

防災科研ニュース

特集

- ・緊急地震速報への防災科研の貢献
- ・緊急地震速報へのHi-netの貢献
- ・地震波波形処理と提供の研究
- ・地震情報解析システムの研究開発
- ・受信側の基礎データシステムの開発
- ・緊急地震速報の利活用技術の開発
- ・リアルタイム地震情報：今後の課題

受賞報告

- ・亀田弘行客員研究員がCERRA賞を受賞

行事開催報告

- ・タイ科学技術週間2007にて出展とシンポジウム開催



特集

緊急地震速報を支える防災科研の技術

本年10月1日から気象庁を通じて一般の方々に「緊急地震速報」の配信が始まります。昨年8月からは、特定のユーザに向けた配信が既に行われています。緊急地震速報は、地震の震源近傍で観測された初期微動から、地震の震源やマグニチュード、震度などを即時に推定して、地震の本格的な大きな揺れが来る前に、ユーザに伝達し地震防災・減災に役立てるための全く新しい情報です。言うまでもありませんが、地震が既に発生していることを検知して、それを地震波よりも格段に早い電気信号により遠隔地に伝えるのですから、「地震予知」とは全く異なる性質のものです。

防災科研では、文部科学省からの委託により平成15年度より5年計画で「高度即時的地震情報伝達網実用化プロジェクト」(経済活性化のためのプロジェクト～リーディングプロジェク

ト～の一環)に取り組み、緊急地震速報を実用化するための様々な技術開発に取り組んできました。本年度(平成19年度)は、同プロジェクトの最終年度となりますが、その最終年度が修了する前にプロジェクトの成果が実用化に至ったわけです。

今回の特集号では、「高度即時的地震情報伝達網実用化プロジェクト」における成果を中心に「緊急地震速報を支える防災科研の技術」についてお伝えします。紙面の都合上、ほんの概要しか紹介できませんが、プロジェクトの詳細については、次のURLをご覧ください(<http://www.bosai.go.jp/kenkyu/sokuji/index.htm>)。

なお、防災科研ニュース2007年夏号No.160には、第4回緊急地震速報展・講演会(8月3日開催)に関する行事開催報告を掲載しております。合わせてご覧ください。



緊急地震速報への防災科研の貢献

高度即時的地震情報伝達網実用化プロジェクトの概要

理事 小中元秀

はじめに

この秋、10月1日から気象庁を通じて緊急地震速報が広く一般に提供されます。

防災科研は気象庁と共に、地震防災研究の中核的研究機関としてこのシステムの実用化に取り組んできました。今回実用化したシステムの全体像は図1のとおりです。

研究開発のいきさつ

防災科研では20年ほど前からROSE計画と称して、地震研究の高度化を図るため震源決定の自動化に関する研究を進めていました。その当時は、人が決定すると誤差がそれほど無くても長時間の手作業が必要で、一方コンピュータを使って全自動で処理すれば短時間で答えが出

ますが、時々とんでもない結果が出ることもありました。

このコンピュータの計算誤差を格段に少なくする手法の基礎的研究が続けられていました。「着未着法による震源決定法」に関する研究です。

この地震波が未だに到着していないという未着の情報を使うという逆転の発想に基づく画期的な方法が開発されたことにより、瞬時の震源情報決定の実現可能性が具体化しました。そして防災科研の第一期中期計画では、プロジェクト研究として推進してきました。

その後、平成15年度から5ヶ年計画で、文部科学省の経済活性化のための研究開発プロジェクトの一環として「高度即時的地震情報伝達網実用化プロジェクト」がスタートし、「リアルタイム地震情報」の実用化を目指すこととなり

ました。

一方、気象庁においても、「ナウキャスト地震情報」に関する研究が、独自の即時震源解析手法や専用の地震計の開発と併せて進められていました。

プロジェクトの概要

「高度即時的地震情報伝達網実用化プロジェクト」は、防災科研が中心となって気象庁、特定非営利活動法人リアルタイム地震情報利用協議会などが有機

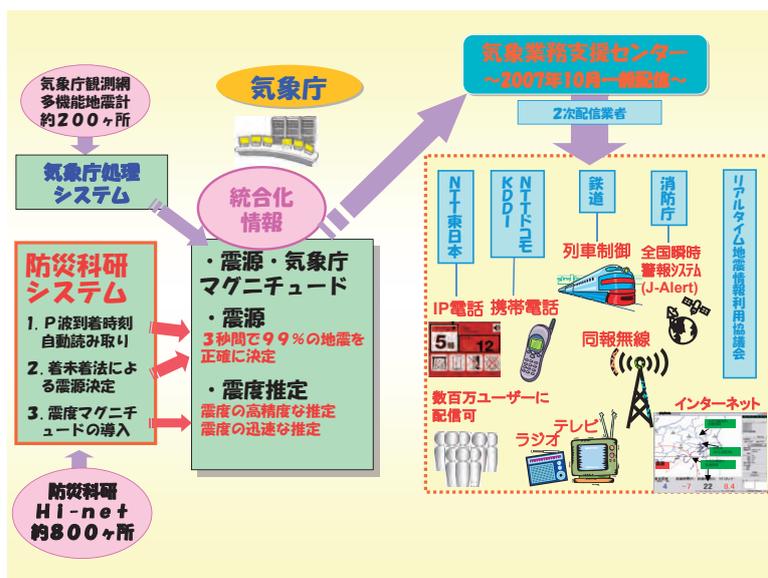


図1 緊急地震速報の全体像

表1 主な成果の概要

的な協力連携の下、それぞれの役割分担を明確にして効率的に進められました。

今回の研究開発では、開発の初期段階から気象庁との連携がうまく行われました。具体的には、「リアルタイム地震情報」と「ナウキャスト地震情報」が平成16年2月には「緊急地震速報」として統一が図られ、より一層緊密な共同研究が進み、平成17年6月には、統合化情報としてユーザーに提供されるに至りました(図1)。

