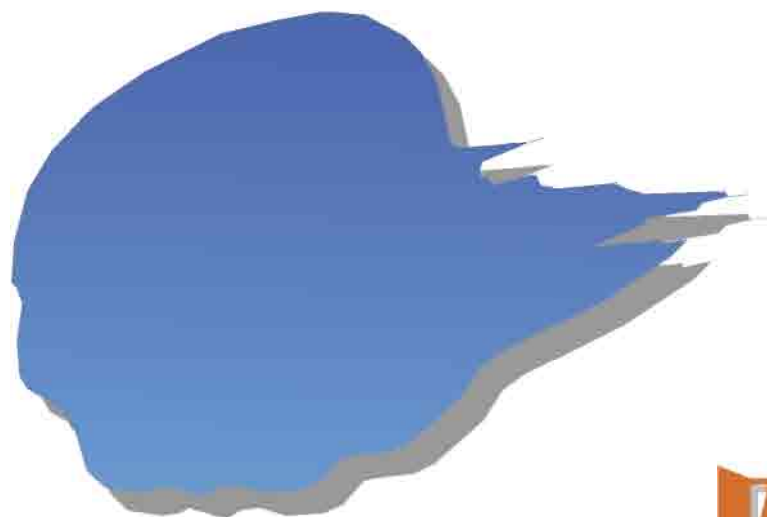


防災
科学
研究



National Research Institute

for

Earth Science

and

Disaster Prevention

防災 科学 研究 NEWS

新潟福島豪雨災害に思う
地球の中をCTスキャンする
宇宙から見る火山の動き
時間と空間の情報を地図で表示
—時空間GIS—

巨大土槽で液状化実験
「サイエンスキャンプ2004」 中学生ミニ博士コース開催
風水害データベース公開
—災害体験共有システム—

兵庫県三木市に「兵庫耐震工学研究センター」開設
—世界の耐震工学研究のコア機関をめざして—



新潟福島豪雨災害に思う



総合防災研究部門 部門長 中根和郎

平成16(2004)年7月12日深夜から13日に掛けて、新潟県の三条市や長岡市などの中越地方を中心に日雨量300mmを超える記録的な大雨がもたらされた。このため、信濃川支川の五十嵐川、刈谷田川等の中小河川が越水・破堤し、新潟県下で死者15名、重軽傷者3名の人的被害が発生した。住家の被害は全壊70棟、半壊5,354棟、床上浸水2,141棟、床下浸水6,118棟(表1、消防庁9月10日現在)に達した。死者の多くは70歳以上の高齢者の溺死によるもので、災害弱者への地域住民の支援が改めて問われる結果となった。今回、被害を大きくしたのは住宅地近傍の河川堤防が破堤したことによるもので、住宅地へ濁流が流れ込み、低地の浸水深は2mを超え、家屋を全半壊させた(写真1)。水が引いた後には細かい泥が畳の上に30~40cmも堆積した。水を含んだ泥は重く、へばりついて、その除去に多大の労力が費やされた。

当時、日本海から新潟県・福島県付近に梅雨前線が停滞していた。その前線に沿って、低気圧が東進し、梅雨前

線の活動が12日の夜から活発となった。強い雨雲が次々と日本海から中之島町、見附市の方角に上陸し、この地域に長時間の豪雨をもたらした。アメダスの栃尾観測所(表1)では最大60分間雨量62mm、日雨量421mmを観測した。これは従来の記録169mmを遙かに超えるもので、2004年を含む25年間の解析によれば106年の超過確率の豪雨であったことが分かった。このような豪雨が五十嵐川や刈谷田川の流域にもたらされ、河川は持ちこたえることが出来ず、越水・破堤してしまった。場所は異なるが同様の豪雨は平成10(1998)年8月4日にも発生しており、新潟地方気象台(表



