

# 南海トラフ地震に関する情報について

## 地震の予測にまつわる話題

山岡耕春

名古屋大学大学院環境学研究科

地震火山研究センター

Koshun Yamaoka (Nagoya Univ.)

## 自己紹介から

名古屋大学大学院環境学研究科 教授 研究科長

◆専門 地震学・火山学

◆研究歴

- プレート運動 = 球殻テクトニクス(1980年代)
- 火山観測研究 = 伊豆大島 (1986年～1990年代前半)
- 高精度震源装置を用いた地震波速度・減衰変化の研究 = 断層・火山・沈み込み・表層 (1990年代後半～)
- 火山防災に関する研究 (2015～)

◆著書・監修等

- 「南海トラフ地震」(岩波新書、2016)・他
- 「日本沈没」2006 東宝
- 「日本沈没」2021 TBS

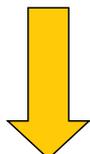


山岡耕春 近景



## 【準備】地震とマグニチュードについて

地面が揺れることだが...  
地下に原因があってゆれる  
「地震?なんだ〇〇か」  
「地震のような揺れ」



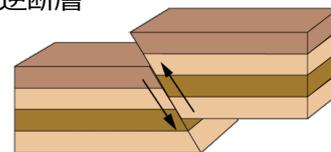
地下の岩盤の破壊によって揺れが発生し地面がゆれること。

一連の現象を「地震」と呼ぶ

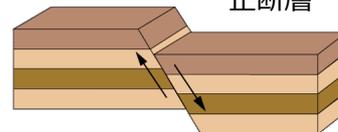


## 地震は断層運動

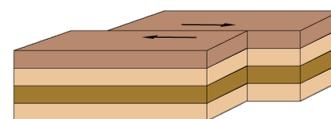
逆断層



正断層



横ずれ断層



## 【準備】地震とマグニチュードについて

### 大きなマグニチュードの地震は、広い断層のずれとなる

東北地方太平洋沖地震  
東西 200km 南北 500km  
ずれ最大 50m

M9

M8

100km x 100km  
ずれ 5 m

M7

30km x 30km  
ずれ 1.5m

M6

10km x 10km  
ずれ 50cm

M5

3km x 3km  
ずれ 15cm

断層のずれが大きくなると地表にもズレが現れる

熊本地震

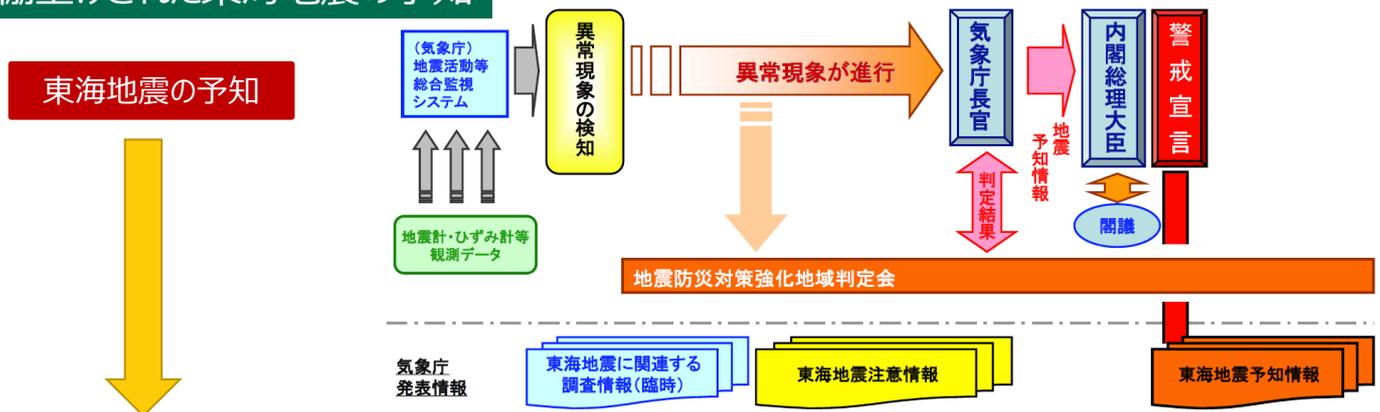


(産総研 地震予知連資料)

