

地震調査研究推進本部政策委員会第24回総合部会

気象庁提出資料

資料 総24－(4)

気象庁の取り組み

- 津波警報の改善について
- 長周期地震動情報の提供について
- 緊急地震速報の改善について

資料 総24－(4)－参考資料

津波警報発表予報区の気象官署による住民・防災担当者の聞き取り調査
(北海道、東京都以西)

資料 総 2 4 - (4)
平成 2 3 年 1 2 月 2 6 日

気象庁の取り組み

津波警報の改善について
長周期地震動情報の提供について
緊急地震速報の改善について



気象庁

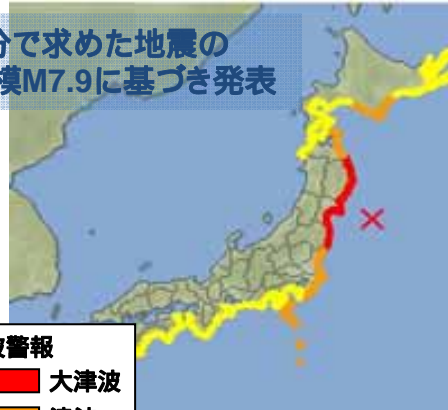
東北地方太平洋沖地震における津波警報の課題

【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



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

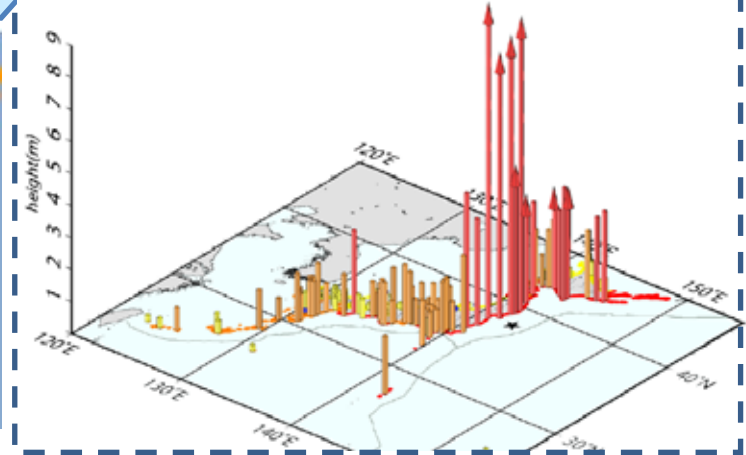
速やかに津波監視を開始

沖合の津波観測データに基づき発表



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。

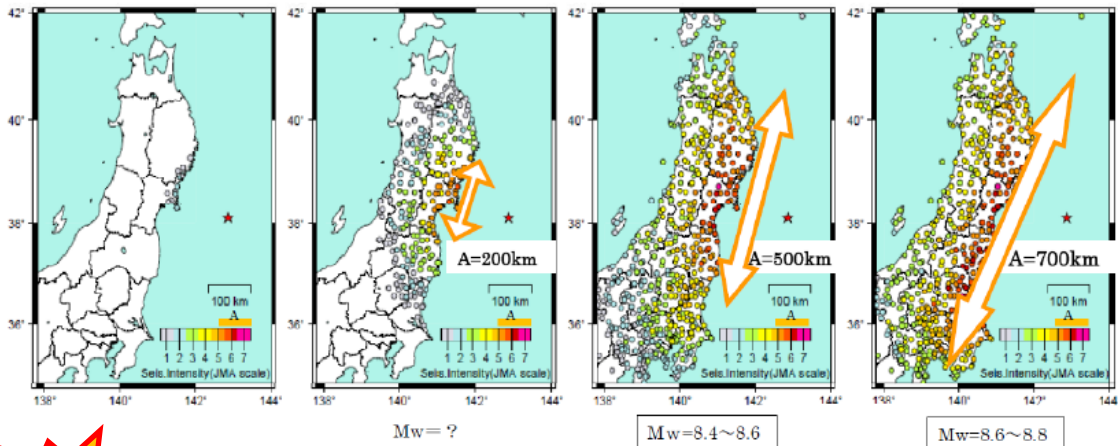
対策の検討

有識者や関係防災機関等による「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」を立ち上げ、9月12日、津波警報改善の方向性をとりまとめ、その具体的課題について、「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」において来年1月末頃の提言を目指し、検討中。

過小評価の可能性を速やかに認識する手法の例

東北地方太平洋沖地震における強震域監視手法による津波警報発表例

地震発生から30秒 → 60秒 → 120秒 → 180秒



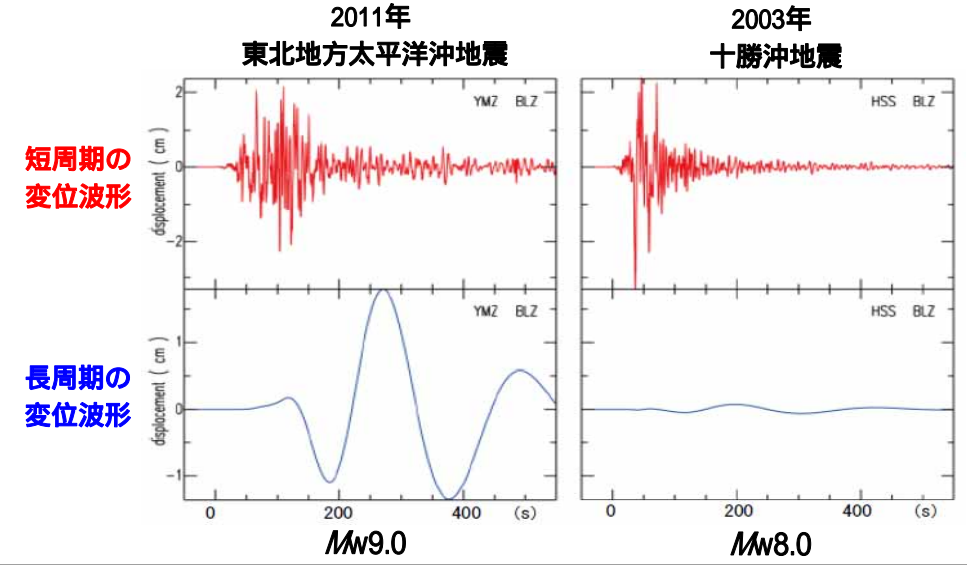
Mj=7.9 算出

M=8.8による警報発表

過小、Mj飽和の可能性大 採用せず

地震の規模が大きければ、断層の長さも長くなり、大きな震度の範囲も広がることとなる。この範囲の広がりを見守ることにより、気象庁マグニチュード (Mj) が地震の規模を適切に評価しているかどうかの判定や、モーメントマグニチュード (Mw) の大まかな見積もりが可能と考えられる (仮に3分経過時点で M8.8と推定できた場合、青森県太平洋沿岸～千葉県九十九里・外房にかけ10m以上との予測が可能である)。この手法は、現在気象研究所で開発中である。

