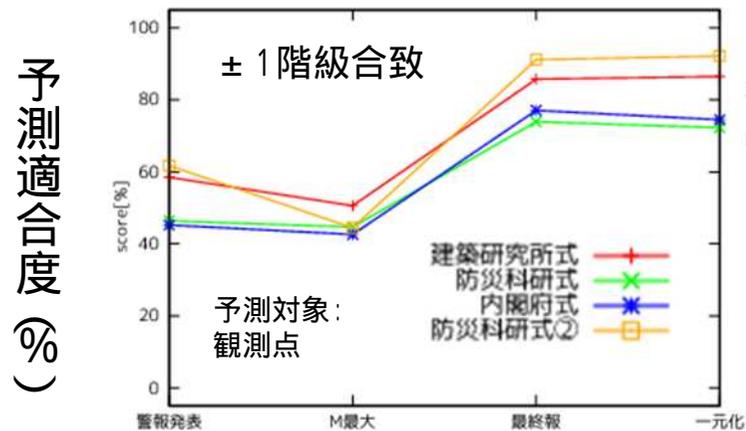


# 予報発表のタイミングについて

# 長周期地震動予報の発表タイミングについて

長周期地震動予測の精度は、震源・マグニチュードの精度に大きく依存する。緊急地震速報の最終報の震源を利用すれば±1階級合致で9割以上となるが、最終報の発表までには相当の時間がかかる。長周期地震動の予測適合度と経過時間は相反関係にあるが、可能な限り早期かつ精度の高い予報を発表する必要がある。

そのため、緊急地震速報処理で決定された震源・マグニチュードのうち、ある程度精度が高いと想定される段階をどのように判断すべきか検討する必要がある。



緊急地震速報の報ごとの予測適合度  
(第4回WG資料より)

2008.06.14 08:43 岩手・宮城内陸地震(Mj7.2)の  
緊急地震速報の発表状況

提供時刻等		震源要素等				
		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	08時43分50.7秒					
1	08時43分54.2秒	3.5	38.9	141.1	10km	5.7
2	<b>08時43分55.2秒</b>	<b>4.5</b>	<b>39.1</b>	<b>141</b>	<b>10km</b>	<b>6.1</b>
3	08時43分56.1秒	5.4	39	140.9	10km	6.2
4	08時43分56.8秒	6.1	39	140.9	10km	6.3
5	08時43分59.1秒	8.4	39	140.9	10km	6.7
6	08時44分02.1秒	11.4	39	140.9	10km	6.7
7	<b>08時44分13.1秒</b>	<b>22.4</b>	<b>39</b>	<b>140.9</b>	<b>10km</b>	<b>6.9</b>
8	08時44分21.1秒	30.4	39	140.9	10km	7
9	08時44分42.1秒	51.4	39	140.9	10km	7
10	08時44分53.6秒	62.9	39	140.9	10km	7

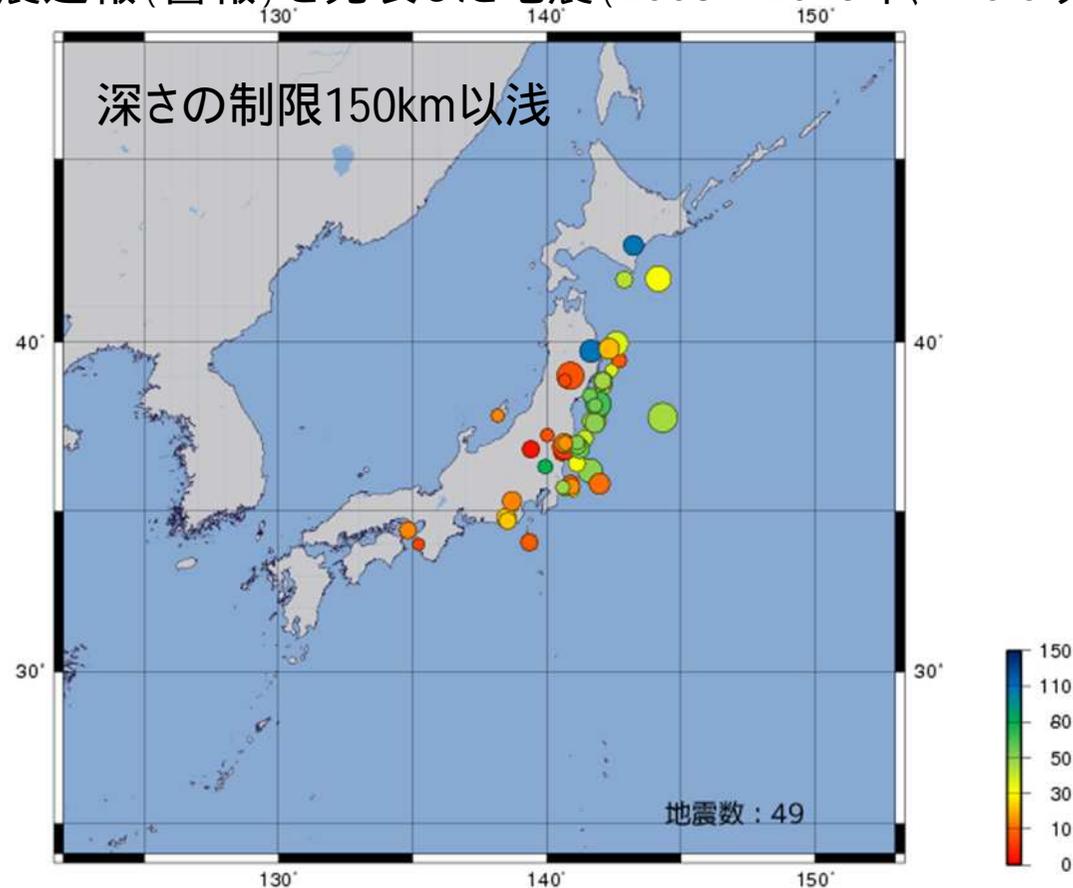
緊急地震速報(警報)は背景が灰色の時に発表

## 本資料で検討した緊急地震速報震源の精度判定基準の候補

- マグニチュード計算に利用する観測点の数による判定
- 地震検知からの経過時刻による判定

# 検討に利用した地震について

緊急地震速報(警報)を公表した地震(2008~2013年、M5.5以上)



- ・平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震については対象外(データ数に占める割合が多くなるため)
- ・2011/3/11に発生した上記本震以降の地震も連続的に発生しており対象外
- ・また、本震以降で、同時に発生した複数の地震を分離して処理できず一つの地震として処理したために、適切に緊急地震速報を公表できなかった事例についても対象外

# 予測適合度の考え方

階級値 (固有周期1.6-7.8sのうちの最大Svaに基づく階級) および、各周期ごとの階級データの最大値とともに、 $\pm 1$ 階級合致と 完全階級合致の二通りで予測適合度を算出する

## $\pm 1$ 階級合致

階級2以上を観測もしくは予測した場合に、観測と予測の階級差が $\pm 1$ 以内になる割合を予測適合度とする。

	予測階級0	予測階級1	予測階級2	予測階級3	予測階級4
観測階級0	検証対象外			過大評価	
観測階級1					
観測階級2			合致		
観測階級3	過小評価				
観測階級4					

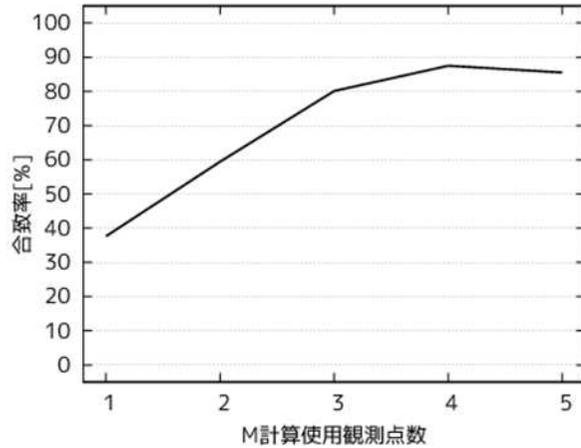
## 完全階級合致

階級1以上を観測もしくは予測した場合に、観測と予測の階級差が完全に合致する割合を予測適合度とする。

	予測階級0	予測階級1	予測階級2	予測階級3	予測階級4
観測階級0	対象外			過大評価	
観測階級1					
観測階級2			合致		
観測階級3	過小評価				
観測階級4					

# マグニチュード計算に利用する観測点数ごとの予測適合度

全周期 (1.6-7.8秒)

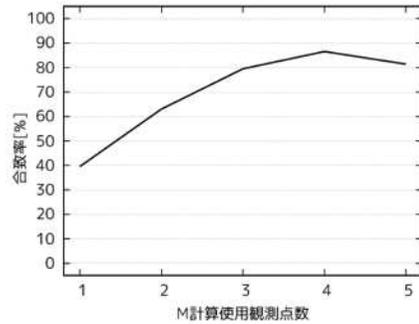


## 計算の方法

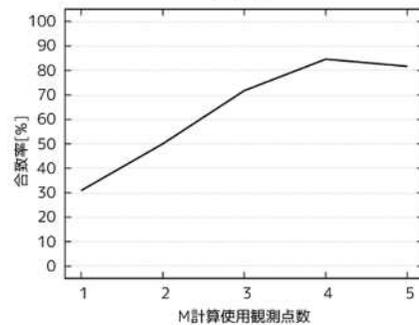
初めて該当のM利用観測点数になる緊急地震速報で予測適合度を計算

- ・利用観測点数が増加するごとに予測適合度上昇
- ・長周期地震動階級(全周期(1.6-7.8s)の最大値に対する階級)では3点利用で約8割、4点利用で9割弱の予測適合度

