

3. 各建議項目における令和6年度の代表的な成果

3-1. 地震・火山現象の解明のための研究

【地震・火山現象の解明のための研究】として、本研究計画では下記項目を実施している。

-
- (1) 史料*・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合
 - ア. 史料の収集・分析とデータベース化
 - イ. 考古データ*の収集・集成と分析
 - ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈
 - (2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明,
 - (3) 地震発生過程の解明とモデル化
 - (4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化
 - (5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
 - ア. プレート境界地震と海洋プレート*内部の地震
 - イ. 内陸地震*
 - ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系*・熱水系*の構造の解明
 - エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解とモデル化
-

令和6年度は、地震（現象解明）部会による「日本海溝北部における微動*とS波速度構造の空間相関」（16ページ）、火山部会による「十勝岳における空中磁気測量*と磁化構造*解析」（17ページ）、史料・考古部会による「全国遺跡出土地震痕跡データセットの公開」（18ページ）などの成果が得られた。

地震・火山現象の解明に向けて、プレート境界域、海洋・大陸プレート内部や火山地域など、地質環境の特性に応じて、震源分布、構造、応力・ひずみ場や物質分布を観測・調査・実験により明らかにし、地震・火山活動を支配する場の構造の解明とそのモデル化を進めている。本年度は、プレート境界である日本海溝北部における地震波S波速度構造の推定が行われ、この地域で発生するテクトニック微動との空間相関について特徴が明らかになった。2006年から2007年にかけて日本海溝北部で実施した高密度海底地震観測から得られた地震波形記録の常時微動を使った表面波トモグラフィ解析より、深さ約30kmまでの詳細な3次元S波速度構造モデルが推定された。その結果、テクトニック微動が発生している領域が、プレート境界断層の深さ(13.5km)付近のS波速度が小さい領域(低速度領域)と対応することが分かった。沈み込む海洋プレートの堆積層に流体が存在することが低速度層の存在から示唆される。この流体が堆積層から脱水することによって、プレート境界断層やその周辺の間隙流体圧が変化し、それが断層すべりの挙動に影響を与えることで、地震やテクトニック微動の発生を促す要因となっていると考えられる。

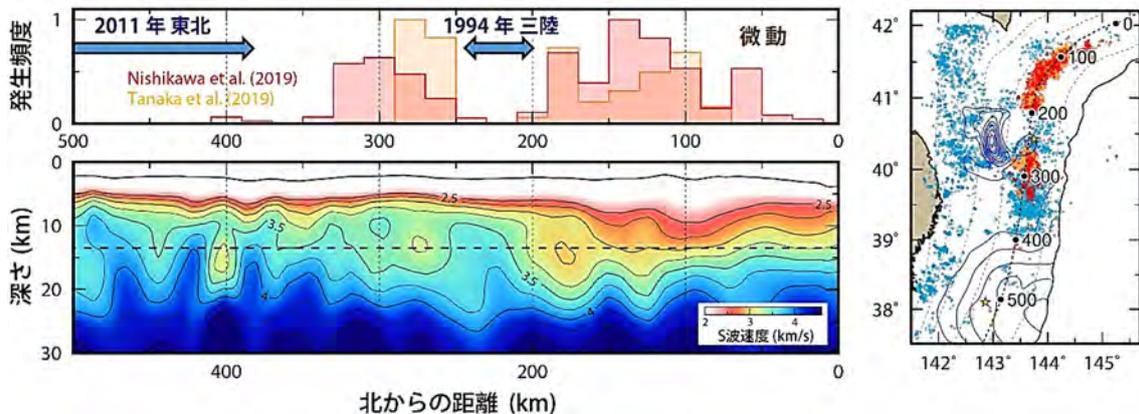


図1. (右) 日本海溝沿いの地震(青点)とテクトニック微動(赤点, 橙点)の分布と1994年三陸はるか沖地震および2011年東北沖地震の断層すべり量分布(青色の等値線)。(左上) 右図点線に沿った地域の大地震発生領域とテクトニック微動の活動分布。(左下) 右図点線に沿った, 深さ30kmまでのS波速度構造断面。

火山の岩石には磁気を帯びた鉱物が含まれており、それらが周囲に磁場を生じさせている。これらの鉱物の磁性は、温度が高くなったり、熱水変質*を受けたりすることで弱まることが知られている。岩石の磁性が変化すれば、それに伴って火山の上空で観測される磁場も変化する。この性質を利用すると、空中で磁場の変化を測定することで地下にある岩石の磁性の変化を捉えることができ、それを通じて、定性的ではあるが地下の温度変化や熱水変質の進行を推定することが可能となる。直接見えない地下の状態を把握するうえで、有効な観測手法のひとつである。これまでこの種の観測には、地上に設置した磁力計や、ヘリコプターなどの大型の飛行体を用いられてきた。しかし2019年頃からは、小型ドローンを用いた観測が可能となり、より柔軟で高精度な計測が実現している。

本研究では、十勝岳（北海道）でドローンを用いた磁場観測を実施し、前年度の観測記録と比較を行った。2回のデータを比較した結果、大正火口や62-II火口の地下で磁性の回復が確認された。62-II火口では2021年頃から噴気量が増え、それまでの地盤膨張が収縮傾向に転じたことがわかっており、磁性の回復は、地下にたまっていた熱が解放されたことによる低温化と解釈できる。一方、2015年ごろから地熱異常が拡大している前十勝西斜面では、熱水変質の進行を伺わせる磁性の低下が捉えられた。

