

## 250mメッシュVs30と強震記録に基づく 地震動マップの即時推定システム (QuiQuake)

Quick Estimation System for Earthquake Map Triggered by Observed Records  
(QuiQuake) based on the 250m-grid Vs30 Map and Strong Motion Records

○松岡 昌志, 山本 直孝

Masashi MATSUOKA and Naotaka YAMAMOTO

産業技術総合研究所 情報技術研究部門

Information Technology Research Institute, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology

**QuiQuake** (Quick estimation system for earthquake map triggered by observed records) provides wide and detail strong ground motion maps such as peak ground velocity and instrumental seismic intensity soon after an earthquake occurrence, which can help to support decision making for disaster response and business continuity planning (BCP). For the calculation the system combines to use the 250m-grid average shear-wave velocity of ground in the upper 30m, Vs30, derived from the Japan Engineering Geomorphologic Classification Map and observed seismic records operated by National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention (NIED).

**Keywords** : strong motion map, peak ground velocity, seismic intensity, observed seismic records, Vs30, Kriging

### 1. はじめに

現在、地震時の揺れは全国に設置された約 4200 地点の地震計によって震度として公開されている。しかし、揺れの大きさは地盤や地形の影響を受けるため、地震計のない地点での揺れは近接する地震計の震度とは必ずしも一致しない。そして、震度発表された地域名に含まれた観光地などでは、実際には大きな揺れがなくても予約がキャンセルされたりする等の風評被害の問題が起こっている。また、地震被害は行政界の区別なく発生することから、国や自治体が被害の全容を把握する場合や、複雑なサプライチェーンを有する企業の BCP を考えると、本社・支社だけでなくサプライヤーが立地する地点や利用する道路網等までの地震動情報が必要になってきている。

これらの課題を解決する第一歩として、広域でシームレス、かつ、均一な分解能での地盤の揺れやすさのデータを整備し、地震後に速やかに地震動マップを推定することが期待されている。本報は、地盤の揺れやすさを地盤の平均 S 波速度 (Vs30) で評価し、地震後に公開される地震記録との空間補間から、250m メッシュ分解能の地震動強マップを速やかに推定するシステム (QuiQuake) を紹介する。

### 2. ゆれやすさ (250mメッシュVs30) マップ

地盤の揺れやすさを地表から深さ 30m までの地盤の平均 S 波速度 (Vs30) で近似的に推定する。面的な Vs30 の分布は、日本全国を工学的な地形分類基準に基づき地形・地盤を統一的に分類した「日本の地形・地盤デジタルマップ」<sup>1)</sup>から経験式<sup>2)</sup>を用いて推定できる。本システムでは、より高分解能化した「地形・地盤分類 250m メッシュマップ」<sup>3)</sup>を用いた。計算手順は文献<sup>4)</sup>を参照されたい。図 1 に地形・地盤分類 250m メッシュマップと Vs30 マップを示す。例えば首都圏に注目すると、東京低地の三角州・海岸低地や埋立地、埼玉県南西部の後背湿地では Vs30 が 150m/s 前後の軟弱な地盤が分布する。東

京の武蔵野台地や埼玉県の大宮台地を刻む谷底低地の Vs30 も 180~200m/s と比較的小さい。地震動の最大地動速度 (PGV) の増幅度に換算<sup>5)</sup>すると、首都圏での低地部は、Vs30 が 600m/s 相当の硬質地盤に対して 2.5~3.5 倍という大きな値となる。名古屋、大阪、仙台、新潟、札幌などの大都市圏でも同様な傾向が見られる。

### 3. システムの概要

前述した Vs30 マップを用いることで、地震記録が無い地点での地震動を推定することができる。図 2 に本システムの概要を示す。地震後に防災科研が FTP サイトにて公開する約 1700 地点の強震観測網 (K-NET, KiK-net) の地震記録を取得し、地震動の PGV と計測震度を算出する。これらの値は地震計が設置されている地盤の揺れやすさを反映しているため、まずはその揺れやすさを換算式<sup>5),6)</sup>を用いて Vs30 マップから取り除き、硬質地盤での PGV と計測震度の値を推定する。そして、地震の震源からの距離減衰特性をトレンド成分とした Simple Kriging 法による空間補間を行うことで硬質地盤上における PGV と計測震度の分布が得られる。さらに、250m メッシュ単位にて地盤の揺れやすさを乗じることで、地表での PGV と計測震度の地震動マップを求めることができる。

