

AIST Today

研究、成果、
そして
未来へのシナリオ

12

December
2004
Vol.4 NO.12

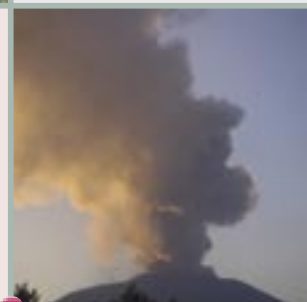
社会に活力をもたらす本格研究を

トピックス

- 新潟県中越地震のメカニズム解明に挑む
- 光ディスクの高速書き換え原理の解明



特集 火山 噴火と恵み



National Institute of
Advanced Industrial
Science and Technology

CONTENTS

12
December
2004

AIST Today

National Institute of
Advanced Industrial
Science and Technology
Vol.4 No.12

メッセージ

- 03 産総研と火山噴火予知研究
東京大学地震研究所教授
火山噴火予知連絡会会長
藤井 敏嗣



2004年9月1日、山頂火口から爆発的な噴火が起きた浅間火山
関連：本誌 4ページ
「火山 - 噴火と恵み -」
撮影：大和田道子(2004.9.16)

特集

- 04 火山 噴火と恵み

トピックス

- 16 新潟県中越地震のメカニズム解明に挑む
- 20 光ディスクの高速書き換え原理の解明

- 32 シリーズ：
産総研におけるアウトカム事例調査(2)
機能的食品(血圧降下飲料)



小平尾断層付近の地表変形調査で発見された畑を横切る逆断層状の変形
本誌 16ページ トピックス「新潟県中越地震のメカニズム解明に挑む」より

リサーチ ホットライン

- 23 鋳型非依存性RNA合成酵素の分子的基盤
- 24 環境化学物質による心の病の可能性
- 25 RNAがDNAメチル化を誘導する
- 26 塗布法による高品質SiO₂膜の作製
- 27 P2P分散処理ミドルウェアP3
- 28 エアロゾルデポジション(AD)法による受動素子の基板内蔵・集積化技術
- 29 ppbレベルの鉛イオンを目視判定する分離・検出膜
- 30 柔軟で耐熱性に優れた無機膜の開発
- 31 超電導プロジェクトにおける薄膜熱特性評価技術

技術移転いたします！

- 34 連続強加工装置並びに被強加工金属系材料
- 35 レーザ成膜法による結晶構造制御技術

テクノインフラ

- 36 地震に関連する地下水観測データベース
- 37 有害金属分析用河川水認証標準物質の開発
- 38 SiO₂/Si多層膜標準物質

AIST Network

- 39 シンガポールA*STARと産総研、包括的協力協定を締結 ほか

- 42 AIST Today 2004 総目次

産総研と火山噴火予知研究

藤井 敏嗣

東京大学地震研究所教授
火山噴火予知連絡会会長



我が国には108の活火山がある。火山地域には風光明媚な場所が多く、温泉にも恵まれるため、多くの観光客が訪れる。したがって、いったん噴火が生じれば、火山周辺で生活している住民だけでなく、非火山地域からの訪問者も火山災害のリスクに直面することになる。我が国にとっては、火山噴火予知のレベルを向上させることは重要な国民的課題なのである。

気象予報は、大気力学モデルに時々刻々の観測データを入力した数値計算に基づいて行われるが、火山噴火予知も、火山噴火の物理モデルに観測データを入力すると、地下のマグマの状態が把握できて、噴火時期や様式、規模の予測が行えるようになることが望まれる。しかし、現実には大気力学モデルに相当するような精緻な物理モデルは存在していない。噴火直前予知も長期的な噴火予知も、過去の噴火の際に得られた観測例や噴火履歴を参照しながら予測を行う経験論的予知の段階にある。このため、地震や地殻変動などの物理観測に加えて、過去の噴出物の解析に基づく噴火様式の解説や噴火間隔の解析も不可欠である。

地質調査所を前身とする産総研地質調査総合センターは我が国における火山の調査研究の分野で最大規模の研究者集団を擁し、地質学的手法による噴火履歴の研究や噴火時の噴出物の調査解析に長年の経験を蓄積している。大学に所属する火山観測所では物理観測が主体であり、火山ガスや火山岩等の噴出物の調査研究を行う部分のごく限られている。この意味で、産総研は我が国の火山噴火予知研究の重大な一翼を担っている。

三宅島2000年噴火の、世界にも例がない大規模火山ガス放出メカニズムの理解に、産総研のグループが貢献した役割は大きい。活動が長期にわたることも珍しくない火山噴火時の継続的な噴出物調査や火山ガス調査は、研究者の層が厚い産総研のような研究機関で初めて可能となる。国立大学が法人化され、大学における火山噴火予知研究が重大な危機に直面している今、産総研のさらなる活躍に期待したい。

火山研究 — 災害を軽減し、恵みを最大に享受するために —

研究コーディネータ（地質・海洋担当）
広報部 地質標本館長

佃 栄吉
青木 正博

火山の国

日本列島には多くの火山があります。世界中の陸地にある火山の約10%が日本にあるといわれています。地球の表層はプレートと呼ばれる10数枚の巨大な岩板によって覆われており、それらが少しずつ移動して引き起こす相互作用が地震や火山活動をはじめとするいろいろな地殻変動をもたらすと考えられています。

日本列島周辺では、東側あるいは南側にある太平洋プレートやフィリピン海プレートが西側（大陸側）のユーラシアプレートなどの下へ沈み込んでいることが、活発な火山活動の基本的な原因です。

産総研の火山研究

産総研では、火山噴火災害の軽減を目指した研究から、火山活動の恵みである地熱資源や鉱物資源の研究まで、火山にまつわる多様な研究を地質情報研究部門・地圏資源環境研究部門・深部地質環境研究センターがそれぞれのアプローチで行っています。それらのほとんどが、深い科学的理解を追求する研究であり、長年にわたる地道な調査・観測研究に基礎をおいています。私たちには、火山の防災対策や開発に必要な科学的情報の提供が期待されているからです。

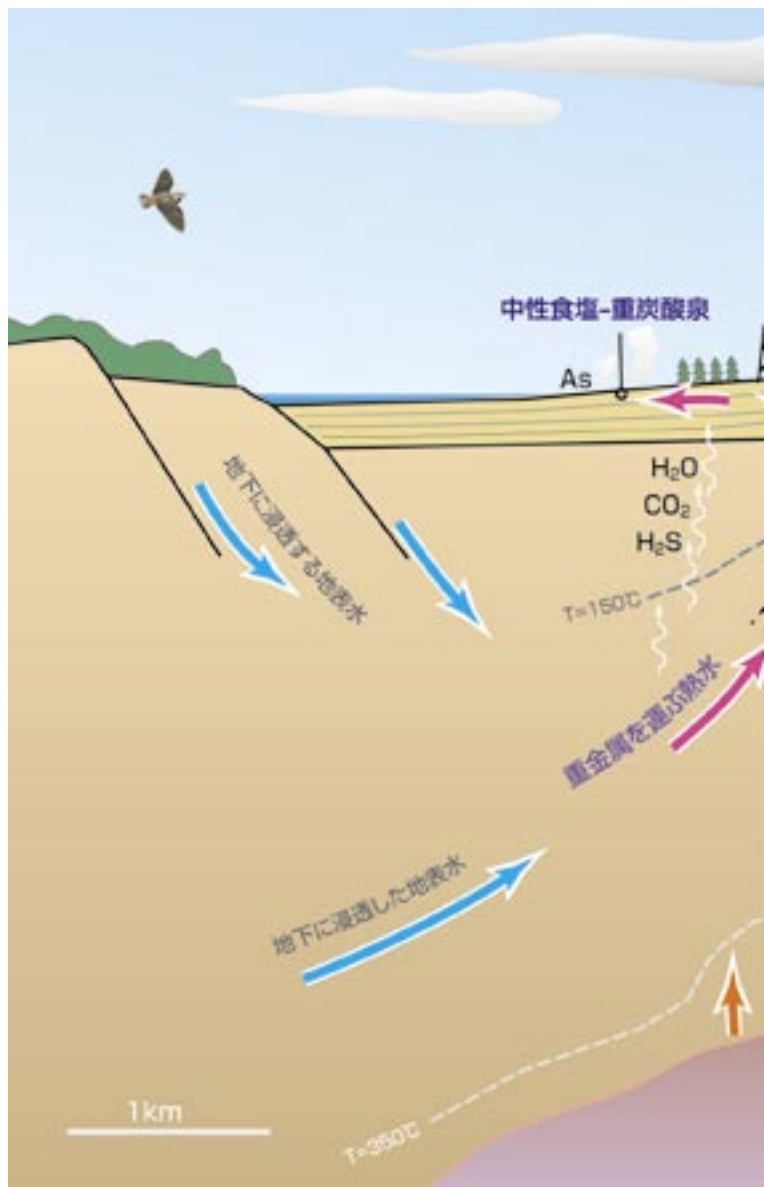
この特集では、産総研の火山研究の最前線について紹介します。

理解することから始まる防災対策

日本では、大きな火山噴火活動により、ときどき多大な災害が発生します。2000年の北海道有珠山や伊豆諸島の三宅島の噴火はまだ記憶に新しいところです。自然の脅威(Hazard)から、私たちの生命や財産を守り、災害(Disaster)とならないよう、日頃から自然の営みの実態を理解しておくことが必要です。

火山活動そのものは自然現象ですが、そこに人間の生活・産業活動がかかわっているため、それが災害となって降りかかってきます。防災対策の第一歩は、火山をよく知ることから始まります。その上で、個人・地域・自治体・国などが、それぞれの立場で対策を講じることが必要です。

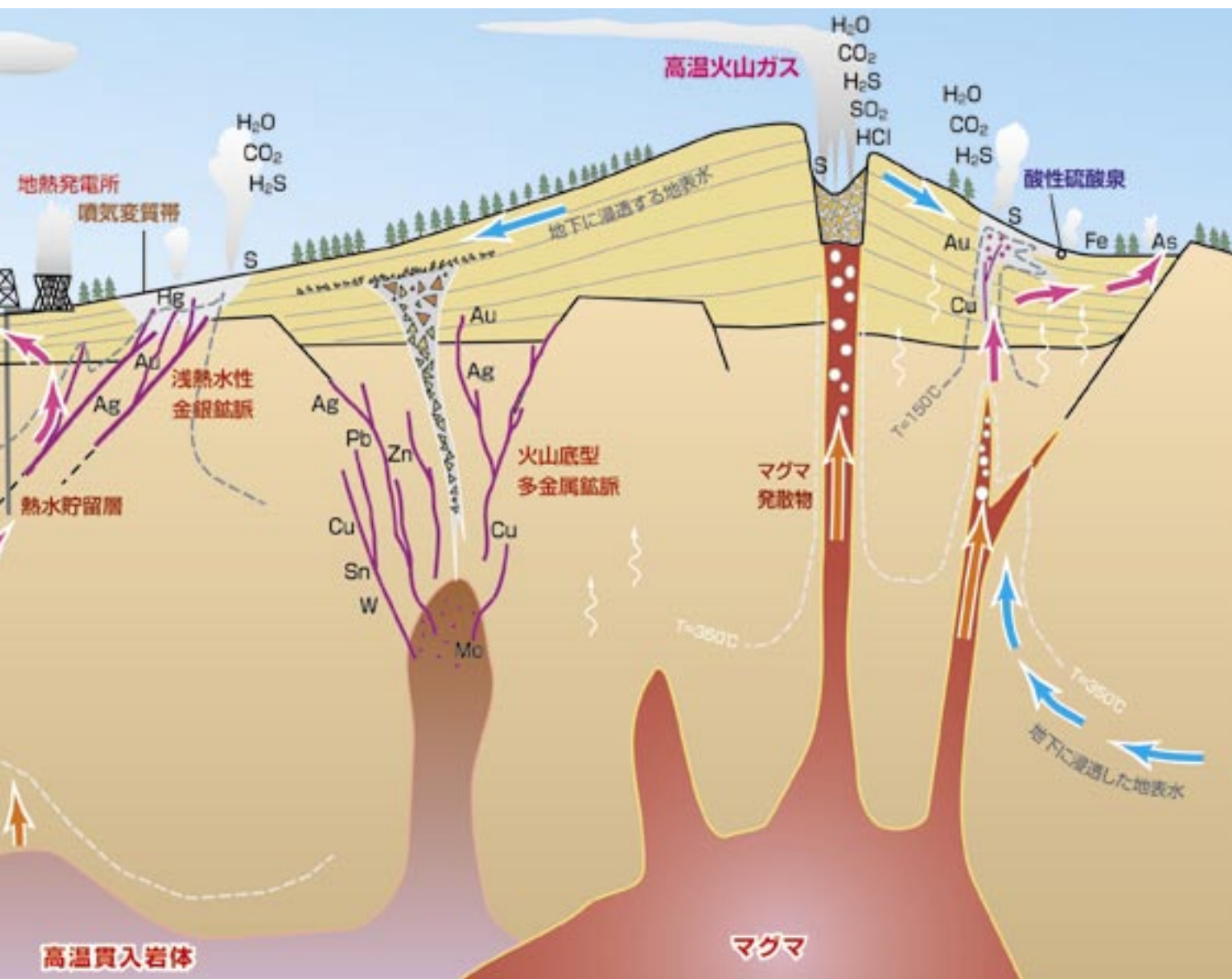
私たちの火山研究は、そのもっとも基本となる情報を提供するため、常に信頼性の向上を目指して研究活動を進めています。



もっと火山を知ろう

日本では火山の周辺に多くの人々が生活しています。また、美しい自然環境・温泉・観光等を目的として多くの人々が火山を訪れます。しかし、火山への理解は必ずしも十分ではないと思います。火山の実態についての理解を深めて、日々の恵みを享受しつつ、災害を最小限に食い止められるように対策を講じて、安心した豊かな生活を送ってほしいと思います。私たちの研究がそれにご貢献できることを期待しています。

なお、産総研の火山研究については、火山噴火災害を軽減するための研究を中心とする内容で、丸善から単行本として「産総研シリーズ 火山-噴火に挑む-」（地質調査総合セン



ター編)が刊行されています。併せてご参照いただければさらに理解を深めて頂けると思います。

産総研つくばセンターにある地質標本館では、豊富な地質標本や3D模型、映像などを用いて、地球の姿とその変動のメカニズムを分かりやすく紹介しています。中でも、火山噴火や温泉現象など、地殻表層部に上昇したマグマが引き起こす様々な地質現象については、多くの視点から紹介を試みています。火山は、私たちに“生きている地球”を実感させ、好奇心を大いに刺激します。火山は、噴火や土砂災害により私たちの生活を脅かしますが、その一方で、私たちの生活を豊かにする温泉や地熱資源・鉱物資源をもたらします。日本列

島に住む私たちにとって、火山との共存は永遠のテーマといえるでしょう。どこに活火山がありそれらが過去にどのような形式の噴火を起こしたか、たとえば富士山が噴火した場合どのような災害が起こりうるか、また、火山と温泉の関係はどうか、火山地域の地下に存在する地熱流体からいかにしてエネルギーをとりだすか、金・銀・銅・亜鉛等の金属鉱脈や粘土鉱床はどのような場所に生成されるか、どうすれば鉱脈を探せるかなど、多くの興味深い問題があります。

私たちが生きてゆく上で避けて通れないこれらの問題について、ぜひ一度地質標本館を訪れて考えてみてはいかがでしょうか。

噴火を追う — 三宅島の緊急調査 —

地質情報研究部門 マグマ活動研究グループ
篠原 宏志

火山活動を知るために詳細なデータを収集

日本には108の活火山があり、噴火を繰り返しています。そして地域住民の避難が行われるような大規模な噴火活動も、平均すると5年に1回程度起きています。近年の火山観測網の整備により、大規模な噴火の際にはほぼ確実にその前兆を捉えることができるようになってきました。しかし、噴火の形態や継続時間、火山活動の推移を事前に予測することはまだ難しいのが現状です。

噴火災害を軽減するためには、火山活動の状況を正しく把握し、活動の推移を見極めることが必要です。そのために噴

火の危機に際しては、火山噴火予知連絡会に詳細な観測データが集められ、火山活動の評価が行われます。産総研も、気象庁・大学・関係研究機関などと分担、協力して、噴出物・火山ガスの調査や地殻変動の観測などを実施しています。

噴火の際に、緊急の調査研究を集中的に行うためには、様々な分野の多くの研究者の協力が必要です。そのため、臨時に緊急観測態勢がとられることもあります。例えば三宅島の噴火の際には、産総研では副理事長を本部長とする緊急対策本部を設置して延べ40名弱の職員が協力しました。

欠かせない現地での調査

2000年6月に始まった三宅島の火山活動は、3000年ぶりとも言われる大規模なものです。噴火の危険性とそれに引き続いて起きた大量の火山ガスの放出のために、全島民が島からの避難を余儀なくされました。

噴火が起きるとまず必要なのは、現地での調査に基づいて噴火の特徴を明らかにし、その後の活動の推移を推定することです。三宅島でも7月～8月に山頂に直径1.6kmの陥没火口が形成され、噴火が繰り返されました。その中で、産総研の研究者も火山灰にまみれながら噴出物

表 最近の主な火山活動と災害

2000～	三宅島噴火	陥没火口、大量火山ガス放出 全島避難
2000	有珠山噴火	溶岩ドーム
1990～95	雲仙普賢岳噴火	火砕流・土石流、死者43名
1986	伊豆大島噴火	溶岩流 全島避難
1983	三宅島噴火	溶岩流 集落が埋没

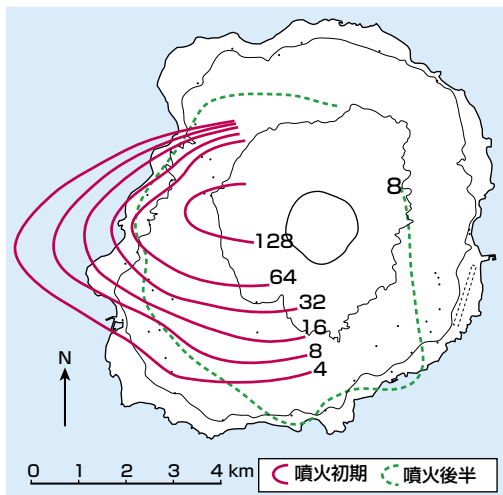


図1 2000年8月18日に三宅島火山から放出された火山灰の分布(数字は厚さ: mm)

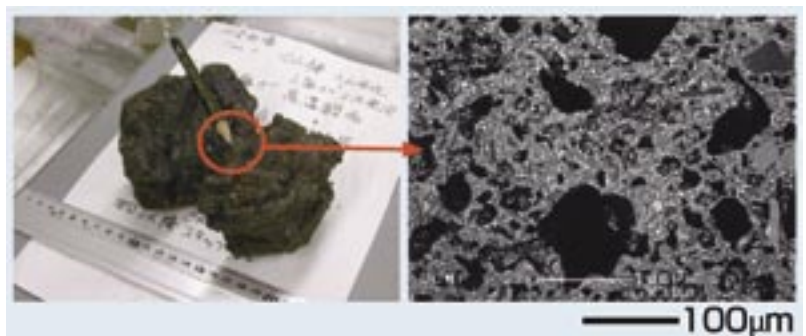


図2 2000年8月18日に三宅島火山から放出された火山弾とその顕微鏡写真

写真1 三宅島山頂部に形成された陥没火口と活発に放出される火山ガス
(撮影: 中野 俊)

の調査を行い、噴出物(火山灰や火山弾)の分布や量、そして形態や組成を調べて、噴火を起こしたマグマの特徴などを明らかにしました。

三宅島では陥没火口の形成後、大量の火山ガスが放出され続ける、という世界でも稀に見る現象が起きました。この有毒な火山ガスが居住地域にも流れてくるためいまだに島民の避難は続いています。

産総研は気象庁・大学と共同で火山ガスの放出量や組成、そして噴煙活動の監視を続けています。的確な火山活動の把握が、噴火や火山ガスの危険性を判断する

の根拠となるからです。

噴火の迅速・詳細な調査は、直接災害の軽減のために必要であるのみならず、火山学の基礎研究としても重要です。噴火は貴重な研究の機会でもあるのです。近代的な観測が可能となってから、人類が経験した噴火の数はそれほど多くはありません。噴火に直面した火山研究者は、臨床例の少ない病気の患者を見る医者のようなものです。このように表裏一体の関係にある、災害の軽減と研究(火山の理解)を目指して、私たち産総研の研究者も噴火の最前線で調査研究を進めています。



写真2 三宅島での噴出物調査
積もった火山灰の層を写真に撮っている。
(撮影：伊藤順一)

人工衛星による火山活動の監視

地質情報研究部門 地質リモートセンシング研究グループ
浦井 稔

人工衛星を利用すると、火山活動を安全に広域的・周期的・定量的に監視することができます。とくに地上からの観測が困難な火山では、人工衛星を利用した火山活動の監視が有効です。例えば、国後島にある爺爺岳(ちゃちゃだけ)は最も活動的な活火山の一つですが、自然環境が厳しい上に政治的な問題があり、地上観測が困難な火山です。

図1は、経済産業省が開発したASTERセンサによって観測された爺爺岳の画像です。1973年に噴火した南火口や北火口付近の植生がまだ十分回復していない様子がよくわかります。

図2は、ASTERセンサのステレオ画像機能を用いて作成した爺爺岳の地形図です。この地域の地形図は、国土地理院が1922年に発行して以来、更新されていません。新しい地形図から、南火口や北火口の地形が詳細にわかります。

図3は、夜間に観測した爺爺岳の表面温度分布です。明るい部分は温度が高く、暗い部分は低温です。標高が高くなると地表温度も低くなりますが、爺爺岳の山頂に明るい点が見えます。これは火山活動のため、山頂の地表温度が周辺より高くなっていることを示しています。一方、南火口や北火口には熱的な異常は見られません。島の北側の海は流水が接岸しているため低温ですが、南側は陸地より高温になっています。

