

資料 2－2

科学技術・学術審議会 測地学分会
地震火山観測研究計画部会（第 67 回）
R 8. 9. 1 0

〔参 考 資 料〕

計画推進部会および総合研究グループ等別の成果

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画の推進について（第3次）」（建議）に示された実施内容について、令和7年度の成果を計画推進部会および総合研究グループ等別に学術報告として取りまとめた。

この報告は、地震火山観測研究推進協議会¹⁾に設置された8の計画推進部会と6の総合研究グループ、及び東京大学地震研究所と京都大学防災研究所の拠点間連携委員会²⁾の責任で編集したものである。

この報告の中から代表的なものを抜粋して、可能な限り平易でわかりやすい文章と図で書き直したものが、本編の「令和7年度の成果の概要」である。本編の「令和7年度の成果の概要」の内容について、さらに詳細を知りたい場合、原著論文を参照したい場合には、以下の報告をご参照いただきたい。

○東京大学地震研究所 地震火山観測研究推進協議会

【計画推進部会】

「地震（現象解明）」計画推進部会長	望月公廣（東京大学地震研究所）
副部会長	寺川寿子（名古屋大学大学院環境学研究科）
副部会長	安藤亮輔（東京大学理学系研究科）
副部会長	吉田圭佑（東北大学大学院理学研究科）
「地震（長期予測）」計画推進部会長	西村卓也（京都大学防災研究所）
副部会長	後藤和久（東京大学理学系研究科）
「地震（中短期予測）」計画推進部会長	川方裕則（立命館大学理工学部）
副部会長	中谷正生（東京大学地震研究所）
「火山」計画推進部会長	山本 希（東北大学大学院理学研究科）
副部会長	前野 深（東京大学地震研究所）
副部会長	森 俊哉（東京大学理学系研究科）
副部会長	伊藤順一（産業技術総合研究所）
「災害誘因評価・即時予測」計画推進部会長	太田雄策（東北大学大学院理学研究科）
副部会長	為栗 健（京都大学防災研究所）
「防災リテラシー」計画推進部会長	木村玲欧（兵庫県立大学環境人間学部）
副部会長	高橋 誠（名古屋大学大学院環境学研究科）
「史料・考古」計画推進部会長	蝦名裕一（東北大学災害科学国際研究所）
副部会長	村田泰輔（奈良文化財研究所埋蔵文化財センター）
「観測研究基盤」計画推進部会長	鶴岡 弘（東京大学地震研究所）
副部会長	松島 健（九州大学大学院理学研究院）

【総合研究グループ】

「南海トラフ沿いの巨大地震」総合研究グループ長	伊藤喜宏（京都大学防災研究所）
「首都直下地震」総合研究グループ長	加藤愛太郎（東京大学地震研究所）
「千島海溝沿いの巨大地震」総合研究グループ長	高橋浩晃（北海道大学大学院理学研究院）
「内陸で発生する被害地震」総合研究グループ長	岡田知己（東北大学大学院理学研究科）
「大規模火山噴火」総合研究グループ長	中道治久（京都大学防災研究所）
「高リスク小規模火山噴火」総合研究グループ長	寺田暁彦（東京科学大学総合研究院）

○東京大学地震研究所・京都大学防災研究所拠点間連携共同研究委員会

研究代表者 松島信一（京都大学防災研究所）

研究代表者 加藤尚之（東京大学地震研究所）

-
- 1) 東京大学地震研究所には、災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画で立案された研究を推進することを目的に設立された地震火山観測研究推進協議会（令和6年度末までの名称は地震・火山噴火予知研究協議会）がある。ここでは、本観測研究計画に参加する全国の大学等が連携し、研究機関と協力しながら研究を推進している。また、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では、大学、研究機関、行政機関が連携して計画の推進を図っている。地震火山観測研究推進協議会には、災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画の、効率的かつ調和的な実施を推進するために、8の計画推進部会と6の総合研究グループが設置されている。
 - 2) 「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は、地震や火山噴火の現象解明・予測の研究成果を災害軽減につなげるための組織的な共同研究を実施するために、拠点間連携共同研究委員会を設置している。

1 (1) 地震 (現象解明)

「地震 (現象解明)」計画推進部会長 望月公廣

(東京大学地震研究所)

副部会長 寺川寿子

(名古屋大学大学院環境学研究科)

副部会長 安藤亮輔

(東京大学大学院理学系研究科)

副部会長 吉田圭佑

(東北大学理学研究科)

本計画では、地震・火山現象の根本的な理解を深化させるための基盤的研究を推進する。地震及び火山活動は多様であり、広範な時空間スケールで発生する。特に、甚大な被害をもたらす大規模な地震や火山噴火は低頻度現象であることから、近年のデジタル観測記録に加えて、地形・地質等のデータを統合的に活用しながら比較分析を行い、現象の多様性を支配する仕組みやその発生メカニズムの解明を進めている。また、観測・実験・理論モデリングといった多角的手法により、地震・火山活動の発生場の解明とそこで進行する物理・化学過程のモデル化を行い、これらを地震・火山災害の発生機構や災害誘因の把握とその予測技術の高度化へとつなげることを目指している。以下に、各研究の具体的な取り組みと成果を報告する。

1. 地震・火山現象の解明のための研究

(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明

過去の巨大地震に関する地質学的記録の解析と、近年発生した大規模地震の震源過程解析を通じて、低頻度かつ大規模な地震現象の発生様式に関する理解が進展した。とくに、巨大地震の破壊過程や最終的な破壊域・規模が地震サイクルごとに異なりうることや、大規模地震時の破壊伝播の特徴に関する知見が得られた。

1983年日本海中部地震の津波堆積物を解析したところ、日本海側でも太平洋側と同様の特徴的な堆積構造が確認され、津波堆積物の堆積構造や形成プロセスの解明に重要な知見が得られた。さらに、津波堆積物調査と浸水シミュレーションから、千島海溝南部の超巨大地震は毎回同じ破壊様式ではないことが示された(弘前大学[課題番号:HRS_01])。2025年7月30日のカムチャツカ半島沖地震についてバックプロジェクション法および波形インバージョンにより震源過程を解析した結果、破壊開始点から南西方向へ破壊が伝播する様子が推定された(防災科学研究所[課題番号:NIED02])。

(3) 地震発生過程の解明とモデル化

地震発生の物理過程に関して、摩擦則に基づく断層破壊・地震サイクル、断層すべり時の熱・流体効果、高温高压下での岩石の変形・流動特性、断層不均質性などを考慮した理論・実験・数値計算研究が進展するとともに、観測データに基づく断層すべりやスロースリップの解析も進められた。これにより、断層破壊の核形成、破壊伝播、地震性・非地震性すべりの多様な振る舞いに関する理解が深まり、地震発生過程の定量的把握とモデ

ル化が前進した。

断層物質の変形・流体作用の理解に関しては、実験的・地質学的・数値的研究が進展した。塑性領域の地殻深部に存在する亀裂を模擬した石英ガラスおよび方解石単結晶の加圧実験では、加圧に伴うP波振幅の増加と表面凹凸の減少から、接触面積の増大と接触部の塑性変形が確認され、とくに低圧下では初期粗さの違いが変形様式や振幅増加率に影響することが示された（京都大学防災研究所[課題番号：DPRI02]）。加えて、円盤状クラックを含む岩石を対象とした空隙連結性の数値シミュレーションにより、クラック量が一定値を超えると空隙ネットワークが連結し、クラック配向に偏りがある場合でも、全体としての連結度はほぼ等方的となることが示された（京都大学防災研究所[課題番号：DPRI02]）。また、沈み込み帯の深さ50km程度までを対象とした高温高圧実験により、石英の再結晶組織が変形条件の有効な指標となることが示され、流動則決定に向けた実験基盤が整備された（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_02]）。さらに、削剥断層の地質調査と微細構造解析からは、破壊条件を満たす領域が断層中心部のウルトラマイロナイトに集中し、塑性歪とキャビテーションの対応関係が試料スケールから数100m規模まで成り立つこと、ならびに断層沿いに地下深部起源の高温流体が繰り返し供給され、方解石の析出を通じた断層シールが反復していたことが示された（産業技術総合研究所[課題番号：AIST04]）。層岩アナログ物質を用いた観察実験では、脆性-塑性遷移領域において、低すべり速度で形成された流動変形組織が、すべり速度の増加に伴って剪断の局所化、亀裂生成、さらに亀裂面への剪断集中へと発展することが明らかとなり、従来困難であった含水斜長石多結晶集合体の合成成功とあわせて、地殻下部剪断帯の再現実験に向けた基盤が整備された（産業技術総合研究所[課題番号：AIST04]）。加えて、熊野灘でのスロー地震観測、摩擦実験、IODP掘削コアおよび地質試料の解析、ならびに南海トラフ・関東地域を対象とした数値シミュレーションを統合的に進めた結果、深部スロー地震発生域を模擬した片岩ガウジ実験では準脆性的な変形挙動が確認され、海山由来石灰岩では特定温度域で不安定すべりが生じ得ることが示された。また、JTRACK掘削コア解析からは、不均質なプレート境界でもすべりが局在化して大きな破壊が可能であることが示され、美濃帯白チャートの化学分析からは、プレート境界に沿った流体移動の痕跡が存在することが示された。また、数値シミュレーションでは、南海トラフ巨大地震のすべり域下限や、関東における大正型・元禄型地震およびSSEの発生間隔について現実的な再現結果が得られた（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_05]）。

断層破壊、核形成、地震サイクル、およびスロー地震を対象とした理論・数値モデルの高度化に関しては、単一欠陥を導入したOlami-Feder-Christensenモデルの解析により、自己組織化臨界性の発現には、同期化だけでなく、同期化傾向と十分に大きな超臨界ローカルエネルギーによる脱同期化との拮抗が本質的に重要であることが示された（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_02]）。熱・流体効果を考慮したRSF断層モデルの解析では、断層破壊の進展が摩擦パラメータ $a-b$ の値に強く依存し、条件によっては $a-b$ が大きいほど応力解放や破壊伝播が促進されるという、直感に反する挙動が現れることが明らかにされた（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_02]）。また、Nagata lawおよびSlip lawに基づく動的地震サイクル計算により、核形成過程がAging lawに基づく従来像と大きく異なり、剥がれ域の進展と震源核形成の対応が必ずしも成り立たないこと、とくにSlip lawに近づくと、剥がれ域より著しく小さい震源核が、剥がれフロント先端や速度

弱化域境界に形成されるなど、多様な核形成様式が現れることが示された（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_02]）。さらに、断層粗さの消長を組み込んだ摩擦則の改良により、破壊エネルギーが断層サイズに比例するスケーリングが得られた一方、断層面粗さのスペクトルや地震性すべり域における余効すべりの再現には課題が残ることが示された（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_02]）。熱弾性不安定に起因する温度・応力不均質の成長を扱った解析では、高速摩擦時の動的弱化に試料サイズ効果が現れ、十分大きな試料ではそのサイズ依存性が消失することから、断層構成則の粗視化に関わる代表的長さスケールの存在が示唆された（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_02]）。また、多階層アスペリティモデルに基づく2次元動的地震サイクル計算により、小規模リピータから大地震時の高周波放射まで多様な破壊現象が再現され、粗視化モデルの検討からは、基本的なスケーリング則は保持される一方で、地震サイクルの複雑さや個々の地震の多様性は低下することが示された（図1，東京大学地震研究所[課題番号：ERI_02]）。加えて、断層帯内部の厚み方向構造を考慮した多自由度ばねブロックモデルの構築と系統的パラメータスタディにより、層間結合剛性や法線応力の違いに応じて、周期的すべり、同期・非同期挙動、カオス的すべり、さらには卓越するすべり面の動的切り替わりなど、多様なすべり様式が現れることが示され、単一界面モデルでは表現が難しいスロースリップイベントや低周波微動を理解するための基礎的枠組みが整備された（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_03]）。

断層すべりや地殻変動を定量的に推定するための解析・同化手法も高度化した。海底地殻変動の解釈に必要な地震間変形モデルとして、二層粘弾性構造を導入したグリーン関数が構築され、粘弾性応答を考慮することで過剰なすべり欠損の見積もりを抑制することが示された。また、MCMCに基づくすべりインバージョン手法の高度化により、観測データの空間分解能に応じて小断層配置と不確実性をより適切に評価できる枠組みが整備された（東北大学[課題番号：THK_01]）。三角形転位要素による断層面応力評価については、その誤差特性が明らかにされ、補正法が提案された（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_02]，Noda, 2025）。また、周期的SSEを対象として、摩擦パラメータと初期摩擦強度を同時に推定する新たなデータ同化手法が開発され、数値双子実験により、将来のSSE発生時期やすべり進展を高精度で予測することが示された（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_02]）。さらに、LLMにより、地震学のデータ同化に用いる研究コードを対話的に自動生成できる可能性も示された（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_02]，亀・他，2025）。京都大学防災研究所では、ABICに基づく基底関数展開法を用いたGNSS解析により、東北沖地震前の東西短縮場が地震後には広域的な東西伸張場へ反転したことが示され、能登半島における圧縮応力の弱化が地殻流体の上昇運動を促進し、地震活動に影響した可能性が指摘された（Nozue and Fukahata, 2025）。また、カムチャツカ地震の時空間的に平滑化を課した震源過程インバージョン（PDTI解析）では、9mを超える大すべり域が広範囲に分布することが示され、プレート収束量との不整合から既存の巨大地震発生モデルの再考を促す結果が得られた（Yagi et al., 2025）。さらに、PINNを用いた3次元地殻変動解析では、実データに基づく断層すべり推定の有効性が実証された（京都大学防災研究所[課題番号：DPRI02]）。

実際の地震およびスロー地震現象に対する理解に関しても、新たな知見が得られた。長期地震カタログと発震機構解を用いた解析では、2016年熊本地震本震前に震源直近深

部で低 b 値かつ高い地震モーメント効率を示す領域が認められ、本震開始点が高応力・高臨界状態にあったことが示された（Matsumoto, 2025）。一方、本震後には断層周辺で地震モーメント効率が低下し、流体侵入や応力場の不均質化に伴う断層強度低下が示唆された（九州大学[課題番号：KYU_01]）。また、2024年能登半島地震については、観測に基づく断層形状と広域応力場を用いた3次元動的破壊シミュレーションにより、本震破壊過程の再現に成功するとともに（Ando et al., 2025）、3次元速度構造を用いた余震分布の再決定も行われた（産業技術総合研究所[課題番号：AIST06], Shiina et al., 2025）。防災科学技術研究所では、2024年8月8日の日向灘地震について、K-NET・KiK-net記録を用いた震源過程解析により、破壊が南方向へ伝播したことが推定され、主すべり域では地震活動・スロースリップ速度とも低調であったことから、地震前には強く固着していた領域であった可能性が示された。また、2025年12月8日の青森県沖地震については、K-NET・KiK-net記録を用いたインバージョン解析から、主なすべりが破壊開始点付近とその浅部に分布し、地震規模は $M_w7.4$ と推定された（防災科学技術研究所[課題番号：NIED02]）。

スロー地震および微動活動についても、新たな観測事実が蓄積された。海底地震観測網データの解析により、種子島南東沖では浅部微動が断続的に発生しており、とくに2024年8～9月に顕著な活動が確認された。この活動は2024年8月の日向灘 $M7.1$ 地震後に活発化し、観測網北側から南側へ移動する明瞭なマイグレーションを示したことから、日向灘から南西諸島北部にかけて広域に活発化した浅部スロー地震活動の一部を捉えた可能性が示された。また、検出イベント数は2000個を超え、今回の解析領域が浅部スロー地震活動の南限あるいはセグメント境界付近に位置する可能性も指摘された（鹿児島大学[課題番号：KGSM01]）。さらに、2025年6月のN-net整備完了を受けて、沖合・沿岸システムを利用した微動モニタリングの開発に着手し、日向灘地域で発生する微動の検出に成功した（防災科学技術研究所[課題番号：NIED02]）。加えて、トカラ列島悪石島・宝島付近では、2025年6月以降の群発地震活動中に、 $0.3\sim0.8\text{Hz}$ 付近に卓越周波数をもつ10～20分程度の連続微動が確認された一方、2021年以降の記録の検討から、同様の微動は群発活動と必ずしも同期しない傾向も示された（防災科学技術研究所[課題番号：NIED02]）。

以上のように、断層物質の変形・流体作用の理解、摩擦・破壊・地震サイクルの理論モデル化、断層すべり・SSE解析手法の高度化、および実地震・スロー地震への適用が相互に進展し、地震発生過程の定量的把握とモデル化が着実に前進した。

（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

海底地殻変動観測、海底地震観測、地下構造探査、地震波構造解析などにより、プレート境界地震および海洋プレート内部地震の発生場に関する理解が進展した。プレート境界の固着・すべり、浅部微動やスロースリップ、スラブ内地震活動と地下構造・物性不均質との関係について新たな知見が得られ、沈み込み帯における地震発生場の実態把握が進んだ。

プレート境界の固着・すべり状態の把握に関しては、海底測地観測、地震観測、および地震・測地データの統合解析を通じて進展があった。房総沖の新設GNSS-A観測点では、

機器不具合に対応して代替海底局を設置し、船舶やWave Gliderを用いた観測が継続された。既存観測点を含む解析の結果、沖合では海溝向き変位が見られず、東北沖地震後の変動は余効すべりよりも粘弾性緩和やプレート間固着の影響が支配的であることが示唆された（図2，東北大学理学研究科[課題番号：THK_01]）。また、東北沖地震の大すべり域における固着回復過程の解明に向けて、海底地震観測，GNSS-A観測，海底圧力観測が実施された。その結果，日本海溝沿いのGNSS-A観測では，宮城沖で陸向き変動が認められ，東北沖地震後の粘弾性応答とプレート間固着の影響が卓越する一方，岩手沖や福島・茨城沖では余効すべりの影響を反映して変動が相対的に小さいことが示された。さらに，震源域北部の長期海底地震観測データの解析からは，本震時に大きくすべった領域では余震活動がしばらく低調で，本震後も応力回復が遅れていたことが示唆された（図3）。加えて，房総沖の海底圧力計観測からは，2024年2～3月のスロースリップに伴う隆起が局所的かつ小規模で，2018年の事例より小さなすべりであった可能性が示された（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_05]）。また，発震機構解とGNSS地殻変動データを統合してプレート境界の固着状態変化を推定する手法についても成果が取りまとめられた（産業技術総合研究所[課題番号：AIST06]）。

こうした固着・すべり場の理解と並行して，プレート境界の地下構造や物性不均質の解明も進んだ。三陸沖日本海溝浅部のデコルマ挙動を明らかにするため，反射法地震探査データに高精度イメージング解析を適用し，断層周辺の物性が推定された。その結果，デコルマ上には固着の強い2つの領域が認められ，それぞれ2011年東北沖地震と1896年明治三陸地震の主なすべり域に対応することから，異なる地震で異なるアスペリティが破壊される相補的な破壊パターンの可能性が示された。また，これらの領域では，ホルスト上のデコルマ形成や流体排出に伴う間隙水圧低下が局所的な固着強化に関与していると考えられる（図4，東京大学大気海洋研究所[課題番号：AORI01]）。屈折法データの全波形インバージョンに基づく速度構造を用いて反射記録を再解析した結果，沈み込んだ断層の比高は約500mで，従来考えられていたような沈み込み直後の大幅な増大は認められなかった。また，海洋地殻上部では速度増加が確認され，根室沖千島海溝では，沈み込み直後の破碎よりも，圧密に伴うクラック閉口などの構造変化が卓越していることが示された（東北大学理学研究科[課題番号：THK_03]）。さらに，東南海・東海海域で2次元反射法探査が行われるとともに，宮城県沖日本海溝域には地震観測用OBS10台が設置された。また，南海トラフ域で過去25年以上にわたり取得された反射法データを統合することで，全域にわたるプレート沈み込み構造が詳細に明らかにされたほか，熊野灘での環境雑音解析による高解像度S波構造のイメージングや，物理AIを用いた震源決定システム「HypoNetNankai」の開発など，新たな解析手法の確立と成果の公表も進められた（海洋研究開発機構[課題番号：JAMS02]）。加えて，不均質構造やレオロジーパラメータが地殻変動・重力場に与える影響をフォワードモデリングで調べた結果，温度プロファイルによって粘弾性変形パターンが大きく異なり，非線形レオロジーを考慮するとウェッジマントルに変形が集中して大きな重力変化が生じることが分かった（東京大学理学系研究科[課題番号：UTS_01]）。

プレート境界における地震性・非地震性すべりの分布とその時空間変化についても，新たな観測データに基づく新たな知見が得られた。S-netデータを用いた震源決定の高度化により，小規模地震の検知能力と繰り返し地震の深さ推定精度が向上し，震源がプレ

ート境界モデルとよく対応することが確認された。このカタログ解析からは、北海道～東北沖に非地震性すべりが卓越する帯状領域が見出され、それが巨大地震時のすべり拡大を規制している可能性が示された（東北大学理学研究科[課題番号：THK_01]，Suzuki et al.，2025）。また、長期収録型海底地震計を用いた南西諸島北部・種子島南東沖での機動的観測が継続され、南西諸島海溝に沿う通常地震とスロー地震の時空間分布の把握に向けて、浅部テクトニック微動や微小地震の高精度検出が進められた（鹿児島大学[課題番号：KGSM01]）。

海外の沈み込み帯におけるスロースリップイベントについても、海底観測に基づく理解が進んだ。約1.8年周期でSSEが発生するヒ克蘭ギ沈み込み帯北部Gisborne沖では、日・NZ・米の国際共同観測が継続され、2025年には海底圧力計・海底地震計の回収と再設置が実施された。2024年11月末から12月にかけて発生した大規模SSEについては解析が進められており、予備的解析から、SSEに同期して断層すべり活動が大きく活発化したことが明らかとなった。これは、2014年および2019年のSSEに伴って観測された群発型相似地震やテクトニック微動と同様の活動と考えられる（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_06]）。また、約5年周期で大規模SSEが発生する北島中部沖にも海底観測網が再展開され、2026年頃に予想される次回SSEの直接観測に向けた体制が整えられた。あわせて、2019年SSE時の高分解能地震カタログの解析からは、SSEピークすべり後に沈み込んだ海山近傍のスラブ内で地震活動が増加することが示され、SSEに伴う応力擾乱や流体移動によって既存の正断層が再活動した可能性が指摘された（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_06]，Iwasaki et al.，2025）。

一方、海洋プレート内部地震や深発地震の発生場に関しても、スラブ構造、脱水、応力場との関係について理解が進んだ。高温高压変形実験では、アウターライズ断層を模擬した先行亀裂が湿潤条件下で周期的なゆっくりすべりを示し、アウターライズ断層の再活動がそのようなゆっくりすべりによって励起される可能性が示唆された。また、周期変形実験では、AEの発生が差応力の過去最大値更新時に限られることが示され、深部断層岩にもメモリー効果が働く可能性が明らかとなった。さらに、宮城沖スラブ内地震群の応力解析からは、スラブ内と上盤プレートで応力場が約90°異なり、沈み込み方向の圧縮がプレート境界直近まで及ぶことが分かり、プレート境界の低摩擦強度が示唆された（図5）。加えて、福島県沖地震の再解析からは、2021年・2022年地震がアウターライズ断層の再活動であり、断層上の含水化度不均質が破壊開始・拡大を制御したこと、さらにプレート境界の非地震性すべりとスラブ内地震が相互誘発しうることが示された。また、S-netデータを用いた深層学習解析では、北海道～東北沖のプレート境界深度35-75kmに帯状に地震活動が活発な前弧地震帯が見出され、従来考えられてきた深さより浅部で脱水が進行している可能性が示唆された（東北大学理学研究科[課題番号：THK_03]，Suzuki et al.，2025）。レシーバー関数の再解析により、太平洋スラブ地殻のエクロジャイト化は東北地方で約100km、関東地方西部で約200kmまで進行することが示され、その完了深度以深ではスラブ地殻内地震がほとんど発生しないことから、脱水脆性化モデルを支持する結果が得られた。また、中部日本下では準安定オリビン領域と深発地震分布がよく対応する一方、その領域は約450km以深では認められず、鉱物学的予測より浅い深さで消失することが示された。さらに、近地・遠地地震のスペクトル解析から深さ700kmまでの3次元P波・S波減衰構造が初めて推定され、西南日本下ではフィリピン海スラ

ブが約400kmまで沈み込み、その下の低速度・低Q異常が深部脱水とマントル上昇流を反映することが明らかとなった。加えて、マントル遷移層条件での変形実験からは、アウターライズ断層面に相転移物質（ウォズレライト）が集中形成し、高温ではそれを起点に新たな断層が形成されることが示され、アウターライズ断層が深発地震の起点となる可能性が示唆された（東北大学理学研究科[課題番号：THK_03]）。日本列島下では、近地・遠地地震のスペクトル解析により、深さ700kmまでの3次元P波・S波減衰構造が初めて推定され、沈み込むスラブのhigh-Q異常やマントルwedgeのlow-Q異常、さらにスラブ下の局所マントル対流を示す構造が明らかとなった（図6，Wang and Zhao, 2025）。また、全マントル地震波トモグラフィの高度化により、日本や南米の沈み込み帯でスラブ下構造と巨大噴火との関係が示され、三陸沖ではプレート境界付近のS波速度構造が微動域・大地震破壊開始域・最近の地震活動域の違いと対応することが分かった（東北大学理学研究科[課題番号：THK_04]，Toyokuni et al., 2025, Toyokuni and Zhao, 2026）。

以上のように、プレート境界地震と海洋プレート内部地震の発生場については、海底地殻変動観測，海底地震観測，地下構造探査，地震波構造解析，および実験・数値解析を組み合わせた研究が進展し、固着・すべり分布，浅部微動やSSE，スラブ内地震活動と地下構造・物性不均質との関係について，統合的理解が深まった。

イ．内陸地震

内陸地震の発生場に関して，活断層形状，地下構造，比抵抗分布，応力場，歪場などに関する観測的・解析的研究が進展した。その結果，内陸地震の発生や破壊の進展が，応力場の不均質性やその時間変化，ならびに地下の構造的不均質と密接に関係することが示され，内陸地震発生場の構造的・力学的理解が深まった。

内陸地震発生場の構造把握に向けた基盤整備が進展した。日本の主要活断層帯約100本を対象として，ニュージーランドのコミュニティ断層モデル手法を基にした3次元断層形状モデルの品質確認と修正が進められ，一部では更新された活断層トレースに対応した再構築も行われた。その結果，地表トレースの単純化には作業判断が入りうるということが明らかとなったため，その過程を作業ログとして記録し，今後の専門家評価に資する形で整理した。また，傾斜角や走向の異なる断層セグメントの接合では，従来の手順では形状のゆがみが生じることが判明し，Pythonスクリプトの改良によって適切な3次元形状モデルを生成できるようになった。モデル作成は概ね完了しつつあり，今後は地球科学的妥当性についてコミュニティで公開評価を進める予定である（東京大学理学系研究科[課題番号：UTS_02]）。また，日奈久断層南部周辺では効率的な運用体制を整備しつつ稠密地震観測が継続され，今後の高精度震源決定や発震機構解推定に必要な基礎データ取得基盤が維持された（九州大学[課題番号：KYU_01]）。さらに，日奈久断層を横切る光ファイバーを用いたDAS観測が開始され，超高密度観測データが取得されたことにより，将来的に日奈久断層周辺の短波長不均質構造を高分解能で推定するための観測基盤が整備された（九州大学[課題番号：KYU_01]）。

こうした基盤整備と並行して，地下構造，応力場，歪場の不均質性とその時間変化に関する理解も進んだ。東北沖地震後にいわき市周辺で伸長場を示す地震活動が活発化したことを受け，断層分布，地殻変動，熱流量，沈み込み過程を統合した解析により，その原因解明に向けた研究が開始された（京都大学防災研究所[課題番号：DPRI02]）。また，

地震波干渉法解析により、青森県周辺でRayleigh波・Love波の位相速度分布が推定され、地殻浅部構造を反映する基礎データが取得されるとともに、他の観測量との対応関係も認められた。加えて、繰り返し地震の解析では、低周波では類似する波形が高周波では分岐することが示され、震源過程の多様性が明らかになった(弘前大学[課題番号:HRS_01])。干渉SAR解析からは、津軽平野において地盤沈下に伴う変位の進行状況に場所ごとの差があることが明らかとなり、岩木山西側斜面では定常的な地すべり性変位に加えて、2022年夏の大雨に対応したイベント的変位も認められた。さらに、2025年12月8日の青森県東方沖地震については、GNSSデータから余震分布と調和的な断層モデルが推定された(弘前大学[課題番号:HRS_01])。ニュージーランド南島では、臨時地震観測網データを用いた応力場解析により、主要な地殻内断層の多くが現在の応力場に適した形状をもつ一方、アルパイン断層西側の一部では過剰流体圧により活動が促進された可能性が示された。あわせて、地震検出の高感度化、ヒ克蘭ギ沈み込み帯での屈折法構造解析、地震波干渉解析の進展により、地域の断層活動と地震ハザード評価に向けた基盤が強化された(図7、東北大学理学研究科[課題番号:THK_05])。九州では、地震観測とGNSSデータを用いたモデル化により、熊本地方や鹿児島県北西部では下部地殻の非弾性変形による応力集中が上部地殻の応力場とよく対応し、地震活動活発域と整合することが示された。一方、九州中部では両者の方位差が大きく、上部地殻のせん断帯による応力緩和の影響が示され、さらに熊本地震後の余効変動が応力場に付加的影響を与えたことが明らかとなった(九州大学[課題番号:KYU_01])。また、地震データから推定した上部地殻の応力場と、GNSSデータに基づく下部地殻からの応力変化を比較した結果、九州全体では横ずれ成分が卓越する一方、別府島原地溝帯では浅部ほど正断層型地震が増加する傾向が認められた。さらに、天草北部では下部地殻からの応力では説明しきれない活発な地震活動が見られ、日奈久断層延長部の八代海南部でも局所的な地殻構造に起因する応力不均質の存在が示唆された(九州大学[課題番号:KYU_01])。一方、日本列島内陸の地殻応力場の時間変化に関しては、発震機構解を用いたミスフィット角解析により、西南日本では基準応力場と調和的な地震が多い一方、多くの地域で応力場に季節性や数年スケールの周期変動が認められた。また、ミスフィット角の変動幅が小さい領域はひずみ集中帯とよく一致し、さらにM6以上の地震の発生前にはミスフィット角が平均より小さい傾向が見られたことから、本手法が大地震発生時期の評価に有効である可能性が示された(産業技術総合研究所[課題番号:AIST06])。

地下の比抵抗構造と内陸地震の発生・破壊進展との関係についても理解が進んだ。1997年鹿児島県北西部地震について既存解析結果を整理したところ、3月・5月の地震はいずれも低比抵抗体と強く関係しており、破壊は低比抵抗体の端部で開始し、別の低比抵抗体によって停止したことが明らかとなった(Matsunaga et al., 2025)。このことから、2016年熊本地震と同様に、内陸大地震の破壊開始・停止が地下の低比抵抗体に支配される事例であることが示された(九州大学[課題番号:KYU_02])。また、2000年鳥取県西部地震について、新規および既存のMTデータを統合した3次元比抵抗構造解析の結果、低比抵抗体は先行研究で示された震源南西深部ではなく、本震震源直下にイメージされることが分かった。一方、南側の破壊停止点や2026年1月の島根県東部地震付近では既存データの質が不十分で、比抵抗構造の拘束が弱く、追加観測の必要性が明らかとなった(九州大学[課題番号:KYU_02])。さらに、2004年中越地震について既存MTデータ

を最新の3次元インバージョンで再解析した結果、余震は主として先第三系基盤岩に対応する中～高比抵抗域に分布し、浅部の低比抵抗域ではほとんど発生していないことが明らかとなった。また、震源域下部には比較的low比抵抗な領域の存在も示唆され、追加観測により大地震破壊と比抵抗構造の関係をより詳細に検討できる見通しが得られた（九州大学[課題番号：KYU_02]）。加えて、1995年兵庫県南部地震震源域では、都市域を含む広域でMT観測が実施され、長期観測データの解析により、神戸市や西宮市を含む都市部においても、磁気嵐を利用すれば良質な応答関数が得られ、比抵抗構造推定が可能であることが確認された。これにより、今後の都市域MT調査の有効性が示された（九州大学[課題番号：KYU_02]）。また、2018年北海道胆振東部地震については、周辺域で予察的なMT観測と観測点選定のための調査が実施された（九州大学[課題番号：KYU_02]）。

内陸における群発地震や流体移動を伴う変動現象についても、新たな知見が得られた。2025年のトカラ列島近海および山口県北部の群発地震を対象とした発震機構解と応力解析の結果、トカラ列島近海では地震活動や地殻変動に同期した応力場の局所的擾乱が確認され、マグマ・流体・ゆっくりすべりの関与が示唆された。また、山口県北部では正断層型・横ずれ型・逆断層型が混在し、均一応力場では説明できない複雑な応力状態が明らかとなった。これらの事例から、群発地震が流体や応力擾乱に強く支配されることが示された（産業技術総合研究所[課題番号：AIST06]）。また、山口県北部の群発地震に伴う傾斜変動について、Hi-net併設高感度加速度計で観測された傾斜変動を解析した結果、群発地震に伴う断層開口が推定され、流体による体積増加の可能性が示唆された。さらに、期間を分けた解析からは、震源分布の移動に対応した変動源の移動も認められた（防災科学技術研究所[課題番号：NIED02]）。

以上のように、内陸地震発生場については、活断層形状、地下構造、比抵抗分布、応力場、歪場に関する観測・解析研究が相互に進展し、地震発生や破壊進展と地下の構造的不均質、応力場の空間的不均質、およびその時間変化との関係について統合的理解が深まった。

エ．地震発生と火山活動の相互作用の理解とモデル化

地殻流体やマグマ性流体の分布・移動・圧力上昇・応力変化に着目した観測・解析研究を通じて、地震活動と火山活動の相互作用に関する理解が進展した。群発地震、微動、火山周辺の地震活動との関係について知見が蓄積され、流体を媒介とした地震活動と火山活動の結びつきの理解が前進した。

広域的な流体分布とその地震・火山活動への関与に関する理解が進んだ。日光・足尾地域の解析からは、低比抵抗域が高いメルト分率をもち、地殻流体が火山・地震活動に関与する可能性が示された（京都大学防災研究所[課題番号：DPRI02]）。また、Geofluid Mappingにより、東北地方中央部ではモホ付近のマグマと放出流体が地震・火山活動を支配することが示され、飛騨高山地域でも地震波速度、電気伝導度、地球化学データを統合した予察的解析が進められた（図8，京都大学防災研究所[課題番号：DPRI02]）。さらに、富士山周辺の地下水を対象としたGeofluid Mappingにより、温泉水にはマグマ由来ガスの混入が認められ、井戸水・湧水との違いが明瞭に示された。あわせて、水質の基本場を定義することで、深部流体の上昇を早期に捉える監視基盤が構築されるとともに、富士・箱根火山を対象に、マグマ生成から上昇・噴出に至る過程の解明も進められた（京都大学

防災研究所[課題番号：DPRI02])。

こうした流体分布の把握と並行して、個別火山・火山地域における流体供給系や変動源の構造に関する理解も進展した。別府―由布院地域では、広帯域MTデータの3次元解析により、鶴見・伽藍・由布の3火山へ向かって北側深部から斜めに上昇する低比抵抗体が捉えられた(Aizawa et al., 2025)。深部低周波地震や火山の位置はいずれもこの低比抵抗体の端部に対応しており、マグマ性流体の上昇経路であることが示唆された。また、伽藍岳と由布・鶴見岳との比抵抗構造の違いは、火山活動度の差を反映している可能性が示された(九州大学[課題番号：KYU_03])。霧島火山群では、既存MTデータの統合解析により、3次元比抵抗構造とマグマ供給系が推定された。その結果、新燃岳火口、深部低周波地震域、地殻変動源の周辺に低比抵抗体が認められ、その端部がマグマ性流体の上昇経路であることが示された。さらに、この低比抵抗体は深部で西側・北側へ広がり、地殻を貫くマグマ供給系の存在を示唆した(図9, 九州大学[課題番号：KYU_03])。桜島火山では、MTデータ、ヘリウム同位体比、自然電位データを統合した解析により、始良カルデラから火口直下へせり上がる低比抵抗体が認められ、地盤変動源や深部低周波地震はその端部に位置することが示された。また、低比抵抗体が浅部構造と連結する北側・東側で高いヘリウム同位体比が得られたことから、揮発性成分が低比抵抗体端部から浅部地下水層へ移動する経路が提案された(九州大学[課題番号：KYU_03])。阿寒カルデラでは、MTデータから推定した3次元比抵抗構造により、雌阿寒岳と雄阿寒岳の間に西方深部へ傾く低比抵抗異常体が認められ、これが地盤膨張の圧力源や深部低周波地震、浅部火山性地震と空間的に対応することから、マグマ供給系の構造が具体的にモデル化された(九州大学[課題番号：KYU_03])。また、屈斜路カルデラ周辺では、GNSS、水準測量、相対重力観測により、2021年半ばから2023年半ば頃に見られた非定常な膨張変動の後(Ohzono et al., 2025)、2024年初期以降は再び収縮変形が卓越する状態に戻ったことが明らかとなった。とくに2024年から2025年にかけては、前年の隆起パターンを反転させたような沈降が確認され、膨張源近傍で最大約1cmの沈降が観測された一方、相対重力には大きな変化は捉えられていない(北海道大学[課題番号：HKD_04])。さらに、屈斜路カルデラ下の低比抵抗域を低粘性領域として取り入れた有限要素モデルの構築が進められ、プレート収束を外力として与えた場合の変形が検討された。その結果、不均質構造の周辺ではひずみ・応力分布が一樣にならないことが確認され、今後の観測データとの対比に向けた基盤が整備された(北海道大学[課題番号：HKD_04])。

火山周辺における地震・微動活動の高精度把握も進んだ。霧島火山と阿蘇火山の間に設置した観測点データを用いた深部低周波地震のマッチドフィルター検出では、気象庁カタログの約6倍にあたる約900イベントが検出され、活動時期そのものは既存カタログと概ね一致する一方、低周波地震活動の時間変化をより高感度に把握できることが示された(九州大学[課題番号：KYU_03])。また、御嶽山周辺では、定常観測網および山頂観測網のデータを用いた震源決定により、2025年中に7582個の地震が決定された。このうち火山性地震は3122個に達し、その大半は2024年12月から2025年1月にかけて発生したアンレストに関する地震であった。更に、この活動が2025年1月21日の微動後には地震活動はいったん低調になったものの、5～6月に再び活発化するなど、アンレスト後も小幅な増減を伴う活動継続が確認された(名古屋大学[課題番号：NGY_02])。さらに、2024年12月～2025年1月のアンレスト期間の地震活動では、震源域の水平位置はほぼ一

定であった一方、2024年12月頃に活動の重心がそれまでより1～2km深い、古期御嶽と基盤岩の境界付近へ移ったことが明らかとなった。この深さは2014年噴火前や2022年アンレスト時にも活動が活発化した領域に対応しており、今後の噴火可能性を評価する上で注視すべき領域であることが示された。また、震源分布の形状は広域応力場の主応力軸と対応する方向性を示し、地震活動が火山性流体の貫入しやすい面に沿って発生していた可能性が示唆された（名古屋大学[課題番号：NGY_02]）。

加えて、火山性流体の移動に伴う応力場変化と地震活動の関係について、モデル化を通じた理解も深まった（Terakawa et al., 2026）。御嶽山では、316個の地震について推定したメカニズム解の解析から、2025年1月21日の微動前には広域応力場に非調和的な地震が卓越し、微動後には一転して調和的な地震が卓越することが明らかとなった。さらに、微動前にはT軸・P軸分布に二峰性が認められ、微動後には単峰性へ移行したことから、アンレスト時には火山活動により局所応力場が広域応力場から有意にずれていた可能性が示された。これらの変化は2014年噴火前後に認められた傾向と類似しており、今回のアンレストでも同様の応力場変化が生じていた可能性が示唆された（名古屋大学[課題番号：NGY_02]）。また、これらのメカニズム解の特徴を説明するモデルとして、火山性流体の貫入と間隙流体圧上昇が周囲の弾性体に応力変動を与え、応力場を横ずれ型から局所的に逆断層型へ変化させる熱水循環発達モデルが提案された。このモデルは、御嶽山で観測された複雑な地震メカニズムを統一的に説明するとともに、流体活動による剪断歪エネルギーの増加が群発地震を駆動し、さらに体積歪エネルギーの蓄積が噴火やVLP地震の発生につながる可能性を示している（図10, 名古屋大学[課題番号：NGY_02]）。

以上のように、地震発生と火山活動の相互作用については、地殻流体・マグマ性流体の分布と供給系の把握、火山周辺の地震・微動活動の高精度解析、ならびに応力場変化のモデル化が相互に進展し、流体を媒介とした地震活動と火山活動の結びつきに関する理解が深まった。

これまでの課題と今後の展望

観測研究計画の2年目にあたる今年度は、地震・火山現象の根本的理解を深め、地震・火山災害の予測精度向上を通じて災害軽減に資することを目的として、観測・理論・実験・モデリングを組み合わせた基盤的研究を継続し、各研究課題において具体的な成果が得られた。とくに、低頻度大規模地震現象、地震発生過程、プレート境界・内陸・火山地域における地震発生場の理解に関して、観測データの蓄積と解析手法の高度化、ならびに物理モデルの精緻化が進展した。

低頻度大規模地震現象の解明に向けた研究では、津波堆積物調査と浸水シミュレーションにより、巨大地震の破壊様式や最終的な破壊域・規模が地震サイクルごとに異なりうることを示されるとともに、近年発生した大規模地震の震源過程解析から、破壊伝播の特徴に関する知見が得られた。今後、データの時空間分解能の向上、先験情報やグリーン関数の改良、不確実性評価の高度化が進むことにより、断層すべり分布と固着状態をより高精度に把握することが可能となり、巨大地震発生場の理解がさらに深まることが期待される。

地震発生過程の解明とモデル化に向けた研究では、摩擦則に基づく断層破壊・地震サイクル、断層すべり時の熱・流体効果、高温高压下での岩石の変形・流動特性、ならびに

断層不均質性に着目した理論・実験・数値計算研究が進展した。加えて、断層すべり、スロースリップイベント、微動活動に対する解析・同化手法が高度化し、観測データに基づく定量的推定も前進した。これにより、断層破壊の核形成、破壊伝播、地震性・非地震性すべりの多様な振る舞いに関する理解が深まり、地震発生過程の定量的把握とモデル化が着実に前進した。今後は、観測・実験・数値シミュレーションの比較・検証がさらに進むことにより、実験室スケールで得られた摩擦・変形特性と断層スケールの現象との対応関係がより明確となり、不均質な断層物性や流体移動を取り入れた地震発生モデルの高度化が可能になると期待される。

プレート境界地震と海洋プレート内部地震の発生場に関する研究では、海底地殻変動観測、海底地震観測、人工震源反射法探査、地震波構造解析、ならびに実験・数値解析を組み合わせることにより、固着・すべり分布、浅部微動やスロースリップイベント、スラブ内地震活動と地下構造・物性不均質との関係について理解が進展した。とくに、プレート境界浅部のデコルマ構造、前弧域における非地震性すべりの分布、SSEに伴う断層すべり活動やスラブ内地震活動、ならびにスラブの脱水・相転移と地震活動との対応に関する知見が蓄積された。今後、海底観測と地下構造探査、地震・測地統合解析の高度化が進むことにより、沈み込み帯における地震性・非地震性すべりの分布とその時間発展をより詳細に把握することが可能となり、プレート境界地震および海洋プレート内部地震の発生場に関する統一的理解の深化が期待される。

内陸地震の発生場に関する研究では、活断層形状、地下構造、比抵抗分布、応力場、歪場に関する観測的・解析的研究が相互に進展し、地震発生や破壊進展が、地下の構造的不均質、応力場の空間的不均質、およびその時間変化と密接に関係することが示された。主要活断層帯の3次元断層形状モデルの整備、稠密地震観測やDAS観測による高分解能データ取得、GNSSや発震機構解に基づく応力場・歪場解析、ならびにMT観測による比抵抗構造の解明により、内陸地震発生場の構造的・力学的理解が深まった。今後、これらの観測・解析結果を統合することにより、活断層形状、地下構造、応力状態、流体分布を一体として扱う発生場モデルの構築が可能となり、内陸地震の破壊開始・停止や群発活動の理解がさらに進むことが期待される。

地震発生と火山活動の相互作用に関する研究では、地殻流体やマグマ性流体の分布・移動・圧力上昇・応力変化に着目した観測・解析研究が進展し、流体を媒介とした地震活動と火山活動の結びつきに関する理解が前進した。日光・足尾地域や東北地方中央部における広域的な流体分布の把握に加え、別府-由布院、霧島、桜島、阿寒カルデラ、屈斜路カルデラ、御嶽山などで、マグマ供給系・熱水系と地震・微動活動、地殻変動、応力場変化との関係が具体的に示された。今後、流体分布の高分解能把握と火山周辺の地震・微動活動の継続的モニタリング、ならびに応力場変化のモデル化がさらに進むことにより、火山性流体の移動と地震活動の結びつき、さらには噴火や群発地震に至る過程の理解が一層深まることが期待される。

このほか、異なる観測網の統合解析、海底観測網の拡充、光ファイバーを用いた超稠密観測、新たな震源決定・データ同化手法、物理法則を組み込んだ解析法、およびコミュニティ断層モデルの整備など、新たな観測・解析技術の開発も進展した。これらの技術基盤の発展により、現象把握の高解像度化に加え、将来的な予測技術の高度化に資する研究基盤の一層の充実が期待される。

以上のように、今年度は、観測データの蓄積と高解像度化、理論・実験・数値計算の精緻化、およびそれらの統合が着実に進み、地震発生メカニズムと地震・火山相互作用に関する理解が前進した。今後、これらの成果を相互に結び付けることにより、複雑な地下不均質や流体・熱の影響を考慮した、より現実的な地震発生・火山活動モデルの構築が可能となり、地震・火山現象の予測精度向上に資する研究のさらなる発展が期待される。

成果リスト

- Agata, R., S. Baba, A. Nakanishi, and Y. Nakamura, 2025, HypoNet Nankai: Rapid hypocenter determination tool for the Nankai Trough subduction zone using physics-informed neural networks, *Seismol. Res. Lett.*, 97(1), 524-536, doi:10.1785/0220240377.
- Aizawa, K., D. Muramatsu, K. Tsukamoto, Y. Teguri, T. Koyama, M. Utsugi, W. Kanda, T. Inomata, H. Shigematsu, and H. Shimizu, in press, Trans-crustal magma plumbing system of Kirishima volcanic complex as inferred from dense broad-band magnetotelluric observations, *Earth Planets Space*.
- Aizawa, K., Y. Yamamoto, A. Wakabayashi, D. Muramatsu, S. Aniya, H. Tanabe, S. Fujita, S. Azusa, T. Koyama, I. Shiozaki, and M. Ichiki, 2025, Three-dimensional resistivity structure beneath Beppu and Yufuin geothermal fields imaged by dense broad-band magnetotelluric observations, *Earth Planets Space*, 77, 159, doi:10.1186/s40623-025-02291-w.
- Ando, R., Y. Fukushima, K. Yoshida, and K. Imanishi, 2025, Nonplanar 3D fault geometry controls the spatiotemporal distributions of slip and uplift: Evidence from the Mw7.5 2024 Noto Peninsula, Japan, earthquake, *Earth Planets Space*, 77, 53, doi:10.1186/s40623-025-02187-9.
- Azua, K., S. Ide, S. Yano, S. Ruiz, H. Sugioka, H. Shiobara, A. Ito, M. Miller, and H. Iwamori, 2025, Shallow tectonic tremors reveal the beginning of the slab window at the Chilean Triple Junction, *Geophys. Res. Lett.*, 52(14), e2025GL115019, doi:10.1029/2025GL115019.
- Bassett, D., S. Henrys, B. Tozer, H. van Avendonk, A. Gase, N. Bangs, S. Kodaira, D. Okaya, K. Jacobs, R. Sutherland, H. Seebeck, D. Baker, G. Fujie, R. Arai, A. Seaward, K. Mochizuki, M. Savage, T. Stern, and T. Lucke, 2025, Crustal structure of the Hikurangi subduction zone revealed by four decades of onshore-offshore seismic data: Implications for the dimensions and slip behavior of the seismogenic zone, *J. Geophys. Res.*, 130, doi:10.1029/2024JB030268.
- Dong, Z., X. Liu, D. Zhao, and S. Zhao, 2025, Oceanic subduction and craton underthrusting beneath the Bolivian orocline in Central Andes: Insight from anisotropic tomography, *Geophys. J. Int.*, 241, 1762-1779.
- Flores, P. C. M., S. Kodaira, K. Shiraishi, G. Fujie, Y. Nakamura, and R. Arai, in press, Extensive fluid overpressure in the shallow slow earthquake zone of Nankai Trough off Muroto mapped with high-resolution P-wave velocity, *Sci. Rep.*
- Flores, P. C. M., S. Kodaira, G. Kimura, K. Shiraishi, Y. Nakamura, G. Fujie, T. No,

- and Y. Kaiho, 2025, Multiple seamount subduction and lithological variability possibly control pore fluid pressure and shallow slow earthquake activity in Nankai Trough off Muroto, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 26, e2024GC011926, doi:10.1029/2024GC011926.
- Ge, L., 2025, A theoretical assessment of long-term gravity variations induced by large earthquakes: A case study toward next-generation satellite gravimetry, 東京大学大学院理学系研究科修士論文.
- Hasegawa, T., F. T. Aka, H. Iwamori, S. Watanabe, A. N. E. Asaah, and N. Linus, 2025, Did magmatism of the Central Atlantic Magmatic Province (CAMP) extend to the proto-Cameroon Line in the Gulf of Guinea (West/Central Africa)?, *Earth Planets Space*, 77, 157, doi:10.1186/s40623-025-02275-w.
- Hirauchi, K., Y. Nagata, and K. Okazaki, 2025, Fault-fracture mesh development produces tectonic tremor in fluid-overpressured serpentized mantle wedge, *Commun. Earth Environ.*, 6, 182.
- Inoue, T., T. Hashimoto, K. Aizawa, H. Ichihara, Y. Yamaya, and R. Tanaka, in press, Dense magnetotelluric imaging of the Akan caldera: Insights into its magma plumbing system and caldera-forming reservoir, *Earth Planets Space*.
- Ioki, K., Y. Sawai, Y. Namegaya, D. Matsumoto, K. Tanigawa, Y. Shimada, T. Tamura, and R. Okada, 2026, Difference in slip patterns between two prehistoric giant earthquakes along the southern Kuril Trench, *Geophys. Res. Lett.*, 53, e2025GL118295.
- Ishida, M., Y. Hieda, S. Araki, K. Fujinaga, T. Shimizu, M. Tanimizu, C. Broderick, H. Nakamura, H. Iwamori, S. Machida, S. Yoneda, K. Nakamura, and Y. Kato, 2026, Large-scale polymetallic mineralization driven by long-lived magmatic-hydrothermal activity and subducted sediment influx: A case study from Toyoha, NE Japan, *J. Geochem. Explor.*, 280, 107887, doi:10.1016/j.gexplo.2025.107887.
- Ishizu, K., T. Goto, Y. Fukahata, K. Koike, C. Vachiratienchai, and W. Siripunvaraporn, 2025, Inversion algorithm determining sharp boundaries in electrical resistivity tomography, *Geophysics*, 90, WA221-WA233, doi:10.1190/geo2024-0385.1.
- Iwamori, H., Y. Ogawa, T. Okada, T. Watanabe, H. Nakamura, T. Kuwatani, K. Nagata, A. Suzuki, and M. Ichiki, 2025, Geofluid mapping reveals the connection between magmas, fluids, and earthquakes, *Commun. Earth Environ.*, 6, 373, doi:10.1038/s43247-025-02351-9.
- Iwasaki, Y., S. Y. Schwartz, K. Mochizuki, H. Crume, D. Bassett, T. Yamada, and D. Morad, 2025, Intralab seismicity near subducted seamounts induced by the 2019 large slow slip event offshore the northern Hikurangi subduction zone, New Zealand, *J. Geophys. Res.*, 130, doi:10.1029/2025JB031751.
- Kanagawa, K., T. Nakanishi, J. Fujimori, S. Sagano, and M. Sawai, 2025, Temperature-dependent frictional properties of opal gouge and their implications for faulting in opaline chert at the Japan Trench subduction zone, *J. Struct. Geol.*, 105589.
- Kaneki, S. and H. Noda, 2025, Diverse preseismic creep behavior realized with various state-evolution laws: Insight from dynamic earthquake cycle simulations, *Earth*

- Planets Space, 77, 175, doi:10.1186/s40623-025-02269-8.
- Kaya-Eken, T., Y. Ogawa, Y. Usui, T. Kasaya, M. K. Tunçer, Y. Honkura, N. Oshiman, M. Matsushima, and W. Siripunvaraporn, 2025, 3-D electromagnetic imaging of highly deformed fluid-rich weak zones and locked section of the North Anatolian fault beneath the Marmara Sea, *Geology*, 54(3), 200-205, doi:10.1130/G52995.1.
- Kirkpatrick, J. D., H. M. Savage, C. Regalla, S. Shreedharan, C. Ross, H. Okuda, U. Nicholson, K. Ujiie, R. Hackney, M. Conin, P. Pei, S. Satolli, J. Zhang, P. Fulton, M. J. Ikari, S. Kodaira, L. Maeda, N. Okutsu, S. Toczko, N. Eguchi, and IODP Expedition 405 Scientists, 2025, Extreme plate boundary localization promotes shallow earthquake slip at the Japan Trench, *Science*, 391, 489-493, doi:10.1126/science.ady0234.
- Liang, X., D. Zhao, M. Faccenda, S. Yang, and Y. Xu, 2025, Melt architecture under East Asian volcanoes revealed by anisotropic tomography, *J. Geophys. Res.*, 130, e2025JB031819, doi:10.1029/2025JB031819.
- Liu, X., A. Nakanishi, G. Fujie, T. Tonegawa, Y. Nakamura, K. Obana, and S. Kodaira, 2025, Abundant fluids in southern Kumano Basin linked to fluid source and slow earthquakes at the plate boundary in the Nankai Trough, *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 122(32).
- Matsumoto, S., 2025, LARGE earthquake proximity indicated by seismic moment efficiency and frequency-number distribution of small earthquakes, *Sci. Rep.*, 15, 17389, doi:10.1038/s41598-025-01595-x.
- Matsunaga, K., K. Aizawa, K. Asamori, H. Ogawa, M. Utsugi, R. Yoshimura, K. Yamazaki, K. Uchida, T. Matsushima, T. Inoue, K. Yonemori, and H. Shigematsu, 2025, Three-dimensional resistivity structure and its relationship to the rupture of the 1997 Kagoshima earthquake doublet (Mw 6.1 and 6.0), *Japan, Tectonophysics*, 915, 230880, doi:10.1016/j.tecto.2025.230880.
- Miyazaki, K. and J. Nakajima, 2025, Amplitude-corrected receiver function imaging for a dipping interface, *Geophys. J. Int.*, 243, ggaf391, doi:10.1093/gji/ggaf391.
- Nakamura, H., A. Yokoo, H. Iwamori, T. Nishizawa, M. Takahashi, and N. Morikawa, 2025, Changes in crater lake chemistry after the 2021 eruption at Aso Volcano, Japan: Insights from UAV-based hot water sampling, *J. Asian Earth Sci.: X*, 14, 100211, doi:10.1016/j.jaesx.2025.100211.
- Nakajima, J., 2025, The Tokyo Bay earthquake nest, Japan: Implications for a subducted seamount, *Tectonophysics*, 906, 230728, doi:10.1016/j.tecto.2025.230728.
- Nie, R., X. Liu, and D. Zhao, 2025, Seismic tomography of the Pampean flat-slab subduction zone and its implications for volcanism and seismicity in the Central Andes, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 669, 119575.
- Noda, H., 2025, Inconsistency of a single-point evaluation of traction on a fault discretized with triangular elements and several improved methods, *Earth Planets Space*, 77, 128, doi:10.1186/s40623-025-02180-2.
- Nozue, Y. and Y. Fukahata, 2025, Influence of the 2011 Tohoku-oki earthquake on the

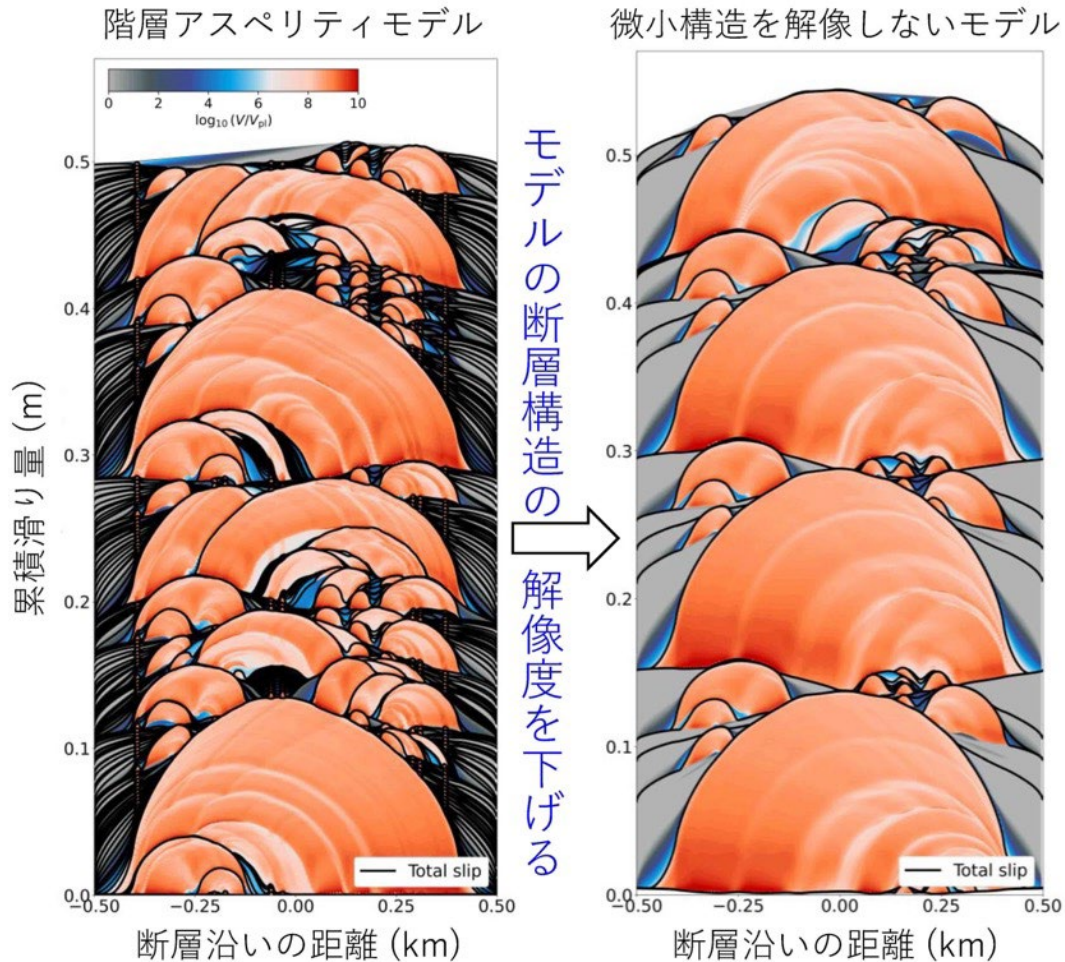
- strain-rate field around the Noto Peninsula, *Earth Planets Space*, 77, 80, doi:10.1186/s40623-025-02190-0.
- Ohtani, M., N. Kame, and M. Kano, 2025, Development of an adjoint-based data assimilation method toward predicting SSE evolution: Two-step optimization of frictional parameters and initial strength on the fault, *Earth Planets Space*, 77, 86, doi:10.1186/s40623-025-02222-9.
- Ohuchi, T., Y. Higo, N. Tsujino, Y. Seto, S. Kakizawa, Y. Tange, Y. Miyagawa, Y. Kono, H. Yumoto, T. Koyama, H. Yamazaki, Y. Senba, H. Ohashi, H. Inoue, I. Ohsumi, Y. Hayashi, M. Yabashi, and T. Irifune, 2025, A stress memory effect in olivine at upper mantle pressures and temperatures, *Geophys. Res. Lett.*, 52, e2025GL114960, doi:10.1029/2025GL114960.
- Ohzono, M., H. Takahashi, Y. Ohta, and K. Ohno, 2025, Transient inflation event at Kussharo caldera, eastern Hokkaido, Japan in 2021–2023 captured by multiple GNSS observation networks, *Earth Planets Space*, 77, 4, doi:10.1186/s40623-025-02173-1.
- Okada, R., K. Umeda, K. Motegi, T. Kamataki, and T. Amano, 2025, Sedimentary diversity of tsunami deposits in a river channel associated with the 2024 Noto Peninsula earthquake, central Japan, *Geosciences*, 15(4), 153.
- Okuda, H., H. Mizuno, T. Sano, A. Ijiri, M. Ikehara, W. Tanikawa, and A. Yamaguchi, 2025, Trench-parallel fluid migration and its transient discharge in a cold subduction zone decoded by geochemistry of subducted cherts, *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 26, e2025GC012331, doi:10.1029/2025GC012331.
- Orimo, M., K. Yoshida, T. Matsuzawa, T. Taira, K. Emoto, and A. Hasegawa, 2025, Systematic differences in energy radiation processes between regular and intraplate low-frequency earthquakes around the focal area of the 2008 Mw 6.9 Iwate-Miyagi, Japan, earthquake, *J. Geophys. Res.*, 130(3), e2024JB030750, doi:10.1029/2024JB030750.
- Paris, N., Y. Itoh, F. Brenguier, Q. Wang, Y. Sheng, T. Okada, N. Uchida, Q. Higuieret, R. Takagi, S. Sakai, S. Hirahara, and S. Kimura, 2025, Coseismic crustal seismic velocity changes associated with the 2024 Mw 7.5 Noto earthquake, Japan, *Earth Planets Space*, 77, 51, doi:10.1186/s40623-025-02177-x.
- Quan, S., Y. Wang, S. Liao, Y. Wang, Y. Hao, J. Tian, Z. Li, C. Cao, and H. Iwamori, 2025, Slab tearing controlling divergent volatile fluxes at convergent plate boundaries, southern Tibetan Plateau, *Global Planet. Change*, 254, 105011, doi:10.1016/j.gloplacha.2025.105011.
- Sakamoto, R. and T. Hatano, 2025, Effect of wavelength on modulus softening and triggered slip in sheared granular matter, *Geophys. J. Int.*, 243, ggaf342, doi:10.1093/gji/ggaf342.
- Sato, D. S. K., T. Hori, and Y. Fukahata, 2025, Differentiating frictionally locked asperities from kinematically coupled zones, *J. Geophys. Res.*, 130, e2024JB030357, doi:10.1029/2024JB030357.
- Sawa, S., J. Gasc, N. Miyajima, A. Schubnel, M. Baïssset, and J. Muto, 2025, Magnitude

- distribution during transformational faulting: Implication for deep-focus earthquakes, *J. Geophys. Res.*, 130, e2025JB031779, doi:10.1029/2025JB031779.
- Shibata, R., H. Kubo, W. Suzuki, S. Aoi, and H. Sekiguchi, 2025, Source process estimation for the 2024 Mw 7.1 Hyuganada, Japan, earthquake and forward modeling using N-net ocean bottom seismometer data, *Geophys. Res. Lett.*, 52, e2025GL115401, doi:10.1029/2025GL115401.
- Shiina, T., H. Horikawa, Y. Sawaki, K. Sagae, and K. Imanishi, 2025, Aftershock distribution of the 2024 Noto Peninsula earthquake, Japan, determined using a 3-D velocity structure and uncertainty quantification, *Earth Planets Space*, 77, 94, doi:10.1186/s40623-025-02227-4.
- Shinohara, M., R. Hino, K. Mochizuki, T. Sato, K. Nakahigashi, T. Yamada, Y. Murai, H. Yakiwara, Y. Ito, R. Azuma, and T. Kanazawa, 2025, Spatiotemporal variation of aftershock activity in northern source region of the 2011 Tohoku-oki earthquake by long-term ocean bottom seismometers, *Prog. Earth Planet. Sci.*, 12, 37, doi:10.1186/s40645-025-00713-7.
- Shiraishi, K., Y. Nakamura, R. Arai, T. No, Y. Kaiho, R. Miura, A. Nakanishi, S. Miura, G. Fujie, and S. Kodaira, 2025, Topography of the subducting basement throughout the entire Nankai Trough, *Sci. Rep.*, 15, 25530, doi:10.1038/s41598-025-08846-x.
- Sun, Y., A. Miyakawa, K. Obana, E. Jamali Hondori, and J.-O. Park, 2025, Normal faults geometry and slip tendency in the outer-rise of the Japan Trench, *Prog. Earth Planet. Sci.*, 12, 65, doi:10.1186/s40645-025-00742-2.
- Suzuki, R., N. Uchida, W. Zhu, G. C. Beroza, T. Nakayama, K. Yoshida, G. Toyokuni, R. Takagi, R. Azuma, and A. Hasegawa, 2025, The forearc seismic belt: A fluid pathway constraining down-dip megathrust earthquake rupture, *Science*, 389, 190-194, doi:10.1126/science.adt6389.
- Suzuki, T. and H. Matsukawa, 2025, Self-organized first-order transition from foreshock to mainshock in earthquake sequences induced by heat, fluid pressure, and porosity, *Eur. Phys. J. B*, 98, 67, doi:10.1140/epjb/s10051-025-00920-7.
- Tagami, A., T. Okada, M. K. Savage, C. Chamberlain, T. Matsuzawa, R. Fujimura, K. Tateiwa, K. Yoshida, R. Takagi, S. Kimura, S. Hirahara, T. Yamada, and Y. Ohta, 2025, Evaluation of the favorability of faults to slip: The case of the 2024 Noto Peninsula earthquake, *Earth Planets Space*, 77, 107, doi:10.1186/s40623-025-02235-4.
- Tagami, A., T. Okada, M. K. Savage, C. J. Chamberlain, F. Ghisetti, R. Sibson, K. Tateiwa, M. Matsuno, S. Matsumoto, Y. Kawamura, Y. Iio, T. Sato, S. Hirahara, S. Kimura, S. Bannister, and J. Ristau, 2026, Fault activity and stress field of shallow intraplate earthquakes in northern South Island, New Zealand, *Tectonophysics*, doi:10.1016/j.tecto.2026.231142.
- Takagi, R., K. Yoshida, and T. Okada, 2025, Rupture of solidified ancient magma that impeded preceding swarm migrations led to the 2024 Noto earthquake, *Sci. Adv.*, 11(42), doi:10.1126/sciadv.adv5938.

- Terakawa, T., Y. Maeda and S. Horikawa, 2026, Volcano-tectonic earthquake focal mechanisms reveal fluid-induced stress changes driving hydrothermal system development at Mount Ontake, *Commun. Earth Environ.*, 7, 370, doi:10.1038/s43247-026-03463-6.
- Taniguchi, S., A. Yamada, T. Ohuchi, K. Ohara, D. Shibata, M. Nishiwaki, and J. Matsuoka, 2025, Synthesis and structure of anisotropic borosilicate glasses under differential stress at high pressure and temperature, *J. Am. Ceram. Soc.*, e70040.
- Tonegawa, T., T. Akuhara, Y. Yamashita, H. Sugioka, M. Shinohara, S. Takemura, and T. Tsuji, 2025, Accretionary prism deformation and fluid migration caused by slow earthquakes in the Nankai subduction zone, *Solid Earth*, 16, 579-599, doi:10.5194/se-16-579-2025.
- Tomita, F., 2025, Re-evaluation of the interseismic slip deficit rates along the Kamchatka subduction zone, *Earth Planets Space*, doi:10.1186/s40623-026-02378-y.
- Townend, J., I. del C. Juarez-Garfias, O. Pita-Sllim, C. J. Chamberlain, E. Warren-Smith, C. Holden, K. van Wijk, M. Denolle, A. Curtis, and H. Miyake, 2026, Seismological analysis of contemporary and future Alpine Fault earthquakes using the Southern Alps Long Skinny Array (SALSA), *Seismol. Res. Lett.*, doi:10.1785/0220250260.
- Toyokuni, G. and D. Zhao, 2026, Slabs and plumes beneath South America revealed by whole mantle tomography, *Surv. Geophys.*, 47, doi:10.1007/s10712-025-09926-3.
- Toyokuni, G., D. Zhao, and D. Takada, 2025, Whole-mantle isotropic and anisotropic tomography beneath Japan and adjacent regions, *J. Geophys. Res.*, 130, e2024JB029593, doi:10.1029/2024JB029593.
- Tsuda, K., B. Shibazaki, and J.-P. Ampuero, 2025, Role of accretionary wedge in the dynamic rupture of tsunami earthquakes, *Geophys. Res. Lett.*, 52, e2025GL117571, doi:10.1029/2025GL117571.
- Ueki, K., S. Haraguchi, A. Nakao, and H. Iwamori, 2025, A simple linear regression model for calculating the degree of melting of the upper mantle using the major element composition of basalt, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 368, 107464, doi:10.1016/j.pepi.2025.107464.
- Usui, Y., M. Uyeshima, S. Sakanaka, Y. Yamaya, Y. Ogawa, M. Ichiki, T. Kanda, Y. Honkura, and H. Utada, 2025, Crustal fluids and their relation to seismic activities in the Nikko-Ashio area of Northeastern Japan inferred by electrical resistivity imaging, *Tectonophysics*, 917, 230958, doi:10.1016/j.tecto.2025.230958.
- Wang, J., D. Zhu, Z. Zhang, J. He, L. Chen, D. Zhao, and Z. Yao, 2025, Seismic evidence for large-scale intraslab heterogeneity beneath Northeast Japan, *J. Geophys. Res.*, 130, e2024JB030046, doi:10.1029/2024JB030046.
- Wang, L., Y. Mukuhira, Y. Yabe, S. Sawa, and J. Muto, 2025, Induced earthquakes inhibited by shear thickening fluid, *Geophys. Res. Lett.*, 52, e2025GL118281, doi:10.1029/2025GL118281.
- Wang, T., H. Hu, D. Zhao, X. Niu, and A. Ruan, 2025, Subduction polarity reversal during

- arc-continent collision in Taiwan: New insight from P-wave tomography, *J. Geophys. Res.*, 130, e2025JB031442, doi:10.1029/2025JB031442.
- Wang, Y., X. Zhou, J. Tian, P. Chen, M. He, Y. Yan, B. Yao, Z. Li, C. Cao, and H. Iwamori, 2025, Divergent subduction of a tearing slab controls deep carbon recycling efficiency: Helium and carbon isotopic evidence from the southeast Tibetan Plateau, *Gondwana Res.*, 146, 93–106, doi:10.1016/j.gr.2025.06.001.
- Wang, Z. and D. Zhao, 2025, Deep attenuation structure of Japan subduction zone from joint inversion of local and teleseismic data, *J. Geophys. Res.*, 130, e2025JB031451, doi:10.1029/2025JB031451.
- Yagi, Y., Y. Fukahata, R. Okuwaki, T. Takagawa, and S. Toda, 2025, Breaking the cycle: Short recurrence and overshoot of an M9-class Kamchatka earthquake, *Seismica*, 4(2), doi:10.26443/seismica.v4i2.2012.
- Yano, M., K. Yasukawa, K. Nakamura, J. Kuroda, M. Ikehara, H. Iwamori, and Y. Kato, 2025, Geochemical variations in sedimentary records of oxygen-depleted marine environments in representative geological periods: New perspectives from an independent component analysis, *Paleoceanogr. Paleoclimatol.*, 40, e2024PA005004, doi:10.1029/2024PA005004.
- Yeo, T., N. Shigematsu, S. R. Wallis, K. Kobayashi, C. Zhang, and K. Ujiie, 2025, Evolution of nanocavities to ductile fractures in crustal-scale faults at the base of the seismogenic zone, *J. Geophys. Res.*, 130, e2024JB029868, doi:10.1029/2024JB029868.
- Yoshida, K., 2025, Different seismogenic environments of interplate and intraslab earthquakes: Re-examination of apparent repeating earthquakes, *J. Geophys. Res.*, 130(8), e2025JB031433, doi:10.1029/2025JB031433.
- Yu, F., E. Jamali Hondori, and J.-O. Park, 2025, Pre-stack depth imaging and pore-fluid pressure estimation along the Nankai Trough subduction zone off the Kii Peninsula, SW Japan, *J. Geophys. Res.*, 130, e2024JB029780, doi:10.1029/2024JB029780.
- Zhang, X., G. Jiang, D. Zhao, and G. Zhang, 2026, Fine slab structure and mechanism of deep earthquakes beneath central Japan, *Commun. Earth Environ.*, in press.
- Zhao, D. and G. Toyokuni, 2025, Seismogenic structures in subduction zones, *Surv. Geophys.*, 46, 1137–1172.
- Zhao, D., G. Toyokuni, and Y. Kim, 2025, Changbai intraplate volcanism and big mantle wedge, *Phys. Earth Planet. Inter.*, 367, 107425.
- Zhao, D., X. Liu, and D. Zhao, 2025, Shear-wave velocity and azimuthal anisotropy in the upper mantle of the Tonga subduction zone, *Geoscience*, 39, 1–17.
- 浅野陽一, 2025, 日本周辺における浅部超低周波地震活動(2024年11月～2025年4月), 地震予知連絡会会報, 114, 5–9.
- 浅野陽一, 2026, 日本周辺における浅部超低周波地震活動(2025年5月～2025年10月), 地震予知連絡会会報, 115, 印刷中.
- 新井隆太・田村芳彦・小平秀一, 2026, 伊豆小笠原弧の地殻構造の新たな解釈, 月刊地球, 印刷中.

- 大内智博, 2026, CdTe二次元ピクセル検出器を用いた高温高压下における差応力および歪の高時間分解能測定—時間依存性のレオロジー物性測定に向けた技術開発—, 地学雑誌, 135, 85-98.
- 亀伸樹・平原和朗・加納将行・岡崎智久, 2025, データ同化Pythonコードの自動生成—大規模言語モデルのプログラミングへの適用—, 地震2, 71, doi:10.4294/zisin.2024-17.
- 片岡俊一, 2026, 八戸市低地部2箇所の地震基盤までの地下構造推定, 東北地域災害科学研究, 印刷中.
- 木村武志, 2025, 西南日本における短期的スロースリップイベント(2024年11月~2025年4月), 地震予知連絡会会報, 114, 344-349.
- 木村武志, 2026, 西南日本における短期的スロースリップイベント(2025年5月~2025年10月), 地震予知連絡会会報, 115, 印刷中.
- 楠美紀公・前田拓人・平野史朗, 2026, 東北地方日本海東縁の地震におけるS波エンベロープ拡大現象, 東北地域災害科学研究, 印刷中.
- 小岩圭吾・道家涼介, 2026, 干渉SAR解析による津軽平野の地盤沈下, 東北地域災害科学研究, 印刷中.
- 利根川貴志・新井隆太・白石和也・悪原岳, 2025, 南海トラフにおける浅部スロー地震域の地震学的構造, 地震2, 78, 187-198, doi:10.4294/zisin.2024-19.
- 富田史章, 2025, ベイズ推定によるすべりインバージョン研究の高度化, 地震2, 78, 31-51, doi:10.4294/zisin.2024-23.
- 長尾優樹・岡田里奈・梅田浩司・小林祐登・鎌滝孝信, 2025, 1804年象潟地震に伴う津波堆積物, 地質学雑誌, 131(1), 155-164.
- 藤江剛・白石和也・中村恭之・新井隆太, 2025, プレート沈み込み巨大地震発生帯における地下構造研究の現状, 物理探査, 78, 62-77, doi:10.3124/segj.78.sp62.
- 松澤孝紀・田中佐千子・小原一成, 2025, 西南日本における深部低周波微動活動(2024年11月~2025年4月), 地震予知連絡会会報, 114, 338-343.
- 松澤孝紀・田中佐千子・小原一成, 2026, 西南日本における深部低周波微動活動(2025年5月~2025年10月), 地震予知連絡会会報, 115, 印刷中.
- 山下裕亮, 2025, 2024年8月8日日向灘M7.1の地震から1年, 宮崎の自然と環境, 10, 8-13.
- 山下裕亮, 2025, 南海トラフ地震の特徴と南海トラフ地震臨時情報, 全建宮崎, 60, 1-6.
- 山下裕亮・伊尾木圭衣, 2025, 日下姓安井系図の記述から読み解く1662年日向灘地震(外所地震)の新たな地震像, 地震2, 78, 119-126, doi:10.4294/zisin.2024-24S.
- 山下裕亮・堀高峰, 2025, 日向灘南部における大地震の多様な発生様式, 地震2, 78, 127-146, doi:10.4294/zisin.2025-2S.



