

第
10
回

独立行政法人 防災科学技術研究所

成果発表会

日程 平成27年3月6日 金

時間 13:00 ▶ 18:00

場所 東京国際フォーラム ホールB5

防災科学技術研究所 第10回成果発表会 プログラム

主 催：防災科学技術研究所
日 時：平成27年3月6日(金) 13:00～18:00
会 場：東京国際フォーラム ホールB5

13:00～13:05	開会のあいさつ	理事長 岡田 義光
13:05～13:10	来賓あいさつ	文部科学省
第1部 最近の災害の様相とそれへの対応		
13:10～13:45	防災科学技術研究所で観測された2014年火山活動	地震・火山防災研究ユニット 棚田 俊收
13:45～14:20	雪氷災害研究50年 昨今の大雪も踏まえた総合的な雪氷災害軽減システムの構築	雪氷防災研究センター 上石 勲
14:20～14:55	土砂災害研究と減災対策	水・土砂防災研究ユニット 酒井 直樹
14:55～15:00	休憩	
15:00～15:40	特別講演 大災害の時代	公益財団法人ひょうご震災記念21世紀研究機構理事長 公立学校法人熊本県立大学理事長 五百旗頭 真
15:40～16:10	休憩（ポスター発表コアタイム）	
第2部 災害・防災研究の新たな展開		
16:10～16:45	実戦研究へ 体育館の天井落下とその対応	兵庫耐震工学研究センター 佐々木 智大
16:45～17:20	地震発生メカニズムに迫る	地震・火山防災研究ユニット 福山 英一
17:20～17:55	災害に強いレジリエントな社会を目指して	レジリエント防災・減災研究推進センター長 藤原 広行
17:55～18:00	閉会のあいさつ	理事 石井 利和

目 次

ごあいさつ	理事長 岡田義光	03
-------	----------	----

<講演要旨>

第1部 最近の災害の様相とそれへの対応		
防災科学技術研究所で観測された2014年火山活動	地震・火山防災研究ユニット 棚田 俊收	04

雪氷災害研究50年		
昨今の大雪も踏まえた総合的な雪氷災害軽減システムの構築	雪氷防災研究センター 上石 勲	05

土砂災害研究と減災対策	水・土砂防災研究ユニット 酒井 直樹	06
-------------	--------------------	----

特別講演

大災害の時代	公益財団法人ひょうご震災記念21世紀研究機構理事長 公立学校法人熊本県立大学理事長 いおきへ 真	07
--------	--	----

第2部 災害・防災研究の新たな展開

実戦研究へ 体育館の天井落下とその対応	兵庫耐震工学研究センター 佐々木智大	08
地震発生メカニズムに迫る	地震・火山防災研究ユニット 福山 英一	09
災害に強いレジリエントな社会を目指して	レジリエント防災・減災研究推進センター長 藤原広行	10

<ポスター発表>

地震・火山防災研究ユニット

基盤的な高精度地震火山観測研究		
房総半島沖のゆっくり地震、2014年1月に再来		12
モバイル端末によるHi-netモニタリング		13
北海道下の減衰構造		14
日本海溝海底地震津波観測網（S-net）の整備～三陸沖北部システム及び宮城・岩手沖システムの敷設～		15
（災害調査）2014年11月22日長野県北部の地震		16
地殻活動観測予測技術開発に関する研究		
関東地域における陸上深層物理検層データによる地下岩盤物性		17
火山活動の観測予測技術開発/基盤的な高精度地震火山観測研究		
火山活動の観測予測技術開発		18
（災害調査）御嶽山と阿蘇山の噴火		19
（災害調査）2014年8月口永良部島噴火		20

水・土砂防災研究ユニット

都市圏における複合水災害の発生予測に関する研究		
降雹をもたらした積乱雲のMPLレーダー観測		21
局地的豪雨による都市水害のリアルタイム予測手法の開発		22
爆弾低気圧による根室での高潮災害について		23
斜面の不安定化機構と危険度評価への適用		24
平成25年台風26号伊豆大島災害における高校生への防災情報の伝達状況		25
気候変動に伴う極端気象に強い都市創り（先導的創造科学技術開発費補助金）		
極端気象に強い都市創り(TOMACS)		26
気候系の hot spot：熱帯と寒帯が近接するモンスーンアジアの大気海洋結合変動（科学技術研究費補助金「新学術領域研究」）		
将来の梅雨末期の豪雨 -平成24年九州北部豪雨を例にして		27
共用施設		
大型降雨実験施設 ～ゲリラ豪雨の再現～		28

災害リスク研究ユニット

自然災害に対するハザード・リスク評価に関する研究	
地震ハザードステーション J-SHIS	29
地震ハザード情報の多様な提供手法の開発	30
日本全国を対象とした津波ハザード評価の取り組み	31
地すべり地形分布図の発展的利活用	32
災害対応の意思決定を支援する地図の作成 -平成26年8月広島土石流災害-	33
災害リスク情報の利活用に関する研究	
「災害リスク情報の利活用」研究プロジェクト	34
地域の事前防災における利活用システム	35
地域の災害対応における利活用システム	36
長野県神城断層地震における自治体利活用システムに関する現地調査（白馬村）	37
国際地震防災	
開発途上国における庶民住宅の耐震診断・補強・普及	38
外部資金による研究	
地域気候シナリオを用いた東京都市圏における水害リスク評価と適応	39
南海トラフ広域地震防災研究プロジェクト	40
統合化地域防災実践支援Webサービスの構築	41
自然災害情報室	
災害資料の収集・整理・発信・利活用 -災害事例データベースとオープンデータの公開-	42
防災科研ライブラリーの紹介	43

兵庫耐震工学研究センター

実大三次元震動破壊実験施設を活用した社会基盤研究	
概要	44
大規模空間に設置された吊り天井の脱落被害再現実験 (大空間建物実験)	45
コンクリート系建物実験／免震建物実験／地盤・地中構造物実験／機器・配管系実験	46
数値震動台 (E-Simulator) の開発	47
都市の脆弱性が引き起こす激甚災害の軽減化プロジェクト	
都市機能の維持・回復のための調査・研究	48
実大三次元震動破壊実験施設 (E-ディフェンス)	
概要	49
三次元継手交換工事	50

雪氷防災研究センター

高度降積雪情報に基づく雪氷災害軽減研究	
集中豪雪を監視する -降積雪情報の高度化-	51
時々刻々変化する雪氷災害を予測する-リアルタイム雪氷ハザードマップの開発-	52
共用施設	
雪氷防災研究の最新鋭装置 雪氷防災実験棟／X線CT／MRI	53
災害調査	
東日本に被害をもたらした2014年2月の南岸低気圧による大雪時の雪氷災害の調査	54

レジリエント防災・減災研究推進センター

戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)について	55
津波予測技術の研究開発	56
豪雨・竜巻予測技術の研究開発	57
ICTを活用した情報共有システム及び災害対応機関における利活用技術の研究開発	58
災害情報システム及びリアルタイム被害推定システムの研究開発	59

アウトリーチ・国際研究推進センター

Dr.ナダレンジャーの科学実験教室2015	60
-----------------------	----

ごあいさつ

本日は、防災科学技術研究所の第10回成果発表会においていただき、まことにありがとうございます。

昨年の1年間を振り返ってみますと、2月後半には関東地方が時ならぬ大雪に見舞われて社会が大混乱したのに続き、8月には台風や前線の影響によって北陸から四国にかけての広い範囲で豪雨による災害が多発し、とくに広島では激甚な土砂災害が発生して大きな被害を与えました。また、9月末には御嶽山が突然噴火して戦後最悪の火山災害となってしまったことは記憶に新しいところですし、11月には長野県北部で活断層型の大きな地震が発生しました。

このように、わが国は様々の自然災害に襲われる機会が非常に多く、国土を災害に強い強靱なものに変えていくことが強く求められています。当研究所としては、災害の軽減に向けたハード・ソフト両面における研究開発を積極的に進め、社会の安全と安心に寄与する成果を産み出してゆくことが一番の責務であると考えております。

このような出口戦略を念頭におき、昨年10月には「レジリエント防災・減災研究推進センター」という新たな組織を所内に発足させました。これは、内閣府の総合科学技術・イノベーション会議が、府省の枠や旧来分野の枠を超えてその推進を主導する「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)」の10課題のひとつである「レジリエントな防災・減災機能の強化」について、当研究所が中心的な役割を担うことになったための措置です。今後は、この新しいセンターを核として研究成果の社会実装に努め、災害に強い社会の実現に向けて貢献を果たしてゆく所存です。

さて、本日の講演会では、まず第1部「最近の災害の様相とそれへの対応」の中で、火山、雪氷、土砂の3分野について、最新の研究事例を御紹介します。そのあと、本日はひょうご震災記念21世紀研究機構の五百旗頭理事長をお招きして、「大災害の時代」と題する特別講演をお願いしております。五百旗頭先生は、東日本大震災の復興構想会議議長として、また復興推進委員会の委員長として御高名であります。そして最後に、講演の第2部「災害・防災研究の新たな展開」では、耐震、地震、社会防災の3分野で、これからの研究方向を述べさせていただきます。

本日の成果発表会が、私ども防災科学技術研究所に対する皆様の御理解を新たにしていただけの一助となれば、まことに幸いであります。また、皆様には、今後とも当研究所に対する暖かい御指導と御支援を賜りますよう、どうぞよろしくお願い申し上げます。



独立行政法人
防災科学技術研究所
理事長 岡田 義光

防災科学技術研究所で観測された2014年火山活動

地震・火山防災研究ユニット 棚田 俊収

「火山活動の観測予測技術開発」という課題のもと、2011年4月より始まった第3期中期研究計画が4年目を迎えた2014年9月27日御嶽山で水蒸気噴火が occurred。死者および行方不明者は、60名以上（同年10月28日時点）を数え、マスコミの言葉を借りれば、戦後最悪の火山災害でした。また、近代的な火山観測が始まった明治以降では、1926年十勝岳噴火によって生じた144名の犠牲者につぐ数の人命を失う災害となってしまいました。

今回の成果発表会では、防災科研の観測網で捉えられた各火山の噴火記録や研究成果について口頭とポスターで紹介します。紹介する主な火山は、2014年末現在、噴火警報が発表されている霧島山、桜島、御嶽山、阿蘇山、口永良部島、西之島、草津白根山、十勝岳、吾妻山、三宅島、諏訪之瀬島、硫黄島、福徳岡ノ場の13火山のうち、口永良部島、御嶽山、霧島山、阿蘇山を予定しております。

御嶽山噴火に関しては、火山噴火予知連絡会や日本火山学会秋季大会に発表した火山近傍で観測された地震計や地殻変動記録を紹介します。口永良部島の噴火に関しては、火口から2km離れた地点の地震記録の他に、噴火発生翌日に撮影された写真や島民の皆さんから聞かせていただいた当時の状況についても併せて報告する予定です。

霧島山新燃岳では2008年から2010年にかけて小規模な水蒸気爆発が続き、2011年に本格的なマグマ噴火が発生しました。防災科学技術研究所は、霧島山体に整備したGNSSデータを解析することによって、一連の噴火活動に伴うマグマ蓄積の増減をモニタリングしてきました。噴火から約4年が経過した現在の地殻変動観測結果を報告します。

阿蘇山では、2014年11月27～28日の降灰によって熊本空港の発着便が欠航や行き先変更などの影響が出ました。阿蘇山中央火口丘に整備された火山観測施4カ所では、火山性微動等が観測されています。また、日本全国に展開する広帯域地震観測網F-netでは、阿蘇山の火山活動に相当する長周期の振動が繰り返し記録されました。

防災科研の火山観測研究は、火山近傍の観測点だけではなく、全国に展開した広域観測データを組み合わせ、さらには現地での地質学的な調査（ポスター参照）を新たに始めることで、噴火活動のモニタリングやメカニズム解明に関する研究を強化し、噴火災害の軽減に寄与していく予定です。

なお、末文となりましたが、御嶽山2014年噴火の犠牲者の方々にご冥福をお祈りするとともに、被害に遭われたすべての方々にお見舞い申し上げます。

雪氷災害研究50年

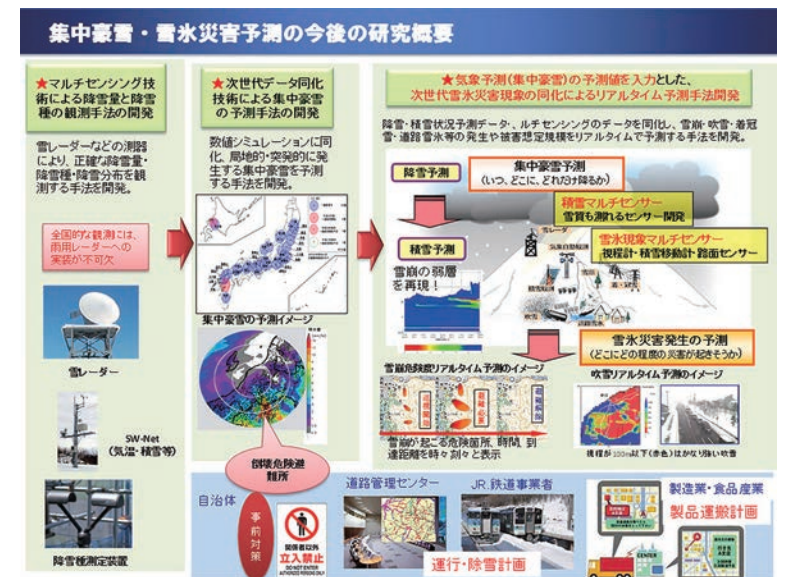
昨今の大雪も踏まえた総合的な雪氷災害軽減システムの構築

雪氷防災研究センター 上石 勲

防災科研雪氷防災研究センターは、昨年12月で創立50周年を迎えました。昭和38年に犠牲者231名という最悪の雪氷災害に見舞われ、国の豪雪地帯対策審議会や衆議院災害対策特別委員会から、雪害およびその対策についての試験研究に関する決議が提出され、「雪の総合研究所」構想が持ち上がりました。昭和38年4月に科学技術庁に設立された防災科学技術センターの組織の中に雪害実験研究所が新潟県長岡市に昭和39年12月、山形県新庄市に新庄支所が昭和44年10月に開設され

ました。それ以降、昭和56年、59年に代表されるような大雪やモータリゼーション、高齢化などの社会情勢の変化に合わせ、研究がなされてきました。その後、平成に入り比較的雪の少ない時期が続きましたが、平成17年以降、平成18年、20年、21年、22年とここ10年間は大雪となることも多くなっています。雪氷災害による犠牲者数は、平均で1年あたり約160名に及びます。とくに最近では時間的・位置的に集中して降雪が多くなる「集中豪雪」も多くなっています。昨平成26年2月には、南岸低気圧によって関東甲信から東北地方太平洋側、北海道道東地方にかけて大雪となり、死者26人、負傷者1000人以上、約1,700億円の農業被害、数千カ所の建物被害、150万戸の停電、130地区以上の長期孤立など人的・物的・社会的に大きな被害となり、普段雪の多くない「非雪国」でも大雪災害が発生しています。昨年12月初旬には四国徳島県西部でも大雪となり、死者3名、長期の孤立・停電が発生しました。この災害では、0～1℃前後の気温での降雪で湿っていて非常に付着しやすいため、樹木への「着雪」⇒大量降雪による「冠雪」⇒樹木のバランスが崩れ「倒木」⇒大量の倒木のため「除雪困難」⇒「長期孤立」という被害が発生しました。

このような集中豪雪や水分を含む湿雪による災害や非雪国を含めた雪氷災害を防ぐためにはハード対策だけでは、経済的にも時間的にも難しく、ソフト的対策を組み合わせた対策を推進することが必要です。防災科研では、降雪・積雪の状態をコンピューター上で再現して災害発生危険度の予測を行う「雪氷災害発生予測システム」を開発してきました。また、レーダーの観測データと積雪深、吹雪発生状況、斜面積雪の移動状況などの監視データなどを組み合わせながら、降積雪分布、積雪の状況、雪崩・吹雪・着雪危険度などをリアルタイムで予測する手法の開発も進めています。今後はこれらの技術を非雪国にも応用できるよう、雪氷災害対策に携わる国や自治体、民間、交通関係者等との連携も深めつつ進めていく予定です。



土砂災害研究と減災対策

水・土砂防災研究ユニット 酒井 直樹

平成 25 年伊豆大島と平成 26 年広島で記録的な豪雨による大きな被害を伴う土砂災害が連続して発生しました。これらの被害が大きくなったのは地盤の脆弱性に加え時間雨量 50mm を超えるような豪雨が数時間降り続いたことが大きく関係しています。一方でゲリラ豪雨と言われる短時間豪雨(時間雨量 50mm 超)が観測されることが多くなるなど、雨の降り方が変わってきたとも言われています。また気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の最新の報告でも、今後短時間での強降雨は増えるとの指摘があります。今後このような今までの経験が通じない極端な環境下、我々はどのように災害に備えればいいのでしょうか？

現在このような取り組みの一つとして、危険と判断されている斜面及び重要性の高い構造物が周辺にある斜面では、モニタリングによる個別斜面の崩壊リスク評価の必要性も指摘されています。しかし、まだ一般的で気軽に利用できる実用的なモニタリング技術は確立されていません。そこで、防災科研で取り組んでいる大型降雨実験施設を用いたセンサーによるモニタリングを用いた危険度評価技術に関する研究の取り組みを紹介します。センサーによる斜面崩壊の予測は古くて新しい課題であり、特に個別の斜面の崩壊予測手法は降雨及び伸縮計を用いた手法が確立された後、他の技術を用いた実用的手法としては確立されていません。それは斜面の崩壊時のメカニズムが斜面地盤の構造の複雑さと不均質性そして降雨による地盤内の水の貯留状況に依存し、その把握が難しいことにより個別斜面の崩壊危険度の予測を難しくしています。一方で、安価で高精度なセンサーや通信システムが高度化し、ICTの進化により斜面での変化を把握し易くなりました。今後は、このようなシーズを育てニーズに応じた実用的な斜面のモニタリングシステムの構築ができるようになれば、今後の防災対策もきめ細かな対応が可能になります。

このような多分野に渡る研究を推進するため、防災科研では平成 25 年 4 月よりゲリラ豪雨対応にすために大型降雨実験施設を大幅に更新しました。それを活用し同年 8 月に公開斜面崩壊実験を行ないました。広島土砂災害発生直後だったということもありプレス各社 30 社以上を集めて行われました。特にこの実験ではセンサーによる崩壊予測手法の検証を目指し民間企業 7 社と日本地すべり学会が参加して行われました(写真参照)。今後、さらにこのような取り組みを深化させ、産官学が一体となった取り組みを進めて成果の普及に努めたいと思います。また防災科研では土砂災害研究として、全国地すべり地形分布や災害調査、地盤モデルなどを用いた崩壊リスク研究も進められています。さらに国際的共同研究として JICA/JST による地球規模課題プログラムを通じて、マレーシアとの土砂災害被害軽減研究が進められており、モニタリングや危険度評価などの技術移転が行われています。防災科研では、今後もこのような研究を通じて、防災減災に対して貢献していきたいと思っています。



写真：崩壊後斜面とセンサー群

特別講演 大災害の時代

い お き べ まこと
五百旗頭 真

公立大学法人 熊本県立大学理事長
公益財団法人 ひょうご震災記念 21 世紀研究機構理事長
神戸大学名誉教授 防衛大学校名誉教授
昭和 18 年生まれ 文化功労者



講演者ご略歴

昭和 42 年 3 月 京都大学法学部卒業
昭和 44 年 3 月 京都大学大学院法学研究科修士課程修了
昭和 62 年 3 月 法学博士(京都大学)
昭和 44 年 4 月 広島大学助手・講師・助教授(政治史・外交史)(昭和 52 年 7 月まで)
昭和 52 年 8 月 米国ハーバード大学客員研究員(昭和 54 年 8 月まで)
昭和 56 年 10 月 神戸大学法学部教授(日本政治史・政策過程論)(平成 18 年 7 月まで)
昭和 60 年 4 月 放送大学客員教授(日本政治外交史)(平成 2 年 3 月まで)
昭和 62 年 4 月 東京大学社会科学研究所客員教授(日米関係)(平成 2 年 3 月まで)
平成 2 年 3 月 英国ロンドン大学客員研究員(平成 3 年 1 月まで)
平成 12 年 4 月 神戸大学大学院法学研究科教授(平成 18 年 7 月まで)
平成 14 年 4 月 米国ハーバード大学客員研究員(平成 15 年 3 月まで)
平成 18 年 8 月 防衛大学校校長(平成 24 年 3 月まで)
平成 24 年 4 月 公立大学法人熊本県立大学理事長(現在に至る)
平成 24 年 4 月 公益財団法人ひょうご震災記念 21 世紀研究機構理事長(現在に至る)

学会及び社会における主な活動：平成10年10月 日本政治学会理事長(平成12年10月まで)、平成11年4月 小渊内閣「21世紀日本の構想」懇談会外交分科会座長、平成16年4月 小泉内閣「安全保障と防衛力に関する懇談会」委員、平成19年10月 福田内閣「外交政策研究会」座長(平成20年9月まで)、平成20年1月 福田内閣「防衛省改革会議」委員(平成20年9月まで)、平成23年4月 菅内閣「東日本大震災復興構想会議」議長(平成24年2月まで)、平成24年2月 復興庁「復興推進委員会」委員長(平成25年2月まで)
著書：『米国の日本占領政策(上)(下)』(昭和60年、サントリー学芸賞)、『日米戦争と戦後日本』(平成2年、吉田茂賞)、『占領期―首相たちの新日本』(平成10年、吉野作造賞)、『戦後日本外交史』(編著・平成11年、吉田茂賞)、『日米関係史』(編著・平成20年)、『歴史としての現代日本』(平成20年、毎日新聞社書評賞)、『日本は衰退するのか』(平成26年)

現在、毎日新聞に「大災害の時代」を連載中

実戦研究へ 体育館の天井落下とその対応

兵庫耐震工学研究センター 佐々木 智大

大地震発生時の避難拠点となる学校体育館などの大規模建築物については、避難拠点として災害発生後も使用可能であり、災害発生後の余震にも耐えうる施設であることが求められます。しかし、東日本大震災では本震に加えて最大震度6弱以上の余震が多数回発生し、学校体育館などでは構造部材や天井材等の非構造部材、照明等の設備機器の被害等により、地震後の避難拠点としての機能を満たさない事例が多数報告されました。特に天井等の非構造部材の損傷・落下被害は、人命保護の観点から、あってはならない事象であり、最優先で対策されるべき課題であるといえます。

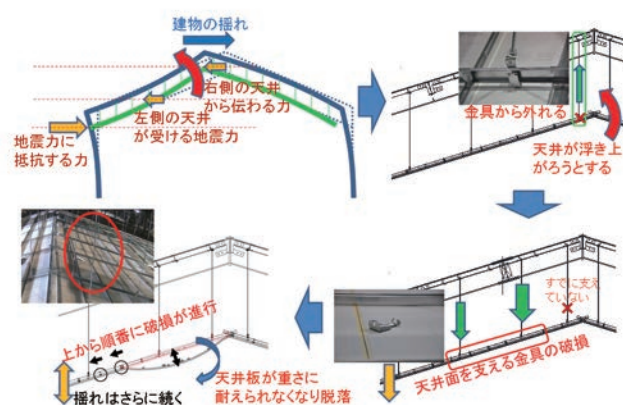
これらの被害を受け、関係各機関では様々な対応が進められていますが、防災科学技術研究所では、学校体育館などの天井落下被害軽減技術や対策の提案を行うことを目的とし、「学校施設における大空間建築物の実験研究プロジェクト」を立ち上げました。このプロジェクトの一環として、地震に対する対策のない既存の天井（未対策天井）を模擬した試験体による吊り天井の脱落被害再現実験と、平成26年4月に施行された脱落対策が施された吊り天井（耐震天井）の耐震余裕度検証実験を実施しました。

実験に使用した試験体は、平面寸法18.6m×30mの山形屋根を有する中小学校などで使用される体育館を模擬したものであり、バスケットコート（28m×15m）ならば1面、バレーコート（18m×9m）ならば2面確保することが出来る大きさです。試験体内部には、屋根面と同じ勾配を有する吊り天井を設置しました。この実験では、東日本大震災での観測記録などを使用して加振し、実際の体育館の挙動と天井の脱落被害を再現し、天井が脱落に至る過程を詳細に記録しました。

未対策天井は、天井の周囲などの隙間（クリアランス）や斜め部材などによる振れ止めのない天井であり、屋根勾配に平行になるよう施工しました。天井が勾配を持ち、クリアランスがないという条件では、天井が地震力を受けることにより頂部が持ち上がるような力が生じることで、ハンガーと呼ばれる天井をつり下げる金具が外れ、外れたハンガーの周囲の金具の負担が増加した結果、これらの部材を接合する金具の破損が次々と生じ脱落するというメカニズムを明らかにしました。

一方、耐震天井では、平成26年4月に施行された技術基準に従い、各接合部の強度を向上させ、各部材が正しく緊結するとともに、天井面の揺れを抑えるための斜め部材が取り付けました。また、天井面の揺れによって周囲の壁等への衝突を回避できるよう隙間（クリアランス）が設けられています。今回の実験により、各金具・部材の耐力評価により、各天井の耐震性能を評価できること、各金具・部材の耐力のバランスにより仕上げ材が脱落に至るメカニズムが異なっていることを明らかにしました。

今回の実験により、天井が脱落するメカニズムの一部を明らかにすることができ、耐震天井がそれなりに有効であることも確認できましたが、大地震にも耐えられる高耐震天井の開発が求められるとともに、天井以外の外壁、窓サッシ、バスケットゴールなどの設備等、耐震対策の不足した非構造部材の対策も急務であり、これらの技術開発も続けていく予定です。



地震発生メカニズムに迫る

地震・火山防災研究ユニット 福山 英一

地震は地下で発生するため、その正体を直接自分の目で確認した人は誰もいません。しかしながら、地震が起こると地面が揺れます。地震の規模が大きい、あるいは地震がごく近くで発生すると、激しい揺れに襲われ、様々な被害が発生します。「どのような地震がおこったのか?」がわかれば、「なぜこのような被害が起こったのか?」「どうしたら、このような被害は軽減出来るのか?」といった疑問に対して、科学的アプローチにより解決していく道筋を考えることが可能となります。

では、どうしたら、「どのような地震が起こったか」を知ることができるでしょうか?

地震は、地下で発生する断層運動（断層がずれていく動き）として理解されています。地下のどの部分がどれだけのずれ（食い違い変位）を生じたのかを調べるため、従来から地震波を用いた解析が行われてきました。地震が発生すると、地面が揺れます。その揺れを機械（地震計）で正確に記録し、解析することで、地震波を出した大本に迫ろうというアプローチです。Hi-net, F-net, KiK-net や K-NET のデータは、このような目的で活用されています。しかしながら、地震発生地点では、地震波を使ったアプローチのみでは解明出来ない現象が起こっています。

計算機および計算科学の進歩により、地震の発生を計算機上で詳細に再現することが可能となりました。実際の地震を再現するにあたっては、地震波形解析から得られる情報では不足しており、いくつもの知識を追加して、シミュレーションしなければなりません。しかしながら、地下で発生する地震の現象を直接測定した人はいませんから、地震を模擬した現象からのアナロジーにより追加する情報を用意する必要があります。

地殻活動の観測予測技術開発プロジェクトにおいては、実スケールにより近いメートルスケールの大型岩石試料を用い、地震発生を模擬した環境のもとで岩石摩擦実験を行い、どのようなパラメータがどのように地震発生をコントロールするかを調べる研究を行っています。

防災科学技術研究所がつくば本所に所有している大型振動台を用いて、地震発生を模擬した岩石摩擦実験を行い、地震発生を実験室において再現しました。15m 四方の振動台上に、長さ2mの岩石試料を2本重ねて配置し、振動台の推進力を用いてそれらの岩石試料の間に食い違い変位（地震すべり）を生じさせます。その際に取得したデータを詳細に解析し、地震発生に関係するパラメータを調査しています。

本講演では、実験の様子を簡単に紹介した後、実験によってどのような情報を引き出すことができたか、その情報は、地震発生シミュレーションにどのように貢献するのか、それらのパラメータを用いると実際の地震がどのように再現されていくのか、といった話題を提供したいと思います。



図1 大型二軸摩擦試験機の全体写真(幅約8m、高さ約2.5m)

災害に強いレジリエントな社会を目指して

レジリエント防災・減災研究推進センター長 藤原 広行

我が国は、その地学的環境から、地震、津波、火山噴火、地すべり、風水害、雪氷災害など、自然災害の多い国です。自然災害による被害を軽減することは、我が国にとって最重要な課題の一つとなっています。

このたび、防災科研では、内閣府の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）の一課題である「レジリエントな防災・減災機能の強化」において、「津波予測技術の研究開発」、「ICTを活用した情報共有システムの研究開発及び災害対応機関における利活用技術の研究開発」、「災害情報収集システム及びリアルタイム被害推定システムの研究開発」の3つの課題の研究開発機関として、また、「豪雨・竜巻予測技術の研究開発」の共同研究開発機関として提案課題が採択されました。

このSIP研究開発において中心的役割を担うことを目指して、組織的な研究開発への取り組みを強化するために、その拠点として「レジリエント防災・減災研究推進センター」を設立することとなりました。

特に、災害時の対応に資する研究開発として、「府省庁連携防災情報共有システムとその利活用技術の研究開発」では、国全体で状況認識を統一し、的確な災害対応を行うために、各府省庁、関係機関、自治体などが運用する災害関連情報システム間を連結し、情報を多対多で相互に共有して、統合的な利活用を実現する中核的役割となる「府省庁連携防災情報共有システム」と、災害派遣医療チームの派遣判断等の保健医療支援及びため池決壊による氾濫予測等のため池災害への対応をパイロットケースとした「共有された情報の利活用技術」の研究開発を行うことを予定しており、また、「リアルタイム被害推定・災害情報収集・分析・利活用システム開発」では、災害発生時の迅速な初動体制の確立や災害対応に資するため、地震、津波、豪雨等を対象に被害全体をリアルタイムに推定、状況を把握することで概観でき、かつ詳細な推定により町丁目単位でも利用可能な、高精度なリアルタイム被害推定・状況把握システムを構築するとともに、衛星データやソーシャルメディアなどの各種情報分析により確定的な災害状況把握を可能とするシステム、およびそれら情報を利活用するためのシステムを開発することとなっております。

防災科研においては、これまでの研究実績を踏まえつつ、防災科学技術に対する社会からの期待に応えるため、基盤的な研究開発のみならず、それら研究成果の社会実装に向けた取り組みを強化することが必要であると私は考えております。

レジリエント防災・減災研究推進センターの設立が、SIP課題「レジリエントな防災・減災機能の強化」に貢献できると共に、今後の防災科研の機能強化にもつながる第1歩となるよう全力を尽くしたいと思います。

