

The Headquarters for Earthquake Research Promotion News

地震本部 ニュース

2012年

11 月号

2

地震調査委員会〔第243回〕

定例会 (平成24年10月10日)

2012年9月の地震活動の評価

4

シリーズ：地震調査研究機関 気象庁の業務最前線〈2〉

東日本大震災後の緊急地震速報の課題と対策

6

首都直下地震防災・減災特別プロジェクト

広域的情報共有と応援体制の確立

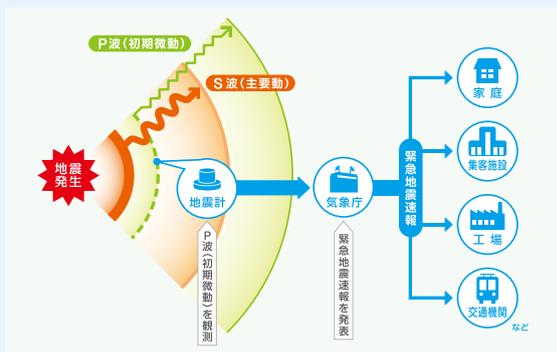
8

地震調査研究の最先端

名古屋大学減災連携研究センター 教授 武村 雅之

用語解説

常時微動



■ 気象庁：緊急地震速報のしくみ



■ 緊急医療搬送期の情報共有の事例

1 主な地震活動

目立った活動はなかった。

2 各地方別の地震活動

北海道地方

目立った活動はなかった。

東北地方

- 9月18日に岩手県沖の深さ約45kmでマグニチュード(M)5.0の地震が発生した。この地震の発震機構は西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生した地震である。

関東・中部地方

- 9月14日に千葉県北東部の深さ約35kmでM5.1の地震が発生した。この地震の発震機構は北西-南東方向に圧力軸を持つ型で、フィリピン海プレートと陸のプレートの境界付近で発生した地震である。
- 東海地方のGNSS観測結果等には、東海地震に直ちに結びつくとみられる変化は観測されていない。

近畿・中国・四国地方

- 9月8日に伊予灘の深さ約50kmでM4.5の地震が発生した。この地震の発震機構は東北東-西南西方向に圧力軸を持つ型で、フィリピン海プレート内部で発生した地震である。

九州・沖縄地方

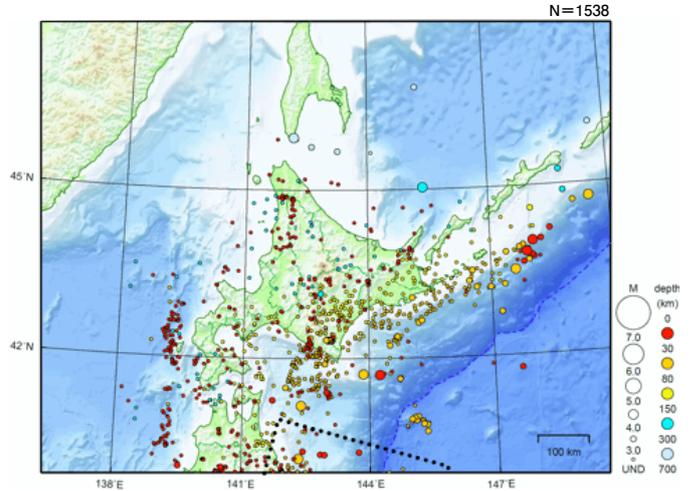
目立った活動はなかった。

補足

- 10月2日に三陸沖でM6.3の地震が発生した。この地震の発震機構は西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生した地震である。

