

今後の気象業務のあり方について (地震・津波・火山分野)

兵庫県南部地震(1995年)



雲仙岳の噴火活動(1991年)



有珠山の噴火活動(2001年)



北海道南西沖地震(1993年)



十勝沖地震(2003年)



1 地震火山業務の基本的枠組み

ア 地震・津波・火山現象による災害の特性

イ 地震・津波・火山災害の防止・軽減方策

ウ 地震・津波・火山現象に関する予測技術の現状

エ 地震調査研究・地震防災の枠組み

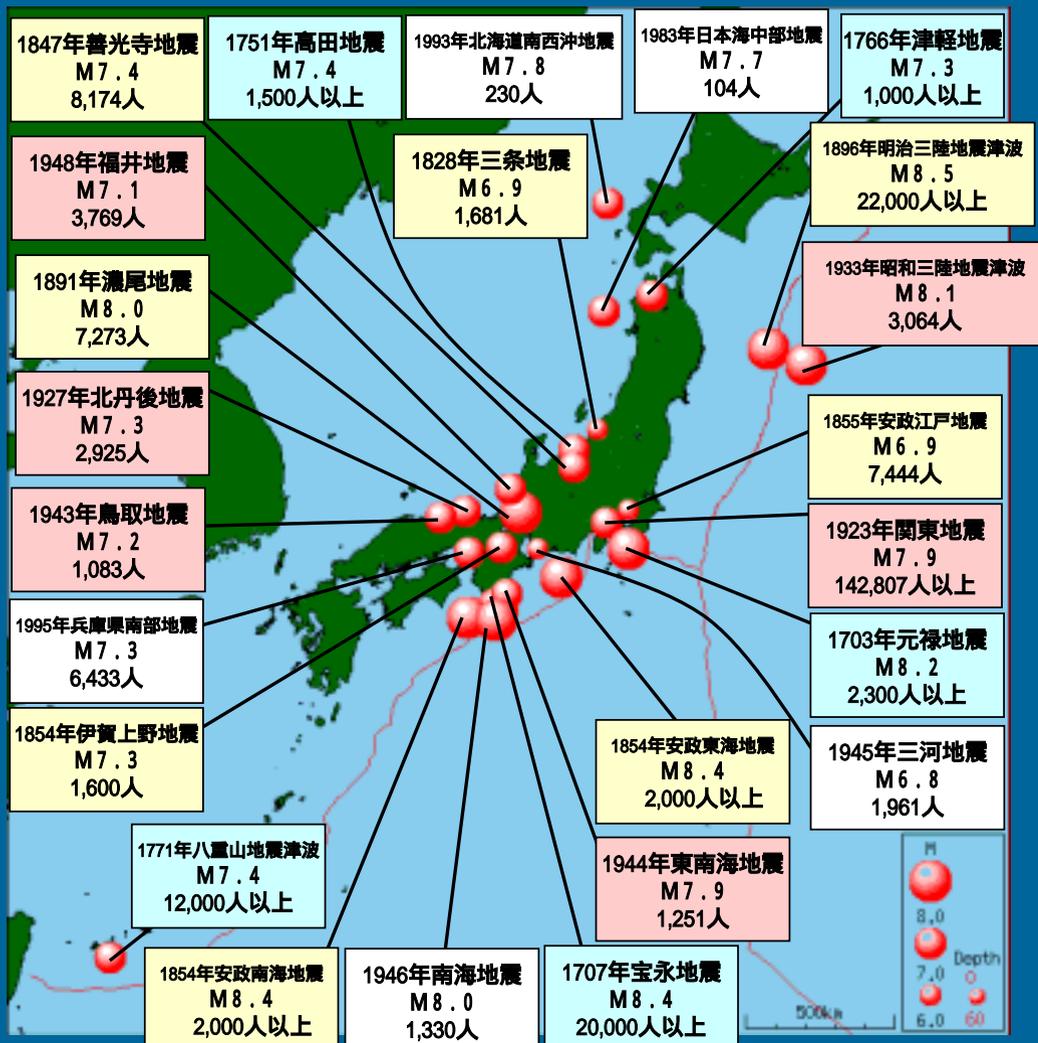
地震・津波・火山現象による被害を最小限にとどめるため、
危機管理に即応した利用し易い防災情報を発表する。

ア 地震・津波・火山現象による災害の特性

規模の大きな災害は発生頻度が低い

一度起これば極めて大きな被害をもたらす

発生しやすい我が国の地理的条件



- 1700年代
- 1800年代
- 1900年代(~1944年)
- 1945年~

1700年以降の 主な地震災害

出典 被害数
 1700年～1899年 理科年表
 1900年～ 宇佐見「日本被害地震総覧」、自治省消防庁資料
 地震名 宇津「世界の被害地震の表」

1854年12月の23日と24日に連続して発生

北海道駒ヶ岳

1856.9.25
落下軽石、火砕流
:20人余

渡島大島

1741.8.18
津波 :1475人

磐梯山

1888.7.15
岩屑流:477人

雲仙岳

1792.5.21
「島原大變肥後迷惑」
山崩れ、津波
:15000人
1991.6.3 火砕流
:死者40、不明3人

桜島

1779.11.8-9
「安永大噴火」
噴石、溶岩流:150人余
1781.4.11
津波(高免沖の島で噴火)
:死者8、不明7人
1914.1.12
「大正大噴火」
噴石、溶岩流、地震:58人

阿蘇山

1958.6.24
噴石:12人

ベヨネース列岩

1952.9.24
海底噴火による
船舶遭難:31人

有珠山

1822.3.12
火砕流:50人

十勝岳

1926.5.24
火山泥流:144人

安達太良山

1900.7.17 :72人

浅間山

1721.6.22 噴石:15人
1783.8.5 火砕流、火
山泥流、洪水
:1151人
1947.8.14 噴石:11人

三宅島

1940.7.12
火山弾、溶岩流
:11人

青ヶ島

1785.4.18
:130~140人

伊豆鳥島

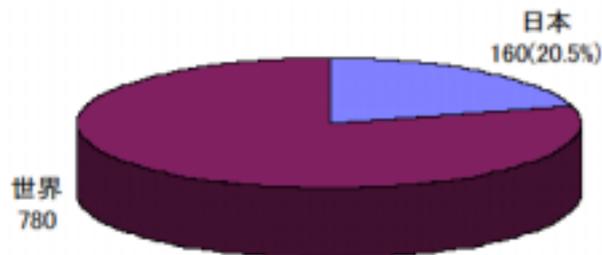
1902.8.7
島民全滅 :11人

1700年以降の 主な火山災害

出典
日本活火山総覧(第2版) 気象庁編

世界の災害と比較した日本の災害

マグニチュード6.0以上の地震回数



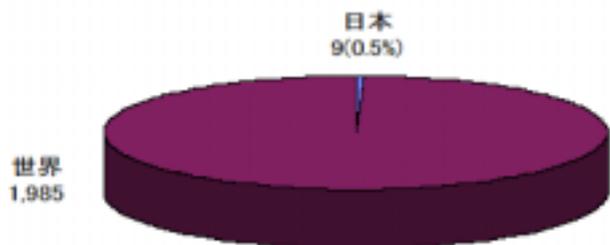
(注) 1994年から2002年の合計。日本については気象庁、世界についてはUSGS資料をもとに内閣府において作成。

活火山数



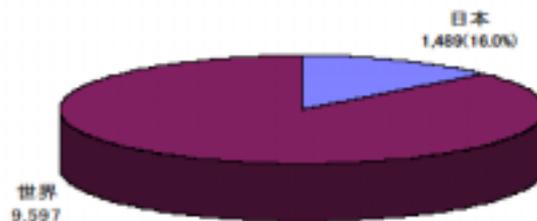
(注) 1994年から2002年の合計。日本については気象庁、世界についてはUSGS資料をもとに内閣府において作成。

災害死者数(千人) 【自然災害】



(注) 1972年から2001年の合計。CRED資料(*)をもとに内閣府において作成。

災害被害額(億ドル) 【自然災害】



(注) 1972年から2001年の合計。CRED資料(*)をもとに内閣府において作成。

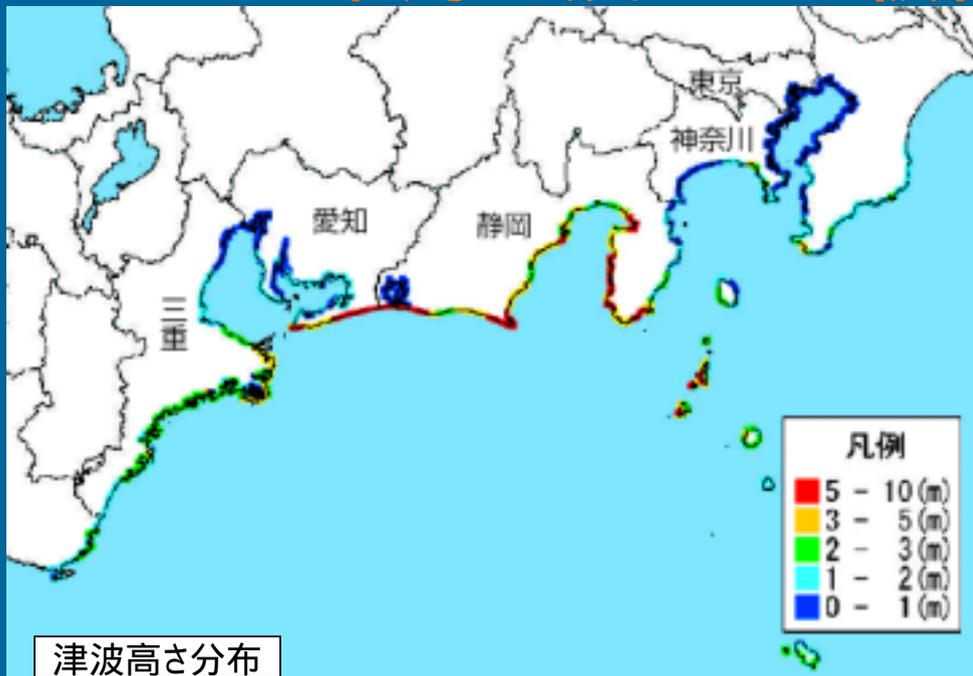
(*)ベルギーのルーバン・カトリック大学疫学研究所(CRED)の自然災害に関する統計