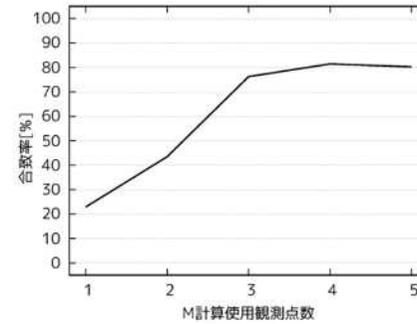
1秒台



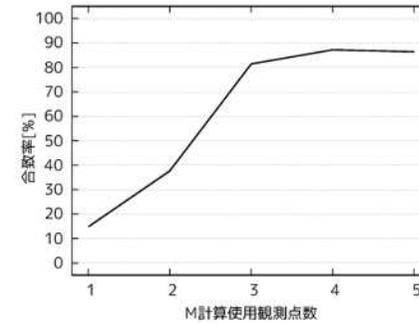
2秒台



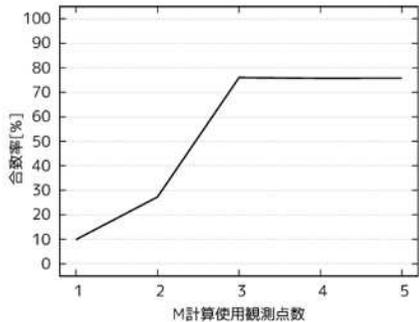
3秒台



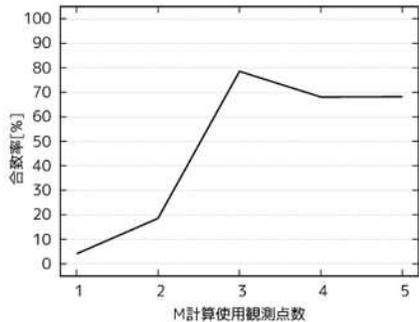
4秒台



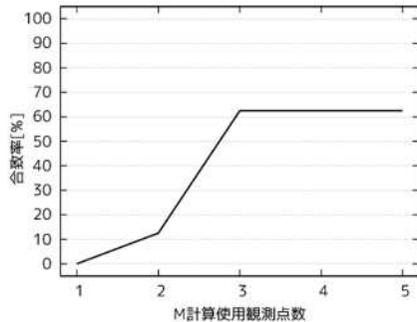
5秒台



6秒台



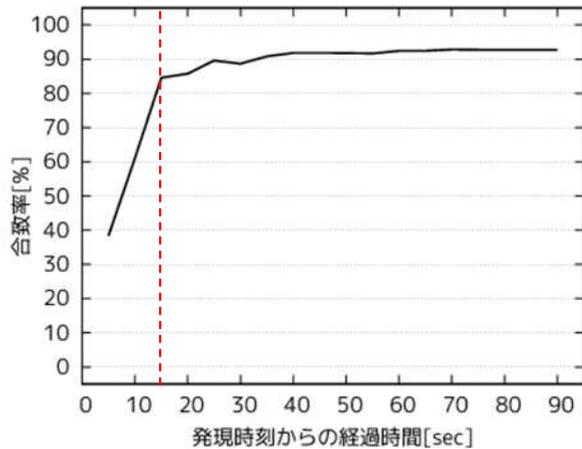
7秒台



予測適合度: ±1階級合致  
気象庁観測点のみ利用  
予測対象は観測点

# 地震検知からの経過時刻ごとの予測適合度

全周期(1.6-7.8秒)

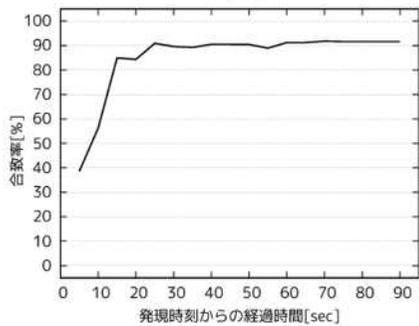


## 計算の方法

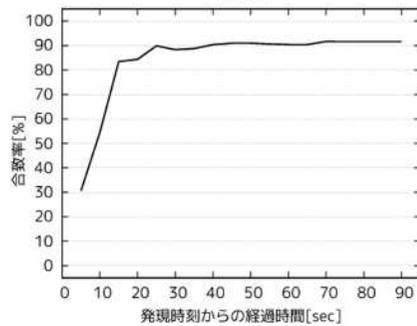
5秒刻みで、その時刻までに発表された最新の緊急地震速報で予測適合度を計算

- ・経過時刻が長くなるにつれ、予測適合度上昇
- ・長周期地震動階級(全周期(1.6-7.8s)の最大値に対する階級)では地震検知後15秒で8割強の予測適合度

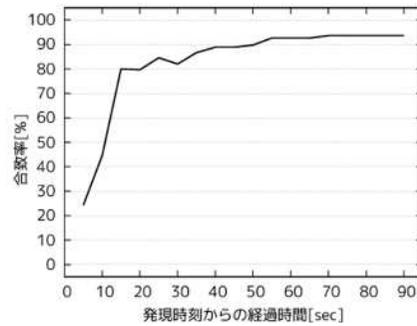
1秒台



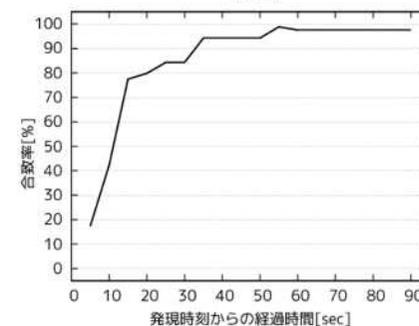
2秒台



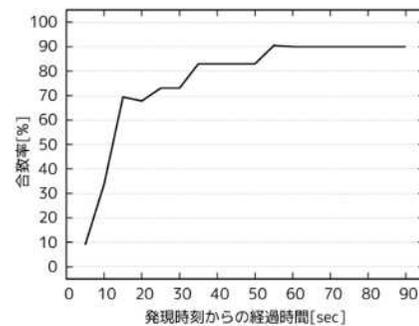
3秒台



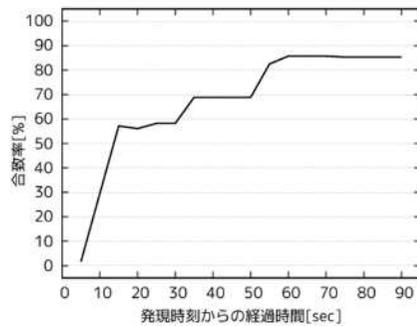
4秒台



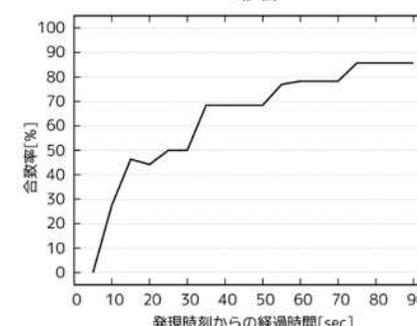
5秒台



6秒台



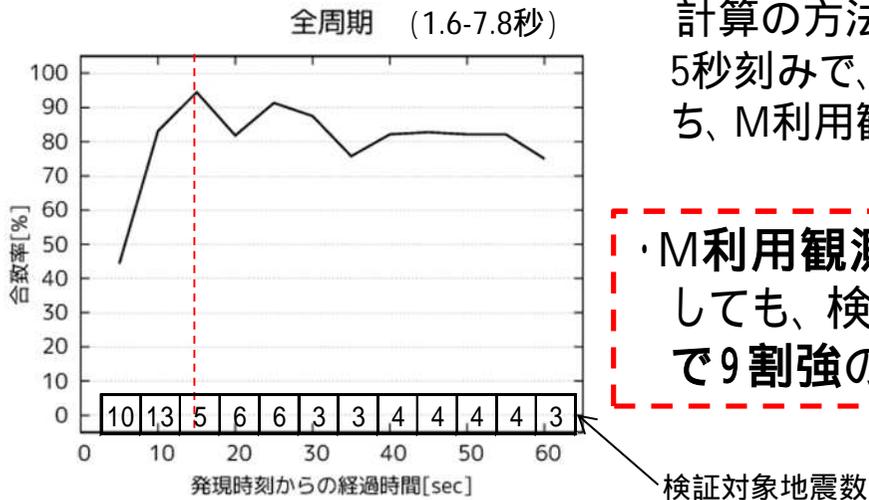
7秒台



予測適合度: ±1階級合致  
 気象庁観測点のみ利用  
 予測対象は観測点

# 地震検知からの経過時刻ごとの予測適合度 (M利用観測点2,3点以下)

## M利用観測点数3点以下

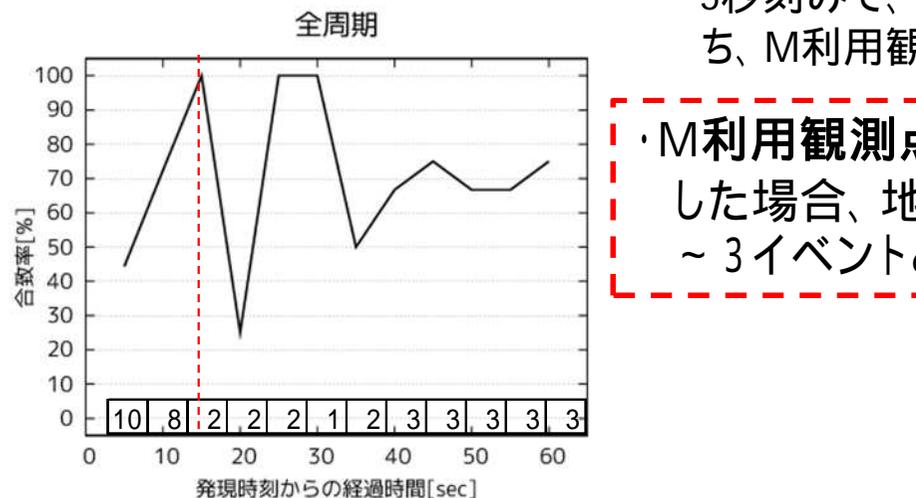


### 計算の方法

5秒刻みで、その時刻までに発表された最新の緊急地震速報のうち、M利用観測点が3点以下のもののみで予測適合度を計算

・M利用観測点数3点以下のもののみで予測適合度を計算しても、検証対象地震数は少ないものの地震検知後15秒で9割強の予測適合度

## M利用観測点数2点以下



### 計算の方法

5秒刻みで、その時刻までに発表された最新の緊急地震速報のうち、M利用観測点が2点以下のもののみで予測適合度を計算

・M利用観測点数2点以下のもののみで予測適合度を計算した場合、地震検知後15秒以降では検証対象地震数は1~3イベントと非常に少なくばらつきが大きい。

予測適合度: ±1階級合致  
 気象庁観測点のみ利用  
 予測対象は観測点 7

# 当面利用する緊急地震速報震源の精度判定の基準について

長周期地震動階級(全周期(1.6-7.8s)の最大値に対する階級)の予測適合度

- ・ マグニチュード計算利用観測点 3点の場合で約8割、4点の場合で9割弱
- ・ 地震検知からの経過時間 15秒で8割強(M利用観測点3点以下のみでも9割強)

