

## 緊急地震速報の配信状況と震源決定手法 その2

## [ 速報処理所要時分の推定 ]

2008年12月01日 株式会社A N E T 発行

前報において、2006年08月01日～2008年08月31日の間（762日間）に配信された高度利用者向け緊急地震速報を用いて、震央分布・発生頻度および震源決定手法について分析し、結果の一例を下記のとおりご報告しました。

## 緊急地震速報の配信状況と震源決定手法

前回：その1 [ 頻度 ]

1. 震源位置の分布と頻度について
2. 震源位置の決定手法について
  - (1) 第1報の震源決定手法
  - (2) 第2報以降の震源推定手法の推移 ~ 全ての地震の場合 ~
  - (3) 第2報以降の震源推定手法の推移 ~ 影響の大きい地震の場合 ~

本報告では、引き続き、2007年10月01日～2008年08月31日の間（336日間）に配信された高度利用者向け緊急地震速報を用いて、一点検知および多点検知による初報の処理に要する時分を推定しましたので、ご報告します。

## 1. [ 07年10月～08年08月末 ] 震源決定手法について

2007年10月01日～2008年08月31日の間（336日間）に配信された緊急地震速報は542件でした。第1報の震源決定手法の傾向を表1に示します。

表1 【緊急地震速報第1報の震源位置決定手法別件数 07年10月～08年08月末】

	震央・震源推定手法	件数	比率(%)
手法1	レベル超え(100ガル超え)	1	0.2
	B- 法+テリトリ法(1点)	51	9.4
手法2	テリトリ法(2点)	17	3.1
手法3	グリッドサーチ法(3~4点)	38	7.0
手法4	グリッドサーチ法(5点)	9	1.7
手法5	防災科研の方法(4点以下)	0	0
手法6	防災科研の方法(5点以上)	426	78.6
手法7	EPOS(海域:観測点網外)	0	0
手法8	EPOS(陸域:観測点網内)	0	0
計		542	100

手法1は一点検知、ほかは多点検知です。

レベル越え報のひとつ：2008年7月14日は結果的に誤報でした。

また、第 2 報以降の震源推定手法の推移（全ての地震の場合）を表 2 に示します。

表 2 【第 2 報以降の震央・震源決定手法の推移 07 年 10 月～08 年 08 月末】

震央・震源推定手法	件数	比率（％）
1 点検知「レベル超え」 多点検知 [最終報まで]	1	0.2
1 点検知「レベル超え以外」 キャンセル報	0	0.0
1 点検知「レベル超え以外」 1 点検知 [最終報まで]	11	2.0
1 点検知「レベル超え以外」 多点検知 [最終報まで]	40	7.4
第 1 報から多点検知 [最終報まで]	490	90.4
計	542	100

前報の 2 (1)・(2)で示しました結果（2006 年 08 月 1 日～2008 年 08 月 31 日 762 日間）と傾向は変わっていません。

## 2. 一点検知による第 01 報 処理所要時分の推定

一点検知 01 報の実測到達時分および気象庁走時表を用いて、一点検知の処理所要時分を推定しました。ここでいう一点検知の処理所要時分は、検知点に P 波が到達してから、気象庁（実際は気象業務支援センター）が速報を配信し、利用者様のもとに到達するまでに要した時間です。一点検知の場合は、地震計での震源推定時間に、推定したマグニチュードや予測震度等が緊急地震速報の発表基準に達するかどうかの判定に要する時間が加わります。前者は一定の処理時間（約 2 秒）ですが、後者は地震によってまちまちです。

よって、本報告では、実測データから処理所要時分を推定し、その統計分析をおこないます。処理所要時分推定のために、以下のように仮定しました。

一点検知 01 報は、震央に最も近い検知点（気象庁の多機能型地震計）が P 波を検知して発報したものである。

P 波・S 波の速度は、気象庁走時表に従う。

そして、「多機能型地震計設置位置基盤での最大震度」ごとに整理しました。

ここでいう“多機能型地震計設置地点基盤での最大予測震度”とは、多機能型地震計設置地点での基盤（S 波速度  $V_s=700\text{m/s}$  相当）における予測震度のうちの最大値です。結局、震央に最も近い多機能型地震計設置地点での基盤震度です。