最終年度にその実用化まで漕ぎ着けることができましたのは、世界的な急激なICT(情報通信技術)革命に支えられたことは勿論ですが、防災科研が阪神・淡路大震災後、地震調査研究推進本部の基盤的調査観測計画に基づき、高感度地震観測網Hi-netを全国的に配備したことも見逃せません。

更に、気象庁の研究担当者に防災科研の客員研究員として参加していただいたことも、プロジェクトの推進に大きく貢献しました。

プロジェクトは大きく3つのサブプロジェクトに分かれます。地震波波形処理と提供の研究は防災科研と気象庁が分担しました。受信側の基礎データシステムの研究は防災科研が実施しました。最後の利活用に関する実験・調査は、リアルタイム地震情報利用協議会、気象協会、気象庁、防災科研が協力して分担しました。それぞれについては後述されていますが、成果の一端を表1に示します。

中越沖地震での利活用状況

本年7月16日に発生した新潟県中越沖地震

研究課題	主な成果
地震波波形処理と提供の研究	<ul style="list-style-type: none"> •約99%の地震について、ほぼ正しい震源パラメータが求められるシステムを構築 •震度マグニチュードの導入により、精度の高い震度推定が可能 •気象庁方式と、本プロジェクト方式が統合化され、2006年8月1日より緊急地震速報の先行的運用が開始 •2007年10月1日から一般配信 •伝送品質99.999998%のデータ伝送システムを構築 •遅延時間が500^{ms}以下の低伝送遅延を実現
受信側の基礎データシステムの開発	<ul style="list-style-type: none"> •収集資料のデータベース化を行い、関東地域について約13万本のポーリングデータを収集 •関東全域における250mメッシュの表層地盤モデルを作成 •深部地盤から表層地盤までを含めた地下構造をモデル化
高度即時的地震情報の利活用に関する実験・調査	<ul style="list-style-type: none"> •情報家電、学校等の11分野について、緊急地震速報の実証実験を行い、実用化に向けた課題を抽出 •半導体工場等の分野において、現地地震計データも使い緊急地震速報を活用した高精度自動制御システムを完成 •緊急地震速報のためのピクトグラムや警告音を開発

では、長野県にある半導体工場、首都圏の私鉄、長野県の松本市役所、東京都立川市の病院など先行的に緊急地震速報システムを導入していたところでその有効性・有用性が高く評価されています。気象庁のホームページに記載されていますのでご覧になってください。

おわりに

高度即時的地震情報伝達網実用化プロジェクトは大きな成果を挙げ、正に実用化まで漕ぎ着けたわけですが、研究開発に携わった研究者の方々に対して地震学会論文賞、気象庁長官賞、つくば奨励賞及び日経BP技術賞が与えられました。学術的にも社会的にも評価されている証左だと言えます。

緊急地震速報に関する今後の課題としては、直下型の地震への対応、防災科研の強震観測網(K-NET, KiK-net)をリアルタイム化することによる震源情報決定の精度向上、そして一般の方々の認知度を高めることなどが挙げられます。何れも難問ばかりではありますが、防災科研は緊急地震速報の更なる高度化に向けた研究開発を地道に進めていきたいと考えています。

緊急地震速報へのHi-netの貢献

より遅延が少なく信頼性の高いデータ伝送システムに

地震研究部 地震観測データセンター長 小原一成



Hi-net とは

阪神・淡路大震災（1995年）を契機として発足した地震調査研究推進本部の計画に基づき、防災科研では日本全国の約800箇所に新たな高感度地震観測施設を整備してきました。この観測網はHi-netと呼ばれます。

できるだけ小さな地震まで検知し、震源位置を正確に求めるためには、車や工場などの人為的ノイズは大きな障害になります。このような地表付近で発生するノイズから逃れるため、Hi-net観測施設では100mよりも深い井戸の底に高感度地震計を設置しています。東京周辺などノイズが大きく柔らかい堆積層が厚い場所では、2000mを超える深い井戸を掘削することもあります。Hi-netによって、地震の検知能力や震源決定精度は飛躍的に向上しました。

小さい地震まで確実にキャッチ

例えばHi-netが整備される以前は、ある地域で確実に検知される最小マグニチュードが1.5程度だったものが、Hi-netが整備された後は0.9までが検知可能となり、震源決定される地震の個数は7倍以上も増えました。

最近では、2004年新潟県中越地震、2005年福岡県西方沖の地震、2007年能登半島地震・新潟県中越沖地震など、内陸部の浅い地震が相次いで発生していますが、Hi-netが整備されたことで、これらの地震の活動状況、特に余震分布

による断層面形状についても即時的に詳しく分かるようになってきました。

Hi-netによる世界的発見

西南日本では沈み込むフィリピン海プレート境界付近で、約100年周期で巨大地震が繰り返して発生していますが、その震源域に隣接する場所で、深部低周波微動やゆっくりすべりなどの「スロー地震群」が発生していることがわかってきました。

これらの発見はHi-netデータを駆使して検出されたものであり、米国科学誌サイエンスに2度にわたって掲載され、世界的にも大きなインパクトを与えました。これらの現象は、沈み込むプレート境界における巨大地震発生に至る全プロセスを解明するための「鍵」として、大きな注目を集めています。