注：GNSSとは、GPSをはじめとする衛星測位システム全般を示す呼称である。

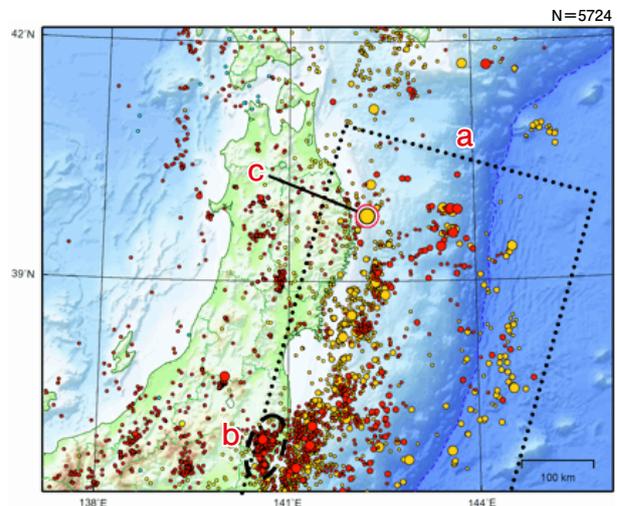
1 北海道地方



特に目立った活動はなかった。

※点線は「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の余震域を表す

2 東北地方



- 9月中に、「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の余震域内ではM5.0以上の地震が2回発生した。また、最大震度4以上を観測した地震が1回発生した。
以下のb)、c)の地震活動は、この余震域内で発生した。
 - 福島県浜通りから茨城県北部にかけての地殻内で2011年3月11日から発生している地震活動は、9月末現在、全体として徐々に低下してきている。
 - 9月18日に岩手県沖でM5.0の地震(最大震度3)が発生した。
(9月期間外)
10月2日に福島県沖でM5.6の地震(最大震度3)が発生した。
10月2日に三陸沖でM6.3の地震(最大震度3)が発生した。
10月3日に宮城県沖でM5.0の地震(最大震度4)が発生した。
10月6日に秋田県内陸北部でM4.9の地震(最大震度3)が発生した。
- ※点線は「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の余震域を表す

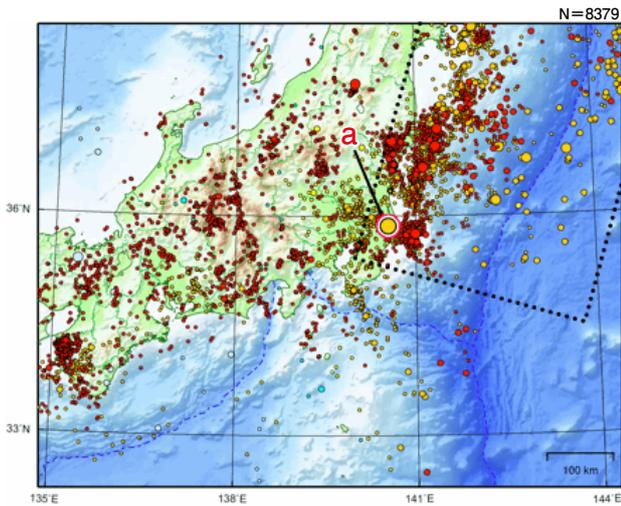
各地方別の地震活動図は気象庁・文部科学省提出資料を基に作成。また各地方の図に記載されたNは図中の地震の総数を表す。

注：この図の詳細は地震調査研究推進本部ホームページの毎月の地震活動に関する評価に掲載。地形データは日本海洋データセンターのJ-EGG500、米国地質調査所のGTOPO30、及び米国国立地球物理データセンターのETOPO2v2を使用。

深さによる震源のマーク	Mによるマークの大きさ
● 30km 未満	○ M7.0以上
● 30km 以上 80km 未満	○ M6.0から6.9まで
● 80km 以上 150km 未満	○ M5.0から5.9まで
● 150km 以上 300km 未満	○ M4.0から4.9まで
● 300km 以上 700km 未満	○ M3.0から3.9まで
	○ M3.0未満とMが決まらなかった地震

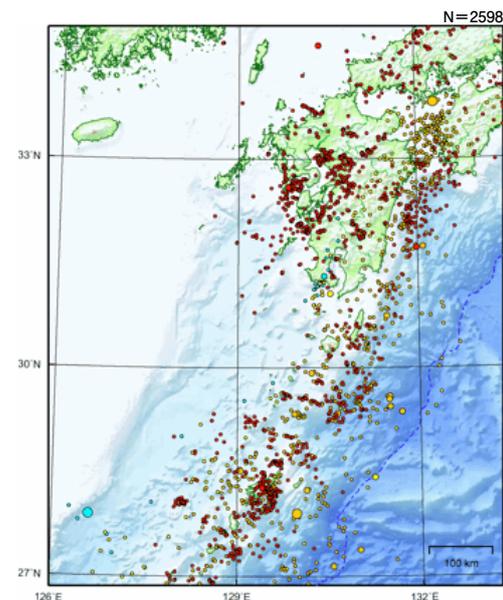
各図の縮尺は異なる。そのため、凡例のMによるマークの大きさは目安で、図中のMのマークの大きさと同じではない。