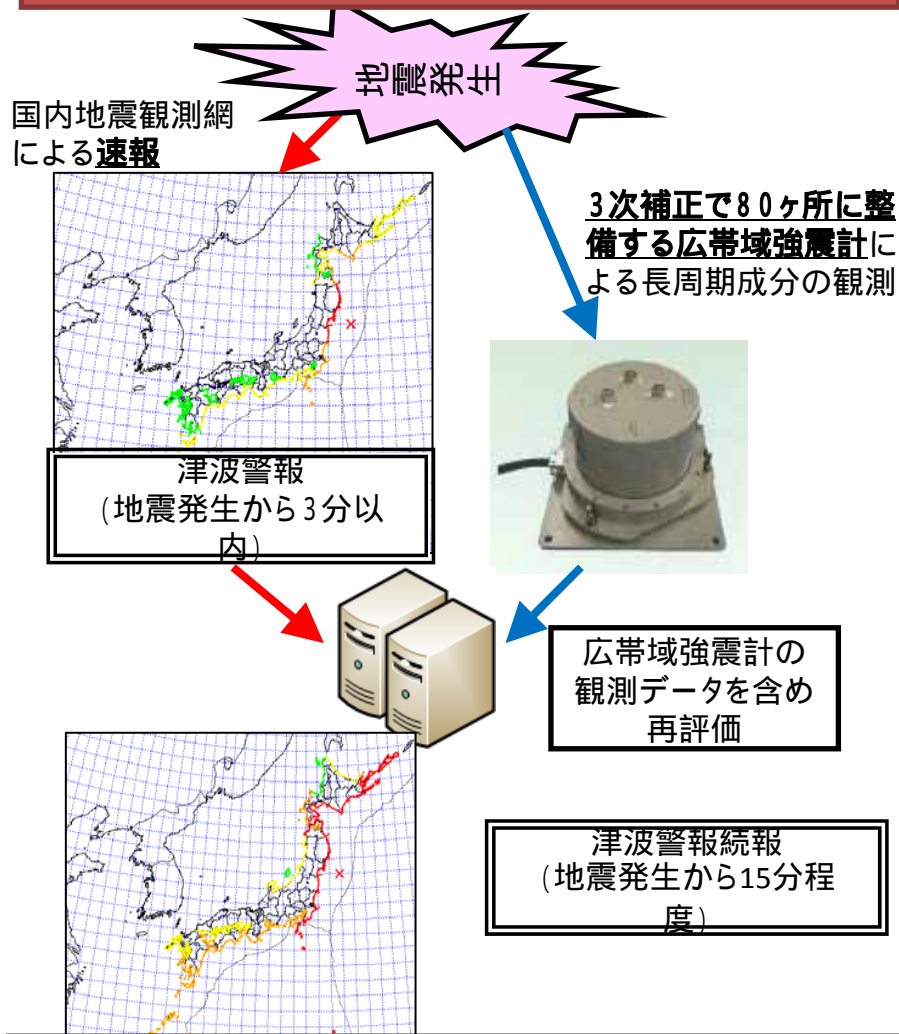
長周期の変位波形の監視



地震の規模の大きさの違いは、地震波形の長周期成分において顕著に現れる。モーメントマグニチュード (Mw) の大きく異なる地震波形について、短周期成分 (この図では6秒より短い周期) には大きな違いが見られないが、長周期成分 (この図では200秒程度の周期) では顕著な違いが見られる。こうした特徴を利用して、気象庁マグニチュード (Mj) が地震の規模を適切に評価しているかどうかを監視・判定することができると考えられる。この手法は、現在気象研究所で開発中である。
(注: 図の波形は防災科学技術研究所の速度型強震計のものを使用)

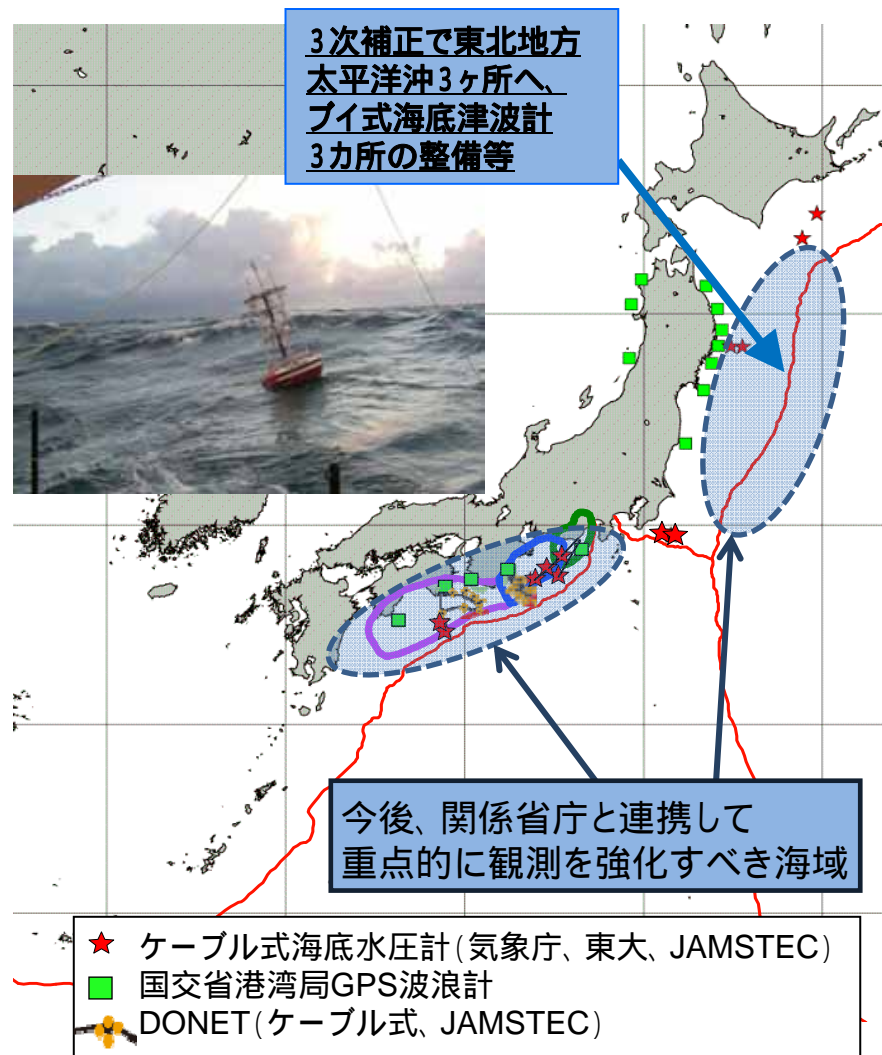
広帯域強震計による巨大地震の規模の早期把握と沖合津波観測網の強化

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



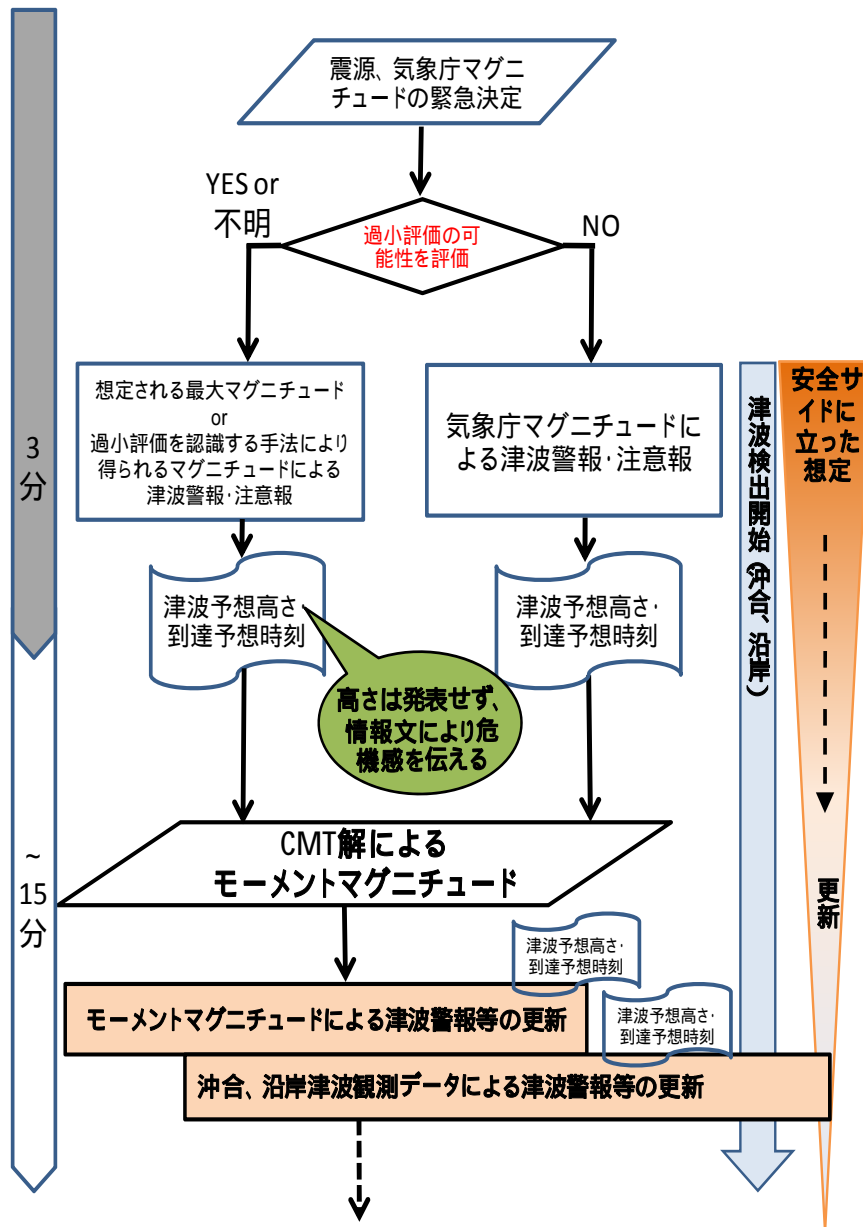
15分以内に巨大地震のマグニチュードを精度良く把握し、適切な津波警報を発表する。

