

# 産総研

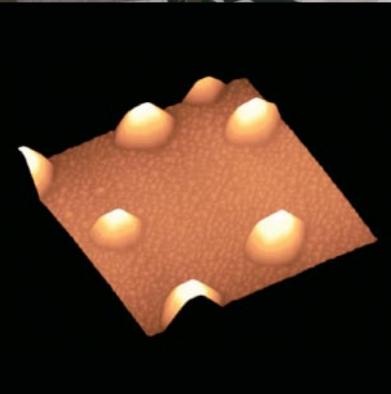
National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

# TODAY

# 05

## 2006 May

Vol.6 No.5



### 対談

## 02 地球に貢献する科学技術 独立行政法人の使命

### 特集

## 08 産総研の平成18年度計画

### トピックス

## 16 量子ドット技術を利用したソフトイオン化法 バイオから環境まで応用可能な新しい質量分析技術の開発

### リサーチ・ホットライン

- 20 関東平野地下深部に特定された中央構造線
- 22 振動実験データの保存・公開システム
- 24 マイクロセラミック燃料電池の開発
- 26 ナノテクで実現する「分子の缶詰」
- 28 酸化ストレスによるタンパク質の修飾
- 30 マイクロスケール試料の表面温度測定

### パテント・インフォ

- 32 高い反応性を有する有機高分子多孔体 資源・環境に生きる分離剤への応用に向けて
- 33 透明導電基板生産に向けた新技術 高品質単結晶酸化亜鉛の高速製作

### テクノ・インフラ

- 34 圧力標準の国際整合性の確保 10 MPa から 100 MPa までの液体圧力標準の国際比較
- 36 合成ガスのディーゼル燃料への利用 次世代燃料としてのジメチルエーテル (DME) の標準化

### ニュース

- 38 丸文学術賞とゴールド・メダル賞を受賞
- 39 産総研 TV シリーズ 「つくば発 しなやかな産業革命」
- 40 産業技術総合研究所理事長賞

# 地球に貢献する 科学技術 独立行政法人の使命

野依良治 理化学研究所 理事長  
吉川弘之 産業技術総合研究所 理事長  
餌取章男 産総研広報アドバイザー（司会）

## 直面する最重要課題とは

**餌取** 地球上にあるさまざまな課題の中で、いま何が最も深刻な問題だとお考えですか。

**野依** 特に先進国で産業技術が大きくなりすぎ、それに伴う環境の劣化、資源エネルギーの枯渇が深刻だと思います。地球の有限な枠組みを超える暴走ではないかと懸念しています。もちろん細かな議論は必要ですが、我々が選択した産業化社会、市場主義経済に対して自らの責任が取れていないと思いますね。

国際的に見れば南北格差が大きな問題です。2002年のヨハネスブルク・サミットでもアナン国連事務総長が言いましたが、水・エネルギー・健康・農業・生物多様性と、貧困の解決あるいは軽減が最重要課題です。国際的ないろいろな格差を軽減・解決しなければ、問題はますます深刻になっていくと思います。

国際的な利害衝突のほかに、もう一つあってはならないのが、世代間の利害の相反です。我々の世代と未来世代との間に利害の相反があってはならない。我々は自制心をもってそのための努力を積み重ねていかなければなりません。



**吉川** 私も地球環境問題と格差の問題が非常に大きいと思います。これからどう対処するのか、いろいろやることはありますが、その前に、なぜこういうことに気がつきはじめたのかをもう一度確認する必要があります。と思います。

たとえば温暖化問題にしても、科学者がいろいろな観測や測定をしていて、ある時、それが問題であることに気がついた。しかし具体的な人類の行動に結びつくまでに時間的なラグがあった。科学の側から警告が長い間発せられ、実際に社会が動き出すような動機がわき上がり、国連などが具体的な行動計画を始める。そしてようやく国際機関の下に科学者が

集まって、解決策を考えていく。

私たちは今、多くの分析を通していろいろなことがわかってきたし、どうすればよいかもかなりわかってきた。しかし、いかに行動すべきかは、なお大きな問題が残っている。

人口問題については2050年にほぼ増加が止まるという共通理解が出てきたが、わかっていない問題もなお多くあります。温暖化問題が典型例で、国連などが必死になって京都プロトコルを推進しているが、それだけではうまくいかない。そうした手探りの状態にある課題が多く残っています。

## 未来を予測する

**野依** 将来を見通すということが、非常に大事になってきたように思います。かつてのサイエンスは証拠主義でやってきた。証拠がないことは絶対に言わないという前提です。しかし、証拠が出せるのは、過去に起こったこと、あるいは現在あるものに限られる。今後も科学自体が証拠主義で推移する面はあると思いますが、一方で社会的に大事なものは、将来を見通すことだと思います。

計算機も発達し、いろいろな情報を集約できるので、信頼性の高い科学的根拠に基づいて、シミュレーションはできる。そうした未来予測は大事になると思います。これからのIT社会、あるいはコンピューターに期待をしているのです。

**吉川** 私も、科学の進歩については、人間は偉いと思います。必要なことをやってきた。私は今の科学は大航海時代の産物だと考えています。新しいもの、証拠を見つけたときに真実となった。小さなもの、遠くのものを見る努力を重ね、人類の視野をどんどん広げてきたが、存在物だけが真実だった。ところが、現在直面している課題は「明日の地球がどうなるか」ですから、まさに予測が必要となり、それに従って人間が行動する時代が来たわけです。

シミュレーションについては、私は次のようにとらえています。昔は、遠くを見ようとすれば望遠鏡、ミクロの世界を見ようとすれば顕微鏡を使った。ではコンピューターは何かと言うと、時間的な経過を見る一つのレンズだと思うのです。シミュレーションは普通、理論と実験に次ぐ第三の研究手段と言われますが、私はそれは違うと思う。突き詰めれば理論と実験しかない。

シミュレーションというのは一種のレンズで、ダイナミックな現象を追えるものととらえるべきです。スーパーコンピューターは「時間経過もわかる装置だ」と言ったほうが、わかりやすい。

## 現代の科学技術を支えるもの

**舘取** 第3期科学技術基本計画が策定されましたが、気になったのは、たとえば科学技術の予算措置をする時、「それが国民にどういう見返りがあるかまで予測して、投資しなければいけない」という点です。単なるコストではなく投資であると言っています。これについてはいかがですか。

**野依** 国民の視点からすると、当然そういうことになるかと思えます。ただし、国民は本当に何を求めているのか。国民も人類も様々な価値観を持っているはず。そうした中で最低限言えることは、「いろいろな意味での豊かさを求めている」ということだと思います。今までの科学技術をもたらしたのは、私は物質的な豊かさだと考えます。これからは、いかにして精神的な豊かさを得るか。そのための科学技術であってほしいと願うのです。

現代文明を形作っている科学技術のほとんどすべては、物理学の原理に基づいています。原理だけでは技術はできず、それを実現しているのは化学です。化学の力によって、物質なり材料を供給している。加えて工学。これら3つが合わさって、科学技術がつくられ、その上に現代の文明社会があると私は考えています。

しかし、これは、エネルギー資源の枯渇と環境の劣化をコストとして成り立っている。ですから私は、今の生命科学あるいはバイオサイエンスに期待するのです。現在の物理・化学を中心とする科学技術を改善したり、あるいは完全に置き替えるものが出てきてほしいと思うのです。大量の資源エネルギーを使って環境が劣化しているので、再生可能なエネルギーの技術に期待している。もうひとつは、脳科学などに基づいて精神的な豊かさをもたらす技術をつくってほしいと思っています。

**舘取** 産総研は産業技術の推進を目指していますが、価値観が変化すれば産業技

術自体の方向性も変わっていく必要があるということでしょうね。

**吉川** マクロに言えば、いま世界中どこでも言われているのは、ナノテクノロジーと情報技術・通信技術とバイオサイエンスです。この3つは非常に大きな期待が持たれている。

生命科学はこの20年くらいで大きく進み、新しい学問としての期待はありますが、3つが挙げられていることには理由があると思うのです。つまり期待は新しい科学だけではない。

野依先生がおっしゃったように、生命科学への期待の背景には再生可能という点があります。また、ナノというのは非常に小さな空間に大きな機能を持たせるので、コスト最小で大きな機能を発揮する。一方、通信技術というのは、物質を消費しないで人間に喜びを与えるという機能がある。

人間が格差や環境という問題で悩んでいる時に、この3つが何か感覚的に救世主のように見える。誰が言い出したのかわからないけれど、まさに三種の神器です。

ですから、ある意味で、人類が抱えている大問題を解決する道具としての科学。それが我々の眼前にあることに、人類が何となく気がついた。それをどうやって使うかが産業技術の今後の姿だと思うのです。

## 基礎研究と産業を結ぶ バトンゾーン

**野依** 第3期科学技術基本計画では、イノベーションがうたわれていますね。理化学研究所は特に基礎研究をやっている。そこでは大きな成果が上がっていますが、しかし、それを実社会に還元するという点では、なお距離があると私は思います。この距離を縮めるために、私は「バトンゾーン」というものがいいかと思っています。

吉川先生の産総研は産業に非常に近いところにおられ、理研はもう少し基礎的



**独立行政法人には  
基礎的な研究と産業活動をつなぐ  
使命がある。  
これがなくなったら、  
日本には  
本当に真空地帯ができてしまう。**

なところにはありますが、私どもも是非とも産業のお役に立ちたいと思っています。産業技術というのは、事業性、要するに儲からなければいけないと思うのですが、それは科学技術全体の中では、本当に限られているのです。

事業性のある技術だけあれば人間が生きていけるわけではない。人間が生きるための技術というのは、必ずしも儲かるとは限らないわけですね。たとえば医療、環境、資源エネルギーの問題にしても、直ちに産業界が活躍して儲かるというものではないのです。少し長い時間スケールでものを見なければいけない。理化学研究所はそういう意味で、公共的あるいは公益的というか、未来社会の文明をつくるための科学技術に結びつけばよいと思っているのです。

一方で、基礎科学の成果を産業に結びつけたいと思っているわけですが、そのためには何らかの仕組みが必要で、それを私はバトンゾーンと言っているのです。バトンを受け取る産業界の走者は、基礎研究の走者よりだいぶ先の方で待っている。両者が併走するゾーンをつくらねばならないと思います。

**餌取** まさにそこがポイントで、科学技術基本計画でうたわれている柱の一つ、産官学連携の真の意味だと思います。

**吉川** 確かにバトンゾーンがかなり開いてしまった点は問題だと思います。過去の高度経済成長の時には、どういうわけかうまくやっていたわけですね。産業は繁栄し、国際的な競争でも強かった。安くて品質の高い製品を造るという日本発の画期的な方法が、全世界に普及していった。そこで私は、わが国がこのような偉大な貢献をなした真の駆動力はいったい何だったのかと考えるのです。

科学技術の基礎的な知識があって、それを産業で儲かるかたちに変えていったこと、これは決して軽視すべきものではありません。それには、外国の技術や研究論文、あるいは日本独自の研究もあった。そこから、ライセンスや技術導入や共同研究を通して、産業界が積極的に取り入れていった。つまり、昔の日本の産業界は研究指向が非常に強かったのですね。

**野依** そうですね。

**吉川** もうひとつ大事なものは、国の研究機関の役割です。例えば鉄道技術研究所がなければ新幹線はできなかった。電電公社の大研究所がなければ日本の通信システムはできなかったでしょう。官製の研究所がバトンゾーンにいて、基礎研究をうまく産業につないでいったのが、日本の繁栄のモデルだったと思うのです。

ところが一流国になってしまい、導入技術は少なくなり、ライセンスや特許もシビアな問題となった。基礎研究も外国のものを学ばよといふのんびりした時代ではなくなった。そこで日本は、17兆円、21兆円、そしてこれから25兆円という大金を投入して、大学を中心に基礎研究を始めたわけです。

一方の産業界は、競争激化のために研究の人員を自分で賄いきれなくなり、基礎ないしは基礎に近い応用研究を、官に依存することにしてしまった。ですから当然のことにバトンゾーンが大きく開いてしまった。しかも鉄研はなくなり、電電公社はなくなり、全部民営化してしまった。このような国家や社会としての戦略性や将来展望の欠落した状況を作り上げてしまって、いったい誰がどう未来世代に責任を果たすのか。そこで私が言

政策に追従するのではなく  
政策を突き動かす研究経営が必要だ。  
基礎的な研究が  
社会に還元されるための  
本当の意味のバトンゾーンを  
作らなければならない。



いたいの、そこにこそ独立行政法人の存在価値、役割があるのではないかと思います。現状に問題はあれ、少なくとも私たちはバトンゾーンにいる。理研もこの役割を一緒に担ってほしいと思うのです。

**餌取** 独立行政法人・研究機関の存在意義ですね。

**吉川** これがなくなったら、日本には本当に真空地帯ができてしまう。

**野依** 産業活動と言いながら、産業界のやり方は商業活動になっているとします。基礎的な研究活動はもうやっつけられないという状況になっているわけです。ですから、ここを埋めるのが独立行政法人であると私も思います。それを考えると、もっともっと省庁間の垣根を越えて、横断的にやらなければいけません。

理化学研究所は文部科学省の所轄で、吉川先生の産総研は経済産業省ですが、一緒に進められるテーマはいくつもあると思います。厚生労働省も農林水産省も。そうした独立行政法人の研究機関が手

取り合ってバトンゾーン全体をつくる必要があると思います。省庁の壁を超えたオールジャパン体制が不可欠ですから、トップダウンの政治主導で事を進める場合もあると思います。

**吉川** それはありますね。

**野依** 本当に目標実現のためのバトンゾーンをつくらないと、基礎的な研究が社会に還元されません。

### 研究経営とシナリオの立案は誰がするか

**野依** 第2期の21兆円から第3期の25兆円へ4兆円増えたので、この4兆円をぜひイノベーションを促すための仕組みの構築に使ってほしい。仕組みだけではダメで、仕組みとともに、実際の活動に使うようにしてほしいと思います。

**吉川** 私もそう思います。それ以上に気になるのは、誰が具体的なシナリオをつくるのかです。バトンゾーンをいかにつなぐか、そのシナリオを書ける人がいなくなってしまう。広い意味での政治主

導において、シナリオをつくるのは、やはり研究者なのです。大学より独法にいる研究者がその役割を期待されている。独法の研究所というのは、基礎と応用を橋渡しする研究を進めるとともに、どうやればブリッジができるのか、その政策提案の元を出していかねばならない。それをもとに政策を決めるのが政治です。

**野依** 私もそれに賛成で、研究者は、自分は何ができるかを主張するだけでなく、何ができないのかを問うべきだと思います。どういうものがあれば自分たちの研究が展開していくのか、その仕組みを提案する必要があります。これには、個々の研究者も大事ですが、それぞれの独法組織も強い認識が必要です。具体的に提案していかなければいけないのに、今までこれがなされてこなかったのです。

**吉川** なかったですね。

**野依** これには研究者の力を借りなければいけません、基本的にはマネジメントの問題です。

**吉川** その研究経営という分野で、エキスパートがどこにいるかということです。何ができるかという人の集まりが大学です。そういう構造では、シナリオの提案は出てくるとは思えません。

そうではなくて、研究者が自分で困っていること、そういうものを背景にして、こういうシナリオが解けなければイノベーションは起きないということを切実に提案すること。それには研究者であると同時に、提案者でもないといけないのです。独法の中に研究経営という一群の専門家がいて、彼らは独法自体の経営もするけれども、同時に、その中からにじみ出てくるものとして、日本としての果たすべき役割をきちんと提案すべきです。これをぜひつくりましょう。

**野依** ボトムアップでやるのですね。

**舘取** 政策提言は絶対にやるべきですね。

**野依** 私が理研で言っているのは、政策を動かさなければいけない、ということです。政策に追従するのではなく、研究者集団として政策を突き動かすことができなければいけない。

**吉川** 本当にそうですね。そのエネルギーを持っているのは我々しかない。

## 日本企業が手をあげなければ、外国企業でも

**野依** 国内を優先しなければいけません。本当に国内だけの連携で研究独法の成果を社会還元できるかどうか、私は疑問に思っています。それぞれの独法は、基礎的な成果をたくさん持っています。それをどうぞ使ってくださいと言っても、実は手を挙げる産業が非常に少ないのです。タダで使ってくださいと言っても、手を挙げないのですよ。

ところが門戸を世界に広げると、ヨーロッパやアメリカから手を挙げる企業が多いのです。技術というのは複合的で、

基礎研究だけでは産業への貢献はできないので、相手が要る。もしも国内でできなければ、国として海外戦略を考えなければいけないのではないかと思うのです。

公的な機関というのは、オーバーオールで国益になればよいわけで、アメリカでもヨーロッパでも技術として成立すれば、何がしかは日本に戻ってきます。知財は守らなければいけないが、実現する場所は何も日本に限ることはないだろうと思う。これを言うと嫌がる人が多いけど、この是非は国内の特定の企業やセクターの利害ではなく、日本国民全体の得失によって決められるべきです。

日本で産業技術まで成立するならよい。でも、誰もどこもやらないで宝の持ち腐れになるなら、外国でもいい。仮に10の技術ができたとしたら、5つくらいは返ってくる。ゼロよりましです。そして、国際的に高く評価される。

**吉川** 注意すべきは、日本の企業が非常に保守的になっていることです。

**野依** そうです。

**吉川** なぜなのでしょう。日本の企業はあんなにがんばって国際競争をやって、短期間で追いついたにもかかわらず、いま新技術に対しては非常に保守的になっている。われわれ産総研も同じ状況です。ある技術があって、それを使った産学共同をしようとするでしょう。すると、国内に相手はいないけれど、外国企業の中には一緒にやろうと手を上げるところがあるのです。ところが、国の金を使った成果は国の産業に使わせなければいけないと考える方も大勢いますから、非常に困ったことになってしまう。結果として大きな損失が生じるわけです。

**野依** 第一優先権は国内産業でよいのです。だけれど、手を挙げなければどうしようもない。それにライフサイエンスの場合、日本国民だけが健康になればよい

わけではない。恩恵はグローバルに拡がる。アジアのため、世界のために使えばよいのではないかと思います。

**吉川** 日本は、結局は国際貢献していかなければいけない国なんですね。こんな小さな国で、特殊な高度技術を持っている、人口はそれほど多くないけれど、非常に独特な生き方をしているのが日本。孤立したら絶対にダメですね。だから何をするかというと、貢献なのです。

貢献の仕方として、国益主義で日本の産業だけが儲けてODAで金を配るという従来のやり方がベストとは思えない。野依先生がおっしゃるように、大儲けする前にその知識を広げておいて、結果的に日本の国益となる、という道筋もあるのです。

そういう大きなポリシーを誰かがどこかで決めなければいけない。

**野依** 国益を求めるのは当然ですが、それが排他的である必要はないのです。先ほどのバトンゾーンも、範囲を国内だけに求めようとするに限界がある。実際、理化学研究所では、できるだけ海外の有効な研究所と連携を持とうとしています。それ以前に、国内の独法同士が連携しなければいけませんね。

## 人材の育成

**舘取** 人材育成の場ということと基本的には大学になるのですが、研究独立行政法人が優秀な人材を育てる場になるべきだ、という議論はあって当然ですね。

**野依** ありますよ。私は理化学研究所の経営政策を立てる場合、国にとってよいことか、理研にとってよいことか、それから所員本人にとってよいことかと考えます。

簡単なことで、基本は全部によくなければいけないのです。ですから、将来どういうふう立派な人材を育成したかと

いうことは、それぞれの法人の非常に大きな評価ポイントになると思いますね。

**吉川** 私は、日本型の職の構造をつくるべきだと思います。アメリカは非常に競争的な環境で人が育つ面があるけれど、日本はそういうふうにならない。文化文明の差かもしれない。そうすると、産総研に来た人がその後どういうキャリアをたどっていくか(キャリアパス)をもっと深く考えろと言っています。人にはいろいろな性格があります。途中まで研究をやって研究経営に変わる人もいるし、いろいろな場合を考えていく。

私たちは産業技術アーキテクトという言葉をつくっていますが、研究者と産業の間に立つ人になるかもしれない。建築家というのは、建築の材料や素材を知っていると同時に、家に住む注文主もよく知っていて、中間に立ってデザインする人でしょう。そういう種類の職業が産業技術にはないから、産業技術アーキテクトというものをつくろうと言っています。たとえば産総研に10年いれば、世の中に出て事務所を開けるとか、そういうふうに多様な人材が育つ場所にしようと思決意したのです。

日本にどんどん優秀な外国人が来るという状況にしたい。そのためにはやはり魅力的なものをつくらないといけない。アメリカにはなれないわけですから、日本型の魅力をつくるべきです。よくデザインされた職の構造みたいなものをつくること。すべての研究機関は教育機関でもあるという位置付けを、はっきりさせるべきだと思います。

**野依** シニアもジュニアも、誇りを持って働ける場所であることが非常に大事だろうと思うのです。それは評価の問題と深い関わりがあります。今の研究者は論文を書かないと評価されないみたいなことがある。だから、研究や研究支援に特化するのです。技術改善や医療、社会性の強い活動は論文になり難い。今先生がおっしゃったような育て方をする場合、

そういうふうになっていった時に、そのことをきちんと評価しないとイケない。その評価のあり方が問題だろうと思います。

**吉川** 産総研では、そういう評価システムを検討するグループもあるのです。おっしゃるように、どうしても評価する時に論文数になる。論文の中身というのは難しいから、数になってしまう。ところが、論文が出ない研究を私たちは第2種の基礎研究と呼んでいるのですが、数分の1くらいの論文しか出ないのですごく不利になる。

ですから評価者は、第2種基礎研究をやっている研究者が仮に3編の論文を出したら、それを30編に換算するとか、そうしたルールがある程度つくって、どんどん評価していかないとイケないのです。今まではそういう努力があまりになさ過ぎた。独法というひとつの研究所の中であれば、議論も実行もできるのです。大学の中では人が動きませんから難しいと思います。その意味では、独法というのはある意味で非常にラッキーなチャンスを与えられているという気がします。どんどんやっているとイケるわけですからね。

