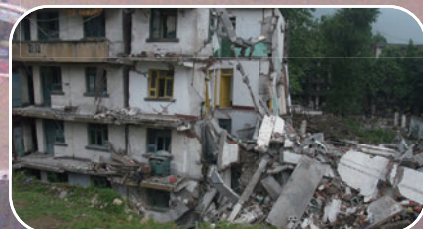


防災科学技術研究所 第7回成果発表会

—防災研究 5年間の総括—



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：防災科学技術研究所

後援：文部科学省

日時：平成23年2月25日（金）13:00～17:55

場所：東京国際フォーラム B5ホール

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 (文部科学省 藤木 完治)

第1部 地震・火山災害軽減への挑戦

13:10 - 13:40 地震観測データを利用した地殻活動の評価・予測に関する研究
～地震発生メカニズム解明に基づく災害軽減を目指して～

(地震研究部 堀貞喜)

13:40 - 14:10 基盤的火山観測施設の整備と火山噴火予知研究の新しい展開

(火山防災研究部 鶴川元雄)

14:10 - 14:40 E-ディフェンスの活動ーこれまでとこれからー

(兵庫耐震工学研究センター 梶原浩一)

14:40 - 15:30 休憩 (ポスター展示・システムのデモンストレーションのコアタイム)

第2部 特別講演

15:30 - 16:20 複合災害による首都壊滅

(関西大学社会安全学部長、人と防災未来センター長 河田恵昭)

第3部 安全・安心な社会の構築をめざして

16:20 - 16:50 雪氷災害の防止と被害軽減のための予測システム開発

(雪氷防災研究センター 佐藤威)

16:50 - 17:20 極端気象に強い都市創りー社会実験を通じた早期検知・予測システムの
開発ー

(水・土砂防災研究部 真木雅之)

17:20 - 17:50 災害リスク情報プラットフォームの開発

(防災システム研究センター 藤原広行)

17:50 - 17:55 閉会挨拶

(理事 森脇寛)



講演概要集 目次

ごあいさつ（理事長 岡田義光）	1
-----------------	---

【講演】

第1部 地震・火山災害軽減への挑戦

地震観測データを利用した地殻活動の評価・予測に関する研究～地震発生メカニズム 解明に基づく災害軽減を目指して～	3
（地震研究部 堀貞喜）	

基盤的火山観測施設の整備と火山噴火予知研究の新しい展開	5
（火山防災研究部 鶴川元雄）	

Eーディフェンスの活動ーこれまでとこれからー	7
（兵庫耐震工学研究センター 梶原浩一）	

第2部 特別講演

複合災害による首都壊滅	9
（関西大学社会安全学部長、人と防災未来センター長 河田恵昭）	

第3部 安全・安心な社会の構築をめざして

雪氷災害の防止と被害軽減のための予測システム開発	11
（雪氷防災研究センター 佐藤威）	

極端気象に強い都市創りー社会実験を通じた早期検知・予測システムの開発ー	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の開発	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

P波速度構造から地震発生域を予測する	18
(地震研究部)	
地震断層破壊のダイナミクスー実験的アプローチー	19
(地震研究部)	
日本列島の地下温度構造	20
(地震研究部)	

B. 国際地震火山観測研究

国際地震火山観測研究	21
(地震研究部)	

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

E-ディフェンスを活用した耐震工学研究ー近未来の地震リスクに備えて	22
(兵庫耐震工学研究センター)	
E-ディフェンスを活用した耐震工学研究ー未来の高耐震技術に向けて(1)	23
(兵庫耐震工学研究センター)	
E-ディフェンスを活用した耐震工学研究ー未来の高耐震技術に向けて(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

基盤的火山観測施設の整備	25
(火山防災研究部・地震研究部)	
シミュレーションを活用した火山噴火予知研究	26
(火山防災研究部)	
リモートセンシングによる火山活動の把握	27
(火山防災研究部)	

E. M Pレーダを用いた土砂・風水害の発生予測に関する研究

XバンドM Pレーダネットワークー防災科研発 局地的豪雨・強風監視システムー	28
(水・土砂防災研究部)	
M Pレーダを用いたリアルタイム浸水危険度予測	29
ー10分毎に1時間先まで10分毎の降水予測・浸水危険度予測、道路浸水観測で評価	
(水・土砂防災研究部)	
土砂災害を予測する	30
(水・土砂防災研究部)	



F. 台風災害の長期予測に関する研究

台風災害の長期予測に関する研究	31
(水・土砂防災研究部)	
高精度高潮計算のための大気－海洋－波浪結合モデルの開発とその精度検証	32
(水・土砂防災研究部)	

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

雪氷災害発生予測システム ー概要と試験運用ー	33
(雪氷防災研究センター)	
観測・実験による雪氷防災研究 ー雪氷災害発生予測のためにー	34
(雪氷防災研究センター)	
雪氷ハザードマップの開発	35
(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

災害リスク情報プラットフォームが目指すもの	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研究P J)	
災害リスク情報の分散相互運用環境	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研究P J)	
地域を支える情報基盤「eコミウェア」の開発	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研究P J)	
地域の防災力向上のための災害リスクガバナンス	39
(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研究P J)	
地震ハザードステーション J－S H I S	40
(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研究P J)	

J. 地震防災フロンティア研究

医療防災の研究	41
(地震防災フロンティア研究センター)	
IT(情報技術)を活用した自治体の危機管理	42
(地震防災フロンティア研究センター)	
防災科学技術情報基盤の形成	43
(地震防災フロンティア研究センター)	

K. 主な外部資金プロジェクト

高度即時的地震情報伝達網実用化プロジェクト	44
(防災システム研究センター)	
統合化地下構造データベース	45
(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研究P J)	
首都直下地震防災・減災特別プロジェクト	46
(兵庫耐震工学研究センター)	
長周期地震動による被害軽減対策の研究開発	47
(兵庫耐震工学研究センター)	
震災時における建物の機能保持に関する研究開発	48
(兵庫耐震工学研究センター)	



ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究	49
（地震研究部）	
フィリピン地震火山監視能力強化と防災情報の利活用推進	50
（地震研究部）	
気候変動に伴う極端気象に強い都市創り	51
（水・土砂防災研究部）	
L. 共用施設	
大型耐震実験施設	52
（防災システム研究センター）	
大型降雨実験施設	53
（水・土砂防災研究部）	
実大三次元震動破壊実験施設(E-ディフェンス)の概要	54
（兵庫耐震工学研究センター）	
雪氷防災実験棟	55
（雪氷防災研究センター）	
M. その他	
災害情報は防災研究の要石ー自然災害情報室	56
（自然災害情報室）	
地すべり地形分布図の作成及び刊行・解析	57
（防災システム研究センター）	
Dr.ナダレンジャーの科学実験教室2011	58
（防災システム研究センター）	



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7回成果発表会においでいただき、ありがとうございます。当研究所は、1963年4月に科学技術庁の所管する国立の試験研究機関のひとつとして、「国立防災科学技術センター」という名称で東京に設立され、その後1978年4月に筑波研究学園都市へ移転いたしました。1990年6月には現在の「防災科学技術研究所」という名称に変更され、また2001年4月には独立行政法人という組織に生まれ変わっています。

独立行政法人になってからは、5年毎の「中期計画」に従って研究所の業務が進められるようになり、本年4月には第2期から第3期の5年間へと移行する節目を迎えます。これまで、折に触れて全所的な研究成果の発表会を開催してまいりましたが、今回は、独立行政法人化されてから7回目の成果発表会となります。第2期の5年間が間もなく終了するということで、本日は、これまでの5年間の総括するとともに、今後の5年間の展望する機会にしたいと思っております。

この5年間、当研究所は防災に関するさまざまな基礎研究や技術開発、そして成果を社会へ還元する活動を続けてまいりました。

まず、地震災害分野では、平成7年の阪神・淡路大震災を受けて整備が進められた全国的な地震観測網、および実大三次元震動破壊実験施設(E-ディフェンス)を強力な道具として、画期的な成果を次々と生み出してきております。

地震の観測・予測に関しては、日本列島の地下でこれまで知られていなかった様々な「ゆっくり地震」や「繰返し地震」などの興味深い現象が発生していることを発見し、これらは来たるべき巨大地震の発生と何らかの関連を有している可能性が高いことを確かめてきました。また、全国的な地震観測網のデータはオンラインで気象庁および東京大学地震研究所に伝送され、これらは「緊急地震速報」などの防災業務や、大学における学術研究に役立てられています。

一方、E-ディフェンスを用いた震動実験では、木造住宅、鉄筋コンクリートビル、鉄骨造建物、橋梁など、様々な実物大構造物について耐震性能を確認する試験が続けられてきました。これまでに、

学校や病院、超高層ビルなどについて、機能保持を図るためにはどのような条件が必要かということ を明らかにしてきました。また、最近問題となっている「長周期地震動」が免震構造物に及ぼす影響を調べた実験については、国内外から大きな注目を集めています。

このほか、全国各地の地震危険度や揺れやすさを示す「地震動予測地図」(J-SHIS)の公開については、空間分解能を1kmから250mに向上させたり、Googleマップとの重ね合わせを実現するなど、使い易さを高める努力が続けられています。

次に、火山災害については、最新鋭の火山専用空中赤外映像装置の開発・実用化を進める一方、我が国の主要な活動的火山に対する基盤的火山観測施設の整備を開始しました。今後は、全国的な地震観測網と同様に、データ流通を通じて気象庁における監視業務や全国の大学における火山研究に貢献する体制が整えられる予定になっています。

気象災害の分野では、防災科学技術研究所が長年培ってきた気象レーダに関する技術が、第2期中期計画の期間中に脚光を浴びました。地球温暖化とともに、近年大きな問題となってきている集中豪雨やゲリラ豪雨などの監視に威力を発揮することが実証され、その研究成果が、国土交通省によるマルチパラメータレーダ観測網の全国展開に活用されることになったためです。1時間くらい先の降雨量を迅速かつ高精度に予測できる特長を利用して、浸水被害危険度の予測や土砂災害危険度の予測に利用する応用研究も着実に推進されています。

雪氷災害の分野においても、降積雪の予測から始まって、雪崩や地吹雪などの発生危険度を推定する「雪氷災害発生予測システム」がほぼ実用化のレベルに到達し、地方自治体や道路管理事業者等と協力して、実験的な運用が始められています。

このほか、第2期中期計画の途中からは、各種の自然災害に対するハザード情報のみならず、個人にとってより重要なリスク情報を国民一人ひとりに届けることを目的として、「災害リスク情報プラットフォーム」の研究を開始しました。リスク情報の相互運用を行うシステムを開発すると同時に、地方自治体やボランティアグループなど様々な主体を対象とした社会実験も精力的に進められており、防災研究の成果を社会に実装するために必要なノウハウを獲得するための作業が続けられています。

本日の発表会では、第1部と第3部における口頭発表、およびポスター展示により、以上申し上げたような第2期5年間の研究成果を中心として、各担当者よりご紹介させていただきます。また第2部では、ご多忙のところ、関西大学社会安全学部長の河田恵昭先生においでいただき、特別講演「複合災害による首都壊滅」をお願いしております。きっと刺激的なお話をお聞かせいただけるものと楽しみにいたしております。

さて、平成23年度からは、内閣府の総合科学技術会議が定めた「第4期科学技術基本計画」が始まります。ここでは、我が国が抱える様々な政策課題を解決するために科学技術の果たす役割が期待されていますが、防災は、まさしく国家として最重要な政策課題のひとつであります。

独立行政法人としての第3期を迎える防災科学技術研究所は、気持を新たにして、このような国の基本目標に合致する研究活動を進めてまいります。関係する皆様方には、どうぞ暖かいご指導ならびにご支援をお願い申し上げます。



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 ～地震発生メカニズム解明に基づく災害軽減を目指して～

地震研究部

堀 貞喜

1. はじめに

全国約1900地点の観測施設で構成される地震観測網は、防災科研が世界に誇る研究基盤施設の一つです。本プロジェクトは、この観測網から得られるデータを利用した地震発生メカニズムの解明等を目的とする研究課題であり、平成18～22年度の5カ年計画で実施されてきました。地震災害を軽減するための方策としては、地震時の揺れに対して建造物等ができるだけ耐えられるようにすることと同時に、地震そのものの発生メカニズムを解明して事前に対策を講ずるというアプローチが考えられます。後者については、地震国日本の悲願とも言うべき地震予知の実現を最終目標とする極めてチャレンジングな取り組みであり、科学技術・学術審議会測地学分科会の建議に基づき、国家的プロジェクトとして進められています。防災科研は国立大学等他の研究機関とともにこの計画に参画しており、本プロジェクトは、その一翼を担う研究課題として位置づけられています。以下では、この5カ年で実施してきた事業の概要とその主要な成果について報告します。

2. 実施内容と成果

(1) 観測網の安定的な運用と良質なデータの持続的生産

防災科研の地震観測データは、防災科研自身の研究だけでなく、国立大学等の研究活動や緊急地震速報サービスをはじめとする気象庁の監視業務にとっても不可欠なリソースとなっています。例えば、気象庁は自らの観測データに加えて防災科研や国立大学等の観測データも併せて一元化処理を行っておりますが、この処理の中で防災科研のデータが使われる割合は全体の半分以上を占めています(図1)。本プロジェクトでは観測網を安定的に運用するための様々な工夫を凝らし、5カ年を通して稼働率99%前後という実績を記録しており(図2)、我が国の地震調査研究の着実な進展に大きく貢献してきました。

(2) 地殻活動の迅速かつ的確なモニタリング

地震計は地盤の動きを記録する計器であり、そのデータを解析することにより、いつどこでどのくらいの規模の地震が発生したか、ということに加えて、地震を起こした(岩盤に加わった)力や揺れの大きさ(震度)の分布などに関する情報が得られます。本プロジェクトではこれらの情報を迅速に求め、インターネット上で発信するシステムを開発するとともに、被害を伴うような大地震については、詳細な解析結果を地震調査委員会等へ報告することにより、地震防災行政に役立てています。こうした通常の地震以外にも、プレート境界で起きる巨大地震の震源域周辺で起きているゆっくりすべり(SSE)や低周波微動・超低周波地震等SSEに伴って発生する各種スローイベントを的確にモニタリングするためのシステムを開発し、その性状解明にとって有用なデータを蓄積しています。



(3)地殻活動モデルの構築

主要な解析対象であるSSE及びそれに伴う各種スローイベントの発生域や内陸活断層地域では、定常的な観測結果から得られる情報の分析に加え、地震探査・電磁探査等を追加的に実施し、より詳細なデータ解析を行っています。そして、これらの結果を組み入れた、より現実的な地殻活動モデルの構築を進めてきました。例えば東海地域のSSEに関しては、プレート形状や摩擦特性等について観測から推定されるパラメータを組み込んだモデルを構築し、この地域で起きている各種のSSEをシミュレーションによって再現する(図3)とともに、将来の大地震の発生に関係する重要な知見も得られています。

3. 今後に向けて

世界でもトップレベルにある我が国の地震予知研究の成果をもってしても、発生場所や規模について概ね予測が可能なプレート境界の巨大地震でさえ、事前に警報を出せるような精度でその発生時期を予測することは、極めて困難であるというのが現実です。しかしながら、地震予知研究を通じて得られる地震発生メカニズムに関する様々な知見は、大地震の活動推移予測や長期予測に基づくハザードマップの精度向上等、現時点でも地震防災に有効活用されており、今後のブレークスルーを期待しつつも、地道な研究を着実に継続していくことが、地震国日本の大切な使命であることは間違いないでしょう。

(左)図1.気象庁一元化処理に [2010/10/1 - 2010/10/31]

使用されたデータの割合(紺: 防災科研、緑: 気象庁、他: 国立大学等それ以外の機関)。

(右)図2.平成18~22年度における地震観測網稼働率の推移

(青: Hi-net、

赤: F-net、緑: K-NET、紫: KiK-net)。

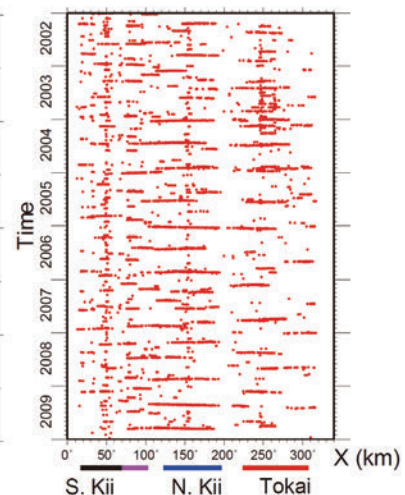
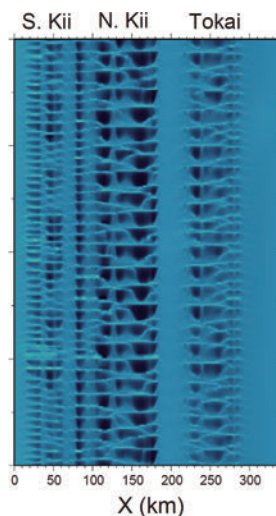
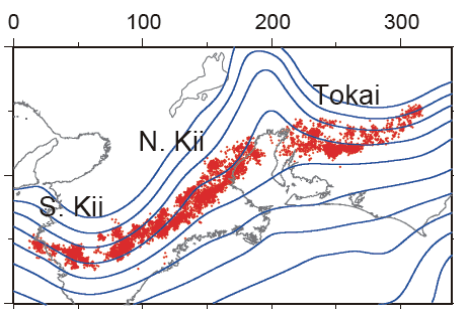
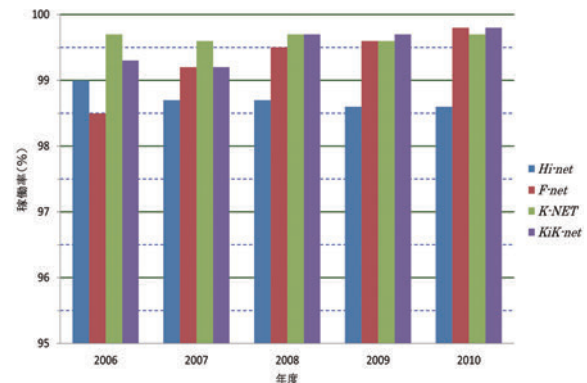
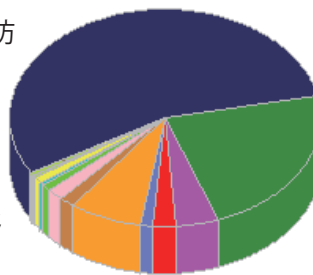


図3(左).シミュレーションに用いたモデル(沈み込んだプレート上面の等深線)と低周波微動の分布. (右)SSEのシミュレーション結果と低周波微動の時空間分布. 横軸は水平距離、縦軸は上から下に向かって経過時間(年)を表す.



基盤的火山観測施設の整備と火山噴火予知研究の新しい展開

火山防災研究部

鵜川 元雄

1. はじめに

防災科研では、平成21～22年度に浅間山など5火山に孔井式地震傾斜観測装置、広帯域地震計、GPSを備えた新しい火山観測施設を整備しました。このような観測機器により火山のゆっくりとした変動から高周波の振動現象まで切れ目なく観測することが可能になり、火山噴火予知につながる成果が期待されます。さらに観測データを研究や火山監視に役立てるため、気象庁や大学等の火山研究や火山防災に関係する機関へのリアルタイム流通を開始し、また一般へのデータ公開も準備しています。このような新たな仕組みにより火山観測データがこれまでより多くの研究者の目に触れることになり、研究のすそ野が広がり、火山噴火予知研究の進展が期待されます。

2. 基盤的火山観測網

防災科研では、これまで伊豆大島、富士山、三宅島に孔井式地震傾斜観測装置、広帯域地震計、GPSなどを装備した火山観測施設を整備し、1986年伊豆大島噴火や2000年三宅島噴火などにおいて、これらの観測機器が地下のマグマの動きを把握するのに有効なことを示してきました。一方、科学技術・学術審議会測地学分科会火山部会では、「今後の大学等における火山観測研究の当面の進め方について」(平成20年12月)において、大学の火山観測研究を重点化する火山として、阿蘇山など16火山を選択し、防災科研等がこれらの火山に基盤的な観測施設の整備を進める方針を打ち出しました(図1)。

これを受け防災科研では、平成21～22年度にまず有珠山(1箇所)、岩手山(1箇所)、浅間山(2箇所)、阿蘇山(2箇所)、霧島山(2箇所)に火山観測施設を整備しました。各火山ではそれぞれの火山で連続観測を実施している大学や気象庁と連携し、火山噴火予知研究や火山監視に役立つように観測点を効果的に配置しました。新しい観測施設は山頂火口からほぼ3～7kmの範囲にあり、深さ200mの観測井に孔井式地震傾斜観測装置、地表付近に広帯域地震計とGPSを設置しました(図2と図3)。



図1 火山観測研究を強化する火山

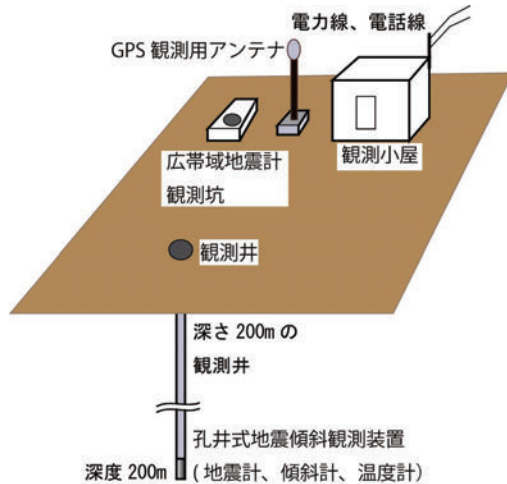


図2 観測施設の概要



図3 浅間山鬼押出火山観測施設の外観

3. 観測データの流通と公開

観測データは常時、つくば本所に伝送されていますが、さらに利活用が進むよう地震波や傾斜変動データは防災科研の高感度地震観測網 (Hi-net) のシステムを活用し、気象庁や大学等の火山観測関係機関を対象にしたリアルタイムでのデータ流通を開始し、一般のデータ使用希望者へのWEBを用いたデータ公開を今年度中に開始するための準備も進めています。またGPSデータの流通・公開についても検討が進められています。

4. 期待される成果と今後の研究の展開

今回、整備した孔井式傾斜地震観測装置、広帯域地震計、GPSは、地下のマグマの動きや噴火とそれに引き続く静穏化する過程を観測した実績のある高精度の観測機器なので、新しく設置した火山においても噴火に至るようなマグマの動きがあれば、確実に信号を捉え、噴火メカニズムの研究や火山噴火予知の実用化に貢献することは間違いありません。また火山ではしばしば地震活動が活発化します。火山で発生する地震は、熱水やマグマなどの火山性流体が多くの場合に関与していると考えられていますが、傾斜計は岩盤の微小な変形も感知するので、火山性流体の動きを捉え、地震活動が活発化する原因を特定できるかもしれません。また傾斜計やGPSによりこれまで観測できなかったゆっくりとしたマグマの動きを捉えることができるかもしれません。

このようなデータは今まで限られた研究者しか見ることはできませんでしたが、新しいデータ流通・公開の仕組みによって、多くの研究者の目に触れるようになり、これまで以上に研究のすそ野が広がり、火山噴火予知研究の進展が期待されます。



Eーディフェンスの活動－これまでとこれから－

兵庫耐震工学研究センター
梶原 浩一

1. はじめに

防災科学技術研究所兵庫耐震工学研究センターは、Eーディフェンスの運用を開始してから2010年4月で6年を迎え、これまで46課題の実験を実施しました。

破壊過程の解明を目的とした実大構造物の実験、施設の貸与等による外部機関の活用を含め、数多くの実験と研究が進められており、少なからず耐震工学による地震防災の進展に寄与していると感じています。究極には、それらデータを活用した、構造物の破壊過程を再現できるシミュレーションシステム(数値振動台)の開発が目標にあります。今年、2000年のEーディフェンス建設着工から数えると11年目になり、研究の方向性にも新たな展開が見え始めています。

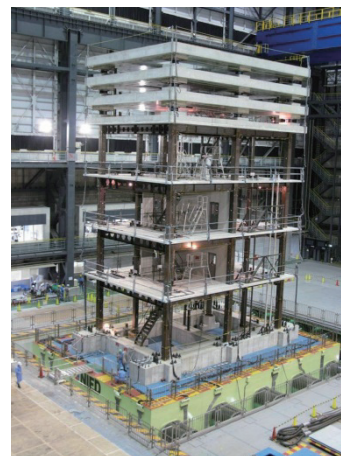


図 高層建物実験

2. これまでの活動

2002年度より2006年度までの5ヶ年では、文部科学省主導の研究プロジェクト「大都市大震災軽減化特別プロジェクト」(通称：大大特)が実施され、この中で、「木造建物」、「鉄筋コンクリート建物」、「地盤・基礎」を対象とし、阪神・淡路大震災の教訓を受けて、破壊過程の解明と補強効果の実証を目的とする実験が行われました。

2005年度より開始した、「実大三次元震動破壊実験施設を活用した耐震工学研究プロジェクト」では、大大特で実施されなかった「橋梁(鉄筋コンクリート橋脚)」、「鉄骨造建物」を課題としました。この選定の背景は、米国の耐震工学研究分野の最大プロジェクトである、NEES(George Brown Jr. Network for Earthquake Engineering Simulation)と防災科研の共同研究の推進もあります。研究では、その目的を、これまでの破壊過程の解明だけではなく、次世代の高耐震技術の開発・実証を含むものとしています。大大特の後継となる「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト」は、2007年度より5ヵ年の計画で進められています。南関東で今後30年以内に高い確率で発生すると考えられるM7程度の地震を対象とし、地震災害の大幅な軽減に貢献することを目的としています。Eーディフェンスでは、「震災時における建物の機能保持に関する研究開発」と「長周期地震動による被害軽減対策の研究開発」の2つの実験研究を進めており、それぞれについて、4層の鉄筋コンクリート病院モデルと鉄骨高層建物モデルの加振実験が行われました。また、兵庫県とは2006年度より防災科研とEーディフェンスを用いた共同研究を実施しています。将来の長周成分を含む地震に対する居住空間の安全性に関する研究をテーマとし、これまで高層建物の居室内モデルの実験を3回行い、居住空間の安全性についての課題抽出と対策の実証を行ってきました。

一連の実験・研究は、現状に留まらないより高い耐震性能を目指したものに推移しており、着目いただきたいところは、現在の長大・高層化した都市が洗礼を受けていない長周期成分を含む巨大地震に対抗するための、先鞭を着けた研究が行われたことです。鉄骨高層建物モデルの建設では、1980年代以前に多数建設されたもので、地上21階、高さ80メートルの建物を想定しました。ここでは、5階以上の高層階は5階分を1枚のコンクリート錘で代用して、積層ゴムとダンパーを組み込む工夫を施しています(写真)。長周期地震による加振の結果、下層階の骨組に生じた変形が梁の短部に集中し破断を招く結果を得ています。同様の長周期地震動による病院モデルと高層居室内モデルの加振実験では、機器、什器等の挙動の危険性、特にキャスター付き機器の挙動が、機能保持と安全性で検討すべき課題であることを示しました。今年度の病院モデルの実験では、その対策の効果が検証されています。将来の課題を目に見えるものとし、対策検討を進められたことがEーディフェンスの大きな成果です。

3. これから

Eーディフェンスは、国民の防災意識を高める上でも少なからぬ役割を果たしていると確信しています。これからの研究においても、高層建物、免震建物などの長周期成分を含む地震に大きく応答する構造物について研究を進め、その成果を公知としていきます。加えて、地盤・地中構造物の耐震研究、建物を管理するためのモニタリング技術等の実証も進めようと考えています。また、ライフライン系産業界との共同研究や受託研究も推進し、Eーディフェンスの多角的利用と産業界との連携を深めます。例えば、震動台を巨大な試験機として、構造部材等の性能検証を行う計画も進められています。人災の低減や複合災害の対策研究も、他部門との連携を持って展開研究として挙げています。

ところで、Eーディフェンスの規模と試験装置の能力限界は、阪神・淡路大震災の教訓による破壊過程の解明に基づくものです。今後その発生が想定される様々な地震動の再現、長大構造物の応答再現、複合災害への対策研究には、対応できる施設設備の増強が必要となります。しかしながら、現在の社会情勢では、施設の保守・管理を担保することで精一杯の状況です。様々なアイデアと可能な範囲での施設の調整を持って、施設の運営を継続しなくてはなりません。その中で、Eーディフェンスの活用を進め、地震防災に貢献する成果を創出していく所存です。

最後に、Eーディフェンスの活用に向けて、文部科学省、国内外大学と研究機関の研究者、地方自治体の防災関係者、民間企業と一般の方々の引き続きのご尽力、ご支援をお願い申し上げるとともに、国内外の様々な分野の研究者と研究機関の横断的な連携がこの施設を介して進み、統合的な防災研究が進展することを懇望する次第です。



特別講演 複合災害による首都壊滅

関西大学理事・社会安全学部長・教授 工学博士
阪神・淡路大震災記念 人と防災未来センター長

かわた よしあき
河田 恵昭



【講演概要】

首都直下地震に続いて首都圏水没が起これば、未曾有の被害の複合災害となる。この前例が東京にある。1855年11月の安政江戸地震と1856年9月の安政江戸暴風雨である。このような複合災害が起これば、首都は壊滅し、わが国も衰亡する。首都直下地震に対しては、巨大な社会システムの複雑さゆえに対策は進んでいない。これに首都圏水没が続けば、被害は想像をはるかに超える。まず、100万人を超える住民避難である。その他にも地下鉄・地下空間の広域水没や長期間の湛水問題も挙げられる。これらは、初めての経験であり、はん濫災害が単独で起こっても発生する。もっと恐ろしいのは、地震災害が先行し、その後ははん濫災害が続くという複合災害である。しかも、この災害の組み合わせの発生可能性は、地球温暖化の進行とともに、年々高まってきているということだ。首都圏の現状は、「壊滅」という氷山に向かうタイタニック号そのものである。

【河田教授ご略歴】

1974年京都大学大学院工学研究科博士課程修了。工学博士。1976年京都大学防災研究所助教授を経て、93年教授、96年巨大災害研究センター長。2002年阪神・淡路大震災記念 人と防災未来センター長(兼務)、2005年防災研究所長、2007年巨大災害研究センター長、2010年より現職。21世紀COE拠点形成プログラム「災害学理の解明と防災学の構築」拠点リーダ。大都市大震災軽減化プログラム(文部科学省)研究代表者。日本自然災害学会元会長、日本災害情報学会会長。政府関係では科学技術・学術審議会委員(文部科学省)、中央防災会議「東南海、南海地震等に関する専門調査会」および「大規模水害対策専門調査会」座長代理。2007年国連SASAKAWA防災賞(本邦初受賞)、2009年防災功労者内閣総理大臣表彰、2010年土木学会出版文化賞受賞および兵庫県社会賞受賞。著書：『これからの防災・減災がわかる本』(岩波ジュニア新書)、『スーパー都市災害から生き残る』(新潮社)、『12歳からの被災学—阪神・淡路大震災に学ぶ78の知恵』(共著)(NHK出版)など。

(講演メモ)

.....



