

南海トラフ巨大地震への 備えに向けて ーその地震像と予測可能性ー

京都大学
防災研究所 地震災害研究センター
准教授 伊藤喜宏

「防災啓発中央研修会」
2024年12月3日 zoom

1

自己紹介

- 伊藤喜宏 (栃木県出身)
- 専門：地震学
- 略歴：2000年 第42次日本南極地域観測隊参加 (越冬隊)
2008年 「しんかい6500」に乗船
(約5500mの深海底を調査)
日本・ニュージーランド・メキシコなどで
海底地震・地殻変動観測を実施



2

目次

- 地震像について
 - プレートテクトニクス
 - 地震の発生メカニズム
 - 過去の南海トラフの地震の姿
- 地震発生予測の可能性
 - 地震サイクル
 - 地震発生の長期評価
 - スロー地震について
 - 地震前兆現象とスロー地震
 - スロー地震の発生予測への応用可能性

3

目次

- 地震像について
 - プレートテクトニクス
 - 地震の発生メカニズム
 - 過去の南海トラフの地震の姿
- 地震発生予測の可能性
 - 地震サイクル
 - 地震発生の長期評価
 - スロー地震について
 - 地震前兆現象とスロー地震
 - スロー地震の発生予測への応用可能性

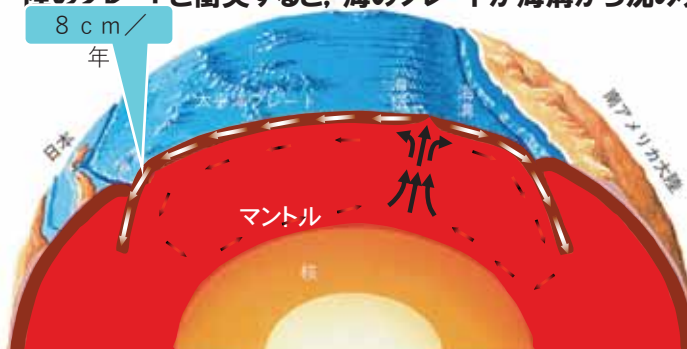
4



5

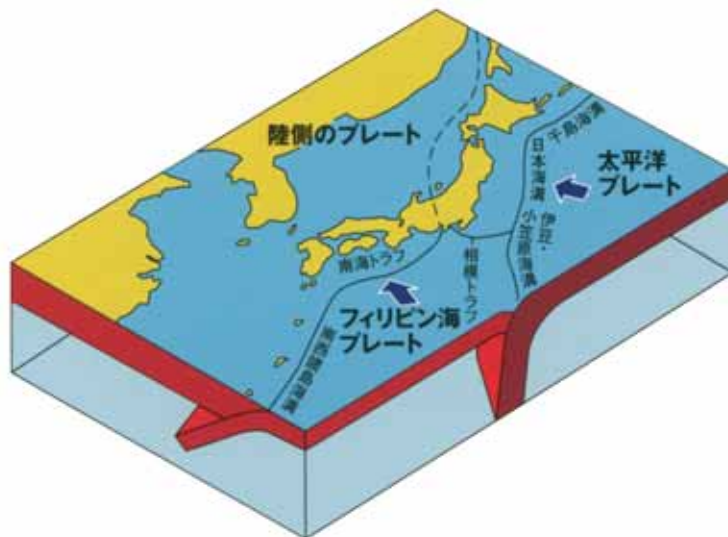
プレートテクトニクスとプレートの沈み込み

- ・地球の表面は「プレート」と呼ばれるいく枚かの岩盤で覆われる
- ・「プレート」はマントル対流に乗って移動する
- ・プレートの相対運動の結果、地震・火山活動・地形・地質構造が形成される
- ・海のプレートは海嶺(海底山脈)で生成される
- ・海嶺から両側に地球表面に沿ってゆっくりと移動する
- ・陸のプレートと衝突すると、海のプレートが海溝から沈み込む(沈み込み帯)



6

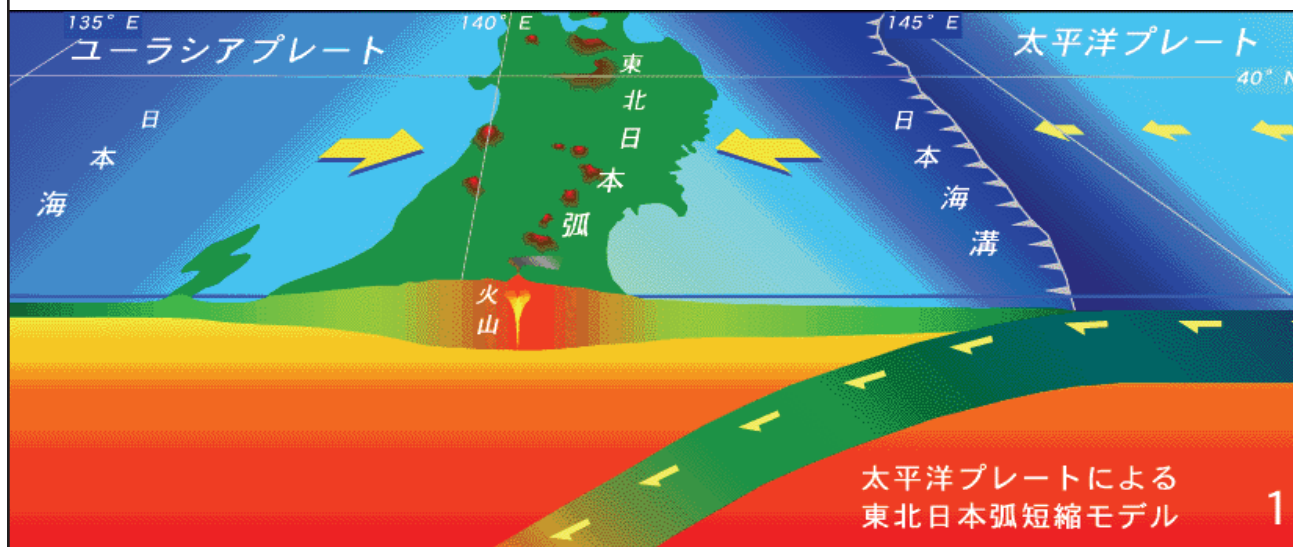
日本付近のプレートとその沈み込み



出典:「日本の地震活動」(地震調査研究推進本部)