実際の（地表面での）最大震度には、基盤 - 表層間の増幅倍率も影響しますし、地震計設置位置で震度が最大となるわけでもありません。しかし、多機能型地震計設置地点での基盤震度はある程度目安となると考えられます。なお、平野部における表層増幅倍率も、地震計設置地点における表層増幅倍率も、多くの場合 2 倍前後です。表層増幅倍率が 2.0 倍の場合、地表面での震度は基盤での震度より +0.5 程度になります。

$$\begin{aligned} \text{[(地表面での)震度]} &= 2.68 + 1.72 \times \log(\text{[表層最大速度]} = \text{表層増幅倍率} \times \text{基盤最大速度}) \\ &= 1.72 \times \log(\text{表層増幅倍率}) + \text{[基盤での震度(上記式で表層増幅倍率 1.0)]} \end{aligned}$$

検討対象としたのは、表 2 中の“1 点検知「レベル超え以外」 1 点検知 [最終報まで]” “1 点検知「レベル超え以外」 多点検知 [最終報まで]” の計 51 件です。これらは全て、あ

る程度大きな地震です。前報の2(3)で示しましたように、地震規模が大きいほど、かつ震央が近いほど、一点検知による速報が発報されます。

[前報2(3)より抜粋] 緊急地震速報については、最初は一点検知・途中から多点検知となるものと通常説明されています。しかし、全ての地震についていえば、そういうケースは全体の1割にもなりません。全体の9割弱については最初から最後まで多点検知によって震央などが決定されています。

ところが、ある程度“大きな”地震では別の傾向があらわれます。以下に、地震規模Mおよび震央距離で場合わけし、M・別の“一点検知「レベル越え以外」、多点検知[最終報まで]一点検知”頻度およびその出現率を示します。

表3 【一点検知「レベル越え以外」 多点検知[最終報まで]】出現率

		M					
		0.0 以上	3.5 以上	4.5 以上	5.5 以上	6.0 以上	6.5 以上
	0 km以上	0.0%		0.0%			
	3 km以上	0.0%	42.9%	54.5%	0.0%		
	10 km以上	0.0%	19.0%	31.6%	40.0%	100.0%	66.7%
	30 km以上	0.6%	1.5%	12.2%	27.3%	33.3%	50.0%
	100 km以上	0.0%	0.0%	2.4%	3.2%	0.0%	0.0%
	300 km以上		0.0%	0.0%		0.0%	

「キャンセル報」・「レベル越え」発生ケースは除外

07年10月～08年8月末に発報された緊急地震速報における、一点検知による01報での処理所要時分推定結果の傾向は、表4のとおりです。

表4 【緊急地震速報 一点検知による01報での処理所要時分推定結果の傾向  
07年10月～08年8月末】

		処理所要時分(秒)				所要時分 5秒以上
		最大	最小	平均	偏差	
全	51件	39.2	-0.6	7.3	7.0	24件
検知点基盤最大震度2.5以上	12件	6.6	2.5	4.0	1.1	2件
検知点基盤最大震度3.0以上	4件	3.7	2.5	3.2	0.5	0件
検知点基盤最大震度3.5以上	1件			3.7		1件

全データでみると、一点検知による緊急地震速報01報での処理所要時分には、大きなばらつきがあります(偏差7.0秒)。これは、前述の仮定・とくに“一点検知01報は、震央に最も近い検知点から発報される”が適っていない場合が多いからだろうと考えます。たとえば、処理所要時分が数十秒もかかっていると推測したケースがあります。これらは、実は“震央に最も近い検知点”で速報発報に至らず、震央から結構遠い検知点で検知・発報したものと考えられます。

しかし、「多機能型地震計設置位置基盤での最大震度」が大きい場合には、上記仮定は成立しているようです。検知点基盤最大震度2.5以上の場合、処理所要時分は4秒弱前後です。

図1に、一点検知01報の発報所要時分と地震規模との関係を示します。ここでいう“発報所要時分とは、地震発生時刻～一点検知01報電文到達時刻”の差です。

図2に、一点検知01報の処理所要時分(推定値)と地震規模との関係を示します。ここで

いう“処理所要時分（推定値）”とは、一点検知 01 報発報所要時分（図 1）のうち、P波が震源から検知点まで達する時間（気象庁走時表により推定）を除いたものです。正確には通信・伝達の所要時分も含まれますが、無視してよい程度です。

図 3 に、一点検知 01 報処理所要時分（推定値）と、多機能型地震計（早期検知点）設置位置基盤での最大震度との関係を示します。“多機能型地震計（早期検知点）設置位置基盤での最大震度”とは、震央から最も近い多機能型地震計（早期検知点）での基盤推定震度です。

