

参考資料 1-2

科学技術・学術審議会 測地学分会（第46回）
地震火山観測研究計画部会（第47回）合同会議
R4. 9. 27

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）」
の令和3年度年次報告【成果の概要】（案）に関する説明資料

災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究

① 地震・火山現象の解明のための研究

- 地震・火山現象に関する史料・考古データ, 地質データ等の収集と解析
- 低頻度大規模地震・火山噴火現象の解明
- 地震発生過程の解明とモデル化
- 火山現象の解明とモデル化
- 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化

② 地震・火山噴火の予測のための研究

重点的な研究 地震発生の新たな長期予測

重点的な研究 地殻活動モニタリングに基づく地震発生予測

重点的な研究 火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測

- 先行現象に基づく地震発生の確率予測
- 中長期的な火山活動の評価

③ 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

- 地震・火山噴火の災害誘因の事前評価手法の高度化
- 地震・火山噴火の災害誘因の即時予測手法の高度化
- 地震・火山噴火の災害誘因予測を災害情報につなげる研究

④ 地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究

- 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明
- 地震・火山噴火に関する社会の共通理解醸成のための研究

⑤ 研究を推進するための体制の整備

研究推進体制の整備

- 推進体制の整備
- 分野横断で取り組む
総合的研究の推進体制

- ▶ 南海トラフ ▶ 首都直下
- ▶ 千島海溝 ▶ 桜島大規模噴火
- ▶ 高リスク小規模噴火

研究基盤の開発

- 研究基盤の開発・整備

国内外の関連分野との連携

- 関連研究分野との連携強化
- 国際共同研究・国際協力

研究成果への理解醸成と人材育成

- 社会との共通理解の醸成と
災害教育
- 次世代を担う人材の育成

※ 計画の実施機関

総務省・文部科学省・経済産業省・
国土交通省及びこれらが所管する国
立研究開発法人、国立大学法人等

令和3（2021）年度の主な成果

災害情報が被害の発生抑止・軽減に資する過程の研究(P42, 図11)

東北地方における地震・津波・火山情報に関する歴史資料の所在調査とデータ収集(P14, 図4)

2022年トンガ噴火による津波解析(P12, 図3)

衛星赤外画像による西之島火山の観測(P18, 図5)

能登半島北東部の群発地震活動(P7, 図1)

民間GNSS観測網を活用した高密度地殻変動分布(P48, 図12)

福徳岡ノ場の火山活動と軽石の生成(P9, 図2)

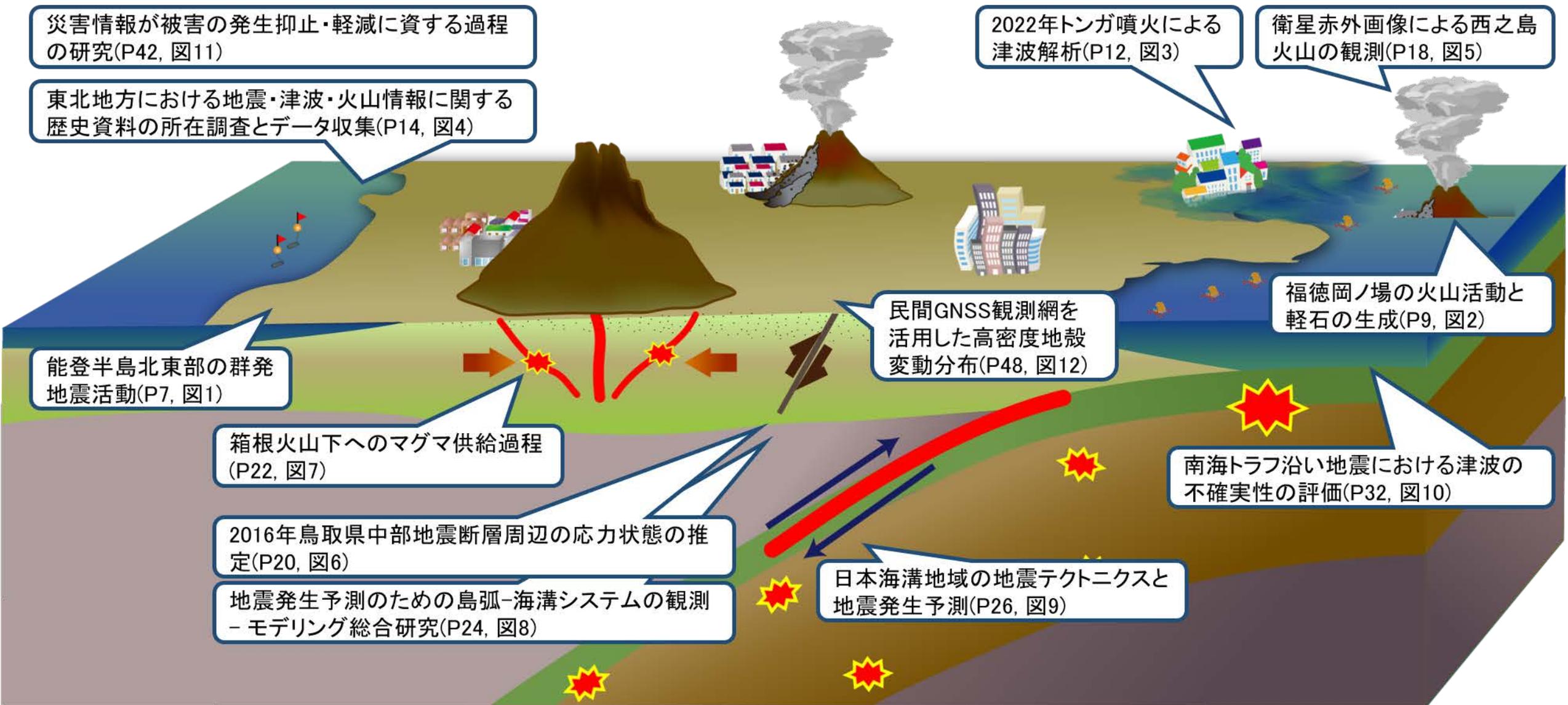
箱根火山下へのマグマ供給過程(P22, 図7)

南海トラフ沿い地震における津波の不確実性の評価(P32, 図10)

2016年鳥取県中部地震断層周辺の応力状態の推定(P20, 図6)

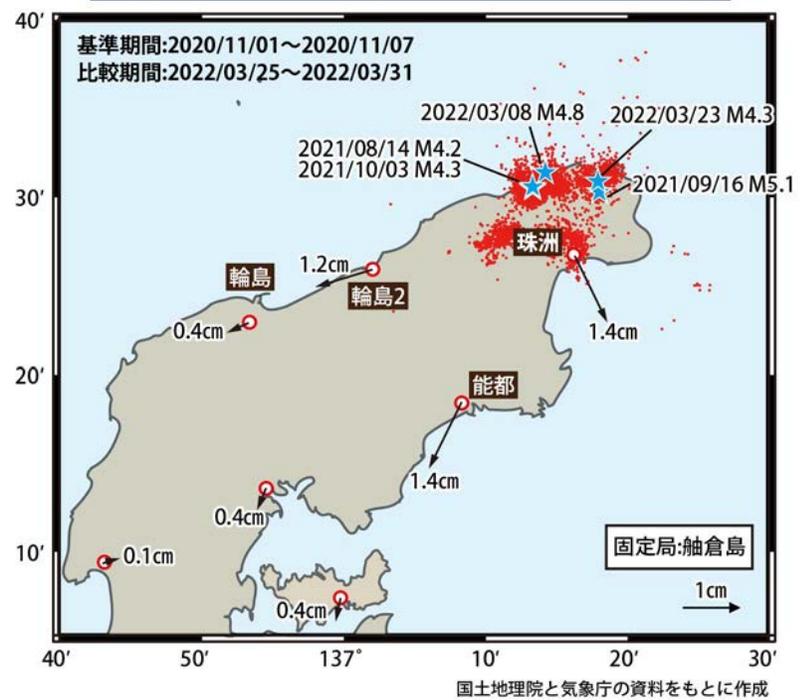
地震発生予測のための島弧-海溝システムの観測-モデリング総合研究(P24, 図8)

