

津波警報の改善について

2012. 5. 18

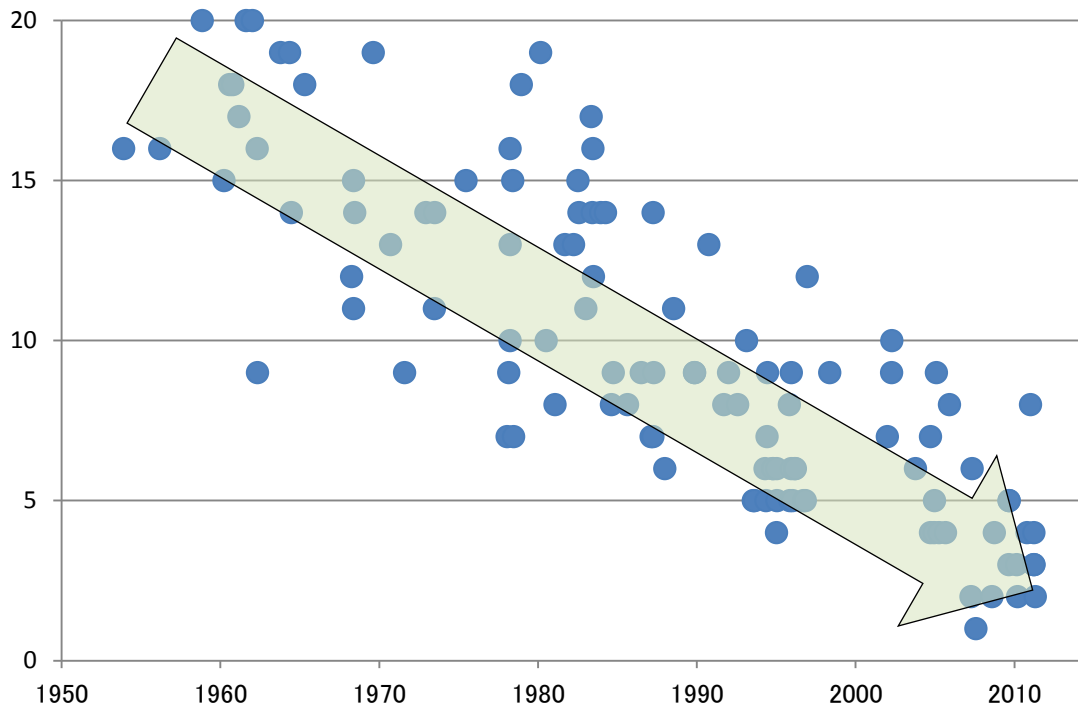
気象庁 地震火山部 地震津波監視課

- 1. 気象庁の津波警報の概要**
- 2. 東北地方太平洋沖地震に対する津波警報**
- 3. 津波警報の改善について**

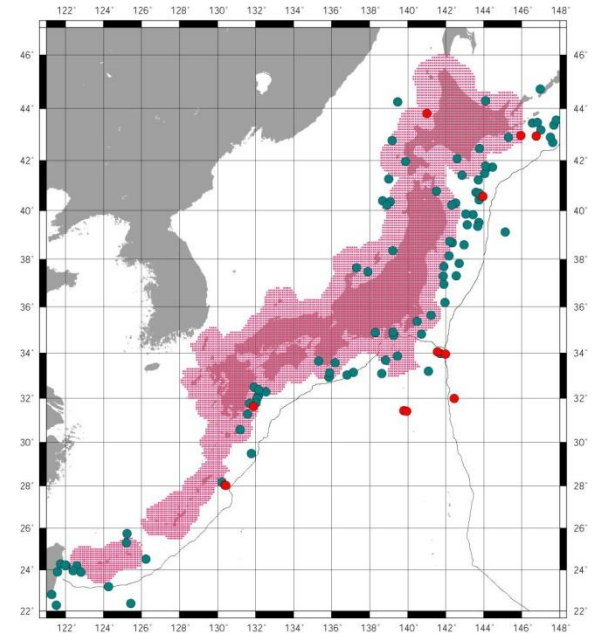
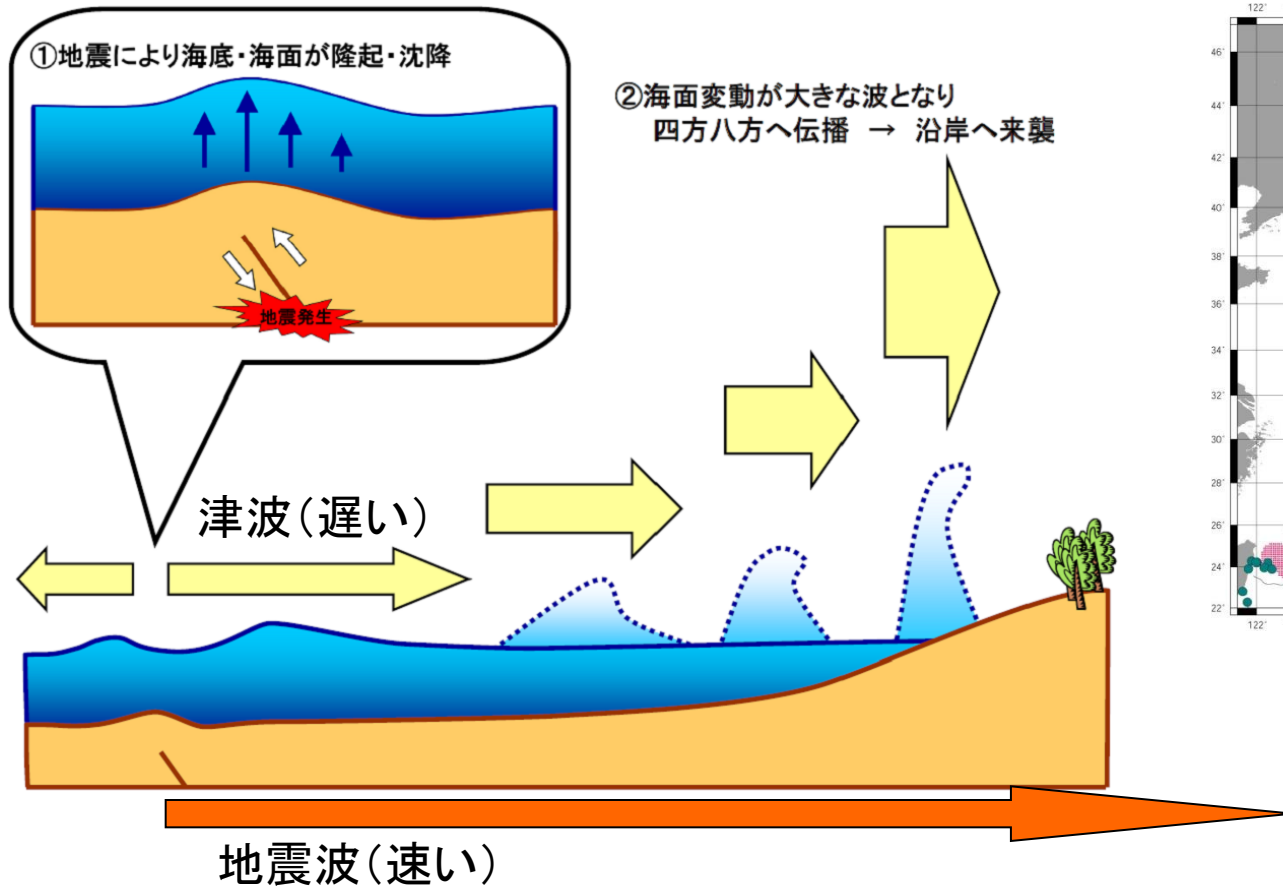
1. 気象庁の津波警報の概要

気象庁の津波警報業務の歴史

年	出来事
1952年	気象庁の津波警報業務開始
1982年	気象資料自動編集中継装置(ADESS)の地震処理業務開始
1983年	日本海中部地震で沿岸に約7分で津波到達
1987年	地震活動等総合監視システム(EPOS)の導入
1993年	北海道南西沖地震で沿岸に数分程度で津波到達
1994年	津波地震早期検知網の導入(約180箇所の地震計ネットワーク)
1999年	量的津波警報システムの導入
2006年	緊急地震速報技術の導入



津波警報の原理



日本周辺の、津波による被害が発生した地震及び津波予報を行った地震のうち約4割は、沿岸に20分以内で津波が来襲する領域(ピンク)で発生している。

●迅速に津波警報を発表するため、地震波の解析結果に基づき津波警報(第1報)を作成・発表。

●その後の解析・観測結果等により順次更新。

気象庁の地震津波情報発表の流れ

地震発生

緊急地震速報

自動処理

津波警報

震度速報

自動処理

津波情報

(津波の到達予想時刻、予想される津波の高さ)

地震情報

(震源、マグニチュード)

震源・震度に関する情報

津波情報

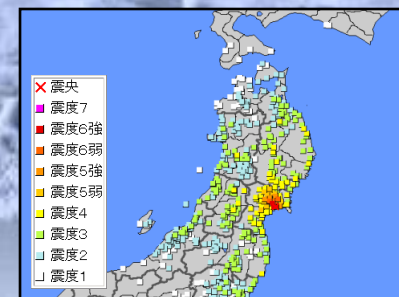
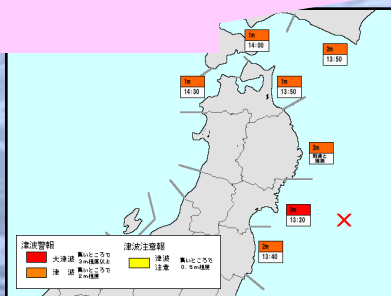
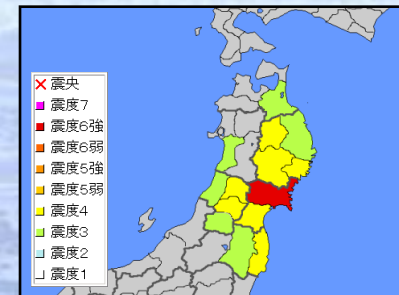
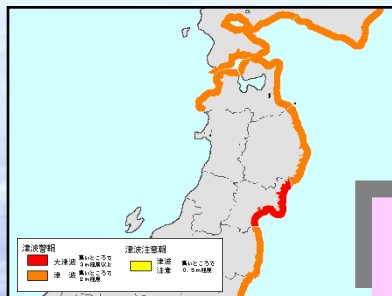
(津波観測(高さ、到達時刻))

各地の震度に関する情報

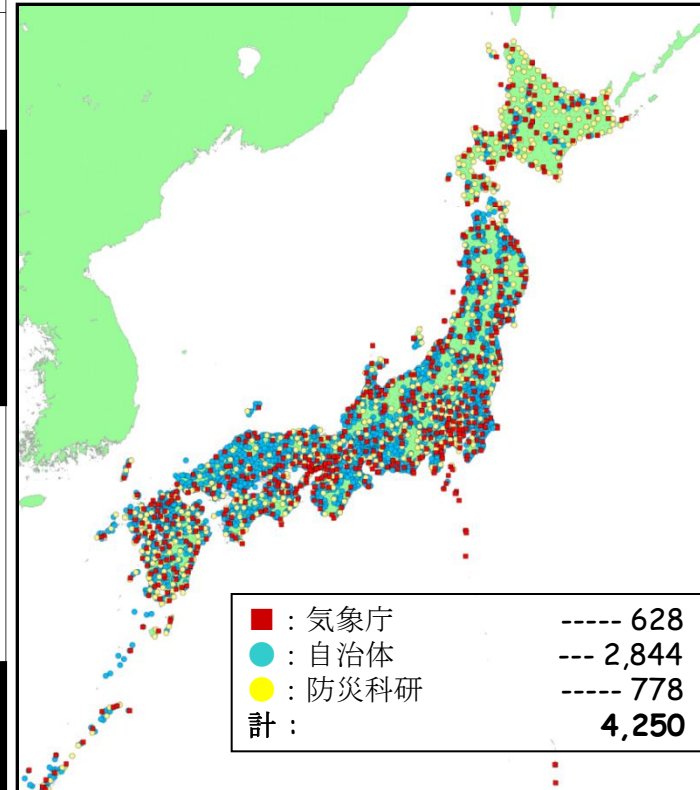
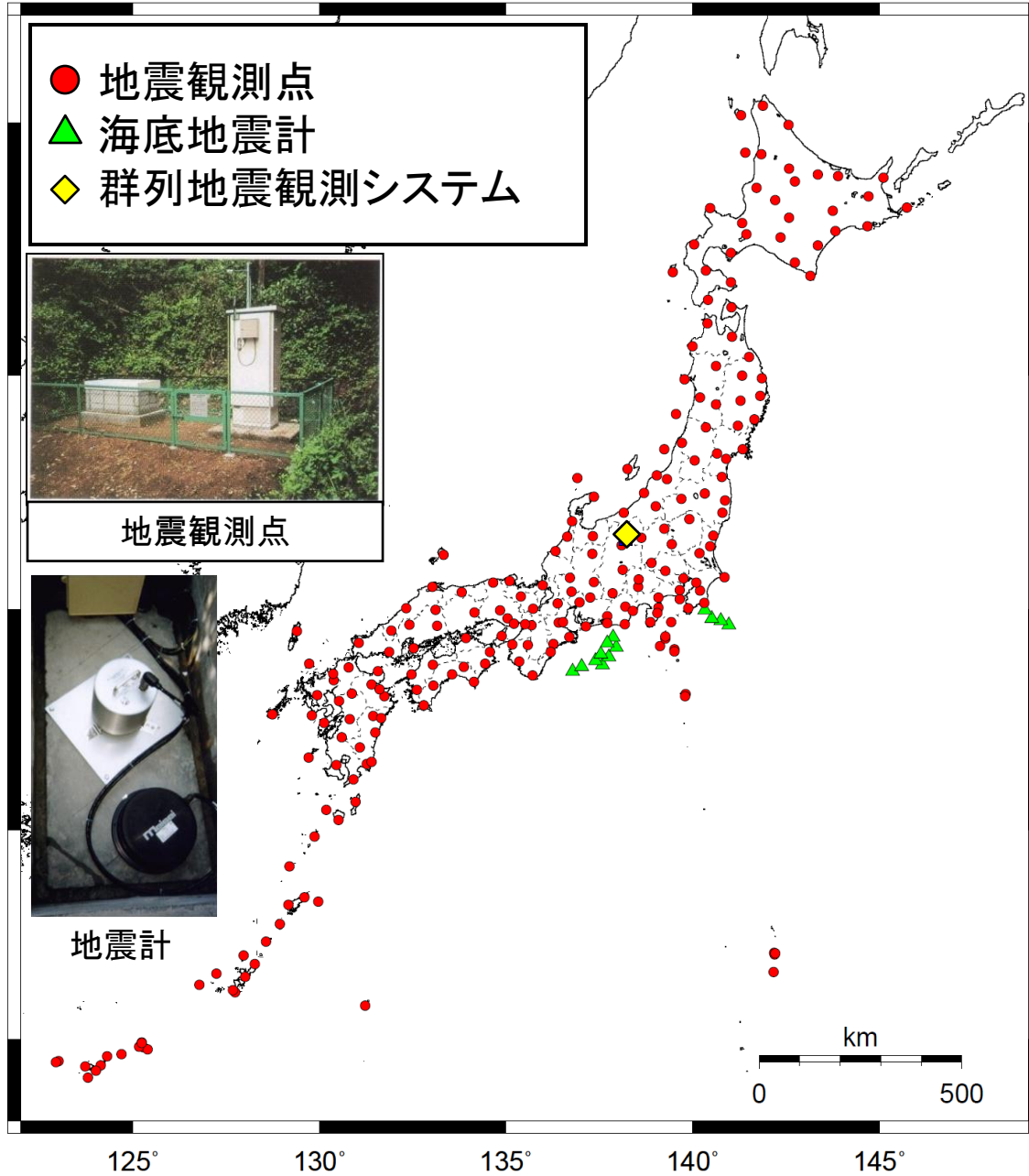
1.5min.

