

(1) 実施機関名：

京都大学防災研究所

(2) 研究課題（または観測項目）名：

（和文）地殻活動の機動観測を通じた内陸地震に伴う災害の軽減に関する総合的研究

（英文）Interdisciplinary investigations into mitigating crustal earthquake disasters through campaign observations of crustal activity

(3) 関連の深い建議の項目：

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

(4) その他関連する建議の項目：

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

イ. 考古データの収集・集成と分析

(3) 地震発生過程の解明とモデル化

(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化

イ. 内陸地震

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

ア. 強震動の事前評価手法

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

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

(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

(5) 本課題の5か年の到達目標：

我が国において内陸で発生する大地震は、これまで甚大な災害をもたらしてきており、また南海トラフのプレート境界で繰り返し発生する巨大地震前には、西日本の内陸地震が活発に発生する傾向があることが知られている。このような内陸で発生する地震を対象として、5か年を通じて総合的なアプローチで災害軽減に資する研究を推進することを目標とする。本課題では、近畿・北陸地方を中心に、地震活動や、構造、変形速度、応力場等の調査から、内陸地震が発生する場やその過程を、多項目の機動観測を通じた研究により明らかにし、史料・考古記録も活用することで、地震ハザード予測に貢献する。社会科学的アプローチから、近隣の地震活動に関する市民の理解を醸成するための双方向型・対話型のリスクコミュニケーションモデルの提案を目指す。大地震発生時の観測対応を行うほか、機動観測を通じた人材育成を進める。

(6) 本課題の5か年計画の概要：

1. 能登半島地震の地球科学的調査とリスクコミュニケーションモデルの提案

能登半島地震発生域において、地震観測や、GNSS観測、電磁気観測、光ファイバーセンシングによる歪み観測等の地球科学的観測を継続的に実施する。これにより、令和6年能登半島地震に関して、背

景テクトニクス場の解明、地震の発生過程の解明、地震活動モデルのアップデート等の研究を行う。

2020年末から群発地震活動の活発化が始まっていた石川県珠洲市において、シンポジウムとパネルディスカッションを定期的で開催し、市民、地元自治体、地域事業者、マスメディアの理解の醸成を狙ったリスクコミュニケーションモデルを提案する。

都市近傍でも発生する被害地震や群発地震を念頭に、リスクコミュニケーションモデルを用いた市民向けイベントを阿武山観測所において実践し、モデルの検証とフィードバックを図る。

## 2. 京都府南部を中心とした歴史被害地震に関する調査

長岡京（京都府）を対象としたDASによる地震動測定や機動観測を実施する。地震痕跡と浅部地盤解析結果との比較や、歴史地震との対応を調査する。また、その様な歴史地震の候補となる断層帯における機動観測を通じて、地震発生場の解明を進めるほか、地震痕跡を残した地震動の調査を行う。

## 3. 地震・地殻変動観測による人材育成と内陸地震発生時への対応

地震・GNSSの機動観測を通じた若手研究者育成や、地震・地殻変動定常観測点の適正化、内陸地震発生時の臨時地震観測を実施する。

## (7) 令和7年度の成果の概要：

### ・今年度の成果の概要

#### ○能登半島地震に関する成果

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1）。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、社会課題に柔軟に変化しようとする結果が見られた。

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ないことが実証され、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。光ケーブル敷設地域の地震活動だけでなく、能登半島西方沖にまで拡大した地震活動までを捉える事ができた。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2a)。複数地震について認められおり、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2b)。また、DASの記録と、珠洲市内で行っている光ファイバ歪み測定記録、地震計の記録を用いて、群発地震活動時の小地震の震源過程に関する研究を行った。

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3)。粘弾性緩和の計算から、沈降は今後数十年間に渡って沈降が継続すると予測される。

2024年能登半島地震前に開始した奥能登4か所での電磁気観測について、連続観測を維持・継続した。電磁気応答の長期間の変動の有無について解析を進めている。また、群発活動開始後に取得した海陸のMT観測データに、2007年能登半島地震後の既取得データを加えて、奥能登北部全域の3次元地下比抵抗構造解析を進めた。

#### ○山口県北部

山口県北部では2025年2月頃から、深さ約25kmの下部地殻で群発地震活動が始まり、それに伴う地殻変動も観測された。このため震源域のほぼ真上に位置する伏馬山(萩市)にオンラインの地震観測

点とGNSS観測点を設置した。この他、オフラインの臨時観測点を他機関（東大地震研、東京理科大、産総研）と協力して設置した。伏馬山の地震観測点の検測値を用いて震源決定を行うと、気象庁検測値だけの場合に比べて震源が約1~1.5km程深く求められた。推定された発震機構解は必ずしも広域応力場を反省せず、複雑な駆動源が存在している可能性がある。