写真1 新潟県中之島町中之島の刈谷田川破堤地点付近の倒壊家屋

		人的被害(人)		家屋被害(棟)				降雨状況(mm)				
		死者 行方不明	重軽傷者	全壊	半壊	床上	床下	観測点	最大60分雨量	最大3時間雨量	最大6時間雨量	最大日雨量
1	新潟県	15	3	70	5,354	2,141	6,118	栃尾	62	134	275	421
2	福島県	5	19	65	141	4,324	9,873	美山	96	175	254	283
3	新潟県	1	-	3	14	2,209	12,813	新潟	97	143.5	210.5	265

1:平成16年7月新潟福島豪雨災害、被害は消防庁調べ平成16年9月10日現在、降雨状況はアメダスデータ

2:平成16年7月福島豪雨災害、被害は消防庁調べ平成16年9月10日現在、降雨状況はアメダスデータ

3:平成10年8月新潟地方豪雨災害、被害は消防庁調べ平成10年8月10日現在、降雨状況はアメダスデータ

表1 新潟福島豪雨災害および福島豪雨災害の被害状況・降雨状況

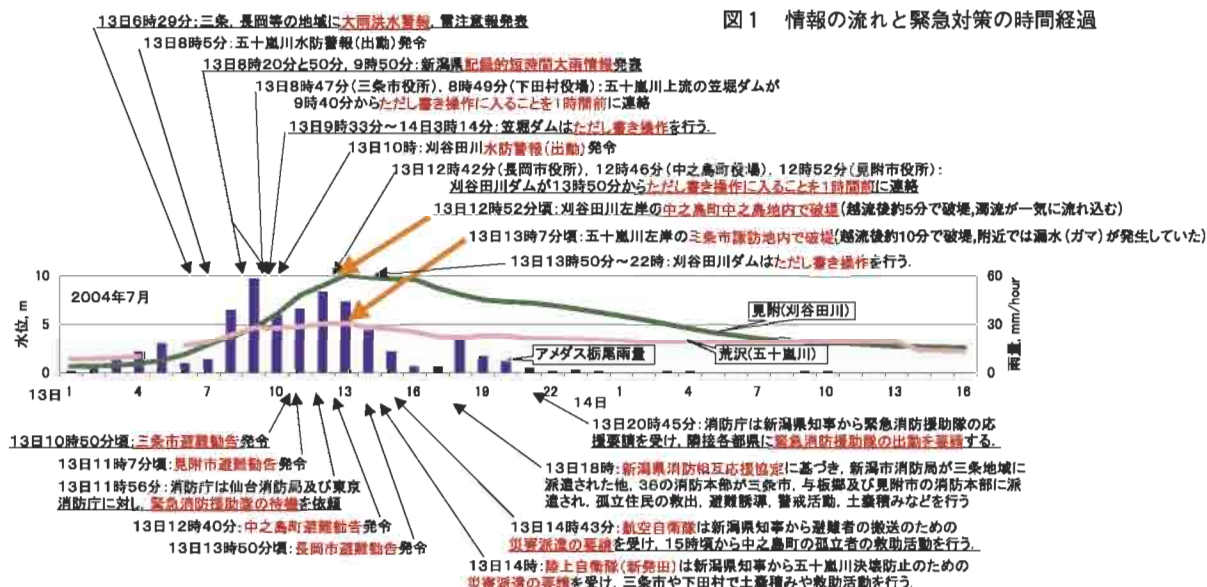
1)では最大60分間雨量97mm、日雨量265mmの局地的な豪雨を観測した。このような河川の計画規模を上回る豪雨は各地で起こることが予想され、今後も多くの中小河川で同様な災害が発生することが懸念される。

7月14日以降も、梅雨前線活動は低気圧の東進に伴って活発となり、福井地方では7月18日未明から大雨となった。足羽川上流の美山観測所(表1)では最大60分間雨量96mm、日雨量283mmの局地的な豪雨を観測した。このため、足羽川は各所で越水・破堤し、川に架かっていた越美北線の鉄橋が5カ所で流出した。特に、福井市春日で足羽川が破堤し、濁流が市内に流れ込み、床上浸水などの大きな被害が発生した。浸水深は深いところで1.67mに達したが、多くの地域は1m前後であった。福井地方では新潟地方と比較して、降雨強