精度判定基準のあり方(案)

- ・ マグニチュード計算利用観測点のみの基準では、最終報まで基準以下の利用点数の緊急地震速報の場合、長周期地震動予報を発表することが出来ないことが想定される。
- ・ 経過時間のみ基準では、十分精度が高い震源であるにもかかわらず、経過時間を過ぎるまで長周期地震動予報が発表できない場合がある。
- ・ これらを回避するために、「マグニチュード利用観測点数が3点あるいは4点を越えたとき」か「地震検知から15秒以上経過したとき」のどちらかの条件を満たした場合、緊急地震速報震源の精度が高くなったと判断する。
- ・ 実際の予報は、緊急地震速報震源の精度が高くなったと判断されて以降で、予報の発表基準を満たした場合に発表されるが、この基準については、防災上の観点などから情報検討会において、検討いただく予定である。

予報の発表基準の例

長周期地震動による大きな揺れ(最大階級3以上)が予想される場合に、階級2以上が予想される予報区に対して予報を発表するなど。

## 参考資料

# マグニチュード計算利用観測点数と地震検知からの経過時間の条件を満たした緊急地震速報を用いた長周期地震動予報の事例集

### 対象イベント

2008.06.14 08:43 岩手・宮城地震(Mj7.2, d=8km)

2011.04.07 23:32 宮城県沖の地震(Mj7.1, d=66km)

2011.04.11 17:16 福島県浜通りの地震(Mj7.0, d=6km)

2011.03.11 14:46 東北地方太平洋沖地震(Mj8.4, d=24km、旧M計算方式)

2011.03.11 14:46 東北地方太平洋沖地震(Mj8.4, d=24km、新M計算方式 )

旧計算方式で見られたM決定におけるM依存性(M小で過大、M大で過小評価)を解消するためにH25年2月より導入された手法を、東北地方太平洋沖地震に適用したシミュレーション結果を利用

### 今回検討した長周期地震動予報の2種の発表基準

#### 第1報発表条件

基準A：最大予想階級3以上で、階級2以上の領域に発表

基準B：最大予想階級2以上で、階級1以上の領域に発表

#### 続報条件

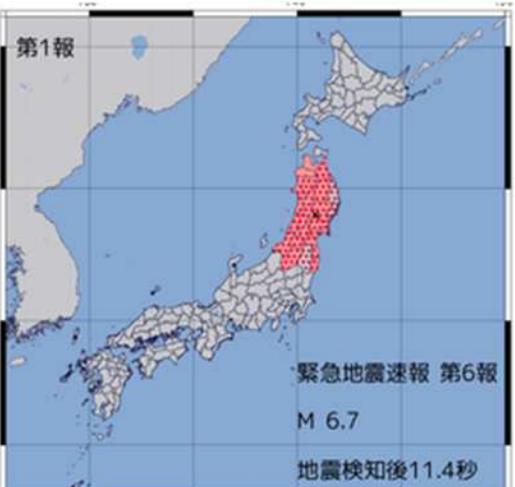
基準A：階級2未満を予想していた領域で階級3以上を新たに予想した場合

基準B：階級1未満を予想していた領域で階級2以上を新たに予想した場合

(いずれの場合も予想階級の低下では続報は発表しない)

# 2008.06.14 08:43 岩手・宮城内陸地震(Mj7.2, d=8km)

## 長周期地震動予報の発表領域と緊急地震速報(警報)の発表領域

発表基準	M計算観測点数3点以上	M計算観測点数4点以上	地震検知後15秒時点
<b>【基準A】</b> 最大予想 階級3以上   階級2以上の領域に 発表	第1報  緊急地震速報 第5報 M 6.7 地震検知後8.4秒	第1報  緊急地震速報 第6報 M 6.7 地震検知後11.4秒	第1報  緊急地震速報 第6報 M 6.7 地震検知後11.4秒
<b>【基準B】</b> 最大予想 階級2以上   階級1以上の領域に 発表	第1報  緊急地震速報 第5報 M 6.7 地震検知後8.4秒	第1報  緊急地震速報 第6報 M 6.7 地震検知後11.4秒	第1報  緊急地震速報 第6報 M 6.7 地震検知後11.4秒