誰もが見られるHi-net

Hi-netから得られるデータは、24時間連続的にリアルタイムで気象庁や大学にも流通されており、地震活動監視や地震調査研究基盤として、欠かすことの出来ないものとなっているだけでなく、ホームページを通じて公開されており、国内外の研究者や一般の皆様からも盛んに利用されています。例えば、すべての観測点で連続的に観測された波形記録を掲載していますので、皆さんの地域の「揺れ」具合などを見ることが出来ます。

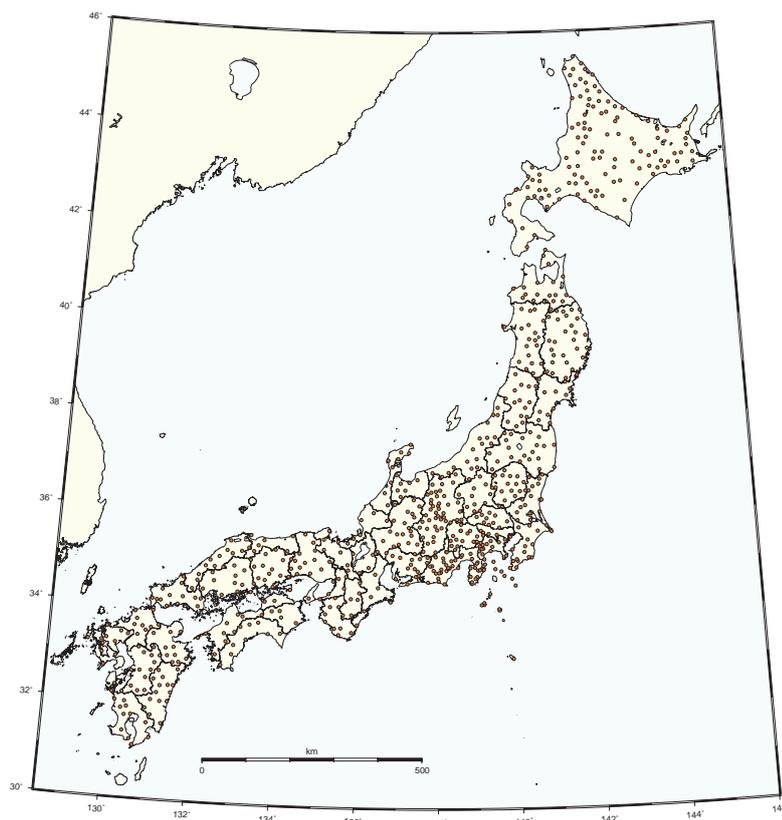


図1 防災科研高感度地震観測網 Hi-net 分布図

Hi-net データ伝送の仕組み

Hi-net のデータ伝送の仕組みはパケット方式で、電子メールのやり取りと似ています。そのデータ伝送を全く遅延のない本当の意味でのリアルタイムで行なうためには、特別仕様のシステムを構築し、高額な専用回線を用いる必要があります。しかし、Hi-net システム構築当初は経済性を重視し、若干のデータ伝送遅延を許すものとししました。もっとも、遅延とはいってもわずか2秒程度ですから、通常の処理においては全く問題ありませんが、緊急地震速報のような1分1秒を争うような場合には、大きな問題となります。

新たな仕組みによる高速化

そこで、高度即時的地震情報伝達網実用化プロジェクトの中で、地震データ伝送の新たなシステム開発に着手しました。IP-VPN（通信事業

者の保有する広域 IP 通信網を經由して構築される仮想私設通信網 (VPN) のこと) を用いた新しいシステムでは、ネットワークでの伝送遅延が1秒以内、さらにデータ伝送の信頼性を向上させるなど、機能を高めることに成功しました。このシステム開発を担当した NTT コミュニケーションズは、自社努力でさらに技術開発を進め、信頼性を確保しながらネットワークでの伝送遅延0.5秒を実現し、EarthLAN として商用サービスを開始しました。

そこで、Hi-net ではこれを採用することとし、従来のコストのまま、より遅延が少なく信頼性の高いデータ伝送システムに切り替えることが出来たのです。

以上のように、観測点間隔約30kmの高密度で整備された井戸の底での高品質でノイズの少ないデータを、より遅延の短い方式で収集することにより、Hi-net を緊急地震速報に利用することが可能になりました。

地震波波形処理と提供の研究

着未着法の実用化と震度マグニチュード

防災システム研究センター 研究参事 堀内茂木



はじめに

気象庁の緊急地震速報は、地震が発生すると、震源とマグニチュードを即時的に配信します。地震波波形処理と提供の研究では、日本全域約800ヶ所に設置された、Hi-netによるリアルタイム地震波形データを自動的に解析し、震源とマグニチュードとを自動的に推定するための解析システムの開発を行ってきました。

着未着法による震源決定

地震による被害は震源域の近傍に集中するので、できるだけ早く震源位置を決定する必要があります。このため、多くの観測点にP波が届くのを待って解析を行うことはできません。我々は、着未着法といって、2観測点以上でP波が観測された場合、P波到着時刻の他に、P波が未だ到着していないというデータを不等式で表し、解を数値的に求める手法を開発しました。

震源決定のアルゴリズムを複雑にさせる一つの原因は、地球内部の不均質性が大きいことによります。例えば、トンガで発生する深発地震は、大きな振幅の地震波が、伊豆・小笠原海溝から沈み込んでいるプレートに沿って伝播してくるため、新潟県付近だけが、大きく揺れます。このため、開発当初は、トンガの地震を新潟付近に決めることもありました。また、日本では、微小地震も含めると、一日当たり、約300個の地震の震源が決定されており、2個の地震が同

