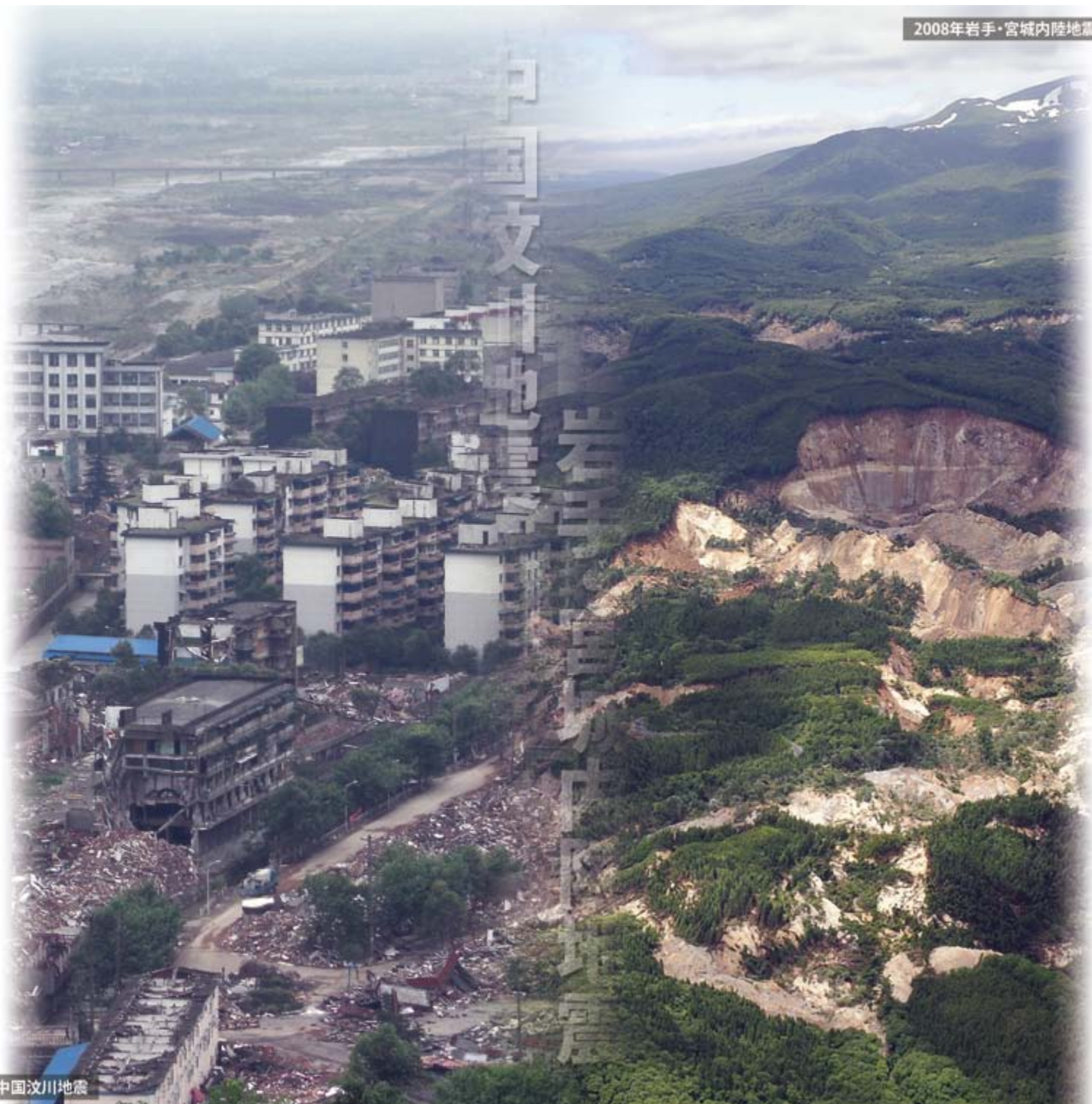


防災科学技術研究所 第6回成果発表会

2008年岩手・宮城内陸地震



中国汶川地震



NIED
National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

独立行政法人

防災科学技術研究所

発表会プログラム

主催：独立行政法人防災科学技術研究所

日時：平成21年3月17日(火) 13:00 - 17:55

場所：東京国際フォーラム B 5 ホール

(東京都千代田区丸の内3-5-1 URL: <http://www.t-i-forum.co.jp>)

プログラム

13:00 - 13:05 開会挨拶 (理事長 岡田義光)

13:05 - 13:10 来賓挨拶 (文部科学副大臣 山内俊夫)

第1部 二つの内陸型地震 ～中国汶川地震と岩手・宮城内陸地震～

13:10 - 13:30 中国汶川地震における断層と近傍の構造物被害
(防災システム研究センター 郝 憲生)

13:30 - 13:50 2008年岩手・宮城内陸地震で観測された非対称な地震動
～トランポリン現象の発見～ (地震研究部 青井 真)

13:50 - 14:10 二つの地震で生じた巨大地すべりの地形地質的背景
(防災システム研究センター 井口 隆)

14:10 - 14:15 質疑応答

第2部 地震災害軽減への挑戦

14:15 - 14:55 E-ディフェンスの挑戦 ～耐震工学研究のブレークスルー～
(兵庫耐震工学研究センター 中島正愛)

14:55 - 15:45 休憩 (ポスター展示・システムのデモンストレーション)

第3部 特別講演

15:45 - 16:30 文化遺産の防災に関わる研究と事業展開の現状
(立命館大学教授、NPO災害から文化財を守る会理事長 土岐憲三)

第4部 安全な社会の構築をめざして

16:30 - 17:10 M P レーダ ～ゲリラ豪雨の事前予測と監視のための新技術～
(水・土砂防災研究部 真木雅之)

17:10 - 17:50 災害リスク情報プラットフォーム ～基本構想と防災科研がめざすもの～
(防災システム研究センター 藤原広行)

17:50 - 17:55 閉会挨拶 (企画部長 鈴木 隆)

講演概要集 目次

ごあいさつ	1
-------------	---

【講演】

第1部 二つの内陸型地震 ～中国汶川地震と岩手・宮城内陸地震～

中国汶川地震における断層と近傍の構造物被害	3
(防災システム研究センター 郝 憲生)	
2008年岩手・宮城内陸地震で観測された非対称な地震動 ～トランポリン現象の発見～	5
(地震研究部 青井 真・功刀 卓・藤原広行)	
二つの地震で生じた巨大地すべりの地形地質的背景	7
(防災システム研究センター 井口 隆)	

第2部 地震災害軽減への挑戦

Eーディフェンスの挑戦 ～耐震工学研究のブレークスルー～	9
(兵庫耐震工学研究センター 中島正愛)	

第3部 特別講演

文化遺産の防災に関わる研究と事業展開の現状	11
(立命館大学教授、NPO災害から文化財を守る会理事長 土岐憲三)	

第4部 安全な社会の構築をめざして

M Pレーダ ～ゲリラ豪雨の事前予測と監視のための新技術～	13
(水・土砂防災研究部 真木雅之)	
災害リスク情報プラットフォーム ～基本構想と防災科研がめざすもの～	15
(防災システム研究センター 藤原広行)	

【ポスター発表】

A：地震観測データを利用した地殻活動の評価及び予測に関する研究

- A1：基盤的地震観測網・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・18
 （地震研究部 地震観測データセンター）
 A2：日本の地下を CT スキャン・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・19
 （地震研究部 松原 誠）
 A3：揺れを感じない謎のゆっくり地震 ～房総スロースリップイベント～・・・・・・20
 （地震研究部 木村尚紀・廣瀬仁・関根秀太郎・小原一成）

B：国際地震観測プロジェクト

- B1：地震・火山監視能力強化への国際貢献・・・・・・・・・・・・21
 （地震研究部 国際地震観測管理室）

C：実大三次元震動破壊実験施設を活用した耐震工学研究

- C1：実大三次元震動破壊実験施設 (E- ディフェンス) の概要・・・・・・・・・・・・22
 （兵庫耐震工学研究センター）
 C2：E- ディフェンスを活用した耐震工学研究 (その 1)・・・・・・・・・・・・23
 （兵庫耐震工学研究センター）
 C3：E- ディフェンスを活用した耐震工学研究 (その 2)・・・・・・・・・・・・24
 （兵庫耐震工学研究センター）

D：火山噴火予知と火山防災に関する研究

- D1：火山災害による被害の軽減・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・25
 （火山防災研究部）
 D2：火山観測と火山現象の数値シミュレーション・・・・・・・・・・・・26
 （火山防災研究部）
 D3：リモートセンシング技術による火山活動の把握・・・・・・・・・・・・27
 （火山防災研究部）

E：MPLレーダを用いた土砂・風水害の発生予測に関する研究

- E1：首都圏 X バンドレーダネットワーク (X-NET) データを利用した風速の三次元変分法
 同化システムの開発・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・28
 （水・土砂防災研究部 清水慎吾）
 E2：リアルタイム浸水被害危険度予測 (あめリスクナウ)・・・・・・・・・・・・29
 （水・土砂防災研究部 中根和郎・松浦玲子・加藤敦・大楽浩司・清水慎吾、
 防災システム研究センター 長坂俊成・臼田裕一郎）

E3：大型斜面模型を用いた豪雨時の崩壊実験とそのシミュレーション	30
(水・土砂防災研究部 酒井直樹)	

F：台風災害の長期予測に関する研究

F1：地球温暖化時の台風活動度と沿岸災害への影響	31
(水・土砂防災研究部 栢原孝浩・飯塚聡・下川信也)	

G：雪氷災害発生予測システムの実用化とそれに基づく防災対策に関する研究

G1：雪氷災害発生予測システムの開発	32
(雪氷防災研究センター)	
G2：雪氷災害発生予測システムの応用	33
(雪氷防災研究センター)	
G3：雪氷防災実験棟	34
(雪氷防災研究センター)	

H：災害リスク情報プラットフォームの開発に関する研究

H1：災害リスク情報プラットフォームの概要	35
(防災システム研究センター災害リスク情報プラットフォームの開発に関する研究 PJ)	
H2：災害ハザード・リスク評価システム	36
(防災システム研究センター災害リスク情報プラットフォームの開発に関する研究 PJ)	
H3：災害リスク情報活用システム	37
(防災システム研究センター災害リスク情報プラットフォームの開発に関する研究 PJ)	
H4：災害リスク情報相互運用環境	38
(防災システム研究センター災害リスク情報プラットフォームの開発に関する研究 PJ)	

J：地震防災フロンティア研究

J1：医療防災の研究	39
(防災システム研究センター EDM 医療防災研究チーム)	
J2：IT (情報技術) を活用した自治体の危機管理	40
(防災システム研究センター EDM IT 化防災研究チーム)	
J3：防災科学技術情報基盤の形成	41
(防災システム研究センター EDM 国際展開研究チーム)	

K：主な外部資金プロジェクト

K1：大都市大震災軽減化特別プロジェクト	
II 震動台活用による構造物の耐震性向上研究	42
(兵庫耐震工学研究センター)	

K2: 高度即時的地震情報伝達網実用化プロジェクト	43
(防災システム研究センター 高度即時的地震情報伝達網実用化プロジェクト)	
K3: 首都直下地震防災・減災特別プロジェクト	
2 都市施設の耐震性能評価・機能確保に関する研究	44
(兵庫耐震工学研究センター 佐藤栄児・長江拓也・酒井久伸)	
K4: ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究	45
(地震研究部 小原一成)	

L：その他

L1：自然災害情報室	46
(防災システム研究センター自然災害情報室 井口隆・堀田弥生・中須正 ・飯島正子・田中亜紀子)	
L2：地すべり地形分布図	47
(防災システム研究センター自然災害情報室 井口隆・清水文健・内山庄一郎)	

独立行政法人
防災科学技術研究所
理事長 岡田義光



ごあいさつ

本日は、防災科学技術研究所の第6回成果発表会においでいただき、ありがとうございます。わが国では、戦後の荒廃した国土が次々と地震や台風などの大きな自然災害に見舞われ、中でも昭和34年（1959年）9月の伊勢湾台風では5,000人を超える死者・行方不明者を生じました。

本年は、天皇陛下と皇后陛下のご成婚から50年というおめでたい年ではありますが、伊勢湾台風もこれと同じ年の秋に発生し、今年でちょうど50年の節目を迎えます。

未曾有の被害をもたらしたこの伊勢湾台風を契機として、わが国では防災対策の真剣な再検討が行われ、1961年に「災害対策基本法」の成立、そして1962年には「中央防災会議」の設置など、現在の防災体制の根幹をなす一連の施策が進められました。そのような流れの中で、当研究所の前身である「国立防災科学技術センター」は、1963年4月、当時の科学技術庁が所管する国立試験研究機関として東京に設立され、昨年4月に創立45周年を迎えました。

本日はこれを記念した成果発表会という意味合いを込めており、当研究所における最新の研究活動を、講演とポスターによりご紹介させていただきます。また、土岐先生には「文化遺産の防災に関わる研究と事業展開の現状」と題して、特別に御講演をお願いいたしました。

なお、本日の催しに並行して、45周年記念誌の編纂も現在最終段階を迎えており、本日も来場の皆様には後日お届けさせていただく予定です。

研究所の45年間の歴史を振り返ってみますと、大きく4つの時期に分けることができます。

第1期は東銀座に設立されてから筑波研究学園都市へ移転するまでの15年間で、研究所の基礎的骨格はこの時期に形成されました。

第2期はつくばへの移転から「防災科学技術研究所」に改組されるまでの12年間です。東海地震

説に関連して地震関係の大型プロジェクトが次々と開始され、関東・東海地殻活動観測網の概成などが、この時期になされました。

第3期は「防災科学技術研究所」への改組から独立行政法人化に至る11年間で、地球環境問題への関心を背景としてスーパーコンピュータの導入などが進められました。一方、これと並行して、首都直下地震に向けた広域深部観測施設の整備を進めていた最中、阪神・淡路大震災が発生し、地震研究は予知志向から基礎的な調査研究へと大きく舵を切ります。全国的な地震観測網の整備や、実大三次元震動破壊実験施設（E-ディフェンス）の建設が開始されるなど、この期間は激動の時期でありました。

そして第4期は、独立行政法人に姿を変えてから現在に至る8年間です。5年ごとの中期計画に従って業務が進められるようになり、社会科学的な研究プロジェクトの開始、研究成果の普及活用の推進など、より一層国民に奉仕する姿勢が強調されるようになりました。

なお、皆さんご承知のことと存じますが、一昨年12月の閣議決定により、当研究所は独立行政法人海洋研究開発機構との統合が定められ、来年4月を目途として統合の準備が進められております。いわば防災科学技術研究所の新たな第5期が始まるわけであり、両法人の研究分野を直結させる相乗効果によってお互いの長所が引き出され、より良い研究所が誕生するよう、努力してまいります。

この45年間、防災科学技術研究所を取り巻く環境は大きく変わってきましたが、「災害から人命を守り、災害の教訓を活かして発展を続ける、災害に強い社会の実現を目指す」という基本目標は、今後とも堅持していく覚悟であります。

関係する皆様方には一層のご指導ならびにご支援をお願い申し上げます。

中国汶川地震における断層と近傍の構造物被害

防災システム研究センター
は
お
郝 憲生

1. はじめに

Mw7.9の巨大地震が中国の四川省に発生（2008年5月12日14:28）し、約140km離れた映秀（Yingxiu）鎮と北川（Beichuan）県城は最大震度XI（JMA震度7相当）に達し、四川省の西部地域及び近隣地域に住む約1億人に甚大な被害がもたらされました。この地震による死者・行方不明者は約8万7千人、負傷者は37万人となり、500万人が家を失いました。耐震意識と対策があまり無かったため、学校を含む多くの建物が倒壊し、下敷きとなって沢山の犠牲者がでました。全長500km、幅40-50kmの北東走向を有する龍門山断層帯では、約280kmの断層帯が動きましたが、内陸においてこれだけ長い断層の破壊が起きたのは極めて稀なことです。これらのことを研究解明し、M8クラスの長大断層により引き起こされる地震のモデル化と被害軽減に資するため、6月4日～15日と、10月3日～11日の2回に分けて、震源断層帯に沿う約140kmの領域について、地表断層と被害状況を調査しました。

2. 地震時地表に現れた断層帯

驚くべきことに、14km離れて平行する二つの地震断層帯で、地表面まで及ぶ破壊が発生したことが現地調査より分かりました。これはMw7.9の地震に相当する最大級の地表地震断層帯です。西側の山間部における映秀—北川主要断層帯では最大6mに達する縦ずれ（写真1,2）を、東側の成都平野に隣接する灌県（Guanxian）—安県（Anxian）断層帯では最大2mの縦ずれと、規模の大きな地表断層を合計10か所以上で確認しました。主に右ずれ成分を持つ逆断層の変動がチベット高原地域の変動方式と一致しますが、左ずれの変動方式の小魚洞（Xiaoyudong）地表断層も数kmに渡って現れました。これは、映秀—北川と灌県—安県二つの巨大な逆断層帯の変動量の違いによる局所的な左ずれと考えられます。

3. 長さ150kmの「震災の帯」と断層近傍の被害

この長大断層の破壊に伴い、映秀付近で長さ66km、幅20km、そのNE方向の延長上の北川付近で長さ82km、幅15kmの2つ震度XIの「震災の帯」ができました。震度X（JMA震度6相当）



写真1 清平（Qingping）鎮棋盤石に現れた地表断層（左端：縦ずれ4.5m、右横ずれ0.5m）。写真は西向き。西に斜め降りる道路に、地震後に逆に東向きの急崖ができました。断層が綿遠河の上流を挟んで山崩れの個所を結んでいます。

の帯の広がりには長さ224km、幅28kmにわたります。断層帯の近傍における道路(写真1)、建物(写真2,3)、橋、トンネル、ダム、崖崩れの被害にはバラツキが見られました。全壊と被害軽微の建物が共存していましたが、全般的に断層近傍の地震被害が大きいことが分かりました。山間部を走る地震断層の破壊は、広大な地域に崖崩れを引き起こし、その近傍に堰止め湖ができました。「震災の帯」では何千人という生き埋めによる被害が生じ、これは山間部の地震に特有の被害といえます。土砂崩れの大部分は断層の上盤側で断層から20km以内の領域で発生しました。断層(写真1)の近傍の地震動速度記録には周期5秒程度の大振幅(122cm/s)のキラーパルス(破壊的強震動)が見られ、この長周期で大振幅の地震動は、広範な地域に土砂崩れ、堰止め湖の被害をもたらした原因の一つと考えられます。

大きな被害を受けた映秀鎮(XI度)、漢旺(Hanwang)鎮(X度、表紙を参照)、北川县城(XI度)などは、大きな河川の流域に位置し、地盤条件が悪いことが被害を拡大させた要因のひとつと考えられます。今回地震のあった龍門山断層帯地域では、耐震設計基準は震度VII(JMA震度5弱相当)で、震度VIIを超えても建物が崩壊しないことが原則でした。都江堰市(IX度)、綿竹市(IX度)など都市部、鎮、郷レベルではきちんとした設計による建設が行われていましたが、農村では構造柱、梁など構造設計の十分ではない煉瓦組積造の建物が多く見られました。また古くて不適格な建物が多く存在しました。

4. 今後の課題

2000年以上に一回とも言われる再来間隔の長い内陸最大級の地震が発生したことで、地震学、地震工学、建築・土木工学などの科学技術のみならず、社会科学にも多くの課題が残されました。地表断層と被害状況の現地調査は、地震災害を研究する上で基本的なデータを提供する、重要な役割を担っています。内陸活断層において、汶川地震のように極めて長く、かつ二つの並行する断層が同時に破壊する地震はこれまで想定されていませんでした。M8クラスの地震を引き起こした龍門山長大活断層帯のモデル化などの研究は、中国は勿論のこと、将来の日本の地震被害軽減にも役立つと考えられます。

表紙の説明：漢旺(Hanwang)鎮(X度、JMA震度6相当)の北端にある山の中腹から撮影した町の被害状況。地表断層が写真の左下側に通過したため、山に近い部分は壊滅的な被害を受け、やや離れたところの比較的新しい建物は、被害の程度が比較的小さいと見受けられます。また綿遠河と数本小さな支流があり、地盤が比較的軟弱であることなど、いくつかの要因が重なった結果と考えられます。



写真2 虹口(Hongkou)郷八角廟に出現した縦ずれ断層。写真が北向き。西側が最大約6m隆起した断層が新築2階建てコンクリートの招待所を破壊しました。



写真3 山地と平野の境界における漢旺(Hanwang)鎮(X度、表紙を参照)は綿遠河の沖積平野に位置し、数多くの建物が倒壊して、死者が500人以上に達しています。

2008年岩手・宮城内陸地震で観測された非対称な地震動 ～トランポリン現象の発見～

地震研究部

青井 真・功刀 卓・藤原広行

1. はじめに

2008年岩手・宮城内陸地震に伴い、防災科研が運用する基盤強震観測網 KiK-net の観測点のうち、逆断層上盤側の断層直上（震央距離約3 km）に位置する一関西観測点（IWTH25）では、三成分合成で4022gal という非常に大きな加速度が記録されました（図1）。南北、東西成分がそれぞれ1143gal、1435gal（水平二成分合成で1436gal）、上下動成分が3866gal であり、三成分合成では重力加速度の4倍を超えており、おそらく自由表面（free surface）における地震記録としてはこれまでに観測された最も大きいものであると考えられます。通常は水平動が上下動に比べ2倍程度振幅が大きいですが、この記録は逆に、上下動が水平動に比べ2.5倍以上大きいという特徴を有しています。

この観測点では、深さ260m の観測井戸の底（S波速度が1800m/s を超える凝灰岩類）にも強震計が設置されており、南北、東西、上下成分がそれぞれ1036gal、748gal、683gal を記録しています。三成分合成では1077gal であり、工学的基盤（建築物の支持基盤、概ね $V_s = 300 \sim 700$ m/s）への入力地震動としては相当大きなものです。

2. 観測された不思議な非対称性

この加速度記録において最も特異な点は、地表における上下動成分が明らかに非対称な波形形状を示している点であり、上向きの振幅は下向きの2.2倍以上あります。一方、地中における上下動成分における包絡形状はほぼ上下対称であり、地表記録に顕著に見られる非対称はごく表層における現象であると考えられます。地震動は一般に、波動方程式に従うと考えられています。しかしながら、上下対称な入力地震動に対して、非対称な地震動を生むメカニズムは、これまでに知られている線形及び非線形の波動伝播理論では説明できないものであり、今回、初めて明らかにされた現象です。

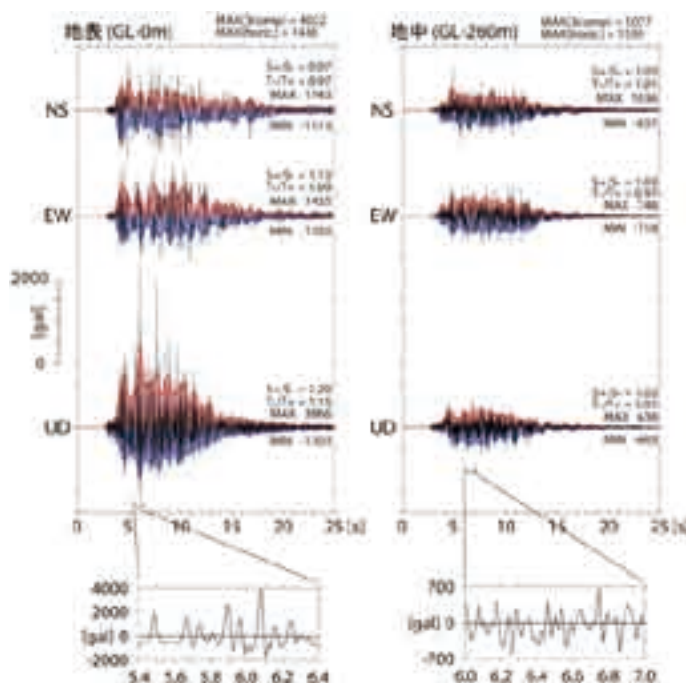


図1 岩手・宮城内陸地震の際に KiK-net 一関西 (IWTH25) 観測点で記録された加速度記録（左は地表、右は地中：GL-260 m；横軸の時刻原点は8:43:44）。各波形の上向き及び下向きの包絡曲線を赤および青の曲線で示しています。下図は、地上・地中の上下動に関して、最大値を含む1秒間の波形の拡大図です。