大地震の個性の消失と地震サイクルの単純化

図1．階層的アスペリティを明示的に含む断層モデルと、微小構造を解像しないように平滑化したモデルにおける地震サイクルと地震の特徴の比較。縦軸は累積すべり量、横軸は断層沿いの距離を示し、色はすべり速度の対数を表す。左の階層アスペリティモデルでは、多数の微小パッチの相互作用により、小規模イベントを含む複雑な破壊過程と多様な地震サイクルが現れている。これに対し、右の微小構造を解像しないモデルでは、微小不均質の影響が弱まり、小規模イベントが減少するとともに、破壊様式と地震サイクルがより単純化している。すなわち、断層構造の解像度を下げることにより、大地震の個性が失われ、地震サイクル全体の複雑性も低下することが示される。

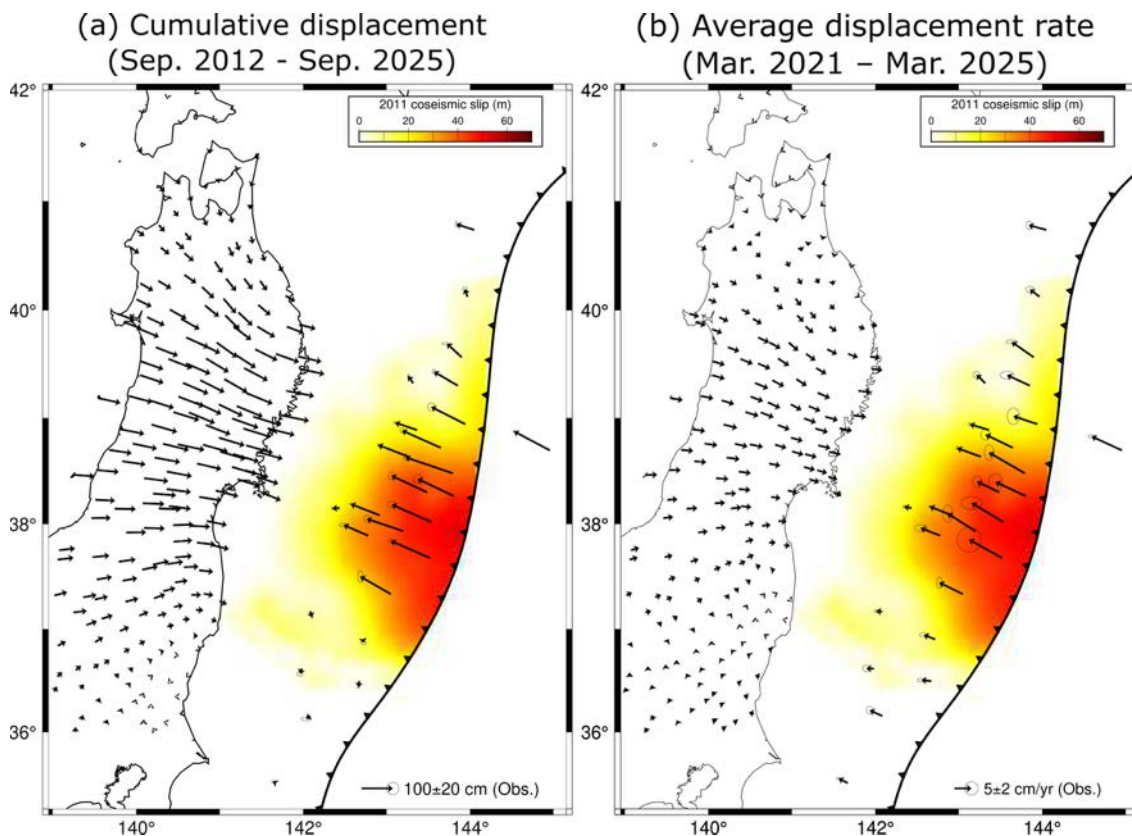


図 2. 日本海溝沿いでの 2011 年東北地方太平洋地震後の地殻変動場（東北大学理学研究科[課題番号：THK_01]）

a) 2012 年 9 月-2025 年 9 月の累積変位, (b) 2021 年 3 月-2025 年 3 月の平均変位速度。背景色は, Kubota et al. (2022) の 2011 年東北地方太平洋地震の地震時すべりモデルを示す。変位はオホーツクプレート速度 (DeMets et al., 2010) 基準に変換されている。

Spatiotemporal variation of aftershock activity in northern source region of the 2011 Tohoku-oki earthquake by long-term ocean bottom seismometers

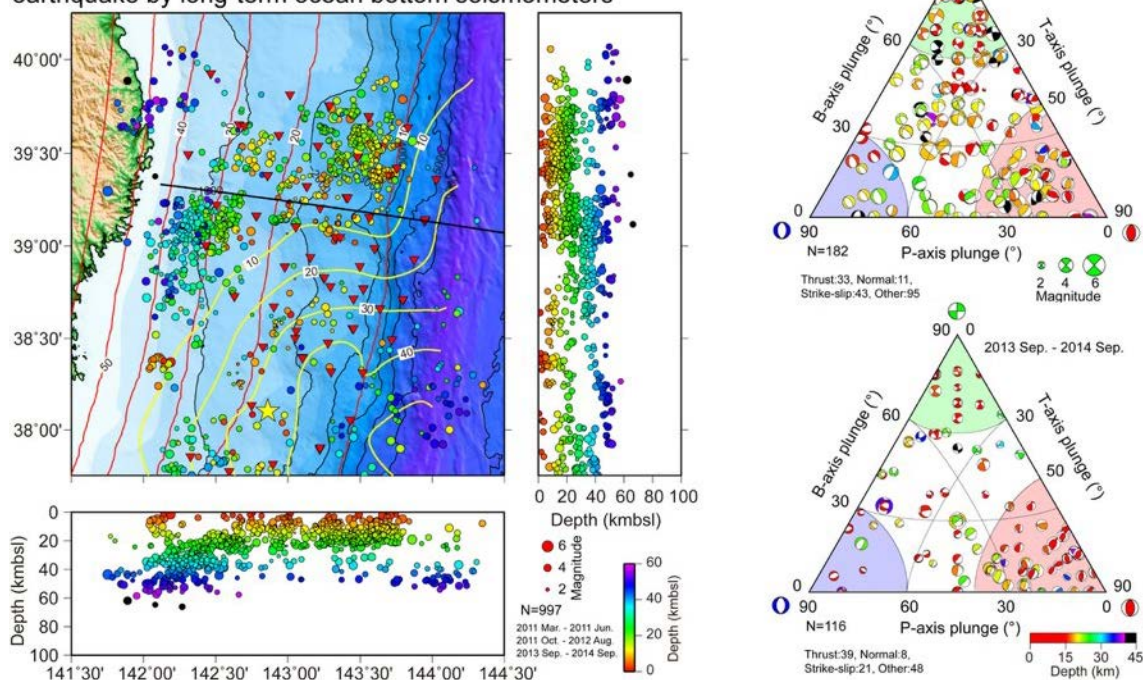


図 3．海底地震観測による 2011 年東北沖地震余震分布と発震機構解分布（東京大学地震研究所 [課題番号：ERI_05]）

左：海底地震観測による余震震源分布と本震時にすべり量(黄線)との比較。赤線はプレート境界の深度コンターを示す。右：発震機構解の分布を示す三角図。それぞれの円の大きさがマグニチュードを、色は地震の深度を示す。赤、緑、青の領域が純粋な逆断層型、横ずれ型、正断層型の発震機構解に対応する。

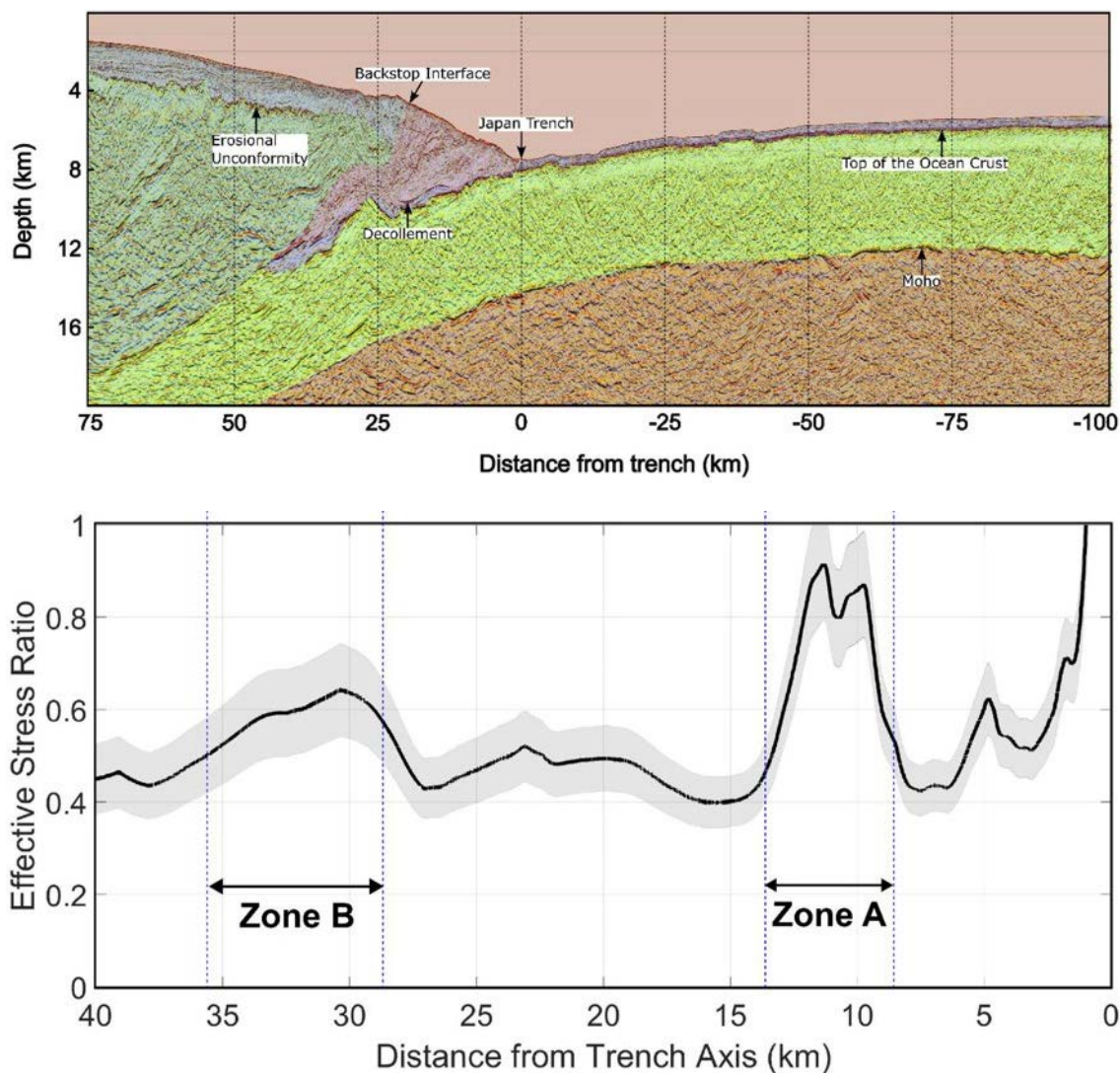


図 4．三陸沖日本海溝沈み込み帯の重合前深度マイグレーション断面図と地質構造解釈と浅部プレート境界断層に沿った有効応力比（東京大学大気海洋研究所 [課題番号：AORI01]）

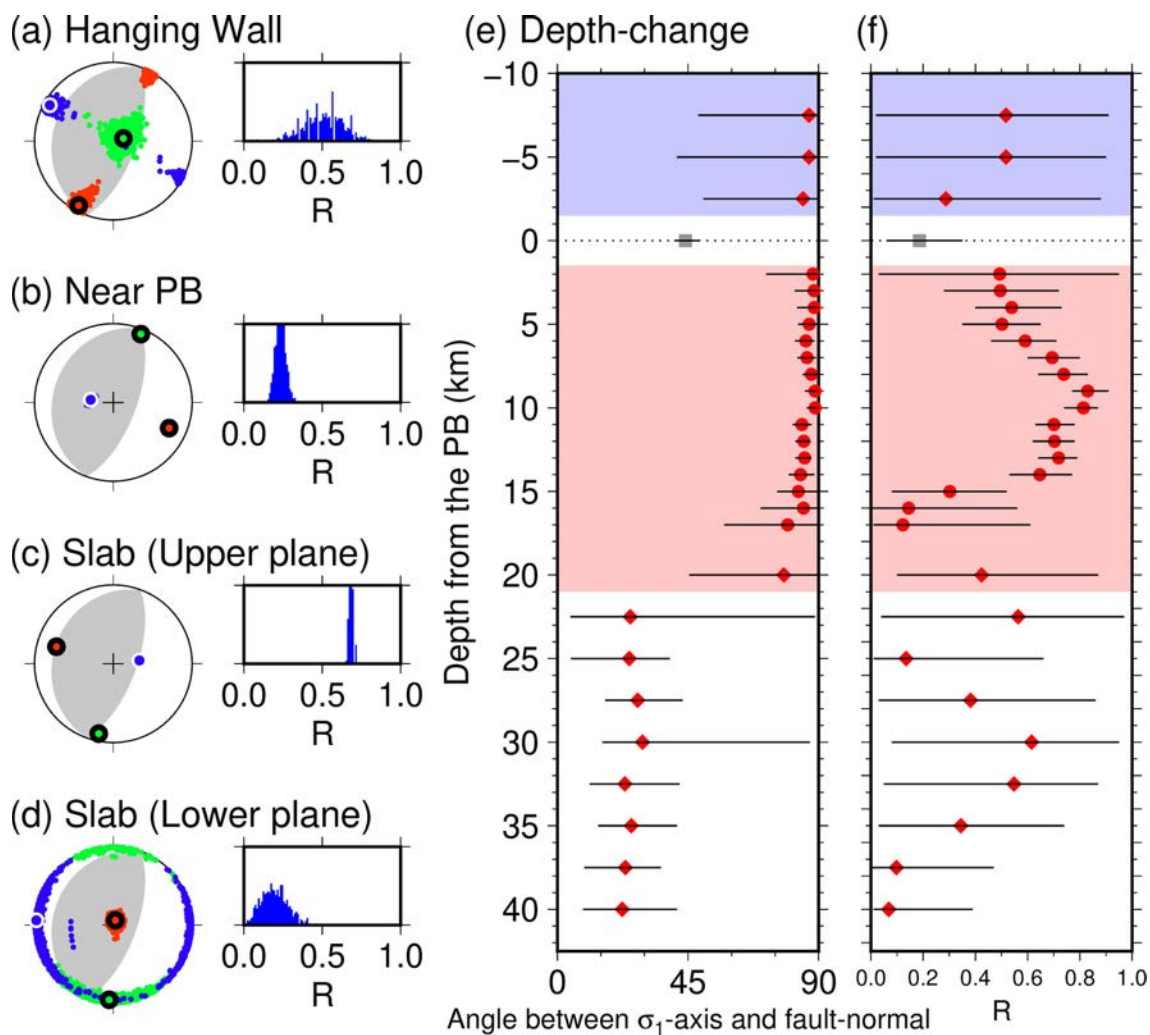


図5．スラブ内地震震源域と直上プレート境界・上盤プレート内の応力場（東北大学理学研究科 [課題番号：THK_03]）

(a)–(d)： 応力テンソルインバージョンの結果。赤： σ_1 軸，緑： σ_2 軸，青： σ_3 軸。プレート境界からの相対深さと (e) σ_1 軸と断層法線のなす角と (f) 応力比 R の関係。

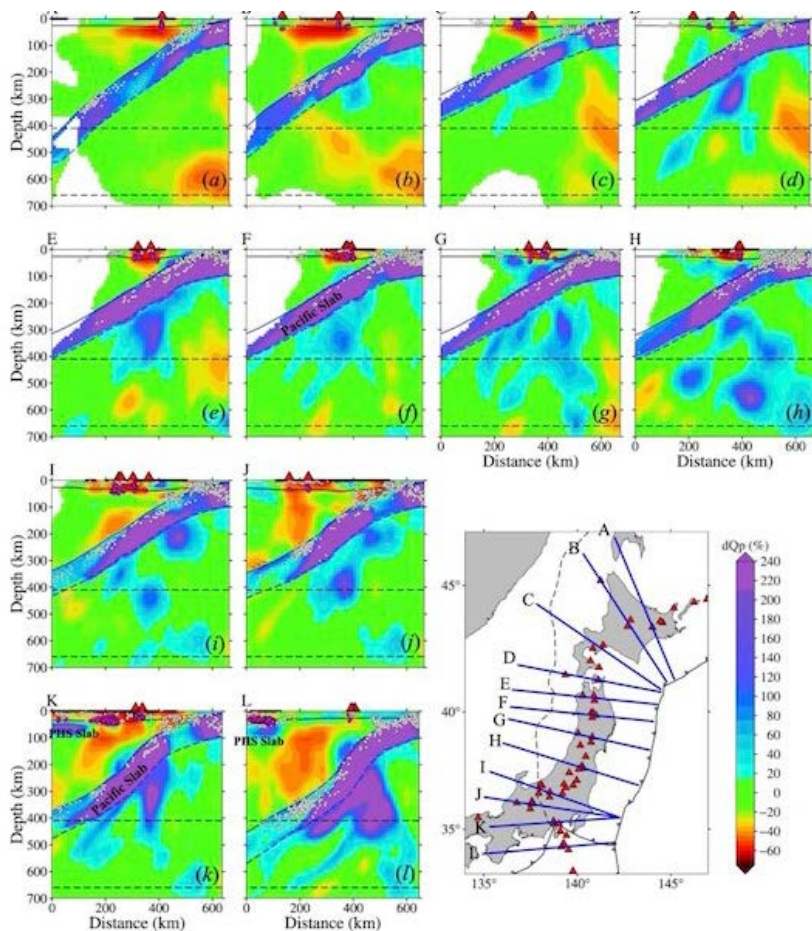


図 6．大量の近地および園地地震のスペクトルデータを用いた日本列島下深さ 700 km までの 3 次元 P 波・S 波減衰構造 (Wang & Zhao, 2025, JGR) (東北大学理学研究科[課題番号: THK_04])

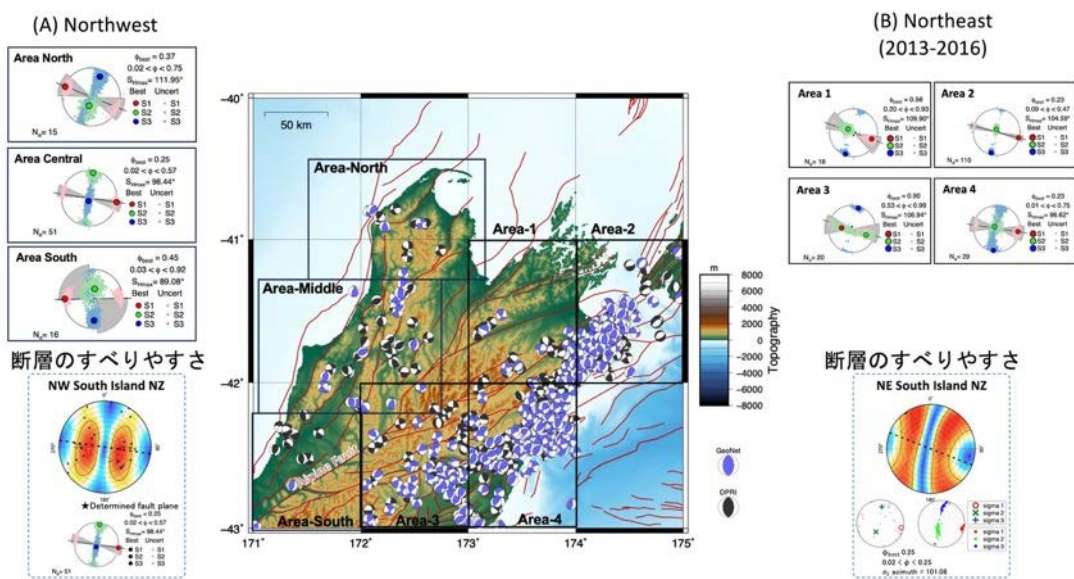


図 7．ニュージーランド南島の応力場とメカニズム解の分布 (東北大学理学研究科[課題番号: THK_05])

(中央の地図) 対象地域の断層，地形，メカニズム解の分布を示す。(A) アルパイン断層より西側の応力場と Area Central の応力場に対する断層形状のすべりやすさ。応力場の解では赤が最

大主応力, 緑が中間主応力, 青が最小主応力を示す。断層のすべりやすさは赤ほどすべりやすく, 青ほどすべりにくい状態を示す。断層のすべりやすさに分布する黒点と星はその地域の活断層の形状を示す。(B) アルパイン断層より東側の応力場と Area-3 の応力場に対する断層形状のすべりやすさ。

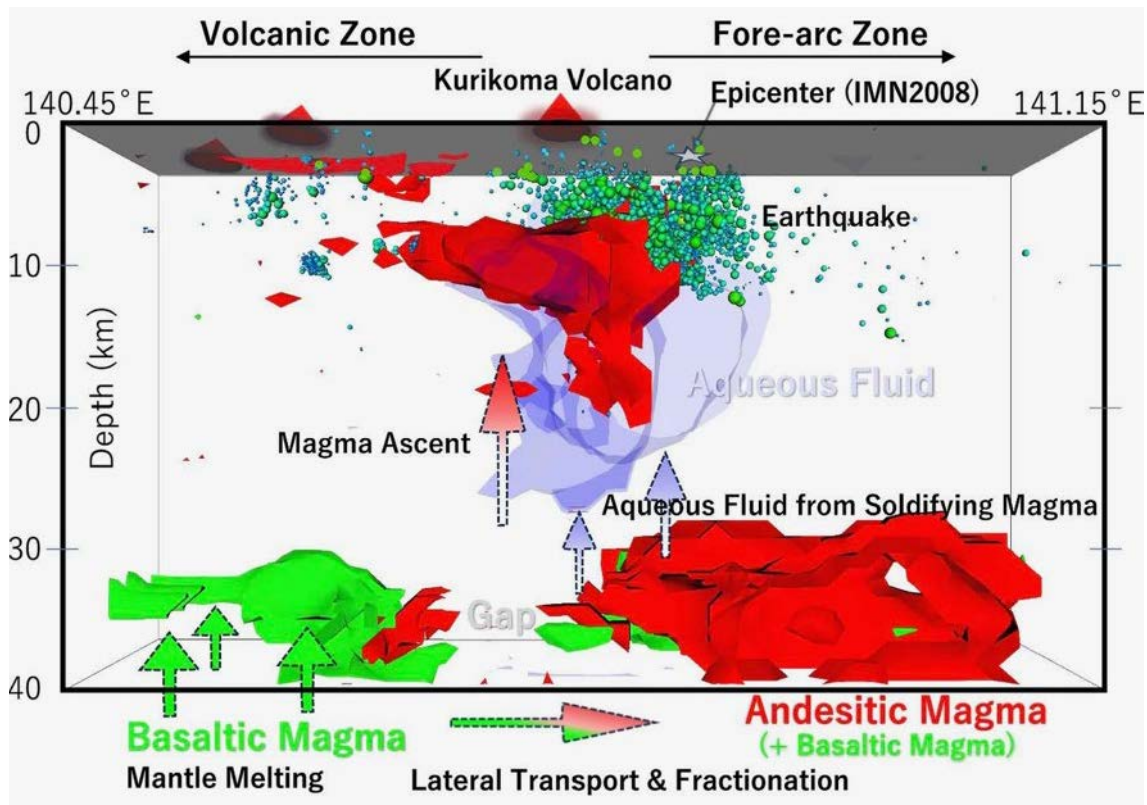


図 8 . 東経 140.45° - 141.15°/北緯 38.95° - 39.05° における地殻流体（体積比 > 3%）の分布（京都大学防災研究所[課題番号：DPRI02]）
玄武岩質（緑）と安山岩質（赤）のマグマ，水溶液（淡青），地震，火山の関係性を示す。

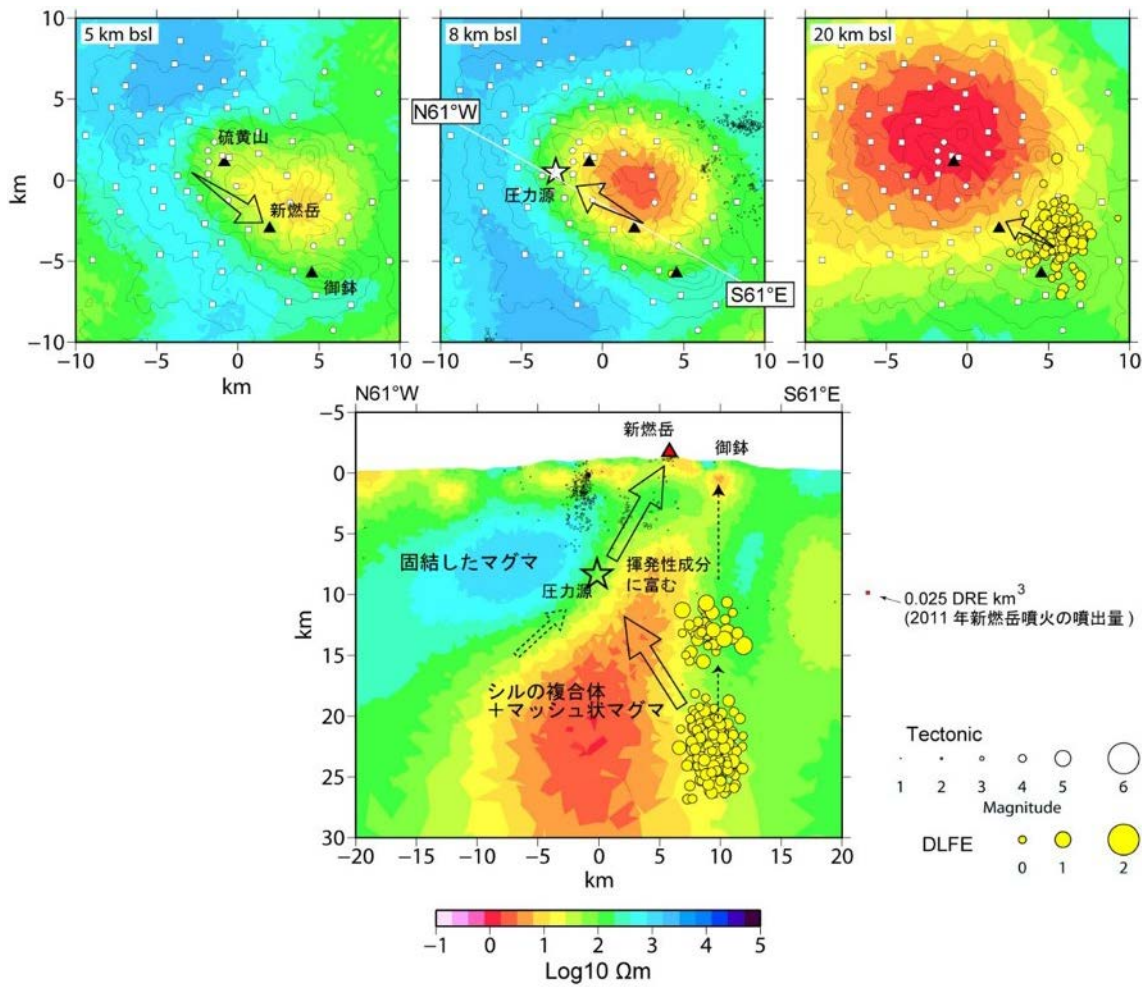


図 9．霧島火山の比抵抗構造とマグマ供給系 (Aizawa et al. 2026 に加筆) (九州大学[課題番号：KYU_03

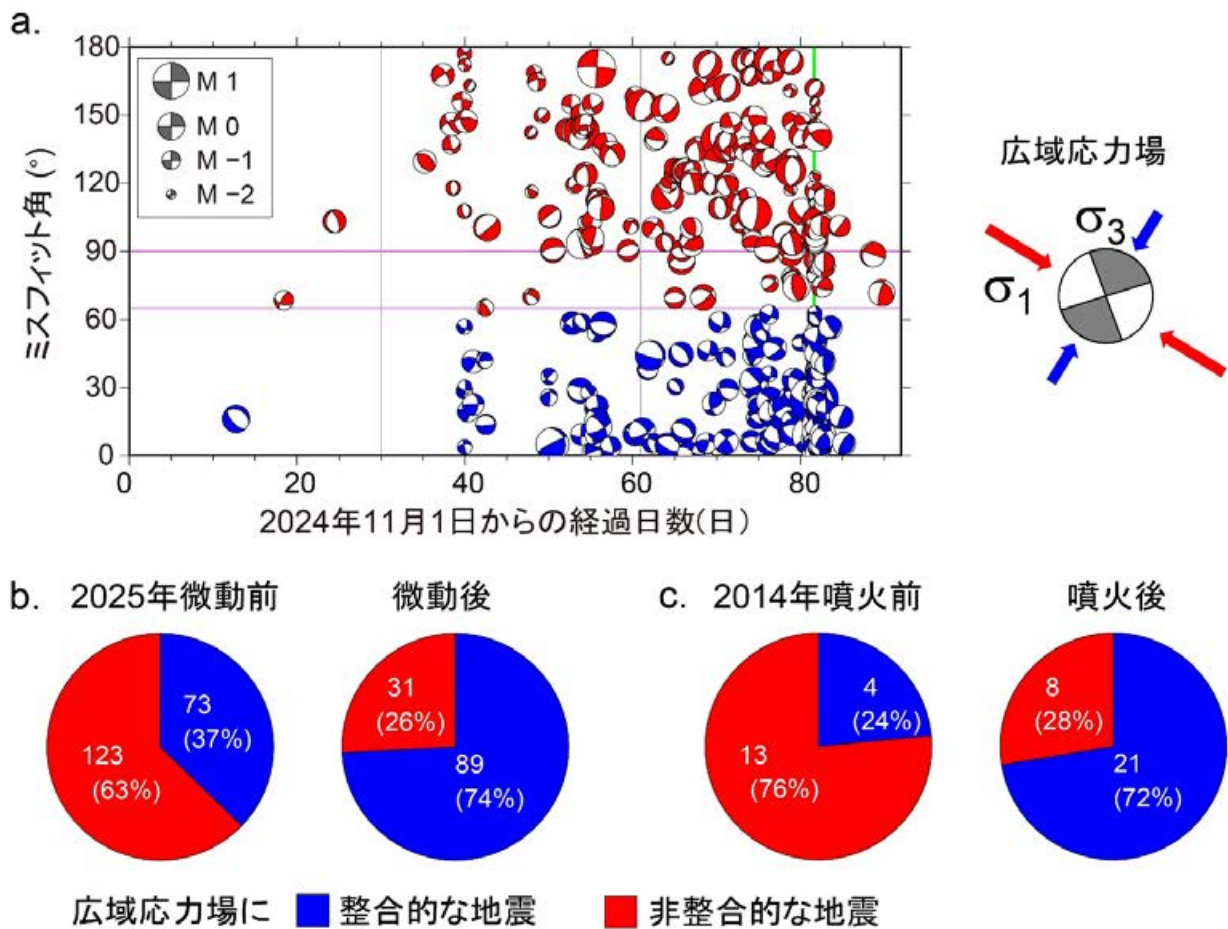


図 10. 2024-2025 年御嶽山活動活発化に伴う地震メカニズム解の時間変化 (Terakawa et al. 2026 に加筆) (名古屋大学[課題番号: NGY_02]) a. メカニズム解の時間変化とミスフィット角の関係。広域応力場に整合的/非整合的な地震の割合の時間変化 b. 今回の活動、c. 2014 年噴火時。

1 (2) 地震 (長期予測)

「地震 (長期予測)」計画推進部会長 西村卓也

(京都大学防災研究所)

副部会長 後藤和久

(東京大学理学系研究科)

大地震の長期予測は、地震に関する観測研究から各地域における大地震の規模や深さ、発生頻度や発生時期を数年以上の長期的な観点から予測するもので、災害軽減や防災対策の立案に役立てられることが期待される。このような長期予測は、地震調査研究推進本部地震調査委員会により、主要な活断層で発生する地震や海溝型地震を対象に地震発生可能性の長期評価という形で実施され、社会に公表されている。しかし、大地震の発生は極めて低頻度な現象であるため、主に過去の大地震の発生履歴に基づく統計モデルにより行われてきた現状の長期評価には、データが少ないために不確定性が大きいことや統計モデルの高度化などの課題がある。本部会では、前計画から引き続き、地質・地形データや史料・考古データを活用した大地震の発生や地殻変動の履歴を明らかにする手法の高度化を進めるとともに、各地域での調査により得られた過去の履歴データの蓄積から大地震の長期予測精度の向上を目指した観測研究と、これまでは十分に活用されていなかった地殻変動や地震活動などの地球物理学的観測データや地震発生の物理モデル・数値シミュレーションを活用した「新たな長期予測」を推進する。

1. 地震・火山現象の解明のための研究

(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

今年度は主に歴史史料に基づき、過去の地震の抽出やその地震像の詳細を明らかにした。体感震度および機器観測時代における日向灘地震の震度分布をもとに、日本近世における日向灘地震の可能性をもつ地震の事例を抽出し考察を加えた(東京大学地震火山史料連携研究機構[課題番号:HMEV02])。1662年10月31日と1769年8月29日の地震は日向灘地震と考えられる。さらに、日向灘地震に類似する有感分布をもつものとして、1698年10月24日と1844年6月24日の地震が挙げられる。

1707年宝永、1854年安政、1946年昭和の3回の南海地震について、高知県での海岸昇降データを整理し、時間予測モデルへの適合性について検討した(東京大学地震火山史料連携研究機構[課題番号:HMEV02])。室津、高知、上ノ加江の海岸昇降データは地震予測モデルと適合するが、それぞれの地点で時間予測モデルにより推定される次の地震の発生時期は、30年程度ばらつくことがわかった。また、土佐清水のデータは適合しないことがわかった(図1)。

1830年に発生した文政京都地震について、信頼性の高い史料に基づいて新規に震度推定地点を作成してより詳細な震度分布図を作成し、グリッドサーチによる震源位置の検討及び断層モデルを設定した地震動計算に基づいて震源断層と規模を推定した(奈良文

化財研究所[課題番号：NAB_02])。その結果、1830年文政京都地震は、京都西山断層帯を構成する越畑断層付近のMw6.1の地震であった可能性が提示される。

ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈

海溝型地震の発生履歴に関する観測研究として、沿岸での津波堆積物の調査や古地形の復元、数値計算による津波波源域及び震源断層モデルの評価が行われた。また、海底地形データに基づく詳細な地形判読に基づく断層変位地形の認定が行われた。

千島海溝・日本海溝周辺域では、産総研で今まで取得した北海道太平洋沿岸の地質記録（浜中町霧多布の25地点、白糠町恋問の32地点、釧路市馬主来の3地点、大樹町当縁の28地点）に加え、先行研究のデータから、17世紀と13～14世紀に発生した巨大津波の浸水範囲を推定し、さらに津波浸水シミュレーションによる断層モデルの検討を行った（産業技術総合研究所[課題番号：AIST01]）。その結果、13～14世紀の地震の破壊領域は300 km×100 km、十勝沖のすべり量5 m、根室沖のすべり量10 m、Mw8.6と推定した。一方、17世紀の地震の破壊領域は300 km×130 km、十勝沖のすべり量10 m、根室沖のすべり量5 m、プレート境界浅部（海溝付近）のすべり量25 m、Mw8.8と推定した（産業技術総合研究所[課題番号：AIST01]）。北海道の胆振地方、日高地方、十勝地方で津波堆積物等の調査を行った（東北大学災害科学国際研究所[課題番号：IRID02]）。青森県むつ市の既存試料の分析では、粒度分析・X線CTによる堆積構造の検討、蛍光X線分析を行い、地層中に含まれる17世紀のイベント砂層の津波堆積物としての同定を進めた（東北大学災害科学国際研究所[課題番号：IRID02]）。分析の結果、砂層上位のmud drape, rip-up clastの含有、陸側細粒化傾向といった現世津波堆積物と類似する特徴が認められた。また、年代の追加測定を実施し、約2700年前から17世紀まで地層は連続しており、他のイベント砂層は存在しないことを確認した（図2）。17世紀の砂層は、極めて低頻度のイベントによるものであるが波源は未解明であり、今後検討を続ける。

相模トラフ周辺域では、1923年大正関東地震により隆起した静岡県初島および神奈川県真鶴半島において、それよりも前の地震による隆起の履歴を解明するための地形・地質調査を実施し、隆起痕跡を推定するための年代測定を行った（産業技術総合研究所[課題番号：AIST01]）。千葉県南房総では、深度0.5～0.7 m程度に存在する基盤岩の直上に、1703年元禄地震もしくは1923年大正関東地震による津波堆積物の可能性がある貝殻片に富むイベント砂層を1層見つけた（東京大学理学系研究科[課題番号：UTS_03]）。また、千葉県富津岬では、有機質層にイベント砂層が1～2枚挟在しているのを確認し、年代測定を行った（東京大学理学系研究科[課題番号：UTS_03]）。

南海トラフ周辺域では、駿河トラフ沿いの沿岸域で、過去4000年間に20回の沈水イベントを検出し、このうち5つが南海トラフ沿いで発生した歴史時代の巨大地震、2回が富士川河口断層帯の地震活動と対比できることがわかった（産業技術総合研究所[課題番号：AIST01]）。紀伊半島西岸の内陸部で予察的に掘削を行ったところ、少なくとも深度3mまでは有機質泥層が堆積し、イベント層の確認は出来なかったものの、同地域は津波堆積物調査に適した地域であることがわかり、今後、掘削調査を進めることとした（東京大学理学系研究科[課題番号：UTS_03]）。兵庫県の沼島では、島中央に位置する汽水湖の複数地点で湖沼堆積物の掘削を行った。その結果、有機質泥層にイベント礫層

を1枚確認し、1707年宝永地震もしくは1854年安政南海地震による津波で堆積した可能性があることがわかった（東京大学理学系研究科[課題番号：UTS_03]）。

南海トラフ周辺の海底の測深データを収集、整理するとともに、点群の処理を行って1秒メッシュの数値地形モデルを生成した（広島大学[課題番号：HRD_01]）。これを用いてステレオ実体視可能な海底地形画像を作成した。この画像にこれまでの活断層図を重ね、これまでの認定基準や変位基準を確認し、今後の活断層図改訂と公開に向けての方針を検討した。

内陸地震の発生履歴に関する調査としては、各断層における変動地形調査や掘削調査、ドローンや地表型のLiDARを用いた詳細地形計測や宇宙線生成核種年代測定などの最新技術を用いた調査が各地で行われた。また、沿岸域での海底地形データに基づく詳細な地形判読に基づく断層変位地形の抽出も行われた。

2024年1月1日に能登半島地震(M7.6)が発生した能登半島沖では、海底地形の数値モデルからステレオ実体視可能な海底地形画像を作成し、変動地形学的に判読するとともに、探査記録と対照させて、海底活断層の分布と変位様式を明らかにした（広島大学[課題番号：HRD_01]）。これにより、2024年能登半島地震に伴って沿岸陸域に表れた海岸隆起は、海岸線にほぼ平行して連続的に延びる海底活断層によって生じたと考えられた。沿岸域においては、探査記録に重点を置いた海底活断層の分布図作成には限界があり、陸上の活断層と同様に変動地形の調査研究の必要性が明らかとなった。

複数セグメントからなる長大な大規模断層帯として、糸魚川-静岡構造線断層帯と阿寺断層帯における詳細位置・変位様式の再検討を行った（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_09]）。糸魚川-静岡構造線活断層帯北部の神城断層では、浅層反射法地震を実施し、その解釈から、神城断層は第四紀前期の地質を変形させる断層が地下浅部で低角になり、その上盤側ではいくつもの断層に分岐して地表に達している可能性が高いことが示唆された。阿寺断層帯の探査においては、変動地形・古地震・構造地質学的調査により、セグメント境界付近での断層の分岐・連結等の地質構造と活動時期の特徴を把握した。また、四国陸域の中央構造線断層帯を対象として、石鎚山脈北縁西部区間（重信断層）の西端付近におけるドローンLiDAR、トレンチ調査を実施した（産業技術総合研究所[課題番号：AIST02]）。トレンチ調査の結果、壁面には、ほぼ鉛直ないし北傾斜80°程度の高角な断層が確認された。断層低下側では、地表から数十cm下位の層準から須恵器、1.5m前後から弥生式土器が出土した。断層と地層の切断・変形と被覆関係や上下変位・変形の差異を基にイベント解釈を行なった結果、最新活動を含む複数回の古地震イベントが認定された。暫定的な年代推定より、最新活動時期は少なくとも須恵器の推定年代である6世紀以降の可能性が高い。また、弥生式土器の年代が紀元前5世紀～3世紀前半と推定され、この層準以降に3回のイベントが識別された。

活断層の活動性推定手法の開発のためのテストフィールドとして、十日町盆地及び濃尾断層帯を選定し、調査・研究を行った（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_01]）。十日町盆地では、地形判読結果及び既往研究に基づき、適地選定のための地形地質調査に加え、年代測定試料を採取した。濃尾断層帯では、すでに実施済みの宇宙線生成核種分析の結果を年代値に換算するうえで不足していた情報を取得するための追加ピット掘削を行うとともに、人工改変地での宇宙線生成核種年代測定法適用に向けた予察調査を

実施した。また、中田・今泉編（2002）「活断層詳細デジタルマップ」、今泉・他（編）（2018）「活断層詳細デジタルマップ 新編」の活断層の位置情報について、データ公開に向けてデータ形式・公開方法についての検討を行った（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_01]）。来年度以降にデータの公開を行う方向で準備を進めている。

（３）地震発生過程の解明とモデル化

2024年能登半島地震の余震は、P波初動を用いた発震機構解とモーメントテンソル(MT)法による発震機構解で差異が見られることが指摘されている。そこで、震源近傍に設置した海底地震計のデータのP波初動と震幅を用いて、非ダブルカップル成分を含めた発震機構解を求める方法を開発し、2024年能登半島地震の余震が、非ダブルカップル成分を持つものが多いことを明らかにした（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_08]）。流体の移動と関連すると思われる膨張(IS0)成分に加えて、非体積変化・非剪断(CLVD)成分を持つものが多い。この結果は、能登半島北東延長海域下では、流体移動だけではなく、震源断層が単純な平面で表せない、構造に異方性があるなどの、複雑な現象を表していると考えられる。

2024年8月に日向灘で発生した地震(Mw7.1)を対象に、新設された海底観測網 N-net による津波データと陸上GNSSデータを用いて断層すべり分布を推定した(Kubota et al., 2025; 防災科学技術研究所[課題番号：NIED03])。両データのジョイントインバージョンにより、最大すべり量2.4 m, 断層の上端・下端深さを含む信頼性の高い断層モデルが得られた。さらに、この地震では1961年の地震のアスペリティの一部が再破壊された一方、1996年の地震の破壊域とは重ならないことがわかった。

南海トラフ沿いの海底ケーブル水圧計のデータを繰り返し現場校正することで、長期的な沈降レートの推定を実現した(Machida et al., 2025; 海洋研究開発機構[課題番号：JAMS03])。また、2024年能登半島地震の約3時間後より発生した南海トラフでのスロー地震活動を分布型音響センシング(DAS)によって観測することに成功した(Baba et al., 2025; 海洋研究開発機構[課題番号：JAMS03])。

（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

南海トラフ沈み込み帯の潮岬沖の7観測点において海底電位磁力計(OBEM)観測を実施した(名古屋大学[課題番号：NGY_03])。観測期間は2か月間と比較的短期間であったものの、期間中に地磁気嵐が発生したことにより良好なデータを取得することができた。宇宙天気専門家と連携することで、地磁気嵐の発生を高サンプリングレート観測の実施期間に含めることに成功しており、短周期までのMTレスポンスを推定できると期待される。また、既存データと2024年に取得したOBEM観測データを統合し、熊野灘における三次元比抵抗構造モデルを更新した。その結果、1944年東南海地震の破壊開始点の浅部において、熊野酸性岩体との関連を示唆する比抵抗構造境界が推定された(名古屋大学[課題番号：NGY_03])。

イ．内陸地震

2024年1月1日の能登半島地震の発生を受けて、自由落下自己浮上式海底地震計（OBS）を用いた海域緊急余震観測を実施したことは昨年度報告したが、2024年2月以降も、長期観測型海底地震計を用いて、地震活動の時空間変化を把握するための海底観測を2025年1月まで継続した（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_08]）。長期観測データについては、Deep Learning手法によるP波およびS波の自動読み取りを行った以外は、本震直後の解析と同じ手法により、震源分布を求めた。その結果、約1年間の観測期間中に1490個の震源が求められた（図3）。大局的には余震数が時間ともに減少しており、発生位置については、余震は能登半島沿岸では深さ10 km程度まで、沖合では深さ16 km程度まで発生していることがわかった。「日本海地震・津波調査プロジェクト」による断層モデルNT2の深部において、深い地震が発生している点は、海底地震観測の本震直後の解析結果（Shinohara et al., 2025）と調和的である。

前計画から引き続き実施している東北日本を横断する屈折・広角反射法データ解析に基づく速度構造モデルについて、これまで得られた速度構造断面と先行研究による反射断面の詳細な比較、当該測線周辺の震源分布と発震機構との対応関係を検討した（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_08]）。更に、測線東部における新たな解析結果を踏まえ、得られた構造と地殻活動についてこの地域の地質学的発達過程と関連づけた解釈を行った。その一例として、激しく変形した地殻最上部構造は、日本海拡大時に形成された断層及びその後に引き続く島弧火成活動で生成されたカルデラ群とよい対応を示すことがわかった。

また、西南日本においても南海トラフから紀伊半島を横断して日本海に至る測線を設定し、既存の構造探査・地震観測データを利用しつつ、浅部から深部（リソスフェア・アセノスフェア境界）にいたる構造モデルを構築する予定である（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_08]）。今年度は、京都府京丹後市から三重県紀宝町に至る測線上（測線長：約240 km）の107か所に、約2~4 km間隔で地震計を設置する計画を建て、許認可申請作業を実施した。設置作業は2026年3月中旬に行い、2026年12月頃まで観測を継続する予定である。

2. 地震・火山噴火の予測のための研究

（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

地震調査研究推進本部が行っている「日本海溝沿いの地震活動の長期評価」の高度化に向けて、地震サイクルシミュレーションに基づいた地震活動の予測の試行と現実的な地下構造を考慮した応力変化や地殻変動の計算を試みた（東北大学理学研究科[課題番号：THK_07]）。プレート境界面の形状と海溝軸近傍の低剛性の堆積層プリズムの大きさや分布形態、海溝近傍においては海底地形の領域間での違いを考慮して、有限要素計算を行うための構造メッシュの作成を行った（図4）。そしてこの構造モデルを用いた有限要素法により、プレート境界上に配置した小断層での単位すべりによる、地表面変位と応力変化のグリーン関数ライブラリを作成した。

円形の完全固着パッチが非固着断層面上に分布することを仮定して、測地データから固着-滑りを推定する新たな手法を提案し、南海トラフのセグメント境界で固着が弱いことを示した (Sato et al., 2025, 海洋研究開発機構[課題番号: JAMS03])。

南西諸島海溝沿いでのプレート間固着状態を明らかにするため、沖縄本島南方沖の2ヵ所で海底地殻変動観測を実施した (名古屋大学[課題番号: NGY_03])。昨年度までに実施した観測で取得したデータの再解析を行うことで、国土地理院GEONETの座標値と整合させるためITRF2014準拠の座標値を計算した。再解析の結果による変位速度は、沖縄本島~宮古島間に対してRKBが北西に0.4 cm/年, RKCが西に1.8 cm/年, RKDが南東に2.3 cm/年であった (図5)。

イ. 内陸地震の長期予測

観測データを反映した動的破壊シミュレーションおよび準動的な地震シーケンス (サイクル) シミュレーション (SEAS) の予測実験を、2007年能登半島地震, 2023年トルコ・シリア地震, 2024年能登半島地震について行った。(東京大学理学系研究科[課題番号: UTS_04])。シミュレーションにおいては、地震前に得られていた地表トレースの情報に基づいて構築した断層面3次元形状と応力テンソルインバージョン解析で得られた広域応力場の情報を用いる標準的モデル化の枠組みを構築した。国内の応力場情報はAIST06の課題の成果を活用している。2024年能登半島地震のシミュレーションでは、このような標準的モデル化の枠組みを用いることで、合成開口レーダで観測された高解像度な地殻変動分布, 破壊過程や強震動励起に関するモーメントレート関数などの主たる特徴の再現に成功した (図6, Ando et al., 2025, 東京大学理学系研究科[課題番号: UTS_04])。

測地データから内陸 (地殻内) 地震の発生ポテンシャル評価を行う手法の高度化のため, GNSS速度場から地殻内の「弾性歪」と「非弾性歪」を分離推定し, それらの割合に基づく物理指標 β_{phys} を導入して, 内陸地震発生確率の空間分布推定手法を整備・検証した (京都大学防災研究所[課題番号: DPRI05])。先行研究では, 地震で解放されるひずみの割合 (地震化効率) を経験的・空間一様に仮定する制約があったが, この手法では Noda & Matsu'ura (2010) の枠組みにより3次元弾性ひずみ・非弾性ひずみを分離し, β_{phys} を空間不均質に推定することで, 地域差を取り込んだ地震発生確率推定を可能にした (図7)。

GNSSデータ解析による下部地殻の塑性流動分布の推定, 地震発震機構解による背景応力場との統合解析による地震発生層へのひずみエネルギー蓄積速度分布を評価する基本的な解析枠組みを開発した (Saito et al., 2025, 防災科学技術研究所[課題番号: NIED03])。この手法を山陰ひずみ集中帯の地表変形データに適用し, 地震発生層へのひずみエネルギー蓄積速度を $7 \text{ J/m}^3/\text{年}$ と推定した。この蓄積速度は, Mw7クラスの地震によるひずみエネルギー解放量に対して, およそ500-2000年程度のエネルギー蓄積期間に相当している。

日本列島域の有限要素モデルを用いて, 西南日本の応力場を計算した (東京大学地震研究所[課題番号: ERI_08])。応力場の計算には, 2011年東北沖地震以前の西南日本の定常的な変動に基づいて求めた南海トラフ-琉球海溝のすべり速度欠損分布 (橋間ほ

か、2019)を用いた。西南日本では、南海トラフの固着にともなって北西－南東に圧縮軸を持つ横ずれの応力が蓄積されている。一方、九州より南西方向では、琉球海溝における海溝後退により南北方向の伸張応力が蓄積されている。1976-2025年の期間による深さ30 km以浅のMw7以上の地震についてそれぞれ2つの節面においてクーロン破壊応力変化(ΔCFS)を計算したところ、2004年紀伊半島沖地震、2005年福岡県西方沖地震、2016年熊本地震などでは ΔCFS が正の値を示し、計算した応力場が地震発生と調和的であることがわかった。一方で、1995年兵庫県南部地震や2000年鳥取県西部地震においては、 ΔCFS が負となり、計算した応力場では地震発生の説明がつかない。これは、近畿－中国地方において、南海トラフの沈み込みだけでなく、伊豆衝突や太平洋プレートの沈み込みも含めたより長期的・広域的な影響を考慮する必要があることを示唆している。

測地データから高空間解像度のひずみ速度場を推定するために、ソフトバンク独自基準点と国土地理院GEONETの統合解析を行った（**京都大学防災研究所[課題番号：DPRI03]**）。糸魚川－静岡構造線北部から飛騨山脈南方延長に至る歪速度場を高分解能で推定して、地質構造との対比を行うとともに、能登半島地震後も飛騨山脈北部で歪集中が継続していることを検出した。また、京阪神地方の地震間詳細地殻変動分布から有馬－高槻断層帯周辺に顕著なひずみ速度の集中を見出し、断層深部の16km以深で7～9mm/年程度の右横ずれのクリープが進行していることが推定された。

これまでの課題と今後の展望

今年度は第3次の観測研究計画の2年目であり、各課題は、地震学、測地学、地球電磁気学、地質学、地形学、歴史学などの多様な学問分野をベースにしているが、地震の長期予測の高度化に貢献するという同一の目標のもと、情報交換を行いながら観測研究を実施してきた。本研究計画と直接関係するわけではないが、今年度は地震調査研究推進本部による南海トラフ地震の長期評価が見直され、今後30年以内に地震が発生する確率が20～50%と60～90%以上という両論併記という形になった。さらに、2025年12月18日に発生した青森県東方沖の地震(M7.5)に伴って、北海道・三陸沖後発地震注意情報が初めて発令され、地震の予測に対する社会的関心が高まる事象があった。本部会の課題においても、南海トラフ地震の発生確率の計算のベースとなっている時間予測モデルについて、過去の南海トラフ地震の海岸昇降データを収集して複数箇所で時間予測モデルが成立していることが示されたが、次の地震の発生時期は場所により大きくばらつくことが明らかになった（東京大学地震火山史料連携研究機構[課題番号：HMEV02]）。海溝型の巨大地震の発生履歴に関する課題も着実に成果が挙がっており、今年度では17世紀だけでなく13～14世紀に発生した千島海溝の巨大地震の震源断層モデルも提案された（産業技術総合研究所[課題番号：AIST01]）。

測地データから内陸地震の長期予測を行う課題においては、従来過去の地震の発生履歴から計算していた弾性／非弾性変形の割合を、測地データのみから推定する手法が提案されたことは注目に値する（京都大学防災研究所[課題番号：DPRI03]）。加えて、測地ひずみ速度と地震学的に得られる応力場の情報を組み合わせて、ひずみエネルギーの

観点から地震発生のパテンシャルを評価する先駆的な試みも行われている（防災科学技術研究所[課題番号：NIED03]）。

地震，測地，地形・地質データなどから得られる応力場，変形場，断層形状を用いることにより，数値シミュレーションによって実際に発生した大地震の大まかな再現が可能となってきた（東京大学理学系研究科[課題番号：UTS_04]）。このようなシミュレーションは，ある地域で地震が発生した場合の地震の規模や強震動の評価につながるものであり，第3次計画のなかで重点的に推進する「新たな長期予測」の一部として研究の進展が期待される。

成果リスト

- Ando R., Y. Fukushima, K. Yoshida, and K. Imanishi, 2025, Nonplanar Fault Geometry Controls the Spatiotemporal Distributions of Slip and Uplift: Evidence from the Mw 7.5 2024 Noto Peninsula, Japan, *Earth, Planets and Space*, 77, 53.
- Baba S., E. Araki, and T. Hori, 2025, Shallow tremors near the Nankai Trough activated after the M 7.6 Noto Peninsula earthquake, *Geophysical Research Letters*, 52, e2025GL118973.
- 道家 涼介・黒澤英樹・下山みを, 2025, 神奈川県東部ヒンジライン周辺における地下構造の重力異常データによる検討, *活断層研究*, 63, 19-27.
- Ioki K., Y. Sawai, Y. Namegaya, D. Matsumoto, K. Tanigawa, Y. Shimada, T. Tamura, and R. Okada, 2026, Difference in slip patterns between two prehistoric giant earthquakes along the southern Kuril trench, *Geophysical Research Letters*, 53, e2025GL118295.
- Kaida H., T. Ishizawa, H. Yanagisawa, H. Imura, K. Hayashi, and K. Goto, 2026, Source Estimation of the 1703 Genroku Tsunami Through Geological Surveys and Numerical Simulations on Hachijo Island, *Progress in Earth and Planetary Science*, 13, 10.
- Kaneda H., D. Ishimura, and Y. Niwa, 2025, Comment on “Surface exposure ages of middle-late Pleistocene marine and fluvial terraces along the northern and southern Sanriku coasts, Northeast Japan” by Wakasa et al. (2025), *Geomorphology*, 487, 109921.
- 久保田達矢・久保久彦・三好崇之・鈴木亘・青井真・功刀卓・武田哲也, 2025, 2024 年日向灘の地震に伴う津波の波源分布－N-net と DONET の水圧計記録の解析から－, *地震* 2, 78, 73-86.
- Kubota T., H. Kubo, and T. Saito, 2025, Reliable fault modeling of an Mw 7.1 earthquake in Hyuganada Sea on 8 August 2024 by offshore tsunami data from new seafloor network N-net and onshore GNSS data, *Geophysical Research Letters*, 52, e2025GL115391.
- 熊澤貴雄・尾形良彦, 2025, 日向灘沖南部の余震活動について, *地震予知連絡会会報*, 114, 429-439.
- Kuroda M., H. Ichihara, T. Goto, T. Kasaya, T. Matsuno, H. Iwamoto, and K. Tadokoro, 2025, Three-dimensional resistivity structure in the Nankai Trough off Kumano

- inferred using marine magnetotelluric investigations, *Earth, Planets and Space*, 77, 197.
- Machida Y., S. Nishida, H. Matsumoto, and E. Araki, 2025, Seafloor subsidence associated with plate convergence detected by long-term pressure recordings in the Nankai Trough, Japan, *Geophysical Research Letters*, 52, e2025GL116913.
- 松多信尚・白銀美里・太田麗, 2025, 伊勢名所図会歌合絵巻から推察する明応の津波の影響地形学的解釈, *月刊地球*, 47, 388-398.
- Meneses-Gutierrez A. and T. Saito, 2025, Linking coseismic slip and afterslip in intraplate earthquakes: A case study of the 2016 Central Tottori earthquake, Japan, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 130, e2025JB031677.
- 水野嶺・加納靖之・榎原雅治, 2025, 日向灘を震央とする可能性のある近世の地震, *地震* 2, 78, 147-165.
- Namegaya Y., K. Ioki, K. Imai, S. Kusumoto, Y. Wang, H. Horikawa, and M. Murakami, 2026, Field surveys of the 2024 Noto Peninsula earthquake tsunami in the areas distant from its source, *Coastal Engineering Journal*, 68, 114-129.
- Nakamura H., H. Ichihara, T. Goto, T. Matsuno, N. Tada, M. Kuroda, and S. Sato, 2025, Geoelectrical evidence of fluid controlling slow and regular earthquakes along a plate interface, *Scientific Reports*, 15, 17077.
- Nakata K., M. Watanabe, and K. Goto, 2025, Modelling emplacement of the world's largest tsunami boulder, *Natural Hazards*, 121, 12169-12193.
- Nanjo K.Z., T. Hori, and D. Iwata, 2026, Non-randomness of Japan megaquakes implied by stress recovery and accumulation, *Communications Earth & Environment*, 7, 101.
- Ogata Y., 2026, Seismicity insights and forecasting with Delaunay-based hierarchical models, *Earth, Planets and Space*, 78, 25.
- 尾形良彦, 2025, 統計地震学の現場から: ETAS モデルで地震活動を読み解く, *月刊統計*, 36-43.
- 尾形良彦, 2025, 地震予測の統計地震学の進歩と課題: 阪神・淡路大震災から 30 年, *地震予知連絡会会報*, 113, 480-489.
- Saito T., A. Meneses-Gutierrez, S. Tanaka, and T. Ueno, 2025, Strain energy transfer by plastic flow in San-in shear zone, Japan: Shear strain energy change due to out-of-plane inelastic strain distribution, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 130, e2024JB030245.
- Sato D.S., T. Hori, and Y. Fukahata, 2025, Differentiating frictionally locked asperities from kinematically coupled zones, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 130, e2024JB030357.
- Sawai Y., A. Momohara, K. Ito, Y. Shimada, and D. Matsumoto, 2025, Re-examination of coastal submergence events during the last 4000 years in the Ukishima-ga-hara lowland, central Japan, *Earth, Planets and Space*, 77, 79.
- Tanigawa K., T. Tamura, K. Komori, and Y. Negoro, 2025, Holocene coastal barrier dune development and its influence on marine inundations: An example from the Kochi coast facing the Nankai Trough, southern Japan, *Geomorphology*, 486, 109887.

Wang Y., K. Imai, and Y. Hayashi, 2025, Tsunami wave characteristics of the 2024 and 2025 Hyuganada earthquakes, *Geoscience Letters*, 12, 40.

山下裕亮・堀高峰, 2025, 日向灘南部における大地震の多様な発生様式, *地震* 2, 78, 127-146.

安江健一, 2025, 内陸型地震を解き明かす分析技術 活断層はいつ・どこで・どれくらい動いたか?, *応用物理*, 94, 37-38.

安江健一・廣内大助, 2025, 阿寺断層帯における最新活動時期と 1586 年天正地震時の被害, *月刊地球*, 47, 355-366.

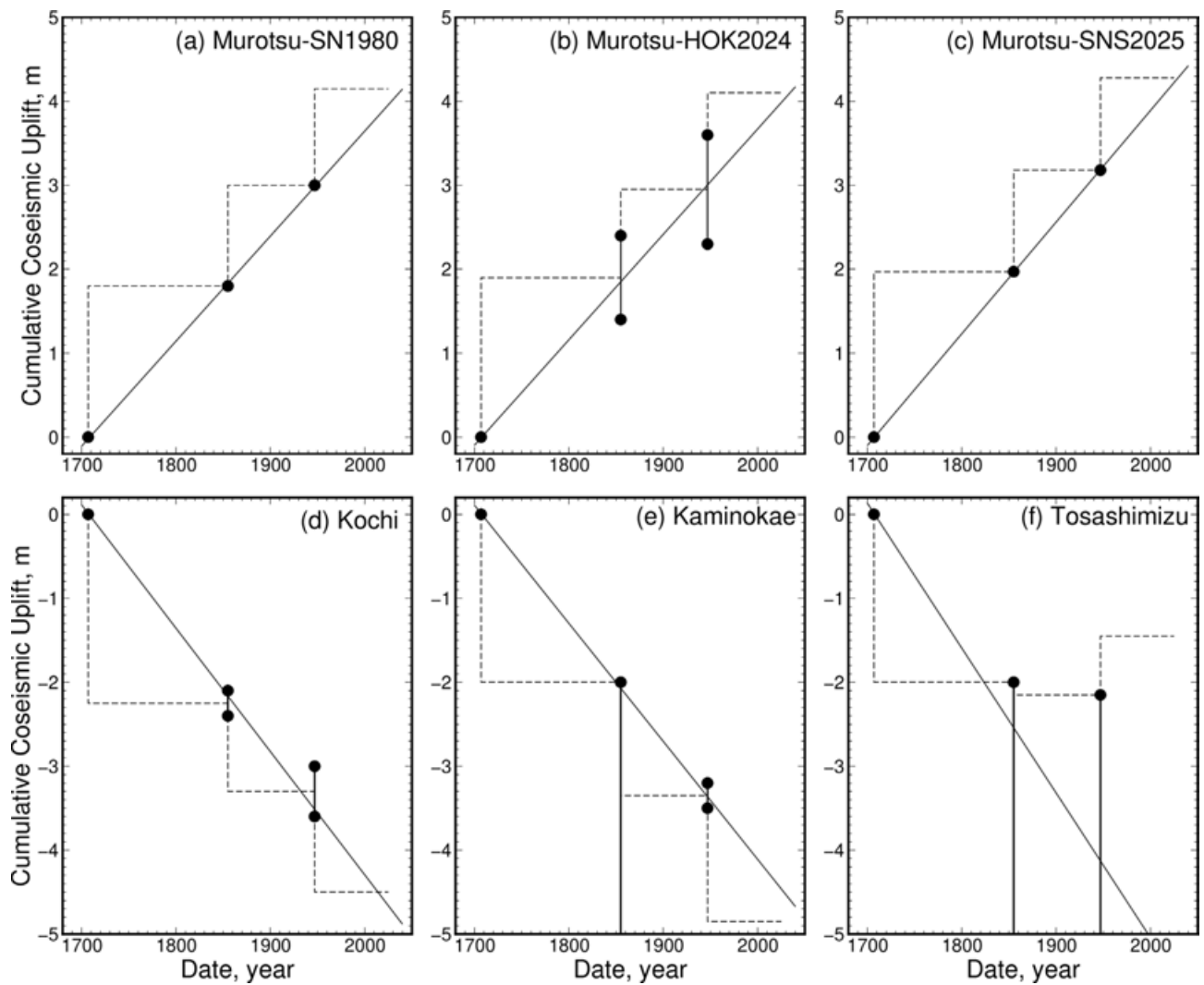


図 1. 過去 3 回の南海地震での各地の地盤昇降（東京大学地震火山史料連携研究機構[課題番号：HMEV02]）。(a)-(c)室津港における先行研究に基づくデータ。(d)高知。(e)上ノ加江。(f)土佐清水。(a)から(f)までのデータに時間予測モデルを適用した時の次の地震の発生時期は、それぞれ2040.4年，2034.3年，2029.3年，2024.3年，2052.8年となる。

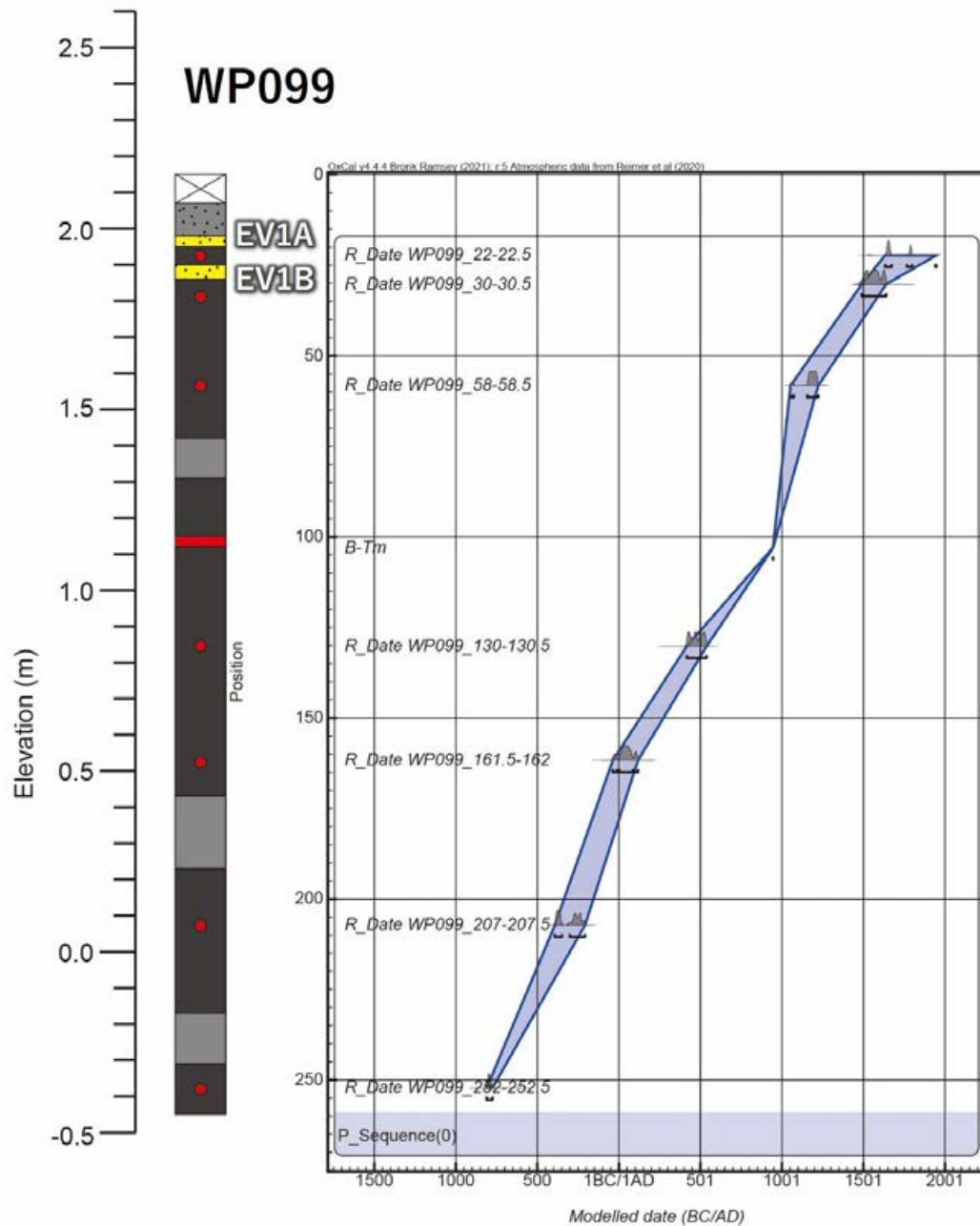


図 2. むつ市で採取した地層試料の年代深度モデル（東北大学災害科学国際研究所[課題番号：IRID02]）。EV1（A，B）が17世紀の津波堆積物の可能性がある砂層である．砂層直下からコア最下部までの年代値 6 点およびテフラの年代（B-Tm，AD946）から，堆積速度に大きな変化はなく，地層記録は連続であると考えられる。

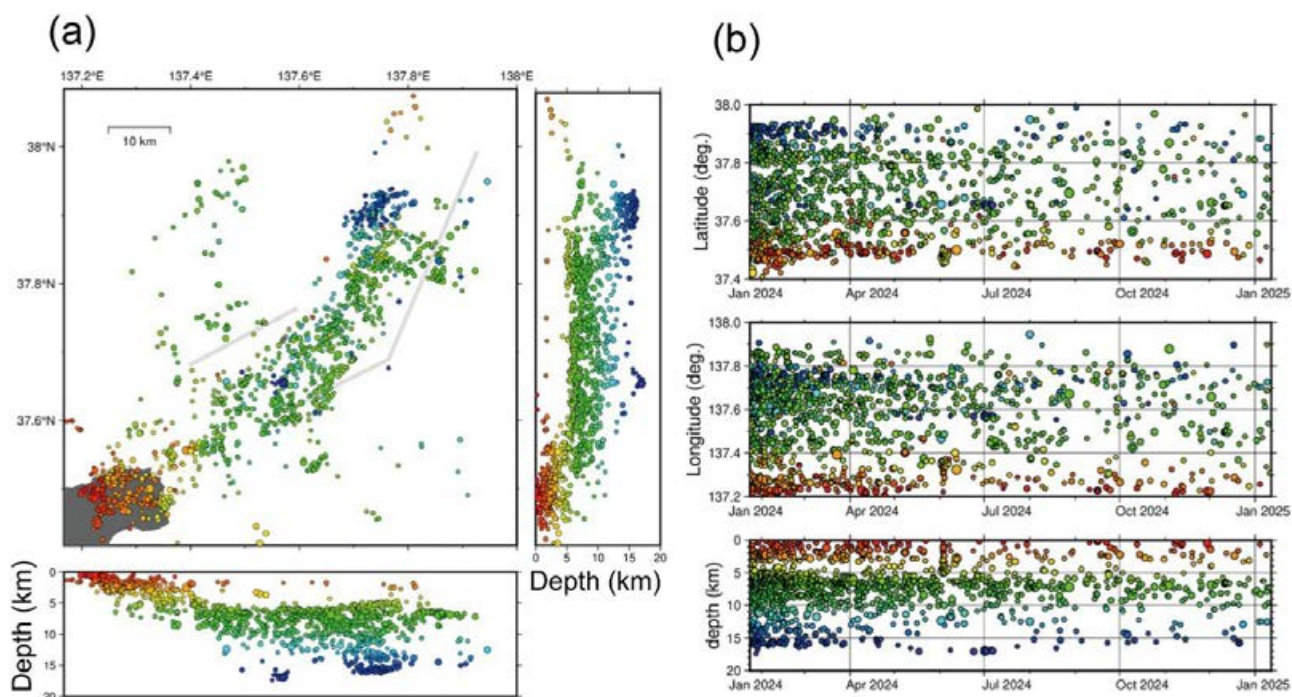


図 3. ダブルディファレンス法による震源分布（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_08]）。海底地震観測による震源分布図（2024 年 1 月 21 日～2025 年 1 月 12 日）（左）と時空間分布図（右）を示す。図中の丸の色は震源の深さ，大きさはマグニチュードを表す。図中の灰色太線は「日本海地震・津波調査プロジェクト」による断層モデル（NT2 - NT4）の上端を示す。

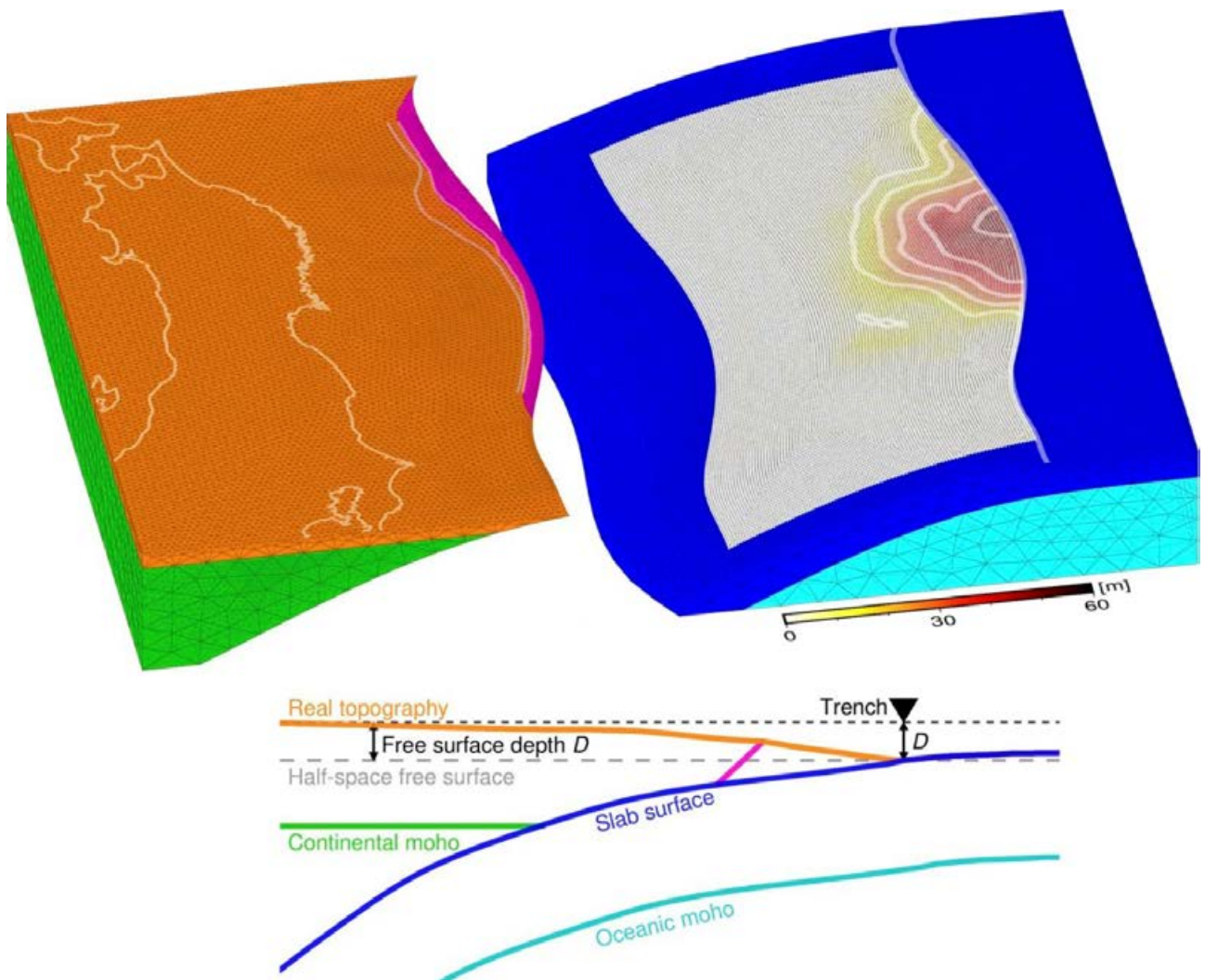


図4．日本海溝沿いの海溝型地震による地殻変動と応力の有限要素計算に使用した，3次元不均質媒質および海底地形を考慮した構造メッシュモデルの概観（東北大学理学研究科[課題番号：THK_07]）。プレート境界面上には，計算の入力となる2011年東北沖地震の地震すべり分布を色で示した。Dip方向に沿った鉛直断面の模式図も示している。

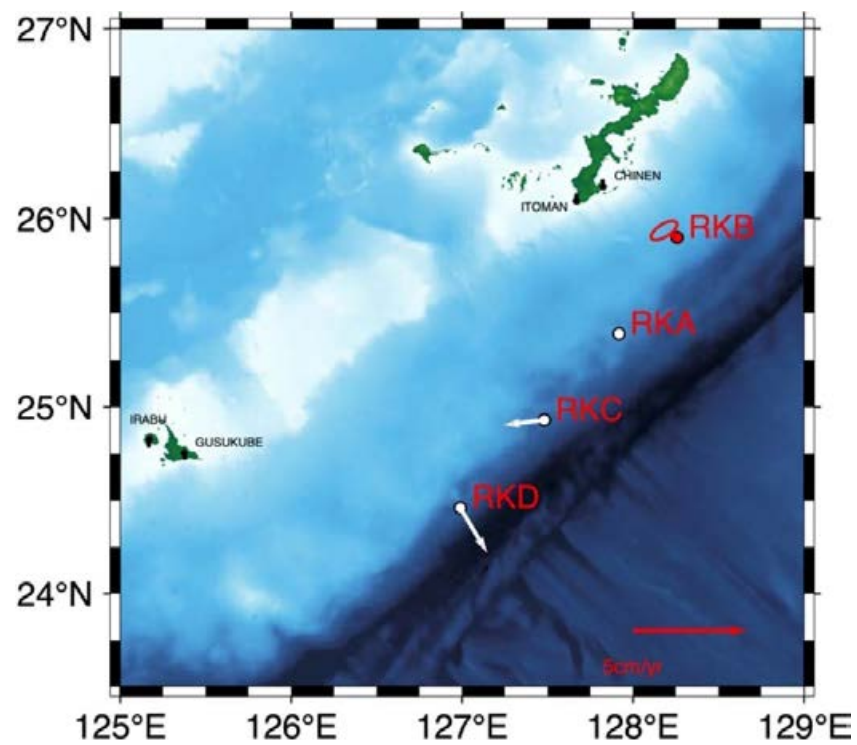


図 5．南西諸島海溝沿いの海底地殻変動観測結果（暫定）（名古屋大学[課題番号：NGY_03]）。宮古海峡ブロック（沖縄本島－宮古島間のブロック）を固定した時の変位速度ベクトルを示す。

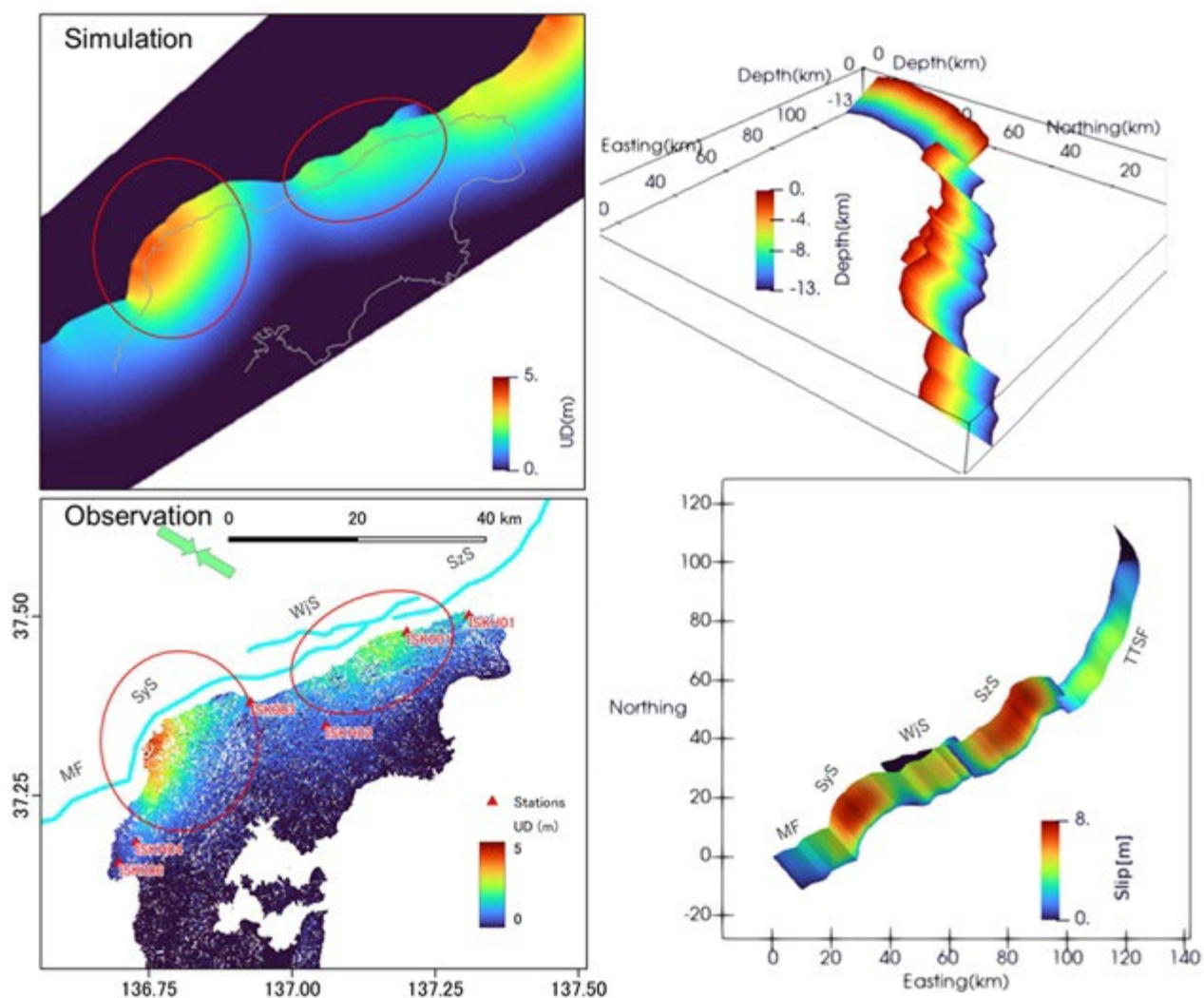


図6．2024年能登半島地震の動的破壊シミュレーション（Ando et al., 2025, 東京大学理学系研究科[課題番号：UTS_04]）。地表上下変位の計算（左上）と観測（左下）の結果および計算に考慮した3次元断層形状モデル（右上）。

GNSS速度場から地殻内の「弾性歪」と「非弾性歪」を分離推定し、それらの割合に基づく物理指標 β_{phys} を導入して、内陸地震発生確率の空間分布推定手法を整備・検証した。

β は地震発生確率の絶対値に影響を与えるパラメータ

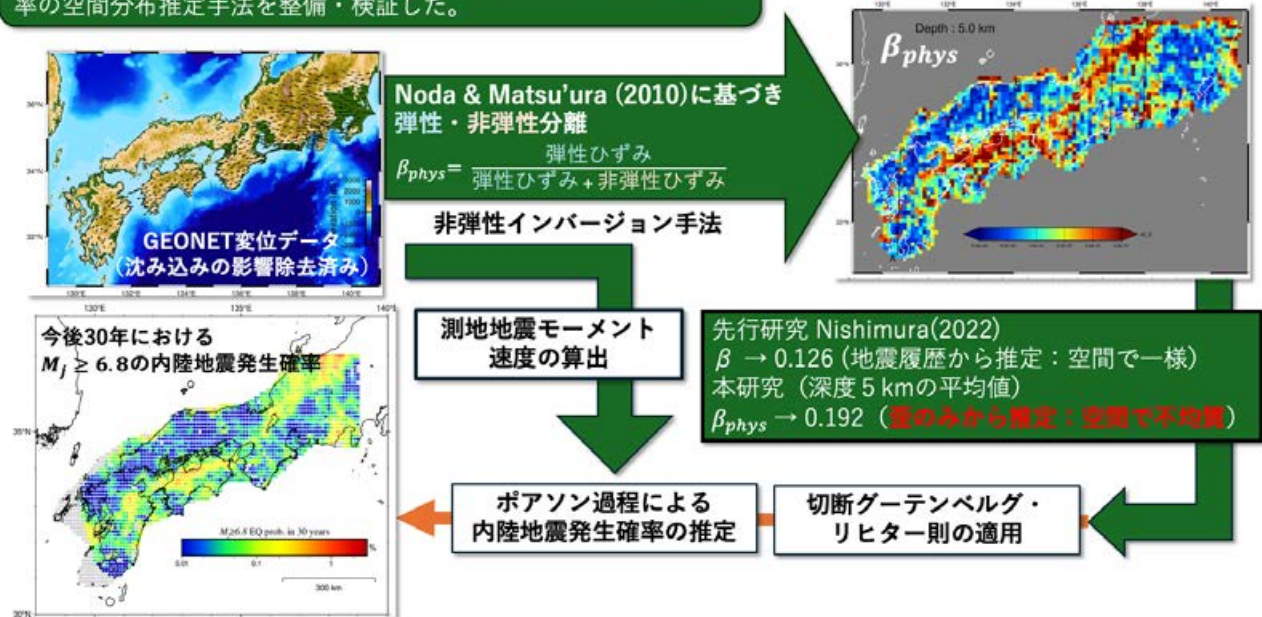


図 7. 非弾性ひずみを考慮した内陸地震発生確率の計算方法（京都大学防災研究所[課題番号：DPRI03]）。

1 (3) 地震 (中短期予測)

「地震 (中短期予測)」計画推進部会長 川方裕則

(立命館大学総合科学技術研究機構)

副部会長 中谷正生

(東京大学地震研究所)

予測の対象となる大規模地震の発生確率を時空間的に求める手法を開発し、その手法を時間更新させながら適用することで、地震の中短期的な予測可能性を調査し、精度の向上を図ることを大きな目標として課題ごとに研究をおこなっている。R7年度は主として、予測モデルの構築・適用において欠かせない観測の維持と拡充、物理モデルの構築・改善に資する研究、経験的な確率予測モデルの構築・改善に資する研究をおこなった。

2. 地震・火山噴火の予測のための研究

(2) 地震発生確率の時間更新予測

ア. 地震発生の物理モデルに基づく予測と検証

物理モデルに基づくアプローチでは、物理モデル構築・改善に不可欠な観測を維持・拡充し、様々な地殻活動観測データからプレート境界や断層の状態を推定するとともに、個別の地震の予測可能性について研究がすすめられた。

○繰り返し地震

日本全国の定常観測網で観測された地震波形データを蓄積し、日本列島周辺で発生した繰り返し地震活動の検出を継続しておこなった。作成した繰り返し地震カタログを用いて、日本列島周辺の沈み込むプレートの境界および内陸活断層におけるすべりの空間分布・時間変化の特徴を調べた。能登半島群発地震震源域で検出された繰り返し地震の多くは北側クラスター内の1枚の断層面上に多く分布しており、それらから断層面上での平均的な非地震性すべりを推定した。2021年のM5.1, 2022年のM5.4, 2023年のM6.5などの一連の群発活動を含み、2024年能登半島地震 (M7.6) を含まない2021年1月～2023年12月の3年間において、推定された断層面上での平均的な非地震性すべりは約20 cmであった。このすべり量から期待される地表変位は0.5cm以下であり、2024年能登半島地震に先行する群発活動期間中にGNSSでは検出できない小さなすべりがあったと考えられる (東京大学地震研究所[課題番号: ERI_10])。

陸上観測点に加えて海底観測網S-netによる観測記録も用いて深層学習による検層結果に基づいて東北日本海域の震源決定をおこない、高精度の震源カタログを得た。プレート境界深度35～75 kmに繰り返し地震の集中域が見いだされ、さらにその下方のスラブ地殻内および上方の上盤でも地震活動が活発であり、沈み込むプレートからの鉛直に伸びる流体の移動経路の存在が示唆された。プレート境界においては、繰り返し地震の多発帯に相当する”前弧地震帯”では、非地震性すべりが卓越して、大地震の滑り域の拡大を規制する領域となっていると考えられる。このような沈み込むプレートからの流体の分離と移動は、地震発生ポテンシャルの地域性に見積もりに重要である (東京大学地震研究所[課題番号: ERI_10], Suzuki et al., 2025)。

繰り返し地震と特定された地震群のマグニチュード変化が破壊域および破壊過程の有意な変動を表していることを明らかにした（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_10], Yoshida and Ide, 2025）。東北地方太平洋沖地震の直後には破壊域の拡大とすべり量の増加が顕著に見られ、その後徐々に回復する傾向が確認された。一方で、破壊開始直後の挙動には有意な違いが見られなかった。このことは本震後の余効すべりに伴う載荷速度の変化が、破壊の開始点ではなく開始した破壊の停止条件に影響を与えたことを示唆している。また、スラブ内地震に関して、繰り返し地震の欠如からプレート境界との発生場の相違を示した（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_10], Yoshida, 2025）。

○スローイベント

産総研と防災科研および気象庁との共同研究に基づき、3機関のひずみ・地下水・傾斜データをリアルタイムで共有して南海トラフ周辺地域の短期的ゆっくりすべり(SSE)を解析するシステムの運用を継続した。2024年11月～2025年10月の間に短期的SSEの断層モデルを37個決定した（産業技術総合研究所[課題番号：AIST07]）。

宮崎県延岡市に新規地下水等総合観測施設を設置、観測を開始し、計20観測点となった（産業技術総合研究所[課題番号：AIST07]）。

地震学的スロー地震の長周期側シグナルである超低周波地震を観測するため、前計画から四国・紀伊・東海地域に維持している17観測点および昨年度新設した2観測点について地震計やモバイル通信に関する保守作業をおこないつつ観測を継続した（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_11]）。

四国東部において、超低周波地震検出に用いる周期帯（20～50秒）よりも長周期側（周期25～250秒）でモーメント解放量を推定し、断層サイズを仮定しながら応力降下量やすべり速度を推定した（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_11], 竹尾・加藤, 2025）。

より小さい超低周波地震の検知へ向け、機械学習によるノイズ低減処理のためのGreen関数データベースを構築した（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_11]）。

南海トラフ浅部について、DONETにより地震学的スロー地震の特徴を調べた結果、沈み込む海山が超低周波地震の震源特性に影響を与えていることが明らかになり（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_11], Takemura et al., 2025）、また、浅部微動のエネルギーレート関数の特徴も明らかにされた（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_11], Takemura & Yabe, 2025, under review）。さらに、観測された浅部スロー地震の特徴をまとめ、深部との差異などを議論した（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_11], 武村・他 2025）。

防災科研Hi-net傾斜記録に基づき、紀伊半島北部にて2021年～2025年に発生した14個の短期的SSEのすべり分布を推定した結果、この地域の短期的SSEのすべり域は、概ね志摩半島付近を境にして北側と南側の2つのセグメントに分かれて活動していることが分かった（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_11], Hirose et al., 2025）。

流体挙動とプレート境界すべりとの相互作用に関する理解を深めるため、南海トラフ域を中心とした重力観測をおこなっており、令和7年度は四国1点、宮崎1点、奥能登1点での観測を終えた。奥能登での観測の結果、2024年能登半島地震に伴い、地震前に蓄積していた流体の最大で3割程度が移動した可能性があることを明らかにした（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_11]）。また、地震直後の2024年1月中旬に観測した結果に

GNSSで計測したその後の地殻上下変動の影響を足し合わせると、今回の観測結果と誤差の範囲で一致することから、2024年1月下旬以降は重力変化として検出できるような流体移動は生じていないことが分かった（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_11]）。

南海トラフ沈み込み帯において浅部スロー地震活動の静穏域にあたる紀伊半島の潮岬沖と、活動が活発な四国の室戸岬沖（＝プレート間固着の弱い領域）を比較することで、浅部スロー地震を規定する要因を探った。海洋研究開発機構が過去に紀伊半島潮岬沖の南海トラフ沈み込み帯で取得したマルチチャンネル反射法地震探査データを用い、重合前深度マイグレーション処理を実施し、地下地質構造、特にプレート境界断層を高精度にイメージングした。その結果、紀伊半島沖ではタービダイト（混濁流堆積物）層がプレート境界断層に沿って沈み込んでいることが確認された。さらに沈み込む堆積物の間隙率を推定し、有効応力や間隙水圧を算出した（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_11]，Yu et al., 2025, JGR）。

令和6年度に引き続き、熊野灘で発生したテクトニック微動の震央分布、反射断面図、海底地形データを統合的に解析することで、スロースリップにともなう断層すべりの空間的広がりを規定する地下構造要因について検討した。断層すべり域の浅部側の端は断層の幾何形状によって、また深部側の端は上盤の物性によってそれぞれ制約されている可能性を示した。さらに、間隙流体圧や海山の沈み込みが断層すべりに及ぼす影響についても定性的な議論をおこなった（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_11]，Akuhara et al., 2026）。

四国西部における短期的スロースリップ（S-SSE）を対象に、連続地震波形とGNSS変位速度を同時に活用する機械学習手法による検出を試みた。6年分のGNSS変位速度を予測した結果、予測値と観測値は強い相関を示し、既知のS-SSEに加えて5つの新規イベントを検出した。また各S-SSEについて矩形断層モデルを推定し、カタログに依存せずに地震波形とGNSS変位データを同時に用いることでS-SSEを捉えることに成功した（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_11]，Ohtake et al., 2026）。

南海トラフ沈み込み帯の豊後水道直下で発生する微動波形を用いて、通常地震観測では捉えにくいマントル・ウェッジ（深さ約30-40 km）の地震波異方性を推定した。連続波形に基づくS波スプリッティング解析により、遅れ時間は約0.2～0.3秒、速い偏波方向は西北西－東南東が卓越することを示した。地殻浅部の寄与が小さいことから、主要な異方性の起源はマントル・ウェッジにあると結論づけた。さらに、速い偏波方向がフィリピン海プレートの沈み込み方向とほぼ平行であること、推定される異方性強度が高いことから、スラブ由来流体によるマントル・ウェッジの蛇紋岩化の影響が示唆された（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_11]，Ishise and Kato, 2025）。

物理法則を組み込んだ機械学習手法である物理深層学習（Physics-Informed Neural Networks, PINN）を用いた摩擦特性の空間分布推定手法を2010年に豊後水道で発生した長期的スロースリップを含むGNSSデータに適用した。その結果、四国南西部から豊後水道にかけて東西に楕円型に伸びる速度弱化域とその周囲を取り囲むような速度強化域が推定され、すべりが足摺岬直下で始まり西方へ伝播したことが明らかになった。また推定された断層すべりを用いると、強い制約を課す従来型のデータ同化では再現できない地表変位の時空間パターンを再現することが分かった。この成果はPINNを用いた物理に基づく逆解析の有効性を示すもので、断層の物理の理解や将来的な断層すべり予測の発

展につながる可能性を示した（京都大学理学研究科[課題番号：KUS_01]）。

○地震発生場の階層的構造

北海道から関東までの日本海溝沈み込み帯の M3.5-5 の繰り返し地震に対して、Chang and Ide (2021)を用いた震源とセントロイドの同時推定をおこなった結果、多くの地震について破壊伝播は沈み込み帯の深部方向への顕著な方位依存性を示すことが明らかになった。これは固有構造が沈み込み方向へ伸びていること、および多くのモデルで仮定されるような深部からの核形成は支配的でないことを示唆する（東京大学理学系研究科[課題番号：UTS_05]）。

三陸沖をターゲットとして Ide and Aochi (2005)モデルの準動的地震サイクルシミュレーションを実施し、Gutenberg-Richter 則を満たすイベントの再現と、ほとんどの地震が小地震からのカスケードアップで発生することなどが示された（東京大学理学系研究科[課題番号：UTS_05]）。

P波初動からの地震規模の予測可能性について、気象庁緊急地震速報にも取り入れられている B-delta 法の検証も含めた分析をおこなった。P波初動は動的応力降下量を表し、初めの動的応力降下量が大きい地震は、最終的にも応力降下量が大きい傾向があることを示した（東京大学理学系研究科[課題番号：UTS_05]，Ide and Yoshida, 2026）。

イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証

観測データに基づく経験的アプローチでは、観測データを入力とする客観的アルゴリズムによる試行予測と検証をおこない、予測アルゴリズムを改善する。先行現象を網羅的に検出する方法を開発するほか、機械学習等のデータ駆動科学の導入により、人間の直感では気付きがたい先行現象も探索する。

○スローイベント検出

南海トラフ沈み込み帯で起こるゆっくりすべり（SSE）について、GNSS変位データと深層学習を用いた検出手法の確立と実データへの適用をおこなった。試作版の評価によるデータ学習方法の調整等を行なった上で、開発した手法を用いて得られた1996～2023年の検出イベントについて、微動との同期性、観測ノイズ、空間分布の妥当性等に基づき信頼度を段階評価した。繰り返し地震や微小地震を用いたゆっくりすべり検出に関しては、S-netと機械学習により海域の地震検出・震源決定をおこない、波形相関で選択した繰り返し地震がプレート境界モデル上に配列することを確認した。さらに日本海溝三陸沖の2025年11月M6.9を含む地震活動で高精度震源再決定と繰り返し地震検出をおこない、活動前後の非地震性すべりを抽出した（東北大学災害科学国際研究所[課題番号：IRID03]）。

○地震カタログ

事前情報や学習データを必要とせずに地震波の到達波をピックし、初動の極性を決定する新たな確率的手法を開発した。合成および実測の波形データセットを用いた検証では、手動ピックと高い一致性を示し、98%の精度を達成した。本手法はニューラルネットワークベースの手法と同等の性能を発揮しつつ、異なる地震カタログ間での高い移植性と一貫性を提供する（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_12]，Pei et al., 2025）。

日本の約2000地点で継続的に記録されている定常地震観測データから、より高品質な地震イベントカタログを構築するため、気象庁（JMA）が取得した20年間の到達時間データを用いて、深層学習ベースの走時検出器を訓練した。性能向上のため、最も広く使用されているニューラル走時検出器の一つであるPhaseNetに、コンピュータビジョン分野で実証済みの技術を組み込み、新モデルPhaseNeXtを開発した。このモデルは大規模な訓練データセットへの拡張適応を可能にしている。さらに、詳細な手動検査を受けていない到着時刻の測定値（自動読み取りまたは簡易確認済み）を学習プロセスに含めることで、小規模地震に対する性能向上が実証された。2002～2023年の気象庁統一カタログ記載イベントに関連する2500万の波形を用いて、異なるパラメータサイズの3つの深層ニューラルネットワークモデルを訓練した。現行の気象庁ワークフローに統合した場合、最高性能モデルは気象庁カタログ記載イベントの約3.5倍の事象を検出した（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_10]，東京大学地震研究所[課題番号：ERI_12]，立命館大学[課題番号：RTM_01]，直井，2025，直井ほか，2025）。

○地震活動

能登地方の2000～2024年の地震活動を3次元有限断層時空間ETASモデルを用いて解析した。2007年のMw6.7，2023年のMw6.2，2024年のMw7.5の地震の余震生産性に強い空間的不均一が認められ，高生産性異常は地表からそれぞれ深さ15，15，27 kmまで続いていた。さらに確率的再構築法を用いて，主要モデルパラメータ（生産性，トリガ強度，減衰率， b 値）が空間的・時間的に顕著に変動し，特に南西部と北東部の2地域（2024年のMw7.5の地震の大すべり域と重なる）で高い生産性，低い α 値，低い p 値，高い b 値が推定された。これらの異常は2021年から2023年にかけての群発活動において最も顕著であり，群発活動と複雑な余震活動が半島の下部地殻または上部マントルにおける流体移動の影響を受けたものであることを示唆する（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_12]，千葉大学[課題番号：CBA_01]，Guo et al.，2025）。

2023年2月のトルコM7.7，M7.5連動地震について，ETAS・ b 値・クーロン応力を統合して地震活動を解析した。主震前には活動の活発化と低 b 値を確認し，低 b 値域は破壊開始部の大すべり域と一致した。一方，主震後の最大級の余震は高応力域で発生していることを確認した。余震系列は減衰中だが，継続期間は2.7～5.5年と推定された（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_12]，Nanjo et al.，2025）。

○大規模余震

学習期間である本震後3時間から余震活動の定量的予測を出し続けられる，早くてロバストな状態空間モデルによる大森一字津則パラメータ， b 値， M_c 等を逐時ベイズ推定しつつ準リアルタイム予測する手法を用いて，ルーマニアの2つの地殻内地震（2014年，Mw5.4，41 km深，Maraseti地域・2023年，Mw5.4，14 km深，Gorj地域）の余震の（事後）予測を試みた。どちらの地震も b 値や p 値はいわゆる普通の値だったが，2023年の方が余震生産性が高く， M_c に影響されない予測として，本震より大きい地震が発生する確率をみると，2023年の方が10倍近く高い結果が得られた。また両者とも，余震活動の時間変化も予測に成功した。余震活動の準リアルタイム予測は，さまざまな環境において実用に利する情報を提供できることが示唆された（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_12]，Ghita et

al., 2025)。さらに、同じ手法をモロッコの最近のいくつかの余震系列に適用し、やはり有望な結果を得た(東京大学地震研究所[課題番号:ERI_12], Hamdache et al., 2026)。

大地震のあとの余震クラスタの最大マグニチュードを予測するNestoreという機械学習アルゴリズムは、イタリア、スロベニア、ギリシャ等ではトップレベルの予測性能を示したが、日本では、地震活動が複雑かつ大きな余震がおきる余震クラスタの割合が低いために適用できなかった。そこで、ETASにもとづく確率的デクラスタとグラフベースの決定論的選択アルゴリズムを取り入れてNestoreを補完し、さらに、大きな余震が発生するクラスタ (type A) が発生しないクラスタ (type B) より圧倒的に少ないという日本の特徴に対応した新しいクラスタ評価手法REPENSEを開発した。1973～2004年のデータ (type Aが7個, type Bが43個) で訓練し、2005～2023年の事象 (type Aが4個, type Bが27個) で検証したところ、type Aの75%, type Bの96%を正確に予測し、精度0.75, 正味精度0.94を達成した。この手法は準リアルタイムで使うことができる。2011年東北地震については、2日前のM7.3から始まった群発活動が正しくtype Aと分類された。2024年4月四国M6.6の余震活動も正しくType Bと分類された (東京大学地震研究所[課題番号:ERI_12], Gentili et al., 2025)。

○微小地震検出

前震活動の検出やその物理過程の理解に不可欠である微小地震の検出・位置決定手法の改善をおこなった。観測点が少なく、また波形のS/N比も低いような条件下でも微小地震の震央を決定することを目指して、単一観測点の波形データから震央距離と方位を推定する機械学習手法を開発した。本手法を四川地域のテストデータに適用し、震央距離の平均誤差約3 km, 方位誤差約22度の精度を達成した。この手法を用いることで、検出・震央決定された微小地震の数が既存カタログの約1.4倍に増加した (東京大学地震研究所[課題番号:ERI_12], Zhang et al., 2025)。