図 4 に、一点検知 01 報処理所要時分を震央位置ごとにプロットしました。特に傾向はないようです。

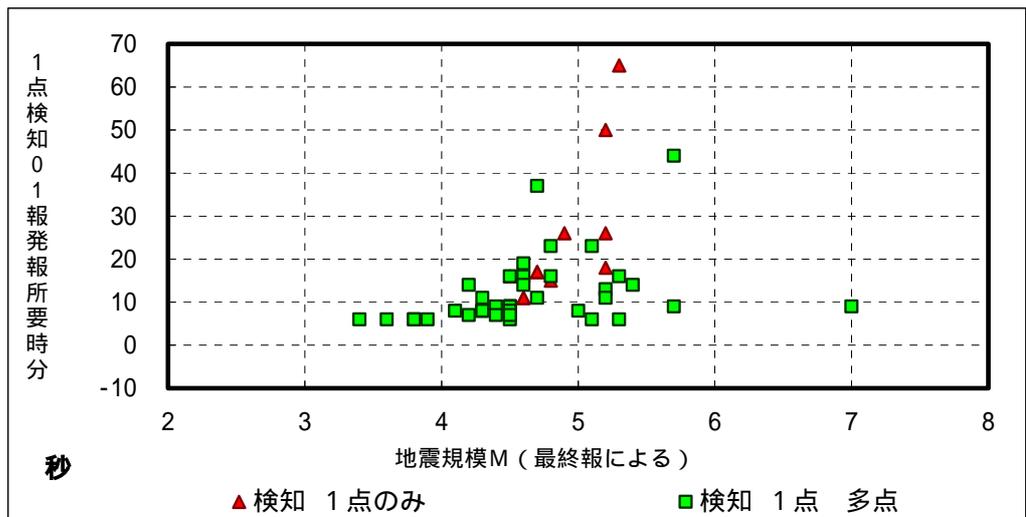


図 1 緊急地震速報 一点検知 01 報発報所要時分と地震規模  
一点検知 01 報発報所要時分： 地震発生時刻～一点検知 01 報電文到達時刻 の差

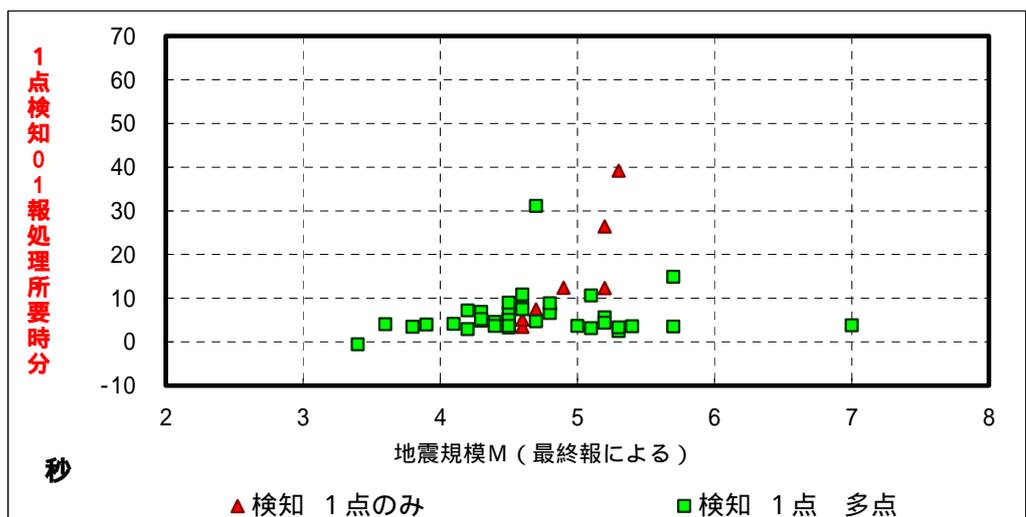


図 2 緊急地震速報 一点検知 01 報処理所要時分（推定値）と地震規模  
一点検知 01 報処理所要時分（推定値）：  
一点検知 01 報発報所要時分（図 1） - 気象庁方法による P 波検知最小所要時分  
（地震発生時刻～最も近い検知点で P 波を検知した時刻 の差）