日本海溝地域の地震テクトニクスと地震発生予測(P26, 図9)



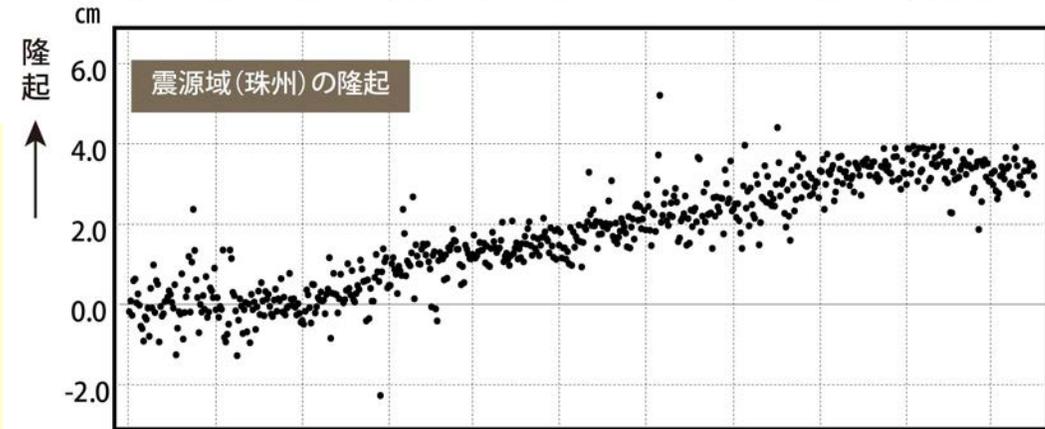
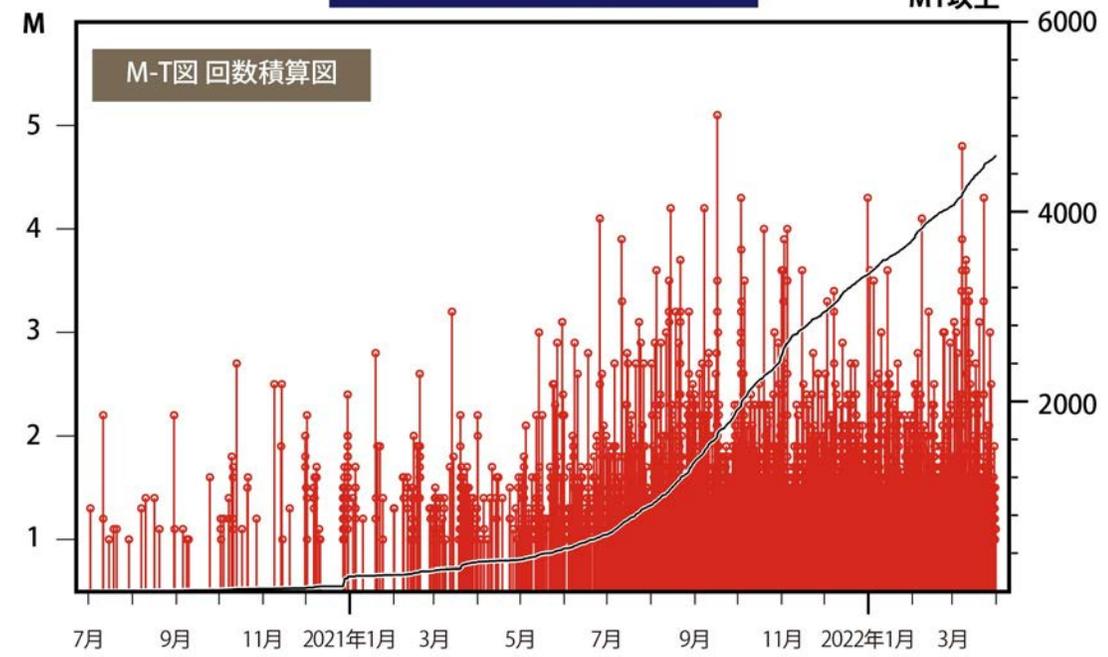
能登半島北東部の群発地震活動

震央分布と地震発生域を中心とした放射状水平変動



2020年7月1日 - 2022年3月31日

地震活動の推移と珠洲の隆起

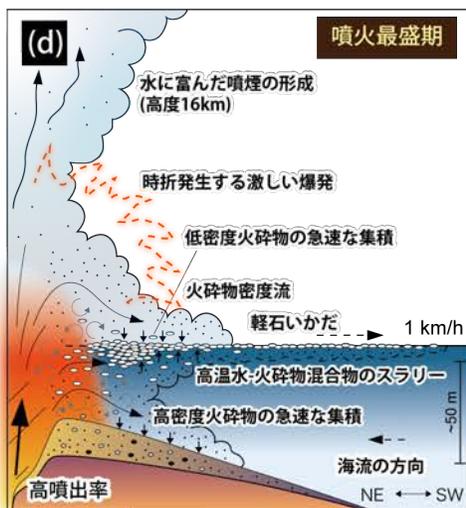
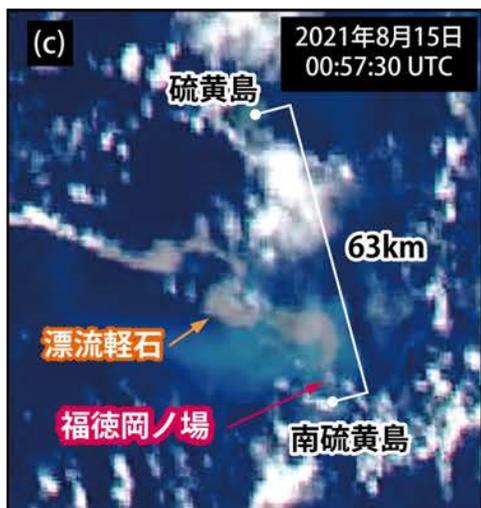
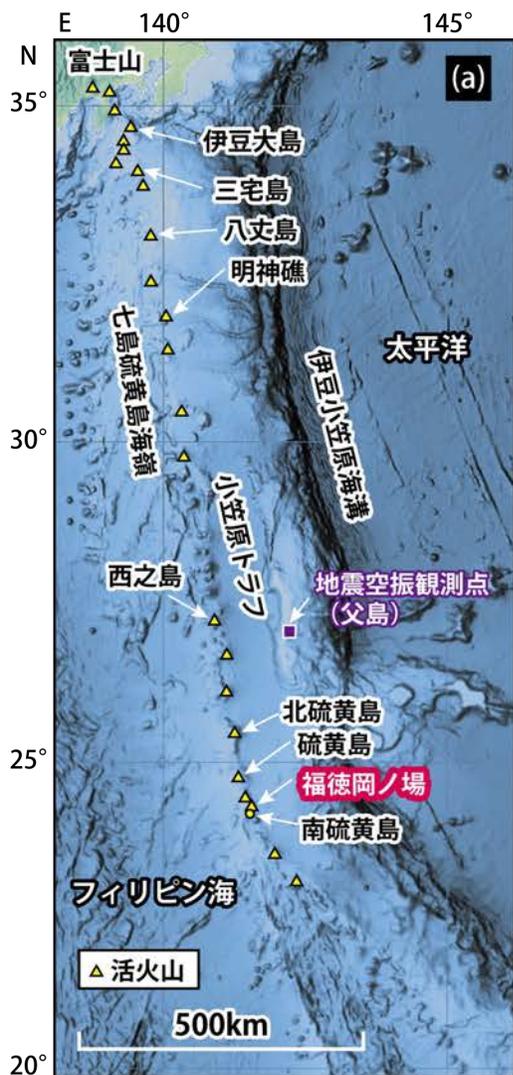


