

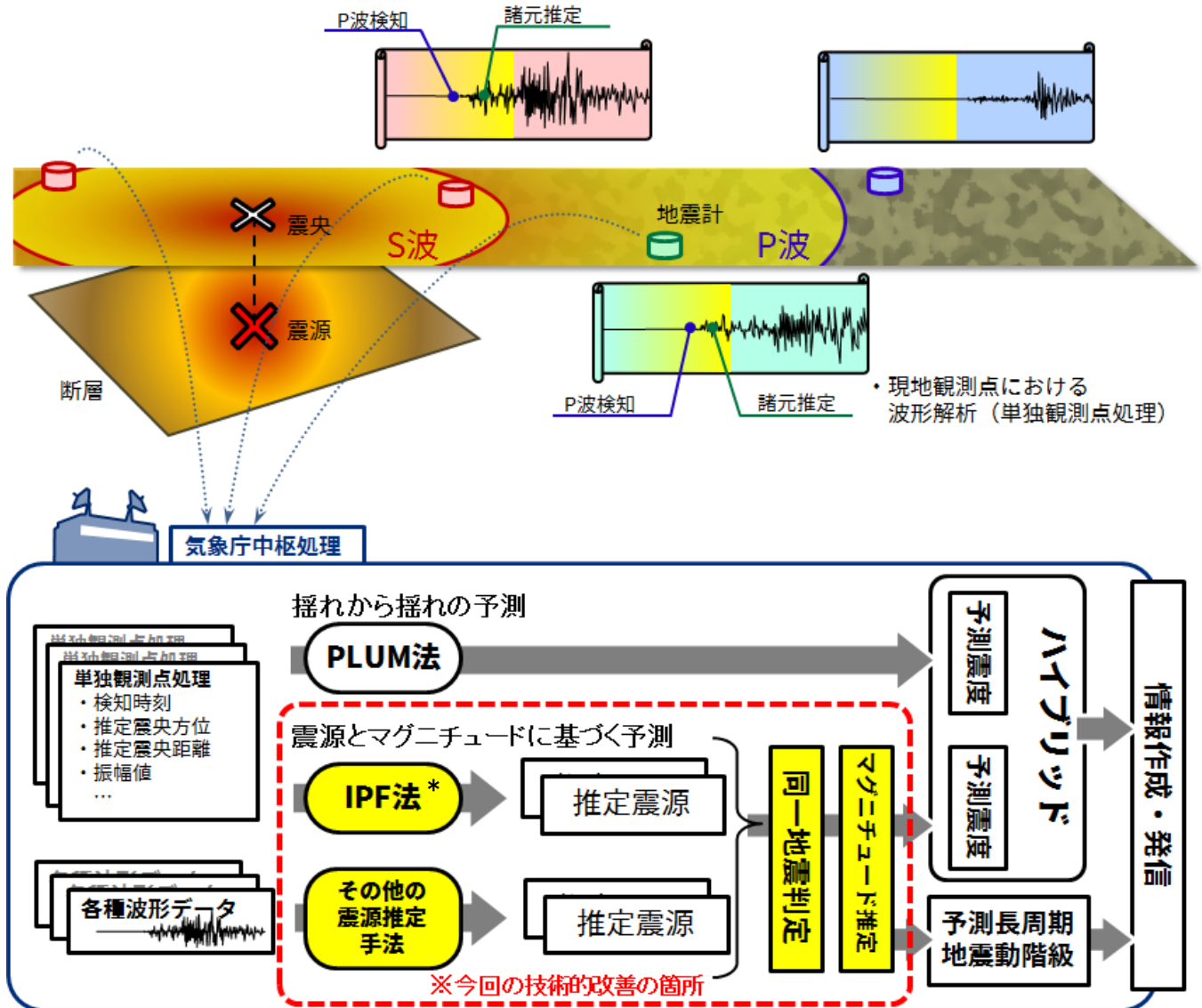
緊急地震速報の技術的改善について ～震源推定手法の改善により揺れの過大予測を低減～