度が比較的大きかったため、山腹溪流の多くで多量の土砂が流出し、沢沿いの多くの家屋が全半壊した。これらは昼間の出来事であり、沢から水が溢れだし、付近の住民は危険を感じ避難していた。その後、溪流を土石流や土砂流が襲ったので人的被害は少なかった。この災害による福井県の被害は表1に示すとおりである。

一方、新潟では情報の発信・伝達、災害弱者に対する地域の救援・救助等多く問題が重なり合って多数の人的被害が発生してしまった。この地域の災害情報がどの時機に発信され、それらを基にどのような緊急対策が取られたかを調べ図1に整理した。このような情報を災害毎に整理し、共有化することにより、今後の地域防災情報の発信と、緊急対策を検討する参考にしたいと思っている。

図1 情報の流れと緊急対策の時間経過



地球の中をCTスキャンする



固体地球研究部門 主任研究官 関口 渉次

1 はじめに

地面の下の地下構造を調べる方法に、地震波トモグラフィという方法があります。これは、健康診断などで体の中の断層写真を撮るのと同じような方法で、X線や磁気を使う代わりに、地震波を使います。1970年代にマサチューセッツ工科大学の安芸教授によって開発された手法ですが、医学で用いられているCT（コンピュータトモグラフィ）スキャンから発想されたと聞いています。

2 地震波を使ったCTスキャン

原理を簡単に説明します。地下の深いところで地震が発生すると、地震波がそこから広がり地表に達します（図1 a）。地表には地震計が設置しており、地震波を記録します。地下のある部分で、地震波の伝わる速さが遅いと、そこを通った波は周りに比べて

遅れて地表に到達します。逆に早いと、早く到達します。この到着時刻を調べることで、地下に遅い場所や早い場所があるかどうかわかります。図の場合、地震波の伝わる道筋の太線で示した場所のどこかに遅い場所があることがわかります。右下の領域を通る地震波は記録されていないのでこの領域の様子はこれではわかりません。さらに別の場所で発生した地震について同じように地表で地震波をとらえると（図1 b）、太線で示した場所のどこかに遅い場所があることになり、地震が一つの場合に比べて、場所を絞り込むことができます。このようにして、地震の数を増やしていけば、地下の地震波の伝わる速さの遅いところや早いところが正確にわかってきます。

実際には、遅い早いだけでなくどれだけ遅いか早いかの情報も使用しています。また、現在は使用するデータ数が何十万という数になるので、結果を得るには非常に大きなメモリを持った高速の計算機が必要になります。