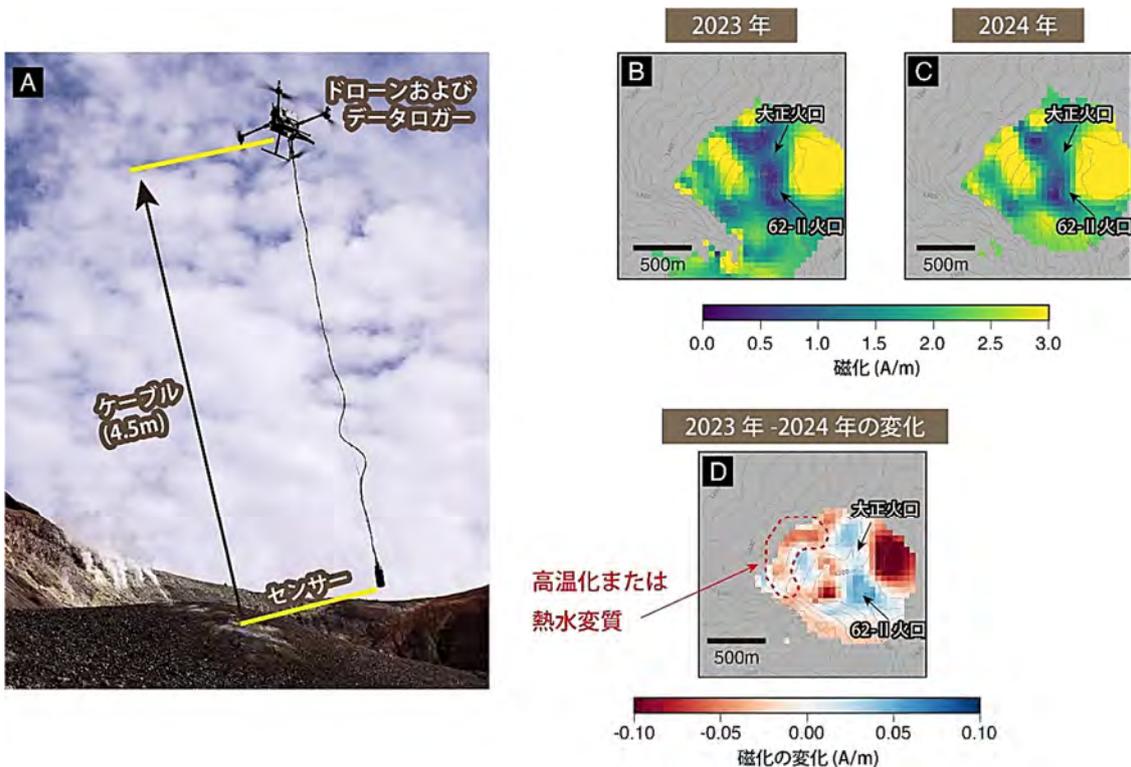


図 2. (A)空中で磁場を測定中のドローン。(B) 2023 年の空中磁気測量結果から推定した、標高 1,500 m における磁化分布。(C) 2024 年の同標高における磁化分布。(D) 2023 年から 2024 年にかけての磁化変化。

地震・火山噴火に関わる将来の活動推移の予測には、それらの過去の事象と現在の状況の把握が重要である。とくに過去の事象の理解には、史料、考古資料、地質の調査から得られる情報の活用がきわめて効果的である。

そのような背景のなかで、令和6年度は、「全国遺跡出土地震痕跡データセット」の一般公開を奈良文化財研究所の Web（<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/cultural-data-repository/75>）にて、令和7年1月24日から開始した。1,499件にもものぼるデータセットを CSV*形式で利用することができる。データセットの準備過程においては、研究所が収蔵する13万冊以上の考古発掘調査報告書より、地震痕跡に関わるキーワード(地震, 断層, 液状化*)の記載のある計1,499冊を選び出した。さらに地震痕跡の記載場所を特定の上、それらを326地点に分類(2025年1月時点)した。加えて、同研究所の Web にて「遺跡災害情報ポータルサイト」(<https://hde-gis.nabunken.go.jp/>)を開設し、その中で「全国地震痕跡統計データ」と、県別の地震痕跡データを地図上に展開した「地震痕跡データマップ」の一般公開を開始するとともに、公開済みであった「歴史災害痕跡データベース」も収納した。これらの考古資料の集成によるデータベースの構築は、これまで認識が困難であった地震痕跡の分布傾向や、表層地質*を反映した揺れやすさの傾向を視覚化することにつながった。これらのデータベースは、地震痕跡の残りやすさを検討する糸口になるものであり、史料・考古資料を用いた研究の特性を把握する上で役立つ。さらに近代以降に発生した地震時の被災状況との比較を行うことで、地域ごとの地震時の災害発生メカニズムの整理にもつながる。これら全ては、現在の社会インフラを評価していく重要な情報基盤となる。



図3. データセットの表示例。

3-2. 地震・火山噴火の予測のための研究

【地震・火山噴火の予測のための研究】として、本研究計画では下記項目を実施している。

-
- (1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）
 - ア. プレート境界巨大地震の長期予測
 - イ. 内陸地震の長期予測
 - (2) 地震発生確率の時間更新予測
 - ア. 地震発生物理モデルに基づく予測と検証
 - イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証
 - (3) 火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行（重点研究）
-

令和6年度は、地震（長期予測）部会による「測地・地震観測データに基づく地殻内地震長期予測手法の高度化」（20 ページ）、地震（中短期予測）部会による「東北地方太平洋沖地震のプレスリップ検証」（21 ページ）などの成果が得られた。

内陸地震の起こりやすさ(発生ポテンシャル)を評価するために、GNSS データを使って、地殻内部の 3 次元の変形速度の分布を推定する手法を開発した。西南日本を対象として、プレート沈み込みによる影響を除去したうえで、地震や活断層の形成に関わる「非弾性変形」速度の空間分布を推定した。非弾性変形は、地殻での応力蓄積・解放過程を反映するもので、内陸地震の発生を理解するうえで重要な情報である。

推定の結果、地震活動が活発な地域や活断層の分布域の地殻浅部に非弾性変形が集中し、深部ではその分布がより均一になる傾向が明らかとなった。非弾性変形の中でも断層のすべりに対応する変形様式である「せん断ひずみ」に着目すると、特に、過去の研究でひずみの集中が知られていた新潟から神戸にかけての地域や、中央構造線沿いでは、深さ 20km 以浅で大きな非弾性変形が進行していることが確認された。これらの結果は、地域ごとに異なる非弾性変形の特徴を示しており、内陸地震発生の地域性を理解するうえで重要な手がかりとなる。

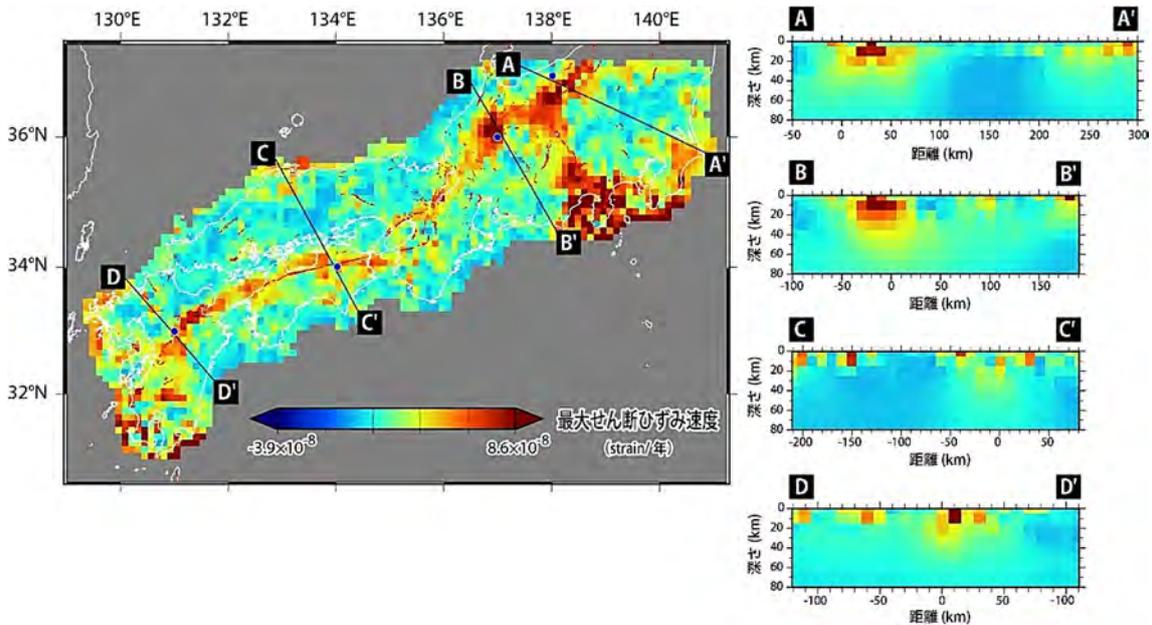


図 4. GNSS データにもとづいて推定された西南日本における非弾性変形の分布。非弾性変形が大きい領域は暖色系で示している。地図上の A-A', B-B', C-C', D-D' の各ラインに沿った深さ断面図を右側に示す。

