

気象庁における緊急地震速報関連の 今後のビジョン

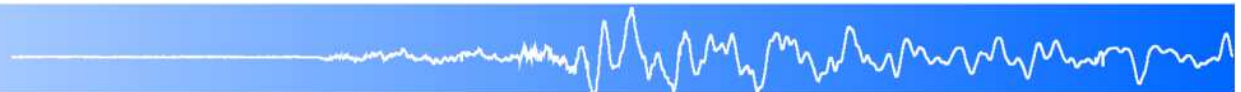
平成26年8月26日
気象庁地震火山部

緊急地震速報の成績

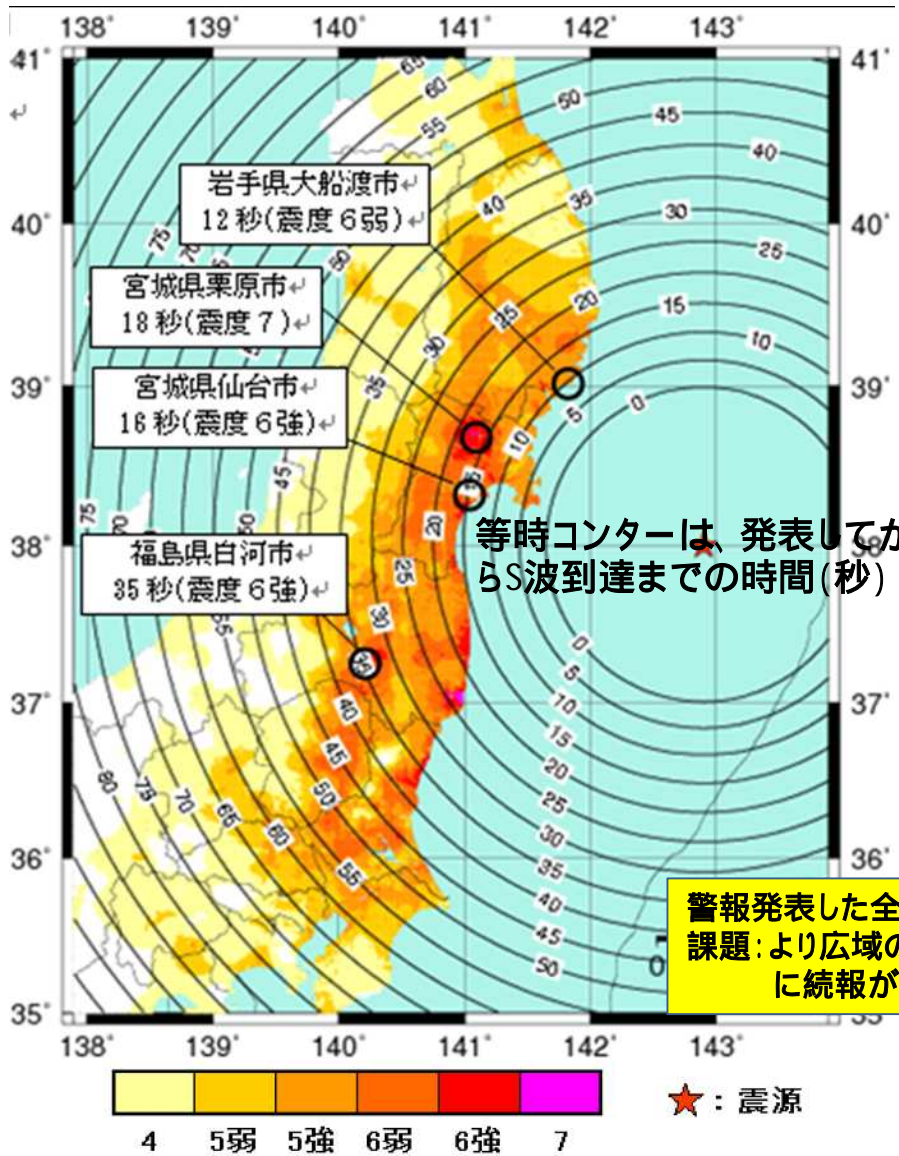
目標
H27度
85以上

H19度	H20度	H21度	H22度	H23度	H24度	H25度
77	82	76	28	56	79	63 (86)

全地震を対象に、震度4以上を観測した地域、または緊急地震速報で震度4以上を予測した地域について、予想誤差 ± 1 以下におさまる地域の割合(%)。警報発表時は一般向けの最終報、警報未発表時は最終報で集計。(H25度の括弧内は8月8日の過大な震度予測を入れない場合)



東北地方太平洋沖地震：M9.0



等時コンターは、発表してからS波到達までの時間(秒)

