易しい科学の話
２０１８・１１・２１

想定される巨大地震
そのメカニズムと発生時の被害のｼﾐｭﾚｰｼｮﾝ

吉岡　芳夫

気になる地震

- 東南海地震が近づいている
- 東南海地震と南海地震は、続けて起こる
- 福井地震の前に、鳥取地震があった。
- 最近、熊本、北海道、北大阪、鳥取などで強い地震が起きている

日本付近で発生した主な被害地震（平成28年以降）

発生年月日	震央地名・地震名	M	最大震度	津波	人的被害	物的被害
平成30年（2018年）9月6日	胆振地方中東部 平成30年北海道胆振東部地震	6.7	7		死 41 負 691	住家全壊 394棟 住家半壊 1,016棟 住家一部破損 7,555棟など 【平成30年10月5日現在】
平成30年（2018年）6月18日	大阪府北部	6.1	6弱		死 5 負 454	住家全壊 16棟 住家半壊 472棟 住家一部破損 53,751棟など 【平成30年9月18日現在】
平成30年（2018年）4月9日	島根県西部	6.1	5強		負 9	住家全壊 18棟 住家半壊 57棟 住家一部破損 558棟など 【平成30年7月27日現在】
平成29年（2017年）10月6日	福島県沖	5.9	5弱		負 1	なし 【平成29年10月13日現在】
平成29年（2017年）7月11日	鹿児島湾	5.3	5強		負 1	なし 【平成29年7月18日現在】
平成29年（2017年）7月1日	胆振地方中東部	5.1	5弱		負 1	なし 【平成29年7月10日現在】

平成29年（2017年）7月1日	胆振地方中東部	5.1	5弱		負 1	【平成29年7月10日現在】
平成29年（2017年）6月25日	長野県南部	5.6	5強		負 2	住家一部破損 27棟 【平成29年7月3日現在】
平成28年（2016年）12月28日	茨城県北部	6.3	6弱		負 2	住家半壊 1棟 住家一部破損 25棟 【平成29年11月9日現在】
平成28年（2016年）11月22日	福島県沖	7.4	5弱	144cm	負 21	住家一部破損 9棟 【平成29年11月9日現在】
平成28年（2016年）10月21日	鳥取県中部	6.6	6弱		負 32	住家全壊 18棟 住家半壊 312棟 住家一部破損 15,095棟など 【平成30年3月22日現在】
平成28年（2016年）6月16日	内浦湾	5.3	6弱		負 1	住家一部破損 3棟
平成28年（2016年）5月16日	茨城県南部	5.5	5弱		負 1	住家一部破損 2棟 【平成29年11月9日現在】
平成28年（2016年）4月14日～	熊本県熊本地方など 平成28年（2016年）熊本地震 ⇒特設ページへ	7.3 ※1	7※2		死 271 負 2,808 ※3	住家全壊 8,668棟 住家半壊 34,718棟 住家一部破損 162,557棟など 【平成30年9月14日現在】
平成28年（2016年）1月14日	浦河沖	6.7	5弱		負 2	非住家公共建物1棟 【平成29年2月21日現在】

- ※1 「平成28年（2016年）熊本地震」における最大規模の地震（4月16日1時25分熊本県熊本地方の地震）を記載している。

鳥取地震

- 1943年3月4日　午後7時13分　鳥取市北部
- 規模は、M6．２
- 余震　午後7時35分にM5.7、翌日午前4時50分にM6.2と続いた
- 1943年9月20日　午後5時36分にM7.2
- 死者1083人。全壊家屋7485件。
- 鳥取市西方　東北島から正南西方向に吉岡断層と鹿野断層が動いた。
- 吉岡断層は、右ずれで９０cm、垂直方向に５０cmの変位

東南海地震と三河地震

- 1944年12月７日、午後1時35分
- 紀伊半島沖から南海トラフのプレート境界に沿って東へ進み駿河湾手前に達する岩盤の破壊
- 規模は、M7.9（安政の東海地震は、M8.4)

昭和南海地震

- 1946年12月21日　午前4時19分
- 規模：　M8.0
- 紀伊半島南端から東海トラフに沿って西へと岩盤を破壊した。
- 高知県南西部では、四万十川の鉄橋の6スパンが落下
- 2421件の家屋が倒壊
- 最大津波　6.9m（15分後）

福井地震

- 1948年6月28日　午後4時13分
- 市内の建物の８０％が全壊
- 丸岡町の丸岡城も倒壊
- 規模は、M7.1
- 丸岡城の2キロ西を北北西ー南南東に延びる活断層が動いた
- 東側で70㎝隆起　左横ずれ２ｍ
- 東十郷村では90％以上の家屋が倒壊

福井近辺の昔の地震
近江若狭地震

- 1662年6月26日、午前11時
- 琵琶湖西岸一帯が被災
- 琵琶湖の西の比良山地の西側をまっすぐに延びている花折断層に沿った岩盤が幅広く破壊された。
- 古くから活動を繰り返している。