# もくじ

1. 棚上げされた東海地震の予知
2. 後発地震に関する情報
3. 普段よりも大きな地震が起きると気象庁が発表する情報
4. 南海トラフに関する情報
5. 地震とスロースリップ
6. 北海道・三陸沖後発地震注意情報
7. どのような対策がありうるか？
8. 参考資料

## 棚上げされた東海地震の予知



政府の調査部会報告

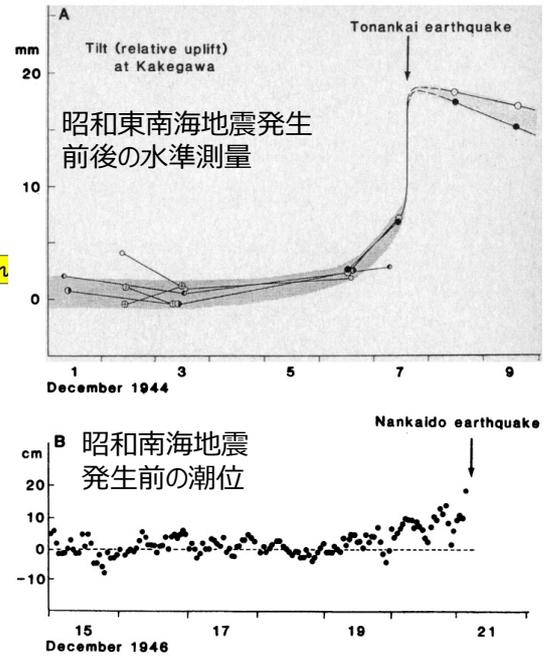
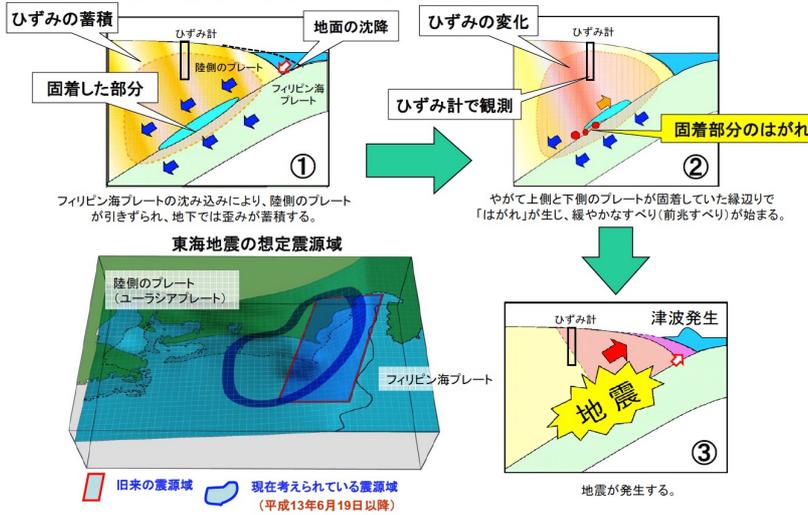
国民の期待していた確率 > 50% ?