**野依** そうですね。科学と技術では、ぜひぶん評価の仕方が違います。

## 文化を尊び文明を支える 科学技術を

**餌取** お二方は、人類の未来についてどう考えておられますか。希望を持っていますか。かなり厳しいと思っいらっしゃいますか。

**野依** 科学技術に関わる独法ですから、希望は持たなければいけません。特に私は、文化を尊ぶ文明をつくっていかねばいけません。科学技術がいろいろ発達して、そしてそれを元に経済収益も上げてきましたが、そういう科学技術が文化を蹂躪している面があ

るのではないかと、私は危惧します。

将来のことを考えると、さきほど心の豊かさと言いましたが、人間の拠り所、心の拠り所というのは、文化にあると思うので、文化を尊ぶ文明をつくる。それを支える科学技術をつくっていきたい。それが人類社会を豊かにしていくと思っています。

**吉川** 私も文化だと思うのです。それをもう少し具体的に言うと、その文化というのは、過去においては自然から乖離していく文化だったと思う。これは文明と言ってもよいのかもしれない。今、我々は折り返し点に立っていて、これからどうやって自然を愛でる文化の方向に向かっていくか。それに対して科学技術が貢献していくということですね。

ある人は、それは科学の否定だと言う。贅沢を捨てて自然に戻れと言う。私は、そんなことはしてはいけないと思う。科学の力で自然をつくりだしていく。これは本当の自然ではないけれど、自然がかつて持っていた素晴らしい機能を科学が再現してみせる、そういう科学になるべきだと思うのです。

工場というのは、自然物を人工物に変えて豊かさを増すものですが、私は「逆工場」というものを提唱しています。それは人工物を自然に帰すところ。新しくつくった自然は本当の自然ではないけれど、自然の持っていた機能を持っている。結局、人間は自然の中で生まれたのだし、自然との共生を回復するというのは至上命令であって、文化も文明も科学も、全部そちらに向かっていったほうが、気分がよいのではないかと私は思っています。ですから、そういう形で現実的なシナリオを私は描きたい。

**野依** 私は人間性の尊重というか、そういうことが大変に大事だと思っています。

**餌取** ありがとうございます。

# 産総研の 平成18年度計画

独立行政法人産業技術総合研究所が発足してから5年が経過し、本年4月より第2期中期目標期間の2年目を迎えました。昨年6月の独立行政法人評価委員会においては、第1期中期目標期間の最終年度ということもあり、研究部門だけでなく研究関連・管理部門を含めた産総研の業務全般を対象とする総合的評価として平成16年度の実績評価が行われました。

この結果、業務運営の面では社会ニーズ・政策ニーズに応え、研究パフォーマンスを最大限に発揮させるための機動的な組織の見直し、研究の重点化を実施していることに対して高い評価を受けました。また、研究業務の成果についても他機関と比較すると広報の成果が出ており、民間企業との連携が確実に強化されているとの評価を受けました。

平成18年度は第2期中期計画をさらに着実に実行し、組織として最大のパフォーマンスを発揮するための制度、システ

ム等の設計を進めます。具体的には、第2期研究戦略上重要な研究テーマに対して予算、人材等の研究資源を重点的に配分し、戦略的に研究開発を推進します。そして、企業ニーズに直結する資金提供型共同研究や受託研究を実施し質の高い研究開発の成果を創出します。また、こうした研究活動を支援するために業務フロー見直しを進め、より効率的な研究支援体制を構築します。さらに、新しく設計されたキャリアパスに基づき柔軟で弾力的な採用、研修、評価等の諸制度を検討し、トータル人材開発プログラムを作成・実施することで全ての産総研職員の能力を最大化することを計画しています。

産総研を含む独立行政法人の業務運営については、主務大臣（産総研の場合は経済産業大臣）が中期目標（産総研の場合、第2期平成17年度～21年度の5年間を通じた目標）を定め指示します。独立行政法人は、この中期目標を達成するための中期計画を作成し、毎年の業務運営に関しても年度開始前に年度計画を作成します。

ここでは平成18年度の年度計画のうち、研究計画を中心とした概要を紹介します。詳細は産総研ホームページに公表していますのでご覧ください。

[http://www.aist.go.jp/aist\\_j/outline/outline.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/outline/outline.html)





6つの研究分野の  
研究コーディネータと研究ユニット群

研究センター

研究部門

研究ラボ



研究コーディネータ  
栗山 博

生命情報科学研究センター  
生物情報解析研究センター  
ヒューマンストレスシグナル研究センター  
糖鎖工学研究センター  
年齢軸生命工学研究センター  
バイオニクス研究センター  
ジーンファンクション研究センター  
健康工学研究センター

人間福祉医工学研究部門  
脳神経情報研究部門  
生物機能工学研究部門  
セルエンジニアリング研究部門  
ゲノムファクトリー研究部門

ライフサイエンス分野

シグナル分子研究ラボ  
器官発生工学研究ラボ  
創薬シーズ探索研究ラボ



研究コーディネータ  
大蒔和仁

次世代半導体研究センター  
グリッド研究センター  
デジタルヒューマン研究センター  
近接場光応用工学研究センター  
システム検証研究センター  
情報セキュリティ研究センター

知能システム研究部門  
エレクトロニクス研究部門  
光技術研究部門  
情報技術研究部門

情報通信・エレクトロニクス分野

超高速光信号処理デバイス研究ラボ



研究コーディネータ  
五十嵐一男



研究コーディネータ  
中浜精一

強相関電子技術研究センター  
界面ナノアーキテクニクス研究センター  
ダイヤモンド研究センター  
ナノカーボン研究センター  
デジタルものづくり研究センター

ナノテクノロジー研究部門  
計算科学研究部門  
先進製造プロセス研究部門  
サステナブルマテリアル研究部門

ナノテクノロジー・材料・製造分野



研究コーディネータ  
神本正行



研究コーディネータ  
山辺正顕

化学物質リスク管理研究センター  
ライフサイクルアセスメント研究センター  
パワーエレクトロニクス研究センター  
爆発安全研究センター  
太陽光発電研究センター  
固体高分子形燃料電池先端基盤研究センター  
コンパクト化学プロセス研究センター  
バイオマス研究センター

ユビキタスエネルギー研究部門  
環境管理技術研究部門  
環境化学技術研究部門  
エネルギー技術研究部門

環境・エネルギー分野

メタンハイドレート研究ラボ



研究コーディネータ  
佃 栄吉

深部地質環境研究センター  
活断層研究センター

地圏資源環境研究部門  
地質情報研究部門

地質分野



研究コーディネータ  
田中 充

計測標準研究部門  
計測フロンティア研究部門

実環境計測・診断研究ラボ

標準・計測分野

研究ユニットの特徴

研究センター：重要課題解決に向けた短期集中的研究展開(最長7年)、研究資源(予算、人、スペース)の優先投入、トップダウン型マネージメント。

研究部門：一定の継続性をもった研究展開とシーズ発掘、ボトムアップ型テーマ提言と長のリーダーシップによるマネージメント。

研究ラボ：異分野融合の促進、行政ニーズへの機動的対応、新しい研究センター、研究部門の立ち上げに向けた研究推進。

# ライフサイエンス分野



ライフサイエンス分野では、生物機能の産業利用を通じて健康の増進や循環社会の実現を目指して研究開発を進めています。具体的には、以下の目標をたて研究を進めています。

① バイオインフォマティクス、糖鎖工学、RNA工学、加齢工学等のポストゲノム研究を推進しその成果を予防医療と健康の維持・増進に役立てます。

② 精密診断や再生医療、生体適合性材料による喪失機能の代替技術等を通じて、医療支援と健康技術の高度化に向けた研究を行います。

③ 人間機能の評価、脳を含む身体機能の回復技術や代替技術開発および身体機能を計測し低下を防ぐ訓練技術の開発等を通じ、健康寿命の延伸の実現を目指します。

④ 生物機能を利用した生産プロセスを高度化することおよびこれらを促進するための基盤技術を開発します。

⑤ 技術評価ガイドラインの策定の支援により医療機器開発の実用化の促進とバイオ産業の競争力強化のための基盤整備を行います。

平成18年度は健康安心プログラム/タンパク質・糖鎖・RNA等の機能・構造解析およびそれらの形成するネットワーク解析として、機能性RNAプロジェクトを継続するほか、新たに糖鎖機能活用技術開発、新機能抗体創製技術開発などを推進します。

また、健康安心プログラム/生物情報基盤としてゲノム情報統合プロジェクトを、健康安心プログラム/医療福祉機器

関連として身体機能代替・修復システムの開発/生体親和性材料および再生医療評価研究開発プロジェクトの各研究開発を継続します。さらに、生物機能活用型循環産業システム創造プログラム/生物機能活用型循環産業システムの創造として新たに植物利用高付加価値物質製造基盤技術開発を推進します。

## 産総研が関与する主なプロジェクト（ライフサイエンス分野）

- 健康安心プログラム/タンパク質・糖鎖・RNA等の機能・構造解析およびそれらの形成するネットワーク解析
  - 糖鎖機能活用技術開発
  - 新機能抗体創製技術開発
  - 生体高分子立体構造情報解析、蛋白質の構造・機能解析技術の開発
  - 細胞内ネットワークのダイナミズム解析技術開発/多色多様生物発光システムを利用した細胞内分子ネットワークのリアルタイム解析技術の研究開発
  - モデル細胞を用いた遺伝子機能等解析技術開発
  - 機能性RNAプロジェクト
- 健康安心プログラム/生物情報基盤
  - ゲノム情報統合プロジェクト
- 健康安心プログラム/医療福祉機器関連
  - 身体機能代替・修復システムの開発/生体親和性材料
  - 再生医療評価研究開発プロジェクト
  - 医療機器開発ガイドライン作成事業
- 生物機能活用型循環産業システム創造プログラム/生物機能活用型循環産業システムの創造
  - 植物機能を活用した高度モノ作り基盤技術開発/植物利用高付加価値物質製造基盤技術開発
  - 植物利用エネルギー使用合理化工業原料生産技術開発/植物の物質生産プロセス制御基盤技術開発

## 情報通信・エレクトロニクス分野



情報通信・エレクトロニクス分野では、「知的で安全・安心な生活を実現するための高度情報サービスの創出」を目指して、知的資源のネットワーク化と情報の質や価値を高めるための大容量データサービス技術の研究開発、ロボットと情報家電を始めとする生活創造型サービス創出に向けた研究開発、および情報のセキュリティ、信頼性、生産性を向上する情報通信の基盤技術に関する研究開発を行います。

知的活動の飛躍的向上を実現するための情報サービスを創出するために、世界規模の大量のデータを意味構造に基づいて統合的に運用する技術を開発します。また、人間の身体機能や行動を計測してデジタル情報化を行い、3次元人体形状データベースシステムの開発を行います。

ロボットと情報家電をコアとした生活創造型サービスを創出するために、ユーザ指向ロボットオープンアーキテクチャの実現を目指して、人間と共存・協調して人間の活動を支援するロボットを開発します。また、国際半導体技術ロードマップで2010年以降の開発目標とされる半導体技術を実現するためのプロセス・材料技術の開発、新デバイス構造を用いた集積回路の性能向上と低消費電力性を両立させる技術の開発を行います。

信頼性の高い情報基盤技術の開発による安全で安心な生活を実現するために、安全な秘密鍵を生成できる機構の開発によるネットワークの信頼性向上を目指すとともに、数理的技法の類型化によるソフトウェアシステムの検証技術の開発を行います。次世代光通信ネットワーク用の高速光デバイス、光信号処理技術、超

広帯域通信網の利用技術や、近接場光ディスクを実用化する技術の開発を行います。

次世代情報産業を創出するために、新規材料・新物理現象による革新的電子デバイス技術、光情報処理技術のバイオおよび医療分野との融合による光フロンティア技術等の、フロンティア技術の開発を行います。

### 産総研が関与する主なプロジェクト（情報通信・エレクトロニクス分野）

- 高度情報通信機器・デバイス基盤プログラム
  - 次世代半導体材料・プロセス基盤 (MIRAI) プロジェクト
  - 大容量光ストレージ技術の開発
  - 高効率有機デバイス技術の開発
- 健康安心プログラム
  - 分子イメージング機器研究開発プロジェクト
- 省エネルギー技術開発プログラム
  - エネルギー使用合理化技術戦略的開発
- 情報通信戦略的創造研究推進プログラム
  - デジタルヒューマン基盤技術
  - 障害者の安全で安心な生活の支援技術の開発
  - セキュリティ情報の分析と共有システムの開発
  - 検証における記述量爆発問題の構造変換による解決
- 21世紀ロボットチャレンジプログラム
  - 運動制御用デバイスおよびモジュールの開発
- 産学官共同研究の効果的な推進プログラム
  - グリッド技術による光バス網提供方式の開発

# ナノテクノロジー・材料・製造分野



ナノテクノロジー・材料・製造分野では、持続的発展可能な社会の実現と、国際競争力を持つ効率的な材料・製造技術の創出を目指して研究開発を行っています。この分野で推進する共通的な戦略目標として「ミニマル・マニファクチャリング」を平成16年度に策定しました。これは、生産プロセスにおいて、「最小の資源投入で」「最小のエネルギー（生産コスト・環境負荷）を用いて」「最大限の機能を発揮する製品をつくり」「廃棄の際にも最小限の環境負荷でとどめることができる」技術を目指すものです。そのために必要な省エネルギー、省資源、低環境負荷を実現する材料・製造技術を開発し、産業界への技術支援と技術移転を行います。具体的には、低環境負荷型の革新的な製造技術を実現するために、超微細インクジェット法による省資源型のマイクロ構造作製技術、エアロゾルデポジション法による省エネ型コーティング技術、小型MEMS製造装置の開発、二

酸化炭素の排出量を削減する機能部材や軽量車両部材の開発などを推進します。

さらに、将来の競争力の要となる最先端の技術に長期的に取り組んでいます。ナノ現象に基づく高機能発現を利用したデバイス技術の創出を目指し、自己組織化現象を利用する製造技術とその実用化、高品質カーボンナノチューブの量産プロセスと応用のための研究開発などを行っています。

平成18年度は、製造産業を支援するための技術や基盤の整備に力を入れています。例えば材料資源のセキュリティを確保するため、先端産業で使われている希少資源を削減、あるいは代替する技術に取り組めます。また、熟練技術者の退職による技術やノウハウをもった人材が不足する問題（2007年問題）に対応するため、加工法ごとに熟練技術を記述・データベース化し、作業をガイドする支援技

術の開発や、共用の微細加工施設を整備、運営し、試作の支援や研修を通じた産業人材育成を行っています。

ナノテクノロジーはこれらの研究開発に共通する基盤技術ですが、他分野のさまざまな技術を融合することで応用範囲を拡大し、技術の高度化に役立てることができます。例えば細胞のナノスケールの評価を行うため、生体適合性に優れたダイヤモンドの針を開発しています。

平成18年度は、表のように、ナノテクノロジープログラム、革新的部材産業創出プログラム、新製造技術プログラムなどの下、各種研究プロジェクトを実施します。なお、この他にも中小企業基盤技術継承支援、マグネシウム鍛造部材技術、高集積・複合MEMS製造技術に関する研究を推進します。

## 産総研が関与する主なプロジェクト（ナノテクノロジー・材料・製造分野）

### ● ナノテクノロジープログラム

- 精密高分子技術
- ナノレベル電子セラミックス材料低温成形・集積化技術の開発
- カーボンナノチューブキャパシタ開発プロジェクト
- ナノテク・先端部材実用化研究開発
  - 遷移金属酸化物を用いた超大容量不揮発性メモリとその極微細加工プロセスに関する研究開発
  - ナノダイヤモンドコーティングを施したポリフェニレンサルファイド（PPS）樹脂の射出成型品
  - ナノ細胞マッピング用ダイヤモンド・ナノ針の研究開発

### ● 革新的部材産業創出プログラム

- 精密部材成形用材料創製・加工プロセス技術
- 金属ガラス成形加工技術
- セラミックリアクター開発

### ● 新製造技術施策（新製造技術プログラム）

- MEMS 用設計・解析支援システム開発プロジェクト

### ● 省エネルギー技術開発プログラム

- 低摩擦損失高效率駆動機器のための材料表面制御技術の開発

### ● 新エネルギー技術開発プログラム

- 水素安全利用等基盤技術開発

## 環境・エネルギー分野



豊かで快適な生活を将来にわたって維持していくためには、産業活動に伴い発生する環境負荷を極力低減させつつ、エネルギーの安定供給を確保することにより、社会、経済の持続可能な発展を実現させていくことが必要です。

環境エネルギー分野で掲げる研究開発目標は、次の4項目です。

①予測・評価・保全技術を融合し、環境・安全対策の最適ソリューションを提供する。

②環境効率を最大化する化学技術を開発し、高い国際競争力をもつ低環境負荷型化学産業を創出する。

③分散型エネルギーネットワーク技術の開発により、CO<sub>2</sub>排出量の削減とエネルギー自給率の向上に資する

④バイオマスエネルギーの開発により地球温暖化防止に貢献する。

①では、極微量・極微細の環境負荷物質を捕捉する「計測・モニタリング」、また、化学物質リスク、ライフサイクルア

セスメント(LCA)、地球環境影響、爆発安全性等の「予測・評価」、大気汚染、水質汚濁、廃棄物の「対策」に資する諸技術を開発するとともに、それらを融合させた新たな環境技術を提案します。

②では、副生廃棄物を極小化するファインケミカル反応システムや、気体分離膜による省エネルギー型水素製造プロセスを開発し、化学製品の製造工程における環境負荷の低減を目指します。長期的には、バイオマス由来の機能性を活かした化学製造技術を開発して、石油や石炭に依存した化学プロセスからの脱却を目指します。

③では、急増著しい運輸・民生部門でのエネルギー消費の削減に向けて、ユーザーが必要に応じてエネルギーを生産して使う「需要サイド主導の分散型システム」の実現を目指し、電力(太陽光発電、燃料電池、蓄電池等)、水素、クリーン燃料、熱等の系統的な供給・管理に資する要素技術ならびにシステムの研究を進めます。

④では、炭素循環を地球規模で制御する最適な手段の一つと考えられる、再生可能資源であるバイオマスの有効利用法として、木質系バイオマスの高効率エネルギー変換技術を開発するとともに、市場導入に向けて最適な利活用法を探るための評価技術を開発します。

平成18年度は、表に示す経済産業省の研究開発プログラムに参加して研究を推進する他、原子力発電施設等社会安全高度化調査、核物質防護対策衝撃評価等の研究を実施します。また、環境省の地球環境保全等試験研究事業に参加し、VOC分解技術開発やCO<sub>2</sub>の海洋隔離による影響評価に関する研究等を実施します。

### 産総研が関与する主なプロジェクト(環境・エネルギー分野)

#### ● 地球温暖化防止新技術プログラム

- ノンフロン型省エネ冷凍空調システム開発

#### ● 化学物質総合評価管理プログラム

- 有害化学物質リスク削減基盤技術研究開発
- 化学物質リスク評価手法技術開発

#### ● 次世代低公害車技術開発プログラム

- 革新的次世代低公害車総合技術開発

#### ● 省エネルギー技術開発プログラム

- 低エネルギー消費型環境負荷物質処理技術研究開発
- 超低損失・省エネルギー型デバイスシステム技術研究開発
- 情報通信機器の省エネルギー基盤技術研究開発
- 未来型CO<sub>2</sub>低消費材料・材料製造技術研究開発
- ミニマム・エナジー・ケミストリー技術研究開発

#### ● 新エネルギー技術開発プログラム

- 燃料電池先端科学研究
- 固体酸化物形燃料電池システム技術開発
- 固体高分子形燃料電池実用化戦略的技術開発
- 分散型エネルギーシステムの平準化基盤技術研究開発
- 水素安全利用等基盤技術開発
- 次世代型分散エネルギーシステム基盤技術研究開発
- 高効率高温水素分離膜の開発
- 再生可能エネルギー利用基盤技術研究開発
- 燃料電池自動車等用リチウム電池技術開発
- バイオマスエネルギー高効率転換技術開発

#### ● 燃料技術開発プログラム

- メタンハイドレート開発促進事業
- 計量標準基盤技術研究

#### ● 原子力技術開発プログラム

- 計量標準基盤技術研究

# 地質分野



地質分野では、国民生活の安全・安心を確保するとともに持続的発展が可能な社会を実現するため、「地球を良く知り、地球と共生する」という視点に立って地質の調査・研究を行い、その結果得られた地質情報を体系的に整備し社会に提供します。また、地震・火山などの自然災害による被害の軽減、放射性廃棄物の地層処分、環境への負荷を最小化した資源の開発や地圏の利用、都市沿岸域における環境保全など、社会的課題の解決に貢献します。

地質情報の整備・提供では、基本図となる地質図幅(20万分の1及び5万分の1)の作成を継続するとともに、海洋地質図・火山地質図など各種地球科学図の整備を進めます。また地質図の電子化を促進し、地理情報システムを活用した統合的な地質図データベースの整備を目指します。さらに、国連「大陸棚の限界に関する委員会」に提出する海底地形・地質情報の取得や、衛星による画像情報利用技術の開発等も実施します。

地震に関する調査研究では、活断層の活動履歴・変位量の調査を通じての活動性の評価、海溝型地震の発生履歴解明のための津波堆積物及び地殻変動調査を促進するとともに、地震被害軽減のための地震動予測手法の開発及び地震発生予測の精度向上を目指した研究を実施します。火山に関する調査研究では、火山地質図の作成調査や第四紀火山データベースの充実を図るとともに、噴煙組成観測手法の高度化や熱水系発達シミュレーション解析、地殻変動観測などを実施し、火山の噴火活動履歴及び噴火メカニズムの解明に努めます。

放射性廃棄物の地層処分手業に対し国が行う安全規制への技術的支援として、地質現象の長期変動および地質環境の隔離性能に関する研究基盤を確保し、技術情報としてとりまとめます。