7

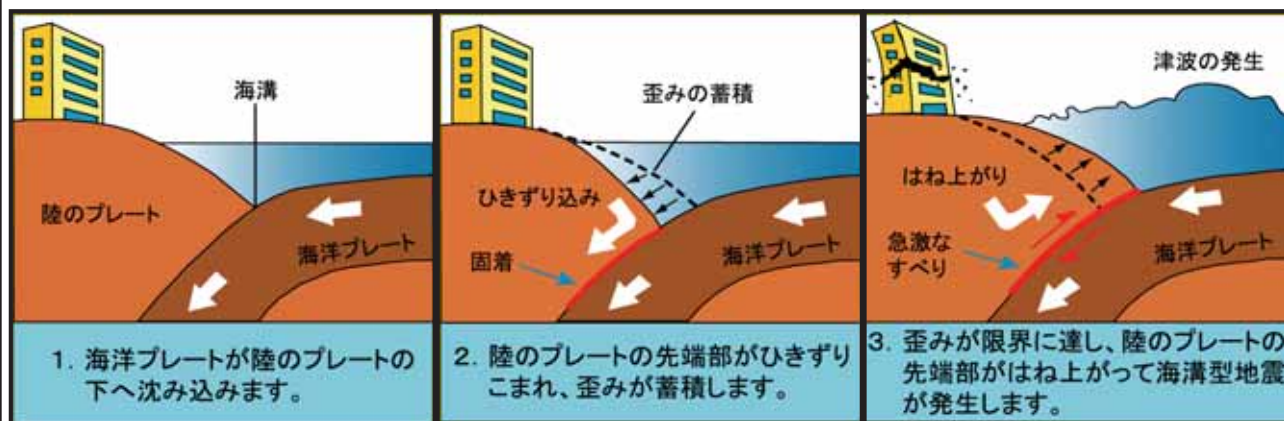
プレートの沈み込みに伴う陸側プレートの変形



<http://staff.aist.go.jp/msk.takahashi/tectonics.html>

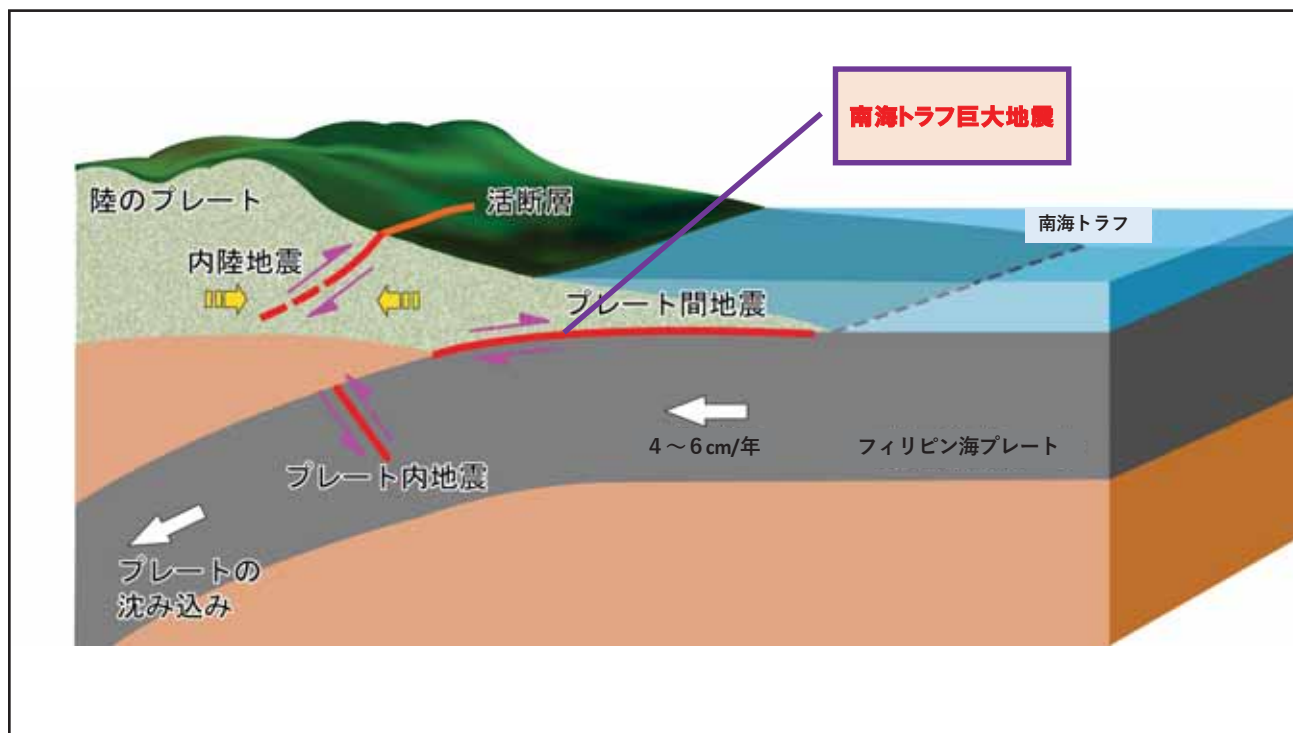
8

プレートの沈み込みによる地震の発生モデル



文部科学省

9



10



11

地震の「姿と形」を決めるのは：

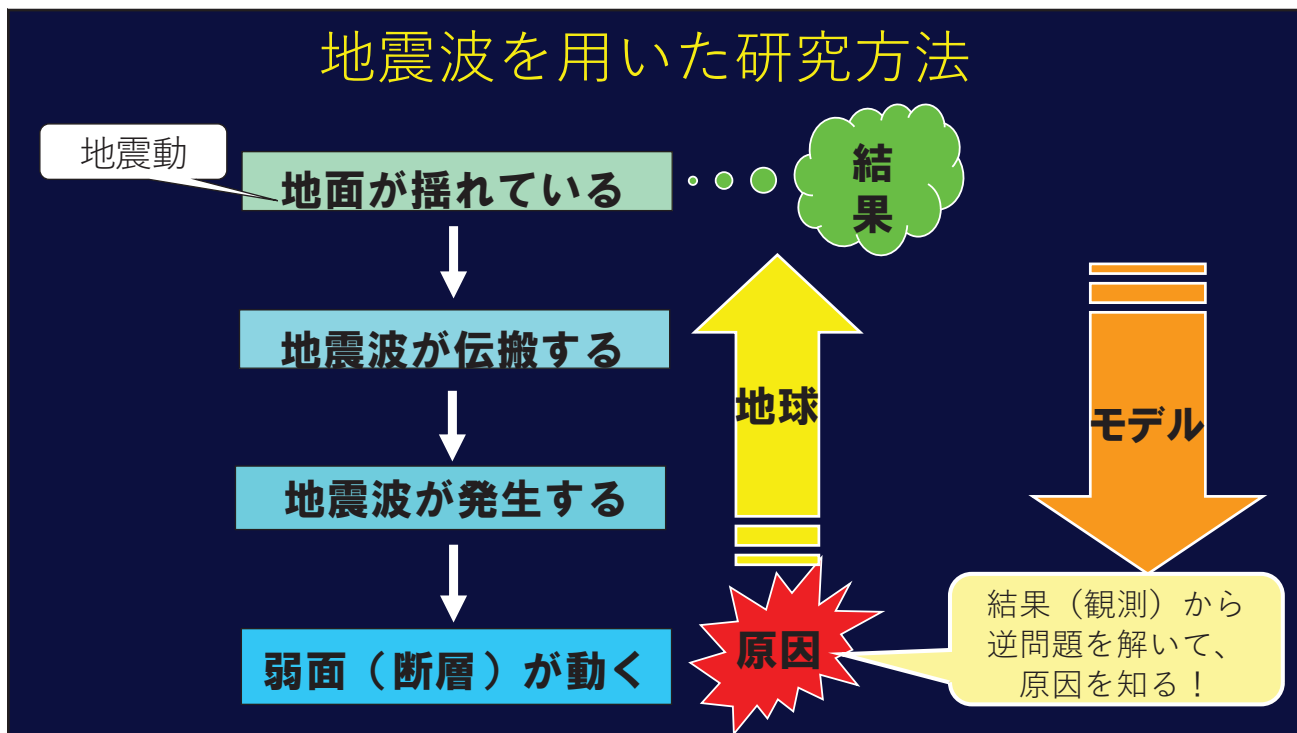
- ・どこがずれ動くか？（断層の広がり）
- ・どのようにずれ動くか？（断層の壊れ方）

地震学者：

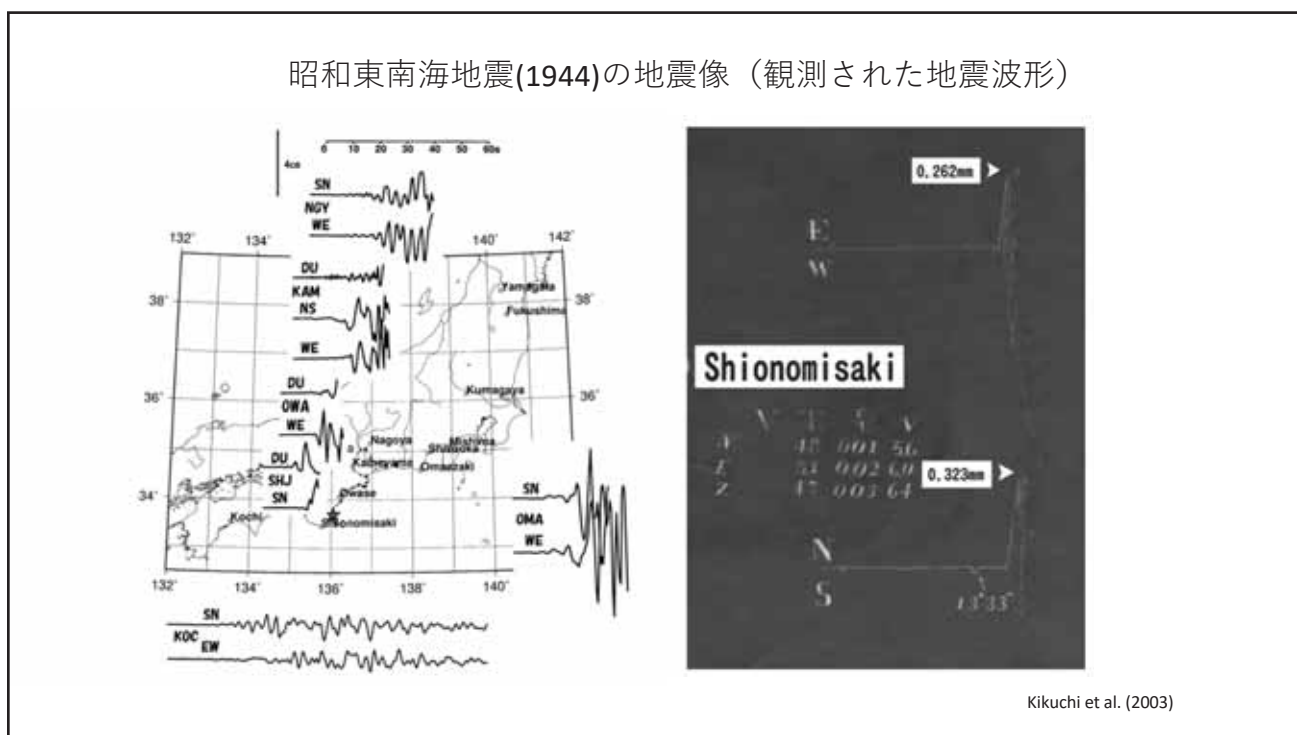
- ・観測された地震波形や津波波形から地震像を知る。
- ・地震波記録がない場合、文字記録や遺跡から
 - 歴史地震学、地震考古学