令和6年度に微小地震の効率的な検出用のために開発した、市販のワークステーション程度でも数年分以上の連続データに波形相関法を適用可能なアルゴリズムに基づくプログラムDiallelXに関する論文を公刊した (立命館大学[課題番号:RTM_01], Hirano and Naoi, 2025)。

○地震活動以外の情報の併用による地震活動評価

2001～2010年に茨城県の柿岡から100 km以内でおきた218個の地震 (M4以上, 60km以浅) に対する事後予測実験をおこなった。予測モデルは、時間 ETAS の予測に、ULF磁場異常 (JMA柿岡観測所; Han et al., 2017) および地表一酸化炭素濃度 (CO) 異常 (NASAの維持するMERRA-2データセットの調査地域での値をZhang et al. (2024)の手法で異常判定したもの) を加味して、地震発生確率密度を逐時予測するものである。統合モデルの性能は、ETASのみによる予測に比べて地震1個あたりの確率利得が1.24から1.28に1.032258倍改善されており、地震218個全体では1013.55倍の確率利得改善となる。なお、異常の発生時刻をランダムにするとこれらの改善が失われたため、オーバーフィッティングによるアーティファクトではないといえる (東京大学地震研究所[課題番号:ERI_12], 千葉大学[課題番号:CBA_01], Zhang et al., 2025)。

○地震活動の臨界性と予測可能性

1つの地震がおこす余震数の期待値は分岐比と呼ばれ、これが1以上の場合は大きな地震はいつでも発生しうる（完全に予測不能）ことを意味するが、地域的なカタログにもとづいて従来の方法（たとえばETASパラメタとG-R則から）で求めた分岐比は1を大きく超えることも下回ることもあった。しかし、非常に大きな合成カタログを用いて調べると、従来の分岐比推定は現実の地震カタログのもつカタログ境界・サンプル数制限・マグニチュードのカットオフによるバイアスを受けていたことがわかった。高度なクラスタリングモデルによってこのバイアスを補正する方法を編み出し、カリフォルニア、ニュージーランド、四川-雲南、能登（2018年1月1日から2024年2月19日）について真の分岐比を推定した。能登は0.95から0.85に下方修正され、他の三地域では上方修正となったが、推定された真の分岐比はいずれも有意に1より小さく、0.70ないし0.85の亜臨界域にあったことがわかった（東京大学地震研究所[課題番号:ERI_12], Li et al., 2025）。

○大気中ラドン

地殻変動やラドンの動態を明らかにするために、地殻変動に呼応する大気中ラドン濃度変動の測定が必要であるが、世界的に大気中ラドン濃度変動計測に広く使用されている小型かつポータブルな測定機器は、測定時に取込むことができる気体体積が小さく、全国のラジオアイソトープ（RI）施設などで用いられる大型の空間電離箱による測定に比べて、測定値がばらつきやすい傾向がある。時系列データから観測できない状態を推定して抽出することが可能な状態空間モデルを用いて、ポータブルタイプの電離箱による測定値から変動のトレンドを抽出した。抽出したトレンドと大型の空間電離箱による観測値を比較すると、類似したピークや変動を抽出できていることが確認された。また動的伸縮法を用いた類似度の計算から、トレンド抽出後は大型の空間電離箱による観測値との類似度が向上していることも確認された。以上から、測定時の気体取り込み量の小さい観測機器においても、状態空間法を用いることで、地殻変動に起因するラドン濃度変動を抽出できる可能性が示された。そこで、地震前の大気中ラドン濃度変動を対象としてこの手法の有用性を検討するため、ポータブルタイプの電離箱で測定された大気中ラドン濃度を対象にランダムフォレスト解析をおこなったところ、2011年東北地方太平洋沖地震に先行して、2010年7月に観測値と予測値との差分が標準偏差の3倍を超える異常が検出された。また、2008年7月の福島県沖地震の前にも同様の異常が認められた（東北大学理学研究科[課題番号:THK_08]）。

大気中ラドン濃度異常の検知手法として、ニューラルネットワークをベースとして構築した解析手法の提案と実データへの適用をおこなった。これまでの解析手法には、定常期間設定の任意性と時間の経過にともなう残差の増大、事前パラメータ設定の難解さと結果の変動、異常検知指標に残される季節性などの問題があった。そこで、Recurrent Neural Networkと呼ばれるニューラルネットワークの一種を核とした解析手法を援用し、これらの問題の解決を試みた。解析に使用したデータは、2011年東北沖地震前に福島県立医科大学において観測され、大気中ラドン濃度と線形変換が可能である電離電流値を利用した。2002年末から2011年3月10日までの期間を学習することで得られたモデルから予測された誤差変動は季節性を示し、これは観測データの分散値変動が示す季節性と一致した。また算出した標準化残差の変動は、同じく長期間解析をおこなった先行研究

で用いられた異常検知指標と比較して、季節変動が大きく軽減された。このことは本手法が大気中ラドン濃度変動の季節変動成分を捉え、評価できていることを示す。標準化残差に対して、既存研究で用いられてきた標準偏差の3倍を異常の閾値として設定した結果、全観測期間において計24の異常イベントを検出した。特に2010年後半から2011年初頭にかけて、ランダムフォレスト法により検出された高濃度異常 (Tsuchiya et al., 2024) が複数の期間に見られたことに加えて、低濃度を示唆する負異常も複数検知された。これは、2011年東北地方太平洋沖地震と関連した該当地域の地殻変動に起因する、大気中ラドン濃度の不安定な変動を捉えたものと推察される (東北大学理学研究科[課題番号: THK_08])。

○電磁気的な地震先行現象

宇宙天気が地球内部の応力場に影響を与え、ひいては地震発生に影響を与えることは原理的には可能である。シフト近傍マッチング相関 (SNMC) と呼ばれる手法を用いて、磁気嵐と地震の発生タイミングの関係を調査した。強力な磁気嵐と世界中のM7.5以上の地震の日付を約一世紀分調べ、強力な磁気嵐の約27~28日後に地震発生レートがふだんの2-3倍になることを見出した。帰無仮説として、地震も磁気嵐も定常ポアソン過程であるとする、 p 値は非常に小さく、観察された相関は明らかに有意と判断される。しかし実際には、磁気嵐の発生タイミングには太陽の公転(約27日周期)に由来するかなりの規則性がある。そこで、磁気嵐のタイミングには実データを用い、地震発生のタイミングだけを乱数で与えるモデルを帰無仮説として、 p 値を評価しなおすと5-15%程度となった。実データで観察された程度の相関は、磁気嵐のもつ規則性のみから生じたスプリアスである可能性を無視できない (千葉大学[課題番号: CBA_01], 東京大学地震研究所[課題番号: ERI_12], Chen et al., 2025)。

2008年中国四川地震の直前に震源地から北東約450-550 kmの3か所で虹彩雲が観測された。これらの雲は、太陽直下に位置する断片的な虹のように見え、その寿命はわずか1~10分と短いことが特徴である。さらに、虹色領域内には縞模様が見られ、外部電場の影響を示唆していた。これらの特徴は、気象現象である環水平アークでは十分に説明できず、別の起源の可能性が示唆された。本震直前に断層系に沿って発生した電気擾乱が上方伝播し、電離層と相互作用することで局所的な電場を形成したというモデルを提案した。この電場が電気光学効果を引き起こし、太陽光の散乱を変化させ、巻雲に虹色模様を投影することで、観測された現象を説明した (千葉大学[課題番号: CBA_01], Enomoto et al., 2025)。

○地震動が電離圏に及ぼす影響

GNSS観測の副産物として得られる電離圏の電子密度 (GNSS-TEC) データに、2023年M7.6 エルビスタン地震のレイリー波が引き起したTEC擾乱が記録されていることを見出した。特に震源の南西での変動は、GNSS受信機自体の位置変化ではありえないほど大きく、この横ずれ型地震が南西方向に放った強いレイリー波 (地震・測地観測で確認済み) による地表の上下運動が大気音響波を通じて電離圏を揺さぶったことが示唆される。レイリー波のこれほど強い指向性は、南西方向への破壊伝播が極めて高速だったためと考えられる。 (千葉大学[課題番号: CBA_01], Bagiya et al., 2025)。

線形正則化電離圏トモグラフィーを用いて2011年のM9.0東北地方太平洋沖地震の発震後の電離圏3次元構造を調査したところ、地震にともない発生する主要な3種の大気波動（1. レイリー波起因のCIDs, 2. 震源由来の音響重力波, 3. 津波由来の内部重力波）それぞれが、全く異なる垂直伝播特性を持つことを世界で初めて体系的に示した。具体的には、地震発生から約4分後に電離層に現れた音波パルスによる円形の擾乱を検知した（従来の2次元手法よりも6分早く検知）。このことは、3次元再構成技術が地震による大気の応答をより早期に捉えられることを実証している。さらに、音波の速度が高度によって異なること、音波が上層大気に伝播するかどうかにより地磁気の傾きが影響を与えることを見出した。また、地震発生から約40分後、津波によって発生した内部重力波が遠方で逆円錐状の擾乱を形成し、その位相が下向きに伝播していることも観測した。これは大気重力波の理論的特性と一致している。これらの微細構造を3次元的に鮮明に示した例は、世界初である（千葉大学[課題番号：CBA_01], Song et al., 2025）。

台湾のCW-HFドップラー探査システムで記録されたドップラー周波数シフト（DFS）を用いて、2000年から2022年にかけて台湾近海で発生したM5.5以上の地震波によって引き起こされた地震伝播性電離層擾乱（STID）を調査した。2022年9月18日発生のM6.8台東地震によって誘発されたDFSにおいて、初めて顕著なSTIDを観測した。このSTIDを詳細に調査するため、CW-HFドップラー探査システムの9つの受信局ネットワークで記録された5つの探査周波数のDFS（震源分布）と、地上設置型GPS受信機35台から得られた全電子数（TEC）、イオノグラム、地震記録を併せて検証した。その結果、6.1 MHz探査周波数のDFSとTECで捉えた主要なSTIDの水平速度は、それぞれ1.4 km/sと1.3 km/sであることが示された。垂直方向の伝播については、5つの探査周波数のDFS（反射高度は約160～225 km）から、音速（0.72 km/s）で上向きに伝播すると推定された。さらに、2022～2023年に台湾近海で発生した上位9つの地震に関連するDFSを精査し、近距離観測においては、地震の規模に加えて、地震の震度がSTIDの発生に重要な役割を果たすことがわかった（千葉大学[課題番号：CBA_01], Liu et al., 2025）。

○宏観現象

宏観現象の疑いがある事象としてSNSやマスコミで取り上げられることがある、鯨類の集団座礁と地震発生との関係について調べた。従来用いていた日本鯨類研究所の記録は、国立科学博物館が現在公開しているものよりもデータ数が少ないため、国立科学博物館の公開記録を使用した。地震カタログはUSGSの公開データを用い、北緯4.6～62.9度、東経101.6～176.8度で発生したM8.0以上の20個を抽出し、鯨の集団座礁は千葉県および茨城県で確認された31件と比較した。両者の発生時刻に着目したところ、先行時間がかなり短いことを条件にしてアラームを厳選した場合のみ、座礁は統計的に有意な先行現象となった。そこで、先行時間が最短となる集団座礁と地震の組合せ(31件)について、先行時間と座礁－震央間の距離の関係を見たところ、先行時間が20日以下なのは3例のみで、うち2つは座礁－震央間の距離が2500 km以上、1例は先行時間が7日で座礁～震央間の距離が270 km（2011年東北地方太平洋沖地震）であった。そして、残りの28件は時間的にも距離的にも遠い事象ということがわかった（公募研究[課題番号：KOB003], 織原, 2025）。

これまでの課題と今後の展望

本観測研究計画においては、物理モデルに基づく大規模地震の先行現象を評価すること、予測の対象となる大規模地震の発生確率を時空間的に求める手法を開発し、その手法を時間更新させながら適用することを通じて、地震の中短期的な予測可能性を調査し、精度の向上を図ることを大きな目標として、全国の大学、研究機関が協力して地殻活動のみにとどまらない多岐にわたる観測、研究を実施した。その結果、令和7年度も数多くの重要な知見が加えられたが、いっぽうで様々な環境で発生する地震に対して、その普遍性と個性を見極めることはまだ課題として残されている。そのような中でも、複数の先行現象候補の複合モデルを構築して人間の眼では気づくことができない関係性を抽出する試みや、機械学習を活用したデータの充実など、課題克服のための取り組みも進められた。今後は、これまでの研究を更に進めることを通じて事例を増やし、中短期的な大規模地震の発生確率の推定精度向上に資する研究をおこなうことが重要である。

成果リスト

- Akuhara, T., K. Shiraishi, T. Tsuji, Y. Yamashita, H. Sugioka, A.H. Farazi, S. Ohyanagi, Y. Ito, R. Arai, E. Araki, G. Fujie, Y. Nakamura, T. Tonegawa, R. Azuma, R. Hino, K. Mochizuki, S. Takemura, T. Yamada, and M. Shinohara, 2026, Structural barriers control the spatial extent of slow earthquake slip. *Nature Communications*, doi:10.1038/s41467-025-68179-1.
- Bagiya, M., H. Paul, S. K. Rajewar, V. K. Gahalaut, and K. Heki, 2025, Strong Rayleigh wave radiation toward southwest from ionospheric observations of the Elbistan earthquake of the 2023 Kahramanmaras, Turkiye, doublet, *Geophys. Res. Lett.*, 52, e2024GL112923, doi:10.1029/2024GL112923.
- Bantidi, T.M., T. Nishimura, K.Z. Nanjo, B. Enescu, T. Ishibe, and G.M. Tuluka, 2025, What Triggered the 2021 Eruption at Nyiragongo Volcano (D.R. Congo)? Unraveling the Complex Interplay between Tectonism and Magmatism, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 467, 108429, doi:10.1016/j.jvolgeores.2025.108429.
- Bantidi, T.M., T. Nishimura, T. Ishibe, B. Enescu, and G.M. Tuluka, 2025, Variability of Epidemic-Type Aftershock-Sequence Parameters and relation to physical processes for earthquakes in Africa, *Earth Planets and Space*, 77, 29, doi:10.1186/s40623-025-02151-7.
- Chang Y., R. Wang, P. Han, J. Wang, M. Miao, Z. Zeng, W. Wu, C. Jiang, L. Meng, H. Shi, and K. Hattori, 2025, b-Value Evaluation and Applications to Seismic Hazard Assessment, *Entropy*, 27(9), 958, doi:10.3390/e27090958.
- Chen, F., D. Wang, S. Xu, B. Yan, J. Zhang, Y. Guo, D. Yao, J. Zhuang, G. Suárez, and P. Shearer, 2025, Bi-segment Fault Rupture and Long-lasting Intraslab Aftershock Activity during the 2017 Mw 8.2 Tehuantepec, Mexico Earthquake, *Journal of Geophysical Research, Solid Earth*, 130, e2024JB030699, doi:10.1029/2024jb030699.
- Chen H., P. Han, J. Zhuang, K. Hattori, M. Miao, K. Hu, and T. Tao, 2025, On solar-terrestrial interactions: correlation between intense geomagnetic storms and

- global strong earthquakes, *Geophys. Res. Letts*, 52(6), e2024GL108590, doi:10.1029/2024GL108590.
- Diba, D., H. Song, M. Uyeshima, and Y. Usui, 2025, Three-dimensional magnetotelluric inversion with structurally guided regularization constraint, *Phys. Earth Planet. Int.*, doi:10.1016/j.pepi.2025.107333.
- Enomoto, Y., K. Heki, T. Yamabe, and H. Kondo, 2025, Unusual iridescent clouds observed prior to the 2008 Wenchuan earthquake and their potential link to preseismic activity, *Atmosphere*, 16(5), 549, doi:10.3390/atmos16050549.
- Fukuda, J. and S. Barbot, 2025, Ensemble Kalman inversion for spatially varying rheological parameters in a stress-driven model of post-seismic deformation, *Geophys. J. Int.*, 242(2), ggaf208, doi:10.1093/gji/ggaf208.
- Fukushima, R., M. Kano, K. Hirahara, M. Ohtani, K. Im, and J.-P. Avouac, 2025, Physics-informed deep learning for estimating the spatial distribution of frictional parameters in slow slip regions. *J. Geophys. Res.: Solid Earth*, 130, e2024JB030256, doi:10.1029/2024JB030256.
- Gentili, S., G.D. Chiappetta, G. Petrillo, P. Brondi, and J. Zhuang, 2025, Forecasting Strong Subsequent Earthquakes in Japan Using an Improved Version of NESTORE Machine Learning Algorithm, *Geoscience Frontiers*, 16, 102016, doi:10.1016/j.gsf.2025.102016.
- Ghita, C., B. Enescu, A. Marinus, I.-A. Moldovan, C. Ionescu, E. G. Constantinescu, and L. An, 2025, Aftershock Analysis and Forecasting for the Crustal Seismicity in Romania, *Earth, Planets, and Space*, 77, 48, doi:10.1186/s40623-025-02174-0.
- Guo, Y., J. Zhuang, G. Yin, and H. Zhang, 2025, Statistical Characteristics of Seismicity Correlated with Crustal Fluids in the Noto Region, *JGR Solid Earth*, 130, e2025JB031544, doi:10.1029/2025jb031544.
- Hamdache, M., B. Enescu, J. Henares, and J. A. Peláez, 2026, Forecasting Analysis of Aftershock Sequences in Morocco, *Physics and Chemistry of the Earth*, 142, 104312, doi:10.1016/j.pce.2026.104312.
- 原田智也・西山昭仁・石辺岳男, 2025, 『大地震見聞録』に記録された安政江戸地震による土浦の被害, *歴史地震*, 40, 81-107.
- Heki, K., 2026, Origin of the ionospheric changes immediately before the 2022 January 15 eruption of the Hunga-Tonga Hunga-Ha'apai submarine volcano, *Atmosphere*, 17(1), 30, doi:10.3390/atmos17010030.
- Hirano, S. and M. Naoi, 2025, DiallelX: a modern Fortran code for Network Cross-correlation, *Progress in Earth and Planetary Science*, 12, 31, doi:10.1186/s40645-025-00701-x.
- Hirose, F. and A. Kobayashi, 2025, Tidal correlation of deep tectonic tremors increases during long-term slow slip events in the Bungo Channel, southwest Japan, *Earth Planets and Space*, 77, 18, doi:10.1186/s40623-025-02145-5.
- 廣瀬仁, スロースリップイベント (6.3.2節), 2025, 平田直・森田裕一・岩崎貴哉・古村孝志・石山達也・佐藤比呂志・小原一成・西山昭仁・佐竹健治 (編), *地震の大事典*, 朝倉書店
- Hirose H., Chujo N., and Kimura T., 2025, Activity and slip distributions of short-

- term slow slip events in the northern Kii Peninsula, central Japan, International Joint Workshop on Slow-to-Fast Earthquakes 2025, P2-25.
- Ide, S. and K. Yoshida, 2026, Predictable and unpredictable aspects of earthquakes from P-wave onsets of acceleration seismograms. *Earth, Planets and Space*, doi:10.1186/s40623-025-02357-9.
- Inoue, N., R. Yamaguchi, Y. Yagi, R. Okuwaki, B. Enescu, and T. Tadapansawut, 2025, A Multiple Asymmetric Bilateral Rupture Sequence Derived from the Peculiar Tele-Seismic P-Waves of the 2025 Mandalay, Myanmar Earthquake, *Seismica* 4, doi:10.26443/seismica.v4i1.1691.
- Ishise, M. and Kato, A., 2025, Seismic anisotropy in the mantle wedge revealed by tectonic tremors beneath Bungo Channel, southwest Japan. *Geophysical Research Letters*, 52, e2025GL116762, doi:10.1029/2025GL116762.
- Iwata, T., 2025, Mixture of Linear and Nonlinear Hawkes Processes and Its Application to Real Earthquake Sequences, *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics*, <https://doi.org/10.1007/s13253-025-00681-x>.
- 加納将行, 2025, プレート境界の断層すべりの現状把握・短期推移予測に資するデータ同化研究の進展, システム制御情報学会誌「システム／制御／情報」, 69, 282-287.
- 北出明嗣, 金子柊, 吉野千恵, 服部克巳, 佐伯奎吾, 2026, AHIデータを用いた火山溶岩活動検知: 2018年新燃岳の溶岩噴出活動の予察的结果, *Journal of Atmospheric Electricity*, Vol. 45, 54-63, doi:10.1541/jae.45.54.
- Li, J., D. Sornette, Z. Wu, J. Zhuang, and C. Jiang, 2025, Revisiting Seismicity Criticality: A New Framework for Bias Correction of Statistical Seismology Model Calibrations, *JGR Solid Earth*, 130, e2024JB029337, doi:10.1029/2024jb029337.
- Liu J.Y., T.H. Kao, Y.C. Chen, J. Chum, W.Y. Chang, B.S. Huang, J. Urbář, K. Hattori, Y.X. Hao, I.C. Yang, C.H. Lu, and Y.C. Chang, 2025, Doppler Frequency Shifts Associated With the 18 September 2022 M6.8 Taitung Earthquake Observed by Local CW-HF Doppler Sounding Systems in Taiwan, *Journal of Geophysical Research: Space Physics*, 130(9), doi:10.1029/2025JA033876.
- Matsumoto, N., O. Kamigaichi, and S. Yabe, 2025, In-situ calibration of Ishii-type multicomponent borehole strainmeters deployed in southwest Japan. *Earth Planets Space* 77, 57, doi:10.1186/s40623-025-02176-y.
- Nanjo, K.Z., T. Hori, and D. Iwata, 2026, Non-Randomness of Japan Megaquakes Implied by Stress Recovery and Accumulation, *Communications Earth & Environment*, 7, 101, doi:10.1038/s43247-025-03075-6.
- Nanjo, K.Z., T. Kumazawa, J. Izutsu, T. Hori, T. Nagao, and K. Oike, 2025, Seismicity before and after the 2023 M7.7 and M7.5 Turkey Quakes, *Geosciences*, 15, 113, doi:10.3390/geosciences15040113.
- Nanjo, K.Z., Y. Yukutake, and T. Kumazawa, 2025, Changes in Seismicity in a Volcanically Active Region of the Izu Peninsula, Japan, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 465, 108355, doi:10.1016/j.jvolgeores.2025.108355.
- 直井 誠, 2025, 気象庁一元化カタログに最適化された深層学習検測器のためのモデル改善, 日

本地球惑星科学連合2025年大会, SCG60P-01.

- 直井 誠, 溜渕功史, 下條賢梧, 2025, 20年分の気象庁一元化カタログを用いた深層学習走時検測モデルの開発, 日本地震学会2025年度秋季大会, S22-03.
- Ogata, Y., 2026, Seismicity insights and forecasting with Delaunay-based hierarchical models, *Earth Planets Space*, 78, 25, doi:10.1186/s40623-025-02351-1.
- Ohtake, K., A. Kato, Y. Okada, and T. Nishimura, 2026, Machine-learning detection of slow slip events in western Shikoku, Japan, through joint analysis of seismic and geodetic data. *Earth Planets Space* 78, 5, doi:10.1186/s40623-025-02331-5.
- 織原義明, 2025, 【再考】鯨類の集団座礁と大地震との関係, 日本地震学会2025年度秋季大会, P25-10.
- Pei, W., J. Zhuang, and S. Zhou, 2025, Stochastic Determination of Arrival Time and Initial Polarity of Seismic Waveform, *Earth, Planets, and Space*, 77, 36, doi:10.1186/s40623-025-02161-5.
- Petrescu, L. and B. Enescu, 2025, Seismicity of a Relic Slab: Space-Time Cluster Analysis in the Vrancea Seismic Zone, *Earth, Planets, and Space*, 77, 6, doi:10.1186/s40623-025-02136-6.
- Poveda, B.V., K. Nishida, B. Enescu, and R. Takagi, 2025, Ocean Microseisms Recorded by the Cuban Seismic Network: Time Variation, Spectral Features, and Source Directionality Characteristics, *Seismological Research Letters*, 96, 758-771, doi:10.1785/0220240351.
- Song R., K. Hattori, X. Zhang, JY. Liu, and C.Yoshino, 2025, A case study of the three-dimensional co-seismic ionospheric disturbance evolution, *Scientific Reports*, 15(42209), doi:10.1038/s41598-025-26074-1.
- Suzuki, R., N. Uchida, W. Zhu, G. C. Beroza, T. Nakayama, K. Yoshida, G. Toyokuni, R. Takagi, R. Azuma, and A. Hasegawa, 2025, The forearc seismic belt: A fluid pathway constraining down-dip megathrust earthquake rupture, *Science*, 389, 190-194, doi:10.1126/science.adt6389.
- 武村俊介, 岡田悠太郎, 野田朱美, 馬場慧, 2025, 南海トラフ沿いで発生する浅部スロー地震の特徴, *地震 第2輯*, 78, 167-186, doi:10.4294/zisin.2024-20.
- Takemura, S., S. Yabe, K. Emoto, and S. Baba, 2025, Along-dip variations in source characteristics of shallow slow earthquakes controlled by topography of subducted oceanic plate, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 130, e2024JB030751, doi:10.1029/2024JB030751.
- Usui, Y. and M. Uyeshima, 2025, Three-dimensional combined inversion method of the MT and Network-MT response functions. *Earth Planets Space*, 77, Article Number: 135, doi:10.1186/s40623-025-02266-x.
- Usui, Y., M. Uyeshima, S. Sakanaka, Y. Yamaya, Y. Ogawa, M. Ichiki, Y. Honkura, and H. Kuroki, 2025, Crustal fluids and their relation to seismic activities in the Nikko-Ashio area of Northeastern Japan inferred by electrical resistivity imaging, *Tectonophys.*, doi:10.1016/j.tecto.2025.230958.
- Varotsos P. A., N.V. Sarlis, E.S. Skordas, Q. Huang, J.-Y. Liu, M. Kamogawa, and T.

- Nagao, 2025, Twenty-Five Years After the Chi-Chi Earthquake in the Light of Natural Time Analysis, *Geosciences*, 15, 198, doi:10.3390/geosciences15060198.
- Wang, Y., R. Wang, P. Han, T. Zhao, M. Miao, L. Su, Z. Jin, and J. Zhuang, 2025, Statistical Characteristics of Strong Earthquake Sequence in Northeastern Tibetan Plateau, *Entropy*, 27, 174, doi:10.3390/e27020174.
- Yabe, S., T. Ochi, N. Matsumoto, S. Itaba, Y. Kitagawa, T. Matsuzawa, and S. Ide, 2025, Spatiotemporal evolution of a deep short-term slow slip event in the Nankai subduction zone in November 2022 derived from strain, tilt, and GNSS records, *Tectonophysics*, 909, doi:10.1016/j.tecto.2025.230763.
- Yamaguchi, R., Y. Yagi, R. Okuwaki, and B. Enescu, 2025, The Complex Rupture Evolution of the Long and Slow, Tsunamigenic 2021 South Sandwich Islands Earthquake, *Scientific Reports*, 15, 1770, doi:10.1038/s41598-025-02043-6.
- Yang X.-H., P. Han, J. Zhuang, Y. Zhou, G. Bai, R. Li, W. Zhang, and X. Chen, 2025, Identification of Higher-mode Numbers in Dispersion Curves for Rayleigh Wave Inversion, *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing*, 63:4506713, doi:10.1109/TGRS.2025.3589016.
- Yoshida, K., 2025, Different Seismogenic Environments of Interplate and Intralab Earthquakes: Re-Examination of Apparent Repeating Earthquakes, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 130, 8, e2025JB031433, doi:10.1029/2025JB031433.
- Yoshida, K. and S. Ide, 2025, Highly Systematic Response of Seismic Rupture Patterns to Background Loading Rate: Insights From Repeating Earthquakes, *Geophys. Res. Lett.*, 52, doi:10.1029/2025GL115207.
- Yu, F., E. Jamali Hondori, and J.-O. Park, 2025, Pre-stack depth imaging and pore-fluid pressure estimation along the Nankai Trough subduction zone off the Kii Peninsula, SW Japan, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 130, e2024JB029780, doi:10.1029/2024JB029780.
- Yu Z., X. Jing, M. Yang, J. Zhang, K. Zhu, D. Marchetti, K. Hattori, and H. Zheng, 2026, A Review of Earthquake Precursor Anomaly Extraction Techniques for Geophysical Time Series Observations, *Surveys in Geophysics*, doi:10.1007/s10712-026-09927-w.
- Zhang, J., A. Kato, H. Zhu, and J. Zhang, 2025, Small earthquake location via machine learning with insufficient data, *Earth Planets and Space*, 77, 133, doi:10.1186/s40623-025-02258-x.
- Zhang, Y., P. Han, H. Chen, C. Zhan, Y. Niu, J. Zhuang, and K. Zhu, 2025, Incorporating Non-seismicity Precursors into Earthquake Probabilistic Forecasting Model, *GRL*, 52, e2025GL117972, doi:10.1029/2025gl117972.
- Zhang Y., R. Wang, H. Shi, M. Miao, J. Zhuang, Y. Chang, C. Jiang, L. Meng, D. Li, L. Liu, Y. Su, Z. Zhang, and P. Han, 2025, Earthquake Forecasting Based on b Value and Background Seismicity Rate in Yunnan Province, China, *Entropy*, 27:205, doi:10.3390/e27020205.
- Zhang Y., J. Zhuang, K. Zhu, P. Han, H. Chen, C. Zhan, W. Li, and Y. Niu, 2025, Incorporating Non-Seismicity Precursors into Earthquake Probabilistic Forecasting

Model, *Geophysical Research Letter*, 52:e2025GL117972, doi:10.1029/2025GL117972.

1 (4) 火山

「火山」計画推進部会長 山本 希

(東北大学理学研究科)

副部会長 前野 深

(東京大学地震研究所)

副部会長 森 俊哉

(東京大学理学系研究科)

副部会長 伊藤順一

(産業技術総合研究所)

火山の噴火災害を軽減するためには、火山噴火の発生の場所・規模・時期を予測すること及び火山噴火現象に対応する噴火災害の推移を予測することが重要である。またこれらの予測のためには、長期的・多角的な観測データに基づく火山噴火現象のメカニズムを解明することも重要である。「火山」計画推進部会では、「火山活動の事象分岐の条件・論理を明らかにし、火山活動推移モデルを構築し、発災の原因である火山噴火を予測すること」を上位目標として、低頻度で大規模な現象を含む火山現象の解明とモデル化、火山活動を支配する場の解明とモデル化、中長期的な火山活動の評価、観測手法の開発及び体制の整備に関する研究を推進している。

1. 地震・火山現象の解明のための研究

(1) 史料・考古・地形・地質データ等の収集と解析・統合

ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈

火山活動の中長期的な評価および予測を行うためには、噴火履歴などの基礎データの蓄積が不可欠である。また、高分解能の噴火履歴情報を取得するためには、年代測定手法などの開発も重要である。

今年度は、将来噴火する可能性が高い活火山の中長期的な活動評価および予測を目的として、海陸統合型の伊豆大島火山地質図(第2版)を出版するとともに、雌阿寒火山の地質図出版に向けた準備を進めた。さらに、岩木山及び浅間山においては、地表踏査による噴火履歴調査を継続した。後期更新世以降の高分解能な噴火履歴の解明に向けて、年代測定試料に適した岩石石基組織の評価に基づく測定の効率化を図るとともに、岩木山や雌阿寒岳などの岩石試料を対象とした高感度 K-Ar 法および Ar/Ar 年代測定を実施し、約 10 万年前以降の火山噴出物の放射年代を明らかにした。さらに、日本列島の火山地質に関する最新情報の収集・整理を行い、日本の火山データベースの更新・拡充を進めた。加えて、活火山の火口位置情報および噴火履歴を地図上で可視化した「噴火口図」の公開を開始した(産業技術総合研究所[課題番号:AIST03])。

(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明

大規模な火山噴火現象の発生履歴・推移およびマグマ供給系の進化過程を解明するためには、史料・考古データや岩石・地質などの物質科学的データの分析を着実に進める必要がある。そこで、十和田火山について前年度までに取得した物質科学的データを解析

し、後カルデラ火山活動におけるマグマプロセスの解明を進めた。十和田火山では、約15.7 kaのカルデラ形成噴火（噴火エピソード（Ep.）L）の後、苦鉄質マグマの活動（Ep. H～K）が起こり、その後、安山岩質～流紋岩質の噴火活動（古い順にEp. G, F, E, D, D', C, B, A）が断続的に続いた（Hayakawa, 1985；工藤ほか, 2019）。各噴出物の放射性同位体比の解析の結果、後カルデラ火山活動のマグマがマントル成分、下部地殻成分、および上部地殻成分から構成され、特にEp. EからAにかけては上部地殻成分の割合が増加していったことを明らかにした。また、Ep. EからAにかけてマグマ溜まりの深度が次第に浅くなったことも分かった。これらの結果に基づき、マントル起源の高温マグマがモホ面付近で下部地殻を熔融し、生成したマグマが上昇してコンラッド面付近に比較的大規模なマグマ溜まりを形成しながらAFC過程を進行させたと解釈した。さらに、そこから分離・上昇したEp. E～Aのマグマが、それぞれ上部地殻内にマグマ溜まりを形成し、一定の分化を経て噴火に至ったと推定した。そのほか、阿蘇火山におけるAso3, Aso3/4, Aso4噴出物及び風不死岳・恵庭岳・樽前火山の噴出物について、代表的な試料の採取及び基礎的な全岩化学組成分析を行った（北海道大学[課題番号：HKD_01]）。また、鮮新世から更新世にかけての火砕流堆積物が分布する北海道中央部（富良野～旭川地域）では、地質調査の範囲を富良野～旭川地域の北部及び南部にも広げ、岩石試料を採取するとともに、斑晶モード組成、斑晶量、鉱物化学組成を分析した。これらの結果に基づき各調査地点での岩石学的な対比を行い、火砕流堆積物を5つのグループに分類するとともに、それぞれの分布範囲を特定し、噴出源を推定した（北海道教育大学旭川校[課題番号：KOB009]）。

（４）火山活動・噴火機構の解明とモデル化

火山活動や噴火を定量的に把握しモデル化を進めるためには、地球物理学・地球化学・物質科学を総合した多項目の観測・調査・分析を行うとともに、マグマの流動・破碎・脱ガス・結晶化等の素過程に関する実験研究や数値モデルによる理論解析を行い、噴火様式の分岐条件を推定することが重要である。

火口付近における多項目観測は、雌阿寒岳、十勝岳、樽前山、有珠山、北海道駒ヶ岳、吾妻山、岩手山、伊豆大島、浅間山、弥陀ヶ原、焼岳、御嶽山、九重山、霧島、口永良部島等を対象に実施した（北海道大学[課題番号：HKD_03]、東京大学地震研究所[課題番号：ERI_04]、富山大学[課題番号：TYM_01]）。観測項目は、地震、GNSS、傾斜、重力、地磁気、空振、火山ガス、土壌ガス等の多岐にわたるが、近年、火山観測において積極的に活用されているドローンによる観測が特筆すべきものの一つである。十勝岳においては、62-2火口周辺一帯においてドローン用の磁気観測装置を用いた空中磁気測量を2023年、2024年に引き続き実施し、浅部磁化構造の時間変化を推定した。同様の空中磁気測量は、雌阿寒岳山頂の中マチネシリ及びポンマチネシリ火口域一帯においても実施した。さらに、ドローン用のマルチガス観測装置を用いた噴気観測を十勝岳で行い、得られた火山ガスの組成比に基づいて山体浅部での火山ガス供給系の時間変化の検討を進めた。加えて、焼岳や九重山においては、ドローンを用いた空中熱赤外観測やLiDAR測量等も実施した。ドローン観測に加え、他の多項目観測やデータ再解析も進めた。有珠山については、2000年噴火に先行したマグマ貫入に伴うと考えられる浅部地盤変動を対象に、高時間分解能での変動源推定を行った。また、吾妻山、岩手山、焼岳、御嶽山などでも、地震・地

殻変動観測データや地上磁気測量データを解析し、浅部熱水系やマグマ供給系の理解を進めた。これらの観測研究に基づき、火山活動に伴う各種現象の解明とモデル化ならびに火山性流体供給系の概念モデルの精緻化等を進めた（北海道大学[課題番号:HKD_03]）。このほか、霧島山と浅間山においては、空中電界変動観測を継続し、2025年8月10日に発生した霧島山の噴火活動に伴う顕著な空中電界変動を検出した（東京大学地震研究所[課題番号:ERI_04]）。海域火山においても、火山活動・噴火機構の解明とモデル化に資する観測研究を進めた。鬼界カルデラでは、海底火山下の地震活動を把握するために、海底光ファイバを用いた分散型音響計測（DAS）の技術開発と地震活動のモニタリングを実施した。九州本土と薩摩硫黄島、竹島を結ぶ既存の海底ケーブルを利用した約4か月のDAS観測データを解析した結果、薩摩硫黄島とカルデラ中央に位置する海底溶岩ドーム下において、深さ15 kmまでの範囲でA型地震が発生していることなどを明らかにした（海洋研究開発機構[課題番号:JAMS01]）。さらに、鬼界カルデラ周辺におけるDAS観測では、計測装置の改良も進め、従来は観測空白域であった島嶼域における高感度・高密度地震観測網の構築を目指した研究を進めた（公募研究[課題番号:KOB01]）。このほか、硫黄島などを対象として、火山活動の推移予測にむけた火山活動モデルの構築が進められ、推移予測に資する調査観測項目の整理及び関連技術の開発を行った（防災科学技術研究所[課題番号:NIED01]）。

取得された観測データを解析する手法の高度化も進められた。例えば、霧島火山新燃岳2025年噴火を対象として、東京大学地震研究所と気象庁が運用する地震計と空振計データを統合解析し、噴火の推移の把握と予測を行った。新燃岳山頂に近い8～9観測点における振幅データを用いて連続微動の震源を推定した結果、噴火前に震源が海拔下から地表付近に向けて複数回移動する様子を明らかにした（図1）。また、空振計データを解析し、噴出孔の時空間的推移を把握した。さらに比較的長期間（2024年1月～2025年9月）にわたる霧島山の火山性地震活動について機械学習を用いた火山性地震の抽出と震源決定により詳細に推移と活動様式を解析した。その結果、新燃岳直下では2024年9月頃から微小地震の発生レートが増加し、その後は数週間周期でバースト的に活動が活発化する特徴があることなどを明らかにした（東京大学地震研究所[課題番号:ERI_04]）。御嶽山においても、山頂域の機動観測点のデータを統合した解析や応力場推定など、新たな手法による解析を行い、火山活動の推移とその成因の検討を進めた（北海道大学[課題番号:HKD_03]）。また、衛星観測データの解析についても、RealVOLCによるアジア太平洋域の火山の熱異常モニタリングを継続するとともに、ひまわり8号・9号とGCOM-Cのデータを用いて2020～2024年の長期的な熱異常の評価を桜島、諏訪之瀬島を対象に行った。火山ガス放出量の推定についても、TROPOMIデータを用いた自動解析プログラムの試作と桜島・諏訪之瀬島への適用を行ったほか、南西諸島の海域離島火山においてフェリーによる二酸化硫黄放出率測定とTROPOMIを用いた二酸化硫黄放出率の比較検証などを進めた（東京大学地震研究所[課題番号:ERI_04]）。火山ガスの分析に関しては、選択的迅速分析法開発の取り組みとして、従来は実験室で分析していた熱水のCl/SO₄比をオンサイトで即日実施するための手法・手順を検討した。また、火山ガスの一部の指標成分をオンサイトで分析するための小型可搬型ガスクロマトグラフの導入と分析のための調整を開始した（気象庁[課題番号:JMA_01]）。噴火のリアルタイム把握技術の開発については、火山灰可搬型分析装置（VOLCAT）等の物質科学手法も利用して進めている（防災

科学技術研究所[課題番号：NIED01])。

多項目の観測データ及び解析結果に基づく火山活動評価手法の検討も進め、樽前山を対象とした火山活発化指数 (Volcano Unrest Index：VUI) による評価指標の検討とワークシートの試作などを行った (北海道大学[課題番号：HKD_03])。

物質科学的な手法による火山活動・噴火機構の解明も進められた。噴火前のマグマ停滞深度の推定を目指し、令和6年度に採取した新燃岳2011年噴火の噴出物中のメルト包有物及び石基組織を解析した。3回のサブプリニー式噴火で噴出した軽石中のメルト包有物を分析し、揮発性成分量に基づいて噴火前のマグマ停滞深度を推定した結果、停滞深度がマグマだまりから火道内に至るまで幅広い分布を示すことを明らかにした。また、3回のサブプリニー式噴火における軽石の石基組織に明瞭な違いが見られないことも明らかにした。これらの結果に基づき、3回のサブプリニー式噴火いずれについても噴火直前にマグマが火道に貫入した可能性を見いだした (東北大学[課題番号：THK_02])。さらに、有珠山1977年噴火などいくつかの軽石噴火を対象として岩石学的解析や高温高压岩石融解実験を行い、マグマの上昇過程や貯留条件などを推定した。また、ジルコン分析により雲仙火山のマグマ供給系の時間変化の特徴を明らかにした。2025年6月に始まった霧島山新燃岳の噴火に際しては、火山灰や火山ガスの分析を行うとともに、ドローンによる噴火現象の観察などを実施し、現象の変化と地下マグマの関与の関係などについて火山学的にも防災上も重要な知見を得た (産業技術総合研究所[課題番号：AIST05])。放射光分析に基づく火砕流発生過程の解明も進めた。雌阿寒岳火山周辺で採取した中マチネシリ火砕噴火期の火砕流堆積物 (M9)、降下火砕物 (M10)、その上部の火砕流堆積物 (M11)、降下火砕物 (M12) に含まれる軽石を対象として放射光分析を継続するとともに、 $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}_{\text{tot}}$ 比定量の検量線を作成した (公募研究[課題番号：KOB007])。

噴火様式の分岐条件を検討するために、脱ガス等の素過程の研究やアナログ実験による噴火現象の研究も進められた。脱ガスがどのように進行するのかを解明するために、静岡県伊豆半島の皮子平火山の溶岩に見られる縞状構造を対象に、組織観察及び含水量測定を行った。その結果、中央に気泡列がある黒曜石層では、含水量が軽石層に近い部分ほど高く、気泡列に向かって両側から低下する特徴を明らかにした。気泡列を持たない黒曜石層においても、層中央に向かって含水量が低下する傾向があるが、その程度は弱く、中央付近ほど濃度勾配は緩やかであった。これらの結果から、気泡列を持たない黒曜石層にもかつては気泡列が存在して拡散脱水が進行していたが、その後に気泡列が閉塞した可能性を示した。また、気泡列は孤立した気泡の連なりではなく、気泡同士が連結することで開放系の通路を形成していたことを示唆した (北海道大学[課題番号：HKD_02])。さらに、ストロンボリ式噴火の発生源と考えられているスラグ流の挙動を検討するため、マグマ溜まりと火道を模した水槽とパイプからなる装置を用いたアナログ実験を実施した。この実験を基に、火道上端の閉塞状態とスラグ上昇速度の関係などについて、実験と数値モデルの両面から検討を進めた。また、爆発的火山噴火によるシングルフォース地震の発生モデルの改良を目的とした噴出実験も行い、2022年にトンガで発生した海底火山大規模噴火時の観測波形との比較検討などを行った (東京大学地震研究所[課題番号：ERI_04])。

(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

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

火山地域において火山活動を支配する場を明らかにすることは、火山活動・噴火を定量的に把握しモデル化を進めるうえで不可欠である。そのため、地震学的観測や電磁気学的観測等の多様なデータの解析と物質科学的研究、水文学的研究等を総合し、熱水系及び火山性流体・マグマの供給系の概念モデルの精緻化や定量化を目指した研究が進められた。

阿蘇山では、相対重力及び絶対重力の繰り返し測定と地殻変動観測を継続し、火山性流体とマグマの供給系の解明を進めた。カルデラ内及び山体中央部における地殻変動観測データに基づき2019～2020年の火山活動を膨張期と収縮期の2つの時期に分けて変動源を推定した結果、いずれも2014～2015年のマグマ噴火期と同様に、草千里直下のマグマだまりの膨張及び収縮で説明できることを示した。また、阿蘇山上及びその周辺において重力測定を実施し、2023年後半と比較して長期的な重力増加を検出したことから、火口直下における熱水等の質量が長期的に増加している可能性を示した。深部から浅部に至る火山性流体供給系については、吾妻山を対象とした研究も進めた。調和振動型微動の解析と流体流動によって生じる非線形振動の数理モデルの比較、さらに調和振動型微動の発生に同期した微小傾斜変動の解析などを行い、熱水供給系の理解を深めた。なお、吾妻山では令和7年度に光ファイバを用いたDAS観測を実施し、臨時地震観測点・既設観測点も含めた解析を行う計画であったが、東京大学地震研究所におけるDAS機器の購入・納入の時期と吾妻山の冬季閉鎖の関係から今年度の実施を見送り、令和8年度に実施を延期した。その一方で、DAS機器納入後に、製造企業関係者による講義・トレーニングを実施したほか、令和8年3月には浅間山で約1か月間の試験観測を行った。さらに、DAS観測記録の解析手法の検討も進め、位相が不明瞭な火山性地震や微動の波形に複素主成分分析法を適用することで低S/N比の事象でも地震波着信時差を高精度に読み取ることができる手法を開発し、2019年度の吾妻山DAS観測データへの適用を行った（東北大学[課題番号：THK_06]）。伊豆大島では、令和6年度に広帯域MTデータの解析により深部構造を明らかにしたことを踏まえ、今年度はカルデラ内のAMTデータを解析して、浅部構造を推定した。その結果、火口下から南西方向に連続する低比抵抗体を検出し、広帯域MT解析結果と整合的であることを示した（図2）。この結果を受けて、低比抵抗体の存在を確認し詳細な描像を得るために、島南西側を中心に全13点で広帯域MT観測を実施した。また、人工電流源を用いた地下比抵抗モニタリングの解析手法の高度化のために、CSEMインバージョンコードを開発し、数値実験により有効性を確認した。MT観測については、御嶽山の山頂域においても実施し、2週間から2か月の長期観測により、いずれの観測点においても約10,000 Hz から 100 s に至る広い周波数帯域で良好なMT レスポンスを取得した（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_07]）。

海域火山についても、マグマ供給系の解明が進められた。鬼界カルデラでは、カルデラを横断する測線において屈折法地震探査を実施し、P波速度構造を推定した。その結果、カルデラ直下に速度低下率15%以上（最大22%）の台形状低速度異常域を検出し、この領域の熔融率が3%以上であると推定した。この熔融領域は、地殻浅部である深度2.5～6 kmに広がるが、岩石学的知見を統合することで、巨大噴火時の浅部マグマ溜まりと同一位置にメルトが再注入している可能性を示した。さらに、多数の海底電位差磁力計観測で得た電磁気観測データの3次元解析から比抵抗構造の推定も行った。その結果、カル

デラ直下に低比抵抗領域が存在し、それが20 km以深のモホ面付近より深部では水平方向に広がる描像を得た（神戸大学[課題番号：K0BE01]）。

火山活動の活発化に伴う群発的な地震活動と構造・応力場との関係を明らかにするために、火山近傍で発生する地震活動についてのデータベースの整備と解析も引き続き進めた。桜島・始良カルデラでは、3次元地震波速度構造トモグラフィで得られた構造を用いて震源を再決定し、各領域の地震についてP波初動の押し引き及びPS振幅比を用いた震源メカニズム解の推定を行った。その結果、始良カルデラ北東部の領域においては、浅部（0～3 km）では正断層もしくは逆断層型の地震が卓越し、深部（3～11 km）では北東-南西圧縮の横ずれ型の地震が多く発生することを示した。カルデラ北東領域の海底には若尊火山が存在し、活発な熱水噴出が発生していることから、浅部の正断層と逆断層の地震は熱水活動に関連して発生していることが示唆される。一方、桜島南西部の領域の地震は全て正断層型であったことから、始良カルデラのマグマ溜まりから桜島へマグマ貫入に伴う引張場形成が原因であると解釈した。同様に、活発な群発地震活動が見られる焼岳についても、地震活動の精査に必要なデータセットの整備などを進めた（京都大学防災研究所[課題番号：DPRI01]）。

地下熱水系の動的変動と火山活動との関係を明らかにするために、火口湖を対象とした水文学的研究も進められた。鳴子火山の潟沼では、水・熱・化学物質収支を評価するための水温、電気伝導度や気象の観測を令和6年度に実施したが、躍層の存在が顕著な5月と7月の水温分布及び湖盆図を用いた各層の貯熱量変化の推定を行った結果、5月から8月に顕著に現れるA層～D層のうち、表層のA層の貯熱量変化は湖面の熱収支と4 m深までの熱拡散で説明でき、B層～D層のみが地下熱源に接した流入地下水によって形成されていることなどを明らかにした（公募研究[課題番号：K0B006]）。さらに、カルデラ大深湖である田沢湖と十和田湖においても調査を進められた。田沢湖では水温・水質プロファイラーを用いて、水温・電導度・DO・濁度・クロロフィル濃度の鉛直分布を測定した。十和田湖では水温の鉛直分布を測定し、湖水循環の解析を行っていく上で重要な拘束条件を与えるデータを得た（公募研究[課題番号：K0B008]）。

2. 地震・火山噴火の予測のための研究

（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）

火山活動の状況を総合的・定量的に評価するためには、地球物理学的観測データや過去の火山噴出物の物質科学的分析データを基にした評価指標を導入し、それらの指標の時系列から噴火発生予測を含む火山活動の推移予測手法を検討する必要がある。そのためには、まず活動的な火山における各種観測データの精査を進め、時間的あるいは火山間で比較しうる定量的で客観的な情報を得ることが求められる。

火山観測から得られる多項目の時系列データから物理的な実態を抽出する手法であるデータ同化は理論上非常に有力なアプローチである。しかし、実際の火山への適用においては、全ての物理過程や地下構造を包含する精密なモデルを個別の火山に適用することは困難である。そこで今年度は、卓越する物理量に絞ることで、安定かつ解釈可能なモデル化を目指し、火山活動の根本的な駆動要素である熱エネルギー（エンタルピー）に着目して、観測データをエネルギー収支という物理制約のもとで統合する手法を構築した。観測方程式には地磁気全磁力、SO₂放出量、噴煙高度を用い、地下エンタルピーに比例し

て磁場が変化すると仮定したうえで、地下の累積エンタルピーとその時間変化を深部からの熱供給、 SO_2 放出及び噴煙対流による熱損失で記述する状態空間モデルとして定式化し、拡張カルマンフィルタを適用することで、累積エンタルピーと深部熱供給量を逐次推定した。この手法を阿蘇山中岳第一火口で2007年から2025年に観測されたデータに適用した結果、2014年前後及び2019年前後の活動期には、深部熱供給量の顕著な上昇が推定され、短期的にエンタルピーの時間変化が正となる期間を見いだした（図3）。これは、噴火に関連する地下の熱的状态変化を定量的に把握できる可能性を示す（京都大学理学研究科[課題番号：KUS_02]）。

このような火山活動の推移予測手法の検討と検証のためには、活動的な火山における各種観測データの蓄積と火山間の比較なども重要である。雌阿寒岳、十勝岳、樽前山、倶多楽（登別）、有珠山及び北海道駒ヶ岳では、1980年代以降継続してきた地球化学的モニタリングを今年度も実施した。2025年9月と10月に水蒸気噴火が発生した雌阿寒岳では、変化量は小さいものの、過去の水蒸気噴火の前にも認められた SO_4 濃度の上昇が2023以降に生じていたことを確認した。また、十勝岳などの火山では、噴火や温泉水の地球化学的特性が火山活動に相関して変化することを示し、火山活動の評価への有用性を示した（北海道立総合研究機構[課題番号：HRO_01]）。同様の長期的な地球化学的観測とそれに基づく活動状況の評価は、御嶽山、阿蘇山、雲仙岳等でも実施し、ヘリウム同位体比や炭素同位体比、ガス組成が火山活動状況の有効な指標となることを確認した（東京大学大気海洋研究所[課題番号：AORI02]）。また、多項目データの整理・解析に基づく監視・評価技術の高度化及び火山活動評価技術の高度化は、気象庁でも進められた。今年度も、地球物理学的データ、地球化学的データの観測データと解析結果のデータベース化を行うとともに、過去事例検索・閲覧システムの自然言語検索化へ向けて、過去事例関連資料を用いた自動ラベリング手法の開発を進めた。また、GNSSキネマティック解析システムやMCMC法による地殻変動源推定システム等の地殻変動データ解析処理技術の開発、PF法や相対ASL法における震動データの処理手法の開発も行った（気象庁[課題番号：JMA_01]）。加えて、草津白根山、雌阿寒岳、吾妻山等において、参照点の改善や処理手法の改善により火山活動に対応する変化を高精度に抽出するとともに、全磁力連続データの自動補正及び自動伝送のためのシステムの運用を開始した。さらに、観測点数の少ない全磁力連続観測の時系列データを説明する熱消磁源の時間発展モデルを推定するために、先験的情報を統合したカルマンフィルタを用いた手法の開発を行い、雌阿寒岳及び吾妻山の時系列データに適用した。その結果、火山活動の消長に合わせてエピソード的に推移する熱消磁源をイメージングできることを示した（気象庁[課題番号：JMA_02]）。

火山噴火時の表面現象や噴出物の分布等の地質学的データや物質科学的データも、噴火の規模や様式を決定するために必要な情報であり、活動推移や災害の性質にも密接に関係する。そのため、噴出物の迅速なマッピングや噴出量・噴出率の高精度推定を目指した噴火堆積物解析手法の研究や噴出物の化学組成、微細組織、色等の物質科学的な時系列データの解析・分析手法の高度化が進められた。霧島山新燃岳では2025年6月22日から9月8日まで断続的に噴火が発生したが、この噴火の火山灰の特徴の時系列変化の分析を進めた。火山灰構成物は、多くは既存溶岩の破砕物であったが、発泡した新鮮なマグマ起源物質も少量含まれていることや、火山灰全岩化学組成は9月の噴火にかけて未変質岩石の関与の増大傾向を示したが、発泡したマグマ起源物質に増加傾向は認められなかつ

たことなどを明らかにした。また、火山灰の測色により、時間とともに火山灰の色が赤みを帯び、酸化が進んだ特徴を示すようになったことを見出した。全岩化学組成が未変質岩石の関与の増大を示したことや、酸化した岩石が多く含まれるようになったことから、高温・未変質岩石の酸化や破碎がより進むなど、火山灰生成環境が次第に変化した可能性が示唆された。さらに、前年度までに作成した霧島火山群の火山活動推移モデル（噴火シナリオ）における2025年噴火の位置付けについても考察を行った。このほか、富士山、榛名山、硫黄島、浅間山等の火山においても堆積物・噴出物の解析や分析を進め、知見の共有や噴火事象の分岐判断への活用方法についての議論を深めた（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_13]）。火山灰の測色値と火山活動の関係については、桜島を対象とした研究も進めた。昨年度は、バルク火山灰試料の測色値変化がどのようなプロセスを反映しているのかについて主成分分析に基づいた考察を行ったが、そこで示した色変化を指標として、今年度実際に発生した噴火現象について試料採取と即時分析を行った。その結果、過去約15年とは明らかに傾向の異なる色変化を検出し、それが軽石・スコリア放出に対応することを明らかにした。また、同様の手法を霧島新燃岳や諏訪之瀬島についても適用し、噴火推移に伴う色変化の検討を進めた（鹿児島大学[課題番号：KOB010]）。

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

（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

火山噴火の被害を軽減するためには、社会の共通理解の醸成が不可欠である。そのために、降灰調査データや降灰のモニタリングデータ、シミュレーションを活用した情報プロダクツの作成方法について検討を進めた。あわせて、レジリエンス評価に必要なハザード等のデータを収集し、JVDN（Japan Volcanological Data Network）システムに登録を進めた。また、噴火発生前後における防災関係機関による災害対応を時系列的に整理した「災害対応タイムライン」の作成などを引き続き継続した（防災科学技術研究所[課題番号：NIED01]）。

これまでの課題と今後の展望

前年度から開始された観測研究計画においては、「火山」計画推進部会は、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を目標として、全国の機関が協力して火山活動・噴火機構及び火山活動を支配する場の解明とモデル化等、現象理解と予測に資する研究を実施してきた。「火山」計画推進部会では、前計画までに多項目観測による「火山噴火シナリオ」の作成、多項目観測と火山比較による「火山噴火事象系統樹」の作成、多項目パラメータの比較による「火山活動推移モデル」の構築が進められてきたが、現計画では時間軸の情報をより取り込んだ「火山活動推移モデルの改良と予測試行」を上位目標に掲げて、20の研究計画課題と公募研究6課題が多面的な研究を進めている。現計画から「大規模噴火総合研究グループ」「高リスク小規模火山噴火総合研究グループ」が本部会とは独立した位置付けとなったが、少数の火山を対象に防災リテラシーや災害誘因の研究まで総合的に研究を進める総合研究グループと本部会は密接な連携をもち、相互のフィードバックを行いつつ計画を推進することが望ましい。このような観点から、令和7年度には、3月2日・3日に本部会と「高リスク小規模火山噴火総合研究グループ」が合同でハイブリッド形式での研究集会を開催し、成果の共有と議論を行った。

上述のように現計画では活動推移の定量的な評価と予測の試行を目標としているが、統一的な物理化学モデルが確立していない火山現象について予測を実現するためには未解決の課題が多く存在する。一方で、これまでの計画及び現計画における観測研究では地球物理学的、地球化学的、物質科学的な多項目観測が着実に進められており、火山活動やその分岐・遷移を表すパラメータ間の相互関係が明らかになりつつある。また、各課題の研究の深化に伴い、それぞれの観測データや諸パラメータの精度や分解能が向上し、時空間的なダイナミックレンジも広がった。今後も、これまでの研究を更に進展させるとともに、多変量相関解析等による定量的なパラメータ間の相互関係の解明や火山噴火の推移の把握や予測を行う上で鍵となる物理化学パラメータの推定手法の改良を進め、火山現象と活動推移の迅速な理解に役立てられる基礎研究を進めることが重要であると考えられる。また、これまで主に類型化として進められてきた火山間の比較研究を一層推進するためには、客観的な解析手法・指標を用いた系統的で定量的な情報の蓄積も進めることが必要である。今年度は、阿蘇火山を対象として、火山活動の根本的駆動要素である熱エネルギー（エンタルピー）に着目して、観測データをエネルギー収支という物理制約のもとで統合する手法の構築が検討され、地磁気全磁力データ、SO₂放出量、噴煙高度を用いて火口直下の累積エンタルピーと深部熱供給量の逐次推定が試みられた。解析の結果、噴火前に累積エンタルピーが増加する傾向が確認された。一方で、蓄積の進行の仕方には時期による違いも見られた。これらの結果は、噴火前の熱的状态変化を捉える上で重要かつ興味深い知見であり、将来的な定量的予測の試行に向けた基礎的知見を与えるものと期待される。今後も、鍵となるパラメータを状態変数とした火山活動推移の確率論的モデルを構築し、多項目データを活用した定量的な予測の試行と高度化を進めていくことが必要である。

令和6年度に発足した火山調査研究推進本部では、火山調査研究の推進についての総合的かつ基本的な施策の検討が進められ、令和7年3月28日に公表された中間とりまとめでは、火山活動評価や火山活動の状態把握及び予測に関する当面10年間に推進すべき調査及び研究の方向性が示された。本部会ではボトムアップの基礎研究を着実に進め、火山調査研究推進本部で実施する事業への技術移転を目指すとともに、新たな観測・解析手法等の芽を創出していくことが肝要であろう。

成果リスト

- Aizawa, K., Y. Yamamoto, A. Wakabayashi, D. Muramatsu, S. Aniya, H. Tanabe, S. Fujita, A. Shito, T. Koyama, I. Shiozaki, M. Ichiki, 2025, Three-dimensional resistivity structure beneath Beppu and Yufuin geothermal fields imaged by dense broad-band magnetotelluric observations, *Earth, Planets and Space*, 77, 159, doi: 10.1186/s40623-025-02291-w, 査読有, 謝辞有
- Akuhara, T., K. Shiraishi, T. Tsuji, Y. Yamashita, H. Sugioka, A. H. Fara-zi, S. Ohyanagi, Y. Ito, R. Arai, E. Araki, G. Fujie, Y. Nakamura, T. Tonegawa, R. Azuma, R. Hino, K. Mochizuki, S. Takemura, T. Yamada and M. Shinohara, 2026, Structural barriers control the spatial extent of slow earthquake slip, *Nature Communications*, 17, 1431, doi: 10.1038/s41467-025-68179-1., 査読有, 謝辞無
- Azua, K., S. Ide, S. Yano, S. Ruiz, H. Sugioka, H. Shiobara, A. Ito, M. Miller, H.

- Iwamori, 2025, Shallow Tectonic Tremors Reveal the Beginning of the Slab Window at the Chilean Triple Junction, *Geophysical Research Letters*, 52, e2025GL115019, doi: 10.1029/2025GL115019., 査読有, 謝辞無
- Chen, A.-T., H.-F Lee, Y. Sano, N. Takahata, T. Kagoshima, Y.-C. Lai, C.-H. Lin, C.-H. Lo, 2025, Temporal evolution of hydrothermal system in the Tatun volcano group: Insights into potential volcanic activity, *ACS Earth Space Chem.*, 9, 2466–2483, doi: 10.1021/acsearthspacechem.5c00233, 査読有, 謝辞無
- Conway, C.E., A.T. Calvert, O. Ishizuka, S. Yamasaki, I. Miyagi, Y. Harigane, and G.S. Leonard, 2026, Prolonged cooling of andesitic-dacitic lava flows produces optimal groundmass material for $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating, *Chemical Geology*, 705, 123268, doi: 10.1016/j.chemgeo.2026.123268., 査読有, 謝辞無
- Doll, P., B.M. Kennedy, A.R.L. Nichols, J.W. Cole, D.B. Townsend, S.R. Eaves, C.E. Conway, G.S. Leonard, and J. Davidson, 2025, Postglacial effusive activity at Mt Ruapehu, Aotearoa New Zealand: Lava flow volumes and eruptive rate. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 468, 108435, doi: 10.1016/j.jvolgeores.2025.108435, 査読有, 謝辞無
- Haruta, Y., F. Maeno, Y. J. Suzuki, 2026, Reconstruction of the plinian phase of the 7.3 ka “Akahoya” caldera-forming eruption at the Kikai caldera, Japan. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 108541, doi:10.1016/j.jvolgeores.2026.108541, 査読有, 謝辞有
- Hotta, S., S. Okumura, K. Matsumoto, T. Miyamoto, A. Tomiya, and K. Niida, 2025, Petrological constraints on magma ascent processes during the 1977 eruption of Usu volcano, Japan, *J. Geophys. Res. Solid Earth*, 130, e2024JB030966, doi: 10.1029/2024JB030966, 査読有, 謝辞無
- Iwahashi, K., O. Ishizuka, M. Kawaguchi, T. Oikawa, A. Nishihara, F. Maeno, A. Yasuda, and N. Tomita, 2025, Characteristics of drifting pumice collected several weeks after the earthquakes in October 2023 near Izu-Torishima, *Geochem. J.*, 59, 192, doi: 10.2343/geochemj.GJ25011, 査読有, 謝辞無
- Kagoshima, T., Y. Sano, N. Takahata, Y. Kawamoto, T. Shibata, Y. Li, T. Morishita, Y. Hiramatsu and J. Nakajima, 2025, Helium isotope anomaly in groundwater prior to the 2024 Noto Peninsula earthquake, *Nature Comm.*, 16:10414, doi:10.1038/s41467-025-65717-9, 査読有, 謝辞無
- Kaneko, T., Ichihara, M., Yasuda, A. et al., 2026, Characterizing thermal transitions of the 2018 Shinmoe-dake eruption in Japan using Himawari-8 high-frequency infrared imagery and seismic data. *Earth Planets Space* 78, 15, doi: 10.1186/s40623-025-02335-1, 査読有, 謝辞有
- Kanda, W., T. Koyama, Y. Matsunaga, 2025, Geomagnetic observations at Kusatsu-Shirane volcano. In: Ohba, T., Terada, A. (eds) *Kusatsu-Shirane volcano. Active volcanoes of the world*. Springer, Cham, doi: 10.1007/978-3-031-86137-6_10, 査読有, 謝辞無
- Kawara, H., M. Matsumoto, and T. Kuritani, T., 2025, Generation of andesitic-dacitic magmas by open-system progressive melting of the middle crust in Rishiri Volcano, northern Japan, *Lithos*, 514–515, 108221, doi: 10.1016/j.lithos.2025.108221., 査読

有, 謝辞有

- Kazahaya, R., I. Miyagi, and A. Tomiya, 2025, Aerial footages of the July 2025 eruption of Shinmoedake volcano (Kirishima) taken using drone, AIST Repository, 2003410, doi: 10.57765/2003410, 査読無, 謝辞無
- Kikuchi, R, K. Kaneko, O. Bachmann, 2025, Magma generation processes for large, zoned ignimbrites of Aso volcano, SW Japan: insights from geochemical variation of melt inclusions and groundmass, Contributions to Mineralogy and Petrology, 180, doi: 10.1007/s00410-025-02232-6., 査読有, 謝辞無
- Kikuchi, R, K. Kaneko, O. Bachmann, 2025, Correction to: Magma generation processes for large, zoned ignimbrites of Aso volcano, SW Japan: insights from geochemical variation of melt inclusions and groundmass, Contributions to Mineralogy and Petrology, 180, doi: 10.1007/s00410-025-02232-6., 査読有, 謝辞無
- Kim, H., J. Hong, W. Kim, J. Kim, G. Kim, U. Tsunogai, N. Takahata, Y. Sano and H. Lee, 2025, Emissions of mantle helium and abiotic methane at newly discovered black smokers along the Central Indian ridge (12° S-16° S), Sci. Rep., 15:45736, doi: 10.1038/s41598-025-32674-8, 査読有, 謝辞無
- Kuritani, T., M. Nakagawa, A. Matsumoto, and A. Nishihara, 2025, Origin and evolution of the Holocene magmatic system at Sakurajima Volcano, Japan, Journal of Petrology, 66, egaf010, doi:10.1093/petrology/egaf010., 査読有, 謝辞有
- Kuwatani, T., H. Hino, H. Nishikawa, S. Akaho, 2025, Data-driven proactive prediction of pumice drifting patterns using similarity search of the Kuroshio current axis. npj Natural Hazards 2(1): 34. doi: 10.1038/s44304-025-00088-1, 査読有, 謝辞無
- Lee, H., W. Lee, M.J. Lee, Y. Lee, J. Park, H. Cha, N. Takahata, Y. Sano and T.P. Fischer, 2025, Diffuse soil degassing in hydrothermal areas of Mt. Melbourne, Antarctica: Insights for the understanding of cryovolcanism on Earth, ACS Earth Space Chem., 9, 2092-2101, doi:10.1021/acsearthspacechem.5c00099, 査読有, 謝辞無
- Lee, W., H. Lee, H. Kim, J.-H. Song, J. Hong, J. Park, H. Jung, J. Lee, N. Takahata, Y. Sano, T.P. Fischer, 2025, Water and gas geochemistry of springs in Ulleungdo volcano, South Korea: Implications for degassing of upper mantle-derived volatiles in Northeast Asia, J. Hydro., 647, 132286, doi:10.1016/j.jhydrol.2024.132286, 査読有, 謝辞無
- Maeno, F., 2025, Global database on surface phenomena and hazards of explosive submarine eruptions with application to hazards of the Kolumbo Volcanic Field. Bulletin of Volcanology, 87, 87, doi:10.1007/s00445-025-01871-8, 査読有, 謝辞有
- Matsushima, N. and K. Mannen, 2025, Numerical simulation of the hydrothermal system of Hakone volcano, J. Volcanol. Geotherm. Res., 466, 108383, doi: 10.1016/j.jvolgeores.2025.108383, 査読有, 謝辞無
- McIntosh, I. M., M. Hamada. Hanyu, R. Nakaoka, M. L. G. Tejada, T. Miyazaki, K. Ueki, B. S. Vaglarov, T. Sato, S. Tanaka, K. Kaneko, K. Kiyosugi, Y. Yamamoto, K. Suzuki-Kamata, N. Seama, Y. Tatsumi, 2025, Degassing, porosity and hydration age characteristics of a giant submarine lava dome: Implications for post-caldera

- volcanism of the Kikai caldera, Japan, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 467, 108427,. doi:10.1016/j.jvolgeores.2025.108427., 査読有, 謝辞有
- McLean, D, P.G. Albert, G. Jones, R.A. Staff, A. Francke, S.O. Vineberg, J.J. Tyler, M. Saito-Kato, T. Sagawa, K. Kaneko, H. Buckland, T. Suzuki, J.-I. Kimura, Q. Chang, H. Hoshizumi, Y. Miyabuchi, C.J. Manning, K. Yamada, I. Kitaba. Ikehara, SG14 Project Members, T. Nakagawa, V.C. Smith, 2026, Evidence that the Aso-3 caldera-forming eruption (southwest Japan) marks the termination of Marine Isotope Stage (MIS) 6, *Quaternary Science Reviews* 377, doi: 10.1016/j.quascirev.2026.109837., 査読有, 謝辞無
- Miyagi, I., 2025, Thermodynamic dataset of Hijiori magma (Hj j-A), AIST Repository, 2003341, doi: 10.57765/2003341, 査読無, 謝辞無
- Miyagi, I. and C. Conway, 2025, Thermodynamic dataset and the contour maps of some useful petrological parameters on pressure-temperature plane: Case of Ruapehu dacite lava and basalt from the Taupo volcanic zone, New Zealand, AIST Repository, 2003362, doi: 10.57765/2003362, 査読無, 謝辞無
- Nakano, M., T. Nakajima, E. Araki, H. Sugioka, A. Ito, H. Matsumoto, T. Yokobiki, T. Tonegawa, S. Ono, 2026, Seismic activities at Kikai Caldera, Japan, detected using distributed acoustic sensing via seafloor telecommunication cables. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 469: 108498. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2025.108498, 査読有, 謝辞無
- Nanjo, K. Z., Y. Yukutake, T. Kumazawa, 2025, Changes in seismicity in a volcanically active region of the Izu Peninsula, Japan, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 465, doi: 10.1016/j.jvolgeores.2025.1, 査読有, 謝辞無
- Nishimura, T., F. Morisaku, K. Emoto, H. Nakahara, M. Yamamoto, and S. Miura, 2025, Complex principal component analysis of volcanic earthquakes at Azuma volcano, Japan, recorded by a distributed acoustic sensing system (DAS) for the hypocenter determination, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 463, doi: 10.1016/j.jvolgeores.2025.108343, 査読有, 謝辞有
- Nishimura, T., 2026, Cutoff depths of shallow earthquakes beneath the active volcanoes in Japan and their implication for heat source of magma reservoirs. *Earth Planets Space*, doi: 10.1186/s40623-026-02371-5, 査読有, 謝辞有
- Nolet, G., N. B. Hoang, S. Bonnieux, Y. Kondo, F. Kong, M. Obayashi, K. Sigloch, J. D. Simon, F. J. Simons, H. Sogioka, J. Yoshimitsu, Q. Zhang, S. Pipatrathanporn, 2025, Picking first arrivals in hydroacoustic seismograms from MERMAID floats, 10.26443/seismica.v4i1.1505., 査読有, 謝辞無
- Obana, K., A. Ito, T. Fujiwara, M. Obayashi, K. Imai, Y. Nakamura, K. Yoshida, N. Tada, T. Nakajima, H. Matsumoto, G. Fujie, S. Tanaka, S. Ono, S. Kodaira, 2025, Earthquake activity in the Torishima Rift and Sofu Seamount, and its relationship to the October 2023 tsunamis in Japan. *Earth, Planets and Space* 77(1): 56. doi: 10.1186/s40623-025-02185-x, 査読有, 謝辞無
- Ohba, T. and M. Yaguchi, 2025, Volcanic Activity Cycles of the Kusatsu-Shirane

- Volcano, Japan Revealed by the Geochemical Monitoring of Lake Water in the Yugama Crater and Adjacent Fumarolic Gases. *Kusatsu-Shirane Volcano, Active Volcanoes of the World*, Springer, Cham, 41-59pp, ISBN: 978-3-031-86137-6., 査読無, 謝辞無
- Okada S, A. Katsumata, K. Hotta, in press, Three-dimensional S-wave attenuation structure around the Hida Mountains in Japan and effects of the Philippine Sea slab on the attenuation structure beneath central Japan, *Earth, Planets and Space*., 査読有, 謝辞有
- Okuma, S., T. Nakatsuka, A. Miyakawa, M. Makino, S. Komori, T. Koyama, T. Kaneko, T. Ohminato, A. Yasuda, Y. Honda, A. Oshida, 2025, Drone magnetic surveys for active volcanoes: a case study of Izu-Oshima volcano, Japan, *Exploration Geophysics*, 56, 5, 56-70. doi: 10.63929/08123985.2025.56.04, 査読有, 謝辞無
- Shimano, T., A. Yasuda, and M. Iguchi, 2025, Principal component analysis of the color of bulk ash samples at Sakurajima volcano, southwest Japan, *J. Disaster Res.*, 20(3), 308-316. doi: 10.20965/jdr.2025.p0308, 査読有, 謝辞有
- Simon, J. D., F. J. Simons, J. C. E. Irving, W. Wu, M. Obayashi, Y. Yu, Y. J. Chen, H. Sugioka, Y. M. Hello, 2026, Hydroacoustic observations of the 15 January 2022 Hunga Tonga-Hunga Ha'apai eruption: The role of bathymetry along the path, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 131, e2025JB032996, doi: 10.1029/2025JB032996., 査読有, 謝辞無
- Shito, A., D. Suetsugu, A. Ishikawa, M. Yoshikawa, T. Isse, H. Shiobara, H. Sugioka, A. Ito, Y. Ishihara, S. Tanaka, M. Obayashi, T. Tonegawa, J. Yo-shimitsu, 2025, Dike Swarms in the Oceanic Lithosphere Beneath the Ontong Java Plateau, *Geophysical Research Letters*, 52, e2025GL115219, doi: 10.1029/2025GL115219., 査読有, 謝辞無
- Song, H., Y. Usui, M. Uyeshima, P. Yu, D. Diba, B. Yang, K. Baba, T. Koyama, 2025, Revealing the Non-uniqueness Inherent in MT Inversion: A Comparative Study of Influential Factors and Algorithm-Dependent Uncertainties in FEMTIC and ModEM with USArray MT Data, *Surv Geophys* 46, 1079-1135, doi: 10.1007/s10712-025-09901-y, 査読有, 謝辞無
- Suzuki, Y, Y. Yukutake, T. Ohminato, M. Yamasaki, A. Kim, 2025, Automated classification of volcanic earthquakes using transformer encoders: Insights into data quality and model interpretability, *SRL*, doi: 10.1785/0220240494, 査読有, 謝辞無
- Takahashi, R., S. Takeuchi, R. Tanaka, K. Fujiwara, S. Uesawa, 2025, Hydrothermal sealing process in a volcanic conduit interpreted from the characteristics of subvolcanic hydrothermal alterations at Tokachidake volcano, Japan, *Earth, Planets and Space*, 77:172. doi: 10.1186/s40623-025-02295-6, 査読有, 謝辞無
- Tonegawa, T., T. Akuhara, Y. Yamashita, H. Sugioka, M. Shinohara, S. Takemura. T. Tsuji, 2025, Accretion-ary prism deformation and fluid migration caused by slow earthquakes in the Nankai subduction zone, *Solid Earth*, 16, 579-592, doi: 10.5194/se-16-579-2025., 査読有, 謝辞無

- Utsugi, M., 2025, Joint inversion of magnetic and gravity data using group lasso regularization, *Earth, Planets and Space*, 77, 146, doi: 10.1186/s40623-025-02270-1, 査読有, 謝辞有
- Yaguchi, M., A. Terada, and T. Ohba, 2026, Can volcanic activation be identified from the geochemistry of surface discolored water in the active crater lake Yugama at Kusatsu-Shirane volcano, Japan? – Example from July 2025, *温泉科学*, 75(4)., 査読有, 謝辞無, (in press)
- Yaguchi, M., T. Ohba, and S. Kanno, 2025: Geochemical evaluation for the fumarolic gases collected at Ojigokudani, Iwate volcano, Japan in September 2024. *Earth, Planets and Space*, 77, 134., 査読有, 謝辞無
- Yamamoto, Y., A. Ito, Y. Ishihara, M. Obayashi, S. Tanaka, H. Nakamichi, H. Yakiwara, Y. Nakatani, H. Sugi-oka, H. Otsuka, and T. Matsuno, 2025, Magmatic system of the Kikai submarine caldera, SW Japan, imaged by passive seismic tomography, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 465, 108369, doi: 10.1016/j.jvolgeores.2025.108369., 査読有, 謝辞無
- Yoshida, K. K., R. Hiramane, D. Ishimura, T. Sato, Y. Maruya, 2025, White pumice raft drifted to the Ogasawara and Nansei Islands after the October 2023 earthquakes in the southern Izu Islands. *Geochemical Journal* 59(6): 224-236. doi: 10.2343/geochemj.GJ25013, 査読有, 謝辞無
- Yoshida, K. K., N. Tada, T. Sato, E. Tanaka, H. Ishibashi, Y. Mori, F. Maeno, Y. Tamura, S. Ono, 2025, Changes in the redox state of the Nishinoshima magmatic system during and after the 2020 explosive eruption. *Island Arc* 34(1): e70021. doi: 10.1111/iar.70021, 査読有, 謝辞無
- Yukutake, Y., T. Taira, S. Onizawa, Y. Morita, 2025, Decadal monitoring of seismic velocity changes beneath Izu-Oshima, central Japan, using ambient seismic noise records. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 130, e2025JB031170. doi: 10.1029/2025JB031170., 査読有, 謝辞無
- 知北和久, 後藤章夫, 岡田純, 大八木英夫, 網田和宏, 2025, 火山性湖沼の分水界漏出からみた水循環系: レビューと解釈, *陸水物理学会誌*, 7, 3-13., 査読有, 謝辞無
- 古川竜太・及川輝樹, 2025, 火山防災と空間情報技術第2回火山地質図の紹介, *測量*, 4月号, 26-29. <https://www.jsurvey.jp/1-4-2025.htm>., 査読無, 謝辞無
- 大場武, 谷口無我, 伊藤昌稚, 角皆潤, 2026, えびの高原硫黄山における火山ガスの化学組成及び安定同位体比, *地学雑誌*., 査読有, 謝辞無, (in press)
- 及川純・田島靖久, 2026, 火山性地震発生の特徴と地殻変動から推定した霧島火山新燃岳の2008年～2011年噴火の準備過程と噴火過程, *防災科学技術研究所研究報告*, 査読無, 謝辞無
- 及川輝樹・石塚治・古川竜太・川辺禎久・佐々木寿・加藤(成毛)志乃・小澤弘典・栗本享有, 2025, 航空レーザ測深測量による伊豆大島沿岸域の海底地形データ, *地質調査総合センター研究資料集*, no. 770., 査読無, 謝辞無
- 関香織, 岩本征大, 森健彦, 西正儀, 井上秀穂, 2025, 市販のガス警報器を用いた SO₂/H₂S 比の観測, *験震時報*., 査読有, 謝辞無, (in press)

- 角野浩史，福島菜奈絵，米田羅生，外山浩太郎，小長谷智哉，安田裕紀，谷口無我，石橋純一郎，大場武，2026，霧島火山群におけるヘリウム同位体比の時空間変化，地学雑誌.，査読有，謝辞無，(in press)
- 高木朗充，為栗健，井口正人，森俊哉，宗包浩志，下司信夫，橋本武志，碓井勇二，相澤幸治，清水洋，2025，研究集会「火山活動評価研究の現状と今後の展望」，火山，70，111-118.，査読有，謝辞無
- 谷口無我，大場武，2026，火山性流体の化学分析に基づく火山活動評価－霧島山(えびの高原硫黄山)の熱水観測の例－，防災科学技術研究所研究報告，査読無，謝辞無，(in press)
- 山崎誠子・石塚吉浩・佐藤鋭一，2025，雌阿寒岳火山とその周辺から採取された火山岩の感度法 K-Ar 年代，地質調査総合センター研究資料集，no. 772.，査読無，謝辞無

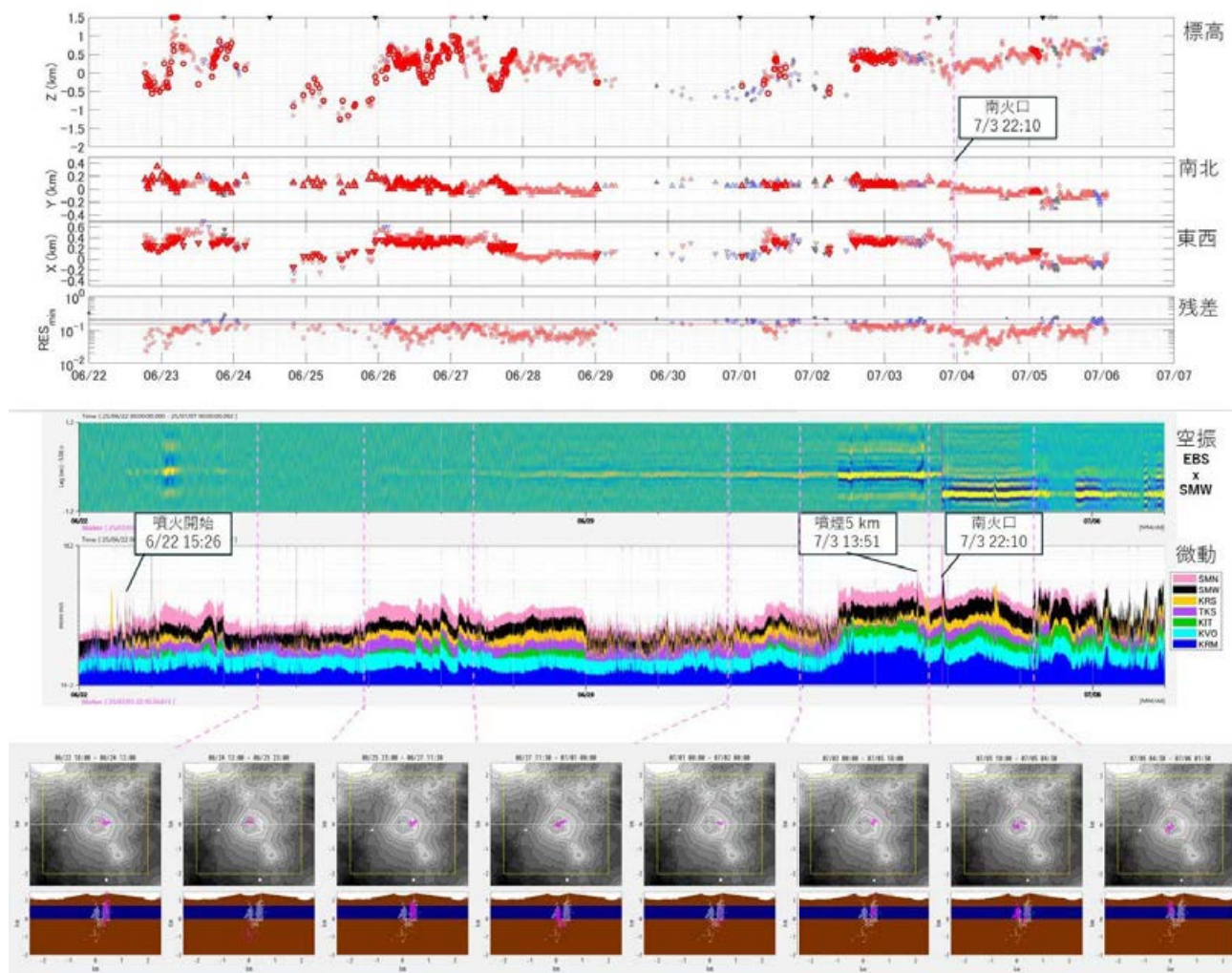


図1．霧島火山新燃岳2025年噴火における微動の震源決定結果（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_04]）

1 段目：震源推定結果の標高（海拔），新燃岳火口中心からの南北距離，東西距離，推定残差

2 段目：相関法による空振検出結果

3 段目：地震振幅の推移

4 段目：震源推定結果。

1 段目の図において、赤は残差が少なく良く決まっているもの、青はやや残差の大きいもの、灰色は採択しなかったものを表す。濃い赤は SME を含む 9 点で推定、それ以外は欠測の多い SME 観測点を除いて推定した結果。

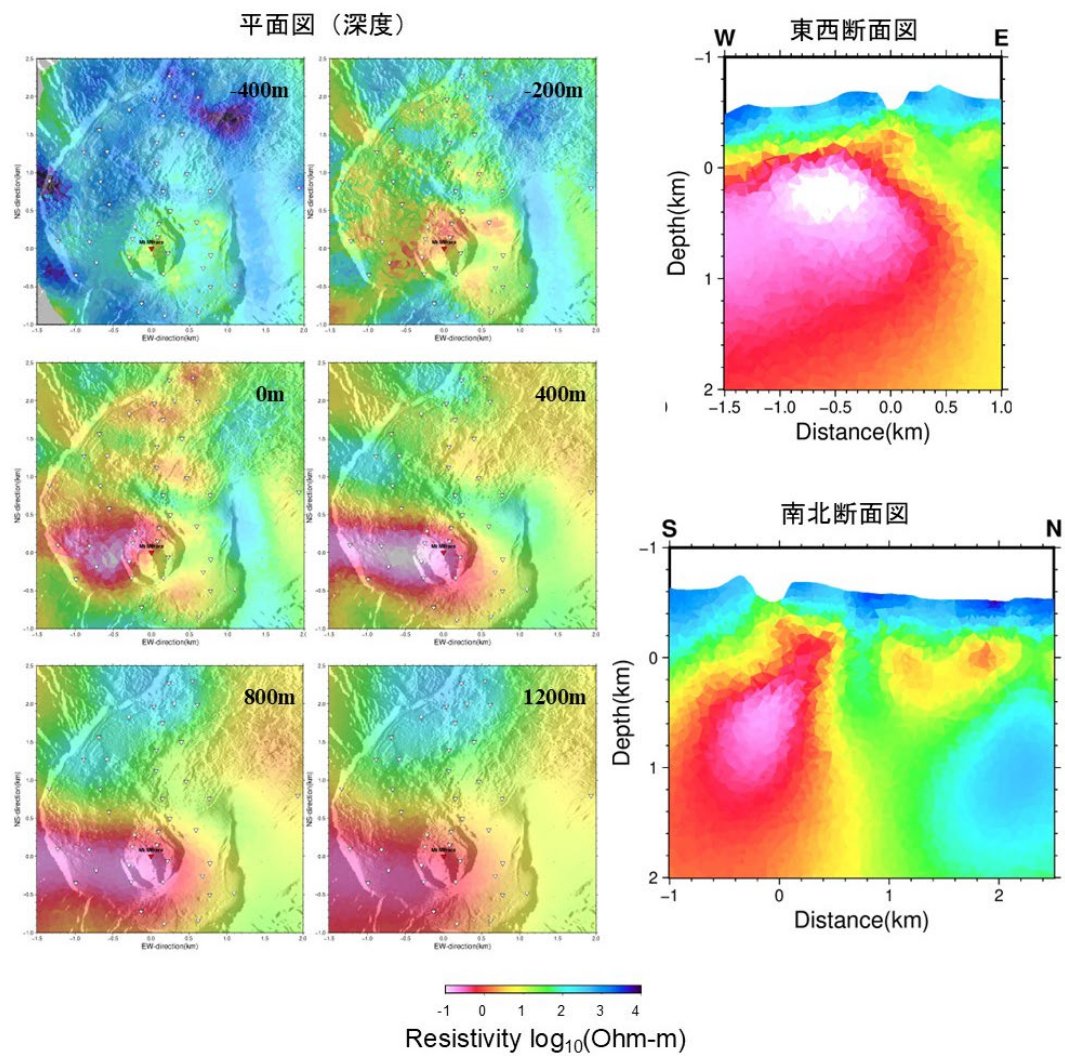


図2．伊豆大島カルデラ下の浅部比抵抗構造（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_07]）
火口直下から南西部に向けて低比抵抗体が延びていることが明らかになった。

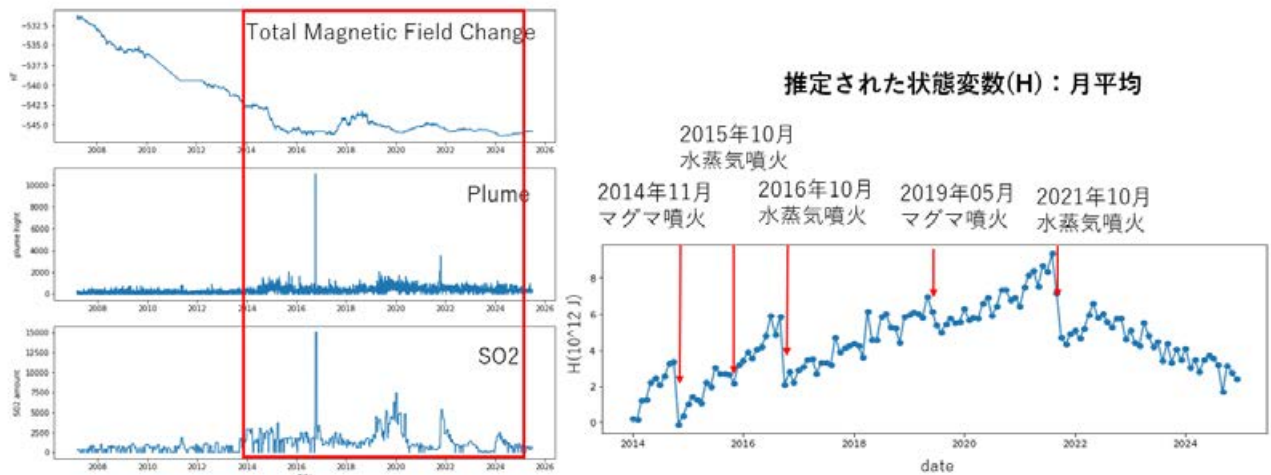


図3. 阿蘇火山における既存データに基づく統計学的なアプローチによる噴火予測試行：拡張カルマンフィルタによる状態推定結果（京都大学理学研究科[課題番号：KUS_02]）