環境に配慮した資源利用や国土の有効利用の実現のため、地下空間における水文環境や地球規模の物質循環の解明を

目指します。表層土壌中の重金属成分の含有量・溶出量などの調査に基づく土壤環境リスクマップ作成、有機物・重金属などの環境パラメータのデータベース作成、地下深部帯水層のCO<sub>2</sub>貯留ポテンシャルの評価、ならびに日本近海における燃料資源ポテンシャル評価のための各種調査を実施します。

さらに近年、防災・減災の視点から社会的要請の高い都市平野部の地下地質構造モデルの構築や沿岸域の環境保全のための評価技術の確立にも、重点的に取り組んでいきます。

これらのほか、国内外のニーズに応じて、緊急地質調査、地質調査関連技術および情報の提供等を行います。

## 産総研が関与する主な課題（地質分野）

- 地質情報の統合化と共有化プログラム
  - 地質情報の統合と利便性の向上
  - 大陸棚画定に関する大陸棚調査
  - 衛星画像情報に関する技術開発と情報の統合化
- 地圏循環システム解明と解析プログラム
  - 地圏流体モデリング技術の開発
  - 低環境負荷の天然ガス資源の開発に関わる評価技術
  - 二酸化炭素地中貯留システムの解明・評価と技術開発
- 地質現象の将来予測と災害リスク低減プログラム
  - 地震・火山噴火災害軽減のための地質現象のモデル化と科学的予測
  - 高レベル放射性廃棄物の地層処分のための地質環境評価
  - 都市沿岸域の地質環境変遷の実態解明と地質プロセスのモデル化
- 緊急地質調査研究プログラム
- 国際地質情報ネットワークプログラム

## 標準・計測分野

計量標準は、製品やサービスの技術的評価、検査、試験の信頼性向上、さらに生産の効率化による産業の国際競争力の維持・強化に不可欠な存在です。基準認証分野の国際相互承認においても国際同等性が保証された計量標準の存在が前提となっています。研究開発におけるフロントランナーとして、過酷な競争に勝ち抜くことのできる事業環境と技術力を確保するには、いままで以上に高品質で使いやすい計量標準を国内の隅々に迅速に供給する体制の確立が必要です。

このために産総研は2010年までに世界トップレベルの品質と規模を備えた、基本的な計量標準供給体制の整備を目指し、産業界の意見・要望及び社会的ニーズを踏まえて、標準整備のための具体的な計画を策定し、開発を進めています。

国家計量標準の総数は平成12年度末には140種類程度でしたが、産総研の第1

期終了時点で、200種類以上の標準供給を行いました。平成18年度は、物理標準35種類以上、標準物質、20種類、合計45種類以上の新たな標準の供給を目指します。

また食品安全分野、環境分野および健康(医療)分野等において、民間研究機関や他府省傘下の研究機関との連携を図り、計量標準の効率的な整備と供給体制の構築に着手します。また法定計量システムの国際整合化と法定の技術基準のJIS化を進めるため、特定計量器の技術基準の原案・素案作成を主導します。

また次世代計量標準の開発では、キログラムの定義を物質量によるものに改訂することを目標とし、単結晶シリコン球体の直径および質量の持ち回り比較測定を行い、国際プロジェクト参加機関での測定能力の同等性を評価します。

先進的な計測・分析技術の開発では、Cバンド小型電子加速器を用いて、2MeV以上の電子ビーム加速の実現やポータブル電子加速器の開発を行い、また陽電子ビーム集束のための高輝度化装置を製作することで、100 $\mu$ m以下の陽電子ビーム集束を実現し、材料中のナノメートルレベル以下の空孔・欠陥の3次元分布や動的变化を計測するシステム開発を進めます。

また化学分析の基準として使われる化合物群を中心に1,000件以上の有機化合物の新規スペクトルデータの収集と公開を行い、外部の化学データベースとの相互リンクを図るなど、産業と社会の発展を支援するスペクトル特性および熱物性等のデータベースの構築と公開を進めます。

### 産総研が関与する主な課題（標準・計測分野）

#### 国家計量標準の開発と維持・供給

##### ● 計画に基づく国家計量標準の開発

- 比較黒体炉(100～420℃)、高周波電力などの物理標準および有機水銀分析用生物標準物質などの標準物質
- ナノ計量標準の開発、遠隔校正技術開発、原子力用流量計校正技術開発

##### ● スペクトルデータベース・熱物性データベースの拡充と維持

##### ● 緊急性の高い標準物質の開発と、適切な標準物質の評価体制の整備

#### 先進的計測・分析技術の開発とその標準化

##### ● 先進計測分析機器システム開発

- 活性種分光計測制御技術の研究
- 光・量子ビームイメージング技術の研究

##### ● 信頼性向上に向けた計測解析技術開発と標準化展開

- 構造体劣化診断・予測技術の研究
- 固体内移動拡散現象の計測評価と規格化の研究

##### ● 高温圧力・振動計測技術の開発

##### ● 生活環境生体計測技術の開発

# 量子ドット技術を利用したソフトイオン化法

## バイオから環境まで応用可能な新しい質量分析技術の開発

量子ドット技術を応用して作成したゲルマニウムナノドットを用いた新しいソフトイオン化質量分析法を開発した。従来は、高分子量化合物を分解せずにイオン化(ソフトイオン化)するためには、試料に応じた補助剤を選択して添加する必要があったが、本法では、試料を測定用基板に塗布するだけで簡単にイオン化することができる。この技術を用いて、バイオ関連試料の高感度分析や、従来法では測定が困難であった臭素系難燃剤の簡易迅速分析などが可能になった。

AIST has successfully developed a novel matrix-free soft ionization mass spectrometry technique. In this technique, by irradiating laser shots on the sample simply deposited on germanium quantum dots, mass spectra can be easily observed without obstructive peaks. So far, highly sensitive analysis at  $10^{-16}$  mol level for peptides and analysis of brominated flame-retardants have been demonstrated. This technique is further applicable for wide range of samples not only biomaterials such as proteins, peptides, and oligosaccharaides, but also industrial materials such as synthetic polymers and additives.

### 従来のソフトイオン化法の課題

質量分析法では、測定対象化合物をイオン化し、その質量電荷比 ( $m/z$ ) の違いによってイオンを分離し、検出する。試料分子の分解が起こらないような条件で温和にイオン化し、分子量関連ピークを観測すれば、試料の分子量情報を得ることができる。このようなイオン化法を総称して、ソフトイオン化法という。例えば、高分子量化合物にレーザー光を直接照射して質量分析すると、試料分子の分解物のピークが観測されるが(図1a)、試料にイオン化補助剤(マトリックス剤)を混合してレーザー光を照射すると、試料分子を分解せずに質量分析することができる(図1b)。この手法は、マトリックス支援レーザー脱離イオン化質量分析法(MALDI-MS)と呼ばれる技術であり、タンパク質や合成ポリマーなどの高分子量化合物を測定するための技術として広く利用されている。しかし、MALDI法では、試料に

加える補助剤の種類や混合比などの最適な条件を測定ごとに検討しなければならず、測定にはある程度の予備検討時間や熟練が要求される。しかも、補助剤に由来する妨害ピークが多く発生するため、分子量が1000以下のペプチドや添加剤などの分析が困難であるという課題がある(図2)。そのため、新しい医薬の開発のためにプロテオーム解析を行うバイオ関連分野や、有害な化学物質の迅速・簡易分析を行う環境関連分野をはじめ、現在MALDI法を利用している多くの分野で、補助剤を用いない新しいイオン化法での質量分析技術の開発が望まれていた。

補助剤を用いないソフトイオン化法の先行技術として、数10ナノメートルの微細な細孔構造をもつ多孔質シリコンに試料を塗布し、レーザー光を照射してイオン化する方法が提案されている。しかしながら、多孔質シリコンは脆く、レーザー光照射によって多孔質構造が容易に破損するた

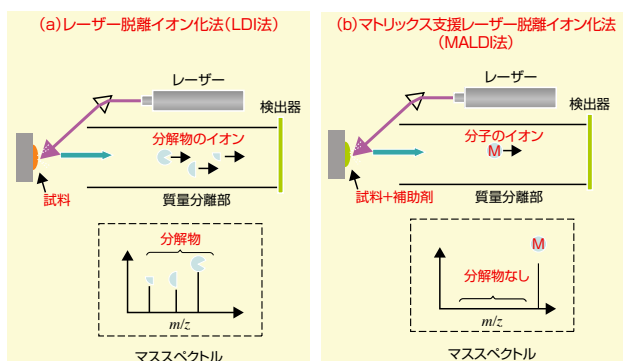


図1 レーザー脱離イオン化質量分析法(LDI-MS)と、マトリックス支援レーザー脱離イオン化質量分析法(MALDI-MS)の違い  
プレート上に析出した試料に直接レーザー光を照射すると、試料分子は分解する。そこで、試料に補助剤を加えてレーザー光照射すると、ソフトイオン化が達成され、試料分子のイオンを質量分析することができる。

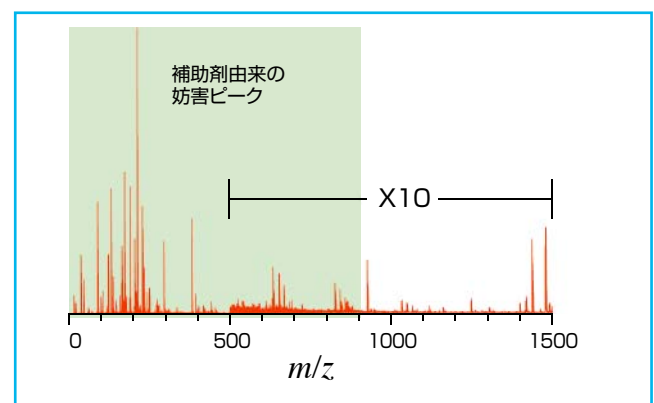


図2 MALDI-MS法によるマスペクトル  
MALDI法では、過剰に加えられた補助剤に由来するピークが強く観測されるため、試料ピークを妨害する。



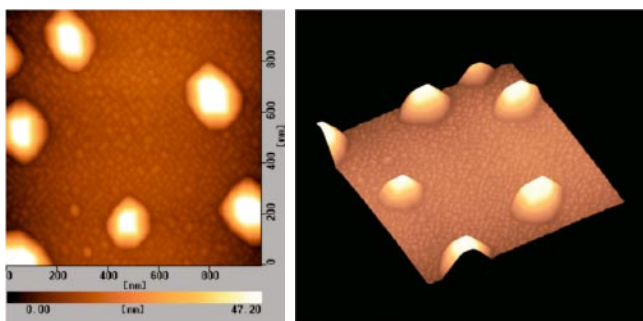


図3 ゲルマニウムナノドット基板表面の原子間力顕微鏡画像  
左：平面図。右：鳥瞰図。シリコン単結晶上に、直径約 200 ナノメートル、高さ約 50 ナノメートルのゲルマニウムナノドットが成長している。

め、測定の妨げとなるが多かった。この研究では、レーザー照射によって基板表面に発現する強力な電磁場を利用すれば、多孔質体を用いなくてもソフトイオン化が達成できるという仮説を立て、質量分析法による環境計測技術開発を行ってきた環境管理技術研究部門と、ナノ構造設計を利用した熱電エネルギー変換技術の開発を行ってきたエネルギー技術研究部門との共同研究として、イオン化基板の探索を行ってきた。

## 新しいソフトイオン化法

われわれは、ドット状の構造体にレーザー光を照射すると、光近接場効果によってドット先端部に強力な電磁場が発生し、それがドット上に吸着している試料分子の脱離・イオン化を引き起こすのではないかと考えた。そして、単結晶シリコン上に数10～数100ナノメートルのゲルマニウムドットを成長させた「ゲルマニウムナノドット基板」をイオン化に利用する新しいソフトイオン化質量分析法を開発した。

図3に、ゲルマニウムナノドット基板の表面の原子間力顕微鏡（AFM）画像を示す。この微細な表面構造は、次世代コンピュータの記憶素子やレーザーの発光素子などへの応用が期待されている「量子ドット」の代表的な作製法であ

る分子線エピタキシー（MBE）法を用いて作製した。超高真空中で400℃以上に加熱したシリコン単結晶（100）面にゲルマニウム分子線を照射し、エピタキシャル成長を行うと、シリコン結晶とゲルマニウム結晶の格子定数の違いから、微細な凸状のゲルマニウム表面構造が出現する。われわれは質量分析用のソフトイオン化基板として最適化するために、数10～数100ナノメートルのドーム状の構造を作製した。このように形成されたゲルマニウムのドット構造は、基板のシリコン単結晶から連続した結晶層を形成しており、基板に強固に結合しているため、レーザー照射によって剥離したり、破損することはない。また、任意のサイズと分布をもつドット構造体を得ることができる。本研究でもナノメートルサイズの量子ドットから1マイクロメートル程度の大きなドット構造まで試作を行い、質量分析における検出感度との関係を調べている。

図4に、ゲルマニウムナノドット基板を用いたソフトイオン化質量分析法（以下、ナノドットイオン化法という）の測定方法を示す。試料調製はゲルマニウムナノドット基板の表面へ、試料溶液を1μl程度塗布し、乾燥させるだけでよい。そのため、MALDI法では不可欠であった補助剤などに関する試料調製のノウハウは不要である。試料を塗布したプレートを、MALDI-MS測定で用いられている市販のレーザー脱離イオン化質量分析装置に導入し、試料スポットにレーザー光を照射すれば、マススペクトルを観測することができる。一連の作業が数分程度で完了するため、極めて迅速かつ簡便に測定を行うことができる。この方法は特別な装置改造などは不要であるため、市販のレーザー脱離イオン化質量分析装置が機種を問わずそのまま利用することができる。

この方法により、タンパク質、ペプチド、糖質、合成ポリマー、添加剤など、様々な化合物の測定を試みたところ、補助剤を用いなくて試料を分解せずにイオン化することが可能であった。しかも、従来のMALDI法では測定が困難

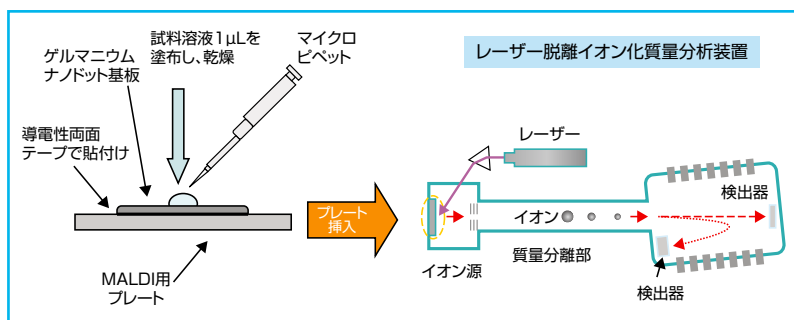


図4 ゲルマニウムナノドットを用いたソフトイオン化質量分析の測定方法

測定試料の調製は、ゲルマニウムナノドット基板に試料溶液を塗布し、乾燥するだけでよい。試料を塗布したプレートを、レーザー脱離イオン化質量分析装置のイオン源に設置し、試料スポットにレーザー光を照射すると、高分子量化合物を分解せずにイオン化して、分子量情報をもつマススペクトルを観測することができる。

あるいは不可能であった試料の分析も可能であった。以下、その代表的な測定例を紹介する。

## プロテオーム解析への応用

細胞あるいは生体組織に存在するタンパク質を、ゲノム情報と関連付けて網羅的に解析するプロテオーム解析では、ソフトイオン化質量分析法が発見タンパク質を同定するための常套手段として用いられている。例えば、疾患の原因となるタンパク質を同定し、その構造や機能を解析すれば、その情報をもとに新しい医薬品を設計・開発することができる。図5にプロテオーム解析の流れを示す。まず、生体組織などからタンパク質を抽出し、二次元電気泳動などによってタンパク質を分離した後に、酵素を用いてタンパク質を消化し、ペプチド断片を得る。次に、ソフトイオン化質量分析法によってペプチド断片の正確な分子量を測定し、インターネット経由でプロテオームデータベース検索してタンパク質を同定する。この方法をペプチドマスフィンガープリント(PMF)法という。同定されたタンパク質の機能解析などを行い、疾患に関係するタンパク質を明らかにして、新しい医薬品の設計・開発を行う。すなわち、プロテオーム解析では、ソフトイオン化質量分析法によって正確にタンパク質を同定することが、解析の成否に関わる重要な役割を果たしている。

タンパク質同定には、現在、MALDI法が良く用いられている。一例として、図6aにウシ血清アルブミンをトリプシンで消化して得られたペプチド断片のMALDIマススペクトルを示す。質量900以下の領域では補助剤由来の妨害ピークのために、ペプチド断片を検出することが極めて困難である。このように、MALDI法では、イオン化補助剤由来のピークの妨害のために検出できるペプチド断片の数

が限られ、タンパク質同定結果の信頼性が低下することが大きな課題であった。

一方、ナノドットイオン化法では、補助剤を用いないため、妨害ピークの影響を受けない。例えば、図6bに示した例では、MALDI法では観測できなかった質量900以下の領域で14本ものペプチド断片が検出されている。このように、ペプチド断片の検出が可能な質量範囲が拡大することによって、PMF法によるタンパク質同定の信頼性が飛躍的に向上する。さらに、この方法の検出限界を調べたところ、わずか800 amol ( $8 \times 10^{-16}$  mol) のペプチド試料を検出することができた(図7c)。ペプチドの高感度分析が可能となることで、ごくわずかしかなかったためにこれまで見逃されてきた疾患に関わる重要なタンパク質を発見・同定できる可能性が高まった。ナノドットイオン化法は、プロテオーム解析において、タンパク質同定を行うための有効な解析手段になりうるものであり、新しい医薬品開発の促進に役立つ重要な技術に発展することが期待される。

## 臭素系難燃剤の迅速分析への応用

プラスチック材料は燃焼しやすいため、火災を防止するために難燃剤が添加されている。特に、建材や電子・電気機器などには、高い難燃効果を発揮するハロゲン系難燃剤が用いられている。ポリプロモジフェニルエーテル(PBDE)は、代表的な臭素系難燃剤の一種であり、ジフェニルエーテルに最大で10個の臭素原子が結合した構造をもつ。人体への悪影響も懸念されており、欧州連合では、本年7月に発効予定のRoHS指令(欧州連合が実施する特定有害物質規制)によって、電子・電気機器での使用が禁止される(10臭素化体は規制から除外された)。この規制により、PBDEを含む電子・電気製品は欧州へ輸出できなくなるため、製

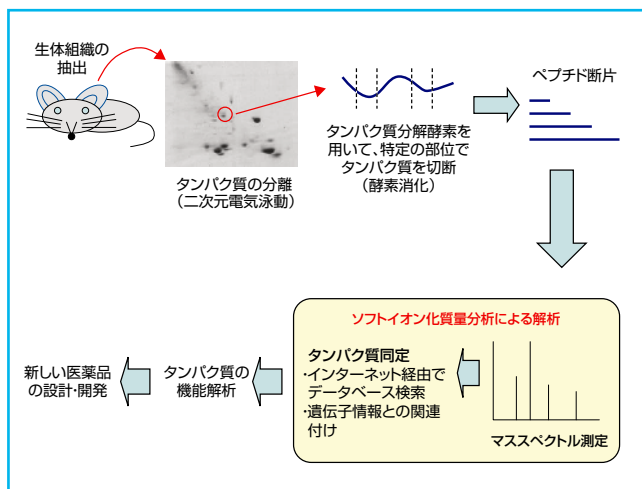


図5 プロテオーム解析の流れ

生体組織から抽出・分離したタンパク質を酵素処理してペプチド断片を得る。これをソフトイオン化質量分析し、断片の分子量をデータベース検索すれば、タンパク質を同定することができる。

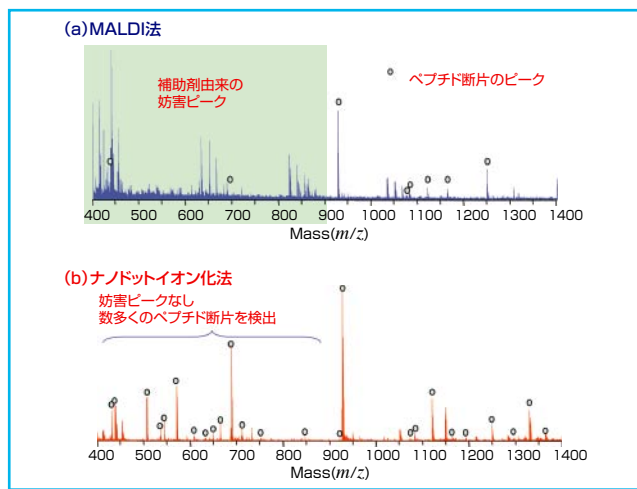


図6 タンパク質の酵素消化物(ペプチド断片)の測定例

(a) MALDI法では、補助剤由来の妨害ピークにより、観測できるペプチド断片の数が少ない。(b) ナノドットイオン化法では、妨害ピークの影響を受けることなく、数多くのペプチド断片を観測することができた。

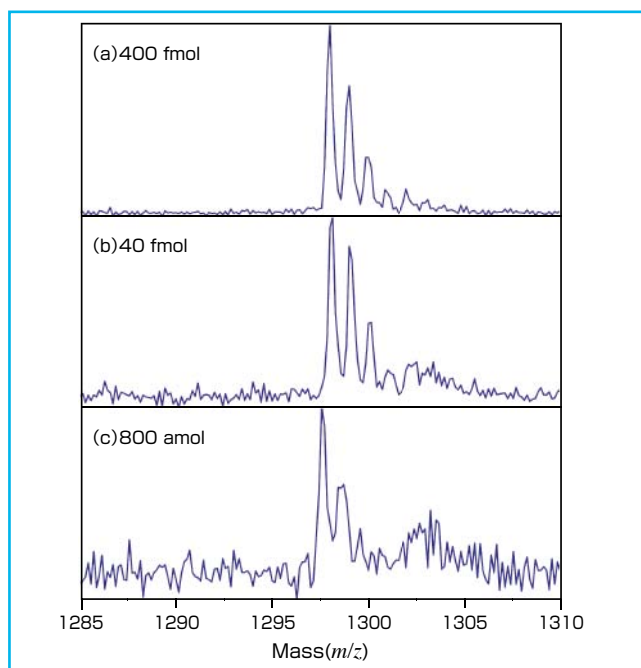


図7 ナノドットイオン化法によるペプチド試料(アンジオテンシンI)のマススペクトル

品中にPBDEが含まれているか否かを迅速に判定する必要がある。PBDEの分析には、ガスクロマトグラフ/質量分析法(GC/MS)が用いられているが、臭素の数や結合位置の違いにより数多くの異性体が存在するうえ、分離の際に分解しやすいため、その測定は容易ではない。そこで、ソフトイオン化質量分析法を用いてPBDEの簡易迅速分析法の開発を試みた。