警報発表した全地域に間に合ったが・・・
課題：より広域の震度5弱以上を観測した地域に続報が発表できなかった。

発表時刻等	地震波検知からの経過時間(秒)	震源要素				発表から主要動到達までの時間(秒)							予想した最大震度	警報の発表	
		北緯	東経	深さ	マグニチュード	宮城県石巻市	宮城県栗原市	福島県浪江町	茨城県高萩市	栃木県宇都宮市	東京都千代田区				
地震波検知時刻	14時46分40.2秒														
1	14時46分45.6秒	5.4	38.2	142.7	10km	4.3	6	19	19	35	49	67	1		
2	14時46分46.7秒	6.5	38.2	142.7	10km	5.9	4	18	18	34	48	66	3		
3	14時46分47.7秒	7.5	38.2	142.7	10km	6.8	3	17	17	33	47	65	4		
4	14時46分48.8秒	8.6	38.2	142.7	10km	7.2	2	15	16	32	46	63	5弱		
5	14時46分49.8秒	9.6	38.2	142.7	10km	6.3	1	14	15	31	45	62	4		
6	14時46分50.9秒	10.7	38.2	142.7	10km	6.6	0	13	14	30	43	61	4		
7	14時46分51.2秒	11.0	38.2	142.7	10km	6.6	0	13	14	29	43	61	4		
8	14時46分56.1秒	15.9	38.1	142.9	10km	7.2	-	8	9	24	38	56	4		
9	14時47分02.4秒	22.2	38.1	142.9	10km	7.6	-	2	2	18	32	50	5弱		
10	14時47分10.2秒	30.0	38.1	142.9	10km	7.7	-	-	-	10	24	42	5弱		
11	14時47分25.2秒	45.0	38.1	142.9	10km	7.7	-	-	-	-	9	27	5弱		
12	14時47分45.3秒	65.1	38.1	142.9	10km	7.9	-	-	-	-	-	7	5強		
13	14時48分05.2秒	85.0	38.1	142.9	10km	8.0	-	-	-	-	-	-	5強		
14	14時48分25.2秒	105.0	38.1	142.9	10km	8.1	-	-	-	-	-	-	6弱		
15	14時48分37.0秒	116.8	38.1	142.9	10km	8.1	-	-	-	-	-	-	6弱		

地震波検知から5.4秒後に緊急地震速報(予報)を、8.6秒後に緊急地震速報(警報)を発表

緊急地震速報(警報)の発表地域及び緊急地震速報(予報第15報)の発表地域



緊急地震速報(警報)の発表から主要動到達までの時間及び推計震度分布図

ほぼ同時に複数の地震が発生

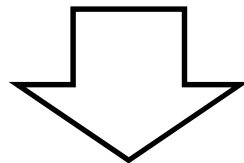
複数の地震を同じ地震と判断し、震源計算結果が大きく乱れる

2011年3月15日01時36分の事例

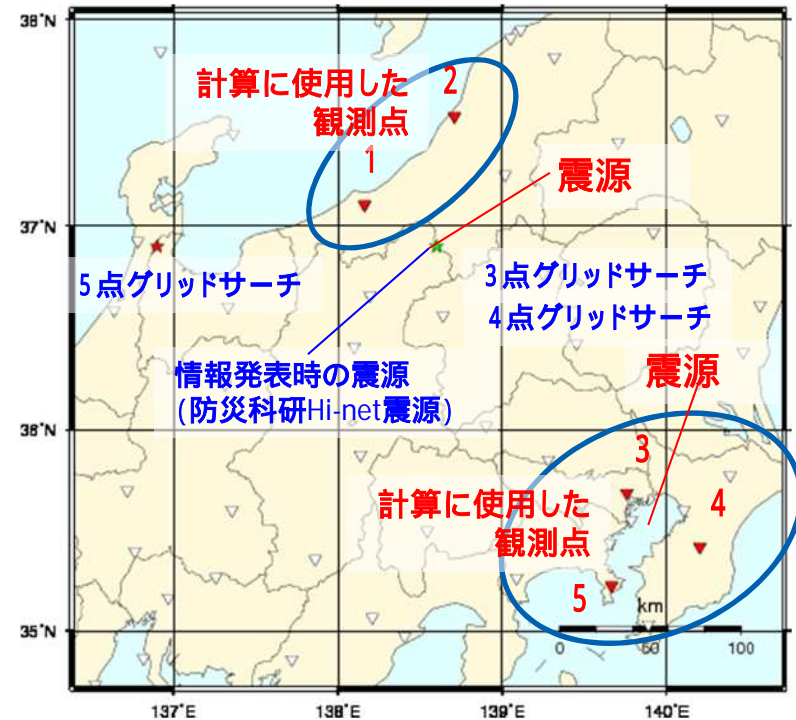
新潟県中越地方を震源とする地震
(M2.5、最大震度2)が発生

東京湾を震源とする地震
(M3.3、最大震度2)が発生

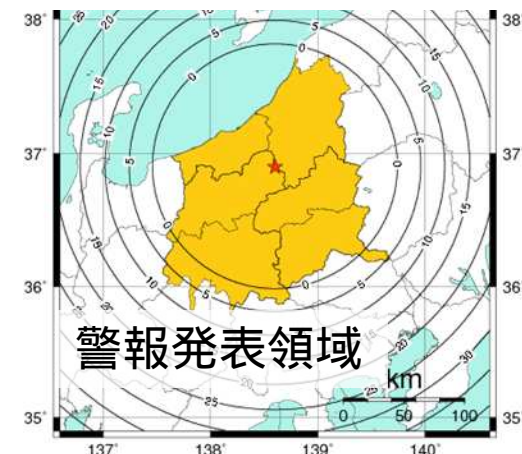
両者を同一の地震として処理し、
M5.9、最大震度5弱程度とする緊急地震
速報(警報)を発表



