

防災
研究

学

National Research Institute

for

Earth Science

and

Disaster Prevention

防災 科研 NEWS

中越地震と豪雪がもたらした雪崩災害

防災実務現場で求められる情報システム

—減災に資する自治体防災情報システムの構築にむけて—

インドネシアの地震・津波監視網構築に向けて

—真の国際協力による災害軽減への取り組み—

2004スマトラ津波

—大被害の原因と将来対策—日本は大丈夫か？

科学技術週間の「一般公開」初の4000名を越える参加

「地震ハザードステーションJ-SHIS」で将来の揺れを見る

—1ヶ月足らずでアクセス数10万件突破—

第4回成果発表会のご報告

夏

2005 No.152

中越地震と 豪雪がもたらした雪崩災害

雪氷防災研究部門 総括主任研究員 西村 浩一



地震災害による 雪崩発生危険度の増大

2004年10月23日に新潟県小千谷市を震源として発生したマグニチュード6.8の内陸直下型地震は、死者40名、負傷者2,990名、避難者10万人、住宅損壊9万棟、被害額3兆円という大災害をもたらしました。この震災の特徴のひとつに、斜面崩壊による被害が多数発生した点をあげることができます。航空写真からは、実に3,791箇所の地すべり、斜面崩壊が確認されました（国土交通省河川局砂防部）。

震災から約2週間後の我々の調査でも、被災地では、急崖斜面のいたるところから土砂崩れが発生し、樹木や背の低い灌木が流出して地肌が剥き出しになっておりました。雪崩予防柵も破損もしくは土砂や樹木が堆積して、機能が著しく低下しているケースが多数確認されました（図1）。スノーシェッドにも、梁やコンクリートにひび割れや剥離などの損傷が見られました。このように被災前に比べて雪崩の発生危険度が著しく高くなった状況をふまえ、防災科研を含む雪氷研究者で組織された「新潟県中越地震・雪氷災害調査検討委員会」は、11月14日に自治体や住民に向けて注意を喚起する緊急提言を行いました。

一方、全層雪崩の発生は崩壊地の斜面の傾斜角が一つの目安となります。

そこで、どのくらいの傾斜角で地表面と積雪の間で滑りが発生するかを調べる実験を低温室内で行いました。そして、この結果と国土地理院による新潟県中越地震災害状況図、50mメッシュの標高データを用いて、雪崩発生の危険度分布図を作成し、ホームページ上で公開いたしました。



図1 地震による斜面崩壊で土砂や樹木（上）、巨大な岩石（下）が堆積した雪崩予防柵

19年ぶりの豪雪

今冬の中越地方は、雪の降り始めこそ平年に比べやや遅めでしたが、1月と2月には多量の雪が降り、ついには19年ぶりの豪雪という厳しい冬を迎える結果となりました。特に1月中旬と2月の前半は冬型の気圧配置が強まり、各地で1日の降雪が80cmを超える大雪

となりました。2月の最深積雪は、長岡で153cm（平年比172%）、十日町では313cm（平年比148%）に達しました。3月も中旬には冬型の気圧配置が強まり、中越地方の山沿いを中心に大雪が続きました。

雪崩と土砂崩れ

地震による斜面崩壊に19年ぶりの豪雪が加わり、新潟県中越地方では、多数の雪崩・土砂災害が発生しました(2005年4月13日現在：62件、新潟県警地域課)。1月12日に十日町と六日町を結ぶ国道で発生した土砂崩れは、現地調査の結果から、降り積もった多量の雪が地震で不安定になった斜面と樹木に直接作用して、発生に至ったことがわかりました。2月初めには、魚沼市（旧堀之内町）や長岡市内で相次いで雪崩が発生し、各地で道路が通行止めとなりました。気温の上昇と降雨により融雪が進行した2月17日には魚沼市（旧守門村）の県道沿いで、また翌日の18日には、高柳町の県道で雪崩が続発し、2名の方が亡くなる痛ましい事故も発生しています。平成以降、新潟県内で雪崩による死者が出たのは90年度の1人、96年度の2人に続き3度目となります。3月19日早朝には、小千谷市で高さ約30mの崖から発生した雪崩が川をせき止め、あふれた水で民家が床上まで浸水する災害もありました（図2）。