気象庁地震火山部
令和5年8月

緊急地震速報は、公益財団法人鉄道総合技術研究所、国立研究開発法人防災科学技術研究所、国立大学法人京都大学防災研究所との技術開発・協力によって実現しています。

緊急地震速報の処理の概要と、今回の技術的改善の箇所

- 緊急地震速報とは、地震発生後、震源付近の観測点のデータをもとに震源の場所や地震の規模を速やかに推定、または強い揺れの広がりや到達時刻を予測し、各地の揺れの強さや到達時刻を予測して、お知らせする情報です。
- 現地観測点での単独観測点処理、中枢処理としての震源推定手法や震度予測手法など、様々な技術の組み合わせにより即時の情報提供が可能となりました。



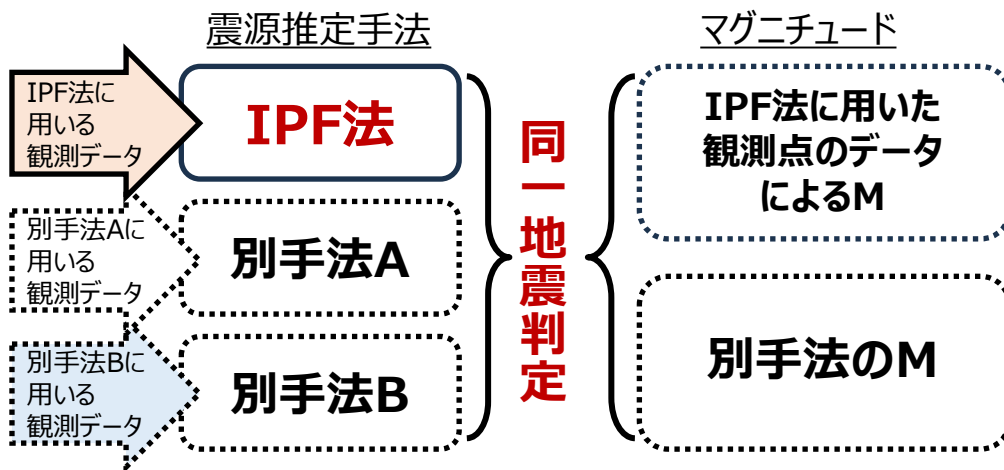
平成19年10月1日
一般提供開始

* IPF法…同時に複数の地震が発生した場合においても、震源を精度よく推定するために開発された手法

- これまで、緊急地震速報の震源推定においては、IPF法だけではなく、利用する観測データに応じた複数の震源推定手法を併用しており、これら複数の震源推定結果が同一の地震であるか否かを判定する「同一地震判定」処理を行い、発表に用いる震源とマグニチュード(M)を推定しています。
- そのため、IPF法の運用開始後にも、離れたところで同時に複数の地震が発生した場合などによって、「同一地震判定」を誤ると、揺れを過大予測してしまうという課題がありました。
- これを改善するため、震源推定手法を一本化し、すべての観測データを改良したIPF法で処理することで、「同一地震判定」を用いずに震源とMを推定するようにします。

