

12-4 強震モニタリングシステム — 防災科学技術研究所の例 — Strong Motion Monitoring System in NIED

防災科学技術研究所

National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

大地震発生直後に、その地震に関する適切な情報を迅速に得ることは、初動対応のディシジョンにとって極めて重要である。このような問題意識のもと、リアルタイムで得られる地震動情報を活用し地震直後に情報を発信するために開発したシステムを2つ紹介する。

○ 強震モニタ : <http://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin>

防災科学技術研究所（以下、防災科研）は、地震調査研究推進本部が推進する基盤的調査観測の一環として全国に約2000点の地震観測点を設置・運用しており、そのほとんどに強震計が配備されている。大地震はごく稀にしか起こらないため、強震観測は従来その多くが強い揺れが発生したときにだけ動作し現地にデータを蓄積するイベントトリガー方式により行われてきた。これらのデータは、被害の原因の究明や震源過程解析など事後検証的に活用され、耐震工学や地震ハザード評価などを通じて将来の震災軽減に役立てられてきた。近年の観測技術の発展により、限定的ながら強震観測を連続化することが可能となり、今起こりつつある震災の軽減に直接貢献出来るようになりつつある。

強震モニタは、観測点から1秒毎にパケットで伝送されてくるリアルタイム震度などの強震動指標を、観測点毎に小さなシンボルで画像化した地図を1秒ないし2秒に一枚配信することで、動画のように日本列島の地震動を見せるシステムである。さらに、2013年10月に公開した新強震モニタでは、地震が起こり気象庁の緊急地震速報が発報されたときには、その諸元（震源位置およびマグニチュード）から推定される震度分布、震源の位置(×印)、P波（青）およびS波（赤）の推定走時を表す2つの同心円が重ねて表示されるようになった。

図1は、2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震の際の新強震モニタの様子を再現したものである。宮城県付近で揺れが始まり、それが南北に広がり、3分間以上の時間をかけて東北から関東北部までの太平洋側に非常に強い揺れが広がった様子が見てとれる。また、緊急地震速報による震源や推定震度などが時間と共に更新されながら表示される様子が分かる。これまで地震観測により得られるデータは研究者や技術者などの専門家にとっては貴重なものであっても、一般の人にとっては親しみにくいものであった。強震モニタは、地震波が面的に広がる様子を視覚的に捉えることが出来、推定値ではなく観測された値が生に近い形で提供されるという信頼感があり、地震に関して特段の専門知識を持たない人でも興味を持つように工夫されている。東北地方太平洋沖地震の後に多くの余震が発生したことから強震モニタへの注目が高まった。最初に公開された2008年8月には数十人程度の閲覧しかなかったが、今では大きな地震の発生直後には数万人にのぼる同時アクセスがある。現在、防災科研が整備を進めている房総沖から東北及び北海道の沖合に至る日本海溝海底地震津波観測網などの海域における観測データが利用可能になると、より早く確実に当該地方の海溝型地震の揺れを表示することが可能になると期待される（図2）。

現在の強震モニタは、防災啓発的な意味合いでは大いに役立っているが、インフラや機械の制御、避難などの防災行動に直接結びつくところまでは残念ながら至っていない。その主たる理由は、現

在は画像のみの配信であり、数値によるデータ配信を行っていないためである。リアルタイムでの強震動指標を真に防災に役立てるためには、多数に対する大規模かつ確実な配信が必要である。これまでにない試みであり研究的に非常にチャレンジングであるが、その要望は多く、実現されれば新たな強震観測データの利活用の道が開ける。特に、緊急地震速報と組み合わせることにより、迅速性と確実性を兼ね備えたこれまでにはないシステムの構築が可能となると期待される。