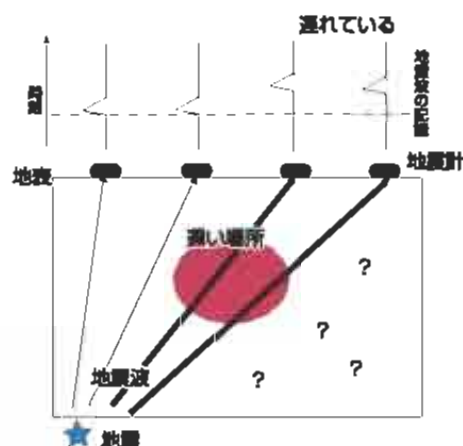


図1 a

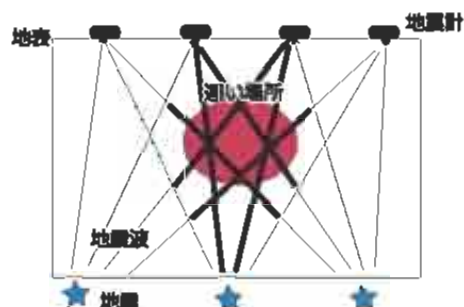
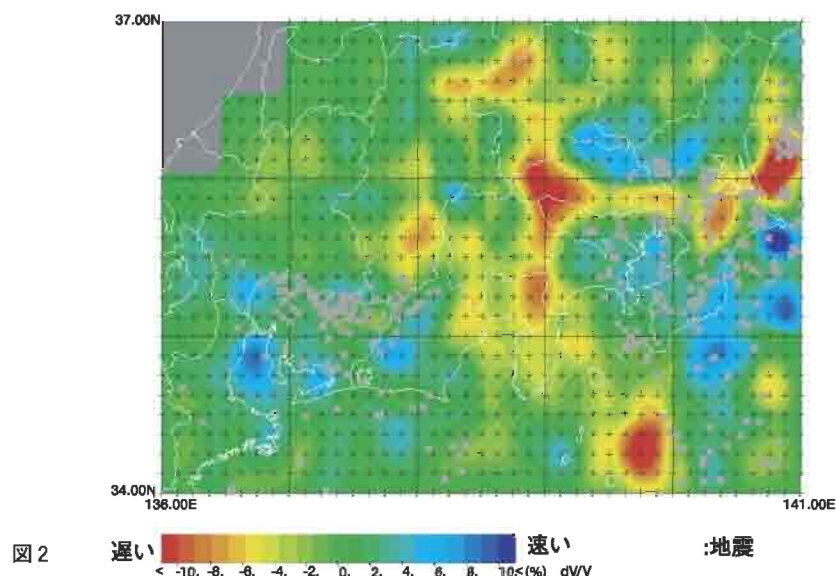


図1 b

深さ：40km



地震波の到着時刻ではなく、振幅情報を使ったトモグラフィもありますが、この場合は、地下の減衰構造と呼ばれるものを解明するのに使われます。

3 関東・東海地方の下は

どうなっているのか？

では、次に解析結果の例を紹介します。図2は関東・東海地方の深さ40km付近の地震波速度分布を示しています。赤い色は地震波速度の遅い領域、青い色は速い領域を意味します。速度が遅い原因は、主にその地域の温度が周りより高いためと考えられています。逆に速い原因は、温度が低いためと考えられています。分布の特徴として、まず、伊豆半島付近で南北に赤い領域(速度の遅い領域)が広がっているのがわかります。この付近の地表には火山が並んでいるので、火山活動に関係があるものと思われます。一方、埼玉県と東京都の境界付近に東西に速度の遅い領域が見えます。これは温度の違いではなくこの付近で沈み込んでいるフィ

リピン海プレートの海洋性地殻に対応するものと考えられます。関東・東海地方の下には相模トラフ、駿河トラフを境界に南からフィリピン海プレートが沈み込んでいます。その下に、太平洋プレートが日本海溝を境に東から沈み込んでいます。プレートは最上部の地殻とその下のマントルの一部からなっていると考えられています。フィリピン海プレートは海洋性プレートなので最上部に海洋性地殻があります。それが深さ40kmでちょうど埼玉県と東京都の境界付近に位置します。プレート自体は温度が低いので高速度領域として現れるはずですが、海洋性地殻は周囲のマントルと物質が違うため低速度になります。

4 最後に

このように地震波トモグラフィは地下の様子を解明するのに大変役に立つ方法です。また、地下の様子を詳しく知ることは、地震研究の基礎であり、大変重要な研究分野です。

宇宙から見る火山の動き



防災基礎科学技術研究部門 任期付研究員 小澤 拓

はじめに

日本は火山の国と呼ばれるように、多くの活火山が位置しています。歴史においても何度も火山噴火が発生し、甚大な被害をもたらした火山災害も発生しています。防災科研では、このような火山災害に対する取り組みの一つとして、火山活動を把握するための観測手法の研究や、火山活動の性質を調べる研究などが行われています。火山活動を調べるためには、地殻変動、地震、火山ガス、地温などの観測が行われますが、その中でも地殻変動は、地下のマグマの動きを推定することができる重要な情報の一つです。何らかの