大きな地震に先行して断層がゆっくりとすべる現象（プレスリップ）が存在する可能性が古くから指摘されているが、実際の大地震でその実在が確かめられた例はほとんどない。多数の GNSS 観測点での高サンプリングレート*の記録を用い、プレスリップで期待される方向の成分をスタック（重ね合わせ）したところ、2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震（M9.0）の2時間前から Mw6.9 相当の加速的なプレスリップが見出された、という報告(Bletery & Nocquet, 2023)が大いに注目された。しかし、Bradley & Hubbard (2023)は、GNSS 観測特有のノイズを補正すると Bletery & Nocquet (2023)のつけたプレスリップ状の変化は見えなくなると反論した。このような問題には、独立なデータでの検証が非常に有効である。

そこで、GNSS 以外の地殻変動観測手段を用いて検証を行った。Bletery & Nocquet (2023)と同様の手法で東北沖地震から 500 km 以内にある Hi-net*併設の高感度加速度計記録をスタックし、傾斜記録*にプレスリップに相当する変化が見られるかを検証した。その結果、地震前に加速するような変化はみられなかった。当該時期のノイズレベルは Mw6.4 相当であり、これを超えるようなプレスリップは本震発生直前の数時間にはなかったと結論できる（図5）(Hirose et al., 2024)。

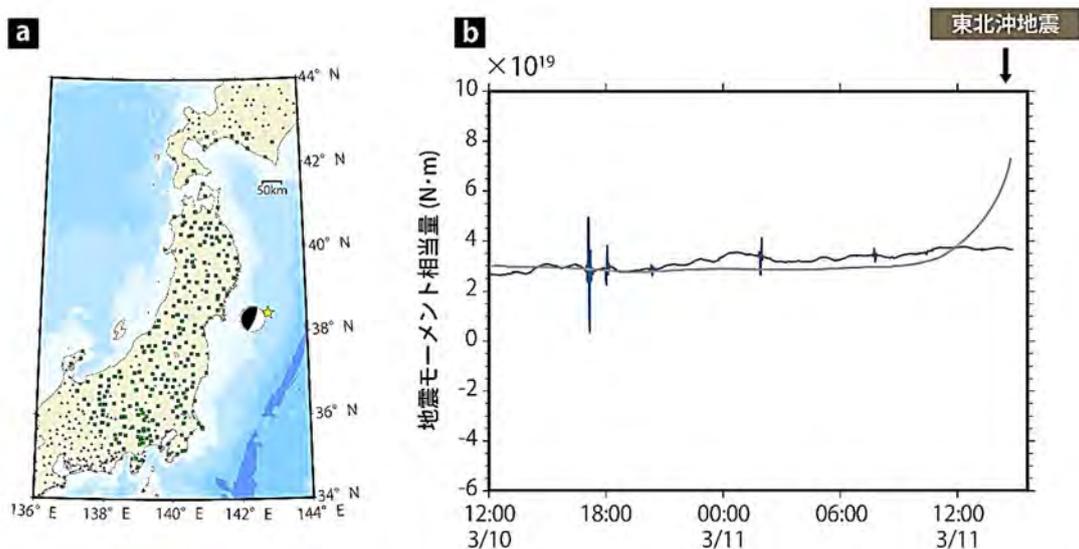


図5. (a) 傾斜記録のスタッキングに用いた Hi-net 観測点（四角）と東北沖地震の本震（発震機構解）及び3月9日の前震（M7.3, 黄色星）の震央の位置関係。(b) 先行研究 (Bletery & Nocquet (2023)) により、東北沖地震前に発生したとされるすべりのモード図（灰色）。本研究において、観測された傾斜変化をスタッキング処理して震源での地震モーメント*相当量に換算した結果（青色）(Hirose et al., 2024 を改変)。

3-3. 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予測のための研究】として、本研究計画では下記項目を実施している。

-
- (1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化
 - ア. 強震動*の事前評価手法
 - イ. 津波の事前評価手法
 - ウ. 地震動に起因する斜面変動*・地盤変状*の事前評価手法
 - エ. 大地震に起因する災害リスクの事前評価手法
 - (2) 地震の災害誘因の即時予測手法の高度化（重点研究）
 - ア. 地震動の即時予測手法
 - イ. 津波の即時予測手法
 - (3) 火山噴火による災害誘因評価手法の高度化
 - (4) 地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価*を防災情報につなげる研究
-

令和6年度は、災害誘因・即時予測部会による「TCN*モデルに基づく長周期地震動*による建物の揺れの即時予測」(23 ページ)などの成果が得られた。

機械学習*モデルの一つである Temporal Convolutional Network (TCN) に基づく長周期地震動波形の予測手法 (Furumura & Oishi, 2023) を前研究計画 (令和元年度から令和5年度) で開発した。これを用いて、東北地方周辺の大地震(M6級)にともなう都心の超高層ビルの揺れについての即時予測実験を行った。予測は、1) 震源域から関東平野への揺れの伝播、2) 関東平野内の観測点から建物への揺れの伝播の2段階に分けて行った。まず1段階目の TCN モデルに対して、福島県に位置する F-net*の HROF 観測点の強震計2成分を入力するデータとし、200km離れた MeSO-net*銀座観測点 (GNZM) の水平2方向の揺れを予測できるよう、モデルに訓練データを学習させた。次に、2段階目の TCN モデルでは、GNZM の揺れを入力するデータとし、そこから 5km 離れた霞ヶ関の中央合同庁舎7号館 (CG7) の最上階 (37階) の水平2方向の揺れを予測できるよう、モデルに訓練データを学習させた。

観測データによる学習の完了した、上述の2つの TCN モデルを用いて、東北沖の大地震による超高層ビルの揺れを予測したところ、建物の揺れの時系列、応答スペクトル*、揺れの継続時間などの特徴が適切に予測できることを確認した (図6)。今後、学習に使用する地震データの種類や入力観測点を増やすことにより、内陸地震や南海トラフ沿いの地震にともない発生する長周期地震動予測へと適用範囲を拡大する予定である。