左図赤枠内の地磁気全磁力データ，SO₂放出量，噴煙高度を用い，累積エンタルピーHと深部熱供給量を逐次推定した。活動期には深部熱供給量の顕著な上昇が推定され，短期的にエンタルピーの時間変化が正となる期間が認められる。

1 (5) 災害誘因評価・即時予測部会

「災害誘因評価・即時予測部会」計画推進部会長 太田雄策

(東北大学大学院理学研究科)

副部会長 為栗 健

(京都大学防災研究所)

地震・火山噴火という自然現象が引き起こす地震動、津波、火山噴出物、斜面崩壊等の災害誘因は自然や社会に潜在的に存在する脆弱性等の災害素因に働きかけ、これらの相互作用に応じて様々な規模の災害を発生させる。このため災害誘因評価の高度化は、災害軽減を果たすために欠かせない。こうした観点から、「災害誘因評価・即時予測部会」では、強震動、津波、地震動に起因する斜面変動・地盤変状、さらに大地震に対する災害リスクを高精度に事前評価する手法を開発する「地震の災害誘因の事前評価手法の高度化」、地震動および津波の即時予測手法を開発する「地震の災害誘因の即時予測手法の高度化」ならびに、火山噴出物の事前評価により噴火直後の即時的かつ高精度な予測につなげる手法を開発する「火山噴火による災害誘因評価手法の高度化」、さらにこれら災害誘因予測を効果的に防災対策の推進に結びつけるための「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」を進める。以下では本年度の成果を網羅的に示す。

3. 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

(1) 地震の災害誘因の事前評価手法の高度化

A. 強震動の事前評価手法

○震源モデルの高度化

強震動の事前評価の高度化に向けては、地震被害に直結する震源断層の破壊過程をより高精度に把握し、将来の強震動予測に資する震源モデル設定へと結びつけることが重要である。令和7年度は、強震記録を用いた大地震の断層破壊過程解析を継続するとともに、近年整備が進んだ海底強震計記録の活用による解析手法の改良を進めた。特に、2021年2月13日及び2022年3月16日に福島県沖で発生したM7級のスラブ内地震を対象として、陸域観測点に加え、S-net海底強震計の記録を用いた震源過程解析を実施し、従来の陸域記録のみを用いた結果との比較を行った。両地震とも、大局的なすべり分布や破壊伝播の特徴は概ね共通していた一方で、海底強震計記録を取り入れた場合には最大すべり量がやや小さく推定されることを示し、海底観測記録の活用が震源像の精密化に有効であることを確認した。さらに、S-net観測点近傍の堆積層構造を反映した速度構造モデルを理論波形計算に用いることにより、波形の振幅・位相の再現性が向上すること、すなわち速度構造モデルの妥当性が震源インバージョンの精度を左右することを改めて示した(京都大学防災研究所[課題番号:DPRI05])。

また、震源断層の破壊物理の理解に向けて、動力学的震源インバージョン手法の改良も継続した。令和7年度は、平成28年熊本地震の最大前震を模擬したテストデータを用い、強震波形の上限周波数を従来より高い1 Hzまで拡張した条件で検討を行った。その結果、臨界すべり量や摩擦構成則に関する推定の再現性が向上することを確認し、より高周波

成分を活用することの有効性を示した。さらに、自治体震度計等を用いた断層近傍データの活用可能性も示し、今後の観測データの拡充によって、より実地的な動的震源パラメータ拘束が期待されることを明らかにした。これらの成果は、地震シナリオ想定に必要な震源モデルの高度化に直接資するものであり、強震動予測の信頼性向上に重要な基盤を与える（京都大学防災研究所[課題番号：DPRI05]）。

○地下構造モデルの高度化

強震動の空間分布や増幅特性を適切に評価するためには、震源モデルの高度化に加えて、堆積盆地・平野における地下構造モデルの精緻化が不可欠である。令和7年度は、大阪盆地を対象として、既往の地盤構造モデルを基盤としつつ、その改良版の構築を進めた。本研究では、複数の鍵層の標高データから三次元地質構造モデルを構築し、堆積年代と深さに基づく物性値変換式を用いて三次元速度構造モデルを構築する枠組みを採用した（図1）。今年度は、新規浅部ボーリング資料の追加、既存地質図の再数値化、深層ボーリング及び反射法地震探査データの再検討を通じて、地質構造モデルの精緻化を進めた。特に、鍵層に対応する層準の判読が難しかった区間については、周辺データとの整合性を考慮した推定手法を新たに導入し、地質構造の拘束条件を強化した（京都大学防災研究所[課題番号：DPRI04]）。

さらに、物性値変換式についても、新規探査データとの比較から既往モデルでは十分に表現できない空間的不均質性が存在することを確認し、その細分化と再定式化を進めた。これにより、地質構造モデルと反射法地震探査結果との整合性を高めつつ、観測・探査データ間の整合的な三次元速度構造モデルの構築を進展させた。これらの成果は、堆積平野・盆地における長周期地震動や局所的な地震動増幅の予測精度向上に資するものであり、今後の広帯域強震動予測の高度化に大きく貢献する（京都大学防災研究所[課題番号：DPRI04]）。

○表層地盤の強震動応答のモデル化

表層地盤の応答特性は、強震動によって一時的または継続的に変化することが知られており、特に短時間のうちに強い揺れを繰り返し受ける場合には、後続地震時の地盤応答が先行する震動の影響を受ける。このため、強震動に伴う表層地盤応答の変化とその回復過程を定量的にモデル化することは、地震動予測の高度化に不可欠である。令和7年度は、模擬表層地盤に対する繰り返し強震動入力試験に向けて、前年度に整備した実験・計測システムを用い、強震動入力前後における弾性波応答特性の変化を計測する研究を進めた。基盤から表層へ振動が伝播する状況を模擬しつつ、微弱なモニタリング用弾性波を用いて、ピーク周波数やインピーダンスの時間変化を追跡する枠組みを整備し、表層地盤の粘弾性的応答変化の把握に向けた基盤を構築した（立命館大学[課題番号：RTM_02]）。

また、高空隙率媒質に対する透過弾性波計測に向けたモデル媒質の構築や計測条件の整理も進め、空隙の多い強い不均質媒質における波動伝播特性の定量評価に向けた準備を進展させた。これらの成果は、表層地盤の非線形応答や地盤の経時変化を考慮した地震動予測手法の構築に資するとともに、将来的には繰り返し強震動を受ける地域における被害想定 of 精緻化にもつながる（立命館大学[課題番号：RTM_02]）。

イ．津波の事前評価手法

津波の事前評価手法の高度化に向けては、既往地震・津波イベントを対象として、断層モデルの不確実性を体系的に評価し、将来発生することが懸念される津波の想定における不確実性低減へつなげることが重要である。令和7年度は、前年度に引き続き、津波観測記録の整理と検証、沿岸津波波形を用いた震源逆解析手法の課題整理、ならびに代表的巨大地震を対象とした断層モデル不確実性評価に資する分析を進めた。特に、2024年能登半島地震津波については、能登半島北東沖に広がる波源域を考慮することで、新潟県上越市において観測された津波を精度よく再現できることを示し、波源域設定の違いが沿岸津波予測に大きな影響を及ぼすことを明らかにした（北海道大学[課題番号：HKD_05]）。

また、12世紀北海道南西沖地震に関しては、津波堆積物分布を再現するよう構築した既往の断層モデルについて詳細な検討を行い、沿岸地形の不確実性の影響により、先行研究のすべり量推定が過大評価である可能性を指摘した（図2）。さらに、2025年カムチャッカ地震と1952年カムチャッカ地震による津波波形が日本沿岸で非常によく似ていることを見出し、両者の地震特性の類似性を示唆したほか、17世紀千島海溝巨大地震及び南海トラフ域のイベントに対する分析も開始した。これらの成果は、既往イベントの丁寧な再検討を通じて、断層モデルの構築法や不確実性評価の基準を洗練させ、将来の津波想定信頼性向上に寄与するものである（北海道大学[課題番号：HKD_05]）。

ウ．地震動に起因する斜面変動・地盤変状の事前評価手法

地震時の斜面変動や地盤変状は、地震動そのものに加えて、地質構造、風化帯構造、地下水条件、斜面形状等の影響を強く受ける。このため、発生場の素因解明と、地盤状態の時系列モニタリング手法の高度化を両輪として進めることが重要である。令和7年度は、令和6年能登半島地震時の斜面崩壊を対象とした集中的な現地調査を進め、風化帯構造と表層崩壊発生場の関係、地質ごとの崩壊様式の違い、重力変形により形成した緩み域と崩壊の関連などを明らかにした。海岸沿いの急傾斜斜面では、岩盤崩壊、流れ盤地すべり、スランプ型地すべりなど多様な地震地すべりを確認し、珪質シルト岩地域では層理面や地質分離面がすべり面を構成することを示した。さらに、一部斜面では余震観測に基づくH/Vスペクトル比解析により、特定周波数帯で顕著な地震動増幅を確認し、尾根地形と直交する方向への地震動増幅を示唆した（京都大学防災研究所[課題番号：DPRI06]）。

加えて、西南日本の大規模岩盤崩壊ポテンシャル評価に向けて、四国山地を対象とした地質調査・変形観測を継続した。地質構造上の弱面となる急傾斜劈開構造に着目することで、不安定な構造を内包する複数斜面を抽出し、その運動特性や地質学的要因の整理を進めた。継続傾斜観測では、季節スケールの変形累積も確認し、長期的な斜面不安定化過程の把握に向けた基礎データを蓄積した。これらは、従来より詳細な地形・地質情報を組み込んだ危険度評価やハザードマップ高度化に資する成果である（京都大学防災研究所[課題番号：DPRI06]）。

他方、地震波を用いた地盤強度・地下水モニタリング手法の開発では、静岡県森町における人工震源システムACROSSの観測データを用い、地震波速度変化と降雨・地下水位の

関係のモデル化を進めた。その結果、コーダ波干渉法により検出した dv/v の時間変化には、降雨に対応する短期変動と地下水位変化に対応する長期変動の双方が含まれ、これらが多孔質弾性モデルにより統一的に説明できることを示した。あわせて、愛知県豊橋市では新たな地震計設置により観測を開始し、小型ACROSS震源装置の開発も進めた（図3）。これらの成果は、斜面崩壊や地盤変状の前兆となる地下水・地盤強度変化を、地震波伝播特性から把握する可能性を示しており、事前評価の定量化に向けた大きな前進である（名古屋大学[課題番号：NGY_04]）。

エ．大地震に起因する災害リスクの事前評価手法

災害リスクの事前評価においては、強震動の増幅特性、地下構造、建物脆弱性、地域特性等を総合的に把握し、実際の被害想定へ結びつけることが求められる。令和7年度は、堆積平野・堆積盆地における強震記録データベース整備、短周期地震動のばらつき分析、地震動予測式の機械学習による独立検証などを進めた。特に、強震観測記録に基づく非エルゴード解析に加え、広帯域地震動シミュレーション結果の非エルゴード解析を実施し、シミュレーションでは堆積平野の増幅特性や破壊シナリオ依存性が強く現れることを示した。このことは、観測記録とシミュレーションの単純な混用には慎重な検討が必要であることを示す一方で、機械学習によって得られた地震動予測式は既往研究と整合的であり、簡便法によるリスク評価に有用な基盤となることを確認した（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_14]）。

また、南西諸島地域では、地盤と建物の相乗効果を考慮した地域別地震被害リスク評価を進めた。宜野湾市を対象とした微動アレイ計測の結果を用いて、琉球石灰岩が分布する地域における表層地盤のS波速度構造を推定し、沿岸部と内陸部で異なる地盤特性が建物応答に影響しうることを示した。地盤特性の地域差を踏まえた脆弱性評価やハザードマップ作製に向けた基礎データ整備が進んだことは、従来、地震被害リスクが相対的に低いと見なされがちであった地域における潜在リスクの把握に重要である（琉球大学[課題番号：RKD_01]）。

さらに、地方自治体の防災対策に資する基盤情報整備として、鳥取県を対象に、地震活動の可視化システム、地盤震動特性評価、リアルタイム震度分布活用的高度化を進めた。令和8年1月6日の島根県東部の地震については、直前までの地震活動可視化結果を自治体との情報共有に活用し、想定地震像の検討にも資する取り組みを進めた（図4）。また、地すべり地形地域における常時微動・重力探査も実施し、地盤条件の詳細把握を進展させた。これらの成果は、自治体レベルでの被害想定更新や災害対応支援に直結するものであり、事前評価手法の社会実装の観点からも重要である（鳥取大学[課題番号：TTR_01]）。

（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

地震動の即時予測では、従来の震度予測に加え、より広帯域かつ長周期成分を含む揺れの予測を迅速かつ堅牢に行うことが課題である。令和7年度は、P波を利用してPLUM法の迅速性を向上させる研究を進め、気象庁各観測点の実波形への適用により、観測点ごとに適切な予測用加算値を設定することで、S波相当の震度を妥当に予測できることを

確認した。また、速度型地震計用フィルタを用いることで、Hi-netの観測波形からリアルタイム震度を算出できることを示したほか、速度計の計測限界を一時的に超えた場合でも、KiK-net加速度計との比較により異常波形を識別可能であることを確認した。さらに、PLUM法的な長周期地震動階級即時予測に向けて、帯域フィルタ処理後の波形から必要振幅を近似的に得る手法を開発し、一定の精度が得られることを示した。これらは、地震動即時予測の迅速性と適用帯域拡大の両面で大きな前進である（気象庁[課題番号：JMA_03]）。

加えて、機械学習・深層学習を用いた新しい即時予測手法の開発も進展した。Neural Operatorに基づく代理モデルを用いて、津波のみならず地震動シミュレーションの高速予測可能性を検討し、多様な震源パラメータに対する波動場の時間発展を学習したモデルにより、地震発生後の将来波動場を迅速に推定できる見通しを示した（図5）。これらの成果は、即時予測の高機能化と多様化が着実に進んでいることを示すものである（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_15]）。

イ．津波の即時予測手法

津波の即時予測では、発生直後の情報が限られた段階での予測精度向上に加え、沖合観測データや地殻変動データを逐次活用しながら予測を更新していく技術の高度化が求められる。令和7年度は、2016年福島県沖地震津波を対象として、沿岸津波波形の線形逆解析では非線形性や観測点方位分布の偏りにより波源推定精度が低下しうること示し、その精度低下を抑える簡便な手法を提案・実証した。さらに、高精度な津波波源を用いた長時間津波伝播計算により、日本沿岸観測点での津波減衰過程を含む地震後15時間程度の振幅時間変化を概ね再現できることを確認し、津波の時間的推移予測の高度化に向けた重要な成果を得た。（気象庁[課題番号：JMA_03]）

また、リアルタイムGNSSデータに基づく断層すべり即時把握手法の高度化も進めた。巨大地震では、津波を効率的に励起する海溝軸近傍のすべりが陸上GNSSのみでは十分に解像できないことから、令和7年度は、海域すべりをより物理的妥当性の高い形で推定するため、von Kármán型自己相関関数を用いた正則化拘束の導入（図6）など、推定誤差を含めて迅速かつ高精度に把握するための技術開発を継続した。あわせて、巨大地震直後のゆっくりとした地殻変動や1日以下の時間帯域における非定常すべり起源の地殻変動を高精度に把握する観点から、電離層遅延及び対流圏遅延をほぼ無視できる短基線相対測位に着目し、RINEXファイルを直接補正する汎用的マルチパスノイズ低減手法を構築した。初期的な精度評価の結果、補正後のキネマティックGNSS時系列では、1,000秒から10,000秒程度の時間帯域でノイズレベルを低減できることを確認した。これらの成果は、REGARDの高度化を通じて、津波即時予測に必要な震源情報の早期把握能力向上に加え、地震後の非定常な地殻変動の把握精度向上にも資するものである。（東北大学[課題番号：THK_09]）

さらに、機械学習に基づく津波即時予測手法も発展した。Neural Operatorを用いた津波シミュレーション代理モデルでは、東北沖日本海溝沿いに設定した多数の断層モデルに対する津波計算結果を学習し、任意の津波波源から津波の時空間分布を瞬時に予測する枠組みを構築した。未学習データに対しても津波伝播パターンを概ね良好に再現できることを確認し、自動微分機能を利用した勾配法に基づく震源インバージョンや、Okada

モデルと結合した統合予測モデルの構築も進めた。これらの成果は、従来のグリッドサーチ型手法に比べて、非線形なパラメータ空間を効率的に探索しつつ迅速な波源推定と津波予測を行う新しい方向性を示すものである（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_15]）。

（３）火山噴火による災害誘因評価手法の高度化

火山噴火による災害誘因評価手法の高度化に向けては、噴火前の観測量変化から噴出物量を推定し、降下火砕物、火砕流、溶岩流、さらには降雨時の土石流に至るまでをリアルタイムで予測する枠組みの整備が重要である。主として桜島火山を対象として、火砕流・溶岩流・土石流のリアルタイムハザードマップ構築に向けた基盤研究を進めた。溶岩流流下シミュレーションのロジック作成とシミュレーターのインターフェイス整備を進めたほか、火口近傍の詳細地形を反映するため、昭和火口周辺でドローン観測を実施し、高精度DEM作成に向けたデータ取得を行った（京都大学防災研究所[課題番号：DPRI08]）。

さらに、過去の噴火に関する地震・地盤変動データの収集・解析を通じて、膨張量と降下火砕物、火砕流、溶岩流の配分比に関する検討を進めた。文献調査からは、昭和、大正、安永、天平宝字の大規模噴火では、噴出物総量の約7割が溶岩流として流出していたことが示されており、この知見を溶岩流シミュレーションにおける配分率設定へ活用した。また、流下距離予測に重要な降伏応力についても、過去の溶岩流地形から推定を試みた。これらの成果は、噴火前駆現象に基づいて更新されるリアルタイムハザードマップの実現に向けた具体的な技術基盤となるものであり、将来的には噴火直後から降雨時の二次災害までを含む一体的な災害誘因評価へつながることが期待される（京都大学防災研究所[課題番号：DPRI08]）。

桜島火山の有村川における土石流の土砂濃度観測を実施し、また、有村川流域に加えて野尻川流域の各種データの収集・整理をした。野尻川において月別降灰量と地表面の透水係数との関係は、有村川流域と同様に、月別降灰量の増加とともに地表面の透水係数が小さくなっていることを確認した。焼岳火山については、足洗谷流域のヒル谷を対象に、土石流発生ポテンシャル（火山灰堆積厚と植生の密生度）の変化が土石流の流動深や流速に与える影響を明らかにした。また、掃流砂量の観測結果を利用して流域土砂動態モデルの現象再現性を向上させた。さらに、火山噴火時の熱水噴出が融雪機構に及ぼす影響について、焼岳での現地積雪を用いた水路実験を実施し、熱水流量と流出流量との関係を得た（京都大学防災研究所[課題番号：DPRI07]）。

（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

地震・火山噴火に関する災害誘因予測やリスク評価の成果を実効的な防災行動へ結びつけるためには、予測精度の向上に加えて、それらを受け取る側にとって理解しやすく、適切な行動を喚起しうる形で情報を提示することが重要である。不確かさを含む災害情報の表現手法や伝達方法に関する検討を進めるとともに、自治体等との連携を通じて、研究成果を防災情報として活用するための基盤整備を進めた（東京大学大学院情報学環[課題番号：III_01]，鳥取大学[課題番号：TTR_01]）。

災害情報の表現手法に関しては、不確かさを含む地震・火山災害情報をより効果的に

伝えるための認知科学的検討を進めた。令和7年度は、2025年12月9日に気象庁が発表した北海道・三陸沖後発地震注意情報を事例として、全国規模のWEB調査を実施し、初めて発表された注意情報に対する国民の認知、理解、行動意図の実態把握を行った。47都道府県の20～60代から計9,400票を回収した結果、防災対応を取るべき地域の居住者であっても、自身が対象地域であることを正しく認識していない回答者が相当数存在することが明らかとなり、情報の対象範囲や意味内容が必ずしも十分に伝わっていない実態を明らかにした(図7)。これらの成果は、今後の災害情報における言語表現、対象地域の示し方、不確実性を含む注意喚起情報の伝え方を改善する上で重要な知見である(東京大学大学院情報学環[課題番号: III_01])。

また、地方自治体の防災対応に資する基盤情報の整備と共有も進めた。鳥取県を対象として、気象庁暫定震源やHi-net自動震源を用いた地震活動可視化システムを構築し、県の危機管理部局との情報共有を継続した。令和8年1月6日に発生した島根県東部の地震では、前日からの地震活動推移も含めた可視化情報を自治体との意見交換に活用し、被害想定更新や想定地震像の検討に資する情報提供を行った。加えて、リアルタイム震度分布の高度化や、地域の地盤・斜面条件に関する調査結果の蓄積も進め、研究成果を自治体の実務的な防災対応へ接続するための基盤整備を進展させた。これらの取組は、災害誘因予測やリスク評価の成果を単なる研究成果にとどめず、地域防災に資する具体的情報として還元する役割を担う点で重要である。(鳥取大学[課題番号: TTR_01])

以上のように、令和7年度は、災害誘因予測・リスク評価の高度化と並行して、それらを社会において有効に活用するための表現技法の検討、並びに自治体との連携を通じた情報共有基盤の整備を進めた。今後は、確率表現、地図表現、映像表現等に関する検討も含め、災害情報の受け手の認知特性を踏まえた情報提供手法の高度化を図るとともに、研究成果を防災行政や住民行動へより直接的に結びつけるための仕組みづくりを進めることが期待される(東京大学大学院情報学環[課題番号: III_01]、鳥取大学[課題番号: TTR_01])。

これまでの課題と今後の展望

観測研究計画の2年目に当たる令和7年度においては、地震・火山噴火に伴う災害誘因の事前評価及び即時予測手法を高度化するとともに、それらを防災・災害情報へ結びつけることを目標として、全国の大学及び関係機関が連携して研究を進めた。その結果、強震動、津波、斜面変動・地盤変状、火山噴火に伴う災害誘因について、観測データの活用、物理モデルの高度化、数値シミュレーションや機械学習の導入が進み、評価・予測手法の高度化に向けた基盤整備が進展した。

一方で、震源モデル、地下構造モデル、表層地盤応答モデルの統合的な高度化、津波波源や沿岸地形に起因する不確実性の低減、斜面変動・地盤変状の時間変化を考慮した評価手法の構築、火山噴火に伴う噴出物挙動の一体的予測など、今後取り組むべき課題も明らかとなった。また、これらの成果を実際の防災行動に結びつけるためには、不確実性を含む情報の効果的な伝達手法の検討も重要である。

今後は、これまでの研究をさらに進めるとともに、多様な観測データ、物理モデル、数値計算、機械学習等を統合した総合的な評価・予測手法の構築を進めることが重要で

ある。あわせて、研究成果を自治体や防災機関等と共有し、災害軽減に資する防災情報として活用していく取組を一層推進する必要がある。

成果リスト

- 荒井紀之, 2025, 2024年能登半島地震により発生した地震地すべりの地質要因の究明-主に崩壊深度5m以上の深い地震地すべりを対象として-, 第62回自然災害科学総合シンポジウム講演論文集, pp. 26-36.
- 荒井紀之・中山雅之・土井一生, 2026, 2024年能登半島地震により地震地すべりが群発した山地斜面の地震観測-輪島市町野町鈴屋の事例-, 令和7年度京都大学防災研究所研究発表講演会, D205.
- Asano, K. and T. Iwata, 2025, Source Rupture Process of the Mw 6.2 Earthquake in the Noto Peninsula, central Japan, on May 5, 2023, *Earth, Planets and Space*, 77, 54. doi:10.1186/s40623-025-02186-w.
- 浅野公之, 2025, 内陸地震の地震ハザード評価のための震源像の理解, 日本地震学会広報誌なみふる, 140, 4-5.
- 浅野公之・岩村虹希, 2025, 石川県鳳珠郡穴水町及び七尾市における微動アレイ観測, 日本地震工学会第19回年次大会, D-7-6.
- Bonfrisco, M., Coviello, V., Vignoli, G., Miyata, S., Piantini, M., Engel, M., Nadalet, R., Dinale, R., Comiti, F., 2025, Temporal variability of bedload vs suspended ediment load and respective hysteresis cycles in a glacier-fed Alpine river, *Journal of Hydrology • Elsevier社*, Vol. 660, 133215, doi: 10.1016/j.jhydrol.2025.133215. 土井一生・王功輝・山崎新太郎・大澤光・古谷元・大石怜生, 2025, Landslides damaged by repeated earthquakes - in the case of the slopes in Noto Peninsula -, 日本地球惑星科学連合2025年大会, HDS07-P10.
- 馮晨・渡辺俊樹・生田領野・山岡耕春・辻修平, 2025, 精密制御定常震源システムACROSSを用いたコーダ波干渉法による地震波速度の時間変化の推定, 日本地震学会2025年度秋季大会, P13-03.
- 五嶋大輝・伊東孝, 2026, 沖縄地盤における常時微動調査, 土木学会西部支部研究発表会, III-42.
- Hayashi, K., Martin, A. and Matsuzawa, M., 2025, S-wave velocity profiles obtained by active and passive surface wave methods at the Portuguese Bend Landslide, 2025 Japan Geoscience Union Meeting.
- Hayashi, K., Matsuzawa, M. and Kikuchi, T., 2025, P-SV and SH two-dimensional viscoelastic finite-difference modeling including surface topography, 7th Asia Pacific Meeting on Near Surface Geoscience & Engineering.
- 林宏一・野中隼人・ハバードピーター・横田泰宏・伊達健介・升元一彦・平貴昭・曾我健一, 2025, 分布型音響計測 (DAS) と三成分速度型地震計により得られた表面波探査および微動アレイ探査のデータの定量的な比較, 第73回光波センシング技術研究会.
- 林宏一・鈴木徹・稲崎富士・小西千里・鈴木晴彦・松山尚典, 2025, 深層ニューラルネットワークを用いた物理探査結果の空間的補間, 物理探査, 78, 16-32.

- Hayashi, Y., T. Sasabe, H. Tsushima, M. Minami, Y. Sasaki, S. Adachi, K. Iwamoto, 2025, Summary of observations and warnings on the 2024 Noto Peninsula earthquake tsunami, and near future research responses, International Tsunami Symposium 2025, 3. Instrumentation and observation network (4).
- He, J., Wang, G., Furuya, G., Doi, I., Hayashi, K., Okada, Y., 2025, On the complex landsliding phenomena on Ichinose area triggered by the 2024 Noto Peninsula Earthquake, 日本地球惑星科学連合2025年大会, HDS07-06.
- 干場充之, 2025, 波形異常の即時検出: 速度計と加速度計出力の比較による地震動即時予測での品質管理向上をめざして, 日本地震工学会・大会-2025, D-5-5.
- 干場充之, 2025, 最大振幅とP波出現時に含意するもの: 加速度計波形と速度計波形の同地点観測の比較から, JpGU meeting 2025, SCG63-P02.
- 干場充之, 2026, 速度計と加速度計出力の比較による波形異常の即時検出, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「地震のリアルタイムモニタリングと即時予測情報の活用」, 15.
- 市部悠斗・川方裕則・佐脇泰典, 2025, 3次元数値シミュレーションを用いたレシーバ関数解析によるフィリピン海スラブ検出感度の定量評価, 日本地震学会2025年度秋季大会, P01-06
- Ichibe, Y., Kawakata, H., Sawaki, Y., 2025, Quantitative evaluation of the detection sensitivity in receiver function analyses for the Philippine Sea Slab in the Nankai subduction zone using 3D numerical simulations, AGU Fall Meeting 2025, S51E-0159.
- Ishibashi, M., Honda, Y., Kagi, Y., Lee, S., Yasumoto, S., Sekiya, N., 2025, Citizens' perceptions of disasters in Japan, 20th APRU Multi-Hazards symposium and conference.
- 石橋真帆, 災害時におけるテレビ視聴の特徴 ー令和6年能登半島地震時における情報行動ログデータの分析ー, 第44回日本自然災害学会学術講演会.
- 石橋真帆・本多祥大・鍵慶和・LEE SEUNGMIN・安本真也・関谷直也, 2025, 災害観の構造に関する探索的検討, 日本心理学会第89回大会
- 伊藤嘉秋・太田雄策, MHM法によるGNSSマルチパスノイズ低減手法の最適化, JpGU 2025.
- 伊藤嘉秋・太田雄策, MSS-MHM 法によるGNSS マルチパスノイズ低減手法の高度化, 日本測地学会第114回講演会.
- 伊藤嘉秋・太田雄策, 搬送波位相残差マップに基づくRINEX観測ファイルに対するGNSSマルチパスノイズ低減手法, GPS/GNSSシンポジウム2025.
- Iwai, T., Miyata, S., Yamanoi, K., 2025, Changes in the Debris Flow Threshold Owing to Volcanic Eruptions: Evaluation with Numerical Simulations, J. Disaster Res.・富士技術出版社, Vol.20 No.6, pp. 1054-1061, doi: 10.20965/jdr.2025.p1054.
- 岩井智哉・宮田秀介・山野井一輝, 2025, 噴火による浸透能低下と源頭部の土砂堆積を考慮した数値解析に基づく土石流発生ポテンシャルの評価, 令和7年度砂防学会研究発表会, R7-21.
- 岩村虹希・浅野公之, 2025, S-net観測データを取り入れた有限断層インバージョン: 2021年福島県沖地震の震源過程, 日本地震学会2025年秋季大会, S15-15.
- Kano, M., K. Yano, Y. Tanaka, T. Takabatake, and Y. Ohta, 2025, Spatio-temporal characteristics in the GEONET F5 solution in the frequency domain estimated based on the robust spectral analysis, Earth, Planets and Space, 77, 103.
- 香川敬生・野口竜也・寺井茉莉亜, 2025, 能登町鵜川地区における令和6年能登半島地震の余震観測, 2025年地球惑星科学連合大会, SSS11-06.

- 香川敬生・野口竜也・寺井茉莉亜, 2025, 令和6年能登半島地震により被害を受けた能登町鵜川地区における余震および微動観測, 第45回土木学会地震工学学術研究発表会, B25-470小池遥之・山岡耕春・渡辺俊樹・生田領野・岡田宏太・田中宏明, 2025, 小型震源装置の開発と試運転, JpGU Meeting 2025, STT41-P07.
- 小寺祐貴, 2025, よりロバストなP波PLUM法の検討: 上下動リアルタイム震度の常時モニタリング, JpGU meeting 2025, SCG63-P04.
- 小寺祐貴, 2026, 後続破壊のP波を用いた地震動即時予測の迅速化の検討, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「地震のリアルタイムモニタリングと即時予測情報の活用」, 6.
- Li, Z., Ji, Z., Sun, J., Miyake, H. et al., 2025, High-Probability Ground Motion Simulation in Maduo County for the Maduo MS7.4 Earthquake in 2021: A Possible Supershear Earthquake, *Journal of Earth Science*, 36, 781-800. doi:10.1007/s12583-024-0092-2.
- Li, Z., Ji, Z., Miyake, H. et al., 2026, Broadband ground motion simulation of the 2013 Lushan earthquake considering source uncertainties and small earthquake diversity, *Natural Hazards*, 122, 13. doi:10.1007/s11069-025-07846-4.
- Lorenzo, J. M., Zanetti, M. R., Haviland, H. F., Bremner, P. M., Tsoflias, G. P., Hayashi, K., Karunatilake, S., 2025, Evaluation of Mobile Seismic Platform in Heterogeneous Regolith Simulant, *Lunar and planetary science conference 2025*.
- Matsuzawa, M., Watakabe, T., Sato, M., 2025, Investigation of Weathered Zone Related to Shallow Landslides Triggered by the 2024 Noto Peninsula Earthquake in Oku Noto, Japan, *American Geophysical Union 2025 NH33C-0472*.
- 松澤真・渡壁卓磨・佐藤昌人, 2026, 地震時に発生した表層崩壊と風化帯構造の関係に関する一考察～令和6年能登半島地震の例～, *応用地質*, 66(6), 1-12.
- 松澤真・渡壁卓磨・佐藤昌人, 2025, 令和6年能登半島地震で発生した表層崩壊と風化帯との関係, 令和7年度日本応用地質学会研究発表会講演論文集, pp.231-232.
- 南雅晃・対馬弘晃・林豊, 2025, Segment Anything Model 2を用いた2024年能登半島地震津波のカメラ映像からの津波時系列データ自動抽出, 日本地震学会2025年度秋季大会, S17-03.
- 南雅晃・対馬弘晃・林豊・中田健嗣, 2025, 2024年能登半島地震に伴う津波の現地調査報告, *気象研究所技術報告*, 88, 1-64, doi:10.11483/mritechrepo.88.
- 三宅弘恵・安藤美和子・秋山峻寛・宮川幸治・上原美貴・古村孝志, 東京大学地震研究所の強震観測網のリアルタイムデータ伝送化, 日本地震学会2025年度秋季大会, P15-15.
- 宮本英・浅野公之・岩田知孝・Miroslav Hallo, 2025, モデル計算に基づく動的震源インバージョン手法の性能評価, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SSS10-13.
- 宮田秀介・野中理伸・高山翔揮・小杉賢一朗, 2025, TDRを利用した全流砂量計測の試行, 令和7年度砂防学会研究発表会, P-175.
- Morimoto, K., Yoshimitsu, N., 2025, Detecting characteristics of subsurface cracks in geothermal fields by using shear-wave splitting, *NSFC-JSPS International Forum on Artificial Intelligence and Geophysics*.
- Morimoto, K., Yoshimitsu, N., Okamoto, K., 2025, Utilization of Shear-wave splitting to monitor the underground heterogeneity in the Oku-Aizu geothermal field, Japan, *AGU Fall Meeting 2025*, S31E-0246.

- 森本光貴・吉光奈奈・川方裕則, 2025, 細粒岩石中の亀裂形態が透過弾性波の速度・位相異方性に与える影響, 資源・素材学会 2025年度秋期大会, 1110-19-07.
- 森本光貴・吉光奈奈・岡本京祐, 2025, 奥会津地熱地帯でのS波スプリッティングを用いた地下亀裂のモニタリング, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SSS09-07.
- 中山雅之・榎吉拓哉・川方裕則, 2025, 円筒形モルタル試料中の空隙が透過弾性波に与える影響, 日本地球惑星科学連合2025年大会, S-SS09.
- 中山雅之・川方裕則・土井一生, 2025, Changes in slowness before and after rainfall detected by an active seismic array monitoring test using chirp signals on a slope, 日本地球惑星科学連合2025年大会, HDS07-P17.
- 西宮隆仁, 2025, 長周期地震動階級の揺れから揺れ予測の手法の検討, 日本地震学会2025年度秋季大会, P15-11.
- 西宮隆仁, 2026, PLUM法的な長周期地震動階級即時予測に向けて～フィルタ処理後の波動伝播の確認～, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「地震のリアルタイムモニタリングと即時予測情報の活用」, 8.
- 野口竜也・寺井茉莉亜・岡嶋祐磨・香川敬生・西川隼人, 2025, 2024年能登半島地震による被害地域ー能登町鶴川・松波・宇出津, 七尾市田鶴浜地区ーにおける微動観測, 2025年地球惑星科学連合大会, SSS11-07.
- 野口竜也・宮本孝輔・香川敬生, 2025, 重力観測に基づく鳥取市佐治地区の地すべり地域における地下構造推定, 第30回鳥取地学会研究発表会
- 野口竜也・岡嶋祐磨・香川敬生, 2025, 微動観測に基づく令和6年能登半島地震の被害地域ー能登町松波・宇出津地区ーにおける地盤震動特性と地盤構造, 第80回土木学会全国大会, CS10-64
- 野口竜也・香川敬生・西川隼人・寺井茉莉亜, 2025, 令和6年能登半島地震による被害地域ー七尾市田鶴浜地区ーにおける微動観測, 第45回土木学会地震工学学研究発表会, B25-515大堀道広, 彦根市の琵琶湖湖岸付近での微動アレイ観測, 日本地震工学会第19回年次大会梗概集.
- Ogiso, M., 2025, Estimation of seismic attenuation and scattering structures from the shape of seismogram envelopes: method and application in southwestern Japan, IAGA/IASPEI Joint Scientific Meeting 2025, S03a (3).
- 小木曾仁・対馬弘晃, 2025, Wave gradiometryを用いた2025年カムチャツカ半島地震に伴う津波の伝播特性解析, 日本地震学会2025年度秋季大会, S25-02.
- 小木曾仁・対馬弘晃, 2025, Wave gradiometryによる2025年カムチャツカ半島地震に伴う津波の伝播特性解析, 東京大学地震研究所共同利用研究集会「超高密度多点地震観測と波動研究による日本列島解像論」, S25-07.
- 大石怜生・土井一生, 2025, 地震時の盛土変動に影響する要因の検討, 日本地球惑星科学連合2025年大会, HDS11-04.
- 大石怜生・土井一生, 2025, 常時微動観測と地形解析に基づく地震時の盛土変動に関する検討, (公社) 日本地すべり学会第64回研究発表会, 3-28.
- 大澤光・渡壁卓磨・土井一生・荒井紀之・東良慶・山川陽佑, 2025, 線状凹地を伴う地すべりに関する地下構造の推定, (公社) 日本地すべり学会第64回研究発表会, P-45.
- 大塚英人・太田雄策・WANG SHUYA・碓氷典久・日野亮太, Evaluation of vertical oceanic processes affecting seafloor pressure using MRI.COM and DONET observations, JpGU 2025.

- 岡庭信幸・土井一生・松浦純生・大澤光・岡本隆・土佐信一・柴崎達也, 2025, 稠密地震観測による地すべり地の地盤特性の把握に向けた試みー北海道釧路町仙鳳趾地すべりを例としてー, (公社) 日本地すべり学会第64回研究発表会, 2-29.
- Pananont, P., Naksawee, A., Hayashi, K., Furlong, K., Pornsopin, P., and Muangnoi, S., 2025, Shear-Wave Velocity Structure and Site Response Analysis of the Bangkok Basin for Seismic Hazard Assessment, *Seismological Research Letters*, 96(6), 3409-3420. doi:10.1785/0220250142.
- Raffaele, R., Kagawa, T., and Aldo, Z., 2025, Comparative Evaluation of Impact-Based and Hybrid Approaches for Real Time Earthquake Shaking Prediction, *Scientific Reports*. doi:10.1038/s41598-025-17889-z.
- 関口春子, 2025, 盆地構造モデル修正のための計算波動場解析, 京都大学防災研究所年報, 68, 1-4.
- 関谷直也, 2025, 地震に関する用語とリスクコミュニケーションー「南海トラフ地震臨時情報(注意)」と「地震動予測地図」からみる名称に関する一考察ー, 日本災害情報学会第31回学会大会.
- 関谷直也・齋藤さやか・安本真也, 2025, 能登半島地震における地震動予測地図, 群発地震に関連した事前の注意呼びかけの意味ー令和6年能登半島地震被災地等における全国地震動予測地図の認知度等に関する調査, 第44回日本自然災害学会学術講演会.
- Someya, M. and T. Furumura, 2025, Physics-Informed Neural Networks for Offshore Tsunami Data Assimilation, *Geophysical Journal International*, 242(3), ggaf243. doi:10.1093/gji/ggaf243.
- 染矢真好・古村孝志, 2025, 「Neural Operator による津波シミュレーションの代理モデル」, 日本地震学会2025年度秋季大会.
- Someya, M., T. Yamada, and T. Okazaki, 2025, OkadaTorch: A Differentiable Programming of Okada Model to Calculate Displacements and Strains from Fault Parameters, *arXiv preprint*. doi:10.48550/arXiv.2507.17126.
- Sugawara, H., Gonda, Y., 2025, Relationship between occurrence of lahar and hydraulic properties of ashfall covered ground in the Arimura River basin of Sakurajima Volcano, Japan, *Journal of the Civil Engineering Forum*, Vol.11, No.2, p.181-19, <https://doi.org/10.22146/jcef.18951>.
- 菅原隼斗・権田豊, 2025, 桜島有村川流域における火山泥流発生時の透水係数と火山灰の堆積厚の関係, 令和7年度砂防学会研究発表会.
- Takebayashi, H., 2025, Characteristics of gully development on crust-forming volcanic slopes, *Journal of Disaster Research*, Volume20, 3, 317-328.
- 田近淳・松澤真・佐藤昌人・渡壁卓磨・千田敬二・金山健太郎・大津洸介, 2025, 微地形・表層地質から見た輪島市市ノ瀬地すべりの運動過程, 2025年度 公益社団法人日本地すべり学会第64回研究発表会 講演要旨集, pp.270-271.
- 富森莞太・宮田秀介・岩井智哉・高山翔揮・小杉賢一郎, 2025, 豪雨後に存在する小規模裸地斜面が土砂流出過程に及ぼす影響, 令和7年度砂防学会研究発表会, R7-16.
- Tsushima, H., 2025, Utilization of Japanese cable networks for tsunami forecasting, including tFISH, 9th Joint ICG/PTWS-IUGG/JTC Workshop, 3f.

- Tsushima, H., 2025, Utilization of tsunami research results in tsunami early warning, Joint Workshop of the ERI-DPRI Tsunami Research Group 2025.
- Tsushima, H. and T. Yamamoto, 2025, Trans-oceanic propagation of tsunami reflection wave from the 1952 and 2025 Kamchatka earthquakes and its implications for real-time forecasting of tsunami later waves, International Tsunami Symposium 2025, 16. Kamchatka Tsunami and South Alaska landslide Tsunami.
- Tsushima, H., Hayashi, Y., Yamamoto, T., 2025, In-Depth Evaluation of Inversion of Coastal Tsunami Waveforms Utilizing Tsunami Source Constrained by Offshore Tsunami Waveforms from a Wide, Dense Observation Network: Application to the 2016 Mw 6.9 Off-Fukushima Earthquake, Japan, Earth and Space Science, 12, e2024EA004043. doi:10.1029/2024EA004043.
- Tsushima, H., T. Kubota, and T. Saito, 2025, Real-time tsunami source inversion using ocean bottom pressure records within the source region: incorporating tsunami, seafloor deformation and long-period seismic wave, International Tsunami Symposium 2025, 8. Advanced Techniques (4).
- 対馬弘晃・山本剛靖, 2025, 1952年と2025年のカムチャツカ地震津波で観測された大洋横断反射波, 日本地震学会2025年度秋季大会, S25-03.
- 筒井優斗・山中悠資, 2025, 津波の波動特性を考慮した12世紀北海道南西沖地震の断層モデル検証, 日本地球惑星科学連合大会, HDS10-P06.
- Uebayashi, H. and H. Sekiguchi, 2025, Decomposed SH-, SV-, and P-wavefields and their visualizations for interpretation of reproduced synthetic waves in the Osaka sedimentary basin, Japan, due to a Mw 5.6 earthquake beneath its edge, Earth, Planets and Space, 77, 165. doi:10.1186/s40623-025-02299-2.
- 上林宏敏・関口春子, 想定南海トラフ巨大地震による大阪堆積盆地におけるレーリー波とラブ波の時空間分布の定量評価, 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州) No.21175 349-350.
- Ueno, S., Murata, Y., Yamazaki, M., Fujioka, K., Yashima, A., Hayashi, K., and Ohno, Y., 2025, Expressway embankment health monitoring by DAS measurement, 29th International Conference On Optical Fiber Sensors, OFS100-71.
- 上野慎也・藤岡一頼・沢田秀和・村田芳信・八嶋厚・山崎充・井上雅王・林宏一, 2025, 分布型音響センシングによる高速道路盛土のひずみ速度波形の評価, 土木学会第80回年次学術講演会.
- 上野慎也・藤岡一頼・沢田秀和・村田芳信・八嶋厚・山崎充・井上雅王・林宏一, 2025, 分散型音響センシングにより確認された低速度帯の要因推定, 土木学会第80回年次学術講演会.
- Wang, Y., Imai, K., Hayashi, Y., Yamada, M., Kusumoto, S., 2025, Tsunami wave characteristics of the 2024 and 2025 Hyuganada earthquakes, Geoscience Letters, 12, 40. doi:10.1186/s40562-025-00416-3.
- 王功輝・古谷元・林宏一・土井一生・松澤真・孔明, 2025, 令和6年能登半島地震時に発生した内灘町の液状化と地すべり現象について, 日本地球惑星科学連合2025年大会, HDS07-P07.
- 山田健太郎・古谷元・林宏一・土井一生・王功輝, 2025, 輪島市町野町における表面波探査・微動アレイ探査および単点三成分常時微動の測定, 物理探査学会第153回学術講演会.
- 山田健太郎・古谷元・土井一生・林宏一・王功輝・山崎新太郎, 2025, 常時微動計測による輪島

市町野町周辺の地盤構造, 日本応用地質学会北陸支部令和6年度研究発表会.

Yamada, T. and Y. Ohta, 2026, Simultaneous estimation of slip distribution and correlation length using Bayesian optimization and the impact of inhomogeneous observation network distribution, *Geophysical Journal International*, 244(3), ggaf525. doi:10.1093/gji/ggaf525.

山田太介・太田雄策, ハイレートGNSSに基づくkinematic slip inversionにおける地震時すべり分布とその相関距離の同時推定, 日本測地学会第114回講演会.

Yamanaka, Y., Y. Matsuba, T. Shimosono, and Y. Tajima, 2025, Tsunami penetration along a river: insights from the tsunami following the 2024 Noto Peninsula Earthquake, Japan, *Coastal Engineering Journal*, 67, 4, doi:10.1080/21664250.2025.2554434.

Yamanaka, Y., Y. Matsuba, T. Shimosono, and Y. Tajima, 2025, Investigation of the tsunami generated by the 2024 Noto Peninsula Earthquake using video analysis and numerical simulation, *International Tsunami Symposium*.

山中悠資・対馬 弘晃, 2025, 17世紀に発生した千島海溝巨大地震の断層モデルの検証, 地震学会秋季大会, S17-06.

Yamanaka, Y., Y. Atobe, Y. Tsutsui, K. Okada, H. Takahashi, Y. Tanioka, 2025, Comparison of the tsunamis following the 2025 and 1952 Kamchatka Earthquakes, Russia: field observations along the Japanese coast, *Earth Planets Space*, 77, 193, doi:10.1186/s40623-025-02329-z.

Yamasaki, S., 2026, High-density fold-cleavage structures as a controlling factor of landslides: A case study in the southern Oboke area of the Shikoku Mountains, Japan, *Geomorphology*, 495, 110137.

Yan, K., Wang, G., Nikitas, N., Bao, N., Doi, I., and Tao, Z., 2025, Time-frequency analysis on seismic response and pre-toppling damage evolution of anti-dip rock slope under earthquake sequences by shaking table tests, *Engineering Geology*, 108220.

安本真也, 2026, 令和6年8月の南海トラフ地震臨時情報に基づく住民の反応, 令和7年度地域防災データ総覧, 一般財団法人消防防災科学センター, 印刷中.

安本真也, 2026, 災害と映像——防災ドラマは社会を救えるのか, 有斐閣, 320p. ISBN 978-4-641-17514-3.

安本真也・荒木優弥・石橋真帆・作間敦・関谷直也・三宅真太郎・横田崇, 2025, 2024年8月8日に発表された南海トラフ地震臨時情報(巨大地震注意)に対する住民の評価と防災行動の分析, *災害情報*, 23(2), 245-256.

安本真也・齋藤さやか・関谷直也, 2026, 令和6年能登半島地震の被災地では地震情報はどのように認知されていたのか——確率論的地震動予測地図を中心に——, 東京大学大学院情報学環紀要 情報学研究・調査研究編, 43, 49-103.

大阪盆地3次元地盤構造モデル作成方法

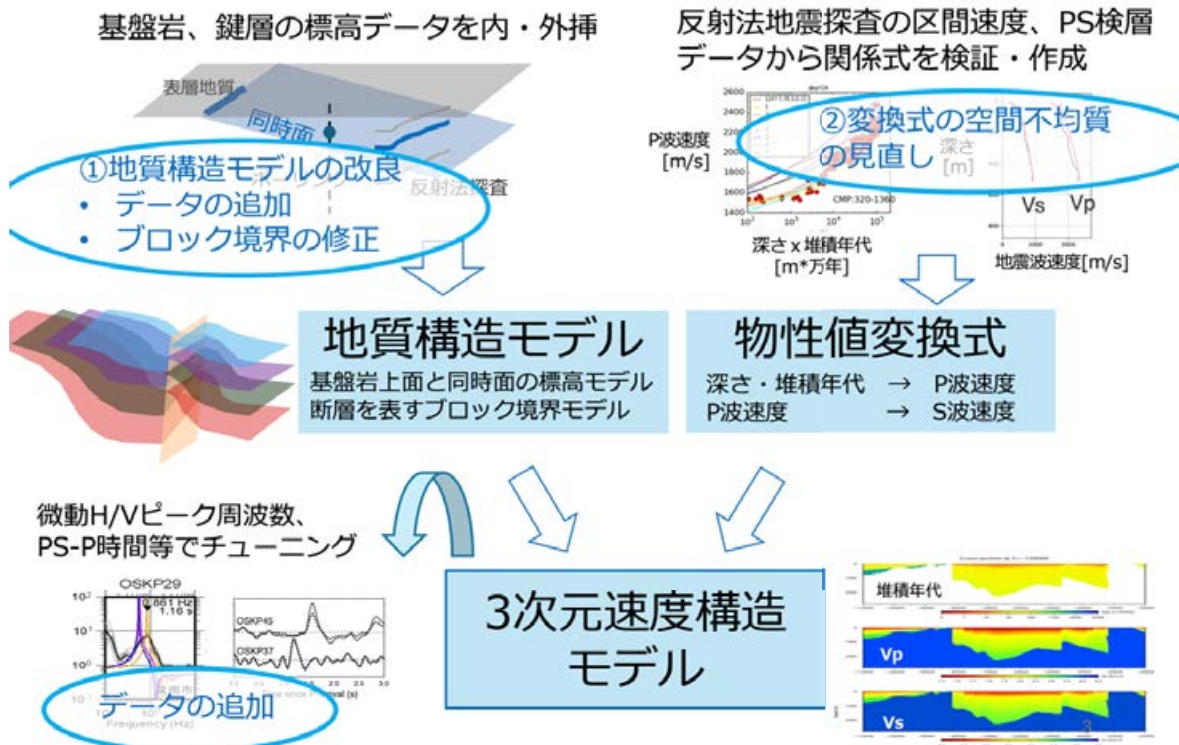


図1．複数の鍵層の標高データから三次元地質構造モデルを構築し、堆積年代と深さに基づく物性値変換式を用いて三次元速度構造モデルを構築するスキーム。（京都大学防災研究所〔課題番号：DPRI04〕）

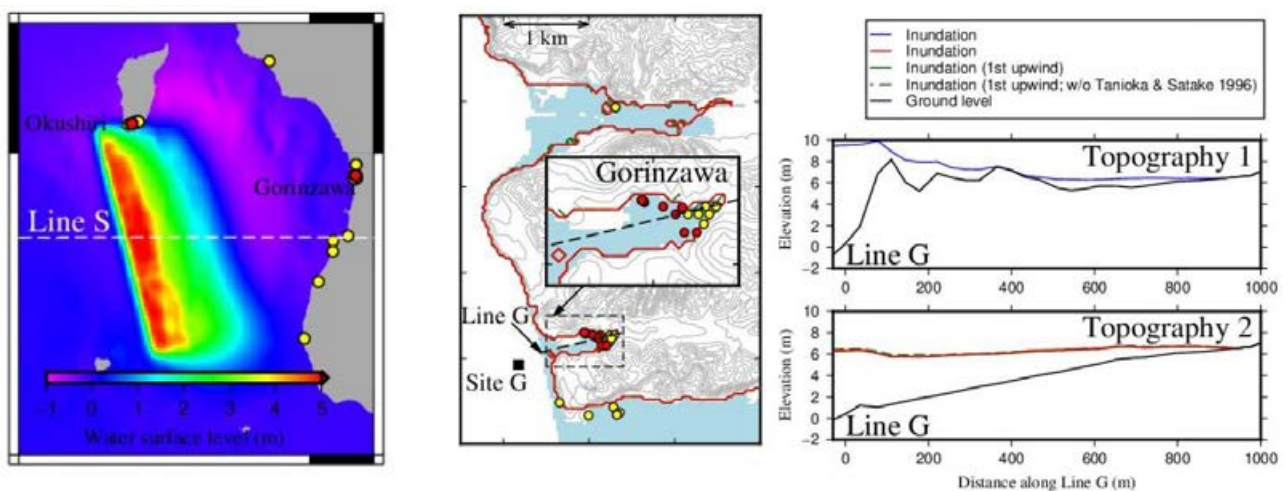


図2．12世紀北海道南西沖地震について、津波堆積物分布を再現するよう構築した断層モデルについての再検討結果。（北海道大学〔課題番号：HKD_05〕）

miniACROSS

従来型



出力： 40 kW >> 500 W

発生力：
20 tF @ 7Hz >> 200 kgf @ 20Hz

重量： ~2 t >> ~100 kg

ターゲット：
~100km ~数 km

新型
miniACROSS



可搬型=柔軟な観測デザイン
AC100V 商用電源で運転可能

図 3. 開発を進めている小型ACROSS震源装置と従来型との比較。(名古屋大学[課題番号:NGY_04])

② 地震活動の可視化

1 地震・火山現象の解明のための研究

(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル
イ. 内陸地震

気象庁暫定震源と防災科学技術研究所Hi-net自動震源を検索して直前までの地震活動を可視化できるシステムを構築し、鳥取県危機管理局に情報提供をおこなっている

→ 令和8年1月6日島根県東部の地震の前後の意見交換にも活用した

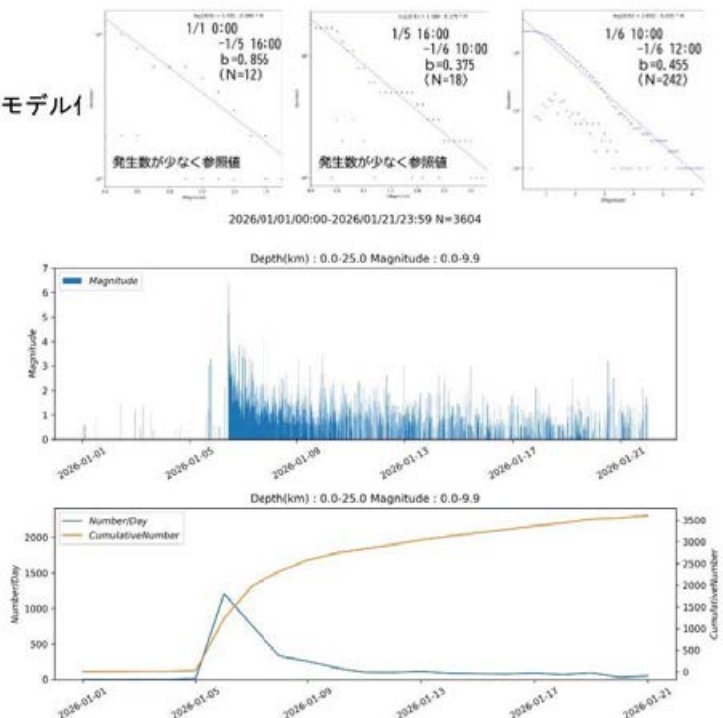
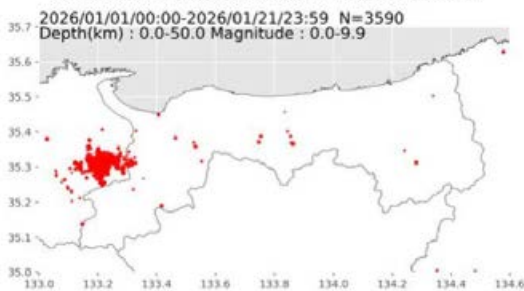


図 4. 令和8年1月6日の島根県東部の地震についての直前までの地震活動可視化結果を自治体との情報共有に活用した事例。(鳥取大学[課題番号:TTR_01])

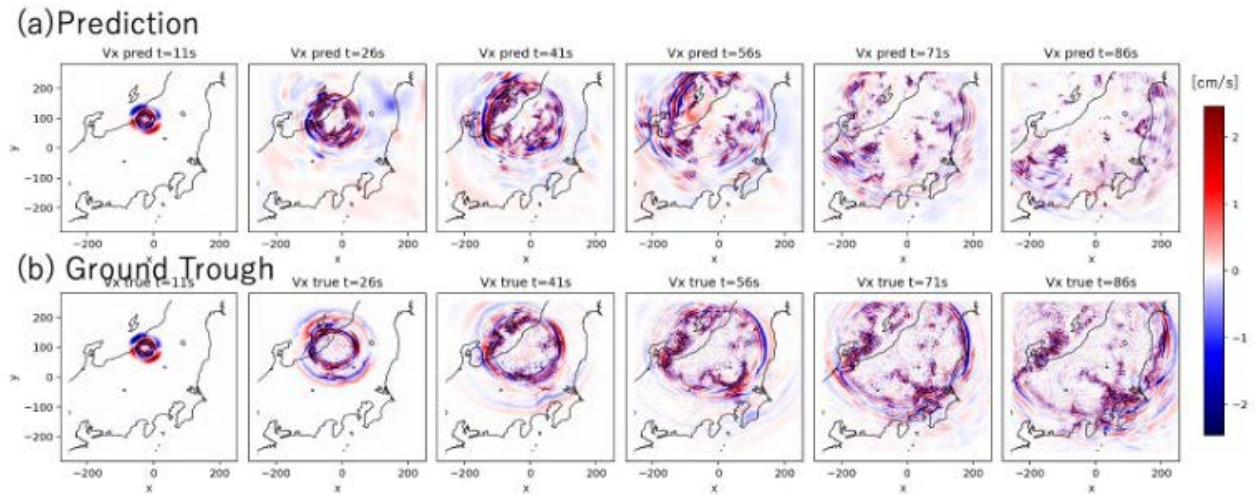


図5．Neural Operatorモデルによる地震波の伝搬予測。(a) 予測結果（地震発生から10, 10.5秒を入力とする, 11s, 26s, …, 86s後）と(b) 正解との比較。（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_15]）

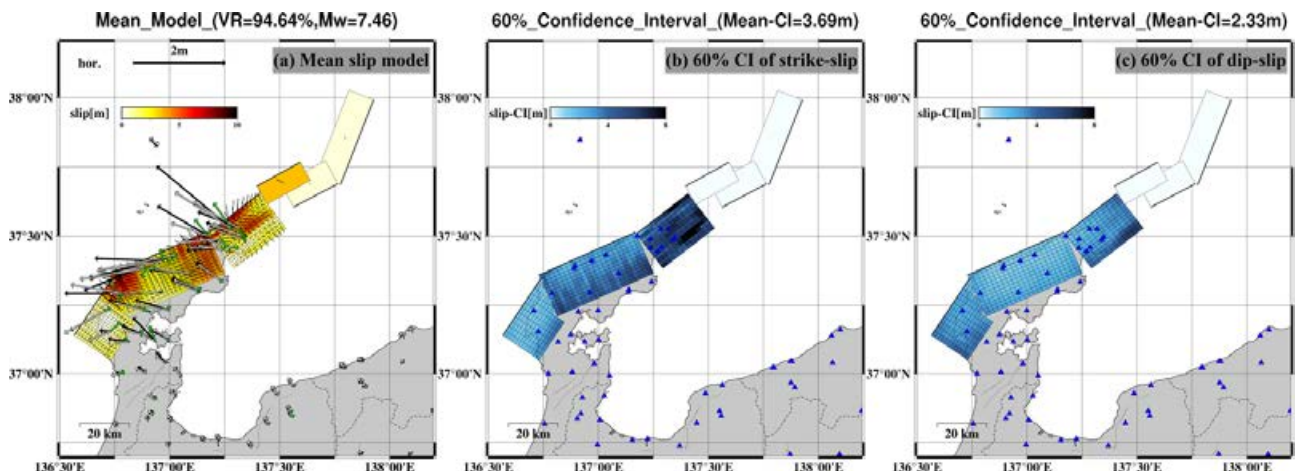


図6．von Kármán型自己相関関数を用いた正則化拘束を適用した2024年能登半島地震の地震時すべり分布とその60%信頼区間結果。（東北大学[課題番号：THK_09]）

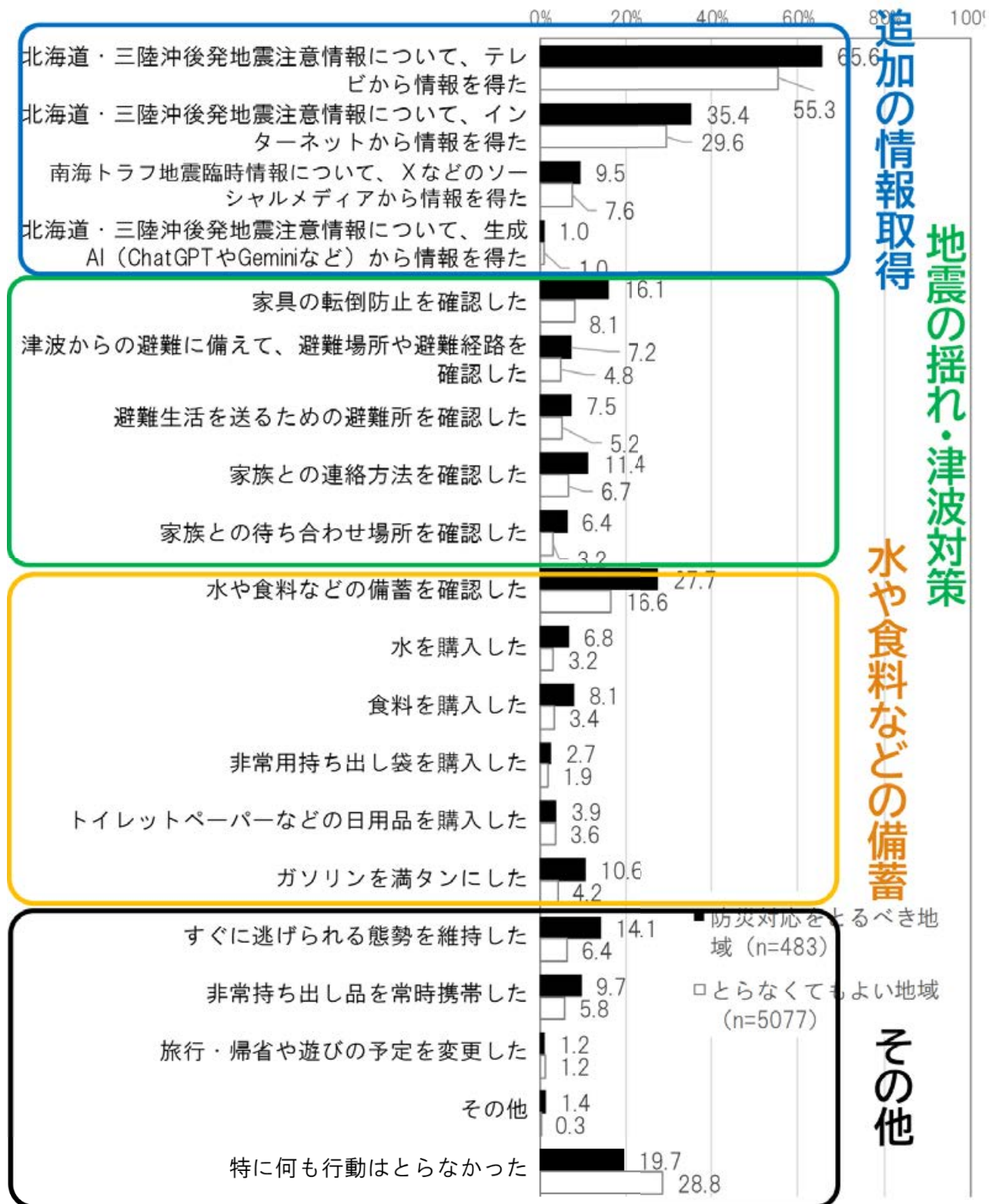


図 7. 後発地震注意情報入手後の行動変容のアンケート調査結果。(東京大学大学院情報学環[課題番号: III_01])

1 (6) 防災リテラシー

「防災リテラシー」計画推進部会長 木村 玲欧

(兵庫県立大学環境人間学部)

副部会長 高橋 誠

(名古屋大学大学院環境学研究科)

地震・火山噴火現象の理解・予測を災害の軽減につなげるためには、地震・火山噴火といった自然現象に起因する災害誘因（外力）だけでなく、地形・地盤などの自然環境や、人間の持つ特性や社会の仕組みといった災害素因（自然素因と社会素因）を理解し、地震・火山噴火による災害の発生機構を総合的に解明することが必要であり、また、それらの研究成果を社会に対して適切に還元することが求められる。そのためには、社会が地震・火山噴火災害による被害の発生を抑止したり軽減したりするために必要とされる知識体系を明らかにすることが必要である。

現時点における研究成果に鑑みると、災害誘因としての自然事象に関する理解や予知・予測、災害誘因と災害素因との結び付きによって災害が発生する要因や機構に関する理解から、被害が発生した場合の対応にかかわる方策を得ることによって、災害の軽減を図ることが目指されている。とりわけ災害素因については、構造物や土地利用にとどまらず、人間の認知や行動、企業やコミュニティなどにおける脆弱性の理解といった災害予防の側面に重点が置かれる。また、過去の地震・津波・火山災害事例の被害・応急・復旧・復興といった災害過程、あるいは、将来の地震・火山噴火災害への備えに焦点を当てた研究が行われている。一方、社会における防災リテラシーの実態やニーズに関する調査に基づいてその向上のために必要とされる知識要素を探り、研修プログラムや教材の開発につなげるような実践的な試みも行われている。その際、大学の研究施設のみならず、行政機関や地域社会、広く市民社会との連携も試みられている。

防災リテラシー部会は、基本部分を前々計画における地震・火山災害部会から引き継ぎながら、前計画によって新たに設置された。防災・減災に対する社会の要請を意識し、理学・工学・人文社会科学の研究者が連携することによって、過去に発生した地震・火山災害の事例に対して、地震・火山噴火によって引き起こされる地震動や津波、降灰などの災害誘因が避難・防災行動、社会的脆弱性や暴露人口等の社会素因へ与える作用に焦点を当てながら、災害が発生した仕組みや要因を解明する。さらに、社会が被害の発生を抑止、あるいは軽減する対策を考えるために必要な知識要素・知識体系を探索的に検討する。それに基づいて、防災リテラシー向上に資する実践的な教育・研修プログラムを開発し、フィールドでの実践を基に検証する。これらの研究においては、地域の行政機関やステークホルダーなどとも協働しながら、社会の共通理解の醸成と防災リテラシーの向上を図るものである。

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

(1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明

被害誘因としての災害リスク情報の精緻化による土地利用へ及ぼす影響や、防災リテラシーへの影響を国内外の事例調査や参与観察によって明らかにした。平成26年広島

市豪雨災害の被災地を対象に、安全確保策が土地利用と避難意識に及ぼす影響を調査した。広島市安佐南区八木地区では、砂防堰堤の整備により土砂災害危険区域の指定が解除されたことで、不動産開発業者による住宅建設や再居住が加速している。しかし、こうしたハード対策が土地本来の脆弱性を隠蔽し、想定以上の豪雨発生時にかえって被害を拡大させる懸念が示唆された。また、住民の避難行動は公的な防災気象情報よりも、雨や雷の状況といった「自身の感覚」に強く依存している実態が判明した。災害対策が住民の危機感を低下させ、防災リテラシーの向上を阻害しうる可能性が浮き彫りとなった（図1）（兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科[課題番号：HYG_01]）。

東海地域において南海トラフ地震などの巨大地震に関して、地域レベルでも事前復興対策が進められている。三重県度会郡大紀町錦地区で行政や住民を対象に地域の歴史的沿革や地域防災の現状に関する漁村型防災のフィールド調査を実施し、学際的な観点から以下の知見を得た。第一に、地震学的検証により、地区内30カ所の避難所は、揺れが収まった直後の避難開始を前提とすれば、最大規模の津波浸水想定に対しても有効であることを明らかにした。第二に、歴史的分析の結果、かつて漁業組織と生活組織が一体化し有していた地域の自律的防災機能が、高度成長期以降の開発や漁業衰退を経て、生業・生活から分離したハザード対策特化型へ変容したことを指摘した。これにより、避難対策の先進性と地域社会の中長期的な持続可能性の脆弱性が共存する実態が浮き彫りとなった。第三に、高齢者の事前高台移転計画の検証を通じ、行政による津波対策の合理性と、住民の居住地選択における合理性の間には、多様な齟齬があることを明らかにした（図2）（名古屋大学[課題番号：NGY_05]）。

災害に対する人々の意思決定のモデルを検討するために、一般市民の防災意識や行動の変遷を捉える全国縦断的調査と、特定の災害イベントを対象としたエリアサンプリング調査の二軸で観測研究を実施した。全国調査では、47都道府県の約4,700名を対象に、前年度に構築した共通フレームを用いて防災リテラシーの経時的変化を計測した。主な結果として、33項目の防災行動のうち「懐中電灯の準備」や「非常食の備蓄」などは3割以上の実施率であったが、実行度には顕著な地域差が見られた。また、「青森県東方沖を震源とする地震」の影響で被災地域の実行度が増加した一方、前年度との比較では実行数が減少した地域も確認された（図3）。これにより、地震などの災害イベントによる行動変容は必ずしも持続せず、一時的な増減と平常化を繰り返す社会レベルの変動現象が浮き彫りとなった。また、エリアサンプリング調査では、2025年7月のカムチャツカ半島地震に伴う津波避難行動を分析した。調査の結果、津波注意報発表時に46%、警報発表時でも41%の住民が「何もしなかった」ことが判明した。避難の理由として「今回は大丈夫だと思った」という主観的判断や、避難の有無にかかわらず「そこにいる方が安全だと思った」とする回答が多く、現状維持バイアスの強い影響が示唆された。以上の研究を通じて、社会および個別の両レベルから、防災行動の向上が進まない人間社会の諸要因を実証的に解明するための基礎データを得ることに成功した（図4）（関東学院大学[課題番号：KGU_01]）。

地震・津波ハザード評価については、過去の経験や知見が十分でない低頻度の大規模災害に対して不確実さを適切に考慮できるハザード・リスク評価手法高度化のため、南海トラフ地震の長期評価改訂および、海域活断層の長期評価の改訂・修正を反映した確率論的地震動予測地図の作成を行った。地震分野では、南海トラフ地震や海域活断層の

長期評価改訂を反映した確率論的地震動予測地図を作成した。また、東海地域の主要活断層を対象としたシナリオ地震地図を作成したほか、J-SHIS を通じて工学的基盤上の最大加速度等の全国地図を公開した。強震動データフラットファイルの公開や、強震動情報共通基盤の構築にも着手している。津波分野では、相模トラフ沿いや日本海の海域活断層を対象に、波源モデル構築や計算を行い、確率論的津波ハザード評価を実施・検討した（防災科学技術研究所[課題番号：NIED04]）。

（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

不確かさを含む災害誘因に関する情報が住民等に与える影響について、2024 年能登半島地震における富山県の対応検証を踏まえ、自主避難所の発生を予測する推定モデルの構築と、技術導入による業務改善手法について検討を行った。まず、東日本大震災時の岩手・宮城県における 2,274 箇所の避難所データを分析し、市町村の人口から開設される避難所数を推定する一次回帰式を定義した。このモデルを能登半島地震時の富山県に適用したところ、震度が小さい地域では避難ニーズが少ない傾向が示されたが、一部で想定を上回る開設も確認された（図 5）。また、災害対応現場への円滑な技術導入を目指し、Field Facilitation Technology (FFT) モデルを体系化した。具体的な事例分析を通じ、技術の標準化や事前の環境整備、経済的課題の解決が、新しい技術を現場に実装するための共通の鍵であることを明らかにした（富山大学[課題番号：TYM_02]）。

非合理的な認知・意思決定過程の概念モデル化のために、防災行動変容を促す情報の提示手法と、適切な意思決定に関わる心理・脳基盤の解明に取り組んだ。まず、津波防災教育動画を用いた fMRI（機能的磁気共鳴画像法）実験により、「災害メカニズムの説明」と「避難行動の指示」の組み合わせ効果を検証した。その結果、避難指示単独の提示では避難意図の有意な上昇と後帯状皮質（PCC）の賦活が確認されたが、メカニズム説明を併用した群ではこれらの効果が抑制された。PCC の脳活動は避難意図の増加と正の相関を示しており、情報の同時提示が自己関連性（自分事化）の処理を妨げ、かえって教育効果を低下させる可能性が示唆された。並行して進めた災害事例分析では、適切な避難に寄与する「能動的健康」や「リーダーシップ」といった心理特性が、自己参照や空間処理を司る脳内ネットワークと密接に関連していることを明らかにした。これらの知見は、伝える情報の絞り込みが防災行動を促すために重要であることを示唆している（図 6）（東北大学災害科学国際研究所[課題番号：IRID04]）。

防災リテラシー向上のための知識要素を体系化し、教育・研修プログラムの設計に資する基礎データを得るために、まず、東日本大震災の被災者を対象に、発生から 13 年時点での大規模調査を「生活復興カレンダー」手法を用いて行った。これにより、震災後数日での状況把握から、2 カ月での通学・就労再開、6 カ月での住居安定、7 年を要する地域経済の回復といった詳細な生活再建のタイムラインを可視化した。また、阪神・淡路大震災との比較により、災害の種類や規模を問わず生活復興過程に共通して存在する「5 段階のプロセス」を特定した（図 7）。次に、宮城・岡山・新潟の教職員を対象にリスク認知と自己効力感の構造分析を実施した。分析の結果、教員は「災害の発生頻度と被害規模を連動させて評価する」傾向が強く、具体的な被害イメージを想起できる事象ほど対策への自己効力感が高まるという相関が判明した。一方で、火山噴火のような低頻度災害への評価が地域を問わず著しく低いという認知の限界も明らかとなっ

た。これらの成果は、教育プログラムの最適化に向けた基礎知見となるものである（兵庫県立大学環境人間学部[課題番号：HYKN01]）。

具体的な防災リテラシー向上のために、「減災に資する土地勘を養う防災教育」の構築を主眼に、地域理解、災害想像力の育成、地域連携の3点を柱として実践・評価を進めた。土地の履歴に基づく地域理解としては、岡山市操南地区でのフィールドワークで、干拓地形成や水路網の歴史を学習資源として活用した。参加者のリスク認識は、単なる地形条件の把握から「昔は海であった」といった土地の履歴に基づく内容へと質的に転換し、迅速な状況判断を支える「履歴を含む土地勘」が養われた。また災害史の自分事化とICT活用としては、長野県や鹿児島県にて地域の災害史（善光寺地震や桜島噴火）を組み込んだ学習を行い、災害を生活圏の自分事として再認識させた。また Web-GIS 等を活用し、調査成果の可視化と共有を図る環境も整備した。地域への波及効果としては、公民館と連携したワークショップを通じ、生徒の学習が保護者や住民間の対話を促進し、地域の災害履歴や避難判断資源を共有する場を構築した。土地の履歴を含む地域理解を深めることが、災害時の有効な判断資源となり得ることを、実践と簡易的效果検証を通して示した成果といえる（信州大学[課題番号：SSU_01]）。

また、富士北麓地域の市町村の小中学校で富士山噴火警戒レベル3を想定した引渡し訓練を実施し、小中学校をハブとした火山防災の周知を展開した。さらに訓練後のアンケート調査の機会を利用し、避難対象エリアを避難のタイミングに関するアンケートを実施し、保護者の多くで「噴火警戒レベル3＝避難の認識を持っている」ことなどを把握した。このため、引き続き富士山噴火警戒レベルの理解とそれぞれのレベルにおける対応に関する周知が必要であることが分かった。また、中学校での富士山版クロスロードの展開においても今年度は火山灰に関するクロスロードの設問を作り、検証を行った（山梨県富士山科学研究所[課題番号：MFRI01]）。

また地震・津波・火山防災情報の改善に係る知見・成果の共有のため、関係機関と連携し、気象庁の発表する防災情報の改善を図った。特に今年度の新たに実施したものとして、北海道・三陸沖後発地震注意情報のXML配信開始、N-net（南海トラフ海底地震津波観測網）データの活用による緊急地震速報や津波警報の迅速化・精度向上、長周期地震動に関する観測点の追加である。津波情報の欠測表示や報道資料の改善、長時間の津波に関する解説の充実も図られた。さらに、大規模噴火時の広域降灰対策に資する新たな予測情報のあり方を報告書として取りまとめた（気象庁[課題番号：JMA_11]）。

防災・減災に関する知識の普及啓発について、関係機関と連携し、地震・津波・火山に関する知識や防災行動の普及啓発を継続的に実施した。今年度は、地震・津波・火山の体系的学習サイト「地震・津波・火山を知る」の公開や、緊急地震速報の対応訓練用動画、eラーニング教材の製作を新たに行った。継続的な活動として、災害の節目に合わせた啓発や巨大地震対策の講演会、自治体・教育・報道機関等との連携による訓練や助言を実施した。特に南海トラフ地震臨時情報や後発地震注意情報、火山防災の日などの普及啓発に注力した。SNSやHPでの解説充実、動画を通じたわかりやすい情報発信を継続し、関係機関と連携した多角的な防災リテラシー向上を図った（気象庁[課題番号：JMA_12]）。

これまでの課題と今後の展望

昨年度から開始された観測研究計画においては、前計画から引き続き、地震・火山噴火現象の理解・予測を災害の軽減につなげるための災害科学の確立を目標として、防災・減災に対する社会の要請を意識しながら、全国の大学・研究機関における理学・工学・人文社会科学の研究者が連携することによって、地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の研究と、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を実施してきた。特に防災リテラシー部会では、地震・火山噴火に対する防災リテラシー向上を目的として、上記研究を実施した。

具体的に、地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の研究においては、災害リスク情報の精緻化が土地利用や人々の意思決定に及ぼす影響の実態を明らかにした。具体的には、広島市の豪雨被災地においてハード対策が安全性の向上を印象づけ、住宅開発を加速させている実態を指摘した。しかし、これが土地本来の脆弱性を隠蔽し、住民の危機感を低下させて防災リテラシーを阻害する可能性が示唆された。地域社会の構造的変化に関しては、三重県大紀町の漁村調査により、避難所の有効性が確認された一方で、自律的防災機能が生活から分離したハザード対策特化型へと変容し、持続可能性に課題を抱えていることが判明した。行政の合理性と住民の価値判断の間に生じている齟齬も大きな課題である。また、全国調査や事例分析により、個人の行動変容は必ずしも持続せず平常化を繰り返す社会現象であることや、強い現状維持バイアスが避難を妨げている実態を実証した。これらと並行し、不確実さを考慮した最新の地震動予測地図や津波ハザード評価の高度化が進められている。

地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の研究においては、災害情報の提供や技術導入が社会に及ぼす影響について実証研究を行った。避難所数の推定モデルの構築や、現場への技術実装（FFTモデル）のための課題を体系化した。脳科学の観点からは、避難指示とメカニズム解説の併用が「自分事化」を司る脳活動を抑制し、逆効果になり得ることを明らかにした。また、生活復興のタイムラインから共通のプロセスを特定し、教職員のリスク認知特性を分析したほか、土地の履歴に基づく「土地勘」を養う教育を実践し、リスク認識を質的に転換させた。学校をハブとした火山防災訓練では、保護者の警戒レベルへの理解度を把握した。気象庁等との連携では、観測データの活用による情報の迅速化・精度向上を図るとともに、学習サイトやeラーニングを通じて、多角的な防災リテラシーの向上を推進している。

今後は、本年度までの検討をさらに深化させながら、防災リテラシーの理論的な体系化を目指していく。例えば、地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明については、南海トラフ地震に関する臨時情報発令時の住民意識調査を実施し、避難に際しての移動の可否や避難地選択の傾向を分析することで、予測精緻化に伴う住民行動の選択肢を整理する。また、能登半島地震の防災・復興課題に関する学際的研究として、被災地全域のリスク分布や復興の地域差を把握するためのフィールド調査を行う。縦断的な「47都道府県の人々の防災力評価の社会調査」は3年目を実施し、2026年内の災害イベントの影響を組み込みながら、行動の変動が収束する過程の要因を検討する。さらに、低頻度の大規模災害に対しても不確実さを考慮できるリスク評価手法の高度化を進め、2026年起点の最新の確率論的地震動予測地図を検討する。

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については、避難状況全体の時系列変化を推定するためのモデル構築を目指す。被災者の行動をシミュレーシ

ョンすることで被災社会の様相の可視化を検討する。認知過程の研究では、これまでの知見に基づき「能動的健康」基盤心理プロセスの誘発過程解明や、地理的空間認識と防災リテラシーの関係について行動・脳計測実験をデザインする。防災教育プログラムについては、抽出された知識要素をもとに体系や枠組みを仮説化し、先行的な教育・研修プログラムを開発する。特に火山噴火や津波等の時間制約型災害を想定したシナリオ課題を導入し、状況解釈力と判断の質を分析する。富士北麓での学校防災支援や、過去の災害の節目をきっかけとした普及啓発についても、関係機関と連携して継続的に取り組んでいくことを検討する。

成果リスト

- CHEN, Y., TAKAHASHI, K., TANABE-ISHIBASHI, A., MIURA, N. and SUGIURA, M. (2026) Neural Evaluation of Educational Videos: Potential Disadvantage of Combining Hazard-Mechanism Explanation and Evacuation Instruction Messages. *Journal of Disaster Research*, Vol.21, No.1, pp.33-45, doi: 10.20965/jdr.2026.p0033, 査読有, 謝辞有
- KIMURA, R., SATO, S., TAMURA, K. and INOUCHI, M. (2026) Empirical Analysis of the Long-Term Life Recovery Process from the 2011 Great East Japan Earthquake Using the Life Recovery Calendar Method, *Journal of Disaster Research*, Vol.21, No.1, pp.59-70, doi: 10.20965/jdr.2026.p0059, 査読有, 謝辞有
- 木村玲欧・田村圭子(編著)(2026) 災害を乗り越える防災基礎力入門, 放送大学教育振興会, NHK出版, 322pp., 査読無, 謝辞無
- 気象庁(2025) 広域に降り積もる火山灰対策に資する火山灰予測情報のあり方(報告書), 査読無, 謝辞無
- 気象庁(2025) 令和6年能登半島地震に関するアンケート調査結果の公表 ～地震の揺れ, 緊急地震速報及び津波警報等の利活用～, 査読無, 謝辞無
- KOMATSUBARA, Y. and INOUCHI, M. (2026) A Study on Lessons Learned from Human Resources in Housing Damage Assessment Operations: A Case Study of Himi City, Toyama Prefecture in the Noto Peninsula Earthquake of 2024, *Journal of Disaster Research*, Vol.21, No.1, pp.46-58, doi: 10.20965/jdr.2026.p0046, 査読有, 謝辞有
- 久保智弘(2026) 特別研究「効果的な火山防災マップのあり方に関する研究」, 山梨県富士山科学研究所研究報告書, 査読無, 謝辞無
- MUROI, K., TAKAHASHI, M. and TADOKORO, K. (2026) Depopulated Fishing Village under the Prediction of Nankai Trough Earthquake: Social Vulnerability and High Ground Relocation Planning in Taiki-cho, Mie Prefecture, *Journal of Disaster Research*, Vol.21, No.1, pp.101-113, doi: 10.20965/jdr.2026.p0101, 査読有, 謝辞有
- HAMATSU, T. and TAKEUCHI, Y. (2026) Current Situation and Problems of Pass on Related to the Kumamoto Earthquake in 2016: The Case of Elementary and Junior High School Teachers in Mashiki Town, *Journal of Disaster Research*, Vol.21, No.1, pp.71-86, doi: 10.20965/jdr.2026.p0071, 査読有, 謝辞有
- 室井研二・高橋誠・田所敬一(2026) 防災の歴史的変容と脆弱性—三重県漁村地域の南海トラフ地震対策を事例に一, 『名古屋大学社会学論集46』., 査読無, 謝辞無
- 室井研二(2025) 東日本大震災後に防災は強化されたのか, 『月刊 地球/ Vol.47, No.5』, 270-

279. , 査読無, 謝辞無

- NAGATA, T., KIMURA, R. and OHTOMO, S. (2026) Survey and Analysis of Teachers' Disaster Risk Reduction Literacy -Basic Knowledge to Improve Disaster Risk Reduction Education Programs-, Journal of Disaster Research, Vol.21, No.1, pp.114-127, doi: 10.20965/jdr.2026.p0114, 査読有, 謝辞有
- ODA, T. and ICHINOSE, T. (2025) Enhancing Disaster Risk Reduction Competencies among School Educators: An Academic Hub and Certification Initiative for Prospective Teachers, Journal of Hazard Literacy, 1(2):e21, doi: 10.63737/jhl.25.0021, 査読有, 謝辞無
- ODA, T., SAKURAI, A., SATO, T., LEE, C-H and DING, C-F, (2025) Enhancing Disaster Risk Reduction at School through the Integration of Geographic Information System: Insight from Taiwan' s School Safety GIS Platform, Journal of Disaster Research, Vol.20, No.5, pp.746-756, doi: 10.20965/jdr.2025.p0746, 査読有, 謝辞無
- OHTOMO, S., KIMURA, R., NAKAZAWA, K. and NAGATA, T. (2026) Effects of disaster literacy factors on people' s reaction to the earthquake early warning, Journal of Disaster Research, Vol.21, No.1, pp.24-32, doi: 10.20965/jdr.2026.p0024, 査読有, 謝辞有
- 大友章司・木村玲欧・中澤幸介 (2025) リスク・リテラシーおよび地震への認識や心理属性が防災行動に及ぼす影響, 月刊地球, Vol.47, No.6 (2025年6月号), pp.289-298, 査読無, 謝辞有
- 榊原保志・小林 隆・廣内大助 (2026) 野外調査活動が避難所と避難経路を決める学習に与える影響ー白馬村の小学校における事例ー, 地理学評論, 99-1, pp.46-54, 査読有, 謝辞無
- 榊原保志・KOY, V.・SOK, K.・TOLA, V.・小泉治彦 (2026) カンボジアの小学校におけるペーパークラフト惑星モデル製作実習の教育効果, 地学教育, 78-3, pp.53-62, 査読有, 謝辞無
- 榊原保志 (2025) カンボジアにおける簡易天秤とペットボトルキャップ分銅を用いた教材とものの重さを量る授業プログラムの評価, 理科教育学研究, 66-2, pp.339-347, doi: 10.11639/sjst.25021, 査読有, 謝辞無
- 佐藤翔輔・田村圭子・木村玲欧・小田原未依・元谷豊・竹本加良子 (2025) 東日本大震災10年の生活再建過程ふりかえる被災者から聞き取り: 復興庁・被災者インタビュー調査の概要とウェブサイトでの公開, 地域安全学会東日本大震災特別論文集, No.14, pp.31-34, 査読無, 謝辞無
- SAWADA, M., KOBAYASHI, T., MINAMIDE, H., OKADA, Y., YAMAGUCHI, A., HAKOZAKI, Y., ISHII, S., AKIYAMA, Y., ICHIDA, H., TAKEMOTO, Y. and YANIGUCHI, H. (2026) Relationship Between Disaster Prevention Weather Information and Residents' Awareness: A Case Study of the 2014 Hiroshima Heavy Rain Disaster, Journal of Disaster Research Vol.21 No.1, pp.15-23, doi: 10.20965/jdr.2026.p0015, 査読有, 謝辞有
- SHIROKANE, M., YAMADA, A., MISAWA, R. and MATTA, N. (2026) Developing and Implementing a Disaster Prevention Game to Enhance Local Understanding, Journal of Disaster Research, Vol.21, No.1, pp.128-135, doi: 10.20965/jdr.2026.p0128, 査読有, 謝辞有
- TAKAHASHI, M., INOGUCHI, M. and KIMURA, R. (2025) Studies on Disaster Prevention Literacy: A Review, Journal of Disaster Research, Vol.20, No.2, pp.150-159, doi: 10.20965/jdr.2025.p0150, 査読有, 謝辞有

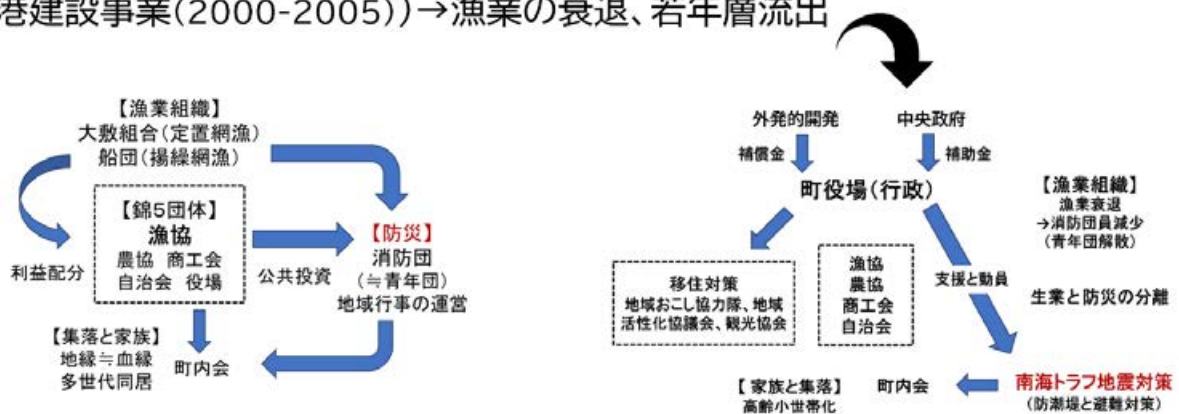
- 高橋 誠・木村玲欧（2025）総論：特集「防災リテラシー」，月刊地球，Vol. 47，No. 5（2025年5月号），pp. 237-243，査読無，謝辞有
- UCHIYAMA, K., HIROUCHI, D., NASU, S., SAKAKIBARA, Y. and KURASAWA, I. (2026) Creation of Space for Disaster Lore Transmission based on Disaster Digital Archive -The Case of 2014 Kamishiro Fault Earthquake Disaster Archive, Journal of Disaster Research, Vol. 21, No. 1, pp. 87-100, doi: 10.20965/jdr.2026.p0087, 査読有，謝辞有
- 内山琴絵・廣内大助・杉浦 功・田中 格・熊谷力也・神田孝文・榊原保志（2025）トイレを中心とした避難所環境改善と地域防災活動への展開 ―信州大学教育学部附属松本小学校を事例に―，信州大学教育学部研究論集，19，pp. 14-33，doi: 10.50928/0002002713，査読有，謝辞無

	Preparation Phase								Anxiety Phase					Action Phase					
	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00	0:00	0:30	1:00	1:30	2:00	2:30	3:00	3:30	4:00	4:30	5:00	5:30	6:00
A				Worried about the rain. It's falling like I've never seen before. But Mom's words reassure me. -> Went to bed.						Woken by thunder	Concerned about how the rain was falling. No sign of the rain letting up.	Saw water overflowing	Didn't know what was happening. Smelled bad.		Took refuge on the 2nd floor of my parents' house. Desperate to rescue my family.		About 2 m of debris outside. The house was flooded inside.		
B						Rain fell and stopped. Felt no fear.	The thunder didn't stop. Heavy rain. Scary. Weird. I felt safe at home. I didn't think a disaster would happen. I didn't consider evacuating.								A strange noise. Thought the rain had eased. Noticed the flooding.		The extent of the damage around us became clear once it got light.		
C	Went home.	Usual rain. No big deal			Went to bed.		Woke up to the sound of rain and flashes of lightning. The rain sounded loud. It wasn't ordinary rain.	Trash spilled onto the road. It happened often.		The house is safe. They probably haven't evacuated.	A compact car was swept away.						Couldn't go outside because of the mud. It was terrible.		
D				Power outage	The rain leak was worse than usual. The sound of rain and thunder was so loud. I couldn't sleep.				The door to the underfloor storage was floating. Surprise. Fear.	At 2:00, I heard an unusual sound. The road was like a river.	I tried to evacuate but turned back.								
E						The sky is clear over Kure City where I work. Huge rain clouds and lightning are over the Hiroshima area.	Returned home. The irrigation ditch hadn't overflowed yet.	Packed my travel bags and went to bed.							Woke up. Smelled awful.	Can't get through to the fire department. No houses around.		The rain eased up a little. Called out to the neighbor's main house, but there was no response.	
E (father)		Heavy rain, Anxious								The dog started barking.	The dog kept barking.		Cars were swept away. We evacuated vertically to the second floor. A sense of urgency. I took the dog downstairs. The tornado advisory made me feel increasingly uneasy.						
E (sister)		Anxious by what the father said						Stored water.								The peak of anxiety.			
Disaster prevention information				21:26 Heavy rain (landslide, flood)	22:28 Prefectural weather information	23:33 Heavy rain (landslide)		1:15 Landslide warning 1:21 Heavy rain (landslide, flood)	1:49 Prefectural weather information				3:26 Tornado alert information	3:49 Record-breaking rain		4:30 Evacuation advisory to a part of Asaminami Ward			
Red text indicates subjective feelings/emotions recorded by residents. Yellow highlights indicate the specific timing when residents felt anxiety.																			