○ J-RISQ地震速報：<http://www.j-risq.bosai.go.jp>

防災科研では、強震観測で得られるデータを活用し、可能な限り迅速に情報を発信するため、リアルタイム地震被害推定システム（J-RISQ）を構築し試験運用を行ってきた。J-RISQは、地震ハザードステーション（J-SHIS）開発の際に構築された表層地盤増幅特性データや人口・建物に関する情報等の基本情報、建物の脆弱性評価手法と、K-NET・KiK-net、自治体や気象庁の震度情報ネットワークの観測点の6000点以上の観測点からリアルタイムに得られる震度データ等の観測データを組み合わせることで、震度遭遇人口や地震による建物被害棟数などを推定するシステムである。J-RISQのシステムを用い、地震発生直後に震度遭遇人口やその地域のハザード情報をPDF形式でA4一葉にコンパクトにまとめて提供する「J-RISQ地震速報」のウェブサイトを2013年10月に試験公開した。図3に、2011年4月7日23時32分頃に発生した宮城県沖の地震（M 7.4、気象庁による速報値）に伴う震度遭遇人口の推定結果の例を示す。

震度データは地震が発生した後、順次トリガーした観測点から時間的にばらばらに送信されてくる。時間的にばらばらに送られてくる震度データに対して、その時点で入手したデータを最大限に活用して推定を行い、逐次的に「報」を重ね、情報を更新していくことで情報の迅速性と確実性を両立している。第1報は地震後1分程度で発表され、その後約20分後までに3～6報程度提供される。観測された震度データから地盤増幅率などを考慮して内挿処理を行うことで250mメッシュの地表震度の面的分布を求め、メッシュ毎の人口を推定震度毎に足し上げることで、震度遭遇人口を推定する。また、これらを元に推定精度を勘案しつつ、千人、万人等の適切な有効桁数で市区町村や都道府県毎の集計値を計算する。本システムの大きな特徴として、表層地盤増幅特性を考慮することで同一市町村内における震度のバラツキを評価し、その頻度分布を表示している点が挙げられる。従来は、震度計の設置された地点の震度値を、地域を代表する地震動として用いることが多かった。しかし、実際には地震動は場所によって異なっており、例えば表層地盤増幅率が大きな場所では観測された最大震度よりも大きな震度が推定される場合もあることから、J-RISQのように地点毎の地震動をきめ細かく評価することは防災の観点から重要である。

今後、行政単位の情報だけではなく、250mメッシュ毎などのより詳細な推定情報を活用するには、人口データ等を高精度化し、推定精度を高めることが必要である。また、現在開発を進めているリアルタイム建物被害推定については、脆弱性評価手法や建物データの精度を高めると共に、必ずしも精度が十分でない情報の適切な利活用方法の検討が重要な課題である。

