

「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4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

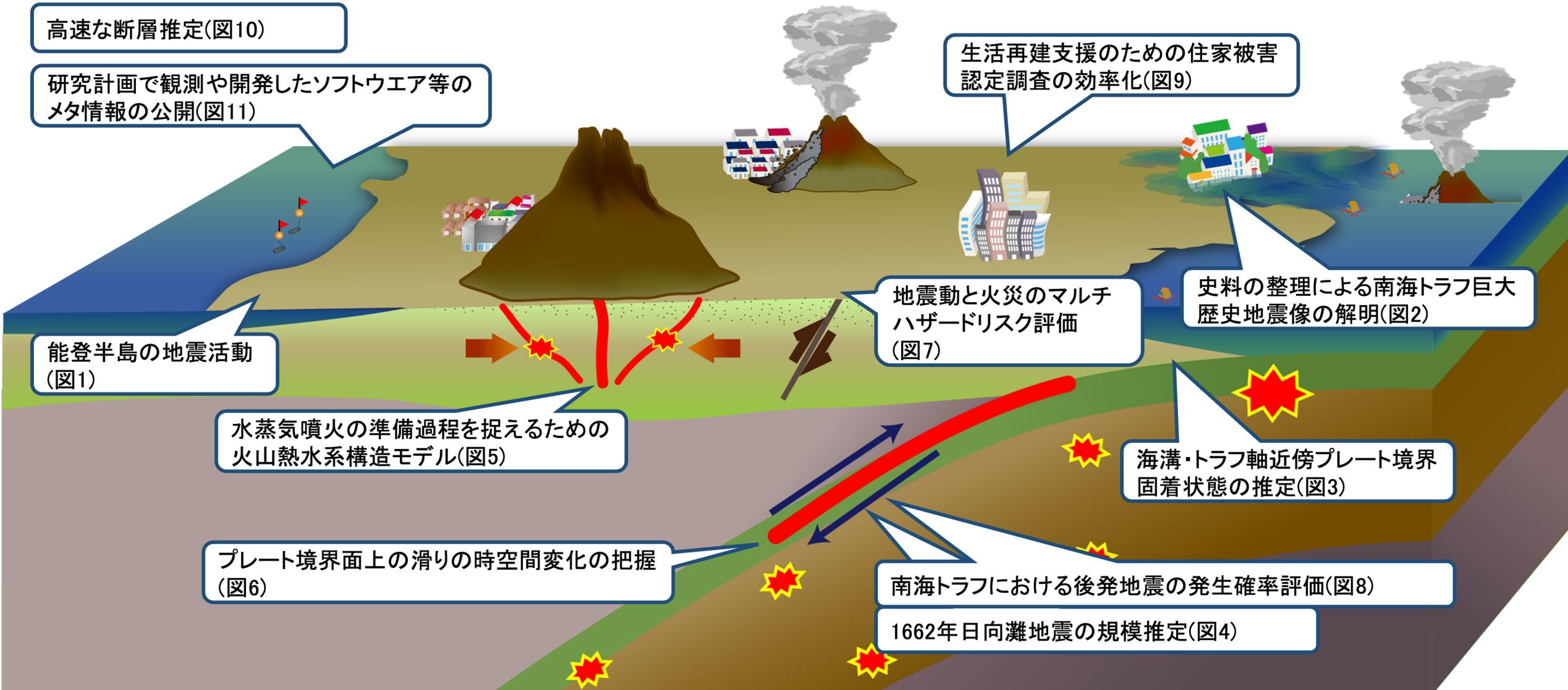
### 研究成果への理解醸成と人材育成

- 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

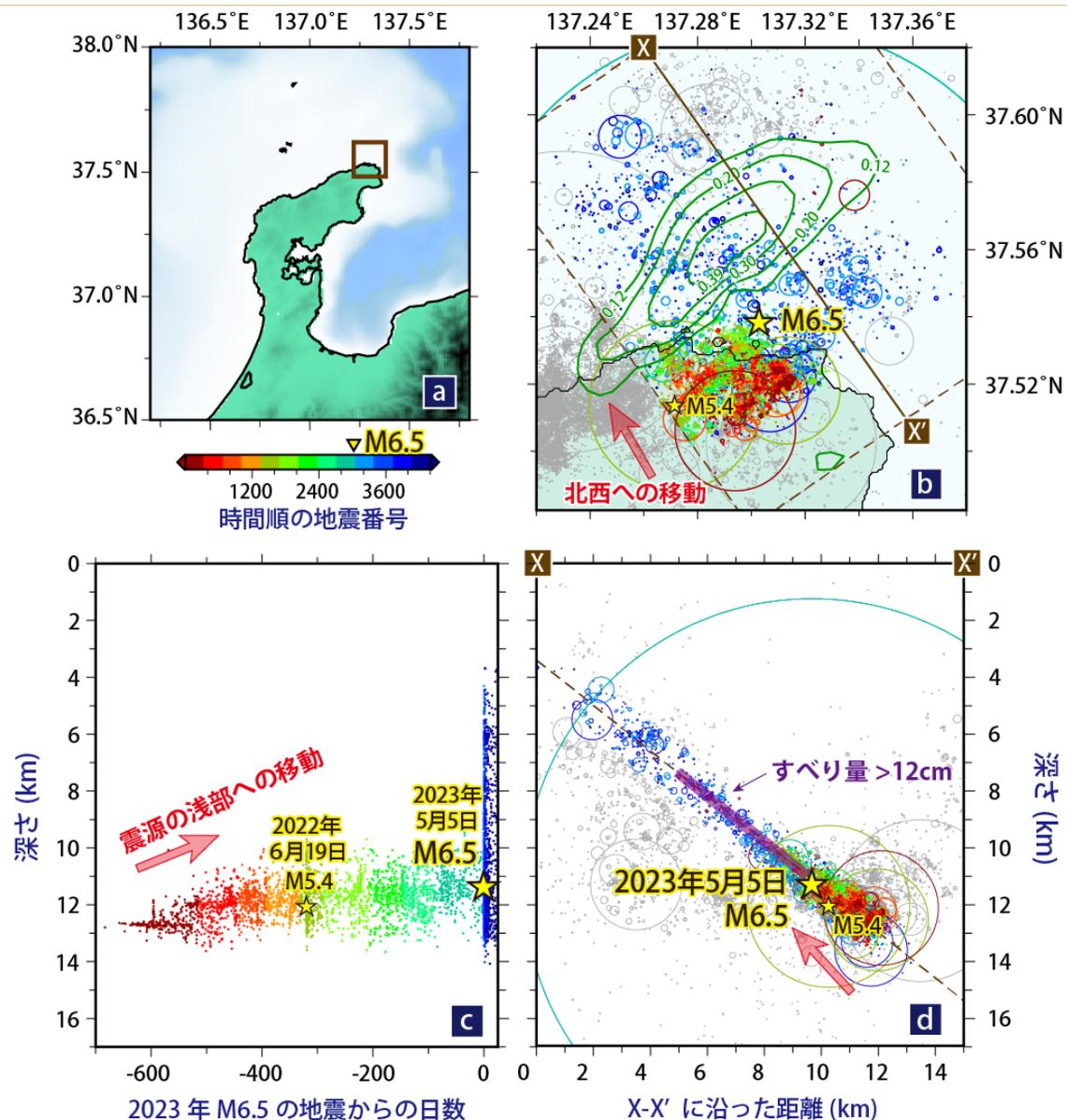
総務省・文部科学省・経済産業省・  
国土交通省及びこれらが所管する国  
立研究開発法人、国立大学法人等

