

産総研

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

TODAY

07

2006
July

Vol.6 No.7

特集

02 きらりと光る産総研オリジナルソフトウェア

トピックス

12 ナノスケール切削の進行過程をリアルタイム観察

新たなナノファブ리케이션技術の開発を目指して

リサーチ・ホットライン

16 光ファイバを用いた周波数標準の供給・比較技術の開発

18 木材から軽油を連続合成する新しいプロセス

20 地球観測グリッド（GEO Grid）システム

パテント・インフォ

22 非接触法で簡便に固体材料の弾性係数を導出する

23 鉛を含んだガラスからの新しい鉛分離法

テクノ・インフラ

24 高精度な歯車測定をめざして 歯車測定器の精度評価方法に関する規格化

26 電力計校正システム 高い信頼性と多様化する電力需要への対応

ニュース

28 産総研と九州大学が連携・協力に関する協定を締結

28 化学・バイオつくば賞を受賞

きらりと光る 産総研オリジナル ソフトウェア



ソフトウェアは現在社会を支える重要な基盤技術です。

産総研では、日本の産業技術を支える公的総合研究機関として、かならずしも商用ソフトウェアだけでは実現できないオリジナルソフトウェアの研究開発およびその公開と普及を積極的に進めています。

今回の特集では、産総研のオリジナルソフトウェアの中から、広く一般に公開され多数のユーザーに利用されているものや、最近の開発成果でもある新しいソフトウェアの紹介に加えて、重要性が急速に増しているミドルウェアの研究開発についてもふれています。

さらに、将来のソフトウェアを担うことが期待されている多面的なシステム研究についても紹介します。

今回紹介するものは、産総研のオリジナルソフトウェアの一部です。

産総研は、幅広いソフトウェアの開発・提供を通じて、誰もが上手にITを活用して創造的な生活を送ることができる社会の実現に貢献していきます。

研究コーディネータ（情報通信・エレクトロニクス担当）
大蒔 和仁

実績のある産総研のソフトウェア

分散オブジェクト技術「HORB」

プログラムの作成を学んだり、プログラムを作ったりしている時に、このコンピュータとあのコンピュータを連動して動作させたいと思うことがよくあります。例えば、全国各地で降雪量を計測して集計したり、工場の生産ラインで複数のロボットに次々に加工を行わせるといった場合です。そのような動作をさせるプログラムを分散プログラムと呼びます。分散プログラムを作成することは単一のコンピュータで動作する通常のプログラムを作成することより格段に難しいことです。1960年代頃から、多くの研究者・技術者がプロセスやOSの違いを越えて分散プログラムを作成する手段を求めてきましたが、1990年代半ばまで実現できませんでした。1995年に公開されたHORB（Hirano's Object Request Broker）は、人気の高いJava言語を用いて、分散プログラムを容易に作成することを可能にした世界初の処理系です。

インターネット上で公開を始めると、世界中から驚きと賞

賛のメールが数百も送られてきてメールボックスが溢れてしまいました。ニューヨークにいる人から興奮した電話がかかってきたり、ライセンスを求めていくつかの米国企業から人が訪ねてきたり、日経BP技術賞を頂いたときには青色LEDで同時に受賞された中村修二さんとパーティーでお話したりと、当時のことが今ではよい思い出となっています。



図1
2003年の産学官連携功
労者表彰で企業の方々と
日本経団連会長賞を共同
で受賞。（平野は左端）。

しかし、技術的には米国の有力企業から競合技術が相次ぐ中、頑張りすぎて体調を崩してしまい、機能や信頼性の向上が遅れてしまいました。同僚の手助けがあったり、企業の方々がユーザー団体を作って開発やシンポジウムの開催を引き継いで下さったことは幸いでした。これまで多くの製品開発で利用されています。現在は、産総研に開発の主体が戻り、4人のチームで組込みシステム向けの研究を行いながら改良版の開発をしています。

情報技術研究部門
平野 聡

「Mule」と「the m17n library」 世界の文字をコンピュータで

世界には約6000の言語があり、これらは漢字、アラビア文字、ローマ字などの多様な文字を用いて書かれます。私たちは、どのような文字を使うどのような言語の文書でも、計算機上で利用できるようにするソフトウェアを作っています。

私たちの最初の多言語ソフトウェアは、10年ほど前のMule というテキストエディタです。今ではこのソフトウェアは、Linux/Unix 上で広く用いられているエディタ GNU Emacs に統合され、世界中で使われています。

現在、the m17n library という多言語化ライブラリを開発しています。一昨年からオープンソースソフトウェアとして公開^{*1}しており、ほとんどのLinuxディストリビューションでこのthe m17n library 用のパッケージが準備されるようになっています。

ライブラリとはアプリケーションプログラムを記述する際に利用する部品を集めたものです。部品が多言語化されていれば、アプリケーション開発者が言語やスクリプトの知識を持たなくても、多言語化されたアプリケーションを作ることができます。例えば、広く用いられている入力メソッドSCIM も the m17n library 中の部品を使用しています。

情報技術研究部門
錦見 美貴子



図2
Cairo ベクタグラフィックス
ライブラリで多言語を表示

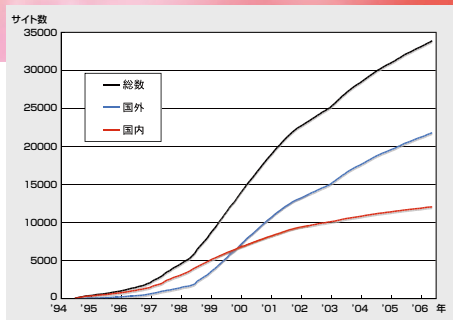
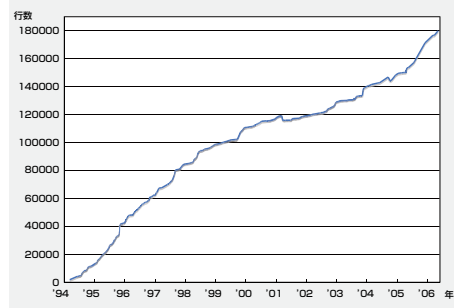


図3 DeleGate 配布先
(サイト数)の拡大の様子
(上)とDeleGate プロ
グラム規模(行数)の成
長の様子(右)



成長を続ける「DeleGate」 インターネットのなんでも中継器

DeleGate^{*2}は、電子メールやウェブに代表される、インターネット上の各種サービスの通信を中継し、サービスの運用や利用をさまざまな形で支援する基盤ソフトウェア（プロキシサーバ）です。

DeleGateの用途は、セキュリティ向上とプライバシー保護（認証、アクセス制御、暗号化）、通信データ量の低減（圧縮、キャッシュ）、サーバの統合（バーチャルホスト、リバースプロキシ）、経路制御やトンネリング（応用層ルーティング）、迷惑メール防止、通信データや通信手順の変換、など広範にわたります。中継するデータに対して変換や翻訳を行うフィルタを付加しやすい事が特徴のひとつです。

DeleGateは主に組織（サイト）の内外を接続するファイアウォール上で使われますが、個々のユーザーのパソコン上でも使われています。Unix や Windows などのほとんどのOSの上で利用できます。また、ほとんどの基盤的通信手順(HTTP, FTP, SMTP, POP, IMAP, Telnet, Socks, SSL, DNSなど)をカバーしています。

DeleGateは、わが国で一般向けにインターネットが普及し始めた1994年に、世界的にも最も初期に誕生したプロキシサーバのひとつとして使われ始めました。その後12年間、時々の状況や利用者の要請に応えつつ、地道に、留まることなく成長を続けてきました。誕生当初よりそのソースプログラムを公開して無償頒布を行っていますが、その配布先は150ヶ国以上、34,000ドメインにのぼります。一方、2004年より商用利用にも対応し、国内外での各種の製品組み込みや商用サービスにライセンスを供与しています。

情報技術研究部門
佐藤 豊

*1 <http://www.m17n.org/m17n-lib>

*2 <http://www.delegate.org/>

次々に広がる産総研のソフトウェアの世界

ソフトウェアとは、狭義にはコンピュータプログラムとほぼ同じ意味です。コンピュータを動作させる手順をコンピュータが理解できる形式で記述したものがソフトウェアというわけです。

今や、私たちの社会活動をあらゆる場面で支えているのはコンピュータであると言われています。しかし、ソフトウェアがなければコンピュータはただの箱です。本当に社会を支えているのはソフトウェアであると言っても過言ではないでしょう。

ソフトウェアの分類を考えると、基本ソフトウェア（オペレーティングシステム）とアプリケーションソフトに大別されると考える方が大部分でしょう。WindowsやMac OS、Linuxなどは前者に

あたり、ワープロソフトや表計算ソフトなどは後者に分類されます。パソコンを使っている立場ではこう考えるのが自然です。一般消費者が購入するソフトウェアはこのどちらかでしょう。

しかし、利用者から姿が見えないところでコンピュータが人間の活動を支えている現在の状況では、ソフトウェアの形態や活躍の場面も多種多様となります。産総研では、日本の産業技術を支える公的総合研究機関として、必ずしも商用ソフトウェアだけでは実現できないオリジナルソフトウェアの研究開発と公開・普及を積極的に進めています。もちろん、研究所ですから、専門性の高い、研究分野固有のアプリケーションソフトウェアや学術的ライブラリの開発は行っていま

すが、今回の特集で取り上げたのは、身近な場所で使われ始めている産総研発のオリジナルソフトウェアです。

ここまでのページでは、すでに実績のある、「HORB」、「Mule・the m17n library」、「DeleGate」の最新の状況を紹介しました。産総研が工業技術院傘下の国立研究所だった時代から、私たちは、公開ソフトウェアという考え方の先鞭を付けるという意味でも大きな役割を果たしてきました。カーネル、プログラミング言語、ネットワークインフラソフトウェア、データベースマネジメントシステム等、社会の基盤を成すソフトウェアは、安全上から商用ソフトウェアだけに頼るのは危険であり、オープンソースあるいは自由ソフトウェアが必要です。

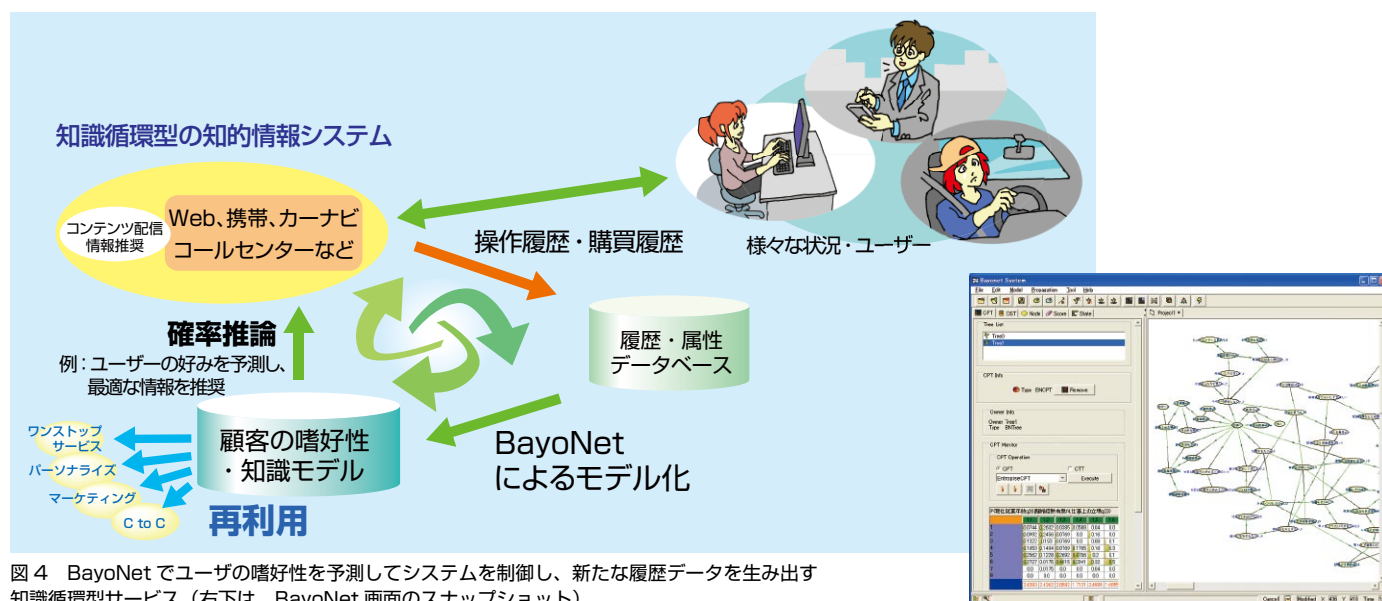
最近のソフトウェア

大量データから知識をモデル化し 身近なITを賢くする「BayoNet」

最近は、音楽や番組の視聴、買い物などもインターネットや携帯電話を介して行うことが普通になり、生活行動のかなりの部分が電子化されたデータとして大量に蓄積されてきています。こうしたデータを使ってインターネット書籍通販での商品推奨などが既に行われていますが、このようなデータを単なる購買履歴ではなく、さらに幅広く再利用できる知識としてモデル化することができれば、ニーズにマッチしたサー

ビスの最適化や、製品開発のためのマーケティングなどに活用することができます。こうした知識をモデル化するための情報技術として、大量のデータから確率モデル（ベイジアンネット）の構築と推論を行うソフトウェアBayoNetの研究開発を行ってきました。

2002年からはライセンス提供と製品販売も開始され、さらに高速化、高機能化と、より具体的な問題への応用研究を進めたことで、次のような具体的な応用が見えはじめています。



この考え方で産総研は世界中で開発されているソフトウェアの一翼を担っていると言えます。例えばこれから紹介する「KNOPPIX日本語版」の開発もその流れの上にある活動の一つです。

人間の社会活動は、ますますインターネットと密着してきました。全てのユーザーに対し、質の高いサービスを提供するソフトウェアの必要性は今後さらに高くなるでしょう。情報の提供者と情報の利用者、サービス提供者が、渾然一体となった利用モデルをサポートするソフトウェアが求められています。「BayoNet」、「qwikWeb」は、まさに今、この分野で成功しつつあるソフトウェアです。

一方、ミドルウェアという種類のソフトウェアが最近注目を浴びています。基

本ソフトウェア上で動作し、アプリケーションソフトに対して基本ソフトウェアよりも高度で具体的な機能を提供するソフトウェア、つまり、基本ソフトウェアとアプリケーションソフトの中間的な性格を持ったソフトウェアがミドルウェアです。特定の分野でしか使われないけれどそこでは必ず必要とされるような共通的な機能は、ミドルウェアの形で供給されることが多く、基本ソフトウェアやハードウェアによる違いを吸収し、様々なプラットフォームで動作するアプリケーションソフトの開発を容易にするというメリットを持っています。ロボット技術（RT）や情報家電の分野が、まさにその特定分野の代表例といえます。

このようなさまざまな分野、さまざま

な段階をカバーして発展し続けるソフトウェア開発は、それぞれ個別の機能の開発からシステムとしての開発へと向かっていきます。産総研では、グリッドコンピューティングやセマンティックコンピューティングといった新しいシステム技術に加え、システム自体の信頼性をあげるためのシステム検証技術など、コンピュータとソフトウェアに関する幅広い研究活動で、全ての人が安全な知的活動を享受できるIT社会の実現に貢献していきます。

情報技術研究部門
坂上 勝彦

BayoNet の応用

産総研とインターネットプロバイダ企業 ニフティ（株）との共同研究では、数百万人におよぶ会員からのコールセンターへの問い合わせを円滑に進めるために、熟練オペレーターの理想的な対話を知識としてモデル化し、初心者オペレーターを補助する案内システムの開発研究を進めています。また金融分野においては、これまでは預金や投信のような金融商品は単に金利でしか差別化できませんでしたが、近年の制度の自由化、顧客の多様化を背景として、個人の人生設計に応じたサービス提供が必要になっています。そこで潜在的な要望を探るマーケティングのため、生活意識に関する、1万人規模のアンケート調査のデータをBayoNetを用いて分析、モデル化し、顧客案内、窓口支援システムを自動的に制御する研究も（株）野村総合研究所と共同で進めています。大手の通販会社では約600万人分の購買履歴があり、これを統計として分析するだけでなく、次に活かす知識として活用することが望まれており、産総研技術移転ベンチャー（モデライズ（株））ではBayoNetを用いて、ある商品が売れる理由を次の商品の販売のための知識モデルとして構築し、これを使って顧客にとって最適な指示や商品を提示することで、電話オペレーターを支援するシステムの開発を進めています。

デジタルヒューマン研究センター
本村 陽一

KNOPPIX 日本語版の発展

KNOPPIX 日本語版の活用状況

KNOPPIXはドイツのKlaus Knopper さんが作成し、私たちが日本語版をメンテナンスしている「1枚のCDで起動するLinuxディストリビューション」です。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ます。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、初心者でも簡単にLinuxを試すことができます。この利便性を生かして、オープンソースを活用する財団法人コンピュータ開発センター（CEC）のOpen School Platform プロジェクト（京都府京田辺市）^{*3}や独立行政法人情報処理推進機構（IPA）の電子自治体実証実験（大分県津久見市）^{*4}でも活用されています。

KNOPPIXはCD1枚で利用できる便利さの反面、アプリケーションの更新があったときにCDをもう一度作成しなければならないことや、新しいバージョンが出た場合に行うダウンロードが（CD丸ごとのイメージなので）非常に大きい（700MB程度）などの問題をかかえていました。この問題を解決するために私たちは、Internet上の仮想的なCDイメージから直接起動できるHTTP-FUSE KNOPPIXを開発しました。

HTTP-FUSE KNOPPIXでは、仮想CDを、細かく分割し

*3 CEC Open School Platformプロジェクト <http://www.cec.or.jp/e2e/osp/index.html>

*4 IPA自治体におけるオープンソースソフトウェア活用に向けての導入実証 <http://www.ipa.go.jp/software/open/2005/stc/jichitaikekka.html>

