

南海トラフ沿いの地震観測・評価に 基づく新しい防災対応について

東京大学地震研究所
一般社団法人 防災教育普及協会
平田直

1. 開催行事名 平成29年度「防災セミナー」
2. 開催日時 平成30年2月5日(月) 12:50~14:20
3. 会場 発明会館ホール(東京都港区虎ノ門2-9-14)

内容

1. 超巨大地震：
 - 1-1 東北地方太平洋沖地震：M9
 - 1-2 南海トラフの巨大地震：M8～9
2. 災害を軽減するためには
 - 2-1 事前対策
 - 2-2 「東海地震の予知」から「新しい情報と対策の方向」
3. まとめ

第18・19回 新しい南海トラフ巨大地震の評価と暫定的な対応策
<http://www.nhk.or.jp/sonae/column/20171001.html>



内容

1. 超巨大地震：
 - 1-1 2011年東北地方太平洋沖地震
 - 1-2 南海トラフの巨大地震
2. 災害を軽減するためには
 - 2-1 事前対策
 - 2-2 東海地震の予知から「新しい評価と対策の方向」
3. まとめ

平成30年1月15日(月)10時00分消防庁
熊本県熊本地方を震源とする地震(第110報)

死者 全壊

255人 8,677棟

最大18万人の避難者

2016年5月14日 平田直撮影@益城町

2011年東日本大震災・東北沖地震

マグニ チュード	浸水面積	浸水域 内人口	死者・行方 不明者	建物被害 (全壊棟数)
9.0 ※1	561km ² ※2	約62万 人※2	約22,152 人※3	約121,776 棟※3

※1: 気象庁

※2: 「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」
第1回

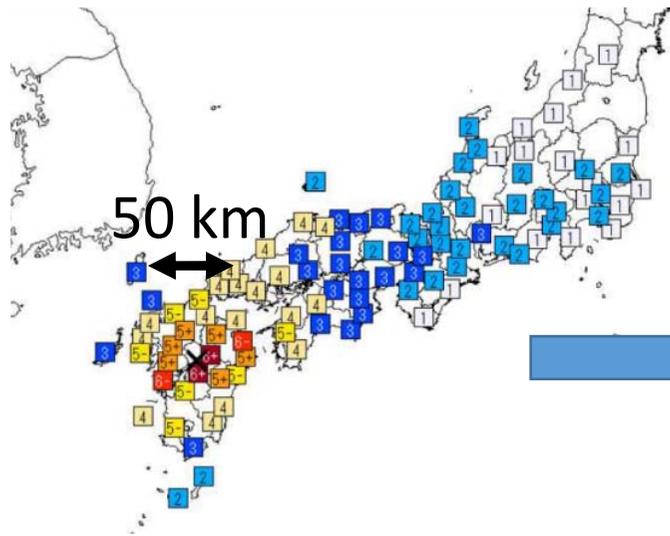
※3: 平成29年9月1日現在: 消防庁平成29年9月8日(金)14時00分、平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)について(第156報)

中央防災会議 防災対策推進検討会議のワーキンググループをもとに作成

2011年東北地方太平洋沖地震の大きさ

2016年熊本地震
M7.3

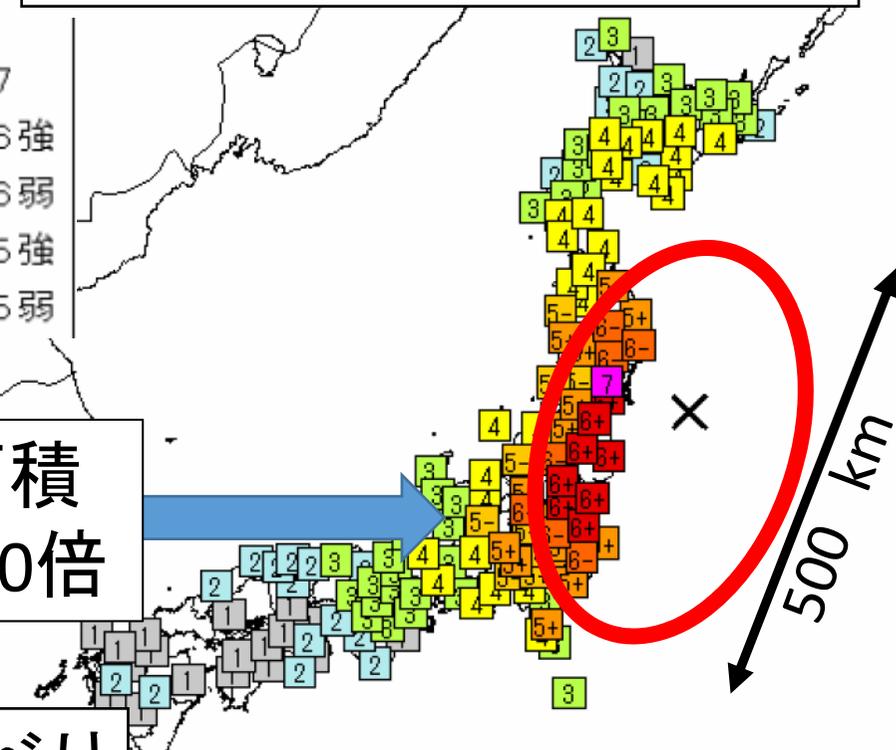
2011東北地方太平洋沖地震
M9.0(東日本大震災)



- 凡例
- 7 震度7
 - 6+ 震度6強
 - 6- 震度6弱
 - 5+ 震度5強
 - 5- 震度5弱

面積
100倍

すべり
10倍



D(すべり量):2~4m

D(すべり量):20~40 m

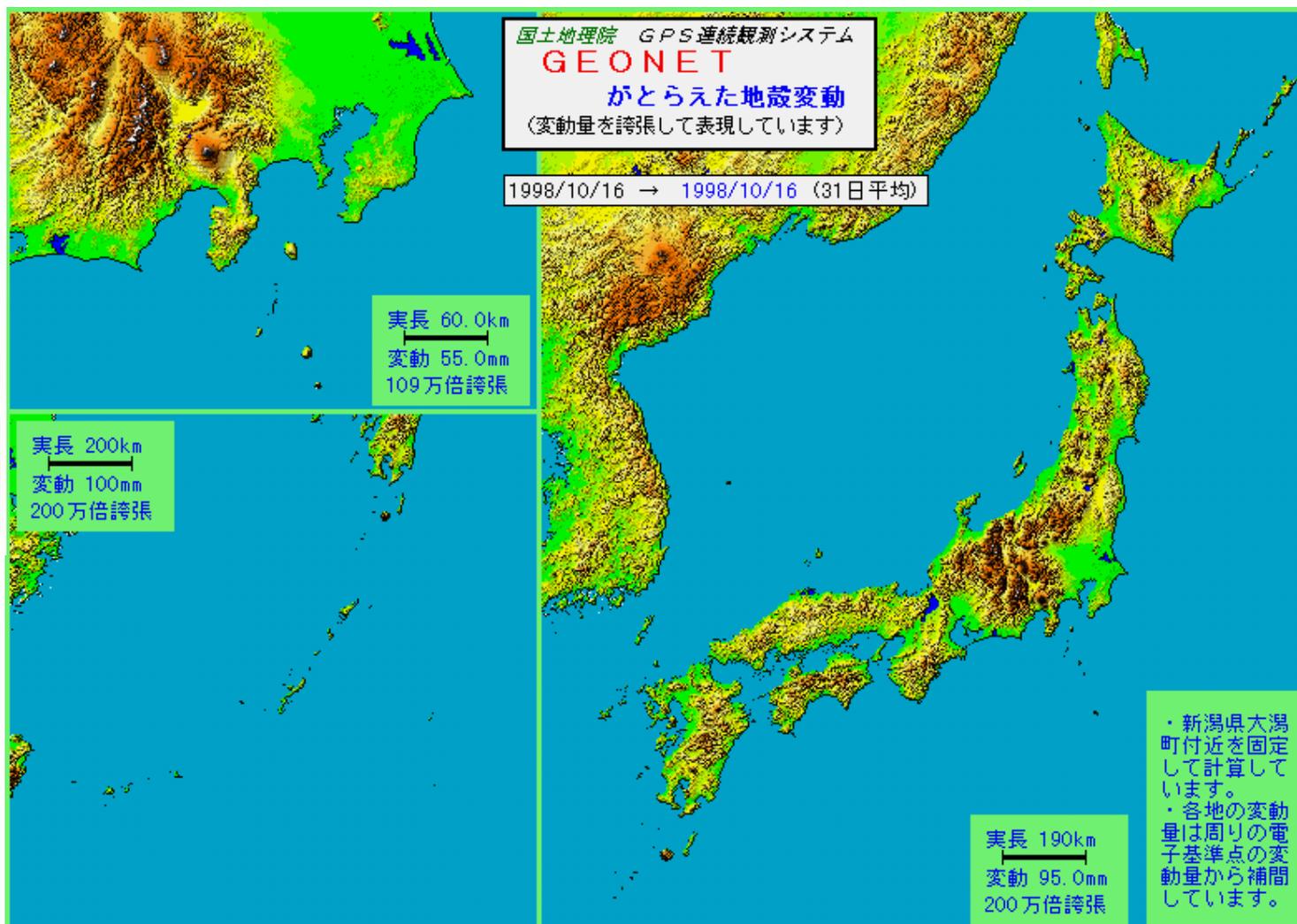
観測データによる日本列島の変形 (1998. 10. 16 - 1999. 11. 16)

本当の動き

国土地理院 GEONET (GPS観測網)



