

産総研

National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

TODAY

1

2012
January

Vol.12 No.1

メッセージ

02 新春に想う 2012

特集

06 過去の巨大地震の記録から何を予測できるか？

東北地方太平洋沖地震の教訓
堆積物の記録からわかる過去の地殻変動と津波
過去の海溝型巨大地震の履歴解明
地下水等総合観測による東海・東南海・南海地震の予測
地形と地質に残された内陸巨大地震の痕跡
内陸巨大地震を予測するための地震発生物理モデル
断層運動による地表変形の評価と予測に向けて

リサーチ・ホットライン

- 16 多結晶シリコン太陽電池の新しい作製方法
固定砥粒方式でスライスしたウエハのテクスチャー形成技術
- 17 新しい有機半導体単結晶薄膜の製造技術
印刷製造した薄膜トランジスタの世界最高性能を実現
- 18 トランジスタの接合位置を精密制御
16 nm 世代以降のMOS トランジスタの新たな接合技術として期待
- 19 熱拡散率の精密測定
材料固有の熱拡散率の評価方法を確立

パテント・インフォ

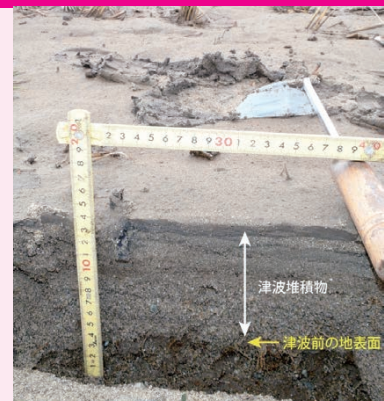
- 20 CMP 処理後のマイクロクラック検査装置
内部に隠れたクラックを応力の作用で検出する光検査機を開発
- 21 空気浄化に適したグラファイト状窒化炭素
可視光応答性と比表面積の増大で光触媒効果を大幅アップ

テクノ・インフラ

- 22 第24回国際度量衡総会
国際単位系(SI)の今後の改定などが議題に
- 23 国際単位系(SI)改定の方向性
来るべきkg、A、K、molの改定に向けて
- 24 気中浮遊ナノ粒子の粒径分布計測の国際標準化
電気移動度法の標準化を通じた気中ナノ粒子計測の精度向上
- 25 20万分の1地質図幅「新潟」(第2版)の出版
基盤情報としての広域地質図の改訂

シリーズ

- 26 進化し続ける産総研のコーディネーション活動(第25回)
「知る」、「つなぐ」そして「活かす」




National Institute of
Advanced Industrial Science
and Technology
AIST

技術を社会へ
Integration for Innovation

新春に想う 2012



独立行政法人
産業技術総合研究所

理事長
の ま くち たもつ
野 間 口 有

はじめに

2012年こそは、大きな災害に見舞われることのない平穏な年でありますようにと祈りつつ新年を迎えました。これを読んでくださる皆さんも同じ気持ちではないでしょうか。

昨年は3.11の大地震を筆頭に、噴火、豪雨、台風、と自然災害が続きました。地震・津波の被害に加え、原発事故に伴う長期避難、放射能風評被害、電力不足など、わが国の市民生活や経済・産業に甚大なる影響が生じ、復旧・復興にはかなりの時日を要するものと覚悟せざるを得ません。産総研はつくばセンター、東北センターが大きな被害を受けましたが、お陰様で研究は順調に進められるようになりました（産総研レポート2011参照）。

昨年は、特に震災への対応で、公的研究機関としての役割を再認識すると共に、今後へ向けての教訓を得た年であったように思います。また、わが国企業の世界での競争力維持拡充に貢献するため、私たちが取り組んでいるオープンイノベーションハブ機能の強化の必要性を強く認識した年でもありました。

今回得た教訓や認識は、過去からの延長で私たちが当然と考えていた多くの事柄に修正を迫るような切実さをもっているように思います。持続可能な未来社会づくりに貢献するためには、そのことに誠実に向き合う必要があると考えます。

今回はこのようなことについて、新春にふさわしく、できるだけ堅苦しくならないように述べてみたいと思います。

震災を乗り越えよう

3.11の大地震直後から、外部から産総研へ多くの問い合わせ、相談、支援要請がありました。広報部によると、3.11後にホームページへのアクセス数が急増しました。震災前の3月初めのアクセス数1日平均2万件が、震災後は10万件以上になり、最も多い日は20万件に達しました。震災直後からアップした放射線量測定結果、地震関連情報へのアクセスが増加の主な要因です。放射線の健康への影響や津波、余震への質問なども多数寄せられましたので、担当者には誠実に対応してもらいました。

地震関連での緊急の現地調査など、地質関連の研究活動や支援活動は半年で25件ほどになりました。テレビや新聞などで、産総研の研究者が原発関連の国の審議会で大津波への対応の必要性を以前から主張していたということが報じられていますが、少数意見と言えども信念を曲げずに主張した姿勢は科学者としての責任を果たしたものと思います。大きな被害を防げなかったのは残念ですが、日頃から機会を見つけては現地まで出向いて行き、大津波への備えの必要性を説いてきた彼らの努力は評価したいと思います。

吉村昭の小説に「三陸海岸大津波」というのがあります。理事長就任間もなく、地質分野の研究者の話に触発されて私はこの小説を読みました。貞観から江戸、明治、昭和と繰り返し襲ってきた津波が主題です。作者は、被害をできるだけ少なくするために、多くの人に過去に学んでもらいたいと思いこの小説を書いた、と文庫版のあとがきで述べています。残念ながら、今回の大災害は「科学技術知」や「経験知」を、実際に役立つ「社会知」として活かす努力をまだまだしなければならぬことを教えているように思います。新幹線が無事故であったのは、これまでの地震研究の成果を「社会知」として、活用できていたからだと思います。これからの社会づくりには、このような適切な活用例を増やす努力をしなければなりません。

放射線計測に関する支援活動は半年で55件になりました。ホームページで一般の皆さまからの問い合わせに対応したことを先に記しましたが、つくばセンターでの空間放射線量の計測結果の一般への公表、国や地方自治体への報告、つくば市災害対策本部への人的支援、福島県への測定器提供、職員による計測支援など多様な活動を行いました。特に、福島県ハイテクプラザ、いわき技術支援センターに対する放射能汚染計測支援では、企画した標準・計測分野を筆頭に産総研の研究6分野全てからボランティア参加があり、5ヶ月間で延べ100名以上の職員（研究職、一般職、さらにOBも）が交代で現地に赴きました。

わが国全体、特に東北地方の企業が、製品の放射

能汚染の風評被害に苦しみましたが、その拡大防止と早期の沈静化にこの活動は大きな貢献をしたものと思っています。福島県知事およびハイテクプラザの所長から感謝状をいただきました。放射線測定講習会、放射線についての情報提供も、文部科学省や経済産業省、各県の公設試験研究機関（公設研）、各種工業会や産業協会、自治体や福祉関係団体の皆さんに対し行い、各機関でのより正確な状況把握や対応策の立案に協力しました。これからも続けていきます。

産業技術連携推進会議（産技連）は、全国100以上の公設研が参加する組織で、会長を産総研理事長が、事務局を産総研が務めています。このネットワークを活用した被災地産業支援も大きな効果を発揮しました。事務局からの支援依頼のメールに対して、北海道から九州までほぼ全国の機関から応援の申し入れがありました。被災地企業からの依頼試験、技術相談への対応、機器貸与要請への対応など公設研間の支援が数多く実現しました。報道などでは、特に大企業の被災により、世界的にサプライチェーンが大きな影響を受けたと騒がれましたが、高品質の部材を提供している中小企業の被災でも同じくらい大きな影響を受けました。震災直後の予想より早くサプライチェーンは復旧しつつありますが、中小企業支援に力を入れている産技連は、これに大いに貢献したものと考えています。今回の経験は今後の産業支援にも活かすことができます。

エネルギー新時代

今回の地震・津波による広域停電の発生は、電力供給体制の強靱化の必要性を痛感させました。さらに、福島第一原子力発電所の事故が、わが国のエネルギー戦略の見直しを迫るものとなりました。もともとわが国には、資源小国であるという認識に基づいて、特定のエネルギー源に偏重することなく多様なエネルギー源を利用することを基本とする、エネルギーベストミックスという考え方がありました。確か、第一次オイルショック後の1970年代中盤に打ち出されたもので、石油・石炭などのいわゆる化石

燃料、原子力、水力・風力・太陽光・太陽熱・地熱などの自然(再生可能)エネルギー源を組み合わせ、合理的かつ効率的な利用構造を構築しようというものであったと記憶しています。原子力は、当初は電力需要の20 %程度を担うというものでしたが、時代と共に増加して最近では40 %超までその比重を上げる議論がされていました。今回の事故で、それは抜本的に見直さざるを得なくなりました。新しいエネルギー政策では、再生可能エネルギーの役割が大きくなる方向であることは間違いありません。それから生まれる電力の安定的利用を可能にするための電力供給ネットワーク(スマートグリッド)は、震災前よりさらに大量の再生可能エネルギーの導入を前提としたものになるでしょう。

新聞などで国が、福島県に再生可能エネルギーの研究開発拠点を設立する件が報じられていますが、産総研は積極的にその一翼を担うつもりです。産総研は、太陽光、風力、地熱などを利用する「本格研究」を長期にわたって行い、すでに広く社会的に活用されている成果も多数あります。これらの実績を基盤とし、効率、信頼性・安定性、価格などの面で革新的成果を出すことを目標とします。成果としては、単に製品やデバイスなどのモノだけでなく、品質重視のわが国企業の誠実なものづくりが適正に評価されるための標準・規格などの提案、さらには、それらに従った評価・認証の試行、受容性の高いシステムの実証などを視野に入れたものにする必要もあると考えています。エネルギー関連研究は時間も費用もかかりますが、企業、大学や公的機関の参加も得て、国内外から多くの研究者、技術者が集う世界に冠たる研究拠点としたいと考えています。

節電や電気エネルギーの効率的利用は、震災以後わが国では特に切実な問題となっていますが、世界的に見ても大変重要な今日的課題です。産総研では現在、リチウムイオン電池やさらに次世代の二次電池、SiCのパワーデバイス、超低電圧駆動のシリコンデバイス、ノーマリーオフデバイス、シリコンフォトニクスなど、未来の抜本的な省電力社会の実現を目指す研究も多数行っています。これらと新拠点で

の研究開発を総合して、高効率でしかもエコロジカルなエネルギー新時代の開拓を行っていきます。

産学官連携新時代

昨年10月13日、14日に開催した“産総研オープンラボ2011”は前年比2割増の4,200人を超える来場者をお迎えしました。年々多くの皆さんの期待が高まっている、また産総研の対応の仕方もかなり進化していると感じられて、私も充実した気分で2日間を過ごしました。企業や大学、自治体からの来訪の方々と接しながら、ここ数年来何となく私の心の中にあった思いが、一つの確信に変わるのを感じました。それは、今や私たちは産学官連携新時代、すなわち、次の矢印で示すように、多様なプレーヤーが相乗的・相補的に連携し合うオープンイノベーションの時代にあるということです。

産： 大企業(製造業)⇒大・中・小企業(製造/サービス/金融業)

学： 大学(理工系)⇒大学(文系、理工系)、高専

官： 国、公的研究機関⇒国、自治体、公的研究機関、公設研

目的：製品、技術、人材育成⇒製品、技術、サービス、標準・認証、人材育成・活用

ことさら新時代というほどのものではないかもしれませんが、しかし、6重苦(産業構造審議会資料:円高、高い法人税、労働コストの上昇、環境制約、経済連携遅れ、電力供給制約)とも言われる厳しい状況下にあり、しかも資源小国である日本を再び元気な国にする為には、社会総がかりのイノベーションへの取り組みが必要だと思います。

二、三説明を付加します。まず「産」について。3.11東日本大震災は、産業界のサプライチェーンを破壊したとして大きな話題になりました。大企業だけでなく技術力のある中小企業の被災が大きな影響を及ぼしていることがメディアなどで報じられ、私たちもわが国の中小企業のグローバル経済の中で果たしている重要な役割をあらためて認識させられました。ところが中小企業は今、6重苦と言う大変厳しい経営環境下にあります。このような中小企業をこれまで

以上に産学官連携の輪の中に入れて、少なくともその技術基盤を持続可能なものにできる環境をつくる必要があるのではないのでしょうか。技術をもった中小企業の弱体化は、大企業の海外シフト以上に、わが国産業の骨粗鬆化を進める恐れがあると感じています。サービスや金融業を入れたのは、経済のソフト化傾向と共に重要性を増すと考えられる反面、大いに活性化・効率化すべき余地があると思うからです。

次に「学」について。技術進歩の速さに社会がついていけないような事象が起きています。例えば、規制を緩和して利用を促進したいという場合もあるし、早く適正なガイドラインをつくらないと弊害が心配だという場合もあります。連携の輪の中に理工系だけでなく文系の研究者も入れて、成果がスムーズに社会に活かされるための検討を研究開発と並行して進めることが重要です。また、産業界から即戦力として高く評価される人材を輩出している高専も、学の一員として大きな期待をしてよいのではないのでしょうか(産総研 TODAY Vol.11 No.10 参照)。

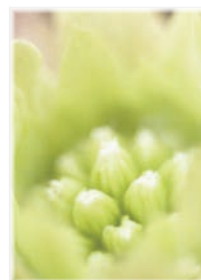
「官」としては、地方自治体や地方の公設研の参加も重要です。産総研は昨年、岡山県真庭市とも連携協定を結びました。同市は、地域の森林資源を活用した産業振興の計画をもっておられます。私たちはバイオマス技術で参加する予定です。各地の意欲ある自治体が産学官連携の一員として先駆的なイノベーションを先導することは、わが国の全国規模の活性化に大きな効果を及ぼすものと思います。さらに、公設研については、震災からの緊急復旧に貢献した産技連活動のところで触れましたが、地域企業のサポート役として重要な役割を担っています。私たちは産技連活動の充実も重要と考えています。

最後に「目的 (GOAL)」について。連携の成果目的を、単に世に通用する製品およびそれを支える技術や人材の実現だけとするのはもう古い。その製品や事業が、長期にわたって顧客に信頼感をもって使ってもらえる枠組みを提案する必要があります。その典型的なものが国際標準 (規格) の提案やその認証体制の構築です。わが国はこれまでこの分野で欧米に

後れをとってきましたが、世界経済に影響力をもつ国や地域の数が飛躍的に増大している今日では、国際標準のみが正当な競争を担保するツールと言っても過言ではありません。製造業を主とする産業国家としてわが国とよく比較されるドイツでは、大衆の商品の生産は自動車ぐらいのもので、最近よくわが国が地盤沈下したとして話題になるTV、携帯電話、パソコンなどは、もともとほとんど生産されていません。それでもわが国以上に世界で存在感を発揮できている要因の一つは、産業戦略と標準・認証戦略の連携が必然的にとれる産業風土になっていることであると思います。私たちも参考とすべきでしょう。さらに、人々の生活や社会活動の質を高めることにつながる新しいサービスの創造や人材の育成・活用も重要です。若い人を対象とする育成策は、随所で語られてはいますが、厳しく鍛えてグローバルに活躍できる人材を育てることが肝要です。また、わざわざ活用を加えたのは、経験豊富なシニア人材にもっと活躍してもらいたいという考えからです。理工系シニア人材の高度活用は、イノベーション力を向上させるだけでなく、社会を明るくする効果もあるのではないのでしょうか。

おわりに

いろいろと私見を述べているうちに予定の紙数が尽きてしまいました。話題を3つに絞って述べましたが、どれも多分に舌足らずとの思いが残っています。再生可能エネルギーの研究開発拠点に関しては、いずれもっと具体的に紹介したいと思います。連携新時代の多様なオープンイノベーションに関しては、TIA (つくばイノベーションアリーナ) や各種コンソーシアムなど、これからも発信を続けてまいります。今年が良い年でありますように。



過去の巨大地震の記録から 何を予測できるか？

東北地方太平洋沖地震の教訓

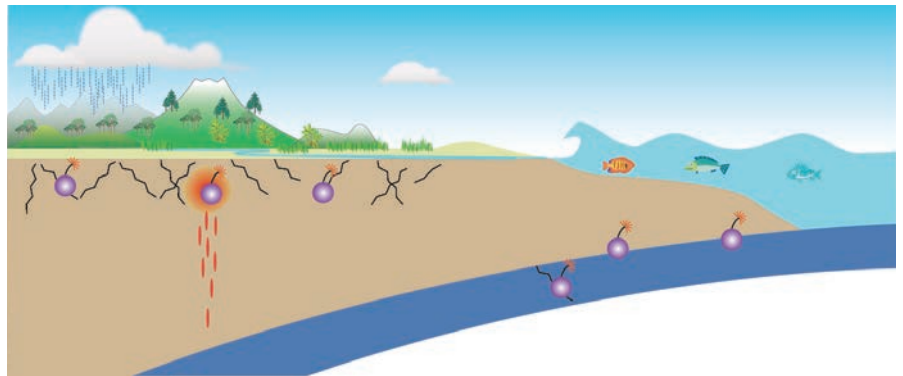
自然現象のスケール

日本列島は常に地震や火山活動などの自然災害に見舞われる可能性に直面していることを、地球科学の研究者であれば誰もが理解しているはずでした。しかし私たちは、2011年3月11日に大地の容赦ない力を思い知ることになりました。東北地方太平洋沖地震では、東北地方の太平洋沖の海底が最大で数十m東に移動し、水深も数m浅くなったと推定されています。幅数百kmの日本列島全体の大きさと比較すればその変化はわずかですが、発生した津波は沿岸域を破壊し尽くし、自然現象と人間活動のスケールの違いをまざまざと見せつけました。