理由により、地下のマグマの体積が増加・減少、もしくは移動したりすると、それに伴って地殻変動が生じるので、逆に、観測された地殻変動から地下のマグマの動きを推定することができるのです。このような地殻変動を観測する古典的な手法としては、上下の変化を観測する水準測量や、距離の変化を観測する光波測量などがあり、精度の高い観測量を得ることができますが、測量に要する時間・労力が多大になることや、噴火時には測量に危険を伴うことなどから、人工衛星を用いたリモートセンシング技術の利用が期待されています。ここで紹介する干渉合成開口レーダ（干渉SAR）は、そのようなリモートセンシング技術の一つであり、データを取得した2時期間に生じた地殻変動をセンチメートルの精度かつ面的に捉えることができるので、火山活動に伴う地殻変動を観測する有効な手法として期待されています。

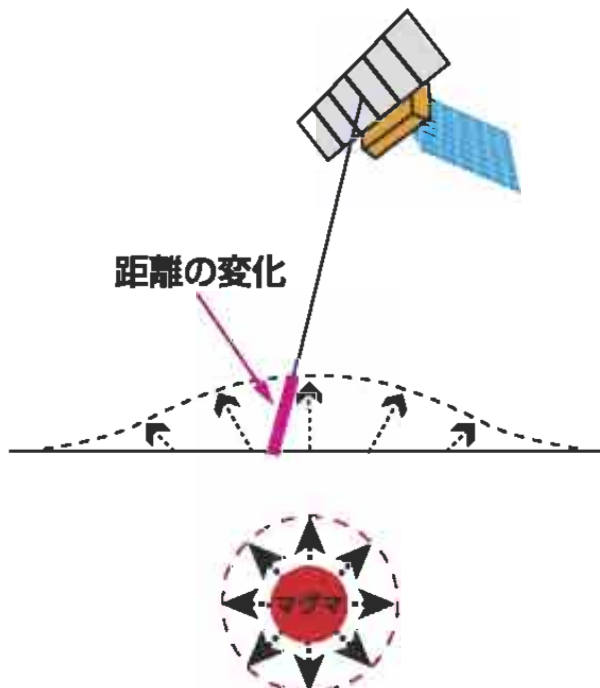


図1 干渉SARから得られる地殻変動

干渉SARが捉えた キラウエア火山の地殻変動

SARは人工衛星などに搭載されたアンテナからマイクロ波を照射し、地表面で散乱して戻ってきた波（後方散乱波）を観測する能動センサで、地表面の画像を数メートルから数十メートルの空間分解能で取得することができます。特に、マイクロ波は雲を透過する

性質を持っており、全天候型で地表面を観測できるという利点があります。一方、干渉SARは、2回の観測で取得された後方散乱波の位相の差から、人工衛星と地表との距離（スラントレンジ）がどれだけ変化したかを検出します（図1）。得られた位相差の画像から、地殻変動によって生じた位相差成分のみを抽出することによって、SAR画像と同じ空間分解能で、センチメートル精度の地殻変動を検出することができます。図2は、日本で打ち上げられたJERS-1衛星が観測したキラウエア火山（ハワイ）周辺のSAR画像に干渉SARを適用して得られた地殻変動を示しており、0から 2π ラジアンまでの位相変化を青—紫—黄—青のように色をつけて表したものです。観測期間に生じた地震の震央分布と重ねてみると（図2の黄色丸印）、群発地震が発生した位置と、地殻変動が生じた場所がよく一致していることがわかります。このことから、この地殻変動は、地下でマグマがくさび状に貫入（ダイク貫入）して生じた地殻変動と推測されます。さらに、得られた地殻変動からダイク貫入のモデルを推定すると、約2km四方の範囲に1.2mの厚さでダイクが貫入したことがわかりました。また、ダイクの上端は、ごく浅い数百メートルの深さに推定され、現在噴火活動が見られない場所で、このような噴火寸前のイベントが発生していたことがわかりました。