地殻変動モニタリングからは、2025年2月より群発地震にほぼ同期した隆起や膨張を示す地殻変動が観測され、地震発生域とほぼ同じ位置深さの開口割れ目モデル（体積変化量 $3.7 \times 10^7 \text{m}^3$ ）で説明できることがわかった。これは阿武火山群の深部マグマ溜まりにマントルから流体が上昇したと解釈できる。過去の水準測量データの解析から、同様な流体上昇イベントが過去100年間に2回おこっていた可能性がある。

#### ○その他

京都府南部の国道171号沿いで、都市部の地震動に対する揺れやすさを調査する目的でDAS観測を実施した。交通量が多い記録ながらも、表面波の分散性から浅部地下構造が推定できる可能性があることが分かった。

有馬一高槻断層帯と中央構造線断層帯周辺でのGNSS観測を継続した。

能登半島での観測および山口県北部での観測には大学院生が複数名参加し、それぞれ観測技術を取得した。

・「関連の深い建議の項目」の目的達成への貢献の状況と、「災害の軽減に貢献する」という目標に対する当該研究成果の位置づけと今後の展望

本研究で提案する災間のリスクコミュニケーションモデルは、災害リスクがあり、過疎化等が深刻化する珠洲市においても、柔軟にコミュニティを変容させながら生の充実を図るという姿勢の醸成であり、この醸成はアンケート結果からも明らかになっている。災間のリスクコミュニケーションの継続と展開が、特に過疎化が進む地域社会における防災対策の推進と、日常における柔軟なコミュニティの変容を生む。

能登半島地震のあと、能登町などで局所的な地盤沈下や余効変動による高潮・浸水被害が出ている。今後の復興工事などに役立ててもらうため、国土交通省能登復興事務所に上下変動の観測データ及び粘弾性緩和による予測変動量を提供した。

京都府南部でDAS計測のために光ケーブルを借用している京都国道事務所にて、事務所長・副所長らと面談を行い、国道沿いの地盤状況のモニタリング等について意見交換を行った。

山口県北部の地殻活動に関する臨時観測は、山口県防災危機管理課と萩市防災危機管理課に対し、観測結果に関する情報提供について協力する体制を整えて行われた。

能登半島の地殻活動に関する結果と、山口県北部の地震活動の結果については地震調査委員会に資料を提出した。

#### (8) 令和7年度の成果に関連の深いもので、令和7年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

船曳 祐輝、宮澤 理稔, 2025, DAS記録による震源メカニズム推定: S/P振幅比と極性反転の比較, 日本地球惑星科学連合2025年大会, STT42-P03

Louisa Bagot, Bogdan Enescu, Shiro Ohmi, Masatoshi Miyazawa, Tetsuya Takeda, 2025, Estimation of variations in the shallow crustal velocity structure in the Nagano region, Japan, from dense seismic observations, using seismic interferometry, SCG45-P39, JpGU 2025

高木 涼太、吉田 圭佑、岡田 知己、福島 駿、宮澤 理稔、前田 拓人、平野 史朗、石瀬 素子、椎名 高裕、平松 良浩、2025, 地震計ノードを用いた高密度観測に基づく2024年能登半島地震陸域震源域の詳細なS波速度構造, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SSS10-18

土井 惇慈・宮崎 真一・西村 卓也, 2025, MCMKF-NIFのすべり・開口の同時推定と能登半島における群発地震に関連する地殻変動データへの適用, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SGD03-P05

