

資料 3－1

科学技術・学術審議会 測地学分科会
地震火山観測研究計画部会（第36回）

R2. 6. 24

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」

令和元年度年次報告【機関別】（案）

目 次

- 大学
- 国立研究開発法人情報通信研究機構
- 国立研究開発法人防災科学技術研究所
- 国立研究開発法人海洋研究開発機構
- 国立研究開発法人産業技術総合研究所
- 国土地理院
- 気象庁
- 海上保安庁
- 地方独立行政法人北海道立総合研究機構 地質研究所
- 山梨県富士山科学研究所

災害の軽減に貢献するための 地震火山観測研究計画

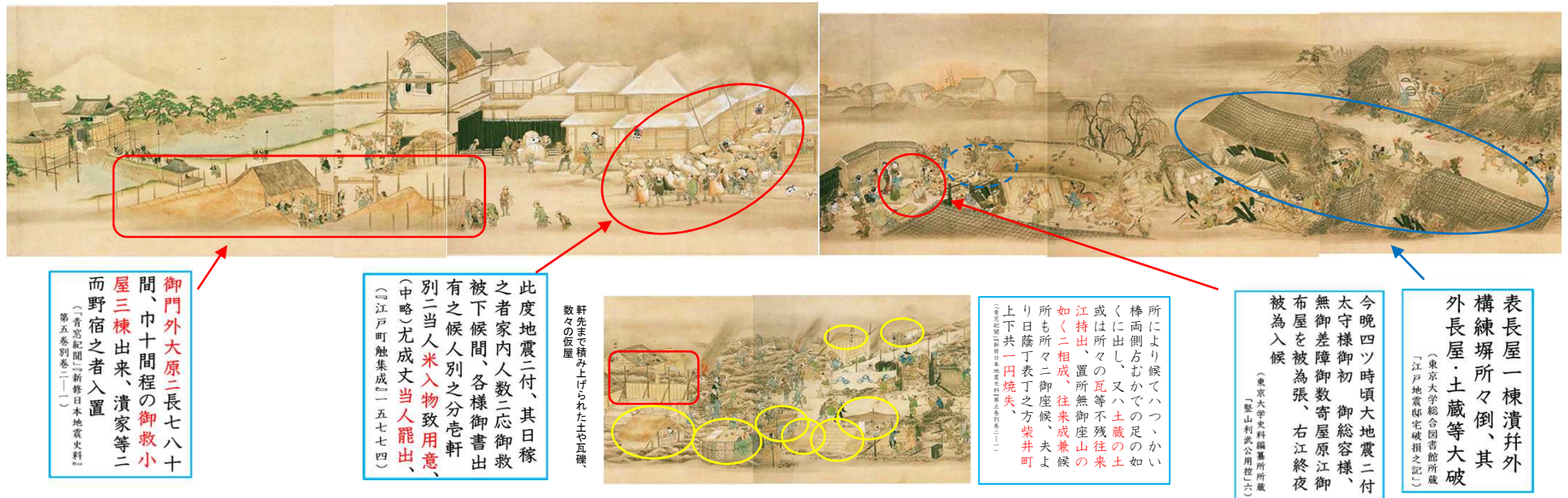
令和元年度成果

大学

近代以前の地震・火山災害に関する 被害や人々の対応、復興過程の実態

「江戸大地震之図」を読むー震災を描く絵巻から江戸の社会を読み解くー

- ・国宝島津家文書とともに伝来した絵巻(薩摩藩主島津家旧蔵、東京大学史料編纂所蔵)
- ・詞書・奥書・落款なし ⇒ いつ、どこで、誰が、何のために制作したか不明
- ・安政江戸地震と火事による被害を一般的に描いた絵画作品と理解され、史料としては未検討
- ・災害教訓の普及啓発用小冊子(中央防災会議「災害教訓の継承に関する専門調査会」編、2011年)に掲載



- ・絵巻の内容や表現を文献史料と照合 ⇒ 事実に基づいて特定の場所や出来事を描画
- ・史料としての高い信頼度 ⇒ 被害状況や人々の対応、復興過程の実態をみる手がかり
- ・仮屋(仮設住宅)や瓦礫の処理、米の配布などは現代でも想定される課題

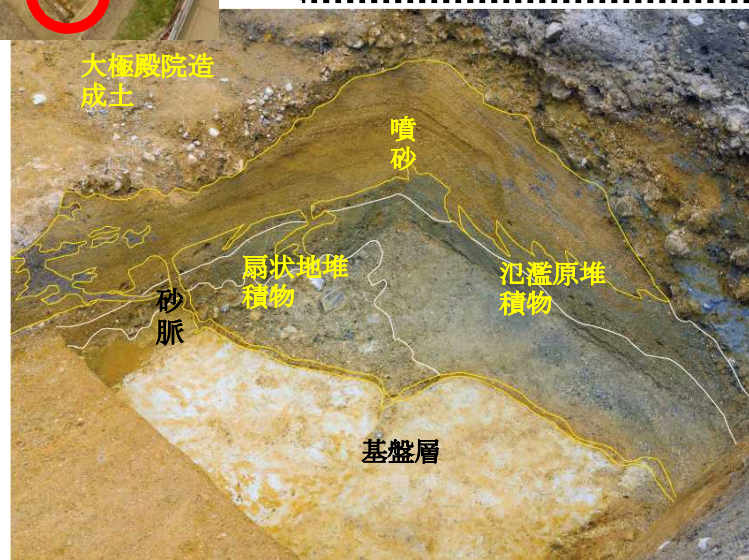
◆ 史料として検討することにより、今後の防災施策や復興施策の検討に資する事例

大地震に伴う新たな地震痕跡の発見

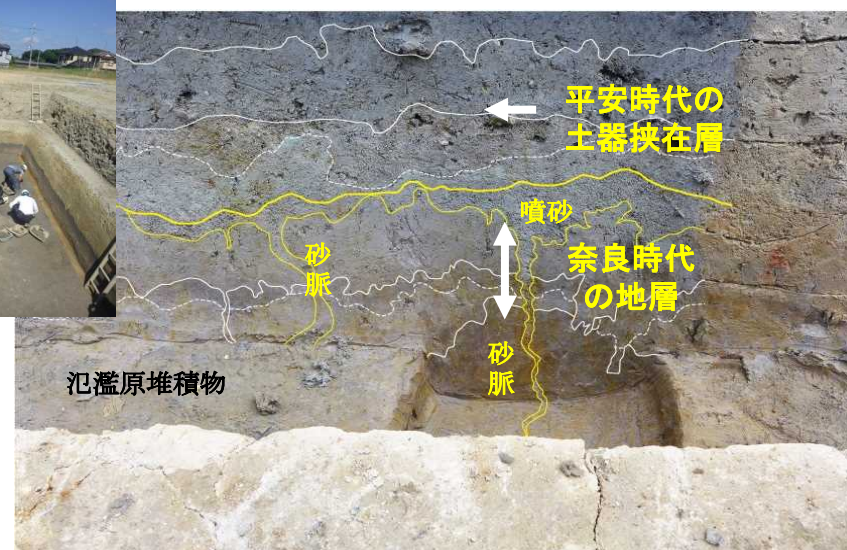
▼平城京・京跡や藤原宮・京跡において新たな地震痕跡を発掘調査現場で捉え、地震の発生時期の特定が進んだ。