時に発生する場合も頻繁にあります。

この他、人工的ノイズが混入する場合や、地震計の感度の検定のため、地震計を人為的に大きく揺らすこともあります。このような場合、震源を間違えて決定したり、地震でないのに、地震であると判定したりすると、間違った緊急地震速報が配信され、社会的混乱を与えることになります。

着未着法による震源決定手法を開発する前は、このような場合に対応できる解析システムを開発するのは、相当困難であると思っておりました。着未着法は、未だ地震波が到着していないというデータを不等式で表す方法で、方法自体は単純です。

しかし、着未着法には、大きな利点があります。それは、上記理由で、間違ったデータが混入すると、誤差の小さい解が存在しなくなるという性質があることです。着未着法を考案した時、最初に着目したのがこの点です。この性質を利用すれば、間違ったデータを自動的に識別できると確信し、開発を続けてきました。

図1は、マグニチュード3以上の地震について、着未着法による第1報の震央と、気象庁が全ての観測データをオペレータが読み取り、最終的に推定した震央とを比較したものです。

この図が示すように、着未着法を用いることにより、99%の地震について、ほぼ正確な震源位置が地震検出後数秒間で決定できるようになりました。

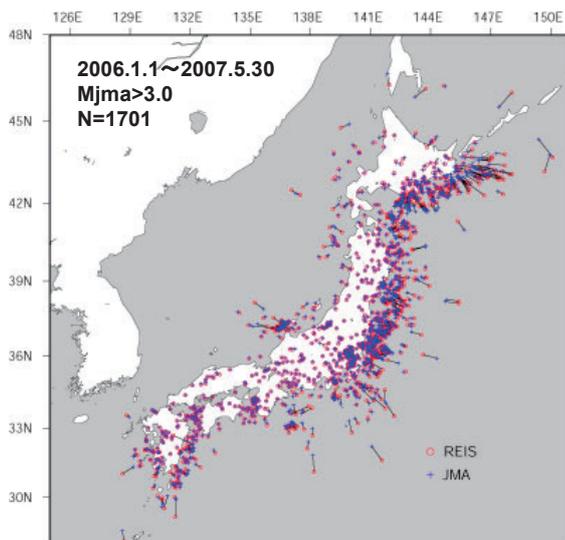


図1 緊急地震速報のための即時解析システムによる震央決定の誤差。着未着法による震央(○)と、気象庁による全観測データの処理で、最終的に推定された震央(+)とのずれが線分の長さで表されている。

震度マグニチュードの提案

緊急地震速報では、正確な震度を推定できるようにすることが最も重要だと思われます。従来の震度推定の多くは、気象庁マグニチュードに、司・翠川の距離減衰式を適用して行うものです。気象庁マグニチュードは、地震による揺れの変位振幅で定義されており、変位分布を最も良く満足するマグニチュードであると解釈できます。一方、震度は、フィルター処理された加速度の大きさで定義されています。このため、気象庁マグニチュードで震度を予測することは、変位を測定して、加速度を予測することに対応しています。

例えば、1Hzが卓越する地震と、3Hzが卓越する地震では、変位が同じでも、加速度は9倍違います。このため、マグニチュードから震度を予測すると震度2の誤差が生じます。マグニチュードから震度を推定するのは、原理的に正確ではありません。我々は、震度が加速度で定義されているので、震度の推定は加速度で定義

される新しいパラメータを用いて行うべきであると指摘し、震度マグニチュードの導入を提案しました。このマグニチュードは、震度から直接定義されているため、地震の卓越周期の違いによらず、正確な震度を推定することができます。震度マグニチュードとは、震度分布を最も正確に表現するマグニチュードのことです。

震度マグニチュードを用いて震度を推定する場合の、平均的予測誤差と、気象庁マグニチュードを用いて推定する場合のそれとを地震毎に比較しました(図2)。

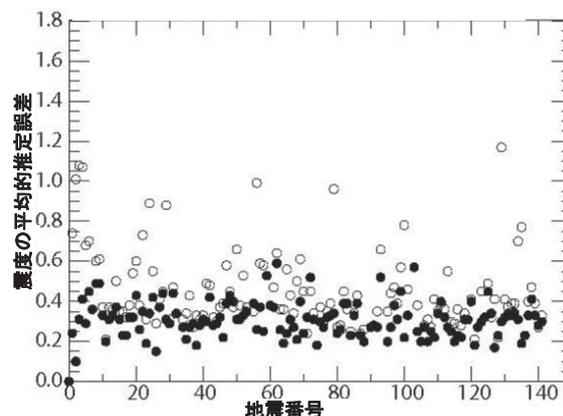


図2 震度マグニチュード(●)と、気象庁マグニチュード(○)を用いる場合の震度の平均的推定誤差の比較。

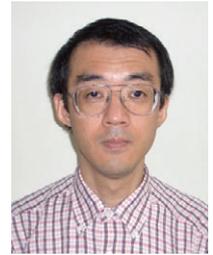
図から明らかなように、震度マグニチュードを用いる場合の震度の推定誤差に比べ、気象庁マグニチュードを用いる場合の誤差は大きくなっています。気象庁マグニチュード、震度マグニチュードによる震度の標準誤差は、それぞれ、0.56, 0.47です。

震度マグニチュードは、震度推定に適していますが、震度マグニチュードの緊急地震速報での適用に関しては、現在、気象庁でも検討を行っており、近い将来これを利用するようになり、精度の高い震度推定が行われるようになるものと期待されます。