雪氷災害の防止と被害軽減のための予測システム開発

雪氷防災研究センター
佐藤 威

1. はじめに

雪国で毎年のように発生する雪氷災害は、そこに暮らす人々の安全・安心を脅かすものであり、その犠牲者は年によっては自然災害による犠牲者の過半数にも達します。1980年代後半以降、暖冬少雪傾向が定着したかのように思われていますが、2000年以降は数年に一度大雪に見舞われるようになってきました。152名の犠牲者を出した「平成18年豪雪」はその一つですが、この冬も寒冬豪雪傾向となっていて被害の拡大が懸念されています(2011年1月下旬現在)。最近、雪氷災害が予期せぬところに局地的、突発的に発生することが多くなりつつあり、経験に基づく従来からの対策では対応できない場合も見られるようになってきました。また、防雪施設によるハード対策に加えて、災害情報を活用するソフト対策の重要性も認識されてきました。

雪氷防災研究センターは、雪氷災害の発生予測情報により災害防止と被害軽減に資するための研究開発を行っています。第1期では「雪氷災害発生予測システム」のプロトタイプを作りましたが、引き続き第2期では実用化レベルにすることを目標としてその改良を進め、さらに応用として、雪氷ハザードマップの作成技術の開発研究も行ってきました。

2. 5年間の成果の概要

雪氷災害発生予測システムの全体構成(図1)のうち左側が狭義の予測システムで、災害発生に関わる雪氷現象を物理法則に従って記述する地域気象、積雪変質、雪崩、吹雪、道路雪氷のモデルから構成されています。これらによって14時間先までの降雪量、気象状態(風向・風速・気温など)、雪崩の発生危険度、吹雪による視程低下、道路の雪氷状態を予測します。図1の右側は降積雪の現況をモニタリングするもので、予測システムは観測データの収集・配信・表示機能も併せ持っていることを示しています。第2期では予測システムを一冬の間安定的に運用することが可能となりました。予測システムを実用化レベルに到達させるためには、個々のモデルの最適化・高度化を進めることに加え、予測情報が実際の雪氷防災に役立つかを検証しつつシステム全体の改良を進めることも大切です。以下では、この5年間に得られた成果の一部を紹介します。

雪氷災害は雪が降らなければ発生しないので、降雪を予測する地域気象モデルは予測システムの根幹をなすものです。現在、1.2～1.5km分解能の予測計算が可能で、モデルに含まれる地表面パラメータの改良により各種雪氷災害の発生に関わる風と気温の予測精度も向上しました。また、降って来る雪の種類(雪片やあられなど)の予測を改良するために詳細雲物理モデルも開発しました。これに関連し、降雪種を自動判別する手法も開発し、ドップラーレーダーで観測される雪雲のタイプとの関係などを明らかにしました。

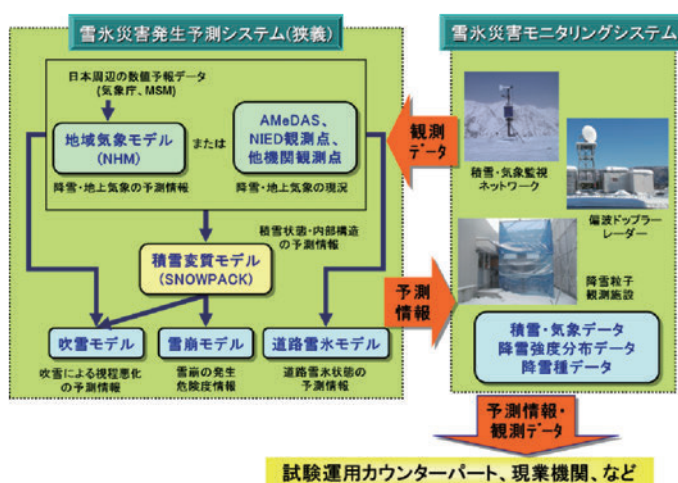


図1 雪氷災害発生予測システムの全体構成

雪が積もった後の気象条件に応じて積雪は多様な変化をし、それが災害の発生を左右することもあります。第2期では、積雪中の水移動過程について研究を進め、そのモデル化を達成しました。

個々の災害モデルは、降雪条件・積雪条件・気象条件などに応じて、災害の発生の可能性やその規模などを予測するものです。山岳地で見られる「しもざらめ雪」の発達に伴う剪断強度の低下予測式を確立し、厳冬期の表層雪崩危険度の精度が向上しました(図2)。また、吹雪の温度依存性や降雪の影響などを定式化し、吹雪強度と視程の予測精度が向上しました。さらに、道路雪氷の物理モデルを開発し、圧雪やシャーベットのほか、最も危険なブラックアイスの予測も可能としました。

これらのモデルの改良にあたっては、ドップラーレーダーによる降雪分布観測、降雪粒子観測施設における粒子形状と落下速度の観測、積雪気象監視ネットワークによる自動観測、人手による野外調査、雪氷防災実験棟における低温実験などの結果が用いられ、検証されたものから順次予測システムに反映してきました。また、観測データの一部をホームページで発信するとともに気象台や自治体等の機関に配信し、防災情報としても活用されています。

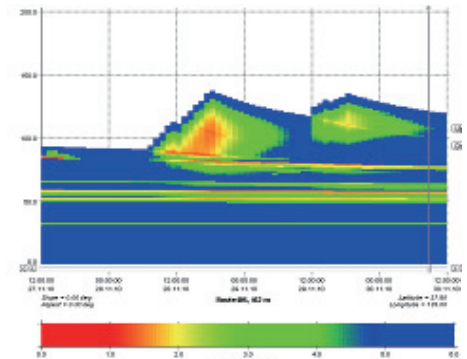
第2期から、防災を担当する現業機関と連携して予測システムの試験運用を開始しました。予測情報は1日に2回提供され、予測精度の検証のほか、道路管理や雪崩パトロールなどの雪氷防災業務に役立つかなどの評価も頂きながら、予測システムの改良を図るのが目的です。これまで、新潟地区と山形地区をモデル地区として試験運用を行ってきましたが、実際の道路パトロールの判断に利用されるなど、予測情報が実用化レベルに近づいてきた事例もあります(図3)。

3. 今後の展開

雪氷防災を担っている現場からは予測情報のさらなる高精度化などの要望が寄せられています。雪国の安全・安心に直結するこのような要望に応えるべく、第3期においては、予測情報の精細化と誤差の低減を目標とするリアルタイムハザードマップの開発を新たなテーマとして研究を進めることとしました。さらに、緊急時の対応などに利用可能な現況モニタリングも重視し、集中豪雪監視システムの構築も予定しています。



点線で囲まれた2つの雪崩が連続して発生し、2名が犠牲となった。

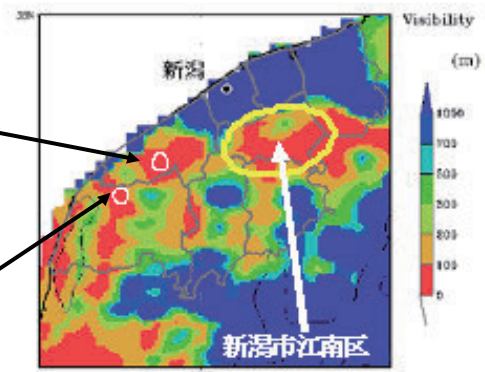


積雪安定度

図2 2010/11/30に立山で発生した表層雪崩(左)と、予測システムで計算された積雪安定度(右)。赤矢印が雪崩のすべり面(不安定な弱層)と推定された。



写真：国土交通省新潟国道事務所提供



2011/1/16 11:00

図3 吹雪時の視程の予測例(右)とこの時の吹雪状況(左)。新潟市江南区では市道が5ヶ所通行止めとなった。

極端気象に強い都市創り

－社会実験を通じた極端気象の早期検知・予測システムの開発－

水・土砂防災研究部

真木 雅之

1. はじめに

近年、都市域を中心としてごく狭い地域に突発的に発生する局地的大雨や強風などの極端気象による被害が発生しています。気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第4次評価報告（2007）によると、地球温暖化の進展に伴いほとんどの陸域で大雨頻度の増加や、巨大台風の発生数の増加の可能性が高いことが予測されています。一方、都市化によるヒートアイランドが大雨を増加させる可能性についても活発に議論されています。社会インフラが高度に発達した都市は極端気象に対する脆弱性が大きく、気候変動に伴う被害の甚大化を防ぐための対策が急務です。このような背景から、防災科学技術研究所は2010年度から科学技術振興調整費において「気候変動に伴う極端気象に強い都市創り」を開始しました。更に、第3期中期計画の中で「都市圏における複合水災害の発生予測に関する研究」を2011年度から開始します。以下、これまでの研究成果、取り組をはじめた研究、今後の展望について紹介します。

2. Xバンドレーダネットワーク（X-NET）

X-NETは、関東地方の大学（中央大学、山梨大学、防衛大学校）や研究機関（防災科研、電力中央研究所、気象協会）が所有するMPレーダおよびドップラーレーダをネットワークで結び、そのデータを相互に利用活用することを目的に構築されました。X-NETは各機関のゆるやかな連携に基づくもので、既存の研究施設を相互利用することにより効果的に研究を進めることができるようになっていきます。X-NETを構成するレーダのうちMPレーダは偏波間位相差情報を得ることができ、その情報を元に精度良く降雨量分布を求めることができるようになりました。従来のZ-R関係式を用いた方法は地上の雨量計による補正を必要とするのに対して、MPレーダはKDP-R関係式を用いることで、地上の雨量計による補正をおこなわなくても高精度の雨量情報を1分毎に得ることができます。複数台のMPレーダによるネットワークを構築することで、弱点だった豪雨時の電波消散領域もカバーできるようになり、豪雨の監視能力の飛躍的な向上を実現しました。このことは2008年の東京都豊島区での豪雨災害で実証されました。MPレーダは、現業のレーダでは捉えることができなかったゲリラ豪雨を捉える事に成功しました。この成功が大きなきっかけとなり、国土交通省河川局はH21年度から主要都市域にMPレーダネットワーク（10エリア、計26台のMPレーダ）を設置しました。このMPレーダネットワークには、当研究所で開発したデータ処理および降雨量推定アルゴリズム（特許2件含む）が採用されています。



3. 社会実験を通じた極端気象に強い都市創り

第2期中期計画で実施した「MPレーダによる土砂・風水害の発生予測に関する研究」では、研究成果の社会還元に向けた取組として、J R 東日本や東京消防庁などとMPレーダ情報の利用に関する共同研究を締結し、研究を進めてきました。これらの取組は、科学技術振興調整費研究「気候変動に伴う極端気象に強い都市創り(総括責任者：岡田義光防災科研理事長、研究代表者：真木雅之、図1参照)」の社会実験の例として引き継がれます。この研究には、防災科研、気象研究所、東洋大学など計24機関が参加し、理学・工学・社会学の研究者と自治体等の防災担当者の計約90名が参加しています。首都圏を試験地として稠密気象観測網を構築して極端気象の発生プロセスとメカニズムを解明します。

X-NETなどの稠密観測から得られるデータをリアルタイムで処理し、極端気象による災害が発生する直前に、市町村内の地区スケールで、緊急に防災情報を伝達する「極端気象早期検知・予測システム」を開発します。システムの開発と実用化にあたっては、救助活動、地方自治体、鉄道、建設現場、学校、個人等を対象に、緊急時において、どのタイミングにどのような情報を必要としているかを調査・分析します。そして、社会実験を通じてシステムの実用化をはかっていきます。

4. 今後の展望

前節で述べたように、MPレーダ等の技術が実用化されゲリラ豪雨などの極端気象の監視はできるようになってきましたが、より早期からの発生予測やそれによって引き起こされる都市水害、沿岸災害、土砂災害等を予測することは依然として困難です。気候変動に伴い増加が懸念される極端気象によってこれらの災害が複合的に発生する可能性もあり、災害の軽減に資するために、その発生メカニズムの解明と災害予測を目的とした研究を進める必要があります。このため、防災科学技術研究所の第3期中期計画(2011年～2015年)では「都市圏における複合水災害の発生予測に関する研究」を開始し、マルチセンシング技術の開発、複合水災害の発生機構や予測技術の開発を進めていきます。



図1 科学技術振興調整費研究「気候変動に伴う極端気象に強い都市創り」の概要

災害リスク情報プラットフォームの開発

防災システム研究センター プロジェクトディレクター 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。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（Bosai-DRIP）」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（専門知）や被災経験・教訓（経験知）などの「知（災害リスク情報）」を、誰もが活用できる形で提供・流通させ、一人ひとりや地域自らが、これらの「知」を最大限に活かして自らの知（自分知・地域知）を高め、自助・共助・公助の協働（ガバナンス）による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んできました。

具体的には、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」の構築を目指しています（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」として提供するための研究開発を行ってきました。

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、それら成果は2009年7月に「全国地震動予測地図」として公表されました。これに併せて、地震ハザードステーション J-SHIS (<http://www.j-shis.bosai.go.jp>) の大幅な機能アップを実施し、「全国地震動予測地図」に関するデータを一元的に管理し、背景地図と重ね合わせてわかりやすく提供できる新システムを開発し、運用を開始しました。こうした全国的な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手法の研究を進めています。また、藤沢市などでは、地域を限定し詳細な地震ハザード・リスク評価手法の研究開発を実施し、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きました。

その他の災害に関しては、各種自然災害に共通の「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「自然災害事例データベース」の構築を目指した研究開発などに取り組んできました。

(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。そのため、一人ひとり、そして地域に合わせて災害リスク情報を活用し、防災対策を立案・実行できるサービスと手法の研究開発を実施してきました。具体的には、携帯端末を活用した個人向け防災支援システム「i-防災」、e-コミウェアを活用した地域向け防災支援システム「地域防災キット」などの開発を進めると共に、災害リスクガバナンスを高度化するためのリスクコミュニケーション手法の開発を実証的に進めてきました。

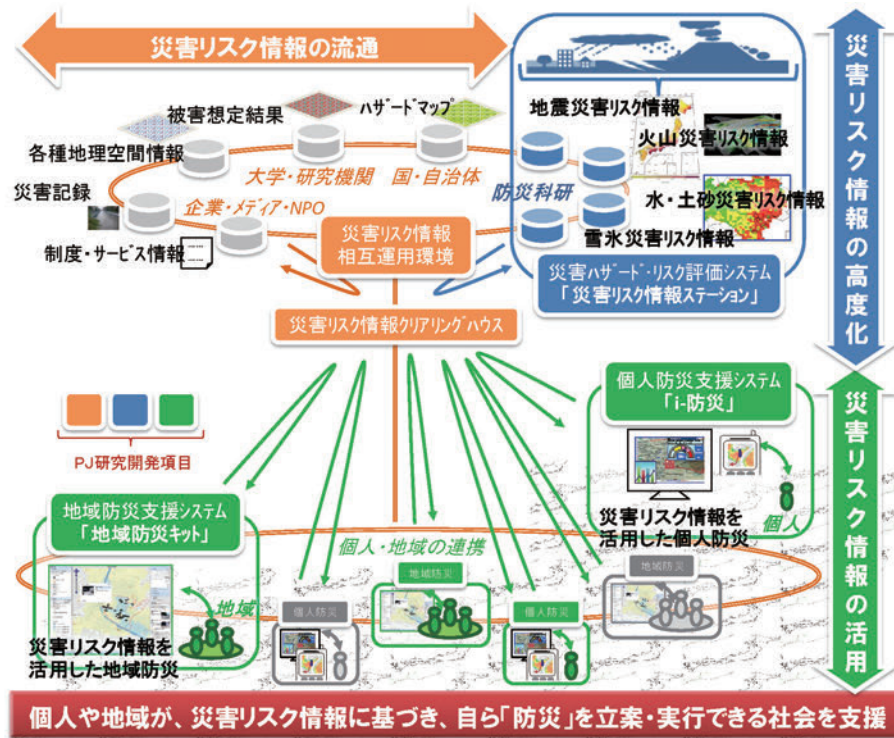


図1. 災害リスク情報プラットフォーム (Bosai-DRIP) が目指す社会像と3つの研究分野。

(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。しかし、そうした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を相互に利用できるような情報環境の構築を目指し、相互運用形式で情報を提供する「相互運用gサーバ」の開発や、災害リスク情報を検索する「災害リスク情報クリアリングハウス」の開発などを進めています。

3. 今後に向けて

2011年4月より防災科研では、独立行政法人として第3期中期計画期間が始まります。次期中期計画期間においては、災害に強い社会の構築にこれまで以上に貢献できる研究所になることを目指して、「災害リスク情報プラットフォーム (Bosai-DRIP)」の研究開発を引き続き進めていきたいと考えています。



P波速度構造から地震発生域を予測する

本研究では、地震発生が地殻内部の種々の物理量に関係するとの観点から、地震P波速度構造を用いて、地震発生位置に関する確率モデルを経験的手法により構築した。過去に発生した地震の震源域におけるP波速度を日本全国の平均と比較し、地震発生域の特徴を指標化した。これを基に、日本各地における地震確率を算出した。この確率モデルの妥当性は、今後発生する地震により検証される。

地震の震源域におけるP波速度構造の特徴を指標化するため、1961年～2008年に発生したM5以上の地震(約200個)を選び、震央直下(深さ10km,15km,20km,25km)でのP波速度(Matsubara et al,2008)の分布を求めた。また、比較のために日本全国を覆う0.1度間隔の格子点(約3000点)におけるP波速度分布を求めた。各深度において、速度の平均値に僅かな差は認められるが、特定深度の速度のみ用いた場合には、有効性の高い予測は期待できない。複数のP波速度を同時に用いることにより、より有効な予測が期待できる(図1)。4カ所の深度でのP波速度に基づく地震確率モデル(VP4L)の構築を試みた。

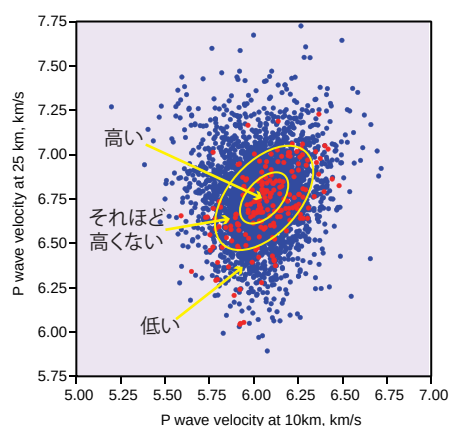


図1 各地点における2つの深度でのP波速度の関係。横軸:各地点の深さ10kmにおけるP波速度;縦軸:同25kmにおけるP波速度。赤印:震央直下;青印:日本全国から均等に選んだ地点の直下。二つの楕円の中心から周辺に向かって、赤印が相対的にまばらになっていくのが認められる。

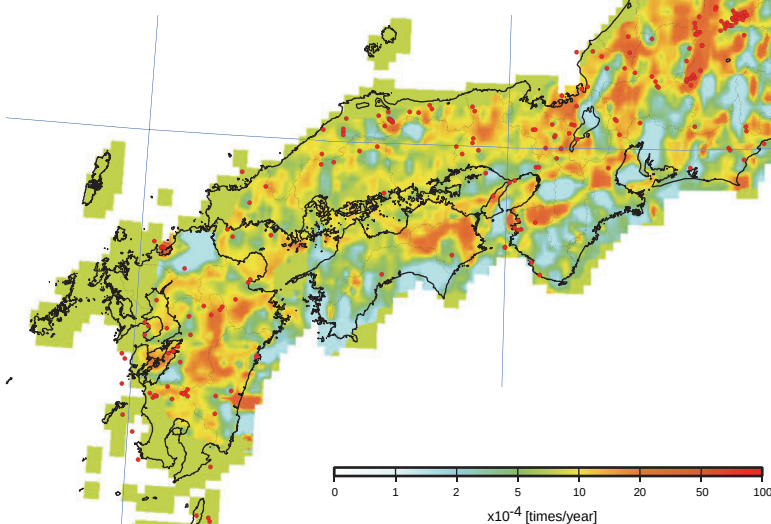


図2 日本各地におけるM5地震の期待値をカラーマップで表す。0.1x0.1度1年当たりの地震数である。赤丸印は、モデル構築に用いた地震(M>5.0, 1961年～2008年)である。

VP4Lモデルで予測される確率値にしたがって全国のカラーマップを作成した(図2)。地震は、概ね確率値の高い地域で発生していることがわかる。これは、各震央の確率値頻度分布(図3)により確かめられる。また、過去の地震を用いた尤度比の検定では、観測値は期待値の許容範囲内にある(図4)。今後、新たに観測される地震を用いて、VP4Lモデルの妥当性を検証する。

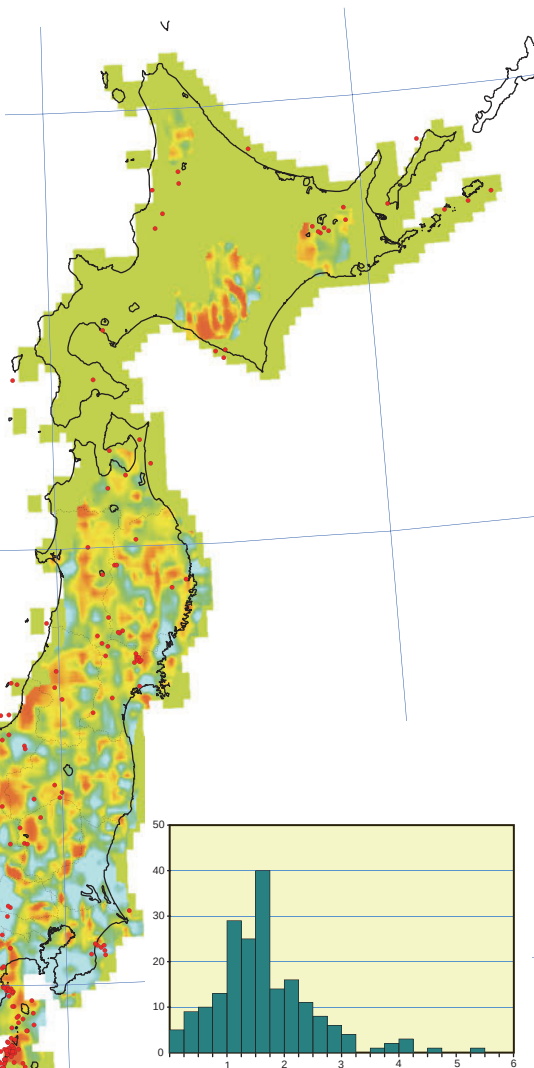


図3 震央における確率の頻度分布。横軸は確率値(確率利得)である。確率利得:震央の確率値;一様発生モデル(SUP)の確率値。

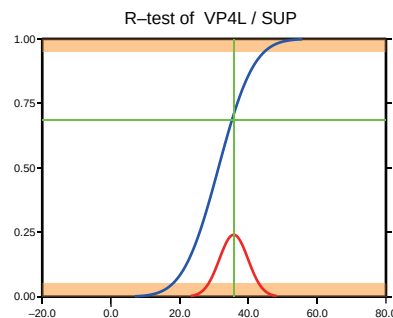


図4 尤度比の検定。観測された地震を用いて、VP4LモデルとSUPモデルで尤度を比較する。赤線:震源の誤差を考慮した対数尤度比の確率密度分布(縦軸は任意)。青線:VP4Lモデルから期待される対数尤度比の(累積)確率分布。観測値は期待値の許容範囲(5%～95%)にあり、VP4Lモデルは棄却されない。

地震断層破壊のダイナミクス—実験的アプローチ—

高速剪断摩擦試験機を用いて、岩石の動摩擦特性を実験的に調べ、地震破壊現象を再現する。地下深部においては、断層は大きな垂直応力を受けており、ひとたび高速な断層破壊すべりが開始すると、すべり面である断層は容易に熔融することがわかる。しかしながら、摩擦熔融がおこる直前の非常に短い時間に、断層強度は弱体化しており、この2段階の断層弱化過程が、地震発生時の断層挙動をコントロールしていると考えられる。

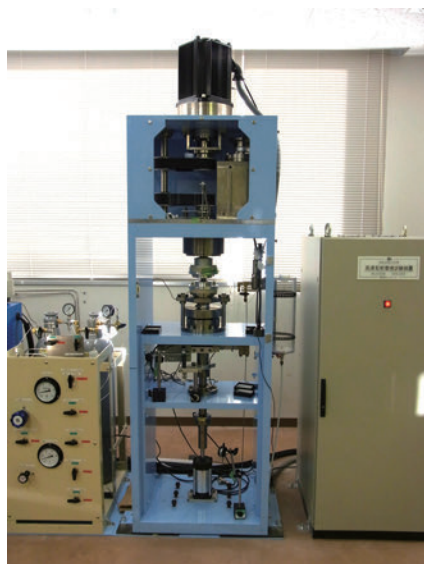


Fig.1a 防災科学技術研究所に設置されている高速専断摩擦試験機

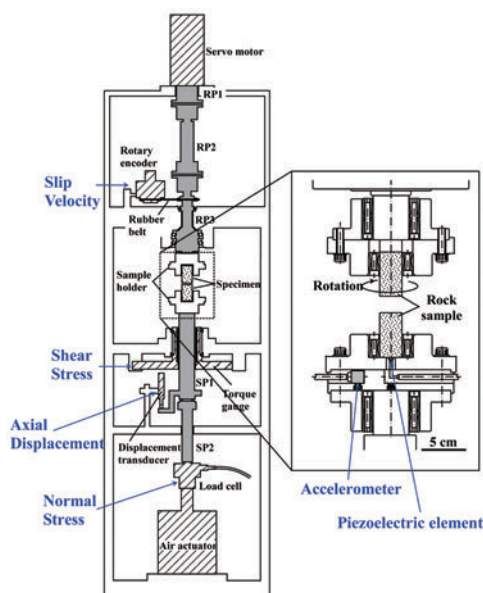


Fig.1b 高速専断摩擦試験機の構成図

摩擦熔融時の断層内部プロセス

実験から得られた各種物性

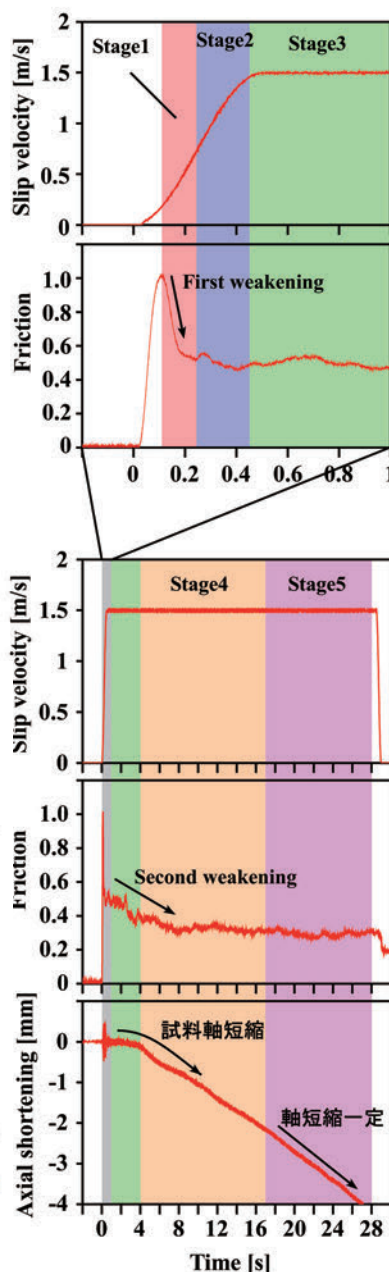


Fig. 2. 摩擦熔融実験時のすべり速度・摩擦強度・試料軸変位の時間変化(上図)及び各ステージにおける断層写真(右図)