金沢地震

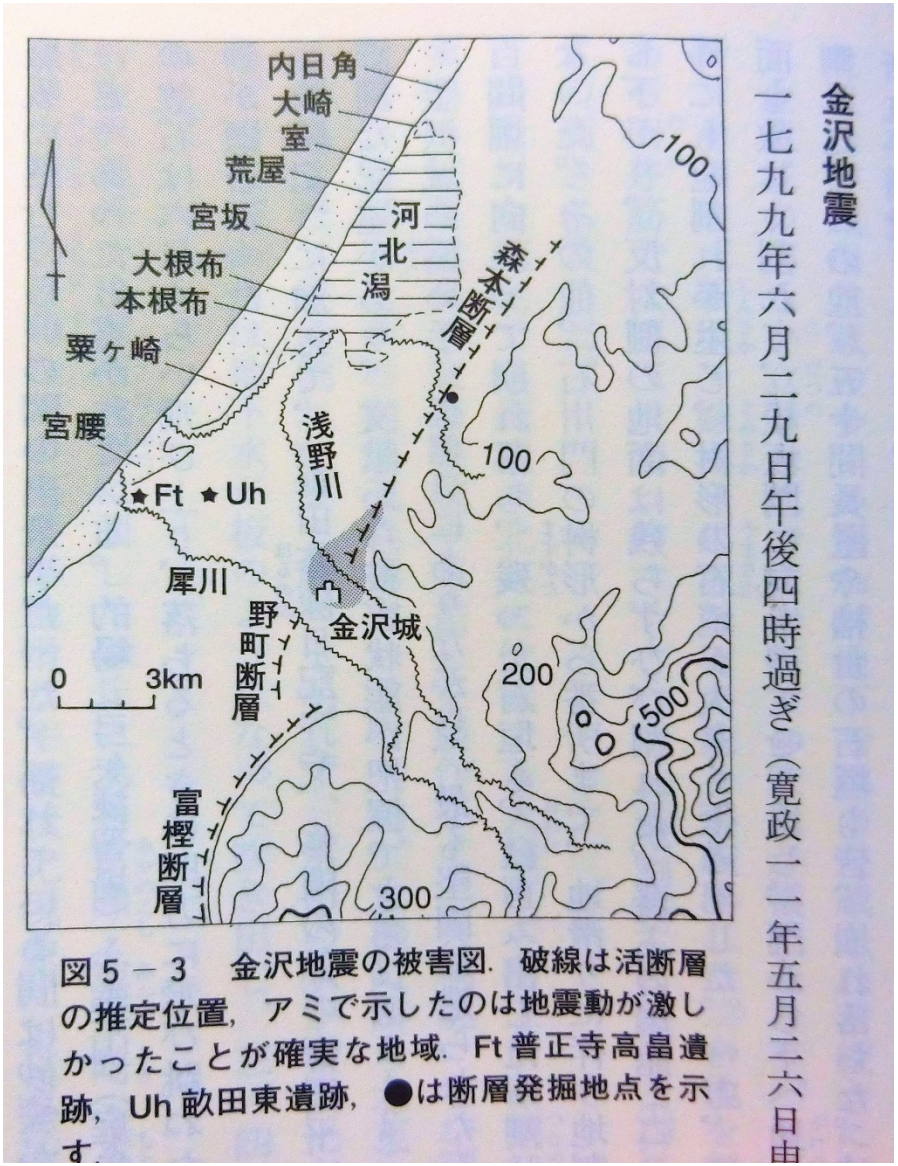
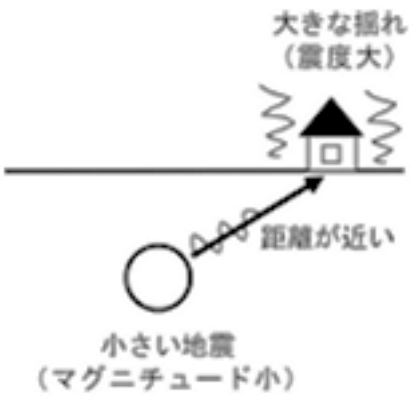
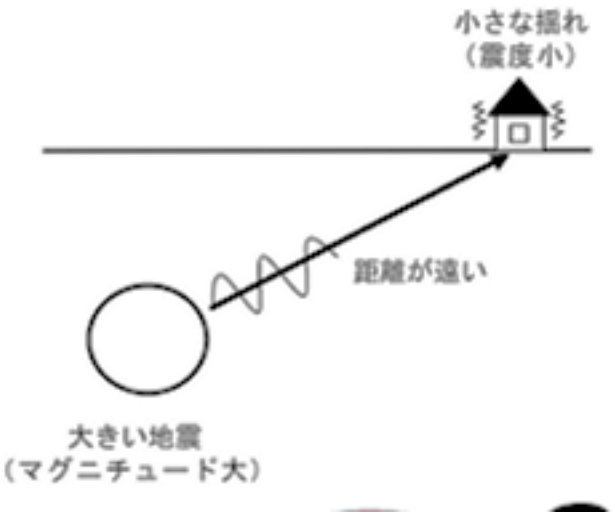


図５－３　金沢地震の被害図．破線は活断層の推定位置，アミで示したのは地震動が激しかったことが確実な地域．Ft 普正寺高畠遺跡，Uh 畝田東遺跡，●は断層発掘地点を示す．

- 1799年6月29日、午後4時過ぎ、上下動が顕著な地震
- 石川門周辺の石垣の大半が百間堀に向かって崩れた。城内に地割れ。浅野川西岸で家屋倒壊多数。河北潟で地滑り。

マグニチュードMと、震度





震度

震度	揺れのレベル
震度0	地震だけど体感できない
震度1	座っているとかすかに感じる人もいる
震度2	大半の人が気が付くレベル
震度3	動いてなければほぼほぼ気が付く
震度4	電灯などの吊り下げ物が大きく揺れる
震度5 弱	固定されてない家具が動く。本棚の本が落ちる。
震度5 強	捕まらないと歩けない。ブロック塀が崩れることも。
震度6 弱	立っていられない。ガラスが割れることも。
震度6 強	這わないと動けない。木造建築だと倒れることも。
震度7	コンクリートの建物でも倒れることも。

マグニチュード

- 地震が発するエネルギーの大きさをE（単位：ジュール）、マグニチュードをMとすると、次の関係がある。

$$log_{10}E = 4.8 + 1.5 \times M$$

- Ｍ＝１の時、 Ｅ＝$10^{6.3}$（ジュール）
- Ｍ＝２の時、 Ｅ＝$10^{7.8}$（ジュール）
- Ｍが１増えるごとにその差は、$10^{1.5}$＝31.6倍