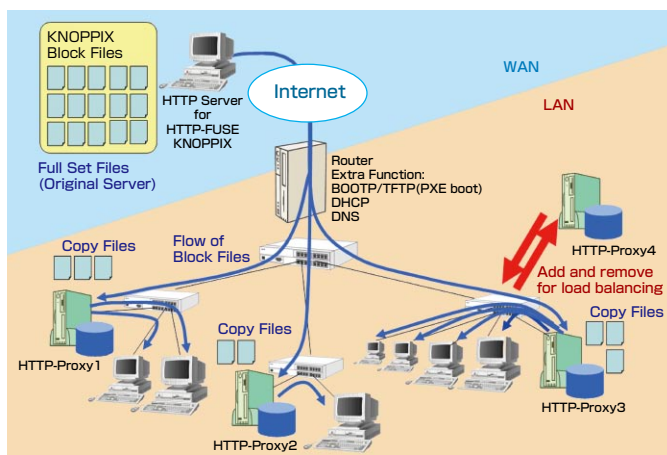


図5 Internetから起動するHTTP-FUSE KNOPPIXの仕組み



図6 ネットワーク起動機能を入れたルータ（右の青箱）とそれを使ってネットワーク起動したKNOPPIX

たファイル（ブロックファイル）にすることで、必要なファイルのみを必要ときダウンロードすればよくなります。また、アプリケーションの更新があった場合も、CD内で変更があった箇所に該当するブロックファイルだけを入れれば新しいKNOPPIXが利用可能になります。ブロックファイルはHTTPベースで配信されるので、手元のHTTPプロキシにキャッシュすることも可能になり、ネットワークのトラフィック低減や、サーバの負荷分散にも貢献します（図5）。

さらにネットワーク起動とHTTPプロキシの機能を、市販の小型ルータに組み込むことも可能です。この機能を含んだルータさえあれば、CDを作成することなくKNOPPIXが利用できます。性能的にもCDの読み出しよりネットワークの方がバンド幅が太いので高速起動が可能になります。また、このルータから複数のPCを起動することも可能なので、学校の計算機室等での活用にも期待しています。

今後の発展 — 高信頼起動と仮想化 —

今後は、セキュリティにも考慮してセキュアチップであるTPM（Trusted Platform Module）を活用して高信頼起動を図ることや、オープンソースの仮想計算モニタ Xenを組み込んだ Xeonppix^{*5}にも適用して、OpenSolarisや Darwinなどの色々なOSを起動可能にしていくことを予定しています。

情報技術研究部門
須崎 有康

qwikWeb

メーリングリストとWikiを統合したコミュニケーション・システム

qwikWeb^{*6}はメーリングリストとWikiWikiWeb（Wiki）という2つのコミュニケーション手段を組み合わせた、小規模なグループにおけるコミュニケーションを促進するための情報共有システムです。普段の情報のやりとりメールだけを使っているようなユーザーが、Web上のコミュニケーション・システムをシームレスに使えるようにすることを目標として設計したソフトウェアです。

qwikWebは、簡単に使えるメーリングリスト管理システムQuickMLに、独自の実装によるWikiを統合したシステムです。オブジェクト指向スクリプト言語であるRubyで書かれていて、プラグインによるモジュール構造を採用することによって、容易にカスタマイズして使えるようにしています。2003年8月からインターネット上で試用環境の公開を継続していますが、長年に渡って安定した動作が確認されています。

ユーザーはまずシステムにメールを送ることによってメーリングリストを作成し、同時にメーリングリストのメンバーだけがアクセスできるWikiサイトが作成されます。送信したメールは題名毎にまとめてWiki上に保存され、後から容易に見返すことができます。メールのフッタには対応するWikiページのURLが追記され、クリックするだけで対応するWikiページにアクセスできるようになっています。

qwikWebは、メールによる手軽なコミュニケーションを入口として、徐々に高度な使い方ができるように設計されています。ぜひ一度実際に使ってみて、メールとWebの連携の威力を体験してみてください。qwikWebホームページより、実際に自分のWikiを作って、実際に試していただくことができます。

Wiki 普及の背景

WikiWikiWebは、1995年にWard Cunninghamによって始められたWeb上のコラボレーション・システムです。ネット上の共同作業で百科事典を作るWikipediaなどが有名です。現在ではWikiについての会社が三社（Socialtext社、Atlassian社（Confluence）、JotSpot社）登場し、企業への導入も進んでいます。

昨年OOPSLA^{*7}の併催で第一回国際Wikiシンポジウム（WikiSym 2005）が開催されました。またWikipediaをテーマとした国際的カンファレンスWikimaniaが開催されるなど、学術分野においてもWikiが取り上げられるようになってきました。WikiSym2005では、私もqwikWebについての発表を行い、好評を得ました。

*5 <http://unit.aist.go.jp/itri/knoppix/xen/>

*6 <http://qwik.jp/>

*7 Conference on Object-Oriented Programming Systems, Languages, and Applications、オブジェクト指向技術に関する最大規模のカンファレンス

*8 <https://www.codeblog.org/>

図7 qwik.jp トップページ



qwikWebの普及

現在qwikWebは、Ruby開発者が所属するネットワーク応用通信研究所、オープンソース専門家によるIPA CODE blog プロジェクト^{*8}などで設置・利用されています。また2006年度からは情報技術研究部門内部のコミュニケーションにも利用されることになりました。qwikWebは、オープンソースの玄人が選ぶシステムとして利用されるようになってきていま

す。「Software Design」2006年5月号には「qwikWeb徹底解説」として使い方からインストール方法までの解説記事が私の執筆で掲載されています。今後の普及がさらに進むことを期待しています。

情報技術研究部門
江渡 浩一郎

CCFinderX <http://www.ccfinder.net/>

CCFinderXは、コードクローン（プログラムのソースコード中の重複部分）を検出して、いろいろな図やグラフを用いて分析することができるツールです。

コードクローンは、典型的には、ソフトウェア開発者がソースコードをコピー＆ペーストすることで作り込まれます。コードクローンがいったん作られてしまうと、バグ修正や機能拡張のためにソースコードを修正する際には、そのコピーすべてについて同じ修正が必要になります。そのため、ソフトウェアの開発の現場、特に大規模で長期間保守されるソフトウェアを抱えた企業では、コードクローンの存在は生産性を低下させる大きな問題になっています。

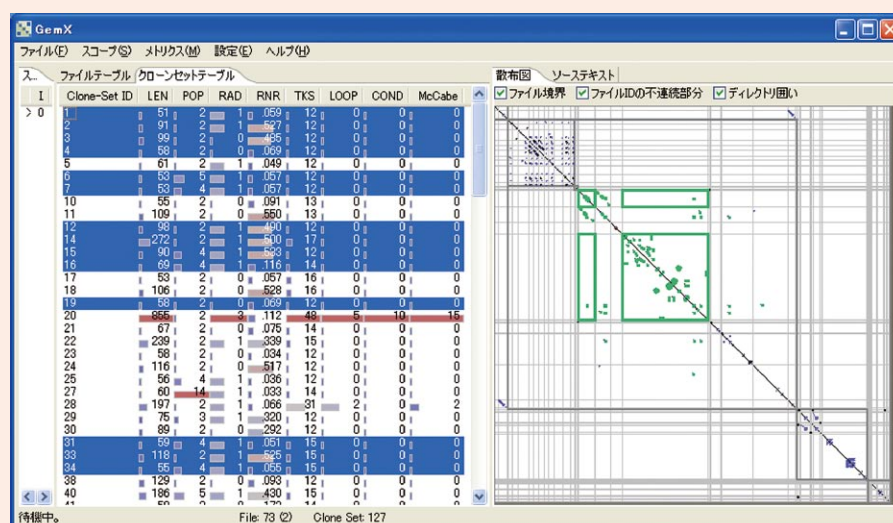


図8 CCFinderXの配布パッケージに含まれるGUIツールGemXのスナップショット

CCFinderXは、2000年に開発されたCCFinderを作り直したもので、2004年度のIPA未踏ソフトウェア創造事業での採択を受けました。最初のリリースから現在までの約半年あまりの間に、評価ライセンス版が、世界17カ国、100以上の企業や大学に配布されており、他の手法の研究発表の際に比較対象とされるなど、世界標準としての地位を築いています。

情報技術研究部門
神谷 年洋

ミドルウェアに向けて

RTミドルウェア「OpenRTM-aist」

RT
middleware

コンピュータの小型高性能化や無線ネットワークの高速大容量化が急速に進むなかで、従来の産業用ロボットやヒューマノイドのような単体ロボットから、多種多様なセンサやアクチュエータを生活空間に分散配置させて協調動作によって生活支援や介護などのサービスを提供する“ロボット技術を活用した実世界に働きかける機能を持った知能システム”へと研究開発対象が急速に拡大しつつあります。このような一見ロボットの形をもたないシステムに使われるロボットの技術の総称をRT（Robot Technology）と呼んでいます。

技術的な可能性を示すプロトタイプの記事が数多く行われていますが、製品開発は本格化していないのが現状です。RT製品を新しい市場として開拓するためには、ロボット開発者だけではなく、ロボット技術を利用したいさまざまな人々を巻き込んで、RTを使った新しいアプリケーションが続々と生まれる環境を実現することが必要です。そのために、RTシステムの開発効率を上げて、誰でも容易にロボット技術を利用したサービスを開発できるようなシステム統合技術の確立が求められています。

RTミドルウェアはその名前が示すように、RTシステムを効率的に開発する際に便利なプログラム開発環境の総称です。開発効率を向上させるためにはシステムを構築する際に求められる共通ライブラリの蓄積も重要ですが、それと同時にRTシステム用のソフトウェアモジュールの標準的なフレームワークを決めることが大切です。

標準化されたインテグレーション技術をRTミドルウェアとして確立することができれば、他社製品とも接続したトータルシステムとしてのRTシステムの実現が可能になります。独立した単体製品ではなく、ネットワークに接続して互いに連携してサービスを提供するRTシステムです。“機器がつなが

ることが価値がある”と言われるように、ここでは、その相互運用性が重要となっています。

産総研、(社)日本ロボット工業会、松下電工(株)の共同プロジェクトとしてRTミドルウェアプロジェクト^{*9}(2002-2004)が実施されました。機能要素をソフトウェア的にモジュール化し、それらを部品として自由に組み合わせることにより、新しい機能を持つRTシステムを容易に構築可能とするソフトウェア基盤技術の確立を目指したプロジェクトです。

そこで、RTミドルウェアのコンセプト検証を目的として、コンポーネント化支援ツールを中心にRTミドルウェアのプロトタイプOpenRTMを開発しました。OpenRTMの特徴はそのフレームワークとなる共通仕様とその実装を分離してオープン化していることです。OpenRTMの共通仕様は、RTシステムの機能要素を連携動作させRTシステムを構成するための抽象的なインタフェースとその使い方を規定しています。この仕様を満たす機能要素をRTコンポーネントと呼びます。

開発した既存のシステムをRTコンポーネント化することで、誰でも簡単にモジュールとして再利用することが可能となり、複雑化する一方のRTシステムの開発効率を高めることが期待されます。

産総研では、OpenRTMに準拠したRTコンポーネントの作成支援と運用支援を提供する開発支援ソフトウェアの参照実装のひとつとしてOpenRTM-aistを開発しました。

現在のOpenRTM-aist^{*10}は、開発の第一段階としてコンポーネント化のフレームワークを構築したところです。今後、アプリケーションプログラムを開発する際に求められる共通的な機能を持つRTコンポーネントが蓄積されて、標準ライブラリ群として発展していくことを期待しています。

現在、後継プロジェクトにおいて機能追加やツール開発を進めると同時に、国際的なソフトウェア標準化団体であるOMGにて仕様の標準化を進めており、この標準仕様に準拠するようにOpenRTM-aistを発展させていく予定です。

技術共有を目指すRTミドルウェアのコンセプトは、単独の企業や単独の研究機関だけの活動で実現できるものではありません。安定した技術の確立に向けて、失敗を重ねた技術のフィードバックが不可欠です。パイオニア諸氏にロボット技術を共有する試みに参加していただきたいと願うものです。

このソフトウェア(OpenRTM-aist 0.2.0)は、(社)日本ロボット工業会、松下電工(株)とともに研究開発を進めたNEDOプロジェクト「ロボットの開発基盤となるソフトウェア上の基盤整備」の研究成果です。

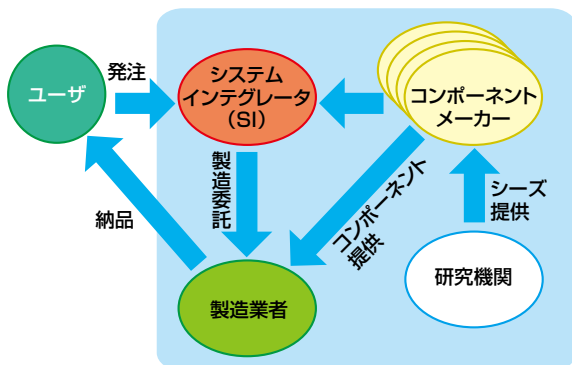


図9 RTミドルウェア技術の導入により分業体制が進み、それぞれの専門技術を活かした中小・ベンチャー、異業種を含む多様な企業、研究開発機関等がRT市場に続々と参入することを可能にする21世紀に期待されているRT産業構造

知能システム研究部門
神徳 徹雄

^{*9} <http://www.is.aist.go.jp/rt/>

^{*10} プレス発表：2005年2月24日、http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2005/pr20050224/pr20050224.html

情報家電ミドルウェア

近年「情報家電」という言葉を耳にすることが多くなったと思います。ネットワークに接続して、ネットワーク経由での遠隔操作やコンテンツ視聴が可能になった家電のことを意味する言葉です。ネット対応のエアコンとかハードディスクレコーダーなどがその例です。しかし、このように家電をネットワーク接続していくと、いろいろな問題が生じます。ひとつは、何をどのように操作してよいのか分からなくなるという「ユーザインタフェース」の問題、もうひとつは、異なる機種、異なるメーカーの機器がうまく連携しないという「相互運用」の問題です。いくつもリモコンがあって戸惑ったり、規格が異なる機器を接続できなくて困ったり、といったことを経験された方は多いのではないのでしょうか。

産総研では、この二つの問題を解決する方法として、人間が意図する語彙に近い形で家電の操作方法を定義して、これを家電に直接理解させるといった仕組みのソフトウェアを開発しています（情報家電ミドルウェア）。ここでいう家電操作の定義とは、「電源を入れる」や「録画する」や「音量を上げる」といった形で表現されるものと思ってください。専門的には、

オントロジーとよばれる人間とコンピュータで意味を共有するために使われる技術です。このように、人間と家電、家電と家電の間の指示の仕方を統一することで、チャンネル番号を意識することなく「NHKにして」というだけで済むようになり、また、「電源を入れる」という指示をやりとりするだけで異なる機器の間の連携ができたりするようになります。

産総研秋葉原サイト内にUBRoomと呼ばれる住居スペースを設けて、情報家電ミドルウェアの開発とデモを行っています。UBRoomでは家電だけではなく玄関ドアロックや照明、ブラインドなどの住設機器も含めて、音声による操作やデジタルコンテンツ検索が行えるようになっています。

情報技術研究部門
森 彰



図 10 産総研秋葉原サイト内に設けられた「UBRoom」

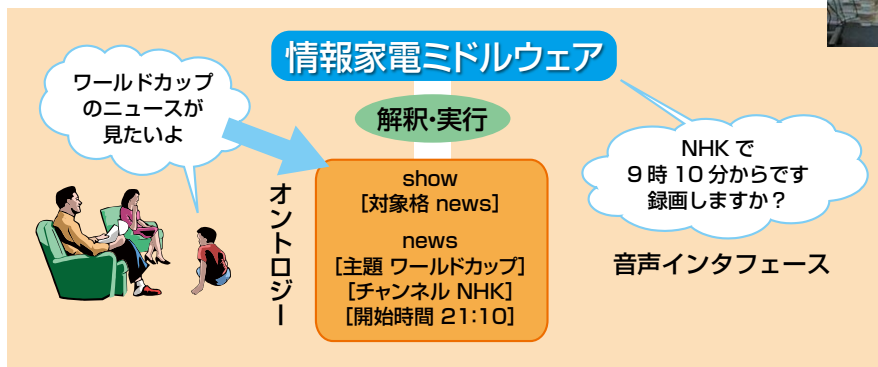


図 11 情報家電ミドルウェアによって、人間とコンピュータは意味を共有できる

個別からシステムへ

国際的な標準を作る大規模基盤ソフトウェアグリッドミドルウェアを例として

広く世の中で利用されることを目標としたソフトウェアの研究開発には2種類あります。「標準を使うソフトウェア」と「標準を作るソフトウェア」です。ここでの「標準」はデジュリ (de jure) 標準とデファクト (de facto) 標準の両者を含んだものです。デジュリ標準は公的機関や標準化団体が関係する企業や団体、専門家などによって策定された標準規格で、例としてXMLやUnicodeなどがあげられます。デファクト標準にはパソコン向けOSにおけるWindows、インターネット上の通信プロトコルにおけるTCP/IPなどが例となります。

すでに確立されている標準を使うソフトウェアの研究開発では、独創的なアイデアが重要です。しかし、標準を作る

ソフトウェアの研究開発では、独創性に加えてアイデアの有効性を第三者が確認できるための参照プログラムを同時に開発し、標準化団体等で定められた締め切りなどの手続きに間に合わせる必要があります。また、相互運用性などの検証にも慎重かつ前向きに対応しなくてはコミュニティの信頼を獲得できません。ここではグリッドの国際的標準化団体であるGlobal Grid Forum (GGF) において「標準を作る」産総研発のオリジナルソフトウェアの例を紹介します。

グリッドとは情報通信の基本機能である計算処理機能（演算器）、記憶機能（ストレージ）、通信機能（ネットワーク）を機能提供サービスとして抽象化したものです。ネットワークで接続されたハードウェアを仮想化することで、時間・空間的に共有して融通無碍に提供が可能となります。これらを

実現するための基本設計を Open Grid Services Architecture (OGSA) としてGGFで規定し、その枠の中でグリッドを構築するために必要な基本サービスが提供されます。

産総研ではグリッド研究センターを中心として標準的なグリッド環境を構築するためのオリジナルソフトウェアを研究開発しており、すでに多くの方々に利用されています。特に Ninf-G および Grid MPI は、文部科学省のNAREGIプロジェクトにおいてもグリッド上でプログラム開発実行環境を提供しています。

Ninfプロジェクトでは、グリッドにおける遠隔手続き呼び出し (Grid-enabled Remote Procedure Call, GridRPC) に基づくプログラミングミドルウェアであるNinf-Gの開発を進めています。Ninf-Gはネットワーク上に分散配置された計算機やデータベースを簡単に利用して、効率良く計算を行なうためのプログラミングミドルウェアとして設計・開発されました。Ninf-G を用いて、産総研Supercluster、米国TeraGrid、Asia Pacific Grid Partnership (ApGrid) という運用規模のグリッドのコンピュータを組み合わせ、大規模計算を約50日間という長時間実験に成功し、Ninf-Gの有効性を示すことができました。