まず、MALDI法を用いてデカブロモジフェニルエーテル(PBDEの10臭素化体)の測定を試みた(図8a)。様々な補助剤を用いて測定を行ったが、全く試料ピークを観測することができなかった。また、著者らの知る限り、MALDI-MSによるPBDEの測定例は報告されていない。一方、ナノドットイオン化法を用いてデカブロモジフェニルエーテルを測定したところ、わずか100 ngの試料でも明確なピークを検出することができ、同位体分布も観測できた(図8b)。既存のGC/MS法では、数時間～数日程度の時間が必要であるが、本法は、わずか10分以内で簡単に分析できる。しかも、多検体の試料を連続して測定することが可能であるため、PBDEの迅速・簡便なスクリーニング手法への応用が期待される。

## 今後の展開

本法は補助剤の混合が不要であるため、多検体試料の迅速な自動分析に適しており、バイオ関連分野や環境関連分野でのハイスループット分析への応用が期待される。また、既存の質量分析法では分析が困難であった臭素系難燃剤なども測定可能であり様々な高分子量添加剤の簡易分析にも

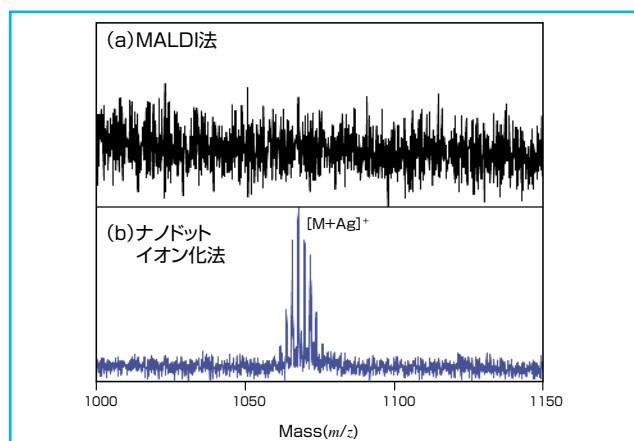


図8 臭素系難燃剤(デカブロモジフェニルエーテル)の測定例  
(a) MALDI法。(b) ナノドット基板によるソフトイオン化質量分析法(カチオン化剤:銀塩)。

適している。ここで紹介したほかにも、糖質や、添加剤など様々な試料のイオン化に成功しており、その応用範囲は広いと考えられる。

現時点では、詳細なイオン化機構が明らかではないため、その原理解明を行いながら、より高感度かつ汎用性の高いナノドットイオン化基板の開発を行って実用化を目指し、本法を新しいソフトイオン化質量分析技術として確立したいと考えている。

## 関連情報

- 特願 2005-131588「質量分析用イオン化基板及び質量分析装置」
- プレス発表 2006年2月17日:「バイオから環境まで応用可能な新しい質量分析技術の開発に成功」
- 日刊工業新聞、化学工業日報:2006年2月20日、Tech on:2006年2月21日、日刊水産経済新聞:2006年2月20日、電波新聞:2006年3月2日
- 研究開発者:環境管理技術研究部門 佐藤浩昭、清野晃之、鳥村政基、田尾博明、エネルギー技術研究部門 山本淳

## ● 問い合わせ先

独立行政法人 産業技術総合研究所

環境管理技術研究部門 計測技術研究グループ

研究員 佐藤 浩昭

E-mail: sato-hiroaki@aist.go.jp

〒305-8569 茨城県つくば市小野川16-1 つくば西

# 関東平野地下深部に特定された中央構造線

## 活断層の原因を地下深部に探る

埼玉県岩槻の地下3500mから採取された基盤岩が、中央構造線の北側500m以内で変形した特殊な岩石（マイロナイト）であることが判明した。日本最大の断層である中央構造線が、堆積層に覆い隠されて関東平野の地下深部まで続いている。西日本では中央構造線の一部が活断層として動いていることから、地表で確認されている綾瀬川断層（活断層）との関連を調べるのが重要である。

Concealed Median Tectonic Line (MTL), the largest fault in Japan, was confirmed in the Kanto Plain. Geologic analyses for core samples obtained from 3500m deep bore hole of the Iwatsuki Observation Well show that MTL runs within 500m south of the Iwatsuki well. As MTL partially reactivates as active faults especially in Southwest Japan, the relation between MTL and surface Ayasegawa Active Fault should be clarified, and earthquake disaster prevention should be planned based on the relation.

高橋 雅紀 たかはし まさき  
msk.takahashi@aist.go.jp

地質情報研究部門  
地球変動史研究グループ 主任研究員  
(つくばセンター)

大学の卒業研究に始まって、旧地質調査所に入所以降も一貫して関東地方の地質の調査・研究を行ってきた。これまでの22年間の研究に基づいて、過去2000万年間の日本列島の成り立ちを復元し、その枠組みの中で今日の地殻変動（山地の隆起や盆地の沈降、内陸地震の発生）を統一的に説明する仮説を構築している。その視点から、未解明であった関東平野深部構造の解釈を進展させ、地震防災へと繋いだ（プレス発表2005年4月26日）。現在は過去から未来への一切片であり、過去（初期条件）と過程（歴史）を明らかにしない限り、未来はおろか現在を理解することすらできない。「温故知新」は技術の進歩と同等あるいはそれ以上の戦略であることを実感している。その共通認識を具体的かつ決定的成果を提示しつつ広げていきたい。



### 既存の大断層の再活動

海洋プレートと大陸プレートの境界域に位置する日本列島は、地質学的に見ても長い期間（過去数億年）にわたってさまざまな地殻変動を受けてきた。その間、固い基盤は無数の断層によって分断され、それらの断層はその時々々の応力（地殻にかかる力）によって何度も活動し、その一部は次第に巨大な断層へ成長していった。こうしてできた

大断層は地殻の弱線として地殻が押された場合に特に動きやすい。実際、日本列島の活断層の多くは、地質時代に何度も活動してきた断層が今日の圧縮応力（地殻を押し出す力）によって再活動したものである。

大都市が集中する平野では基盤は柔らかい堆積層に覆われているため、活断層による基盤のずれが確認できない場合が多い。しかし、地表（堆積層の表面）に確認された活断層の成因（原因）は、地下に隠れている固い基盤のずれにより引き起こされているはずである。したがって、内陸地震の防災においては、原因（基盤のずれ）と結果（被覆している堆積層のずれ）の関係を明らかにすることが重要である。



図1 岩槻の地下3500mの基盤岩（マイロナイト）研磨写真

### 日本最大の断層：中央構造線

九州から関東山地まで約1000kmにわたって連続する中央構造線は、過去1億年近い時間をかけて成長した日本最大の断層である。このような既存の大断層が動くかどうかは今日の圧縮応力場との関係によるので、活動履歴が長い巨大な断層が即座に活断層として動くとは限らない。しかし、大断層は

基盤の弱線であり、実際、近畿地方から四国にかけて中央構造線は右横ずれの活断層として動いている。

地表で確認されている中央構造線の場合、その南側には三波川帯と呼ばれる変成岩(埼玉県長瀨に露出している岩石)が、その北側には領家帯と呼ばれる花崗岩類(いわゆる御影石)が分布している。したがって、堆積層に覆い隠されている平野部においても、ボーリングにより中央構造線の南側を掘削すれば三波川帯の岩石が、北側からは領家帯の岩石が採取されるはずである。すなわち、地下の基盤岩が三波川帯か領家帯のいずれの岩石かを調べれば、平野の地下にある中央構造線の位置を特定することができる。

### 岩槻の地下3500mの基盤岩

今回検討した岩石は、国立防災科学技術センター(現防災科学技術研究所)が1971年に埼玉県岩槻において行った深層地殻活動観測井のボーリングの際に採取された基盤岩である。岩槻観測井は関東平野で行われたボーリングでは最も深く(深度3510m)、分析試料は地下3500mの基盤岩である。

岩槻の基盤岩はこれまで三波川帯の変成岩であると考えられていたが、地質学的に詳細な検討を行った結果、地下深部で非常に変形したマイロナイトという岩石で領家帯に属することが判明した(図1)。マイロナイトは約300℃以上の温度に達する地下約10km以上の深部での断層運動により変形した岩石で、その変形の程度からみて断層から500m以内で生成したと見積もられた。その結果、ボーリング地点の地下3500mの南側500m以内に中央構造線が存在していると判断できる。

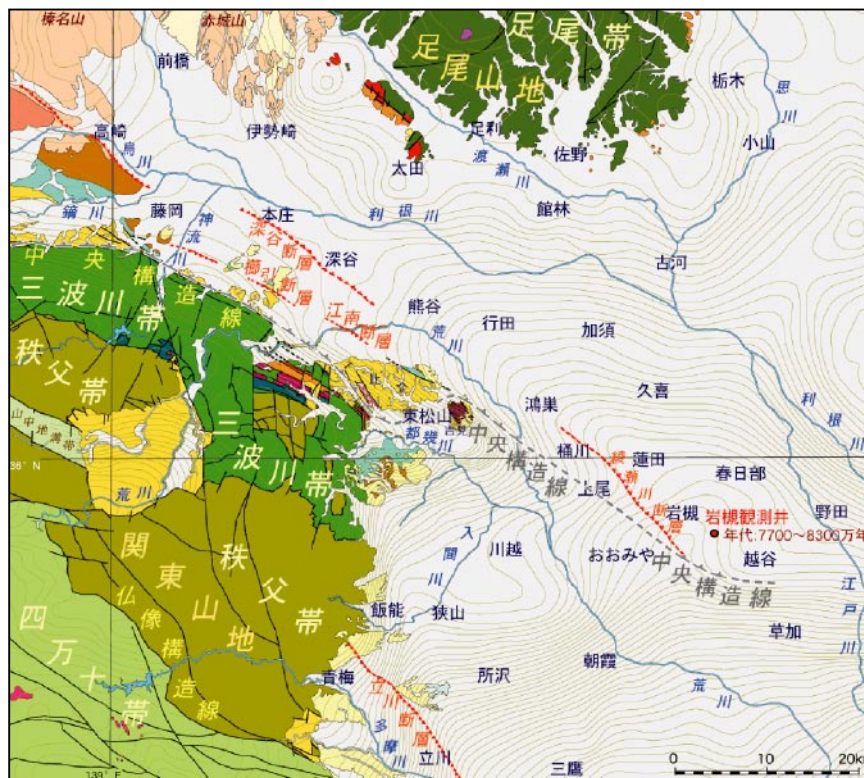


図2 関東山地北縁から関東平野に続く中央構造線(グレーの点線)と主要活断層(赤色の点線)

### 綾瀬川断層(活断層)と中央構造線

中央構造線の断層面は北に傾斜していると考えられていることから、中央構造線の地表への延長はボーリング地点の3~4km南であると予想される(図2)。関東山地の北縁には中央構造線が地表に現われ、それと並行して北傾斜の活断層である櫛引断層や江南断層が北西-南東方向に走っており、さらに北側には南に傾斜する深谷断層が確認されている。一方、関東平野中央部には深谷断層の南東方向に綾瀬川断層が確認されているが、北傾斜の江南断層に対応する活断層は確認されていない。そして今回、綾瀬川断層の地下深部に基盤を分断する中央構造線が確認された。

関東山地北縁の活断層(櫛引、江南断層)と深谷断層の関係は主断層と従断層(バックスラスト)とみられ、いずれも中央構造線に関連した最近の断層活動で生じたものと考えられる。現段階では岩槻の地下深部の中央構造線が活動的なのかどうか、さらに綾瀬川断層に直接つながっているのかどうかなど解明すべき課題も多い。関東平野の活断層についてよりの確に評価し地震防災などに役立てるには、単に地表で確認されている活断層を調べるだけではなく、その原因である地下深部の基盤岩のずれを生じさせている中央構造線などの断層との関係を明確にしておくことが重要である。

#### 関連情報:

- 共同研究者: 高木秀雄(早稲田大学)、笠原敬司(防災科研)
- プレス発表 2006年2月2日: 「関東平野地下深部に特定された中央構造線」
- 朝日新聞、毎日新聞、読売新聞、日本経済新聞、東京新聞: 2006年2月3日

# 振動実験データの保存・公開システム

## 地震工学における実験データの保存と共有をITにより支援

構造物の耐震性や崩壊の様子を観察する振動実験のデータの整理、保存、公開の作業をITにより支援するために「EDgrid Central」システムを設計・開発した。このシステムの目的は、地震工学や土木・建築などの研究者がネットワークを通じて、お互いの実験データや解析データを共有することである。

“E-Defense” is a 3-D full-scale earthquake testing facility. Shake tests at the facility can observe and investigate strength of various types of buildings against earthquakes. “EDgrid Central” system supports storing and publishing experimental data of the shake tests, by the IT technology. The system enables civil engineering researchers to access the experimental data securely through the Internet. The researchers can share results and reports of analyses of the experiments with researchers of various fields, and would promote their collaboration.

### システム開発の背景

地震工学において、構造物の崩壊の理由や崩壊の様子を調べることは地震による被害を少なくするために重要な研究の1つである。わが国では、実物大の構造物の崩壊を観察できる震動台「E-Defense」（兵庫県三木市、（独）防災科学技術研究所 兵庫耐震工学研究センター）が開発され、2005年から木造住宅や鉄筋コンクリート建物などの耐震性の検証が行われている。E-Defenseを用いた振動実験では、センサーが960チャンネル、カメラが27チャンネル、高解像ハイビジョンカメラが2チャンネルあり、実験によって得られるデータ量は最大で毎秒39.25メガバイトにもなる。

これまで、実験データはセンサやカメラと接続された計測用コンピュータに一時的に保存され、研究者がDVDやCD-Rなどにコピーしてそれを研究機関に持ち帰って解析していた。「E-Defense Grid (EDgrid)」プロジェクトでは、これらの作業をIT化し、安全で効率的なデータの保存とインターネットを利用したデータ共有の実現に取り組んでいる。類似の研究には米国のNEES (Network for Earthquake Engineering Simulation) がある。われわれは国際的な連携を図るために、NEES Cyberinfrastructure Center (NEESit) と協力して、E-Defenseの実験データを扱う際に必要な機能を拡張した「EDgrid Central」を開発した。

谷村 勇輔 たにむら ゆうすけ  
yusuke.tanimura@aist.go.jp  
グリッド研究センター  
(つくばセンター)

2004年からグリッドのミドルウェア開発、および応用研究に携わる。主に、グリッド上で科学計算アプリケーションの実証試験を行いながら、グリッドに対応したアプリケーションの開発を容易にする上位APIの研究をしている。実証試験に利用するグリッドの構築や運営にも参加し、アプリケーション・ユーザーの意見を聞きながら、計算機を共有するためのポリシーやソフトウェアの検討を行っている。これらの活動をさらに進めて成果を上げ、グリッドの実用化に貢献していきたい。

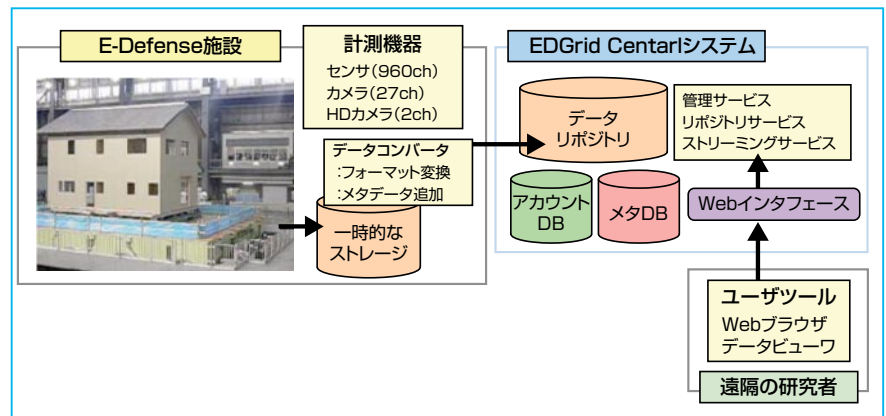


図1 EDgridアーキテクチャの概要

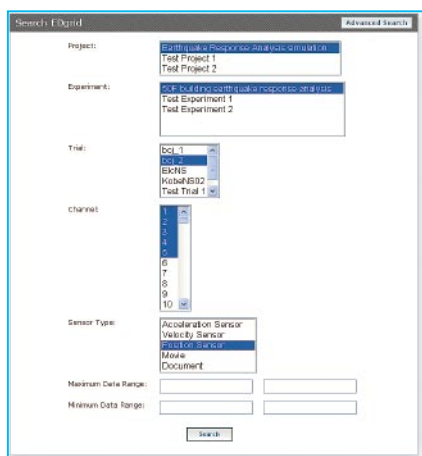


図2 実験データ検索画面

### 実験データの保存から活用までのシナリオ

EDgrid Centralは、図1のようにE-Defenseの実験データを恒久的に保存できる数テラバイトの容量をもつデータリポジトリと、遠隔の研究者がWebブラウザを用いて実験データを入手したり、実験に関連するレポートをアップロードしたりできるフロントエンドからなる。EDgrid Centralによる実験データの保存から活用までのシナリオは、次の通りである。1) E-Defenseオペレーターが実験データのフォーマットを変換し、メタデータとともにEDgrid Centralに入力する。2) ユーザーはWebブラウザを用いてEDgrid Centralにアクセスする。3) 任意のキーワード入力、あるいは実験名や計測センサの種類をリストから選択して実験データを検索する。4) 見つけたデータをダウンロードリストに適宜追加する。5) ダウンロード画面に移動し、リストに追加していたデータを一括してダウンロードする。6) ダウンロードしたデータを用いて解析、研究を進める。7) 関連するレポートなどを作成してEDgrid Centralにアップロードする。

### EDgrid Centralの特徴

システムを利用する際には、データ検索とダウンロードの機能が最も重要である。しかし、NEESitが開発を進めているデータの保存・公開システム「NEEScentral」は地震工学の幅広い領域を対象としているため、検索やダウンロード機能はE-Defenseを利用する研究者にとって必ずしも使いやすいものではなかった。そこで、NEEScentralをベースに、E-Defenseの実験データの保存と共有を行いやすいように機能を拡張したのである。

検索機能には、任意のキーワードを複数入力して検索する機能と、表1に示すメタデータを指定して検索する機能(図2)を用意した。後者では、プルダウンメニューの選択とデータの最大値や最小値の入力とを組み合わせ、検索を行うことができる。これは震動台の実験に即したメタデータベースを開発することと、ユーザーの意見を直接聞きながら検索パラメーターを選定

することで実現できた。

ダウンロード機能ではリンクから個々のデータファイルを保存するのではなく、複数の実験データファイルをまとめてダウンロードできる機能を追加した。ユーザーはダウンロードしたいデータをオンラインショッピングなどで使われるカートに追加していき、最後に1つのZIPファイルとしてダウンロードできるようにした。

### 組織間のデータ共有に向けた課題

今後は主に防災科研によってテスト運用され、システムの改善が進められる。1つの課題は、E-Defense以外の震動台の実験データも同じように検索できるようにし、EDgrid CentralとNEEScentralの相互アクセス機能を追加することである。相互に協調しながら、信頼できるセキュリティのモデルを構築すること、互換性のあるメタデータモデルを設計することが重要である。

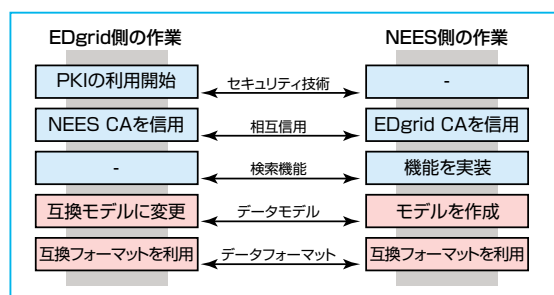


図3 相互アクセスのためのレイヤ毎の課題

Project	プロジェクト名から選択
Experiment	実験名から選択
Trial	試験名から選択
Sensor type	センサタイプを選択
Channel	チャンネル番号(1~960)を選択
Max. data range	データの最大値を指定
Min. data range	データの最小値を指定

表1 検索パラメータ

#### 関連情報:

- 本研究は(独)防災科学技術研究所が進める「実大三次元震動破壊実験施設(E-ディフェンス)を活用した国内外共同モデル研究」において、グリッド技術の適用性に関する防災科研との共同研究の一部として行われた。
- 共同研究機関: 防災科学技術研究所、慶應義塾大学、東京工業大学、室蘭工業大学、NEES Cyberinfrastructure Center
- 谷村勇輔、田中良夫、横川三津夫、関口智嗣: 情報処理学会研究報告 Vol.2006, No.20

# マイクロセラミック燃料電池の開発

## コンパクトで高効率な燃料電池の実現へ向けて

高度なセラミック製造技術を用いて、500～600℃の低温領域でも動作する直径がミリメートルからサブミリメートルのチューブの固体酸化物型燃料電池(SOFC)を開発した。電極の微細構造の最適化により、セリア系セラミック材料では初めて570℃で1W/cm<sup>2</sup>の発電密度を達成した。このマイクロチューブの開発により、耐熱衝撃性が飛躍的に向上し、急速起動停止運転にも対応できるコンパクトなSOFCモジュールの開発が可能になった。

Micro tubular SOFCs of ceria based electrolyte with 0.8-1.6 mm diameter have been fabricated using an advanced ceramic processing technology. SOFC stacks of high volumetric power density at 500 - 600 °C can be built with the micro tubes. The single tubular SOFC showed cell performance of 1W/cm<sup>2</sup> at 570°C with H<sub>2</sub> fuel. The tubular SOFCs will be applied to a compact power device which can endure repeated rapid changes of electrical load and operating temperatures.