過去を知る重要性

一方で、仙台周辺では過去の巨大津波の記録はいくつか残されており、想定できない現象ではなかったことも事実です。平安時代前期に京都の朝廷で作成された日本三代実録^{じようがん}には、貞観11年（西暦869年）5月26日に、陸奥の国を大地震と巨大津波が襲ったことが記述されています。自然も警告を残していました。東北地方の太平洋沿岸の平野には、過去の巨大津波が津波堆積物として記録されていました。しかし、私たちの津波堆積物の調査研究からも、マグニチュード9（M9）という規模までは推定していませんでした。また、津波堆積物調査から津波の最大規模を推定することが困難であることを明確にできていませんでした。私たちの研究にどのような限界があるのかを、はっきり示しておかなければならなかったのです。

日本列島が現在のような形になるま



美しい日本列島の風景や自然の恵みは、活発な地殻変動の結果作られたものである。その恵みを活用すると同時に、地下にはさまざまな危険が隠されていることも忘れてはならない。

では、時に緩やかな、そしてある時は過激な地殻変動、地震活動や火山活動が繰り返し起こってきました。大地は一見安定しているように見えますが、長い時間の中では驚くほど大きく変化しています。それらの変動はさまざまな形で地形や地質に記録されています。日本列島の地質学的・地球物理学的な調査の知見に基づいて、どのような過程で日本列島が形成されてきたのかを解明し、理解することが重要です。

日本列島で生きるために

日本は科学技術を駆使して、世界でも稀^{まれ}なほど発展した社会を作り上げました。しかし、都会で快適に暮らしていることによって、自然の厳しさを忘れていなかったでしょうか？ いかに高度な社会でも、自然災害の危険性を理解し、十分な防災対策がなされていなければ、砂上の楼閣といっても過言ではないでしょう。起こり得る災害を、

適切に余裕をもって想定し、その対策を行って初めて、本当の先進国と言えます。そのための調査・研究はこれからも根気よく続けて、日本列島の活動を理解していく必要があります。

このような災害が起こると、日本列島の負の特徴だけが目立ちますが、災害を引き起こす地震や火山活動によって日本の山々や平野が形成され、山は雲を呼び、雨を降らせ、結果として美しい風景が作られてきました。そのような自然条件によって、緑に覆われた国土、きれいで豊富な水資源、肥沃な土地、豊かな山の幸・海の幸に恵まれてきたことも忘れてはなりません。そのような自然の恵みを最大限に活用し、災害への備えも怠らない、それが日本の目指す社会だと考えます。

活断層・地震研究センター
研究センター長
おかむら ゆきのぶ
岡村 行信

堆積物の記録からわかる過去の地殻変動と津波

天然の古文書—沿岸の泥炭層—

泥炭層と呼ばれる地層が世界各地の湿地に分布しています。ある場所で生育していた植物が枯れ、そのまま分解されずに静かに堆積したものです。泥炭層には、当時生育していた植物の遺体(大型植物化石)だけでなく、非常に小さな動植物の遺体(微化石)もたくさん含まれています。こうした化石は、泥炭層が堆積した当時がどのような環境だったのかを教えてくれたり、年代測定の方法そのものになったりします。いわば、泥炭層そのものが当時の環境を記録した「天然の古文書」といえます。私はこの古文書を解読し、地震に関係した地殻変動や過去の巨大津波の再来間隔を復元してきました。

地殻変動の復元

地殻変動の復元は、泥炭層に残されている珪藻類の化石を利用することで可能になりました。珪藻類は、ケイ酸質の堅い殻を持つ単細胞藻類で、水分と光の存在するあらゆる環境に適応して生育しています。珪藻類は地殻変動によって引き起こされる相対的な海水準変動に応答し、その場における種組成を大きく変えます。この変化は化石として堆積物中に残されるため、珪藻化石を調べることで過去のさまざまな変化を推定することができます。

北海道東部では、17世紀に発生した連動型巨大地震に関係した地殻変動を復元することができました。現在の珪藻群集と化石の珪藻群集を統計的な方法で比較した結果、厚岸町から根室市の周辺が地震後に数十年かけてゆっくりと隆起していたことが示されました^[1]。現在、こうした地殻変動を各地



チリで検出された津波堆積物

茶色と灰色の縞々が泥炭(茶)と津波堆積物(灰)の繰り返しを示す。写真中央の2名はチリ人の共同研究者。

で検出しようとしています。例えば、南米チリや北米西海岸では、北海道と同様の手法で地震性の沈降を確認しました^{[2][3]}。また東北日本では、西暦869年に日本海溝沿いで発生した巨大地震(貞観地震)による海岸の沈降も検出しました。化石を用いた定量的、連続的、高時間分解能での地殻変動復元は、古測地学(Paleogeodesy、パレオジオデシー)として認知されつつあります。

泥炭層中に残された巨大津波の記録

沿岸に津波が押し寄せた場合、津波によって周囲から浸食・運搬された砂質の堆積物が「津波堆積物」として残ります。泥炭層は静穏な環境で作られるため、泥炭層のある場所はこうした津波堆積物も残されやすく、過去の津波の痕跡調査にも有利です。最近行った研究では、北海道の泥炭層中に見られる津波堆積物の年代を細かく調べたところ、過去の巨大津波が100年～800年というばらついた間隔で襲来していたことがわかりました^[4]。また、宮城

県から福島県では、貞観地震による津波によって形成された津波堆積物を泥炭層中から検出し、津波波源の推定や再来間隔の推定に役立てることができました^{[5][6]}。このほか、国際共同研究の一環として、南米チリやタイでも歴史記録にない津波の痕跡を見つけています^{[2][7]}(図)。

今後もこうした痕跡を追跡し、巨大地震や津波の再来間隔の推定に貢献したいと考えています。

活断層・地震研究センター
海溝型地震履歴研究チーム

さわい ゆうき
澤井 祐紀

参考文献

- [1] AIST TODAY, 5 (3), 29 (2005).
- [2] 産総研 TODAY, 5 (12), 26-27 (2005).
- [3] A. Nelson et al.: *Quaternary Science Reviews*, 27, 747-768 (2007).
- [4] Y. Sawai et al.: *Journal of Geophysical Research*, 114, B01319, doi:10.1029/2007JB005503 (2009).
- [5] 産総研 TODAY, 9 (11), 27 (2009).
- [6] 産総研 TODAY, 11(10), 10-11 (2011).
- [7] 産総研 TODAY, 9 (2), 19 (2009).

過去の海溝型巨大地震の履歴解明 一沿岸の古地震調査で「想定外」を減らす一

過去は将来を測る鍵

2011年東北地方太平洋沖地震（M9.0）は、沿岸を襲った巨大津波によって未曾有の大災害となり、その規模は「想定外」だったとよく言われています。しかし、この地震の震源となった日本海溝沿いのプレート境界では、869年貞観地震（M>8.4）をはじめ、過去からくり返し巨大津波を伴う地震が起きていたことが、沿岸での地質調査から判明していました^[1]。たとえば仙台平野における貞観地震時の津波の推定浸水範囲は、今回の津波のそれとよく似ています（図1）。つまり過去の地震や津波の規模を解明し、その履歴を復元すれば、将来起こりうる地震、津波の規模と切迫性をおおよそ推し量ることができるのです。

このような研究分野は古地震学と呼ばれ、古文書類の解読はもちろん、地形や地層に記録された痕跡などさまざまなアプローチで過去を探っていきます^[2]。その一つが今回の地震によって広く知られるようになった津波堆積物です。そのほか地盤の隆起・沈降や液状化の痕跡なども扱います。活断層・地震研究センターの海溝型地震履歴研究チームでは、2004年のチーム発足以来、一貫して国内外の沿岸地域における地形、地質調査を行い、海溝型巨大地震の履歴を解明してきました。

実際に超巨大地震が起きた海外での調査

M9クラスの地震はめったに起こりません。日本でも今回の地震が起こるまでM9超の地震の観測記録はありませんでした。したがって超巨大地震に

伴う諸現象を理解するには、実際にそのような地震が起こった海外で調査をする必要がありました。そこで私たちは、これまで海外の研究者と共同で、各地の調査を行ってきました。

チリでは1960年にM9.5の超巨大地震が発生し、チリ中南部の海岸に面した湿地では、このときの津波堆積物が観察されます。この地域の海溝沿いは、歴史的に約100年程度の間隔で地震が起きていたことが知られていますが、地層に残る津波の痕跡はそれよりも頻度が低く、1960年と同規模の地震は300～400年の間隔で起きていることが明らかになりました^[3]。

記憶に新しい2004年スマトラ島沖地震もM9.1と巨大で、津波堆積物や隆起サンゴ礁などが観察されました。タイ南西部やインド領アンダマン諸島で掘削調査を行うと、やはり過去にも同規模の津波や地殻変動が、通常の地震よりも長い間隔でくり返し起こっていたことがわかります^{[4][5]}。これらの地域の調査を通じて得た知見は、日本列島で見つかる過去の地震、津波の痕跡を理解する上で役に立ちました。

近い将来の地震発生が危惧される南海トラフ沿い

日本列島の太平洋岸は、全域が海溝

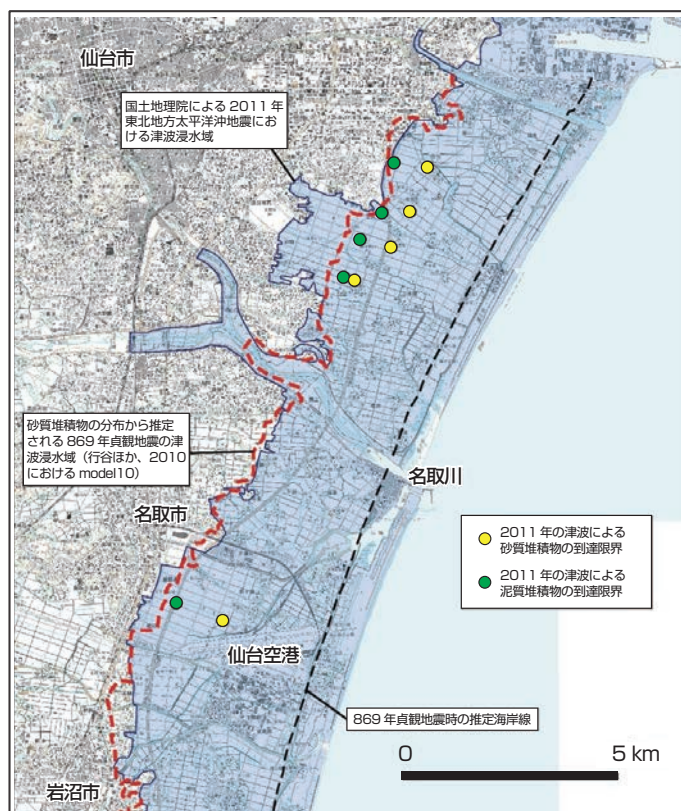


図1 仙台平野における869年貞観地震の津波浸水限界の推定位置（赤い破線）^[7]と2011年東北地方太平洋沖地震による津波浸水域（青く塗りつぶした部分）^[8]との比較

過去の巨大地震の記録から 何を予測できるか？

型地震による津波に見舞われる危険性があります。特に南海トラフ沿いでは、歴史的に100～150年間隔で大きな地震が起きており、今世紀中に次の地震発生が危惧されています。しかし過去の地震の規模は多様で、具体的な津波浸水範囲や断層の破壊領域の拡がりなどに関して不明な点が多く、これらをより正確に推定するには、地質学的な情報が不可欠です。そこで私たちは、静岡県から高知県の沿岸において古地震調査を行ってきました。これまでの各地での調査結果から、どうやら400～600年程度の間隔で、通常よりも大きい津波や地殻変動を伴う地震が起きていることが、津波堆積物や隆起した生物化石の解析から解明されつつあります^[6]。その一つが1707年宝永地震（M8.6）で、今回の地震の前までは日本の歴史上最大の地震とされてきました。それ以来すでに300年以上経過しており、次の地震が巨大なものになるのではないかと懸念されます。それが想定外とならぬよう、今後とも過去の地震や津波の規模をより正確に評価しなければなりません。

現在は過去を解く鍵

今後さらに精度の良い将来予測を行うためには、今回の地震、津波の現象を正確に捉え、今後活かしていくことが重要と私たちは考え、改めて日本海溝沿いで調査を行っています。

3月の地震後、仙台平野において今回の津波によって運ばれた堆積物を観察したところ、海岸線から3～4 km程度内陸まで砂の層を認識できました(図2)。ところが実際の津波の水はそこからさらに1～2 km程内陸部まで及んでいることが判明しました(図1)。この事実が示すことは、津波堆積物の分布

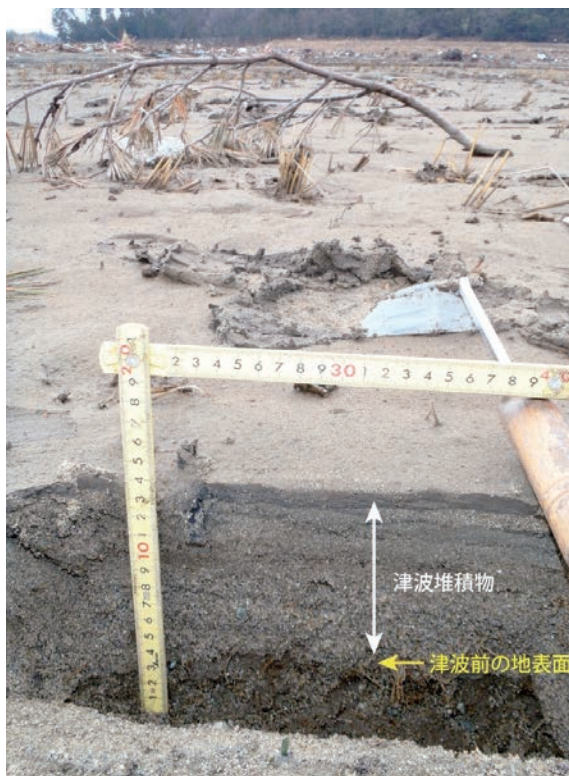


図2 2011年東北地方太平洋沖地震による津波で堆積した津波堆積物（宮城県山元町）

から復元される津波浸水域はあくまで最低限の範囲であり、実際はさらに浸水しうることです。こうした指摘は以前からされていましたが、今回の津波でも改めて確認できました。つまり今後の津波浸水域の予測においても、単に過去の津波堆積物の分布を追うだけでなく、津波浸水シミュレーションなどによって実際の水がどこまで到達しうかを考慮した津波浸水規模の評価が防災対策の上で重要です。

現在から過去を探り、過去から将来を測っていくことで、想定外は減らせます。私たちは今後も引き続き、過去の津波浸水域や地殻変動の履歴解明とそれに基づいた断層モデルの検討を行い、防災に資するデータを提供していきたいと考えております。

活断層・地震研究センター
海溝型地震履歴研究チーム
ししくら まさのぶ
穴倉 正展

参考文献

- [1] 産総研 TODAY, 9 (11), 27 (2009).
- [2] 産総研 TODAY, 11 (10), 10-11 (2011).
- [3] 産総研 TODAY, 5 (12), 26-27 (2005).
- [4] 産総研 TODAY, 9 (2), 19 (2009).
- [5] Malik et al.: *Geology*, 39(6), 559-562, DOI:10.1130/G31707.1 (2011).
- [6] 産総研 TODAY, 8 (9), 22 (2008).
- [7] 行谷佑一 ほか：活断層・古地震研究報告, 10, 1-21 (2010).
- [8] 国土地理院：http://www.gsi.go.jp/common/000060133.pdf (2011).