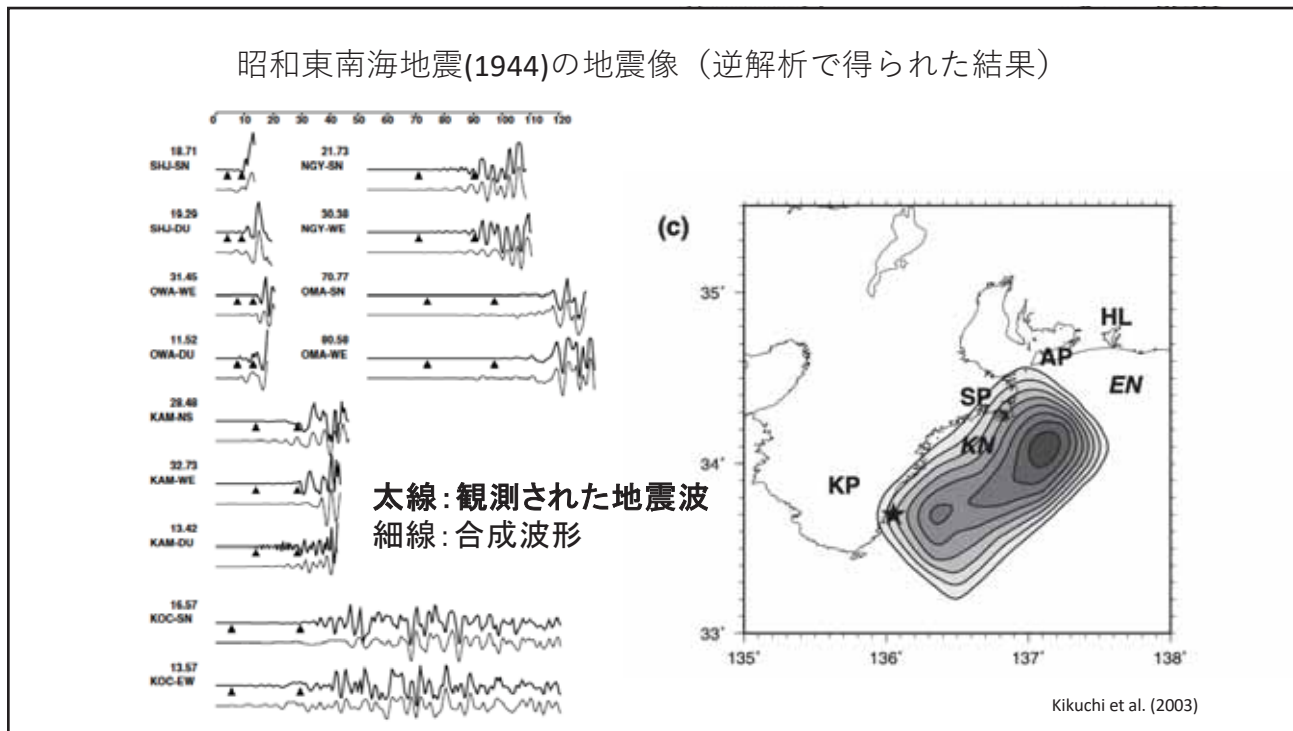
12



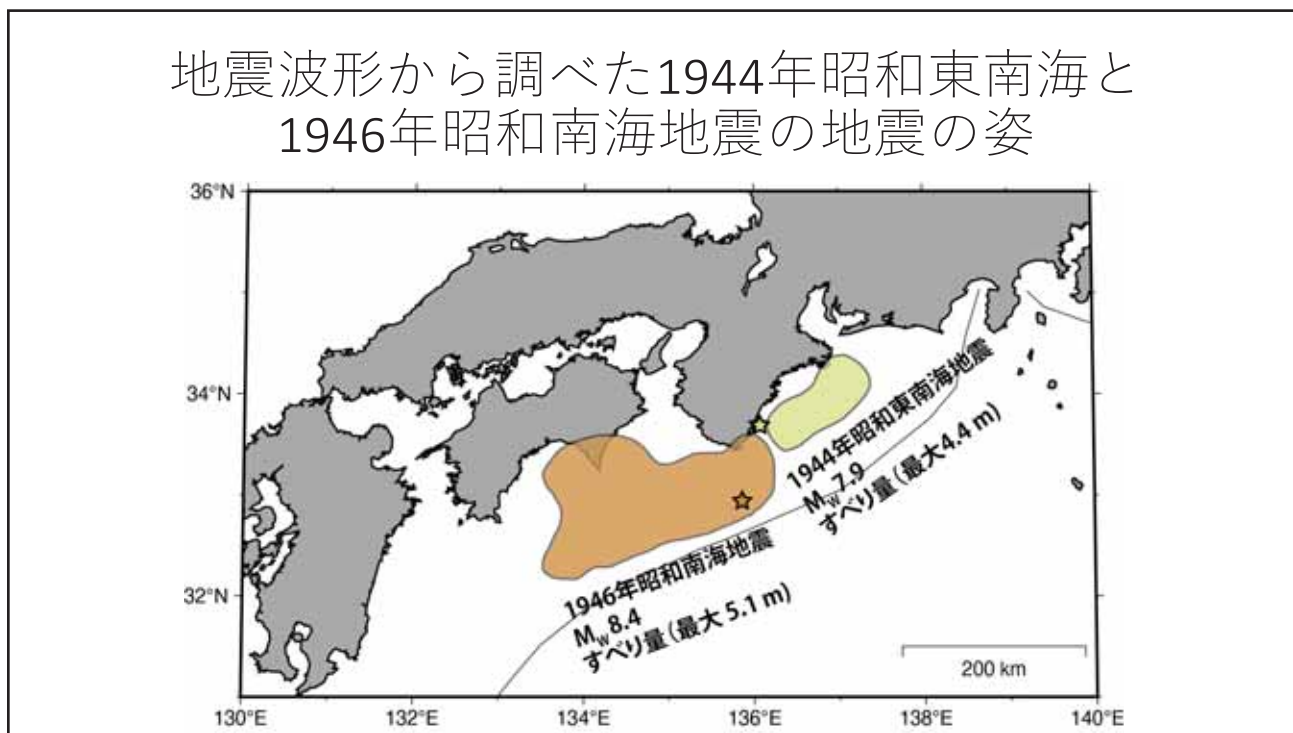
13



14

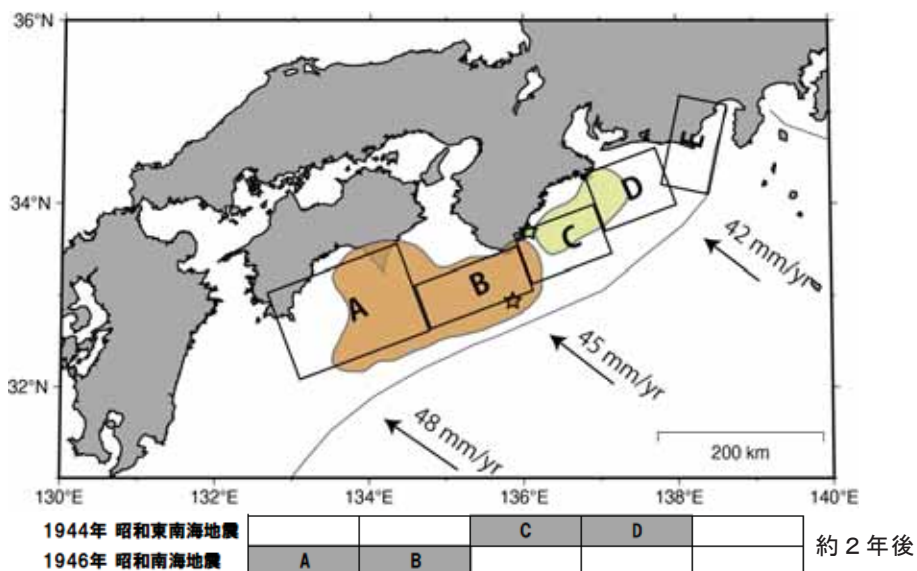


15



16

1944年昭和東南海と1946年昭和南海地震 (半割れケース)