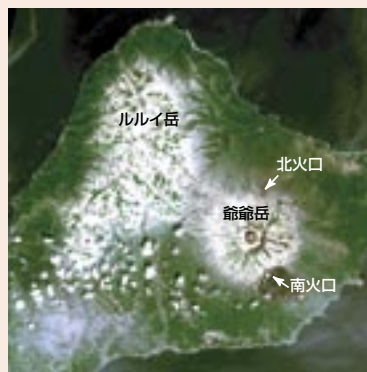


図1 ASTERから2002年5月8日に観測された爺爺岳
画像の範囲はいずれも30km×30km

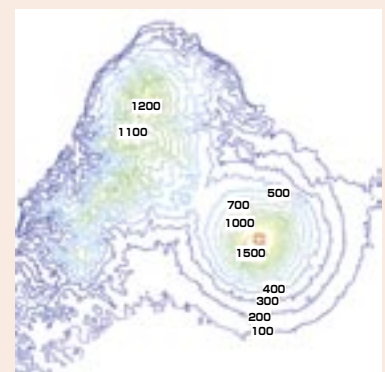


図2 ASTERのステレオ画像ペアから作成した爺爺岳の地形図

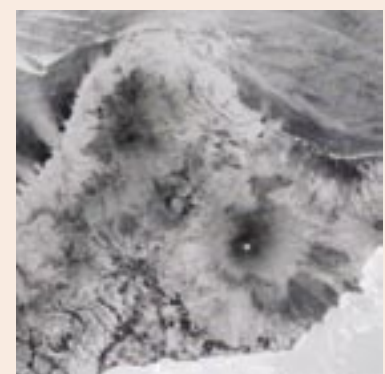


図3 ASTERから2001年3月13日に観測された爺爺岳の地表温度分布

マグマの上昇から噴火へのメカニズム

地質情報研究部門 マグマ活動研究グループ
高田 亮

火山の将来予測をするとき、マグマの上昇から噴火へいたるメカニズムは、様々な観測・調査データをもとに、論理を重ねていくために欠くことができないものです(図1)。将来予測の数値計算を支えるプログラムに相当する重要な部分でもあります。このメカニズムで鍵となるのは、クラック(割れ目)によるマグマの移動とマグマ上昇中の発泡現象です。どちらも動的な物理で、理論解析が難しかったものです。台風は衛星からモニターできますが、マグマは直接観察できません。マグマを見るために、レントゲンや内視鏡に相当する地球物理探査や掘削という技術がありますが、現時点では、観測精度、深さ・温度条件、予算に関する限界があります。そこで、実験室でマグマ供給系を再現してメカニズムを解析するという、発想を転換したマジックがあります。

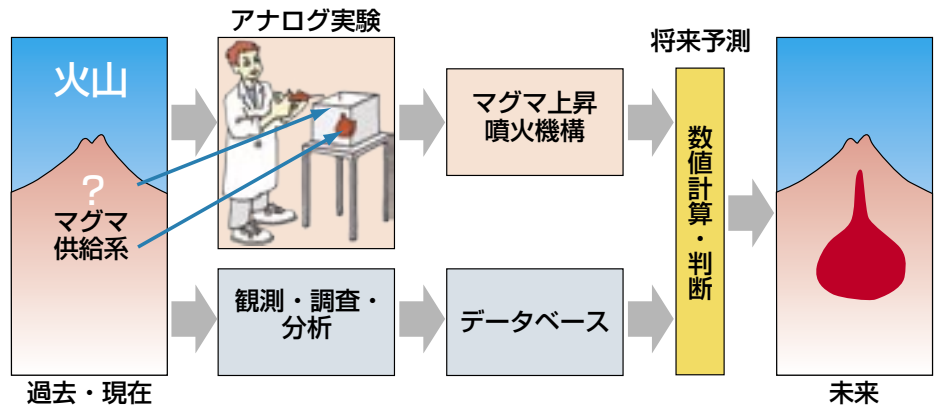


図1 アナログ実験の目的と位置づけ

マグマ上昇中の発泡

実験室で地球内部と同じ高温高压状態を実現し、そこに天然物質を融解した“マグマ”を封入して、マグマ供給系を再現する発想です。爆発を支配するマグマの上昇中に見られる発泡過程は、軽石の泡のサイズや量に表れます。この過程を観

察するために、マグマの上昇過程も再現できる減圧速度制御ガス圧装置を開発しました¹⁾(図2左)。この装置に、実際に噴出した岩石を約1000気圧・900℃で融解したマグマを封入して減圧発泡させ、実験でできた人工軽石の組織を測定した結果、マグマの上昇速度の違いが発泡過程に大きな影響をもたらすことが明らかになってきました²⁾(図2右)。

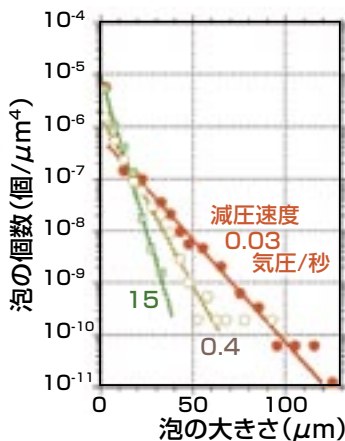


図2 減圧実験の実験装置(左)¹⁾と実験産物の気泡のサイズ分布(右)²⁾

クラックによるマグマの移動

実験室でアナログ物質を使い、規模を縮小して疑似マグマ供給系を再現する発想です。脆性破壊する弾性体である透明なゼラチンを地球にみたと、そこにマグマにみたと油を注入してクラックを作り、その挙動を観察します。このシステムでは、目的にあわせて、ゼラチンの物性と応力や、油の物性と注入率を制御できます。理論解析では2次元が限界でしたが、この実験では、液体で満たされた3次元クラックの基本的な形状や様々な

関連情報

- ¹⁾ 東宮昭彦・宮城磯治：日本火山学会講演予稿集 2001, No.2, 177 (2001)
- ²⁾ A. Tomiya: Eos. Trans. AGU, 84(46), Fall Meet. Suppl., Abstract V51L-01 (2003)
- ³⁾ A. Takada: J. Volcanol. Geotherm. Res.93,93-110 (1999)
- ⁴⁾ A. Takada: Cities on Volcanoes, Abstracts,127 (2003)
- ⁵⁾ 高田亮：地質ニュース, 591, 24-27 (2003)

応力下でのクラックの挙動が明らかとなり、クラックどうしの相互作用などのアイデアも生まれました³⁾(図3)。最近では、応力の下での割れ目噴火のアナログも再現しました⁴⁾。クラックによるマグマ供給系モデルも生まれ、雲仙岳、有珠山、三宅島の噴火でも、マグマはクラックによって移動すると思えるのが常識となってきました。この考え方は、複成火山と単成火山の違いを説明するのにも応用されています。この実験は、広く一般向けの普及活動や理科教育にも利用されています⁵⁾。

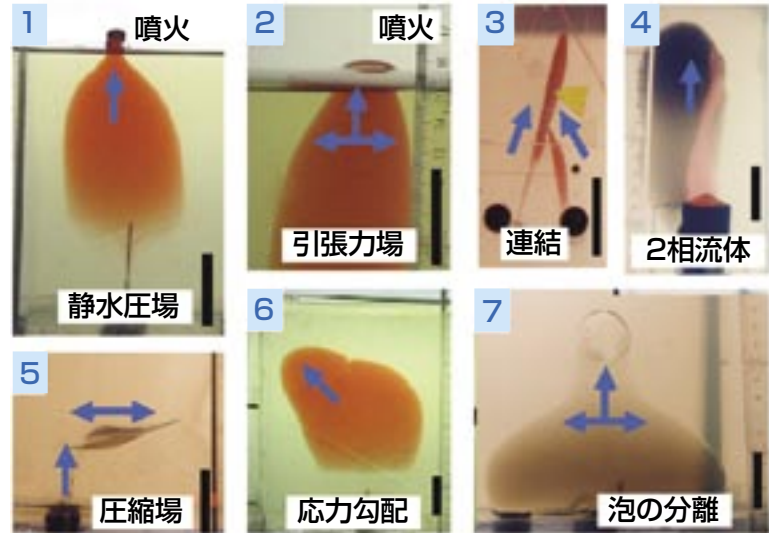


図3 クラックのアナログ実験の例
3と5はクラック側面 他はクラック正面 矢印は液体の流れ 黒のスケールは3cm

火道を貫いた雲仙科学掘削

地質情報研究部門 副部門長
宇都 浩三

雲仙火山科学掘削は、平成11年度に開始された文部科学省科学技術振興調整費のプロジェクトで、産総研をはじめ、東大地震研究所など国内外の多数の研究機関が参加しています(計画の概要はAIST Today 2002年10号参照)。このプロジェクトの最大の事業である「火道掘削」が、ついに平成16年7月に平成噴火の火道を貫き、無事に工事を終了しました。

雲仙火山では、平成3～7年の噴火の際に、溶岩ドーム崩落による火砕流が頻発し、44名の人命を含む大きな被害が発生しました。この噴火の調査から地震・隆起・山体変形など、多くの観測データが得られ、マグマの上昇・噴火過程の詳細なモデルを得ました。

プロジェクトでは、マグマの上昇過程を実証し、噴火のメカニズムを理解する目的で、平成噴火のマグマの通り道である火道に到達するボーリング(火道掘削)を計画し、雲仙火山北側斜面の標高850m地点から平成15年2月に掘削を開始しました。途中、幾度かの中断がありましたが、計画を修正しながら、水平方向に約1.3km、垂直方向に約900m、掘削距離で2000m掘り進んだところで、平成火道に到達することができました。

普賢岳直下の海拔0m付近には、新旧の火道が約500m幅の中に密集する「火道域」があり、平成火道もその中にありました。火道温度は、掘削前の予想に反して約200℃と低温でしたが、これは熱水活動により早く冷却したためと推定されます。これからの詳細な研究により、マグマの上昇過程の詳細が明らかにできるものと期待されます。



写真 普賢岳北斜面の火道掘削サイト
約2000m²の敷地に高さ50mの檣を設置し、国有林内には掘削用の林道を敷設した(写真提供:中田節也氏)。

火山地質図 — 火山の履歴調査 —

地質情報研究部門 火山活動研究グループ

星住 英夫
中野 俊

火山が密集する日本列島

日本列島は、世界的に見てもたくさんの火山が密集する地域です。図1には活動的な火山の分布を示しましたが、火山は日本列島のどこにでも存在するのではなく、その分布には偏りがあります。東日本では、火山が北方領土から北海道を横断、屈曲して東北地方の脊梁山脈の上を南下し、関東平野を取り巻くようにして伊豆半島から伊豆諸島まで連なっています。これらの火山の分布の太平洋側の縁を火山フロントと呼んでおり、それはちょうど太平洋プレートが沈み込む千島

海溝-日本海溝-伊豆小笠原海溝とほぼ平行に延びています。

火山は、火山フロント上に集中しています。その西側(日本海側)にも少しはありますが、東側(海溝側)には分布していません。火山フロントの直下約110kmには深発地震面が存在しており、太平洋プレートの沈み込みが火山の発生、すなわち地下深所でのマグマの発生メカニズムと大きく関わっていることを示します。

一方、西日本では山陰地方から九州を縦断し、トカラ列島に続く火山フロントが存在します。こちらは、フィリピン海

プレートの沈み込みによって形成されたものです。

活火山と火山災害

火山のうち、おおむね過去1万年以内に噴火したことがある火山を「活火山」と呼びます。活火山は、今後も噴火をする可能性がある火山です。現在、日本では108の活火山が気象庁により認定されています(図1)。日本の活火山は、その多くが風光明媚な土地であることや温泉が近くにあることから、その大部分が観光や登山の対象となっています。ところが、

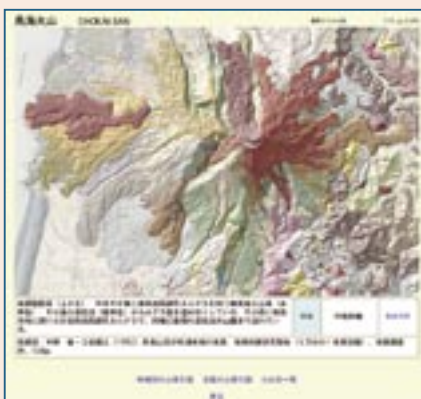
「日本の第四紀火山」データベース

http://www.aist.go.jp/RIODB/strata/VOL_JP/

日本列島には、活火山ではない火山、たとえば、何百万年も前に活動していた古い火山もたくさんあります。かつては休火山とか死火山という名称がありましたが、現在では使いません。活火山ではない火山については、「第四紀火山」という区分の仕方があります。これは、最近180~170万年以内、すなわち第四紀という地質時代に活動した火山です。この時代に限ってみれば、火山のおよその分布傾向や分布範囲は第1図に示した活火山とほぼ同様です。「1つの火山」の定義は難しいので数え方にもよりますが、日本列島では300を超える第四紀火山が数えられています。

活火山ではない火山としては、東北地方の月山、日光の男体山、山陰地方の大山などが挙げられます。火山によっては、今後の詳しい調査によって最近1万年以内の活動が認められると、新たに活火山に認定されることもありえます。

産総研の研究情報公開データベース(RIODB)では、「地層・岩体・火山」事典の一部として火山のデータベースを公開しています。これは第四紀に活動した火山を網羅したもので、カルデラ・成層火山・溶岩ドームなどの火山の形式のほか、玄武岩や安山岩などの岩石名、活動年代、火山の位置を示す地形図名や緯度経度、これまでの研究を示す文献一覧などをまとめてあります。各火山の豊富な写真のほか、火山の様子が一目でわかるように産総研発行の地質図も収録しつつあり、研究者だけでなく、一般の方々も広く利用しています。活火山については噴火記録や噴火写真なども収録していますが、より詳細な、社会に役に立つ情報を備えたデータベースとして整備していく予定です。



Aランク (13火山)

Bランク (36火山)

火山地質図発行済み (2004年度末)

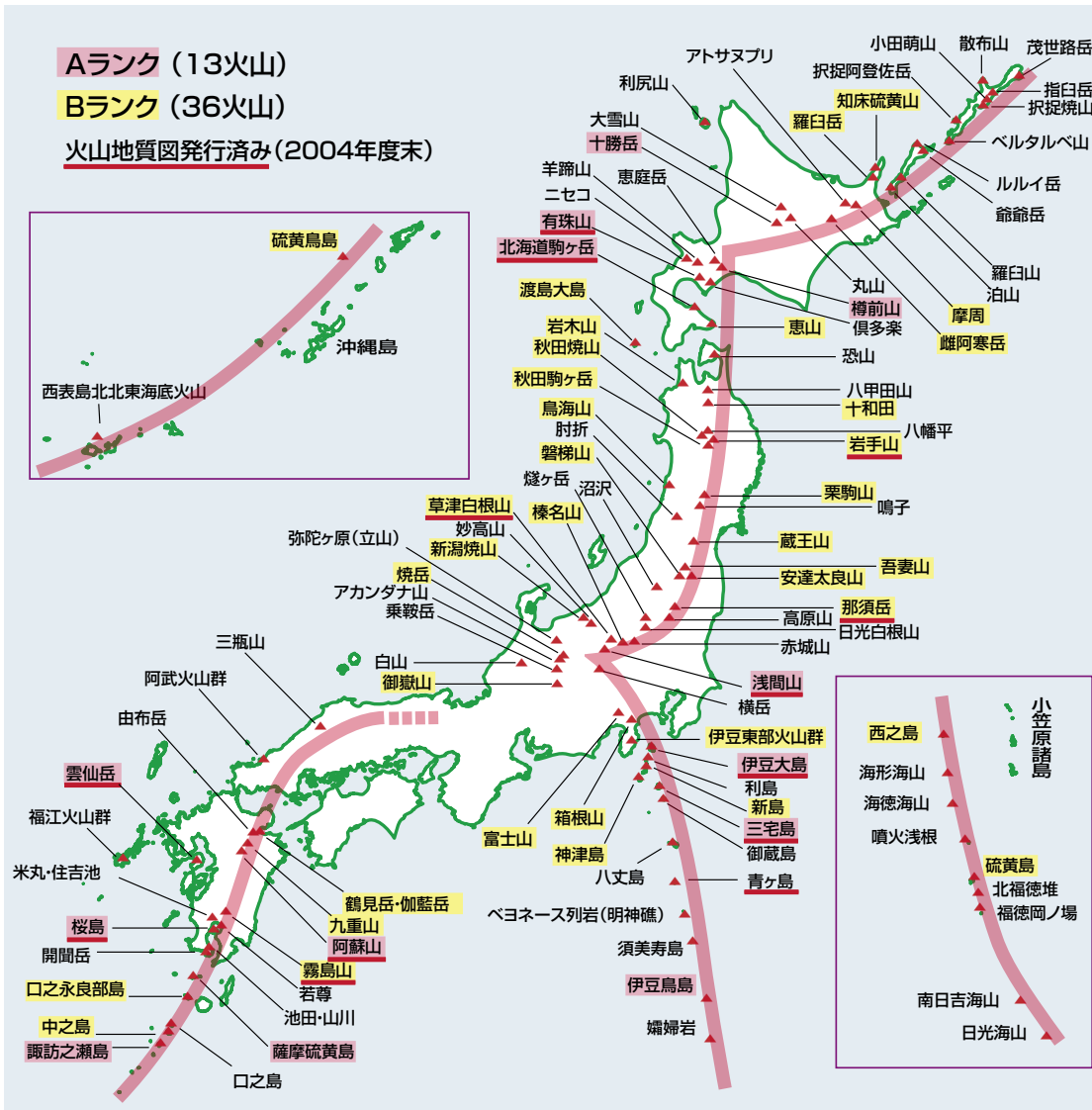


図1 日本列島の活火山分布図
活動度により3段階にランク分けされている。もっとも活動度の高いAランクは13、Bランクは36、Cランクは36火山。海底火山や北方領土の火山はランク分けの対象外になっている。今後の調査で新たに活火山と追加認定される火山もある。橙色の太いラインが火山フロント。

いったん噴火活動を開始すると、周囲に大きな被害を及ぼす危険があります。

産総研では、前身の地質調査所時代から特に活動的な活火山の噴火履歴を地質図としてまとめ、火山地質図として提供してきました。火山の過去の噴出物の分布・年代や特徴を、現地調査や室内実験で詳細に調べることによって、その火山が、いつ、どこで、どのような様式の噴火をして、どのくらいの範囲に影響を及ぼしたのかを明らかにすることができます。

火山にはそれぞれ個性があり、噴火の様

式、頻度、規模などが個々の火山によってまったく違います。そのような違いを明らかにして火山地質図として表現しているの、火山地質図はいわば火山の履歴書とも言えるでしょう。

火山地質図は、噴火が切迫しているときや実際に噴火が開始したときに、その活動の推移を予測する大きな手がかりとなります。また、過去の噴火の様式や規模のデータは、各自自治体が発行する「ハザードマップ(噴火災害予測図)」を作成する際の基礎資料としても活用されています。

地質図では、噴出物を時代や種類によって色分けして示してある。浅間山はよく三重の火山といわれるが、大規模な山体崩壊により形成された外側の外輪山(黒斑山を含む)の内側に前掛山火山口があり、さらに内側に中央火山口の釜山が形成されている。天明三年(1783年)の噴火では大量の軽石や火山灰を放出したほか、火砕流や溶岩流を噴出した。火砕流の一部は大量の岩塊を含み、なだれとなって吾妻川の峡谷を堰き止め、やがて決壊すると下流の利根川沿いに大きな被害をもたらした。

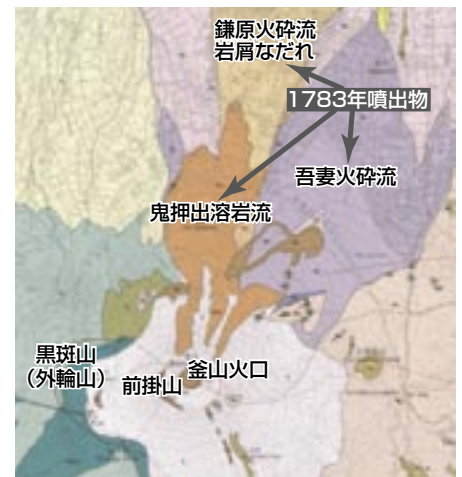


図2 浅間火山地質図(1993年発行)の一部

観光資源としての火山 - 絶景と温泉 -

地圏資源環境研究部門 地熱資源研究グループ
阪口 圭一

火山が与えてくれる楽しみ

火山は私たちにさまざまな楽しみを与えてくれます(図)。

まず、すばらしい景観があります。富士山のようにそびえ立つ峰も火山の景観の魅力ですし、十和田湖のように青い水をたたえるカルデラ湖も火山が作り出した絶景です。日本の国立公園28カ所のうち18カ所に火山があることから、そのすばらしさをわかっていただけるでしょう。

また、その山に登る楽しみや滑る楽しみもあります。深田久弥さんの「日本百名山」の半数近くを第四紀の火山が占めていますし、蔵王や妙高など人気のあるスキー場の多くも火山の斜面を利用しています。さらに、山麓には豊富な湧水をもたらす、羊蹄山、富士山、阿蘇山などの周辺には名水百選に選ばれているものもたくさんあります。

火山地域の温泉

ところで、何と言っても日本人にとって一番の恩恵は温泉です。日本には3100カ所の温泉地があり、年間の延

べ宿泊者数は1億4000万人にもなります(平成14年度環境省資料)。最近では平野部などの非火山地域での温泉開発が盛んで、数の上では火山地域の温泉の割合はそれほど多くはありません。しかし、高温泉が多いことや泉質の幅が広いことなど、火山地域には魅力のある温泉がそろっています。火山地域では、地下に高温のマグマ溜まりがあるため、高温下での水と岩石の反応やマグマからの発散物と地下水との混合が起こります。そうしてできた熱水が活発な熱水対流によって周辺に広がっていき、多様な泉質の温泉群を作り出しているのです。

温泉で発電をする？

オーストリアのブルマウ温泉(Bad Brumau)はユニークな建物とエコ・リゾートが売り物の温泉地です。このホテルでは110℃の温泉水を使って地熱発電を行い、さらに、発電後の熱水を熱交換して給湯などに利用しています(写真)。110℃という熱水の温度は従来方式の地熱発電には向きませんが、ここでは熱交換によって低沸点媒体を蒸発させて

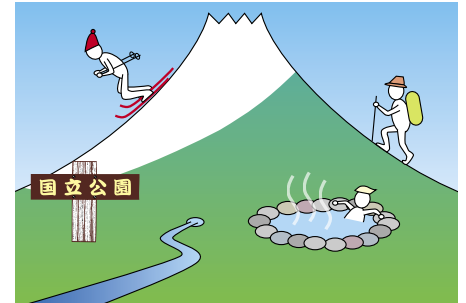


図 火山が与えてくれる楽しみ

その蒸気でタービンを回すバイナリーサイクル発電技術を使っています。

しかし、オーストリアには火山はありません。ブルマウ温泉は1970年代に行われた石油探鉱調査で見つかった温泉で、深さ2000mのボーリング坑から熱水を得ているのです。火山地域の温泉だと、もっと簡単に高温の熱水を得られます。

海外では、すでに多くの地域で、さまざまな規模のバイナリーサイクル発電設備が使われています。日本でも、温泉を利用したバイナリーサイクル発電の可能性調査が最近始まりました。今後の開発が期待されます。