2020年7月1日 - 2022年3月31日

- 2020年12月以降, 活発な地震活動が継続中
- 震源域の移動がみられる
- 顕著な地殻変動が観測された
- 震源を中心とした放射状水平地殻変動
- 震源域南部(珠洲)の隆起

福徳岡ノ場の火山活動と軽石の生成

様々な機関の観測による噴火現象や漂流軽石の詳細の解明



● 水に富んだ噴煙柱の崩壊



- 火口近傍で火砕物密度流が発生
- 低密度火砕物の急激な集積

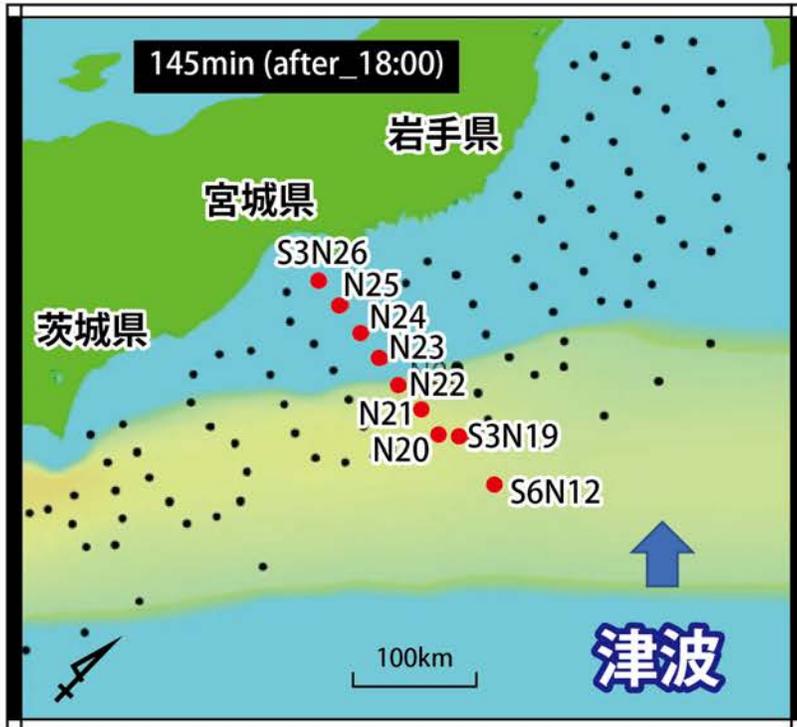


- 大量の漂流軽石の生成
- 港湾に漂着した大量の軽石による漁業などへの大きな影響

● 海域火山の噴火による新たな災害

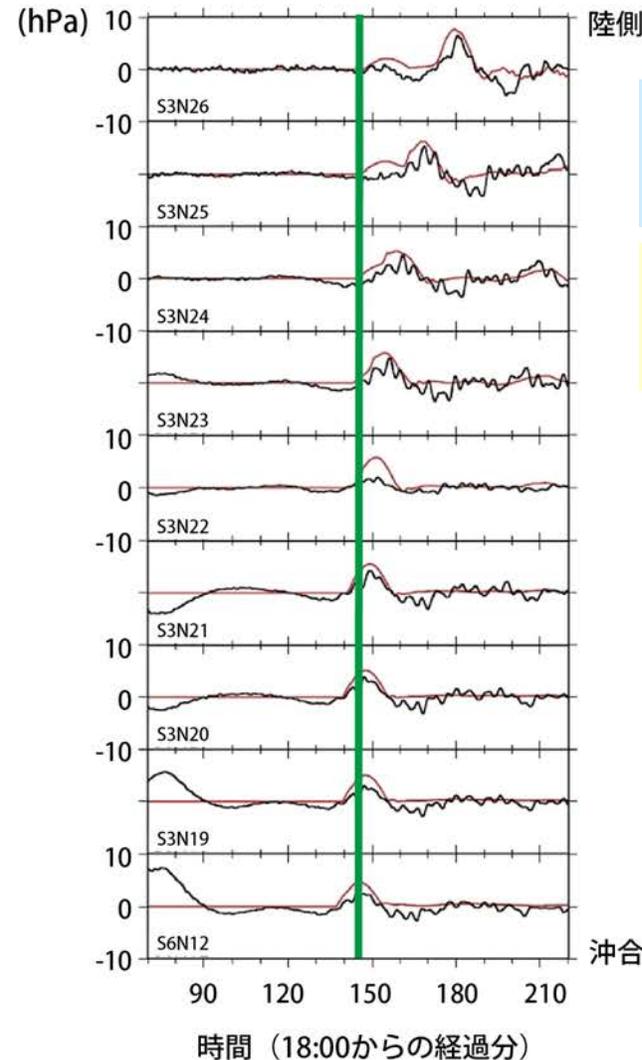
2022年トンガ噴火による津波解析

津波伝播の様子



大気圧力波は南東方向から北西方向へ最大2hPa,
半周期16分, 速度312m/sで伝搬

モデル計算 (赤) と観測 (黒)