2~3min.

5min.



地震活動の監視

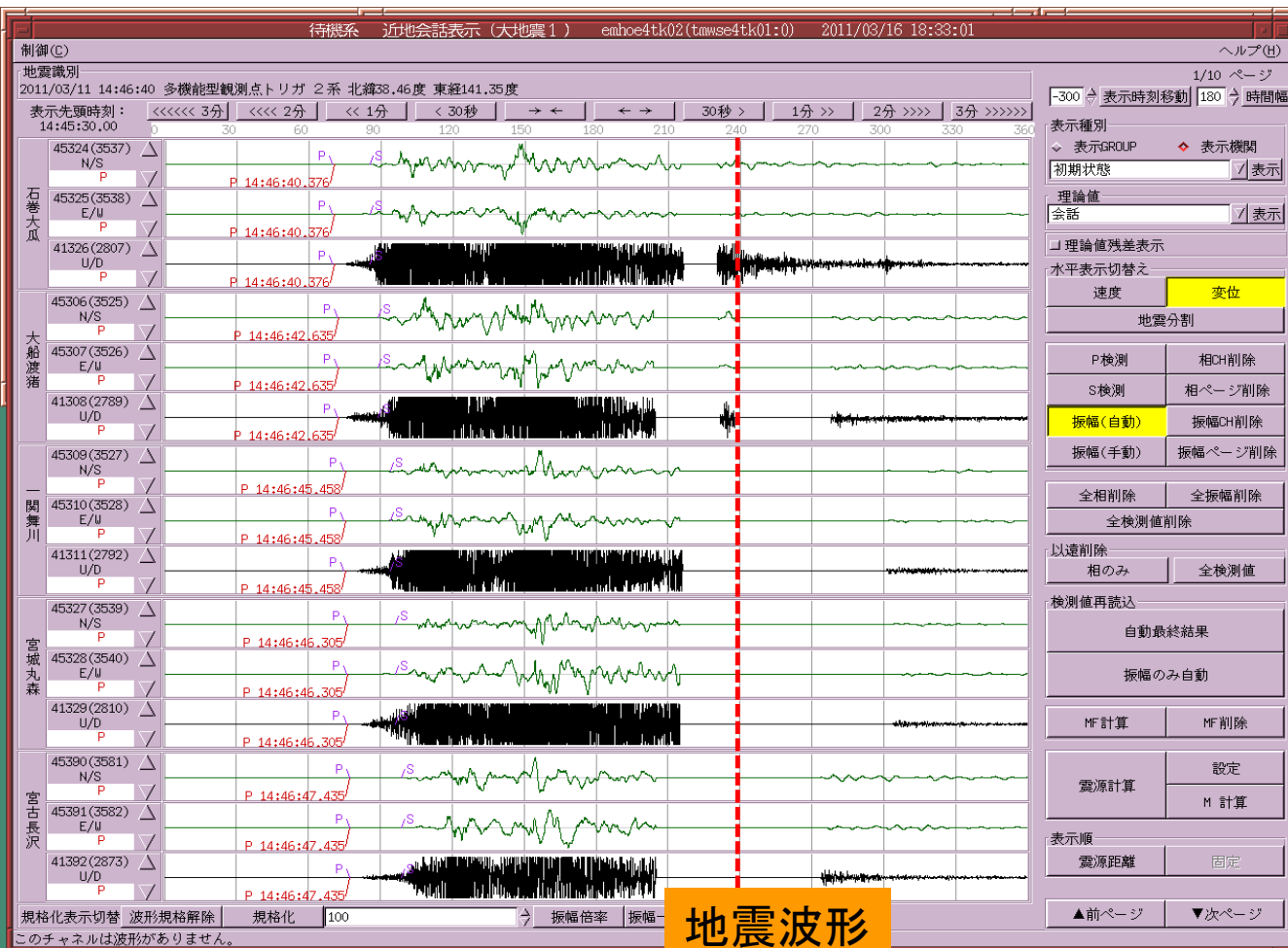
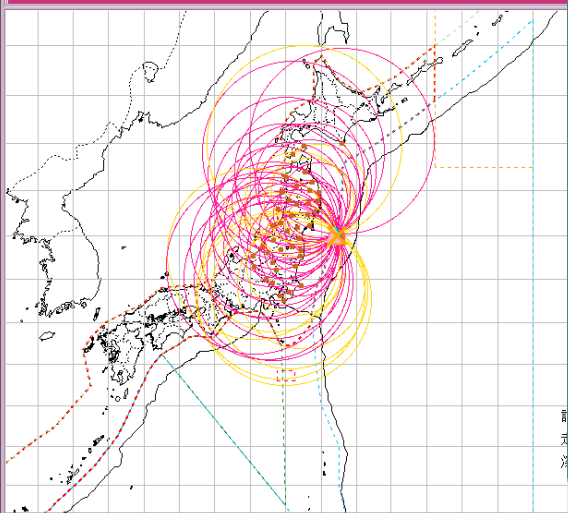


震源・マグニチュードの決定

平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の例

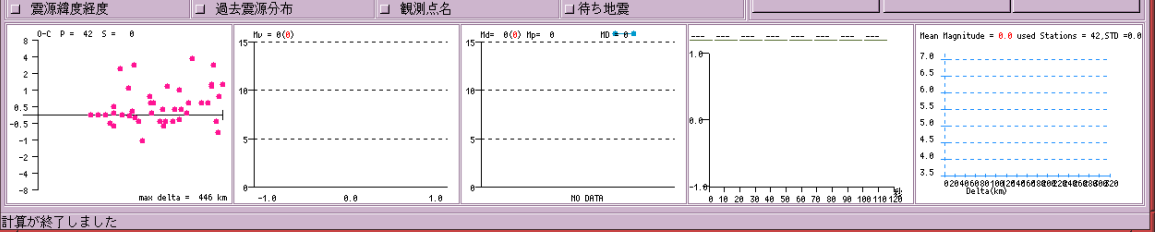
震源決定

制御(C) 地図選択 状態
 地震識別
 2011/03/11 14:46:40 多機能観測点トリガ 2系 北緯38.46度 東経141.35度
 表示先頭時刻: 14:45:30.00
 確定震源 発現時刻 : 2011/03/11 14:46:40 三陸沖
 (手入力) OT : 2011/03/11 14:46:18 北緯:38.0 東経:142.0



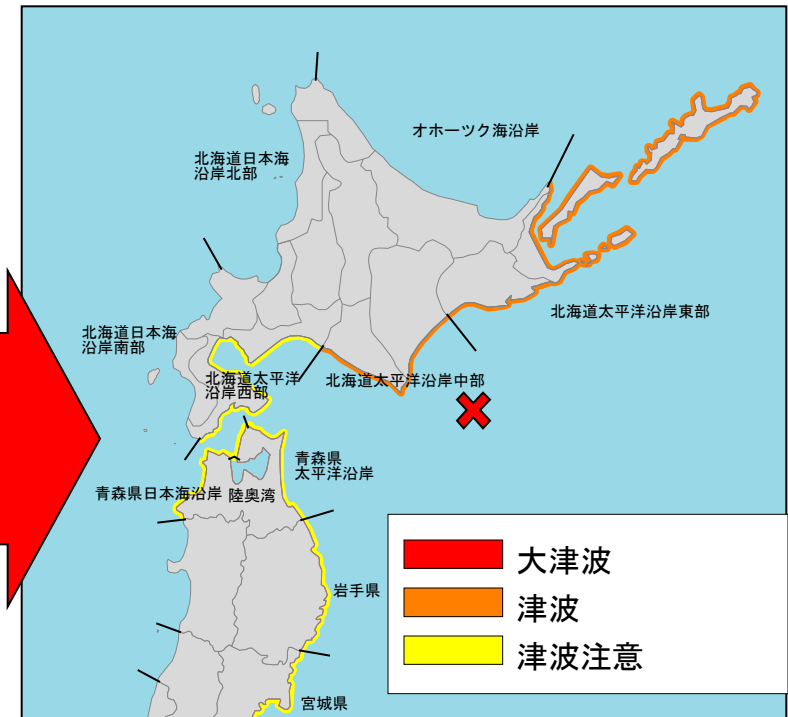
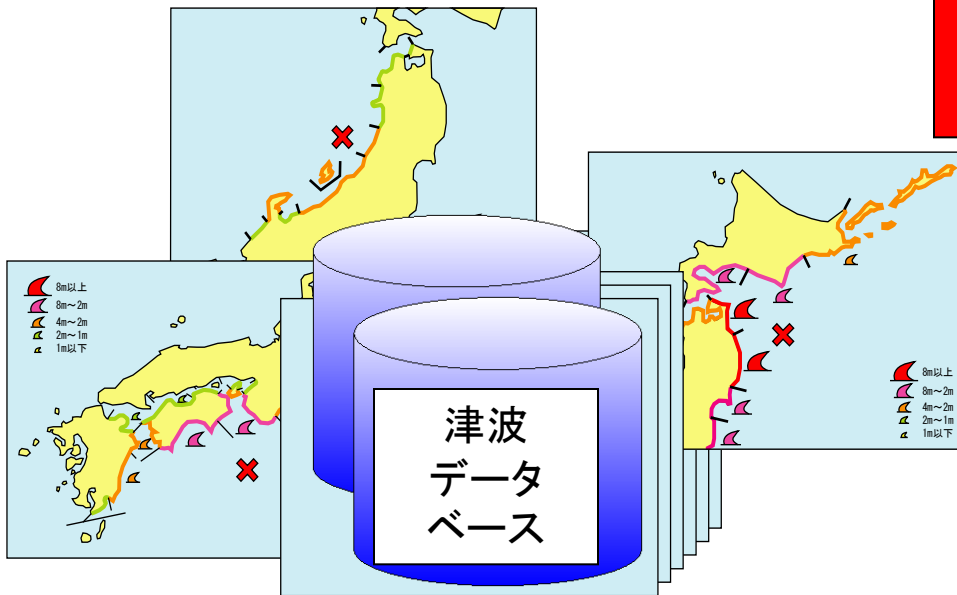
地震波形

観測点毎に
 P波到達時刻
 S波到達時刻
 最大振幅
 を読み取る。



津波警報・津波注意報の作成

予め地震を想定して津波の高さを計算した結果をデータベース化しておく。実際に地震が発生した場合には地震の震源・規模(マグニチュード)に適合する結果をデータベースから探し出して得られた予測値に基づき津波警報・津波注意報を発表する。



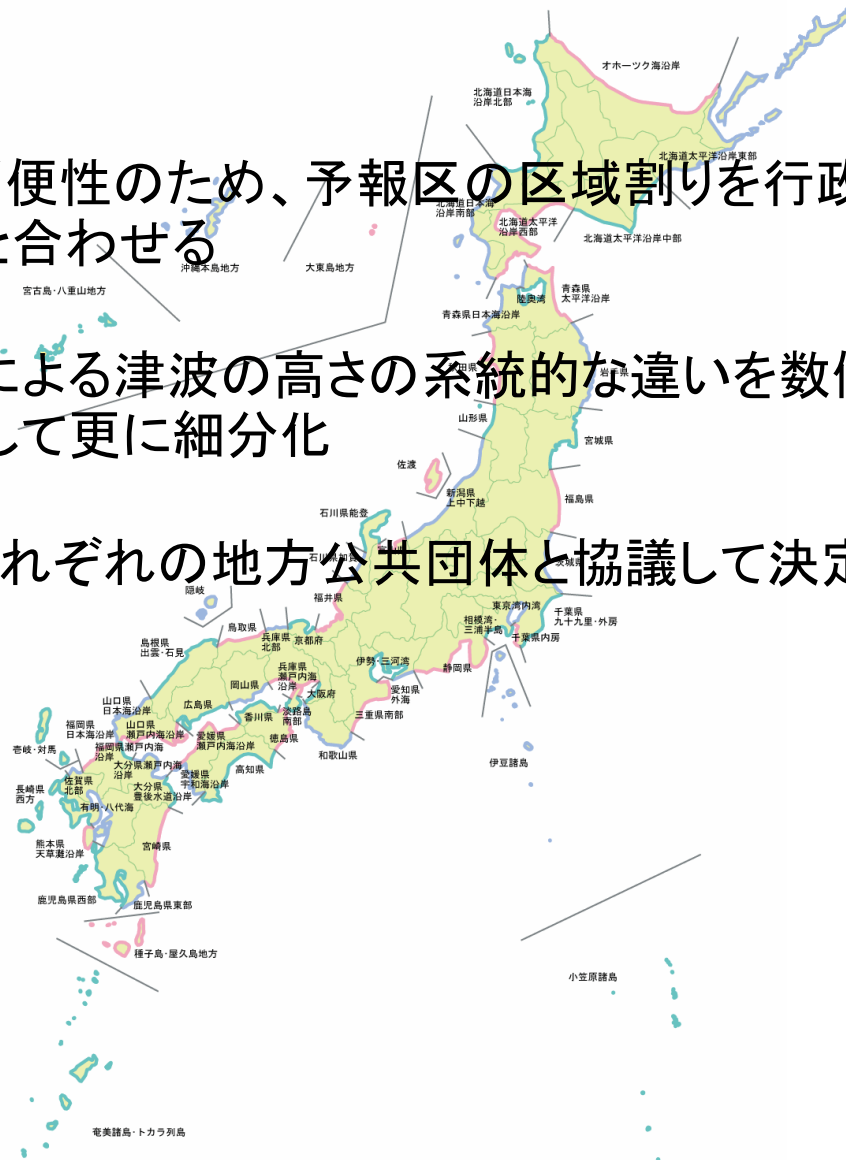
予報区域ごとに津波の高さの予想と到達予想時刻を発表

津波予報区(66区)