奈良時代以降から平安時代までの間で近畿地域を被災させた歴史記録に残る主な大地震（噴砂年代の候補）

- ・ 京都地震（天長4年）【827年】 宇佐美龍夫『日本被害地震総覧』2003、東京大学出版会
- ・ 奈良地震（斉衡2年）【855年】 『奈良六大寺大観第七巻』1968、岩波書店



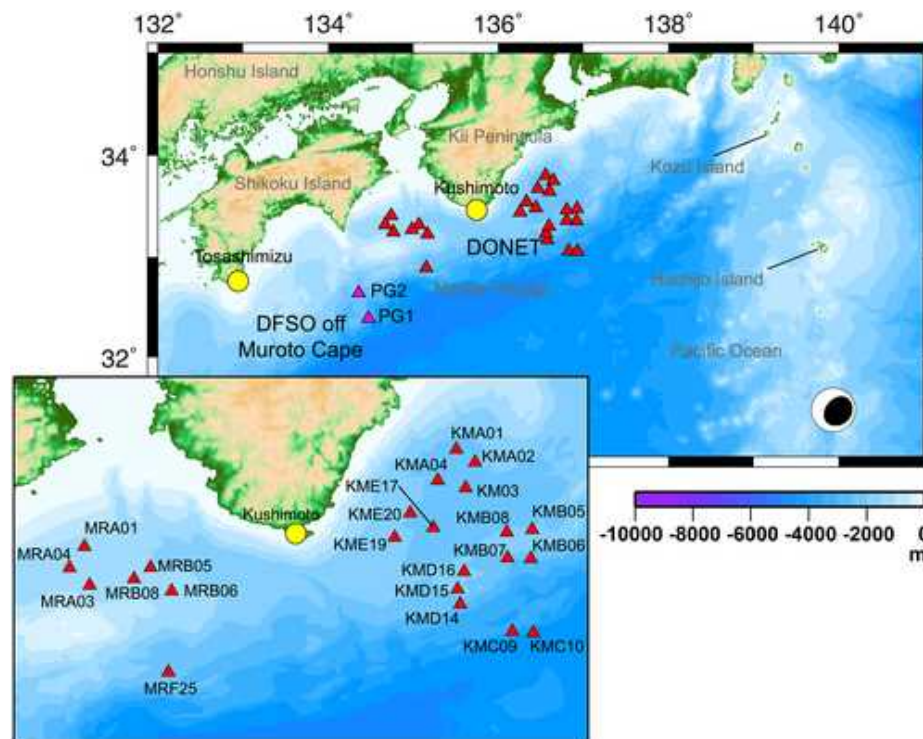
上図: 平城第612次発掘調査(第1次大極殿院朝堂院東南)現場
下図: 平城第612次発掘調査で発見された砂脈と噴砂痕跡
(古墳時代～7世紀末までに発生した地震と推定される)



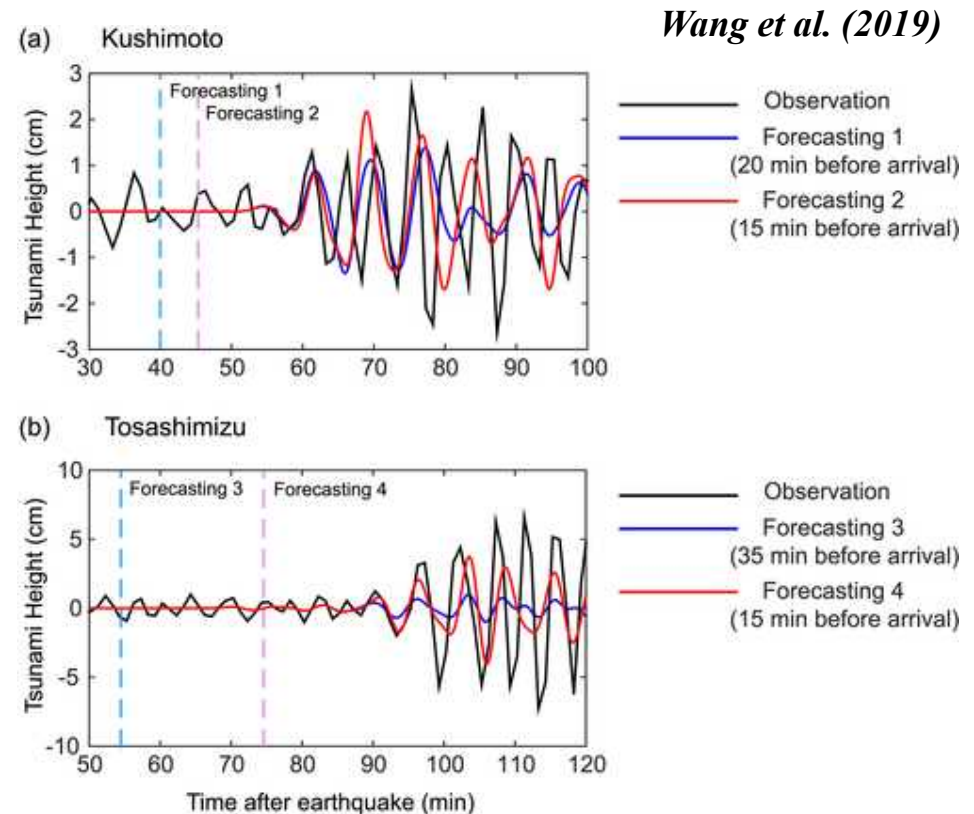
平城第613次発掘調査(法華寺阿弥陀朝堂院南西部)現場

◆ 奈良盆地東縁断層の分布と奈良県遺跡地図を災害痕跡データベースに追加，更新

データ同化に基づく津波現況把握と即時予測の高度化



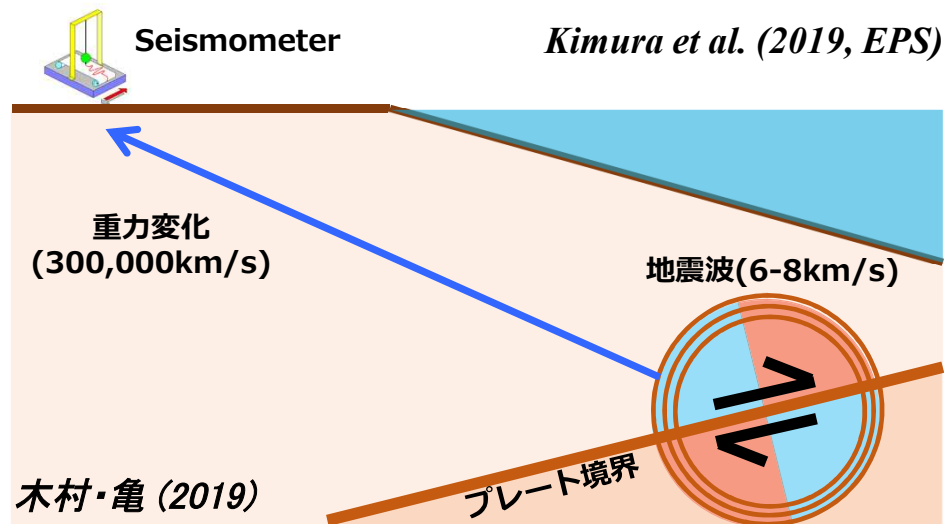
震源と同化に利用した観測点(赤). 黄色は予測ターゲット地点



縦点線の時点における津波予測と観測記録との比較

- ◆ 鳥島で発生した火山性の津波地震の事後データを用いて、震源情報に依存しないデータ同化に基づく津波の予測実験を実施.
- ◆ リアルタイム観測システムで取得された観測記録に初めて適用され、津波が到達する数十分前に観測値と整合的な予測値を推定できることを実証.