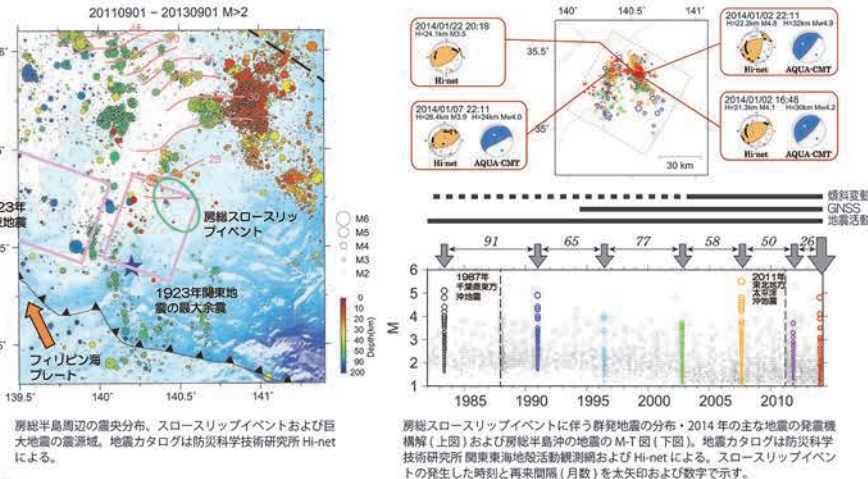
ポスター発表

房総半島沖のゆっくり地震、2014年1月に再来

地震・火山防災研究ユニット 木村尚紀

房総スロースリップイベント

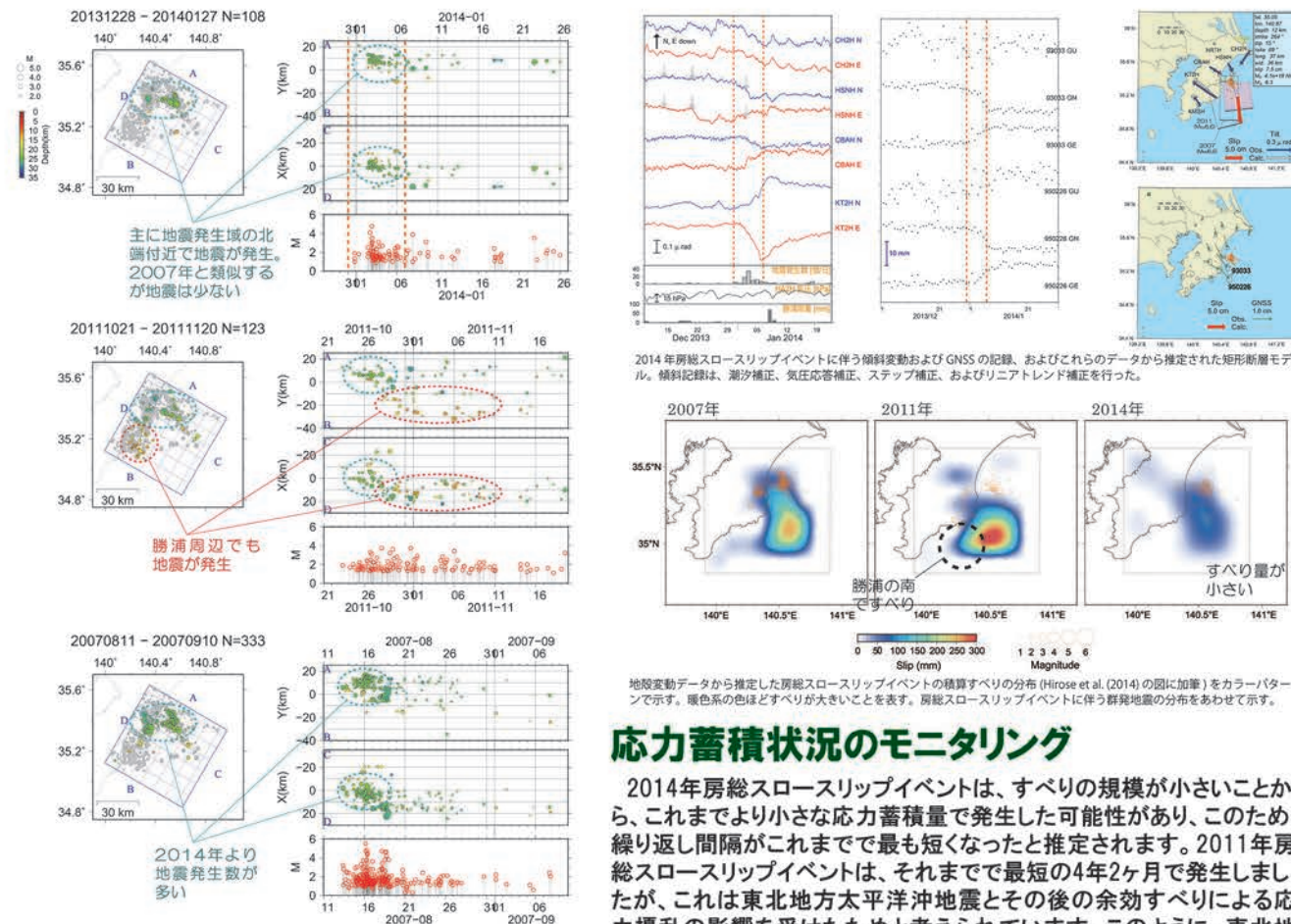
房総半島沖では、およそ4-6年間隔で房総スロースリップイベントと呼ばれるゆっくり地震が繰り返し発生することが知られています。ゆっくり地震の断層運動は、通常の地震に比べてきわめてゆっくり進行するため、短周期の地震波はまったく放出されませんが、巨大地震震源域の近傍で発生することから、その活動を把握することは巨大地震の応力蓄積状況を理解するうえで重要です。房総半島沖では、2014年1月に房総スロースリップイベントが再来しました。繰り返し間隔は2年2ヶ月と過去約30年で最短でした。



群発地震活動とすべりの分布

房総スロースリップイベントは群発地震を伴うことが特徴です。房総半島沖の詳細な震源分布を決定し、房総スロースリップイベント毎の地震活動の特徴を比較しました。2014年は、房総半島沖の地震発生域の北端付近で主に地震が発生しました。これは、2007年の特徴と類似していますが、地震の発生数は今回のほうが少なくなっています。一方、2007年・2014年と異なり、2011年には勝浦周辺でも地震が多数発生しました。防災科学技術研究所 高感度地震観測網(Hi-net)に併設された高感度加速度計により、地震が多発した時期に同期して傾斜変

動が観測されました。勝浦東観測点(KT2H)では、北西方向に傾斜する変動が約0.4 μ radに達しましたが、これは2007年の約1/2に相当します。地殻変動データにより矩形断層モデルを解析したところ、過去の房総スロースリップイベントと同様に、房総半島沖にすべり域が推定されましたが、規模は小さく地震モーメントは約1/2と求められました。これは傾斜変動が小さいことと調和的であり、このために応力変化が小さく地震も少なかった可能性があります。地殻変動データを元に詳細なすべり分布を求めたところ、2011年は勝浦の南まですべりが広がっていたことが分かりました。このため、2011年は勝浦直下でも地震が発生したと考えられます。



応力蓄積状況のモニタリング

2014年房総スロースリップイベントは、すべりの規模が小さいことから、これまでより小さな応力蓄積量で発生した可能性があり、このため繰り返し間隔がこれまでで最も短くなったと推定されます。2011年房総スロースリップイベントは、それまでで最短の4年2ヶ月で発生しましたが、これは東北地方太平洋沖地震とその後の余効すべりによる応力擾乱の影響を受けたためと考えられています。このように、東北地方太平洋沖地震後に房総スロースリップイベントの発生パターンが大きく変化しており、応力蓄積状況をモニタリングするため、今後も注意深く監視を継続していく必要があります。

モバイル端末によるHi-netモニタリング

地震・火山防災研究ユニット 齊藤竜彦・上野友岳・江本賢太郎

観測点と震源決定のモニタリングを同時に行うことにより、観測網やシステムが正常に機能しているかチェックする。特に、モバイル端末アプリにより、どこにいてもリアルタイムで、観測システムをモニタリングする。

地震震源のモニタリング



日本全国の震源分布
地震情報(MT図や規模別頻度分布)も併せて表示

波形+震源のモニタリング



Hi-net観測点から100観測点を選び、1時間分の波形を表示。震源カタログから、震央位置の情報を波形記録へ付加。選択した震央位置を地図上に表示。

波形と震源を同時に診る
震源決定は正常？
震源決定のとりこぼしがないか？

地震のゆれ+震源(メカニズム解)のモニタリング



Hi-net全観測点による日本列島のゆれのリアルタイム表示。

地震のゆれを診る
波動場の広がり把握
震源情報と地震のゆれを同時に診る
震源決定は正常？
観測点の異常は無い？
どのようなタイプの地震か
(逆断層・正断層・横ずれ)

2014年11月22日長野県北部の地震

地震・火山防災研究ユニット 浅野陽一

2014年11月22日22時08分頃、
長野県北部で地震発生
(最大震度6弱)

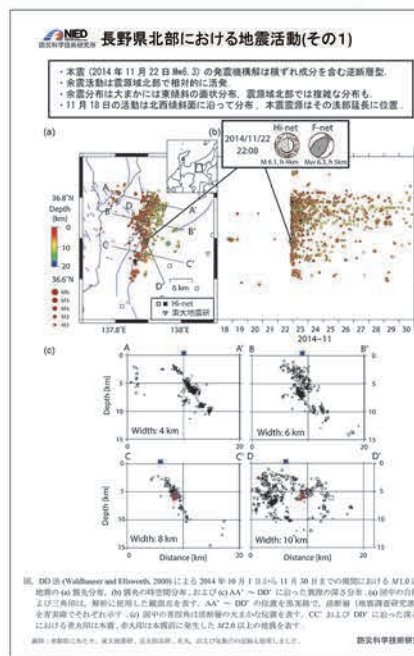
防災科研の取り組み

- 関係職員の参集、
所による災害対策本部の設置
- 地震観測網のデータの解析
- 第270回地震調査委員会
(臨時会) [11/23] への資料提出
- Web ページによる情報提供
- 第271回地震調査委員会 [12/9]
への資料提出

その他:

- ・ 職員が現地調査に参加
- ・ 臨時地震観測は見送り (糸魚川-静岡構造線断層帯
における重点的調査観測によって観測点密度が既に
高い地域であるため)

各パネルで当研究所発信の情報を
ダイジェスト的にご紹介いたします。

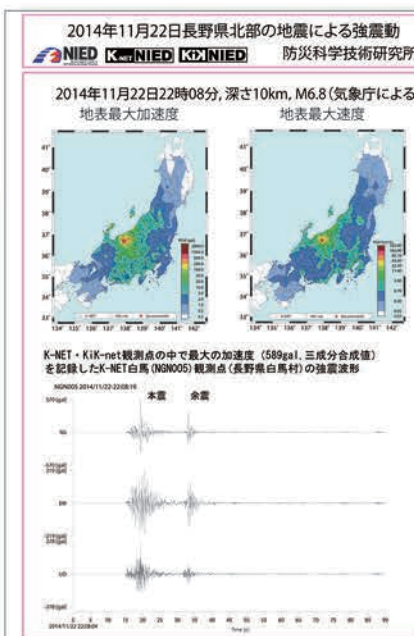


パネル3. 高感度地震観測による本震・余震の分布

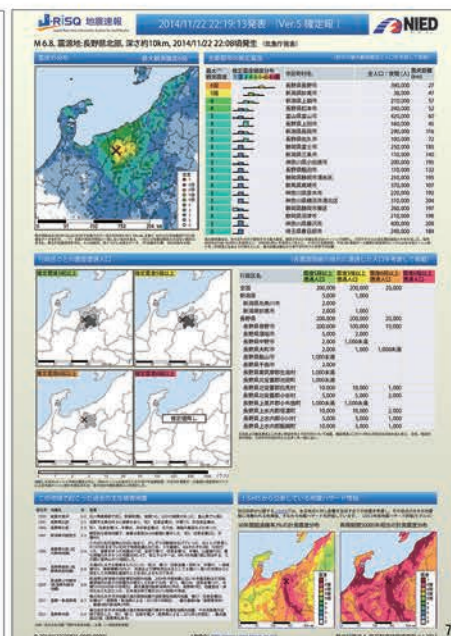
微小な余震も含めた震源分布は、本震がどのような地震であったかを
知る上で必要不可欠な情報です。今回の地震については、活断層の一つ、
神城断層付近の深さ数 km ~ 10 km 程度において、面状に余震が分布す
る様子などが明らかとなりました。

- ・ パネル1, 2, および4: 第270回地震調査委員会資料より
- ・ パネル3および5: 第271回地震調査委員会資料より

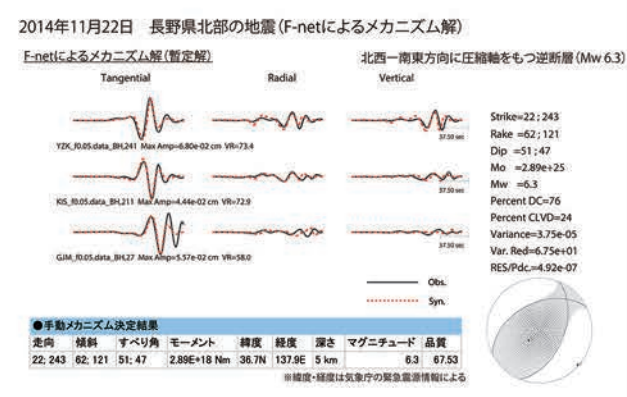
提出資料は、政府の地震調査委員会などにおけ
る地震活動評価に役立てられています。
また当研究所では、これらの資料に加えて最新
の地震発生状況やゆれの様子等を web サイトに
て公開しており、幅広い方々にご利用いただい
ております。



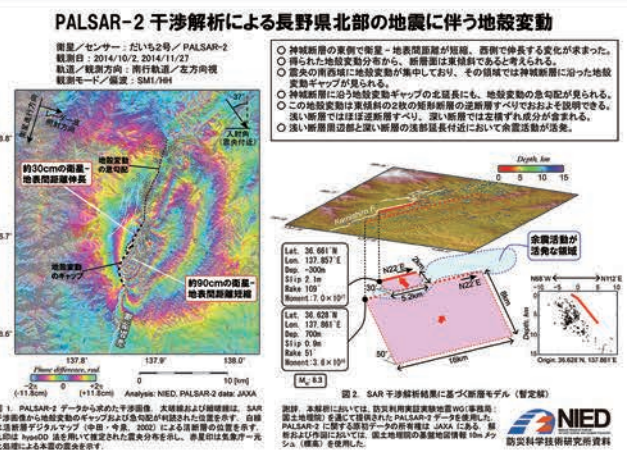
パネル1. 強震観測による本震の揺れ
強震計は被害を及ぼすほどの強い揺れも正確に観測すること
が可能な地震計です。浅い内陸地震である今回の地震では、
長野県北部などの狭い範囲ながらも、強い揺れが観測されま
した。



パネル2. J-RISQ による提供情報
J-RISQ 地震速報は、市町村毎の揺れの状況や、震度毎の
その揺れに遭った人口、周辺地域における過去の被害地震
情報などをまとめて分かりやすく提供する Web サービス
(<http://www.j-risq.bosai.go.jp/report/>) です。



パネル4. 広帯域地震観測による断層タイプの推定
観測された長周期のゆれを説明するような食い違い (断層運動) のパラメータを、大まか
ながらも確実に推定できる解析法です。結果から、モーメントマグニチュード 6.3、この
地域では典型的な逆断層型の内陸地震であることが分かりました。



パネル5. 衛星観測 (干渉 SAR) データの解析による断層モデル推定
地震による地殻変動を衛星観測データから調べることができます。限られた方向への運動
の情報ながらも空間的に高密度のデータが得られます。今回の地震についての解析からは、
断層運動が地下浅部にまで達したことが分かりました。

関東地域における陸上深層物理検層データによる地下岩盤物性

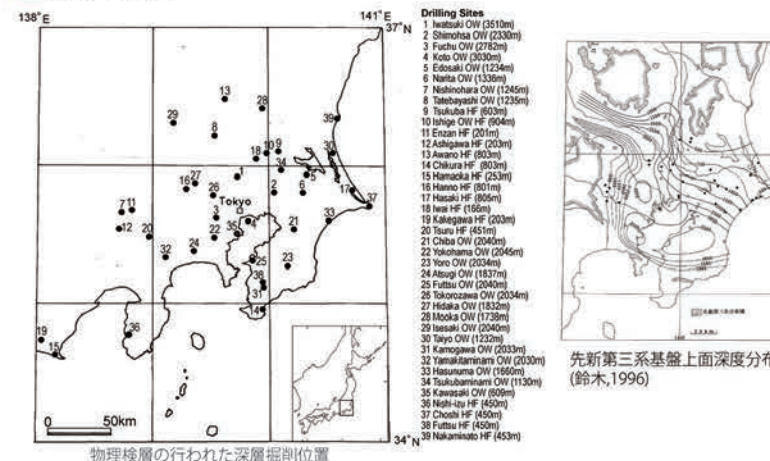
地震・火山防災研究ユニット 小村健太郎

概要

地殻活動観測、地下水観測、孔内計測などの目的のために実施される陸上深層掘削は、地下深部岩盤の岩質や物理特性をその
場で観察、計測することにより、地質学的研究、地球物理学的研究や、地盤の震動特性のような防災研究を進めるうえで、貴重な基
礎情報を提供するものです。防災科学技術研究所では、1980年代頃から、関東・東海地域において、地震観測や水圧破砕応力測定
などの目的で陸上深層掘削し、あわせて孔内物理検層を実施してきました。物理検層データは、学術論文や防災科研の研究報
告・研究資料などとして発表されてきましたが、検層図面が紙に印刷されたものであったり、データのフォーマットが不揃いだった
りする場合もありました。本発表では、図面からのデータ数値化とともに、もともと検層時に数値化されたデータとあわせて共通の
フォーマットでとりまとめた結果を紹介しします。

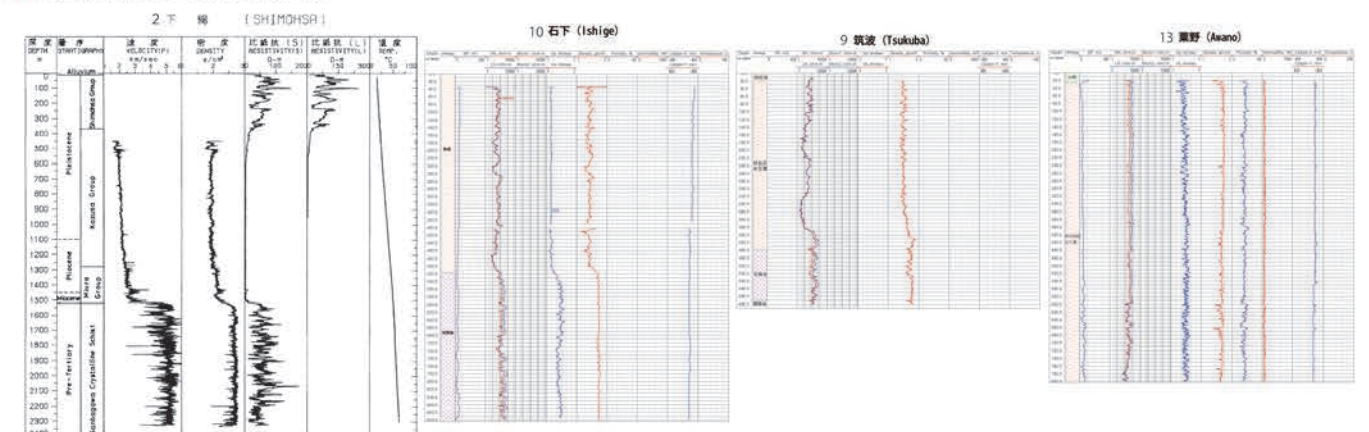
主に関東地域の39カ所の掘削地点について、検層種目には自然電位、比抵抗、弾性波速度、密度、間隙率、全ガンマ線、孔径、温
度が含まれ、深度0.1mないし1m間隔で数値データを得ました。数値データに基づき、共通のフォーマットで図式化することによ
り、岩盤物性の深さ分布が比較できるようになりました。また、先新第三系に相当する基盤の深さまで到達した掘削井では、基盤境
界を越えると物性値に顕著な増加ないし減少が見られるなど、特徴的な物性の深度分布が得られました。

検層地点

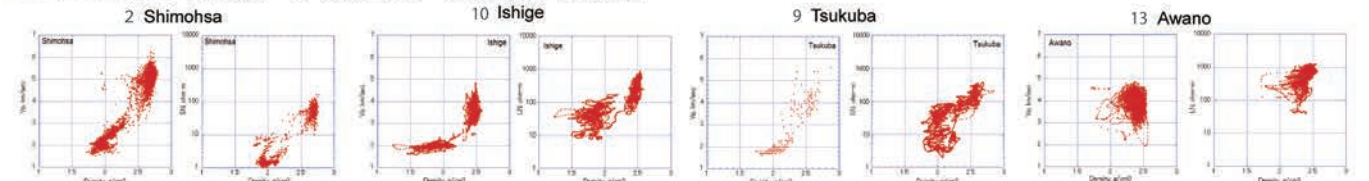


先新第三系基盤上面深度分布。
(鈴木, 1996)

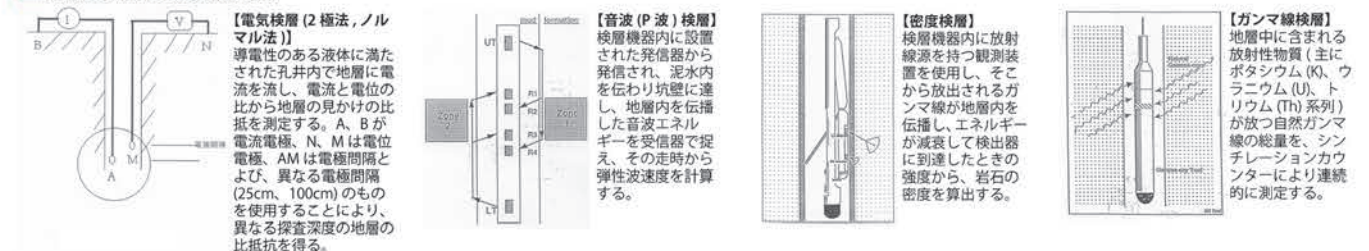
岩盤物性: 深さ分布



岩盤物性: 密度-P波速度-比抵抗の相関



主要な検層原理

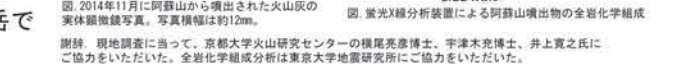
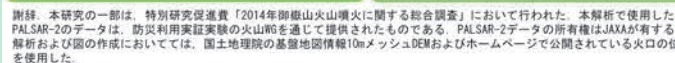


地震・火山防災研究ユニット

高精度の観測装置を備えた基盤火山観測網を利用し、地下のマグマが地表へ向かって上昇し始めるなどの火山活動の異常を自動検知し、地下のマグマや熱水活動をリアルタイムに自動推定するシステムの開発を進めています。



地震・火山防災研究ユニット



2014年8月口永良部島噴火

地震・火山防災研究ユニット

はじめに

2014年8月3日12:24頃（JST以下同）、口永良部島の新岳で噴火が発生した。新岳で噴火が発生したのは、1980年9月以来である。気象庁の観測によると、噴火によって灰色の噴煙が火口縁の上空800m以上に上昇し、南風によって噴煙が北側に流れた。その後の上空からの観測により、風上側である新岳の南西から西側にかけて、火山灰や樹木の変色などの火砕流の痕跡が確認された。

防災科学技術研究所は、口永良部島の2カ所に基盤的火山観測施設を建設中であった（図1）。噴火発生時は、建設工事の作業員5名が火砕流が流れた新岳の南西約1.5kmにある古岳西火山観測施設（KCFV）にて、深さ200mのボーリング孔の掘削作業中であった。火山観測施設には、広帯域地震計とGNSSはすでに設置済みで観測を開始しており、本発表では、得られた観測記録、噴火発生直後に作業員が撮影した写真、聞き取り調査結果、採取した火山灰の分析結果、気象レーダー、合成開口レーダーの解析結果について報告する。

基盤的火山観測施設

防災科研は、全国の10火山に23箇所の基盤的火山観測施設を整備中で、口永良部島では新岳の南西と南東の約1.5kmの2カ所に建設中であった。古岳西（KCFV）では上記のとおり掘削作業中であり、南東側の七釜火山観測施設（KCNV）は深さ200mのボーリング孔も完成していたが、ボアホール型の短周期地震計・傾斜計は未設置であった。どちらの観測点も広帯域地震計（Trillium 240）、GNSS（Trimble NetR9）、気圧計、雨量計はすでに設置済みで衛星テレメータ装置も稼働していた。



図1 口永良部島七釜（KCNV）と古岳西火山観測施設（KCFV）の位置。この地図の作成にあたっては、国土院発行の数値地図50mメッシュ（標高）を使用した。

地震・地殻変動観測結果

噴火発生5分ほど前から、広帯域地震計には火口付近で発生したと思われる地震活動と火山性微動が観測された（図2a）。また噴火発生時の12:25頃には大きな振幅の低周波地震と1hPa程度の空振が観測された（図2b）。GNSSには噴火前に火山活動に関連すると思われる地殻変動は観測されていない（図2c）。防災科研の観測では、上記の地震活動を除いて噴火前に顕著な地震活動や地殻変動は観測されていない。なお、噴火後2観測点とも欠測中で、噴火警戒レベル3（入山規制）のため、現場へ立ち入ることができず、復旧の見込みは立っていない。

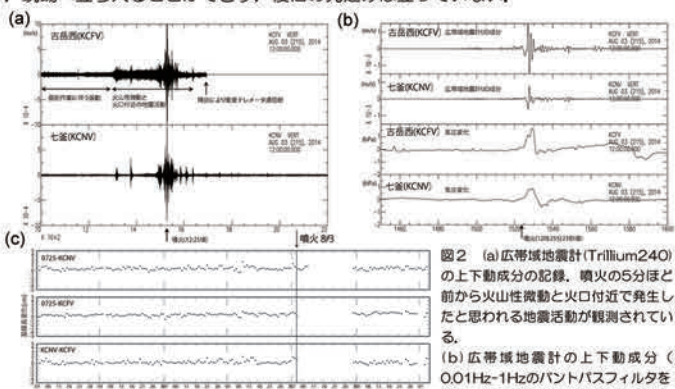


図2 (a) 広帯域地震計（Trillium 240）の上下動成分の記録。噴火の5分ほど前から火山性微動と火口付近で発生したと思われる地震活動が観測されている。(b) 広帯域地震計の上下動成分（0.01Hz-1Hzのバンドパスフィルタを適用）と気圧計（1Hzサンプリング）の記録。噴火による空振と同時に低周波地震が観測されている。(c) 口永良部島七釜（KCNV）、古岳西火山観測施設（KCFV）、国土院のGNSS観測点（0725）間の基盤長の変化。観測点の位置は図1参照。8月3日の噴火の前に火山活動に関連すると思われる明確な変化は認められない。

8月3日噴火時の状況



図3 (左) 南東から見たKCFV（古岳西観測点）ボーリング現場（噴火翌日の8月4日に撮影）。(右) 目撃談から推測した、火砕サージや噴石の移動経路。

KCFV建設現場での噴火の状況について作業員に対して聞き取り調査を行った結果、噴煙は地表に沿って火口から建設現場に到達し、その後北方へ拡散したと考えられる。その際の移動速度は10m/sと低速であり、顕著な高温は示さなかった。但し、火口周辺では十分に高速であった可能性がある。

気象レーダー画像

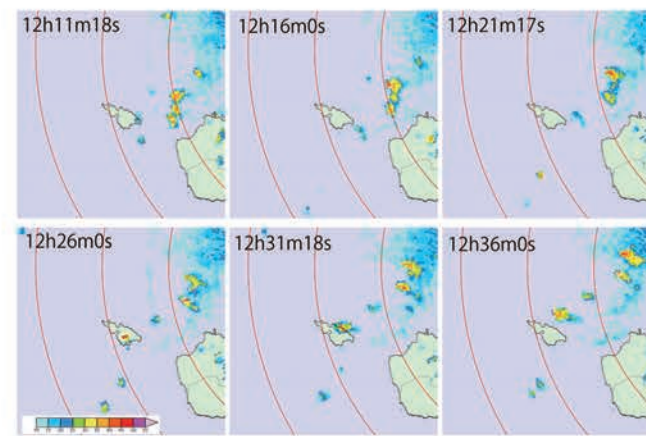


図4 種子島レーダーの8月3日12:11から12:36までの5分毎のPPI（仰角0.2°）レーダー反射因子画像。

噴出火山灰の特徴

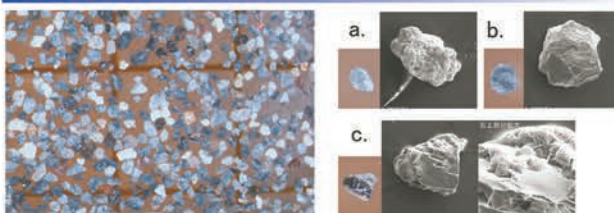


図5 (左) 2014年8月3日噴出物構成粒子の顕微鏡写真、(右) a. 熱水変質岩片、b. 新鮮なガラス質石基を含む岩片、c. 部分的に変質した褐色ガラス岩片

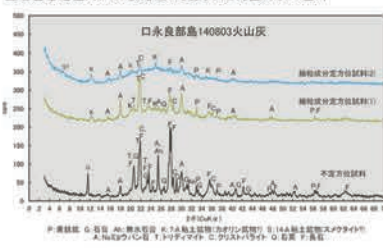


図6 噴出物のX線回折パターン図

KCFV建設現場にて採取された2014年8月3日噴火の火砕サージ堆積物に対する観察の結果、酸性の熱水変質帯を構成していた既存物質が火山灰粒子の大部分を占めていると判断される。つまり、噴火は山頂下の熱水系で生じた水蒸気爆発であったと考えられる。しかし、マグマ物質の可能性を持つ粒子も少量ではあるが検出されており、噴火メカニズムの決定には今後の検討を必要とする。

衛星SARによる地殻変動観測

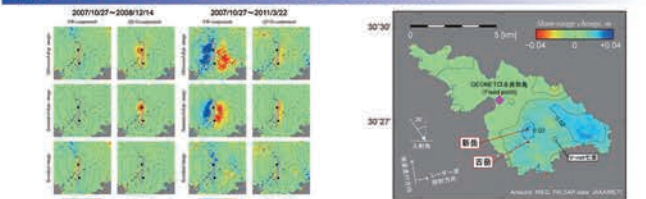


図7 PALSARデータのSAR干渉解析及びInSAR時系列解析の結果。2007年10月27日-2011年3月22日間に検出された地殻変動と、推定された地殻変動モデル。黒丸及び紫矩形は変動源の位置を示す。

ALOS/PALSARデータを用いたSAR干渉解析及びInSAR時系列解析手法 [Ozawa and Ueda, 2011] により、2007年10月27日から2011年3月22日までの地殻変動が明らかになった。これによると、新岳及び古岳付近に局所的な膨張が見られ、2009年後半頃からは山頂の隆起及び東山麓が東進、西山麓が西進する地殻変動が見られた（図7）。この地殻変動は、ごく浅部に位置する点変動源とほぼ南北方向に走向を持つ開口断層によって説明することができる。8月3日の噴火後、ALOS-2/PALSAR-2による観測が行われた。このデータを用いたSAR干渉解析の結果、島東部に衛星-地表間距離（スラントレンジ）が伸長したことを示す変化が求められた（図8）が、V-net観測点のGNSSによって得られた地殻変動（図2c）と整合しないことから、大気遅延等による誤差に起因するものと推測される。また、新岳付近に見られる局所的なスラントレンジ伸長変化は、地殻変動シグナルを示している可能性が考えられる。

謝辞
建設工事作業員の避難や状況把握に際し、口永良部島民の皆様には多大なご支援・ご協力いただいた。火山灰の分析作業に際し、日本文理学部金丸龍夫氏、明治大学黒石分析センターにご協力いただいた。使用したPALSARデータは東大地研とJAXAの共同研究に基づいて提供されたものであり、所有権はJAXA及び経済産業省が有する。PALSAR-2データは防災利用実証実験の火山WGを通じて提供されたものであり、所有権はJAXAが有する。

降雷をもたらした積乱雲のMPLレーダー観測

水・土砂防災研究ユニット 出世ゆかり 他

はじめに

プロジェクト研究の「局地的豪雨の早期予測技術開発」では、局地的豪雨の他、竜巻、降雷、落雷をもたらしうる発達した積乱雲の一生の過程を把握するため、夏季首都圏におけるマルチセンサー観測を実施している。その主要な観測装置であるXバンドMPLレーダー（神奈川県海老名市と千葉県木更津市に設置）により、2014年6月24日に東京都三鷹市、調布市周辺に降雷をもたらした積乱雲を観測した。雷は道路に堆積し、配水管を詰まらせるなどの被害を発生させ、少なくとも28件の床上浸水と24件の床下浸水が確認された（東京都調べ）。防災科学技術研究所（以下防災科研）の水・土砂防災研究ユニットでは、XバンドMPLレーダーの観測データを用いた降雷発生領域の検出技術に関わる研究開発を行っている。6月24日の降雷については、まず実際の降雷分布を把握するためアンケート調査を実施し、降雷分布図を作成した。またMPLレーダー観測データ（偏波パラメータ）を用いて雷が存在したと思われる領域の抽出を試行した。

降雷をもたらした積乱雲

降雷をもたらした積乱雲は13時40分頃に東京都稲城市付近で発生、急速に発達し、14時20分過ぎより約30分間、調布市や三鷹市周辺に激しい降水をもたらした。

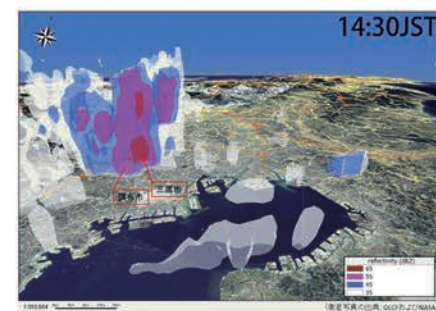


図2 防災科研の2台のXバンドMPLレーダーで観測したレーダー反射強度（Z_H）の3次元分布。地図情報は国土院地図（色別標高図）を利用。（作図：櫻井南海子）

積乱雲が最も発達していた14時30分頃は、55dBZを超える非常に強いレーダー反射強度（Z_H）領域が高度7.5kmに達していた。

MPLレーダーによる電検出

XバンドMPLレーダーは、水平と垂直の2種類の電波を同時に送受信し、受信した電波の強度や位相の情報から、降水粒子の形や姿勢、サイズ分布など、降水粒子種別に関する複数の偏波パラメータを取得することができる。防災科研では、これらの情報から雷を検知するアルゴリズムの開発を進めている。ここではその一例を紹介する。