3 関東・中部地方



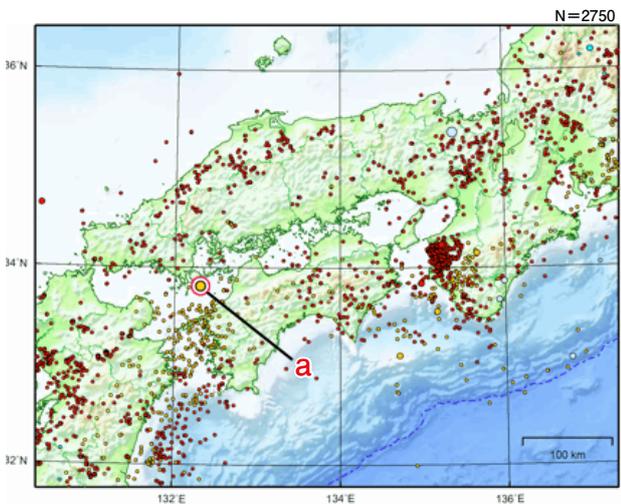
a) 9月14日に千葉県北東部でM5.1の地震(最大震度4)が発生した。
※点線は「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震」の余震域を表す

5 九州地方



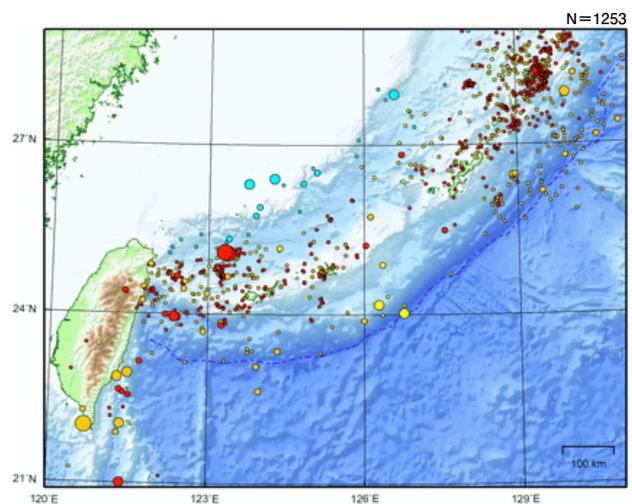
特に目立った活動はなかった。

4 近畿・中国・四国地方



a) 9月8日に伊予灘でM4.5の地震(最大震度3)が発生した。

6 沖縄地方



特に目立った活動はなかった。

地震調査 検索 詳しくは、ホームページ [<http://www.jishin.go.jp/>] をご覧ください。

気象庁の業務最前線<2>

東日本大震災後の緊急地震速報の課題と対策

気象庁 地震火山部 地震津波防災対策室 情報管理係 岡垣晶子

はじめに

平成24年10月1日、緊急地震速報は一般への提供開始から5年を迎えました。この5年間に気象庁は129の地震に対して緊急地震速報（警報）を発表してきましたが、適切な情報を発表できたものばかりではありません。特に、国内観測史上最大規模となる「平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震」（東日本大震災）の発生後は、この地震の揺れによる観測施設等の被害及び、その後の活発な余震活動等により、緊急地震速報を適切な内容で発表できない事例が多発しました。ここでは、それらの課題と、それに対して気象庁が行った取り組みを紹介します。

課題

（1）広域での観測点障害（欠測）の発生

「東北地方太平洋沖地震」の本震発生後、長時間の通信障害や停電が発生し、気象庁において地震計のデータを入手できなくなりました。これは、気象庁へとデータを送信する通信回線網の機能が停止したことと、地震観測点の予備電源が持ちこたえられなかったため、東北地方を中心に緊急地震速報に利用する観測データが大幅に減少したことから、緊急地震速報の発表が遅れるなどの事態が生じました。

（2）不適切な内容の緊急地震速報の発表

本震以後は、これまでに経験したことのない激しい余震活動が続きました。また、余震域以外でも平成23年3月12日03時59分頃の長野県北部の地震や同年3月15日22時31分頃の静岡県東部の地震（いずれも最大震度6強）が発生するなど広域にわたって地震が多発しました。そのような状況の中、緊急地震速報の発表処理の過程で、震源位置や規模推定を大きく誤り、強い揺れを観測した地域と警報の対象とした地域で、予想した震度と観測された震度が±2階級以上あるような不適切な内容の緊急地震速報を発表する事例がありました。

気象庁がとった対策

（1）地震観測点の機能強化

長時間のデータ欠落を避けるため、電力供給が途絶えても72時間稼働する予備電源を導入しました。また、地上回線の障害時のバックアップのため、衛星回線を導入しました（図2）。

（2）緊急地震速報の計算プログラムの改修

震災以後、不適切な内容の緊急地震速報の発表に至った主な原因は、緊急地震速報の計算プログラムが、活発な余震活動の中で同時に発生した複数の地震を、それぞれ別の地震として正しく区別した処理を行えなかったためです（図3参照）。このようにほぼ同時に複数の地震が発生すると、ひとつの地震として処理を行い、震源の推定を誤ってしまうことがあります。