# 令和4(2022)年度の主な成果



## 2. 能登半島北東部の継続的地震活動と2023年5月のM6.5の地震

### 能登半島の地震活動



- 震源分布の詳細な解析から地震活動が面構造として分布することを明らかにした
- M6.5地震前の地震活動が深部から浅部へ移動していたことを明らかにした
- 地震活動・地殻変動が地殻内流体の上昇と関与している可能性を示唆した

史料の整理による南海トラフ巨大歴史地震像の解明

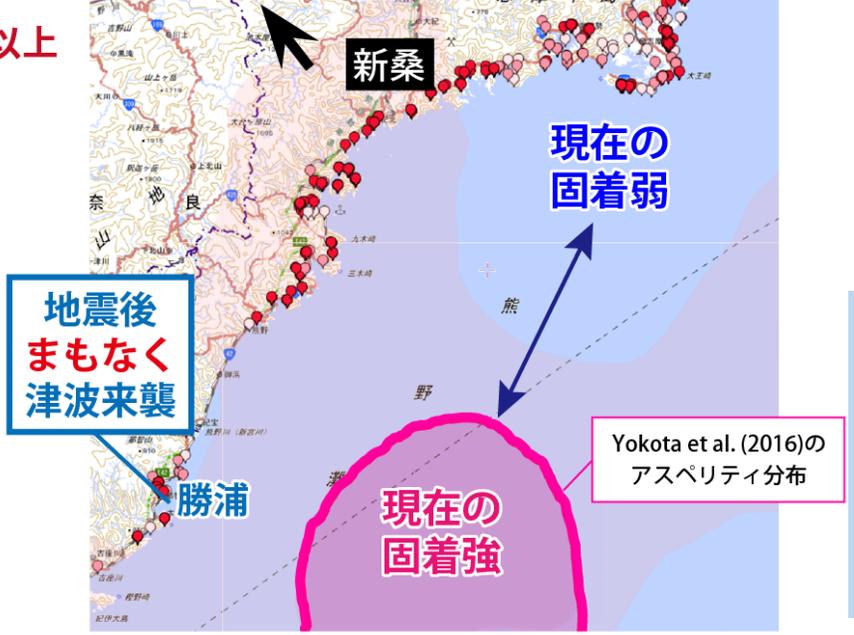
宝永地震

津波到来まで  
“釜の飯を炊くほど”の時間があった。  
→ 震源域やや遠い



安政東海地震

津波到来まで  
“煙草5ふく位(10分くらい)”の時間があった。  
→ 震源域近い

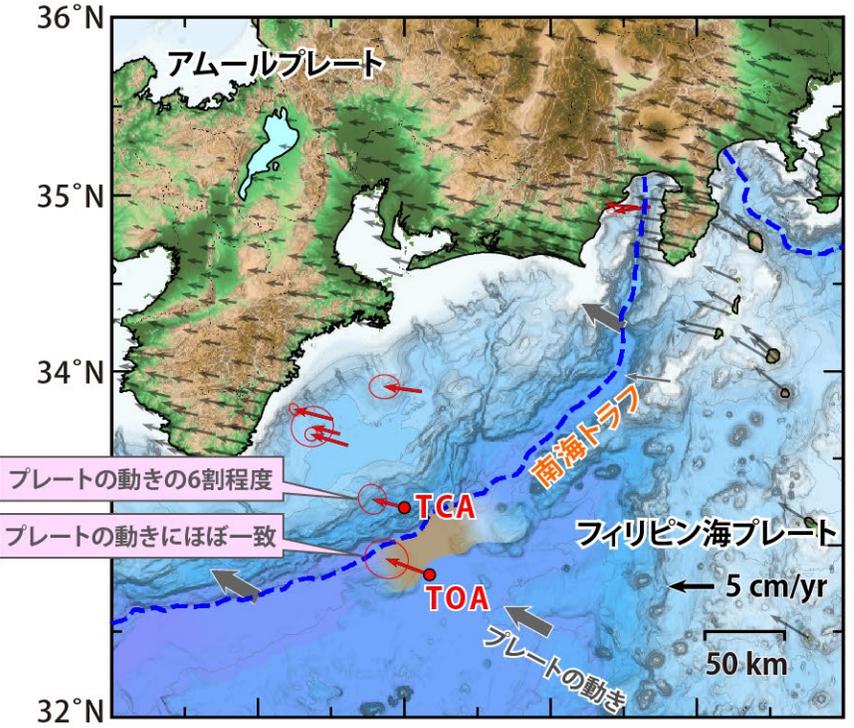


沿岸部のマーカー：  
e-コミマップ上で整理された史料の存在地点  
マーカーをクリックすると情報が表示される  
↓  
2つの地震史料を比較  
左：1707年宝永地震  
右：1854年安政東海地震  
津波到来までの時間は同じ地域でも異なる

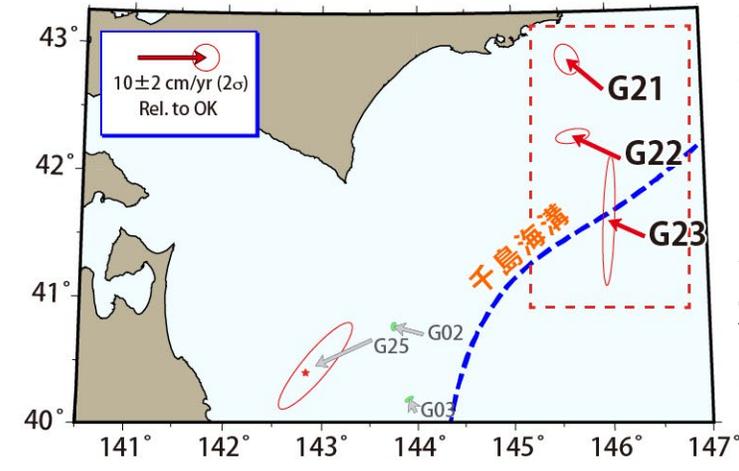
同じ地域でも津波到来までの時間が異なり、史料からも2つが異なる震源域で発生したことが明示された