● 大規模噴火に伴う気圧パルスの
伝搬による津波の発生

● 気圧パルス起源の津波という
ハザード

● S-net圧力計で捉えられた津波
伝播

● 大気・海洋結合の数値計算に
よる津波の再現

● 即時予測に重要な役割を果た
す気圧観測

東北地方における地震・津波・火山情報に関する 歴史史料の所在調査とデータ収集

史料の収集とデータベース化



所蔵：関財産管理組合

歴史史料の解読による地震・津波被害の復元

1804年の象潟地震について、古文書の記述から被害状況を推定。

『文化元年当六月四日之夜大地震二付潰家死人馬書上帳控』

「潰家」「大痛」→ 倒壊や破損などの被害と、
その被害を受けた人（世帯）の一覧表



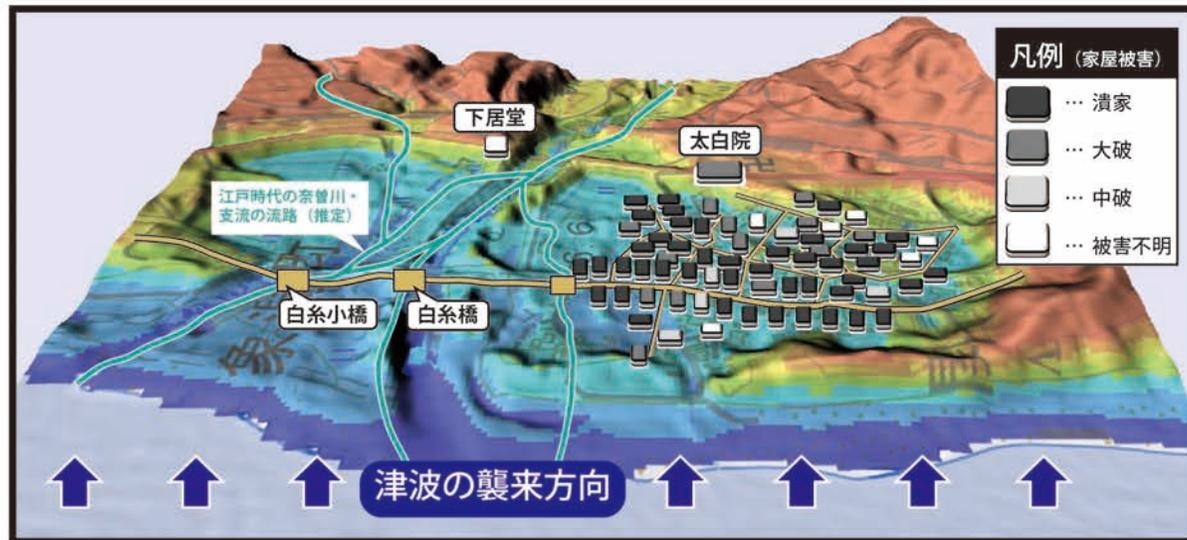
