令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：AIST01

（1）実施機関名：

産業技術総合研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）海溝型巨大地震の履歴とメカニズム解明
（英文）Reconstructing great subduction zone earthquake histories and understanding their mechanisms

（3）関連の深い建議の項目：

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
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈

（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
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
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
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
イ. 津波の事前評価手法

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

本研究課題は、令和5年度までの「AIST04　津波浸水履歴情報の整備」「AIST08　海溝型巨大地震の履歴とメカニズム解明」の継続課題である。これまでの成果は以下の通り。
【千島－日本海溝】　北海道東部において、17世紀千島の超巨大地震の再検討のため、無人航空機測量や地中レーダー探査により津波浸水計算の基礎となる古地形の復元を行った。また、当時の浸水域の復元精度を上げるため、17世紀および13世紀の巨大津波によって堆積した津波堆積物の分布データを取得した。この結果を踏まえ、17世紀巨大津波の波源に関する予察的な計算を行った。
【相模トラフ】　房総半島南部沿岸の海岸段丘について掘削調査を行い、得られた試料の年代測定値の統計処理を行うことで、離水年代の再評価を行った。これにより、過去の関東地震の発生年代と再来間隔について復元することができた。また、1703年元禄津波や相模トラフ沿岸を襲った津波の歴史記録について整理を行い、それに関連した野外調査を実行することで、当時の津波の高さについて検討を行った。
【南海トラフ】　紀伊半島東部（南伊勢）、紀伊半島南部（那智勝浦・串本）、高知県南国市、宮崎平野で津波堆積物調査、喜界島で隆起サンゴ調査をそれぞれ実施した。三重県南伊勢町では、過去3000年間において発生した海水の浸水イベントの年代を検討し、歴史記録にある巨大津波の痕跡と考えられるイベント堆積物を発見した。和歌山県橋杭岩の巨礫についてその運搬条件を数値解析し、1707年宝永地震の津波では動かないものが存在することを明らかにし、同津波よりも大きな津波が過去に発生していたことを明らかにした。高知県南国市では、津波の浸水頻度を評価するため、沿岸の砂丘の発達時期を復元した。宮崎県日南市では、津波堆積物の分布と数値計算の結果を比較し、1662年日向灘地震の断層モデルを構築した。
【日本海沿岸】　青森県西部沿岸で津波堆積物調査、島根県西部で1872年浜田地震に関する史料およ

び地形・地質調査を実施した。また、山形・新潟沿岸の隆起履歴の検討を行った。

（6）本課題の５か年の到達目標：

本課題では日本列島の沿岸地域において地形・地質の調査を行い、過去に海域で発生した地震の年代とそれに伴う地殻変動や津波浸水域を明らかにする。得られたデータに基づいて震源・波源のメカニズムを解明する。各地域での目標は以下の通り。
【千島-日本海溝】　千島海溝南部で繰り返し発生している連動型巨大地震の履歴を復元し，断層モデルを提案する。特に、17世紀と13世紀～14世紀に発生した巨大地震の破壊領域の違いを明らかにする。
【相模トラフ】　房総半島や相模湾沿岸における地震・津波履歴と隆起パターンなどを復元し、関東地震の多様性を評価する。
【南海トラフ】　南海トラフ沿いの各地域において過去に発生した地震の時期とそれに伴う地殻変動や津波浸水域を解明する。各地域から得られた年代の対比を行い、破壊領域の評価を行う。

（7）本課題の５か年計画の概要：

千島海溝南部における巨大地震の履歴を明らかにするため、北海道東部において、17世紀および13世紀～14世紀の巨大津波によって堆積した津波堆積物の分布データを取得する。この結果を踏まえ、17世紀型巨大津波の波源の多様性を考察する。相模トラフ沿いでは、1703年元禄津波や相模トラフ沿岸を襲った津波について、地殻変動と津波の浸水履歴に関する地形・地質調査を行う。この調査結果を踏まえて、元禄津波の波源の見直しを行う。南海トラフ沿いでは、沿岸域における堆積物の採取を行い、津波堆積物の分布と年代から、浸水範囲と時期の推定を行う。南海トラフ沿岸各地で得られたデータから、破壊領域の評価を行う。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門　海溝型地震履歴研究グループ
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：活断層・火山研究部門　海溝型地震履歴研究グループ
電話：
e-mail：ievg-webmaster-ml@aist.go.jp
URL：https://unit.aist.go.jp/ievg/group/subducteq/index.html

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：澤井祐紀
所属：産業技術総合研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：AIST02

（1）実施機関名：

産業技術総合研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）陸域の連動型巨大地震発生様式に関する古地震学的研究

（英文）Recurrence behavior on the past multi-segment earthquakes produced by major active fault system on land

（3）関連の深い建議の項目：

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
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈

（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
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
(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
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）
イ. 内陸地震の長期予測
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
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(4) 国際共同研究・国際協力

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

糸魚川ー静岡構造線断層帯や四国陸域の中央構造線断層帯等を対象として、連動型地震の発生履歴を解明するため、主要活断層帯のセグメント境界周辺において複数回の地震時変位量を復元する地形地質調査を実施した。地震時変位量等を基準としてセグメント境界の連動／非連動を判別し、過去の連動型地震の発生頻度と地震規模を明らかにした。それらの結果を基に、最近数回の地震サイクルにおける古地震シナリオを構築し、その古地震シナリオを反映した地震規模予測および長期予測の高度化について検討した。

（6）本課題の５か年の到達目標：

これまで主に主要活断層帯で実施してきた変位履歴調査手法をさらに発展させ、国内外の長大な活断層系を対象として、地震時変位量と活動時期を明らかにする変位履歴調査を実施する。各調査地点で得られた変位履歴をもとに、活動区間やセグメント毎に時間ー変位ダイヤグラムを作成し、連動型イベントが生じる前後の経過時間や地震規模等を詳細に明らかにする。それらの結果から、長大な活断層系から連動型地震が生じた際の発生条件や応力蓄積状態等について古地震学的なパラメータ等を基に推定し、陸域の連動型巨大地震発生様式を検討する.

（7）本課題の５か年計画の概要：

本計画においては、四国陸域の中央構造線断層帯やトルコ・東アナトリア断層系南西区間等を主な対象として調査研究を実施する。
令和６年度：長大な活断層系のセグメント境界周辺で変位履歴調査を実施する。
令和７年度：長大な活断層系のセグメント境界周辺で変位履歴調査を実施する。
令和８年度：長大な活断層系のセグメント境界周辺で変位履歴調査を実施する。
令和９年度：長大な活断層系のセグメント境界周辺で変位履歴調査を実施する。
令和10年度：長大な活断層系のセグメント境界周辺で変位履歴調査を実施する。５カ年の変位履歴調査の結果をとりまとめ、連動型イベントが生じる前後の経過時間や地震規模等を詳細に明らかにし、古地震学的なパラメータ等を基に連動型巨大地震発生様式を検討する。
なお、令和６～７年度については、文科省委託事業「長大な活断層帯等で発生する地震の評価手法の高度化に関する調査研究」の一部として実施する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

近藤久雄（産業技術総合研究所地質調査総合センター活断層・火山研究部門）
他機関との共同研究の有無：有
セリム・オザルプ（トルコ鉱物資源開発調査総局）

（9）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：産業技術総合研究所地質調査総合センター活断層・火山研究部門
電話：050-3521-0587
e-mail：kondo-h@aist.go.jp
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：近藤久雄
所属：産業技術総合研究所地質調査総合センター活断層・火山研究部門

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：AIST03

（1）実施機関名：

産業技術総合研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地質調査と年代測定手法の高度化による火山活動履歴の解明とデータベースの整備
（英文）Revealing recent volcanic activities and construction of volcano database by geological survey and precise age determination

（3）関連の深い建議の項目：

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
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈
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
エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開

（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
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
火山
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
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
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
(5) 大規模火山噴火
(6) 高リスク小規模火山噴火

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

本課題は第2次計画のAIST03とAIST11とAIST10の一部を引き継ぐものである。それぞれの令和５年度までの研究成果は次の通り。
［第2次計画のAIST03］将来噴火する可能性の高い活火山の中長期的活動評価と予測のため、活動的火山の地質図作成を進めた。秋田焼山・御嶽山・雌阿寒岳の火山地質図を取りまとめを進め、秋田焼山の完新世噴火史を「火山」で公表した。伊豆大島では陸上から沿岸部水深400ｍまでの範囲をカバーする陸海シームレス赤色立体地図を作成し、火口位置と噴火履歴を盛り込んだ噴火口図を作成した。岩木山ではトレンチ調査を駆使した噴火履歴調査を継続した。大規模火砕流分布図シリーズとして「姶良カルデラ入戸火砕流堆積物分布図」「支笏カルデラ支笏火砕流堆積物分布図」「阿蘇カルデラ阿蘇４火砕流堆積物分布図」「阿蘇カルデラ阿蘇３火砕流堆積物分布図」を公表した。活動的火山で高分解能な噴火履歴を解明するために、御嶽火山・秋田焼山等の岩石試料を対象とした感度法 K-Ar 及び Ar/Ar 年代測定を実施し、10 万年前より若い火山噴出物の噴火年代を明らかにした。 日本列島の火山の地質情報を最新の知見に基づいて収集・整理して、日本の火山データベースを更新・拡充した。
［第2次計画のAIST10］歴史時代及び地質時代に発生した大規模噴火の推移について、噴火推移をコンパイルした火山噴火推移データベースを新たに作成し、公開を開始した。時間分解能の高い歴史記録の残る主に 19 世紀以降の世界各地の噴火事例を収集したデータベースを作成し、噴出物の地質学的解析から得られる噴火推移情報を収載した。また噴出物の保存が良好な桜島・浅間山などで、噴火記録と噴出物の対比・噴出物の岩石学的解析による噴火推移の復元を進めた。

