

ワークショップ 地震予測の現状と防災情報を生かすには

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 (作業部会)の総括と今後の方向性 について

東京大学地震研究所 平田直

主催：静岡県立大学グローバル地域センター

共催：静岡県 静岡大学防災総合センター 東海大学海洋研究所
静岡新聞社・静岡放送（順不同）

日時：2018年2月2日（金）13:00-16:30

会場：静銀ホールユーフォニア

内容

1. 超巨大地震：
 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：
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>





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

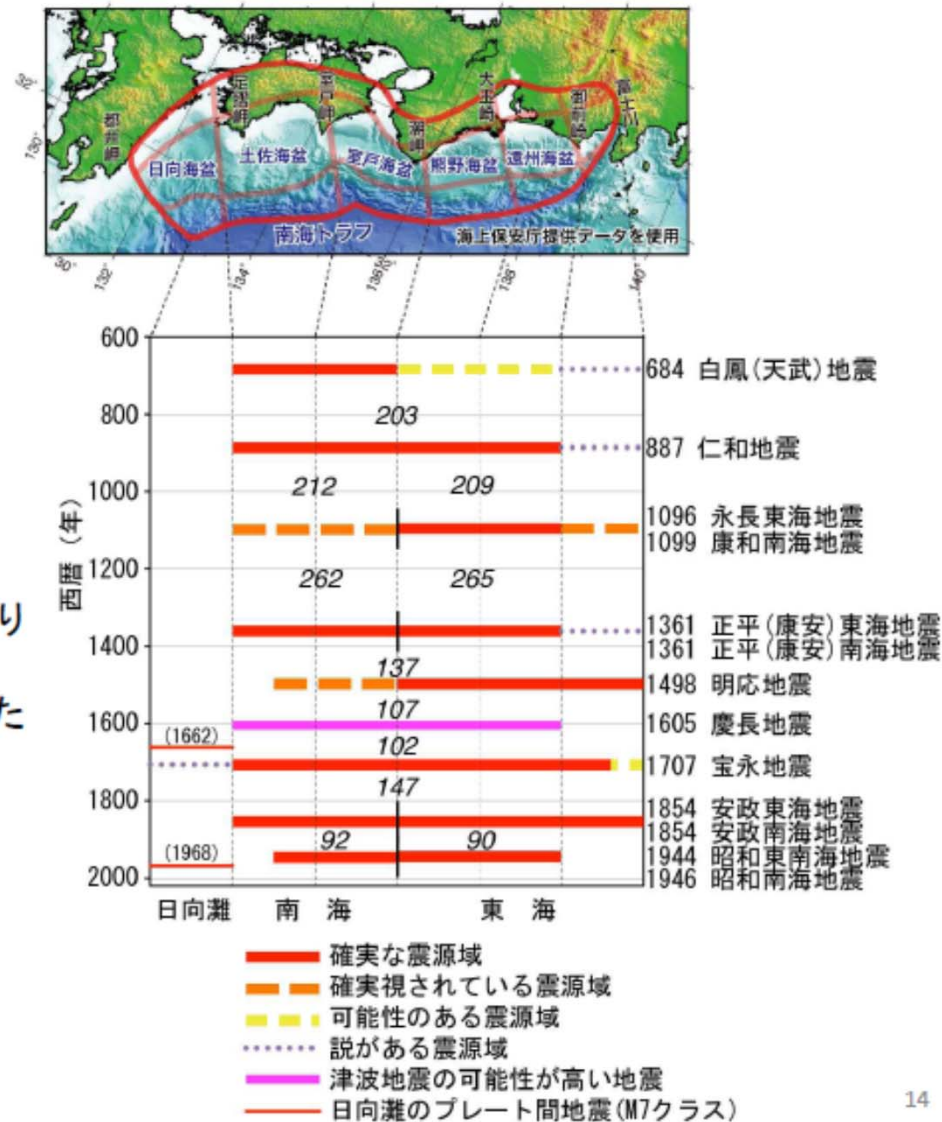
・歴史記録からみた 震源域の多様性

・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

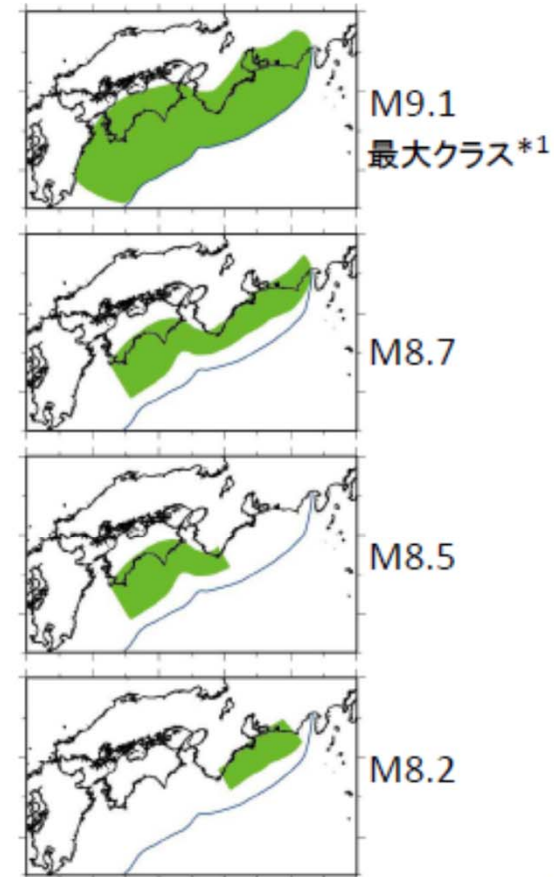
- ①御前崎より西側で断層のすべりが止まった場合(1944年)
- ②駿河湾奥まですべりが広がった場合(1854年)