古地図から復元した歴史地形の上に、
古文書から得られる被害状況を描画

信頼できる史料から、歴史地震
の被害を歴史景観と共に詳細
に再現した。

象潟地震では、象潟湖の海底が隆起し、陸地化した。
出羽国（現在の秋田県と山形県）で被害があった。

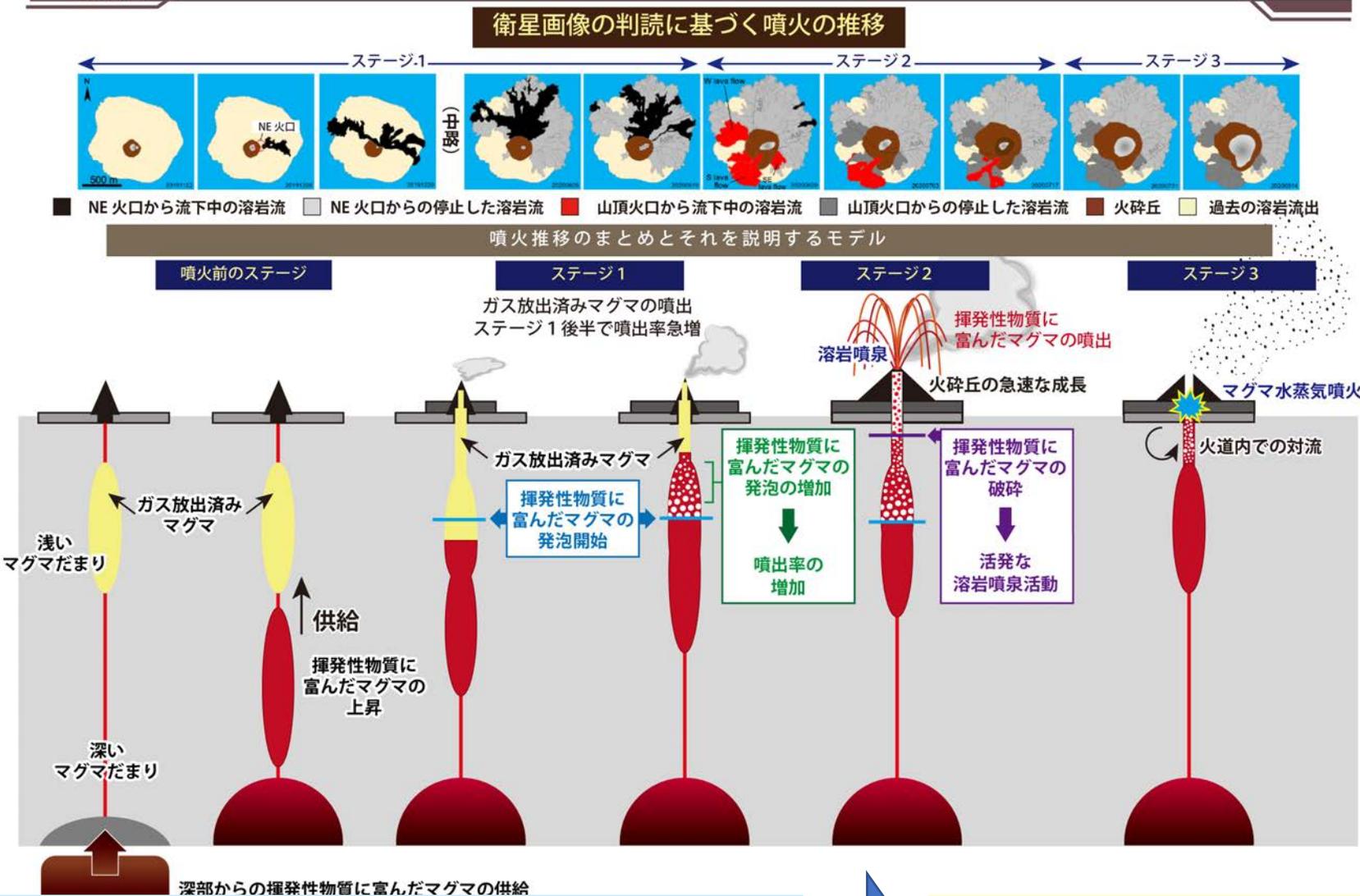


地理院タイルに史料所在地を追記して掲載



* 現在の秋田県にかほ市
象潟町関地区

衛星赤外画像による西之島火山の観測

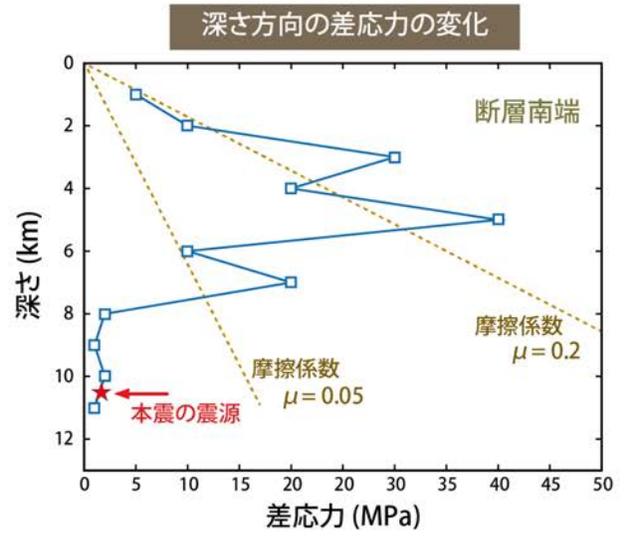
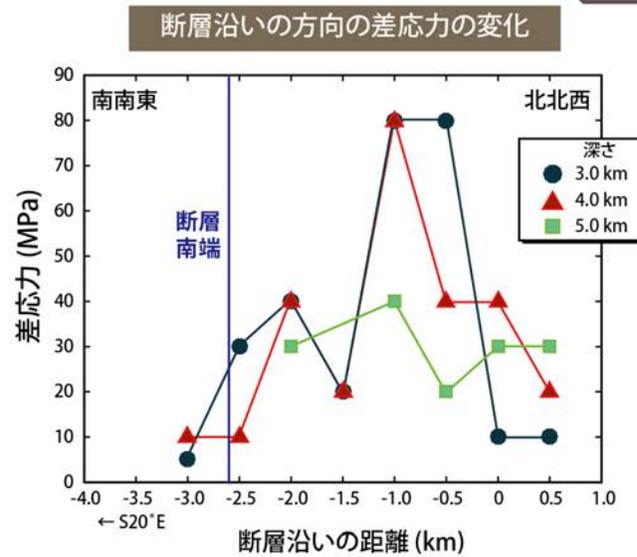
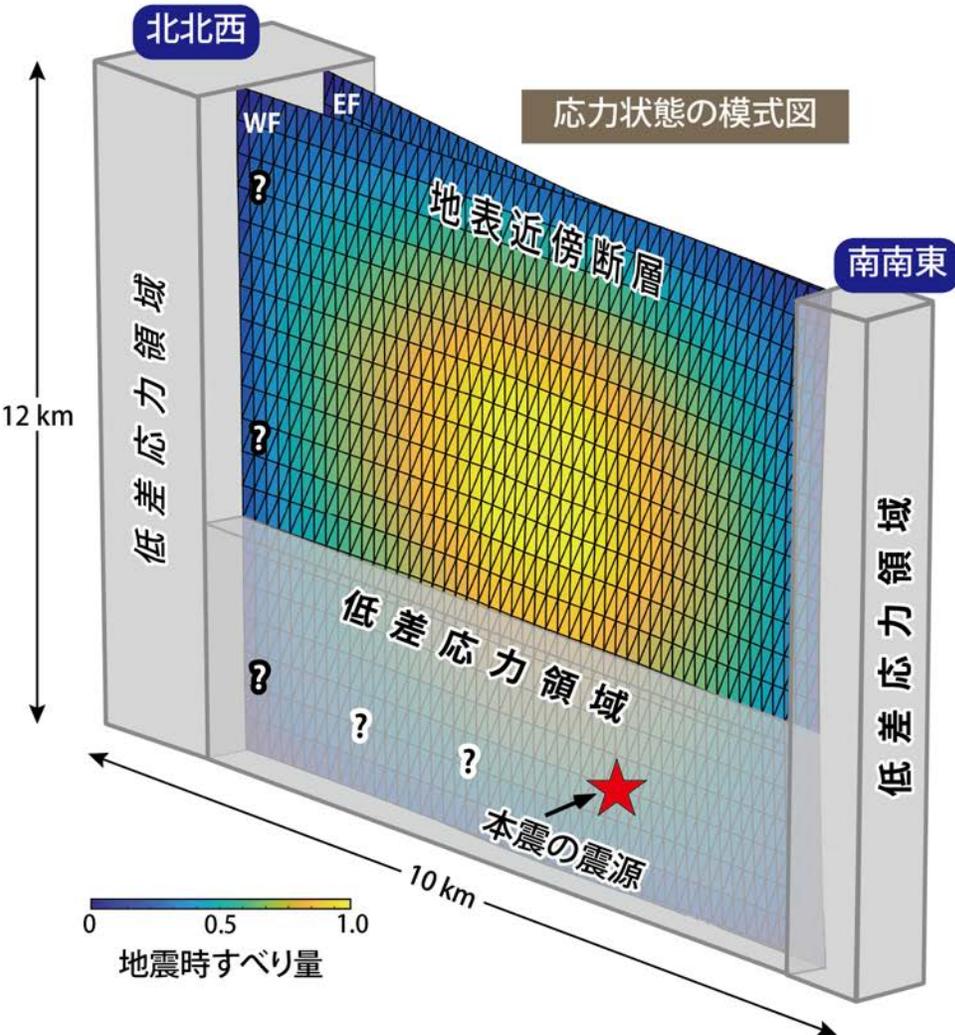