沖合津波観測網の強化



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。

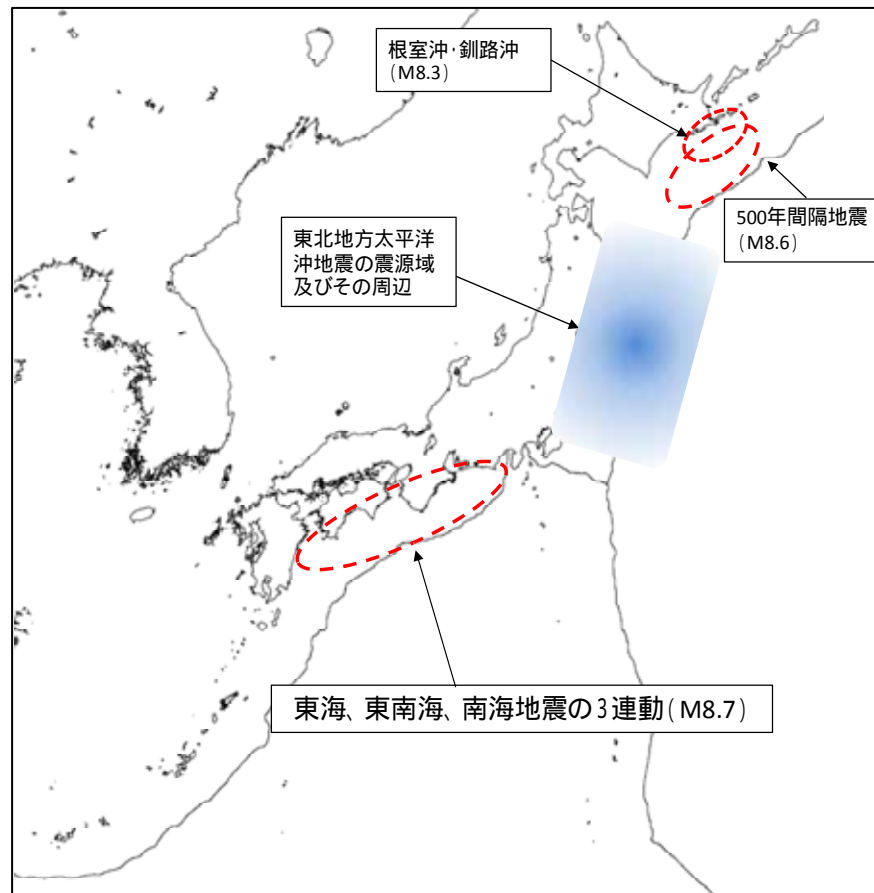
津波警報改善策による警報発表の流れ



M8クラスの地震発生の可能性のある領域の例

現時点で想定されている主なM8クラスの地震としては、
 ・東海・東南海・南海地震の3連動M8.7
 ・千島海溝沿いの地震(根室沖・釧路沖M8.3、500年間隔地震M8.6、等)などがある(中央防災会議)による。

また、東北地方太平洋沖地震の震源域の周辺についても、特に注意して監視すべき海域がある。例えば、地震調査委員会の検討によれば、三陸沖から房総沖の海溝寄りには、東北地方太平洋沖地震の発生に伴い、津波マグニチュードで8.6~9.0前後の地震が誘発される可能性があるとしている。



津波警報や津波情報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はなく、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。

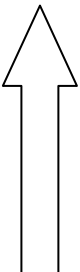
主な検討項目と提言案

主な検討項目と提言案

主な項目	提案																				
津波の高さ予想の区分と津波警報の分類との対応	津波の高さと被害状況の調査結果を踏まえて決定																				
津波警報における高さ予想の伝え方 過小評価対策を適用して津波警報を発表する場合の津波の高さ予想については、いずれも数値なしの定性的な表現とする。	<table border="1"> <thead> <tr> <th>分類</th> <th>予想の区分</th> <th>数値表現</th> <th>定性表現</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">津波警報（大津波）</td> <td>10m以上</td> <td>10m以上</td> <td rowspan="3">巨大</td> </tr> <tr> <td>5m～10m</td> <td>10m</td> </tr> <tr> <td>3m～5m</td> <td>5m</td> </tr> <tr> <td>津波警報（津波）</td> <td>1m～3m</td> <td>3m</td> <td>大きい</td> </tr> <tr> <td>津波注意報</td> <td>20cm～1m</td> <td>1m</td> <td>大きいおそれ</td> </tr> </tbody> </table>	分類	予想の区分	数値表現	定性表現	津波警報（大津波）	10m以上	10m以上	巨大	5m～10m	10m	3m～5m	5m	津波警報（津波）	1m～3m	3m	大きい	津波注意報	20cm～1m	1m	大きいおそれ
分類	予想の区分	数値表現	定性表現																		
津波警報（大津波）	10m以上	10m以上	巨大																		
	5m～10m	10m																			
	3m～5m	5m																			
津波警報（津波）	1m～3m	3m	大きい																		
津波注意報	20cm～1m	1m	大きいおそれ																		
津波警報における内容表現 避難を呼びかける表現 警戒すべき地理的な範囲への言及 津波到達予想時刻の表現 広域に警報を伝える場合の優先事項の表現	到達予想時刻までに残された時間によらず、「ただちに避難」とする。津波警報（大津波、津波）の場合「沿岸部、河川沿い」、津波注意報の場合「海中、海岸付近」とする。これ以上詳細には立ち入らない。同一予報区内でも津波の到達時刻はかなりの幅があることを明示する。高い津波がただちに襲ってくるか恐れがあるなどの切迫度が分かるようフラグを付加する。																				
津波観測（沿岸の検潮所） 津波を観測した事実は直ちに伝える 津波の高さを数値でつたえるのは右の条件が満たされた時点	<table border="1"> <thead> <tr> <th>発表中の警報等</th> <th>数値で発表</th> <th>「観測中」等の定性表現</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>津波警報（大津波）</td> <td>観測値 > 1m</td> <td>観測値 1m</td> </tr> <tr> <td>津波警報（津波）</td> <td>観測値 > 0.2m</td> <td>観測値 0.2m</td> </tr> <tr> <td>津波注意報</td> <td>観測されれば発表</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	発表中の警報等	数値で発表	「観測中」等の定性表現	津波警報（大津波）	観測値 > 1m	観測値 1m	津波警報（津波）	観測値 > 0.2m	観測値 0.2m	津波注意報	観測されれば発表									
発表中の警報等	数値で発表	「観測中」等の定性表現																			
津波警報（大津波）	観測値 > 1m	観測値 1m																			
津波警報（津波）	観測値 > 0.2m	観測値 0.2m																			
津波注意報	観測されれば発表																				
沖合津波観測 沖合津波情報を新設、基本的に沿岸の検潮所の場合と同じ考え方とする	沖合の観測値の伝え方は津波観測（沿岸の検潮所）の考え方に準じる。沖合での津波観測情報を従来の観測情報と別に新設。																				
津波の実況・推移について	津波の実況・推移を分かりやすく伝え、津波来襲中での避難の徹底、津波の解除に向けた準備的な情報としての利用等に資するため、新たに図情報の活用を進める。																				

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

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(案)

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以上 (10m以上)	 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。	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。 			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。	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。 注意報の解除までは潮の流れが速い状態が続きますので、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。

長周期地震動情報の提供

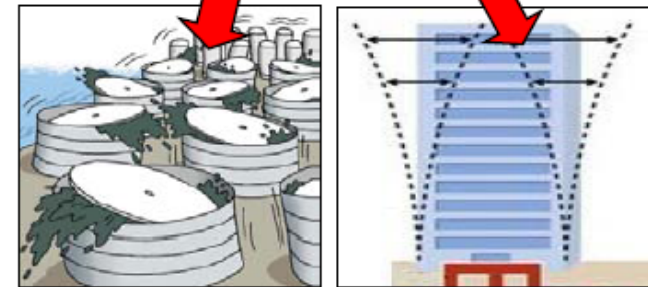
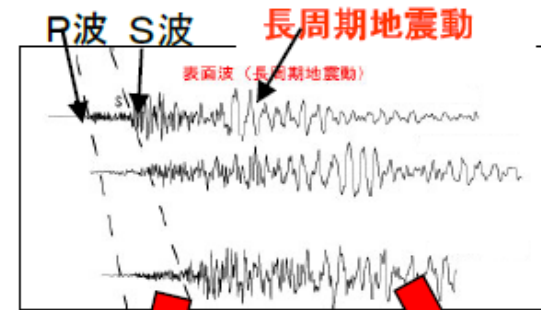
長周期地震動情報の提供