南海トラフで次に発生する地震の発生確率

- 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

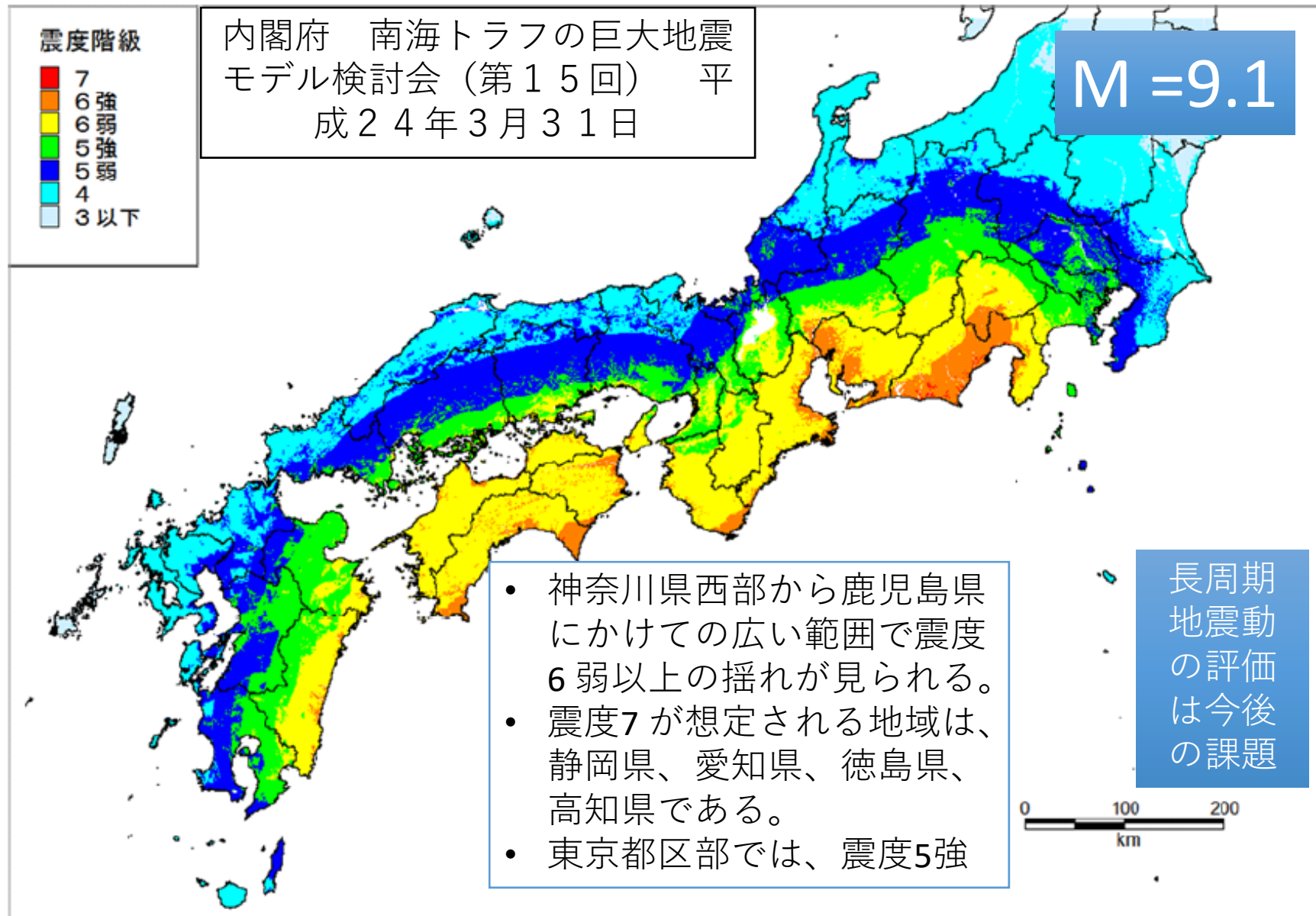
領域	規模	30年発生確率
南海トラフ全域	M8～M9クラス	70%程度

(算定基準日 平成29年(2017年)1月1日)

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

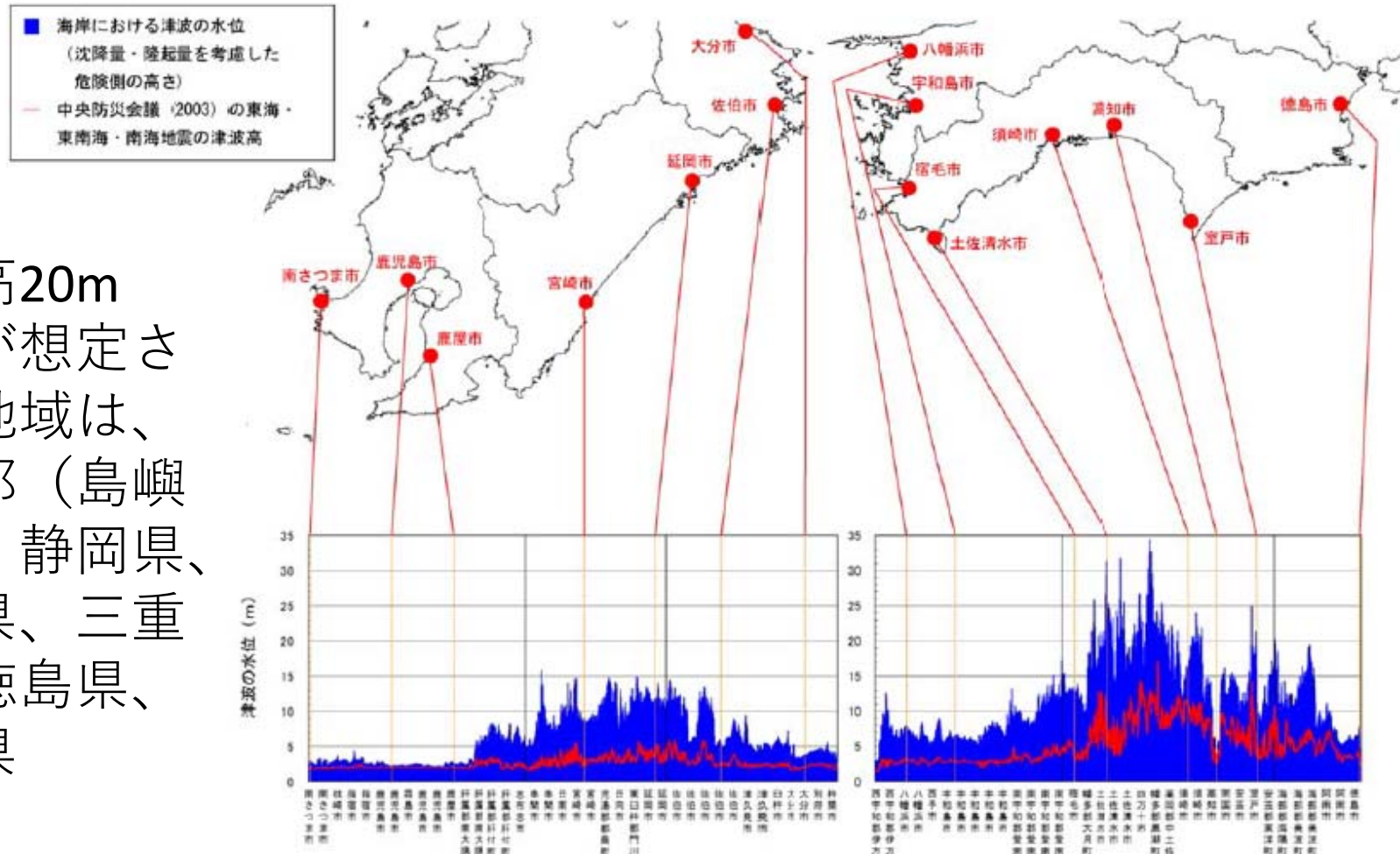


経験的手法による震度分布



海岸の津波高さ(満潮時)最大クラスの津波(各断層パターンの最大)

津波高20m
以上が想定される地域は、
東京都（島嶼部）、静岡県、
愛知県、三重県、徳島県、
高知県



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24年8月）

巨大地震が発生すれば被害が甚大

◆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

◆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M_w、※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

