

拡張 IPF 法(IPFx) : 高精度でユニバーサルな即時震源決定法  
 IPFx: achieving high-performance EEW system using an extended IPF method

○山田真澄・溜渕功史・Stephen WU

○Masumi YAMADA・Koji TAMARIBUCHI・Stephen WU

We improve the IPF method, which is a Bayesian earthquake early warning algorithm, for the continuous waveforms and merge all the Japanese real-time seismic networks in a single framework. After 10 months of continuous online experiment, the new IPF method (IPFx) showed a good performance in detecting earthquakes with the maximum seismic intensity  $\geq 3$  in the Japan Meteorological Agency (JMA) catalog. The IPFx method proposed in this paper has a potential to expand the JMA IPF method to the global seismic network.

現在気象庁の緊急地震速報で利用されている震源決定手法 (IPF 法) を改良し、高精度で他の地震観測網にも適用可能なユニバーサルな震源決定手法を開発したので報告する。現在の IPF 法は A 電文と呼ばれるトリガ情報を観測点で計算し、閾値を超えた場合に情報を中枢サーバへ送っている。この手法では、観測点毎にトリガ情報を計算する必要があるため、他の観測網へ直接適用することが困難である。本研究では、地震波形を利用する事により、観測点毎にトリガ情報を計算する単点プロセスと、求められたトリガ情報をまとめて震源推定を行うネットワークプロセスを構築した。開発した手法は、他の地震観測網へ適用することができるので、拡張 IPF 法 (IPFx 法) と呼ぶことにする。

現行の IPF 法との大きな違いは、トリガ情報を自由に計算することができることである。そこで、震源決定に最適となるように情報をチューニングした。単点プロセスでは、すべての観測点で 1 秒ごとに、タイムスタンプ、P 波トリガ時刻、振幅情報 (加速度、速度、変位、上下動速度、上下動変位、リアルタイム震度)、観測点の死活情報、遠地フラグを計算する。ネットワークプロセスでは、これらの情報を利用して IPF 法と同様のベイズ推定により震源決定を行う。ここで、ノイズトリガによる誤検知を防ぐため、近傍の観測点からなるトリガグループのうち、3 点がトリガした場合に震源推定を開始する。この震源推定開始がイベント検知となる。

開発したプログラムを利用して 10 か月間 Hi-net と S-net を利用してオンライン試験を行った結果、25000

個以上の地震を検知した。また、震度 3 以上を観測した 129 個の地震はすべて検知でき、その誤差は図 1 の通りである。距離の誤差は 10 km 以下、またすべての地震で最大予測震度は 1 以内の誤差に収まった。震度 5 弱以上を予測した地震で、震度 3 以下しか観測しなかった不適切な事例はなかった。地震検知時刻は平均 6 秒早くなった (図 2)。本手法は、より早く精度の良い緊急地震速報の提供に役立つ。

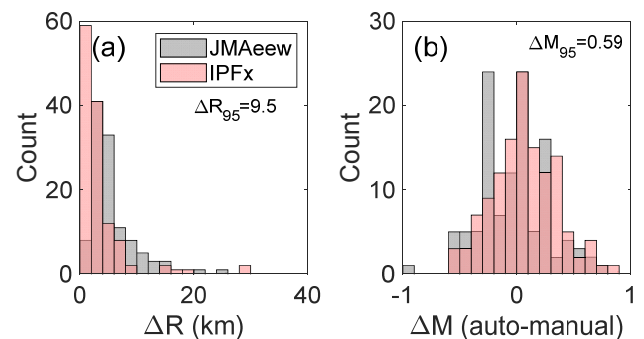


図 1: 震源位置の誤差とマグニチュードの誤差

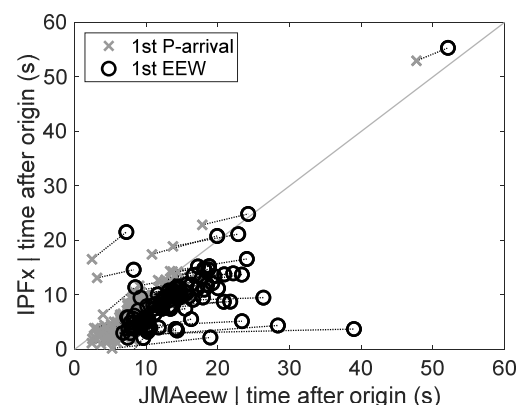


図 2: P 波トリガ時刻と地震検知時刻の比較