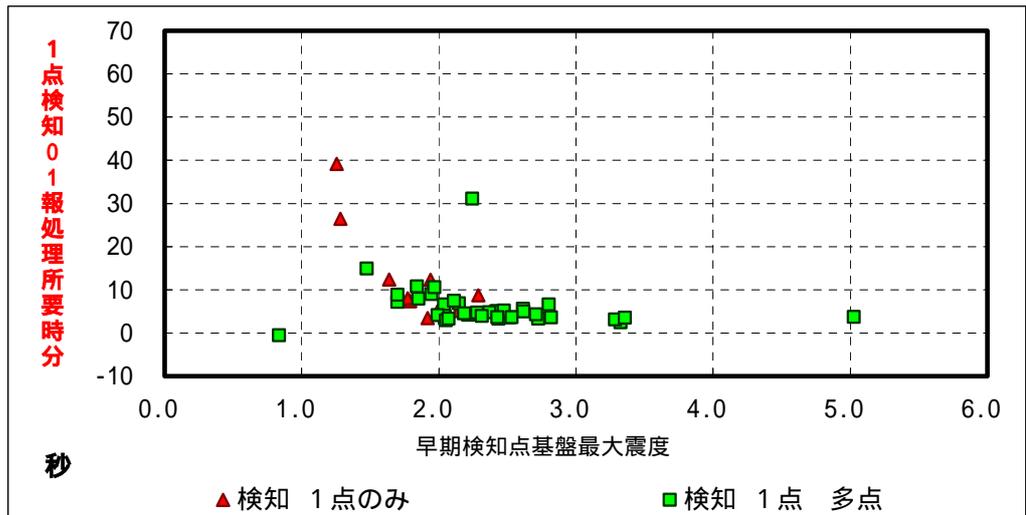


図3 緊急地震速報 一点検知01報処理所要時分（推定値）と  
多機能型地震計（早期検知点）設置位置基盤での最大震度

一点検知01報処理所要時分（推定値）：

一点検知01報発報所要時分（図1） - 気象庁方法によるP波検知最小所要時分  
（地震発生時刻～最も近い検知点でP波を検知した時刻の差）

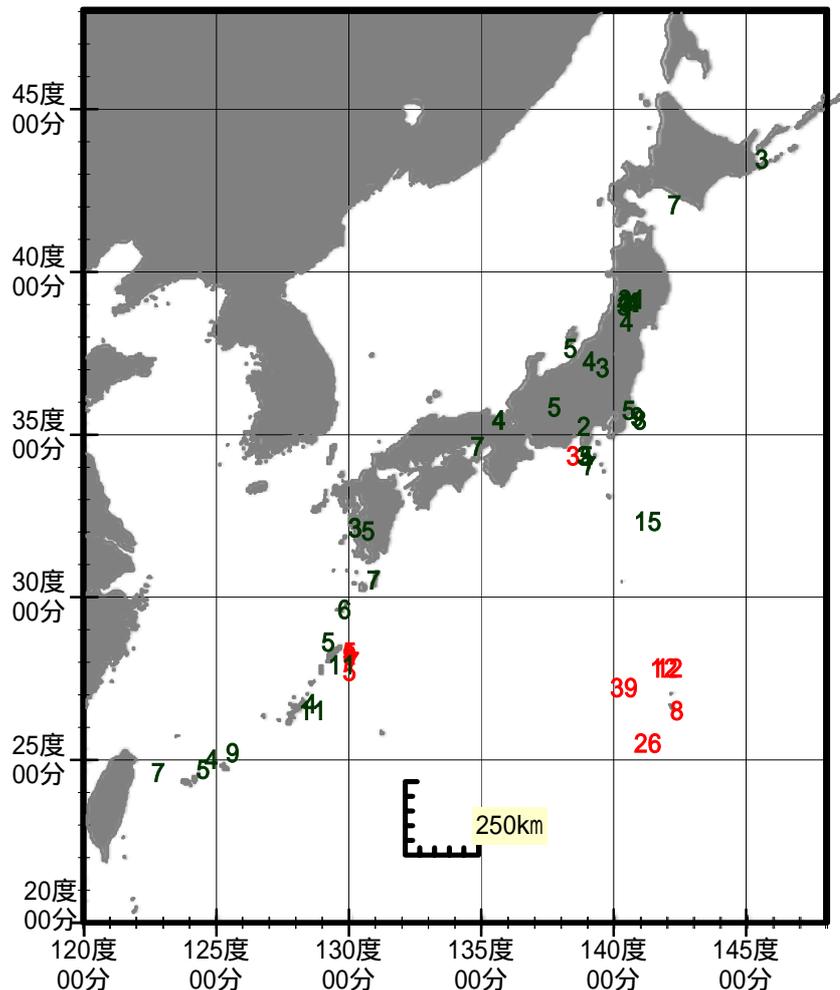
多機能型地震計（早期検知点）設置位置基盤での最大震度：

震央から最も近い多機能型地震計（早期検知点）での基盤推定震度

図4 緊急地震速報  
一点検知01報の  
処理所要時分  
（推定 秒）の分布  
07年10月～08年08月末  
336日分

緑太数字：  
01報が一点検知  
後に多点検知

赤太数字：  
01報が一点検知  
さいごまで一点検知



### 3. 多点検知による初報 処理所要時分の推定

多点検知初報の実測到達時分および気象庁走時表を用いて、多点検知の処理所要時分を推定しました。推定のために、以下のように仮定しました。

多点検知初報は、震央から2番目に近い検知点（気象庁の多機能型地震計）がP波を検知して発報したものである。

P波・S波の速度は、気象庁走時表に従う。

そして、「多機能型地震計設置位置基盤での最大震度」ごとに整理しました。多点検知初報=2点目検知とは限りませんが、便宜上そのように仮定します。

検討対象としたのは、表2中の“1点検知「レベル超え以外」 多点検知[最終報まで]” “第1報から多点検知[最終報まで]”の計530件です。処理所要時分推定結果の傾向は、表5のとおりです。

表5 【緊急地震速報 多点検知初報での処理所要時分推定結果の傾向

07年10月～08年08月末】

		処理所要時分(秒)				所要時分 5秒以上
		最大	最小	平均	偏差	
全	530件	66.7	-3.4	9.6	8.2	380件
検知点基盤最大震度2.5以上	38件	29.7	-3.4	5.8	7.4	11件
検知点基盤最大震度3.0以上	10件	15.9	-1.1	4.2	4.4	2件
検知点基盤最大震度3.5以上	3件	7.3	1.5	4.3	2.4	1件

全データでみると、多点検知による初報での処理所要時分には、大きなばらつきがあります。ただし、検知点基盤最大震度3.0以上の場合、処理所要時分は4秒強前後です。

図5に、多点検知初報の発報所要時分と地震規模との関係を示します。ここでいう“発報所要時分とは、地震発生時刻～多点検知初報電文到達時刻”の差です。

図6に、多点検知初報の処理所要時分（推定値）と地震規模との関係を示します。ここでいう“処理所要時分（推定値）”とは、多点検知初報発報所要時分（図5）のうち、P波が震源から検知点まで達する時間（気象庁走時表により推定）を除いたものです。正確には通信・伝達の所要時分も含まれますが、無視してよい程度です。

図7に、多点検知初報処理所要時分（推定値）と、多機能型地震計（早期検知点）設置位置基盤での最大震度との関係を示します。“多機能型地震計（早期検知点）設置位置基盤での最大震度”とは、震央から最も近い多機能型地震計（早期検知点）での基盤推定震度です。