他の記録において、同様な現象が見られるかどうかを確認するため、6,800地震の20万以上の記録からなる K-NET と KiK-net の強震記録データベースの中から、重力加速度 ($1g = 980 \text{ gal}$) 以上の加速度を記録した14個の地震記録を解析したところ、そのうちの2つの記録(2004年新潟県中越地震の際の K-NET 小千谷観測点、2008年岩手・宮城内陸地震の際の KiK-net 東成瀬観測点)において、明瞭な非対称性が認められました。このような非対称性が生まれる条件は今のところ分かっていませんが、今回発見された非対称性は他の地震記録にもみられることから、大加速度の条件下で比較的一般的な現象であることが示唆されます。

3. トランポリン効果

我々はこのような現象の成因として、表層付近の地盤が大加速度の入力により弾性限界を超えてしまい、部分的に粒状体的な振る舞いをするモデルを提唱し、トランポリン効果と名付けました。

粒状体のモデルとして砂箱を考えた場合、上向きの加速に対しては固まりとして振る舞い、弾性的な性質を持ちます。一方、下向きの加速に対しては、その加速度が小さい場合には上向きの場合と同様な振る舞いが期待されますが、その加速度が重力加速度を超えると、もはや固まりとして振る舞うことができず、砂同士の相互作用が極端に小さくなり、粒状体的な振る舞いが卓越することが想定されます。

このような振る舞いは、トランポリン上で跳ねている人の挙動と似ています。つまり、トランポリンから反発力を受けている間は大きな上向きの力を受けることになりますが、宙に浮いている間は重力加速度 ($1g$) による下向きの力を受けるのみとなります(図2A)。この、トランポリンを模擬したモデルによる地震動は、下向きの加速度が概ね $1G$ で頭打ちするのに対し、上向きの加速度が大きいという、観測事実と整合的です。強震動時の表層媒質は、完全に粒状化するわけではないため、弾性的な振る舞い(図2B)と粒状的な振る舞い(図2A)の中間的な振る舞い(図2C)となると考えられます。図2Cに示したトランポリンモデルによる模擬波形は、図1の左下に示した観測波形の拡大図の性質をよく再現しています。

表層地盤がどのようなメカニズムで粒状体の性質を帯びるのか、また、非対称性を示す条件などに関しては具体的には明らかにはなっておらず、今後研究を進めていく必要があります。

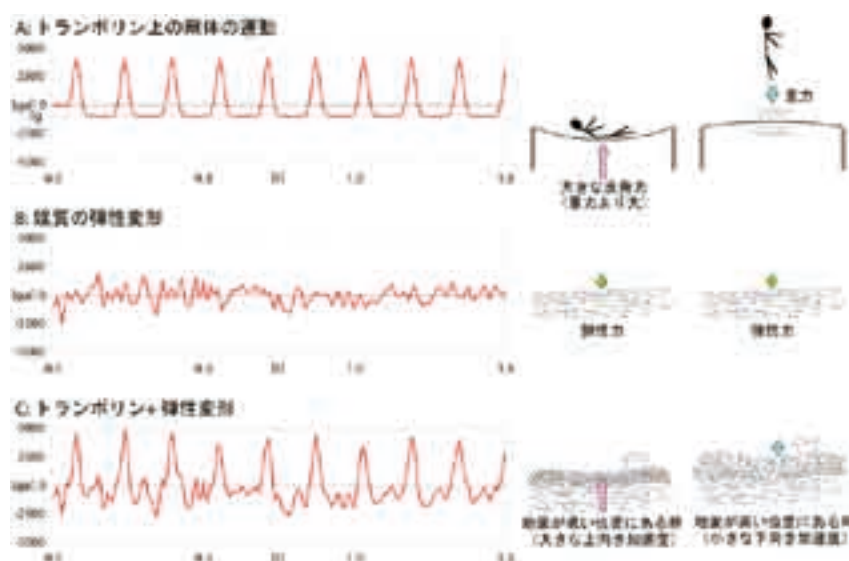


図2 A：トランポリン上の剛体運動を単純化したモデル。B：媒質の弾性変形。C：トランポリン上の剛体運動と媒質の弾性変形の和。KiK-net 一関西観測点で記録された地表加速度波形の特徴(振幅及び周期の非対称性)をよく再現しています。

二つの地震で生じた巨大地すべりの地形地質的背景

防災システム研究センター

井口 隆

1. はじめに

2008年は5月と6月に中国と日本で相次いで内陸地震が発生した。ともに多数の地すべりが起きて、甚大な被害を生じた。さらに2つの地震とも巨大地すべりの発生が我々を驚かせた。岩手宮城内陸地震では全長1,300mの荒砥沢地すべりが起き、四川地震でも全長5kmにおよぶ大光包地すべりをはじめいくつかの巨大地すべりが起きた。このような巨大地すべりの発生を抑止することは現在の科学技術では難しいが、こういった場所にどの位の規模の地すべりが発生する可能性があるか分かれば、被害を小さくできる可能性がある。地震と同様に地すべりも繰り返し起きることから、防災科研で作成している地すべり地形分布図から得られた知見なども加えて地震による巨大地すべり発生 の地形地質的背景について考えてみたい。

2. 岩手・宮城内陸地震と荒砥沢ダム の巨大地すべりについて

岩手・宮城内陸地震で生じた最大の地すべりは荒砥沢ダム上流に生じた幅900m、全長1,300mの巨大地すべりである(写真1)。推定土砂量は7,000万 m^3 に達する戦後最大規模の変動であった。すぐ下流に荒砥沢ダムの貯水域があったが、幸いダム湖に流入した土砂量が少なく、貯水がダムから越流する事態は避けられた。荒砥沢地すべりが発生した範囲の大半は防災科研が刊行している地すべり地形分布図で地すべり地形とされており(図1)、過去に変動した地すべりの再滑動である。今回の地震では滑動しなかったが、周辺にも同じ形態の地すべり地形の分布が認められ、地震地すべりがこの地域において何度か発生していたことを示唆している。荒砥沢地すべりの移動体主部は森林や道路を広範囲に載せたまま並進的に300m滑っていることから、層すべり型の運動であったと推測される。その後の、ボーリング調査等によって、すべり面の傾斜が 4° と極めて緩いことや砂とシルト層の互層からなる堆積層で滑っていることが明らかになった(山科ほか, 2009)。

3. 中国四川大地震による巨大地すべり

2008年5月に起きた四川大地震においても龍門山断層に沿って大規模な地すべりが多数発生し、全長1kmを超える巨大地すべりもいくつか発生した。その中で最大規模の地すべりは標高3,047mの峰の東斜面で発生した大光包地すべりで、その変動量は7.42億 m^3 に達し、石灰岩層で生じた層



写真1 荒砥沢地すべりの全景(共同通信社)

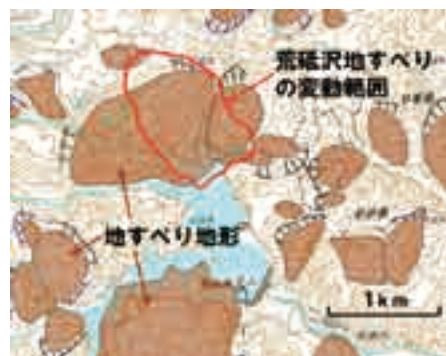


図1 荒砥沢周辺の地すべり地形分布図と地震地すべりの変動範囲

すべりと報告されている(黄ほか, 2008)。

2008年の現地調査では大光包地すべりには道路事情のため接近することができなかったが、2番目に大きいとされる清平地すべりについては直下から眺めることができ(写真2)、その滑りの形状から大光包地すべりと同様の地質状態の斜面が層すべりを起こしたことが読み取れた。すべり面の勾配は 15° 前後と推測され、四川地震で多数起きている他の地すべりより緩い勾配である。幾何学的にもすべり面が緩いほど広い面積の滑りとなることから、地震による巨大地すべりは比較的緩い勾配の層すべりが多いと考えられる。



写真2 四川地震で2番目の規模の清平地すべり全景

4. 地震で起きる地すべりの特徴と巨大地すべり発生の背景

今回の両地震に限らずこれまでの国内外の地震地すべりの発生状況を概観すると、発生場所の地質条件が違っていても特定の地層をすべり面として滑動を起こす層すべり型の地すべりが多い。例えば変動量は小さいが1949年に起きた今市地震では、傾斜わずか 1° の大谷川の扇状地面において地盤中に挟在する降下火山灰層の上の地盤が10数cmほど下流側に変動したことが井戸抗の調査で明らかにされた。すでに、地すべり地形分布図の作成によって東北地方には幅1kmを超える巨大地すべりが多数分布することが明らかにされ、その分布と古い埋没カルデラの分布が良く重なることから巨大地すべりの発生素因がカルデラ内に堆積した湖成層と指摘されている(大八木, 2001)。これまで巨大地すべりの発生誘因は解明されていなかったが、今回の荒砥沢地すべりの変動事例によって、地震を誘因として起きた可能性が大きくなった。荒砥沢地すべりも栗駒山南東麓の古カルデラに堆積した湖成層の分布域にあたり、湖成層である砂岩・シルト岩の互層中にある地震動に対して脆弱な地層が急速な強度低下を起こして滑りに至ったと考ええると整合的である。

今後も山地の直下で起きる内陸地震によって、古いカルデラ内に堆積した湖成層が分布する地域において巨大地すべりが起きる可能性が考えられる。既に巨大地すべりが分布している地域ではそれを想定した防災対策が望まれる。

5. まとめと今後の課題

現在進めている地すべり地形分布図の作成によって、日本列島には予想以上に地すべり変動の跡地が残されていることが明らかにされた。従来、地すべりの発生要因は雨や融雪による地下水の上昇が主たる要因と考えられてきたが、ここ数年相次いで発生した地震地すべりの事例から、大規模な地すべり変動は地震によって発生する割合が多いと考えられようになった。発生頻度が低い地震による地すべりの研究は過去の事例に学ぶ必要があるが、そのためには歴史地震で生じた事例に加え、地すべり地形を呈する斜面のうち地震によって生じた地すべりの選別も重要な課題である。地震による地すべりの研究はほとんど始まったばかりで、メカニズムなど未解明の問題も多く残されている。

最近宮城県の「松島」が地すべりによって形成されたという説が出されたが(長谷川ほか, 2008)、その誘因は地震である可能性が大きい。また琵琶湖の湖岸や大分湾の瓜生島が地震によって水中に没したという記録が残されており、これらは湖岸や海岸で生じた地すべり変動と考えられる。また雨や融雪の影響が及ばない海底地すべりに関してもほとんどは地震によると考えられる。今後の地震地すべりに対する防災対策を考えた場合、山地の地すべりに加え、予想外の被害が生じる可能性を持つ海岸・湖岸や海底斜面で生じる地震地すべりも合わせ、総合的に研究を進めて行く必要がある。

引用文献

- 山科真一ほか(2009): 岩手宮城内陸地震で発生した荒砥沢地すべり。地すべり, Vol.45, No.5, 42-47.
 長谷川修一ほか(2008): 日本三景松島は巨大地すべりによって形成された。応用地質学会研究発表会講演論文集, 135-136.
 大八木規夫(2001): 東北地方南部における大規模地すべり地形とカルデラ。深田地質研究所年報, No.2, 121-135.
 黄潤秋ほか(2008): 文川地震触発大光包巨型滑坡基本特性及形成机理分析。工程地質学報, Vol16, 730-741.

E-ディフェンスの挑戦 ～耐震工学研究のブレークスルー～

兵庫耐震工学研究センター

中島 正愛

1. はじめに

E-ディフェンスは、防災科学技術研究所が管理・運営する実大三次元震動破壊実験施設の愛称です。EはEARTH(地球)を表し、地球規模で地震防災をとらえるとともに、人々の生命と財産を守る研究開発への期待が込められています。E-ディフェンスは、平成7年1月17日に発生した兵庫県南部地震が契機となり、これまでの実験施設では不可能であった実物大の構造物の破壊現象を解明することを目的として計画されました。平成12年1月の建設開始後、5年の歳月をかけて平成17年3月に完成しました(図1、表1)。E-ディフェンス完成から4年目となる今回の成果発表会では、これまでに取り組んできた耐震実験研究を振り返るとともに、今後目指す方向についても言及します。

2. E-ディフェンスを活用した耐震実験研究の現状

防災科研・兵庫耐震工学研究センターは、平成17年のE-ディフェンス稼働開始以来、実大規模のモデルを用いて構造物が破壊に至るまでの震動破壊実験を主体的に実施し、阪神・淡路大震災で見られた構造物被害や耐震補強の有効性等に着目した構造物の耐震安全性向上に繋がる実証データの取得・蓄積を進めています。ここでは、その代表的な実験を紹介しますが、詳しくはポスター発表を参照下さい。

木造建物は、国民に最も身近な構造物であり、兵庫県南部地震では倒壊による被害が多数発生しました。E-ディフェンスでは、膨大な数が残る耐震性に劣る既存木造住宅を、きたる大地震に備えるため、どのようにすべきかを課題として、実大実験を実施しています。平成17年度には、同一の施工業者が同時期(築31年)に建築した、同じ構法、構造仕様、劣化程度の建て売り住宅2棟をE-ディフェンス震動台上に移築し、一方はそのまま、他方は耐震補強工事を施し、震動台実験を行いました。震動実験では、兵庫県南部地震の震度Ⅶ地域で観測された地震波を入力した結果、写真1に示すように、補強しない住宅(写真左の建物)では1階が完全に潰れてしまう一方で、補強を施した住宅(図右の建物)は、外壁や底の落下などの損傷はあったものの、なおしっかりと立ち続けていました。本実験では、これまで得られなかった建物が倒壊する過程の映像や計測データの取得、耐震補強の有効性や耐震診断の信頼性の検証などの数多く



図1 E-ディフェンス全景

表1 E-ディフェンスの基本仕様

項目	仕様	仕様
震動台面積 (Vibration Area)	1,200 m ²	
震動台厚 (Vibration Bed)	200 mm	
震動台構造 (Vibration System)	圧入・引抜き・回転・変位制御 (Push/Pull/Torque/Displacement Control)	
震動台能力 (Vibration Capacity)	最大 (Maximum)	最大 (Maximum)
震動台速度・変位 (Vibration Velocity/Displacement)	最大 (Maximum)	最大 (Maximum)
震動台質量 (Vibration Mass)	200,000 kg	75,000 kg
震動台高さ (Vibration Height)	±100 mm	±50 mm
制御システム (Control System)	リアルタイム (Real-time)	非リアルタイム (Non-real-time)



写真1 木造建物実験

の成果を得ることができました。さらに、本実験映像が実験直後の夜のニュースで日本中に流れ、国民から大きな反響を得ることができたことは、E-ディフェンスがもつべき役割の一つを果たしえたと言えます。

学校施設は、大地震時に、児童・生徒の生命を守るとともに、避難所としての役割を果たす必要があるため、構造物の十分な耐震性能のみならず、非構造部材・設備等を含んだ構造物の機能維持が強く求められています。今なお耐震性能の低い学校施設は数多く存在しており、その耐震改修促進は急務となっています。平成18年度には、学校校舎を模した3階建鉄筋コンクリート試験体2体を作り、E-ディフェンスで実大震動実験を実施しました。2体の試験体は同一の設計で、1体は既存の古い設計のままであり、もう1体はまったく同様に設計施工した後に耐震補強(写真2参照)を施しました。震動実験では、兵庫県南部地震の神戸海洋気象台で観測された地震波を入力した結果、無補強の校舎は1階柱が大きく破壊し、構造物としてはほぼ崩壊状態に至りましたが、補強した校舎は健全な状態を維持しました。なお、この実験では、室内に机椅子を配置し教室内を再現しましたが、補強の有無にかかわらず什器類は大きく移動し、児童・生徒の安全性確保に関わる新たな課題を提示しました。



写真2 学校校舎の鉄筋コンクリート建物実験

平成19年度には、平成17年春から開始した、米国 NEES (Jorge Brown Jr. Network for Earthquake Engineering Simulation) プロジェクトとの共同研究の一環として、鉄骨造建物、橋梁構造物の実大実験を実施しました。特に、4階鉄骨建物の実験では、兵庫県南部地震における最大規模の観測地震波により、現行基準による設計であっても建物が層崩壊する事例(写真3)を示すとともに、崩壊に至るまでの耐震性能・余裕度について検証することが出来ました。本実験結果は、関係学会が発行する設計指針改訂に反映されており、安全な国の実現に大きく貢献する結果となっています。



写真3 鉄骨建物実験

一方、基盤研究や技術開発の進歩や社会の変化に伴い、新たな知見や地震防災へのニーズが生まれつつあります。特に、東海・東南海・南海地震等の海溝型の大規模地震が引き起こす長周期地震動の高層建物等への影響、大規模地震時における医療施設等・重要施設の機能継続に関する研究が望まれるようになってきています。これらの課題に対しては、文部科学省からの委託研究「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト」としてE-ディフェンスを活用する実験研究に取り組んでおり、平成19,20年度に実大実験を実施しました。

3. E-ディフェンスを利活用した耐震実験研究の今後

防災科研は、E-ディフェンスを利活用した耐震工学研究の基本目標を、「地震災害から国民の生命・財産を守り、安全・安心な社会を実現するため、わが国で近い将来起こるとされている大規模地震に対する、行政・経済・教育・医療・暮らし等の機能を有する建物や、社会を支える産業施設・ライフライン等の構造物について、破壊を含む耐震性能・機能維持性能を、高精度に評価・予測できる技術(数値震動台)を実現するとともに、これらの研究成果を地震防災・減災に効果的に結びつける。」と定めています。E-ディフェンスを活用する今後の実験研究では、建築・土木構造物を始めとし、防災性向上が必要な様々な施設等を研究対象に、それらの破壊過程解明と数値震動台確立のために必要な基礎的・実証的データの蓄積を積極的に進めていきます。

特別講演

文化遺産の防災に関わる研究と事業展開の現状

立命館大学教授、NPO災害から文化財を守る会理事長
土岐 憲三

【講演概要】

人類共通の財産である文化遺産を自然災害から守ることは非常に重要なことであり、昨年11月に、通称「歴史まちづくり法」が施行されるなど、注目を浴びている課題です。NPO災害から文化財を守る会の理事長として、精力的にこの問題について活動をされてきた土岐憲三教授より、ご自身のこれまでの活動も踏まえながら、「文化遺産の防災に関わる研究と事業展開の現状」について講演していただきます。

【土岐教授ご略歴】

1938年香川県生まれ。1961年京都大学工学部土木学科卒業。1966年京都大学大学院工学研究科博士課程修了。1976年京都大学教授（防災研究所、工学部）。1996年東京大学工学系研究科客員教授。2002年立命館大学立命館グローバル・イノベーション研究機構教授、理事長顧問、歴史都市防災研究センター長。

地震工学専攻、京都大学工学博士。日本学術会議研究連絡委員（災害工学、基礎工学、地震工学）、日本土木学会理事・副会長、日本自然災害学会会長、日本地震工学会会長、国際連合上級科学顧問、世界地震工学会議日本代表などを歴任。土木学会論文賞受賞、国土庁長官表彰、通商産業大臣表彰。2006年9月6日「防災功労者内閣総理大臣表彰」受賞。2006年度「土木学会功労賞」受賞。



2006年度土木学会賞授賞式において（左から3人目が土岐教授）

(講演メモ)

.....

MPLレーダ ～ゲリラ豪雨の事前予測と監視のための新技術～

水・土砂防災研究部

真木 雅之

1. はじめに

高度に発達した交通網や通信網を有し、数百万の人が生活する大都市には、局地的な豪雨に対する脆弱性が内在しています。アスファルト舗装の道路や密集したコンクリート建物のために、局地的な豪雨があると雨水が一気に下水道へ流れ込みます。排水処理機能がこれに追いつかない場合には雨水が下水道からあふれ出し、道路や鉄道の冠水、繁華街や地下街での浸水による被害が発生します。例えば、2008年には、東京都豊島区、兵庫県神戸市、愛知県岡崎市などで、局地的な豪雨による河川等の増水により尊い人命が失われました。東京都豊島区の場合、下水道工事の作業員5名の方が急な増水により流されて亡くなったほか、34家屋の床上浸水被害が発生しました。局地的な豪雨は、急激に発達するために、全国を対象とする現業のレーダネットワークでは捉えられない場合があります。防災科学技術研究所では、このような局地的な豪雨の監視と予測技術を確認するために、マルチパラメータレーダ(MPLレーダ、写真1参照)を用いた研究をおこなっています。講演では、MPレーダによる降雨量推定の原理について述べた後、2008年8月5日に東京都豊島区雑司が谷付近で発生した豪雨のMPレーダ観測結果を紹介します。そして、現在、首都圏で構築している、研究用レーダネットワーク(X-NET)の目的と概要について説明します。



写真1 千葉県木更津市役所の屋上に新たに設置されたMPレーダ (2008年)。

2. MPレーダによる豪雨観測

豪雨災害の発生を予測するためには、精度良い雨量情報が必要不可欠です。従来、Xバンド(3cm波長)のレーダは降雨減衰のために定量的な降雨観測には不向きとされていました。しかしながら、MPレーダ観測から得られる偏波間位相差はこの常識を一変させました。偏波間位相差とは、水平偏波と垂直偏波が降雨域を伝播する時に生じる両偏波間の位相差です。防災科学技術研究所は、この偏波間位相差を利用した降雨量推定手法を開発し、500m間隔、5分毎の雨量情報を求めることに成功しました。この手法の優れた点は、従来の手法が被る様々な誤差の要因(例えば、雨滴粒径分布の変動、レーダのキャリブレーション誤差、地形によるビームの一部遮蔽、降雨減衰、雹の混在など)の影響をほとんど受けないということです。これにより、地上の雨量計で補正しなくても、地上付近および上空の雨量情報を、精度良く求めることが可能になりました。

MPレーダが局地的な豪雨の監視に有効であることは、2008年の観測でも実証されました。図1は、2008年8月5日の雑司ヶ谷付近の豪雨を、気象庁レーダとX-NETのMPレーダがそれぞれどのように捉えていたのかを示した図です。同じ時刻の雨量分布ですが、両者の違いは明らかです。特に、雑司ヶ谷と大手町の間の降雨分布の違いは顕著です。MPレーダでは、降雨強度80mm/hを超える

豪雨域を捉えています。気象庁レーダでは捉え切れていません。図2は、MPレーダ推定雨量を地上の雨量計と比較した結果です。JMAレーダ雨量が過小評価する傾向があるのに対して、MPレーダ雨量は地上雨量と良く合っていることがわかります。

3. X-NET の構築にむけて

MPレーダの研究成果を元に、防災科学技術研究所は2006年から他の研究機関や大学と連携して、Xバンド気象レーダネットワーク(X-NET、図3参照)の構築を進めています。X-NETは、防災科学技術研究所、中央大学、防衛大学校、気象協会、電力中央研究所、気象研究所などの研究用レーダをネットワークで結び、観測から得られる降雨と風に関する情報をリアルタイムで配信する技術を確認しようとするものです。具体的には、首都圏を観測範囲とし、時間分解能が1～5分、空間分解能が100m～500mの雨量情報と風の情報を配信する技術を開発しています。

X-NETは新しい都市防災システムとして位置付けられます。その特徴としては、(1)都市の優れた通信インフラを活かしたネットワーク、(2)既存の研究施設の利用による即効性と経済性、(3)3000万人の住民が生活する首都圏が試験地、(4)エンドユーザ(研究者、国、地方公共団体防災担当者、民間気象関連会社など)とのやりとりを通じた研究開発が挙げられます。

4. 今後の展望

2008年に大都市圏で発生した都市型水害は、大都市が豪雨に対して脆弱であることを再認識させるものでした。そこで、国土交通省は、局地的な豪雨による水害の発生予測を目的として、東京圏、名古屋圏、大阪圏、北陸圏に現業用のMPレーダネットワークを整備し、3年間の試験運用を経て2013年度から本格運用する予定です。大都市圏における現業MPレーダネットワークは国内外でも初めてとなることから、実運用に向けて信頼ある降雨量推定アルゴリズムが求められます。防災科学技術研究所は、これまで開発したMPレーダ雨量推定手法や局地的な豪雨に関する知見、X-NETで開発中の技術を提供して行く予定です。

X-NETは都市型水害だけではなく、表層崩壊(崖崩れ)、強風、落雷、高潮などの様々な災害の予測に新たな情報を提供します。今後、これらの災害の軽減に向けて、関連研究機関や防災担当機関と連携をはかりながら研究を進めていきます。