イ 地震・津波・火山災害の防止・軽減方策

被害想定に基づく防災計画

的確な防災情報による避難・応急対策

東海地震による被害想定例



津波高さ分布

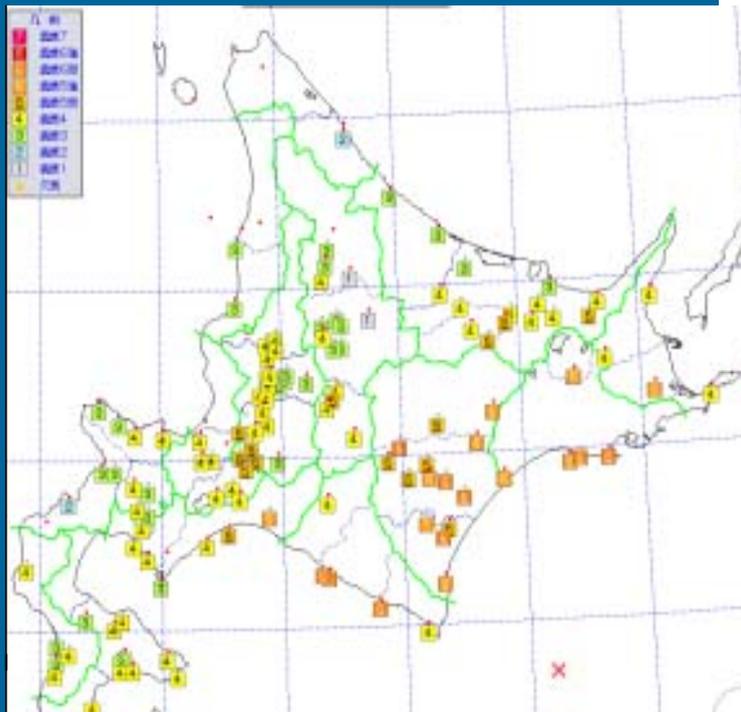


想定震度分布

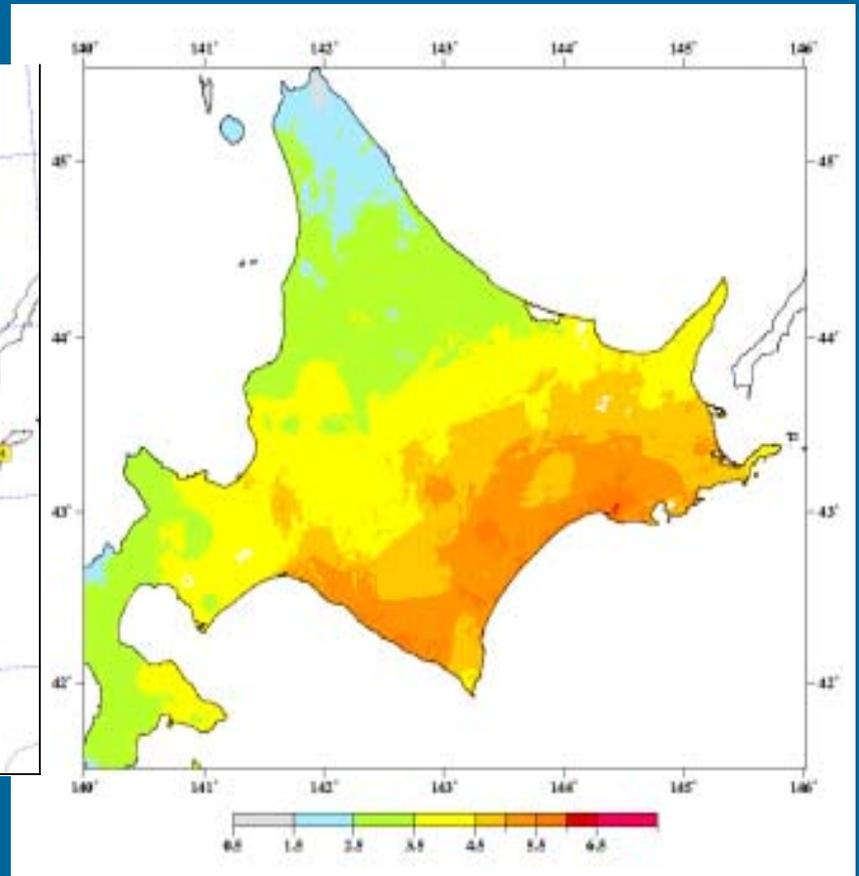
想定震源域

推計震度分布情報(計画)

(2003年十勝沖地震の例)

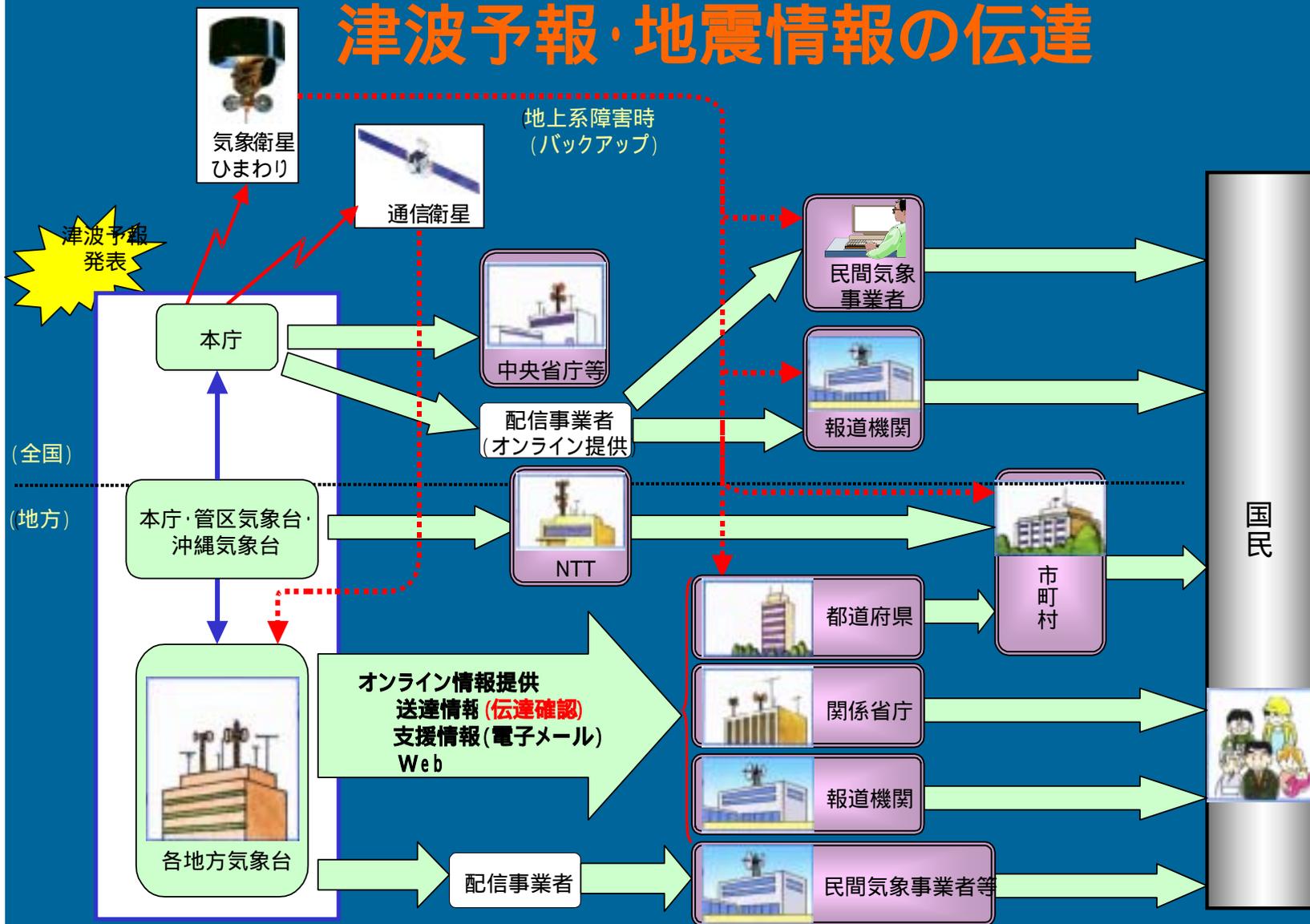


震度分布(観測値)

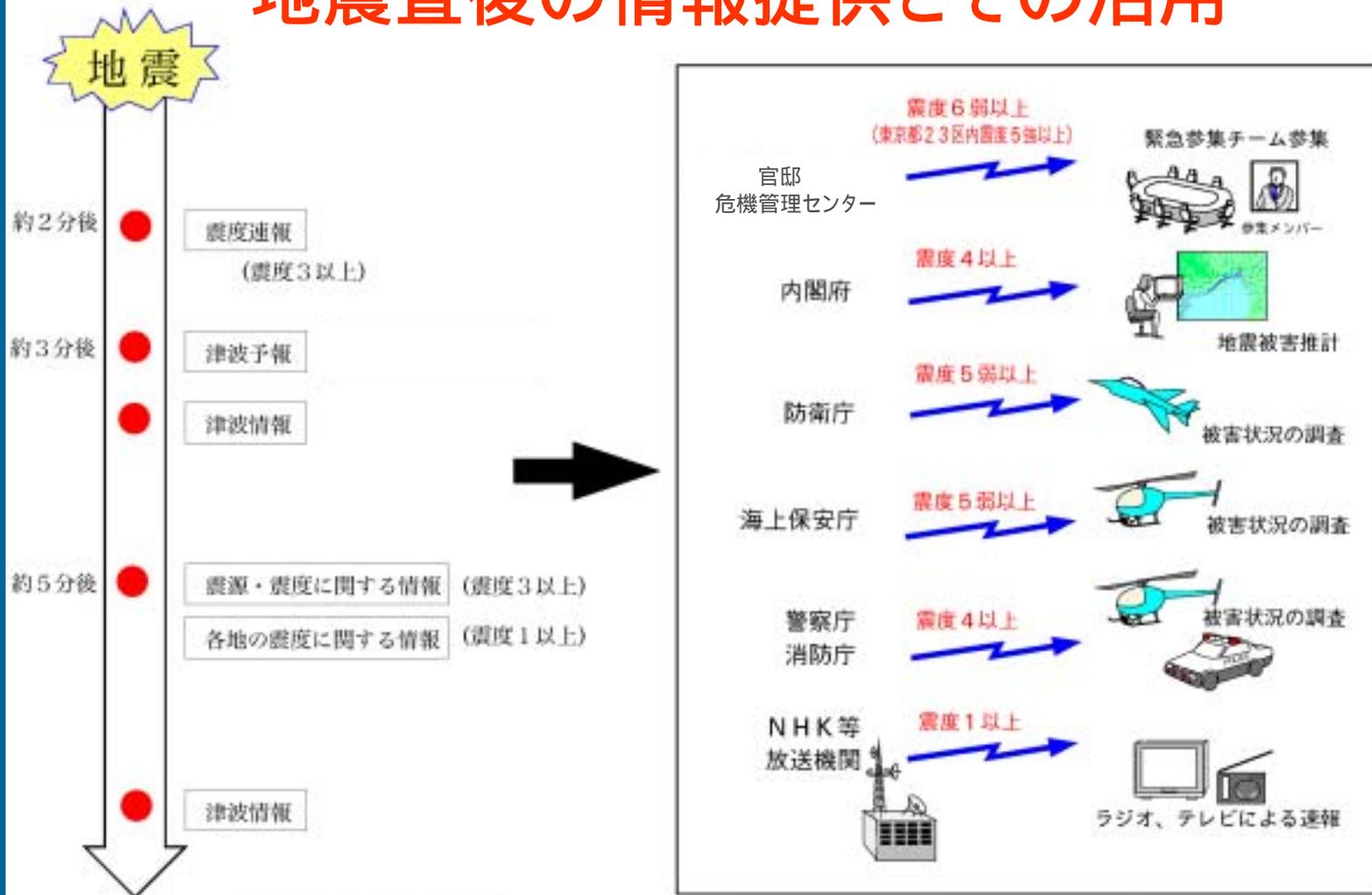


推計震度分布図

津波予報・地震情報の伝達



地震直後の情報提供とその活用



ウ 地震・津波・火山現象に関する 予測技術の現状

一般的な短期地震予測技術は存在しない

地震発生直前の地殻歪変化に基づく東海地震予知

地震発生直後のナウキャスト地震情報

地震発生直後の津波予報

火山活動評価に基づく火山噴火直前予知

地震予知を可能とする前提条件

地震の発生メカニズムが分かっている

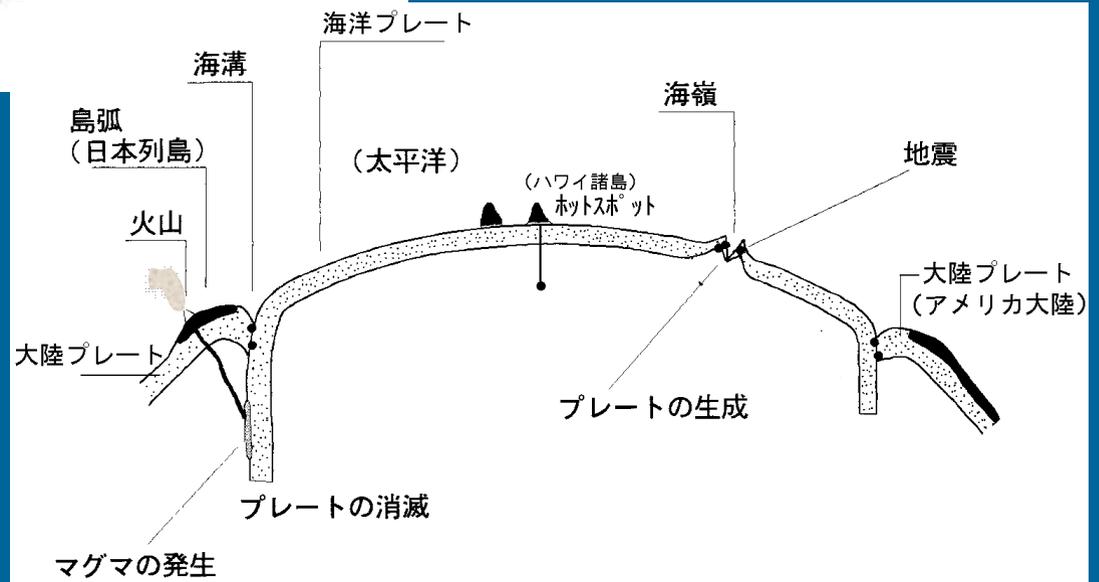
規模の大きな地震(前兆現象が現れやすい)