海溝・トラフ軸近傍のプレート境界固着状態の推定

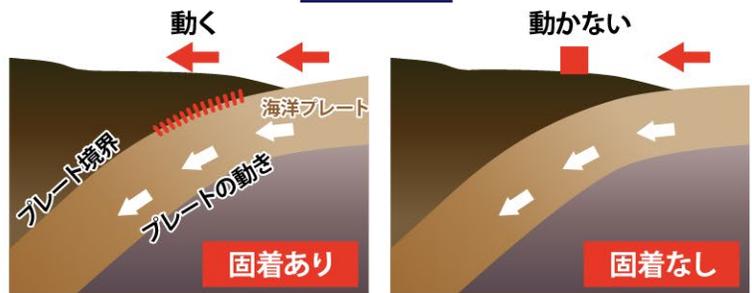
南海トラフ域の変形



千島弧の変形



断面図



左：  
南海トラフ域におけるアムールプレートに対するフィリピン海プレートの年間移動量  
→ 南海トラフより内側(北西側)でプレート  
相対運動の約6割程度の移動を観測

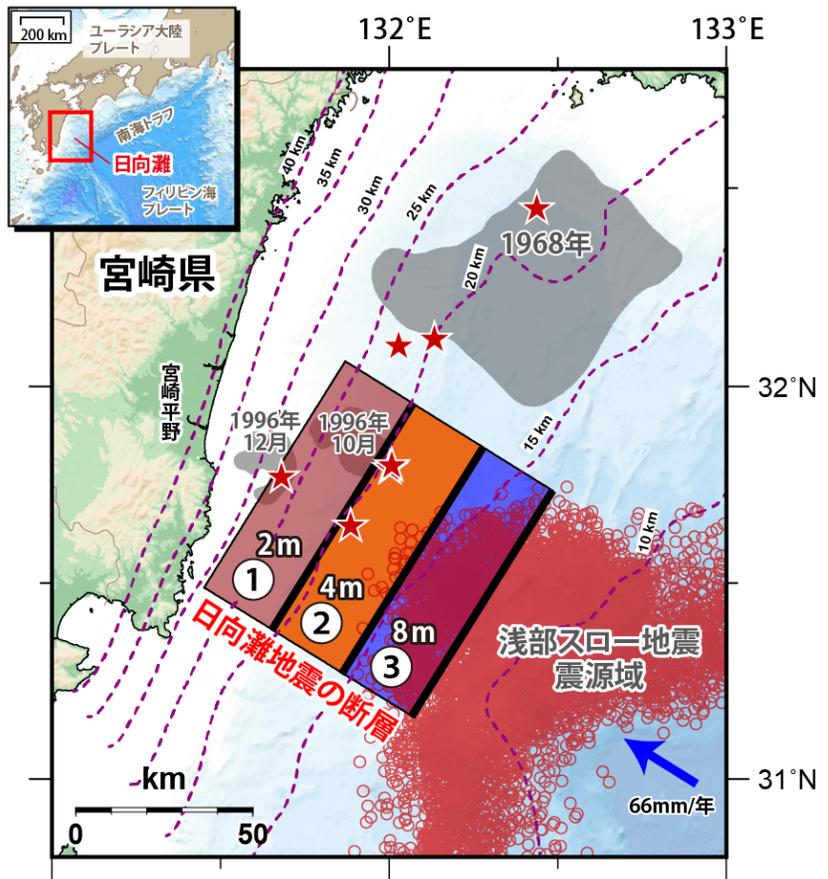
右：  
オホーツクプレートに対する千島海溝根室沖における年間移動量  
→ 海溝より内側(北西側)でプレート収束  
速度と同程度の年間約7cmの移動を観測

- 継続的な海底地殻変動の観測によりプレート境界の固着状況が明らかになってきた

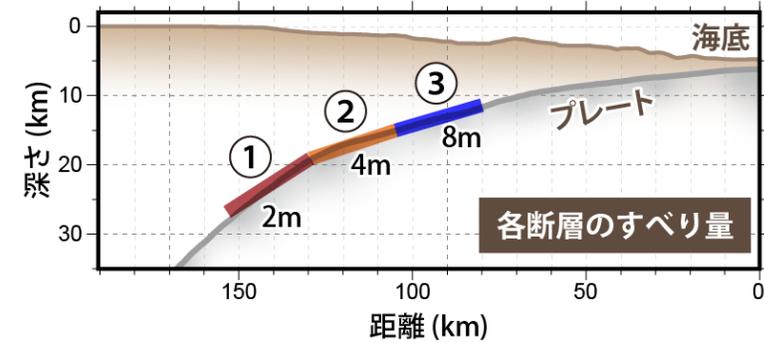
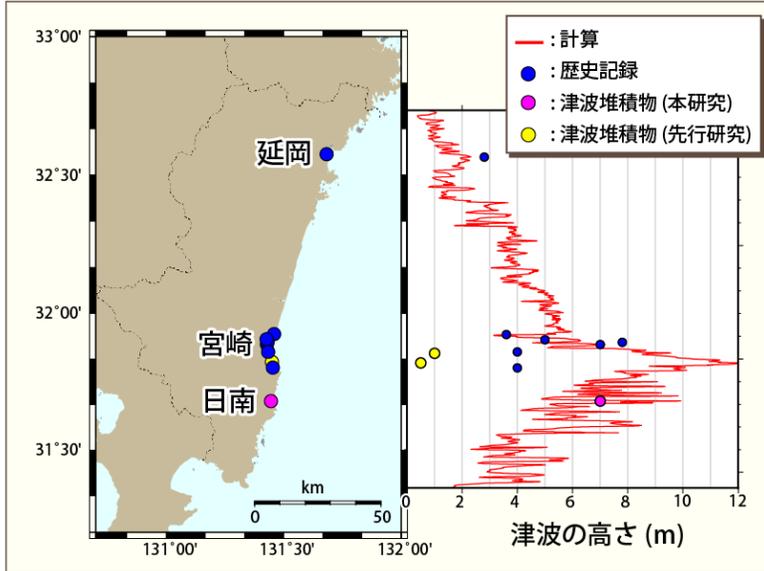
• いずれの領域もプレート境界浅部でプレートが固着し、周辺でひずみが蓄積していることを示唆する