図8・図9で、多点検知初報処理所要時分を震央位置ごとにプロットしました。特に傾向はないようです。

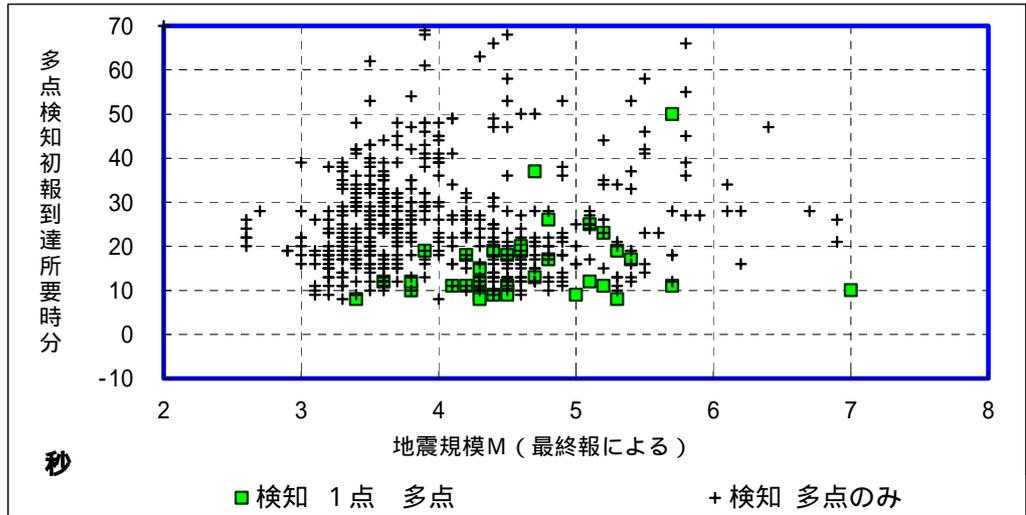


図5 緊急地震速報 多点検知初報発報所要時分と地震規模

多点検知初報発報所要時分： 地震発生時刻～多点検知初報電文到達時刻 の差

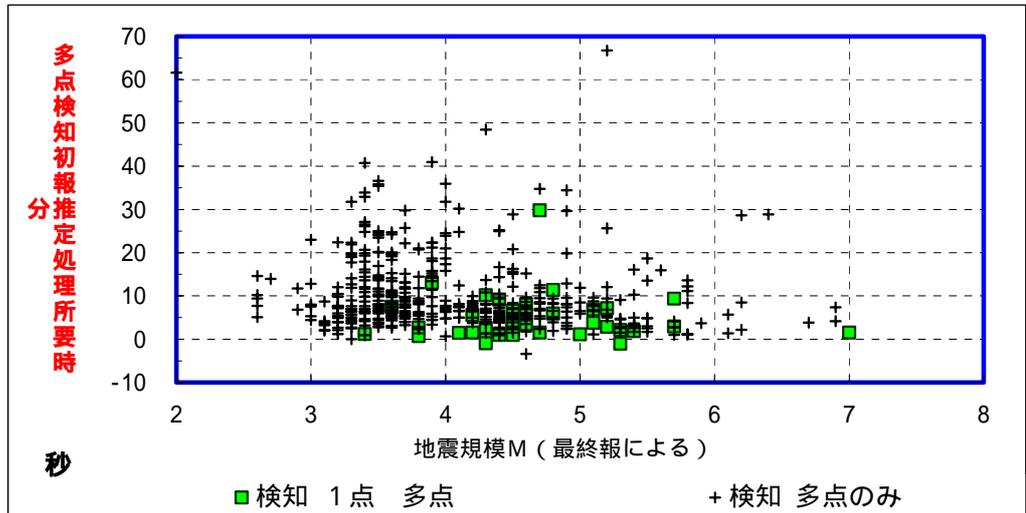


図6 緊急地震速報 多点検知初報処理所要時分（推定値）と地震規模

多点検知初報処理所要時分（推定値）：

