

緊急地震速報の技術的改善について

NPO 法人 リアルタイム地震・防災情報利用協議会

常務理事 山口 耕作

1. はじめに

会員の皆様には、REIC の活動にご協力とご支援を賜り、厚くお礼申し上げます。
この度、気象庁から「今後の緊急地震速報の技術的改善について」と題した報道発表がありましたので、その内容について解説致します。

詳細は、気象庁の報道発表をご覧ください。

http://www.jma.go.jp/jma/press/1407/14a/EEW_kaizen_201407.html

2. 緊急地震速報と近年の地震活動

緊急地震速報は、2007年（平成19年）10月1日から一般提供が開始され、本年10月1日で満7年を迎えます。この間（7月末まで）に、私たちは岩手・宮城内陸地震（2008/06/14 M7.2）、東北地方太平洋沖地震（2011/3/11 M9.0）やその余震等、人的被害を伴った46回の地震を経験しました。その内訳は以下の通りです。

表1 2007年10月1日から2014年7月31日までの人的被害を伴った地震

| 大区分 | 震源の位置等 | 回数 | 死亡 | 不明 | 負傷 | 備考 |
|------------------|--------------|----|-------|------|------|--------|
| 近い地震 | 内陸直下 | 20 | 26 | 6 | 815 | |
| | 湾内、海峡等 | 5 | 1 | 0 | 402 | |
| | 岸から50km未満の海底 | 7 | 1 | 0 | 14 | |
| | 小計 | 32 | 28 | 6 | 1231 | |
| 遠い海底地震 50km以遠 | 3.11本震（M9.0） | 1 | 15810 | 2683 | 6217 | 太平洋沖地震 |
| | その他海底地震 | 13 | 8 | 0 | 348 | |
| | 小計 | 14 | 15818 | 2683 | 6565 | |

日本付近で発生した主な被害地震（気象庁HPより）

表1に示すとおり、この7年間に発生した被害地震の70%（32/46）が内陸直下を主とする「近い地震」で、人的被害は合計1265人でした。

残る30%（14/46）は遠い海底地震です。3.11本震（東日本太平洋沖地震）では甚大な人的被害が発生しましたが、殆どが津波によるものでした。その他海底地震の人的被害は合計356人で、平均被害者数は「近い地震」の70%程度です。

従って、緊急地震速報は「遠い海底地震」だけでなく、発生頻度の高い、直下地震等の「近い地震」に対しても、十分な防災効果を発揮しなければなりません。

また、2020年には東京オリンピックが開催され、諸外国から東京へ多くの人々が集まります。緊急地震速報は懸念されている首都直下地震への対応が急務です。

3. 緊急地震速報の改善

3.1 震源決定精度の向上と地震の分離

(1) 現行方式 (図1 従来参照)

現在の緊急地震速報では、複数の観測点で捕らえたP波を幾つかの解析手法(手法Aは即時性重視、手法Cは精度重視)を同時に進行させて自動的に震源決定(地震の発生時刻・緯度・経度・深さ・マグニチュード)を行い、「解」が得られる都度、情報を配信します。

この方法では、最初に配信される情報の精度が不十分な場合があり、「警報」が主要動より遅れたり、見逃されることも少なくありません。

また、何れの手法とも、複数の地震が近接して略同時に発生すると、別の地震として識別することが困難となり、東日本太平洋沖地震発生直後の余震多発時には誤報が頻発しました。

