

技術部会資料 1

第 3 回 緊急地震速報評価・改善検討会 技術部会

I . 報告事項

平成 23 年 3 月 4 日

気 象 庁

報告事項**1. 緊急地震速報の精度評価****この項の要点**

緊急地震速報の技術改良に向け、これまでに発表した緊急地震速報について、震源の決定状況、タイミングなどの観点から整理する。整理した結果は次のとおり。

- 発表した緊急地震速報の第1報の発表タイミングと、その際の震源決定手法を整理した。第1報では、多機能震源処理が使われているものが多い。

そこで、多機能震源処理の結果を整理した。

- 多機能震源処理の結果は、使用観測点数が増えるほど気象庁震源カタログの震央位置の近くとなるものが増える。カタログ震源との震央間距離が50km以内となった割合は、1地点で70.1%、2地点で81.2%、3地点で84.3%、4地点で91.3%、5地点で94.4%である。震央間の距離が50kmを超えた地震は、海域や南西諸島の地震など、内陸に比べ観測点配置が少ないところで発生する地震である。

海域や南西諸島の地震では、最初にB- Δ 法・主成分分析法が使われる地域である。そこでB- Δ 法と主成分分析法の結果を整理した。

- 主成分分析法の結果は、観測点からみた震央方位に対し処理結果の震央方位との差がプラスマイナス30度に入るものが56.3%である。変位の最大振幅が50 μ m以上のものを抜粋するとプラスマイナス30度に入るものが80.0%となる。
- B- Δ 法による震央距離の推定状況から、現行のB- Δ 式とはやや傾向が異なることが分かる。データも蓄積されてきたことから、B- Δ 式の見直しの検討を進める予定。
- 主成分分析法・B- Δ 法ともに、今後の高度化では観測点の特徴を考慮する手法など検討を進める予定。

1. 1 気象庁の緊急地震速報の技術の概要

緊急地震速報で必要とされる技術は大きく分けて2つである。第一は震源決定に関する技術、第二は強震動予測に関する技術である。

第一の震源決定に関する技術は、震源の位置、発震時刻の決定と、地震の規模（マグニチュード）の決定に関する技術である。

第二の強震動予測に関する技術は、どの場所がどのような強さで揺れるのかを予測する技術であり、用いている手法は、第一の震源決定に関する技術で推定した震源の位置、発震時刻、地震の規模を用いて揺れの程度を予測する方法である。

第一の震源決定に関する技術は、単独観測点のデータのみを用いて決定する「単独観測点処理」と複数の加速点のデータを用いて決定する「複数観測点処理」がある。

「単独観測点処理」は、気象庁と財団法人鉄道総合技術研究所が共同で開発した B- Δ 法と呼ぶ手法を用いている。「複数観測点処理」は、気象庁が開発した手法と独立行政法人防災科学技術研究所が開発した震源決定処理（Horiuchi et. al, 2005、ここでは着未着法処理と呼ぶ）を併用している。また、複数地点の観測データを用いた自動震源決定処理（ここでは EPOS 震源処理と呼ぶ）も用いている。なお、気象庁多機能型地震計を用いて行う単独観測点処理と気象庁が開発した複数観測点処理による震源決定手法を、ここでは多機能震源処理と呼ぶ。

「単独観測点処理」や「複数観測点処理」により得られた震源を用い、気象庁多機能型観測点で観測した変位振幅によりマグニチュード推定を行っている。

得られた震源要素（位置、発生時刻、マグニチュード）を元に、経験的に導出されている距離に応じた揺れの程度の予測式（距離減衰式）を用い、震度観測点での揺れの程度を予測し、発表している。

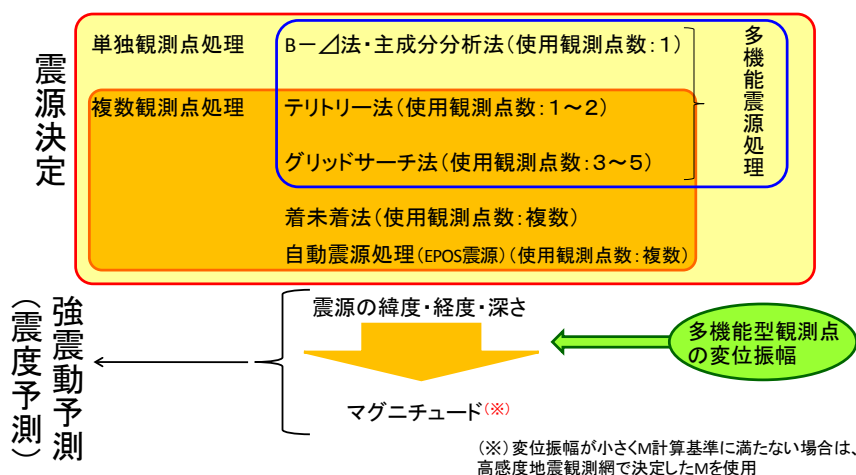


図1-1 気象庁の緊急地震速報の技術の概要

緊急地震速報は、多機能震源処理と着未着法処理及び EPOS 震源処理を並行に動かし、震源の優先度を決め採用している（図1-2）。震源の採用優先度は、高い方から EPOS 震源、着未着法震源、多機能震源の順である。ただし、EPOS 震源、着未着法震源は、採用領域を限定している（図1-3）。例えば着未着法震源決定に使用している防災科学技術研究所高感度地震観測網は、南西諸島には観測点が無いため、採用していない。

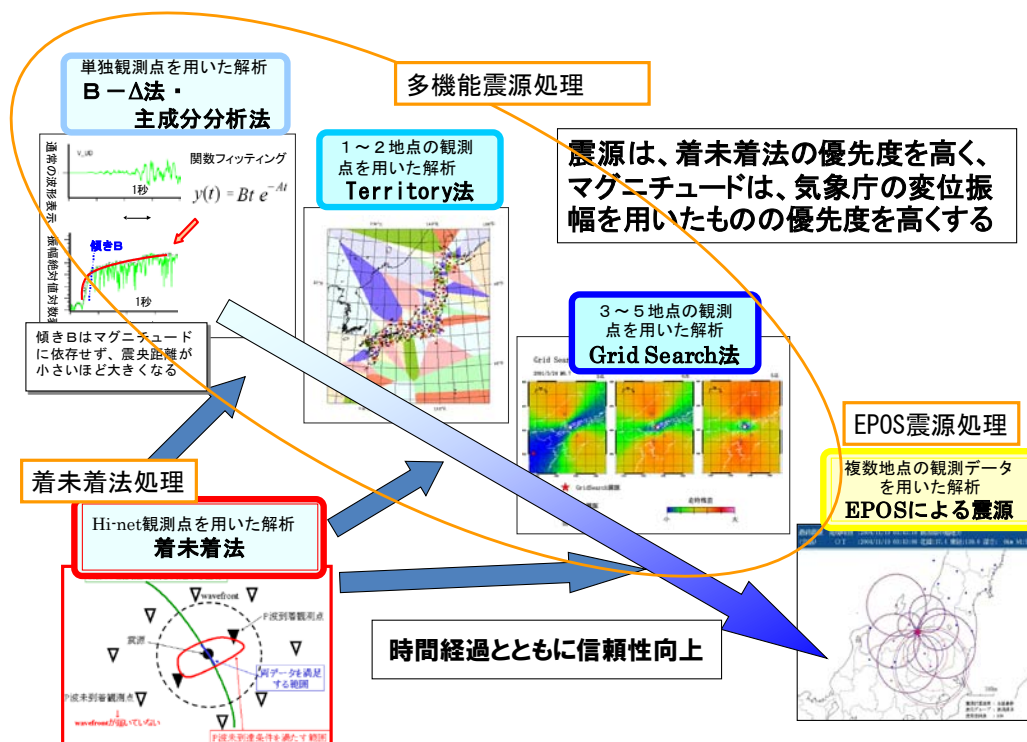


図1-2 緊急地震速報の震源決定

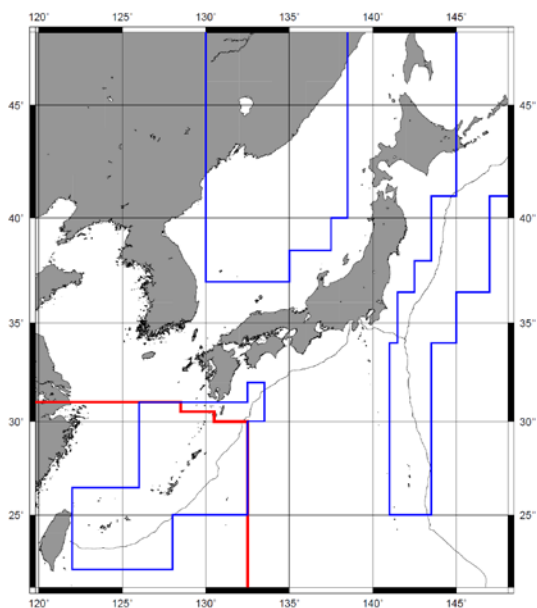


図1-3 各処理による震源採用・不採用領域
(多機能震源処理の結果は、全領域で採用候補となる)

赤い線で囲まれた領域は着未着法震源不採用領域
青い線で囲まれた領域はEPOS震源採用領域

1. 2 緊急地震速報の震源決定状況

発表した緊急地震速報で採用されている震源を整理した。対象は2006年8月1日から2010年12月31日の2,648個（発表数2,665）である。ただし、キャンセル報を公表したもの等を除いた（図1-4）。

地震波を最初に検知してから緊急地震速報（第1報）を公表するまでにかかった時間毎に示した（図1-5）。約60%が検知してから10秒以内の発表である。早い段階で発表されるものでは、多機能震源処理結果が使われている率が高い。例えば、3秒台で発表されたものは、多機能震源処理125、着未着法60、EPOS震源処理0である。2秒内で多機能震源処理がないのは、多機能震源処理は最低でも3秒の波形が無いと決めないからである。なお、0秒台での多機能処理処理は、100gal 超えで発表したものである。