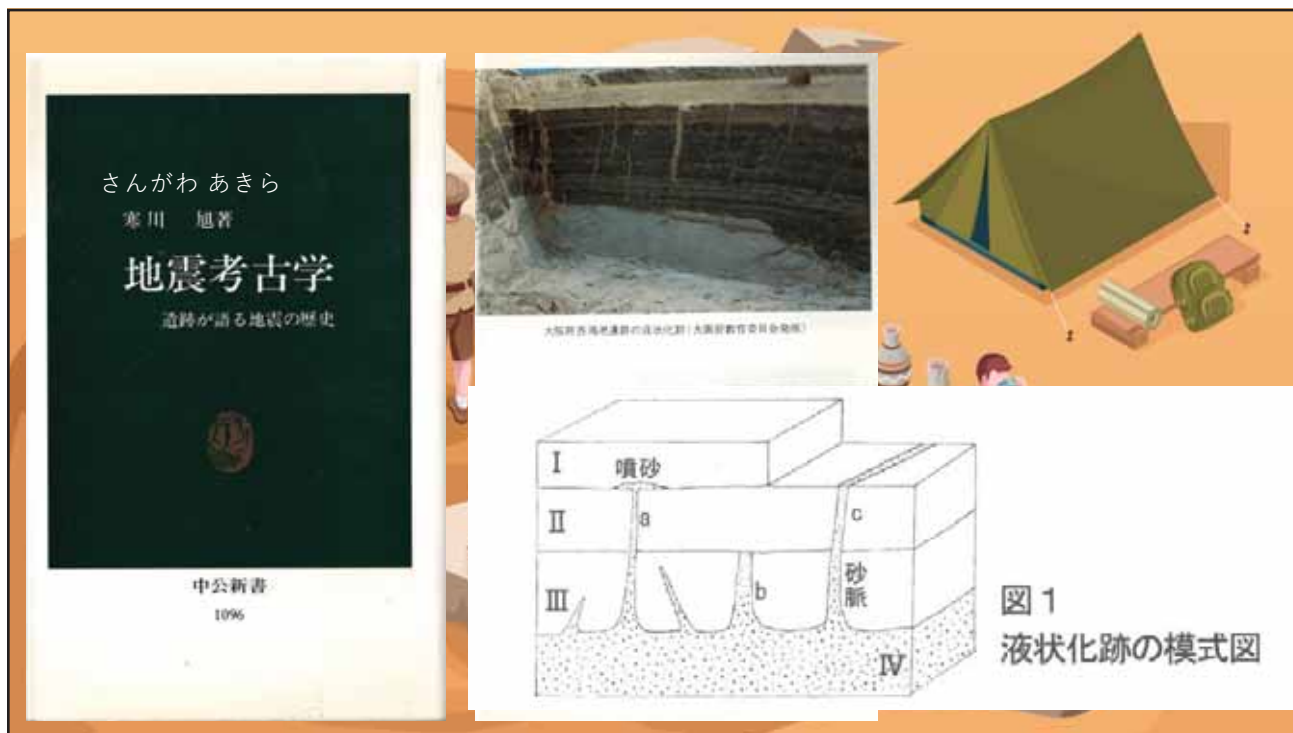
17

日本最古の南海トラフ地震の記載：684年白鳳地震

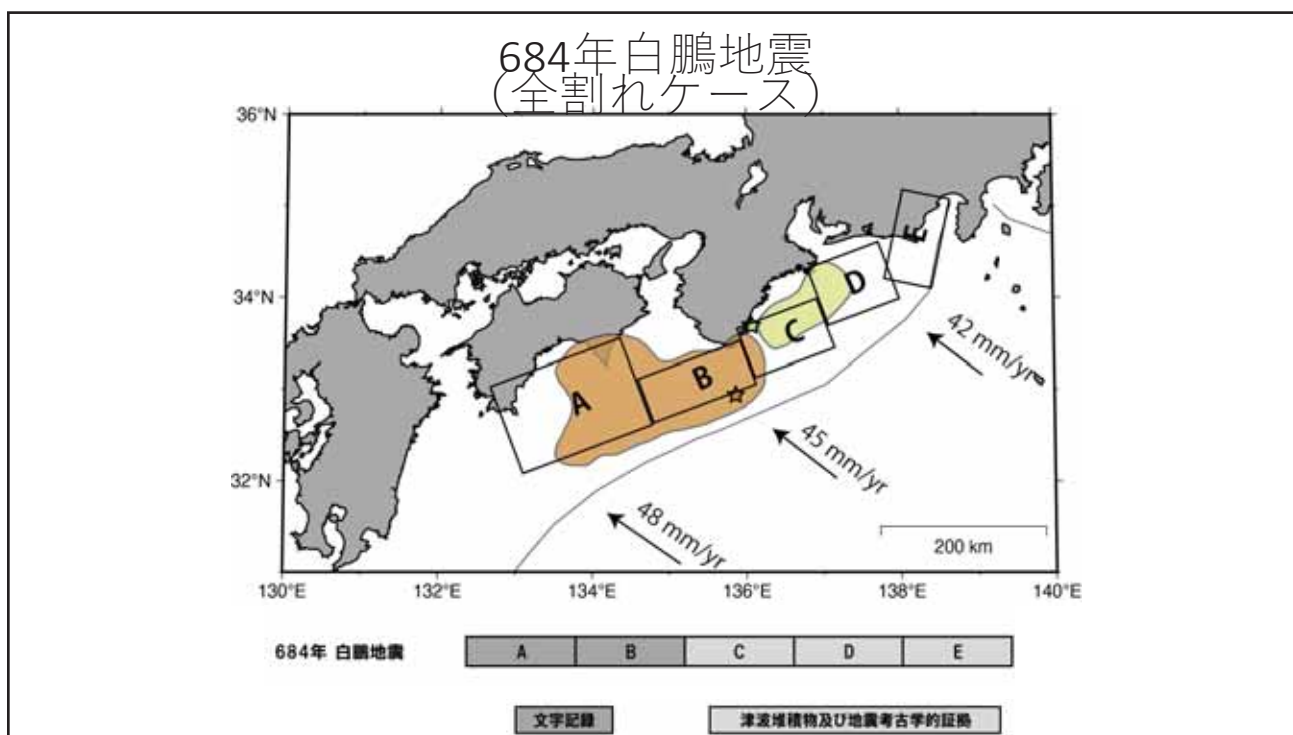


白鳳地震（684年）について記述した
「日本書紀」の一部（国立国会図書館提供）
日経新聞2016年3月10日

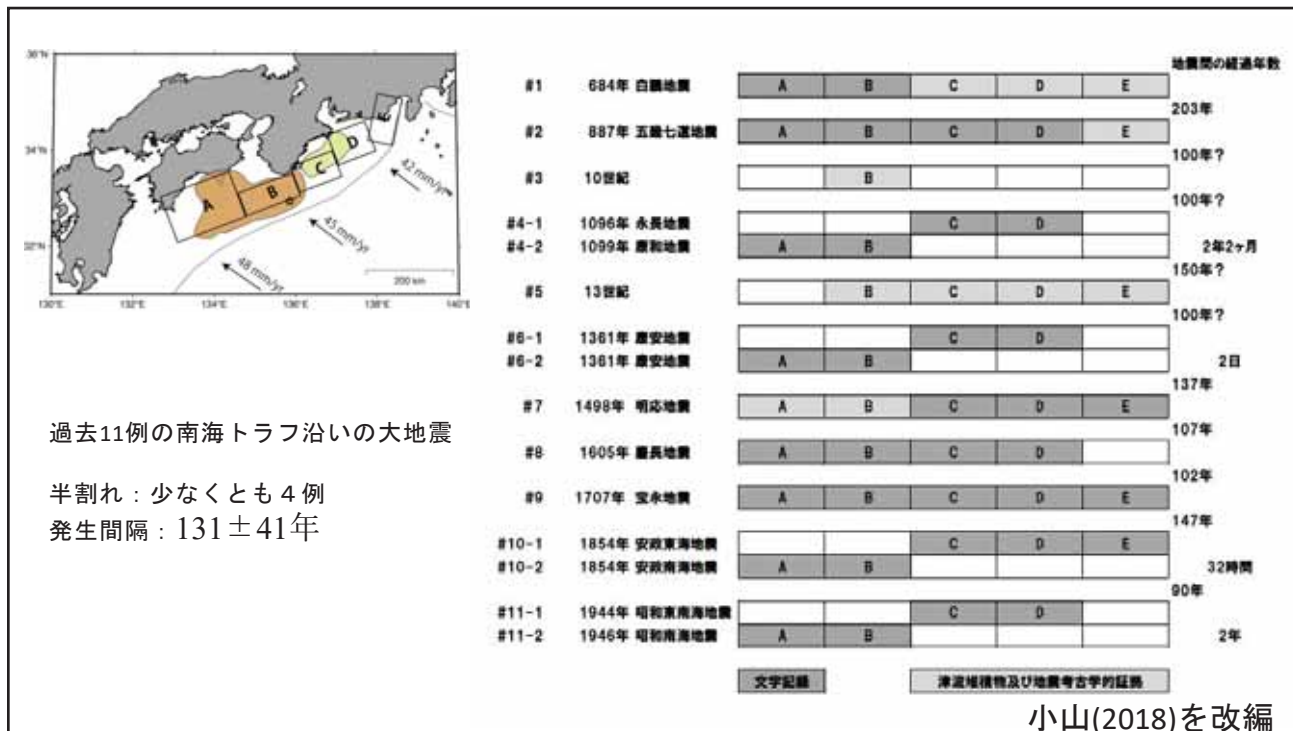
18



19



20



21

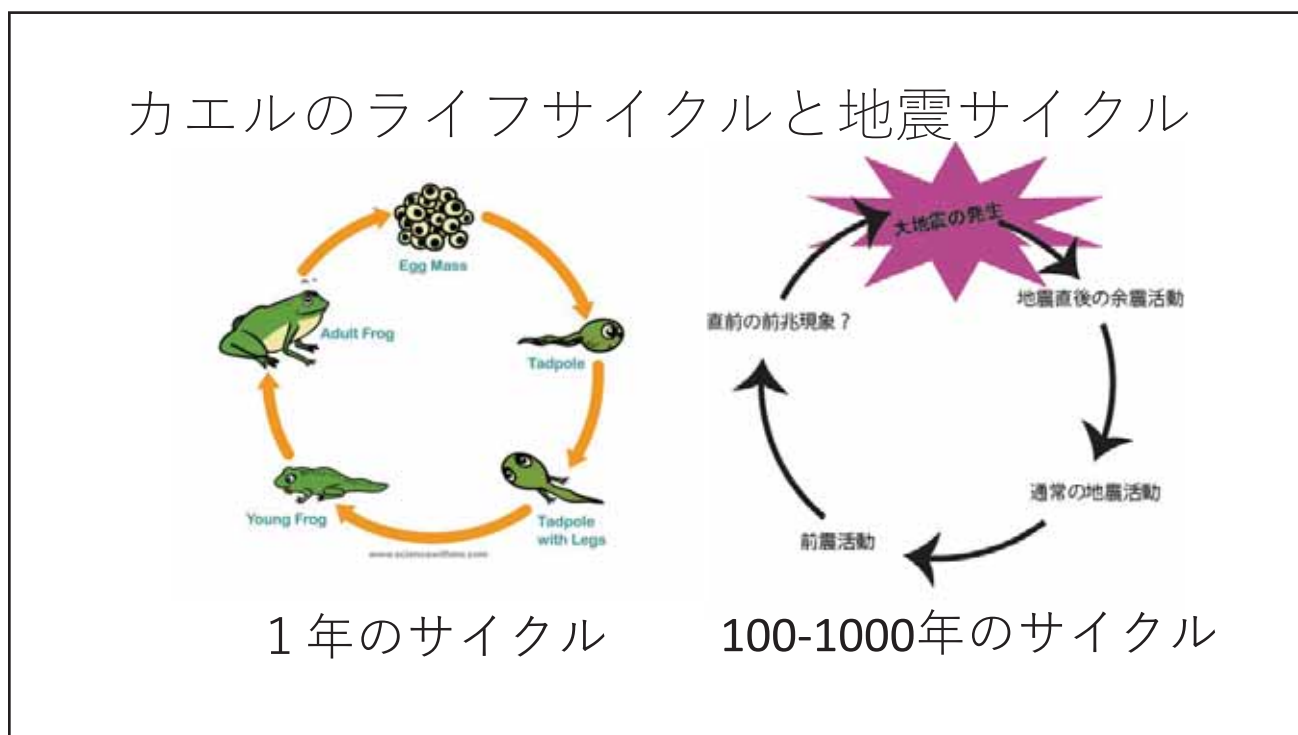
目次

- 地震像について
 - プレートテクトニクス
 - 地震の発生メカニズム
 - 過去の南海トラフの地震の姿
- 地震発生予測の可能性
 - 地震サイクル
 - 地震前兆現象
 - 地震発生の長期評価
 - スロー地震について
 - 地震前兆現象とスロー地震
 - スロー地震の発生予測への応用可能性