### 固体酸化物型燃料電池の問題点

燃料電池は高いエネルギー効率が実現できるため、地球温暖化の原因の1つと言われるCO<sub>2</sub>の発生を大幅に削減でき、次世代のエネルギー源として期待されている(図1)。現在、種々の材料を用いた燃料電池が開発されており、その中で最も効率が高いのが固体酸化物型(セラミック)型(SOFC)である。しかしながら動作温度が800～900℃と高温のため、これまでその応用は大型発電設備などに限られていた。そこでSOFCを家庭用分散電源、自動車などの補助電源、移動電子機器用電源にも応用できるように、動作温度の低温化の研究が広く行われている。これまでも500～600℃で作動するSOFC

がいくつか報告されている。しかし、頻繁に起動・停止が必要な機器には、熱歪みによる破損などの問題があり、抜本的な解決策が必要であった。

### マイクロチューブ型SOFC

そこでSOFCの形状に注目すると、燃料電池システムの小型化と熱歪みによる破損の問題を同時に解決する方法が見えてくる。それはSOFCをマイクロサイズのチューブ構造にすることである(図2)。燃料電池システムの総出力電力は電極の単位面積当たりの性能×電極の表面積であり、小型化、すなわち体積当たりの総出力をアップするには、電極そのものの性能の向上に加え、体積当たりの電極表面積を増加さ

鈴木 俊男 すずき としお  
toshio.suzuki@aist.go.jp

先進製造プロセス部門  
機能モジュール化研究グループ 研究員  
(中部センター)

2005年、産業技術総合研究所入所。これまでに米国 University of Missouri-Rolla にてイオン伝導性、混合伝導性セラミックスの研究に従事。特に薄膜の低温調製とその物性評価を中心に、その応用として、固体酸化物型燃料電池に関する研究に携わってきた。今後はさまざまな機能性をもつセラミックデバイスの高度集積技術を発展させ、日本の産業界に貢献できる製造技術をここ産総研から発信していきたい。

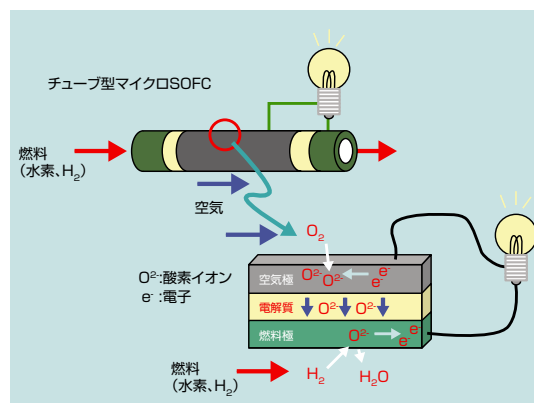


図1 燃料電池の原理

空気側と燃料側の酸素濃度差によって電池としての起電力が生じる。SOFCの性能は電解質の抵抗(酸素イオンに対する)、電極中の電気化学反応とガス拡散の速度によって決まる。



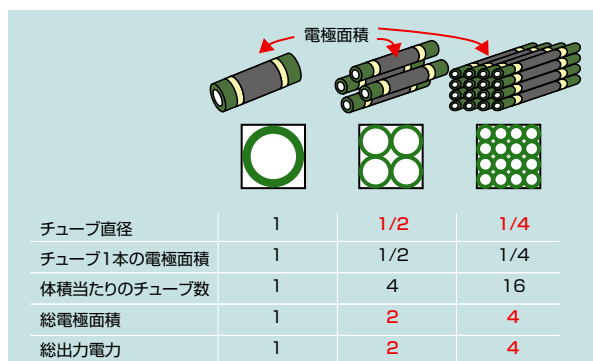


図2 チューブ径と体積当たりの電極総面積の関係

チューブ径を減少させることで、チューブの体積当たりの総電極表面積はチューブ径に反比例して増加する。総出力電力も総電極表面積に比例するため、同様の出力電力の増加が見込まれる。

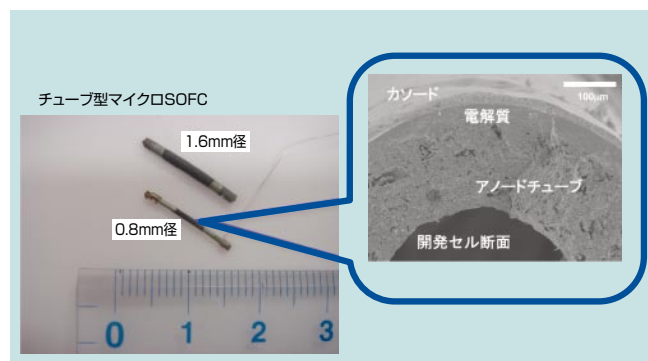


図3 今回作製したマイクロチューブ型 SOFC の写真

アノード材料にてマイクロチューブを作製、表面に緻密な電解質膜を作製した。セルをチューブ形状とすることで、これまでは実現が困難であったアノード電極の厚さと微細構造を実現した。

せることが効果的である。SOFC をマイクロチューブ化すると、体積当たりの表面積が飛躍的に増加するため小型化が可能になり、同時に、機械的強度も高まるため、熱歪みによる破損の問題も解決できる。

しかし、これまでに直径がセンチメートルから数ミリメートル程度のSOFCはいくつか報告されているが、チューブの直径をミリメートルからサブミリメートルのオーダーにしていくには、技術面に解決すべき多くの困難があった。

### 新型マイクロチューブ型SOFCの発電性能

われわれはマイクロチューブ型SOFCを高密度に集積化した燃料電池システムの開発に取り組んでいるが、今回はその基本要素となる直径がミリメートルからサブミリメートルのオーダーの高性能マイクロチューブ型SOFCの開発に成功した(図3)。実際に作製したSOFCは、セリア系セラミックで長さ1cm程度(電極長さ7mm)、直径が1.6mmのマイクロチューブで、450～570℃で水素を流したところ、0.06～0.35W(単位電極面積当たり0.17～1W/cm<sup>2</sup>)の電力が得られた(図4)。

この値は、これまでのセリア系セラ

ミックSOFCとしては世界最高レベルである。これは微細構造を制御できるマイクロチューブ製造技術と緻密膜コーティング技術を発展・高度化して、セリア系セラミック電解質を緻密化すると同時に、電極性能を飛躍的に向上させる構造を実現したことによる。さらに、これまで困難であった直径がサブミリメートルのマイクロチューブ型SOFC(直径0.8mm)の作製にも成功している。

### 今後の展開

直径0.8mm径のマイクロチューブ

型SOFCでは、1cm<sup>3</sup>あたり約100本のマイクロSOFCが集積可能と考えられ、1cm<sup>3</sup>あたり7W(500℃作動時)～15W(550℃作動時)の発電性能が期待できる。今後は、マイクロチューブ型SOFCの集積化について研究を進め、多数のマイクロチューブ型SOFCを正確に並べた立方体ユニット(キューブ)の作製、各チューブへの燃料ガス供給や電力回収を行う接続部分(インターフェース)の精密な作製技術を確立し、最終的には、耐衝撃性、急速運転に対応できる小型で高効率の燃料電池モジュールの製造を目指していく。

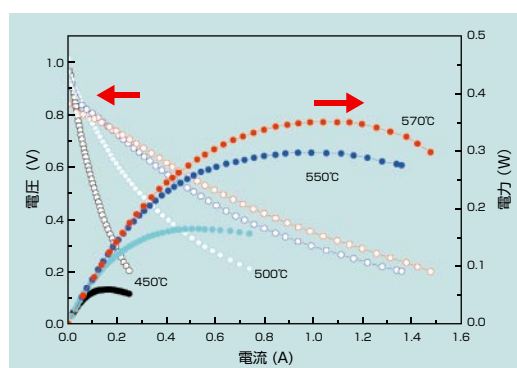


図4 マイクロチューブ型SOFCの発電試験結果

1本のマイクロチューブ型SOFC(1cm長、1.6mm径)で0.35Wを超える発電性能を実証、単位電極面積あたりではセリア系電解質を使用したSOFCで世界最高の発電性能を達成した。

### 関連情報:

- 本研究はNEDOプロジェクト「セラミックリアクター開発」(平成17～21年度)の一環として行われたものである。
- 共同研究者: 山口十志明、藤代芳伸、淡野正信(先進製造プロセス部門)
- プレス発表2006年1月18日: 「小型高効率のマイクロ燃料電池の開発に成功」

# ナノテクで実現する「分子の缶詰」

## 機能性有機分子を安定化し産業用材料としての応用へ

機能性有機材料の実用化では、耐久性の向上が常に重要である。例えば、 $\beta$ カロテンなどのカロテノイド色素は、超高速光応答性・三次光学非線形特性をもつ機能性色素であるが、酸化や異性化などにより光劣化しやすいため、実用化されていなかった。この研究では、カーボンナノチューブの内部に $\beta$ カロテンを内包させることで、光劣化を劇的に抑制することに成功した。

An effective stabilizing methods for organic molecules is a bottleneck preventing their industrial application. For example,  $\beta$ -carotene has the following remarkable features; ultrafast optical response, third-order optical nonlinearity, and so on. However, it has not been used as photonic-devices because it easily degrades by oxidation and isomerization. We have succeeded to encapsulate  $\beta$ -carotene inside of single wall carbon nanotubes. The stability of  $\beta$ -carotene is highly improved by the encapsulation.

### 有機材料は耐久性の向上が重要

有機材料は有機ELディスプレイなど様々な分野での応用が期待されている。しかし、特殊な機能をもつ有機分子は、無機材料に比べて一般的に劣化しやすく、実用化においては耐久性の向上が常に重要となる。例えば、ニンジンに含まれる色素としてなじみ深い $\beta$ カロテンなどのカロテノイド色素分子は、超高速光応答性・三次光学非線形性をもち、光合成においては光保護・光捕集作用を担い、さまざまな潜在的な応用ができる機能性分子である。しかし、酸化やシストランス異性化によって劣化しやすいため、工業的な利用はされてこなかった。

単層カーボンナノチューブ(SWCNT)が、フラーレン(C<sub>60</sub>)や有機分子を内包できることはよく知られている。

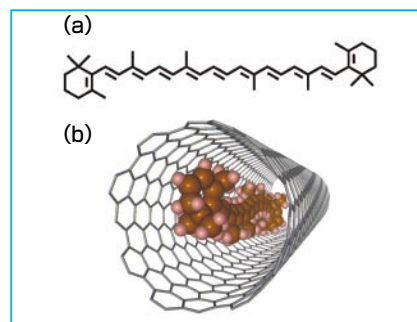


図1 (a)  $\beta$ カロテンの化学構造、(b)  $\beta$ カロテンが直径約1.4nmのSWCNTに内包されている構造予想図

SWCNTに内包された分子は、単体の状態と比較して安定化されていることが指摘されていた。

### $\beta$ カロテンを内包したSWCNT

この研究では、カロテノイド色素(特に $\beta$ カロテン)という大きな直鎖 $\pi$ 共役分子(直鎖方向に約3nm、図

柳 和宏 やなぎ かずひろ

k-yanagi@aist.go.jp

ナノテクノロジー研究部門  
自己組織エレクトロニクスグループ  
(つくばセンター)

博士課程においては一次元 $\pi$ 共役分子や光合成色素蛋白複合体に関する研究を行ってきた。2005年4月入所後、カーボンナノチューブに関連した研究に従事している。ナノチューブ内部の空間を利用した新たな構造体の創製とその機能の検証を、有機合成・非線形分光測定技術などを用いて行い、カーボンナノチューブの新しい利用法を提案していきたいと考えている。

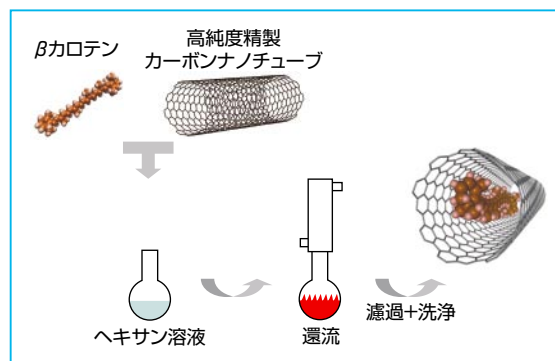


図2  $\beta$ カロテンをSWCNTに内包させる手順

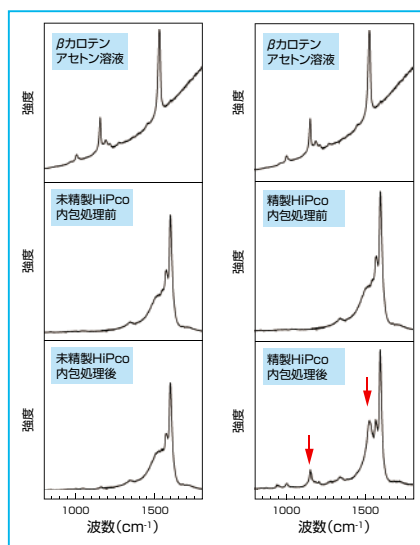


図3 HiPcoチューブのラマンスペクトル

末端が閉じている未精製のHiPcoチューブの場合は、内包処理後もβカロテンの信号は検出できない。しかし、末端を開けた精製HiPcoの場合は、内包処理を行うと、赤い矢印で示されたβカロテン由来の信号が明確に観測された。

1a) をSWCNTに内包させることを試みた(図1bは、βカロテンを内包したSWCNTの構造予想図)。研究に用いたSWCNTは、市販のHiPcoチューブ(Carbon Nanotechnologies Inc.)と、われわれがレーザー蒸発法を用いて作製したSWCNTを用いた。βカロテンのヘキサン飽和溶液中に、空気中での加熱とHClエッチングによって末端を除去したSWCNTを入れて10時間加熱還流(約70℃)する(図2)。入れる直前に約300度で20分間空気中で加熱し、内部の水分子などを取り除くことが重要である。還流後、THF(テトラヒドロフラン)溶液で超音波洗浄・濾過を繰り返し、外側に付着しているβカロテンを除去した。

チューブの末端が閉じている未処理のHiPcoチューブでは、内包作業後のラマンスペクトルにカロテンの信号が検出されないのに対し、末端を除去したHiPcoチューブの場合では、カロテン由来の信号を明確に検出できた(図3)。高純度に精製して末端を除去した



図4 (左)はSWCNTを分散した溶液、(右)はβカロテン内包SWCNTを分散した溶液。内包されているβカロテンの存在によってほかに赤みを帯びていることが分かる。

レーザー蒸発法によるSWCNTに、内包化作業を行った場合には、約30%の充填率でβカロテンを内包していることが吸収スペクトルから分かった(図4がその写真)。

粉末X線回折測定・発光特性によっても、βカロテンがSWCNTに内包されていることを確認している。βカロテンのDMF(ジメチルホルムアミド)溶液と、βカロテンを内包したSWCNTがDMF中に分散した試料に

紫外光(365nm、90W)を30分間照射すると、βカロテン単体の場合はβカロテンに特有の吸収バンドが消滅しているのに対し、SWCNTに内包されている場合はほとんど変化がなかった(図5)。βカロテンを取り囲むSWCNTの壁が、ラジカル種からの攻撃やシストランス異性化を阻害することによりβカロテンの光劣化を抑制したものと考えられる。また内包することで、βカロテンの熱的安定性も改善された。

#### 今後の展開

ナノチューブに内包させることで、機能性有機分子の光・熱に対する耐久性を飛躍的に向上させることができる。食品の長期保存法として缶詰があるが、分子を内包するSWCNTは、分子版の缶詰ともいえるだろう。今後は、分子内包SWCNTの機能の検証を進めると同時に、産業で利用できる分子内包SWCNTの開発をめざしたい。

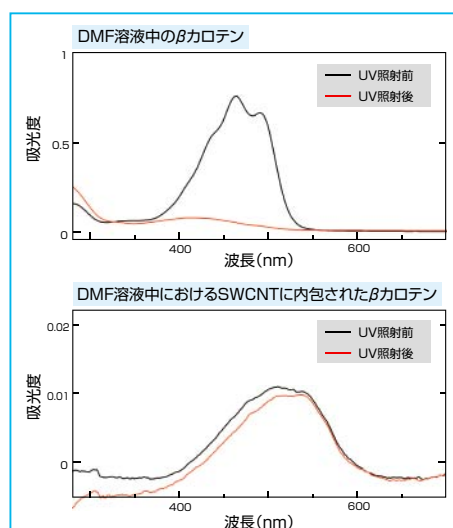


図5 紫外光照射による吸収スペクトルの変化  
(上)はβカロテン単独：紫外光照射によりβカロテンに由来する吸収帯はほとんど消えてしまった。  
(下)はSWCNTに内包されたβカロテン：ほとんど変化しない。

#### 関連情報：

- 共同研究者：宮田耕充、片浦弘道 (ナノテクノロジー研究部門)
- K. Yanagi, Y. Miyata, H. Kataura: Adv. Mater. 18, p.437-441 (2006)
- 特願 2005-277146 「カロテノイド構造体」(柳和宏、榊原陽一、片浦弘道)

# 酸化ストレスによるタンパク質の修飾

## プロテオーム解析と酸化ストレスマーカーへの応用

酸化ストレスは、過剰な活性酸素種が引き起こす状態で、多くの疾患に関わっていると言われる。酸化ストレス状態になると、ペルオキシレドキシンのようなタンパク質のシステイン残基が酸化されることがわかった。アルツハイマー病では、このタンパク質の酸化が進行していることが判明しており、この酸化を疾病診断の指標として応用することが期待できる。

“Oxidative stress” is defined as a disturbance in the oxidant-antioxidant balance in favor of the former, and is involved in a numerous number of diseases. We identified the structure of oxidatively modified peroxiredoxin (Prx) and DJ-1 under the oxidative stress condition using mass spectrometry. The ratios of the oxidatively modified Prx 2 and Prx 6 to the reduced form in erythrocytes of Alzheimer’s disease (AD) patients were elevated compared to those of the healthy control, respectively. These modified proteins are promising candidate markers for diagnosis of AD.

### 酸化ストレス

「ストレス」は広い意味をもつために漠然とした印象を持たれがちであるが、個々の現象については明確に定義することができる。酸化ストレスとは、生体内の酸化還元状態を維持する機構が破綻し、内因性や外因性の活性酸素種を処理(還元)しきれなくなった状態を指す。生体内では、ミトコンドリアにおけるエネルギー代謝の過程や、薬剤、紫外線などによって活性酸素種が発生する。ガン、糖尿病、動脈硬化、アルツハイマー病などの疾患では、生体は酸化ストレス状態にあり、活性酸素種がこれらの疾患に関わっているといわれる。

活性酸素種(一重項酸素、スーパーオキシド、ヒドロキシラジカル、過酸化水素、脂質ペルオキシドなど)は、その名の通り非常に反応性に富み、タンパ

ク質、核酸、脂質といった生体を構成する分子と容易に反応して、その構造や機能を変化させる。われわれは、こうした疾患と酸化ストレスの関係を分子レベルで明らかにするため、酸化ストレスと生体分子、特にタンパク質の構造変換について研究を行ってきた。

### プロテオーム解析と翻訳後修飾

酸化ストレスによるタンパク質の構造変換、すなわちタンパク質の翻訳後修飾は、多くの例が知られている。細胞内の情報伝達で重要な働きをするリン酸化と脱リン酸化、タンパク質のアミノ酸側鎖の酸化やカルボニル化、糖の非酵素的な修飾(グリケーション)などが、酸化ストレスに特徴的な翻訳後修飾である。培養細胞に酸化ストレスを負荷させるモデル実験からヒトの疾患の組織試料まで、その翻訳後修飾の

絹見 朋也 きぬみ ともや

t.kinumi@aist.go.jp

計測標準研究部門 有機分析科  
バイオメディカル標準研究室 研究員  
(つくばセンター)

本研究成果は、ヒューマンストレスシグナル研究センター ストレス応答研究チームに所属時の研究成果です。タンパク質の構造とその分析手法に興味を持ち、プロテオーム解析によるタンパク質解析、その基礎となる質量分析による構造解析、定量法の開発を行ってきた。質量分析は生体分子の解析に必要な不可欠な分析手法で、精力的な技術開発が続いており今後も大きなブレークスルーが期待される。2006年4月より計測標準部門において、質量分析を用いた生体分子の標準の確立に取り組んでいる。

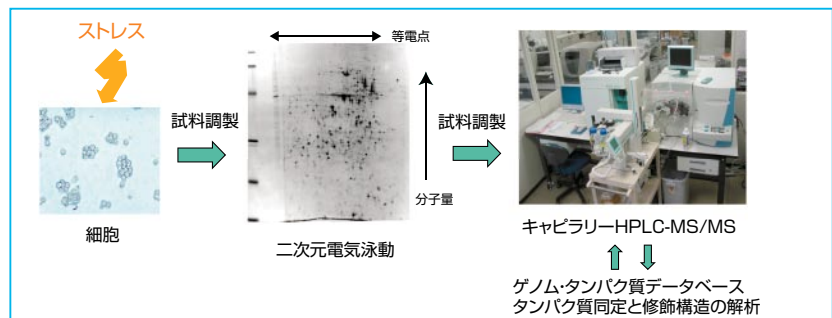
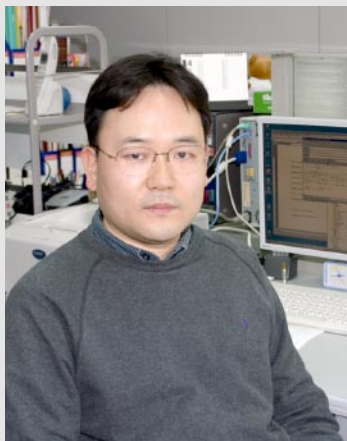