図2 小千谷市西吉谷の雪崩発生現場

4月に入ると、今度は融雪水や降雨が地震で不安定になった斜面に浸透して、雪と土砂が混在して崩落する災害が次々と発生しました。図3は4月8日早朝に長岡市濁沢町で発生した土砂崩れの様子です。70mの高さの斜面から雪や水を含んだ土砂が流れ下り、長時間にわたって県道が通行止めとなりました（図3）。マスコミは相次いで発生したこの崩壊を、地震と豪雪という「複合災害」がもたらした「土砂雪崩」と名づけ、連日大きく取り上げました。



図3 長岡市濁沢町で発生した土砂崩れ

我々は現在、航空写真などから雪崩発生域を抽出し地震による斜面崩壊地域との関係を特定する作業を進めています。またこれと併行して、より精緻な「雪崩発生危険度予測手法の開発」と「雪崩と土砂崩壊が複合した災害の抑止」に向けた研究への取り組みを開始いたしました。

防災実務現場で求められる情報システム —減災に資する自治体防災情報システムの構築にむけて—



地震防災フロンティア研究センター 川崎ラボラトリー 研究員 山田 博幸

川崎ラボラトリーでは、大都市大震災軽減化特別プロジェクトの一環として、自治体防災情報システムの研究開発を行っています。阪神大震災における自治体支援活動から生まれたリスク対応型地域管理情報システム(RARMIS)の概念の具現化に向けた取り組みを進めており、宮城県北部地震や中越地震の被災自治体の支援活動を通じて防災実務現場への適用性を検証し、自治体職員の皆さんから頂いた要求や意見をシステム開発に生かしています。

「日常的に使っているシステムでないと震災などの緊急災害時には有効に機能しない」ということは、被災後の自治体職員が持つ感想の一つです。平常時と緊急災害時の情報処理がシームレスに行われ、時々刻々変化する空間と時間の情報が管理でき、劣悪な環境（庁舎被災、停電など）で機能することがRARMISのコンセプトです。

情報課題の解決による減災に向けたアプローチとして、大きく2つに分類すると、主に地震による直接被害の軽減を目指した早期被害把握と迅速な意志決定に資する機能の開発と、自治体復旧業務の迅速な遂行に資する機能の開発が挙げられます。

前者のアプローチとしては、発災直後から最大限得られる情報を生かし、

情報収集、伝達、分析、整理、統合などの処理が時々刻々効果的に行われることで実現できると考えられます。そこで、防災実務現場に適用するための枠組みとして、自治体の日常業務の範囲外の防災情報処理を行う防災情報センターと自治体の連携による枠組みを提案し、三重県で実稼働システムの構築を進めています。システム開発では、チームの構成員の研究分野（情報学、地震工学など）を統合するとともに国内外の被災地での活動の成果を取り込んでいます。一方、後者のアプローチとして、迅速な復旧業務遂行に資するシステムが求められます。自治体復旧業務は、被災者生活再建に係わる業務が主になります。被災直後から復旧までの業務の効率化を実現するために、必要な基盤技術として、空間情報の時間管理を実現する時空間情報システム（時空間GIS）の開発を進めています。

中越地震では、新潟県庁を通じて支援要請のあった十日町市と川口町で活動を始めたのが、被災後1ヶ月を過ぎた頃でした。町内全域に大きな被害を受け、被災状況把握の要望があった川口町に対して、住家及び付帯家屋全ての家屋写真を地図上の建物位置に関連付けて登録する作業を、地理情報システム学会との共同活動として行いました。昨冬の中越地域は、十数年ぶりの