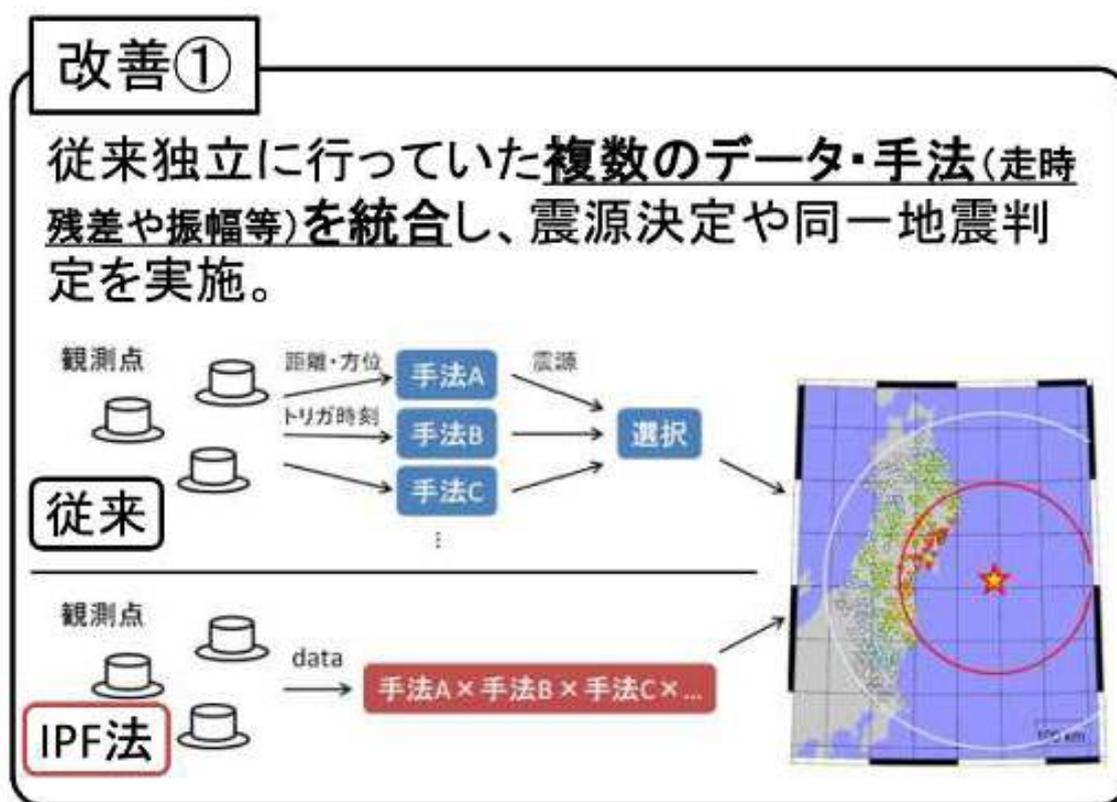


図1 IPF法の概念図(気象庁の資料より)

(2) 新たな震源決定方式 (図1 IPF法参照)

IPF法(Integrated Particle Filter法)は新たな震源決定方式です。従来は別々に行っていた震源決定と同一地震判定をIPF法では統合的に行います。気象庁は「少ない観測点数でも多くの情報を同時に処理するので、震源要素が短時間に求まり、情報の信頼性が向上することが確認できた。」としています。

3.2 震度予測の精度向上

(1) 現行システムの震度予測

現行システムの震度予測は距離減衰式に基づき、震源情報（緯度・経度・深さ・マグニチュード）と予測地点の地盤増幅率から算出します。このため、震源決定に時間が掛ったり、誤差が大きいと、正しい震度が予測できず、警報の遅れや誤報の原因となりました。

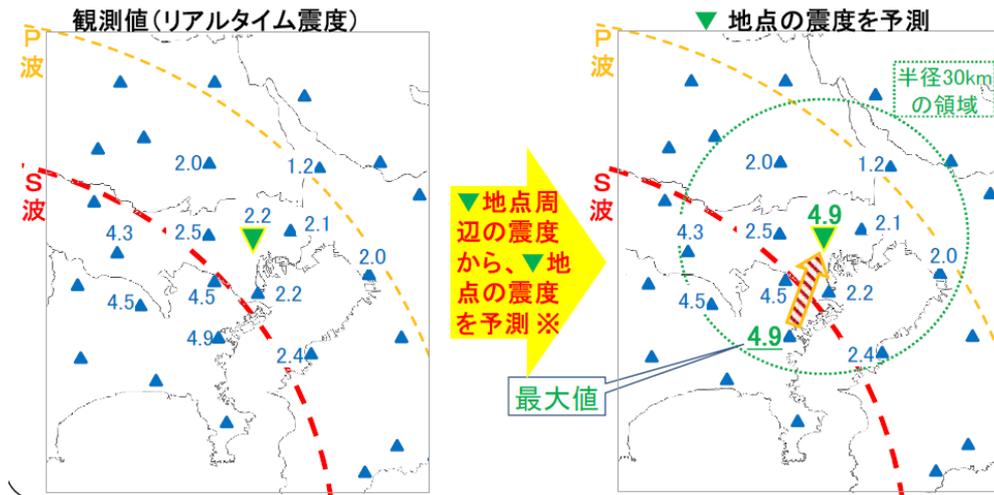


図3 PLUM法の概念図（気象庁の資料より）

(2) PLUM法（図3参照）

PLUM法（Propagation of Local Undamped Motion法）は震源要素を用いずに、各地震観測点で計測するリアルタイム震度に基づいて、予測地点の震度を予測します。