基本になる式は、

$$\log_{10}E=4.8+1.5\times M$$

ただし、Eの単位はジュール

Mが1　増えると、
地震のエネルギーは、31.5倍になる。

福井地震のMは、大体　M＝7
東日本地震のMは　M＝9

Mは、2違うので、大体
31．5×31．5＝990倍

M＝7の場合のエネルギーEは

log_{10}E=4.8+1.5× 7 = 15.3 より

E=$10^{15.3}$=2× 10^{15}（ジュール）

M＝8の場合
$E(J)$=$10^{16.8}$=6.3 × 10^{16}（ジュール）

M＝9の場合
$E(J)$=$10^{18.3}$=2× 10^{18}（ジュール）

Ｍ＝９の場合のエネルギーとは、

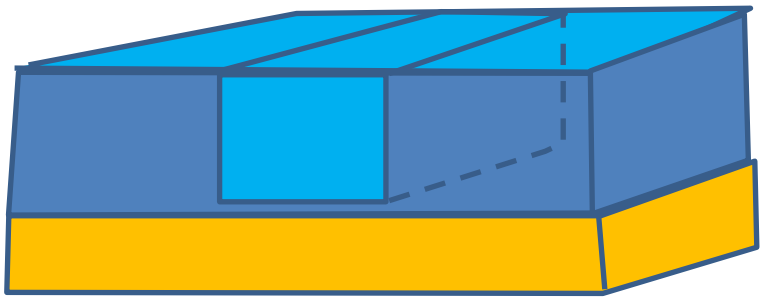
Ｅ＝２×10^{18}ジュール
　　=２×10^{14}（トン×ｍ）

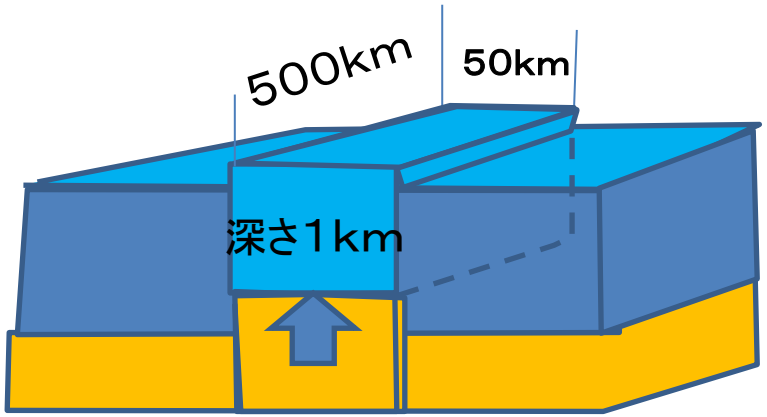
１ジュールは、
約100gの物体を1m持ち上げるのに
必要なエネルギーのこと

津波の高さの推定