地震情報解析システムの研究開発

統合化システムとウソツキチェック

気象研究所／防災システム研究センター客員研究員 大竹和生



はじめに

今年の10月以降、テレビやラジオなどから緊急地震速報が発表されることとなります。この緊急地震速報には防災科研の技術も使われています。しかし現段階ではその内容は「気象庁の地震計で観測した地震波形を気象庁の手法で処理した結果」と「防災科研の地震計で観測した地震波形を防災科研の手法で処理した結果」を融合したものに過ぎません。

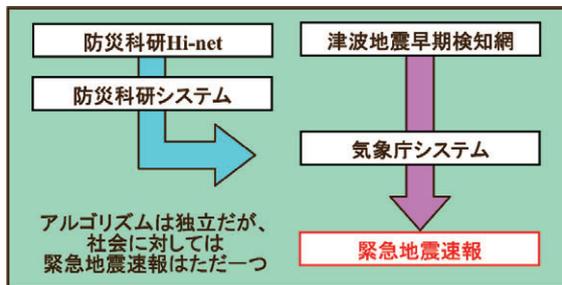


図1 現在の緊急地震速報のしくみ

「気象庁と防災科研の両方の手法で」「すべての地震波形を処理」してやれば、より早く精度の高い情報が作れるはずです。緊急地震速報はもともと短い時間の間に発表され、即座の対応をとるための情報ですから、ほんの少しの改善でも大きな効果を得ることができると期待されます。

ここでご紹介する地震情報解析システムは、防災科研と気象庁のデータを統合し、よりよい情報を提供するための研究・開発のテストベッドです。ここで得られた知見は気象庁にフィー

ドバックされ、実際の緊急地震速報の改善のために用いられる予定です。

システムの概要

このシステムではモジュール化という手法を導入することによって様々な技術を容易にテストすることができるようになっています。本システムは大きく単独観測点処理(トリガ判定など)・複数観測点処理(イベント成立処理など)・イベント識別処理(主に震源計算)というプロセスに分かれています。それぞれのプロセスにはいろいろな処理手法に対応したモジュールを複数組み込むことができ、チューニングを行なって最も正しく震源を決定できる処理手法を見つけ出すことができます。



写真1 地震情報解析システム

ウソツキチェックについて

加えて、本システムでは「震源評価処理」(通称ウソツキチェック)と呼んでいるしくみを導

受信側の基礎データシステムの開発

地盤データベースの整備

防災システム研究センター 主任研究員 藤原広行



はじめに

緊急地震速報は、地震で大きく揺れ始める直前に、強い揺れがやってくることを伝える情報です。緊急地震速報を受信することができる専用の受信機を準備することにより、個別地点ごとに、あと何秒で、どのくらいの強さの揺れに襲われるのかということを知ることができます。これらの情報を発信するためには、どこを震源とする、どのくらいの大きさの地震が発生したのかを知ることが、まずは必要ですが、それに加えて、自分のいるところがどの程度揺れやすいのかという情報が併せて必要になります。

地面の揺れやすさとは

自分が今いる場所が地震時にどのくらい揺れるのか、その地面の揺れやすさは、地下の状況により大きく異なります。軟らかい地盤は揺れやすく、岩盤でできた固い地盤は揺れにくい性質をもっています。地盤の固さ、軟らかさは、そこを伝わる地震波の伝播速度、特にS波の伝播速度により決まります。S波の伝播速度が、遅い地盤ほど揺れやすい地盤といえます。

地震による揺れやすさを評価するためには、地下の状況をモデル化する必要があります。地下構造のモデル化では、上部マントルから地震基盤（S波速度3km/s相当層）までのプレート・地殻構造、地震基盤から工学的基盤（S波速度

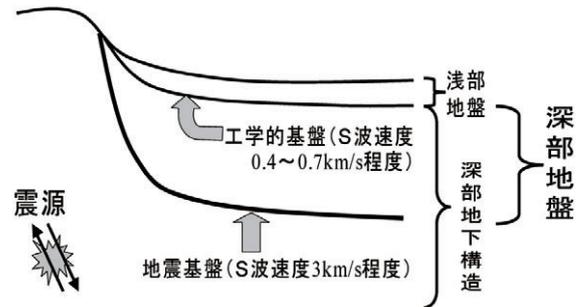


図1 地下構造モデルの概念図。

400m/s ~ 700m/s 相当層) までの深部地盤構造、工学的基盤から地表までの浅部地盤構造に分けてモデル化されることが一般的です(図1)。このうちプレート・地殻構造は、異常震域などの広域的な揺れやすさに関係し、深部地盤構造は、長周期地震動など、比較的周期の長いゆっくりとした揺れに対する揺れやすさに関係しています。

一方、私たちが日頃から良く聞く地震の揺れの強さを表す指標値である震度は、浅部地盤の影響を強く受けます。それほど離れていない2点においても、浅部地盤の違いにより揺れやすさが大きく異なり、震度階級で1以上の違いができることもしばしばあります。

緊急地震速報では、それぞれの地点での震度をできるだけ正確に予測することが求められています。このため、浅部地盤の揺れやすさをできるだけ精度良く求めることが必要となります。

浅部地盤のモデル化

浅部地盤のモデル化では、表層地質データや

ボーリングデータを用いて地盤モデルを作成することが基本となります。特定地点での評価であれば、その地点で必要とされる予測精度に応じた調査を行い、非線形解析も含めた詳細な揺れやすさに関する解析を実施することも可能です。しかし、面的に精度良く広域を覆う浅部地盤モデルを作成するには、浅部地盤構造は局所的な変化が大きいため、モデル化には膨大なデータ収集が必要となります。