Red text indicates subjective feelings/emotions recorded by residents. Yellow highlights indicate the specific timing when residents felt anxiety.

図 1. 被災者へのヒアリング結果から整理する危機感の時系列変化（兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科[課題番号：HYG_01]）

高度成長期以降の外発的開発(芦浜原発立地計画(1963-2000)、中部国際空港建設事業(2000-2005))→漁業の衰退、若年層流出



組織・集団構造の変動→防災と生業・生活の分離

図 2. 脆弱性の歴史的形成（名古屋大学[課題番号：NGY_05]）

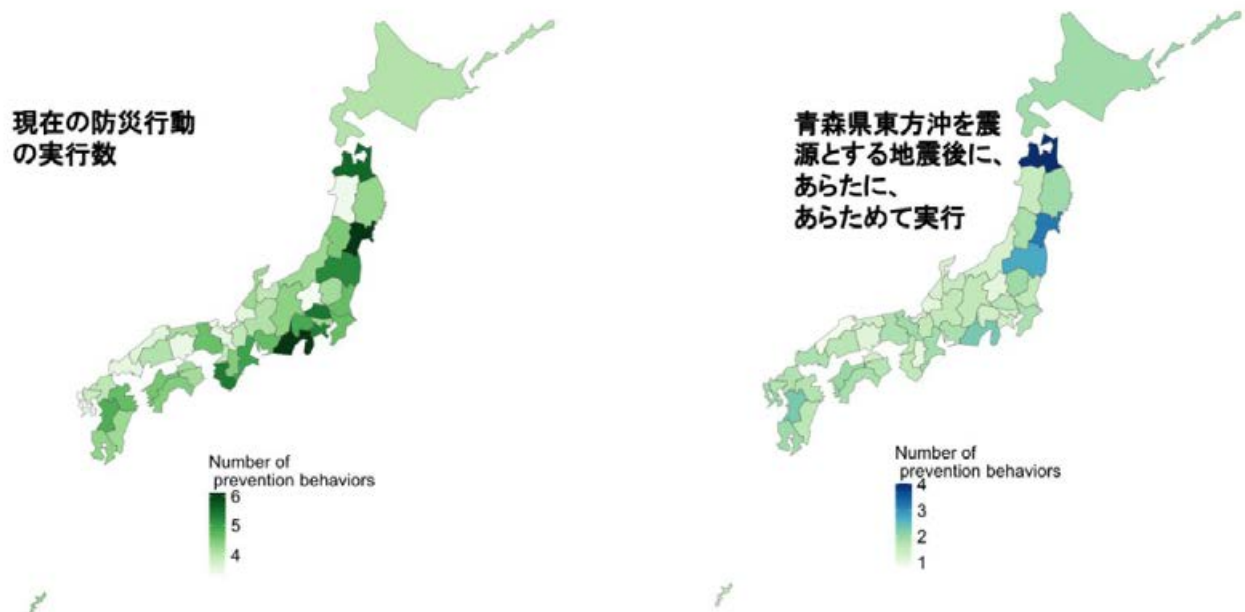


図 3．47都道府県の人々の防災力評価の社会調査の防災行動の実行数の都道府県の比較（関東学院大学[課題番号：KGU_01]）

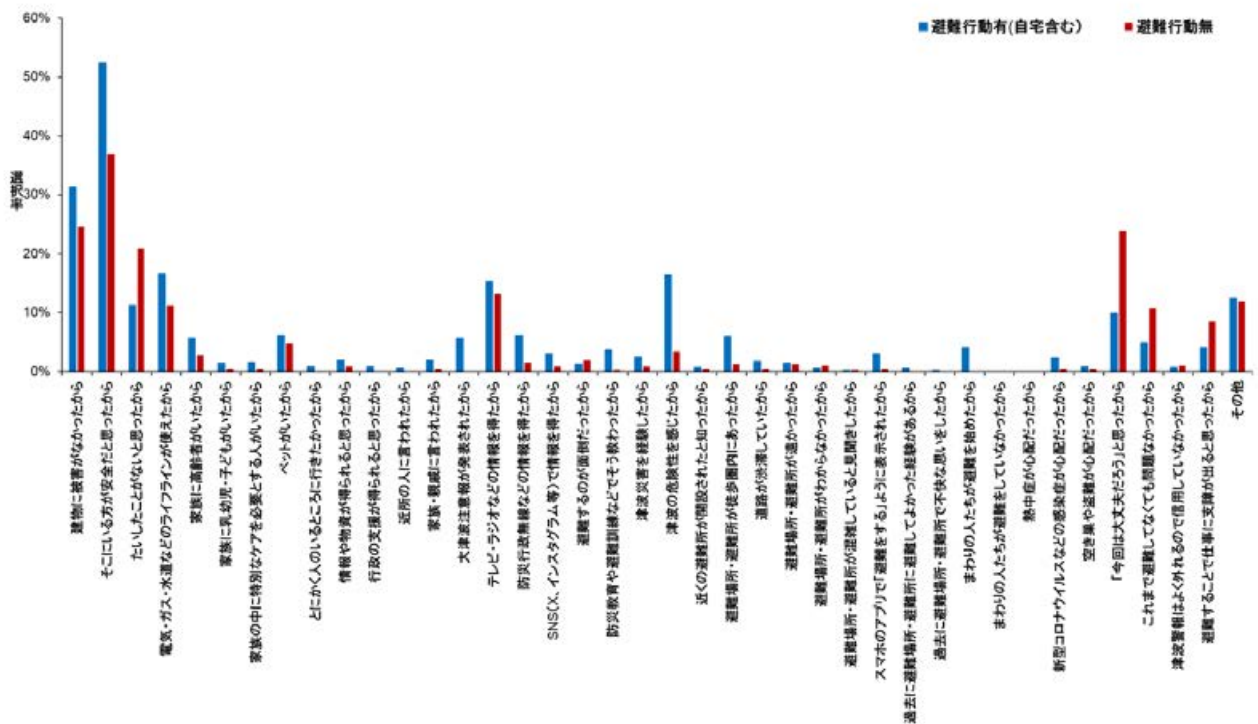


図 4．カムチャツカ半島地震の津波避難の調査における津波警報時の避難行動の有無と選択理由（関東学院大学[課題番号：KGU_01]）

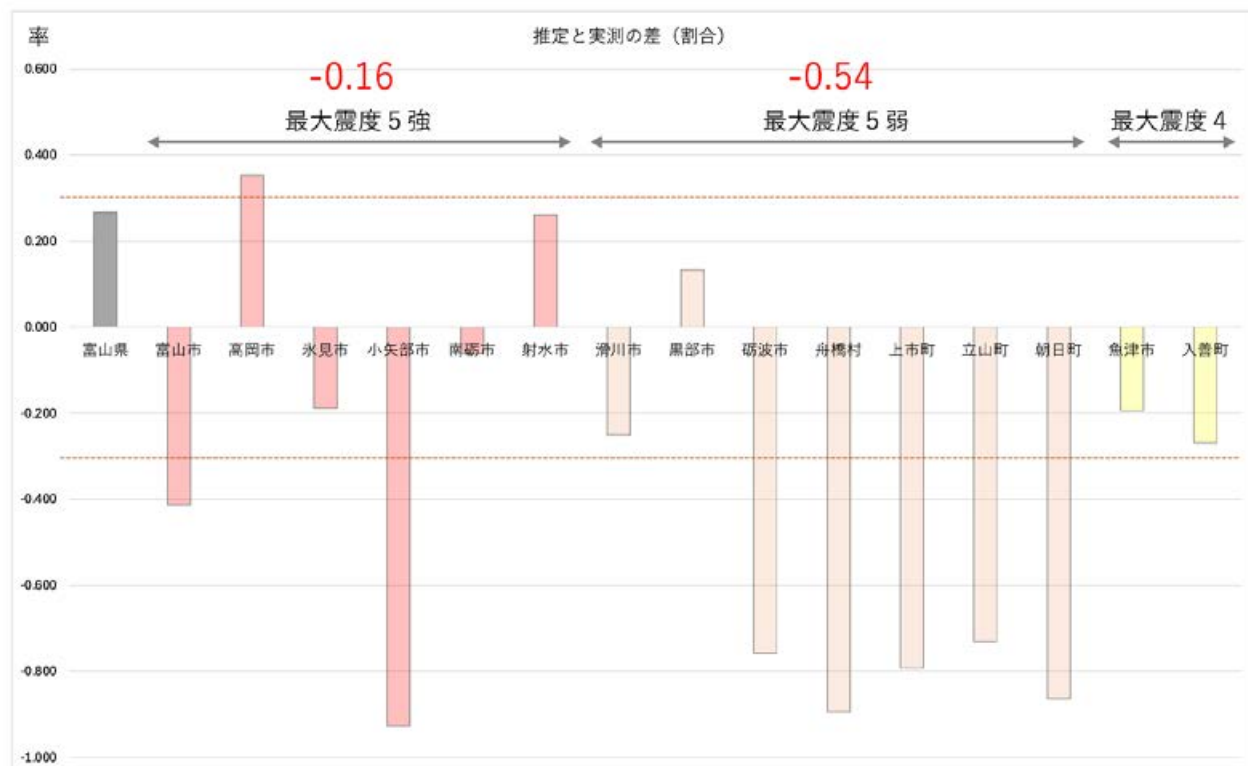
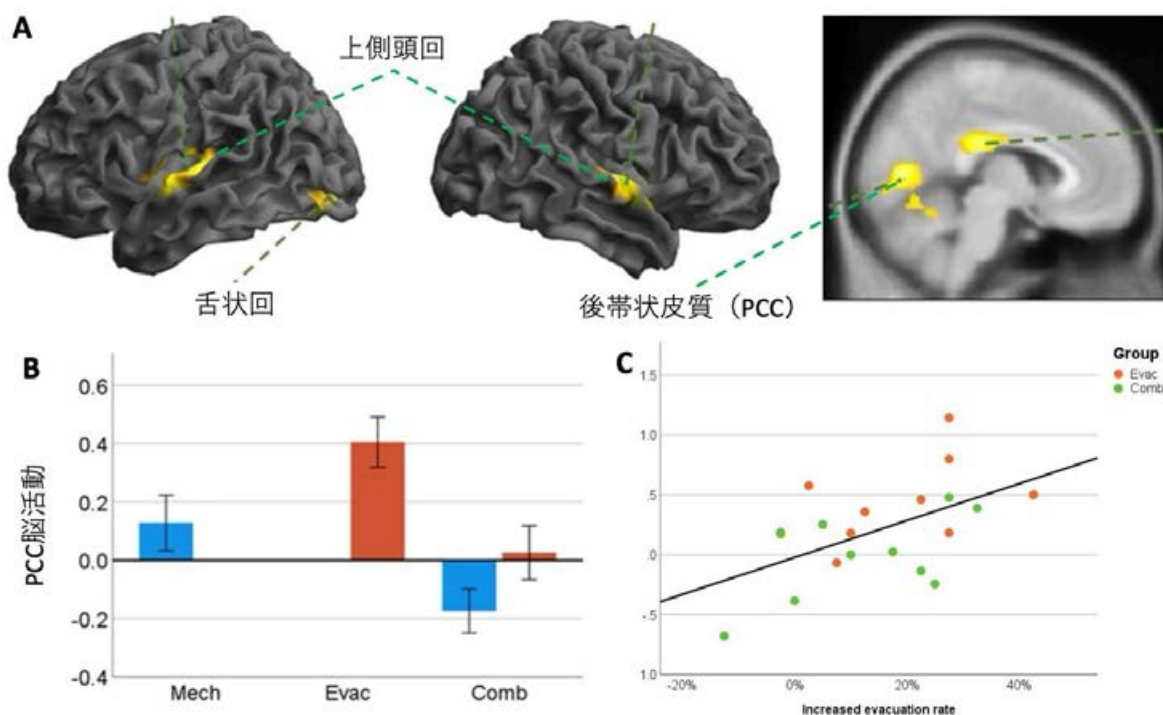


図 5. 能登半島地震における富山県内の避難所開設数の考察 (富山大学[課題番号: TYM_02])



A 避難指示動画視聴時に、Evac群で賦活しComb群でそれが低下した能領域。B 後帯状皮質における脳活動パターン。C 後帯状皮質における脳活動と動画視聴前後の避難意図の増加との関係

図 6. 避難指示動画視聴時の脳活動 (東北大学災害科学国際研究所[課題番号: IRID04])

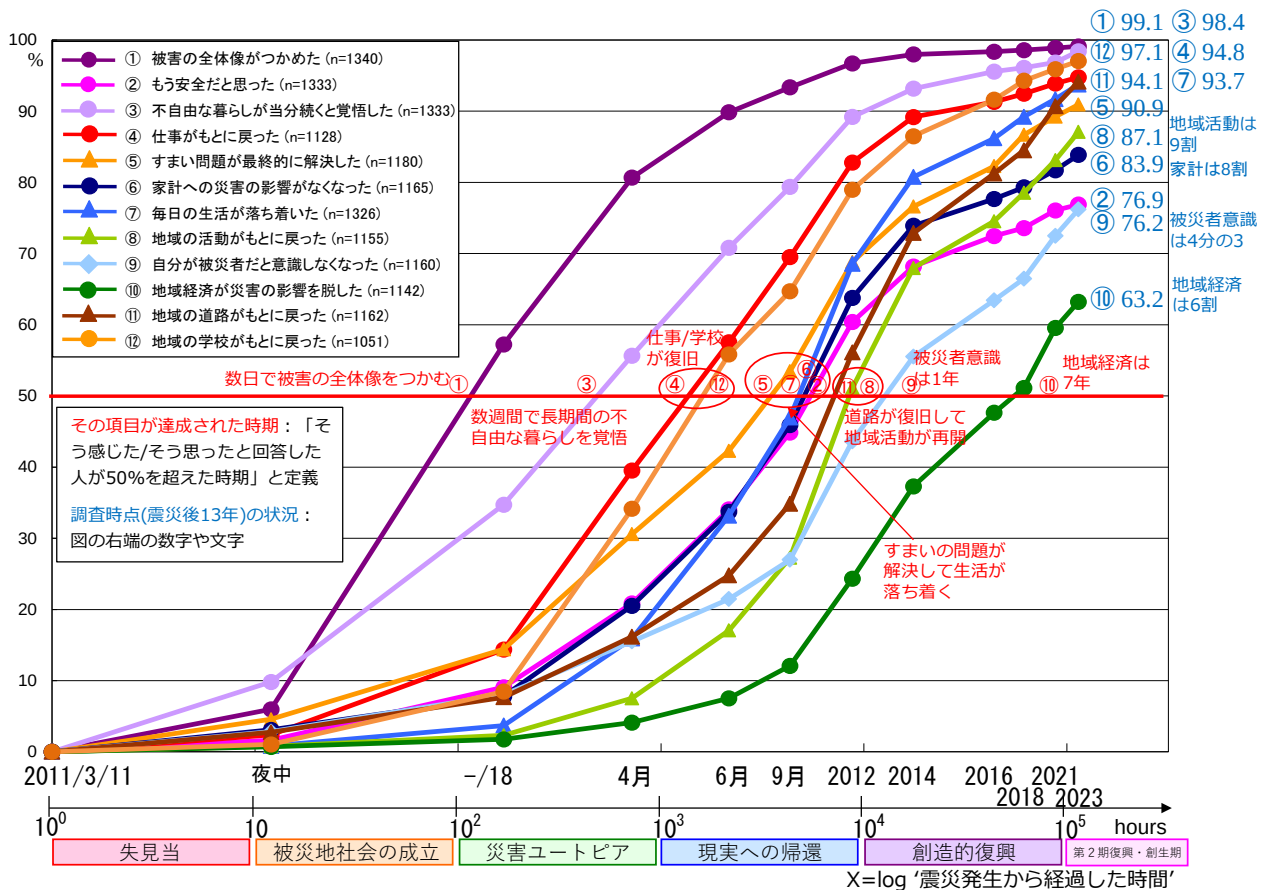


図7. 東日本大震災の生活復興カレンダー(2024年1月(震災13年))(兵庫県立大学環境人間学部[課題番号:HYKN01])

1 (7) 史料・考古

「史料・考古」計画推進部会長 蝦名裕一

(東北大学災害科学国際研究所)

副部会長 村田泰輔

(奈良文化財研究所)

日本列島において近代的な観測機器による地震観測が開始されたのは明治時代前期以降であり、それ以前に発生した地震・火山噴火現象、またはそれらによる災害に関する知見を得るためには、史料や考古資料に基づく地震や火山噴火のデータが必要不可欠である。そのため、日本における地震火山関連史料の収集・編纂とそれらを用いた地震や火山噴火の研究は、明治時代後期より実施されており、各種の地震史料集や火山噴火史料集が刊行されている。

しかし、史料や考古資料に基づく地震火山関連のデータは、当時の人間の感覚による記録や地中に残された痕跡に基づくものであり、近代的な観測機器を用いた地震・火山の観測データによる調査分析に直結させて活用することは困難である。そこで重要になってくるのが、歴史学の手法を用いた史料とその記述の正確な分析・解読や、地質学的手法を活用した考古遺跡における災害痕跡の分析といった、歴史学や考古学の専門的見地からのアプローチである。また、今日高まりつつある災害・防災へのオープンサイエンスの一環として、地震・火山噴火関連の史料データ・考古データのデータベースの構築や統合とともに、これらのデータを活用した新たな研究手法の検討や利用も重要な研究課題である。

このような新たな研究への取り組みは、史料や考古資料に関する読解や分析が十分とは言えなかった従来の研究手法を改善するとともに、それぞれの分野の学術研究に裏打ちされた精度と確度の高い文理融合による学際研究を目指すものである。この取り組みによって、かつては地震学や火山学の分野から信頼性が問題視されてきた史料・考古データや、それらに基づく研究成果について、これまで以上の信頼性を確保できると考える。

1. 地震・火山現象の解明のための研究

(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

○史料による近代以前の地震・火山活動の調査・分析とその公開

前年度に引き続き、地震史料集テキストデータベースの原典による史料校訂、およびデータ修正の作業を、『増訂大日本地震史料』第3巻を対象に進めた。また、史料と史料に登場する地名の関係を、WebGISベースのシステムを介して可視化(地図上に表示)するため、自然言語処理を専門とする情報工学研究者と連携して、地名抽出およびマークアップに取り組んだ。これまでに実施した地名抽出結果を用いて、同2・5・5別巻・6-1に対する地名の自動付与に着手した。昨年度用いた地名抽出のアルゴリズムを用いて、抽出した地名に対する緯度・経度の自動付与(人間文化研究機構の歴史地名データを用いて、テキスト中の空間表現の重心から緯度・経度を自動推定)についても実験的に開始

した。さらに、地名抽出および緯度経度付与の結果をテキストに埋め込み、XML形式で出力した。（東京大学史料編纂所[課題番号：UTH_01]）

史料調査、分析を実施し、次のような成果を得た（東京大学史料編纂所[課題番号：UTH_01]）。①鹿児島大学附属図書館「肝付家文書」のうち「日記抜萃」を調査・撮影し、享保十三年六月三日（1728年7月9日）の地震で鹿児島でも被害が出ていたことなどを確認した。②鹿児島県歴史・美術センター黎明館が保管する「霧島山新燃絵図」を熟覧した。霧島享保噴火を描いた絵図は知られておらず、次年度に調査・撮影する予定である。③立花家史料館「立花家文書」、④臼杵市文化財管理センター「臼杵藩御会所日記」、⑤宇和島伊達文化保存会「宇和島伊達家文書」を調査した。⑥西条市立小松温芳図書館「小松藩会所日記」「高鴨神社日次記録」を調査し、「小松藩会所日記」には天保五年八月十日（1834年9月12日）の地震後、千足山村老川で居宅の山が崩れたとする記述や、地震の4日前に大雨で出水したとする記述があることが判明した。この地震後の山の崩落は、大雨も影響した複合災害の可能性が考えられる。嘉永七年十一月五日（1854年12月24日）の安政南海地震後には、沿岸部で海からの浸水に関する記述が多数あり、前年までにはなかった状況に対して土手の嵩増しなどで対応したことがみてとれる。当該地域は宝永地震だけでなく安政南海地震においても開発地全体が沈下した可能性が考えられる。⑦春日大社「春日大社神事日記」（既刊地震史料集未収録）を調査し、文政京都地震や安政南海トラフ地震などのほか、浅間山天明噴火に伴う空振に関する新たな記事を確認した。これ以外の複数の地点でも、新出史料で空振に関する記事を確認し、美濃や尾張では、天明三年七月八日（1783年8月5日）の大噴火に至る前の六月中から、空振が鳴動音として感知されていた。⑧「山住神社文書」（浜松市博物館へ寄贈予定、⑨仙台市博物館「伊達家文書」「仙台史料」を調査し、⑩購入した「鳥海山焼并地震之記」を翻刻し、享和元年鳥海山噴火および文化元年象潟地震の前後の状況を伝える記述について確認した。

○東北地方を中心とする歴史災害の文献・絵図史料収集および地形復原による分析

1896年明治三陸地震津波を踏査した山奈宗真関連資料を中心に、遠野市立博物館所蔵資料の調査撮影や、当時の新聞記事や『山奈宗真略伝』など周辺資料を含めて分析した。その結果、山奈が単なる被災状況の調査ではなく、被災地の経済状況や歴史・文化にまで及ぶ多様な調査を実施したのは、彼自身の経歴が背景になっていること、一方で、山奈の調査と同時並行で岩手県も被災地の調査や「授産」事業を進めており、両者の調査目的には乖離が生じていたことを明らかとした。また、1793年寛政地震津波について、各地で新たな歴史情報の収集を行った。宮城県石巻市名振浜の永沼家文書は、2011年の津波によって原史料は失われたが、そのデジタルデータから寛政5年地震津波の際の建物被害と人馬への被害がなかった旨を記した大肝入宛文書が確認された。従来の地震史料集に未掲載の記事として、岩手県野田村の「永暦大雑書」、宮城県石巻市「長国寺年代記」、仙台市青葉区の「諏訪神社筒粥記」、角田市の「本町無常講記録」、山形県河北町の「大町念仏講」に寛政地震津波の地震動に関する記述が確認された。青森県八戸市『遠山日記』の複写本を確認し、従来の解説の誤りを確認した（東北大学災害科学国際研究所[課題番号：IRID01]）。

○日本海沿岸地域を中心とした地震・火山噴火関連災害の解明のための史料収集と解析

日本海沿岸地域を中心とした地震・火山現象を解明するため、各地の史料保存機関に所蔵される史資料の調査と分析、既刊の地震・火山噴火史料集に所収される史料の原本調査に基づく校訂作業を実施した（新潟大学[課題番号：NGT_01]）。（1）寛文十年五月五日（1670年6月22日）の越後蒲原地震について、30日余大地震があったと記される年代記『横越島旧事記』は越後国蒲原郡横越村に残る史料に基づいた記録であり信頼できることを明らかにした。新発田藩の「御記録」の記事「五月五日 新発田大地震」は城下町新発田もしくは新発田藩領のどこかで大揺れがあったことを記録したものであること、『中蒲原郡誌』に記された「旧記」がいかなる史料なのかを確定することなしに記載された地震記事を使うことはできないことを明確にした。（2）近世の佐渡の『佐渡国略記』（舟崎文庫）を史料学的に検討し、同書は相川町年寄の伊藤三右衛門3代にわたって記された同時代史料であり、享保十一年（1726）～文化七年（1810）の42件の地震関連記事の内容は信頼できることを明らかにした（図1）。近世末期成立の『佐渡年代記』の地震関連記事の多くは『佐渡国略記』の記事を典拠にした可能性が高いことがわかった。（3）安永八年十一月十日（1779年12月17日）夜に佐渡、越後長岡、会津只見、江戸で大地震（強地震）とされる地震は、従来『佐渡年代記』に翌朝「登龍」によって大間町・濁川の町家が破損したという記事があることから、佐渡での津波を伴う被害地震とされた。しかし、『佐渡年代記』が典拠とした『佐渡国略記』では地震とは別の箇条に「龍上り」と記されること、他の「龍上り」の記事は大風に関する現象と考えられることや他地域の事例をふまえても「登龍」「龍上り」は地震津波でなく竜巻のことであり、津波があったとするのは不適當である。この他、（4）1828年越後三条地震への村上藩の対応に関する検討、（5）1894年10月22日庄内地震の史料収集・分析、（6）新潟測候所の1922～1926年「管内地震報告」の調査・分析を実施した。

○史料の可視化から解明する南海トラフ巨大歴史地震像

三重県、愛知県、静岡県、和歌山県、高知県の地方史・郷土史等の史料収集を行うとともにそれらの情報についてGISに入力を行った。昨年度南海地震で紀伊半島南部では揺れが小さいにもかかわらず大きな津波が比較的早くにやってきて津波による大きな被害が出ていることを指摘し、その原因を収集史料および最近の観測研究成果と合わせて検討した。昭和南海地震のすべり分布と海底地殻変動データから推定された固着状態とを比較すると、紀伊半島に近いアスペリティは固着が弱い場所にあたり、両側に固着の強いところが存在する。固着が強いところがすべったことにより固着が弱い場所も道連れにゆっくりすべったのではないかと考えると紀伊半島南部の被害について説明ができそうである（名古屋大学[課題番号：NGY_01]）。

兵庫県立大学・名古屋大学・他のメンバー共同による「減災古文書研究会」の活動として、『大沢家本願寺関係文書』（安政東海・南海地震に関する西本願寺関係者の記録）と『違変記』（1790-1855年の地震、火山噴火、気象災害、異常現象、事件の記録の集成。福岡藩士の編纂物）の解説を継続した。『鳥羽御城石垣惣躰高サ式尺築足一件他』（令和5年度に解説した鳥羽御城石垣御修復一件（安政東海地震・津波による鳥羽城の被害と石垣修復に関する記録）の続報）の解説を終え、新たに『嘉永六癸丑年相州小田原之城下二月二日・三日両度之大地震ニ而潰家破損等書立之写』および『信州浅間嶽大異変御代官注

進状』の解説を開始した（名古屋大学[課題番号：NGY_01]）。

○歴史地震・噴火に関する分野横断的なデータベースとコミュニティカタログの構築

地震史料集テキストデータベースにおいて、収録された史料全体について、過去の収録作業における年月日誤りや、文字の変換誤りを修正した。UTH_01で作成された校訂済史料の登録、および、考古データ（「歴史災害痕跡データベース」）との連携のためのアイコンの共通化を試行した。1855年安政江戸地震の被害・有感地点や能登半島の絵図について、GISデータ化を進めた。1847年善光寺地震の絵図について視覚表現の観点から分析した。また、生成AIによる歴史地震の震度判定について手法の改良を行った。使用すべき震度判定基準をLLMが適切に参照できるように判定基準を整理しプロンプトを改善し、地震史料集テキストデータベースと連携可能なWebアプリを開発したことにより、史料テキスト中の地名を抽出し、地点ごとに震度判定をして表形式で出力することを可能にした。実験的に地震史料テキスト2万文字を処理したところ、約160地点の地名を自動で抽出し、そのうち8割で「適切」「概ね適切」な判定基準が使用されており、改善がみられた（東京大学地震火山史料連携研究機構[課題番号：HMEV01]）。

○研究コミュニティの構築・教育・社会への普及

文化遺産の位置情報と各種災害情報を重ね合わせた文化遺産防災マップの手法を応用し、GIS上で東北地方の個別の文化遺産に対する災害リスクを可視化、データベース化する作業を継続的に進めた（東北大学災害科学国際研究所[課題番号：IRID01]）。

2025年11月23日に第13回歴史地震史料研究会をオンラインにて開催し、歴史学者8人・考古学者1人・地震学者1人による研究発表・討議を行った（参加者44人）。『災害・復興と資料』17号を刊行した。（新潟大学[課題番号：NGT_01]）

「減災古文書研究会」では、防災関係行事における出展・ワークショップ5件（技科大・高専カンファレンス in 豊橋・名古屋大学減災連携研究センター夏休みスペシャル減災教室・ぼうさいこくたい2025・あまおだ減災の日・JMoF 2026）においてかわら版『諸国大地震大津波末代嘯』を利用したすごろくゲームを実施した（図2）。その際、ワークショップ実施の前後で質問紙調査を行うことにより学習効果を測定し、統合指標「災害に対する興味関心と知識」が向上したことが明らかになった。また、総務省近畿総合通信局の関西官学連携推進ポータルにおいて活動が紹介されたほか、第22回全国大学コンソーシアム研究交流フォーラムと歴史フェス2025にてブース展示を行った（名古屋大学[課題番号：NGY_01]）。

市民参加の歴史資料翻刻プラットフォーム「みんなで翻刻」および地震史料解読のための勉強会である「古地震研究会」を継続した（東京大学地震火山史料連携研究機構[課題番号：HMEV01]）。

イ．考古データの収集・集成と分析

○考古・地質・歴史資料による地形発達と地質表層部-深層部応答にみる災害発生メカニズム分析と歴史災害痕跡データベースの拡充構築

「遺跡災害情報ポータルサイト」（<https://www.nabunken-pd.jp/>）を創設し、本課題で扱う2つの情報サイトである「歴史災害痕跡データベース」（<https://hde->

gis.nabunken.go.jp/eod/) と「全国遺跡出土地震痕跡データセット」 (<https://hde-gis.nabunken.go.jp/eoe/>) の統括サイトとした。「歴史災害痕跡データベース」は、全国の埋蔵文化財調査（考古発掘調査）で取得される遺跡概要（調査位置、遺構形成時期、地形要素など）、表層地質情報（災害痕跡情報、堆積物組成、層序など）、典拠（書誌）情報を網羅的に掲載し、地図上でそれらを確認できるGIS型データベースとした。一方、「全国遺跡出土地震痕跡データセット」は、「歴史災害痕跡データベース」の簡易版として位置づけ、6年度に引き続き公開を進めた。データセットの具体的な内容は、奈良文化財研究所が運用する「全国文化財総覧」に掲載される全文検索可能な調査報告資料について、地震痕跡キーワードを検索し、該当資料について調査位置（緯度・経度）を付与するとともに、地震痕跡種類、書誌情報などをデータ化したものである。それを一般利用が容易なCSV形式データセットとして公開している。「歴史災害痕跡データベース」は、集成する情報項目数が多いことに加え、「災害痕跡の検出されない」地点についてもデータを掲載するため、その作業量から情報網羅地域がなかなか広がらなかったという課題がある。そこで調査地点あたりのデータ項目数を抑え、作業時間を短縮した「全国遺跡出土地震痕跡データセット」でデータ化地域の拡大をはかった（奈良文化財研究所[課題番号：NAB_01]）。

「歴史災害痕跡データベース」では、京都盆地西南部の檜原断層や光明寺断層が分布する長岡宮・京跡周辺域に加え、奈良盆地東縁断層帯が分布する奈良盆地北部、平城宮・京跡周辺における地震痕跡の分布が得られた（図3）。長岡宮・京跡周辺域では当初1,915地点であった調査地点を2,823地点まで増やし、地震痕跡の分布傾向がより明確になった。平城宮・京跡周辺の成果では、計538地点の調査結果から地震痕跡を抽出し、人工改変が著しく旧地形がほぼ遺存しない奈良盆地北部、すなわち奈良盆地東縁断層帯が検出されている南側や西側における地震痕跡の分布傾向を捉えた。京都盆地、奈良盆地のいずれの事例でも、軟弱地盤が広がる沖積平野において地震痕跡の分布は一樣ではなく粗密があり、その分布は断層帯上やその延長上、あるいは旧地形の推定境界付近に集中する傾向が認められた。また地震痕跡の形成時期についても、遺構構築時期からa) 弥生時代中期、b) 弥生時代末～7世紀後半、c) 8世紀末（9世紀）～12世紀後半、d) 13世紀～14世紀初頭、e) 14世紀以降に集中する傾向も見えてきている（奈良文化財研究所[課題番号：NAB_01]）。

「全国遺跡出土地震痕跡データセット」では、全国47都道府県での掲載数が6,591地点と大幅に増えた（2026年3月7日公開）。これにより、全国の表層地質中の地震痕跡の分布において、断層帯付近に集中する特徴（分布全体の7割近く）と、断層帯とは離れて沖積平野の一部に分布が集中する傾向が（およそ3割近く）捉えられるようになってきた。大阪－河内平野の事例をみると、地震痕跡の分布は、断層帯付近を除くと、完新世の相対的海水準変動（いわゆる縄文海進）における陸域フロントに形成した沿岸砂堆域に集中する（図4）。ただし、遺跡から推定される地震痕跡の形成期は、砂堆形成期よりも遥かに新しい時代のものが多く、結果として地質脆弱性が生じるのは地形形成期ではなく、地形の埋没後に性格づけられる可能性が示唆される。加えて、砂堆域で検出する地震痕跡には、分布に粗密があることから、さらに何らかの地質構造が影響している可能性がある。（奈良文化財研究所[課題番号：NAB_01]）。

○考古学および地形・地質の調査

(1) 弥生時代前期末に営まれる大規模な集落が、弥生時代中期初頭（2300calBP）に衰退し、短い中断を挟んで新たな集落が出現することが明らかになった。仙台平野に水稲耕作が導入されたと考えられるこの時期には、仙台湾岸の貝塚群でも、形成中断期を挟んでおり、仙台平野全体での人間活動の衰退現象が指摘できる。この衰退現象の同時期性、広域性は、平野全体に広がった津波災害に起因する可能性がある。(2) 津軽平野中部で掘削したボーリング・コア解析により、完新世の堆積は、泥層・砂層・軽石層の層序が繰り返したことが明らかとなった。上位沖積面に分布する自然堤防群の大半は、十和田火山AD915噴火後の過剰物質供給時に形成された可能性がある。氾濫原における上位沖積面と下位面の分化は同噴火後の過剰物質供給の収束に応答して河川の下刻が生じたことに起因すると考えられる（新潟大学[課題番号：NGT_01]）。

これまでの課題と今後の展望

史料分野では、令和7年度は全国各地での地震・火山現象に関する調査・収集を実施し、それらの情報から地震・火山活動現象の詳細な事例研究や、既往研究に対する史料の見地からの見直しを継続した。さらに、地震史料集テキストデータベースの更新とGISデータ化を進めるとともに、それらを活用して南海トラフ地震の個別分析を継続的に進めた。

その結果、2年間の活動により既往研究で定説とされている、あるいは定説として固まりつつある事例であっても、精緻な分析から見直すことで、修正点や新たな実相が浮かび上がっており、今後もさらなる史料の収集・分析を展開することが重要であることが明らかとなった。

一方、考古分野では、特に地震の災害痕跡の分布から、これまでに認識されなかった表層地質の揺れやすさの粗密を「見える化」した。これは地殻活動が引き起こす災害発生メカニズムを明らかにするだけでなく、現在の私たちの社会インフラを評価していく重要な情報基盤となる。文化財DXを通した、防災科学に接続するための方法論的出発点を提示した意義は大きく、考古資料に対する観測方法の標準化、定量化を継続することで、考古学が過去を語る学問から、未来のリスクを示す学問へ転換することが十分可能であることを示すことができたといえる。今後は、地震のみならず火山噴火、さらにそれらによって引き起こされる2次災害以降の多様な災害について、継続的に情報を集成していくことが必要である。

また、当部会の課題代表者による研究会を実施し、成果を共有するとともに、整備されつつあるデータベースを利活用した新たな研究展開について協議した。そこでは、データベースの拡充・公開にあたって、人によるデータの精読と機械による自動処理のさらなる融合の必要性が指摘された。また、各分野の様々なデータベースを活用した研究は十分に展開できているとは未だ言えず、データベースを活用した総合的、統合的研究について、当部会の分析をはじめ、他部会とも連携した研究の展開を継続的に模索することが重要であるとの認識を得た。今後の展開の指針の一つとしたい。

成果リスト

- 榎原雅治, 2025, 寺社修造状況からみた「明応南海地震」, 歴史地震, 40, 45-63.
- Ebina, Y., Y. Yamanaka, T. Murata, Y. Kano, and A. Katagiri, Elucidating Earthquake and Volcanic Phenomena Based on Japanese Historical and Archaeological Data, Journal of Disaster Research, doi:10.20965/jdr.2025.p0160.
- 原 直史, 2025, 1828 (文政11) 年複合災害情報の流布について一越後国を中心に一, 災害・復興と資料, 17, 21-34.
- 原 直史, 2025, 1828年越後三条地震における村上藩の対応について, 第13回歴史地震史料研究会講演要旨集, 25-30.
- 原田和彦, 2025, 寺院日記・松代藩庁日記に見られる地震記事, 災害・復興と資料, 17, 9-20.
- 原田和彦, 2025, 地震と複合災害一飛越地震を中心に一, 第13回歴史地震史料研究会講演要旨集, 31-32.
- 原田和彦, 2026, 1847善光寺地震一松代藩の史料にみる被害報告と復興策, 信濃毎日新聞社, 1-257.
- 堀 健彦・片桐昭彦, 2025, 「西川筋道上山付近絵図(断簡)」試論一地震によって引き起こされた液状化・噴砂との関係に注目して, 災害・復興と資料, 17, 35-48.
- Kano, Y. and Y. Hashimoto, Minna de Honkoku: Citizen-Participation Transcription Project for Japanese Historical Documents, Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 53, 3-1-3-18, doi:10.1146/annurev-earth-040523-120834.
- 片桐昭彦, 2025, 『常光寺王代記并年代記』の康安元年地震記事, 災害・復興と資料, 17, 1-8.
- 片桐昭彦, 2025, 近世佐渡の年代記と地震, 第13回歴史地震史料研究会講演要旨集, 15-18.
- 片桐昭彦, 2026, 安永八年十一月佐渡の「登龍」は地震津波か, 新潟史学, 90, 49-56.
- 三村 暉・弘田尚也・北村昌卓・平井 敬, 2026, かわら版史料による防災教育の実践と効果一歴史に触れる防災教育一, 中部「歴史地震」研究年報, 14.
- 水野 嶺, 2025, 明応七年六月十一日地震の再検討, 歴史地震, 40, 121-129.
- 水野 嶺・加納靖之・榎原雅治, 2025, 日向灘を震央とする可能性のある近世の地震, 地震2, 78, 147-165, doi: 10.4294/zisin.2025-1S.
- 水野 嶺, 2025, 史料にもとづく阿蘇火山における19世紀前半の噴火活動の再構築, 火山, 70, 79-91.
- 村田泰輔, 2025, 「奈良盆地北部における地震痕跡の分析による歴史地震像の再構築 一平城宮・京跡発掘調査成果を中心とした検討一」, 季刊考古学, 173, 35-38.
- 村田泰輔, 2025, 「考古・地質・歴史資料による地形発達と地質表層部一深層部応答にみる災害発生メカニズム分析と歴史災害痕跡データベースの拡充構築」, 考古学ジャーナル, 818, 35-44.
- 村田泰輔, 2025, 「発掘調査成果から取り組む防災・減災一特集 大震災と考古学一阪神・淡路大震災から30年」, 第4回日本災害・防災考古学会研究会資料・予稿集, 57-72, doi:10.24484/sitereports.143797.
- 中村 元, 2025, 20世紀前期日本の地方測候所における地震の「管内観測」について, 第13回歴史地震史料研究会講演要旨集, 36-38.
- 西山昭仁・石辺岳男・片桐昭彦, 2025, 近世佐渡における被害地震の検討, 第13回歴史地震史料研究会講演要旨集, 19-21.
- 小野映介・小岩直人・柴 正敏・高橋未央・佐藤善輝, 2025, 津軽平野中部における完新世の堆積環境の変化と地形変遷, 地理学評論, 98(3), 146-161.

齋藤瑞穂・鈴木正博, 2025, 仙台湾弥生土器編年と地震津波研究—仙台湾最古の水田経営と松島湾の縄文／弥生貝塚形成論—, 第13回歴史地震史料研究会講演要旨集, 1-4.

居樹幸太郎, 2026, 減災古文書研究会の活動紹介, 中部「歴史地震」研究年報, 14.

内村優太・北村昌卓・平井 敬, 2026, 1944年12月10日の滋賀県北部の地震(M5.3)における観測震度の再評価, 減災復興学研究, 3.

矢田俊文, 2025, 新潟県西蒲原郡の地図と潟—20世紀初頭—, 災害・復興と資料, 17, 49-55.

矢田俊文, 2025, 年代記「横越島旧事記」に関する一考察—1670年越後蒲原地震を中心に—, 第13回歴史地震史料研究会講演要旨集, 12-14.

柳井七海・福島栄寿・北村昌卓・平井 敬, 2025, 戦時下の新聞は昭和東南海地震をいかに伝えたか, 歴史地震, 40, 65-79.

・学会・シンポジウム等での発表

榎原雅治, 2026, 歴史資料から見た18・19世紀の西日本地域の地震, 南海トラフ～南西諸島海溝の地震・津波に関する研究会(東京)

蝦名裕一, 2025, 山奈宗真の明治三陸地震における沿岸調査について, 第42回歴史地震研究会豊岡大会, 0-27.

原 直史, 2025, 1828年越後三条地震における村上藩の対応について, 第13回歴史地震史料研究会, 8.

原田和彦, 2025, 地震と複合災害—飛越地震を中心に—, 第13回歴史地震史料研究会, 9.

服部健太郎・大邑潤三・杉森玲子, 新聞記事を用いたフィリピン海プレート周縁部における19世紀後半の海域火山噴火記録の収集: 1870年前後の須美寿島付近の海底噴火と新島の形成, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SVC36-P09.

弘田尚也, 2025, 南海地震アーカイブ, 第26回中部「歴史地震」研究懇談会.

神馬菜々美・鈴木毅彦・加納靖之・大邑潤三, 2025, 歴史資料を活用した19世紀の鳥海山における噴火の再検討, 日本地球惑星科学連合2024年大会, MIS24-P01.

神馬菜々美, 2025, 歴史資料を活用した鳥海山1800-1804年噴火の再検討, 歴史噴火に関する勉強会(地震火山観測研究推進協議会「史料・考古計画推進部会」「高リスク小規模火山噴火総合研究グループ」共催).

神馬菜々美・鈴木毅彦・加納靖之・大邑潤三, 2025, 歴史資料を活用した鳥海山1800-1804年噴火の再検討, 第42回歴史地震研究会, P-03.

加納靖之, 2025, 噴火史料のデータベースについて, 歴史噴火に関する勉強会(地震火山観測研究推進協議会「史料・考古計画推進部会」「高リスク小規模火山噴火総合研究グループ」共催).

加納靖之・大邑潤三, 2025, 歴史地震の地殻変動のデータベースをつくる, 第42回歴史地震研究会, 0-02.

片桐昭彦, 2025, 近世佐渡の年代記と地震—『佐渡国略記』を中心に—, 第13回歴史地震史料研究会, 5.

三村 暉・弘田尚也・北村昌卓・平井 敬, 2025, かわら版史料による防災教育の実践と効果 — 歴史に触れる防災教育 —, 第26回中部「歴史地震」研究懇談会.

三村 暉・弘田尚也・北村昌卓・平井 敬, 2025, かわら版史料「諸国大地震大津波末代噺」を用いた防災教育の実践, 第42回歴史地震研究会(豊岡大会), 0-04.

- 水野 嶺, 2025, 阿蘇山噴火を記録する史料, 歴史噴火に関する勉強会(地震火山観測研究推進協議会「史料・考古計画推進部会」「高リスク小規模火山噴火総合研究グループ」共催).
- 村田泰輔, 2025, 「発掘調査成果から取り組む防災・減災―特集 大震災と考古学―阪神・淡路大震災から30年」, 第4回日本災害・防災考古学会(オンライン開催), doi:10.24484/sitereports.143797.
- 中村 元, 2025, 20世紀前期日本の地方測候所における地震の「管内観測」について, 第13回歴史地震史料研究会, 11.
- 西山昭仁・石辺岳男・片桐昭彦, 2025, 近世佐渡における被害地震の検討, 第13回歴史地震史料研究会, 6.
- 大邑潤三, 2025, 富士山宝永噴火の降灰, 歴史噴火に関する勉強会(地震火山観測研究推進協議会「史料・考古計画推進部会」「高リスク小規模火山噴火総合研究グループ」共催).
- 大邑潤三・北本朝展・加納靖之・橋本雄太, 2025, 対話型生成AIを用いた歴史地震の震度判定の改良, 日本地震学会2025年度秋季大会, P10-03.
- 齋藤瑞穂・鈴木正博, 2025, 仙台湾弥生土器編年と地震津波研究―仙台湾最古の水田経営と松島湾の縄文/弥生貝塚形成論―, 第13回歴史地震史料研究会, 1.
- 佐々木淳, 2025, 寛政五年一月七日(1793年2月17日)の地震津波にかかる史料について, 第42回歴史地震研究会豊岡大会, 0-28.
- 居樹幸太郎, 2025, 減災古文書研究会の活動紹介, 第26回中部「歴史地震」研究懇談会.
- 杉森玲子, 2025, 史料からみた江戸の地震被害, 第140回東京大学公開講座「災害」.
- 杉森玲子, 2025, 北海道駒ヶ岳1640年噴火, 歴史噴火に関する勉強会(地震火山観測研究推進協議会「史料・考古計画推進部会」「高リスク小規模火山噴火総合研究グループ」共催).
- 杉森玲子, 2025, 史料からみた南海トラフ地震, 第20回東京大学の海研究 海洋アライアンスシンポジウム「南海トラフ地震を考える」.
- 杉森玲子, 2025, 地震・火山史料の収集と研究資源化, 第8回東アジア史料研究編纂機関国際学術会議「アジア歴史資料の保全と学術資源化」.
- 内村優太・北村昌卓・平井 敬, 2025, 1944年12月10日の滋賀県北部の地震(M5.3)における観測震度の妥当性に関する研究, 第56回地域安全学会研究発表会(春季).
- 内村優太・北村昌卓・平井 敬, 2025, 1944年12月10日の滋賀県北部の地震(M5.3)における観測震度の妥当性に関する研究, 第26回中部「歴史地震」研究懇談会.
- 山中佳子, 2025, 南海地震は何か変?, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SSS11-P26.
- 山中佳子, 2025, 南海地震の震度から推測される破壊過程, 第42回歴史地震研究会, 0-23.
- 山中佳子, 2025, なぜ南海地震時, 紀伊半島南部で揺れの被害が少なかったのか?, 日本地震学会2025年度秋季大会, S08-31.
- 山中佳子, 2025, なぜ南海地震時, 紀伊半島南部で揺れの被害が少なかったのか?, 日本地震学会2025年度秋季大会, S08-31.
- 矢田俊文, 2025, 年代記「横越島旧事記」に関する一考察―1670年越後蒲原地震を中心に―, 第13回歴史地震史料研究会, 4.

『佐渡国略記』の史料学的検討と地震関連記事の信憑性を検証

『佐渡国略記』について

- ・相川町年寄の伊藤三右衛門家3代の記録
- ・日記同様の同時代史料
- ・『佐渡年代記』は『佐渡国略記』を典拠

『佐渡国略記』



1779年佐渡の地震津波の検証

○宇佐美龍夫ほか2013

- ・『佐渡年代記』から、佐渡を中心とした地震とする。
- ・「登龍」を地震による津波とみて、この地震が佐渡沖を震源とするものと考えている

○『佐渡国略記』

→十日の地震記事と十一日の「龍上り」記事が別の箇条に記される

…「龍上り」とは

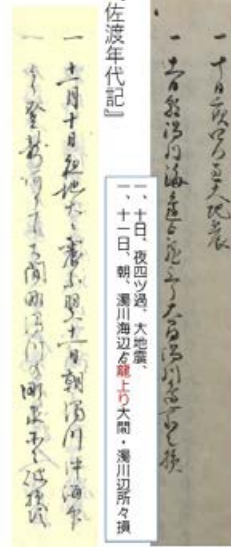
「たつ【竜】（1）大気の渦で水や砂などが巻き上げられる現象。竜巻」（『日本方言大辞典』）

*『佐渡国略記』での使用例

- ・去秋龍上り寺痛候二付、（享保9年4月）
- ・同十六日夜八ツ時、龍上り諸屋根痛（享保13年1月）

・近世の他の史料事例をふまえると、「登龍」「龍上り」は津波ではなく竜巻である⇒地震の震源が佐渡沖ではない可能性

一、十一月十日辰、大に嵐ふ、翌十一日朝、濁川沖海辺より登龍ありて、濁川の町家、所々破壊す



『佐渡国略記』

図1. 『佐渡国略記』の史料学的検討と地震関連記事の検証（新潟大学[課題番号：NGT_01]）
『佐渡国略記』の記述と「龍上り」という語句の意味について分析



図2. 防災関係行事における出展・ワークショップ（名古屋大学[課題番号：NGY_01]）
 上：ブース展示による活動紹介（ぼうさいこくたい2025）
 下：かわら版資料を活用した歴史災害に関するワークショップ（あまおだ減災の日）

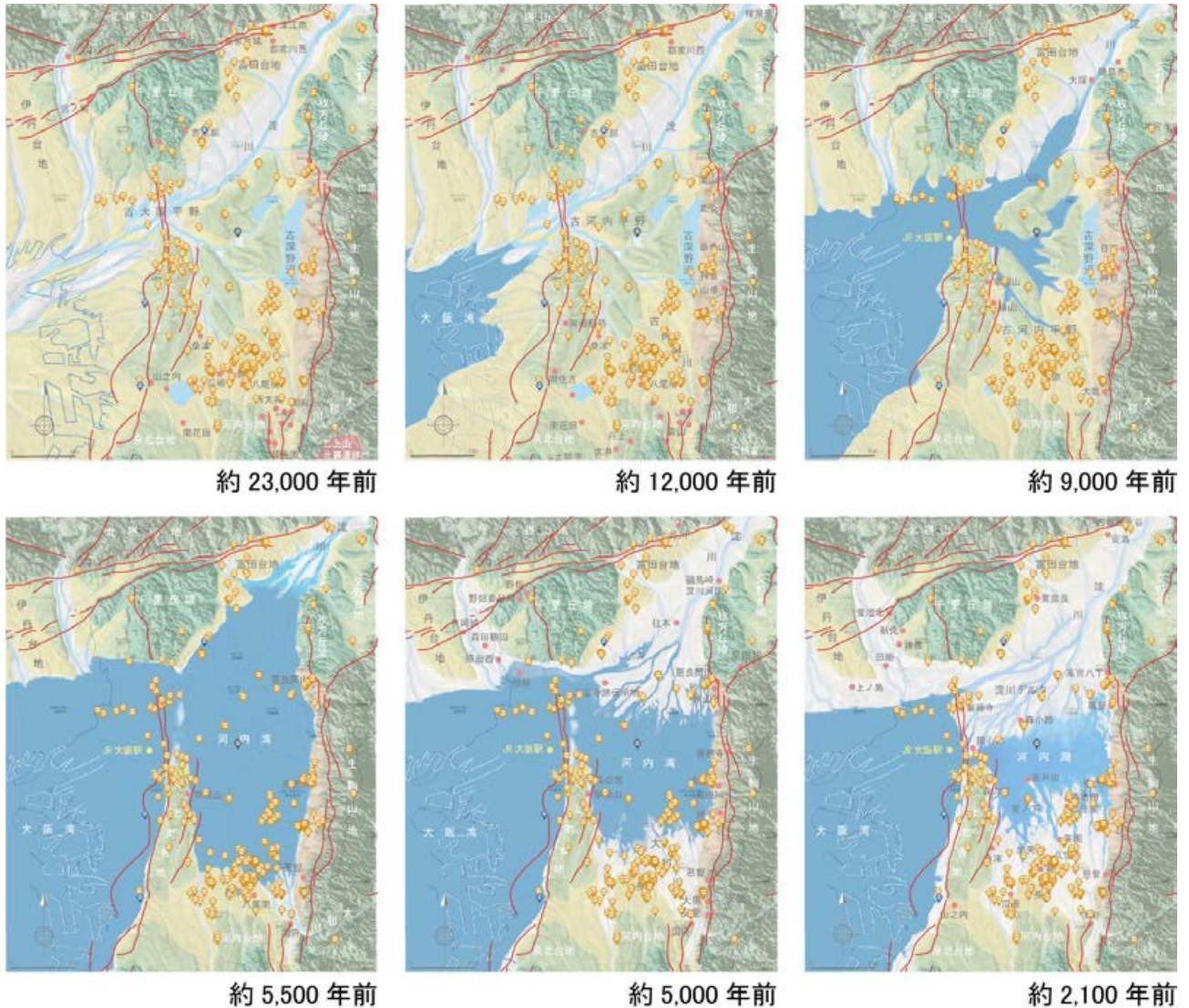


図 4. 古大阪湾・河内湾の復元図と災害痕跡検出遺跡の分布

完新世の相対的海水準変動（縄文海進）による陸水域の変遷模式図（大阪市文化財協会，2008）を基盤地図とし，活断層分布図（地震本部，2026）と，遺跡から検出した地震および津波の痕跡（奈良文化財研究所，2026）の分布を重ねた。[凡例] 黄色：地震痕跡，青色：津波痕跡，赤線：活断層

参考資料

大阪市文化財協会編，2008，『大阪遺跡－出土品・遺構は語る なにわ発掘物語』創元社
地震本部「近畿地方の地震活動の特徴」

(https://www.jishin.go.jp/regional_seismicity/rs_kinki/) [2026年2月11日]

奈良文化財研究所「全国遺跡出土地震痕跡データセット（大阪府）」

(<https://sitereports.nabunken.go.jp/ja/cultural-data-repository/124>) [2026年2月11日]

1 (8) 観測研究基盤

「観測研究基盤部会」部会長 鶴岡 弘

(東京大学地震研究所)

副部会長 松島 健

(九州大学)

6. 観測基盤と研究推進体制の整備

(1) 観測研究基盤の開発・整備

ア. 観測基盤の整備

防災科学技術研究所は、陸海統合地震津波火山観測網(MOVLAS)及び首都圏地震観測網(MeSO-net)を安定して運用することにより、地震・低周波地震・超低周波地震・スロースリップイベントについてイベント検出、震源位置・震源メカニズム解・断層モデルの推定、余震活動の予測等を継続して行った。2025年12月8日23時15分頃青森県東方沖で発生したMj7.5の地震に対して、K-NETおよびKiK-netにおける最大地表加速度として、K-NET八戸観測点で517 galを記録した。強震波形記録を用いた震源インバージョン解析では、大すべり域は本震を含め半径50 km以内に収まり、最大すべり量は4.3 mと推定された。なお、この地震の際には、S-net観測点の存在により、気象庁からの緊急地震速報が3秒早く発表された。N-netにおいては、2024年に完成した沖合システムに続き、2025年6月6日に沿岸システムが完成したことにより、全36観測点を有する観測網の整備が完了した。2024年の日向灘の地震(Mj7.1)では、すでに沖合システムの津波観測性能が確認されていたが、整備完了後に発生した前述のカムチャツカ半島付近の地震(Mw8.8)に伴う津波も観測された。得られた観測データはGlobal CMT解に基づいて計算された津波理論波形と第一波部分が概ね一致しており、このことからN-netの全観測点における津波観測性能が確認された。さらに、10月15日には気象庁による沖合システムデータの緊急地震速報への活用が開始され、11月20日からは沿岸システムデータも津波情報等へ活用されている。これにより、緊急地震速報の発表の迅速化、津波警報等の更新、および津波情報の発表の迅速化・精度向上に対して、さらなる貢献を果たしている。2025年11月20日にK-NET 31観測点(埼玉県の6点、千葉県の6点、東京都の2点、神奈川県7点、愛知県の6点、大阪府の4点)が、気象庁が提供する長周期地震動に関する観測情報に用いる長周期地震動観測点に追加された(防災科学技術研究所[課題番号:NIED05])。気象庁は、地震観測網や地殻変動観測網などの観測基盤を維持し、関係機関の地震観測データの一元的処理結果の関係機関への提供を行った。南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会や地震調査委員会において報告を引き続き行った。震源データについて2023年12月までの精査後の震源データ(確定値)を公開した(気象庁[課題番号:JMA_05])。また、潮位の連続観測を継続して実施し、約1/3の地点の観測装置を更新し、経年劣化による欠測のリスクを軽減した(気象庁[課題番号:JMA_06])。柿岡、女満別、鹿屋及び父島での地磁気4成分観測を実施し、陸域、海域での磁気測量をはじめ、大学等による電磁氣的観測研究あるいは幾つか提案されている日本域における標準的な全磁力磁場モデルの算出方法の検証・改良を進めるために、高精度の地磁気基準値を提供した(気象庁[課題番号:JMA_07])。全国4か所の火山監視・警報センター(以下、各センターという)において、

常時観測火山（50火山）に対して、地震計、空振計、GNSS、監視カメラ等により、連続的な監視観測を継続した（気象庁[課題番号：JMA_08]）。国土地理院は、平均20km間隔でのGNSS連続観測が可能となるよう、電子基準点のデータ取得率99.5%以上を維持した（国土地理院[課題番号：GSI_02]）。日本全域の定常的な地殻・地盤変動を把握するため、ALOS-2の観測データを用いてSAR干渉解析及び干渉SAR時系列解析を行った。青森県東方沖の地震（2025年12月8日，M7.5）において、地震に伴う地殻変動が検出された（図1）

（国土地理院[課題番号：GSI_03]）。また、全国の活動的な火山について、航空機SARによる観測を3火山で実施し、霧島山（新燃岳）については、令和7年3月30日に噴火警戒レベルが3に引き上げられたことを受けて、「噴火時等のSAR 観測・運用スキーム」に基づく航空機SAR観測の検討を開始し、令和7年5月15日に観測を行った。その後、平時（令和2年10月3日）の観測結果との比較を行い、火口付近における顕著な地形変化は見られない旨を、令和7年5月20日に「噴火時等のSAR 観測・運用スキーム」及び「火山調査研究推進本部」の関係機関に情報共有した（国土地理院[課題番号GSI_04]）。海上保安庁は、下下里水路観測所において SLRの国際共同観測を継続し、日本周辺を含めた広域のプレート相対運動決定に資するデータを取得した（海上保安庁[課題番号：JCG_01]）。全国20カ所の常設験潮所において潮汐観測を継続実施し、国土交通省水管理・国土保全局および港湾局、国土地理院、気象庁と連携し、験潮データをリアルタイムでインターネットにより公開した（海上保安庁[課題番号：JCG_02]）。

イ．観測・解析技術の開発

弘前大学において、並列差分法地震波動場計算ソフトウェアOpenSWPC の GPU 対応を実現するため、計算コア部分を抽出した小規模なエッセンシャル・コードを新たに作成し、これに対して複数のモダンな GPU プログラミングパラダイムを適用する数値実験的検討を行い、その結果、コーディング作業の負荷はやや大きいものの、すべてのメモリ移動を明示的に OpenACC 指示子で記述する手法が、高並列計算環境下では最も高い性能を示すことを明らかにした。さらに検討過程において、地表面や海底面における空間差分精度の切り替え処理が、GPU における高速計算の律速要因となっていることが判明した。この問題に対し、数理的に等価なアルゴリズム表現への変形を行うことで、プログラミング上の「条件分岐による切り替え」を用いずに従来と等価な計算を実現する新たな手法を開発した。これらの成果を OpenSWPC 本体コードに適用し、全計算コードの GPU 対応に成功した。その後、軽微なバグ修正および必要メモリ量削減などの改良を加えた最新版 Version 25.05.2 として公開された（弘前大学[課題番号：HRS_02]）。東北大学においては、ソフトバンク株式会社が運用する全国規模の独自GNSS基準点ネットワーク（3,300点超、以下SB点）について、地殻変動モニタリングに対する適用可能性を評価するため、GNSS連続観測システムGEONETと比較を精密単独測位法を用いて日座標値を推定し、2019年11月から2023年12月までの期間のデータを評価に使用した。その結果、GEONETと比較した場合に短期的なばらつきは両ネットワークではほぼ同等であり、ヒストグラムの最頻値は水平1.0～1.5 mm、鉛直4.5～5.0 mmであった。両ネットワークとも、夏季に散らばりが増加し、真冬にも弱い増加が見られた。これら得られた日座標時系列に基づき、日本全国の地震間ひずみ速度場を推定した。その結果、新潟―神戸歪集中帯のより細かい描像が明らかになるなど、観測点の増大に伴ってこれまで見えなかったひずみ速度

場を明らかにすることに成功した（東北大学理学研究科[課題番号：THK_12]）。GNSS-A音響観測精度に影響する海中音速場の把握に関し、今年度は過去のXBTによる実測データと数値シミュレーションによる予測とを組み合わせ、短波長の水平不均質の実態解明を始めた。観測中のXBTの定点での集中連続観測により、内部重力波の時定数は把握できていたが、数値シミュレーションにより、典型的な波長が数km程度であり、波線計算において単純な空間勾配での近似では表現が難しいことを指摘された（図2）（東北大学災害科学国際研究所[課題番号：IRID06]）。東京大学地震研究所においては、地震計に関して、レーザー干渉計測により高精度に地面振動を測定する光干渉式広帯域地震計の精度評価を行った（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_20]）。長期海底観測の途中で、一部の観測データを実用的に取り出すための水中WiFi通信機能をBBOBST-NXに付加し、日向灘での4年観測を開始した。設置・展開のROV潜航作業後、OBS内のレコーダーと船上をWiFi・光ファイバー経由でIP接続し、通信・データ転送することに成功した（図3）（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_21]）。DAS計測は膨大なデータを発生することから、現状の計測システムでは定常的な連続観測が困難であるため、DAS計測の特性を活かした長期観測システムを構築する必要がある。DAS計測による定常的な地震観測を可能にすべく市販のDAS計測装置の測定部分を利用して長期観測可能なシステムを開発した（図4）（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_22]）。能登半島に設置した臨時テレメータ観測点を維持し、定常観測点で得られるデータも使用した自動地震検出処理による群発地震活動モニタリングシステムの構築を進めた。2025年8月20日～12月17日まで、能登半島西岸の志賀町・輪島市地域に臨時地震観測点を9カ所に設置し、連続波形データを収録した（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_25]）。地震連続波形データからの地震関連現象の検出に資する数多くの情報科学技術を開発した。具体的には、（1）地震波検出深層学習モデルSegPhase、（2）不確実性評価付き初動極性判定深層学習モデルPoViT-UQ、（3）低周波微動テンプレート自動生成アルゴリズムYOSO、（4）訓練データとは異なる地域の少数データに基づく転移学習アルゴリズムである。（1）～（4）に関しては、国際誌にて発表したほか、開発したコードをGitHub上にて公開した。また、（5）昔の地震計によって得られた歴史地震記象から地震関連現象を検出するための深層学習モデル構築と学習データ生成に着手した（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_24]）。主に伝送系システムのフォーマット検討、対話検出処理系ソフトウェアの機能強化を行なった。伝送系システムにおいては、現行WINシステムが開発から30年で直面している諸課題についてデータフォーマット及び伝送プロトコルの面から確認した（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_23]）。東京海洋大学においては、6月16～20日にかけて東京海洋大学練習船「神鷹丸」を使用し、前年度設置した海底局の1つに不具合が見られていたG27観測点に新たな海底局を設置した。さらに、ウェーブグライダーの投入作業も行なった。また、10月20～25日には東京海洋大学練習船「汐路丸」を用い、房総半島沖に設置されている地殻変動観測点において観測を実施した（東京海洋大学[課題番号：TKU_01]）。東京科学大学は、拡散放出CO2自動測定における長時間の観測において、北海道大学の協力を得て、有珠山北屏風山付近にある地熱異常域において2024年8月初旬から連続観測の実装試験を行った（東京科学大学[課題番号：TTT_02]）。名古屋大学は、本年度末の3G携帯網のサービス終了に伴い、御嶽山の試験観測地で使用している観測装置のデータ伝送が停止するため、冬までに一部の観測地での置き換えをすることを目標に開発を進めた。開発のベースとなる5台の

アディコ製ロガーQR-001に対して、充放電モジュールの実装、防水筐体収納のための改装と収納、データ受信側となる計算機には受信プログラム群のインストール、およびその改良修正、ウェブ監視ツールの開発などを行い、観測データの取得から、送信、受信とその監視までの一通りの試験を実施した（名古屋大学[課題番号：NGY_08]）。

ウ．地震・火山現象のデータ流通

東北大学は、各大学で保存されている火山観測1次データ（主に地震・測地の地球物理学的データ）の現状調査とその集約・共有と将来的なJVDNでの公開とそれを基にした共同研究の成果の活性化を目標として、東北大学の火山観測網の連続地震波形データのフォーマットの調査を行った。1995年から1998年の期間は独自フォーマット、1998年以降はWINフォーマットを用いて収録・保管が行われている。これまでに読み出しを完了していた連続地震波形データに加えて、5インチMO、DDSに保存されていた坑井式傾斜計・ひずみ計のデータとそのメタデータについての読み出しと整理を引き続き進めた。また、過去の地震検測データ等についても同様にDDSからの読み出しと整理を行った（東北大学理学研究科[課題番号：THK_13]）。東京大学地震研究所は、観測データ流通網JDXnetの安定的な運用を継続した。また、MQTTプロトコルを採用したWINシステムの追加プログラムを活用したWINフォーマット対応のリアルタイム波形表示システムの開発を行なった。柏にて接続された東京大学情報基盤センターの大規模並列計算機を利用したリアルタイム地震データ解析の開発を引き続き継続し、令和8年3月26日にデータ流通ワークショップを開催した（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_26]）。

エ．地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開

北海道大学は、地殻変動連続観測をはじめとする多項目観測データサーバーを運用し、大学や気象庁等の関係機関から全国的に流通する観測データを一元的に収集・アーカイブするとともに、簡易解析機能を通じてデータを公開するシステムを安定的に運用した。また、同時に収集している国土地理院のGNSS座標時系列データについて、新バージョン5.1への対応を行った（北海道大学[課題番号：HKD_08]）。産業技術総合研究所は、活断層データベースに表示される活断層図について、従来の縮尺約20万分の1からより詳細な縮尺約5万分の1で表示できるように、収録データの位置情報の精度向上にかかる作業と表示システムの改良を実施した（産業技術総合研究所[課題番号：AIST08]）。国土地理院は、火山基本図及び同画像データ・数値データに関しては、「硫黄島」、「中之島」の新規作成、「恵山」、「岩木山」、「秋田焼山」、「栗駒山」、「蔵王山」、「安達太良山」、「磐梯山」、「那須岳」、「富士山」、「箱根山」、「伊豆東部火山群」、「霧島山」、「桜島」、「薩摩硫黄島」、「諏訪之瀬島」の更新を実施するとともに、令和6年度に作成した「大雪山」、「八甲田山」、「十和田」の刊行・公開を実施した（国土地理院[課題番号：GSI_05]）。気象庁は、地震カタログ（震源、発震機構解）を令和5年4月から12月まで作成し、地震月報（カタログ編）として気象庁ホームページに公開した。南海トラフ海底地震津波観測網（N-net）を一元化処理に取り込むため、速度構造、観測点補正值、速度マグニチュード推定のための設置条件補正項の検討を行った（気象庁[課題番号：JMA_09]）。海上保安庁は、航空機による南方諸島及び南西諸島の海域火山の定期観測を実施した。なお、西之島や硫黄島等の南方諸島の火山については、監視体制を強化

し、毎月1回程度の監視観測を継続して実施した（海上保安庁[課題番号：JCG_04]）。

（２）推進体制の整備

気象庁は、雌阿寒岳、吾妻山、焼岳、霧島山（新燃岳）の噴火警戒レベルの判定基準について、最新の活動事例も含めて整理・検討し判定基準の見直しを行った。また、火山情報アドバイザー会議について、霧島山（新燃岳）の噴火活動を対象として「臨時会」を開催した（気象庁[課題番号：JMA_10]）。

（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

九州大学は、地震観測における簡便な設置、データ利用をできる観測システムをより活用するための改修整備、共用するための環境整備を実施し、システムの活用の重要性の理解と、従来観測を実施しなかった人材のアクセスを容易にするための貢献のため、計画の基本システムのアップデートと運用のテストを行った。これは本システムの活用のための重要なプロセスであり、従来、観測を実施しなかった人材のアクセスを容易にするための貢献を行った（九州大学[課題番号：KYU_04]）。

これまでの課題と今後の展望

観測研究基盤については関係機関による継続的な努力によって適切に維持がなされ、質の高いデータが連続かつリアルタイムで流通するとともに着実に蓄積され、公開等が着実に進められている。解析システムについても計算機性能等の向上とともにAI技術なども導入され、着実に高度化がなされ、その整備が進んでいる。データベースについては、Linked Open Data（LODと呼ばれる）という、メタデータを様々なシステムやアプリケーションで活用ができるようにする仕組みを用いたデータベースの構築が始められている。データ連携が今後はさらに加速することが期待される。

成果リスト

- Aoi, S., 2025, Seismic and Tsunami Observation around the Japan Islands, Japan Geoscience Union (JpGU) Meeting 2025, SSS05-01.
- Aoi, S., T. Takeda, T. Kunugi, M. Shinohara, T. Miyoshi, K. Uehira, M. Mochizuki, 2025, A new cable-type seafloor observation network for earthquakes and tsunamis in the anticipated source area of the Nankai Trough earthquakes, IASPEI2025 IAGA/IASPEI Joint Scientific Meeting 2025, AS25-0425.
- Dhawal, Y. P., Kunugi, T., Takagi, R., Takeda, T., Aoi, S., Shiomi, K., 2025, Sensor azimuths of the offshore segment of N-net stations based on teleseismic records, 日本地震学会 2025 年度秋季大会, P02-03.
- Fukushima, S., M. Shinohara, T. Yamada, R. Hino, R. Azuma, Y. Ito, Y. Yamashita and H. Takano, Enhanced P-wave velocity imaging by marine airgun-source seismic surveys with distributed acoustic sensing. Sci Rep 15, 18111, 2025. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-01190-0>

- Fukushima, S., M. Shinohara, T. Yamada, R. Hino, R. Azuma, Y. Ito, Y. Yamashita and H. Takano, Enhanced P-wave velocity imaging by marine airgun-source seismic surveys with distributed acoustic sensing. *Sci Rep* 15, 18111, 2025. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-01190-0>
- Hashimoto, K., H. Furui, M. Ishigaki, T. Wakasugi, T. Hara, 2025, Progress of Full Automated Correlation Process for VGOS-INT-B/C at Tsukuba Correlator/Analysis Center, The 10th International VLBI Technology Workshop.
- Hayato Hirai, Takuto Maeda, & Shiro Hirano Numerical simulations of seismic waveforms from the Martian impact event S1034a: Investigating shallow crustal heterogeneity 12th ACES International Workshop, Taipei, D2-11, 2025-11-05.
- Himematsu, Y., T. Kobayashi, A. Hattori, M. Nakashima, H. Ueshiba, M. Tanaka, M. Ichimura, M. Ishimoto, 2025, Validation of ALOS-4/PALSAR-3 Data For Monitoring Ground Deformation, The 9th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2025), WeLe_P16.
- Hinohara, M., S. Aoi, S. Fukushima, T. Yamada, T. Takeda, T. Kunugi, K. Uehira, M. Mochizuki, T. Akuhara, K. Mochizukil, and S. Sakai, Seismic observations by distributed acoustic sensing using seafloor cable observation systems around Japanese islands, OCEANS 2025 - Great Lakes, Chicago, IL, USA, 1-7, 2025
- Ichimura, M., K. Mikiyama, M. Ishimoto, T. Kobayashi, H. Munekane, 2025, Ground deformation after the 2015 phreatomagmatic eruption at Kuchino-Erabujima Volcano, Japan detected by InSAR time series analysis with ALOS-2 data, *Earth Planets Space* 77, 155, <https://doi.org/10.1186/s40623-025-02293-8>.
- Katoh, S., H. Nagao, and Y. Iio, 2025, PoViT-UQ: P-wave polarity and arrival time determination using vision transformer with uncertainty quantification, *Geophys. J. Int.*, 243 (1), ggaf324, doi:10.1093/gji/ggaf324, 2025
- Katoh, S., Y. Iio, H. Nagao, H. Katao, M. Sawada, and K. Tomisaka, 2025, Development of Arrival Time Picking Models for Japan's Seismic Network Using the Hierarchical Vision Transformer, Annual Meeting of Asia Oceania Geosciences Society 2025, SE18-A011
- Katoh, S., Y. Iio, H. Nagao, H. Katao, M. Sawada, and K. Tomisaka, 2025, SegPhase: Development of arrival time picking models for Japan's seismic network using the hierarchical vision transformer, *Earth Planets Space*, 77, 118, doi:10.1186/s40623-025-02249-y
- Kobayashi, T., H. Munekane, 2025, L-band-based InSAR with long temporal baseline for detection of medium- to long-term volcanic crustal deformation, The 9th Asia-Pacific Conference on Synthetic Aperture Radar (APSAR 2025), WeSh1_04.
- Kobayashi, T., M. Ishimoto, Y. Himematsu, A. Hattori, M. Ichimura, M.

- Nakashima, H. Ueshiba, M. Tanaka, B. Miyahara, 2025, L-band SAR-based nationwide land deformation monitoring in Japan : application of ALOS-2/-4 satellites, Scientific Assembly of the International Association of Geodesy (IAG 2025) , 155.
- Kubota, T., Hisahiko Kubo, Tatsuhiko Saito, 2025, Reliable Fault Modeling of an Mw 7.1 Earthquake in Hyuganada Sea on 8 August 2024 by Offshore Tsunami Data From New Seafloor Network N-net and Onshore GNSS Data, Geophysical Research Letters, 52, e2025GL115391. <https://doi.org/10.1029/2025GL115391>
- Mendo-Pérez, G., H. Nagao, and Y. Terada, 2025, RMS and hierarchical agglomerative clustering to build template event catalogs of tectonic tremors, Seismol. Res. Lett., doi : 10.1785/0220240392
- Miku Ohtate , Yusaku Ohta, Mako Ohzono, Hiroaki Takahashi, Fine-Scale Interseismic Strain Rate Fields in Japan from an Ultra-Dense GNSS Network, AGU 2025
- Misaki Asai, Yuta Maeda, Toshiki Watanabe, 2025, Extraction of Multimodal Surface Wave Dispersion Curves in Volcanic Area : Case Study on Mt. Ontake, Central Japan, IAVCEI Scientific Assembly, 3.1.21
- Nagao, H., S. Ito, T. Tokuda, G. Mendo Pérez, S. Katoh, and T. Kusui, 2025, Towards Integration of Data Assimilation and State-of-the-Art Information Science Techniques for Seismology, IAGA/IASPEI Joint Scientific Meeting 2025, AS25-1423
- Ohta Y., and M. Ohtate (2026) , Quality assessment of daily GNSS coordinate time series from the SoftBank proprietary reference network, Earth Planets Space 78 (19) , <https://doi.org/10.1186/s40623-025-02354-y>
- Ohtate M., Y. Ohta, Y. Mitsui (2025) , Significant afterslip contribution to postseismic deformation on Sado Island following the 2024 Noto Peninsula Earthquake : Insights from two dense GNSS observation networks, Earth Planets Space, 77, 74, <https://doi.org/10.1186/s40623-025-02203-y>
- Ohzono M., H. Takahashi, Y. Ohta, K. Ohno (2025) , Transient inflation event at Kussharo caldera, eastern Hokkaido, Japan in 2021-2023 captured by multiple GNSS observation networks. Earth Planets Space 77, 41, <https://doi.org/10.1186/s40623-025-02173-1>
- Shibata, R., H. Kubo, W. Suzuki, S. Aoi, H. Sekiguchi, 2025, Source Process Estimation for the 2024 Mw 7.1 Hyuganada, Japan, Earthquake and Forward Modeling Using N-net Ocean Bottom Seismometer Data, Geophysical Research Letters, 52, e2025GL115401. <https://doi.org/10.1029/2025GL115401>
- Shinohara, M., S. Aoi, S. Fukushima, T. Yamada, T. Takeda, T. Kunugi, K. Uehira, M. Mochizuki, T. Akuhara, K. Mochizuki1, and S. Sakai, Distributed acoustic sensing seismic observations using fibers on seafloor cable observation systems installed in Japan, IAGA/IASPEI Joint Scientific Meeting 2025, S05d, AS25-0238, Lisbon, Portugal, 2 Sep. 2025.