1662年日向灘地震の規模推定

構築した断層モデル



津波浸水の記録と計算値の比較



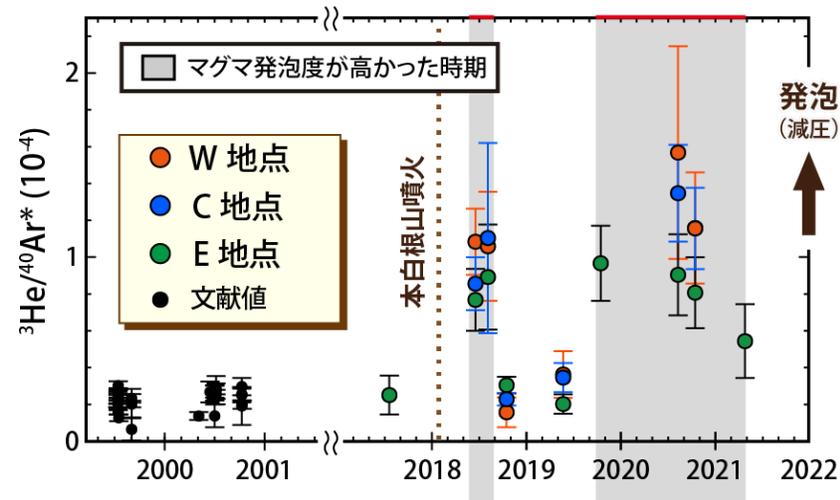
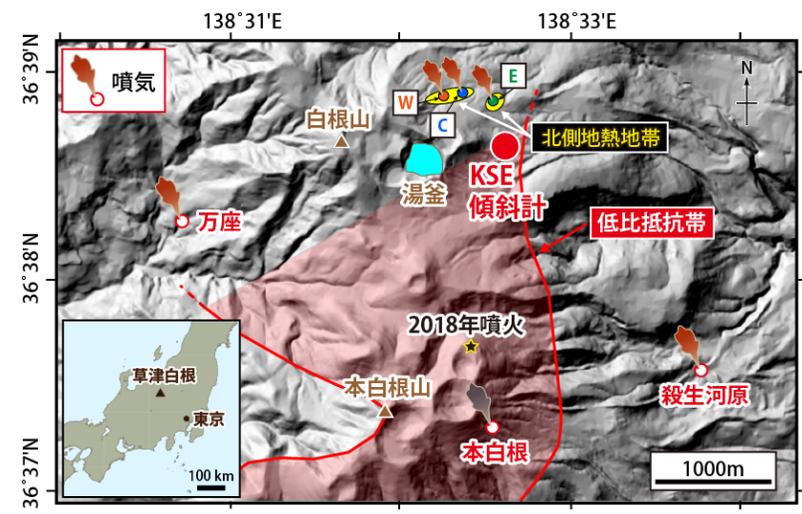
左:  
 新たに推定した断層モデルの位置(①~③)  
 赤星:過去のM7級プレート境界地震の震央  
 灰色領域:主なプレート境界地震の震源域  
 赤丸:浅部低周波微動の震央  
 紫破線:プレート境界位置の等深線

右上:  
 赤線:①~③の3断層を用いて計算された沿岸部の津波高  
 ○:津波堆積物の分布

右下:深さ方向の断面図  
 太い灰色線:プレート境界  
 細い茶色線:海底地形  
 (Ioki et al., 2022に加筆修正)

浅部スロー地震発生域やプレート境界位置などの最新の知見をもとに新たな断層モデルを構築し、この地震がM8級の巨大地震であった可能性を科学的に初めて示した

水蒸気噴火の準備過程を捉えるための火山熱水系構造モデル

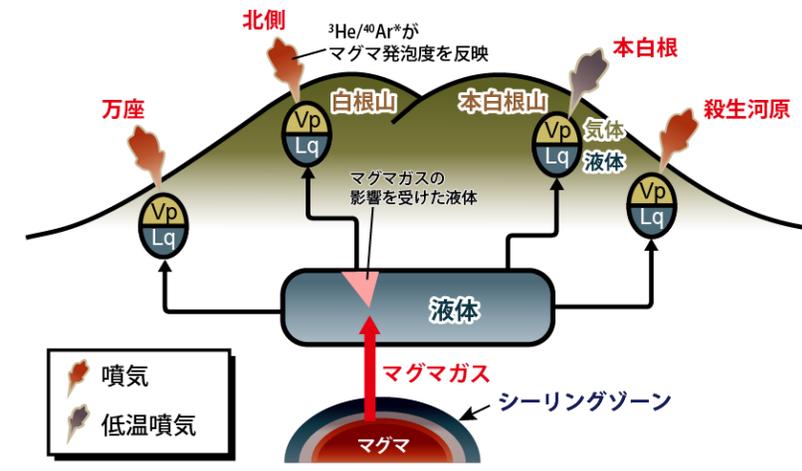


左上: 草津白根山周辺地図。湯釜の北側の地熱地帯における試料分析結果を右上図で示す。赤色ハッチの領域は低比抵抗を示し、熱水貯留層を示す。

左下: 草津白根山のマグマ熱水系模式図。矢印はマグマ熱水貯留層からの流体供給を示す。

右上: 噴気ガスの $^3\text{He}/^{40}\text{Ar}^*$ 比の時間変化。(a) W, C, E噴気孔からの $^3\text{He}/^{40}\text{Ar}^*$ 比と2000から2001年に同地域で採取した噴気ガスの $^3\text{He}/^{40}\text{Ar}^*$ 比。灰色は $^3\text{He}/^{40}\text{Ar}^*$ 比の増加からマグマ発泡度が高いことが示唆される時期を示す。