地下水等総合観測による東海・東南海・南海地震の予測

はじめに

東海地方から四国の沖合にある駿河・南海トラフでは、100～200年程度の間隔で、M8クラスの巨大地震が繰り返し発生しています。政府の地震調査研究推進本部によると、今後30年間の地震の発生確率は、東海地震が87%（参考値）、東南海地震が70%程度、南海地震が60%程度です。

地下水位観測による東海地震予知

東海地震については、気象庁を中心に観測体制が整えられ、日本で唯一予知の可能性がある地震です。活断層・地震研究センターでは、東海地震の想定震源域近くに10地点15本の地下水観測井戸を展開しています（図1左）。この地下水観測データを気象庁に提供し、東海地震の判定を行う地震防災対策強化地域判定会の説明員として当研究センターは国の地震予知事業を分担してきました。

地下水観測は深さ150～270mの深井戸で行っています。観測したデータは直ちに茨城県つくば市の産総研に電話回線を通じて送られます。その後、観測データは気象庁に送られ、東海地震予知のため24時間監視が行われています。

地下水位は気圧・地球潮汐*・降雨によっても変化します。私たちは、最新の統計学的手法を用いて、観測した地下水位から気圧・潮汐・降雨などによる変化を取り除いて補正する方法を開発しました^{[1][2]}。観測したデータが異常かどうかを判定する際には、上記の解析後の補正水位を用いています。

東海地震の前に、地下深くにある上側と下側のプレートの間で「はがれ」が

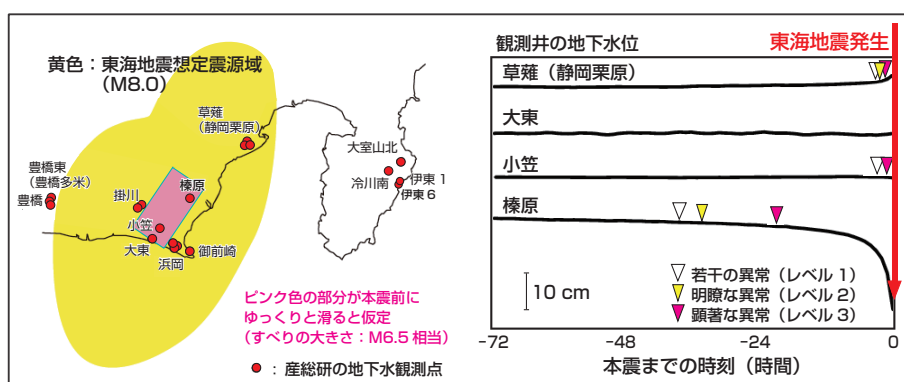


図1 静岡県周辺の地下水観測井戸の位置図とM6.5クラスの前兆すべりの発生を仮定した場合に想定される東海地震前の観測井戸の地下水位変化

起こり、地震を発生させない緩やかなすべり(前兆すべり)が起こる可能性があるということが近年の研究で明らかになりました^[3]。

気象庁が発表する「東海地震に関連する情報」^[4]によると、上記の前兆すべりによって体積歪計に「異常な変化」が観測された場合、「東海地震に関連する調査情報(臨時)」「東海地震注意情報」「東海地震予知情報」のいずれかが発表されます。

前兆すべりが起こった場合に、産総研が観測している井戸の地下水位がどのような変化になるかコンピューターで計算した一例が図1右です^[5]。榛原観測井戸の真下でM6.5の地震に相当する前兆すべりが起こった場合、榛原観測井戸の地下水位が減少し、草薙(静岡栗原)観測井戸の地下水位が上昇することが想定されています。気象庁の体積歪計と同様な「異常な変化」が検出されるのは、榛原観測井戸で本震発生前の20時間前、草薙観測井戸で2時間前になると想定されています。このよ

うにして地下水位の観測データは、「東海地震に関連する情報」を発表する際の参考データとして使用されます。

東南海・南海地震の予測に向けた地下水・地殻歪観測

2003年に「東南海・南海地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法」が施行され、観測施設の整備が求められました。産総研は、紀伊半島～四国周辺に14カ所の新たな観測施設を2006年より整備しました^[6]。

最近の地震研究の進展で、プレート境界の東海・東南海・南海地震の想定震源域(図2の固着域)の深部延長部(深さ30～40km:図2の遷移領域)で通常の地震よりも低い周波数の連続した微動「深部低周波微動」が発生していることがわかりました。さらに、この深部低周波微動に同期して、ほぼ同じ場所で、数日から1週間程度継続するゆっくりとしたすべり「深部ゆっくりすべり」が発生していることがわかってきました^{[7][8]}。

過去の巨大地震の記録から 何を予測できるか？

東海・東南海・南海地震の発生が近づいてくると、深部低周波微動と深部ゆっくりすべりの活動パターンが変化したり、普段は遷移領域で発生するそれらの活動が巨大地震の発生域（固着域）に移動したりすることがいくつかのコンピューターシミュレーションで示されています。

産総研の地下水等総合観測ネットワークの観測データによって、深部低周波微動の震源分布と深部ゆっくりすべりの発生状況をモニタリングすることができます（図3）^[9]。これらの活動をモニターすることにより、将来起こりうる大地震前の深部低周波微動と深部ゆっくりすべりの活動の変化を捉えることを目標としています。

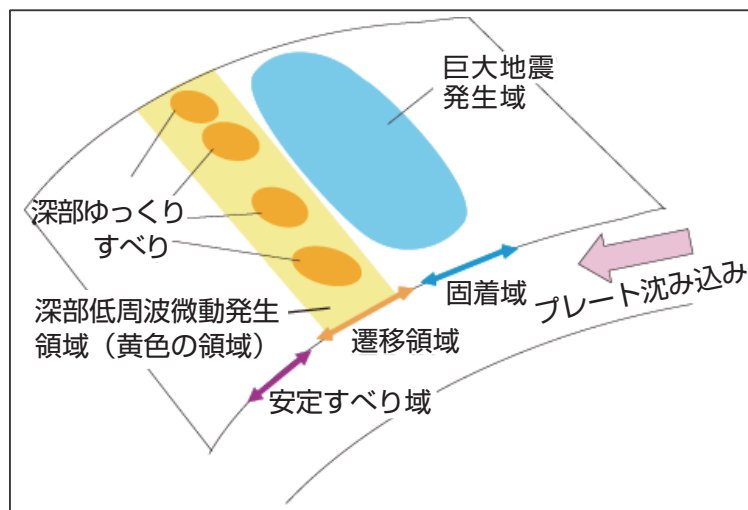


図2 プレート境界における巨大地震発生域、深部低周波微動発生領域と深部ゆっくりすべり発生域の概念図

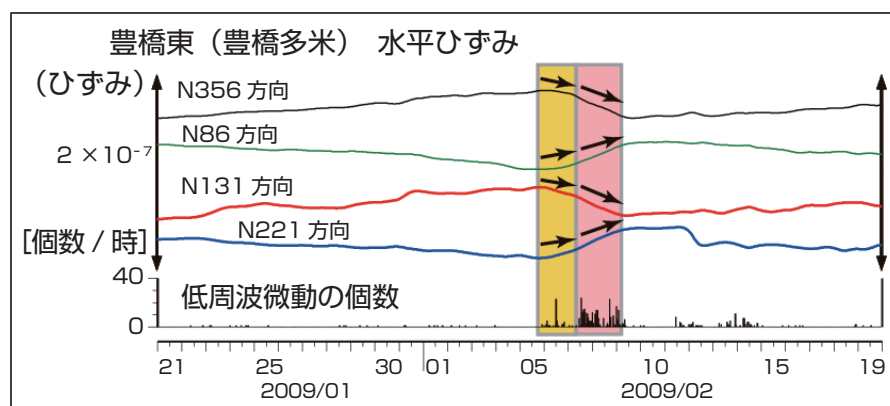


図3 豊橋東（豊橋多米）観測点の2009年1～2月の多成分ボアホール歪計における深部ゆっくりすべりの観測例（黄色・ピンクの部分）および観測点周辺で観測された深部低周波微動の個数
 10^{-7} のひずみとは長さ10 kmあたり1 mm伸びる（または縮む）ことを表している。

活断層・地震研究センター
地震地下水研究チーム
まつもと のりお
松本 則夫

参考文献

- [1] N. Matsumoto : *Geophys. Res. Lett.*, 19, 1193-1196 (1992).
- [2] N. Matsumoto et al.: *Geophys. J. Int.*, 155, 885-898 (2003).
- [3] N. Kato and T. Hirasawa : *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 89, 1401-1417 (1999).
- [4] 内閣府・気象庁 http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/tokai/index_leaflet.html (2011).
- [5] N. Matsumoto et al.: *Pure Appl. Geophys.*, 164, 2377-2396 (2007).
- [6] 産総研 TODAY, 9(3), 25 (2009).
- [7] K. Obara : *Science*, 296, 1679-1681 (2002).
- [8] H. Hirose and K. Obara : *Geophys. Res. Lett.*, 33 doi:10.1029/2006GL026579 (2006).
- [9] S. Itaba et al.: *Pure Appl. Geophys.*, 167, 1105-1114 (2010).

* 地球潮汐：月や太陽の引力で、地球が伸び縮みする現象。

地形と地質に残された内陸巨大地震の痕跡 —地震に伴うずれの量から過去の巨大地震を調べる—

活断層系から生じる多様な地震規模と連動型地震

これまでの研究では、比較的単純に、ある活断層系からは決まった規模の大地震が数百年から数千年程度の時間間隔で定期的に繰り返し発生する、と考えられてきました。しかし、実際には、複数の活断層によって構成される大規模な活断層系（もしくは活断層帯）では、複数の断層が同時にずれ動くことによって、1つの活断層が動く時よりも規模が大きな大地震が生じます。このような地震は連動型地震と呼ばれ、その発生様式を知ることは将来の地震規模を予測する上で重要な課題となっています。

例えば、最も地震発生の可能性が高い活断層系の一つである糸魚川－静岡構造線活断層系では、長さが約150 kmの活断層系が一度にずれ動いた場合には、M8クラスの巨大地震が発生するのではないかと指摘されています^[1]。一方、同断層系は複数の活断層で構成されるため、一部の活断層だけがずれ動いてM7クラスの大地震を起こす可能性も考えられます。さらに、後述するトルコの事例など世界の活断層系では、数日から数十年間かけて一つの活断層系から多数の大地震が連鎖的に続発する事例もあります。このように、一つの活断層系から発生しうる地震規模は多様であることがわかりつつあり、より正確な将来予測に寄与するための調査研究を進めています。

過去の大地震に伴うずれ量を計測する

そのための調査方法の一つが、大地震によって生じたずれの量を地形や地質から復元する方法です。活断層から

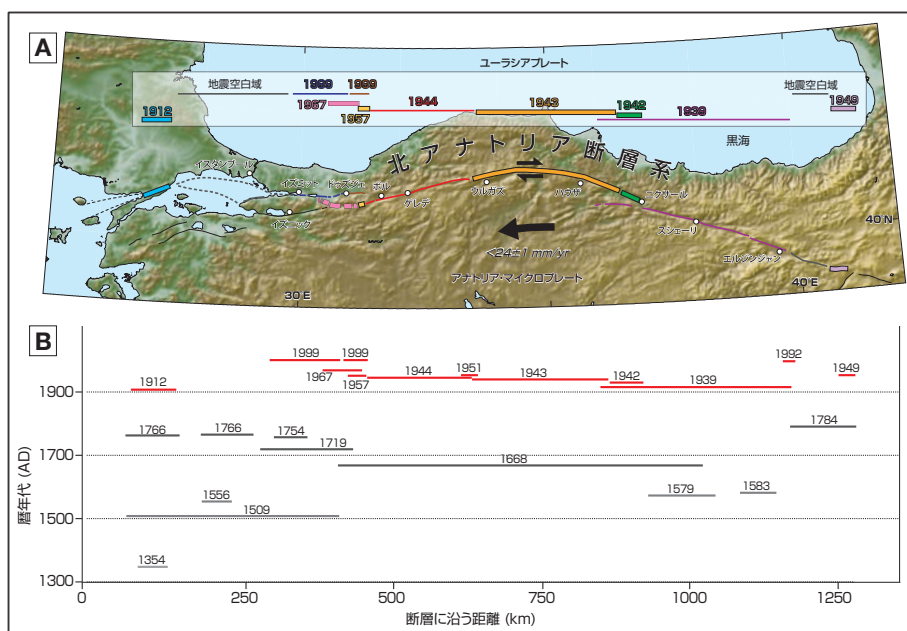


図1 (A) トルコ・北アナトリア断層系の分布と連鎖的に生じた20世紀の大地震群 (B) 歴史地震・古地震記録から推定される、過去の大地震・巨大地震の時空間分布
20世紀の大地震群とそれ以前の地震では、それぞれの地震でずれ動いた範囲が異なっている。特に、西暦1668年アナトリア地震は、600 kmを超える断層区間がずれ動いて生じた連動型巨大地震であったと推定されている。

大地震が発生すると、活断層に沿って地表にずれが生じます。そのずれの量は、数十cm程度のものから10 mを超えるものまでさまざまですが、概して地震規模に応じてずれの量が大きくなります。例えば、M7の地震であれば2 m程度、M8の巨大地震であれば10 m前後といった関係です。このようなずれは地震ごとに繰り返されて累積し、数千年から数万年前にできた地形や地層に長期的なずれの累積として保存されています。私たちは、三次元的に多数のトレンチ（溝）を掘削して、地形や地層から大地震数回分のずれの累積量を計測し、大地震一回ごとのずれ量を抽出する野外調査を実施してきました^[2]。

連動型地震をずれ量から復元する

最近では、このような地震ごとのず

れ量を基準として、連動型地震の規模を復元する手法について検討しています。具体的な事例として、トルコ・北アナトリア断層系での研究成果が挙げられます。全長1,200 kmにわたる同断層系では、20世紀の数十年間にM7クラスの大地震が次々と発生し、連鎖型の大地震群が生じました^{[3][4]} (図1)。また、西暦1668年には、断層系中部の複数の断層区間の連動が600 kmに及び、M8クラスの巨大地震を生じた可能性が歴史記録によって推定されています^[5]。そこで、20世紀に起きた短い断層区間がずれ動き、連動しなかったとみられる地震と、巨大地震とみられる1668年地震のそれぞれに伴うずれ量を比較すれば、連動しなかった場合と連動した場合の違いが明確になると期待されます。

トルコ鉱物資源調査開発総局との共同研究の結果、北アナトリア断層系中

過去の巨大地震の記録から 何を予測できるか？

部で発生した1942年地震(M7)では、長さ約48 kmの断層区間がずれ動き、地表に約3 mのずれ量を生じたことがわかりました。さらに、三次元的なトレンチ調査と地形測量を実施した結果、1668年地震に伴うずれの量が約7～8 mと1942年よりも2倍以上大きかったことがわかりました(図2、図3)。この結果は、連動した場合としない場合では、同一地点でずれ量が大きく異なることを示す希少なデータです。

過去の連動型地震を将来予測に活かす

このように、地震ごとにずれ量が異なるという事実は、活断層系から決まった規模の大地震が規則的に繰り返す、という考えでは説明できず、今後、国内外の活断層系でも検討されるべきものです。つまり、ある活断層系で復元された地震に伴うずれの量が大きい場合には、地震規模も大きかった可能性、あるいはその逆のパターンも検討する必要があります。その根拠となるずれ量の情報が不可欠です。さらに、地形や地質のデータは取得できる場所が限定的な場合もあるため、数値計算など他分野の手法や研究者と協働することも重要と考えられます。このように、ずれ量を基準として復元された過去の連動型地震は、活断層系から将来起こりうる地震規模の推定や発生可能性の検討に貢献することが期待されます。

活断層・地震研究センター
活断層評価研究チーム
こんどう ひさお
近藤 久雄

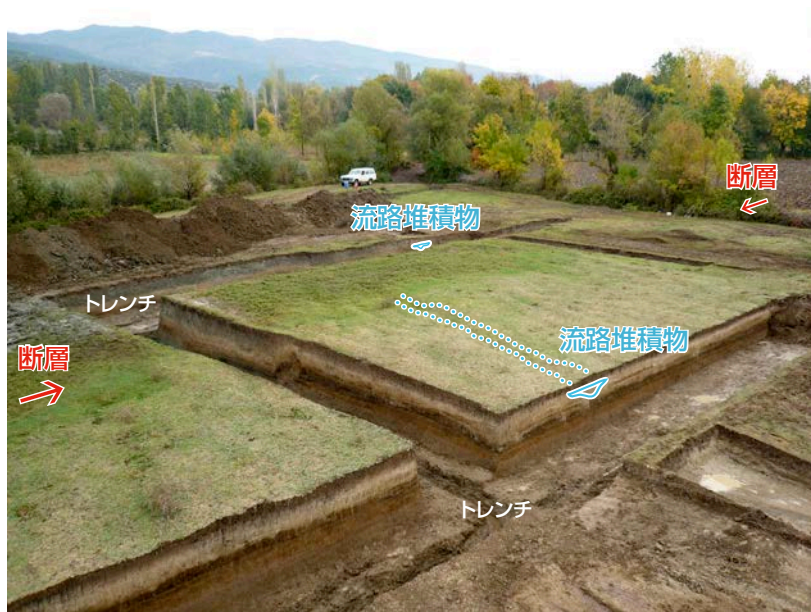


図2 北アナトリア断層系における三次元的なトレンチ調査の風景
断層を横断および平行するトレンチを多数掘削し、断層と地層の分布を立体的に捉えて過去の大地震に伴うずれの量を復元した。

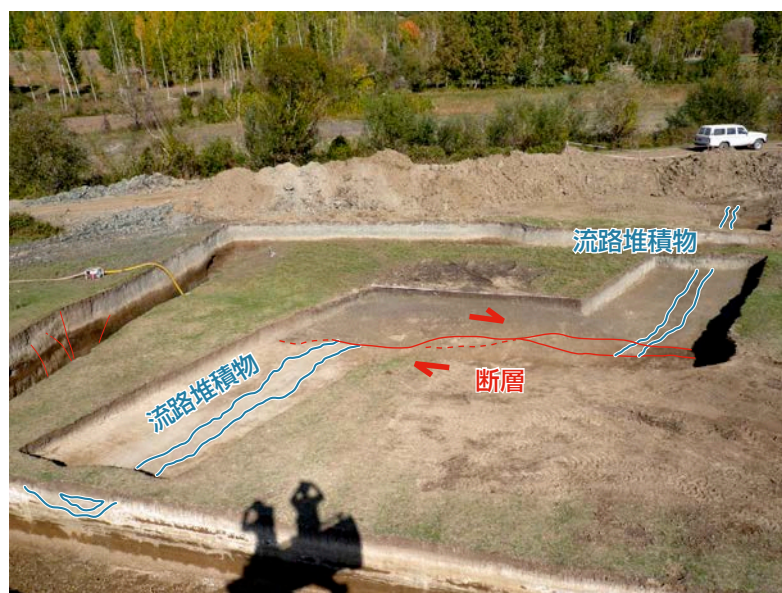


図3 河川の堆積物(流路堆積物)を指標とした2回の地震に伴うずれ量
断層を横断して真っ直ぐ流れていた川の堆積物が、断層を境に右方向へ約10 mずらされている。これは、1942年地震による約3 mのずれと1668年地震による約7 mのずれの累積であり、1668年地震がM8クラスの巨大地震であったことを示す。

参考文献

- [1] 地震調査研究推進本部地震調査委員会 (2001).
- [2] H. Kondo *et al.*: *Journal of Geophysical Research*, 115, B04316, doi:10.1029/2009JB006413 (2010).
- [3] A. Barka : *Bulletin of Seismological Society of America*, 86, 1238-1254 (1996).
- [4] R.S. Stein *et al.*: *Geophysical Journal International*, 594-604 (1997).
- [5] N.N. Ambraseys and C.F. Finkel : *Historical Seismograms and Earthquakes of the World*, Academic Press, 173-180 (1988).