写真 ブルマウ温泉(オーストリア)の地熱発電施設(左)とユニークなホテル(下)



火山が創る鉱物資源

地圏資源環境研究部門 鉱物資源研究グループ
渡辺 寧

むずかしい金属鉱床形成の解明

青森県にある恐山の山頂部に金の濃集が見られるように、火山活動と金属元素の濃集・沈殿とは切っても切れない関係にあります。火山を形づくるマグマに金属元素が含まれているためですが、マグマの中の金属元素がどのような過程を経て鉱床を作るのかは意外にわかっていません。これは金属鉱床が地表下数百m～数kmの深い場所に形成されるために、山体の残っている火山の近くでは鉱床が発見されず、逆に鉱床が開発されているところでは火山がすでに原形をとどめていないことが多いからです。また、金属鉱床はすべての火山に伴っているわけではなく、むしろ鉱床を伴う火山はきわめて稀なのです。

北海道札幌市の最高峰、無意根山(写真)は、約300万年前に安山岩の溶岩を噴火して形成した火山です。その北方には、銀・インジウム・亜鉛・鉛・銅を採掘している豊羽鉱山があります。豊羽鉱山の坑内の岩盤温度は現在でも100度以上と高く、金属元素に富む鉱脈が形成されてから、まだあまり時間が経過してい



写真 無意根山を東方から望む

ないことがわかっています。従って、鉱脈がどのようにしてできるかを研究するにはまたとない現場なのです。

私たちの「マグマ-熱水系モデル」

私たちは、地表や坑内での調査や物理探査をもとに、次のような「マグマ-熱水系モデル」を考案しました(図)。無意根火山での溶岩の噴出後、山頂から約2km下部にマグマとマグマから分別した熱水が貯留しました。そこでマグマに含まれていた熱水は、高温の火山ガスと塩水に分別します。SO₂に富む火山ガスは上昇して火山噴気帯周辺の安山岩と反応

することにより、明ばん石や蛋白石からなる酸性変質岩を形成しました。

一方、塩水には、銀や亜鉛・鉛等の金属元素が多く溶け込み、その大きな密度のために火山ガスとは別に側方に流動します。この塩水は山頂から約3km北方に流れたところで遭遇した断層帯を上昇して、地表から浸透してきた水(天水)と混合することにより、黄鉄鉱や閃亜鉛鉱などの金属硫化鉱物や石英となり鉱脈として沈殿します。同時に、鉱脈周辺の岩石に緑泥石や絹雲母を主とする中性熱水変質を引き起こしています。そして鉱脈形成後、さらに残液の熱水は断層を伝って上昇し、鉱山の東方、湯ノ沢にカオリナイトを主成分とする粘土変質帯を形成しました。

このような結果は、火山周辺で金属鉱脈を探す際の指標を与えてくれます。金属鉱床形成には、火山形成後に引き続いて起きる大規模なマグマの貫入が必要であり、火山体に熱水変質帯が発達しているかないかはその判別の鍵となります。さらに熱水で変質した岩石の鉱物の組み合わせや化学組成を吟味して、マグマの貫入に伴って発達した熱水系のどの部分を観察しているのか、地質構造の解析によりどの部分に金属元素の濃集が期待できるのかを理解することが重要です。

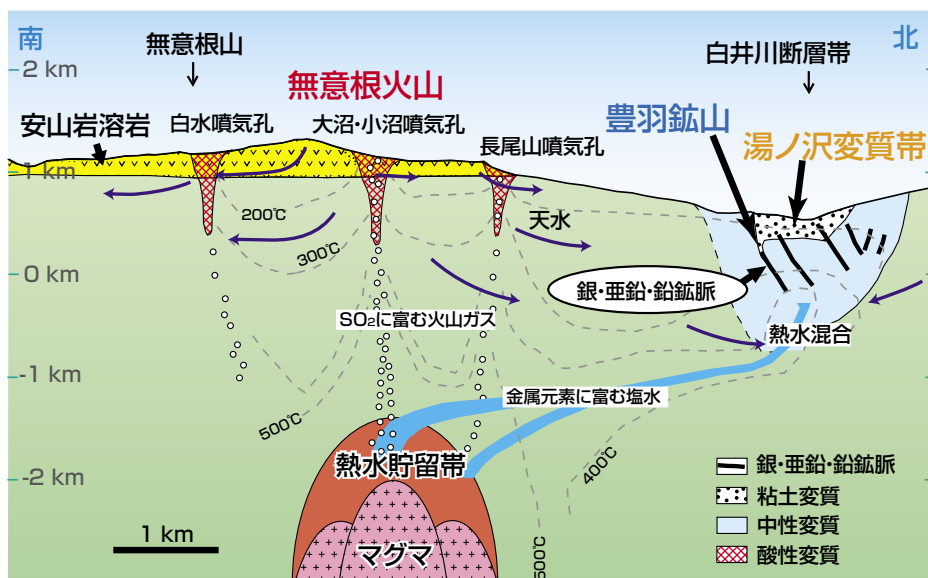


図 無意根-豊羽マグマ熱水系モデルの断面図

海底熱水系

地質情報研究部門 海底系地球科学研究グループ
飯笹 幸吉

海底の火山活動でできる硫化物鉱床

海底にできた煙突状の穴(チムニー)から勢いよく熱水がふき出している海底熱水活動は、地球上でもっとも活動的な地質現象のひとつです。ここでは地球内部の変動が、海底火山の活動に伴う熱水循環によって熱および重金属などの物質の移動として観察されます(写真)。この熱水循環は、海底深部から銅、鉛、亜鉛、鉄、金、銀などを海底の表層に硫化物の形で供給しています。そしてそこには、熱水域に特有の生態系が作り出されています。

産総研では、研究テーマのひとつとして、わが国周辺海域をはじめ中央海嶺の活動的な海域の海底熱水系に関する基礎的な調査・研究を行っており、有人潜水艇、無人探査機、海底掘削器などによっ

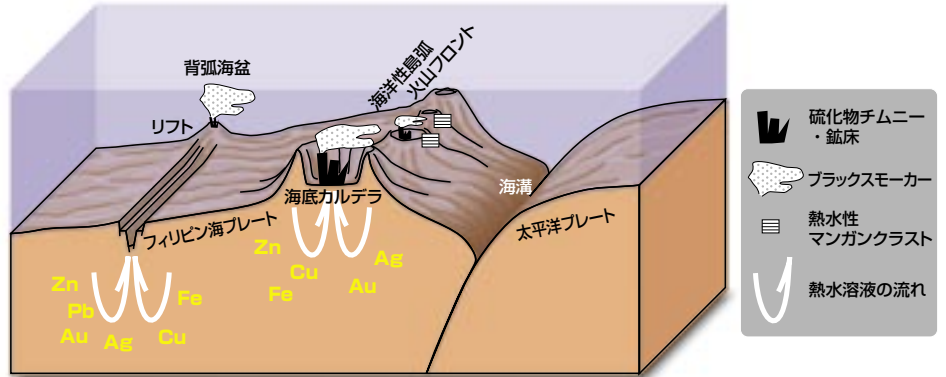


図1 日本周辺海域の潜在的な硫化物鉱床の分布と産状の概念図

てデータを収集して、物質の移動・濃集のメカニズムの解明と鉱床の形成機構のモデル化を進めています。

日本周辺海域の硫化物鉱床の分布

東京の南方海域には、本州弧に匹敵するほどの大きさで、伊豆・小笠原弧が分

布しています。この海底には、海溝の西側に活動的な海底火山や島嶼が南北方向に数多く存在しています。海溝に沿って並んだ火山のラインを火山フロントと呼びます。さらに、この火山フロントの西側には、背弧リフトと呼ばれる細長い凹地状の海底地形が南北に連なって形成されています。

火山フロントや背弧リフトに存在する海底火山には、海底カルデラと言われる鍋底状の地形を持つものが多く、この海底カルデラでは、活発な熱水活動が生じています。熱水活動が盛んな海底カルデラでは、海水が海底の割れ目から深部にしみこんでいます。しみこんだ海水は、マグマだまりの熱によって暖められて、高温の重金属を含んだ熱水溶液になって再び海底面に上昇してきます。そして、重金属に富んだ黒鉄型鉱床と言われる潜在的な硫化物鉱床を生成します(図1)。琉球弧でも伊豆・小笠原弧と同様の現象が起きています。

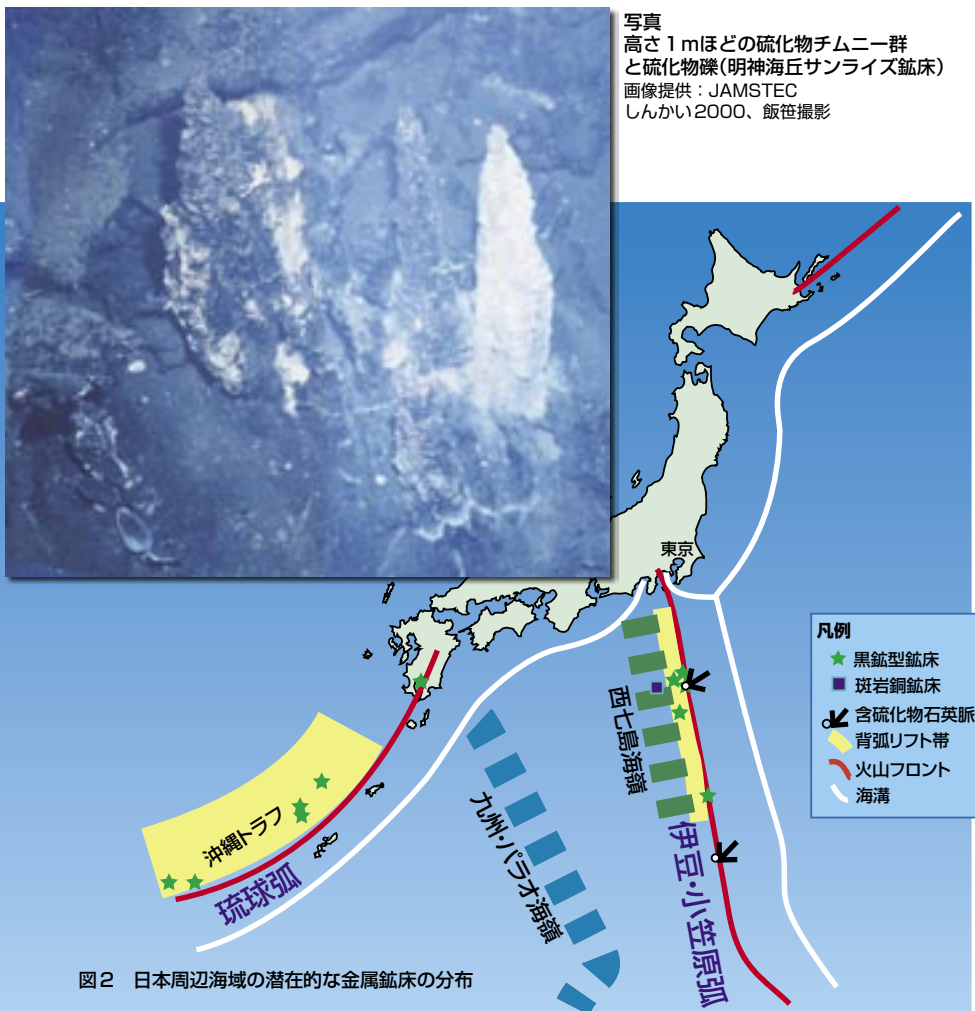


図2 日本周辺海域の潜在的な金属鉱床の分布

日本周辺海域の金属鉱床などの分布

日本周辺の排他的経済水域内には、上記のようにして生成した、金・銀・銅・鉛・亜鉛を多量に含んでいる潜在的な金属鉱床(図2の★印)が、火山フロントや背弧リフト内に数多く存在しています。

新潟県中越地震のメカニズム解明に挑む

現地調査とデータの解明から 地震災害の軽減につなげる

2004年10月23日17時56分に新潟県の中越地方で起こったマグニチュード6.8の大地震は、新潟県小千谷市で震度6強を記録したのをはじめ、甲信越地方を中心とする各地で強い揺れを感じさせた。被災地に大きな犠牲と傷跡を残し、その後も続くマグニチュード5クラスの余震が生活する人々を苦しめている。

産総研では、10月25日から活断層研究センターの緊急調査チームを現地へ派遣し、今回の地震に関係する情報を収集している。これまでに得られた数々の情報から、今回の群発地震がどのようなメカニズムで起きたのかがわかってきた。活断層による地震発生のメカニズムを解明し、災害の軽減に結びつけるための努力が日々続けられている。

活断層による現地調査から得られた様々な情報は、地質調査総合センターのウェブページ(下記)で、随時公表している。
http://www.gsj.jp/jishin/chuetsu_1023/index.html

地震の震源と地質構造

今回の一連の地震は、魚沼丘陵と呼ばれる地域の地下約5～20 km程度で発生している。「魚沼丘陵」は、信濃川の東側に沿って幅15～20kmで北北東-南南西方向に連続している丘陵地全体を指している。

この丘陵は大きく二つに分かれ、魚野川の北側を東山丘陵、南側を魚沼丘陵と呼んでいる。2つの丘陵の

東側には越後山地が分布し、丘陵と山地の間には六日町盆地と呼ばれる北北東-南南西方向の低地が形成されている(図1)。東山丘陵・魚沼丘陵には、新第三紀及び第四紀地層が数kmの厚さで分布している。これらの地層は、今から約200万年前までの間に、西北西-東南東方向からの圧縮応力を受けて形成された逆断層の活動により褶曲した(図2・図3)もので、現在も成長を続けるこれらの褶曲構造は、活褶曲と呼ばれている。

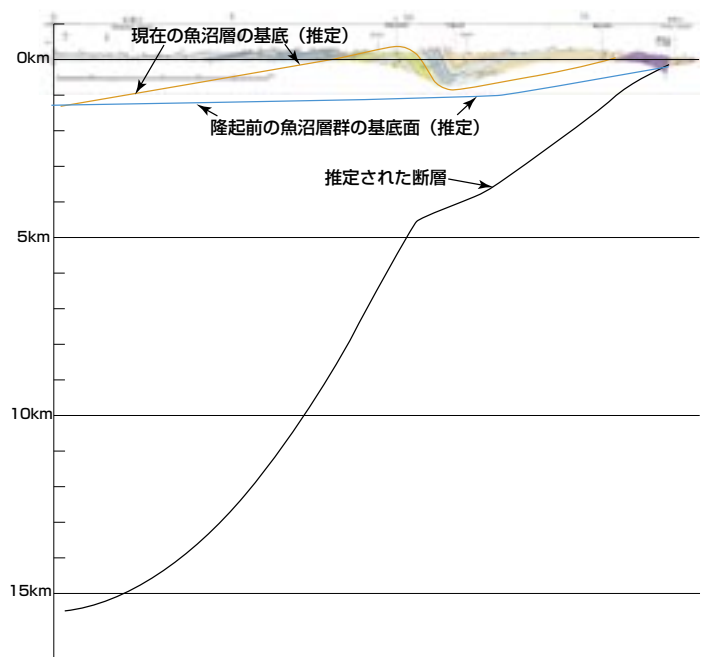
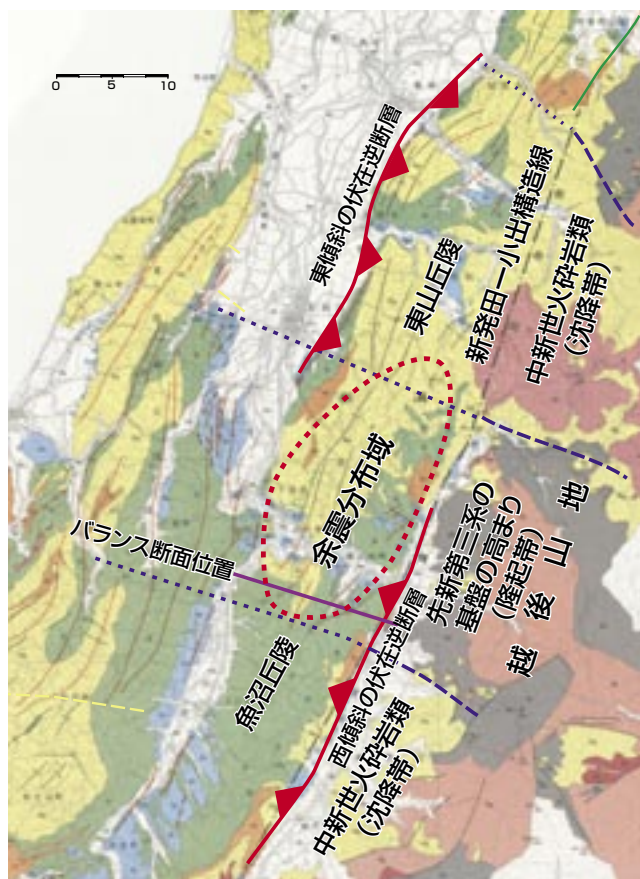


図1 地質構造解析図(左)と断面構造推定図(上)

魚沼丘陵の地質断面図から、魚沼層群の褶曲構造と魚沼丘陵隆起前の魚沼層群の形態を推定し、バランス断面法を用いて、丘陵下の断層の形態を求めた。この図は1つの可能性を示すもので、分岐断層が存在すれば断層の形態も異なってくる。

左図：20万分の1「信越地域活構造図」を基図として、岡村・柳沢・高橋が作図
 上図：5万分の1地質図「小千谷」の魚沼丘陵の地質断面図を基図として、岡村が作図

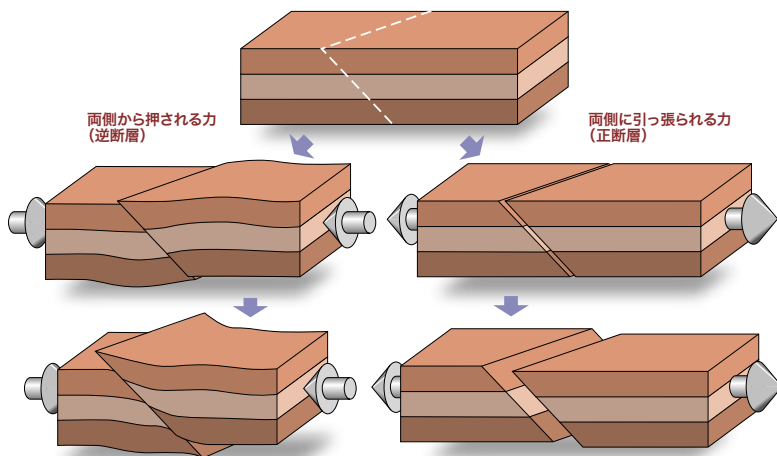


図2 逆断層と正断層

今回の地震の発生に大きく関連を持つと思われるのは、左側の逆断層

今回の新潟中越地震は、この丘陵の下で発生していることから、丘陵を隆起させてきた地殻変動の一つであると考えられる。

東山丘陵・魚沼丘陵と越後山地の境界は「新発田-小出構造線」と呼ばれ、六日町盆地から新潟県北東部の新発田付近まで連続している。この断層は2000-1500万年前に日本海が拡大する際に形成された、丘陵側(北西側)が沈降する正断層(図2)で、陸域と海域の境界だったと考えられる。約200万年前、東西圧縮応力が強くなることによって、かつての正断層が逆断層として再活動し、その運動によって丘陵が隆起してきたと考えられる。東山丘陵・魚沼丘陵に分布する新第三紀の地層は大きく褶曲しているが、褶曲構造の特徴は場所によって大きく違う。最も南側の魚沼丘陵は比較的単純な背斜構造(図3)で、背斜の東側の地層が急傾斜していることから、西傾斜の逆断層運動によって隆起したと考えられる。一方、長岡市街の東方から北側の東山丘陵を形成する背斜構造は西側の地層が急傾斜していることから、東傾斜の逆断層が伏在している可能性が高いと考えられる。

特にこれらの境界では褶曲の数が多く、複雑な地質構造が見られる。越後山地の北西-南東方向の構造境界(隆起帯と沈降帯の境界)の北西延長上では、褶曲軸(図3)が曲がったり不連続になったりしながら連続している。これは、越後山地の基盤構造が地下深部の構造として、北西側に連続していることを示すものである。

今回の震源域は、魚沼丘陵の北部から東山丘陵の南部にまたがり、西傾斜の逆断層から東傾斜の逆断層に地質構造が移り変わる境界部に位置している。その褶

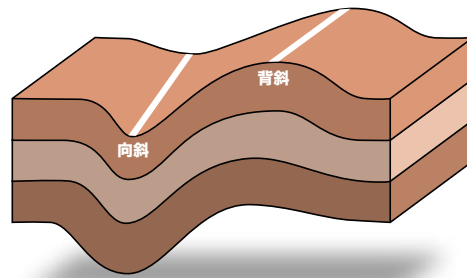


図3 地層の褶曲構造における向斜と背斜

圧縮応力(図の左右から中心に向けて押し縮める力)を受けて撓んだ地層で、下側に凹むように撓んだ構造を向斜、上側に凸状に撓んだ構造を背斜と呼ぶ。図中の白線部分を褶曲軸(向斜軸・背斜軸)と呼ぶ

曲構造の複雑さから、震源域の断層の形態も複雑であることが十分考えられる。また、それが多くの余震が発生する一因となっている可能性が高いと思われる。さらに、震源域の南縁と北縁は、越後山地から伸びる北西-南東方向の構造境界線上に位置し、震源域の形成に影響を与えているように見える。

中規模余震が多発する理由

中越地震では、発生直後から、かなり多くの余震が発生している(図4)。これは伏在逆断層運動特有の応力再配分と、この地域の潜在的な中規模断層の多さに関係すると考えられる。

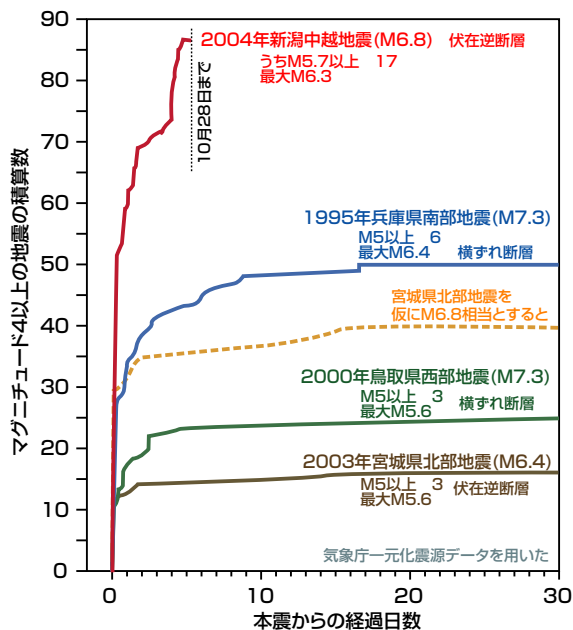


図4 中規模余震が続く今回の地震と、過去の地震との対比

伏在逆断層（図5：中）では、断層による“ずれ”が地表まで明瞭に到達した場合（図5：上）と異なり、歪みが解消しきれない。それどころか、かえって逆断層運動を誘発する地域が増えることになる（図5：中暖色地域）。また、そのような地域で既存の中規模断層が刺激されM5-6の大きな余震が起こる可能性もある（最下図）。今回の地震では、余震分布から本震を起こした断層面がよくみえないことが特徴としてあげられるが、その原因にも影響していると思われる。