初期のソフトウェア開発から約10年を経て、2004年3月に公開したNinf-G (現在は ver. 4.1.0) のダウンロード数は1740件 (17ヶ国) を数えています。さらに、米国NSF (科学技術財団) が主導する NSF Middleware Initiative (NMI) において作成・配布するソフトウェアパッケージの中の「標準グリッドソフトウェア」の1つとして、日本発のNinf-Gが認められました。NMIで米国以外で開発されたソフトウェアが組み込まれたのは初めてのことです。Ninf-Gが、グリッドアプリケーションの開発に有効 (便利) で、かつ質の高い標準的なソフトウェアであるとNMIに認められたことになります。NMI は全米の大学・研究機関・NSF のプロジェクトなど広く利用されているものですから、NMI に組み込まれたことでNinf-G の国際的な普及がより一層加速されることが期待されます。

産総研では、今後も国際的な標準の枠組みに準拠し、私たちの独創的な開発部分についてはAPIやプロトコル等をコミュニティの中で標準として認知させることで、より多くの方々に安心して使っていただけるようなソフトウェアを目指した研究開発を継続していきます。

【参考URL】

グリッド研究センター <http://www.gtrc.aist.go.jp/>
Ninf-G <http://ninf.apgrid.org/>
Grid MPI <http://www.gridmpi.org/>
Gfarm <http://gfarm.apgrid.org/>
NAREGI <http://www.naregi.org/>
TeraGrid <http://www.teragrid.org/>
ApGrid <http://www.apgrid.org/>

グリッド研究センター
関口 智嗣

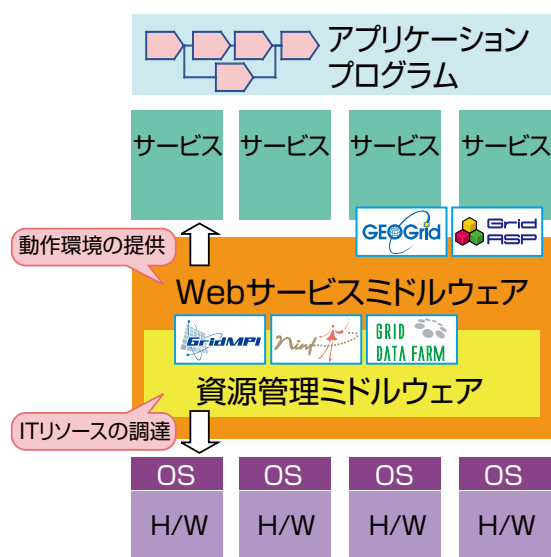


図 12 グリッド研究センターのソフトウェアとアーキテクチャ

システム検証の科学技術

二十世紀後半に出現した情報科学の研究分野もようやく成熟し、以前のように便利な道具を提示して未来物語を提供するだけでは、社会からの期待に応えきれなくなりました。例えば情報処理システムのディペンダビリティは、情報科学にとって喫緊の課題です。信頼性、安全性、セキュリティなど、システムの品質が社会に大きな影響を与えるようになって既に久しい年月が経ちました。システムが意図どおりに動作することを検証する技術は、ディペンダビリティ向上に決定的な役割を演じます。システム検証研究センター (CVS) では、いわゆる形式的技法を始め、数理的検証法を研究しています。

何故「数理的」検証法か？ 論理学や圏論などの数学に基づく検証の方法論だからです。わが国ではシステム開発技術の大部分が、いまだに職人芸あるいは暗黙知によって構成されていますが、科学に基づいて明示された技術には、システム構築の一定のレベルの能力を大勢の人に容易に伝えることができる長所があります。少数の精鋭プログラマに見よう見まねで最高の技術をじっくり伝えるだけで済む時代は去りました。

数理的検証法では、システムの数理的モデルを構築し、システムに期待する性質を、数理的モデルに関する命題として定式化し、その証明を試みることによって検証します。証明できず、反例が見つかれば、それを検討して不具合を見つけることができます。検証法をバグの検出法として用い、システムの信頼性や生産性向上に役立てることができます。

いっぽう、システムの品質に関する規制への必要が、規制を受ける側の情報産業からさえも指摘されはじめ、セキュリティ、機能安全や法定計量などの分野でシステムの基準認証が国内外で始まっています。認証のためには、基準に適合することを検証する技術が必要です。CVSは計測標準研究部門

と共同して情報処理システムの基準認証に関する情報技術の研究する融合分野を開拓しつつあります。

システムの開発者のためには開発の信頼性と生産性を上げ、利用者のために基準認証の活動を支える、という社会貢献の一方で、数理的検証法に関する科学研究を進めていくのが、CVSの活動です。

システム検証研究センター
木下 佳樹

AIST-SOA の展望

サービス主導アーキテクチャ (SOA) でいう「サービス」は、Webサービス等のソフトウェアによるサービスで、予約や注文、コンテンツの検索や配信、スケジュール管理など、一般の人に理解できる意味的な粒度を持ち、再利用性の高いものを指します。そのようなサービスの組み合わせとして、大規模なシステムを、柔軟に修正・拡張可能な仕方で構成する手法がSOAです。いっぽう、来たるべき知識社会においては、個人の能力や知識を最大限に引き出して互いに連携させることによって、組織や社会の活力を高めることが求められます。ここでSOAの考え方を援用すると、人間の知識がサービスとして具現化し、柔軟に結合し、循環し、拡大再生産される、という意味での知識循環のための社会情報基盤が構想されます。これを実現する方法として、コンピュータや記憶装置の物理的配置やOSの違いを気にせずに計算資源を柔軟に利用可能にするグリッドコンピューティング技術と、個人が生活や業務の意味に即して情報サービスや情報コンテンツを構築したり利用したりすることを可能にするセマンティックコンピューティング技術との連携が有効と考えられます。

「産総研産業変革研究イニシアティブ」^{*11}の一つとして2005年度から2007年度にわたって推進中の「知識循環型サービス

主導アーキテクチャ (AIST-SOA)」プロジェクトでは、このような情報基盤を国際標準に準拠してオープンソースにより低価格で提供することを目指しています。グリッドコンピューティングとセマンティックコンピューティングとは、仮想機械 (virtual machine) を通じて高い自由度を保ちつつ連携します。これによって、多くの人々がさまざまなサービスを提供し合い、またそれらのサービスの間の組み合わせとしてさらに多様なニーズに応じた複合的なサービスを柔軟に構成することが可能になるわけです。

これがさまざまな知識集約型産業を持続的に創出する基盤になりうることについては説明の必要がないと思います。ここではむしろ、知識社会の基調となるこのような「産業変革」の方向と、世間で言われているような新自由主義的な市場経済やグローバル化のそれとが逆であることを指摘しておこうと思います。技術的には、ソフトウェアとしての知識が循環・連携するということは、通常の文書等のコンテンツとしての知識もまた循環・連携するということを意味します。したがって、AIST-SOAのような技術は、さまざまな知識の循環と共有を通じてコミュニティの絆を活性化しその知的能力を高めることにより、「見えざる神の手」ではなく人間の知恵で経済・社会を運営するためのツールになります。

計算資源の柔軟で安価な供給と意味に基づくサービスやコンテンツの連携による社会情報基盤がもたらすものは、社会的連帯と治安の崩壊にあえぐ弱肉強食の競争社会ではなく、知識の循環につれて社会の紐帯が持続的に再構築される、安心・安全で豊かな社会なのです。

情報技術研究部門
橋田 浩一

グリッド研究センター
関口 智嗣

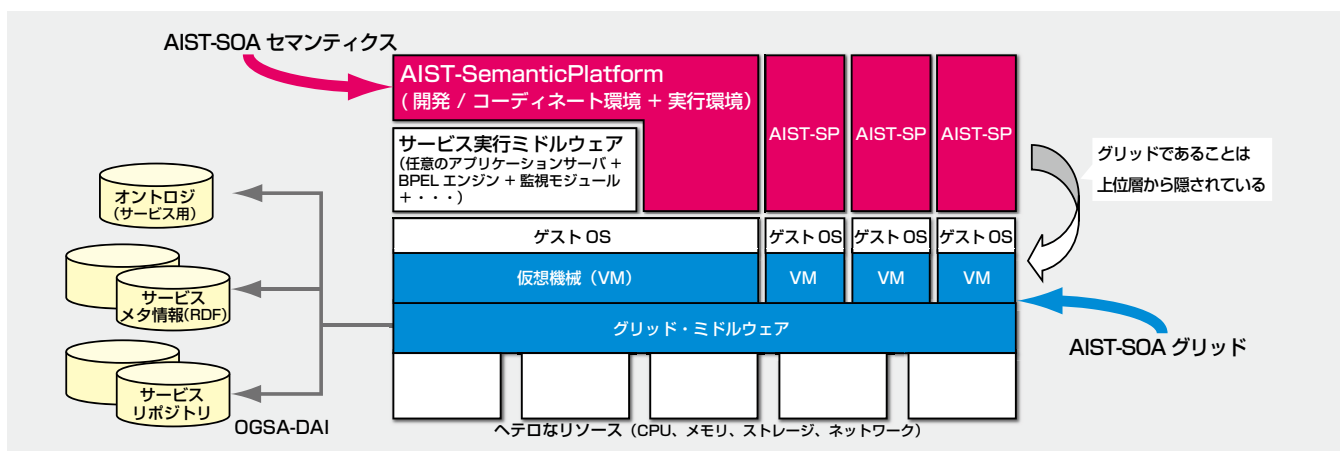


図 13 AIST-SOA のアーキテクチャ

^{*11} 産学官が明確な新産業創出シナリオを共有して取り組む新しい連携スキーム
プレス発表：2005年7月13日、http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2005/pr20050713/pr20050713.html

ナノスケール切削の進行過程をリアルタイム観察

新たなナノファブ리케이션技術の開発を目指して

走査型電子顕微鏡（SEM）内で動作するナノ機械加工システムを開発し、ナノスケールの切り込みで切削が進行する過程を、リアルタイムで観察することに成功した。このシステムは、原子間力顕微鏡（AFM）を利用したもので、ピラミッド型のダイヤモンド切れ刃を先端に固定した加工用カンチレバーを用いて、単結晶シリコンなどの硬質材料をナノスケールで切削することができる。材料除去メカニズムの解明、ナノ機械加工における最適加工条件を探索する強力なツールとなり、ナノ金型の修正加工など実用化技術の開発に拍車がかかるものと期待される。

Nano-mechanical fabrication technology using atomic force microscopes (AFM) has been developed for practical applications, but the fabrication process has not been understood clearly yet, and thus optimal conditions for fabrication have been determined by trial and error. We have developed a nano-mechanical fabrication system using atomic force microscopes (AFM) which works in a scanning electron microscope (SEM), and thereby succeeded in the real-time observation of the nano-scale cutting process. This technique is expected to be a powerful tool for clarifying the removal mechanism of materials in cutting process, and for optimizing fabrication conditions, and to accelerate technological development for practical applications such as the fabrication and repair of nano-mold.

最古で最先端の機械加工

機械加工は、ものづくり技術として最も古く、また最も身近な加工技術である。産業革命以来、今日の産業界でも幅広いスケールで数多くの材料の加工に適用されており、高精度かつ高能率な加工技術として、様々な構造・機構部品の製作に活用されている。機械加工とは、固体工具、すなわち切削工具や砥石を用いて材料の不要な部分を削り取るという加工法であり、日常生活でもよく目にするハサミやナイフ、サンドペーパーなどと、基本原理は同じである。

このように表現すると、機械加工は完成された技術であり、もう研究要素は残っていないように感じられるかもしれないが、実は、究極の微小加工を実現できる可能性を秘めた最先端の加工技術でもある。また、加工原理も一見単純そうで、メカニズムもすでに分かりきっているようにも思えるが、機械加工の根本にある材料除去のメカニズムについては、未解明な部分が多く残されており、特にナノスケールでの機械加工の世界は、ほとんど未開拓の領域である。

産総研先進製造プロセス研究部門と富山大学工学部は、共同でこの未知の世界を探索するツールとして、電子顕微鏡内で動作するナノスケール機械加工システムを開発し、機械加工メカニズムの究明と、新たなナノファブ리케이션（ナノ製造）技術開発の研究を進めている。

ナノスケール機械加工の利点

現在、主流となっているナノファブ리케이션技術としては、イオンや電子、光子（レーザー）などの微粒子を用いた微細加工があげられる。ナノスケールの除去加工を行う場合、ビーム源で発生させたエネルギービームをレンズなどで絞って、焦点にエネルギーを集束させる。このとき、焦点が小さいほど微細な加工ができるが、ビーム源と被加工物が離れており、また微粒子には波動性（波としての性質）があるので、集束には限界がある。一般には確率的なばらつきを生じ、微粒子は狙った点から少し離れた所にも衝突することになる（図1）。日常生活のスケールでいうと、遠くから標的を狙う機関銃のようなイメージであろう。

一方で、集束ビームのかわりに固体工具を考えると、鋭い針の先端部を被加工材へ接触させ、材料を削るイメージとなる。理想的な究極の針があれば、先端は原子1個分となり、原子1粒を操作することができる¹⁾。狙った対象を、一点で確実に捉えることができることから、例えるなら、標的に至近距離まで近づいて斬る刀であろう。

一般の機械加工をナノスケールまで小さくしようとしても、単純な割り算のように行かず、現時点ではエネルギービーム加工に一日の長があるといえる。しかし、理想的な工具を精密に駆動できれば、理論的な微細加工の限界は高くなり、イオンの残留や加工熱などによる加工変質層も少ないといったメリットがある。

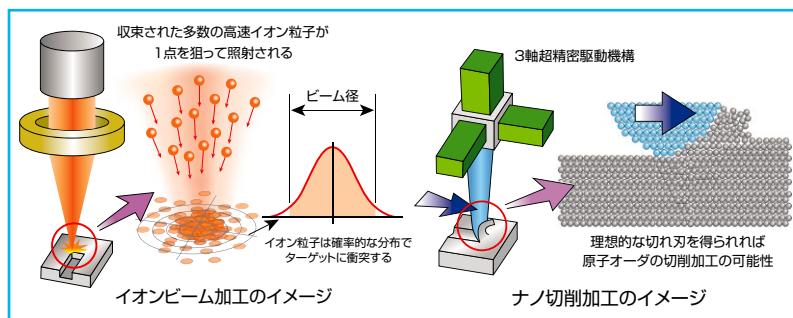


図1 エネルギービーム加工と機械加工

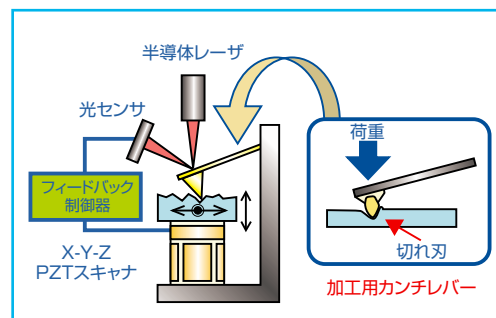


図2 AFM機構を用いたナノ機械加工の原理

原子間力顕微鏡を利用したナノ切削

ナノ切削を行うためには、ナノオーダーの鋭利な切れ刃と、その切れ刃の位置をナノオーダーで制御できる超精密駆動機構が必要となる。

ここで紹介するナノ機械加工システムでは、この超精密な切れ刃位置の制御に「原子間力顕微鏡」(AFM: Atomic Force Microscope)を用いている。図2はナノ機械加工の基本原則である。AFMはナノスケールで物質の表面を観察するための顕微鏡である。先端に非常に鋭い針（探り針）を持ったカンチレバー（片持ち梁）を物質の表面に接触させ、針先で表面をスキャンすることで表面の凹凸を測定している。このとき、カンチレバーは非常に柔軟で、たわみを一定（接触荷重を一定）にするようにフィードバック制御が行われているため、針先が鋭くても物質表面はほとんどダメージを受けない。

このAFM機構に、剛性の高いカンチレバーを装着し、針の接触荷重を大きく設定すると、鋭い針先で表面に傷をつけることができる。針の先端部を切れ刃に見立てれば、切れ刃の位置をナノオーダーで制御し、ナノスケールの除去加工、すなわちナノ切削加工を行うことができる。

ナノ切削を実現するには、工具、すなわち加工用のカンチレバーが重要な構成要素となる。ナノ切削加工に必要な接触荷重を得るには、市販のAFM観察用カンチレバーに比べ、1000倍程度の剛性が必要となる。この要求を満たす

ために、幅100 μm 、長さ1000 μm の加工用カンチレバーを設計し、単結晶シリコンの異方性エッチングにより製作した（図3）。加工用カンチレバーの太さは、ちょうど髪の毛と同程度である。

切れ刃については、開発初期には直径50 μm 程度のダイヤモンド砥粒を先端に固定する手法を採っていた。しかしながら、この方法では、砥粒の形が不規則で、ナノ切削工具としての安定した性能が得られず、定量的なデータの取得や加工位置を特定することが困難であった。そこで、CVDダイヤモンド膜と、ピラミッド形の穴を成形したシリコンモールドを用いて、ピラミッド形のダイヤモンド粒を製造する手法を開発した²⁾。新しい加工用カンチレバーは、幾何学的に形の整った切れ刃をもっており、従来のものより切れ味が良く、かつ安定した切れ味を長時間持続できることを確認した。

図4は、AFM機構を用いたナノ切削加工の基本的な実験方法である。AFMの面走査機能を用いると、図のように正方形領域の除去加工を行うことができる。垂直荷重と走査送り量によって切れ刃の切り込み条件を変化させ、材料の除去量を設定できる。図5は、単結晶シリコンを被削材として、ナノ切削加工を行った表面のAFM観察像である。面走査加工では、最大深さ約350nmの角穴が形成され、単一の走査線による切削加工でも、深さ25nm程度のV字溝が形成されている。