このため、現状では、広域での面的な評価が必要な場合には、簡便な表層地盤増幅率の評価法として、微地形分類を利用した手法が用いられることが一般的となっています。

これは、それぞれの微地形区分に対して標高や主要河川からの距離を考慮した経験式を用いて、表層30mの平均S波速度を計算したのち、表層30mの平均S波速度と地震動の増幅率との経験的な関係式を用いて、それぞれのメッシュ毎の浅部地盤による地震動の増幅率を得るという手法です。この手法は、広域での評価を可能にするという利点がありますが、個々の地点でみると予測のバラツキが大きいという弱点を持っています。

本研究では、浅部地盤による地震動の増幅特性を高精度に見積もるため、多数のボーリングデータを収集し、それらデータに基づき、地質学的解釈を加えることにより、浅部地盤の3次元モデルを作成し(図2)、そのモデルから揺れやすさを計算することを目指しました。

地盤データベースの整備

浅部地盤のモデル化に必要なボーリングデータは、様々な目的を持った調査の結果得られることが多いため、データが各府省・自治体・関係機関等に散在しています。このため、地盤モデル作成のためには、これらデータを収集し、

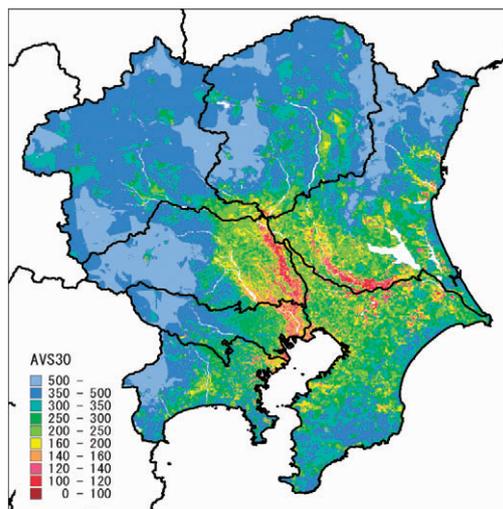


図2 地盤モデルから求めた平均S波速度。

データベース化することが必要となります。本研究では、関東平野の浅部地盤モデル作成を目指して、関東地域の自治体をはじめ関係機関の協力のもと、ボーリングデータを収集し、そのデータベース化を行いました。各自治体においては、地震被害想定調査が実施され報告書が作成されていますが、その際に収集されたボーリングデータや作成された地盤柱状モデルなどは、時の経過とともに散逸する傾向にあります。各自治体等から収集したデータや資料は、XML形式でデータベース化することによりデータの散逸を防ぐとともに、ボーリングデータは空間データベースと連携したGISを用いて地盤モデルの作成に利用できるようシステムの整備を進めました。これまでにデータベースに登録されたデータ数は、関東地域においては、約13万本となっています。

今後に向けて

本研究で実施した地盤データベースは、今後、科学技術振興調整費・重要課題解決型研究「統合化地下構造データベースの構築」に引き継がれ、全国的なデータベースとして発展していくことが期待されています。

緊急地震速報の利活用技術の開発

地震直前情報の有効活用のためのシステム開発

リアルタイム地震情報利用協議会 専務理事 藤縄幸雄



はじめに

特定非営利活動法人リアルタイム地震情報利用協議会（REIC）（会長 有馬朗人）では、防災科研から「リアルタイム地震情報の利活用の実証的調査・研究」を受託し、短い猶予時間を使って、防災に役立てる利活用システム調査・研究を進めています。緊急地震速報は、発信される頻度は、少ないが、発信された場合は、正しく、正確に伝えられる必要のある情報です。また、情報の性質を良く理解して利用する必要があります。本稿では、これまでの研究成果の概要を紹介致します。

開発した利活用システムの概要

1. 消防署対応分野

緊急地震速報を用いて、消防防災職員に対する一斉招集、安否確認を行う消防初動体制を支援するシステムを開発し、ほぼ実用化が達成できました。また、消防無線を活用した消防車両及び救急車への緊急地震速報の配信が実現しています。

2. 防災無線対応分野

防災現場関係者に専用防災無線を用いて緊急地震速報を流し、安全かつ確実に情報を伝達するシステムを開発しました。また、役場と消防署を接続する防災システムを構築し、防災関係者の自宅に防災無線受信器を設置し、緊急招集、並びに安否確認システムを構築し、実証実験を

行っております。残念ながら、普及は進んでいません。

3. 災害医療対応分野

立川災害医療センターにおいて、全館放送を実現し、外来患者を含む一般利用者が混在する場所での報知実験を、気象庁にも参加して頂き実施しています。また、緊急地震速報によるエレベータの最寄り階への停止、及び自動ドアの開閉を実現すると共に、同院の協力で利用マニュアルを作成するなど病院対応モデルが完成間近となりました。

4. 家庭内制御対応分野

家庭までの通信手段並びに集合住宅・一般家庭内における緊急地震速報受信部から各制御装置までの通信手段・制御・表示を確立し、集合住宅などで大がかりな実験を行っています。普及に大きな貢献をしている分野です。また、IPテレビ電話、インターネット配信では、実用化レベルのシステムが出来上がっております。

5. 発電所・プラント対応分野

半導体工場などの比較的信頼度の高い情報を必要とするユーザー向けの緊急地震速報利用システムを開発しました。現地に地震計を設置し、そのデータと緊急地震速報を融合して、高い信頼性を持ったシステムを確立して、館内放送、特ガス遮断及び機器停止システムを構築しました。

6. 公衆移動通信対応分野

地上回線、衛星回線、そして、地上無線回線を用いて、安全で高信頼度な情報配信システム

の構築を図っています。

地上回線では、インターネットによる配信を実用化しております。また、IPv6マルチキャストを用いた一对多(数百万のオーダー)の緊急地震速報配信システムを開発し実用化レベルのシステムが完成しました。