現地調査で活断層の実態を追う

産総研の緊急調査チームは、現地で精力的な調査を続け、地表に現れた地震の傷跡から地下の活断層の様子を推測するための情報を集めている（写真1～10）。

現地調査の最中にも余震が起こることから、調査に携わる研究者は「揺れの体験」から地下の様子を推し量ることもある。活断層の現地調査は、地上に残された僅かな痕跡から地下に起こった大きな変位を推測する目的で行われ、地震のメカニズムを解明し、将来の地震発生を予測するために不可欠な作業といえる。

小平尾断層付近における地表変形調査

魚沼市の旧広神村小平尾^{おびろう}で地震に伴う断層の地表変位調査を実施した。広神村小平尾集落を通過している国道352号線の旧道では、消雪パイプが圧縮を受け座屈変形（写真1）や路面の圧縮による変形（写真2）が認められた。これらの変形量（水平短縮）は2-3cm程度と見積もられ、今回の地震によるズレの一部が地表に達した可能性もあると考えられる。



写真1 国道352号線(旧道)の小平尾地内にみられる消雪パイプの座屈変形
数cm程度の水平短縮が生じたものと思われる



写真2 国道352号線(旧道)の小平尾地内にみられる舗装路面の圧縮変形



写真3 畑を横切る逆断層状の変形

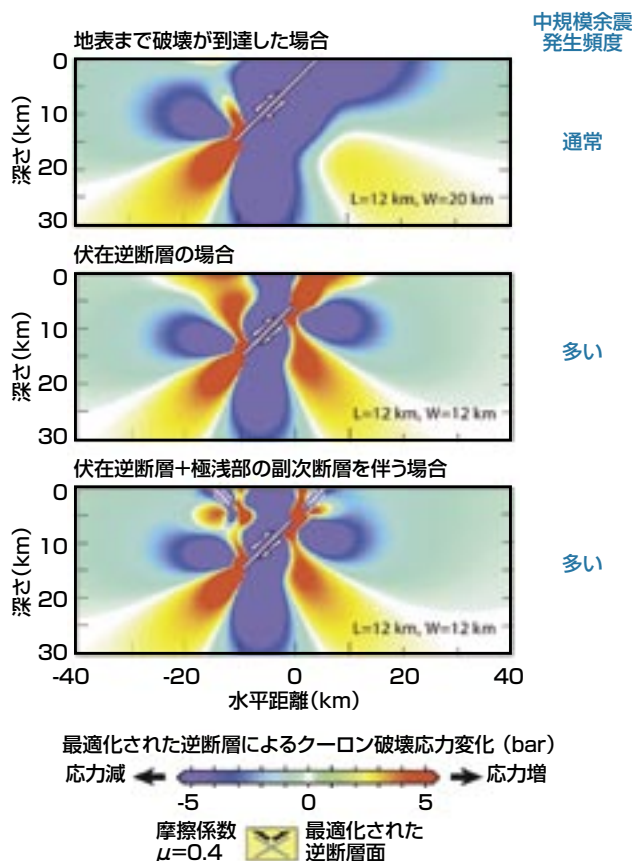


図5 本震後の応力変化（逆断層を胴切りにする断面）

Lin & Stein, 2003 に遠田が加筆・修正して作図

さらにその後の調査では、前回の調査地点の間を結ぶ線上において、畑を横切る逆断層状の変形（写真3）や、道路の短縮変形が断続的に確認できた。

小平尾断層に沿っては、沖積面上で断層に対して斜交する道路が傾動するとともに、逆断層運動と調和的な見かけの横ずれを示していた。ただし、これより一段高い面には目立った変状は認められない。



写真4



写真5



写真6



写真7



写真8

六日町盆地西縁断層帯の北方延長部における地表変形調査

写真4：集落北東の国道352号線では、路面を横切ったわみによる段差が生じていた地震の揺れによる不同沈下の可能性もある。

写真5：写真3の地点の南東約30mの神社北側の地点では、圧縮によるコンクリート製の集水桝の変形がみられた

写真6：路面の圧縮による変形が認められた。圧縮により盛り上がった側溝の高さは、26日午後3時頃の計測では約12cmだったが、28日午後3時頃の計測では約13cmと大きくなっていた

写真7：小平尾集落南部の舗装道路では、消雪パイプのコンクリート枠が圧縮を受け跳ね上がっているのが発見された

写真8：広神村小庭名の国道352号線の旧道では、道路側面のコンクリート水路が圧縮により変形しているのがみられた

ヘリからの観察による地盤災害の概要

写真9：山古志村南平でみられた既存の地すべり土塊の崩落による流動性の高い地すべり。

写真10：与板町市街地付近の信濃川河川敷でみられた地盤の液状化による噴砂現象



写真9



写真10

六日町盆地西縁断層帯北東延長部では、前回調査(写真8) 地点の西方延長の水田に、干上がり方の違いからわずかな撓曲(北東側上がり)が推定された。

六日町盆地西縁断層帯北方延長部地表変形調査

六日町盆地西縁断層帯の北方延長部で、長さ約1.7kmの区間に渡って3地域の計5地点で、断層活動によると推定される地表変形が認められた(写真4～8)。

これらの変形量(水平短縮)は、28日午後の調査時点で最大数cm程度と見積もられ、今回の地震の本震と一連の余震活動に誘発された、小規模な断層活動によって形成されてきた可能性がある。

地盤災害の概要調査

共同通信社の取材ヘリに同乗して、短時間ではあるが空からの観察を中心に、地盤災害の状況調査を実施した。今回の地震では、東山丘陵を中心に既存の地すべり地域で大きな土砂災害が発生した。とくに土砂災害が多かった山古志村では、既存の地すべり土塊が崩落して流動性の高い地すべりとなった事例(写真9)と、既存の滑落崖で山崩れが起こった事例とがみられた。また、信濃川沿いの河川敷や旧河道では、液状化によって噴砂現象があらわれ(写真10)、その北限は少なくとも震央から40km余り離れた寺泊市岩方付近にまで達していることが確認できた。

●問い合わせ

独立行政法人 産業技術総合研究所

地質調査総合センター

E-mail : secr@gsj.jp

光ディスクの高速書き換え原理の解明

DVD-RAM、DVD ± RW 等書き換え型光ディスクの構造変化と高速書き換え原理の解明

市販されている DVD-RAM や CD-RW 等の書き換え型光ディスクは、カルコゲンと呼ばれる材料で原子が結晶-アモルファス間を移動する物理現象を応用している。これを相変化記録消去方式と呼ぶ。しかし、発案から 40 年経った今、やっとその原理がわかってきた。アモルファスと呼ばれてきた相にはリング状の構造があった！

はじめに

1982年にコンパクトディスク(CD)が発売されてすでに20年が経過し、今では書き換え可能なCDや、音楽ばかりではなく映画を丸ごと2時間以上録画可能なディ・ブイ・ディ(DVD+/-RWまたはDVD-RAM)が広く普及するようになった。その中で、ミニディスク(MD)を除く記録消去可能な光ディスクのほとんどは、テルリウムまたはアンチモンを主成分とするカルコゲンと呼ばれる化合物を材料とした20ナノメートル(1ナノメートルは10億分の1メートル)程度の薄膜に、パルス状のレーザービームを照射し、その結晶相とアモルファス相間に生じる大きな屈折率差を反射率差に変換するという、「相変化光記録消去」と呼ばれる方式により信号の記録・再生を行っている。カルコゲン材料の光学的なスイッチング特性は、1960年代に米国のオブシンスキーによって発見され、日本では大手民間企業が中心となって光ディスクへの応用研究が

進んできた。1990年代にはDVDの商品化とともに記録消去可能なDVDの開発も並行して行われ、DVD-RAMやDVD+/-RWといった光ディスクが商品化された。現在ではハードディスクと光ディスクが一体となったDVDレコーダーが爆発的にヒットし、現代の三種の神器の一つとなっている。

光ディスクの開発と並行して、材料の光スイッチング現象や構造解析に関連した基礎的研究も行われてきたが、アモルファスの構造そのものが未解明のまま実験的な材料開発が先行し、今では100万回以上の記録消去回数に優れかつ化学的にも非常に安定な記録材料であるゲルマニウム・アンチモン・テルリウムからなる三元化合物(GeSbTe系材料)と銀・インジウム・アンチモン・テルリウムからなる四元化合物(AgInSbTe系材料)が実用化されている。しかし不思議なことにその詳細な構造相変化や大きな光学定数(屈折率や透過率)変化に関する物理は、20年もの間、全く未解明のままであった。

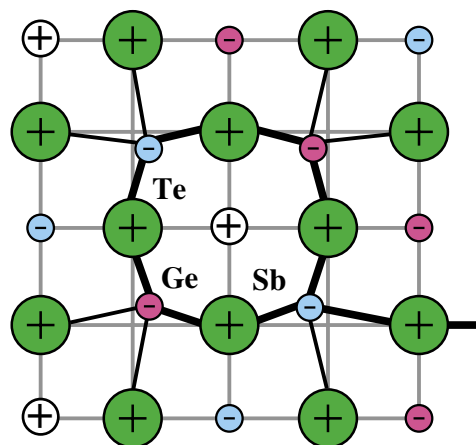


図1 ゲルマニウム・アンチモン・テルリウム相変化化合物結晶構造の基本ブロック

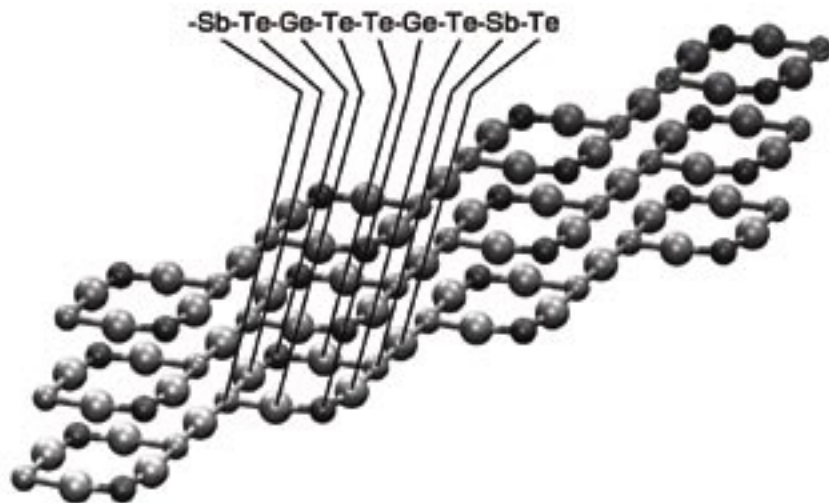


図2 ユニット骨格からなる2次元集合体

研究の内容

近接場光応用工学研究センターでは、産総研で培われてきたX線超微細構造解析技術を産業界が抱える諸問題に適応すべく、光ディスク材料の詳細な構造解析とその高速相変化機構の解明を目的として、財団法人高輝度光科学研究センター、米国Yeshiva大学、Washington大学と国際研究チームを組織し、茨城県つくばにあるフォトンファクトリーと兵庫県播磨にあるスプリング8と呼ばれる高輝度軌道放射光装置を利用して解析を行ってきた。

実験に使用したサンプルは、実際に市販されているDVD-RAMと同じ材料(ゲルマニウム・アンチモン・テルリウム、2-2-5系)を用い、同じ構造でディスクを作製した。このディスクを一旦レーザービームを照射して初期化と呼ばれる結晶化過程を経た後、パルスレーザーを用いてアモルファス相を得た。このサンプルディスクから上部の誘電体層と反射膜を剥離して得られた相変化材料表面をフォトンファクトリー(BL12Cライン)およびスプリング8(BL01B1ライン)と呼ばれる高輝度軌道放射光装置を用いてXAFSおよびXANESとよばれる解析を行った。

ゲルマニウム、アンチモン、テルリウムそれぞれの原子が持つK-edgeと呼ばれる特性X線解析から、テルリウム-ゲルマニウムの原子間距離は2.83オングストローム(1オングストロームは10分の1ナノメートル)、テルリウム-アンチモン間は2.91オングストロームで、アンチモン-ゲルマニウム結合は存在しないことが確認された。実験誤差は±0.01オングストロームであった。また、第二近接状態にあるテルリウム-テ

ルリウム間は4.26オングストロームであることから、これまで通常のX線解析によって知られていた6配位をもつ岩塩構造とは言い難く、4配位の構造からなることがわかった。

従来のX線による構造解析での各原子の格子点からの平均ゆらぎが0.04平方オングストロームであり、XAFSによる偏差は非常に小さいので、ゲルマニウムとアンチモンはランダムに岩塩構造の格子点を占めるのではなく、強誘電体特性をもつゲルマニウム-テルリウム二元系材料と同様に、テルリウムと強い相関をもった歪んだ岩塩構造を形成していることが明らかとなった。さらにゲルマニウムおよびアンチモンの原子半径と結合数を考慮すると、均一な結合長をもつのではなく、強い結合と弱い結合からなる図1に示されたような構造をとり、この構成ブロックが二次元的に結合した構造によって歪んだ岩塩構造が出来上がるという結果が得られたのである。

つまり、ゲルマニウム・アンチモン・テルリウム、2-2-5系結晶は、Te間にランダムにアンチモン、ゲルマニウム、空孔(20%)が存在しているのではなく、図1のように中心にプラスに帯電した空孔をもちリング状に共有結合したゲルマニウム-テルリウム-アンチモン-テルリウム-ゲルマニウム-テルリウム-アンチモン-テルリウム-からなる二次元ブロックを基本としたユニット骨格から形成されているのである。この二次元配置は図2のようになっており、この結果は従来のX線構造解析で得られたものとピタリと一致した。

また、アモルファス相と呼ばれる状態は、この二次元ブロックを維持しており、この隣接リングとの間で

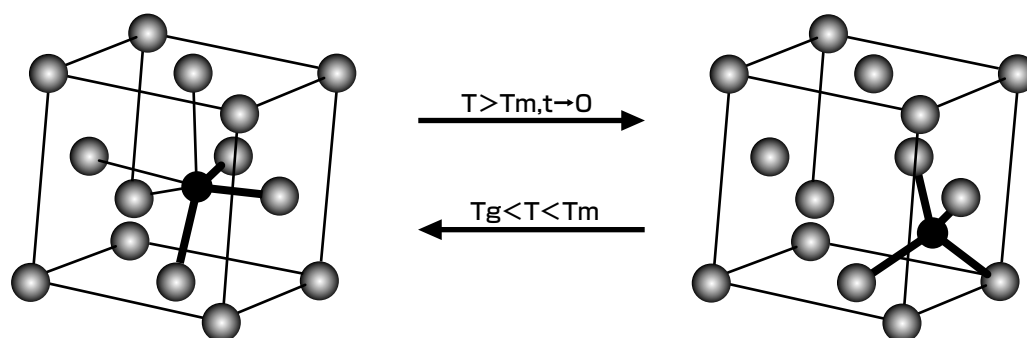


図3 ゲルマニウム・アンチモン・テルリウム化合物の結晶-アモルファス転移のモデル

中心にあるGe原子がTeの格子内で移動する。Tは温度、Tmは従来考えられてきた融点、Tgはそのガラス点転移を示す。

ゲルマニウムとテルリウムの弱い共有結合(図1で細く示した線)が切れることで「アモルファス」構造を呈するのである。このとき、アンチモン-テルリウム間の弱い結合は切れない。これは即ち立体的にはユニット格子内のゲルマニウムのみがテルリウムとの弱い八面体構造(結晶状態)から図3のように強い四面体構造を取ることで格子が歪み、アモルファス相らしく見えているに過ぎないという非常に興味深い結果が得られた。

この実験解析結果は、これまで謎とされてきた「アモルファス相でのテルリウム-ゲルマニウム間距離が収縮する一方で、結晶相の体積が減少する」という矛盾した特徴をよく再現できる。

このように、ゲルマニウム・アンチモン・テルリウム相変化材料は、特殊な結晶-アモルファス相転移を行う。隣接するリング構造間の弱いゲルマニウム-テルリウム結合が切れるのみでの相転移であることから、アモルファス相への転移(あるいは逆に結晶相への転移)時に必要となる活性化エネルギーは、これまで測定されてきた2エレクトロンボルトより遥かに小さく、また、潜熱も弱い結合を切るだけでよく、アモルファス化に時間とエネルギーを浪費する必要はない。したがってフェムト秒(10^{-15} 秒)程度の短時間でもアモルファス化が可能なのだと思われる。また、図3に示すように基本的にはテルリウムの面心立方格子内の中心に位置したゲルマニウム原子が四つの強い結合と二つの弱い結合からなる状態から「アンブレラ・フリップ・フロップ」転移によって四つの強い結合のみとなるためゲルマニウムの原子位置がシフトする。これは中心電荷の対称性を崩すが、この事実から強誘電特性をもつことが予想できる。このユニット格子内でのゲルマニウム単一原子の位置のずれをメモリーとし

てとらえれば、将来は単一原子メモリーデバイスとして応用が可能と考えられる。

今回解析したゲルマニウム・アンチモン・テルリウム相変化材料は、このように従来の光記録への応用のみならず、各国で研究開発が進んでいるオーボニックメモリーの材料としても期待されており、1平方インチサイズで10テラビットを超える究極の記憶デバイスの実現を可能にする夢の材料であるということが再認識されたものといえる。

終わりに

今回の成果を踏まえ、他の相変化材料である銀-インジウム-アンチモン-テルリウム材料等を、引き続き国際研究チームを組織しながら解析し、今後のデバイス材料への可能性を含めて基盤研究を推進していく予定である。

なお、本研究成果は、Understanding the phase-change mechanism of rewritable optical mediaのタイトルでNature Materials 10月号 703-708ページに掲載された。

●問い合わせ

独立行政法人 産業技術総合研究所
近接場光応用工学研究センター
近接場光基礎研究チーム 主任研究員 Kolobov Alexander
近接場光基礎研究チーム 主任研究員 Fons Paul
研究センター長 富永淳二

E-mail : j-tominaga@aist.go.jp
〒305-8562
茨城県つくば市東 1-1-1 中央第 4

蛋白質とRNAとの協同作業による特異性の決定

鋳型非依存性RNA合成酵素の分子的基盤

通常、生体内において、定まった配列をもった核酸の合成には、核酸合成酵素であるRNAあるいはDNAポリメラーゼは、合成する配列に相補的な核酸の鋳型を必要とする。しかし、CCA付加酵素と呼ばれる転移RNAの3'末端に普遍的に存在するC-C-A (Cytidine-Cytidine-Adenosine位置74, 75, 76) 配列を付加、合成する酵素は核酸の鋳型を使用しない。CCA付加酵素は定まった配列を核酸の鋳型を用いることなく合成できる唯一の鋳型非依存性RNA合成酵素である。1970年代に、この酵素活性が同定されて以来、三十年もの間、この酵素が核酸の鋳型を用いることなく定まった配列を合成する分子機構については未解決であった。我々は、この問題点を、CCA付加酵素(実際にはA付加酵素)、末端のAが欠けた転移RNAそして付加されるヌクレオチド(ATPのアナログ)の三者複合体のX線結晶構造解析、さらにその構造を基にした機能解析によって、その分子機構の一端を明らかにした。

構造・機能解析の結果、付加されるATPの塩基は転移RNAの3'末端のC75の塩基とスタッキング相互作用をし、さらに特異的なアミノ酸残基と“ワトソン・クリック”様水素結合をして認識されていた。これは転移RNAの

3'末端と特定のアミノ酸残基とが協同でATPの結合サイトを形成していることを示している。さらに、結合したATPの塩基はC75の塩基部分の他に、核酸の塩基を模倣しているアミノ酸残基とスタッキング相互作用をし、連続する“スタッキングアーク”を形成していることが示された。また、転移RNAの3'末端のC-C配列は、特異的なアミノ酸残基で形成される相補的ポケットによって認識されており、特にC75の塩基部分は特定のアミノ酸残基と“ワトソン・クリック”様水素結合をして認識されていた。これらは、核酸を鋳型として用いる通常のDNAあるいはRNA合成酵素の核酸性の鋳型をCCA付加酵素では蛋白質が擬態していることを示している。

このように三者複合体の構造解析を行うことによって、“核酸と蛋白質とが協同して鋳型を形成して反応の特異性を規定している”という知見が得られた。我々の鋳型非依存性RNA合成酵素であるCCA付加酵素の分子機構の研究は、鋳型非依存性RNA合成酵素の分子的基盤を提示したのみならず、核酸と蛋白質の複合体による機能発現システム、核酸から蛋白質への機能委譲システムの構築原理の一端を提示したといえよう。

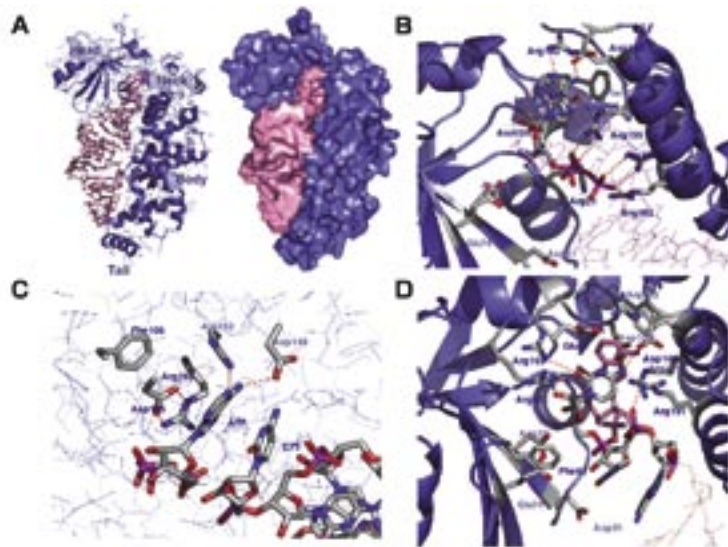


図 A : CCA付加酵素、転移RNA、付加されるヌクレオチド(ATPアナログ)三者複合体の構造(青:酵素、ピンク:転移RNAの上腕部)。B : 特異的なアミノ酸残基と転移RNAの3'末端によって形成される鋳型によるATP認識。C : 蛋白質と核酸によるスタッキングアークの形成、D : 特異的なアミノ酸残基による転移RNA 3'末端の認識。