○ 津波防災の利便性のため、予報区の区域割りを行政単位である都道府県の海岸線と合わせる

○ 海岸の形状等による津波の高さの系統的な違いを数値解析で求め、この結果をもとにして更に細分化

○ 最終的には、それぞれの地方公共団体と協議して決定



気象庁が津波監視に用いている津波観測点

● 沿岸の津波観測点(173)

<内訳>

- ・気象庁(76)
- ・海上保安庁(20)
- ・港湾局(56)
- ・国土地理院(14)
- ・内閣府(1)
- ・自治体・民間(6)

沖合津波計

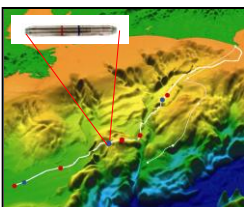
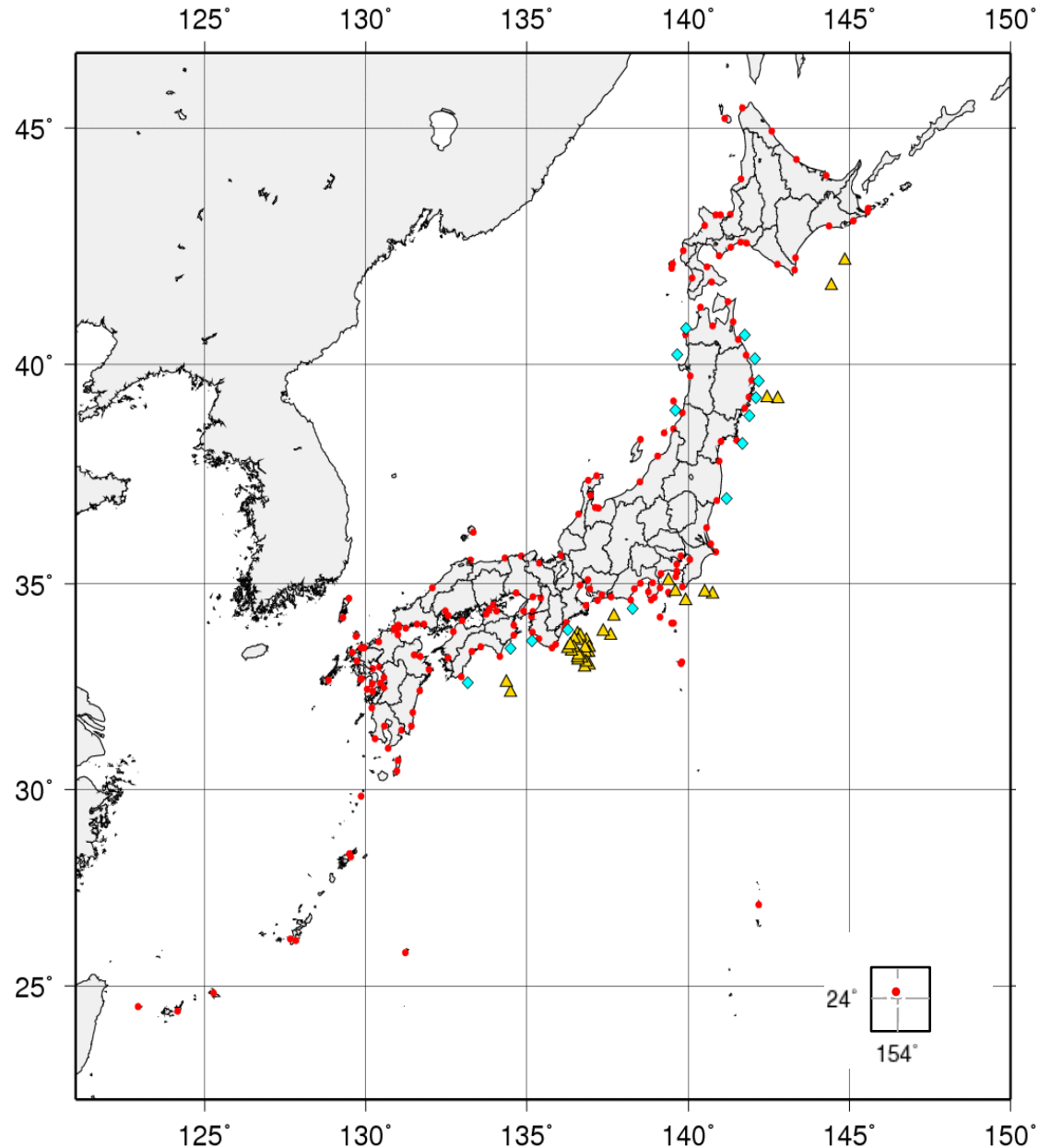
◆ GPS波浪計(港湾局)(15)

▲ 海底水圧計(35)

<内訳>

- ・気象庁(6)
- ・東京大学地震研究所(2)
- ・海洋研究開発機構(24)
- ・防災科学技術研究所(3)

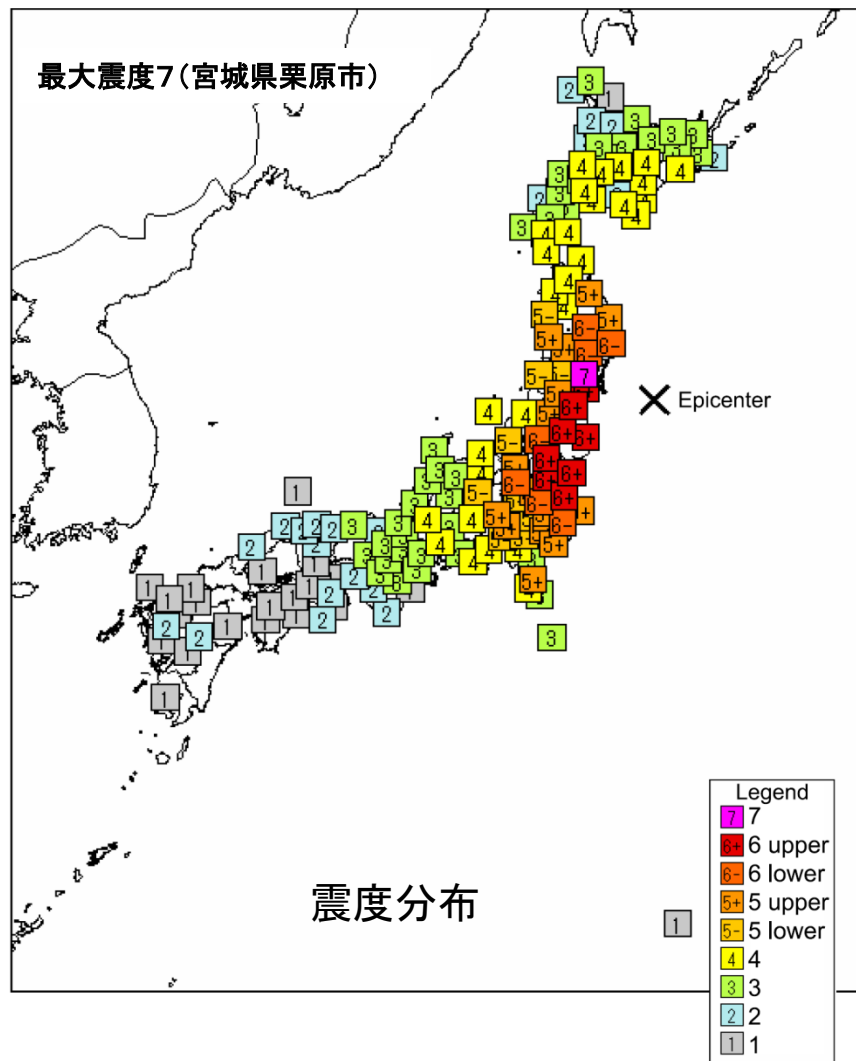
平成24年3月27日現在



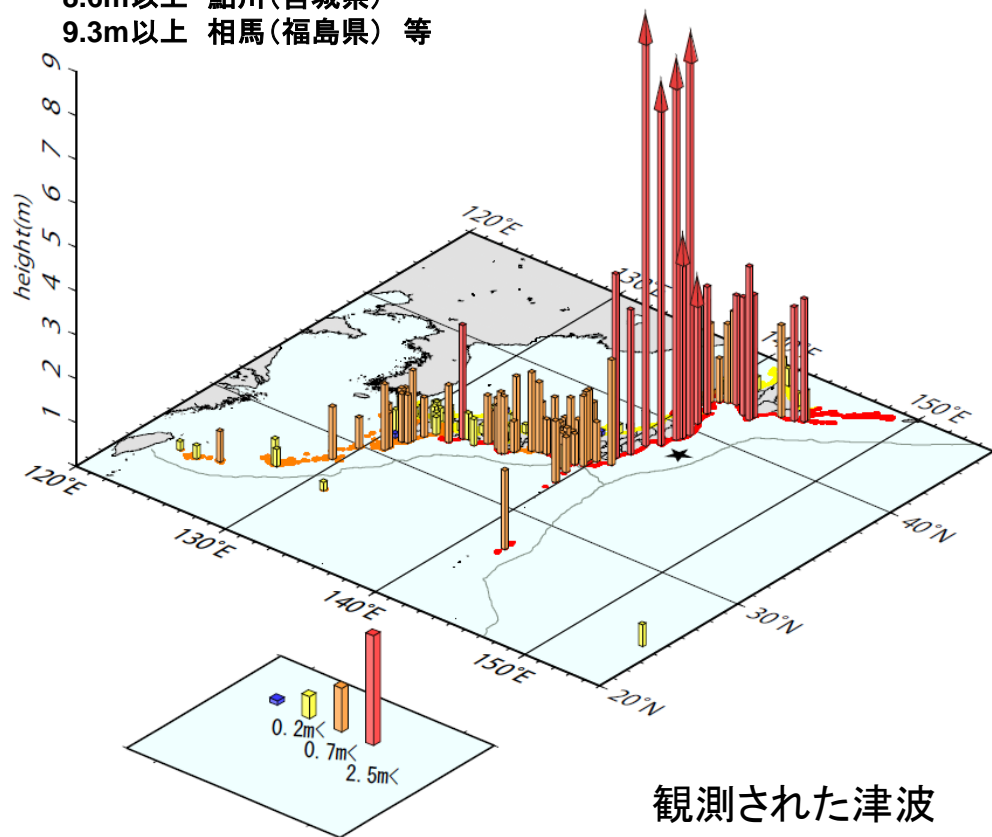
2. 東北地方太平洋沖地震に対する津波警報

平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震

最大震度7(宮城県栗原市)



8.5m以上 宮古(岩手県)
 8.6m以上 鮎川(宮城県)
 9.3m以上 相馬(福島県) 等

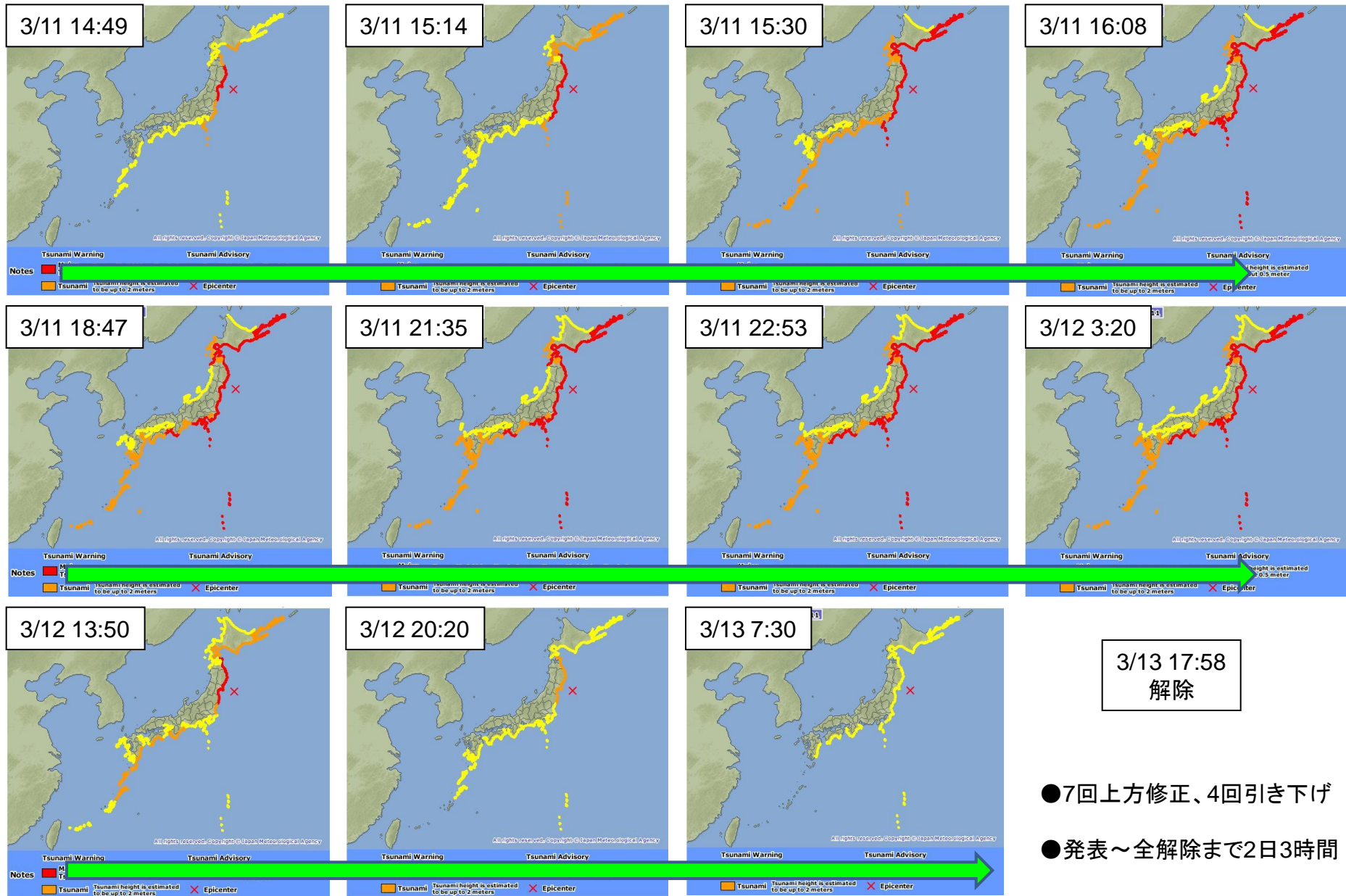


地震発生日時:3月11日14時46分

マグニチュード: 9.0 (日本観測史上最大)