まとめ

6月24日に発生した降雷は地上に様々な被害と影響をもたらした。被害の規模を素早く推定し、スムーズな復旧活動を行うためには、降雷の範囲を精度よくかつ迅速に把握することが重要である。今後は、一般市民からの降雷情報や地上に設置した観測装置による降雷の情報も利用しながら、MPLレーダーによる降雷監視技術を向上させていきたいと考えている。

地上降雷分布と被害状況

局所的かつ突発的に発生する雷の分布は、事前に設定した地上観測網では捉えにくい。その為、防災科研では降雷後にアンケート調査を行い降雷分布図を作成した。

▶ 対象：東京都、神奈川県、千葉県、埼玉県（一部地域を除く）の都立・県立高等学校および東京都一部地域の小、中学校 725校（回答率53%）

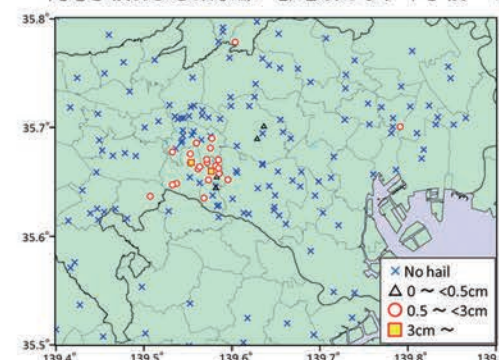


図1. 2014年6月24日の地上降雷分布。

- ▶ 降雷分布：
- ・降雷範囲：10km四方
 - ・雷の直径：最大で3cm超
- ▶ 被害状況：
- ・雷が校庭に10cm積もった
 - ・雷が道路に50cm積もった
 - ・車、網戸、戸、屋根、
 - ・屋上防水シートなどの破損
 - ・農作物、街路樹の被害
 - ・体育館の浸水
 - ・通学路の冠水
 - ・下校見合わせ

雷の断面図

雷の内部には雷が形成された過程が記録されている。三鷹市で採取され、防災科研の新庄雪氷環境実験所に持ち込まれた雷を薄く削り、断面の様子を撮影した。雷の断面には、気泡が多い不透明な層と気泡が少ない透明な層が交互に何層も重なっていた。

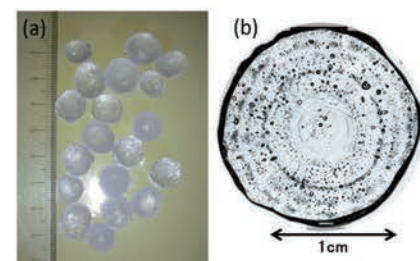


図3. 三鷹市で採取された(a)雷と(b)雷の薄片。(b)撮影：阿部修

積乱雲上空で過冷却水滴を補足しながら落下する雷が強い上昇気流によって再び上空へ持ち上げられるという上下運動が何度も繰り返されることにより雷が大きく成長したことが分かる。

○ 後方散乱偏波間位相差（δ）の利用

偏波間位相差という情報は、降雨による減衰の影響を受けないため、XバンドMPLレーダーによる降雨強度推定に適したパラメータである。観測で得られる偏波間位相差（Ψ_{DP}）は、一般的な降雨に対しては前方散乱による偏波間位相差（Φ_{DP}）が主であるが、雷のようなサイズが大きい降水粒子が存在している場合には、Ψ_{DP}に後方散乱による偏波間位相差（δ）が重畳する。

$$\Psi_{DP} = \Phi_{DP} + \delta$$

これまで、Φ_{DP}とδの分離は難しかったが、観測されたΨ_{DP}の中からノイズやδの影響を抑えてΦ_{DP}を解析する手法（MKDP法）を開発した。さらに、Ψ_{DP}からMKDP法で求めたΦ_{DP}を差し引く事により、雷の存在により顕著化するδの抽出を試みた。雷が存在すると考えられるδの大きな領域は、およそ降雷域と考えられる、Z_Hが高くρ_{HV}が低い領域と一致していた。

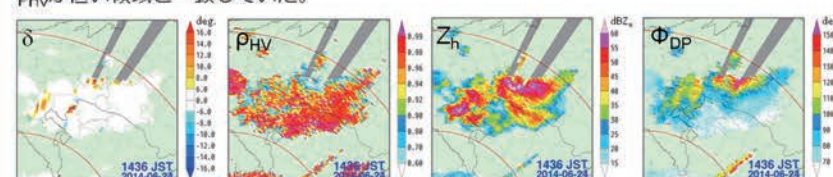


図4. 仰角1.7°の後方散乱偏波間位相差（δ）、偏波間相関係数（ρ_{HV}）、レーダー反射因子（Z_H）、前方散乱偏波間位相差（Φ_{DP}）の分布

局地的豪雨による都市水害のリアルタイム予測手法の開発

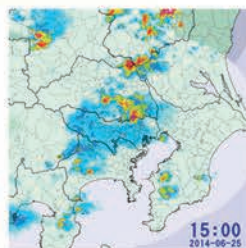
水・土砂防災研究ユニット 中谷剛 平野洪資 P.C.Shakti

研究の背景と目的

豪雨や竜巻・突風など極端な気象による災害が、毎年日本のどこかで報じられている。平成26年8月豪雨では、広島市で土砂災害が発生し74名の方が亡くなった¹⁾。土砂災害が発生した安佐南区と安佐北区周辺では、バックビルディングタイプの線状降水帯による豪雨により、12時間に250mmを超える雨量があった。この広島土砂災害は、その後激甚災害に指定されている。

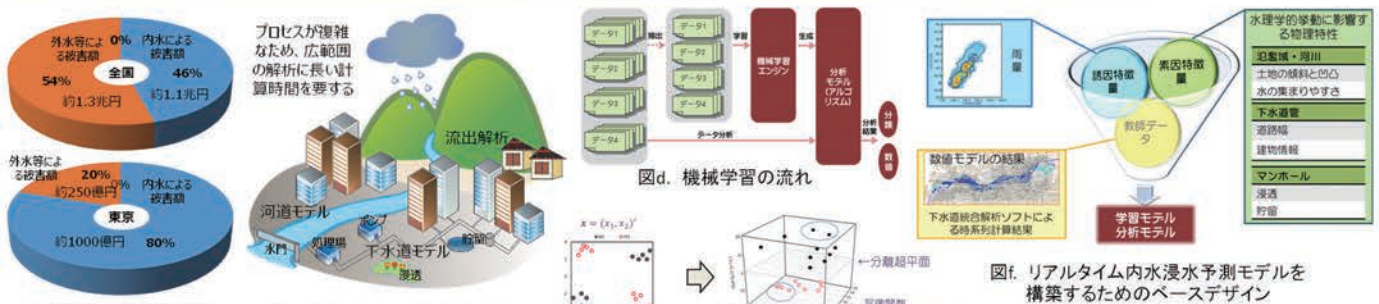
都市部においては、それほどの豪雨でなくても生活に支障が出ている。例えば東京都三鷹市で降雹のあった翌日の平成26年6月25日、大気が不安定となり関東エリアの1都5県でゲリラ豪雨が降った(図a)。この時、短時間ではあったが局地的な激しい豪雨により、この地区の車両が冠水・水没したと55件の依頼がJAFに寄せられている²⁾。

防災科学技術研究所では、このような極端気象によって今後も多発すると思われる都市型浸水被害に対応するため、リアルタイム浸水予測モデルの開発と、アーバンフラッシュフラッドの予測手法に関する研究を行っている。



図a. 関東北部のゲリラ豪雨(XRAIN画像データベースより)

東京23区リアルタイム内水浸水予測モデルの開発



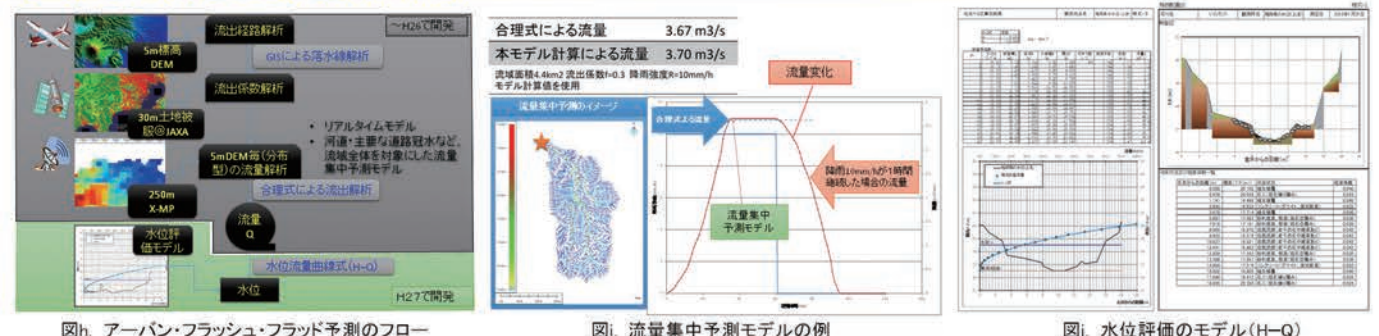
図b. 水害被害額に対する内水被害額の割合

図f. リアルタイム内水浸水予測モデルを構築するためのベースデザイン

図g. リアルタイム実験の結果を試験的に東京消防庁に提供するWebサイトの画面例

内水氾濫は短時間で特定の地域が浸水するケースが多い。
現状では、的確なタイミングで水防関係者や住民に情報を提供することが難しく、被害を抑えるための施策は十分に構築されていない。
物理過程に基づいた水文モデルによる氾濫解析は膨大な計算資源を要するため、リアルタイムで東京23区全域における浸水リスクを予測することは困難である。
本プロジェクトでは、機械学習及びデータマイニング手法を駆使してリアルタイムに東京23区内の浸水危険性を推定して、10分間隔で情報を更新するシステムの開発を目指している。
平成26年度において、石神井川流域を対象にリアルタイムの浸水危険性推定を実施し、結果を専用Webサイトを通じて共同研究相手の東京消防庁に配信するテストを行った。

アーバン・フラッシュ・フラッドの予測手法

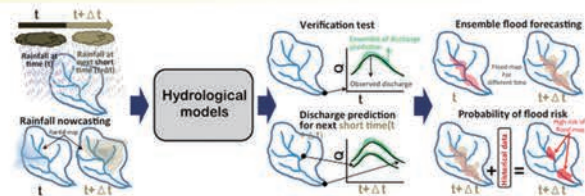


2008年7月に神戸市都賀川で局所的な集中豪雨により10分間で1.3m水位が上昇し、河川親水施設や遊歩道で遊んでいた市民・学童5名が流され犠牲になった。また、同年8月に東京都豊島区雑司が谷で下水道幹線工事をしていた作業員が、豪雨による増水で流され5名が犠牲になった。この時近隣の地上雨量計は、11:50に0.5mmの降雨を記録した後、その僅か3分後からの1時間に時間最大降雨量57.5mmを記録した³⁾。このように、突然の豪雨による急激な流量集中や水位上昇を伴う出水を「アーバンフラッシュフラッド」という。都賀川の水難事故により、その危険性が認知された。
本研究では、アーバンフラッシュフラッドを予測するため、降雨による流出過程を追跡し流量が集中する場所とその流量をリアルタイムで予測できるモデル開発を行ってきた。
昨年度までに、詳細な標高データを利用した落水線解析から流出経路を求め、その流出経路に沿って流下する流量を合理式より算出することができる流量集中予測モデルを構築した。今年度は、水位評価モデル(水位流量曲線)を組み込み、水位の急上昇を予測するモデルを構築している。

アンサンブル水文予測

最近では、高分解能のレーダ雨量データがリアルタイムで入手できるようになり、洪水予測のための水文モデルにも利用されるようになってきた。さらに長いリードタイムを持った洪水予測をするには降雨の予測が必要になるが、予測には不確実性が伴う。このような場合、アンサンブル降水ナウキャストを利用した水文予測は、不確実性をリスクの程度として定量化することができる。

本研究では、アンサンブル水文予測モデルを、図kのような手順で開発を進めている。



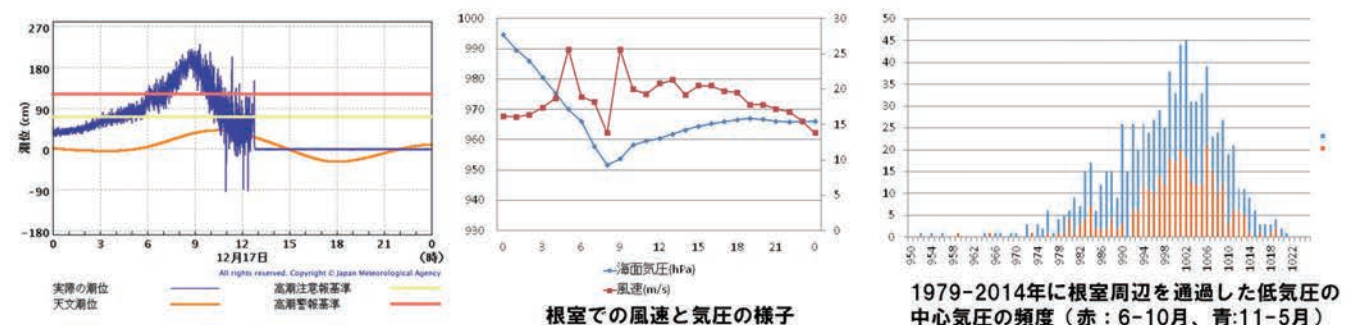
図k. アンサンブル水文予測による確率洪水予測のイメージ

爆弾低気圧による根室での高潮災害について

水・土砂防災研究ユニット 飯塚 聡、栢原孝浩、下川信也

概要

2014年12月16日太平洋沿岸を移動する低気圧が三陸沖に達すると急速に発達し、その後、根室付近へと移動すると同時にそこに留まるような挙動をした。この猛烈に発達した低気圧の影響で、北海道内は16日午後から暴風雪が続き、札幌管区気象台によると、17日正午までの24時間降雪量は帯広空港で74cm、最大瞬間風速は根室市で39.9m/sを記録した。さらに、根室市では高潮が岸壁を越えて浸水被害が起きた。根室港では17日午前8時49分、海面の高さが通常よりも169cm(速報値)高くなった。市は約730世帯約1500人に避難勧告を出し、最大で69人が避難した。



2014年12月17日の根室の潮位変化(気象庁HPより)。潮位偏差は、実際の潮位(青)と天文潮位(橙)との差である。

根室での風速と気圧の様子

1979-2014年に根室周辺を通過した低気圧の中心気圧の頻度(赤:6-10月、青:11-5月)

爆弾低気圧

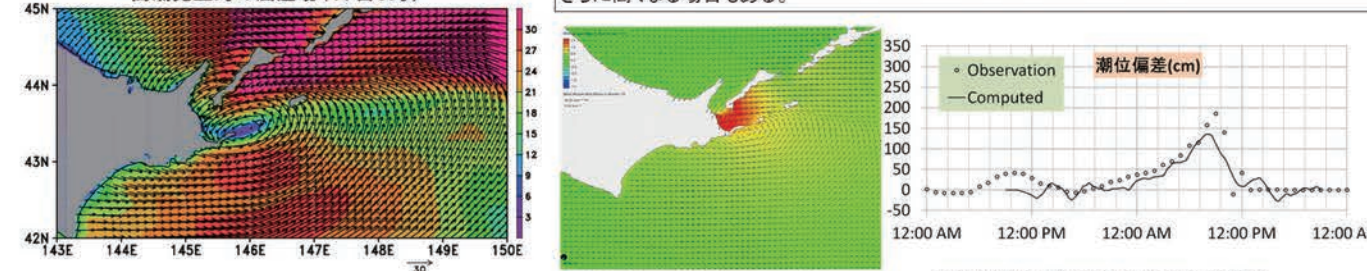
今回のような発達した低気圧が通過することはまれではあるが、過去最高というわけではない(1994年2月)。また、高潮は台風によって引き起こされることが多いが、東北や北海道では爆弾低気圧でも浸水被害が起きることがある。

高潮推算

高潮の潮位偏差は低気圧による吸い上げ効果と強風による吹き寄せ効果を合わせたもので、 $h=a(1010-P)+b(W \times W) \cos \theta$ により推算される。ここで、 h : 最大高潮偏差(cm)、 P : 気圧(hPa)、 W : 風速(m/s)、 θ : 湾方向と風向のなす角度である。また、 a と b は定数で、 $a=1$ 、 $b=k \cdot L/H$ であり、ここで、 $k=0.05$ 、 L : 吹送距離(km)、 H : 水深(m)である。右辺第二項は、気圧が1hPa下がると吸い上げ効果により海面はほぼ1cm高くなることを、右辺第三項は吹き寄せ効果を表す。 $b=k \cdot L/H$ より、吹き寄せ効果は浅い海ほど大きくなる。

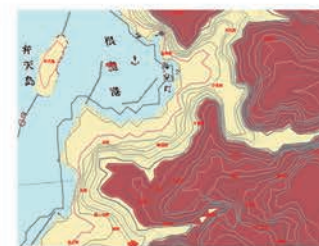
根室付近の中心気圧は約950hPa、平均風速は25m/s程度であり、根室湾の水深は30m程度と浅く、それが100km程度広がっている。これらから、低気圧による吸い上げ効果は60cm、風による吹き寄せ効果は、湾方向と風向のなす角度を0度、遠浅の広がりが(100km)を吹送距離として、104cmなので、計164cm程度となる。尚、波の効果により水位が上昇することもあり、さらに高くなる場合もある。

高潮発生時の風速場(17日9時)



潮位偏差の計算(17日8時)

潮位偏差の計算結果と観測との比較



根室周辺の地形



3m上昇時の浸水範囲



今回の高潮で浸水した地区



聞き取り調査

・主な家屋への浸水域は、根室市緑町雨水ポンプ場正面から丘へ向かう通り(清隆町通)の両側の地域(梅ヶ枝町1丁目、緑町1丁目、弥生町1丁目)で、海岸沿いの県道35号線から200m程度の距離の範囲であった。梅ヶ枝町1丁目の家屋内における浸水深は65cmで、道路では80cm程度に達していた。
・17日7時半の時点で道路が歩行可能な程度に浸水し、8時頃に急に家屋にも浸水するようになり2階へ避難。周辺地区へ避難勧告が出され、ボートでの救出活動が始まる。また、避難可能な住民は高台などへ避難。知人からの連絡やテレビなどから避難勧告の情報を得た方もいた。11時頃には水が引き始め、午後には帰宅可能となった。浸水時刻は、港湾局が根室港に設置している潮位計が高潮警報基準値を越えた時刻とほぼ一致している。
・根室市は駅から海に向かって傾斜した地形であるが、浸水は根室市でも標高1-2m程度と特に低い個所で起きていた。今回浸水した地域では、大雨の際にもしばしば浸水被害がある箇所、その対策のために緑町雨水ポンプ場が設置され、それ以後大きな浸水はなかったが、今回高潮により浸水を受けた。
・今回の爆弾低気圧に関して、強風による被害への危機意識はあったが、高潮による浸水に対する警戒はあまり持っていなかった様である。

斜面の不安定化機構と危険度評価への適用

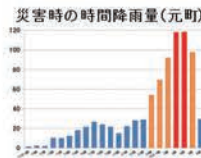
水・土砂防災研究ユニット 酒井 直樹

背景

降雨時の大型斜面模型崩壊実験



図-1 伊豆大島土砂災害現場(元町を望む)と元町での時間雨量記録



平成25年伊豆大島、平成26年広島土砂災害での共通の課題
-時間雨量が極端に多かった。
(伊豆大島:50mmが6時間続いた)
(広島:3時間で総雨量200mmを超えた)
-脆弱な地質(火山性土質、まき土)
-パイピング跡が多数見られた。
-狭い地域に限定して多数発生した。



図-2 伊豆大島の崩壊後の水理地質構造とパイピング跡(火山砂(透水性高)と火山灰粘性土(透水性低)が互層し、火山砂層でパイピング跡が見られる)

→上記をまとめると、
・数時間に及ぶ強い降雨
・透水性のいい表土層
・同じようなメカニズムで発生?
斜面の中で何が起っていたのか?

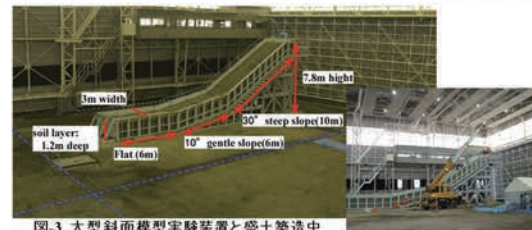


図-3 大型斜面模型実験装置と盛土築造中

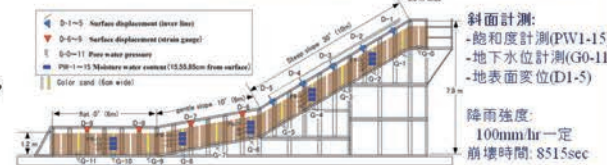


図-4 模型斜面断面図とセンサー設置位置図

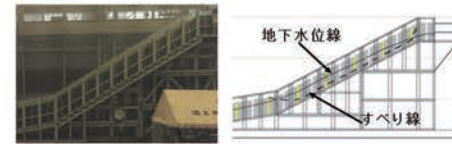


図-7 斜面崩壊発生直後のすべり線と地下水位線

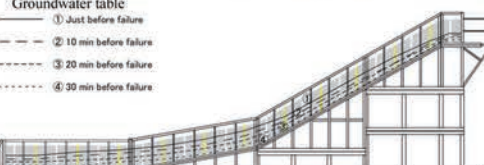


図-8 崩壊時の地下水位線とその上昇過程(崩壊直前から30分)

模型実験結果概要

Table 1. 盛土の物理特性

Parameters	Values
1 初期乾燥密度	1.37(g/cm ³)
2 初期飽和度	40%
3 土粒子密度	2.69(g/cm ³)
4 均等係数, U _c	3.689
5 浸透度 D20 (Cragg relation)	0.2284
6 飽和浸透係数	2.71×10 ⁻⁵ (cm/sec)
7 水分分圧試験タイプ	Multi step type

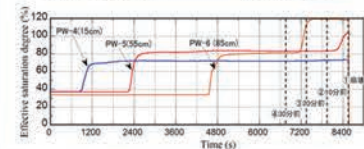


図-5 土水分量の時系列変化例(斜面中央部)

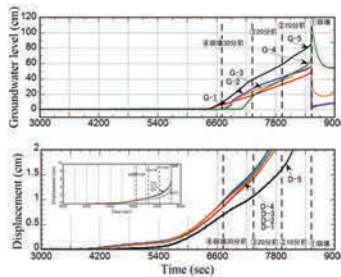


図-6 地下水と地表面変位の時系列変化
上: 斜面部の地下水位, 下: 斜面部の地表面変位

模型実験に対する浸透流解析

ここでは、前項で行った模型実験を用いて、降雨強度を変えた浸透流解析を行った。ここでは、崩壊時の地下水位を**限界地下水位**(図-8)として定義し、今後の解析では、この地下水位分布にならなれば崩壊すると仮定する。

解析における初期条件は、Table1を参考にした。また、水理境界条件は、図-9に示す条件で行った。降雨条件は、つぎのようである。

Case A: 時間雨量30mm/hr 1440秒まで一定
Case B: 時間雨量100mm/hr 840秒まで一定

考察: 100mm/hrと30mm/hrを比較すると、
・100mm/hrの場合は、地下水位の上昇速度が数倍早い。
・100mm/hrの場合は、斜面での流速も数倍速くなる。
→このことは、崩壊に対してどんな影響を及ぼすのか?

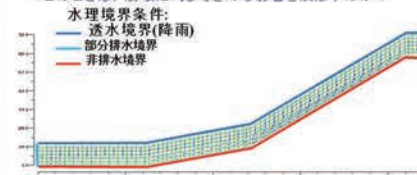


図-9 浸透流解析の水理境界条件
初期条件は、盛土の物理特性を参照
(A) 時間降雨=30mm/hr (B) 時間降雨=100mm/hr

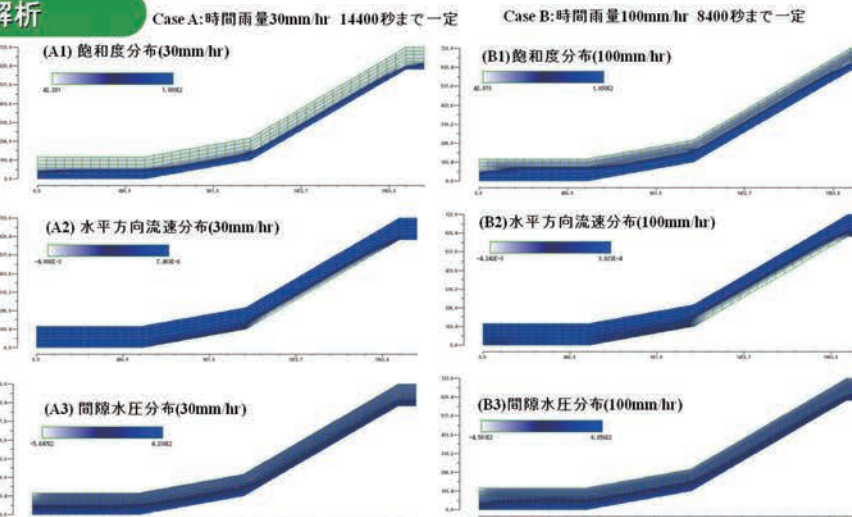


図-10 時間雨量30mm/hrと100mm/hrの時の飽和度分布、水平方向流速分布と間隙水圧分布を示す。

斜面不安定化と危険度評価への応用

斜面の不安定化を評価するために、ここでは斜面の地下水の存在に注目した。大型模型斜面崩壊実験より明らかになった崩壊時の地下水位を**限界地下水位**(図-11参照)として定義し、この特定の斜面では、この水位に達したら崩壊すると仮定した。その後、図-9の条件のもと、時間雨量を、20、40、60、80、100 mm/hrに変えて、それぞれ一定の降雨を限界地下水位になるまで計算を行った。その5ケースの地下水位発生時刻と限界地下水位到達時刻をプロットしたものを、図-12に計算結果を示す。

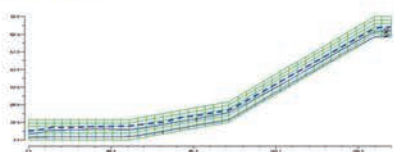


図-11 崩壊実験結果から得た限界地下水位(図-8参照)

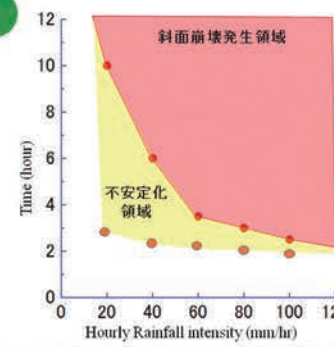
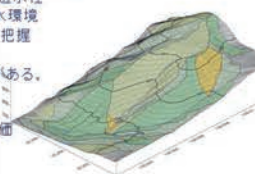


図-12 限界地下水位を利用した不安定化領域判別図

図-12に、時間雨量強度と時間とのグラフに、不安定化領域と崩壊発生領域を示した。
この図より、透水性のよい砂質土の斜面においては、
・時間雨量20、40mm/hrでは、不安定化領域一次
・時間雨量60mm/hr以上、不安定化領域一次
これらの結果では、降雨強度が強い場合には、地下水位の上昇速度が速く、短い時間で崩壊に至ることがわかる。
これは強い降雨の場合、避難までの猶予時間が短いことを示す

ただし、地下水位の上昇に関しては、
・斜面内の地盤構造と透水性
・3次元地盤構造と集水環境
・限界地下水位形状の把握
・降雨パターン
の影響を考慮する必要がある。

今後、これらを考慮した豪雨時の斜面危険度評価を確立していく。

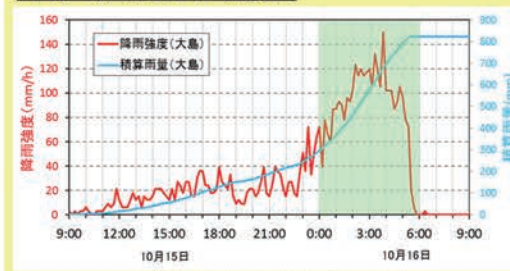


平成25年台風26号 伊豆大島災害における高校生への防災情報の伝達状況

水・土砂防災研究ユニット 高橋尚也・三隅良平

【概要】 2013年10月11日03時にマリアナ諸島付近で発生した台風第26号は、発達しながら日本の南海上を北上し、大型で強い勢力のまま、16日明け方に暴風域を伴って関東地方沿岸に接近した。東京都大島町の10月14日から16日までの総降水量は824.0mmに達し、三原山の外輪山中腹が崩落して、土石流が発生した。土石流は西に向かって沢に沿うように河口部まで流れた。この土石流は、元町神達地区や元町三丁目といった集落を飲み込みこんだ。死者36名(男性16名、女性20名)、行方不明者3名の人的被害が発生したほか、全壊・半壊・一部損壊等を含めて住家203棟、非住家182棟の建物被害が発生した(平成26年1月20日現在)。

1. 降雨の状況

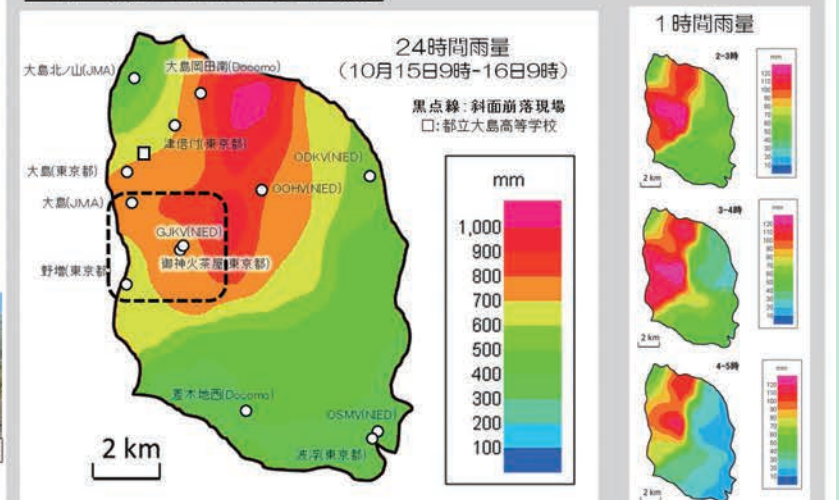


アメダス大島における降雨強度と積算雨量

日時刻	警報・現象
2013年10月11日	マリアナ諸島付近で台風26号が発生
10月14日	大型で非常に強い台風が発達し、北上
10月15日	
17:30	大島町に大雨洪水警報発表
18:00	大島町に土砂災害警戒情報発表
10月16日	
0:30	神津島町 避難勧告発令
1:45	大島町 降り始めからの降雨量400mm
2:30	記録的短時間大雨情報発表
2:40	元町地区の住民から「家の中に泥が流れ込んできた」と害に通報
3:00	神津島町1階が土砂で埋まり、宿泊客は2階に避難との通報
3:20	大島町 避難指示
3:47	記録的短時間大雨情報発表
4:50	記録的短時間大雨情報発表
9:00	3名の遺体を発見との通報

台風26号に伴う大島町に関する時系列

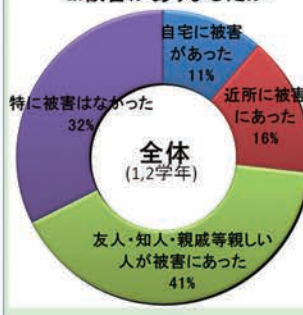
2. 雨量分布の復元



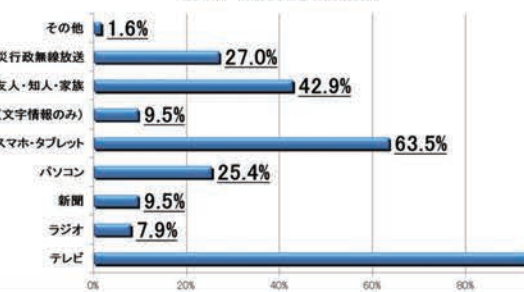
13箇所の雨量観測所のデータを収集し、気象庁合成レーダー雨量計データをBrandes(1975)の方法で合成することにより、雨量を復元した。24時間雨量は局所的に1000mmを超えている(ただし約10%の誤差を含む)。また10月16日2時から5時にかけて、局所的に1時間120mmの雨が降ったと推定される。

3. 東京都立大島高等学校へのアンケート調査結果

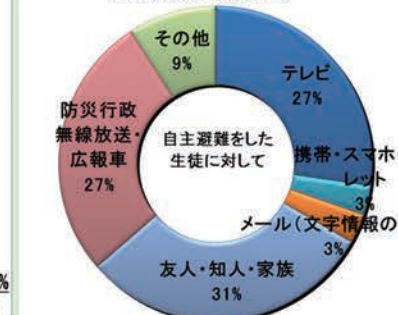
Q.被害がありましたか



Q.今回の台風26号では、どんな方法で気象情報を知っていましたか(全体 63名 複数回答)