とみたこうぞう
富田耕造
kozo-tomita@aist.go.jp
生物機能工学研究部門

関連情報

- 協同研究者：深井周也、瀧木理(東京工業大学大学院)。
- K. Tomita, A. M. Weiner: Science, Vol. 294, 1334-1336 (2001)。
- K. Tomita, A. M. Weiner: J. Biol. Chem., Vol. 277, 48192-48198 (2002)。
- K. Tomita, S. Fukai, R. Ishitani, T. Ueda, N. Takeuchi, D. G. Vassilyev, O. Nureki: Nature, Vol. 430, 700-704 (2004)。

環境化学物質による心の病の可能性

最近、環境化学物質が生体に及ぼす影響が懸念されており、生殖機能に影響を及ぼす可能性のあるものとして内分泌かく乱化学物質(環境ホルモン)が注目されている。一方、環境化学物質が心の病気を引き起こす可能性が指摘され始めているが、精神疾患のメカニズムがよく分かっていないため、危険因子を見いだすのは容易でない。当研究センターでは、自閉症などの広汎性発達障害(PDD)や注意欠陥多動性障害(ADHD)といった発達障害患者が幼児期～学童期に示す多動(自発運動量の増加)を指標にした環境化学物質のスクリーニング技術を開発した。

環境化学物質を生後5日齢のラット脳に投与した後、ヒトの学童期に相当する4～5週齢において自発運動量を測定した(図1-A)。比較対照として、神経毒の一つである6-ヒドロキシドーパミン(6-OHDA, 100 μ g)によってドーパミン神経の発達を選択的に障害した多動性障害モデルラットを用いた。その結果、フェノール類、フタル酸エステル類のいくつかは、6-OHDAと同様に自発運動量を増加させることが分かった(図1-B)。また、ビスフェノールAの場合、0.2 μ gという微量でも有意な多動を生じさせた。組織学的に調べたところ、ビスフェノールA(図2)などのフェノール類はドーパミン神経の発達を

阻害していた。DNAアレイによって脳内の遺伝子発現を調べた結果、多動性障害モデルラットでは、多動時期(4週齢)にグルタミン酸受容体の一種であるNMDA受容体、8週齢ではグルタミン酸トランスポーター、ドーパミントランスポーターおよびドーパミンD4受容体などの遺伝子発現が増加していた。一方、環境化学物質による多動ラットの遺伝子発現変化は、これと全く異なるパターンを示し、化学物質によるばらつきも大きかった。したがって、環境化学物質はドーパミン神経だけでなく、多種類の神経に対して毒性を示す可能性が考えられる。

一般的には、化学物質を妊娠ラットに摂取させ、仔ラットへの影響を調べる方法がとられる。しかし、母体に生じる変化の影響や現時点で環境化学物質が仔ラットの脳への移行性が不明であることから、我々は、脳への直接投与を行っており、本結果から、短絡的に環境化学物質がヒトの疾患の原因であるとはいえない。しかし、当技術は神経毒性を有する環境化学物質を見いだすためのスクリーニング技術として有効であり、脳の発達に影響を及ぼす化学物質の規制基準の策定、より良い化学物質の創製や心の病の予防・治療に有効な新薬の開発に貢献するものと期待される。

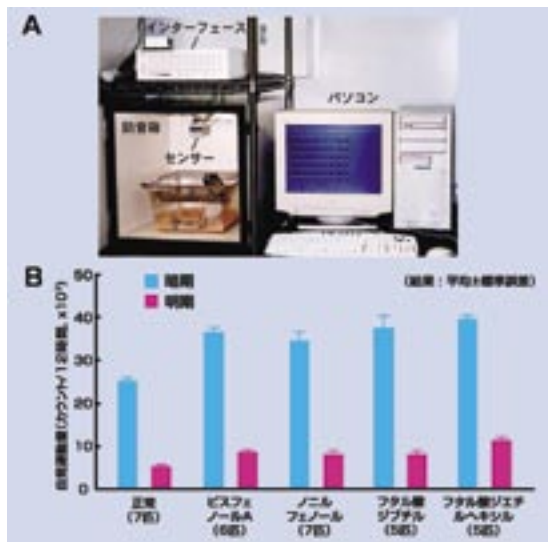


図1 ラットの自発運動量

A: 自発運動量測定システム。B: 環境化学物質87 nmol(ビスフェノールAの場合20 μ g)は、暗期および明期で有意な多動を生じさせた。

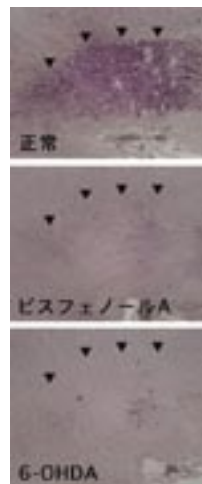


図2 中脳腹側部におけるチロシン水酸化酵素免疫活性

正常ラットでは中脳腹側部のドーパミン神経が濃く染まるが、ビスフェノールA (87 nmol)は6-OHDAと同様に免疫活性を低下させた(矢印)。

関連情報

- 共同研究者：岩橋 均, 二本鋭雄(ヒューマンストレスシグナル研究センター), 岡修一(生物機能工学研究部門), 石堂正美, 森田昌敏(国立環境研究所)。
- Y. Masuo, M. Ishido, M. Morita, S. Oka: Neural Plast., vol. 11, 59-76 (2004)。
- Y. Masuo, M. Ishido, M. Morita, S. Oka, E. Niki: J. Neurochem., vol. 91, 9-19 (2004)。
- プレス発表, 平成16年8月25日: http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2004/pr20040825/pr20040825.html
- 新聞記事: 毎日新聞 平成16年8月26日, 日経産業新聞 平成16年8月26日, 化学工業新聞平成16年8月26日, 日刊工業新聞 平成16年8月26日, 科学新聞 平成16年9月3日, 茨城新聞 平成16年9月11日, 北海道新聞 平成16年9月13日。



ますおよしのり
増尾好則
y-masuo@aist.go.jp
ヒューマンストレスシグナル研究センター

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

2006年4月3日

塗布法による高品質SiO₂膜の作製

印刷法で電子デバイスを作製する技術は、生産エネルギーや設備投資の軽減を図れることから、低環境負荷で低コスト大量生産を可能にする技術として、その開発に大きな期待が寄せられている。印刷法で電子デバイスを作製するためには、半導体層や絶縁層などの構成部品をすべて低温で印刷法により作製でき、しかもそのデバイス性能が十分信頼性のおけるものでなければならない。その中で絶縁層材料に関しては、優れた絶縁性能を示すほかに、塗布性、低温加工(プラスチック基板耐性)、高純度、耐久性、耐溶剤性、表面平滑性、などの性能が要求される。現在、電子デバイス用として用いられている絶縁層材料としては、これまでSiO₂薄膜が最も実績があり、信頼性が高いものとして扱われてきている。しかし、薄膜トランジスタ(TFT)のゲート絶縁層にも使用できる高品質SiO₂薄膜は、多くの場合シリコン基板を約1000℃の高温で熱酸化することにより作製されており、印刷法での作製は困難であった。

このたび我々は、塗布法で、しかも加工温度が100℃以下で、高品質なSiO₂薄膜を形

成させる技術を開発することに成功した。今回開発した技術では、シリコンと窒素を構成成分とするシラザンを溶媒に溶かし薄膜化、これをオゾンと反応させる事でSiO₂薄膜を得た。この際、薄膜化のコンディションやオゾンとの反応条件・環境などを適切に制御し段階的な加温プロセスを適用するとTFTのゲート絶縁膜としても十分耐えうる高品質SiO₂絶縁膜が得られる。本開発技術では加工温度を100℃以下にすることができることから、プラスチック基板上でも高品質SiO₂絶縁膜を形成させることが可能となった(写真)。また本開発技術で作製したSiO₂薄膜をゲート絶縁層に使用した有機薄膜トランジスタ(有機TFT)を作製したところ、シリコン基板を熱酸化することにより作製したSiO₂薄膜を用いたときとほぼ同等の性能を示し(図)、本技術で作製したSiO₂薄膜が有機TFTのゲート絶縁層として十分な機能を発揮することを確認した。

今後は、高品質SiO₂薄膜の更なる高性能化を図るとともに、印刷法で全ての電子デバイスを作製する技術を確立していく予定である。



写真 プラスチックフィルム上に作製したSiO₂薄膜

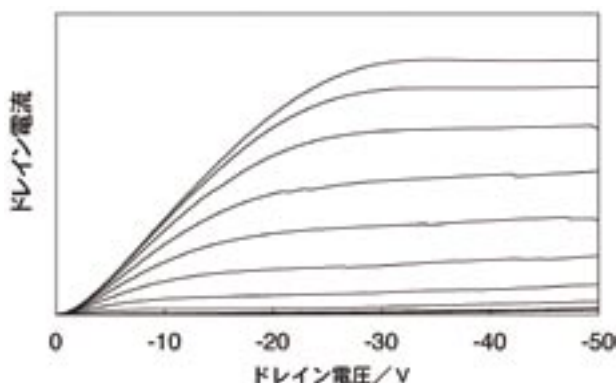


図 本開発手法によるSiO₂薄膜を用いて作製した有機TFTの出力特性



こざさたけひと
小笹健仁

tak-kozasa@aist.go.jp
光技術研究部門

関連情報

- 日経エレクトロニクス：2004年2月16日。
- 朝日新聞、日経産業新聞、日刊工業新聞、化学工学新報：2004年8月31日。

ありあわせのPCで多量の計算を高速かつ正確に

P2P分散処理ミドルウェア P3

当研究センターでは、オフィスや家庭にあるPCを多数、容易に束ねて、多量の計算を高速に行なうためのミドルウェアP3を開発した。

以前より、GridRPC API仕様を実装したNinf-G2、およびMPI仕様を実装したGridMPIなど、グリッドに適したプログラミング環境を開発してきた。これらは、地理的に分散配置された数台から1000台規模のPCクラスター、つまり計算専用機を対象としている。それに対してP3は、計算のために用意されたわけではないPC群、例えばオフィスや家庭にある既存のPCを多数用いることで多量の計算を高速に行うプログラミング環境/ミドルウェアである。

ありあわせのPC群を分散処理に用いるためにP3が提供する代表的な機能として、(1) PCのアドホックな追加・離脱、(2)ごく容易なインストールと自動更新、(3)虚偽の計算結果の自動検出が挙げられる。

オフィスや家庭のPCは日常的に電源を切られるため、P3は突然の電源断・投入を日常茶飯事として想定している。P3を用いた場合、一部のPCに故障や電源断があっても、分散処理全体は自動的に完遂される。そのために分散処理アプリケーションの側で故障を考慮しておく必要はない。また、分散処理の途中であっても、PCを処理に追加していくことができる。

数のPCを使う場合、台数に比例してソフトウェアインストール、更新の手間が増えていく。

それに対してP3の場合は、ウェブブラウザでP3配付ページを閲覧してマウスをクリックしただけでインストールを行える。また、最新版への更新も自動的に行われる。

P3は、組織内の既存PCを束ねるcycle scavengingだけでなく、インターネット上で協力者を募つての分散処理も想定している。その場合、どうしても、協力者のPCが虚偽の計算結果や誤った結果を返してくることを想定しなければならない。この問題に対して、P3は計算結果の自動検証機能を提供している。

アプリケーション側で何もせずとも、複数の計算結果を照合して検証し、虚偽の計算結果を検出する。疑わしい場合には計算を再度行うので、悪意ある協力者が居る場合でも、正しい結果を得られる。

P3を用いた分散処理の事例としては、遺伝的アルゴリズムを用いたタンパク質の立体構造決定や、共通鍵暗号方式の鍵探索がある。また、2004年9月にはソースコードを含めて公開を行った。

従来のインターネット上分散処理プロジェクトでは、参加者にできることはプロジェクト運営者に対しての計算能力の提供だけだった。それに対してP3は、P2P、すなわち個人間での計算機資源の融通、つまり参加者それぞれがお互いに計算能力を提供かつ利用できる環境の創出を狙っている。

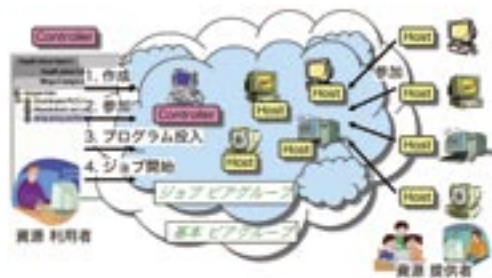


図1 計算能力の提供と利用

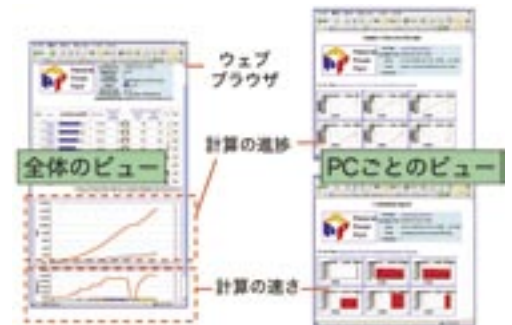


図2 ジョブモニタによる計算状況の表示

しゅどうかずゆき
首藤一幸shudo@ni.aist.go.jp
グリッド研究センター

関連情報

- 首藤一幸, 大西丈治, 田中良夫, 関口智嗣: 情報処理学会論文誌: コンピューティングシステム No. 45, No. SIG6 (ACS 6), 208-222 (2004) .
- <http://p-three.sfnet/>
- <http://www.jxta.org/universities/aist.html>
- 本研究・開発の一部は、情報処理推進機構(旧情報処理振興事業協会)による次世代ソフトウェア開発事業の委託業務として実施されました。

世界初、高誘電率セラミック膜を常温形成

エアロゾルデポジション(AD)法による受動素子の基板内蔵・集積化技術

ユビキタスネットワーク社会を実現していくためには、高周波・高速ワイヤレス伝送システム技術とともに多機能端末の小型化がキーテクノロジーになり、携帯電話・パソコンなどの現行端末は、より小型・軽量・多機能・高速・低価格化が望まれる。これらの携帯端末への要求を満たすための中心的技術の一つとして、現在、回路基板および実装技術が大きくクローズアップされている。例えば、携帯端末機器にはBluetooth、GPS、無線LAN等の複数の機能が搭載され始め、この結果として生じる回路規模の大型化を押えるために、基板表面に搭載されているセラミックチップコンデンサなどの種々の高周波受動素子を内蔵・集積化して、小型化していくことが要求されている。

この様な背景で、これまでエポキシ系の樹脂材料を主体としたプリント基板技術は、世の中に幅広く普及しており、安価という利点がある。しかし、この基板の耐熱温度は300℃程度であり、プロセス温度の高いセラミック誘電体を組込むことは不可能で、コンデンサ用としては、樹脂中にセラミックスのフィラーを分散させた複合材料が用いられてきた。このために、コンデンサ部で得られる比誘電率は数十程度に過ぎず、コンデンサとしての容量要求を満足していなかった。一方、セラミックス基板焼成技術はチップコンデンサの製造プロセスと同様であるために、数百以上の高い比誘電率を容易に

得ることが可能という利点がある。しかし、プロセス温度が1000℃程度と高いために、コストを下げるのが難しく、焼成時に10%以上の体積収縮が起きるため寸法精度を上げることが困難であり、微細化の要求に応えられないという問題点があった。

そこで、当研究部門では、富士通株式会社、株式会社富士通研究所と共同し、ナノレベル電子セラミックス材料低温成形・集積化技術プロジェクトの中で、産総研で開発されたセラミックス材料の常温コーティング技術(エアロゾルデポジション(AD)法)を用いて、受動素子と回路基板との複合集積化の開発を進めている。本開発では、AD法を用いてチタン酸バリウム系強誘電体材料を銅基板上に常温成膜し、エンデバットキャパシター構造を形成することに成功した。結晶性に優れたセラミック粒子を用い、成膜時のセラミック粒子の衝突速度を制御することで、比誘電率で最高400の誘電体層の室温成膜を実現した。これは、現行材料であるセラミックス/樹脂複合材料の誘電率の約10倍で、600℃程度の高温で熱処理を施したスパッタ法によるセラミック膜と同レベルの比誘電率である。この常温形成した誘電体層を用いたコンデンサで、容量密度、約300 nF/cm²を達成することができ(図1)、様々な携帯機器の小型化、高周波化に貢献することが期待される。

次世代情報機器(GHz帯域)の高密度実装

(プラスチック材料+誘電体セラミックス材料+金属材料の積層一体化)

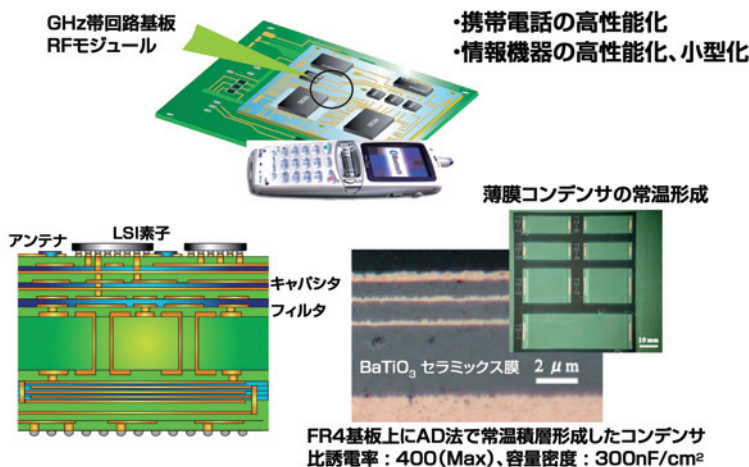


図 高周波集積化モジュールと基板内蔵コンデンサの製作例

関連情報

- 日経エレクトロニクス, 2004年9月27日号, P34.
- 今中佳彦, 明渡純:セラミックス, 39 (8), 584-589 (2004).
- 富士通プレスリリース, 平成16年9月1日: <http://pr.fujitsu.com/jp/news/2004/08/6.html>
- 明渡純: AIST Today, Vol. 4, 8, (2004).



あけど じゅん
明渡 純
akedo-j@aist.go.jp
先進製造プロセス研究部門

だれでも、どこでも使える鉛イオンの簡易分析法

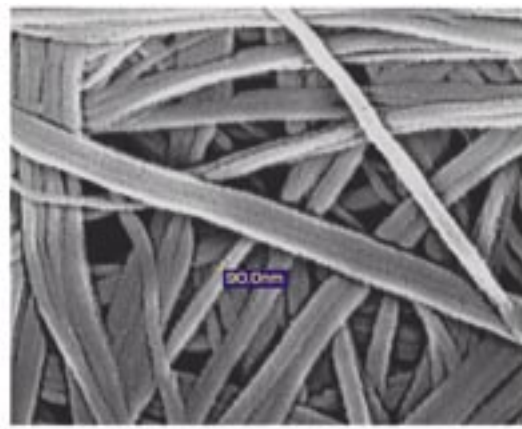
ppbレベルの鉛イオンを目視判定する分離・検出膜

人体が長期間鉛にさらされた場合、脳や神経に致命的な損傷を与えることが明らかになり、WHOは10ppbという厳しい環境基準値を勧告している。我国でも、環境基準値ならびに水道水基準値として10ppbが定められている。鉱工業廃水や環境水に加え、上水道の鉛配管からの鉛溶出による飲料水汚染も問題となっているため、そのモニターは重要な課題である。現状では、10ppbレベルの鉛の計測はICP発光分光装置やICP-Massなどの大型機器による分析が必要である。鉱工業排水や河川水、飲料水などの水溶液中に微量に存在する鉛イオンを、現場で誰でも簡便に検出できるように計測法の開発が急がれているが、ppbレベルの水質基準値を満足する高感度で簡易な計測方法はほとんど見あたらない。

最近、鉛イオンを選択的に捕捉するリン酸セリウムが繊維状結晶を形成することから、この繊維状結晶(図1)をセルロース繊維とブレンドしてシート状に成形したろ紙を作製した。このリン酸セリウムろ紙は水と良くなじみ、ろ過性が良く、検水をろ過することで鉛イオンを選

択的に濃縮出来る。また、ろ紙を硫化ナトリウムの希薄水溶液に浸すことで、鉛イオンを黒褐色のPbSとして発色させ、ppbレベルの鉛濃度が目視で判断できることを見出した(図2)。すなわち、ろ過による鉛イオンの分離濃縮と、発色により、極微量の鉛イオンを現場で簡易に計測する方法を見出した。濾過濃縮に供する検水の体積を増せば検出感度が向上し、100mlの検水を用いると、5ppbレベルまで目視で検出が可能である。鉛イオンの100~1000倍の共存イオン(Na^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Zn^{2+} 等)の競争吸着による発色強度への影響は、検水にイミノジ酢酸等のキレート試薬を添加することにより抑制することができる。

深刻な鉛汚染の問題に対して、誰でもその場で水質基準値までの低濃度の鉛イオン濃度を計測できる簡易な方法として本法を普及したい。とりわけ、中小事業所の現場でのモニター、途上国での利用など高度な分析機器が利用できないところでの普及を目指す。そのため、簡易計測関連企業、ろ紙関連企業との協力による早急な実用化を図りたい。



1 μm

図1 リン酸セリウムの繊維状結晶

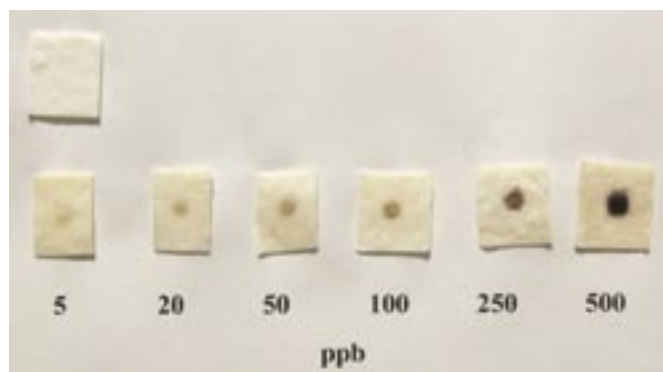


図2 リン酸セリウムろ紙によるppbレベルの鉛イオンのろ過濃縮と発色検出



すずきとしげ
鈴木敏重

tm-suzuki@aist.go.jp
メンブレン化学研究ラボ

関連情報

- 特願 2004 - 199795 「鉛イオンの簡易定量方法」。
- 化学工業日報 平成 16 年 8 月 24 日, 日刊工業新聞 平成 16 年 9 月 1 日。

柔軟で耐熱性に優れた無機膜の開発

従来、耐熱性ガスバリア膜はエンジニアリングプラスチックにより、あるいは必要に応じて他の材料との複合化、表面加工、あるいは多層化することによって作製されてきたが、これら従来の耐熱性ガスバリア膜の常用温度は350℃が限界であった。

今回、我々はこれまでエンジニアリングプラスチックのガスバリア性を高めるために少量添加されてきた粘土結晶を主原料として用い、粘土原料や添加物、作製手法などを最適化することにより、ピンホールのない均一な厚みの無機膜「クレスト」を開発した。クレストは厚さ約1 nmの粘土結晶を緻密に積層する技術で作製されている。原料の粘土は天然物を精製したもの、あるいは合成品を用いており、柔軟性を向上させるために必要に応じて少量の添加物を加えている。粘土結晶は非常に薄いため柔軟性をもっており、また光を吸収しない物質である。この粘土結晶を緻密に成型することで、光の乱反射を抑え半透明にすることができた。作製できるクレストの大きさに制限はなく、連続生産が可能である。さらに同様の方法で粘土を金属表面等にコーティングすることにより、保護膜を形成

することも可能である。

クレストの室温におけるヘリウム、水素、酸素、窒素などの無機ガスの透過度($\text{mL}/\text{m}^2/24\text{hr}/\text{Pa}$)は測定限界値以下であり、従来材料のエンジニアリングプラスチック(ナイロン6の場合、酸素透過度は 1.8×10^{-4})をはるかに超え、アルミホイル(酸素透過度は 1×10^{-5} 以下)並みの性能を示している。またアルミホイルの融点660℃を超える1000℃までの高温条件においてもなんらガスバリア性能低下もみられなかった。

クレストは生産過程において何の廃棄物も副生しないだけでなく、主成分が粘土結晶であることから人体に無害であり、環境負荷の極めて低い材料である。また、一般的なエンジニアリングプラスチック並みのコストで生産が可能である。クレストは、その耐熱性を活かして自動車エンジン周辺のパッキン材料、化学プラントの配管シール材、ロケットやジェット機エンジン周辺の燃料シール材、固体電解質燃料電池の隔膜などに利用が可能で、耐熱ガスバリア材料として有望である。今後さらに機械的特性を向上させるなどして応用分野を開拓していく予定である。



半透明ガスバリア膜の外観写真
(寸法:幅10cm×長さ10cm)



柔軟なガスバリア膜の外観写真



えびな たくお
蛸名 武雄
takeo-ebina@aist.go.jp
メンブレン化学研究ラボ

関連情報

- プレス発表 平成16年8月11日: http://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2004/pr20040811/pr20040811.html
- 日刊工業新聞 平成16年8月12日, 化学工業日報 平成16年8月12日, 日経産業新聞 平成16年8月13日, 科学新聞 平成16年9月3日, 日刊工業新聞 平成16年9月30日.