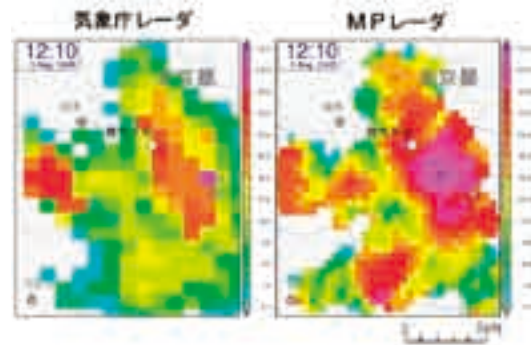


図1 気象庁レーダ雨量とMPレーダ雨量の比較。2008年8月5日12時10分。小さな白丸は雑司が谷の位置、灰色の丸はアメダス雨量観測点。

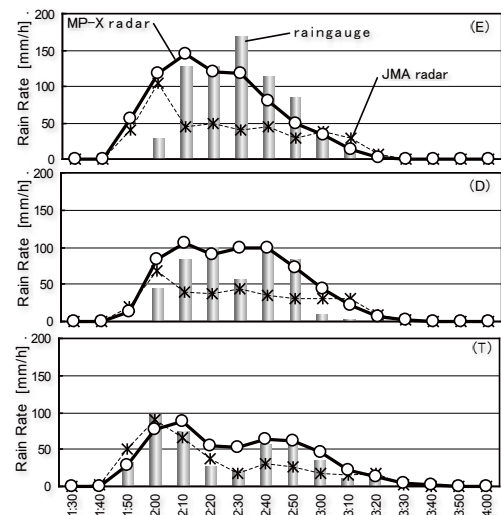


図2 MPレーダ雨量および気象庁レーダ雨量と地上雨量計との比較。2008年8月5日。地上雨量計は東京都環境科学研究所より提供。

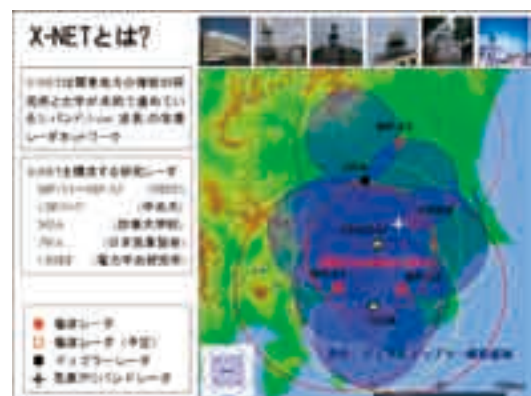


図3 X-NETに参加している各研究機関のレーダ配置と観測範囲。青色はドップラー速度合成領域で、風向・風速の分布が求まる領域。

災害リスク情報プラットフォーム ～基本構想と防災科研がめざすもの～

防災システム研究センター
藤原 広行

1. はじめに

防災科研では、これまで、「災害から人命を守り、災害の教訓を活かして発展を続ける災害に強い社会の実現」を目標として掲げ、地震、火山、気象、土砂および雪氷災害による被害の軽減に関する研究開発を行ってきました。こうした中、2007年6月1日に閣議決定された長期戦略指針「イノベーション25」では、技術革新戦略ロードマップの具体的施策である「社会還元加速プロジェクト」の一つとして、「きめ細かい災害情報を国民一人ひとりに届けるとともに、災害対応に役立つ災害情報通信システムの構築」が挙げられました。「イノベーション25」は、2025年までを視野に入れ、豊かで希望に溢れる日本の未来をどのように実現していくか、そのための研究開発、社会制度の改革、人材の育成等、短期、中長期にわたって取り組むべき政策を示したものです。これを受けて、防災科研では、2008年度より、「災害リスク情報プラットフォーム（BOSAI-DRIP）」の研究開発に着手しました。

2. 災害リスク情報プラットフォームの概要

私たちの生活は、地震、津波、噴火、豪雨、地すべり、雪崩などの自然災害の「リスク」と切り離すことができません。そこで、「災害リスク情報プラットフォーム」の開発プロジェクトでは、個人一人ひとりや地域が、それぞれ、自らの防災対策を立案・実行できるよう、地震災害をはじめ各種災害に関するハザード・リスク情報を提供すると同時に、それらを活用して防災対策を立案・実行できる環境を提供することを目的として、これまでに培われた自然災害に関する科学的研究成果や被災経験・教訓などの「知」を最大限に活かし、一人ひとり、そして社会全体の防災力を向上させるためのイノベーションの創出に取り組みます。

このため、以下の3つの研究開発を実施し、それらを有機的に結びつけることにより、「災害リスク情報プラットフォーム」の構築を目指します（図1）。

（1）災害ハザード・リスク評価システムの研究開発

自然災害に備えるためには、被りうる自然災害のリスクについて知ることが必要です。そのためには、専門的な調査・研究によるリスクの評価・可視化が重要となってきます。そこで、各種自然災害について、これまで培われてきた専門的な知見に基づくハザード評価、リスク評価を行い、その成果を可視化された「災害リスク情報」として提供します。その第一段階として、まずは地震災害を中心に研究開発を行います。

特に、地震災害に関しては、地震調査研究推進本部で進められている地震動予測地図高度化に資する検討を実施し、2008年度末を目途として、全国版の地震動予測地図の高度化・作成を実施してきました。2009年度からは、これら地震ハザード情報を、さらに高度・高精度化するための検討を実施すると共に、地震ハザード評価結果に基づいた、全国レベルでの地震リスク評価を実施し、それら情報を公開するため、既に公開中の地震ハザードステーション J-SHIS の機能拡張・高度化を



図1 災害リスク情報プラットフォームの研究開発の概要

行い、ハザード情報だけでなく、リスク情報も提供可能なシステムとして研究開発を行う予定となっています。また、地域を限定し、詳細な地震ハザード・リスク評価を実施し、それら情報の利活用に関する実証的な研究にも取り組んでいく予定です。

(2) 災害リスク情報活用システムの研究開発

変動し複雑化する社会においては、誰にも共通する唯一の防災対策を求めるのではなく、自らの状態や価値観、置かれた環境などに合わせて、それに適した防災対策を選択・創造していくことが重要です。そこで、得られる「災害リスク情報」をフルに活用し、個人や地域の特性に合わせた防災対策を立案し、実行できるサービスと手法の開発を行います。その第一段階として、まずは個人一人ひとりと地域コミュニティの防災対策を中心に研究開発を行います。

(3) 災害リスク情報相互運用環境の研究開発

ハザード・リスクの評価や防災対策の立案、実行を効果的に行うためには、そのために必要な知識や情報がいつでも得られる環境が必要となります。そして、その知識や情報は一カ所にあるのではなく、社会を構成する様々な主体が分散して保持、管理しています。そこで、その多様な主体が持つ知識や情報、すなわち「災害リスク情報」を相互に利用できるような情報環境の研究開発を行います。

3. 今後に向けて

「災害リスク情報プラットフォーム」を実現するためには、防災科研単独の取り組みだけでは不十分であり、関係機関との連携の下、様々な立場にある人々が、災害軽減という目標に向けて、多種多様な価値観を調和させ、災害リスク情報の創出・共有化・利活用の輪を拡げて行くことが必要となります。防災科研の本プロジェクトが核となり、こうした取り組みが広く世の中に受け入れられ、災害軽減に役立つものとなるよう努力したいと思います。

防災科学技術研究所基盤的地震観測網

— 政府・地震調査研究推進本部の施策に基づく整備 —

■ 地震調査研究推進本部の発足

平成7年1月17日に発生した阪神・淡路大震災は、約6,400名の死者を出し、10万棟を超える建物が全壊するという戦後最大の被害をもたらすとともに、我が国の地震防災対策に関する多くの課題を浮き彫りにしました。

これらの課題を踏まえ、平成7年7月、全国にわたる総合的な地震防災対策を推進するため、地震防災対策特別措置法が議員立法によって制定されました。

地震調査研究推進本部は、地震に関する調査研究の成果が国民や防災を担当する機関に十分に伝達され活用される体制になっていなかったという課題意識の下に、行政施策に直結すべき地震に関する調査研究の責任体制を明らかにし、これを政府として一元的に推進するため、同法に基づき総理府に設置（現・文部科学省に設置）された政府の特別の機関です。

■ 地震調査研究推進本部の基本方針

基本目標：「地震による災害の軽減に資する地震調査研究の推進」

目的：(1)地震現象の解明及びそれに基づく地震の発生予測

(2)地震動の解明とそれに基づく地震動の予測等

施策：◎総合的な調査観測計画の中核として以下の基盤的調査観測を推進

(1)地震観測

1)陸域における高感度地震計による地震観測（微小地震観測）

2)陸域における広帯域地震計による地震観測

(2)地震動（強震）観測

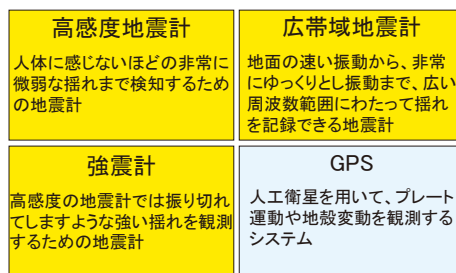
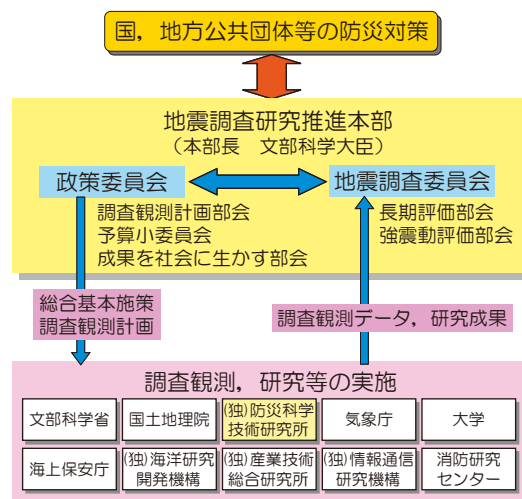
(3)地殻変動観測（GPS連続観測）

（赤字は防災科研担当項目）

(4)陸域及び沿岸域における活断層調査

◎調査観測研究データの蓄積・流通の推進

■ 地震調査研究推進本部の構成



■ 防災科学技術研究所の役割[地震調査研究推進への貢献]

○高感度地震観測網（Hi-net）



防災科研が培ってきた首都圏における深層観測技術、及び関東東海地域における高感度地震観測の実績に基づき、大学や気象庁等の既存の高感度地震観測施設と併せて、日本全国を20kmメッシュとなるように、防災科研が新たな高感度地震観測網の建設整備、運用等を行っています。

○広帯域地震観測網（F-net）



防災科研が従来から実施してきたFreesiaプロジェクトを引き継ぐ形で、大学等関係機関の協力を得ながら、全国を約100kmメッシュで合計約100ヶ所の広帯域地震観測施設の建設整備、運用等の業務を行っています。

○強震観測網（K-NET, KiK-net）



地震調査研究推進本部の計画策定より先に、全国的な地盤の強震動の観測を行うために、防災科研では全国を約20kmメッシュで覆う約1000ヶ所の強震観測施設から構成されるK-NETを完成させました。

また、Hi-netの観測施設には観測井戸の底と地表にそれぞれ強震計を設置し、KiK-netを構成しています。

○データ流通

高感度地震観測を実施している防災科研、大学、気象庁等は、それぞれの地震調査研究に関する業務を円滑に推進するため、防災科研が中心となって、リアルタイムで相互にデータ流通を行っています。

○データ蓄積と公開

防災科研の基盤的地震観測網（Hi-net, F-net, K-NET, KiK-net）だけでなく、相互流通している大学や気象庁等の高感度地震データを併せて蓄積、公開し、地震調査研究の推進を支えています。



日本の地下をCTスキャン

■はじめに

日本列島の下は、東から太平洋プレートが、南からフィリピン海プレートが沈み込み、非常に複雑な構造になっています。そのような場所で発生する地震の震源の位置を精度良く決めるためには、地震の波が伝わる速度の分布を三次元的に詳細に調べることが必要です。防災科研は日本全国に約800箇所の観測点から構成される高感度地震観測網(Hi-net)を整備しました。防災科研Hi-netの観測点で捉えられる地震波の到達時刻を読み取ったデータを使うことにより、日本列島の下の三次元的な地震波速度構造を地震波トモグラフィー法により推定することが可能になりました。

■地震波トモグラフィー法

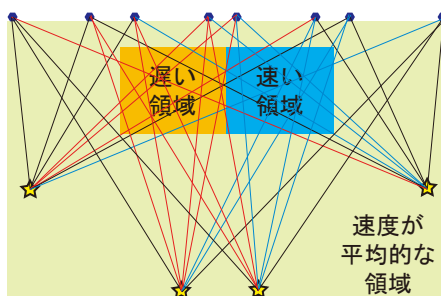
地震波トモグラフィー法は、CT(Computerized Tomography)スキャンのように、地震波を使って地球内部の構造を三次元的に推定する手法です。

震源と観測点の距離[km]

→ 地震波速度[km/秒]

震源から観測点までに
地震波が要した時間[秒]

多くの地震と多くの観測点の組み合わせることにより三次元地震波速度構造を推定できます。

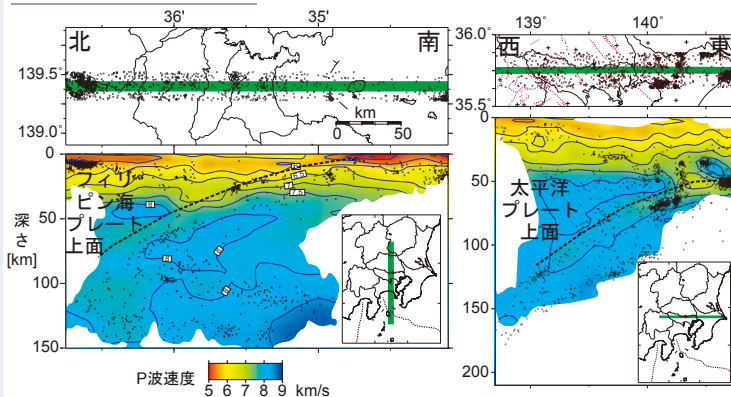


- ★震源
- 観測点
- 遅いところを多く通る地震波の経路
→ 所要時間が長い
- 速いところを多く通る地震波の経路
→ 所要時間が短い
- 平均的なところを通る速い領域も遅い領域も通る
→ 平均的な所要時間

■地震波速度から分かること

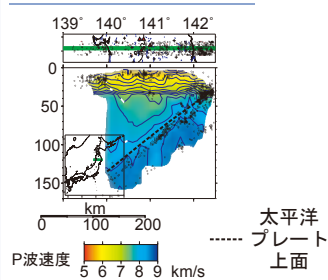
- ・自動処理では一次元速度構造で決めている震源の位置ですが、三次元的な地下の構造が分かると実際の構造に近い構造なので震源の位置を一層精度よく求めることができます。
- ・高速度領域: 堅い物質の存在が考えられます。高速度な沈み込むプレートの様子も分かります。
- ・低速度領域: 柔らかい物質の存在が考えられます。

■関東の下速度構造



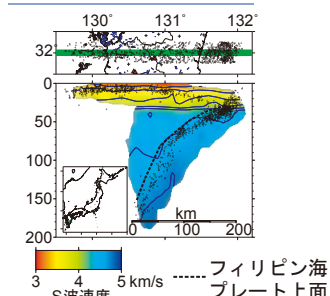
関東の下には、太平洋プレートとフィリピン海プレートが沈み込んでいます。南北断面ではフィリピン海プレート、東西断面では太平洋プレートの沈み込む様子がイメージングされています。

■東北の下速度構造



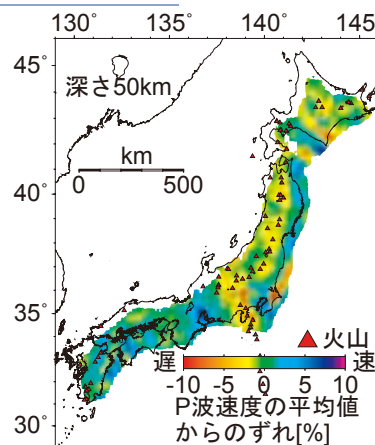
東北の下では、高速度な太平洋プレートの沈み込む様子がイメージングされています。

■九州の下速度構造



九州の下では、高速度なフィリピン海プレートの沈み込む様子がイメージングされています。

■深さ50kmの水平断面



深さ50kmでは、北海道から中部地方にかけての火山の下が低速度領域になっていることが分かります。福島県沖の低速度領域は、太平洋プレート最上部の海洋性地殻です。九州東岸や中国地方の下低速度領域は、フィリピン海プレートの海洋性地殻です。

■三次元速度構造モデルの公開

本速度構造モデルは、防災科研Hi-netのホームページにおいて公開されています。緯度・経度・深さにおけるP波・S波の地震波速度ファイルを、任意の点における地震波速度を計算できるプログラムと合わせてダウンロードすることができ、利用者は日本列島下の各所における地震波速度を計算できるようになっています。



http://www.hinet.bosai.go.jp/topics/sokudo_kozo/alljpn.php

揺れを感じない謎のゆっくり地震 ～房総スロースリップイベント～

■房総スロースリップイベント

房総半島東岸ではおよそ6年間隔で房総スロースリップイベントと呼ばれる特異なゆっくり地震が起きることが知られています。ゆっくり地震は、通常の地震に比べて断層運動が極めてゆっくり起きることが特徴です。このため通常の地震波はまったく放出されません。ゆっくり地震は巨大地震の断層面と推定される領域の近傍で起きることが知られており巨大地震との関連が注目されています。最近では2007年8月にこの房総スロースリップイベントが発生し、この活動に伴う地殻変動は防災科研の多数の傾斜計で明瞭に記録されました。

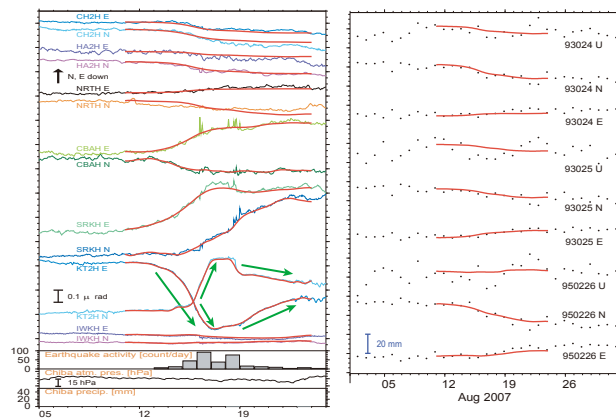


通常の地震とゆっくり地震。

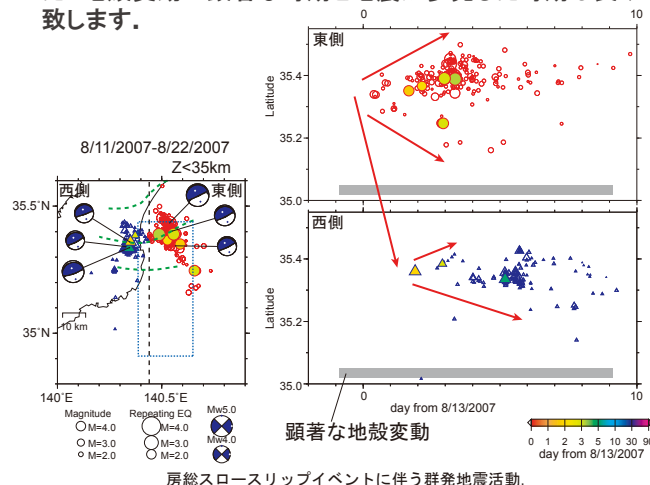
■房総スロースリップイベントに伴う地殻変動と群発地震活動

2007年8月の房総スロースリップイベントに伴う地殻変動が8月12日頃より防災科研の多数の傾斜計および国土地理院のGPSにより捉えられました。

2007年8月の房総スロースリップイベントに伴う群発地震活動は8月13日頃から東側で始まり西側に移動していきました。地殻変動の顕著な時期と地震が多発した時期は良く一致します。



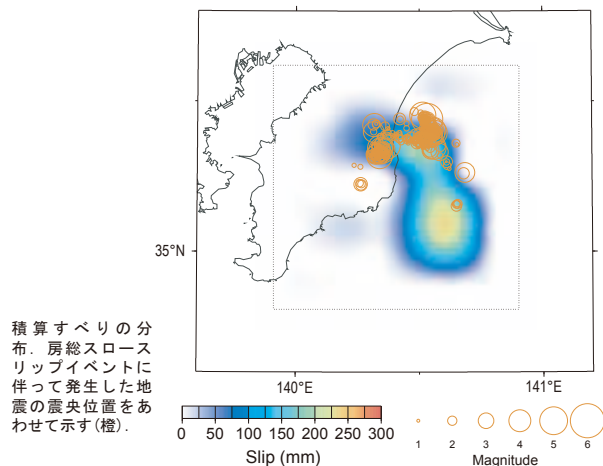
潮汐補正後の傾斜データ(左)およびGPS変位データ(右)の時系列。



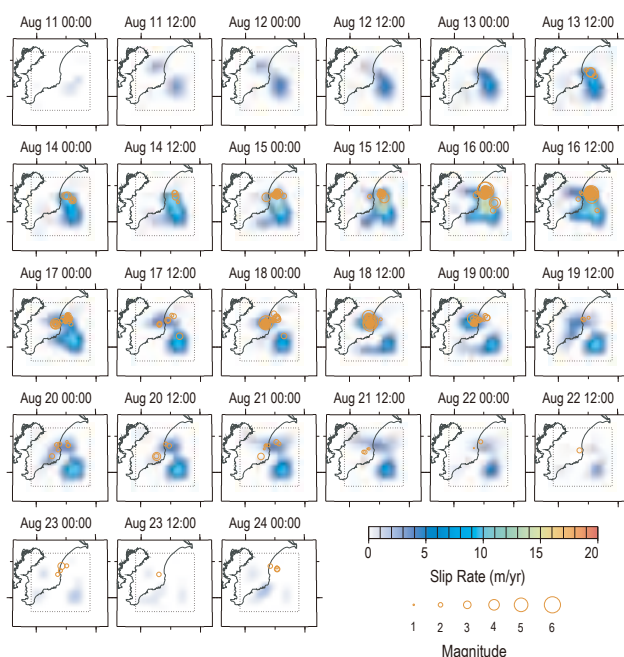
房総スロースリップイベントに伴う群発地震活動。

■すべりの時空間分布

傾斜計およびGPSにより得られた地殻変動データを用いてすべりの時空間分布をインバージョン手法により推定しました。推定の結果、南東部で最大 23 cm のすべりが推定されました。また、房総スロースリップイベントのすべりの大きい場所と地震の起きる場所が良い一致を示すことが明らかとなりました。このことから、地震はスロースリップイベントのすべりによって引き起こされたと推定されます。



積算すべりの分布。房総スロースリップイベントに伴って発生した地震の震央位置をあわせて示す(橙)。



すべり分布の12時間毎のスナップショット。房総スロースリップイベントに伴って発生した地震の震央位置をあわせて示す(橙)。

地震火山監視能力強化への国際貢献

概要

2004年スマトラ・アンダマン地震および津波は国を越えて多くの被害をもたらし、防災に関する国際的な連携の必要性が改めて認識されました。開発途上国における災害にはわが国が経験したものと共通する面が多くあることから、これまで蓄積してきた知見を応用できる場面が多いと考えられます。防災分野の先進国であるわが国は、国際協力活動を通じて世界の自然災害の防止・軽減に積極的に取り組むことが求められています。

防災科研では、開発途上国における地震火山監視能力強化のための国際貢献として、インドネシア・フィジー・トンガ各国の地震観測機関との間で、地震・津波監視の高度化のための広帯域地震観測と地震発生メカニズムの解明に関する共同研究を実施しています。エクアドルでは、同国の国立理工科大学地球物理研究所と共同で、火山監視強化および噴火プロセスの解明に関する研究を行っています。

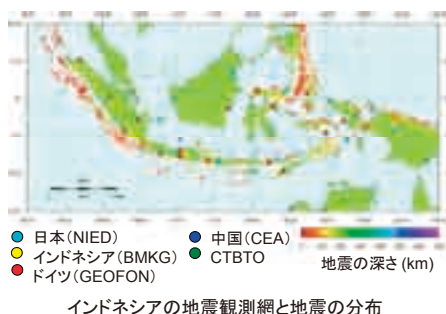
インドネシアとの地震・津波監視能力強化に関する国際協力

インドネシアでは、2004年12月に起きたスマトラ・アンダマン地震・津波により大きな被害を受けました。これを受けて、日本・ドイツ・中国等の国際協力によりインドネシアにおける早期津波警報システム(InaTEWS)が構築されました。防災科研がインドネシア気象気候地球物理庁(BMKG)と共同でインドネシア全域に整備してきた衛星テレメータ広帯域地震観測網(JISNET)は、InaTEWSの一部を担っています。