の測定データや実験中に収録した動画記録から、摩擦熔融時の断層内部プロセスが以下の5つのステージに分けられることがわかった。

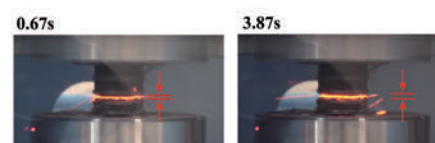
Stage 1 (0.12 ~ 0.25 s) : すべり開始直後の初期摩擦ピークを超えた後に、断層面沿いに大量の磨耗物の形成に伴い、断層が強度低下を示す (First weakening)。



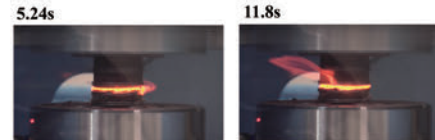
Stage 2 (0.25 ~ 0.45 s) : 断層面沿いに所々形成されたメルトパッチが成長し、断層面全体を覆うメルト層へと成長する。(実験毎にメルト層形成に伴うsecond peakが見られる場合とそうでない場合がある。今回示した実験では、それらの特徴は見られなかった)



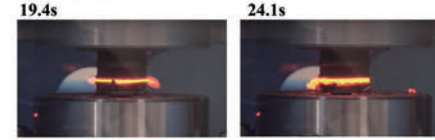
Stage 3 (0.45 ~ 4 s) : 徐々に強度が低下していく試料の軸短縮が起こらずに、メルト層の厚さが増加し、徐々に強度が低下していく (Second weakening)。



Stage 4 (4 ~ 17 s) : 断層面からのメルトの絞り出しが顕著に起こり、試料の軸短縮速度が増加する。



Stage 5 (17 ~ 28 s) : メルト生成速度とメルト絞り出し速度が平衡に達し、試料短縮速度が一定になり、摩擦熔融の定常状態に達する。



日本列島の地下温度構造

はじめに

地下の温度構造は、地震発生メカニズムの解明に必須である地震発生場の物性状態を規定する重要な情報の1つです。この地下温度構造を推定するのに必要となる地殻熱流量データは従来は主に地熱地帯において掘削された井戸を中心に測定されていて、面的に不均質かつ測定精度の低いデータが多数を占めます。そこで、阪神淡路大震災を契機に建設された防災科学技術研究所高感度地震観測網(Hi-net)の観測井を用いて日本列島全般に渡って面的に均質で高品質な地殻熱流量のデータを取得し、日本列島の地下温度構造の解明に挑みました。

Hi-net観測井を利用した地殻熱流量測定

Hi-netは、標準で深さ100m以上、特に堆積層の厚い関東平野等の都市域では1000mを超える深さの観測井(最深はさいたま市にある岩槻観測井:3504m)を掘削しています。掘削後、坑内の温度状態が安定した時期に温度検層を実施し、採取した岩石の熱伝導率を計測して熱流量を求めます。なお、多くの観測井で概ね地下40~60m付近に最近100年間の気温上昇に起因する温度勾配の逆転層が観測されており、必要に応じて逆解析にてこうした影響を取り除きます。

Hi-net観測点分布図

深さ1000m以上の観測井

観測点番号	観測点名称	緯度	経度	深さ(m)	観測深度(m)
0001	岩槻	35.8	139.7	3504	3504
0002	大井町	35.5	139.6	1000	1000
0003	大井町	35.5	139.6	1000	1000
0004	大井町	35.5	139.6	1000	1000
0005	大井町	35.5	139.6	1000	1000
0006	大井町	35.5	139.6	1000	1000
0007	大井町	35.5	139.6	1000	1000
0008	大井町	35.5	139.6	1000	1000
0009	大井町	35.5	139.6	1000	1000
0010	大井町	35.5	139.6	1000	1000

Hi-net観測施設構成図

日本列島の地殻熱流量分布

日本列島の陸域の平均熱流量は89.5mW/m²と推定され、全世界の陸域の平均熱流量である61mW/m²を大きく上回り、”日本列島は熱い”と言えます。大局的には火山フロントを境に前弧側では低熱流量、背弧側では第四紀火山の分布に沿って高熱流量となります。また一見して地震発生層の下限が深い地域においては地殻熱流量は小さく浅い地域においては地殻熱流量が大きい、という相関が見られる傾向にあります。十勝地方、南関東地方、広島県南部などでは50mW/m²以下の低地殻熱流量地域が見られ、これらの地域では地殻内地震の発生層の下限分布も深くなっています。一方で四国・紀伊半島は非火山地域でありながら高熱流量という特異な熱流量分布が見られます。この高熱流量異常の分布と重なるように四国・紀伊半島地域ではスラブ脱水起源の流体の関与が深いと考えられる深部低周波微動が発生しており、地殻熱流量異常への深部起源流体の関与が示唆されます。

日本列島の地震発生層下限分布図

Hi-net観測井から求められた日本列島の地殻熱流量分布図

地下温度構造の推定～関東地方～

Hi-net観測井から得られた地殻熱流量データに基づき、定常状態における一次元熱伝導を仮定して関東地方の地下温度構造の推定を試みました。深さ20km及び30kmにおける気象庁一元化震源分布と推定した温度分布を重ねた図を右に示します。やや高熱流量の地域である北緯36度線の北側では深度の増加とともに急激に温度が上昇しており、地震発生層の上限温度と言われる350~400℃を超える領域では地震活動が極めて低調であることが伺えます。また、深さ30kmでは沈み込んだフィリピン海プレートの30km等深線と400℃の等温線がほぼ一致しており、これより高温の領域ではマントルウェッジが存在していることが示唆されます。関東平野における地震活動の特徴の1つに、埼玉県東部における20km以深で発生する地殻内地震の存在があります。今回推定された温度構造ではこの地震の発生領域付近の温度が300~400℃に達しており(DD'断面図)こうした地震活動と推定温度構造との間には高い相関性が見られます。また、千葉県北西部には特徴的な低熱流量地域がありますが、推定された温度構造でも非常に「冷たい」領域となっています。この領域は沈み込んだフィリピン海プレートの下面が太平洋プレート上面と接している場所でもあり、こうしたより深い領域の構造が温度構造に影響を与えていることが示唆されます。

深度別推定温度分布と地震活動との比較

20

地震研究部

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
〒305-0006 茨城県つくば市天王台3-1 Tel 029-851-1611

国際地震火山観測研究

地震研究部 井上公、熊谷博之、山品匡史、根岸弘明、ブリードネルソン、前田祐太、今井弘

■ 概要

2004年のスマトラ沖巨大地震・津波は各国に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。地震・火山現象と災害は国を超えて共通する面が多くあることから、我が国が蓄積してきた防災技術・知識を海外で応用するとともに、海外の事例を研究して我が国と世界の災害軽減に貢献する必要があります。

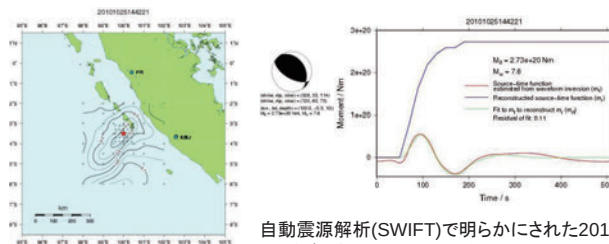
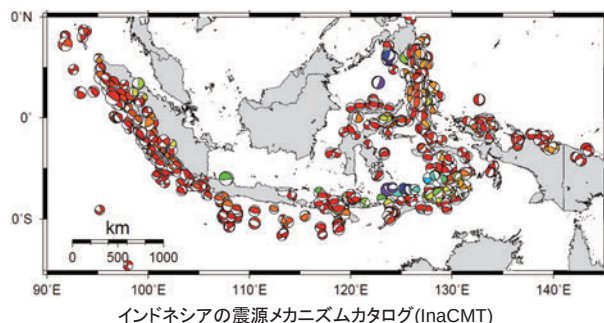
防災科研では、インドネシアや南西太平洋においてそれぞれの国の地震監視機関と共同で、地震・津波監視の高度化のための広帯域地震観測と地震発生メカニズムの解明に関する共同研究を実施してきました。またエクアドルでは火山監視能力強化と噴火プロセスの解明に関する研究を行ってきました。

■ インドネシアの地震・津波監視強化と地震発生メカニズムの研究

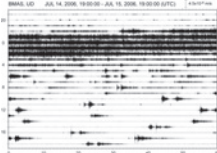
インドネシア気象気候地球物理庁(BMKG)は2004年12月のスマトラ沖巨大地震津波を受けて日本・ドイツ・中国との国際協力により津波早期警報システムを構築しました。防災科研はそのうち全国に17箇所の衛星テレメータ広帯域地震観測網(JISNET)を整備するとともに、震源の位置と断層の動きを自動的に推定する新たな解析手法(SWIFT)を開発してインドネシアに導入しました。これにより、インドネシアで毎年のように起こる大地震に対して、震源に関する詳しい情報を即座に提供することができるようになりました。

我々はこの解析システムを用いて2007年3月のスマトラ断層の双子地震、2007年9月のスマラプンクル州沖の一連の大地震、2009年1月のニューギニア北西部の大地震、2009年9月の西スマトラ州パダン沖の地震、2010年10月の西スマトラ沖バガイ島の津波地震等、被害を伴った大きな地震の発生メカニズムを詳しく研究しました。その結果、2007年の地震でパダン沖のは空白域の地震発生能力が高まったこと、2009年の地震は震源から出た大きなパルス状の波が建物を破壊した可能性が高いこと、2007年3月の双子地震では最初の地震で断層沿いの盆地周辺に発生した応力集中が後の地震を発生させた可能性が高いこと、などが分かりました。

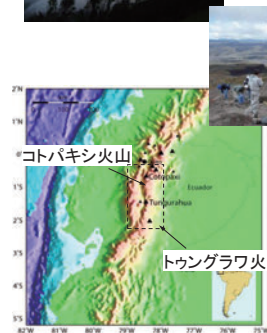
また我々はインドネシアとその周辺で発生する地震のメカニズムカタログ(InaCMT)を作成しました。グローバルなデータを用いた既存のカタログ(GMCT)よりも震源位置の誤差が少ないなどの点で優れており今後の応力場推定などへの活用が期待されます。



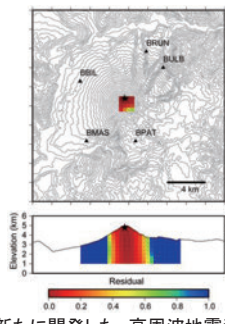
■ エクアドルとの火山監視と噴火プロセスの解明に関する研究



トゥングラワ火山の2006年7月の噴火時の地震計記録。警戒情報で被害が最小限に抑えられた。



観測点設置の様子



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テレメータ火山観測網が構築されました。防災科研はエクアドル国立理工科大学地球物理研究所(IG)に協力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ました。観測施設整備直後の2006年7月にトゥングラワ火山の活動が活発になり、火砕流をともなう噴火が起こりました。この観測網によるデータは、IGによる防災機関やマスコミへ火山活動情報発信に利用されました。また同年8月に起きたトゥングラワ火山噴火の際には3~4千人の住民の避難にも役立ちました。

我々は地震計・空振計のデータを用いて火山の下のマグマの動きをモデリングして噴火の予測につながる研究を進めるとともに、噴火後に発生する土石流の発生場所の推定技術の開発や、通常の手法では困難な火山性地震の震源位置を高周波の振幅情報のみから推定する新たな手法を開発しました。

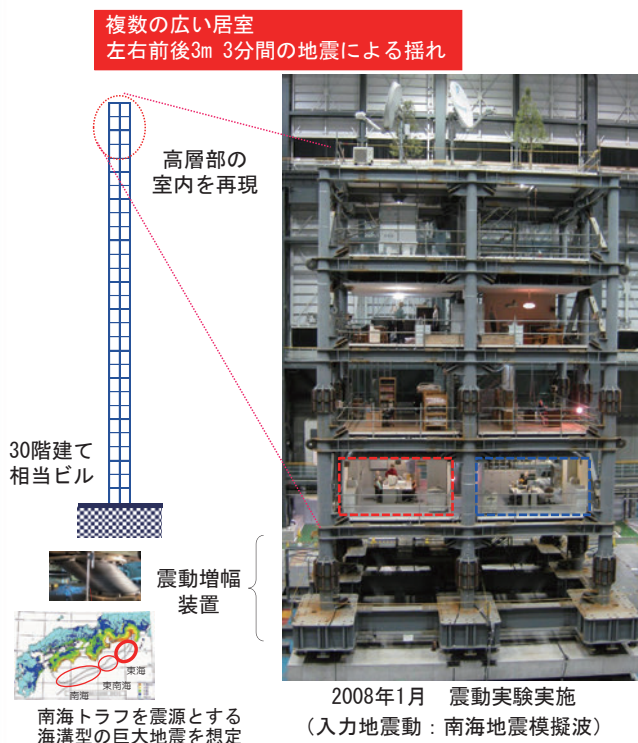
E-ディフェンスを活用した耐震工学研究

近未来の地震リスクに備えて

E-ディフェンスは共用施設として、各研究機関や大学等との共同研究を行っています。その成果は実験見学やマスメディアを通じて公開され、地震防災に関する啓発資料として一般に発信しています。

■ 長周期地震動による超高層建物の震動実験(兵庫県との共同実験)

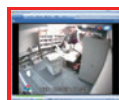
今世紀前半に発生が懸念されている南海トラフを震源とする海溝型の巨大地震では、新たなリスクとして長周期地震動による超高層建物の共振被害が注目されています。しかしその被害は日本国内では未経験に近く、実態は分かっていません。そこでE-ディフェンスを用いて超高層建物の室内で発生する長周期地震動による被害予測の実大実験を行いました。



対策あり



キャスター付きのコピー機が大きく移動し衝突



対策なし



書棚の転倒

得られた知見

- ・長周期地震動を受ける超高層建物の揺れと室内挙動のデータを取得
- ・長周期地震動による高層建物の室内危険性を指摘

■ 既存の木造校舎の震動実験(兵庫県との共同実験)

地震防災対策特別措置法改正(2008年6月)により、階数3以上または延床500㎡以上の木造校舎に耐震診断が新たに義務付けられました。しかし、大型木造の補強技術については未確立の状態です。地域のシンボルである木造校舎の安心・安全な環境を目指して、既存の木造校舎をE-ディフェンスに移築し、実大震動実験により耐震性の把握と耐震補強方法の検証を行いました。

【試験体仕様】

無補強試験体(=現状の木造校舎)

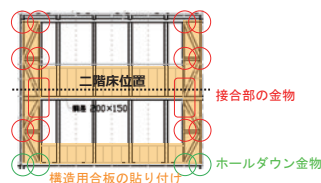
- ・接合部の引張耐力が不十分
- ・水平剛性と耐力が不十分
- ・二階床の水平剛性が低い

補強試験体

- ・接合部に金物を取り付け
- ・柱脚にホールダウン金物
- ・構造用合板の貼り付け
- ・二階床を補剛

※日本建築防災協会

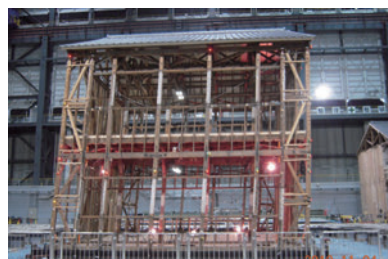
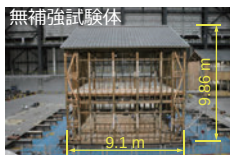
『木造住宅の耐震診断と補強方法』を応用して補強を実施



全国の現役木造校舎
1422棟(兵庫県:18棟)
診断対象:476棟
うち診断済:105棟(約22%)

兵庫県高砂市立宝殿中学校
木造2階建て校舎(昭和38年築)

解体後、移築

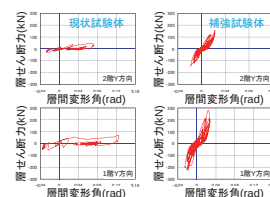


実験後の無補強試験体の残留変形

得られた知見

- ・既存の無補強校舎の耐震性のデータを実大実験により取得
- ・兵庫県南部地震クラスにも十分に耐える耐震補強方法を実証

木造校舎に震度6弱の揺れを与える震動実験を実施。倒壊は免れましたが、5度傾く「全壊」状態となり、補強の必要性が実証されました。



E-ディフェンスを活用した耐震工学研究

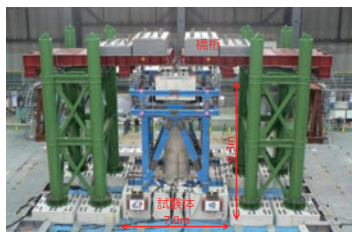
未来の高耐震技術に向けて (1)

E-ディフェンスでは未来の高耐震技術の確立を目指して、現行の耐震基準で設計された構造物の耐震性能の検証をはじめ、現行基準を超えた耐震性をもつ構造物の研究開発と性能検証を行っています。さらに震動実験を代替できるシミュレーションシステム（数値震動台）の研究開発を進めています。

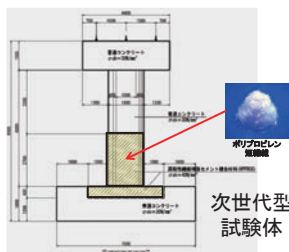
■ 橋梁構造物の震動実験

既存の橋脚の耐震性を検証するために、旧基準（1970年代）と現行基準に基づいて設計されたRC橋脚の震動実験を行いました。

また震度7の地震後でも使用可能な橋脚の開発に向けて、地震時に損傷が発生しやすい橋脚基部に、ポリプロピレン繊維を入れた「高靱性繊維補強セメント」を採用した次世代型橋脚を開発し、E-ディフェンスによる実大震動実験でその性能を確認しました。



震動実験実施
2008年8～10月 2010年2～3月



得られた知見

- ・ RC橋脚の破壊の正確な実験データの取得
- ・ 現行基準のRC橋脚の耐震性の検証
- ・ 次世代型RC橋脚の高耐震性の確認

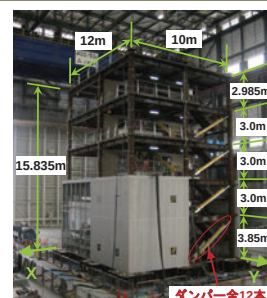
■ 鉄骨造建物の震動実験

現行の耐震基準で設計・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、外壁・窓ガラス等の非構造部材も組み込んだ、実大の4階建て試験体を震動台上に製作し、震動実験を行いました。

また、鉄骨造建物の耐震性能向上のため近年急速に普及してきた制振装置の大地震時の効果を検証するために、実大の5階建て鉄骨造建物の試験体に鋼材・粘性・オイル・粘弾性の4種類の制振ダンパーを用いた震動実験を行いました。



4層鉄骨造 完全崩壊実験
(2007年9月)



5層鉄骨造 制振ダンパー実験
(2009年3月)

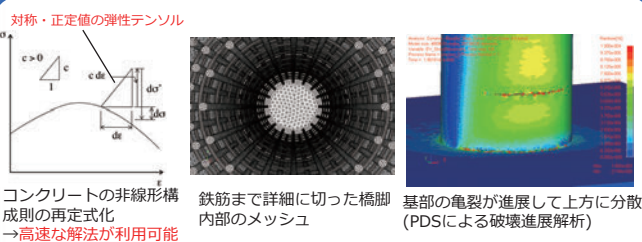
得られた知見

- ・ 現行基準の鉄骨造建物の耐震性の確認（JR鷹取波40%で大破せず）
→ 現行基準の地震力を超える（JR鷹取波100%）と大破
- ・ 中低層鉄骨造建物での制振ダンパーの有効性（JR鷹取波100%）確認

■ 数値震動台 E-Simulator の研究開発

構造物の崩壊過程まで再現可能な仮想震動台の構築を目指して、スーパーコンピュータによる次世代型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。現在、E-ディフェンス実験の再現解析として上記の「旧基準のRC橋脚実験」と「4層鉄骨建物完全崩壊実験」に取り組み、解析精度の向上を進めています。

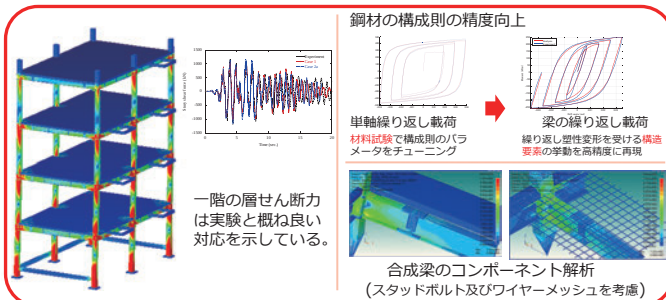
■ RC橋脚



得られた知見

- ・ RC橋脚の数値シミュレーションでは鉄筋までの詳細なモデル化、材料構成則の再定式化、および破壊進展解析手法の適用により、実現象と同様な亀裂の進展を解析で再現
- ・ 4層鉄骨建物の全体的な挙動を概ね再現

■ 4層鉄骨建物



E-ディフェンスを活用した耐震工学研究

未来の高耐震技術に向けて (2)

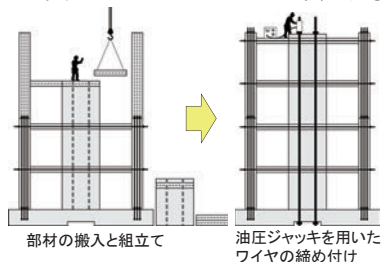
建物の耐震性能への社会的要求は「大地震時の人命確保」に加え「大地震後の建物機能の維持」へと、新たなステージに移行しています。E-ディフェンスでは、大地震後の損傷を最小限とし、簡単な補修で建物機能が維持できる高性能な建物の実現に向けて、国内外の研究機関と協力しながら進めています。

■高性能RC建物の震動実験

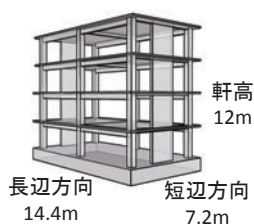
高耐震かつ生産性・改修性の高い新しいコンクリート系の建物の確立を目指して、ほぼ同形状の「プレキャスト・プレストレストコンクリート造(PC)建物」と「在来鉄筋コンクリート造(RC)建物」の同時加振による震動実験を行いました。

双方とも十分な耐震性を発揮しており、特にPC試験体では損傷を低く抑えることができました。

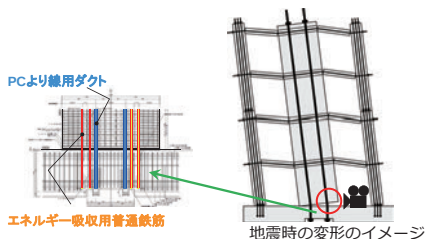
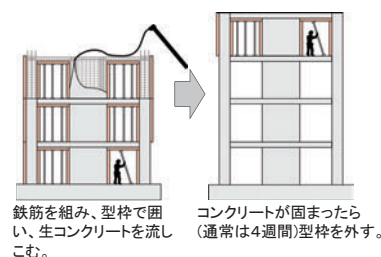
◇プレキャスト・プレストレスト工法による建て方



◇在来鉄筋コンクリート工法による建て方



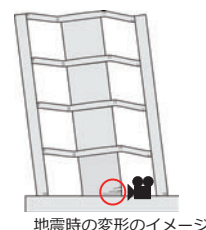
【試験体の基本形状】



大地震で壁の足元が浮き上がっている。損傷は殆ど見られない。



2010年12月 同時加振による震動実験
入力地震動 JMA神戸波 100%
JR鷹取波 70%

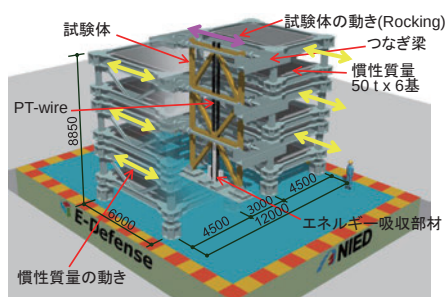


大地震で壁の足元が破壊している

■国際共同研究

「世界唯一の施設」に対する世界からの期待を受け、各国の耐震技術の高度化・検証・普及を目的に震動実験が行われています。

■鉄骨造実験 ロッキングフレーム実験
(日米共同研究；2009年8月)



ロッキングフレームおよびエネルギー吸収部材の動的載荷時における基礎的データを取得

■米国高層住宅耐震性能試験
(日米共同研究；2009年7月)



ウッドフレーム工法(日本名：ツーバイフォー工法)で建設された7階建て木造建物の大地震時の性能検証

■イタリア木造住宅促進事業
(日伊共同研究；2007年7月)



クロスミナパネル(厚さ2cm程度の木材を交互に隙間無く密に貼り合わせた厚さ7cmから20cm程度の集成パネル)の建物の大地震時の性能検証

基盤的火山観測施設の整備

防災科学技術研究所では、これまで富士山、伊豆大島、三宅島に孔井式地震傾斜観測装置、広帯域地震計、GPSなどを装備した観測施設を構築し、マグマの動きを把握することに有効な手段であることを示してきました。このような複合的な観測方法は他の火山においても応用できることから、研究上重要とされる5火山(有珠山、岩手山、浅間山、阿蘇山、霧島山)において新たな火山観測施設を整備しました。ここでは新しく観測を始めた基盤的火山観測施設の観測方法やその状況について報告します。

経緯と計画

科学技術・学術審議会測地学分会火山部会では、「今後の大学等における火山観測研究の当面の進め方について」(平成20年12月)において、大学の火山観測研究を重点化する火山として16火山(図1)を選択し、当研究所などがこれらの火山に観測施設の整備を進めることとしました。

当研究所では、この方針を受け、既に基盤的火山観測網と同等の火山観測施設の整備が進んでいる伊豆大島、三宅島、富士山を除く火山に基盤的火山観測施設をそれぞれの火山に数カ所、整備する計画を立て、平成21年度より5火山に8観測施設(表1)に着手しました。

表1 新たに整備された火山観測施設

観測点名	緯度(°N)	経度(°E)	標高(m)	火口からの距離
有珠山杜菅火山観測施設	42.559	140.848	99	山頂1978年銀沼火口北北東約2.8km
岩手山松川火山観測施設	39.883	140.936	805	東岩手山頂御室火口西北西約6.7km
浅間山鬼押出火山観測施設	36.439	138.534	1388	山頂釜山火口北北東約3.8km
浅間山高峰火山観測施設	36.410	138.470	1907	山頂釜山火口西約4.5km
阿蘇山一の宮火山観測施設	32.916	131.115	645	中岳第1火口北東約4.4km
阿蘇山白水火山観測施設	32.854	131.071	747	中岳第1火口南南西約3.7km
霧島山万膳火山観測施設	31.930	130.810	936	新燃岳火口西北西約7.2km
霧島山夷守台火山観測施設	31.930	130.939	659	新燃岳火口東北東約5.7km



図1 整備対象の16火山と新たに整備された5火山(赤枠)

観測施設の概要

火山観測施設には、深さ200mの観測井に短周期地震計、傾斜計、温度計が、地表に広帯域地震計、GPS、気圧計、雨量計が設置されている(図2)。各観測機器の出力信号は、温度変化による影響を避けるため、観測小屋内の地下ピットに納められたAD装置でデジタル化(形式精度27bit)されている。GPSデータは屋外に設置したチョーリング式GPSアンテナで受信した信号を観測小屋内の受信機に収録している。

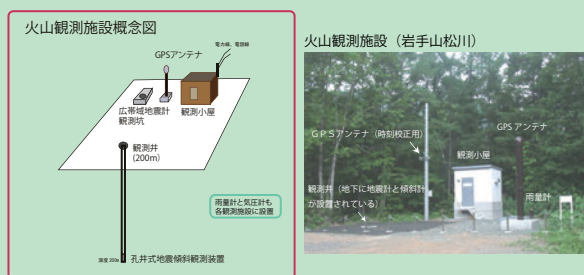


図2 火山観測施設概念図と写真(岩手山松川)

データの収集・公開

GPSデータを除く観測データの収集・流通・公開システムは、当研究所の高感度地震観測網(Hi-net)のシステムを利用している(図3)。観測施設に設置されたAD装置にてデジタル化されたデータは、WINフォーマットに準拠したバケットに変換され、GPSによるタイムスタンプを付加されて、NTTのFR網を利用し東京コントロールセンター(東京CC)を経由してつくばのデータセンターに送信される。観測点から送信されたデータは東京CCを経由して気象庁へ分岐され、さらにTDXを経由して各大学へ送信される。GPSデータは、1時間に1回、上記のIP通信網を利用したFTPあるいは電話回線を利用したダイヤルアップにて回収を行っている。

当研究所へ送信されたデータはデータセンターのディスクサーバへ保存され、WEBサイトを通じて連続波形データ(WIN32フォーマット、1分ファイルの形式)、連続波形画像(1時間)が公開される予定である。GPSデータは、FTP等により、国土院、大学へデータ提供が行っている。