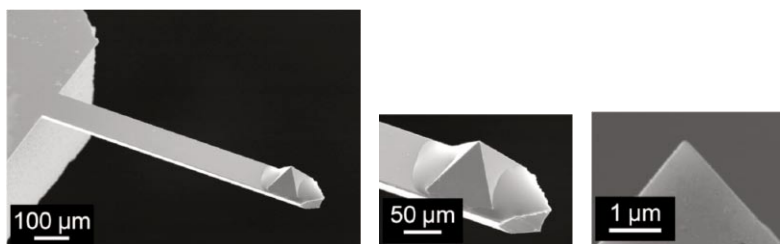


図3 加工用カンチレバー

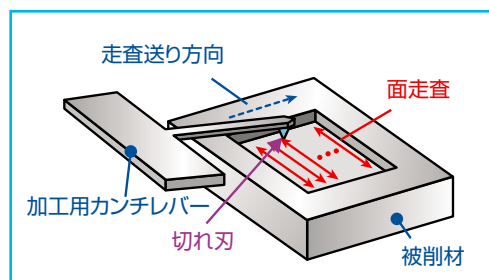


図4 ナノ機械加工の基本的な実験方法

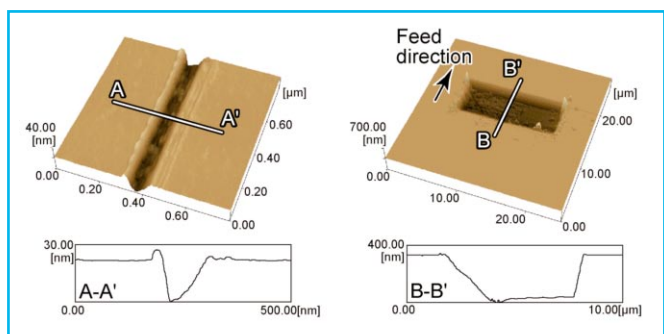


図5 ナノ切削加工を行った表面のAFM観察像

ナノ切削のリアルタイム観察

AFM機構を用いてナノ切削ができることは、基礎実験により確認できたものの、得られるデータは加工後の形や切りくずなどに関するものにとどまり、加工メカニズムの解明には加工中の、より詳細な情報が求められた。そこで、ナノ切削加工の進行過程をリアルタイムで直接観測するために、走査型電子顕微鏡(SEM)内で動作するナノ機械加工システムを構築した。図6はその構成図である。SEMの真空チャンバ内に、ナノ加工ユニットを導入し、カンチレバー先端部を拡大観察する。ナノ加工ユニットは、AFMコントローラにつながる信号線を通じて制御される。SEMでは、観察対象をスペースの限られた真空チャンバに密閉する必要があるため、機構の設計には様々な工夫が要求される。また、ナノ加工の様子を観察するには、カンチレバーの斜め前方からの視界を確保する必要があるため、SEMのレンズ系との干渉を避け、目的とする観察姿勢を確保できるように、ナノ加工ユニットとそれを搭載するSEMステージの全てが独自の設計となっている(図7)。ナノ加工ユニットの駆動機構には、非共振型超音波モータを用いて、機械的な駆動機構の軸数を減らしている。

ナノ切削の様子を写した動画は、SEMのTVモードでビデオ信号として出力され、デジタルビデオレコーダに記録される。図8に、単結晶シリコンを材料に、ナノ切削加工を行った様子を、動画から切り出した静止画で示す。図8(a)、(b)は加工を行う前で、カンチレバー全体から、加工が行われる切れ刃先端部へズームアップしている。加工を行う際は、材料側を駆動しているため、図8(c)では、材料表面に付着した切りくずが見えなくなり、うっすらと3本の溝状の加工痕が見られる。図8(d)の5本の溝状の加工痕は、手前側に向かって切れ刃の接触荷重を段階的に増加させて加工したもので、溝の深さがしだいに大きくなっている様子がわかる。切削加工は、カンチレバーの前方(手前)側で行われており、切れ刃のエッジ部で切りくずが

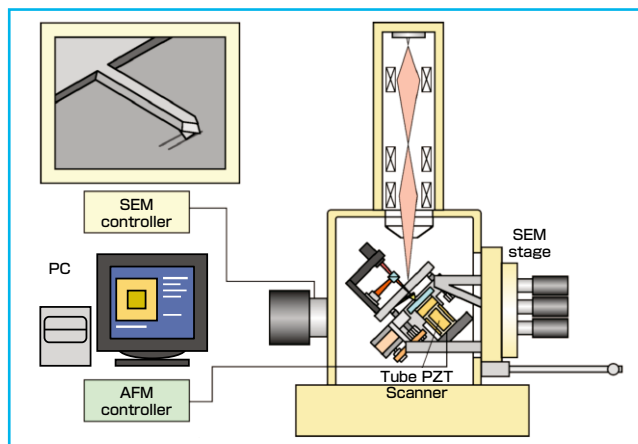


図6 SEM内ナノ切削加工システムの構成

生成している様子が観察される。切り込みの深さは、設定した走査線送り量から約100nmと推測される。図8(f)は、ナノ切削加工後の加工面周辺のSEM観察像である。ナノ切削によって被削材が除去されており、大量の切りくずが周囲に付着している。

これまでの加工後に行ったSEM観察の結果から、ナノスケールの切り込みでも、切りくずの生成を伴う切削加工が行われていることは推測されていたが、この実験で得られた動画はその妥当性を証明し、さらに切れ刃と被削材の接触状態など、新たな情報を取得できた。被削材に用いた単結晶シリコンは、一般に硬い材料と呼ばれ、比較的硬質で、大きなスケールの機械加工では、ガラスのように割れやすい性質をもっている。ナノ切削では、シリコンやガラスのような硬い材料でも、一般の金属材料と同様に延性モード切削が行われていることを確認できた。単結晶シリコンは一般の金属材料よりも硬いことから、このシステムによるナノ機械加工は他の金属材料やガラスなど幅広い材料にも適用できる。

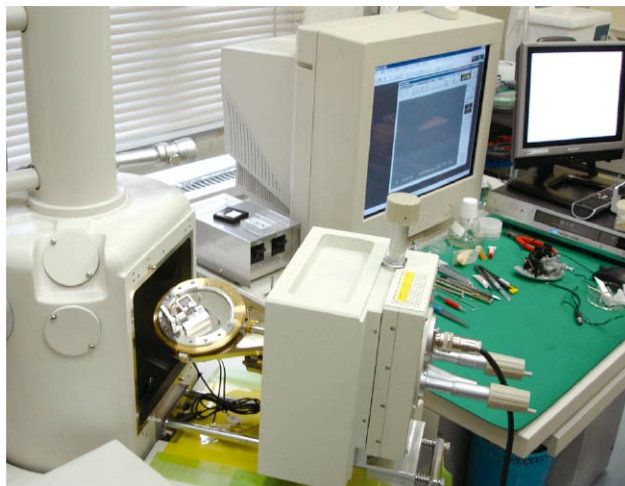
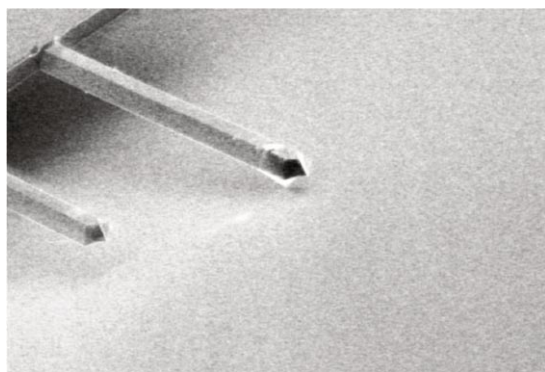
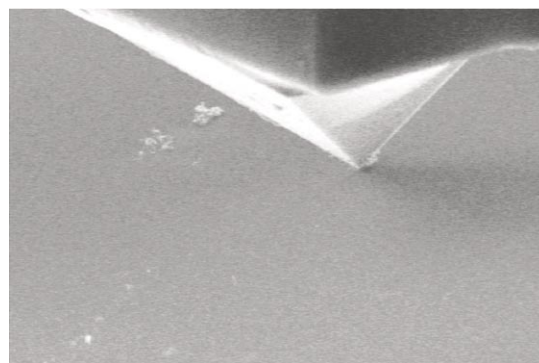


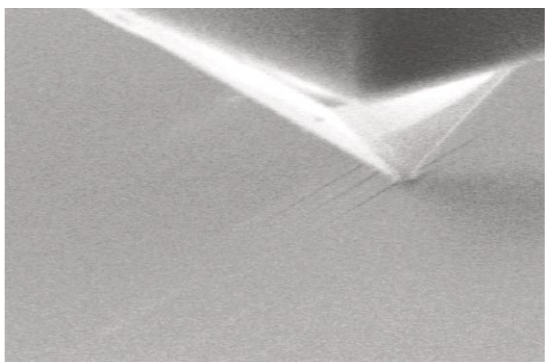
図7 専用設計のSEMステージに搭載されたナノ加工ユニット



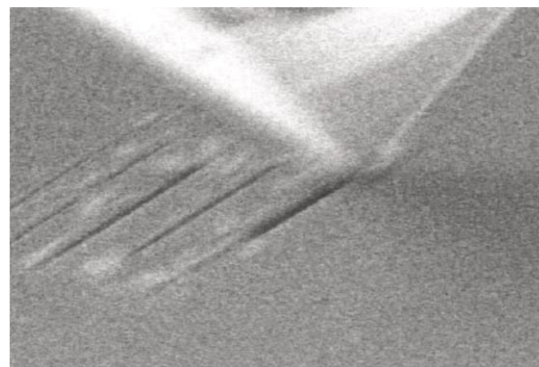
(a) 加工前カンチレバー全体



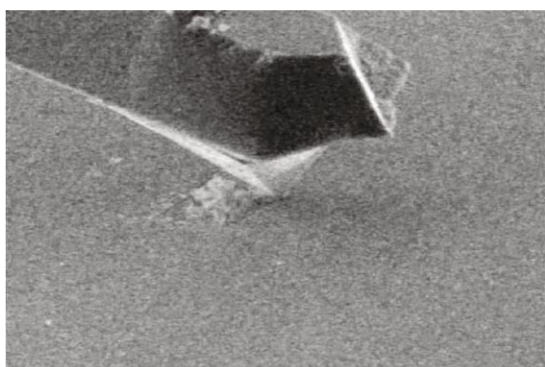
(b) 加工前切れ刃の先端



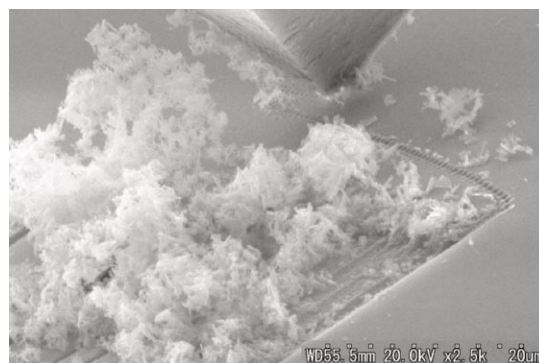
(c) 加工中切れ刃の先端



(d) 加工中粗動 5 段階移動後



(e) 加工終了直後



(f) 加工面の周辺に付着した切りくず

図8 単結晶シリコンのナノ切削加工を行っている様子 ((a) ~ (e) は動画よりキャプチャ、(f) は静止画)

これからの取り組み

「ナノスケール機械加工の直接観測」は、加工のスケールを問わず、機械加工の基礎的メカニズムの究明に有用なデータを生み出すものである。このような学術的な視点は、機械加工の原理を解明するための有力なツールとして期待される。一方で、産業界への応用に目を向けると、ナノ金型の修正加工など、新たな応用技術の開発への展開も期待される。このような実プロセスにおいても、加工の進行過程を把握することは、最適な加工条件の探索を迅速化し、技術開発の加速につながる。今後は、SEM内でのナノ機械加工システムの性能向上を図りながら、学術的な新発見、産業への新応用技術の開発を目指し、引き続きナノスケール切削技術に関する研究開発に取り組んでいく。

参考文献

- 1) D. M. Eigler & E. K. Schweizer: Nature 344 (1990) 524.
- 2) 高野登、ほか：精密工学会誌 70, 11 (2004) 1402.

関連情報

- プレス発表 2006 年 3 月 13 日：「ナノスケール切削加工のリアルタイム観測に成功」

● 問い合わせ先

独立行政法人 産業技術総合研究所

先進製造プロセス研究部門 ファインファクトリ研究グループ

研究員 芦田 極

E-mail: ashida.k@aist.go.jp

〒305-8564 茨城県つくば市並木 1-2-1 つくば東

光ファイバを用いた周波数標準の供給・比較技術の開発

簡便に利用できる普及技術と超高精度な将来技術の追究

発振器の校正を簡易に安価で行うため、光ファイバ通信の同期網を利用した標準の供給技術を開発中である。現在、 1×10^{-12} (1日平均)の周波数安定度(アラン標準偏差という)が得られており、一般の利用者の要求を満たすものである。この技術により、発振器を持ち込まなくても、簡易に校正できるようになる。また、現在、急速に進展している超高安定な原子発振器の周波数比較や供給を可能とする将来技術の開発状況にもふれる。

An economical remote calibration technique is being developed using existing synchronous optical fiber communication networks. The measured frequency stability (the Allan deviation) is 1×10^{-12} for an averaging time of one day. The result shows the method is promising for the simple frequency calibration service. An ultra precise two-way optical fiber frequency transfer method is also under developing for ultra stable future atomic clock comparison.

研究の背景

発振器は、最も普及している水晶発振器から高価なセシウム原子発振器まで多種多様である。これらの発振器の出力周波数を校正するには、通常、校正を実施している機関へ発振器を運び込まなければならない。この器物の運搬という不便を解消するため、われわれは基準周波数を必要とするユーザに対して安価で簡便に標準を供給する技術を開発している。

また、一方で、最先端の超高安定原子発振器は、物理定数の不変性の検証や相対論などの実験的検証といった学術的分野でも用いられており、そこで必要とされる高精度周波数比較についての技術開発も行っている。

周波数標準の簡易供給法

周波数安定度が 10^{-12} オーダーで、低コストに周波数標準の供給を行う方法として光ファイバ通信における従属同期網(電話やインターネット等の信号の多重分離用クロック網)を利用する方法を図1に示す。光通信における従属同期網は、各局のルビジウム原子発振器が主局の高安定セシウム原子発振器に従属して同期する形になっており、これは日本全国に導入されている。ただし、そこで使われる周波数は通信同期網に独自のものであり、周波数の校正を受けたいユーザの発振器の基準周波数信号である10 MHz(あるいは5 MHz)とは異なる。そのため利用者サイドで通信のクロック信号からまず基準信号を生成し、さらにその値

雨宮 正樹 あめみや まさき
amemiya-masaki@aist.go.jp

計測標準研究部門 時間周波数科 周波数システム研究室(つくばセンター)

産総研入所以前は、通信分野において時間、周波数、波長といった標準を利用する側であった。2004年4月から、大嶋新一科長、今江理人室長のもとで周波数標準の維持、供給という業務に従事している。周波数標準における不確かさレベルは、一般的な利用者で 10^{-12} 、また世界最先端の高安定原子発振器では 10^{-15} レベルと突き進んでいる。前者に対しては、より簡易で安価な供給法を、また後者に対しては光ファイバを用いて超高精度な周波数比較と供給ができるよう取り組みたい。

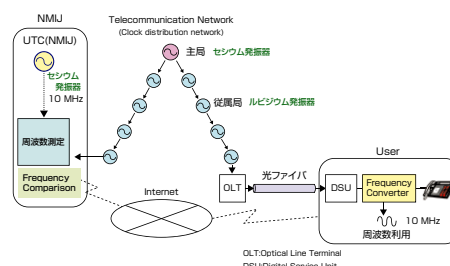
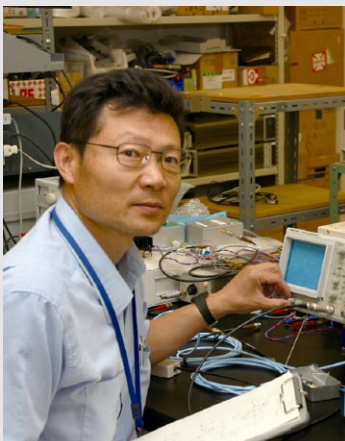


図1 光通信ネットワーク(従属同期網)を利用した簡易周波数標準供給法

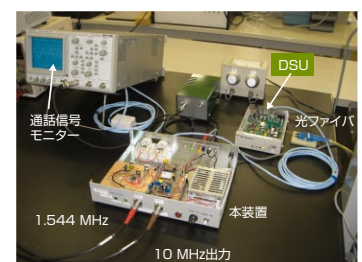


図2 簡易周波数標準供給用の試作装置

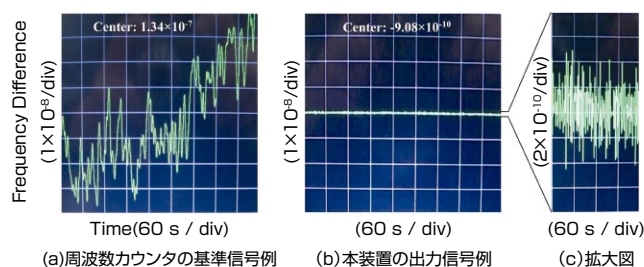


図3 通常の周波数カウンタの内部基準信号とUTC (NMIJ)との周波数差(相対値)の測定例及び本装置の出力信号の測定結果

と当所で設定している国家標準(UTC(NMIJ))の周波数とをインターネットを介して比較することにより校正できるしくみを開発している。

図2は、ユーザ側に設置される開発中の基準信号生成装置である。この装置で得られる10 MHzとUTC(NMIJ)との周波数差(相対値)の測定結果を図3に示す。図3(a)は通常の周波数カウンタのタイムベース(時間軸の基準)になっている内部基準信号(この例では水晶発振器の10 MHz)の一例であるが、時間経過とともに温度変動などの影響により周波数が変化していく。また、このときの周波数値は9.999 986 257 MHz(10秒ゲートで測定)であった。このような10 MHzからの差分はカウンタ表示の不確かさの要因となる。これに対して、この装置の場合(図3(b)(c))、周波数安定度が非常に高いことがわかる。図3(a)のように、低域成分を含む周波数変動の分散は発散することがあるため、周波数標準においては、アラン分散と呼ばれる分散が発振器の安定度評価の尺度として用いられる。図4に平均化時間 τ とアラン分散(ここではその平方根であるアラン標準偏差 σ_y)の測定結果を示す。前述のカウンタの場合(水晶発振器)、 $\sigma_y(\tau)$ は τ の増加とともに増加し、 10^{-8} から 10^{-7} と劣化する。これに対して、この装置の場合、1日平均で $\sigma_y(\tau)$ は 10^{-12} 以下と安定であった。ここで利用した通信のクロック信号と

しては、一次群インターフェースの1.544 MHzを使用した(通信サービス:NTT提供のINS1500を使用)。この結果は、通信網を用いた遠隔校正が可能であることを示している。