複数の地震を確実に区別して処理することは現在の技術や仕組みでは不可能ですが、処理を誤る回数を減らすことは可能であり、気象庁はこれまでに以下のような処理プログラムの改修を行いました。

緊急地震速報とは

緊急地震速報は、震源近くの地震計で地震波（P波、初期微動）をとらえ、地震の震源や規模、予想される揺れの強さ（震度）を自動計算し、強い揺れ（S波、主要動）が来る前にお知らせする情報です。

緊急地震速報には、予報（最大震度3以上またはマグニチュード3.5以上と予想した際に発表）と警報（最大震度5弱以上と予想した際に発表し、テレビ、ラジオ、携帯電話などで伝達される。）があります。

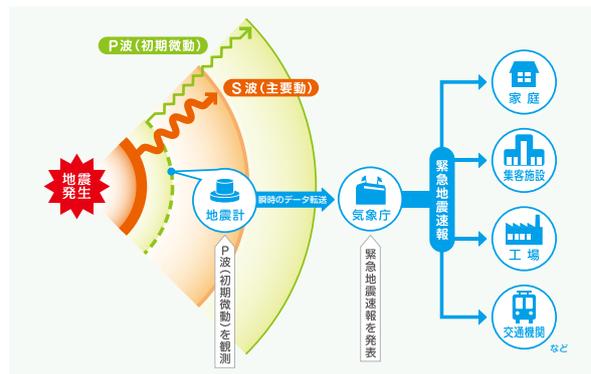


図1 緊急地震速報のしくみ



図2 地震観測点の機能強化

①ひとつの地震と判定する観測点範囲の変更

緊急地震速報の計算プログラムでは、従来、最初に地震波をとらえた観測点から半径350km以内の観測点（図4左）でとらえた観測データは、概ね同じ地震に属

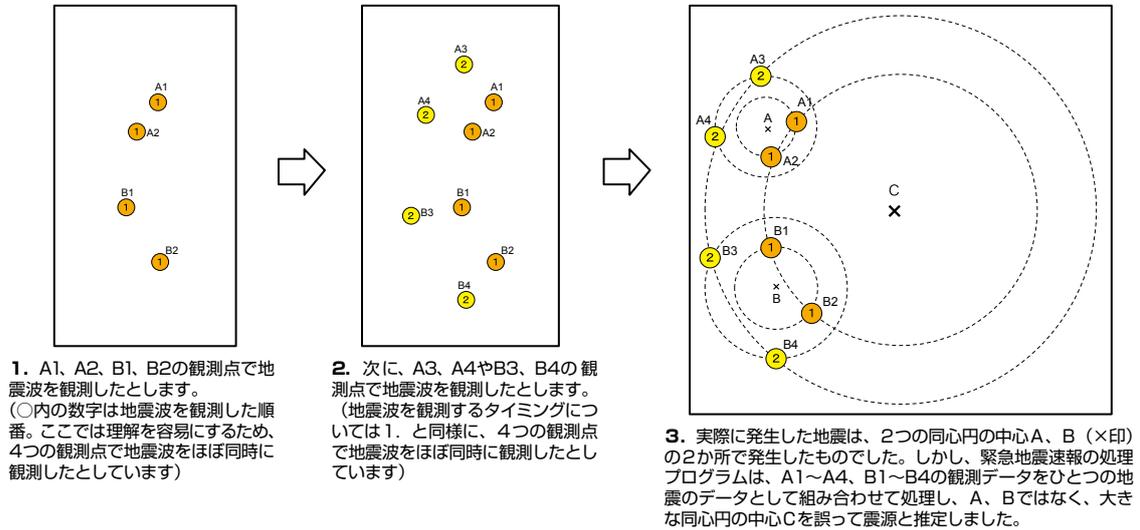


図3 複数の地震をひとつの地震として推定してしまうイメージ

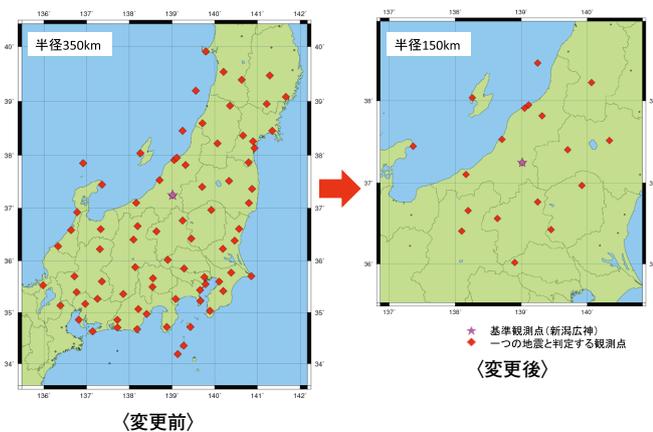


図4 ひとつの地震と判定する観測点範囲の変更(新潟広神の例)