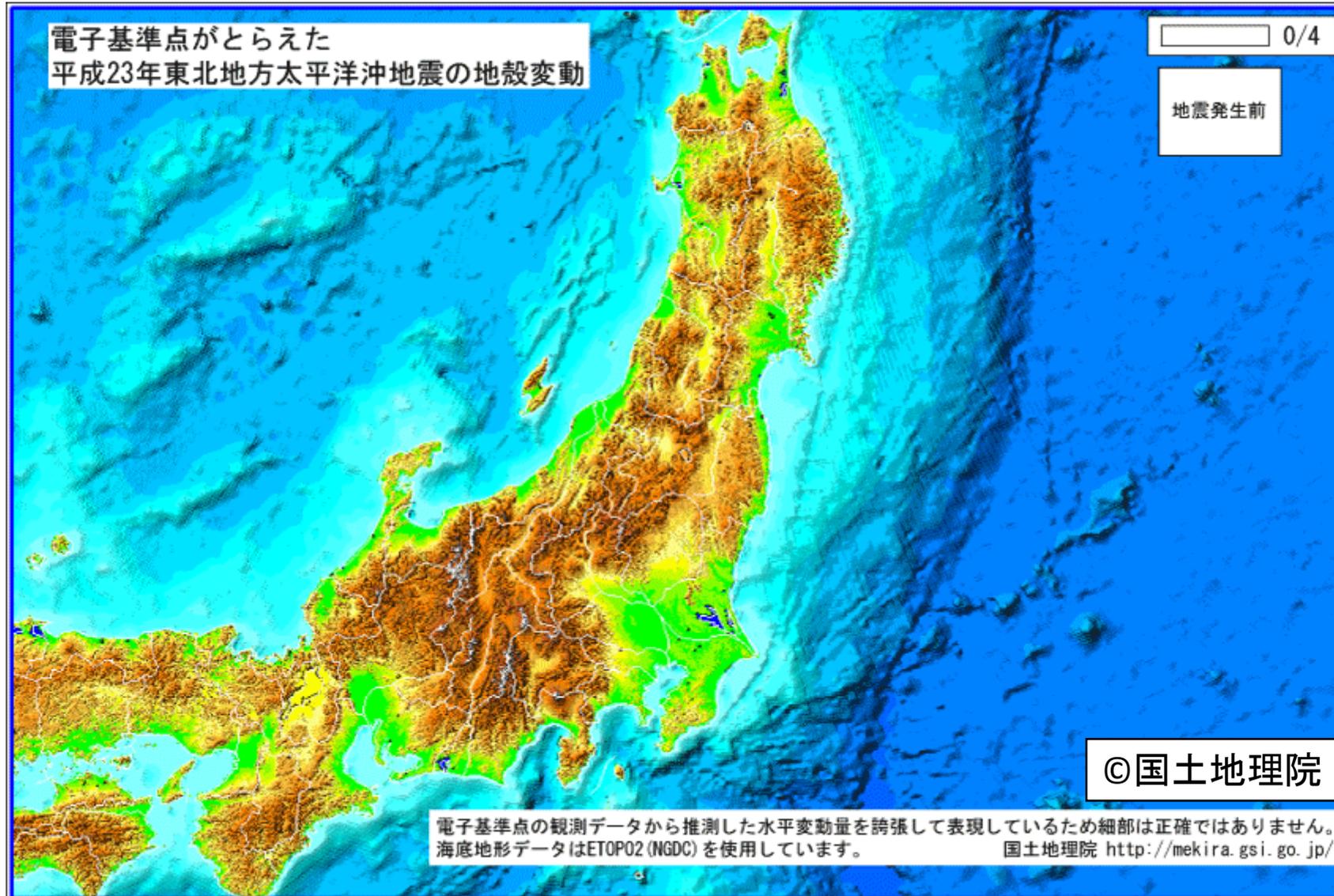
GPS観測点



©国土地理院

地震の時約3分間の動き

http://mekira.gsi.go.jp/JAPANESE/crstanime_tohoku110311.html



内容

1. 超巨大地震:

1-1 2011年東北地方太平洋沖地震

1-2 南海トラフの巨大地震

2. 災害を軽減するためには

2-1 事前対策

2-2 東海地震の予知から「新しい評価と対策の方向」

3. まとめ



南海トラフの巨大地震

南海トラフで発生する地震の多様性

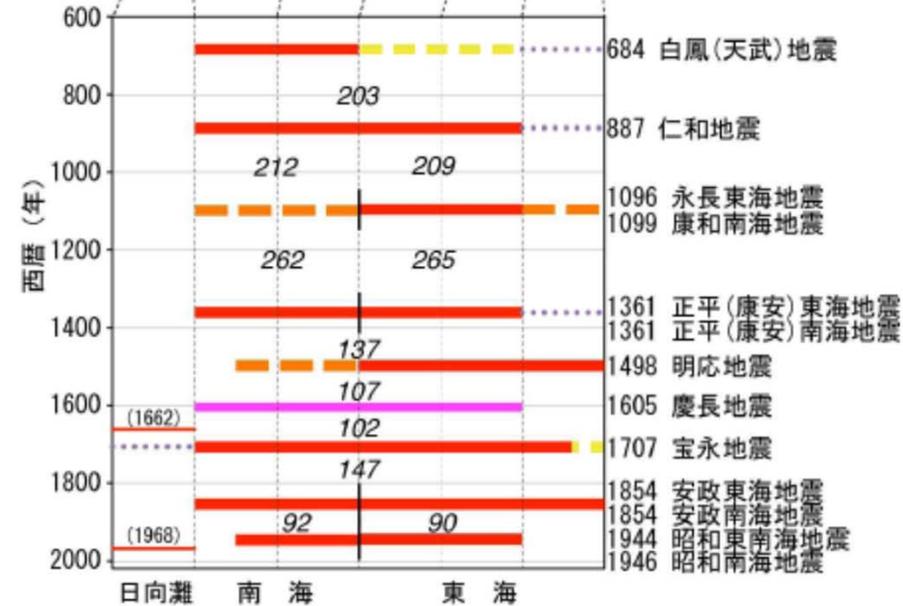
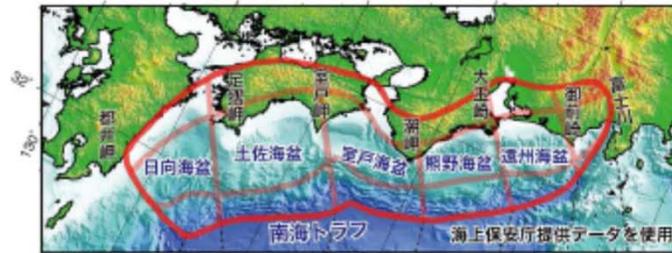
・歴史記録からみた震源域の多様性

・南海地域の地震と東海地域における地震

- ①同時に起きる場合
(1498年、1707年)
- ②若干の時間差が生じる場合
(1854年、1944・1946年)

・東海地域の地震

- ①御前崎より西側で断層のすべりが止まった場合(1944年)
- ②駿河湾奥まですべりが広がった場合(1854年)



- 確実な震源域
- 確実視されている震源域
- 可能性のある震源域
- 説がある震源域
- 津波地震の可能性が高い地震
- 日向灘のプレート間地震(M7クラス)

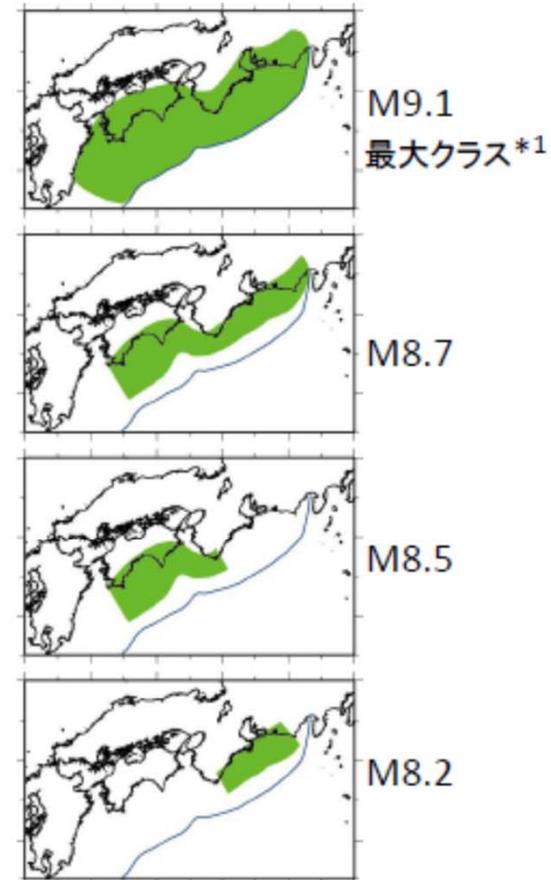
©地震調査研究推進本部・地震調査委員会

南海トラフで次に発生する地震の発生確率

©地震調査研究推進本部・地震調査委員会

- 南海トラフ全域に多様な震源パターンを考慮
- 発生確率の評価手法は、多様性を説明するモデルが確立されていないため、従来の時間予測モデルを適用し、南海トラフ全域を一体として発生確率を評価

多様な震源パターン



発生確率

領域	規模	30年発生確率
南海トラフ全域	M8～M9クラス	60%～70%

*1 最大クラスの地震の発生頻度は、100～200年の間隔で繰り返り起きている大地震に比べ、一桁以上低いと考えられる。

巨大地震が発生すれば被害が甚大

◆被害が最大となるケースの被害

マグニ チュード	浸水面積	浸水域 内人口	死者・行方 不明者	建物被害 (全壊棟数)
9.0 (9.1) ※3	1,015km ² ※4	約163万 人※4	約323,000 人※5	約 2,386,000 棟※6

※3: ()内は津波のMw、※4: 堤防・水門が地震動に対して正常に機能する場合の想定浸水区域、
 ※5: 地震動(陸側)、津波ケース(ケース①)、時間帯(冬・深夜)、風速(8m/s)の場合の被害、※6: 地
 震動(陸側)、津波ケース(ケース⑤)、時間帯(冬・夕方)、風速(8m/s)の場合の被害

中央防災会議 防災対策推進検討会議「南海トラフ巨大地震対策検討
ワーキンググループ」平成25年5月

南海トラフ地震と、 東日本大震災・東北沖地震

	マグニ チュード	浸水面積 (km ²)	浸水域 内人口 (人)	死者・行方 不明者 (人)	建物被害 (全壊) (棟)
東日本大 震災	9.0	561	約62万	約22,152	約121,776
南海トラフ 地震・災害	9.0(9.1)	1,015	約163万	約323,000	約2,386,000

中央防災会議 防災対策推進検討会議「南海トラフ巨大地震対策検討
ワーキンググループ」平成25年5月

内容

1. 超巨大地震：
 - 1-1 東北地方太平洋沖地震
 - 1-2 南海トラフの巨大地震
2. 災害を軽減するためには
 - 2-1 事前対策
 - 2-2 東海地震の予知から「新しい評価と対策の方向」
3. まとめ

日本の地震防災施策

阪神・淡路大震災、東日本大震災等を踏まえて、
地震防災対応を、事前対策から事後対応、復興・
復旧まで総合的に強化

地震対策

= 事前防災
+ (地震予知に基づく地震防災応急対策)
+ 緊急地震速報に基づく緊急対応
+ 事後対応
+ 復旧・復興

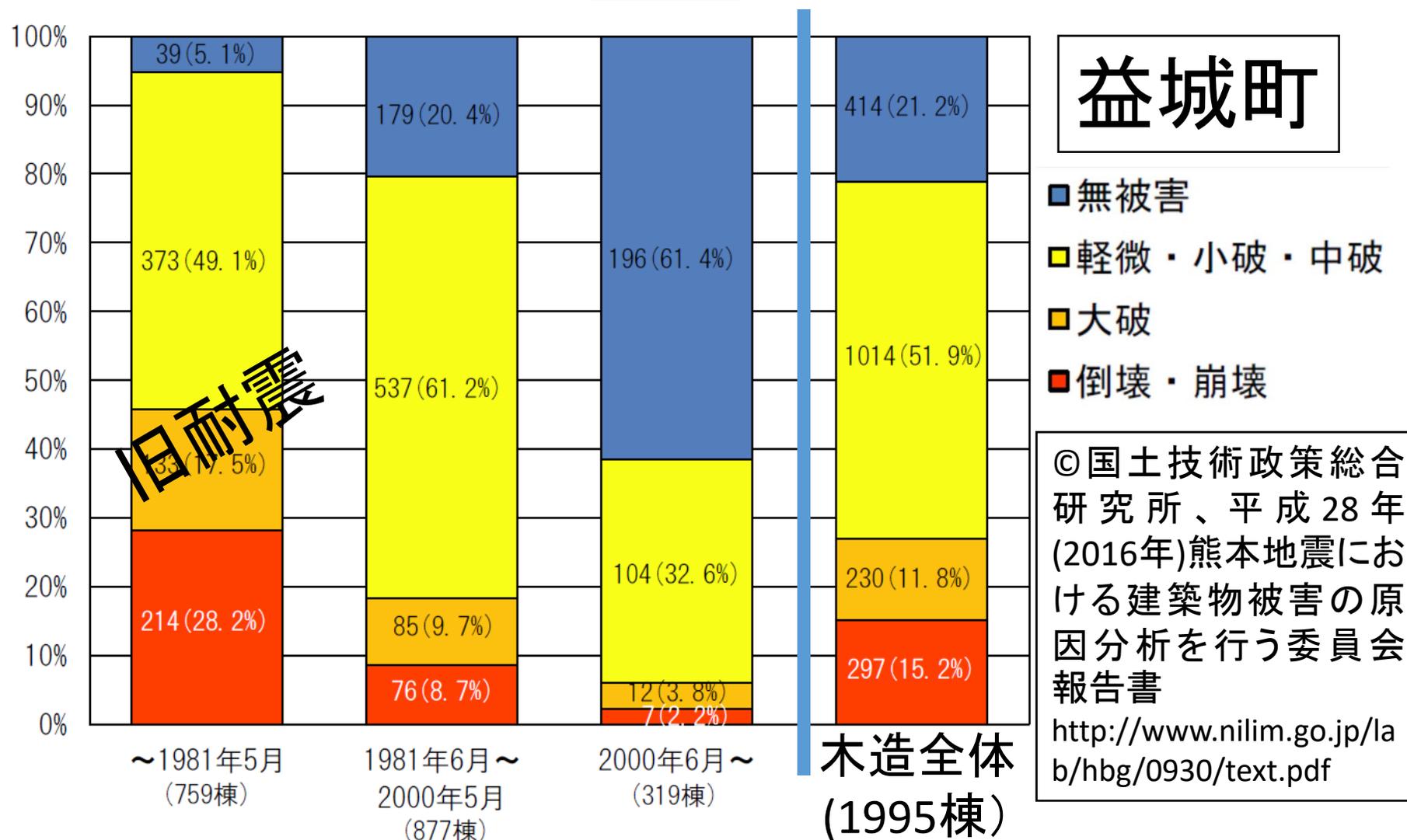
内閣府の資料をもとに作成

内容

1. 超巨大地震：
 - 1-1 東北地方太平洋沖地震
 - 1-2 南海トラフの巨大地震
2. 災害を軽減するためには
 - 2-1 事前対策
 - 2-2 東海地震の予知から「新しい評価と対策の方向」
3. まとめ