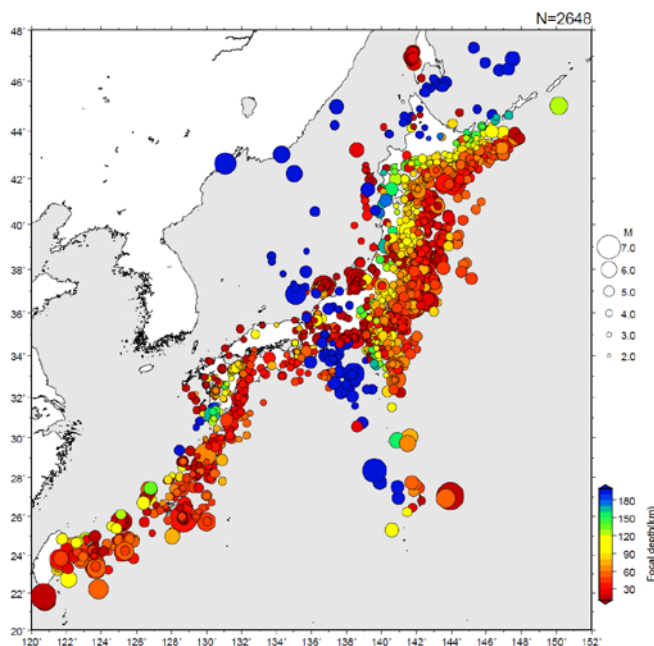


図1-4 緊急地震速報を公表した地震（2006年8月～2010年12月）

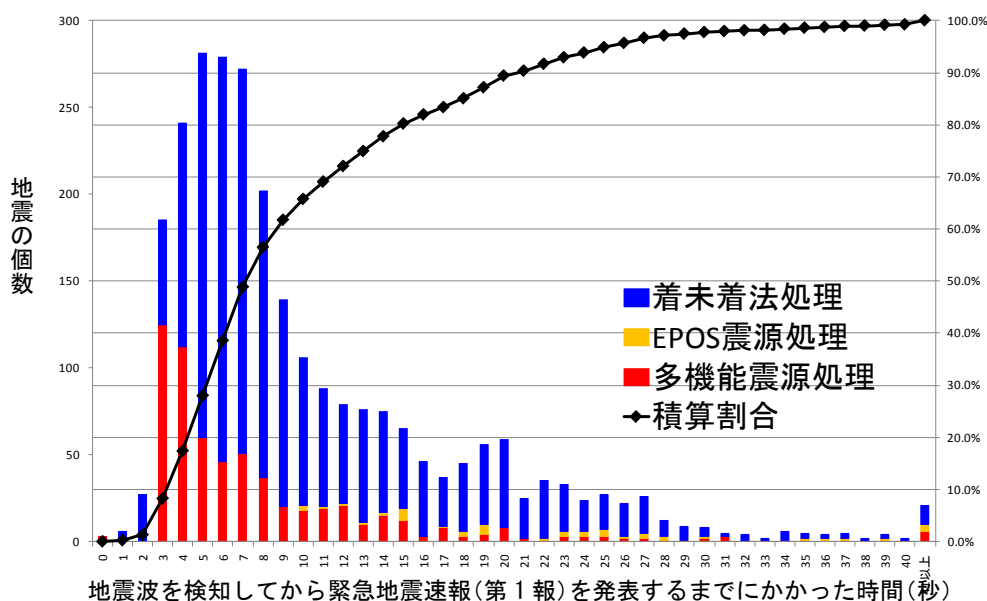
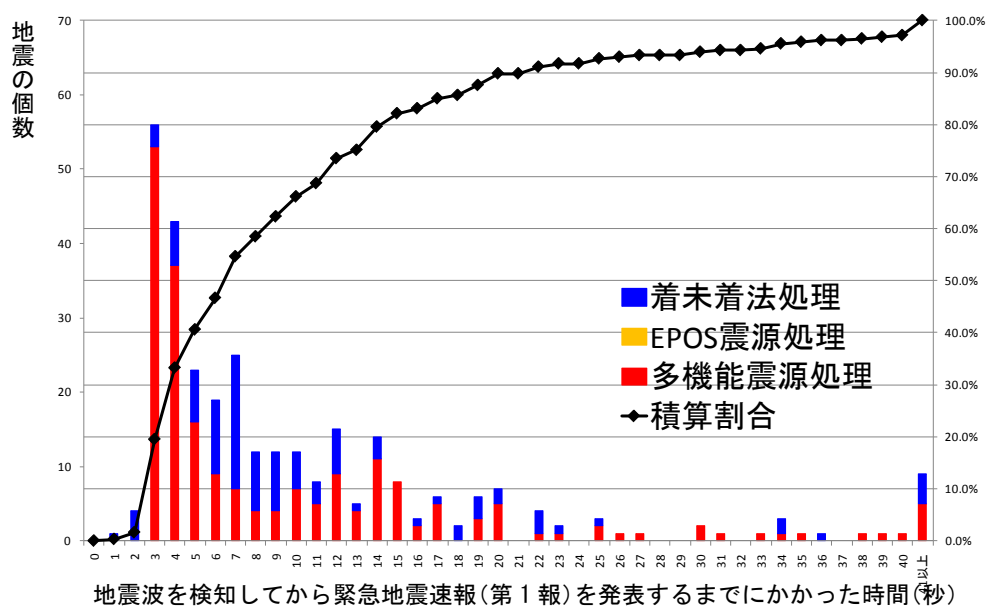


図1-5 地震波検知第1報発表までの時間毎の採用震源

マグニチュード（以下M）5以上の地震を抽出する（図1-6）。EPOS震源処理は無く、多機能震源処理が着未着法処理によるものとなる。



M5以上を抽出すると、早い段階での多機能震源処理採用の割合が、さらに増える。早い段階での緊急地震速報では、多機能震源処理の結果が重要であることから、次項以降、多機能震源処理の震源決定状況について整理する。

1. 3 多機能震源処理による震源決定状況

多機能震源処理による震源決定状況を整理する。対象期間は、緊急地震速報の高度利用者向け提供を開始した2006年8月1日から2010年12月31日までである。多機能震源処理による震源が、発表した緊急地震速報に採用されていない場合（着未着法処理やEPOS震源処理による結果が採用された場合）も含め、内部処理として決定されたものを整理した。

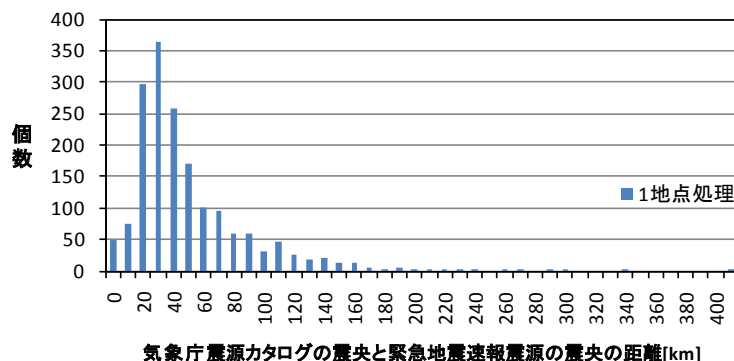
多機能型震源処理は、1地点のデータによる処理はB- Δ 法・主成分分析法もしくはテリトリー法、2地点のデータによる処理はテリトリー法もしくはB- Δ 法・主成分分析法、3～5地点のデータによる処理はグリッドサーチ法による。使用した観測地点数別の震源決定数を表1に示す。

気象庁震源カタログと各処理で決めた震源の比較を行った（図1-7及び図1-8）。図は、両震源の震央間の距離により、10km毎に区切り階級内の個数のグラフとしたものである。

なお、精度を緊急地震速報で発表する震源と合わせるため、気象庁震源カタログの緯度・経度・深さを、緯度・経度は0.1度単位、深さは10km単位となるように四捨五入処理をして比較した。

震源決定に使用する観測点が増えるにつれ、気象庁震源カタログとの震央間距離が小さくなる地震数が増えることがわかる。

1地点震源



2地点震源

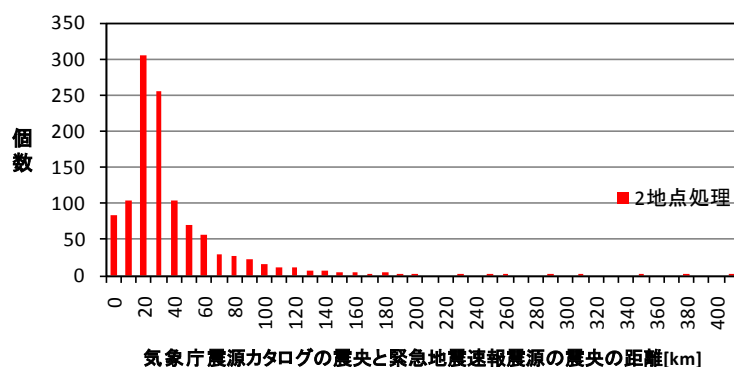
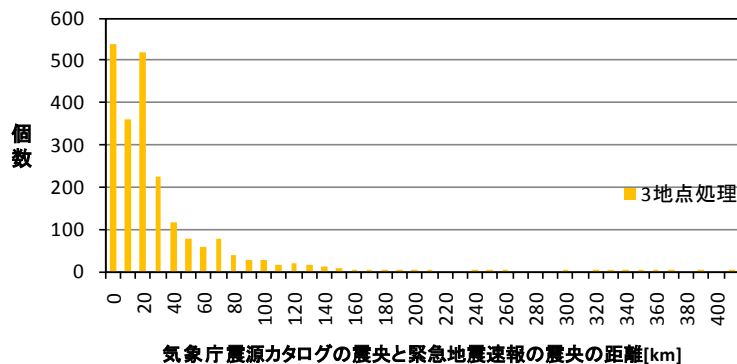
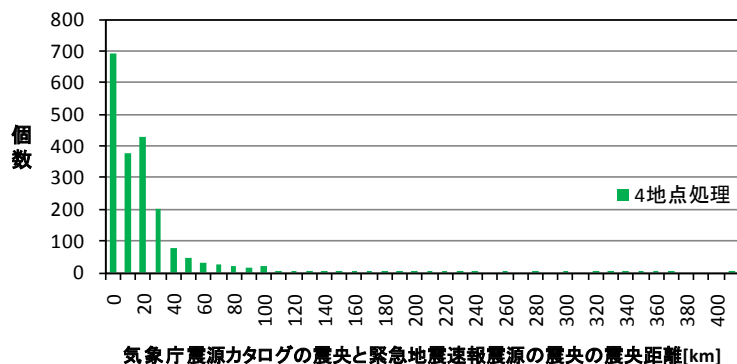


図1-7 気象庁震源カタログと多機能震源の震央間の距離の比較

3地点震源



4地点震源



5地点震源

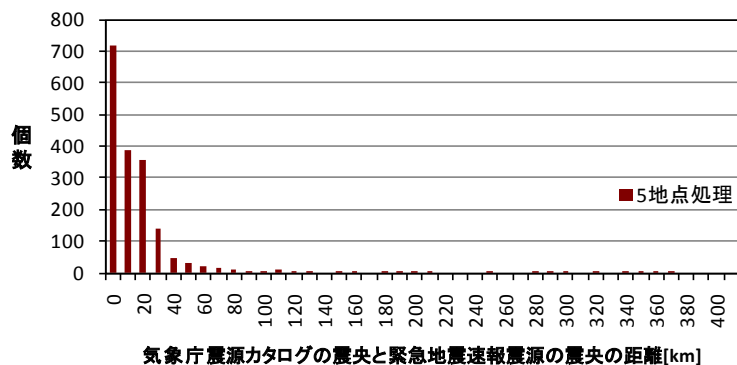


図1-8 気象庁震源カタログと多機能震源の震央間の距離の比較

震央間の距離 50km 以内に決められたものを精度良く決められたものと考え、各地点処理別に、震源間の震央距離が50km以内となった割合などを表1-1に整理した。

表1-1 使用した観測地点数毎の震源決定数、震央間距離50km内外数と割合
(2006年8月1日~2010年12月31日)

使用地点数 (手法)	1地点 (B-△・主成分 分析法 or テリト リー法)	2地点 (B-△・主成分 分析法 or テリト リー法)	3地点 (グリッドサー チ法)	4地点 (グリッドサー チ法)	5地点 (グリッドサー チ法)
震源決定数	1724	1137	2178	2003	1777
50km内	1208	923	1836	1829	1678
50km超え	516	214	342	174	99
50km内率	70.1%	81.2%	84.3%	91.3%	94.4%

各地点処理で、震央間の距離が50kmを超えた地震を図1-9~図1-13に示す。これら図の地震が、現行の緊急地震速報の震源決定で苦手としているものである。海域や南西諸島の地震など、内陸に比べ観測点配置が少ないところで発生する地震であることが分かる。