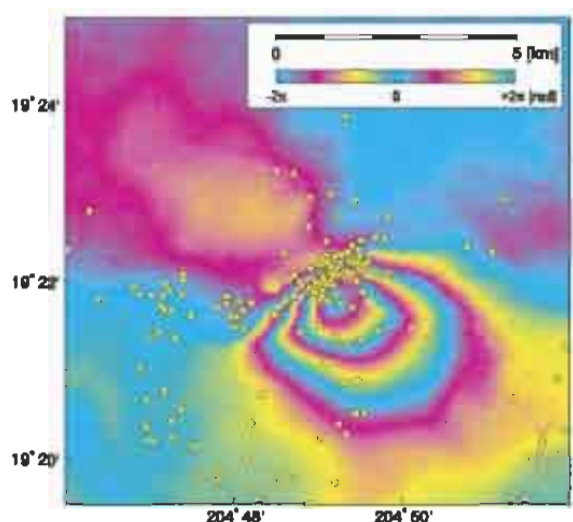


図2 キラウエア火山において検出された地殻変動。黄色丸印は、1993年2月2—3日に発生した地震の震央（ANSS/CNSS Worldwide Earthquake Catalog (Advanced National Seismic System, Northern California Earthquake Data Center)より取得）を示す。

干渉SARの今後の展望

以上の例で示したように、干渉SARは他の測量では検出が困難な、面的かつ高精度な地殻変動情報を与えてくれます。このような地殻変動情報をより高精度に検出可能になれば、より詳細に火山活動を把握できるようになるはずです。また、様々な画期的な地殻変動研究に用いられてきたJERS-1衛星の後継機として、ALOS衛星が2005年に打ち上げられる予定になっています。この衛星に搭載されるSARは干渉SARによる地殻変動検出も目的として設計されているので、より精度の高い地殻変動情報が得られると期待されています。このようなデータをより効率的に火山研究に用いるために、私たちは干渉SAR解析手法の改良に取り組んでいます。

時間と空間の情報を地図で表示

—時空間GIS—



川崎ラボラトリー 災害対応情報環境開発チームリーダー 角本 繁

1 日々の変化をとりいれる

最近ではパソコンやインターネットが家庭でも使われるようになり、地図情報を扱うカーナビゲーションシステムも普及してきました。地図に表現された情報をもとにして、地域の特性などの様々な地理情報を場所に対応させるシステムをGIS^{※1}と呼びます。地図は、地域の状態を表したのですが、日々変化する地域の状況と一緒に扱うのが時空間GISです。時空間GISは、図1に示すように、刻々と変化する地域の状態を地理・歴史データベースとして登録して、必要な分析などを行えることを特徴としています。新しいビルが完成日から解体日（未定の場合は最長日）までの期間とビルの位置を登録します。そのビルの使用目的、管理者などは属性情報として登録されます。

2 阪神・淡路大震災が契機に

1995年の阪神・淡路大震災では、町の変遷や復興の推移が地図上の位置情報として登録され、対策に使われました。特に、長田区役所で行われた倒壊家屋の撤去作業では、1万5千棟を超える解体候補の家屋と日々変化する状況を把握するために、まさしく戦闘状態でした。区役所の職員と防災研究者が一緒になって、この極限状況の中

で模索した結果が、時空間GISの作成と活用でした。建物の状況の把握と対策に使われたこのシステムは、関係者のニーズに答えるものとして生まれ成長しました。家屋の隣接関係などは地図上の位置で把握し、解体状況は時間推移の情報として表現した結果、住所では把握できなかった近隣の倒壊状況が把握でき、戦略的な対応が可能になりました。

また、震災現場でのシステムの開発体験から、緊急時に役立つシステムは平常時に使われている必要があるということが明らかにされ、自治体の防災システムは平常時に使っているシステムで構成すべきという「リスク対応型地域管理情報システム」の考え方が提示されました。