衛星赤外画像と地形変化に基づく噴出率・噴出量の推定と噴出状況の把握

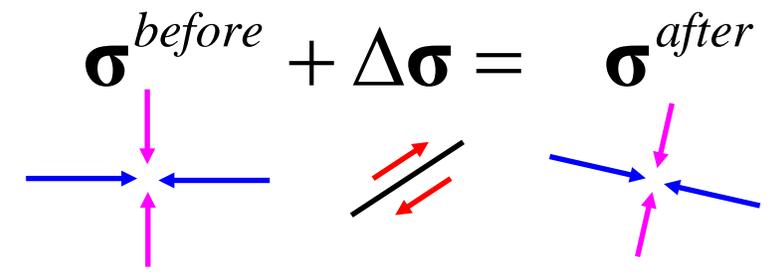


3ステージからなる噴火活動モデル

2016年鳥取県中部地震断層周辺の応力状態の推定



地震前後の応力の向きの変化は、地震時応力変化に対する地震前の応力レベルの情報をもっている。

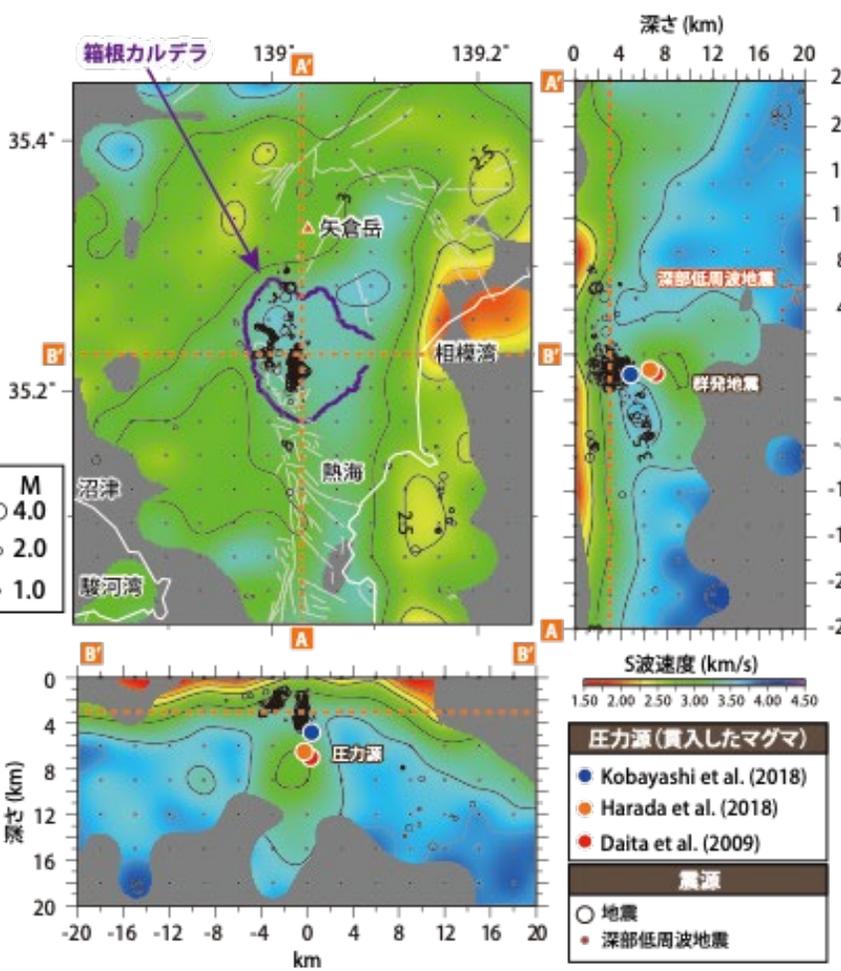


- 本震断層の両端及び下端で差応力が小さい。
- 深さ方向の差応力プロファイルから、摩擦係数は0.2程度である。

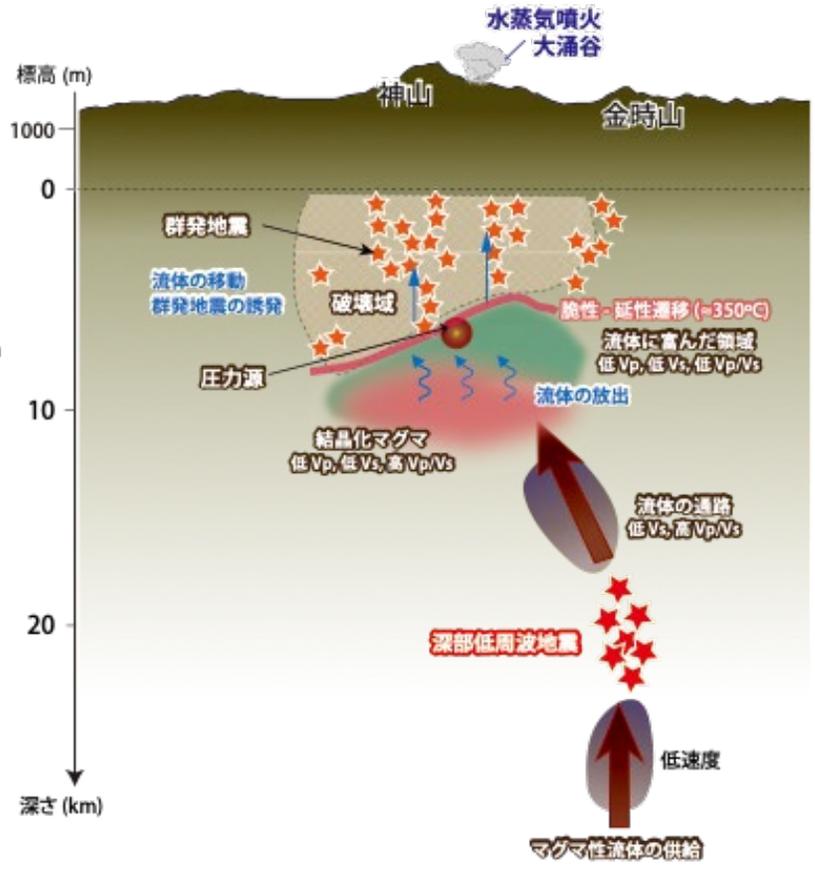
(地震発生及び)火山活動を支配する場の解明とモデル化

箱根火山下へのマグマ供給過程

地震波トモグラフィによるS波速度分布



箱根火山下のマグマ供給過程の模式図



- S波速度構造
- ↕
- 深部低周波地震の分布域
 - 圧力源の位置
 - 群発地震の分布域

- 流体の移動、蓄積が引き起こす
- 深部低周波地震
- 地殻変動
- 群発地震

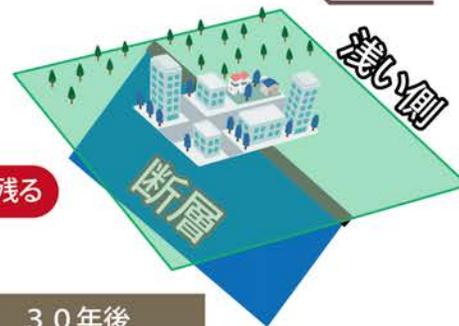
水蒸気噴火発生場の解明とモデル化

地震発生新たな長期予測
(内陸地震の長期予測)

地震発生予測のための島弧
-海溝システムの観測-モデリング統合研究

3次元有限要素モデルを用いた活断層の応力蓄積

東北沖地震の影響は数十年程度残る



地殻変動データ

プレート境界での
滑り過程

内陸での応力蓄積
クーロン応力

$$CFS = \tau - \mu\sigma_n$$

剪断応力 断層強度

μ : 摩擦係数

σ_n : 法線応力

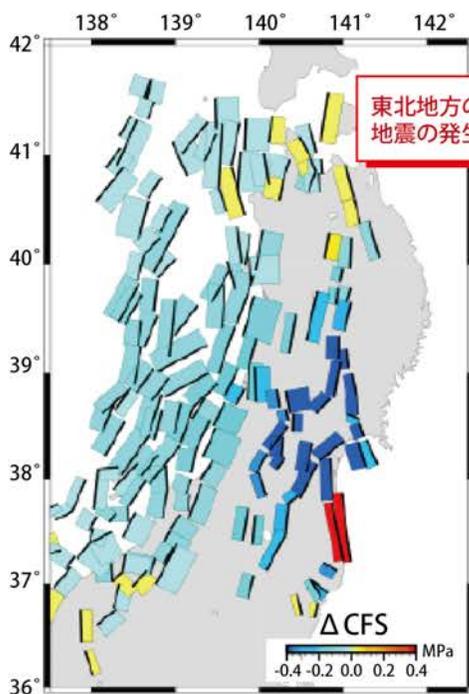
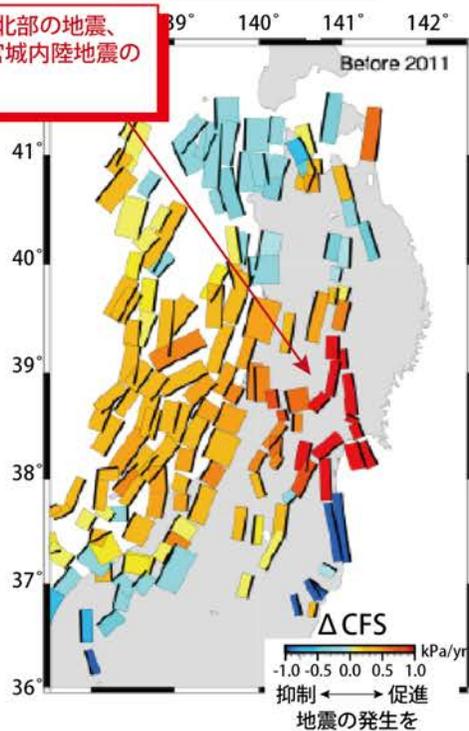
地震サイクル内で地震の
発生しやすさが変化する

