

「緊急地震速報評価・改善検討会」
技術部会（第 5 回）報告

「緊急地震速報評価・改善検討会」（第 5 回）
平成 26 年 3 月 20 日



「緊急地震速報評価・改善検討会」技術部会（第5回）の議事要点

1 緊急地震速報の発表状況について

- 平成24年10月以降（第4回技術部会以降）地震同時多発による過大な警報発表はなかった。
- 平成26年1月2日の伊豆大島近海の地震(M2.4、最大震度2)について、M6.0と推定し、最大予想震度4を予想した緊急地震速報（予報）を発表した。観測点近傍ごく浅部の地震の震源を観測点から実際より遠くに推定したこと、当該観測点の振幅が過大に観測されたことが原因であった。

2 ノイズ対策について

平成25年8月8日の過大な警報発表を踏まえ、その原因、対処とともに、気象庁におけるノイズ対策への取り組みを紹介した。

- 平成25年8月8日16時56分頃の和歌山県北部の地震に関して、関東から九州地方の広範囲に緊急地震速報（警報）を発表したが、震度1以上は観測されなかった。このように過大な震度予想の原因となった、三重県南東沖の海底地震計からのデータにノイズを発生させた故障部品の交換に加え、同様のノイズが発生しても、地震の揺れとして取り込むことがないようソフトウェア改修を行った。
- ノイズによる不適切な情報発表を防ぐため、まずノイズ源を可能な限り排除し、次にノイズがでる危険性がある場合は事前に処理対象から除外するとともに、ノイズが地震と判断された場合でも、他の検測値と同一地震と判定されないように高度化を図っている。

3 大深度地震計、DONET 海底地震計データの活用について

- 大深度KiK-netデータについては、Hi-netの検定信号の影響を受けることが多く、特に定時（毎日9時）前後については波形データを処理しないように対処する。
- DONETデータについては、地震観測時に加速度波形にオフセットが現れることが多いため、P波到達時刻のみから利用を始める予定である。

4 開発中の新たな手法について

平成27年度に更新を予定している次期・地震活動等総合監視システム（EPOS）の運用中での実用化を目指し、現在開発している新たな手法について紹介した。

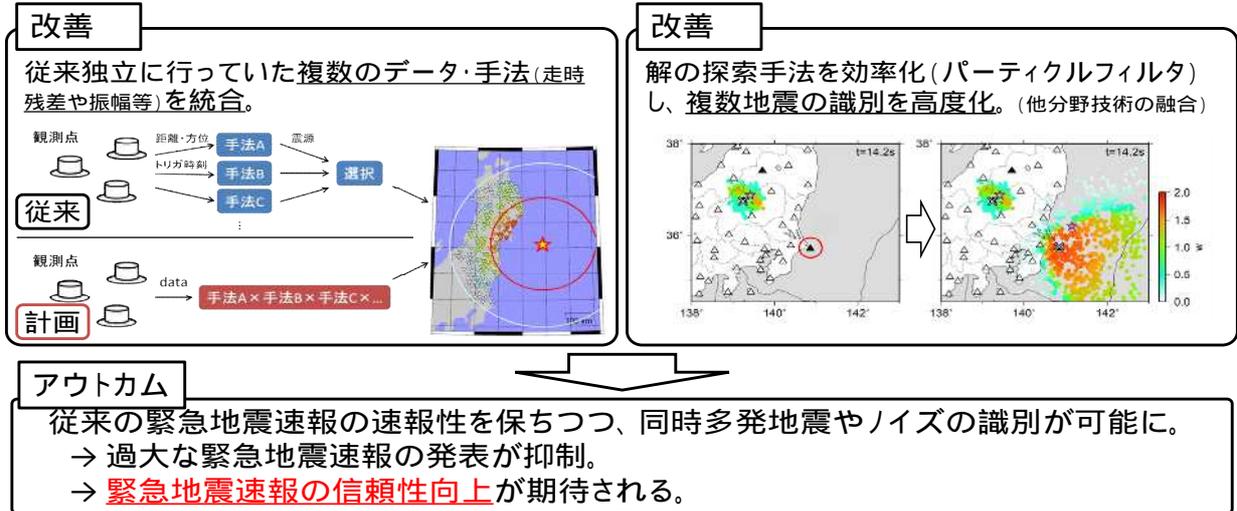
- 異なる場所でほぼ同時に発生した複数の地震を従来より適切に識別するために、P波検測時刻、最大振幅等の観測値を統合的に処理・評価し、パーティクルフィルタを用いた新たな統合震源決定アルゴリズム（IPF法：Integrated Particle Filter法）を開発し検証している。
- 巨大地震発生時や地震同時多発時にも柔軟に対応できるようにするために、震源要素を推定しそれを元に震度を予想する手法（従来法）と、観測点から毎秒入手する震度（リアルタイム震度）から、その周辺の震度を予想する手法（PLUM法：Propagation of Local Undamped Motion法）とを併用する手法（ハイブリッド法）を開発し検証している。