○長周期地震動の特徴

- ・短い周期の波に比べて、減衰がしにくい。
- ・震源から遠く離れた場所でも高層ビル等に被害発生

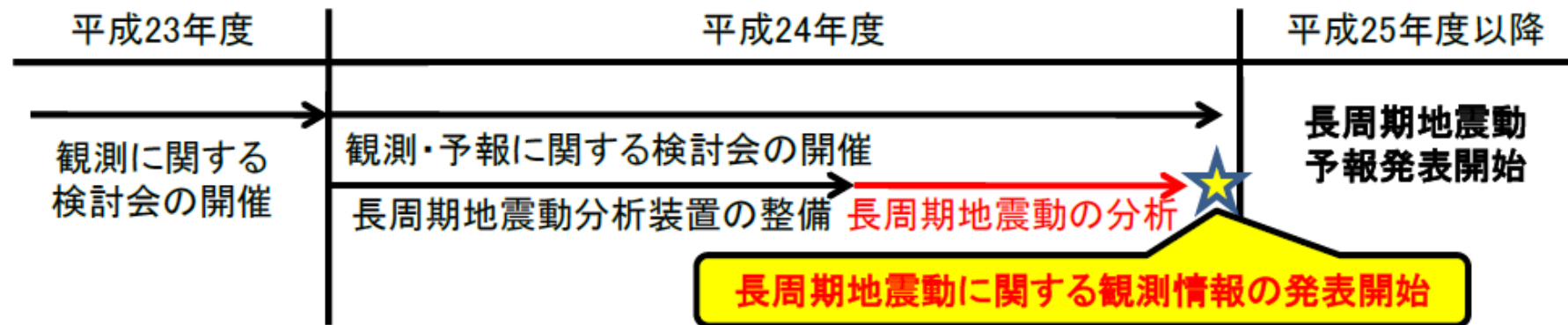
≪震度とは対応しない長周期地震動による被害例≫

- ・平成15年(2003年)十勝沖地震(M8.0)
震源から200km以上離れた苫小牧市において、
石油タンク火災が発生
- ・平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震(M9.0)
震源から700km以上離れた大阪市において、
高層ビル52階で2mを越える横揺れが発生