500km×50km×水深1000mの水の重さは、 2.5×10^{13}トン

Ｍ＝９のエネルギーでは、この海水を8m持ち上げるエネルギーになる。





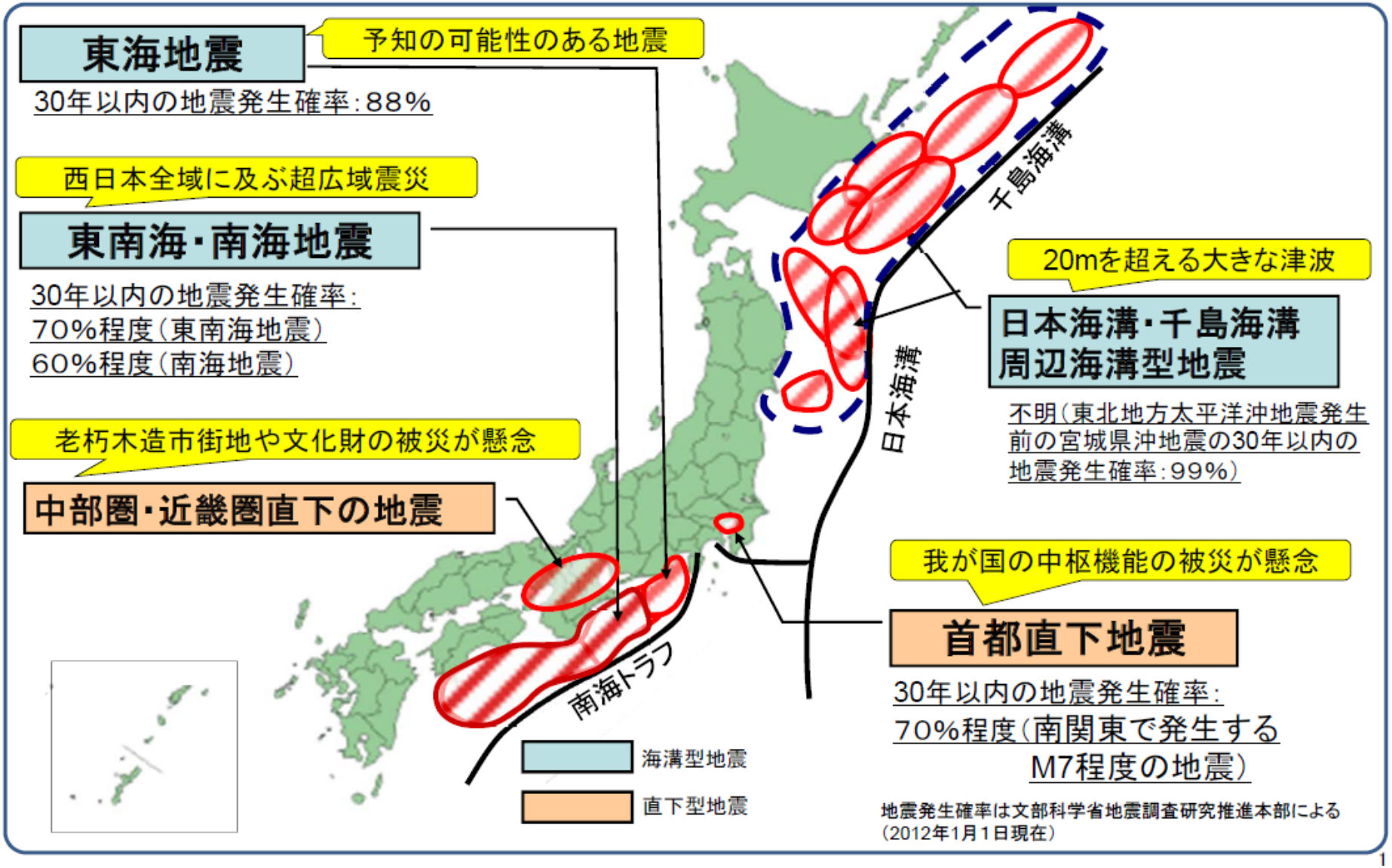
海底が隆起して、海水を持ち上げる

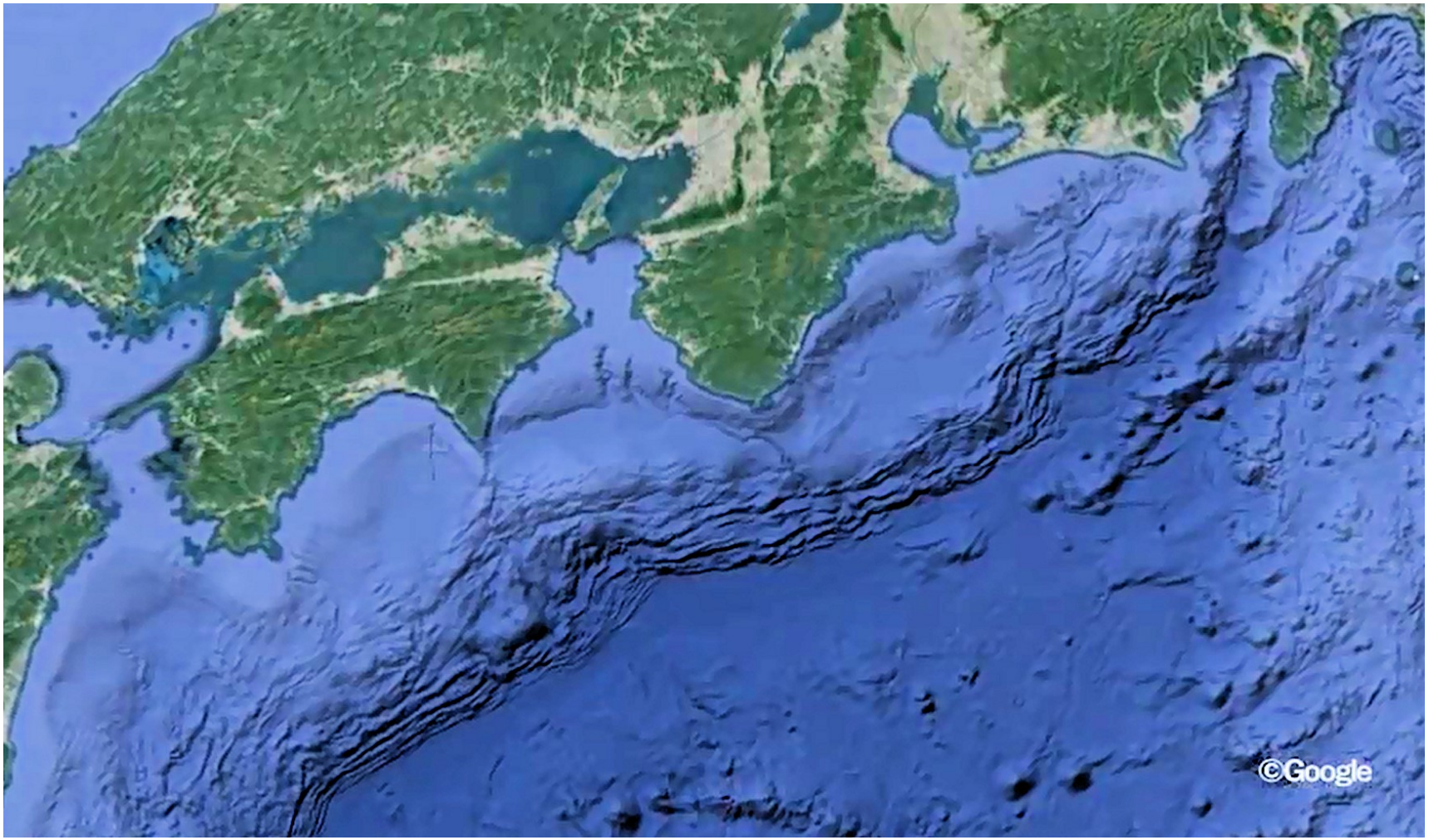
津波の高さ

- マグニチュードが　１増えると、31.6倍になる

- 水深が2倍だと、津波は半分になる。
- 浅い海底で起こる地震では、津波は高い。

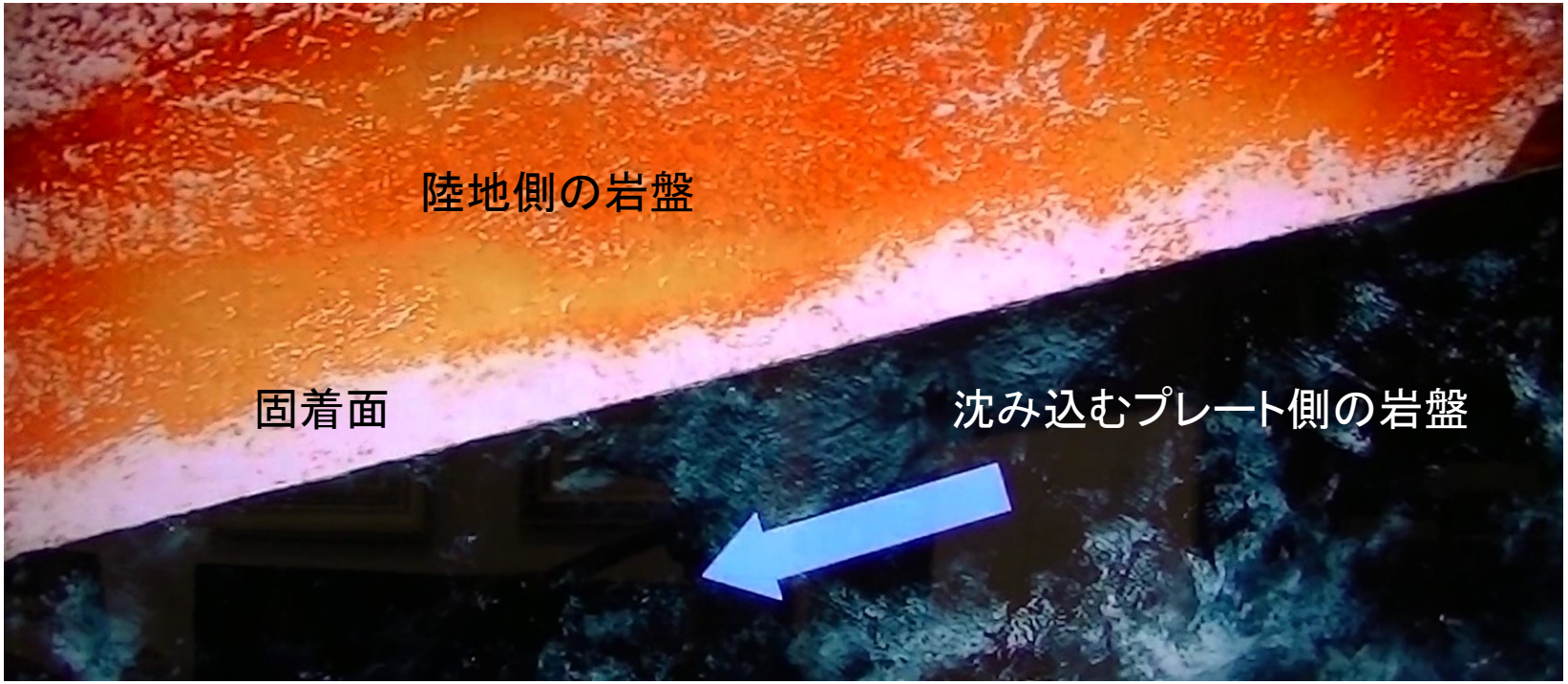
中央防災会議で検討対象とした大規模地震





南海トラフ

陸地側と沈み込むプレート側の岩盤の接触面



沈み込むプレートの動きで、陸地側の岩盤が圧縮されひずみをためる。
固着面がはがれると、陸地側が跳ね上がる。これが海溝型の地震

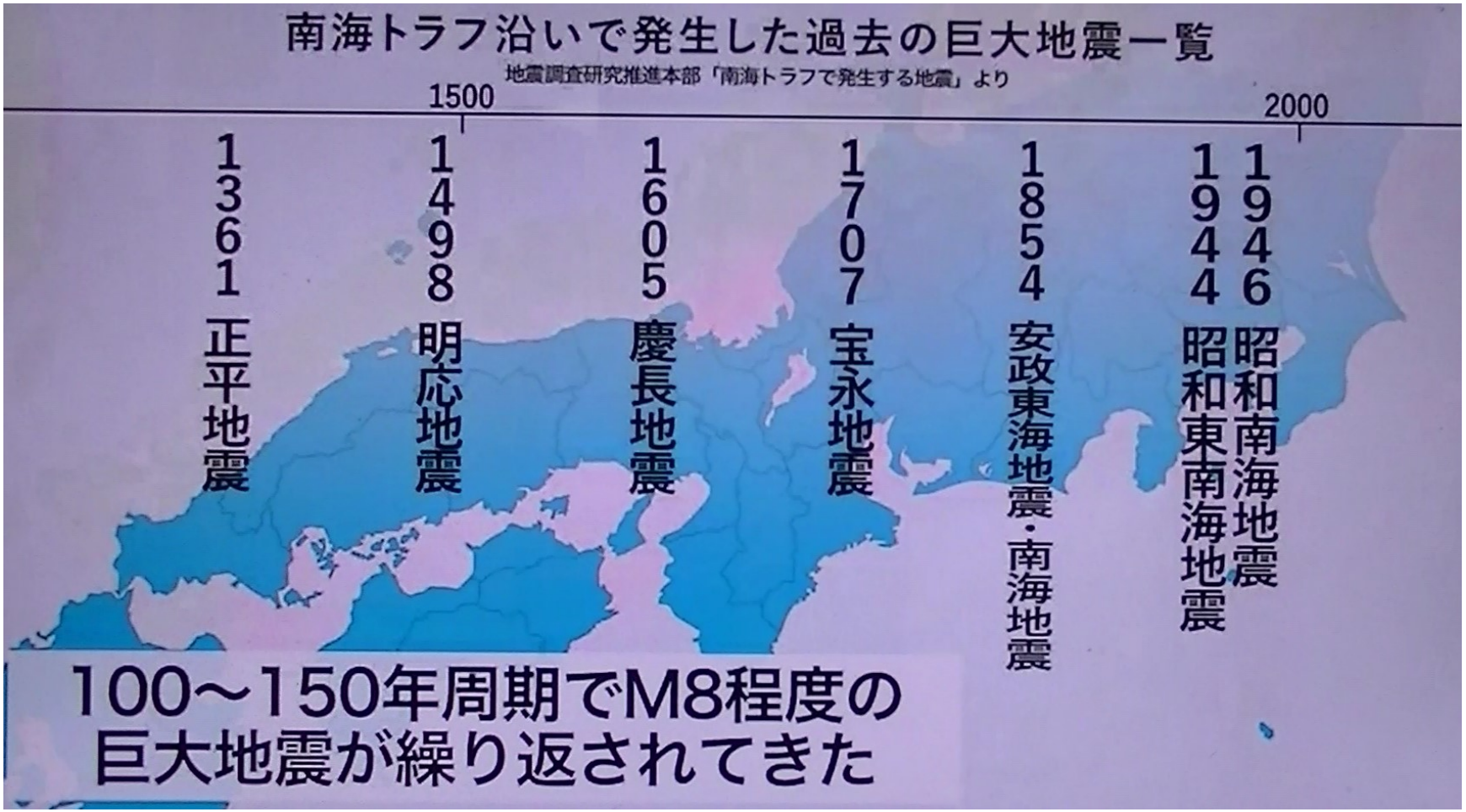
陸地側と沈み込むプレート側の岩盤の接触面

固着する面が　とびとびの面
はがれやすい。地震の引き金になる