我々は、地震発生後いち早く震源についての詳しい情報を得るために、少ない観測点のデータから短時間で震源情報を推定できる解析手法とシステムの開発を行いました。

2007年9月には、スマトラ島ブンクル沖でマグニチュード8.3、7.9、6.8と大きな地震が連続して発生しました。JISNETデータを使った解析から、世界にさきがけてこれらの地震の震源に関する詳しい情報が発信されました。

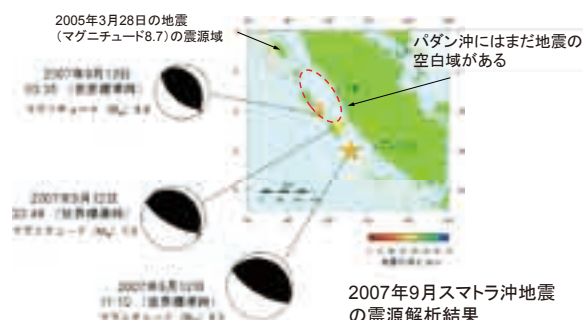
この解析システムをジャカルタのBMKG本庁に導入し、セミナーなどの開催を通して技術移転を行いました。その結果、現地スタッフのみで解析システムを運用することが可能となり、現在このシステムによる震源解析結果はBMKGの地震津波公式レポートに活用されています。



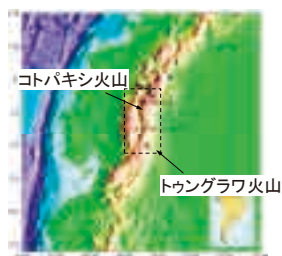
BMKGスタッフに講義



地震観測点の様子



エクアドルとの火山監視能力強化に関する国際協力



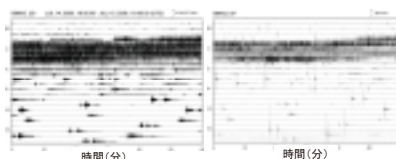
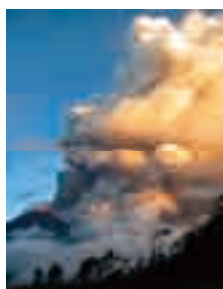
エクアドルの地形と主要な火山の分布(▲)



観測点設置の様子



IGから警戒情報が发出され、被害が最小限に抑えられた。



トゥングラワ火山が2006年7月14日に噴火したときの地震計の記録(左)と空振計の記録(右)

エクアドルにおける火山監視能力の強化を目的としたJICAによる技術協力プロジェクトにより、同国において火山災害リスクが高いトゥングラワ火山とコトパキシ火山に広帯域地震計と空振計による観測網が構築されています。防災科研は、このプロジェクトの国内協力機関として、観測機材の設置からデータ解析にいたる技術の移転に中心的な役割を果たしています。

2006年5月に、エクアドル国立理工科大学地球物理研究所(IG)と協力して観測点の設置を開始しました。このプロジェクトでは、広帯域地震計と空振計をトゥングラワ火山とコトパキシ火山に設置しました。これらのデータは、無線LANを使ってリアルタイムでIGに送信されています。またこのプロジェクトでは、現地スタッフにデータ解析技術を習得するための研修も実施しています。

2006年7月にトゥングラワ火山の活動が活発になり、火砕流をとまなう噴火が起こりました。この観測網によるデータは、IGが防災機関やマスコミへ火山活動情報を発信する際に利用されました。また、同年8月に起きたトゥングラワ火山噴火の際に、3~4千人の住民の避難にも役立ちました。

実大三次元震動破壊実験施設 (E-ディフェンス)

■ 実大三次元震動破壊実験施設(E-ディフェンス)とは



1995年に発生した兵庫県南部地震は、木造建築をはじめ、鉄筋コンクリートビル、橋梁、高速道路、港湾施設など、多くの構造物に甚大な被害をもたらしました。これを教訓として、今使用している建物や各種施設が大地震に対し、どの位安全か、安全でないならどのように補強すればよいのか、あるいはより大きい地震に対し、どの様に造れば良いのかを検討する必要があります。また、あの兵庫県南部地震(阪神・淡路大震災)から12年たちましたが、安心・安全の確保は国民の最大関心事です。来るべき大地震に対しての不安を解消できる新たな補強方法や新工法の開発には計算だけでは判らない点を検証することが必須です。

実大三次元震動破壊実験施設(愛称:E-ディフェンス)は、実大規模の建物(戸建て2棟分、中層建物そのまま)などに、兵庫県南部地震クラスの地震の揺れを、前後・左右・上下の三次元に直接与えることで、その揺れや損傷・崩壊の過程を詳細に検討できます。E-ディフェンスは構造物の耐震性向上に関わる研究開発と実践を促進する「究極の検証」手段です。

■ 主要施設と震動台の仕様

E-ディフェンスでは、主に実験棟、計測制御棟、油圧源棟、実験準備棟の4つの主要な施設により構成され、構造物の耐震性に関する実験研究の準備や実験が行われています。

三次元震動台の基本仕様



E-ディフェンス鳥瞰図

震動台の大きさ Table Size	20m x 15m	
最大搭載荷重 Payload	12MN (1200tonf)	
加振方向 Shaking Direction	X, Y - Horizontal	Z - Vertical
最大加速度 Max. Acceleration	900cm/s ²	1500cm/s ²
最大速度 Max. Velocity	200cm/s	70cm/s
最大変位 Max. Displacement	±100cm	±50cm



① 主油圧ポンプ



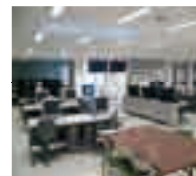
② 主アキュムレータ



③ 震動台



④ 400トン天井クレーン



⑤ 計測制御棟



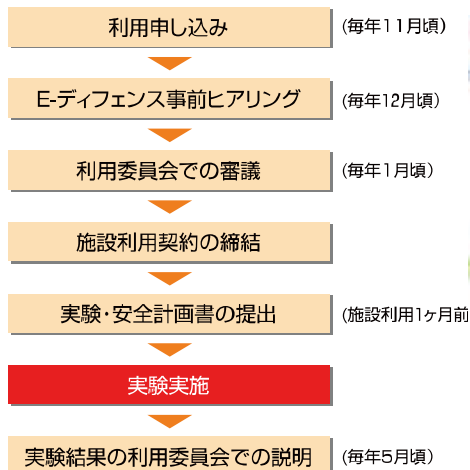
⑥ 実験準備棟

E-ディフェンスの各主要施設

■ 利用申し込みと利用料金について

E-ディフェンスは共用施設として、大学や各公的試験研究機関等との共同研究、あるいは、民間企業等からの委託による受託研究等も行予定です。震動台の利用については、毎年の公募により実験研究計画を提出後、実大三次元震動破壊実験施設利用委員会における審議を経て実施可能となります。

■ 利用方法



施設利用申し込みから実験実施までの流れ

■ 利用料金 (試験体の作成費、運搬、撤去費及び計測費等は含みません)

共用施設使用料＝占有使用料＋実験使用料＋一般管理費＋消費税
 占有使用料＝(1日当たり単価(約600万円/日)×占有日数)×課金率
 課金率＝X(研究開発の形態)×Y(データ・成果の公開性)
 X(研究開発の形態) 2分の1:共同研究(共同研究契約による相手方の負担経費)
 1分の1:委託研究、施設提供
 Y(データ・成果の公開性) 2分の1:公開する 1分の1:公開しない
 ※データ公開は実験終了2年以内とする。
 占有日数:震動台テーブルを試験体などで占有した日数
 実験使用料＝(人件費＋光熱水料＋消耗品費＋備品・装置使用料)×課金係数
 ①人件費＝1人1日当たり人件費(人・日)×実定事入日数
 ※1日当たり人件費は、当該実験時に着する研究開発サポート要員の人員費準拠
 ②光熱水料＝電力料・ガス料・上下水道料
 ※電料と使用時間とで算定:1日8時間まで約250万円
 ③消耗品費=E-ディフェンスの稼働により生じた消耗品等の実費
 ④備品・装置使用料=E-ディフェンスで稼働した備品(センサー類等)及び装置類(土壌計測器、防振装置等)の償出しに際する損耗
 ⑤課金係数:原則1分の1。ただし、共同研究の場合は相互協議による。

E-ディフェンスにおける利用料金の算定方法(2009年2月現在)

E-ディフェンスを活用した耐震工学研究(その1)

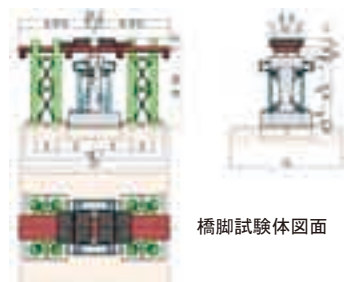


E-ディフェンス

■ 橋梁耐震実験研究 (自体研究)

1995年兵庫県南部地震ではRC(鉄筋コンクリート)橋脚に甚大な被害が発生しました。道路は、国民の日々のくらしや経済活動に無くてはならない社会資本です。道路を構成する橋梁の被害は震災直後の救援活動に大きく影響しますので、橋梁の耐震性能の向上が重要です。

本実験は、実大規模のRC橋脚試験体を用いた震動台実験を行い、その耐震性能・破壊過程を検証し、耐震性能の向上を目的としています。試験体は、1970年代に建設されたRC橋脚(旧橋脚)を再現したものや現在建設されている実大規模のRC橋脚を用いております。実験は中央に試験橋脚を置いた2径間の橋梁形式の実験装置を震動台上に設置して行います。実験では橋脚上部の桁が大きく揺れて、これまでに例がない実大RC橋脚のせん断破壊、曲げ破壊のデータ・映像を捉えることに成功しました。実験で得られたデータは、研究者に提供され、橋梁の耐震設計や学術的研究への利活用が期待されます。



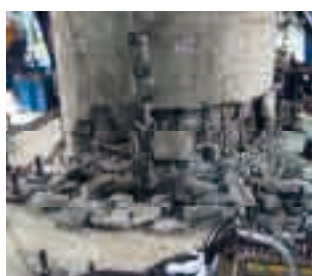
橋脚試験体図面



橋脚試験体



段落し部せん断破壊(旧橋脚)



基部曲げ破壊(旧橋脚)



基部曲げ破壊(現在)

■ 鉄骨造建物実験研究 (自体研究)

地震災害の軽減をめざし、安心・安全な国づくりを実現するためには、一般的な建築構造物の30%強を占める鉄骨造建物の耐震性能の向上は必要不可欠です。防災科学技術研究所では、鉄骨造建物を対象に、2005年度から5ヶ年の計画で、「鉄骨造建物実験研究」を実施中です。

■ 完全崩壊再現実験

現在の耐震設計基準に従って設計・施工された既存の鉄骨造建物の耐震性能を確認するため、実大の4階建て試験体の加振実験を実施しました。試験体に非構造部材を組み込むことによって、それらが構造部材へ与える影響や、機能性に対する損傷の程度を、把握します。

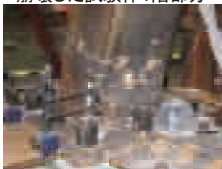
実験では、設計レベルを超える地震動としてJR鷹取波100%の加振を行いました。その結果、試験体1層柱の上下に局部座屈が生じて柱が大きく傾き、建物の鉛直支持能力が失われる層崩壊を、再現することができました。



実大4層鉄骨試験体



崩壊した試験体1階部分



局部座屈した試験体1階柱

■ 制振・免震検証実験

現在、高層建物を中心に普及が進んでいる、制振・免震構造は、未だ巨大地震に遭遇していません。大地震時における、その本当の構造性能を、実大震動台実験によって検証します。

制振装置(ダンパー)は、4種類を順次使用し、中小地震から大地震時までの応答の違いを確認します。実験結果は実務者・研究者に提供され、耐震設計や学術的研究への利活用が期待されます。



制振5層鉄骨試験体

■ 汎用テストベッドシステム

新しい耐震構造システムを開発するには、様々な種類の試験体を簡便かつ安価に実験できることが必要です。現在、E-ディフェンスの震動台用に、汎用テストベッドと呼ばれる、試験体に質量と剛性を付与する、新しい実験システムを製作中です。

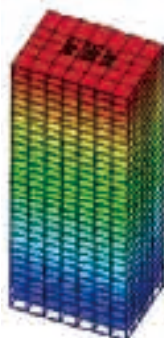


4層完成予想図

■ 数値震動台研究プロジェクト (自体研究)

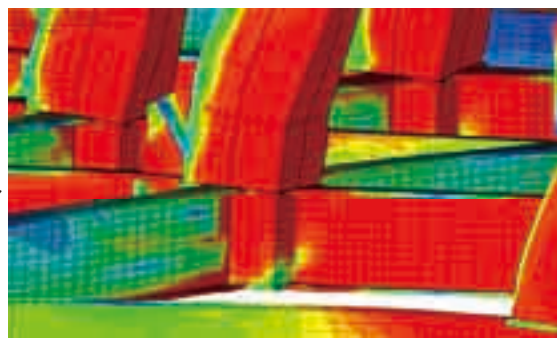
E-ディフェンスによる実験の高精度解析等を目的とした、スーパーコンピュータによる構造物の耐震シミュレーション計算システム「数値震動台(E-Simulator)」の開発を進めています。

超大規模数値解析手法を組み込んだプロトタイプのエ-Simulatorの開発を行い、31階鉄骨造超高層ビル地震時動的応答計算を実施し、詳細かつ高精度の崩壊挙動シミュレーションが可能であることを確認しました。



左:31階鉄骨造超高層ビルのモデル

右:31階鉄骨造超高層ビルの接合部ディテール



E-ディフェンスを活用した耐震工学研究(その2)

E-ディフェンス

■ 伝統的木造軸組構法の耐震性能検証に関する実験 (共同研究)

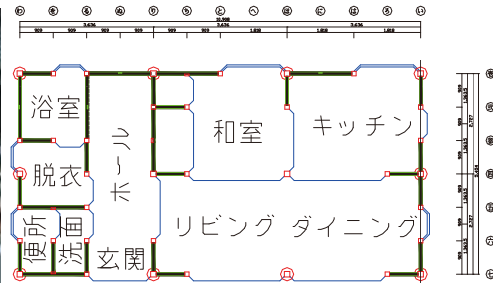
(財)日本住宅・木材技術センターと共同で伝統的木造軸組構法の実大住宅2棟(A棟、B棟)の性能検証震動台実験を実施しました。

伝統的木造軸組構法の建物は、これまで一般的に技術の伝承としての仕様に基づき建設されてきましたが、このような建物に対して構造的な安全の検証が求められています。本研究では、伝統的木造軸組構法住宅の設計法を新たに開発し改正建築基準法に基づく当該建物の審査に係る環境を整備することにより、これらの建築物の円滑な建築に資することを目的としております。

実験では、(財)日本建築センターが作成したBCJ-L2波、1995年兵庫県南部地震において神戸市内で観測された記録波などを用い、建築基準法で想定される程度の地震力および想定以上の地震力に対する建物の応答などを計測しました。両棟とも建物の柱にひび割れ、1階の土壁が脱落するなどの被害が見られました。実験で得られたデータは現在、研究者・実務者によって解析を行っています。



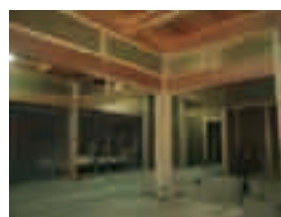
伝統木造試験体 (A棟)



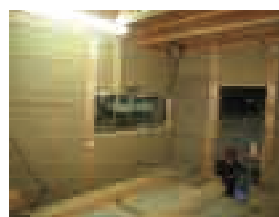
伝統木造試験体1階平面図 (B棟)



土壁施工中のB棟1階



実験前のA棟1階

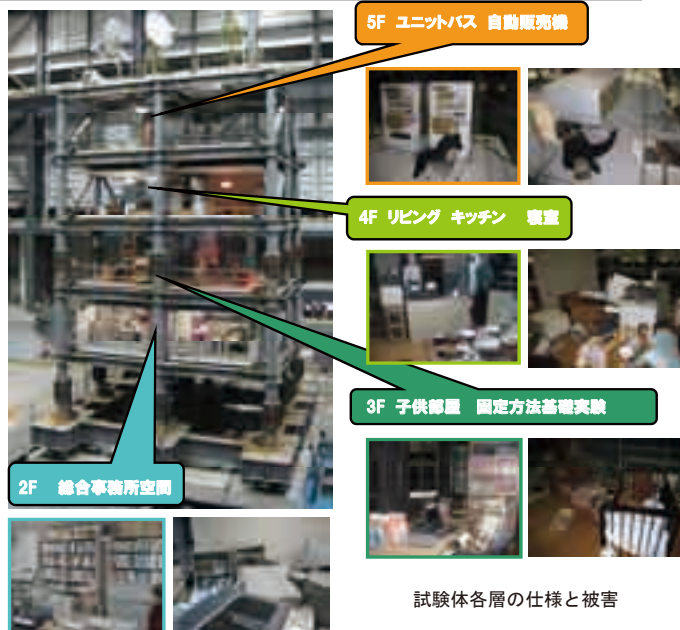
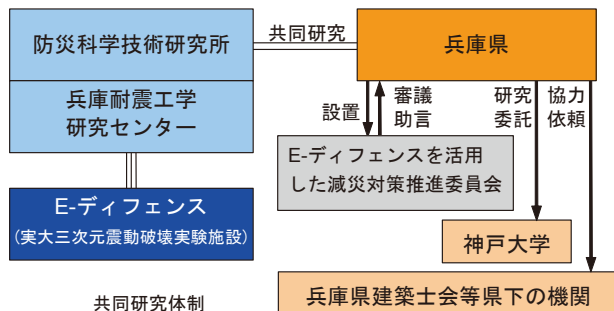


実験後のB棟1階

■ 大振幅を生じる地震時高層建物の室内安全と機能に関する実験研究 (共同研究)

本実験は、兵庫県との共同研究として企画されています。実験は、E-ディフェンス震動台上で高層建物の揺れを再現するもので、再現手法の構築そのものが重要な研究課題です。テーマは、家具・什器などの転倒・飛散によって室内外で起こりうる危険現象の把握と対策という、社会一般に密接した内容であり、速やかな社会還元体制が必要とされます。

E-ディフェンス震動台の限界を超える応答を再現するために、本実験では震動台と5層の鋼構造架橋である上部構造物の間に増幅システムを組み込みました。再現した大振幅の床応答によって、各室内は写真に示すような重大な被害を受けました。



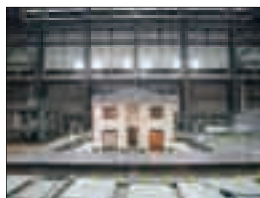
■ 他研究機関・民間によるE-ディフェンス活用 (共同研究・施設貸与実験)

E-ディフェンスは世界一の性能と規模を持ち、世界の耐震工学関係者から注目を集めています。日本国内に限らず、ヨーロッパ、北米の研究機関からも利用申し込みがあり、すでに共同研究として実験を実施しました。イタリアのIVALSA(イタリア国立樹木・木材研究所)との共同研究では、木造7階建ての試験体に2007年新潟県中越沖地震の地震波を入力し、E-ディフェンスの性能と耐震工学における有用性を広く世界に発信しました。2009年度には、アメリカの研究組織NEESとの共同研究の一環として、鉄骨造・橋梁研究と共に木造研究としてNEESWoodプロジェクトが実施される予定です。

E-ディフェンスの利用は研究機関だけに限定されず、民間企業に対しても積極的に施設貸与を行っています。これまで、複数の企業が、自社製品の品質確認や想定外の地震を受けた場合の挙動把握のために、E-ディフェンスによる実験を行いました。

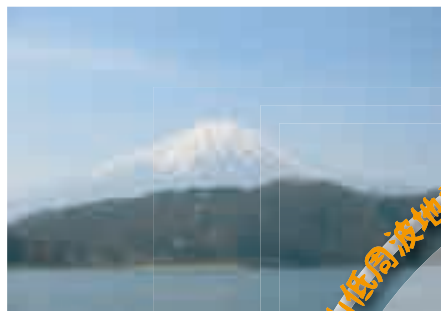


上下: 民間企業への施設貸与

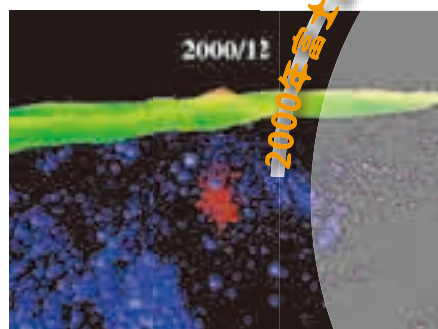


木造7階建て実験(イタリアIVALSAとの共同研究)

火山災害による被害の軽減



2000年富士山低周波地震活動の活発化



火山との共生を目指して

私たちの住む日本には北海道から九州にかけて、実に100ヶ所以上もの火山が分布しています。また、世界にも活発な火山がたくさんあります。最近では2000年有珠山・三宅島噴火、富士山の低周波地震活動の活発化、2004, 2009年浅間山の噴火がありました。古代から現在に至るまで、火山はその活動によって人間社会に大きな影響を与えてきました。



海外の火山



2000年三宅島噴火活動



火山観測と火山現象の数値シミュレーション

富士山・三宅島・伊豆大島・硫黄島・那須岳等で地震・地殻変動観測を中心とした火山活動の観測を行っています。

火山活動観測網の位置

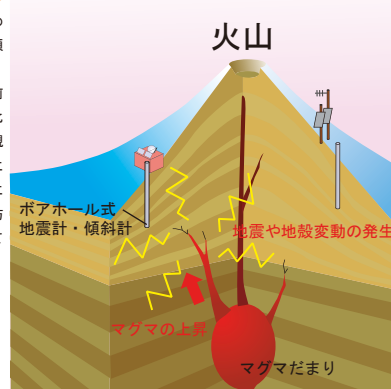


火山観測施設



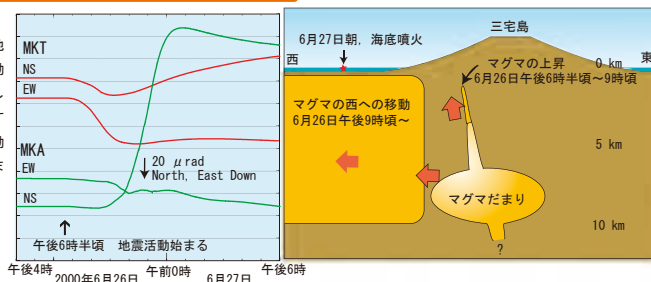
富士第6火山観測施設

火山観測施設には、地震を観測するための地震計、地殻変動を観測するための傾斜計・GPSアンテナなどが設置されています。これらの観測装置によって噴火前の地下のマグマの動きによる微弱な変化を高感度で観測することができます。観測データは、リアルタイムで防災科研に伝送され、火山噴火の仕組みを明らかにするための研究に利用されると同時に防災のための観測情報としても利用されています。

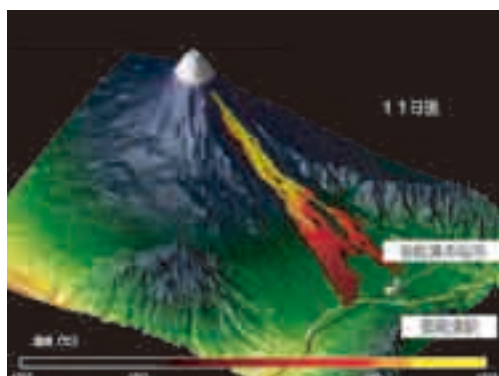


2000年三宅島噴火活動時のマグマの動き

2000年6月26日に始まった三宅島噴火活動では地震活動と同時に地下のマグマの動きによる傾斜変動が傾斜計によってとらえられました(左図)。観測データを解析することによって当時のマグマの動きを明らかにすることに成功しました(右図)。



火山災害を効果的に軽減できるように、溶岩流や火砕流の範囲や程度を予測するプログラムを開発し、スーパーコンピュータでシミュレーションを行っています。



左は富士山が噴火した場合、いつ頃、どの地域に溶岩が流れるかを予測し、分かりやすい図にしたものです。御殿場市が作成した富士山火山防災マップ(下)にも活用され、実際に噴火が起きた時の避難計画作成にも役立てられています。