「大規模地震対策特別措置法に基づく警戒宣言後に実施される現行の地震防災  
応急対策が前提としている確度の高い地震の予測はできないのが実情」

「東海地震に関連する情報」の発表を停止

## 見つからなかった 必然的な前兆現象

東海地震では、固着域の剥がれ（前兆滑り=プレスリップ）をとらえて地震予知を目指した。



昭和の東南海地震・南海地震の観測例から、**加速度的な、変化を期待していた。**

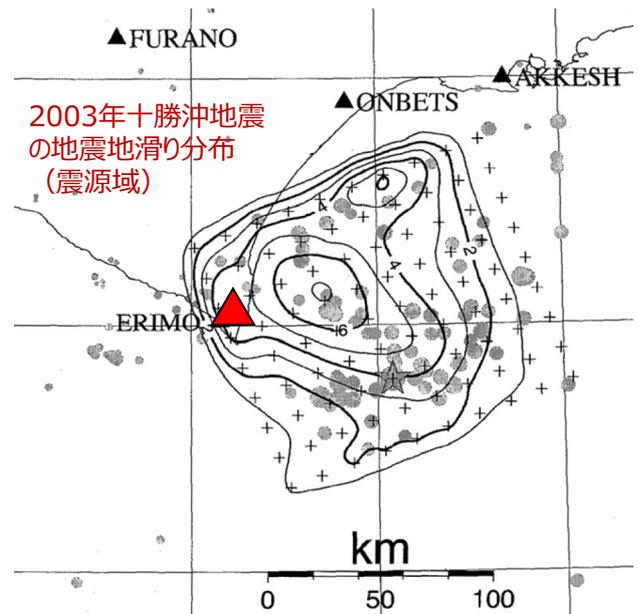
## 見つからなかった 必然的な前兆現象

2003年十勝沖地震 (M8.0)は、陸地に近いプレート境界で発生したマグニチュード8クラスの地震。

震源域近傍に、北海道大学のひずみ観測点があった。

しかし、地震前に有意な変化は観測されなかった。

プレスリップがあったとしてもM6.0以下と見積もられた。



気象庁 (2004 地震予知連会報)

## 2011以降、私の関わった内閣府の委員会

2011年～2015年 南海トラフの巨大地震のモデル検討会

南海トラフの巨大地震による震度分布・津波高について  
(第一次報告：2012年3月31日、第二次報告：2012年8月29日)  
南海トラフ沿いの巨大地震による長周期地震動に関する報告(2015年12月17日)

2012年～2013年 南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループ

南海トラフ巨大地震の被害想定について  
(第一次報告2012年8月29日、第二次報告2013年3月18日)  
南海トラフ巨大地震対策について(2013年5月28日)

① 南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性に関する調査部会

8回開催

2016年～2017年 南海トラフ沿いの地震観測・評価にもとづく防災対応検討ワーキンググループ

② 南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性に関する調査部会

3回開催

2018年～ 南海トラフ沿いの異常な現象への防災対応検討ワーキンググループ

③ 防災対応のための南海トラフ沿いの異常な現象に関する評価基準検討部会

南海トラフ地震臨時情報

4回開催

2021年 日本海溝・千島海溝沿いにおける異常な現象の評価検討委員会

北海道三陸沖後発地震注意情報

2022年 日本海溝・千島海溝沿いの後発地震への注意を促す情報発信に関する検討会

座長

## 後発地震

余震といえども、たまには最初の地震よりも大きくなる

最初の地震よりも後発地震(余震)のほうが規模の大きな地震(気象庁調べ)

2016年熊本地震の最初の地震は、内陸では「過去最大の前震」

「珍しい(全体の5%程度)ことではあるが、不思議なことではない」

気象庁作成

日時	場所	最初の地震のM	後続地震の最大M	時間差
1930/10/17	石川県西方沖	5.3	6.3	3分
1930/11/25	静岡県伊豆地方	5.1	7.3	1日
1931/12/26	熊本県天草・芦北地方	5.5	5.8	5日
1943/3/5	鳥取県東部	6.2	6.2	10時間
1945/1/13	愛知県東部	5.6	6.8	2日
1949/12/26	栃木県北部	6.2	6.4	7分
1954/5/8	島根県東部	5.2	5.4	8日
1959/1/22	釧路支庁中南部	5.6	6.3	9日
1968/2/21	宮崎県南部山沿い	5.7	6.1	2時間
1975/1/22	熊本県阿蘇地方	5.5	6.1	1日
1982/3/21	浦河沖	5.0	7.1	4時間
1984/8/6	橋湾	5.0	5.7	2分
1989/10/27	鳥取県西部	5.3	5.5	6日
1990/11/21	鳥取県西部	5.1	5.2	2日
2003/7/26	宮城県中部	5.6	6.4	7時間
2016/4/14	熊本県	6.5	7.3	28時間

# 気象庁の後発地震に関する注意の呼びかけ

## 気象庁

地震本部地震調査委員会「大地震後の地震活動の見通しに関する情報のあり方」報告書（2016年8月19日）をうけ、顕著な地震発生後に注意を呼びかけることになった。

### 大地震後の報道発表における防災上の留意事項

#### ■ 「最初の地震と同程度の地震」への注意の呼びかけを1週間程度行う

例) 2022.3.16福島県沖の地震 (M7.3) 後に

「過去の事例では、大地震発生後に同程度の地震が発生した割合は1～2割あることから、揺れの強かった地域では、地震発生から1週間程度、最大震度6強程度の地震に注意してください。特に今後2～3日程度は、規模の大きな地震が発生することが多くあります」