多点検知初報発報所要時分（図5） - 気象庁方法によるP波検知最小所要時分  
 （地震発生時刻～2番目に近い検知点でP波を検知した時刻 の差）

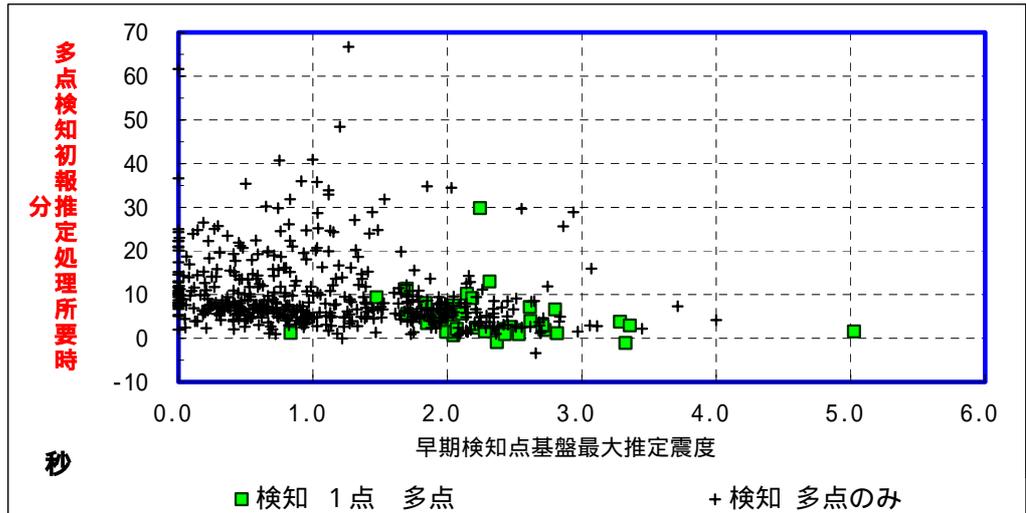


図7 緊急地震速報 多点検知初報処理所要時分（推定値）と  
 多機能型地震計（早期検知点）設置位置基盤での最大震度  
 多点検知初報処理所要時分（推定値）：  
 多点検知初報発報所要時分（図5） - 気象庁方法によるP波検知最小所要時分  
 （地震発生時刻～2番目に近い検知点でP波を検知した時刻の差）  