建物の耐震性の強化

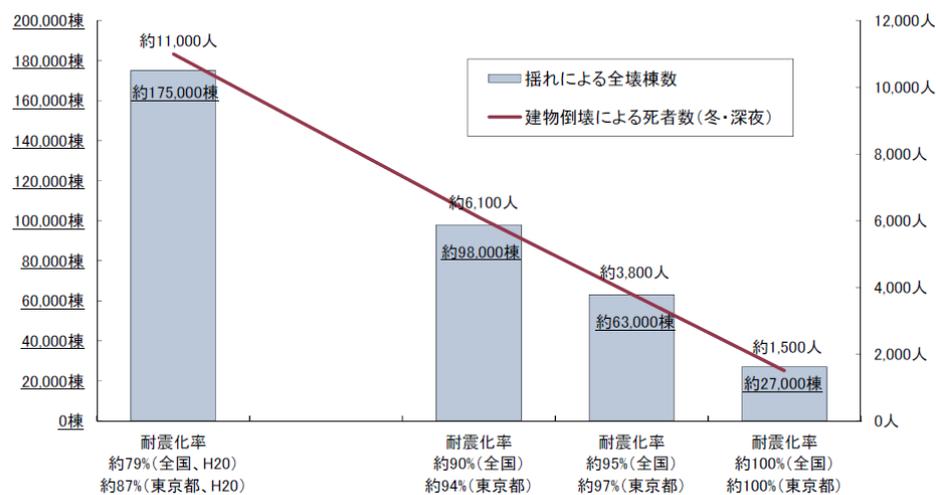
建築学会悉皆調査結果による益城町木造の建築時期別の被害状況



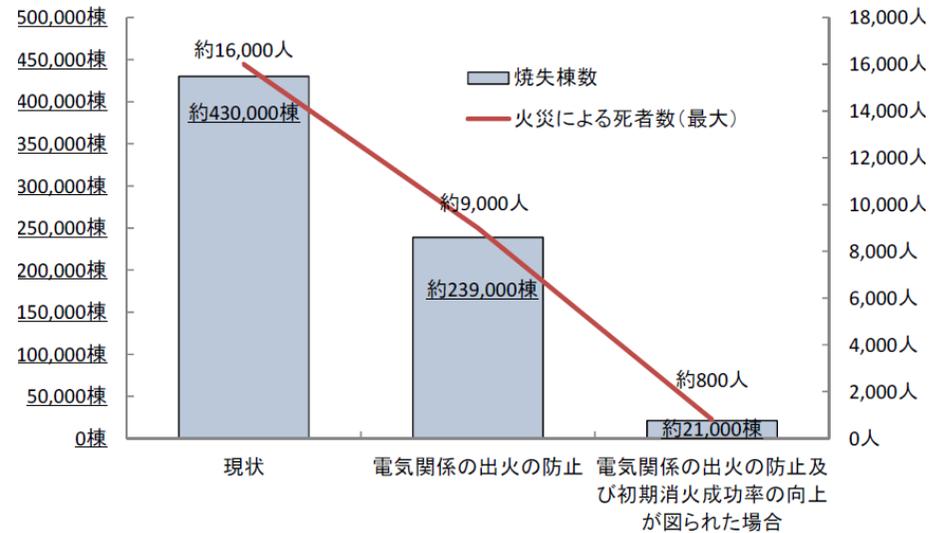
建物の耐震性の強化

出火防止対策の強化

都心南部直下地震(冬深夜)



都心南部直下地震(冬深夜)



[首都直下地震対策検討ワーキンググループ最終報告\(平成25年12月19日公表\)](#)

事前対策だけでは、被害をなくすことができない

人的被害※1

※1:地震動(陸側)、津波ケース(ケース①)、時間帯(冬・深夜)、風速(8m/s)の場合

(現状)

建物被害 約82,000人
津波被害 約230,000人
急傾斜地崩壊 約600人
火災 約10,000人
合計 約323,000人

防災対策

事前防災

- ・耐震化率100%
- ・家具転倒・落下防止対策実施100%
- ・全員が発災後すぐ避難開始
- ・既存の津波避難ビル有効活用等
- ・急傾斜地崩壊危険箇所の対策整備率 100%
- ・感震ブレーカー設置率100%
- ・初期消火成功率の向上 等

(対策後)

建物被害 約15,000人
津波被害 約46,000人
急傾斜地崩壊 0人
火災 約300人
合計 約61,000人

どうやって減らす？

内容

1. 超巨大地震：
 - 1-1 東北地方太平洋沖地震
 - 1-2 南海トラフの巨大地震
2. 災害を軽減するためには
 - 2-1 事前対策
 - 2-2 「東海地震の予知」から「新しい情報と対策の方向」
3. まとめ