これまで

複数の震源推定手法の結果を同一地震判定した上で利用



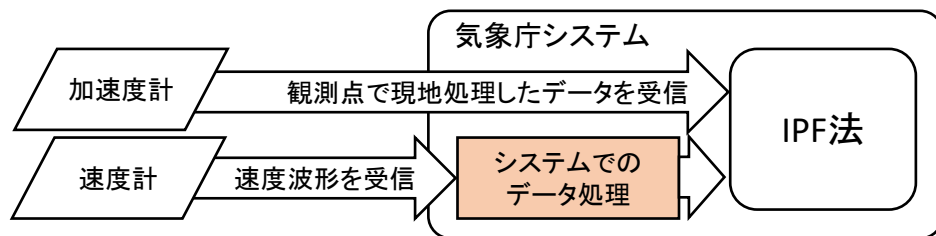
※それぞれの手法に適した観測データを利用

改善後

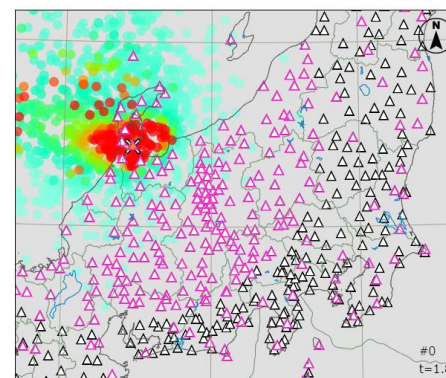
全ての観測データをIPF法で処理し震源推定手法を一本化



- 震源推定に用いるすべての観測データをIPF法で処理するため、以下の改良を行いました。
 - ① これまでにIPF法で扱ってきた加速度計データに加えて、速度計データをIPF法に活用するために、新たに気象庁システム内でのデータ処理を行います。
 - ② 観測点数の増加に伴い、処理負荷軽減のための観測点選別を行うなど、IPF法のアルゴリズムに改良を加えます。
 - ✓ 緊急地震速報には、気象庁と国立研究開発法人防災科学技術研究所(NIED)の観測データを利用しています。これまで、IPF法には加速度計約490地点(※1)を利用してきましたが、それに速度計約780地点(※2)を追加して活用します。



速度計データをIPF法へ取り込むための処理(①)



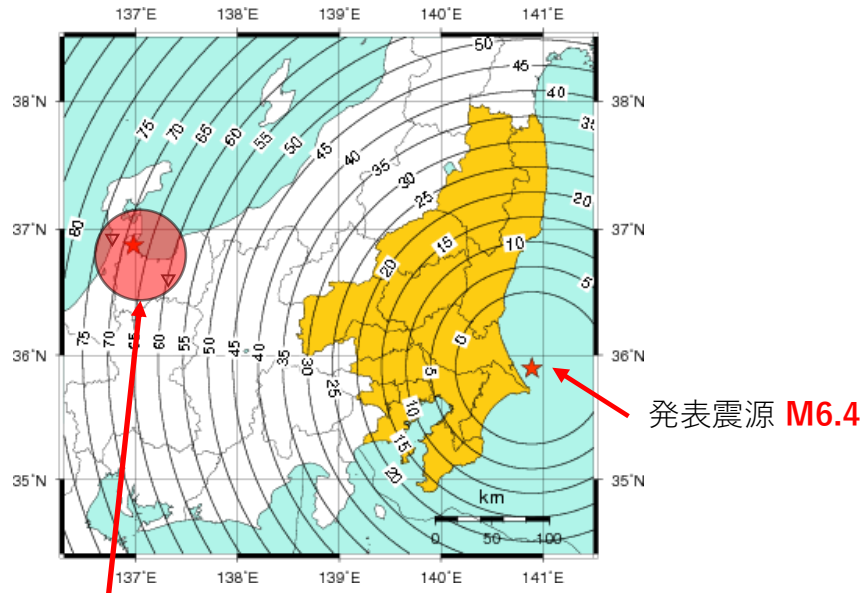
△: 選別観測点
△: 非選別観測点
尤度計算に利用する
観測点を選別する

IPF法の処理負荷軽減のための観測点選別(②)

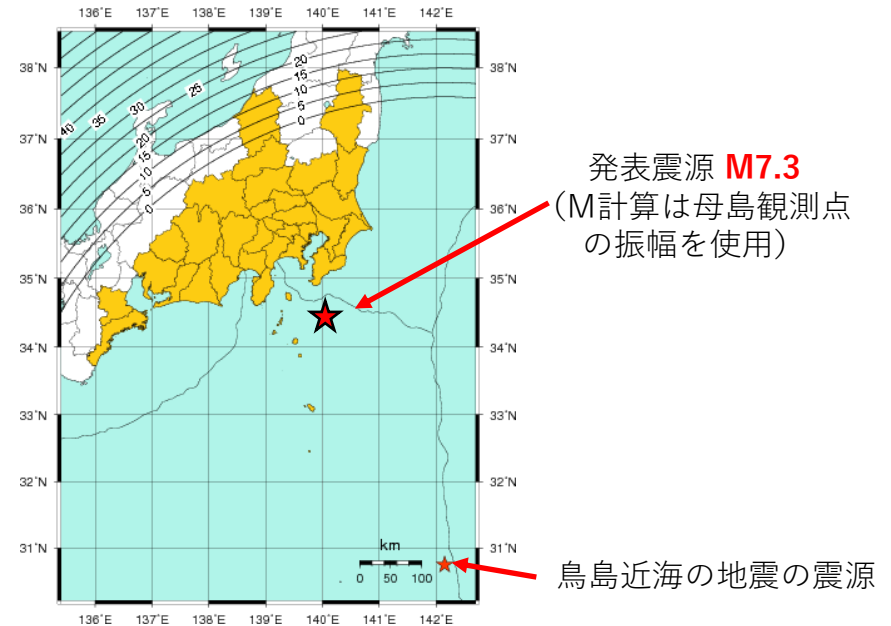
※1 気象庁 約270地点、NIED 約220地点(S-net、DONET、KiK-net)
※2 NIEDの運用する高感度地震観測網(Hi-net)