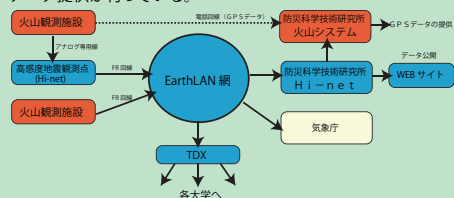


図3 基盤的火山観測網の観測データ流通の概要図

観測結果の概要

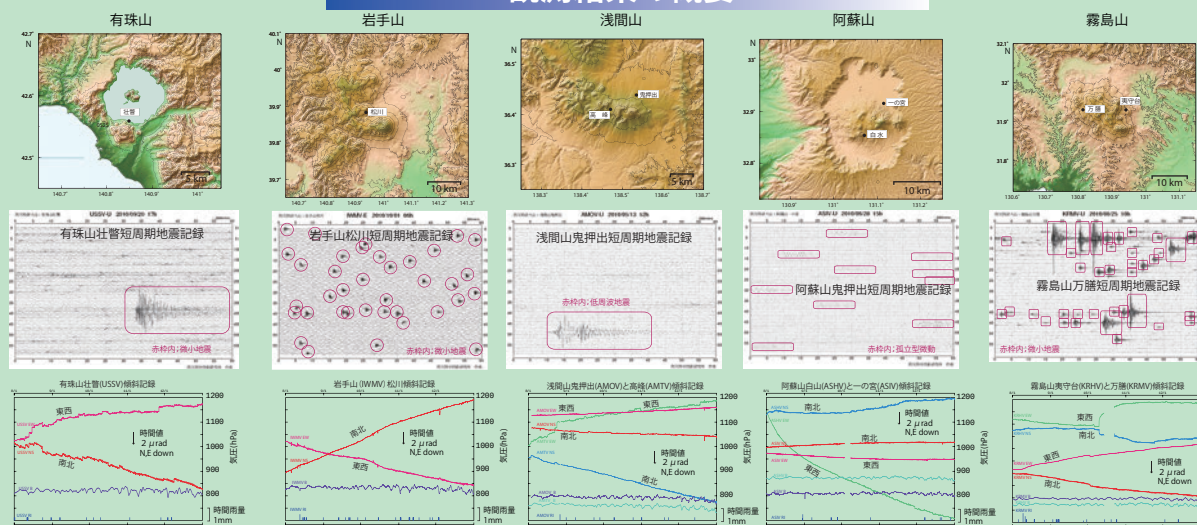


図4 5火山8観測点の配置図、短周期地震計記録ならびに傾斜記録

有珠山では近くで発生した微小地震が、浅間山では火山性の低周波地震が記録されています。霧島山万膳、岩手山松川では、近くの地熱地帯で発生しているとみられる地震が多数観測され、阿蘇山では周期0.5-2秒の孤立型微動が捉えられています。一方、傾斜計の記録においては、機器設置直後のドリフトが落ち着いていない観測点がありますが、いずれの観測点でも地球潮汐による変動が観測されており、設置状態は良好です。現在のところ、特に火山性と思われる顕著な変動は認められていません。

研究協力機関

北海道大学、岩手大学、東北大学、東京大学地震研究所、京都大学、阿蘇火山博物館

シミュレーションを活用した火山噴火予知研究

火山噴火やそれに伴う災害は、マグマの動きによりもたらされる現象です。マグマは、固体・液体・気体がまざりあった複雑な状態にあり、さらには温度や粘性が変化するというさまざまな要素が絡み合っています。火山現象の理解と災害軽減のため、数値シミュレーションを活用した火山噴火予知研究に取り組んでいます。

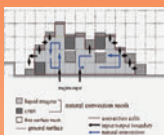
○研究フロー統合管理システム(RCM)を用いた溶岩流シミュレーション

○目的

リアルタイムハザードマップの実現へ

- ・シミュレーションコードの体系的な実施
(履歴管理、パラメータの整理)
- ・迅速なシミュレーションの実行
- ・簡便な操作
入力設定 → 計算実行 → 可視化
- ・上記の操作をスーパーコンピュータ上で実現
並列計算の設定

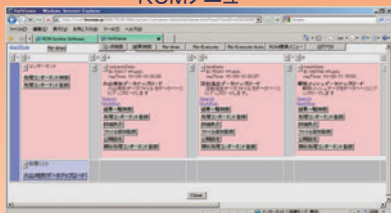
ソルバー: LavaSIM(Hidaka et al., 2004)



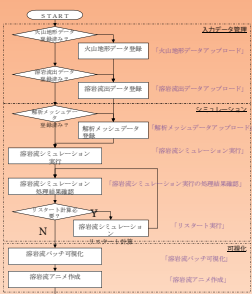
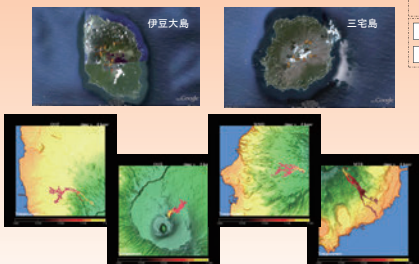
① 火山地形データセット	② 火山地形データアップロード
③ 火山地形データアップロード	④ 火山地形データアップロード
⑤ 火山地形データアップロード	⑥ 火山地形データアップロード
⑦ 火山地形データアップロード	⑧ 火山地形データアップロード
⑨ 火山地形データアップロード	⑩ 火山地形データアップロード
⑪ 火山地形データアップロード	⑫ 火山地形データアップロード
⑬ 火山地形データアップロード	⑭ 火山地形データアップロード
⑮ 火山地形データアップロード	⑯ 火山地形データアップロード
⑰ 火山地形データアップロード	⑱ 火山地形データアップロード
⑲ 火山地形データアップロード	⑳ 火山地形データアップロード
㉑ 火山地形データアップロード	㉒ 火山地形データアップロード
㉓ 火山地形データアップロード	㉔ 火山地形データアップロード
㉕ 火山地形データアップロード	㉖ 火山地形データアップロード
㉗ 火山地形データアップロード	㉘ 火山地形データアップロード
㉙ 火山地形データアップロード	㉚ 火山地形データアップロード
㉛ 火山地形データアップロード	㉜ 火山地形データアップロード
㉝ 火山地形データアップロード	㉞ 火山地形データアップロード
㉟ 火山地形データアップロード	㊱ 火山地形データアップロード
㊲ 火山地形データアップロード	㊳ 火山地形データアップロード
㊴ 火山地形データアップロード	㊵ 火山地形データアップロード
㊶ 火山地形データアップロード	㊷ 火山地形データアップロード
㊸ 火山地形データアップロード	㊹ 火山地形データアップロード
㊺ 火山地形データアップロード	㊻ 火山地形データアップロード
㊼ 火山地形データアップロード	㊽ 火山地形データアップロード
㊾ 火山地形データアップロード	㊿ 火山地形データアップロード

- ・3次元
- ・溶岩流場生成
- ・対流

RCMメニュー

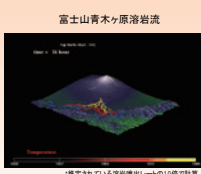


○溶岩流シミュレーションの例



ORCM実行手順

1. LavaSIM用データセットの準備
○火山地形データ
標高(dem.dat)
走向(aspect.dat)
傾斜角(slope.dat)
気象温度、降雪、氷域分布
○溶岩流出データ
噴火地点・流出量(時間間数)
流出速度
○解形メッシュデータ
メッシュサイズ・範囲
計算出力設定
2. RCMへの入力
計算の実行パラメータの入力
並列数・流動境界面相率
粘性・冷却パラメータ等
3. RCM上での可視化作業
○パッチ可視化(スポット画像)
○アニメーション



- ① 現地地形から溶岩流分布のデジタイズ
- ② 溶岩流下層の標高補正(厚み分の削除)
- ③ 推定地形作成
- ④ シミュレーション実施

○火砕流シミュレーション

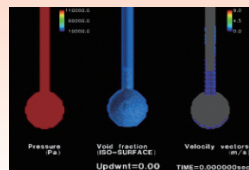
火砕流は、火山で発生する火砕粒子(マグマが固化した岩片)が火山ガスと大気が混合したガス成分中に懸濁する固気混相流であり、地面に沿って高温のまま高速で流れ広がる特徴を持っている。このため、火砕流は大規模災害に直結する非常に危険な現象であり、火山噴火に伴う火山周辺地域住民の人命や財産の被害を軽減するための効果的な対策に資するために火砕流シミュレーションを実施している。



雲仙普賢岳火砕流シミュレーションの例

○噴火機構シミュレーション

地下のマグマたまり〜火道のシステムを仮定し、マグマに含まれている気泡が急激に減圧し、膨張して噴火に至る現象を数値シミュレーションで再現している。このような地下の状況を模式的に再現することにより、噴火のメカニズムを把握することができる。



○地下におけるマグマ移動シミュレーション

○目的

岩漿侵入に伴う地震発生・地殻変動のモデル化
弾性変形・塑性変形(破壊)・流体との連成
重力場における現象
非等方・不均質媒質の評価
3次元(広域)応力場の影響評価

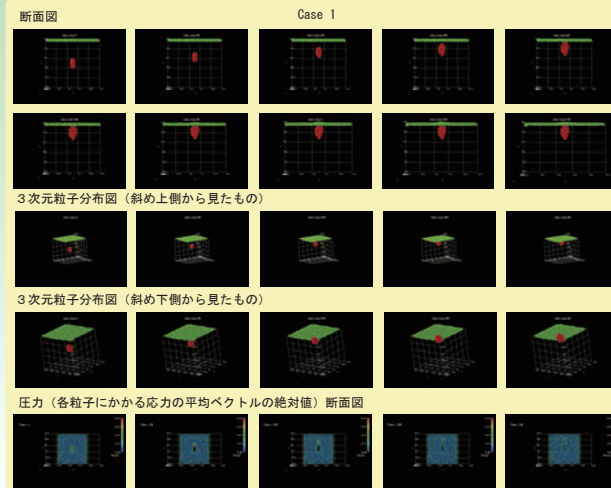
○個別要素法による応力・破壊の定式化

破壊条件
Normal 方向:
設定された境界距離
 $D > D_{th}$
Shear 方向:
Mohr-Coulomb Criterion
 $\tau < C + \sigma_n \tan \phi$

○シミュレーションの例

境界条件:
Case1: $a_n = 1.0 \times 10^8$ Pa
 $a_t = 1.0 \times 10^8$ Pa
 $a_n = 2.0 \times 10^3$ Pa
 $a_t = 1.0 \times 10^3$ Pa
 $\rho = 2.5 \text{ kg/m}^3$
 $\mu = 1.0 \text{ kg/m}^3$
初期条件:
マグマ粒子に初期速度を
与える
 n : 弾力係数設定
初期速度 $V_y = 1000 \text{ m/s}$

○結果と考察
・岩漿侵入による破壊・地殻変動を再現
・岩漿侵入の周辺での応力変化・破壊の場所を特定
・岩漿侵入による火山性地震発生
・マグマは上昇に伴い、応力場の影響を受けて変形(弾力場の場、上部ほど広がる)
・自発的な開口割れ目
・Okada モデルとの定性的比較
→ 岩漿上部では「膨張」破壊の影響、境界条件の効果に相違点



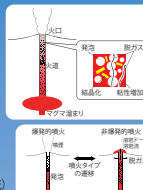
○火道内における気液二相マグマの上昇過程の数値的・解析的研究(噴火の爆発性評価)

○目的

- ・噴火タイプの多様性、噴火の推移過程を支配する火道内マグマ上昇メカニズムを明らかにする。
- ・気液二相マグマが、マグマ溜りから地表まで火道内を流れて地表の噴火現象に至るまでの過程を、流体力学数値モデルを用いて解析。

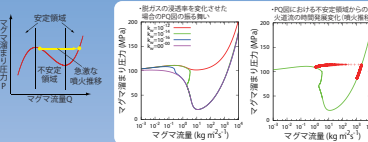
○火道流モデル

- ・円筒火道内のマグマ上昇
- ・揮発成分の析出によるマグマ発泡
- ・マグマからのガス分離(脱ガス)
- ・マグマ結晶化のガバナメクス
- ・上昇に伴うマグマ粘性の増加
- ・発泡>脱ガス⇒マグマ膨張⇒爆発的噴火(巨大噴煙)
- ・脱ガス>発泡⇒マグマ収縮⇒非爆発的噴火(溶岩ドーム、溶岩流)



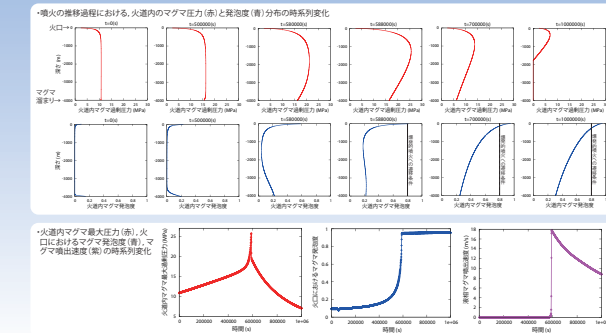
○結果1: マグマ溜り圧力とマグマ流量の関係に関する解析

- ・定常流モデルによって、火道システムにおけるマグマ溜り圧力とマグマ流量の関係(PQ図)の振る舞いを調べる。
- ・マグマ発泡、脱ガス、結晶化の効果によって、PQ図に安定領域と不安定領域が出現する。
- ・不安定領域: 急激な噴火タイプの推移をもたらす。



○結果2: 非爆発的噴火から爆発的噴火への推移過程

- ・時間発展モデルによって、非爆発的噴火から爆発的噴火への推移過程を解析。
- ・地球物理学的観測データとの比較が可能な、火道内圧力の時系列的な変動プロセスなどの数値シミュレーションに成功した。



リモートセンシングによる火山活動の把握

地表状況を面的に捉えられるリモートセンシング技術を利用することにより、定点観測では検出できない有用な情報を得ることが出来ます。防災科研では、独自に開発した航空機搭載型スペクトルスカナ（ARTS）や衛星搭載型合成開口レーダ（SAR）を用い、火山活動把握のための解析手法開発や得られた情報に基づく火山研究を実施しています。

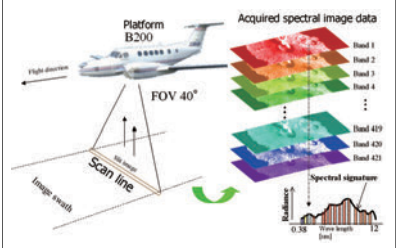
■ 航空機搭載型スペクトルスカナによる火山観測

防災科研では、「火山噴火予知計画」（文部科学省科学技術・学術審議会測地学分会が建議）に基づき、火山観測（地表面温度分布、降灰分布、火山性ガス濃度分布等の計測）のための、航空機搭載型スペクトルスカナの開発研究と活用を1988年より実施しています。

防災科研の航空機搭載型スペクトルスカナ

当所は2006年に航空機搭載型放射伝達スペクトルスカナ：ARTSを開発しました。ARTSは、可視域から赤外域の光を、異なる421波長に分けて計測し、各波長の画像を取得できる装置です。2006～2007年度にその性能実証試験を完了し、2008～2010年度に、ARTSによる火山観測と観測技術開発を実施しました。

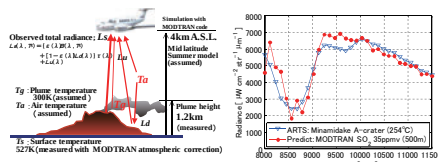
ARTSのデータ取得の模式図



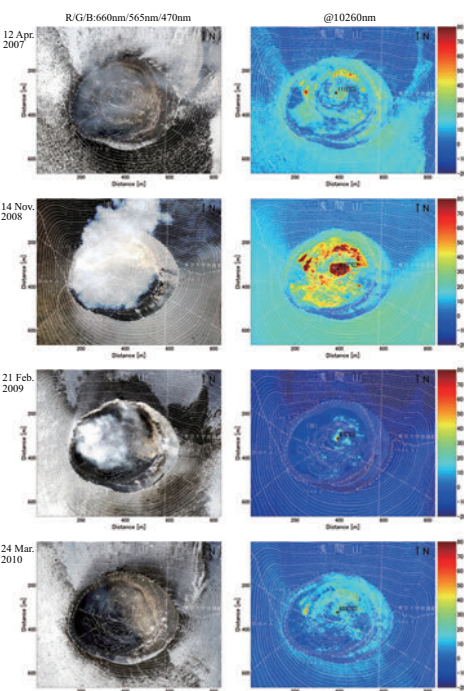
ARTSの主要諸元

ARTS Sensor Head Unit	SWIR Unit	WIR Unit
Sensor Type	Pushbroom	Pushbroom
Wavelength coverage	380 - 1100nm	8000 - 11500nm
Spectral Channels #	338 (programmable)	10
Spatial Pixels #	1500	600
Spectral Resolution (FWHM)	2.4nm	10nm
Slit	±0.25 pixels	±0.25 pixels
Keystone	±0.25 pixels	±0.25 pixels
Measurement Temperature Range	900 - 1200 deg C	300 - 1200 deg C
Instantaneous Field of View (IFOV)	0.45 mrad	1.2 mrad
Total Field of View (FOV)	40 degrees	40 degrees
F/#	6.25	9.13
Frame Rate	60 Hz	100 Hz
Quantization	14 bit	14 bit
Data Storage	14GBx2x2 HD	14GBx2x2 HD
Georeference System	GPS/IMU: Ashtech POS/AV310	GPS/IMU: Ashtech POS/AV310
Display	High-contrast LCD	High-contrast LCD
Position Accuracy	±2m	±2m
Products	Radiance at sensor	Radiance at sensor
Operating environment	Max. 6000 m ASL (unpressurized)	Max. 6000 m ASL (unpressurized)
Platform	Raytheon King Air B200	Raytheon King Air B200

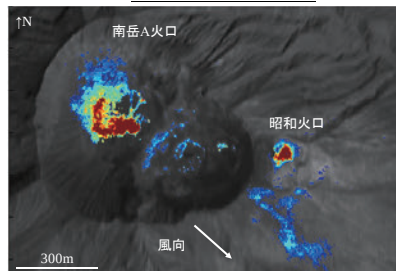
火山性ガス（SO₂ガス）の濃度分布計測手法の開発



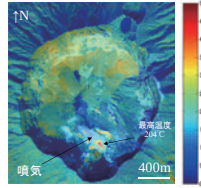
浅間山の多時相観測による熱的活動把握（噴気と温度分布）



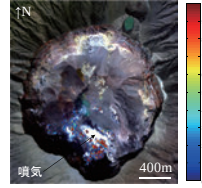
桜島（SO₂ガス濃度分布）



三宅島（噴気と温度分布）



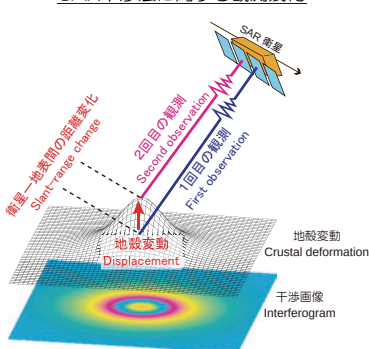
三宅島（SO₂ガス濃度分布）



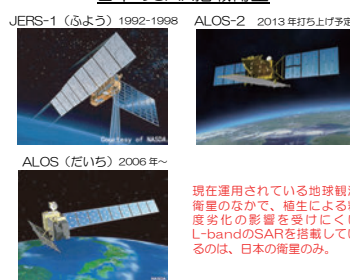
■ 衛星搭載型合成開口レーダによる火山観測

合成開口レーダ（SAR）は、昼夜・天候を問わずに地表を観測することができるリモートセンシング技術です。さらに、その応用技術であるSAR干渉法を用いることにより、2回の観測で得られたSAR画像から、その期間に生じた地表面の変形をcmレベルで面的に捉えることが出来ます。防災科研では、SAR干渉法を用いた火山活動モニタリングに関する研究やSAR干渉法を効果的に火山活動モニタリングに利用する手法についての開発を行っています。

SAR干渉法に関する観測幾何



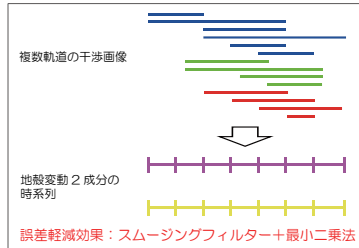
日本のSAR搭載衛星



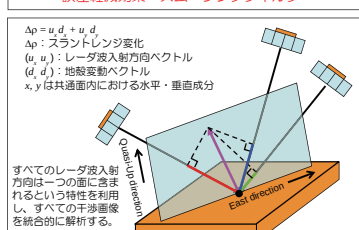
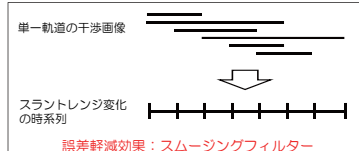
現在運用されている地球観測衛星のなかで、極端な精度劣化の影響を受けていないL-bandのSARを搭載しているのは、日本の衛星のみ。

複数の衛星軌道から得られたSAR干渉画像を用いる新時系列解析手法の開発

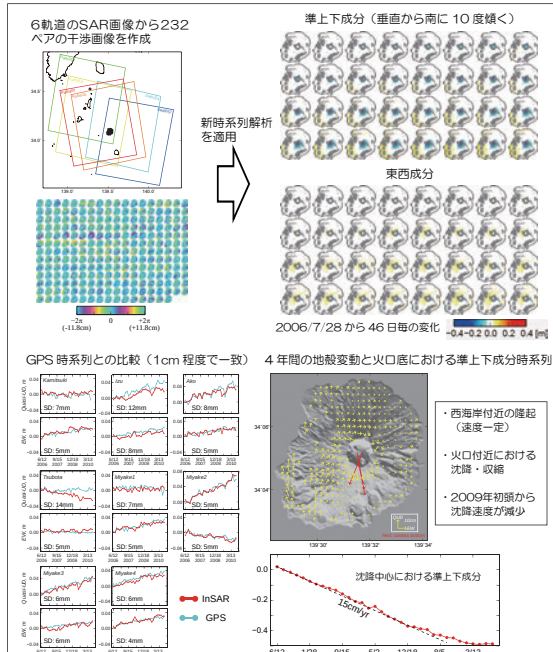
新時系列解析手法



従来のSAR時系列解析（SBAS法）



三宅島における事例解析

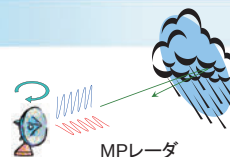


XバンドMPレーダネットワーク

～防災科研 局地的豪雨・強風監視システム～

■ 目的

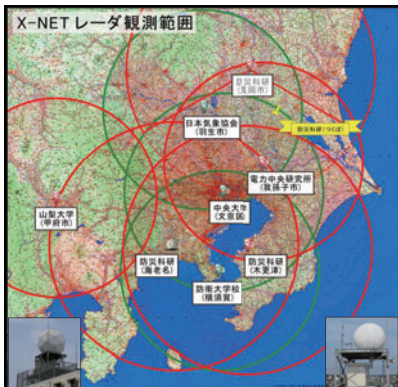
豪雨による都市型水害や土砂災害への対策に資するために、MPレーダによる高分解能の雨量情報等を利用して、既存の技術ではとらえることが困難な10 km以下の局所的な豪雨や強風を500 mの空間分解能で実時間で監視する技術を開発する。



■ X-NET (次世代気象災害監視レーダネットワーク)

人口3,000万人を有する首都圏に防災科研のマルチパラメータ(MP)レーダを中心としたXバンド(9GHz帯)気象レーダネットワーク「X-NET」を、中央大学、防衛大学校、日本気象協会、電力中央研究所、山梨大学と協力して構築して、暖候期に観測を実施。

赤円がMPレーダの観測範囲で雨量を正確に測ることができる。緑円はドップラーレーダの観測範囲。各レーダのデータは防災科研でリアルタイムで収集・処理され、500 m格子、5分間隔のきめ細かな雨と風の情報を得ることができる。



XバンドMPレーダネットワークの実用化！

開発した降雨量推定アルゴリズム等を実装



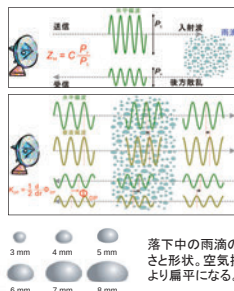
● 特長

- ✓ 偏波情報を利用した降雨強度の正確な推定。雨量計による補正が必要ないため、短い時間間隔で面的雨量情報を更新可能。
- ✓ 観測範囲に重複領域を持たせた配置により、大気下層の状態を細かな空間分解能で把握可能な上、風の分布も推定可能。また、激しい降雨減衰による電波消散領域を相互に補える。
- ✓ ネットワークでレーダを結び、データを収集・処理することで、情報をリアルタイム配信可能。

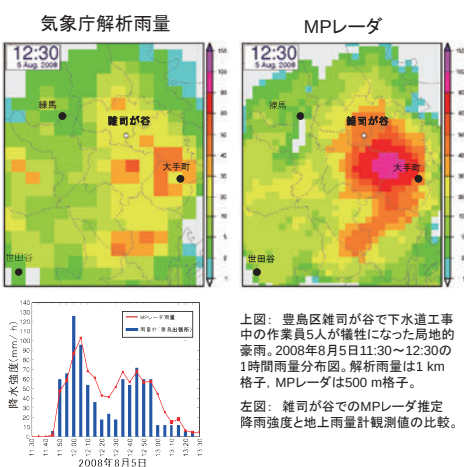
■ 豪雨の監視

● 降雨強度: Rの推定法

- 在来型レーダ: $R-Z_{dp}$ (反射因子)関係を利用。雨滴粒径分布の変動に敏感で誤差が大きく、雨量計観測値による補正が必要。
- MPレーダ: $R-K_{dp}$ (比偏波間位相差)関係を利用。雨滴粒径分布の変動にさほど敏感でなく、高精度。

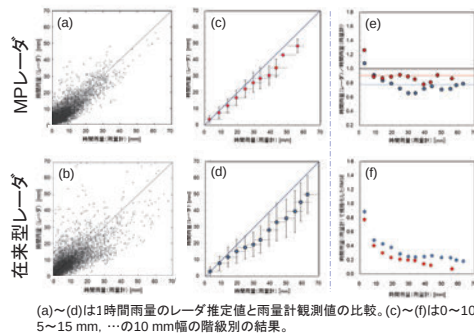


● 「ゲリラ豪雨」をとらえる



● 降雨量推定値の統計的検証

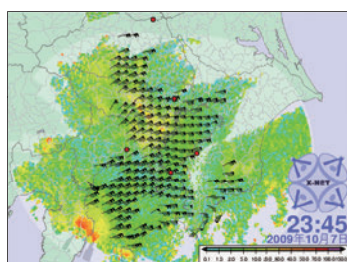
27事例についてレーダ推定雨量を雨量計観測値と比較した。観測頻度の影響を除くため10 mm幅の階級ごとに調査すると、在来型レーダに比べてMPレーダによる推定雨量は、特に災害を引き起こしやすい大きな雨量を含む広い雨量範囲で雨量計観測値に近く、ばらつきも小さいことが明らかになった。



■ 強風の監視

複数台のMPレーダ、ドップラーレーダで観測されたドップラー速度を合成することによって、上空の風向・風速分布を求めることができる。

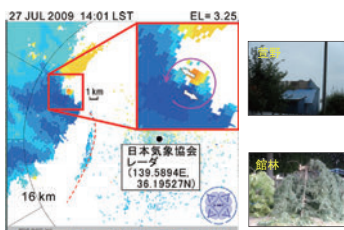
● 台風接近時の風向風速分布



2009年10月7日23:45、台風18号接近時の風向風速分布(高度1 km)。カラー表示は降雨強度分布。

● 竜巻の親雲の検出

2009年7月27日に群馬県館林市で発生した竜巻の親雲の渦とガストフロントを約10kmの近距離からレーダで検出。

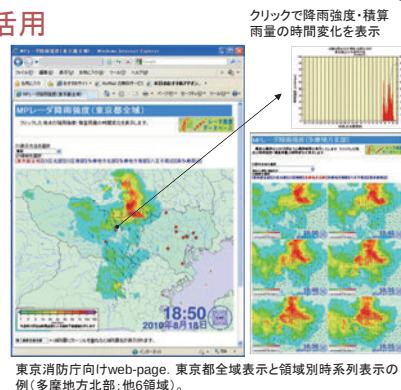


2009年7月27日14:01に羽生ドップラーレーダ(黒丸)で観測したドップラー速度分布。青色がレーダに近づく風、黄・赤色がレーダから遠ざかる風を示しており、反時計回りの渦があることがわかる。この渦の移動と被害域が一致していることを現地調査で確認。

■ 成果の活用

暖候期にX-NETによる降雨強度と風向風速の情報をwebで試験公開。
<http://mp-radar.bosai.go.jp/>

また、風水害に関する防災情報の相互収集を目的とした連携協力の一環として、東京消防防に専用web-pageに専用web-pageにより情報を配信。



東京消防防向けweb-page。東京都全域表示と領域別時系列表示の例(多摩地方北部:他6領域)。

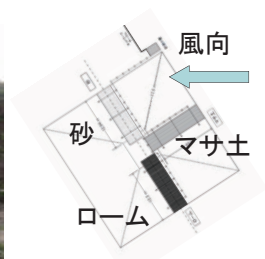
■ 今後の課題

- ・ 極端気象の発生機構解明。偏波情報を活用した落雷・降雹の予測研究。
- ・ 「ゲリラ豪雨」の直前予測、さらには早期予測。
- ・ エンドユーザーにわかりやすく精度の高い監視・予測情報の作成・伝達。