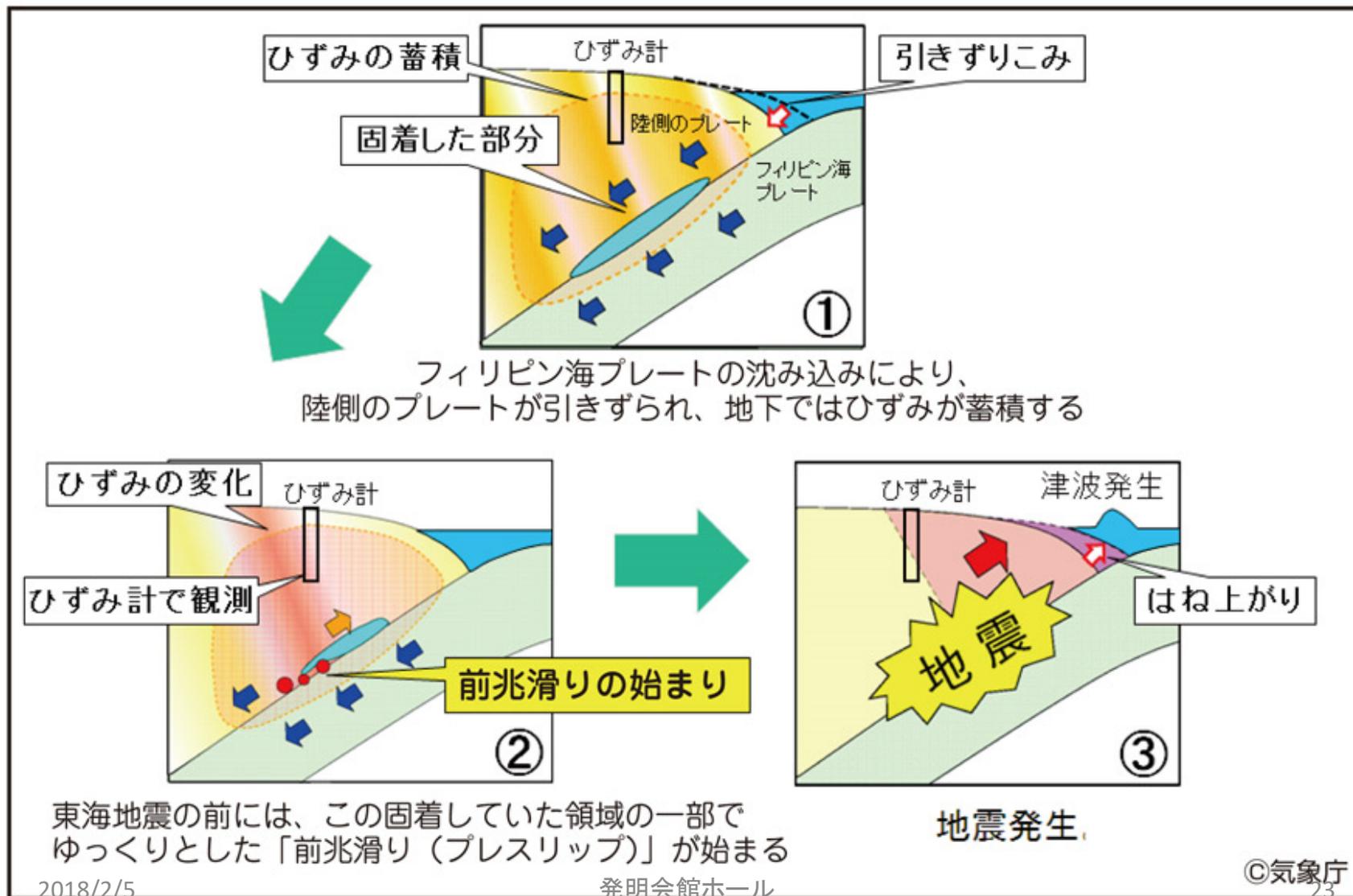
2-2 「東海地震の予知」から「新しい情報と対策の方向」

1. これまでの「東海地震の予知」の方法
2. 地震予知に基づく「地震防災応急対策」
3. 新しい「情報」の考え方
4. 新しい対策の方向性
5. 暫定的な体制

2-2 「東海地震の予知」から「新しい情報と対策の方向」

1. これまでの「東海地震の予知」の方法
2. 地震予知に基づく「地震防災応急対策」
3. 新しい「情報」の考え方
4. 新しい対策の方向性
5. 暫定的な体制

これまでの東海地震の地震予知の仕組み

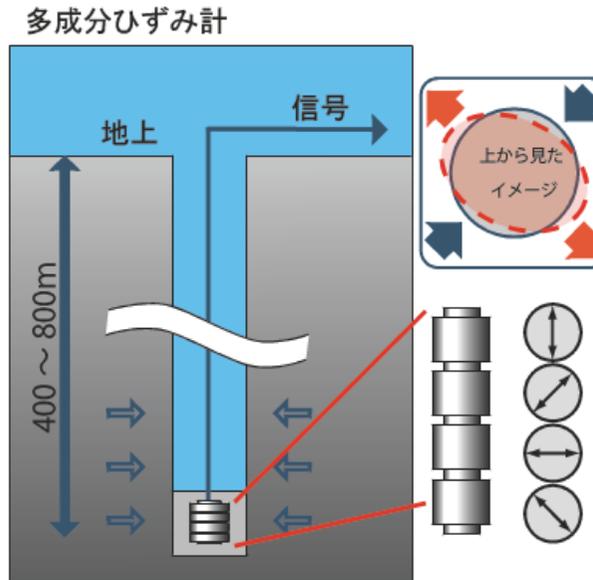
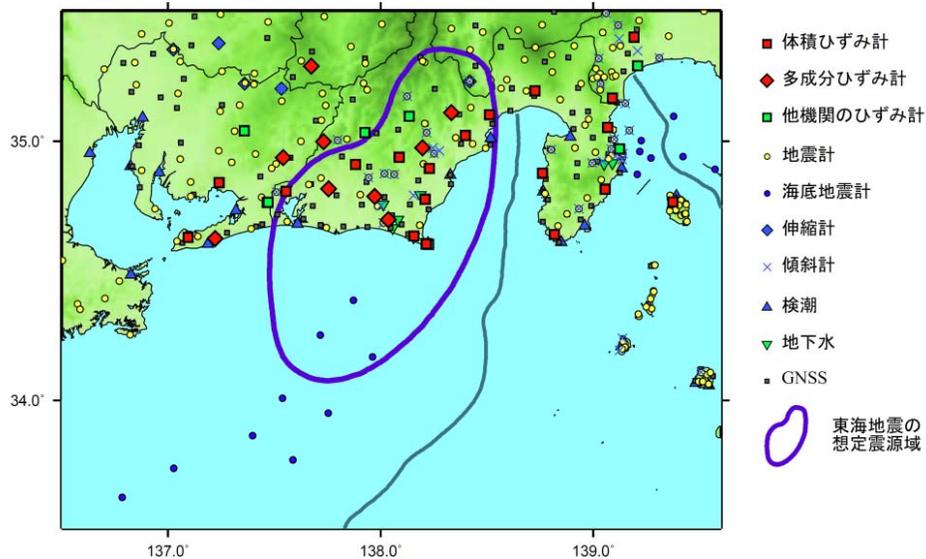


【図 2】 東海地震予知の仕組み

東海地震の想定震源域と観測体制

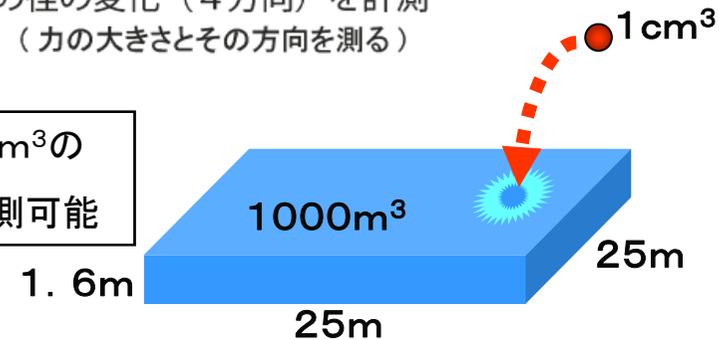
気象庁では、東海地震を予知するため、関係機関の協力も得て、東海地域の地震活動、地殻活動等を24時間体制で監視。

東海地域とその周辺の観測体制



筒の径の変化（4方向）を計測
（力の大きさとその方向を測る）

観測精度: 1000m³のプールに1cm³のビー玉を入れた時の体積変化を観測可能



©気象庁

2-2 「東海地震の予知」から「新しい情報と対策の方向」

1. これまでの「東海地震の予知」の方法
2. 地震予知に基づく「地震防災応急対策」
3. 新しい「情報」の考え方
4. 新しい対策の方向性
5. 暫定的な体制

大規模地震対策特別措置法（昭和53年6月制定）

- ① 地震防災強化地域の指定
- ② 警戒宣言時の対応等、地震防災応急対策に関する各種計画を作成し、その実施を推進
- ③ 警戒宣言の発令 → 各種計画に基づき、地震防災応急対策を実施
- ④ 国による観測・測量の強化
- ⑤ 強化計画に基づき緊急に整備すべき施設等の整備に補助

大規模地震対策特別措置法（昭和53年6月制定）

①地震防災強化地域の指定

内閣総理大臣

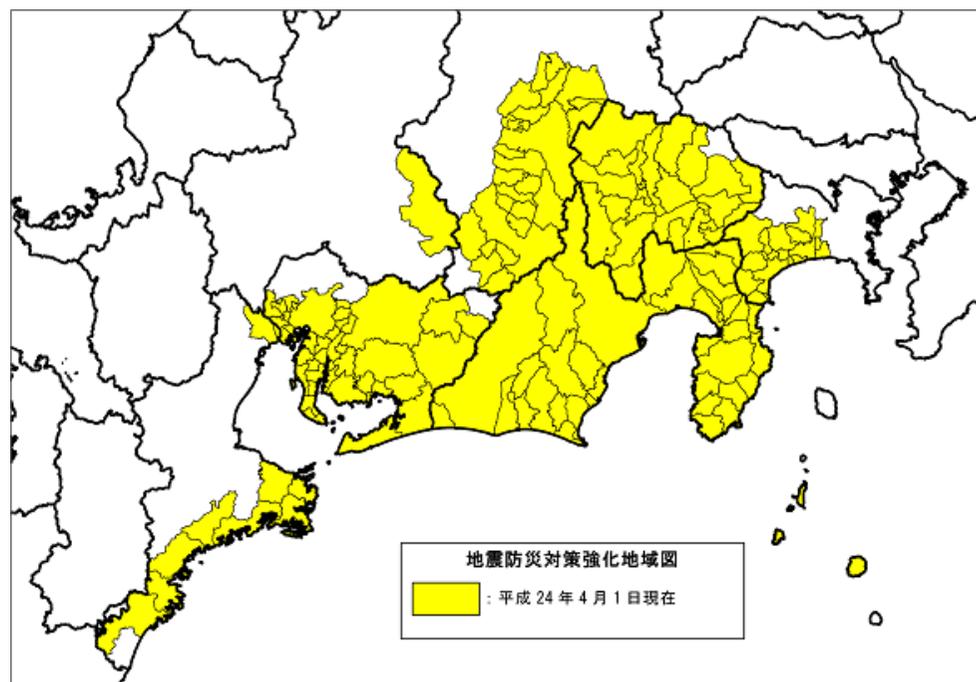
- ・中央防災会議に諮問
- ・関係都道府県知事に意見聴取

指定

地震防災対策
強化地域

©気象庁

2018/2/5



平成24年4月1日現在 1都7県 157市町村
発明会館ホール

27

大規模地震対策特別措置法（昭和53年6月制定）

②警戒宣言時の対応等、地震防災応急対策に関する各種計画を作成し、その実施を推進

【基本計画】

（中央防災会議）

- 警戒宣言発令時の国の基本方針
- 強化計画・応急計画の基本事項
- 総合防災訓練に関する事項 等

【強化計画】

（都道府県、市町村、指定行政機関、指定公共機関）

- 地震防災応急対策に関する事項
- 緊急に整備すべき施設に関する事項
- 地震防災訓練に関する事項 等

【応急計画】

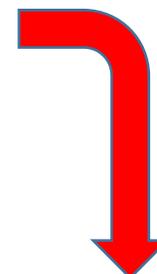
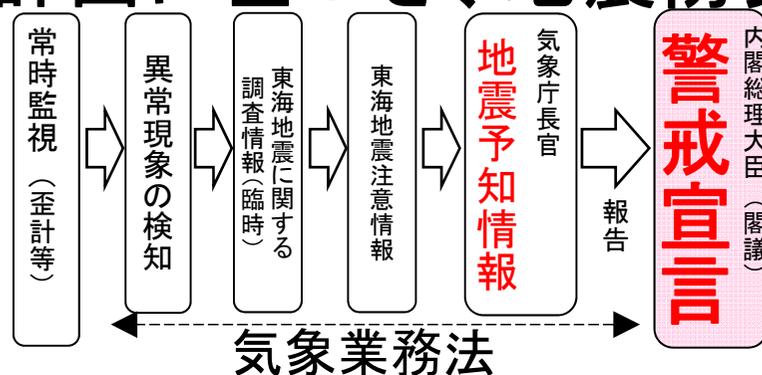
（**病院**、百貨店、鉄道事業等の民間事業者）

- 地震防災応急対策に関する事項
- 地震防災訓練に関する事項 等

大規模地震対策特別措置法（昭和53年6月制定）

③ 警戒宣言の発令

→ 各種計画に基づき、地震防災応急対策を実施



【警戒本部の設置】

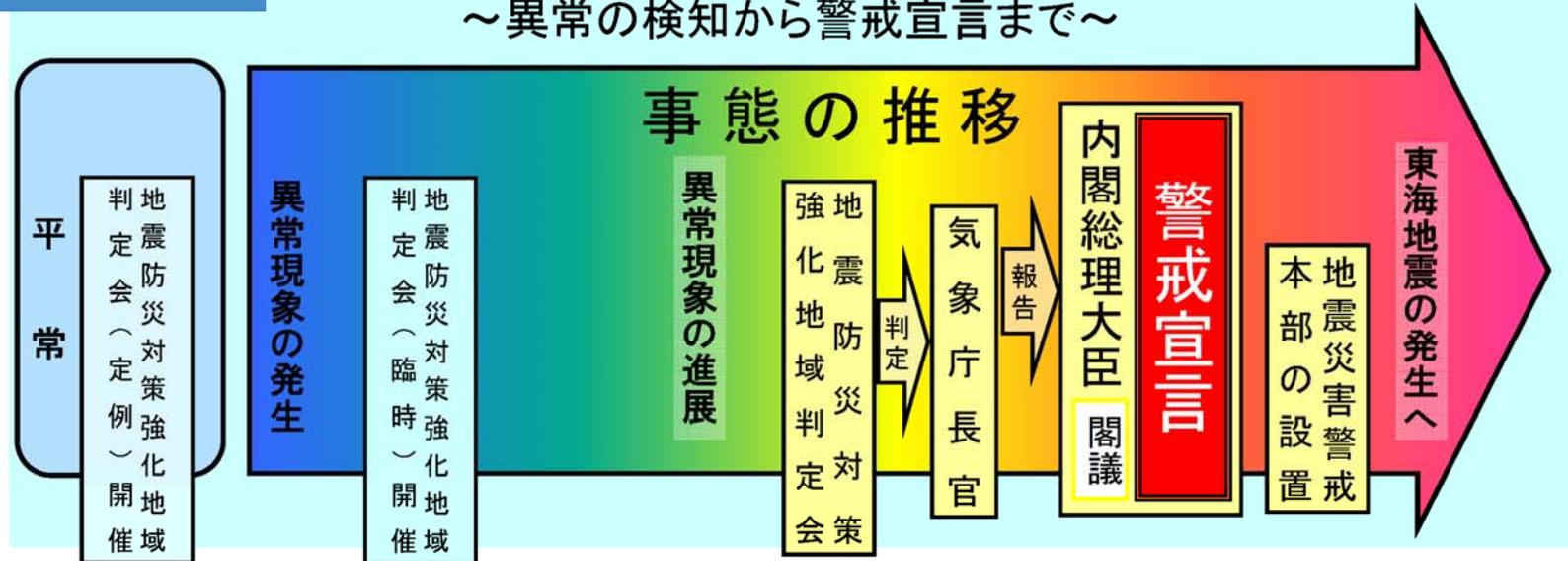
- 地震災害警戒本部
(本部長・総理大臣)
- 都道府県警戒本部
- 市町村警戒本部

【各種規制等】(応急対策)

- 住民：避難
- 鉄道：運行停止
- 道路：強化地域への流入制限
- 銀行：ATMを除いて営業停止
- 病院：外来診療中止 等

これまでの 東海地震に関連する情報発表の流れ

～異常の検知から警戒宣言まで～



防災機関等の対応

情報収集

準備行動

都県地震災害警戒本部
市町村地震災害警戒本部の設置

気象庁発表の「東海地震に関連する情報」

東海地震に関連する調査情報(定例)