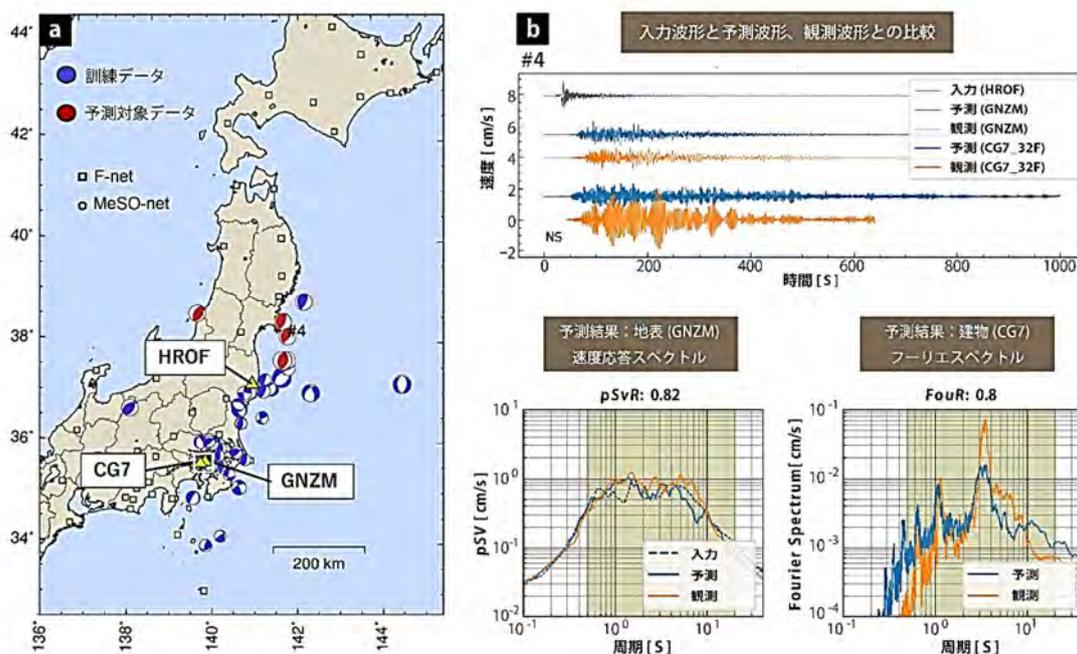


図6. TCNモデルに基づく長周期地震動による建物の揺れの即時予測の結果。(a) 学習に用いた地震の震央 (青) と予測実験の対象とした地震の震央 (赤)。(b) 予測結果の例。#4の地震に対する予測結果を示す。

3-4. 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・火山噴火に対する防災リテラシー向上のための研究】として、本研究計画では下記項目を実施している。

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

令和6年度は、防災リテラシー部会による「地震遭遇時の行動についての行動経済学的調査」(25ページ)などが行われた。

一般に、地震を経験すると一時的に人々の防災意識は高まるが、しばらくすると元の状態に戻ってしまう。防災リテラシーの向上は、このような意識の性質を考慮した上で、長期的に持続する形での実現を目指す必要がある。その達成に向けて、災害時の人々の行動を理解するために、行動経済学に基づく調査研究が行われた。行動経済学は、人間の行動が、合理性によってではなく感情や心理によってどのように左右されるかを調べる学問である。過去の例から、災害に直面した際の人間の行動は、災害の回避に対して必ずしも合理的に選択されているわけではなく、むしろ感情に支配されることが多いことが明らかのため、防災リテラシー向上による減災の実現という目標に向けて、行動経済学は重要な手段となりうる。

令和6年度に実施された研究では、時間帯、曜日、周囲の人の有無といった条件が地震時にとるべきとされる行動にどのような影響を与えるかを調査した。調査は8月と12月に実施され、以下の結果が得られた。

- ・地震の情報を確認するかしないかは、時間帯よりも周囲の人の有無に影響される。
- ・周囲の状況を確認するかしないかは、時間帯と周囲の人の有無の両方に影響される。

このように、地震に遭遇したときにとるべき行動を人々が実際にとるかどうかは被災時の状況に影響を受けること、しかし影響の受け方は行動ごとに異なることがわかった。

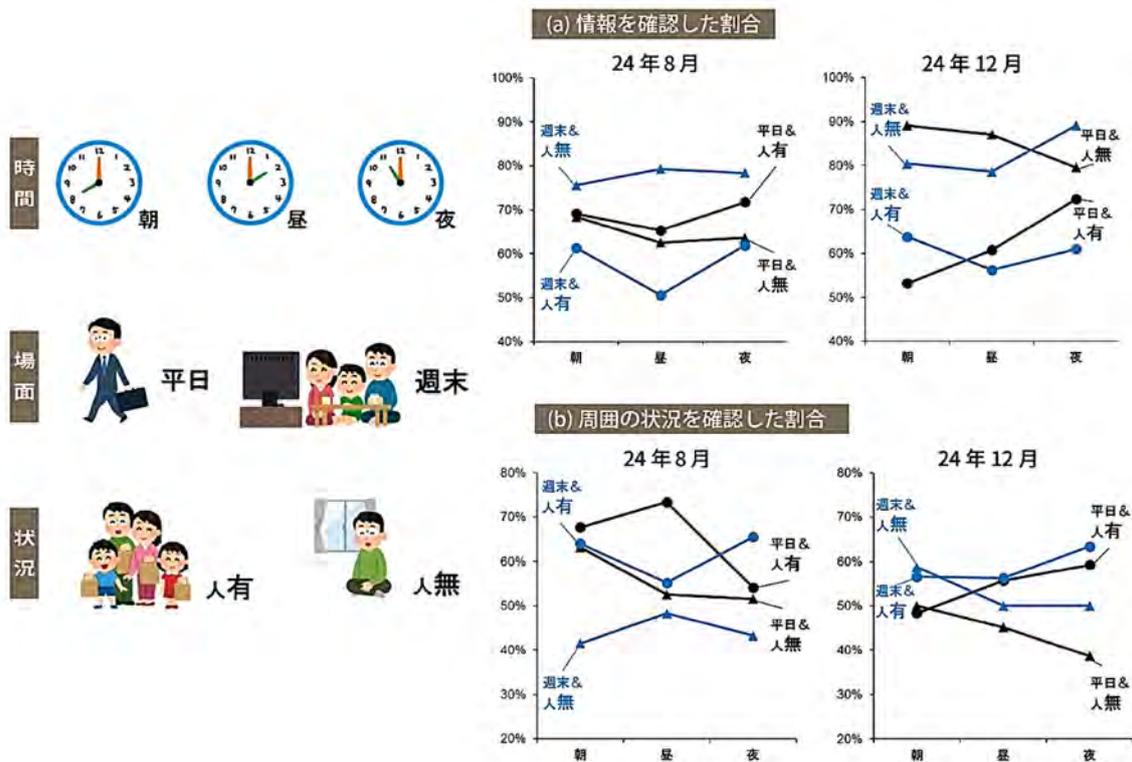


図7. 地震発生直後に(a)情報を確認した割合、(b)周囲の状況を確認した割合。

3-5. 分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究

【分野横断で取り組む地震・火山噴火に関する総合的研究】として、本研究計画では下記の総合研究グループを設置し、研究を実施している。

-
- (1) 南海トラフ沿いの巨大地震
 - (2) 首都直下地震*
 - (3) 千島海溝沿いの巨大地震
 - (4) 内陸で発生する被害地震
 - (5) 大規模火山噴火
 - (6) 高リスク小規模火山噴火
-

令和6年度は、それぞれのグループで「豊後水道の低周波微動*と潮汐*との関係」(27ページ)、「首都圏の地震の巣と海山の沈み込み」(28ページ)、「観光客等の地理不案内者を想定した津波避難訓練」(29ページ)、「能登半島地震の粘弾性*緩和*から予測される地殻変動」(30ページ)、「再来間隔における最大規模の噴火の火山灰*拡散範囲」(31ページ)、「水蒸気噴火*発生場に関する概念モデルの作成」(32ページ)などが実施された。

豊後水道では、6~12 か月間続く M6~7 規模の長期スロースリップ (SSE*) が、数年の間隔で発生している。これらの長期 SSE と同期して、深部テクトニック微動 (図 8 の赤点) が活発化することが知られてきた。微動の活動と地球潮汐との関係は、これまで短期 SSE の発生期間前後で多くの研究が行われてきたが、年スケールの長期的な変化については、よくわかっていなかった。