豪雪に見舞われ、全戸のデータベース構築が完了した翌日に本格的な積雪を迎えました。本格的な復旧業務は、雪解けと共に再開されるということで、一旦現地を離れた後、本格的な復旧に必要な要求仕様の打合せのため自治体を訪れました。町が雪に埋もれている間の復旧業務において、対象家屋特定などの参照データとして提供したシステムが利用され続けていました。

十日町市役所では、罹災証明書や建物罹災判定の2次判定結果（調査票、調査写真、アンケート）に関連した書類の管理と参照作業の効率が問題になっていました。そこで、罹災判定資料の電子化と時空間データベース化を行いました。これにより、迅速な検索と全域の被害状況の可視化が実現されました。

自治体での支援活動の中で長岡支所もしくは本所の研究員と間違われて、被災データを渡されそうになりました。資料やデータを積極的に提供してもらえんということは、防災科研という組織が、自治体に信頼されている証しだと思います。情報技術は、最新の知見や研究成果を防災実務現場に還元する黒子の役割も果たすことができます。

中越地域は、地震直前の台風による水害にも見舞われています。現在開発している自治体防災情報システムは、地震以外の自然災害における自治体業

務の支援も可能です。防災科研の研究成果の社会への還元の道具として使って貰えるようなシステムに作り上げていければと考えております。

中越地震の被災自治体での復旧業務支援を行うなかで、職員の方々から、「なぜもっと早く来てくれなかったのか」という言葉を多く頂きました。この言葉を糧として、また大きな課題として捉え、今後の研究開発を進めていく所存です。



図 全戸写真の時空間データベース

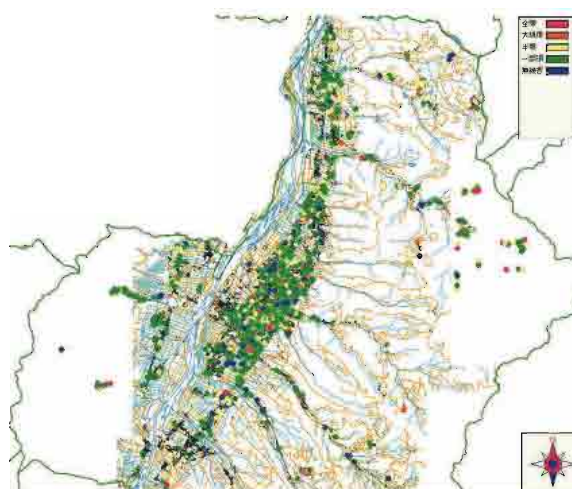


図 家屋被害の分布（十日町市）

インドネシアの地震・津波監視網構築に向けて —真の国際協力による災害軽減への取り組み—



防災研究情報センター 国際地震観測管理室長 井上 公

昨年12月26日に発生したM 9.3 のスマトラ・アンダマン地震はインドネシアをはじめとするインド洋沿岸諸国に死者行方不明者22万人という未曾有の大津波災害をもたらしました。また、3月28日には12月の地震の震源域の南隣にあたるニアス島付近でM 8.7 の地震が発生し建物の崩壊等で905名の犠牲者が出ました。そのさらに南隣のパダン沖は1833年のM 8.7 の地震以来大きな地震が発生しておらず、数十年以内にM 8 級の地震とそれに伴う大津波が発生することが懸念されていました。そんな場所で4月10日にM 6.7 の地震が発生し、住民はパニックを起こして我先に高台へ避難しました。その後も5月14日に先のニアス島付近でM 6.9 の地震が起こるなど、超巨大地震と巨大地震の余震やそれらとの関連が懸念される周辺地域での地震が続き、スマトラ西岸の住民はいまでも不安の毎日を送っています。