東北沖地震前

東北沖地震直後

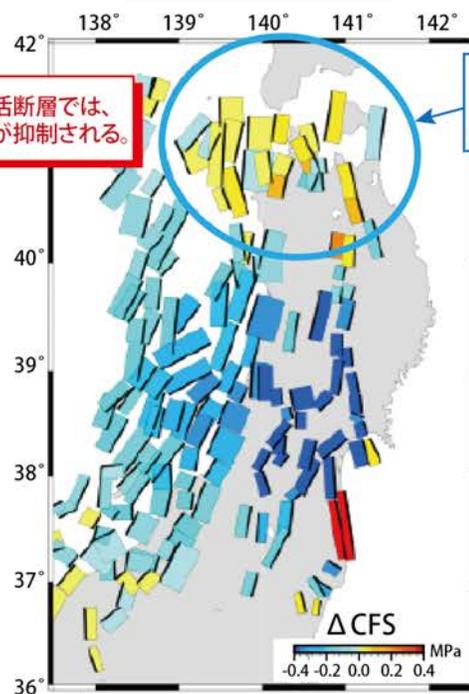
30年後

2003年宮城県北部の地震、
2008年岩手・宮城内陸地震の
発生を説明。



東北地方の活断層では、
地震の発生が抑制される。

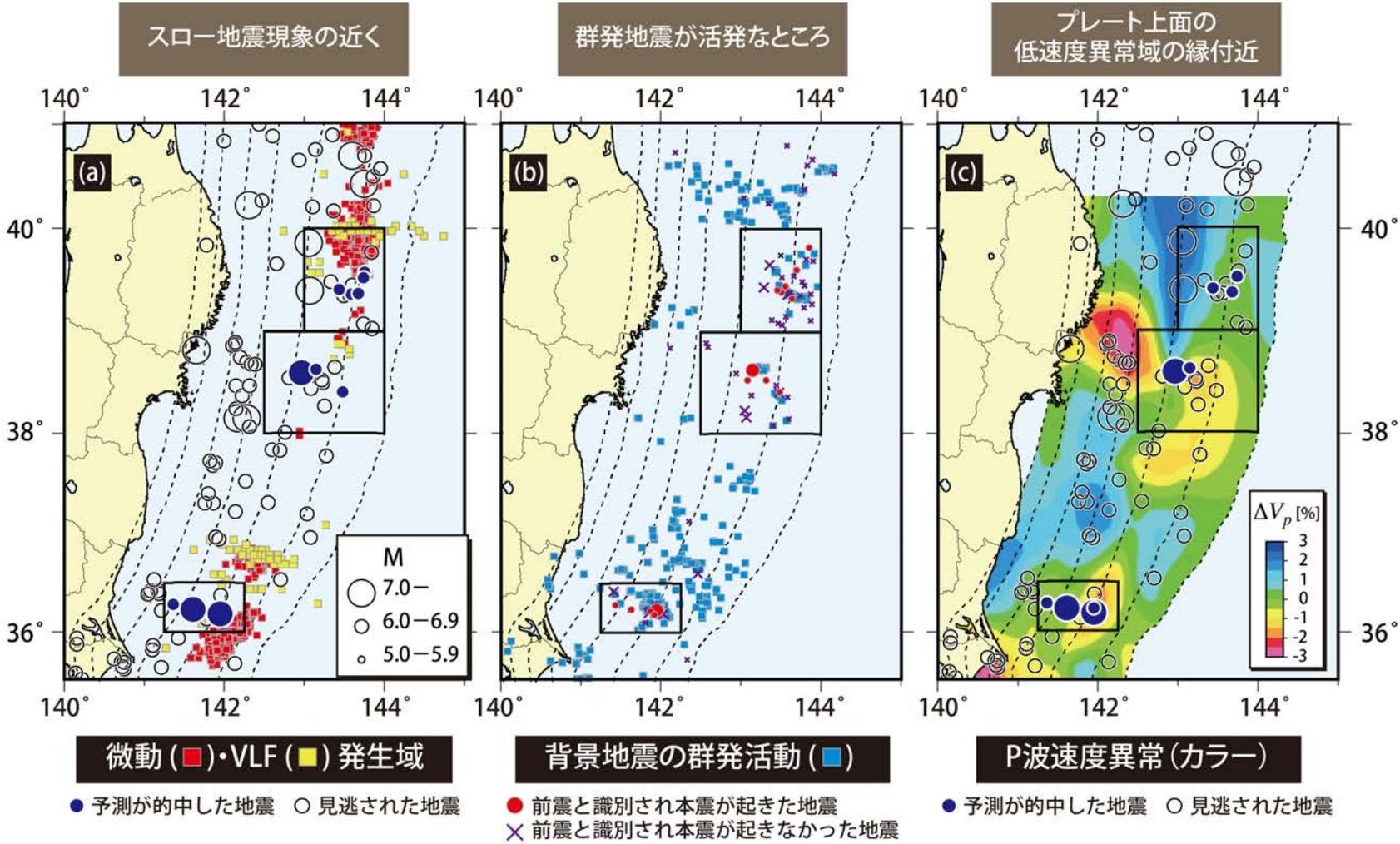
千島海溝での
固着の影響の増加



日本海溝地域の地震テクトニクスと地震発生予測

地震活動モニタリングに基づく地震発生予測

地震の発生パターンから前震を識別する方法について、
本震発生の予測が的中する場所の特徴を調査



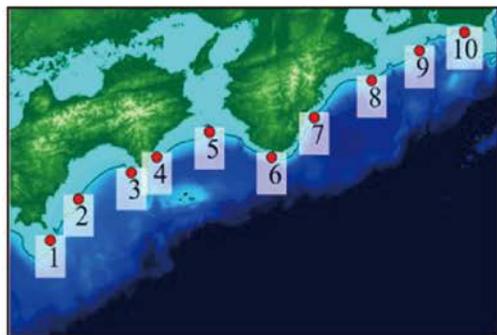
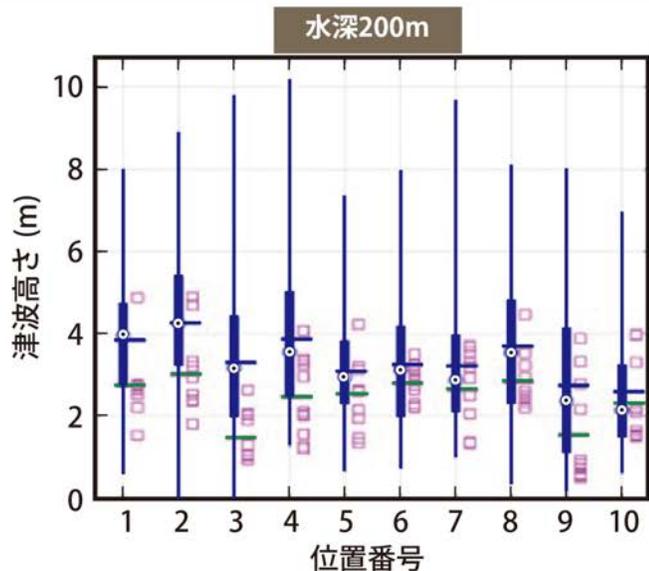
本手法で特定する前震を生み出す物理過程を調べる。

前震識別が成功する場所

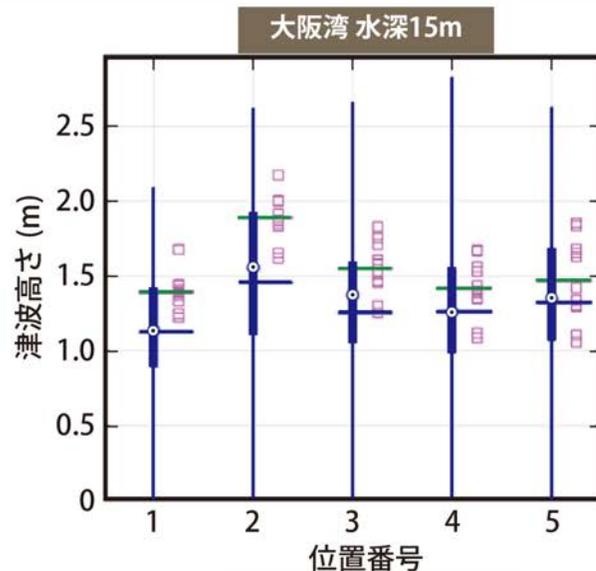
- スロー地震発生域に隣接し、かつ背景地震の群発活動があるところ。
- P波の低速度異常域付近