本研究では、豊後水道における微動と潮汐との相関の長期的な時間変化を調査した。その結果、長期 SSE のすべり域の深部 (図 8b の Ba 領域) では、微動の発生が、断層すべりを促進する方向に作用する潮汐起源の応力変化と強く相関することがわかった。さらに、長期 SSE 発生期間中は平常時に比べ両者の相関がより高くなることもわかった (図 8c の薄赤色期間)。長期 SSE のすべり領域 (Ba 領域) では、長期 SSE 期間中は、断層がゆっくりすべることにより断層面に働く摩擦力が小さくなると考えられる。この低摩擦状態の結果、地下深部での応力の絶対値よりもはるかに小さい潮汐起源の応力変化でも微動の発生に影響を及ぼし、長期 SSE 期間中の微動と潮汐の相関が他の期間よりも高くなったと考えられる。

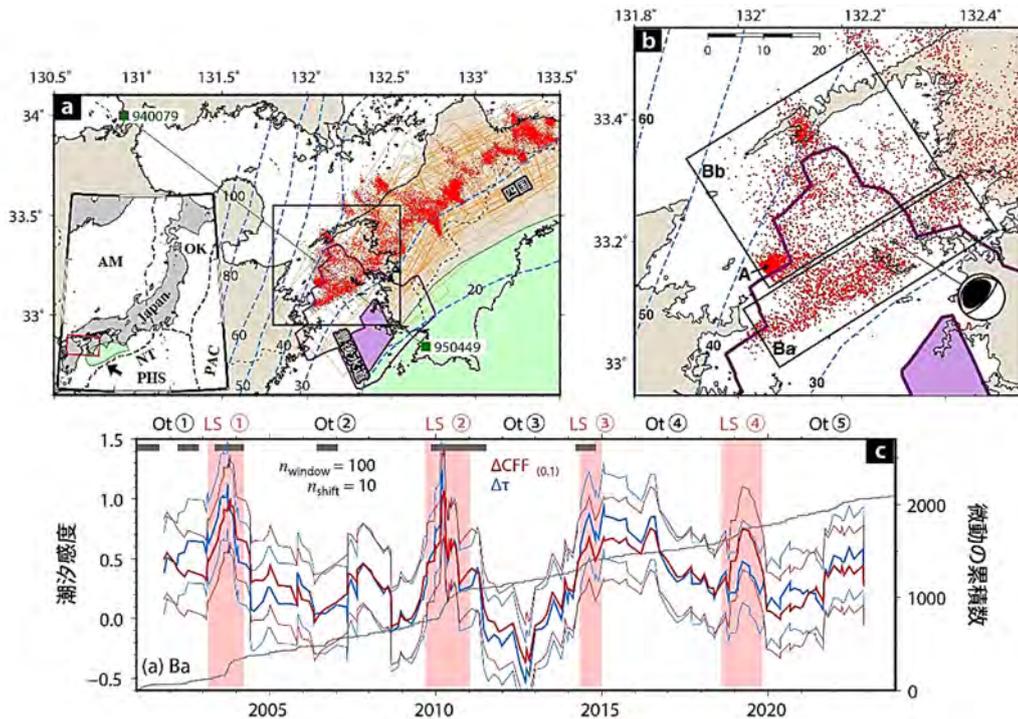


図 8. (a,b) 深部テクトニック微動の震央分布 (赤点, 防災科研カタログ 2001~2023 年 10 月)。紫線と塗りつぶした領域は 2010 年の長期 SSE のすべり量 0.1 m 及び 0.2 m 以上の範囲 (Nakata et al., 2017)。青破線はフィリピン海プレート上面の等深線 (Hirose et al., 2008)。領域 Ba, Bb は Obara et al. (2010) による。(c) $\Delta CFF_{0.1}^*$ (赤線) とせん断応力 $\Delta\tau$ (青線) の潮汐感度*とそれらの 95%信頼区間 (薄赤線と薄青線) (左軸)。灰線は微動の累積数 (右軸)。桃色の期間は長期 SSE の活動期間 (Hirose and Kobayashi, 2025 より一部改変)。

関東地方に沈み込む太平洋プレート上面で発生している地震活動は、深さ 60~70 km で頻繁に発生し、かつ、複数の活動集中域を形成している。そのうち、千葉県北西部（東京湾北部）の太平洋プレート上面のプレート境界面付近で集中して発生している地震群について、震源決定及びメカニズム解^{*}の決定を行い、その活動の原因を考察した（図 9）。

地震は直径 20 km ほどの円形の領域に集中しているが、その中でも特に集中した活動領域がみられた。また方位により地震活動様式（大きさやメカニズム）がやや異なり、プレート境界に沿う微小地震は北西側、M6 クラスの比較的大規模な地震は南東側に主に分布していることが明らかになった。

関東の沖合の太平洋プレート上には海山が多く存在し、その大きさは今回調べられた地震活動集中域の大きさと似ている。地震活動様式の方位別分布と合わせて考えると、関東の地震活動の空間分布の特徴は海山の沈み込みによるプレート境界面の凸部と関係している可能性がある（Nakajima, 2025）。

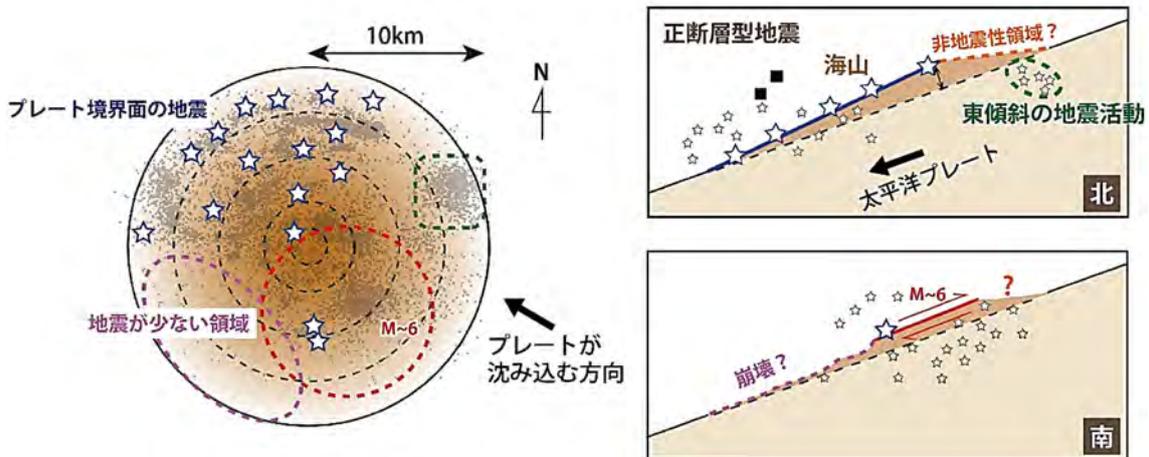


図 9. 千葉県北西部のプレート境界面付近で発生する地震集中域（地震の巣）と沈み込んだ海山の関係の解釈図。（左）海山を中心に示した震央分布と地震活動の特徴を示した水平投影図。（右）プレートが沈み込む方向の鉛直断面図。海山の北東側と南西側の 2 つの断面で表示。プレートの境界面の凸部（濃い茶色）が海山を表す。

千島海溝沿いの巨大地震を対象とした総合研究グループでは、当該地域の災害軽減に貢献できるよう、地震現象の解明・地震や津波の災害誘因予測・地震発生予測及び防災リテラシーに関する6つの研究課題を総合的に進めている。特に防災リテラシーと関連して、地理空間情報*やICT*を用いた避難行動に関する研究を実施している。