右下: ボアホール傾斜計記録。+の変化は西上がり、東下がり傾斜。

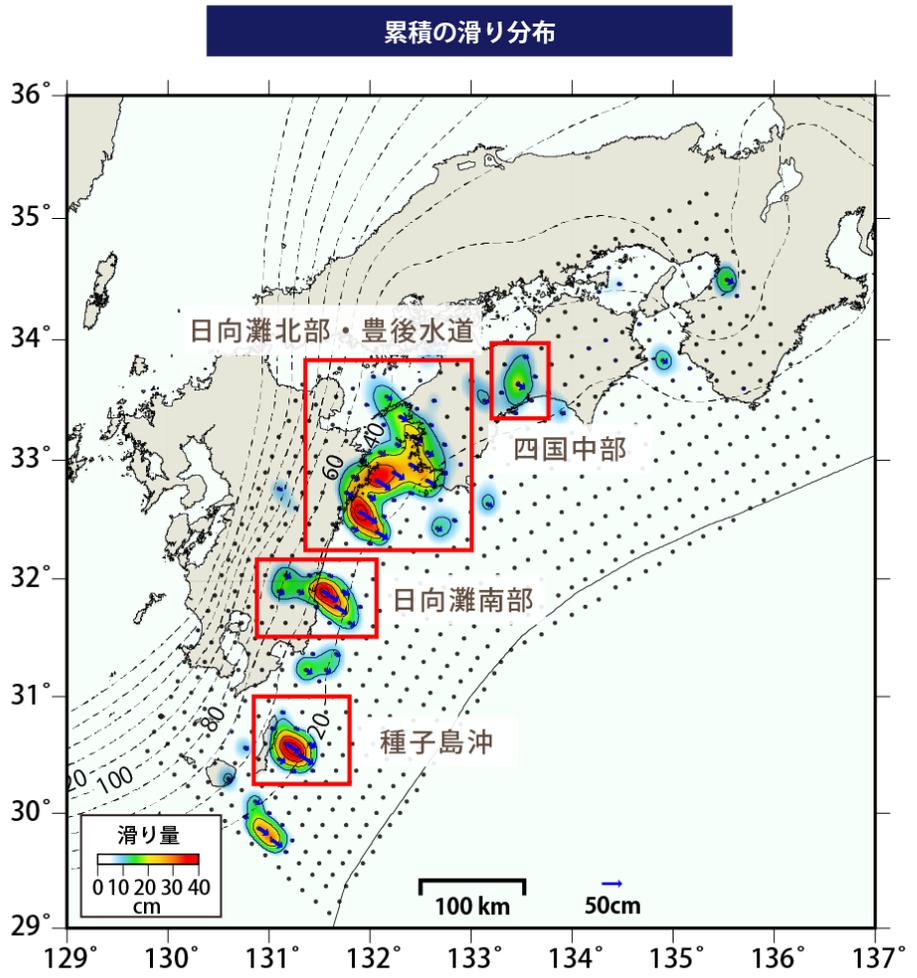


深・浅部が対応しているように見える

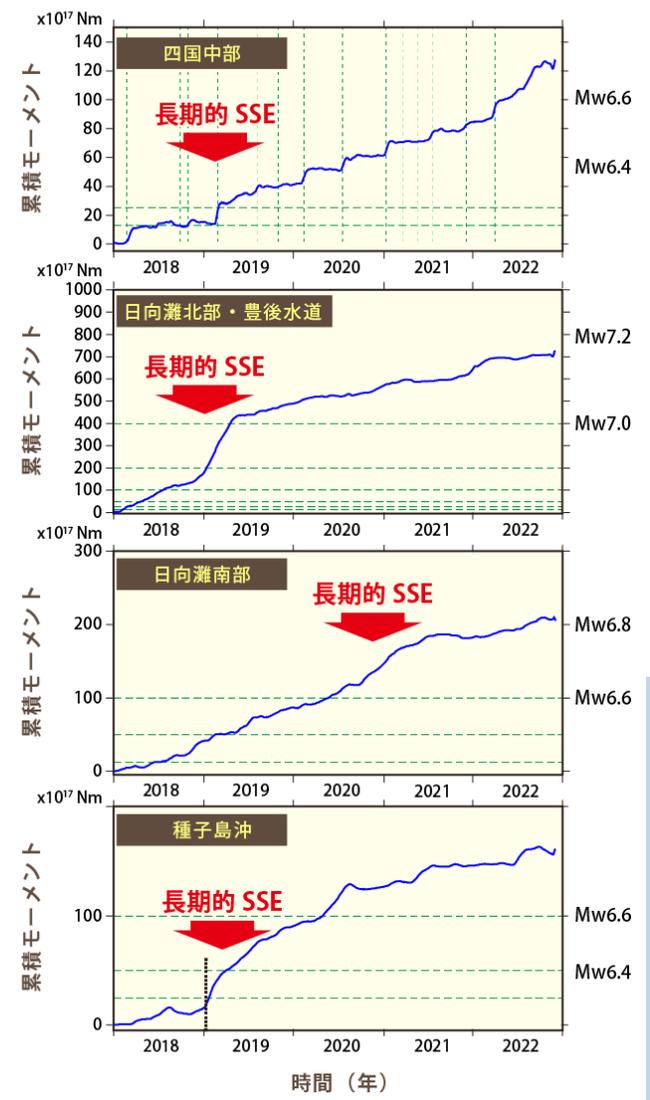


- 深部でのマグマ発泡を示唆するの $^3\text{He}/^{40}\text{Ar}^*$ 比増加と、浅部圧力源の増圧が同期している
- $^3\text{He}/^{40}\text{Ar}^*$ 比は火山活動モニタリング指標としての有用である

プレート境界面上の滑りの時空間変化の把握



領域ごとの累積モーメントの時間変化



左:  
2018年～2022年の非定常地殻変動から推定したプレート境界での累積の滑り量分布(色)  
青い矢印: 滑りの方向  
赤枠: 右図のグラフそれぞれの範囲

右:  
左図の赤い領域ごとの累積モーメントの時間変化  
右側の縦軸: 地震モーメント  
四国中部の縦線: 短期的SSE

- 各地域で長期的SSEと短期的SSEの発生とその時空間変化を明らかにした
- 四国中部では2019年以降両者のSSEの共存を確認した

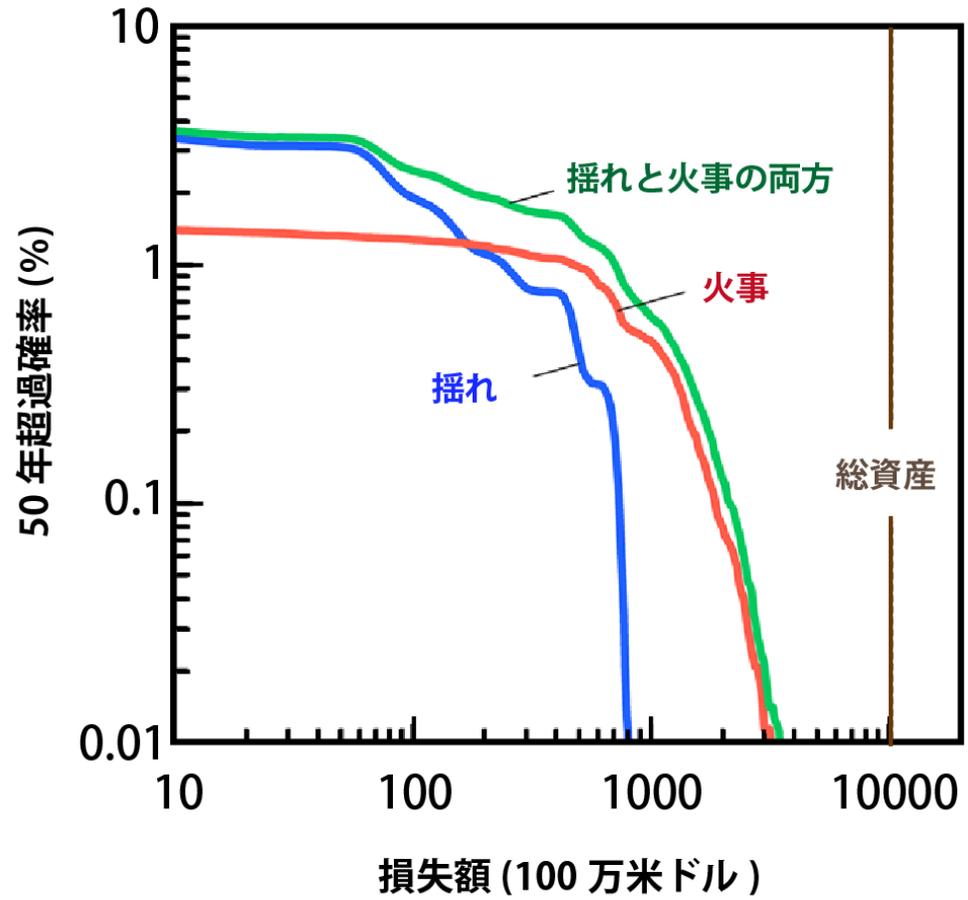
地震動と火災のマルチハザードリスク評価

出火確率と消防効果を含む建物棟間火災延焼メカニズムを考慮した物理に基づくモデルによる火災延焼シミュレーション結果



(京都市上京区)