長周期予報発表領域

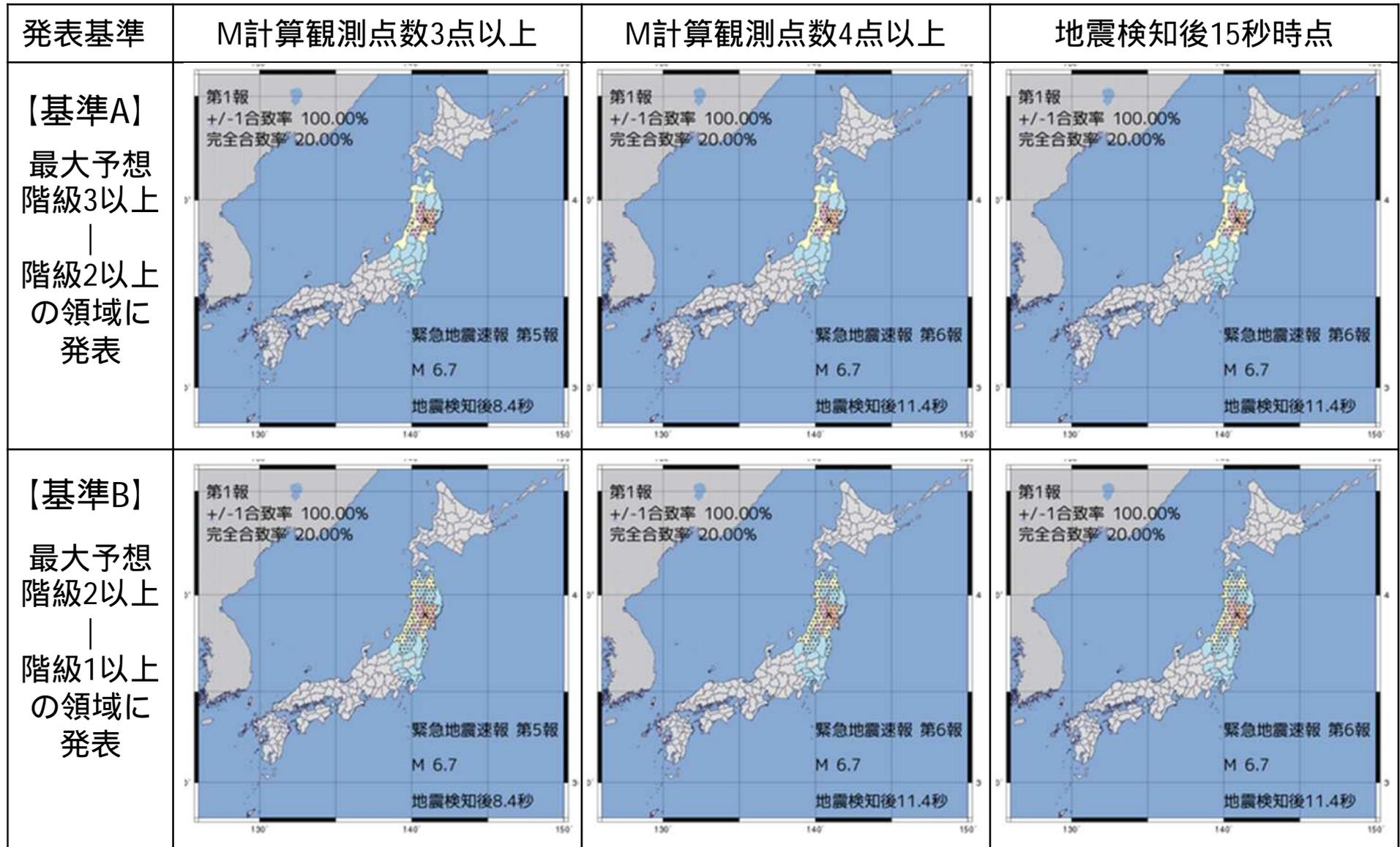


緊急地震速報(警報)発表領域

予測対象は気象庁観測点のみ

# 2008.06.14 08:43 岩手・宮城内陸地震(Mj7.2, d=8km)

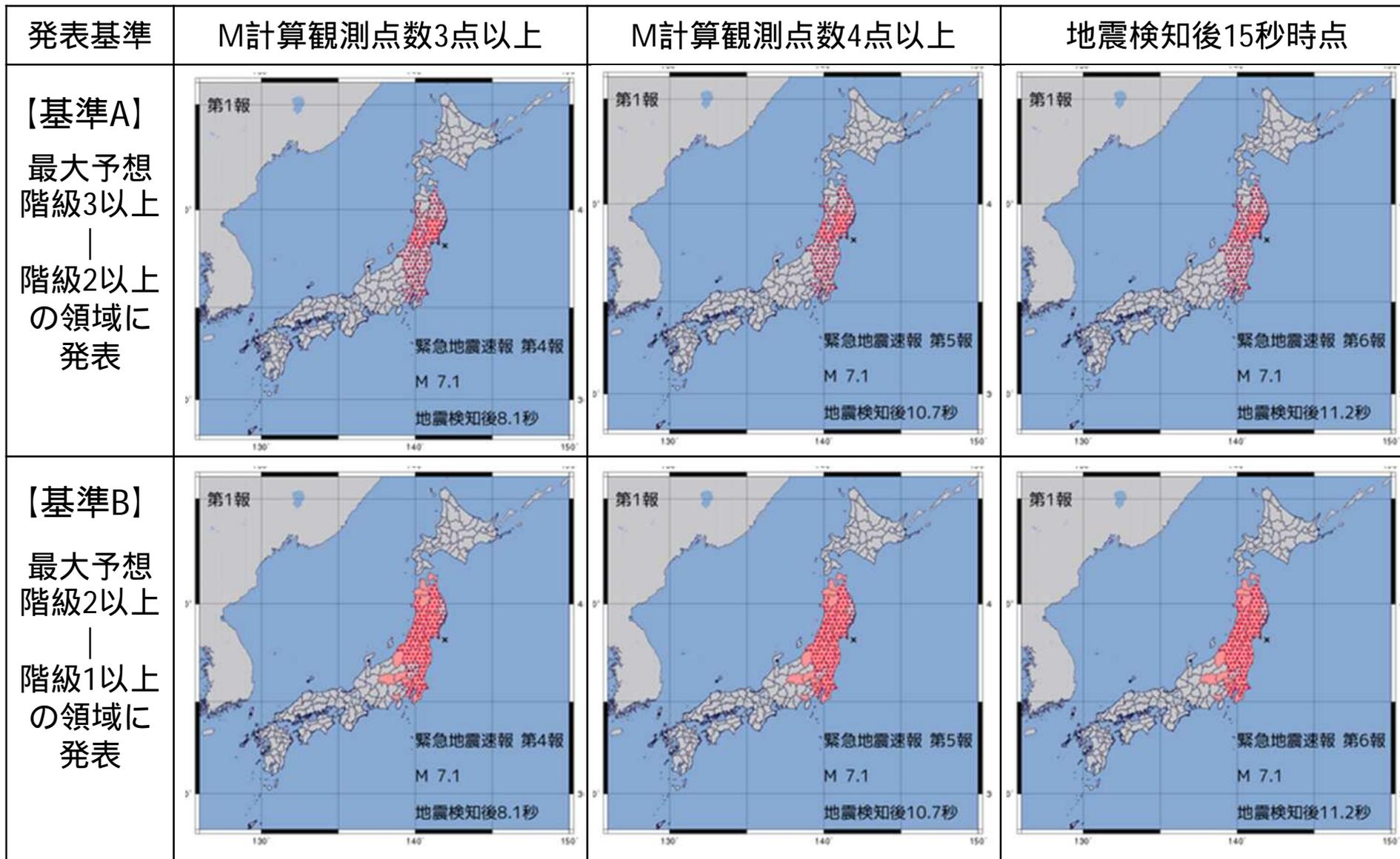
## 長周期地震動予報の発表領域と観測された長周期地震動階級



長周期地震動予報発表領域
 
 階級1
 
 階級2
 
 階級3
 
 階級4
 予測対象は気象庁観測点のみ

# 2011.04.07 23:32 宮城県沖の地震(Mj7.1, d=66km)

## 長周期地震動予報の発表領域と緊急地震速報(警報)の発表領域



長周期予報発表領域

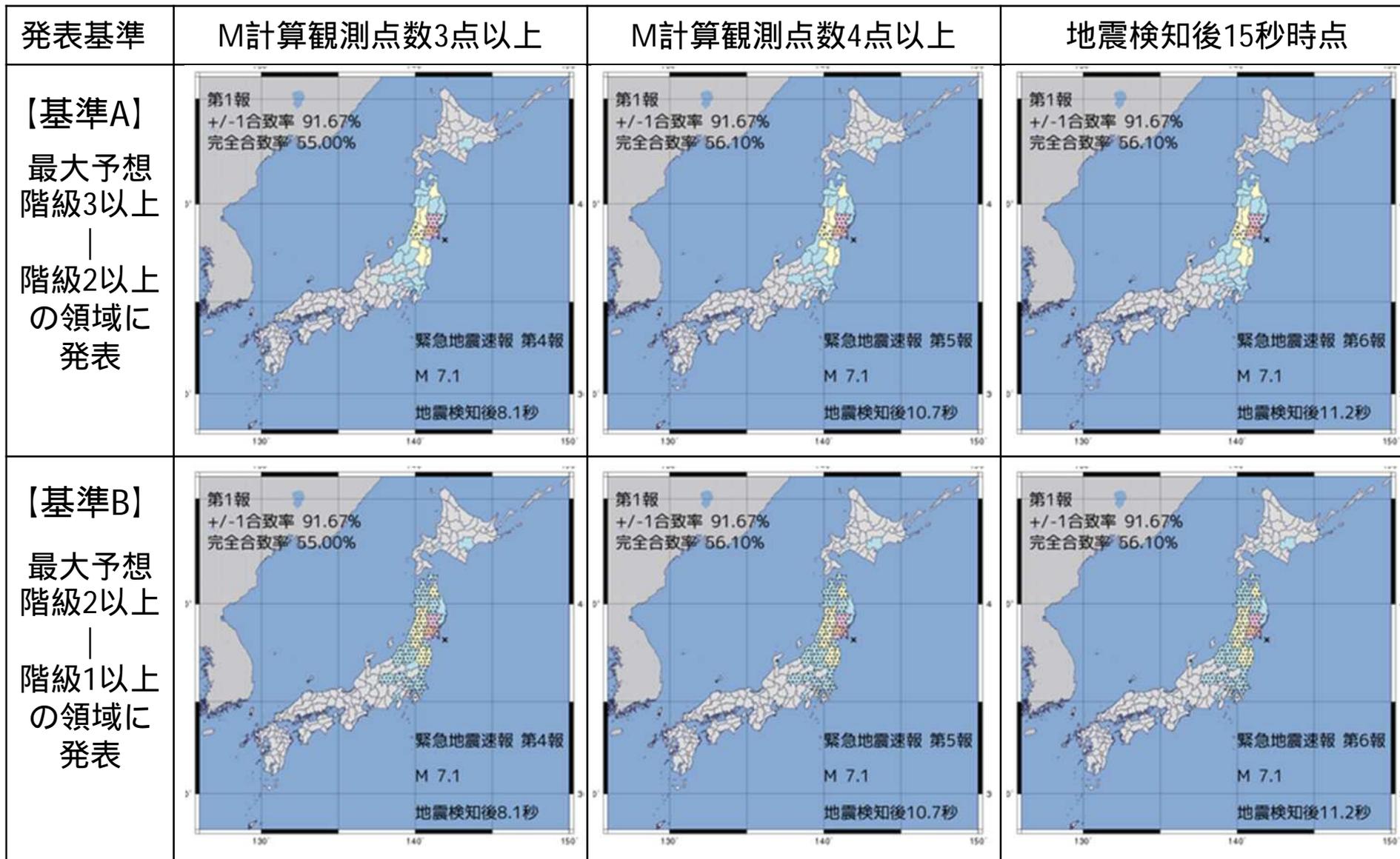


緊急地震速報(警報)発表領域

予測対象は気象庁観測点のみ

# 2011.04.07 23:32 宮城県沖の地震(Mj7.1, d=66km)

## 長周期地震動予報の発表領域と観測された長周期地震動階級



長周期地震動予報発表領域



階級1



階級2



階級3