するものとしていました。しかし、震災後の地震発生状況を精査し、複数の地震を同一とみなす頻度を減らすため、この範囲を半径150km以内(図4右)に狭める変更を平成23年3月16日に実施しました。

②小規模地震の計算対象からの除外

複数の地震を誤ってひとつの地震として処理する頻度を減らすために、緊急地震速報(予報)の発表対象とならないような小規模地震を計算の対象から外すプログラムの改修を平成23年8月11日に実施しました。

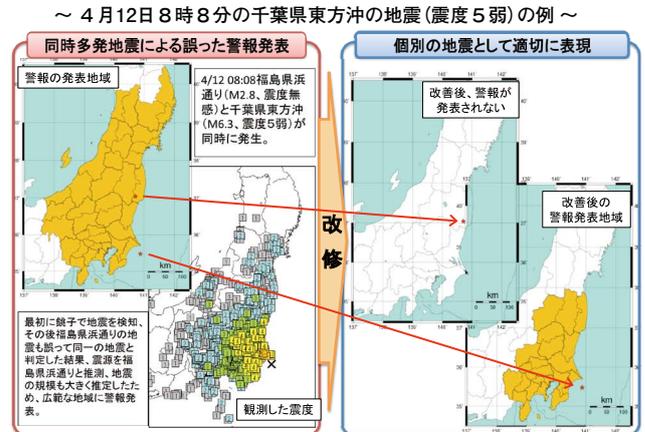


図5 小規模地震を処理対象外とする改修による緊急地震速報の精度向上の例

この改修による改善効果の例を図5に示します。

平成23年4月12日に、福島県浜通りの地震(M2.8、震度1以上観測なし)と千葉県東方沖の地震(M6.3、最大震度5弱を観測)が同時に発生し、これらを同一の地震として処理した結果、地震の規模を大きく推定し、広範囲に緊急地震速報(警報)を発表しました。改修により、2つの地震を識別し、千葉県東方沖の地震について適切に緊急地震速報(警報)を発表できるようになりました。

おわりに

2つの対策の他にも、海溝型地震等に対する緊急地震速報の精度向上を目指し、新たに東日本太平洋沿岸を中心とする50か所に地震計の設置を進めています。今後も引き続き、精度向上に取り組んでいきますが、地震活動が活発な状況では、緊急地震速報が適切に発表できない場合があります。しかし、緊急地震速報が発表されたときには何らかの地震が発生していますので、強い揺れから身を守る行動をとっていただきますようお願いいたします。

また、もともと緊急地震速報には、複数地震が同時発生した場合に適切な情報が出せないということ以外にも、下のような技術的限界があります。

- ・発表してから強い揺れが到達するまでの時間は、長くても数十秒から数十秒と極めて短く、震源に近いところでは速報が間に合わない
- ・ごく短時間のデータだけを使って発表することから、予想した震度に±1階級程度の誤差を伴う
- ・ひとつの観測点のデータを使っている段階では地震以外による揺れ(雷、事故など)を地震と誤って認識し、情報を発表する可能性がある
- ・マグニチュード8以上の巨大地震のように地震断層面におけるずれ破壊の開始から終了まで数十秒あるいは1分以上要する地震では、震源域の広がりやマグニチュードを短時間で推定できない

気象庁では、緊急地震速報を適切に活用していただくため、更なる周知広報に努めて参ります。

広域的情報共有と応援体制の確立

はじめに

文部科学省科学技術試験研究委託事業「首都直下地震防災・減災特別プロジェクト」(2007年～2011年) サブプロジェクト③「広域的危機管理・減災体制構築に関する研究」の③-2「広域的情報共有と応援体制の確立」では、広域連携に必要な不可欠な情報共有基盤として、事前から復旧・復興過程までの防災対策に活用可能な情報共有プラットフォームを構築した上で、広域連携による応援体制と広域的危機管理・減災対策の実現に向けた課題の抽出と、その解決策のまとめを目的に研究を実施しました。

本稿では、東京大学生産技術研究所、東京大学情報理工学系研究科、山梨大学、産業技術総合研究所、総務省消防庁消防研究センターをプロジェクトメンバーに、サイバーコイン(株)と宇宙航空研究開発機構を協力メンバーとして行なった研究の概要といくつかの成果を紹介します。