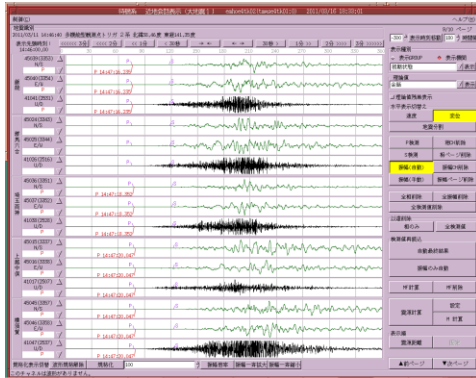
震源: 38.1N, 142.9E 深さ24km (暫定値)

津波警報発表経緯(図)

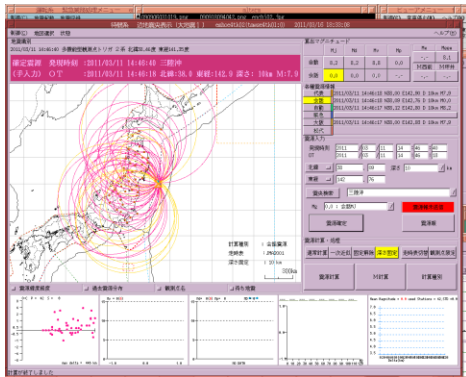


- 7回上方修正、4回引き下げ
- 発表～全解除まで2日3時間

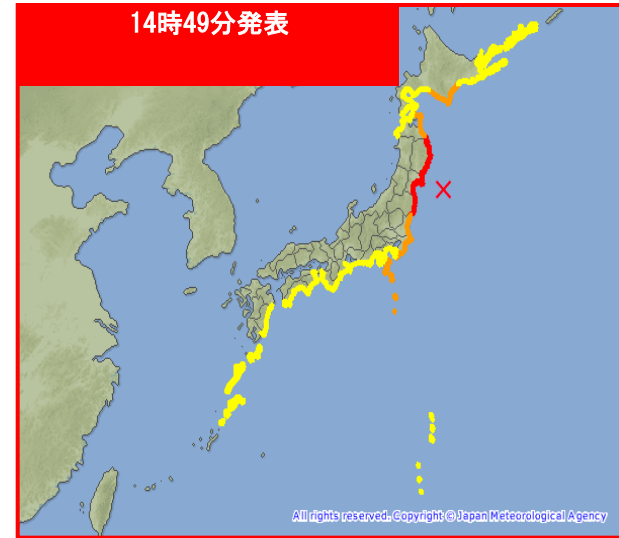
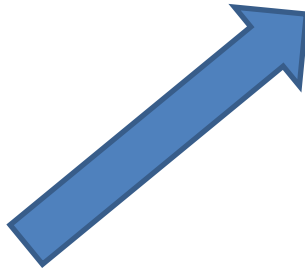
東北地方太平洋沖地震で発表した津波警報第1報



地震発生後、約2分40秒の波形を用いて緊急会話検測を実施。長周期成分が顕在化する兆候なし。



緊急会話検測による震源決定では、東京・大阪中枢ともに深さ10km、M7.9に決まる。



津波警報・注意報 平成23年 3月11日14時49分 気象庁発表

津波警報を発表した沿岸は次のとおりです

<大津波> *岩手県 宮城県 福島県

<津波> 北海道太平洋沿岸中部 青森県太平洋沿岸 茨城県 千葉県九十九里・外房 伊豆諸島

これらの沿岸では、直ちに安全な場所へ避難してください

津波到達予想時刻および予想される津波の高さは次のとおりです

予報区名	津波到達予想時刻	予想される津波の高さ
<大津波>		
岩手県	既に津波到達と推測	3m
宮城県	11日15時00分	6m
福島県	11日15時10分	3m

■ 大津波警報

■ 津波警報

■ 津波注意報

津波警報発表経緯

(青森県太平洋沿岸～福島県)

★3/11 14:46 地震発生

①3/11 14:49 津波警報の発表
14:50 岩手3m, 宮城6m, 福島3m (大津波)
青森県太平洋沿岸1m (津波)

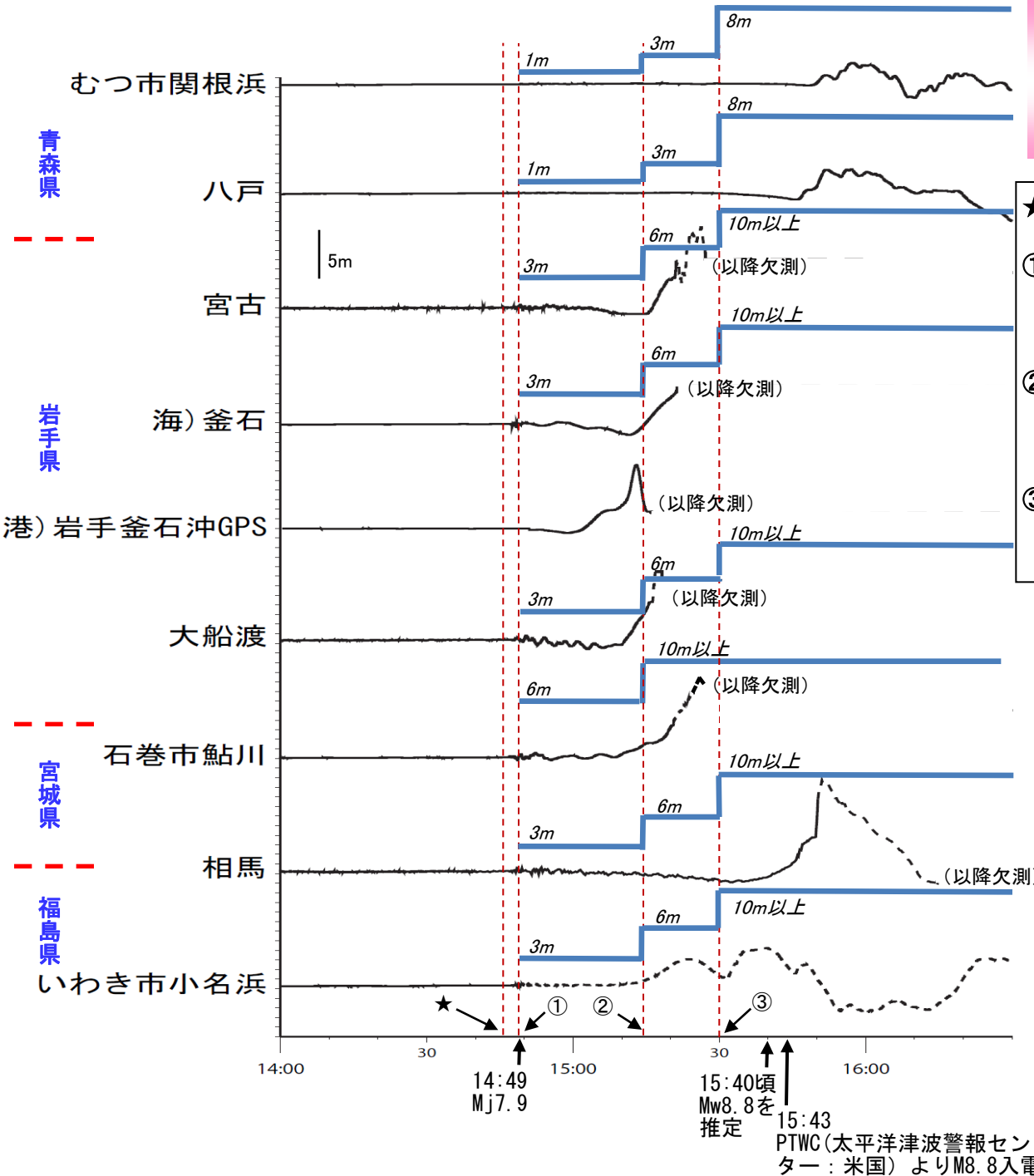
②3/11 15:14 津波警報の更新
岩手6m, 宮城10m以上, 福島6m,
青森県太平洋沿岸3m (大津波)

③3/11 15:30 津波警報の更新
15:31 岩手～千葉九十九里・外房10m以上、
青森県太平洋沿岸8m (大津波)

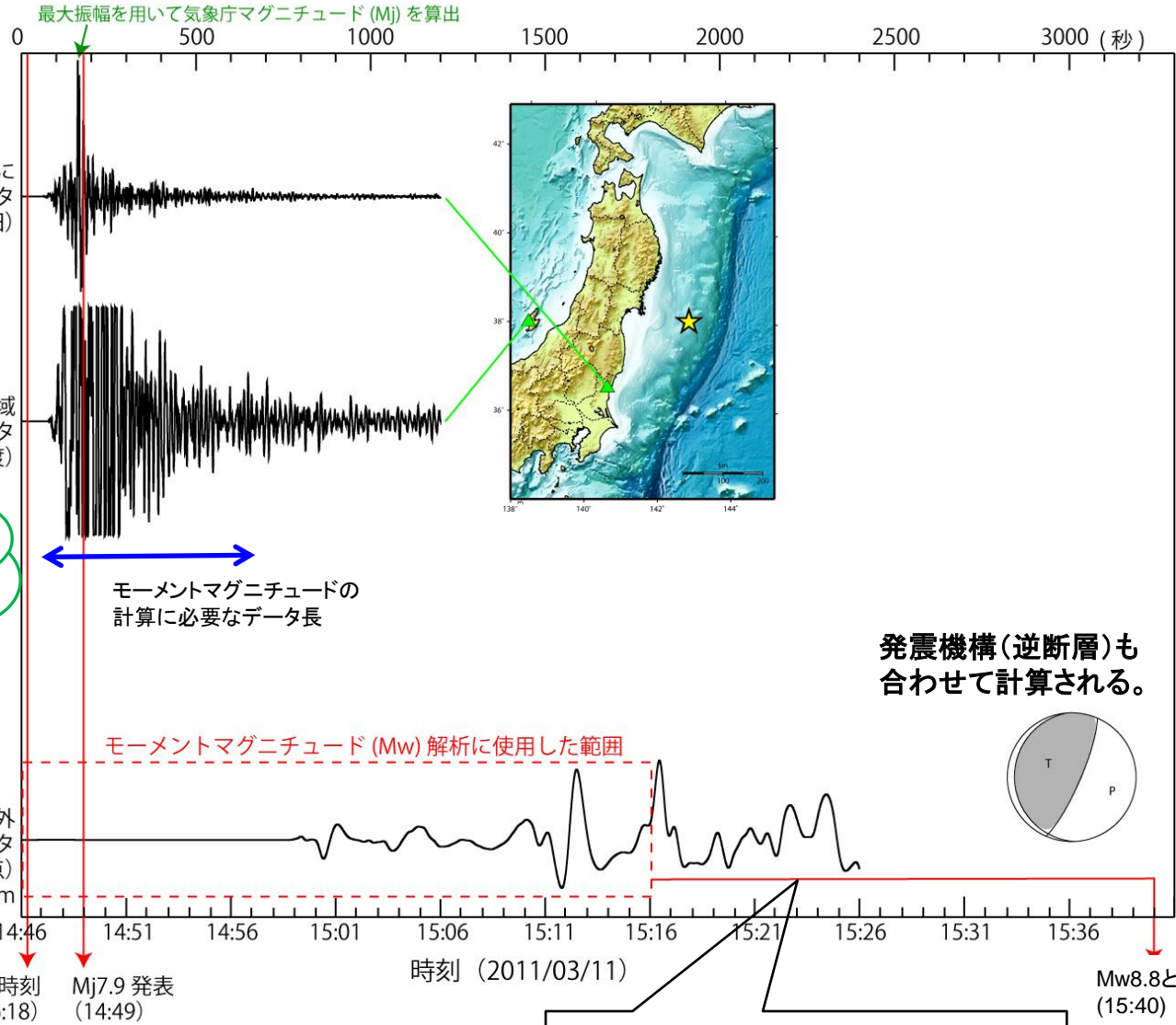
津波警報第1報(①)の発表後、GPS
波浪計等で津波が観測され、これに
基づき警報を切り替え(②、③)、その
後15:40頃「Mw8.8」が得られた。

—— 潮位観測データ (実況監視していたもの)
- - - 潮位観測データ (データ断となり
後日回収されたもの)
—— 津波の高さの予想

報道発表 気象庁マグニチュード 8.4 16:00
モーメントマグニチュード 8.8 17:30



地震の規模(マグニチュード)計算経緯と課題



津波警報第1報の迅速な発表のため、気象庁マグニチュード(7.9)を地震発生から3分以内で計算。



気象庁マグニチュードに使用した地震計データの例(茨城県常陸太田)

国内の広帯域地震計データを用いてモーメントマグニチュードを自動計算するも、ほぼ全点振り切れのため計算できず。

振り切れた国内広帯域地震計データの例(新潟県佐渡)