前兆を検出できる観測体制が整っている(想定される震源が陸地にあるほど前兆現象を検出しやすい)

日本周辺のプレート

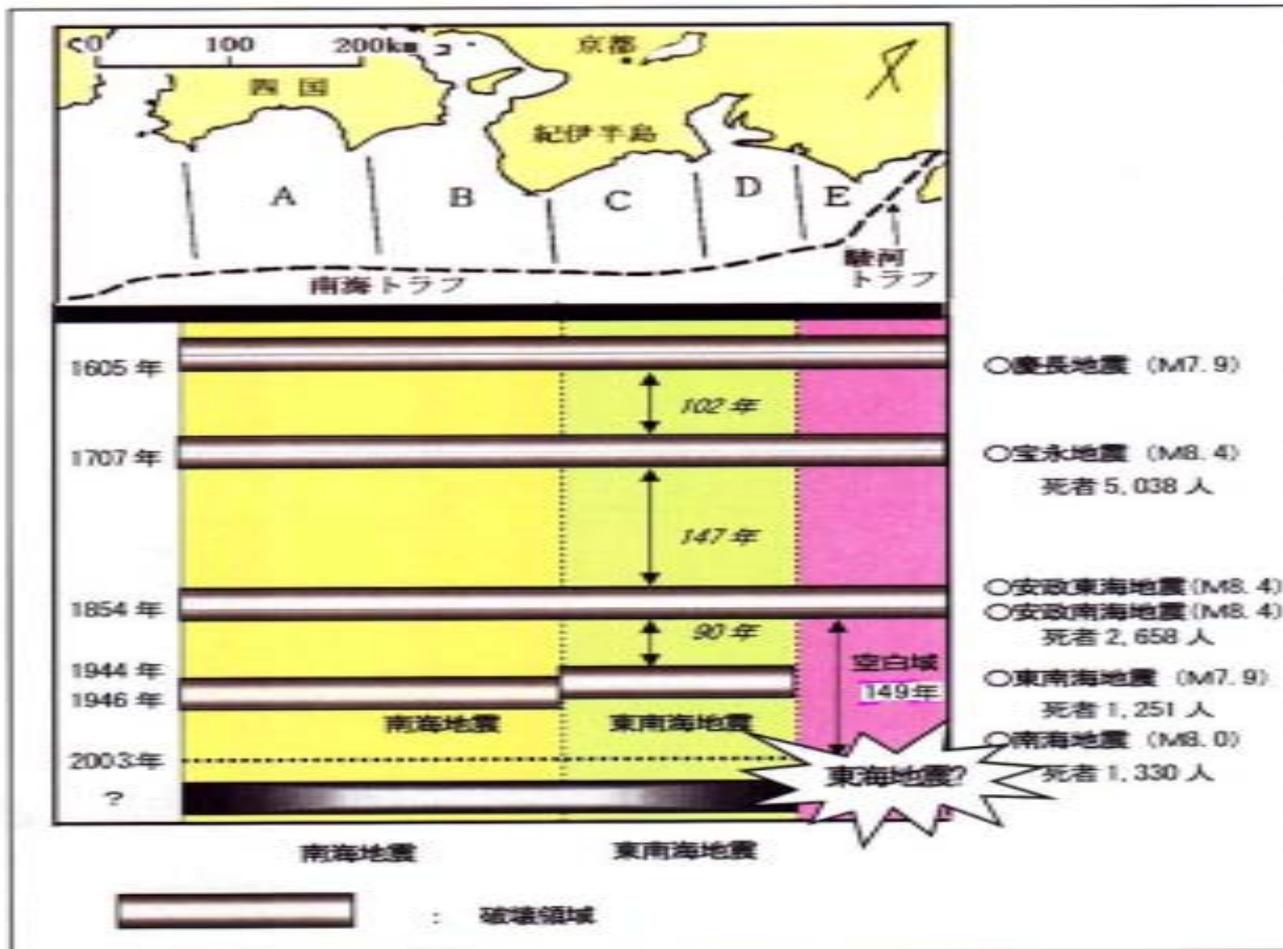


プレート： 地震・火山の原因



東海地震と東南海・南海地震について

1944年の東南海地震において、未破壊のまま取り残された空白域があり、東海地震は間近に迫っている。また、東南海・南海地震は約100~150年間隔で発生しており、今世紀前半での発生が懸念されている。



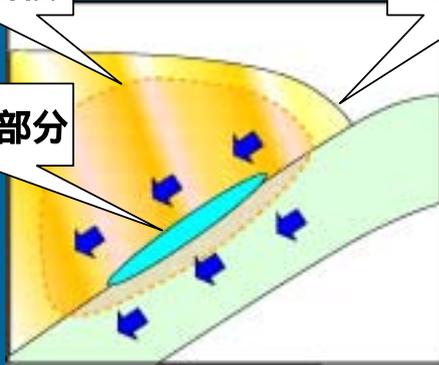
(「地震考古学」(中公新書, 1992) より作成)

プレート沈み込みに関する最新の知見による地震発生シナリオ

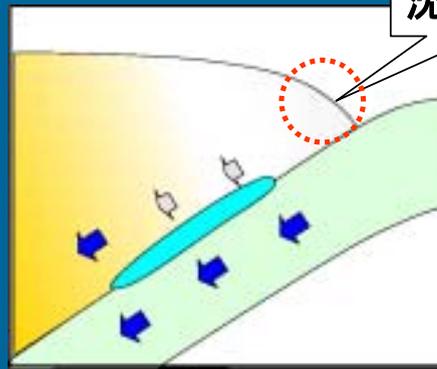
歪みの蓄積

地面の沈降

固着した部分



沈降の減速



フィリピン海プレートの沈み込みにより、
陸側のプレートが引きずられ、地下では
歪みが蓄積する。

地下のひずみの蓄積が限界に近くと
陸側のプレートが沈み込みにくくなる。

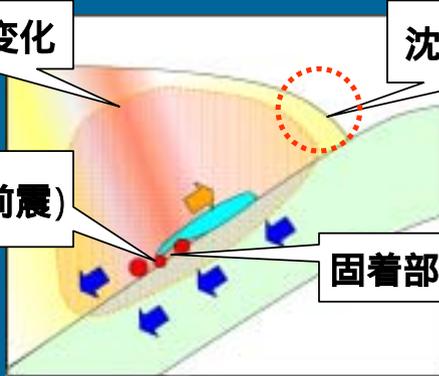


歪みの変化

沈降の反転

地震の発生(前震)

固着部分のはがれ



やがて上側と下側のプレートが固着していた
縁辺りで「はがれ」が生じ、緩やかなすべり

(前兆すべり)が始まる。(このすべりを**プレスリップ**という)



そして、地震が発生する。

工 地震調査研究・地震防災の枠組み

地震調査研究の推進

地震活動に関する
情報・意見交換

国としての
地震調査研究

地震予知連絡会
(事務局: 国土地理院)

地震調査研究推進本部
(共同庶務: 文部科学省(総括)、
気象庁、国土地理院)

地震防災対策特別措置法

地震防災対策の推進

東海地震の
直前予知

国としての
地震防災対策

地震防災対策
強化地域判定会
(事務局: 気象庁)

中央防災会議
専門調査会等
(事務局: 内閣府)