研究概要

サブプロジェクト③-2「広域的情報共有と応援体制の確立」は、(1)広域連携体制の構築とその効果の検証、(2)広域連携のための情報コンテンツの構築、(3)情報システム連携の枠組みの構築、の3つから構成されます。(1)では、後述する(2)、(3)の研究成果に基づいて、災害情報を共有して広域連携体制が構築できた場合の効果を分かりやすく示すとともに、そのような体制を構築するための技術的・制度的な課題の抽出と課題解決のためのルール作りを行いました。(2)では、効果的な災害対応において共有すべき情報コンテンツについて、災害対応別に情報テーブルにまとめました。(3)では、減災情報共有データベースのプロトタイプ「DaRuMa (Database for Rescue-utility Management)」をベースに、必要とされる機能の拡張を図り情報共有環境を構築しました。

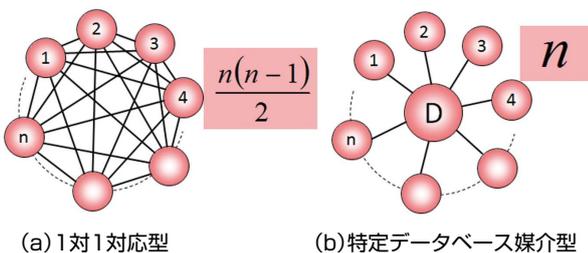


図1 異なる複数システムの情報共有法

本研究の成果の紹介

自治体をはじめとして、防災関係機関は、組織ごとに、あるいは同じ組織内の部署ごとでも、既に異なった情報システムとデータベースを持ち、これらを利用しています。将来的には国際標準に準拠したものを目指すべきですが、現状は様々なものが乱立している状態で、これが災害関連情報の共有や活動の連携を阻害する大きな原因のひとつになっています。

このようなバラバラのシステムの相互乗り入れには、図1の(a)のように全てのシステムが1対1対応する方法と、(b)のように全システムが中央のデータベースを介して相互乗り入れする方法があります。n個の既存システム間をつなぐ相互乗り入れシステムの数、nが4以上で(b)の方が少なくなり、nが大きいほど(b)が有利になります。そこで、本研究では(b)を採用して「DaRuMa」を開発し、これを介して相互乗り入れするシステムを構築しました。ただし中央のDaRuMaを攻撃されるとシステム全体が大きな影響を受けるので、これを複数設置し安全性を高めています。

ここでは紙面の制約から、情報共有の効果の分かりやすい事例として、地震後の緊急医療活動において、医療機関を含む防災関係機関が情報共有した場合の効果を、実証実験によって示した例を紹介します。図2はGoogle Map上に、火災の延焼シミュレーション結果を含む災害状況や医療機関の患者受け入れ情報を共有することで、救急車や患者搬送ヘリが、最適なルートで最適な医療機関に患者の搬送を可能としたものです。

さらに図3と図4は、トリアージ結果を含む患者情報を、関係医療機関間、医療機関内、行政機関間で共有するシステムです。シンプルで安価なことと将来的



図2 緊急医療搬送期の情報共有の事例 (DaRuMaによる共有情報をGoogleMap上に示したもの)