令和6年度は、観光地で特に問題になる、観光客等の地理不案内者の津波からの避難という課題に対し、競走馬牧場の観光で有名な北海道新冠町において実証実験を行った。土地勘がない大学生に対し津波避難訓練を実施し、その移動についてGPS*による位置情報を用いて観察した。その結果、スマホ等の情報端末を用いた地理情報の活用が、最適な避難経路を選択する上で有効な補助ツールであることが示された。その一方で、グループによって避難先選択の判断が分かれ、避難場所の情報取得スキルや率先避難者の重要性が明らかになった。例えば、最も近い避難場所に向かったとしても、移動中に津波に巻き込まれる海側に避難経路を取る事例などが見られた。これらの結果は、観光地における避難誘導ツールやコースを改善するための貴重なデータとなる。



図 10. 北海道新冠町における避難行動訓練の結果。スタート地点（道の駅）から4つのグループが避難行動をとった軌跡を緑線で、ゴールの避難場所を水色のシンボルで示す。その間の津波の浸水域を茶色で示す。左は、千島海溝沿いでの津波発生から25分後(避難開始から18分後)、右はさらに3分後の様子を示す。

2024年1月1日に発生した能登半島地震時には、能登半島の北岸で大規模な隆起が生じたが、地震の影響による変動が地震後の長期間継続する可能性があることが知られている。地震後の変動の原因の1つは、地下で地震時に生じた応力変化を緩和して物質が流動する粘弾性緩和と呼ばれる性質である。

地震後のGNSSで観測された地殻変動データから、この粘弾性をもつ媒質を含む地下構造を推定した。この構造モデルと、別途得られている能登半島地震の震源断層モデル(白枠)に基づき、能登半島地震から100年後までの能登半島における地表の変動を予測した。図11は10年後の予測を示している。

能登半島から信越地方にかけて北西方向への水平変動(矢印)が見られるほか、地震時に隆起した能登半島北部全体がゆっくりと沈降(青色)していく傾向が見られる。年ごとの変動量は徐々に小さくなりつつも地震後100年程度は年間1mmを上回ると予想され、この地域の地殻変動や地震活動に長期的に影響を及ぼすと考えられる。

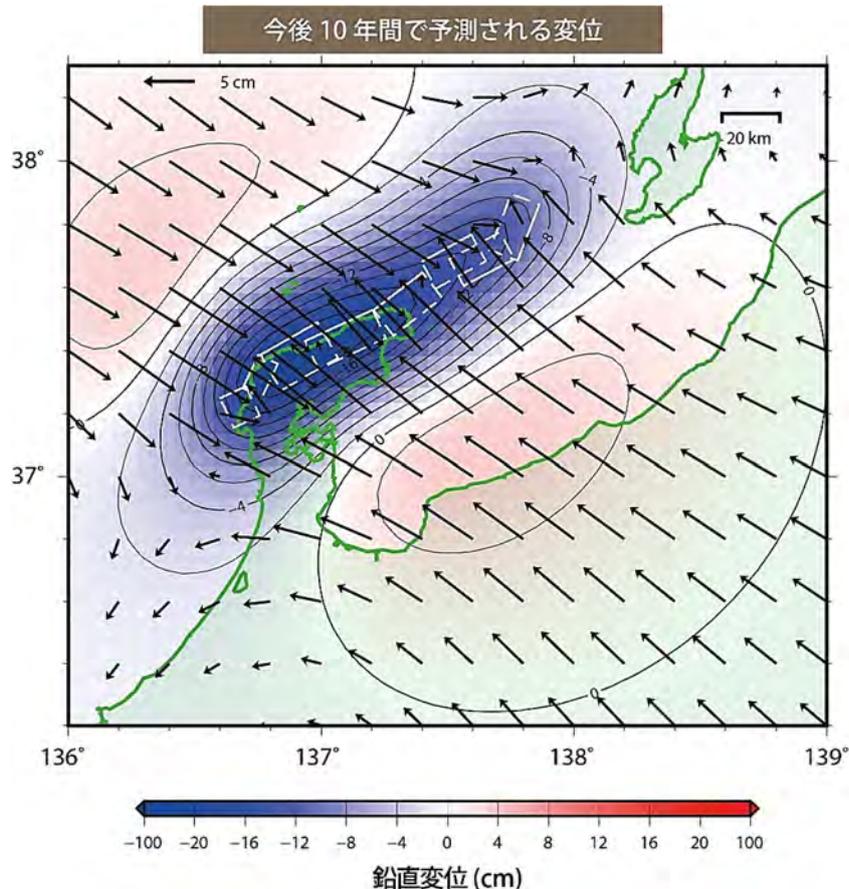


図 11. 能登半島地震の粘弾性緩和から予測される地殻変動。モデルに基づく10年後の変動の予測。能登半島から信越地方にかけて北西方向への水平変動が見られるほか、地震時に隆起した能登半島北部全体がゆっくりと沈降する。

これまでの桜島（鹿児島県）の噴火データにもとづいて将来発生しうる大規模噴火*シナリオの推測を進めた。とくに、火山灰の輸送・拡散シミュレーション*によって、大規模噴火が発生した場合の鹿児島県内における火山灰降下リスク評価を行った（Rehadianto et al., 2024）。数値シミュレーションでは、再来間隔における最大規模の噴火による噴煙柱*の高さを設定し、モンテカルロ法*によって季節ごとの平均的な風速・風向や噴火の持続時間などの不確実性を考慮して降灰分布を計算した。その結果、噴火再来間隔が長くなるほど最大規模の噴火の火山灰堆積の影響範囲は拡大し、降灰量（堆積厚）が大きい範囲が拡大するという傾向があることが分かった。すでに発生から100年以上経過している大正噴火規模の噴火がふたたび発生した場合には、鹿児島県内の多くの市区町村および人口密集エリアで甚大な降灰リスクが予測される。