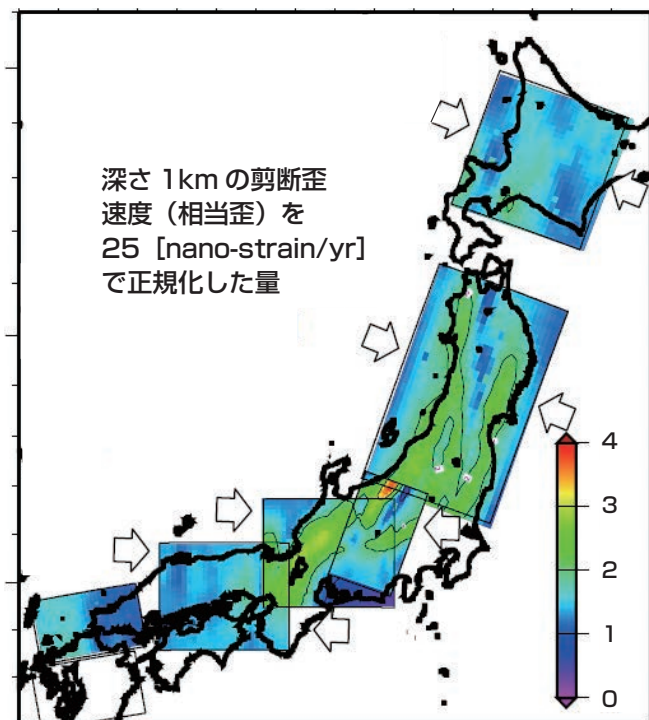
内陸巨大地震を予測するための地震発生物理モデル

地震発生物理モデルの現状

天気予報のように数値シミュレーションで将来の地震発生を予測するためには、地震発生の物理法則を解明するだけでなく、着目する活断層の深部構造や周辺の地殻粘性あるいは断層にかかる力などの具体的な情報が必要となります。しかし現状ではそれらを直接的に調べる方法はありません。また内陸地震の再来間隔は1000年オーダーなので、モデルをつくっても精度を検証しにくいという問題もあります。したがって、直接的な計測データのほとんどない深部構造は、岩石実験や地質学的観察結果から推測しつつ手探りでモデル化し、その検証にはデータ数の少ない地震発生の履歴だけでなく、地形や測地データなど使えるものは何でも活用しなければなりません。

糸魚川-静岡構造線(糸静線)活断層系のモデル化のために

産総研は、糸静線沿いに起こる可能性のある大地震に特に注目しています。この地域は地質構造の形成過程や断層構造がとても複雑です。東西と南北方向それぞれに構造の不均質が強く、深部構造のモデル化は一筋縄ではいきません。そこで私たちは、まず日本列島全体の地殻のトモグラフィデータを集め^[1]、次に3次元粘性構造をモデル化しました^[2]。また、海洋プレートと内陸プレートの相互作用による応力場の形成も数値シミュレーションしました^[3]。こうして、列島規模の地殻-応力場モデルをつくることによって糸静線以外の地域でも観測データを用いた検証が可能となり、私たちのモデル化方針が一般性を持ったも



日本列島の3次元粘弾性地殻構造モデルを基礎とした有限要素シミュレーションによる歪レート分布^[4]

のであることを保証することになります。実際、日本列島の歪集中帯を再現するようなシミュレーション結果も得られました^[4] (図)。

地震活動の再現を目指して

今後は、活断層の深部構造をこのモデルに埋め込んで地震発生を繰り返すモデルにする予定です。現時点では内陸地震の予測に使えるような物理モデルがどこにもないので、こうして非常

に基本的なところから物理モデルの構築に取り組んでいます。予測モデルとしてのさまざまな問題を洗い出すための最初の叩き台をつくりつつあると考えています

活断層・地震研究センター
地震発生機構研究チーム
長 郁夫
ちよう いくお

参考文献

- [1]長郁夫 他: 日本地震学会秋季大会予稿集, P2-01 (2010).
- [2]長郁夫 他: 日本地球惑星科学連合予稿, SSS021-12 (2010).
- [3]長郁夫 他: 日本地球惑星科学連合予稿, SCG063-11 (2011).
- [4]長郁夫 他: 日本地震学会秋季大会予稿集, A22-08 (2010).

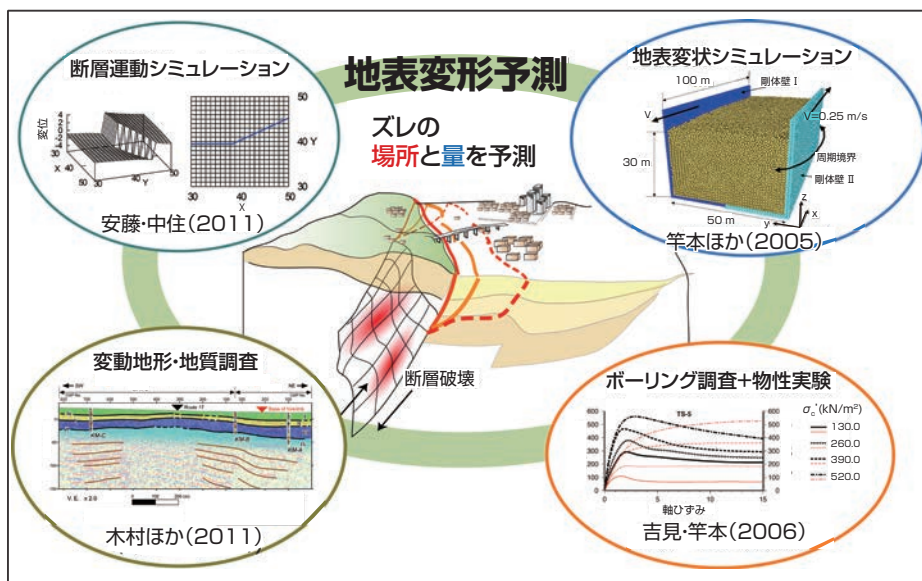
断層運動による地表変形の評価と予測に向けて ー現地調査と数値計算で未来の災害に迫るー

断層運動に伴う地表変形が被害を引き起こす

地震は地下の岩盤が断層面に境にズレることによって生じます。地震のエネルギーは地震波として岩盤内を伝わり地面を揺らし、強い揺れは深刻な被害をもたらします。さまざまな地震被害を契機に揺れの予測研究は進展し、耐震設計の高度化に貢献しています。一方、岩盤のズレそのものが地表に達することもあります。1999年台湾集集地震や2008年中国四川省の地震では10 mものズレが地表に現れ、ダムや建物などの構造物を破壊しました。しかし、ズレの予測研究は揺れの予測に比べてあまり進んでいません。ズレの直接的な被害は断層の直上に限られるとはいえ、鉄道や道路などの重要なインフラが破壊されれば、影響は広範囲に及びます。活断層が国土に縦横に分布する我が国では、断層運動による地表変形（ズレ・撓み）にも注意を払わねばなりません。

現地調査で変形帯を明らかにする

地震による地表変形は明瞭な地形として残ることがあります。地形・地質の分野では、地形・地質の痕跡を手がかりに活断層や活褶曲を認定し、断層の活動性や活動履歴を調査しています。一方、ズレの予測では、「どこに・どのくらい」のズレが現れるかを示さねばなりません。断層沿いの「代表的な1点」の調査では不十分なため、地形・地質分野の調査を補い、広域を簡便に調査できる手法の開発に取り組んでいます。



地表変形評価には断層周辺の現地調査（変動地形・地質調査^[1]、ボーリング調査・物性試験^[2]）と数値計算（断層運動^[3]、地表変形シミュレーション^[4]）の融合が必要

数値計算で未来のズレを予測する

現地調査に加え、数値計算で未来のズレを予測する研究にも取り組んでいます。数値計算に必要な地下の断層面形状、堆積層の変形特性などは、地形・地質情報やボーリングなどの現地調査により推定しモデル化します。これらを基に、断層運動の予測計算や詳細な地表変形計算を行います。ズレの予測計算では大変形・固体摩擦問題など技術的難度の高い計算が必要なため、手法の開発・改良も大きな課題です。なお、数値計算の醍醐味はパラメータスタディです。種々の計算パラメータを

変動させ、現実に近いパラメータの選定および予測のバラツキの提示などに取り組んでいきたいと考えています。

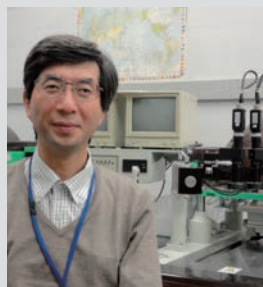
活断層・地震研究センター
地震災害予測研究チーム
吉見 雅行

参考文献

- [1] 木村治夫、堀川晴央、末廣匡基、秋永康彦：地震，(2011)（投稿中）。
- [2] 吉見雅行、竿本英貴：活断層・古地震研究報告，1-9（2006）。
- [3] 安藤亮輔、中住昭吾：日本地球惑星科学連合大会，(2011）。
- [4] 竿本英貴、吉見雅行、国松直：土木学会地震工学論文集，28（2005）。

多結晶シリコン太陽電池の新しい作製方法

固定砥粒方式でスライスしたウエハーのテクスチャー形成技術



高遠 秀尚

たかとう ひでたか
h.takato@aist.go.jp

太陽光発電工学研究センター
実用化加速チーム
主任研究員
(つくばセンター)

結晶シリコン太陽電池のプロセスおよびデバイスの研究を行っています。今回の成果は、民間3社と産総研それぞれの得意なところをあわせた結果得られたものです。太陽電池をより身近な製品にするために、高効率で低価格な結晶シリコン太陽電池の実現を目指しています。

関連情報：

● 共同研究者

近藤 庸一、浅井 秀之（(株)フリタケカンパニーリミテド）、原田 高行、石橋 正三、間瀬恵二（(株)不二製作所）、菊池 信之、林田 良一（和光純薬（株））、坂田 功（産総研）

● 用語説明

[1] 遊離砥粒方式：ピアノ線と砥粒の含まれた溶液（スラリー）によって単結晶シリコンや多結晶シリコンインゴットを切断する方法。

[2] 固定砥粒方式：ピアノ線にダイヤモンド砥粒を固着させたワイヤと冷却水（クーラント）を用いて単結晶シリコンや多結晶シリコンの塊（インゴット）をスライスする方法。

[3] サンドブラスト処理：砥粒を含んだ空気を対象物に吹き付けることによって、その表面に凹凸をつける処理方法。

● プレス発表

2011年7月4日「多結晶シリコン太陽電池の新しい作製方法」

シリコンインゴットスライス技術の現状

太陽電池の大量普及に向けて、結晶シリコン太陽電池をより低コストで作製することが求められています。その方法の一つとして、結晶シリコンインゴットのスライス技術を、現在の遊離砥粒方式^[1]から固定砥粒方式^[2]へと移行することが進められています。固定砥粒方式は遊離砥粒方式に比べ、スライスコストや環境負荷を低減できます。一方で、多結晶シリコンインゴットを固定砥粒方式でスライスすると、基板表面が凹凸の少ない鏡面に近い形状となります。また、表面のダメージ層の厚さも遊離砥粒方式より薄くなるため、均一な表面テクスチャー構造を形成して表面反射率の低い基板を得ることが難しいという問題がありました。

新しい表面テクスチャー形成技術

今回、固定砥粒方式でスライスした多結晶シリコン基板に、真空装置を用いず低コストで量産に適用可能な方法で表面テクスチャーを形成する技術を開発しました。まず固定砥粒方式でスライスした多結晶シリコン基板（図1(a)）にサンドブラスト処理^[3]を行い、表面に一樣な凹凸を形成します。次に、この基板を新たに開発した酸エッチング液に浸して、サンドブラスト処理で生じたダメージ層の除去と基板の表面テクスチャー形成を同時に行います。図1(b)に酸エッチ

ング後に形成されたテクスチャー構造の表面写真を示します。この方法を用いることで、これまでの方法だけでは得ることが困難であった均質なテクスチャー構造が形成できることがわかりました。

また、今回開発した方法では、基板表面に残留するダメージ層の深さや凹凸の形状をサンドブラスト処理の条件を変えて制御できますので、スライス条件が変わっても常に最適な表面テクスチャー構造を形成できます。

この技術で作製した基板を用いて、通常の太陽電池作製プロセスによって多結晶シリコン太陽電池を試作したところ、代表的なセル特性として、セル効率：16.9 %、短絡電流：34.9 mA/cm²、開放電圧：620 mV、FF：0.780、面積：4 cm²（2 cm×2 cm）が得られました（図2）。サンドブラスト処理による基板への欠陥が残留することによる接合リークの問題はなく、良好なセル特性を示しています。

今後の予定

固定砥粒方式によりスライスした多結晶シリコン基板の作製方法、サンドブラスト処理技術、酸エッチング技術をさらに改善し、量産プロセスとしての検証を行うとともに、太陽電池の構造を工夫することによって、より高効率な多結晶シリコン太陽電池の作製を目指します。

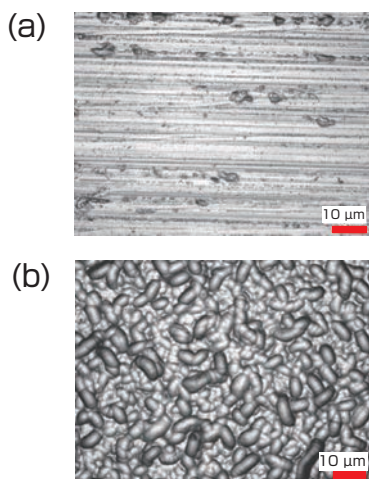


図1 基板表面の状態

(a) 固定砥粒方式でスライスした多結晶シリコン基板の表面
(b) 本技術で作製したテクスチャー構造

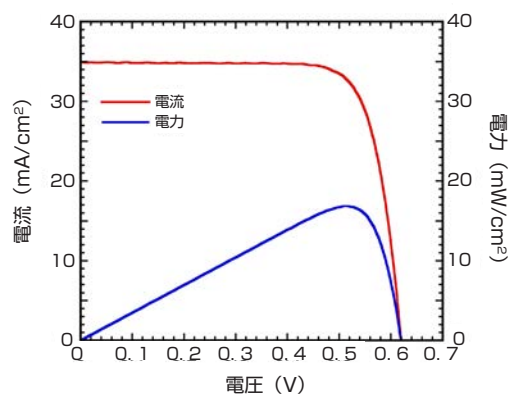
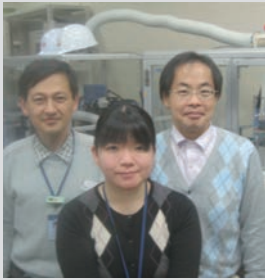


図2 試作した太陽電池の電流-電圧特性

新しい有機半導体単結晶薄膜の製造技術

印刷製造した薄膜トランジスタの世界最高性能を実現



長谷川 達生

はせがわ たつお (右)
t-hasegawa@aist.go.jp
フレキシブルエレクトロニクス
研究センター
副研究センター長
(つくばセンター)
有機半導体を用いた、薄い・軽い・耐衝撃性といった特徴を持つフレキシブルデバイスの研究開発に取り組んでいます。