火砕流は、溶岩の砕けた岩塊が火山ガスや空気などのガス成分と混ざり合った状態で、高速で地面に沿って流れ広がる現象です。1991年から1995年にかけて長崎県の雲仙普賢岳でも発生して、大きな被害をもたらしました。私達は、そのような火砕流についても、その運動の特徴を理解するために、コンピュータシミュレーションに取り組んでいます。左はスーパーコンピュータによる計算で得られた結果を、分かりやすく表示した一例です。

リモートセンシング技術による火山活動の把握

独自に開発した航空機搭載型画像分光装置を用い、火山の表面温度や降灰等の分布を観測しています。2006年に火山ガス濃度分布も計測できる新装置ARTSが完成し、現在、その性能検証観測を実施中です。衛星搭載型合成開口レーダ (SAR) を用いた火山観測とその手法の開発も実施しており、最近では火山噴火予知連絡会の衛星解析グループに参加し、陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS)のSAR観測データを用いて、火山活動に伴う地殻変動についての調査解析で成果を上げています。

■ 航空機搭載型画像分光装置による火山観測

航空機によるリモートセンシングは、航空機の機動力を生かし、緊急に災害現場の情報を計測できるため、災害監視・状況把握手法として有益です。防災科研では、火山体の表面温度や降灰分布を、画像としてリモートセンシングできる独自の航空機搭載型画像分光装置を開発し、火山観測を行っています。

防災科研の航空機搭載型画像分光装置

[1号機:VAM-90A]
1990年開発。9波長を計測し、地表温度分布、降灰分布を観測。最高空間分解能:3m(可視、近赤外)、1.5m(赤外)



[2号機:ARTS]
2006年開発。420波長を計測し、地表温度分布、降灰分布、ガス濃度分布を観測。最高空間分解能:0.35m(可視)、0.85m(近赤外、赤外)

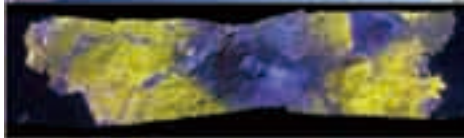


火山観測の模式図



ARTSで観測した桜島(2008/4/8)

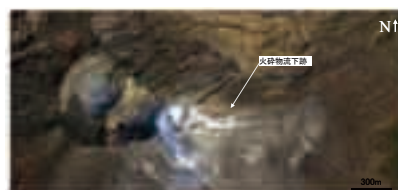
可視近赤外(R/G/B = 1020nm/831nm/509nm)



赤外(R/G/B = 10260nm/9243nm/8678nm)



火砕物の流下跡...VNIR



桜島南西A火口、昭和火口付近の可視近赤外観測カラー画像(R/G/B=660nm/565nm/432nm)。位置の把握のために、国土院発行2500分の1地形図の等高線を重ねて表示。矢印で示した白色に発色した部分が火砕物の流下跡と思われる。流下跡の長さは約1.2km、幅200mである。

SO₂ガスの可視化...LWIR



桜島南西A火口、昭和火口付近の赤外線観測カラー画像(R/G/B = 10260nm/9243nm/8678nm)。SO₂ガスの赤外線吸収率は8670nm付近に存在するため、黄色に発色した部分(上面の赤赤内等)がSO₂ガスの存在を示唆する。

ARTSで観測した浅間山(2007/4/12・2008/11/14)

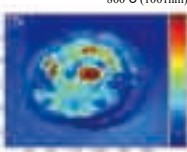
2007年4月12日 13:14
最高温度 391℃ (大気補正済み)



放熱率:
4.5MW

(8-11.5μmより推定)

2008年11月14日 11:52
最高温度 800℃ (大気補正済み)



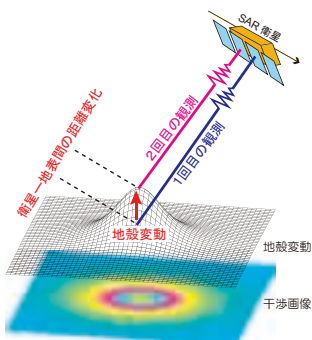
放熱率:
39.7MW

(8-11.5μmより推定)

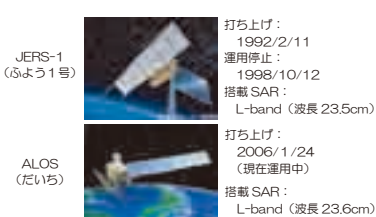
■ 衛星搭載型合成開口レーダによる火山観測

合成開口レーダ (SAR) は、人工衛星から照射したマイクロ波の地表からの散乱波を観測し、地表面の画像を得るセンサです。さらに、2回の観測で得られた2枚のSAR画像を詳しく解析することにより、火山活動によって生じたcmレベルの地殻変動を干渉縞として見ることが出来ます。この手法はSAR干渉法と呼ばれており、マグマの動きを把握する有効な手法として用いられています。

SAR干渉法に関する観測幾何

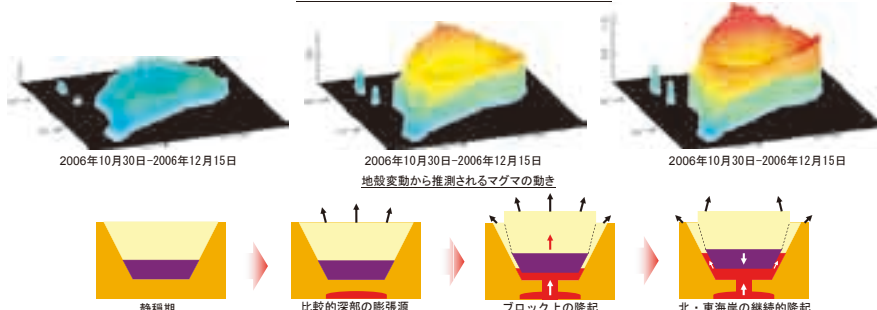


日本のSAR搭載衛星



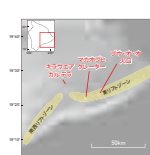
ALOSが捉えた小笠原硫黄島の火山活動活発化に伴う地殻変動の時間推移

PAISARのSAR干渉法により得られた隆起(おおよそ下成分)

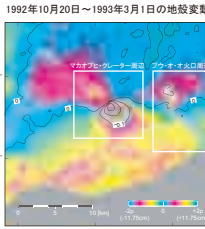


JERS-1が捉えたキラウエア・ハワイの火山活動に伴う地殻変動

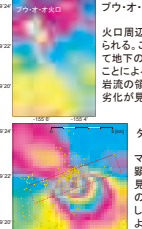
キラウエア火山周辺図



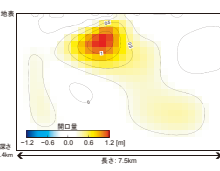
JERS-1のSAR干渉法により得られた地殻変動



地殻変動から推定したダイクの貫入分布



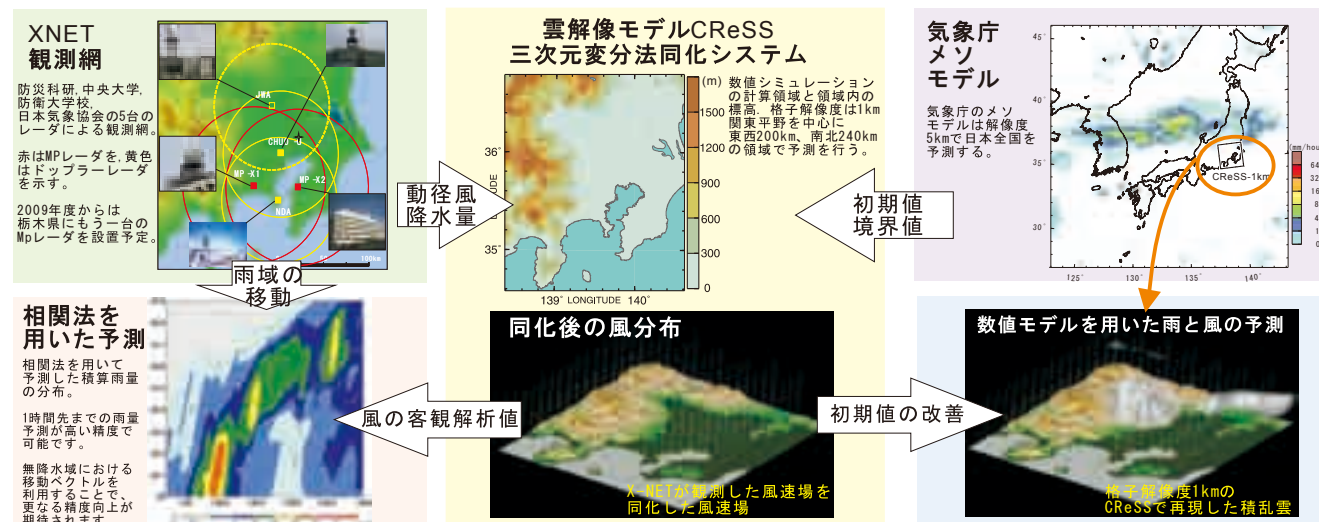
左下の赤破線に示す面(実線は上端)にダイクが貫入したと仮定し、ダイクの貫入分布を推定すると、地表近くまでマグマが上昇していたことがわかった。



首都圏Xバンドレーダネットワーク (X-NET) データを利用した風速の三次元変分法同化システムの開発

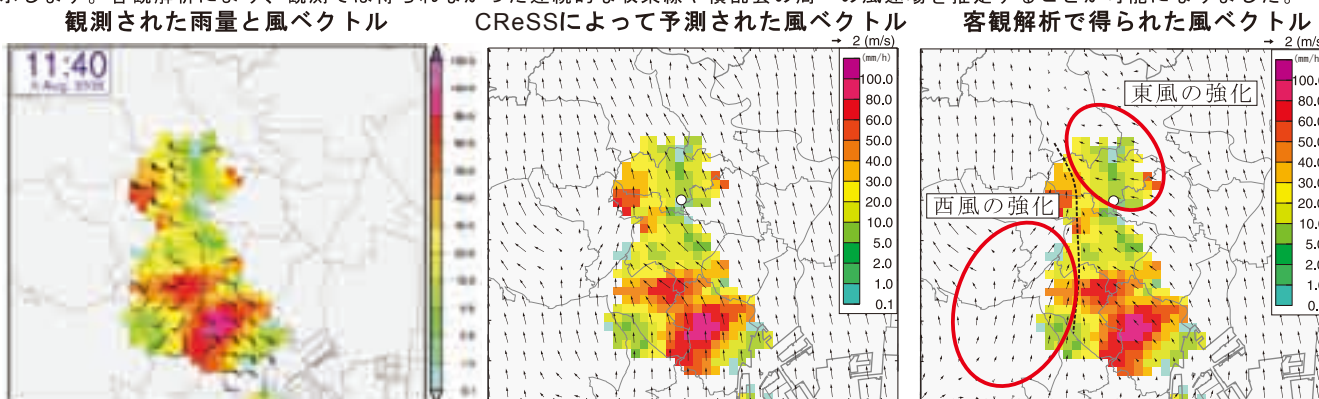
■ X-NETデータを利用した予測システムの概要

水・土砂防災研究部ではリアルタイムで豪雨・強風の発生予測を行うために、Xバンド・マルチパラメータレーダ (MPレーダ) のネットワーク (X-NET) を構築し、実時間での風速分布を作成しています。また、4時間先までの雨と風速の分布を予測するために、気象庁メソモデル (格子解像度5km) を初期値とし、関東域における格子解像度1kmの数値シミュレーションを雲解像モデルCReSSで行っています。この初期値を作成するときに、今年度開発した三次元変分法データ同化システムによって、X-NETが観測した風速を初期値に取り込むこと (客観解析) が可能になりました。これにより、数値予測の精度改善だけでなく、客観解析で得られた風速場を同化法における無降水域の移動ベクトル推定に貢献できると考えられます。



■ 動径風を用いた風の客観解析手法の開発

2008年8月5日に東京都豊島区雑司ヶ谷付近で観測された積乱雲について、11時40分に観測された雨量と風ベクトル (左図) と雲解像モデルCReSSによって予測された同じ時刻の風ベクトル (中央図) および三次元変分法同化システムによって客観解析された風ベクトル (右図) を示します。客観解析により、観測では得られなかった連続的な収束線と積乱雲の周りの風速場を推定することが可能になりました。



■ 偏波位相差変化率(Kdp)を用いた雨の同化実験

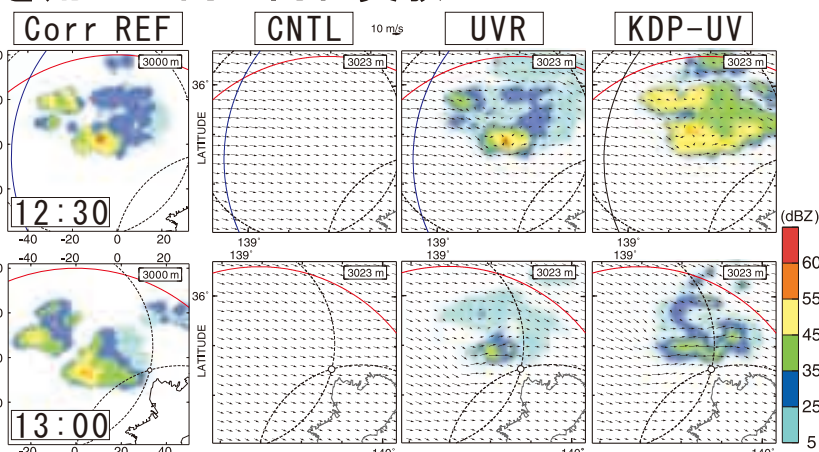
三次元同化手法によって、風情報に関する初期値の改善や客観解析を行うことが可能になりましたが、降水量情報に関しては、ナッジング法と呼ばれる同化手法によって、予測値を観測値で修正します。

MPレーダによって得られる偏波間位相差変化率(Kdp)は、従来型レーダが観測する反射強度(Ref)に比べ、雨量の観測精度が高いことが知られています。

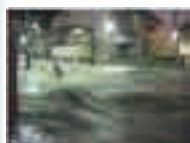
右の実験は、Kdpと反射強度のそれぞれから求めた雨混合比を観測データとして、ナッジング法で予測値を修正した結果の比較を行ったものです。

2006年7月15日に東京都で降雪をもたらした積乱雲について、12:30と13:00における観測された反射強度(Corr REF)とCReSSによって予測された反射強度と風ベクトル(CNTL)を示す。左の2図を比べると、同化を行わない実験では降水を再現できなかった。

水平風と反射強度を同化した実験(UVR)に比べて、水平風とKdpを同化した実験(KDP-UV)では、12:30頃に観測された北西の強い降水を正しく再現することができ、広がった降水域を再現できた。



リアルタイム浸水被害危険度予測 (あめリスク・ナウ)



2005年9月豪雨災害(東京都中野区の妙正寺川、中野区HPより引用)

大きな被害が起こる都市水害に対して、少しでも早く、住民の方々が周辺の浸水状況を把握し、被害軽減行動が取れるような、きめ細かな情報提供が必要です。この研究では、最先端のMPレーダ雨量情報を用いた、リアルタイムの浸水被害危険度予測システム(あめリスク・ナウ)の開発を行っています。10m×10m格子の分解能で、10分毎に、1時間先までの浸水被害危険度予測を目標としています。



2008年7月28日局地豪雨による神戸市灘区都賀川水難事故、5名死亡(神戸市建設局HPより引用)

リアルタイム浸水被害危険度予測の概要

急激に変化する都市水害を予測するため、高精度、高分解能なMPレーダ雨量情報をリアルタイムに取得し、いつ、どこが、どの程度、浸水して危険になるのかを10分毎に、1時間先まで、10m格子の高分解能で予測し、それらを住民へ迅速に提供する研究を行っています。

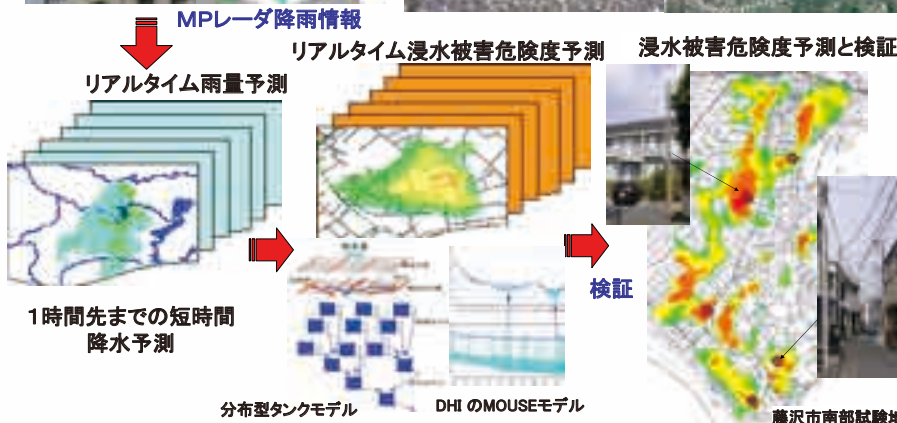
このシステムは(1)500m格子の雨量情報を用いた河川流量および排水路網マンホールへの雨水流入量計算、(2)道路網と雨水排水路網を一体化した1次元ネットワーク水理モデル(DHIのMOUSE)による道路各地点の浸水深計算、(3)下水道区域を対象とした10m格子の浸水被害危険度予測、および(4)相互運用型Web-GISサーバからなっています。

現在、藤沢市南部、品川区五反田周辺および横浜市西区戸部周辺で実用化に向けた試験を行っています。



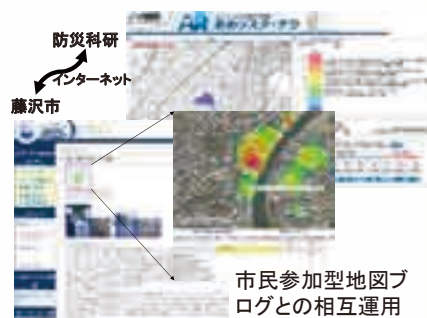
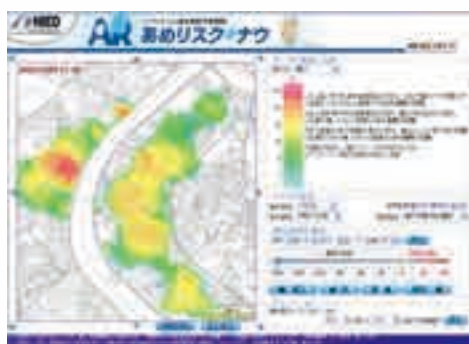
東京都品川区五反田周辺試験地

横浜市西区戸部周辺試験地



相互運用型Web-GIS情報提供システム

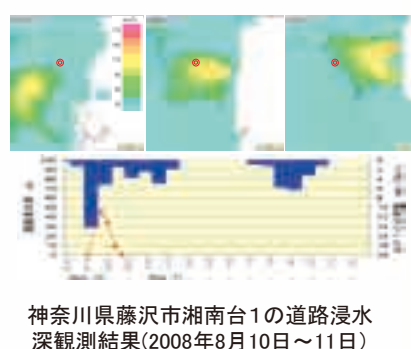
浸水被害危険度予測結果をリアルタイムで住民一人一人に届けるため、相互運用型Web-GISサーバ「あめリスク・ナウ」を構築しました。このシステムは背景図として、他機関が管理、公開する都市計画図、防災マップ等の各種地図情報(WMS)を取り込み、浸水被害危険度予測結果と重ねて表示することができます。これらは自治体の防災活動や浸水危険箇所の広報活動に活かされています。



協力: 藤沢災害救援ボランティアネットワーク

道路浸水深の自動観測およびリアルタイム情報提供

市街地が氾濫した時の浸水深の時間変化観測データはほとんどなく、その実態は分からないのが実状です。そこで、どこでも簡単に設置でき、長期間の自動計測が可能な道路浸水深計を開発した(特許申請中)。浸水深の観測データは道路管理者や下水道計画担当者にとって貴重な情報であることから、「あめリスク・ナウ」により、リアルタイムで情報提供すると共に、各観測地点の浸水深がある閾値を越えた時に、メールで防災担当者に知らせるようになっています。



神奈川県藤沢市湘南台1の道路浸水深観測結果(2008年8月10日~11日)

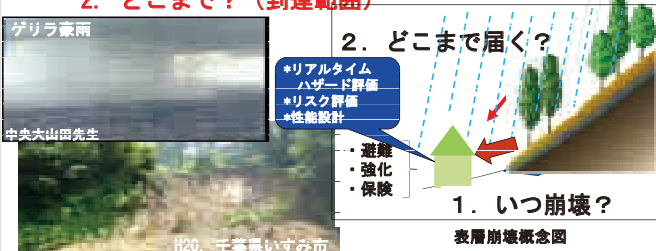
大型斜面模型を用いた 豪雨時の崩壊実験とそのシミュレーション

はじめに

局所的な集中豪雨（ゲリラ豪雨）：そばの崖は大丈夫か？

- 崩壊は起こるのか？（今までに未経験の豪雨→模型実験で）
- **どの程度危険なのか！**（→メカニズムを考慮してシミュレーション）

- いつ崩壊するのか？（崩壊予測）
- どこまで？（到達範囲）



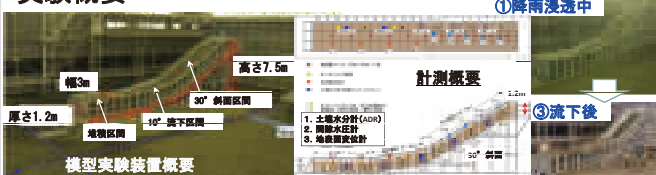
■ 斜面の危険度を定量的および合理的に評価する手法の確立が必要

大型斜面模型による崩壊実験

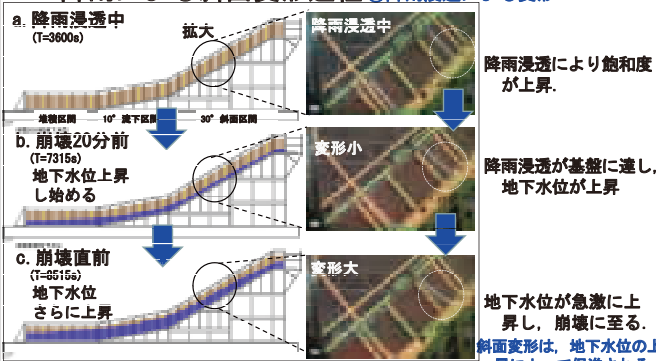
大型降雨実験施設



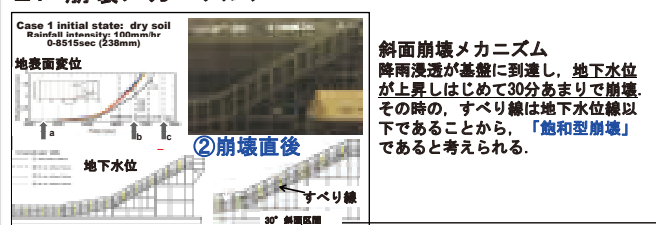
実験概要



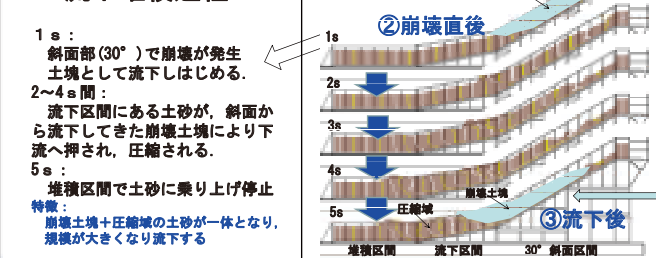
1. 降雨による斜面変形過程 ①降雨浸透による変形



2. 崩壊メカニズム



3. 流下堆積過程



まとめ

■ 定量的な危険度評価を行うため、大型模型による豪雨時の崩壊実験を用いて基礎的検討を行った。その結果、用いた解析手法によって、崩壊メカニズムを定性的に再現できることがわかった。

崩壊メカニズムの視点から、大きく二つに分けて検討を行った。

- いつ？ <一微小変形解析FEM (①②)>
- どこまで？ <一大変形解析 (③)>

定量的および合理的な斜面危険度評価を可能にするシミュレーション技術の構築に向けて、次の課題をいずれも解決する必要がある。

★課題（シミュレーション技術）：

- 目的とする現象に合わせた適切な解析手法の選択
- 力学浸透パラメータの合理的な決め方（不飽和土の力学特性等）
- 解析手法を考慮した地盤のモデル化および地盤物性の合理的な決め方
- 斜面モニタリング情報の活用