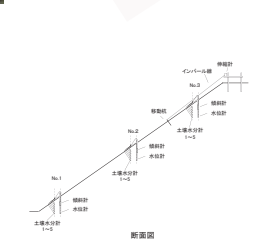
土砂災害を予測する

人工斜面を用いた崩壊メカニズム解明、MPレーダを用いた危険域の予測、斜面のモニタリングによる直前予測の研究などを行っています。

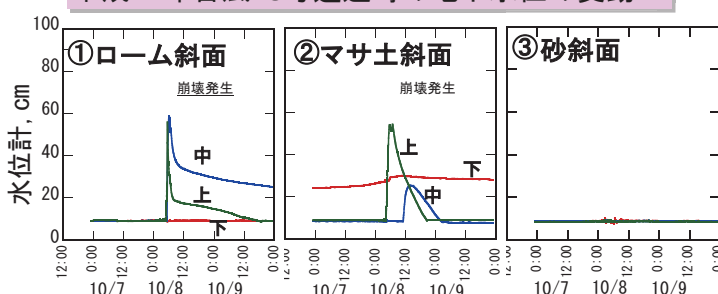
■ 人工斜面を用いた崩壊メカニズムの研究



構内に高さ8メートル、長さ13メートルの人工長大斜面を建設し、豪雨時の斜面崩壊メカニズムを調べました。崩壊直前に地下水位が急上昇すること、風の影響を受けることが確かめられました。



平成21年台風18号通過時の地下水位の変動



■ MPLレーダを用いた危険域予測



MPLレーダを活用した、土砂災害危険域の予測手法を開発しました。地形や土地利用を考慮することにより、的中率が向上しました。

$$P = P_{rain} \times f_{slp} \times \rho_{bld}$$

P: レーダ格子内で土砂災害が起こる確率

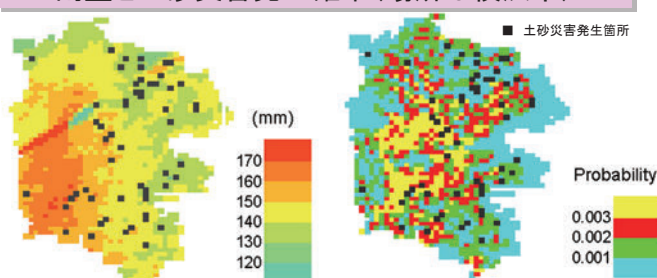
P_{rain} : 実効雨量の関数

f_{slp} : 斜面勾配の関数

ρ_{bld} : 土地利用の関数

災害履歴データから各関数を求める。

平成16年台風23号通過時の、半減期72時間実効雨量と土砂災害発生確率(場所は横浜市)

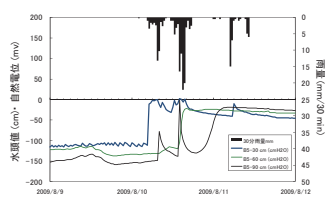


■ 現地斜面のモニタリング



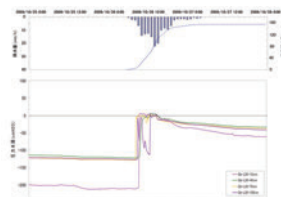
複数の自然斜面にセンサーを設置し、様々な地質について、雨に対する地中水の応答のデータを取得しました。

房総半島(富津市)



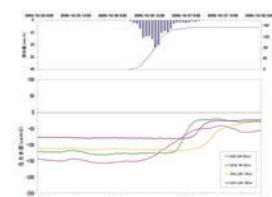
更新統砂質泥岩
(崩壊多い、土層薄い)

北茨城(高萩市)



黒雲母花崗岩
(崩壊多い、土層薄い)

北茨城(日立市)



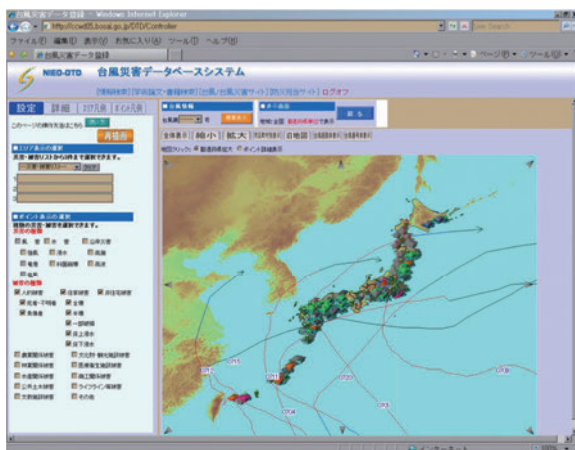
角閃石黒雲母花崗岩
(崩壊多い、土層厚い)

台風災害の長期予測に関する研究

はじめに

防災科学技術研究所では、台風とその災害に関する基礎情報の提供と科学的知識の理解や啓発という観点から、台風災害データベースと沿岸災害危険度マップの2つのデータベースの開発と、温暖化等の気候変動時に予想される台風災害の長期予測という観点から、沿岸災害予測モデルと台風の最大可能強度についての数値シミュレーション技術を活用した研究を行っている。

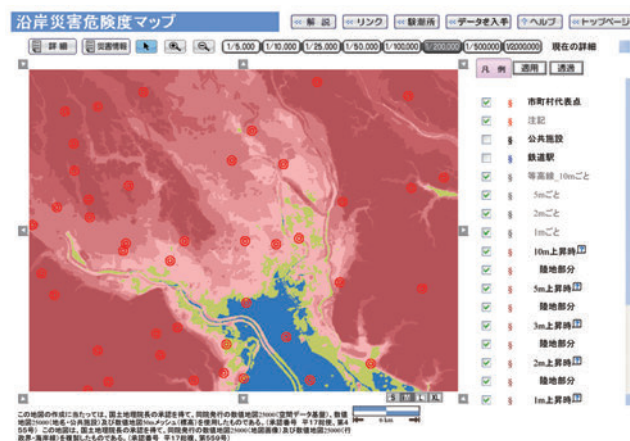
台風災害データベース



台風災害データベースは、1951年以降の台風の経路や勢力、台風接近・上陸時の気象状況や被害発生状況に関する情報を一元的に管理し、各種検索条件のもとに情報を視覚的に表示できるようにしたものである。このデータベースの情報をもとに地域（都道府県、または、市町村）毎の被害の長期変化傾向等の解析も行っている。

<http://ccwd05.bosai.go.jp/DTD>

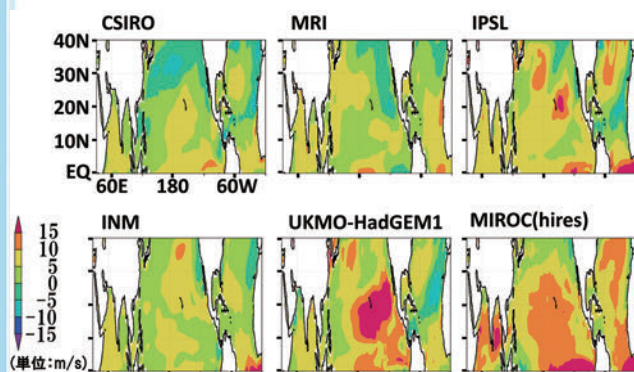
沿岸災害危険度マップ



沿岸災害危険度マップは、高精度の海岸線標高データを活用し、自分の住んでいる場所の標高が海岸線から何mの高さにあるか、将来の温暖化による海面上昇時にどうなるか、その地域には過去にどのような災害があったかなどの情報を視覚的に表示できるようにしたものである。このデータベースの情報をもとに沿岸災害に弱い地域の抽出等の解析も行っている。

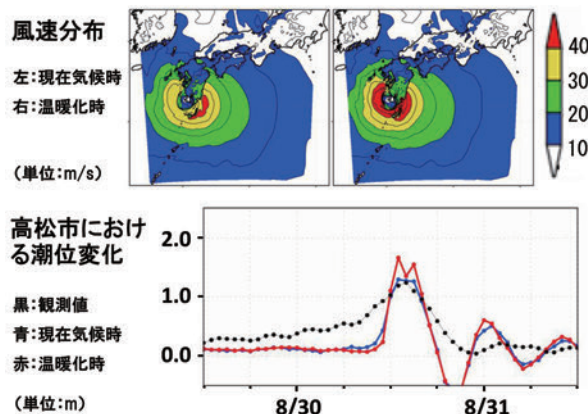
<http://engan.bosai.go.jp>

台風の最大可能強度



台風の最大可能強度の研究では、NCEP等の客観解析データやIPCC等の温暖化数値実験結果を用いて、現在気候時と温暖化時で理論的に発達する台風の最大の強度の評価を行っている。上図は、IPCCの6機関の数値モデルによる海面水温を外力として用いた数値実験結果から計算した温暖化時と現在気候時との台風の最大可能強度（最大可能風速）の差の分布である。温暖化により一般に台風の強度は増大するが、その数値モデルによる差は非常に大きく不確実性が高い。このことは、温暖化実験の信頼性と共に今後検討されるべき大きな課題の一つである。

沿岸災害予測モデル



沿岸災害予測モデルを用いた数値実験の研究では、過去の代表的な台風による高潮被害の再現実験とその温暖化時における変化の評価実験を行っている。例えば、2004年の台風16号では、実際の海面水温を与えた場合と温暖化時の海面水温を与えた場合を比較すると、温暖化時には、台風の眼の周辺で風速が2-3割程度、最も高潮被害の大きかった高松市で潮位が50cm程度大きくなる可能性がある。

本プロジェクトでは、さらに沿岸災害のリアルタイム予測も視野に入れたより高精度の大気・海洋・波浪モデルを構築中である。その最新の成果に関しては、別ポスターで紹介する。

高精度高潮計算のための大気－海洋－波浪結合モデルの開発とその精度検証

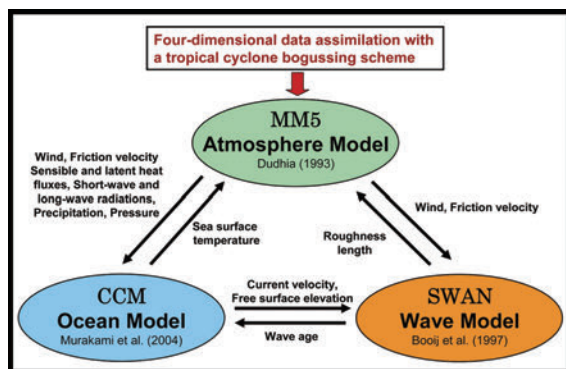
■はじめに

高潮災害に対する減災を図るには、

1. 過去に発生した高潮を高精度に再現し、既存の沿岸構造物の性能照査や脆弱性の検討
2. 現在・将来気候において起こりうる可能最大高潮を予測し、堤防等の整備やハザードマップの作成

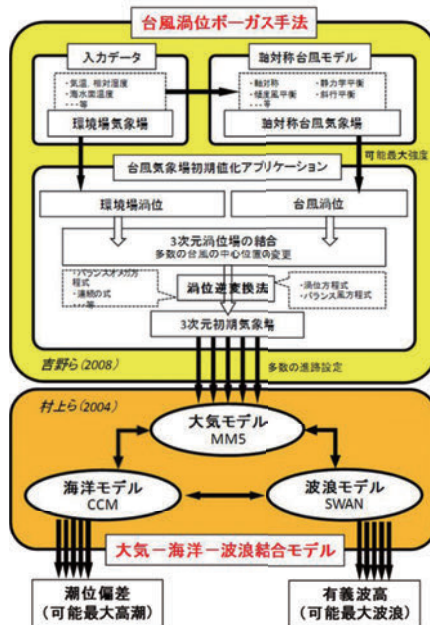
を行う必要がある。防災科学技術研究所では、この要請に応えることのできる大気－海洋－波浪結合モデルの開発を行っている。

■大気－海洋－波浪結合モデル



過去の高潮の高精度な再現のために

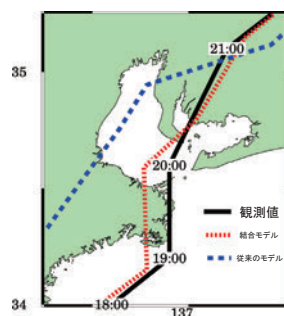
- 高潮の規模を決定付ける外洋からの海水流入を高精度に再現できる多重の座標系沿岸海洋モデルCCM（防災科研オリジナルモデル）、気象モデルMM5および波浪モデルSWANを結合させ、大気、海洋および波浪場を1つの系として一体的に計算する。
- これまでの気象モデルの台風計算の課題であった台風進路を高精度に計算できるように4次元台風ボーガス同化を行う。



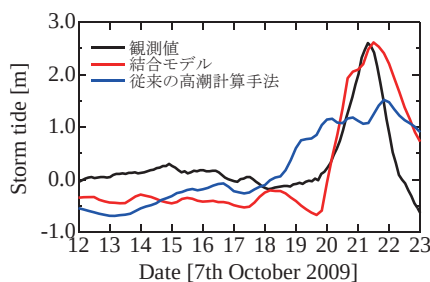
現在・将来気候の可能最大高潮の予測のために

- 渦位逆変換法に基づく台風渦位ボーガス手法を用いる（岐阜大学との共同研究）。
- 台風渦位ボーガス手法は、台風の進路を客観的に変更させたり、温暖化時の台風強度を予測することができる。
- これによって得られた初期場を結合モデルに入力し、現在・将来気候の可能最大高潮を評価する。

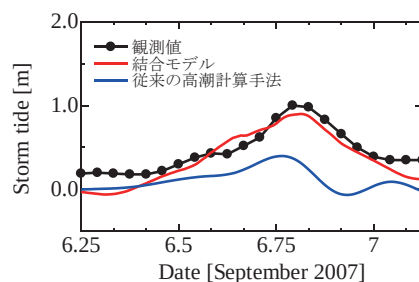
■過去の高潮の高精度な再現



台風0918号の進路の計算



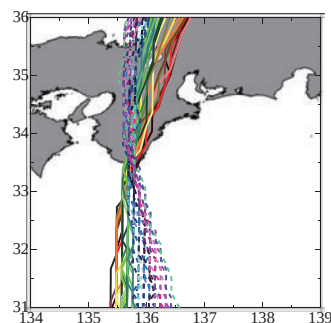
台風0918号による三河港（伊勢湾）での高潮計算



台風0709号による東京港での高潮計算

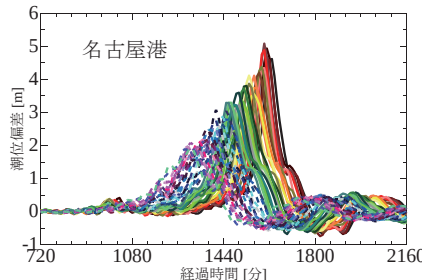
大気－海洋－波浪結合モデルは、従来の高潮計算手法に比べて精度良く高潮を再現できることが明らかとなった。

■現在・将来気候時の可能最大高潮の予測

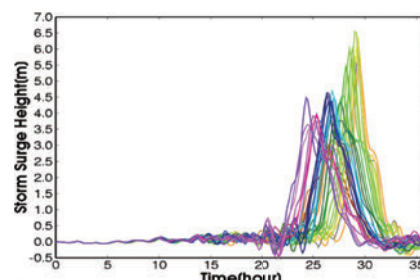


現在気候時の伊勢湾台風の計算

- 台風渦位ボーガス手法によって、実際の伊勢湾台風の進路を50ケース変更させて計算を行った。



現在気候時の名古屋港での可能最大潮位



将来気候時(2099年)の名古屋港での可能最大潮位

- 現在気候でも、最悪の進路を取ることで、伊勢湾台風時の高潮(3.55m)を大きく上回る可能性があることが明らかとなった。
- 将来気候においては、伊勢湾台風による高潮の2倍近い高潮が発生する可能性があることが判明した。

雪氷災害発生予測システム ー概要と試験運用ー

雪国で毎年のように発生する雪氷災害は、そこに暮らす人々の安全・安心を脅かし、その犠牲者は年によっては自然災害による犠牲者の過半数にも達します。防災科学技術研究所は、雪氷災害の防止と被害軽減に資するため「雪氷災害発生予測システム」を開発し、その実用化を目指した研究を行っています。

雪氷災害発生予測システムとは

雪氷災害発生予測システム v2.0

防災科学技術研究所 雪氷防災研究センター

雪氷災害発生予測システムは、災害発生に関わる雪氷現象を物理法則に従って記述するモデルで構成されています。これによって降雪量、気象状態(風向・風速・気温など)、雪崩の発生危険度、吹雪による視程低下、道路の雪氷状態を予測します。

雪氷災害発生予測システム(試験)

雪氷災害モニタリングシステム

正確な降雪・災害情報提供に基づく迅速かつ適確な対応で、安全で快適な雪国生活を支援

実用化を目指した予測システムの高度化・最適化

地域気象モデルの地表面パラメータ(粗度、熱物性定数など)を最適化

粗度分布

風速(最適化後)

気温(最適化後)

雪氷災害発生予測システムを実用化レベルに到達させるため、個々のモデルの改良を行っています。

雪氷災害発生予測システムの改良による予測情報の精度向上

熱・水収支に基づく道路雪氷の物理モデルを開発

降雪量

融解・凍結

路面

的中率	12月	1月	2月	3月
2004/05	63%	56%	74%	70%
2005/06	78%	83%	79%	78%
2004/05と2005/06の平均	71%	69%	77%	74%

物理モデルを導入することで統計的手法に比べ安定して高い的中率をとるようになりました

災害の発生に関わる気象条件(風速・気温)の予測精度が向上しました

積雪内部の水移動過程を解明しモデル化

含水率

積雪変質モデル内で帯水層を再現するようになりました

「しもぢらめ雪」の発達に伴う剪断強度の低下予測式を確立し、雪崩モデルに組み込み

積雪深(cm)

新庄

2007年

しもぢらめ化率, C

厳冬の表層雪崩危険度の精度が向上しました

吹雪時の視程の気温・風速依存性を定式化し、吹雪・視程モデルに組み込み

視程の予測精度が向上しました(特に、気温が0℃に近い温暖積雪地域に有効)

予測システムの試験運用(国・地方の防災機関等との連携)

試験運用の仕組み

防災科研

道路管理者等(国・県・市・民間)

防災機関等と連携して予測システムの試験運用を開始しました。予測精度の検証のほか、道路管理や雪崩パトロールなどの雪氷防災業務に役立つかななどの評価も行っています。

予測情報の利用と要望(相手機関へのアンケート調査より)

予測情報の利用目的(複数回答可n=12)

今後期待すること(n=11)

予測情報表示を改良しました(道路管理者にわかりやすい路線表示を導入)

予測情報の提供スケジュール

JST 16 18 20 22 00 02 04 06 08 10 12 14 16 18

予測情報提供

予測情報提供

現況情報提供

予測情報の種類

雪崩危険度予測情報

吹雪予測情報(視程)

斜面監視映像

道路雪氷状態予測情報

予測情報が実際の雪氷防災に役立つかを検証しつつシステム全体を改良

試験運用の対象地域・相手機関・予測情報種別

<新潟県>

<山形県>

<2011年1月16日の予測と新潟市の対応状況>

新潟市 二区

10時

11時

12時

13時

14時

15時

16時

17時

18時

<新潟国道事務所のITV監視カメラ画像>

新潟市は吹雪による視程障害予測情報を道路パトロール体制の参考として利用しました。

・2011年1月16日午前4時に警戒メール受信後、待機

・予測ビューアにて詳細な予測情報を確認

・その後、道路パトロールを実施し、新潟市江南区の市道5ヶ所を通行止め

雪氷防災研究センター

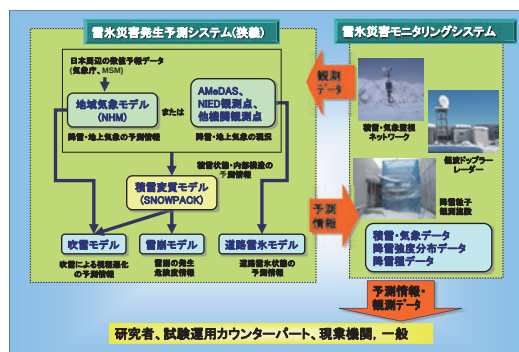
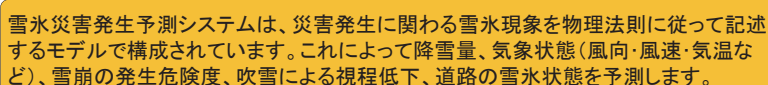
NIED

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 Tel 029-851-1611

33

雪氷災害発生予測システムとは



正確な降雪・災害情報提供に基づく迅速かつ適確な対応で、安全で快適な雪国生活を支援

地域気象モデルの地表面パラメータ(粗度、熱物理定数など)を最適化



積雪内部の水移動過程を解明しモデル化

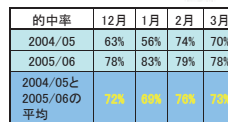


「しもざらめ雪」の発達に伴う剪断強度の低下
予測式を確立し、雪崩モデルに組み込み



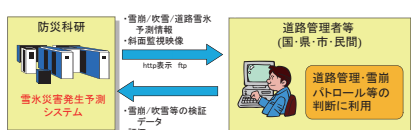
雪氷災害発生予測システムを実用化レベルに到達させるため、個々のモデルの改良を行っています。

雪氷災害発生予測システムの改良 による予測情報の精度向上

吹雪時の視程の気温・風速依存性を定式化し、
吹雪・視程モデルに組み込み熱・水収支に基づく道路雪氷の
物理モデルを開発

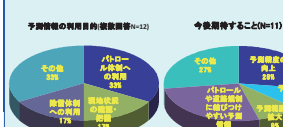
物理モデルを導入することで統計的手法に比べ安定して高い中率をとるようになりました

試験運用の仕組み

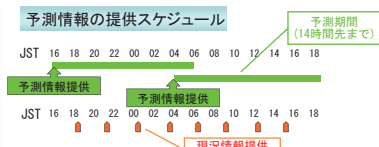


防災機関等と連携して予測システムの試験運用を開始しました。予測精度の検証のほか、道路管理や雪崩パトロールなどの雪氷防災業務に役立つか否かなどの評価も行っています。

予測情報の利用と要望
(相手機関へのアンケート調査より)



予測情報表示を改良しました(道路管理者にわかりやすい路線表示を導入)



予測情報が実際の雪氷防災に
役立つかを検証しつつ
システム全体を改良

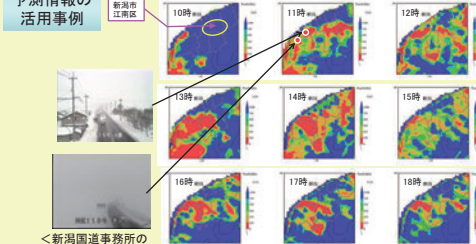
試験運用の対象地域・相手機関・予測情報種別

＜新潟県＞

＜山形県＞



予測情報の <2011年1月16日の予測と新潟市の対応状況>



ITV監視カメラ画像>

新潟市は吹雪による視程障害予測情報を道路/パトロール体制の参考として利用しました。

- ・2011年1月16日午前4時に警戒メール受信後、待機
- ・予測ビューアにて詳細な予測情報を確認
- ・その後、道路パトロールを実施し、新潟市江南区の市道5ヶ所を通行止め

観測・実験による雪氷防災研究 — 雪氷災害発生予測のために —

雪氷の関わる現象には十分解明されていないことが多く、予測を行うためには、観測・実験の結果に基づいて数値モデルの開発、改良を行っていく必要があります。

■ 降雪の観測

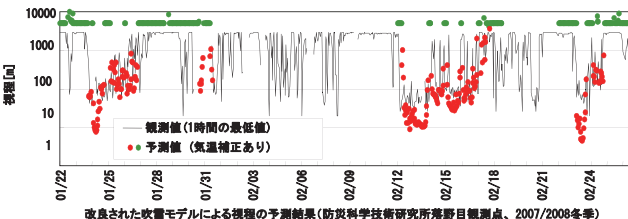
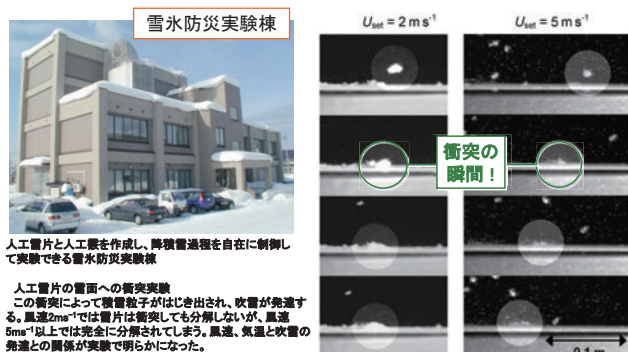
レーダーと降雪粒子の同時観測（新潟県長岡市）により、雪雲の種類毎の降雪強度推定式を求め、モデル降水量が過少であることを指摘しました。



観測結果は雪氷災害発生予測の検証・改良に使われます。また、Web速報値公開、降雪ワークショップなどを通じた大学、気象官署、民間機関等への情報提供を行っています。

■ 吹雪の観測と実験

雪氷防災実験棟（山形県新庄市）を用いた実験により、吹雪の発達過程の式を構築しました。その結果と観測との比較解析により、冬季交通障害を引き起こす視程の低下を精度良く再現できるようになりました。



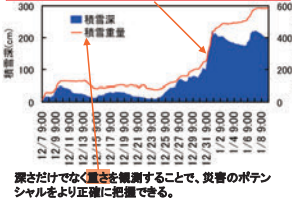
■ 積雪の観測と実験

積雪の自動観測（冬季通し）により、災害につながる積雪状態の発見と予測実験を可能にしました。

北海道から山陰までの多地点で自動観測している防災科学技術研究所SW-Net（積雪気象監視ネットワーク）



2010年12月から2011年1月にかけての山陰豪雪時の積雪増加をSW-Net大山鏡ヶ成観測点でとらえました。



雪氷ハザードマップの開発

効率的、効果的な中長期的な雪氷対策(防雪柵、道路計画、等)の策定の支援、住民の防災意識の向上、避難計画の支援に活用可能な雪氷ハザードマップの作成手法を開発しました。

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の開発により、雪崩ハザードマップ作成の技術開発を行いました。

雪崩運動モデルの開発
雪崩分布図作成、動態観測

雪崩運動のシミュレーション検証

雪崩ハザードマップ作成

観測とシミュレーションの比較



監視カメラ

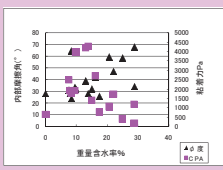
観測された雪崩

雪崩の計算

カメラで観測された雪崩の運動がモデルによって再現できるようになった。

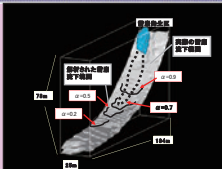
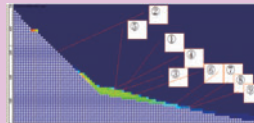


粘性係数、粘着力、内部摩擦角の測定

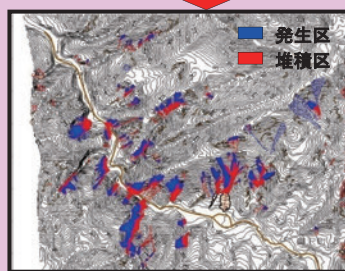


雪崩模型実験

実験結果を反映



雪崩運動モデルの開発



雪崩ハザードマップ(新潟県山古志地区)

検証

新潟県からの要請に対して、雪崩斜面の危険性判断と応急対策の提案を行うため、試作した雪崩ハザードマップを活用。

吹雪ハザードマップ

吹雪発生発達のモデルと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いました。

高精度3次元吹雪モデルの開発

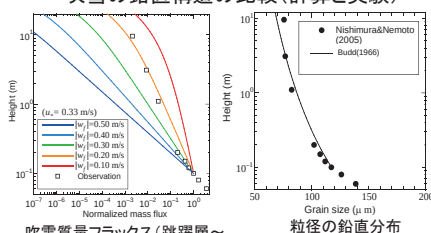
地形の影響を考慮した計算
構造物、キャノピーの影響

吹雪ハザードマップ作成

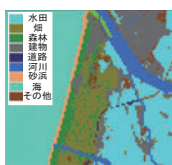


吹雪の風洞実験
(雪氷防災実験棟)

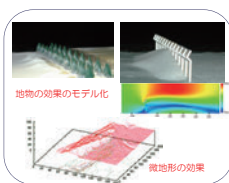
吹雪の鉛直構造の比較(計算と実験)



吹雪質量フラックス(跳躍層～浮遊層)

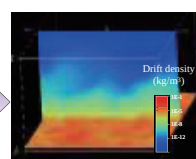


土地利用データ



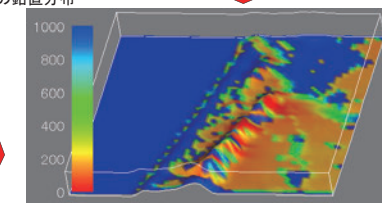
地形の影響を考慮した計算

吹雪空間濃度の二次元分布



吹雪モデル

実験結果を反映



視程障害ハザードマップ(山形県庄内平野)

自治体や道路管理者の要請に応じて吹雪ハザードマップを活用。

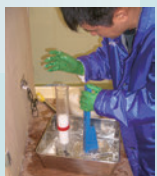
融雪ハザードマップ

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いました。

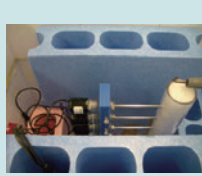
積雪変質モデルの最適化

積雪からの底面流出量計算

融雪ハザードマップ作成
融雪災害(全層雪崩、土砂災害、融雪洪水)への応用

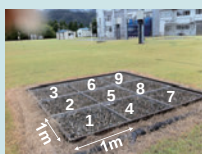


毛管力の測定



透水系数の測定

実験結果を反映

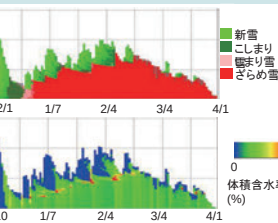
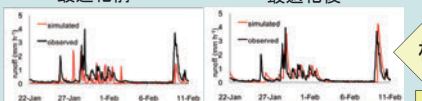