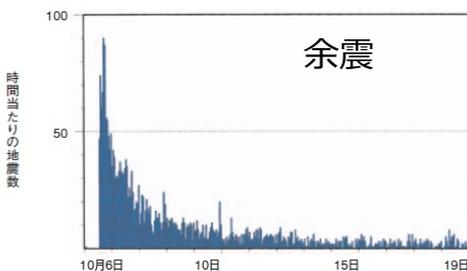
#### ■ 1週間程度後、平常時よりもどのくらい地震発生確率が高いかを伝えて、注意を呼びかける。

例) 2022.3.24「福島県沖の地震活動は、16日の地震発生当初は活発でしたが、時間の経過とともに低下し、今回の地震と同程度の地震が発生する可能性は、地震発生当初に比べ低くなりました。

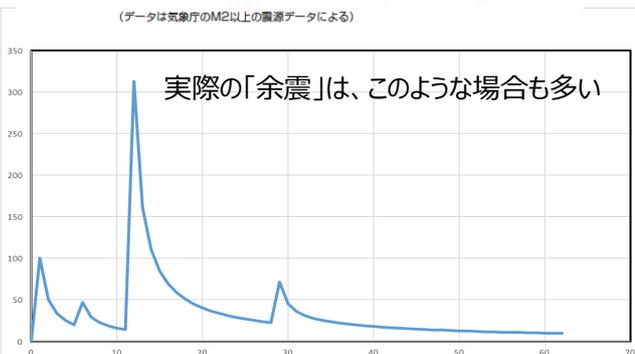
しかし、この3日間（3月21日から3月23日）で震度1以上を観測した地震は20回発生するなど、平常時より地震が多い状況が継続しており、現状程度の地震活動は当分続くと考えられます。

## 地震の統計的法則

「本震-余震型」の地震活動の例（平成12年(2000年)鳥取県西部地震）



(データは気象庁のM2以上の震源データによる)



### 大森・宇津則

$$n(t) = \frac{K}{(t+c)^p}$$



$t$ は本震からの時間  
 $n(t)$ は本震から  $t$  時間後の地震数  
 $K, c, p$ は定数,  $p$ はだいたい1となる

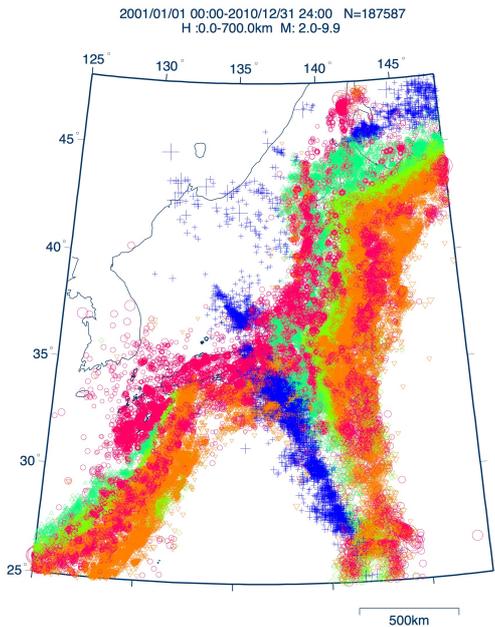
余震の頻度は  
本震からの時間に反比例する

尾形のETASモデル

$$\lambda(t) = \mu_0 + \sum_{j:t_j < t} e^{\alpha(M_j - M_c)} \frac{K}{(t+c)^p}$$