図1 二次元電気泳動とキャピラリー HPLC-MS/MS によるプロテオーム解析システム

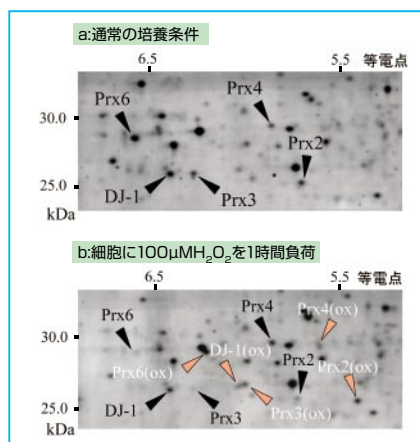


図2 a) 通常の培養条件、b) 100 μM 過酸化水素を負荷させた時の血管内皮細胞の二次元電気泳動像

キャピラリーHPLC-質量分析によりスポットを同定し、ペルオキシレドキシ (Prx)、DJ-1、およびそれらの酸化型、Prx(ox)、DJ-1(ox)を示した。

構造を決定し定量するためには、プロテオーム解析によるタンパク質の網羅的な解析が最適である。なぜなら、翻訳後修飾はゲノム情報によっては同定できず、タンパク質の分析が唯一の解析手法となるからである。

われわれは図1に示すシステムにより、システインの酸化に注目したプロテオーム解析を行って、酸化ストレスのマーカーとなるタンパク質を見いだした。また、このタンパク質が酸化ストレスが関係すると考えられる疾患のマーカーとして使用できる可能性を検討した。

### 酸化ストレスによるタンパク質の酸化

われわれは、生体内で発生する活性酸素種の1つである過酸化水素をヒトの血管内皮細胞に加えて、タンパク質の変化をプロテオーム解析により調べた。図2のように、細胞に過酸化水素を加える前(図2a)と後(図2b)の二次元電気泳動像を比較すると、4つのスポットの等電点が酸性側に移動している。キャピラリーHPLC-質量分析装置(HPLC-MS)を用いて4つのスポットを同定したところ、ペルオキシレドキシ

ン(Prx)の3つのアイソフォーム(機能がほぼ同じでアミノ酸配列が異なるタンパク質)、Prx2、Prx3、Prx6とDJ-1タンパク質であることがわかった。さらに、図2bに黄色で示した酸性型のスポットについて、質量分析で詳細な構造解析を行ったところ、Prxは活性システインが酸化されてシステイン酸になっていた。

DJ-1では、3つあるシステイン残基のうち106位にあるシステインだけが選択的に酸化されてシステインスルホン酸になっていることがわかった。このシステインは、過酸化物による酸化に対してきわめて鋭敏で、他の2つのシステイン残基とは異なった酸化還元環境にあると考えられた<sup>1)</sup>。DJ-1は、家族性パーキンソン病の原因遺伝子として同定されてから<sup>2)</sup>機能解析が進み、106位のシステインが活性中心となって、システインプロテアーゼ様活性とシャペロン様活性をもつことが知られている。つまり、酸化ストレスによって106位のシステインが選択的に酸化されて、DJ-1の活性が低下していると考えられた。パーキンソン病に酸化ス

トレスが関わっていることは以前から指摘されていたが、酸化ストレスによるDJ-1の機能不全とパーキンソン病の関連は興味深い。

### 酸化ストレスマーカーの疾病診断への応用

アルツハイマー病患者の赤血球について、Prx、DJ-1の還元型・酸化型の比率と疾病の状況(疾病の有無や病状の進行度合い)の関係を調べた。図3のように、健常人に比べて、アルツハイマー病患者では赤血球中の酸化型(Prx2(ox)、Prx6(ox))の比率が有意に上昇していた。われわれは、これらの酸化ストレスのマーカーとなるタンパク質と脂質の酸化マーカーを指標として、客観的な診断が困難なアルツハイマー病の診断や定量的なリスク評価に応用できないかを検討している。タンパク質マーカーは、その発現変動を指標とするものが一般的で、翻訳後修飾を指標とするマーカーはほとんど例がない。今後、タンパク質の翻訳後修飾に注目することで、より有用なマーカー分子の探索が可能になるものと思われる。

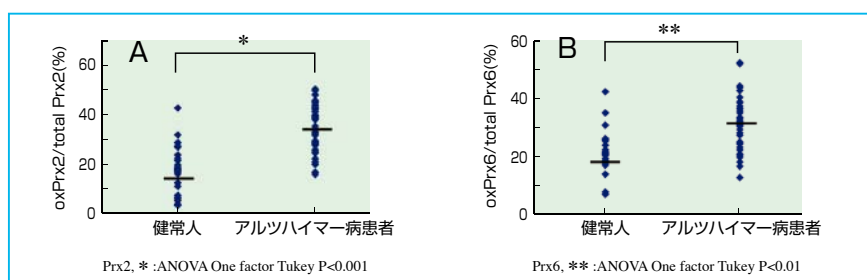


図3 赤血球中のペルオキシレドキシ 2 (A, Prx2)、およびペルオキシレドキシ 6 (B, Prx6) に関して、各ペルオキシレドキシ量に対する酸化体の割合 (oxPrx/ total Prx) を健常人 (22 例)、アルツハイマー病患者 (41 例) について測定した。

#### 関連情報:

- 共同研究者: 吉田康一、小川陽子、二木鋭雄 (ヒューマンストレスシグナル研究センター)、吉川敦 (寿栄会病院)、木全順子 (サーモエレクトロン株式会社)
- 1) T. Kinumi, J. Kimata, T. Taira, H. Ariga, E. Niki: *Biochem. Biophys. Res. Commun.* Vol. 315, No2, p306-312 (2004)
- 2) V. Bonifati et al.: *Science* Vol. 299, p.256-259 (2003)
- 特願 2005-174961 「痴呆症の診断方法及び診断キット」(絹見朋也、吉田康一、小川陽子、二木鋭雄、吉川敦)

# マイクロスケール試料の表面温度測定

## 反射光と電気抵抗の同時測定によるサーモリフレクタンス温度計

微小試料の表面温度を高空間分解能・高速・非接触で精密に測定することが可能な「共焦点顕微鏡光学系型サーモリフレクタンス温度計」の開発を行っている。これは反射率の温度変化を利用した测温システムである。共焦点顕微鏡光学系を通して、レーザー光を試料にあて、その反射光強度と同時に試料の電気抵抗を温度の関数として同時測定する。電気抵抗の温度依存性から反射光強度と温度との関係が構築できる。この関係を用いれば、試料の表面温度を反射光強度の相対測定のみで推定できる。現在、モリブデン細線の試料について、試料温度 100°C 付近で温度分解能 0.2°C、空間分解能 0.7 $\mu$ m が得られている。

A temperature measuring system based on the thermoreflectance method has been developed. This system can measure the temperature of sub-microscale specimen with non-contact, high temperature resolution, high speed, and high spatial resolution. Simultaneous measurements of a specimen in the relative intensity of reflected light and in the electric resistance allow us to determine its surface temperature. High spatial resolution of 0.7 $\mu$ m is achieved by employing laser irradiation and detection through confocal microscope optics. The minimum detectable temperature change of 0.2 °C at around 100°C is obtained for a molybdenum thin strip.

### 装置開発の背景

半導体デバイスの高集積化に伴い、微細化技術の目覚ましい進展が進む半導体分野では、微細配線におけるジュール熱の発生や漏れ電流などの問題解決のために、微小領域の温度や温度変化を迅速かつ信頼性高く測定する技術の開発が不可欠となってきている。また集積回路(IC)の欠陥をその熱画像から検知することや、多重光通信に用いられる半導体レーザーの温度を高速・高精度に制御する技術などが提案・検証されている。試料が微小になると熱移動をはじめとする熱現象がバルク材料と異なる挙動を示したり、異方性が現れたりする可能性があり、これらを微小領域に適応した熱計測や温度計測か

ら調べることは材料科学的にも興味ある課題である。

試料からの熱放射を測定する赤外イメージング法では、使用する赤外線波長(数 $\mu$ m)以下の空間分解能を得ることは難しく、また、赤外領域では高速(ナノ秒領域)の光検出器も得にくい。本稿で紹介するサーモリフレクタンス法は、物質表面の反射率が温度により変わることを利用するもので、短波長のレーザー光が使えるため、空間分解能・応答速度の点で有利であり、上記の熱問題の解決にも適応可能な技術である。またこの技術は、放射率の低い金属や赤外領域に透過帯を持つシリコンなど半導体材料にも適応できるため、赤外イメージング法とは互いに相補的である。

清水 祐公子 しみず ゆきこ  
shimizu-yukiko@aist.go.jp  
計測標準研究部門 温度湿度科  
放射温度標準研究室  
(つくばセンター)

日本ではまだ着手されていない中温域(100°C~400°C)において赤外放射温度計を開発し、放射温度標準を確立するための研究に従事している。現在の国際協定では、温度標準は特定の物質の凝固点・融解点などの物性値に基づいて供給されている。将来は熱力学の法則から高精度の温度標準を直接供給する方法を確立したいと考えている。その1つとしてボルツマン定数の精密決定とそれによる温度標準の供給を計画している。

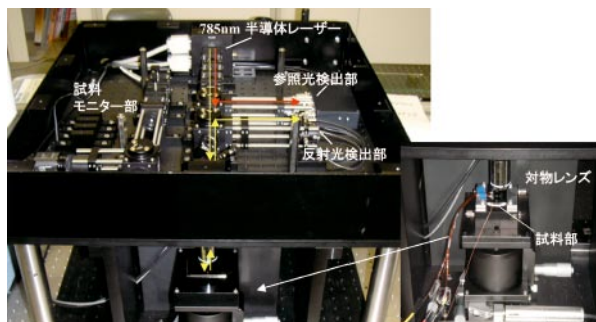


図1 共焦点顕微鏡光学系を用いたサーモリフレクタンス温度計

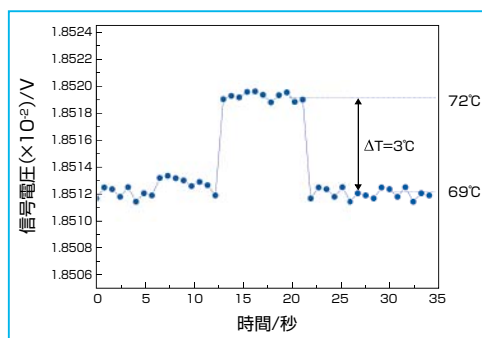
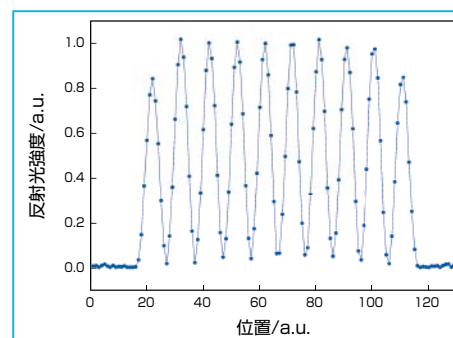


図2 温度変化に対応する反射光強度の変化

左軸は反射光強度に対応する検出器出力電圧。右軸は電気抵抗と温度との校正結果から求めた温度目盛。

図3 空間分解能評価

線幅 1 $\mu\text{m}$  のテストチャート観測結果。コントラスト 100% を達成している。



## 装置の特徴

サーモフレクタンズ法と電気抵抗測定技術を合わせ用いることにより、未知試料における微小領域の温度の絶対値を高速に求める装置を開発した。さらにサブミクロン領域の温度計測を実現するために光学系には共焦点顕微鏡を採用し、空間分解能を向上させた。

サーモフレクタンズ法では、試料の反射率の温度依存性を正確に知る必要がある。しかし多くの物質についてこのようなデータの蓄積はまだ十分とはいえない上、測定対象試料の組成や反射面の状態が詳らかでない場合も多い。また反射光の相対強度の測定は比較的容易かつ高精度に行えるが、反射率の絶対測定には高度な技術が要求される。本装置では測定対象そのものの反射率の温度依存性を、反射光強度と電気抵抗のその場測定から解析する。絶対反射率に比べると、測定が容易で測定精度も高い電気抵抗の温度特性から得られる温度目盛を、反射光強度の温度依存性に移し替えておくことで、プロセス中の測定においても反射光強度の相対測定のみで直ちに試料の表面温度を推定できる。

## 装置構成と測定結果

図1に温度測定装置の写真を示す。上段が光源および測定系、下段が試料および微動ステージである。波長785nmの安定化された半導体レーザーの出力は共焦点顕微鏡光学系の対物レ

ンズを通して測定対象試料面に収束・照射される。反射光は対物レンズおよび結像レンズを通して光検出器の直前におかれたピンホール面に結像される。試料はXYZ微動ステージ上に載せられ、CCDカメラのモニターで監視されながら、位置決めされる。測定試料としてガラス基板上にDCスパッタ成膜した幅100 $\mu\text{m}$ 、厚さ70nmのモリブデン細線を用いた。この細線には電流および電圧測定端子が取り付けられている。試料に流れる電流を矩形波的に変化させ、温度上昇したときの電気抵抗値および反射光強度を同時測定する。矩形波加熱に対応する試料の温度変化は、反射光強度の変化として検出器の出力電圧の変化に現れる(図2)。温度変化は、同時測定された電気抵抗値の変化から、あらかじめ測定した電気抵抗値と温度の関係を使って求められる。縦軸右側の温度目盛は、電気抵抗測定から移し替えられた目盛である。こうして試料についての反射光相対強度と温度との関係図が求められる。

## 高温分解能・高空間分解能の実現

図2において矩形波加熱電流に対応

する反射光強度の変化は、電気抵抗の同時測定により温度変化3 $^{\circ}\text{C}$ に相当することが求められる。反射光強度の変動の標準偏差値 $10^{-6}\text{V}$ は0.2 $^{\circ}\text{C}$ の温度変化に相当し、これが検出可能な温度変化の最小値となる。空間分解能の評価は、線幅が1 $\mu\text{m}$ から0.5 $\mu\text{m}$ までのラインアンドスペースのテストチャートを使用し、ステージを移動させながら反射光強度を観測して行った(図3)。線幅1 $\mu\text{m}$ では100%、0.7 $\mu\text{m}$ においては30%のコントラストが観測された。

本装置において1 $^{\circ}\text{C}$ あたり $10^6$ の極微小な反射率変化を観測可能とし、かつ波長785nmの近赤外光源の回折限界の分解能を持つ温度計測が実現した。測定系の温度ドリフトの除去、光学系の最適化などにより、システムの空間分解能、温度決定精度をさらに向上させることが可能である。われわれはこの研究を実用的な微小領域温度高速測定装置開発の第一歩と位置づけ、光計測を基盤としたナノ領域表面温度標準の開発、さらには新しいナノ温度センサーの開発とその校正・評価技術の確立を目指している。

### 関連情報:

- 共同研究者: 石井順太郎, 馬場哲也 (計測標準研究部門)
- N.Taketoshi, T.Baba, A.Ono, Jpn. J. Appl. Phys. Vol.38, L1268 (1999)
- Y.Shimizu, J.Ishii, K.Shinzato, T.Baba, Int. J. Thermophys., Vol.26, 203 (2005)
- J.Christofferson, et al., Symp. SEMITHERM VII. Prop., San Jose, Ca (2001)
- T. Phan, S. Dilhaire, V. Quintard, W. Claeys, J. Batsale, IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement, pp.69-74 (1999)

## 高い反応性を有する有機高分子多孔体 資源・環境に生きる分離剤への応用に向けて

特許 第3588631号 (出願2001.3)

● 関連特許 (出願中：国内1件)

### 目的と効果

官能基の導入部位として2,3-エポキシプロピル基を高含有量で有する有機高分子多孔体を製造する技術を提供します。この技術は、種々の官能基を容易に導入することができるエポキシ基を多孔性マトリックス内に高密度で結合できることから、イオン等の分離剤の前駆体を製造するのに有効で、資源分野(希少資源あるいは同位体の分離・回収)や環境分野(有害物質の分離・除去)への応用が期待されます。

### [適用分野]

- 資源分野 (希少資源あるいは同位体の分離・回収)
- 環境分野 (有害物質の分離・除去)

### 技術の概要、特徴

この技術は、高含有量のエポキシモノマー (反応性部位) を有する有機高分子多孔体の製造を可能とします。このため、グリシジルメタクリレート (GMA; エポキシ基含) を通常の2官能性架橋剤の代わりに3官能性架橋剤、例えばトリメチロールプロパン トリメタクリレート (TRIM) と反応させ多孔体を製造します。従来、GMA/TRIMの比を高めると細孔特性が低下するという問題がありましたが、貧溶媒の極性を制御することによって、GMA/TRIMの比を高めても細孔特性を保持できるようになりました。これによって、官能基の導入部位の数が多くかつ多孔性の前駆体ポリマーを製造することが可能になりました。図に示したように、重合時の溶媒の極性を制御することによって、GMA/TRIM比 (すなわち、エポキシ基含量) と細孔特性を変化させることが可能となり、用途に応じて好適な反応性多孔前駆体を提供することができます。

### 発明者からのメッセージ

この技術は、もともと同位体分離用の有機高分子多孔体を開発する過程で発明したのですが、エポキシ基は種々の官能基と反応することが可能であり、多様なキレート性分離剤の開発に応用可能です。

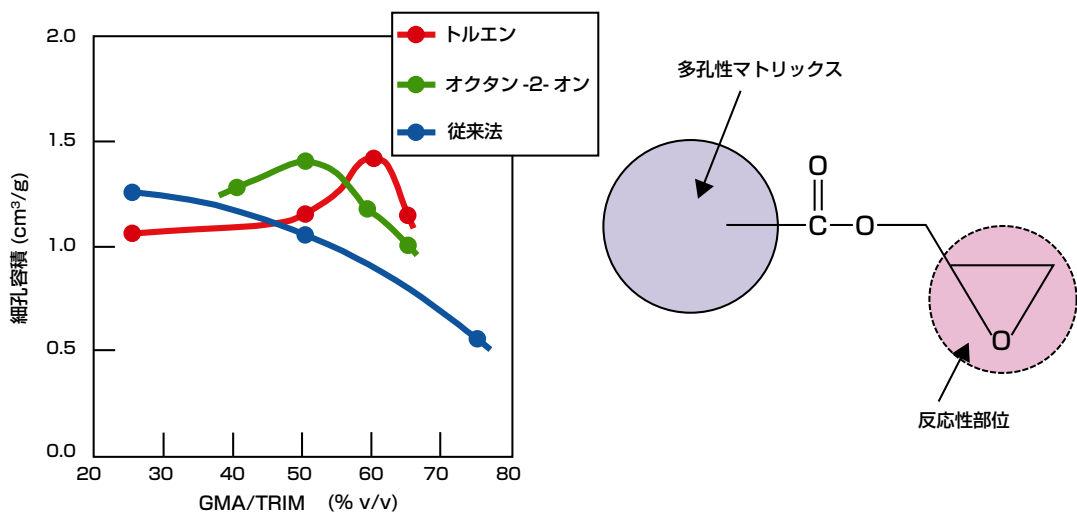


図 有機高分子多孔体の特性と製法

IDEA

産総研が所有する特許  
のデータベース

<http://www.aist.go.jp/aist-idea/>



# 透明導電基板生産に向けた新技術

## 高品質単結晶酸化亜鉛の高速製作

特許 第3607944号 (出願2001.2)

● 関連特許 (登録済み: 国内1件 国外1件 出願中: 国内3件 国外3件)

### 目的と効果

高品質酸化亜鉛は透明であり、かつ発光素子や光発電素子としての機能を有する材料です。照明や発電、省エネルギーなど生活に密着して役立つ製品の源として期待されています。私達は、液化オゾンを用いることにより高品質単結晶酸化亜鉛の高速製作を可能にする技術を開発しました。

### [適用分野]

- ビルや住宅の照明
- 窓材
- 照明用発光素子
- 薄型ディスプレイ
- 光発電素子
- 紫外線画像センサー
- 紫外線受光素子

### 技術の概要、特徴

酸化亜鉛結晶は、高品質になるほどその機能が大きくなる材料ですが、高品質な酸化亜鉛になるほどさまざまな装置(超高真空装置、高温装置、プラズマ装置、高出力レーザー装置)の導入などが必要になり、その製作も複雑化します。高品質酸化亜鉛は亜鉛純度が既に99.99999%に達しているため、製作技術の鍵は、酸素の反応性に起因する純度、酸素供給法および亜鉛-酸素間結合結晶化メカニズムに絞られます。分子酸素では反応性が低いため、従来高純度酸素をプラズマ化しそこで生成されたラジカル酸素を供給していました。しかしラジカル酸素の直接供給は反応性が高く、結晶生成表面での分子運動(マイグレーション)を促進させる技術が難しかったのです。これを克服したのがこの技術の特徴で、まず零下183℃という低温の液化オゾンを用いて、既に結晶化した部分を壊すことなくソフトに到達させます(図)。次にオゾン分子と亜鉛原子の結合過程において結晶化分子が結晶化表面を運動し、凹状のエネルギーが低い表面を見つけて、その窪みを埋めるように整然とした単結晶を形成していきます。この分子運動は非常に重要ですが、一般に結晶化のための温度を上げていくと再蒸発が顕著となり、分子運動が阻害されてしまいます。

この技術ではオゾン分子を使用するため分子間作用により高温まで分子運動が保持されるため、高い温度で高品質の酸化亜鉛結晶が得られるようになりました。また、液化オゾン装置の進歩で液化オゾンの大量供給が可能のため、非常に高速で高品質の酸化亜鉛結晶が製造できるようになりました。

### 発明者からのメッセージ

液化オゾンの大量供給による高速大面積結晶成長性を活かして、大面積高品質透明導電膜の製造や大面積照明発光素子用透明導電基板などが実現できれば、大面積で薄型、壁型、窓型の照明やディスプレイなどの幅広く社会に役立つ応用製品が期待されます。