7. 学校対応分野

学童及び学校職員を対象にして、各教室に緊急地震速報を通知するシステムを構築しました。学校向けシステムでは、緊急地震速報による避難誘導の他、訓練および教育機能が重要になります。あわせて、これらの機能を提供するシステムの開発、マニュアルおよび、全国レベルでの普及のための共通仕様を作成しました。

8. ダム対応分野

既存ダムの即時地震被害予測を行うシステムの研究と2次災害防止のために警報を行うシステムの開発を手がけております。特に、3次元数値解析による地震時のダムの破損解析モデルを完成させ、緊急地震速報を用いて既存ダムの地震による被害を予測できるようになりました。

また、ダムを含む関連施設への応用、周辺住民との連携強化のための活用を含む利用モデルの検討も手がけていますが、実証実験の横展開は進んでいません。

9. FM 文字多重

多くの人に同時に緊急地震速報を配信する技術としてFM文字放送が有望であります。FM文字多重放送・衛星放送などとインターネットとの連携(通信と放送の融合)による配信プラットフォームの構築を図るべく、藤沢市などでの配信実験を続けています。

10. LPG 対応分野

本研究分野では、家庭におけるLPGのガス供給を緊急地震速報によって自動遮断する開発を行っています。ガス遮断については、現実的

な方法として、緊急地震速報によってマイコンメータを閉じる方法がありますが、地震時の火災の原因である電器器具との連動制御システムが最良と考えており、その普及を図っています。

11. エレベータ制御及びビルメンテ

立川市の災害医療センター(9階建て)の実運用エレベータを対象とし、気象庁など関連機関と共同で実証実験を行っています。また、スタジオや、ホテルなどで、エレベータの最寄り階停止及び、自動ドアの開閉等に緊急地震速報の活用を図っており、ビルメンテナンスシステムでの統一的制御の実現の見通しが明るくなっています。

12. その他(人への報知)

人への報知に当たっては、災害時要援護者への支援等の視野に入れる必要があり、マルチメディアによる報知が効果的です。このためREICでは地震を表す音すなわちサイン音及び、絵文字(ピクトグラム)を作成し、皆様の緊急地震速報の利活用を支援致しております。



「地震」ピクトグラム



「身を守れ!」ピクトグラム

デザイン: 太田幸夫教授

図1 ピクトグラムの例

まとめ

これまでの研究は、特定利用者を主な対象としておりますが、これらの成果は、一般向け緊急地震速報の利活用においても応用が期待出来ます。REICとしては、緊急地震速報の利用によって、地震災害を出来るだけ少なくすることを目的として、今後とも関係機関と提携して研究開発、普及・啓発などを推進するつもりです。

リアルタイム地震情報：今後の課題

安全・安心な社会の実現に向けて

防災システム研究センター 主任研究員 青井 真



はじめに

平成18年8月に先行的な提供が開始された緊急地震速報は、平成19年10月に本運用が開始される予定であり、これまでは無い新しいタイプの地震情報の発信として社会的にも大きな期待が寄せられています。一方で、緊急地震速報はまだ完成されたものではなく、今後、個別要素技術、システム、利活用技術などの面で、さまざまな改良を重ねていかなければならないと考えられます。防災科研では、リアルタイム地震情報に関し、今後必要となる研究開発の方向性を検討するために、入倉孝次郎客員教授(愛知工業大学)を委員長とする「リアルタイム地震情報の高度化及び利活用に関する委員会」を設置しました。平成18年11月より4回にわたり、委員会を開催し、本年7月に、「リアルタイム地震情報の到達点と今後の研究の方向性について(中間報告) ―現状の分析と課題の抽出―」と題する中間報告(<http://www.j-map.bosai.go.jp/j-map/committee.html>で公開中)をまとめました。本稿では、同報告書の「第4章今後推進すべき課題について」を基に、今後推進すべきいくつかの課題についてご紹介します。

リアルタイム地震情報

緊急地震速報に加え、実際に観測される震度など地震動の情報(直後情報)を用いてより確度の高い情報で更新することで得られる、地震

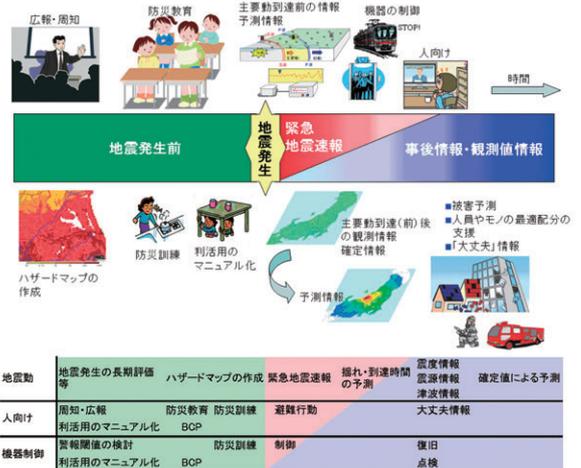


図1 リアルタイム地震情報とその利活用のイメージ

の直前から直後までのシームレスな情報を、ここではリアルタイム地震情報と呼びます。リアルタイム地震情報を有効に生かし、防災・減災に結びつけるには、日頃からの防災教育、地震発生時への心構え・備えが非常に重要です。そのためにはまずハザード・リスクマップから自らの住む場所や行動範囲(学校や職場等)にどのようなハザードやリスクが潜むかをあらかじめ知ることが必要です。そして、防災マニュアルや防災訓練を通じて日頃から地震時へ備えることで、地震発生時には緊急地震速報や直後情報を最大限生かし、自らの身を守ると共に速やかで適切な対応が可能となります。このように、リアルタイム地震情報を中心に地震の発生の前後に時間軸を延長することで、リアルタイム地震情報は地震防災・減災における、非常に幅広い意味を持つキーワードととらえることができます(図1)。

