

## 計測震度計のリアルタイムデータ適用による EEWの精度向上と迅速化

神定 健二 (高見沢サイバネティックス)

### Improvement for the accuracy and speed of the Earthquake Early Warning which adapted the real-time data

Kenji Kanjo (Takamisawa Cybernetics Co.Ltd.)

平成 22 年東北地方太平洋沖地震以降の緊急地震速報（警報）の発表状況が発表され、①同時発生した地震を分離処理できずに、震度の予測に大きな誤差が生じた事例（21 回）、②停電や通信回線の途絶により大きな誤差が生じた事例（9 回）、③概ね適切に発表した事例（15/45 回、33%）となっている。しかしながら、日本および周辺の地震発生状況（気象庁一元化震源）、100gal 超（震度 5 弱以上）を観測したイベント（防災科学技術研究所強震観測）をもとに、2011 年 3 月 11 日から 8 月 1 日までの緊急地震速報発表状況を検討すると、震度 5 弱以上が観測されたと推測される地震（未発表）が全体の半数近くある。その多くは EEW 一般報（警報）発表基準の震度 5 弱の判定に失敗したものと推定される。

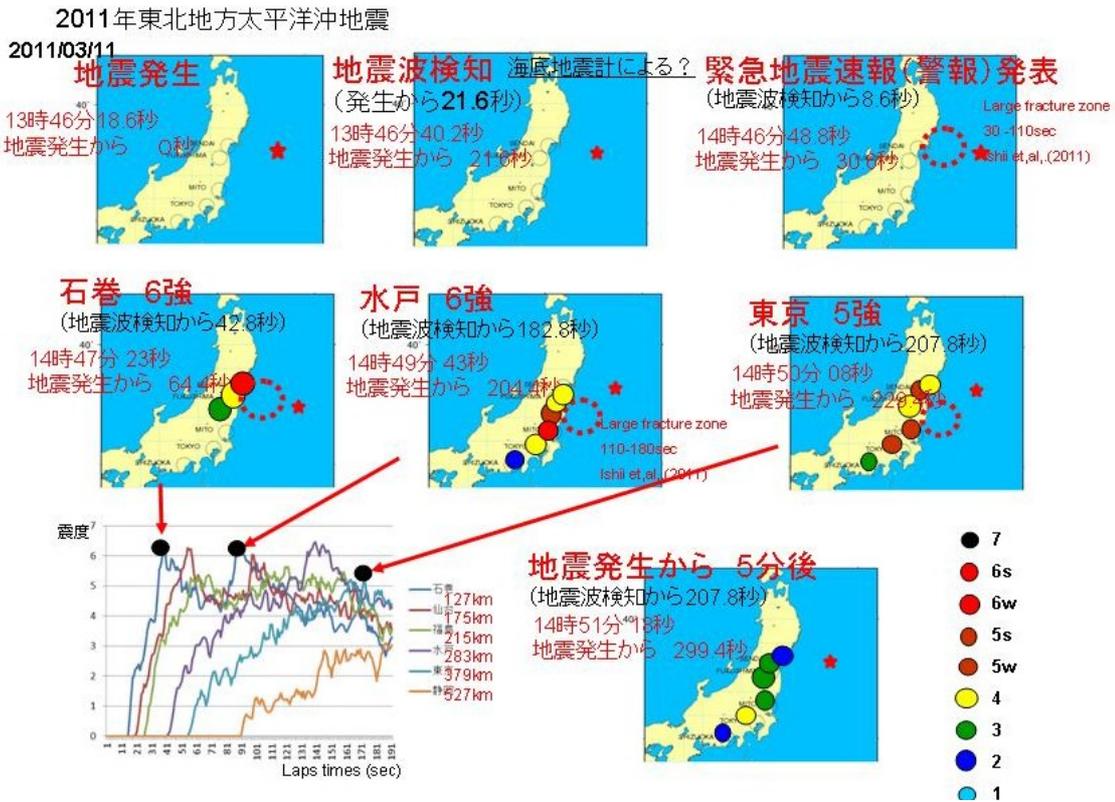


図 - 地震発生から 5 分経過後までのスナップショット

2011 年 6 月 30 日 08 時 16 分 36.76 秒に長野県中部 (M5.4) で発生した地震では、マグニチュードの推定に時間を要して、地震波検知から 46.8 秒後にその発表を行っている。実際に震度観測点での震度は 5 弱が 1 点、4 が 2 点ほど観測され、家具転倒や屋根瓦の落下被害等が報じられて