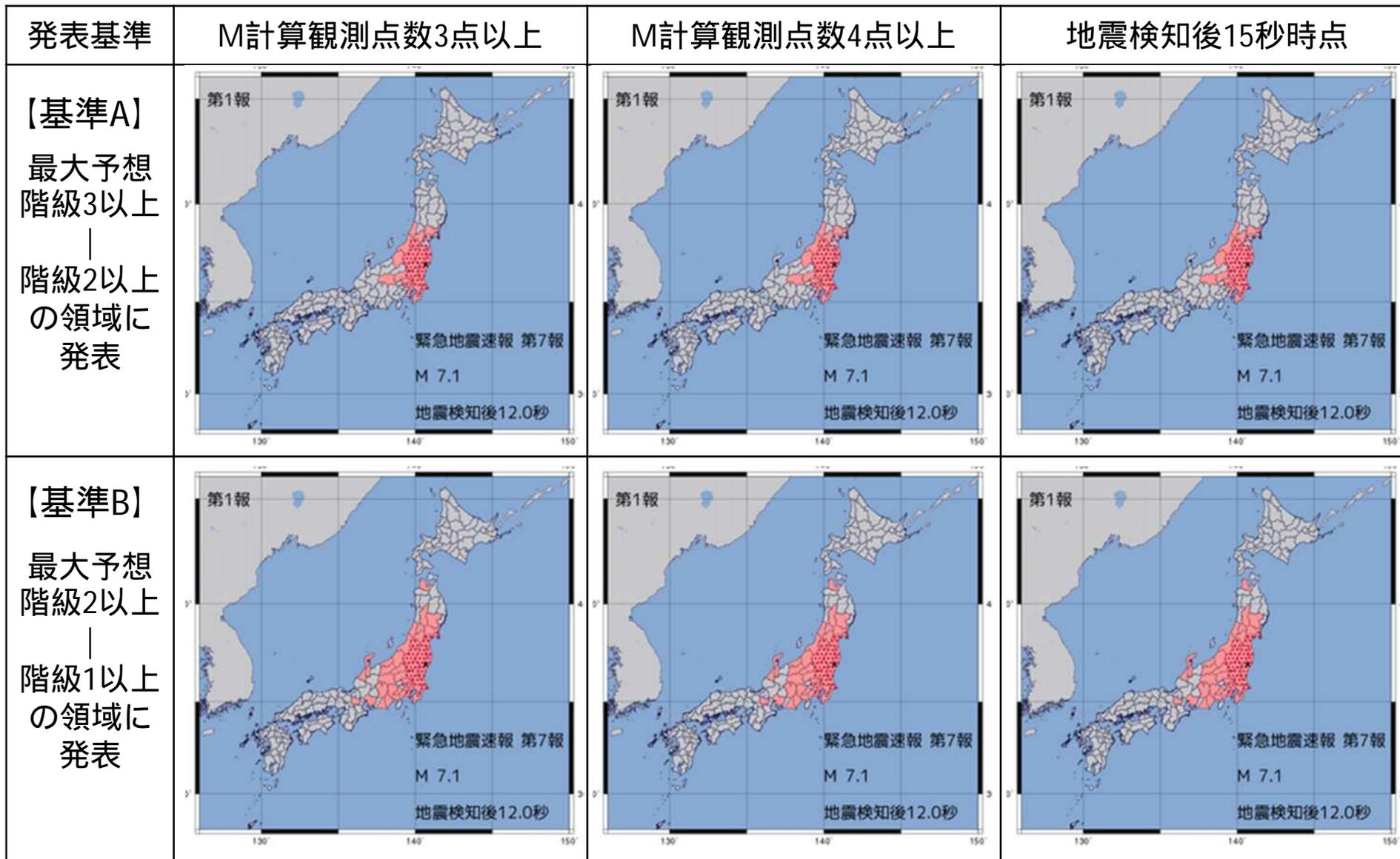


階級4

予測対象は気象庁観測点のみ

# 2011.04.11 17:16 福島県浜通りの地震(Mj7.0, d=6km)

長周期地震動予報の発表領域と緊急地震速報(警報)の発表領域



長周期予報発表領域

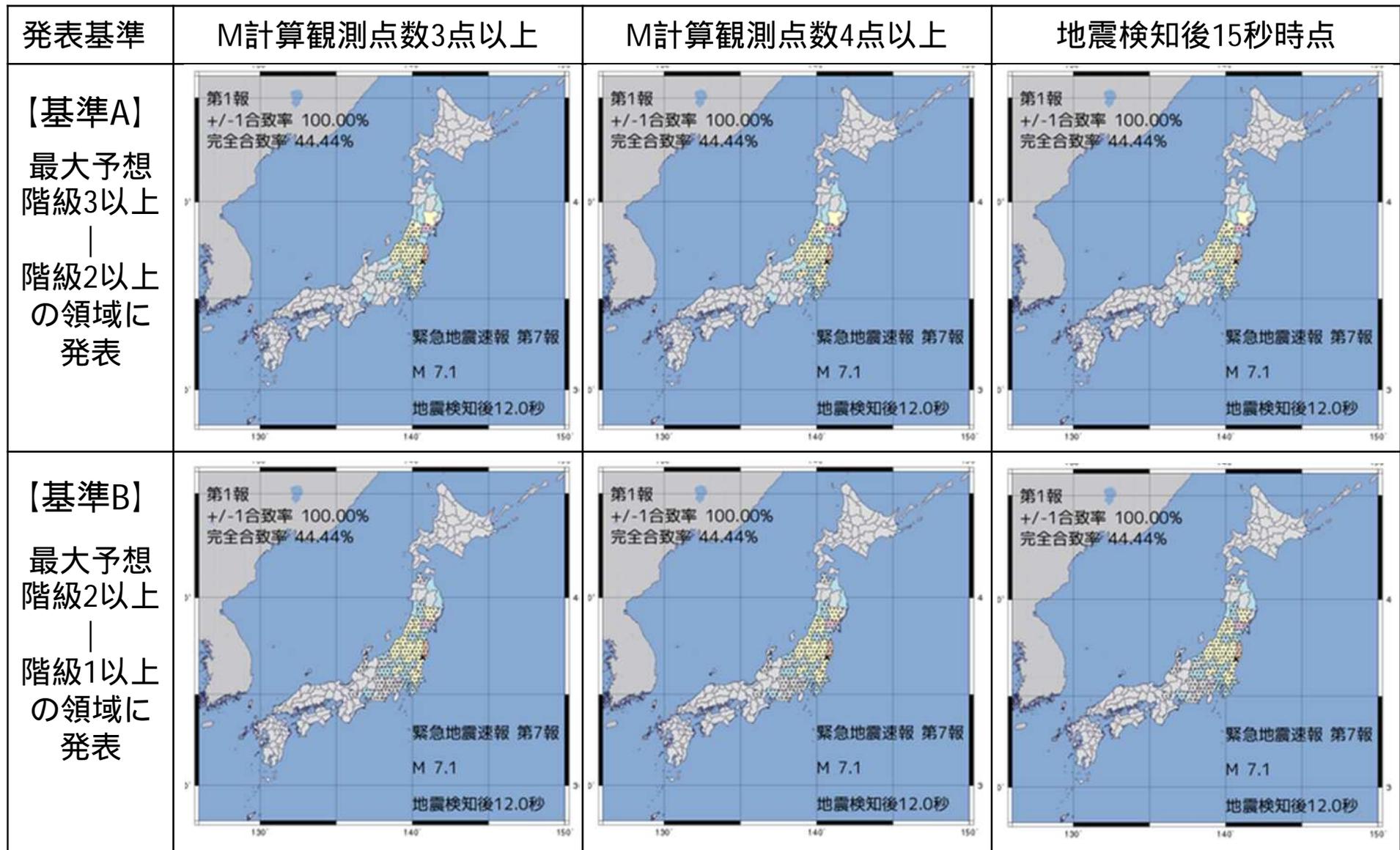


緊急地震速報(警報)発表領域

予測対象は気象庁観測点のみ

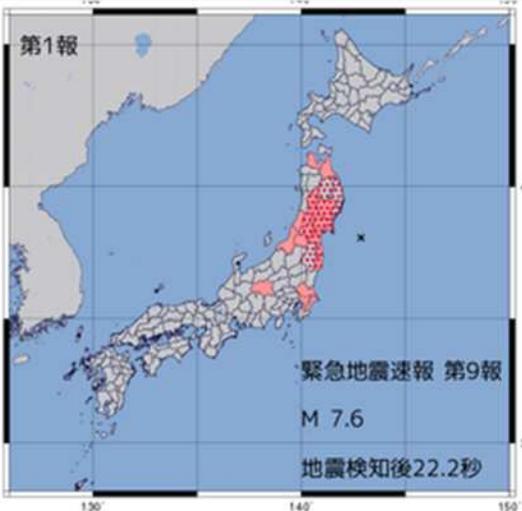
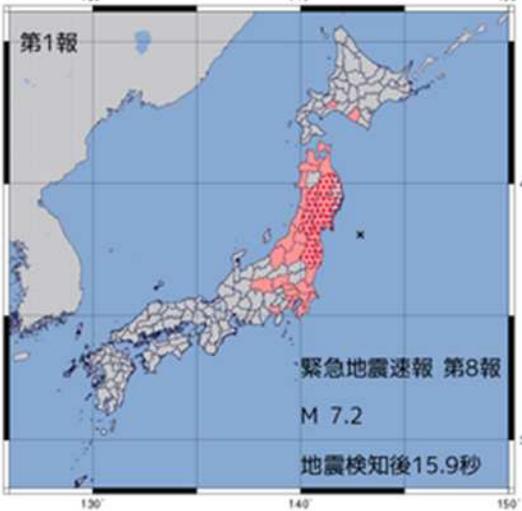
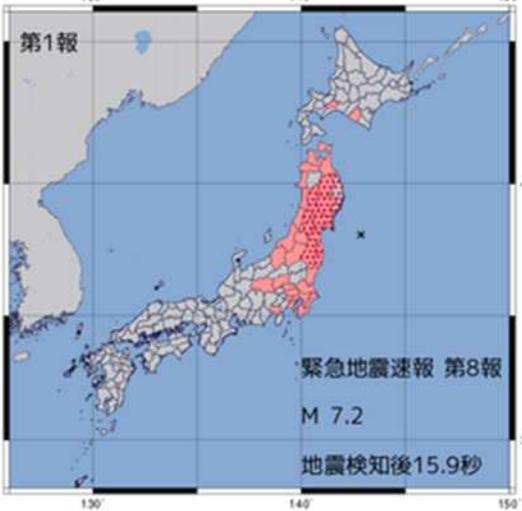
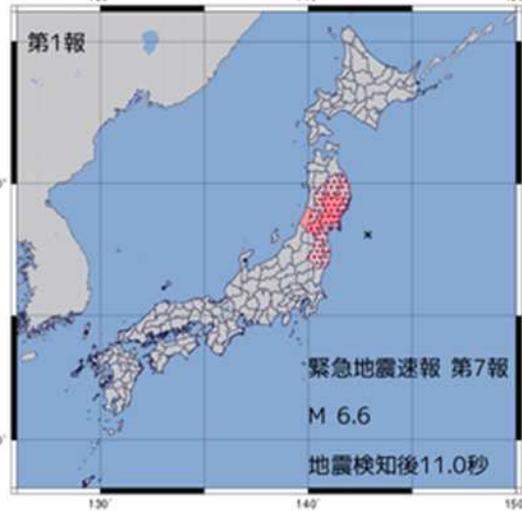
# 2011.04.11 17:16 福島県浜通りの地震(Mj7.0, d=6km)

## 長周期地震動予報の発表領域と観測された長周期地震動階級



# 2011.03.11 14:46 東北地方太平洋沖地震(Mw9.0, Mj8.4, d=24km)

長周期地震動予報の発表領域と緊急地震速報(警報)の発表領域(旧M計算方式、第1報)