大地震時の即時重力検出の試み

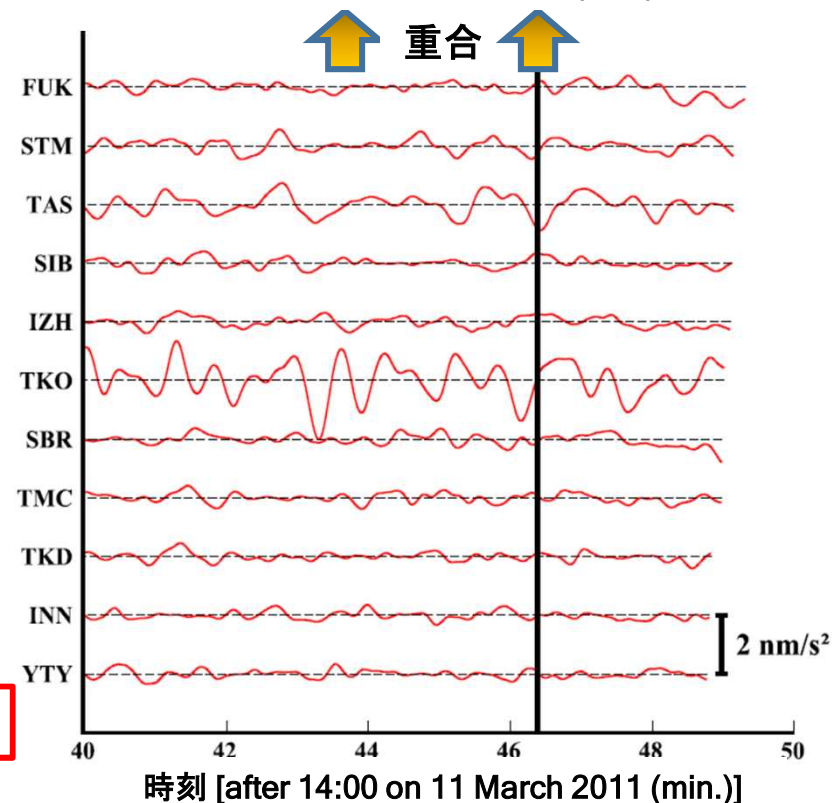
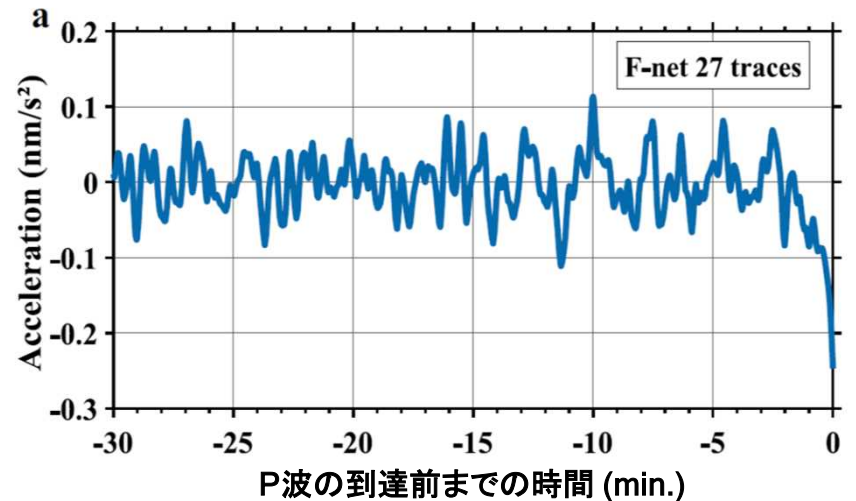


P波の到達前に予想される
光速で伝播する即時重力信号の検出の試み

- ◆ 2011年東北沖地震の基盤的地震観測網 (F-net) のデータ重合により検出成功
- ◆ 先行研究よりも高い統計的有意性を実現
- ◆ 即時重力変化の理論的研究の進展

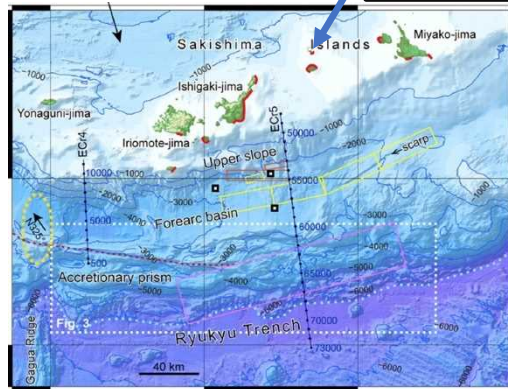


将来の地震動・津波の即時予測手法の高度化へ期待



沿岸巨礫を用いた古津波評価法の検討： 南海トラフ～琉球海溝の連動可能性評価に向けて

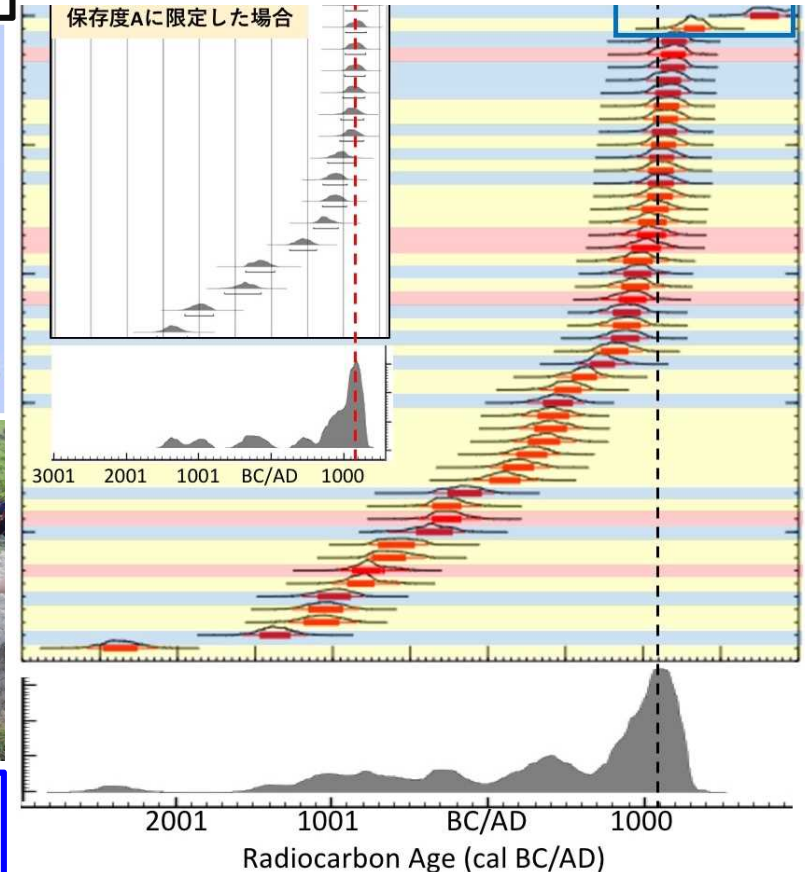
調査地点(水納島:琉球諸島南部)