本手順を自動化したシステムを産総研のクラスタ計算機に実装した。これにより、観測記録の公開後速やかに広域かつ詳細な PGV と計測震度情報を計算でき、さらに、大地震後に多発する余震についてもクラスタによる分散処理にて情報発信までを短縮化する目処が立った。システムの実証を兼ねて、1996 年からの主な地震 (5,000 個以上) について PGV と計測震度分布を計算し、時系列データセットとして整備した。また、計算結果を自治体や企業等の地理情報システムにて効率良く利用してもらうため、WMS (Web Mapping Service) 化を行い、研究者や技術者に供するため計算値を格納した GeoTIFF データも整備している。

#### 4. おわりに

面的な地盤の揺れやすさと点である地震記録を相補的に利用することで、地震後速やかに地震動マップを推定するシステム (QuiQuake) を構築した。現在は防災科研が FTP サイトに公開している強震記録を利用している。これらのデータは気象庁発表の情報 (速報での震度が 3 以上の地震については地震後速やかに、震度が 2 以上の地震については約 1 ヶ月後の気象庁月報) に基づいて公開されるため、すべての地震に対して速報性があるわけではない。なお、迅速性を目指していることから、地震動マップの推定は簡便な手法に基づいている。本システムの推定値は対数標準偏差で 0.232 (実測値の 0.6~1.7 倍程度) の誤差があることに注意が必要である<sup>7)</sup>。今後は、防災科研が準リアルタイムで公開している「即時公開データ」の利用へと拡張し、地震発生直後から任意の地域の地震動の揺れの情報を誰もが容易に取得できるよう開発を進めていき、さらに、衛星画像等のリモートセンシング情報との統合によるリスク評価システムへと発展させる予定である。

#### 謝辞

Vs30 マップの構築には若松加寿江教授 (関東学院大学) の協力を得ている。地震記録には防災科研の強震観測網 (K-NET, KiK-net) の記録を利用し、計測震度の計算は久田嘉章教授 (工学院大学) 公開のプログラムを利用した。また、空間補間の計算は、防災科研川崎ラボラトリーにて、末富岩雄氏 (日本技術開発)、橋本光史氏 (構造計画研究所) らが開発した地震動分布推定シミュレータ (RASMO) をもとに高速化した。システム開発の一部は科研費補助金 (No. 21310119) の助成を受けた。関係各位に謝意を表す。

#### 参考文献

- 1) 若松加寿江, 久保純子, 松岡昌志, 長谷川浩一, 杉浦正美: 日本の地形・地盤デジタルマップ, 東京大学出版会, 2005.
- 2) 松岡昌志, 若松加寿江, 藤本一雄, 翠川三郎: 日本全国地形・地盤分類メッシュマップを利用した地盤の平均 S 波速度分布の推定, 土木学会論文集, No.794/I-72, pp.239-251, 2005.
- 3) 若松加寿江, 松岡昌志: 全国を網羅した地形・地盤分類 250m メッシュマップの構築, 第 3 回シンポジウム「統合化地下構造データベースの構築」予稿集, pp.15-20, 2009.
- 4) K. Wakamatsu, M. Matsuoka: Development of the 7.5-Arc-Second Engineering Geomorphologic Classification Database and its Application to Seismic Microzoning, Bulletin of Earthquake Research Institute, Vol.81, pp.317-324, 2006.
- 5) 藤本一雄, 翠川三郎: 近接観測点ペアの強震記録に基づく地盤増幅度と地盤の平均 S 波速度の関係, 日本地震工学会論文集, Vol.6, No.1, pp.11-22, 2006.
- 6) 翠川三郎, 駒澤真人, 三浦弘之: 横浜市高密度強震計ネットワークの記録に基づく地盤増幅度と地盤の平均 S 波速度との関係, 日本地震工学会論文集, Vol.8, No.3, pp.19-30, 2008.
- 7) 松岡昌志, 若松加寿江: 九州の地形・地盤分類 250m メッシュマップを利用した 2005 年福岡県西方沖地震の地震動分布推定, 日本地震工学会大会-2007 梗概集, pp.104-105, 2007.