★課題（大型模型実験）：

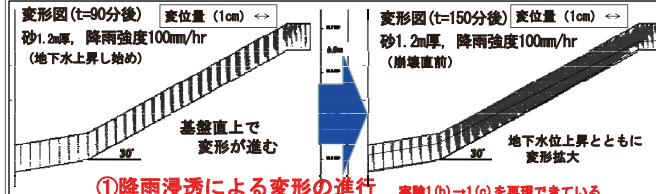
- 数値解析結果の精度評価を可能にする“実験精度を保証できる”大型模型実験の実施およびその実現に向けた実験施設の整備とIT化
- 「大規模模型実験における標準崩壊実験事例データベース」の構築

シミュレーション事例

1. 降雨による斜面変形過程

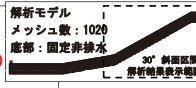
連成解析（応力変形解析+浸透流解析）

Case 1 密度中飽



解析手法(応力変形解析+浸透流解析)の特徴

- 逐次計算
- 飽和化による重量増加を考慮
- 不飽和土力学特性の考慮（飽和度上昇による強度（粘着力）の低下）
- 降雨強度の非線形性を考慮できる。



2. 崩壊メカニズム（連成解析）

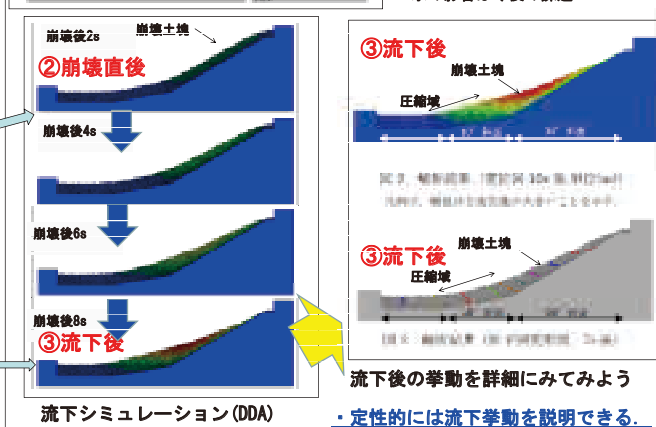


Case 1: 飽和型崩壊（地下水が主原因）
「実験2すべり線」と対比→実験結果とほぼ一致

Case 2: 不飽和型崩壊？（密度？降雨浸透？）
課題：・“解析的な崩壊”と“実験での崩壊”を比較するのが難しい。（時間の予測）
・飽和型か不飽和型崩壊の発生を、予測する基準の確立が難しい。
不飽和型を実験で再現するのが難しい。→降雨浸透の影響が大きい？

3. 流下堆積過程

粒状体解析（個別要素法 (DEM), 不連続変形法 (DDA) 他）



地球温暖化時の台風活動度と沿岸災害への影響

はじめに

2004年には10個もの台風が日本に上陸し、各地で甚大な被害を被りました。特に、9月の台風18号に伴う国内の損害保険会社による支払額は3823億円にも上りました。また、2005年8月にアメリカ南部を襲った巨大ハリケーン・カトリーナは、1000人以上の死者を含む甚大な浸水被害をもたらしました。これまで安全であった地域においても、地球温暖化などに伴う海面上昇や台風強度の増加、施設の老朽化や海岸侵食などにより、災害を被る危険性が増すことが懸念されています。人口が集中する沿岸域での今後の津波・高潮・高波・異常潮位などの災害に対する脆弱性を示す沿岸災害危険度マップの作成を進めています。

将来の海岸線と沿岸災害に対する脆弱性

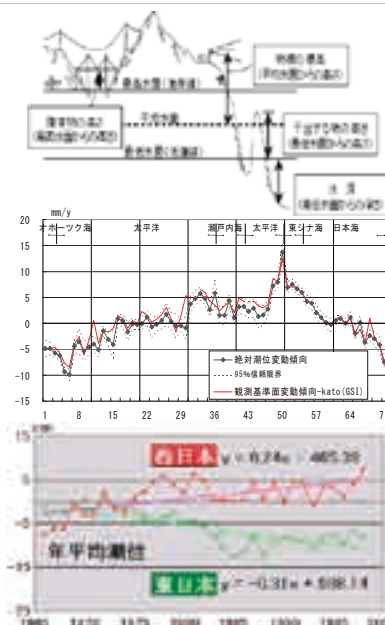
高潮などが満潮時に起きるのか、干潮時に起きるのかにより被害は大きく異なります。最悪のケースを想定するために、沿岸災害危険度マップにおいては、2000年での東京(日本水準原点)における平均水面標高を基準とし、以下で示される最高水面を海岸線としています。

海岸線 = 平均水面 + 主要4分潮の和の1/2 = 最高水面

しかし、平均水面は一定ではありません。例えば、伊豆半島の伊東では、過去数十年にわたり平均水面の低下が見られましたが、大部分は地殻変動によるものです。このように、各地域の平均水面は、地殻変動の他に、海水の熱膨張、海流の変動などにより変わります。

過去約30年の解析では、日本水準原点を不動として、地殻変動以外の要因により、西日本の海面は2.4mm/年の上昇、東日本では3.1mm/年の下降傾向が見られました。

地殻変動の影響を除去した日本周辺の過去約30年における水位変動傾向。



各県の高潮被害の発生件数
(1951年～2007年)

これらの結果を踏まえて、

- 1)沿岸災害による浸水予測のベースラインとなる海岸線標高(最高水面)を、各地域ごとに、海面変動、地殻変動傾向を考慮し2050年までの予測を行い、
- 2)影響を受ける人口、重要構造物の位置を示し、
- 3)過去に起こった沿岸災害事例を表示する機能をつけたものが、現在公開している沿岸災害危険度マップです(<http://engan.bosai.go.jp/engan/index.htm>)。



2004年台風16号による高松の浸水地域(右図)は、作成したMAPの海岸線標高以下(クリーム色)海岸から標高1m(モスグリーン)海岸線から標高2m(薄茶)の地域(左図)と一致

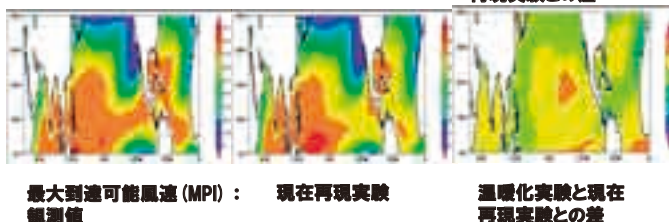
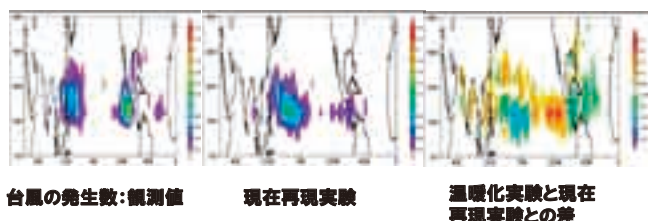
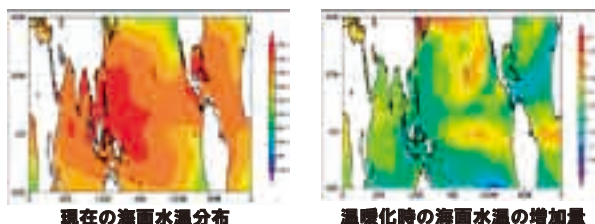
2004年台風16号の浸水被害への適応例



温暖化時の台風

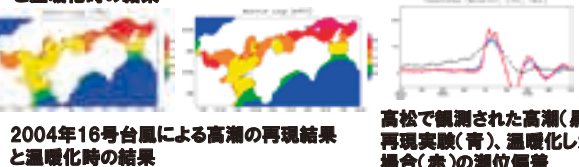
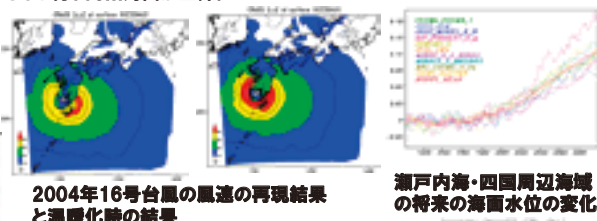
温暖化に伴う台風の活動度の変化を大気モデル実験により推定した結果、

- ・発生位置に変化
- ・強度は増加する傾向が見られました。



沿岸災害への温暖化の影響

- ・2004年の台風16号に伴う高潮被害を例に温暖化時の沿岸災害を評価。
- ・温暖化時の海面水温は日本の南海上で約4度高くなるため、台風の強風域での風速が2割程度増加。これは風応力に換算すると4割程度の増加になり、その結果、最大で50cm程度の高潮の増加。
- ・一方、観測値の海面水位変動と海面水温の関係式に基づき、温暖化時の海面水温を使って瀬戸内海・四国周辺海域の将来の海面水位の変化を見積もると約11cm海面が上昇。



雪氷災害発生予測システムの開発

毎年のように起こる雪や氷による災害(雪氷災害といいます)は、雪国の安全・安心を脅かしています。防災科学技術研究所では、災害の発生予測情報により、雪氷災害の防止と被害の軽減を目指しています。そのために、降雪、積雪、雪氷災害に関する観測、実験、モデル研究を行い、それらを基に雪氷災害発生予測システムの開発・改良を行っています。

降雪の予測

降雪を含む気象要素の空間分布を精度良く予測することは、雪氷災害の発生を予測する上で大変重要です。防災科研では、空間分解能1kmで気象要素を予測するために、地域気象モデルの改良に取り組んでいます。このために必要なドップラーレーダーによる降雪分布や降雪粒子自動観測装置による降雪種の観測、中山間地における気象観測なども行っています。

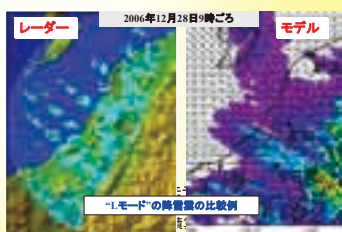
検証データの取得



ドップラーレーダーによる降雪分布観測

雪雲の構造
降水強度
形状因子

地域気象モデルの検証



レーダー観測による高度1500mの降雪強度分布(瞬間値)と、降雪モデルで予測された地上降雪量(1時間積算値)の比較



降雪粒子観測施設における降雪粒子検証観測

モデルの改良

積雪の予測

雪氷災害を予測するためには、降り積もった積雪の内部構造を精度良く予測する必要があります。防災科研では、積雪内部の時間変化をシミュレートする積雪モデルの開発／改良に取り組んでいます。このために必要な野外観測や低温室実験などを行い、雪の強さ(せん断強度)や積雪内部の水の挙動などを調べています。

野外観測

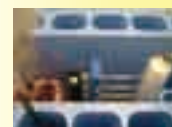


積雪内部構造を知るための積雪断面観測

低温室実験

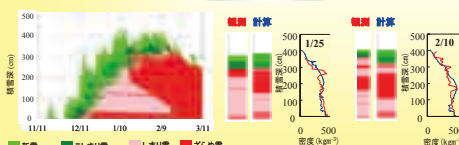


人工的に作った雪のせん断強度測定実験



積雪の不飽和透水係数(水の流れやすさ)の測定実験

積雪モデルの検証

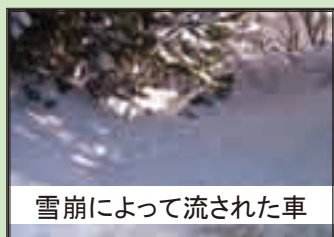


モデルの改良

新潟県津南町の積雪内部構造の計算例(平成18年豪雪の冬)

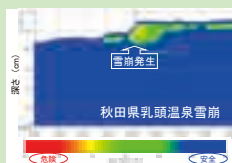
雪氷災害の予測

雪崩モデル

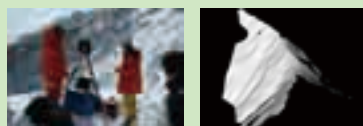


雪崩によって流された車

積雪モデルの計算結果をもとに雪崩を予測するモデルを開発／改良しています。また、雪崩の原因の一つである稜線の雪庇(せび)やその風下の吹き溜まりの形成過程のモデル化に向けて観測を行っています。

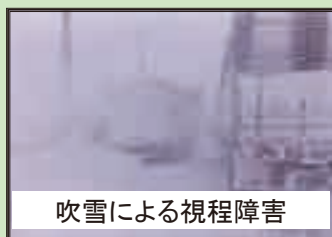


積雪モデルで計算された雪崩危険度の時間変化



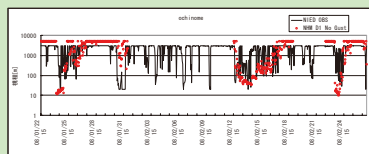
地上型3Dレーザースキャナーによって測定された雪庇

吹雪モデル

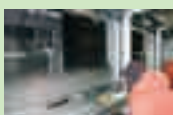


吹雪による視程障害

吹雪が発生したときの視程の悪化を予測するモデルを開発しています。また、吹雪の低温風洞実験や数値解析から、その発生臨界風速や吹雪粒子の落下速度などを明らかにしてモデルの改良を行っています。



視程の観測値と予測値の比較(山形県庄内平野)



低温風洞を用いた吹雪のメカニズムに関する実験



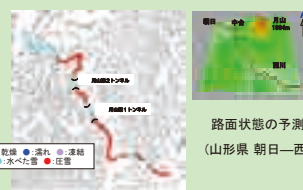
NIED吹雪・視程現地観測

道路雪氷モデル



雪氷路面における交通事故

道路雪氷の状態と路面摩擦を予測するモデルを作成しています。そのために必要な観測や低温室内に人工的に圧雪を作り、その変化や摩擦係数と気温などの関係を求める実験を行っています。



路面状態の予測結果(山形県 朝日―西川間)



雪氷防災実験棟における圧雪形成実験

雪氷災害発生予測システムの応用

雪氷災害予測システムの試験運用

予測システムの実用化に向けて、新潟県と山形県を対象に道路管理者に雪崩予測情報などを提供する、試験運用を行っています。

試験運用の流れ

・雪崩//吹雪/道路雪氷
予測情報

・斜面監視映像

・雪崩/吹雪発生
・評価/改良

防災科研

道路管理者

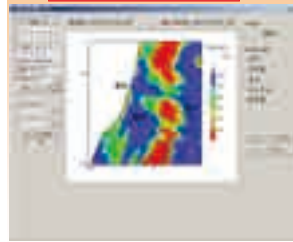
判断・管理
道路バトリール



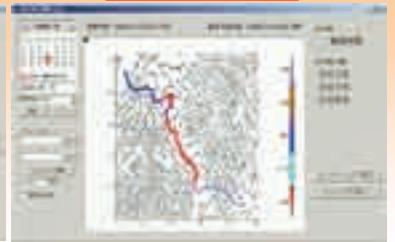
試験運用実施箇所



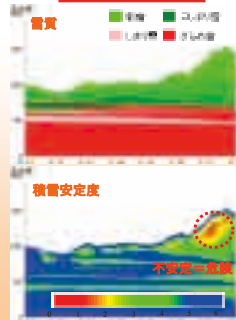
吹雪予測情報(視程)



道路雪氷予測情報



雪崩予測情報



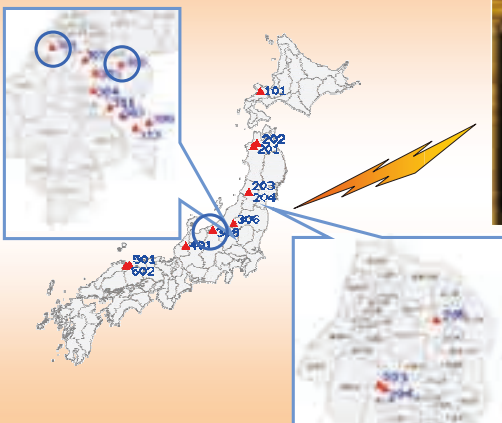
斜面監視映像



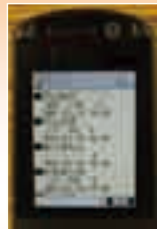
積雪・気象ネットワーク・雪氷災害のモニタリングと情報公開

全国の山地に展開している積雪・気象観測ネットワークの速報値やドップラーレーダーによる降雪情報などをWebサイトや携帯サイトで公開しています。

全国の山地積雪気象観測ネットワーク



携帯サイトでの公開



QRコード

Webサイトでの公開

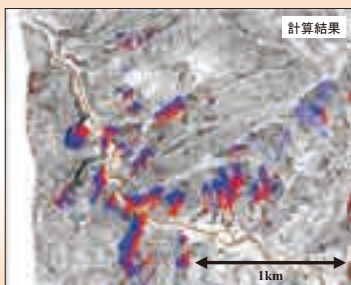


URL: <http://www.bosai.go.jp/seppyo/>

雪氷ハザードマップへの開発・応用

雪崩ハザードマップ

雪崩発生状況調査や雪崩運動解析モデルにより、雪崩ハザードマップ作成の技術開発を行っています。

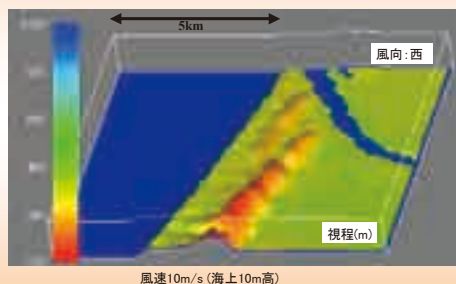


発生区 堆積区

雪崩ハザードマップ(新潟県山古志地域)

吹雪ハザードマップ

吹雪発生発達モデルとCFDモデルを組み合わせた高精度3次元吹雪モデルを用いて、吹雪ハザードマップ作成の技術開発を行っています。



吹雪ハザードマップ(山形県庄内平野)

融雪ハザードマップ

積雪変質モデルを用いて、融雪ハザードマップ作成の技術開発を行っています。



融雪ハザードマップ(新潟県秋山郷)

雪氷防災実験棟

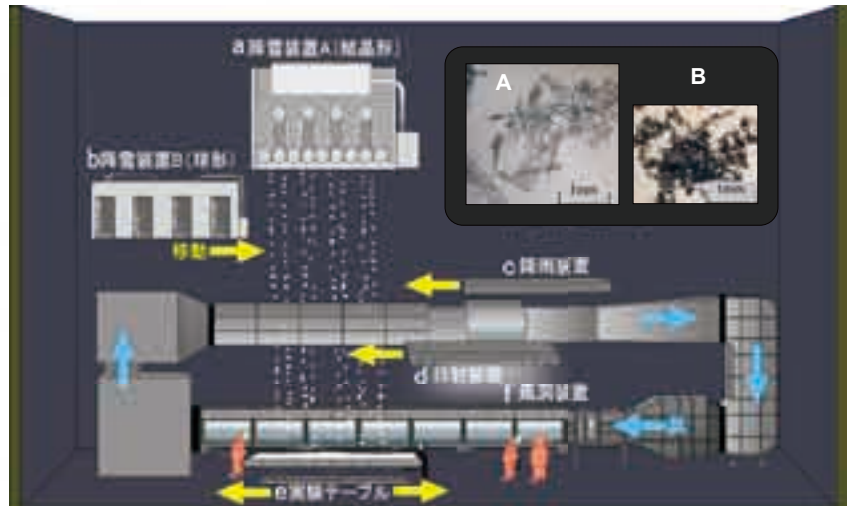
ー 最先端の降雪環境実験施設を活用した防災研究 ー

■設置の目的

- ・雪氷防災実験棟は、寒冷・積雪地域で起こる様々な現象を、室内で再現し実験的に研究することを目的として建設されました。
- ・天然の雪に近い結晶形の雪を降らす装置を備えた世界唯一の施設です。
- ・夏でも天然と同様の積雪を作り、制御された環境において、雪氷防災をはじめ雪に関する種々の実験を計画的に実施することができます。

■主な装置と性能

- ・降雪装置A(樹枝状結晶、降雪強度 0~1 mm/時(水換算))
- ・降雪装置B(氷球、降雪強度 0~5 mm/時(水換算))
- ・降雨装置(降雨強度 0~2 mm/時)
- ・日射装置(日射強度 0~1000 W/m²)
- ・実験テーブル(寸法 3m×5m、傾斜角 0~45°)
- ・風洞装置(測定部寸法 1m×1m×14m、風速 0~20m/s)
- ・横風発生装置(風速 0~10m/s)
- ・低温室内の温度は-30~+25℃の範囲で調節可能



大型低温室内の実験装置

■これまでの研究例



雪崩発生予測のための積雪剪断強度の測定



吹雪の発生・発達に関する風洞実験



道路の圧雪の形成条件と滑りやすさに関する実験



信号機の着雪対策に関する実験

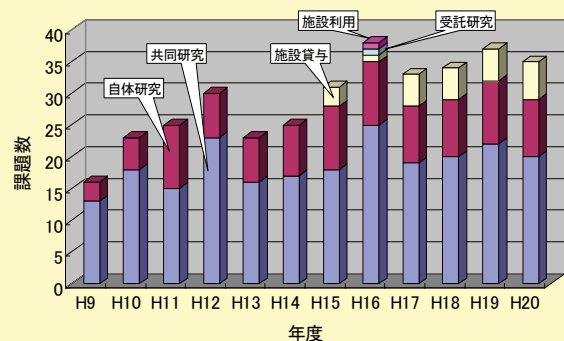
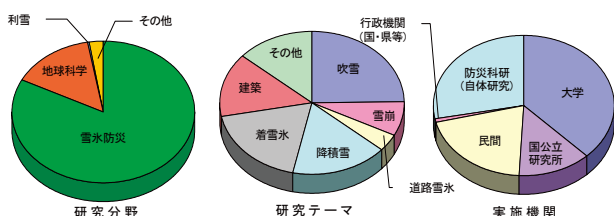
■活用実績のまとめ

- ・雪氷防災実験棟では、右図の様に、毎年30件前後の研究課題が実施されています。年間の稼働率は、およそ90%です(休日・定期点検期間を除く)。
- ・これまでの研究課題・実施機関をまとめると下図の通りです。

平成9年度～19年度に雪氷防災実験棟で実施した研究

(共同研究・自己研究・施設貸与・施設利用・受託研究)

実施課題 315件



■利用方法

- ・雪氷防災実験棟は共同利用施設です。利用方法の詳細は <http://www.bosai.go.jp/seppyo/> に掲載されています。
- ・お問い合わせは、雪氷防災研究センター新庄支所の運用委員会事務局(電話 0233-22-7550)へお願いします。

災害リスク情報プラットフォームの概要

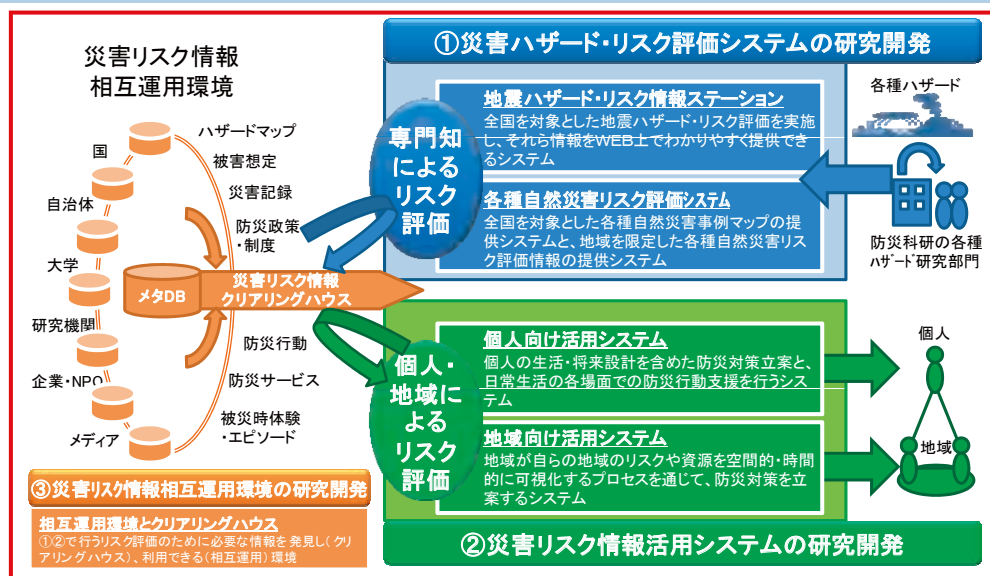
■ 個人や地域が「リスク」を知り、ともに備えることのできる社会を目指して

私たちの生活は、地震、津波、噴火、豪雨、地すべり、雪崩などの自然災害の「リスク」と切り離すことができません。そこで、「**災害リスク情報プラットフォーム (BOSAI-DRIP)**」プロジェクトでは、これまでに培われた自然災害に関する科学的研究成果や被災経験・教訓などの「知」を最大限に活かし、一人ひとり、そして社会全体の防災力を向上させるためのイノベーションの創出に取り組みます。