謝辞：本システムで用いている地方自治体及び気象庁の震度データは気象庁より提供して頂いている。

（青井真・中村洋光・功刀卓・鈴木亘・藤原広行）

Shin Aoi, Hiromitsu Nakamura, Takashi Kunugi, Wataru Suzuki, Hiroyuki Fujiwara

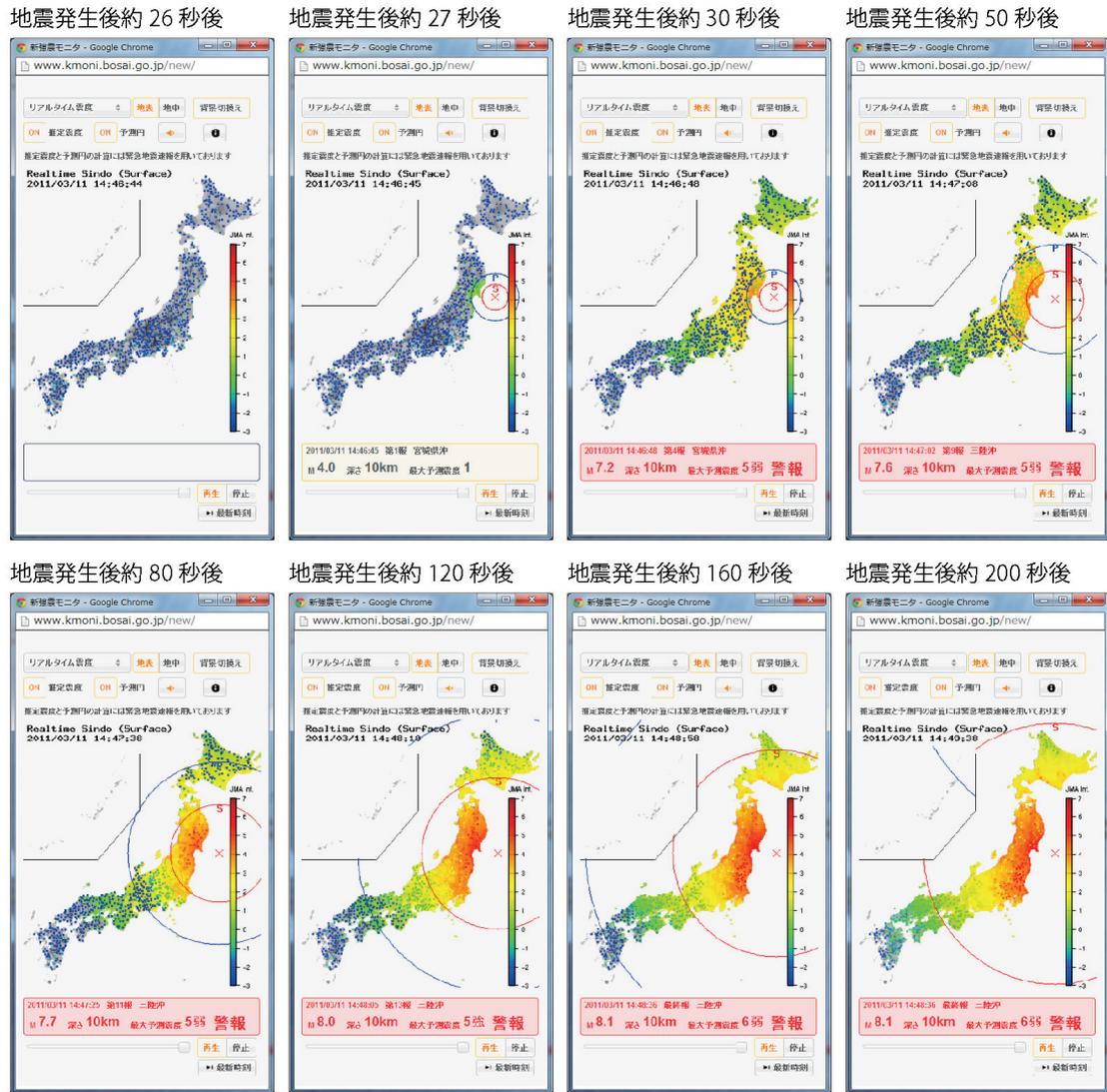


図 1 東北地方太平洋沖地震の際の新強震モニタの例。

Fig.1 Example of ‘Kyoshin (strong motion in Japanese) monitor’ for the 2011 Tohoku-Oki earthquake: a realtime ground-motion monitoring system which makes it possible to grasp the current ground motion of Japan Islands. It is realized by visualizing continuously-transmitted observed strong-motion indexes (peak values of acceleration, velocity and displacement, real-time seismic intensity, and response spectra) which are calculated in situ. In this system, the ground motion estimated from Earthquake Early Warning (EEW) is overlapped on the map with the observed one-second-interval indexes. On this map the epicenter and the circles showing the arrival time of P- and S-waves estimated by the EEW are also indicated.