- Shinohara, M., S. Aoi, S. Fukushima, T. Yamada, T. Takeda, T. Kunugi, K. Uehira, M. Mochizuki, T. Akuhara, K. Mochizuki, and S. Sakai, Seismic observations by distributed acoustic sensing using seafloor cable observation systems around Japanese islands, OCEANS 2025 – Great Lakes, Chicago, IL, USA, 1 Oct. 2025
- Shinohara, M., S. Aoi, T. Takeda, T. Kunugi, K. Uehira, and M. Mochizuki, Distributed acoustic sensing observation for seismic activity in westernmost Nankai trough region using N-net offshore system, AGU-FM 2025, S13A-04, 15 Dec. 2025
- Shinohara, M., T. Yamada, S. Fukushima and H. Yamahana, Distributed Acoustic Sensing Observation Using Seafloor Cable Observation System in the Japan Sea, 2025 IEEE Underwater Technology (UT) , Taipei, Taiwan, 2025, 1–5, doi : 10.1109/UT61067.2025.10947411.
- Shinohara, M., Z. He, S. Tanaka, and H. Otsuka, High performance seismic observation by distributed acoustic sensing using off-Sanriku geophysical cable observation system, Seismological Society of Japan 2025 Fall meeting, S02-07, 21 Oct. 2025
- Shiobara, H., Nishida, S., Araki, W., and Ito A., Underwater WiFi system for the long-term BBOBS data retrieval using the ROV, AGU-FM 2025, DI13B-0036, 15 Dec. 2025.
- Takeda, T., 2025, Tsunami Observations from the Newly Completed N-net Deployed in the Expected Source Region of the Nankai Trough Earthquake, The 2025 Japan-New Zealand-Taiwan Seismic Hazard Workshop, Yilan, Taiwan.
- Takeda, T., Takayuki Miyoshi, Shin Aoi, Takashi Kunugi, Masanao Shinohara, Kenji Uehira, Masashi Mochizuki, 2025, Long-Term Pressure Data from Offshore System of Nankai Trough Seafloor Observation Network for Earthquakes and Tsunamis (N-net) , IASPEI2025 IAGA/IASPEI Joint Scientific Meeting 2025, AS25-1435.
- Takemura, S. Characteristics of T-wave generation around submarine volcanoes. Earth Planets Space 77, 150 (2025) .
- Takemura, S., Yabe, S., Emoto, K., & Baba, S. (2025) . Along-dip variations in source characteristics of shallow slow earthquakes controlled by topography of subducted oceanic plate. Journal of Geophysical Research : Solid Earth, 130, e2024JB030751.
- Tokuda, T. and H. Nagao, 2025, Two-stage approach for earthquake detection using multiple clustering-based classification, Geophys. J. Int., 243 (3) , doi : 10.1093/gji/ggaf400
- Yamada T. and Y. Ohta (2026) , Simultaneous estimation of slip distribution and correlation length using Bayesian optimization and the impact of inhomogeneous observation network distribution, Volume 244, Issue 3, ggaf525, [https : //doi.org/10.1093/gji/ggaf525](https://doi.org/10.1093/gji/ggaf525)

Yamahana, H. and M. Shinohara, Development of GUI software for picking up seismic phases from distributed acoustic sensing records, Japan Geoscience Union Meeting 2025, STT42-12, 29 May, 2025

Yamahana, H. and M. Shinohara, Development of GUI software for picking up seismic phases from distributed acoustic sensing records, Japan Geoscience Union Meeting 2025, STT42-12, 29 May, 2025

Yusaku Ohta, Leveraging Ultra-Dense GNSS Networks for High-Resolution Crustal Deformation Monitoring in Japan, AGU 2025

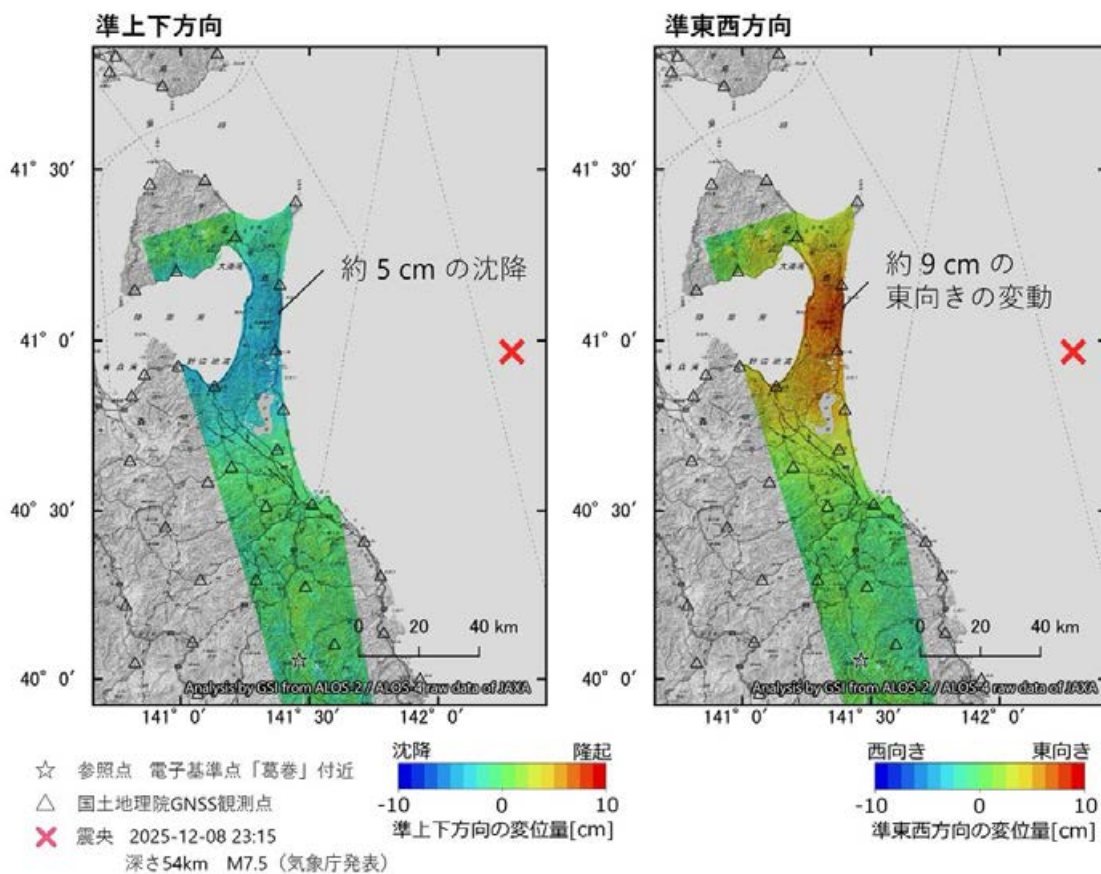


図 1 . ALOS-2及びALOS-4の観測データを用いた青森県東方沖の地震に伴う地殻変動 (2.5次元解析結果 (左：準上下成分, 右：準東西成分)) (国土地理院[課題番号：GSI_03])

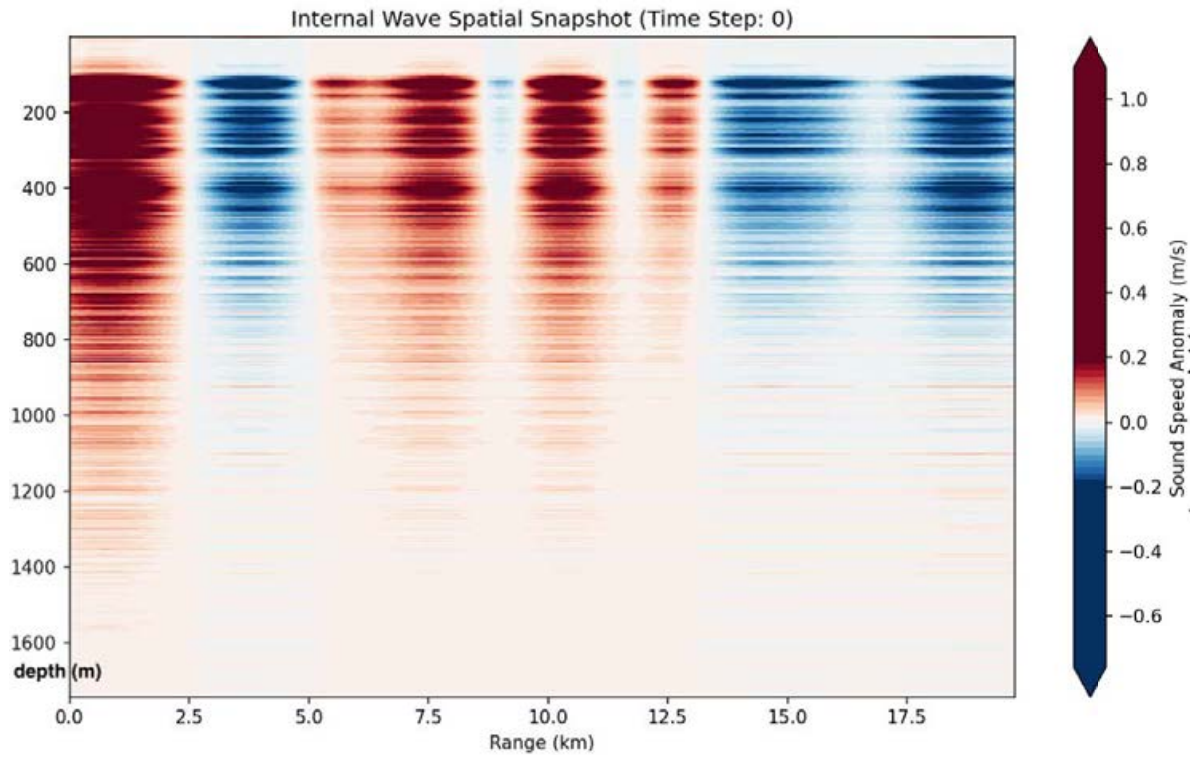


図 2．実測温度・塩分プロファイルから予想されるモード 1 の内部重力波（東北大学災害科学国際研究所[課題番号：IRID06]）

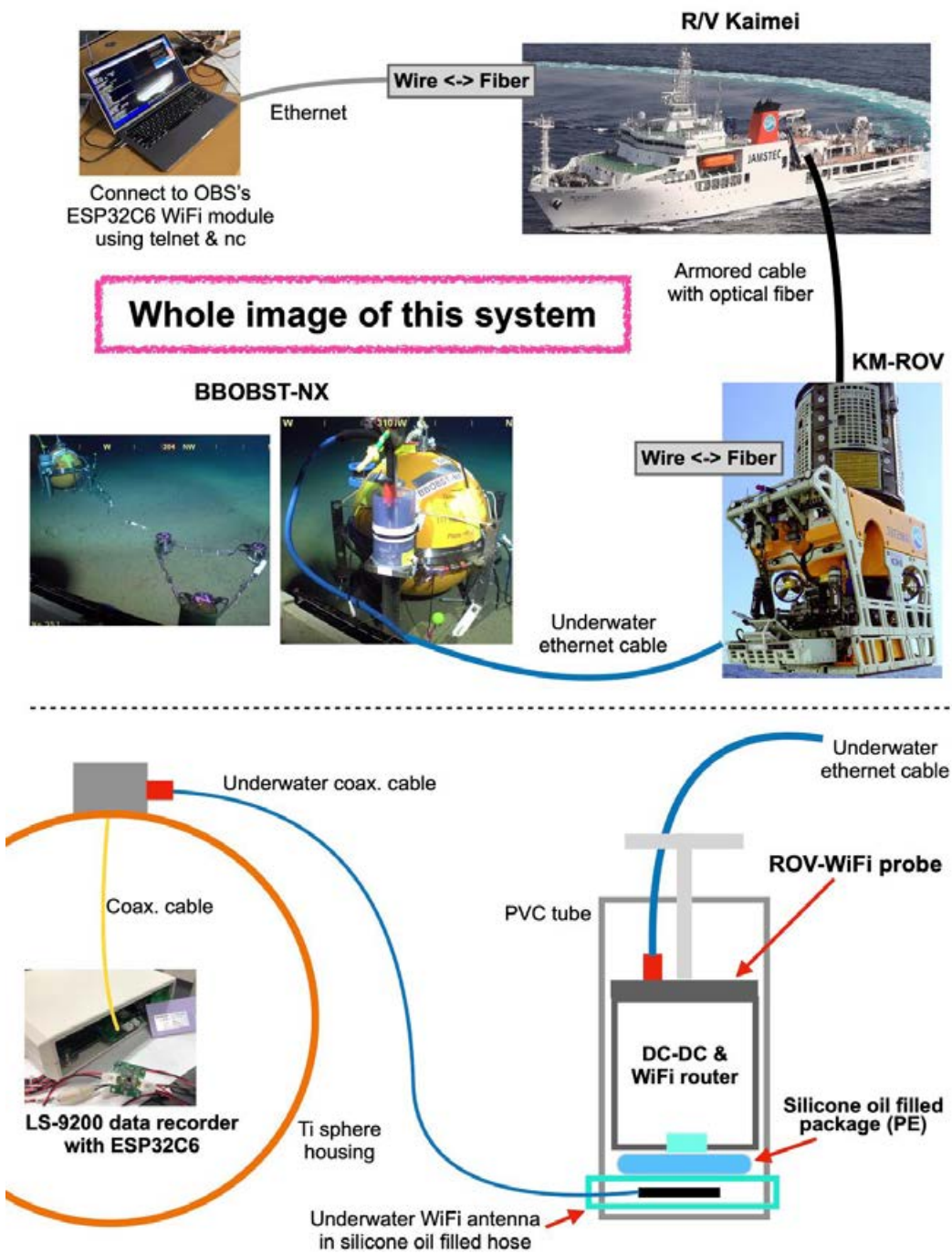


図 3 . BBOBST-NXに追加した水中WiFi通信機能の実地試験（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_21]）

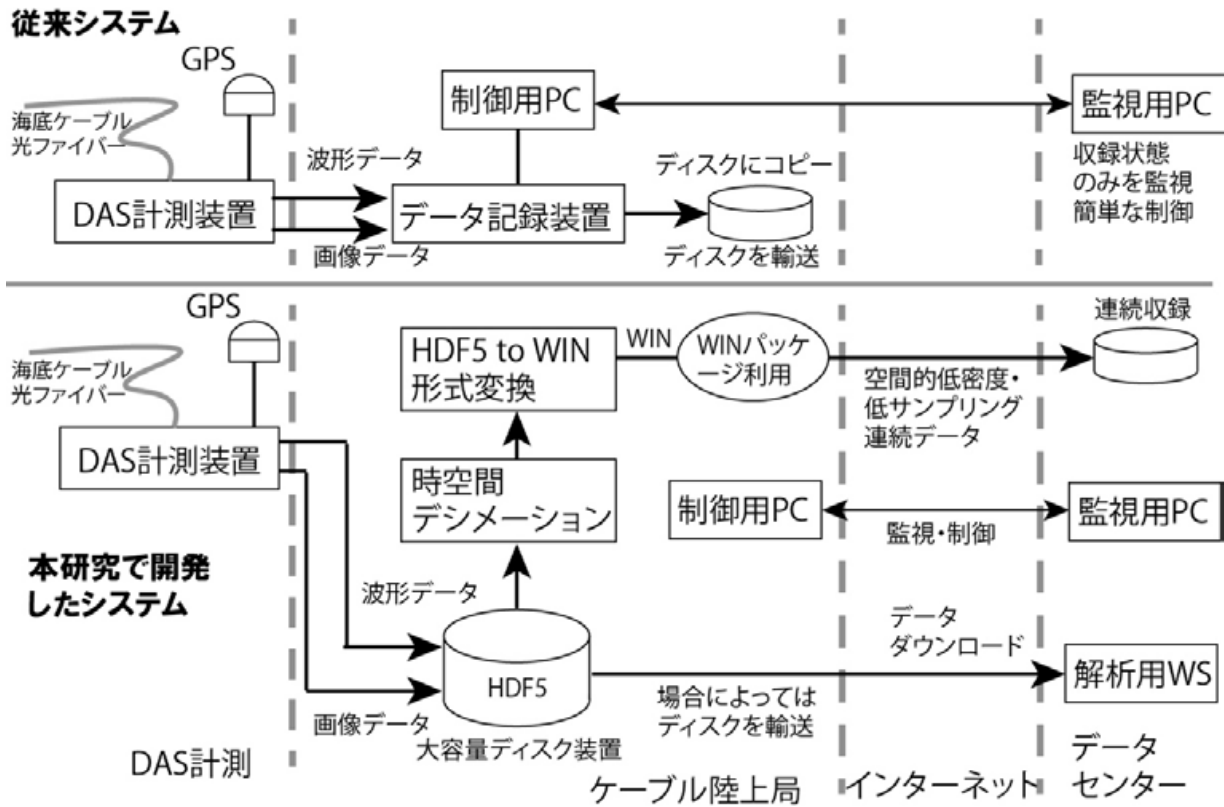


図 4. データ量縮減処理・伝送システム（課題番号：ERI_22）

2 (1) 南海トラフ沿いの巨大地震

「南海トラフ沿いの巨大地震」総合的研究グループ グループ長
伊藤喜宏
(京都大学防災研究所)

本計画に参加する多様な専門分野の研究者らが連携して、南海トラフ沿いで将来発生が危惧される巨大地震とそれに伴う津波災害の軽減を学際的研究として実施する。

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

(1) 南海トラフ沿いの巨大地震

(i) 背景及び目的

南海トラフ巨大地震に関する分野横断型総合的研究の連携をより一層強化し、巨大地震に伴う複合型災害の軽減に向けた学際研究を進める。具体的には、海陸の地震・測地観測網で取得される記録を用いた状態監視の高度化、巨大地震の新たな長期予測手法の開発、中短期における巨大地震の発生可能性の相対的な高まりを評価する手法の開発、巨大地震発生後の地震像の即時的把握手法の構築を進める。また、災害軽減に向けて、地震発生から災害誘因予測・被害予測・リスク評価に至るまでのスキームを、分野を横断して強力に連携しつつ構築する。さらに、目的に応じた防災情報の社会への発信及び広域避難計画の策定までの道筋を検討する。これまでに国内外でなされてきた地震・津波防災研究の成果にも着目して、理学、工学、人文学・社会科学を総合した「比較沈み込み帯防災科学」として地域間の比較研究を行い、地域ごとの課題・問題点を整理し、その解決方法を検討する。

(ii) 令和7年度の成果

将来発生が危惧される M8 級の巨大地震の地震像の理解と、それに伴う地震・津波災害の軽減に向けて、国際比較研究を含む以下の4つの研究テーマを設定して研究に取り組んだ。

- (ア) 地震・測地観測によるモニタリングに基づくプレート間固着状況の解明
- (イ) 地震・津波モデリングに基づく地震・津波シナリオの構築
- (ウ) リスク評価と自治体の要望に即した地震・津波減災教育プログラムの開発と実施
- (エ) 比較研究としての地震・津波防災科学の推進

(ア) 地震・測地観測によるモニタリングに基づくプレート間固着状況の解明

日向灘は、南海トラフ西端に位置し、強い固着域が卓越する南海トラフ本体と、相対的に固着の弱い琉球海溝との遷移域にあたる。さらに九州パラオ海嶺の海山列が沈み込むことから、プレート境界の幾何形状、流体挙動、スロー地震活動、プレート間固着の関係を理解する上で重要な場である。令和7年度は、海山沈み込みと地震活動・地殻変動との関係把握、固着状況の時間変化の推定、ならびに監視・解析手法の高度化を柱として研究を進めた。

(アー1) 日向灘の掘削計画に向けた取り組みと周囲のテクトニック微動活動

日向灘に沈み込んだ海山周辺で得られている反射法地震探査記録の再解析を進め、特に海底下約 1 km までの構造変形や速度異常のマッピングを行った。その結果、沈み込んだ海山直上のスラスト構造の下盤側に低速度層が検出され、海山沈み込みに伴う流体集積や間隙水圧異常の存在を示唆する結果を得た。また、海底地震観測データと陸上地震観測データを統合した地震波トモグラフィーを実施し、2024 年の日向灘地震および 1996 年 10 月の地震の震源域の up-dip 側に、地磁気解析で指摘されている海山に対応する速度異常域を検出した。これらは、海山の位置関係と大地震・スロー地震の分布との対応を検討するうえで重要な基礎資料となる。

日南層群や海洋掘削で得られた堆積物試料の弾性波速度測定を継続し、沈み込み帯堆積物の弾性波速度と間隙率との関係に関するデータを蓄積した。これにより、反射法・トモグラフィー解析で得られる速度異常の地質学的解釈の高度化が進んだ。さらに、日向灘におけるスロースリップ検出のため、長期海底地震計の設置を行い、次年度に計画されている海底光ファイバー歪計との統合観測に向けた準備を進めた。加えて、泥火山活動と極微小テクトニック微動の関係把握に向け、台湾の断層帯を対象とした新たな観測にも着手した。これらの成果は、国際深海科学掘削および孔内観測計画のサイト選定とパラメータ最適化にも資する（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_16]）。

（ア－２）海陸地震・測地データを用いた日向灘のプレート間固着の把握

日向灘沿岸域における GNSS 観測と日々の座標値算出を継続し、計算結果を Web 上で公表した。観測された地殻変動は、日向灘北部におけるプレート間カップリングと、日向灘南部における 2024 年および 2025 年の日向灘地震に伴う余効すべりにより概ね説明され、南部の余効変動は 2025 年末までに大きく減衰していることが明らかとなった。

さらに、過去 30 年間の地殻変動データに基づいてプレート間カップリングの時間変化を検討した結果、2019～2024 年の期間では、1968 年日向灘地震（M7.5）の震源域に対応する領域では固着が認められる一方、2024 年日向灘地震（M7.1）の震源域では固着がほとんど認められないことが示された。加えて、GNSS データを用いた長期的スロースリップの客観検知について、2024 年 8 月および 2025 年 1 月の日向灘地震の余効変動除去パラメータを再推定し、日向灘から豊後水道にかけて検出されていた非定常変位を再評価した結果、余効変動に隠れて新たなスロースリップが発生していた証拠は認められなかった。これらの成果は、日向灘におけるプレート間固着の空間的不均質性と、地震後の地殻変動を適切に分離した状態監視の重要性を示している（京都大学防災研究所[課題番号：DPRI_09]）。

（ア－３）南海トラフ沿いのプレート境界すべりのモニタリング手法の高度化

地震活動監視の高度化に向けて、低周波地震を含む地震波形の自動識別・震源決定手法の開発を進めた。具体的には、PhaseNet を拡張して通常地震の P 相・S 相・ノイズに加えて低周波地震の P 相・S 相を扱う深層学習モデル（PhaseNet5）を考案し、従来よりも多くの低周波地震の震源決定を可能にした。また、従来の自動震源決定手法に深層学習を導入して実機評価を開始し、島しょ部や日本海側で多くみられた誤決定を大きく低減した。さらに、稠密観測網を複数のアレイに分割して伝播方向から常時震央を推定するプログラムを開発し、硫黄島の噴火に伴う長周期震動や紀伊半島沖・日向灘南部・琉球海溝で発生する超低周波地震の震央を即時的に推定できることを確認した。

近地地震波形を用いた即時震源過程解析については、パラメータの自動設定と処理の

並列化により，解析開始から 5 分以内に処理を完了できる手法を構築した。バックプロジェクションを取り入れた手法の検討も進め，従来法より安定的に解が求まる場合があることを確認した。加えて，四国沖から紀伊半島沖の超低周波地震検出では，日向灘起源イベントの誤検出低減を目的とした機械学習による発生領域判定手法を検討し，一定の有効性を示した。また，深層学習モデルを山口県北部の地震活動に適用し，低周波地震と通常地震の判別や発震機構解推定の精度向上を確認した。こうした成果は，流体が関与する地震活動の把握にも有効であり，南海トラフ沿いの状態監視の高度化に資する。

地震発生シミュレーションにおいては，aging law にカットオフ時間を導入したすべり速度・状態依存摩擦則と深さ依存の摩擦パラメータを用い，南海トラフ沿いの長期的・短期的スロースリップの再現を進めた。その結果，日向灘から四国西部への長期的スロースリップの移動速度や，四国～紀伊水道および伊勢湾付近における短期的スロースリップの発生間隔が観測結果と整合的に再現された。また，超伝導重力計を用いた早期地震警報の開発では，韓国 Yemi Lab における超伝導重力計と広帯域・短周期地震計の同時観測を継続し，将来の巨大地震の早期検知に向けた基礎データの蓄積を進めた（気象庁[課題番号：JMA_04]）。

（イ）地震・津波モデリングに基づく地震・津波シナリオの構築

宮崎県県央部に位置する宮崎平野を対象として，微動観測記録に基づく表層地盤調査を実施した。2025 年 8 月および 11 月に，大淀川北部の市街地を中心に 4 か所で微動アレイ観測を行うとともに，1 km グリッドによる単点微動観測を実施した。得られた記録から Rayleigh 波の位相速度および水平上下スペクトル比を算出し，概ね深さ 60 m までの表層地盤構造を推定した。これにより，強震動予測の高度化に向けた基礎資料が整備された。

日向灘南部における M7 級地震活動の発生様式については，既往研究に加え，微小地震活動解析および津波波形の比較等を踏まえて再検討を進めた。その結果，日向灘南部では約 60 年周期で活動する 2 つの震源域が，約 30 年の時間差をもって交互に活動している可能性が示唆された。また，2024 年地震の震源域におけるすべり量は，震源域周辺の非地震性すべりレートから期待される約 60 年分のすべり遅れと整合的である一方，プレート沈み込み速度から算出される蓄積量の約半分程度に相当すると推定された。このことは，余効すべりやスロー地震などの非地震性すべりが，地震で解消されない残余のすべり遅れを担っている可能性を示す。これらを階層アスペリティモデルの観点から考察し，長期的かつ広域的に蓄積されたひずみが 1662 年日向灘地震のような M8 級巨大地震を引き起こし得ることを示した。

さらに，儒学者安井息軒の一族の家系図「日下姓安井系図」に残る 1662 年日向灘地震の記述と，過去 100 年間の地震活動の特徴を総合し，1662 年地震の新たな地震像を提案した。前震活動が存在し，その段階で津波を懸念した住民の避難が結果として事前避難となり，本震時の大津波による犠牲低減に寄与した可能性が示唆された。過去事例の再評価は，将来の地震・津波シナリオと広域避難計画を考えるうえで重要な知見を与える（京都大学防災研究所[課題番号：DPRI_09]）。

（ウ）リスク評価と自治体の要望に即した地震・津波減災教育プログラムの開発と実施

（ウー１）南海トラフ臨時情報と避難計画

地震・津波シナリオに基づく防災教育プログラムの開発を継続するとともに、新たに聴覚障がい者向けのリスクコミュニケーション教材の開発に着手した。宮崎公立大学および宮崎県聴覚障がい者協会と協働し、カードゲーム「ぼうさいダック」を基盤とする教材化で合意し、試験的な実践を通じて教材設計に資する基礎情報を収集した。また、日本語を解しない外国人向け防災教育ツールへの応用も視野に入れ、学童保育の小学生を対象とした試行を複数回実施し、バリアフリー化に向けた課題整理を進めた。あわせて、地盤振動を小学校の防災教育に活用する教材開発の準備も進めた。

また、令和６年８月８日の日向灘地震後の避難行動と南海トラフ地震臨時情報（巨大地震注意）をめぐる対応の分析を進め、臨時情報が地域の避難判断に与える影響の整理を開始した。宮崎県門川町では、小中学生を対象に例年実施される下校時一斉避難訓練について、昨年度に引き続き訓練内容の監修を行い、門川町立草川小学校で「逃げトレ」を用いた避難記録取得と学校長インタビューを実施した。さらに２０２５年１２月には宮崎市青島で、歩行者と自動車が混在する状況を想定した避難訓練を実施し、学生約７０名と借上げタクシー１０台を用いて、交差点での歩行者・自動車の交錯が車列挙動と渋滞に及ぼす影響を調査した。その結果、歩行者と自動車が交錯しにくい避難ルートを事前に検討しておくことにより、自動車の減速と渋滞発生を抑制できる可能性が示された。得られたデータは宮崎市に提供し、地域住民への説明会を通じて今後の避難のあり方の検討に活用する予定である。

宮崎県教育庁が実施する高校生防災リーダー研修会では、高校生１０名を受け入れて研修・研究活動を行い、若年層の防災人材育成に貢献した。宮崎市青島小学校で実施した「逃げトレ」を用いた津波避難訓練では、ゴールを固定せずに児童が主体的に避難先を選ぶ形式を採用した結果、地域事情をよく知るがゆえに観光客等とは異なる避難行動を取り、不適切な対応につながる可能性もあることが明らかとなった。これにより、適切な避難場所の表示に加え、避難先として不適切な場所を明示する必要性など、新たな課題を抽出した（京都大学防災研究所〔課題番号：DPRI_09〕）。

（ウー２）地震・津波のリスクに対する行動変容の促進

南海トラフ地震のリスクに対する住民の行動変容促進に向けて、ヘルスコミュニケーションの知見を援用しつつ、耐震化や家具類の安全対策、津波早期避難などを対象とした介入手法の具体化を進めた。令和７年度は、既往の行動変容促進手法の整理を継続するとともに、静岡県富士市と連携して、「お母さんお父さん教室」や母子健康手帳アプリを活用した家具類地震対策の介入を開始した。あわせて、地震防災準備度指標を設定し、アプリを活用した介入前後の調査体制を整備した。

また、全国の妊婦・乳幼児世帯を対象としたインターネット介入調査を実施し、リーフレット提示による意識変容効果を測定した。静岡県と共同で津波ハイリスクエリア住民向けの早期避難啓発リーフレットを開発し、これを用いた自治体での介入準備を進めた。さらに、日本公衆衛生学会の企画セッションや勉強会等を通じて、保健師等の保健福祉職と連携した防災行動変容の新たな介入手法について検討を行った。これらの成果は、従来の一般的啓発では届きにくかった層に対して、具体的で対象を絞った介入を設計する道筋を与えるものであり、防災情報を実際の行動へ結びつける方法論の構築に寄与した（東北大学災害科学国際研究所〔課題番号：IRID_05〕）。

（エ）比較研究としての地震・津波防災科学の推進

理学—工学—人文・社会科学を総合した「比較沈み込み帯防災科学」として情報を集約するための環境整備を継続した。京都大学の現地運営型研究室「地震・津波未災学国際 Lab (iLETs)」では、学際的視点から各地域の地震・津波災害の普遍性と地域性を比較し、地震・津波災害とリスクに関する理解の高度化を進めた。令和 7 年度は、GADRI グローバルサミット、メキシコ地球物理学連合大会、ペルー工科大学、ペルー地球物理学研究所などにおいて iLETs の紹介と普及活動を実施し、日本-中南米間の比較研究ネットワークの拡充を図った。

また、メキシコ・ゲレロ地震空白域沖では、改良型エンベロープ相関法と海底地震計記録によるマッチドフィルター法を組み合わせ、テクトニック微動および低周波地震の検出に取り組んだ。その結果、同海域における低周波地震の初検出に成功し、スロー地震活動のモニタリング高度化に資する成果を得た。さらに、同海域の海溝付近で発生した Mw6.7 のプレート間地震が、震源継続時間の長さで規格化エネルギーの小ささという点で津波地震に類似した特徴を示すことを見出し、海溝軸付近の地震発生様式と津波地震ポテンシャルの評価に関する新たな視点を得た。これらの成果は、海山沈み込みとスロー地震活動の関係という日向灘の課題を、他の沈み込み帯と比較して理解するうえでも重要である。

国内拠点としては、宮崎市を iLETs のフィールド拠点と位置付け、京都大学防災研究所、宮崎公立大学、宮崎市危機管理部の三者による協議を 2025 年 8 月 8 日に初めて実施した。各機関が専門的・科学的知見、行政機能と地域課題、地域防災教育・人材育成の機能を持ち寄り、連携して宮崎市の防災力向上に取り組む方針を確認した。さらに同年 12 月には宮崎市と京都大学防災研究所の間で連携協力協定を締結し、今後の比較研究と社会実装を推進する体制を整備した（京都大学防災研究所[課題番号：DPRI_09]）。

これまでの課題と今後の展望

令和 7 年度は、本観測研究の 2 年目として、日向灘における海山沈み込み、プレート間固着、スロー地震、強震動・津波シナリオ、防災教育・リスクコミュニケーションを結び付ける研究が進展した。特に、海山直上およびその周辺の低速度構造や速度異常域の把握、過去 30 年の地殻変動に基づく固着分布の再評価、2024 年・2025 年地震後の余効変動の把握により、日向灘における固着・滑りの空間的不均質性と時間変化についての理解が深まった。長期海底地震計の設置や将来の海底光ファイバー観測・掘削計画の準備も進み、観測基盤の強化という点でも重要な前進があった。

一方で、M8 級地震を念頭に置いた地震・津波シナリオの構築に向けては、宮崎平野の地盤構造把握や 1662 年日向灘地震像の再評価が進展したものの、これらを確率論的強震動・津波モデルや津波堆積物調査の成果と統合し、ハザードマップや結合リスク評価に結び付けていく作業が引き続き重要である。今後は、海陸観測データと新たなモデリング成果を結び付けることで、将来地震像の精度向上を図る必要がある。

地震活動監視と即時解析手法では、低周波地震を含む深層学習モデル、常時震央モニタリング、近地波形を用いた迅速震源過程解析、スロースリップ再現シミュレーションなどが進展し、南海トラフ沿いで発生する多様な滑り現象を統合的に監視するための基

盤が整いつつある。今後は、海陸観測データの統合と新たな海底観測データの活用により、これらの手法を日向灘の実データへ本格的に適用し、巨大地震発生準備過程の理解と地震像の即時把握に結び付けていくことが重要である。

災害軽減の社会実装の面では、宮崎県内での避難訓練や「逃げトレ」に基づく実証研究が継続されただけでなく、聴覚障がい者や外国人、児童・生徒など多様な主体を対象とした教材開発・人材育成が進んだ。また、静岡県富士市等と連携した介入研究により、家具固定や早期避難といった具体的行動を促す介入モデルの試行が始まり、防災コミュニケーションを「認知」から「行動」へつなげる方法論の具体化が進んだ。今後は、これらの介入の効果検証と、他地域への横展開に向けた標準化・パッケージ化が課題である。

さらに、中南米を中心とする比較研究では、iLETsを核とした研究ネットワークと国内外の連携体制が拡充された。グレロ地震空白域での低周波地震検出や津波地震的特徴の把握は、南海トラフ沿い巨大地震の理解を広い沈み込み帯の文脈で位置付けるうえで有用である。今後は、日本、メキシコ、エルサルバドルなどで得られる観測・防災実践・行政対応の知見を比較しつつ、モニタリング、モデリング、リスク評価、成果の社会実装を一体として高度化する総合的研究を引き続き推進する必要がある。

成果リスト

- Chen, Y., Ito, Y., Plata-Martinez, R., Dominguez, L.A., Ohyanagi, S., Garcia, E.S., Flores-Ibarra, K., Cruz-Atienza, V.M., Shinohara, M. and Yamashita, Y., 2025, New insight into slow earthquake activities from continuous ocean bottom seismometers at the Guerrero seismic gap, Mexico, *Geophysical Journal International*, 241 (1) , 511-525, doi:10.1093/gji/ggaf057.
- Cruz-Atienza, V.M., J. Tago, L.A. Dominguez, V. Kostoglodov, Y. Ito, E. Ovando-Shelley, T. Rodriguez-Nikl, R. Gonzalez, S. Franco, D. Solano-Rojas, J. Beltran-Gracia, P. Miranda-Garcia, F. Boudin, L. Rivera, A. Becel, C. Villafuerte, J. Real, E. Kazachkina, and A. Ronquillo, 2025, Seafloor geodesy unveils seismogenesis of large subduction earthquakes in Mexico, *Science Advances*, eadu8259, doi:10.1126/sciadv.adu8259.
- Flores-Ibarra, K., V. Hjorleifsdottir, S.K. Singh, A. Iglesias, X. Perez-Campos, and Y. Ito, 2025, The Complex and Long-Duration 2002 April 18 Mw 6.7 Near-Trench Earthquake in the Guerrero Seismic Gap, Mexico, *Geophysical Journal International*, 242 (2) , ggaf225, doi:10.1093/gji/ggaf225.
- 山下裕亮・堀高峰, 2025, 日向灘南部における大地震の多様な発生様式, *地震* 2, 78, 127-146, doi:10.4294/zisin.2025-2S.
- 大本航・杉山高志・北原壮一郎・山下裕亮・矢守克也, 2025, 令和6年8月8日の日向灘の地震発生後の避難行動と南海トラフ地震臨時情報（巨大地震注意）をめぐる対応の分析－宮崎県宮崎市・青島地区における事例調査－, *自然災害科学*, 44 (3) , 289-300.
- 山下裕亮, 2025, 2024年8月8日日向灘M7.1の地震から1年, *宮崎の自然と環境*, 10, 8-13.
- Arai, R., K. Shiraishi, Y. Nakamura, G. Fujie, A. Kioka, M. Kinoshita, and R. Fukuchi, 2025, Prevalence of mud diapirs in the Hyuga-nada subduction zone, southwest Japan, and its implications on hydrogeological processes, *Progress in*

- Earth and Planetary Science, 12, 16, doi:10.1186/s40645-025-00692-9.
- Uchida, H., Y. Hashimoto, M. Ikeda, T. Tsuji, K. Onishi, and N. Nishizaka, 2025, Quantifying fault damage zone properties using geological and geophysical data along the Median Tectonic Line, Southwest Japan, Progress in Earth and Planetary Science, doi:10.1186/s40645-025-00773-9.
- Hooker, H.J.N., S. Luciano, D.M. Fisher, A.J. Smye, Y. Hashimoto, T. Hosokawa, S.J. Elliott, 2025, Veining style and size-scaling behavior throughout the generation and exhumation of subduction melange: Evidence from Japan and Alaska, Journal of Structural Geology, doi:10.1016/j.jsg.2025.105607.
- Kuriyama, S., 2025, How changes in behaviour can save lives in disasters, Nature, 644, 581, doi:10.1038/d41586-025-02613-8.
- 気象研究所, 2025, 全国 GNSS 観測点のプレート沈み込み方向の位置変化, 地震予知連絡会会報, 114, 21-25.
- 気象研究所, 2025, 南海トラフ沿いの長期的スロースリップの客観検知, 地震予知連絡会会報, 114, 292-294.
- 気象研究所, 2025, 内陸部の地震空白域における地殻変動連続観測, 地震予知連絡会会報, 114, 326-329.
- 田中昌之, 2025, 中規模繰り返し相似地震の発生状況と発生確率 (2025), 地震予知連絡会会報, 114, 476-481.

2 (2) 首都直下地震

「首都直下地震」総合研究グループ長
加藤愛太郎
(東京大学地震研究所)

我が国の政治・経済の中心である首都圏では、その直下で大地震が発生した場合、甚大な社会的影響を伴う災害となることが想定されている。首都直下地震による被害を軽減するためには、地震の発生確率や規模の予測に加え、首都圏特有の都市構造や人口集中を考慮した被害想定、さらには避難計画や復旧計画の策定に資する多角的な研究が不可欠である。本計画では、過去の震災の再調査および現状の課題の整理を行うとともに、震源像の解明に関する研究を通じて、長期評価や被害想定 of 科学的根拠となるデータおよびモデルの構築を目指す。さらに、想定地震に対する地震動の高精度な推定を行い、その成果を情報伝達手法の高度化や実効的な避難経路の設定など、防災対策へと応用することを目的とする。

1) 稠密地震観測に基づく首都圏南部における上盤構造の解明

首都圏南部における上盤構造の詳細解明を目的として、丹沢東部から房総半島南部にかけてのフィリピン海プレートの形状やプレート境界付近の不均質構造を高分解能で把握するため、最適な臨時地震観測点の配置検討を実施した。その結果に基づき21地点を選定し、現地踏査を経て順次観測点を設置した。千葉県南部では6地点にオフライン観測装置を設置して2025年6月から観測を開始し、神奈川県内でも一部地点にテレメータおよびオフライン観測装置を設置した。残る地点についても許認可手続きを進めており、2026年3月末までの設置完了を予定している。また、制御震源による地殻構造探査データの解析を継続し、2次元波線追跡法によりP波速度構造を推定した結果、表層速度の顕著な水平変化や地質構造との対応関係が明らかとなった。さらに、房総半島東部の臨時観測データを用いた震源再決定により、震源分布が従来より陸側かつ深部へ修正され、房総沖スロースリップ断層面との位置関係に新たな理解が得られた。

2) MeSO-net等で収録された地震波形データを用いた地震活動・不均質構造の解明

MeSO-netで得られた加速度記録に対して深層学習モデルPhaseNetWCを適用し、P波およびS波の自動検出が高精度に実施可能であることを確認した。得られた検出結果を用いて首都圏下の地震波速度構造のトモグラフィ予備解析を行ったところ、既往研究で報告されている速度異常の特徴を良好に再現する結果が得られた。また、房総半島沖で周期的に発生するスロースリップイベント(SSE)に伴う地震活動について、テンプレートマッチング法を用いて高感度検出を行い、2018年SSEの発生前後における地震活動の詳細な時空間変化を明らかにした。特に、2016年にはプレート境界付近とスラブ内の地震が同時に活発化する現象が確認され、2018年SSEでは活動が南東方向へ拡大した後、最大M4.9の地震発生を経て陸側へ移動しながら活動域が変化するなど、複雑な進展過程が明らかとなった。

3) 測地データを用いたプレート境界すべりの時間発展の解明

房総半島東方沖で繰り返し観測されているSSEのうち、2018年6月に発生した事例について、GNSS時系列データを用いて1日ごとのすべり分布の時間発展を詳細に推定した。その結果、すべりは6月2日頃から緩やかに加速し、6月11日まではほぼ一定の速度で進行した後、11日から12日にかけて急激に加速しつつ南西方向へ伝播し、その後14日から17日にかけて減速する過程が明らかとなった。この挙動から、本イベントは低速で持続的な前半フェーズと、より高速で伝播を伴う後半フェーズに明確に区分できることが分かる。また、前半から後半への遷移時にすべりの空間的伝播が生じている点が特徴的である。この時間発展様式は2002年のイベントと定性的に類似する一方で、2018年のイベントでは高速フェーズの継続時間が短いことが確認され、SSEの多様性や発生機構の理解に重要な知見を提供する。

4) 電磁気探査に基づく茨城県西部における比抵抗構造・流体分布の解明

茨城県西部の繰り返し地震発生域直上においてMT法による長期観測点を設置し、月1回のメンテナンスを行いながら安定した観測を継続している。取得されたデータからは信頼性の高いMT応答関数が得られており、地下構造の時間変化を検出する基盤が整備された。また、2025年11月から12月にかけて周辺域で広帯域MT観測を実施し、長周期成分において既存のネットワーク観測と整合的な応答が得られた。さらに、鉛直磁場と水平磁場の関係から求めたインダクションベクトルが長周期で南向きとなることが確認され、低比抵抗体の分布方向を示唆した。これは茨城県南西部を境とする比抵抗構造の不連続性や流体分布の不均質を反映していると考えられ、重力異常や地震波速度構造とも整合的である。加えて、観測データを統合した3次元比抵抗構造推定のための逆解析手法を開発した。

5) 関東地震にともなう長期的な地殻変動の解明

三浦半島沿岸に分布する完新世海成段丘は、相模トラフ巨大地震に伴う地殻変動を記録する重要な地形である。本研究では戸津浜地区において段丘のピット掘削調査を実施し、段丘構成物の年代測定を行った(図1)。対象地域の段丘はL1~L3面に加え、L1より高位の面やL1.5面などが認められ、L1.5面・L2面・L3面の3地点で試料を採取した。段丘は貝殻片を含む海浜砂礫から構成されており、得られた8試料の年代測定の結果、L1.5面およびL2面は約1100~1400年前以降、L3面は約300~500年前以降に離水したことが推定された。これらの結果は、過去の隆起イベントの発生時期や繰り返し間隔に関する制約を与えるものであり、関東地震の長期的な発生履歴と地殻変動過程の理解に重要な情報を提供する。

6) 地震史料を用いた地震発生履歴の解明

1703年元禄関東地震および1923年大正関東地震について、三浦半島における地盤変動や斜面崩壊の状況を歴史史料から詳細に調査した。特に『気吹舎日記』から地震関連記述を抽出し、被害の実態把握を行った。また、大正関東地震については東京都慰霊堂に保存される震災死亡者調査表を用い、約3万人の死亡者の住所および本籍情報を分析した結

果、被服廠跡周辺への避難集中と流入人口による被害の特徴が明らかとなった。さらに、当時の東京市長が作成した約5万人分の霊名簿画像を整理・公開し、慰霊堂データとの統合により家族単位での被害分析が可能となる基盤を構築した。これらの研究は、将来の首都直下地震における人的被害の空間分布や避難行動の理解に貢献する。

7) 首都直下地震の強震動予測

関東地域における地震ハザード評価の精度向上を目的として、観測地震動と予測地震動における非エルゴード項の特性を比較解析した。観測データとして防災科研のK-NETおよびKiK-netのフラットファイルを用い、予測地震動にはJ-SHISで公開されているシナリオ地震動を採用し、特に周期1秒以上の長周期成分に着目して解析を行った。その結果、予測地震動の非エルゴード項は観測に比べて変動が大きく、堆積盆地の形状や地盤増幅特性が震源特性と相互作用することで、地震動のばらつきが増大する可能性が示唆された。この結果は、堆積盆地である関東平野の複雑な地下構造が強震動の空間変動に大きく影響することを示しており、地下構造モデルの高度化が今後の強震動予測精度向上に不可欠であることを示す重要な知見である（図2）。

8) 東京湾周辺の浅層メタンガスと断層調査

東京湾周辺において、浅層メタンガスの分布と断層構造との関係を明らかにするため、音響探査および海底試料採取を実施した。5月の砂町運河での調査では、水中スピーカーを用いた音響探査とガス採取を行い、ガス湧出地点が反射断面上の不連続構造と対応することを確認した。6月には14地点において重力式コアラーおよび採泥器による海底試料採取を行い、現在詳細解析を進めている。さらに10月には荒川沖から羽田沖にかけて音響探査を実施し、北西-南東方向に連続するガス湧出帯を確認した。これらの結果は、浅部断層や堆積構造がガス移動経路として機能している可能性を示唆し、都市域地下構造の理解や災害リスク評価に重要な知見を提供する。

9) 都市の防災力向上

災害時における個々人の状況に応じた適切な避難行動の支援を目的として、周辺環境を自律的に計測・共有するセンサーシステムの開発を行った。本システムは加速度に加え、温度・湿度・二酸化炭素濃度・粉塵濃度などを測定し、一定間隔でサーバーへ送信する機能を有する。試験的な運用において、粉塵およびCO₂濃度の変化から室内での焼き魚調理を検知することに成功し、火災発生の早期検知への応用可能性が示された。首都直下地震では大規模火災の発生が懸念されており、このような環境センサーは被害軽減に寄与する基盤技術となり得る。一方で現状はWi-Fi通信に依存しているため、災害時の通信途絶が課題であり、今後は自立型の近距離通信ネットワークを導入することで、通信障害下でも機能するシステムの構築を目指す。

これまでの課題と今後の展望

関東地方における新たな観測の展開と既存の地震波形データの高度解析をさらに進めることで、首都直下地震の発生域の理解を一層深化させるとともに、強震動予測の高度化に資する知見の蓄積が期待される。特に、房総半島周辺で繰り返し発生するスロース

リップイベントやプレート境界地震の詳細な特徴，ならびにそれらが発生する領域の構造的特徴を明らかにすることは，プレート境界の固着状況の把握にとって重要である。また，電気比抵抗構造の推定を通じて地殻流体の分布を明らかにすることにより，地震発生過程への流体の関与を評価し，発生予測の高度化につなげることが期待される。

さらに，プレート境界における巨大地震・大地震の発生予測の高度化に向けては，破壊シナリオの構築が重要であり，その基盤となるひずみエネルギーの三次元分布の推定はほぼ達成されつつある。一方で，内陸地震については現状二次元モデルにとどまっているため，今後は三次元モデルへの拡張が求められる。また，マントルレオロジーの影響を考慮した解析を導入することで，プレート境界の固着分布の推定精度向上が期待される。加えて，相模トラフ沿いの大地震については，その震源断層や地殻変動に未解明な点が多く残されており，地質学的調査や歴史史料のさらなる精査を通じて過去の発生履歴を高精度で復元することが，長期的な地震活動評価の信頼性向上に不可欠である。

強震動ハザード評価の観点では，現状想定されている多様な首都直下地震像の中から，震度分布に基づいて最も影響の大きいシナリオを抽出する試みが重要である。これにより，実効的な防災対策に資する現実的な地震像の提示が可能となる。また，従来あまり考慮されてこなかったリスクとして，地震に伴う浅層メタンガスの噴出が火災を増幅させる可能性があり，東京湾周辺におけるガス分布と地下構造の詳細な把握が求められる。さらに，都市部における災害対応力の向上には，リアルタイムで環境情報を取得・共有するセンサー網の整備が不可欠であり，通信途絶時にも機能する分散型ネットワークの構築が今後の重要な課題である。

今後は，これら個別の研究課題の連携を一層強化し，地震学，測地学，電磁気学，地質学，さらには都市工学や情報科学との分野横断的な統合を進めることが重要である。加えて，拠点間連携研究との有機的な協働を通じて，多様な観測・解析手法を結びつけた総合的理解を深化させることで，現象解明から被害軽減へとつながる実効的な知見の創出が期待される。

成果リスト

- Sung, C.-H., N. Morikawa, A. Iwaki, N. Abrahamson and H. Miyake, 2025, Ground-Motion Models Incorporating Nonergodic Effects from 3D Numerical Simulations in Japan, *Bull. Seismol. Soc. Am.*, 115, 1852-1875. doi:<https://doi.org/10.1785/0120240239>.
- Usui, Y. and M. Uyeshima, 2025, Three-dimensional combined inversion method of the MT and Network-MT response functions, *Earth Planets Space*, 77, 135. doi:10.1186/s40623-025-02266-x.
- 北原糸子・大邑潤三, 2025, 高野山金剛峯寺霊牌堂の関東大震災死亡者タイル版霊名簿について, 自費出版, 118p.

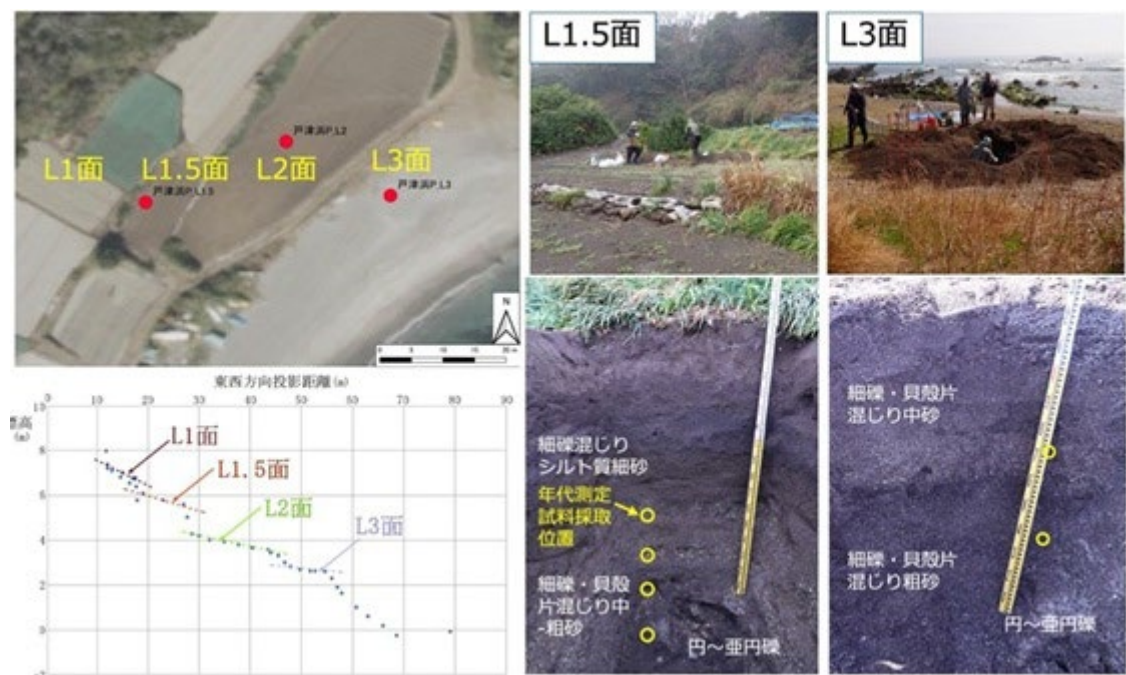


図 1．三浦半島南部戸津浜地区で実施した完新世海成段丘のピット掘削調査の結果。

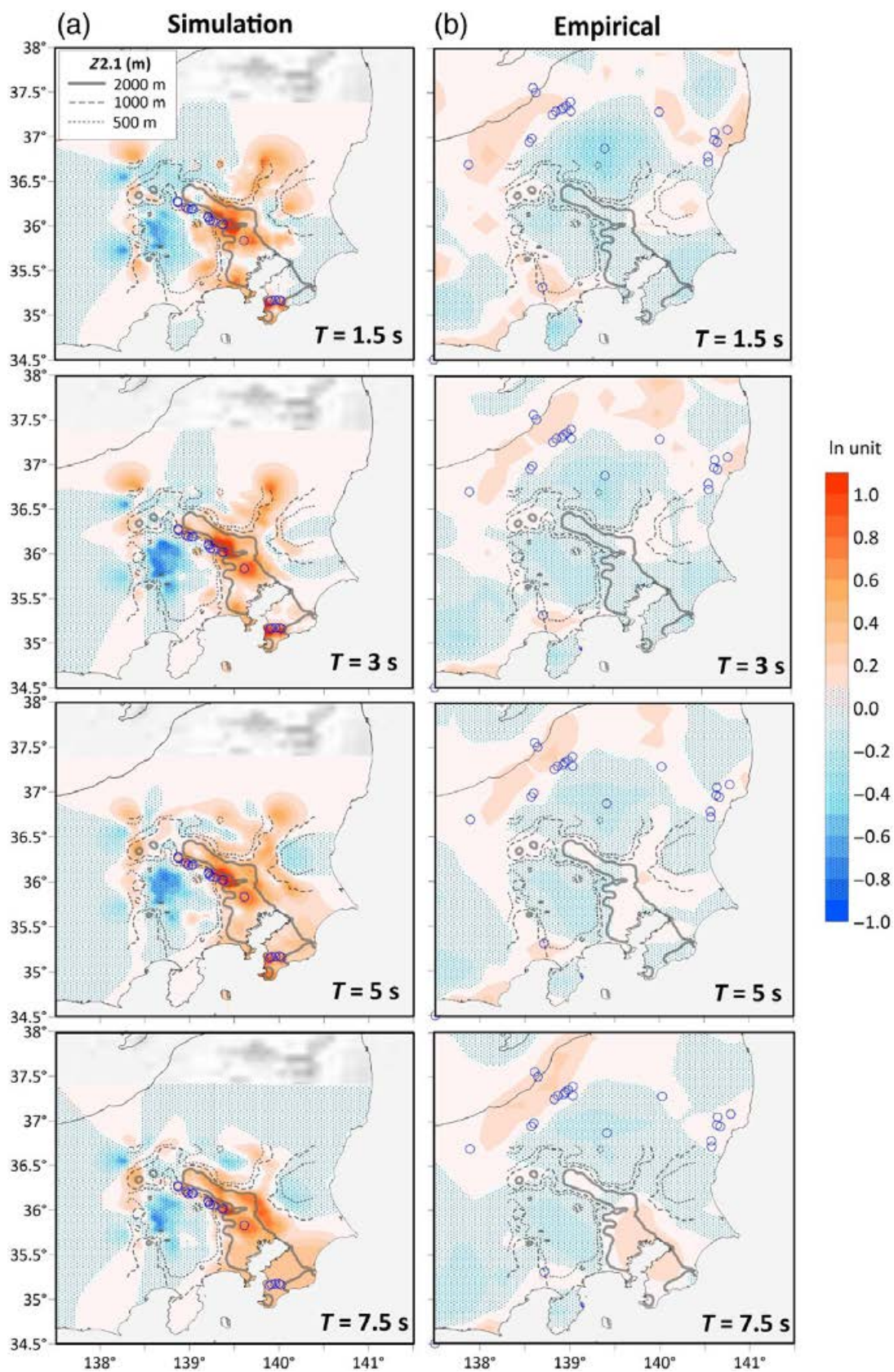


図 2. 関東地域における予測地震動（左）と観測地震動（右）のサイト特性としての非エルゴード項分布（赤が増幅，青が低減）を示す。

2（3）千島海溝沿いの巨大地震

「千島海溝沿いの巨大地震」総合研究グループ長

高橋浩晃

（北海道大学大学院理学研究院）

はじめに

千島海溝は世界的に見ても地震活動が活発な地域であり、文書記録が残る19世紀以降だけでも複数のM8クラスの巨大地震が知られている。また、縄文海進以降の過去約6500年間における津波堆積物の調査からは、17世紀前半のM8.8程度の地震など、巨大な津波を伴う超巨大地震が繰り返し発生してきたことが知られている。一方、巨大津波の発生間隔は一定ではなく、100年程度から800年程度と、バラつきがあることも示されている。地震本部は、千島海溝でのM8.8程度以上の超巨大地震の発生が切迫していると評価している。根室沖では、M8クラスの巨大地震の発生確率が今後30年間で90%と非常に高い確率となっている。中央防災会議の被害想定では、千島海溝の地震で、最大約10万人の死者を推定しており、特に釧路市では、最悪の条件では、全国の自治体の被害想定で最も多い86,000人の死者を想定している。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、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研究が総合的に行われている。

令和7年度の成果

2025年7月30日に発生したカムチャツカ地震（Mw8.8）に伴って発表された津波に関する調査を実施した。この地震では、北海道から和歌山県にかけての太平洋沿岸で津波警報が発表された。発表直後に住民行動のアンケートを実施し、半数以上が車で避難したこと、事前に決めておいた避難先への避難が半数を超えていたことが明らかになり、車避難検討の必要性や、避難行動準備の浸透が示された。また、1952年カムチャツカ地震（M8.8）との駿潮所での津波波形の比較を行い、位相や振幅が酷似していることを明らかにした（北海道大学[課題番号：HKD_07]、北海道大学[課題番号：HKD_05]）。

2025年12月8日に発生した青森県東方沖の地震（M7.5）に関連して「北海道・三陸沖後発地震注意情報」が初めて発表されたため、住民行動のアンケートを実施した。2022年の情報運用開始以降の認知度は30%程度であったが、発表後は80%程度まで上昇した。また、発表時に実際に行った防災行動は最も高いガソリン満タンでも18%程度であり、津波避難場所の再確認は10%程度であった。これは、発表前に行った、発表時に行いたい実施意向に対しても半数以下であり、情報発表が住民の防災行動に直接つながっていないことが明らかになった（北海道大学[課題番号：HKD_07]）。

2019年から2024年に実施した根室沖の海底地殻変動観測で得られたデータの解析を実施し、海溝軸に近い観測点ではプレート相対運動速度とほぼ同程度の速度ベクトルが得られ、モデル計算からはプレート境界浅部でも強い固着状態となっていることが明らかにされた。今回観測されたすべり欠損速度が前回の巨大地震（Mw8.8程度以上）が発生した17世紀以降継続していたと仮定すると、蓄積されたすべり量は20m以上となる。この観測事実は、北海道東部での超巨大地震とそれに伴う巨大津波の発生可能性を示すもの

であり、津波防災上、極めて重要である（北海道大学[課題番号：HKD_07]，東北大学理学研究科[課題番号：THK_10]）。

津波避難時の空間認知メカニズムを実験心理学的に解明するため、VR空間での疑似津波避難訓練システムとfMRI（機能的磁気共鳴画像法）を組み合わせた新たな実験方法を開発した。被験者がfMRI内でVRシステムを使った疑似避難を行いながら脳機能画像解析を実施して空間特性の差異を検討した。避難成功者は避難開始から終了まで右上頭頂小葉の脳神経活動が高い状態が維持されていた。一方、避難失敗者は、海から離れるにつれて脳神経活動が低下し、その後、再び活動が高まる傾向が見られた。このように、避難の成功者と失敗者では空間認知の違いが存在する可能性が初めて確認され、避難訓練時の意識づけ等に活用できる可能性が示された（北海道大学[課題番号：HKD_06]）。

大津波警報や後発地震注意情報は、メディアを通じて住民に伝えられる。NHKと札幌管区气象台と協力し、釧路管内沿岸市町の防災担当との意見交換会を実施し、警報時のアナウンスや画面テロップの検討を行った。また、在札幌6テレビ局と津波警報や後発地震注意情報の報道に関する意見交換会を札幌管区气象台と協力して実施し、津波警報の状況に応じたアナウンスの相場観やフェーズごとに変化する伝えるべき内容について課題を共有した。釧路管内と日高管内の沿岸市町とカムチャツカ地震津波時の避難の課題について情報共有を行った（北海道大学[課題番号：HKD_07]）。

今後の展望

北海道では2011年東北地方太平洋沖地震以来15年ぶりとなる、津波警報が7月と12月の2回発表された。住民行動に関するアンケートからは、事前の津波避難場所の確認が半数以上で認められるなど、意識が高い状態にあることが明らかになった。一方で、大多数が車で避難したことが改めて確認された。都市部では徒歩避難原則の維持が望ましいが、北海道の大部分を占める人口密度が低い地区では、制度を整えたうえで積極的に車避難を進めていくことが望ましい。自治体ヒヤリングでは、7月の津波警報を受けて車避難体制を強化し、12月の津波警報時には渋滞を回避した事例も確認されている。運用開始後、初の発表となった後発地震注意情報については、メディア・行政・住民いずれも冷静に受け止められた。事前に本グループ主催で実施した道内メディアや沿岸自治体との意見交換会の効果があったと考えている。地震津波の防災情報は、メディアや防災行政無線を発出する自治体など、伝え手との連携が重要となる。情報を適切に住民に届けるために、関係機関との意見交換に基づくブラッシュアップを継続することが必要である。

根室沖の海底地殻変動観測から、プレート境界浅部での強い固着の存在が確認された。根室沖では、プレート境界深部から浅部まで、運動学的なすべり欠損率が高い状態となっていることが確定したことになり、最大規模津波への対策の重要性が改めて示された。一方、十勝沖から青森県東方沖にかけては、特にプレート境界浅部での固着状況が未だ不明である。十勝沖には本年度に新たに2か所の海底基準局が設置されたが、日本海溝と千島海溝の会合部においても観測点を増設し、より広域でのプレート間固着の状況を明らかにする必要がある。

後発地震注意情報では、世界的な地震カタログに基づく発生確率評価のみが行われているが、地域ごとの地震活動特性に合わせた評価手法の開発が必要である。また、S-net

を活用し、微動・超長周期地震・通常の地震の活動を定常的に監視を行い、GNSSデータ等も加えたうえで、後発地震を含めた地震活動評価につなげて行く取り組みも求められる。

成果リスト

橋本雄一・塩崎大輔・三浦直樹・榊浩平・白濱幸弘・杉浦元亮, 2025, 災害時避難の意思決定を理解するためのGISと脳神経科学の統合(Ⅰ)ーVR空間上での津波避難の事例ー, 地理情報システム学会学術研究発表大会予稿集, 34, D7-01, 査読無, 謝辞有

塩崎大輔・橋本雄一・三浦直樹・榊浩平・白濱幸弘・杉浦元亮, 2025, 災害時避難の意思決定を理解するためのGISと脳神経科学の統合(Ⅱ)ーVR及びfMRIを用いた避難行動中の脳活動に関する空間分析ー, 地理情報システム学会学術研究発表大会予稿集, 34, D7-02, 査読無, 謝辞有

Tomita, F., Y. Ohta, M. Kido, M. Ohzono, H. Takahashi, R. Hino, and T. Iinuma, 2026, Seafloor geodetic evidence of slip deficit near the southwestern Kuril Trench, Communications Earth & Environment., 査読有, 謝辞有

Yamanaka, Y., Y. Atobe, Y. Tsutsui, K. Okada, H. Takahashi, Y. Tanioka, 2025, Comparison of the tsunamis following the 2025 and 1952 Kamchatka Earthquakes, Russia: field observations along the Japanese coast, Earth Planets Space, 77, 193, doi:10.1186/s40623-025-02329-z, 査読有, 謝辞有

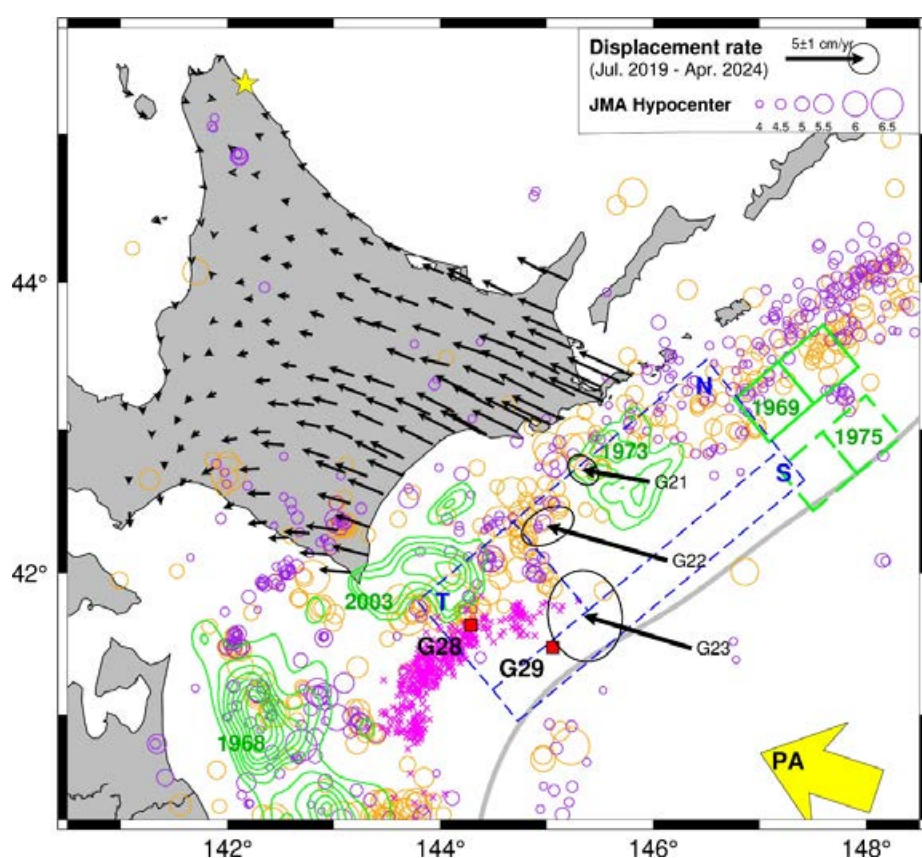


図1. 根室沖の海底地殻変動観測より明らかにされた海底基準局の速度ベクトル。プレート境界浅部まで強く固着していることを示している。

2 (4) 内陸で発生する被害地震

「内陸で発生する被害地震」総合的研究グループ長
岡田知己
(東北大学理学研究科)

内陸の地震は、人間の生活圏の近くで発生するため被害が大きくなりやすく、過去にも多くの被害地震が内陸で発生している。そこで本計画では、陸域で発生する被害地震を新たな総合的研究の対象とする。内陸域の大規模地震や群発地震の発生要因、強震動発生メカニズム、歴史地震の研究を通じて、いくつかの地域において今後発生が想定される地震像を提示し、それに基づく強震動等の災害誘因予測を目指す。また、浅部地盤構造調査や構造物モニタリング調査に基づき、リスク評価手法の研究にも取り組む。さらに、社会との情報共有によるリスク低減の方法も検討する。

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

(4) 内陸で発生する被害地震

内陸やプレート境界上盤、日本海東縁地域で発生する大規模地震や群発地震を対象として、文理融合の取組を含めた総合的研究を実施した。地震に伴う災害について、応力や地殻内流体の時空間変化と地震活動との関連性の研究、断層近傍の強震動発生メカニズムの研究、歴史地震の研究とその成果を考慮しつつ、リスク評価手法の確立を目指した。都市圏、近年の大規模地震の発生域周辺、群発地震など活発な地震活動域、プレート境界大地震の発生前後の内陸など、高いリスクを生じうる領域において、それぞれの特色に合わせた重点的な観測研究が行われた。また、内陸地震を対象とした長期予測、中短期予測、災害誘因予測手法の開発に向けた研究が行われた。さらに、計画期間に発生した内陸被害地震の各種調査が機動的に実施された。2026年2月24日および3月5日にグループの研究集会を行い、2024年能登半島地震をはじめとする各課題の成果や各地域での研究成果と手法を共有することで、現象の包括的理解を図った。

1) 2024年能登半島地震に関する成果

1-1. 震源域の地下構造と震源過程との関係

2024年1月1日に石川県能登地方で発生した能登半島地震の複雑な破壊過程の理解を目的とし、震源域の高精細な地下構造を明らかにするため、東北大学が能登半島に臨時的に設置した12台の地震計と既存の観測網と合わせた高密度な地震観測データを活用した。この臨時地震観測は能登半島地震の約1ヶ月前(2023年10月から11月)までに実施していたものである。そして、海洋の波浪によって常に発生しているわずかな地面の揺れ(常時微動)のデータを解析することで、地下の地震波速度構造をこれまでにない高い解像度で描き出すことに成功した(図1, Takagi et al., 2025, 東北大学理学研究科[THK_11])。その結果、2024年能登半島地震の震源域の下に、地震波が異常に速く伝わる領域(高速度体)が存在することが明らかになった。また、この高速度体は、およそ1500万年前の火山活動の供給源となったマグマが、地下で冷え固まったものである可能性が

高いことが、その分布や速度、地質構造との比較から示された。さらに重要な点は、地震発生前の3年間にわたる群発地震が、この固化した古いマグマを避けるように発生していたのに対し、能登半島地震の主要な断層破壊は、その固結マグマの中で発生していたことである。このことから、この固結マグマが、当初は、群発地震を引き起こす地下の流体の移動を妨げる「不透水性の壁」としての役割を果たしていたが、最終的にマグニチュード7.5の能登半島地震を引き起こす「破壊の中心（アスペリティ）」として機能したことが明らかになった。群発地震発生域のすぐ隣に存在していたこのアスペリティが破壊されることで、断層破壊がさらに東西に伝播し、マグニチュード7.5という大地震に至ったと考える。この結果は、過去の火山活動によって形成された固結マグマと、それによる地下の水の通りやすさ（透水性）の不均質が、群発地震の発展と大地震の発生を支配した要因であることを示している。

1-2. 断層形状と応力場との関係

2024年能登半島地震（M 7.6）は能登半島東部の深さ約15kmで発生した。本地域に存在する高傾斜角（ 50° - 60° ）の断層面は日本海形成時の引張応力場によって形成されたものである。これらの高角断層は現在の圧縮応力場において逆断層（反転テクトニクス断層）として活動している。能登半島地震がどのような条件下で発生したのか、また将来の地震発生の可能性が高い場所を理解するためには、現在の応力場に対する断層のすべりやすさを数値的に評価することが重要である。そこで、本研究では2024年能登半島地震の震源域周辺の応力場を推定し、Slip Tendency (ST) 解析を用いて断層のすべりやすさを評価した（図2, Tagami et al., 2025, 東北大学理学研究科 [THK_11]）。能登半島周辺では横ずれ型のメカニズム解も存在するものの、ほとんどの地震は逆断層型のメカニズム解を示している。推定した応力場は北西-南東方向の圧縮軸を持ち、逆断層運動を支持する。能登半島西部では主応力軸の方向と断層走向が斜交し、横ずれ断層運動を引き起こす可能性がある。最大水平圧縮方向は、西部から東部にかけて時計回りに 20° 回転する。2024年能登半島地震に関連する断層モデルの解析では大きなST値が示され、能登半島地震発生以前の応力場において断層がすべりやすい状態にあったことを示唆している。また、能登半島地震発生以前に特定されていた能登半島域内の断層も大きなST値を示した。大きなST値の分布は観測された大きなすべり量と一致していた。各断層の過去の活動歴といった他の要因を考慮する必要があるものの、能登半島地震は複数の断層が破壊に適した条件下で発生したと考えられる。

1-3. M7.6地震の震源過程

遠地波形を用いて破壊過程をモデル化し、その全体像が5つのサブイベントで説明できることを示した。特に、陸域観測網では検知が困難な震源東側の海域において、第5の破壊が発生したことを明らかにした（図3, Yoshida and Yamada, 2026, 東北大学理学研究科 [THK_11]）。

1-4. DAS観測

2025年3月～4月に、能登半島北東部の光ファイバケーブル（約28km）を利用し、分布型音響センシング（DAS）による超高密観測を行った。この光ファイバケーブルは2023年

の群発地震活動時にDAS 観測を行ったのと同じケーブルである。2024年M7.6の地震によっても光ケーブルは切断されることがなかったことが実証され、大地震後の余震観測にDAS観測が有効であることを実証した。更に、2023年に能登半島北東部で発生した地震のDAS記録から、下部地殻で反射してきたと考えられるS波後続波を見出した(図4a)。複数地震について認められており、反射体は、深さ約25km程度の場所で北に緩やかに傾斜する分布をしていると考えられる(図4b)(濱野・他, 2026, 京都大学防災研究所[課題番号: DPRI01])。

1-5. 余効変動の研究

臨時GNSS観測とGEONET及びソフトバンク独自基準点のデータの統合解析による地殻変動モニタリングから、2024年能登半島地震の余効変動が減衰しながらも継続し、特に能登半島全域が沈降していることを明らかにした(図5)。粘弾性緩和の計算から、今後数十年間に渡って沈降が継続すると予測される(西村・他, 2025, 京都大学防災研究所[課題番号: DPRI01])。

1-6. 関係する活断層の研究

昨年度に引き続き、能登半島地震の地震被害と活断層の関係を検討した。国土地理院1:25,000活断層図作成において、富来周辺や輪島周辺などで、従来確認されていなかった活断層の存在を明らかにし、そのうち数地点においては既存の活断層が地震時に再活動したことを確認した。また断層トレースの直近において局所的に甚大な被害が発生していることを確認した(鈴木・他, 2025; 松多・他・2025, 名古屋大学環境学研究科[課題番号: NGY_06])。

1-7. 成果報告シンポジウムや住民説明会の実施

2025年7月27日に石川県珠洲市で「能登半島北東部において継続する地震活動に関する総合調査の成果報告シンポジウム」を開催(主催:能登半島北東部において継続する地震活動に関する総合調査グループ, 共催:珠洲市, 後援:金沢地方気象台, 石川県)し、約100名の市民が参加した(図6)。地震活動に関する研究成果発表が行われたほか、「災間」のリスクコミュニケーションモデルの提案に資するパネルディスカッションを開催した。本リスクコミュニケーションの特徴は、自然現象と社会課題に関するオープンな対話を通して、社会と自然がもたらす諸リスクとともにある社会のあり様をコミュニケーションする点であった。パネルディスカッションには、珠洲市区長会長、珠洲市立中学教諭、珠洲市在住の高校生と、金沢大学の研究者、計7名が登壇した。市民と研究者が対話することで地震活動に対する素朴な疑問や分からなさから生じる不安を解消し、市民の視点から災害を経た現在の社会課題について共有し、その過程で再編されるコミュニティに目を向け、災害をきっかけに社会課題の深刻さが増すなかでの地域のあり様が話し合われた。シンポジウム終了後には、聴講した市民を対象としたアンケート調査を実施した。その結果、自然現象に対する理解の深まりと、自然に起因するリスクを受容しながらも、社会課題に柔軟に対応しようとする結果が見られた(図6, 中野・他, 2026, 京都大学防災研究所[課題番号: DPRI01])。

2025年4月19日に珠洲市高屋地区で観測成果の現地報告会を行った(岡田・平原・他,

2025, 東北大学理学研究科〔課題番号: THK_11〕)。報告会で行ったアンケートや報告会の際の双方向の意見交換の結果, 住民の方々の地震に関する関心は高く, 適切な説明は災害軽減に有効であることが伺えた。

2) その他, 震源過程・岩石実験・粘弾性モデルにおける成果

2-1. 内陸の通常地震と低周波地震における放射エネルギー特性の差異とそれに由来するローカルマグニチュードとモーメントマグニチュードの系統的乖離を定量的に明らかにした (Orimo et al., 2025, 図7, 東北大学理学研究科〔課題番号: THK_11〕)。

2-2. せん断増粘流体 (STF) を付加した石英ガウジ層臨界スティフネスのせん断速度依存性 (Wang et al., 2025, 図8, 東北大学理学研究科〔課題番号: THK_11〕)

せん断速度が増加すると粘性が急増する機能性流体 (せん断増粘流体, STF) を付加した石英ガウジを用いた摩擦すべり実験を行った。地震の核形成に相当する1-100 $\mu\text{m/s}$ の低速すべりでは, STFを付加しないガウジ層の臨界スティフネス (k_c) はすべり速度に依らず正の一定値を示すが, STFを付加するとすべり速度の増加とともに k_c は低下し, すべり速度100 $\mu\text{m/s}$ ではほぼ0になった。このことは, STFを注入すると断層が安定化し, 地震の核形成を抑制あるいは遅延させうることを示唆する。

2-3. 上部地殻を模擬した石英-アルバイト (長石の一種) 混合試料を用いた高温高压せん断実験 (Furukawa et al., 2025, 図9, 東北大学理学研究科〔課題番号: THK_11〕)

上部地殻を模擬した石英-アルバイト (長石の一種) 混合試料を用いた高温高压せん断実験をおこない, 脆性塑性遷移を含む様々な温度圧力の条件下で岩石の強度 (摩擦係数) とその組織を比較した。温度圧力は, 地下の深さを模擬して, 岩石の密度2.7g/cm³, 地温勾配30度/kmを仮定して, 深さとともに 温度圧力両方を変えて実験した。浅部条件では破砕主体で摩擦係数がByerlee則に収束する一方, 深部条件ではひずみ弱化に転じ, ナノ粒子化・再結晶を伴うことで地殻強度が大きく低下することを示した。特に, 脆性塑性遷移に近い深部領域では, これまでの論文で非晶質として報告されていた低粘性と思われる流動領域が見られた。FIBとTEMを用いたナノ分析から, この非晶質様の物質は, すべてナノ結晶粒子であり, この領域での粒界すべり (+深部での動的再結晶) が, 上部地殻の脆性-塑性 (摩擦-粘性) 遷移帯におけるピーク強度と弱化を支配する, という実験的根拠を提示した。

2-4. 地温勾配を考慮した山陰ひずみ集中帯のモデル (Shibazaki et al., 2025, 図10, 東北大学理学研究科〔課題番号: THK_11〕)

山陰地域では, 第四紀火山が存在する火山フロントに沿って地温勾配が大きい。本研究では, 非線形粘弾性とモール・クーロンの降伏条件に基づく塑性変形を取り入れた有限要素法により, 不均一な熱構造と横ずれ応力場を考慮した山陰歪集中帯 (SSZ) の形成過程をモデル化した。その結果, 火山フロントに沿った高地温勾配域内に剪断帯が形成されること, 局所的に地温勾配が高い領域においてSSZ走向に対して斜め方向に小規模断層帯が生成されることを明らかにした。

3. その他、強震動予測および関連する成果

詳細な地表地震断層を強震動計算用の断層モデルに効率的に組み込むためのツールを開発し、主要な断層帯に適用して強震動計算を行った（森川・他，2025, 名古屋大学環境学研究科[NGY_06]）。モデル計算により深部断層と地表断層の形成メカニズムを独立に検討し、地盤の破壊に伴う震動発生を検討した（安池・他，2025a, 2025b, 名古屋大学環境学研究科[NGY_06]）。地震防災検討グループは、2025年ミャンマー地震の際の現地映像を分析して、活断層の断層運動および断層近傍における地震動が周辺の被害に及ぼす影響について検討した（焦・他，2025, 名古屋大学環境学研究科[NGY_06]）。

これまでの課題と今後の展望

当グループにおいては、2024年能登半島地震を「被害を伴う内陸地震」の一つとして、グループや関連する部会の課題において精力的に研究が行われた。今後は引き続き2024年能登半島地震について得られた研究成果を基に、2024年能登半島地震および他地域の「被害を伴う内陸地震」の研究を行う。

東北地方では、双葉断層北部においてDASを活用した高密度地震観測を実施する。これによって、これまで不明であった同断層周辺の浅部地下構造の高精度把握を行う。内陸域で発生した群発地震活動について、能登半島で得られた事例を参考に、高精度地震カタログを用いた詳細な時空間発展の解析を行い、その発生過程と移動特性を明らかにすることで、群発地震活動を駆動する物理過程に関する理解を深める。北上低地西縁断層帯南部における重力探査と地下地質構造の研究においては、2025年度の成果をさらに高精度化すると共に、重力異常の平面分布から、中新世の正断層構造を含む北上低地断層帯周辺の地下地質構造の空間的連続性について検討する。重力異常のデータが不足している地域については、追加測定を実施する。ブーゲー重力異常のフィルタリング手法についても検討する。福島県浜通り地震周辺での比抵抗構造探査の為の観測を展開し、これまで解析では不明であった震源滑りの本震すべりと余効すべり、それぞれの分布と比抵抗分布との対応を調査研究する。北海道東部火山地域の応力場の推定と地震活動の評価を行う。日本全域で、通常地震と低周波地震のエネルギー放射特性を網羅的に調べる。上部地殻や沈み込み帯プレート境界の岩石の強度と組織発達における流体の効果を明らかにする。防災科学技術研究所と共同で、中一高速すべり時のSTFの挙動を調べる。中部日本における変形過程（歪集中帯と山脈形成過程）のモデル化を実施する。

中部から西日本においても研究を発展させる。能登半島で得られた膨大なDAS記録の解析を進め、地震の発生過程と構造に関する解析を進める。同じく能登半島で行っている電磁気の連続観測点4か所の内、少なくとも2か所について観測を継続するとともに、引き続き、電磁気応答の時間変化の有無について検討を進める。有馬一高槻断層帯と中央構造線断層帯周辺でのGNSS観測を継続し、詳細地殻変動の解明を行う。京都府南部で得られたDAS記録の解析を行い、浅部地下構造と長岡京の地震痕跡との比較を行う。

被害地震の発生は新たな重要な知見を与える。引き続き2024年能登半島地震や2025年ミャンマー地震などにおける地震断層の性状と周辺建物被害発生過程について調査する。地震断層近傍における強震動発生メカニズムについて、従来の理論的考え方にとらわれず、現実を説明し得るモデルの構築を目指す。従来の強震動モデル計算手法の改良

のほか、地盤工学的手法による新たな震動発生モデルも導入できるようにすることを目指す。なお、地震断層沿いでは必ず強震動が発生するわけではなく、熊本地震においては地表地震断層近傍でもほとんど揺れなかった場所もあった。こうした地域差をどのように説明できるか、地震防災上どのような扱いが重要になるかについて様々な観点からアプローチしたい。

災間のコミュニケーションモデルをより具体的に提案するため、「能登半島北東部において継続する地震活動に関する総合調査の成果報告シンポジウム」のアンケート結果の分析とシンポジウム中のナラティブ（発言）の分析を進める。また京都大学防災研究所が所有する阿武山観測所が主体で進めているリスクコミュニケーションモデルへの適用可能性の検討を行う。

成果リスト

- Furukawa, M., Verberne, B. A., Sawa, S., Nagahama, H., Takahashi, M., Plümpner, O., & Muto, J., 2025, The brittle-plastic transition in quartz-albite mixtures: New insights from shear deformation experiments at mid-to-lower crustal depth conditions. *Journal of Geophysical Research:SolidEarth*, 130, e2025JB031249. <https://doi.org/10.1029/2025JB031249>
- 濱野智光・宮澤理稔・荒木英一郎・田中愛幸, 2026, 奥能登でのDAS地震波観測記録にみられるS波後続波について, 令和7年度京都大学防災研究所研究発表講演会, P49
- 中野元太・宮澤理稔・平松良浩, 2026, 〈災間〉のリスクコミュニケーションー珠洲市でのシンポジウムを例に挙げてー, 令和7年度京都大学防災研究所研究発表講演会, A105
- 松多信尚・鈴木康弘・後藤秀昭・渡辺満久, 2025, 1:25,000活断層図「門前」. 国土地理院技術資料, D1-No. 1132.
- 森川信之・岩城麻子・松本雄馬・今井隆太・秋山伸一・前田宜浩・鈴木亘・久保久彦・先名重樹・河合伸一・中村洋光・藤原広行, 2025, 地震動予測モデルのための強震動情報共通基盤の構築 (GMM Project in Japan; GMM-PJ), 日本地震工学会・大会ー2025, E-7-4.
- 西村 卓也・平松 良浩・太田 雄策, 2025, GNSS稠密観測網で観測された2024年能登半島地震(M7.6)後の地殻変動, 日本地球惑星科学連合2025年大会, MTT37-P03
- 岡田知己・平原聡・木村洲徳・宮澤理稔・西村卓也・平松良浩, 2025, 石川県珠洲市高屋地区における地震観測:観測成果と2025年4月報告会, 第44回日本自然災害学会学術講演会, A-7-5.
- Orimo, Masaki, Keisuke Yoshida, Toru Matsuzawa, Taka'aki Taira, Kentaro Emoto, Akira Hasegawa, 2025, Systematic Differences in Energy Radiation Processes Between Regular and Intraplate Low-Frequency Earthquakes Around the Focal Area of the 2008 Mw 6.9 Iwate-Miyagi, Japan, Earthquake, *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 130, 3, e2024JB030750, <https://doi.org/10.1029/2024JB030750>
- Tagami, A., Okada, T., Savage, M.K. et al., 2025, Evaluation of the favorability of faults to slip: the case of the 2024 Noto Peninsula earthquake. *Earth Planets Space* 77, 107. <https://doi.org/10.1186/s40623-025-02235-4>
- 鈴木康弘・後藤秀昭・松多信尚・渡辺満久, 2025, 1:25,000活断層図「富来」. 国土地理院技術資料, D1-No. 1133. 無

焦禹禹・能島暢呂, 2025, 2025年ミャンマー地震における断層変位映像を用いた地震動推定, 日本地震工学会大会-2025梗概集, 2025.12, Paper No. 20250147.

Takagi, R., K. Yoshida, and T. Okada, 2025, Rupture of solidified ancient magma that impeded preceding swarm migrations led to the 2024 Noto earthquake, *Science Advances*, 11, 42, doi: 10.1126/sciadv.adv5938

安池亮・豊田智大・野田利弘, 2025a, 接触面における固着状態の時間発展を記述する上下負荷面摩擦 構成式を用いた単純せん断場でのすべり伝播解析, 日本地球惑星科学連合, SCG46-P13.