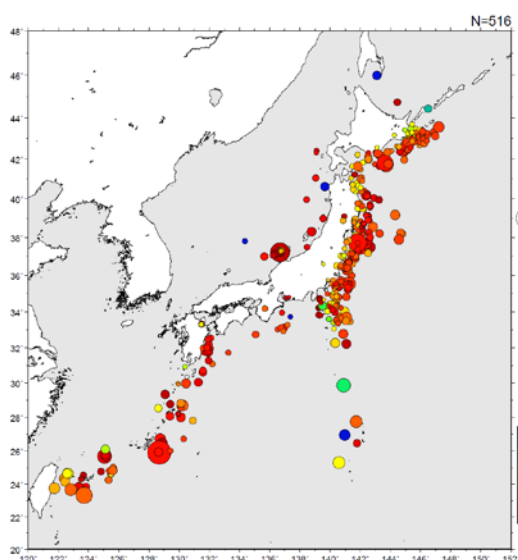


図1-9 1地点処理

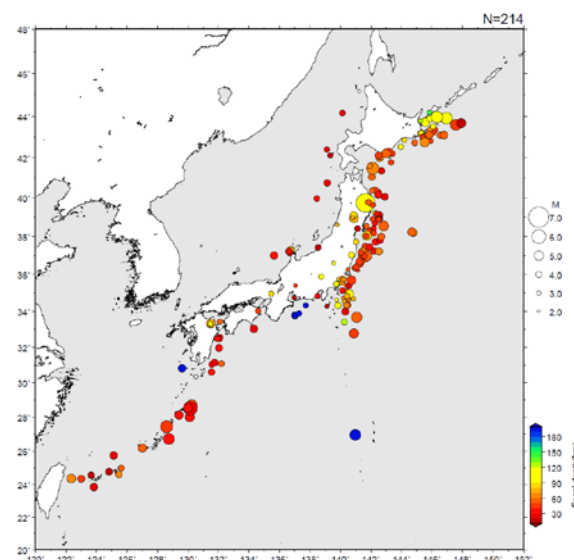


図1-10 2地点処理

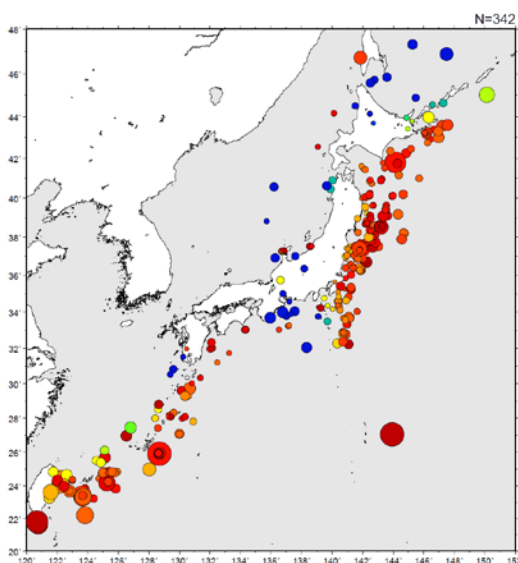


図1-11 3地点処理

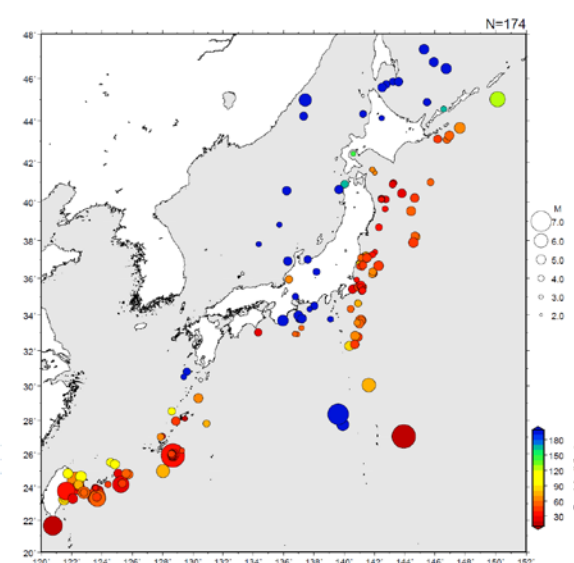


図1-12 4地点処理

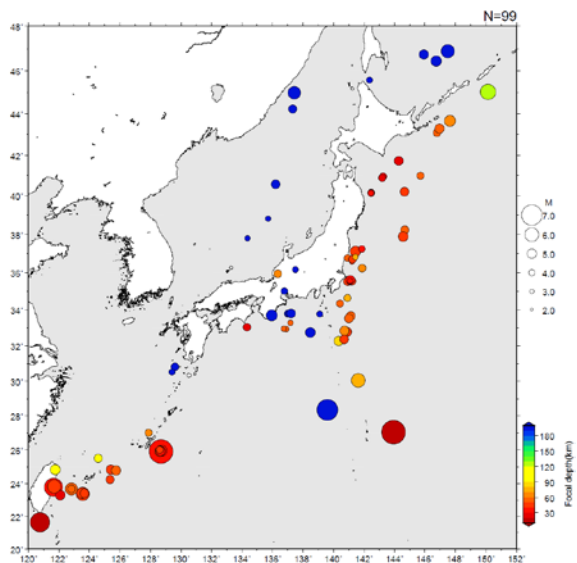


図1-13 5地点処理

1. 4 多機能型観測点 B- Δ 法・主成分分析法による震源決定状況

気象庁多機能型観測点では、観測点に設置された機器により B- Δ 法・主成分分析法の処理が行われ、その結果が中枢処理システム（気象庁及び大阪管区气象台）へ送信される（以下、多機能型観測点で行っている処理を現地処理と呼ぶ）。緊急地震速報が発表された地震の際に、現地処理により送信されてきた B- Δ 法の結果・主成分分析法の結果を整理する。

（対象期間：2006年8月1日～2010年12月31日）

1. 4. 1 主成分分析法による震央方向の決定状況

主成分分析法による震央方向の決定状況を整理する。現地処理の結果により推定した震央方位と、当該観測点から気象庁カタログ震源への震央方位との差を求め、その差を10度毎の階級として、回数グラフとした（図1-14）。カタログ値に近い震央方位差がプラスマイナス30度以内のものは、56.3%である。

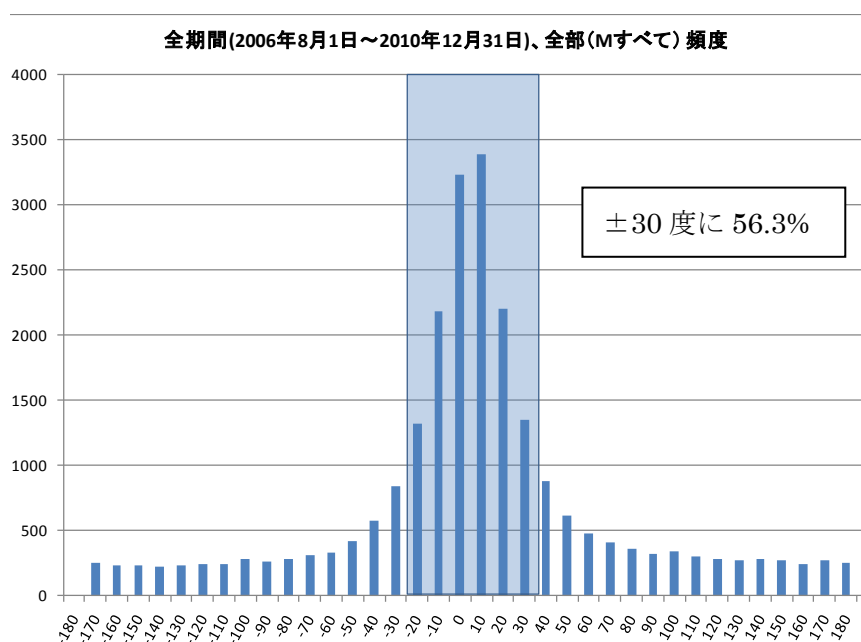


図1-14 主成分分析法による震央方位決定状況（1）
（2006年8月1日～2010年12月31日、全データ）

最大振幅が $50\mu\text{m}$ 以上を観測した観測点のデータのみ抽出して整理すると図1-15となる。カタログ値に近い震央方位差がプラスマイナス30度以内のものは、80.0%である。

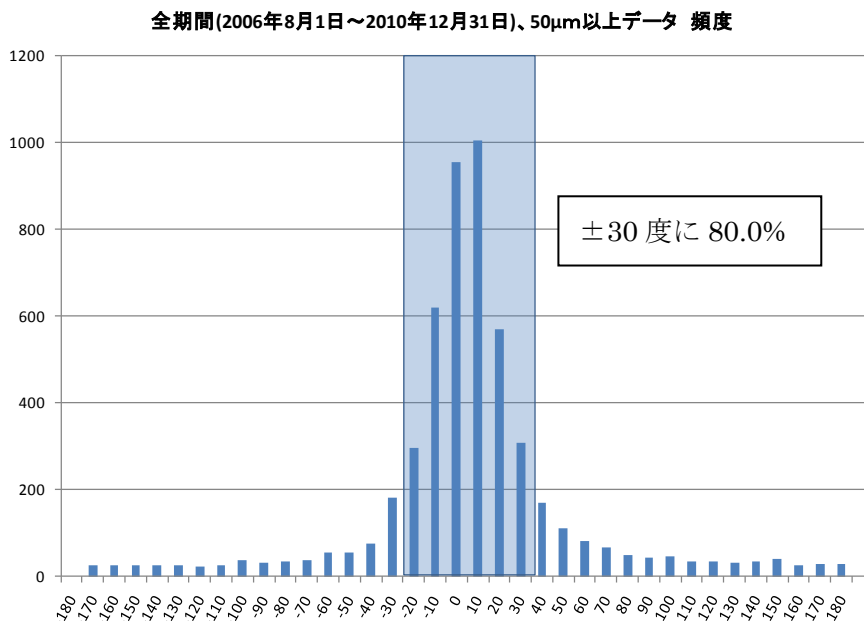


図1-15 主成分分析法による震央方位決定状況（2）
 (2006年8月1日～2010年12月31日、最大振幅50 μ m以上観測データ)

観測点毎の震央方位決定状況をみると、観測点によっては、特徴が異なるものが見られるので、今後の高度化では観測点の特徴を考慮する手法など検討を進める予定。

1.4.2 B- Δ 法による震央距離の推定状況

現地処理の結果により推定したBの値と、気象庁カタログ震源に対する観測点の震央距離(Δ)を図1-16に示す(期間2006年8月1日～2010年12月31日)。

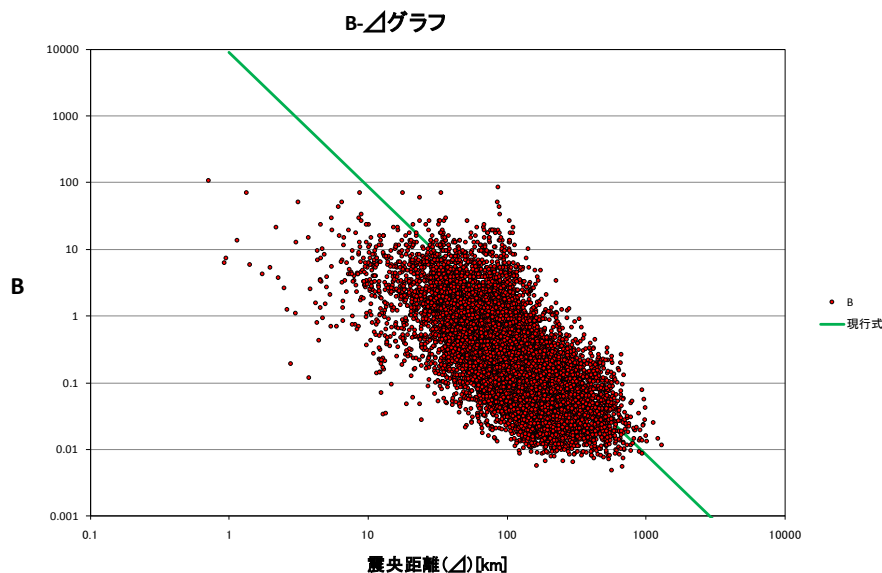


図1-16 現地処理B- Δ 法結果（1）
 (2006年8月1日～2010年12月31日、全データ)