- 平成30年1月5日の茨城県沖と富山県西部の地震の同時発生時に、震源とマグニチュード計算に用いた振幅値との「同一地震判定」の誤りにより、過大な警報を発表しました。
- 令和2年7月30日の鳥島近海の地震でも、同様に「同一地震判定」の結果、過大な警報を発表しました。

平成30年（2018年）1月5日
茨城県沖（M4.5）、富山県西部（M4.0）の
同時地震発生による過大警報（観測最大震度3）



令和2年（2020年）7月30日鳥島近海（M6.0）の
地震による過大警報（震度1以上の観測なし）



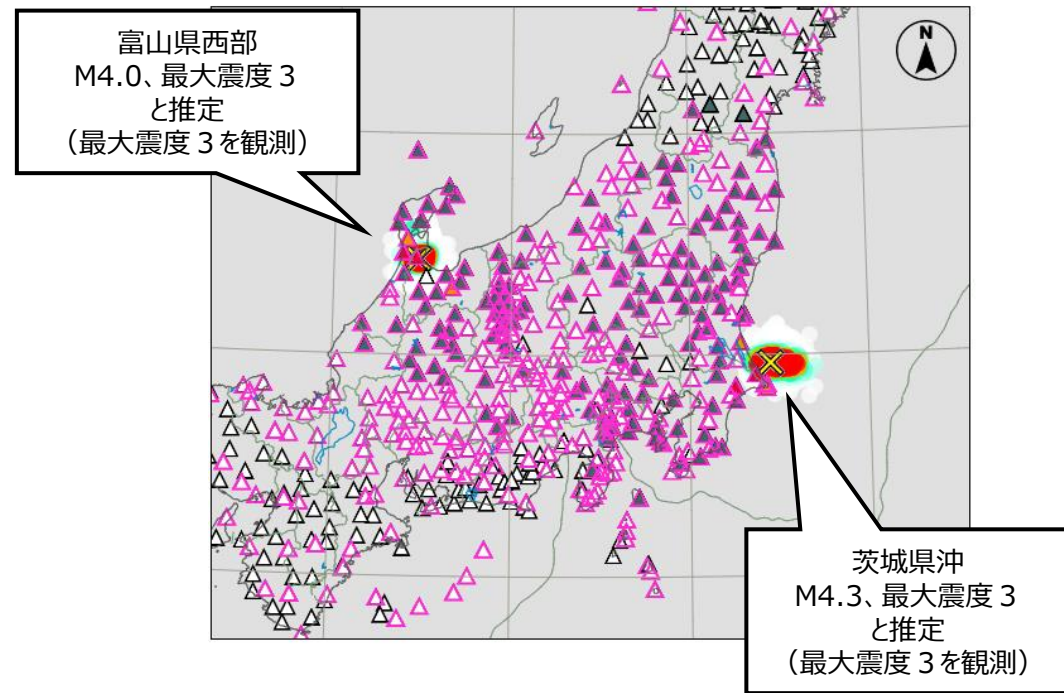
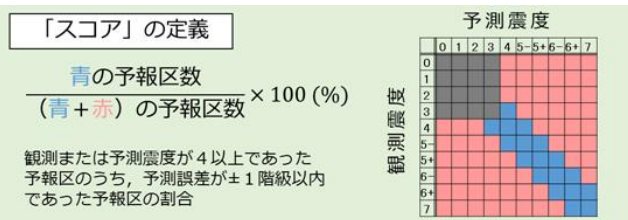
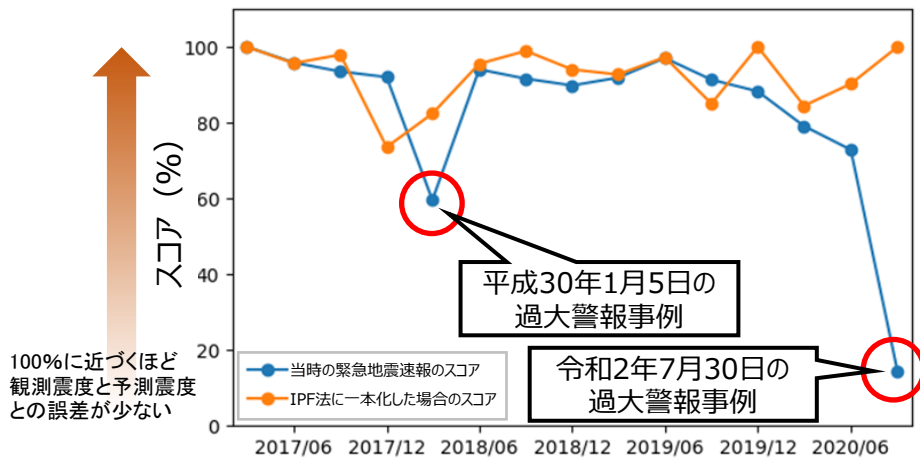
M計算に使用した観測点
(富山県西部の地震による揺れ)