大規模地震対策特別措置法

災害対策基本法

2 今後講ずべき具体的な方策

- 気象審議会第21号答申を受けて -

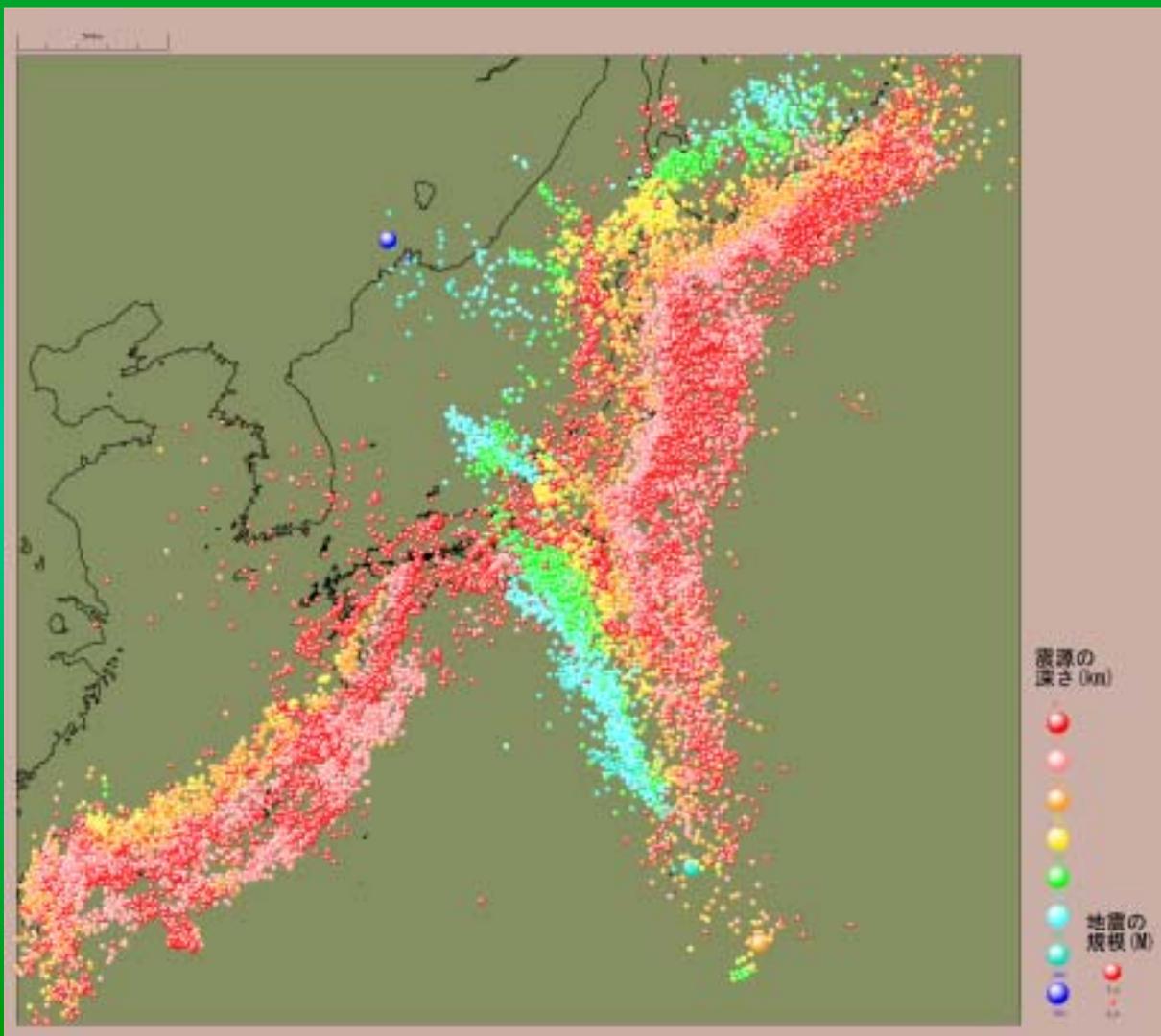
ア 地震に関する情報の充実

・ナウキャスト地震情報の提供

イ 津波予報の改善

ウ 火山活動に関する情報の充実、
監視・診断体制の強化

ア 地震に関する情報の充実

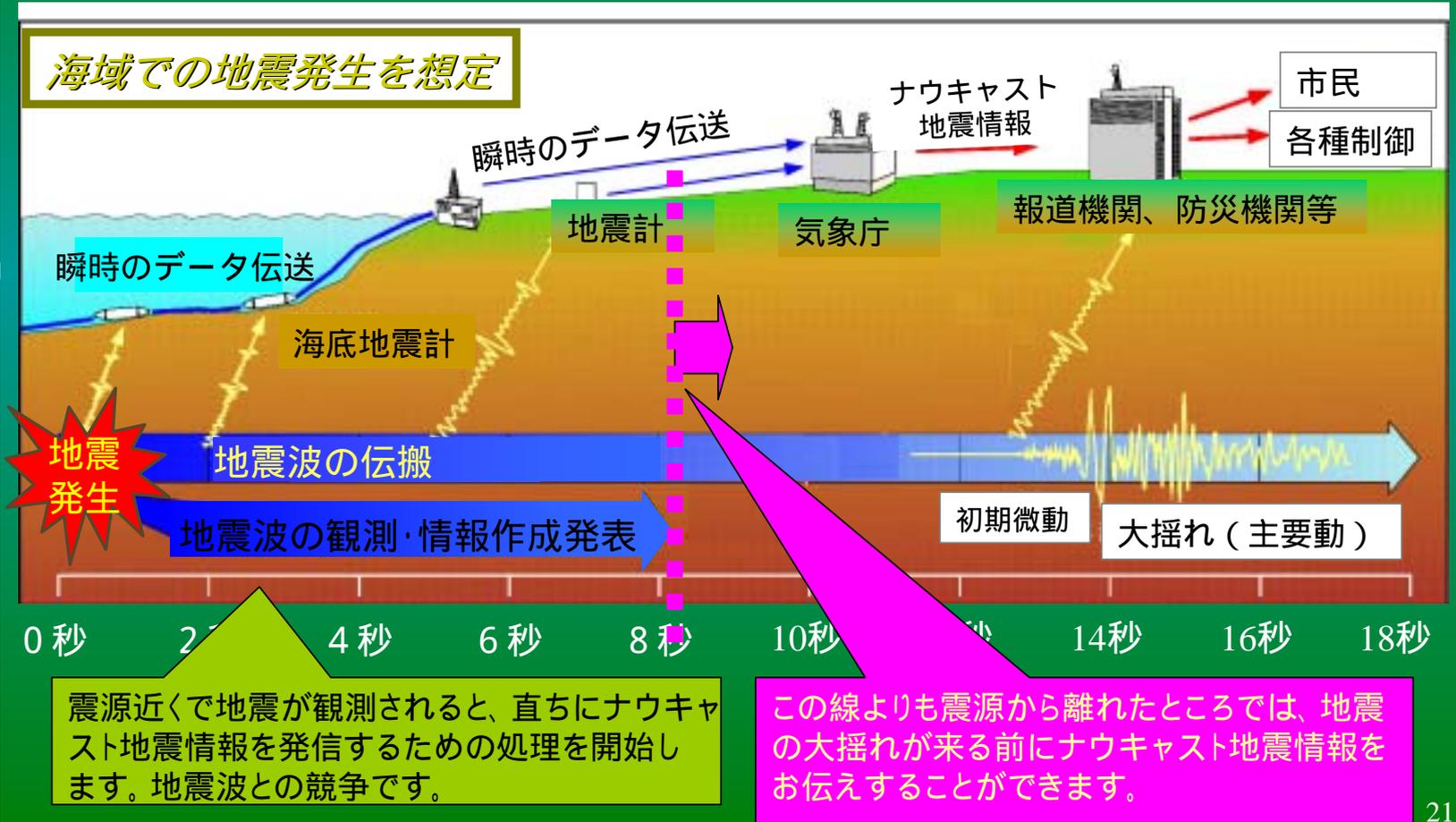


ナウキャスト地震情報の提供

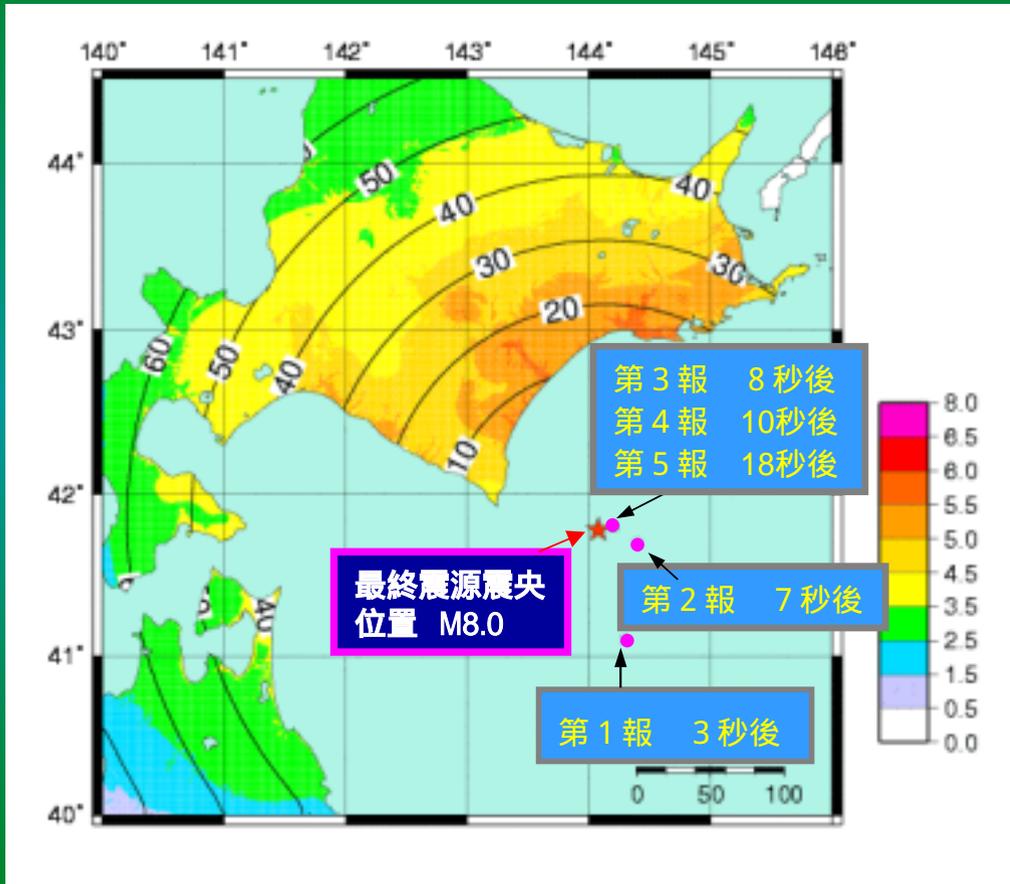
ナウキャスト地震情報

- ・ ナウキャスト地震情報とは
- ・ ナウキャスト地震情報の精度
- ・ ナウキャスト地震情報の活用
- ・ ナウキャスト地震情報の技術開発と連携

ナウキャスト地震情報は、震源に近い観測点で地震を検知し、直ちに震源位置やマグニチュードを推定し、大きな揺れが迫っていることをお知らせするものです。



ナウキャスト地震情報の精度



情報	最終震源との距離	深さ	規模	評価
第1報	78km	10km	7.6	
第2報	28km	10km	7.9	
第3報	10km	10km	8.0	
第4報	10km	10km	7.4	
第5報	10km	10km	7.9	
最終震源		42km*	8.0	

: 震源、マグニチュードとも最終震源との差が小さい

: 震源、マグニチュードのいずれか一方が最終震源との差が大きい

*: 他の解析方法(CMT)では、震源の深さは20km程度と評価

円弧状の曲線につけた数字は、P波検知後7秒後（第2報発信）の時点での主要動到達までの時間的余裕（秒）

ナウキャスト地震情報の地震・津波対策への活用

- 平成15年十勝沖地震の場合 -

地震検知後 7 秒後の震度予測
広尾町 5 強 ~ 6 強 (実際 5 強)
釧路市 5 弱 ~ 6 弱 (実際 5 強)

■ 震度5の地域

■ 震度6の地域

余裕時間約15秒

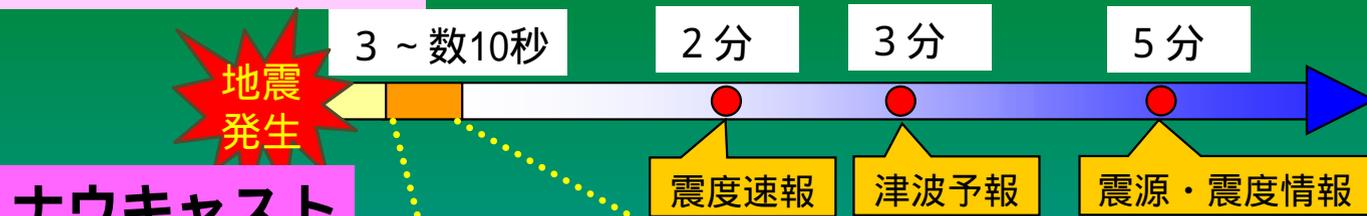
余裕時間約6秒

〔揺れへの警戒〕
強い揺れが来る
前に震度予測で揺
れへの警戒。

〔津波への警戒〕
地震検知後、
約30秒で津波に
対する早期警戒。

強い揺れが来る前に伝える → ナウキャスト地震情報

現在の地震情報



ナウキャスト地震情報



鉄道の減速・停止



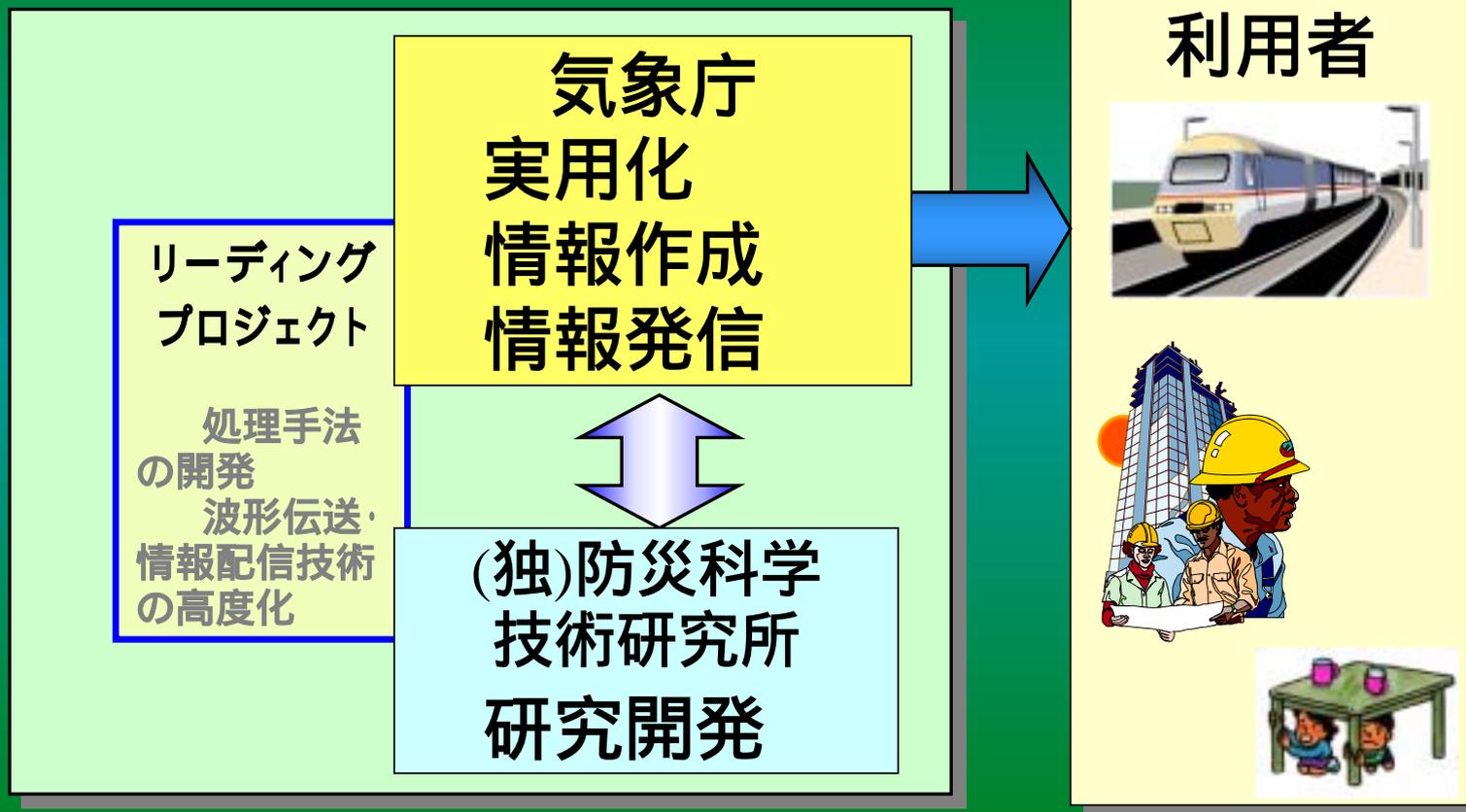
工事現場での
作業停止



〔津波早期警戒〕
海岸からの避難



ナウキャスト地震情報の技術開発と連携



ナウキャスト地震情報の提供(まとめ)