インドネシアは世界でも有数の地震・津波災害大国であるにもかかわらず、地震・津波監視網はきわめて貧弱です。多くの地震計は旧式で性能がよくありません。12月の地震発生時には機器の多くが故障で動いておらず、正確な地震情報も津波警報も出されることはありませんでした。

防災科研はかねてより、インドネシア気象庁と共同して、過去に基礎研究

目的で整備された全国22箇所の広帯域地震観測網の運用を行ってきました。しかし、郵便でデータを回収する方式のため地震・津波監視には役立っていませんでした。大きな災害が起こる前にこれをリアルタイム化すべく方策を模索していた矢先の巨大地震・津波発生でした。

今回の大災害を受けてインドネシアの津波警報システム構築への貢献に名乗りをあげたのは、ドイツと中国でした。ドイツ政府は広帯域地震計、GPS、潮位計、それに沖合いのブイによる海底水圧計とGPSからなる衛星テレメータ観測施設を、中国政府は広帯域地震観測施設の提供を申し出ました。

一方、日本政府はアチェの復興を中心とした災害対策にいち早く多額の資金協力を決めたものの、津波警報システムに特定した貢献策は表明していませんでした。そこで我々防災科研は緊急の貢献として以前から運用中の広帯域地震観測網をインドネシア気象庁と共同で衛星テレメータ化することを提案しました。

インドネシア政府はこれらの提案を受けて去る4月27日、28日に津波警報システムの構築に関する国際ワークショップを開催しました。研究技術省、気象庁を始めとする国内各関連機関に加えて、ドイツ、中国、日本の関係者が集まって、活発な情報交換が行われまし

た。最も関心が集めたのはやはり日本の地震・津波監視網の経験に関する話でした。



写真1 4月27日の津波警報システムワークショップで日本の地震・津波観測を紹介する石田研究主監と気象庁の小泉氏(4.28じゃかるた新聞より)

それに続いて去る6月8日と9日には、地震観測と津波警報の発令までを受け持つインドネシア気象庁が、ドイツ地球研究センター、中国地震局、防災科研を招待して地震観測網構築に関する技術的会議を開催しました。この会議では合計60箇所からなる広帯域地震観測網を4カ国が協力して建設するための観測点の分担やデータ統合システム、それに当面のスケジュールについての協議がなされました。また日本大使館から、日本政府による総合的な



写真2 6月8、9日の地震津波監視網構築に関する技術会議

防災対策への貢献策がこれから検討されていくことが報告されました。

我々防災科研は昨年度から、アジア・太平洋・インド洋地震・火山観測網構築計画を提案しています。これはこの地域における地震津波火山監視体制の強化と、日本を含めた将来の地震・津波・火山災害発生予測の高度化に貢献する調査研究を目的とした長期の観測・研究計画です。今回我々が4カ国の国際協力で構築するインドネシアの地震観測網はその第一歩です。

地元の新聞によるとスマトラの人たちはもう地震に慣れてしまい、揺れを感じても高台へ逃げなくなっているそうです。正確な地震・津波情報を出せる体制の早期構築が望まれます。一番期待されているのが経験豊富な日本の技術協力です。

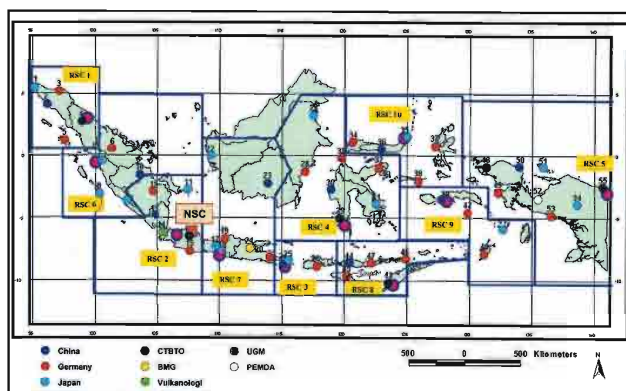


図1 ドイツ、日本、中国、CTBTO、インドネシア気象庁他による衛星テレメータ広帯域地震観測網整備計画。全60箇所のうち水色の丸で示された15箇所を防災科研が担当。