今回、気象庁が採用したリアルタイム震度計測法は、（独）防災科研と（株）シグネット※の技術を用いた新たな計測方式で、刻々と変動する地震動の強さを計測震度計と同等の精度で10mS毎に測定します。（※：漸化式フィルター処理 <http://www.cygnnet.co.jp>）

PLUM法による震度予測は、予測点から30km以内にある観測点のリアルタイム震度の最大値（計測震度に等しい）と、予測地点の地盤増幅率から算出します。この方式は、川の下流水位を上流の実測水位から推定する方法に類似しています。

巨大地震は震源要素から震度を予測すると過小評価となりますが、PLUM法を用いればリアルタイムに強震動域が把握できるので、巨大地震でも精度良く震度が予測できます。更に、リアルタイムで震度の予測値と実測値が対比できます。

3.3 ハイブリッド法

震度を予測する方法にはPLUM法と従来法（IPF法を含む）があり、夫々、長所と短所があります。ハイブリッド法は状況に応じて両者を使い分け、夫々の長所を活かします。

(1) 従来法（IPF法を含む）

- ・地震検知直後に精度良く震源要素が決定できた場合は、迅速に全国の予想震度が得られ、

多くの区域で猶予時間が得られます。

- ・推定した震源要素が不適切な場合、予想震度を極端に過小予想したり過大予想したりする可能性があります。
- ・東北地方太平洋沖地震のような巨大地震の場合には、震源域の広がり等を反映できないことから、震度の過小予想や過大予想となることがあります。

(2) PLUM 法

- ・震源要素の信頼性が低いと判断できる場合は、震源要素を用いずに PLUM 法のみで震度予想ができます。
- ・一定 (30km) 以内の情報しか用いないので、震源要素を用いる方法より遅くなります。

(3) ハイブリッド法 (図 4 参照)

PLUM 法と従来法 (IPF 法を含む) を使用し、以下の条件で最終結果を選択します。

- ・両者が概ね一致する (従来法が信頼できる) ときは、両予想値の大きい方を採用する。
- ・両者が一致しない (従来法が信頼できない) ときは、PLUM 法の結果を採用する。

○ 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

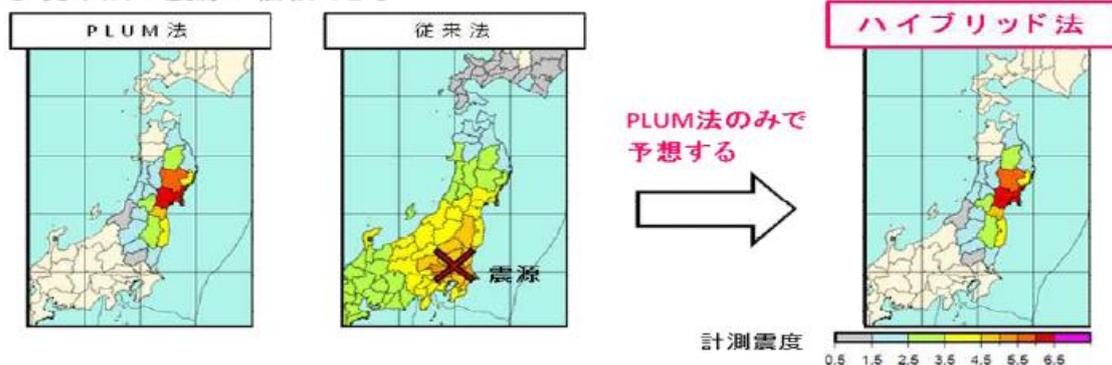


図 4 ハイブリッド法概念図 (気象庁の資料より)

4. まとめ

- ① IPF 法の導入により「震源情報の精度向上、複数地震の分離」が実現し、誤報の減少が期待されます。
- ② PLUM 法の導入により「震度予測の精度」が向上し、テレビ、ラジオ、携帯電話等で伝達される「警報」の改善が期待されます。

- ③ 緊急地震速報の高度利用端末に PLUM 法を導入することはできません。
- ④ 被害地震の 70%を占める「直下地震を含む近い地震」への対応状況は不明です。

以上