毎月の定例の判定会で評価した調査結果を発表

「カラーレベル 青」

東海地震に関連する調査情報(臨時)

観測データに通常とは異なる変化が観測された場合、その変化の原因についての調査の状況を発表

東海地震注意情報

観測された現象が東海地震の前兆現象である可能性が高まった場合に発表される情報

「カラーレベル 黄」

東海地震予知情報

東海地震が発生するおそれがあると認められ、「警戒宣言」が発せられた場合に発表される情報

「カラーレベル 赤」

©気象庁

注: 観測される変化が小さかったり、異常現象の進展が極めて急激で情報発表できないまま東海地震が発生する場合があります。

警戒宣言発令時の対応策(例)

対策の義務付け	大震法	基本計画(国)	強化計画(静岡県)
③交通規制			
道路交通	【第24条】 避難、緊急輸送のための 道路交通規制	強化地域への流入制限 強化地域内の走行制限 【H11修正】住民の日常生活 影響等も考慮して、強化地域 内の交通規制を実施するよう に明示	緊急輸送車両以外の車両の 県内流入を極力制限 強化地域内の一般車両の走 行抑制(走行車両は低速走 行)
鉄道		運行停止(最寄りの安全 な駅まで低速運転し停 車) 【H15修正】津波の恐れ がなく、震度6弱未満の 地域は運行可	運行停止(最寄りの安 全な駅まで低速運転し 停車) 【H18修正】新幹線は6 弱未満(名古屋以西)運 行継続

中央防災会議 防災対策実行会議 南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループ(2017)をもとに作成

警戒宣言発令時の対応策(例)

対策の義務付け	大震法	基本計画(国)	強化計画(静岡県)
③交通規制			
道路交通	<p>【第24条】避難、緊急輸送のための道路交通規制</p>	<p>強化地域への流入制限 強化地域内の走行制限 【H11修正】住民の日常生活</p>	<p>緊急輸送車両以外の車両の県内流入を極力制限 強化地域内の一般車両の走行車両は低速走</p>
鉄道		<p>車) 【H15修正】津波の恐れがなく、震度6弱未満の地域は運行可</p>	<p>停車) 【H18修正】新幹線は6弱未満(名古屋以西)運行継続</p>

「厳しい対応」が可能か？

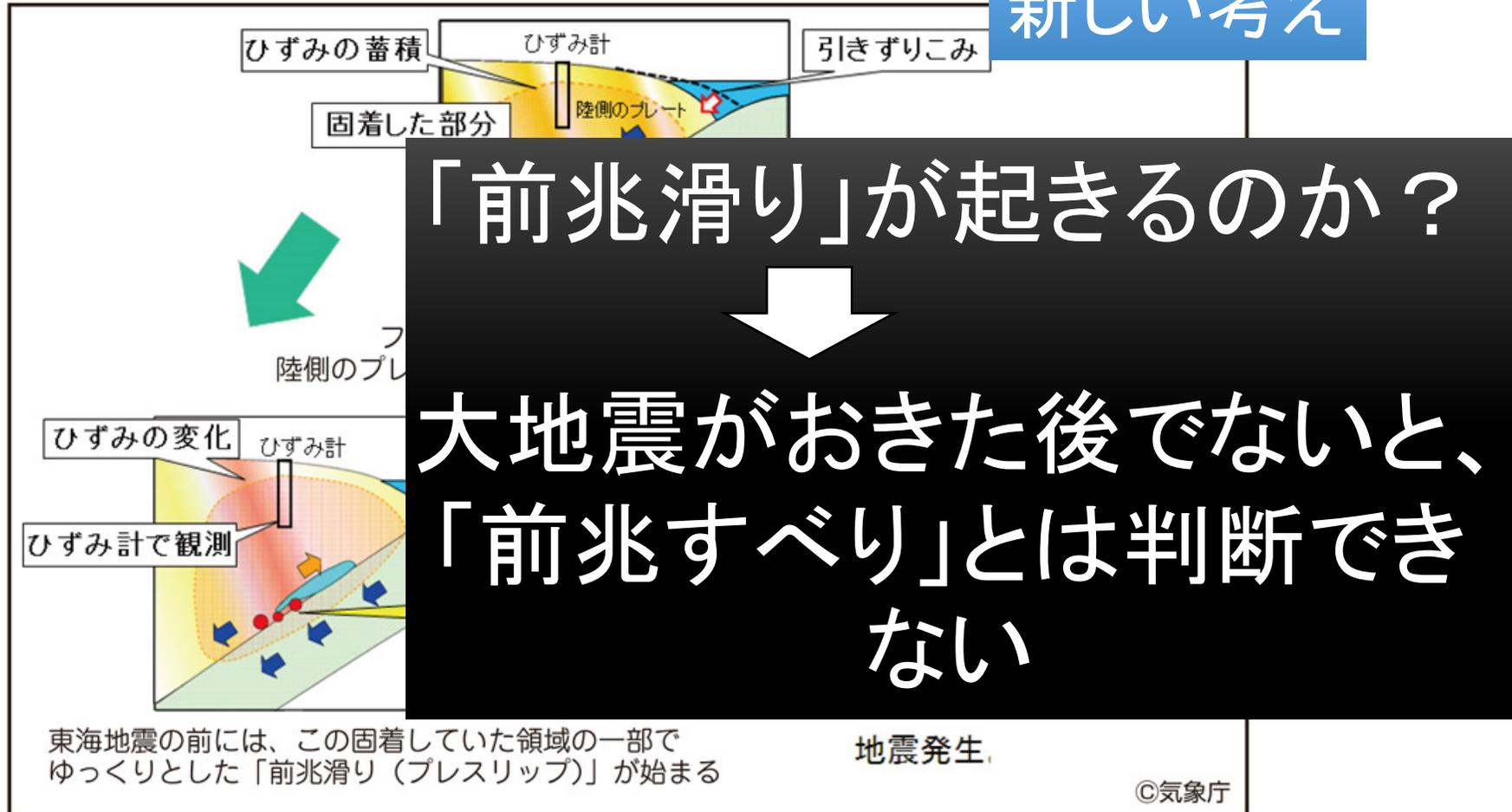
中央防災会議 防災対策実行会議 南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループ(2017)をもとに作成

2-2 「東海地震の予知」から「新しい情報と対策の方向」

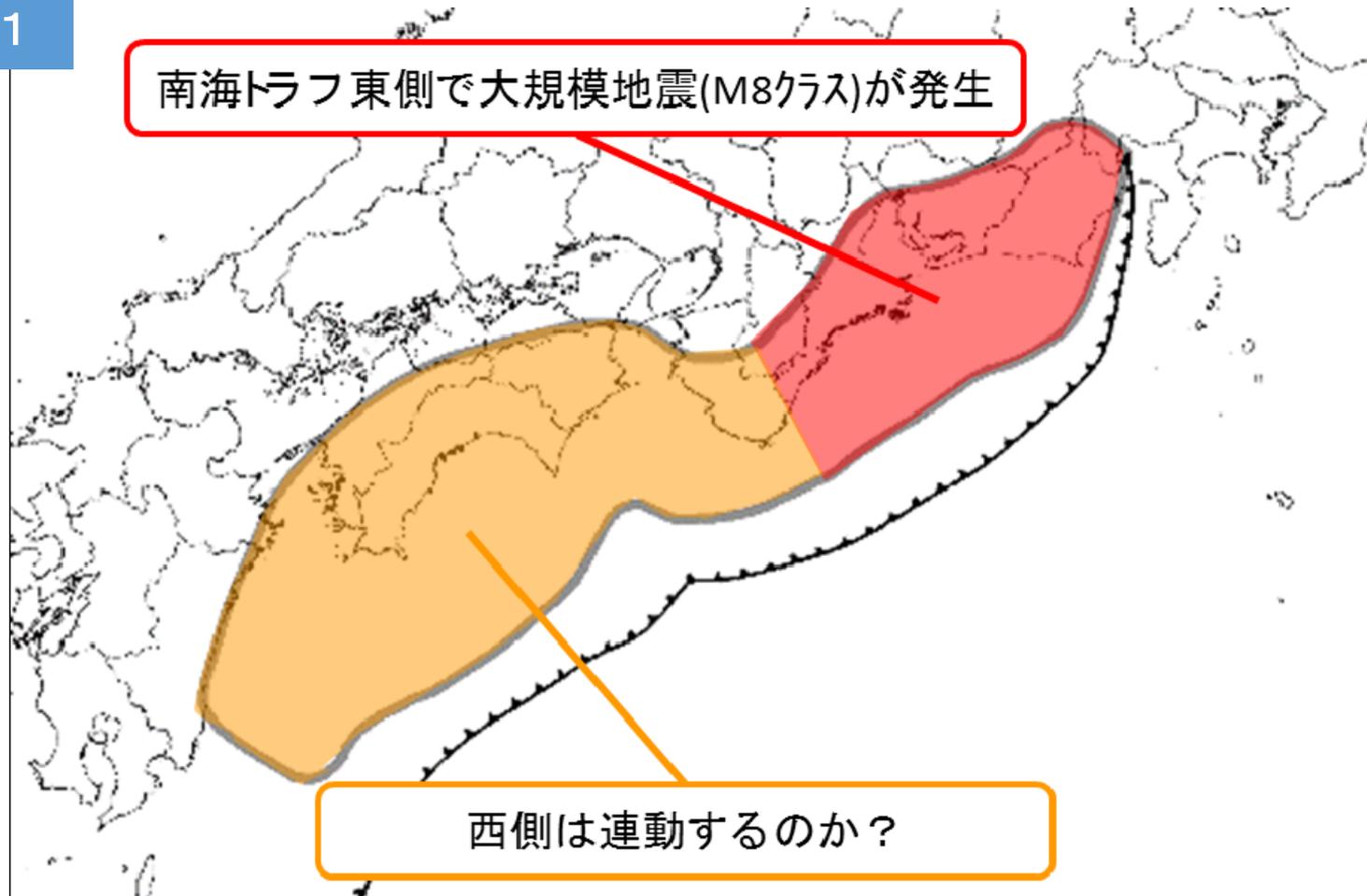
1. これまでの「東海地震の予知」の方法
2. 地震予知に基づく「地震防災応急対策」
3. **新しい「情報」の考え方**
4. 新しい対策の方向性
5. 暫定的な体制