超高精度比較技術

世界のトップレベルの一次周波数標準器の周波数の不確かさは $1 \sim 2 \times 10^{-15}$ のものが実現されており、約10年に1桁のペースで精度が高くなっている。究極的な原子泉標準器では、 10^{-16} オーダーの可能性もある。このため、トップレベルの周波数標準器間の比較手段として、より高精度な周波数比較技術が必要となりつつある。そこで産総研では、光ファイバの一心双方向伝送と波長多重双方向光増幅技術の開発を進めている。図5は、100kmの光ファイバを用いた周波数比較実験の結果(システム雑音)を示している。通常では、光ファイバの温度変動による位相変動が発生してアラン標準偏差は劣化する

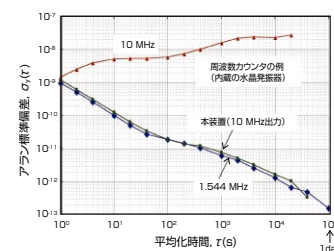


図4 本装置と通常の周波数カウンタの内部基準信号(10MHz)との周波数安定度比較

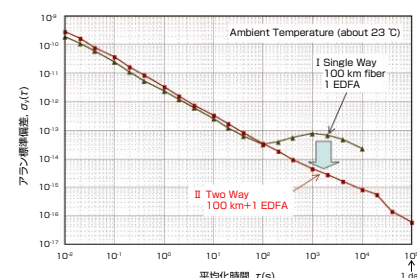


図5 一心双方向光伝送路(100 km)のシステム雑音測定結果

(図5のI:黒線)が、この方法(図5のII:赤線)では 10^{-16} の比較($\tau = 1 \text{ day}$)が可能である。

今後の展開

周波数標準の簡易供給法については、今回の実験結果をさらに発展させ、装置の製品化に向けた技術開発と遠隔校正システムの構築を進め、実用化を目指したい。また、超高精度比較技術については、国際間の原子発振器の比較ができることを最終目標に、長距離化を進めていく予定である。

関連情報:

- 簡易周波数標準供給法の研究は、現在、産総研「地域中小企業支援型研究開発制度」により進めている。
共同研究先: ジオファイブ (Geo 5) (株): <http://www.geo5.co.jp/>
- 今江理人:「日本国外への周波数国家標準の遠隔校正実験」産総研 TODAY Vol.5, No.8, pp.20-21, (2005)
- 雨宮正樹*, 今江理人*, 藤井靖久*, 鈴木智也*, 大嶋新一* (* 産総研) 木原 雅巳 (日本大学) 青柳 慎一*, 滝川 好比郎*, 福田 晴元** (** NTT):「光ファイバネットワークを用いた時間・周波数比較及び供給方法の検討」電気学会研究会資料、計測研究会、IM-06, pp.1-5, (2006)
- 大嶋新一「時間・周波数標準器開発の最近の動向」: 電気学会研究会資料、計測研究会、IM-05, pp.1-4, (2005)

木材から軽油を連続合成する新しいプロセス

経済性の高い可搬型プラントへの可能性

われわれは、木材のガス化、ガスの精製、炭化水素の合成（FT 合成）を同じ圧力の下で行う新しいプロセスを開発し、わが国で初めて、木材から軽油を連続的に合成することに成功した。これは、従来の方法に比べ、ガスの圧縮・再加熱の工程がなく、装置を小型化できるため、木材収集所まで持ち込める低コストな可搬型プラントへの応用が期待できる。

We have succeeded in a continuous synthesis of diesel fuel from woody biomass in laboratory scale. The new process consists of pressurized gasification, gas cleaning with activated carbon at high temperature, and Fischer-Tropsch synthesis. As this process does not have gas compression and reheating process, compact and portable plants are expected. The portable plants are economical since the cost for wood collection can be reduced.

本研究の社会的背景

地球温暖化の抑制と化石燃料の使用量の低減が地球規模で求められている。そのため、化石燃料に代わる再生可能エネルギー源を用いたエネルギー変換技術の開発が注目されている。バイオマスは、再生可能エネルギーの一つであり、厳密には定義されていないが、エネルギー資源の観点からは、「ある一定量が集積した動植物を起源とする有機性資源と、これを起源とする廃棄物の総称（ただし、化石資源を除く）」とすることが多い。バイオマスは木材、建築廃材などの木質系、稲わらなどの草本系、下水汚泥などの糞尿・汚泥系に分類することができる。バイオマスを原料としたエネルギー（バイオエネ

ルギー）の燃焼により排出される二酸化炭素は、光合成によるバイオマスの成長により、吸収・固定化されるため、大気中の二酸化炭素を増加させることはない。特に木質バイオマスは、他のバイオマス種よりも、二酸化炭素の固定量が多い。

軽油は、日本において、年間4000万キロリットル使用されており、われわれが社会生活を営む上で重要である。また、軽油中の硫黄分が自動車排ガス処理用の触媒を被毒することから、サルファーフリー軽油（10ppm以下）の使用が望まれている。木質バイオマスは硫黄含有率がたいへん低いため、クリーンな軽油の合成に適したエネルギー源の一つと考えられる。

花岡 寿明 はなおか としあき
t.hanaoka@aist.go.jp

バイオマス研究センター BTL トータルシステムチーム（中国センター）

これまで担持金属触媒の粒子径制御、カルシウムを用いるバイオマスからの水素製造に携わってきた。現在取り組んでいるガス化を経由するバイオマスからの軽油製造プロセスに、これまでの経験を生かせると考えている。実用的な小型・可搬プラントの建設・運転という目標の達成は容易ではないと考えられるが、自らの専門分野を広げる良い機会と捉え、毎日の業務に取り組んで行きたい。

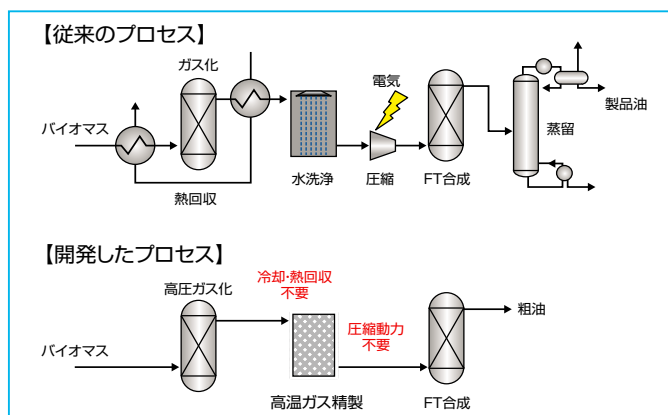
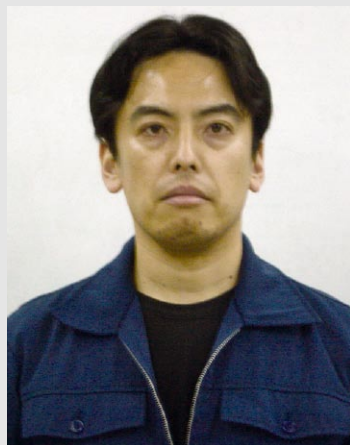


図1 軽油合成プロセス

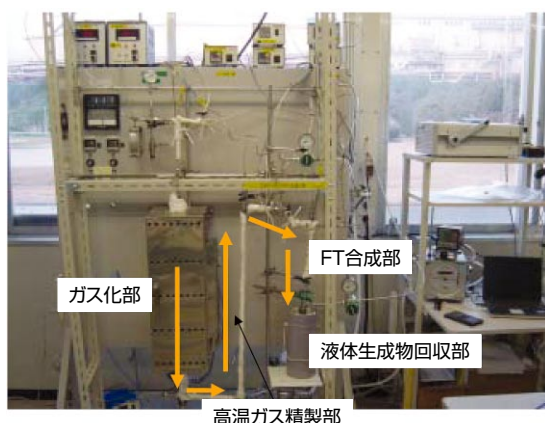


図2 実験室規模の軽油連続合成装置
ベンチ試験装置の1/100規模、3時間運転

このような背景を持ち、木質バイオマスによる軽油合成プロセスの開発が重要視されながらも、木質バイオマスを原料とした変換技術の経済性が上がらない理由の一つに、木材の収集コストが高いことがある。その解決策として、大型プラントへ木材を収集するのではなく、木材の集積所へ持ち込んで利用できる可搬型の小型プラントが有望と考えた。

新しく開発した軽油合成プロセス

木質バイオマスから軽油などの液体燃料を合成するには、ガス化を経由するルートが考えられる(図1)。従来のプロセスでは、木質バイオマスを高温(600～1000℃)でガス化し、室温で水などを用いてガスを精製した後、昇圧および再加熱工程を経て、ガス中の一酸化炭素と水素からFischer-Tropsch (FT) 反応(200～350℃、2～5MPa)により炭化水素を合成し、水素化分解を経て軽油を得る。この方法は、基本的には大規模なプロセスで、小型化するには従来よりもプロセスを単純化する必要があった。

そこで、われわれはガス圧縮・再加熱工程を省略したプロセスを考えた。つまり、ガス化からFT合成工程までを同じ圧力で行うことにし、ガス圧縮

工程を省略した。また、反応温度をガス化温度>ガス精製温度>FT合成温度とすることで、再加熱工程を省略した。なお、高温でのガス精製には水ではなく活性炭を用いた。

軽油連続合成と生成物の分析

図2に実験室規模の軽油連続合成装置を示す。ガス化原料として米松(20g)を用いた。ガス化温度は800～900℃、ガス精製温度は300℃とした。FT合成は担持金属触媒を用い、230℃で行った。ガス化、ガス精製、FT合成という一連の反応を3時間連続で行い、液体生成物回収部内の液体について定性分析を行った。図3に、合成した液体生成物(炭化水素)のガスクロマトグラムを示す。軽油に相当する炭素数10か

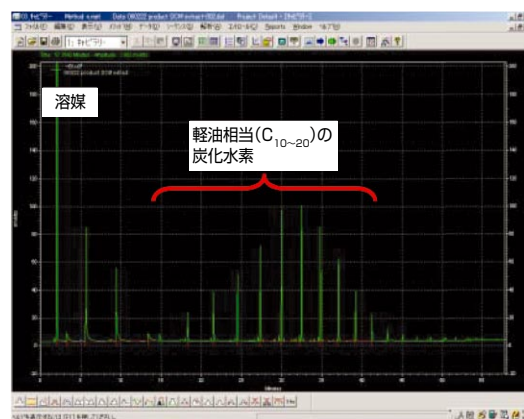


図3 合成した液体生成物(炭化水素)のガスクロマトグラム

ら20の直鎖炭化水素によるピークが観測され、今回開発したプロセスを用いて木質バイオマスから連続的に軽油が合成できることが明らかになった。

今後の予定

今後は、軽油収率の向上のため、各工程について(1) 高压ガス化における一酸化炭素・水素製造技術、(2) 活性炭を用いた高温ガス精製技術、(3) FT合成触媒の高性能化の研究開発を行う。平成19年度には、小型で移動可能なベンチ試験装置(図4:イメージ、1.6リットル/日規模)を製作する予定である。実験と並行して、シミュレーションによるプロセスの最適化も行う予定である。



図4 小型可搬型試験装置のイメージ図

関連情報：

- 特願 2006-023485 「バイオマスからの液体燃料製造装置」(花岡寿明ら)
- プレス発表、平成 18 年 3 月 23 日：木材からディーゼル燃料の連続合成に成功
- 共同研究者：美濃輪智朗、藤本真司、Liu Yanyong、Hu Xiulan、隈部和弘、平田悟史、坂西欣也

地球観測グリッド (GEO Grid) システム

地球観測データの統融合利用

産総研では、地球観測サミットで決定された GEOSS の「10 年実施計画」や総合科学技術会議の「地球観測の推進戦略」に寄与すべく、グリッド技術を用いて、地球観測衛星データの大規模アーカイブを行い、各種観測データベースや GIS (Geographic Information Systems : 地理情報システム) データと統合したサービスを安全かつ高速に提供する GEO Grid を開発している。

In accordance with "Earth Observation Summit/GEOSS 10-Year Implementation Plan", we are developing "GEO Grid" system. The system archives a large scale of earth observing satellite data, unifies disparate earth observation databases and Geographic Information Systems and provides secure service to users.

GEO Grid

GEO Grid とは、Global Earth Observation Grid (地球観測グリッド) の意味で、グリッド技術を用いて、地球観測衛星データの大規模アーカイブを行い、さらに各種観測データベースや GIS (Geographic Information Systems : 地理情報システム) データをユーザが手軽に扱えることを目指したシステムである(図1)。

2006年4月から、グリッド研究センター地球観測グリッドチームでその開発を進めている。また、GEO Gridの利用に関する研究開発については、地質情報研究部門や環境管理技術研究部門などと連携するとともに、国内外の研究機関(宇宙航空研究開発機構・大

学・国立研)とも協力し、推進している。

GEO Grid システムの特長

全地球を対象とした大規模な衛星データに対応した高度処理技術、協力機関とのセキュアな相互運用性、多様なユーザに対するセキュリティの維持が GEO Grid の最大の特長である。さらに、標準的な Web サービス (のインターフェイス) を使用することで、ネットワーク上に分散する各種の地球観測データ (地上観測データや地図情報など) と大規模な衛星データとの融合利用も可能としている。

現在、われわれは、経済産業省が所有している地球観測衛星のデータ (ASTER 画像など) をベースマップ (基本図) として、産総研の持つ地球科学情報 (地質および環

土田 聡 つちだ さとし

s.tsuchida@aist.go.jp

グリッド研究センター 地球観測グリッドチーム (つくばセンター)

これまで、ASTER/TERRA、Hyperion/E01、AVNIR/ADEOS および GLI/ADEOS II 等の地球観測衛星センサのプロジェクトチームに参加、おもにセンサ校正および補正技術の研究に従事する。また、京都議定書に対応した二酸化炭素吸収源にかかる研究の一環として、衛星および地表観測データからの地表面パラメータ抽出およびその高精度化研究にも従事する。2006 年 4 月よりは、グリッド研究センターにおいて、これら地球観測データの統融合利用を可能とする GEO Grid システムの開発に取り組んでいる。

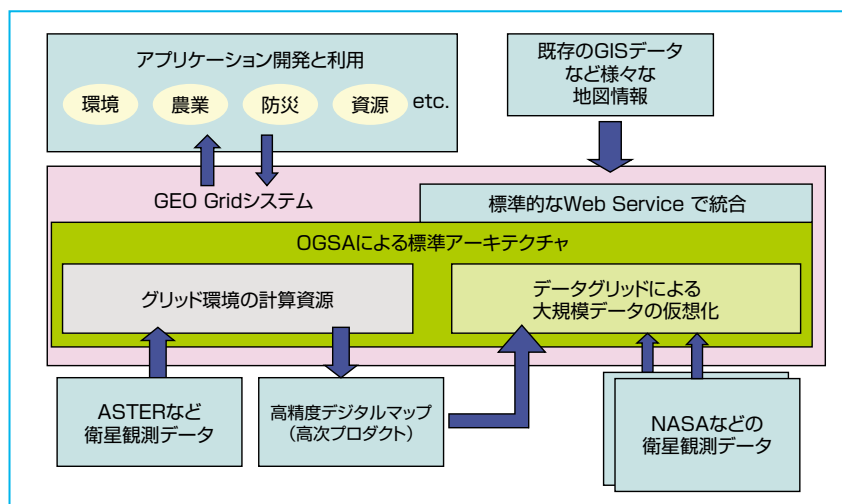


図1 GEO Grid システムの概要

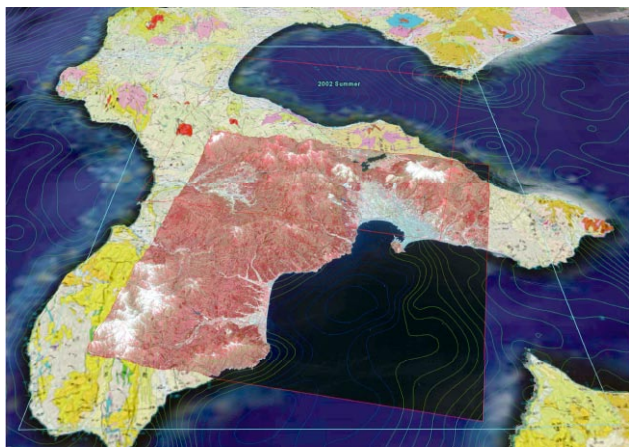


図2 GEO Grid 統合利用例(地質情報・衛星データ)

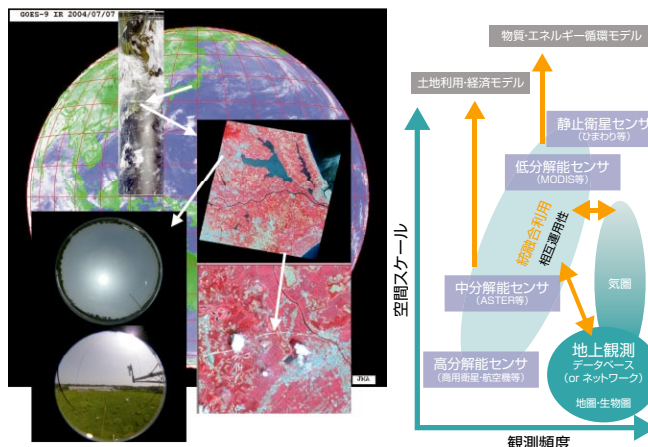


図3 GEO Grid 統合利用例(環境情報・衛星データ)

境)を統合し、国際標準に準拠したグリッド技術によって、以下のようなシステム構築を行っている(図2、3)。

● 高精度なベースマップの生成：ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection radiometer)、PALSAR (Phased Array type L-band Synthetic Aperture Radar) など得られた大規模な衛星のデータに、高度な幾何・放射量・大気(揺らぎやひずみなど)の補正を加える処理を行い、高精度なベースマップを生成する。

● 多様な観測データのマップ化：生成したベースマップや他機関によって分散管理されている観測データ (MODIS: Moderate Resolution Imaging Spectroradiometerなど)を仮想的にひとつにしてマップ化する。

● セキュアな相互運用：グリッドの標準アーキテクチャ OGSA (Open Grid Services Architecture)に準拠。米国GEON(Geosciences Network)などの他機関のシステムとの相互運用を試みる。

● 既存の地図情報との容易な重ね合わせ：標準的なWebサービス(のインターフェイス)を使用して、GISデータ、フィールドセンサーデータ、既存の地図情報と組み合わせることを試みる。