限流器用超電導薄膜のための新たな品質評価手法

超電導プロジェクトにおける薄膜熱特性評価技術

ここ数年酸化超電導体の産業応用に向けた技術開発が着実に進展しており、「交流超電導電力機器基盤技術研究開発」プロジェクト(NEDO、2000~2004)における超電導ケーブル(フィールド試験中)や超電導薄膜限流器(実証試験済み)などの開発にその成果を見ることができる。当部門では同プロジェクトの一環として行われた限流器用超電導薄膜の熱特性評価技術の開発を進め、YBCO薄膜の局所熱浸透率測定とその分布評価に成功した。熱浸透率は設計パラメータとして重要なだけでなく、結晶性の良否や欠陥の有無などに関わる薄膜の品質評価において有効な指標と成りうる。

限流器は、送電システムの短絡事故の影響を軽減するために、事故電流の過剰な増大を抑制する役割を果たす。超電導薄膜のSN転移(超伝導→常伝導)を利用する限流器では、限流動作時に大量のジュール熱が発生するため、その基本設計において熱的・機械的特性が十分に考慮されなければならない。熱の拡散が進まず大きな温度勾配を生じる場合には熱応力による破壊に至るためである。

本研究では基板上薄膜の熱特性を簡便に測定するために、光加熱式サーモリフレクタンス法に基づく熱浸透率測定装置を開発した。この装置では強度変調した加熱用レーザーで薄膜表面の一部をスポット状(径15~30 μm)に周期加熱しその温度変化に伴う反射率の僅かな周期変動(約1万分の1)を一定強度の検出用レーザー(ス

ポット径約4 μm)の反射信号強度の変化として捉える(図1)。対象物の熱浸透率が低いほどまた加熱の周波数が高いほど反射信号の加熱信号に対する位相差は大きくなるため、反射信号の周波数位相特性を解析することで薄膜の熱浸透率が決定できる。今回その絶対値の校正にはシリコン、ゲルマニウム、ガラス状炭素、パイレックスなど基準となる参照物質を用いた。

THEVA社製YBCO薄膜(厚さ0.8 μm 、10mm \times 10mm MgO基板上)の試験片中心部80 $\mu\text{m}\times$ 140 μm の領域を走査して熱浸透率の分布を測定すると、その値は1500~1900 $\text{Js}^{-0.5}\text{m}^2\text{K}^{-1}$ の範囲でばらついていることが確認された(図2)。熱浸透率の平均値は1770 $\text{Js}^{-0.5}\text{m}^2\text{K}^{-1}$ となり、これはバルクYBCO単結晶でこれまで報告されている熱伝導率または熱拡散率から換算される結晶c軸方向の熱浸透率の値と良く一致することが分かった。分布マップ(図2右下)中央やや下に局所的に熱浸透率の低い領域が観測されているが、内部の何らかの局所的な構造欠陥や組成不均一に起因する可能性を指摘できる。

今回開発した装置は、熱浸透率の絶対値と分布データを把握することにより、薄膜の内部状態(結晶品位や剥離・クラック等の欠陥の有無など)を簡便に評価できると期待され(図1)、大面積化が進む薄膜製造プロセスの改良や実用化に向けた耐久性試験(限流動作に伴う熱履歴や熱衝撃)に有効な評価手法であると期待される。

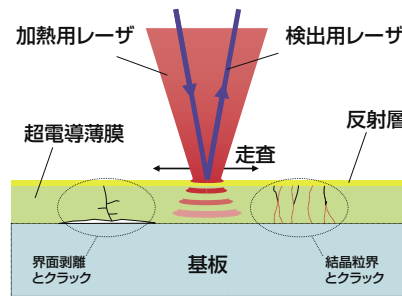


図1 サーモリフレクタンス法による熱浸透率測定概念図

試料表面を加熱用レーザーで周期的に加熱し検出用レーザーの反射信号(周期成分)の位相変化から対象部の熱浸透率を測定する。観測部位を走査して熱浸透率の分布測定を行う。均質性評価に加え、剥離、クラックなどの欠陥検出に活用可能。

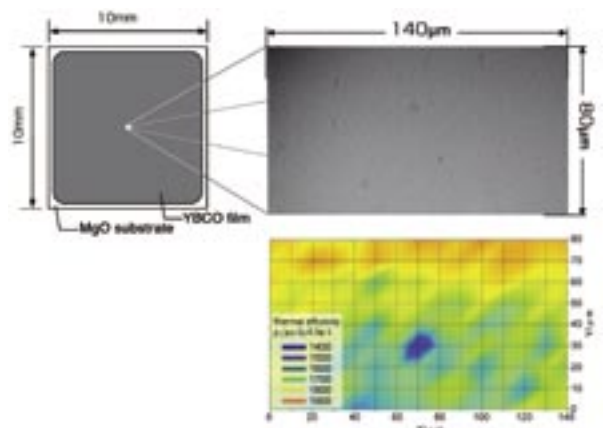


図2 YBCO薄膜試料(左上)の中心部で観察した光学顕微鏡像(右上、反射層として100nm厚のMo膜付)とこれに対応する熱浸透率分布マップイメージ(右下)



かとうひでゆき
加藤英幸
kato-hideyuki@aist.go.jp
計測標準研究部門

関連情報

- 共著者：八木貴志(青山学院大学COE 研究員)。
- T. Yagi, N. Taketoshi, H. Kato: Physica C 412-414, Part 2, 1337-1342 (2004)。
- *熱浸透率：熱を奪い取る能力を表す指標、単位体積あたりの比熱容量と熱伝導率の積の平方根。

シリーズ：産総研におけるアウトカム事例調査【2】 機能的食品（血圧降下飲料）

技術情報部門

1.はじめに

新市場の創出に貢献した例として、天然由来の血圧降下成分の発見と血圧降下飲料への製品化を調査した。

1977年スクイブ社によって製品化された「カプトリル」は、アンジオテンシン変換酵素(ACE)阻害作用(注)を示し血圧上昇を抑制する医薬品として有名である。しかしながら、このような化学合成物は生体に強い作用を及ぼすため、安全性に配慮する必要がある。

これに対し、天然由来のオリゴペプチドを利用した安全性の高いACE阻害剤が開発された。近年、特定保健用食品「血圧の高めの方の食品」として販売されるようになった。血圧降下飲料の市場は急成長し、現在、国内の市場規模として年間100億円にまで達している。

2.研究開発から製品化までの経緯

微生物工学工業技術研究所(現産総研・生物機能工学研究部門・健康維持機能物質開発研究グループ)は、



牛乳のカゼイン由来の血圧降下ペプチド
Phe-Phe-Val-Ala-Pro-Phe-
Pro-Glu-Val-Phe-Gly-Lys
(12個のアミノ酸からなる)

- ・牛乳タンパク分解物の血圧降下作用の発見
- ・経口飲料としての降下の確認(共同研究)
- ・血圧降下飲料としての初めての製品化
- ・機能的食品という新たな技術分野の先駆け

図1 産総研発の成果と波及の特徴

血圧降下飲料の市場形成に重要な役割を果たした。産総研発の成果と波及の特徴を図1に示す。以下、製品化の経緯を年代順に示す。

- 1981年：牛乳カゼイン由来のACE阻害ペプチドの発見(食品由来では初)
- 1984年：企業との共同研究開始
- 1986年：経口投与でのACE阻害作用の発見(企業、大学との共同研究)
- 1995年：厚生省から特定保健飲料としての表示許可
- 1997年：血圧降下機能的ペプチド飲料を商品化し地域限定で発売(製品化第1号)
- 2002年：食味を改善し、再商品化

3.研究開発のアウトカム

技術情報部門では本成果の調査を進め、アウトカムの特徴とアウトカム創出に向けた有効要因を分析した。

アウトカムを成果の利用者とアウトカムの種類という観点からまとめたものを表に示す。アウトカム成果は、新規な市場創出への貢献にとどまらず、新研究分野創出への寄与など多岐にわたっている。

1 技術波及と経済効果

産総研成果が企業に技術移転され、いち早く製品化され、新たな市場形成の先駆けになったことが、最も重要で直接的なアウトカム成果である。間接的アウトカム成果として、その他の企業との共同研究や技術情報の提供により各種のペプチド飲料の技術開発を促進する役割を果たしたことがあげられる。産総研発の技術の波及は、知財系譜の分析を通して明確に検証することができた。

なお、製品の売上高という点では、最も早く上市したが大きなシェアを占めてはいない。マスコミ宣伝を有効活用した別企業の製品が大きなシェアを占めており、営業戦略も

製品販売に重要であることが示唆されている。

2 研究開発力向上効果

人材育成という観点からは、数社の企業から研究者を受け入れ、ペプチド研究人材を育成した点が間接アウトカムとして注目される。企業関係者からは、研究ノウハウの蓄積、研究者ネットワークの形成において大変有益であったことを指摘された。

学術的な波及効果としては、高い論文引用数があげられる。発表論文の引用回数は、2003年時点で130件に達し、内外の研究者からも大きな注目を浴び、新たな研究の先駆けとなっている。また、研究手法に関する教科書を分担執筆し、産総研での研究手法がペプチド研究の基準として大学や企業での研究に利用された。新研究分野の基本的研究手法の確立に大きく寄与している。

3 政策へのフィードバック効果

機能的食品の市場形成において特定保健用食品制度の果たした役割は大きい。共同研究先企業の技術データの提供などの働きかけの結果として「血圧の高めの方の食品」という新たな認可制度の実現につながった。

また、産総研の成果に触発される形で公設試験研究機関を中心に地域性のある機能食品の研究開発が盛んになっている。食品産業の高付加価値化による地域再生が、経済産業省の新産業戦略においても取り上げられている。

4.アウトカムに至るプロセスと有効要因

アウトプットからアウトカムに至るプロセスを詳細に調査し、アウトカム創出に有効な要因を分析した。

表 アウトプットとアウトカムの分類

アウトプットの整理	アウトカムの整理				
	利用者	種類	直接アウトカム	間接アウトカム	期待アウトカム
			直接的	波及効果のイメージ	将来への期待
1. 技術開発 ・牛乳由来カゼインからのオリゴペプチド製造技術 ・カゼイン由来ペプチドの血圧降下作用の発見 ・経口投与による血圧降下作用の発見 2. 技術基盤 ・食品中の生体機能調節物質研究法(教科書) 3. 技術移転 ・共同研究(大学、企業) ・学会、委員会活動	研究開発力向上(学術貢献)	・研究論文を通じた機能性食品研究の振興 ・標準的な研究手法を利用した研究の加速	・研究人材の育成(博士号の取得) ・研究ノウハウの蓄積(他の研究機関との共同研究) ・機能性食品に関する新たな研究分野の開拓		
	技術波及(産業・経済貢献)	・血液降下ペプチド飲料の商品化 ・実施許諾契約	・他企業におけるペプチド飲料の技術開発促進	・カゼイン以外のペプチド研究の展開(抗血栓性、HIV治療)	
	経済効果(産業・経済貢献)	・製品化と販売	・血圧降下ペプチド飲料市場の先駆け ・特定保健用食品市場の拡大		
	国民生活・社会レベルの向上(社会貢献)	・厚生省製造承認取得		・ペプチド飲料の利用による健康増進	
	政策へのフィードバック(国・自治体への貢献)		・特定保健用食品制度の形成(オリゴ糖、植物繊維とともに)	・地方資源の活用による地域活性化	
	特に国際的な波及(国際貢献)		・国際機能性食品会議の開催 ・Functional foodという新たな食品分野創出への寄与	・欧米でのサプリメントとしての製品(脳卒中の予防効果)	

アウトカムに至るプロセスは模式的に図2のように表される。有効要因は4つの視点から整理できた。

1. 産業・社会動向：高齢化の進展によって健康への関心が増大した時期と研究成果の普及期がタイミングよく重なった。

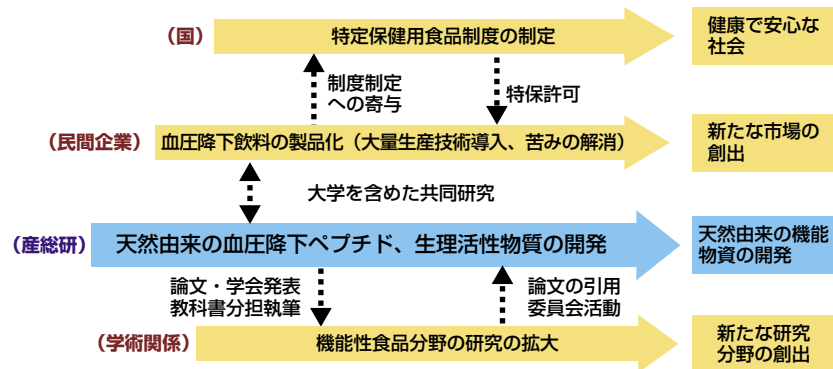
2. アウトプットの特徴：天然由来の新機能性物質の発見、経口投与が可能という飲料に有利な特性の発見が新製品の開発に直結した。

3. AIST内部のマネジメント：血圧降下作用の積極的な情報発信、企業や大学との積極的な連携、成果の普

及がアウトカム創出を促進した。

4. 外部機関におけるマネジメント：共同研究先企業が高い商品化意欲を持ち、難溶性、苦みなどの欠点の克服、量産化に向けた技術導入を積極的に進めた。また、同企業が中心となって特定保健用食品の許可を取得できたことが、製品の信頼性を高め、新市場の創出を促進した。

なお、特許出願から製品化までは10年以上かかっており、研究開発におけるアウトカム創出には長い期間が必要であることが確認された。



注：生体成分のアンジオテンシンIIは血管壁平滑筋を収縮させる活性ペプチドであり、強い血圧上昇作用を示す。このアンジオテンシンIIは、アンジオテンシンIに変換酵素(ACE)が作用して生成する。したがって、ACE酵素活性を阻害することで、アンジオテンシンIIの生成を抑制し、血圧の上昇を防ぐことができる。

- 有効要因**
- ① 高齢化社会への移行に伴う国民の健康に対する意識の高まり
 - ② 経口投与可能で、かつ安全な血圧降下物質の発見
 - ③ 特定保健用食品としての許可
 - ④ 企業の製品化に向けた強い意欲と積極的な技術導入

お問い合わせ

技術情報部門

- E-mail : tid-geneaff@m.aist.go.jp
- URL: <http://unit.aist.go.jp/techinfo/>

図2 モデル化と有効要因(血圧降下飲料)

特許

第 3268639 号 (出願 1999.4)

連続強加工装置並びに被強加工金属系材料

● 関連特許(なし)

1. 目的と効果

一般に多結晶材料において、結晶粒径を微細化することが該材料の機械的性質等の向上に効果的であることがよく知られています。そのため、従来、金属系材料に代表される塑性加工が可能な材料では、圧延などによる塑性加工により結晶粒の破壊と再結晶を生じさせ、結晶粒径の微細化が図られてきました。しかし、圧延などによる加工方法では材料が薄くなってしまい、用途が限られてしまいます。本技術は、金属材料を薄く細くせずに微細組織を持つ材料を作製できる方法であり、高機能の材料の用途を広げることを目指しています。

[適用分野]

金属材料の中でも高い機械的特性を持つ、耐腐食材料、高耐久性材料、超塑性材料として、各種鍛造品、精密部品、筐体等への適応

2. 技術の概要、特徴

金属材料を型から取り出すことなく連続的に強加工することで、組織の微細化を効率よく行う装置「回転式ECAP装置」を開発しました。本装置の加工プロセスは、次のようになります。加工部分には、図 (a) に示すように、十文字形状で断面が等しい貫通孔のある型に、長さの等しいパンチが4個挿入されています。プランジャーで荷重を負荷すると、その内部にある試料が左方向に押し出され、図 (b) のようになります。この型を90°回転すると (c) のようになり、(a) と同じ初期状態に戻るため、同じ加工を連続して行うことができます。この処理を行った材料の組織は微細化され、超塑性成形性、高い機械的性質、高耐食性等の発現が期待され、高性能な金属部品の製造が可能となります。

3. 発明者からのメッセージ

この技術は非常に効率の高い、金属高性能化技術です。様々な金属材料や複合材料にも適応出来ることが分かっており、実用部材に応用すれば今までにない商品を作れる可能性があります。新商品の開発を目指す企業の方をお待ちしております。

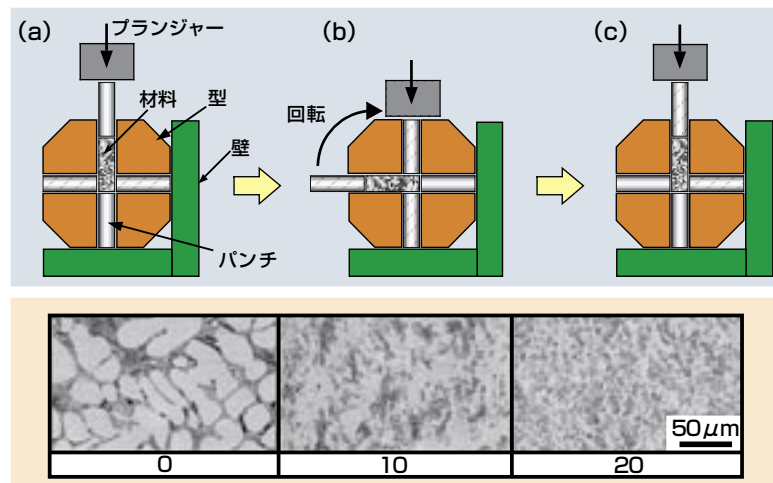


図 回転式ECAP処理したAl-Si合金(図中数字は加工回数)

— サステナブルマテリアル研究部門 —

特許

第 3465041 号 (出願 1999.12)

レーザー成膜法による結晶構造制御技術

● 関連特許(出願中 2 件)

1. 目的と効果

炭化珪素は省エネルギーや低環境負荷の観点から自動車用などの高温・高出力半導体素子の材料として有望視されていますが、これには結晶構造の違いからなる 100 種類以上の多形が存在します。半導体素子への応用には薄膜の結晶構造や基板との界面を高度に制御することが必要になります。種々の薄膜作製方法の中でも、レーザー成膜法は結晶制御性に優れているため、この方法により次世代材料である炭化珪素の結晶構造を制御することができます。

[適用分野]

- 薄膜材料、半導体素子

2. 技術の概要、特徴

炭化珪素のエピタキシャル薄膜作製方法が種々提案され利用されていますが、従来技術で作製した炭化珪素薄膜の多形は、使用する基板の種類やその結晶構造等により決まってしまうという問題がありました。そのために、ある単結晶又は結晶性薄膜基板の上に単一相からなる任意の多形のエピタキシャル薄膜を作り分けることはこれまで不可能でした。また極めて高い温度が必要であるために、合成温度の精密な制御が非常に困難でした。レーザー成膜法ではレーザーパルスの周波数を変化させることで表面の実効温度を大きく変化させる事が可能になり、これによって多形を制御して結晶性炭化珪素の薄膜を作製できることが分かりました。

成膜条件を最適化し、膜の結晶性を向上させることで、より高性能の素子を創製するのに必要なヘテロ構造の作製技術を提供することも可能となります。

3. 発明者からのメッセージ

SiC 等のワイドバンドギャップ半導体に関して、レーザー蒸着技術の特徴を生かした新たな応用分野が開かれることを期待しており、産業化を目指した共同研究先・技術移転先を求めています。