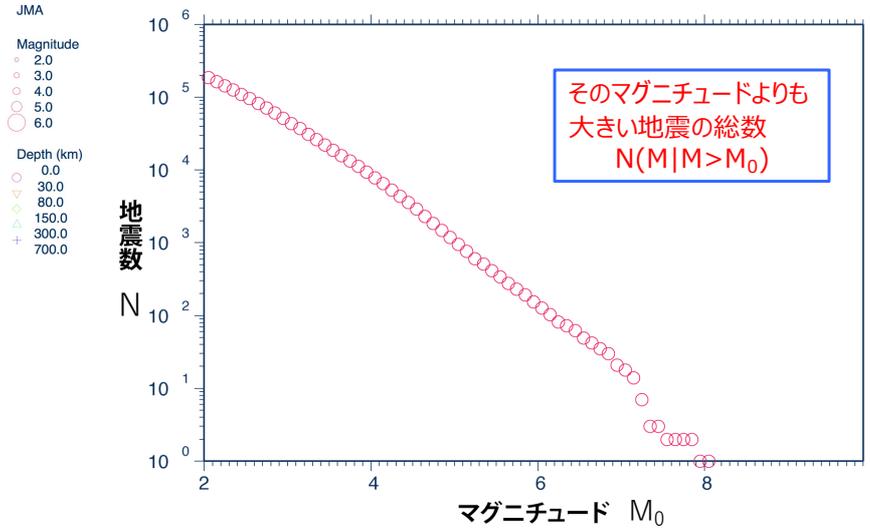


# 地震の統計的法則



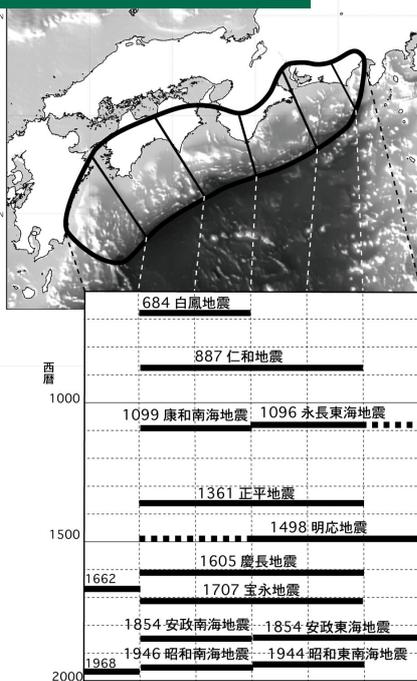
10年間に日本とその周辺で発生した地震の震源

## 地震規模の統計的性質 大きな地震ほど頻度が小さい Gutenberg-Richter Law



マグニチュードが1大きくなると、頻度は約1/10となる。

# 南海トラフ地震の知見



## 知られている過去の南海トラフ地震から見た知見

- 駿河湾から四国沖の地域が震源域となった
- 100-200年間隔で発生している
- 紀伊半島の東西の震源域で同時または同時期に発生している

## 南海トラフ地震の長期評価 (地震本部)

3つの30年発生確率 (地震本部)  
直近の地震と次の地震との間隔の期待値

- |           |      |       |
|-----------|------|-------|
| ① 平均間隔    | 157年 | → 3%  |
| ② 平均間隔    | 119年 | → 25% |
| ③ 時間予測モデル | 88年  | → 80% |

③に基づき30年で80%

**保守的な想定**

## 南海トラフ地震臨時情報

普段よりも地震が起きやすいが、低い確率

- ① 南海トラフ沿いで**異常な現象**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
- ② 観測された異常な現象の調査結果を発表する場合