3 防災への応用

自治体が平常業務でも時空間GISを使用すれば、異動届などの申請データを日々の変化データとして登録でき、災害時にも使えるデータとして活用することができます。災害が起こった時に最新の情報が使用できるので、即応性が求められる安否確認や状況分析などにも利用できます。

加えて、地震の発生地点に近い地震計からいち早く得られる震源位置と強度データを用いて、被害推定シミュレー

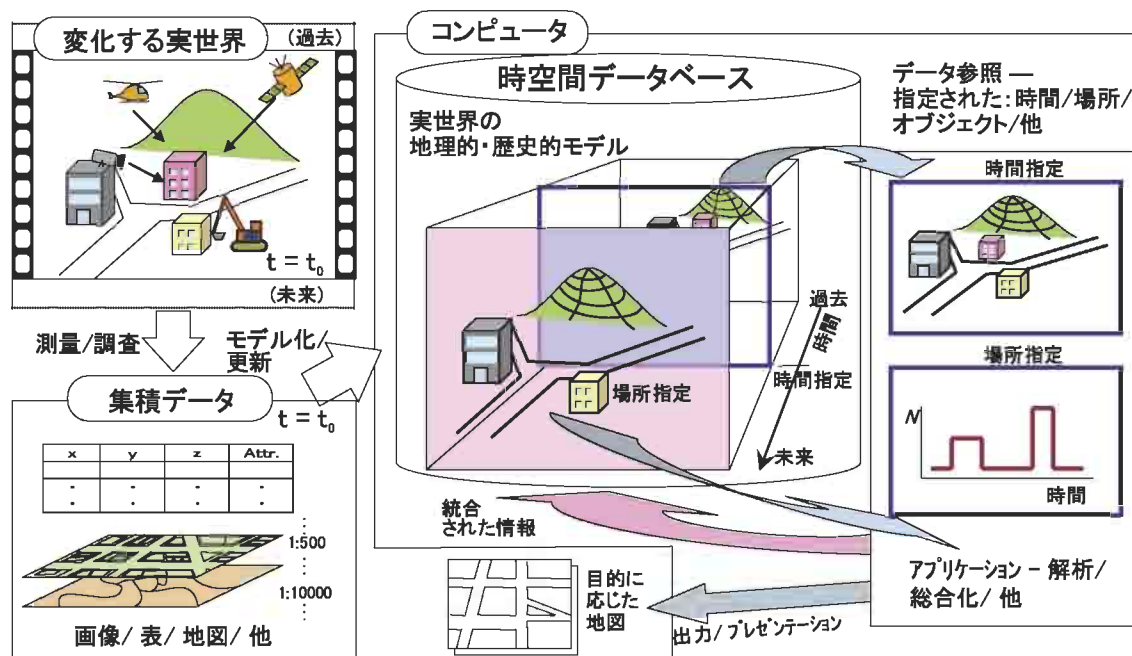


図1 時空間GISの概念

ションをすることで即座の被害対応を可能にする研究が進められています。人的物的被害推定は1秒以内で完了し、数秒で伝達できるようになりましたので、多くの場合は地震波が到達する前に対策が打てる可能性があります。数秒という時間でもコンピュータにとっては多くの情報処理ができるので、通信ラインの確保、必要情報の遠隔地への退避、詳細分析の準備をすることができます。

初動時から、安否確認と人命救助、現地情報の収集と整理分析、詳細シミュレーションによる戦略的対応などに、

実際の現場で確実に役立つ情報基盤となる時空間GISの研究を進めていきます。

注1: GISは、「地理情報システム」を意味する。Geographic Information System の略でジー・アイ・エスと呼びます。

巨大土槽で液状化実験

7月5日に大型耐震実験施設にて液状化実験を行いました。実験は長さ12m、高さ6m、幅3.5mの世界最大のせん断巨大土槽を予め2度傾斜させて杭を埋め込み、250を越える計測機器を埋め込み作成し、阪神・神戸大震災級よりやや弱い震度6の震動を与えました。