複数のシミュレーションから推定された建物損失額の50年超過確率



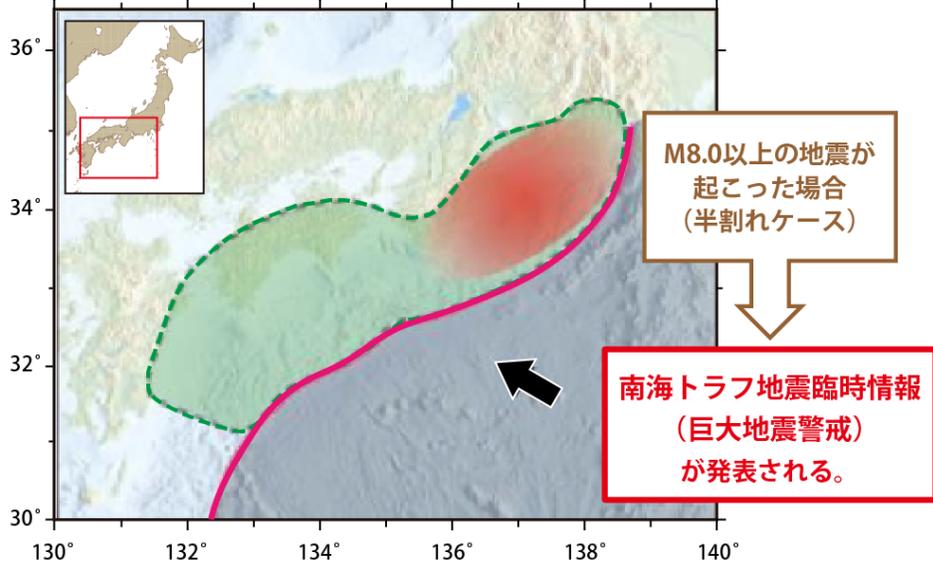
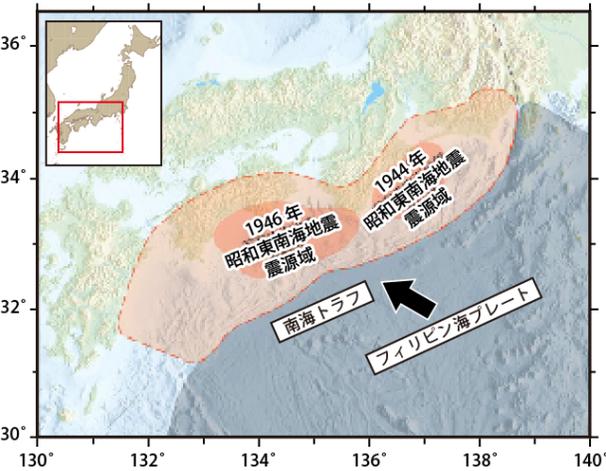
左:  
 経験的出火予測式にもとづく火災延焼シミュレーションの結果  
 灰色: 燃えていない建物  
 赤: 燃えている建物  
 黒: 焼けた建物

右:  
 建物損失額の50年超過確率。  
 青線: 地震動  
 赤色: 地震火災のみ  
 緑線: 地震動と地震火災を考慮した場合 (Nishino, 2023に加筆修正)

震動だけを考慮したリスク評価では、損失額を過小評価する可能性があり、地域によって地震後の火災が壊滅的な影響を及ぼし得る可能性があることがわかった

南海トラフにおける後発地震の発生確率評価

本研究が念頭に置いたケース



左：  
過去に発生した南海トラフでのプレート境界地震の震源域の分布

右：  
赤：想定したM8クラス以上（半割れ）の震源域

表：  
右図の地域で発生した地震から1週間以内にM8以上の後発地震が発生する確率を計算  
→ 例：M8以上の後発地震が発生する確率 約2%～77%（平時の約100～3,600倍）  
(Fukuhima et al., 2023に加筆)