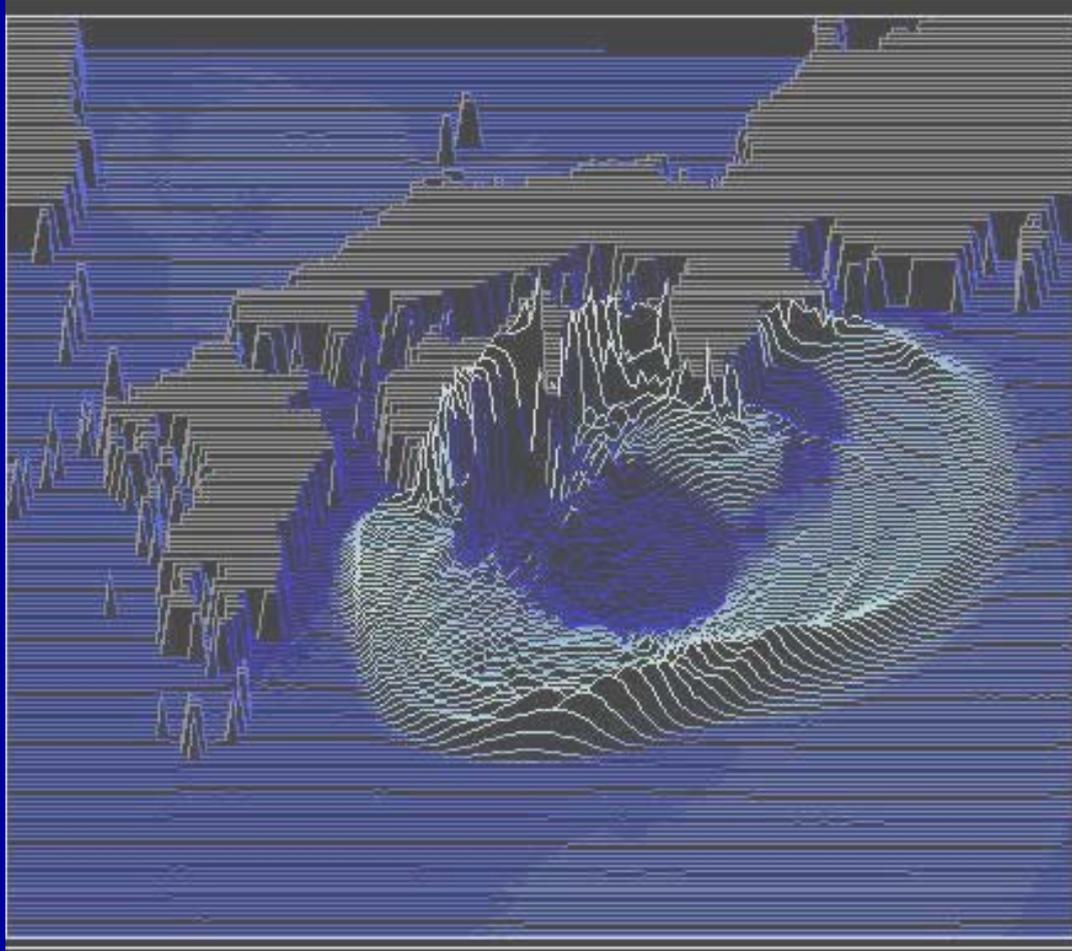
- ・ナウキャスト地震情報の精度向上と利用者への理解促進。

- ・情報の特徴を踏まえた活用分野の開拓。

(7つの被害地震の検証によるナウキャスト地震情報の特徴)

- ・内陸の4地震では、早い段階で精度良く推定。
しかし、余裕時間少。 システム制御への利用
- ・海域の3地震では、推定に30秒程度。
しかし、活用範囲大。 住民も含めた防災対応

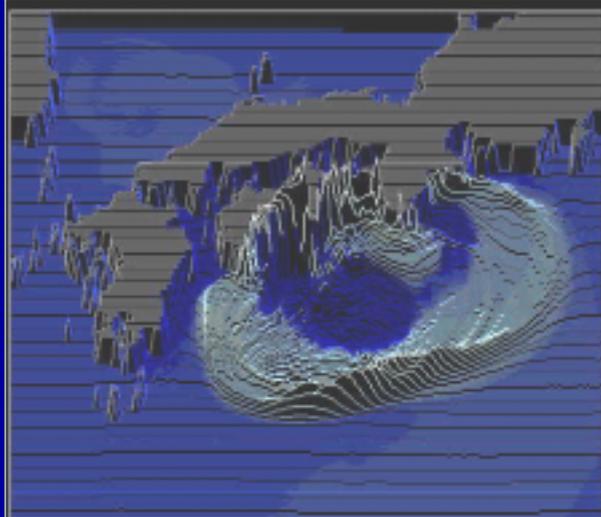
イ 津波予報の改善



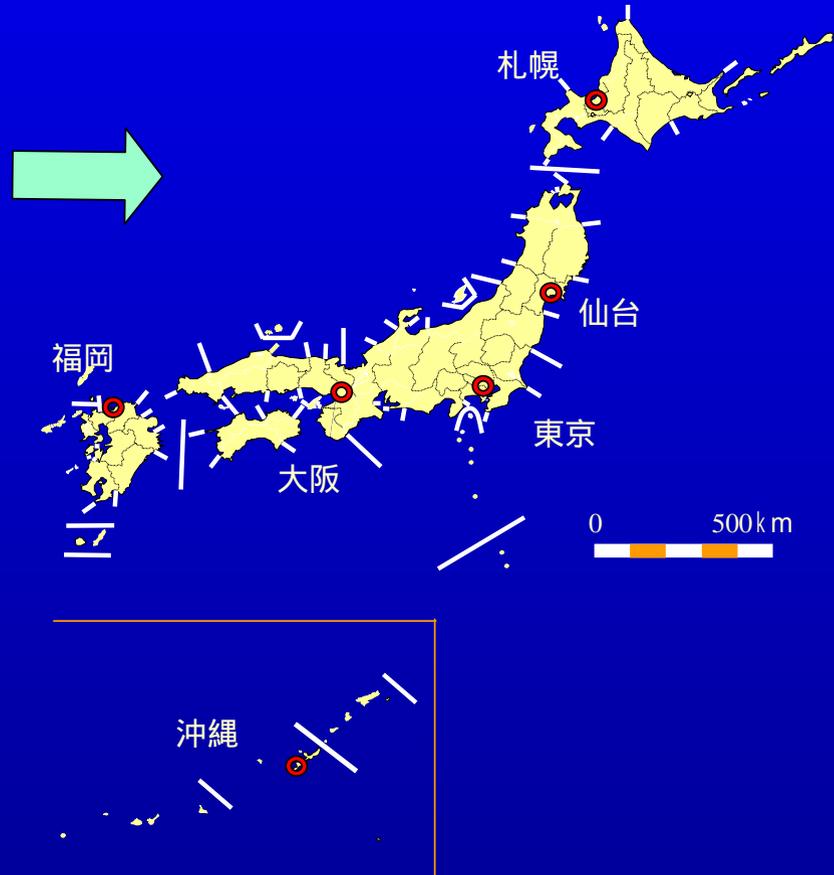
現在の津波予報体制

(量的津波予報の開始:平成11年~)

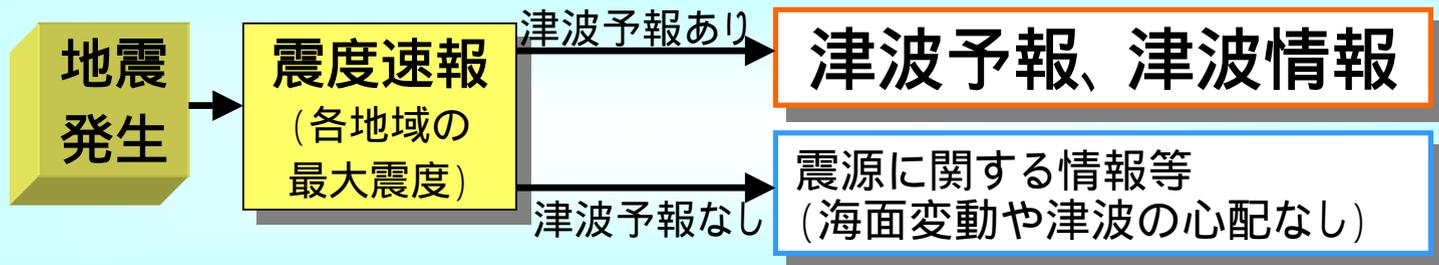
日本周辺の海域で発生する様々な地震に対し、数値計算技術を用いて津波の高さ、到達時刻を量的に予測し、その結果をデータベース化



平成11年以降、より細かい地域ごとに津波予報を実施
(19地域から66地域へ細分)



現在の津波予報・情報体系 (震度3以上の場合)



		解 説		発表される津波の高さ
津波予報 をする場合	津波警報	大津波	高いところで3 m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。	3 m、4 m、6 m、8 m、10 m以上
		津波	高いところで2 m程度の津波が予想されますので、警戒してください。	1 m、2 m
	津波注意報	津波注意	高いところで0.5 m程度の津波が予想されますので、注意してください。	0.5 m
津波予報 をしない 場合	震源に関する情報等 「若干の海面変動があるが被害の心配なし」		予想される津波の高さが0.2 m未満の場合	/
	震源に関する情報等 「津波の心配なし」		予想される津波がない場合	