Q.避難のきっかけとなったのはどんな情報でしたか(全体 22名 複数回答)



東京都立大島高等学校1年生34名、2年生29名の計63名に対して防災意識を調査するためにアンケート調査を実施した(学年は平成25年度調査時)。アンケートの結果から大島高校の生徒たちの70%が何らかの被害を受けており、また防災情報を知るのに利用していた情報源はテレビが最も多く(93.7%)、2番目には「携帯・スマホ・タブレット」が多かった(63.5%)。一方で、高校生が避難のきっかけにした情報は「友人・知人・家族」、「テレビ」、「防災行政無線放送・広報車」から得た情報が多く、「携帯・スマホ・タブレット」という回答はほとんどなかった。

防災情報の認知について「特別警報」が1年生(50%)、2年生(69%)。「防災行政無線放送」が1年生(35.3%)で、2年生(55.2%)であった。1学年と2学年との防災情報の認知度の増加として考えられるのは、大島高校では年4回防災訓練を実施していることがあげられる。訓練の内容は噴火や地震を想定しているとのことであった(大島高校教諭へのヒアリングより)。防災訓練を通して防災知識を身に着けたものと推測することができる。

今回の調査では、携帯・スマホ・タブレットといった新しい情報収集媒体が若い世代にとっての防災情報取得のためのツールになっていることがわかった。これらの媒体を通しての防災情報提供の在り方についてもさらに検討していく必要がある。また、住民が自主的に避難行動が取れるような地域性を考慮した避難基準や防災訓練も必要であると考えられる。

参考文献: 気象庁:平成25年台風第26号、東京都大島町関係の気象情報、東京管区気象台HP、東京都:東京都防災ホームページ、防災大島(Twitter)、大島支庁:島内の被害状況について、消防庁:災害情報一覧2013年(平成25年)、日本経済新聞(10月16日)、産経ニュース(10月17日)、時事ドットコム(10月17日)、SANKEI EXPRESS(10月23日)

極端気象に強い都市創り(TOMACS)

水・土砂防災研究ユニット 中谷剛 (気象研究所・東洋大学・国土技術政策総合研究所・日本気象協会ほか)

研究の背景と目的

「社会システム改革と研究開発の一体的推進」(科学技術振興機構／文部科学省)は、温室効果ガスを削減すると同時に、削減だけでは今後避けられない温暖化の影響に適応するため、気候変動の適応策や緩和策実施の基礎となる要素技術を開発し、それらを組み合わせて社会システムの中で実証すると共に、気候変動に対応した新たな社会を先取りした都市・地域を形成するための社会システム改革を行うことを目的としたプログラムです。

本研究プロジェクト「気候変動に伴う極端気象に強い都市づくり(TOMACS)」(2010年～2014年)は、上記のプログラムのひとつとして、2010年度に先導的創造科学技術開発費(旧科学技術戦略推進費)として採択されました。この研究プロジェクトは、気候変動により増加が懸念される極端気象(局所的な豪雨、突風等)による災害を軽減するため、首都圏に構築した稠密気象観測網で得られた観測データからその発生プロセスを解明するとともに、早期検知・予測システムを開発し、関係府省・地方公共団体・民間企業・住民への情報提供を試みることを目的としています。

この研究プロジェクトは、「稠密観測による極端気象のメカニズム解明」、「極端気象の監視・予測システムの開発」および「極端気象に強い都市創り社会実験」の3つの研究課題から構成されており(図1)、それぞれの課題について、気象庁気象研究所、防災科学技術研究所そして東洋大学が担当しています。全体では25以上の研究機関と100名を超える研究者、自治体の防災担当者が参画し、防災科学技術研究所が代表研究機関として全体を統括しています。

社会実験

この研究プロジェクトの特徴のひとつに社会実験があります。社会実験は、開発した監視・予測システムの定着や高度な気象情報の継続的な利用を可能にすること、また社会実験の過程で明らかになった諸問題・課題を議論し、関係府省庁、地方自治体、一般住民等に向け、極端気象に強い都市創りの提言としてとりまとめることを主な目的としています。人命救助、危機管理、社会基盤、そして教育・生活の4つの防災分野について、自治体、民間企業及び大学等との協力によって社会実験に取り組み、それぞれの分野で成果を挙げてきました。



研究プロジェクトの国際化(TOMACS/RDP)

「気候変動に伴う極端気象に強い都市づくり(TOMACS)」は、世界気象機関(WMO)大気科学委員会(CAS)のプログラムとして設立された世界天気研究計画(WWRP)の研究開発プロジェクト(2013.7～2016.6)として承認され、最先端の研究プロジェクトであるとの認知を得ました。昨年に続き第2回TOMACS/RDP国際ワークショップを2014年11月26日～27日に東京ビックサイトで開催し、アメリカ、カナダ、ドイツ、フランス、韓国、ブラジルの研究者を含む74名の参加者によって活発な議論を行いました。

人口・資産が集中した首都圏を対象に稠密な気象観測データが蓄積されている例は国際的にも極めて少なく、これらの観測データを海外の研究者にも提供することで、世界中で起きている極端気象災害に関する研究に貢献することが期待されています。

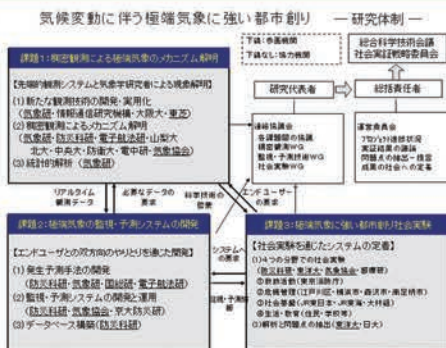


図1 研究課題と体制



図2 公開シンポジウム
「最先端レーダ情報を社会に活かす」(2014年)



図3 社会実験の分野

表1 社会実験の課題

人命救助	●局地的大雨等の情報収集手段を開発し水防活動に活用する(東京消防庁)
危機管理	●豪雨情報等を区民にわかりやすく提供する手段の検討(江戸川区) ●親水拠点の安全管理を高度化(横浜市) ●浸水範囲や浸水深をリアルタイムで予測するシステム開発(藤沢市) ●防災行政無線放送および土砂災害警報システムへの活用(南足柄市)
社会基盤	●鉄道運行の安全性向上や、列車運転規制への適用を検討する(JR東日本・JR東海) ●建築現場の安全管理への適用性と課題を明確にする(大林組)
教育生活	●防災・環境教育を実践する(都環研・日本気象予報士会) ●短時間予測システムの予測結果を住民に伝達する(東洋大学)



図4 第2回TOMACS/RDP国際WS(2014年)

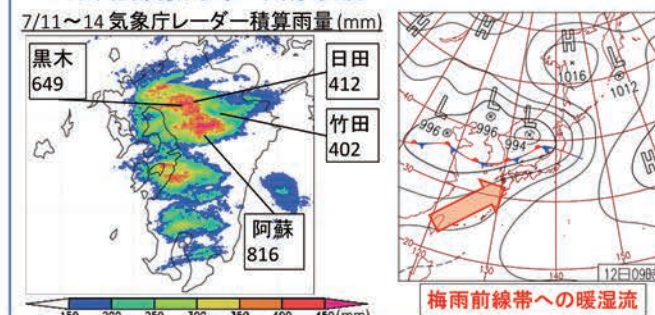
将来の梅雨末期の豪雨—平成24年九州北部豪雨を例にして

水・土砂防災研究ユニット 飯塚 聡

概要

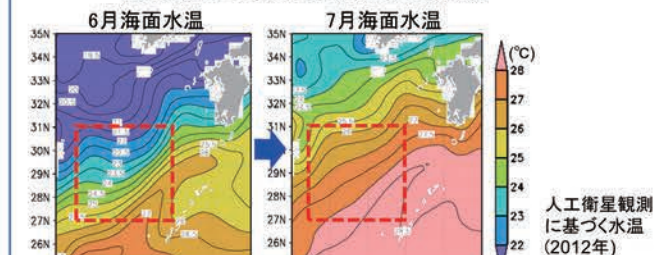
平成24年7月に起きた九州北部豪雨では、犠牲者30名、負傷者27名の他、建物被害(全壊363棟、半壊1500棟)、浸水被害(床上3298棟、床下9308棟)の甚大な被害が生じました。一方、近年の温暖化に伴う海水温の上昇は、東シナ海のような縁辺海で急速に進んでいることが報告されています。ここでは、「平成24年九州北部豪雨」を例に、今後地球温暖化が進行するに伴い起こりうる梅雨末期の豪雨の変化について調べた研究結果を紹介します。

1. 九州北部豪雨時の気象状況



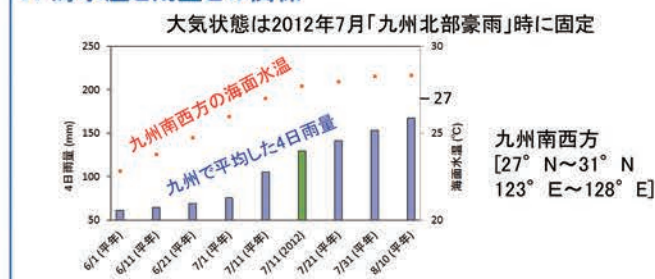
3. 梅雨末期に豪雨が起きる要因

- ✓大気場の季節変化(従来の考え方)
- ✓海水温の季節変化(新たな仮説)



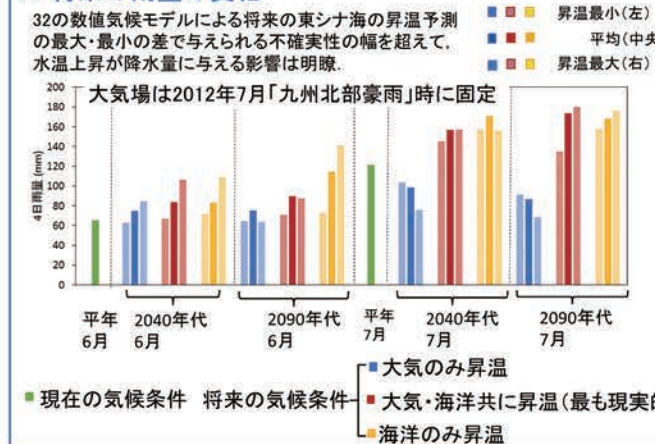
- 水深の浅い東シナ海での海水温は著しい季節変化を示す。
- 九州南西方で6月から7月にかけて3～4°Cの水温上昇。

5. 海水温と雨量との関係



- ✓雨量が海面水温の季節的上昇に応じて増加！
- ✓特に27°Cを超えると増加が顕著。

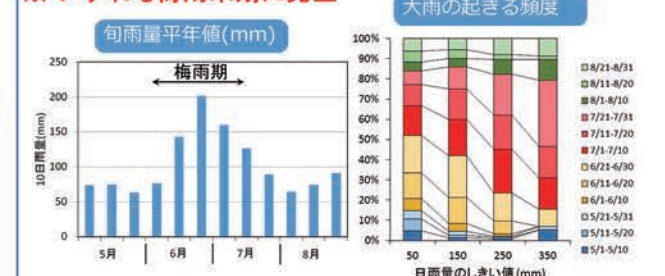
7. 将来の雨量の変化



2. 九州における歴史的豪雨災害の発生時期

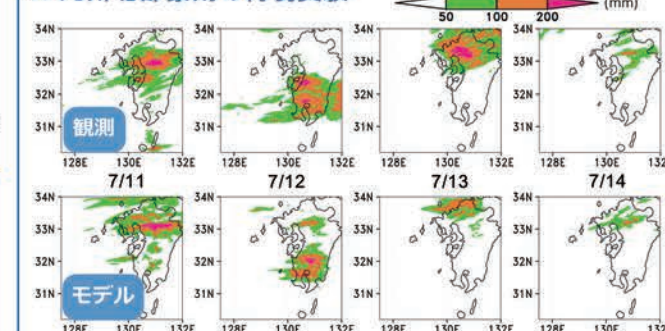
- 諫早豪雨:1957年7月25～28日
- 九州北部梅雨明け:7月29日
- 長崎豪雨:1982年7月23～25日
- 九州北部梅雨明け:7月27日
- 九州北部豪雨:2012年7月11～14日
- 九州北部梅雨明け:7月23日

※ いずれも梅雨末期に発生



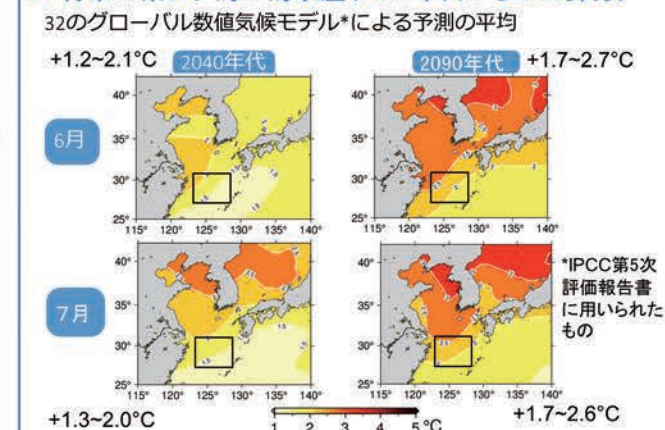
- ✓九州西部では、雨量のピークは6月下旬。
- ✓大雨の頻度は7月下旬にピークを示す。

4. 九州北部豪雨の再現実験



✓数値モデルは観測を良く再現！

6. 将来の東シナ海の海水温(1990年代からの上昇分)



結論:地球温暖化に伴う東シナ海の水温上昇は、梅雨末期の集中豪雨を一層増大させる可能性が示唆されることから、海水温の変化を注視する必要がある。

謝辞:本研究は、新学術研究「気候系のHot Spot」において行われた長崎大学、東京大学、東北大学、海洋研究開発機構との共同研究成果である

大型降雨実験施設 ～ゲリラ豪雨の再現～

水・土砂防災研究ユニット 石澤友浩

①「大型降雨実験施設」は自然降雨に類似した状況を再現できます！

当研究所の「**大型降雨実験施設**」は、豪雨を原因とする自然災害の防止・軽減を図ることを主たる目的として建設され、1974年に運用を開始しました。

この施設は、**自然降雨に近い状態を再現できる世界最大の規模・能力を有する散水装置**です。当施設を利用して、土砂崩壊、土壌侵食、洪水現象の解明やレーダ等のセンサ開発等の防災に関する基礎的・応用的研究が行われています。



（独）防災科学技術研究所 本所（つくば市） 全量

②「ゲリラ豪雨」対応型へ施設改修 短時間での局地的豪雨の再現！

近年、ゲリラ豪雨（突発的に起こる局地的な大雨）と呼ばれる短時間での強い雨が多大な被害を及ぼしています。そこで、**短時間での雨の強さと雨滴の大きさを再現するために、既存のシステムを以下のように改良しました。**

	10分当たりの雨量	1時間当たりの雨量	最大雨滴粒径
改修前	33 mm/10min.	200 mm/h	2.2 mm
改修後	50 (mm/10min.)	300 mm/h	6 mm程度

●日本の降雨観測記録
・10分間当たりの雨量：新潟県阿賀町（50.0mm/10min.）、2011/07/26
・1時間あたりの雨量：長崎県長門町（187.0mm/h）、1982/07/23

●雨量強度・雨滴粒径の拡大以外にも散水性能が向上しました。
・4種類の降雨用ノズルを新しい方式へ変更
・降雨用送水ポンプ及び配管類等の交換
・様々な降雨記録に対応できるプログラム運転機能
・降雨停止時の排水システム
・雨量計測システム等も整備

改修後のシステムでは、**実際の雨のように短時間で雨量強度が変化する連続した降雨状況を再現することが可能になりました。**

③実際の降雨観測記録の再現！

改修後に、**短時間で降雨強度が幾度も変化する条件**での散水性能を検証するため、**2014年8月広島市で土砂災害や河川氾濫等を引き起こし多大な被害を及ぼした局所的な短時間の豪雨を再現**することを試みました。

●2014年8月広島市で土砂災害や河川氾濫等を引き起こし多大な被害を及ぼした局所的な短時間の豪雨を再現！（設定した降雨強度は、2014年8月20日1時40分～4時20分の10分間毎の降雨記録（広島県三入）を参考にしました。）

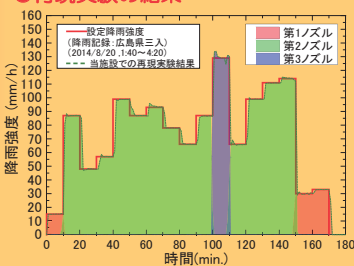


（参照：防災科研 <http://www.bosai.go.jp/>「背景地図は地理院地図を使用」）



（参照：アジア航測株式会社 <http://www.ajiko.co.jp/>）

●再現実験の結果



10分毎に雨量強度を変化させながら散水を行うことで、観測された短時間での雨量強度の変化をほぼ正確に再現。

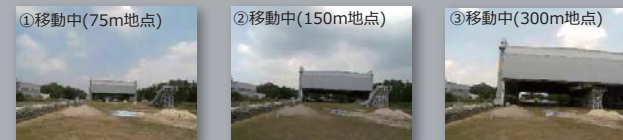
●特徴1.世界最大の散水面積・散水能力

噴射径の異なる4種類のノズル（2176個）から最大で約3000m²の範囲に散水ができるため、実大規模の模型斜面で崩壊実験が可能です。



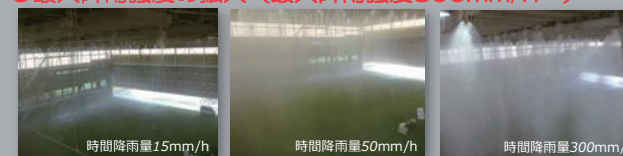
●特徴2.移動降雨装置

最長375mの実験ゾーンを大きな建屋が1m/分の速さで移動が可能のため、散水実験と模型製作が同時並行で実行できます。



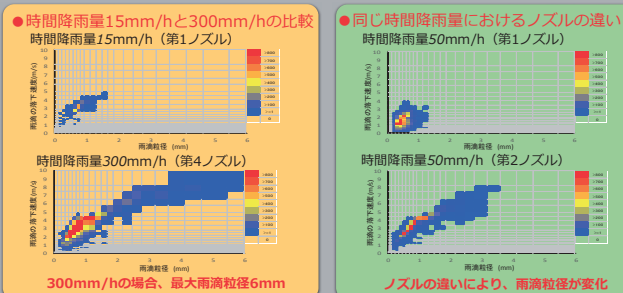
●特徴3.降雨の自然落下速度の再現（地上から降雨ノズルまでの高さ16 mあるため、自然の雨と同じ落下速度（終端速度）の状態を再現できます。
●特徴4.システムの自動化（散水制御は自動化されており、オペレータ1人で操作が可能です。また、移動降雨装置内の2階実験室で操作できるため、安全性が高いです。）

●最大降雨強度の拡大（最大降雨強度300mm/hへ）



●最大雨滴の拡大（最大雨滴粒径6mmへ）

●1分間当たりの雨滴粒径と落下速度の計測結果



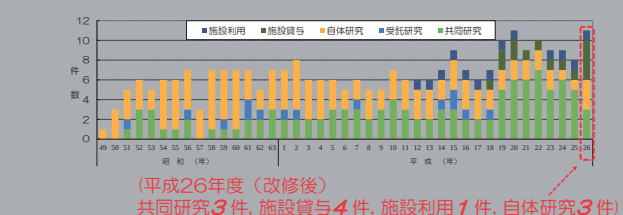
④施設の利用

今回の改良工事により、短時間で降雨強度が変化する降雨状況など、**自然に近い降雨条件が再現**できるようになりました。

今後、**当施設でしかできない実験から新たな防災・減災技術が開発されることが期待されます。**

当施設は一般共用施設として公開しています。国の機関、大学、公団、地方自治体、民間の会社の方もこの施設を利用することができます。

●これまでの大型降雨実験施設の利用件数（研究種別毎）の推移



【問い合わせ先】

- 住所：〒305-0006 つくば市天王台3-1（独）防災科学技術研究所 大型降雨実験施設 運営担当者宛
- e-mail: lrs-nied@bosai.go.jp
- URL: <http://www.bosai.go.jp/study/inspect/facilities/rain.html>

地震ハザードステーション

社会防災システム研究領域 災害リスク研究ユニット



地震ハザードステーションJ-SHIS (Japan Seismic Hazard Information Station) は、地震防災に資することを目的として、日本全国の「地震ハザードの共通情報基盤」として活用されることを目指して作られたWebサービスである（<http://www.j-shis.bosai.go.jp>）。J-SHISは地震調査研究推進本部が公表する全国地震動予測地図および関連する情報をわかりやすく提供するプラットフォームとして開発され、2005年5月より運用を開始した。地震動予測地図が約250mメッシュで表示されることに伴い、Web GIS の技術を取り入れた新システムに移行し、2009年7月より運用を行っている。現在の J-SHIS システムは、地震動予測地図の閲覧システムである J-SHIS Map の他に、ポータルサイトの J-SHIS Portal、アプリケーション開発者向けのサービスである J-SHIS API など構成されている。ここでは、J-SHIS Map の機能について紹介する

1. J-SHIS Mapの概要

J-SHIS Map では、地震ハザードに関する各種情報を地図上に表示させることができる。なお、2014年6月より、地理院地図を背景地図としている。Googleマップを背景地図とする場合は表示させる地図を切り替える必要がある。



J-SHIS Mapのトップページ

地震動予測地図には、「確率論的地震動予測地図」と「震源断層を特定した地震動予測地図」（想定地震地図）の2種類の地図がある。

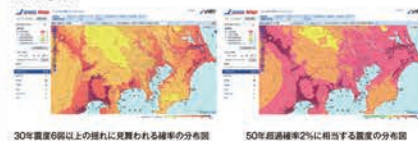
J-SHIS Map の情報は、8つのタブにまとめられており、タブを切り替えることでそれぞれの地図を表示させることができる。

以下、それぞれのタブの概要を示す。

2. 確率論的地震動予測地図の表示機能

2.1 確率論的地震動予測地図

「確率論的地震動予測地図」のタブでは、今後30年以内に震度5弱、5強、6弱、6強以上の揺れに見舞われる確率の分布図や今後50年以内に超過確率2%、5%、10%、39%に相当する震度や工学的基礎での最大速度などの分布図を表示させることができる。



30年震度6以上の揺れに見舞われる確率の分布図 50年超過確率2%に相当する震度の分布図 確率論的地震動予測地図の表示例

地図を拡大してメッシュを特定し、ハザードカーブを表示させることができる。

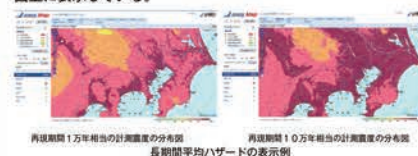


ハザードカーブの表示例

全ての地震を考慮して表示させる以外に、地震カテゴリー別（2.3参照）にも表示させることができる。

2.2 長期間平均ハザード

「長期間平均ハザード」のタブでは、再現期間500年、1000年、5000年、1万年、5万年、10万年に相当する計測震度を地図上に表示している。



再現期間10万年相当の計測震度の分布図 再現期間100万年相当の計測震度の分布図 長期間平均ハザードの表示例

この地図は東日本大震災以降に追加されたもので、非常に長期間の確率論的地震動予測地図を作成し、これを長期間の平均像としての確率論的地震動予測地図と位置づけることにより、

低頻度の地震による地震動ハザードがより捉えられやすくなることを示した。

2.3 地震カテゴリー別地図

確率論的地震動予測地図では、考慮している全ての地震をカテゴリーⅠ、Ⅱ、Ⅲの3つのタイプに分類している。

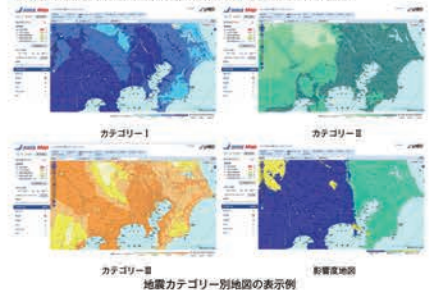
カテゴリーⅠは「海溝型地震のうち震源断層を特定できる地震」で、震源断層が大規模で、広い範囲で強い揺れが生じる。

カテゴリーⅡは「海溝型地震のうち震源断層を特定しにくい地震」で、発生頻度が比較的高くなるのが特徴である。

カテゴリーⅢは「活断層など陸域と海域の浅い地震」で、個々の地震の発生頻度は低いが、多くの震源断層を予め特定しにくい地震を含む。

「地震カテゴリー別地図」のタブでは、各カテゴリーごとに震度5弱、5強、6弱、6強以上の揺れに見舞われる確率を四分位で表示している。

また、各メッシュでのタイプの地震の影響が一番大きいことを示すために影響度地図を表示させることができる。

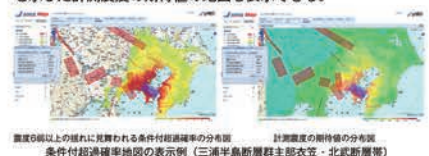


カテゴリーⅠ カテゴリーⅡ カテゴリーⅢ 地震カテゴリー別地図の表示例

これらの地図により、ある地域でどのタイプの地震に備えるべきかを大まかに知ることができる。

2.4 条件付超過確率地図

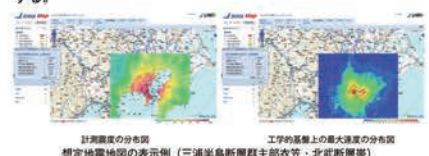
「条件付超過確率地図」タブでは、断層を1つ指定し、その断層で想定した地震が発生した場合に、震度5弱、5強、6弱、6強以上の揺れに見舞われる確率の分布図を表示する。また、想定した地震が発生した場合に予測される震度の平均値の分布を示した計測震度の期待値の地図も表示できる。



震度5弱以上の揺れに見舞われる条件付超過確率の分布図 計測震度の期待値の分布図 条件付超過確率地図の表示例（三浦半島断層群主部衣笠・北武断層群）

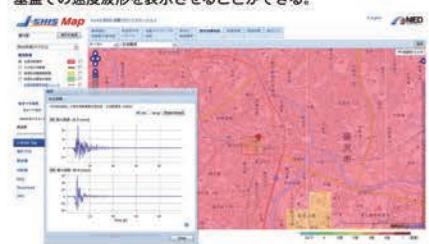
3. 想定地震地図の表示機能

「想定地震地図」のタブでは、断層を1つ指定し、その断層で想定した地震が発生した場合の揺れの大きさを地図上に表示する。



計測震度の分布図 工学的基礎上の最大速度の分布図 想定地震地図の表示例（三浦半島断層群主部衣笠・北武断層群）

地図を拡大し、メッシュを特定すると、そのメッシュの工学的基礎での速度波形を表示させることができる。



波形の表示例（三浦半島断層群主部衣笠・北武断層群）

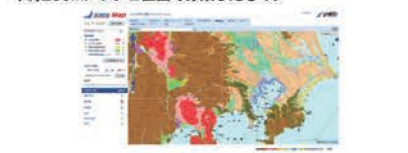
さらに、この波形データをダウンロードする機能もある。

4. 地下構造モデルの表示機能

4.1 表層地盤

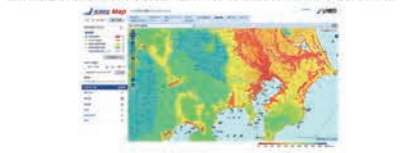
「表層地盤」タブでは、微地形区分、30m平均S波速度、表層地盤増幅率の3種類の地図を表示させることができる。

微地形区分は、日本全国の地形・地盤を統一的手法により約250mメッシュ区画で分類したもの。



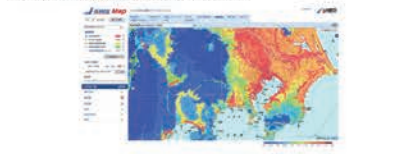
微地形区分の地図の表示例

30m平均S波速度は、微地形区分から算出した、地表から深さ30mまでの平均S波速度(AVS30)の分布を示したものの。



30m平均S波速度の地図の表示例

表層地盤増幅率は、AVS30から算出される地盤増幅率（最大速度増幅率）の分布を示したものの。

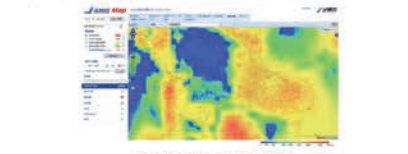


表層地盤増幅率の地図の表示例

これらは、確率論的地震動予測地図、震源断層を特定した地震動予測地図の両方で用いられているものである。

4.2 深部地盤

「深部地盤」タブでは、強震動予測のために作成した、地震基盤から工学的基盤に至るまでの全国の三次元深部地盤モデルを層ごとに境界上面深さ、または標高で地図上に表示させることができる。



地震基盤面深さの分布図の表示例

地図を拡大してメッシュを特定した場合は、そのメッシュに関する深部地盤構造を表示する。



特定メッシュでの深部地盤構造の表示例

5. 被災人口の表示機能

条件付超過確率地図や想定地震地図のデータと人口データを組み合わせ、「被災人口」のタブでは、断層を1つ指定し、その断層で想定した地震が発生した場合に、ある強さ以上の揺れに曝される人口(震度曝露人口)の分布を表示する。また、関連する統計情報の表示させることができる。



被災人口の表示例（三浦半島断層群主部衣笠・北武断層群）

地震ハザード情報の多様な提供手法の開発

社会防災システム研究領域 災害リスク研究ユニット

地震ハザードステーション J-SHIS では、防災に取り組む様々な主体に対応した情報提供を行っています



J-SHIS 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 の公式スマートフォンアプリケーションです。

本アプリでは J-SHIS の一部を手軽にスマートフォンで使えます。全国地震動予測地図を Google Maps 上に表示する従来の機能に加え、端末の位置情報を利用して現在の揺れやすさや近くの震源断層、地震ハザード情報など様々なデータを参照できます。

もしゆれ

もしゆれはハザード情報を元に現在の地震被害を想像するアプリです。

カメラで撮影した自分や周囲の風景写真。見慣れたものが地震の時にはどうなるか。ハザードの情報を一瞬に具体的な被害を学び、そのために自分自身にできることを今すぐに備えるためのアプリです。

ゆれビル

ゆれビルは、長周期地震動に関する情報の提供を行うことにより、地震防災に役立つことを目的としたアプリです。

長周期地震動は、大きな建物に対して揺れを生じさせ、たとえ震源から遠く離れた地域であってもその影響を受けることがあります。アプリでは、長周期地震動による揺れに見舞われた建物内の揺れや室内の様子、地震波の伝播の様子を学ぶことができます。

【ハザード関連情報入手ニーズ別一覧表】

地震ハザード関連情報についてのニーズ	解決法としてのツール・サービス
地震ハザード情報を知りたい、検索したい、閲覧したい	J-SHIS マップ
シナリオ地震の波形を入手したい	J-SHIS マップ 波形表示ツール
オンライン上で特定の地域について議論したい	J-SHIS マップ URL 生成機能
元となった地盤データの参照地質柱状図を知りたい	ジオ・ステーション
元となった断層評価についての詳細を知りたい	地震本部 長期評価ページ
最近揺れた地域の J-SHIS での評価を比較閲覧したい	J-RISQ
地震ハザード情報を利用する際の注意点をしたい	J-SHIS ポータル
J-SHIS についての不明点を問い合わせたい	J-SHIS ポータル お問い合わせ
データを利用した Web サービスやアプリを作りたい	J-SHIS Web API
API でできることや取得可能なデータを知りたい	J-SHIS Web API URL ビルダー
スマートフォン端末で閲覧したい	J-SHIS アプリ
加工して再評価する等、独自モデルを作りたい	J-SHIS データ
長周期地震動について知りたい	ゆれビル
年度やバージョンの異なる地図を比較したい	J-SHIS ラボ 地図比較機能
自分に関係のある場所の地点データを一覧で知りたい	地震ハザードカルテ

日本全国を対象とした津波ハザード評価の取り組み

社会防災システム研究領域 災害リスク研究ユニット 津波ハザード研究グループ

(要約) 防災科学技術研究所では 2012 年 4 月から全国を概観した確率論的津波ハザード評価の研究に取り組んでいる。ここでは、確率論的津波ハザード評価の概要について日本海溝での津波ハザードを例に説明する。確率論的津波ハザード評価の方法の概要は以下の通り；(I) 将来発生し得るすべての地震を対象としその発生確率を考慮し、(II) (I) のすべての地震津波に対してあらかじめ定められたルールに基づき簡素化した特性化断層モデル群を設定し、(III) 最小 50m メッシュサイズの陸上・海底地形データを用いて、(IV) 津波初期水位を計算のうえ、陸側は遡上境界条件、海側は完全透過条件を課し、海底摩擦項、移流項、全水深項を含む非線形長波理論を差分法で解き、数千通りの津波予測計算を実施、(V) 津波予測計算結果の不確実性を不均衡の不確実性を考慮した確率論的手法を用いて、沿岸津波高を対象としたハザード評価を実施する。このポスターでは我々の取り組みを日本海溝沿いで発生し得るすべての地震を対象とした確率論的津波ハザード評価の試作版を例に紹介する。