- 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
- 吉村・他, 2025, 2024年能登半島地震に至る群発地震活動域周辺の3次元比抵抗構造, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SCG61-02
- 船曳 祐輝、宮澤 理稔、荒木 英一郎、田中 愛幸, 2025, DAS記録にみる小-中規模地震の多様な地震波動場とその震源過程、日本地震学会2025秋季大会、S08-05
- 佐藤 光樹、平松 良浩、岡田 知己、吉田 圭佑、高木 涼太、酒井 慎一、蔵下 英司、江本 賢太郎、松本 聡、山中 佳子、勝俣 啓、宮澤 理稔、前田 拓人、石瀬 素子、今西 和俊、椎名 高裕、2025, 令和6年能登半島地震 (M7.6) の余震の静的応力降下量と本震の地震時すべり量の関係、日本地震学会2025秋季大会、P08-10
- 今西 和俊、雨澤 勇太、宮澤 理稔、西川 友章、西村 卓也、長岡 愛理、宮町 凜太郎、大見 士朗、2025, 山口県北部における深部群発地震のメカニズム解推定、日本地震学会2025秋季大会、P23-03
- 西村 卓也、宮澤 理稔、西川 友章、長岡 愛理、宮町 凜太郎、太田 雄策、高橋 浩晃、大園 真子、2025, 山口県阿武火山群周辺で観測された非定常地殻変動、日本地震学会2025秋季大会、P23-04
- 雨澤 勇太、矢部 優、佐脇 泰典、今西 和俊、宮澤 理稔、西川 友章、西村 卓也、長岡 愛理、宮町 凜太郎、大見 士朗、2025, 山口県北部群発地震：震源分布の複雑な時空間変化と駆動メカニズム、日本地震学会2025秋季大会、S23-02
- 岡田 知己、宮澤 理稔、西川 友章、西村 卓也、長岡 愛理、宮町 凜太郎、大見 士朗、松本 聡、高木 涼太、2025, 山口県北部で2025年に発生した地殻深部群発地震活動と震源域の地震波速度構造、日本地震学会2025秋季大会、S23-03
- 西村 卓也、宮澤 理稔、西川 友章、長岡 愛理、宮町 凜太郎、太田 雄策、大園 真子、高橋 浩晃、2025, 山口県阿武火山群周辺で観測された非定常地殻変動、日本測地学会第144回講演会、23
- 土井 惇慈・宮崎 真一・西村 卓也, 2025, MCMKF-NIF のすべり・開口の同時推定と能登半島群発地震に関連する地殻変動データへの適用, 日本測地学会第144回講演会, P18
- 吉村・他, 2025, 能登半島北部の3次元比抵抗構造と地震活動の関係, R003-08, SGEPSS
- 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
- 船曳祐輝・宮澤理稔・荒木英一郎・田中愛幸, 2026, DAS記録のスラントスタックに見る微小-小規模地震の震源過程、令和7年度京都大学防災研究所研究発表講演会、A205
- 西村卓也・宮澤理稔・西川友章・長岡愛理・宮町凜太郎・太田雄策・大園真子・高橋浩晃、2026, 山口県阿武火山群付近で発生した群発地震に同期する非定常地殻変動、令和7年度京都大学防災研究所研究発表講演会、A215
- 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