発表基準	M計算観測点数3点以上	M計算観測点数4点以上	地震検知後15秒時点
<b>【基準A】</b> 最大予想 階級3以上   階級2以上の領域に 発表	第1報  緊急地震速報 第9報 M 7.6 地震検知後22.2秒	第1報  緊急地震速報 第9報 M 7.6 地震検知後22.2秒	第1報  緊急地震速報 第9報 M 7.6 地震検知後22.2秒
<b>【基準B】</b> 最大予想 階級2以上   階級1以上の領域に 発表	第1報  緊急地震速報 第8報 M 7.2 地震検知後15.9秒	第1報  緊急地震速報 第8報 M 7.2 地震検知後15.9秒	第1報  緊急地震速報 第7報 M 6.6 地震検知後11.0秒



長周期予報発表領域



緊急地震速報(警報)発表領域

予測対象は気象庁観測点のみ

# 2011.03.11 14:46 東北地方太平洋沖地震(Mw9.0, Mj8.4, d=24km)

長周期地震動予報の発表領域と観測された長周期地震動階級 (旧M計算方式、第1報)

発表基準	M計算観測点数3点以上	M計算観測点数4点以上	地震検知後15秒時点
<b>【基準A】</b> 最大予想階級3以上   階級2以上の領域に発表	第1報 +/-1合致率 56.25% 完全合致率 4.35% 緊急地震速報 第9報 M 7.6 地震検知後22.2秒	第1報 +/-1合致率 56.25% 完全合致率 4.35% 緊急地震速報 第9報 M 7.6 地震検知後22.2秒	第1報 +/-1合致率 56.25% 完全合致率 4.35% 緊急地震速報 第9報 M 7.6 地震検知後22.2秒
<b>【基準B】</b> 最大予想階級2以上   階級1以上の領域に発表	第1報 +/-1合致率 8.75% 完全合致率 0.00% 緊急地震速報 第8報 M 7.2 地震検知後15.9秒	第1報 +/-1合致率 8.75% 完全合致率 0.00% 緊急地震速報 第8報 M 7.2 地震検知後15.9秒	第1報 +/-1合致率 0.00% 完全合致率 0.00% 緊急地震速報 第7報 M 6.6 地震検知後11.0秒



長周期地震動予報発表領域



階級1



階級2



階級3

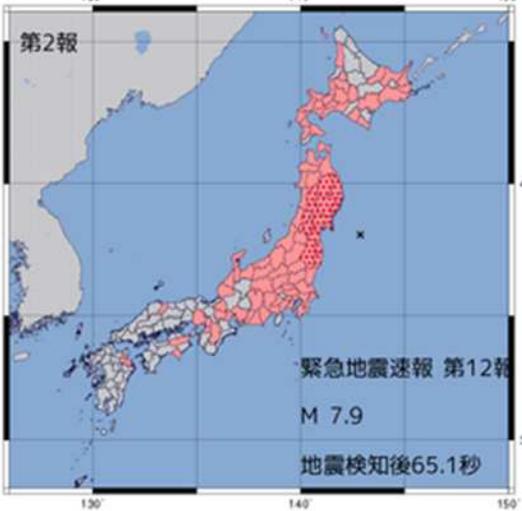
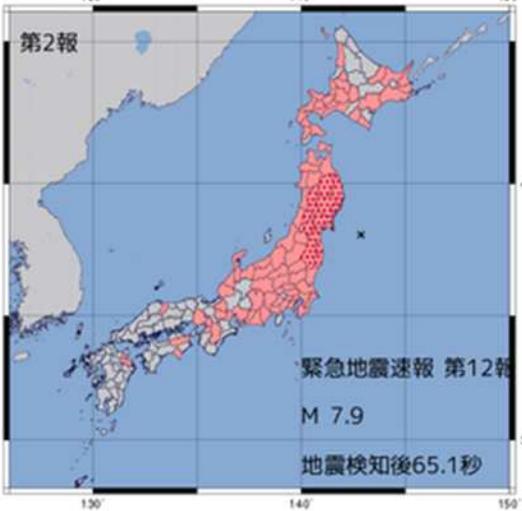


階級4

予測対象は気象庁観測点のみ

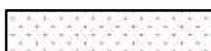
# 2011.03.11 14:46 東北地方太平洋沖地震(Mw9.0, Mj8.4, d=24km)

長周期地震動予報の発表領域と緊急地震速報(警報)の発表領域(旧M計算方式、第2報)

発表基準	M計算観測点数3点以上	M計算観測点数4点以上	地震検知後15秒時点
<p>【基準A】</p> <p>最大予想 階級3以上   階級2以上 の領域に 発表</p>			
<p>【基準B】</p> <p>最大予想 階級2以上   階級1以上 の領域に 発表</p>			



長周期予報発表領域

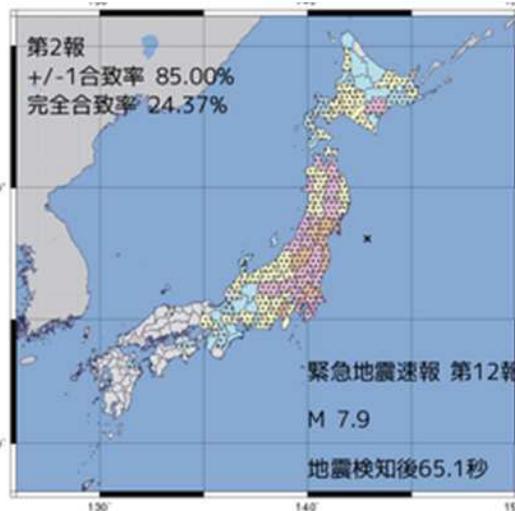
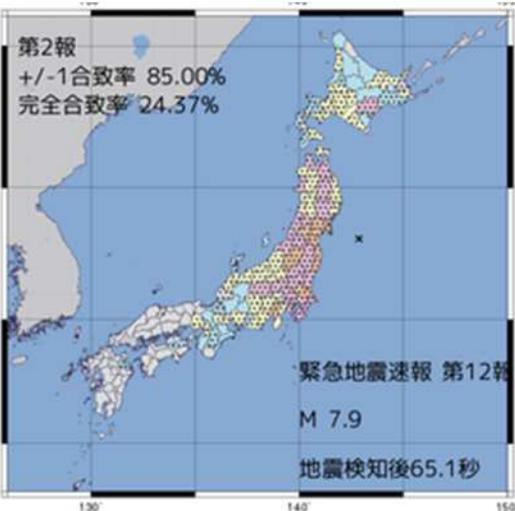
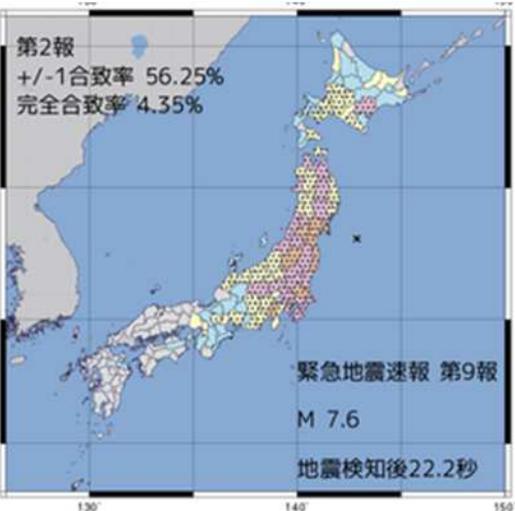


緊急地震速報(警報)発表領域

予測対象は気象庁観測点のみ

# 2011.03.11 14:46 東北地方太平洋沖地震(Mw9.0, Mj8.4, d=24km)

## 長周期地震動予報の発表領域と観測された長周期地震動階級 (旧M計算方式、第2報)

発表基準	M計算観測点数3点以上	M計算観測点数4点以上	地震検知後15秒時点
<p>【基準A】</p> <p>最大予想階級3以上   階級2以上の領域に発表</p>			
<p>【基準B】</p> <p>最大予想階級2以上   階級1以上の領域に発表</p>			