(I) 津波発生可能性の評価 (Evaluation of possible tsunami sources)

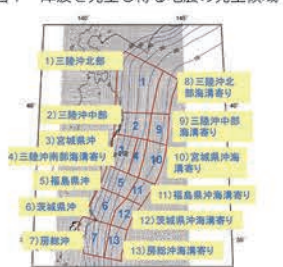
地震調査研究推進本部長期評価部会の長期評価を参考に、日本海溝周辺で発生し得る地震を 7 つの型に分類する。地震発生モデルには認識論的不確実性 (Epistemic Uncertainty) が存在すると仮定し、「BPT モデル」と「ポアソンモデル」の 2 つを考える。BPT モデルでは長期評価で地震発生確率が推定されている場合はその値を、推定されていない場合は地震は G-R 則と定常ポアソン過程に従うとして発生確率を、設定する。他方、「ポアソンモデル」においては、長期評価に関わらず、すべての地震が G-R 則と定常ポアソン過程に従って発生するとして発生確率を設定する。

表 1 日本海溝周辺で発生し得る地震 (1) の分類、地震発生モデルと発生確率

地震の種類	定義	発生し得る地震の規模	震源を予め特定してモデル化したか否か	長期評価	平均発生間隔 (年)	最終活動時期 (年)	ばらつき	30 年発生確率		代表的な既往発生地震
								"BPT モデル"	"ポアソンモデル"	
① 三陸沖中部、宮城県沖等の単独領域の内部で起きる固有地震		7.4-8.6	特定してモデル化	あり	三陸沖中部 97	45.6	0.18	8.4%	26.6%	1969 年十勝沖地震
② 東北地方太平洋沖地震	2011 年東北地方太平洋沖地震と同じタイプの地震として将来起こり得ると長期評価された。震源域が複数の領域にわたる地震	8.0-9.1	特定してモデル化	なし	600	2.8	0.24	0.0%	4.9%	2011 年東北地方太平洋沖地震
③ 最大クラスの地震	② の「東北地方太平洋沖地震」の領域と、その割れ残りをも含む領域で発生する地震	9.0-9.4	特定してモデル化	なし	-	-	-	-	-	なし
④ その他の地震	② の「東北地方太平洋沖地震」の領域にわたる地震で、② の「東北地方太平洋沖地震」の割れ残りの領域を含む領域で発生する地震	8.0-9.2	特定してモデル化	なし	-	-	-	-	-	なし
⑤ 津波地震	海溝軸付近の深い震源域で発生する地震	M6.5-9.0	特定してモデル化	あり	100	-	-	-	25.3%	1994 年明治三陸地震
⑥ プレート内地震 (正断層型)	海溝から陸側へ次々進む海洋プレート内部で発生する地震	8.2	特定してモデル化	あり	575	-	-	-	5.1%	1933 年昭和三陸地震
⑦ 震源不特定地震	規模は小さいものの発生頻度が高く、震源を特定できない地震	7.0-8.4	特定しないモデル化	なし	-	-	-	-	-	なし

*1 津波が生じる様々な要因のうち、今回は「日本海溝周辺で生じる地震」によって発生する津波について評価する。*2 海域活断層の地震は説明されていない部分が多く、この試算では考慮していない (波源の設定方法を現在検討中)。*3 「ポアソンモデル」の 30 年発生確率 $P(t)$ は、日本付近の地震活動力タログから求めた Gutenberg-Richter の関係式から発生頻度を見積もり、次に、地震の発生が定常ポアソン過程にしたがって発生すると仮定し、次の式により求める: $P(t) = 1 - e^{-\lambda t}$ ここで、 λ は 30 年間に発生する地震の平均回数、 $t = 30$ 年、 $k = 1$ である。

図 1 津波を発生し得る地震の発生領域



(II) 特性化波源断層モデルの設定 (Construction of CEFMs for all possible earthquakes)

特性化波源断層モデル設定の主要なルールは以下の 3 つ；
(1) 地震規模 M_0 は断層面積 S でスケールされる (M_0 - S 関係式に従う)
(2) 断層すべりの不均質性は、大すべり域と背景領域の 2 段階なし、断層が海溝軸まで達している場合に超大すべり域を加えた 3 段階でも表現。
(3) 大すべり域は断層の異なる位置に複数のパターン設定。但し⑦震源不特定地震は大すべり域を断層中央 1 カ所のみに設定。

表 2 特性化断層モデル群の種別と規模別設定範囲

図 2 設定した条件に照らして断層の形

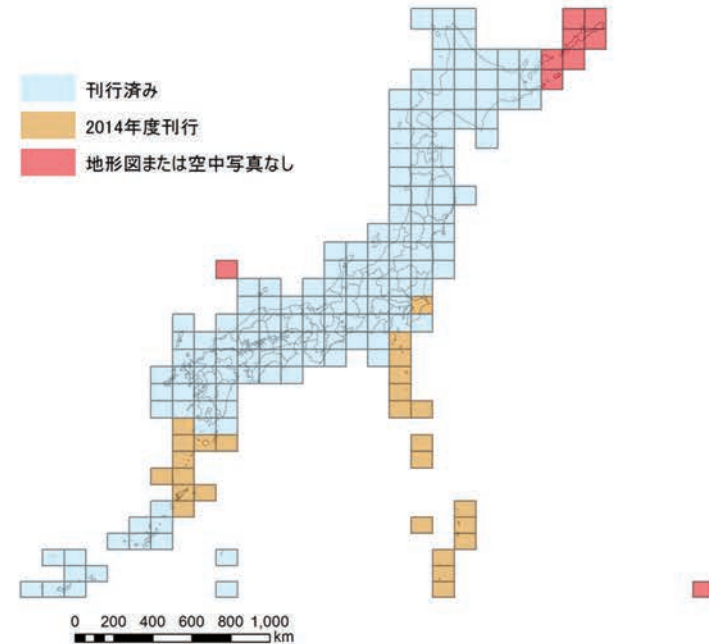
Category	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
M ₀	1.0E+16	1.0E+17	1.0E+18	1.0E+19	1.0E+20	1.0E+21	1.0E+22
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層面積 (km ²)	10	100	1000	10000	100000	1000000	10000000
断層長さ (km)	10	100	1000	10000	100000	1000000	10000000
断層幅 (km)	10	100	1000	10000	100000	1000000	10000000
断層深さ (km)	10	100	1000	10000	100000	1000000	10000000
断層傾斜 (度)	0	0	0	0	0	0	0
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (mm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (m)	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
断層すべり (cm)	0.1	0.2	0.3				

地すべり地形分布図の発展的利活用

災害リスク研究ユニット 自然災害に対するハザード・リスク評価に関する研究

地すべり地形分布図とは 地すべり地形分布図の全国刊行完了

1:40,000空中写真の実体視により幅が150m以上の規模を持つ地すべり地形を抽出し、1:50,000地形図上に形状と分布を示したマップです。大縮尺、均質な地すべり地形の予察図として、現在、対象範囲は日本全国の99%をカバーしています。これが、今年度全国刊行を完了いたしました。一度発生した「地すべり」などの斜面変動は、同じ場所やその周辺で再び変動しやすいことが知られています。したがって、どこに、どのような形の地すべり地形が存在しているのかをあらかじめ調査し、地図に示すことは防災上の基本的知見として有用です。端的に言えば、「過去に発生した大規模斜面変動の痕跡分布」といえます。その一方、「地すべり地形分布図に表示されていないからといって、その地域が斜面変動に伴う土砂災害が発生しない安全地域という意味では無い」ということにも留意が必要です。つまり、全国を俯瞰して大きな土砂災害が起こりやすい箇所を場所を示した基本図として大変な成果であるものの、実効性のある災害リスク評価を引き出すにはもう工夫が必要です。



地すべり地形分布図を用いたリスクの評価に向けてー土砂災害軽減のためには「早く知ること」「備えること」が必要ー

災害リスクの想定には**時間(いつ)・場所(どこで)・種類(どのような)・規模(どれくらい)**の要素が必要です。これらのうち、「地すべり地形分布図」によって、大規模な斜面変動が発生する場所と様式(種類と規模)の分布が分かってきました。リスク評価を高度化するためには、不足している知見を補って「次世代型地すべり地形分布図」として進化させる必要があります。

次世代型地すべり地形分布図に必要な要件

- ・**時間**: 災害がいつ発生するかを予測するのは一般的に困難なので、災害後にむき出しになる地表面内部から採取した樹木片などを用いた年代測定などによって、災害履歴を復元することがまず必要です。この調査・解析手法の改善を進めています。
- ・**場所・種類・規模**: 「地すべり地形分布図」によって、大規模な斜面変動が起こりやすい場所が明らかになりました。次は、地盤構造調査によって3次元的に斜面を理解すること、現地調査・大規模実験を実施して大規模な斜面変動をもたらした誘因(地震・降雨)を特定することが必要です。また、比較にならないほど頻度が高い土砂災害(比較的小規模な表層崩壊、土石流など)をどう表現するかを考える必要があります。

次世代型地すべり地形分布図ができると

次世代型地すべり地形分布図のキーワードは斜面変動に関する情報の4次元化です。たとえば、履歴復元によって斜面変動の発生間隔と経過時間が分かると次の発生確率を算出することができます。「早く知ること」という観点からは、次の発生が迫っている斜面にセンサーを設置したり、衛星情報などとリンクさせることで、リアルタイムリスク評価が可能です。「備える」という観点からは、地盤構造など個々の斜面の情報が増することで斜面安定性評価手法のさらなる高度化することが可能です。

このように防災科研が持つリスク情報を統合し、新たな情報を創出することで、より防災・減災に役立つ国民・自治体への情報提供を実現します。



土砂災害軽減のために防災科研ができること

「早く知ること」
観測・予測技術
「備えること」
災害に強い社会づくり
事前対策
「次世代型地すべり地形分布図」
・再生土砂リスク評価
・地盤構造の可視化
・地すべり以外の事象
「斜面安定性評価手法」
・GISを活用した解析
・実験・メカニズム解析
・現地調査と検証

災害対応の意思決定を支援する地図の作成 平成26年8月広島土石流災害

災害リスク研究ユニット 内山庄一郎・井上 公

概要 災害直後の迅速な状況把握が実現すれば、捜索や二次災害の抑止、隊員の安全確保、最適な復旧対策立案等の緊急的な災害対応の意思決定において有用である。その一つのソリューションとして平成26年8月に発生した広島市の斜面災害において「捜索支援地図」を作成し、現地対策本部に提供した。

図1 対策本部に提供した地図

UAV撮影の災害後写真に住宅地図を重ね合わせた1:1,500地図。
撮影・解析・提供までに約36時間を要した。
迅速化が課題。

手法

- ・UAV撮影: 対地高度150m、14フライト5,500枚
- ・災害前の空中写真: 2008年DMC(25枚、購入)
- ・住宅地図(災害対応用の複製・配布許可取得)
- ・地上基準点測量: GNSS (VRS)、30点

成果

- 1) SfM-MVS(写真から地形データを取得する技術)により、災害直後の写真地図を作成し、住宅地図と重ね合わせた地図を作成(図1)。
- 2) SfM-MVSにより、災害前後の写真から求めた高さデータの差分から「捜索支援地図」を作成(図3)。

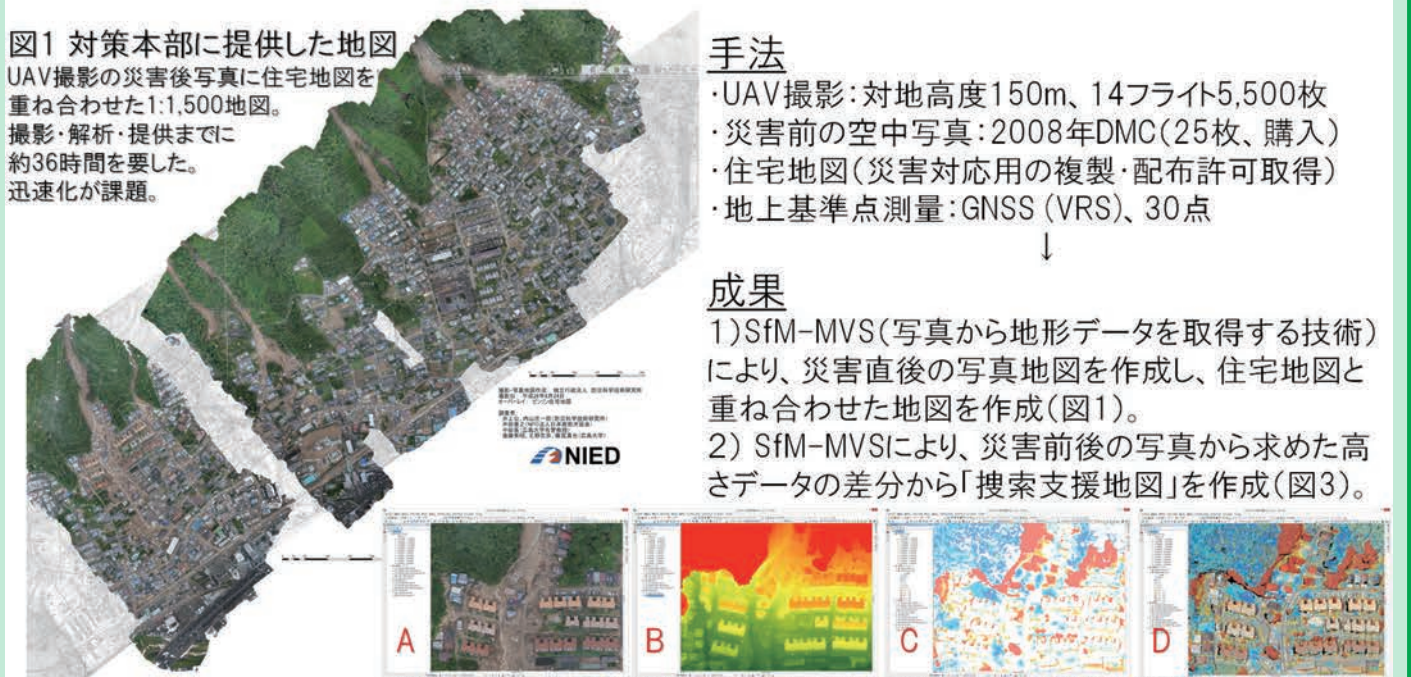


図2 A.写真データ B.高さ情報を解析 C. 災害前後の高さの差 D. 災害前空中写真との重ね合わせ例

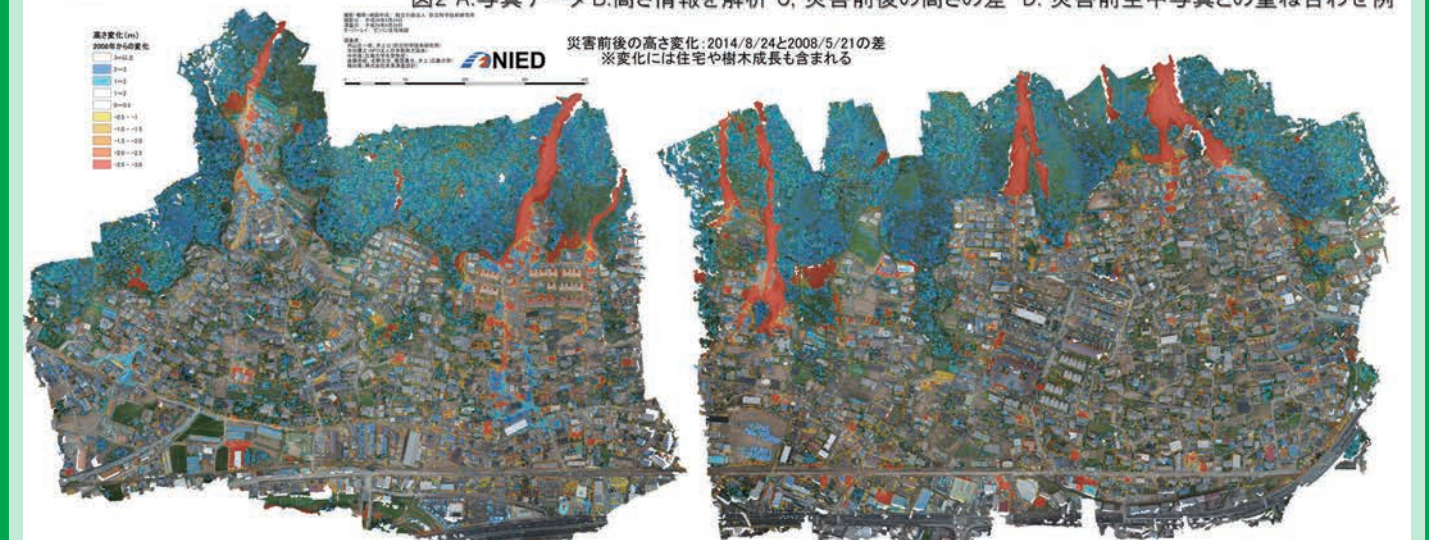


図3 捜索支援地図: 災害前後の高さデータの差(赤: マイナス(家屋流失等)、青: プラス(土砂堆積等))

地形モデルの検証

1. GNSS観測: 対象地域内でランダムに87点(2回観測)
2. 2回の差が2cm以上の点を除去
3. 2回の値を平均化
4. 分類
 - a. 検証点として利用可能
 - b. 地形変化あり
 - c. 土砂堆積あり
 - d. その他
5. AIについて観測点周囲の状態を観察し分類
 - I. 検証点として利用可能
 - II. 近傍に車等があり検証点として不適
6. IについてDSMとの差を検証
 - ・2008年空中写真地形モデル
 - ・2014年UAV地形モデル
7. 結果(図4)



図4 検証結果

まとめ

1. 迅速性の追求が必要:
 - ・この規模の場合、UAVでは非効率
 - ・写真が少ない方が劇的に有利
2. 処理の自動化・閲覧の簡略化:
 - ・撮影→処理→測量→DSM
 - ・地図上に撮影位置を示すアプリ
3. 凡例表現の在り方:
 - ・赤→青系(賛否両論)
 - ・白黒(コピー対応が必須との意見)
4. UAV安全性: いまだハイリスクなツール

「災害リスク情報の利活用」研究プロジェクト

社会防災システム研究領域 災害リスク研究ユニット

■ 災害リスクに「知(情報)」で備える

私たちの生活は、地震、津波、噴火、豪雨、地すべり、雪崩などによる自然災害の「リスク」と切り離すことができません。「災害リスク情報の利活用」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。

■ 「システム」「手法」「社会・環境」の3つの研究開発

システム

災害リスク情報を活用するための情報システム

個人・世帯、地域、民間企業、国・地方公共団体が、災害リスク情報を活用し、災害対策を適切に計画・実行できる災害対策支援システムを開発します。

- ◎災害対策支援システム(基盤システム+手法)
- ・地域防災キット
- ・防災教育支援キット
- ・ボランティアセンター運営支援キット
- ・自治体向け災害対応システム
- ・ガレキ処理管理支援システム
- ・罹災証明発行支援システム
- ・被災者見守り情報管理システム
- ・災害アーカイブシステム
- ・電子教材作成・学習支援システム

- ◎基盤システム
- ・eコミュニティプラットフォーム(eコミグループウェア、eコミマップ)
- ・デジタルコンテンツ編集システム
- ・デジタルコンテンツ集約システム
- ・相互運用eサーバー
- ・災害リスク情報クリアリングハウス

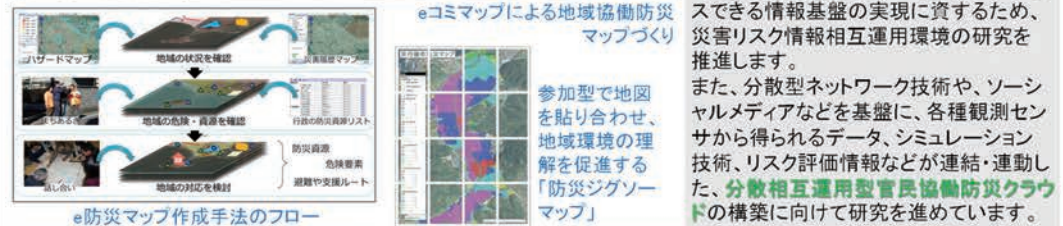
手法

リスクコミュニケーションやリスク政策の方法論

社会全体の防災力を高めるため、マルチハザード(様々な自然災害)に対応したリスクコミュニケーション手法、長期・広域リスク評価・リスク政策及び総合的な社会科学の知見を活かした災害リスクガバナンスの実践・確立手法を提案します。

■ 地域との実践的な協働と災害時の対応

開発したシステムはオープンソースで一般に公開し、社会への還元を重視しています。また、全国の様々な地域と連携し、防災の現場での実践的な取り組みと協働で研究開発を行っています。災害時には、開発したシステムと手法を提供し、災害対応の現場での活用を支援するとともに、その有効性を評価検証し、さらなる改良や新しい研究開発に発展させています。



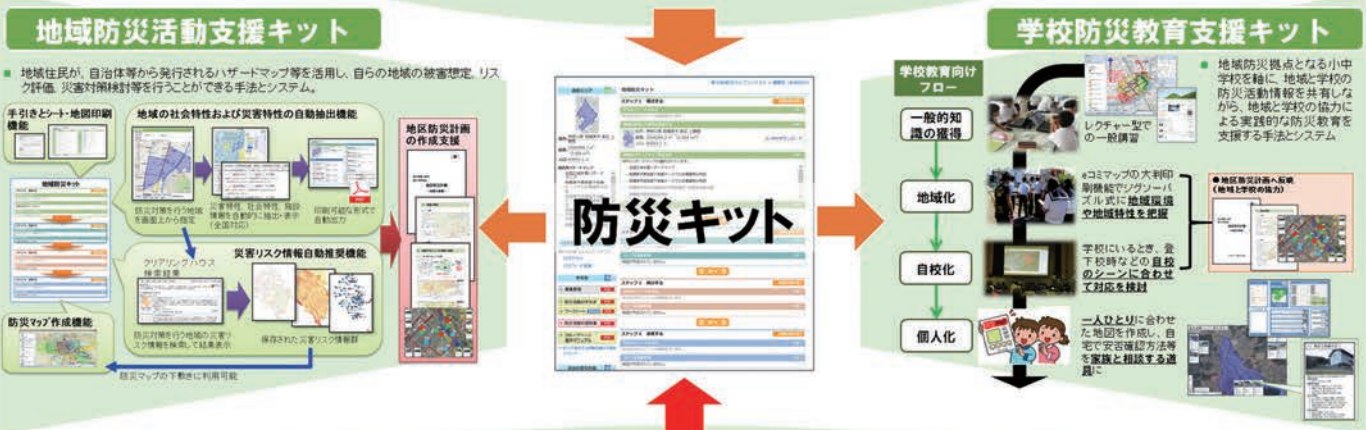
地域の事前防災における利活用システム

社会防災システム研究領域 災害リスク研究ユニット

事前防災手法の高度化



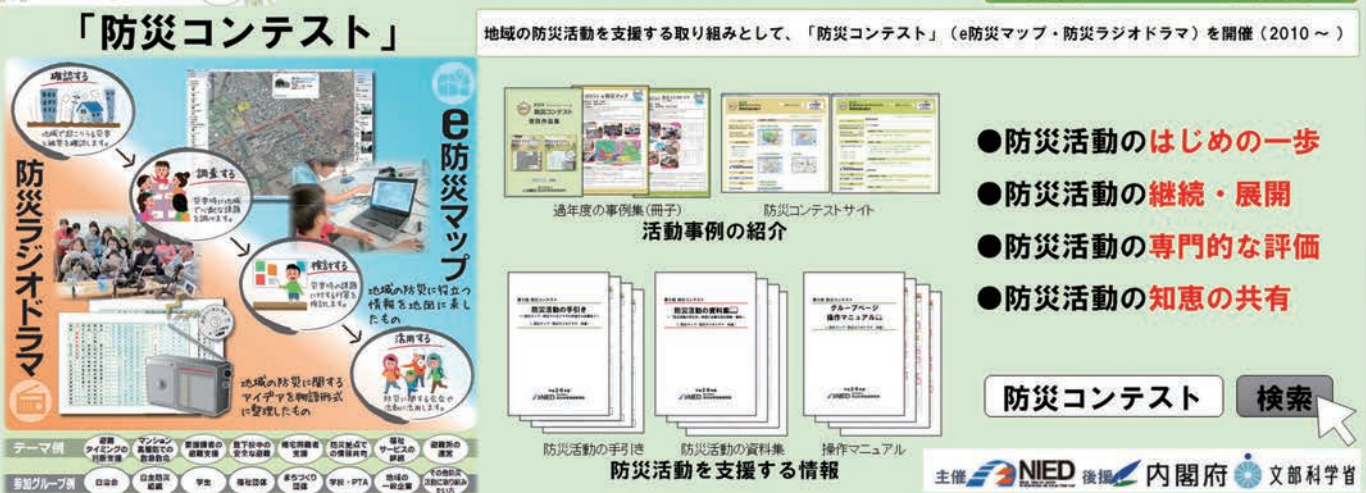
防災活動の実践プロセスを、「防災活動」「防災教育」の実践手法として高度化



地域の「災害特性」及び「社会特性」を判断可能とする機能の高度化



防災キットの全国展開



開発途上国における庶民住宅の耐震診断・補強・普及

災害リスク研究ユニット 国際地震防災研究グループ 今井弘・井上公

開発途上国では、地震の度に甚大な被害を被っている。人的被害の主要な原因は、建物の倒壊によるものであり、特に被害が甚大になる原因として、途上国で一般的な建設工法である組積造の脆弱性があげられる。これらの組積造の多くは、地域の職人あるいは住民自身によって建設され、技術者が関与していないノンエンジニアと呼ばれる。途上国での地震被害軽減に向けて、ノンエンジニア建設の耐震性向上は喫緊の課題である。

自然災害のハザード・リスク評価に関する研究プロジェクト「国際防災研究」

インドネシア型レンガ組積造住宅における耐震補強工法の実大振動台実験

■実験概要

2014年6月5日に大型耐震実験施設(つくば)を使用し、インドネシアの典型的な庶民住宅を再現したレンガ組積造住宅と、同じ住宅を、現地で入手可能な安価なワイヤーメッシュで耐震補強した2棟のモデルの比較倒壊実験を実施し、耐震性能と挙動特性の把握及び耐震補強工法の効果の検証を行った。また倒壊による落下物の人体への影響評価のための衝撃力計測と、意識向上ツールとしての住人目録の動画撮影を実施した。

■実験結果

研究者、留学生、報道関係者ら100人が見学する中、振動台実験を行った。阪神大震災の85%の揺れでは、2棟とも目に見える被害はなかったものの、震災と同等の100%の振動が加わると、無補強住宅の壁は一瞬で面外崩壊した。傍らのマネキン模型もレンガの下敷きになり、人的被害の要因を記録することができた。その後の加振で無補強住宅は全壊した。これに対し補強住宅は、震災の110%の揺れを再現しても、細かなひび割れもなく、耐震補強の有用性を実証した。



■まとめ

耐震補強に使用したワイヤーメッシュは、現地で鶏小屋用の鉄製網で、どこでも入手可能で安価であり、施工も壁面の仕上げモルタル塗りの際に施工することができ簡易である。今後の途上国の被害軽減に向け、この実験は意識向上ツールとして普及に活用される。

地球規模課題対応国際科学技術協力「フィリピン地震火山監視強化と防災情報の利活用推進」

簡易耐震診断ツールの開発

■概要

フィリピン庶民住宅向けの簡易耐震診断ツール(2種類)の開発を行った。ふたつの簡易耐震診断を実施する課程を通して、ノンエンジニア建設に欠如していた工学的知見との接点を持つことを目的としている。

■簡易耐震診断ツール1:「家の12項目耐震チェック」

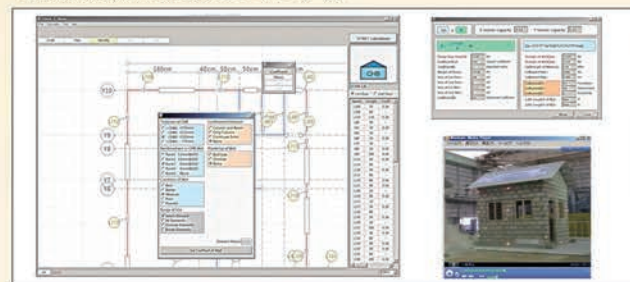
住民の防災意識向上のため、住民自らが耐震性をチェックするツール。建築基準の把握、また危険部位の認識をする。



「How safe is my house?」

■簡易耐震診断ツール2:「簡易耐震診断ソフトウェア」

技術者(現地政府エンジニア等)と住民が共同で住宅の耐震診断を行うためのツール。耐震性能の把握により、今後の耐震補強方法等の対策の参考にする。



「Quick Quake Quality check of your house (QQQ)」

■普及活動

地方政府技術者に対して、計4都市にてトレーニングワークショップを開催。各ワークショップは、2日間の日程で約50名の州や市の技術者が参加した。レクチャーとフィールドトレーニングにより、参加者は簡易耐震診断ツールの使い方を習得した。



トレーニングワークショップ参加者(ボホール島)

地域気候シナリオを用いた東京都市圏における水害リスク評価と適応

防災科学技術研究所 社会防災システム研究領域 災害リスク研究ユニット 大楽浩司・平野淳平・Sridhara Nayak

Overview

This project focuses on research and development of simulation techniques which provide scientific knowledge for local adaptations planning and reviewing. The target is Tokyo metropolitan area, and the goal is to provide a tool for informed decision making which adapts with climate change.

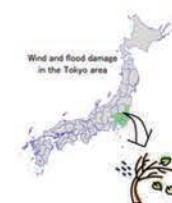
Organization

Joint research institute: National Institute for Environmental Studies

Partner institute: Meteorological Research Institute, University of Colorado, Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, Non-Life Insurance Rating Organization of Japan, Ibaraki University, University of Tsukuba, International Institute for Applied Systems Analysis, Local governments in the Tokyo area

Study Area

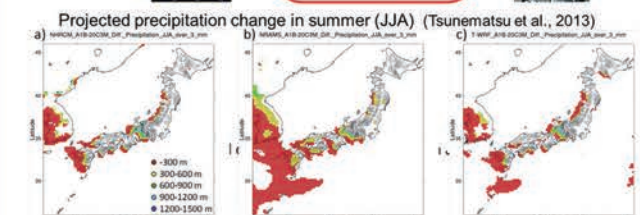
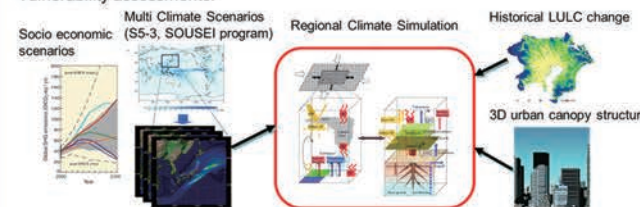
Tokyo metropolitan area (Tokyo Metropolitan, Kanagawa Pref., Saitama Pref., Chiba Pref., southern Ibaraki Pref.)



Development of regional climate simulation using LULC change scenarios

Sub Theme-1: Development of dynamic downscaling techniques include high-resolution land use change information.

High-resolution regional climate simulations with horizontal grid spacing of 5 km. Consider representative concentration pathways (RCP) scenarios corresponding to IPCC scenarios, uncertainties in climate models, land-use change scenarios from the past, three-dimensional structure of the city for adaptive strategies and vulnerability assessments.

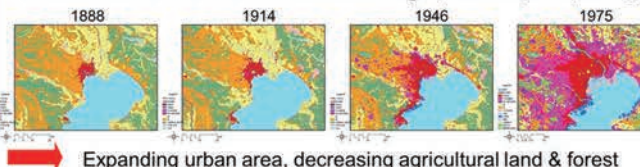


Multi-model ensemble downscaling (NHRM, NRAMS, T-WRF) forced by MIROC3 (Periods: 1980-1990, 2080-2090). Increases of precipitation are projected in the west and south slopes (windward sides).