発信者・受信者が一体になった 利活用の更なる検討

リアルタイム地震情報が震災の軽減に役立つためには、情報の受け手（ユーザー）の立場に立った情報の発信がなされることが不可欠です。これまでのライフラインや Web による配信とは異なり、ユーザーが即時に処理を行うことができなければ意味がありません。ユーザーは、個別の分野・用途により、猶予時間、必要とするデータ・指標の種類、回線等の条件に大きな差があり、また投入可能な予算も異なります。その条件の違いを考慮して、利活用しやすい情報発進のあり方をユーザーと共に検討していく必要があります。

リアルタイム地震動予測に関する 研究開発

巨大地震においては、断層面の広がりや適切に評価した地震動指標（震度値等）の評価が重要です。そのために、迅速な地震規模（マグニチュード）や断層面形状等の把握に関する研究開発が必要です。また、大規模構造物やエレベータ施設等が大きな影響を受ける長周期地震動に関しても、長周期地震動をいかに予測するかという観点からの研究開発が必要です。

猶予時間の短い直下地震においては、震央距離 30km 以内の地域では緊急地震速報が主要動到達に間に合わないと言われていています。そのため、データ伝送遅延の短縮、処理の高速化、現地地震計の活用（併合処理）など、直下地震への対応が求められています。

また、震度をはじめとする各種強震動指標や被害の推定精度の向上が望まれています。そのためには、震度マグニチュード（詳しくは本紙の堀内の記事を参照）や周期別マグニチュード、

地盤情報の高度化が必要です。また、周期を考慮した周期別強震動指標の開発が重要です。

リアルタイム地震観測・伝送・伝達の高度化

緊急地震速報では、気象庁の多機能型地震計（約 200 点）及び防災科学技術研究所 Hi-net（約 800 点）のデータが用いられていますが、Hi-net は観測可能な振幅が約 1 mm であることから、震度がほぼ 4 以上の地震時には振り切れてしまい、マグニチュード決定には使用できなくなるという問題があります。そこで、強震観測網（K-NET, KiK-net）においても連続観測を行うことにより回線輻輳等のリスクを排除するとともに、リアルタイム性を確保することが強く望まれます。

一刻も早い情報発信が求められる緊急地震速報においては、伝送遅延の短縮も非常に重要な問題です。パケット時間長等のデータフォーマットの見直しも含め、一層の伝送遅延の短縮が望まれています。

また、猶予時間の短い直下地震等への対応やジャストポイントでの情報取得には、現在の 20 ないし 25km 間隔の観測網では十分とは言えません。半導体センサー（MEMS）等を用いた安価な地震計の開発は、観測網の間隔を大幅に狭める可能性があり、開発と同時にその公共施設や家庭への普及方法、利活用についても検討していく必要があります。現在、このような方向で研究開発を進めている民間企業もあります。

おわりに

緊急地震速報は、一般への配信に至ったとは言え、これからも様々な点で改良を加えていかなければなりません。防災科研は、今後もそうした課題にチャレンジしてゆきたいと考えています。

亀田弘行客員研究員がCERRA賞を受賞

地震防災フロンティア研究センター亀田弘行客員研究員（DRHプロジェクト研究代表者）が、8月2日に東大柏キャンパスで開催された第10回 ICASP (International Conference on Application of Statistics and Probability in Civil Engineering：土木・建築工学における確率・統計理論の応用に関する国際会議) において CERRA 賞を受賞しました。

CERRA(Civil Engineering Risk and Reliability Association) 賞は、土木・建築分野におけるリスク・信頼性理論の発展に功績のあった研究者を対象として、4年に1回、原則としてただ1名のみ贈られるもので、日本人として初めての受賞です。これは、京都大学在職中に行った



「確率論的地震ハザード評価」、「地震時の構造信頼性評価」、「ライフラインシステムの地震時信頼性評価とマネジメント方策」等の研究成果が評価されたものです。また、「地震動予測地図の工学的利用推進」や「内閣府原子力安全委員会原子力安全基準・指針専門部会耐震指針検討分科会での活動」など防災科研における実践的活動も受賞理由となっています。

行事開催報告

タイ科学技術週間2007にて出展とシンポジウム開催



研究者の説明を聞く来場者

防災科研は、8月8～19日にバンコクで開催されたタイ科学技術フェア2007において、ポスター展示を行うと共に自然災害に関するシンポジウムを開催しました。タイでは、地震による災害の発生はほとんどなく、洪水および濁水

が主要な自然災害になっていることから、今回は水災害に関する内容を中心に企画しました。

本フェアは、タイ政府が小中高生をはじめとした一般国民に科学技術を理解してもらうために開催したもので、期間中に約120万人もの来場がありました。特に子供達の参加が多く、ポスター展示を見てメモを取ったり、研究者の説明を大変熱心に聞く様子が印象的でした。自然災害に関するシンポジウムでは、研究者や実務者などが集まり、「MPレーダ」「地盤災害」「水循環」などに関する研究紹介を熱心に聴講し、意見交換も行なわれました。

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 企画部広報普及課

TEL.029-863-7783 FAX.029-851-1622

URL : <http://www.bosai.go.jp/> e-mail : toiawase@bosai.go.jp



発行日

2007年9月28日 発行 ※防災科研ニュースはホームページでもご覧いただけます。