このうち、最大振幅50 μ m以上を観測したデータを抽出した結果を、図1-17に

示す。

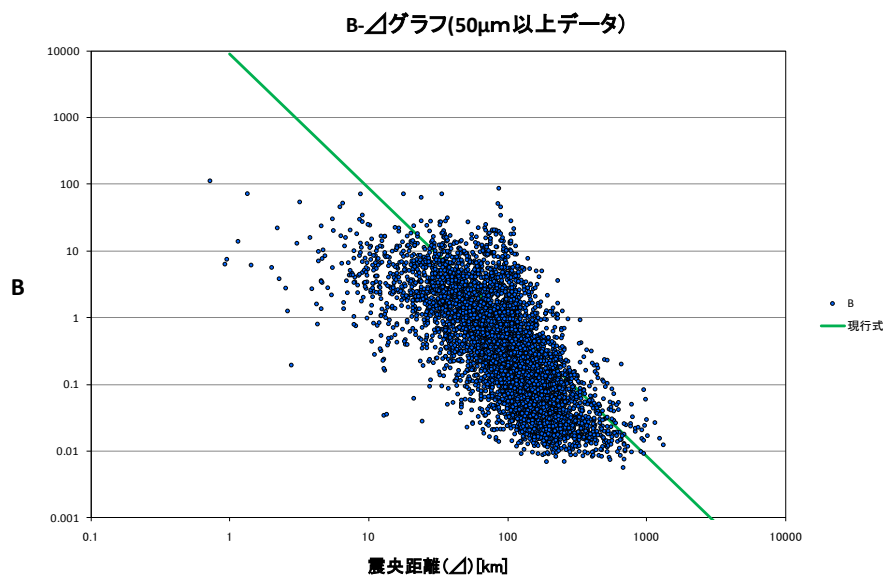


図1-17 現地処理 B-Δ法結果 (2)

(2006年8月1日～2010年12月31日、最大振幅50μm以上観測データ)

B-Δ法による震央距離の推定状況から、現行の B-Δ式とはやや傾向が異なることが分かる。データも蓄積されてきたことから、B-Δ式の見直しの検討を進める予定である。

また、観測点毎に B-Δ結果を整理すると、観測点によっては、特徴が異なるものがあるので、まずは、特に特徴的な観測点について補正を加える検討を進める予定である。

報告事項2. 緊急地震速報の発表事例

この項の要点

- ・ 緊急地震速報の発表事例のうち、課題がある例を紹介する。
- 平成22年（2010年）9月29日に発生した福島県中通りの地震は、グリッドサーチ法により震源を深く決定したことで、Mの過大推定や弱い距離減衰を招き、広範囲にわたる過大な警報発表となった。グリッドサーチ処理における拘束条件（先験情報や領域限定）の改良を検討している。
- 平成22年（2010年）7月5日に発生した岩手県沖の地震（M6.4 最大震度4）では、その直前に発生した無感地震と同一地震と判定し、緊急地震速報を発表しなかった。時間的・空間的に近接して発生した複数地震を区別するロジックの再検討を進めている。

2. 1 平成22年（2010年）9月29日福島県中通りの地震（M5.7、最大震度4）

この地震では、緊急地震速報（警報）を発表した。発表状況を表2-1、推定した震源位置を図2-1、警報発表対象領域と警報発表時点での猶予時間を図2-2に示す。

警報発表時点では、震源の深さを実際よりもかなり深く120kmと推定し、強い揺れとなる地域を観測震度よりもかなり広く予想してしまう結果となった。

（のちに精査を行った結果、気象庁震源カタログ（一元化震源）では、震源の深さ8km、M5.7としている。）

表2-1 9月29日福島県中通りの地震の緊急地震速報発表状況
 (緊急地震速報(警報)は背景が灰色[第3報]の時に発表)

提供時刻等		震源要素等					予想震度
		地震波検知からの経過時間(秒)	震源要素				
			北緯	東経	深さ	マグニチュード	
地震波検知時刻	17時00分01.7秒	—	—	—	—	—	—
1	17時00分05.0秒	3.3	37.4	139.9	120km	6	震度4程度
2	17時00分08.1秒	6.4	37.4	139.9	120km	6.5	震度4程度
3	17時00分09.1秒	7.4	37.4	139.9	120km	6.6	震度4から5弱程度
4	17時00分10.3秒	8.6	37.3	140	10km	5.6	震度4から5弱程度
5	17時00分11.2秒	9.5	37.3	140	10km	5.7	震度5弱程度
6	17時00分11.6秒	9.9	37.3	140	10km	5.7	震度5弱程度
7	17時00分12.6秒	10.9	37.3	140	10km	5.7	震度5弱程度
8	17時00分13.1秒	11.4	37.3	140	10km	5.7	震度5弱程度
9	17時00分15.9秒	14.2	37.3	140	10km	6.1	震度5弱から5強程度
10	17時00分24.2秒	22.5	37.3	140	10km	5.8	震度5弱程度
11	17時00分32.1秒	30.4	37.3	140	10km	5.8	震度5弱程度
12	17時00分52.1秒	50.4	37.3	140	10km	5.8	震度5弱程度
13	17時00分52.7秒	51	37.3	140	10km	5.8	震度5弱程度

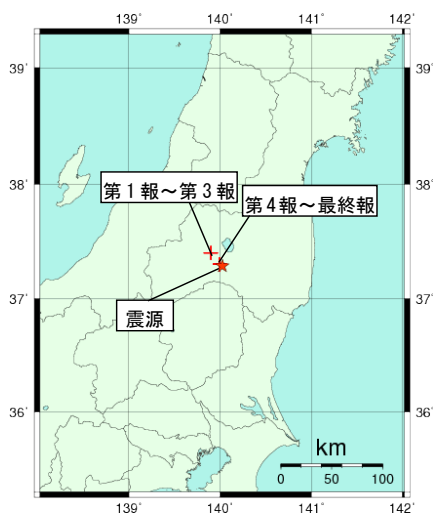


図2-1 推定した震源位置

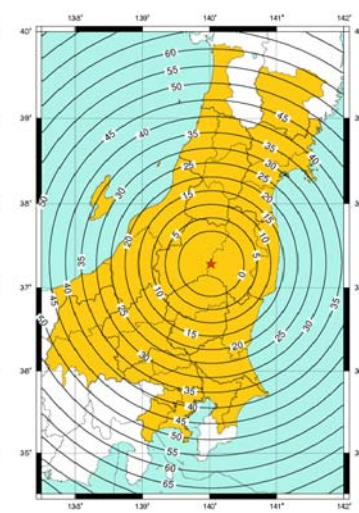


図2-2 警報発表対象領域と警報発表時点での猶予時間

観測した震度を図2-3に示す。ここで震源要素が、緊急地震速報（第4報）の値（深さ10km、M5.6）であると仮定して震度予測を行うと、警報発表対象となる細分区域は、福島県会津、福島県中通り、栃木県北部となり、観測した震度と整合する適正な警報発表内容となることがわかる（図2-4）。

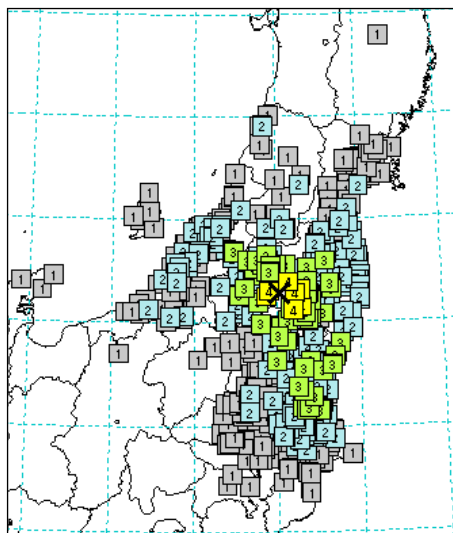


図2-3 観測した震度
(観測点毎)

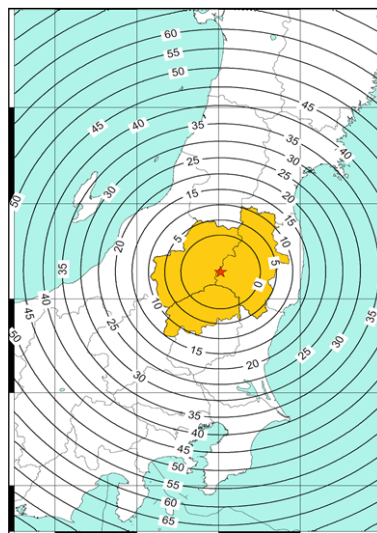


図2-4 第4報時点での震源要素
による警報内容
(震源深さ10km M5.6と仮定)

原因)

緊急地震速報（警報）発表時には、気象庁観測点の3地点（福島柳津・栃木塩原・福島大玉）の地震検知時刻によるグリッドサーチ法が行われていた（図2-5）。この事例では、①地震検知した3地点のほぼ中心に震央があり、震源深さの決定精度が極端に悪化した。

また、②3点グリッドサーチ法の特徴として、未知数に対して拘束条件が少ないために震源解の任意性が高く、観測点からより遠く深い位置に震源を決定しやすい性質がある（これは観測点の3次元的な配置やP波の伝播速度が深いほど速くなっていることによる）。

これらにより、震源の深さを深く推定したため、③S波振幅を観測した状態でP波M式が適用され、さらには、④震源距離によるM補正項が過大となった状態となり、地震規模をM6.6と過大に決定した。加えて、⑤震源が深いことにより最大速度(PGV₆₀₀)の距離減衰を相対的に弱く見積もった状態となり、より広範囲に過大な震度予測が行われたためである。

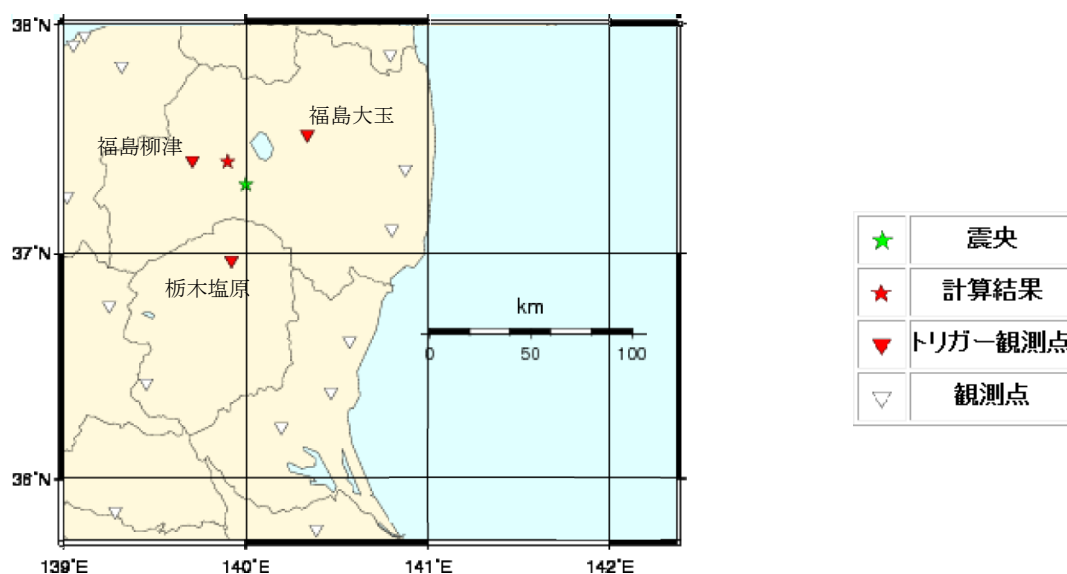


図2-5 緊急地震速報（警報）発表時点での地震検知観測点と震源決定状況

対策)

震源深さを10kmと決定していれば、適切な震度予測が行われ、警報対象領域も妥当なものとなる。よってこの事例で課題となるのは、震源深さを精度よく決定すること（震源精度が悪い場合に震源深さを実際よりも深く決定しないようにすること）である。

グリッドサーチ法で震源決定する際の拘束条件（採用震源候補などの先験情報・領域限定等）の取り入れ方を検討している。

仮に、本事例が深い地震であった場合で、まず浅い地震として処理し、緊急地震速報を発表することを想定してみる。その後、時間経過に伴い観測データが増加することにより、震源深さを精度良く（深く）決定できるようになると考えられる。この時点で必要であれば、警報対象予報区を更新（拡大）することが可能である。この対応であれば、震源深さによらず強い揺れが予想される震源に近い予報区には直ちに警報を発表し、震源が深い場合に強い揺れが予想される震源から遠い予報区には、必要な場合に警報更新時点で追加発表することとなる。