現状の東海地震「予知」の仕組み

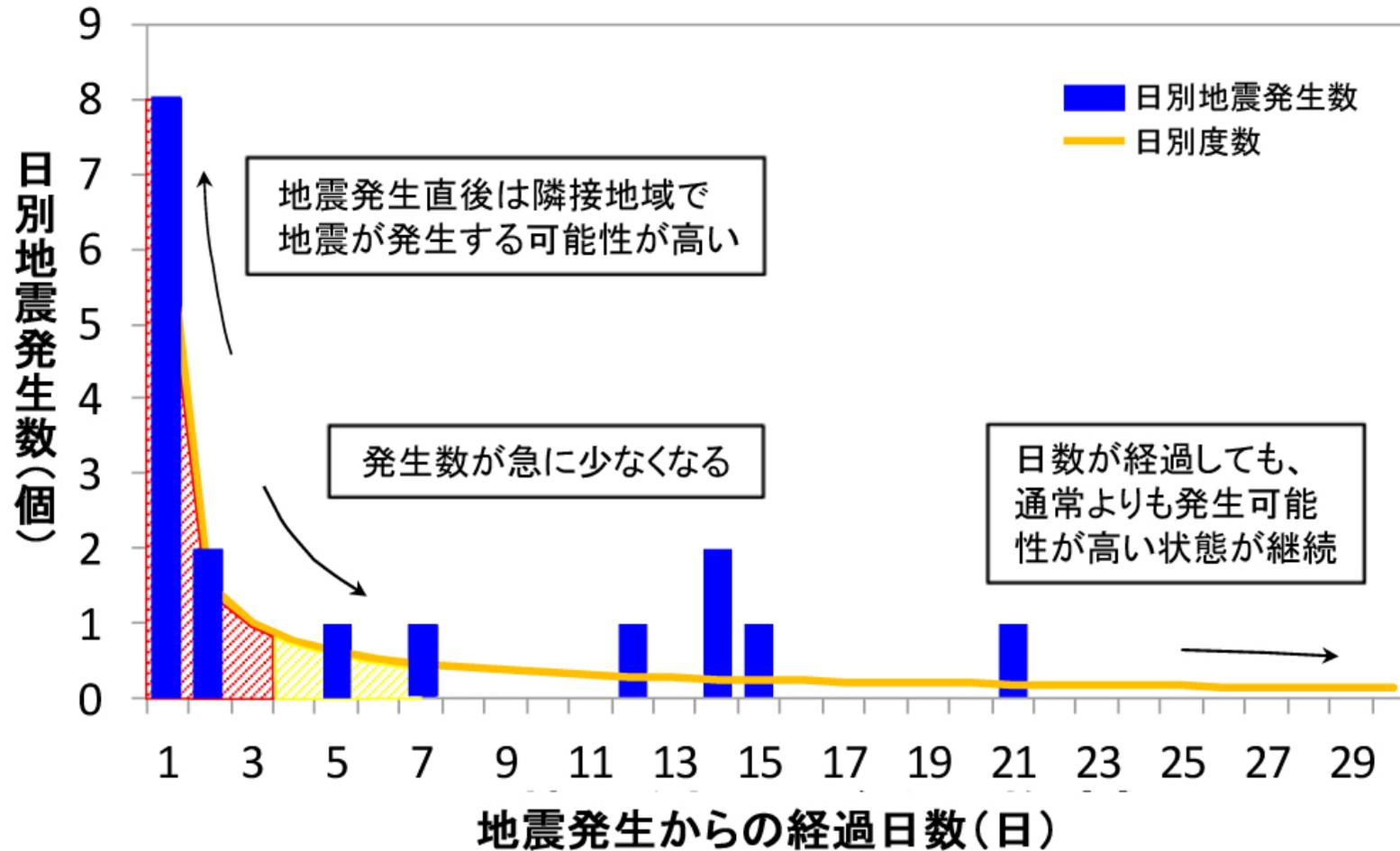
新しい考え



ケース1



南海トラフの東側だけで大規模地震が発生し、西側が未破壊)の場合(ケース1)。過去の事例から、南海トラフの東側の領域が破壊する大規模地震が発生すると、西側の領域でも大規模地震が発生する可能性が高い。中央防災会議 防災対策実行会議 南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループ(2017)をもとに作成。

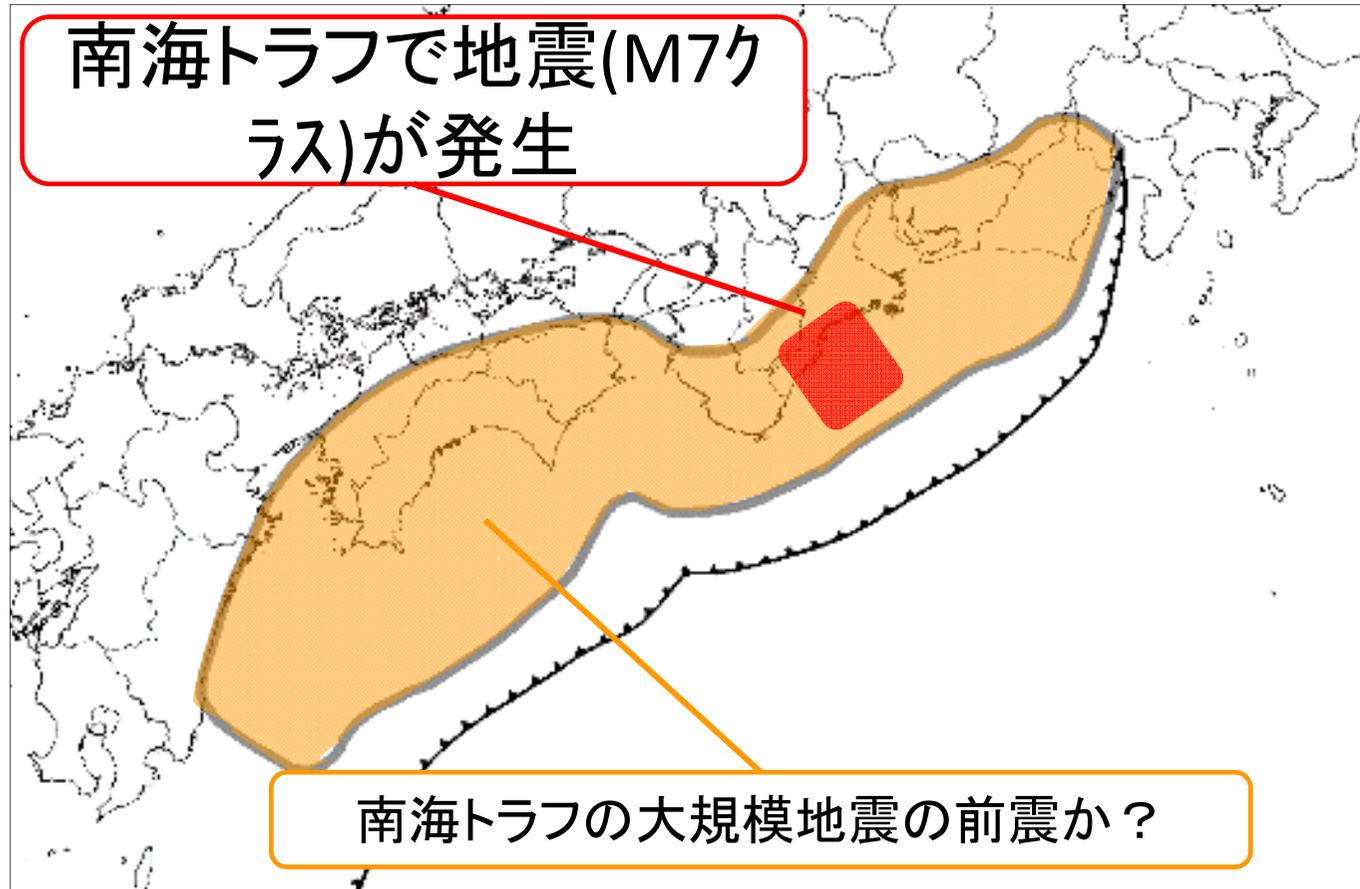


隣接地域で大地震が発生した世界の地震。内閣府の資料に基づいて作図。全世界で1900年以降に発生したM8.0以上の地震96事例のうち、10事例で3日以内、2事例で4日から7日以内に、隣接領域(*)で同程度の地震が発生し、その後の発生頻度は時間とともに減少。日別度数は、大森-宇津公式を用いて近似した関数を1日毎に換算した求めた日別の地震発生数。データの出典:ISCSEMカタログ(1900~2013年)、USGSによる震源(2014年~2016年)。(*)最初の地震の震源から50~500km以内の領域

中央防災会議 防災対策実行会議 南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループ(2017)をもとに作成

ケース2

南海トラフで地震(M7ク
ラス)が発生

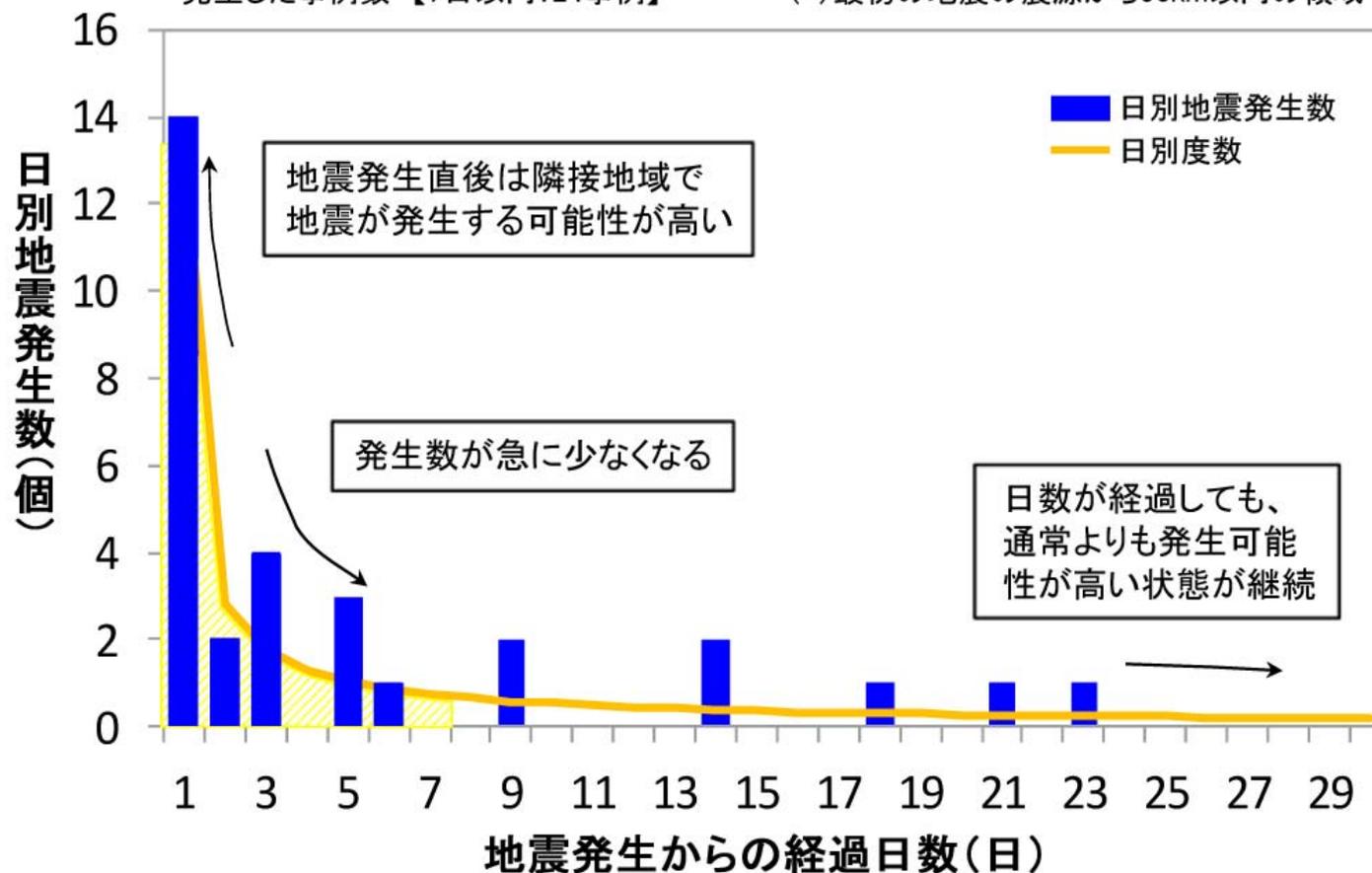


南海トラフの大規模地震の前震か？

M8～9クラスの大規模地震と比べて一回り小さい規模(M7クラス)の地震が発生

内閣府資料(中央防災会議 防災対策実行会議南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく
防災対応検討ワーキンググループ、2017)を基に作図。

