -剣持勇とその世界-	松戸	047-366-7463
25日	ヒューマンストレス産業技術研究会第5回講演会「ストレスと脳計測」	大阪	072-751-9991●
25日	光触媒環境浄化研究会 in 九州	福岡	0942-81-3667●
31日	第4回つくばテクノロジー・ショーケース	つくば	029-861-1206
<b>2 February</b>			
4日	平成16年度産総研九州センター研究講演会	福岡	0942-81-3606●
18日	平成16年度産総研 環境・エネルギーシンポジウムシリーズ2	東京	029-861-4456●
23~25日	nano tech 2005 国際ナノテクノロジー総合展・技術会議	東京	03-3219-3567
28日	平成16年度産総研 環境・エネルギーシンポジウムシリーズ3	東京	029-861-7077●
<b>3 March</b>			
3日	デジタルヒューマン・ワークショップ2005	東京	03-3599-8356●
3~4日	第4回界面ナノアーキテクニクスワークショップ	つくば	029-861-3021●
16~17日	分子スマートシステム国際シンポジウム	つくば	029-861-4671●
22~23日	Computational Science Workshop 2005(CSW2005)	つくば	029-861-2287●

**AIST Today**  
2005.1 Vol.5 No.1

(通巻48号)  
平成17年1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 広報部出版室  
〒305-8568 つくば市梅園1-1-1 中央第2  
Tel 029-862-6217 Fax 029-862-6212 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/>