高空間分解能ライシメータを用いた底面流出量の測定(長岡)

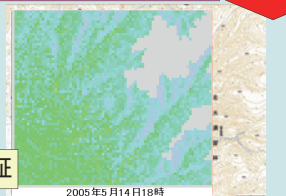
底面流出の減水曲線(積雪内部の浸透による時間遅れのため長時間流出する)が再現できるようになった

最適化前

最適化後



積雪変質モデルの最適化



融雪ハザードマップ
(底面流出量分布、北海道母子里)

融雪期の土砂災害や融雪洪水等へ応用していく。

災害リスク情報プラットフォームが目指すもの

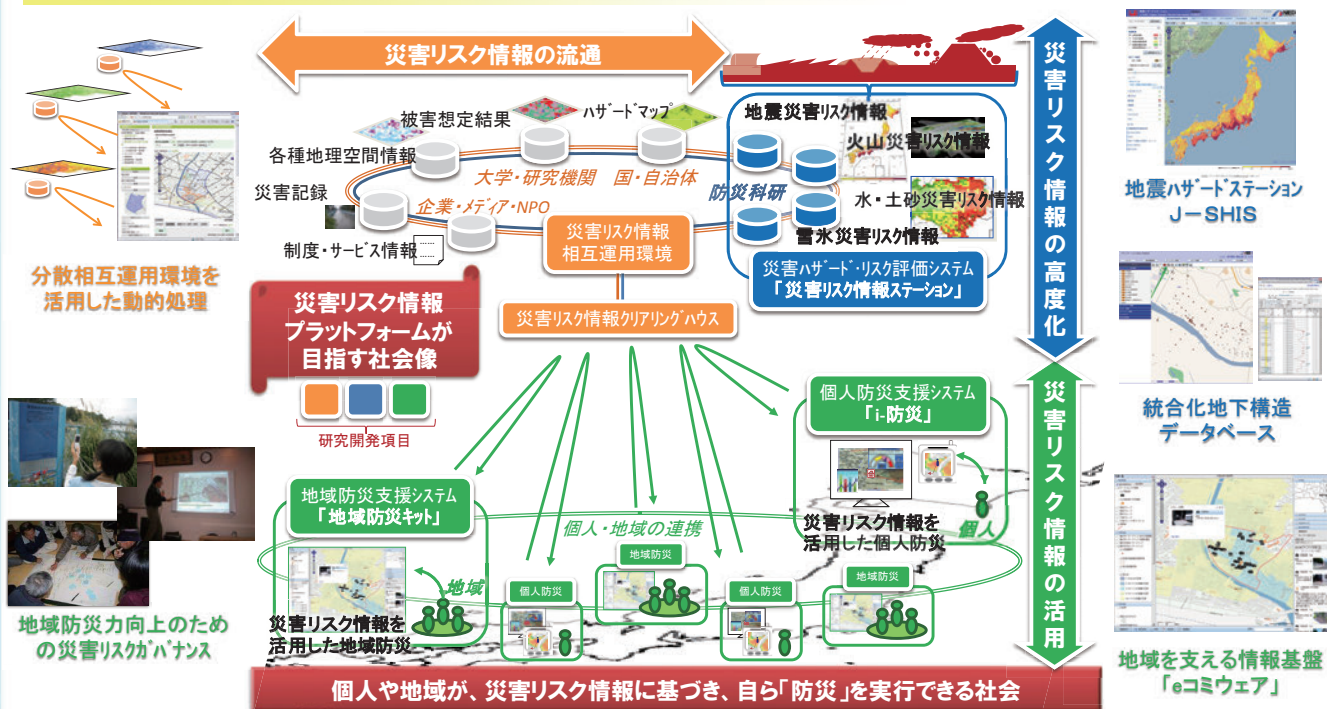
■ 災害リスクに「知」で備える

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。「**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(**専門知**)や被災経験・教訓(**経験知**)などの「**知(災害リスク情報)**」を、誰もが活用できる形で提供・流通させ、一人ひとりや地域自らがこれらの「**知**」を最大限に活かして自らの知(**自分知・地域知**)を高め、自助・共助・公助の協働(ガバナンス)による社会全体の防災力を向上させるための研究開発に取り組んでいます。

高潮・津波/地震/洪水/浸水/豪雪・雪崩/噴火/土砂崩れ・地すべり/etcの自然現象



■ 災害リスク情報プラットフォームが目指す社会像と3つの研究分野



災害ハザード・リスク評価システムの研究開発

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
- ・浅部・深部統合地盤モデル作成
- ・リアルタイム強震動・被害予測システム
- ・地震起因地すべり発生リスク評価
- ・大都市圏の風水害脆弱性評価
- ・災害事例データベース
- …等

知の高度化

災害リスク情報分散相互運用環境の研究開発

関係各組織に分散して運用管理される災害リスク情報を、相互に活用し合える環境の実現に向けた研究開発

- ・相互運用形式で情報を提供する「相互運用サーバー」
- ・災害リスク情報を検索する「災害リスク情報クリアリングハウス」
- ・WPSによるリアルタイム分散連動処理システム(地域被害想定対象)
- …等

知の流通

災害リスク情報活用システムの研究開発

一人ひとり、そして地域が自らに合わせて災害リスク情報を活用し、自ら防災を実行できるサービスと手法の研究開発

- ・個人向け防災支援システム「i-防災」(携帯電話活用)
- ・地域向け防災支援システム「地域防災キット」(eコマース活用)
- ・災害リスクガバナンスを高度化するリスクコミュニケーション手法
- …等

知の活用

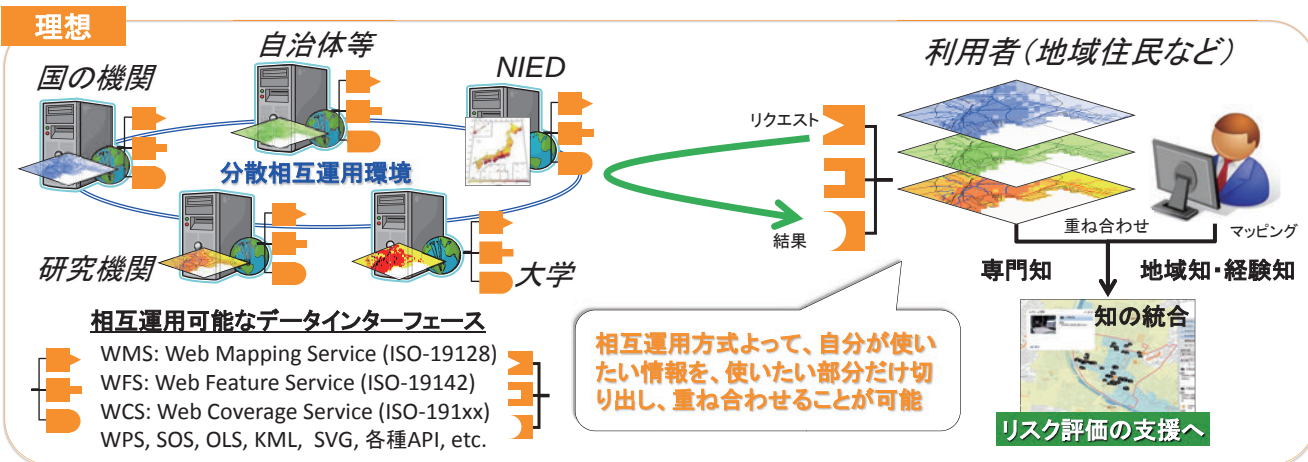
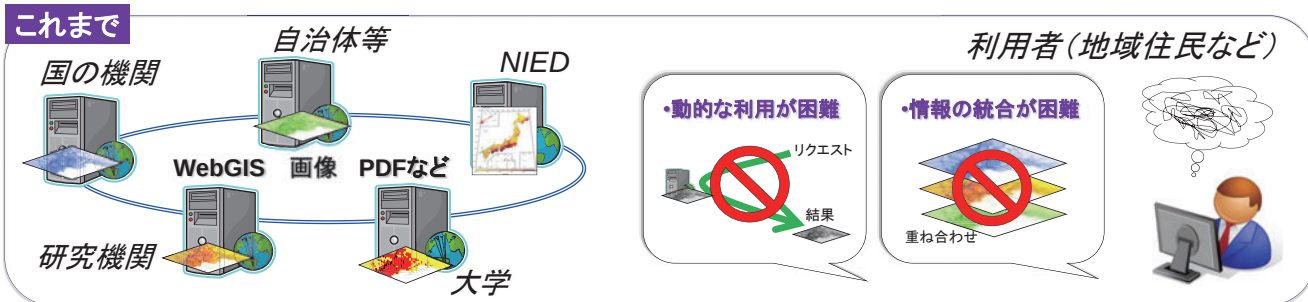
防災力の向上

災害リスク情報の分散相互運用環境

～各種災害リスク情報の横断的な利用に向けて～

■ 災害リスク情報の相互運用方式

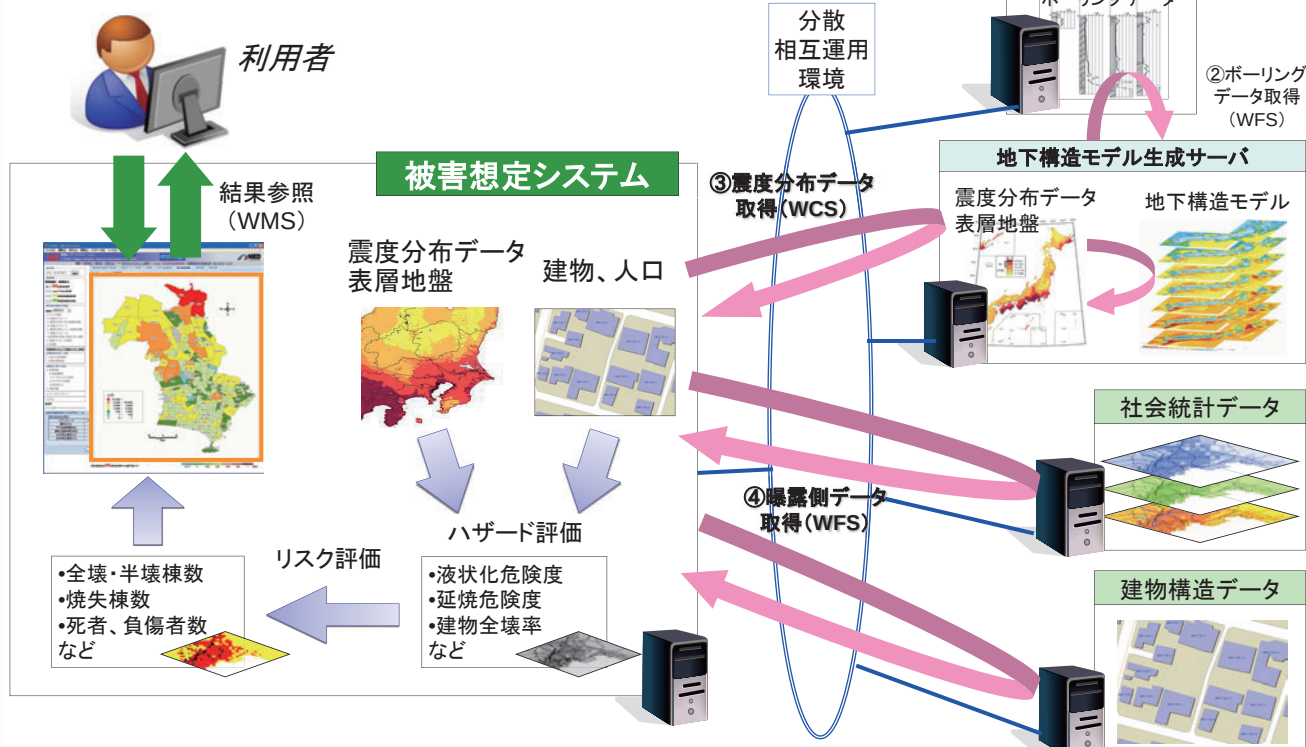
災害リスク情報を、分散しつつ相互に活用でき、**総体として一元的に**扱える仕組みである「分散相互運用方式」に基づき、提供・公開していくことが重要です。



■ 分散相互運用環境の研究開発

リスク評価や判断・意思決定のために、内外のデータベースと外部の処理サーバを分散相互運用環境下で**動的に連動**させ、災害リスク情報を動的に取得するための情報環境の構築に関する研究開発を行っています。

分散処理システムによる地震被害推定



地域を支える情報基盤「eコミウェア」の開発

■「eコミウェア」とは…

地域防災力の向上のためには、地域全体が協働して主体的に防災に取り組んでいく必要があります。これを情報通信技術の面から支援するために、地域内外における様々な情報の連携および流通、発信、そしてコミュニケーションを促進する情報基盤として、「eコミウェア」の研究開発に取り組んでいます。

■地域コミュニティ向け災害リスク情報活用システム「地域防災キット」の研究開発

eコミウェアを基盤に、地域社会が協働し、地域自らが災害リスクをマネジメントするための支援ツールとして、「地域防災キット」の研究開発を行っています。

1. 敵を知り、自分を知る

- ① 敵＝地域の被害を想定
- ② 自分＝地域の防災力を評価

2. 対応策を考える

- ③ 時間的なこと→シナリオで考える
- ④ 空間的なこと→マップで考える

3. 対応策を実行する

- ⑤ 防災計画を立案し、実行する

eコミグループウェア

地域活動を支援する情報収集・発信・共有ツール群で、サイト全体の基盤

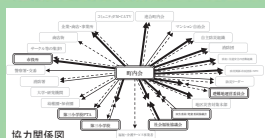
地域防災キットのイメージ



①被害想定システム

ハザードマップや人口統計等を活用し、地域住民の目線で、対策の基準となる起こりうる被害を想定

②防災力評価システム



地域内外の主体との連携関係を可視化し、新たな協働関係の構築を支援

③災害リスクシナリオ作成システム



地域に起こりうる出来事を、専門知や経験知を踏まえ、地域知を基に、時系列的に課題や対応策を検討子供と一緒に参加して考える「防災絵日記」にも発展

④防災マップ作成支援システム(eコミマップ)

専門機関の災害リスク情報を下敷きに、地域の目線で集めた情報を地図上で重ね合わせ、危険箇所や防災資源、防災対策を空間的見地から理解・検討地図の2画面表示や携帯電話からの投稿・閲覧にも対応大判印刷はもちろん、A4サイズで分割印刷も可能

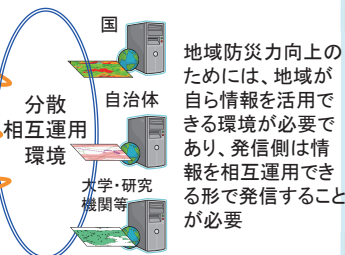
分割印刷機能を活用し、参加型で地図を貼り合わせ、地域環境の理解を促進する「防災ジグソーマップ」



⑤ 地域防災計画実行支援システム



マップとシナリオを基に、地域としての行動計画を作成し、その実行を支援



■オープンソースソフトウェアとしての公開、開発者および利用者コミュニティの創出

研究成果の社会への還元として、「eコミウェア」をオープンソースソフトウェアとして無償公開しています。これをベースに、よりよいシステムに改良・変更を行うことが可能です。

特徴1: GNU GPLによるオープンソースで公開

特徴2: 無料で利用可能。商用利用も可能

特徴3: eコミをベースに改変と再配布も可能

eコミ公式サイト

<http://bosai-drip.jp/ecom-plat/>
ダウンロード公開中



<http://ecom-ware.jp/>

eコミウェア」の発展と普及を図るべく、開発者及び利用者のためのコミュニティの形成を促し、ソフトウェアの高度化や利用の推進のための活動を行っています。



地域の防災力向上のための災害リスクガバナンス

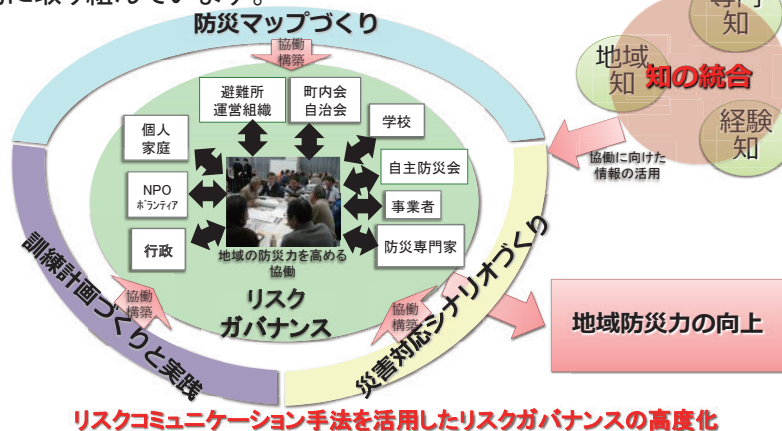
地域防災力を高めるためには、災害リスクに関する知識(専門知、経験知、地域知)を活用しながら、地域コミュニティの多様な主体による協働「災害リスクガバナンス」を築くことが必要です。当研究グループでは、実践に役立つ情報技術や社会制度を研究開発に取り組んでいます。

■災害リスクガバナンス

災害リスク情報に基づく、多様な主体間の相互作用(知の統合)とネットワークの協働を通じたリスクの社会的協治

■災害リスクガバナンスの高度化 (リスクコミュニケーション手法)

知の統合と絆(協働性)の再構築により、社会的な冗長性を高めて社会全体で災害リスクに立ち向かう防災の仕組みとして、3つの災害リスクコミュニケーション手法を研究



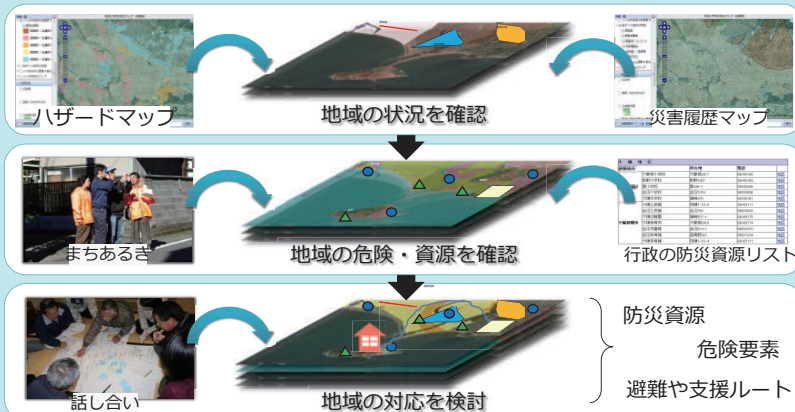
リスクコミュニケーション手法を活用したリスクガバナンスの高度化

◆防災マップづくり

ハザードマップや災害履歴マップ、まちあるきなどで地域の危険や資源を確認し、日頃の防災活動や災害時の対応などの地域の対応を検討します。

対応を実行するためには様々な主体の協力がが必要です。協力関係を作りながら対応について立案することで、地域のガバナンスを構築します。

⇒空間的な対応の検討による
ガバナンスの構築

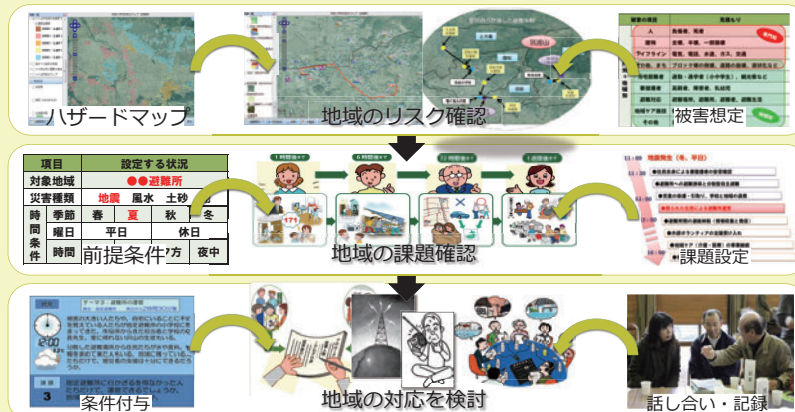


◆災害対応シナリオづくり

ハザードマップなどを使いながら、災害時に地域で起こりうる事態を想像し、その事態への対応を災害対応シナリオとして時系列でまとめます。

地域の各主体にシナリオを添削してもらうなど、災害対応シナリオを地域で共有しながら対応を改善し、地域のガバナンスを構築します。

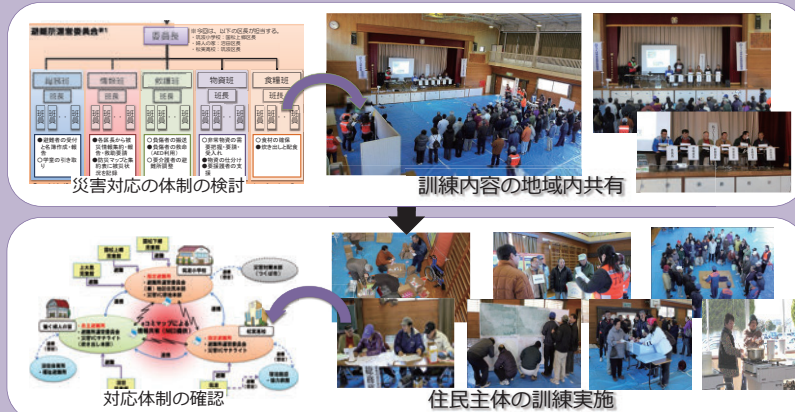
⇒時間的な対応の検討による
ガバナンスの構築



◆訓練計画づくりと実践

「防災マップづくり」や「災害対応シナリオづくり」で得られた成果のもと、地域の各主体が、いつ、どこで、何をするか、時系列に行動を整理した訓練計画案を作成します。また、実際に訓練を実践し、災害時に実現可能な対応かどうか検証します。

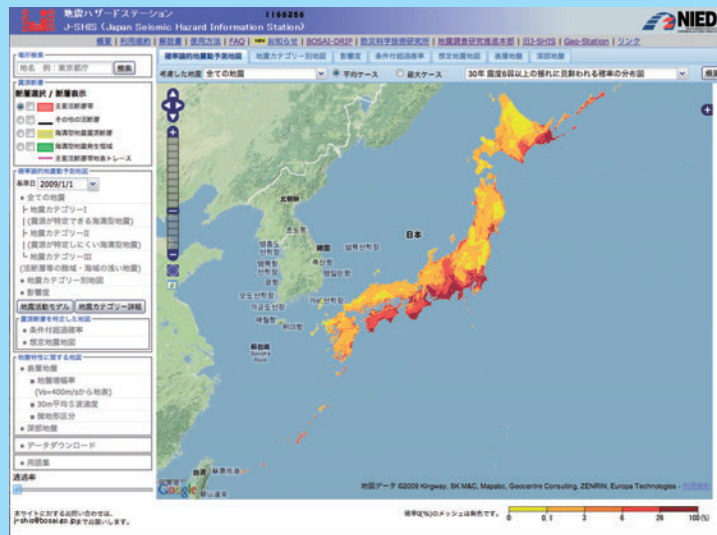
⇒具体的な対応の検証



地震ハザードステーション J-SHIS



「地震ハザードステーション J-SHIS (Japan Seismic Hazard Information Station)」は、
国が公表する「全国地震動予測地図」をWeb上でわかりやすく閲覧したり、
必要なデータを取得することができるシステムです。
インターネットにつながればどなたでも利用できます。
ホームページのアドレスは、<http://www.j-shis.bosai.go.jp/> です。



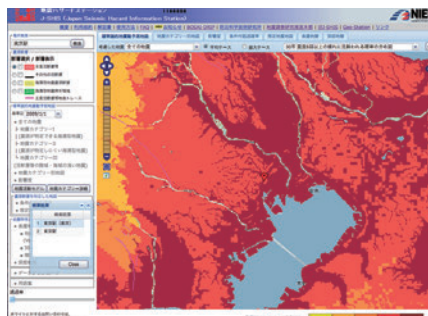
<トップページ>
今後30年以内に
震度6弱以上の
揺れに
見舞われる確率

震度を変えて表示



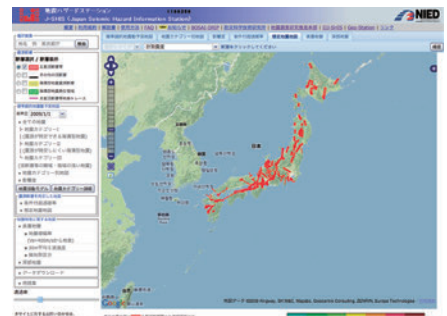
震度6強以上の揺れに見舞われる確率

興味ある地域を拡大して表示

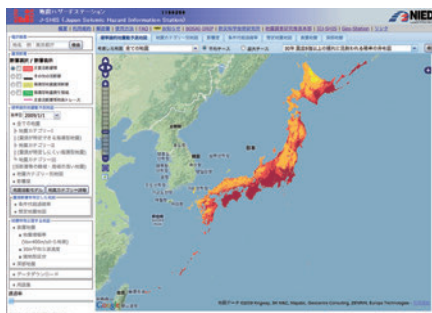


東京駅で検索して拡大表示

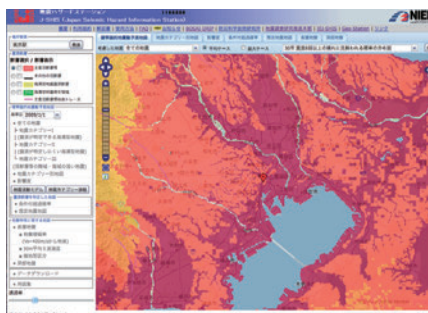
活断層を表示



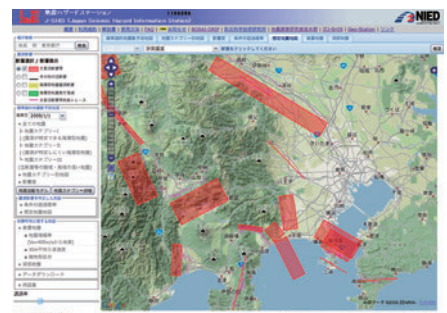
「想定地震地図」タブで活断層を表示



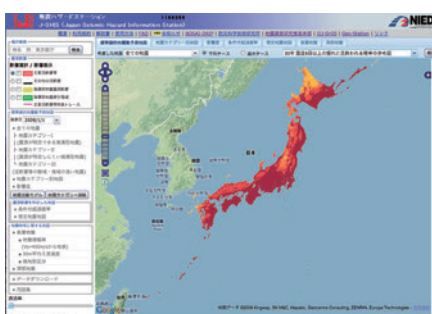
震度5強以上の揺れに見舞われる確率



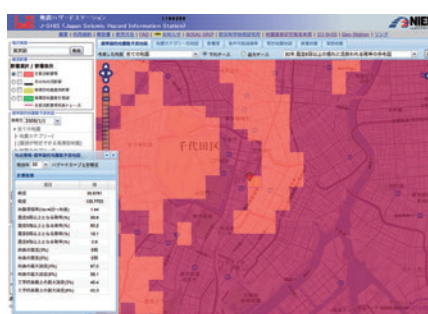
透過率を変えて地図と重ね合わせ



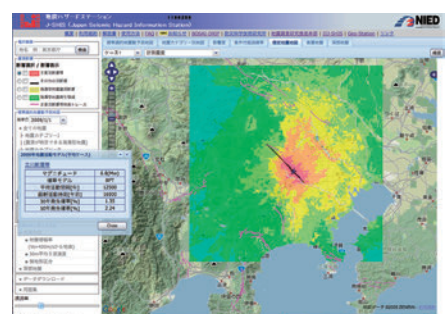
拡大して断層(ここでは「立川断層」)を選択



震度5弱以上の揺れに見舞われる確率



さらに拡大して詳しい情報を表示



想定される震度分布が表示される



医療施設の防災力向上

例えば、2日間の断水に対し、上水用受水槽だけを保有していた病院と雑用水タンクを保有していた病院では、災害対応に大きな違いが発生しました。雑用水タンクの有用性を示した事例です。

災害時には、各所で医療派遣チームが活動を行い、各機関と連携しながら、様々な医療情報を適切に伝達することが必要になります。それら医療チームの調整、指揮、統括技法について、最新の危機管理技法（協調処理）による統括技法を検討し、開発を行っています。

その他、電気設備、災害訓練などの項目についても指標を作成し、診断システムを作成しています。

災害時に治療が必要となる急性期傷病の治療手段、必要な医療機器や材料等の代替・復旧・補給の拠点の把握、過去の災害における医療機器の被害傾向を調査し、サプライチェーンに基づく災害マネジメントの検討を行っています。

災害医療情報GISシステムには、全国約9000の病院の位置情報、災害拠点病院の詳細情報などを整備しています。災害発生時には、病院の被害状況や多数の傷病者が発生している地域、支援の医療チームの動向などの重要情報を地図上に提示し、災害医療活動の円滑化に寄与します。

重傷者の発見時点から被災地外病院までの救命プランに関する実証的研究を行っております。救命の輪をつなげていくには現場時点からの適切な医療活動が必要であり、そのために必要な多機関連携・情報共有を含む実働訓練の検証を行っております。