東南海・南海地震では津波対策が重要

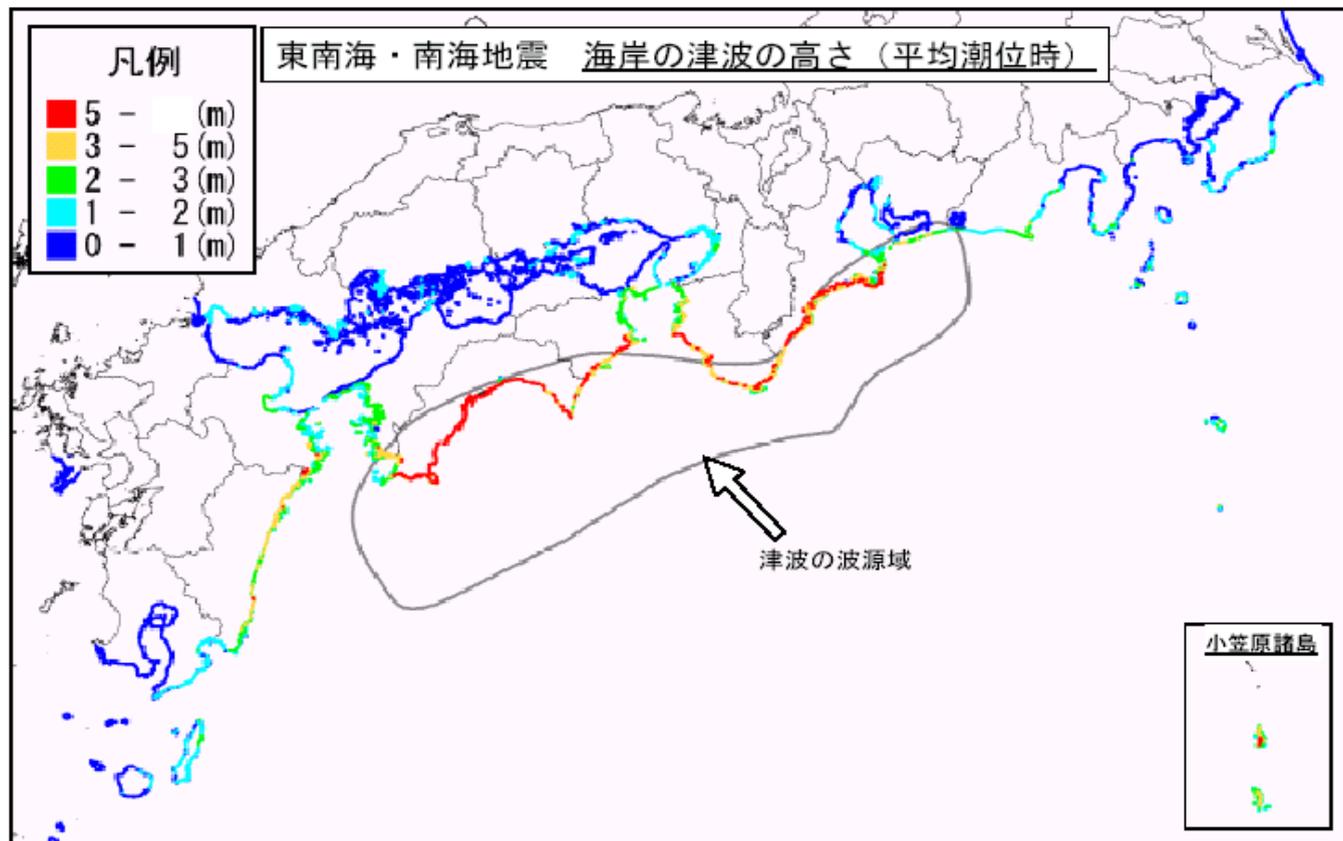
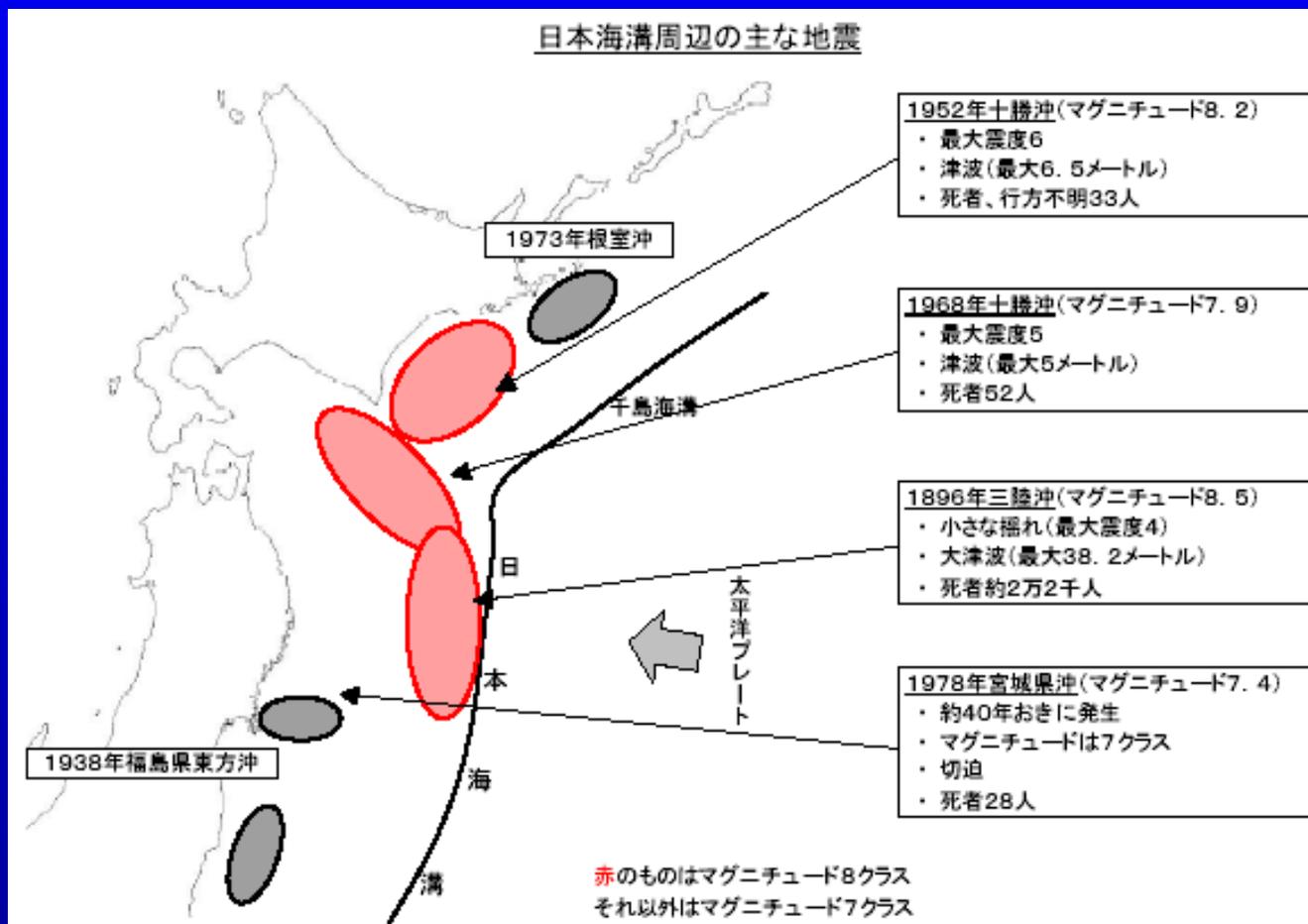


図 東南海・南海地震による津波波高（平均潮位時）

日本海溝周辺等で発生する津波への対策のため 精度の高い津波予報が課題



次世代津波予報の概念

地震発生

30秒

3分

5分

7分

9分

津波プレ情報

ナウキャスト技術を活用し、
警報級の津波の発生を予想

津波予報第一報

従来型の量的津波予報
(データベース方式により、瞬時に予
測値を読み出し発表)

断層の破壊過程の解析に
より精度の高い津波の計算

数値解析による第二報

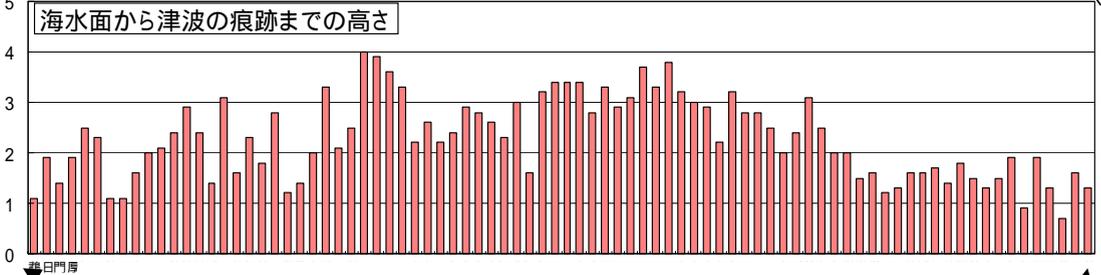
height(cm)

平成15年(2003年)十勝沖地震の津波の高さ

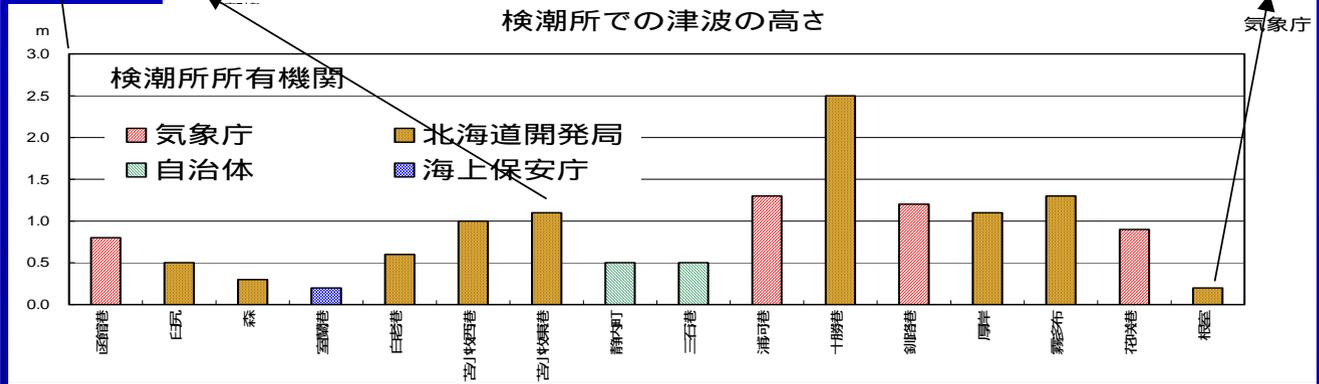
気象庁、札幌管区気象台、気象研究所と大学等津波合同調査班(北海道大学、東北大学、秋田大学、東京大学、海洋科学技術センター、(独)産業技術総合研究所、阪神・淡路大震災記念人と防災未来センター)による共同調査(速報)