(a)放射線部のタブレットPCとFeliCaリーダー



(b)津波被災現場のトリアージ用
タブレットPC, FeliCaリーダー, Pocket Wifi

図3 TRACYで用いた機材

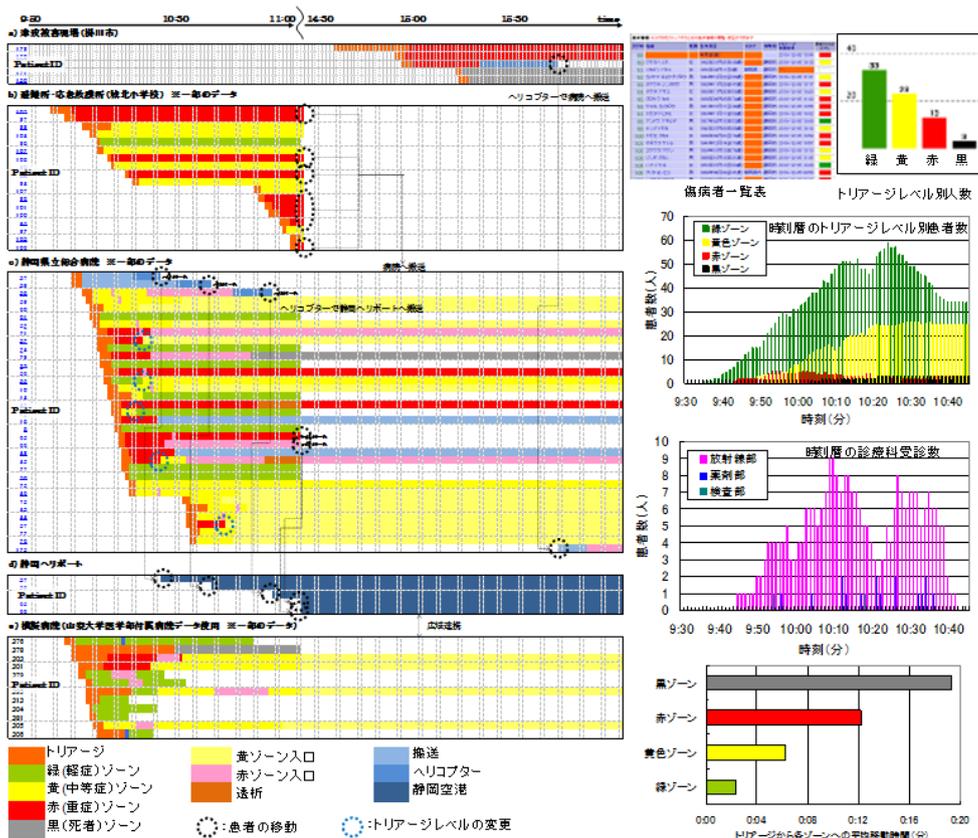


図4 実証実験の結果の一部 (TRACYを用いた災害医療情報の一括管理と様々な出力事例)

な拡張性を重要視して開発したITトリアージシステム (TRACY、図3) を用いて、東海・東南海地震の被災地になる静岡県立総合病院 (以下では総合病院) を中心とした広域トリアージ訓練に適用した結果です (図4)。図からもわかるように、病院内はもちろん、関連する複数の病院や行政機関の間で、そして応急救護所や津波により負傷した患者を総合病院にヘリコプターで搬送する津波被災現場 (掛川市)、総合病院から患者が搬送される静岡ヘリポートなど、関連機関間で情報が共有され、従来は不可能であった効率的な対応が可能になることがわかります。さらに本システムは、平常時の利用によって、病院内の患者の位置や診療科ごとの患者数や患者別の診療時間などのリアルタイム評価と管理が可能になるので、平時の医療サービスの向

上にも貢献できることがわかりました。

本研究では、これ以外にも「救援物資の配送計画と調達」、「仮設住宅の建設や管理」などのシステムも構築しました。また、広域的情報共有に基づいた連携体制の構築に必要な災害情報の共有ルールについては、東日本大震災の災害対応の事例も含めて検討しました。



目黒 公郎 (めぐろ・きみろう)

東京大学教授、生産技術研究所 都市基盤安全工学国際研究センター長。1962年福島県生まれ。1991年東京大学大学院修了(工学博士)。専門は都市震災軽減工学、防災マネジメント。2010年4月文部科学大臣表彰(科学技術賞)、日本学会会議連携会員等。「間違いだらけの地震対策」「都市と防災」「巨大地震・巨大津波 -東日本大震災の検証-」など著書多数。

歴史地震調査

1703年の元禄地震は、東京にとって関東大震災を引き起こした1923年関東地震と大変よく似た地震であったはずである。にもかかわらず被害の程度は相当違っているようだ。関東地震では当時の東京市で大火災が発生し約69,000人も死者が出たのに対し、元禄地震では直接地震によるとみられる火災はなく、総数はつかめないまでもそんなに多くの死者が出たとは思われない。幕府も江戸市民のための救済令を出した形跡はないという。当時の江戸の人口はすでに大正期の1/3にも達していたとの推定もあるが、隅田川東岸の本所、深川の低湿地にはそれほど人は住んでいなかった。そこで関東大震災の被害から本所区と深川区の被害を除いてみる。すると死者は約10,000人になる。さらに火災によるとみられる死者を引き去ると総数は1,500人と激減し、元禄地震でそれほど大きな被害が出なくとも不思議ではないように思える。このことは一体何を意味しているのか。土木技術の進歩で低湿地にも人々が住めるようになったことが、返って関東大震災の大きな被害を生んでしまったということだろうか。科学技術の進歩に身を任せるだけでは、こと地震に関しては、返って大きな不幸がもたらされることもあるという歴史の教訓かもしれない。