2. 2 平成22年（2010年）7月5日岩手県沖の地震（M6.4、最大震度4、緊急地震速報未発表）

平成22年（2010年）7月5日、6時55分に岩手県沖でM6.4、震度4を観測する地震が発生したが、緊急地震速報（予報）を発表しなかった。これは、直前の6時54分にほぼ同じ場所でM2.1（無感）の地震が発生し、この地震と同一地震と判定し、緊急地震速報処理を行わなかったためである。

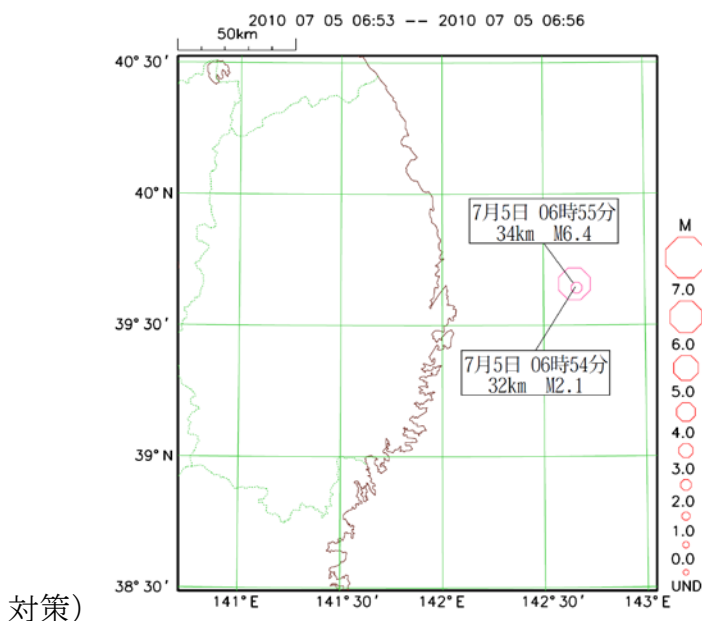


図2-6
緊急地震速報未発表となった地震とその直前に発生した地震の震央分布

対策)

同一地震判定処理でのパラメータ値（同一判定時間幅）、緊急地震速報処理を継続する時間を変更（短縮）し、これらの地震を正しく分離してそれぞれ緊急地震速報処理が行われるよう暫定処置を行った。

その他、以下の項目について地震トリガデータの同一地震判定処理ロジックの検討、改善を進めており、大地震について確実に緊急地震速報が発表できるようソフトウェアの改修をすすめている。

- ・トリガデータの受信状況に応じた緊急地震速報（情報発表）処理
（情報発表処理の継続）（図2-7、図2-8）
（情報発表処理の終了）（図2-9、図2-10）
- ・トリガデータの同一地震判定条件をより厳しく制限
（トリガデータの比較対象範囲（時間・距離）を隣接観測点に限定（図2-8）、地震規模により限定）
（振幅（震度）値の監視処理導入、大振幅（大震度）の場合には別地震とする（図2-8））
- ・トリガデータの監視・早期ノイズ抑止
（不要な緊急地震速報処理起動の軽減）
- ・震源計算処理の高度化（ノイズデータ除去、安定的な震源決定精度の確保）

情報発表すべきトリガ情報の破棄を防止して確実な情報発表へ（1）

～ 例)トリガ情報が近接、連続して入電しているケース ～

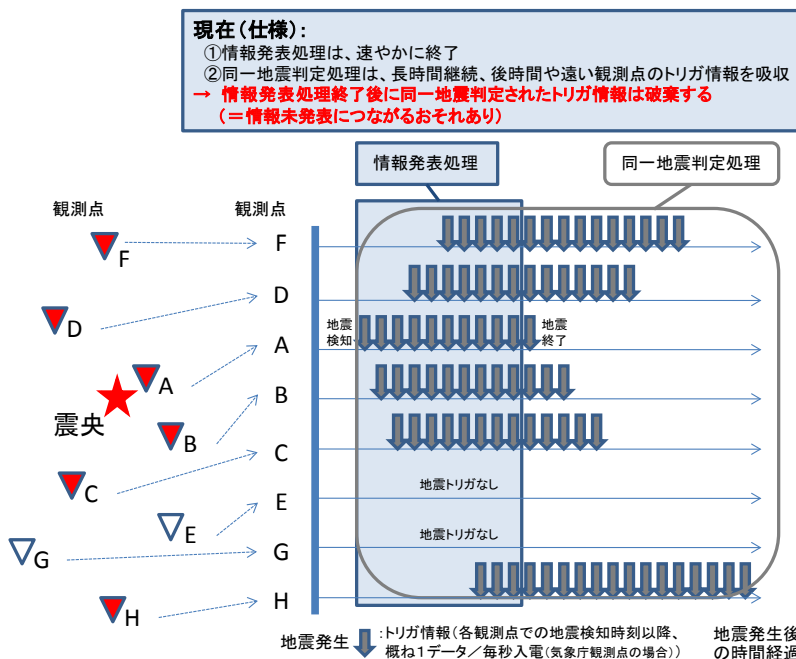


図2-7 地震トリガデータの受信状況に応じた緊急地震速報（情報発表）処理の継続（現状）

情報発表すべきトリガ情報の破棄を防止して確実な情報発表へ（1）

～ 例)トリガ情報が近接、連続して入電しているケース ～

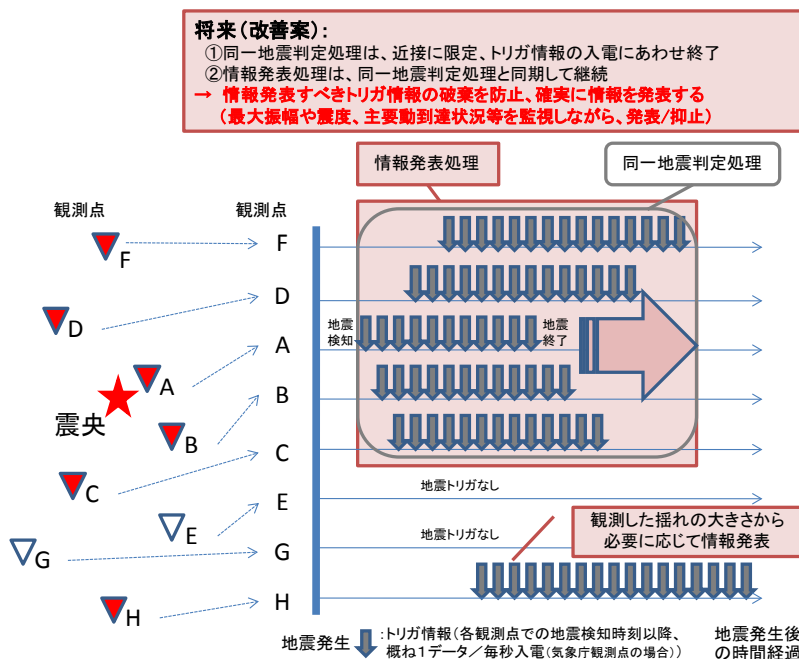


図2-8 地震トリガデータの受信状況に応じた緊急地震速報（情報発表）処理の継続（改善案）

情報発表すべきトリガ情報の破棄を防止して確実な情報発表へ（2）

～ 例)トリガ情報が①孤立して入電+②隣接・連続して入電しているケース～

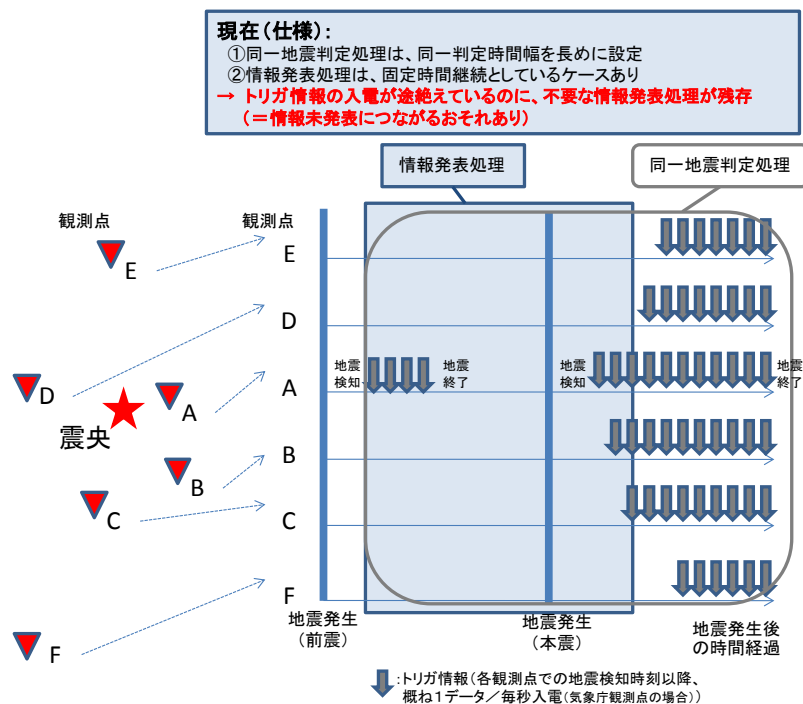


図2-9 地震トリガデータの受信状況に応じた緊急地震速報（情報発表）処理の終了（現在）

情報発表すべきトリガ情報の破棄を防止して確実な情報発表へ（2）

～ 例)トリガ情報が①孤立して入電+②隣接・連続して入電しているケース～

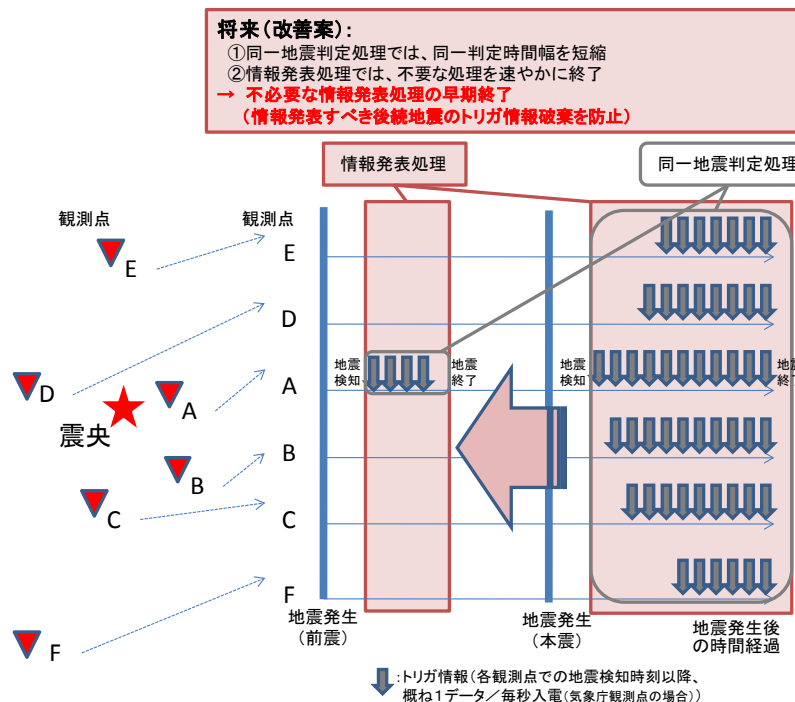


図2-10 地震トリガデータの受信状況に応じた緊急地震速報（情報発表）処理の終了（改善案）

参考) 気象庁の緊急地震速報処理における同一地震判定

現在の処理ロジックの概略は次のとおり。
各観測点での検測値（地震を検知した時刻）や、着未着法震源や EPOS 震源での震源決定により得られた震源要素を入力して（報告事項1「2 多機能型観測点1～5点処理による震源決定状況」参照）、それらのデータが同一の地震によるものか、別地震によるものかを判別している（図2-11）。