2004スマトラ津波

—大被害の原因と将来対策—日本は大丈夫か？

総合防災研究部門 総括主任研究員 岩崎 伸一



2004年12月26日現地時間 7時59分、スマトラ島北西部沖を震源とする巨大地震により発生した津波は約15分でスマトラ島最北部バンダアチェを襲い、さらに、地震発生から約2時間でタイ、スリランカ、約7時間でソマリアとインド洋全体に到達し、総計20万人とも30万人とも言われる未曾有の災害を引き起こしました。大西洋、太平洋でも津波は観測され、まさに地球規模の津波と言えるでしょう。

ここでは、被害を大きくした原因、将来の津波対策について述べるとともに、この津波災害を教訓として日本の津波対策についても述べたいと思います。

1 なぜこのような大被害がおきたのか、以下の3つが考えられます。

第一に津波が大きかったことと地震の特異性が挙げられます。今回のようなマグニチュード9以上の地震は1900年以降、世界で10個しか起きていません。また、インド洋で起きたのは今回が初めてです。また、今回の地震は強い本震の後、ゆっくりとした断層すべりが北側に伝播していったと考えられています。津波の発生には、断層すべりの速度はあまり関係せず、断層の動きによる海底変形（の鉛直変動量）が関係します。そのため、タイ（特に北部）及びスリランカでは地震としてはほとんど無感にも関わらず、津波の最

大遡上高は震源付近のバンダアチェでは30m、約500km離れたタイでも20m、約1,000km離れたスリランカでは15mまで到達しました。第二には、インド洋には津波警報システムがなかったことが挙げられるでしょう。この理由は、地震・津波の発生頻度が太平洋と比較すると低いことと関係しています。インドネシアの南にはプレート境界があり、地震活動も活発で、1992年にはフローレス地震、1996年にはイリアンジャヤ地震が起きています。しかしながら今回の震源付近で被害を及ぼした地震は、1907年に約400人の死者を出したものが最後でした。インド洋全体に影響を及ぼしたのは、1883年のクラカタウ火山の噴火に伴う津波しか知られていません。第三には、津波に対する知識が住民の間に普及していなかったことが挙げられます。これもまた、津波の発生頻度が少なかったことと関係しています。津波は100年に一度の現象です。地震の後には津波に注意、津波の速度は速く、破壊力は大きい、何時間も継続する場合もある、第一波が最大とは限らない等々の津波の基本的な知識がなかったとしても不思議ではありません。

2 津波の将来対策と問題点

今回の大災害をきっかけとして、どのような形になるにせよインド洋津波警報システムは3～5年程度で整備さ

れるでしょう。しかしながら、このような国際的津波警報システムは、現在のPTWC（太平洋津波警報センター）の体制から類推すると、発生後およそ30分で津波が到達するまでの地域にはあまり有効ではありません。今回のような津波ではタイ、スリランカには有効に働くことが期待されますが、バンダアチェには警報は間に合いません。また、住民の津波に対する意識の問題は未解決のままです。津波の知識を持たないものが、津波警報を聞いたからといって避難するでしょうか。また、100年に一度の津波だけのために警報システムを維持できるかについても困難と思わざるを得ません。

3 津波災害軽減のための提案

1) 津波、高潮、海面上昇なども対象とした多目的海洋災害観測システムの構築

海面上昇を対象とした観測体制は <http://ilikai.soest.hawaii.edu/uhs/c/datai.html> によるとインド洋にも数多く展開しています。このような施設を海面上昇のようなゆっくりとした変動のみでなく津波、高潮のような急激な変動にも対応できるように改良する。これには NOAA の DART システム (<http://www.ndbc.noaa.gov/Dart/dart.shtml>) で採用している方式が参考になるでしょう。DART では普段は15分間隔でデータを取り、地震波をトリガーとしてサンプリング間隔を15秒に変更し、衛星を利用したり