全世界でM7.0以上の地震(1368事例)発生後、同じ領域(*)で、さらに同規模以上の地震が発生した事例数【7日以内:24事例】 (*):最初の地震の震源から50km以内の領域



比較的規模の大きな地震後に同じ領域で更に同規模以上の地震が発生した事例。日別度数は、大森-宇津公式を用いて近似した関数を1日毎に換算した求めた日別の地震発生数。データの出典:ISCGEMカタログ(1900~2013年)、USGSによる震源(2014年~2016年)

中央防災会議 防災対策実行会議 南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループ(2017)をもとに作成

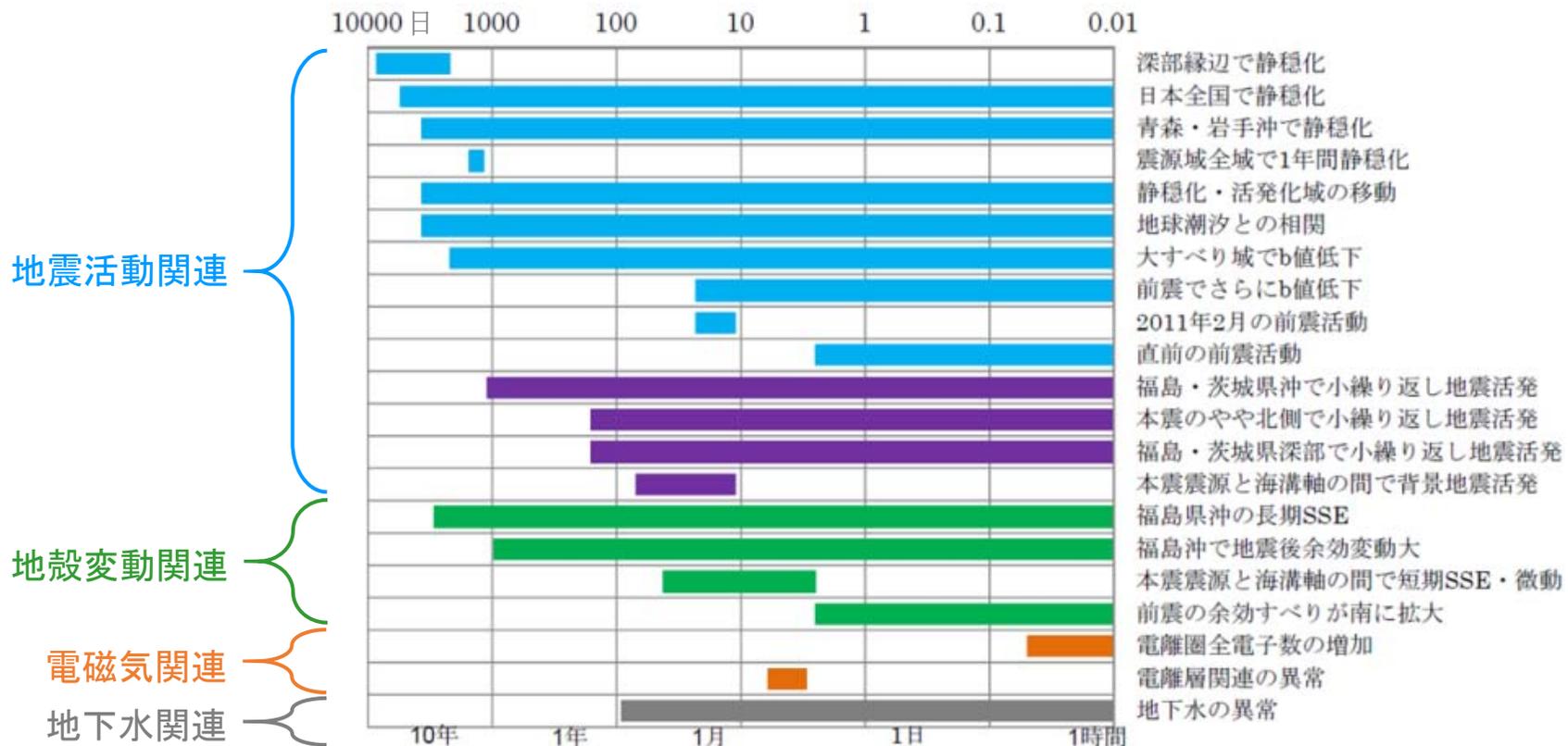


ケース3

内閣府資料をもとに作成

東北地方太平洋沖地震に先行して観測された現象と同様の現象を多種目観測

2011年東北地方太平洋沖地震に先行して観測された現象

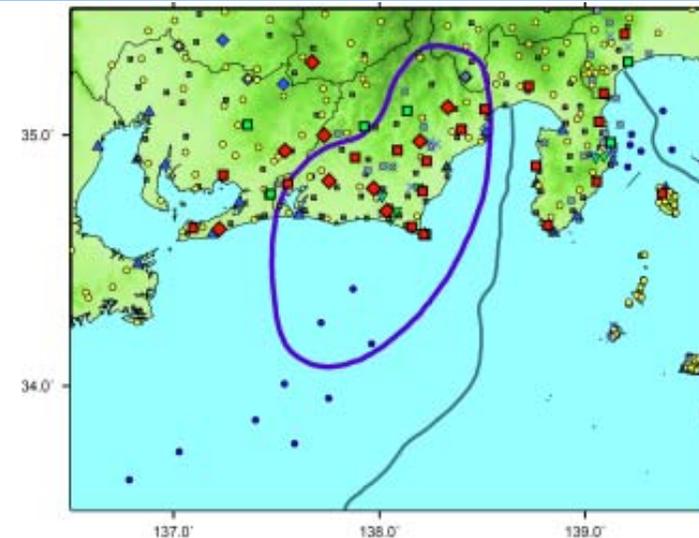
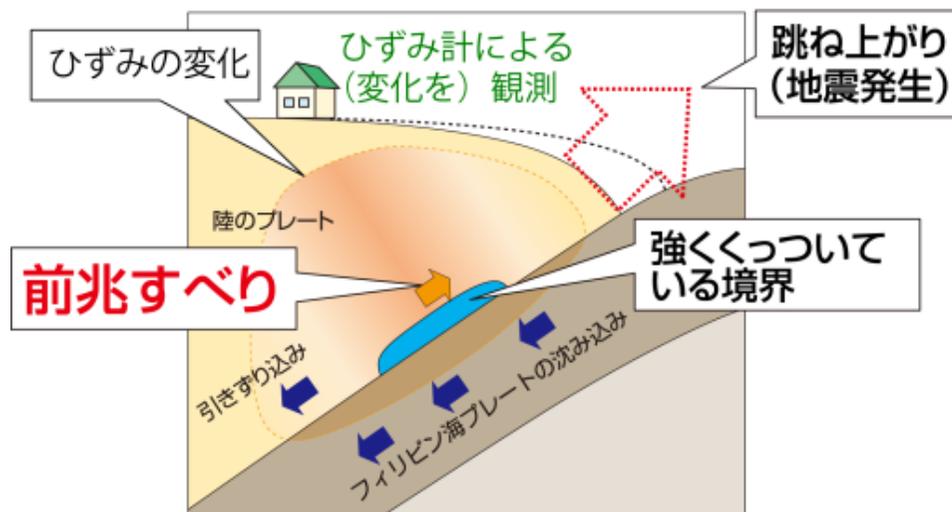


大規模地震の発生に発展するとただちに判断できない。

ケース4

内閣府資料をもとに作成

東海地震の判定基準とされるようなプレート境界面でのすべりが発生 ※ 東海地域では、現在気象庁が常時監視



現在の科学的知見からは、確度の高い地震の予測は難しい。ただし、ゆっくりすべり等プレート間の固着の変化を示唆する現象が発生している場合、ある程度規模が大きければ検知する技術はある。検知された場合には、不確実ではあるものの地震発生の可能性が相対的に高まっていることは言えるであろう。

南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性について(案) 「調査部会」(2016.11)

2-2 「東海地震の予知」から「新しい情報と対策の方向」

1. これまでの「東海地震の予知」の方法
2. 地震予知に基づく「地震防災応急対策」
3. 新しい「情報」の考え方
4. **新しい対策の方向性**
5. 暫定的な体制

南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応のあり方について(報告)

- 現在の科学的知見から得られた大規模地震の予測可能性の現状を踏まえると、大震法に基づく現行の地震防災応急対策は改める必要がある。
- 一方で、現在の科学的知見を防災対応に活かしていくという視点は引き続き重要

中央防災会議 防災対策実行会議
南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく
防災対応検討ワーキンググループ (2017)



地震発生の可能性の高さや地域の脆弱性に応じた防災対策のイメージ

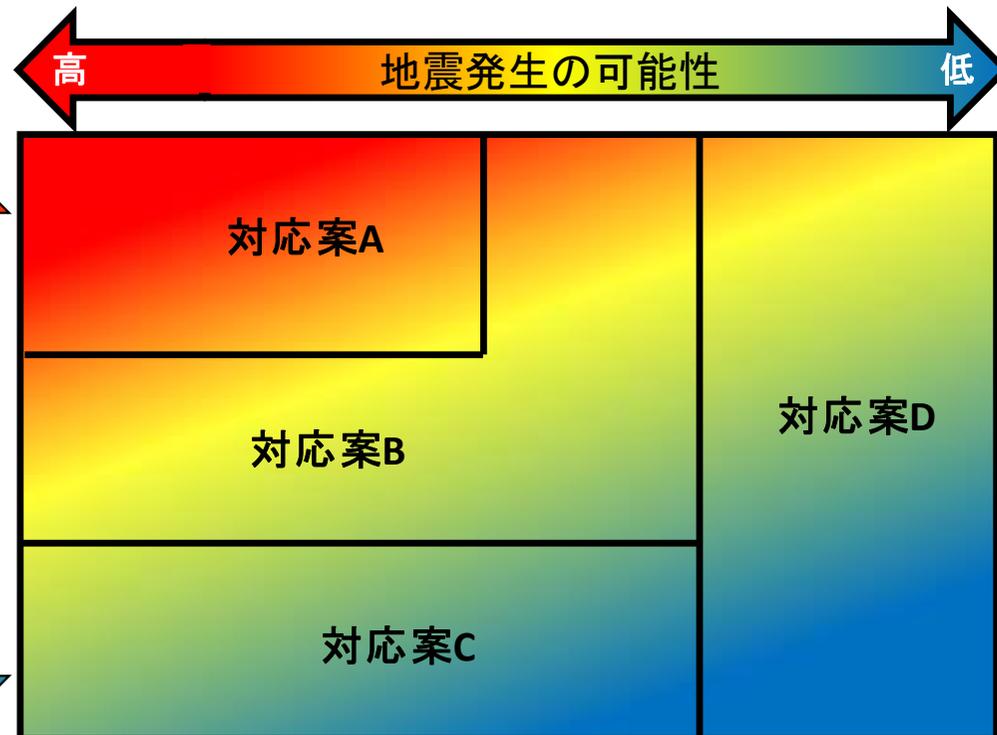
中央防災会議 防災対策実行会議
南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく
防災対応検討ワーキンググループ (2017)