津波の痕跡等の共同調査結果



検潮所での津波の高さ

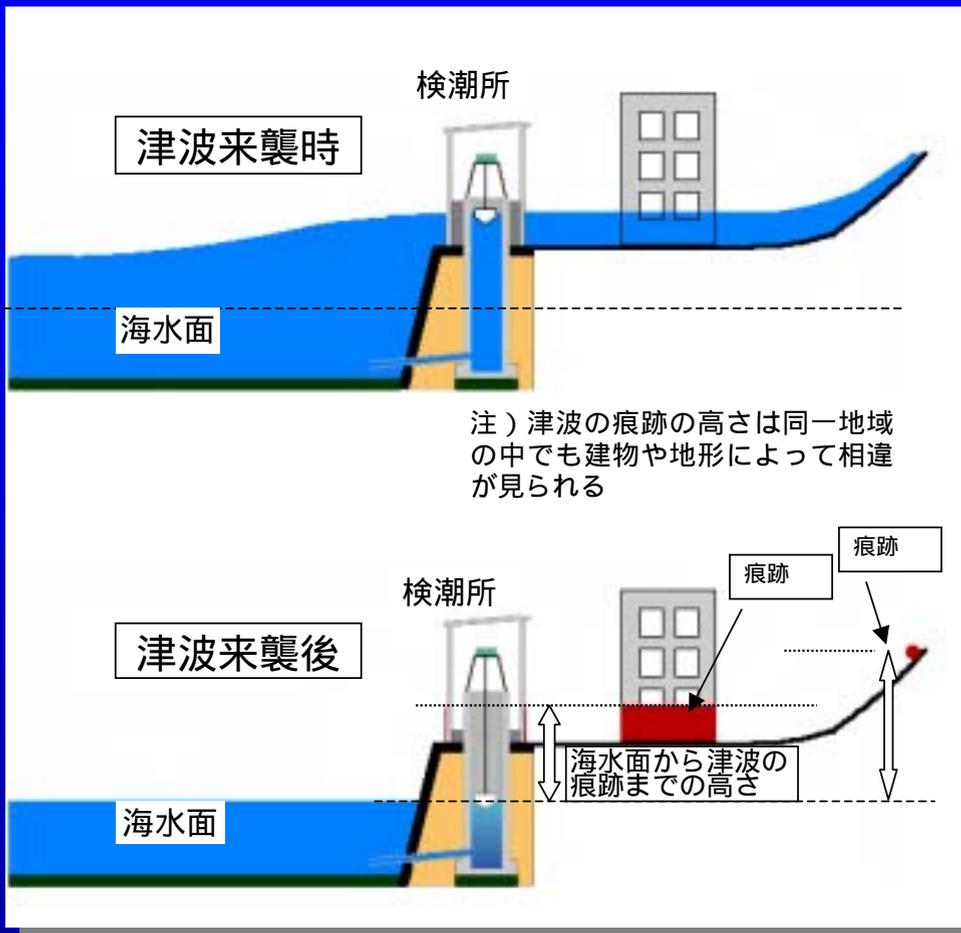


津波の高さと痕跡

例：建物に残った痕跡



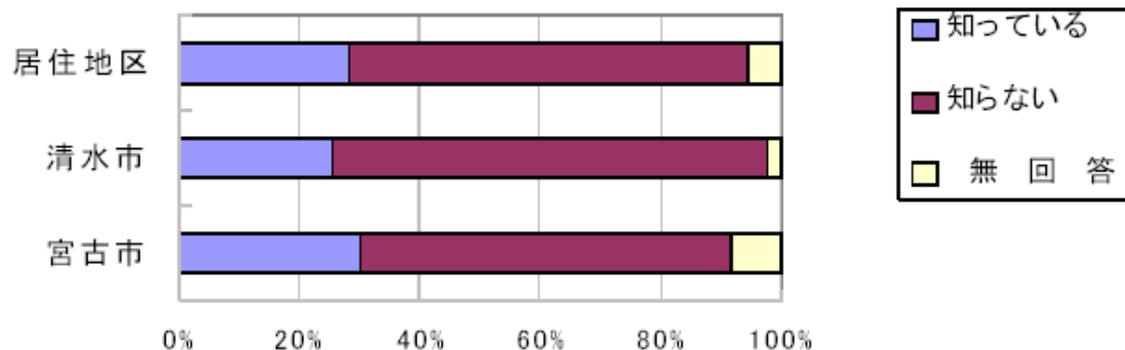
例：海岸に残った痕跡



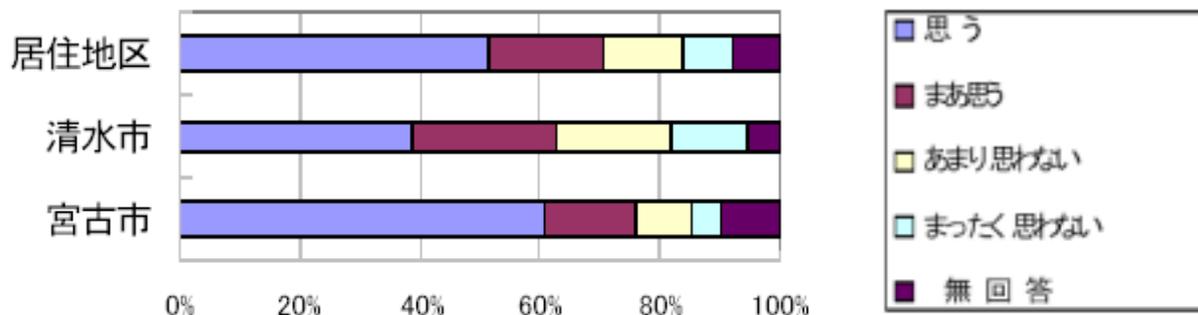
注) 津波の痕跡の高さは同一地域の中でも建物や地形によって相違が見られる

津波に関する意識

<住民-図5 -1> 津波の高さが発表されることの認知度

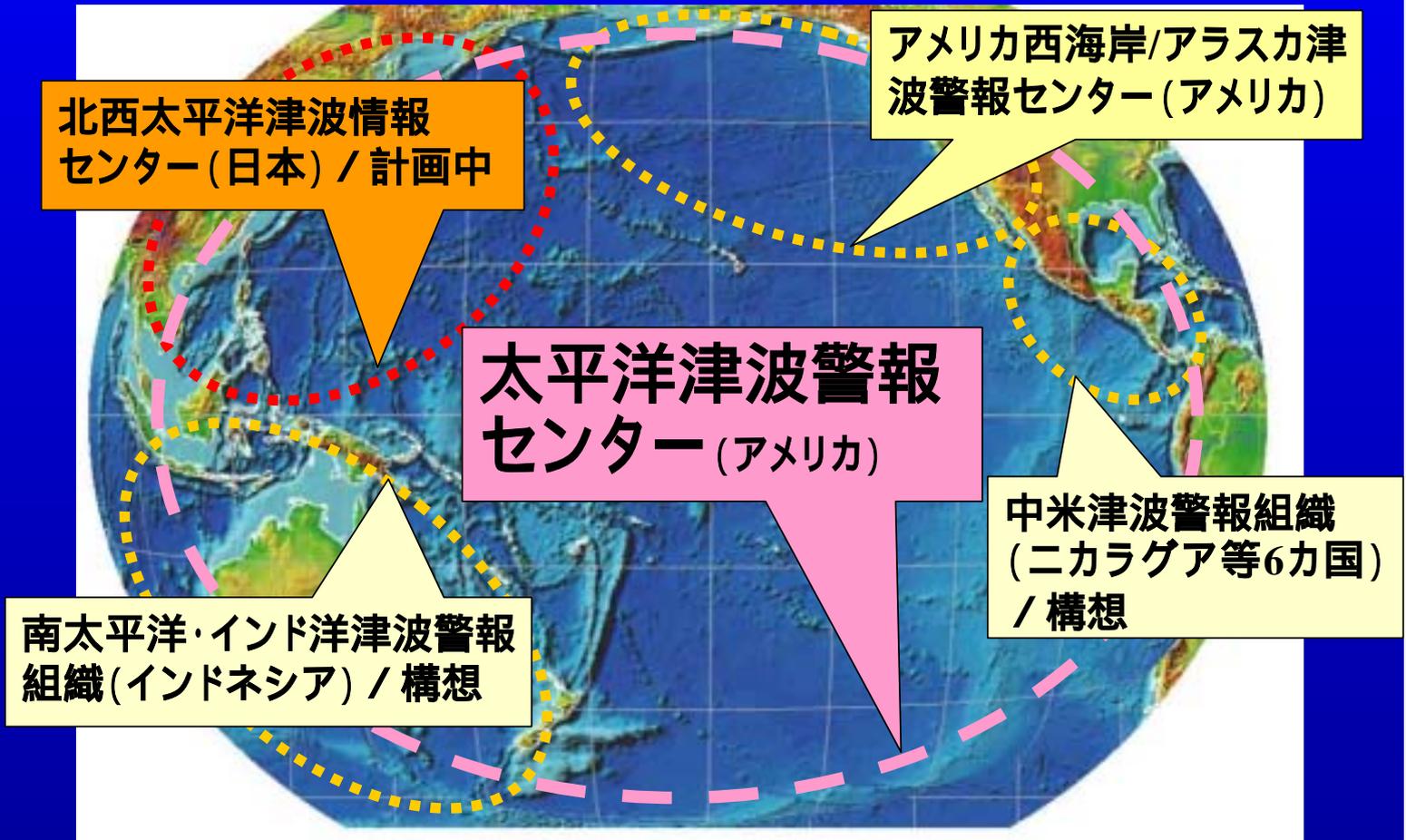


<住民-図7> 大きな津波が来る前に必ず海の水が引くと思っている率

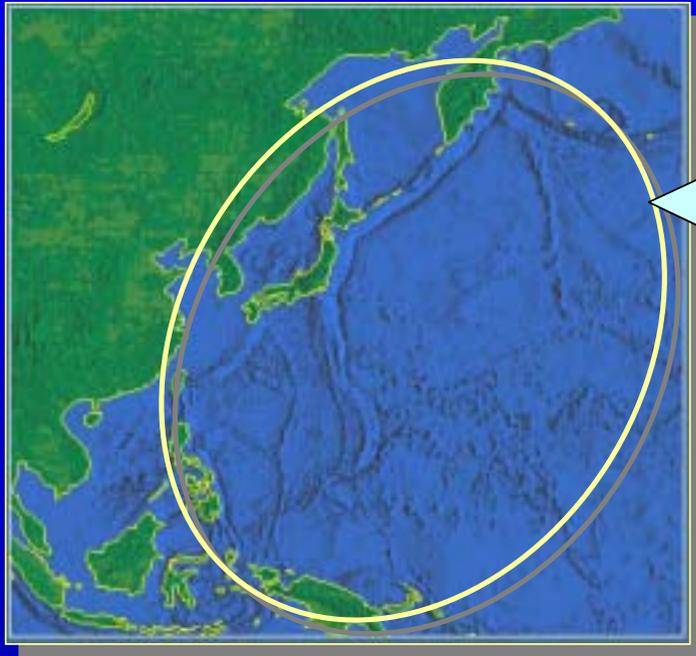


『防災気象情報の満足度に関する調査』より（気象庁、平成14年2月～3月実施）より

津波予報に関する国際協力



北西太平洋津波情報センター機能



[計画]
北西太平洋津波情報センターを設置し、北西太平洋域に対し、精度の高い詳細な津波情報の提供を予定

(新技術の導入)

- ・ 外国で発生した地震について、新たな処理手法導入による迅速かつ正確な震源、マグニチュードの推定
- ・ 数値シミュレーション、データベース改善による津波波高予測の高精度化

津波予報の改善(まとめ)

- ・避難警戒に対する広報、教育の強化
- ・ナウキャスト地震情報を利用して、津波予報前にプレ津波情報を提供
- ・数値解析によりさらに精度の高い津波予報第2報を提供