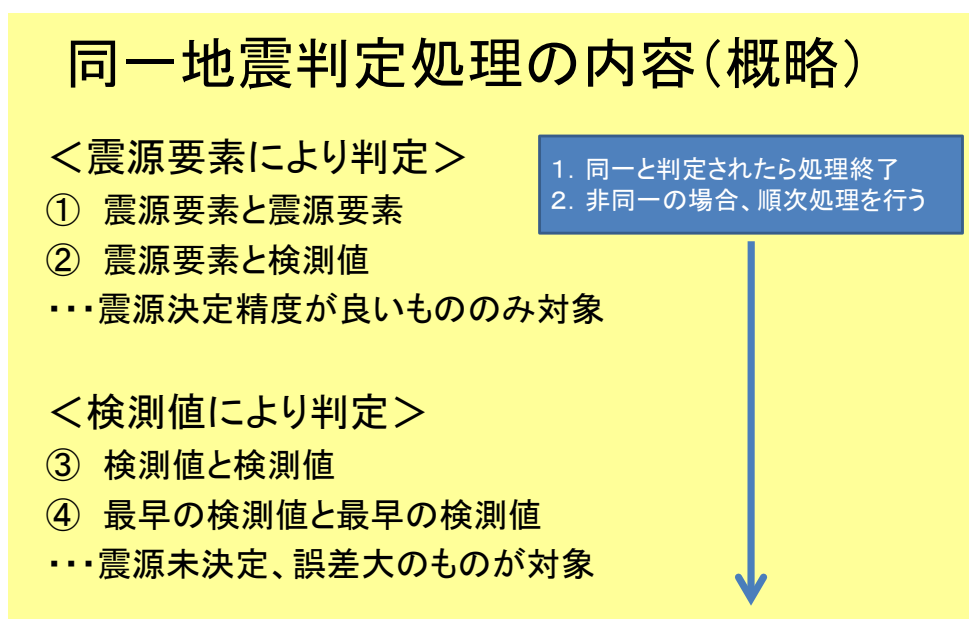


図2-11 同一地震判定処理の概略

報告事項3. 緊急地震速報の震度予想に用いる地盤増幅率の観測点補正について

この項の要点

- ・震度予想に用いるサイト特性として、現行の微地形区分に基づく地盤増幅率(ARV)の代わりに、過去データから求めた経験的な地盤増幅率（観測点補正值）を一部の観測点について適用する。これにより震度予想誤差が2割程度改善する。

3. 1 概要

緊急地震速報の震度予想は、震源の規模と震源からの距離によって計算される揺れの大きさに、地盤ごとの増幅率をかけることで行っている（図3-1）。これまで、気象庁では微地形区分に基づいた地盤増幅率(ARV)を用いて予想震度を計算してきたが、このたび、震度観測点における地盤増幅率を推定するのに十分な観測データが集まったことから、一部の震度観測点について補正した地盤増幅率を採用することとした。

推定された地盤増幅率（以下、観測点補正值と呼ぶ）は、これまでの観測に基づいて得られたものであり、気象庁が従来用いてきた地盤増幅率データとは性質の異なるものである。比較的に広がりを持った地域を代表した揺れやすさを示していると思われる従来の地盤増幅率に対し、観測点補正值は特定観測点の揺れやすさのみを示す。つまり、観測点補正值は、特定の観測点およびそのごく近傍における震度を予測する際に用いるのには適しているが、その観測点から離れた地点の震度を予測する際に用いるのはかならずしも適切ではない。

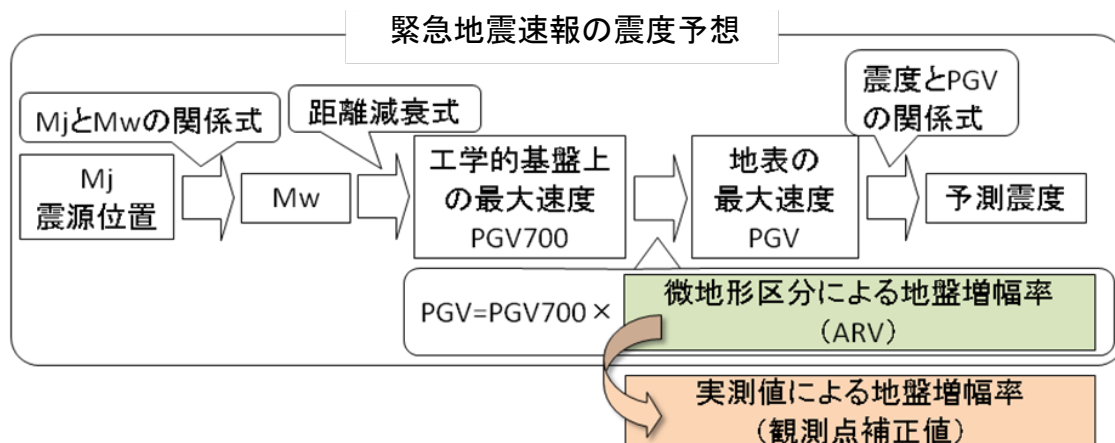


図3-1 緊急地震速報の震度予想に観測点補正值を導入

3. 2 観測点補正值の特徴

観測点補正值は、これまでの観測記録から十分な精度で得られたものを採用している（全震度観測点の29%）。観測点補正值の分布図を図3-2に示す。主に太平洋側の広い範囲で観測点補正值が精度良く得られており、また、大局的には、広い平野部で大きな値を示すなど、地形との対応が見られる。

予想震度の残差頻度分布図を図3-3に示す。震度残差が±0.5の範囲に入る割合は62%から72%に上昇し、±1.0の範囲に入る割合は92%から97%に上昇するなど、観測点補正值適用前後で予想のばらつきが改善されているのが見て取れる。また、全体の震度予想誤差は震度残差のRMSで18%減少した。

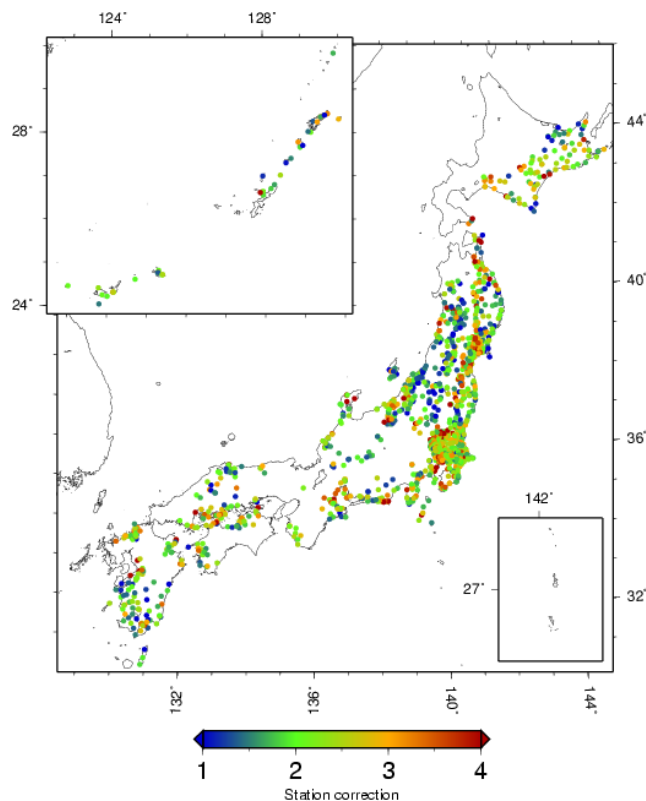


図3-2 観測点補正值の分布図

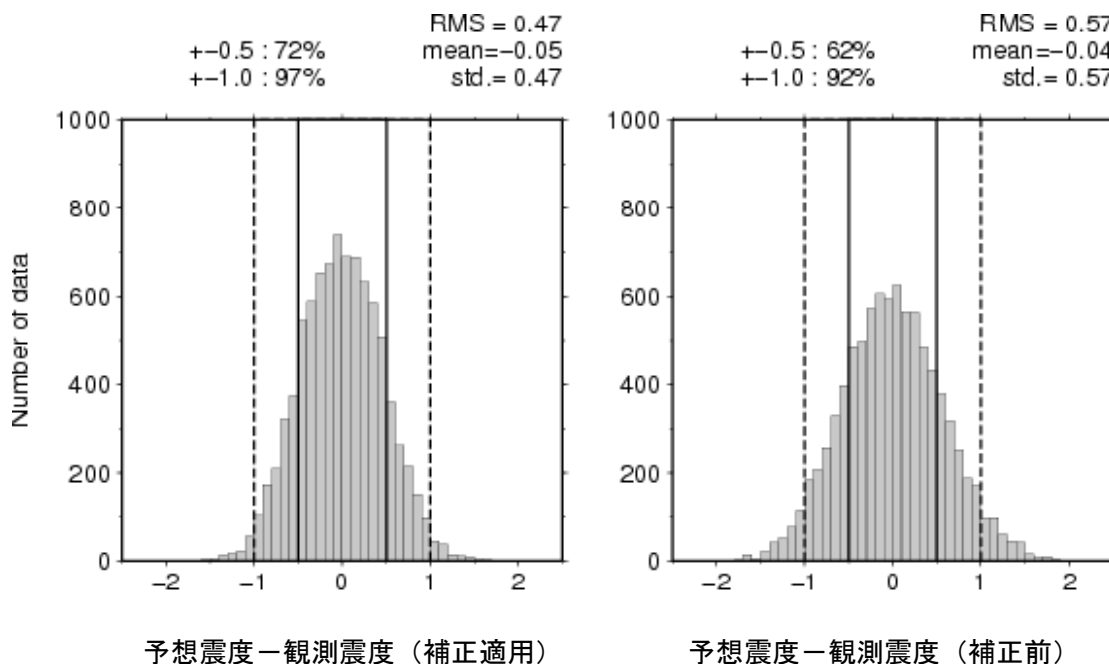


図3-3 予想震度の残差頻度分布図

左：観測点補正值適用後、右：観測点補正值適用前

報告事項4. 観測点の増強について（新設観測点の活用開始）

この項の要点

- ・ 緊急地震速報に用いる観測点の増強とその効果を整理した。
- 警報発表の条件である2地点での検知は、沖永良部島付近で発生した地震については、活用開始前より最大で約10秒早くなる。
- 事例検証として2010年2月27日の沖縄本島近海の地震で確認したところ、活用開始により緊急地震速報の第3報以降、ほぼ適切な位置に震央推定が行えた。

4. 1 新設観測点の配置

平成21年度に新たに整備した10地点（鹿児島県島しょ部3点、沖縄県5点、伊豆諸島及び大分県各1点）に緊急地震速報の処理に用いる多機能型地震計を整備した。平成23年3月1日より緊急地震速報への活用を開始する（多機能震源処理への導入）。新設観測点の配置図を図4-1に示す。

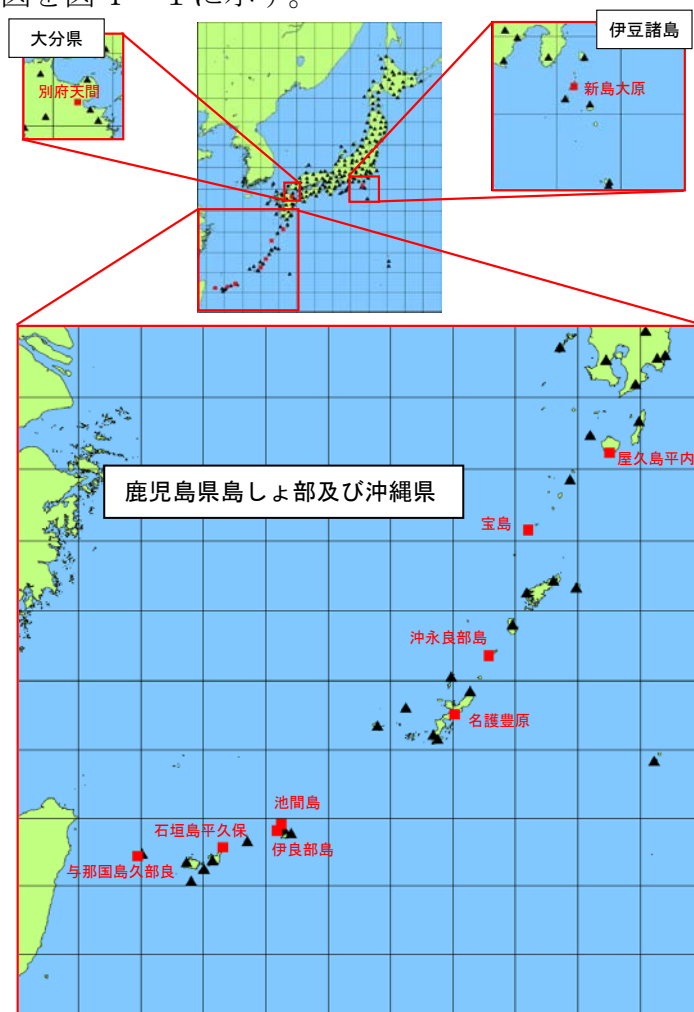


図4-1 ▲：緊急地震速報で活用している気象庁観測点
■：今回活用を開始する観測点

4. 2 活用した場合の効果

新設観測点における観測データの緊急地震速報への活用により、新設観測点の周辺で発生した地震に対し、地震を検知するまでの時間が短縮され、緊急地震速報の発表タイミングが早くなることが期待できる。また、利用する観測点数が増えることにより、震源決定をより精度を良く行えるようになる。