 多機能型地震計（早期検知点）設置位置基盤での最大震度：  
 震央から最も近い多機能型地震計（早期検知点）での基盤推定震度

図8 緊急地震速報  
 多点検知初報の  
 処理所要時分  
 （推定 秒）の分布  
 07年10月～08年08月末  
 336日分  
 緑太数字：  
 01報が一点検知  
 後に多点検知

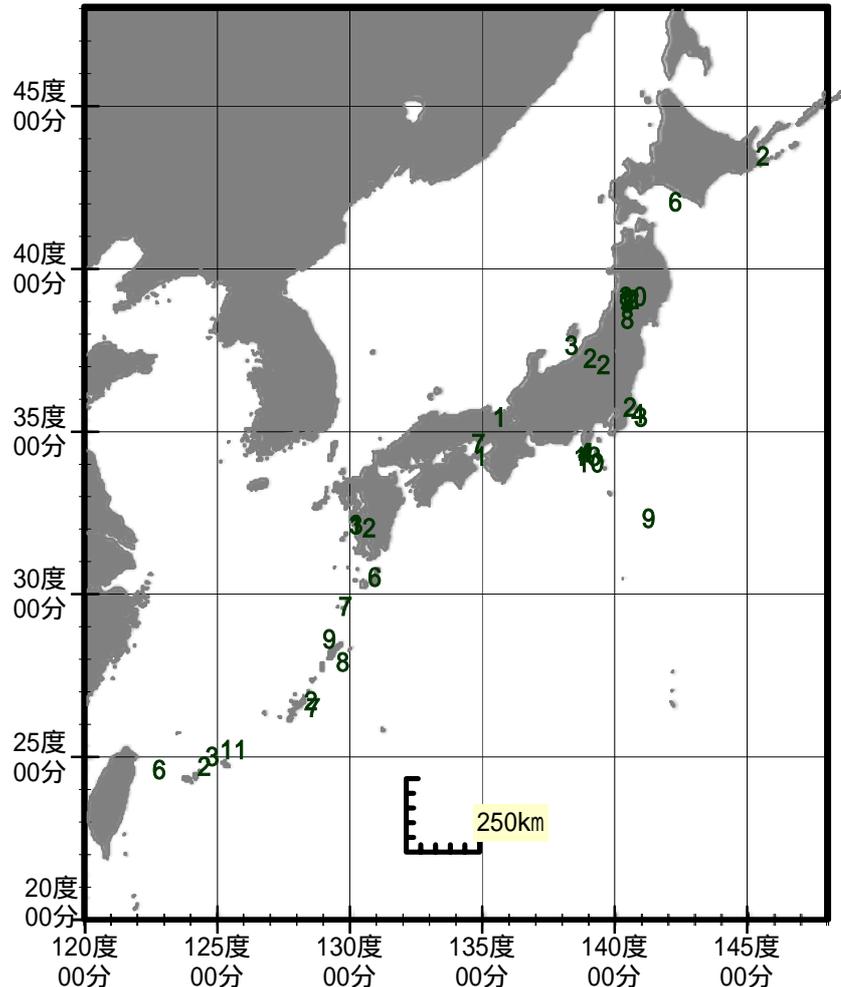
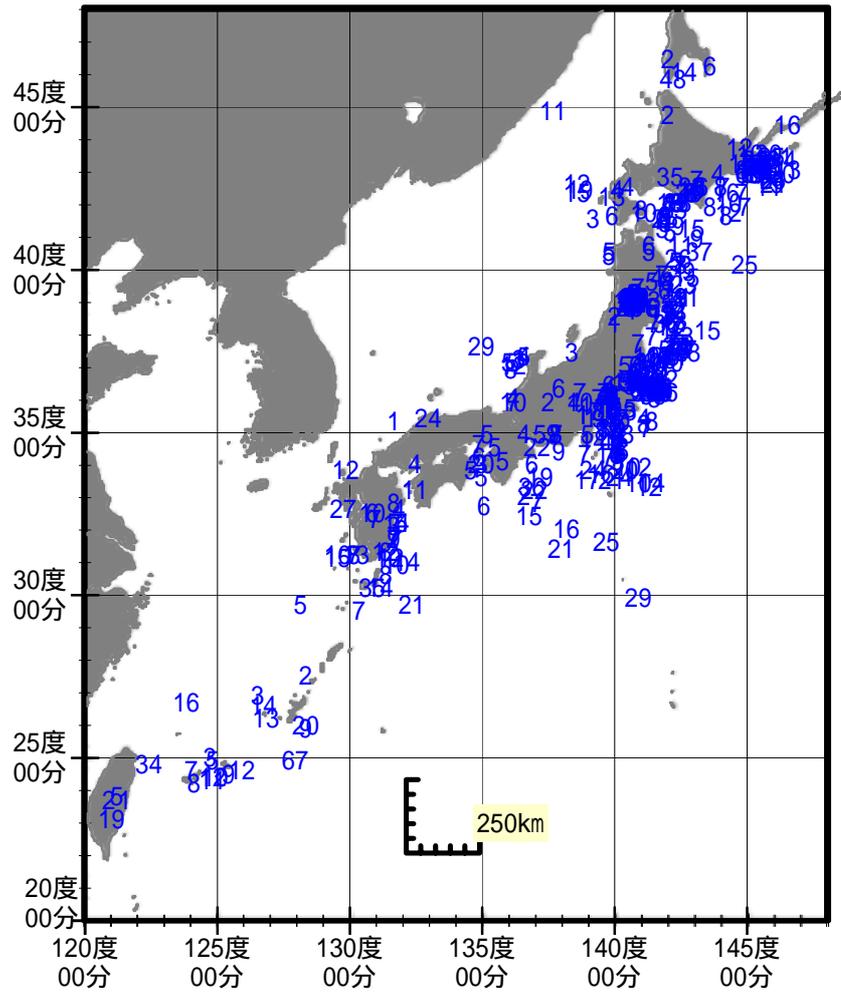