22



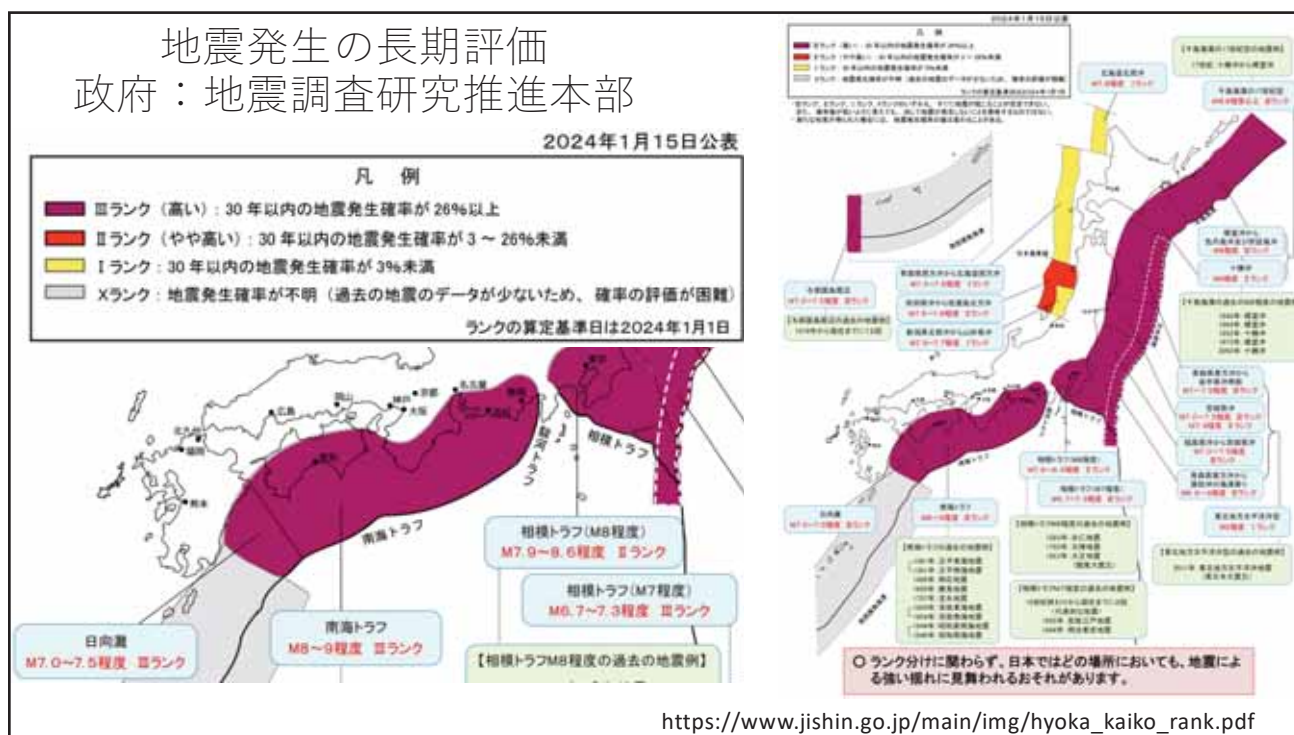
23



24



25



26



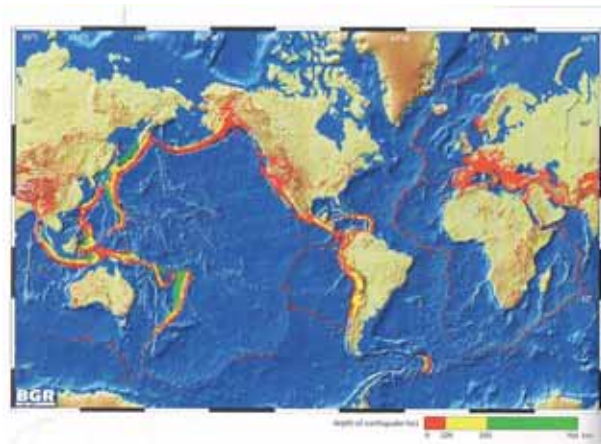
27



28

世界の地震の 分布

Frish et al. (2011)