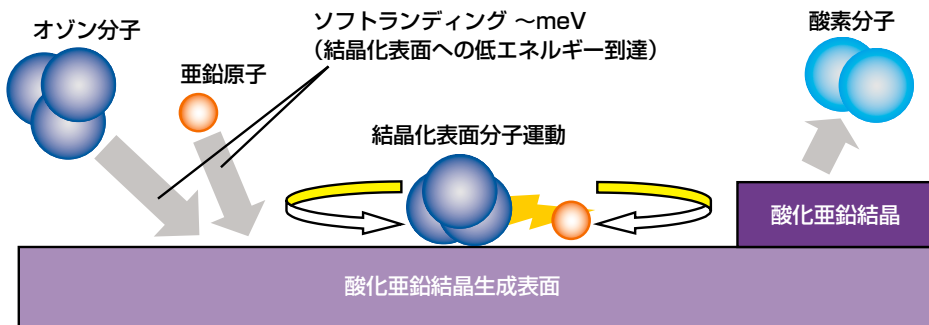


図 酸化亜鉛の高速高品質結晶化のメカニズム

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

# 圧力標準の国際整合性の確保

## 10 MPaから100 MPaまでの液体圧力標準の国際比較



### 圧力標準の設定と国際比較

産総研計量標準総合センター(NMIJ)では、現在、大気圧の10万分の1(1 Pa)から、10000倍(1 GPa)までの我が国の圧力標準を最先端の技術を用いて設定し、それら標準の維持・管理、産業界をはじめとする社会への供給を行っている。さらに、それら圧力標準の国際的な整合性を確保するため、国際度量衡委員会(CIPM)やアジア太平洋計量計画(APMP)により計画・実施される国際比較に積極的に参加している。ここでは、圧力範囲10 MPa(約100気圧)から100 MPa(約1000気圧)の液体ゲージ圧力標準の国際同等性を確認するために、近年実施された2つの国際比較(CCM.P-K7、APMP.M.P-K7)の内容を紹介する。

### CIPM基幹比較への参加

CCM.P-K7は、CIPM傘下の質量関連量諮問委員会(CCM)が計画した当該圧力範囲における国際比較の略称で、2002年11月から2004年6月にかけて測定が実施された<sup>1)</sup>。この国際比較には、世界中の国家計量標準機関のうち、ヨーロッパ地域からドイツ、イタリア、フランス、英国の4機関、北中米地域からメキシコ、米国、カナダの3機関、アジア地域から産総研とインドの2機関の計9機関が参加した。全ての参加機関は当該圧力範囲の標準器として、液体圧力用の重錘形圧力天びん(Pressure Balance、以下、圧力天びん)を使用している。圧力天びんは、簡単に言えば、重錘の質量によって発生した重力 $W$ を有効断面積 $A$ が評価されたピストン・シリンダに作用させることにより正確な圧力 $P=W/A$ を発生す

表1 液体圧力標準の国際比較 CCM.P-K7とAPMP.M.P-K7の概要

識別記号	CCM.P-K7	APMP.M.P-K7
圧力範囲	10 MPa ~ 100 MPa	
幹事機関	PTB (ドイツ)	NMIJ/AIST (日本)
仲介器	重錘形圧力天びん 	高精度圧力計 
比較量	有効断面積	印可圧力
測定期間	2002年11月 ~ 2004年6月	2002年10月 ~ 2003年12月
参加機関	全 9 機関	全 17 機関
	PTB (ドイツ)、IMGC-CNR (イタリア)、BNM-LNE (フランス)、NPL (英国)、CENAM (メキシコ)、NIST (米国)、INMS/NRC (カナダ)、NMIJ/AIST (日本)、NPLI (インド)	NMIJ/AIST (日本)、NPLI (インド)、CSIR-NML (南アフリカ)、NIS (エジプト)、KRIS (韓国)、SCL (香港)、SPRING (シンガポール)、NMA (オーストラリア)、VMI (ベトナム)、NML-SIRIM (マレーシア)、KIM-LIPI (インドネシア)、NSCL (シリア)、PTB (ドイツ)、NIMT (タイ)、CMS/ITRI (台湾)、NIM (中国)、MSL (ニュージーランド)

る装置である。通常、重力の大きさは、有効断面積の測定と比較すると十分に小さい不確かさで測定可能であるので、発生圧力の不確かさを減少させるためには、有効断面積の値を圧力、温度等の関数として、如何に正確に評価するかが重要となる。上記参加機関は、それぞれ独自に開発・改良した方法で有効断面積を評価することにより、圧力標準値を設定し、その不確かさの推定を行っている。

通常の圧力国際比較においては、仲介器と呼ばれる運搬可能な装置を各機関に順次移送し、その装置に各参加機関が校正値をつけることで値の比較を行う。伝統的に標準器と同等な性能を持つ圧力天びんが仲介器として用いられることが多く、CCM.P-K7においても総重量が200 kgを越える、圧力天びんを用いたシステムが仲介器として移送された。

### APMP基幹比較の実施

APMP.M.P-K7は、上記したAPMPにより計画され、主にアジア太平洋地域の国家計量標準機関を対象に実施された当該圧力範囲における国際比較の略称である<sup>2)</sup>。産総研が、運営実施の幹事所となり、実施スケジュールの作成、測定手順書の準備、仲介器の準備・特性評価、結果のとりまとめ、最終報告書の作成を行った。全測定期間は、2002年10月から2003年12月である。参加機関数は産総研を含めて17機関(途中辞退含む)であり、それらの機関の名称、所在国・地域の名称(略名)は表1に示した通りである。本国際比較の仲介器として、水晶振動素子を感圧部に持つ高精度圧力計を用いたシステムを産総研で開発した。一つの仲介器につき2つの圧力計を装備したが、移送する仲介器の総重量は50 kg以下に抑えることができ、重量のある圧力天びんを使用した場合よりもかなり軽量化

することができた。国際比較に要する全測定期間を短縮するために、同じ仕様の仲介器を合計で3台作製し、それぞれ別々のルートで各参加機関に移送した。APMP.M.P-K7における参加機関の所在地と仲介器の移送ルートの概略を図1に示す。測定期間中、定期的に、幹事所である産総研において3台の仲介器の詳細な特性評価を実施し、それらのデータから仲介器としての信頼性を確認した<sup>3)</sup>。

## 国際比較の結果と同等性

両国際比較から得られた各参加機関の100 MPaにおける比較結果を、図2に示す。横軸に参加機関、縦軸にCCMP-K7から得られた国際比較参照値からの各機関の相対偏差が示されている。誤差範囲は各機関の報告から計算された拡張不確かさである。

図2から、この圧力における各参加機関の圧力標準の国際同等性を知ることができる。産総研の圧力標準の参照値からの偏差は殆ど無く、不確かさも各機関の値と比較して遜色ないことか

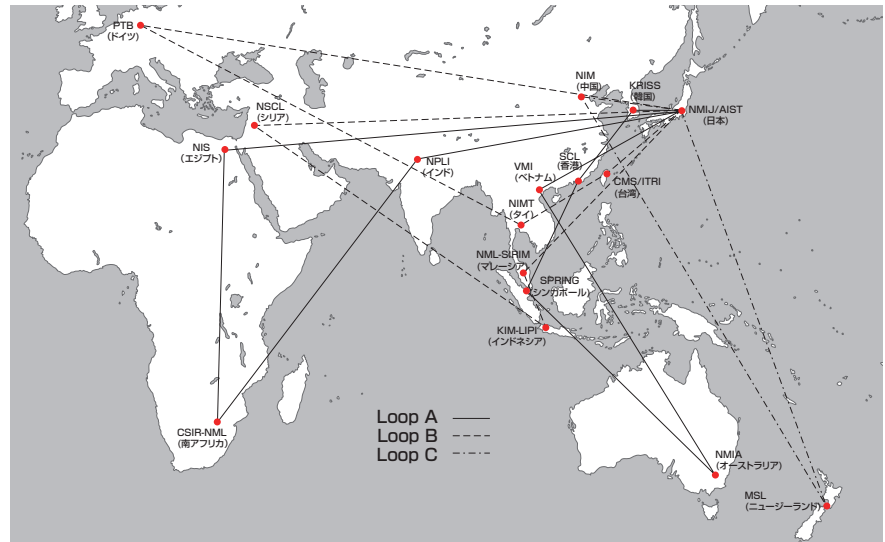
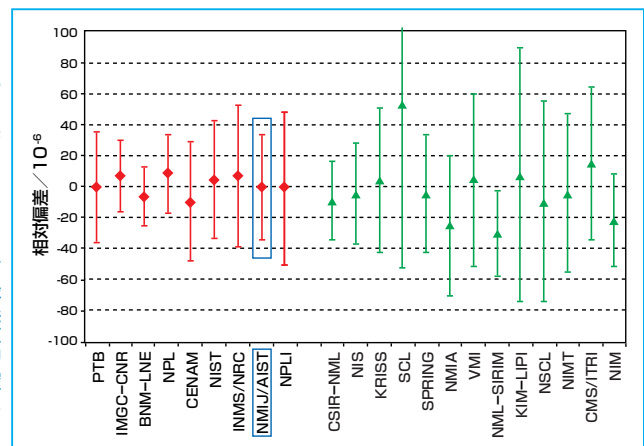


図1 国際比較 APMP.M.P-K7 における仲介器の移送ルート  
赤丸は参加機関の所在地、各直線は仲介器の移動を表している。

## 図2 国際比較 CCM.P-K7 と APMP.M.P-K7 の圧力 100 MPa での結果

CCM.P-K7 に参加した機関の結果は赤色、APMP.M.P-K7 にのみ参加した機関の結果は緑色で示してある。図の縦軸は参照値からの相対偏差、誤差範囲は拡張不確かさ(包含係数  $k=2$ )を表している。



ら、現在、当該圧力範囲で維持・管理・供給している日本の圧力標準が、優れた国際同等性を有していることを確認できる。今回紹介した2つの国際比較

の最終結果は、2005年9月に国際度量衡局 (BIPM) のデータベース (KCDB: <http://kcdb.bipm.org/>) に登録されており、参加機関の圧力標準の国際同等性を示す技術資料として広く利用されることが期待されている。

### 関連情報

- 1) W. Sabuga et al: Metrologia, Vol. 42, Technical Supplement, 07005 (2005)
- 2) T. Kobata et al: Metrologia, Vol. 42, Technical Supplement, 07006 (2005)
- 3) T. Kobata: Metrologia, Vol. 42, No. 6, S235-S238 (2005)

計測標準研究部門 (つくばセンター)

### 小島 時彦

E-mail : tokihiko.kobata@aist.go.jp

旧計量研究所入所以来、圧力標準、圧力計測の研究開発に従事してきた。現在は、主に重錘形圧力天びんを用いた圧力標準の研究開発を進めている。また、開発した圧力標準の維持・管理・供給、国内標準供給体制の整備等の活動にも取り組んでいる。近年の様々な技術分野の進歩により、伝統ある圧力標準の世界においても、多くの新たな技術発展の可能性が生じてきている。それらの実現に少しずつでも寄与していきたいと考えている。



# 合成ガスのディーゼル燃料への利用

## 次世代燃料としてのジメチルエーテル(DME)の標準化

### ジメチルエーテルの概要

ジメチルエーテル（化学式 $\text{CH}_3\text{-O-CH}_3$ 、以下DMEという）は、当初家庭用缶スプレーなどの噴射剤であるフロンの代替物質として使用され始めた。その後良好な圧縮着火性や無煙燃焼する性質を持つことなどからディーゼルエンジンの燃料として、またLPガスと同等の蒸気圧を持つことからLPガスの代替燃料として、現在世界中で盛んに研究開発が行われている。

DMEの原料には天然ガス、石炭、バイオマスなどが利用でき、これらから合成ガス（ $\text{CO}$ 、 $\text{H}_2$ ）を抽出・合成して製造される。これは、未利用資源の有効利用や資源の多様化にもなるため、次世代燃料として注目されている。天然ガスから安価に大量生産ができる直接法（写真1）や、メタノールから脱水して製造する間接法など、製造技術も確立している。

DMEは炭素どうしの結合がないことから、燃焼による粒子状物質（PM）の生成が極めて少ないので、国内では自動車や発電システムなどの次世代ディーゼル燃料としての期待が非常に大きい。また人口の増加が著しい中国ではLPガスの代替燃料として期待さ

れている。新燃料であるべき必要条件として、安価、豊富、高エネルギー密度、安全性、利便性などが挙げられるが、DMEはそれら全てを満足でき、市場でも十分に闘える新燃料のひとつであることから、燃料としての品質の規格化が急務となってきた。

### 燃料としてのDMEの品質規格

エネルギー技術研究部門ではエネルギー環境技術標準基盤研究（平成15～17年度）を受託、実験研究を進め、日本DMEフォーラムを始めエルピーガス振興センターや高圧ガス保安協会など各関連団体と緊密に連携を取り、開発技術学会とともにDMEの製造から流過程における品質を考慮したTS（標準仕様書）原案を作成し、「TS K0011 燃料用ジメチルエーテル(DME)」として平成17年11月20日に公表された（表1）。なお表中の“残さ分”については、受け渡し当事者間の協定によるものとした。この規格は現在稼働中のDME製造プラントの現状も考慮している。

利用燃焼機器としてはバーナなどの外燃燃焼機器を想定しているが、他の用途では利用システムごとに個別の

仕様が追加が必要となることがある。ディーゼルエンジン用の燃料は個別仕様が必要な例のひとつで、燃料自身の潤滑性が必要となるため、その評価方法の検討が別途要求される。

自動車用DMEについても、産総研、いすゞ中央研究所および自動車安全環境研究所などで車両が次々に試作されていることから、規格化が急がれている。これまで国内外のDMEエンジン研究機関やDME自動車研究開発グループが個別に評価方法と潤滑性の確保を検討し、自動車走行試験などを進めてきたが、規格化に向けて国内では各開発グループの車両と燃料充填システム（写真2）を相互に活用した走行試験も行われている。

軽油の潤滑性評価方法は、石油学会規格JPI-5S-50-98あるいはISO12156-1によって規定されている。ただし、この評価方法による試験装置（High-Frequency Reciprocating Rig、略称HFRR）では、液化ガスであるDMEの評価はできず、蒸気圧以上の雰囲気下で同等の試験ができる特殊なHFRR試験機を開発するか、DMEによく似た常温常圧で液状の代替物質によってHFRR試験を行うなど、評価方法の検討が必要である。

そこで産総研では、(1) DME対応HFRR試験機による評価、(2) 疑似DME物質によるHFRR試験評価を実施した。双方の試験結果から、疑似DMEを用いた従来のHFRR試験機による評価の可能性を検討したところ良好な結果が得られた。現在自動車用DMEのTS提案に向けて国内での合意を集約しており、まもなく公表できる予定である。

表1 燃料用ジメチルエーテル (DME) の品質

項目	規格値
DME 純度 [質量 %]	99.0 以上
メタノール [質量 %]	1.0 以下
水分 [質量 %]	1.0 以下
ギ酸メチル [質量 %]	0.01 以下
二酸化炭素 [質量 %]	0.1 以下
硫黄 [質量 ppm]	検出されないこと
残さ分 [mg/kg]	—
蒸気圧 [MPa]40°C	1.05 以下



写真1 DME燃料製造実証プラント  
(釧路地区、有限会社DME開発)



写真2 DMEトラック(産総研)と  
DME充填システム(三菱ガス化学)

2006年度には燃料メーカーによりDME燃料の市場での流通も検討されている。大口需要としてのガスタービンやボイラなどについての規格化も急ぐ必要があり、エネルギー環境技術標準基盤研究(平成18~20年度)において発電用DMEの工業標準化研究に着手した。これでDME燃料の規格の体系化がほぼ完成する見込みである。

国際標準化への対応では、DMEの将来の国際的な低温液化輸送に備え、ISO/TC28(石油製品及び潤滑油専門委員会)/SC5(軽質炭化水素流体の測定分科委員会)において、液化天然ガス(LNG)およびLPガスに関連する輸送・計量方法の国際標準化と同

様に、DMEの国際標準化について検討を進めている。特にISO/TC28/SC5は(社)日本海事検定協会を中心として日本が国際幹事を担当していることから、将来の国際的な取引なども考慮すると、DMEの国際標準化を日本主導で進めることは非常に重要である。後藤(産総研)と柳川部長(三菱ガス化学)がISO/TC28/SC5国内対応委員会の委員として登録しており、DMEの国際標準化をサポートする。2006年4月にはISO/TC28/SC5がDMEの国際標準化を担当する旨をISO内に提示をする予定であり、国際的にも非常に重要な局面に来ている。

## 燃料としての実用化に向けて

2001年8月8日に資源エネルギー庁のDME検討会(委員長:産総研 後藤)でまとめた報告書では、2006年度は燃料としてのDMEの市場導入開始の目標年度とされている。燃料用DMEのTS公表により、目標に向け一歩前進したと言える。DMEはPMがほとんどでない環境性と市場性をともに持つ燃料であり、今後標準化と相まって利用機器の技術開発にも引き続き力を入れて行きたい。

用語説明  
TS(標準仕様書): JIS制定へのコンセンサスがまだ十分に得られなかったが、将来JIS制定の可能性があると判断され公表するもの。TSはTechnical Specificationの略。

エネルギー技術研究部門(つくばセンター)

後藤 新一

E-mail: goto.s@aist.go.jp

研究室の主要な研究課題として新燃料を長年取り上げてきた。DMEの標準化とともにDMEトラック、DMEボイラなどの利用機器の研究開発にも力を入れてきた。自動車用エンジンを活用したDMEコージェネシステムも完成し、夏の一般公開に出展する予定である。また、DMEトラックはこの6月にモスクワで開催される石油天然ガスシンポジウムでの展示を依頼されており、次世代燃料としてのDMEを普及啓蒙して行きたいと思っている。

共同研究者: 小熊 光晴、宮寺 達雄、土屋 健太郎



左: 小熊 光晴 右: 後藤 新一

# 丸文学術賞とゴールド・メダル賞を受賞

産総研エレクトロニクス研究部門の湯浅新治氏は、産総研の「本格研究」の理念を実践したスピントロニクス技術の研究が各方面に認められ、この度「丸文学術賞」と「東京テクノフォーラム21 ゴールド・メダル賞」を授賞いたしました。



## ● 両賞の受賞の対象となった湯浅氏の功績

### 磁気トンネル接合素子のトンネル磁気抵抗効果の研究

湯浅新治氏は酸化マグネシウム (MgO) のトンネル障壁を用いた磁気トンネル素子を開発し、従来の数倍という高性能(磁気抵抗効果)を室温で実現するとともに、製造装置メーカーのキャノンアネルバと共同で同素子の量産化技術の開発にも成功しました。この成果は、次世代不揮発メモリの有力候補である磁気抵抗メモリMRAMの高集積化に道を拓いただけではなく、超高記録密度ハードディスクの読み出し磁気ヘッドへの応用が可能となりました。既に主要なデバイスメーカーが同素子を用いた製品開発を開始しており、この技術が世界的な主流になるとともに、今後数年以内に製品が世に出るものと期待されます。

## ● 湯浅氏からひとこと

エレクトロニクス研究部門では、第2種基礎研究を軸にして第1種基礎研究から製品開発につながる「本格研究」の遂行を目指し、研究成果を産業や社会へ早期かつ実質的に還元することを目標に研究開発を行っています。

この度は丸文研究交流財団「丸文学術賞」と東京テクノ・フォーラム21「ゴールド・メダル賞」を受賞いたしました。昨年の市村学術賞および文部科学大臣表彰、応用物理学会論文賞などに引き続き、このような栄えある賞を戴くことができまして身に余る光栄と存じます。今後もスピントロニクス技術の実用化に向けて、より一層の努力を重ねていきたいと思っております。今回の両賞の受賞は大変光栄であるとともに、今後の研究開発の励みにもなります。

## ● 丸文学術賞とは

(財)丸文研究交流財団が、科学技術の進歩ならびに次世代の産業創出に資する創造的産業技術の向上に対して最も貢献が期待される顕著な研究業績として表彰するものです。国内の理工系大学または国公立研究機関に属し、選考対象技術分野に従事する年齢満40歳以下の国内外の若手研究者を対象としています。

## ● ゴールド・メダル賞とは

東京テクノ・フォーラム21「ゴールド・メダル賞」は平成7年度に創設され、科学の進歩発展に向けて、創造的、革新的な研究実績を示しつつある新進気鋭の科学者に贈られるものです。これまで、バイオテクノロジーの先端分野並びに、ナノテクノロジーを利用した新物質の創製に貢献された方々が受賞されました。

## (財)丸文研究交流財団による交流研究助成

交流研究助成は、産業技術分野における国内外の若手研究者の交流研究を支援する目的で創設されたもので、我が国の大学および国公立研究所等の研究機関が、交流研究を目的として、他の研究機関から受け入れた国内外の研究者または他の研究機関へ派遣した国内外の研究者の研究費などを助成するものです。17年度は、産総研より右記の2名が受領しました。

- ◆「燃料電池用ポータブル水素発生システムの研究」  
ユビキタスエネルギー研究部門 客員研究員  
チャンドラ マニシ (Chandra Manish)
- ◆「高精度クラスタービーム法によるシリコンナノ構造薄膜生成技術開発に関する研究」  
エレクトロニクス研究部門 客員研究員  
ミタル シップラ (Mital Shipra)

# 産総研 TV シリーズ 「つくば発 しなやかな産業革命」

## サイエンスチャンネルで放映開始

◆スカイパーフェク TV!、110度CS放送、のほか多くのケーブルテレビ局で放映されます。 放送日時等は放送局によって異なります。

産総研の研究や活動を多くの方々に知っていただくためのテレビ番組がはじまりました。

「つくば発 しなやかな産業革命」というこのシリーズは、文部科学省の科学技術番組専門の放送局であるサイエンスチャンネルで3月から放映されているものです。

ライフサイエンス、情報通信・エレクトロニクス、ナノテクノロジー・材料・製造、環境・エネルギー、地質、標準・計測 という産総研の6つの研究分野から選ばれたテーマをそれぞれ30分番組で12本のシリーズにしました。

わが国の産業技術水準を向上させることによって社会の進展に寄与して行くことが産総研の目的です。これまで与えて来た地球環境への負荷を軽減し、持続的発展が可能な

社会を実現しようという人類共通の課題に挑戦するには、産業技術にも新たな革新が要求されます。“しなやかな産業革命”という、このシリーズタイトルには、産総研がそうした革新の旗手になって行くのだという思いが込められています。