図4-2、図4-3及び図4-4に、緊急地震速報（警報）の発表要件である2箇所目の観測点での地震検知がどのくらい早くなるかを示す。図4-2は大分県（観測点名称「別府天間」）、図4-3は伊豆諸島の新島（観測点名称「新島大原」）、図4-4は鹿児島県島しょ部及び沖縄県の場合である。色のついているところで地震が発生した場合に（震源の深さは10kmと仮定）、2箇所目の地震観測点での地震検知が、何秒早くなるかを表す。例えば、図4-4から、沖永良部島付近で発生した地震については、活用開始前より最大で約10秒程度早く2箇所での地震検知が出来ることが分かる。

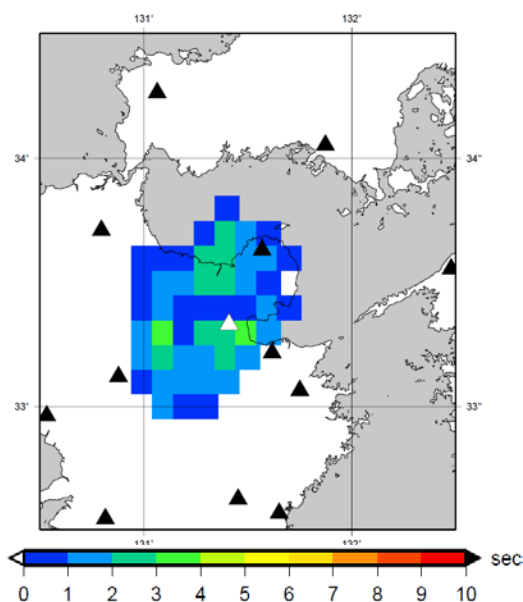


図4-2 別府天間のデータを活用する場合の効果（2箇所目の地震観測点で地震を検知するまでの時間が何秒早くなるかを表す）

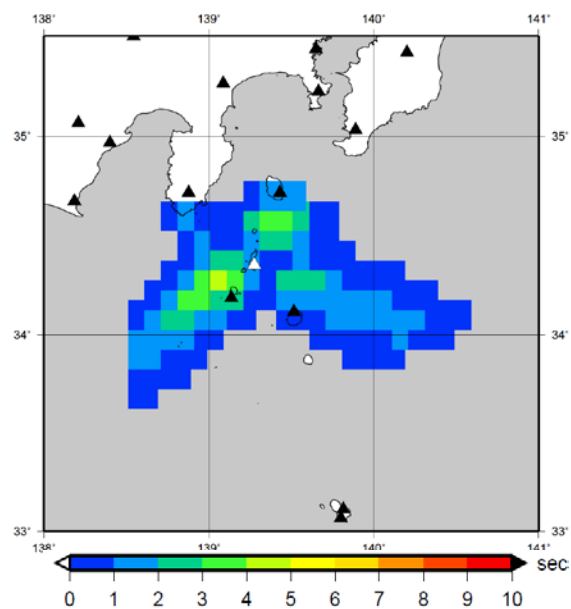


図4-3 新島大原のデータを活用する場合の効果（2箇所目の地震観測点で地震を検知するまでの時間が何秒早くなるかを表す）

- ▲：緊急地震速報で活用している気象庁観測点
- △：今回活用を開始する観測点

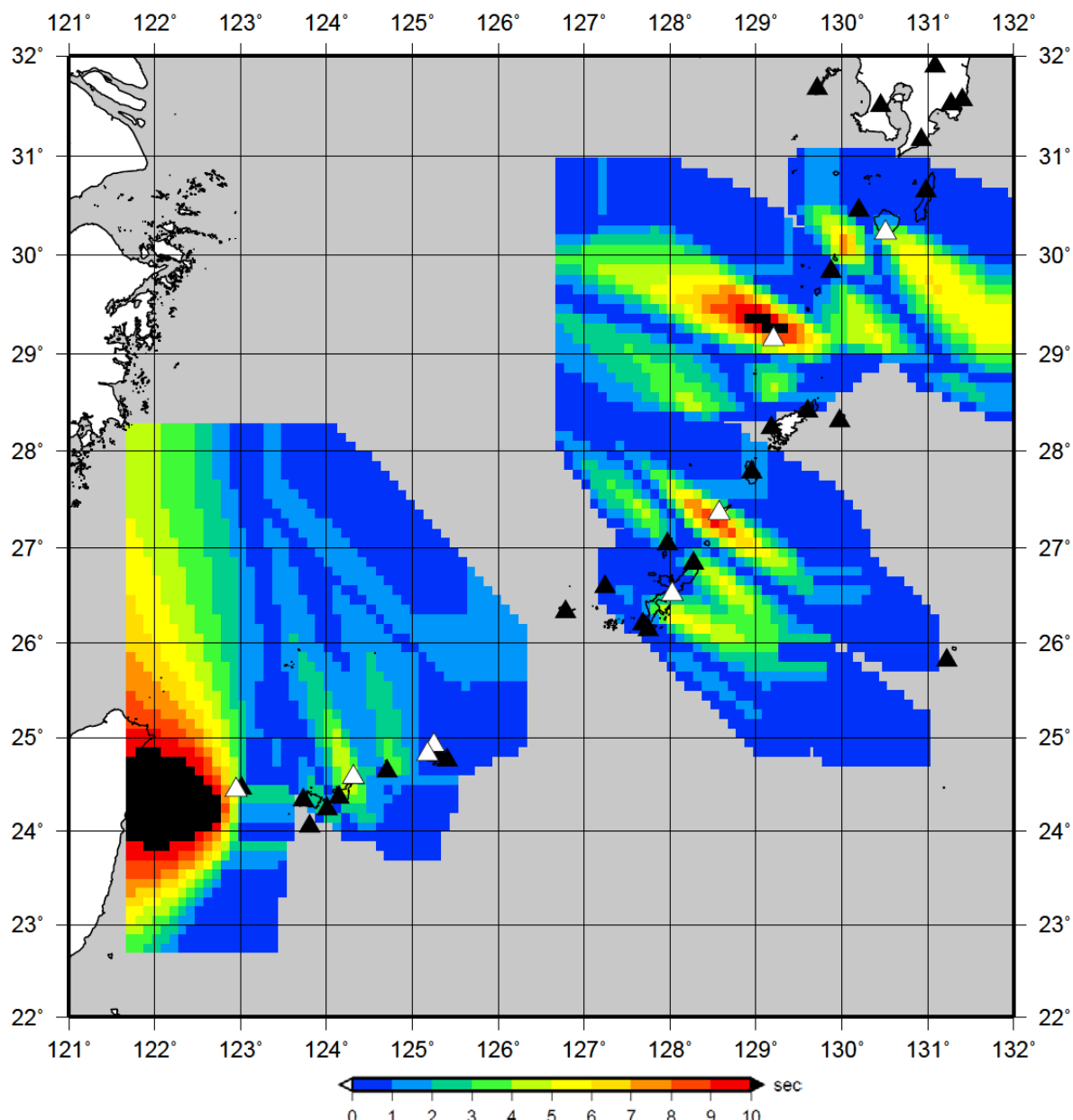


図4-4 鹿児島県島しょ部及び沖縄県の新設観測点（8点）のデータを活用する場合の効果（2箇所の地震観測点で地震を検知するまでの時間が何秒早くなるかを表す）

- ▲：緊急地震速報で活用している気象庁観測点
- △：今回活用を開始する観測点

4. 3 事例による効果検証：

2010年2月27日05時31分 沖縄本島近海の地震（M7.2、最大震度5弱、深さ37km）

この地震について、新設観測点のデータを緊急地震速報に活用した場合と、活用していない場合との比較を行った。図4-5に緊急地震速報の各報における推定震央位置を示す。新設観測点を活用していない実際の発表では、震央位置の推定が沖縄本島寄りのままであったことに対し、新設点（名護豊原）を活用した場合、第3報以降、ほぼ適切な位置に震央推定が行えている。