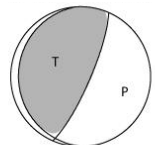


振り切れていなければ15分程度でモーメントマグニチュード(8.8)と計算可能であった。

振り切れのない国外の広帯域地震計のデータを用いて、モーメントマグニチュード(8.8)を約50分で計算。(報道発表は精査後の17:30)

Mw 計算に使用した国外広帯域地震計データの例(イギリス ESK 観測点) 約 9000km

発震機構(逆断層)も合わせて計算される。



使用する観測点の組み合わせを変えながら最適解を計算

マグニチュードについて

マグニチュードは地震の規模を表す指標であり、観測された地震の記録を用いて計算される。様々な手法があるが、気象庁では、**気象庁マグニチュード(Mj)**と、**モーメントマグニチュード(Mw)**の二つの方式を用いている。

Mjは地震波形の最大振幅の値を用いて計算する方法で、地震発生から3分程度以内で計算可能であり**速報性に優れている**が、マグニチュード8を超える**巨大地震の場合**、頭打ちとなり、**地震の規模を正確に表現できない**。

Mwは、地震の断層運動の規模に基づく指標で、**巨大地震についても規模を正確に表現**できる。しかし周期数十秒以上の非常に長い周期の地震波も含めた解析が必要であり、**推定にある程度時間を要する**。

津波警報においては、迅速性に優れる**Mj**により**第1報を発表**し、その後**Mw**により**必要に応じ更新**することを基本としている。

3. 津波警報の改善について

東北地方太平洋沖地震における津波警報の課題

【東北地方太平洋沖地震発生直後における津波警報等の発表状況】

第1報: 地震発生後3分で発表

第2報: 地震発生後28分

3分で求めた地震の規模M7.9に基づき発表

沖合の津波観測データに基づき発表

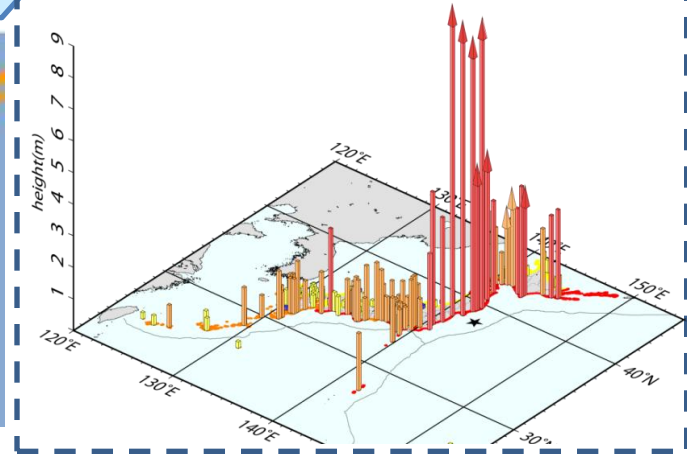
速やかに津波監視を開始

津波警報	
	大津波
	津波
	津波注意報

岩手予想: 3m
宮城予想: 6m
福島予想: 3m

岩手予想: 6m
宮城予想: 10m以上
福島予想: 6m

実際の津波の高さ分布



主要課題

- 1 地震発生3分後に発表した津波警報第1報での地震規模推定が過小評価。
- 2 第1報で発表した「予想される津波の高さ3m」が避難の遅れに繋がったと考えられる。
- 3 広帯域地震計が振り切れ、地震の規模(マグニチュード,M)の精査ができなかった。また、沖合津波計のデータを利用した津波警報更新の手段が不十分であった。
- 4 観測結果「第1波0.2m」等の情報が、避難の遅れや中断に繋がったと考えられる。

有識者や関係防災機関等のご意見を踏まえ、津波警報改善に向けての方策を検討した。

津波警報改善に向けた検討

平成23年6～9月 東北地方太平洋沖地震による津波被害を踏まえた津波警報改善に向けた勉強会(第1～3回)

改善の方向性を整理

9月12日 「津波警報の改善の方向性について」とりまとめ、公表

10月～平成24年1月 津波警報の発表基準等と情報文のあり方に関する検討会(第1～3回)

2月7日 「津波警報の発表基準等と情報文のあり方に関する提言」とりまとめ、公表

発表基準、情報文の内容等を整理

津波警報改善の基本方針

○**早期警戒**: 第1報の迅速性は確保し、地震発生後3分程度以内の発表を目指すものとし、時間とともに得られるデータ・解析結果に基づき確度を高めた警報に更新する。ただし、更新された警報が伝わらない可能性も考慮する。

○**安全サイド**: 津波波源の推定に不確定性が残っている間は、不確定性の幅の中で安全サイドに立った警報発表を行う。

「強い揺れを感じたら自らの判断で避難する」ことを改めて周知徹底したうえで、上記方針のもと、数十年から数百年に1回というような巨大津波にも的確に対応できるようにする。

頻繁に発表されるM8程度以下の通常地震に対する津波警報・注意報の確度を高めるよう努め、住民の避難を適切に支援することが重要である。

津波警報の具体的な改善策

1. 第1報で使用するマグニチュード

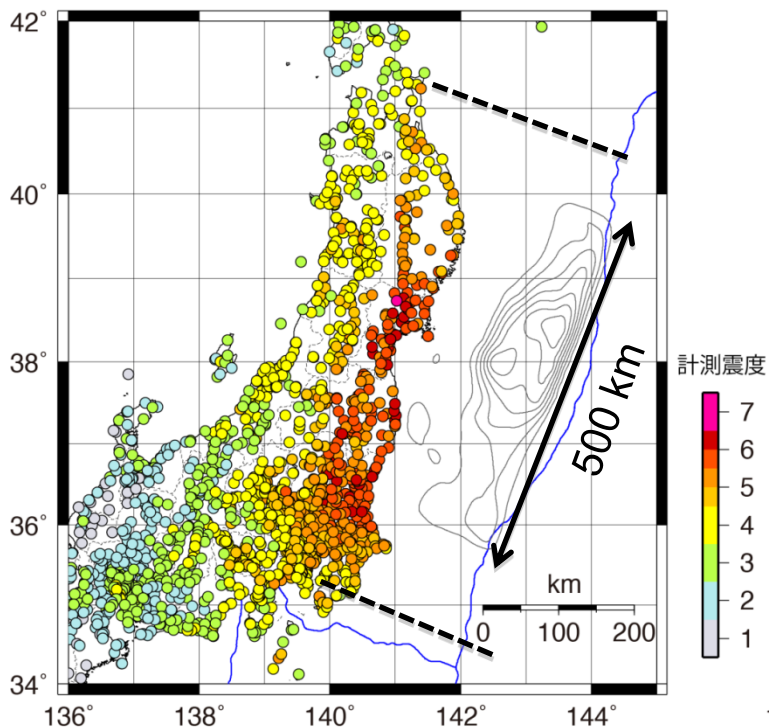
- 津波警報の迅速性確保のため、地震の規模推定は3分程度で計算可能な気象庁マグニチュード(Mj)を用いることを基本。
- M8を超えるような巨大地震等の場合、地震の規模を過小評価している可能性を速やかに認識する監視・判定手法を用意。
- この手法により、過小評価の可能性ありと判断されたら、当該海域で想定される最大マグニチュード、または、当手法により得られるマグニチュードの概算値により警報第1報を発表。

2. 初期段階での地震規模の適切な推定、警報のより迅速な更新

- モーメントマグニチュード(Mw)を15分程度で迅速かつ安定的に求めるため、強震動まで測定できる広帯域地震計の活用を進める。
- 津波警報第1報の後、15分後に得られるCMT解析結果によるMwにより津波警報を更新。
- ケーブル式沖合津波計も津波警報更新に活用。

第1報段階で巨大地震の可能性を認識する監視手法の例

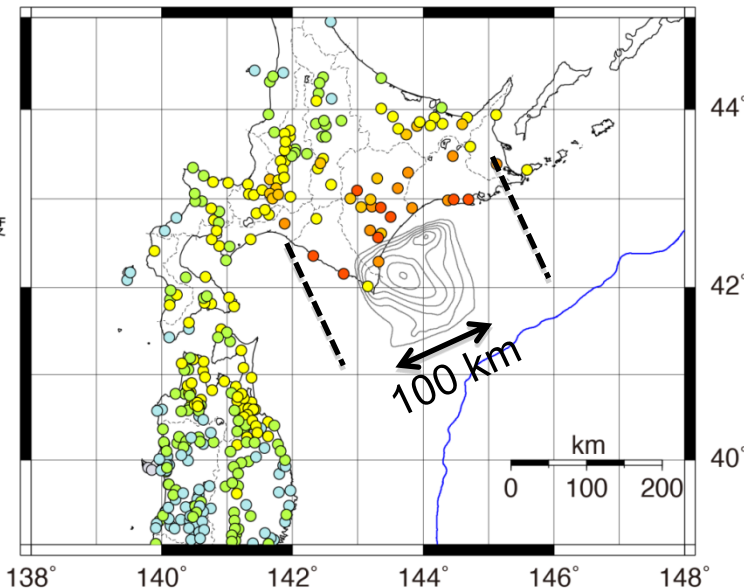
2011年東北地方太平洋沖地震



すべり分布はYoshida et al. (2011)による
コンター間隔は5m

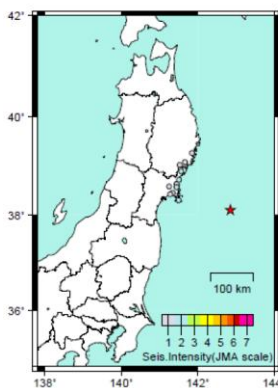
強震域の広がりから地震の規模を推定し、
気象庁マグニチュードの値と比較。

2003年十勝沖地震

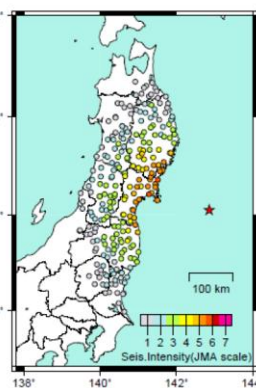


すべり分布は吉田(2005)による
コンター間隔は1m

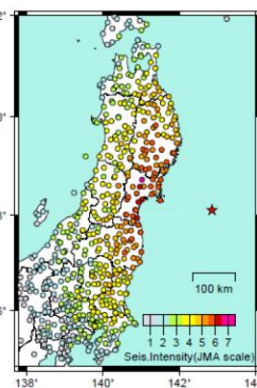
地震発生から30秒



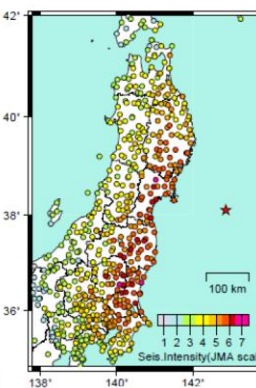
60秒



120秒

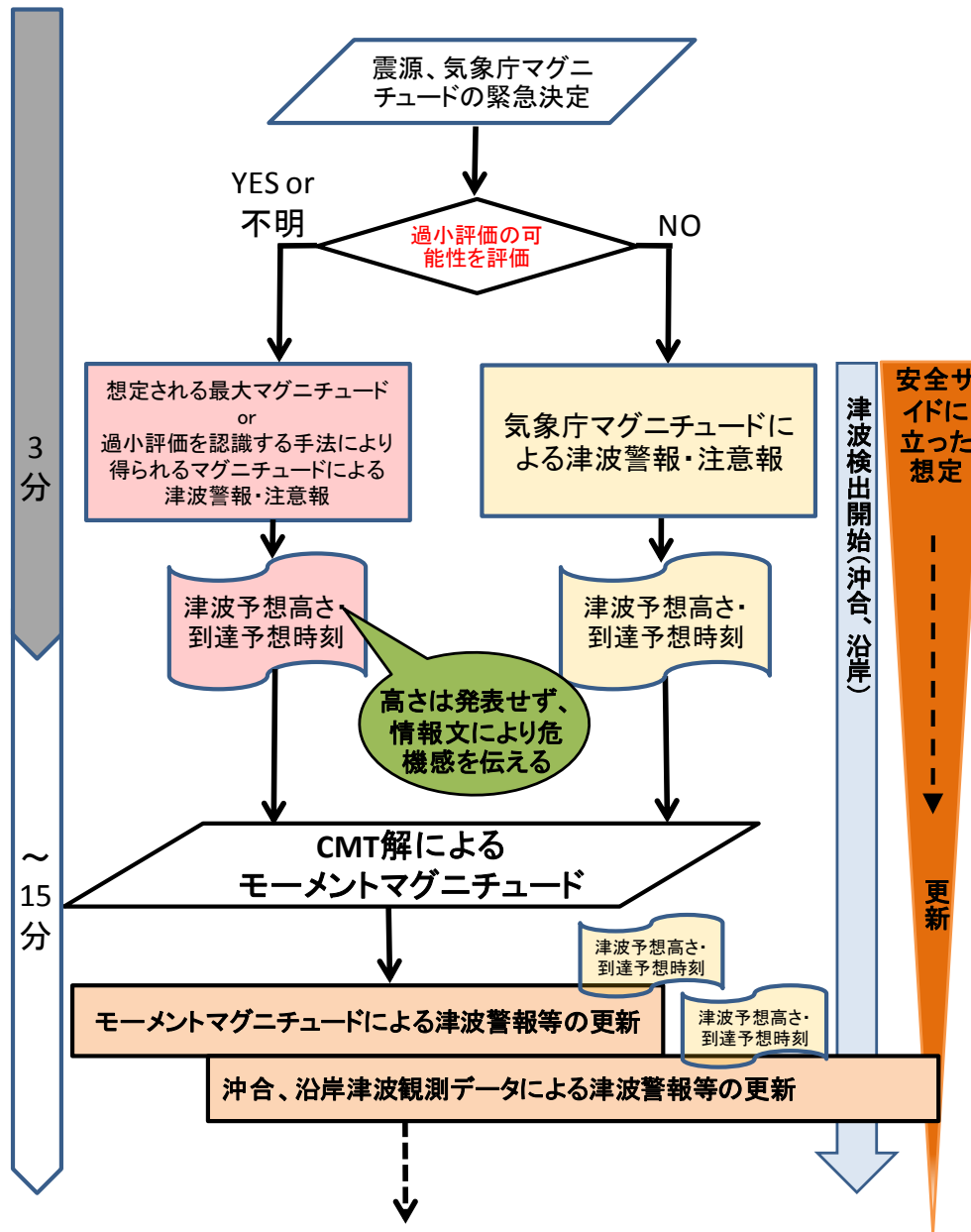


180秒



時間の経過と
ともに揺れが
伝わっていく様子

津波警報改善策による警報発表の流れ



津波警報等の情報文の見直しに関する基本方針

1. 簡潔な表現

受け手の立場に立って、簡潔で分かりやすい内容や表現とする

2. 行動に結びつく表現

予想される津波の高さだけでなく、その津波により起こりうる災害を容易にイメージできるようにし、とるべき避難等の防災行動を明示的に伝える。

3. 情報精度と発表タイミングを考慮した表現

伝える内容は、情報の精度と発表のタイミングを考慮して、定性的表現と数値等(観測値や予測値等)を有効に組み合わせたものとする。

4. 重要事項が分かる表現

警報や情報の重要事項を見出し部に示すとともに、警報や情報の更新にあたっては、フラグ(識別符)を付す等して、重要な変更部分が的確に伝わるような発表方法とする。

津波警報等の情報文の改善の検討 ①

警報等の分類は変更なし
「大津波警報」という名称も検討

警報(大津波、津波)、注意報の
基準となる高さは別途検討

予想される津波の高さの区分を
現行の8段階から5段階程度に

警報等の分類		解説	予測の津波情報で発表される「予想される津波の高さ」
津波警報	大津波	高いところで3m程度以上の津波が予想されますので、厳重に警戒してください。	3m、4m、6m、8m、10m以上
	津波	高いところで2m程度の津波が予想されますので、警戒してください。	1m、2m
津波注意報		高いところで0.5m程度の津波が予想されますので、注意してください。	0.5m

津波警報等の情報文の改善の検討 ②

津波情報(津波到達予想時刻・予想される津波の高さに関する情報)

津波到達予想時刻および予想される津波の高さは次のとおりです

予報区名	津波到達予想時刻	予想される津波の高さ
<大津波>		
岩手県	既に津波到達と推測	3m
宮城県	11日15時00分	6m
福島県	11日15時10分	3m
<津波>		
北海道太平洋沿岸中部	11日15時30分	1m
.....		