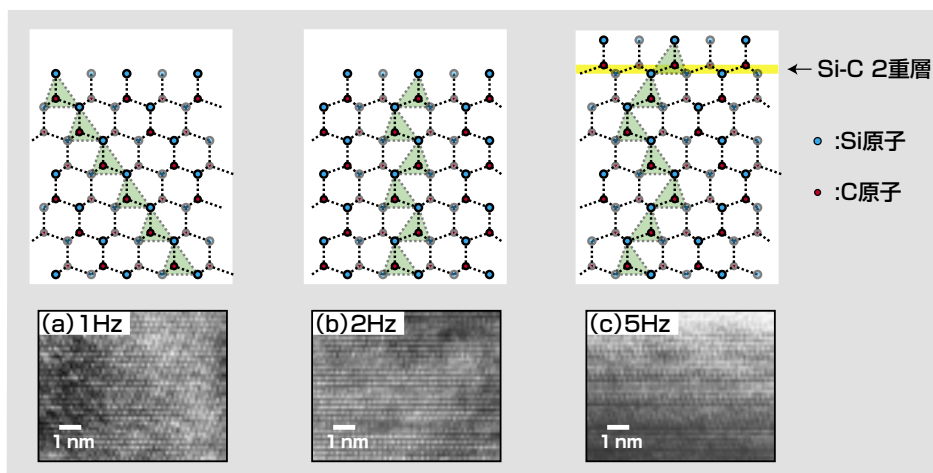


図 3 種類の炭化珪素の結晶構造(上図 左:3C-, 中央:2H-, 右:4H-SiC)と周波数を変えて作製した同多形の炭化珪素薄膜の高分解能電子顕微鏡写真(下図)

— サステナブルマテリアル研究部門 —

PATENT

● 連絡先

産総研イノベーションズ

(経済産業省認定 TLO)

紹介案件担当者 山上

〒 305-8568

つくば市梅園 1-1-1

産業技術総合研究所

つくば中央第 2

TEL 029-862-6158

FAX 029-862-6159

E-mail:

aist-innovations@m.aist.go.jp

地震に関連する地下水観測データベース

地質情報研究部門 松本 則夫

地震予知と地下水

「地震の前に地下水が変化した」ということが古文書などにたびたび記載されている。たとえば、1946年南海地震の数日前に11本の井戸の地下水位が変化するという報告がある(水路局、1948)。

産総研では1978年から静岡県とその周辺で東海地震予知を目的とした地下水観測(地下水位・自噴量・地下水温度・ラドン濃度など)を開始した。また、1995年からは近畿地域にも観測井を増設し、現在40あまりの地点で地下水観測を行い、地震に関連する地下水変化について研究を推進している。

近年の研究の進展により、地下水くみ上げなどの影響のない深い井戸の地下水位の変化は、地殻の歪変化を反映していることが明らかになった。観測した地下水位に計算機で適切な補正を行えば、1億分の1の体積の変化(たとえば元々の体積が1m³のものが10mm³だけ増減すること)を数mmの地下水位変化として検知できる。

一方、室内の岩石破壊実験の結果と、それに基づいたコンピュータシミュレーションにより、地震の直前に、

断層の一部がゆっくりとすべる可能性があることがわかった。この地震前のすべりが一定以上の大きさならば、すべりの近くの観測点で歪変化がおこり、地下水位が変化することが期待される。産総研では、東海地震予知に対して重要な観測点については、リアルタイムでデータを収集し気象庁にデータを転送すると共に、即時にデータ解析を行い、観測したデータが異常な値かどうかを自動的に判断している。

地震に関連する地下水データベース

観測した地下水データとそれに関連する情報を速やかに公開するために、「地震に関連する地下水観測データベース(Well Web)」を開発した(<http://www.aist.go.jp/RIODB/gxwell/>)。内容は次の通りである。最新データ表示システム：産総研が観測した地下水位・歪データなどを、最新12日、3ヶ月、2年の期間のグラフとして表示する。一部のデータについては気圧・潮汐・降雨を補正したデータを表示する。また、一部の観測井に併設した地震計データを表示する。これらのグラフは毎日一度自動的に更新している。

地震防災対策強化地域判定会委員打合せ資料・地震予知連絡会資料：産総研では、上記の国の委員会に対して観測したデータとそれについてのコメントを報告しており、閲覧が可能である。

地震前後における地下水変化事例のデータベース：過去の地震にともなう地下水変化を紹介・解説している。現在6例が登録されており、今後事例を増やす予定である。

解析プログラムの公開：普段解析に用いている30あまりのプログラムについて、ユーザのデータを簡単に入力し、気軽に利用できる。主な公開プログラムは潮汐解析プログラムBAYTAP-G (Tamura et al., 1991)、気圧・潮汐・降雨補正プログラムTPER (Kitagawa & Matsumoto, 1996; Matsumoto et al., 2003)、トレンド推定プログラムTREND (北川, 1993)などである。

研究情報公開データベース(RIODB)にて公開を開始した2004年4月以来、毎月平均約13,000アクセスを記録し、その8割は産総研以外の方からである。今後も内容の充実を図り、有効利用の促進を図りたい。



図1 地震に関連する地下水観測データベース Well Web のトップページ



図2 地下水等観測井の配置図 (51番以降は火山周辺の臨時地下水観測点)

関連情報

- 水路局, 水路要報増刊号, 書誌 201 号, (1948)
- Kitagawa, G. & Matsumoto, N., J. Am. Stat. Assoc. 91, 521-528. (1996)
- 北川源四郎, FORTRAN77 時系列プログラミング, 岩波書店, (1993)
- Matsumoto, N. et al., Geophys. J. Int., 155, 885-898. (2003)
- Tamura, Y. et al. Geophys. J. Int., 104, 507-516. (1991)

有害金属分析用河川水認証標準物質の開発

NMIJ CRM 7201-a (無添加) 及び7202-a (添加)

計測標準研究部門 稲垣 和三

開発の背景

カドミウムや鉛などの重金属を中心とした毒性を有するいくつかの元素は環境汚染物質として知られている。これらの元素濃度には公害対策基本法や水道法に基づいて様々な規制値・基準値が設けられている。規制値や基準値は非常に低濃度であり、調査分析には高度な分析技術が必要とし、分析値の信頼性確保が極めて重要である。また、近年、経済・社会のグローバル化に伴い、分析値の国際的な同等性の証明が求められるようになってきた。

このような背景から、産総研計量標準総合センター (NMIJ) では、有害元素の水環境汚染を調査する際の分析精度管理や分析方法・装置のバリデーションに用いることができ、計量標準の国際相互承認にも耐える有害金属分析用河川水認証標準物質を新たに開発した(写真)。なお、基準値の1/10の濃度が測定可能であることが測定法の採用判断の目安とされることから、天然の河川水中の濃度レベルの標準物質(NMIJ CRM7201-a 無添加)に加え、各規制

項目の基準値の約1/10の濃度となるよう元素標準液を添加した標準物質(NMIJ CRM7202-a 添加)の2水準を同時開発することとした。

標準物質の調製と値付け

標準物質の原料水は、関東地方の河川より採水した。採水した河川水は、低温室にて1週間静置後、沈降物をろ過し、硝酸を添加した。添加用バッチについては、各元素の標準液を添加した。調製した試料は、250 mL高密度ポリエチレンボトル1100本に充填し、冷暗所にて保管した。

認証に関わる実験として、精確な分析方法の確立、安定性に関する予備試験、試料の均質性評価、値付けのための分析及び認証値の決定がある。安定性予備試験では、認証前約11ヶ月間に3~4ヶ月毎、認証予定項目の濃度測定を行い、試験期間内に濃度変動が見られないことを確認した。また、標準物質として十分均質であることを確認した。値付けのための分析法としては、一次標準測定法(SI単位へのトレーサビリティが確保される分析方法)である同位体希釈-ICP質量分析法(ID-



写真 有害金属分析用河川水認証標準物質

ICPMS)を中心に検討した。共存成分による干渉あるいは極低濃度であるために、通常の測定では定量が難しい元素に関しては、キレートディスクを用いた分離・濃縮をはじめ、各元素に対応した試料前処理操作を確立した。また値の信頼性の観点から、ID-ICPMSが適用可能な元素についても、併せてICPMS、高分解能ICPMSをはじめ、ICP発光分析法、グラファイト炉原子吸光分析法、フレイム原子吸光法、炎光光度法及びイオンクロマトグラフ法を可能な限り適用し、複数の測定方法に分離・濃縮などの前処理操作を組み合わせた全12方法による測定を各元素最低3方法適用した。

認証値とその不確かさ

認証値は、複数の測定方法により得られた結果をもとに決定した。また、認証値の不確かさ(ばらつき)は、均質性起因の不確かさ、各測定方法の不確かさ、測定方法の違いに起因する不確かさを評価して求めた。今回、濃度の認証を行った元素は、4.65 mg/kg (Ca)から0.0018 μ g/kg (Cd)の濃度範囲で、無添加試料18元素、添加試料19元素である(表)。

本標準物質は、すでに有償での頒布が開始されている。河川水等環境水の微量元素分析において、分析値の信頼性向上のために利用いただきたい。

表 河川認証標準物質中主成分及び微量元素の認証値 ()は参考値

元素	7201-a (無添加)	7302-a (添加)	単位
	認証値 \pm 不確かさ	認証値 \pm 不確かさ	
B	3.25 \pm 0.14	48.7 \pm 0.8	μ g/kg
Al	6.1 \pm 0.4	15.0 \pm 0.4	μ g/kg
Cr	0.140 \pm 0.005	4.81 \pm 0.18	μ g/kg
Mn	0.059 \pm 0.006	5.03 \pm 0.14	μ g/kg
Fe	2.02 \pm 0.14	30.1 \pm 0.9	μ g/kg
Ni	0.048 \pm 0.002	1.07 \pm 0.03	μ g/kg
Cu	0.137 \pm 0.015	10.1 \pm 0.3	μ g/kg
Zn	0.294 \pm 0.013	10.3 \pm 0.3	μ g/kg
As	0.15 \pm 0.02	1.18 \pm 0.04	μ g/kg
Se	(0.01)	1.04 \pm 0.04	μ g/kg
Mo	0.186 \pm 0.002	0.186 \pm 0.002	μ g/kg
Cd	0.0018 \pm 0.0002	1.02 \pm 0.02	μ g/kg
Sb	0.0085 \pm 0.0002	0.0098 \pm 0.0003	μ g/kg
Ba	5.81 \pm 0.16	5.78 \pm 0.08	μ g/kg
Pb	0.0063 \pm 0.0008	1.01 \pm 0.02	μ g/kg
Na	3.68 \pm 0.11	3.68 \pm 0.08	mg/kg
K	0.84 \pm 0.04	0.85 \pm 0.03	mg/kg
Mg	1.25 \pm 0.04	1.24 \pm 0.05	mg/kg
Ca	4.65 \pm 0.17	4.67 \pm 0.14	mg/kg

SiO₂/Si多層膜標準物質 (NMIJ CRM 5202-a)

計測標準研究部門 東 康史

開発の背景

薄膜・多層膜構造は、我々が日常的に用いている多くの工業製品中に用いられており、半導体関連材料を中心に微細化が進んでいる。例えば「膜厚」は材料の特性に大きな影響を与える重要なパラメータの一つであり、近年、原子レベルの精密さでの制御が求められている。より高機能材料の開発のために作製技術のさらなる進歩が求められるが、それと同時に評価技術の高精度化も求められる。作製装置や評価装置の高精度化や信頼性確保、性能管理は、現代の生産現場において非常に重要な意味を持っている。

イオンスパッタリングを用いた表面分析法による深さ方向分析と標準物質

薄膜・多層膜材料を開発する上では、その構造や組成、膜厚、あるいは界面などを制御し、詳細に評価することが非常に重要になる。X線光電子分光法やオージェ電子分光法といった表面分析法は薄膜・多層膜構造の評価に以前より使われているが、分析領域が表面に限定され、材料内部を測定できない。そのため材料内部の知見を得るために、イオンスパッタリングを用いた表面分析法が使われる。加速したイオンを試料表面に衝突させ、表面をイオンで削り取りながら測定を行うことで、材料内部の分析・評価が可能となる。多層膜構造の深さ方向分析例を図に

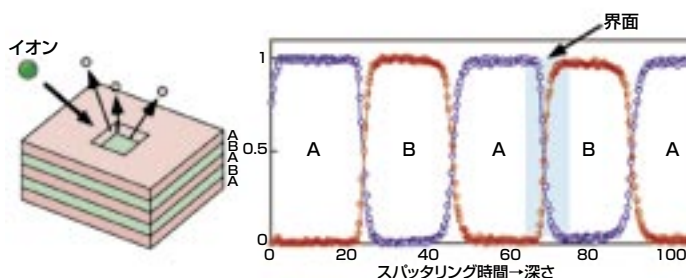


図 イオンスパッタリングによる表面分析法を用いた多層膜構造の深さ方向分析例

示した。試料表面を削り取りながら測定を行うため、A層とB層に特徴づけられる信号が多層膜構造を反映して交互に検出されている。二つの信号が交差する領域はA層とB層の界面の情報を含んでいるが、詳細な評価のためにはあらかじめ測定機器の深さ分解能を知っておく必要があり、そのためには急峻な界面をもつ標準物質が必要になる。また、図に示したように、深さ方向分析結果の横軸はイオンを照射した時間で表されるが、膜厚が特性値として与えられた標準物質を測定し、スパッタ速度を求め、「時間」を「長さ」に換算することで、材料の膜厚評価が可能になる。そのほかにも、標準物質の利用により、より精度の高い測定条件の設定や装置の信頼性や性能の管理を継続的に行う事が可能になる。

産総研では、前述の深さ方向分析の測定条件の調整に用いることのできるSiO₂/Si多層膜標準物質(写真)の開発を行った。この標準物質は高周波マグネトロンスパッタリング法

を用いてSi基板上にSiO₂層とSi層を交互に5層積層して作製されており、認証値は各層の膜厚である。

認証値の決定方法

認証値の決定にはX線反射率法を用いた。物質の表面すれすれにX線を入射すると、ある入射角度(臨界角)以下では入射X線は全反射するが、入射角がこの臨界角よりわずかに大きくなるとX線は物質内部に進入し反射X線の強度は急激に減少する。物質内部に薄膜や多層膜構造のような不連続な電子密度のコントラスト、すなわち界面が存在する場合にはその界面での反射と屈折により多重散乱が生じ、反射率は単純に減少するのではなく、干渉効果により振動パターンが現れる。振動周期は薄膜の膜厚に関連しており、膜厚が大きくなると振動周期が減少する。X線反射率測定はX線の波長と角度を基準とした、同じ量の標準を必要としない絶対測定法と見なせる。

認証値と不確かさ

X線反射率の測定結果から算出した認証値と不確かさは、表のとおりである。拡張不確かさは合成標準不確かさに包含係数 $k=2$ を掛けて求めた。なお、今後、表面汚染層の量が増加することが予想されるため、第1層目のSiO₂層のみ参考値とした。このSiO₂/Si多層膜標準物質は2004年3月に認証を終えており、同年8月から頒布が開始されている。



写真 深さ方向分析の測定条件の調整に用いることが可能なSiO₂/Si多層膜標準物質

表 X線反射率測定の結果から算出した認証値と不確かさ

	認証値
第1層(SiO ₂ 層)	20.5 ± 1.1*
第2層(Si層)	20.0 ± 0.6
第3層(SiO ₂ 層)	20.5 ± 0.8
第4層(Si層)	19.9 ± 0.5
第5層(SiO ₂ 層)	20.4 ± 0.6

±に続く数値は拡張不確かさ($k=2$)
*第1層のみ参考値

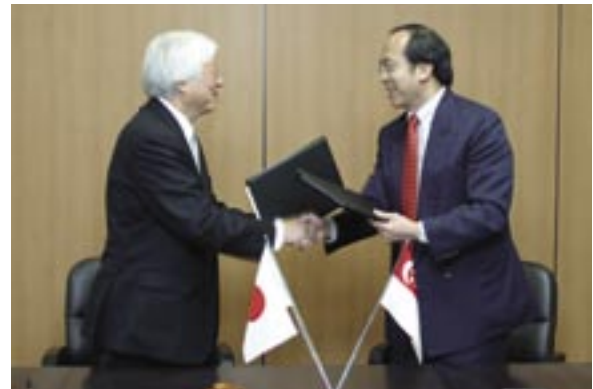
シンガポール A*STAR と産総研、包括的協力協定を締結

2004年10月19日、シンガポールの中核的研究機関 Agency for Science, Technology and Research (A*STAR) と産総研は包括的協力協定を締結、人的交流、情報交換、ワークショップの開催、共同研究などを目的として協力していくことで合意しました。

A*STARは、バイオ、IT、材料など幅広い分野をカバーする12の研究所を所管していると同時に、政府の科学技術政策の立案や科学技術予算の配分を所掌し、シンガポールの産業科学技術を支える中心的役割を果たしています。産総研としても、アジアでの研究連携の戦略を考える上でA*STARは欠くことのできない存在です。

A*STARのManaging Director、BOON Swan Foo氏は産総研運営諮問委員会のメンバーでもあり（産総研の

吉川弘之理事長がA*STARのボードメンバー）、BOON氏が今年度の運営諮問会議のために来日した機会に、産総研つくばセンターにて協定調印式を行いました。



生物情報解析研究センター岡田哲二主任研究員が「リサーチフロント」を受賞

2004年11月2日、トムソンサイエンティフィック社が提唱する世界の最先端研究領域（「リサーチフロント」と呼称）をリードする日本人研究者を表彰するためのシン



ポジウムにおいて、同社データベースを使用し、発表した論文がどれだけ共引用されたかなどの指標を用いて、13のリサーチフロントと特に顕著な功績をあげている日本人16名が選出されました。産総研からは生物情報解析センター機能構造解析チームの岡田哲二主任研究員がこの選考に入り、表彰されました。

岡田哲二主任研究員は、「ヒトゲノム中最大の膜蛋白質ファミリーの基本構造の解明」に多大の貢献があったことで今回の受賞となりました。なお、受賞対象となった執筆論文数は4、それらの総被引用数は1,100でした。また、最も引用された論文は、「Crystal structure of rhodopsin: A G protein-coupled receptor: Science 289 (5480),739-745」でした。

第31回国際福祉機器展H.C.R.2004 開催

2004年10月13日～15日の3日間、東京国際展示場において「第31回国際福祉機器展H.C.R.2004」が開催されました。出展社数645社（国内企業568社、海外企業77社）という日本で最大の福祉機器に関する展示会で、高齢者と障害者の自立と介護のための最新福祉機器の展示と、福祉機器利用のノウハウと開発に役立つ情報や福祉機器業界におけるビジネス情報の提供等を目的としており、今年は3日間合計138,726人の来場者がありました。

今年も、産総研と企業とが共同で開発した製品4点（人間福祉医用工学研究部門3点、エネルギー利用研究部門1点）、公設試験研究所と企業とが共同で開発した製品5点（北海道、秋田各1点、大阪3点）を展示しました。展示品

はいずれも多く注目を集め、産総研の福祉技術に高い関心が寄せられていると感じました。



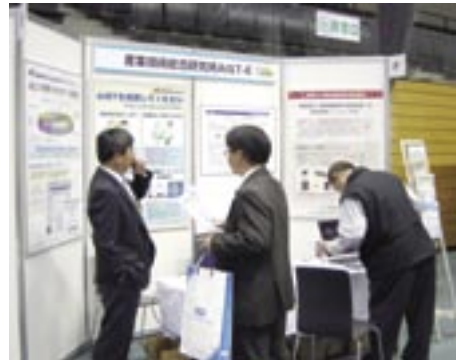
テクノフェア 2004 in つくば 開催

テクノフェア2004 inつくばが2004年10月19日から10月20日までの2日間にわたり、(財)茨城県中小企業振興公社・つくば市・つくば市商工会・つくば市筑波商工会・つくば市荖崎商工会の主催により、つくばカピオで開催されました。

産総研は、去年に引き続き支援団体として出展し、組織紹介・ホームページの紹介に加え、地域企業向け技術相談コーナーを開設しました。また、地域中小企業支援型研究開発事業の制度紹介と研究成果として金属系ミニチュア発電素子(電力エネルギー研究部門)を出展しました。

とりわけ、地域中小企業支援型開発制度については、

多くの来場者が強い関心を示していました。展示物への質問も数多く盛況なブースとなりました。



第4回AIST Workshop on LCA for APEC Member Economies 開催

2004年10月26～27日、つくば国際会議場「エポカル」において、産総研ライフサイクルアセスメント研究センター主催による、「AIST workshop on LCA for APEC Member Economies -Capacity Bulding in the Region-」が開催されました。今回は、第6回エコバランス国際会議が同時開催となりましたが、APEC及び近隣諸国のLCAの現状及び進捗状況についてのワークショップは、1998

年以來、これで4回目となります。

この会議には、ヨーロッパをはじめとして関連諸国19カ国から総勢50名の参加があり、2日間にわたるディスカッションが白熱しました。

産総研からは、各国のLCAに関する現状のアンケート集計結果の発表およびLCA普及の実情の紹介を行いました。続いて、国連環境計画(UNEP)やオランダ、ドイツなどからのLCAの普及の現状に関する講演があり、また、チリからのAPEC諸国への提案(ライフサイクルインベントリや、ライフサイクル思考などの定義の明確化必要性や、民間部門の参加の必要性)がされ、注目を集めました。

さらに、今後APEC 諸国メンバーらが中心となり、LCAを軸にどのような協力体制をとっていくべきかについて、活発な議論が行われました。



産総研テクノショップin九州 ～使えるバイオテクノロジー～ 開催

「産総研テクノショップ in九州」が、2004年11月2日に福岡市のアクロス福岡において、産総研の開発した技術紹介を行う目的で開催されました。第1回の今回は、すぐに役立つ、実用に供される可能性の大きいバイオテクノロジー技術の紹介を行いました。企業、大学を中心に100名を超える参加者がありました。

守谷産学官連携コーディネータの「産総研におけるバイオテクノロジー研究について」を皮切りに7件のバイオ研究の紹介が行われました。会場では活発な質疑応答が行われ、産総研のバイオ技術に関して来場者の関心の高さがうかがえました。さらに、個別相談会を設け参加者が興味を持った技術について、共同研究、委託研究等の相談にその場で応じ、相談のいくつかについては、引

き続き協議することになりました。今後も年1回この催しを開催し、九州地区における産総研各分野の研究紹介と技術移転を推進する場にする予定です。



四国センター一般公開 報告

四国センターでは、2004年10月30日に「覗いてください、日本一の公的研究所の四国拠点を」をテーマに一般公開を行いました。今回は主に小学生に科学の不思議さや面白さを体験してもらえるように2年ぶりに「体験型サイエンスショー」を行いました。

同実験ショーには周辺の小学校等から保護者を含め333名の参加があり、会場の講堂が超満員になる人気で、改めてサイエンス実験ショーの魅力を感じ知らされた1日でした。

今後も、このような催しに積極的に取り組んでいきたいと考えています。

また、その他おもしろ体験「ストローガーネット」のコーナーでは、用意した100人分の材料が午前中にすべて無くなってしまい、午後には終了せざるを得ないというほどの人気となりました。台風23号の爪痕に加え、朝から小雨降るあいにくの天気でしたが、絶えることなく続々と詰めかけた入場者数は550人に達し、近年一番の盛況となりました。