現在産総研で進められている基礎から応用までの幅広い研究の実態を紹介しながら、将来そうした研究が産業技術とどのように結びつき、社会でどう活用されて行くのかを見通して行こうという科学技術番組です。ぜひご覧ください。



産総研 広報アドバイザー  
餌取 章男

◆番組放送予定（スカイパーフェク TV! 765ch）※6月以降の放送日は本誌編集段階で未発表です。

最新の情報は、右記 HP のサイエンスチャンネルの番組表でお確かめください。【<http://sc-smn.jst.go.jp/10/cable.asp>】

放送日時	タイトル
3月22日、3月29日	#1 ロボットと日本人 産業用から人間型へ・・・ロボットと人間の共生は実現するか
4月5日、4月12日	#2 地震はなぜ起こるのか 巨大地震のメカニズムは・・・私たちはそれにどう対処すべきか
4月19日、4月26日	#3 社会を支える計量標準 技術の進歩が計量標準を精密なものにし、それがまた技術の進歩をうながす
5月3日、5月10日	#4 再生医療技術最前線 幹細胞を利用して自身の細胞を増殖させ、骨や心臓の治療をする
5月17日、5月24日	#5 大電力を制御する小さな半導体 大きな力や複雑な機械を小さなパワーデバイスが制御する
5月31日	#6 ダイヤモンドの世界 炭素のかたまりであるダイヤモンドがすぐれた半導体になる
放送日時未定	#7 次世代の情報産業を創出する あらゆるコンピュータを結びつけるグリッド技術が新たな情報社会をつくる
放送日時未定	#8 地球を丸ごとデータ化 地球に関する情報を的確にとらえ整理することは極めて重要
放送日時未定	#9 生命を支える第3の因子・・・糖鎖 DNA、たんぱく質につく第3の生体物質の解明がはじまった
放送日時未定	#10 環境にやさしい化学 シンプルな技術を駆使して資源やエネルギーを有効に使う
放送日時未定	#11 カーボンナノチューブ ナノカーボンの大量生産技術が開発され、応用への扉が開けた
放送日時未定	#12 しなやかな産業革命 ～日本の産業技術の行方～

## ◆5月の放送プログラム

### #4 再生医療技術最前線

幹細胞を利用して自身の細胞を増殖させ、骨や心臓の治療をする

5月3日(17:00~17:30) 5月10日(16:00~16:30)

失われた組織や臓器を元通りに再生させる臨床研究が進められています。人の骨髄には骨・心臓・血管・神経などの細胞に分化する幹細胞があることが判明しました。これを患者から採取し、無菌室で培養・増殖させ、その患者自身のからだに戻して回復させるのです。産総研で増殖させた細胞を奈良県立医科大学附属病院では骨に、国立循環器病センターでは心臓に注入して治療を行っている様子を紹介します。さらに、再生医療技術の進歩によって新しい医療産業の創出にまで話を進めます。



### #5 大電力を制御する小さな半導体

大きな力や複雑な機械を小さなパワーデバイスが制御する

5月17日(17:00~17:30) 5月24日(16:00~16:30)

電力をコントロールする小さな半導体をパワーデバイスといいます。例えば、直流を交流に変換するインバーターなどの電力変換装置が代表的です。現在、このデバイスには、殆どシリコンが使われているのですが、大電力の場合には限界があるといわれており、シリコンカーバイド(SiC)、ガリウムナイトライド(GaN)などの次世代半導体の開発が産総研で進められています。パワーエレクトロニクスに取り組む研究開発の現状をレポートします。



### #6 ダイヤモンドの世界

炭素のかたまりであるダイヤモンドがすぐれた半導体になる

5月31日(17:00~17:30)

ダイヤモンドは宝石の王様、そして、最も硬い鉱物。他にも、熱伝導率の高さなど、様々な特性を持っており、その利用は広範囲になると考えられている材料なのです。かつては天然の環境と同じく超高温・超高圧の下で人工ダイヤモンドが造られていました。その後、特殊なガスを使う方法が開発され、産総研でも研究開発が行われてきました。今後はその特性を生かす高度な応用が進むと考えられています。高耐久性を持つダイヤモンド状炭素(DLC)など、新しい技術についても紹介します。



# 産業技術総合研究所理事長賞

## 平成17年度理事長賞受賞者

産総研では、本格研究を推進するという目標達成に貢献のあった、研究および研究支援を表彰しています。研究コーディネータ、研究関連・管理部門長等からの情報提供を踏まえた50件の候補について審議し、その結果7件に理事長賞を授与しました。

### 《本格研究》

#### ■ 湯浅 新治 (エレクトロニクス研究部門 スピントロニクスグループ長)

酸化マグネシウムトンネル障壁を用いた高性能トンネル磁気抵抗 (TMR) 素子を開発し、室温で200%を超える巨大なTMR効果を実現するとともに、その量産化技術の開発に成功しました。これにより、ギガビット級の高集積磁気抵抗メモリ開発に道が拓けただけでなく、同素子の超高記録密度ハードディスクの読み出し磁気ヘッドへの応用が可能となりました。既に主要なデバイスメーカーが同素子を用いた製品開発を開始しており、本技術が世界的な主流になるとともに、今後数年以内に製品が世に出るものと期待されます。

これ以外にも、TMR効果の結晶異方性の発見、スピン偏極共鳴トンネル効果の実現、スピントルク・ダイオード効果の発見などの基礎的研究成果を上げており、これら一連の研究活動は、まさに「第2種基礎研究」を軸に「第1種基礎研究」から「開発」をつなぐ「本格研究」に他ならないものです。

#### ■ 明渡 純 (先進製造プロセス研究部門 集積加工研究グループ長)

新たなセラミックスコーティングプロセス研究の中で、通常セラミックス薄膜を作成する際に必要とされる加熱・焼結プロセスなしに、セラミックス微粒子をガスと混合させ、エアロゾル状にしてノズルから吹き付けるだけで、基板表面に成膜できる全く新たな現象を利用するエアロゾルデポジション技術を開発しました。これは、セラミックス微粒子のナノレベルの粒子破砕による固化現象 (常温衝撃固化現象) を発見、利用したもので、安価なセラミックス微粒子を

用い常温あるいは通常の焼結温度より十分に低い温度で緻密なナノ結晶のセラミックス膜を形成することができる画期的な成膜技術です。この技術開発によって、電子セラミック材料の高機能化と複合・集積化が可能となり、省エネプロセスでかつ製品性能を飛躍的に高めると期待されています。

本研究は、セラミックス成膜技術からのデバイス応用という第2種の基礎研究を中心としつつ、セラミックス微粒子の常温衝撃固化現象の発見と基本的な原理解明をも含む第1種基礎研究から製品化を目指す本格研究となっているものです。

#### ■ 葎村 雄二 (エネルギー技術研究部門 水素化精製触媒グループ長)

#### ■ 鳥羽 誠 (エネルギー技術研究部門 水素化精製触媒グループ 主任研究員)

輸送用燃料のクリーン化に関する研究において基礎科学に基づく知見を基に、脱硫触媒の製品化に繋がる画期的な成果をあげました。触媒構造精密制御技術、構造解析技術、精密分析技術等のナノ構造制御の基盤研究から触媒開発まで、一貫して製品化を意識した研究を実施しています。

また共同研究の成果として、受賞者等の開発したサルファーフリー軽油 (硫黄分<10ppm) 製造用脱硫触媒は触媒化成工業 (株) により製品化されており、これは産総研の第1期中期計画期間における代表的なアウトカム事例 (製品開発型アウトカム事例) です。





## 《研究関連・管理業務》

## ①向坪 均（法務室長）

米山 千佳子（法務室 主査）

木村 匡志（法務室 職員）

吉岡 孝（前法務室長、現業務推進部門 総括主幹）

小野 修平（前法務室職員、現知的財産部門 知的財産企画室 職員）

## 「先駆的な利益相反マネージメントの確立と効率的な実施」

利益相反の意義を十分に認識し、外部有識者からの意見を踏まえつつ、研究所内の関係部署とも緊密に連携して、産総研の産学官連携活動の実状にあった効果的な定期自己申告マネージメントの方法を構築しました。

## ②阿多 誠文（技術情報部門 技術情報室 シニアリサーチャー）

根上 友美（技術情報部門 研究経営調査室 主幹）

## 「ナノテクノロジーの社会受容促進に関する取り組みの牽引」

ナノテクノロジーの社会受容促進に関する調査に取り組み、当該分野の重要性を国内産学官関係者間で認知させるとともに産総研が国内議論のリーダーシップをとる立場にあることを国内外関係者に認識させるに至りました。

## ③第2期中期計画検討チーム人事制度 WG

（清水 喬雄（元企画本部 総括企画主幹）他 20名）

非公務員化移行関連規程類整備チーム

（岡野 宏司（業務推進部門 第五業務室長）他 17名）

## 「非公務員化移行理念を具現化した柔軟な人事制度の構築」

大学・民間企業との柔軟な人事交流の促進、兼業等による一層の成果普及、産総研の事業形態により適した採用制度等の公務員時代と比較して柔軟な人事制度を設計し、11ヶ月間という短期間において人事制度の設計理念を人事制度関連規程類に整備しました。



## 《特別貢献》

阿澄 玲子（光技術研究部門 分子薄膜グループ長）

石井 順太郎（計測標準研究部門 温度湿度科 放射温度標準研究室長）

大場 光太郎（知能システム研究部門 空間機能研究グループ長）

小林 富夫（元産学官連携推進部門 連携企画室 主幹）

酒井 夏子（エネルギー技術研究部門 燃料電池グループ 主任研究員）

苑田 晃成（健康工学研究センター 健康リスク削減技術チーム 主任研究員）

宝田 晋治（地質情報研究部門 統合地質情報研究グループ 主任研究員）

中田 功一（糖鎖工学研究センター 事務マネージャー）

宮崎 健太郎（生物機能工学研究部門 酵素開発研究グループ長）

## 「産総研憲章の起草」

「産総研憲章起草委員会」では、全ての役職員で共有するために、産総研の理念と価値、そして個々の行動の基礎となる規範を明文化し、それを産総研憲章として制定しました。制定された憲章は、非常に短期間に行われた密度の高い議論と、積極的に取り入れられた多くの職員の意見によって、産総研の理念と価値を的確に表現したものです。平易で日常的な用語を使い、簡潔で美しい表現でまとめ、産総研の理念を全ての役職員で共有できるような憲章としてまとめました。

※上記の所属部門は2006年3月末現在のものです。

## 阿澄 玲子（光技術研究部門 分子薄膜グループ長）

産総研理事長賞には、本格研究、研究マネージメント、また研究支援体制の構築など、様々な受賞対象が設定されています。産総研が、限られた予算と人的資源で、より効果的に研究成果を挙げ、科学技術、産業技術の発展に貢献していくには、より効率的な業務システムを構築する必要がありますし、また同時に、「効率的」なだけでなく、職員を励まし、モチベーションが上がり気持ちよく働ける組織・システムとすることが重要だと思います。そのための改革には手間がかかりますが、事務系・研究系にかかわらず、多くの職員が、「組織力」向上のために知恵を絞り、意見を出していくことが必要であり、これが、理事長賞の受賞対象が多岐にわたる理由であるとも思います。

産総研は発足後まだ5年を経たのみで、体制は現在進行形で改善を必要としております。そのなかで研究成果も継続的に挙げていかなくてはならず、決して楽ではありませんが、所属部署を超えた協同作業によってこれを上手に乗り越え、よりよい組織になっていくことを願っております。

## 吉川理事長、中国科学院を訪問しイノベーション関連共同シンポジウムを開催

2004年5月、産総研・中国科学院(CAS)の包括研究協力協定を締結し(路甬祥院長来日)、これを踏まえた具体的アクションとして、2005年11月、日中双方に相互補完的連携のメリットがある環境・エネルギー分野に焦点をあてて、AIST・NEDO-CASの主催で、北京で全体会合、バイオマスなど再生可能エネルギーをテーマとしたワークショップを広州で開催しました。これに引き続き今回、2006年3月開催の全人代直後、全人代において正式承認された中国の第11次5カ年計画が2006年からスタートするタイミングにあわせ、吉川理事長が中国科学院を訪問し路院長と意見交換を行い、2006年3月24日には、中国科学院とのイノベーション(中国語で「創新」)に関するシンポジウムを開催しました。

シンポジウムでは、吉川理事長と路院長の講演が行われ、中国科学院をはじめ中国社会科学院、清華大学、北京大学等の研究者および管理者、日本大使館やNEDO、JETRO等現地日本関係者、合わせて300人あまりが来場し、会場はほぼ満席で、講演後、中国の若い研究者から国際連携のあり方などについて質問もあり、活発な意見交換が行われました(それぞれの講演概要は



シンポジウムで講演する吉川理事長



中国科学院・路甬祥院長(左)と吉川理事長

表のとおりです)。

吉川理事長は、同日、清華大学を訪問、産総研運営諮問会議委員である顧秉林学長に本年2月の来日、運営諮問会議出席の御礼を述べるとともに、イノベーション・マネジメント関連、今後の産総研との連携強化等について意見交換を行いました。顧学長からは、清華大学の歴史、胡錦涛主席ら国家の

中枢を担う人材が多く輩出していること、医学部を新設するなど中国のトップレベルの研究を展開し、米国を含め多くの海外の大学・研究機関とのネットワークを重視、企業(欧米や日本、香港や台湾も)との連携を強化していること、等の詳しい説明があり、産総研との連携への期待が述べられました。

### 【中国科学院・産総研“イノベーション”共同シンポジウム】

日時：2006年3月24日

会場：中国科学院文献情報中心(北京・中関村)

#### ・吉川理事長の講演内容

##### 「産業技術総合研究所におけるイノベーションへの取り組み」

日本のイノベーション、産総研のイノベーションハブ推進、第3期科学技術基本計画を踏まえた産総研の第2期研究戦略、産総研が進める本格研究の理念と事例、本格研究の社会への展開、等について講演。

#### ・路院長の講演内容

##### 「未来に向かう中国科学院」

中国科学院の歴史的役割、研究分野構成の改革と優先領域、人材育成システム、イノベーションに取り組む組織体制改革、国際連携、等について講演。

## "サイエンス・スクエアつくば"で「福祉特別展」を開催

この4月に展示内容をリニューアルした「サイエンス・スクエアつくば」では、2006年の科学技術週間(4/18~4/23)に合わせて、産総研が行っている「福祉」関連の研究をテーマにした特

別展を開催しました。

“社会のために”研究開発を進めている産総研の研究成果の一端をご覧いただけたものと思います。

期間中、多くの方々にご来場いただ

きました。今後も体験コーナーやいろいろな企画をご用意する予定です。「サイエンス・スクエアつくば」にご期待ください。



## 新役員の紹介

おの あきら  
小野 晃 (理事)

昭和21年12月11日生

東京大学大学院理学系研究科物理専門課程博士課程  
修了  
理学博士



略歴:

昭和49年 工業技術院計量研究所 入所  
昭和54年 第2部熱学計測課主任研究官  
昭和61年 熱物性部熱学計測研究室長  
平成5年 計量研究所研究企画官  
平成8年 熱物性部長  
平成13年 独立行政法人 産業技術総合研究所計測標準研究部門長  
平成13年 研究コーディネータ (社会基盤 (標準) 担当) 兼務  
平成16年 研究コーディネータ (社会基盤 (標準) 担当)  
平成17年 研究コーディネータ 標準・計測担当  
平成18年 独立行政法人 産業技術総合研究所理事 (現在に至る)

かとう ひろかず  
加藤 碩一 (理事)

昭和22年9月14日生

東京教育大学大学院理学研究科博士課程中退  
理学博士



略歴:

昭和50年 工業技術院地質調査所 入所  
昭和55年 環境地質部地震地質課主任研究官  
平成元年 地質部層序構造課長  
平成3年 国際協力室国際地質課長  
平成7年 地質調査所首席研究官  
平成10年 環境地質部長  
平成11年 地質調査所次長  
平成13年 独立行政法人 産業技術総合研究所 地球科学情報研究部門長  
平成15年 東北センター所長  
平成18年 独立行政法人 産業技術総合研究所理事 (現在に至る)

やまざき まさかず  
山崎 正和 (理事)

昭和24年8月1日生

早稲田大学大学院理工学研究科修士課程修了



略歴:

昭和49年 工業技術院公害資源研究所 入所  
昭和58年 公害資源研究所公害第4部第1課主任研究官  
(公害資源研究所は平成3年に資源環境技術総合研究所に組織変更)  
平成7年 資源環境技術総合研究所熱エネルギー利用技術部熱利用研究室長  
平成13年 経済協力開発機構 (OECD) 国際エネルギー機関 (IEA) 上席  
エネルギー技術専門家  
平成15年 独立行政法人 産業技術総合研究所エネルギー利用研究部門  
副研究部門長  
平成16年 環境管理研究部門研究部門長  
(その後組織再編により環境管理技術研究部門研究部門長)  
平成18年 独立行政法人 産業技術総合研究所理事 (現在に至る)

としか かおる  
戸坂 馨 (監事)

昭和17年3月15日生

東京大学工学部電気工学科修士課程 修了



略歴:

昭和41年 日本電気株式会社 入社  
平成6年 取締役支配人  
平成10年 常務取締役  
平成14年 NEC エレクトロニクス株式会社 代表取締役社長  
平成17年 取締役相談役  
平成18年 日本電気株式会社 特別顧問 (現在に至る)  
平成18年 独立行政法人 産業技術総合研究所監事 (現在に至る)

4月10日現在

[http://www.aist.go.jp/aist\\_j/event/event\\_main.html](http://www.aist.go.jp/aist_j/event/event_main.html)

## EVENT Calendar

2006年5月 → 2006年7月

●は、産総研内の事務局です。

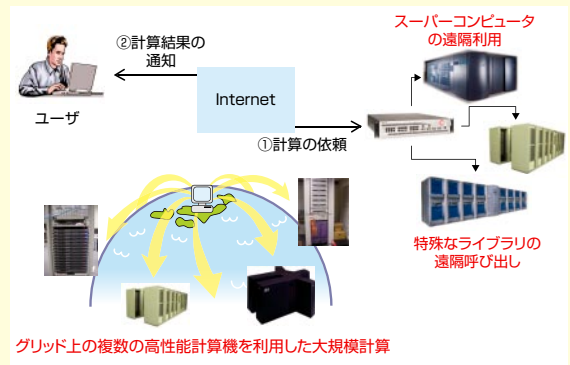
期間	件名	開催地	問い合わせ先
<b>5 May</b>			
16日	バイオパワー勝田見学会ならびにバイオマス関連講演会	茨城	029-861-8214●
30~31日	人工筋肉コンファレンス ナノテクとバイオの融合研究 -人工筋肉開発の展望-	東京	072-751-9180●
31~6月2日	DSCアジア/パシフィック2006 -ドライビング・シミュレータ国際会議2006-	つくば	029-861-6630●
<b>6 June</b>			
6日	ヒューマンストレス産業技術研究会講演会「酸化ストレスマーカーの開発と応用」	池田	072-751-9991●
<b>7 July</b>			
4~5日	バイオウィーク in Sapporo 2006 -特殊環境微生物の最新研究動向と産業応用-	札幌	090-7655-0344●
12~13日	環境工学総合シンポジウム 2006	東京	03-5360-3505

## 「世界をつなぐグリッドの実現に向けて」

グリッド研究センター 基盤ソフトチーム 田中 良夫さん

### グリッドとは？

グリッドは「インターネットに代表されるネットワーク上の情報資源（サービス）を安全に、安定して、簡単に、利用する基盤技術」です。最近では、科学技術分野だけでなく産業界などでも積極的に利用されるようになってきています。高速ネットワークで接続されたスーパーコンピュータを1台の仮想的な超スーパーコンピュータに見立てて利用するメタコンピューティング、計算機やデータサーバの共有によるコスト削減や必要に応じて複数のサービスを組み合わせた上位サービスの提供など、グリッドの用途は多岐に渡ります。



グリッド上の複数の高性能計算機を利用した大規模計算

Ninf-Gとは、「計算の処理の一部をネットワーク経由で遠隔実行 (Remote Procedure Call) させる」というアイデアに基づくプログラミングミドルウェアです。

### 簡単に使える安全・安心なグリッドの実現に向けて

田中さんたちは、地理的に分散された複数の計算機上で動作するアプリケーションを、簡単に開発し、実行するためのプログラミングミドルウェア「Ninf-Gシステム」の研究開発を行っています。Ninf-Gを用いて分子シミュレーションを実装し、日米の合計6台の大規模クラスタ計算機を用いた実証実験では、1台のPCでは約17年かかる計算を約20日間でこなすことに成功しました。グリッドが大規模科学技術計算の基盤として実用可能なレベルにあることを示したものです。また、計算機やデータベースなどを共有するグリッドにおいては、セキュリティの確保は重要な項目です。田中さんはアジア太平洋セキュリティポリシー策定委員会の議長として、アジア太平洋地域のセキュリティポリシーを策定し、欧米のポリシー策定委員会と連携して全世界的な信頼関係を構築する活動を行なっています。



### 田中さんからひとこと

私は「国際貢献」をキーワードに、成果が実際に世界中の人たちの役に立つことを目指して研究を進めています。私たちが開発しているNinf-Gは2005年10月に米国科学財団(National Science Foundation, NSF)が提供する標準グリッドソフトウェアパッケージNSF Middleware Initiative (NMI) Release 8に導入され、公開されました。NMIに米国以外の機関が開発したソフトウェアが導入されるのは世界で初めてであり、これはNinf-Gのソフトウェアとしての成熟度および有用性が評価されたことを示すと同時に、今後グリッドにおけるアプリケーションを開発する際の標準的なソフトウェアとしてNinf-Gが世界で広く利用されるものと自負しています。また、アジア太平洋セキュリティポリシー策定委員会議長として、欧米と連携しながらグリッドを安全・安心な全世界の情報処理基盤として実用化するために尽力していきたいと思っています。

産総研  
TODAY

2006 May Vol.6 No.5

(通巻64号)

平成18年5月1日発行



独立行政法人  
産業技術総合研究所

編集・発行  
問い合わせ

独立行政法人産業技術総合研究所  
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

ホームページ

<http://www.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。