標高7 m: 津波石がある地点



Fujita et al. (to be submitted)

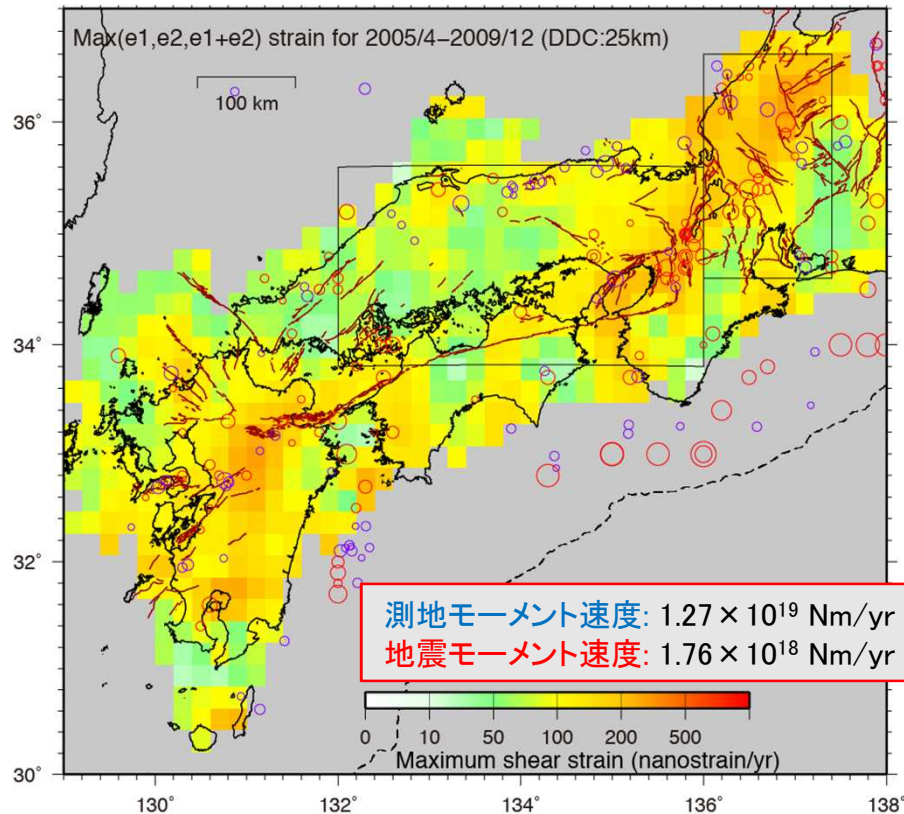


- ◆ 新たに見つけた津波堆積物中に含まれるサンゴ・貝類の放射性炭素年代測定を多数実施.
- ◆ 1771年明和の大津波(八重山地震)の一つ前の巨大津波イベントの年代: 872~704 cal yr BP
- ◆ 石垣島(Ando et al., 2018)での調査結果(920~620 cal yr BP)と調和的.

50サンプルの年代測定のうち
➡ 保存度が良い試料の年代:
A.D. 1162 ± 84 (2σ)

測地観測データに基づく内陸地震長期評価手法の開発

南海トラフの固着による弾性変形を取り除いた歪み速度(2005年4月-2009年12月)



・歪み速度-モーメント速度関係式(Savage & Simpson, 1997)

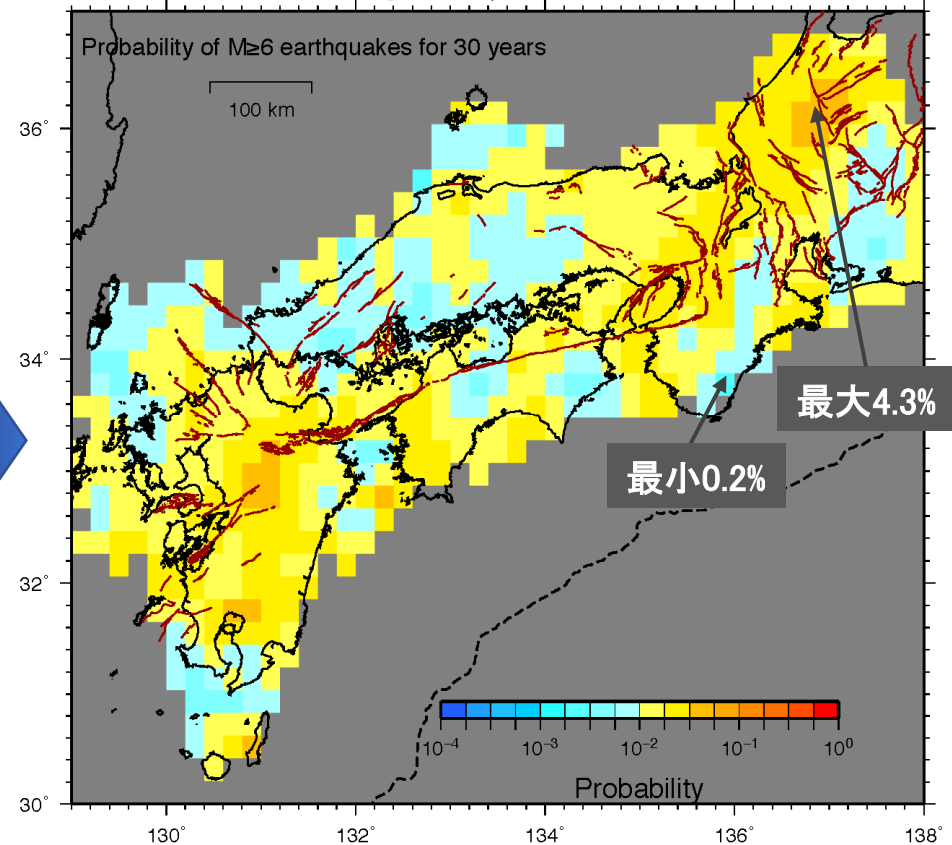
$$\dot{M}_0 = 2\mu H_s A \text{Max}(|\dot{\epsilon}_1|, |\dot{\epsilon}_2|, |\dot{\epsilon}_1 + \dot{\epsilon}_2|)$$