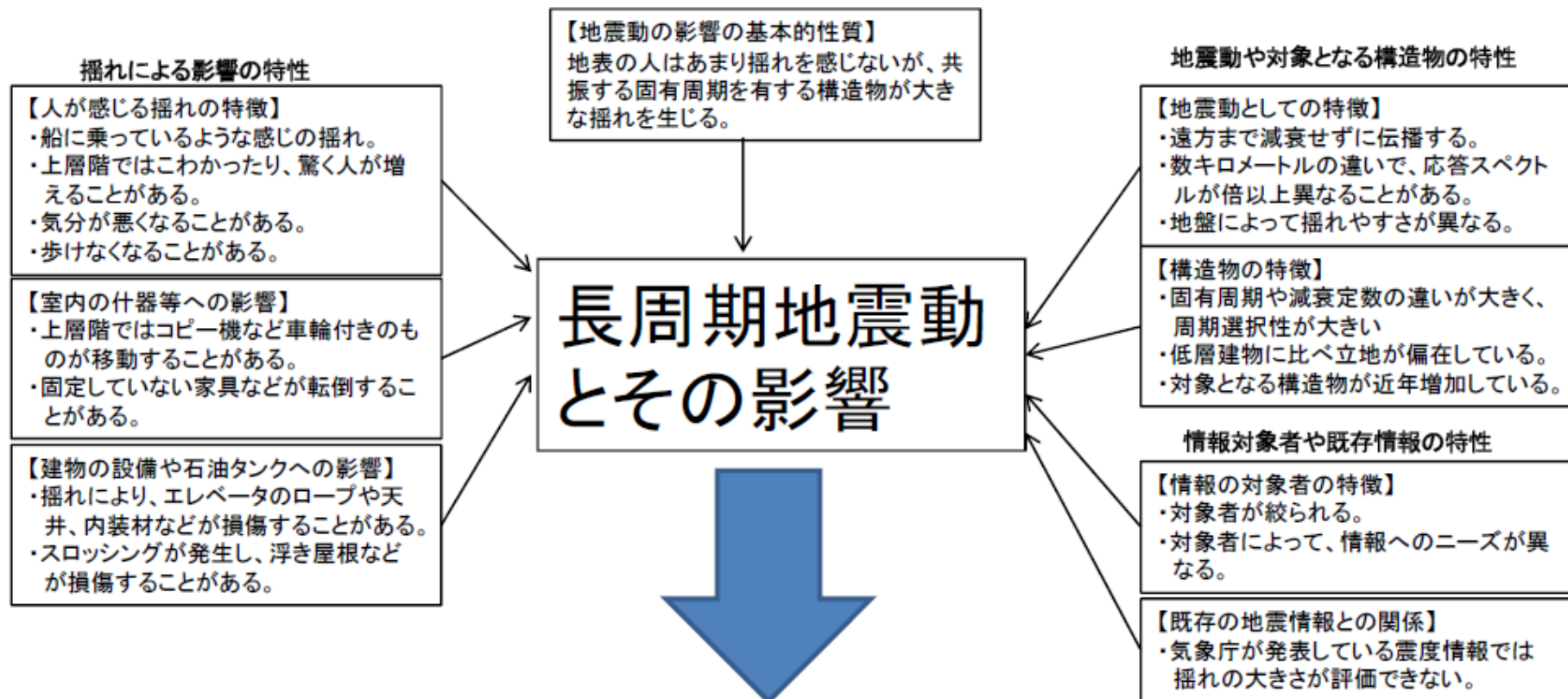


高層ビルや石油タンク等の被害

◎「震度」とは別に、防災に資する新たな長周期地震動情報を提供



長周期地震動に対する新たな地震情報のあり方はどうあるべきか



長周期地震動による人的・物的被害の早期把握といった地震直後の初動対応を行うために有効な新たな情報はどうか

論点 1

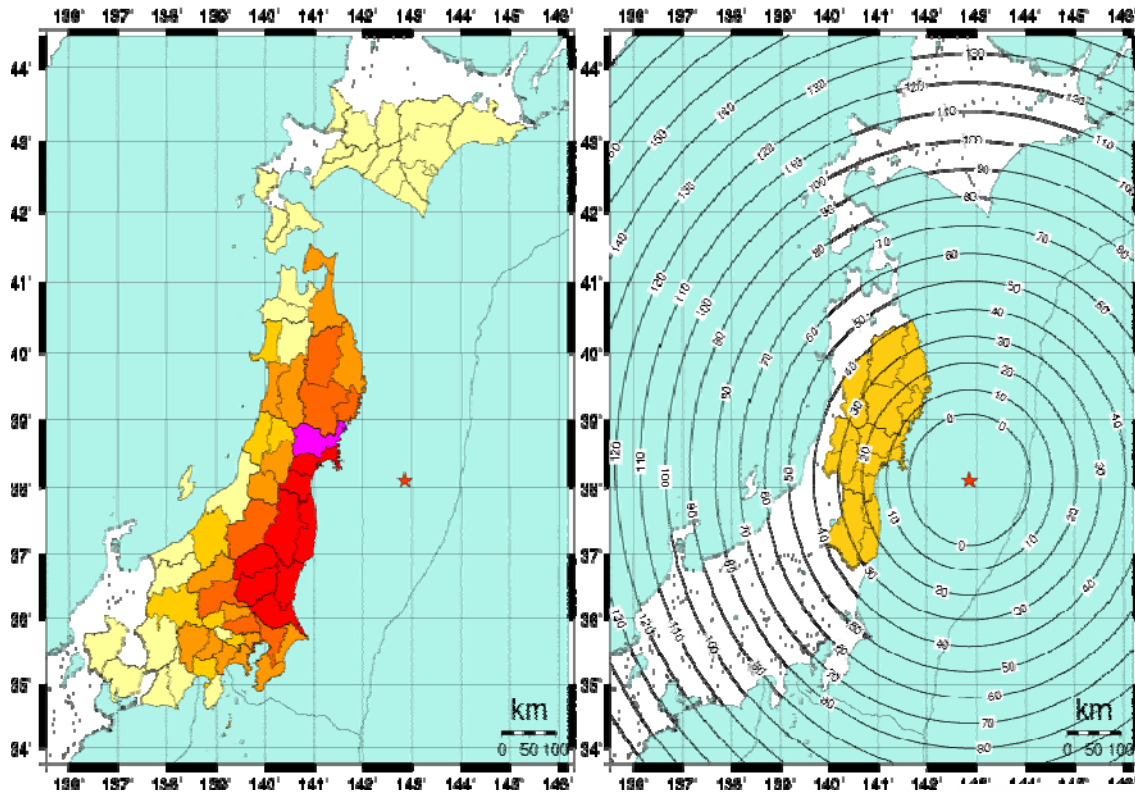
長周期地震動に対する新たな地震情報の利用者と利用方法をどう想定すべきか

論点 2

対象者が、長周期地震動による人的・物的被害の早期把握といった地震直後の初動対応を行うために有効な、長周期地震動に対する新たな地震情報の内容はどうか。

緊急地震速報の改善

東北地方太平洋沖地震に対する観測震度(左)とEEW警報エリア(右)



地震検知から8.6秒後にM7.2と推定し最大震度5弱以上となったため警報を発表。全領域でS波の到着に間に合っている。

その後地震検知から105.0秒後にM8.1と推定し、警報更新基準を満たしたが、60秒以上を経過していたため、更新報発表せず。

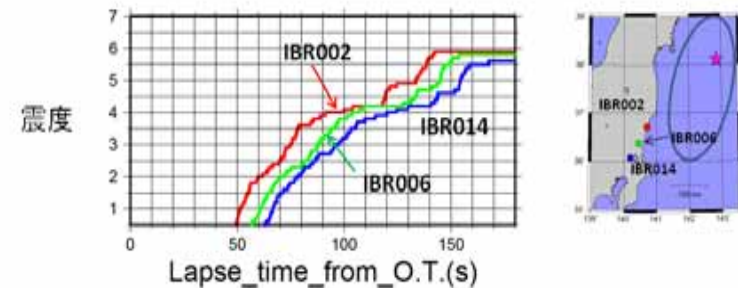
茨城県沖地震の事例を踏まえた、警報の「遅れ発表」回避策のため、今後は、更新報はその対象としない。

緊急地震速報用マグニチュード計算も、 M_j と同じ強震計波形を用いているため、M8を大きく超えると規模推定が飽和する。特に、震源域の広がり推定に影響が大きい。

震源・Mを介在させる震度予測だけでなく、「上流」のリアルタイム震度を用いて「下流」の震度を予測する手法も開発(気象研)。

ただし、猶予時間は短くなることや、民間事業者の予報をどうケアするか要検討。

近傍観測点を用いた場合

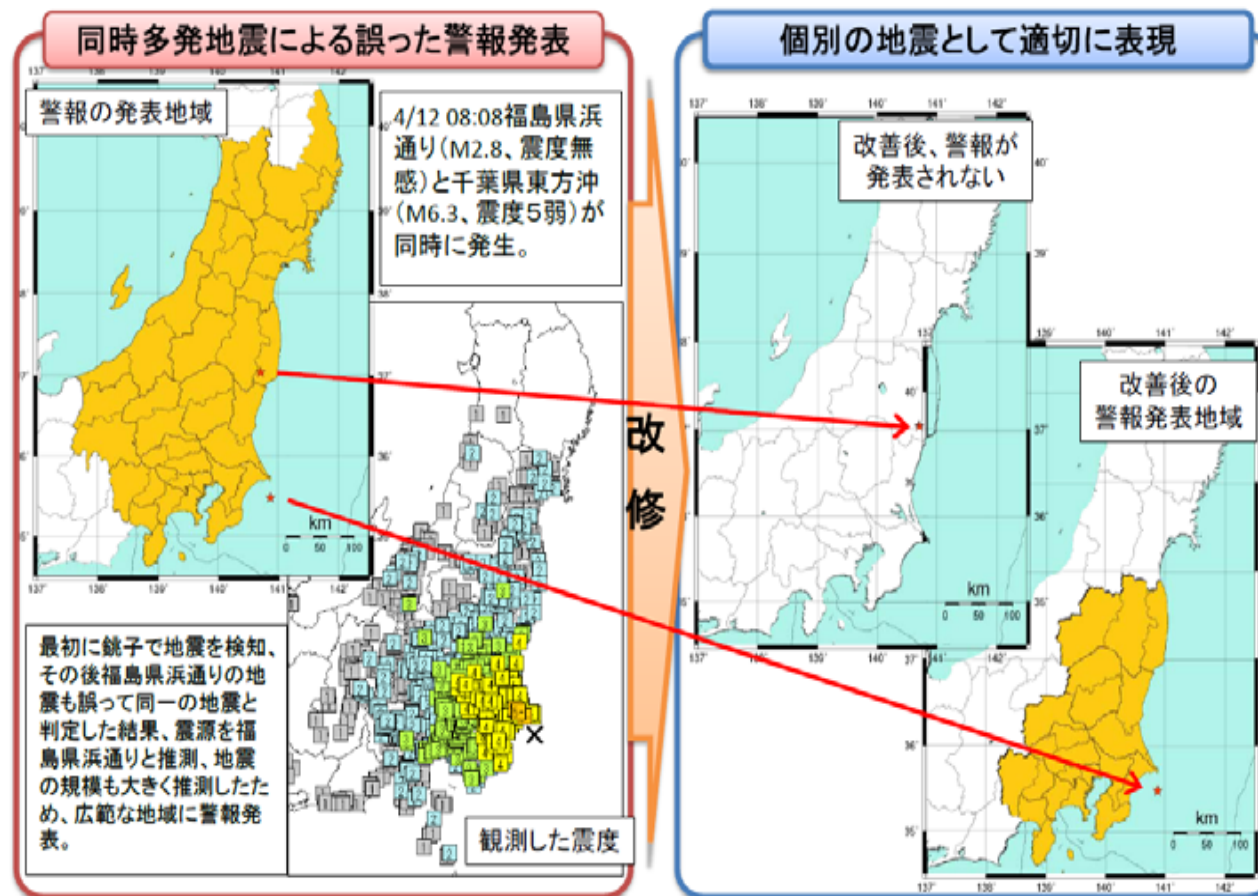


40km 前方で捉えると、10秒後の震度が予測できる可能性

緊急地震速報の改善

緊急地震速報の改善の例

～ 4月12日8時8分の千葉県東方沖の地震(震度5弱)の例 ～



本震発生後、夥しい余震発生や周辺域での地震活動活発化に伴い、短時間に近接地域で複数地震が発生し、緊急地震処理が正しく2地震に分離できず、過大な警報を発表した事例が相次いだ。

正しく2地震に分離するためのロジック改良中(一部実施済み)。

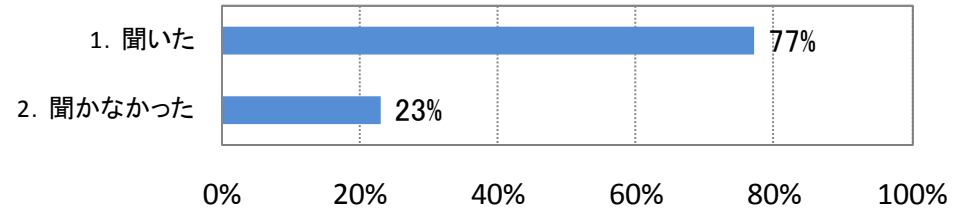
津波警報発表予報区の気象官署による 住民・防災担当者の聞き取り調査 (北海道、東京都以西)