実験を開始すると、震動を与えられた巨大土槽は見る見る横滑りを始め歪な形に変形しました。

実験で得られたデータは建設分野の研究者に広く提供され、今後の建物や



図1 実験前土槽

図2 実験後土槽

土木構造物基礎設計法などへの反映が期待されています。

「サイエンスキャンプ2004」 中学生ミニ博士コース開催

7月26日～28日に全国の高校生15名を対象としたサイエンスキャンプ、8月4日～6日に10名の中学生を対象としたミニ博士コースを開催しました。防災科研の研究者から、身近な材料を使った実験を中心に自然災害のしくみ



写真2 サイエンスキャンプ講義・実習「雨はどんなふうにも地中へしみこんで行くの？」

や、それを観測する技術などを学びました。

ペットボトルの中で竜巻を起こしたり、自分達で作った地震計で揺れの大きさを測ったり、暑さをものともせず、真剣に取り組む姿が見られました。3日間の全てのスケジュールを全員が無事終えて、すっかり仲良くなった仲間たちと別れて、全国に戻って行きました。



写真1 中学生ミニ博士コース講義・実習「地震を知る技術」

風水害データベース公開

—災害体験共有システム—

9月1日の防災の日に合わせて、過去に各地で起きた風水害をデータベース化した災害体験共有システムを公開しました。

このシステムは、各地でどのような災害が起こっており、人や建物がどのような状況の中で、どのような被害を受けたか、その時、どのような緊急対策がなされたか等の災害体験情報を地域別、災害種類別に検索し、分かり易

く表示するシステムです。

現在、1967～2003年に全国で起きた風水害の中から死者が出たものなど163災害、900件以上の被災報告が地域ごとに登録されております。

同時に災害体験アンケート（危ない目にあって“ヒヤッ”としたり、“ハッと”したりしたけれども、なんとか怪我をせずすんだ体験）も実施しています。

情報の検索

- ・気象要因
- ・災害誘因
- ・災害の種類
- ・土地環境条件
- ・土地条件
- ・空間条件

災害体験共有システム

災害体験共有システム

<http://issdmfs.bosai.go.jp/bosai/jsp/index.jsp>

災害体験アンケート

http://issdmfs.bosai.go.jp/bosai_ank/jsp/index.jsp

災害体験アンケート

兵庫県三木市に「兵庫耐震工学研究センター」開設 —世界の耐震工学研究のコア機関をめざして—

独立行政法人防災科学技術研究所（理事長 片山恒雄）は、平成16年10月1日（金）兵庫県三木市の三木震災記念公園内（仮称）に「兵庫耐震工学研究センター」を開設致します。

センター長には京都大学防災研究所中島正愛教授が就任致します。同センターでは、独立行政法人防災科学技術研究所が平成17年度からの本格的な運用を目指して建設している実大三次元震動破壊実験施設（E-ディフェンス）を活用し、巨大地震に対して構造物が「どう壊れるか」「どこまで壊れるか」「なぜ壊れるか」といったことを解明するために、実物大の構造物を実際に破壊する、これまでにない実験研究を進めていくことになっております。

研究課題は、文部科学省の「大都市

大震災軽減化特別プロジェクト」による鉄筋コンクリート構造物、木造建造物の破壊過程や地盤流動化の機構の解明、低コストな耐震補強方法の開発、さらには東海、南海、東南海地震等の大地震より発生する比較的長周期の地震動に対する超高層ビルなどの耐震安全性向上の研究等を予定しています。

また、アメリカの大規模耐震研究プロジェクトNEES (Network for Earthquake Engineering Simulation) と共同で鉄骨建物や橋梁などの研究にも取り組むこととなっております。今後、更に国内外の大学・研究機関・企業との幅広い連携によって、様々な実験研究課題に積極的に取り組み、同センターを日本のみならず世界的な耐震工学研究のコア機関にしたいと考えております。



編集・発行



独立行政法人 防災科学技術研究所

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

企画・課直通 ☎029-863-7789 Fax.029-851-1622

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

発行日/2004.10.1