東日本大震災・東北沖地震と 南海トラフ地震

	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」

内容

1. 超巨大地震：
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

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

どうやって
減らす？

（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

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

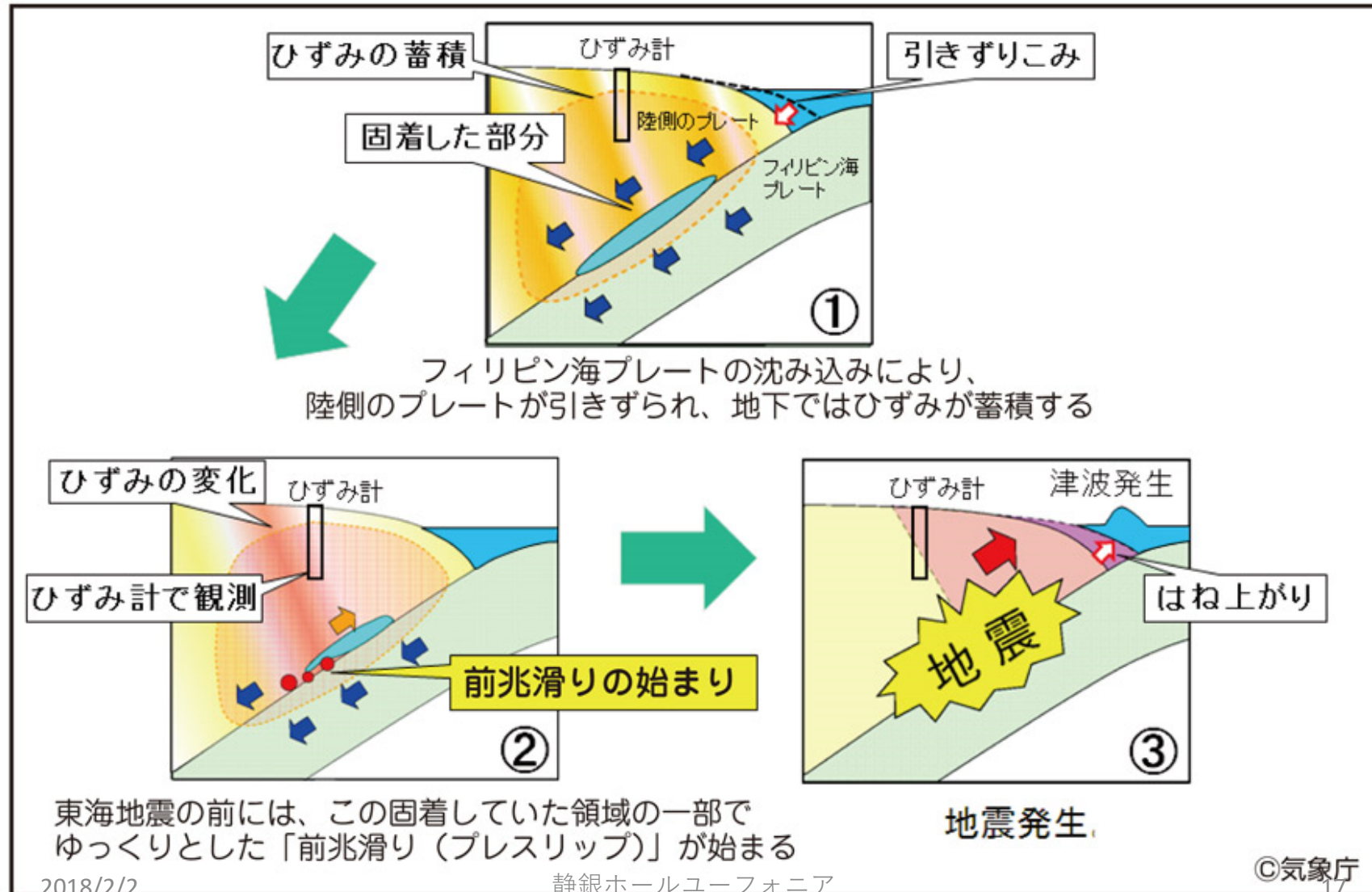
2-2 「東海地震の予知」から「新しい情報と対策の方向」

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

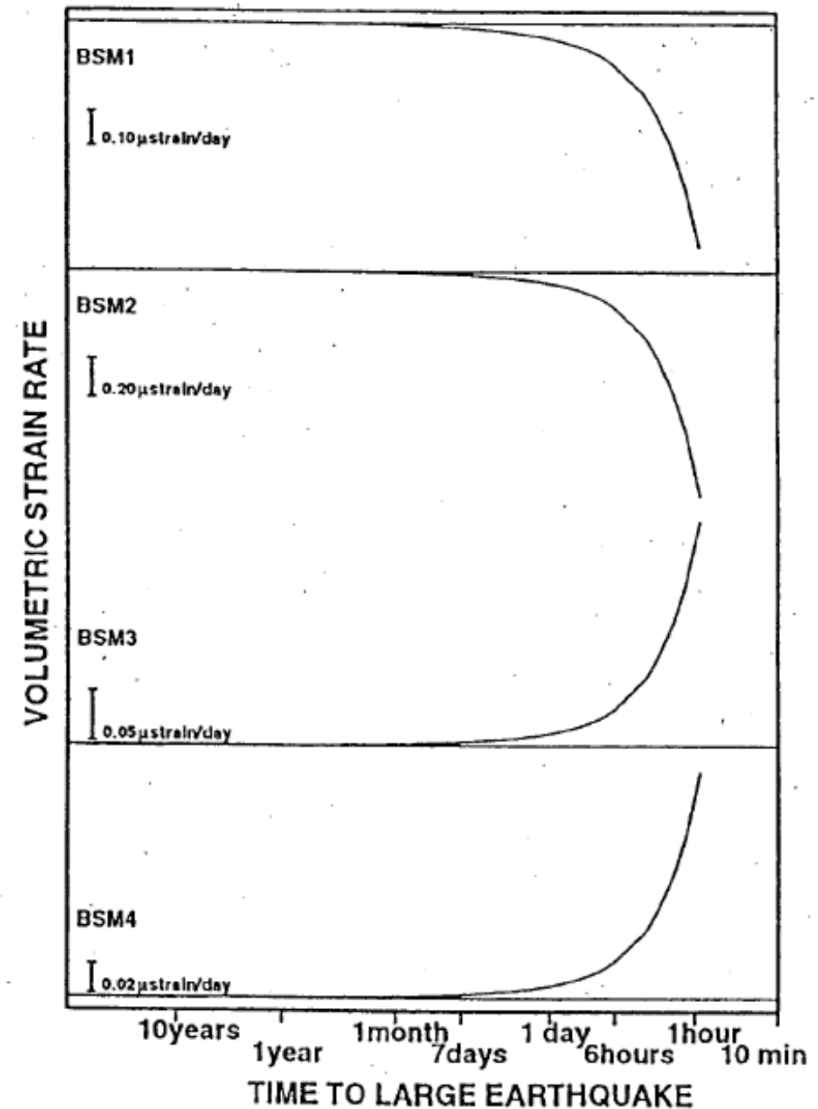


【図 2】 東海地震予知の仕組み

予知の前提「前兆すべり」が存在する： 速度-状態依存摩擦モデル による前兆滑りモデル

Kato, N. and T. Hirasawa,
1999, Bull. Seismol. Soc.
Am., 89, 1401-1417.

- 一般的に摩擦のすべり量依存性を含むモデル（slip-weakeningを含む）では、前兆すべりは必ず発生する。
- 前兆すべりの規模と地震の規模の関係が複雑なため、観測可能な、量・猶予時間があるかは、パラメータによる。



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



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)



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	緊急輸送車両以外の車両の県内流入を極力制限 一般車両の走行は低速走行
鉄道		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	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