に、発表される

### 調査中

M6.8以上の地震発生、**スロースリップ**（ゆっくりすべり）の発生などがあり、評価検討会の開催を決めた時

### 巨大地震警戒

M8.0以上の地震（半割れ）が発生したと評価したとき

### 巨大地震注意

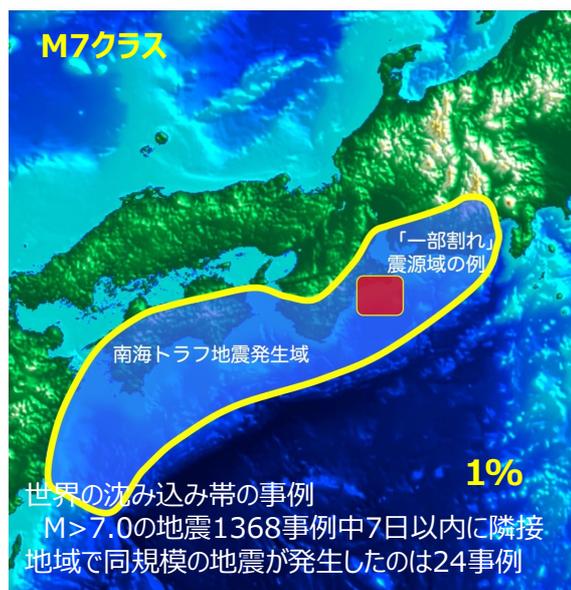
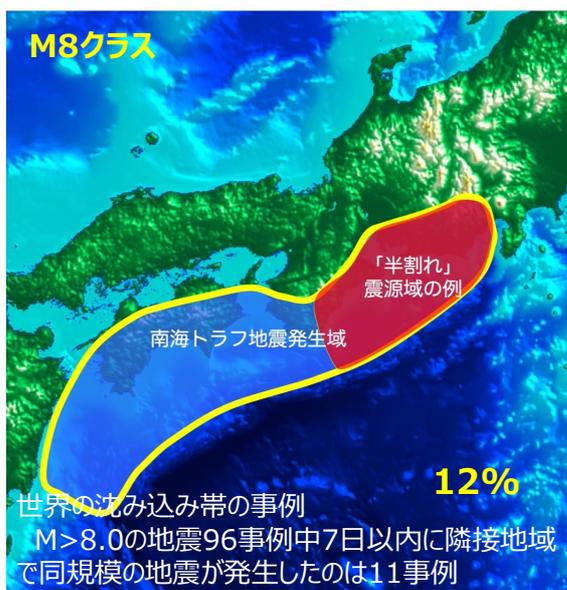
M7.0以上の地震（一部割れ）が発生した、または異常なスロースリップが発生したと評価した時