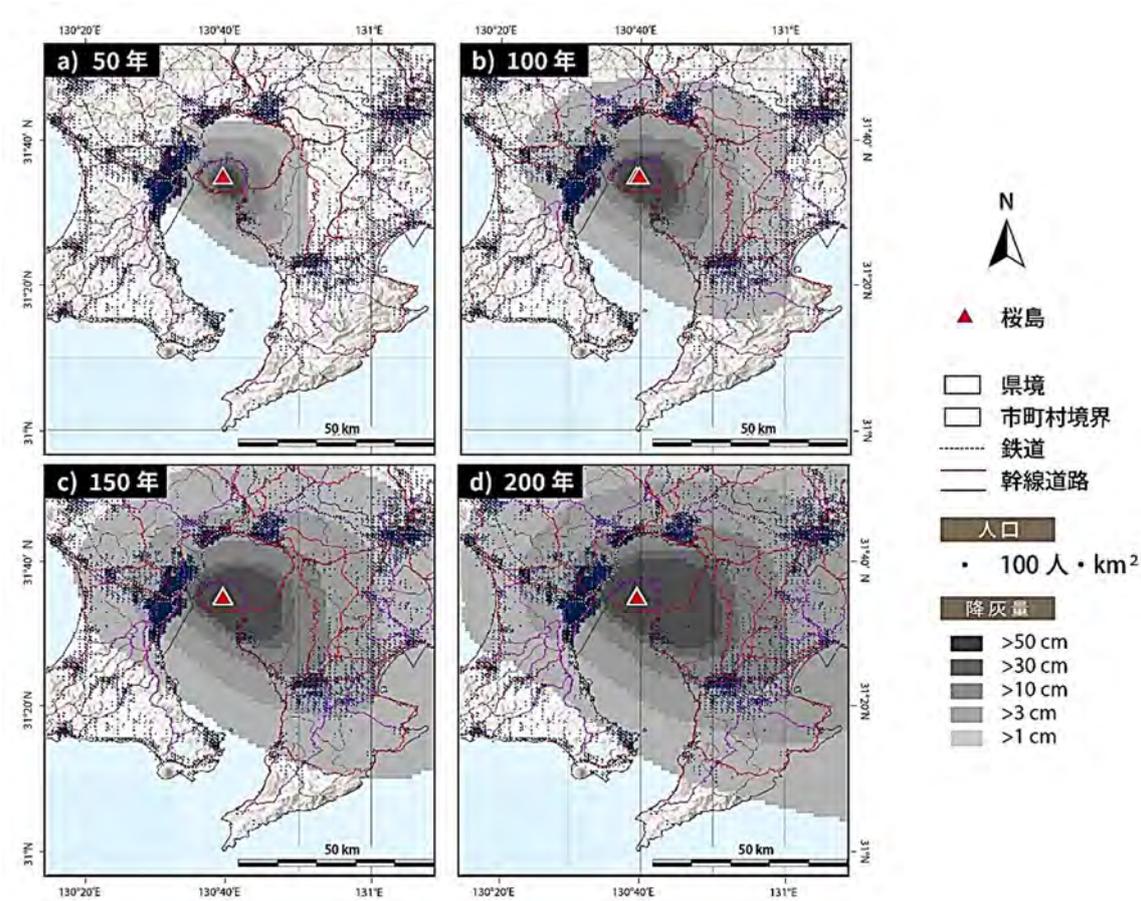


図 12. 異なる噴火再来間隔ごとの火山灰拡散範囲。(a) 50 年 (b) 100 年 (c) 150 年 (d) 200 年

水蒸気噴火発生場に関する概念モデルの作成 [TIT_01, 高リスク小規模火山噴火総合研究グループ] 4

草津白根山（群馬県）では、これまで多項目の地球物理学的・地球化学的な観測のほか、地下構造探査*や地質調査などを含めた多角的な研究が進められてきた。これらの成果を統合することで、水蒸気噴火を引き起こす火山の地下構造や、流体の蓄積・移動に関する概念モデルが提案された (Terada et al., 2025)。このモデルを通じ、草津白根山の地下浅部に、流体の蓄積・貯留に寄与する構造と、流体の上昇を妨げる構造（難透水性層、帽岩*）が存在していることを提案した。こうした複雑な地下構造を反映して、流体が地表に到達するルートが複数存在し、どの経路が選ばれるかによって、噴火様式*や前兆現象に違いが生じることもわかってきた。水蒸気噴火による災害を軽減するためには、各火山の地下構造を正確に把握し、観測データの背景にある意味を読み解くことが不可欠である。

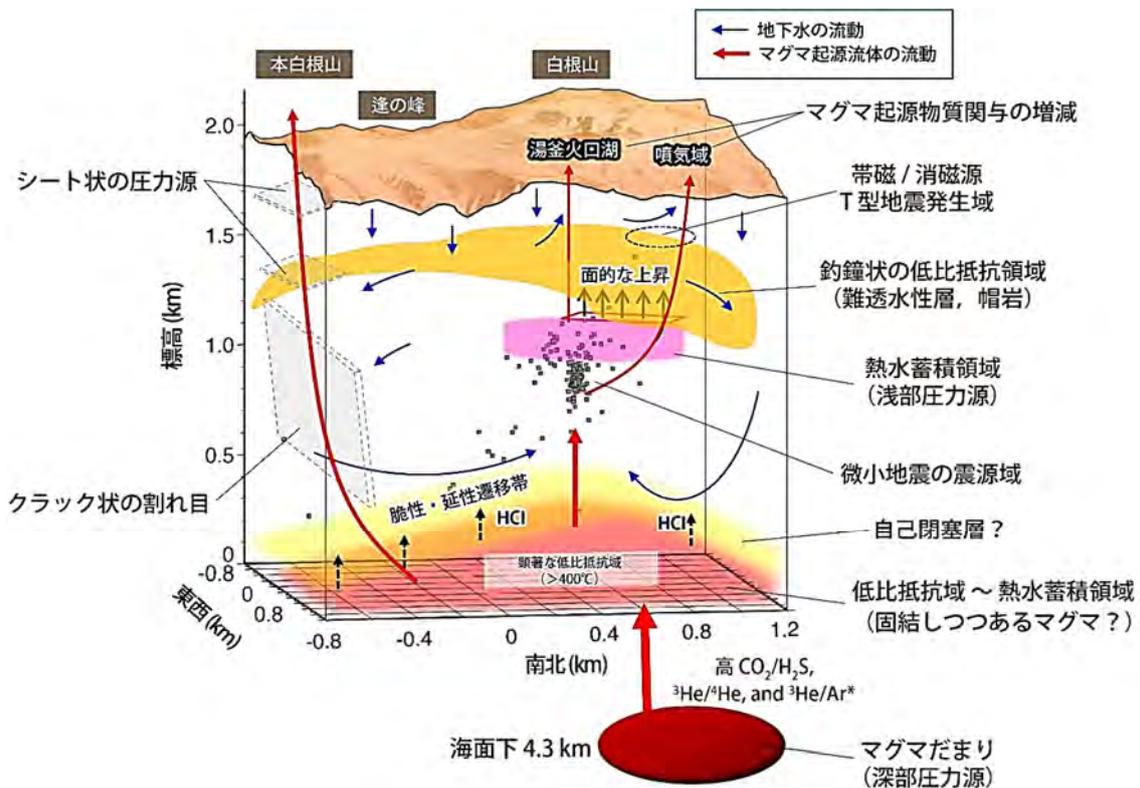


図 13. 草津白根山における多項目観測結果から推定された地下概念モデル (Terada et al., 2025)。地下浅部には、流体の上昇を制限し、その滞留や蓄積に寄与するような階層構造が存在しており、これらが水蒸気噴火発生に関わる重要な要因となる。

3-6. 観測基盤と研究推進体制の整備

【観測基盤と研究推進体制の整備】として、本研究計画では下記項目を実施している。

-
- (1) 観測研究基盤の開発・整備
 - ア. 観測基盤の整備
 - イ. 観測・解析技術の開発
 - ウ. 地震・火山現象のデータ流通
 - エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開
 - (2) 推進体制の整備
 - (3) 関連研究分野との連携強化
 - (4) 国際共同研究・国際協力
 - (5) 社会への研究成果の還元と防災教育
 - (6) 次世代を担う研究者，技術者，防災業務・防災対応に携わる人材の育成
-

令和6年度は、観測研究基盤の開発・整備の成果として「光ファイバを用いた DAS観測の高度化」(34 ページ) などが得られた。

また、推進体制の整備の一環として「拠点間連携共同研究」に取り組んでいる。これは、災害予測や防災に関連する研究者と協働して計画を推進するために、「地震・火山科学の共同利用・共同研究拠点」である東京大学地震研究所と「自然災害に関する総合防災学の共同利用・共同研究拠点」である京都大学防災研究所とが連携して計画を進めることが有効であるとの考えに基づき、両研究所が協働してそれぞれの分野の共同利用・共同研究拠点として連携して進めているものである。令和6年度は、「巨大地震・津波を起因とする火災リスク評価の高度化」(35 ページ) などの成果が得られた。