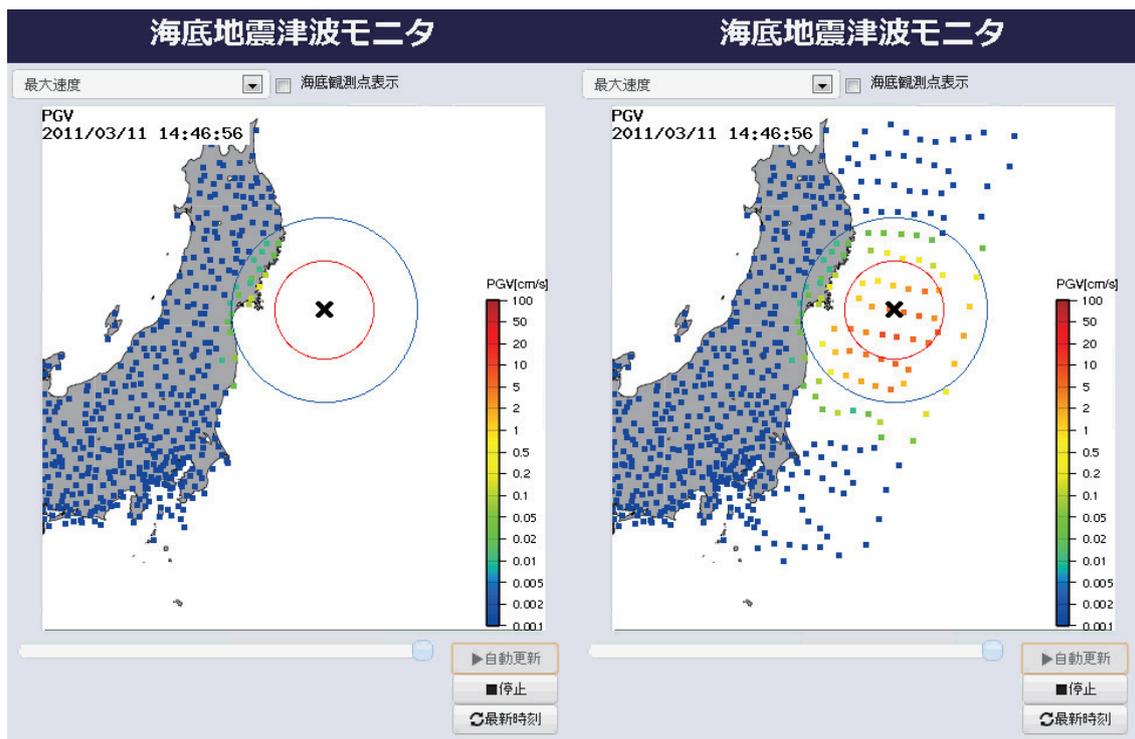


図2 東北地方太平洋沖地震のシミュレーションデータをもとに、(左)陸域の観測データのみを用いた場合と、(右)現在敷設が進められている日本海溝海底地震津波観測網のデータも利用可能であると仮定した場合の強震モニタの様子。

Fig.2 Comparison of Kyoshin monitor for the simulated data of the 2011 Tohoku-Oki earthquake (left) only from the stations of observation network on land (KiK-net and some K-NET stations) and (right) both from the network on land and the Japan trench ocean bottom seismic and tsunami network.



図3 2011年4月7日23時32分頃に発生した宮城県沖の地震(M7.4, 気象庁による速報値)に伴う震度遭遇人口の推定結果をまとめた「J-RISQ地震速報」。「主要都市の推定震度」は、見舞われた震度の大きさと人口を勘案し、重要な都市を選択して推定震度を示したものである。「行政区ごとの震度遭遇人口」には、全国・都道府県毎・市区町村毎など異なる行政単位毎に、重要度に応じて選択された推定遭遇人口の表が、地図とともに表示される。更に、この地域で起こった過去の主な被害地震やJ-SHISによる地震ハザード情報も併せて掲載されている。

Fig.3 Example of J-RISQ Earthquake Quick Info, which is a quick and compact report in a PDF with A4 size released immediately after a large earthquake (The Miyagi-oki earthquake; 2011/04/07 23:32JST, M 7.4). Seismic intensity and exposed-populations for seismic intensity are shown by maps and tables. Major historical damaging earthquakes and seismic hazard information of J-SHIS in the region are also shown.