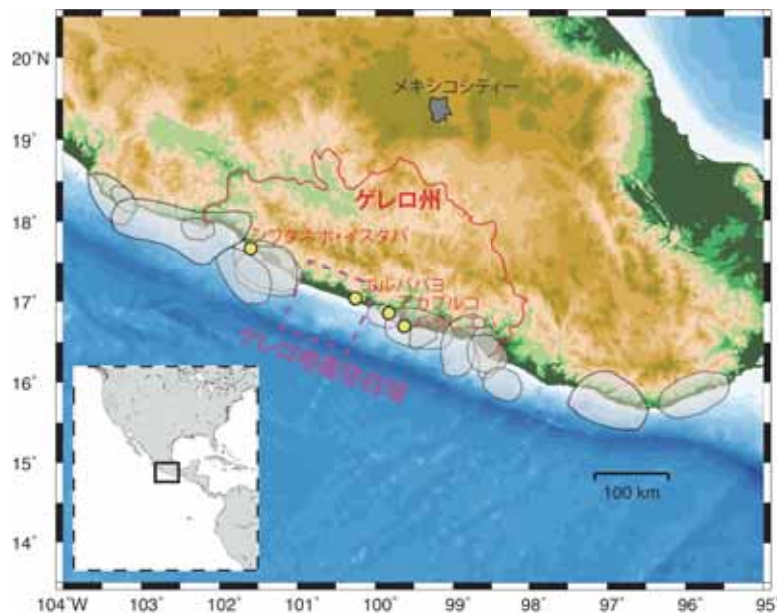
29

そうだ、
メキシコだ！



30

20世紀以降のメキシコ沿岸の巨大地震
太平洋沿岸では40-60年間隔で巨大地震が発生している



31

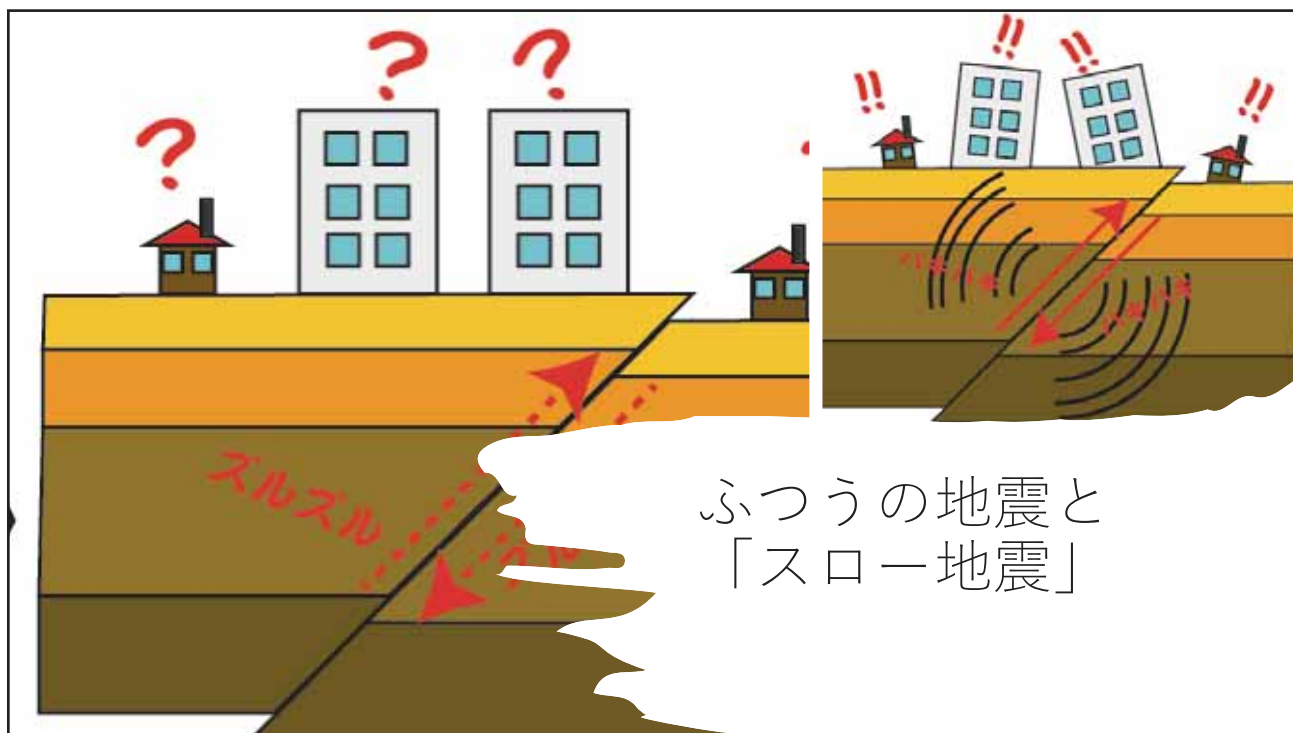
31



32



33

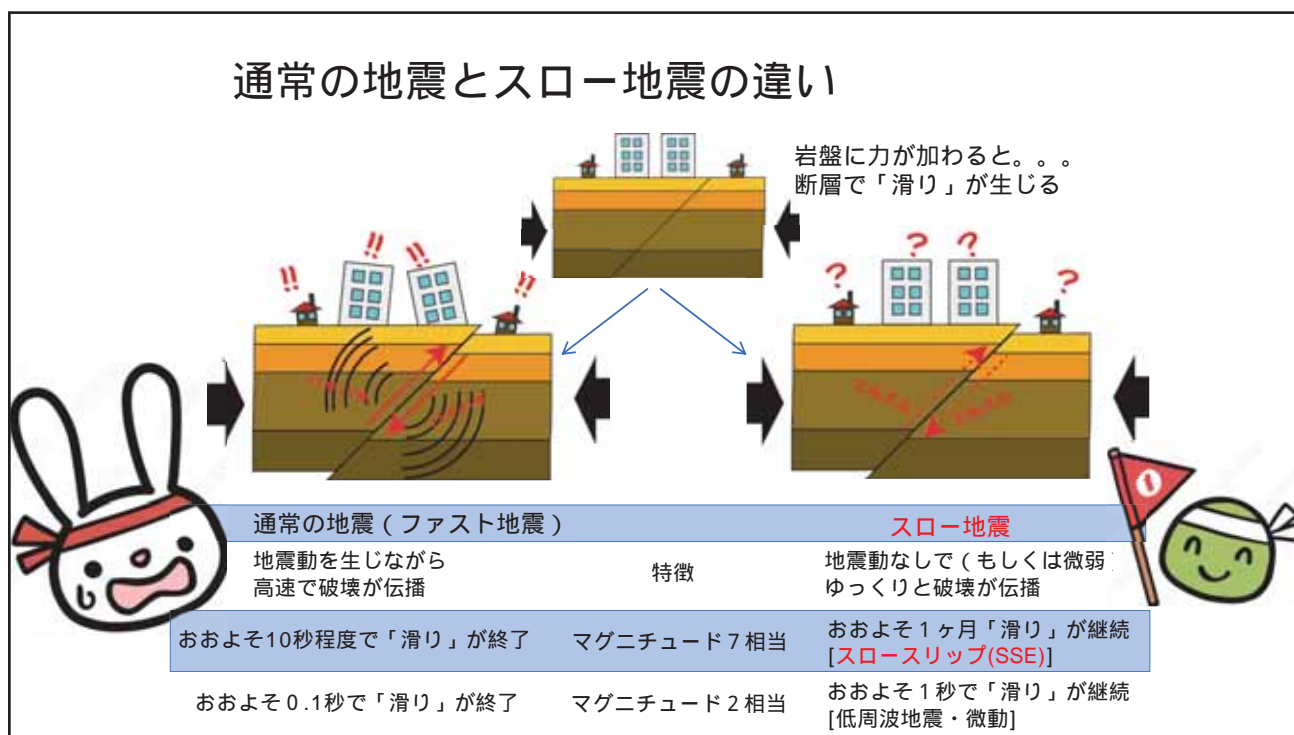


34



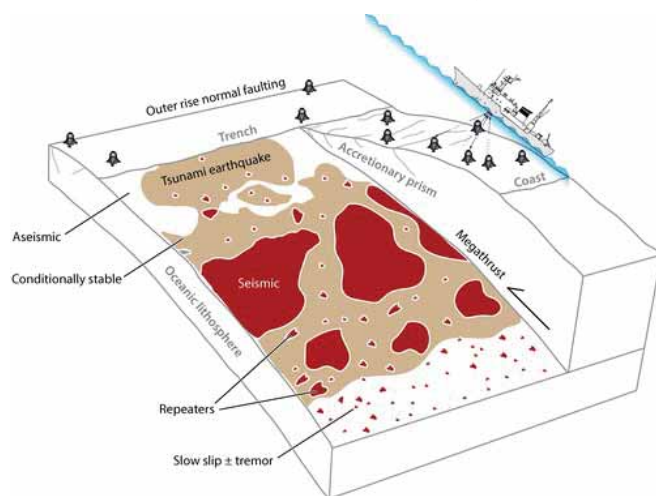
スロー地震とは？

35



36

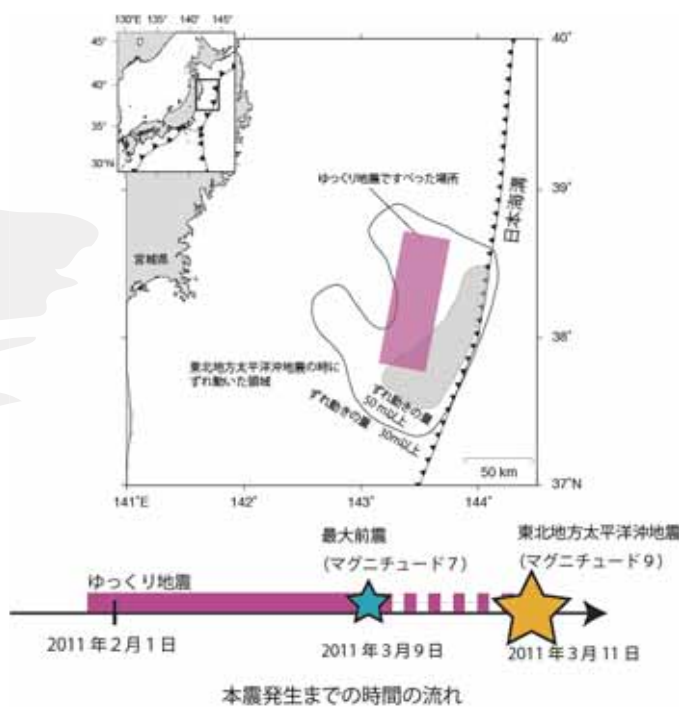
スロー地震と ファスト地震の 理解の重要性



Bürgmann R, Chadwell D. 2014. Annu. Rev. Earth Planet. Sci. 42:509-34

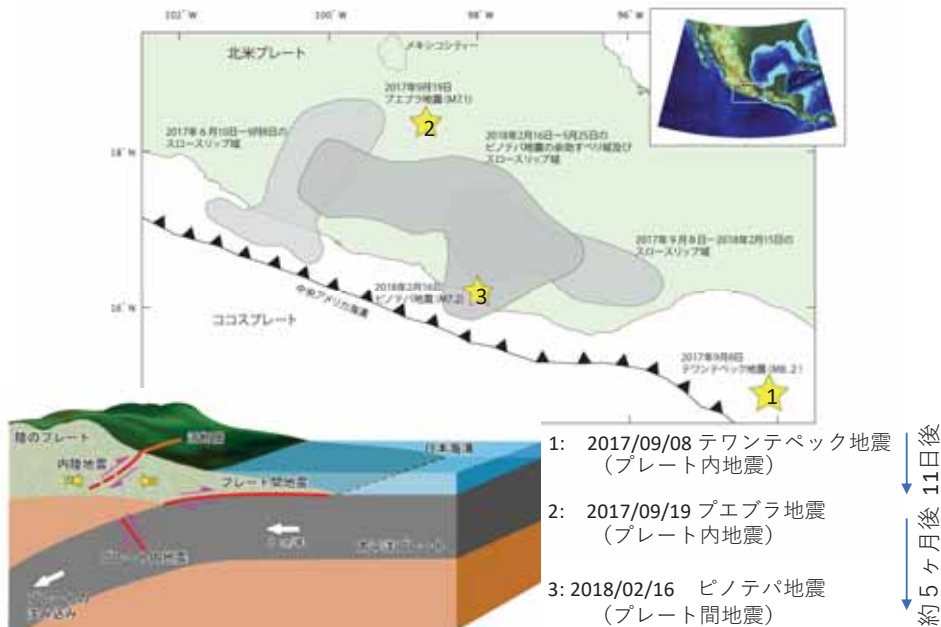
37

東北地方太平洋沖地震 の前に観測された スロー地震



38

メキシコの3つの大地震とスロー地震の連動



39

「速い」地震（普通の地震）とスロー地震のコミュニケーション？



40

「速い」地震（普通の地震）とスロー地震の「地震波」と「応力」によるコミュニケーション