・G-R測 (b値 = 0.9, $M_{\max}=7.5$)

・1586年以降の地震活動の比較から、測地ひずみの14%が弾性的に蓄積する(内陸地震の駆動源)と仮定

・ポアソン過程を仮定

GNSSデータから計算した
M6以上の内陸地震の30年発生確率



・検証

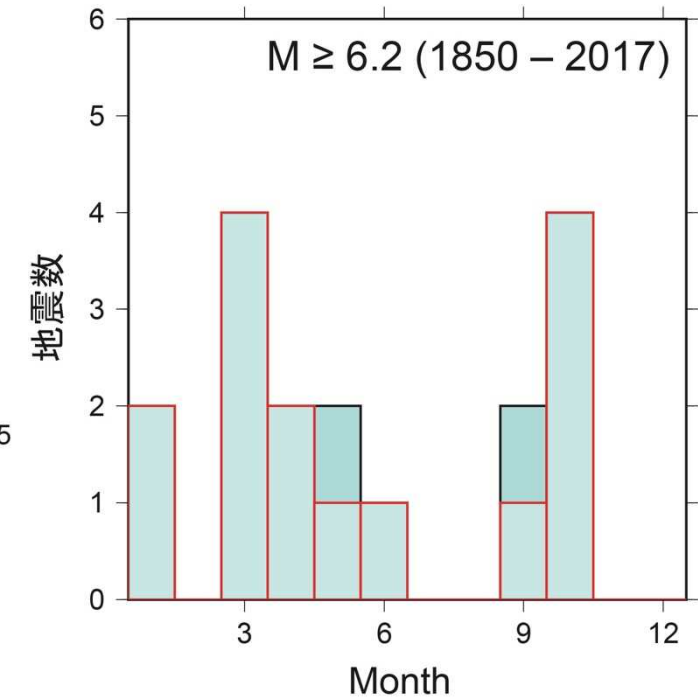
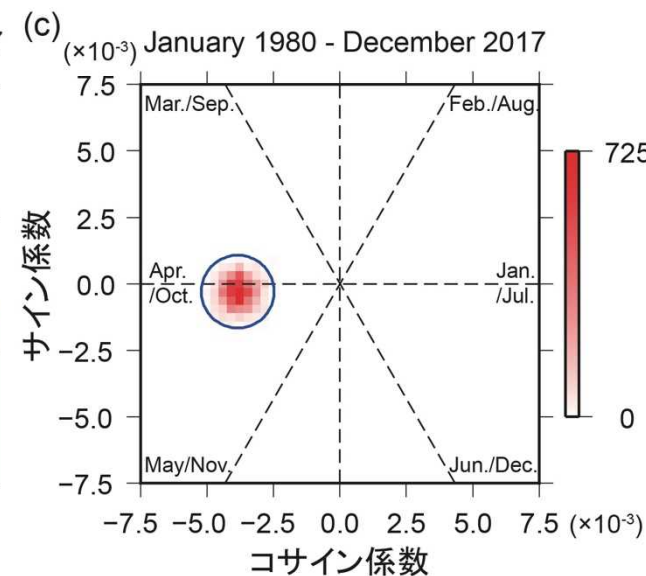
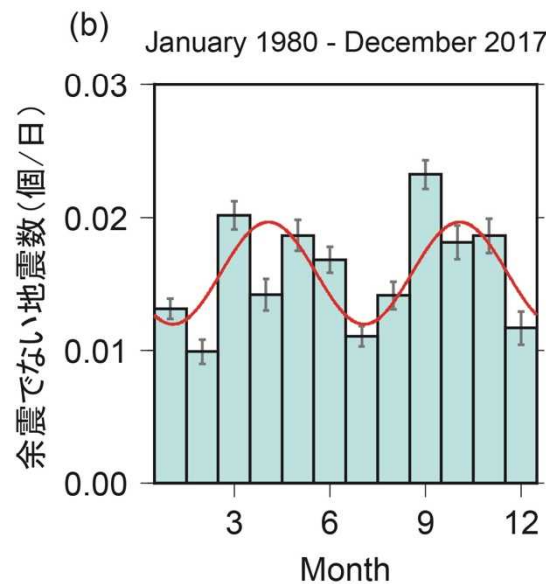
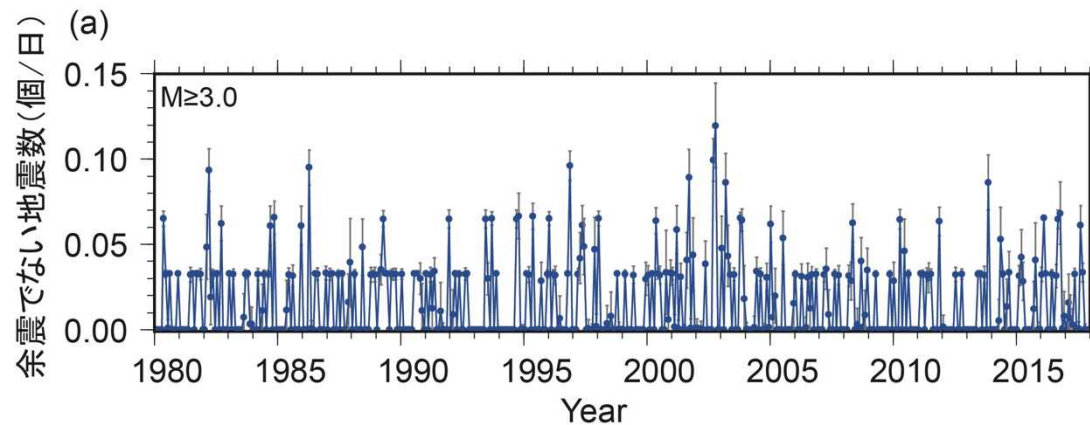
測地データ使用後の期間内の地震活動($M \geq 5$)