IPF法*1の概略

<東北地方太平洋沖地震で明らかになった課題>

広域で余震が多発した際、複数の地震による揺れを一つの地震によるものと誤認し、**予測震度が過大な緊急地震速報を公表**。

→ 緊急地震速報の精度向上のためには、**同時多発地震の適切な識別**が急務。



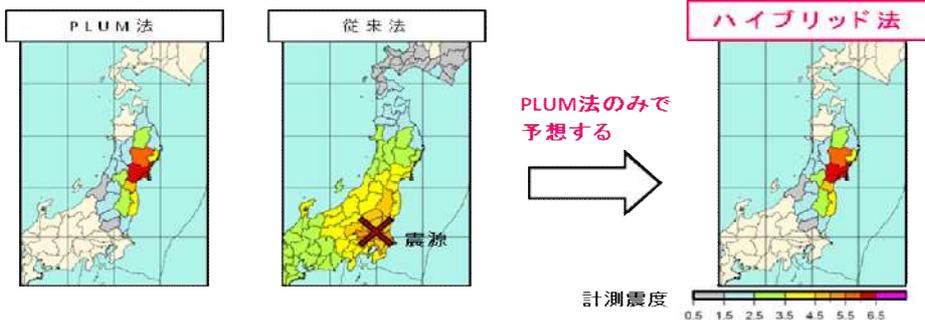
* 1 : 本手法は、内閣府の最先端・次世代研究開発支援プログラムに採択された「東南海・南海地震に対応した正確な地震情報を提供する実用的早期警報システムの構築」(代表: 京都大学 防災研究所 山田真澄助教)の成果の一つです。

ハイブリッド法の概念図

○ 従来法の震源が信頼できる



○ 従来法の震源が信頼できない



【メリット】

- ・ 従来法で不適切な震源要素を推定したと判断できる場合、それを棄却する事ができ、不適切な情報発表を防げる。
- ・ 巨大地震の震源の広がりや遅れ破壊等、従来法では対処が困難な場合でも適切な震度予想ができる。

PLUM法*2の概略

以下の処理で予想震度を計算する。

予想対象震度観測点から距離R以内にあるリアルタイム震度の観測値を集める。
地盤増幅度や観測点増幅度を加味した上で、集めたリアルタイム震度の最大値を予想対象震度観測点の予想震度とする。

* 2 : 気象研究所重点研究「緊急地震速報高度化のための震度等の予測の信頼性向上技術の開発」研究代表者: 干場充之(地震火山研究部 第四研究室長)による方法の簡易版。

「緊急地震速報評価・改善検討会」技術部会（第5回） 議事概要

日時 : 平成26年3月4日(火) 10時00分～12時00分

場所 : 気象庁 講堂

出席者 ・ 技術部会委員 出席者

阿部(部会長) 青井、高橋、干場、山田、山本(五十音順、敬称略)

・ 気象庁地震火山部 出席者

橋田、上垣内、青木、束田、荒谷、長谷川、西前、中村、土井

議事

- 1 緊急地震速報の発表状況について
- 2 ノイズ対策について
- 3 大深度地震計、DONET 海底地震計データの活用について
- 4 開発中の新たな手法について

議事概要

- 前回の技術部会(平成24年10月1日)以降の緊急地震速報の発表状況と不適切な発表となった事例、特に平成25年8月8日の過大な警報発表事例について、気象庁から状況・原因・対策の説明を行い、意見交換を行った。
- 地震観測からデータ処理・情報文作成・発表までを自動処理で人手を介さない緊急地震速報における、気象庁のノイズ対策の取組を説明し、意見交換を行った。
- (独)防災科学技術研究所が整備した基盤強震観測網KiK-netの南関東を中心とした大深度地震計や、(独)海洋研究開発機構が紀伊半島沖熊野灘に整備した海底地震計(DONET)の各観測データを、緊急地震速報へ活用するにあたっての課題とその対応について、気象庁の取組を説明し、意見交換を行った。
- 緊急地震速報の精度改善等の高度化に向けた気象庁の取組として、開発・検証中の新しい手法(IPF法、PLUM法)を紹介し、意見交換を行った。