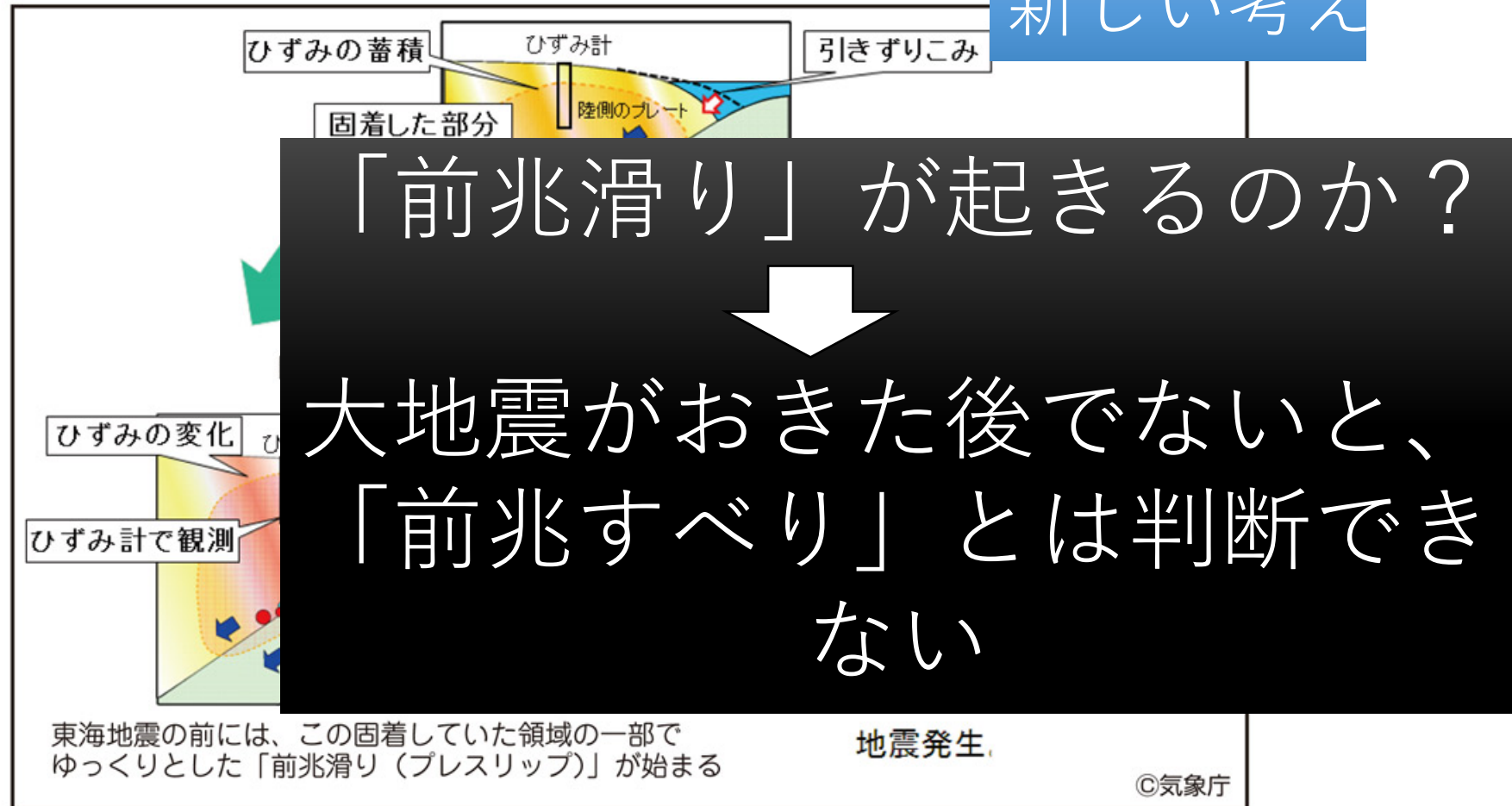
「厳しい対応」が可能か？

2-2 「東海地震の予知」から「新しい情報と対策の方向」

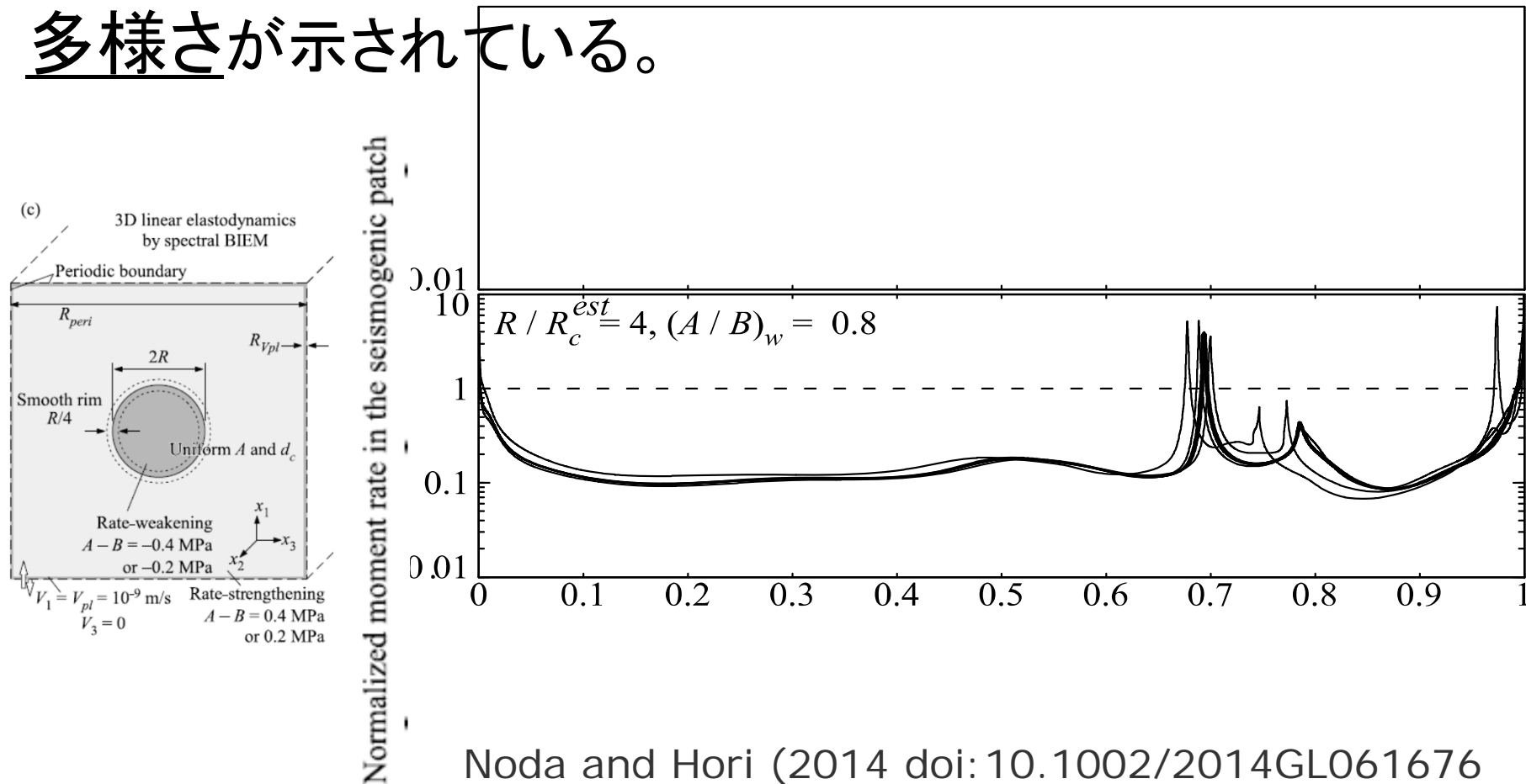
1. これまでの「東海地震の予知」の方法
2. 地震予知に基づく「地震防災応急対策」
3. 新しい「情報」の考え方
4. 新しい対策の方向性
5. 暫定的な体制

現状の東海地震「予知」の仕組み

新しい考え



最近のシミュレーションでは、地震発生前にゆっくりすべりを伴う場合、伴わない場合等、大地震発生に至る多様さが示されている。



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)

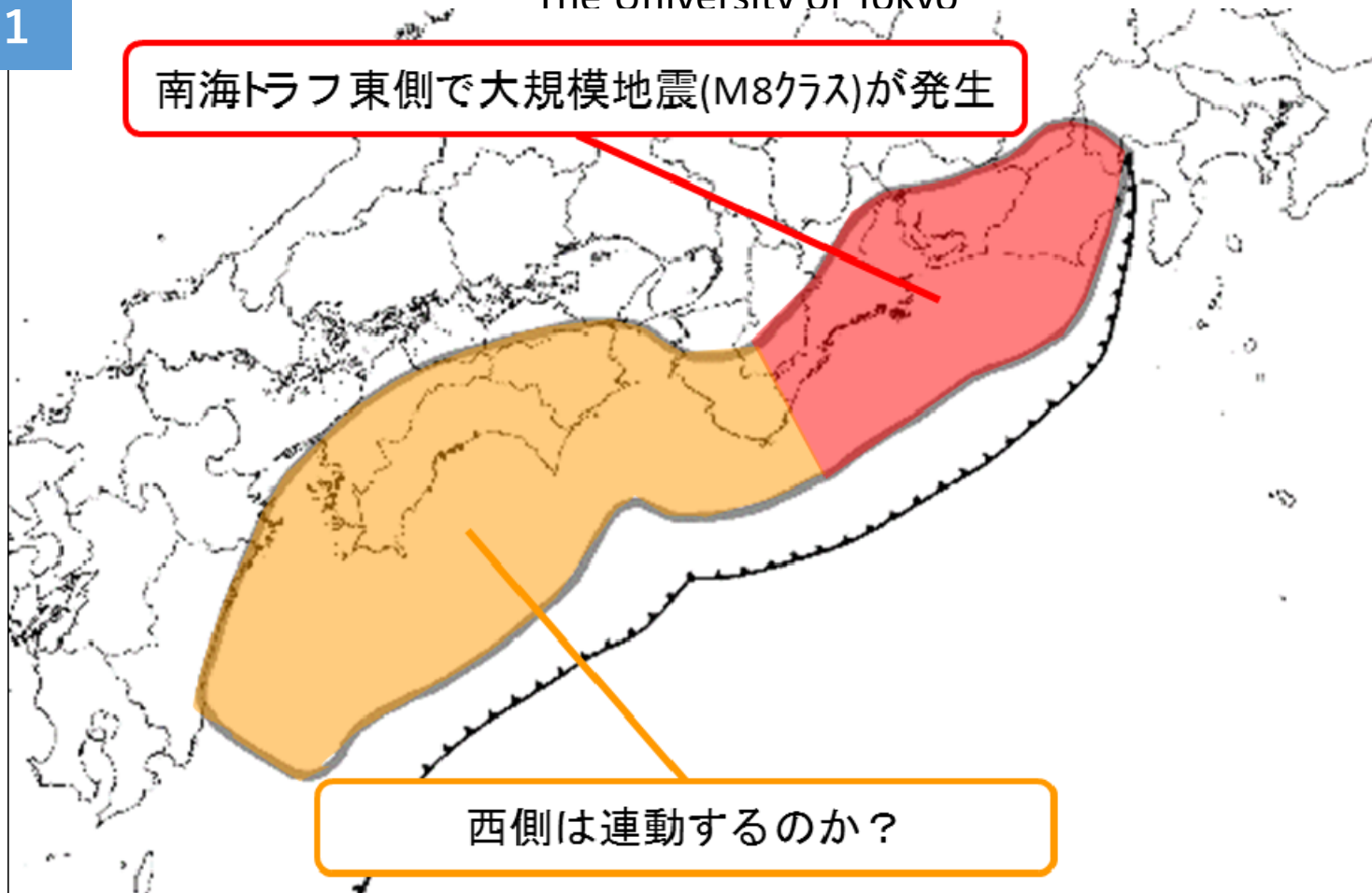
南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応のあり方について(報告)