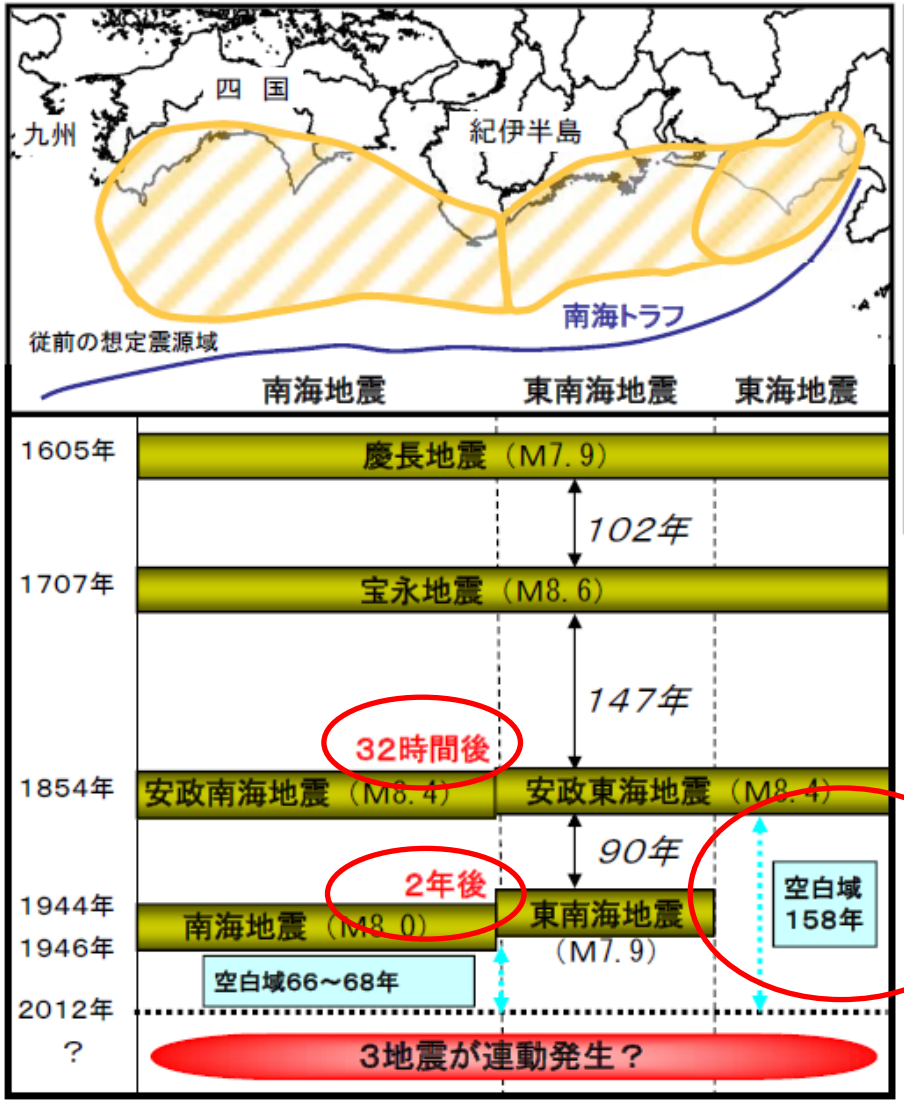
がっちり固着する面

巨大地震想定領域は、南海、東南海、東海の3つに分けられる

南海トラフ沿いでは、定期的に巨大地震が起きている



南海トラフの巨大地震（三連動地震）対策の必要性



破壊領域（震源域がしめる範囲）

○東海地震

東海地震の想定震源域では概ね100～150年の間隔で大規模な地震が発生しているが、東南海地震（1944）でひずみが解放されず、安政東海地震（1854）から158年間大地震が発生していないため、相当なひずみが蓄積されていることから、いつ大地震が発生してもおかしくないと言われている。

○東南海・南海地震

おおむね100～150年の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。

東海地震、東南海・南海地震、それぞれ個別に対策が進められてきた。

東海地震対策大綱：平成15年５月　中央防災会議決定

東南海・南海地震対策大綱：平成15年12月　中央防災会議決定

今後10年程度経過した段階で東海地震が発生していない場合には、東海地震対策と合わせて本大綱を見直す

平成23年3月11日
東日本大震災

平成15年以降の
科学的知見の蓄積

南海トラフの巨大地震対策の必要性

宝永地震

1707年10月28日（宝永4年10月4日）

- 東海道沖と南海道沖の巨大地震が同時に発生したとされていた。
- 駿河湾も震源域に含まれていたとしているが、震源域が駿河湾奥までは達していないとする説も出され、さらに、駿河では翌日に発生した富士山西麓の地震の被害が含まれ過大評価と考えられることから駿河湾付近（東海地震の震源域）が震源域でなく、銭洲方面へ南下させるとする説がある。
- 九州東岸の津波が高い事から日向灘地震も同時発生したという説もある。
- 東海道、伊勢湾岸、紀伊半島を中心に、九州から東海北陸までの広範囲で揺れによる家屋倒壊などの被害。
- 土佐で家屋流失11,000棟以上・死者1,800人以上となったのをはじめ、九州から伊豆までの太平洋岸と大阪湾・伊予灘で津波被害。
- 死者2万人余、倒壊家屋6万戸余。高知で地盤沈下、室戸岬や串本などで隆起が見られたほか、道後温泉など複数の温泉の湧出停止が記録されている。M9以上の可能性も指摘されている。