プレート境界地震及びスロースリップは主に海域で発生している。これらの地震現象の時空間変化のモニタリングを詳細に実施し、地震発生予測のための研究を進めるためには、発生域の直上である海底において地震・測地観測を行う必要がある。陸域と同等な観測を海底で実現するために、これまで十数年にわたって、機動的な地震観測の長期間化、広帯域化*、高ダイナミックレンジ化*、高密度化を目指した開発や、新方式のケーブルシステムによる定常的地震観測システムなどの開発を行ってきたが、さらに新しい観測手法や機器を開発し、活用していくことが重要である。

今回は DAS と呼ばれる光ファイバセンシング技術の一つである分散型音響センシングに着目した。DAS による観測は、既存の光ファイバケーブルを用いることにより、新たなセンサーを設置することなく、広範囲で高密度の地震観測ができる手段として注目されている。機器開発が急速に進んでいる DAS の計測器について、海域での地震観測に適した計測方式の検討をするため、仏国 FOSINA 社の観測装置による観測を行った。この観測装置は、観測後のデータ処理の段階でケーブル軸方向の伸縮振動を計測する単位長さ（ゲージ長）を変更できることが特徴である。観測は、地震研究所が 1996 年に設置した三陸沖光ケーブル式海底地震・津波観測システムの予備の光ファイバを用い行った。その結果、図 14 に示すように約 50km の距離にわたって、良好な地震波形記録を得ることができた。

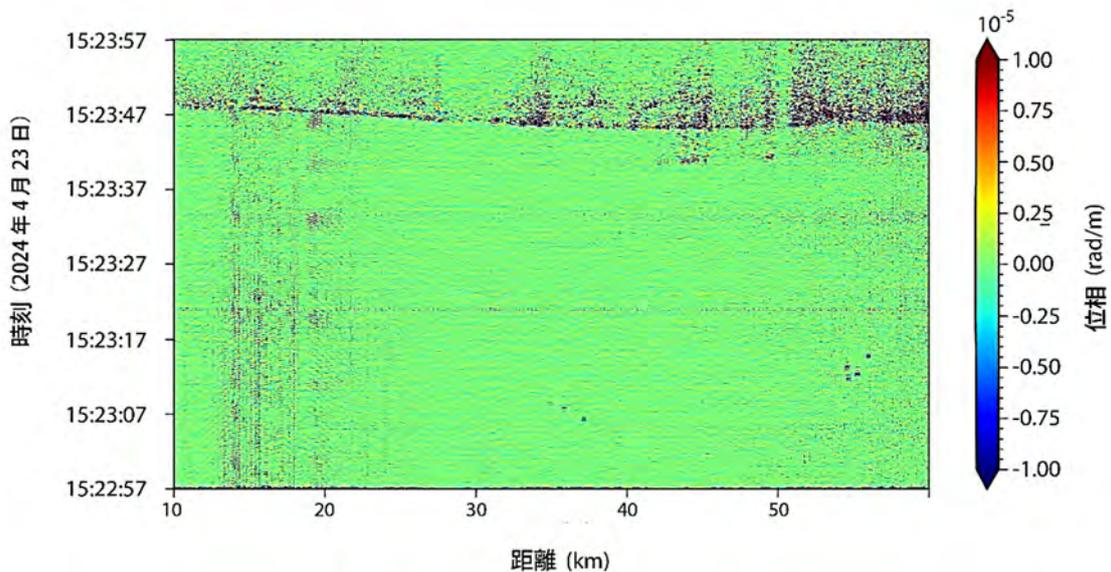


図 14. 仏国 FOSINA 社の観測装置による三陸沖光ケーブル式海底地震・津波観測システムの予備光ファイバを用いた DAS 記録。ゲージ長を 300m としている。15:23:47 頃にケーブルからの震央距離が 30km 程度の地震(マグニチュード 1.0)の地震波形が見られる。9-50 Hz のバンドパスフィルター*を適用した。

2024年の能登半島地震の発生を受けて、石川県輪島市中心部を対象に地震火災リスク評価を行った。日本海に存在する断層のうち、2014年に国土交通省の調査検討会によって能登半島北岸から北東沖に設定されたF43断層モデルのモーメントマグニチュードや震源域は、能登半島地震のそれと近い。そこでF43断層を震源とする地震を事前に想定していたならば、地震火災リスクはどのように評価されたのか、さらに評価結果は、今回の地震で実際に発生した火災被害とどのような関係にあるのかを調べることで、火災リスク評価の高度化をはかることを目指した。具体的には、地震動強さの空間分布、地震動による建物の構造被害、出火の数と場所、風速と風向、消防隊の覚知時間の不確実性を考慮した6000通りのシナリオを作成し、消防力の実態を反映した物理的な延焼シミュレーションを行った。

その結果、(1) 今回の地震の焼失棟数(約240棟)はリスク評価から想定される火災被害の中でもかなり大きなクラスに相当すること、(2) 焼失確率の相対的に高い建物が集中する範囲がいくつか浮き彫りになり、今回の地震で焼失した範囲はそれらの一つと概ね対応すること、が分かった。

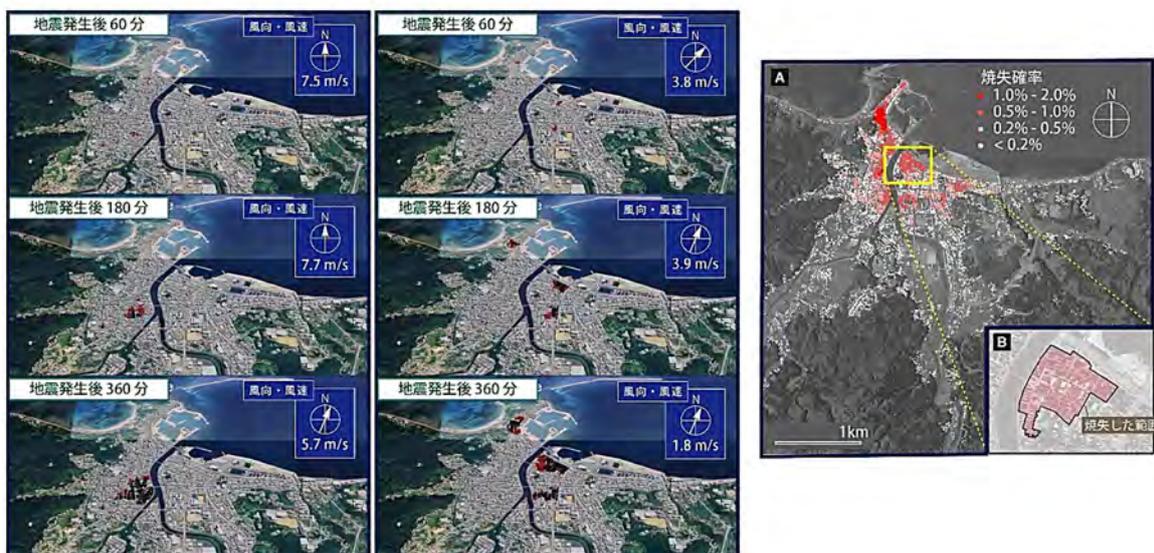


図 15. (左) 延焼シミュレーションの例。赤色が延焼中、黒色が焼失した地域を表す。
(右) 建物の焼失確率の分布と実際の焼失範囲。