山田 寿一

やまだ としかず (左)
toshi.yamada@aist.go.jp
主任研究員
(つくばセンター)
有機トランジスタのキャリア注入高効率化技術の開発と、このための簡易電極製造プロセス確立に取り組んでいます。

峯廻 洋美

みねまわり ひろみ (中央)
minemawari-rom@aist.go.jp
産総研特別研究員
(つくばセンター)
印刷法により電子デバイスを製造するプリントエレクトロニクスの確立に向け、有機半導体の特長を活かした革新印刷プロセス技術の開発に取り組んでいます。

関連情報：

● 参考文献

H. Minemawari *et al.*: *Nature*, 475, 364-367 (2011).

● プレス発表

2011年7月14日「新しいインクジェット印刷法による有機半導体単結晶薄膜の製造技術」

●この研究開発は、独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の「産業技術研究助成事業」の支援を受けて行っています。

印刷による電子デバイス製造の課題

文字や写真などの画像を紙の上に再現する印刷技術は、シート上にマイクロメートルレベルの微細電子回路を描画形成する電子デバイス製造に応用できる技術として注目されています。このようなプリンタブルエレクトロニクス技術の実現には、薄型ディスプレイなどの大面積電子機器に必須である薄膜トランジスタを印刷法で作製することが必要です。半導体は原子や分子が規則正しく配列することで初めてその性能を発揮しますが、シート上に印刷法で塗布したマイクロ液滴から均質性の高い半導体層をいかに形成するかが、プリンタブルエレクトロニクス技術の成否を握る主要な課題となっていました。

ダブルショットインクジェット印刷法

今回、有機半導体を溶解させたインクと有機半導体の結晶化を促すインクをマイクロ液滴として交互に印刷する新手法（ダブルショットインクジェット印刷法）を開発し、分子レベルで平坦な有機半導体の単結晶薄膜の作製に成功しました(図1)。

有機半導体ジオクチルベンゾチエノベンゾチオフェンを含む半導体インクと結晶化インクの2種類のインクを用い、2基のインクジェットヘッドから塗布します。まず1基目のインクジェットヘッドから結晶化インクを塗布し、続いて2基目のヘッドから半導体インクを結晶化インク上に重ねて塗布してシート上にマイクロな混合液滴（体積は液滴全体で約3ナノリットル）

を形成しました。混合液滴の内部では有機半導体は直ちに過飽和状態になり、液滴表面で緩やかに半導体結晶の成長が始まります。最終的には半導体結晶が液滴表面全体を覆います。得られた薄膜は、膜厚が条件により30~100 nmで均質性は極めて高く、表面は分子レベルで平坦です。さらに、シート上にあらかじめ親水/疎水表面処理を施して塗布した液滴の形状を制御することにより、半導体結晶の成長方向を制御できることがわかりました。こうした結晶薄膜を得るための加工温度は、最高でも 30℃程度で、ほぼ室温領域で作成できるという特徴を備えています。このように2種類のインクを用いて半導体の結晶成長と溶剤の蒸発を別々に行うことで、これまでの印刷法では困難であった膜厚均質性の高い半導体薄膜を任意の位置に再現性よく作製できました(図2)。

今後の予定

これからは、印刷条件・半導体材料・デバイス構造を一層最適化し、性能と安定性の向上を図ります。

また、液晶ディスプレイにおいて液晶素子の表示を制御する駆動回路からなるパネルをバックプレーンと言いますが、今後は金属配線、電極などの印刷法による作製技術と組み合わせ、全印刷プロセスによる高性能アクティブバックプレーン（電圧を加えない状態でもオン状態やオフ状態を保つことのできるバックプレーン）の試作に取り組めます。

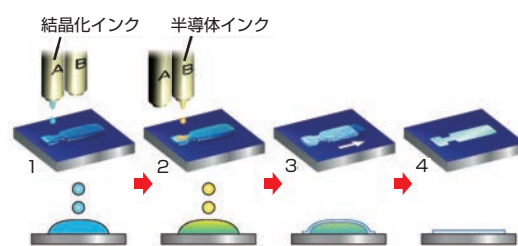


図1 ダブルショットインクジェット印刷法による半導体単結晶薄膜形成の概念図

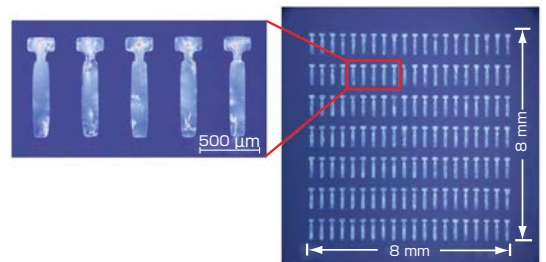


図2 新しいインクジェット印刷法で各位置に形成した有機半導体単結晶薄膜

トランジスタの接合位置を精密制御

16 nm 世代以降の MOS トランジスタの新たな接合技術として期待



水林 亘

みずばやし わたる

w.mizubayashi@aist.go.jp
ナノエレクトロニクス研究部門
シリコンナノデバイスグループ
研究員
(つくばセンター)

これまで半導体集積回路の高性能化・高集積化は基本素子である MOS トランジスタの微細化により実現されてきました。現在、微細化による性能向上が頭打ちになってきており、引き続きトランジスタの性能を確保するため、新たな材料・構造の導入が試みられています。今後、これまでの知見を活かし、より高性能かつ低消費電力な超微細なトランジスタの実現を目指しています。

関連情報：

● 共同研究者

右田 真司、太田 裕之、昌原 明植（産総研）

● 用語説明

* SOI 基板：Silicon-On-Insulator 基板。Si 基板と表面 Si 層の間に SiO_2 を挿入した構造の基板である。

● プレス発表

2011 年 6 月 12 日「トランジスタの接合位置をサブナノメートルの精度で制御」

● この研究開発は、独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の「次世代半導体材料・プロセス基盤（MIRAI）プロジェクト」の委託を受けて行っています。

トランジスタ微細化の今後の課題

これまで、シリコン集積回路は、その最小構成単位であるトランジスタ素子を微細化することによって高性能化・高集積化を実現してきました。2016 年以降に市場投入が想定されている 16 nm 世代やそれ以降のトランジスタ技術では、リン、ヒ素、ホウ素などの不純物を高濃度に添加したシリコン半導体ソース・ドレイン接合領域の寄生抵抗の顕在化と、10 nm 程度のゲート長に対して精度よくソース・ドレイン接合を形成できる技術開発が最大の課題となっています。とりわけ、接合位置の揺らぎは、トランジスタ特性を大きくばらつかせる要因となるため、ナノメートルレベルで接合位置を制御できる技術の開発が強く求められています。

研究の内容

図1に従来型のシリコン半導体ソース・ドレイン接合と金属ソース・ドレイン接合の比較を示します。シリコン半導体ソース・ドレイン接合は、リン、ヒ素、ホウ素などをイオン注入し高温で熱処理して形成するために、注入位置のばらつきや熱拡散による特性ばらつき、接合界面でのリン、ヒ素、ホウ素などの低濃度化による高抵抗化といった問題があります。一方、金

属ソース・ドレイン接合は、金属とシリコン（Si）の固相反応により比較的低温で形成するために、接合位置にばらつきがなく、また、接合界面が急峻^{きやうしゅん}になるので、特性ばらつきを大幅に抑制することができます。

今回、とても薄い SOI 基板^{*}に対して NiSi_2 の形成を行った場合、熱処理によって NiSi_2 が横方向に成長します。そのため熱処理時間を変えて、ソース・ドレイン接合の位置を制御できます。

同じゲート構造やゲート長で熱処理時間だけを変化させてトランジスタを試作し、特性を比較しました（図2）。接合位置を近づけるとドレイン電流が 20 % 以上増加しています。また、特性ばらつきは増えていないことを確認しています。このような NiSi_2 結晶成長の性質を利用した金属ソース・ドレイン接合の位置制御技術は、16 nm 世代以降の MOS トランジスタの新たな接合技術として期待できます。

今後の予定

今回開発した技術は、MOS トランジスタの一層の微細化を可能とします。今後は、より微細化したトランジスタの実現や回路レベルでの性能向上の実証を目指します。

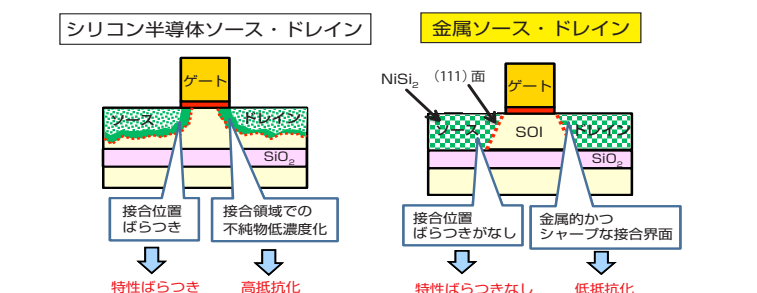


図1 シリコン半導体ソース・ドレイン接合と金属ソース・ドレイン接合の比較

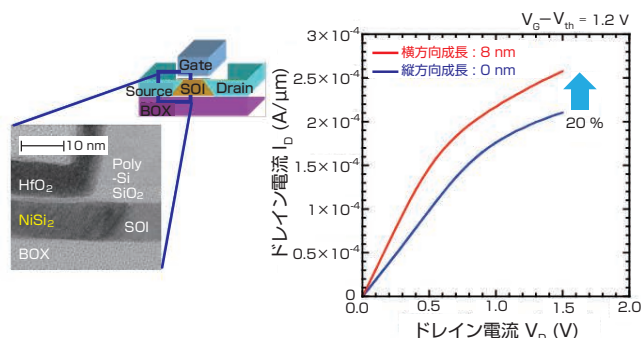
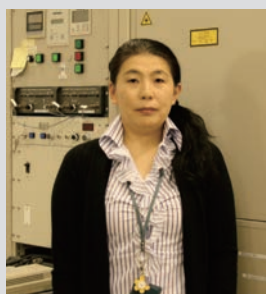


図2 今回開発した技術で作製した金属ソース・ドレイン接合極薄 MOS トランジスタとその特性

熱拡散率の精密測定

材料固有の熱拡散率の評価方法を確立



阿子島 めぐみ

あこしま めぐみ

m-akoshima@aist.go.jp

計測標準研究部門
材料物性科
熱物性標準研究室
主任研究員
(つくばセンター)

入所以来、レーザーフラッシュ法を用いた固体材料の熱拡散率測定に関する研究および標準開発に取り組んできました。熱拡散率および熱伝導率について、絶対値としての信頼性と材料の物性値としての物理特性、評価方法としての実用性など多方面からの技術開発に日々励んでいます。最近では、国際比較や共同研究を通して、熱物性値の信頼性評価に関する国際的な枠組み作りを目指した活動に参加しています。

関連情報：

● 共同研究者

馬場 哲也（産総研）、Bruno Hay（LNE）

● この研究の一部は、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の「産業技術研究助成事業」により行われました。

研究の背景

固体材料の熱伝導率の多くは、レーザーフラッシュ法（LF法）で測定した熱拡散率と別途求めた比熱容量、密度の掛け算で算出されます。LF法では、平板状試料の厚さ（ d ）方向の熱拡散率（ α ）をレーザー光によるパルス加熱後に試料裏面の温度が上昇して試料全体の温度が均一になるまでの時間（ τ ）を放射温度計で観測して求めます。LF法は少量の試験片について伝導性を問わず室温から1,000℃を越える温度範囲において非接触で迅速に熱拡散率を得ることができるとも優れた計測法です。近年では、省エネルギーと高性能化の観点から、電子機器などの熱設計において熱伝導率の値に高い信頼性が要求されています。産総研ではこれを受けてLF法の実用測定装置の校正のための熱拡散率標準および標準物質の開発を進めてきました。

確立した技術

熱拡散率標準の開発では、測定方法がSI単位系にトレーサブルであること、および材料固有の物性値が決定可能であることという二つの条件を満たす技術を実現しました。産総研の測定装置は測

定条件を理想的な1次元の熱拡散現象に近づける工夫と測定手順の精密化を行い、長さ・時間・温度の国家標準に対してトレーサブルな評価・校正を実現しました。さらに、熱拡散率は材料固有の物性値であり測定条件に依存しないことが必要とされます。そのために、同一温度からのパルス加熱強度を変化させた測定を繰り返し行い、パルス加熱強度に依存しない熱拡散率を推定する測定手順を確立しました。この手順で求めた熱拡散率は、厚さが異なる試験片に対しても測定結果が非常によく一致します。これにより、材料固有の物性値としての熱拡散率を測定することを可能にしたと考えています。この手順は、金属やセラミックスに対して行った海外共同研究者との測定で、その有効性を確認しています。

今後の展望

2011年3月より、認証標準物質の頒布を開始しています。海外の研究所と熱拡散率測定の国際比較を進めており、今後は国際的な同等性が確認された固体熱物性標準の確立も目指していきたいと考えています。

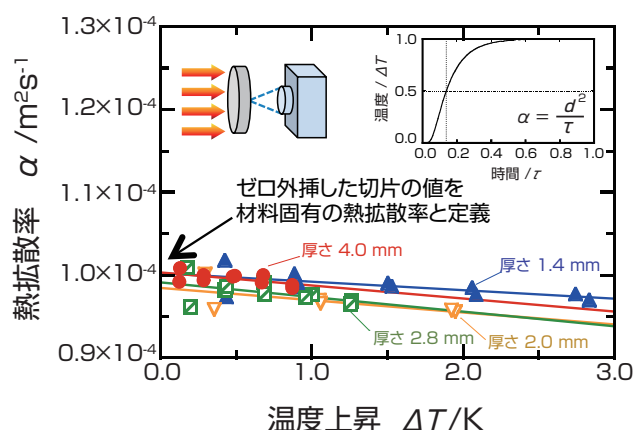


図1 材料固有の熱拡散率の測定例（等方性黒鉛、室温）



図2 熱拡散率測定用認証標準物質（NMIJ CRM 5804a）
標準物質とそのケース

CMP 処理後のマイクロクラック検査装置

内部に隠れたクラックを応力の作用で検出する光検査機を開発

国際公開番号
WO2011/062279
PCT 出願中
(国際公開日: 2011.5.26)
●関連特許
登録済み: 国内 1 件
国際公開: 1 件

研究ユニット:

生産計測技術研究センター

適用分野:

- 半導体分野
- 電子材料分野
- 検査装置分野

目的と効果

化学機械研磨 (CMP: Chemical mechanical polishing) は、極超大規模集積素子 (ULSI) 製造において最も重要な技術の一つですが、ウエハーと砥粒 (スラリー) の機械的な相互作用のため、ウエハー内部 (表層) にマイクロクラックなどの微小欠陥が形成されることがあります。このような欠陥はウエハー内部に閉じたクラックとして存在するため、これまでの装置では非破壊での検出は難しく、デバイスの電氣的短絡や回路断線など、深刻な不良発生の要因として危惧されています。この特許では、ウエハーに応力を加えてこれらのクラックを顕在化させることによって、光学的に検出できる高スループットの実用的な検査装置の開発を目指しています。

技術の概要

図 1 に示すようにウエハーは両端をクランプした状態でステージに設置し、ウエハー中心部を裏面から圧電アクチュエーターなどで上方へ押し上げ ($\sim 100 \mu\text{m}$)、ウエハー表層に数 MPa の引っ張り応力を加えます。このウエハーにレーザー光

を照射 (入射角 $\sim 80^\circ$) して全面をスキャンし、ウエハー各点からの散乱光の偏光成分を計測します。応力印加によってクラック先端周辺部には応力集中が生じ、光弾性効果によって屈折率 (n) がわずかに変化します ($\Delta n/n \sim 10^{-5} / \text{MPa}$)。この変化を散乱光の偏光成分の変化としてとらえ、クラックを検出します。ここでは、応力印加前後での差分をとることによって、ウエハー表面付着異物および金属配線パターンからの信号 (両者は応力の影響を無視できる) と分離して、クラックの信号だけを取り出すことに成功しました (図 2)。

発明者からのメッセージ

この特許は、ルネサスセミコンダクタ九州・山口株式会社とのマイスター型連携研究の成果の一部です。現在、同社の協力を得て、この特許技術を組み込み、次世代半導体や各種ガラス基板などの CMP 処理に伴うクラック検査にも適用できる検査装置の実用化を急ピッチで進めています。