警報第1報の不確定性が高い段階では数値は発表せず危機感を効果的に伝える定性的な表現に

津波情報(津波観測に関する情報)

[各地の検潮所で観測した津波の観測値]

場所によっては、検潮所で観測した津波の高さより更に大きな津波が到達していることが考えられます

今後、津波の高さは更に高くなることも考えられます

11日14時58分現在、検潮所での観測値は次のとおりです

大船渡 第1波	11日14時46分	(-) 0.2m
最大波	11日14時54分	0.2m

観測された第1波は、後続波が大きくなることを踏まえ、避難行動を抑制しないよう発表方法を改善

情報文を、より避難を促す表現に見直す
(警報の本文も含む)

到達予想時刻、第1波到達時刻と最大波時刻

○同一予報区何の津波到達時刻の差の例

東北地方太平洋沖地震の第1報における「宮城県」予報区内の到達予想時刻

地点名	津波情報による到達予想時刻
石巻市鮎川	15:10
仙台港	15:40

東北地方太平洋沖地震の第1報における「和歌山県」予報区内の到達予想時刻

地点名	津波情報による到達予想時刻
那智勝浦町浦神	16:10
和歌山	17:20

1時間以上の差

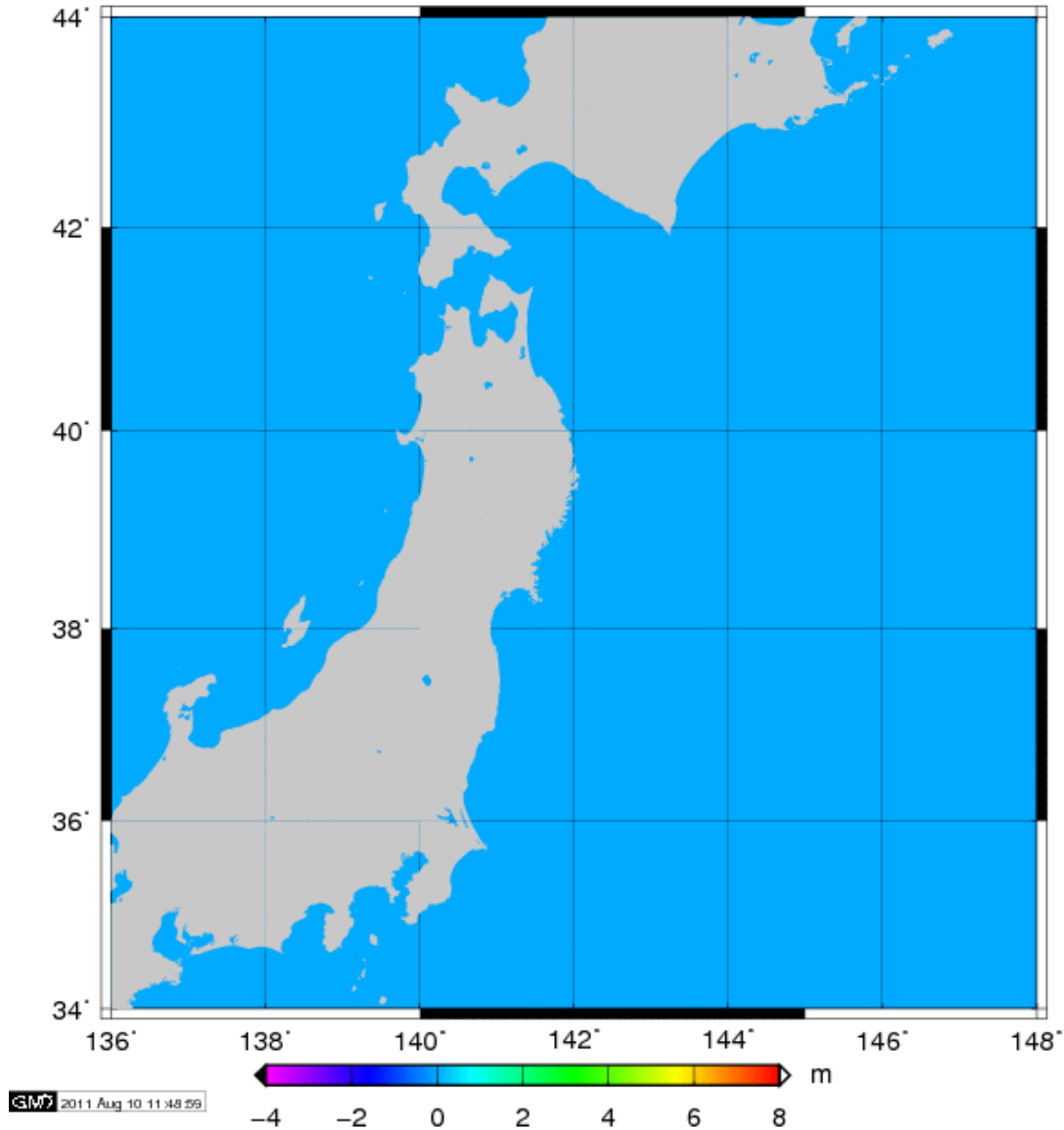
○第1波到達時刻と最大波の時刻の差の例(東北地方太平洋沖地震の例)

ばらつきが
大きい

地点名	第1波到達時刻(第1波の高さ)	最大波の時刻(最大波の高さ)	第1波到達～最大波の時間差
根室市花咲	15:43 (+2.9m)	15:57 (2.9m)	14分
釧路	15:35 (+2.1m)	23:39 (2.1m)	8時間4分
八戸	15:21 (-0.7m)	16:57 (4.2m、翌3時頃よりデータ断)	1時間36分
宮古	15:01 (-1.2m)	15:26以降(8.5mで振り切れ)	25分以上
いわき市小名浜	15:08 (+2.6m)	15:39 (3.3m)	31分
大洗	15:17 (+1.7m)	16:52 (4.0m)	1時間35分
銚子	15:13 (+2.3m)	17:22 (2.5m)	2時間9分

気象研の断層解析による津波伝播シミュレーション

Time = 0000 (min)



津波の高さ予想の区分と津波警報の分類との対応

津波警報等発表の考え方

- 津波警報** → 陸上に遡上する津波が予想された場合
- 津波警報(大津波)** → 住家の全壊が見られるなど災害の様相が変わるおそれがある場合
- 津波注意報** → 沿岸部の海上、海中及び海岸付近への注意の呼びかけ

上記の警報の考え方及び沿岸での津波の高さと被害との関係から・・・

- 船舶被害及び漁業施設被害が20cm程度から → **注意報は20cmから**
- 居住区域の浸水や住家床下浸水が1m程度から → **警報は1mから**
- 住家の全壊が3m程度から → **警報(大津波)は3mから**
(居住区域の浸水等が沿岸での津波の高さ1m程度から見られることから、沿岸部の標高を1m程度と見なすとすれば、浸水深2mの被害(木造建物の全壊増加)が沿岸での津波の高さが3m(=2m(浸水深)+1m(沿岸部の標高))程度から見られるとも考えられる)

さらに、

- ・5m(浸水深4mに対応)程度から被害状況に違いが見られる → **予想高さ境界に5m追加**
- ・とりうる防災対応の段階や、高さが高いほど誤差が大きい → **予想高さ境界に10mを追加**



警報・注意報の分類	津波の高さ予想の区分
津波警報(大津波)	10m以上、5～10m、3～5m
津波警報(津波)	1m～3m
津波注意報	20cm～1m

- 警報や情報文中では、現行の「津波警報(大津波)」を「**大津波警報**」と表記する。
- 「**巨大津波警報**」は設けない。既存の津波警報(大津波、津波)への危機感が低下するおそれがある。

津波警報、津波観測情報の主な改善点

○津波警報等の発表基準と津波の高さ予想の区分

津波警報等の高さ予想の区分を8段階から5段階にする

地震規模推定の不確定性が大きい場合の津波の高さは、数値なしの定性的表現で発表

警報・注意報の分類	現行 発表される津波の高さ	改善案		
		表現		津波高さ予想の区分
		数値	定性的表現	
大津波警報	10 m 以上、8 m、6 m、4 m、3 m	10 m 超 10 m 5 m	巨大	10 m < 高さ 5 m < 高さ ≤ 10 m 3 m < 高さ ≤ 5 m
津波警報	2 m、1 m	3 m		高い
津波注意報	0.5 m	1 m	(なし)	20 cm ≤ 高さ ≤ 1 m

予想する津波の高さは、予想区分の高い方の値を用いる

○津波観測情報の内容と表現方法

第1波としては、高さを発表せず、到達した時刻と押し引きのみを発表

「最大波」は「これまでの最大波」として発表

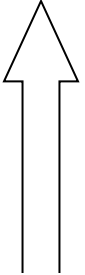
警報・注意報の分類	現行		改善案	
	第1波	最大波	第1波	最大波
大津波警報	<ul style="list-style-type: none"> 第1波の到達時刻 押し引き 第1波の高さ 	すべて数値で発表(ごく小さい場合は「微弱」)	<ul style="list-style-type: none"> 第1波の到達時刻 押し引き 	観測値 > 1m (それ以下は「観測中」)
津波警報				観測値 ≥ 0.2m (それ未満は「観測中」)
津波注意報				すべて数値で発表(ごく小さい場合は「微弱」)

最大波は、観測した値が予想される高さに比べて十分小さい場合は、定性的表現で発表

○沖合で津波を観測した場合の情報の新設

沖合での津波観測情報を従来の観測情報とは別に新設

津波警報の高さ区分の基準と警報・情報文中の表現の対応

法規上の区分	分類	津波の高さ表現 (丸括弧内は予想される範囲)	警報等とハザードマップとの関係	想定される津波のリスクととるべき行動	警報・情報文中の表現 注)	
					<呼びかけ、指示を主体に> ○避難の呼びかけ ○とるべき行動	<解説を主体に> ○高さに応じたリスク
警報	大津波警報	10m超 (10m~)	 津波警報と避難指示等やハザードマップなどの津波防災対策との関係の明確化	<ul style="list-style-type: none"> ・ 巨大な津波が襲い壊滅的な被害が生じる。 ・ 木造家屋が全壊・流失し、人は津波による流れに巻き込まれる。 ・ ただちに高台や避難ビルなど安全な場所へ避難。 	大きな津波が襲い甚大な被害が発生します。 沿岸部や川沿いにいる人はただちに高台や避難ビルなど安全な場所へ避難してください。 津波は繰り返し襲ってきます。警報が解除されるまで安全な場所から離れないでください。	巨大な津波が襲い壊滅的な被害が生じる。 木造家屋が全壊・流失し、人は津波による流れに巻き込まれる。
		10m (5~10m)		<ul style="list-style-type: none"> ・ 巨大な津波が襲い甚大な被害が生じる。 ・ 木造家屋が全壊・流失し、人は津波による流れに巻き込まれる。 ・ ただちに高台や避難ビルなど安全な場所へ避難。 	津波は繰り返し襲ってきます。警報が解除されるまで安全な場所から離れないでください。	巨大な津波が襲い甚大な被害が生じる。 木造家屋が全壊・流失し、人は津波による流れに巻き込まれる。
		5m (3~5m)		<ul style="list-style-type: none"> ・ 津波が襲い甚大な被害が生じる。 ・ 木造家屋が全壊・流失し、人は津波による流れに巻き込まれる。 ・ ただちに高台や避難ビルなど安全な場所へ避難。 	津波による被害が発生します。沿岸部や川沿いにいる人はただちに高台や避難ビルなど安全な場所へ避難してください。 津波は繰り返し襲ってきます。警報が解除されるまで安全な場所から離れないでください。	津波が襲い甚大な被害が生じる。 木造家屋が全壊・流失し、人は津波による流れに巻き込まれる。
	津波警報	3m (1~3m)		<ul style="list-style-type: none"> ・ 標高の低いところでは津波が襲い被害が生じる。 ・ 浸水被害が発生し、人は津波による流れに巻き込まれる。 ・ ただちに高台や避難ビルなど安全な場所へ避難。 	津波による被害が発生します。沿岸部や川沿いにいる人はただちに高台や避難ビルなど安全な場所へ避難してください。 津波は繰り返し襲ってきます。警報が解除されるまで安全な場所から離れないでください。	標高の低いところでは津波が襲い被害が生じる。 木造家屋で浸水被害が発生し、人は津波による流れに巻き込まれる。
注意報	津波注意報	1m (0.2~1m)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 海中や海岸付近では津波による被害が生じる。 ・ 海中にいると速い流れに巻き込まれる。 ・ 養殖筏の流失や小型船舶の転覆などが生じる。 ・ ただちに海から離れること。 	海中や海岸付近は危険です。海中にいる人はただちに海から上がって、海岸から離れてください。 潮の流れが速い状態が続きますので、注意報が解除されるまで海に入ったり海岸に近づいたりしないようにしてください。	海中では人は速い流れに巻き込まれる。 養殖筏が流失し小型船舶が転覆する。	