検測値同士で同一地震と判定する範囲を、適正に
狭める改修を行うことで改善済み。



M5.9、最大震度5弱として警報を発表



主要課題

巨大地震発生の際に強震動域をより適切に予想

同時に複数の地震が発生した場合でも、適切に震度を予想

最早でH27年度～H28年度での実用化を目指し、現在開発している新たな手法

・従来型の震源要素に基づく予測の高度化(最早H27年度)←

→パーティクルフィルタを用いた統合震源決定(IPF法: Integrated Particle Filter法)

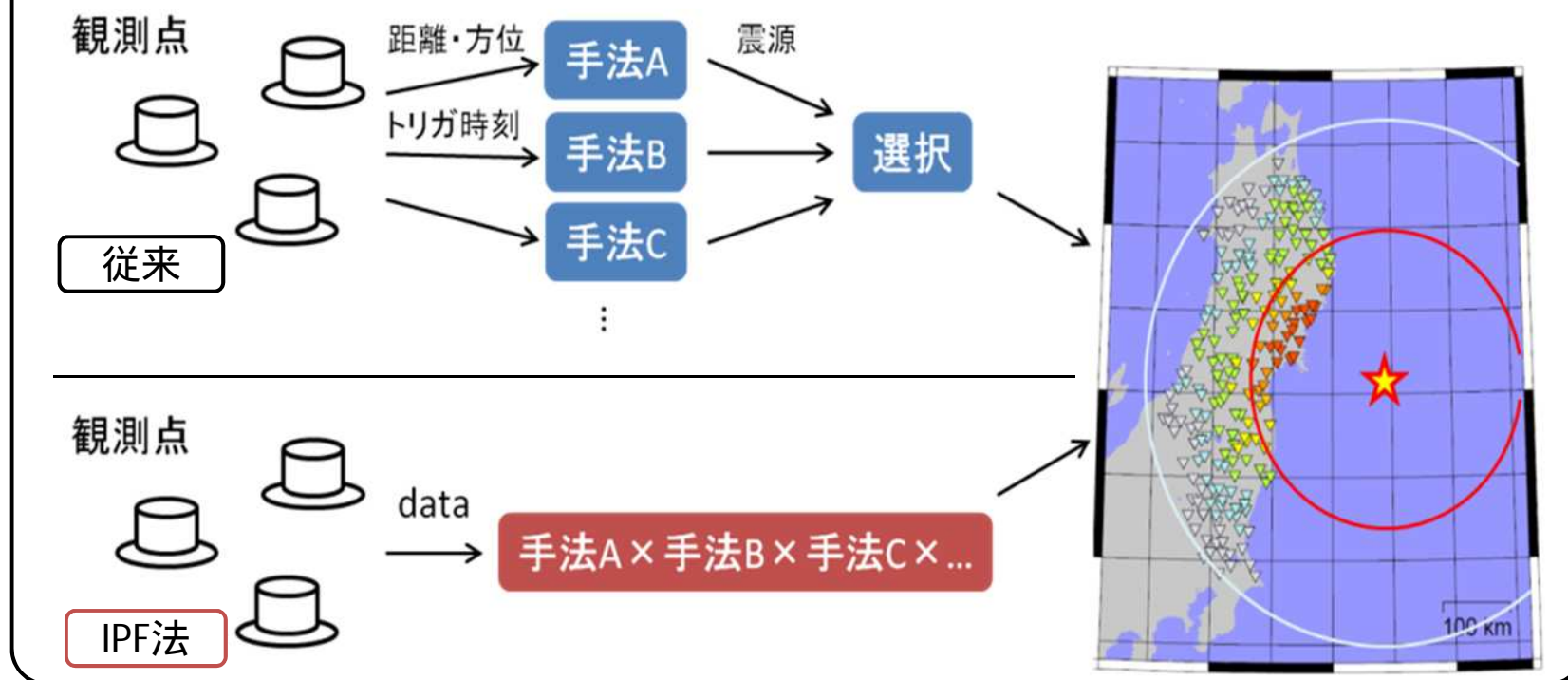
本手法は、内閣府の最先端・次世代研究開発支援プログラムに採択された「東南海・南海地震に対応した正確な地震情報を提供する実用的早期警報システムの構築」(代表: 京都大学 防災研究所山田真澄助教)の成果のひとつ。