1. 对象者：一般住民

津波警報や避難の呼びかけの覚知

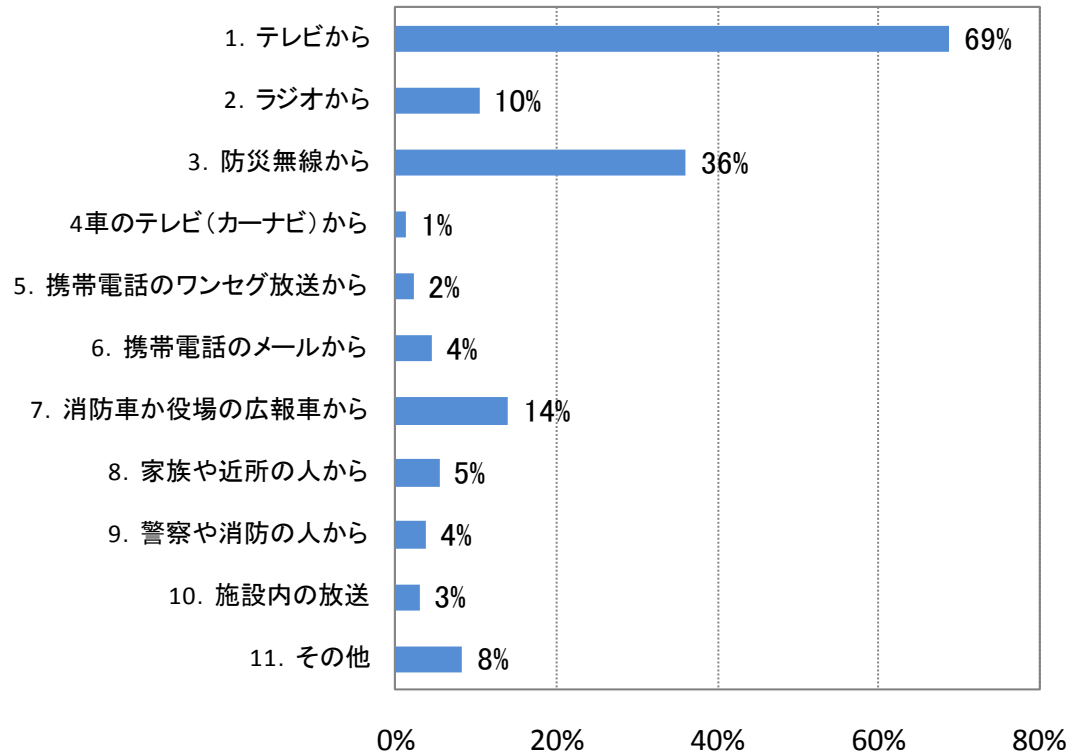
問3 津波警報や避難の呼びかけを聞きましたか

n=741



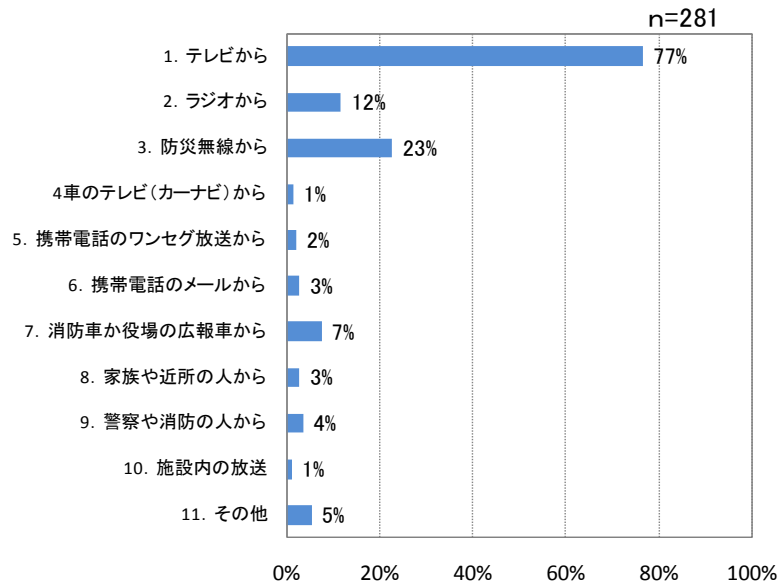
付問4.1 津波警報をどのようにして知りましたか(複数回答)

n=543

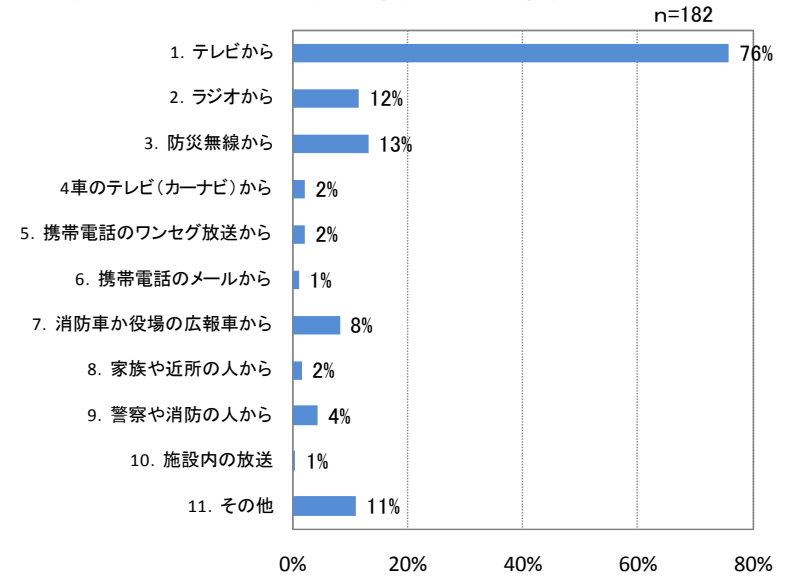


情報の入手先

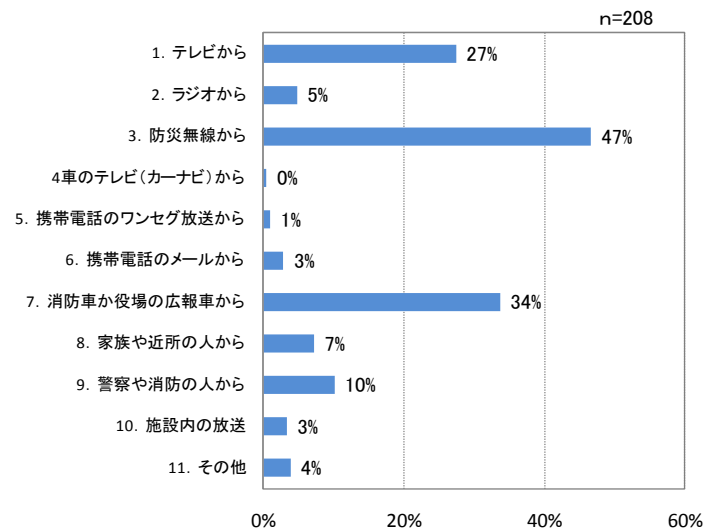
付問4.1 予想される津波の高さの情報の入手先(複数回答)



付問4.1 観測された津波の高さの情報の入手先(複数回答)



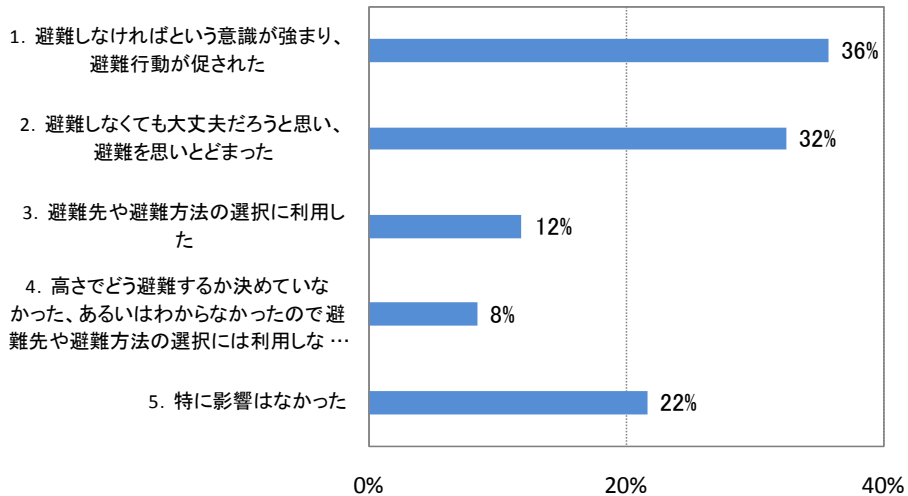
付問4.1 避難に関する情報等呼びかけの情報の入手先(複数回答)