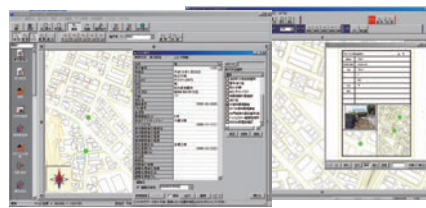
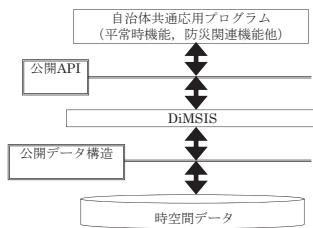
IT(情報技術)を活用した自治体の危機管理

■ 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。



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



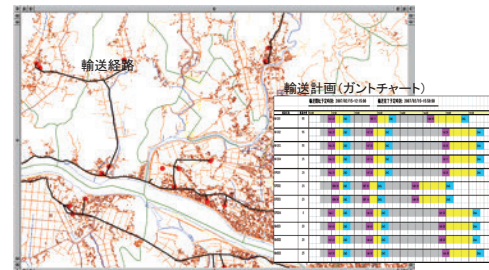
二次元バーコードの
避難所受付利用



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。

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、タイトルに「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。

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。

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。

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

II. 技術情報の種別

III. 技術の利用に際して必要な情報

IV. 技術自体に関する情報

V. 実践のプロセス・長所と短所・実践により得られた教訓

VI. 必要な設備・平均的な経費・人員等

VII. 真なる地域・状況への適用性

(適用性に関する自己評価)

IX. 技術の適用事例

X. その他関連情報

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・印象など (語り)
(繰り返し)
分析
①NGO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 (パキスタンの事例研究より)

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を教材として、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法を、理解し、普及戦略を立てる。

高度即時的地震情報伝達網の実用化

緊急地震速報システムの開発と実用化(平成15年度-平成19年度)

■ 1. 緊急地震速報のための即時処理システム(着未着法の開発)

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もあります。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未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。

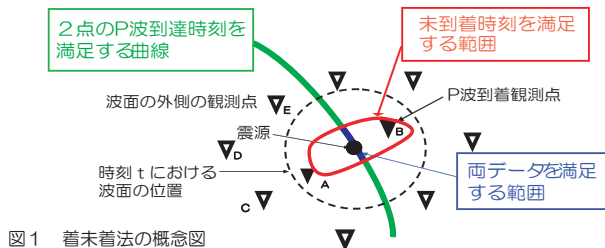


図1 着未着法概念図

着未着法は、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しました。

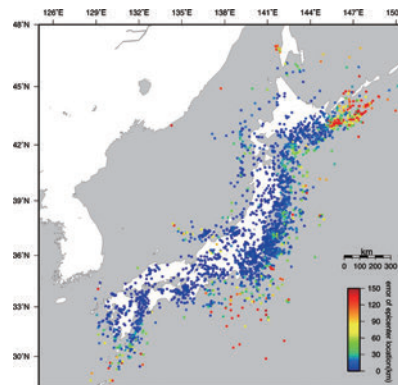


図2 震源決定の精度

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。

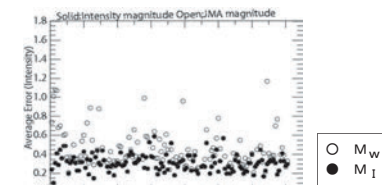
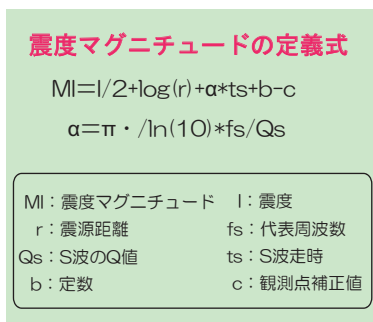


図3 震度マグニチュードによる震度予測誤差と、従来の手法による震度予測誤差の比較

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。

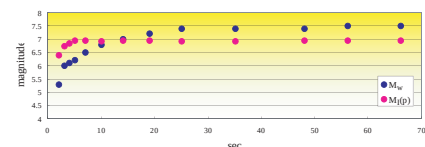


図4 宮城県沖地震(2003)における震度マグニチュードとモーメントマグニチュードの成長の比較

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。

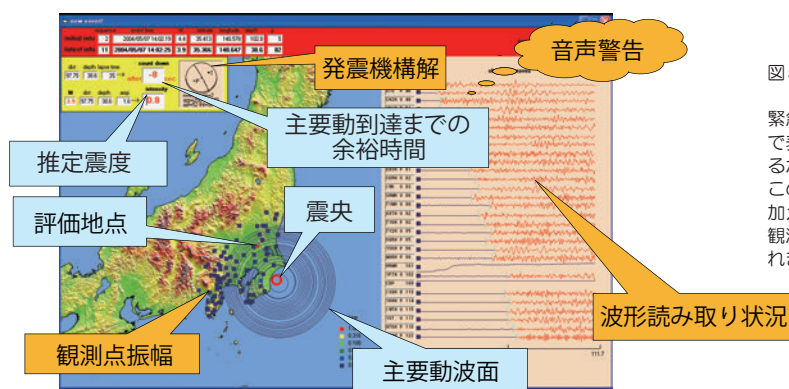
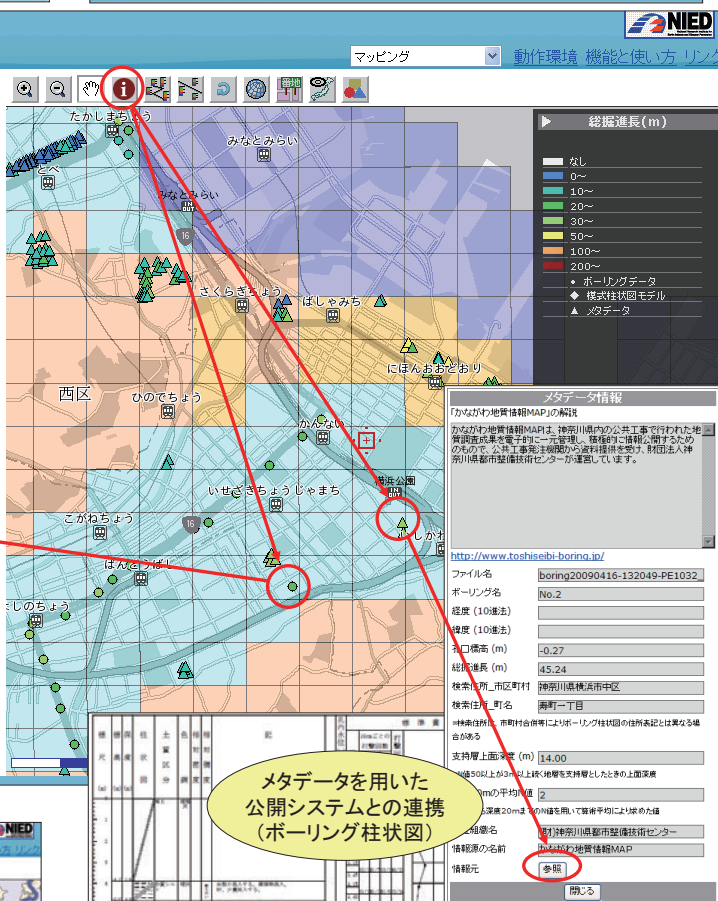
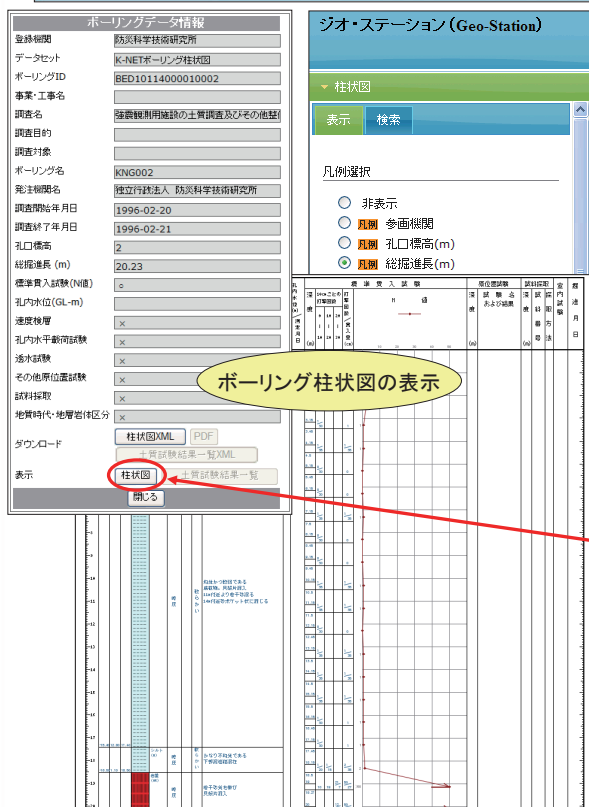
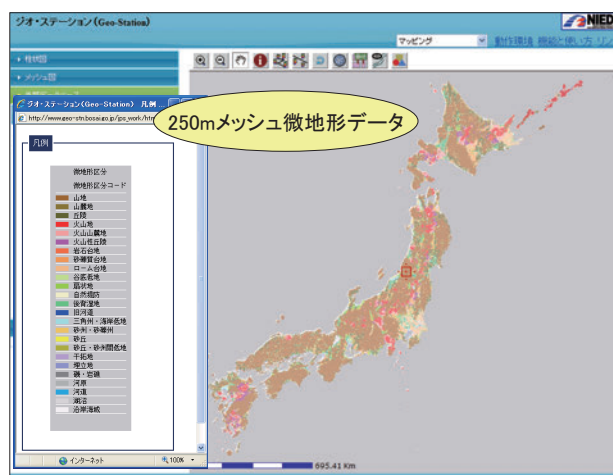


図5 緊急地震速報システムのモニター画面

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。

統合化地下構造データベース

科学技術振興調整費「統合化地下構造データベースの構築」では、各機関が保有する地下構造に関するデータベースをネットワーク経由で統合化することで、利用者が一元的に地図上においてデータを閲覧、ダウンロードすることが可能なポータルサイト「ジオ・ステーション：Geo-Station」を公開している。



<http://www.geo-stn.bosai.go.jp/jps/index.html>

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、平成17年度から本格稼働している実大三次元震動破壊実験施設(E-ディフェンス)の効果的な活用による、都市施設の耐震性評価・機能確保に関する研究を行います。

本研究は、「(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」の二つの個別研究テーマで構成されます。

■ 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の機能保持および耐震性向上を目的として、以下の項目の研究開発に取り組みます。

研究項目(i): 医療・情報通信機器の地震災害に対する脆弱性の定量的評価

研究項目(ii): 既存構造の医療・情報通信施設の機能保持性能に関する実証検討と限界性能の確認

研究項目(iii): 機器免震等の既存非免震施設への適用および新たな機能保持技術の検討評価

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。



■ 長周期地震動による被害軽減対策の研究開発

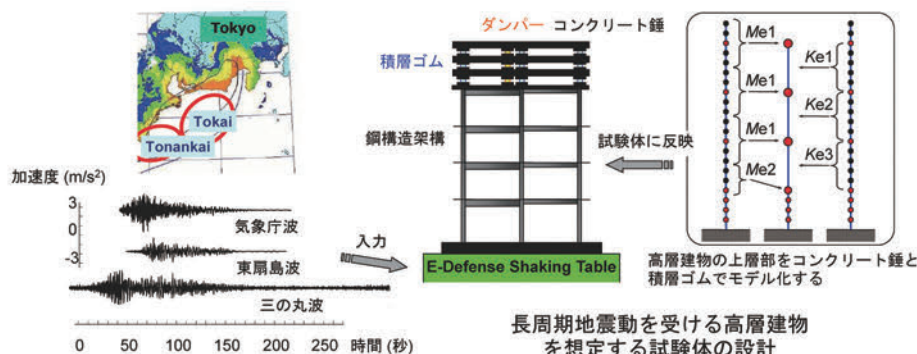
首都圏周辺では、直下地震や東海地震などの海溝型巨大地震が想定されます。特に海溝型地震では長周期地震動が発生し、設計想定を大きく上回る地震エネルギーが高層建物に入力される可能性が指摘されています。本研究では、長周期地震動に対して多大な被害の発生が想定される高層建物を対象にし、その耐震性能評価および被害軽減を目的として、以下の項目の研究開発に取り組みます。

研究項目(i): 長周期地震動を受ける高層建物の損傷過程、安全余裕度把握

研究項目(ii): 長周期地震動を受ける高層建物の応答低減手法の開発

研究項目(iii): 高層建物における非構造部材の損傷・機能損失・修復性評価

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。



E-ディフェンス上の試験体

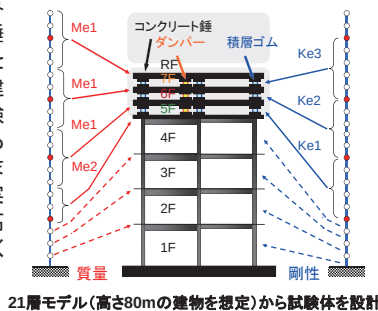
長周期地震動による被害軽減対策の研究開発

■ 概要

現在、わが国の太平洋側では海溝型の巨大地震が高い確率で発生すると予測されています。このとき、ゆっくり揺れる成分に力を有する長周期地震動が内陸に伝わり、大都市の超高層建物を長時間にわたって強く揺さぶる恐れがあります。こうした状況下で、我が防災科研は、超高層建物の被害の軽減をめざす大規模実験に取り組んでいます。実験では、E-ディフェンスの持つ性能を最大限に活かし長周期地震動をうける超高層建物の揺れを引き起こします。

■ 実験手法

実際の工事を再現して製作した鉄骨造骨組を試験体の下層階に組み込みました。上層階の質量はコンクリート錘に集約しました。錘の間に積層ゴムと鉄製ダンパーを挟むことで、超高層建物の剛性と強度を表現しました。試験体の重量は、E-ディフェンスの限界である1200tにあと数パーセントまで迫りました。ホワイトノイズ波を用いた予備実験において、想定した高さ80mの超高層建物と同等となる、2秒以上のゆっくりとした周期が確認されました。



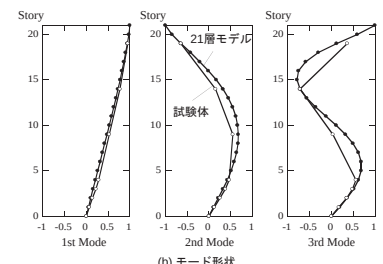
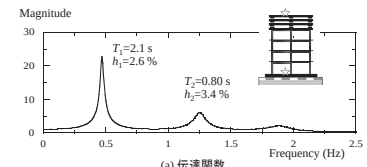
21層モデル(高さ80mの建物を想定)から試験体を設計



振動台上的試験体



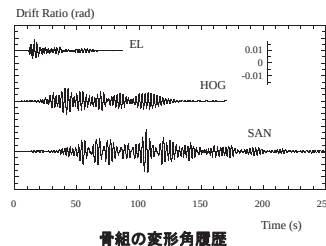
骨組の製作工事
(現場溶接接合)



ホワイトノイズ波による弾性加振

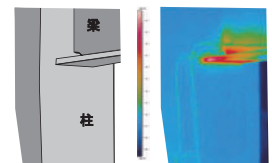
■ 骨組の耐震性

設計用地震動(エルセントロ波EL), 東海地震を想定した予測地震動(川崎東扇島波HOG), 東海・東南海地震を想定した予測地震動(名古屋三の丸波SAN)によって、試験体の骨組に変形が加えられました。長周期地震動を受ける超高層建物の骨組は、設計で考えられていた値の1.5倍程度の変形を長時間に渡って何度も繰り返し受けることがわかります。



骨組の変形角履歴

骨組が変形することにより、梁の根元に歪が集中・蓄積することが、サーモグラフィを使った温度計測により明らかになりました。この影響で、三の丸波を用いた実験の途中で、現場溶接接合した梁下フランジが破断しました。



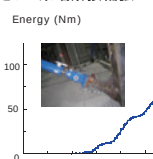
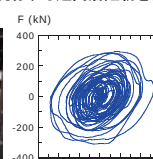
温度上昇する梁端

超高層建物において多数の梁の根元に破断が生じれば、大規模な補修が必要になることは明かです。その程度によっては、継続使用を放棄しなければいけない状況も出てくるかもしれません。本研究では、その対策と効果についても引き続き検証実験を行いました。

弱点となる梁の根元を溶接で補強する方法を提案し、補強する前に比べて変形性能が6倍以上まで向上することを確認しました。問題となる部分を適切に補強し、さらにダンパーによって共振を抑える対策が、被害の程度を効率的に減らします。本実験で用いたオイルダンパーは骨組自体が吸収しなければいけなかったエネルギーの8割近くを肩代わりしました。



現存する超高層建物を想定した梁端溶接補強



現存する超高層建物を想定したダンパー補強

■ 室内の被害と対策

実際の映像



被害者、家族
交通安全教育



防災啓発



ダウンロード

速やかに一般へ公開



防災施策



防災教育



19階

1階

19階

1階

19階

1階

19階

1階

19階

1階

19階

1階

19階

1階

19階

1階



対策された場合



対策のない場合

試験体の屋上には超高層建物の上層階(21階建物の19階)の床の揺れが出現します。防災啓発に直接利用できる映像資料等の取得を念頭に、室内空間を用意し、被害の様相と対策の効果を検証しました。

長時間にわたって大きく揺れ続ける室内において、対策された家具等に被害はありませんでした。一方、対策がなければ、家具は転倒し、大きく移動しました。

震災時における建物の機能保持に関する研究開発

■ なぜ病院なの？

もし大地震が起きたら、たくさんの人が家を失い、たくさんの人がケガをします。また、地震の後の長期間の避難生活では病気になる人もたくさん出てきますし、地震が起きる前から病気だった人もいます。その多くの人たちが地震の後に、病院で治療を受ける必要が出てきます。

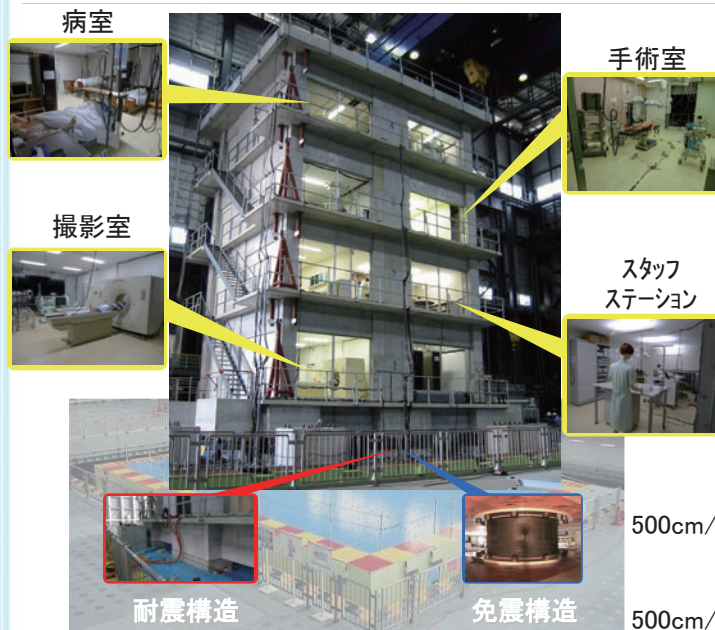
実際に、阪神大震災の時には、地震発生日から7日間で、兵庫県内に患者さんが約15万人いました。しかし、兵庫県内の222の病院のうち、191の病院が何らかの被害を受け、15病院が全半壊等により診察することができませんでした。

地震の時でも多くの患者さんを治療するために、病院が病院として機能する必要があるのです。



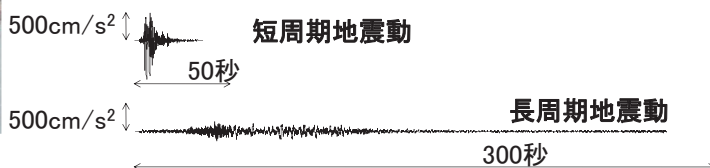
1995年兵庫県南部地震の時の被害写真

■ 病院の実験って？



E-ディフェンスの上に、実際とほぼ同じ機能を持った病院の試験体を建てて、大地震で揺らしてみました。試験体は、現在ある多くの病院と同様の耐震構造（建物を強く作る建て方）と、最近増えている免震構造（地震の揺れを建物に伝えないよう建物と地面の間にやわらかいバネまたはコロのような装置（免震装置）を組み込んでいる建て方）で建設しました。試験体の中には、手術室、病室、集中治療室（ICU）、放射線撮影室などの部屋を再現しています。

地震で揺らしたときに病院でどんな被害が起きるかを詳しく観察しています。



■ どんないことがわかったの？

耐震構造の病院に短周期地震動が襲うと、ほとんどすべての医療機器が移動し、棚内の物品が散乱するなど大きな被害が確認され、大地震後に病院機能が麻痺することが予想されます。

免震構造の病院に長周期地震動が襲うと、キャスター機器が室内を走り回り、衝突・破損などの被害が確認され、免震構造の意外な弱点が確認されました。

無対策



耐震構造での被害
(短周期地震動)



免震構造での被害
(長周期地震動)

地震対策の必要性

様々な地震対策（機器固定・衝突対策等）を行うことにより、免震構造での、キャスター機器の移動による被害が軽減でき、また耐震構造における物品の散乱等の混乱・被害もある程度軽減できることが確認された。耐震構造はもとより免震構造においても機器（家具）の地震対策の重要性が明らかになりました。



地震対策事例

ひずみ集中帯の重点的調査観測・研究

プロジェクト概要

日本列島の日本海側や内陸部には、局所的に変形が集中する「ひずみ集中帯」が存在します。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。地震調査研究推進本部では、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、この地域の地震像を明らかにする必要性が高まってきました。

そこで、文部科学省は「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。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って、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、①自然地震観測、②地殻構造探査、③GPS 地殻変動観測、④活断層の地形地質調査、⑤強震動予測高精度化のための調査研究、⑥歴史地震等に関する記録の収集と解析の6つから構成され、防災科学技術研究所が代表となり、日本全国の大学や研究機関と協力してプロジェクトを進めています。

最近のプロジェクト結果

平成20年からひずみ集中帯に300点の機動地震観測点を展開し、自然地震観測を実施しています。観測点で収録されたデータは年3回現地で回収され、データ処理を経て、震源決定や地震波トモグラフィ解析に使用されます。また陸・海域で人工地震探査も実施され、広範囲な調査を実現しています。これらの結果から、厚い堆積層下に埋もれている広範囲に及ぶリフト構造の存在が明らかとなりました。リフト構造は約2000万年前に日本海が拡大したときに形成され、現在その構造が再利用されて、最近の地震が引き起こされたことがわかってきています。このリフト構造の形成・発達過程を明らかにすることは、ひずみ集中帯の形成メカニズムを解き明かす重要な鍵となるため、今後の解析が期待されています。

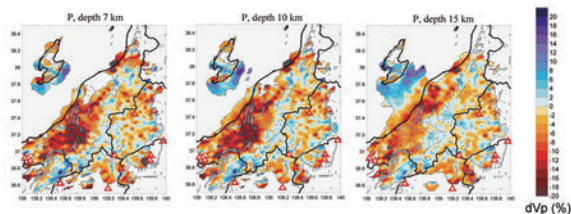


図2 ひずみ集中帯における深さ毎のP波速度構造図（左から深さ7km、10km、15km）。赤い低速度の帯が南西から北東方向に延びているのがわかる。またその帯の幅は大きく変化し、低速度の帯の東縁は活断層（灰実線）で規制されているようにみえる。

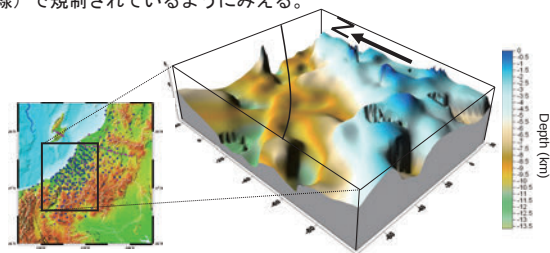


図3 ひずみ集中帯における基盤形状の俯瞰図。堆積層下に広がる基盤形状が明らかとなり、その形状の複雑さはリフト構造の形成・再活動過程と密接なつながりがある。



図1 ひずみ集中帯周辺で発生した大地震（黒丸、1586～2007年、深さ50km以浅）と活断層の分布（赤線）。黄破線で囲まれた領域は、北から日本海東縁ひずみ集中帯および新潟～神戸ひずみ集中帯。

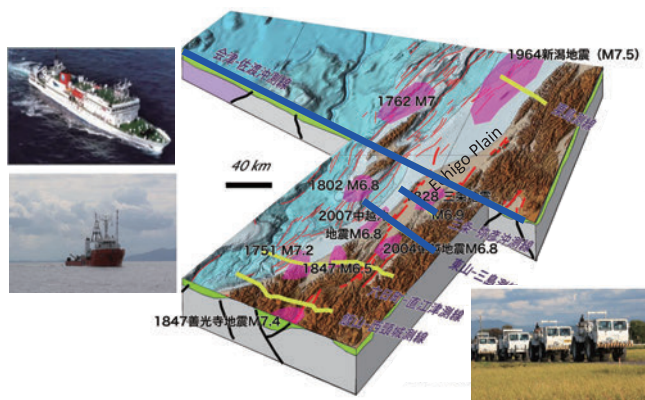


図4 人工地震探査計画測線図。これまでに3測線で探査が実施されている（青線）。左の写真は海域構造探査風景。右下の写真は陸域構造探査で使用されたパイプロサイス。

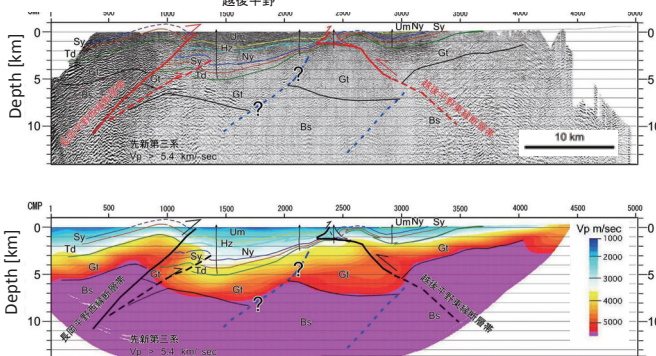


図5 人工地震探査から得られた三条一弥彦沖測線断面図（暫定）。上図は反射断面図で、下図はP波速度断面図。厚さ5kmを超える堆積層の存在が明らかとなり、その下には複雑な形状をしたリフト構造が存在している。また活断層の位置も明確となり、日本海拡大時に形成されたリフト構造の再活動によって、現在の地震活動が支配されている可能性が高い。

フィリピン地震火山監視能力強化と防災情報の利活用推進

JST/JICA地球規模課題対応国際科学技術協力課題

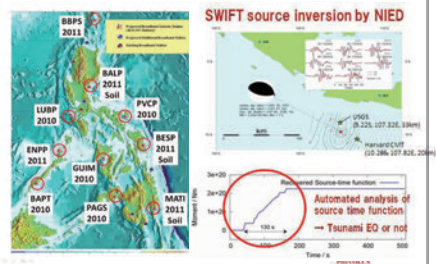
地震研究部 井上公、熊谷博之、山品匡史、根岸弘明、ブリードネルソン、前田祐太、今井弘、箕輪親宏、名古屋大学:木股文昭、東海大学:長尾年恭
フィリピン火山地震研究所 (PHIVOLCS): レナート・ソリドゥム、バート・パウティスタ

■ 概要

フィリピンの地震・火山災害を軽減するために地震と火山の監視能力を強化する5年計画の研究開発プロジェクトが平成22年度より開始されました。大地震の際の地震情報の発信と被害推定、将来起こりえる地震の場所と大きさの予測、活発なタール火山とマヨン火山の監視が目的です。迅速で正確な地震・火山情報の収集・発信と、その防災への利活用を推進します。

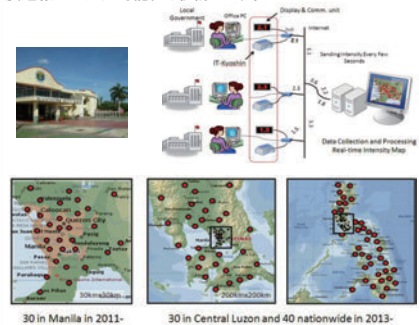
1-1 高度即時震源解析

フィリピン全土の30箇所の衛星テレメタ地震観測点のうちの10箇所に広帯域地震計を導入し、大地震の震源パラメータ(位置、大きさ、メカニズム)と地震動・津波の即時推定を行います。データの処理には防災科研の開発した震源解析システムSWIFTと、PHIVOLCSの開発した地震動・津波推定システムREDASを活用し、それらをさらに高度化します。



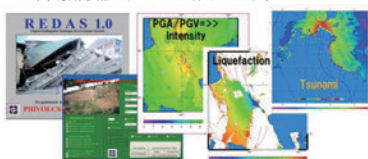
1-2 震度速報システム

最近開発されたIT強震計と、途上国でも普及の進むインターネットや携帯電話網を活用して、震度速報のためのプロトタイプ高密度観測網を構築します。まず首都圏を中心に構築し、次にそれを全国に広げ、即時震度情報による被害推定と、建物等の被害原因究明、中高層建物の耐震診断等への強震波形データの活用可能性を検証します。さらに観測網の緊急地震速報への適用可能性を検討します。