長周期地震動予報発表領域



階級1



階級2



階級3

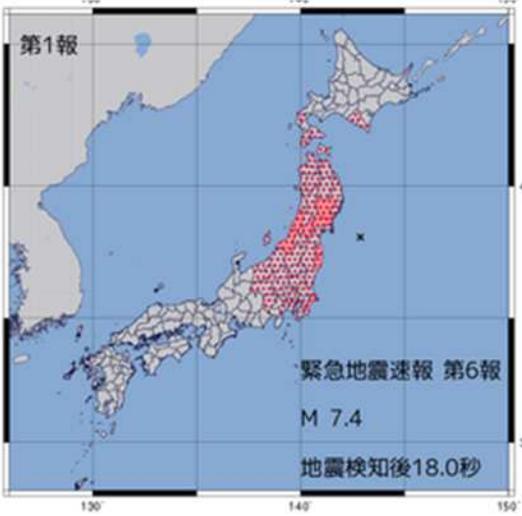
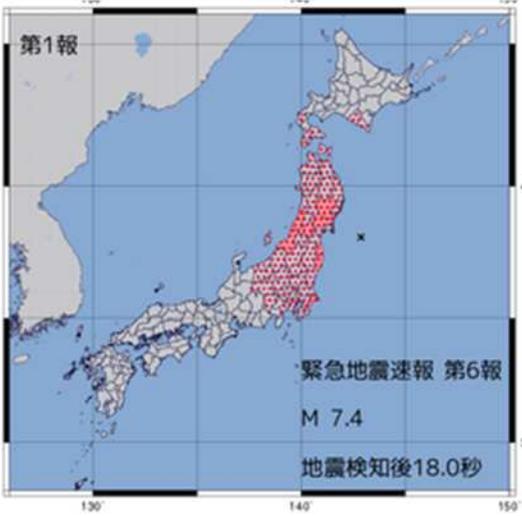
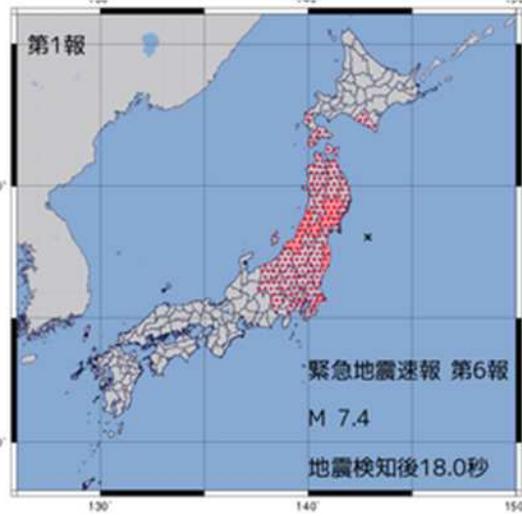
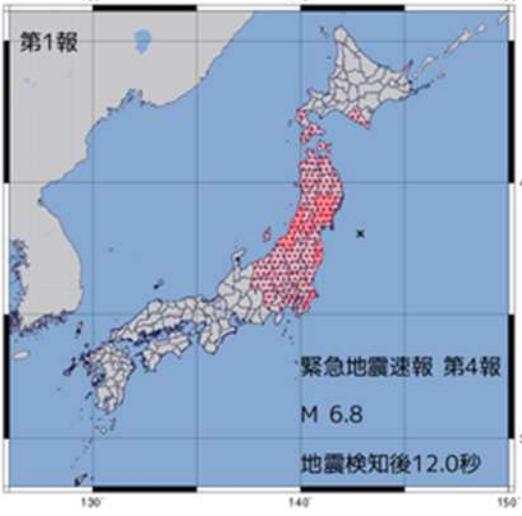
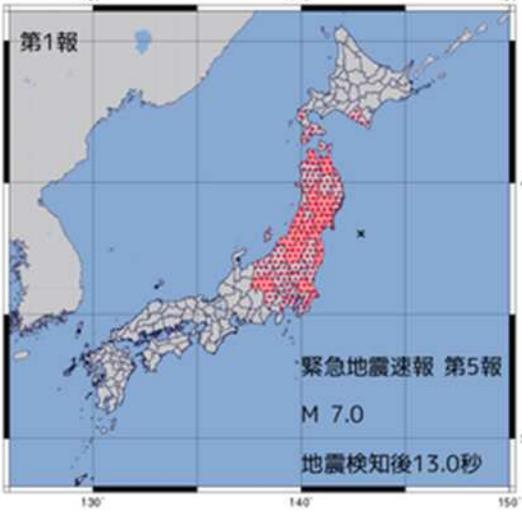
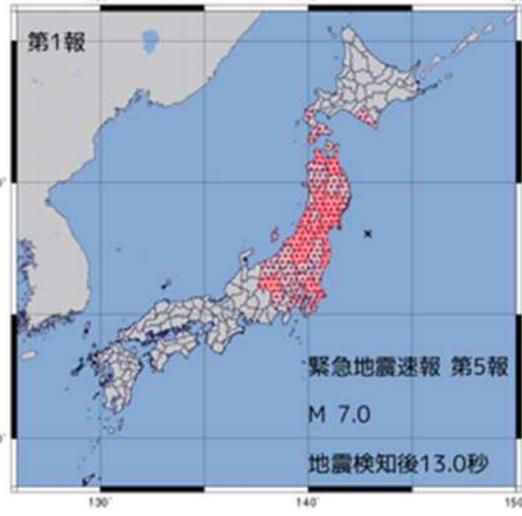


階級4

予測対象は気象庁観測点のみ

# 2011.03.11 14:46 東北地方太平洋沖地震(Mw9.0, Mj8.4, d=24km)

長周期地震動予報の発表領域と緊急地震速報(警報)の発表領域(新M計算方式、第1報)

発表基準	M計算観測点数3点以上	M計算観測点数4点以上	地震検知後15秒時点
<b>【基準A】</b> 最大予想 階級3以上   階級2以上 の領域に 発表	第1報  緊急地震速報 第6報 M 7.4 地震検知後18.0秒	第1報  緊急地震速報 第6報 M 7.4 地震検知後18.0秒	第1報  緊急地震速報 第6報 M 7.4 地震検知後18.0秒
<b>【基準B】</b> 最大予想 階級2以上   階級1以上 の領域に 発表	第1報  緊急地震速報 第4報 M 6.8 地震検知後12.0秒	第1報  緊急地震速報 第5報 M 7.0 地震検知後13.0秒	第1報  緊急地震速報 第5報 M 7.0 地震検知後13.0秒



長周期予報発表領域

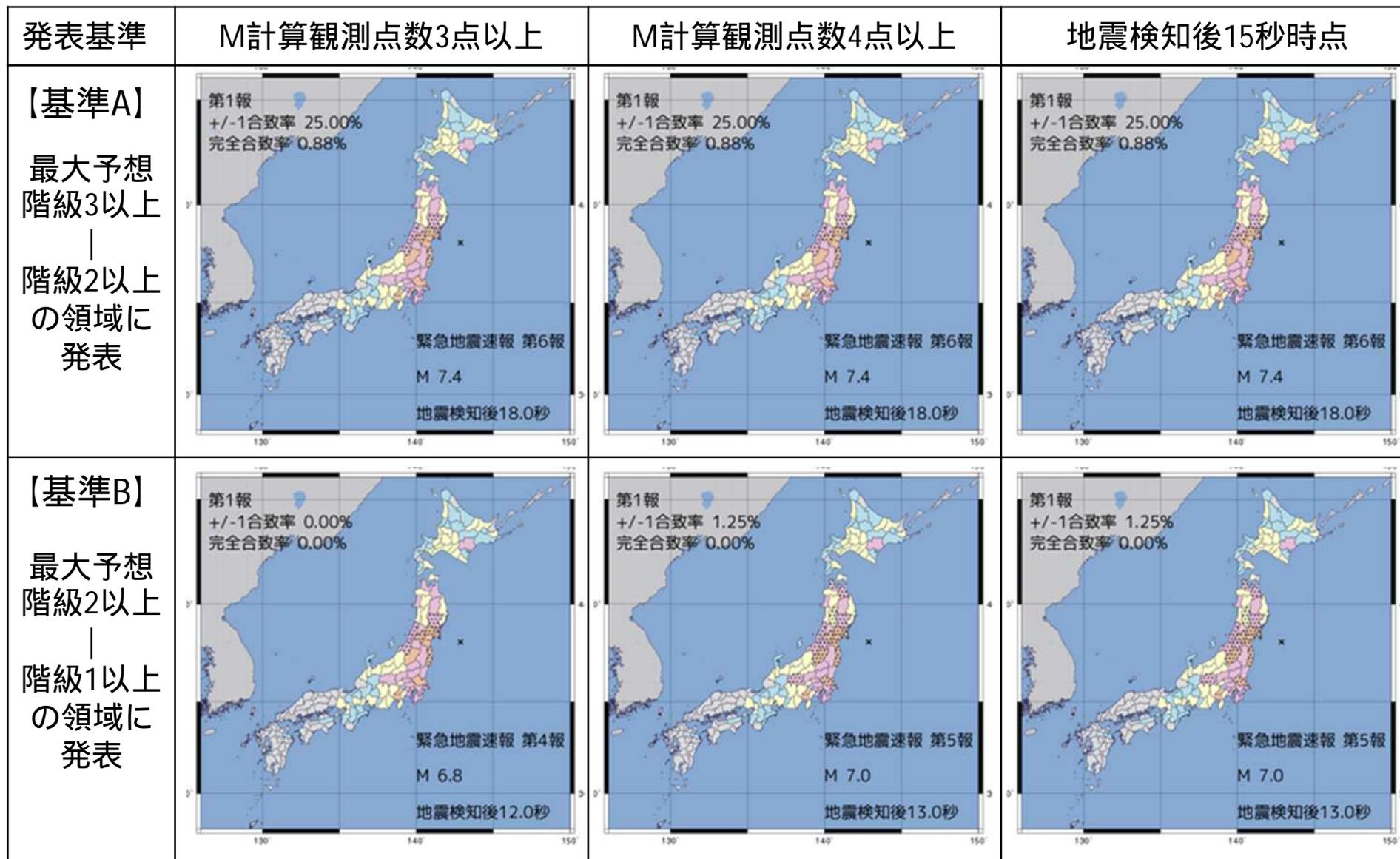


緊急地震速報(警報)発表領域

予測対象は気象庁観測点のみ

# 2011.03.11 14:46 東北地方太平洋沖地震(Mw9.0, Mj8.4, d=24km)

長周期地震動予報の発表領域と観測された長周期地震動階級 (新M計算方式、第1報)