警報・情報の避難の判断への影響

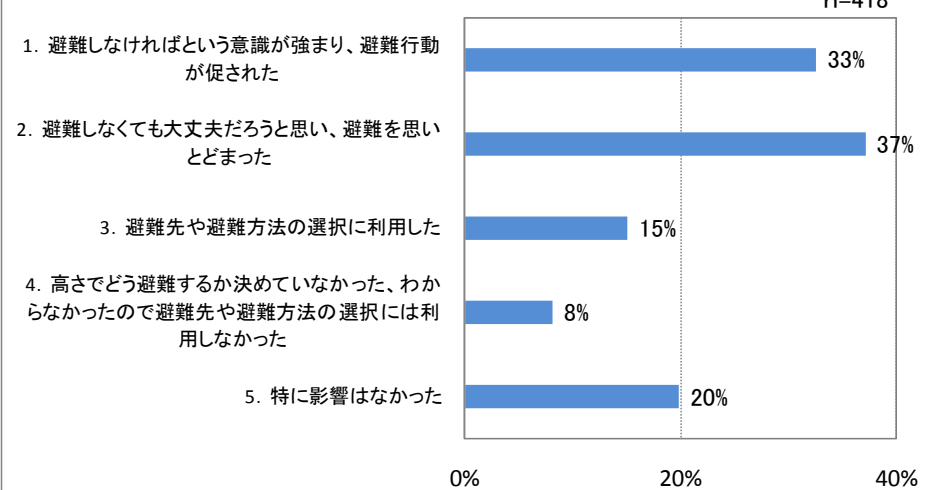
付問4.2-b 津波警報は避難の判断に影響しましたか(複数回

n=546



付問4.3-b 予想される津波の高さの情報を聞いて避難の判断に影響しましたか(複数回答)

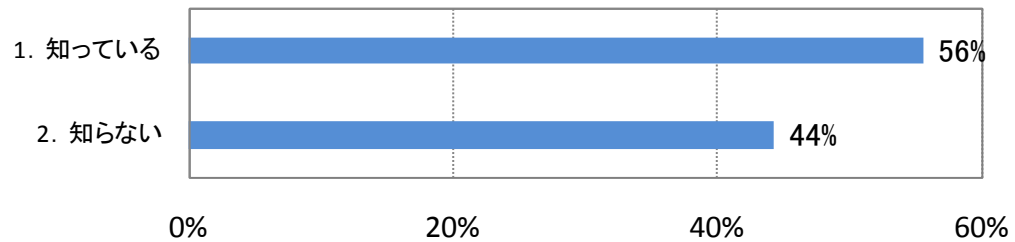
n=418



津波警報等の更新

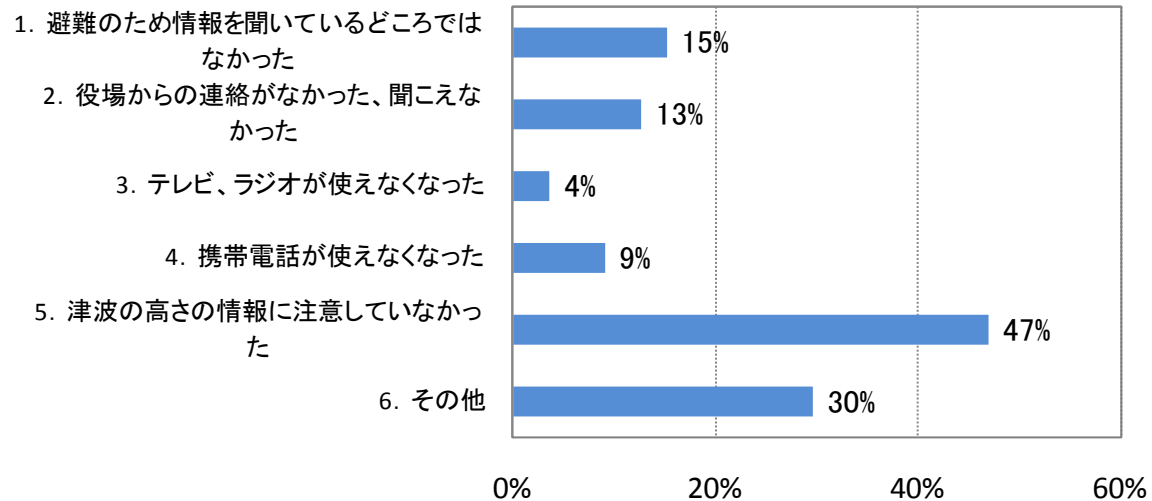
問5 津波注警報の更新や予想される津波の高さの情報の更新を知っていますか

n=702



問5 津波注警報の更新や予想される津波の高さの情報の更新を知らない方の理由(複数回答)

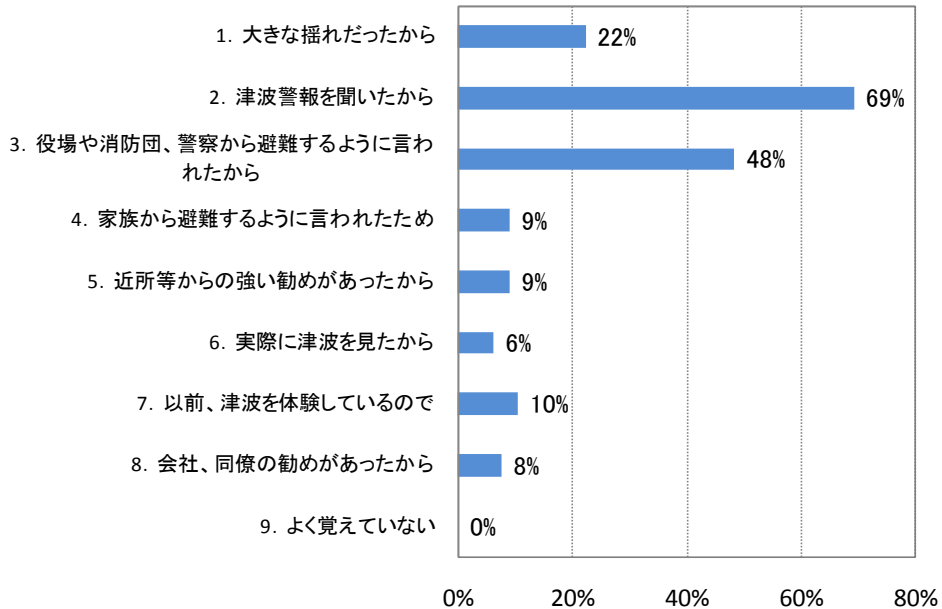
n=277



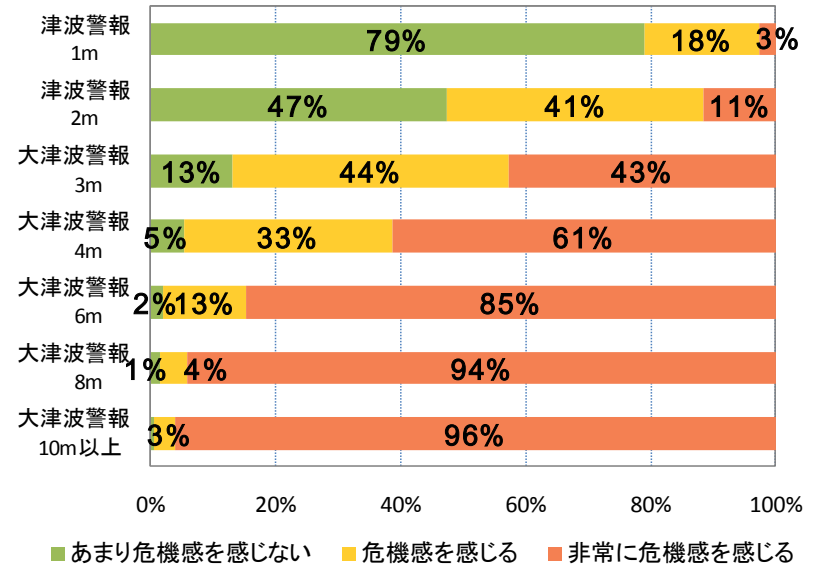
避難したきっかけ、津波警報等から受ける印象

付問6.1 避難したきっかけは何でしたか(複数回答)