GEO Gridの社会背景と今後の展開

地球規模のエネルギー資源の枯渇や環境変動が大きな問題となり、地球に関するデータが産業技術とも密接な関係を持つようになってきた。この問題に対し、地球観測サミット第1～3回において、全球地球観測システムGEOSS (Global Earth Observation System of Systems)の「10年実施計画」が国際的な枠組みとして決定され、また、国内では総合科学技術会議が、今後10年を見通した「地球観測の推進戦略」を策定し、包括的な地球観測への取り組みが期待されている。

この「地球観測の推進戦略」における基本戦略のひとつに「利用ニーズ主導の統合された地球観測システムの構築」があり、また、GEOSSのSystem of Systemsとは、集中管理型ではなく相互運用性をもつ自律分散協調システムを意味し、多様で分散された大規模なデータから利用ニーズに即した情報を提供できるシステムが望まれている。GEO Gridは、これらを具体化するものといえる。

一方、昨今の衛星画像のポータルサイ

トの利用からみると、地球観測衛星のデータは社会基盤(空間情報基盤)としての新たな価値(ビジネスモデル)が期待されており、その視点からも、GEO Gridの研究開発が重要と考えている。

今後、地球観測において国内外の関係機関と協力しつつ、次世代の地球観測衛星をも視野に入れた、地球環境保全・地球資源探査・自然災害軽減・危機管理など地球規模の社会的問題の解決に貢献することを目指しながら、都市情報、地理情報、社会ニュースなどと組み合わせた新たな情報サービスを支援するため、GEO Gridの研究開発を進めていきたい。

関連情報：

- 共同研究者：中村良介・山本直孝・山本浩万(グリッド研究センター)・岩崎晃(東京大学)・松永恒雄・岩男弘毅(国立環境研究所)・西田顕郎(筑波大学)
- この研究の一部は、産総研における「グリッドによる高精度画像補正システム構築の研究」および「二酸化炭素収支のモデルによる予測のための情報基盤整備」の一環として行われている。

非接触法で簡便に固体材料の弾性係数を導出する 液浸式超音波シングアラウンド測定装置

特許 第3733429号 (出願2003.9)

目的と効果

様々な機械設計や土木建築設計の分野では、そこで利用する固体材料の弾性係数が、基本的に重要な力学的特性になっています。しかし、弾性係数を測定する簡便な装置は見当たらず、固体材料の弾性係数データを求めるのはなかなか面倒です。この測定装置を用いれば、固体材料の弾性係数を容易に導出できます。そして固体材料の使用に関して、機械設計や土木建築設計を、一層合理的に行うことが期待できます。

[適用分野]

- 材料計測

技術の概要、特徴

この測定装置は、液体と固体の境界面で生じる超音波の屈折と反射を利用したものです。一般に液体中では疎密波が、固体中では疎密波とせん断波が伝搬します。そして固体中の疎密波は液体中の疎密波より速く伝搬します。そのため、液体から固体へ超音波が入射する際に、その入射角を零度から次第に増加させると、固体中の疎密波に対する臨界角が現れて、疎密波は固体中には伝搬しない現象が生じます。一方で、固体中のせん断波は、固体中の疎密波に比べて遅く伝搬します。そのため、液体から固体への超音波の入射角が、固体中の疎密波に対する臨界角に達していても、固体中にはせん断波が伝搬します。この超音波の特性を利用したこの装置では、液体中から固体中への超音波入射角を適切に選択し、固体材料中の疎密波速度とせん断波速度を、同一のシングアラウンド測定装置を用いて非接触法で測定します。さらに固体材料の密度を求めて、固体材料の弾性係数を導出します。

発明者からのメッセージ

引っ張り試験機はなかなか難しい装置だと思います。また、超音波を利用した装置であっても、振動子を測定試料に押し付けたり、接着したりするのは面倒な作業です。この装置が普及して設計現場で広く利用されることを願っています。

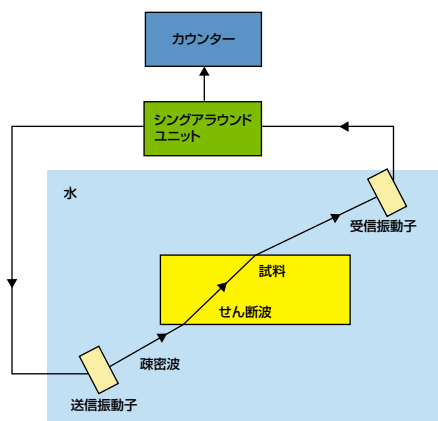


図1 液浸式超音波シングアラウンド測定装置のブロック図

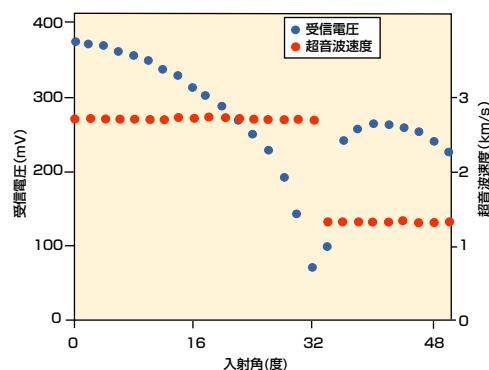


図2 アクリルを試料とする測定例

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/>

鉛を含んだガラスからの新しい鉛分離法 ブラウン管等の省エネルギーへ

特許 第3663434号 (出願2001.5)

目的と効果

鉛ガラスはブラウン管ディスプレイ等に広く利用されてきましたが、有害な鉛イオンを含むため、近年その廃棄処理が問題となっています。私たちは、高温高压のアルコールで鉛ガラスを処理することによって、鉛成分がガラスの表面に還元されて濃縮された状態となることを見いだしました。これを利用した新しい分離法を使えば、ガラスを溶融する一般的な処理法より低温での処理が可能であり、新規な省エネルギー型処理プロセスとなることが期待されます。

[適用分野]

- 鉛を含むガラスの無害化処理および有効利用

技術の概要、特徴

近年液晶テレビやディスプレイ等の普及に伴って、鉛ガラスを多用するブラウン管の廃棄量が大幅に増大し、その処理が問題化しています。鉛ガラスから鉛を分離する方法として、溶融後に還元する方法が主に検討されていますが、一般的には1200℃以上の高温が必要であり、多量のエネルギーを消費します。

この新しい技術は、ディスプレイ等に使われる高品質ガラスの材料リサイクルを検討した過程で見いだされたものです。280℃、10MPaのメタノールで鉛ガラスの粉末を処理すると、粉末の表面に金属鉛が濃縮されることを確認しました(図1)。液相のメタノールからは鉛成分は検出されず、有害な鉛成分が固相表面に止まっていることも特長です。なお濃縮された鉛は酸での洗浄等により溶出させることができます。

高温高压のアルコールは、シリカを含む金属酸化物と反応して、アルコールに可溶な金属アルコキシドを生成しますが、この反応と、メタノールの還元作用により、ガラス内部から鉛成分が移動し、還元されて表面に析出したものと思われます。

発明者からのメッセージ

副次的に見いだされた技術であるため、詳細な検討は十分にできてはいませんが、省エネルギー型の鉛除去プロセス、あるいは材料リサイクルの手法としてユニークな技術であると考えています。

この技術に関する共同研究、技術指導等が可能です。



図1 鉛ガラス粉末(左)を280℃、10MPaの高温高压メタノールで6時間処理した後の状態(右)

高精度な歯車測定をめざして

歯車測定機の精度評価方法に関する規格化

歯車測定機の現状

歯車は、動力伝達を行う重要な機械要素として自動車・航空機など様々なものに組み込まれている。近年では、製品の高品質化に伴い、歯車により発生する振動や騒音削減が求められてきた。そのためには、より高精度な歯形（インボリュート）を持つ歯車が必要であり、その歯形の精度を保証するためには高精度な歯車形状測定が求められる。インボリュートとは、円のまわりに糸を巻きつけ、その端を持って糸を巻きほどく際に糸の端が描く曲線であり（図1）、同じ形をした歯車同士は円滑に噛みあうことができる。表1に

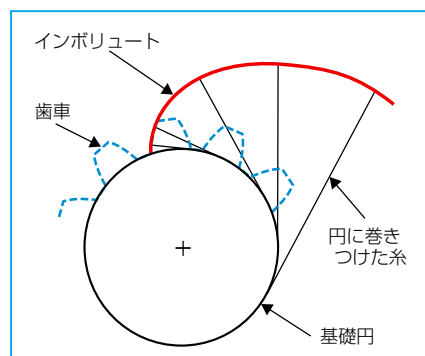


図1 歯形としてのインボリュート

ISO 1328-1、JIS B 1702-1で規格化されている歯車の精度等級例を示す。この表の歯形誤差1 μm である0級の歯車を保証するためには、その10分の1の0.1 μm 程度の測定の不確かさで測定を行う必要がある。しかし、これまで、一般的に歯車測定機と呼ばれる測定機では、せいぜい1 μm 程度の測定の不確かさしか保証できず、0級の精度保証は不可能であり、将来の校正技術の進歩を待っているような規格であった。歯形測定の精度が得られなかった理由は、基準となる歯車標準がなかったからである。例えば、現在、日本で歯車測定のマスター歯車のほとんどは、ドイツ物理工学研究所(PTB)で値付けされたものが使用されているが、その不確かさは、0.6 μm 程度である。そのマスター歯車を用いて評価した歯車測定機では、1 μm 程度の精度でしか測定ができない。これまでのマスター歯車

表1 歯車精度等級の例
(歯数 50、基準円直径 100 mm)

精度等級	0	1	2	3	4
全歯形誤差 [μm]	1.0	1.5	2.1	2.9	4.1

は、通常製造される歯車と同様な形状をしているため、高精度な校正が困難であった。そこで、産総研では、新しいマスターゲージとなりうる単純な幾何形状である球と平面からなるダブルボールアーティファクト(以下DBA)という歯形基準を開発し、より高精度な歯車測定機評価を可能とした。

歯車測定機評価ゲージ

今回の研究では、0.1 μm 程度の不確かさで歯車測定機の評価を可能とするDBAを開発し、その値付け(校正)手法ならびにそのゲージを用いた歯車測定機評価手法を確立した。図2に開発したゲージを示す。直径25.4 mmの2個のベアリング球を厚さ30 mm、直径130 mmの低熱膨張ガラス上に取り付けただけのものである。中央に配置された球は、ガラス上面に垂直な軸心を決定するために用いられ、もう一方の球は、歯形の基準に用いられる。球を基準とした理由は、加工が容易で高精度な形状の製品が入手しやすく、球の直径、形状は、国家標準にトレーサブルな校正ができるためである。

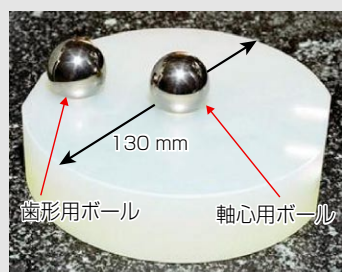


図2 ダブルボールアーティファクトの外観(上)とその原理図(右)

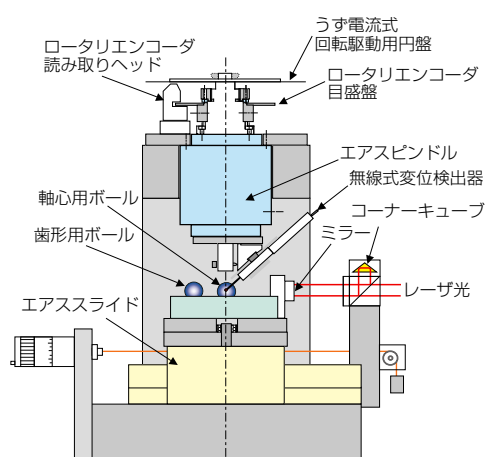
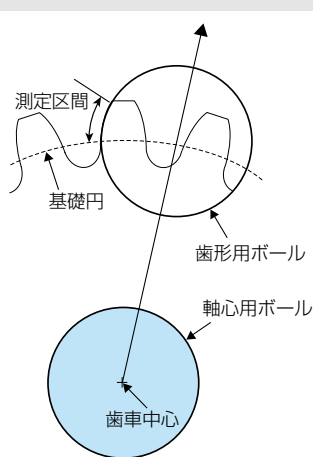


図3 球中心間距離測定装置

評価ゲージの校正および歯車測定機評価への適用

DBAを歯形基準として用いる場合、必要となるパラメータは、歯形の基準となる球の半径と形状誤差および2個の球の中心間距離である。なかでも球の中心間距離は、形状に最も影響を及ぼす量であり、高精度な測定が要求される。産総研では、中心間距離を高精度に測定する装置（図3）を開発した。この装置により、球の中心間距離（44 mmの場合）は、0.02 μm の不確かさで決定できる。

図4は、歯車測定機にDBAを載せ、実際に装置を評価している様子である。歯車測定機でDBAを測定すると、インボリュート歯形とボール断面円との間に差があるため、図5のような「らくだこぶ曲線」が検出される。インボリュート歯形とボール断面円との形状偏差は、計算により算出できるため、その差を理論的に求めることが可能である。その理論曲線と実測された「らくだこぶ曲線」との差を算出することにより、歯車測定機の精度を0.1 μm 程度で評価することが可能となる。

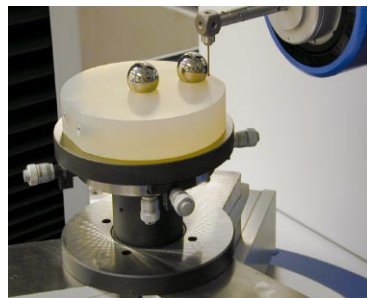


図4 DBAを歯車測定機で測定している様子

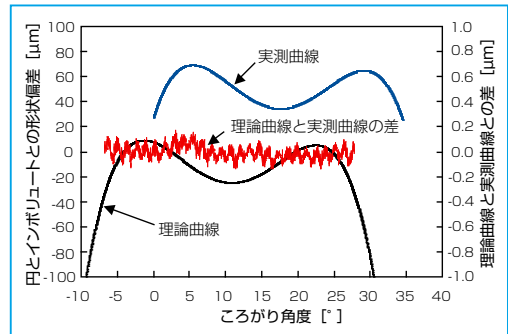


図5 らくだこぶ曲線の例
(図4の測定結果ではない)

ISOへの反映およびJIS規格化

歯車に関する国際規格はISO/TC60にて審議されている。産総研がDBAを開発する以前に、アメリカより円筒を使用したゲージによる歯車測定機の校正手法がISO/TC60に提案され、審議されていた。高精度な形状作成が難しい円筒によるゲージは、球を使用した産総研提案のゲージに比べ校正精度が劣ると考えられたため、2003年秋に（社）歯車工業会よりISO/TC60/WG2に働きかけ、産総研が提案するDBAを用いた歯車測定機の校正手法をISO/TR 10064-5に採用するよう提案を行った。その結果、日本案の計算式およびDBAもISO/TR 10064-5の付属書に採用されることとなり、2005年4月ISO/TR 10064-5が発行された。

国内の歯車測定に関する有識者を集め、2004年度DBAによる歯車測定機の校正方法に関するJIS原案作成委員会を3回開催し、JIS原案をまとめた。まもなく、日本工業標準調査会(JISC)にて審議され発行される予定である。

今後の期待

単純な幾何形状である球と平面から構成されるDBAを開発することにより、歯車測定機の精度評価をより高精度に行うことが可能となった。これは、日本の高い歯車製造技術を定量化し、最近力をつけてきている他のアジア諸国の生産品との差別化を図ることを可能にする。また、この手法は、どの国でも容易に使えることから、国際的に普及し、世界共通の標準になる可能性を持っている。今後は、普及活動に力を入れていく必要がある。

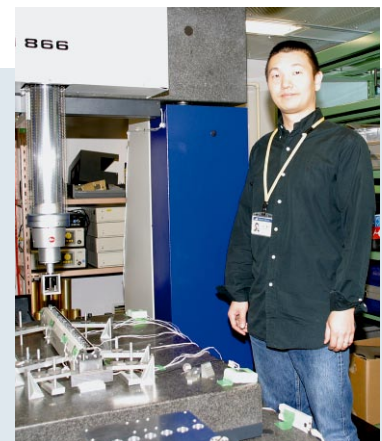
なお、ここで紹介した研究活動および規格作成活動は、経済産業省基準認証研究開発事業「歯車のナノレベル形状評価のための計測器の校正原器およびその原器に基づく校正方法の研究とその標準化」（平成14～16年度）にて行われたものである。

計測標準研究部門（つくばセンター）

大澤 尊光

E-mail : sonko.osawa@aist.go.jp

三次元座標測定の標準に関する研究、真直度等幾何偏差の標準・歯車測定に関する研究など幾何学量に関する研究に従事してきた。現在は、非接触三次元座標測定の標準化等について研究を行っている。



電力計校正システム

高い信頼性と多様化する電力需要への対応

電力標準

数ある計量標準の中でも電力の標準は一般の方にもっともなじみの深いもののひとつである。各家庭に積算電力計が設置され、その指示値を基に電気料金が計算されるのだから、その値がどれだけ正確かを調べるための仕組みをもつことがいかに重要であるかを説くのに多くの労力は要しないだろう。しかしその一方で、計量標準の世界に身をおく者にとって、電力は時として末端に近い標準のひとつとして捉えられる。それは電力（ここでいう電力とは低周波における有効電力である）が電圧と電流それぞれの実効値と力率の積で表される組み立て量であり、他の多くの標準を基に成り立つ標準だからである。ほかにも例えば、100ボルトの電圧や数十ワットの電力は普通の「サイズ」だと認識されているが、精密計測を行う側からするとこれらはかなり大きな数値であるというように、見る人によって電力に対するイメージは大きく異なっている。

一方で、省エネルギー化というこれ

からの社会に必須の課題を受けて、家庭用電気製品に多く実装されるインバータ回路やいわゆる省エネモードなどにおいて次々と新しい技術が生まれ、電力の使用形態は多様化してきている。もちろん電力の標準供給もそれに合わせて様々なニーズに応える必要がある。古くて新しく、末端でいて先端というのが電力標準の現状であるといえる。

NMIJにおける電力標準

産総研計量標準総合センター(NMIJ)では平成17年度末に新たに電力計の校正を実施すべく電力標準を立ち上げ、その供給を開始した。この立ち上げにはプロジェクトの開始からおおよそ5年もの歳月を要したが、電力標準システムの設計コンセプトは開発当初より明確であった。それは、システムを構成する個々の電気標準をできるだけ国家標準からダイレクトに供給されるようにし、それ以外で測定の不確かさに影響を与える事物を導入しないようにする、ということである。このような設