［第2次計画のAIST11］令和元年度は、CCOPを始めとするアジア太平洋地域のアジタ太平洋地域の研究機関と協力し、アジア太平洋地域地震火山ハザード情報システムに、地震・火山関連のデータの掲載を行った。また、VEI 6 以上の 24 の大規模火砕流堆積物の分布、10 の大規模降下テフラの分布、16 のカルデラ縁の形状を GIS データとしてとりまとめ公開した。令和 2 年度は、支笏、洞爺、濁川、大山、濁川等の大規模噴火の前駆活動と噴火推移をとりまとめ、研究資料集として公開した。また、第四紀の火山噴出物の詳細情報を WebGIS 上で閲覧検索できるようにした 20 万分の 1 日本火山図を作成し、公開した。さらに、阿蘇 4 噴火の噴出量の検討結果を国際誌に発表した。 令和 3 年度は、屈斜路、三瓶、鬼界、十和田、鬱陵島、白頭山の大規模噴火の前駆活動と噴火推移をとりまとめ研究資料集として公開した。20 万分の 1 日本火山図の改訂を行うとともに、1 万年噴火イベント集について、富士山と桜島を含む全国の活火山データを公開した。 令和 4 年度は、大規模噴火の特徴・推移、中長期前駆活動を取りまとめた大規模噴火データベース、及び目撃事例のある火砕噴火の中長期的・短期的前駆活動、噴火推移情報を取りまとめた噴火推移デー タベースを公開した。また、1 万以上の火山灰粒子の画像データ等を掲載した火山灰データベースを公開した。 令和 5 年度は、大規模噴火データベース及び噴火推移データベース、火山灰データベースの構築を継続した。新たに「防災・減災のための高精度デジタル地質情報の整備事業」プロジェクトにおいて、火山ハザード情報システムを構築し、248 ケースの噴火パラメータ解析、170 噴火以上の降下テフラ分布のGIS化、オンライン降下テフラ噴出量解析システムの構築を行った。

（6）本課題の５か年の到達目標：

火山活動の評価と予測の基礎となるデータとして、日本列島の活動的火山や低頻度大規模火山活動に関する履歴調査を実施し、形成史や噴火履歴を明らかにした火山の地質図整備を推進する。日本列島の火山の地質情報に関する最新データの収集と整理を行い、日本の火山データベースに掲載する各種データベースの更新・拡充を行う。また活動的火山の長期的かつ高分解能な噴火履歴を解明するため、効率的かつ高精度で若い火山噴出物の年代が測定できる技術開発を進める。

（7）本課題の５か年計画の概要：

令和６年度においては、秋田焼山、御嶽火山各地質図を公表し、大規模火砕流分布図の整備を進める。日本の火山データベースの更新・拡充を行う。令和７年度以降には伊豆大島（第２版）、雌阿寒岳各火山地質図を公表し、大規模火砕流分布図の整備を進める。また、日本の火山データベースの更新・拡充を継続する。若い火山岩の年代測定技術開発を全期間を通じて継続的に進める。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

産業技術総合研究所地質調査総合センター活断層・火山研究部門
他機関との共同研究の有無：有
佐藤鋭一（北海道教育大学旭川校）,大場司（秋田大学）,中川光弘（北海道大学）,伴雅雄（山形大学）,竹下欣宏（信州大学）

（9）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：産業技術総合研究所地質調査総合センター活断層・火山研究部門
電話：
e-mail：ievg-webmaster-ml@aist.go.jp
URL：https://unit.aist.go.jp/ievg/index.html

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：古川竜太
所属：産業技術総合研究所地質調査総合センター活断層・火山研究部門

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：AIST04

（1）実施機関名：

産業技術総合研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地質調査と実験に基づく震源断層物理モデルの提供
（英文）Construction of a seismic source fault model based on geological and experimental studies

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(3) 地震発生過程の解明とモデル化

（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
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
イ. 内陸地震
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）
イ. 内陸地震の長期予測
(2) 地震発生確率の時間更新予測
ア. 地震発生の物理モデルに基づく予測と検証