n=211



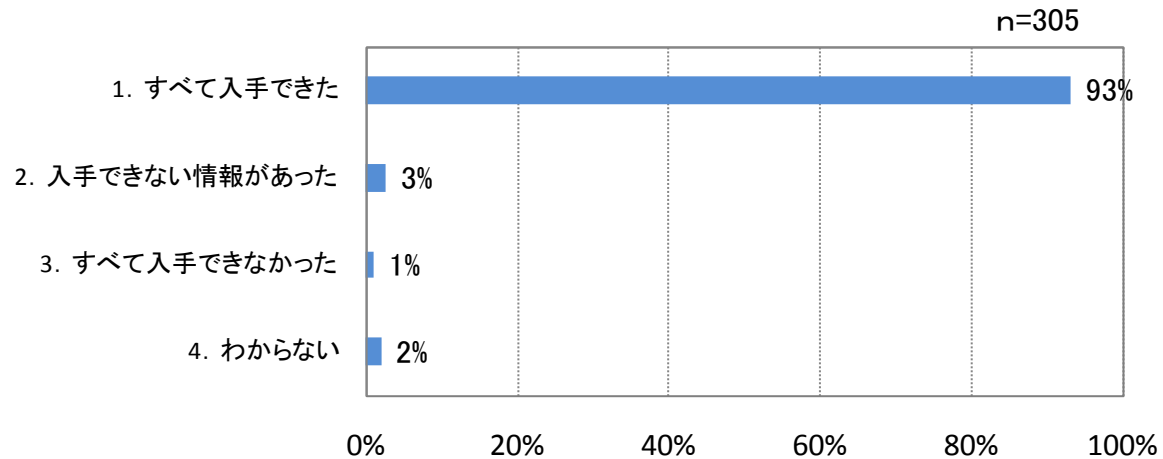
問8 津波警報・予想される津波の高さから受ける印象について



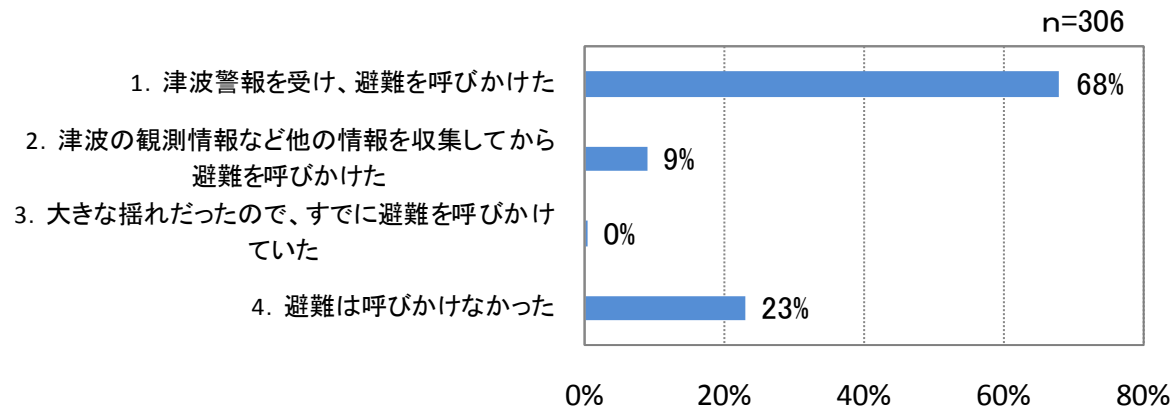
2. 对象者：防災担当者

津波警報・情報の入手、避難の呼びかけ

問2 津波注警報の更新や予想される津波の高さの情報を入手できましたか



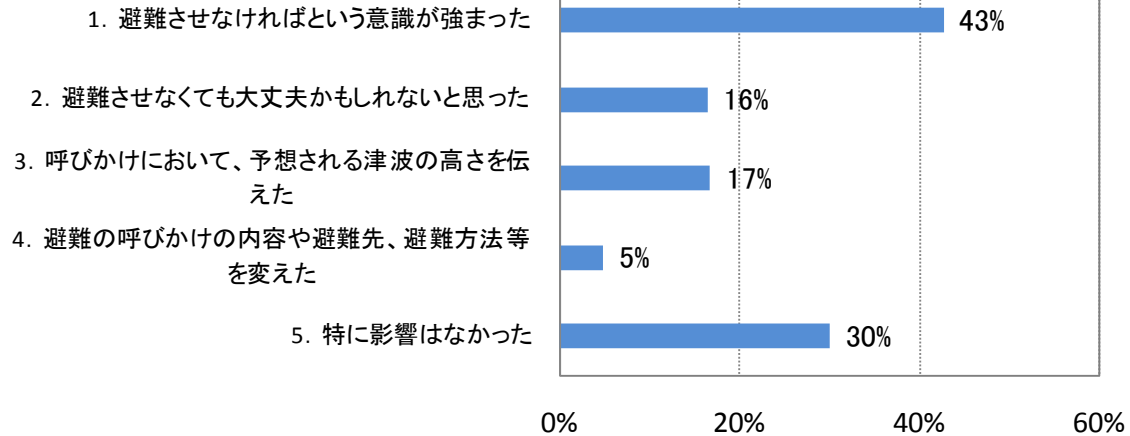
問3_②_b 津波警報を聞いて避難を呼びかけましたか



津波情報の避難の呼びかけへの影響

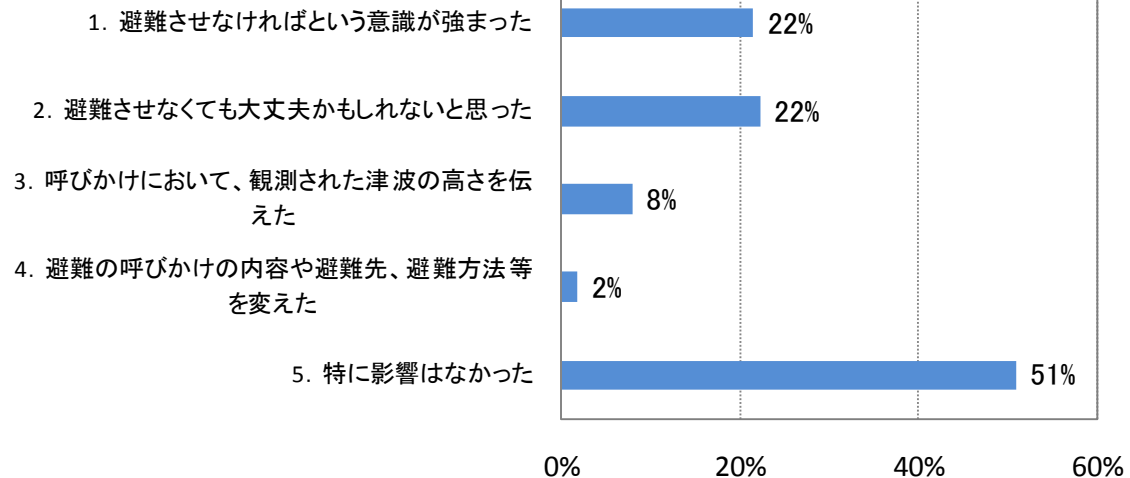
問3_③_b 予想される津波の高さの情報は、避難の呼びかけに影響しましたか(複数回答)

n=286



問3_④_b 観測された津波の高さの情報を聞いて、避難の呼びかけに影響しましたか (複数回答)

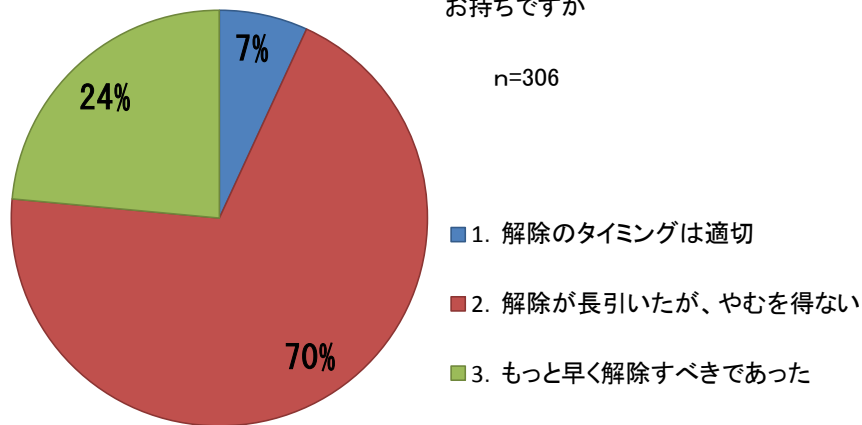
n=279



津波警報の解除に対する印象、津波警報等から受ける印象

問5 津波警報の解除について、どのような印象をお持ちですか

n=306



問6 津波警報・予想される津波の高さから受ける印象について