計コンセプトの下、商用周波数（45～65Hz）において、拡張不確かさおよそ16ppm（ $\mu\text{W}/\text{VA}$ ）をもつ電力計を校正するシステムが完成した（図1）。また、今後その校正周波数範囲を順次拡張する予定である。

電力計校正システム

先に述べたように、（有効）電力とは電圧と電流と力率の積である（図2）。一般的に電力計の校正を行うためのシステムは、これらの値が任意に設定できる電圧電流源を用意し、その出力を被校正電力計と参照用電力計に等しく印加することができるよう構成されている（図3a）。このとき、参照用電力計が上位の校正機関によって校正されていることがトレーサビリティを確保する上で重要であるが、国家計量標準機関などのように上位の校正機関が存在しない場合は、このシステムを有する機関が自ら参照用電力計の評価を行わなければならない。具体的には、印加される電圧と電流の実効値を測定することと、力率、すなわち、電圧と電流の間の位相角を測定することが必要となる。当然ながらこれらの測定にはそれぞれの量の標準に対するトレーサビリティが要求されるが、位相角については直接結びつけられる国家標準が存在しないため、それを確保することが容易ではない。

電力ブリッジ

この問題を回避するため、NMIJで開発された電力計校正システムでは、互いに直交する二つの電流源を用意して、それらを合成した後、被校正電力計に印加する構造をとっている（図



図1 開発された電力計校正システム

システムを構成する個々の装置に対して、6つの基本的な電気量が国家標準からダイレクトに供給されている。

図2 電圧 U [V]、電流 I [A] およびその間の位相角 ϕ と電力の関係

電圧と電流の間の位相が近いほど有効電力として取り出せる効率が高い。その効率のことを力率といい、一般的に $\cos \phi$ で表される。

電圧と電流の間の位相角	— 電圧 U [V] — 電流 I [A]	有効電力 [W]	無効電力 [VA]	皮相電力 [var]	力率
0°		UI	0	UI	1
90°		0	UI		0
ϕ		$UI \cos \phi$	$UI \sin \phi$		$\cos \phi$

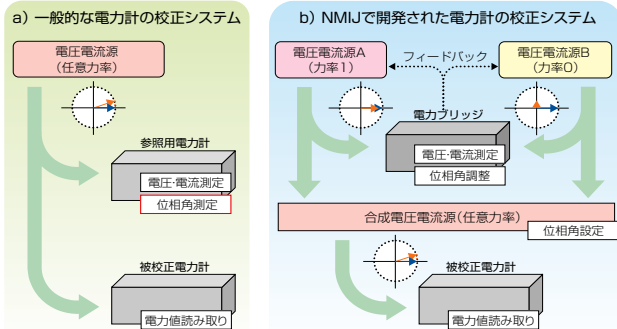


図3 一般的な校正システムと比べた NMIJ の電力計校正システム概念図

トレーサビリティを確保することが困難な「位相角測定」を回避するため、力率 1 と 0 の電源を用意し、適当な比率で合成することで任意の位相角を設定できる。

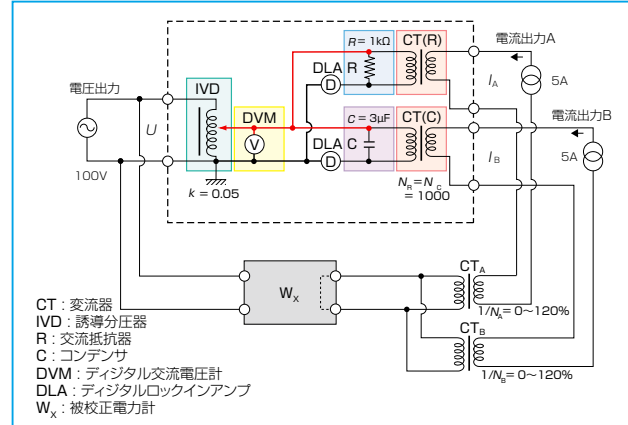


図4 開発された電力計校正システムの回路図
点線で囲われた部分が電力ブリッジを構成している。

3b)。その中核となる装置が電力ブリッジである。回路図（図4）が示すとおり、この装置は交流抵抗器 (R) とコンデンサ (C) を橋渡し (ブリッジ) として電圧と電流の間の位相角と振幅の比較測定を行い、その結果を電圧電流源にフィードバックしている。一方で、二つの電圧電流源の出力は任意の比率で合成され、校正に必要な位相角を自由に設定できる。このようにして、精度を得ることが難しい位相角の測定は電力ブリッジ内での電圧の比較へ、そしてその標準はトレーサビリティが求め

やすいコンデンサの損失角の標準へとそれぞれ置き換えられるのである。

標準開発の今後

システムを構成する個々の電気標準をできるだけ国家標準からダイレクトに供給されるようにするという設計コンセプトの意図するところは、不確かさを低減して、信頼性を高くすることだけではない。今後ますます多様化するであろう電力需要に対応するため、拡張が容易なシステムを構築するための指針をも与えるものであ

る。例えばそれは、インバータやひずみ波電力に対応するための周波数の広帯域化であり、待機電力を測定するための広い電流範囲におけるリニアリティの確保である。そういう意味では、NMIJ の電力標準の開発はまだ第一歩を踏み出したばかりである。産業技術がより高度な標準を求め、標準開発が産業技術を押し上げるという図式は、電力の標準も他の標準と何ら変わるところがないのである。

参考文献

高橋邦彦：交流電流比標準，産総研 TODAY Vol.5, No.4, p38-p39 (2005)

計測標準研究部門（つくばセンター）

福山 康弘

E-mail : y.fukuyama@aist.go.jp

計量研究所に入所後、原子泉方式一次標準器や遠隔校正システムの開発など時間周波数分野の研究を経て、2005年4月より現在の部署で電力標準の開発を担当する。分野も違えば文化さえも違う環境に移って1年あまり。標準の世界を違った角度から見るという機会に恵まれたことで、仕事の幅が広がったという妄想が芽生える。電力標準の仕事は幅広い見識と物事を多角的に捉える柔軟性が必要であると感じ、自分が適任者であるとまで妄想が増大中。



産総研と九州大学が連携・協力に関する協定を締結

産総研と九州大学は、5月23日に相互の連携・協力に関する協定を締結しました。これは研究開発及び人材育成などに係わる相互協力が可能なすべての分野において、互恵の精神に基づいた具体的な連携・協力を効果的に実施することによって、我が国の学術及び産業技術の振興に寄与することを目的としたものです。この協定に基づいて、両者は相互の研究開発能力及び人材等を活かして先端・基礎分野の共同研究とその応用研究、新事業の創出、国際的に活躍できる研究者の育成等、総合力を遺憾なく発揮することにより、我が国の学術及び産業技術の飛躍的な発展に貢献することを目指します。

具体的な研究開発としては、エネルギー分野において水素社会実現のための水素材料研究を第一歩として、学術及び産業技術の振興に寄与する各分野において共同で取り組みを行なっていきます。また、人材育成については、産業界の即戦力となる次世代の研究者や技術者の育成を行っていきます。

産総研と九州大との間では、これまで、主としてエネルギー、標準・計測、ナノテクノロジー・材料、ライフサイエンスなどの先端・基礎分野における研究協力を実施してきま

した。人材育成についても、大学院総合理工学府と連携大学院の制度により、若手研究者や技術者の育成と学生に対する教育を推進してきました。

今回、協定の締結により、全国に展開する産総研の研究組織と九州大の全学組織の相互協力がより一層促進され、両者間の研究協力による新たな産学官連携や、地域の技術的特性を踏まえた世界最高水準の共同研究開発が行われることになります。これにより、新事業の創出と地域産業の活性化へ貢献できることを期待しています。



化学・バイオつくば賞を受賞

5月26日に、第14回化学・バイオつくば賞の表彰式および記念講演会が産総研を会場として開催されました。この表彰は、化学及びバイオ関連分野において、独創的な研究を行い、産業の発展に寄与した研究者を対象として、財団法人化学・バイオつくば財団が主催しているものです。

今年度の受賞は2テーマでしたが、そのうちのひとつ「ポリカーボネートの環境調和型製造触媒の開発」では、その研究開発を中心となって進めてきた産総研環境化学技術研究部門の竹内和彦総括研究員、杉山順一研究グループ長、長畑律子

研究員、東京工業大学の奥山健一氏、上田充氏の5名が受賞しました。

耐熱性や機械的強度、透明性等に優れたポリカーボネートは、これまで猛毒のホスゲン为原料とする方法やエネルギー効率の低い方法で製造されてきましたが、ホスゲンの代わりに一酸化炭素为原料とすることによる安全で新しい省エネ製造法について研究し、高性能触媒を開発することによって高い分子量をもつポリマーを一段で合成することに世界で初めて成功したことが評価されたものです。



共同研究者と共に受賞をよるこぶ、産総研の竹内氏（左から5番目）、杉山氏（左から4番目）、長畑氏（左から2番目）

衆議院経済産業委員会一行のご視察

6月7日、衆議院経済産業委員会一行13名(委員長:石田祝稔衆議院議員)が、経済産業等の実情調査のためつくば市を来訪され、産総研他1カ所の研究機関を視察されました。

吉川理事長による歓迎の挨拶に続

き、小玉副理事長より産総研の概要説明がありました。

「アザラシ型メンタルコミットロボット パロ」を実際に触れ、その癒し効果を体感していただいた後、「書籍片づけロボット」「スキルアシスト」

「ヒューマノイドロボット」とロボット技術を中心に視察していただきました。

石田委員長をはじめとする委員の方々との質疑応答があり、産総研についての理解を深めていただきました。



韓国生産技術研究院(KITECH)院長が来訪

6月2日、韓国生産技術研究院(Korea Institute of Industrial Technology, KITECH) 院長 Dr. Key Hyup Kimが、二人の首席研究員とともに、産総研つくばセンターを訪問されました。院長一行らは、小玉つくばセンター長、五十嵐研究コーディネータほかにご挨拶を交わされた後、小玉つくばセンター長の概要説明を受けられました。

Kim院長はたいへん興味を持たれた様子で、概要説明の間も積極的に質問とコメントをなされました。また最後に、Kim院長はKITECHの概要説明もされました。韓国産業資源部傘下の

国立研究所で、中小企業のための産業技術開発を使命とし、規模としては産総研の約4分の1、韓国各地に拠点があるとのこと。KITECHも本格研究スキームに現れる「悪夢」のところをど



小玉つくばセンター長(左)、Kim院長(中央)、五十嵐コーディネータ(右)

う乗り越えるかに問題意識を持っておられるとのこと、問題の解決にAIST-KITECHの協力を望んでおられ、小玉つくばセンター長、五十嵐研究コーディネータにはぜひKITECHを訪問してほしい旨の言葉を残されました。

その後院長一行は、共同研究を実施する予定である先進製造プロセス研究部門のネットワークMEMSグループおよびインプリント製造技術グループのMEMS関連研究施設を視察されました。

英国ジャーナリストがつくばセンターを来訪

タイムズ紙総括論説委員のAnatole Kaletsky氏をはじめとする6名の英国ジャーナリストの方々が、6月7日、つくばセンターを訪れました。



小野理事、山崎理事によって、日本の技術政策における産総研の位置づけと組織・活動全般の説明がなされ、その後、産総研の研究現場の一例として、知能システム研究部門のヒューマノイドロボットをご覧いただきました。日本のロボットテクノロジーには大変興味を持たれたようで、説明にあたった比留川副部門長にも盛んに質問がとんでいました。



渡海議員、宇野議員がつくばセンターをご視察

5月29日、科学技術創造立国推進調査会の渡海紀三朗議員と宇野治議員が、産総研つくばセンターをご視察されました。吉川理事長、小玉副理事長による産総研の概要説明に続き、研究現場のご視察をなさいました。

知能システム研究部門では平井研究部門長らによる説明に加え「ヒューマノイドロボット」のデモをご覧いただき、人間福祉医工学研究部門では赤松

研究部門長の説明とともにドライビングシュミレータをご体験いただきました。短い時間のご視察ではありましたが、最先端の研究成果の一部をご覧いただけたと思います。



「ナノテクノロジーの展開に向けた極微スケール標準物質と評価技術」 第2回国際シンポジウムを開催



一村シンポジウムチェアによるオープニングアドレスの様子

5月25日と26日、秋葉原コンベンションホールを会場として「ナノテクノロジーの展開に向けた極微スケール標準物質と評価技術」第2回国際シンポジウムが産総研の主催、新エネルギー・産業技術総合開発機構の共催により開催されました。

ナノテクノロジーの推進・展開には、個々の要素技術の開発とその統合化とともに、統合化に際しての共通基盤の醸成が不可欠であり、極微スケールの標準物質開発及びそれを基盤としたナノ計測技術は、技術分野を超えて極微スケールの構造・機能制御にかかわる研究開発を支える基盤であることから、国内外の高い関心を集めています。

このシンポジウムは、極微スケール標準物質開発とその提供・利用の現状、及び標準物質等を基盤とするナノ計測技術の現状とその応用を展望するとともに、これらを基に今後のナノテクノ

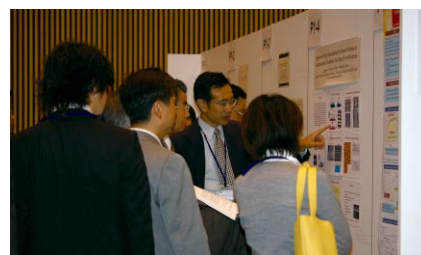
ロジー研究開発ニーズを俯瞰し、研究開発を支えるべき評価技術、標準物質の開発トレンドを明らかにすることを目標としています。第2回目となる今回は、2件の基調講演と16件の招待講演、64件のポスター発表が行われ、アメリカ、ヨーロッパ、アジア13カ国から246名の参加を得て、活発な意見交換が行われました。

講演1日目には、近年ナノ物質・構造体の計測法の標準化に関する社会的な関心が極めて高まっていることを受け、ナノテクノロジー分野における標準化に関するセッションが新たに設けられました。昨年度から活動を開始したISO/TC299（ナノテクノロジー標準化）の国際議長であるP.Hatto博士による基調講演の後、最新の国際標準化活動、各国における具体事例の紹介および討議が行われました。既に台湾ではナノテクノロジー応用製品に「ナノマーク」を付与する試みが開始されており、付与基準を判断する上でナノ計測技術の標準化の重要性が指摘されていた点が印象的でした。

講演2日目には大阪工業大学の志水隆一教授による基調講演が行われ、電子-固体相互作用に関する基礎科学的な検討や新しい計測装置開発の試みがナノテクノロジー分野における国際

標準化活動に繋がってきた歴史的な経緯が説明されました。また球面収差が無いことで高い解像度を誇る透過型電子顕微鏡開発の現状と展望が紹介されました。続いて様々なナノ構造やナノ薄膜の計測に関する豊富な応用例を含む最先端の成果が、計算機シミュレーション技術開発や実験装置開発の立場から紹介がありました。講演の最後には国内外5名のパネリストを迎え「How can SMAM serve for Nanotechnologies」と題したパネルディスカッションが企画され、各国立標準研究所におけるナノテクノロジー関連標準の整備状況および展望についてニーズをふまえた活発な討議が行われました。

なお、このシンポジウムにおける発表内容はProceedingsの形で出版される他、一部の論文は、“Measurement Science and Technology”誌に特集記事として掲載される予定です。



活発な情報交換の場となったポスターセッション

第5回産学官連携推進会議に参加

6月10日・11日の両日、京都国際会館で内閣府等の主催による産学官連携推進会議が開催されました。例年産学官の各界から関係者が多く集まるこの会議には今年も約3,500名が集い、国内最大の産学官連携関連の会議としてすっかり定着している様子が見られました。

今年からキャッチフレーズに「イノベーション加速に総力結集」と銘打った同会議の分科会報告の中で、インターンシップの期間延長など人材交流の充実と、大学等の成果の海外企業への積極的な発信など国際展開の重要性が指摘されました。また、今回から新たに

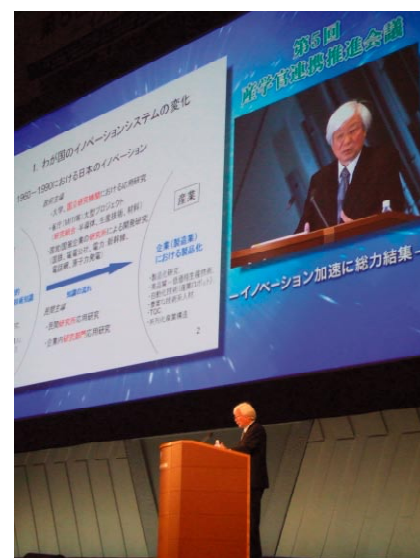


メインホール前ブースの様子

設置された分科会「データから見る産学官連携の現状と課題」では、イノベーションの評価指標構築の必要性が議論され、イノベーションハブの構築を標榜する産総研としても、今後こうした議論を積極的に展開していくことが期待されているといえます。

2日目の特別講演では産総研の吉川理事長が、高度成長時代に大学と産業の間をつなぐ役割を中心的に担っていた政府・民間主導の研究開発プロジェクトが90年代以降はほとんど見られなくなったことを指摘し、悪夢の時代を乗り越えるための新しい「学独産連携」によるイノベーションの創出を提唱しました。

また、同会場では産総研のブースが2箇所に出展され、ヨーロッパでドキュメンタリー映画が製作されるなどいまや世界的にも認知されている製品となったメンタルコミットロボット「パロ」や、地域中小企業支援型研究開発事



吉川理事長による特別講演の様様

業によって実用化された製品である「リアルタイム全焦点顕微鏡Focuscope」や「尿量モニターりりん」などが展示されました。来場者から多くの質問があり、産総研の技術への関心の高さがうかがえました。

男女共同参画室設立記念講演会を開催

2006年4月1日付で産総研男女共同参画室が設立されたことを記念して、5月22日（月）につくばセンターにおいて、男女共同参画室設立記念講演会「男女共同参画実践の立場からの提言」の開催がありました。講演会の様子は、全国の産総研地域センターにTV会議システムを通して配信されました。参加人数は、つくば会場への参加者94名（うち産総研外の方14名）、地域センターに