リアルタイムデータ取得を行っています。

2) 初等教育機関による津波の知識の普及

日本でも、昭和12年から22年まで「稲村の火」が教科書に載っていました。このような物語が教材として採用されれば、津波についての知識を持ったものが確実に増えることになり、非常に有効と考えられます。被害にあったばかりのインド洋諸国では、このような津波対策、教育を進めるのには最適な機会と考えています。

3) 津波避難設備の整備

今回バンダアチェでは発震から15分で津波が到達しました。津波が早く到達する地域では津波の危険性に気がついても津波から逃げる時間がありません。日本では、東海地震により数分で津波に襲われる可能性のある駿河湾の沿岸等では、1次避難所としての避難ビルがあります。外階段を設けた堅固なビルで、逃げる時間がない住民は津波が治まるまでここに避難することになっています。

4 日本の津波対策は万全か

津波対策として、津波警報—住民への周知—避難という段階があります。日本では津波警報は気象庁が発令します。今では警報発令まで地震後約3分と世界でも最も優秀なシステムとなっています。また、気象庁の発令を待たず、テレビなどでは地震後すぐに津波に注意するテロップが流れます。住民

への周知、避難にしても、多重回線を使い、同報無線システム、津波常襲地域では避難ビル、津波避難口などが良く整備されています。それでもなお、昨年9月の紀伊半島沖地震津波では避難勧告が14万人に対して出されたにもかかわらず、実際に避難したのはわずかそのうちの6%でした。津波に対する意識は希薄といわざるを得ません。

津波教育、意識の向上は日本でも急務です。

5 おわりに

1960年チリ津波は発震後22時間、ハ

ワイで津波が観測されてから8時間で到達し、100名以上の死者を出しました。わずか45年前に今回の津波と同じような被害を日本も受けているのです。また、住民の津波に対する意識という点ではインド洋諸国と比較しても大差がありません。今回の津波災害を受けて、日本は同じアジアの一員として、津波警報システムに対して大きな寄与が期待されています。津波先進国として「教える」技術は沢山あります。しかしながら、同時に共通した弱点を持った国として協力を進める姿勢が重要と痛感しています。



タイ、ブーケット島約100km北 Ban Nam Kimでの津波被害、この周辺での津波の最大遡上高は15mに達した。変色した木は津波（塩）をかぶったため（Jamstec 松本浩幸氏提供）

科学技術週間の「一般公開」 初の4,000名を越える参加

毎年恒例の一般公開は、つくば本所が4月23、24日の2日間。長岡、兵庫、川崎が23日。神戸が24日に、それぞれ実施されました。

つくば本所では、2日間で3,400名を越える参加者があり、大盛況の内に終了しました。

地震体験では、発泡スチロールのブロックを1,000個用意し、あたかもブロック塀が崩れ落ちるような演出をしたこともあり、体験した方々は、本物の地震のようだったと貴重な体験に驚いた様子でした。