Sub Theme-2: Analyses of historical LULC and development of future LULC scenarios

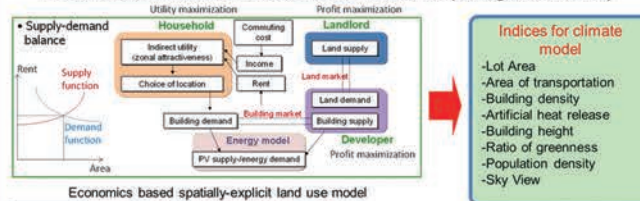
Develop and analyze high-resolution information on past and present land-use change in the metropolitan area and future land use scenarios corresponding to the IPCC RCPs and Adaptation

Historical Land use and land cover change (Atlas for regional planning)



Expanding urban area, decreasing agricultural land & forest

Future urban land use scenarios in 2050s (Yamagata et al., 2013)

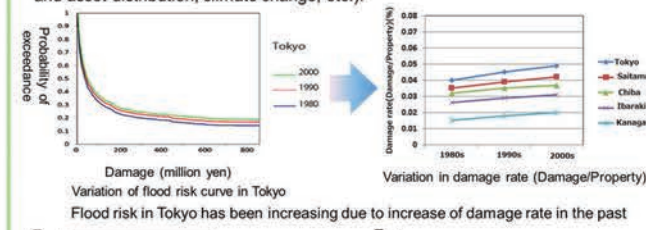


Compact city scenario (left), Decentralization scenario (right)
⇒ Bottom boundary conditions for regional climate model

Development of adaptation simulation based on water related vulnerability assessment

Sub Theme-1: Water related vulnerability assessment using regional climate scenarios

Vulnerability assessments for flood disaster by using past disaster records and current and future regional climate scenarios. Quantitative evaluation of the relative influence of various factors (socio-economic, demographic change, land use change, and asset distribution, climate change, etc.).

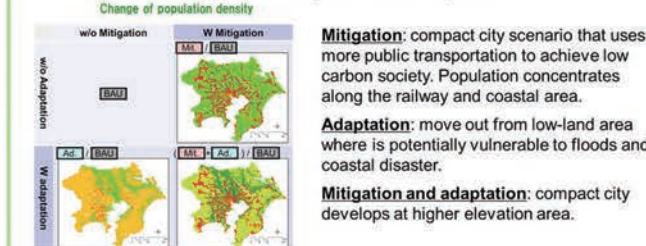
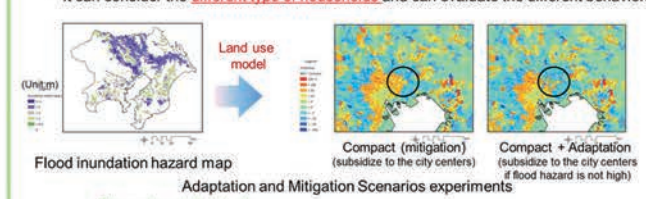


Precipitation change simulated by the T-WRF RCM scenario (SRES-A1B) slightly increase flood risk in Tokyo in future.
→ Vulnerability assessments (population, houses, drainage systems, etc.)

Sub Theme-2: Analyses of adaptation Based on the vulnerability assessment

Based on the vulnerability assessment for flooding, a study of scenarios for implementing climate change adaptation, especially by considering land use, develop adaptation simulation technology by Computable Urban Economic (CUE) model.

Land use model (CUE model) which can consider the water related disaster risk. It can consider the different type of households and can evaluate the different behaviors



Selected publications
• Tsunematsu, N., K. Dairaku, and J. Hirano(2013): Future changes in summertime precipitation amounts associated with topography in the Japanese islands, Journal of Geophysical Research, 118, doi:10.1002/jgrd.50383
• Phokeer, R.A. Sr., R. Wilby, D. Niyogi, F. Hossain, K. Dairaku, J. Adegoke, G. Kallos, T. Seastedt, K. Suding(2013): Dealing with Complexity and Extreme Events Using a Bottom-up, Resource-based Vulnerability Perspective, Extreme Events and Natural Hazards: The Complexity Perspective Geophysical Monograph Series 196, 10.1029/2011GM001086
• Hirano, J., K. Dairaku(2013): Climate change adaptation and flood risk assessment in Tokyo Metropolitan Area, Impacts World 2013, International Conference on Climate Change Effects, pp. 1-6
• Yamagata, Y., H. Seta, K. Nakamichi(2013): Creation of future urban environmental scenarios using a geographically explicit land-use model, Annals of GIS, 19, pp.153-168.

Mitigation: compact city scenario that uses more public transportation to achieve low carbon society. Population concentrates along the railway and coastal area.
Adaptation: move out from low-land area where is potentially vulnerable to floods and coastal disaster.
Mitigation and adaptation: compact city develops at higher elevation area.

災害資料の収集・整理・発信・利活用

災害事例データベースとオープンデータの公開

自然災害情報室(DIL: Disaster Information Laboratory)・災害リスク研究ユニット

災害資料を扱う

自然災害情報室(NIED-DIL)は自然災害、防災に関する資料を収集、整理し、資料から得られた知見を発信しています。前身の資料調査室は1964年に開設され50年の歴史があります。地域の過去の自然災害の知見は、今後起こりうる自然災害の規模や被害を具体的に想定する根拠となります。時間の経過とともに失われる災害資料を後世に残し発信することが使命です。

収集する：災害資料のアーカイブ

地域の過去の自然災害を知る

- ・地域に散在する歴史災害資料が必須
- ・様々な形態の資料から必要な情報を抽出する

災害資料の活用の課題

- ・資料から災害情報を「判読」する必要がある
- ・貴重な資料のため誰でも利用できる状態ではない
- ・風化などによる散逸、消失の可能性がある

災害直後の情報収集と集約

Web上で発信される災害情報の集約

- ・災害の概要
 - ・自治体・省庁の対応
 - ・観測情報と調査結果
 - ・災害への備え
- 様々な機関が発信する情報を迅速に集約し提供する

新技術による災害資料アーカイブ

災害資料収集の新技术 - UAV/SfM-MVS -

- ・立ち入りが困難な災害発生地の写真撮影
- ・非接触、低コストな三次元情報の取得
- ・貴重資料を汚損しないアーカイブ手法

防災科研ライブラリー

【URL】<http://dil-opac.bosai.go.jp/>

長期的・継続的なアーカイブ

- ・収集資料の整理、保管
- ・災害資料に関する問い合わせ対応(リファレンス)

整理する：災害事例データベース

- ・日本全国の自然災害事例を抽出し、データベース化
- ・地域防災計画から事例を抽出

出典資料
▶地域防災計画



一部、市町村誌、災害誌を活用

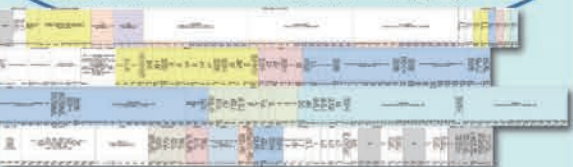
災害事例の抽出

- ・いつ(発生日、期間)
- ・どこで(自治体名、地区名)
- ・どのような自然災害が発生し
- ・いかなる被害があったのか

- ・入力項目数：約270項目
- ・対象とする災害：自然災害5種、その他気象災害(地震、火山、風水害、斜面災害、雷水災害)

災害事例データベース

- ・入力自治体数：約63.1%(1100/1742自治体)
- ・総事例数：約44000件(試作データ含む)



データベースの公開例



▲災害事例データベース(REST APIによる配信)
(テストサイトのためURL非公開)



▲災害年表マップ(災害事例のビューワー)
<http://dil-db.bosai.go.jp/DEDB2012/saigai.html>

発信する：オープンデータの公開と防災科研のクライシスレスポンス

整理した災害情報を相互運用可能な形で発信しています。

災害資料オープンデータ

- ・過去の自然災害に関する知見の発信
- ・貴重な災害資料のデジタル公開(オープンライセンス)
- 空中写真、スナップ写真、資料PDF

1964年新潟地震オープンデータ特設サイト
<http://ecom-plat.jp/19640616-nigata-eq/>



災害発生時の情報発信「防災科研のクライシスレスポンス」

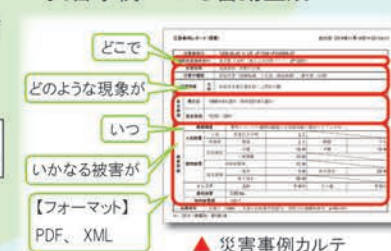
- ・自然災害発生後、ゼロ日以内の公開を目指す
- ・災害直後の動きの激しい関連情報を整理・リスト化し、一元的に閲覧可能

2014年9月御嶽山噴火に関する情報
<http://ecom-plat.jp/nied-cr/index.php?gid=10029>



災害事例カルテ

- ・災害事例を一枚の帳票で閲覧
- ・災害事例DBから自動生成



▲災害事例カルテ

【クライシスレスポンス発信例】

- ・2014年12月16-18日の創路・根室地方暴風雪・高波・高潮災害
- ・平成26年11月22日の長野県神城断層地震
- ・2014年9月御嶽山噴火に関する情報 等

防災科研ライブラリーの紹介

自然災害情報室 防災科学技術研究所ライブラリー (NIED-Library)

災害資料のアーカイブと公開

防災科学技術研究所ライブラリー(NIED-Library)は、(独)防災科学技術研究所の資料部門です。自然災害、防災に関する資料を整理・保存し、蔵書数は10万件以上に上ります。閲覧室はどなたでもご利用いただけます。

災害資料の収集

- ① 防災科学技術に関する国内外の学術雑誌
- ② 国内外の自然災害に関する資料：災害記録、報告書、空中写真、地図、地方新聞
- ③ 自然災害に関する主題図：災害状況図、水害地形分類図
- ④ 防災科学技術に関する専門書、行政資料
- ⑤ 防災教育に関する学習資料：児童書、絵本、紙芝居、教科書



資料の登録・装備 ▲



資料の配架 ▲

資料検索 Web サービス



<http://dil-opac.bosai.go.jp/>
防災科研ライブラリーホームページ



<http://www.lib-eye.net/dil-opac/>
所蔵資料検索：DIL-OPAC
※防災科研ライブラリー内 Web サイト



独自分類による整理と保存

災害分野を軸とした分類を行い、配架場所での災害資料の一覧性を実現しています。

防災科研ライブラリーでの「資料区分」

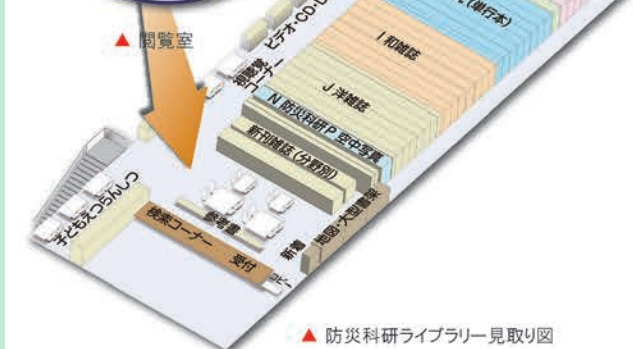
資料区分	詳細
災害記録	特定の災害に関する資料
地域資料	災害に関する地域の資料
災害研究	災害に関する専門書・報告書など
地図	地形図や地質図など
和雑誌	災害に関連する日本発行の雑誌
洋雑誌	災害に関連する海外発行の雑誌
災害写真	空中写真など
防災科研	防災科研の刊行物

メタデータの付与

災害種類・災害発生年代・災害名称などを入力しています。



▲閲覧室



▲防災科研ライブラリー見取り図



1964年6月16日新潟地震
(1964年6月27日撮影)



▲阪神・淡路大震災の災害資料所蔵状況

防災科学技術研究所ライブラリー (自然災害情報室)
TEL: 029-863-7635 E-Mail: library@bosai.go.jp
ホームページ: <http://dil-opac.bosai.go.jp/>

■ 来たる巨大地震に備えた強い国土を実現するために

わが国はこれまで、平成7年(1995年)兵庫県南部地震や平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震など巨大地震によって引き起こされた未曾有の災害(阪神・淡路大震災や東日本大震災など)により、国民の人命・生活や経済活動に甚大な損害を被っている。このような巨大地震は、首都直下地震や南海トラフ地震など、今後も起こると想定されているため、巨大地震による被害を最小限にとどめる技術の研究開発により地震に強い国土を実現する対策を施すことは、わが国の存立や継続的発展に不可欠である。

防災科研では、地震による人的・経済的損害の軽減に資するべく、国民の生活の場である建築物やライフラインなどの構造物について、被害に至る破壊過程の解明と共に、被災時でも機能が維持され、被災後も継続的な利用を可能とするため、世界最大の三次元震動台を有する実大三次元震動破壊施設(E-ディフェンス)を運用し、E-ディフェンスを活用した大規模・最先端な震動実験を活用した研究と数値シミュレーション(数値震動台: E-Simulator)の構築を目指した研究を行っている。

■ E-ディフェンスの運用と保守・管理

- E-ディフェンスの効果的、効率的で安全な運用のため、設備等の保守・点検を実施
- 地震減災に関する研究を振興するため、E-ディフェンスを活用した自体研究、共同研究、施設貸与の推進と実験データの提供を実施

■ 構造物の破壊過程解明と減災技術に関する研究

- 耐震性を普及・高度化する技術開発、安心・安全な社会構築を担保する技術提案のための実験研究
 - …鉄筋コンクリート系建物の崩壊余裕度評価に関する研究(コンクリート系建物実験)
 - …病院・高齢者施設に適用する次世代型免震技術の開発、学校・庁舎等防災拠点のための普及型免震技術の開発(免震建物実験)
- 機能維持・安全性を高める技術検証のための実験研究
 - …体育館等の大空間を有する建物の被災家庭解明と安全対策に関する研究(大空間建物実験)
 - …災害後の復旧活動に不可欠なエネルギー関連設備の耐震信頼性の向上に関する研究(機器・配管系実験)
 - …待避所・避難経路となる道路や地中・地下構造物の地震時安全性に関する研究(地盤・地中構造物実験)

■ 数値震動台(E-Simulator)の構築を目指した研究開発

- E-ディフェンス実験の再現など構造物が崩壊に至るまでの過程を高精度に再現できる数値シミュレーションシステム(数値震動台(E-Simulator))の構築や、データ入出力システムの利便性向上を目指した研究開発

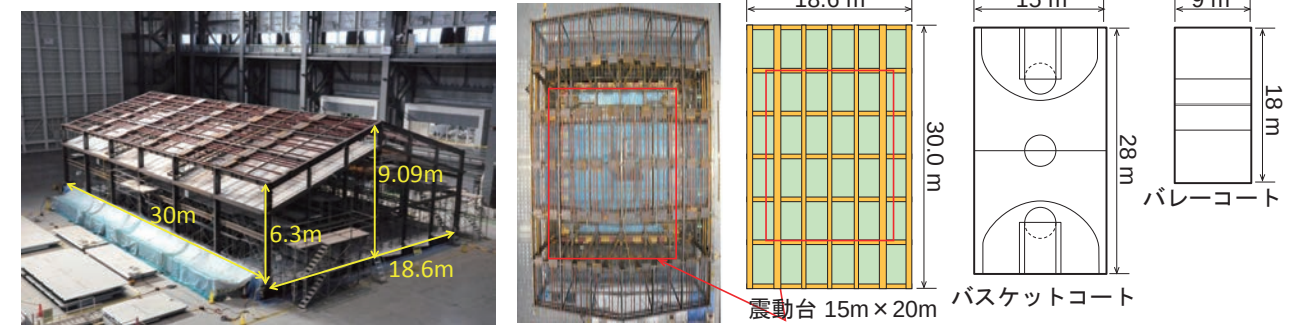


研究のプログラム(スケジュール)

■ 子供がいる空間を地震被害から守る

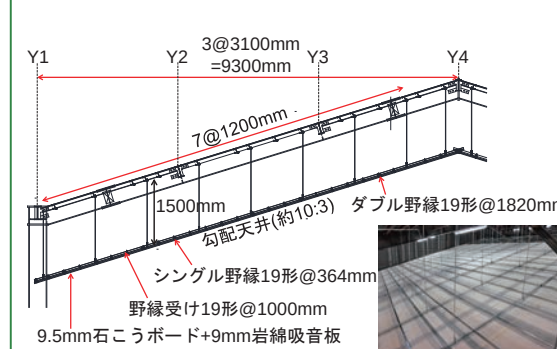
学校体育館などでは、普段子供達が授業などの活動で使用していることに加え、大地震発生時に避難場所や救援拠点になることが多いため、建物そのもののみならず、建物内部も地震とその後の余震に対してより安全であることが求められている。しかしながら、東日本大震災では、吊り天井等の脱落被害が多数発生しており、その対策が求められている。防災科研では、平成26年1月および2月に、天井が脱落被害に至るメカニズムの解明と脱落防止技術向上を目指し、世界最大の面積を持つ天井試験体を設置した実大規模体育館試験体によるE-ディフェンス震動台実験を実施した。

■ 大規模空間を有する吊り天井を持つ実大体育館試験体



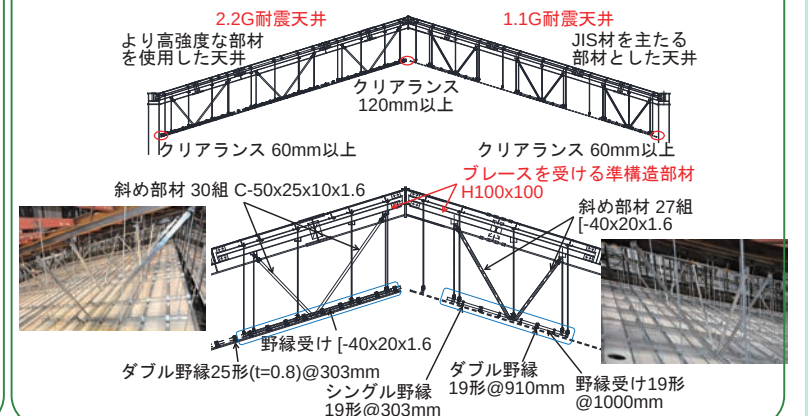
未対策天井

地震に対する対策のない既存の天井を模擬した天井



耐震天井

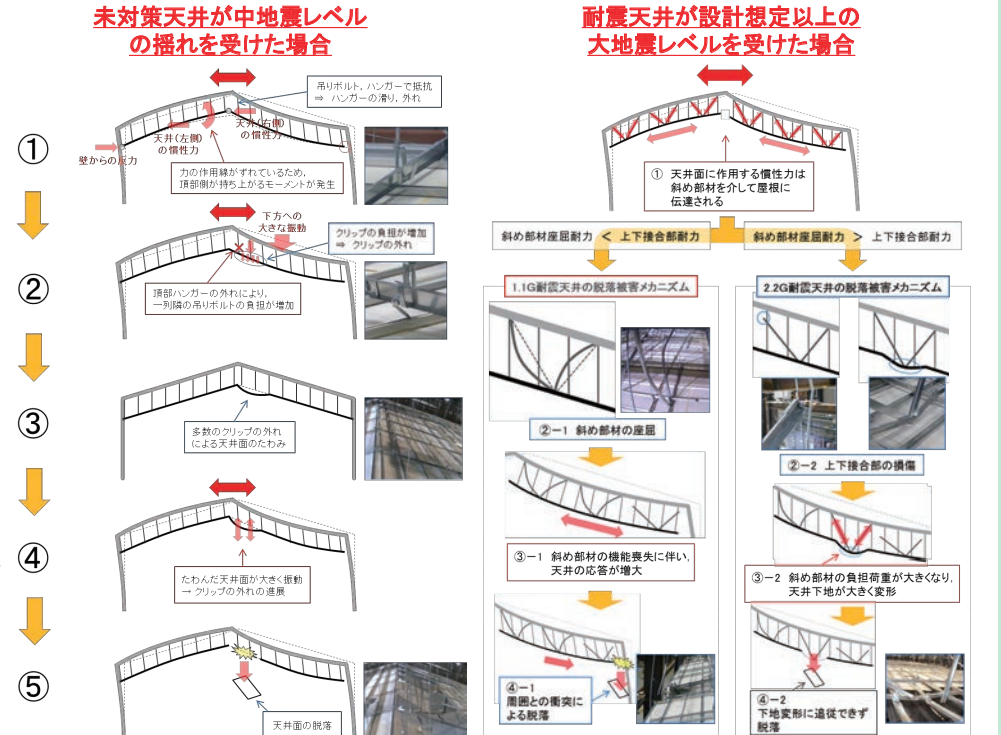
平成26年4月より施行された技術基準に基づく脱落防止対策が施された天井



■ 実験により明らかになった被害メカニズム

未対策天井は、天井の周囲などの隙間(クリアランス)や斜め部材などによる振れ止めのない天井で、屋根勾配に平行になるよう施工されていたため、天井が地震力を受けることにより頂部が持ち上がるような力が生じ、浮き上がった。これによりハンガーと呼ばれる天井をつり下げる金具が外れ、外れたハンガーの周囲の金具の負担が増加した結果、これらの部材を接合する金具の破損が次々と生じ脱落するというメカニズムを明らかにした。

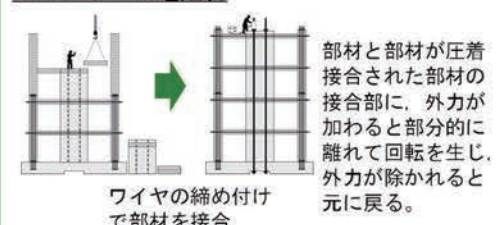
耐震天井では、各接合部の強度が向上し、各部材が正しく緊結されると同時に、天井面の揺れを抑えるための斜め部材が取り付けられるとともに、天井面の揺れが揺れても周囲の壁等への衝突を回避できるよう隙間(クリアランス)が設けられている。今回の実験により、各金具・部材の耐力評価により、各天井の耐震性能を評価できること、各金具・部材の耐力のバランスにより仕上げ材が脱落に至るメカニズムが異なっていることを明らかにした。



■ コンクリート系建物実験：プレキャスト・プレストレストコンクリート造建物実験

巨大地震の際、建物が崩壊しないことはもちろん、損傷も最小限とし、補修無しまたは簡単な補修のみで済むようなコンクリート系建物の高性能構法開発への取り組みの一環として、学校施設等の公共施設や病院等の重要施設を想定して、プレキャスト・プレストレストコンクリート造建物のEーディフェンス震動実験を行った。

プレキャスト・プレストレストコンクリート造建物



実験結果



在来鉄筋コンクリート造建物は



■ 免震建物実験：衝突加振実験

免震建物が、想定以上の地震動や将来予測されている長時間・長周期地震動に襲われた場合を想定し、免震建物が建物周囲に配置されている擁壁に衝突させる世界初の実験を、Eーディフェンスにて行った。

免震建物の衝突による被害低減を目指して

免震建物は地震の被害低減に有効ではあるが、長周期地震動などにより室内のキャスター付き機器の暴走など、建物機能に悪影響を及ぼす被害の発生が見られ、また、想定以上の長周期・長時間地震動により、周囲の擁壁への衝突など、特有の新たな被害が懸念されはじめています。そこで、免震建物と内部の設備・機能に長周期地震動や鉛直動などが与える被害を明確にし、将来的な対策について検討することを目的として実験を行った。



実験結果

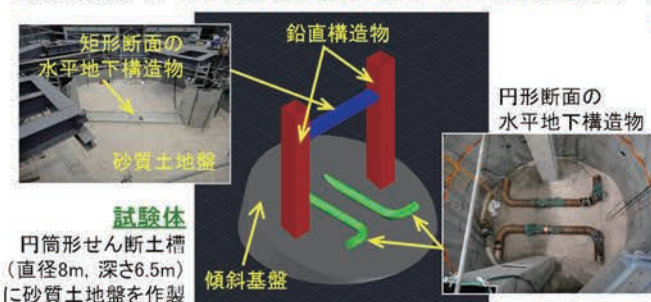
衝突により、激しいもので瞬間的に3Gを超える加速度が建物で計測されたが、上部構造に関しては構造的な被害はみられなかった。しかし、周辺擁壁の大破、エキスパンションジョイントの脱落、内部仕子の損傷、物品散乱が発生し、免震構造の衝突等による被害が明らかになった。



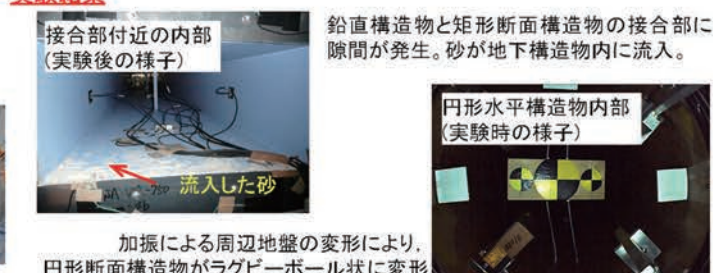
大阪府域内陸直下型地震に対する建築設計用地震動および耐震設計指針に実験結果の一部が取り入れられる予定。

■ 地盤・地中構造物実験

地盤～地下構造物の相互作用の検証と、異なる地下構造物の接続部や地層境界を横断・縦断する地下構造物の局所的な挙動の解明を目的として、地下構造物を模したを設置した模型地盤のEーディフェンス震動実験を行った。



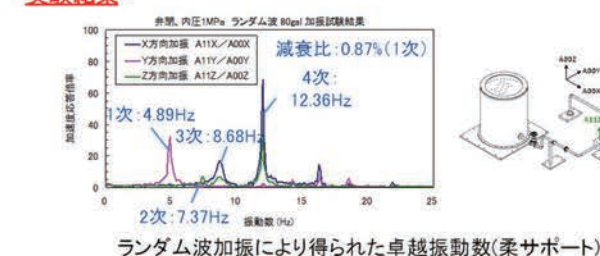
実験結果



■ 機器・配管系実験

支持構造物や弁、タンク等が接続した機器・配管系について、地震時における損傷モードと耐震裕度を明らかにすることを目的として、Eーディフェンス震動実験を行った。損傷モードと耐震裕度を把握するため、基準を超えた入力での加振を実施し、試験体を損傷させることとした。

実験結果



■ 開発の目的と課題

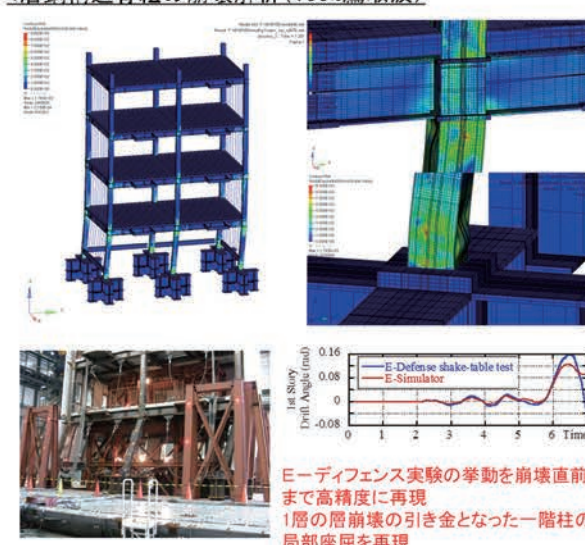
建築、土木、地盤構造物の耐震設計や地震防災対策に広く活用される数値シミュレーションシステムの構築を目的として、(1)巨大地震によって建築、土木、地盤構造物が崩壊に至るまでの過程、および(2)設備、家具、天井等の非構造部材の地震時挙動の再現を主な課題として、構造物の高度構成則、破壊モデルや家具や天井の転倒・落下解析手法を新たに開発し、オリジナリティを持つ仮想振動実験システムを構築する。

■ 開発の方針

- 構造物の破壊過程を解明するためソリッド要素を用いた詳細有限要素解析モデルを採用。
- 高精度で信頼性の高い解析技術を構築するために、Eーディフェンスにおける実大/大規模実験データを活用してシミュレーションの妥当性を検証。

■ 建築構造物

4層鋼構造骨組の崩壊解析 (100% 応取波)



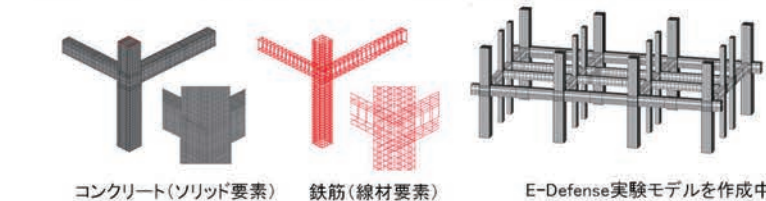
建築鋼構造骨組の詳細有限要素モデルの簡易構築手法の開発

配置情報 (通り芯の数、スパン、階高)、部材情報 (断面寸法、材長、etc)、メッシュ情報 (分割数、メッシュサイズ) といった簡単な数値入力だけでモデルを作成



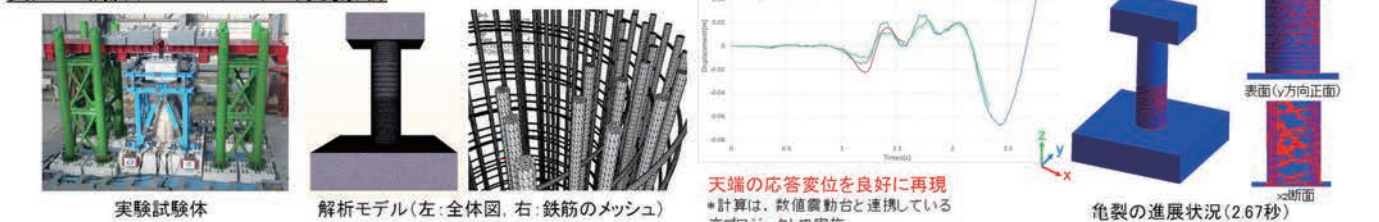
RC骨組建物の詳細有限要素モデル構築

コンクリートをソリッド要素、鉄筋を線材要素でモデル化するためのメッシュ作成方法を検討

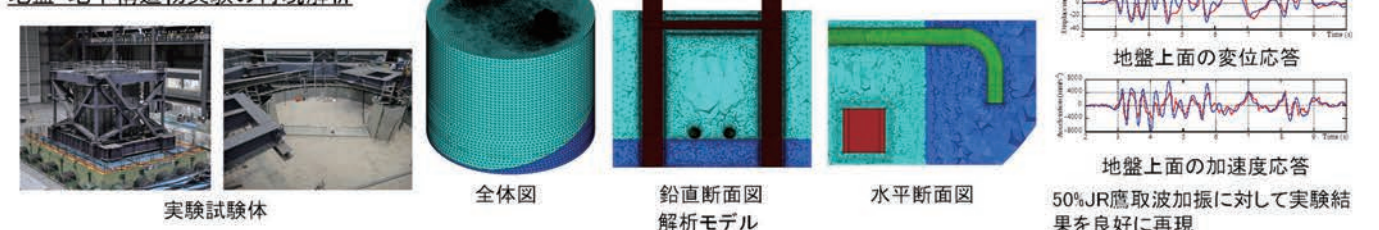


■ 土木構造物

実大RC橋脚 (C1-1モデル) の再現解析

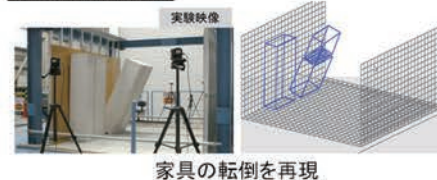


地盤・地中構造物実験の再現解析

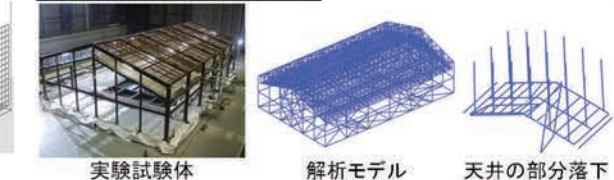


■ 設備・非構造部材

家具の転倒挙動



大空間建物実験の天井落下



室内仕子の地震時挙動





都市機能の維持・回復のための調査・研究

減災実験研究領域 兵庫耐震工学研究センター

■ 研究の全体目標

わが国観測史上最大規模の東北地方太平洋沖地震によって未曾有の大被害をもたらされた。首都圏においても、長時間にわたるビルの揺れや湾岸域における液状化の発生、高層ビルでのエレベータ停止、鉄道の停止、道路の大渋滞、多数の避難民・帰宅困難者、石油コンビナートでの被害、ライフラインの長期間停止等、事業や生活の継続に甚大な支障を来した。震度5強以下で露見したこの状況は、今世紀中盤までに襲来がほぼ確実視される東海・東南海・南海地震に対して、現在の大都市が極めて脆弱であることを現すものであり、来たる大地震に備えて適切な予防策を講じることは必須の課題である。