### 調査終了

発表の基準にあてはまらないと判断した場合

## 南海トラフ地震臨時情報

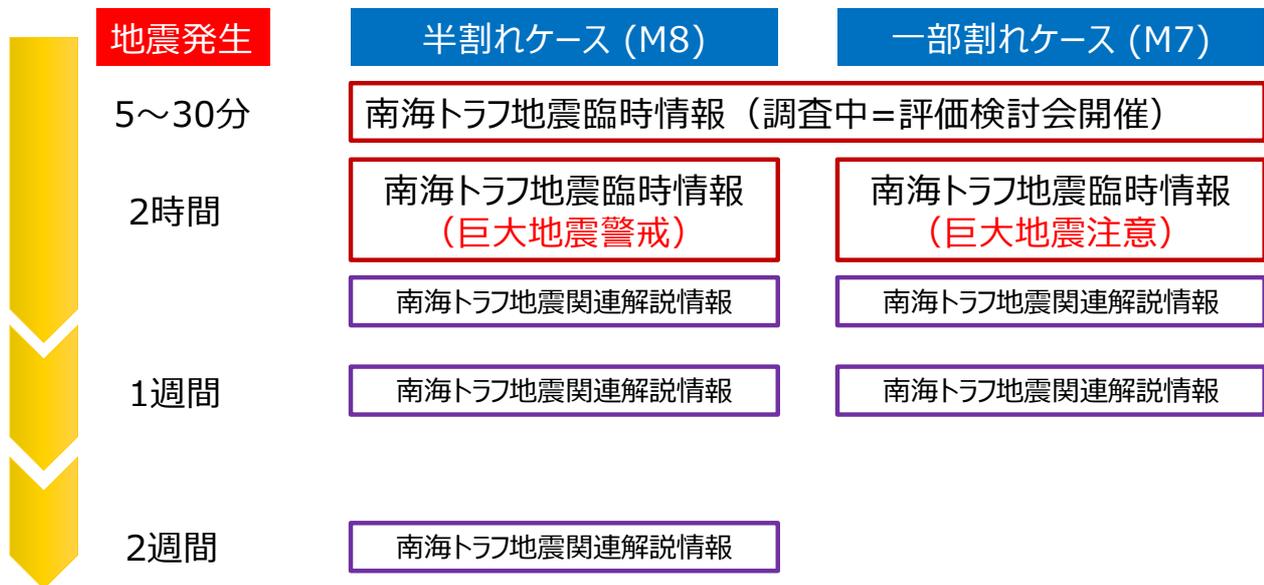
南海トラフでは「半割れ」（M8クラス）と「一部割れ」（M7クラス）で発表される



## 南海トラフ地震臨時情報

### 南海トラフ地震に関する気象庁の情報

「普段よりも地震発生の可能性が高まったという情報」



## 普段よりも地震が起きやすいが、低い確率

### 普段と異なるスロースリップが発生

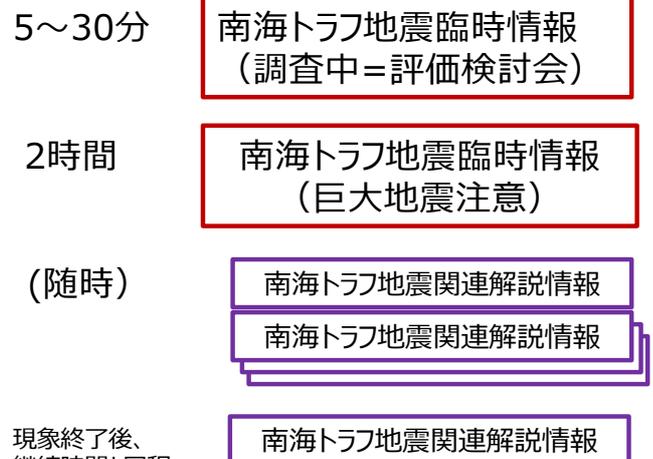
#### 「ゆっくりすべり」の評価とは

ひずみ計等で**有意な変化**として捉えられる、**短い期間**にプレート境界の**固着状態**が明らかに**変化**しているような**通常とは異なる**ゆっくりすべりが観測された場合



南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会 (旧気象庁庁舎)

#### 調査開始基準に達する



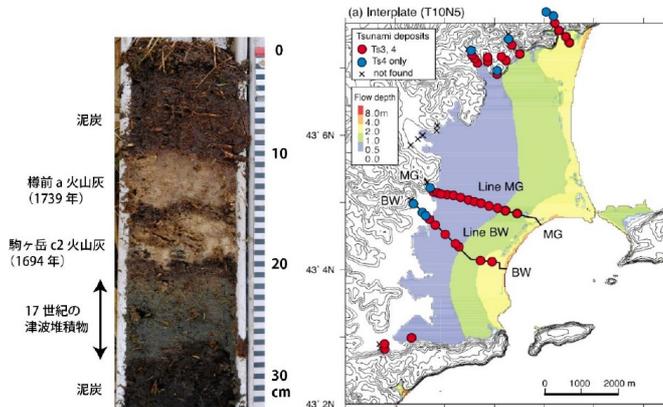
## 北海道三陸沖後発地震注意情報

北海道沿岸では17世紀に超巨大地震が発生したことを表す津波堆積物が発見されている。

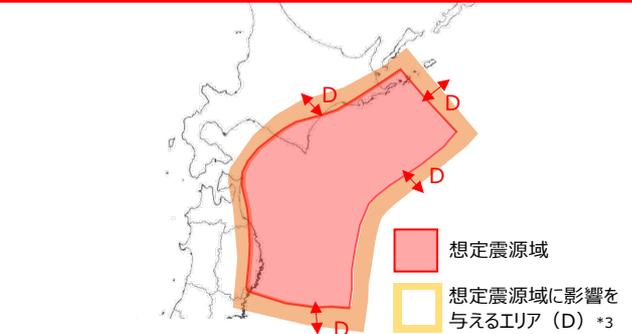
さらに過去の津波堆積物の解析結果から、およそ400年間隔で発生していたらしい。

- ・次の超巨大地震が切迫している
- ・やや小さめの地震により、超巨大地震が誘発されることもある。(M7.0以上で100回に1回)

下図の範囲でM7.0以上の地震が発生した場合には「北海道三陸沖後発地震注意情報」を発表して注意を呼びかける。



地震本部



北海道三陸沖、想定震源域  
(内閣府)

## どのような対策があり得るか

どうしたらよいか (その1)