注) この表現は、現時点において整理・記載したもので、今後、より有効な表現を取り入れる必要がある。

改善した津波警報の内容例(高さの定性的表現)

現 行	改 善 後
津波到達予想時刻・予想される津波の高さに関する情報 平成23年 3月11日14時49分 気象庁発表	津波到達予想時刻・予想される津波の高さに関する情報 平成23年 3月11日14時49分 気象庁発表
[津波到達予想時刻・予想される津波の高さ]	[津波到達予想時刻・予想される津波の高さ] \$印は優先度の高い重要な情報を示す記号です。
津波到達予想時刻および予想される津波の高さは次のとおりです。	津波到達予想時刻および予想される津波の高さは次のとおりです。
予報区名 津波到達予想時刻 予想される津波の高さ	予報区名 第1波の到達予想時刻 予想される津波の最大波の高さ
<大津波>	<大津波 警報 >
岩手県 既に津波到達と推測 3m	\$岩手県 津波到達中と推測 巨大
宮城県 11日15時00分 6m	\$宮城県 11日15時00分 巨大
福島県 11日15時10分 3m	\$福島県 11日15時10分 巨大
<津波>	<津波 警報 >
北海道太平洋沿岸中部 11日15時30分 1m	北海道太平洋沿岸中部 11日15時30分 高い
青森県太平洋沿岸 11日15時30分 1m	青森県太平洋沿岸 11日15時30分 高い
茨城県 11日15時30分 2m	茨城県 11日15時30分 高い
千葉県九十九里・外房 11日15時20分 2m	千葉県九十九里・外房 11日15時20分 高い
伊豆諸島 11日15時20分 1m	伊豆諸島 11日15時20分 高い
<津波注意>	<津波 注意報 >
北海道太平洋沿岸東部 11日15時30分 0.5m	北海道太平洋沿岸東部 11日15時30分
北海道太平洋沿岸西部 11日15時40分 0.5m	北海道太平洋沿岸西部 11日15時40分
青森県日本海沿岸 11日16時10分 0.5m	青森県日本海沿岸 11日16時10分
千葉県内房 11日15時20分 0.5m	千葉県内房 11日15時20分
小笠原諸島 11日16時00分 0.5m	小笠原諸島 11日16時00分
相模湾・三浦半島 11日15時30分 0.5m	相模湾・三浦半島 11日15時30分
静岡県 11日15時30分 0.5m	静岡県 11日15時30分
愛知県外海 11日16時10分 0.5m	愛知県外海 11日16時10分
三重県南部 11日16時00分 0.5m	三重県南部 11日16時00分
和歌山県 11日16時10分 0.5m	和歌山県 11日16時10分
徳島県 11日16時40分 0.5m	徳島県 11日16時40分
高知県 11日16時30分 0.5m	高知県 11日16時30分
宮崎県 11日17時00分 0.5m	宮崎県 11日17時00分
種子島・屋久島地方 11日17時10分 0.5m	種子島・屋久島地方 11日17時10分
奄美諸島・トカラ列島 11日17時10分 0.5m	奄美諸島・トカラ列島 11日17時10分
なお、場所によっては津波の高さが「予想される津波の高さ」より高くなる可能性があります	警報が発表された沿岸部や川沿いにいる人はただちに高台や避難ビルなど安全な場所へ避難してください。
これ以外の沿岸でも、若干の海面変動があるかもしれませんが、被害の心配はありません	到達予想時刻は、予報区のなかで最も早く津波が到達する時刻です。場所によっては、この時刻よりもかなり遅れて津波が襲ってくる可能性があります。
詳しくは津波予報(若干の海面変動)を参照ください	到達予想時刻から津波が最も高くなるまでに数時間以上かかることがありますので、観測された津波の高さにかかわらず、警報が解除されるまで安全な場所から離れないでください。
[震源、規模]	これ以外の沿岸でも、若干の海面変動があるかもしれませんが、被害の心配はありません
きょう11日14時46分頃地震がありました。	詳しくは津波予報(若干の海面変動)を参照ください
震源地は、三陸沖(北緯38.0度、東経142.9度、牡鹿半島の東南東130km付近)で、震源の深さは約10km、地震の規模(マグニチュード)は8.9と推定されます。	[震源、規模]
	きょう11日14時46分頃地震がありました。 震源地は、三陸沖(北緯38.0度、東経142.9度、牡鹿半島の東南東130km付近)で、震源の深さは約10km、地震の規模(マグニチュード)は 8を超える巨大地震 と推定されます。

改善した津波観測情報の内容例（観測情報）

現 行	改 善 案																																																																																															
<p>津波情報（津波観測に関する情報） 平成23年 3月11日15時01分 気象庁発表</p> <p>〔各地の検潮所で観測した津波の観測値〕 場所によっては、検潮所で観測した津波の高さより更に大きな津波が到達していることが考えられます 今後、津波の高さは更に高くなることも考えられます 11日15時00分現在の、津波の観測値をお知らせします。</p> <table border="0"> <tr> <td>むつ市関根浜</td> <td>第1波</td> <td>11日14時48分</td> <td>(+)</td> <td>微弱</td> </tr> <tr> <td></td> <td>最大波</td> <td>11日14時54分</td> <td></td> <td>微弱</td> </tr> <tr> <td>宮古</td> <td>第1波</td> <td>11日14時48分</td> <td></td> <td>(不明)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>最大波</td> <td></td> <td></td> <td>(今後最大波到達)</td> </tr> <tr> <td>大船渡</td> <td>第1波</td> <td>11日14時46分</td> <td>(-)</td> <td>0.2m</td> </tr> <tr> <td></td> <td>最大波</td> <td>11日14時54分</td> <td></td> <td>0.2m</td> </tr> <tr> <td>釜石</td> <td>第1波</td> <td>11日14時46分</td> <td>(+)</td> <td>0.1m</td> </tr> <tr> <td></td> <td>最大波</td> <td>11日14時56分</td> <td></td> <td>3.2m</td> </tr> <tr> <td>岩手釜石沖*</td> <td>第1波</td> <td>11日14時50分</td> <td></td> <td>(不明)</td> </tr> <tr> <td>石巻市鮎川</td> <td>第1波</td> <td>11日14時46分</td> <td>(+)</td> <td>0.1m</td> </tr> <tr> <td></td> <td>最大波</td> <td>11日14時52分</td> <td></td> <td>0.5m</td> </tr> </table> <p>～中略～</p> <p>〔震源、規模〕 きょう11日14時46分頃地震がありました 震源地は、三陸沖（北緯38.0度、東経142.9度、牡鹿半島の東南東130km付近）で、震源の深さは約10km、地震の規模（マグニチュード）は8.9と推定されます</p>	むつ市関根浜	第1波	11日14時48分	(+)	微弱		最大波	11日14時54分		微弱	宮古	第1波	11日14時48分		(不明)		最大波			(今後最大波到達)	大船渡	第1波	11日14時46分	(-)	0.2m		最大波	11日14時54分		0.2m	釜石	第1波	11日14時46分	(+)	0.1m		最大波	11日14時56分		3.2m	岩手釜石沖*	第1波	11日14時50分		(不明)	石巻市鮎川	第1波	11日14時46分	(+)	0.1m		最大波	11日14時52分		0.5m	<p>津波情報（津波観測に関する情報） 平成23年 3月11日15時01分 気象庁発表</p> <p>〔各地の検潮所で観測した津波の観測値〕 11日15時00分現在の、津波の観測値をお知らせします。 \$印は優先度の高い重要な情報を示す記号です。 #印は新たに発表、あるいは情報を更新した箇所です。 +印は現在潮位が上昇中であることを表します。</p> <table border="0"> <tr> <td>むつ市関根浜</td> <td>第1波到達時刻</td> <td>#11日14時48分</td> <td>押し</td> </tr> <tr> <td></td> <td>これまでの最大波</td> <td>#観測中</td> <td></td> </tr> <tr> <td>宮古</td> <td>第1波到達時刻</td> <td>#11日14時48分</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>これまでの最大波</td> <td>#観測中</td> <td></td> </tr> <tr> <td>大船渡</td> <td>第1波到達時刻</td> <td>11日14時46分</td> <td>引き</td> </tr> <tr> <td></td> <td>これまでの最大波</td> <td>観測中</td> <td></td> </tr> <tr> <td>釜石</td> <td>第1波到達時刻</td> <td>#11日14時46分</td> <td>押し</td> </tr> <tr> <td></td> <td>これまでの最大波</td> <td>\$#11日14時56分</td> <td>3.2m+</td> </tr> <tr> <td>石巻市鮎川</td> <td>第1波到達時刻</td> <td>11日14時46分</td> <td>押し</td> </tr> <tr> <td></td> <td>これまでの最大波</td> <td>観測中</td> <td></td> </tr> </table> <p>津波による潮位変化が観測されてから最大波が観測されるまでに数時間以上かかることがあります。 場所によっては、観測した津波の高さよりさらに大きな津波が到達しているおそれがあります。 今後、津波の高さは更に高くなることも考えられます。</p> <p>～中略～</p> <p>〔震源、規模〕 きょう11日14時46分頃地震がありました。 震源地は、三陸沖（北緯38.0度、東経142.9度、牡鹿半島の東南東130km付近）で、震源の深さは約10km、地震の規模（マグニチュード）は8.9と推定されます。</p>	むつ市関根浜	第1波到達時刻	#11日14時48分	押し		これまでの最大波	#観測中		宮古	第1波到達時刻	#11日14時48分			これまでの最大波	#観測中		大船渡	第1波到達時刻	11日14時46分	引き		これまでの最大波	観測中		釜石	第1波到達時刻	#11日14時46分	押し		これまでの最大波	\$#11日14時56分	3.2m+	石巻市鮎川	第1波到達時刻	11日14時46分	押し		これまでの最大波	観測中	
むつ市関根浜	第1波	11日14時48分	(+)	微弱																																																																																												
	最大波	11日14時54分		微弱																																																																																												
宮古	第1波	11日14時48分		(不明)																																																																																												
	最大波			(今後最大波到達)																																																																																												
大船渡	第1波	11日14時46分	(-)	0.2m																																																																																												
	最大波	11日14時54分		0.2m																																																																																												
釜石	第1波	11日14時46分	(+)	0.1m																																																																																												
	最大波	11日14時56分		3.2m																																																																																												
岩手釜石沖*	第1波	11日14時50分		(不明)																																																																																												
石巻市鮎川	第1波	11日14時46分	(+)	0.1m																																																																																												
	最大波	11日14時52分		0.5m																																																																																												
むつ市関根浜	第1波到達時刻	#11日14時48分	押し																																																																																													
	これまでの最大波	#観測中																																																																																														
宮古	第1波到達時刻	#11日14時48分																																																																																														
	これまでの最大波	#観測中																																																																																														
大船渡	第1波到達時刻	11日14時46分	引き																																																																																													
	これまでの最大波	観測中																																																																																														
釜石	第1波到達時刻	#11日14時46分	押し																																																																																													
	これまでの最大波	\$#11日14時56分	3.2m+																																																																																													
石巻市鮎川	第1波到達時刻	11日14時46分	押し																																																																																													
	これまでの最大波	観測中																																																																																														

改善した津波観測情報の内容例(沖合津波観測情報(新設))

現 行	改 善 案
-	<p>津波情報(沖合の津波観測に関する情報) 平成23年 3月11日15時14分 気象庁発表</p> <p>高い津波を沖合で観測しました。 岩手三陸沖1</p> <p>[沖合で観測した津波の観測値] 11日15時10分現在、沖合の観測値は次のとおりです。 #印は新たに発表、あるいは情報を更新した箇所です。 +印は現在潮位が上昇中であることを表します。 沖合での観測値であり、沿岸では津波はさらに高くなります。</p> <p>岩手釜石沖 第1波到達時刻 11日14時50分 引き これまでの最大波 #11日15時10分 4.1m</p> <p>岩手宮古沖 第1波到達時刻 11日14時50分 引き これまでの最大波 #11日14時52分 4.2m</p> <p>福島小名浜沖 第1波到達時刻 11日14時52分 押し これまでの最大波 観測中</p> <p>岩手三陸沖1 第1波到達時刻 11日14時48分 押し これまでの最大波 #11日14時52分 0.5m+</p> <p>[沖合の観測値から推定される沿岸の津波の高さ] 沿岸での津波到達時刻および津波の高さは以下のとおりと推定されます。 \$印は優先度の高い重要な情報を示す記号です。 #印は新たに発表、あるいは情報を更新した箇所です。 早いところでは、既に津波が到達していると推定されます。</p> <p>岩手県 第1波の推定到達時刻 11日14時55分 これまでの最大波の推定到達時刻 #11日15時15分 推定される津波の高さ \$#10m超</p> <p>福島県 第1波の推定到達時刻 #11日14時57分 これまでの最大波の推定到達時刻 #推定中 推定される津波の高さ #推定中</p> <p>[震源、規模] きょう11日14時46分頃地震がありました。 震源地は、三陸沖(北緯38.0度、東経142.9度、牡鹿半島の東南東130km付近)で、震源の深さは約10km、地震の規模(マグニチュード)は8.9と推定されます。</p> <div data-bbox="1555 125 1864 235" style="border: 1px solid red; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>※ 警報の更新が必要であればまず警報更新報を優先して発表。</p> </div>

防災計画との連携等

○津波警報の分類や予想される津波の高さの設定と防災対応のリンク

- ・津波警報(大津波、津波)や津波注意報、予想される津波の高さ区分と、避難行動や避難計画等防災対応の連携 → 関係機関も含めた横断的な検討(中央防災会議「災害時の避難に関する専門調査会・津波防災に関するワーキンググループ」の議論を踏まえた対応)