予測の地震回数 27.3回

実際の地震回数 36回

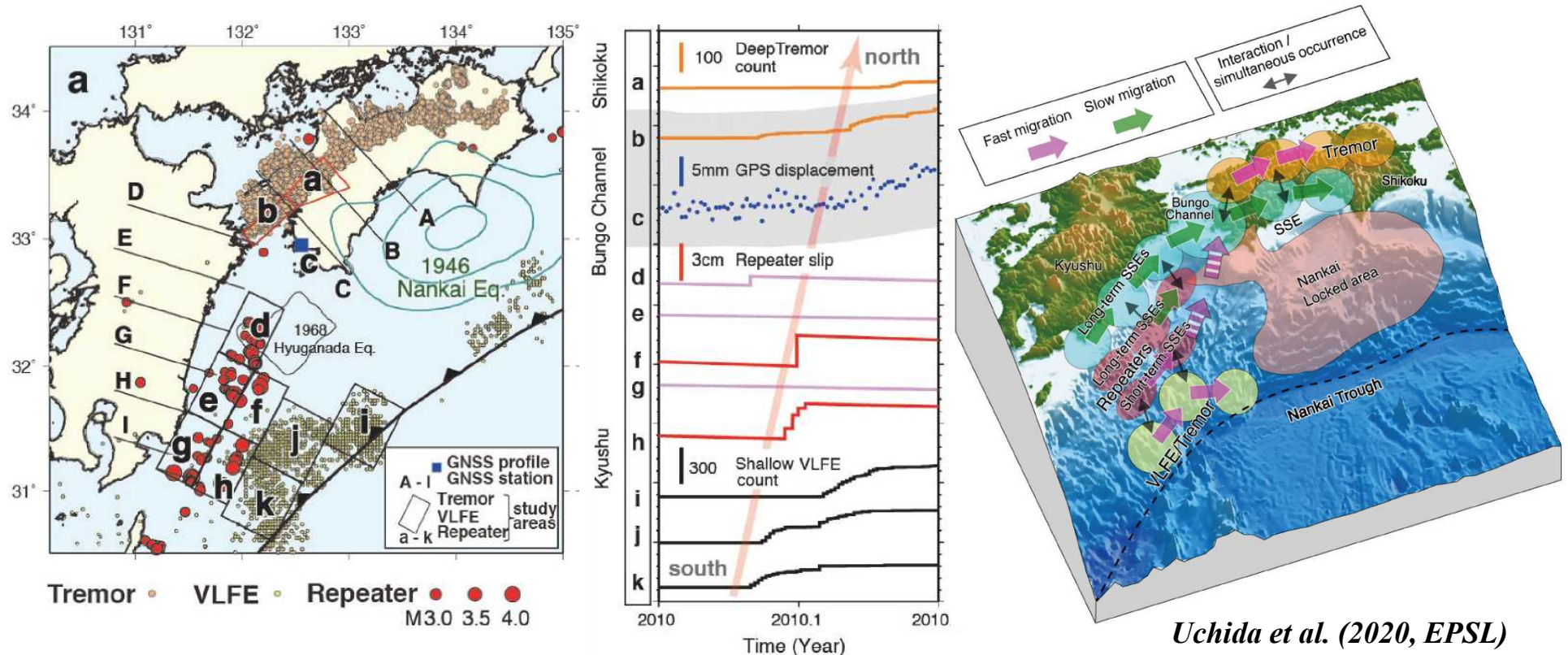
山陰地方の地震活動の季節性

Ueda and Kato (2019, GRL)



- ◆ 山陰地方: 春と秋に地震発生確率が相対的に高い半年周期の変動
- ◆ 季節性の要因: 降水の地下浸透による間隙圧の増加, あるいは, 雪解けによる鉛直応力の変化が考えられる.

繰り返し地震とスロー地震の総合解析から見た 南海地震の固着域へ向かうスロースリップの長距離移動



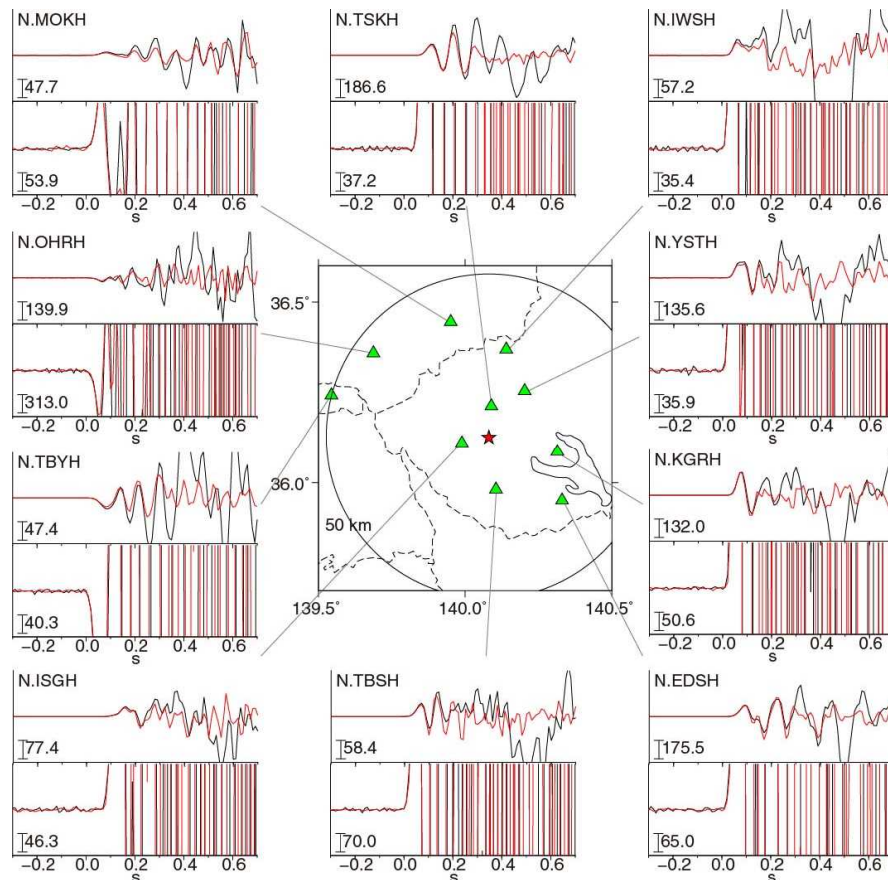
- ◆ 固着域周辺における様々なスロー地震の連鎖的発生 (~300 km)
浅部の超低周波地震 ⇒ 深部側の小繰り返し地震
⇒ スロースリップ ⇒ 深部低周波微動



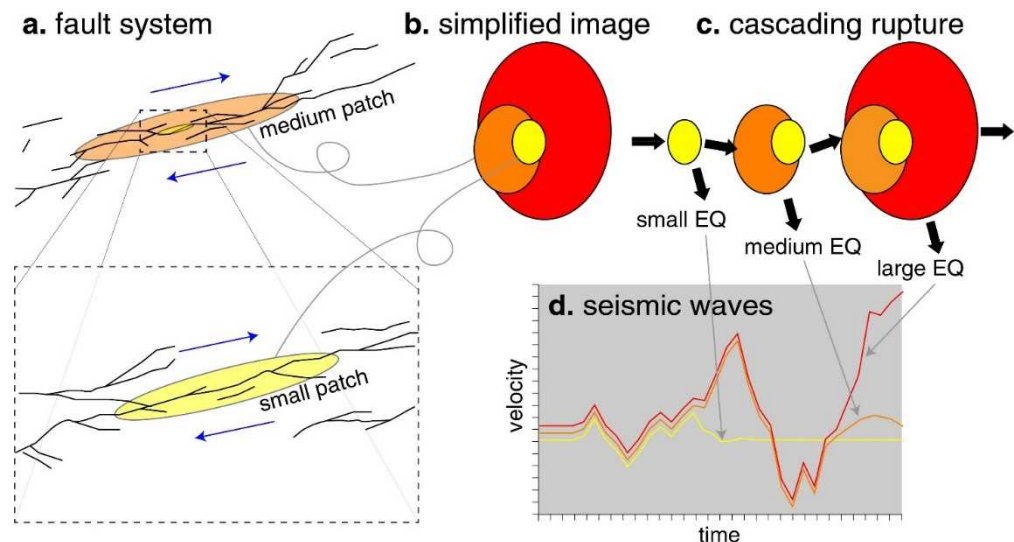
プレート境界の固着の一時的な緩み & 固着域への非定常な応力载荷

「階層的地震破壊」の実例検討

Ide (2019, Nature)