・リアルタイム震度モニタ型予測と従来型の震源要素に基づく予測のハイブリッド化(最早H28年度)←

→PLUM法: Propagation of Local Undamped Motion 法と従来法を併用する手法(ハイブリッド法)

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(組織改変後、現在は地震津波研究部第三研究室長)。

従来独立に行っていた複数のデータ・手法(走時残差や振幅等)を統合し、震源決定や同一地震判定を実施。



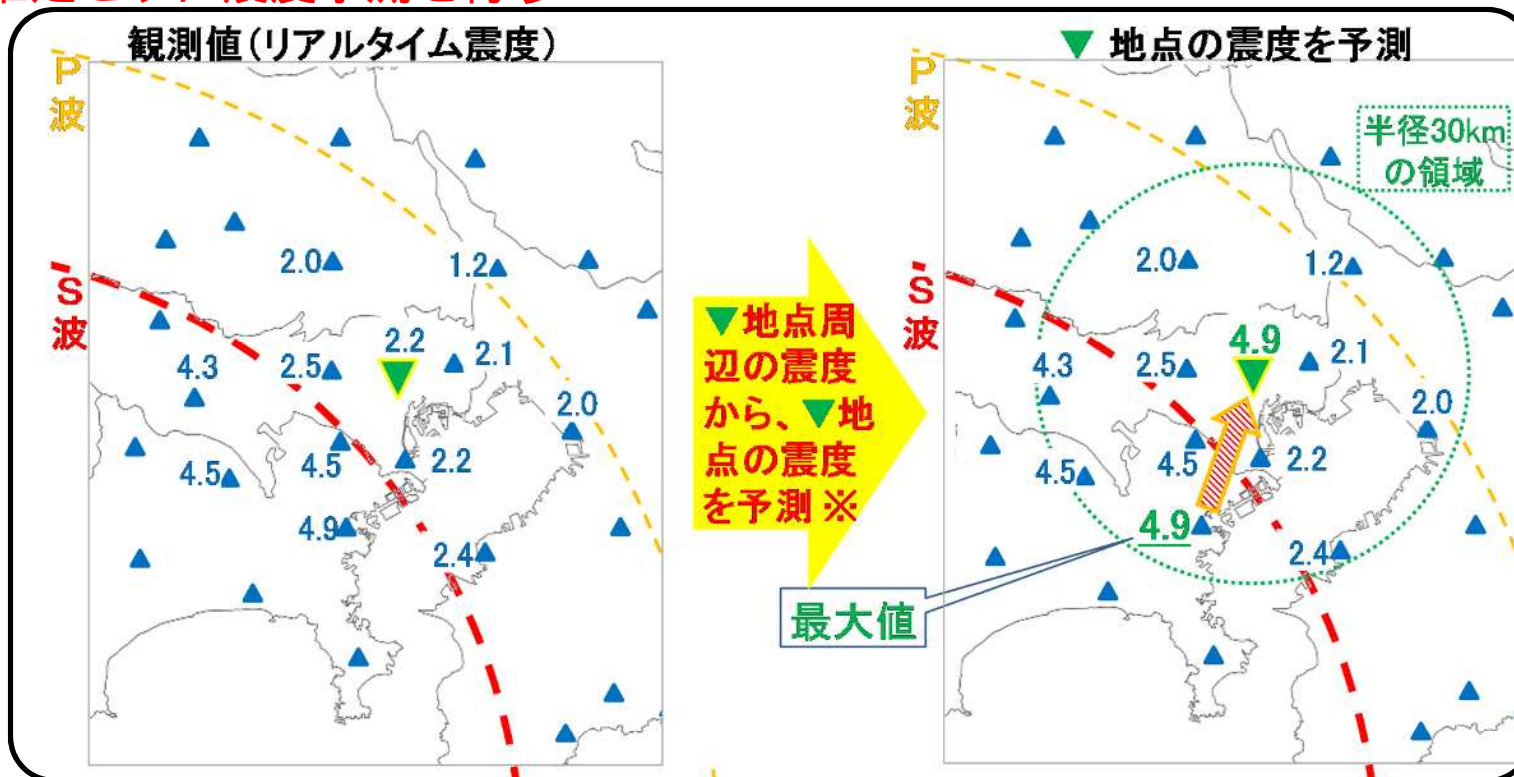
< 目的 > 複数の地震が同時に発生した場合に、一つの大きな地震と誤認して過大な警報を出すことを避け、それぞれの地震に応じた適切な緊急地震速報の発表が可能となる。

< 効果 > ・平成25年8月8日の広域に発表した過大な震度予想事例の回避
 ・平成23年3月から4月に発表した全21誤報事例の回避
 ・平成23年4月の全データで、成績は52%から79%に改善