つくば本所以外4つの支所でも合計約800名の参加者があり、盛況の内に無事終了し、合計で4,000名を超える方々が、防災科研にご来所されました。



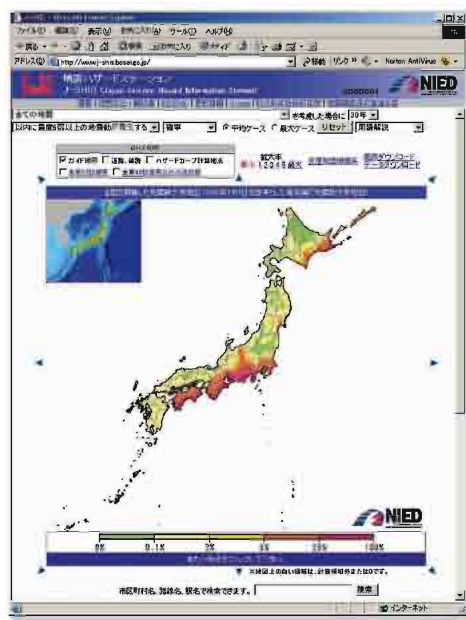
大型耐震実験施設での地震体験

「地震ハザードステーションJ-SHIS」で将来の揺れを見る — 1ヶ月足らずでアクセス数10万件突破 —

皆様の住んでいる地域が将来、どの程度の確率で揺れに見舞われるかを一目で分かるデータベース（J-SHIS）を5月9日に公開致しました。

公開してから、1ヶ月足らずの6月7日には、アクセス数がはやくも10万件を突破致しました。

J-SHISは、予測期間（30年、50年）、揺れの大きさの条件を入れ、市町村名や路線名、駅名を入力することにより見たい位置を検索が出来ます。市区町村境界や鉄道（JR）、主要道路等が表示出来ます。それにより、地図上で自分の知りたい地域の位置をより正確に知ることが可能となっています。



公開アドレス：<http://www.j-shis.bosai.go.jp/>
問い合わせ先：j-shis@bosai.go.jp

第4回成果発表会のご報告

■ ■ つくばで開催 ■ ■

第4回成果発表会が6月7日（火）つくばの防災科学技術研究所研究交流棟で行われました。

発表会には、150名を超える参加があり、盛況に行われました。

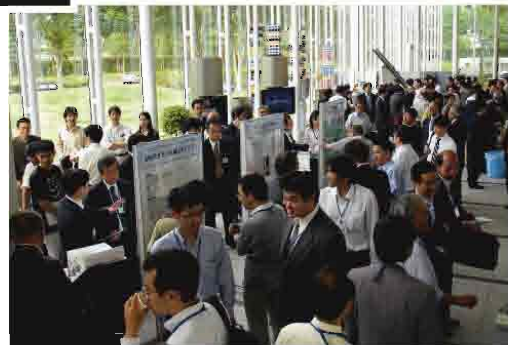
■ ■ 講演発表 ■ ■

講演は、「首都圏に大地震は来るか」「出来るか地すべり発生予測」「五重塔はどう揺れるか」「地震災害から身を守る」「今年の台風はどうなる」の5講演がありました。

講演は、全体的に好評で「首都圏に大地震は来るか」「今年の台風はどうな



成果発表会
開会の辞の様子
(片山恒雄理事長)



ポスター発表の様子

る」などに対して、とても良かったというご意見を多数頂きました。

■ ■ ポスター発表 ■ ■

ポスター発表には、地震、火山、風雨、雪氷災害などから計14点のポスターが展示説明されました。中でも前ページで紹介した地震動予測地図「地震ハザードステーションJ-SHIS」や「月の引力が地震の『最後の一押し』に」などが注目をされていました。

■ ■ パネルディスカッション ■ ■

今回、初めての試みであったパネルディスカッション。各パネリストから熱心な意見が交わされ若干時間不足ではありましたが、内容的には好評でした。

■ ■ 謝 辞 ■ ■

昨年度は、福井・新潟での豪雨及び土砂崩れに始まり、浅間山の噴火、新潟県中越地震、地震後の雪害と大変多くの自然災害に見舞われました。

当研究所は、学園都市でも交通の便の良くないところに位置しているにも関わらず、多数の方々のご参加を頂いたことは、防災科研への期待と関心が高いと受け止めております。

多数のご参加ありがとうございました。

編集・発行／  独立行政法人 防災科学技術研究所

〒305-0006 茨城県つくば市天王台3-1 ☎029-851-1611(代)

企画課直通 ☎029-863-7789 Fax.029-851-1622

E-mail ◆toiawase@bosai.go.jp インターネット ◆http://www.bosai.go.jp

発行日／2005.7.1