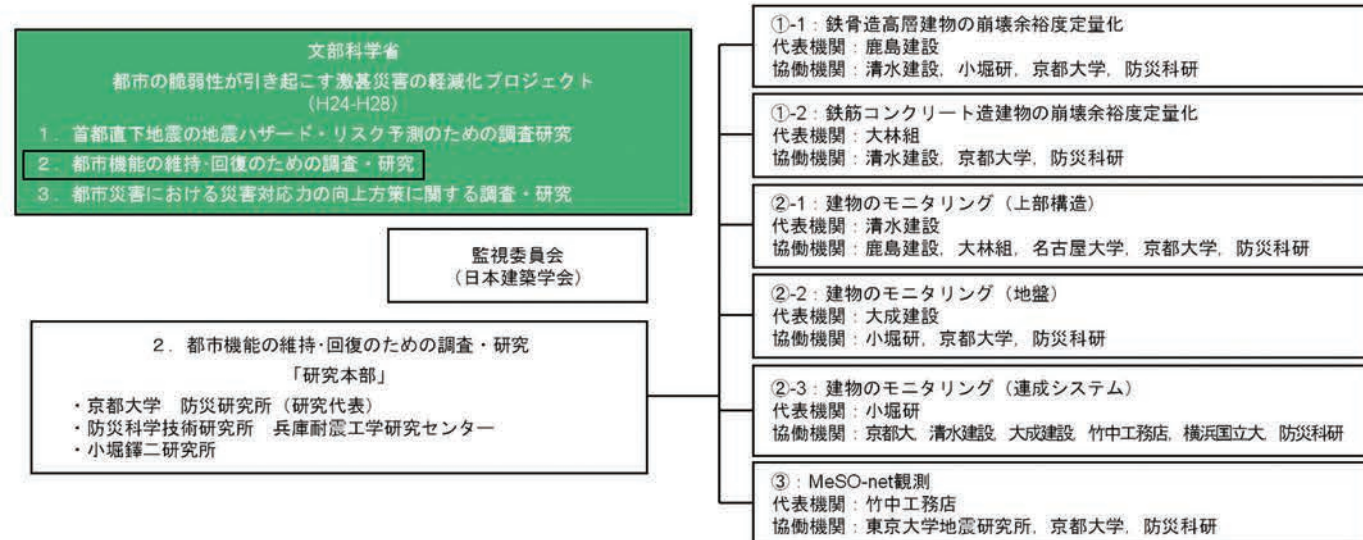
それを実現するために、今回の大震災から得られた教訓が活かし、次の目標を掲げた：(1) 想定外の地震に対する対処、(2) 事業や生活の継続と速やかな回復。

上記(1)と(2)に対する工学的見地からの処方箋は、(A)高層ビル等都市の基盤をなす施設が完全に崩壊するまでの余裕度の定量化と、(B)これら施設地震直後の健全度を即時に評価し損傷を同定する仕組みの構築、である。(A)では、現行耐震設計を超える想定外の地震に対して、どの程度の余裕があるか、また、その超過の度合いに応じた損傷の進展状況を明らかにする。これにより避難や退避や補強を適切に実施できることになる。(B)では、地震直後に居住者は自らどう処すべきか(避難の要否、補修の要否、事業の継続)を即座に知ることが可能となり、また損傷の個所と程度を速やかに同定することが素早い現状復帰につながる。

■ 研究体制

文部科学省の推進する「都市の脆弱性が引き起こす激甚災害の軽減化プロジェクト」は、3つのサブプロジェクトから構成され、研究・技術分野の境界を越え、理学、工学、および社会科学が連携する体制をとっている。

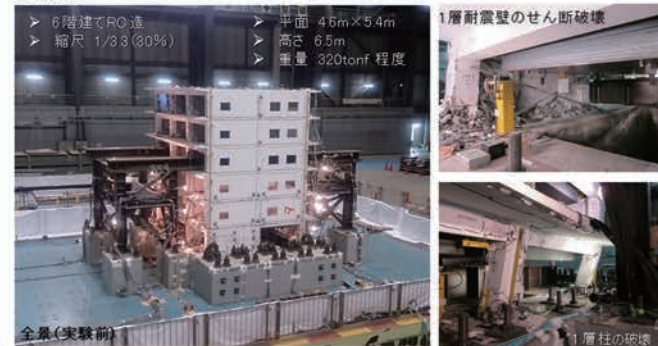
このうち工学の柱を役割を担う、本研究「2. 都市機能の維持・回復のための調査・研究」では、産(研究成果の実装と実践)と学(先端知識の共有と発信)、および公的研究所(国家的視野に立つ研究開発)がスクラムを組むことによって、プロジェクト成果の最大化が図られている。産は各研究項目の代表機関として実践的かつ機動力のある研究を遂行する。また学は、各研究項目に関する学術的成果の速やかな発信の面で、主導的役割を果たす。各研究項目については、研究項目代表機関が研究協働機関と連携しつつ、その運営と研究成果に取り組む。そして、実施予定の大型実験については、世界最大規模の震動台実験施設 E-ディフェンスを保有し大型実験研究に蓄積を持つ防災科学技術研究所が、研究項目代表機関と共同研究体制をとる。また、研究の方針と進捗、成果の展開、国際研究社会との連携等において、本プロジェクトを俯瞰し適切な助言を与える監視委員会が日本建築学会内に設置されている。同委員会では、日本建築学会構造委員会や日本構造技術者協会等で指導的な役割を果たしている有識者の参加を得ている。



①-2: 鉄筋コンクリート造建物の崩壊余裕度定量化(平成26年度:E-ディフェンス実験)

2014年1月、6階建て鉄筋コンクリート(RC)造マンションを30%に縮小した試験体を用いて、E-ディフェンス実験を行った。1995年兵庫県南部地震(阪神・淡路大震災)で記録された地震動を140%程度まで規模を徐々に大きくしながら繰り返し試験体に入力し、試験体を崩壊に至らしめた。

試験体



研究内容

- 現代の都市に最も多く存在する中高層RC造建物を研究対象とする。今回の実験の試験体は、現行法規に基づいて設計した6階建て新築マンションを模擬する。
- 本震と余震を想定した複数回の巨大入力による震動台実験を実施し、巨大地震時における損傷過程を明確化し、その後には生じる複数回の巨大余震に対して、建物が崩壊に至るまでの余裕度を明らかにする。
- 先端のモニタリングを併せて実施し、地震直後の建物の健全度を即時に評価し、損傷を同定する仕組みの構築を目指す。

今後のデータ分析やシミュレーション解析により取得した技術的知見をRC造建物の構造設計や安全性評価に活用する。



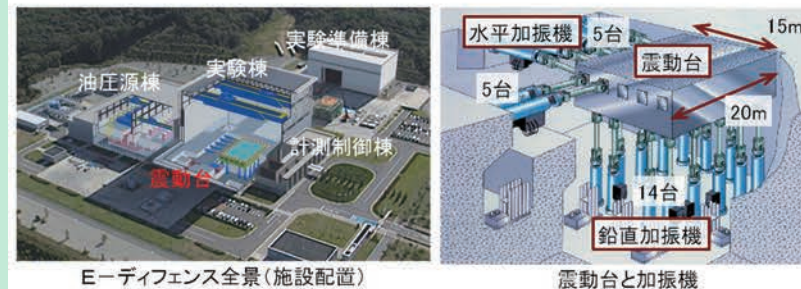
実大三次元震動破壊実験施設 (E-ディフェンス)

減災実験研究領域 兵庫耐震工学研究センター

■ E-ディフェンスとは

最大震度7が記録された平成7年(1995年)兵庫県南部地震によって引き起こされた阪神・淡路大震災では、兵庫県南部を中心として、ビル、木造家屋、橋梁、道路、港湾施設など、多くの構造物が大きな被害を受けた。これを契機に、構造物の破壊過程解明に対する実証的研究の重要性が指摘され、当時の既存施設には無い、実大規模の構造物を振動により破壊するまでの実験が可能な新しい施設が必要となった。それが、実大三次元震動破壊実験施設(E-ディフェンス)である。

E-ディフェンスは、実物大あるいは大型の構造物試験体(モデル)に、兵庫県南部地震で記録されたような巨大地震の揺れを、前後・左右・上下の三次元に直接与えることで、試験体の揺れや損傷・崩壊の過程を詳細に検討できる世界最大規模の実験施設であり、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ある。



『E-ディフェンス』は、実大三次元震動破壊実験施設のニックネームです。『E』はEarth(地球)を、『ディフェンス』は地球規模で災害を未然に防ぎ、国民の生命と財産を守る研究開発への期待を示しています。



ロゴは公募により選定させて頂き、『大地の割れと地震の姿』と、これに対応するE-ディフェンスの『三次元の動き』を三色で表現しています。

E-ディフェンスは「世界最大の三次元震動台」として、2011年にギネス世界記録に登録されました。

E-ディフェンスの震動台の基本仕様

最大搭載質量	1,200トン	
最大搭載面積	20m x 15m = 300m ²	
加振方向	水平(前後・左右)	鉛直(上下)
最大加速度	900cm/s ² 以上	1,500cm/s ² 以上
最大速度	200cm/s	70cm/s
最大変位	±100cm	±50cm

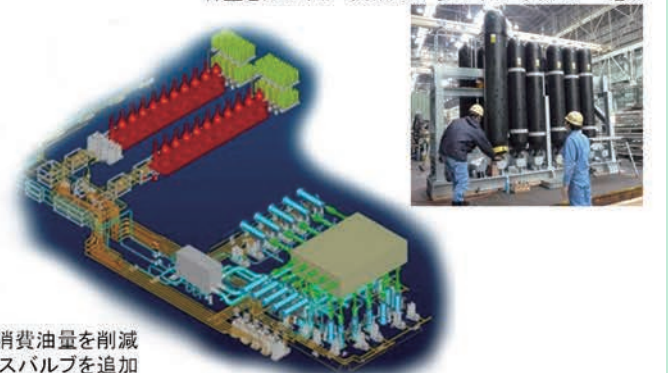
■ E-ディフェンスの機能拡張

東日本大震災でも明らかになったように、海溝型巨大地震が発生した場合には震度6以上の強震域は広範囲に渡り、長時間・長周期地震動が発生し、低層から超高層まで多くの建物で被害が発生する可能性がある。

E-ディフェンスは、平成7年(1995年)兵庫県南部地震に代表される、加速度・速度・変位は大きいものの短時間(20秒~1分程度)で揺れが収まるような地震動の再現に適合した能力となっているため、平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震において記録された長時間の地震動記録の揺れの再現は不可能である。今回、これらの地震動や今後発生が想定される巨大地震の地震動を再現できるよう、平成24年度に装置の改造、機能の拡張を行った。

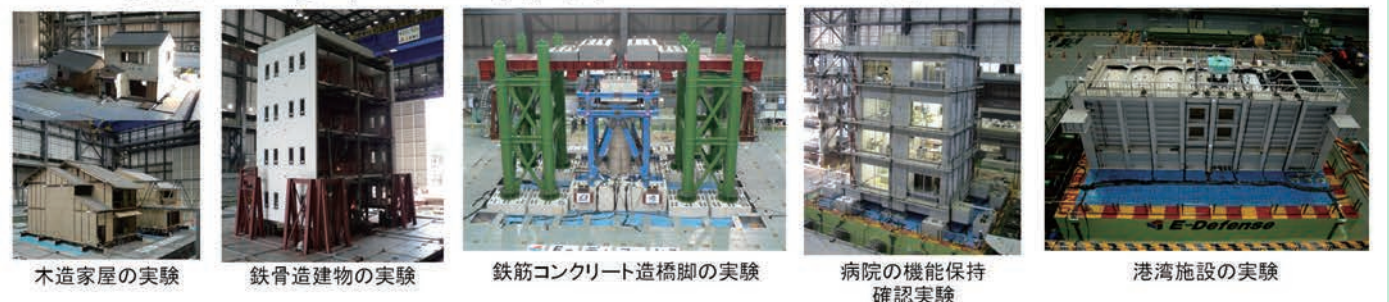
加振のために使用する加振機数を減らすことで消費油量を削減し長時間加振を可能とするため、バイパスバルブを追加

加振のための供給油量の蓄油を行う主アキュムレータの吐出容量を、20キロ・リットルから24キロ・リットルへ増加



■ E-ディフェンスの利活用

E-ディフェンスでは、防災科研が自ら活用して実験研究(自体研究)を行うとともに、地震減災に関する研究を振興するため、共用実験実験施設として受託研究、共同研究、施設貸与による実験も実施している。E-ディフェンスの利用については、E-ディフェンスホームページ「施設利用について」(<http://www.bosai.go.jp/hyogo/research/use/use.html>)に記載している。



E-ディフェンスの利用実績(平成17~26年度)

年度	平成17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
自体研究	7	5	4	3	3	3	3	1	3	
共同研究		1	2	2	4	2	2	1	3	1
施設貸与	1	2	3	2	2	1	3	3	1	1

運用開始

長時間・長周期化

三次元継手交換等

実大三次元震動破壊実験施設 (E-ディフェンス)

三次元継手交換工事

減災実験研究領域 兵庫耐震工学研究センター

■ 三次元継手の役割と構造

E-ディフェンスは、水平X方向に5台、Y方向に5台、垂直Z方向に14台の加振機と三次元継手を装備している。加振機は大出力・高速・長ストロークでピストン運動するが、震動台テーブルの六自由度の運動を実現するためには、加振機と震動台テーブルの間に三次元継手が必要である。三次元継手は、人間で言うところの関節の役目を果たす。E-ディフェンスの三次元継手は全長約6m、重量約28tonfであり、両端に球面軸受を装備し±12度の回転・揺動が可能である。

E-ディフェンスの三次元継手の球面軸受は、連結棒に固定された球形の内輪をハウジングに固定された二分割の外輪で覆うことにより回転運動を可能としている。加振波形を高精度に再現するために、低摩擦でかつガタの少ない、高圧油による静圧流体潤滑方式をE-ディフェンスでは採用している。最適設計により静圧軸受負荷能力350tonfと他に類をみない高負荷能力であるが、作用する最大荷重は640tonf(加振機推力450tonf、バランスシリンダ190tonf)であり、設計静圧負荷能力 350tonf以上では固体接触で負荷する。金属同士の接触による焼付きを防ぐため、外輪の内面は膜厚20μm程度のテフロンコーティング処理がなされている。



■ テフロンコーティングの摩耗

E-ディフェンスの三次元継手は、製作後12年以上が経過し、大加振力・大速度の加振の連続繰り返しによって、継手の両端部の球面軸受の摩耗が問題となってきた。加振力(搭載質量×加速度)および速度が大きいくほどテフロンの摩耗が生じ、その進行によっては焼付き等による事故が懸念される。テフロンの摩耗状況は分解しなければ正確にはわからないが、簡易な方法として、内輪・外輪の隙間計測(右図)によりテフロン残存膜厚を概ね推定することができる。内輪と外輪の間の微小な軸受隙間は製作時に精度良く調整されており、テフロンが摩耗すれば隙間が増大することになる。平成22・23年度に行った垂直継手の隙間計測結果では、残存膜厚ゼロと推定される継手もあった。

■ 球面軸受交換工事(平成25・26年度)

E-ディフェンスを安定かつ安全に運転するため、まず、平成25年度の法定点検期間に垂直三次元継手5本の球面軸受の交換を実施した。取り外した球面軸受のテフロン残存膜厚を詳細調査したところ、推定どおり摩耗が進行し、局所的にはテフロンが全て削り取られていた(右図)。

平成26年度、残る19本の三次元継手の球面軸受を交換した。工事は、震動台テーブル(重量775tonf)を一旦取外すという大規模なものとなったが、平成27年1月初旬、無事、交換工事は完了した。

- 平成26年度工事の工程
- ① ビットカバー取外し
 - ② 水平三次元継手取外し
 - ③ 震動台テーブル取外し
 - ④ 垂直三次元継手取外し
 - ⑤ メーカ工場へ移送
 - ⑥ 三次元継手分解
 - ⑦ 球面軸受交換
 - ⑧ 三次元継手再組立て
 - ⑨ E-ディフェンスへ移送
 - ⑩ 装置再組立て・復旧



集中豪雪を監視する

- 降雪情報の高度化 -

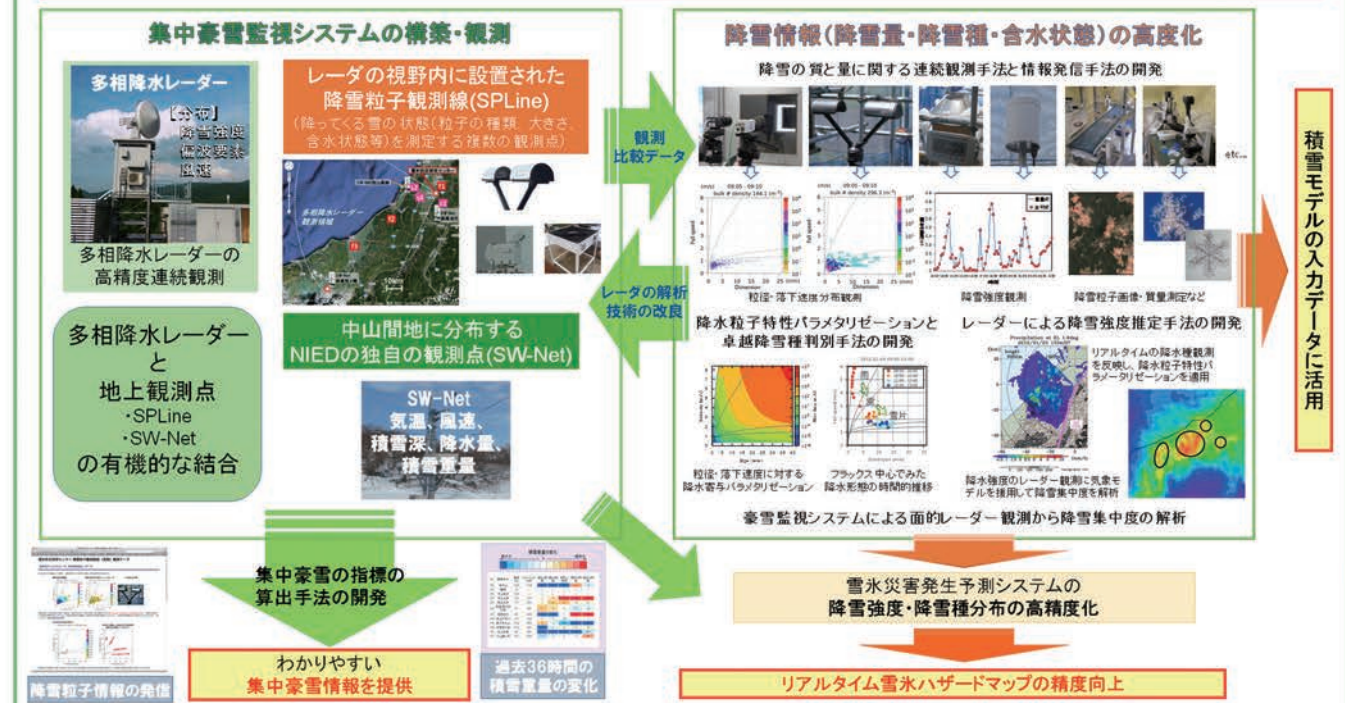
雪氷防災研究センター

目的

1990年代は暖冬少雪傾向と言われましたが、**2000年代になり再び豪雪が発生**しています。昨年2月の関東甲信の大雪など予期せぬところで、局地的、突発的に豪雪が発生する傾向(**集中豪雪**)も度々みられます。しかし、集中豪雪は**予測が困難**である為、現状の監視も併用しながら災害に対応する必要があります。一方で、顕著な**湿雪災害**(着雪や融雪災害)も目立ってきています。このような湿雪災害は今後**温暖化によって増加**する可能性があるにも関わらず、その発生メカニズムには未解明な点が多くあります。このような集中豪雪や湿雪災害を含む雪氷災害を防ぐため、雪氷防災に役立つ**高度降雪情報**(どこでどんな雪がどれくらい降っているのか)ならびに**高度積雪情報**(降雪の種類や融解・雨に伴って積雪がどのように変化するか)を提供するための研究・開発を行っています。

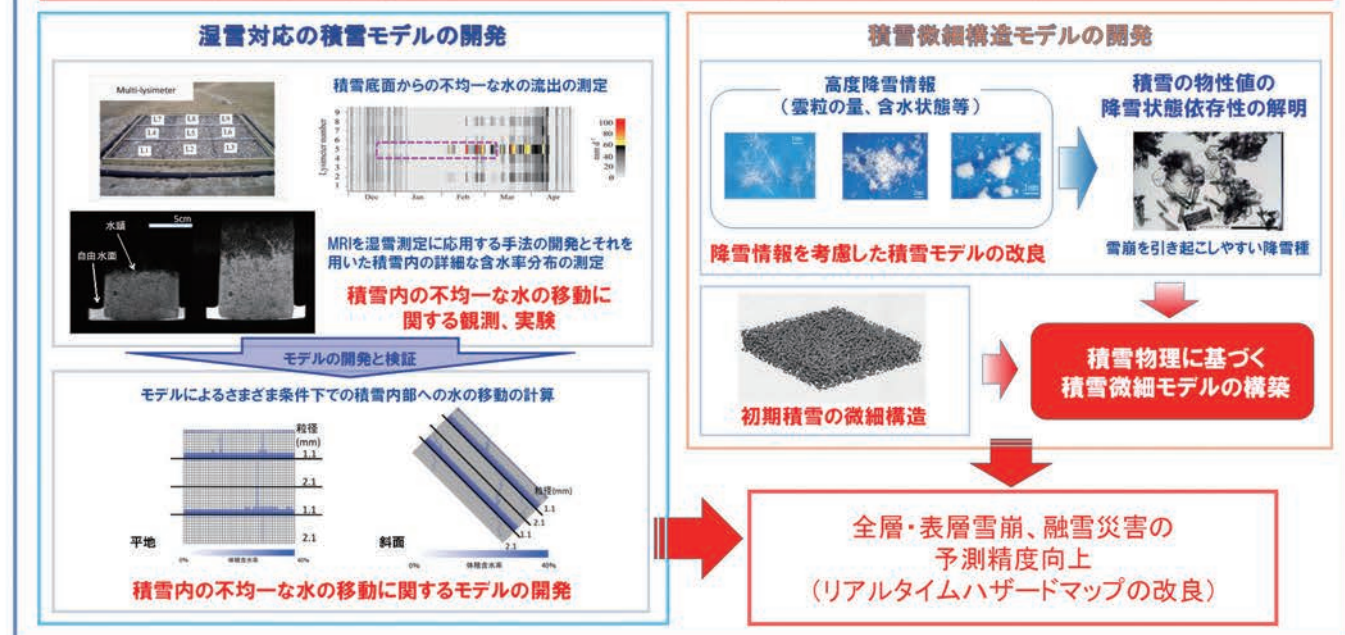
降雪情報の高度化研究

集中豪雪による被害を軽減するために**集中豪雪監視システム**による観測をもとに、**降雪種判別・降雪強度推定手法の高度化**を図り、突発的な集中豪雪の発生を把握するための研究を行っています。



積雪情報の高度化研究

表層雪崩・全層雪崩、融雪災害の被害を軽減するために、水みちなど積雪中を不均一に流れる水の過程を再現できる**湿雪対応の積雪モデル**の開発ならびに降雪種、雪質ごとの積雪変質過程の違いなどを表現できる**積雪微細構造モデル**を開発しています。



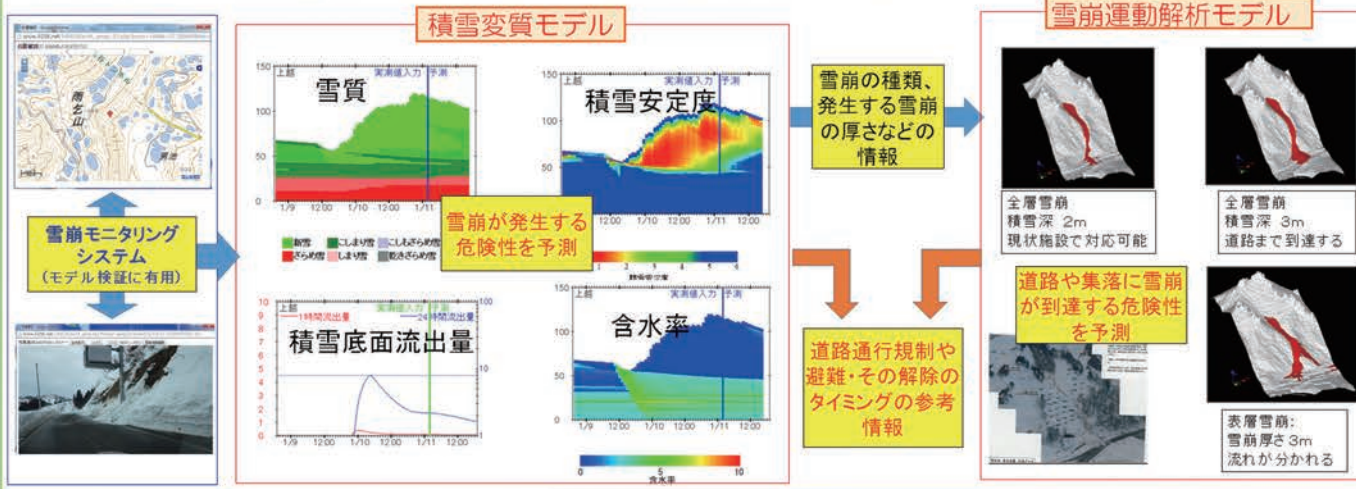
時々刻々変化する雪氷災害を予測する —リアルタイム雪氷ハザードマップの開発—

雪氷防災研究センター

時々刻々変化する気象条件や積雪状態に対応して雪氷災害発生の危険性も変わり、これに応じた対策が求められています。防災科学技術研究所では、的確な対策を支援するために、物理モデルに基づくリアルタイム雪氷ハザードマップの開発を進めています。

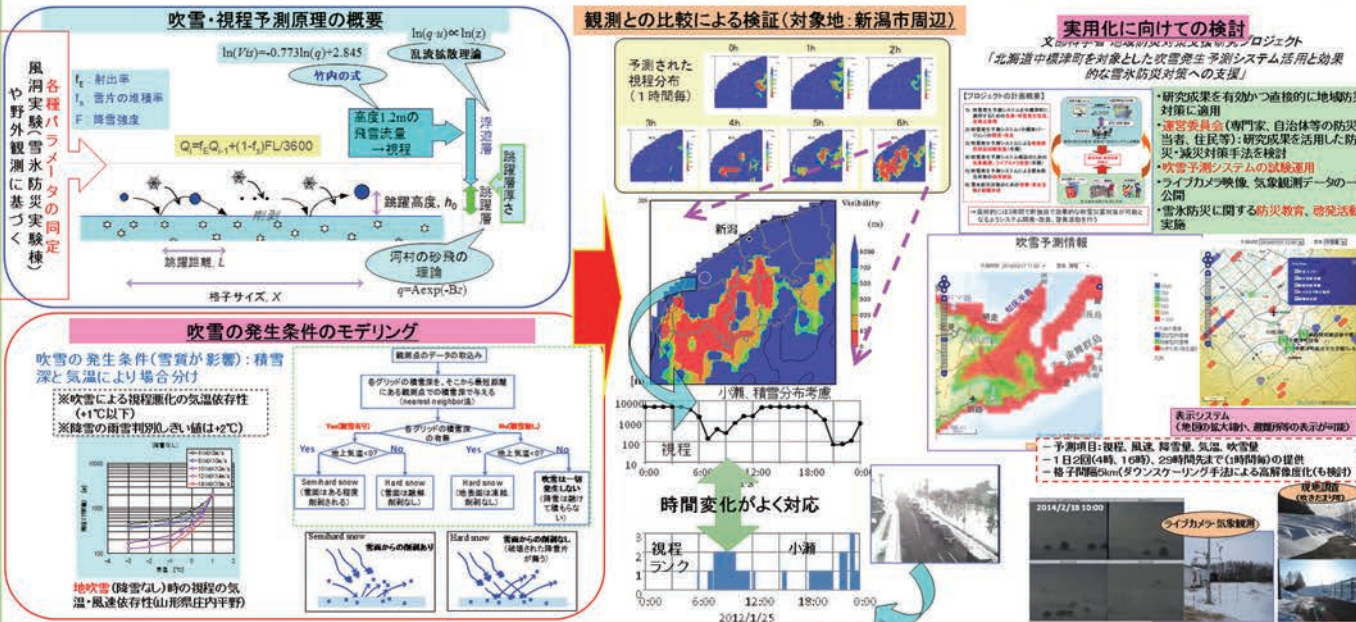
雪崩リアルタイムハザードマップの開発

積雪変質モデルと雪崩運動解析モデルを結合し、雪崩の発生と到達範囲をリアルタイムに予測します。



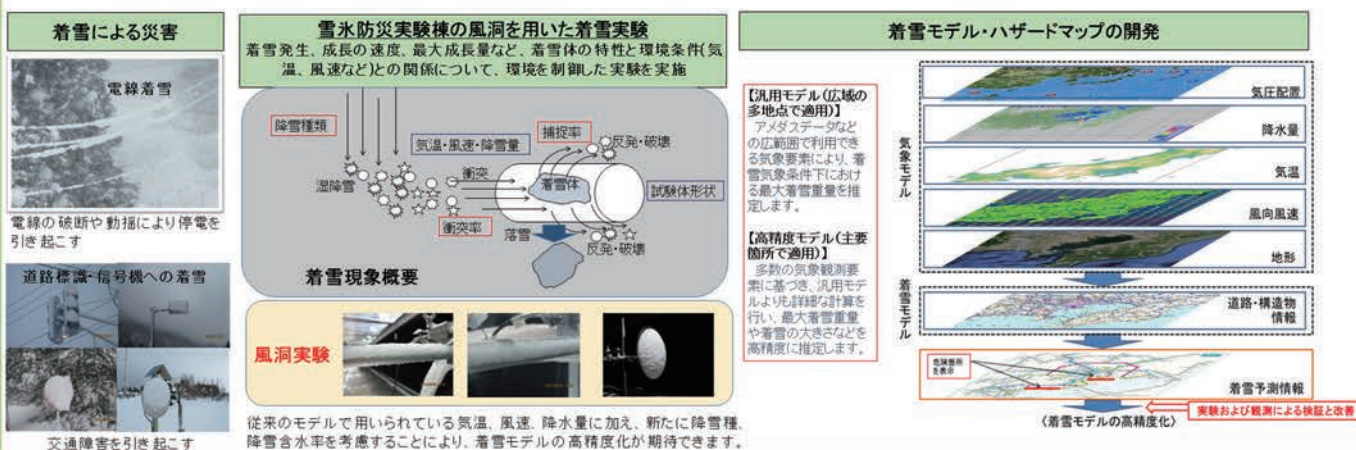
吹雪リアルタイムハザードマップの開発

地域気象モデルと吹雪モデルを結合し、吹雪強度を計算して視程障害を予測するもので、積雪情報を逐次取り込み吹雪の発生条件を更新しています。



着雪リアルタイムハザードマップの開発

風洞実験・観測から着雪モデルを構築し、着雪災害を防ぐための着雪リアルタイムハザードマップの開発を行っています。



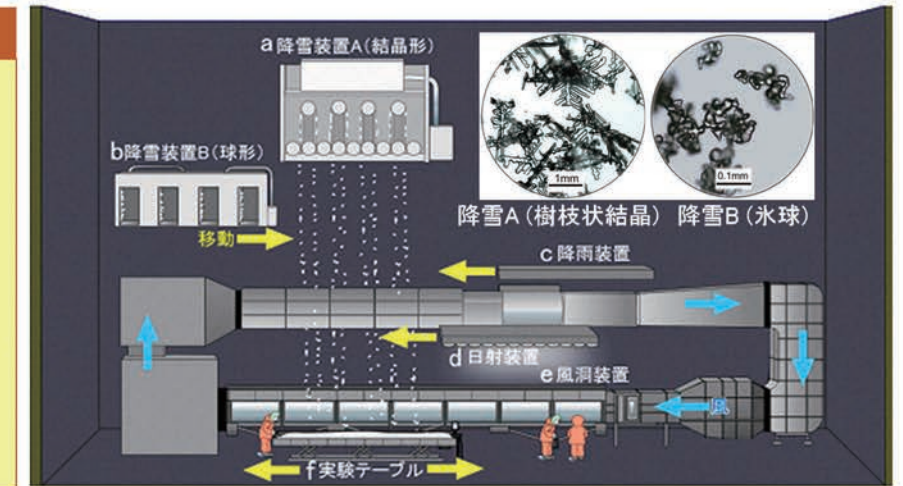
雪氷防災研究の最新鋭装置

雪氷防災実験棟／X線CT／MRI

雪氷防災研究センター

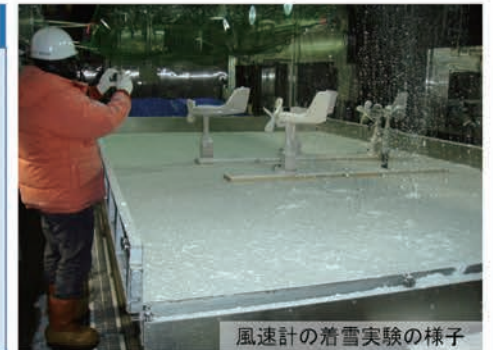
* 雪氷防災実験棟の装置と性能

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



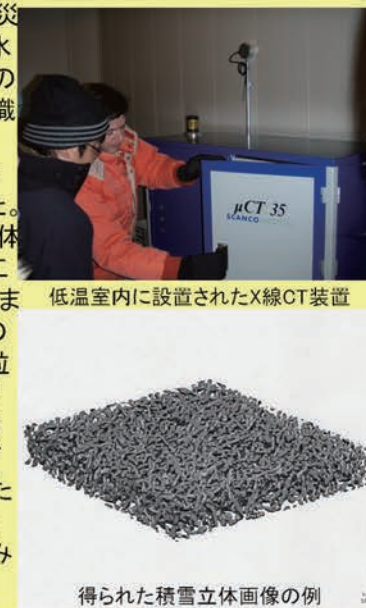
* 雪氷防災実験棟の活用

- ・自然の雪に近い形の人工雪を大量に降らすことのできる世界で唯一の共用実験施設です。雪と氷の環境で起こるさまざまな現象を再現できます。
- ・雪の無い季節に、雪氷防災をはじめ雪に関する種々の実験を計画的に進め、次の冬まで待つことなく対策技術効果を確認することができるなど、研究の効率化が図れます。
- ・外部の方の利用を歓迎します。
- ・利用方法の詳細は <http://www.bosai.go.jp/seppyo/> に掲載されています。
- ・お問い合わせは、雪氷防災研究センター新庄雪氷環境実験所の運用委員会事務局(電話 0233-22-7550)へお願いします。