- 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)

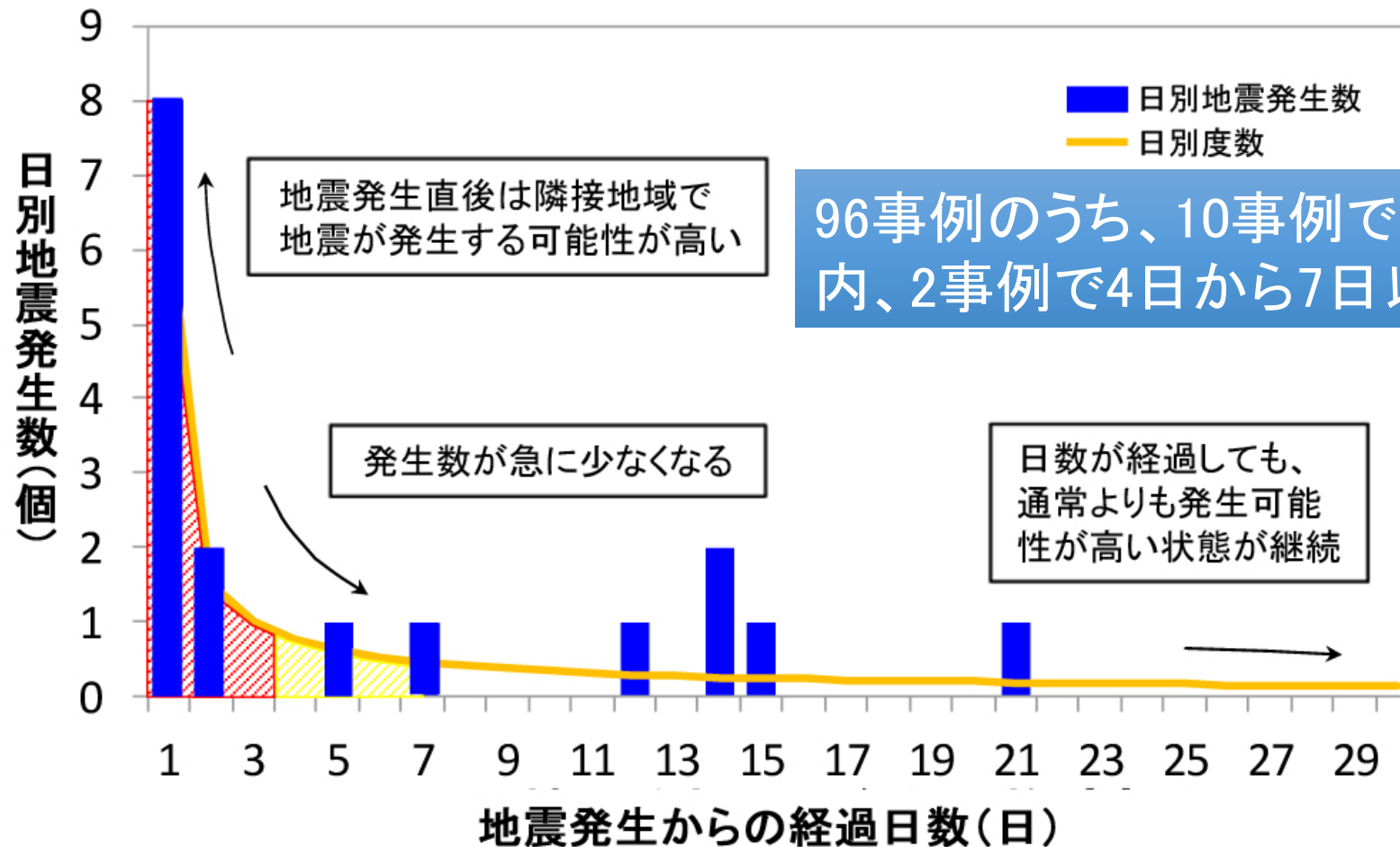
ケース 1

南海トラフ東側で大規模地震(M8クラス)が発生



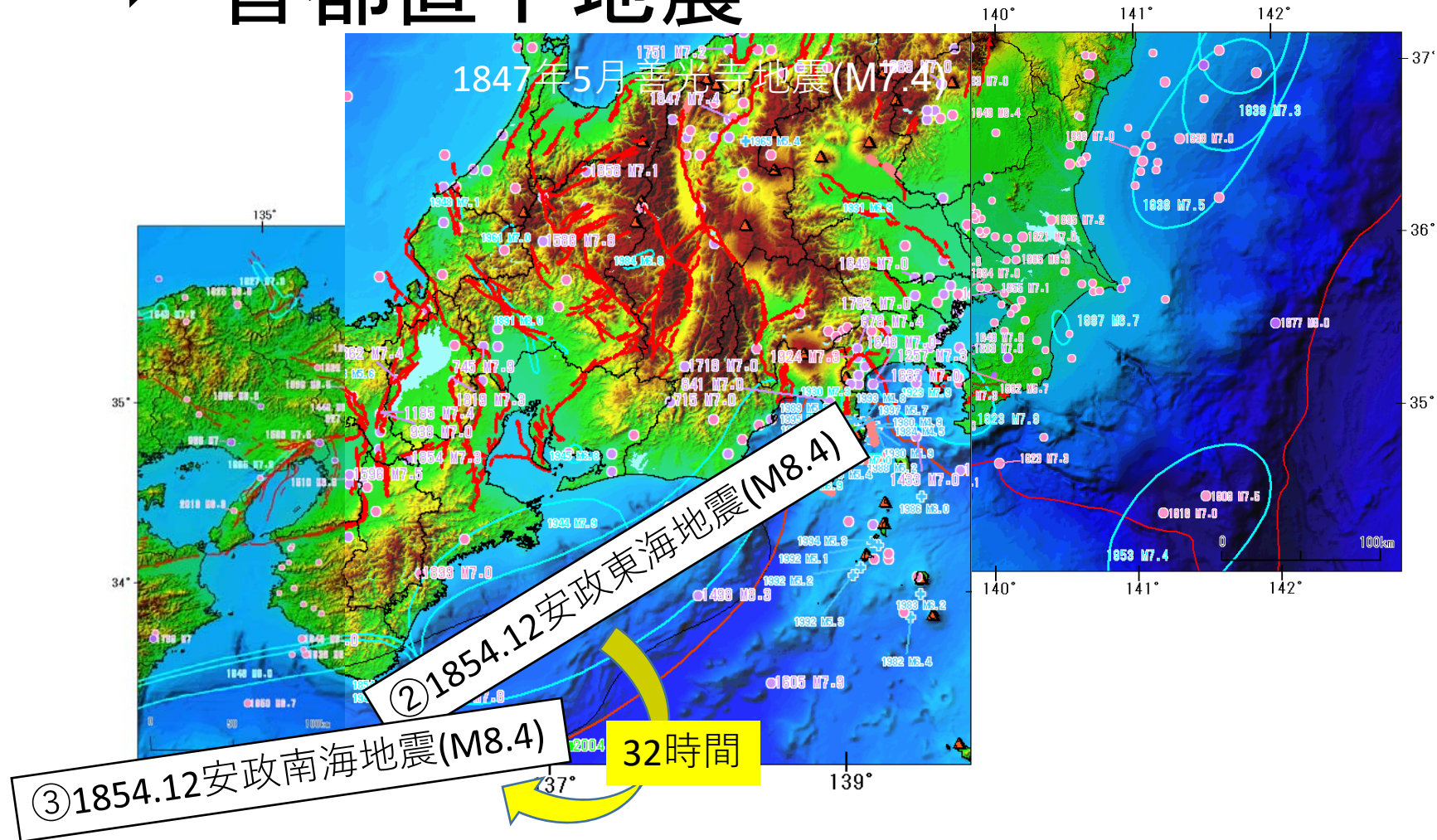
西側は連動するのか？

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。

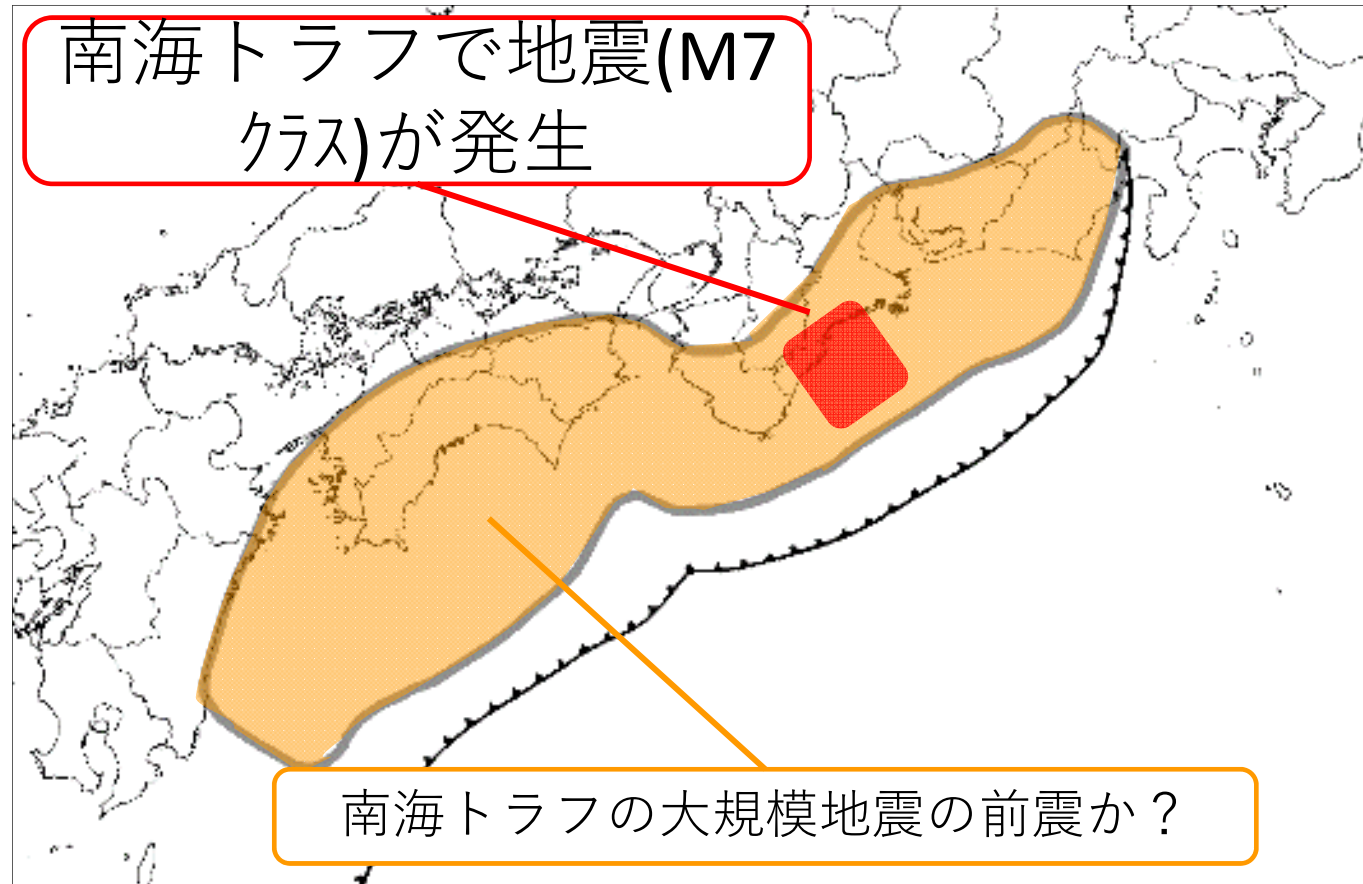


隣接地域で大地震が発生した世界の地震。内閣府の資料に基づいて作図。全世界で1900年以降に発生したM8.0以上の地震96事例のうち、10事例で3日以内、2事例で4日から7日以内に、隣接領域(*)で同程度の地震が発生し、その後の発生頻度は時間とともに減少。日別度数は、大森-宇津公式を用いて近似した関数を1日毎に換算した求めた日別の地震発生数。データの出典：ISCgemカタログ(1900～2013年)、USGSによる震源(2014年～2016年)。(*)最初の地震の震源から50～500km以内の領域