先発地震からの経過時間ごとの後発地震発生確率および確率利得

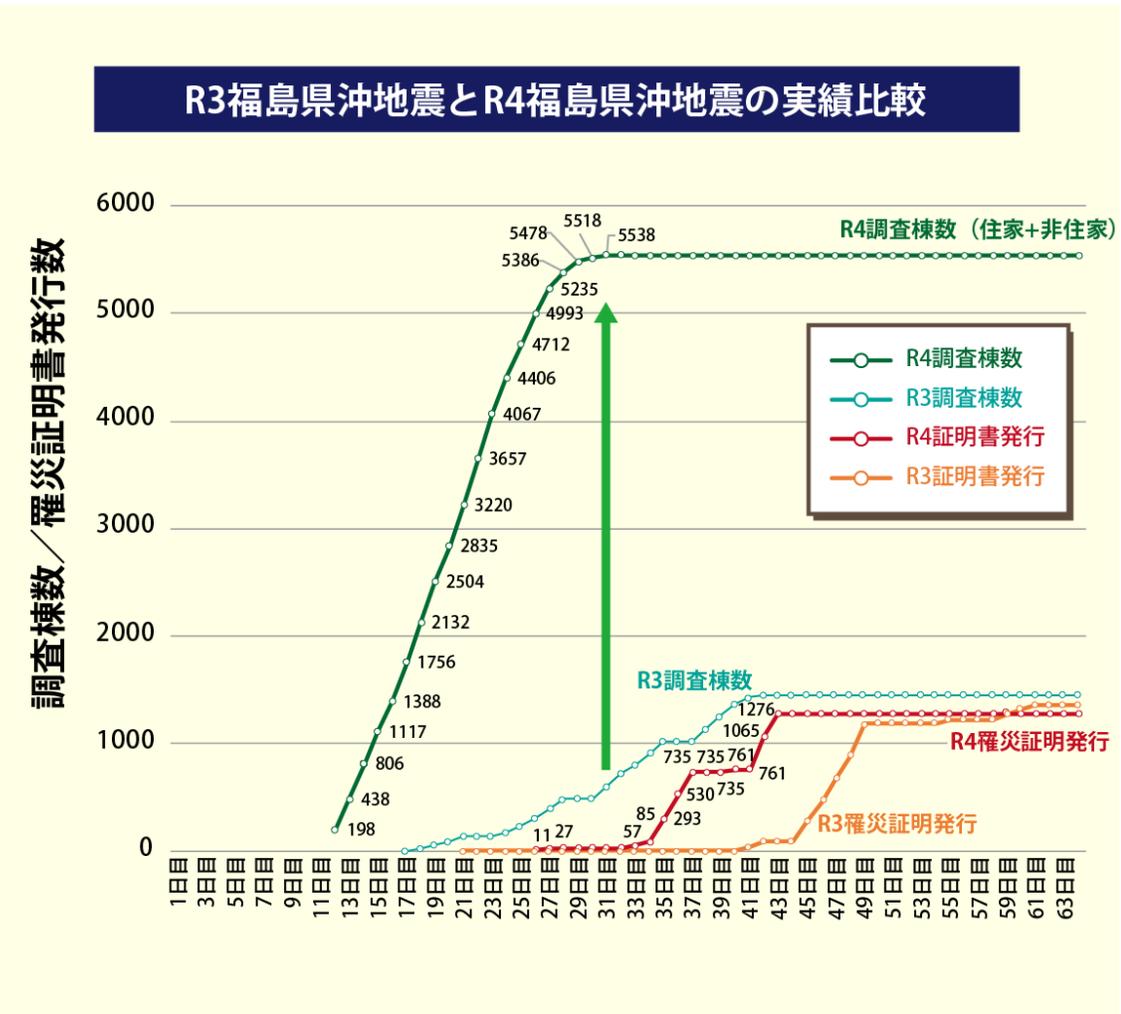
	6時間以内	12時間以内	1日以内	3日以内	1週間以内	2週間以内	1ヶ月以内	3年以内
確率	1.0% - 53%	1.3% - 60%	1.4% - 64%	1.8% - 72%	2.1% - 77%	2.3% - 81%	2.6% - 85%	4.3% - 96%
確率利得	1,300倍 - 70,000倍	860倍 - 40,000倍	460倍 - 21,000倍	200倍 - 7,900倍	99倍 - 3,600倍	54倍 - 2,000倍	28倍 - 910倍	1.3倍 - 29倍

- 後発地震についての発生確率を定量的に算出した
- 後発地震の発生確率評価や津波リスクマップの表現方法についても検討を進めている

生活再建支援のための住家被害認定調査の効率化



調査手法、調査ツールに関する知識を深める講義型研修と、調査員の目線をあわせる現場実地研修を含めた効果的な研修を実施



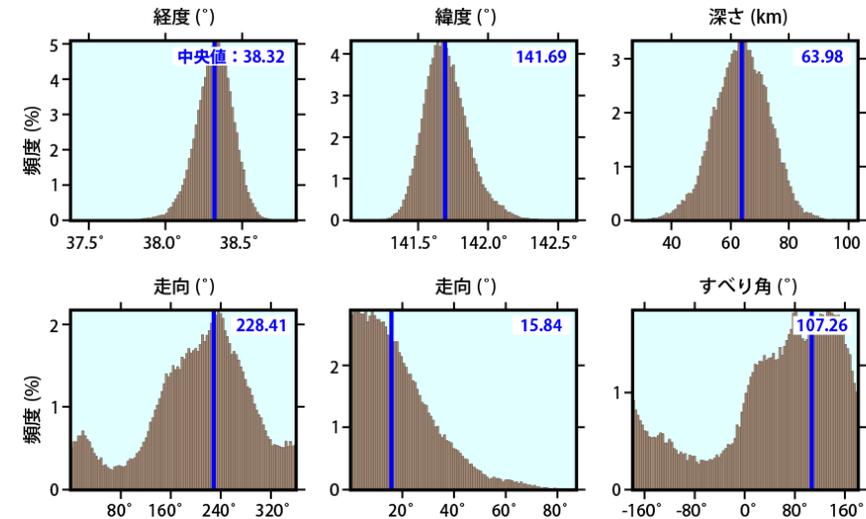
左：  
知識体系化と効果的プログラムにもとづいた住家被害認定調査及び罹災証明発行業務に関連した行政職員向けの講義と実地研修風景

右：  
令和3年と令和4年の福島県沖地震後の住家被害認定調査数と罹災証明発行数の比較。令和4年は研究を受講した職員の派遣が行われた。令和3年は該当自治体職員のみによるもの。

適切な研修を受けた職員の派遣によって、効率的に住家被害認定調査が行われ、罹災証明発行のタイミングを早めることができた

高速な断層推定

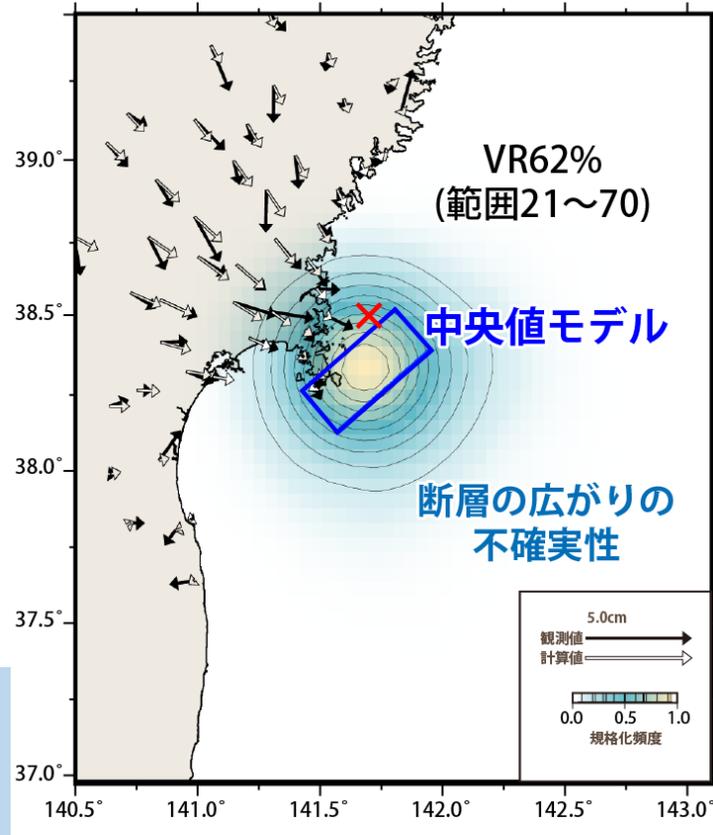
断層パラメータの事後確率分布



宮城県沖の地震 (2021年3月20日)