* 高分解能X線CTによる積雪立体構造の非破壊計測

- ・雪崩や吹雪などの雪氷災害には、積雪の構造が深くかわっています。雪氷防災のためには積雪構造の研究を進めることが欠かせません。
- ・従来は、積雪の薄片(薄く削った試料)を用いて構造の解析が行われてきました。平面構造の解析に限られる、薄片を取るために試料を破壊する必要がある、解析に時間がかかる、等の課題がありました。
- ・平成25年度に雪氷防災研究センター新庄雪氷環境実験所へ、新雪の様な細かい雪粒子も識別できる高い分解能(3.5 μm)をもつX線CT装置が整備されました。
- ・これにより、積雪の立体的な構造を破壊すること無く解析可能になりました。個々の雪粒子の大きさや形状に加え粒子間の結合状態が定量的に計測できるようになり、積雪変質モデルの高精度化を通じた表層雪崩の予測精度向上にむけた取り組みが開始されました。



得られた積雪立体画像の例

* MRIの雪氷防災研究への応用

- ・X線CT装置と同様に、雪氷研究用のMRI(磁気共鳴画像法)装置も導入されました。これは、X線CTと同様に物体の立体構造を非破壊で計測しますが、水(液体)からの信号を計測するものです。
- ・従って、雪氷研究用MRIでは、積雪中の水の3次元分布を測定することができます。この機能は、雪氷防災研究に大きな進展をもたらすと考えられます。
- ・その一つとして、積雪中の水の動きの解明による、全層雪崩の発生予測の高精度化が挙げられます。日射や暖気により積雪表面の融解が進むと、融雪水は積雪中を下方へ浸透して行きます。融雪水が地面へ達すると滑り易くなり、全層雪崩の発生に結びつきます。これらの過程の中で、積雪中の水の移動に関しては不明な点が多く雪崩発生時期の予測が難しいのが現状ですが、今後MRIを用いた解明が待たれています。
- ・着雪などの湿った雪による災害のメカニズムの解明や予測による防災・減災にもMRIは貢献すると期待されます。



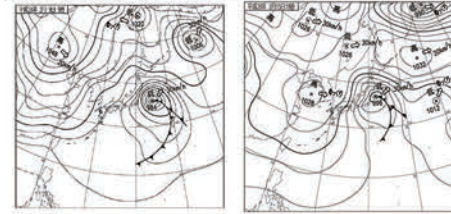
積雪中の水の浸透実験の写真(左)とそのMRI画像(右)

東日本に被害をもたらした2014年2月の南岸低気圧による大雪時の雪氷災害の調査

雪氷防災研究センター

平成26年2月は、日本の南岸を頻りに低気圧が通過しました。中でも2月8日から10日にかけて通過した低気圧と、14日から19日にかけて通過した発達した低気圧は、西日本から北日本にかけての太平洋側を中心に広い範囲で雪が降り、大きな被害をもたらしました。

特に14日から19日の低気圧は、動きが遅く、発達しながら本州の南岸から三陸沖、北海道の東海上にゆっくりと進み、19日にかけて千島近海でほとんど停滞しました。この低気圧の影響で、最深積雪は甲府で114cmとなるなど、18地点で観測史上1位を更新しました。北日本では、えりも岬で32.9m/sを記録するなど暴風雪となりました。



発達した2つの南岸低気圧(左:2014年2月9日9時、右:2月15日18時)の地上天気図



調査地点

北海道地方

2/16~2/19にかけて東部を中心に暴風雪となり、視程障害や吹きだまりによる交通障害が各地で発生しました。



吹雪による広域的な視程障害(2/18 8:30頃)

東北地方

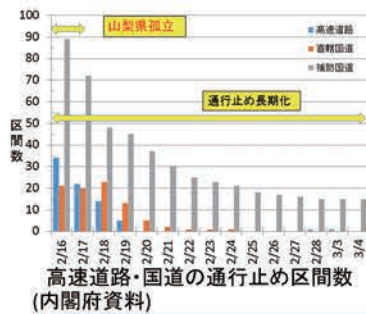
2/8~10と2/14~17にかけて大雪となり、交通機関や構造物を中心に被害を受けました。



仙台市屋内グラウンド屋根破損。周囲で積雪量調査実施

関東地方

2/8~10と2/14~17にかけて大雪となり、交通網はまひ状態となりました。また、雪崩などによって多数の集落が孤立しました。



高速道路・国道の通行止め区間数(内閣府資料)

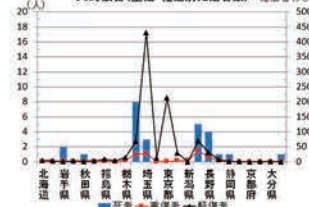


山梨県甲府市古閑国道36号沿い雪崩の調査

人的被害



都道府県別の人的被害(内閣府調べ)。死者は、落雪・雪の下敷き及び車庫の倒壊によるものが多い。東京、埼玉は歩行者の転倒・スリップ事故による軽傷者が多い。



都道府県別の人的被害(重傷・軽傷別死者数)。死者は、落雪・雪の下敷き及び車庫の倒壊によるものが多い。東京、埼玉は歩行者の転倒・スリップ事故による軽傷者が多い。

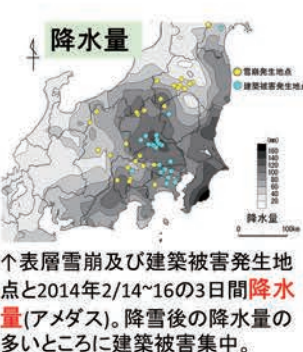
雪氷災害分布



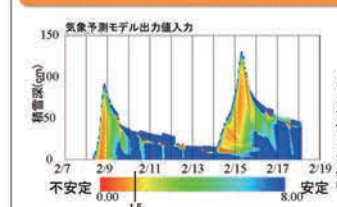
表層雪崩調査結果



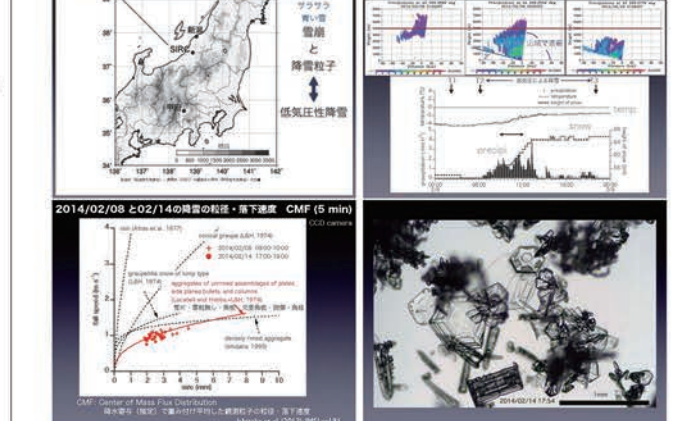
東北地方や関東甲信地方で発生した雪崩は、主に崩れやすいサラサラの積雪による表層雪崩であり、樹林帯や雪崩予防策をすり抜けた。仙台市関山峠の観測では、積雪内に雪粒が付着していない角板状結晶で形成される弱層(破壊が生じやすい弱い層)が検知された。



試験的な雪崩予測シミュレーション結果



雪崩発生予測モデルを用いて計算した山梨県甲府市古閑における積雪深と安定度の時間変化。新雪が不安定であったことが再現された。崩れやすい降雪結晶の影響を考慮する等の改良が今後の課題として残されている。



雪氷防災研究センターで行った降雪粒子の粒径・落下速度、マクロ撮影、レーダー観測等から降雪種の特徴を調査。観測された降雪粒子は、角柱、角板、砲弾、それらの結合したものからなる雪片で、雪粒は少なかった。この結果は、表層雪崩弱層の雪結晶と整合性がある。

今後の課題

今回の南岸低気圧による降雪の特徴
●崩れやすい降雪結晶=>すり抜け雪崩多発(冬型降雪では稀)
●乾雪->湿雪->雨へと変化=>積雪重量増による建築被害多発
=>ハード・ソフト対策のために雪氷災害の記録及び特性把握が必要
=>南岸低気圧降雪時に特有の雪氷現象の物理プロセス解明研究も必要

戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)について



内閣府

総合科学技術・イノベーション会議

内閣府「総合科学技術・イノベーション会議(CSTI)」が、府省・分野の枠を超えて自ら予算配分して、基礎研究から出口(実用化・事業化)までを見据え、規制・制度改革を含めた取組を推進。

政府全体の科学技術関係予算の戦略的策定



戦略的イノベーション創造プログラム
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program

革新的研究開発推進プログラム (ImPACT)

SIPの特徴

- 社会的に不可欠で、日本の経済・産業競争力にとって重要な課題(10件)を総合科学技術・イノベーション会議が選定。
- 府省・分野横断的な取組み。
- 基礎研究から実用化・事業化までを見据えて一貫通貫で研究開発を推進。規制・制度、特区、政府調達なども活用。国際標準化も意識。
- 企業が研究成果を戦略的に活用しやすい知財システム。

実施体制

- 課題ごとにPD(プログラムディレクター)
- PDは関係府省の縦割りを打破し、府省を横断する視点からプログラムを推進。
- ガバナンスボード(構成員:総合科学技術・イノベーション会議有識者議員)が評価・助言を行う。

社会的に不可欠で、日本の経済・産業競争力にとって重要なSIPの10課題



課題「レジリエントな防災・減災機能の強化」

PD 中島正愛 京都大学防災研究所教授
管理法人 科学技術振興機構(JST)

災害情報の共有を強化した社会を産学官の連携で創ります。



予測	予防	対応
津波予測技術の開発 1	豪雨・竜巻予測技術の開発 2	大規模実証実験に基づく液状化対策技術の開発 3
		ICTを活用した情報共有システムの開発及び災害対応機関における利活用技術の研究開発 4
		災害情報収集システム及びリアルタイム被害推定システムの開発 5
		災害情報の配信技術の開発 6
		地域連携による地域災害対応アプリケーション技術の開発 7

防災科学技術研究所では、7件の課題のうち、課題1、課題4、課題5の主管研究機関、課題2の共同研究機関となります。



レジリエント防災・減災研究推進センター



2014.10.1 設立

1 津波予測技術の研究開発

Forecasting system for Tsunamis 津波の予測技術を高度化。海域で津波を捉える研究で、陸上への遡上までが明らかに。

研究開発課題名：津波被害軽減のための基盤的研究

背景

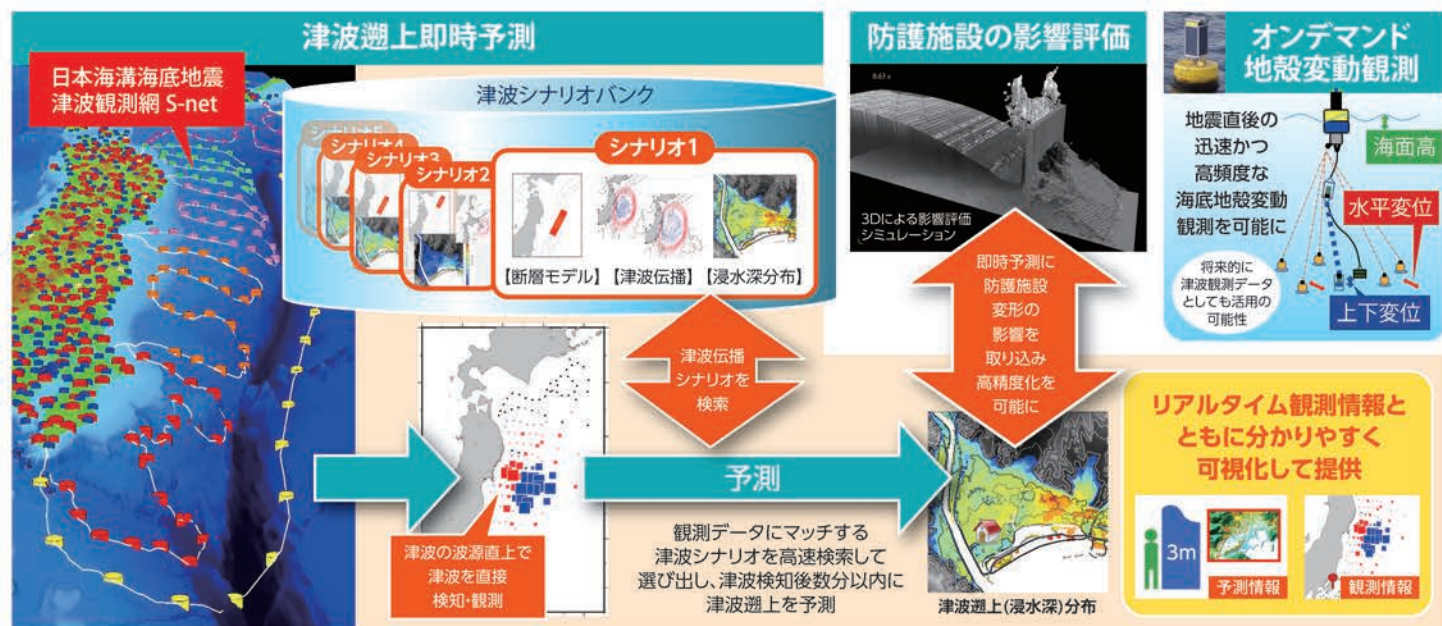
大きな津波被害をもたらした2011年東北地方太平洋沖地震

東北地方太平洋沖地震では、実際の津波の高さが地震直後に予測された高さよりはるかに大きかったこと、沿岸での津波の高さの予測だけでは避難が必要かの判断が難しかったこと、実際に大津波が迫りつつあることが分かるまでに時間がかかったことなど様々な要因により避難が遅れ、大きな人的被害を招いた。地震大国である我が国で今後も懸念される大きな津波による被害軽減のため、いち早い避難に結びつく迅速かつ詳細な津波予測を可能とする技術が求められている。

研究内容

○津波遡上即時予測 ○防護施設の影響評価 ○オンデマンド地殻変動観測

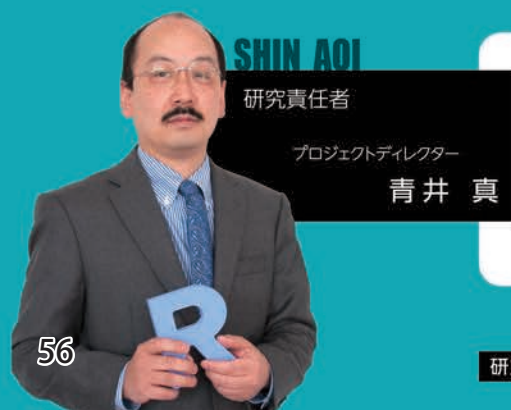
日本海溝海底地震津波観測網(S-net)による津波波源直上での観測データ等を活用して、被害に直結する陸域への津波遡上を津波検知後数分以内に予測する技術を開発する。予測情報は課題④の情報共有システムに提供して府省を越えた防災への利用を実現するとともに、観測情報と併せて分かりやすく提供するための技術を開発する。また変形した防護施設の津波浸水への影響評価手法や海底地殻変動と海面高をオンデマンドに取得できる係留ブイシステムを開発する。



成果目標

「津波が来た」から「津波が来る」へ、そして避難につなぐ

様々な地震を想定して沖合の津波の状況と陸への津波遡上を事前にシミュレーションした津波シナリオバンクから、観測されている沖合の津波の現況にマッチするシナリオを選び出すことにより、津波遡上を津波を検知してから数分以内に予測する技術を開発し、千葉県外房地域を対象として実際に動作するシステムを構築する。また津波が実際に襲来している様子を直感的に理解できる津波情報可視化システムを開発する。さらに防潮堤が津波を防ぐ効果の検証や地震直後に海底地殻変動を即座に把握できるシステムの開発を行う。これらの研究は、一人一人が避難の必要性を感じて実際に行動に移すことを促すことで、津波による人的被害の軽減に結びつく情報提供を可能にすることを目標としている。



SHIN AOI

研究責任者

プロジェクトディレクター

青井 真

Q. 現在の津波予報から今後、どのように変わりますか？

A. 今の津波予報は陸上の地震記録から間接的に推定した津波情報により、地域毎の沿岸津波波高を予測しています。我々の研究では、津波発生域で直接津波を捉えることで津波の波高だけでなく遡上の状況を迅速かつ詳細に予測することを可能とし、「自分の場所まで津波が来る!」という避難につながる情報を提供することを目指します。

研究実施機関

防災科学技術研究所・港湾空港技術研究所・中央大学・東京大学・九州大学・名古屋大学・東北大学・海洋研究開発機構

2 豪雨・竜巻予測技術の研究開発

突 Prediction system of local heavy rain & tornado 突然発生する豪雨・竜巻を予測。最新レーダーを連携活用し、アラート情報の精度を底上げ。

研究開発課題名：マルチパラメータフェーズドアレイレーダ等の開発・活用による豪雨・竜巻予測情報の高度化と利活用に関する研究

背景

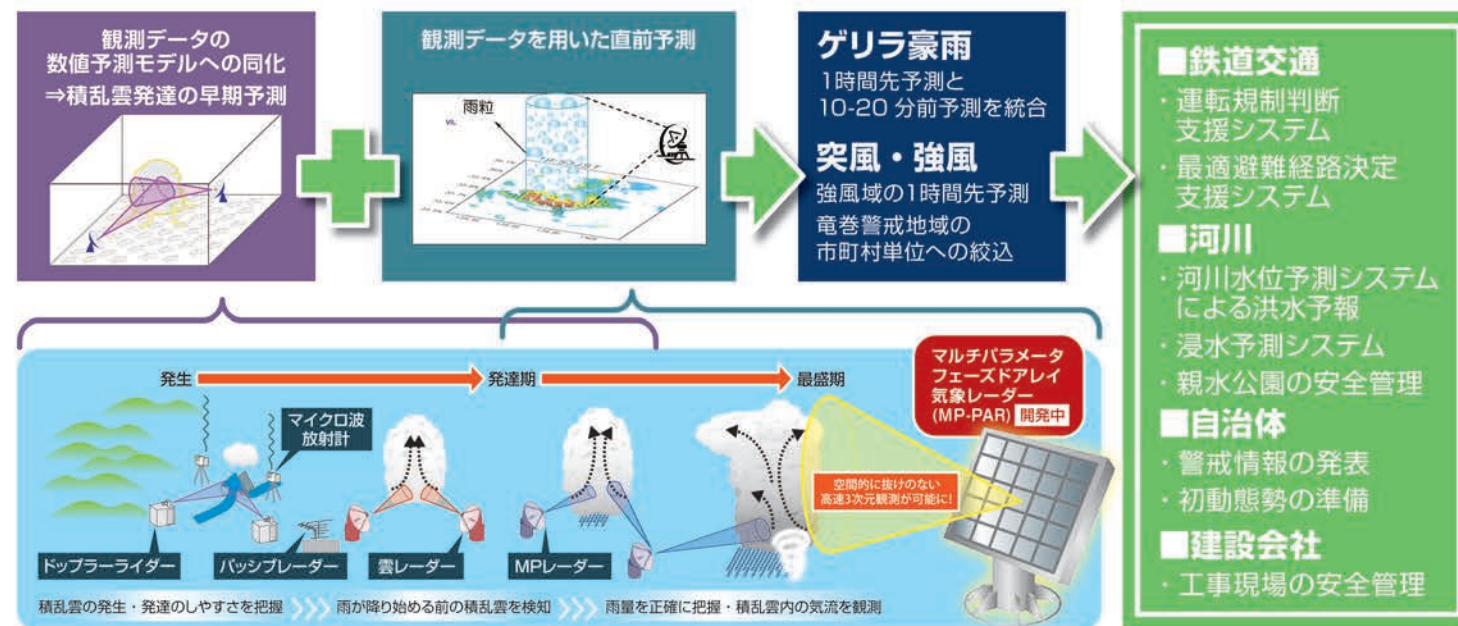
急激に発達した積乱雲が引き起こすゲリラ豪雨や竜巻による局地的な被害が多発

2008年都賀川水難事故、雑司が谷下水道工事事故、2010年石神井川氾濫などのいわゆるゲリラ豪雨災害や2012年につくば市、2013年に越谷市を襲ったような竜巻による被害が近年多発している。地球温暖化に伴い極端な降水がより強く、より頻繁となる可能性が非常に高いと予測される中、気象庁によれば、1時間雨量50mm以上の「非常に激しい雨」の年間発生回数は最近40年弱で約1.5倍に増加している。これらの被害の軽減・防止のために、積乱雲の発達機構の理解と予測手法の開発が求められている。

研究内容

○世界最先端の気象レーダー ○積乱雲の発達予測技術 ○鉄道交通の減災技術の開発

急速に発達する積乱雲の立体構造を数10秒以下の短い時間間隔で精度よく観測できるマルチパラメータフェーズドアレイレーダー(MP-PAR)を世界に先駆けて開発する。この新レーダーを含め最新の観測機器を最大限に活用して積乱雲の一生の観測を行い、これらのデータを用いて突然局地的に発生するゲリラ豪雨や竜巻警戒地域に関する予測情報を高度化する。さらに、予測情報を活用して、鉄道交通システムの適切な運行規制と利用者避難のための技術開発や自治体等との実証実験を行う。



成果目標

ゲリラ豪雨と強風域の1時間先予測、竜巻警戒地域の市町村単位への絞り込み

「最新のレーダー技術による機器開発」から、それらを用いた「豪雨等の観測・予測技術の高度化」、そして「予測技術の応用・利用」までをシステム化することがこの課題の目指すところである。MP-PARの開発により、時間変化の激しい積乱雲をこれまでの10倍以上の速さで精度よく捉えられるようにする。防災科研の積乱雲観測システムや国土交通省XRAIN(XバンドMPレーダー)等を加えた積乱雲の観測データを活用して、ゲリラ豪雨と強風域の1時間先予測と竜巻警戒地域の市町村単位への絞り込みを可能にする。これらの現況・予測情報は、応用研究と実証実験を通じて、鉄道の安全運転や乗客の避難経路決定支援、適切な河川管理、親水公園の安全管理、建設工事現場の安全管理、自治体による警戒情報の発表や初動態勢準備に役立てられる。



KOYURU IWANAMI

共同研究者

プロジェクトディレクター

岩波 越

Q. 豪雨・竜巻予測の研究で、乗り越えねばならないことがありますか？

A. いわゆるゲリラ豪雨や竜巻は、現象の規模が小さく、時間変化が極めて激しい発達した積乱雲によって引き起こされます。竜巻の渦そのものは観測することさえ困難です。これらの発生を予測するためには、積乱雲とその元を早い段階から短い時間間隔で細かく捉えることが重要です。開発するMP-PARを含めた最新の観測機器のデータを使って、これらの予測に挑みます。

研究実施機関

情報通信研究機構・大阪大学・(株)東芝・防災科学技術研究所・日本気象協会・鉄道総合技術研究所・埼玉大学・国土技術政策総合研究所

ICTを活用した情報共有システム
及び災害対応機関における
利活用技術の研究開発

研究開発課題名：府省庁連携防災情報共有システムとその利活用技術の研究開発

Disaster information sharing system

システム間を相互に繋ぐ 「仲介役」として、情報共有を実現。 多組織協働型災害対応を目指す。

背景

全体の状況が見えない、互いの動きが見えない、組織個別の災害対応

東日本大震災時、災害対応を行う各組織では、それぞれが保有している情報システム間で連携がとられず、最新情報が災害現場に届かない、被災状況を俯瞰的・総合的に把握できない等、情報共有が不十分なまま、個別に災害対応をとらざるを得なかった。現状の情報共有の仕組みは、縦割りの組織間で下から上へと集約する形であり、組織間を横断的に情報共有する仕組みがないため、情報集約に時間を要したり、組織間での横の連携ができないという課題がある。

研究内容

◎府省庁連携 ◎多対多で情報共有 ◎保健医療活動支援とため池災害対応で実証

国全体で状況認識を統一し、的確な災害対応を行うために、府省庁、関係機関、自治体等が運用する災害関連情報システム間を接続し、情報を多対多で相互に共有して、統合的な利活用を実現する中核的役割となる「府省庁連携防災情報共有システム」と、災害派遣医療チームの派遣判断等の保健医療活動支援及びため池決壊による氾濫予測等のため池災害への対応をパイロットケースとした「情報共有に基づく利活用技術」の研究開発を行う。



成果目標

「データ自動変換による仲介役」と「知識ベースによる情報加工」を実現

多数の組織間において、一度に多対多での情報共有を行うことができるよう、データ自動変換機能を実装し、システム間の仲介役を担うとともに、災害対応を行う関係者に対し、複数の情報を組み合わせにより効果的な情報を作成(情報のイノベーション)し、提供できるよう、災害対応業務に基づく知識ベースによる情報加工機能を実現する。例えば、複数の組織が収集した被害状況や個々の活動状況等を地図上に一元表示する「共通状況図」を作成・提供することで、組織間での状況認識を統一した上で、個々の的確な災害対応に結びつけることができ、国全体としての災害対応力を最大化することに寄与する。

Q. 災害情報を共有することで、どのような事が変わりますか？

A. 災害時には、多種多様な情報が、多種多様な組織から、多種多様な形式で発信されます。しかし、災害対応の現場には、これらを全て把握し、その中から自分が必要な情報を探し出して利活用する、という余裕はありません。そこで、「仲介役」がその役割を担い、現場に必要な情報を必要な形で届けます。これにより、多種多様な組織が協働でき、全体として迅速・的確な災害対応を実現します。

研究実施機関 防災科学技術研究所・(株)日立製作所・東京工業大学・国立病院機構災害医療センター・農研機構・(株)コア・(株)オサシ・テクノス・(株)複合技術研究所・ニダコンサルタント(株)

災害情報収集システム及び
リアルタイム被害推定システムの
研究開発

研究開発課題名：リアルタイム被害推定・災害情報収集・分析・利活用システム開発

Damage estimation system

被害状況をリアルタイムに推定、 最新情報で確定化。適切な初動 体制による応急対応を可能にする。

背景

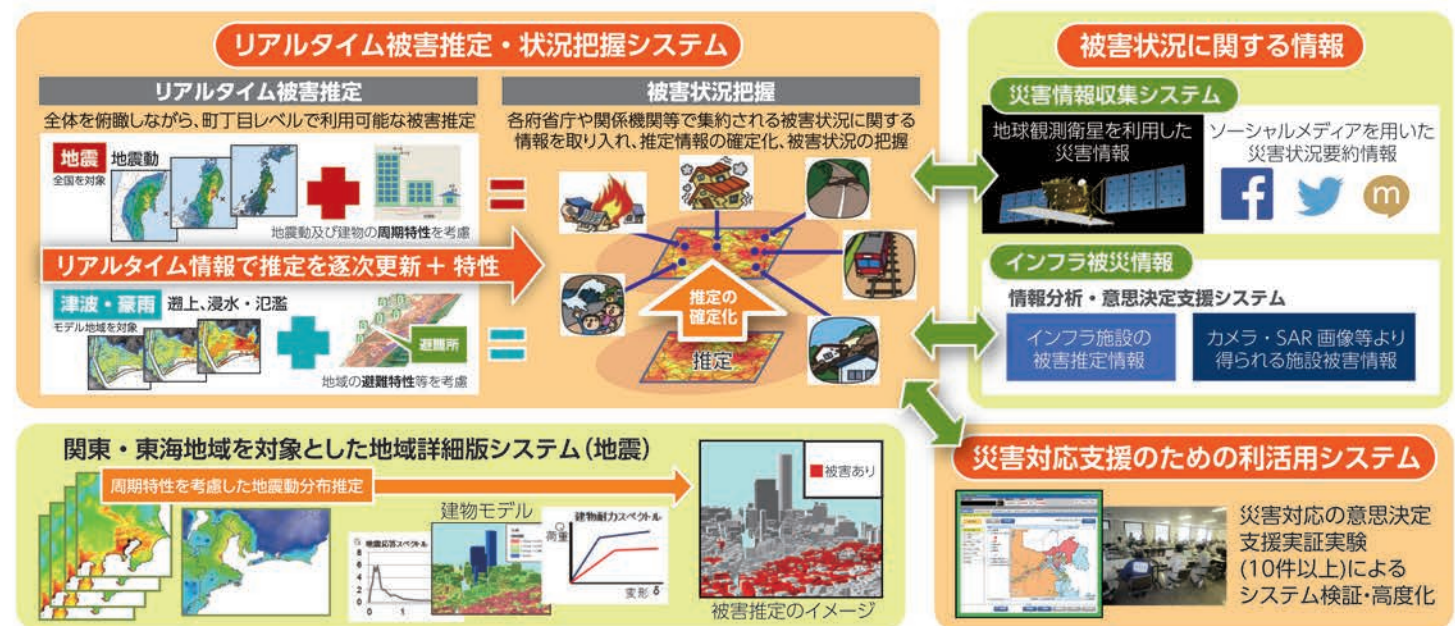
迅速な被害推定・状況把握により、自然災害による被害を最小限に食い止める

自然災害を発生前に的確に予測し、制御することは近い将来においても不可能であり、災害による被害を最小化するための仕組みが必要である。災害発生直後に、その全体像を俯瞰的に把握し、同時に町丁目レベルでの詳細な被害推定や状況把握を行い、それらの情報を災害対応の意思決定に取り込むことが可能になれば、東日本大震災のような巨大災害時であっても、初動体制の構築、避難誘導や救助支援といった応急対応をこれまでよりも迅速かつ的確に行えるようになる。

研究内容

◎リアルタイム被害推定・状況把握システム ◎災害情報収集システム ◎利活用システム

最新の観測技術・解析技術を基盤とし、地震観測データ、地下構造・建物・人口モデル、課題④の情報共有システムから提供される各種情報を取り込み、地震、津波、豪雨を対象とした高精度なリアルタイム被害推定システムを構築する。衛星データやソーシャルメディアなどの情報分析により確定的な災害状況把握を可能とするシステム、及びそれら情報を利活用した迅速で的確な災害対応を支援するシステムを構築し、自治体等での実証実験を通してシステム全体の高度化を進める。



成果目標

社会実装可能なシステムを構築、災害対応技術におけるイノベーションを実現

地震動による被害を250mメッシュ単位で推定し、地震発生後1分以内に情報発信を行う全国概観版のリアルタイム被害推定・状況把握システムを構築する。さらに、関東・東海地域の一部においては、地震動被害を50mメッシュ単位で推定する地域詳細版システムを構築する。津波、豪雨に対しては課題①、②との連携のもと、モデル地域を対象としたリアルタイム被害推定・状況把握システムを構築し、津波遡上は地震発生後数分後、浸水・氾濫は来襲1時間前に被害推定情報を提供できるシステムを目指す。これらのシステムや、課題④の情報共有システムを通して共有される膨大な被害情報を統合処理し、災害対応の意思決定を支援する利活用システムを構築し、自治体等の対応能力の向上に貢献する。

Q. 被害推定は、どれぐらいの精度を目指していますか？

A. 地震については関東・東海地域の一部で50mメッシュ単位、その他では250mメッシュ単位で建物被害、人的被害を推定します。津波・豪雨については課題①、②と連携し、モデル地域における被害を推定します。地震は発生後1分以内、津波の遡上は津波検知後数分、豪雨等による浸水や氾濫は来襲1時間前に第1報を発信、最新の観測情報により順次更新します。

研究実施機関 防災科学技術研究所・理化学研究所・宇宙航空研究開発機構・情報通信研究機構・国土技術政策総合研究所

Dr.ナダレンジャーの科学実験教室2015

アウトリーチグループ 納口恭明



ナダレンジャーが出動する現場の約3割は小学校です。出動がお昼前後のとき、給食をいただくことがあります。子どもたちといっしょだったり、校長先生と二人きりの検食という名の「お毒見」であったり。すでに100食はいただいております。これも、大切な成果の一つです。

防災科学技術研究所 第10回成果発表会 講演・ポスター概要集

平成27年3月6日発行

編集・発行

独立行政法人 防災科学技術研究所
アウトリーチ・国際研究推進センター アウトリーチグループ
〒305-0006 茨城県つくば市天王台3-1
電話：029-863-7783

印刷

朝日印刷株式会社

2015.3.6.500



独立行政法人 防災科学技術研究所

詳細はWebでご確認ください。

防災科研

検索

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