さらに、この特許技術は、これまでの技術でのエッチングの困難な絶縁膜のクラック評価や、CMP 材料および CMP 技術などの研究開発にも有用です。

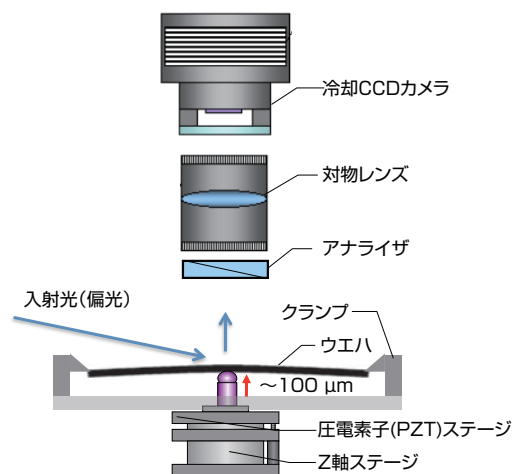


図1 応力印加・光散乱法を用いたクラック検出試作機の概要

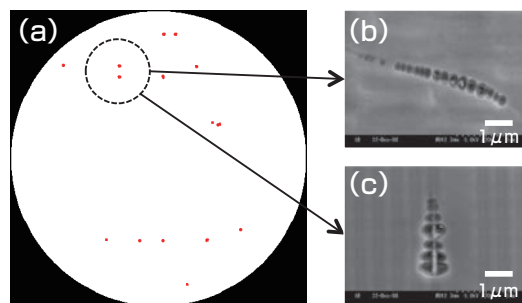


図2 200 mm パターン付きウエハー製品のマイクロクラック検出例

(a) 産総研試作機で評価したエッチング前のクラック分布図

(b)、(c) ウエハー表面をエッチングして顕在化させたクラックの SEM 写真

知的財産権公開システム (IDEA) は、皆様に産総研が開発した研究成果をご利用いただくことを目的に、産総研が保有する特許等の知的財産権を広く公開するものです。

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/>

空気浄化に適したグラファイト状窒化炭素

可視光応答性と比表面積の増大で光触媒効果を大幅アップ

国際公開番号
WO2011/049085
(国際公開日: 2011.4.28)
●関連特許
出願中: 国内2件

研究ユニット:

環境管理技術研究部門

適用分野:

- 空気浄化システム分野
- 光触媒開発分野
- 建材製造分野

目的と効果

光を吸収して空気浄化作用やセルフクリーニング作用、抗菌作用などを示す光触媒が実用化されています。代表的な光触媒として酸化チタン (TiO_2) が使用されていますが、紫外光を必要とするため屋内では十分な効果が得られないことがあります。そこで、室内光に多く含まれる可視光も利用できる光触媒の開発が望まれています。この発明では可視光の一部を利用できるグラファイト状窒化炭素 ($\text{g-C}_3\text{N}_4$) の比表面積を増大させる手法を開発し、新しい空気浄化用の光触媒を誕生させました。アセトアルデヒドなどのシックハウス原因物質や窒素酸化物 (NO_x) を除去することができ、室内空気質の向上に役立ちます。

技術の概要

グラファイト状窒化炭素はメラミンなどの含窒素有機化合物を加熱することで簡単に得られますが、そのままでは比表面積が小さく ($8 \text{ m}^2/\text{g}$ 未満)、空気と光触媒の接触が重要な空気

浄化ではほとんど作用が確認できませんでした。グラファイト状窒化炭素は層状化合物ですので、一層一層をばらばらにすることができれば比表面積は飛躍的に増大するはずでした。強アルカリまたは強酸水溶液中で加熱することにより塊だった窒化炭素が剥離・微細化され、比表面積が10倍近く増大することを見いだしました (図1)。空気浄化速度も10倍に増大し、ほかの可視光応答性光触媒に匹敵する性能が得られました (図2)。

発明者からのメッセージ

グラファイト状窒化炭素の光触媒作用が初めて報告されたのはわずか3年前です。その翌年に基本的な特許を出願できたことはとても幸運だと思います。この物質は炭素と窒素（およびわずかな水素）から構成されます。資源制約の心配がないため、資源に乏しい日本向けの次世代の材料です。空気浄化以外の用途や金属を添加した窒化炭素についても研究開発を進めています。

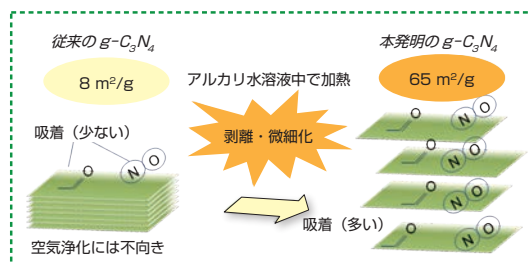


図1 この発明の剥離・微細化処理により、グラファイト状窒化炭素 ($\text{g-C}_3\text{N}_4$) の比表面積が増大し、空気中の汚染物質を吸着して分解する速度が10倍程度に増大した。

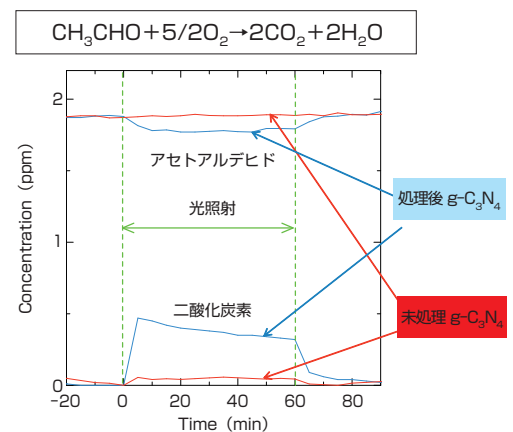


図2 サンプルを設置した反応容器にアセトアルデヒドを含む空気を流通させ、時間ゼロで可視光を当てると、アセトアルデヒド濃度が低下するとともに CO_2 の濃度が増大し、光のエネルギーを用いて空気が浄化されたことが確認できた。

Patent Information のページでは、産総研所有の特許で技術移転可能な案件をもとに紹介しています。産総研の保有する特許等のなかにご興味のある技術がありましたら、知的財産部技術移転室までご連絡なくご相談下さい。

知的財産部技術移転室

〒305-8568
つくば市梅園 1-1-1
つくば中央 2
TEL: 029-862-6158
FAX: 029-862-6159
E-mail: aist-tlo@m.aist.go.jp

第24回国際度量衡総会

国際単位系(SI)の今後の改定などが議題に



藤間 一郎

ふじま いちろう

fujima.i@aist.go.jp

計量標準管理センター
国際計量室
室長
(つくばセンター)

1985年に旧工業技術院計量研究所入所。レーザ応用測長の研究に従事し、2001年に産総研計測標準研究部門長兼標準研究室長、2007年10月より現職。1992年2月より1年間、オーストラリア・連邦科学産業研究機構(CSIRO)にて光波距離計に関する在外研究に従事。

科学・技術の基盤をなす計量標準

科学技術や産業技術だけでなく現代人の社会生活にも広く影響を与えるのが、計量標準です。メートル条約に加盟する主要国の国家計量標準機関は、国際度量衡委員会の下に置かれた技術諮問委員会を通じて量目ごとの技術課題の解決に当たっています。近年おおむね4年に一度の頻度で開催される国際度量衡総会(CGPM)は、加盟国が一堂に会するメートル条約下の最高議決機関であり、2011年秋に24回目の開催を迎えました。メートル法の中核をなす国際単位系(SI)がこの総会の中心議題の一つとして議論されました。

第24回国際度量衡総会

第24回国際度量衡総会は、2011年秋の10月17日～21日にかけて、フランスのパリで開催されました。

メートル条約の加盟国55カ国のうち43カ国から110人、CGPMアソシエーツ34経済圏のうち11経済圏から24人、7つの国際機関から7人を含め総勢約150人が参加しました。日本からは、三木計測標準研究部門長を団長とし、田中標準・計測分野副研究統括(国際度量衡委員)、藤間国際計量室長、経済産業省知的基盤課から山田課長補佐、石黒計量標準係長の計5名が参加しました。

審議された決議案は11件でした。国際度量

衡局(BIPM)の運営やメートル条約のメンバーシップにかかわる議題を除くと、技術的な審議課題は、以下の4件でした。

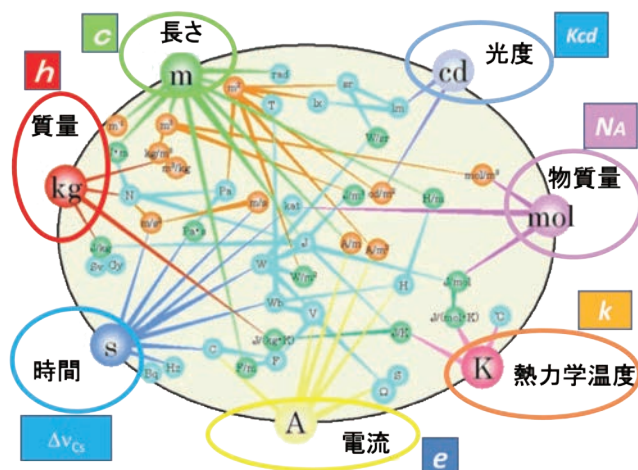
- 決議案A(決議1): 今後考えられる国際単位系(SI)の改定
- 決議案B(決議2): 気候変動モニタリングのための測定をSIトレーサブルな基準に基づいて行うための国際協力の重要性
- 決議案I(決議8): メートル現示法の改定および新光周波数標準の開発
- 決議案J(決議9): 共通の地球基準座標系の選択

決議内容

決議案は、取り下げられた1件を除き、いずれも原案どおりか一部修正の上、決議1～決議10として採択されました(<http://www.bipm.org/en/convention/cgpm/resolutions.html>)。決議1では、基礎物理定数に基づく単位の再定義の指針が示され、近い将来想定されるキログラム、アンペア、ケルビン、モルの改定の方向性が示されました。決議8では、進展著しい光周波数標準分野の強化方針が示されました。また、地球温暖化に関わる計測や全地球航法衛星システムの利用に関わる基準の取り決めなどにおいても、国際度量衡総会が重要な役割を果たしていることが決議2および9からうかがえます。次の開催は3年後です。



国際度量衡局長(左端)らと
日本からの参加団



7つの基本単位とその組み立て単位から成る国際単位系(SI)

決議1では、改定後の基本単位の基になる、基礎物理定数、原子の電子準位、データベースが示された。

国際単位系(SI)改定の方向性

キログラム アンペア ケルビン モル
来るべき kg、A、K、mol の改定に向けて



田中 充

たなか みつる

mitsuru.tanaka@aist.go.jp

標準・計測分野
副研究統括
(つくばセンター)

メートル条約下の国際度量衡委員、特に質量標準関連技術の国際的調整を担当。産総研内に広がる優れた計測技術の知見をもとに、わが国産業のさまざまな評価・試験・認証活動の活性化をはかり、日本の製品の性能の“見える化”に貢献したいと活動しています。

計量標準の骨格をなす SI

科学技術や産業技術だけではなく現代人の社会生活にも広く影響を与えるのが、あらゆる定量的な測定の信頼性です。その測定の目盛りの整合性を保証する“トレーサビリティ”の源となる国際単位系(SI)が変わろうとしています。SIは7つの基本単位(メートル、キログラム、秒、アンペア、ケルビン、モル、カンデラ)とそれから組み立てられるパスカルやワットなどの組立単位から構成されていますが、科学技術の発展とともにその定義もゆっくりと進化してきました。

人工物から基礎物理定数へ

基本単位の中で1889年の第1回国際度量衡総会以降、変わらず人工物を単位の定義としているのが、質量の標準で、パリの国際度量衡局にある国際キログラム原器の質量が1 kgの定義です。ところがその質量が変化していないと考える科学的根拠が疑問視されるに至りました。

他方、時間の標準の定義は、地球の公転周期などに依っていたものが、1967年からセシウム133の原子時計に変わっています。また、長さの標準も当初はメートル原器だったものが、1983年には真空中の光の速さ“ c ”と時間の積による定義へ変更されました。ともに、単位の統一のために“唯一”の“もの”に頼った時代を終え、普遍的で不変な光の速さや原子の電子単位を利用する時代を迎えた結果です。

そこで2011年秋の第24回国際度量衡総会では、このSI改定の方向性が定められ、加盟国や国際機関が技術的な準備に取り組むべきことが決議されました。つまり、7単位のうち、4単位が普遍的で不変な基礎物理定数に基づき定義を改定されるべき、としたのです。例えば、

- 秒 (s) : 時間の単位 ⇔ セシウム133原子の超微細準位の周期 $\Delta \nu_{Cs}$ (従来どおり)
- メートル (m) : 長さの単位 ⇔ 真空中の光の速さ c (従来どおり)
- キログラム (kg) : 質量の単位 ⇔ プランク定数 h (改定対象)
- アンペア (A) : 電流の単位 ⇔ 電気素量 e (改定対象)

- ケルビン (K) : 温度の単位 ⇔ ボルツマン定数 k (改定対象)
- モル (mol) : 物質量の単位 ⇔ アボガドロ定数 N_A (改定対象)
- カンデラ (cd) : 光度の単位 ⇔ 周波数540 THzの単色放射に対する視感効率 K_{cd} (従来どおり)

上記は単位と基礎物理定数などの対応関係を示し、特に改定に附されるキログラム、アンペア、ケルビン、モルの4単位については、現在は左辺の定義に基づいて右辺の基礎物理定数の値が測定されていますが、定義の改定後は、反対に右辺の基礎物理定数の値が定められ、同じ測定技術を用いて左辺の基本単位が定義されます。そして、近い将来、上記の右辺の基礎物理定数の値を定めることによりこの定義は発効し、単位の定義の改定が完了することになるというものです。

標準研究機関のチャレンジ

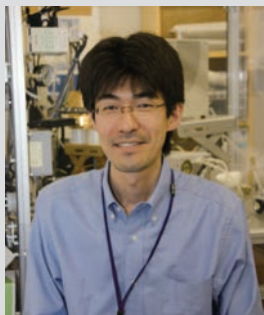
現在の基本単位の定義に基づいて測定される基礎物理定数には測定に伴う不確かさが存在します。例えば、プランク定数は現在までのさまざまな測定法の結果を調整して、 $6.62606957 \times 10^{-34}$ Jsが最も適切な値と勧告されていますが、その相対不確かさは 44×10^{-8} とされています。もしも、この値をもって1 kgの定義の改定とすると、その定義の実現方法の不確かさ、つまり国際キログラム原器の質量の相対不確かさが 44×10^{-8} となってしまいます。これは1 kgに対して44 μ gに相当し、現在20 μ gの不確かさで運営されている各国の質量標準体系に大きな混乱を引き起こします。

そこで、各国の標準研究機関を中心に、例えばプランク定数の精密測定の不確かさがこの壁を越えるように技術開発が加速されねばなりません。

産総研では、シリコン結晶中の原子を数える方法による国際的プロジェクトをとおしてプランク定数の高精度測定を進めており世界最高精度の成果を得ていますが、まだ壁を越えるに至っていません。今後、同様な基礎物理定数の精密測定技術の高度開発が期待されています。

気中浮遊ナノ粒子の粒径分布計測の国際標準化

電気移動度法の標準化を通じた気中ナノ粒子計測の精度向上



櫻井 博

さくらい ひろむ

hiromu.sakurai@aist.go.jp

イノベーション推進本部
イノベーション推進企画部
企画主幹
(兼) 計測標準研究部門
ナノ材料計測科
粒子計測研究室
研究室付
(つくばセンター)

米国ペンシルベニア州立大学大学院博士課程修了。米国ミネソタ大学と産総研でポスドクとして大気浮遊ナノ粒子やディーゼル排ガス粒子の物理化学特性を測定する研究に従事し、2004年産総研入所。現在はエアロゾル粒子個数濃度標準の開発・供給、ナノ粒子計測器の試験方法や校正技術の開発と標準化のほか、既存の計測技術の高度化や、新たな計測技術の開発を行っています。

関連情報：

● 参考文献

[1] 櫻井 博：産総研 TODAY, 10 (1), 16 (2010).