■ 災害リスク情報プラットフォーム(BOSAI-DRIP)の構成

①災害ハザード・リスク評価システムの研究開発

自然災害に備えるためには、被りうる自然災害のリスクについて知ることが必要です。そのためには、専門的な調査・研究によるリスクの評価・可視化が重要となってきます。そこで、各種自然災害について、これまで培われてきた専門的な知見に基づくハザード評価、リスク評価を行い、その成果を可視化された「災害リスク情報」として提供します。その第一段階として、まずは地震災害を中心に研究開発を行います。



③災害リスク情報相互運用環境の研究開発

ハザード・リスクの評価や防災対策の立案、実行を効果的に行うためには、そのために必要な知識や情報がいつでも得られる環境が必要となります。そして、その知識や情報は一カ所にあるのではなく、社会を構成する様々な主体が分散して保持し、管理しています。そこで、その多様な主体が持つ知識や情報、すなわち「災害リスク情報」を相互に利用できるような情報環境の研究開発を行います。

②災害リスク情報活用システムの研究開発

変動し複雑化する社会においては、誰にも共通する唯一の防災対策を求めるのではなく、自らの状態や価値観、置かれた環境などに合わせて、それに適した防災対策を選択・創造していくことが重要です。そこで、得られる「災害リスク情報」をフルに活用し、個人や地域の特性に合わせた防災対策を立案し、実行できるサービスと手法の開発を行います。その第一段階として、まずは個人一人ひとりと地域コミュニティの防災対策を中心に研究開発を行います。

■ 国の長期戦略指針「イノベーション25」の一環として

2007年6月1日に閣議決定された長期戦略指針「イノベーション25」には、2025年までを視野に入れ、研究開発や社会制度の改革など、中長期にわたって取り組むべき政策が示されています。この中で、「災害リスク情報プラットフォーム」は、早期に社会還元すべき先駆的なプロジェクトとして、「安全・安心な社会」を目指した「きめ細かい災害情報を国民一人ひとりに届けるとともに、災害対応に役立つ情報通信システムの構築」することと位置づけられています。

災害ハザード・リスク評価システム

①災害ハザード・リスク評価システムの研究開発

自然災害に備えるためには、被りうる自然災害のリスクについて知ることが必要です。そのためには、専門的な調査・研究によるリスクの評価・可視化が重要となってきます。そこで、各種自然災害について、これまで培われてきた専門的な知見に基づくハザード評価、リスク評価を行い、その成果を可視化された「災害リスク情報」として提供します。その第一段階として、まずは地震災害を中心に研究開発を行います。



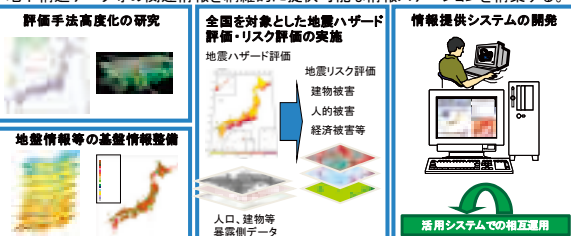
■ 災害ハザード・リスク評価システムの概要

専門的な調査研究に基づいて、詳細で高精度な災害ハザード・リスク情報を作成し、配信するシステムの研究開発

地震ハザード・リスク情報ステーション

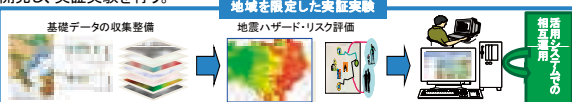
◎ 全国版地震ハザード・リスク情報ステーション

全国を対象とし、地震調査研究の成果の集大成である地震動予測地図を高度化し、地震リスク評価を実施する。WebGIS等の技術を用いて、地震ハザード・リスク情報、地下構造データ等の関連情報を網羅的に提供可能な情報ステーションを構築する。



◎ 地域詳細版地震ハザード・リスク情報ステーション(実証実験)

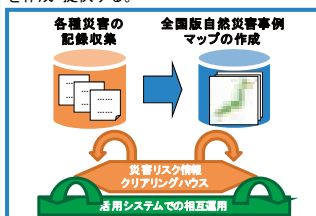
市区町村程度の限られた領域において、詳細な地震ハザード評価を行い、それらデータをもとに、詳細なリスク評価を実施する。これら情報を提供するためのシステムを開発し、実証実験を行う。



各種自然災害リスク評価システム

◎ 全国版自然災害事例マップシステム

全国を対象とし、各種自然災害共通の「災害が発生したという事実」を「今後も発生するというリスク」として集約した自然災害事例マップを作成・提供する。



◎ 地域詳細版自然災害リスク評価システム

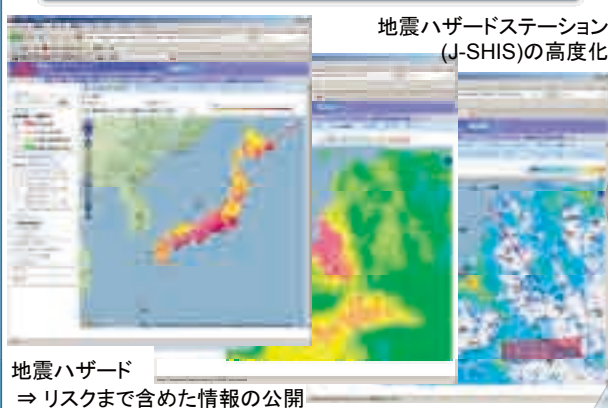
地域を限定し、各種災害のリスク評価を実施し、それら情報を配信(相互運用)する実証実験を行う。



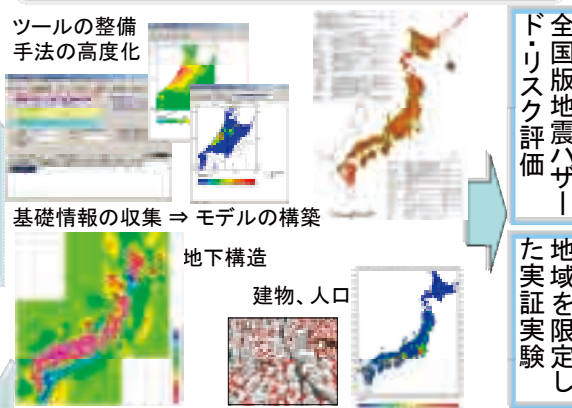
防災対策を立案、実行できる環境を提供できることを目的として、これまでに培われてきた各種自然災害に関するハザード・リスク情報を、専門知として配信するシステムを構築していきます。

特に地震災害に関しては、地震動予測地図などの地震ハザード情報の高度化や全国レベルでのリスク評価、それら情報を公開するための地震ハザードステーションJ-SHISの高度化に取り組んでいきます。

地震ハザード・リスク情報ステーションの構築



手法開発、モデル構築から実証実験まで



全国版自然災害事例マップシステムの開発

過去にその場所で災害が発生したという事実は、その発生原因を調べる上でも、今後の発生リスクを考える上でも、非常に重要な情報となります。そこで、全国で発生した各種災害の災害履歴を今後の災害対策に活用するために自然災害事例マップを作成し、わかりやすく提供するシステムを開発します。

地域詳細版自然災害リスク評価システムの開発

個別地域を対象として、そこで発生しうる各種自然災害のハザード・リスクを詳細に評価・提供できるシステムの開発を行います。また、地域に発生しうる自然災害が単独であるとは限らないことを考慮し、このシステムと「地震ハザード・リスク情報ステーション」とを合わせ、「災害リスク情報活用システム」におけるマルチハザード・マルチリスクでの防災対策の立案や実行に資することを目指します。

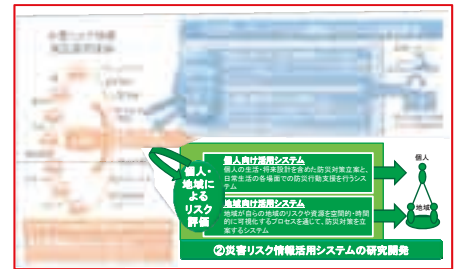
活用システムでの相互運用

災害リスク情報クリアリングハウス

災害リスク情報活用システム

②災害リスク情報活用システムの研究開発

変動し複雑化する社会においては、誰にも共通する唯一の防災対策を求めるのではなく、自らの状態や価値観、置かれた環境などに合わせて、それに適した防災対策を選択・創造していくことが重要です。そこで、得られる「災害リスク情報」をフルに活用し、個人や地域の特性に合わせた防災対策を立案し、実行できるサービスと手法の開発を行います。その第一段階として、まずは個人一人ひとりと地域コミュニティの防災対策を中心に研究開発を行います。



■ 災害リスク情報活用システムの概要

一人ひとり、そして地域が、災害リスク情報を活用し、防災対策を立案・実行できる社会を実現するための研究開発

防災対策は、それを被りうる本人(個人や地域)が行わなければならない。その際、自らの知識だけで行うのではなく、専門知や経験知を取り込み、自らの知として新たに創出し、自らに適した防災対策を立案・実行することが重要になります。



個人・地域の防災対策に必要な4つの要素:

- ◎Knowledge/Data(知識・情報)
→3つの知の可視化と融合
- ◎Tool/System/Service(道具)
→知を活用できる道具・システム
- ◎Method(手法)
→リスク評価・リスクコミュニケーション・リスクマネジメント
- ◎Society(あるべき社会)
→リスクガバナンスの確立と高度化

個人防災対策システム「i-防災」

- ・リスクとQOLで考える「将来防災生活設計機能」
- ・いつでもどこでも携帯で「日常防災行動支援機能」



地域防災対策システム「地域防災キット」

- ・地域活動を支援する「eコミュニティ・プラットフォーム機能」
- ・リスクや資源を空間的に捉える「防災マップ作成機能」
- ・リスクを想定し備えを考える「災害リスクシナリオ作成機能」



その地域の特性に即した、その地域固有の協働型リスクマネジメント



これらを支え、維持し、必要に応じて新たに創出する「災害リスクガバナンス」の確立と高度化

1000000

災害リスク情報相互運用環境

国
自治体
大学
研究機関
企業・NPO
市民

被害想定
災害記録
防災政策・制度
防災行動
防災サービス
被災者体験・フィードバック

災害リスク情報相互運用環境 (i#09)

◎災害リスク情報相互運用環境の研究開発

相互運用環境とリアルタイム連携
 ①災害リスク情報相互運用環境の構築と運用
 ②リアルタイム連携と、被害発生時の迅速な対応
 ③リアルタイム連携と、被害発生時の迅速な対応

38

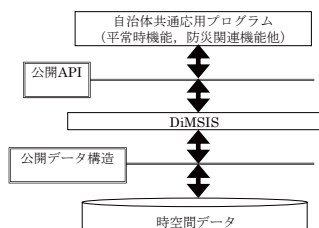
IT(情報技術)を活用した自治体の危機管理

■ IT(情報技術)を活用した自治体危機管理技術の研究開発

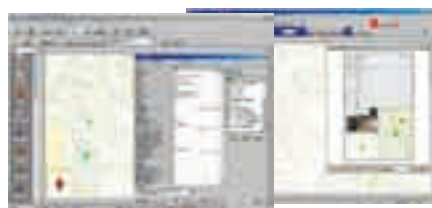
災害情報を位置と時間で管理する時空間情報処理技術により、減災に資する災害時に確実に機能する情報システムの研究・開発を進めています。システム開発は、自治体等への復旧・復興業務支援や減災への取り組みに関する協働により、防災実務現場のニーズに基づき、実効的な高度化を日々続けています。開発システムは、地震以外の自然災害等での有効性についても実証を重ね、平常時システムで災害対応を実現するRARMIS(Risk Adaptive Regional Management Information System)コンセプトを具体化します。

■ 時空間情報処理(時空間GIS)

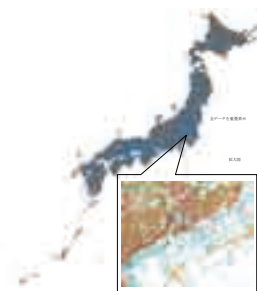
迅速・正確な災害対応のため、汎用性の高いデータベース管理・情報の時空間管理高度化を目指します。



時空間情報システムの構成概要



リスト画面、帳票画面



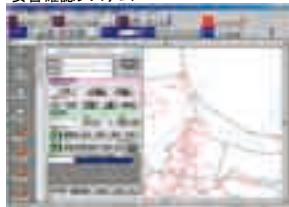
全国シームレスデータ

■ 主な研究活動事例

安否確認システムの防災訓練での
実証実験(実用化へ向けた改良)

横浜市青葉区桂小防災拠点(2008.11)

安否確認システム



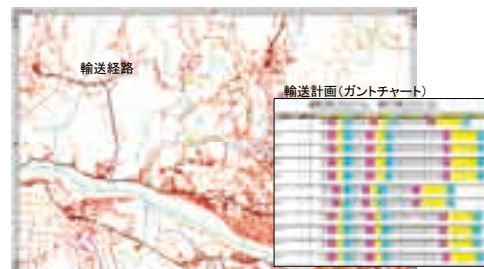
二次元バーコードの
避難所受付利用



三重県大紀町野原地区(2008.12)



住民避難支援(災害対応ロジスティクス解析による意思決定支援構築)



アドホック通信実験

(災害時の通信網の確保、通信機材の設置場所選定)

離島との長距離通信



中山間地域での中継点設置通信



地震災害以外への適用

平成18年7月豪雨(被害情報の時空間管理)



鳥インフルエンザ

(職員らが平常時システムを緊急対応へ拡張利用→RARMISの具体化)



防災科学技術情報基盤の形成

世界各国の地域特性及び現場に適する有効な防災科学技術を集積し、ウェブ配信する世界標準のシステムを開発することを目的に、科学技術振興調整費「アジア防災科学技術情報基盤の形成」プロジェクトと協働で、国内外の防災関係機関と連携しつつ、ウェブデータベースを構築しています。また、防災科学技術情報を収集するためのフォームの開発、防災研究のコンテンツ化を促進するためのコンテンツ生成プロセス事例の提示、防災関連機関との協働による優良コンテンツの収集・分析を行っています。

ウェブデータベースの開発 適用例：アジア科学技術情報基盤 (DRH-Asia) ウェブサイト (<http://drh.edm.bosai.go.jp/>)

データベース

コンテンツ詳細表示・コンテンツ検索

データベースでは、登録されたコンテンツの閲覧が可能です。単純検索及び詳細検索が可能であり、希望のコンテンツをより早く見つけることができます。

検索結果の表示

関連ファイルのダウンロード

コンテンツに関する議論

写真を含む投稿されたコンテンツの詳細が閲覧できます。コンテンツに添付された各種ファイルはダウンロード可能です。ログインしている状態であれば、各コンテンツに関する議論も閲覧できます。

検索により必要なコンテンツを見つけることができます。上記は、「タイトル」「Earthquake」を含む「プロセスの技術 (Process technology)」に該当する検索結果を表示したものです。

フォーラム

コンテンツ投稿・ディスカッション

フォーラムの主な機能は、コンテンツの投稿及び投稿されたコンテンツに関するディスカッションです。アカウントを取得し、ログインしている状態でのみ、フォーラムが利用できます。

テンプレートのアップロード

画像の挿入、テキストの各種編集

コンテンツ投稿は、投稿画面に直接入力するか、エクセルテンプレート (防災科学技術情報収集フォーム) をアップロードした後、直接入力する、2つの方法があります。入力画面では、フォントサイズの変更等の修正が可能です。また、写真の挿入、追加資料の添付が可能です。

フォーラムにあるコンテンツは、現在、議論中のものです。コンテンツを表示させた後、コンテンツの下にある議論を見ることができます。また、コメントを書き込むことも可能です。

開発されたウェブデータベースは、コンテンツの投稿からデータベースへの登録までをウェブ上で一環して行うことができるシステムです。また、コンテンツに関する議論を行うこともできます。このシステムは、「アジア防災科学技術情報基盤の形成」プロジェクトにおいて使用され、現在、運用中です。

運用中サイトのトップページは、コンテンツを提供するデータベース (DRH Database)、コンテンツの投稿及び投稿コンテンツに関する議論の場であるフォーラム (DRH Forum)、防災情報を提供している他のサイトを紹介するリンク集 (DRH Links) で構成されています。また新着情報及び新規に登録されたコンテンツが表示されています。

防災科学技術情報収集フォームの開発

様々な技術や知恵を統一したフォームで収集することにより、より活用しやすいデータベースを作ることができます。フォームは、国際ワークショップ等を通して、国内外の実務者や研究者からの意見を集約することで開発されました。

I. 技術情報の要旨

(利用者)

II. 技術情報の種別

(災害種)

(想定される被害の対象)

III. 技術の利用に際して必要な情報

(技術提案者の連絡先・開発者情報・参考文献・特許の有無等)

IV-VI. 技術自体に関する記述

(開発/発展の背景)

(技術の特性)

(実践のプロセス・長所と短所・実践により得られた教訓)

(必要な設備・平均的な経費・人員等)

VII-VIII. 異なる地域/状況への適用性

(技術提案者からのメッセージ)

(適用性に関する自己評価)

IX. 技術の適用事例

(関わった人々・実際の経費と所要人員・成果等)

(関連する動向等)

(加筆修正の記録)

X-XI. その他の関連情報

コンテンツ生成プロセス事例の形成

研究やプロジェクトのコンテンツ化を促進することがデータベースの充実につながります。防災研究の概要及びその実施プロセス、その研究から生まれるコンテンツを提示することにより、コンテンツ生成プロセス事例の形成を図っています。

防災分野におけるNGO活動への効果的な支援方法 (ネパールでの事例研究より)

Step 1. 目的の設定と共有
調査対象とするNGOと最終ゴールについての認識を共有する。

Step 2. 現地調査・データ分析

調査
① 文献調査 (組織の内部資料・刊行物・その他)
② 聞き取り調査 (内部スタッフ・外部関係者・その他)
③ 活動現場訪問 (影響評価)

【主要データ】
・スタッフ雇用・資金獲得・外部評価に関する事実関係
・個々の出来事的重要性や意義に関する個人的な見解・知見など (録音)

(繰り返し)
分析
① NGO活動の発展プロセスに関する年表作成・修正 (重要な会議・プロジェクト人物などの特定)

Step 3. 研究成果のまとめ
(1) 調査対象NGOの発展史の記述
(2) その発展要因の分析

Step 4. プロセス技術の抽出
上記の成果から、NGOとの協働や活動支援を試みる際のノウハウや注意点を抽出する。

災害被災地における学校防災教育の促進 (パキスタン)

現地での実践活動を通して、防災教育の普及・促進を目指している。本研究プロセスが、プロセスの技術としてコンテンツ化される。

Step 1: 調査
生徒や教師の防災教育に対するニーズや防災意識をアンケート調査により明らかにする。

Step 2: 実践
災害経験の収集、防災教育の実践のため、ドローイング及びエッセイコンペティションを実施する。

Step 3: 開発
収集したエッセイとドローイングが教材として、さらに教師用ガイドラインを開発する。

Step 4: 普及
トレーニングを通して、現地NGOが教材とガイドラインの使用方法を理解し、普及戦略を立てる。

大都市大震災軽減化特別プロジェクト

Ⅱ 震動台活用による構造物の耐震性向上研究



E-ディフェンス

鉄筋コンクリート建物実験

鉄筋コンクリート造は、木造、鉄骨造と並び、日本における最も代表的な建築構造の一つです。古くから、学校、庁舎、病院などの公共建築物やマンション建築の大多数は、遮音性能、耐火性能に優れ、自由な形態を可能とする鉄筋コンクリート構造で建設されました。しかし、1995年兵庫県南部地震では、多くの鉄筋コンクリート建物で甚大な被害を生じ、多くの人命が失われました。いわゆる新耐震基準による比較的新しい建物においても崩壊あるいは大破したケースもありました。本実験では、E-ディフェンスにおける震動実験を通して、建物の崩壊に至るまでのメカニズムを解明し、未知なる大地震に対して最低限人命を失わない建築構造技術の確立を目指します。



上: 実大6層建物実験でせん断破壊した1層の連層耐震壁



左: 実大6層建物実験でせん断破壊した1層の短柱



マンションを想定した実大6層建物実験(平成17年度)

学校校舎を想定した実大3層建物実験(平成18年度)

木造建物実験

木造建物は、我が国で最も多い建築構造であり、大都市から地方都市まで広く普及しています。一方、地震が発生する度に多くの木造建物被害が報告されます。木造住宅の耐震設計・耐震補強方法の具体的な構築を目指した実験的・解析的研究を、主に1981年の建築基準法改正前に建てられた既存不適格と呼ばれる木造住宅を対象として実施しました。本実験では、**建築年数の古い既存の木造建物であっても、建物の構造特性に応じた適切な耐震補強を実施することで倒壊を防げることが確認されました。**また、実験で得られた映像データを耐震補強の促進に用いることで、自治体などの防災対策に大きく貢献しています。

地震被害を軽減させるためには、建物の健康診断に当たる耐震診断を受けて建物の現状を正確に把握することが大切です。



移築補強・無補強住宅実験(平成17年度)



伝統構法移築・新築住宅実験(平成17年度)



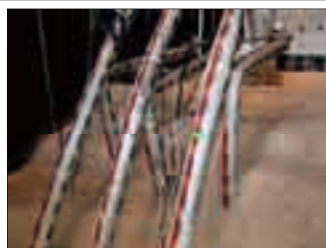
震災復旧・免震住宅実験(平成17年度)

地盤基礎実験

我が国では多くの大都市が海や河川近傍の軟弱地盤に位置しており、この地盤上に構造物を建設する場合には構造物を支持する基礎構造が必要となります。

多くの構造物で採用されている杭基礎は地震時に損傷を受けることが多く、基礎の損傷によって構造物全体に傾斜や沈下を生じ、構造物自体が健全であっても使用することができなくなってしまう。近年では兵庫県南部地震の際、沿岸部の液状化に伴う地盤の側方流動により、多くの護岸とその背後の杭基礎構造物が大きな被害を受けました。しかしこれらの現象は実際の地震時に観測されたことがないため、護岸や杭基礎がどのような力を受けて壊れるのか、どのような過程で壊れていくのかについて十分に把握されていません。そこで本研究では、大型せん断土槽や直方体土槽の内部に杭基礎構造物を有する地盤を作製し、種々の構造物・入力波・加振方向の震動実験を実施しました。

この実験では、側方流動、液状化現象を再現することに成功し、多くのデータを得ることが出来ました。これらデータを基に、地盤防災分野の継続的な発展を目指します。



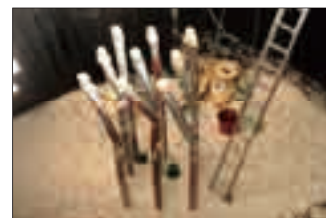
地盤内で折れ曲がった杭(地盤撤去後:奥が海側)



加振前の試験体(中央水色が杭基礎構造物:右が海側)



円筒形せん断土槽(内径8m、高さ6.5m)



地盤内で折れ曲がった杭(地盤撤去後)

高度即時的地震情報伝達網実用化プロジェクト — 緊急地震速報システムの開発と実用化 —

■ 1. 緊急地震速報のための即時処理システム（着末着法の開発）

緊急地震速報のための即時処理システムとは、地震観測データを自動的に解析し、解析結果をリアルタイムで配信するシステムです。緊急地震速報は社会全体の活動を一時的に停止させる可能性のある情報であり、間違った情報は、社会的混乱につながりかねません。それに対して、地震は自然現象であり、その発生機構は多種多様です。また、観測データには、地震動以外のノイズの混入、前震を伴う地震や、複数の地震が別の場所で同時に発生する場合があります。しかも、震源を早く決定する必要から、少数の観測点の僅かなデータしか利用できません。このため、リアルタイム震源決定には、多くの技術的開発要素が含まれています。

本プロジェクトでは、少ないデータでほぼ正確な震源を決定するための着末着法を開発しました。この方法は、観測データの他に、地震波が到着しないという情報を利用する方法です。この方法には、正確なP波到着時刻のデータが必要なので、正確な到着時刻を自動的に読み取る手法も開発しました。これらの手法の開発により、Hi-net観測網でカバーされる領域で発生する99%の地震についてP波検知後数秒以内で、ほぼ正確な震源を求められるようになりました。