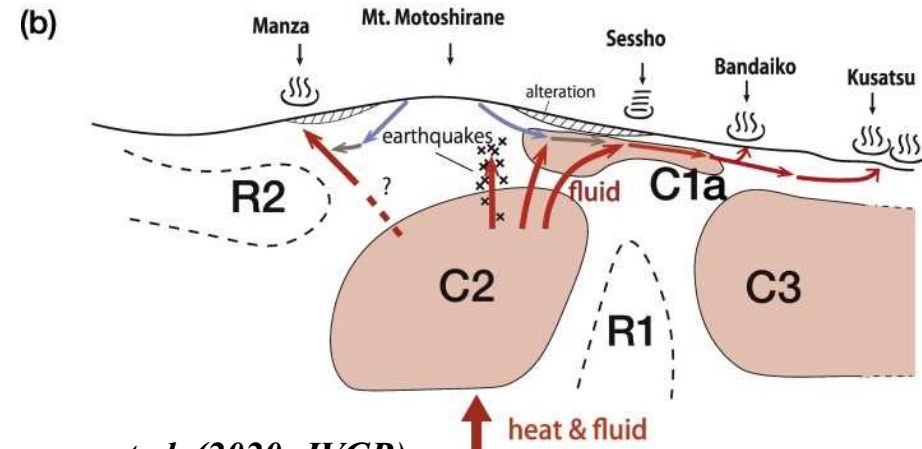
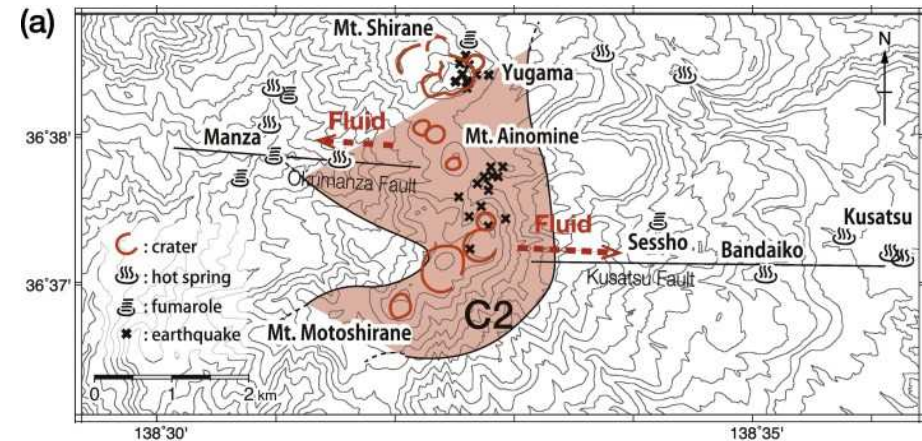
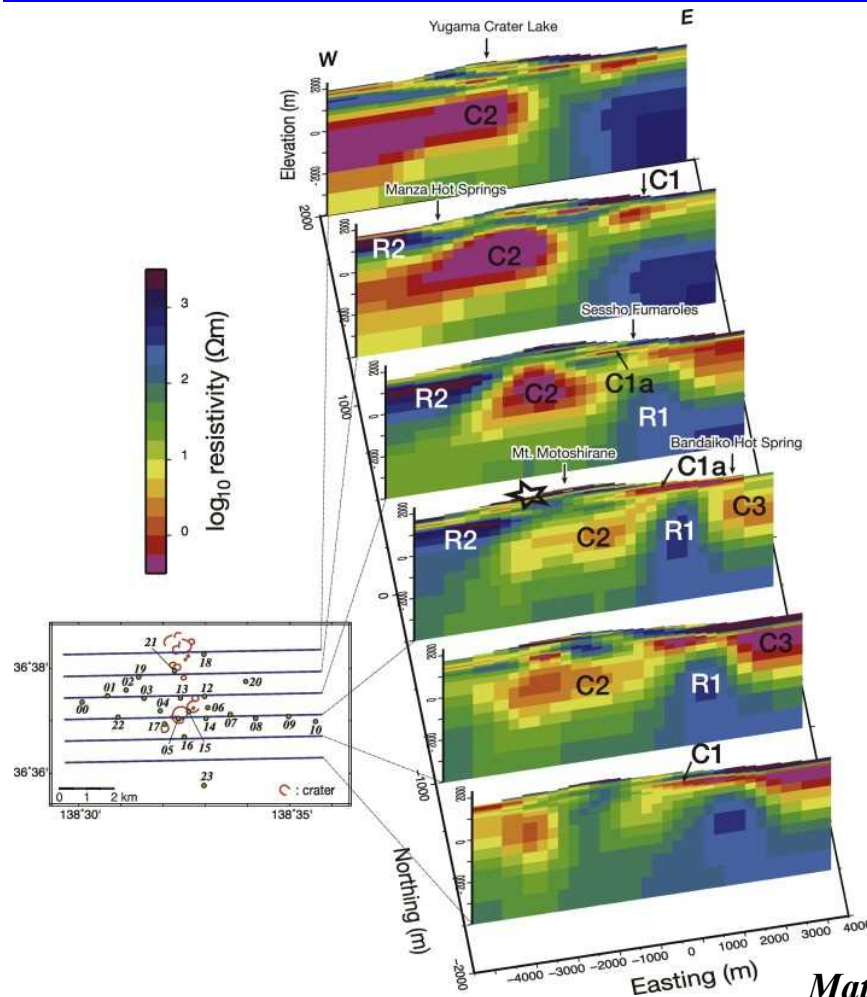
沈み込み帯低角逆断層の場合
例) 茨城県南西部
M4.6とM3.9の地震波形の比較



推測される破壊成長のイメージ

- ◆ 多くの大地震の立ち上がりが小地震と同じことを発見
- ◆ 低角逆断層の沈み込みタイプの地震899イベントのうち170イベントが該当
- ◆ 他のタイプの地震では, この割合が激減
⇒このような観察を確率予測に取り込むことが重要

3次元比抵抗構造推定による草津白根火山の熱水系



Matsunaga et al. (2020, JVGR)