(9) 令和7年度に実施した調査・観測や開発したソフトウェア等のメタ情報：

(10) 令和8年度実施計画の概要：

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。

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。

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。

(11) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

宮澤理稔, 伊藤喜宏, 大見士朗, 長嶋史明, 中野元太, 西川友章, 西村卓也, 深畑幸俊, 松島信一, 矢守克也, 吉村令慧

他機関との共同研究の有無：有

平松良浩（金沢大学理工研究域地球社会基盤学系）, 城下英行（関西大学社会安全学部）, 村田泰輔（奈良文化財研究所埋蔵文化財センター）

(12) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：京都大学防災研究所

電話：

e-mail：

URL：<https://www.dpri.kyoto-u.ac.jp/>

(13) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：宮澤理稔

所属：京都大学防災研究所



図1. 「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。

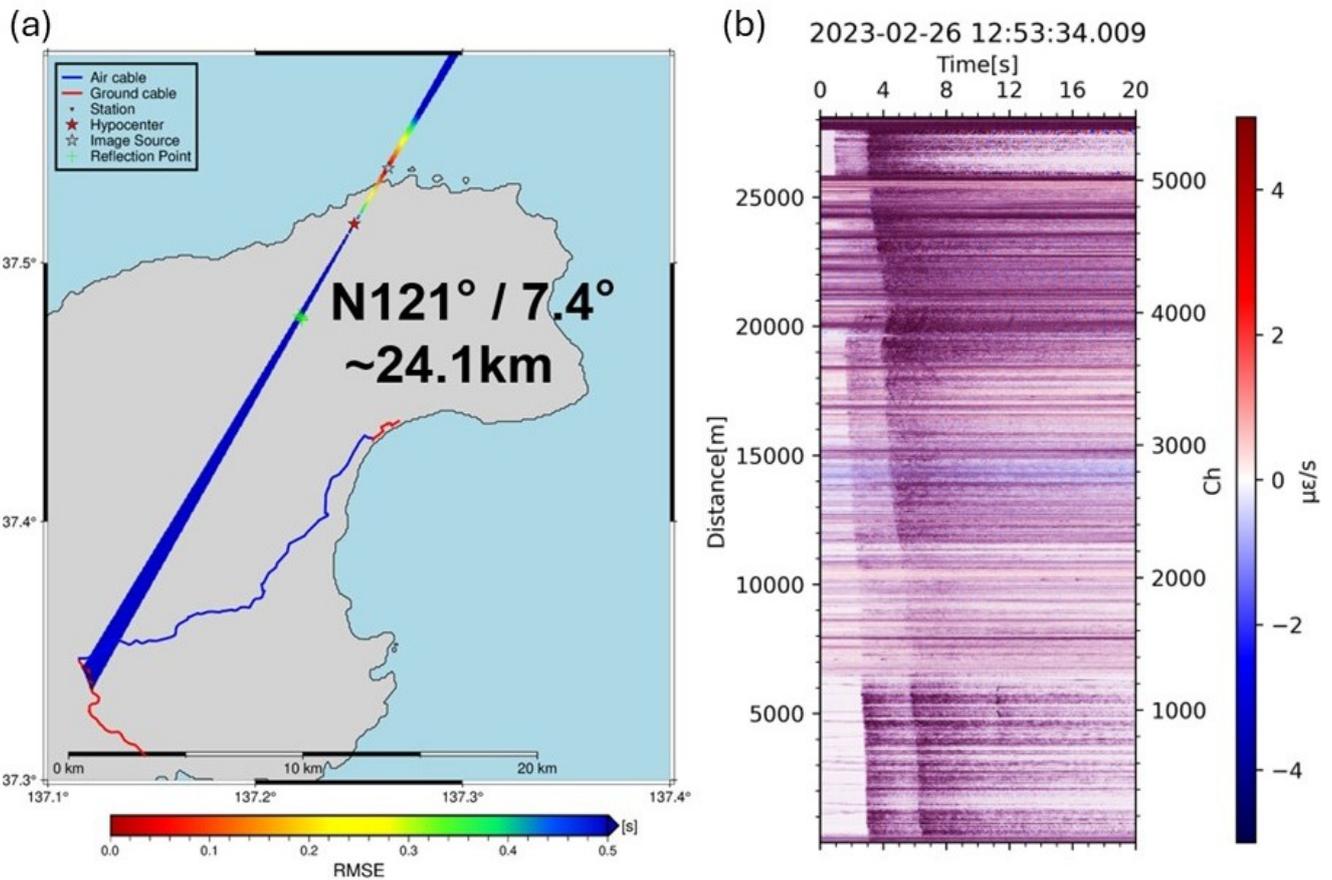


図2. 奥能登におけるDAS測定によって推定された下部地殻の構造

(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。

### 地震後約2年間(23ヶ月)

### 前半

### 後半

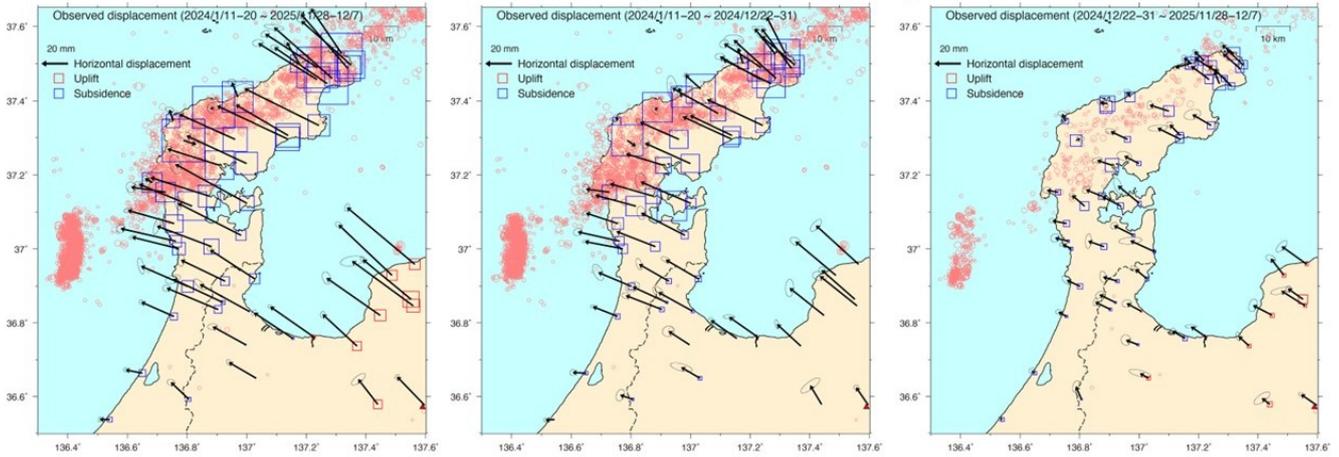


図3. 能登半島地震(M7.6)の余効変動

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)2021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。