関西内陸地震、南海トラフの巨大地震 ➡ 首都直下地震



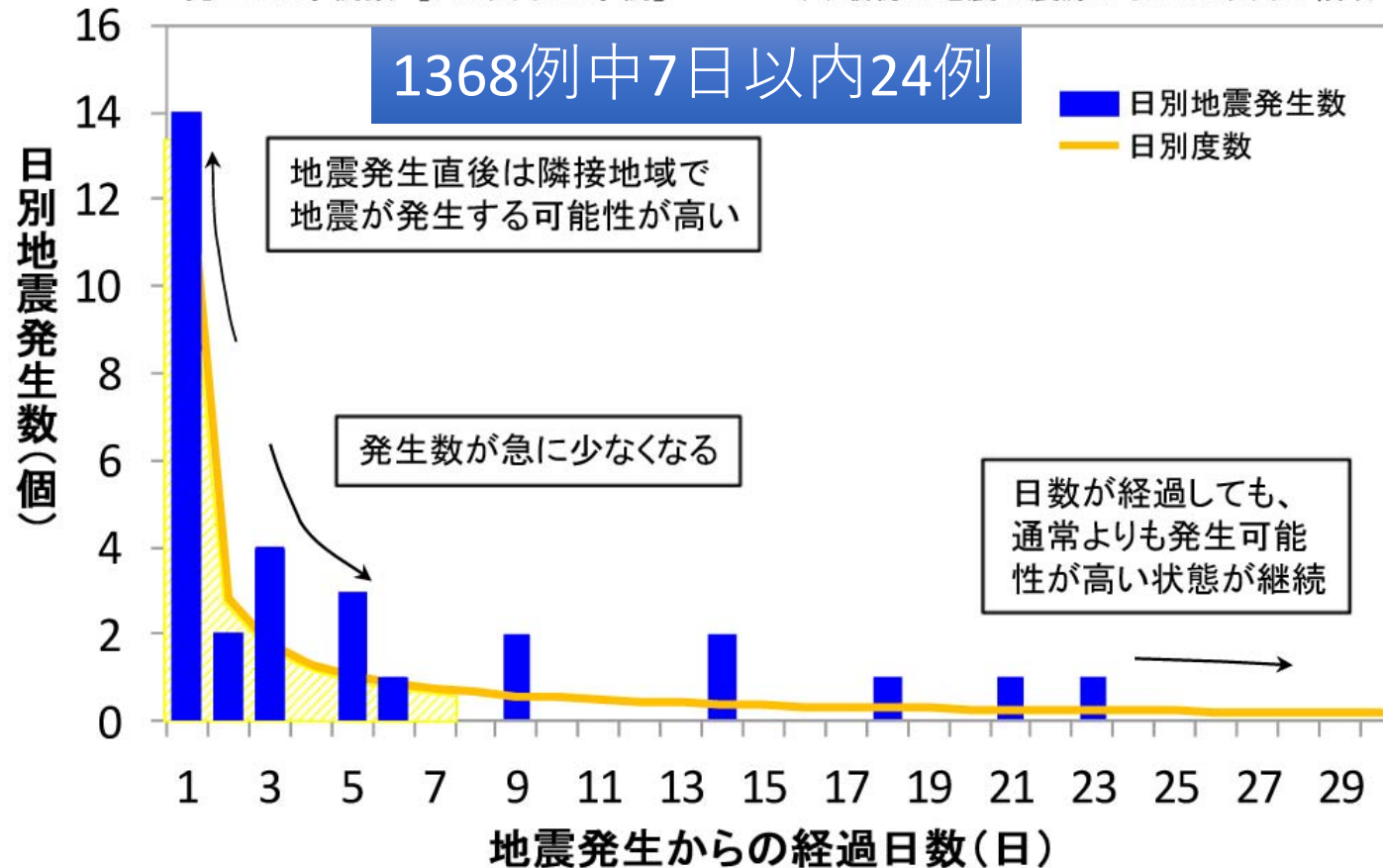
ケース 2



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

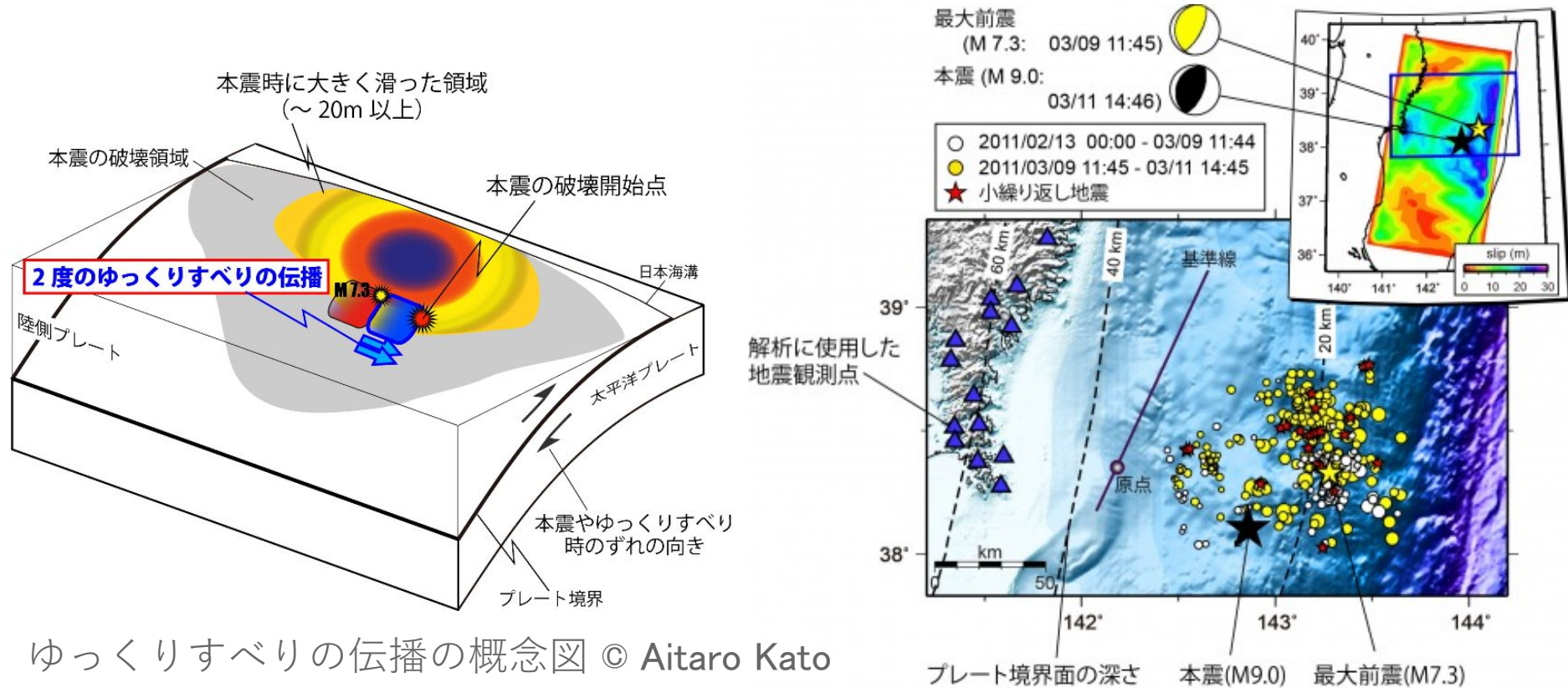
内閣府資料（中央防災会議 防災対策実行会議南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループ、2017）を基に作図。

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)