各事項に関する主な意見交換内容

【緊急地震速報の発表状況(不適切な情報発表事例)】

震度予想や推定Mが過大になったケースの対策として、距離減衰式等に近地項を導入することが考えられ、そのためには十分なデータの蓄積が必要である。

平成26年1月2日の伊豆大島の地震のように直下の地震により予想震度が極過大になるおそれがある場合は、気象庁で地震活動状況などを総合的に勘案して観測点の利用停止が必要かどうかの判断を迅速に行うこととしている。

観測点密度を上げることで震源の決定精度の改善が期待できる。観測データの品質確保を前提に、引き続き観測点を保有する関係機関に協力を求めていく。

平成26年3月3日の沖縄本島北西沖の地震では、直前に福島県沖で発生し精度良く震源が決定されていた地震による理論P波到達時と整合していたため、福島県沖の同一の地震とみなして緊急地震速報を発表できなかった。

【ノイズ対策について】

平成25年8月8日の過大な警報発表のような事態への対策として、推定した震源の近

傍の観測点において、推定したMに相当する振幅が観測されていなければその震源は誤りとして破棄するといった処理は、1年半後に更新する次期システムで対応したい。警報を発表したが強い揺れが観測されない場合、2～3分後に「震源・震度に関する情報」で強い揺れが観測されていない旨を伝えることとしたが、このような情報は鉄道や製造事業者等の高度利用者向けにも必要ではないか。

現在は、地震波形データの PACKET が一部欠落した場合に欠落前の値で補完したデータを使っているが、ひとつでも欠落した場合、障害と考えてデータを利用しないという方法もある。PACKET 抜けの発生状況等を調べ、今後の考え方をまとめていきたい。

【大深度地震計、DONET 観測点データの活用】

大深度地震計の波形が、併設する Hi-net の検定信号の影響を受けるため、毎日9時前後のデータを使用しないようにすること、DONET の加速度波形に時折含まれるオフセットにより過大なM推定を行わないように、当面はP波到達時刻のみを使用することで、それぞれ緊急地震速報への活用をまもなく開始する。

DONET の加速度波形のオフセットがセンサー起源か設置環境起源かについては、強震計と併設されている広帯域地震計のダイナミックレンジが狭く原因の切り分けができない。上下動に見られセンサー起源と考えられるオフセットは、再埋設後はその頻度が減ってきており、もう少し様子を見てから原因の判断をしたい。

DONET のオフセット対策として、変位Mの代わりに速度Mを使っても、積分を行う必要があるため解決にはならない。加速度によるM推定も考えられるが、地震の規模が大きくなると波形振幅の頭打ちが発生して巨大地震のM推定等に課題がある。

DONET のオフセットについて、同一地震で複数の地震計で発生することが極めて稀なのであれば、同一ノード内の4つの観測点をまとめて使うという方法も考えられる。

【開発中の新たな手法】

パーティクルフィルタを用いた統合震源決定手法(IPF法)は、複数の地震がほぼ同時に発生した時に従来より適切に震源を分離でき、信頼性向上に大きく資すると考えられる。

IPF法は、処理速度として十分にリアルタイム性を有している。

観測されたリアルタイム震度から震度予想をする手法(PLUM法)は、現在の手法では震源が決められない場合等でも震度予想ができる。

PLUM法では、震源要素を求めないで震度予想をすることになるので、予報業務許可事業者にどのように対応していただくか等について、今後検討が必要である。

PLUM法では、観測されたリアルタイム震度から震度を予想するので、特に実際の観測に比べて時間的にどの程度の猶予や効果があるのかを評価・検証する必要がある。

PLUM法で効果を上げるには、品質が確保された密な観測網が重要であるので、観測点を保有している関係機関が連携していく必要がある。

これら開発中の新たな手法は、平成27年度に更新する次期システムの運用期間中での実用化を目指している。

緊急地震速報の技術は、観測点から発表・伝達までの広範なシステムを対象に改善・高度化が必要であり、課題と対処を明確にして計画的・継続的に改善し、かつ、中長期的視野で新しい手法の実用化を進めていくことが重要である。