地震発生の可能性

- ・ (ケース1)と(ケース2)との違い
- ・ 時間の経過とともに変化 等

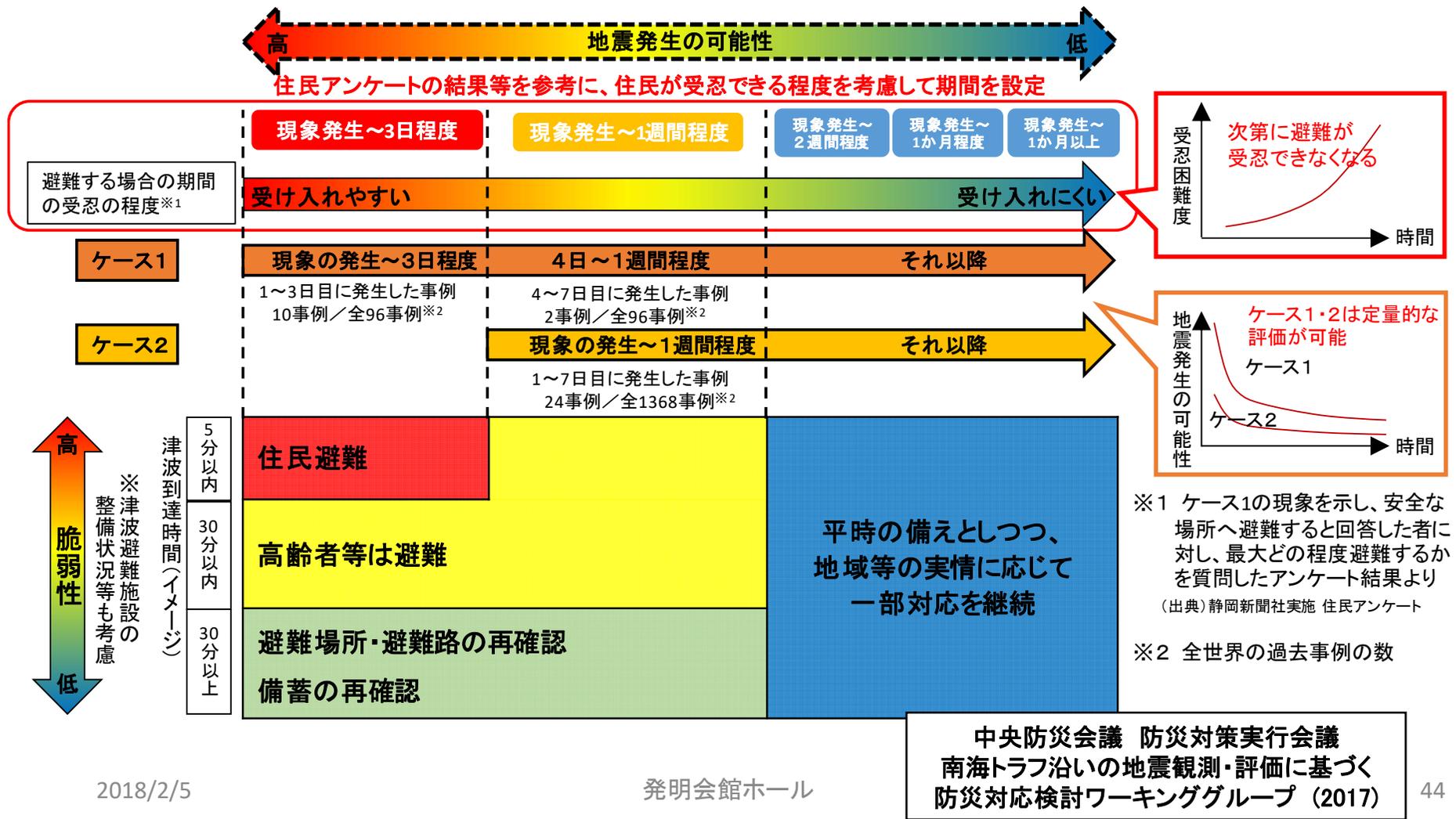
脆弱性

- ・ 地理的条件
海岸からの距離や標高等
- ・ 住民
避難行動に時間を要するか
- ・ 対策の実施状況
避難施設の整備状況
耐震対策の実施状況 等

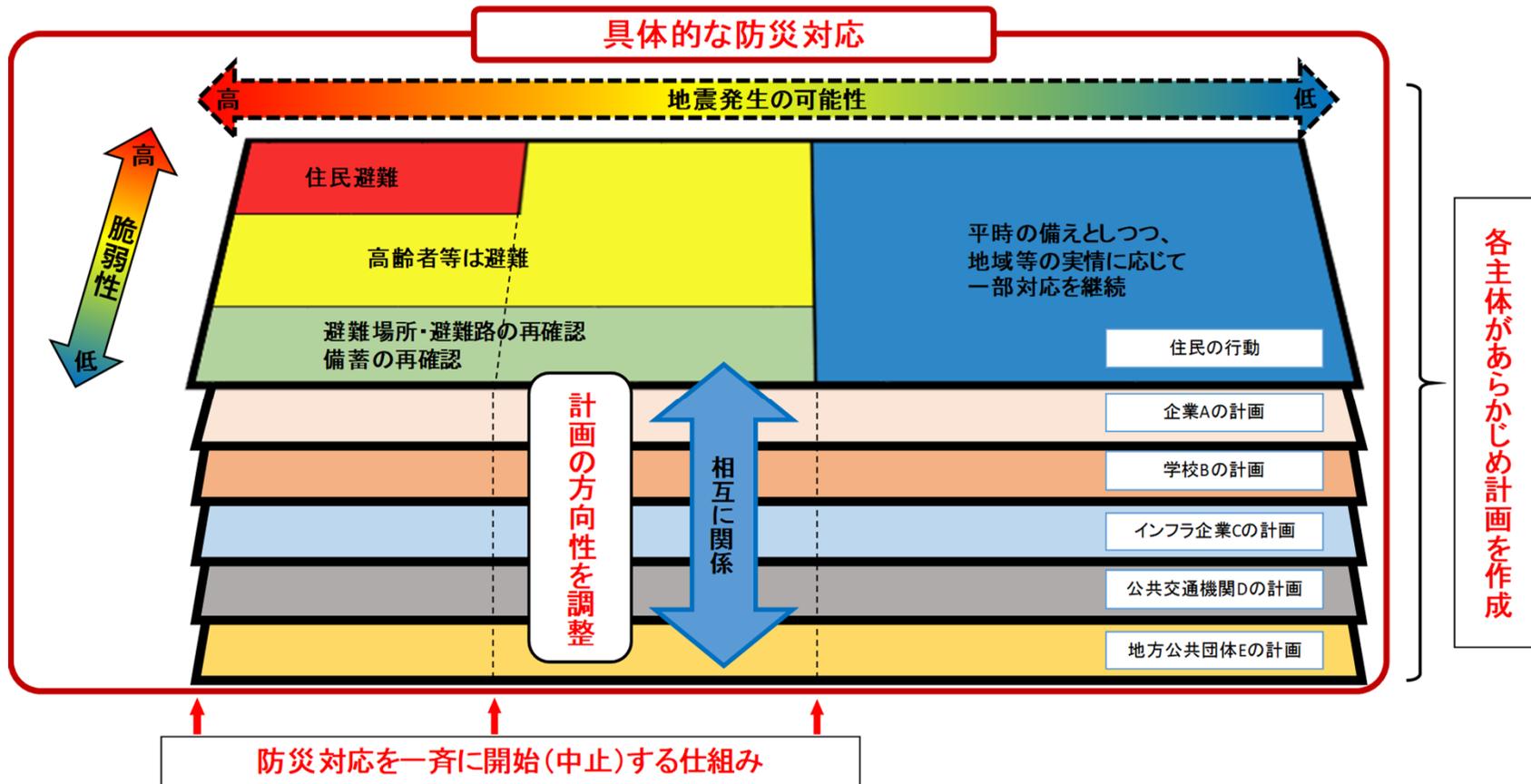


中央防災会議 防災対策実行会議 南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく 防災対応検討ワーキンググループ (2017)

住民の津波からの避難の例



異常な現象が発生した際の防災対応の方向性についての概念図



今後、具体的な防災対応を検討して いくに当たって留意すべき点

① 異常な現象を受けた防災対応の検討の必要性とその方向性 についての地域との認識共有

- ・ 国は地域や関係機関への説明会を開催

② 地域における具体的な検討の推進

- ・ 国は地方公共団体等との連携を強化し、地域における具体的な検討を推進。
- ・ 国が防災対応の策定のための一定のガイドラインを示す。
- ・ ガイドラインの策定に資するよう、国は、地方公共団体等と協力し、まずはモデル的地区での検討を進める。

③ 防災対応の強化に向けた計画的な取り組みの推進

- ・ 国は今後の検討等を計画的に着実に実施する必要がある。

④ 当面の措置の策定とその周知

- ・ 南海トラフ沿いの大規模地震に対する新たな防災対応が決まるまでの間にも、南海トラフ沿いで異常な現象が観測される可能性がある。
- ・ この間に異常な現象が観測された場合に備え、当面の暫定的な防災体制を、国・地方公共団体はあらかじめ定めておく。
- ・ 国の当面の措置が決まり次第、国は、地方公共団体に対し、その措置の内容を周知し、確実に実施できるようにする。

2-2 「東海地震の予知」から「新しい情報と対策の方向」

1. これまでの「東海地震の予知」の方法
2. 地震予知に基づく「地震防災応急対策」
3. 新しい「情報」の考え方
4. 新しい対策の方向性
5. 暫定的な体制

気象庁の対応

- 「南海トラフ地震に関連する情報」の発表
 - 当面の暫定的な防災体制への対応として、南海トラフ全域を対象として、以上な現象を観測した場合や地震発生の可能性が相対的に高まっていると評価した場合等に、「南海トラフ地震に関連する情報」の発表を行う。
- 「南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会」の開催
 - 従来¹の地震防災対策強化地域判定会による東海地域を対象とした検討は、「南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会」の中で行う。



南海トラフ地震に関する情報

情報名	情報発表条件
南海トラフ地震に関する情報(臨時)	<ul style="list-style-type: none">○南海トラフ沿いで異常な現象(※1)が観測され、その現象が南海トラフ沿いの大規模な地震と関連するかどうか調査を開始した場合、または調査を継続している場合○観測された現象を調査した結果、南海トラフ沿いの大規模な地震発生の可能性が平常時と比べて相対的に高まったと評価された場合○南海トラフ沿いの大規模な地震発生の可能性が相対的に高まった状態ではなくなったと評価された場合
南海トラフ地震に関する情報(定例)	<ul style="list-style-type: none">○「南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会」の定例会合において評価した調査結果を発表する場合

※1:南海トラフ沿いでマグニチュード7以上の地震が発生した場合や東海地域に設置されたひずみ計に有意な変化を観測した場合などを想定

©気象庁

「南海トラフ地震に関連する情報」(臨時)が出たときの国の暫定的な措置

(1) 調査を開始した旨の情報

- 内閣府(防災担当)は、気象庁が大規模地震との関連性について調査を開始した旨の「南海トラフ地震に関連する情報」(臨時)を受けた時点で、関係省庁の職員を招集し、「関係省庁災害警戒会議」を開催する準備を始める

(2) 可能性が平常時と比べて相対的に高 まった旨の「情報」

- 内閣府(防災担当)は、「関係省庁災害警戒会議」を開催し、関係省庁による今後の取組を確認
- 内閣府(防災担当)は、国民に対して、今後の備えについて呼びかけ
 - 南海トラフの大規模地震による被害が想定される地域の住民に対して日頃からの地震への備えの再確認を促す。
 - 呼びかけの例: 家具の固定、避難場所・避難経路の確認、家族との安否確認手段の取決め、家庭における備蓄の確認

まとめ

1. 次の超巨大地震は、国難をもたらす？

- 東北地方太平洋沖地震：M9
- 南海トラフの巨大地震：M8～9

2. 災害を軽減するためには

2-1 事前対策が基本

2-2 「東海地震の予知」から
「新しい情報と対策の方向」

暫定策が
定められ
た

- 今の科学の実力を活かす
- 社会全体で備える