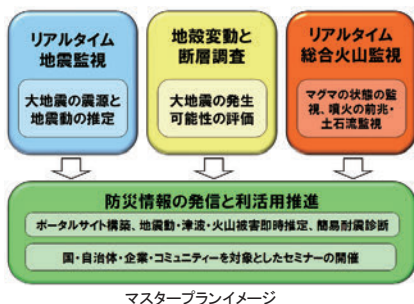
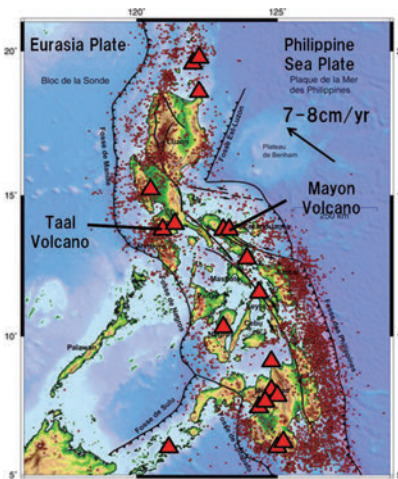
4.1 防災情報の発信

地震・地殻変動・火山観測の結果を実際の災害軽減に役立てるためには、国の防災関係機関、地方自治体、ライフライン企業、メディア、地域コミュニティ等に対して、必要な情報を迅速に発信する仕組みが必要です。我々はそれらを実現する手段として、地震火山防災情報ポータルサイトを作り、各種観測データや推定結果、その解釈をタイムリーに発信します。意識向上の手段としてフィリピンに多いブロック組構造の住宅を対象とした簡易耐震診断ツールも作成します。



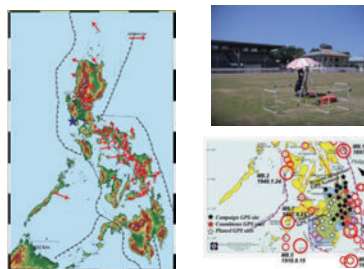
4.1 s 簡易耐震診断

地震動災害を軽減するには建物の耐震化・安全確保が最終的に必要となります。対策の推進には国・自治体だけでなく住民の意識の向上が不可欠です。我々は庶民住宅の耐震・安全化促進のための意識向上を目的として、簡易耐震診断ツールの開発を行います。その一環としてフィリピンで一般的なブロック組構造住宅の振動台実験も行います。



2. GPS地殻変動観測と断層地質地形調査

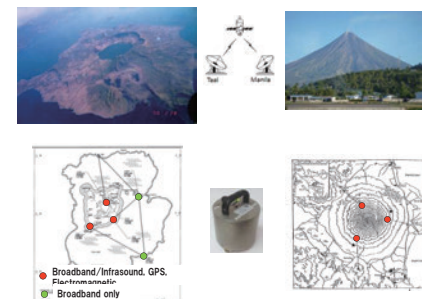
大地震に対する事前の防災対策を講じるためには地域の地震リスク評価が必要です。フィリピン列島は、東のフィリピン海溝、西のマニラ・コタバト海溝、中央のフィリピン断層と、大地震の発生地帯が3つありますが、日本のような詳細な地殻変動観測や活断層評価がなされておらず、地震動予測地図もありません。そこで我々は、大地震の発生が懸念されているにもかかわらず調査研究が手薄なミンダナオ島を中心に、GPSの連続およびキャンペーン観測と、過去の大地震の痕跡を明らかにするための地質・地形調査を実施して地震発生ポテンシャルの評価を行います。



2月24日のブロック組構造住宅振動台実験の試験体製作

3.リアルタイム総合火山監視

フィリピンには数多くの火山がありますが、それらのなかでも現在最も要注意の火山はタール火山とマヨン火山です。タール火山は10-20年毎に噴火を繰り返していますが、最近では1977年以来30年以上噴火がありません。一方、マヨン火山は昨年末にも噴火するなど活動が活発で、噴火後に台風等で大雨が降ると土石流災害も発生します。我々はこのタール火山とマヨン火山に広帯域地震計、空振計、GPS、ライブカメラを、タール火山にはさらに電磁気観測装置を設置し、すべてのデータをマニラのPHIVOLCS本部まで伝送するリアルタイム総合火山監視システムを構築します。このシステムを用いて地下のマグマ・噴火活動、土石流を総合的に監視し、噴火予測のための研究を行います。



タール火山とマヨン火山の観測網



タール火山の地震計・空振計・GPS・磁力計設置作業

4-2. 防災情報の利活用推進

情報が災害対策の現場で有効に活用されるためには、受け手側に十分な予備知識がそなわっている必要があります。我々は防災関係機関やコミュニティを対象とした「地震火山情報利活用セミナー」を定期的に実施します。これらの活動は先の監視能力強化の3課題の成果の社会への出口であり、重要なコンポーネントです。

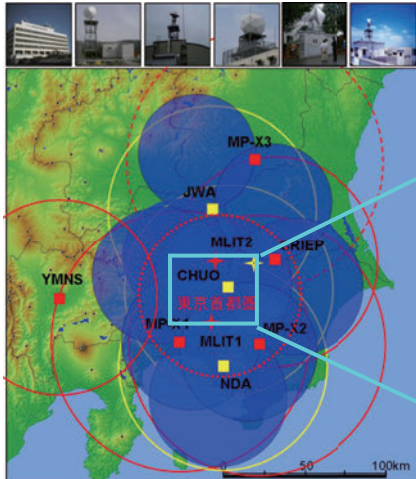


2010.2 マニラキックオフワークショップ

気候変動に伴う極端気象に強い都市創り

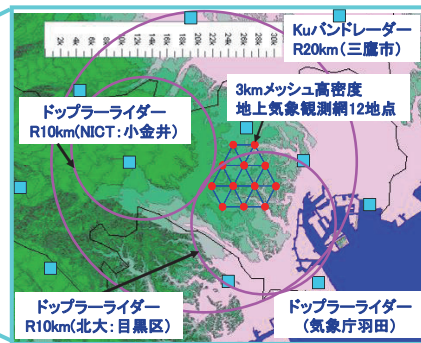
ゲリラ豪雨、突風など激しい気象による災害を軽減するため、平成22年度より5ヵ年計画で24機関が参加の下、新しいプロジェクトがスタートしました。

■ 稠密気象観測による極端気象のメカニズム解明



Xバンドレーダネットワーク(X-NET)

首都圏に稠密な気象観測網を構築し、極端気象の実態を捉え、その発生メカニズムを解明します。



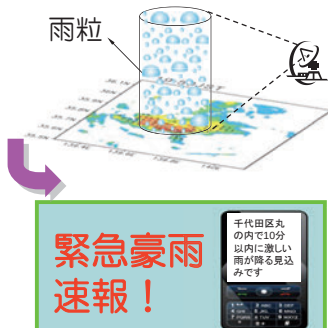
稠密気象観測網



航空機観測

■ 極端気象の監視・予測システムの開発

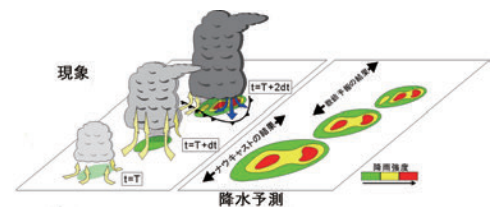
稠密気象観測データを活用し、極端気象の監視・予測システムを開発します。



豪雨直前予測手法の開発



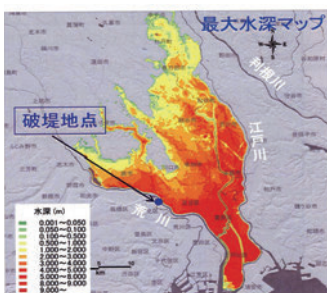
強風ナウキャスト手法の高度化



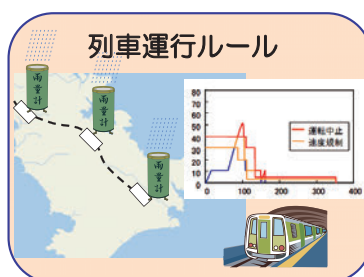
データ同化手法の高度化

■ 極端気象に強い都市創り社会実験

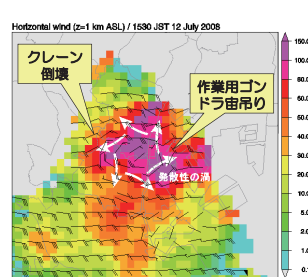
防災情報のエンドユーザーに実際に情報を伝達し、新しい監視・予測情報の実証試験を行います。



地方自治体(危機管理)



鉄道



建設



一般

【共用施設】大型耐震実験施設【筑波】

■ 大型耐震実験施設

大型耐震実験施設は、筑波研究学園都市における第1号施設として1970年6月に開設されて以来、ビルや住宅、さらに橋梁、堤防、沈埋トンネル、産業施設、原子力施設、等の実物或いは大型模型の実験に適用され、これらの耐震安全性向上に多大の貢献をしてきました。

また、本施設は強震観測で得られた地震動記録を水平1方向のみですが正確に表現することができ、構造物等の要素実験や破壊機構の解明、より長い周期を有する構造物等の応答特性の確認等、エーディフェンスの予備実験を始め幅広い耐震工学の要請に応えることができます。

本施設は共用施設として、共同研究、受託研究及び施設貸与も行っています。

■ 振動台仕様と主要施設

大型振動台では、強震記録JMA神戸海洋波を加速度、速度及び変位において水平1方向ですが110%の再現ができます。



振動台
Large-scale Shaking table



油圧ポンプ
Hydraulic pump system

■ 大型耐震実験施設での主な実験例

大型耐震実験施設では、要素実験を主体とした耐震実験等を年間7～9課題実施しています。



「石油タンクの内部浮き層様の振動実験実験」
(共同研究: 総務省消防庁消防研究センター)



「五層建ての振動実験に関する研究」
(共同研究: 木の建築フォーラム、東京大学他)



「エアー-断震システム空気浮上式装置実験」
(施設貸与: 免震住宅有価会社)



「丸太組構法の耐震性能及びせん断抵抗機構に関する研究」
(施設貸与: 財団法人建材試験センター)



実験前



実験後

「伝統的な木造住宅における揺れ壁を有する構面の振動実験(その2)」
(共同研究: 独立行政法人建築研究所)

■ 利用方法及び利用料金について

施設の利用方法は、「施設利用の承認」後、「実験実施の手順」に従って実施します。

■ 施設利用の承認



■ 実験実施の手順



■ 利用料金(平成22年度施設貸与の例)

利用料金は、振動台占有使用料、実験使用料、一般管理費及び消費税からなります。

1) 振動台占有使用料(125,718円/日)は平日のみで、土・日・祝日は含まれません。

2) 実験使用料は、人件費(46,405円/人日)、電力料及び(12.56/KWh)及び消耗品費からなります。なお、電力量は油圧ポンプを全稼働した場合約2,900KW程度となりますが、加振内容に応じて必要台数を選択できます。

3) 一般管理費は、上記1)と2)の合計に15%加算されます。

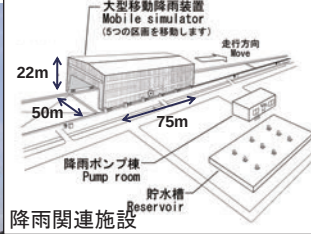
4) 消費税は、上記1)と2)及び3)の合計に5%加算されます。

※振動台占有使用料等は毎年見直しを行っています。

【共用施設】大型降雨実験施設【筑波】

①概要 日本では、毎年梅雨前線・台風がもたらす豪雨により発生する土砂崩れや河川の氾濫による災害が、多くの人命を奪ったり、多数の家屋や公共交通機関などに大きなダメージを与えています。大型降雨実験施設は、これらの豪雨を原因とする自然災害の防止・被害軽減を目的として昭和49年に運用を開始しました。

当研究所では、世界最大規模の大型降雨実験施設を利用して、豪雨によって発生する土砂崩れ・侵食などの土砂災害や、流域の開発に伴う洪水災害について実大規模の実験を中心に、基礎的・応用的研究を進めています。



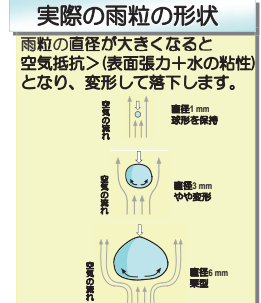
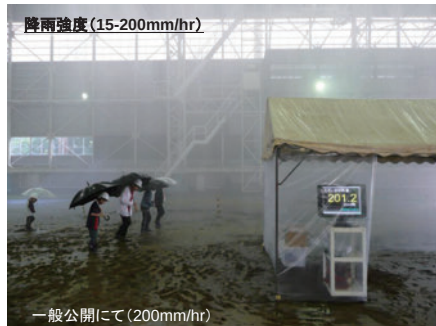
②装置の特徴

世界最大の散水面積・移動式降雨装置

大型移動式降雨装置	
建屋大きさ	W49 m × L76 m × H21 m
移動速度	1 m/min
実験区画	44 m × 72 m × 5区画
貯水槽	貯水量 2,250m ³
散水面積・能力	
雨滴粒径	0.1~2.2 mmφ
降雨強度	15~200 mm/hr
降雨範囲	44 m×72 m (4分割可能)
降雨ノズル数	総数2,176 個 (0.7~5.0kg/cm ²)
ノズル設置高さ	G.L. から16 m
制御方式	遠隔操作、流量／圧力制御

③自然降雨の再現

降雨の強度・雨滴の大きさ・雨滴落下速度を再現



●最大1時間雨量の記録(日本)

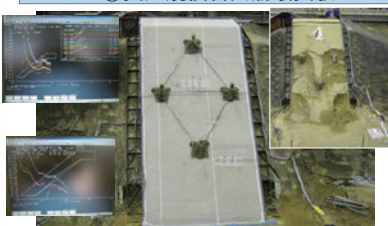
1位	187 mm	長崎	1982年7月
2位	150 mm	足摺岬	1944年10月
3位	145 mm	潮岬	1937年11月

●雨の強さ

10-20mm/hr	やや強い雨	ザーと音がる
20-30mm/hr	強い雨	会話が聞こえない
30-50mm/hr	激しい雨	傘をさしても濡れる
50-80mm/hr	非常に激しい雨	マンホールから水が噴出
80mm/hr以上	猛烈な雨	水しぶきで視界が極端に悪くなる

④実験事例 降雨に関するあらゆる条件での実大規模の実験が可能です。

年間10件程度の大学・研究機関・民間との共同研究および施設貸与により大型実験が行われています。



【共用施設】実大三次元震動破壊実験施設【兵庫・三木】 (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

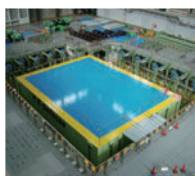
震動台の大きさ Table Size	20m x 15m	
最大搭載荷重 Payload	12MN (1200tonf)	
加振方向 Shaking Direction	X, Y - Horizontal	Z - Vertical
最大加速度 Max. Acceleration	900cm/s ²	1500cm/s ²
最大速度 Max. Velocity	200cm/s	70cm/s
最大変位 Max. Displacement	±100cm	±50cm



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



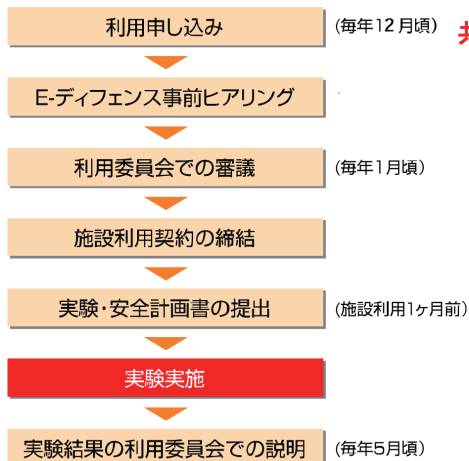
⑥ 実験準備棟

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う予定です。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



■ 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 × 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: 受託研究、施設貸与

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

1日当たり単価: 施設維持費に関わる経費

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) × 実従事日数

※1日当たり人件費は、施設稼働時に要する研究開発サポート要員の人件費単価

② 光熱水料 = 電力料 + ガス料 + 上下水道料

※単価と使用時間で算定

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-ディフェンスで整備した備品(センサー類等)及び装置類(土槽設備群、防護装置等)の貸し出しに関わる損料

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。

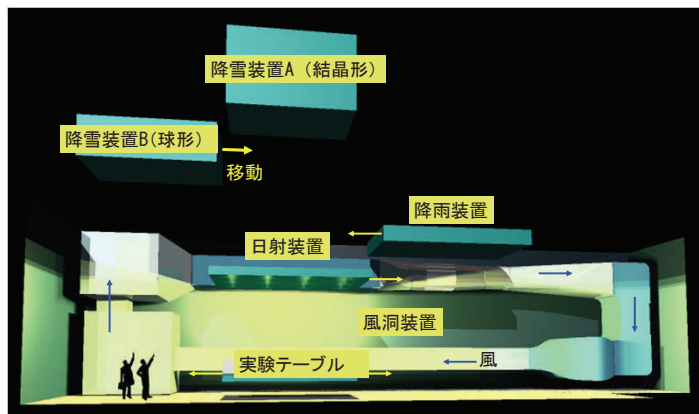
E-ディフェンスにおける利用料金の算定方法(2007年4月現在)

【共用施設】雪氷防災実験棟【山形・新庄】

雪氷防災実験棟は、天然に近い結晶形の雪を大量に降らせることができる、人工降雪装置を備えた世界唯一の施設です。大型の低温室の中で、雪氷圏に起こる様々な現象を再現することにより、雪氷災害の発生メカニズムの解明などの実験研究が行われています。これまで国内からはもちろん海外からも8カ国10機関から利用されています。



実験棟(右)と庁舎(左)



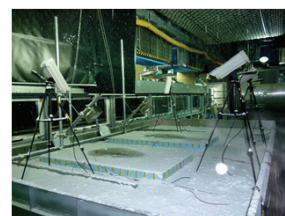
低温実験室(温度:-30~+25℃)



降雪状況(実験テーブルの大きさは3m×5m)

実験棟のメリット

- ・年間を通して計画的に実験を行うことができます。
- ・製品開発の期間を大幅に短縮することができます。



遠赤外融雪装置の試験



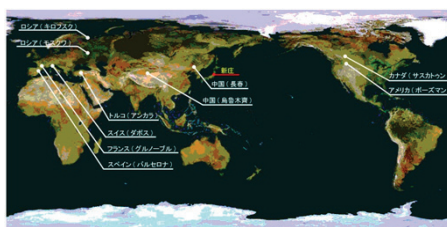
風洞装置による着氷実験(左)と蔵王の樹氷(右)

実験棟の有無	夏 8ヵ月 (4月~11月)	冬 4ヵ月 (12月~3月)	夏 8ヵ月 (4月~11月)	冬 4ヵ月 (12月~3月)
有	試作→室内テスト→改良→	野外テスト→	1年で完成!	
人工・自然環境				
無	試作→	野外テスト→	改良→	野外テスト→
自然環境のみ				完成まで 2年かかる

製品開発の加速化



積雪の振動破壊実験
(ロシア雪崩安全センター)



海外からの来訪者の世界地図



実験棟サポートスタッフ

雪氷防災実験棟の利用

- ・実験棟は共同利用施設(場所:山形県新庄市)です。
- ・募集した研究課題は運用委員会により審査されます。
- ・専属のオペレーター、実験補助員がサポートします。

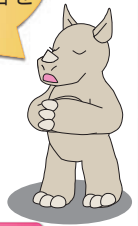
詳しくは.... <http://www.bosai.go.jp/seppyo/>

災害情報は防災研究の要石—自然災害情報室

■ 自然災害情報室の使命

防災研究は経験科学です。災害を知り、災害から学び、対策を考える上で災害に関する情報や資料は不可欠です。
自然災害情報室では災害情報や防災研究の成果を広く集め、整理保存し、情報を必要としている人々に提供する役割を担っています。

自然災害を学び、
防災知識の共有を図る
ために情報収集と発信を
行っています



◆災害資料の収集

- ・図書・雑誌・報告書・写真
- ・空中写真・地図
- ・ハザードマップ等



整理

◆災害資料の整理

- ・DB登録・装備・配架
- ・メタデータの付与
- ・災害事例DBの構築



保存

◆災害資料の保存・蓄積

- ・紙資料や写真のデジタル化
- ・長期保存対策

◆災害・防災情報、資料の創造・発信

- ・メルマガ・twitter発信



創造 発信

提供

◆災害研究・防災資料

◆災害を学ぶ素材・知識の提供



・公開学習会の開催



・過去の災害を知るためのWEBコンテンツ化



・閲覧室の公開



・研究成果の刊行・配布

■ 自然災害情報室 閲覧室

45年間に収集した災害・防災に関する約12万冊の蔵書をはじめ、様々な災害資料があります。
蔵書検索を試験公開中です。

どなたでも
ご利用いただけます



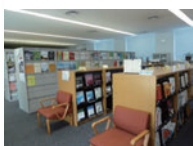
災害空中写真



災害写真



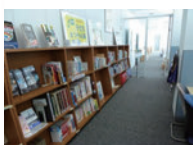
水害地形分類図全集



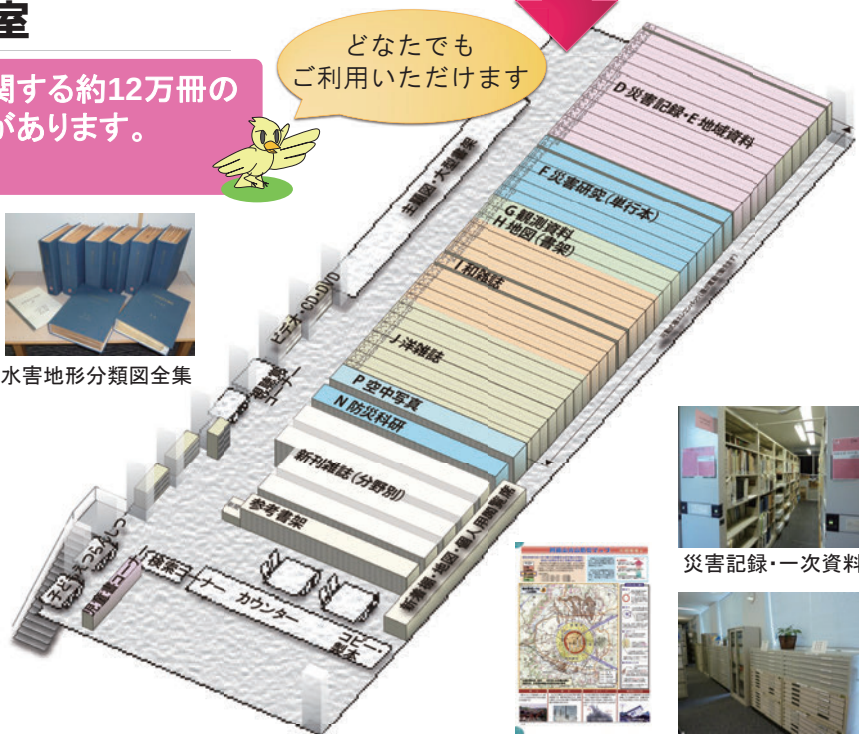
学術雑誌



研究所逐次刊行物



子ども閲覧室・
一般向け図書



ハザードマップ



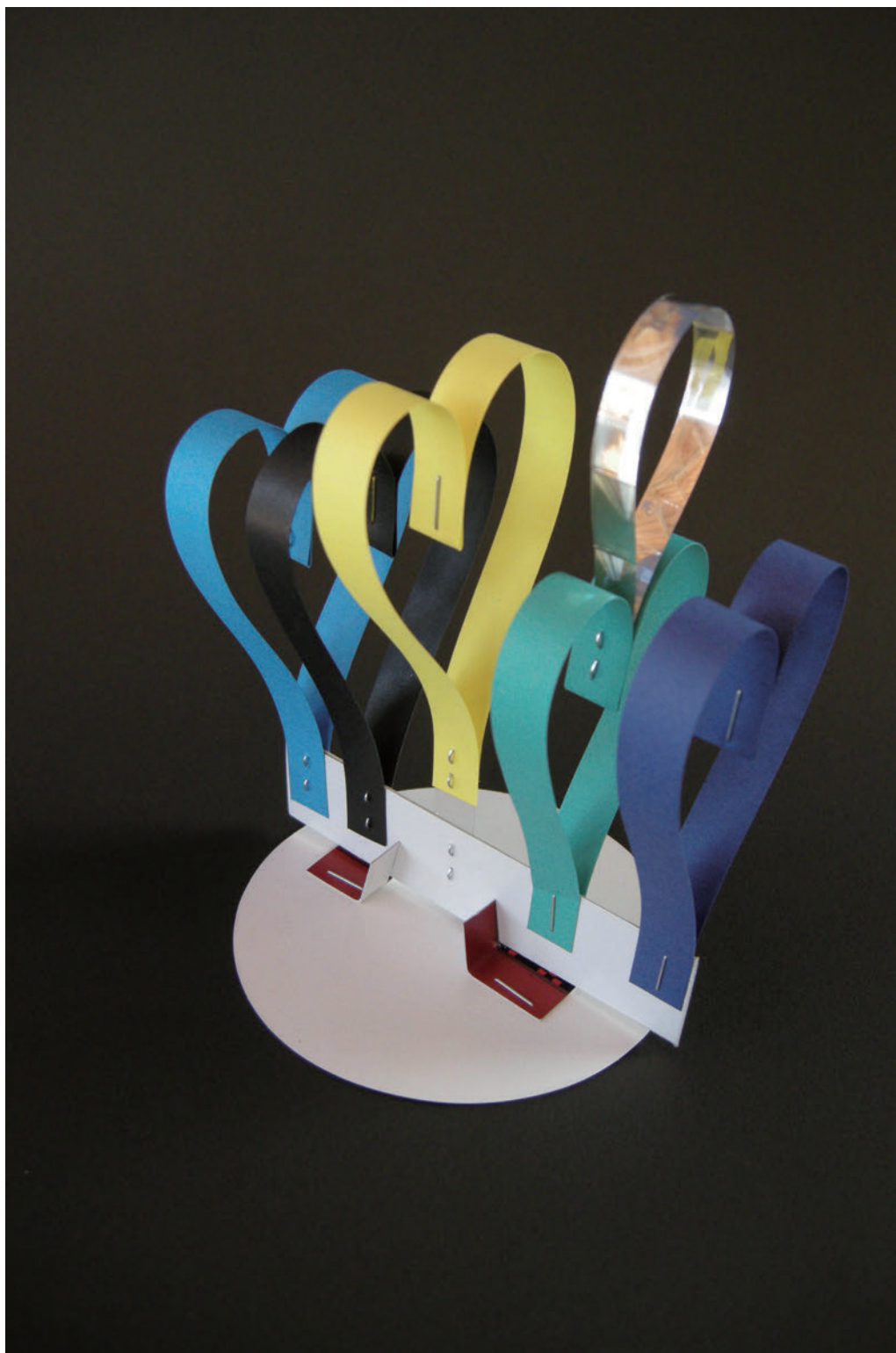
災害記録・一次資料

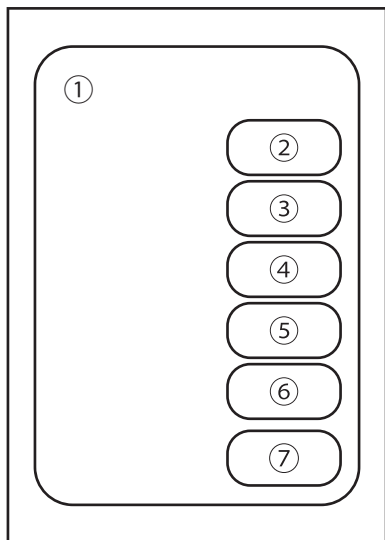


各種主題図

Dr.ナダレンジャーの科学実験教室2011

無関心層を対象とする科学教育の基本は、いかに相手の好奇心を刺激し、もっと知りたいという気持ちになってもらえるかにつきます。これは自然災害に関する科学教育でも同じです。例えば、地震による建物の揺れの実験にリアルなモデルは厳禁かもしれません。それは、対象を興味のある人に限定してしまうからです。写真は色紙とハサミとホチキスだけで作った免震・制振・共振・耐震現象を実体験する科学教育おもちゃ「ゆらゆら」です。大きさは10cm足らず。どこにでもある身近な素材だけでできおり、実費は10円以下です。地震の実験であることを忘れてしまうハート型の建物モデルは、好奇心に刺激を与え、手にとって試してみたくくなります。振動を与えるのは体験者自ら。その結果、建物だけに限定されない普遍的な振動法則の理解・比較が同じ土俵の上で可能となります。身近過ぎて泥臭く見える防災といえども科学の不思議さは宇宙のそれと変わらないのではないのでしょうか。





- ① H22 鹿児島奄美大島水害（提供：自然災害情報室 鈴木）
- ② H20 中国四川大地震（提供：防災システム研究センター ハオ 憲生）
- ③ H22 Eディフェンスを用いたコンクリート系建物の震動台実験（提供：広報普及課 関口）
- ④ H23 霧島新燃岳噴火（提供：火山防災研究部 長井）
- ⑤ H23 新庄市内豪雪（屋根雪崩で埋まった車）（提供：雪氷防災研究センター 佐藤威）
- ⑥ H21 防府市内調査 国道 262 号線沿い下右田佐波山隧道手前（提供：防災システム研究センター 坪川）
- ⑦ H22 丸の内キッズフェスタ Dr. ナダレンジャー（提供：広報普及課 矢崎）

防災科学技術研究所 第 7 回成果発表会 講演・ポスター概要集

平成 23 年 2 月 25 日発行
平成 23 年 3 月 24 日 Web 版

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