安池亮・豊田智大・野田利弘, 2025b, 非一様な法線応力分布が作用する単純せん断場におけるすべり 伝播解析, 23-7-2-06.Yoshida, K., Yamada, T., 2026, Discrete Radiation Sources of the 2024 Noto Peninsula Earthquake: Linking Teleseismic Pulses and Near-field Observations, *Earth, Planets and Space*, accepted

Wang, L., Y. Mukuhira, Y. Yabe, S. Sawa, and J. Muto, 2025, Induced Earthquakes Inhibited by Shear Thickening Fluid, *Geophys. Res. Lett.*, 52, e2025GL118281. doi:10.1029/2025GL118281

能登半島地震の震源

地殻変動源

環状の震源クラスター

群発地震

流体

断層

アスペリティ

固化した古マグマ

0 km

10 km

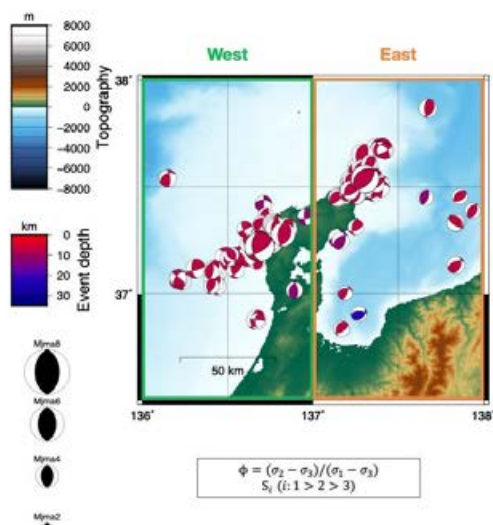
20 km

5 km

能登半島

日本列島形成時の火山活動に起因する固結した古マグマによる地下の透水性の不均質が、現在の群発地震活動の発展と大地震の発生を支配した要因である。

(1) 応力場



(2) 断層のすべりやすさ

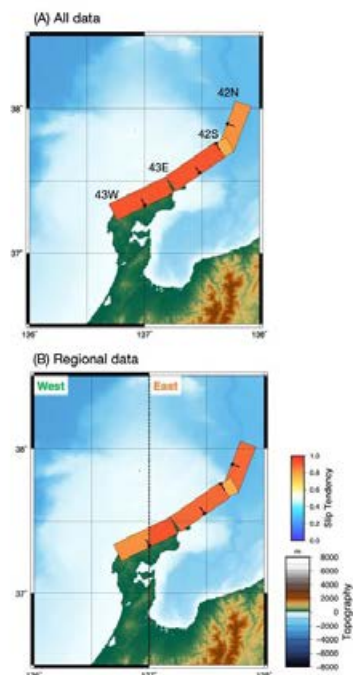
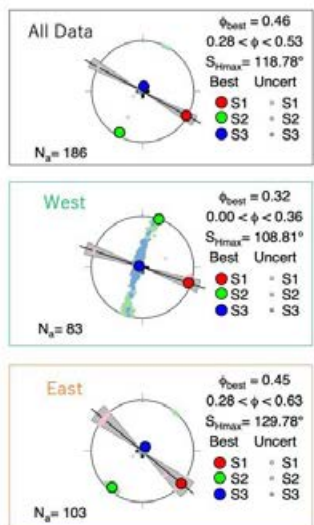
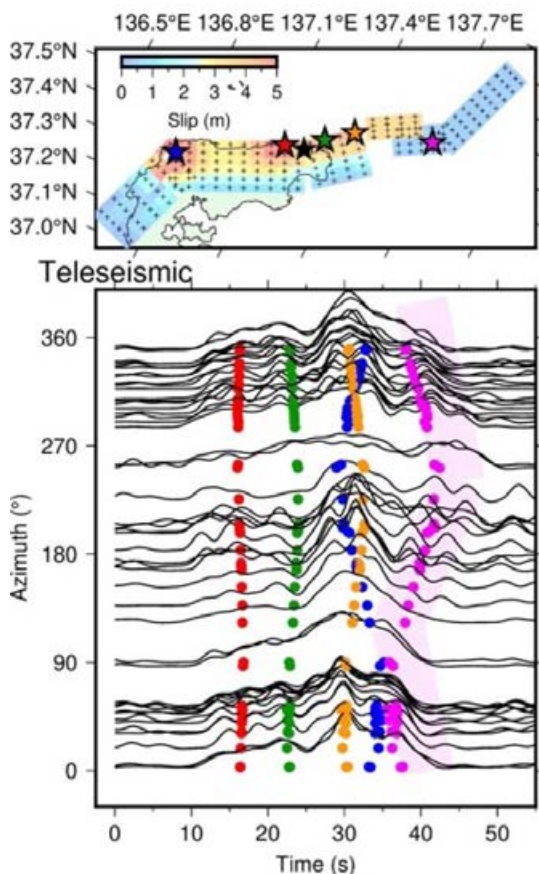


図 2. 能登半島地震地域のメカニズム解の分布（2024年より前）と推定した応力場（Tagami et al., 2025, 東北大学理学研究科 [課題番号: THK_11]）。 応力場の解では赤が最大主応力, 緑が中間主応力, 青が最小主応力を示す。 右図: 応力場 (1) に対する断層面のすべりやすさ (Slip Tendency)。 断層のすべりやすさは赤ほどすべりやすく, 青ほどすべりにくい状態を示す。



Near-Field

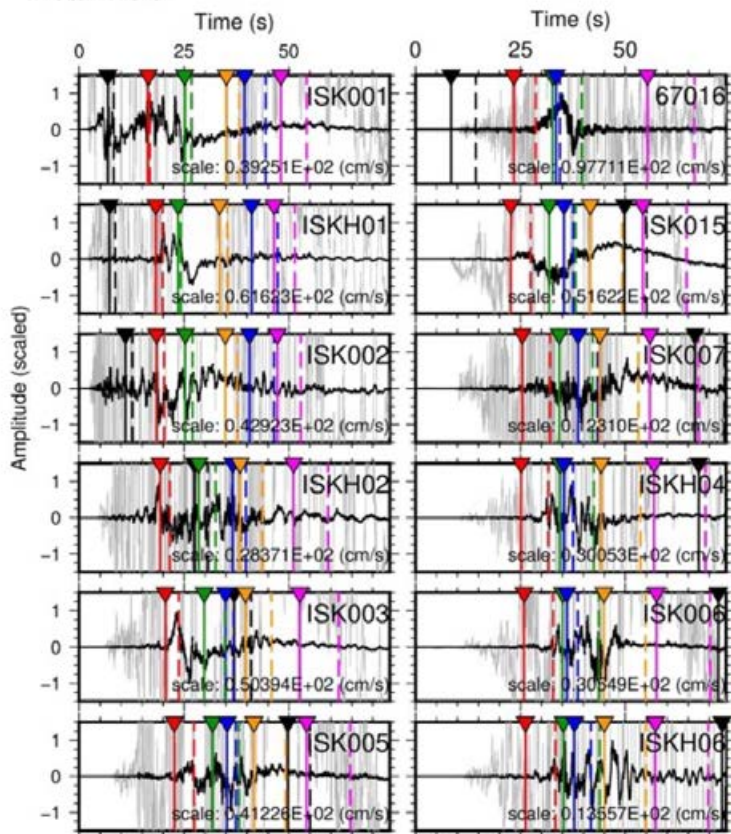


図 3. 2024能登半島地震の破壊過程の 5 つのソースによるモデル化（Yoshida and Yamada, 2026,

東北大学理学研究科〔課題番号：THK_11〕 左上：ソースの位置星印で表す。背景の矩形と色は Yamada et al. (2025) による断層モデルと滑り分布を表す。左下：遠地波形に基づく震源時間関数と5つのソースの関係。右：近地の強震動記録（積分により得た速度記録）。

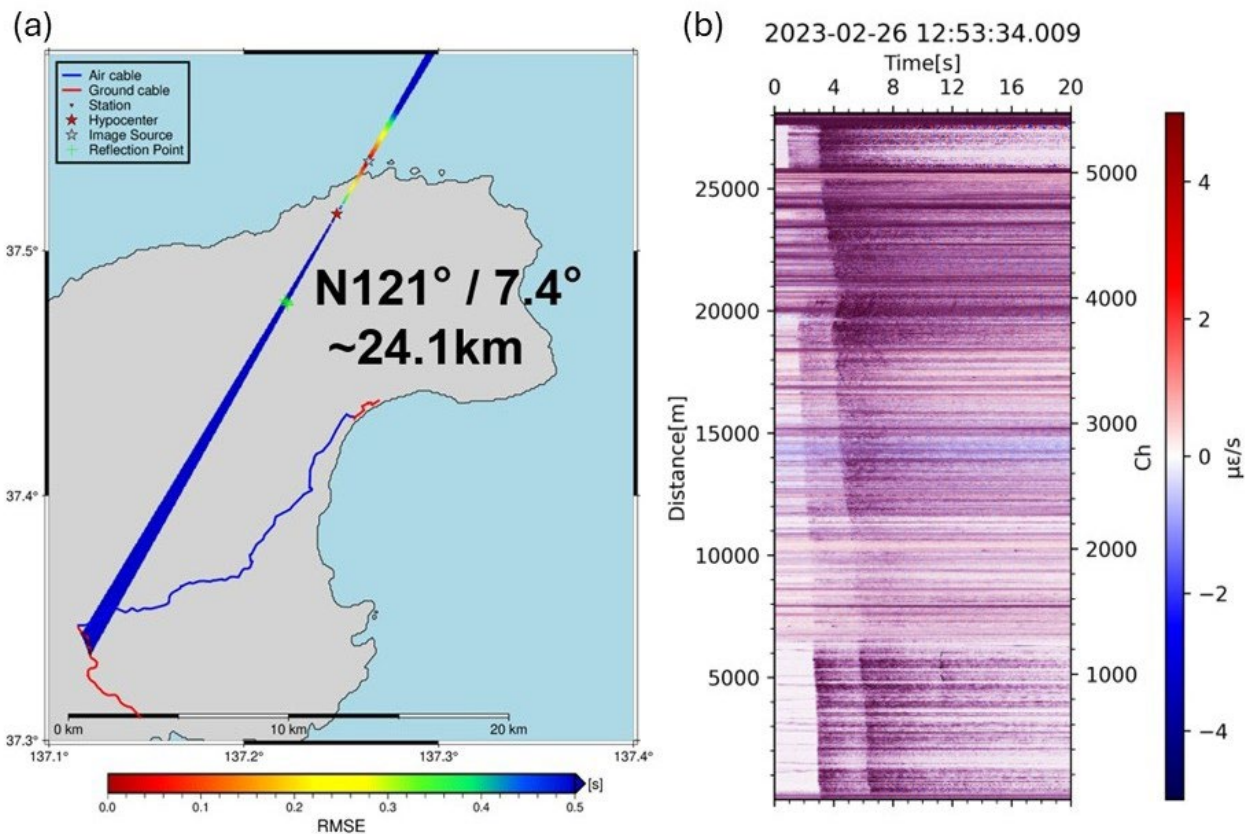
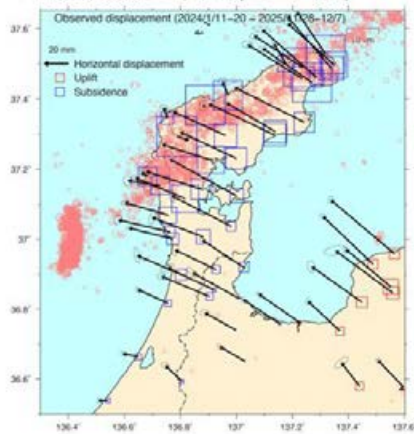


図4．奥能登におけるDAS測定によって推定された下部地殻の構造

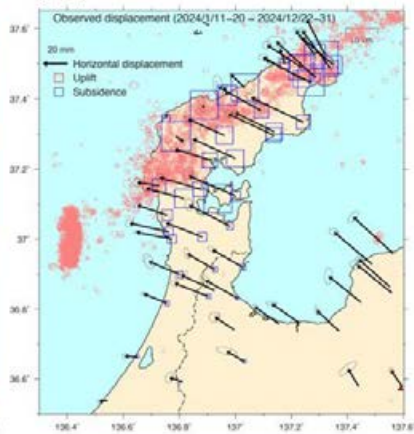
(a) DAS測定に利用した能登町から珠洲市までの光ファイバーケーブル。赤線は地中区間、青線は空中区間。赤星はM3.5地震の震源。観測されたDAS記録は(b)に示す。走時残差RMSEの分布は反射波を利用した仮想震源の推定に用いられた。後続波を生成した反射点（緑色）は、深さ約24km辺りで、走行121度、傾斜7.4度の、北に緩やかに傾斜する面上に分布していることが推定された。

(b) M3.5地震のDAS記録。始点は南西側（能登町）、終点は北東側（珠洲市）。距離4-6kmのケーブルで、S波到達の約7秒後に後続波が認められる。(a)の仮想震源の決定には、この後続波の到達時刻（黒点）を読み取り、利用した（京都大学防災研究所〔課題番号：DPRI01〕）。

地震後約2年間(23ヶ月)



前半



後半

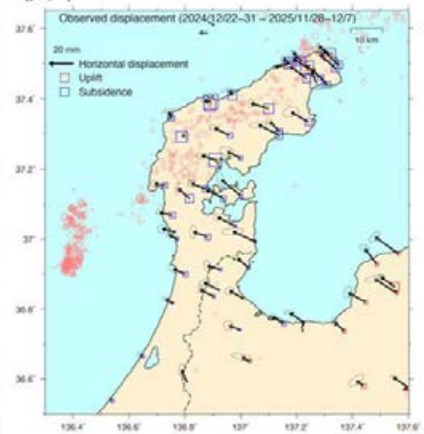


図5. 能登半島地震 (M7.6) の余効変動 予効変動が減速しながら続いていることがわかる。群発地震活動前の定常地殻変動は補正済み。赤丸は、M2以上30km以浅の気象庁一元化震源。(左) 2024年1月11-20日から2025年11月28-12月7日までの変位分布。(中) 2024年1月11-20日から12月22-31日までの変位分布。(右) 2024年12月22-31日から2025年11月28日-12月7日までの変位分布 (京都大学防災研究所 [課題番号: DPRI01])。



図6. 「能登半島北東部において継続する地震活動に関する総合調査の成果報告シンポジウム」
2025年7月27日に石川県珠洲市で開催された「能登半島北東部において継続する地震活動に関する総合調査の成果報告シンポジウム」のパネルディスカッションの様子(京都大学防災研究所[課題番号: DPRI01])。

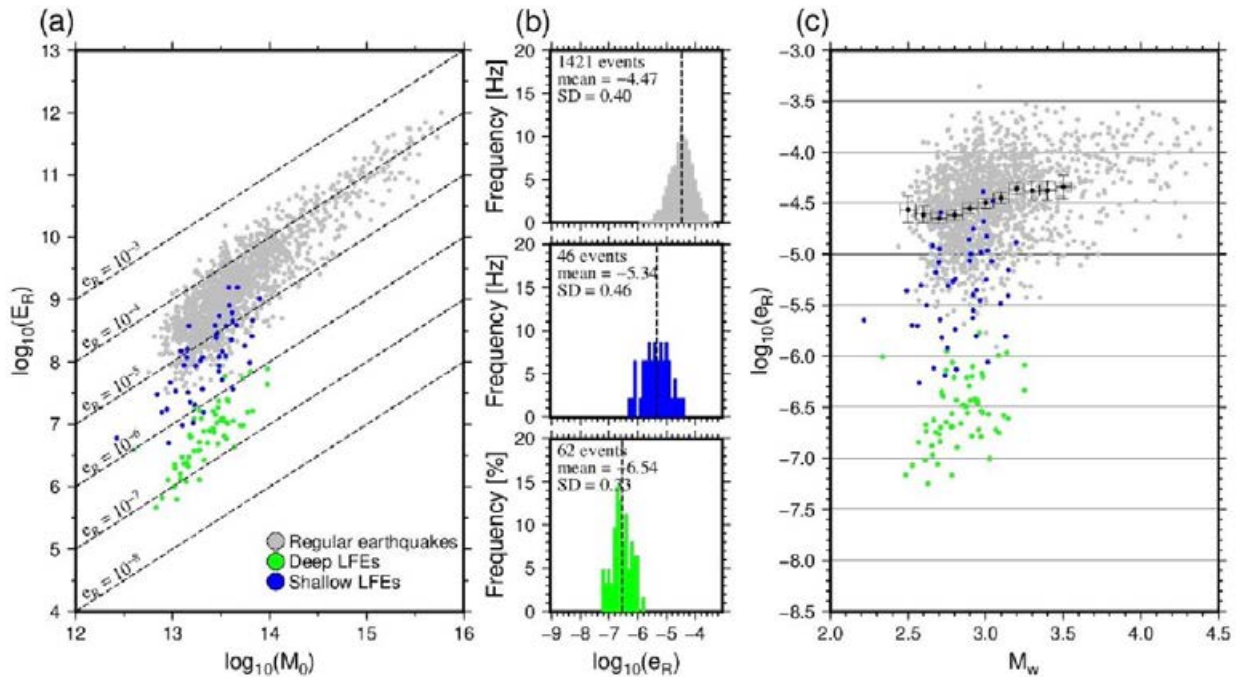


図 7. 通常地震（灰）、浅部低周波地震（青）、深部低周波地震（緑）の放射エネルギーと地震モーメントの関係（Orimo et al., 2026, 東北大学理学研究科 [課題番号: THK_11]）

(a) 放射エネルギーと地震モーメントの関係。(b) Scaled energy（単位地震モーメント辺りでの放射エネルギー）の頻度分布。(c) M_w と Scaled energyの関係。

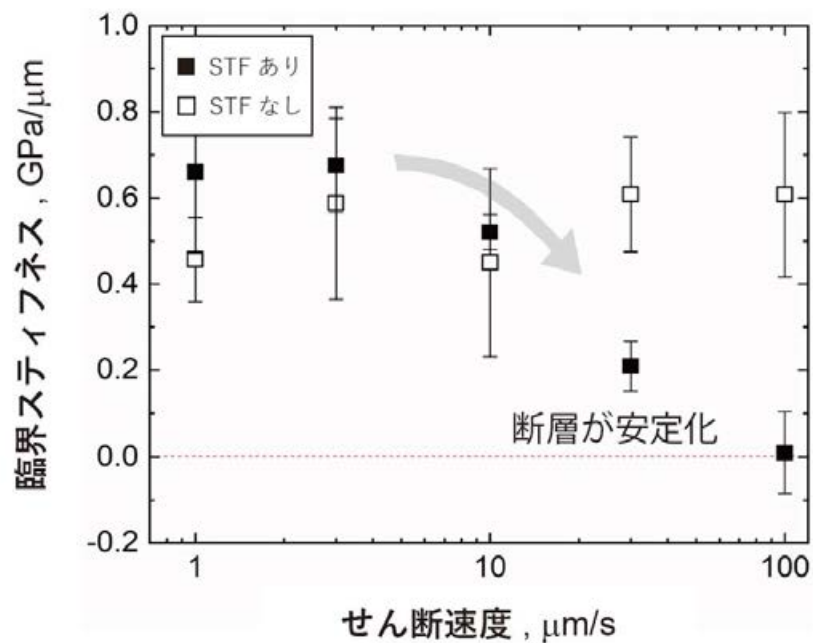


図 8. せん断増粘流体 (STF) を付加した石英ガウジ層 (黒四角) と付加していない石英ガウジ層 (白四角) の臨界スティフネスのせん断速度依存性 (Wang et al., 2025, 東北大学理学研究科 [課題番号: THK_11])。Wang et al. (2025) に加筆。

上部地殻を模擬した混合試料を用いた高温高压せん断実験により、浅部条件では破碎主体で摩擦係数がByerlee則に収束する一方、深部条件ではひずみ弱化に転じ、ナノ粒子化・再結晶を伴うことで地殻強度が大きく低下することを示した。特に、ナノ粒子領域での粒界すべり（+深部での動的再結晶）が、上部地殻の脆性-塑性（摩擦-粘性）遷移帯におけるピーク強度と弱化を支配する、という実験的根拠を提示した。

Furukawa et al. (2025JGR)

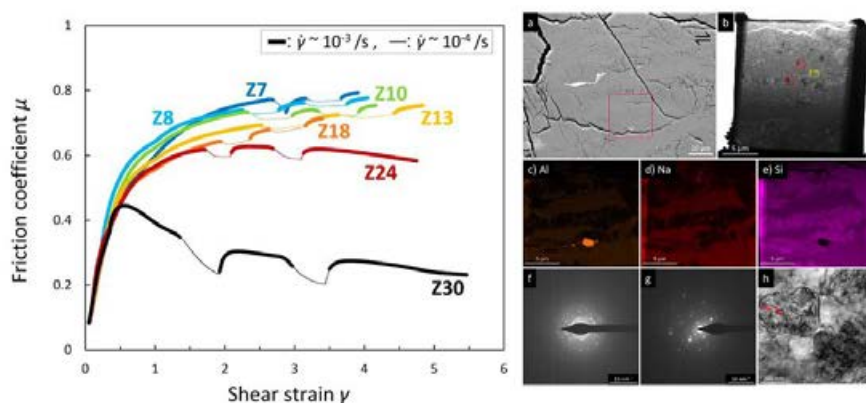


図 9. せん断ひずみ γ と摩擦係数 μ の関係 (Furukawa et al., 2025)

(左, Furukawa et al. (2025JGR) Fig. 13) せん断ひずみ γ と摩擦係数 μ の関係を示す。摩擦係数 μ は、せん断応力と拘束圧（平均値）から算出した。データは、せん断応力-せん断ひずみ曲線 (Fig. 2) と同様に、移動平均（窓幅 30）で平滑化した。太線はせん断ひずみ速度 $\sim 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ 、細線は $\sim 10^{-4} \text{ s}^{-1}$ を表す。色分けは、青：Z7（7kmに相当する温度圧力条件，以下同様），薄青：Z8，薄緑：Z10，黄：Z13，橙：Z18，赤：Z24，黒：Z30

(右, Furukawa et al. (2025JGR) Fig. 10) 試料 Z30 (900° C , 870 MPa) の微細～ナノ組織を示す。(a) FIB（集束イオンビーム）による薄片作製位置周辺のSEM-BSE像。矩形がFIB薄片の作製位置で、矢印はせん断方向を示す。(b) FIB薄片のTEM全体像（視認性向上のため明るさを調整）。円は (f) (g) の回折パターン取得位置、矩形は (h) の拡大領域。(c-e) EDSマップ：Al (c), Na (d), Si (e)。(f) (g) それぞれアルバイト領域 (f) と石英領域 (g) の回折パターンで、いずれも多結晶性を示唆する。(h) (b) で示した領域の明視野TEM像。粒子内に結晶欠陥が観察される（赤矢印）。（東北大学理学研究科 [課題番号：THK_11]）

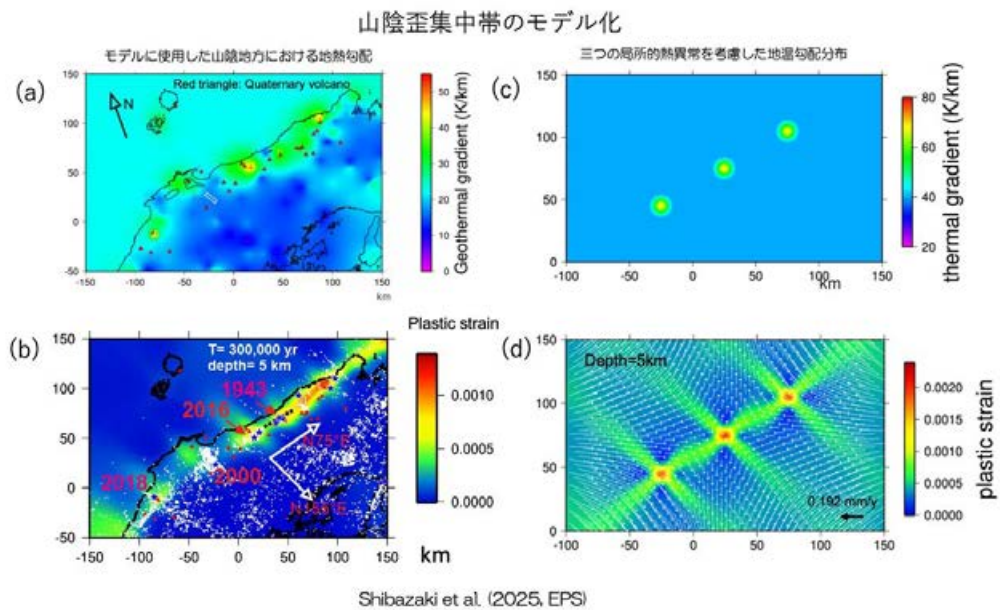


図10. 地温勾配を考慮した山陰ひずみ集中帯のモデル (Shibazaki et al., 2025)

(a) モデルに使用した山陰地方における地温勾配。第四紀火山からなる火山フロントに沿って地温勾配が大きい。

(b) 変形のシミュレーションの結果。火山フロントに沿った高地温勾配域内に剪断帯が形成される。累積せん断ひずみが小さい場合、局所的高地温勾配域においてSSZ走向に対して斜め方向に小規模断層帯が生成される。

(c) 三つの局所的熱異常を考慮した地温勾配分布。

(d) 変形のシミュレーション結果。局所的な高地温勾配域周辺に共役断層が形成される。(東北大学理学研究科 [課題番号: THK_11])

2（5） 大規模火山噴火

「大規模火山噴火」総合研究グループ長
中道 治久
(京都大学防災研究所)

大規模火山噴火の想定に基づき広域避難計画が立案されつつある桜島及び富士山を主対象として、現象解明から避難や帰還に関わる課題までを視野に入れた総合的研究を行う。大規模火山噴火の予測に重要なマグマの移動と蓄積を捉えるため、各種の観測・調査に基づくマグマ供給系の理解を深化させるとともに、活動推移モデルの構築を進める。噴火規模の予測と噴火発生直後の噴出物の即時把握を軸とした災害誘因予測の研究を進展させる。大規模火山噴火時の観測手法・通信手段の開発、広域避難時の自治体間連携や、避難後の被災地への帰還や移住のための意思決定のあり方などの研究に取り組む。なお、本研究で対象とする大規模火山噴火は、VEIで4から5程度を想定している。

本総合研究グループには8の研究課題があり、上記の研究について以下の項目毎に研究成果の概要を述べる。

1) マグマ供給系の理解と火山活動推移モデルの構築

マグマが地下に蓄積して、上昇し、噴火に至るまでの現象の理解を進めるとともに、それに伴って火山活動が推移していくパターンから活動推移モデルの構築が必要である。そのために、火山活動と噴火機構の解明とモデル化、また火山噴火を支配する地下構造の解明を行う必要がある。

桜島においてミュオグラフィ測定を継続してデータを取得し、合成開口レーダの解析結果や二酸化硫黄放出率との比較や、隣接する南岳山頂のA火口、B火口そして昭和火口の火道を通るミュオグラフィで測定された密度の間との相関を観測することで、これらの火道間に分岐した繋がりがあることを示唆できた（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_19]）。噴火頻度が低い時期においては火口直下に高密度のマグマ栓が形成し、火道内の増圧による地盤隆起が見られ、噴火頻度が高い時期においてはガス放出による火道内の減圧による地盤沈降と火口直下の密度低下が確認された。また、南岳山頂火口と昭和火口の直下における密度の逆相関が示され、分岐した火道構造の存在が示唆された（東京大学地震研究所[課題番号：ERI_19], Laszlo and Tanaka, 2025）。

桜島の火山活動を評価するために各種観測データを整理した。2022年から2025年はそれ以前よりも火山構造性地震の頻度が増えていることとGNSSおよび伸縮計の記録から桜島へのマグマ供給の増加が示唆される。そして、2022年から2025年は南岳山頂火口の活動期であり、噴火回数および火山灰量ともに昭和火口噴火期（2009年～2016年）および2017年～2021年の南岳山頂火口噴火期より1桁少ないが、二酸化硫黄放出率は同程度を維持していることから、マグマからのガス放出が卓越していることが分かった（京都大学防災研究所[課題番号：DPRI11]）。

このような活動推移において、2025年は複数回の顕著な噴火活動があった。最大の活

動は5月の活動で、5月15日に始まった噴火活動において、5月の爆発回数77回、降下火山灰量77万トン、そして5月20日の二酸化硫黄放出率は11,000トン/日であった。また、7月と8月にも顕著な噴火活動があった。一連の噴火活動に前後する地盤変動について検討したところ、いずれの活動も最大で40日程度の活動に先行する地盤収縮と、3日前後の活動直前の地盤膨張を伴っており、収縮と膨張の変動量は概ね等しい。特に5月15日以降の噴火活動に先行する地盤膨張は、噴火に先行する地盤膨張としては1985年の観測開始以来最大量であった（京都大学防災研究所〔課題番号：DPRI11〕）。

桜島において、多項目の定常的およびキャンペーンの観測及びデータ解析をおこなった。毎年秋に桜島で水準測量と重力測定を行ってきた。2007年頃から桜島中央部にて顕著な地盤沈降とともに重力増加が継続しており、桜島中央部の海拔下約4 kmにおける年間 1.4×10^{10} kgの質量増加で説明できる（京都大学防災研究所〔課題番号：DPRI11〕）。桜島中央部の質量増加について、マグマからの脱ガスによって密度が増加したマグマが沈降する火道流マグマ対流モデルにて説明できることがモデリングから示された（Oyanagi et al., 2026）。また、二酸化硫黄放出率の連続データから、爆発・噴火によって放出される二酸化硫黄量を推定し、1回の爆発・噴火による放出量が、1日あたりの全放出量に占める割合はほとんどの場合で1%未満で、ガス放出としては準定常的な放出が卓越していることが明らかになった（京都大学防災研究所〔課題番号：DPRI11〕）。桜島のブルカノ式噴火を対象に、長周期ならびに超長周期帯における地震波形インバージョンにて震源過程を推定した。そして、モーメントテンソルに加えてシングルフォース成分が不可欠であることを明らかにし、イベントごとに震源の深さやマグマの過飽和状態、上昇や発泡過程が異なることで噴火様式に違いが生じたと考察した。また、先行する空振の有無は溶岩栓の強度を直接反映するものではないと考察した（京都大学防災研究所〔課題番号：DPRI11〕, Takahashi and Nakamichi, 2025）。

マグマの蓄積、上昇そして噴火を理解するためには、マグマ溜まりから火口までにかけての地下構造の情報を知る必要がある。より深部の比抵抗構造を推定するために、始良カルデラ周辺の36箇所にて広帯域MT観測を実施した。太陽活動活発時の観測であったため、市街地においてもMT応答が得られた（京都大学防災研究所〔課題番号：DPRI11〕）。

大規模火山噴火を駆動するマグマの蓄積条件や上昇過程およびそれらと地表面象の対応関係に着目し、大規模噴火における噴火様式遷移の支配要因を明らかにする研究を進めている。浅間山天明噴火の噴出物の分析から、噴煙柱形成から火砕流への遷移過程を明らかにした。火砕流を発生させた噴出物では気泡数密度や石基ガラス含水量が顕著に高く、火砕流噴出時にマグマの減圧率の増加および破碎深度の下降があったことを示した。これは、大規模噴火時の噴火様式遷移が、マグマの減圧率や上昇過程での脱水プロセスに強く影響を受けたことを示す（東京大学地震研究所〔課題番号：ERI_18〕, Mizuno et al., 2025）。

富士山の噴火事象系統樹を精緻化するために、詳細な噴火履歴およびマグマ供給系の描像が必要である。そこで、地質調査と化学分析にて噴出物の特徴と起源を検討した結果、側火山の噴出物には周囲とは異なる性質の軽石や岩石が含まれており、玄武岩質マグマによって浅部マグマが部分溶融・発泡した、あるいは溶融・発泡した浅部マグマが玄武岩質マグマに捕獲された可能性があることが分かった（東京大学地震研究所〔課題番号：ERI_18〕, 山梨県富士山科学研究所〔課題番号：MFRI02〕）。

富士山の想定火口域は広域であるため、実際の噴火に前駆するマグマ貫入を検知することは重要である。そのため、多角的な地球物理学的観測を行っている。重力観測網を構築し、毎年、絶対重力観測による重力値が低下していることについて、河口湖の水位低下にて説明できることをシミュレーションで示した。また、深部低周波地震の波形分類と震源再決定と発震機構推定を行った（東京大学地震研究所〔課題番号：ERI_18〕、山梨県富士山科学研究所〔課題番号：MFRI03〕）。

2) 火山災害誘因ハザード評価手法の高度化

災害誘因となる火山噴出物の把握と予測を行うことは、火山噴出物の災害軽減に必須である。桜島の野尻川における光ファイバーDASにより得られた土石流に伴う振動波形の周波数解析を行った。そして、土石流に共通した波形の特性や検知に有用な指標、土石流の流速や流量と振動振幅の関係など、悪天候時における土石流モニタリングに貢献する結果を得た（京都大学防災研究所〔課題番号：DPRI11〕）。また、空振の小アレイにて推定したシグナルの到来方向から、富士山の宝永火口における落石観測を行い、落石の軌跡と供給源を推定することができた（山梨県富士山科学研究所〔課題番号：MFRI03〕）。

3) 火山災害誘因とリスク認識向上と避難意思決定あり方検討

地域住民の火山ハザードの理解とリスク認識を定量化するため標準的な質問紙の設計と予備調査を行うとともに、火山リスク情報が登山者行動に与える影響についてアンケート調査を行った。その結果、富士山火山防災マップの判読については9割以上が正しく理解しており、従来のハザードマップよりも視認性と理解性が向上している可能性が示された。一方、避難タイミングに関する理解には課題があることが明らかになった（山梨大学〔課題番号：YAM_01〕）。また、焼岳登山者を対象とした調査では、噴火警戒レベルの認知度は高かった一方、火山活動の詳細情報の認知は不十分であることが分かった。さらに、「噴火警戒レベル1だから安全」「噴火警戒レベル引き上げ前に登りたい」といった心理が見られ、リスク情報が安全の根拠として解釈され登山行動を促進する側面が確認された。現地の注意喚起も行動抑制効果は限定的であり、登山者の意思決定は来訪前にほぼ決まっていることが示唆された。ただし、火山情報発表期間中は登山者数は前年より大幅に減少しており、情報提供自体は登山者数の抑制に一定の効果を持つ可能性が示された（山梨大学〔課題番号：YAM_01〕）。

4) 火山噴火災害に伴う大規模広域避難に関する研究

大規模火山噴火に伴う避難は必然的に大規模広域避難になることが予想される。桜島や富士山では大規模広域避難に関する研究は喫緊の重要課題となっている。桜島大規模火山噴火に対する防災活動のための住民主体の担い手組織を戦略的に形成するための実践的研究を行った。そして、住民の主体性を損なわないために、インフォーマルな関係性の醸成から主体の転換、自律的な共創に至るプロセスが明らかとなり、押しつけない関与とケアの関係の逆転が地位防災の担い手形成に有効であることが示された（京都大学防災研究所〔課題番号：DPRI11, DPRI12〕）。また、実践活動の結果、大規模火山噴火について子供に備えの必要性を啓発する紙芝居が制作された。

富士山北麓地域をフィールドとして、火山防災教材の開発と学校教育現場での実践、

および、同教材を中核として、噴火警戒レベルを軸とした火山防災について総合的に学習するためのカリキュラム策定のための研究を実施した（京都大学防災研究所〔課題番号：DPRI12〕）。

自治体における防災訓練プログラム設計に資することを目的として、過去の噴火災害における被災者生活再建支援制度の適用状況に関する調査を行った。同制度の導入後に発生した2000年三宅島噴火及び2011年霧島山新燃岳噴火を対象に適用状況の調査・分析を行った結果、現行の制度は主として地震・水害による住宅損壊を前提に設計されており、降灰、噴石、火山性ガス、空振などの噴火災害特有の被害に対応していないことが明らかになった（兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科〔課題番号：HYG_02〕）。

5）大規模火山噴火時の通信手段の開発

大規模火山噴火といった広域に影響のある災害時には、商用通信が途絶する可能性が高い。そこで、災害時においても利用可能な通信手段を自前で持つことは、大規模火山噴火において観測を継続するためには欠かせない。2025年12月8日～12月9日に桜島・始良カルデラ周辺でDR-IoT無線機による地震波形データの無線伝送試験を実施し、最大20km程度の場所まで、3成分100Hzサンプリングの地震データをリアルタイム伝送に成功した。これにより、DR-IoT無線機により実際の地震波形データのリアルタイム伝送が十分可能であることが実証された（京都大学防災研究所〔課題番号：DPRI11〕）。

これまでの課題と今後の展望

昨年度から開始された観測研究計画において、はじめて大規模火山噴火総合研究グループが結成された。これまで10年の観測研究計画では、前身の総合研究グループは桜島を主対象としていた。しかし、大規模火山噴火が起こる可能性のある火山は国内外の火山の大多数であり、大規模火山噴火の研究対象は桜島だけではない。一方、大規模火山噴火に対する観測研究や災害対応における課題の抽出には、具体的な対象火山を設定することは重要である。そのため、大規模火山噴火への対応が社会的に検討されている桜島と富士山を対象とすることに意義がある。桜島および富士山では主に研究を実施してきた研究機関や研究者が異なるだけでなく、大規模火山噴火で想定されている噴火のタイプおよび対応が異なっている。さらに言うと、活発に噴火が継続し、そして地下でのマグマの蓄積が継続している桜島と、特段の表面現象はなく、地下へのマグマの蓄積の増加を示唆する観測結果のない富士山とは大きく状況が異なる。

桜島と富士山のそれぞれを主対象としている研究者が集まりやすいように、研究集会を2回開催した。1回目は2025年8月下旬に山梨県富士山科学研究所に課題担当者と富士山を研究テーマとしている研究者が集まって2日間にて研究集会を行った。2回目の研究集会を2025年12月中旬に鹿児島市にて課題担当者と桜島を研究テーマとしている研究者が集まって2日間にて研究集会を行った。

現象の解明から避難や帰還に関わる課題までを視野に入れた総合的研究を本総合研究グループで推進していく。具体的には、大規模噴火の予測に資するマグマ供給系の理解と活動推移シナリオの構築、大規模噴火時の観測手法・通信手段の開発、広域避難時の自治体間連携や、避難後の被災地への帰還や移住のための意思決定のあり方検討などを行う。

成果リスト

- Kumaoka, A., M. Onishi, M. Iguchi, and M. Takebayashi, 2025, Designing airport capacity for the evacuation of parked aircraft during a large-scale eruption, *J. Disaster. Res.*, 20, 3, 269-280, doi:10.20965/jdr.2025.p0269.
- Laszolo O. and H. Tanaka, 2025, Toward joint muography and ground deformation monitoring for volcanic unrest assessment, *J. Appl. Phys.*, 138, 060701, doi:10.1063/5.0275038.
- Mizuno, T., F. Maeno, and A. Yasuda, 2025, Transition from growth to collapse of the Plinian column during the 1783 eruption of Asama volcano, Japan, inferred from rock microtextures, *J. Volcanol. Geothermal. Res.*, 462, 108310, doi:10.1016/j.jvolgeores.2025.108310.
- Oyanagi, R., T. Kazama, R. Kazahaya, I. Miyagi, K. Yamamoto, and M. Iguchi, 2026, Magma mass increase under Sakurajima Volcano, Japan, inferred from campaign relative gravity and leveling data from 1975 to 1992: An interpretation from volcanic gas studies, *Earth Planets and Space*, 78, 45, doi:10.1186/s40623-026-02365-3.
- Sugo, K., M. Onishi, Y. Yama, M. Iguchi, G. Nakano, K. Takenouchi, K. Yamori, and H. Shimamoto, 2025, Study on the process of behavioral change of local residents in preparation for a large-scale eruption of Sakurajima, *J. Disaster. Res.*, 20, 3, 342-353, doi:10.20965/jdr.2025.p0342.
- Takahashi, R. and H. Nakamichi, 2025, Source process of Vulcanian explosion earthquakes at Sakurajima volcano, Japan, derived from seismic waveform inversion analysis in the very-long and long period bands and infrasound signals, *Earth, Planets and Space*, 77, 147, doi:10.1186/s40623-025-02263-0.

2 (6) 高リスク小規模火山噴火

「高リスク小規模火山噴火」総合的研究グループ長

寺田 暁彦

(東京科学大学総合研究院多元レジリエンス研究センター)

火口周辺が観光地化されている火山が突然噴火した場合、たとえそれが小規模であっても大きな災害となり得る。しかし、そのような小規模噴火を観測に基づいて予測することは一般に困難である。しかも、火山により活動の特徴が異なるうえ、火口周辺の土地利用状況、火山に対する考え方も地域により様々である。そこで本グループでは、各火山にて地球物理学的モニタリング観測を継続しつつ、地球化学、地質学、および社会科学的な研究を分野横断的に実施することで、観測研究から社会への情報伝達までの一貫した流れを扱うことを目指している。

水蒸気噴火の発生には、地下浅部における流体流動経路の閉塞と開放が本質的な役割を果たしているという考え方がある(図1)。この場合、噴火前後の火山ガス放出量の増減や、火口直下における流体の蓄積や拡散を観測すれば、噴火危険評価の信頼性向上に貢献できるだろう。このような着想のもとで、本報告書ではドローンを用いたガス観測と地下構造探査に関する技術進展を冒頭にてまとめて紹介する。これに続いて、地球物理学、地球化学、および地質学各分野の研究成果と、課題間連携の試みを報告する。最後に、地域社会に対する取り組みと、今後の課題を議論する。

○本年度の実施内容

1) UAV(ドローン)を用いた新展開

マグマ噴火に伴い SO_2 を放出する火山とは異なり、水蒸気噴火を起こす火山から特徴的に放出されるのは、リモートセンシング的手法で測定できない H_2S である。そこで、UAVに吊り下げた複数のセンサによって H_2S の空間分布を直接測定し、その放出量推定を試みた。得られた結果は、別測定からの示唆と矛盾しないことも確かめられた(図2、東京大学理学系研究科[課題番号:UTS_06])。

このような火山ガス放出量の計算に必要な上空の風速を、UAVの飛行姿勢に基づき推定する方法が考案された。箱根火山における複数回の試行によれば、他の測定結果に矛盾しない風速が得られている(東京科学大学[課題番号:TIT_01])。

地下浅部における流体の蓄積・放出をモニタリングする新たな試みとして、UAV搭載型受信機を用いたセミ・エアボーン電磁探査実験を行った。この結果、地上に設置された東西・南北方向の送信ダイポールからの信号を、上空から同時計測することができた。従来の1方向送信と比べ、探査効率が大幅に向上することも特徴である。今後、活動変化に応じた地下比抵抗構造変化を、高い時間・空間分解能で、しかも遠隔地からUAVを用いて安全に観測することが期待される(図3、公募研究[課題番号:KOB015])。

これらUAVを運行するプラットフォームとして、近年、利用可能となりつつあるDroneportが有望である。これは、現地を完全無人とした状態で、全自動型のUAVを遠隔

地から操作，操縦する仕組みである（寺田・田村，2025）。本年度は Droneport を草津白根山に設置し，冬期間を通じて東京など遠隔地から UAV を運行した。この結果，同火山の火口湖が火山性微動などの地下活動に応じて黒灰変色している様子や，その時間変化を定量的に捉えることができた（東京科学大学〔課題番号：TIT_01〕）。

これらの技術は，実際の火山噴火にも応用されている。霧島火山新燃岳においては，6 月から 10 月にかけて UAV 観測を繰り返し実施した。その結果，火山ガス組成と，そのみかけ平衡温度の変化を捉えた（東京大学理学系研究科〔課題番号：UTS_06〕）。同火山では全自動型 UAV の試験も実施しており，現地に人を配置した状態ではあるが，防災科学技術研究所などの遠隔地と上空映像のリアルタイム共有試験を行った（東京科学大学〔課題番号：TIT_01〕）。

2) 多項目地球物理観測

地震，地殻変動を基軸としたモニタリング観測を草津白根山，阿蘇山，および箱根山にて継続した。

草津白根山では，地下浅部の流体移動・蓄積過程に関する概念モデルが提案された（Terada et al. 2025）。この概念モデルに基づいて2025年8月以降の同火山の活発化の背景を解釈し，気象庁や草津町と随時共有することで，立入規制等の判断に活用された（東京科学大学〔課題番号：TIT_01〕）。さらに，草津白根山では，人工電源に基づく地下比抵抗構造の時間変化の検出，すなわち電磁モニタリングを試みた（Ishizu et al. 2025）。同火山の活発前後のデータを順調に取得できたことから，次年度の解析結果が期待される（公募研究〔課題番号：KOB015〕）。

阿蘇山や箱根山（Kurihara et al., 2025）においても，多項目観測が継続された（Nakamura et al., 2026；富田，2026）。特に阿蘇山では，空振，火口湖観測，火山ガス，重力観測等において，各観測装置や解析システムの改良がなされた。また，それらの結果を統合的に解釈する試みも進められている。特に火山性微動や空振の励起機構など，活動評価のために重要な観測項目について，その定量的な理解が深まりつつある（京都大学理学研究科〔課題番号：KUS_03〕）。

3) 化学観測

複数の火山でガスや温泉水を繰り返し採取し，実験室にて詳細に分析する化学的モニタリング観測が継続された（谷口・大場，2026）。特に岩手山の近年の活発化では，前回活動期である 1998 年と比べて，今回の活動にマグマの関与が相対的に小さいことを指摘した（Yaguchi et al., 2025，公募研究〔課題番号：KOB016〕）。

このような試料採取・分析に対して，化学センサを用いたその場測定に技術進展があった。例えば MultiGas と呼ばれる多成分ガス測定装置がさらに小型・軽量化された。MultiGas は実験スキルを必要とせず，ガス組成比を測定できる上，UAV にも搭載できる。測定ガス種が限定されているという欠点の克服が課題だが，火口に接近できない活発期でも観測できる強みがある（東京大学理学系研究科〔課題番号：UTS_06〕）。さらに，地表面から土壤ガスとしてゆっくりと放出されている H_2S についても，装置改良により測定可能となりつつある（東京大学理学系研究科〔課題番号：UTS_06〕）。このように，平時か

ら活発期を通じた地球化学的観測の連続性と多項目化が進んだ。

4) 地質調査

噴出物の解析に基づき、噴火前後の地下浅部過程を調べている。蔵王山では、上昇してきたマグマが、熱水系を構成する二次鉱物を溶かし込むプロセスが明らかとなりつつあり、本年度は、溶解時の温度・圧力条件が示された。本研究は、水蒸気噴火の多様性や、噴火発生前に観測される地球物理学的シグナルを解釈するうえで重要な示唆を与え得るものである（公募研究〔課題番号：KOB017〕）。

御嶽山では、2014 年噴火で放出された噴石を更に収集した。それら噴石には、流体流動経路の目詰まりに相当すると思われる変質が認められたほか、複数回の破壊を受けたと理解できる痕跡が見つかった。現段階では解釈に任意性が大きいものの、水蒸気噴火発生前の火道の状態に関する有益な知見が得られつつある（公募研究〔課題番号：KOB014〕）。

詳細な地質学的調査も継続されている。水蒸気噴火のような小噴火の痕跡は地層として残りにくい。そこで、火口周辺の小さな湖や沼の湖底堆積物に注目した研究が行われている。実際に、志賀山と草津白根山の湖・沼から、多数の小規模テフラが見出された。分析上の諸課題が解決すれば、地表からは失われた過去数 100 年間の噴火履歴を復元し、水蒸気噴火の長期的活動推移を明らかにできるかも知れない（富山大学〔課題番号：TYM_03〕）。一方、阿蘇山では、近年の噴火の堆積物について詳細な再調査が行われた（宮縁・星住，2025，Miyabuchi et al.，2026）。このうち、2021 年 10 月噴火堆積物から噴石飛散距離とその大きさの分布が記載された。この成果は、同火山における小噴火のリスク評価に資するものである（富山大学〔課題番号：TYM_03〕）。

5) 課題間の連携

霧島山新燃岳噴火に対応して、UAV を使用する各課題担当者が現地に集まり、多項目 UAV 観測を 2025 年 9 月 12 日から 15 日かけて実施した。観測成果は火山調査研究推進本部へ提供されたほか、現地では UAV に関する技術の向上や、突発的な噴火への対応についての意見交換も行われた（京都大学理学研究科〔課題番号：KUS_03〕，東京大学理学系研究科〔課題番号：UTS_06〕，東京科学大学〔課題番号：TIT_01〕，公募研究〔課題番号：KOB015〕）。

史料・考古計画推進部会との合同勉強会を 2025 年 9 月 9-10 日に草津町内およびオンラインにて実施して、約 30 名の参加者を集めた。人文地理学の専門家による、草津町内の巡検も行われた。近年の歴史資料オンラインデータベース化により、火山に関する未調査の絵図が多数確認されていることが認識され、その成果の一部は論文として公表された（Terada and Sekido, 2025）。

○社会との関わり

1) アンケート調査

阿蘇山においては、有料施設（熊本地震震災ミュージアム）およびオンラインによるアンケート調査を実施した。登山者に関しては、活火山に対する一定の認識が認められた

が、それが、登山届けの提出などの具体的な行動にはあまり結び付いていないことが示された（京都大学理学研究科〔課題番号：KUS_04〕）。

この結果は浅間山で行われた登山者対面アンケートでも同様である。すなわち、火山の危険や噴火警戒レベルに対する知識は、スマートフォンの登山アプリの普及により高まっている。しかし、そのような知識の高さは、必ずしもヘルメット装着率などの数字には表れていない（名古屋大学〔課題番号：NGY_07〕）。

2) VUI (Volcanic Unrest Index)

箱根火山では、火山ガス観測や震源即時把握の手法改善など、年々向上する観測・解析体制を、随時、火山活発化指数(VUI)へフィードバックさせている。そのためのパラメータや計算方法の調整は試行錯誤であるが、同火山における研究の進展、観測体制は速やかにVUIの改善として、社会とのコミュニケーションに活かされている（東京科学大学〔課題番号：TIT_01〕）。

3) 国際シンポジウム

神奈川県温泉地学研究所を主体として、水蒸気噴火に関する国際シンポジウムを小田原市内において2日間にわたり開催した。国内外から研究者を招聘し、各課題担当者を含めて約110名が参加した。さらに、同時通訳を付した市民向け公開講演会を実施し、約120名の一般市民が参加した。

4) アウトリーチ活動

各課題の担当者、分担者および協力者が関わったアウトリーチ活動を集計した結果、本年度は73件、のべ2300人前後との交流が実現されたことが分かった（図4）。地域住民と行政機関が73件の半数を占め、学生、報道機関がそれぞれ11%であった。内容は、講演が最多の40%を占める一方で、ともに登山するなどのユニークな活動も行われた（公募研究〔課題番号：KOB014〕）。小規模な活動が多く、参加者50人以下のイベントが73件のうち7割、10人以下の活動も2割あった。

○これまでの課題と今後の展望

本年度成果のテーマとして挙げた「地下熱水の流動経路閉塞・開放」を議論するには、地球物理学、化学、岩石学、地質学の広範にわたる知識が必要である。本グループを構成する研究者の専門分野は極めて多岐にわたっており、このような総合的研究を深める可能性を本グループは有している。その一方で、現象や社会背景が火山により大きく異なることが、課題間連携の阻害要因にもなっている。2025年度はドローンに関する合同観測を実施した。また、地域社会や国外も含めたシンポジウムを毎年開催している。このような総合研究グループとしての活動等を通じた、課題間連携を深める努力が今後必要である。

前建議までの成果として、ドローンを用いた地球化学的観測により、熱水系の状態変化が議論できるようになったことがある。本年度実施された霧島新燃岳における観測成果は、その賜物である。現建議で進んでいる様々な技術開発も、将来、発生するであろう

噴火に適用されるだろう。今後も、ドローンを用いた観測の多項目化、高頻度化、そして結果の即時共有が行われると思われる。それらを社会へ効率的・効果的に還元してゆく方法についても関心を寄せるべきである。

アウトリーチ活動は、研究成果の還元ばかりでなく、我々が社会からの要請を受け取る場としても機能している。今後も奨励してゆくべきであるが、小規模イベントの多数開催は難しい。解説手法の共通化や、経費支援、新たな IT 技術の活用等が検討課題である。また、本年度はアンケート調査により「実際に火山でどうしたらよいのか」といった対策面の認識が低いことが示唆された。それら研究課題で得られた示唆は、ただちにアウトリーチ活動にフィードバックさせるべきである。

○ 成果リスト

- Ishizaki, Y., N. Kametani, and W. Numata, 2025, Geology and eruptive history of Kusatsu-Shirane Volcano, In: T. Ohba and A. Terada (eds), Monograph Kusatsu-Shirane, Active Volcanoes of the World, 1-20, doi:10.1007/978-3-031-86137-6_1.
- Kanda, W., T. Koyama, and Y. Matsunaga, 2025, Geomagnetic observations at Kusatsu-Shirane Volcano, In: T. Ohba and A. Terada (eds), Kusatsu-Shirane Volcano, Active Volcanoes of the World, Springer, Cham, 211-229, doi:10.1007/978-3-031-86137-6_10.
- Kawada, H., W. Kanda, M. Ichiki, H. Nagaike, and T. Ishigo, 2025, Spatial extent and eruptive potential of hydrothermal system at Numanotaira Crater, Adatara Volcano, Japan, inferred from shallow resistivity structure and diffuse soil gas flux measurement, Earth Planets Space, 77, 144, doi:10.1186/s40623-025-02294-7.
- Kurihara, R., Y. Nagaoka, R. Honda, et al., 2025, Shallow volcanic earthquakes in the Owakudani geothermal area, Hakone volcano, Japan, Earth Planets Space, 78, 17, doi:10.1186/s40623-025-02341-3.
- Matsunaga, Y., and W. Kanda, 2025, Magnetotelluric imaging of the magmatic-hydrothermal system of Kusatsu-Shirane Volcano, In: T. Ohba and A. Terada (eds), Kusatsu-Shirane Volcano, Active Volcanoes of the World, Springer, Cham, 185-210, doi:10.1007/978-3-031-86137-6_9.
- 宮縁育夫・星住英夫, 2025, 阿蘇火山の地質：カルデラ形成噴火と後カルデラ活動, 地質学雑誌, 131, 319-342, doi:10.5575/geosoc.2025.0029.
- Miyabuchi, Y., Y. Iizuka, and Y. Ogata, 2026, Historical eruptions at Aso Volcano, Japan, spanning the last 800 years: insights from a high-resolution tephra record, Bull. Volcanol., 88, 20, doi:10.1007/s00445-025-01896-z.
- Nakada, S., N. Nagata, S. Uesawa, and Y. Miyabuchi, 2025, Tephra hazard around Izu Oshima and Aso Volcanoes, Japan: application of the automatically generated tephra distribution map, J. Disaster Res., 20, 298-307, doi:10.20965/jdr.2025.p0298.
- Nakamura, H., A. Yokoo, H. Iwamori, T. Nishizawa, M. Takahashi, and N. Morikawa,

- 2025, Changes in crater lake chemistry after the 2021 eruption at Aso volcano, Japan: insights from UAV-based hot water sampling, *J. Asian Earth Sci.* X, 14, 100211, doi:10.1016/j.jaesx.2025.100211.
- Ohba, T., and M. Yaguchi, 2025, Volcanic activity cycles of the Kusatsu-Shirane Volcano, Japan revealed by the geochemical monitoring of lake water in the Yugama Crater and adjacent fumarolic gases, In: T. Ohba and A. Terada (eds), *Kusatsu-Shirane Volcano, Active Volcanoes of the World*, Springer, Cham, 41-59, doi:10.1007/978-3-031-86137-6_3.
- Sumino, H., 2025, Spatial and temporal variations in noble gas isotopic compositions of fumaroles and hot/cold spring gases at Kusatsu-Shirane Volcano, In: T. Ohba and A. Terada (eds), *Kusatsu-Shirane Volcano, Active Volcanoes of the World*, Springer, Cham, 141-157, doi:10.1007/978-3-031-86137-6_7.
- Sibaja-Brenes, J. P., R. Alfaro-Solis, M. Martínez-Cruz, I. Godfrey, A. Terada, A. Rodríguez, G. Avaró, and G. E. Alvarado-Induni, 2025, Hyperacid lake monitoring from Poás Volcano, Costa Rica, using UAV (Unmanned Aerial Vehicle), *Pure Appl. Chem.*, doi:10.1515/pac-2025-0427.
- Terada, A., and T. Kuwahara, 2025, Yugama crater lake: a sensitive window into the magmatic-hydrothermal system of Kusatsu-Shirane Volcano, In: T. Ohba and A. Terada (eds), *Kusatsu-Shirane Volcano, Active Volcanoes of the World*, Springer, Cham, 61-81, doi:10.1007/978-3-031-86137-6_4.
- Terada, A., H. Aoyama, T. Yamada, and M. Yamamoto, 2025, Geophysical observations of Kusatsu-Shirane Volcano: conceptual model of the hydrothermal system as a site of phreatic eruptions, In: T. Ohba and A. Terada (eds), *Kusatsu-Shirane Volcano, Active Volcanoes of the World*, Springer, Cham, 159-184, doi:10.1007/978-3-031-86137-6_8.
- Terada, A., and A. Sekido, 2025, Reconstructing past volcanic plume activity of Kusatsu-Shirane volcano, Japan, using historical drawings of the Kusatsu spa area, *Bull. Volcanol.*, 87, 104, doi:10.1007/s00445-025-01890-5.
- 寺田暁彦・田村正義, 2025, 草津町役場から遠隔操作可能な全自動ドローンを用いた草津白根火山の監視試験, *火山*, 70, 103-109, doi:10.18940/kazan.70.2_10.
- 富田雄飛, 2026, 3次元インバージョン解析による地下比抵抗構造モデル推定に基づいた阿蘇火山中岳における浅部構造の時間変化推定, 令和7年度京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻修士論文.
- 谷口無我・大場 武, 2026, 防災科学技術研究所研究資料, 523, 98-101.
- Yaguchi, M., A. Terada, and T. Ohba, 2026, Can volcanic activation be identified from the geochemistry of surface discolored water in the active crater lake Yugama at Kusatsu-Shirane volcano, Japan?-Example from July 2025, *J. Hot Spring Sci.*, 75, 242-250.
- Yaguchi, M., T. Ohba, and S. Kanno, 2025, Geochemical evaluation for the fumarolic gases collected at Ojigokudani, Iwate volcano, Japan in September

課題設定：流体流動の阻害・蓄積を捉える

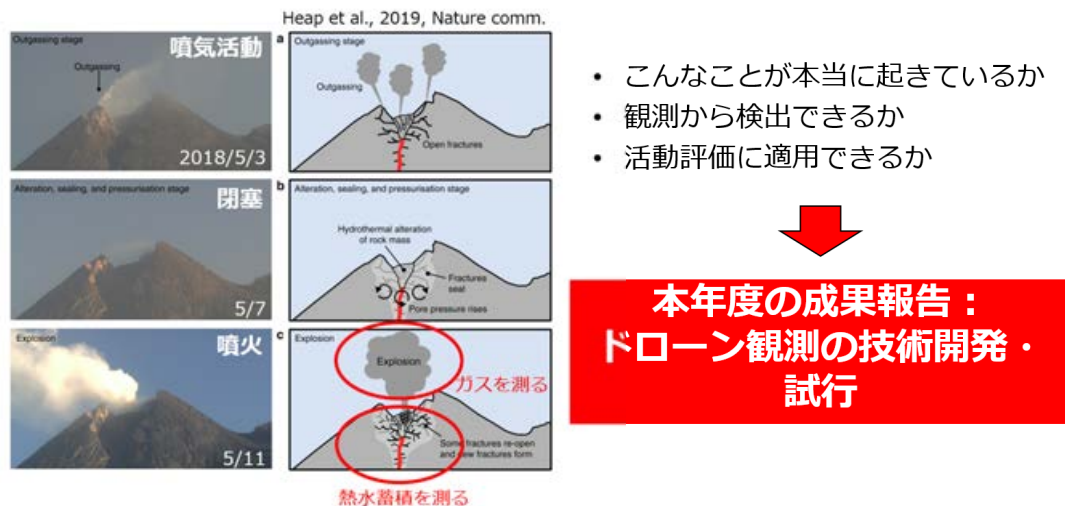


図1. 水蒸気噴火の発生前後における流体閉塞 (Heap et al. 2019).

H₂S 放出フラックス観測手法の確立と応用 UTS_06

日時・回数：2025/7/6, 4フライト

最高瞬間 H₂S 濃度 (ppm)：19.7 (f1), 24.0 (f2), 7.1 (f3), 63.4 (f4)

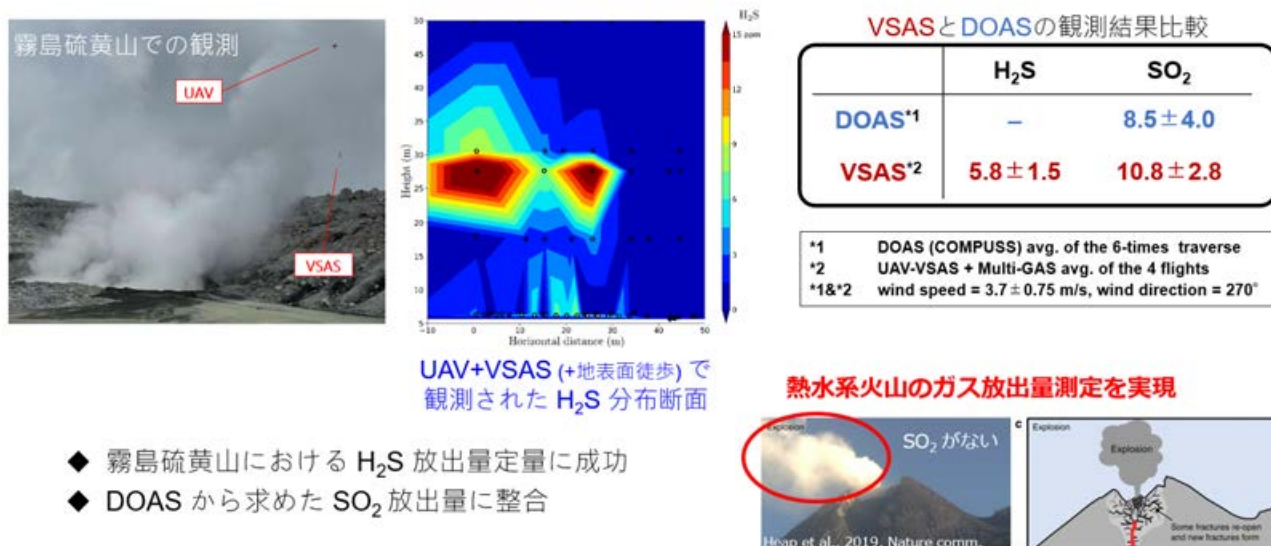


図2. VSAS (鉛直硫化水素センサーアレイ) を用いた霧島硫黄山における H₂S 放出量測定実験 (東京大学理学系研究科 [課題番号：UTS_06])。

地中浅部における流体蓄積をモニタリング KOB0_15

鉱山跡地（草津白根山の南麓）での実験 Ishizu et al. (2025)

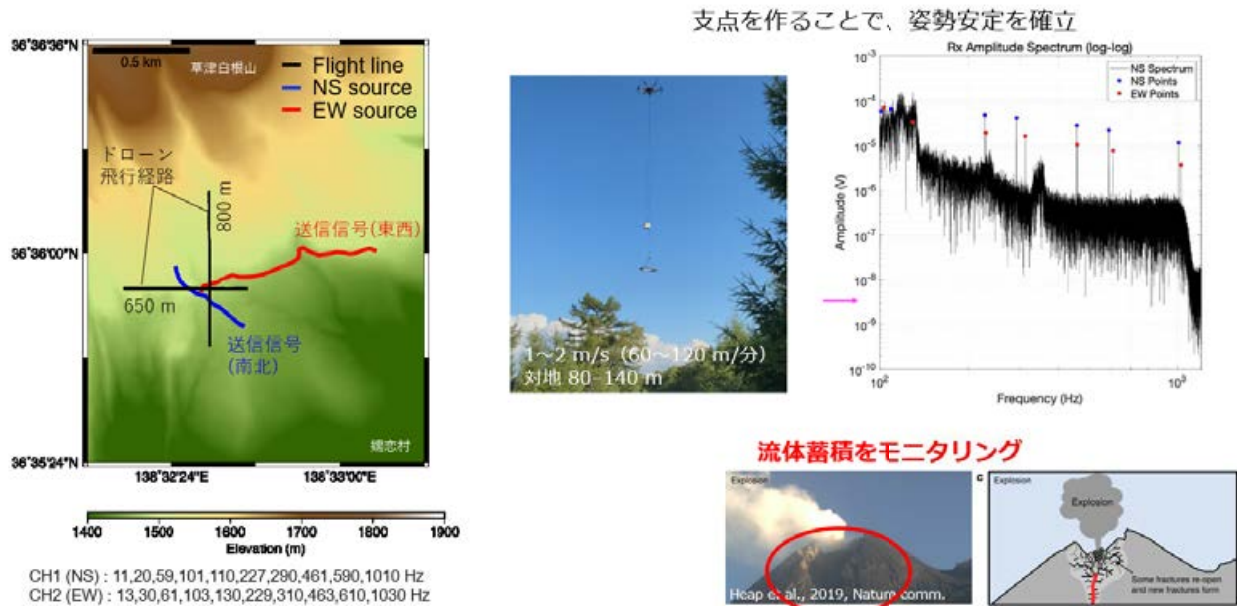
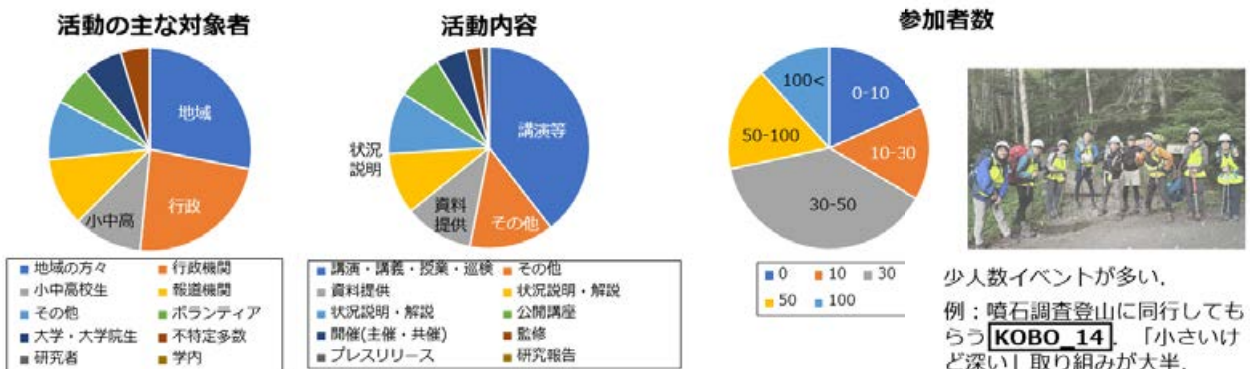


図 3. 草津白根山での人工電源を用いた空中電磁探査実験（公募研究 [課題番号：KOB015]）。

総合グループにおけるアウトリーチ

- ・ 建議「観測情報・防災情報の効果的な発信・伝達のあり方を検討」に対応
- ・ 本年度、アプローチした概算人数は**2,300人**



社会系課題 のアンケート結果を Feedback

- KUS_04** 活火山への認識は高まっているが、ヘルメット携行等の行動に結び付いていない（阿蘇山）
NGY_07 噴火警戒レベル等の用語は知っているのに、警戒範囲や具体的リスクを知らない（浅間山）

図 4. 登山者を対象したアンケート調査（京都大学理学研究科 [課題番号：KUS_04]，名古屋大学 [課題番号：NGY_07]，）からの示唆と，本総合研究グループの構成員が 2025 年度に実施したアウトリーチ活動（公募研究 [課題番号：KOB014]）

3 拠点間連携共同研究

東京大学地震研究所・京都大学防災研究所 拠点間連携共同研究

研究代表者 松島信一
(京都大学防災研究所)

研究代表者 加藤尚之
(東京大学地震研究所)

これまでの地震・火山観測研究計画では、地震や火山噴火の発生の予測を最大の目標とし、それにより地震や火山噴火による災害の軽減を目指してきた。しかし、平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震の発生により多くの犠牲者が出たことを踏まえ、地震や火山噴火の科学的な予測が極めて困難であっても、現在の地震学や火山学には災害軽減に役立てられる多くの知見が集積されていることから、平成26年度から開始された「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」（建議）において大きく方針を変更し、「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（その2）」（建議）でもその方針が継続された。即ち、地震や火山噴火の発生予測の実現を重点とした方針から、それらの予測を目指す研究を継続しつつも、地震・火山噴火災害をもたらす誘因の予測研究に重点を置いて組織的・体系的に進める方針に転換した。そのため、地震学や火山学を中核とするものの、災害予測や防災を目的とした研究に注力するために関連する理学、工学、人文・社会科学などの分野の研究者が参加して、協働して推進することになった。

平成25年までの建議に基づく観測研究計画では、自然現象である地震発生や火山噴火現象の理解に基づきそれらの科学的な予測を目指すという考え方から、「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が中核となって計画を推進してきた。しかし、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は、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結論に至り、両研究所が協働し、それぞれの分野の共同利用・共同研究拠点として、連携して共同研究を進めることとなった。具体的には、両拠点の研究者が中核となって建議に沿った大テーマを決め、それを実現するための研究について全国の研究者からの研究提案を公募して全国規模の共同研究を進める「重点推進研究」と両拠点がそれぞれ関連の深い地震火山研究コミュニティと自然災害研究コミュニティの2つの学術コミュニティに呼びかけ、建議の主旨を踏まえた研究を公募する「一般課題型研究」を実施している。

1. 重点推進研究

重点推進研究のうち総括研究は「巨大地震のリスク評価の不確実性に関するパラダイム構築の推進」と題し、この内容に即した6つのグループが研究課題を提案し、9つのグループ全体で実施した。一方、特定研究（その1）～特定研究（その3）では、総括研究のうち深掘りが必要と考えられる研究課題について募集し、研究を実施した。

（1）総括研究

総括研究は「巨大地震のリスク評価の不確実性に関するパラダイム構築の推進」と題

し、2023年度に引き続き、(1)震源過程、(2)地震波伝播・深部地盤構造、(3)強震動予測、(4)浅部地盤構造、(5)構造物被害予測、(6)リスク評価の研究グループに分かれ、それぞれの分野におけるリスク評価の不確かさの要因についての検討を進めるとともに、これらの知見を統合するための(7)プラットフォーム構築グループ、(8)ステークホルダの参画に関する研究グループおよび(9)大規模計算のためのコンピュータサイエンスグループの9グループで実施した(図1、拠点間連携共同研究[課題番号:CTOC01], Ichimura et al. 2025, Matsushima et al., 2025, 宮澤, 2026, Miyashita et al., 2025, Nishino, 2025, Nishino, 2026, Thinzar Yadanar et al., 2025, Thinzar Yadanar et al., 2026)。

震源過程について、プレート境界面における反射係数の違いから摩擦強度の分布を推定し、将来発生する南海トラフ地震の地震像に迫るために、四国西部において反射波の抽出に関する手法の改善を図った。津波予測に関し、2022年トンガ火山噴火による気象津波は奄美大島沿岸で1 mを超える振幅が観測されたが、その具体的な増幅要因は明らかになっていないため、気象津波のシミュレーションを行った結果、沖縄トラフ沿いの不規則な海底地形により、奄美大島等の一部のエリアに気象津波が集中したことがわかった。これらの結果は、遠地津波予測にも応用可能な成果である。深部地盤・伝播経路については、南海トラフ全域を海域から陸域まで統合した既往のP波速度構造を基盤モデルとして、日向灘周辺域の詳細構造について、地震波屈折法・反射法データを用いた全波形インバージョンによりP波速度構造の高精度化を進めた。また、当該P波速度構造基盤モデルに対してOpenSWPCを用いた波形計算を実施できるよう、周辺プログラムを整備するとともに、試験的な数値計算を始めた。浅部地盤構造に関連する標準貫入試験などから得られる地盤物性値(N値など)は点推定値であるため、空間分布を推定するには補間処理が不可欠である。そこで、機械学習手法の一つであるガウス過程回帰を適用し、地盤物性の空間的不確実性の定量評価を試みた。強震動予測については、重点推進研究(特定型(その2))と連携し、西日本における地盤増幅特性の観測調査を引き続き行った。具体的には、中央構造線沿いの盆地における地震基盤深度の定量化を微動探査と重力探査の両面から行い、断層沿いの不連続性を抽出した。また、自治体震度計を積極的に活用し、サイト特性推定、レシーバ関数の併用による地下構造推定、三次元地下構造モデルの再構築などを行った。これらの地盤増幅特性の結果は、南海トラフ巨大地震をはじめとする、西日本の被害地震研究に役立つことが期待される。構造物被害予測のために、災害現場における建物や周辺地域の被害情報を収集・1次分析するツールを構築した。具体的には、スマートフォンやタブレット端末などを用いて映像データや被害情報を入力し、収集した情報をリレーショナルデータベースにアーカイブする情報収集ツールを構築した。データベース上に収録された画像情報等を生成AIや外部解析ツールに1次分析させる被災情報分析機能を付与し、被害の種類や程度、推定される要因をデータにタグ付けする。本ツールは、来る大規模災害において、調査団が組織的にデータ共有し、膨大なデータの被災傾向を迅速に分析できる環境を提供する。リスク評価高度化については、エクスポージャーに関する情報を航空写真等の画像解析、機械学習モデルおよび統計的情報を用いて整備する手法について検討を行った。検討した手法を大阪府泉佐野市の一部街区を例にとって、地理空間情報システムに実装した。また、ハザード指標を所与として、エクスポージャー情報およびエクスポージャーの特徴に応じた脆弱性関数を用いて、

個々のエクスポージャーを解像しリスク評価を行う計算手順を地理空間システム上で確認した。さらに、昨年度設計したエクスポージャーの振動特性を高精度・多面的に把握するためのセンサー・ロガーをネットワーク接続し、データサーバーへ準リアルタイムでデータ転送・収集するシステムの運用を開始した。プラットフォーム構築の一環として、地震火災と津波火災の統合的予測に関する研究に関し地震火災・津波火災の統合予測に向けて課題となっていた、津波火災の出火のモデル化を行った。具体的には、津波火災の出火件数をポアソン回帰の一般化線形混合モデルを用いて記述し、2011年東北地方太平洋沖地震と2024年能登半島地震の出火記録および津波による建物被害データを用いて未知パラメータをベイズ推定した。これにより、数値津波モデルと建物の津波脆弱性モデルを用いて地域の浸水棟数と流失棟数が評価できれば、津波火災の発生件数も確率論的に評価できることとなった。今後、津波によるガレキの生成・集積モデルと組み合わせることで、津波火災の焼失範囲の確率論的な評価も可能となる見込みである。さらに、地震動のばらつきについて、盆地内の任意位置において盆地形状がばらつきの違いに与える影響に関して地震動シミュレーションによる検討を行った。その結果、盆地内外の平均的な地震動は既往の地震動予測モデルによる予測結果と整合的である一方で、ばらつきについては場所によって大きく異なることを示した。コンピュータサイエンスについては、順解析・逆解析のコアカーネルとして頻出する波動場解析の解析コストの軽減を目的として、INT8 Tensor Coresを活用するGPU波動場解析手法の開発を試みた。逆解析として活用が期待されるベイズ推定の課題としてその解析コストがあるが、その軽減を図るために超並列ベイズ推定手法の開発を試み有効性を確認した。災害リスク情報・ステークホルダ参画に関連してこれまでに構築してきた南海トラフ地震の震源モデル・強震動予測モデル・表層地盤増幅率の組み合わせをもとに作成した地表速度のばらつきのモデルの中で、行政が実施する地震動推定、研究者が新たに実施する地震動推定結果の位置づけをWeb上で簡易に評価、見える化を行うことが可能なシステムの構築を行い、研究者が自らが実施した地震動想定的位置づけを確認することが可能なシステムの運用を行っている。

（２）特定研究（その２）

「地震ハザードにおける地下構造の影響の定量的評価の研究」では、以下の成果が得られた（拠点間連携共同研究[課題番号：CT0C03]，山田・竹中，2026，野口・青山，他，2025，高柳・他，2025a，高柳・他，2025b，野口・香川・他，2025，種井・他，2025，山田・竹中，2025，大橋・他，2025，佐藤・他，2025，長妻・他，2025，南方・他，2025）。

地すべりや断層帯の地盤震動特性及び地盤構造を把握するために、鳥取市佐治町，島根県多伎町，徳島県三好市，東みよし町の地すべり地域で微動探査，徳島県三好市の中央構造線三野断層近傍にて微動探査と重力探査を実施した。微動探査の結果より，佐治町，多伎町の地すべり地域では崖錐堆積物の層厚や速度構造の変化に応じた明瞭な微動特性や位相速度分散曲線の違いが確認できた。一方，徳島県の地すべり地域では一部の地震観測点の周辺では微動特性の違いが確認されたが，大部分では明瞭な違いが確認できなかった。三野断層近傍では断層線の南側で急激に地盤構造が異なることが確認できた。重力探査の結果より，佐治町の地すべり地域では地すべりを発生させる地質の不均質に対応する重力異常の変化，中央構造線の断層運動に伴う基盤の落込みや断層ごく近傍で

の破碎帯による重力異常の低下が確認できた。

また、自治体の震度観測網を含む岡山県内の稠密な強震観測点で観測された波形データから抽出したサイト増幅特性を用いて観測点ごとに地盤構造モデルを推定した。そして、岡山県全域の3次元地盤構造モデル構築のための基礎資料とすべくその結果の分析を行った。また、干拓地を含む岡山平野4地点でアレイ微動探査を実施し、そのうち3地点で浅部・深部地盤構造を推定した。

この他、微動アレイ観測で得られた位相速度とH/Vスペクトル比ピーク周波数を同時に用いて地下構造をバイズ推定するプログラムを開発した。数値実験により位相速度とピーク周波数の併用により速度構造モデルの推定精度が向上する場合があることを確認した。石川県志賀町富来および大阪府岬町において微動アレイ観測と微動H/Vスペクトル比の観測を行い、作成したプログラムで地下構造モデルの解析を行った。石川県志賀町ではH/Vスペクトルを用いることで地下構造が良好に推定されることを確認した。一方、大阪府岬町ではH/Vスペクトルのピークが不明瞭であり、アレイ観測単独での解析の方が良好な結果が得られた。これらのことから、H/Vスペクトルのピーク周波数の情報の有効性についてさらに検討が必要なことも明らかになった。

（３）特定研究（その３）

「巨大地震による建物被害予測およびリスク評価の高精度化に関する研究」では、以下の成果が得られた（図２～図７、表１、表２、拠点間連携共同研究[課題番号:CT0C12]）。

一自由度系非線形建物群モデルについて、まず、様々な耐力をもつ２階建て木造建物の実大実験データを17体分集めて分析した結果、耐力（降伏ベースシア係数）が小さくなると、最大耐力時の塑性率が大きくなる傾向がみられた（図２）。さらに、軸組試験体と壁試験体の実験データを重ね合わせて、壁量が徐々に減る解析を行うと、耐力が小さくなるほど最大耐力時の塑性率が大きくなる傾向がみられた（図３）。そこで、最大耐力時から数倍変形が伸びたら全壊と定義し、全壊変形が耐力に依存する一自由度系建物群モデルで被害率（＝全棟数に対する被害棟数の割合）を推定した結果、最大耐力時の約２倍変形して全壊するモデルで、靱性能一定よりも実際の被害率を精度よく説明できた（図４）。

次に、個別要素法を用いた建物群モデルについて、まず、耐力壁の仕様や量が異なる14体の２階建て建物を設定した（図５と表１、表１の数字は図５に対応）。この建物群モデルに表２の地震動を入力し、耐力壁が損傷したら全壊と定義した。全壊した建物から解析上の被害率を求め、実際の被害率（表２）と比較したところ、被害を過大評価したが、建物耐力を1.4倍すれば被害調査データを精度よく説明できることがわかった（図６）。

さらに、２自由度系を用いた建物群モデルについて、これまで用いてきた等価１自由度系ではなく、２自由度系を用いて建物群モデルを構築した。その結果、２自由度系の場合、全壊に至る変形を最大耐力時の変形で割った全壊倍率が3.5の時、精度は等価１自由度系と同程度になることがわかった（図７）。

（４）特定研究（その４）

「南海トラフ地震臨時情報における社会の受け止め方の違い」では、以下の成果が得られた（拠点間連携共同研究[課題番号:CT0C13]）。

令和7年度は、地震による被害を受けた地域の住民たちへのインタビュー調査を行った。2026年1月16日～18日に島根県安来市で実施した。この地域では、訪問する10日前の1月6日にM6.2の地震が発生し、島根県や鳥取県で震度5強を観測していた。そのため、大きな被害はなかったものの、地震に対する関心度が高いのではないかと考えたからである。さらに、以前（2017年）、1000点の臨時観測点を設置させていただき、大変お世話になっていた地域でもあり、地震の観測研究に対して理解を示す方たちが多かった地域でもある。前回もお世話になった地点を中心に、12か所に地震計を設置させていただき、その地震計設置作業を行う中で、地震に関しての質問した。まず、今回の地震がどうだったのか、その時の様子を聞いてみたところ、前回（2000年鳥取県西部地震）の地震の揺れに比べて強かったものの、長くは続かなかったと、多くの人が感じていた。幸い倒壊した家や道路がほとんど無かったため、日常生活に支障はなかった。しかし、この地震がいつまで続くのか、もっと大きな地震に繋がるのではないかと、教えて欲しいと言われた。能登半島の地震や三陸沖の地震の報道を聞いていたためか、小さな地震活動に続けて大地震が発生した例を知っていて、今後の地震活動の推移に不安を感じている人が多かった。その一方で、南海トラフの地震については、名前は知っているものの、太平洋側のことなので、この地域には関係ない、と思う人がほとんどであった。そのため、夏に出された臨時情報に関しても、特に注目したという人はなく、それをきっかけに身の回りの点検とか、防災グッズの再確認といった具体的な安全行動に結びつけた人はいなかった。自らの地域でない限り、情報が出されたとしても、わがことのように受け止めて、自らの防災対策を見直すきっかけにするのは、やはり難しいようである。

（5）特定研究（その5）

「首都直下地震の災害リスク評価のための震源モデルの構築」では、以下の成果が得られた（図8～11、拠点間連携共同研究[課題番号：CTOC14]、宮腰・他、2025）。

首都圏における災害リスク評価のうち、強震動のハザード評価を行うためには首都圏の下に存在する太平洋プレート、フィリピン海プレート、北米プレート、ユーラシアプレートの境界またはそれぞれのプレート内部に震源モデル群を想定する必要がある。令和7年度には、過去の地震活動に基づく地震ハザード評価のための震源モデル群などを参照に、首都圏の災害リスク評価に大きな影響を与えるM7クラス以上の震源モデルを抽出した。並行して、首都圏で長周期地震動が生じる可能性のある相模トラフ、南海トラフ、日本海溝に沿う巨大地震について洗い出した。

GEONETや大学等の1995年以降のGNSSデータを最新の解析ストラテジーで座標値の再計算を行い、AICを用いたGNSS座標時系列のステップの検知に基づく既往の手法を用いて、関東地方で発生する短期的SSEの客観的検出を行った。相模トラフ沿いにおいて、2024年2-3月の大規模な房総SSE(Mw6.6)の3ヶ月前に、その深部側でSSE(Mw6.0)が発生していることが明らかになった（図8）。ただし、この房総SSEにともなう顕著な地震活動は見られなかった。また、日本海溝沿いの浅部では、銚子沖で2016年以降に年平均1.7個のSSEが発生していることを明らかにし、そのほとんどがテクトニック微動を伴っていた（図9、図10）。一方、テクトニック微動が活発な茨城県沖では、短期的SSEがそれほど検出されなかったが、これはGNSSデータの検知能力が銚子沖より低いからである可能性がある。

房総SSEに付随して発生する地震活動について、テンプレートマッチング手法を適用す

ることで、2018年の房総SSE中とその発生前の地震活動の時空間発展を明らかにした。2018年の房総SSEの発生前の2016年7月に、まとまった地震活動の増加が見られたが、プレート境界付近の地震活動とスラブ内の地震活動が同時に起きているように見える。また、房総SSEが発生中の地震活動は、2018年6月3日から活発化し、南東方向へ拡大した後、最大M4.9のイベントが6月12日に発生した。その後、活動域は陸側へ移り、南東側に向けて活動域は拡大したことが明らかになった。

関東地方周辺の地震活動データに対して、時間ETASモデルを拡張したモデルを適用し、地震活動クラスタリングの特徴を評価するとともに、スロースリップイベントに起因する可能性のある群発地震活動を抽出した。具体的には、従来の時間ETASモデルに、ガウス関数に従う外力起源の地震発生レートの増加項を導入した拡張モデルを作成し、20年間（2001年から2010年および2016年から2025年）の気象庁一元化震源データ（Mjma 1.5以上）に適用した。その結果、スロースリップイベントとの対応関係が知られている4系列の既知の群発地震活動に加え、新たに6系列の群発地震活動を同定した（図11）。現在、新たに同定した群発地震活動とスロースリップイベントとの対応関係について検討を進めている。

地震などの大規模自然災害が経済に及ぼす間接的かつ波及的な影響を詳細に把握することを目的として、日本経済を1:1スケールで再現する高性能計算（HPC）対応のエージェントベース経済モデル（ABEM）の開発・高度化を進めている。従来の災害後経済分析は、産業連関表や国民経済計算などのマクロ統計に基づく集計的手法が中心であり、企業や家計といった個々の経済主体間の複雑な相互依存関係や、ガス・水道・交通網などのインフラ復旧状況への依存性を十分に表現できないという課題があった。特に大地震のように被害が地域的に偏在する場合、被災企業の設備損壊だけでなく、非被災地域の企業にもサプライチェーンの断絶などを通じて影響が及ぶため、主体レベルでの精緻な分析が不可欠である。そこで本研究では、帝国データバンク提供の約140万社の企業実データを用いて企業エージェントを初期化し、従来のマクロ統計分解による初期化方法と比較検証を行った。2015年第1四半期から2020年第2四半期までを対象に数値シミュレーションを実施した結果、企業レベルの詳細データを用いるほど不確実性が低減し、GDPや産業別生産額、さらには個別企業の生産動向まで高い精度で過去実績を再現できることが確認された。本モデルは、災害後の経済復興政策の効果を定量的に評価し、より実効性の高い復興計画を検討するための有力な分析基盤となることが期待される。

構造物の供用期間中において構造物の復旧力の評価を可能にすることを目的に、時間に伴って変化する地震荷重の設定のための地震の発生シナリオの設定方法について首都圏を対象に検討した。地震発生シナリオ3要素（地震の規模、発生する場所、発生する時期）について、過去の地震に基づく情報と地震発生シミュレーションに基づく情報を組み合わせる方法に基づき、首都圏の地点を対象とした地震発生シナリオを例示した。

2. 一般課題型研究

（1）地震の災害誘因の事前評価手法の高度化

「岩盤崩壊－河道閉塞－堰止湖決壊による複合連鎖災害の発生場予測：斜面地形発達史の理解に基づくハザード評価」では、現地調査対象として、地震および豪雨による甚大な被害のあった能登半島北部の複数サイトを選定し、地盤構造の解析や物理化学分析の

ための試料採取を進めるとともに、デジタル地形情報に基づく斜面崩壊発生場の空間解析を行った。これにより、斜面の地形条件や風化帯の構造と物性が発災に及ぼした影響が明らかになった。一部の成果は、国際・国内学会発表、防災研究所報告などで公表した。また、西南日本外帯や中部山岳域における地形構造を解析し、隆起に対する応答としての地形発達の上における不安定斜面の出現を検討した。河川の下刻による斜面の下部切断と起伏量の獲得が岩盤崩壊の素因となる過程について、モデルによる定量化を試みた。またそうした地形の進化に要する時間スケールを推定するため、段丘の年代測定や斜面の削剥速度の推定を行った。今後は、能登半島の解析で得られた成果を足掛かりに、近未来の発災が想定される西南日本外帯を未災の場と位置付けて、岩盤崩壊・河道閉塞・堰止湖決壊のハザード評価を行っていく。試行研究の結果、期間中には当初想定していたような、山地の地形進化の段階と斜面変動の対応づけという長期視点に立ったハザードのゾーニングにまでは至らなかった。また、岩盤風化の過程や風化帯の発達様式およびその速度の定量化についても、研究は途上にある。そのため、本報告に記載の内容については研究代表者のみが文責を負う（拠点間連携共同研究[課題番号：CT0C05]，松四，2025a，松四，2025b，松四，2025c，Matsushi，2025）。

「令和6年能登半島地震の震源域の強震動特性が建物被害に及ぼした影響の解明」では、研究計画のうち、③震源域での建物微動計測に関しては令和6年度中、④以降については令和7年度に実施する予定としていたが、対象地域の設定のための議論及び対象地域の代表者との調整の結果、令和7年中に合計48戸の建物（住宅）の微動観測を実施することとした。

ここでは②地盤の微動観測とそのデータを用いた強震動特性の評価に関して令和7年度に追加的に行った観測の分析結果、および③に関して本観測に先行して行った建物の振動計測の解析結果を示す。まず②に関しては、輪島・珠洲の強震観測地点において、GITによるサイト増幅特性（観測サイト増幅特性とする）と、個別の上下動増幅特性を平均した上下動補正関数VACFから得られるサイト増幅特性（推定サイト増幅特性とする）を比較した。その結果、VACFから得られる推定サイト増幅特性は、GITによる観測サイト増幅特性より振幅が過少であることが分かった（図12）。これは、サイト増幅特性が特異に大きいサイトでは水平動も上下動も通常の一次元地盤増幅では説明がつかず、二次元／三次元共振の可能性を考慮する必要がある可能性を示唆していると考えられる。

これを受けて、堆積岩で形成される地震基盤より上部の盆地構造を明らかにすることを目的に、珠洲の47地点、輪島の75地点において単点微動観測及び盆地を横切る直交2測線でのリニアアレイ観測（同時観測）を行った。その結果、リニアアレイ観測の結果では、複数の地点で同位相の傾向がみられることが分かった（図13）。これは二次元／三次元共振の可能性を示唆している。③については、対象地域全戸における建物観測に先行して、ある住宅において計測した微動を解析した。結果、その共振振動数から得られる推定耐力は、この住宅の建築年に基づく平均的な耐力を上回るものとなった（図12，図13，拠点間連携共同研究[課題番号：CT0C06]，Ito et al.，2025，伊藤・他，2025a，伊藤・他，2025b，伊藤・他，2025c，Kawase et al.，2025，川瀬・他，2025）。

「建物被害と後発地震への応答予測に地盤特性の時空間変化が与える影響の分析」では、令和6年7月に実施した能登半島地震後の病院訪問調査（8病院）において、構築している病院被害推定手法の推定結果と実被害を比較した。実被害が小さかった構造躯体

については、推定結果と概ね一致していた。非構造部材・設備については、ほぼ全ての施設で数種類の損傷が機能低下に直結しており、特に影響が大きかった給排水管の被害は推定と一致しなかった。多くの施設で確認された医療行為室の被害については、3施設で推定より実被害が大きかった。判定対象とした室内の機器や什器の散乱状況だけでなく、室内の吊り天井や照明、ドアなどの被害を総合的に判断して使用不可とされていた。

実被害と推定結果の差異を踏まえて、加速度応答に依存する非構造部材・設備の過小評価を減らすため、暫定的に建物の塑性化を考慮せずに弾性応答を仮定した加速度応答を用いて被害を推定するようにモデルを変更した。多くの病院で確認された建物引き込み配管の損傷のモデルを検討したが、実地調査で影響が示唆された建物と周辺地盤の相対応答を考慮する手法がなかったためモデル化は見送った。

上記のように妥当性を検証し修正を加えた病院被害推定モデルを用いて、地盤モデルおよび建物強さの不確定性が被害推定結果に及ぼす影響をモンテカルロ法により評価した。地盤については、病院立地における複数の地盤ボーリングデータの扱いや、ボーリングデータからせん断波速度を推定する際のばらつきなどを、建物については、降伏時のベースシア係数を不確定性とした。ボーリングデータの選択については、層序が等しいときは工学的基盤面までの層厚が大きいほど建物応答とそのばらつきが大きくなったため、層厚が最も大きいものを選択することとした。

図14に非構造部材の被害推定結果におよぼす不確定性の影響を示す。上図は床応答加速度（PFA）と層間変形角の応答値の推移を表しており、下図は層間変形角のばらつき β の推移を表している。層間変形角が0.002radで間仕切壁の損傷がDS1（要補修）となり、PFAが800galで配管の損傷がDS2（機能影響大）となる。500gal以下ではばらつき β が地盤の不確定性を与えた場合の方が大きく、700galを超えると評価は変化しない。不確定性を与えた地域レベルでの地震被害推定では、被災後の病院に残っている機能性Frを評価する式を提案し、病院の平時の病床数を用いて病院ごとの残存病床数Brを求めた。花折断層地震時の京都市の区ごとの被害を図15に示す。左京区を中心にすべての区で大きな被害となり、250サンプルから求めた病床数と、サンプルのうちで最悪、最良となる時の病床数を比較したとき、最悪と最良では左京区で10倍以上の差があった。

後発地震による地震動予測モデルについては、その精度と病院被害予報への利用方法を検討した。これまでに妥当性を確認した後発地震の発生確率モデルは、過去の地震カタログに基づいた地震の発生しやすさ（space-time ETAS model）を用いて計算し、任意のマグニチュード（4以上など）の後発地震発生数の予測として表示している。令和7年度は、先述の病院被害推定モデルにおける地盤の影響評価に予定より時間がかかったため、後発地震モデルとの連動については、建物立地での建物に入力される地震動レベルを計算する手法などを議論するにとどまった（図14、図15、拠点間連携共同研究[課題番号：CTOC07]、入江・他、2025）。

「既存在来木造建物に大きな被害を引き起こす地震動の発生要因に関する研究」では、壁量の少ない試験体も実大試験体と同様の復元力特性を再現でき、壁量が減ると靱性能が大きくなる傾向が確認できた。そして、地震動によっては、耐力が非常に低い建物は全壊せず、それより耐力が高い建物は全壊するという事も確認された。

箱形試験体の外観を写真1と写真2に示す。今回は、筋交いなしの試験体と、中央構面の端2Pに筋交いがある試験体で検証した。ただし、いずれも中央端2Pに内外装材を貼

った。これらの試験体に、既存建物を想定し、中小地震として2003年宮城県沖の地震のJMA大船渡50%を入力後、大地震として2007年能登半島地震のK-NET穴水100%を入力した。その後、耐力の低い建物に被害を与える周期2.0秒のサイン波（wavelet, 図16）を、最大速度を上げながら、変形が1/6rad程度に達するまで入力した。K-NET穴水100%で加振後の試験体を写真3と写真4、荷重変位関係を図17と図18に示す。また、耐力（降伏ベースシア係数）と片側の筋交いがすべて損傷したときの塑性率（ほぼ最大耐力時に対応）を図19に示す。筋交いなし試験体は、最大耐力が発現しなかったと考えられるものの、図17の最大荷重時の塑性率を図19にプロットすると、昨年度以前の耐力が高い試験体の最大耐力時の塑性率よりも大きいことから、耐力が小さくなると靱性能が大きくなる傾向は見られた。また、K-NET穴水で、筋交いなしの試験体は全壊せず、筋交いありの試験体は全壊し、地震動によっては、耐力が非常に低い建物は全壊せず、それより耐力が高い建物は全壊するという事も確認された（図16～19, 写真1～4, 拠点間連携共同研究[課題番号: CT0C08], 村嶋・他, 2025）。

「高精度な地盤増幅特性評価のための多様な地盤構造調査結果の統合化に関する共同研究」では、令和6年度に令和6年能登半島地震で甚大な被害を受けた地域の一つである輪島市街地において、2つの常設の地震観測点における地震動特性の差異、市内の被害分布の偏りの原因、市街地とその周辺の地形等の地震動に対する影響について検討するために余震観測を実施し、さらにこれらの観測点周辺で微動観測を実施し、対象地域の地盤震動特性について検討した。令和7年度は、当初研究対象地域を奥能登地方東部に移し、令和6年度と同様の取り組みを実施する予定であったが、令和6年度の結果を踏まえ、輪島市街地での地盤モデルの高度化とそれに基づく地盤震動特性評価を引き続き行う必要があるとの判断から、本年度は輪島市街地の余震観測点近傍における微動アレイ観測や表面波探査等の地下構造調査を充実させ、加えて、より大きな半径での微動アレイ観測を実施することとした。

図20に地震観測点位置ならびに微動アレイ探査地点を示す。JMA輪島とISK003を含む32点の地震観測点周辺では、前年度に観測を実施した分を含めて、NT06とNT15を除く30点で浅部地盤による地震動の増幅特性の検討のための小さな微動アレイ探査（小アレイ、半径40 m～極小）を行った。またこれに加えて12点（JMA輪島, ISK003, NT01, NT15～17, HU01, HU03～05, QU01～02）で表面波探査を実施した。さらに、地震基盤からの地盤増幅特性を把握するための半径580～50 mの微動アレイ探査も平野内の数地点で実施した。

微動アレイ探査は、正三角形の頂点とその重心位置の計4点を基本とし、半径の異なる複数の正三角形を組み合わせた配置とした。機材は, Trillium Compact 20s(Nanometrics), LE-3D/5s (Lennartz Electronic, 現在はREFTEK), JEP-6A3-10 (Mitutoyo, 現在は日本システム工業, 感度: 10V/G) のそれぞれのセンサーと収録器としてDATAMARK LS-8800 (白山工業), VSE-15D (東京測振) とDATAMARK LS-7000XT (白山工業), GeophoneとLR8431 (HIOKI) を組み合わせた。なお、個々のアレイでは全て同一の組み合わせを使用している。サンプリング周波数は100 Hz, あるいは200 Hzとした。輪島市街地では各所で復旧工事が行われていたため、半径200 m以上のアレイは夜間または夕方に実施した。観測された記録の上下動成分に空間自己相関法を適用し、Rayleigh波の位相速度を求めた。なお、解析長、平滑化のバンド幅はアレイ半径毎に設定した。

表面波探査では、受信機にGS-11D Geophone (Geospace, 固有振動数: 4.5 Hz) を24個、

収録器にGeode (Geometrics) を用いて、ハンマー起振による上下動を測定した。サンプリング周波数は8 kHz、時間長は2秒とした。測線の端部および中央においてそれぞれ5回起振し、スタッキングして解析に用いた。解析にはF-K法 (Beam forming法) を用い、求めたRayleigh波の位相速度を微動アレイ探査の結果と接続した。

観測の結果、輪島市役所の東側に位置するHU04では約0.3~30 Hzの広帯域でRayleigh波の位相速度が得られた。得られた位相速度は3 Hz付近より低周波数側で速くなり、0.4 Hzで2.7 km/sに達する。

平野の北西部、東側の段丘上やその麓、平野の南東側の地域の一部における位相速度は10 Hz以上の高周波数帯域で200 m/s程度以上だが、JMA輪島の周辺や輪島市役所の東側の平野部、鳳至川沿いの平野南西部等における位相速度は、最も遅い位相速度として約100 m/s程度の速度が検出されており、軟弱な堆積層の存在が伺える。しかし、位相速度が速くなる周波数は観測点によって異なり、その層厚にはばらつきがあると考えられる。K-NET輪島に近いHU05の高周波数側の位相速度は約400 m/sでおおよそ一定値に収束しており、K-NET輪島よりも速い。これは、中小地震の強震観測記録の比較においてもHU05よりK-NET輪島でスペクトルの振幅が10 Hz以上で大きいことと矛盾しておらず、K-NET輪島では極表層に軟弱な層が存在する一方で、HU05の表層は切り土地盤であると考えられる。

以上の結果から、本地域では既往研究により2、3次元の波動伝播の影響による地震動の増幅が指摘されているが、今後はさらに検討を行い、地盤増幅特性の違い等の検討を進める (図20、拠点間連携共同研究[課題番号:CTOC10]、青井・他、2025、安倍・他、2025、津野・他、2025、重藤・他、2025、神野・他、2025、神野・他、2026)。

「1894年庄内地震の詳細な建物被害分布に基づく地震動特性評価手法に関する研究」では、地震観測・解析に関する成果として、庄内地域の地下構造と地震活動の把握を目的として、庄内平野東縁断層帯北部の南部地域および北部地域において、1Hz地震計 (LE-3DLITE MkIII) 各10台を用いた臨時地震観測を実施した。観測期間は、南部が2024年3月から6月の約3ヶ月間、北部地域が同年3月から9月の約6ヶ月間である。得られた波形記録を検討した結果、気象庁一元化震源リストに掲載されていない微小地震を20個確認した。現時点では (S波の読み取りの問題から) 震源決定には至っていないが、周辺の基盤観測網の観測点での記録を加えてP波の到達時刻を検討したところ、20地震のうち4~5地震は庄内平野断層帯周辺で発生した可能性が高いと考えられる (残りの15~16地震は庄内平野の南西で発生したと推定される)。これらの結果を踏まえ、庄内平野断層帯周辺の震源位置をより詳細に決定することを目的として、地震計10台を用いた臨時地震観測を2025年11月から今年度末まで実施予定である。

地盤構造推定に関する成果として、令和6年度は、観測記録に基づく各地点の地盤構造の推定とそれによる地盤増幅特性を調べた。令和7年度は、各地点の地盤構造を統合し、三次元地盤構造モデルの作成を試みた。三次元地盤構造モデルについては、臨時観測により得られた微小地震や領域内の強震観測点で観測記録のある中小地震について、地震動シミュレーションを実施してその確からしさを確認し、必要に応じてチューニングを実施した。