電気移動度法による気中ナノ粒子の粒径分布計測

空気中には、目に見えない数多くの液体や固体の粒子が浮かんでいます。それらの由来、大きさ、形、成分はさまざまで、体内に入れば健康に影響を及ぼす恐れがあり、また、各種製造現場では粒子汚染による製品の品質低下が起きます。最近では、自動車からのナノ粒子排出量の規制や、ナノ材料取り扱い作業員へのナノ粒子曝露^{ばくろ}を管理する目的などで、ナノ粒子のリアルタイム計測器が用いられ、こうした計測の精度管理が重要になっています。

気中ナノ粒子計測の一つは粒径分布の計測で、粒径が数nmから数百nmの領域では、電気移動度式、光散乱式、多段インパクター式が代表的なリアルタイム計測器です。電気移動度式計測器は、これらの中で“基準”のような役割を果たしており、その精度を高めることは、他の方式も含めた気中ナノ粒子計測技術全体の精度を高めることにつながります。産総研では、気中ナノ粒子計測のユーザーや計測器メーカーを支援するため、電気移動度法の精度向上に関する研究開発を行っています。

ISO 15900

2009年に発行されたISO 15900は、電気移動度法による気中ナノ粒子の粒径分布計測に関する規格です。電気移動度法がどのような技術に基づいて粒径分布計測を実現しているかが解説

され、さらに、用語の定義、測定手順、校正や試験による性能チェックの方法などが記述されています。

私たちの研究室は、所内の標準基盤研究の支援の下に、2006年からこの規格の作成に参加してきました。この成果の一つとして、粒径が正確に値付けられたナノ粒子標準物質を使つての粒径校正法が規格に記述されています。ナノ粒子標準物質の粒径値付けは、産総研の計量標準供給業務の一つとして、私たちの研究室が担当しています。規格にその利用方法を記述することによって、電気移動度法の精度向上に貢献できると期待しています。

しかし、この規格の内容は、まだ十分とは言えません。例えば、電気移動度式計測器に必ず内蔵される粒子荷電装置の性能チェック法の記述がほとんどないなど、2012年以降の最初の定期見直しにおける改訂は必須と考えられています。一方で、この規格を引用する他の規格がいくつか現れています(表)。気中ナノ粒子計測のニーズが近年高まるなか、この規格が重宝されているということです。

そうした期待に応えるため、私たちの研究室は、規格にふさわしい試験・校正技術を開発し、それらを提案することを通じて、ISO 15900が一層有益な規格となるように、今後の改訂作業においても中心的役割を果たしていこうと考えています。

発行済み	
ISO 10801 (TC 229)	Nanotechnologies -- Generation of metal nanoparticles for inhalation toxicity testing using the evaporation/condensation method ナノテクノロジー-気化/凝結法を用いる吸入毒性試験のための金属ナノ粒子の生成
ISO 10808 (TC 229)	Nanotechnologies -- Characterization of nanoparticles in inhalation exposure chambers for inhalation toxicity testing ナノテクノロジー-吸入毒性試験のための吸入暴露室内の金属ナノ粒子のキャラクタリゼーション
ISO 28439 (TC 146/SC 2)	Workplace atmospheres -- Characterization of ultrafine aerosols/nanoaerosols -- Determination of the size distribution and number concentration using differential electrical mobility analysing systems 職場の大気-超微粒子気中浮遊物/ナノ気中浮遊物の特性付け-電気移動度法分析装置を用いる粒度分布及び個数濃度の測定
作成中	
ISO 12025 (DIS) (TC 229)	Nanomaterials - Quantification of nano-object release from powders by generation of aerosols
ISO TR 13014 (DTR) (TC 229)	Nanotechnologies -- Guidance on physicochemical characterization for manufactured nano-objects submitted for toxicological testing
ISO 27891 (NP) (TC 24/SC 4)	Aerosol particle number concentration -- Calibration of condensation particle number counters

表 ISO 15900 を引用する ISO 規格 (2011 年 10 月現在)

20万分の1 地質図幅「新潟」(第2版)の出版

基盤情報としての広域地質図の改訂



高橋 浩

たかはし ゆたか

takahashi-yutaka@aist.go.jp

地質分野研究企画室

総括主幹

(つくばセンター)

花崗岩、斑れい岩などの深成岩類について調査、研究を行い、主に羽越地方や飛騨山地、阿武隈山地の地質図幅を作成しています。20万分の1地質図幅「新潟」に関連した地質図幅としては、5万分の1「飯豊山」・「加茂」・「須原」、20万分の1「村上」・「日光」・「白河」などを作成しました。海外では、パキスタンや中国、韓国、ペルー、マダガスカルの地質調査を行い、地質分野研究企画室では国際関係を担当しています。

関連情報：

●共同研究者

柳沢 幸夫、山元 孝広、内野隆之、工藤 崇、高木 哲一、駒澤 正夫（産総研）、卜部 厚志（新潟大学）

●統合地質図データベースURL

<http://www.gsj.jp/Gtop/geodb/geodb.html>

●参考文献

[1] 角 靖夫 他：20万分の1地質図幅「新潟」、地質調査所（1985）。

[2] 新潟県地質図改訂委員会：20万分の1新潟県地質図及び同説明書、1-200、新潟県（2000）。

[3] 景山 邦夫 他：10万分の1日本油田・ガス田図、13、地質調査所（1992）。

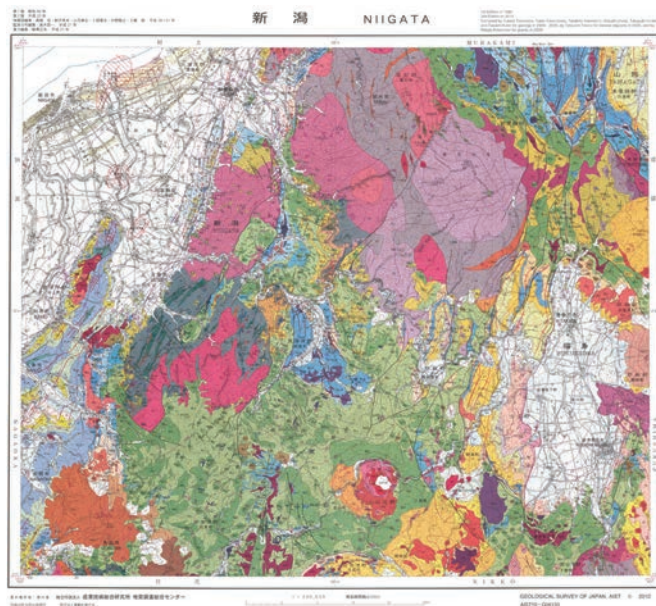
基盤情報としての20万分の1地質図幅

地質図は、地表の岩石や地層をその種類と形成年代によって分類して地形図上に表現したものです。また、地質図幅とは、国土地理院が発行している地形図や地勢図に合わせて作成した地質図のことで、地形図や地勢図の名前に合わせて20万分の1地質図幅「新潟」のように表します。地質調査総合センターが出版している主な地質図幅には縮尺5万分の1と20万分の1のものがあります。5万分の1地質図幅は詳しい現地調査に基づいて作成されるのに対して、20万分の1地質図幅は、すでに発行されている地質図や論文などのデータを編集し、補足の調査を行って作られます。5万分の1地質図幅は、通常、1枚作成するのに数年かかるため、現在、日本全国1,274図幅の内74 %完成していますが、全国整備には至っていません。一方、20万分の1地質図幅は2009年度に北方領土を除いて日本全国の整備（124図幅）を達成しました。また、統一凡例を用いて地質図幅を日本全国つなぎ合わせた20万分の1シームレス地質図も完成しています。このように、20万分の1地質図幅は日本全国をカバーする最も精度の良い地質図であり、国土の基盤情報としての広域地質図の役割を担っています。

20万分の1地質図幅「新潟」の特徴

20万分の1地質図幅「新潟」（初版）^[1]は1985年に出版されました。しかし、その後刊行された地質図や論文などによって「新潟」地域周辺の地質データが蓄積されてきました。また、新潟平野周辺では、2004年に中越地震が、2007年には中越沖地震が発生し大きな被害をもたらしたため、最新のデータに基づいた地質図幅の整備が必要となりました。今回はその1回目の改訂となります。

編集の段階で、20万分の1地質図幅「新潟」地域内の5万分の1地質図幅は5図幅が刊行済み、2図幅が調査中でした。このほか、20万分の1新潟県地質図（新潟県、2000）^[2]や10万分の1日本油田・ガス田図「新潟県中部地域」（景山・金子、1992）^[3]などの地質図・主題図が刊行されていました。これらのデータを用いて編集した第2版は初版より精度の高い地質図となりました。地質図のほかに鉱山・採石場・温泉・天然ガス田・深掘井などの所在や地下の密度分布を反映した重力異常のデータが示されています。また、近年の新潟県や福島県による調査などにより、新潟平野東縁や会津盆地東縁、西縁では活断層の存在が確認され、その成果が活断層の分布として示されています。



20万分の1地質図幅「新潟」(第2版)の一部

裏面に、本地域の地質の概要や地震および活断層、地下資源、重力異常などの説明文がついている。

シリーズ：進化し続ける産総研のコーディネーション活動(第25回) 「知る」、「つなぐ」そして「活かす」

イノベーションコーディネータ

まつなが ひでゆき
松永 英之

はじめに

産総研にはさまざまな経歴の「コーディネータ」が所属していますが、私自身は、他機関との兼務の期間はあるものの、もともと旧東北工業技術研究所の出身であるため、主に産総研の東北地域への貢献、とりわけ先の東日本大震災の直撃を受けた東北センター所属のイノベーションコーディネータとして、東北の産業の復旧・復興、ひいては日本の復興を目指した活動を行っています。



東北センターの産学官連携活動

東北センターの産学官連携活動には大きな特徴があり、多彩なツールを駆使した取り組みを行っています。その一つは、産総研コンソーシアム制度による連携です。参加企業73社の「グリーンインキュベーションコンソーシアム（GIC）」、52社の「Clayteam」、16社の「東北分析・計測科学技術コンソーシアム（TCAST）」の3つのコンソーシアムを設置し、東北センターの研究成果の全国・世界への技術移転や東北地域の技術向上に貢献しています。

特徴ある取り組みの二つ目は、仙台市内中心部の連携オフィスである東北サテライトを活用した連携事業です（図1、東北サテライトHP：<http://unit.aist.go.jp/tohoku/asist/>）。東北地域の公設試験研究機関との連携組織である産業技術連携推進会議東北地域部会の事務局のほか、「産総研・新技術セミナー」、「東北巡回サテライト」、「仙台まちなかサイエンス」といった、



図1 東北サテライトを拠点とする連携

それぞれユニークな連携事業を行っており、新たな共同研究の開始や事業化の支援につなげています。

コーディネーション活動の実際

産総研のコーディネータとして次のような点を意識して活動しています。まず、「知る」。産総研研究情報（研究者データベース、プレスリリース、知財データベースの活用）、地域産業情報（企業調査、WEB情報、経済産業局情報）および大学などの研究機関情報（研究者、研究課題）の収集と解析により現状をしっかりと把握することで、連携候補の具体化を行っています。次に、「つなぐ」。候補課題が現実の取り組みとなるよう、対象企業の訪問や関係機関との情報交換などにより、現在でもしばしば「敷居が高い」と言われる産総研窓口の、「敷居を低くする」活動を行っています。前述した「コンソーシアム事業」や「東北サテライト事業」もその一環ですが、さらに組織的な取り組みとして、東北地域の100社以上の企業との連携窓口を明確にし直接的かつ具体的な連携を構築しやすくすることにより、「つなぐ」活動の「質と量」を同時に強化する事業、「東北コラボ100」を行っています（図2）。これらの活動により、技術移転に向けたさまざまな課題を克服して、産総研の研究成果を社会に、とりわけ東北の地域産業に「活かす」ことが責務であると考えています。

おわりに

産総研の使命は持続発展可能な社会の実現に貢献することですが、「社会」とは「地域」の集まりですので、産総研の「社会貢献」が「地域貢献」から始まることも当然の流れです。日本の真の産業振興には地域産業の振興、特に現在は東北地域の振興が必須であり、今後とも東北地域の産業振興から日本の産業振興に貢献するべく、「知る」、「つなぐ」、「活かす」を実践していきたいと思っています。特に、東北地域で産総研の研究成果のご活用を考えられる際には、ぜひご連絡下さい。

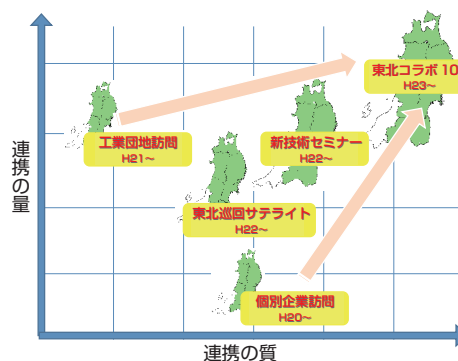


図2 東北地域企業を「つなぐ」活動の強化

社会的取り組み

22

産総研は憲章に「社会の中で、社会のために」と掲げ、持続発展可能な社会の実現に向けた研究開発をはじめ、社会的な取り組みを行っています。

次世代育成のための取り組み

急速な少子化に伴い、次代の社会を担う子どもたちの健やかな誕生と育成は重要な課題となっています。産総研では、次世代育成のためにさまざまな取り組みを行っています。

■子どもの自然科学体験などの支援

子どもたちに科学・技術への理解と関心を深めてもらうためのイベントなどを行っています。「産総研一般公開」では、楽しみながら科学技術に触れられるチャレンジ・コーナーや、中・高校生を対象としたサイエンス・トークなどを開催しています。また、科学館や博物館と連携したイベント「産総研キャラバン」や、職員が学校などで講義や実験を行う「出前講座・実験教室」なども開いています。見学施設の「サイエンス・スクエア」では、最先端の研究開発の展示や体験コーナーなどがあります。ウェブ上では、産総研の研究をわかりやすく案内する「産総研サイエンス・タウン」や、主に10代の女性に理系進学の魅力伝えるための「理科っておもしろい、算数っておもしろい」を公開しています。

■妊娠・出産・育児のサポート

職員の子育てと仕事を支援するためにも、さまざまな制度や環境を整備しています。フレックスタイム制や裁量労働制による柔軟な勤務体制、産後の職場復帰支援、育児特別休暇や子の看護のための特別休暇などの創設、また一時預かり保育支援として、つくば・中部・関西の拠点には一時預かり保育所、ほかの拠点や出張時には民間託児

所またはベビーシッターが利用可能になっています。さらに、育児休業などを取得した場合の代替要員の確保や任期付研究員の実質的任期延長などの支援制度も設けています。

■次世代育成支援行動計画

産総研における次世代育成の取り組みをさらに発展させるため、2010

年9月に「産業技術総合研究所第3期中期目標期間における男女共同参画の推進」を策定し、包括的な支援拡充を進めています。特に2011年度から2年間は「次世代育成支援行動計画」にもとづき、出産機会逸失防止のための環境整備や、多様性活用（ダイバーシティ）に関する意識啓発などに重点をおいた取り組みを行っています。

独立行政法人産業技術総合研究所
次世代育成支援行動計画

独立行政法人産業技術総合研究所（以下「産総研」という）では、これまで仕事と育児の両立支援として、多様な勤務形態や休業等の制度を整備してきた。具体的には、職員の勤務形態としてフレックスタイム制や裁量労働制の導入、休業・休暇等制度として育児休業、産前特別休暇、産後就業制限、育児特別休暇、子の看護特別休暇、配偶者出産および育児参加のための特別休暇、育児短時間勤務等の整備、所内施設一時預かり保育所の運営など積極的に取り組んでいる。また仕事と健康管理の両立に向けて「労働時間管理実施要綱（平成23年3月改訂）」に基づく適切な労働時間管理の中で時間外労働の縮減に取り組んでおり、その具体策として、1）所内各種研修等を通しての適切な労働時間の管理の説明、2）終業時刻等での帰宅を促す館内放送、3）「ノー残業デー」の設定を行っている。

本計画は、両立支援のために導入した制度を維持・発展しながら今回取り組みを行う事項について次のように策定する。

【計画期間】 平成23年4月1日～平成25年3月31日までの2年間

【計画内容】

1. 雇用環境の整備に関する事項

(1) 子育てを行う職員の職業生活と家庭生活との両立を支援するための雇用環境の整備

【目標1】 出産及び育児の支援に関する制度の情報提供および相談体制の充実

＜対策＞インターネット等で提供している出産及び育児の支援に関する制度の情報を拡充する。また各種相談制度は、利用者の利便性を向上するために利用者の観点から相談窓口の運用改善を行う。（目標達成：平成24年度）

【目標2】 出産機会逸失防止のための環境整備

＜対策＞不妊治療のために各種休暇制度の取得しやすい環境を整備するため不妊治療に関する各種情報の提供を行う。（目標達成：平成23年度）

(2) 働き方の見直しに資する多様な労働条件の整備

【目標3】 多様性活用（ダイバーシティ）に関する意識啓発

＜対策＞性別、国籍等による固定的な役割分担にとらわれない意識を啓発・浸透するために、多様性活用（ダイバーシティ）をテーマとしたセミナー・研修等を開催する。（目標達成：平成23年度）

【目標4】 年次有給休暇の取得促進

＜対策＞年次有給休暇の取得しやすい環境を整備するため啓発活動等を行う。（目標達成：平成23年度）

2. その他次世代育成支援対策に関する事項

【目標5】 子どもの自然科学体験活動等の支援

＜対策＞毎年実施している産総研一般公開を職員の子どもへも広く周知し、産総研職員等の子どもによる職場参観を促進する。（目標達成：平成24年度）

平成23年4月1日 総務本部

次世代育成支援行動計画全文

ベトナム科学技術大臣 つくばセンター訪問

2011年11月2日、ベトナムのクアン科学技術大臣一行4名が産総研つくばセンターを訪問されました。

今回の訪問は、協力関係についての意見交換が主であるとのことから、産総研概要および二国間の協力関係について、小野副理事長および山崎理事からご説明しました。二国間関係については、ベトナム科学技術院（VAST）との包括協定の締結、ワークショップ開催などの実績、さらに、11月末にハノイにて開催予定のバイ

オマス・アジアワークショップについて説明し、クアン大臣よりベトナムとの協力関係について高い評価をいただきました。

クアン大臣からは、2008年に続く2基目の衛星打ち上げ、ホアラック・ハイテクパークにおける宇宙センター建設予定など日本政府との協力内容についても言及があり、今後も日本との協力関係を構築していきたいとご説明がありました。