「同一地震判定」により過大な警報となった事例

緊急地震速報の震源推定手法の改善による効果

- 平成29年(2017年)から令和2年(2020年)までに緊急地震速報を発表した事例について検証を行ったところ、IPF法への震源推定手法の一本化により、平成30年1月5日の事例や、令和2年7月30日の事例においても、過大な警報の発表が生じないことが確認できました。

四半期ごとのスコア



平成29年1月から令和2年8月の緊急地震速報発表事例における、四半期ごとの予測震度の合致率を示すスコアの推移。青線が当時の発表した震源とマグニチュードによる予測のスコア、オレンジの線がIPF法に震源推定手法を一本化した場合のスコアの推移を示す。

平成30年1月5日の茨城県沖と富山県西部の地震の同時発生の際のIPF法の動作状況。それぞれの地震を分離し、マグニチュードも予測震度も適切に推定して発表することが可能となった。

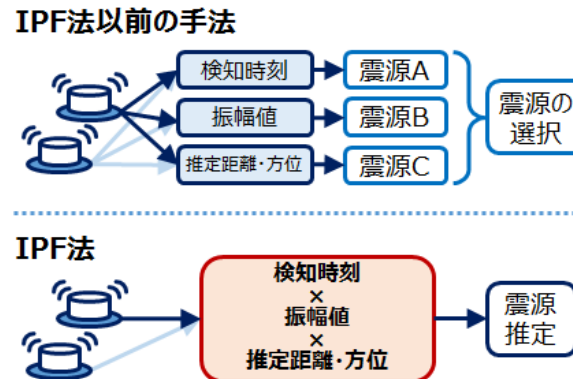
- IPF法(※)とは、同時に複数の地震が発生した場合においても、震源を精度よく推定するために開発された手法です(平成28年12月より運用開始)。
 - ① 観測された揺れが1つの地震によるものか否かを判別する際、観測データの時刻情報だけでなく揺れの大きさの情報も併用することで、複数の地震の発生が偶然重なったとしても高い確度で識別できます。
 - ② 震源推定の際、観測データの時刻情報だけでなく従来別々に用いていたデータや手法(振幅や観測点単独での処理結果等)を統合的に用いることで、少ない観測点のデータからでもより安定して精度の良い震源を推定できます。
 - ③ 震源として最適な地点を検索する手法として、パーティクルフィルタという技術を用いて震源要素を短時間で求めるなどの効率化を行っています。

(※)IPF法: Integrated Particle Filter法の略。(平成28年12月より運用開始、https://www.jma.go.jp/jma/press/1612/13a/EEW_kaizen_201612.html)

①揺れの大きさの情報も用いて地震を分離・識別



②別々に用いていたデータを統合して震源を推定



③震源の探索手法を効率化