PLUM法

Propagation of Local Undamped Motion 法

震源を推定せずに震度予測を行う



PLUM法による震度予想は、近傍(半径30km以内)で強い揺れを観測して以降に可能なものであるため、猶予時間は短い。

:各地点の地盤の揺れやすさ=増幅度=も加味して 地点に対する予想値を計算する。

< 目的 > 震度の観測値 (リアルタイム震度) を基に震度を予測するため、震源の位置に関係なく震度の予想が可能。

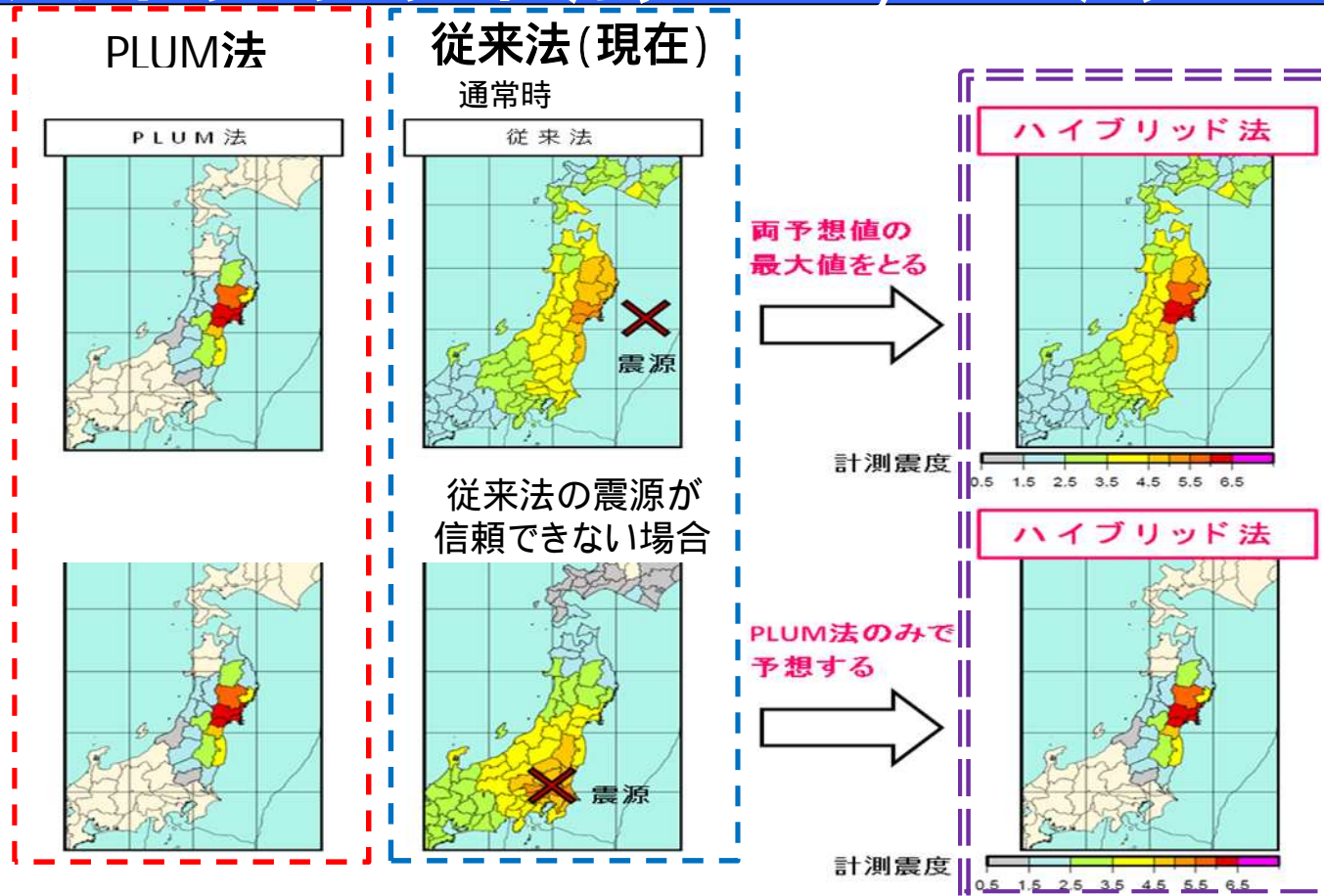
平成23年3月11日のような巨大地震の場合も、震源から遠い地域に対しても警報の発表が可能となる。