○広報周知活動

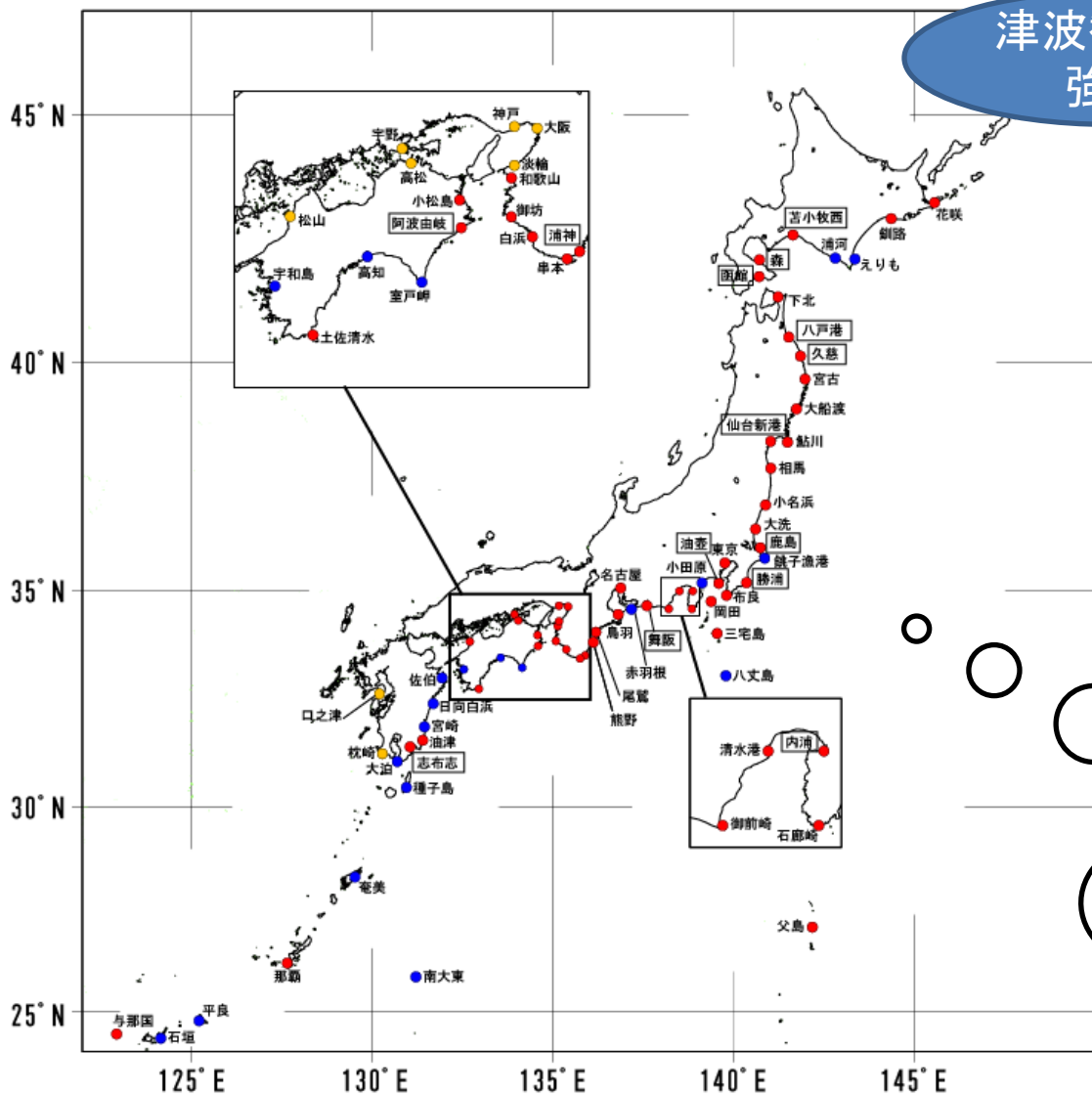
- ・全国の气象台による、地域の特性を活かした重点的かつ長期的な取り組み
- ・本庁の示す方針のもと、各地の气象台が地域的な利点を活かして地震・津波の減災に向け積極的に関与

○津波警報の伝達

- ・電力・通信などのインフラ施設や、防災行政無線、Jアラートなどの防災施設の業務継続能力の維持向上
- ・携帯電話の活用
- ・海岸や海上など音声放送が聞こえづらい場所の人々への効果的な伝達手段の確保

今後の取り組み(津波・地震観測網の強化)・・・現在更新作業中

津波観測網強化



観測機器の更新(電波式検潮儀)

- ・電波式検潮儀への更新
- ・非常用電源の増強
- ・衛星通信による通信二重化
- ・巨大津波観測計(水圧式津波計)の新設

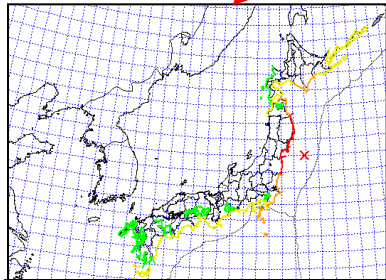
- : 観測機器の更新と非常通信の確保・非常電源の確保及び耐水性強化を実施する地点
- : 非常通信の確保・非常電源の確保及び耐水性強化を実施する地点
- : 観測機器の更新を実施する地点
- : 巨大津波観測計を新設する地点

今後の取り組み(地震・津波観測網の強化)

強震動でも振り切れない広帯域強震計による国内地震観測網の強化

地震発生

国内地震観測網による速報



津波警報
(地震発生から3分以内)

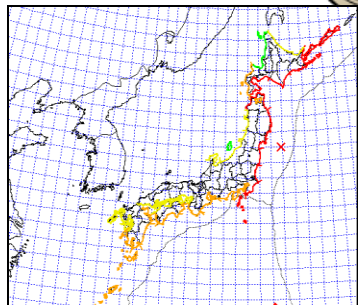


3次補正で80ヶ所に整備する広帯域強震計による長周期成分の観測



広帯域強震計の観測データを含め再評価

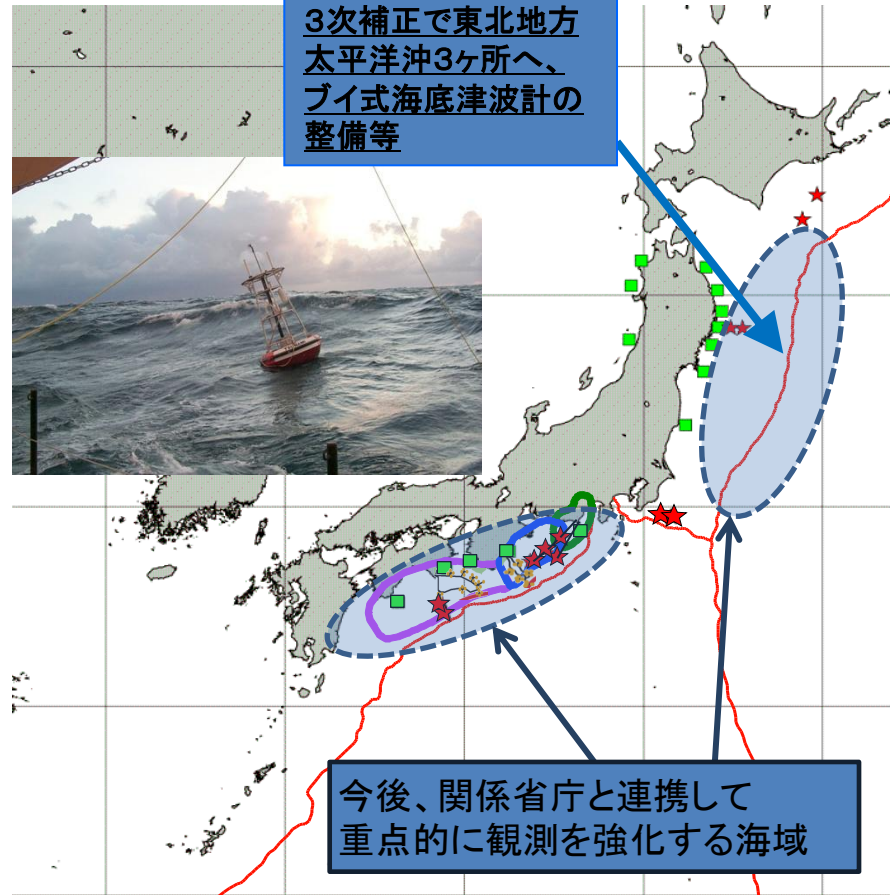
津波警報続報
(地震発生から15分程度)



15分以内に巨大地震のマグニチュードを精度良く把握し、適切な津波警報を発表する。

沖合津波観測網の強化

3次補正で東北地方太平洋沖3ヶ所へ、ブイ式海底津波計の整備等

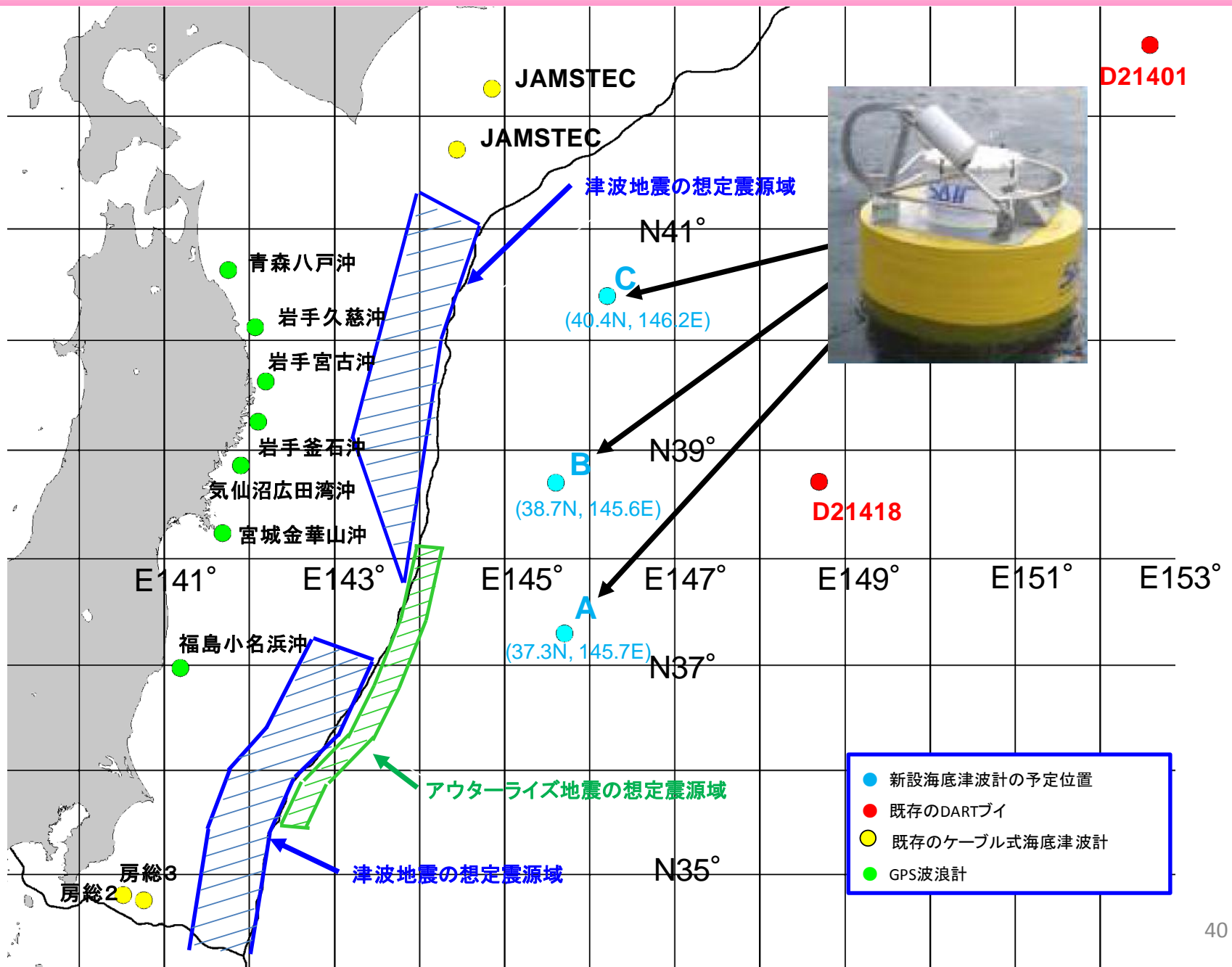


今後、関係省庁と連携して重点的に観測を強化する海域

- ★ ケーブル式海底水圧計(気象庁、東大、JAMSTEC)
- 国交省港湾局GPS波浪計
- ✿ DONET(ケーブル式、JAMSTEC)

より確度の高い津波警報とその更新報を、迅速確実に発表する。

ブイ式海底津波計の配置案 (より詳細な位置は今後の調整により若干変更の可能性がある)



まとめ

○ 津波警報第1報

- ・ 地震発生後3分程度で発表。
- ・ 気象庁マグニチュードに基づく発表を基本とするが、新たに導入する過小評価判定ツールにより地震規模を過小に見積もっていると判断された場合、当該海域で想定される最大のマグニチュードで警報を発表。その場合、予想される高さは定性的表現とする。

○ 津波警報続報

- ・ 速やかにモーメントマグニチュードを求め、地震発生後15分程度でモーメントマグニチュードにより警報を更新する。モーメントマグニチュードを確実に求めるため、広帯域強震計を整備する。
- ・ 津波警報の迅速・的確な更新に資するため、関係機関とも協力しつつ、沖合津波計の整備を進める。
- ・ 沖合津波計の津波警報への活用技術開発を進める。

○ 津波警報等の情報文

- ・ 予想される津波の高さを8段階から5段階とする。また、警報を、当該海域で想定される最大のマグニチュードで発表する場合、予想される津波の高さは「巨大」等の定性的表現で発表。
- ・ 予想される津波の高さに比べ観測値が小さい間は、観測値を数字で発表せず「観測中」とする。
- ・ 沖合津波観測情報を新設する。

○ 広報周知活動

- ・ 警報の改善のみならず、強い揺れを感じたら直ちに避難すべきこと、津波警報の意味や限界など、津波避難に関する周知広報を進めていくことが重要。