図9 緊急地震速報  
 多点検知初報の  
 処理所要時分  
 (推定 秒)の分布  
 07年10月~08年8月末  
 336日分

青数字：  
 01報が多点検知  
 さいごまで多点検知



#### 4. 処理所要時分推定のまとめ

2007年10月1日～2008年8月31日の間（336日間）に配信された高度利用者向け緊急地震速報を用いて、検知点などでの処理に要する時分を推定しました。

その結果、一点検知による01報での処理所要時分推定結果の傾向は、下表のとおりでした。全データでみると、一点検知による緊急地震速報01報での処理所要時分には、大きなばらつきがあります。しかし、「多機能型地震計設置位置基盤での最大震度」が大きい場合には、ばらつきが小さくなります。検知点基盤最大震度2.5以上の場合、処理所要時分は4秒弱前後です。

表6 【緊急地震速報 一点検知による01報での処理所要時分推定結果の傾向  
07年10月～08年8月末】

		処理所要時分(秒)				所要時分 5秒以上
		最大	最小	平均	偏差	
全	51件	39.2	-0.6	7.3	7.0	24件
検知点基盤最大震度2.5以上	12件	6.6	2.5	4.0	1.1	2件
検知点基盤最大震度3.0以上	4件	3.7	2.5	3.2	0.5	0件
検知点基盤最大震度3.5以上	1件			3.7		1件

また、多点検知による初報での処理所要時分推定結果の傾向は、下表のとおりでした。全データでみると、多点検知による初報での処理所要時分には、大きなばらつきがあります。ただし、検知点基盤最大震度3.0以上の場合、処理所要時分は4秒強前後です。

表7 【緊急地震速報 多点検知初報での処理所要時分推定結果の傾向  
07年10月～08年8月末】

		処理所要時分(秒)				所要時分 5秒以上
		最大	最小	平均	偏差	
全	530件	66.7	-3.4	9.6	8.2	380件
検知点基盤最大震度2.5以上	38件	29.7	-3.4	5.8	7.4	11件
検知点基盤最大震度3.0以上	10件	15.9	-1.1	4.2	4.4	2件
検知点基盤最大震度3.5以上	3件	7.3	1.5	4.3	2.4	1件

以上