< 効果 > 東北地方太平洋沖地震による関東の強震動域の適切な推定。

(5弱以上を観測した全41予報区について、はずれは3予報区のみ)⁷

ハイブリッド法 Hybrid法

PLUM法と従来法の長所を生かし合わせて活用

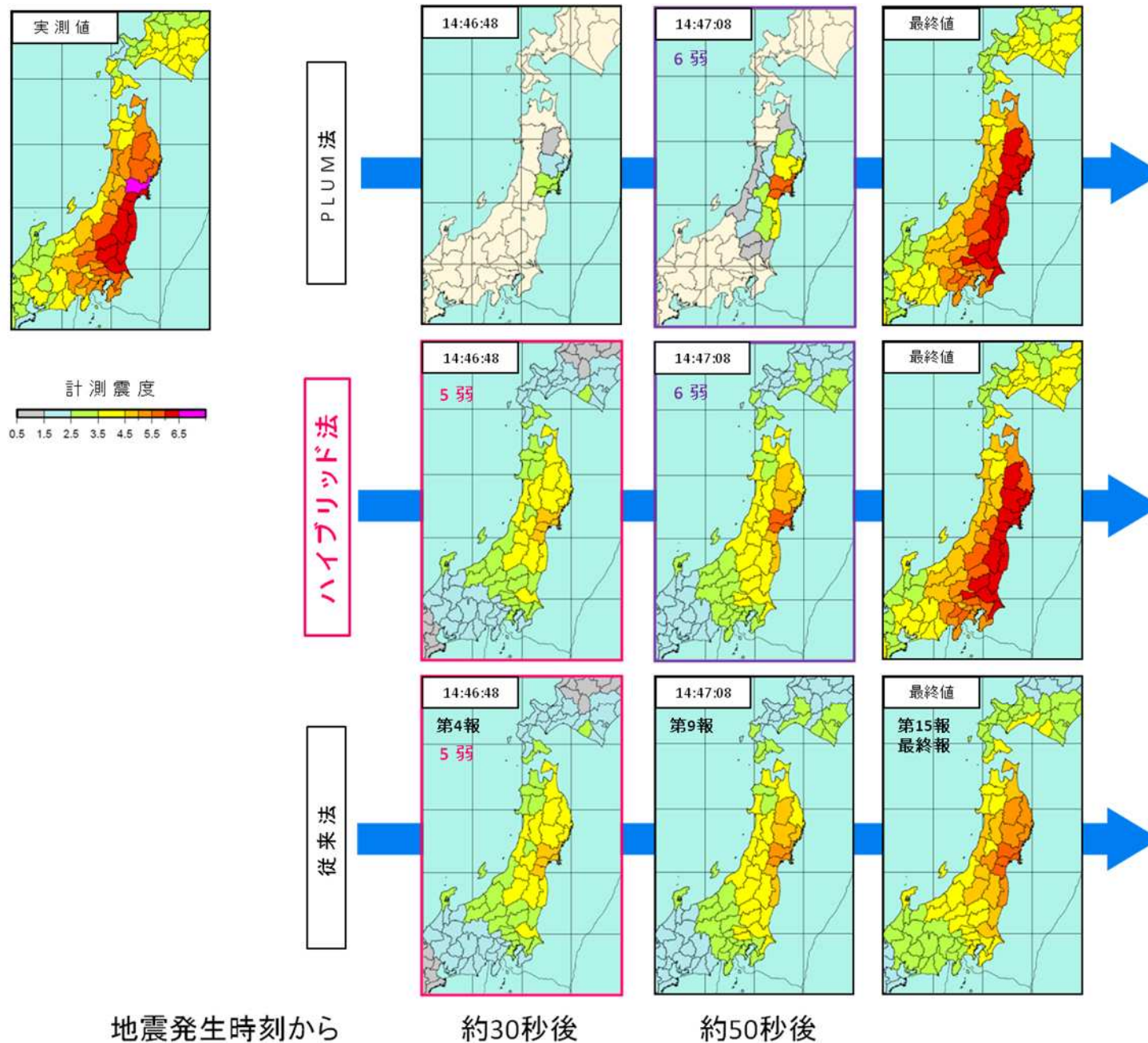


< 目的 > 地震発生当初は従来法、巨大地震の場合はPLUM法の特徴を生かして迅速・確実な緊急地震速報の発表が可能。

PLUM法の予測値だけで緊急地震速報が発表できる。

< 効果 > 東北地方太平洋沖地震以後、2011年12月までに発生した警報を発表した全94地震について、予報区域別に見た場合、予想した震度が ± 1 階級に収まる割合が76%から88%に改善されることを確認。

ハイブリッド法 Hybrid法



新しい手法の導入による改善の効果

- 1．同時に発生した地震に対する識別能力が向上し、誤った震源に基づく誤報や過大警報を回避できます。（IPF法）
- 2．震源の推定精度が向上し、震度予測の精度が向上します。（IPF法）
- 3．巨大地震時に震源から遠い地域に対して警報を発表できます。（PLUM法）
- 4．震源が推定できなかった場合でも緊急地震速報を発表できます。（PLUM法）
- 5．深さ150kmを超える深い地震についても震度予測ができます。（PLUM法）
- 6．「見逃し」（震度4以上を観測したが、緊急地震速報を発表していない）事例が減ります。（PLUM法）
- 7．推定震源に矛盾がある場合はそれを採用しない（PLUM法による震度予測で発表する）ことで、誤った震源に基づく誤報や過大警報を避けられます。
（新手法導入に伴う品質管理の強化：PLUM法）