ウ 火山活動に関する情報の充実、 監視・診断体制の強化



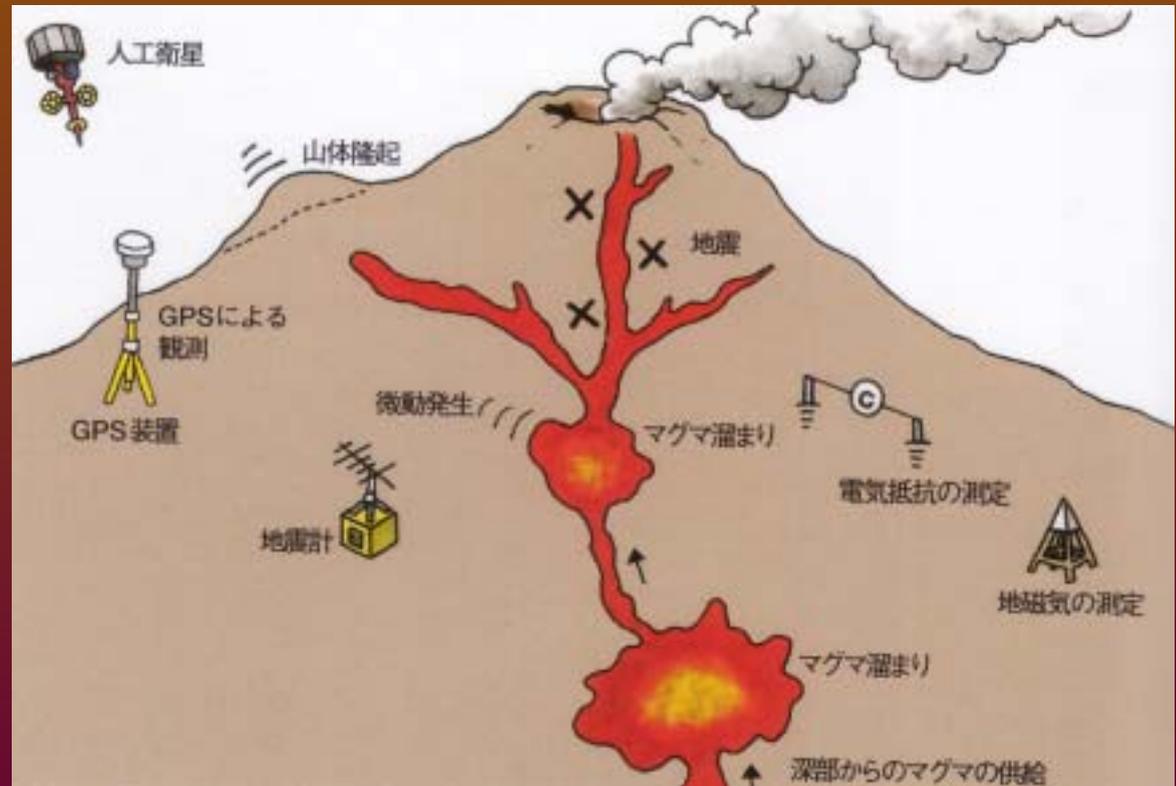
火山活動評価と火山噴火直前予知の現状

↓

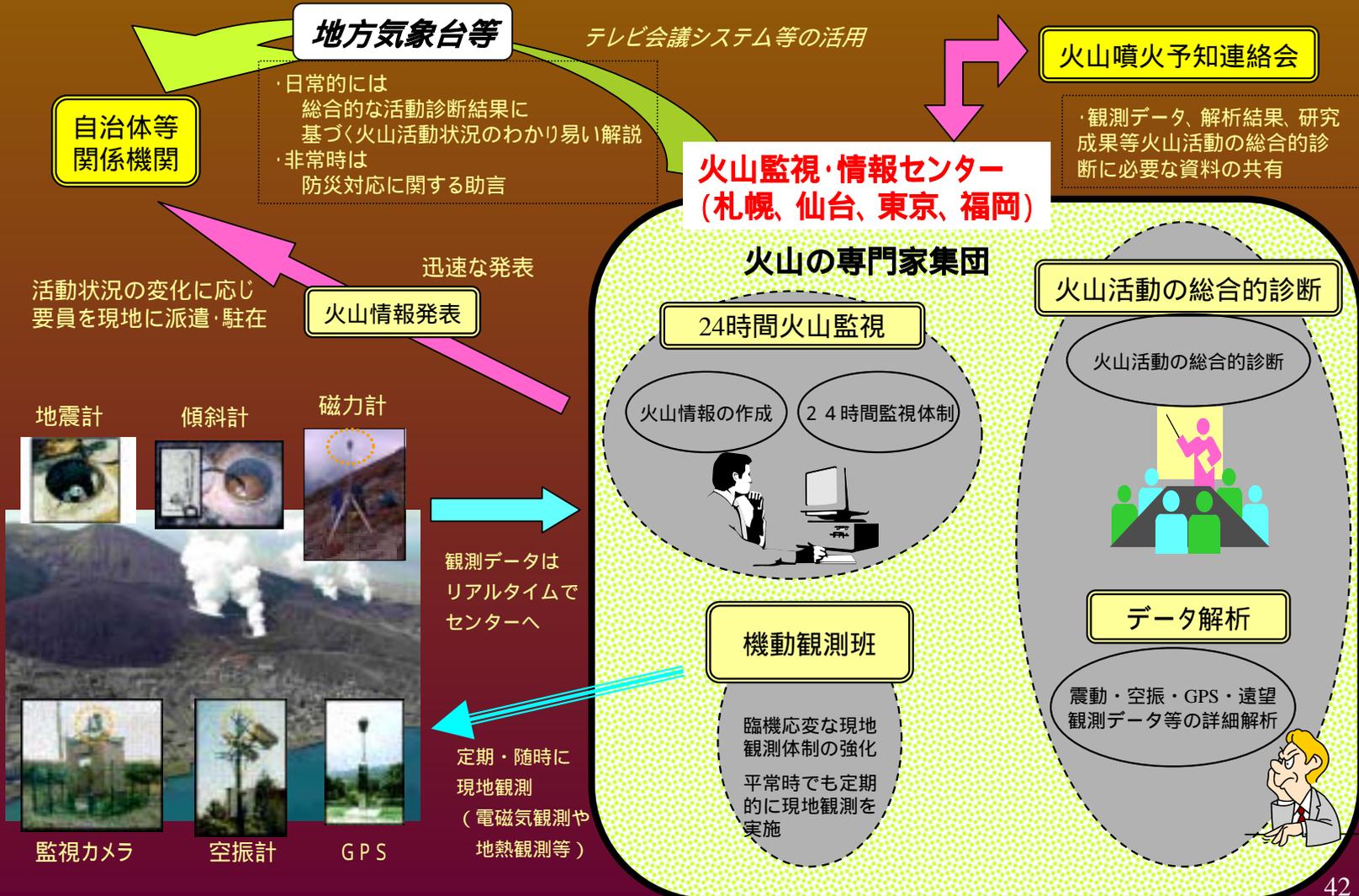
マグマが上昇を開始 岩盤の破壊 火山性地震の発生
マグマがさらに上昇 山体の隆起
マグマの浅部への上昇 地熱活動の変化

→

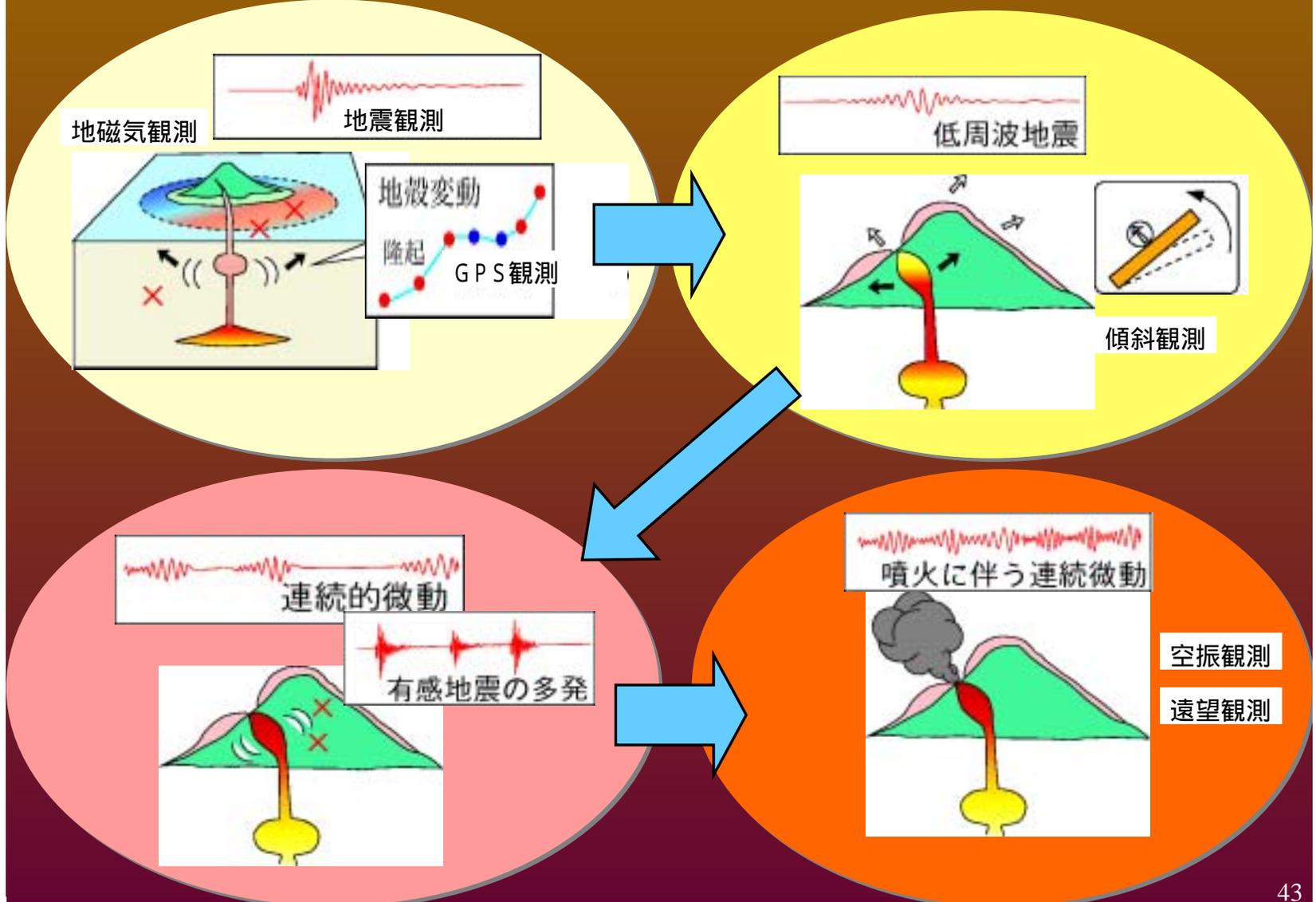
主として経験則により噴火の発生を予測



火山の監視 (火山監視・情報センター)



火山活動評価と火山噴火直前予知



火山活動度レベルの標準的モデル

レベル	イメージ	対応する火山情報
レベル5 (極めて大規模な噴火)	 <p>広域で警戒が必要。</p>	緊急火山情報
レベル4 (中～大規模噴火)	 <p>居住地にも影響の可能性があり、警戒が必要。</p>	
レベル3 (小～中規模噴火)	 <p>火山周辺に影響があり、十分注意する必要</p>	臨時火山情報
レベル2 (火山活動に高まり)	 <p>火山活動の状況を見守っていく必要</p>	火山観測情報
レベル1 (静穏な火山活動)	 <p>噴火の兆候なし</p>	
レベル0 (長期間火山の活動の兆候なし)	 <p>噴気活動や火山性地震の発生がない</p>	



火山活動度レベルの実施計画

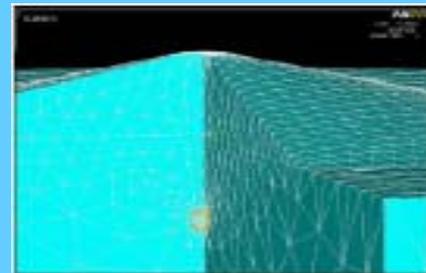
平成15年11月から5山にて実施
(浅間山、大島、阿蘇山、雲仙岳、桜島)

地震や噴気活動等を中心
としたレベル化

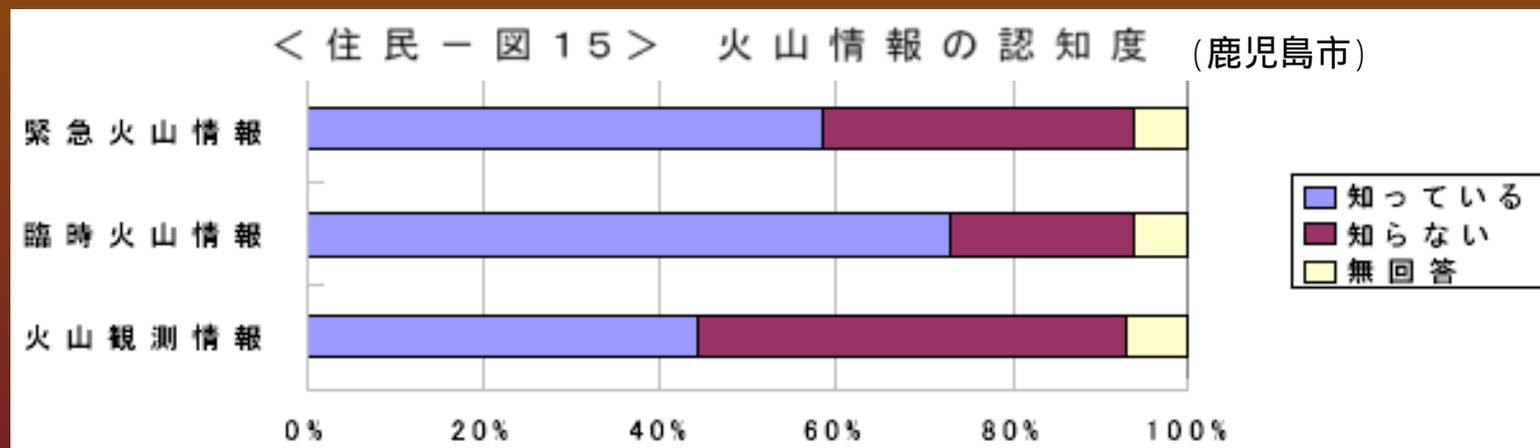
今後5年間で計25山に拡大予定

地殻変動
地磁気
地熱活動
地震等

総合化したモデル等
研究成果の導入



火山情報に関する意識



『防災気象情報の満足度に関する調査』より (気象庁、平成14年2月～3月実施) より

地域における情報共有と火山防災



火山活動に関する情報の充実、 監視・診断体制の強化(まとめ)

- ・今後5年間で、モデルによる定量的評価方法も導入し、火山活動レベルを25山(現在の5山を含む)へ拡大

- ・地域における情報共有と防災機関、住民への周知・広報の充実