### 低確率にみあうコストの対策をおこなう

「多数」を対象とした対策と、「個」の対策は異なる。

#### 1. 「多数」を対象とした対策例

- ・ 役所・消防・警察・メディアなどは、夜間のシフトを手厚くして、地震発生後の活動開始までの時間を短くする
- ・ オフィスでは、テレワーク率を高めて、地震時の混乱を減らす
- ・ 工場や作業現場では、危険な作業時間を減らす

#### 2. 「個」の対策例

- ・ 津波避難場所までのルートの確認
- ・ 家具の固定の確認
- ・ 寝室を安全な場所に変更する

## どのような対策があり得るか

どうしたらよいか（その2）

### 長期的に地震の発生確率が上昇したことを考慮した対策を行う

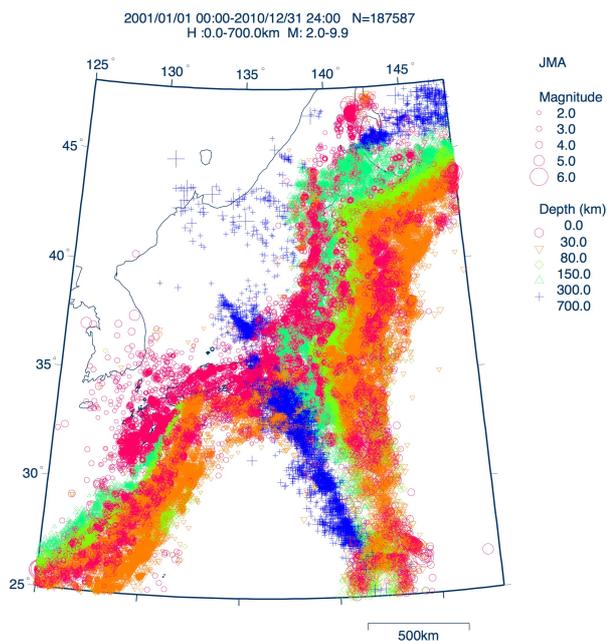
- 備蓄のみなおし・積み上げ
- 在庫の見直し・積み上げ
- 耐震性の低い家からは引っ越す
- 応急の耐震補強の実施
- 壊れる可能性のある箇所の補修部品の調達
- その他、自宅・職場で検討してください。

## 参考資料 1-1

日本国内では、等しくどこでも地震が起きるわけではない。

多くの人は漠然と知っている。  
専門家は知識として知っている。

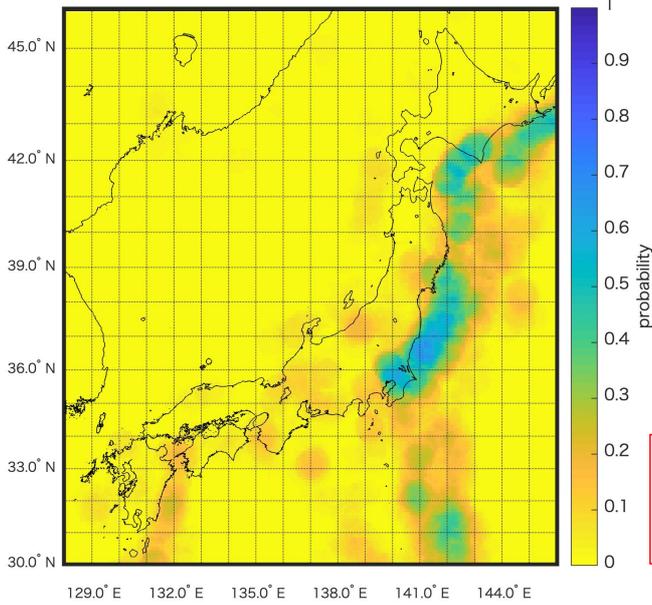
このギャップは商売になる？



# 参考資料 1-2

## 「1ヶ月以内に地震が起きる」はどのくらい当たるか？

Jan.01,2001 - Mar.10,2011 Prob



ある場所から  
50km以内で  
4週間以内に  
M4以上の  
浅い地震が起きる確率  
(気象庁一元化震源)

「ここで地震が起きる」と予言したときに、どの程度当たるか？



NEWSポストセブン  
2021.10.04  
MEGA地震予測