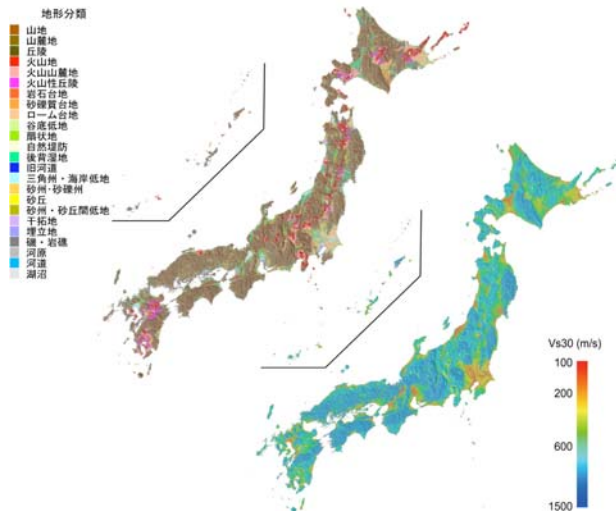


図 1 地形・地盤分類 250m メッシュマップと Vs30 マップ

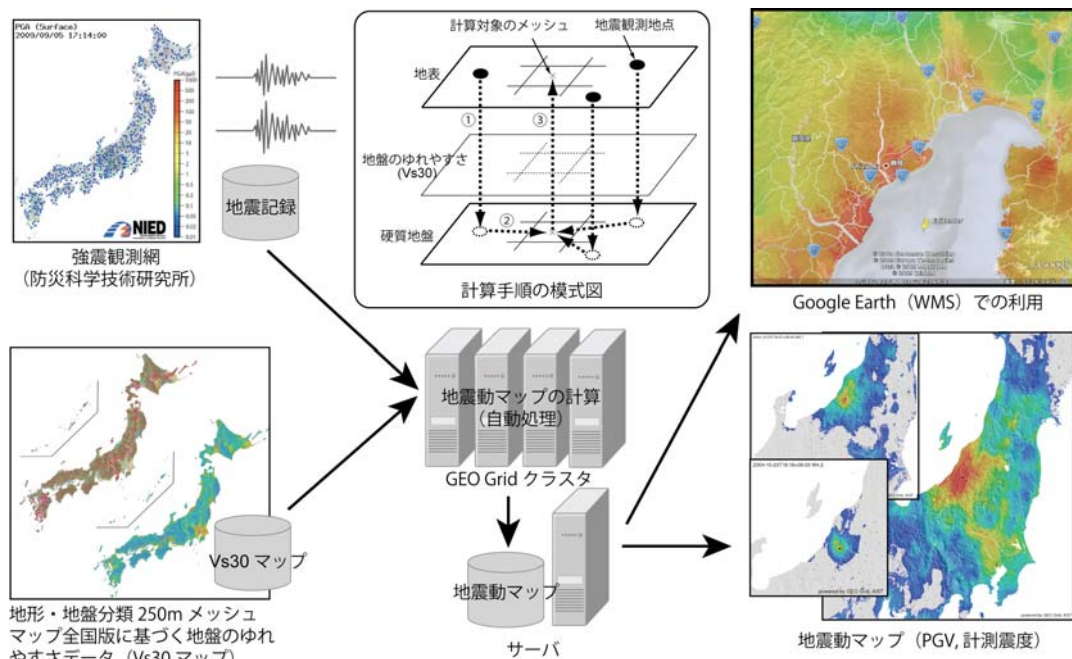


図 2 QuiQuake システムの概要