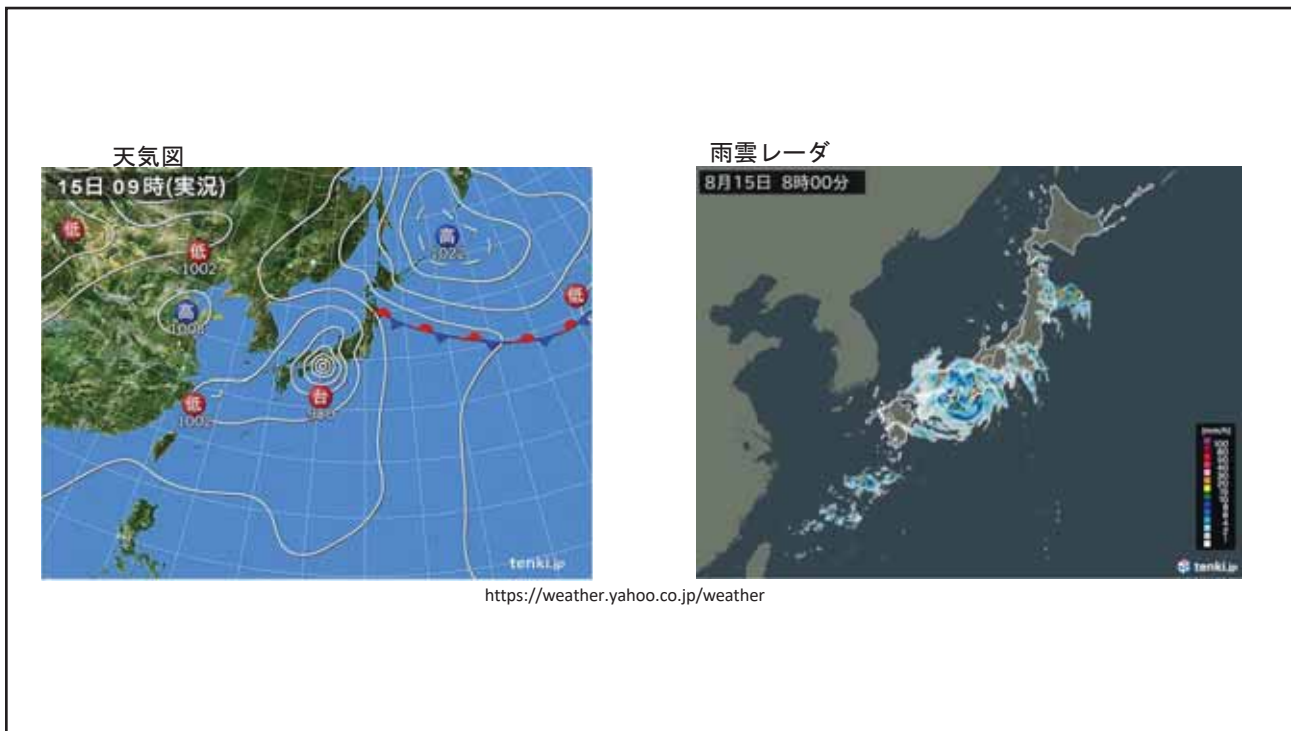


41

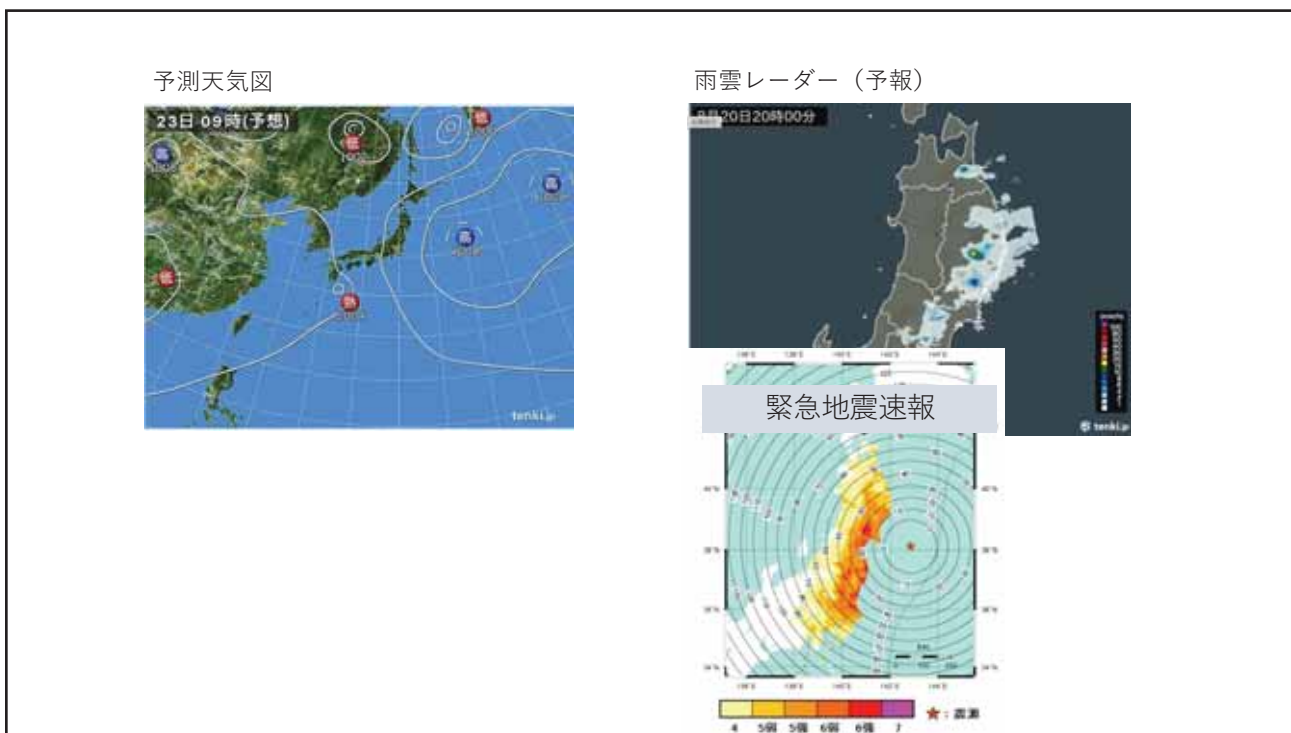
短期的前兆とスロー地震

- 短期的前兆
 - 測地学的シグナル（地殻変動、重力変化、傾斜・歪）
スロースリップで解釈可能
 - 地震学的シグナル（前震、b値、発震機構、地震波速度変化、異常地震活動）
スロースリップ、
またはスロースリップに伴う流体の移動などで解釈可能
空白域と静穏化
スロースリップで解釈可能？
 - 地球電磁氣的シグナル（地磁気異常）
スロースリップに伴う流体の移動などで解釈可能
 - 地球化学的シグナル（地下水、温泉水（ラドン等））
スロースリップに伴う流体の移動のみでは難しいか？

42

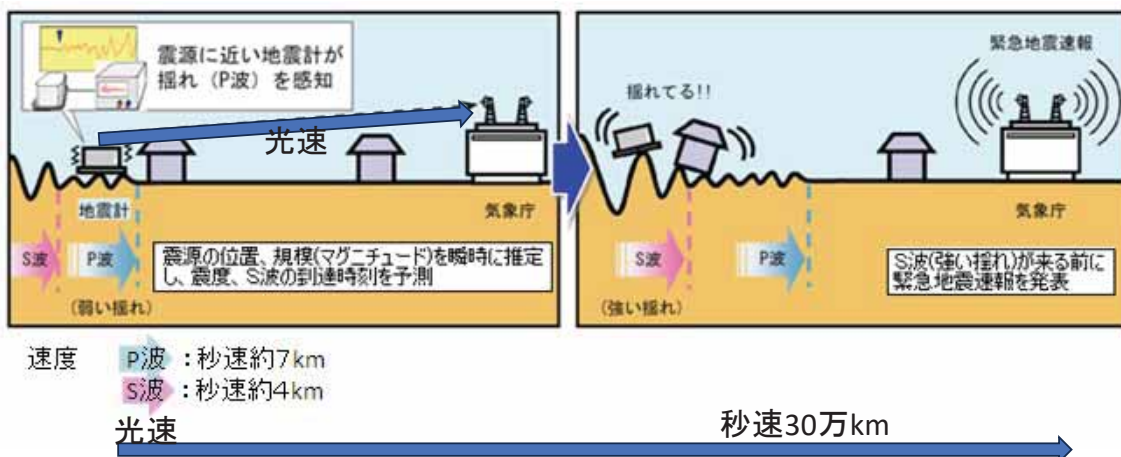


43



44

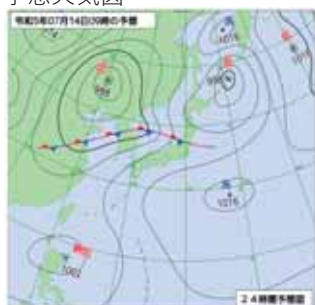
緊急地震速報のしくみ



気象庁

45

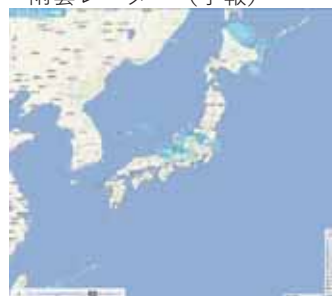
予想天気図



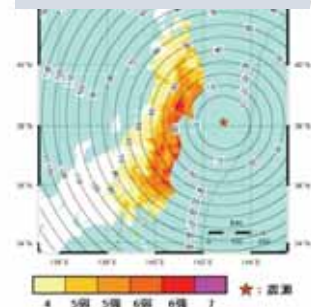
短期地震予測 ?