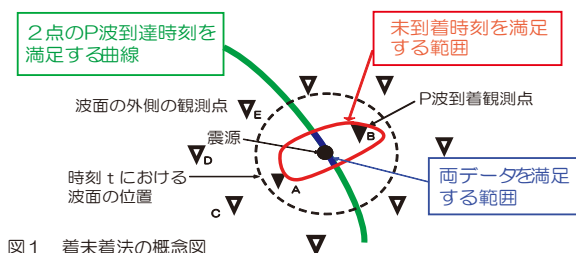


図1 着末着法概念図

着末着法は、P波到着時刻を満足する等式（図中の緑実線が解）の他に、P波波面外側の観測点にP波が届いていないという不等式（図中の赤実線で囲まれた領域が解）を同時に満足する解を導く方法です。この手法により、少ない読み取りデータから正確な震源決定を行うだけでなく、間違ったデータを自動除去することも可能となりました。

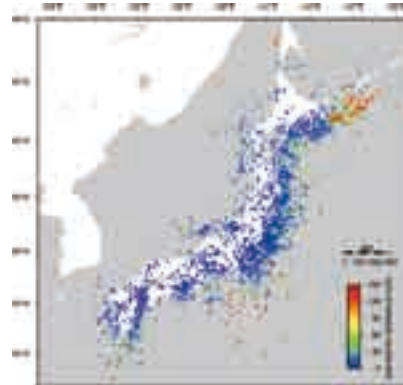


図2 震源決定の精度

P波検知後数秒で推定された即時処理システムの震源決定の精度です。精度は、気象庁によるマニュアル処理の震源との差を色で示しており、青色に近いほど精度が高いことを表しています。データはシステムが過去3年間に自動検知した4050地震です。

■ 2. 緊急地震速報のための震度予測手法の開発（震度マグニチュードの開発）

通常、震度予測はマグニチュードによる距離減衰式を使用して求められます。ところが、震度は加速度より定義される値、マグニチュードは変位より定義される値であり、両者は異なる物理量です。従って、マグニチュードを用いて震度を推定する方法は物理的に適切とは言えません。本プロジェクトでは、震度により定義される地震の規模を表すパラメータ（＝震度マグニチュード）を開発し、これを利用することにより、従来の手法に比べ精度の高い震度予測を極めて早い段階で行う事を可能としました。震度予測は緊急地震速報の最も重要な項目の一つであるため、このパラメータの利用が期待されます。

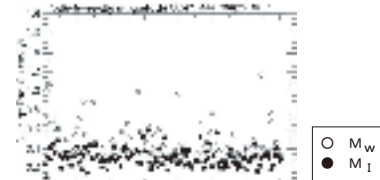
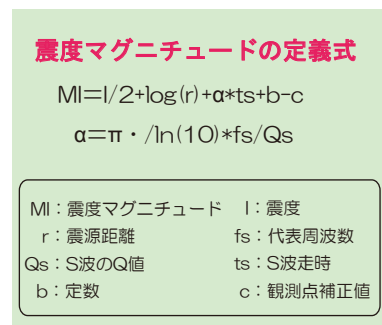


図3 震度マグニチュードによる震度予測誤差と、従来の手法による震度予測誤差の比較

震度マグニチュードの使用により、予測誤差が22%減少することが分かります。予測震度をトリガーとするシステムにとって、誤差の低減は非常に重要な意味を持ちます。

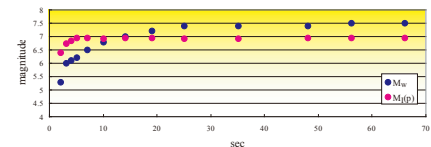


図4 宮城県沖地震（2003）における震度マグニチュードとモーメントマグニチュードの成長の比較

震度マグニチュードは地震波の短周期成分の最大値でほぼ決定されるため、断層破壊の終了を待たず、破壊過程の早い段階で最終的な値を示します。この地震の例では、P波検知後約数秒で最終的な震度マグニチュードを求めていました。

■ 3. 緊急地震速報の利活用

緊急地震速報を利用して地震被害の低減を目指す、さまざまなシステムが開発、実用化されています。家庭、学校、オフィス、大型商業施設などで使用される地震警報システム、鉄道、エレベータ、工場で使用される自動制御システムなどは、その代表例です。また情報伝達のために、各種の通信メディアや通信技術が利用されており、これらのシステムの安定した運用を支えています。

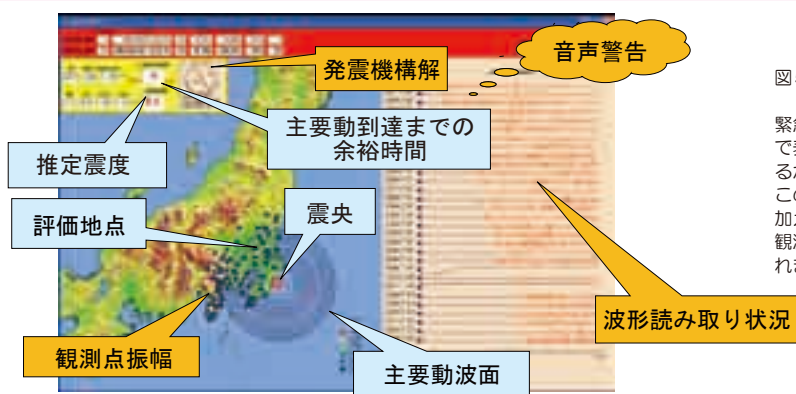


図5 緊急地震速報システムのモニター画面

緊急地震速報システムの出力をリアルタイムで表示し、出力された結果が適切なものであるか、評価できるように設計されています。この画面には、通常の緊急地震速報の情報に加えて、発震機構解、震度マグニチュード、観測点振幅、波形の読み取り状況等も表示されます。

首都直下地震防災・減災特別プロジェクト —都市施設の耐震性評価・機能確保に関する研究—

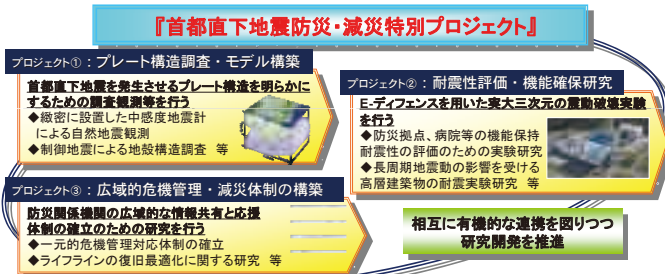
■ プロジェクト目的および内容



地震調査研究推進本部においては、平成17年8月に「今後の重点的調査観測計画について」をとりまとめ、その中で、南関東で発生するマグニチュード(M)7程度の地震を重点的調査観測の対象候補として挙げています。この地震は、同本部地震調査委員会の長期評価において、今後30年以内で70%程度という高い発生確率を予測しており、政府の中央防災会議が平成17年7月にまとめた「首都直下地震対策専門調査会報告」においては、首都直下の地震の一つの類型として想定された東京湾北部地震により、最大で死者数約11,000人、経済被害約112兆円との予測がなされています。

このように、南関東で発生するM7程度の地震については切迫性が高く、推定される被害も甚大であるが、これらの地震を対象とした調査観測・研究は十分でなく、未だ首都直下で発生するM7程度の地震の全体像等が明らかにされてはいません。

これらを踏まえ、首都圏における稠密な調査観測を行い、複雑なプレート構造の下で発生しうる首都直下地震の姿(震源域、将来の発生可能性、揺れの強さ)の詳細を明らかにするとともに、**耐震技術の向上**や地震発生直後の迅速な被害把握等と有機的な連携を図り、地震による被害の大幅な軽減と首都機能維持に資することを目的とした5か年間の研究開発プロジェクトが、「**首都直下地震防災・減災特別プロジェクト**」です。



首都直下地震の全体像を解明するとともに、**地震災害の大幅な軽減に資する**

■ 都市施設の耐震性評価・機能確保に関する研究

本研究では、首都直下地震に対する都市施設の被害を軽減し、建物の包括的な継続性を維持するための防災・減災対策に資することを目標として、実大三次元震動破壊実験施設(E-ディフェンス)を効果的に活用する、「(1) 震災時における建物の機能保持に関する研究開発」、「(2) 長周期地震動による被害軽減対策の研究開発」の二つの個別研究に取り組んでいます。

■ 震災時における建物の機能保持に関する研究開発

大地震時における救急救命、被災後の生命維持の拠点となる**医療施設**、および被災状況等の情報発信の拠点となる**情報通信施設**など重要施設は、建物の健全性と共にその**医療機能**、**情報通信機能**を震災時にも維持することが求められます。そこで本研究では、震災時における建物の機能保持および耐震性向上を目的とした研究開発に取り組んでいます。

研究成果は、民間企業・学協会等と連携して、機能保持を目指した重要施設の地震対策指標と具体的な対策手法の確立、既存および新規施設の耐震対策として普及を促すガイドラインへの反映を目指します。

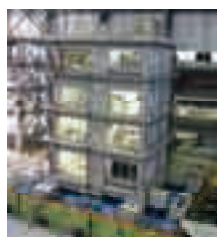
医療機器等の機器単体耐震実験(H19)

医療機器・情報通信機器単体の耐震性および地震時の挙動の検証を行いました。



地震災害時における医療施設等の機能保持評価のための震動台実験(H20)

“耐震構造”、“免震構造”において、短周期地震動および長周期地震動による震動実験を実施しました。



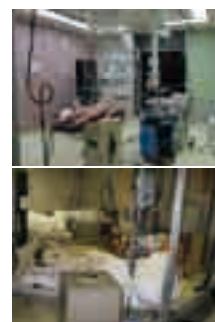
手術室、病室、人工透析室などに、実際の機器を配置し、また給排水設備等も設置し、忠実に医療施設を再現しています。

手術室(3階)



耐震構造実験後(短周期地震)

病室(4階)



免震構造実験後(短周期地震)

■ 長周期地震動による被害軽減対策の研究開発

海溝型巨大地震では長周期地震動が発生し、首都圏をはじめ大都市の超高層建物は共振して、ゆっくりと大きく、3分以上の長時間にわたって揺れるといわれます。本研究では、長周期地震動に対して被害が予測される超高層建物を対象にし、**耐震性能の評価や被害を軽減する手法の提案**を目的としています。

本研究成果は、関連する学協会とも共有し、安心・安全な高層建物の実現を目指します。

長周期地震動を受ける高層建物の損傷過程、安全余裕度に関する震動台実験(H19)

大型実験システムを開発し、超高層建物の骨組に生じる損傷を検証しました。



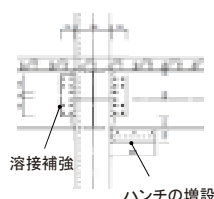
長時間の多数回にわたる局部変形の蓄積によって、梁と柱の接合部分でフランジが破断しました

長周期地震動を受ける超高層建物の応答低減手法、および柱梁接合部の補強法の検討(H20)



制振技術の効率的な適用方法を提示

対策を組み込んだ実験を予定(H21)



柱と梁の接合部分の効果的な補強方法を提示

平均的な高さ80mで21階建ての超高層建物の下層階を骨組とし、上層階をコンクリート錘とゴムでモデル化しました。



E-ディフェンス上の試験体

ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究

平成20～24年度文部科学省研究委託事業

■ ひずみ集中帯と最近の地震

日本列島の太平洋側では、日本海溝や南海トラフなどのプレート境界から海洋プレートが沈み込み、M8級の巨大地震が数10～100年おきに繰り返し発生します。一方、日本海側や内陸部には明瞭なプレート境界はありませんが、局所的に変形が集中する「ひずみ集中帯」が存在しています。ひずみ集中帯では、蓄積される大きなひずみのために、活断層や活褶曲といった活構造が形成されます。平成16年新潟県中越地震、平成19年中越沖地震など最近、日本海沿岸部で大きな被害地震が相次ぎましたが、いずれも、ひずみ集中帯で発生したものでした。

■ ひずみ集中帯の形成

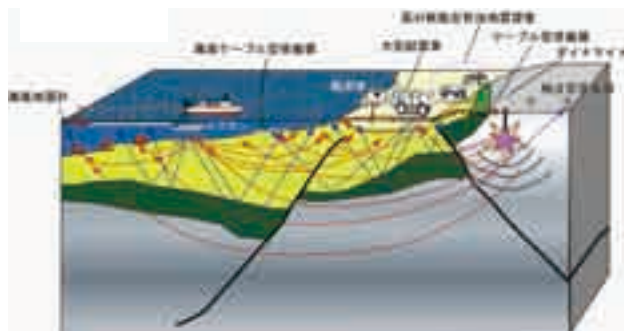
ひずみ集中帯には、地質学的に明らかにされた「日本海東縁ひずみ集中帯」と、現在のGPS観測で検出された「新潟―神戸ひずみ集中帯」の2つがあります。過去の大地震はこれらのひずみ集中帯に沿って分布していますが、いったいどのようにして形成されたのでしょうか？もともと日本列島は大陸の一部でしたが、約2000万年前から日本海が拡大し、大陸から切り離されました。そのときの張力場によって正断層が発達し、部分的には地殻が引き延ばされて薄くなりました。また、いたるところで沈降が生じて堆積物が厚く堆積し、リフトと呼ばれる堆積盆地を形成しました。その後、約300万年前に張力場から圧縮場に転じ、日本海拡大時に形成された正断層が、逆断層として再活動を始めたのです。この活動によってリフトの堆積物が隆起し褶曲地形を形成しました。これらの現象を、インバージョン（反転）テクトニクスと言います。このようにひずみ集中帯は、昔は引っ張り、今は圧縮の力を受け、地殻の中が非常に複雑になっているため、地震の発生の仕方も複雑です。

■ 政府の取り組み

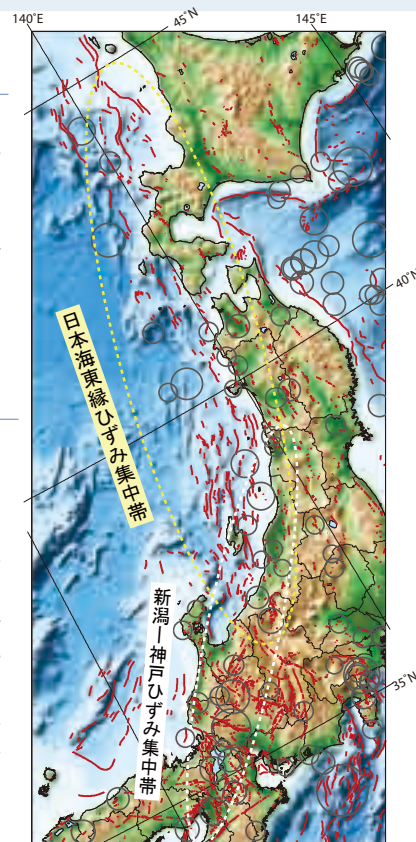
地震調査研究推進本部では、阪神淡路大震災を教訓とし、日本全国に基盤的な地震観測網を整備し、主要110断層などの調査観測を進めてきましたが、「ひずみ集中帯」は明確な調査対象としては位置づけられておらず、地震調査観測の空白域でした。しかし、相次ぐ被害地震によって、この地域地震像を明らかにする必要があることから、文部科学省では「ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究」を5年間計画で進めることを決定しました。

■ 重点的調査観測・研究の概要

この研究プロジェクトの目的は、東北日本の日本海側及び日本海東縁部に存在するひずみ集中帯の活構造の全体像を明らかにし、震源断層モデルを構築することにより、ひずみ集中帯で発生する地震の規模の予測、発生時期の長期評価、強震動評価の高度化に資することです。また、ひずみ集中帯の形成メカニズムを解明するため、ひずみ蓄積速度の速い火山など他の地域での比較研究も実施されます。主たる調査観測研究内容は次のとおりです。



海陸統合地殻構造探査の概念図(東京大学地震研究所 佐藤比呂志教授提供)



ひずみ集中帯周辺で発生した大地震(1586～2007年、深さ50km以下、マグニチュード6.8以上)と活断層の分布。

○自然地震観測

新潟県などの陸域に機動的な地震計約300台、海域に自己浮上式及びケーブル式海底地震計を設置して稠密な自然地震観測を実施し、高精度震源決定を行い、地震波速度や非弾性係数の3次元的な分布を求め、地殻深部の断層構造に関する情報を取得します。一方、桜島火山や琵琶湖西岸断層帯など、わが国でひずみが集中しているとされている地域において、地震・火山等の調査観測を実施します。

○地殻構造探査

陸域では起震車やダイナマイト、海域ではエアガンなどの制御震源を用いて、大深度反射法・屈折法、高分解能反射法探査等を行い、海陸統合探査によってひずみ集中帯の活構造、断層の深部形状、地震波速度の絶対値などを明らかにします。また、日本海ではマルチチャネル探査により、日本海東縁の地殻構造・断層のイメージングを実施します。

○GPS地殻変動観測

ひずみ集中帯を横切る方向で2本の測線を設定し、地殻変動分布の現状を明らかにするとともに、得られた地殻変動分布を説明できる物理モデルを構築します。

○活断層の地形地質調査

ひずみ集中帯の陸域で変動地形調査、浅層ボーリング調査等を実施すると共に、海域で音波探査による海底面調査を実施し、地表及び海底面の変動構造・地殻ひずみ速度を明らかにします。

○強震動予測高精度化のための調査研究

既存の表層地盤データや微動探査等により、ひずみ集中帯の平野部を中心とした浅部・深部統合地盤モデルを作成するとともに、この地域の地震の震源特性を分析し、断層モデルに関する情報を総合して震源モデルの高度化を行います。さらに、強震動評価に基づいて、本プロジェクトで構築される震源断層モデルおよび地下構造モデルの検証を行います。

○歴史地震等に関する記録の収集と解析

ひずみ集中帯で過去に発生した大地震の歴史的、地震学的記録などの調査に基づき、過去の地殻活動を明らかにします。

本研究プロジェクトサブテーマ実施代表機関は次のとおりである。

独立行政法人防災科学技術研究所・東京大学地震研究所・京都大学防災研究所・北海道大学大学院理学研究院・東北大学大学院理学研究科・名古屋大学大学院環境学研究科・九州大学大学院理学研究院・東京工業大学火山流体研究センター・独立行政法人海洋研究開発機構・独立行政法人産業技術総合研究所・財団法人地震予知総合研究振興会

自然災害情報室-災害・防災情報の収集と発信

■ 災害情報の収集・整理とアーカイブスの構築

防災及び災害に関する国内外の文献・資料の収集・整理を行い、災害アーカイブスを構築し、資料室において所内外の研究者、政府関係者、及び一般の皆様にご覧に公開しています。

【資料情報】

- ① 国内外災害・防災関連資料(災害報告書、災害空中写真)
- ② 災害・防災研究のための国内外学術雑誌
- ③ 災害・防災研究のための基礎資料
(災害・防災研究報告書、地域防災計画、行政資料、地図、図書)
- ④ データベース(所蔵資料、火山ハザードマップ)
- ⑤ コレクション(各種ハザードマップ、大規模災害情報、子ども向け災害資料)



日本の火山ハザードマップデータベース
日本全国の火山ハザードマップデータベースです。



2005年 ハリケーン・カトリーナコレクション
(撮影地: Lower Ninth Ward地区)



子ども災害コレクション
団体貸出を行っています。



閲覧室から見た資料室

■ 災害情報の提供／発信

災害アーカイブスを利用し、解析を行い、災害について学習できるサイトや調査研究のために利用できるサイトなど、幅広い情報提供を行っています。

(<http://www.bosai.go.jp/library/>)

【Webコンテンツの例】

- ① 災害アーカイブスを利用、解析したコンテンツ
 - 防災基礎講座 自然災害に学ぼう
 - 日本の火山ハザードマップデータベース
 - 地すべり地形分布図データベース
 - 既往土砂災害データベース
- ② ポータルサイト、リンク集
 - 国内及び世界の防災関連機関リンク集
 - 国際機関・インド洋津波ポータルサイト
 - 災害種別リンク集
- ③ 自然災害・防災関連本の紹介
 - 自然災害・防災の本棚



防災基礎講座
防災の基礎的知識を学べます。



災害種別リンク集(D-Links)
リンク数が世界最大級の災害リンク集です。

■ 防災科学技術研究所研究成果の公開／提供

防災科研の研究成果を、一般に公開・提供しています。自然災害を広く学び、知識の共有を図るという目的から学習会の企画や開催も行っています。

【研究成果公開・提供の例】

- ① 防災科研の刊行物、ニューズレター、パンフレットなどの貸出、配布、Webでの提供
- ② 特別企画展・Web災害企画展の開催
- ③ 災害学習会の企画・開催



防災科学技術研究所刊行物



公開災害学習会の様子



Web災害企画展: 伊勢湾台風50周年特別企画

地すべり地形分布図の刊行とWeb公開

本州・四国・九州が完了 さらに日本全土の刊行を目指しています

地すべりを始めとする土砂災害は毎年各地で発生し、貴重な生命と財産を奪ってきました。地すべり災害を防止軽減するためには、地すべり変動の危険性がある斜面の分布状況を把握しておくことが不可欠です。防災科研では地すべり災害防止のため、全国各地の地すべり地形の判読を進め、印刷図として刊行するとともに、インターネット上で公開しています。

■ 地すべり変動は地すべり地形で起きる



岩手宮城内陸地震で発生した荒砥沢地すべりも過去に変動した地すべり地形を呈していました



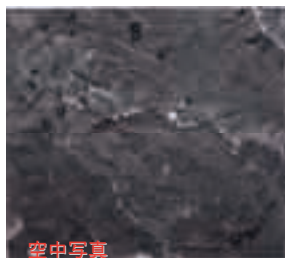
■ 空中写真判読によって地すべり地形を把握



地すべり地形の判読作業

地すべり地形判読は、地すべり変動によって形成された地形の分布と形状、相互関係を正確に判定していく、高度の地形認識能力が必要な根気のいる作業です。

空中写真の実体視判読 → 所定の凡例で地すべり地形を図示する

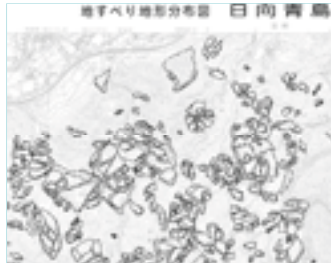


空中写真



地すべり地形分布図

■ 印刷図の刊行・関係機関への配布



地すべり地形分布図刊行(5万分の1)



判読した地すべり地形を印刷図として順次刊行し、関係機関に配布しています

平成20年度末に本州・四国・九州の刊行が完了します。今後、日本全土の刊行を目指し、北海道・沖縄および南西諸島地域の地すべり地形判読と印刷図の刊行を計画しています



■ 地すべり発生場所の適中実績

最近発生した地すべりの多くを地すべり地形として判読し図示していました

秋田県鹿角市澄川地すべり



1997年5月に起きた八幡平澄川地すべりの発生場所を地すべり地形として正確に判読していた



石川県羽咋市地すべり



2005年4月に石川県羽咋市で起きた地すべりによって高圧送電線鉄塔が倒壊した。その後各電力会社は地すべり地形分布図などを用いて送電鉄塔の緊急点検を行なった。

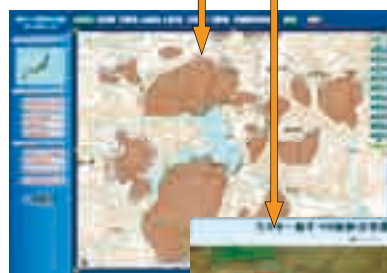
■ 地すべり地形分布図のWEB公開

アドレス: <http://lweb1.ess.bosai.go.jp/>



地すべり地形情報を何時でも何処からでも閲覧することができるようにWeb公開を進めています

地すべり地形分布図データベースのTOPページ



WebGISを用いた地すべり地形分布図の公開画面

ウェブマッピングサービス(WMS)に対応したラスター型地すべり地形分布図の表示画面



防災科学技術研究所 第6回成果発表会 講演・ポスター概要集

平成21年3月17日発行

編集・発行 独立行政法人防災科学技術研究所
企画部 広報普及課

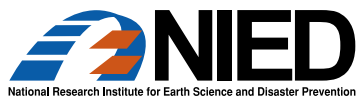
〒305-0006 茨城県つくば市天王台3-1

電話 (029) 863-7792

<http://www.bosai.go.jp>

印刷所 岩見印刷株式会社





独立行政法人 防災科学技術研究所