新しい手法の導入に関連して想定される技術的課題

- 1 . 一つの地震について、複数の地点で観測したリアルタイム震度を別の地震によるものと判断し、複数の情報を発表する場合があります。
(例：深発地震、遠方の地震等)
- 2 . 一つの地震について、従来法で推定した震源と、観測したリアルタイム震度を適切に結びつけられず、複数の情報を発表する場合があります。
(例：深発地震、遠方の地震等)
- 3 . IPF法導入後も、複数の地震を1つの地震とみなして情報発表する場合があります。
(例：ごく近い場所で間を置かずに地震が連発した場合等)
- 4 . その他、地震の規模や震度を過大に予測する事例、強い揺れの見逃し事例等、誤差のある事例が完全に無くなるわけではありません。



技術的課題については今後も改善に向けて検討

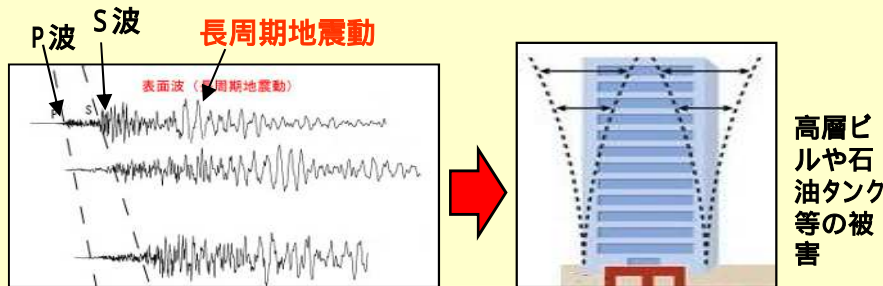
高層ビル等における防災対応等の支援に資するため、新たに「長周期地震動階級」を導入し、**長周期地震動に関する観測情報(試行)**を提供

これまでの取り組み

- ・長周期地震動に関する情報のあり方検討会(平成23年度)、情報検討会(平成24年度~)の開催
- ・長周期地震動階級を導入し、**平成25年3月より**長周期地震動に関する観測情報(試行)の発表開始

今後の取り組み

- ・長周期地震動に関する情報の改善・検討
- ・長周期地震動の予測技術、予報内容等の検討
- ・大都市圏における長周期地震動観測体制の強化



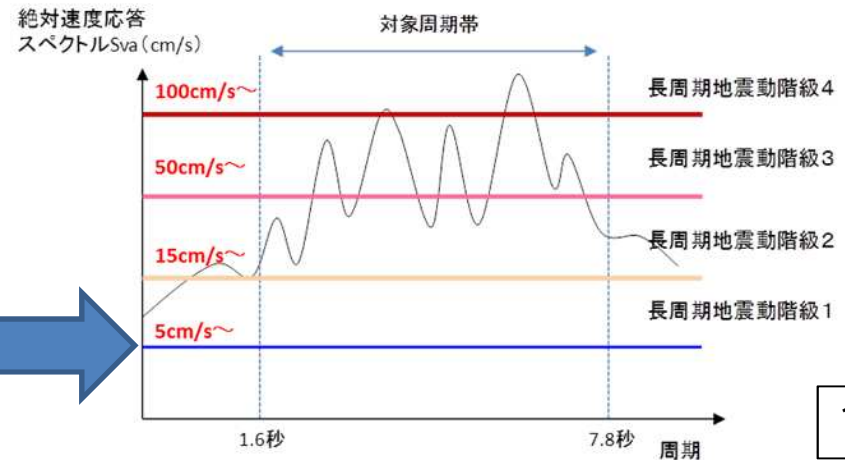
< 求めかた >

地上に設置している地震計の観測データから求めた絶対速度応答スペクトルS_{va}(減衰定数5%)の周期1.6秒から周期7.8秒までの間における最大値の階級をその地点の「長周期地震動階級」として発表

< 長周期地震動階級 >

高層ビル内における地震時の人の体感・行動、室内の状況等を4階級に区分

長周期地震動階級	人の体感・行動	室内の状況	備考
長周期地震動階級1	室内にいたほとんどの人が揺れを感じる。驚く人もいる。	ブラインドなど吊り下げものが大きく揺れる。	—
長周期地震動階級2	室内で大きな揺れを感じ、物に掴まりたいと感じる。物につかまらないう歩くことが難しいなど、行動に支障を感じる。	キャスター付き什器がわずかに動く。棚にある食器類、書棚の本が落ちることがある。	—
長周期地震動階級3	立っていることが困難になる。	キャスター付き什器が大きく動く。固定していない家具が移動することがあり、不安定なものは倒れることがある。	間仕切壁などにひび割れ・亀裂が入ることがある。
長周期地震動階級4	立っていることができません、はわないと動くことができない。揺れにほんろうされる。	キャスター付き什器が大きく動き、転倒するものがある。固定していない家具の大半が移動し、倒れるものもある。	間仕切壁などにひび割れ・亀裂が多くなる。



長周期地震動予報の検討 (H28年度情報提供開始を目指す)