資料調査に関する成果として、令和6年度は、震災予防調査会による報告のほか、『震災一途』、『震災救助一途』、『悲愴惨怛両羽地震誌』、『明治二七年甲午年両羽地震記』、『震災当時日誌』、『庄内大地震実見誌』、『酒田大地震の惨状及震後の状況一斑』、『東

田川・飽海三郡甲午大地震記』，『明治二八年新町仮小屋買い物控』の内容を整理し，その分布をArcGIS上で可視化して確認した。

令和7年度は，『東田川郡震災實記』，『地域の基礎資料』（酒田市立十坂小学校所蔵），『庄内大震災の記憶』に記された東田川郡，西田川郡，飽海郡の建物被害や地変，および揺れの様子や地鳴りの記録について表形式で整理した。被害の記録のなかでも，地割れ，亀裂，泥砂や水の噴出などの液状化現象による記述が多くみられた。この中には，『日本の液状化履歴マップ745-2008』に収録されていない3地点での液状化現象の発生やこれらの様子が含まれており，1894年庄内地震による地域的な被害についての新たな知見を得ることができた（拠点間連携共同研究[課題番号：CT0C11]，石瀬・他，2025，笠松・他，2025，日下部・他，2025，松島・他，2025，Yamamoto et al.，2025，山本・他，2025）。

「高経年RC建物の微動と強震観測双方を用いた即時被害予測手法の基礎的検討」では，観測対象としている建物は鉄筋コンクリート構造5階建てである。平面形状が細長い構造を有しており，一昨年度の改修後においても卓越振動数が季節変動していることがわかっていく。この季節変動については剛性の変化では説明がつかないほど大きく変動している。加速度記録を変位に変換して建物振動性状を詳細に調べることとした。加速度記録から建物の変形挙動を求めるためにWavelet変換を用いた手法を用いた。東西の差分（ねじれ振動）の方が大きくなる時間帯は夏期の記録に多く見られた。一方で一部例外も見られ，すべての記録が季節によって一意に分類はできなかった（拠点間連携共同研究[課題番号：CT0C15]）。

「飛騨山脈震度観測ネットワークの高度化とその情報共有の在り方の研究」では，第一年度である令和7年度は，技術的課題の克服の一環として，設置機器のハードウェア（写真5），および，防災研に設置しているサーバおよび各観測点のソフトウェアの改良（写真6）を進めた（図21）。今年度は7月から9月の夏山時期に，主に，飛騨山脈脊梁部の観測点である，西穂高岳，涸沢カール，北穂高岳，蝶が岳などの観測点の機器のソフトウェアの改良を実施した。ソフトウェアの不備については，実際の有感地震が発生した際に発覚することが多く，地震活動が静穏な現状では改修が遅々として進まない面もある。なお，当初予定していた，データ処理サーバを大学の外部で運用する技術的な実験については，想定していた電算機会社の担当者の異動により，仕様決定等が遅れたために十分に実施できず，令和8年度に持ち越しとなった。

また，運用上の課題である，地域社会への情報提供の在り方の検討や，将来的に大学ではなく，利害関係者によるシステム運用に移行する件についての意見交換を実施した。10月には，現在の本システムの仮運用の最も重要なパートナーである，飛騨山脈南部の山小屋関係者との意見交換会を上高地内部で実施し，これらの課題についての議論を行った。本計画は，当初は行政関係者とは無関係に，我々と地域の関係者が協働するボトムアップの計画として開始したものではあるが，情報発信に関しては何らかの形で行政の関与によるオーソライズを期待する議論もあった。これを受けて，12月には，松本市安曇支所にて，松本市の関係部署の担当者と上高地内部の関係者の代表者をも交えて，行政としてどのような関与が可能であるかの議論を行った。これらの議論の内容を踏まえ，次年度は今後の運用形態に関する議論を深めていく予定である（図21，写真5，写真6，拠点間連携共同研究[課題番号：CT0C16]，大見，2025a，大見，2025b）。

（２）地震の災害誘因の即時予測手法の高度化

「日本近海における津波発生要因の多様性を考慮した沿岸地形による波高増幅機構の理解に向けて」では、2024年能登半島地震津波による津波来襲特性と断層・波源の関係について詳細な解析を行った。飯田港に來襲した同津波について、複数の断層モデルと深海分散を考慮した津波計算により、ソリトン分裂やエッジ波による複雑な浸水過程を再現した。本事例では深海分散や引き波による非線形増幅の影響が大きかったことを示した。

また、火山性津波の研究として、伊豆諸島のスミスカルデラにおける津波を繰り返し発生させる火山性地震の繰り返し特性を、津波および地震波の波形類似性に基づき調査した。この結果、火山浅部へのマグマ供給が継続的にカルデラ内断層に応力蓄積を続け、約10年に一度同じ断層箇所が破壊する繰り返しパターンを解明し、同火山で繰り返す津波の再来メカニズムを明らかにした。また同現象についての日本語解説論文を執筆した。

さらに、東シナ海で発生し來襲する気象津波は、九州西岸に來襲する津波と類似した伝播特性を持つことを踏まえ、東シナ海の長波の伝播特性について地形との関係を含めて明らかにした。

ほかに、海底津波観測網に記録された津波シグナルを網羅的に検出する手法を開発し、多数の地震性・火山性・気象津波を検出した。また福徳岡ノ場の海底火山噴火に伴う津波についても調査を進め、両者の関連を調べた。2025年のカムチャツカ地震・津波に対しては、海底圧力計・沿岸潮位計・衛星海水面高度観測・浸水／遡上高などの多種のデータを用いて、地震の震源モデルの構築を行った。

8月には東大地震研究所と京大防災研双方の津波グループ間での二日間にわたるジョイントセミナーを開催した。両機関の教員・研究員・ポスドクに加えて、北海道大学・気象研究所・英国Bath大学などからの講演者・聴講者があった。全14件の発表のうち、2件が招待講演として、津波研究の津波警報システムに資する役割、および現地調査に基づく津波・ストームサーージ災害の調査研究のレビュー的な発表が行われた。また、発表者のうち9名が学生であり、若手育成の場として貴重な機会となった。（拠点間連携共同研究[課題番号：CTOC04], Chida et al., 2025, Fukui et al., 2025, 石島・辰吾, 2025, Ishijima and Watada, 2025, 石島・綿田, 2025a, 石島・綿田, 2025b, 工藤・他, 2025a, 工藤・他, 2025b, Li, F. et al., 2025, Li, T. et al., 2025, Maletckii, et al., 2025, Miyashita et al., 2025, 中垣・綿田 2025, 西野・他, 2025, Nishino et al., 2025, 三反畑, 2025a, 三反畑, 2025b, 三反畑, 2025c, Sandanbata and Takemura, 2025a, Sandanbata and Takemura, 2025b, 三反畑・武村, 2025, Someya et al., 2025, 染矢・他, 2025, Zhu et al., 2025, Zhu et al., 2026）。

「震度の世界動向と即時性を有した真の強震動を反映した指標のあり方の検討」では、既存の算定式を参考に、地動最大加速度PGAと地動最大速度PGVからMM震度階を求める算定式の検討を行った。表3に示す様々な地域の建物被害データによって構築した算定式では、図22に示すように本来甚大な被害が生じる震度Xでも建物被害が無いケースが多く、建物棟数が少なく参考値ではあるものの、長周期成分が卓越した西原村小森では無被害でありながらMM震度階最大となっている。これは、PGAは0.1秒以下の極短周期、PGVは10秒以上の長周期成分に対応しており、建物が全壊・大破といった大きな被害を受ける周

期帯である周期1～2秒と対応していないためと考えられる。そこで、弾性加速度応答スペクトルからMM震度階を求める算定式を構築したところ、図23に示すように無被害のデータの震度階は小さくなり、実被害率と推定被害率の相関係数も図22と比べて向上することから、MM震度階の算定において建物被害と対応する周期帯の応答スペクトル値を用いる優位性が確認できた。

次に、構築した算定式に基づいて、各震度階で被害を受ける建物の耐震性能を震度階の解説表に定量的に示すための検討を行った。非線形地震応答解析によって木造、鉄筋コンクリート造、組積造の構造種別に、どの程度の降伏耐力を有する建物が全壊・大破といった被害を受けるか検討を行った。木造、鉄筋コンクリート造については既存の復元力特性モデルを用い、組積造については組積造構造実験データベースの実験結果に基づいてTakedaモデルのパラメータを設定した。様々な降伏耐力の建物群を対象に表3の地震動を入力して求めた、MM震度階と全壊する降伏耐力の関係を図24に示す。図24に基づき、各MM震度階で全壊・大破する建物の耐震性能は表4のようになる。

本検討により、あるMM震度階でどの程度の耐震性能の建物が被害を受けるかの解説表に、「耐震性能の低い建物」のような各地域の耐震基準によって異なる耐震性能を示す表現ではなく、「降伏耐力が0.4以下の建物」のように地域によらず同じ耐震性能を示す表現を用いることが可能となった（表3，表4，図22～24，拠点間連携共同研究[課題番号：CT0C09]）。

これまでの課題と今後の展望

2009年～2013年度に実施された「地震及び火山噴火予知のための観測研究計画」までの、地震予知計画を起源とする地震・火山観測研究計画では、地震や火山噴火の発生の予知のみを目標とし、それにより地震や火山噴火による災害の軽減が達成できると考えられていたが、平成7年（1995年）兵庫県南部地震や平成23年（2011年）東北地方太平洋沖地震により地震・火山観測研究計画により得られた研究成果は災害の軽減への貢献が限定的であることが判明した。このことから、2014年度から開始された「災害の軽減に貢献するための地震火山観測計画」から地震・火山噴火災害をもたらす誘因の予測研究を新たに組織的・体系的に進める方針に大転換した。「災害の軽減に貢献するための地震火山観測計画（第2次）」に続き、令和6年度から開始した「災害の軽減に貢献するための地震火山観測計画（第3次）」でも引き続き、地震学や火山学を中核としつつも、災害や防災に関連する理学、工学、人文・社会科学などの分野の研究者が協働して計画を推進することになり、拠点間連携共同研究に関しては主に全国の工学、人文・社会科学の分野の研究者が中心となって推進してきた。

拠点間連携共同研究の重点推進研究は、「巨大地震のリスク評価の不確実性に関するパラダイム構築の推進」であり、総括研究では震源から被害予測及びその結果のステークホルダへの伝達までを一貫して扱い、さらにステークホルダとの協働の成果をフィードバックすることで、研究の方向性を議論している。また、総括研究において見いだされた課題や新たな展開を特定型において掘り下げて詳細に検討するとともに、新しい技術や考え方について検討し、その成果を総括研究にフィードバックするとともに、さらに総括研究で新たに出た課題を特定型で掘り下げる、という循環により研究の高度化を目指している。また、最近の地震後の災害では、地震発生にともない災害誘因は強震動に留

まらず、津波、地盤変状、地すべり、火災、浸水などが相互に影響を与えたり、これらが連鎖的に起こるようなマルチハザードに対する災害リスクを評価することの重要性が明らかとなっている。さらに、地震発生前後の降雨状況が地盤変状や地すべりに与える影響は大きく、地震時の災害リスクを評価する上で重要となっていることも明らかとなっている。これらのマルチハザード評価に関する検討を進めた。

今後は、重点推進研究の中での循環による研究を進めることと並行して、一般課題型研究で提案され、実施されてきた研究課題による成果や手法などを取り込む枠組みを構築することで、災害の軽減に貢献するための研究を高度化しながら継続し、高度化した成果を供出することに向けて取り組む。また、マルチハザードによる災害リスク評価を行うためには、より広範な研究領域の研究者と協働することと、災害の軽減のための対策を考えるためには、実際に被害を受ける構造物や社会システムに直接携わっている工学、人文・社会科学の分野が理学分野の成果を咀嚼して活用出来るような体制を整える必要がある。反対に、理学分野が工学、人文・社会科学の分野で成果を出すために必要なことを理解し、それに沿った研究方針を立案したり、研究成果をアウトプットしたりすることが重要となる。つまり、観測計画において、これまでの理学的な観測網の維持のみならず、工学、人文・社会科学の研究の発展に必要な観測計画の立案が必要になると考えられる。

成果リスト

- 青井優太郎・高井伸雄・重藤迪子・神野達夫, 2025, 2024年能登半島地震の余震観測に基づく石川県輪島市街地の地盤震動特性, 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州) 2025年9月, B-2, 471-472
- 安部魁人・神野達夫・重藤迪子・高井伸雄, 2025, 微動観測に基づく輪島市街地の地盤震動特性の検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州) 2025年9月, B-2, 473-474
- Chida, Y., T. Takagawa, K. Suzuki K, and N. Tsuruta. 2025, Soliton fission at Iida Port during the 2024 Noto Peninsula Earthquake Tsunami: a numerical analysis of dispersion effects and complex propagation processes, Coastal Engineering Journal, DOI: 10.1080/21664250.2025.2563435
- Fukui, N., T. Miyashita, T. Yasuda, and N. Mori, 2025, Numerical analysis of local tsunami heights and arrival times of the 2024 Noto Peninsula Tsunami, Coastal Engineering Journal, Taylor & Francis, 1-14. doi:10.1080/21664250.2025.2464427
- Ichimura, Tsuyoshi, Kohei Fujita, Muneo Hori, Maddeggedara Lalith, 2025, Fast and power efficient GPU-based explicit elastic wave propagation analysis by low-ordered orthogonal voxel finite element with INT8 Tensor Cores, Journal of Computational Science, Volume 91, 102659, <https://doi.org/10.1016/j.jocs.2025.102659>
- 入江牙・倉田真宏・井上瑠偉・趙晃済・森智治, 2025, 2024年能登半島地震の病院被害調査と機能低下推定手法の精度検証, 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州) 2025年9月, B-2, 97-98
- Ishijima, K., S. Watada, 2025, Inversion analysis of the 2025 Kamchatka Peninsula earthquake tsunami by SWOT satellite, Asia Tsunami Workshop, Tokyo
- 石島清宏・綿田辰吾, 2025a, SWOT衛星を用いた2023年ローヤリティー諸島津波検出, 日本地球

惑星科学連合2025年大会, 千葉

石島清宏・綿田辰吾, 2025b, SWOT衛星を用いた2023年ローヤリティー諸島地震津波インバージョン解析, 日本地震学会2025年度秋季大会, 福岡

石島清宏・綿田辰吾, 2025c, SWOT衛星を用いた2025年カムチャツカ半島地震津波インバージョン解析, 日本地震学会2025年度秋季大会, 福岡

石瀬素子・大邑潤三・飯野真帆・加納靖之・長嶋史明・吾妻崇・松島信一, 2025, 1894年庄内地震の被害記録のデジタルデータ化と被害分布に関する検討, 歴史地震, 40, 33-43

Ito, E., K. Nakano, H. Kawase, S. Mastushima, and Bao Yintu, 2025, Estimation of the Horizontal Site Amplification Factors at Sites in the Noto-hanto Area in Japan based on the Microtremor Horizontal-to-vertical Spectral Ratios: A Special Case for the Vertical Amplification Correction Function, Seismological Research Letters, Seismological Society of America Volume 96, Number 2B, p.1350

伊藤恵理・川瀬博・長嶋史明・松島 信一, 2025a, 令和6年能登半島地震の震源域の建物被害に寄与した強震動特性の解明, 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州)2025年9月, B-2, 467-468

伊藤恵理・川瀬博・山中宏起・松島信一・長嶋史明, 2025b, 令和6年能登半島地震の震源域の建物被害に寄与した強震動特性の解明を目的とした観測微動データに関する検討, 日本地震学会2025年度秋季大会, S15-20

伊藤恵理・川瀬博・長嶋史明・松島信一・山中宏起, 2025c, 令和6年能登半島地震の震源域の被害集中域における強震動特性の生成要因の解明, 日本地震工学会・大会, D-7-1

神野達夫・重藤迪子・高井伸雄・津野靖士・山中浩明・是永将宏・三宅弘恵・松島信一・浅野公之・山田伸之・地元孝輔, 2025, 高密度余震観測と微動観測に基づく輪島市街地の地盤震動特性評価, 日本建築学会第53回地盤震動シンポジウム, pp. 3-8

神野達夫・重藤迪子・高井伸雄・津野靖士・山中浩明・小阪宏之・浅野公之・地元孝輔・是永将宏・三宅弘恵・山田伸之・松島信一, 2026, 輪島市内の2024年能登半島地震の臨時余震観測点における地下構造探査, 令和7年度京都大学防災研究所研究発表講演会, P67

笠松健太郎・山本耕平・長嶋史明・松島信一, 2025, 微動および地震観測記録に基づく庄内平野における地下構造と地盤増幅率の推定 その3 地下構造の妥当性検証, 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州)2025年9月, B-2, 447-448

Kawase, H., K. Nakano, E. Ito, Z. Wang, 2025, Linear and Nonlinear Site Effects at Several Sites in the Noto-hanto Area in Japan and Its Possible Cause as 2D/3D Deep Basin Resonance, Seismological Research Letters, Seismological Society of America, Volume 96, Number 2B, p.1458

川瀬博・仲野健一・伊藤恵理, 2025, 2024年能登半島地震の珠洲・輪島における地盤増幅特性と本震時の非線形化, 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州)2025年9月, B-2, 365-366

工藤蒼生・綿田辰吾・三反畑修, 2025a, DONET海底水圧計記録を用いた未知の非地震性津波の検出, 日本地球惑星科学連合2025年大会, 千葉

工藤蒼生・綿田辰吾・三反畑修, 2025b, DONET海底水圧計記録を用いた未知の非地震性津波の検出, 日本地震学会2025年度秋季大会, 福岡

日下部優佳・石瀬素子, 2025, 1944 年左沢地震(山形県)に関する調査, 第42回歴史地震研究会(豊岡大会), P-02

- Li, F., N. Mori, L. Li, T. Miyashita, 2025, Investigating the tsunami deposit distribution in the South China Sea using stochastic source models of the Manila Trench, AOGS2025, Singapore
- Li, T., Y., Gao, S., Watada, 2025, Simulation of the Seismic-Tsunami-Atmospheric Coupling after an earthquake, 日本地震学会2025年度秋季大会, 福岡
- Maletckii, B., S. Watada, O. Sandanbata, and M. Someya, 2025, Automatic Rapid Tsunami Identification and Tracking by ionospheric GNSS data: The 2025 Kamchatka tsunami case in the far-field, Asia Tsunami Workshop, Tokyo
- 松四雄騎, 2025a. 地震および豪雨による連鎖斜面変動の発生機構に関する予察—能登半島災害における現象の地質条件依存性を手掛かりに— 京都大学防災研究所年報 69A
- 松四雄騎. 2025b. 地震およびそれに続く豪雨により能登半島の異なる地質条件下で発生した斜面変動の要因. 日本地球惑星科学連合2025大会
- 松四雄騎. 2025c. 岩盤風化帯の発達モデリングと斜面ハザード評価への応用. 日本地形学連合2025秋季大会
- Matsushi Y., 2025. Possible mechanisms of cascading hillslope mass movements induced by earthquake and heavy rainfall in the Noto Peninsula, Japan. Asian Journal of Engineering Geology 2, ARC-15 of IAEG Abstract No.: 129 DOI: 10.64862/ajeg.2025.2sp.30.129
- Matsushima, S., Thinzar Yadanar, Nagashima, F., 2025, The Variation of Uncertainty of Estimated Ground Motions Related to the Basin Characteristics in the Kyoto Basin, 14th International Workshop on Seismic Microzoning and Risk Reduction, TOWARDS AN EARTHQUAKE SAFER AND RESILIENT SOCIETY, Mexico City, October 23-24, 2025
- 松島信一・山本耕平・長嶋史明, 2025, 微動および地震観測記録に基づく庄内平野における地下構造と地盤増幅率の推定 その1 観測概要および観測結果, 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州) 2025年9月, B-2, 443-444
- 南方昭寛・渡邊禎貢・竹中博士, 2025, 強震記録のスペクトルインバージョン結果を用いた自己相関解析による岡山県の3次元地盤構造の推定, 日本地球惑星科学連合2025年大会(千葉) SSS11-P12
- 宮腰淳一・小穴温子・佐藤俊明・森井雄史・西村卓也・松島信一, 2025, 構造物の供用期間における地震荷重の設定のための首都圏の地震発生シナリオ, 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州) 2025年9月, B-2, 507-508
- Miyashita, T., A. Nishino, S. Watanabe, T. Yasuda, N. Mori, T. Shimura, and T.C. Ho, 2025, Contribution of microtopography off the Ryukyu Islands to coastal sea-level amplification during the 2022 Tonga meteotsunami, Earth, Planets and Space, 77, 20, <https://doi.org/10.1186/s40623-025-02148-2>
- 宮澤理稔, 2026, 地震波干渉法を用いた四国西部におけるプレート境界反射波検出, 令和7年度京都大学防災研究所研究発表講演会, P47
- 村嶋美波・境有紀, 2025, 実大実験による木造建物の耐力と靱性能の関係の検証, 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州) 2025年9月, B-2, 479-480
- 長妻 希歩・吉田 邦一・佐藤 文香, 2025, 2024年能登半島地震における局所的地震動増幅, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SSS11-P02

- 中垣達也・綿田辰吾, 2025, 陰陽格子を用いた2025年カムチャツカ地震津波の北極域における数値計算, 日本地震学会2025年度秋季大会, 福岡
- 西野藍・宮下卓也・安田誠宏・志村智也・森信人, 2025, メソ気象予報モデルデータ解析と数値実験による九州西岸における気象津波発生要因の解明, 土木学会論文集, 81 巻, 17 号, 公開日 2025/11/04, Online ISSN 2436-6021
- Nishino, A., T. Miyashita, T. Yasuda, N. Mori, 2025, Investigation on Factors Causing Meteotsunamis Along The Western Coast of Kyushu by Mesoscal Meteorological Data Analysis and Meteotsunami Propagation Simulations, AOGS2025, Singapore
- Nishino T., 2025, Fires following the 2024 Noto Peninsula earthquake: Insights from ignition records, a fire damage survey, and a prospective regional fire risk assessment, *Earthquake Spectra*, 41(3), 1998 - 2027, <https://doi.org/10.1177/87552930251335207>
- Nishino T., 2026, Modeling the probability of tsunami fire ignition based on data from the 2011 Tohoku and 2024 Noto Peninsula earthquakes, with recommendations to reduce emerging fire risk in tsunami vertical evacuation structures, *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, <https://doi.org/10.1002/eqe.70128>
- 野口竜也・青山侑奈・平嶋萌・河野勝宣・香川敬生, 2025, 微動探査に基づく中央構造線三野断層における地盤震動特性及び地盤構造, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SSS11-P06
- 野口竜也・香川敬生・河野勝宣, 2025, 微動観測に基づく地すべり地域ー徳島県美馬市ーの地盤震動特性と地盤構造, 日本地震学会2025年度秋季大会, P16-04
- 大橋 優・金島亮次・南方昭寛・渡邊禎貢・竹中博士, 2025, サイト増幅特性を用いた岡山県の地盤構造の推定, 日本地震学会2025年秋季大会（福岡）, P16-09
- 大見士朗, 2025, 飛騨山脈南部における震度観測ネットワーク構築にむけて(2), 日本地球惑星科学連合2025年大会, MIS12-P01
- 大見士朗, 2025, 北アルプス南部における震度観測ネットワークの構築の試み, 日本地震学会2025年秋季大会, 福岡, S02-01
- 三反畑修, 2025a, 鳥島近海で繰り返す不思議な津波ー海底カルデラ火山における「トラップドア断層破壊」ー. *地震ジャーナル*, 79, p.49-62. doi:10.60191/eqj.2025.79_49
- 三反畑修, 2025b, 近年の伊豆・小笠原諸島の海底火山活動を起因とする津波のレビュー, 日本地球惑星科学連合2025年大会, 千葉
- 三反畑修, 2025c, 地震波・津波の波形記録解析および数値計算に基づく海域火山現象の解明, 日本地震学会2025年度秋季大会, 福岡
- Sandanbata, O. and S. Takemura, 2025a, Full-spectrum similarity of repeating trapdoor faulting. *Geophysical Research Letters*, 52, e2025GL119615. doi:10.1029/2025GL119615
- Sandanbata, O. and S. Takemura, 2025b, Full-spectrum similarity of repeating trapdoor faulting, 2025 AGU 2025 fall meeting, Hybrid (USA and online).
- 三反畑修・武村俊介, 2025, 広周波数帯域にわたる繰り返しトラップドア型断層破壊の類似性, 日本地震学会2025年度秋季大会, 福岡
- 佐藤 文香・吉田 邦一・長妻 希歩, 2025, 能登半島におけるラブ波微動アレイ探査法による地下構造の推定, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SSS11-P04
- 重藤迪子・高井伸雄・津野靖士・山中浩明・是永将宏・三宅弘恵・小阪宏之・浅野公之・地元孝

- 輔・神野達夫, 2025, 石川県輪島市における2024年能登半島地震の臨時余震観測点での微動アレイ探査および表面波探査, 2025年度日本地震工学会年次大会講演論文集, 20250330
- Someya, M., O. Sandanbata, S. Watada, and T. Furumura, 2025, Slip Models of the 2025 and 1952 Kamchatka Earthquakes Estimated by Tsunami Waveform Inversion, Asia Tsunami Workshop 2025, Tokyo
- 染矢真好・三反畑修・綿田辰吾・古村孝志, 2025, 2025年カムチャッカ半島地震 (Mw8.8) に伴う遠地津波の伝播特性, 日本地震学会2025年度秋季大会, 福岡
- 高柳芽依・野口竜也・吉田英祐・塩津彰大, 2025, 重力探査に基づく中央構造線三野断層とその周辺における地下構造推定, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SSS11-P13
- 高柳芽依・野口竜也・香川敬生, 2025, 中央構造線三野断層とその周辺の重力異常による密度構造推定, 日本地震学会2025年度秋季大会, P16-10
- 種井優斗・野口竜也・香川敬生, 2025, 能登半島地震による断層変位箇所ー珠洲市若山地区ーの微動特性, 日本地震学会2025年度秋季大会, P16-06
- Thinzar Yadanar, Nagashima, F. Matsushima, S., 2025, Estimation of Variability of Ground Motions in the Kyoto Basin from 243 Earthquake Scenarios on the Hanaore Fault, Proceedings of the 19th Annual Meeting of Japan Association for Earthquake Engineering, Paper No. 20250108
- Thinzar Yadanar, Nagashima, F. Matsushima, S., 2026, Ground Motion Variability in the Kyoto Basin for Earthquakes Occurring on the Hanaore Fault, P64, DPRI Annual Meeting 2026
- 津野靖士・山中浩明・是永将宏・三宅弘恵・大野登羽, 2025, 石川県輪島市西部の余震観測データを用いた地盤震動特性評価, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (九州) 2025年9月, B-2, 475-476
- 山田伸之・竹中博士, 2025, 岡山平野南部児島湾沿岸部における微動探査, 日本地震学会2025年秋季大会 (福岡), P16-02
- 山田伸之・竹中博士, 2026, 岡山平野児島湾岸部での微動アレイ探査, 岡山大学地球科学研究報告, 32(1)
- Yamamoto, Kohei, Shinichi Matsushima, Fumiaki Nagashima, YuTing Chou, Thinzar Yadanar, Motoko Ishise, Junzo Ohmura, Yasuyuki Kano, Hiro Itsukuma, Yuu Anda, Hiroki Yamanaka, Takashi Azuma, 2025, Estimation of the subsurface structure and its seismic amplification characteristics of the Shonai Plain, Japan derived from microtremor observation records, IAGA/IASPEI Joint Scientific Meeting, Lisbon, 31.8. -5.9.
- 山本耕平・長嶋史明・松島信一, 2025, 微動および地震観測記録に基づく庄内平野における地下構造と地盤増幅率の推定 その2 地下構造および地盤増幅率の推定, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (九州) 2025年9月, B-2, 445-446
- Zhu, Y., S. Watada, and C. An, 2026, Effects of fault geometry uncertainty on tsunami inversion: a study based on the 2011 Tohoku earthquake. Earth Planets Space 78, 12. doi:10.1186/s40623-025-02350-2
- Zhu, Y., C. An, S. Watada, and I.E. Mulia, 2025, PCOMCOT-Landslide: A New GPU-parallelized Two-layer Model for Landslides and Tsunami Generation over Complex Topographies, 日本地球惑星科学連合2025年大会, 千葉

表 1. 各建物の仕様（番号1～4は図 4 の耐震壁位置に対応）（拠点間連携共同研究[課題番号：CTOC12]）

	1	2	3	4
M0				
M1	筋交15*90釘			
M2	筋交30*90釘			
M3	筋交45*90釘			
M4	筋交15*90釘			筋交30*90釘
M5	筋交30*90釘			筋交30*90釘
M6	筋交30*90釘			筋交45*90釘
M7	筋交45*90釘			筋交45*90釘
M8	筋交30*90釘		筋交30*90釘	筋交30*90釘
M9	筋交45*90釘		筋交30*90釘	筋交45*90釘
M10	筋交30*90釘	筋交30*90釘	筋交30*90釘	筋交30*90釘
M11	筋交45*90釘	筋交30*90釘	筋交30*90釘	筋交45*90釘
M12	筋交45*90金	筋交45*90金	筋交45*90金	筋交45*90金
M13	合板	筋交45*90金	筋交45*90金	合板
M14	合板	合板	合板	合板

表 2. 強震記録と実際の被害率[%]（拠点間連携共同研究[課題番号：CTOC12]）

地震発生年	1995	2004	2007	2007		2011	2016
地震名	兵庫県南部地震	新潟県中越地震	新潟県中越沖地震	能登半島地震		東北地方太平洋沖	熊本地震
観測名	JR鷹取	JMA小千谷	K-NET柏崎	K-NET穴水	JMA輪島	K-NET築館	KiK-net益城
実被害率	43.1	1.8	5.3	18.8	4.7	0.0	6.3

表 3. MM震度階算定式の検討に用いた強震記録と観測点周辺の建物被害率（拠点間連携共同研究
[課題番号：CTOC09]）

地震	観測点名	PGA [cm/s ²]	PGV [cm/s]	d [%]
1993年釧路沖	JMA釧路	752.5	42.5	0.0
1995年兵庫県南部	JR鷹取	742.7	155.2	34.9
	大阪ガス葺合	834.0	129.3	15.3
	JMA神戸	848.0	105.7	2.5
2000年鳥取県西部	境港測候所	762.8	85.4	1.1
2003年十勝沖	K-NET標津	602.9	66.3	1.1
	K-NET広尾	985.6	48.9	0.0
2003年宮城県沖	JMA大船渡	1106.9	35.4	0.0
2004年新潟県中越	川口町震度計	1677.9	150.2	18.0
	JMA小千谷	974.0	93.6	1.2
	十日町震度計	1337.1	56.5	0.0
2007年能登半島	K-NET穴水	883.8	102.4	18.0
	JMA輪島	472.2	98.7	4.6
	K-NET能都	642.5	25.2	0.0
2007年新潟県中越沖	K-NET柏崎	812.0	127.0	4.2
	柏崎震度計	793.5	125.6	5.7
	長岡震度計	692.6	83.2	0/42
2011年東北地方太平洋沖	K-NET築館	2765.2	100.9	0/58
	K-NET日立	1951.4	68.5	0.0
2016年熊本（4/16）	KiK-net益城	1313.8	138.4	6.2
	西原村小森震度計	866.4	262.1	0/57
	K-NET熊本	843.2	95.2	0.0
1994年ノースリッジ	Santa monica city hall	866.8	41.6	1/23
	Tarzana cedar hill nursey	1966.5	109.9	0/10
	LA county fire station	731.8	119.5	2/27
1999年台湾集集	068	530.9	300.1	*2.8
	072	464.5	72.8	*9.7
	074	608.4	79.0	*8.7
	129	992.6	69.1	*0.0
2011年クライストチャーチ	REHS	723.8	99.8	15/98
	CGCG	472.4	68.8	2/23
	HVSC	1708.2	101.7	2/21
	PRPC	737.1	123.1	0.0
2023年トルコ南部	3129	1615.0	172.2	**3/83
	3141	975.0	124.6	**1/27
	4615	643.3	152.8	**0/55

PGA:地動最大加速度（水平2方向ベクトル合成）

PGV:地動最大速度（水平2方向ベクトル合成，加速度波形に0.1-10Hzのバンドパスフィルタをかけて積分）

I_{JMA}:気象庁計測震度，IMM:提案するMM震度階，IMM*:Wald(1999)によるPGA，PGVを用いた算定式

d:全壊・大破率(分数表示：建物棟数が100棟未満，*：崩壊した建物の割合から推定，**：衛星写真より判定)

表 4. 各MM震度階で全壊・大破といった大きな被害を受ける建物の耐震性能（拠点間連携共同研究[課題番号：CT0C09]）

MM震度階	大きな被害を受ける建物の耐震性能
VII	木造 RC造 組積造 : 降伏耐力が0.4以下
VIII	木造 : 降伏耐力が0.2以下 RC造 : 降伏耐力が0.3以下 組積造 : 降伏耐力が1.0以下
IX	木造 : 降伏耐力が0.2～0.3 RC造 : 降伏耐力が0.3以下 組積造 : 降伏耐力が1.0以上
X	木造 : 降伏耐力が0.3以下以上 RC造 : 降伏耐力が0.3以下以上 組積造 : 降伏耐力が1.0以上

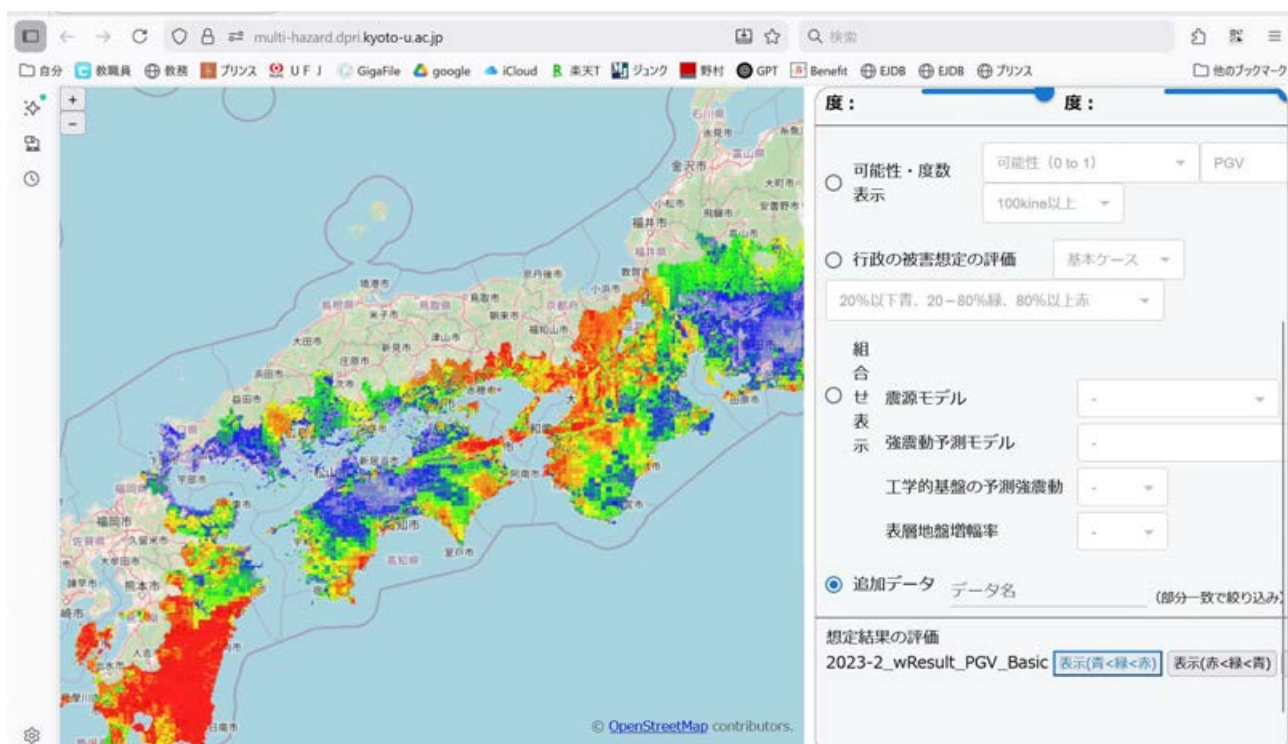


図 1．地震動推定結果評価プラットフォームの運用（拠点間連携共同研究[課題番号：CTOC01]）

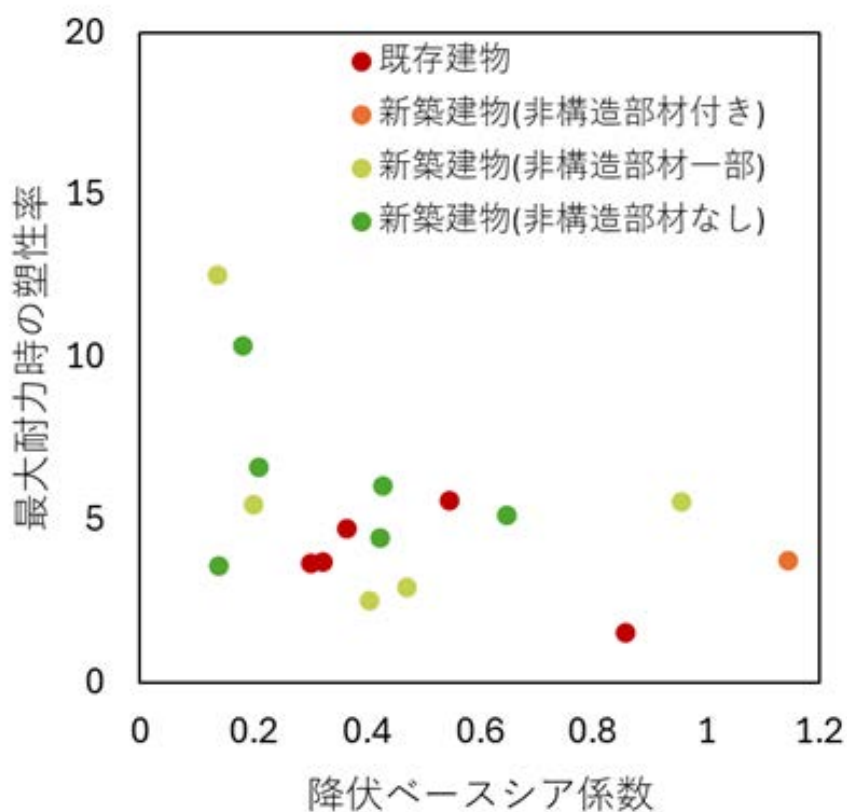


図 2．実大実験における降伏ベースシア係数—最大耐力時の変形の関係（拠点間連携共同研究[課題番号：CTOC12]）

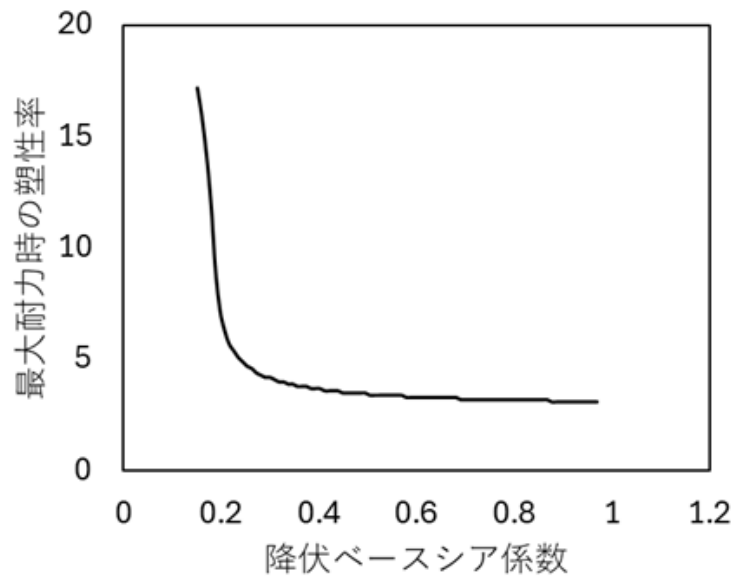


図 3．重ね合わせ解析における降伏ベースシア係数—最大耐力時の変形の関係（拠点間連携共同研究[課題番号：CTOC12]）

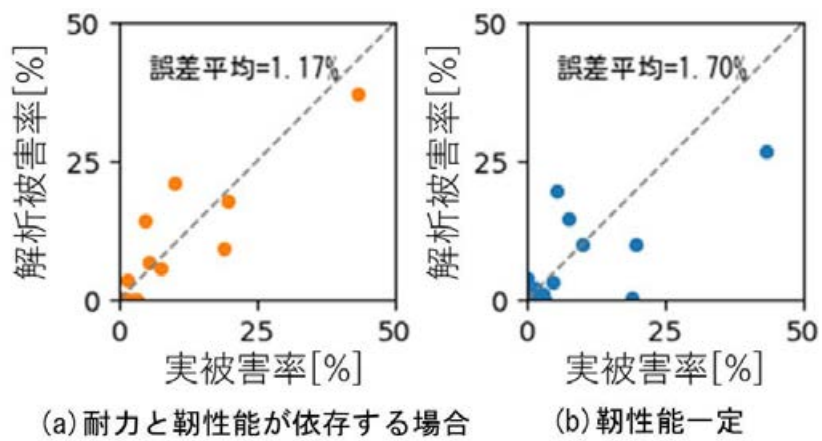


図 4．実被害率-解析被害率の関係（拠点間連携共同研究[課題番号：CTOC12]）

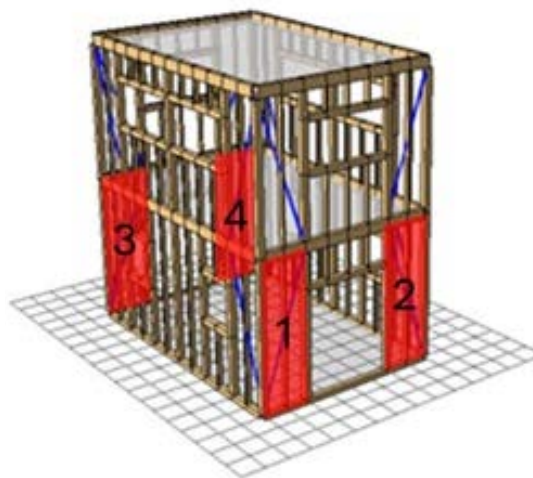


図 5．建物モデルの外観（数字（1～4）は耐震壁位置を示す）（拠点間連携共同研究[課題番号：CTOC12]）

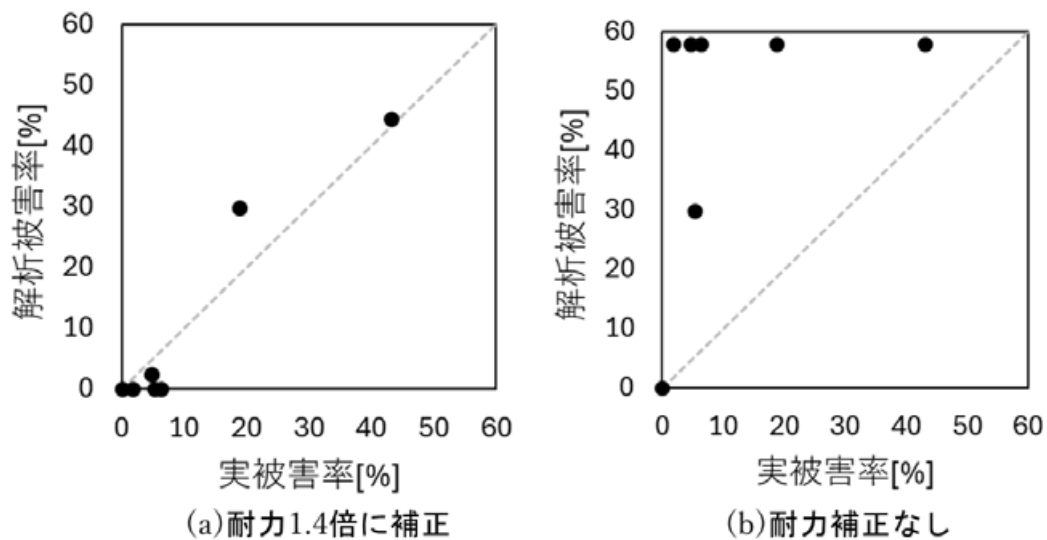


図6．被害推定結果（拠点間連携共同研究[課題番号：CT0C12]）

(a) 耐力を1.4倍に補正した場合

(b) 耐力を補正しない場合

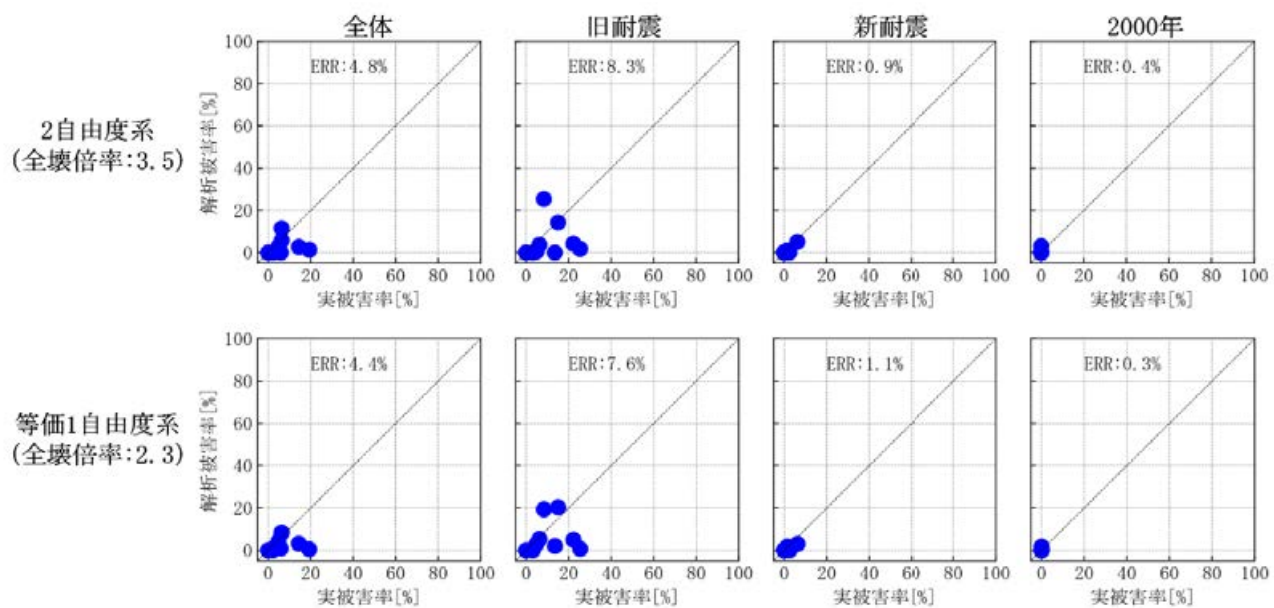


図7．2自由度系と等価1自由度系を用いた建物群モデルの精度（拠点間連携共同研究[課題番号：CT0C12]）

上：2自由度系の建物群モデルを用いた場合

下：等価1自由度系の建物群モデルを用いた場合

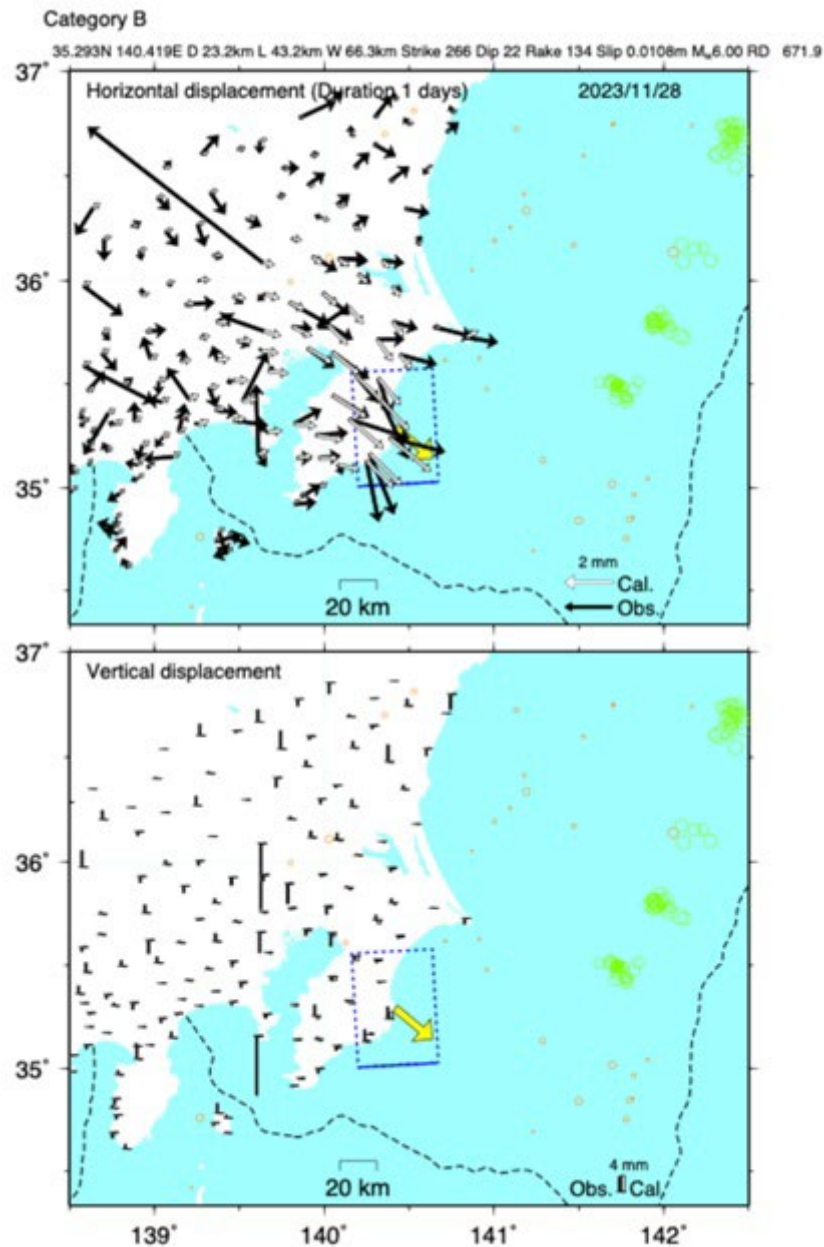


図 8．相模トラフ沿いで2024年2～3月の大規模SSE(M_w 6.66)に先行した2023年11月頃に検出された短期的SSE(M_w 6.00)（緑丸と紫丸はテクトニック微動を表す）（拠点間連携共同研究[課題番号：CTOC13]）

上：水平変位

下：上下変位

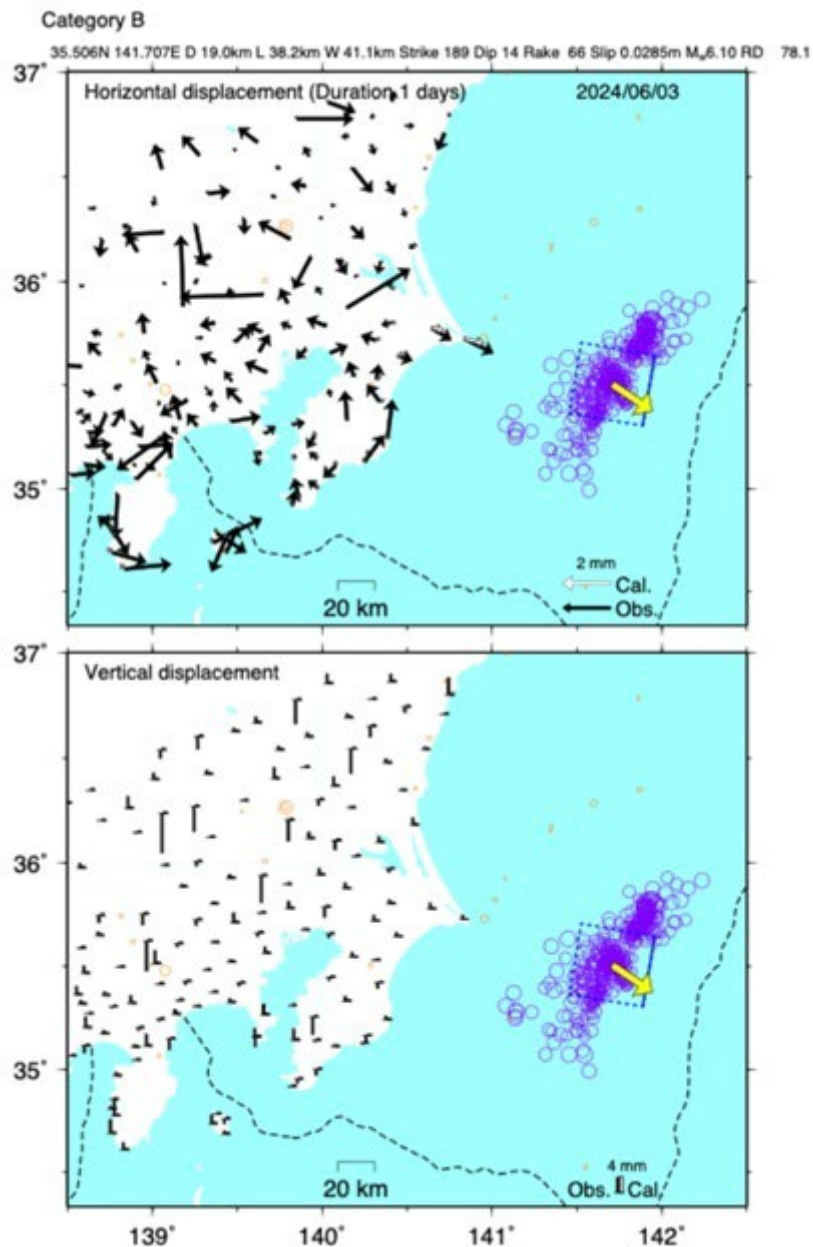


図 9．日本海溝沿いで2024年6月頃に検出された短期的SSE (M_w 6.10) (緑丸と紫丸はテクトニック微動を表す) (拠点間連携共同研究[課題番号：CTOC13])

上：水平変位

下：上下変位

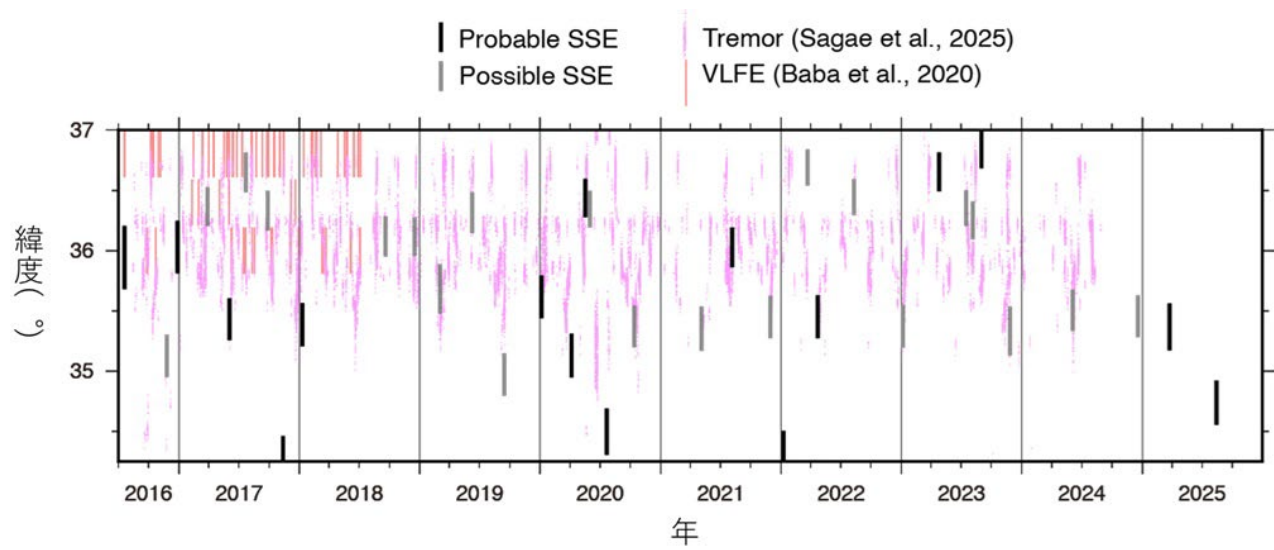


図10. 日本海溝沿いで検出されたSSEの発生履歴（拠点間連携共同研究[課題番号：CT0C13]）

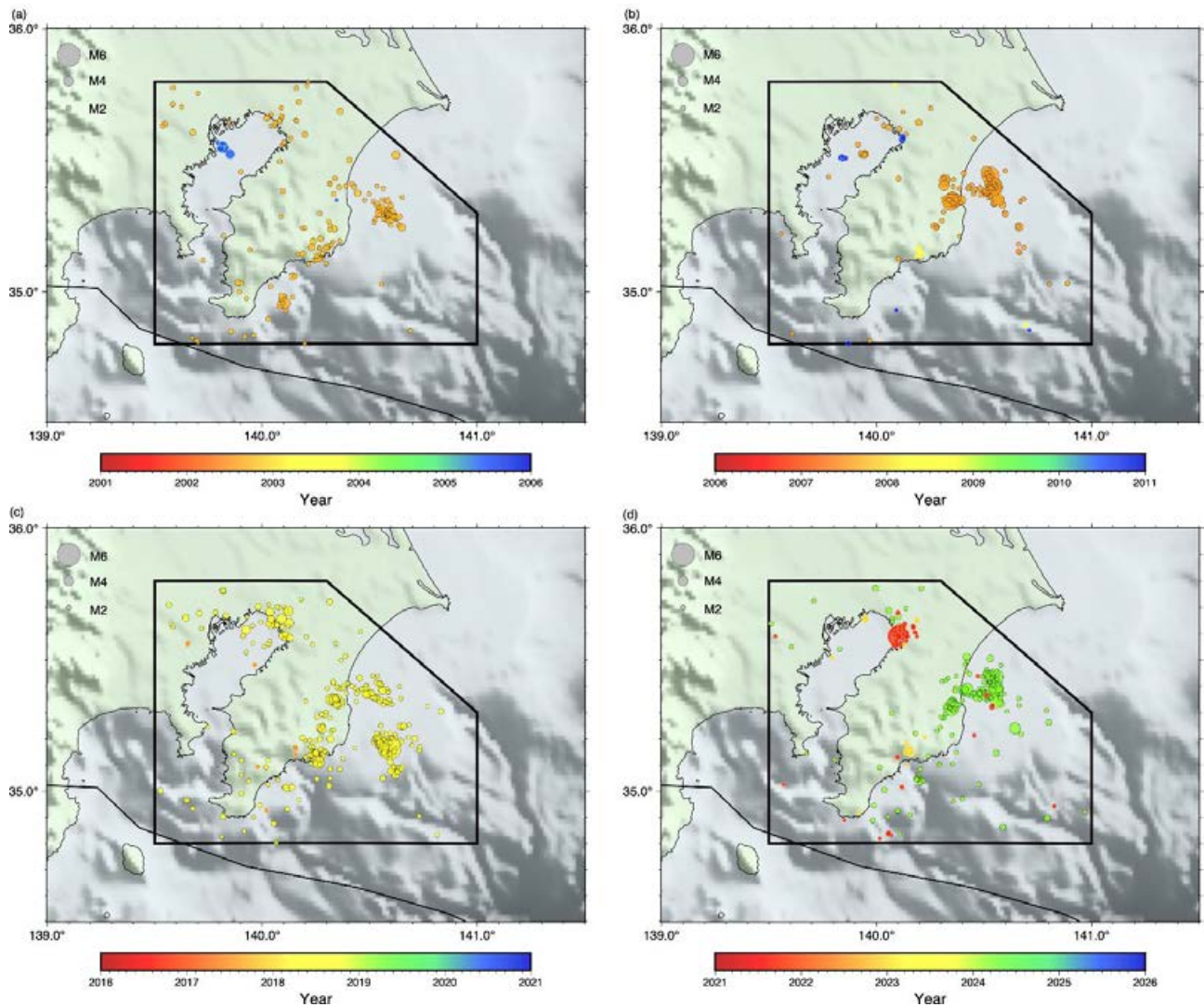


図11. 検出された群発地震の震央分布（拠点間連携共同研究[課題番号：CTOC13]）

(a) 2001年1月から2005年12月

(b) 2006年1月から2010年12月

(c) 2016年1月から2021年12月

(d) 2021年1月から2025年12月

黒い縁取りの丸は先行研究ですでに報告されている群発地震の震央を示す。白い縁取りの丸は本研究で新たに検出された群発地震の震央を示す。丸の色は、群発地震の発生時期を示す。黒い太線は、解析対象領域を示す。

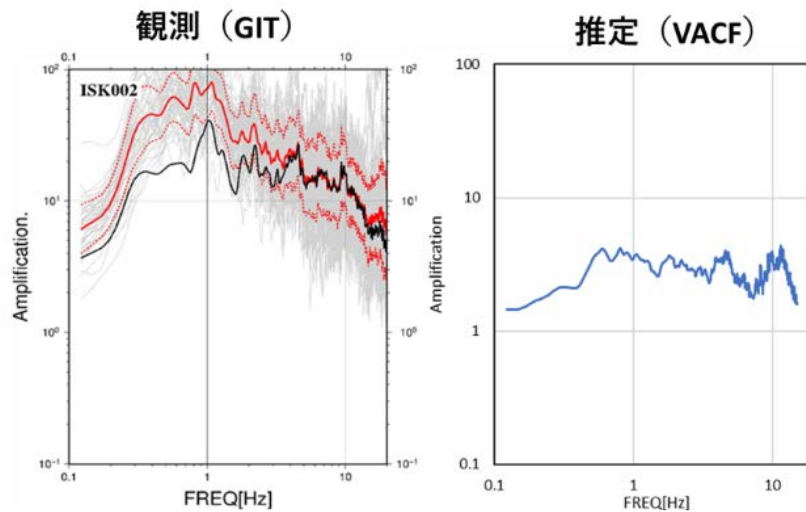


図12. ISK002におけるGITによる観測サイト増幅特性とVACF手法による推定サイト増幅特性の比較（拠点間連携共同研究[課題番号：CT0C06]）

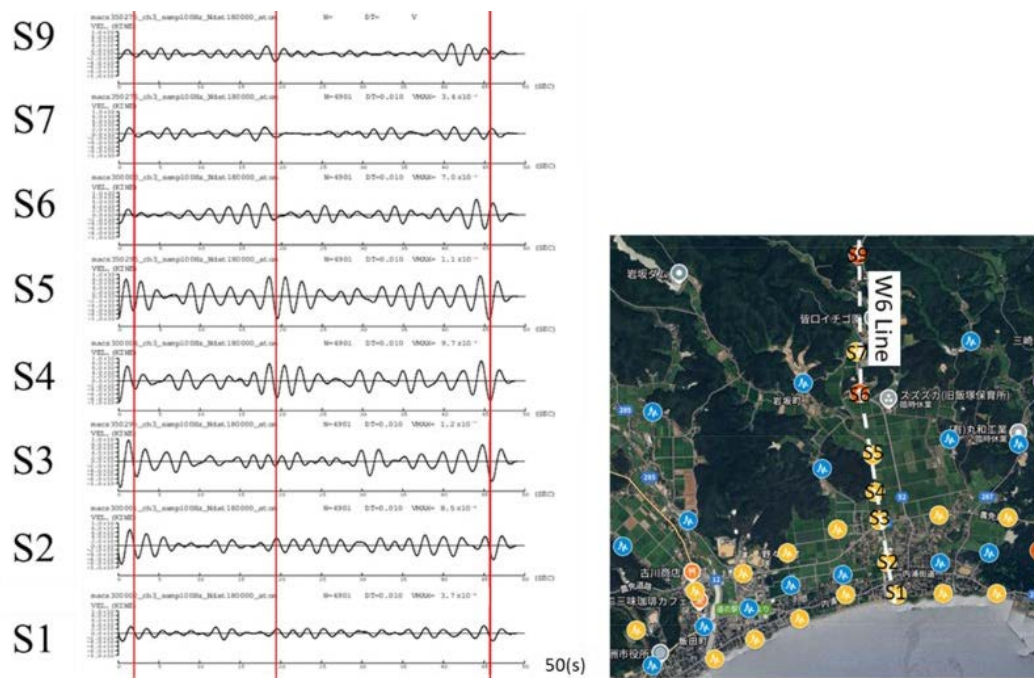


図13. 珠洲のリニアアレイ測線（W6測線）におけるフィルター後の時刻歴波形（赤線は同位相がみられる所）（拠点間連携共同研究[課題番号：CT0C06]）

左：観測時刻歴速度波形（フィルター後）

右：観測点配置（W6測線は南北測線）

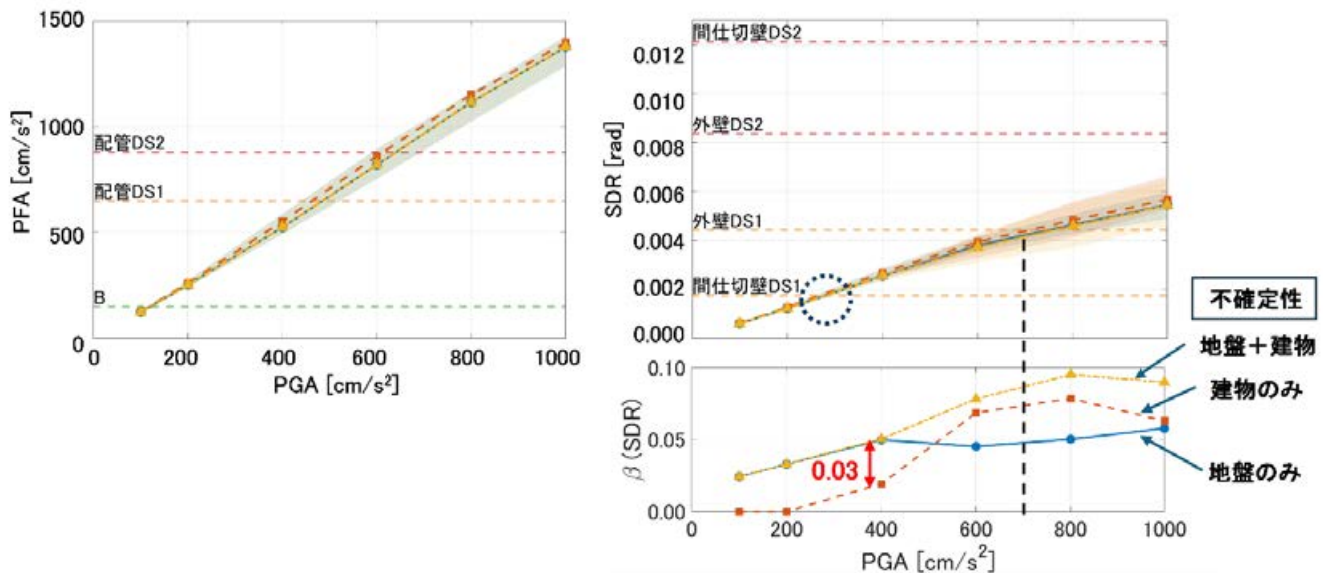


図14. 非構造部材被害への不確定性の影響（拠点間連携共同研究[課題番号：CT0C07]）

上図：床応答加速度（PFA）と層間変形角の応答値の推移

下図：層間変形角のばらつき β の推移

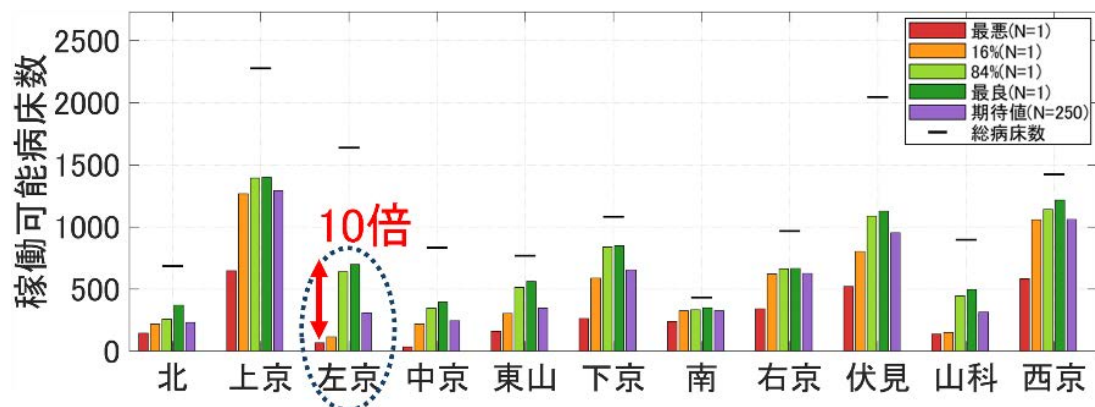


図15. 残存病床数への不確定性の影響（拠点間連携共同研究[課題番号：CT0C07]）

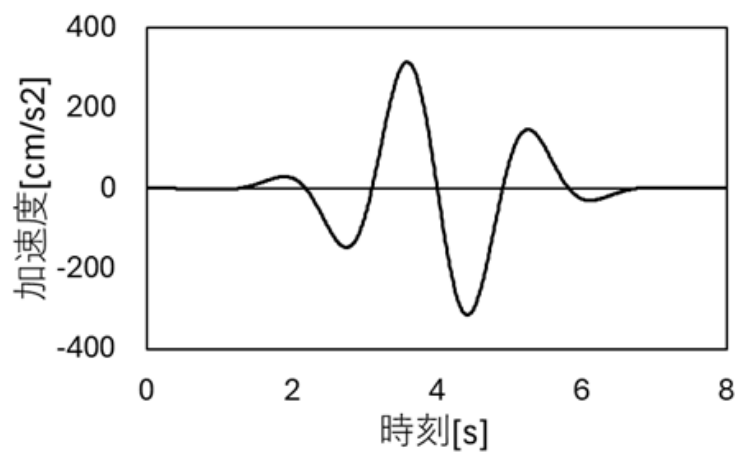


図16. wavelet（例：周期2.0秒，最大速度110cm/sのときの加速度波形）（拠点間連携共同研究[課題番号：CT0C08]）

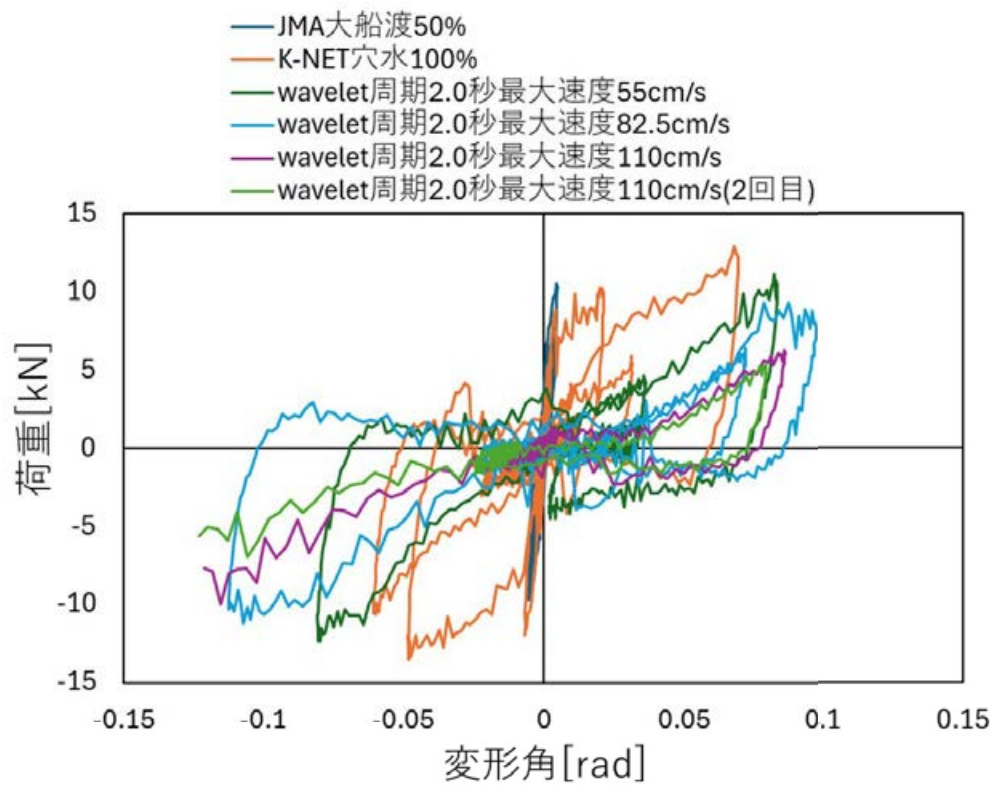


図17. 筋交いなし試験体の荷重変位関係(HD金物が効く前まで) (拠点間連携共同研究[課題番号：CT0C08])

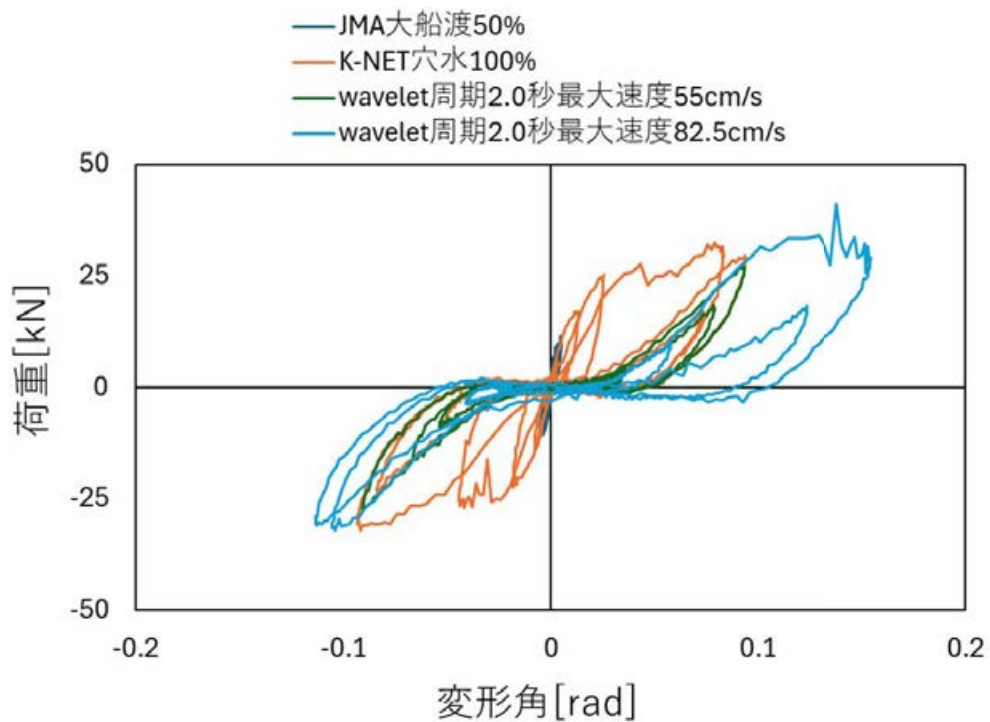


図18. 筋交いあり試験体の荷重変位関係 (拠点間連携共同研究[課題番号：CT0C08])

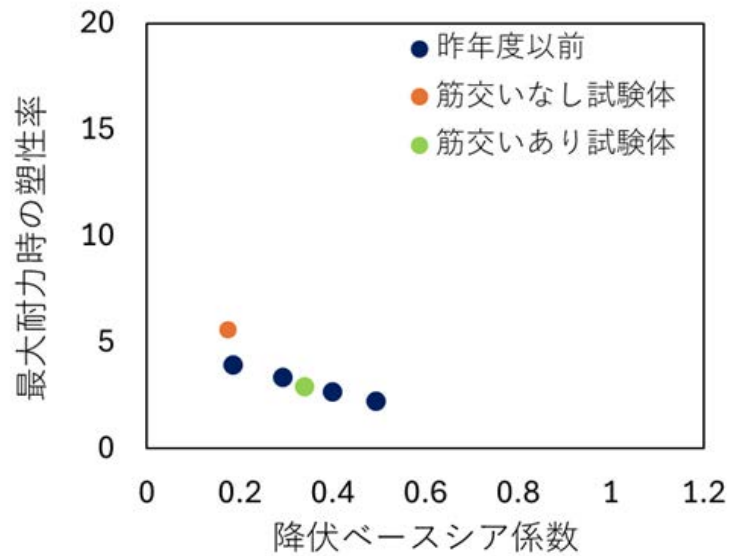


図19. 降伏ベースシア係数一筋交い損傷時の塑性率の関係（筋交いあり試験体は最大荷重時の塑性率）（拠点間連携共同研究[課題番号：CTOC08]）

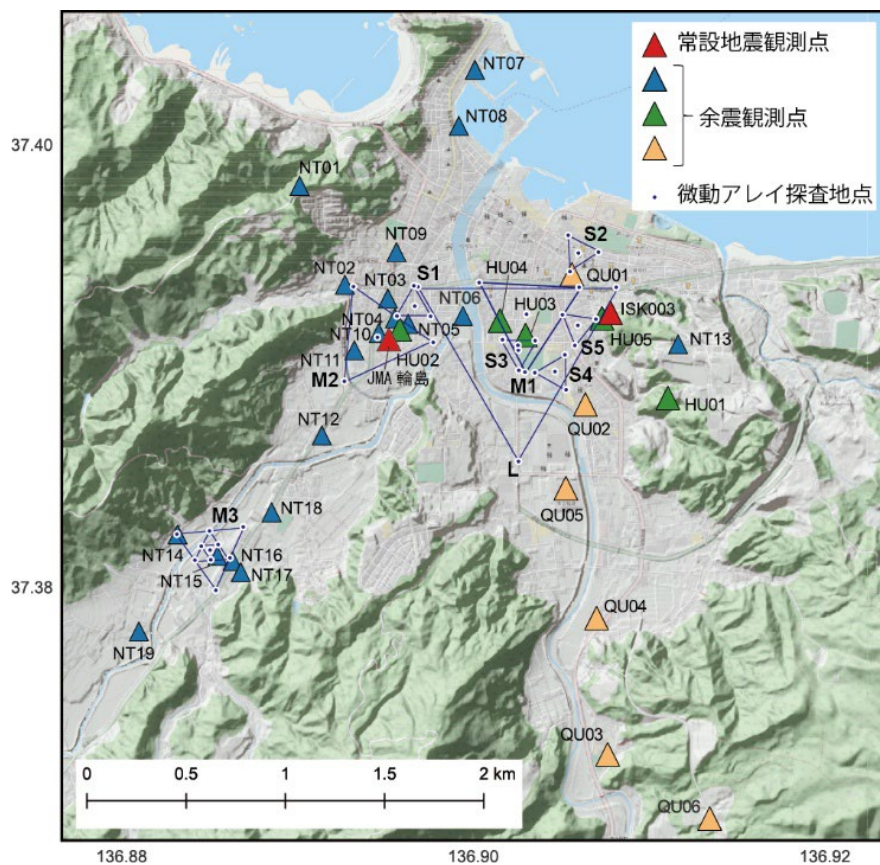


図20. 地震観測点および微動アレイ探査地点（背景は地理院地図およびOpen Street Map）（拠点間連携共同研究[課題番号：CTOC10]）

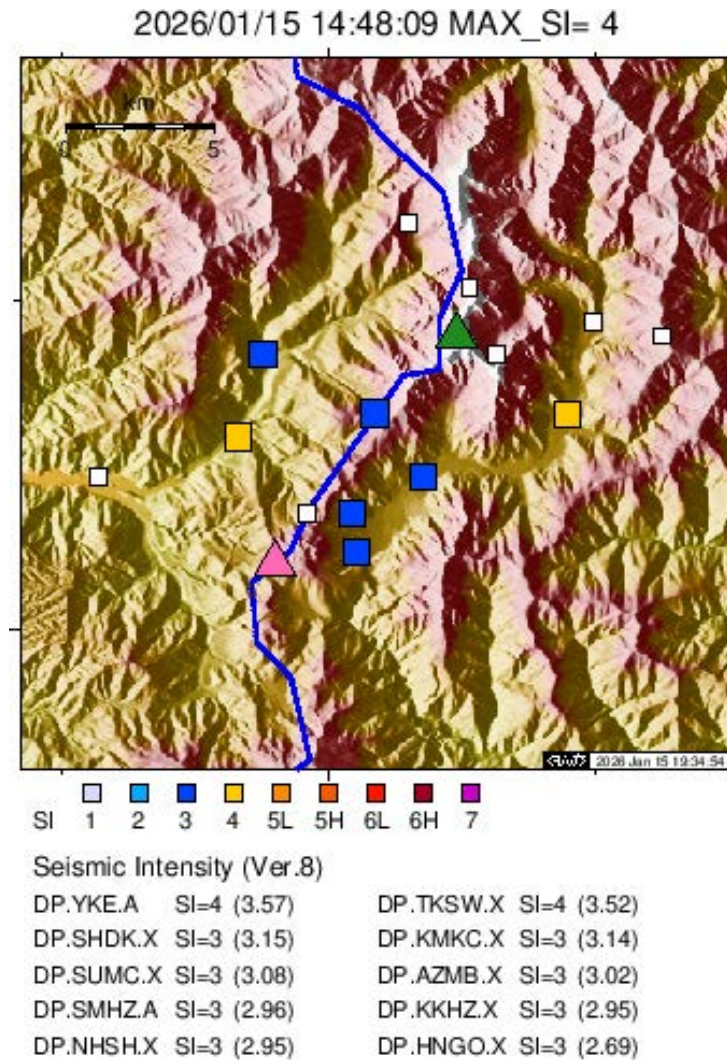


図21. 震度相当値の観測例（拠点間連携共同研究[課題番号：CT0C16]）

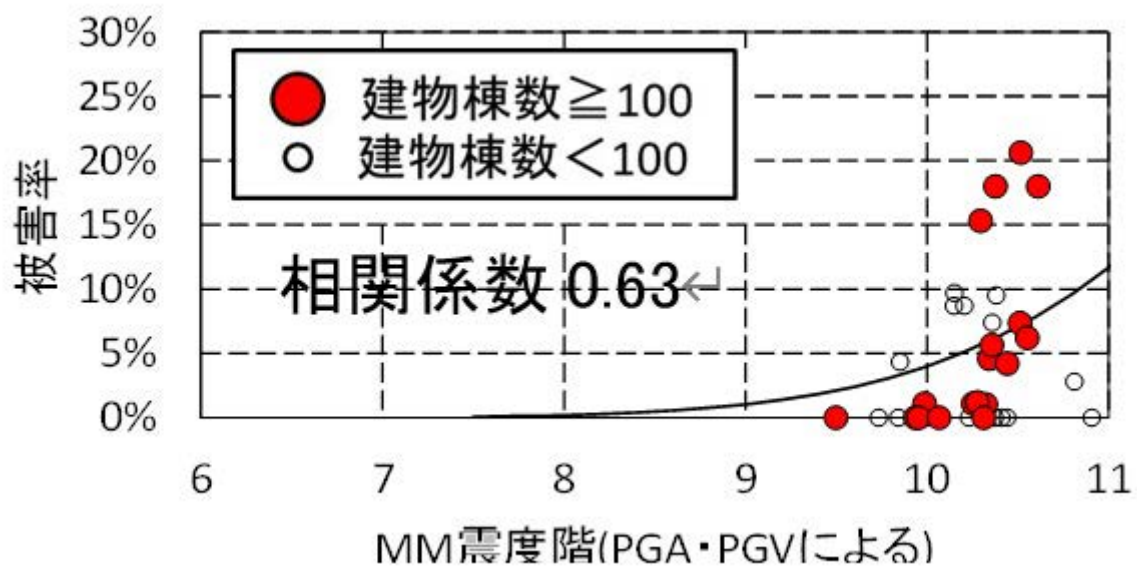


図22. MM震度階と被害率の対応（PGA・PGVによる算定法）（拠点間連携共同研究[課題番号：CT0C09]）

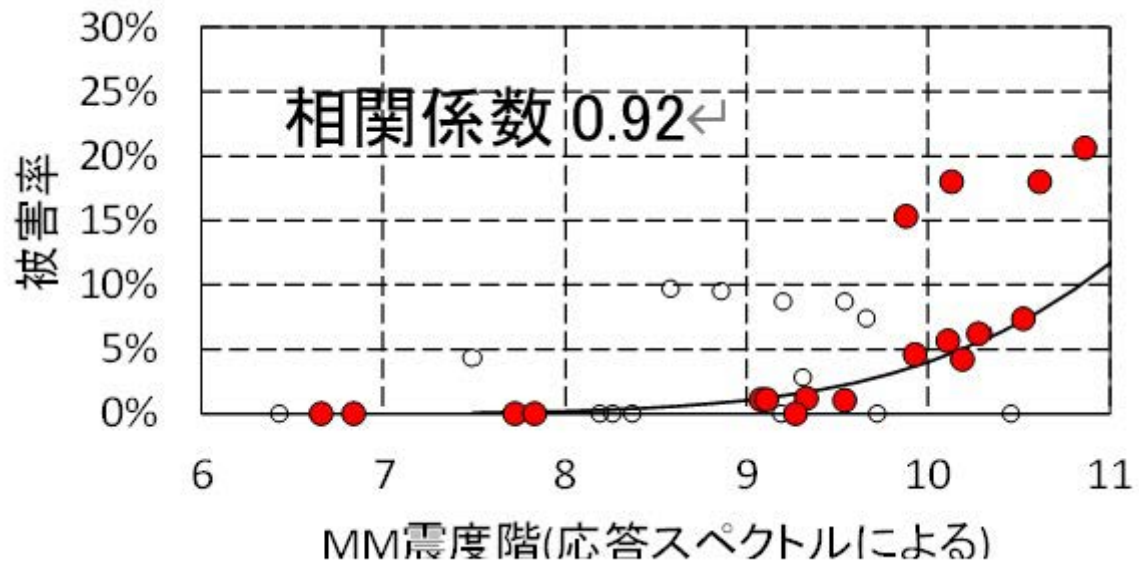


図23. MM震度階と被害率の対応（応答スペクトルによる算定法）（拠点間連携共同研究[課題番号：CTOC09]）

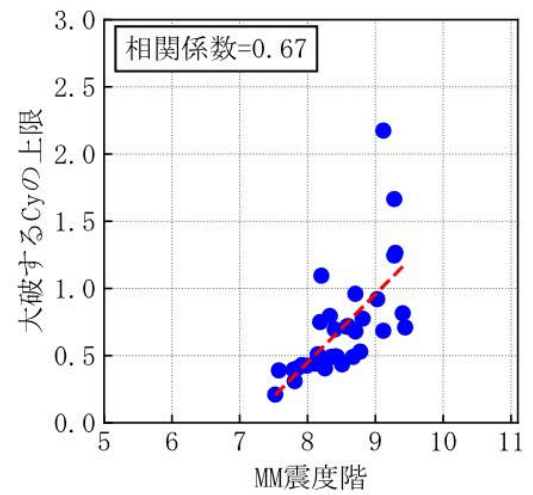
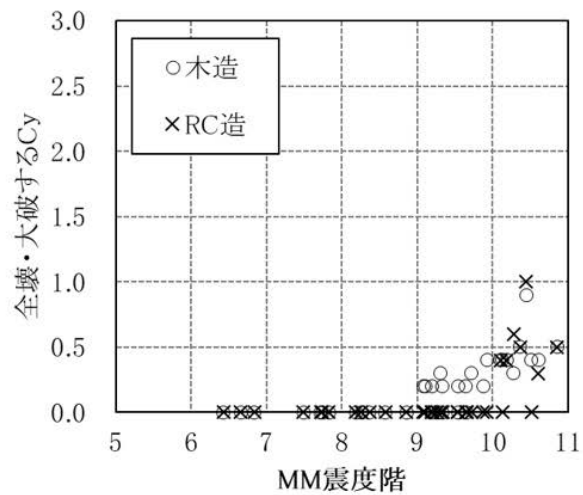


図24. MM震度階と全壊・大破する降伏耐力の関係（拠点間連携共同研究[課題番号：CTOC09]）

左：MM震度階と全壊・大破する降伏ベースシア係数の関係

右：MM震度階と大破する降伏ベースシア係数の上限の関係



写真 1．筋交いなし試験体（HD金物緩める）（拠点間連携共同研究[課題番号：CT0C08]）



写真 2．筋交いあり試験体（HD金物締める）（拠点間連携共同研究[課題番号：CT0C08]）



写真 3．筋交いなし試験体における K-NET穴水100%後の損傷状態（拠点間連携共同研究[課題番号：CT0C08]）



写真 4．筋交いあり試験体における K-NET穴水100%後の損傷状態（拠点間連携共同研究[課題番号：CT0C08]）

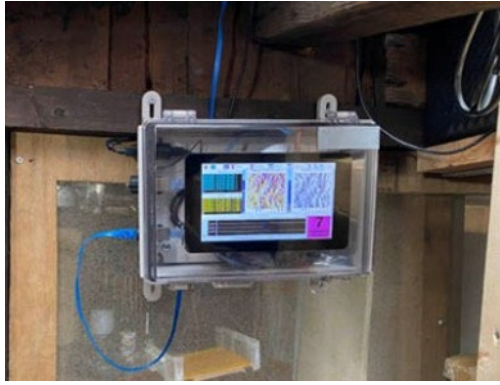


写真 5．簡易震度計センサー設置例（拠点間連携共同研究[課題番号：CT0C16]）



写真 6．簡易震度計表示部設置例（拠点間連携共同研究[課題番号：CT0C16]）