いる。被害は震央距離 10 km以内に集中し、どんなに現行の EEW が迅速化されても“間に合わない場合”となる、直下型地震の場合は比較的規模が小さくても地震被害は甚大となるため、電車や自動車の停止指示、エレベータの自動停止は機械的に行われるべきであろう。1891年に発生した濃尾地震（M8.0）のように、断層長が全体で約 80km に及べば、瞬時に発表された伝達方式の EEW は“間に合う場合がある”と言い換えるべきであろう。

ともあれ、現行の EEW 発表に、気象庁にテレメータされている全国約 200 点の震度観測点の“リアルタイム震度”と求められた震源情報を併用することにより、警報発表基準の判断が最短で 0 秒 最長 8 秒間で可能となり、誤報や未発表は激減するはずである。

2011 年 3 月 11 日 14 時 46 分 18.6 秒に発生した、東北地方太平洋沖地震（Mw9.0）では、地震波検知から 8.6 秒後に“概ね適切に” EEW は発表された。しかしながら、今回の地震では、P 波入射数秒間でその規模を推定する B- $\Delta$  法や  $\tau$ 、P d、P a、P v を用いた方法が機能しなかった（Hoshiba et al., 2011）。同様に P 波入射 3 秒間の積分値から最大加速度を推定する手法（Kanjo, 2008）も最大加速度を低く算出した。その理由としては、震央距離が 150 km を超え先行屈波（ $\approx 0.5$ sec）の出現の影響も考えられるが、P 波到達 30 秒までの地震波振幅が 3 月 9 日 11 時 45 分に発生した最大の前震（Mw7.3）に比較して等しいかやや下回り、その後急激に成長したことに起因する。

両者の比較を、F-net, Hi-net, K&Kik-net（NIED）で得られた記録で行うとその破壊規模・様式の相違は歴然としている。特筆すべきは、Kik-net 加速度計から得られた東北地方から茨城県沿岸で得られた Static displacement 波形は GPS 観測から得られた地殻変動と整合的であり、将来の津浪予報に役立つであろう（Kinoshita et al., 2011）。1987 年までの気象庁での津波予報には 1 倍強震計（変位）が用いられ、震央距離をパラメータに振幅 12 cm を超えたら“大津波”を発表することになっていた。その後 87 型強震計の展開とともに量的津浪予報へと切り替えられた。Kik-net (NIED) データを気象庁 1 倍変位記録で見ると最大前震でその最大振幅は約  $\pm 0.5$  m を、本震の最大振幅は  $\pm 5$  m を記録している。

また、震央に最も近い石巻から静岡までの Kik-net (NIED) のデータから毎秒震度を求めその時間経過と Back projection (Ishii et al., 2011) による破壊の伝播と拡がりも整合的な結果を示し、巨大地震発生と震度の拡がりの様式を確認できる（図一地震発生から 5 分後までのスナップショット）。

今回の巨大地震の発生により、同地方で稼動していた原子力発電所の原子炉に事故が発生し、国内 54 基の原子炉の継続稼働の存否が議論されているなか、太陽光パネル等による自家発電装置の設置検討も始められています。導入のためには異種電力の監視・制御装置としてのスマートグリッド設置の議論も再燃しています。高密度に展開されたスマートグリッドに MEMS 加速度センサーをはじめとする各種センサーからの信号を面的・立体的に処理することにより、地震・気象防災の将来を展望することが可能になります。

MEMS 加速度センサーは一般的には廉価であるが計測震度計に採用されているサーボ型センサーとの性能比較で特にその分解能に問題があったが、その性能評価を継続する中で、かなり高性能な製品の存在が確認できている。