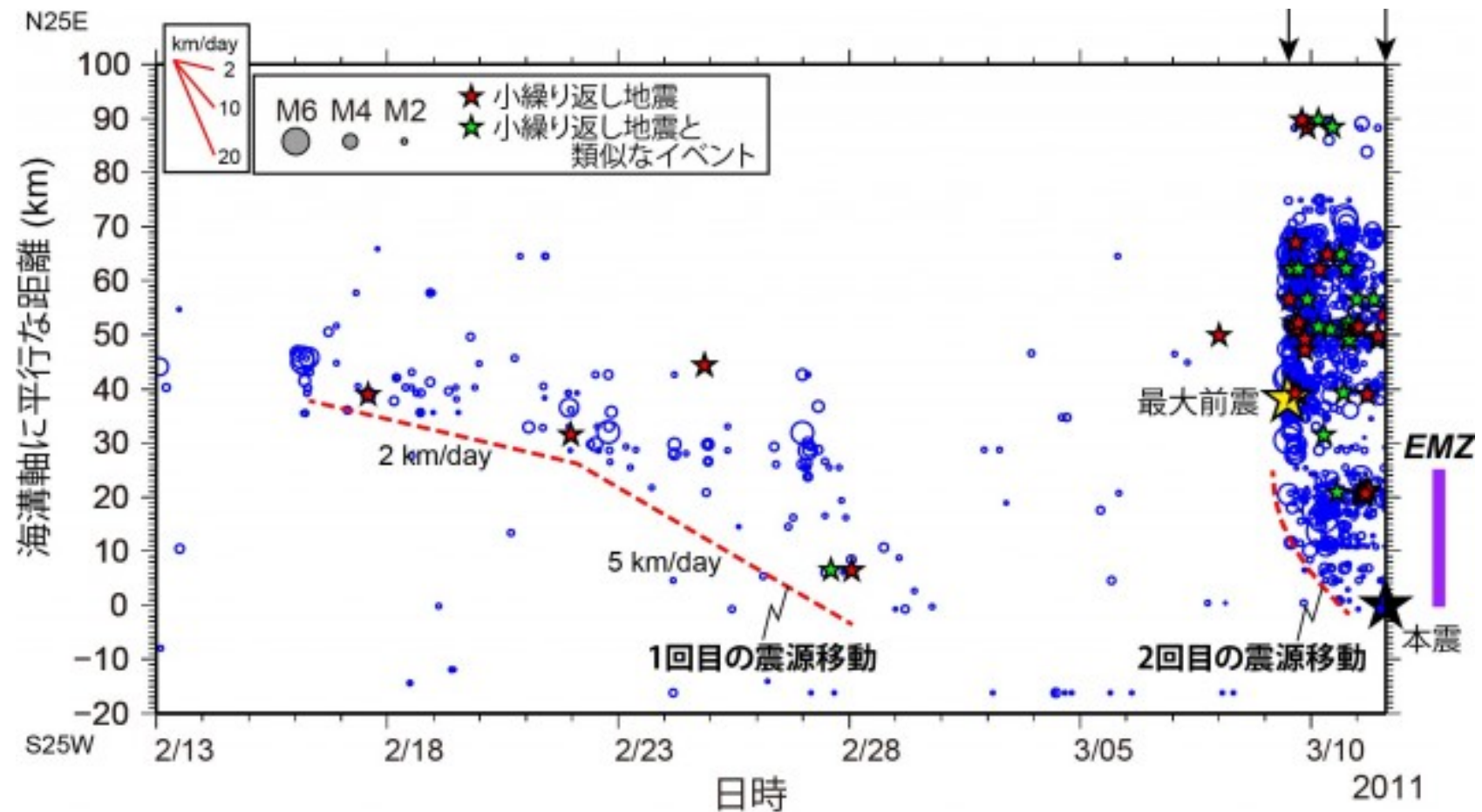
2011年東北地方太平洋沖地震の前の「ゆっくり滑り」



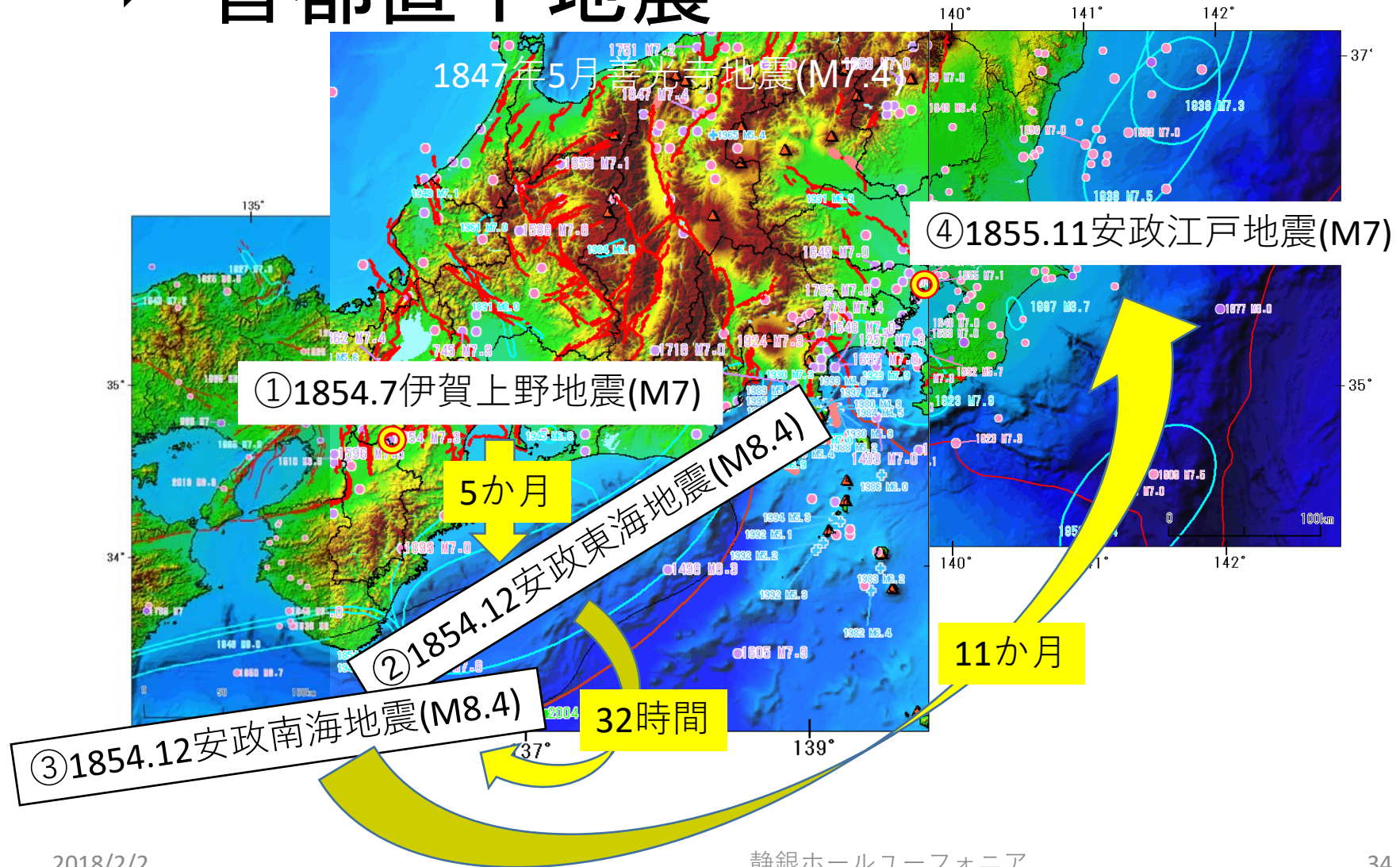
ゆっくりすべりの伝播の概念図 © Aitaro Kato

A. Kato, K. Obara, T. Igarashi, H. Tsuruoka, S. Nakagawa, N. Hirata. Propagation of Slow Slip Leading Up to the 2011 Mw 9.0 Tohoku-Oki Earthquake, *Science* 10 February 2012: Vol. 335 no. 6069 pp. 705–708, doi:10.1126/science.1215141

2011年東北地方太平洋沖地震の前の 「ゆっくり滑り」



関西内陸地震、南海トラフの巨大地震 ➡ 首都直下地震



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

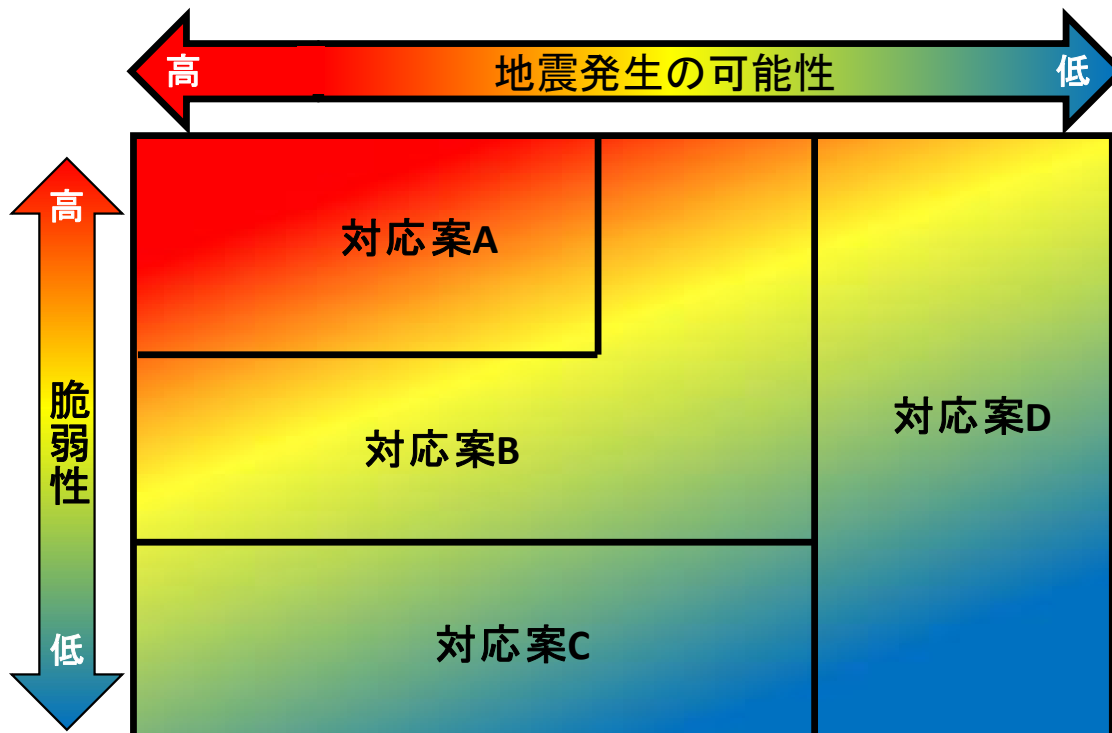
中央防災会議 防災対策実行会議
南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく
防災対応検討ワーキンググループ (2017)

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





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和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

モデル的地区
静岡県
高知県
中部経済界

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

「南海トラフ地震に関連する情報」が 発表された際の政府の対応

- 中央防災会議幹事会(2017),「南海トラフ地震に関連する情報」が発表された際の政府の対応について」(平成29年9月26日中央防災会議幹事会決定)
- http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/pdf/nankai_taiou.pdf

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)

- 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)

- 「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

「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？

➤ 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