中国センター一般公開 報告

中国センターでは、2004年11月12日に、毎年恒例の一般公開を行いました。秋の爽やかな好天に恵まれ、平日にもかかわらず1000名を超える方々にご来場頂きました。

今回の一般公開では、世界最大級の瀬戸内海巨大模型(幅230メートル)が見学の目玉となりました。自分達の住む地域の海底地形を真剣に見入ったり、模型にピンポン玉を浮かべて水の流れを観察したりしていました。

また、宇宙飛行士 毛利衛さんがスペースシャトル内で実験を行った際に指導を担当した、牧原正記氏を招いて

の、「無重力を体感しよう」と題した体験型実験室では、3回で延べ450名が参加しました。クイズに正解すれば賞品がもらえるとあって、参加した小学生の「ハイ!ハイ!」と手を挙げる元気な声が、所内中に響きわたっていました。

さらに、アザラシ型ロボット「パロ」と触れあうコーナーや、呉市との共催による市民科学技術セミナー「まさこお姉さんのおもしろサイエンス実験ショー」、「木から水素を作る巨大装置をみてみよう」、「植物の元気薬で地球に元気!」など、様々な催しを開きました。



平成 16 年秋の叙勲

平成 16 年 11 月 3 日付けをもって、以下の方が叙勲されることになりました。

瑞宝双光章 有山 秀男
元工業技術院総務部筑波管理事務所次長

瑞宝中綬章 中山 勝矢
元中国工業技術試験所長

瑞宝双光章 加藤 忠志
元九州工業技術試験所総務課長

瑞宝双光章 花島 長敏
元北海道工業技術研究所総務部長

瑞宝双光章 小林 良生
元四国工業技術試験所材料開発部長

瑞宝小綬章 前河 涌典
元北海道工業開発試験所資源エネルギー工学部長

1月号 No.1

- 年頭所感 一吉川弘之
- 生命の黎明期に分歧した未知の菌株ジェマティモナスオーランディアカ (*Gemmatimonas aurantiaca*)の発見
- 精密遺伝子導入法の確立に向けて
- 生体内過酸化反応の追跡と防御
- フロンタル・アフィニティ・クロマトグラフィーで糖鎖を読む
- 生体の近赤外光イメージングの高精度化
- カメレオン配列の自由エネルギー地形
- 3次元情報復元のための複数カメラシステム同時校正法
- 無電解ニッケルめっきにおけるニッケルリサイクル
- 高出力レーザーパワー標準の開発
- 光散乱分光(SLS)法による薄膜製膜過程の観察と応用
- エネルギーネットワークの将来像を探る
- 持続可能な社会を目指す環境技術の研究
- (株)光触媒研究所
- 効率的に!そして効果的に!
- 硬組織再生リン酸カルシウム微小ユニット
- 耐熱性、徐放性を有する有機-粘土複合体
- 蛍光X線分析用鉄クロム合金(Cr40%)標準物質の開発
- 5万分の1地質図幅の数値化を進める
- 産総研工業標準化ポリシーの制定
- 平成15年度産総研国際シンポジウム開催
- SC2003でグリッド技術の成果発表
- COMDEX2003出展
- 中部センター一般公開
- 計測展2003TOKYO出展
- NPPP極微細加工・造形スクール開催
- 新刊案内・「第2種基礎研究」産総研シリーズ「火山」

2月号 No.2

- 知的基盤の形成 一長島 昭一
- 4端子駆動型ダブルゲートMOSFETの開発に成功
- 視覚障害者のための障害物知覚訓練システム
- ネットワークテストベッドGNET-1
- 超低損失シリコンカーバイドパワーMOSFETの開発
- ZnMgO系ワイドギャップ透明導電膜
- 原子泉方式の高精度原子周波数標準器の開発
- 超電導体の臨界電流密度非破壊測定法の研究開発
- 半導体製造コストを大幅に削減
- 電子顕微鏡画像のタンパク質の認識
- ヒトゲノムの核小体低分子RNA部位予測手法の開発
- ヒ素濃度の簡易測定法を開発
- 二酸化チタン光触媒を利用した義歯洗浄剤
- 研究経営ワークショップ開催報告
- 計量標準の国際相互承認
- (株)トップテクノ
- 地域で進めるコーディネータの相互連携
- 光テコ方式AFM変位センサーの高感度化
- 宇宙用伝熱装置
- OPEN LASER・標準器開発の一つの試み
- ポリスチレン分子重量標準物質
- 鉱物資源情報整備の経緯と現状—アナログからデジタルへ
- 多拠点遠隔協働システム・アクセスグリッド
- EUピュスカン委員つくばセンター来訪
- 産総研・水素エネルギーシンポジウム開催
- 四国センター一般公開
- 「持続可能な消費」国際ワークショップ開催
- 産総研一般公開のお知らせ・東北センター
- 「東北産学官連携研究棟(とうほくOSL)」オープン記念式典
- 新刊案内 産総研シリーズ「エコテクノロジー」・産総研シリーズ「火山」

3月号 No.3

- 医療機器・技術開発は、まさに「本格研究」の雛形 一菊地 真一
- 患者本位の新しい医療システムをめざして
- ノロウイルスの不活化に成功
- 過酸化水素を用いる環境調和型酸化反応
- 可とう性のあるセラミックスガスセンサーの開発
- 高効率光触媒用3次元Si/SiCフィルタの開発
- 東京湾における化学物質の環境濃度を簡易に計算
- アルツハイマー病関連遺伝子を追う
- 蛋白質の切断されない分泌シグナル
- 時間・周波数の遠隔校正システムの開発
- 自己複製過程の自然な表現
- ICタグを用いた知識分散型ロボット制御システムを開発
- サファイア基板上超電導酸化物薄膜
- 新しい底質標準物質の開発
- 地質時間の標準化
- 妨害音及び高齢者の聴力低下を考慮した報知音に関する標準化研究
- キトサン含有繊維からなる中空球状素材、及びその製造法
- 非磁性体に及ぼす強磁場の作用を使った制御や製造の新技術
- 第43次南極地域観測越冬隊
- ベンチャー開発戦略研究センター第2回シンポジウム「ハイテク・スタートアップス」開催
- 「札幌大通りサイト」オープン
- 「ネットワーク社会とエネルギー」開催
- 震災対策技術展に出展
- 産総研グリーン・サステナブル・ケミストリー (GSC)成果発表会開催
- つくばテクノロジー・ショーケース出展
- 産総研九州センター研究講演会開催
- 産総研東北センター研究講演会

4月号 No.4

- 新年度に向けての理事長メッセージ
- 中期を振り返ることの始まりの年 一吉川弘之
- アボガド定数の高精度化に成功
- 世界に先駆け新機能RNAを発見
- データからの自律的学習と確率推論
- グリッド通信ライブラリ GridMPI
- 分子認識機能を光制御する高分子膜
- 結晶性金属酸化物ナノポーラス材料の合成
- 酵素とピオチンを持した微粒子の調製
- 巻物状カーボンナノチューブの製造
- 貯留層ダイナミクスの高精度モデル化
- 太陽光発電技術開発のシステム分析
- 真空紫外領域における円二色性測定法を開発
- 単色X線励起蛍光X線分析法の開発
- 設計製造アプリケーション開発システムMZ Platform
- ホウ素及び窒素置換ヘテロフラレンの製造方法
- エチルベンゼン脱水素反応用触媒を用いたスチレンモノマーの新製造法
- γ線線量標準
- 日本周辺表層堆積物・堆積物DB作成と海洋古環境の解明
- 乗車型移動プラットフォーム
- 東北センター一般公開・とうほくOSLオープン記念式典開催
- シンポジウム「世界のLCA研究の動向と将来への展望」開催
- ベトナム科学技術院副院長つくばセンター来訪
- 東海ものづくりクラスターフォーラム2004出展
- 産総研四国センターシンポジウム開催
- 産学官連携講演会「ナノ材料・セラミックスと新しい産業」開催
- 科学技術週間つくばセンター特別公開のお知らせ
- 新刊案内 産総研シリーズ「グリッド」・産総研シリーズ「地震と活断層」

5月号 No.5

- 学則在徳而久 一長尾 真一
- 単結晶TMR (トンネル磁気抵抗) 素子で世界最高性能を達成
- 次世代パワー半導体SiCウエハ作製技術
- 現代コロプラズマを用いたオンデマンドプロセスング
- 水素のみを分解する新たな金属膜
- 水環境対応型ダイヤモンドライクカーボン膜
- 三宅島火山におけるSO₂放出量観測
- 定点観測による海洋二酸化炭素の動態解明
- DNAマイクロアレイの開発
- モーター蛋白質による微小輸送系
- 均一オリゴマーを使用した高精度定量分析
- データベース・グリッドの研究開発
- 産総研の平成16年度計画について
- 固定の音速測定
- GEOLIS+ (日本地質文献DB)運用開始
- 年代別相対輝度の求め方及び光の評価方法に関する標準化
- 多糖物質溶解用溶剤
- ポリシラン類似配向膜の製造方法
- 組織改編、10研究ユニットが発足
- 太陽光発電研究センター・システム検証研究センター・ナノカーボン研究センター・計測フロンティア研究部門・ユビキタスエネルギー研究部門・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・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・実環境計測・診断研究ラボ
- nano tech 2004 国際ナノテクノロジー総合展・技術会議 出展
- 産総研東北センター研究講演会開催
- 新刊案内 産総研シリーズ「ナノカーボン材料」

6月号 No.6

- 初心一連携のハブとして 一小玉 喜三郎一
- 世界最高分解能の磁気カプローブ顕微鏡を開発
- 共生細菌が昆虫の植物適応を変える
- 骨髄細胞を用いた3次元軟骨組織構築技術の開発
- 運転行動データに基づく運転支援システム
- ドライバに適用した自動車運転支援
- 単一分子感度と空間分解能を持った振動分光法
- 炭化珪素結晶性薄膜の多形制御技術を開発
- SiCホモエピタキシャルCVDプロセスの高速化
- 半導体的カーボンナノチューブの選択的精製
- 石英ガラスのレーザー微細表面加工
- 卓上型単結晶成長装置の開発
- フロン代替洗浄剤の開発
- グリッドポータル構築ツールの開発
- 「なんとなく協調フィルタリング」手法の開発
- 更なる産学官連携の拠点を目指して
- X線分光集光素子
- 窒素-硫黄結合を有する新規化合物と安全・簡便な合成法 スルフェンアミドと1,2-ベンゾイソチアゾリン-3-オン
- 高周波雑音標準-雑音温度の精密計測技術
- 海底音波探査断面データベースの公開
- 産総研組織改編、3研究ユニットが発足
- 地質情報研究部門・環境化学技術研究部門・環境管理技術研究部門
- 平成16年春の叙勲
- 平成16年度文部科学大臣賞
- フランス原子力庁ピュガ・アラン長官つくばセンター来訪
- 地球環境展 一青い惑星・地球一
- ハノーバメッセ2004開催
- 2004中部パック 包装・食品・物流機器、関連機器、包材、食材展
- Grid World 2004 東京で開催
- 産総研一般公開のお知らせ
- 科学技術週間つくばセンターが特別公開

※ 2004.1 ~ 12号に掲載された記事の総目次です。これらの記事は、産総研ホームページでご覧になれます。ご利用下さい。

7月号 No.7

- 大規模停電に想う -谷口治人-
- 世界最速の光ファイバー量子暗号通信
究極的な安全を保证する暗号通信技術の実用化に向けて
- 世界最高精度での平面度測定を実現
- 微小角測定法の開発
- 土壤病害センサーの開発
- 生体組織を利用したバイオ光センサ
- 固体触媒と微量水分効果
- マイクロ超臨界流体システムを用いたシリコン系蛍光体の合成
- 高効率微結晶シリコン太陽電池
- マグネシウム合金の大型部材化技術
- 腸管での自然免疫系の変化と疾患
- 大規模分子軌道計算プログラムの開発
- RIO-DB (研究情報公開データベース)
- 貴金属カプセル化ゼオライトの製造方法
- コンパクトな有機性廃水バイオガス化装置
- 国際シンポジウムSMAM-1
- ナノテクノロジーに向けた標準物質と計測技術に関する第1回国際シンポジウム
- 塩素系農薬類分析用魚油標準物質
- 環境と汚染-元素の分布から何がわかるか?
- パソコンのオーディオ信号入出力性能の測定方法に関する標準情報
- 中国科学院との研究協力協定を締結、連携シンポジウムを開催
- タイ王国商務副大臣一行がつくばセンター視察
- つくば国際マーケティングシンポジウム開催
- アジアナノテクノロジーフォーラム会議開催
- 人工筋肉コンファレンス開催
- 産総研・一般公開のお知らせ
- つくばセンター電話番号変更のご案内

8月号 No.8

- 国際標準化における産総研への期待 -尾形仁士-
- ナノレベルの粒子破砕でセラミックス膜の常温形成に成功!
- DNA複製・修復に重要な酵素FEN-1の構造解析
- ヒト遺伝子の統合データベース公開
- 音声の途切れがひきおこす脳活動
- 酸無水物を用いた新材料の合成
- レーザープラズマ発光の変換効率最大化条件を解明
- 間違えるデジタルヒューマン
- ホットエンボス成形技術の開発
- 排熱から直接発電
- 核磁気共鳴を用いた物理探査
- 光減衰量標準の開発
- 放射性物質防護服システムの開発と実用化
- 工業標準化
- 知的財産権の独占的な実施許諾又は譲渡を受けるための手続きについて
- 全光フェムト秒光変調方法及びその装置
- ケテンイミン化合物の簡便な合成方法
- 軟X線フルエンス標準の確立へ向けて
- 火山衛星画像データベース運用開始
- 大面積高近視ソーラシミュレータの開発
- 新ユニットが発足 エネルギー技術研究部門
- 第36回市村学術賞・貢献賞を受賞
- 第15回つくば賞受賞
- タイ国科学技術大臣らが協力関係推進のため産総研を訪問
- 吉川理事長スカーマンレクチャーで講演
- 産学官連携推進会議
- The 2nd AIST and KOCl Joint Workshop、北海道で開催
- つくばセンター電話番号・部署名変更のご案内
- 役員の報酬等及び職員の給与の水準に関する情報
- 産総研・一般公開のお知らせ
- 新刊案内・産総研シリーズ「ナノカーボン材料」

9月号 No.9

- 科学技術者の責務 -石丸典生-
- 最小のインプットで最大のアウトプットを得る
- 触覚で重度視覚障害者のパソコンの世界が広がる
- 生物時計による24時間リズム形成機構の制御をさぐる
- 電子顕微鏡を用いた単粒子解析法によるIP3受容体チャンネルの構造解明
- タンパク質電顕画像の大規模・高精度分類法の開発
- 一分子計測技術で歩くタンパク質分子を見る
- AISTスーパークラスターの運用を開始
- Buffer法を用いた並列MO計算の開発
- 生活支援ロボットシステムの開発
- 計算科学で超臨界水の化学反応解明
- 新しい面線源(面状放射線源)の製作方法の開発
- エネルギー分散分光用の超伝導素子の開発
- レーザパワの標準供給
- 新シリーズ「水環境図」の出版
- 水質-酵母細胞に対する増殖阻害試験方法に関する標準仕様書
- 負荷感応型自動変速機
- 光駆動型集積化学システム
- 新研究ユニットが発足 情報技術研究部門
- オープンハウス2004 開催案内
- 中川経済産業大臣がつくばセンター来訪
- 米国セラミックス学会よりフェローの称号を授与
- シンガポール A*STAR一行産総研を訪問
- 米国で開催されたBIO2004に出展
- 工農連携によるアセアン・バイオマス戦略会議開催
- 産総研一般公開 開催

10月号 No.10

- 文明国家としての我が国の基盤を強化しよう -二瓶好正-
- 社会を支える計量基準
- 世界初、生ごみから水素とメタンを高速回収できる新システム
- 兵隊アブラムシの攻撃毒プロテアーゼ
- 植物の遺伝子機能を解明する新技術の開発
- モデルパラメータの高精度自動合わせ込み
- Ethernet上で実時間通信を実現
- ロボット塗装シミュレーションシステムの開発
- 世界最高感度の元素分析装置を開発
- マイクロ空間での高効率な酵素反応
- マイクロリアクターによる分析手法の開発
- 極紫外顕微鏡ラマン散乱分光システムの開発
- 熱拡散率標準物質の開発
- 高感度可視-近赤外過渡吸収分光計の開発
- 高周波減衰量標準
- 臨界ノズルを用いた気体流量測定の規格
- ファインセラミックス用酸化けい素(α 形、 β 形)微粉末標準物質の開発
- 日本周辺の地温勾配・地熱熱流量データ
- エキスタス情報環境において人間・社会を支援する多様な情報サービスの連携を可能にするソフトウェア CONSORTS
- 高解像度画像データ圧縮プログラム JBIG2-AMD2
- 茂木科学技術担当大臣がつくばセンター来訪
- 千葉大学大学院医学研究院との産学官連携共同研究発足
- 韓国・ソウル市で開催された Nano Korea 2004 に出展
- 産総研一般公開のお知らせ
- 産総研一般公開 報告
- サイエンスキャンプ2004 開催
- 産総研展示館「サイエンス・スクエア つくば」いよいよオープン

11月号 No.11

- 再生可能エネルギーの技術開発における産総研への期待 -桑野幸徳-
- 再生可能エネルギーの時代を開く
- 光のホール効果を解明
- 最小のタンパク質を創る
- 「色」の獲得
- 生体分子の大規模分子軌道計算
- 光制御光スイッチで双方向光通信
- 有機TFT駆動カラー液晶ディスプレイ
- 強相関酸化物の界面磁性制御
- 一種類の分子からなる結晶の金属性の証明
- 遠心力を利用した焼結装置の開発
- マイクロ流体内での巨大分子高次構造変化
- レーザー・プラズマ加速で単色電子ビーム発生
- 単一分子からの3次元電子運動量分光装置の開発
- 電子スピン共鳴用実用標準物質の開発
- 40GHz広帯域電力標準
- 非常に古い地下水の年代を測る
- プラスティック圧縮振動による動的機械特性の求め方の標準情報
- シリーズ 産総研におけるアウトカム事例調査(1) 事例調査の概要
- 新型選択的NH3脱臭法
- マルチカロチノイドとDHAを含有した油脂の製造法
- 「産総研国際シンポジウム」開催のお知らせ
- 産総研ホームページがリニューアル
- 「サイエンススクエア つくば」オープン
- 産総研臨海副都心センターと日本科学未来館が協力協定を締結
- 馬場嘉信単一分子生体ナノ計測研究ラボ長が「メルク賞」を受賞
- 日豪石炭研究ワークショップ会議報告
- 棚橋科学技術政策担当大臣がつくばセンター来訪
- 知能システム研究部門 オープンハウス2004
- 地質情報展2004ちば「海から生まれた大地」
- イノベーションウィーク開催

12月号 No.12

- 産総研と火山噴火予知研究 -藤井敏嗣-
- 火山 噴火と恵み
- 新潟県中越地震のメカニズム解明に挑む
- 光ディスクの高速書き換え原理の解明
- 鋳型非依存性RNA合成酵素の分子の基盤
- 環境化学物質による心の病の可能性
- R N AがD N Aメチル化を誘導する
- 塗布法による高品質SiO₂膜の作製
- P2P分散処理ミドルウェアP3
- エアロゾルデポジション (AD) 法による受動素子の基板内蔵・集積化技術
- ppbレベルの鉛イオンを目標判定する分離・検出膜
- 柔軟で耐熱性に優れた無機膜の開発
- 超電導プロジェクトにおける薄膜熱特性評価技術
- シリーズ 産総研におけるアウトカム事例調査(1) 機能性食品(血圧降下飲料)
- 連続強加工装置並びに被強加工金属系材料
- レーザ成膜法による結晶構造制御技術
- 地震に関連する地下水観測データベース
- 有害金属分析用河川水認証標準物質の開発
- SiO₂/Si多層膜標準物質
- シンガポールA*STARと産総研、包括的協力協定を締結
- 生物情報解析研究センター岡田哲二主任研究員が「リサーチフロント」を受賞
- 国際福祉機器展H.C.R.2004 開催
- 四国センター一般公開 報告
- 中国センター一般公開 報告
- 平成16年秋の叙勲
- テクノフェア 2004 in つくば 開催
- AIST Workshop on LCA for APEC Member Economies 開催
- 産総研テクノショップin九州 開催
- AIST Today 2004 総目次

●産総研ホームページ (AIST Today)
http://www.aist.go.jp/aist_j/aistinfo/aist_today/at_research_main.html

期間	件名	開催地	問い合わせ先
12 December			
6日	材料産業技術フォーラム2004	名古屋	052-736-7064●
6~8日	International Conference, "Bio-conjugated Molecular Materials and Devices"	米国	072-751-9530●
8~10日	計測展2004 OSAKA	大阪	06-6316-1741
9日	JST国際シンポジウム	京都	03-3599-8212●
9日	講演会「研究開発ベンチャーの草分け 高峰譲吉 -今、彼から何を学ぶか-」	つくば	029-861-4412●
10~11日	International Workshop on Massively Multiagent Systems	京都	03-3599-8212●
13日	平成16年度産業技術総合研究所東北センター研究講演会	仙台	022-237-5218●
13~14日	第30回(2004年)感覚代行シンポジウム	東京	029-861-6716●
1 January			
17~24日	Hokudan 2005 International Symposium on Active Faulting	淡路島	029-861-3694●
20~21日	International Workshop on Super-RENS(ISPS2005)	淡路島	029-861-2431●
2 February			
23~25日	nano tech 2005 国際ナノテクノロジー総合展・技術会議	東京	029-862-6214●
3 March			
3~4日	第4回界面ナノアーキテクニクスワークショップ	つくば	029-861-3021●
16~17日	分子スマートシステム国際シンポジウム	つくば	029-861-4671●
21~23日	Computational Science Workshop 2005(CSW2005)	つくば	029-861-2287●

AIST Today
2004.12 Vol.4 No.12

(通巻47号)
平成16年12月1日発行

編集・発行 独立行政法人産業技術総合研究所
問い合わせ先 広報部出版室
〒305-8568 つくば市梅園1-1-1 中央第2
Tel 029-862-6217 Fax 029-862-6212 E-mail prpub@m.aist.go.jp

- 本誌掲載記事の無断転載を禁じます。
- 所外からの寄稿や発言内容は、必ずしも当所の見解を表明しているわけではありません。

産総研ホームページ <http://www.aist.go.jp/>