- REGARDによる高速な断層推定を継続的に実施した
- 推定するパラメータの不確実性を評価できるようにするなど、従来法からの置き換えに向け、試験運用中である

推定矩形断層モデル



2021年3月20日宮城沖地震の推定例

左:  
各断層パラメータの事後確率分布  
青線:中央値

右:  
推定された矩形断層モデルの位置と  
その不確実性の広がり(色)  
黒ベクトル:観測値  
白ベクトル:計算値

研究計画で観測や開発したソフトウェア等のメタ情報の公開



研究成果共有システム  
 地震・火山噴火予知研究協議会のホームページで公開中  
<http://evrrss.eri.u-tokyo.ac.jp/database/index.html>



**調査・観測等一覧**  
 (地図・表、どちらでも表示できる)

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)  
 令和3年度 (2021年度) 調査・観測等一覧

ご注意: 本一覧は各課題の報告書の観測年度を元にしており、必ずしもすべての観測・観測等を網羅しているわけではありません。 [詳細一覧] >> 表を表示 <<

課題番号	KO0013
調査・観測・ソフトウェアの項目等	火山・地球化学・噴気ガス・土壌ガス
調査・観測・ソフトウェアの項目等その他	
調査・観測・アプリケーションの概要	ガス試料の採取を実施した。
保存データベースとの関係URL等	
保存データベースとの関係URL・DOI	
調査・観測地域 都道府県名	北海道
調査・観測地域 市町村名	弟子屈町
調査・観測地域 地域名	摩周湖周辺
調査・観測期間開始	2021/7/9
調査・観測期間終了	2021/7/9
保存や公開の状況	公開前保中 (公開時期・ポリシー未定)
公開先のURLやDOI	

観測や開発したソフトウェア等のメタ情報

**開発したソフトウェア等一覧**

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)  
 令和3年度 (2021年度) 開発したソフトウェア等一覧

ご注意: 本一覧は各課題の報告書を元にしており、必ずしもすべてのソフトウェア等を網羅しているわけではありません。

課題番号	調査・観測・ソフトウェアの項目等	調査・観測・アプリケーションの概要	保存データベースとの関係URL等	調査・観測地域	調査・観測期間	保存や公開の状況	公開先のURLやDOI
12 (解析)	ソフトウェア開発	地震に敏感なセンサーの安定な連続観測を目的とするリアルタイムの観測データの取得・処理・可視化・保存・表示を行うためのソフトウェアを開発した。	北海道庁 防災センター (HRC) のサーバーに保存している。	北海道	2021/7/9 - 2021/7/9	公開前保中 (公開時期・ポリシー未定)	
01 (その他)	ソフトウェア開発	「気象庁地震予報センター」の地震予報データの取得・処理・可視化・保存・表示を行うためのソフトウェアを開発した。	気象庁のサーバーに保存している。	北海道	2021/7/9 - 2021/7/9	公開前保中 (公開時期・ポリシー未定)	<a href="https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-6411111/v1">https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-6411111/v1</a>
24 (解析)	ソフトウェア開発	気象庁地震予報センターの地震予報データの取得・処理・可視化・保存・表示を行うためのソフトウェアを開発した。	気象庁のサーバーに保存している。	北海道	2021/7/9 - 2021/7/9	公開前保中 (公開時期・ポリシー未定)	<a href="https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-6411111/v1">https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-6411111/v1</a>
03 (解析)	ソフトウェア開発	観測地点とセントロイドの距離測定法 NewPy	GitHubに公開している。	北海道	2021/7/9 - 2021/7/9	公開前保中 (公開時期・ポリシー未定)	<a href="https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-6411111/v1">https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-6411111/v1</a>
01 (データベース)	データベース	気象庁地震予報センターの地震予報データの取得・処理・可視化・保存・表示を行うためのデータベースを開発した。	気象庁のサーバーに保存している。	北海道	2021/7/9 - 2021/7/9	公開前保中 (公開時期・ポリシー未定)	<a href="https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-6411111/v1">https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-6411111/v1</a>
02 (データベース)	データベース	気象庁地震予報センターの地震予報データの取得・処理・可視化・保存・表示を行うためのデータベースを開発した。	気象庁のサーバーに保存している。	北海道	2021/7/9 - 2021/7/9	公開前保中 (公開時期・ポリシー未定)	<a href="https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-6411111/v1">https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-6411111/v1</a>

上とバーコード:  
 公開されている本計画による研究成果共有システムのURL

左下:  
 令和3年度の調査・観測等の一覧についての地図表示。各地点のアイコンをクリックすると、メタ情報と課題報告書を閲覧出来る。

右下:  
 令和3年度に開発されたソフトウェア等一覧。課題報告書及びdoiにリンクされている。

地震・火山噴火予知協議会は令和3年度における観測や開発したソフトウェア等のメタ情報を整理して研究成果共有システムにて公開した

# まとめ

- **R4年度の重要な地震・火山噴火**

能登半島北東部の継続的地震活動と2023年5月のM6.5の地震

昨年度から引き続き観測研究を実施

- 面構造をなす震源分布と、震源が深部から浅部へ移動していたこと
- 地殻内流体の上昇が顕著な地震活動や地殻変動を引き起こしている可能性が高いことが明らかになった

- **重点研究**

- 地震発生の新たな長期予測

「地殻内地震発生確率評価手法検討ワーキンググループ」での検討が進み、地震本部との連携が促進された

- 火山活動推移モデルの構築による火山噴火予測

これまでに蓄積されたデータの解析、噴出物分析や理論的研究の成果を集約して議論することにより、火山活動推移モデルの構築と火山活動・噴火現象の分岐判断についての理解が進展した

# まとめ(続き)

- **地震・火山現象の解明**

歴史史料の整理や調査が進み、過去の巨大地震の震源過程や、地震と火山噴火の時系列の関係が明らかになった → 史料から新たな地震・火山噴火の現象解明につながる知見

- **予測 / 災害誘因予測**

- 多項目の観測データが着実に蓄積された
- それぞれのデータや複数の視点に基づく理論・実験・数値計算が行われたことで、現象のモニタリングや予測、各種計算手法の高度化、推定モデルの開発が進んだ

- **防災リテラシー**

地震災害に関する知識の体系化が進み、構築された教育プログラムを受講した自治体職員の防災リテラシーの向上に繋がった → 本研究計画の社会的な直接的な貢献

- **文理融合・分野横断型総合研究**

- 多様な種類のデータベース公開・整備  
地域の災害特性や過去の災害履歴の把握に資するものから、歴史災害痕跡、地殻応力場、大規模噴火のデータベースなどが整備された → 今後はこれらを研究へ活用していく段階
- 総合研究グループ  
観測から避難計画の検討に繋がるなど、分野横断による研究活動が着実に進められた。