雨雲レーダー (予報)



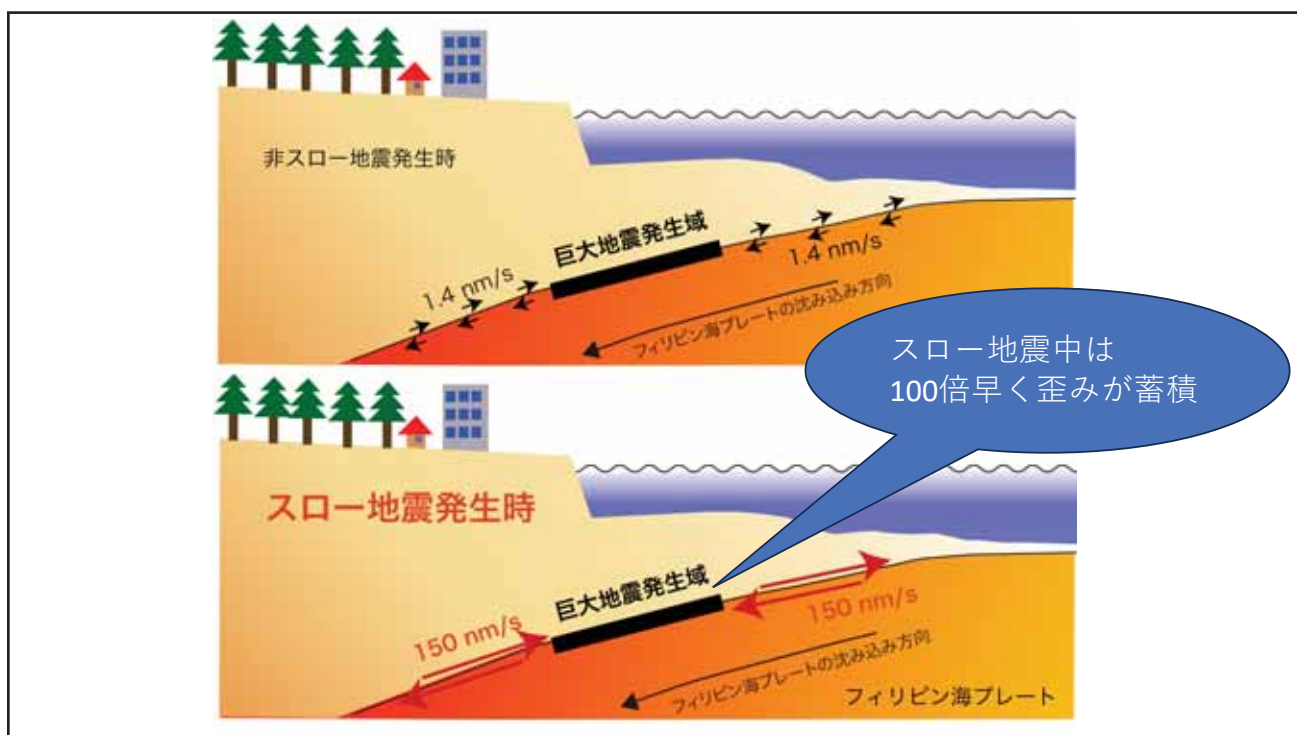
緊急地震速報



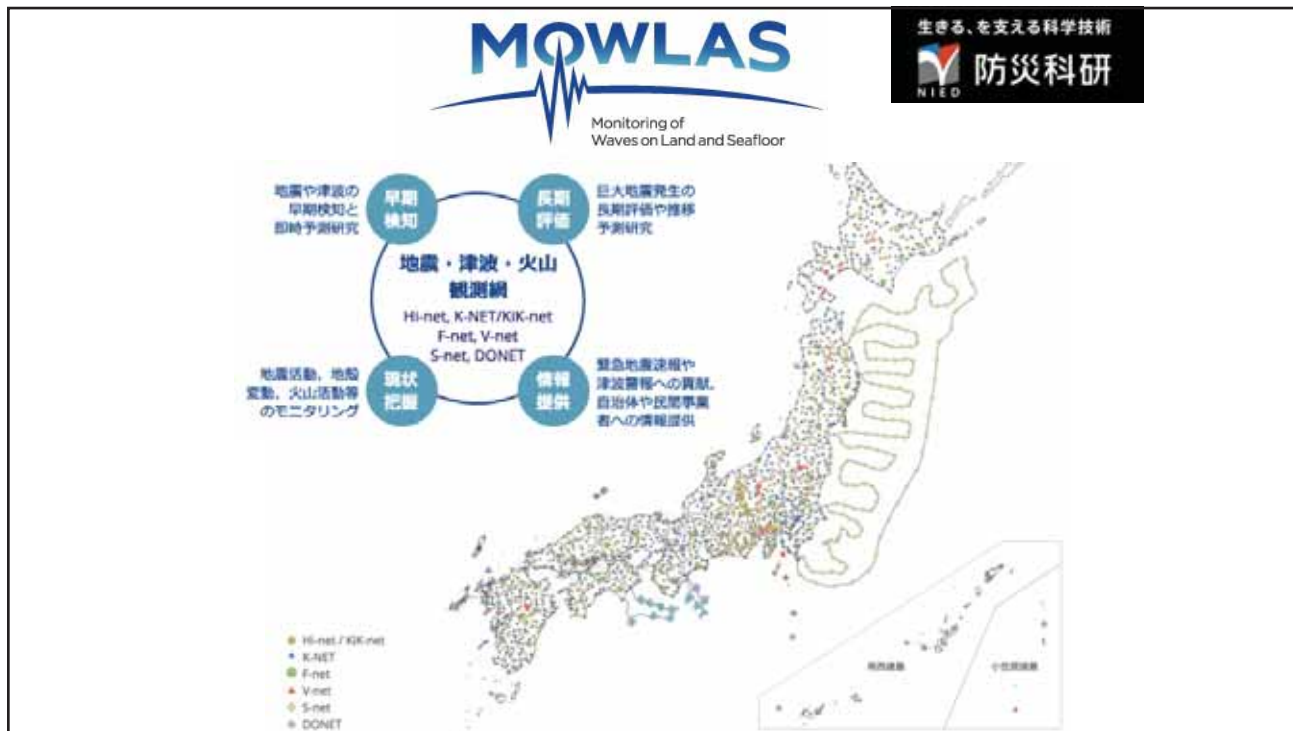
46



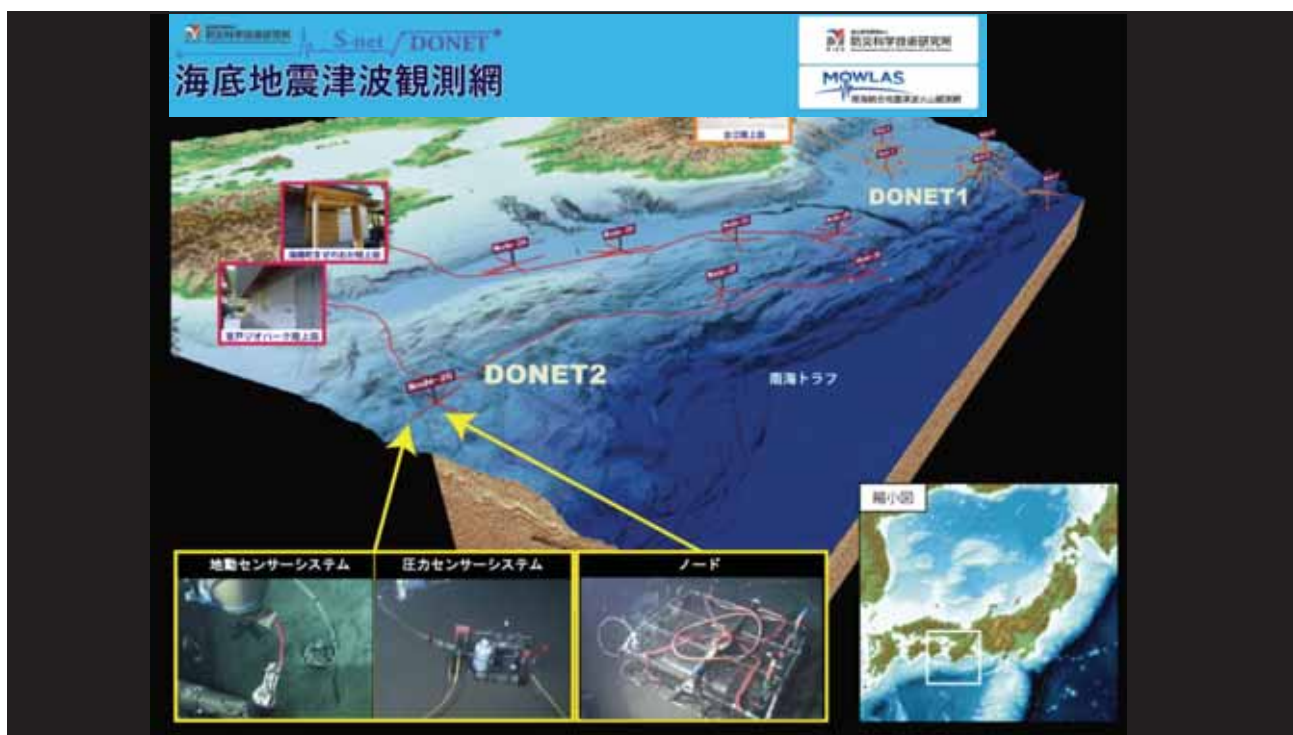
47



48



49



50

南海トラフ地震臨時情報

南海トラフ地震臨時情報		発表条件
		<ul style="list-style-type: none"> ■ 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 ■ 観測された異常な現象の調査結果を発表する場合
キーワード	調査中	■ 観測された異常な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
	巨大地震警戒	■ 南海トラフ沿いの想定震源域内のプレート境界において M8.0 以上の地震が発生したと評価した場合
	巨大地震注意	<ul style="list-style-type: none"> ■ 南海トラフ地震の想定震源域内のプレート境界において M7.0 以上、M8.0 未満の地震が発生したと評価した場合 ■ 想定震源域のプレート境界以外や、想定震源域の海溝軸外側 50km 程度までの範囲で M7.0 以上の地震が発生したと評価した場合 ■ 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
	調査終了	■ 巨大地震警戒、巨大地震注意のいずれにも当てはまらない現象と評価した場合

51

スロー地震に基づく事前地震情報 (PreEEW)



52

まとめ

- 地震像について
 - プレートテクトニクス (1960年代後半の革命)
 - 地震の発生メカニズム (地下の断層のずれ動き)
 - 過去の南海トラフの地震の姿 (我々が本当に知っているのは昭和のみ)
- 地震発生予測の可能性
 - 地震サイクル (100年から1000年のサイクル)
 - 地震前兆現象 (前兆あるかも。。。)
 - 地震発生の長期評価 (地震学の大きい成果の一つ)
 - スロー地震について (2000年前半の革命)
 - 地震前兆現象とスロー地震 (これまでの前兆の一部は解釈可能)
 - スロー地震の発生予測への応用可能性 (スロー地震を使った地震予報に向けて)