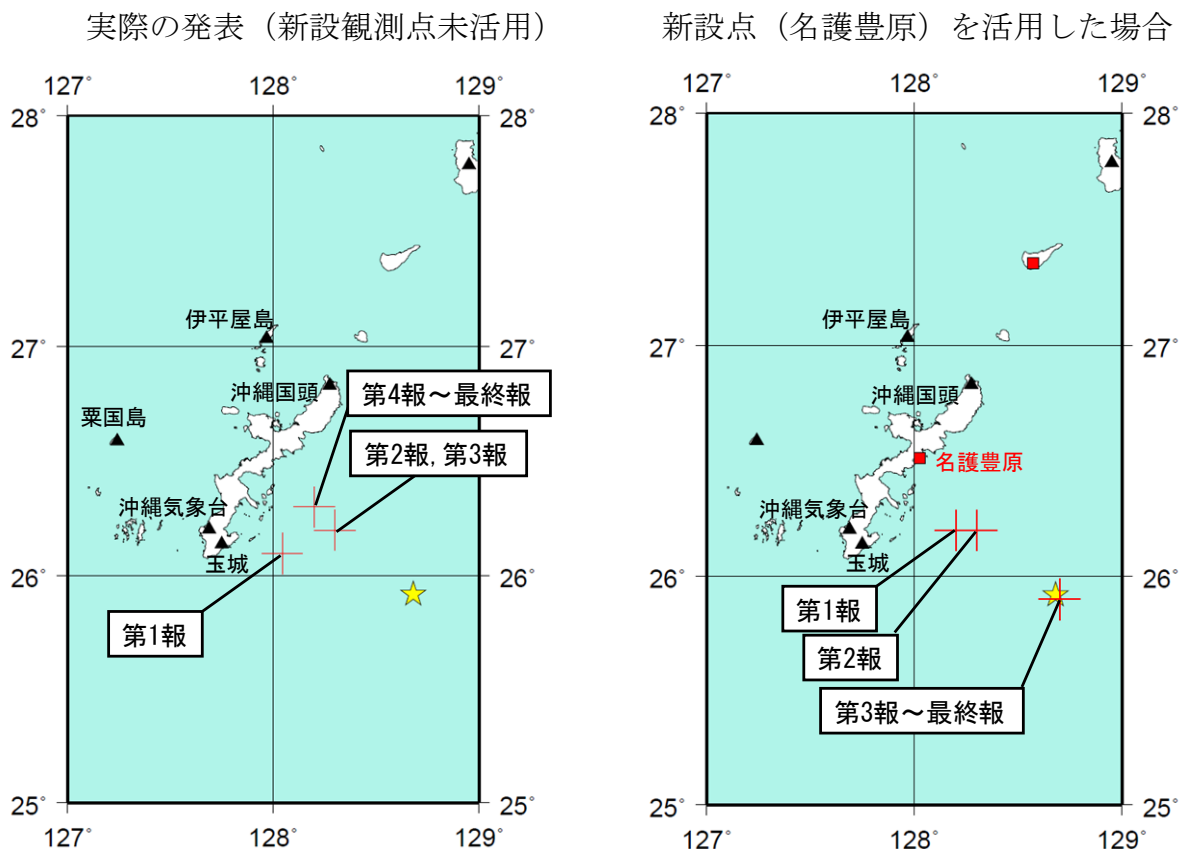


図4-5 緊急地震速の各報における震央位置（赤十字）と、最終的な震央（黄色星印）位置
左：実際の発表（新設観測点未活用）、右：新設観測点（名護豊原）活用

実際の発表と新設点を活用した場合の、マグニチュード（M）推定及び最大予測震度の変遷を図4-6に示す。

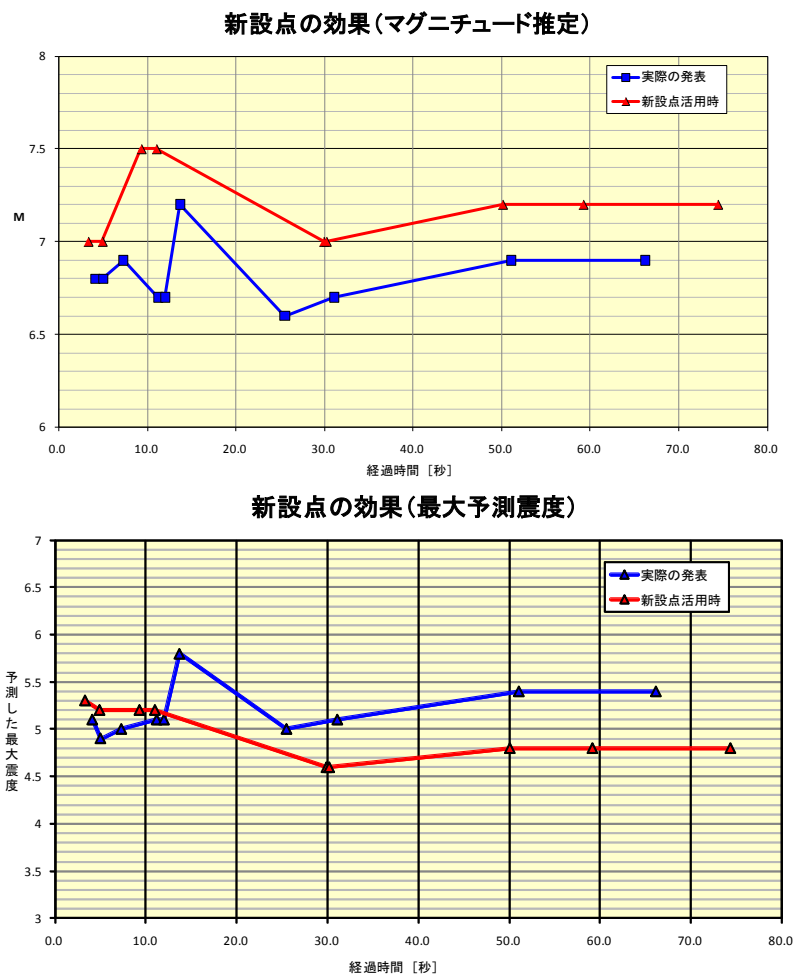


図4-6 実際の発表と新設点を活用した場合の比較
(マグニチュード推定、最大予測震度)

M推定、最大予測震度ともに、新設点を活用した場合の方が、実際の発表より精度良く推定できている。

※) この地震は M7.2、最大震度 5 弱。実際の発表では最終値の M 推定値は M6.9、新設点を活用した場合 M7.2。

実際の発表では第 6 報で最大震度 6 弱を推定した。新設点を活用した場合、最大震度推定は、第 1 報～第 4 報では震度 5 強であるが、第 5 報以降は震度 5 弱。

実際の発表では、緊急地震速報の予報第 2 報の時点で警報の発表となった。新設点を使用した場合、予報第 1 報の時点で警報も発表することとなり、警報の発表時間が 1.6 秒短縮される。

5. 南関東周辺の基盤強震観測網（KiK-net）による地中観測データを緊急地震速報に活用するためのシステム整備状況

防災科学技術研究所が地中に設置している強震観測データを気象庁の緊急地震速報処理へ取り込むため、気象庁本庁においてデータ処理システムの整備・開発を平成22年度下半期より開始している。

このシステムでは、リアルタイムで伝送される地震波形データを用いて、「単独観測点処理」（地震検知、B- Δ 法処理、振幅計測、データ品質管理）を行う。これら処理済みのデータ（単独観測点データ）を地震活動等総合監視システム（EPOS）へ入力し、気象庁地震観測点から伝送される単独観測点データとともに統合して震源要素の決定を行い、より精度の高い緊急地震速報を迅速に発表することを目指している。

データ処理システム設計のおもなポイントは以下の通りである。

- ① 各種データ内容や、伝送遅延の状況が容易に確認できる環境とする
- ② 地震波形データからの「単独観測点処理」を可能とする
- ③ 将来の活用対象観測点の増加に対応できるように観測点単位に分散処理とする
- ④ 緊急地震速報処理での単独観測点データ使用状況を一括で管理する
- ⑤ 実証実験環境として独立した試験系で検証作業を可能とする
- ⑥ 処理済みの単独観測点データや震源情報を運用系へ伝送し、その制御を可能とする

平成22年度は、コンピューターシステムのハードウェア整備を行うとともに、基盤的な地震処理ソフトウェアの開発、登録調整を行った。現在、このシステムを用いて、地震波形データの受信状況や伝送遅延量、内容確認など、基礎的なデータ評価を行っているところである。

平成23年度は、従来の地表地震観測点と異なる観測特性を持つと考えられる地中地震計データを緊急地震速報処理に活用するためのソフトウェアを中心に開発、整備を進める予定である。また、海底地震計（海洋研究開発機構）のデータの取り込み、地震活動等総合監視システム（EPOS）との接続を行い、平成24年度中の正式運用開始を目指している。

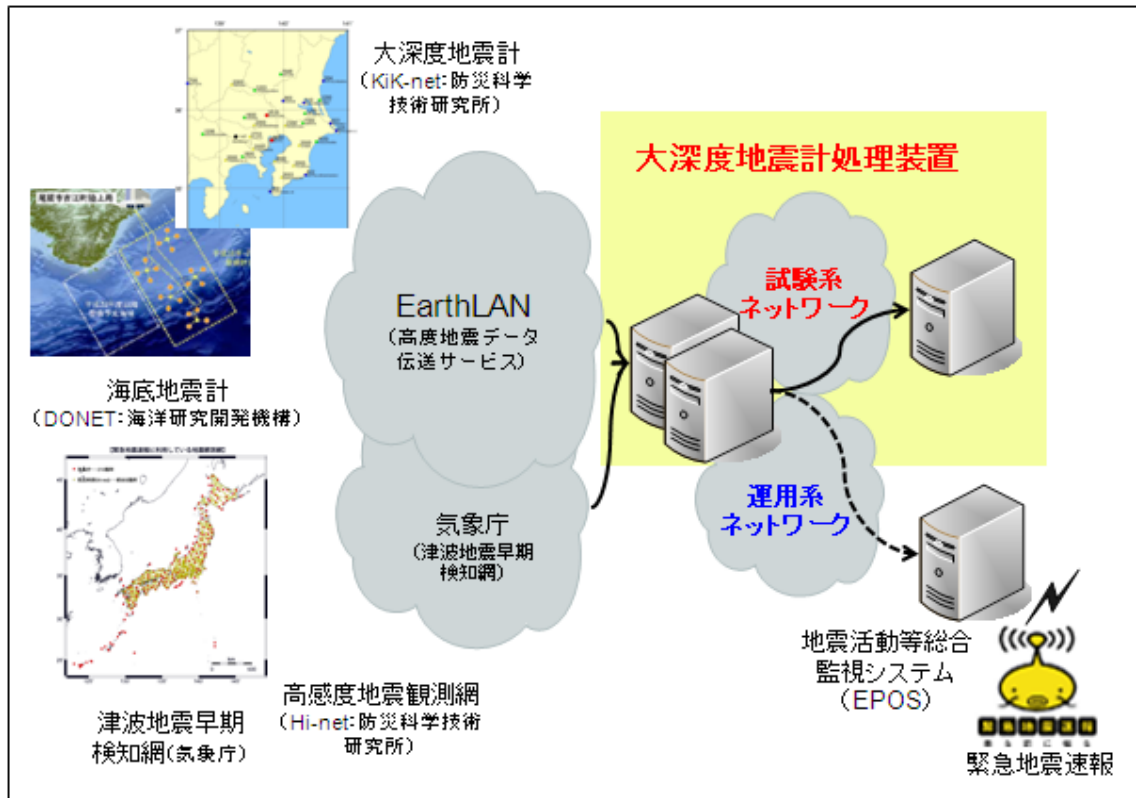


図5-1 データ処理システムの構成図

他機関地震計データの活用による緊急地震速報処理の高度化
 -緊急地震速報処理の新たなシステム構築・情報改善計画(予定)-

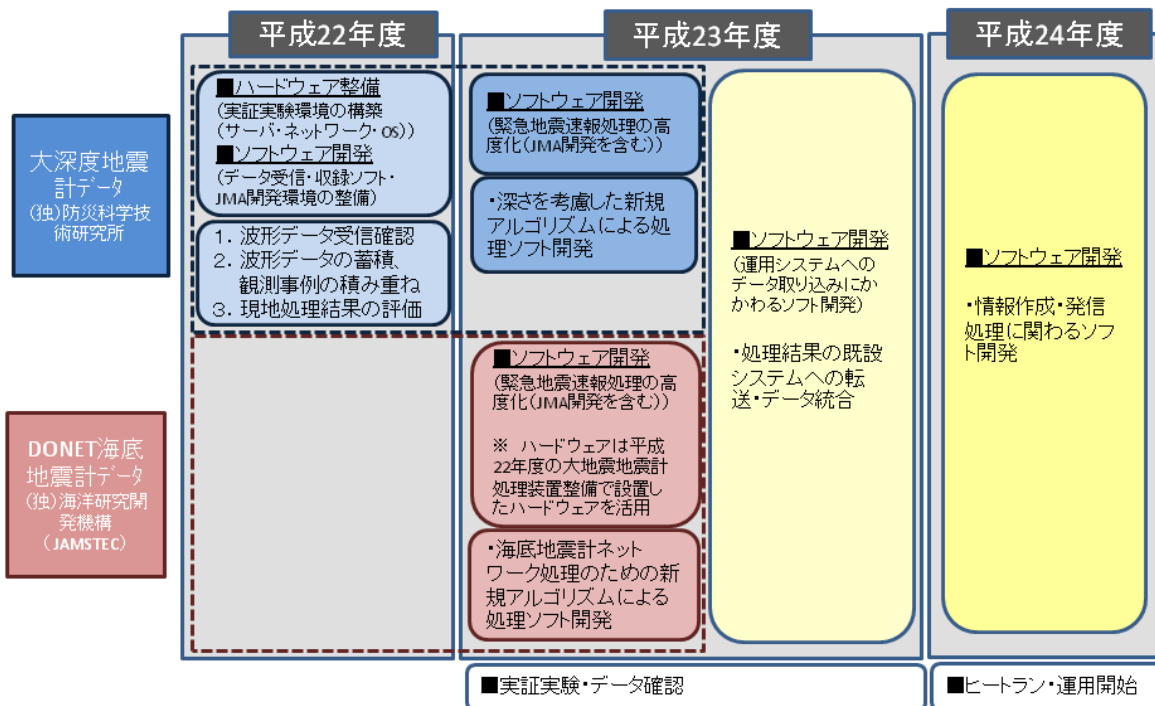


図5-2 緊急地震速報処理の高度化・改善計画(予定)