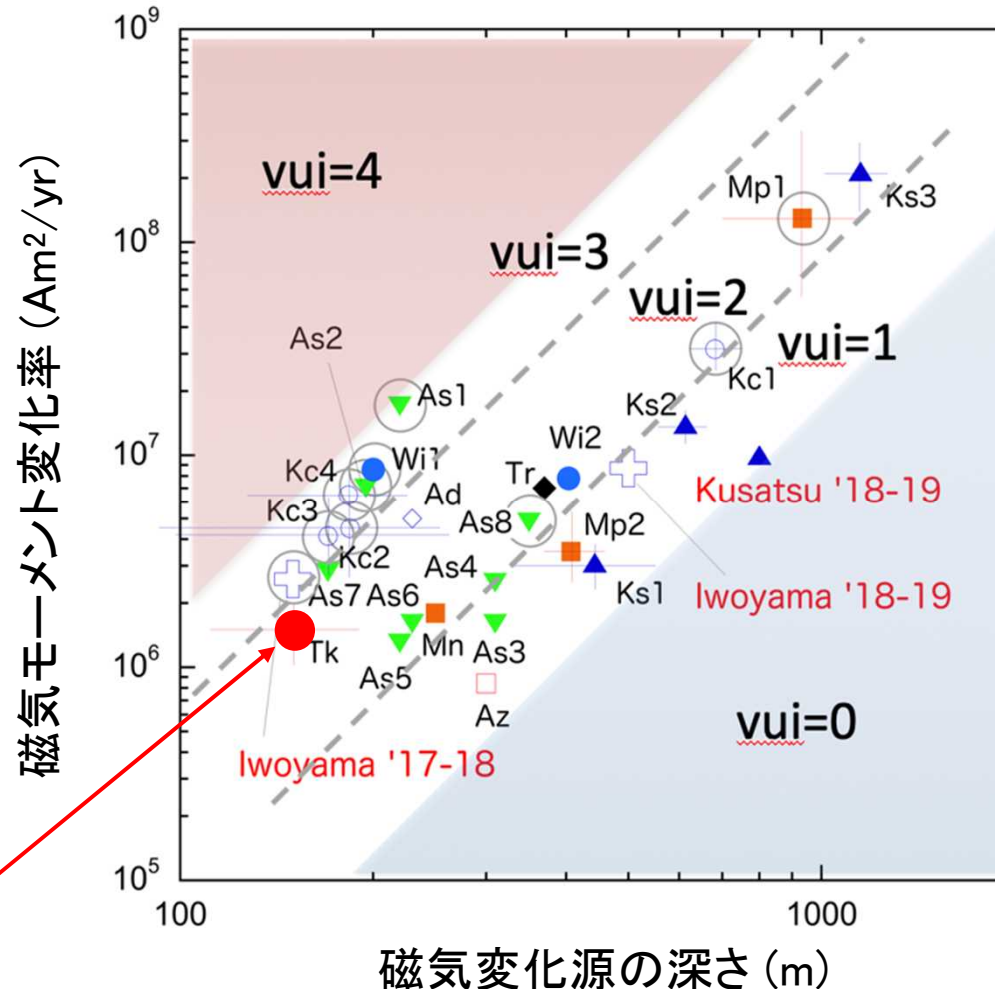
- ◆ 2018年に噴火した草津本白根山を含む広域3D比抵抗構造を初めて決定
- ◆ 南北に広がる低比抵抗域: 湯釜や東西方向に熱水を供給する熱水溜り
- ◆ 活発に活動する湯釜と過去に噴火した火口にまたがる巨大な熱水系が発達

VUI(火山活発化指数)の提案: 磁気モーメント変化率と変化源深度との関係

橋本・他(火山 2019)に加筆

vui	TKNM-MTY field rate (nT/yr)
4	160
3	59
2	40
1	17
0	3

十勝岳



- ◆ 数年～数10年スケールにおける中期的火山活動評価のために、ニュージーランドで開発されたVUI(火山活発化指数)の検討を開始
- ◆ 磁気モーメント変化率および変化源深度とVUIの対応関係を解明

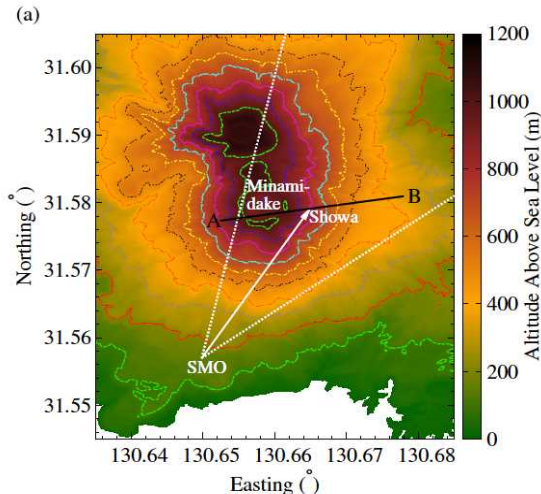
ミュオグラフィでイメージされた 桜島火山の南岳および昭和火口下のプラグ形成

Oláh et al. (2019, GRL)

AGU100 ADVANCING EARTH AND SPACE SCIENCE

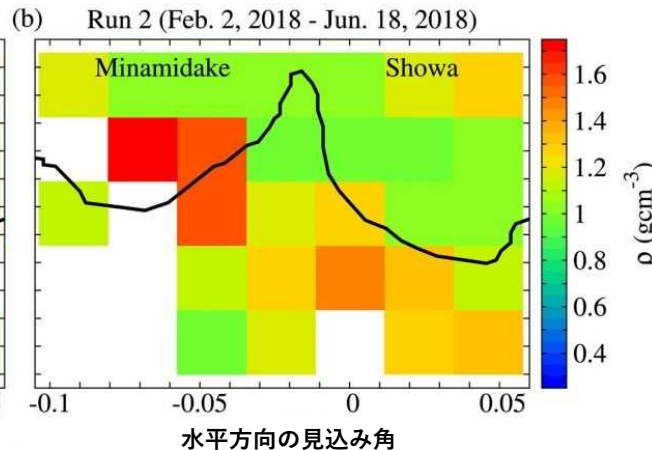
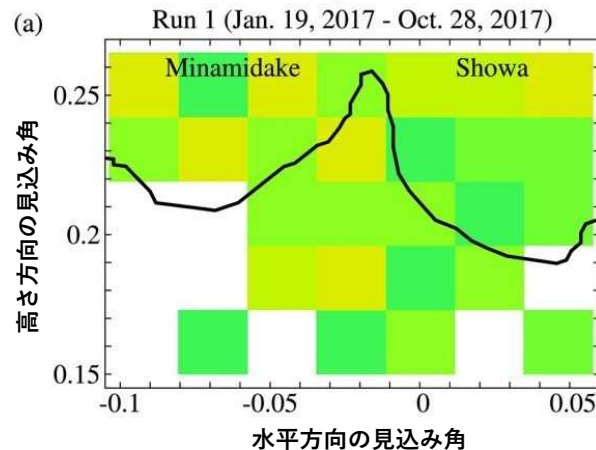
Geophysical
Research Letters

1–28 September 2019 · Volume 46 · Issue 17–18



左図 桜島南麓に設置したミュオン検出器 (SMO) の位置。黒線A-Bは下の断面図の位置。

下図 2017年と2018年における南岳火口、昭和火口の東西断面を比較。黒太線が地形を示す。南岳火口内の赤い部分は火口内に噴出物が堆積したもの。昭和火口直下に広範囲にわたる密度上昇が見られる。マグマが空隙を埋めることで火道の栓が形成されたと解釈される。



- ◆ 桜島の火山活動に対応して火口下の密度分布の変化を高解像度で検出
- ◆ 火道最上部のプラグ構造に関する理解が進展
- ◆ 国際的にも高い関心を呼んだ(観測装置の写真が国際誌の表紙を飾る)