安政東海地震

1854年12月23日（嘉永7年11月4日）

- 東海道沖の巨大地震。遠州灘沖に加えて駿河湾に震源断層モデルを推定している。
- 各地の推定震度は、近畿地方と中部地方の大部分及び関東地方の一部で震度5弱以上、志摩半島、中部地方内陸部、駿河湾で震度6弱以上、遠州灘沿岸では震度7の可能性もあるという。
- 四国東部から房総半島にかけて津波があり、特に潮岬から渥美半島までの地域では昭和東南海地震の2倍近い高さで、三重県では10mに達したところがあった。家屋の倒壊・焼失3万軒、死者2-3千人と推定されている。
- 32時間後の安政南海地震との時間差連動と見られ、合わせて安政地震と呼ばれる。

安政南海地震

1854年12月24日（嘉永7年11月5日）

- 南海道沖の巨大地震。各地の推定震度は、九州東部から四国、中国地方、近畿地方西部までの地域で震度5弱以上、高知、徳島、兵庫、和歌山の沿岸部で震度6弱以上。
- 九州東部から紀伊半島にかけて津波があり、四国太平洋岸と紀伊半島南西岸で4-8mに達した。
- 高知県久礼で16m、和歌山県串本で15mなど高い津波の記録もある。
- 死者は数千人と推定され、余震は9年間記録されている。
- 32時間前の安政東海地震との時間差連動と見られ、合わせて**安政地震**と呼ばれる。
- これら2地震の他、安政の7年間には被害地震が続発した。

昭和東南海地震。

1946年（昭和21年）12月21日　和歌山県南方沖

- 東南海地震。揺れや津波の範囲がこれ以前の「東海地震」よりも西寄りで狭く、駿河湾付近は震源域にならなかったとされている。
- このことが、昭和期に駿河湾のみを震源とする東海地震の発生が危惧された原因となった。
- 紀伊半島から伊豆半島にかけての沿岸に津波があり、紀伊半島東岸で6-9mに達したが、遠州灘では1-2mであった。
- 被害は東海地方が中心であり、死者・行方不明者1223人、住家全壊約1万8千棟・半壊約3万7千棟・流失約3千棟と記録されている。
- 戦時中のため当時は詳細不明で、後になってから被害状況が分析されている。
- 御前崎市、津市で震度6、中部・近畿の計8県で震度5を観測。
- 約2年後の昭和南海地震との時間差連動と見られ、合わせて昭和地震と呼ばれることがある。

昭和南海地震

1946年（昭和21年）12月21日　和歌山県南方沖

- 南海地震。九州から房総半島南部にかけての太平洋岸に津波があり、四国と紀伊半島では4-6mに達した。
- 主に九州から近畿までの西日本で被害。死者1330人、家屋の全壊約1万2千棟・半壊約2万3千棟・流失約1500棟・焼失約2600棟と記録されている。
- 室戸や潮岬で隆起、須崎や甲浦で沈下が観測されているほか、高知市付近で田園15km2が水没した。
- 中国・四国・中部・九州の計12県で震度5を観測。