今回の会談では、ベトナム出身の

産総研特別研究員3名も参加し、クアン大臣がおのこの研究内容についてご質問されました。さらに、津波、地殻変動、ジオグリッドなどでもVASTと協力関係にあることから、地質標本館も視察していただきました。



右から6番目がクアン大臣、その左が小野副理事長、山崎理事、右から3-5番目がベトナム出身の産総研特別研究員



意見交換の様子



前列左から、畑 地質分野副研究統括、クアン大臣（地質標本館にて）

フラウンホーファー IPA - 産総研関西センター連携記念シンポジウム「EAPの研究開発と産業応用」開催報告

フラウンホーファー IPA（生産技術・オートメーション研究所）は、2011年3月にリエゾンオフィスであるフラウンホーファー OPER を、カーボンナノチューブ研究開発機関の集積する大阪に開設しました。産総研関西センターは20年にわたる EAP（Electro-Active Polymer：電場応答性高分子）研究の実績を有し、イオン導電性高分子アクチュエーターの商品化やカーボンナノチューブを利用した高分子アク

チュエーター開発で世界をリードしています。

両機関は、EAPの産業化を目指した連携を深めることで合意し、11月7日にそれを記念して標記のシンポジウムを日独交流150周年の記念事業の一環として開催しました。シンポジウムでは、フラウンホーファー研究機構のプリンガー理事長と野間口理事長が両機関の概要を紹介し、理化学研究所分子情報生命科学特別研究ユニット 長田義仁リーダー

が「次世代のソフト&ウエットエンジン-人工筋肉」と題する基調講演を行いました。

最後に、産総研健康工学研究部門 安積欣志研究グループ長とフラウンホーファー IPA コラリッチ部門長がそれぞれの研究所における EAP 研究を紹介しました。このシンポジウムには産業界のみならず、公的研究機関や大学からも含め134名の参加者があり、EAP 研究開発への期待や関心の高まりを感じました。



野間口理事長とプリンガー理事長



会場の様子（中央がコラリッチ部門長）



シンポジウムの様子

牧野聖修経済産業副大臣 つくばセンター訪問

報告

2011年11月8日、牧野聖修経済産業副大臣が産総研つくばセンターを訪問されました。野間口理事長から歓迎のご挨拶、脇本理事による概要説明に続き、「単層カーボンナノチューブ(CNT)の量産化と用途開発」、「光触媒による水分解(人工光合成)の研究開発」、「ハーフィンチ半導体製造ライン技術(ミニマルファブ)」、「最先端太陽光発電の研究開発(メガソーラー)」、「スピントロニクスの研究開発」の5カ所の研究現場を視察されました。また、パネル・研究装置などを会議室内に展示し、「高効率モーター用磁性材料開

発」、「TIAとスーパークリーンルームを基盤とする光LSI研究開発」、「糖鎖バイオマーカーの開発」、「放射線計測と国家標準」、「巨大津波の復元と履歴解明(貞観地震)」、「新たなロボット



光触媒による水分解の研究開発現場を視察される牧野副大臣(左から2番目)

産業の創生(パロ)」に関する研究内容を研究者が説明し、最先端の研究成果を民間にしっかりつなげる産総研の取り組みについて理解を深めていただきました。



ハーフィンチ半導体製造ライン技術で視察の様子

2011年度グッドデザイン賞を受賞

報告

2011年11月9日、産総研は、城崎このさき100年会議と共同で、日本産業デザイン振興会から「2011年度グッドデザイン賞」を受賞しました。

グッドデザイン賞は、総合的なデザインの推奨制度で、私たちの暮らしと産業、そして社会全体を豊かにする「よいデザイン」を顕彰し続けてきました。

今回受賞した事業は、RFID「ゆめば・プラス」です。城崎温泉は1400年の歴史がある伝統的温泉地で7つの外湯と温泉街で構成され、観光客は浴衣で外湯や街をめぐります。近年では、

入湯券を電子化し街全体で観光客の履歴を把握しサービス向上に取り組んでいます。観光地としてのイメージである伝統的温泉地の風情と高度な情報技術を調和させることが新たな課題でした。ゆめば・プラスは、糸状のICタグと糸状のアンテナを織り込んだ布で作られた「ゆかた」と「のれん」によるRFIDシステムで、これを電子入湯券システムに導入・試験運用することで、伝統的な温泉街の風景の中に高度な情報システムを融合し、「浴衣の似合う街」としての城崎温泉の価値向上に寄

与しています。

詳細情報：

<http://www.youtube.com/user/aistchannel#p/u/0/3OD2hU9Yv94>



受賞者のサービス工学研究センター 山本 主任研究員(左)と上岡 産総研特別研究員(右)

第6回モノづくり連携大賞特別賞を受賞

報告

2011年11月10日、産総研は、電通大、東洋大、マックスシステムズと共同で、日刊工業新聞社が主催する「第6回モノづくり連携大賞特別賞」を受賞しました。

モノづくり連携大賞は、産学官連携の成功モデルを世の中に送り出すことを目的に2006年に創設された賞で、モノづくり分野での産学官連携事例に焦点を当て、注目すべき事例とその創出にかかわってきた人やグループを表彰するものです。

今回受賞したのは、「色彩変換に基

づく色覚障がい者支援システムの開発とその実践的ソフトウェア教育への適用」という産学官連携事業です。この共同研究で生まれたソフトウェアを外部でも活用できるよう、オープンソース形のソフトウェアのデータベース(DB)を構築したもので、大学院向けの授業でオープンソースソフトウェアの開発や、DBのクエリ処理・保守などの運営も手がけています。ここでの教材の核となる、高齢者や障がい者でも見えやすい色彩表示のシステムを産学官で構築しました。産業デザイン

やウェブサービス、コンテンツ産業などで活用できる技術です。



左から電通大 後藤氏、産総研ヒューマンライフテクノロジー研究部門 坂本 主任研究員、東洋大 土田氏、電通大 西野氏、マックスシステムズ 唐須氏

「日本を元気にする産業技術会議」を発足

産総研は(株)日本経済新聞社の後援を受けて日本の技術開発戦略を総合的に議論する「日本を元気にする産業技術会議」(以下、産業技術会議)を10月1日付で発足させました。産業技術会議では、日本の企業や大学からの参加、協力や支援を受けて、1)再生可能エネルギー、2)革新的医療・創薬、3) IT/サービス工学、4)先端材料・製造技術実用化の4分野における技術開発の方向性や解決すべき課題などについて、またオープンイノベーションシステムや人材育成といった横断的な課題について、シンポジウム、講演会、インテリクチャルカフェなどの議論する場を設けています。

議論の内容は、基幹産業技術で日本が中長期にも世界のフロントランナーであり続けるために必要な「イノベーション・ロードマップ」として、2012年度を目途に提言をまとめます(図1)。有識者メンバーとして、相澤益男 総合科学技術会議常勤議員、長島徹 帝人(株)取締役会長、村上輝康(株)野村総合研究所シニアフェロー、野間口有 産総研理事長が参加し、提言の方向性や内容などについて適宜、意見ならびに助言をしていただきます(図2)。

これまでに、議論の場として太陽光発電が果たせる役割(10月3日)、ライフサイエンス分野におけるオープンイノベーションへの挑戦(10月14日)、グローバル時代の先端ものづくりスピリット(11月2日)などをテーマにパネルディスカッションを開いてきました。

太陽光発電に関しては、パネリストに荻本和彦 東大生産技術研究所教授、村上敬亮 経産省資源エネルギー庁新エネルギー対策課長、芝田克明 電気安全環境研究所理事、大橋孝之 資源総合システム太陽光発電事業支援部部長、近藤道雄 産総研太陽光発電工学研究センター長、モデレーターに滝順一 日本経済新聞社論説委員を迎え、「太陽光パネルの長寿命化、効率化に加えて軽量化などの課題解決や適切な認証サービスが必要」、「住宅用だけではなくメガソーラーへの展開が必要であるが電気事業法や工場立地法など建設へ向けた課題が存在する」など、多岐にわたって議論が行われました(図3)。

ライフサイエンスにおけるオープンイノベーションに関しては、パネリストに永田恭介 筑波大学学長補佐室長、塚本伸一 アステラス製薬(株) 上席執行役員、秋元浩 知的財産戦略ネットワーク(株) 社長、松田一敬 合同会社SARR代表執行役員、湯元昇 産総研理事、モデレーターに滝氏を迎え、分野融合の重要性やシーズとニーズのマッチングの重要性への意見があり、企業からは非競争領域ではアカデミアと連携を積極的に進めたいとの意見も出されました。また、人

材の話題については、企業と公的研究機関との人事交流の重要性や、基礎研究者をクラウド化させるアイデアに関して話し合われました。

先端ものづくりに関しては、パネリストに本目精吾(株)エリオニクス会長、上野保 東成エレクトロビーム(株) 社長、田島瑞也 スタック電子(株) 会長、前田龍太郎 産総研集積マイクロシステム研究センター長、松木則夫 産総研上席イノベーションコーディネータ、モデレーターに井口哲也 日経産業新聞編集長を迎え、中小・中堅企業が国際競争力を高める方策などとして、個々の企業の高い技術力に付加価値を与える連携の重要性、金融機関を含めた産学官金連携の重要性、製造業がより魅力的になり優秀な人材が来るようにする重要性などに関して議論されました(図4)。

産業技術会議で開催したシンポジウム、インテリクチャルカフェなどでの議論は、日経産業新聞に編集特集「技術で創る未来」として掲載しています。

「日本を元気にする産業技術会議」に関するお問い合わせや、各種行事の詳細は以下の連絡先、URLをご参照ください。
連絡先:「日本を元気にする産業技術会議」事務局(産総研 連携千社の会 事務局)
〒305-8568 茨城県つくば市梅園1-1-1 産業技術総合研究所 中央第2
TEL: 029-862-6058 / FAX: 029-862-6130
E-mail: senshanokai@m.aist.go.jp
URL: http://www.aist-renkeisensya.jp/ind_tech_council/

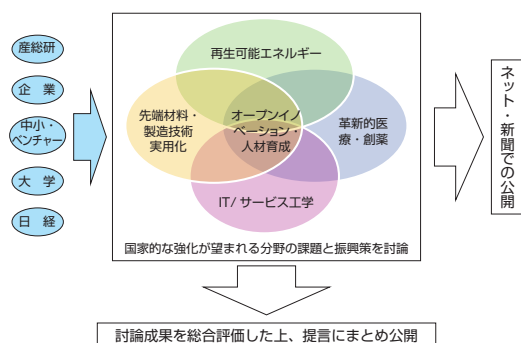


図1 「日本を元気にする産業技術会議」の概要



図2 有識者メンバー: 左から長島 帝人取締役会長、相澤 益男総合科学技術会議常勤議員、野間口 有産総研理事長、村上 輝康野村総合研究所シニアフェロー



図3 左から滝氏、荻本氏、村上氏、芝田氏、大橋氏、近藤研究センター長



図4 左から松木 上席イノベーションコーディネータ、前田研究センター長、田島氏、上野氏、本目氏、井口氏

第8回バイオマス・アジアワークショップの開催

2011年11月29日～12月1日、第8回バイオマス・アジアワークショップが、ベトナム科学技術院（VAST）、産総研、新エネルギー財団（NEF）、バイオマス・アジアリサーチコンソーシアムの主催により、ベトナムのハノイ市で開催されました。日本を含む7カ国2国際機関からの講演があり、10カ国以上から約200名が参加しました（日本から60名以上、うち産総研からは18名が参加）。このワークショップは、2004年度より科学技術振興調整費の支援により開催され、これまで東アジア12カ国をメンバーとするバイオマス・アジアネットワークを構築してきましたが、第7回からはメンバー国もち回りで開催国を中心とした運営体制で実施されています。

今回は、新たな実施体制で行われた2回目の開催となりました。

ワークショップでは、Duong Ngoc Hai VAST 副院長、山崎正和産総研理事、近藤隆彦 NEF 会長の主催者挨拶に続き、ベトナム科学技術省、駐ハノイ日本大使館、経済産業省資源エネルギー庁からご挨拶をいただきました。その後、ベトナム産業貿易省、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）、アジア開発銀行（ADB）、国際再生可能エネルギー機関（IRENA）、VASTからのキーノートスピーチでは、東アジアにおけるバイオマス利活用が展望されました。さらに、7つの技術セッション、パネルディスカッションでは、燃料製造を中心としたバイオマス利用技術、バイオ

マス利用技術の実用化と東アジアの各国の地域利用例、環境技術との融合、バイオマス利活用の持続可能性評価などのトピックについて、東アジア・ASEAN経済研究センター（ERIA）プロジェクトの成果報告を交えて、熱心な討論が行われました。また、パネルディスカッションでは、今後の協力関係や、このワークショップの位置付けについて議論されました。

最終日にはテクニカルツアーが開催され、参加者はハノイ西部のホアビン省にあるキャッサバデンプン生産工場およびベトナムにおける最大級の水力発電所（192万kW）を視察しました。

また、次回開催については、2012年秋の日本での開催を調整することになりました。



開会挨拶を行う山崎理事



ワークショップの集合写真

地質調査総合センターと米国地質調査所の研究協力覚書締結

2011年12月5日、米国サンフランシスコ市内のマリオットホテルにおいて、地質調査総合センターの佃代表と米国地質調査所のマクナット所長による研究協力覚書の調印が行われました。12月5日～9日の日程で米国地球物理学連合秋季大会が同ホテル近くの会場で開催され、マクナット所長をはじめ日米から多数の地質関係者が出席する機会をとらえて覚書調印の運びとなりました。

地質調査総合センターは、旧工業技術院地質調査所時代から米国地質調査所と交流を行ってきており、密

接な協力関係や人事交流を築き上げてきています。1985年～1999年には研究協力覚書の下で地震、火山、リモートセンシング、金属鉱床や海洋地質などのテーマで研究協力が実施され、多くの共著論文が発表されました。また、産業技術総合研究所発足以降、2002年に研究協力覚書が締結され、研究協力を継続してきましたが、2007年に期限が切れました。このため、今後の研究協力について両者間で協議し、覚書を新たに締結することで合意しました。

今回の研究協力覚書は、現在、重

要な課題となっているレアアース鉱床、地震および火山に関する研究協力が柱となっており、今後のさらなる成果創出が期待されます。



研究協力覚書への署名を終え、握手を交わす佃代表とマクナット所長

マルチモーダル情報提示の機能性、快適性、安全性の向上

ヒューマンライフテクノロジー研究部門 マルチモダリティ研究グループ 藤崎 和香 (つくばセンター)

ヒューマンライフテクノロジー研究部門は、「人間」について科学的理解を深め、それによって得られた知見を基にして、健康で安全・安心な社会を構築するための研究開発を行っています。マルチモダリティ研究グループでは、人間の視覚、聴覚、触覚、嗅覚、味覚、平衡覚および運動感覚などマルチモーダル（多感覚）情報の統合過程の解明を通じて、人間環境を取り巻くマルチモーダル情報提示の機能性や快適性、安全性の向上に資する評価手法の確立および設計指針などの開発を目指した研究を行っています。



視覚、聴覚、触覚を用いた知覚実験の風景



藤崎さんからひとこと

私たちの脳内では、目から入力される情報は視覚系、耳から入力される情報は聴覚系、手や指から入力される情報は触覚系によって、いったんバラバラに処理されます。このように入力段階でいったんバラバラに処理した各感覚モダリティの情報を、人間の脳がどのように統合して一体感のある知覚世界を作り上げているのかについては、いまだ明らかになっていません。遠隔通信やヴァーチャルリアリティなど人間環境を取り巻くさまざまな場面でのマルチモーダル情報提示の機能性、快適性、安全性の向上に資するために、人間のマルチモーダルな知覚特性を根本から明らかにしていきたいと考えています。

イベントの詳細と最新情報は、産総研のウェブサイト（イベント・講演会情報）に掲載しています
<http://www.aist.go.jp/>

EVENT-Calendar

2012年1月 → 2012年3月

12月12日現在

期間	件名	開催地	問い合わせ先
1 January			
12日	地質調査総合センターシンポジウム	東京	029-861-2401 ●
16日	インテレクチャル・カフェ	名古屋	029-862-6058 ●
17日	人材育成に関するシンポジウム イノベーションスクール	東京	029-849-1600 ●
27日	インテレクチャル・カフェ広島	広島	082-420-8245 ●
31日	産総研本格研究ワークショップ in 中部	名古屋	052-736-7370 ●
31～2月1日	産総研・産技連LS-BT 合同研究発表会	つくば	029-861-9021 ●
3 March			
13～15日	新エネルギー技術シンポジウム	つくば	energy07@m.aist.go.jp ●

● は、産総研内の事務局です。

表紙

上：2011年東北地方太平洋沖地震による津波で堆積した津波堆積物（宮城県山元町）（p.9）

下：新しいインクジェット印刷法で各位置に形成した有機半導体単結晶薄膜（p.17）

産 総 研
TODAY

2012 January Vol.12 No.1

(通巻132号)
平成24年1月1日発行編集・発行
問い合わせ独立行政法人産業技術総合研究所
広報部広報制作室

〒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。