おける参加者55名（うち産総研外の方1名）、合計149名でした。

講演会では、内閣府男女共同参画局調査課長 塩満典子 氏、経済産業省商務流通グループ参事官室 課長補佐 山田正人 氏、(株)東芝きらめきライフ&キャリア推進室長 岩切貴乃 氏の3名の講師をお招きしました。塩満氏からは科学技術分野における男女共同参画の進展について数々のデータを基にご説明頂き、山田氏からは子育て奮闘記と題して自らが育児休業を取得したときの経験の講演が、また岩切氏からは企業における男女共同参画の取り組みについて講演がなされました。

白熱した質疑応答が交わされ、予定の時間をオーバーしながら盛況のうちに終了することができました。



塩満典子 内閣府男女共同参画局調査課長による記念講演



講演会場の様子

産総研一般公開 「きて！未来の技術がいっぱい」



7月21日 関西センター 尼崎サイト 10時00分～17時00分 (入場受付: 9時30分～16時30分)
問い合わせ: 研究業務推進室 TEL: 06-6494-7854

- 科学教室
 - ・無重力を体感する
 - ・地震と化石の話
 - ・化学の不思議、電気の不思議
- 工作教室
 - ・オリジナル分光器をつくらう
- 展示・実演・体験
 - ・暮らしと計量
 - ・ニオイを嗅ぎ分ける
 - ・つくった骨の成績表 -再生医療の基準づくり-
 - ・ケガや病気の新しい治療法 -再生医療-
 - ・バイオマスの技術
- ・熱電変換
- ・システム検証の技術
- ・パロちゃんと遊ぼう
- ・燃える氷 メタンハイドレートで、何をする？

7月22日 つくばセンター 9時30分～16時00分 (入場受付終了: 15時30分)
問い合わせ: 広報部 展示業務室 TEL: 029-862-6214 Eメール: pr-info@m.aist.go.jp

- ★ 特別講演
「青色発光ダイオードへの挑戦」
カリフォルニア大学教授
中村 修二氏
- 地質標本館特別講演
「美しい砂の世界」
・不思議な砂・美しい砂・役に立つ砂・
須藤 定久・有田 正史 (地圏資源環境研究部門)
- 科学教養講座
「ロボットって何でしょう？」
大場光太郎 (知能システム研究部門)
「昔の地震を発掘する: 活断層調査って何？」
宮下由香里 (活断層研究センター)
- 特別企画
 - ・恐竜ロボット
- 国際標準化100周年特別企画コーナー
- サイエンス実験ショー
 - ・化学の不思議
- チャレンジコーナー
 - ・クイズ・環境博士!
 - ・覗いてびっくり最先端万華鏡
: マジック液体万華鏡から立体万華鏡まで
 - ・燃料電池がやってくる
 - ・ラクチン、寝そべり自転車、スピード車椅子に乗ってみよう
- 研究成果コーナー
 - ・光をあやつるナノ構造
 - ・楽しい結晶
 - ・身のまわりの重金属を測ろう
(電気化学センサの開発)
- 施設見学ツアー
 - ・無響室・残響室
 - ・映像酔い
 - ・庭にある熱を利用する冷暖房と給湯
- リアル研究室体験ツアー
 - ・グリーンケミストリーを体験しよう!
～オキシドールを用いる酸化反応～
- 職員文化活動紹介
 - ・音楽部(コーラス)

7月29日 九州センター 9時30分～16時30分 (入場受付終了: 15時30分)
問い合わせ: 九州産学官連携センター TEL: 0942-81-3592

- 特別展示
モジュール型ロボットの動作
ギネス公認! 癒し系ロボット「パロ」
- 移動地質標本館
- 体験型サイエンス実験ショー
- 公開ブース
 - ・マイクロ・ナノ空間の不思議現象発見
 - ・炭酸ガスを減らそう～軽量化とマグネシウム～
 - ・界面張力で動く船
 - ・オランダの涙(強化ガラス)を作ってみよう
 - ・ユビキタスエコーによる体脂肪チェック
- ・細胞をピカッ! と光らせてみよう
- ・どうなっているの? 光で遊ぶおもしろ実験室
- 九州センターの紹介
- 技術相談コーナー

7月29日 中部センター 10時00分～16時00分
問い合わせ: 中部産学官連携センター TEL: 052-736-7063

- 教室コーナー
 - ・工作教室 立体万華鏡を作ってみよう
 - ・科学教養講座 家庭生活とニセ科学
「えっ、マイナスイオンってニセ科学なの?」
 - ・科学教室 光の干渉で色をつけよう
- カラーチャーター
 - ・科学教室 隠れたエネルギーを活用しよう
- 熱電変換技術 -
- 体験コーナー
 - ・金属の鏡を作ってみよう
- ・シャボン玉の中から外を見ると
- ・空気砲で射的ゲーム
- ・ナノ粒子を見よう!
- ・食品ラップを見分けてみよう
- ・サーモカメラでの测温
- 展示コーナー
 - ・液体万華鏡と立体万華鏡
- 覗いてびっくり、そこには宇宙が -
 - ・においを嗅ぎ分けるセンサ
 - ・光で環境をきれいに、光触媒
- ・植物の元気葉で地球に緑を
- ・ノコギリで切れるセラミックス
- ・ダイヤモンド・ライク・カーボンとは?
- ・金属のいろいろ: 軽い・重い・強い・さびない
- ・ギネス認定! 癒し系ロボット「パロ」

※ここに紹介するものは予定内容の一部です。
日程や内容等は変更される場合があります。



8月4日 関西センター 池田サイト

10時00分～17時00分(入場受付:9時30分～16時30分)
問い合わせ: 関西産学官連携センター TEL: 072-751-9606

● 科学教室

- ・無重力を体感する
- ・巨大地震がやってくる
- ・化学の不思議、電気不思議
- ・身近な食べ物からDNAを取り出してみよう

● 工作教室

- ・オリジナル分光器をつくろう
- ・電池をつくろう

● 展示・実演・体験

- ・インタラクティブ仮想空間体験
- ・錯視と錯聴
- ・システム検証の技術

・ バイオマスの技術

- ・ナノガラス蛍光体
- ・マイクロレンズ -小さなレンズの不思議-
- ・暮らしと計量
- ・燃える氷 メタンハイドレートで、何をする?
- ・ガスからダイヤモンド
- ・光触媒で水をきれいに
- ・ガラスづくり実演
- ・産業用酵素
- ・介護用レンタルオムツシステム
- ・コンピュータで探る分子の世界
- ・生きた神経回路を頭脳に持つロボット
- ・脳のかたち

● 特別展示

- ・熱電変換
- ・液晶ディスプレイ
- ・燃料電池
- ・パロちゃんと遊ぼう
- ・地質標本館

8月5日 北海道センター

9時30分～16時00分(入場受付終了:15時30分)
問い合わせ: 北海道産学官連携センター TEL: 011-857-8428

● 特別講演

- ・「イーハトーボの賢治の石」
加藤 碩一(産総研理事)

● おもしろ実験教室

- ・無重力を体感する

● 移動地質標本館

- ・東日本の滝と地質展

● わくわくサイエンス体験コーナー

- ・実験できみも科学者になろう!
- ・はんこ名人 -自分の絵がはんこになる!-
- ・ユビキタスエコーであなたの体脂肪は?
- ・もぐる金魚をつくろう!
- ・光るスライムをつくろう!
- ・電子顕微鏡をのぞいてみよう!

● 研究紹介コーナー

- ・北海道センターの最新の研究内容
- ・メタンハイドレート
- ・スターリングエンジン

10月20・21日 中国センター

20日: 9時30分～16時00分 21日: 10時00分～15時00分
問い合わせ: 中国産学官連携センター TEL: 0823-72-1944

● 特別講演

- 「迫る巨大地震!? - 考古(歴史)学から探る地震発生の可能性 -」
寒川 旭(関西産学官連携センター)

● 実験ショー

- ・まさこ姉さんのおもしろサイエンス実験ショー

● 体験型実験教室

- ・牧原博士の無重力を体感しよう!
牧原 正記(関西産学官連携センター)

● 研究紹介

- ・バイオマス研究ほか

● 瀬戸内海大型水理模型

- ・世界最大級の水理模型で、瀬戸内海を1周してみよう!

● 特別展示

- ・「パロ」ギネス認定世界一の癒しロボット

● イベント

- ・チェンソーアート・カービングショー

10月21日 四国センター

9時30分～16時00分
問い合わせ: 四国産学官連携センター TEL: 087-869-3530

● 体験型サイエンス実験ショー

● 特別展示

- ・ギネス公認 癒し系ロボット「パロ」

● おもしろ体験コーナー

- ・化学の不思議を体験できる実験教室

● サイエンスツアー

- ・研究所を体験しよう!
- ・太陽光発電システムを見学しよう!

● パネル展示

- ・四国センターの研究成果等の展示

こども未来博2006 — 夏休みの思い出は、未来で見つけよう！！ —

創立百周年を迎えた札幌商工会議所では、小学生・中学生・高校生を主な対象として「次代を担う人づくり」をテーマに、科学技術を切り口とした学習エンターテインメント事業を開催します。

産総研ではこのイベントを後援するとともに、「未来の暮らしを体験できる出品物」を展示します。また、ロボットブースへは恐竜ロボットの出展を行いますので、この機会に、是非ご家族連れでご覧下さい。

- 会 期 平成18年7月29日(土)～8月20日(日) 23日間
- 会 場 月寒グリーンドーム(札幌市)
- 主 催 札幌商工会議所
- 産総研ブース展示 パロ・熱電発電・CGアニメーション
- その他詳細情報は下記主催者HPをご覧ください。

<http://www.sapporo-cci.or.jp/kodomomirai/>

いばらき産業大県フェア2006

7月13日(木)・14日(金)両日に、東京ビッグサイト東2ホール(東京都江東区有明)で茨城県主催による「いばらき産業大県フェア2006」が開催されます。

このフェアは、つくばエクスプレスの開通にともない、首都圏をターゲットとして産業大県を目指す茨城県のものづくり産業の実力を広くPRし、県

内中小企業等に新たなビジネスチャンスを出展する場を提供するとともに、茨城県の産業界・経済界が一丸となって「いばらき」をアピールすることを目的として開催されるもので、今年が第1回になります。

産総研も茨城県に本拠を置く研究機関のひとつとして、特設「ロボットゾーン」へヒューマノイド型ロボット

「HRP-2」やメンタルコミットロボット「パロ」、インテリジェント車椅子「タオアイクル」を出展予定のほか、中小企業やベンチャー企業との連携事例をパネル6件、プレゼンテーション1件で紹介します。

この機会にぜひご来場ください。

地質標本館 特別展 美しい砂の世界 — 不思議な砂・美しい砂・役に立つ砂 —

毎年恒例となった地質標本館・夏の特別展で今年は「美しい砂の世界—不思議な砂・美しい砂・役に立つ砂—」を企画しました。

期間は7月22日(産総研つくばセンターの一般公開日)から9月24日まで。

身近な砂を題材に、「鳴り砂の不思議を科学」、「世界や日本の美しい砂を画像と実物で紹介」、「伊豆諸島新島産の白砂の砂場での砂変幻の体験学習」、

「液状化による砂の噴出実験」などのコーナーで、不思議な、美しい砂の世界を体感していただきます。

また、7月22日には「砂の世界へようこそ・美しい砂と遊ぼう!」と題する特別講演を、8月19日には「砂と遊ぼう!」という体験学習も予定しております。

夏休みにはぜひ地質標本館をおとずれてみて下さい。

地質標本館 特別展

美しい砂の世界

— 不思議な砂・美しい砂・役に立つ砂 —

期間：2006年 7月22日(土)～9月24日(日)
開館時間 9:30～16:50 (休館日 毎月第1日、第3日及び第5日)

入場無料

期間中の催し物のご案内 (入場無料)

- 7月22日(土)
 - 砂の世界へようこそ・美しい砂と楽しく遊ぼう!
 - 講師：須藤定久 産総研 地質資源環境研究部門
 - 当日定例：元地質調査所
 - 日時：7月22日(土) 11:30～12:30
 - 場所：産総研 共用講堂大会議室(地質標本館隣接)
- 7月22日(土)
 - 産総研つくばセンター一般公開
- 8月19日(土)
 - 体験学習「砂と遊ぼう!」
- 8月25日(金)
 - 体験学習「化石のクリーニング」
- 8月26日(土)
 - 砂場でも観察「岩石・鉱物・化石の鑑賞」

協賛：地質標本館、産総研つくばセンター、地質標本館、産総研つくばセンター、地質標本館、産総研つくばセンター

TEL: 029-961-3750 <http://www.gri.jp/Ause/>

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（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）で放映されています。放送日時等は放送局によって異なります。また、サイエンスチャンネルのホームページからご覧いただけます。
【<http://sc-smn.jst.go.jp/>】

◆ 7 月の放送プログラム

#8 地球丸ごとデータ化

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

7月5日（16:00～16:30）

地球のことを良く知るためにも、あらゆる地球上の現象をモデル化し、地球を丸ごと情報化することが必要です。そのひとつとして、地質情報を整備して体系的なデータベースを構築することとその公開・共有が望まれています。地質図は国土の開発、地下資源の発見、防災にとっても役立ちます。地下の情報を様々な方法で調査し、目的に合った地質図を作成する過程を紹介します。



#9 生命を支える第3の因子－糖鎖－

DNA、タンパク質につぐ第3の生体物質の解明がはじまった

7月12日（17:00～17:30） 7月19日（16:00～16:30）

糖鎖はタンパク質の物理的安定化、免疫応答など幅広い機能をもっています。糖鎖を通して病原菌が細胞の中に侵入し、がん細胞、インフルエンザウイルスにも関係していることが分かってきました。産総研では糖鎖遺伝子による糖鎖の自動合成と糖鎖の構造の解析を行っています。そして生体内でどのような動きをするかを解明により病気との関連を明らかにし、新しい治療方法につなげようとして研究を進めています。



#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

7月26日（17:00～17:30）

石油資源を中心とした開発、その利用で私たちの社会は格段の進歩を遂げた反面、環境の悪化という問題が大きくなっています。そのため、地球環境の保全の立場から使った資源を地球に返す「資源循環システム」の研究が進められています。番組では、環境にやさしい超臨界流体の技術や、粘土を原料にしてつくられた膜「クレースト」を紹介しています。



EVENT Calendar

6月10日現在
http://www.aist.go.jp/aist_j/event/event_main.html

※産総研一般公開日程は32～33ページをご参照下さい。

2006年7月 → 2006年9月

期間	件名	開催地	問い合わせ先
7 July			
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 ●
5日	シンポジウム「戦略的な研究評価について」	東京	029-862-6096 ●
6日	東北産業技術研究交流会	福島	022-237-4003 ●
7日	イオン交換セミナー	東京	087-869-3511 ●
10日	ホロニック・エネルギーシステムシンポジウム	東京	03-5841-6372
11日	「ミニマル・マニュファクチャリング」シンポジウム	東京	029-862-6125 ●
11日	産総研中部センター技術普及講習会	富山	052-736-7064 ●
12～13日	環境工学総合シンポジウム 2006	東京	03-5360-3505
19～20日	超高速フォトニクスシンポジウム	東京	029-861-3303 ●
8 August			
4～6日	環境広場さっぽろ 2006	札幌	011-272-1282
9日	2006サイエンスパーク	札幌	011-231-4111
17～19日	「単一分子感度及びチップ増強ラマン分光」に関するつくば国際シンポジウム	つくば	029-861-2686 ●
24～25日	粒子・流体プロセス技術コース2006（流動層技術コース）	つくば	029-861-8223 ●
31日	「メタボリック・プロファイリングの実際」～医療応用から品質管理まで～	千葉	029-861-6125 ●
9 September			
25～29日	高圧力バイオサイエンスとバイオテクノロジーに関する国際会議	つくば	029-861-6529 ●

新しい健康モニター：たった一つの分子を観察する

健康工学研究センター 生体ナノ計測チーム 伊藤 民武さん

表面増強ラマン分光で一分子の振る舞いを調べる

健康な生活を送るためには、その時々健康状況を的確にモニターすることが必要です。さらに、できるだけ少ないサンプルからできるだけ多くの情報を得るための技術が求められています。

光が物質にあたると散乱する際に、分子の振動で光の一部が波長を変える「ラマン散乱」という現象があります。ラマン散乱光は信号強度が弱いので、レーザー光源と顕微鏡を組み合わせてもせいぜいマイクロメートル（100万分の1メートル）の領域の状況がわかるだけでした。しかし最近、金属や半導体のナノ粒子がある環境下では、「プラズモン共鳴」という現象が起こり、ラマン散乱光が大幅に増強されることが発見されました。この現象を利用することで、たとえばこれまで不可能だった1つの分子の挙動までも観測できるようになりました。これが、「表面増強ラマン分光法」です。

伊藤さんは、この方法をつかって、病気の指標となるような極わずかな分子の挙動を調べて人の健康状態をモニターすることができないかと考え、新しい技術の研究開発を行っています。



実験室で顕微鏡を操作する伊藤さん



伊藤さんからひとこと

表面増強ラマン散乱 (surface enhanced Raman scattering: SERS) が1977年に発見されてから超高感度分子分析法へ応用するために多くの研究が世界中で進められてきました。特に1997年に単一分子のSERSが測定できることが発見されてからは、数多くの論文(2005年度は約500報)や特許(2005年度は約400件)が報告されています。しかし、SERSは現時点では不安定で再現性が悪く、実用化まで進んだ例はありません。

私は大学で博士研究員をしていた頃、銀ナノ粒子凝集体に吸着した色素分子のSERSと銀ナノ粒子凝集体に生じる伝導電子集団振動モード（プラズモン）との関係を研究していました。そこでは、SERS発現を最適化するためには、SERS励起レーザーの分極とプラズモン分極の偏光を一致させること、SERS励起レーザー波長とプラズモン共鳴波長と近づけること、プラズモンの位相緩和時間をできるだけ長く保つことなどが重要であることを実験的に明らかにしてきました。

産総研では今までのようにSERSの物理的な知見を明らかにするだけでなく、これまでの研究結果に基づき、私たちのグループ独自のアイデアで金属ナノ構造体を作製し、その表面を化学修飾し、被測定分子を吸着させSERSを発現させる一連

のプロセスの開発に取り組んでいます。SERSを健康状態をモニターするための超高感度分子分析法へ発展できればと考えています。「健康工学」という新しい最先端技術と「表面増強ラマン分光法」という単一分子レベルの検出能力を発揮する技術とを融合し社会に提供するという仕事にとってもやりがいを感じています。これからも産業界・大学・研究所他関係者の皆さんと協力して、研究開発の推進に貢献していきたいと考えています。

産総研
TODAY

2006 July Vol.6 No.7

(通巻66号)
平成18年7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。