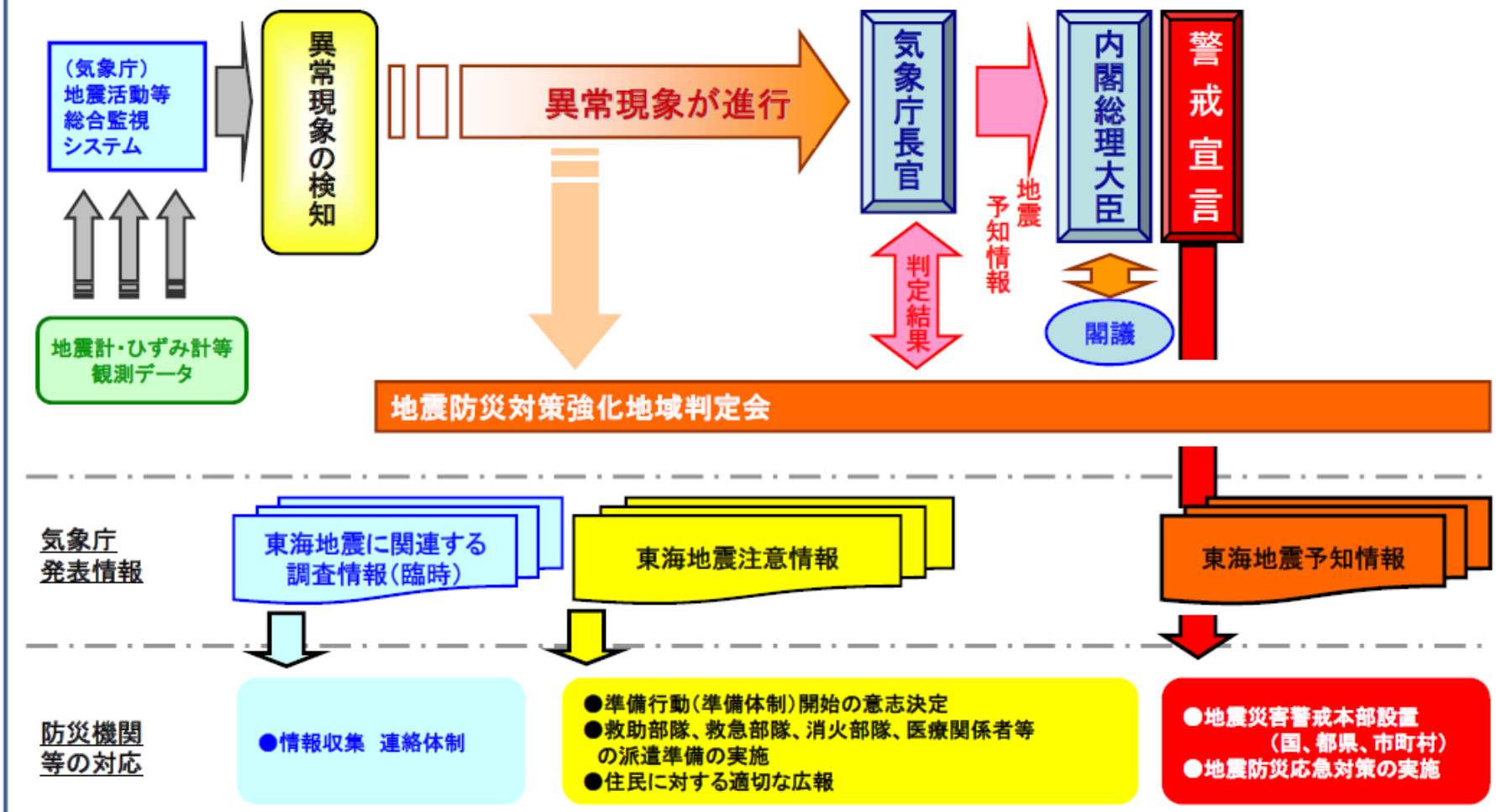
発生確率等の評価（地震調査委員会）

2018年1月1日時点

領域	様式	規模 (M)	30年以内の 発生確率
南海トラフ	プレート間 地震	M8 - 9 クラス	70% - 80% 程度

東海地震に関する情報発表の流れ

～異常現象の検知から警戒宣言まで～



この後、東南海、南海巨大地震関連の映像を見ていただきます。

１．巨大地震が発生するときのシミュレーション

２．地震の前兆に関する研究状況

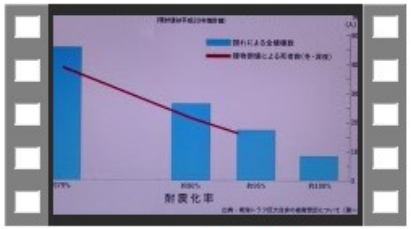
３．地震の予測ができるかもしれないという情報

４．予知情報が発令されると、どのような事態になるかのシミュレーション

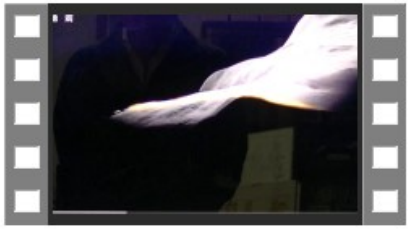
1　南海トラフ　発生　シミュレーション　7分

2　災害規模と様子　2分

3　災害の規模予想　１０秒

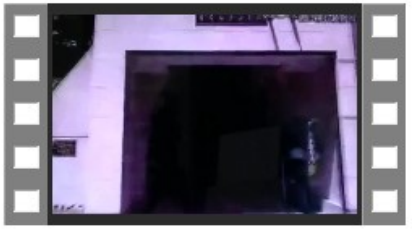


4　耐震化の効果

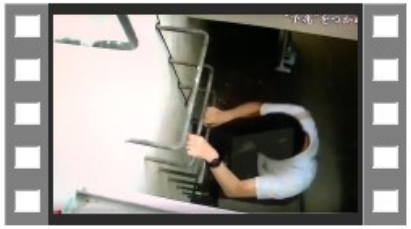


5　南海トラフ　スロークエークの予兆　1分

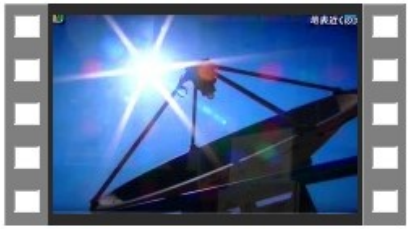
6　スロースリップ　関東へ迫る　１１分



7　地面のひずみの計測　電離層　5分



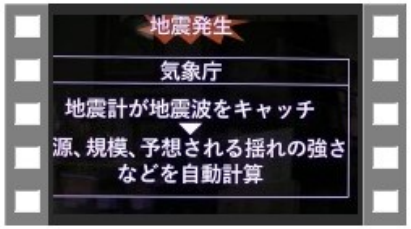
8　予兆　伸縮　電離層の異常　7分



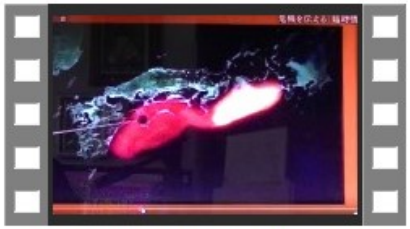
9　ラドン　と　電離層の変化　5分

１０　ＧＰＳ異常（上下）異常発光　6分

１１村井教授ＧＰＳ電波で予測　6分



１２　緊急地震情報　1分



１３　臨時情報発令シミュレーション　1

１４　避難　3分

１５　関東を襲った大津波 6分

巨大地震のシミュレーション

- NHKスペシャル「MEGAQUAKE」南海トラフ巨大地震 迫りくる“Xデー”に備えろ
  - https://www.youtube.com/watch?v=332T74-U1f8
- 南海トラフ巨大地震　～そのとき何が起こるのか？
  - https://www.youtube.com/watch?v=Vcy4yk1L_qg
- 南海トラフ巨大地震被害想定映像(名古屋市)
  - https://www.youtube.com/watch?v=lnQV1CydWS8
- 首都直下型地震予測
  - https://www.youtube.com/watch?v=hTBM-3A-u44

地震予知

- 地震予知は可能か？ その1 - スロークェイク、プレート断裂
  - https://www.youtube.com/watch?v=Z0YWOdzRkGU
- 地震予知は可能か？ その２ - GPS計測、電離層の異変
  - https://www.youtube.com/watch?v=-z09Upif2qw
- 地震予知は可能か？ その３ - 潜熱、ラドンガス
  - https://www.youtube.com/watch?v=rTMf4xm2SGw

おわりに

- 東南海地震、南海地震は、連動して発生する恐れ大。
- 地震発生予測法として、スロースリップの観測、上空の電子密度の観測、地面の変位のGPS観測、高温域の観測、ラドンガスの観測などがある。
- 東南海地震の警戒宣言は、予想震源域での前震の観測、東南海地震発生後の南海地震に対する警戒宣言
- 警戒宣言発令時の問題。避難するのは、3日が限度。警報解除の判断は難しい。
- 日頃から、地震に備える準備を！
  避難場所、連絡法、食料、水、燃料の確保、室内の家具類の転倒防止などなど