参考

昨年度 (H25年度) から長周期地震動の予報について、技術的検討を開始

長周期地震動階級 (1.6-7.8sでの最大値) を各観測点でプロット

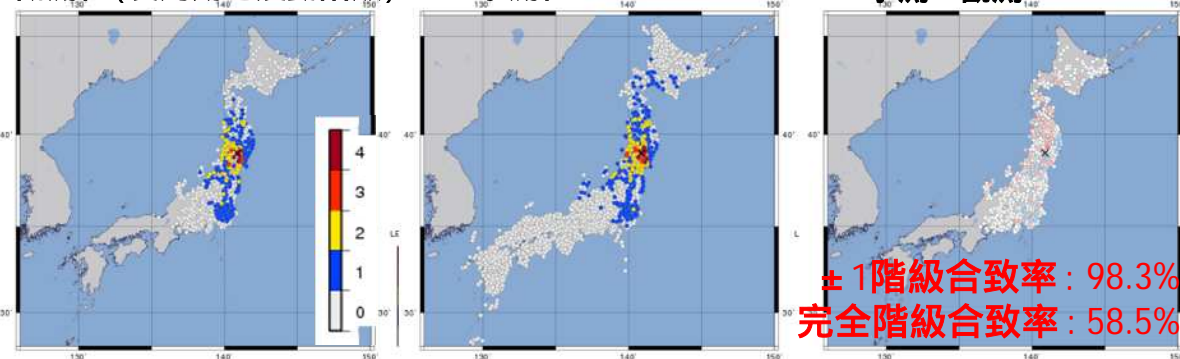
平成20年 (2008年) 岩手・宮城内陸地震 Mj7.2

気象庁カタログの推定震源要素を利用した場合
予測は(独)防災科学技術研究所により提案された距離減衰式による。

観測値 (長周期地震動階級)

予測値

予測-観測



注) 図作成上、階級の大きいもの、階級差の絶対値が大きいものの方が上になるようにプロットしている。

長周期地震動階級を即時的に予測するためには、緊急地震速報と同様、即時的に推定した震源の位置やマグニチュードと距離減衰式から長周期地震動を予測する技術が現実的な技術として提案出来る。

予測は、±1階級合致で8~9割程度の予測適合度を示し、距離減衰式を用いた長周期地震動の予測技術は実用に耐えるレベルである。

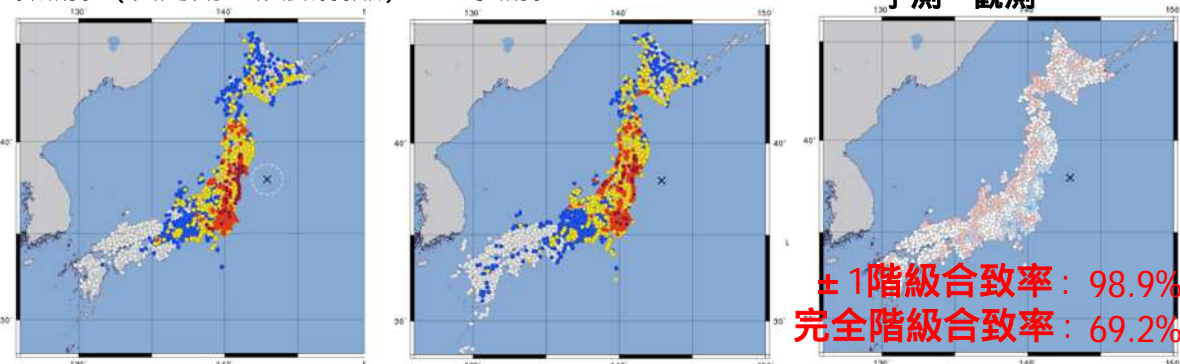
平成23年 (2011年) 東北地方太平洋沖地震に関して、予測は緊急地震速報の最終報の震源 (Mj8.1) を利用した場合でも、9割以上の予測適合度 (±1階級合致) を示した。

平成23年 (2011年) 東北地方太平洋沖地震 Mj8.4

観測値 (長周期地震動階級)

予測値

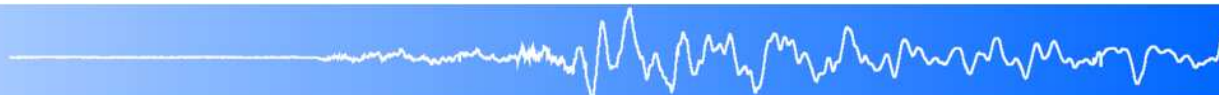
予測-観測



第4回長周期地震動予測技術検討WG資料より抜粋・編集

・長周期地震動予報のための新規電文を提案予定。

13



まとめ

- 緊急地震速報の不適切な情報発表事例
 - 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震とその余震活動
- 緊急地震速報の信頼性向上に向けた今後の計画
 - IPF法
 - 従来法とPLUM法のハイブリッド化
- 長周期地震動版緊急地震速報[今後の計画]
 - 長周期地震動に関する観測情報の試行的提供開始
 - 長周期地震動に関する予測情報の検討開始