過去40年間にわたり歴史地震調査を引っ張ってきた宇佐美龍夫は自著『日本被害地震総覧』の中で「地震の理学的側面を普及することが最重要なのではなく、蓄積した事実のうちから、災害の軽減に直接あるいは間接に結びつく事柄を、平易に、しかも正確に普及することがわれわれ専門家の担うべき重要な任務と考えられる。」と述べている。歴史地震調査は100年以上も続く地道な作業である。過去の地震の実相・実態を明らかにして平時からの心構えに役立つようにこれからも地道に続けていかなければならない。同時にこのような地道な活動こそが地震防災のベースであることを関係者にはぜひ理解してほしいと感じる。「のど元過ぎれば…」の繰り返しでは防災の実効性は上がらない。このこと自体、歴史地震が物語る災害教訓であろう。



武村 雅之 (たけむら・まさゆき)

名古屋大学減災連携研究センター寄附部門教授。1981年東北大学大学院理学研究科博士課程修了。鹿島建設(株)小堀研究室プリンシパルリサーチャー、(株)小堀鐔二研究所 副所長などを経て2012年より現職。専門は地震学、特に関東大震災の震源から被害・復興に至るまでの調査・研究。理学博士。

用語解説 常時微動

常時微動とは、文字のごとく、常に動いている地面のわずかな揺れのことです。ピンとこないかもしれませんが、実は私たちが生活している建物や地面も、人に感じない程度の振動で常に揺れています。では揺れの発生源は何でしょうか？風や海の波といった自然現象や、車の走行や工場の機械といった人工的なものなど、さまざまなものが振動の原因となっています。微動計と呼ばれる特殊な地震計を用いて観測を行うと、常時微動を測定することができます。

常時微動を観測するとどんなことがわかるのでしょうか？常時微動を測定することにより、その建物や地盤の揺れやすさの特徴がわかります。

まず、常時微動を観測することで固有周期を調べることができます。固有周期という用語を聞いたことはないでしょうか？固有周期とは、その建物や地盤が揺れやすい周期(揺れが一往復する秒数)のことです。この固有周期で建物や地盤を揺らすと共振(共鳴)と呼ばれる現象によって、小さな力で大きな揺れが発生します。つまり地震の揺れの周期が、建物や地面の固有周期と合致した場合には建物や地面が大きく揺れ、被害が発生する可能性が高くなります(地震本部ニュース2012年12月号「応答スペクトル」も参照

してください)。固有周期は構造物の耐震化の判断材料や地盤の種別の判定などに使用されています。

また、常時微動を測定することにより、地盤の構造も推定することができます。地盤構造の推定とは、その場所の地面の下で地震波の速さが、深さとともにどのようになっているか調べることです。これを調べることによって、ある場所で地震が発生した際、その場所でのどのような揺れになるか予測することが可能になります。なお、常時微動から地盤の構造を調べるためには、「アレイ観測」と呼ばれる観測点を複数配置し、それぞれの地点での常時微動の波の伝わり方を解析することで推定します。また、H/Vスペクトルとよばれる水平方向と鉛直方向の揺れの大きさ比を周期ごとに解析することで、「地盤増幅率」と呼ばれる地盤の揺れやすさの指標を簡易的に算出する方法もあります。

常時微動を観測する利点は、いつでもどこでも簡単にかつ経済的に測定できるということです。常に揺れている波を観測するので、実際に地震が発生するまで待つ必要がありませんし、観測機器も比較的持ち運びしやすいものとなっています。また、観測機器さえあれば、費用もそんなにかかりません。ただ、常時微動観測を利用した地盤構造の推定は、構造の詳細までを把握することはできません。そのため、地盤の構造をより詳しく調べるためには、ボーリング調査のように直接地面の下を掘って調べる方法や、人工的に地震を起こして地面の下を調べる方法などと組み合わせる行うことが望ましいです。

編集・発行

地震調査研究推進本部事務局 (文部科学省研究開発局地震・防災研究課)
〒100-8959 東京都千代田区霞が関3-2-2 TEL 03-5253-4111(代表)

*本誌を無断で転載することを禁じます。

*本誌で掲載した論文等で、意見にわたる部分は、筆者の個人的意見であることをお断りします。

地震調査研究推進本部が公表した資料の詳細は、地震本部のホームページ [http://www.jishin.go.jp/] で見るすることができます。

ご意見・ご要望はこちら → news@jishin.go.jp

*本誌についてのご意見、ご要望、質問などがありましたら、電子メールで地震調査研究推進本部事務局までお寄せください。

*「地震本部ニュース」最新号をウェブサイトに掲載後、電子メールにてお知らせします。ご希望の方はメールアドレスを添えて上記までメールでご連絡ください。



地震調査

検索