長周期地震動予報発表領域



階級1



階級2



階級3

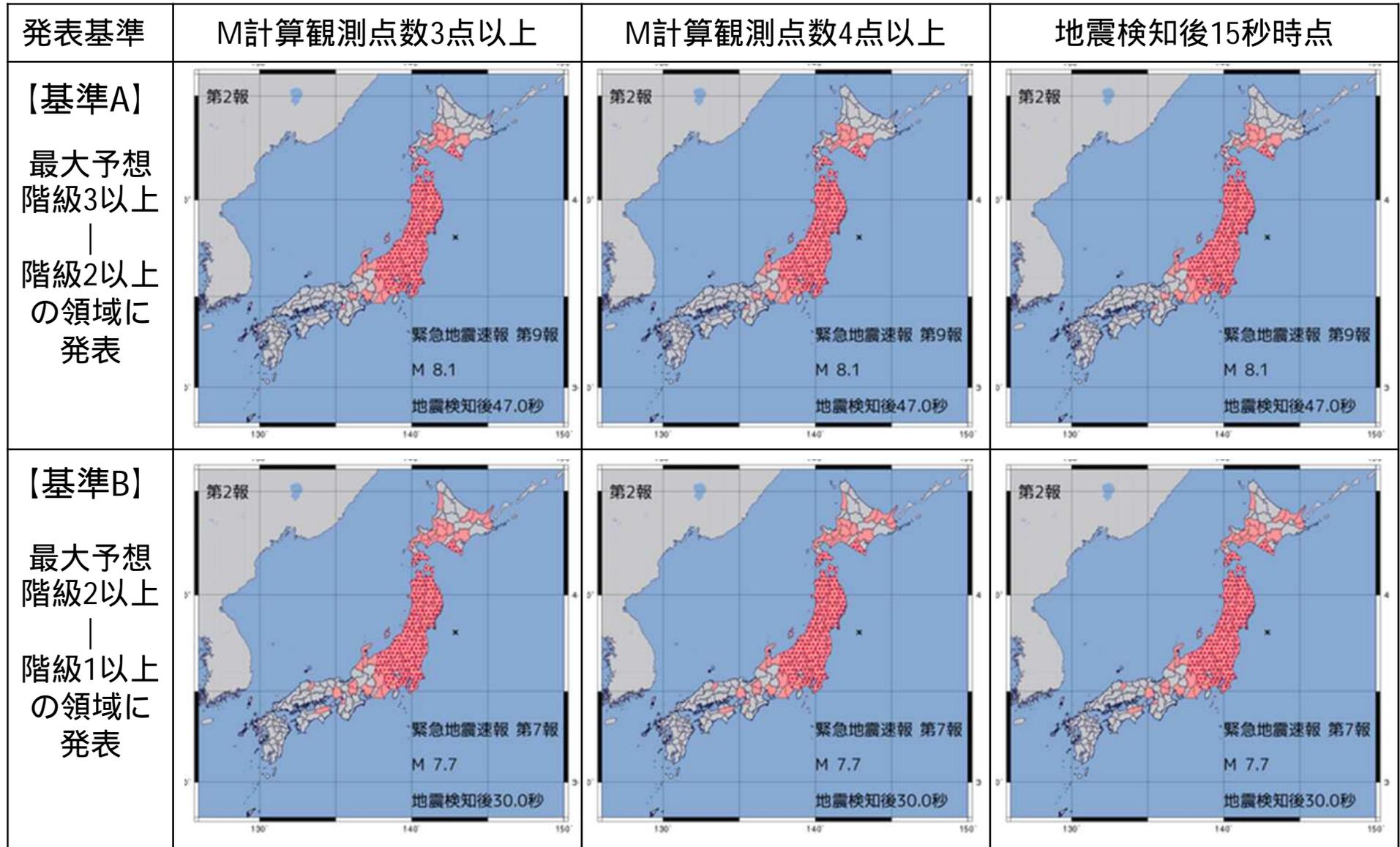


階級4

予測対象は気象庁観測点のみ

# 2011.03.11 14:46 東北地方太平洋沖地震(Mw9.0, Mj8.4, d=24km)

長周期地震動予報の発表領域と緊急地震速報(警報)の発表領域(新M計算方式、第2報)



長周期予報発表領域

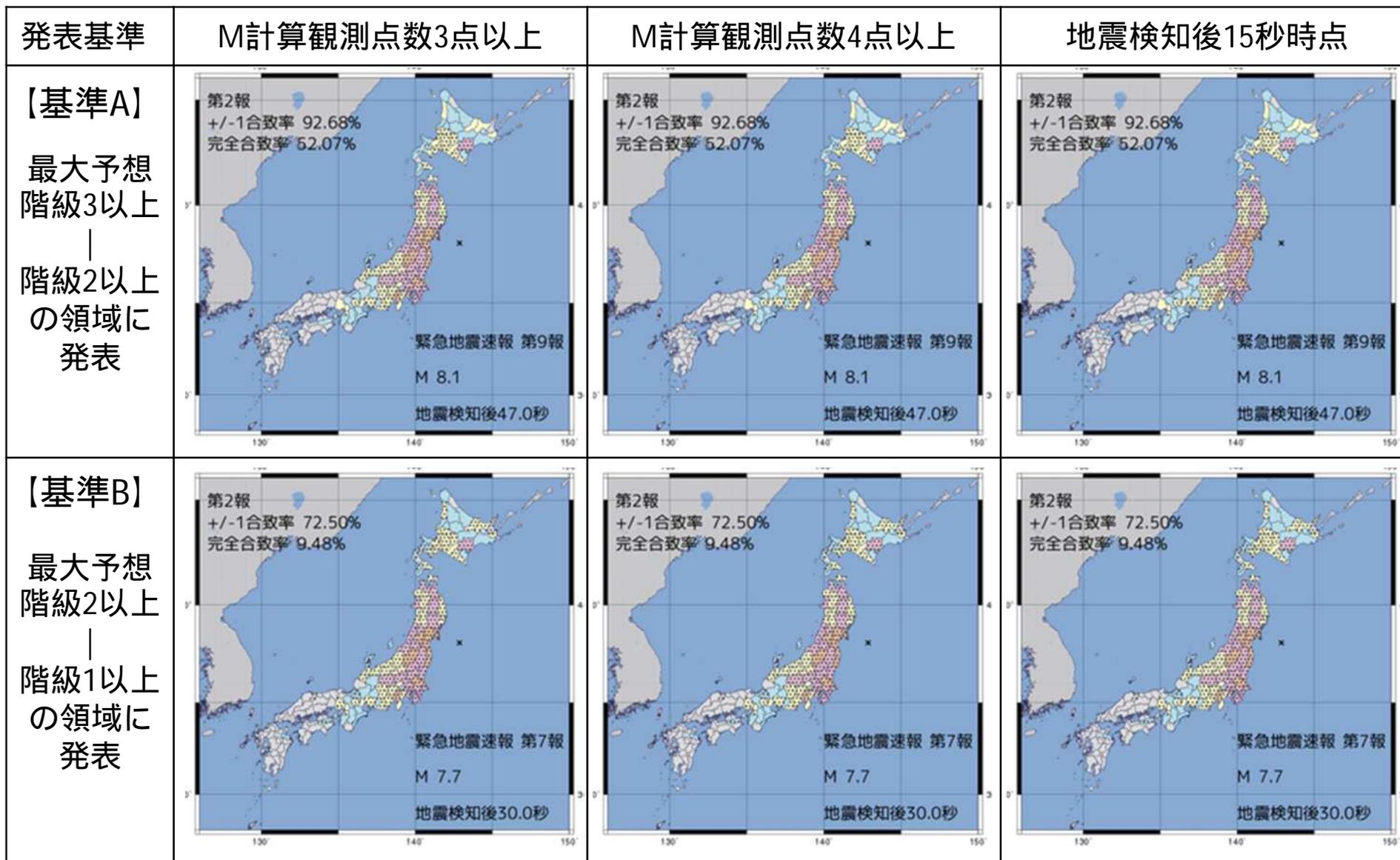


緊急地震速報(警報)発表領域

予測対象は気象庁観測点のみ

# 2011.03.11 14:46 東北地方太平洋沖地震(Mw9.0, Mj8.4, d=24km)

長周期地震動予報の発表領域と観測された長周期地震動階級 (新M計算方式、第2報)



長周期地震動予報発表領域



階級1



階級2



階級3



階級4

予測対象は気象庁観測点のみ

# 2011.03.11 14:46 東北地方太平洋沖地震(Mw9.0, Mj8.4, d=24km)

長周期地震動予報の発表領域と緊急地震速報(警報)の発表領域(新M計算方式、第3報)

発表基準	M計算観測点数3点以上	M計算観測点数4点以上	地震検知後15秒時点
<p>【基準A】</p> <p>最大予想 階級3以上   階級2以上 の領域に 発表</p>			
<p>【基準B】</p> <p>最大予想 階級2以上   階級1以上 の領域に 発表</p>			



長周期予報発表領域

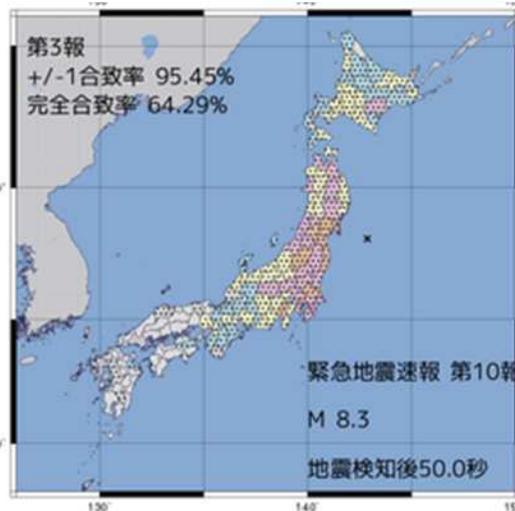
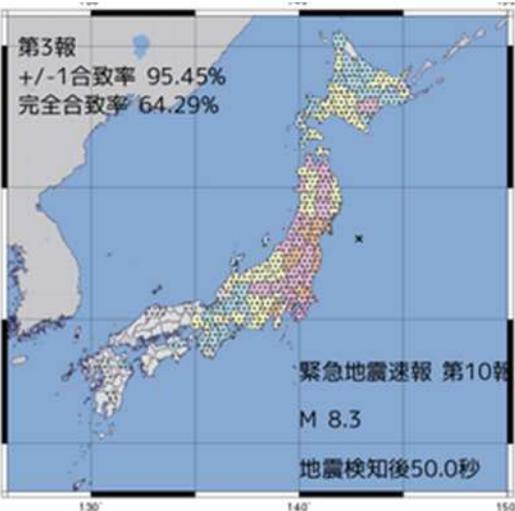


緊急地震速報(警報)発表領域

予測対象は気象庁観測点のみ

# 2011.03.11 14:46 東北地方太平洋沖地震(Mw9.0, Mj8.4, d=24km)

長周期地震動予報の発表領域と観測された長周期地震動階級 (新M計算方式、第3報)

発表基準	M計算観測点数3点以上	M計算観測点数4点以上	地震検知後15秒時点
<p>【基準A】</p> <p>最大予想階級3以上   階級2以上の領域に発表</p>			
<p>【基準B】</p> <p>最大予想階級2以上   階級1以上の領域に発表</p>			



長周期地震動予報発表領域



階級1



階級2



階級3



階級4

予測対象は気象庁観測点のみ