

IPF 法の実運用に向けて：熊本地震など最近の発表事例における検証

気象庁 地震火山部 地震津波監視課

林元直樹・齋藤潤・足達晋平・森本雅彦・西前裕司

1. はじめに

気象庁では、平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震など非常に活発な地震活動時も複数の地震の適切な識別や規模の推定を可能とするため、IPF 法（Integrated Particle Filter 法；溜瀧・他（2014））の導入を進めている。本発表では、IPF 法のシステムへの実装の概略と、平成 28 年（2016 年）熊本地震など最近の緊急地震速報発表事例における IPF 法を活用した際の緊急地震速報のパフォーマンスについて紹介する。

2. IPF 法の導入

現在の緊急地震速報の震源決定処理は、気象庁観測点（約 300 点）から送信されるデータ（A 電文）を入力とする震源決定手法（従来 A 電文震源）を中核処理として採用している。また、Hi-net（約 800 点）を利用する着未着法や、P 波・S 波の検測値を用いた自動処理震源（Hypoon）処理を並行して実施し、これらの計算結果も取り込んでいる。IPF 法は、既存の A 電文震源に置き換わり、緊急地震速報の中核処理として運用される。

3. 実システム上での IPF 法のパフォーマンス検証

3. 1. 平成 28 年（2016 年）熊本地震における IPF 法の動作検証

熊本地震の一連の活動において、緊急地震速報は 19 回の警報を発表した。4 月 14 日の M6.5 の地震では地震波検知から 3.8 秒後に、4 月 16 日の M7.3 の地震では 3.9 秒後に（8.6 秒後に第 2 報に更新）それぞれ適切な警報を発表した。しかしながら、熊本県

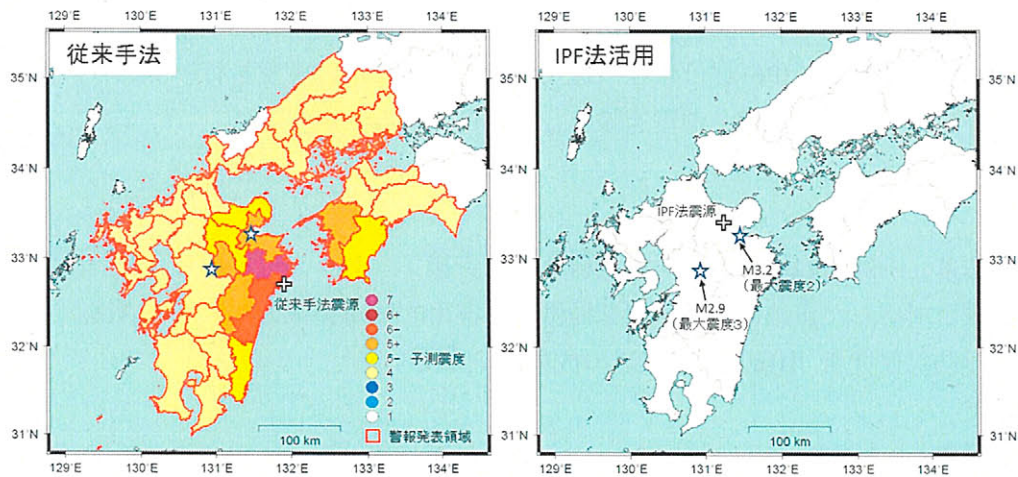


図 1. 実際に発表した緊急地震速報（警報，左）と、IPF 法を活用した場合（右）の推定震央位置と予測震度。+ はそれぞれの推定震央位置，星印は同時刻に発生した一元化震源の震央位置。IPF 法では予報発表基準以下となり，情報発表されない。

から大分県にかけて地震活動が活発となったことにより、例えば 4 月 16 日 11 時 28 分には、大分県中部の M3.2 の地震と熊本県熊本地方の M2.9 の地震とを同時に処理した結果、日向灘の M6.9 の地震と推定して過大な警報を発表した（図 1）。IPF 法を活用した場合の緊急地震速報では、この事例を含め、最大震度を 2 階級以上過大に推定し警報となった 3 つの事例すべてが改善することが確認できた（警報発表は 3 事例→1 事例に減少）。熊本地震の 4 月の活動のうち、震度 4 以上を観測または予測した 98 事例について IPF 法活用環境で再解析した結果、期間全体のスコア（観測震度と予測震度の階級差が ± 1 以内に収まる情報発表区分の割合）は 68%から 83%へと大幅に改善した。特に、過大な震度予測が IPF 法により改善される効果が顕著であることが確認できた。

3. 2. その他の事例

10 月 21 日 11 時 49 分の千葉県北東部の地震では、茨城県・千葉県で最大震度 4 を観測した。緊急地震速報では、直前に栃木県足利観測点でノイズを検知した影響により、第 3 報で三重県南東沖 M7.2 の深発地震（深さ 360km）と推定する予報を発表するなど、震源が不安定となった。IPF 法を利用した再解析結果は足利観測点のノイズを分離し、千葉県北東部の地震として適切な情報発表が可能となる（図 2）。

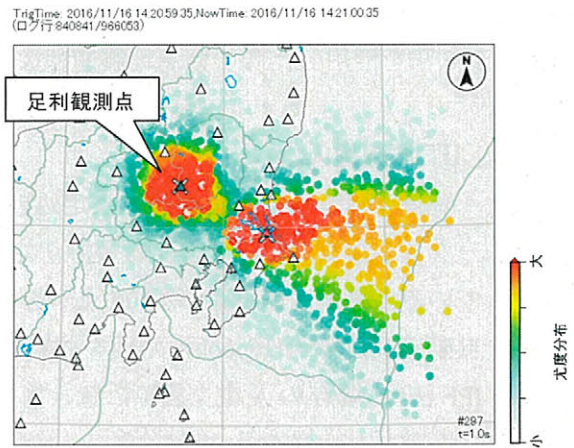


図 2. 千葉県北東部の地震の IPF 法処理結果
IPF 法では、足利観測点のノイズトリガを分離し、適切な震源決定が可能となる。

4. まとめ ～ IPF 法の運用開始に向けて

緊急地震速報を運用している実システムと同様の環境において、IPF 法を活用した場合の緊急地震速報の事例解析を行った結果、熊本地震の活動をはじめとする最近の緊急地震速報発表事例において、IPF 法を含め、システム全体の処理が適切に動作していることを確認できた。IPF 法は現在、運用開始に向けた最終調整を行っており、間もなくそのパフォーマンスを緊急地震速報として提供できる予定である。

謝辞

IPF 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。

参考文献

溜瀧功史, 山田真澄, Stephen Wu(2014): 緊急地震速報のための同時多発地震を識別する震源推定手法, 地震, 第 67 巻, 41-55.