南海トラフ沿い地震における津波の不確実性の評価

□ 中央防災会議モデル — 中央防災会議モデル (11 ケース) 平均 — 確率津波モデル (200 ケース) 平均



最大津波波高は全ての地点で確率津波モデルの方が大きい



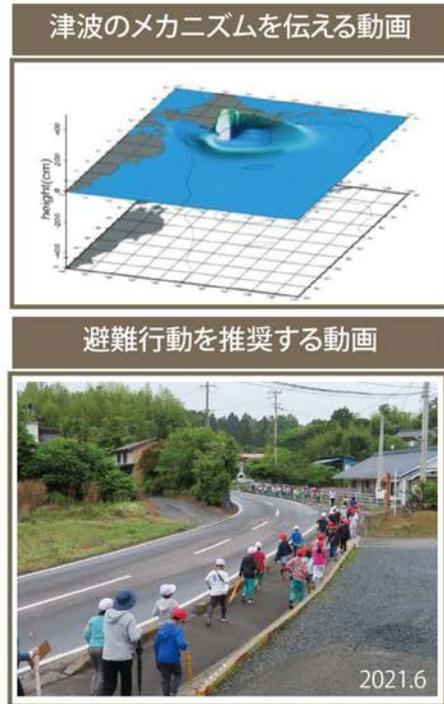
最大津波高の平均は中央防災会議モデルの方が大きい

- 中央防災会議モデル
- VS
- 確率津波モデル

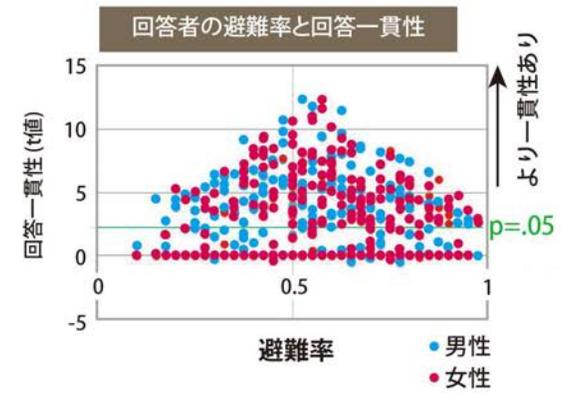
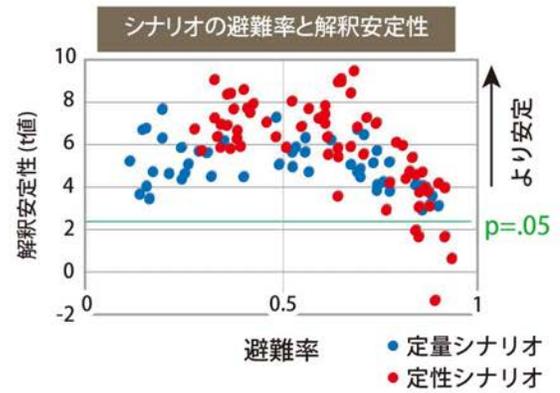
それぞれのモデルにより計算された津波高の特性を高知県沿岸と大阪湾湾奥部で比較

断層滑りの深さ方向の多様性が生み出す津波高の不確実性

災害情報が被害の発生抑止・軽減に資する過程の研究

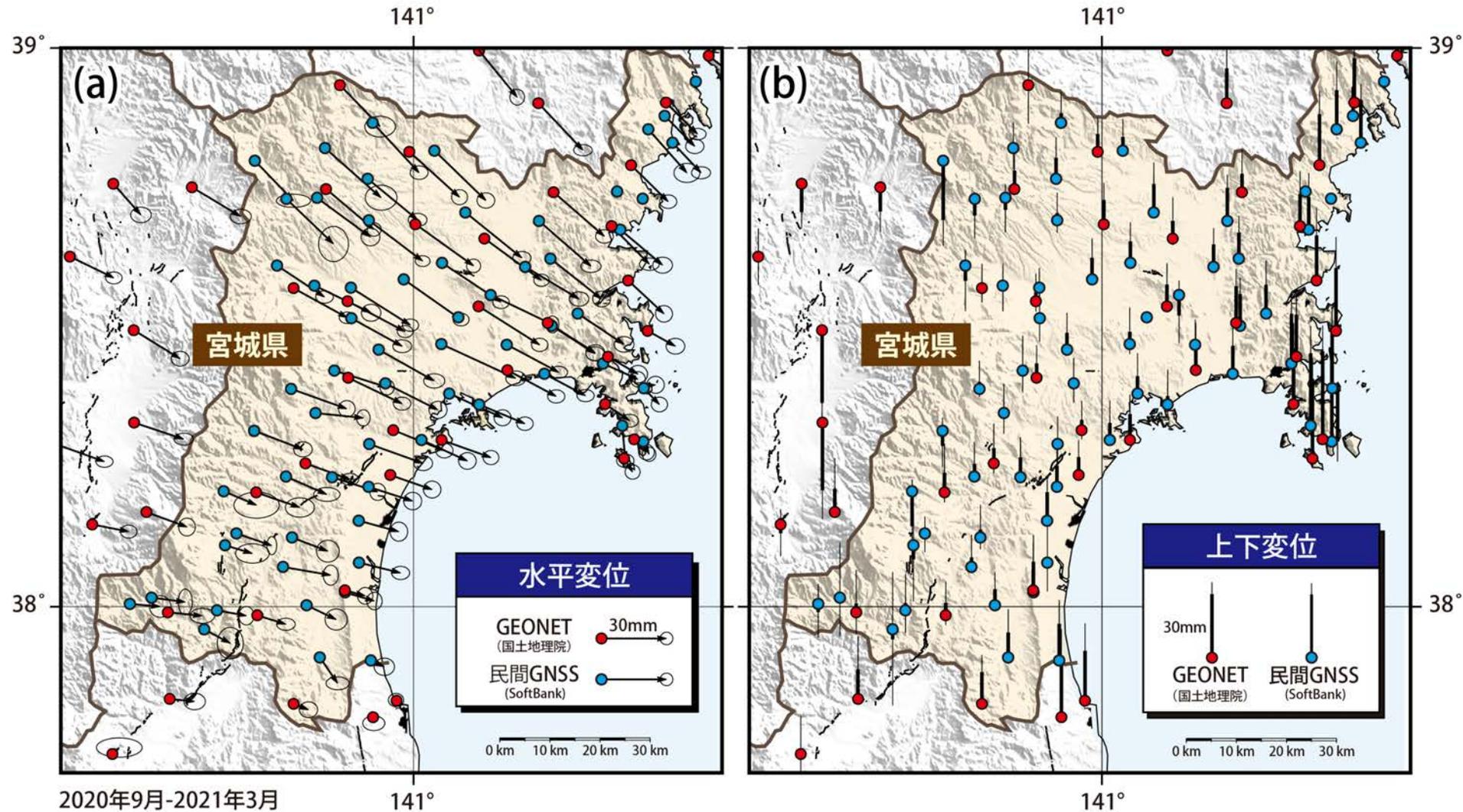


- 健康教育(喫煙・反薬物)の分野で提唱されている2経路モデルの援用
- 災害情報が避難意思決定に結びつく心理過程を明らかにする実験デザインの確立
- 多数の地震遭遇シナリオでの、避難意思決定課題(避難する/しない)。その避難率を評価。



次年度の実験に用いるシナリオの選定や調査の精度の推定に役立つ結果が得られた

民間GNSS観測網を活用した高密度地殻変動分布



携帯電話事業者による独自のGNSS観測網を研究に活用できる可能性を示した。

まとめ (1)

1. **R3年度の重要な地震・火山噴火**: 地震については、能登半島北東部の群発地震活動と2011年東北沖地震後の余震と考えられる2つのM6クラスの地震について報告があった。また、海域での大規模な噴火では、大量の軽石漂流、気圧パルスに伴う津波などの新たなハザードがクローズアップされた。
2. **重点課題(地震発生予測)**: 地震や地殻変動データに基づく新しい地震発生予測評価法の開発が進められた。
 - 観測データを取り入れた物理モデルに基づく地震発生予測法
 - 観測データのモニタリングに基づく地震発生予測法
3. **重点課題(火山噴火予測)**: 幅広い時間および空間スケールにおいて地球物理学的・物質科学的な分析や解析の分解能が向上し、火山活動推移のモデル化や噴火事象系統樹の分岐判断指標の作成などにおいて着実な進展がみられている。

まとめ (2)

4. **地震・火山現象の解明**: 観測技術の開発や観測点の整備・強化により多項目の観測データが得られ, 新しいデータ解析法の開発や大規模数値計算などを通じて, 大地震発生場の特徴(応力, 地震波速度や間隙流体圧場の構造等)や震源域の摩擦特性等に関する成果が得られた. また, 噴火発生場の構造と生じる現象の因果関係が明らかになってきた.
5. **災害誘因予測**: 地震動や津波などの災害誘因の予測には, 震源域, 構造, サイト特性等の不確定性を考慮することが重要である.
6. **防災リテラシー**: 東日本大震災などを事例に、災害復興や防災対策、防災教育などの社会対応の課題に関する検討が積み重ねられ、将来の南海トラフ地震などによる災害に備えるための防災計画や土地利用計画の課題に関する示唆が得られている.
7. **文理融合・分野横断総合研究**: 史料・考古・地質データに基づく地震・火山噴火の記録と現代の観測記録を合わせ, 低頻度大規模地震・火山噴火現象の理解を目指す取り組みがなされた. イベント像を描くことで, これを具体的な防災対策につなげる取り組みも始まった.