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

本研究課題は、令和5年度までの「AIST05　地質調査と実験に基づく、断層の力学挙動についての三次元モデルの構築」の継続課題である。これまでの成果は以下の通り。
地震発生層の最深部で形成した断層構造が地表に露出する三重県中央構造線において、東西約 8 km 程度の範囲の調査を行った。塑性変形した岩石から応力と歪を石英の動的再結晶微細構造から読み取る手法を確立した。この方法を利用し、強い塑性変形によりキャビテーションが起こり、さらにキャビティの成長と合体により破壊が発生する延性破壊を見出した。さらに延性破壊による構造は断層面全体に発達する。このことから、地震発生層最深部の力学挙動を支配する重要なプロセスであることを見出した。このほか、Na端成分斜長石の焼結方法を確立した。

（6）本課題の５か年の到達目標：

内陸断層の深部、脆性–塑性遷移付近における応力・歪といった変形の不均質を削剥断層の地質調査により明らかにする。また、内部構造形成・発展と力学的挙動の関係を岩石変形実験により明らかにする。両者の成果を統合し、断層深部の変形不均質が破壊や摩擦といった断層挙動に及ぼす影響を明らかにする。これらの成果により震源断層の物理モデルの基礎を提供する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

2024-2026年度：(1) 断層の走向方向の、変形条件・変形機構，運動像の三次元分布の解明。それに基づく三次元地質モデル構築し、断層面全体の不安定化と延性破壊との関係性を明らかにする。(2)岩石、及びアナログ物質を用いた変形実験による構造形成と発展の解析。岩石については、変形の支配要因となる構成鉱物の粒径の発展について解明する。

2027-2028年度：三次元地質モデルに岩石変形実験による構造形成と発展の解析結果を組み込むことで、震源断層の物理モデルの基礎を提供する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

大橋聖和（活断層・火山研究部門）,高橋美紀（活断層・火山研究部門）,宮川歩夢（地質情報研究部門）,住田達哉（地質情報研究部門）
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門
電話：050-3522-3594
e-mail：k-oohashi@aist.go.jp
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：大橋聖和
所属：活断層・火山研究部門

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：AIST05

（1）実施機関名：

産業技術総合研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）噴出物の物質科学的解析に基づく噴火推移過程とマグマ供給系のモデル化

（英文）Research on modeling of magma systems and eruption processes based on analysis of eruption products

（3）関連の深い建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究

(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

（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

(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明

火山

(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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

本課題は第2次計画のAIST10の一部とAIST06を引き継ぐものである。それぞれの令和５年度までの研究成果は次の通り。

［第2次計画のAIST10］姶良・鬼界・阿蘇・十和田など巨大噴火をもたらすカルデラ火山や桜島・浅間山・霧島山新燃岳・有珠などの活動的火山において、噴出物の地質学的調査及び岩石学的・地球化学的解析を実施し、マグマ溜まり内の温度圧力化学組成等の条件の時間変化の解析を行った。これにより火山の中長期的な活動推移やマグマの蓄積・上昇・噴火過程を推定し、マグマ供給系－火道システム発達と噴火推移過程のモデル化を行った。

［第2次計画のAIST06］桜島・阿蘇・口永良部島・霧島硫黄山など活発に活動中（マグマ起源のガスを放出中）の火山において、Multi-GASなどを用いた火山ガス観測を実施した。火山ガス組成の特徴やその火山活動推移に伴う変化に基づき、火山ガス供給過程をモデル化した。また、地下深部からの火山性流体の上昇過程を的確に捉えるため、伊豆大島において地中温度及び自然電位の連続観測を実施するとともに、伊豆大島を含む複数の火山において自然電位と電磁探査法を用いた比抵抗調査を行い熱水系のモデル化を進めた。

（6）本課題の５か年の到達目標：

桜島・阿蘇山・霧島山・有珠山等から様々な噴火様式の火山噴出物を採取し、種々の岩石学的・地球化学的解析を行う。揮発性成分の分析や高温高圧実験なども行い、爆発的噴火の強度や様式の変化を支配する要因を明らかにする。新たな揮発性成分分析手法の開発や既存手法の高度化にも取り組む。

活動的な火山において火山ガスの放出率と組成の観測・分析を行い、観測の高頻度化にも取り組む。大量の火山ガス放出を継続している火山については、噴火様式の支配要因の一つである火山ガス放出過程のモデル化を行う。また、地下浅部に熱水系が卓越する火山については、熱水系とマグマ性ガスの相互作用を明らかにする。

（7）本課題の５か年計画の概要：

噴火頻度が高く、従って噴火災害の蓋然性が高いとともに観測事例を多く得られる火山、あるいはカルデラシステムの発達過程を理解するうえで重要な後カルデラ火山として、桜島・阿蘇山・霧島山・有珠山等について、主に噴出物の物質科学的解析に基づいて、噴火推移過程とマグマ供給系のモデル化に取り組む。種々の岩石学的・地球化学的解析に加え、揮発性成分の分析や高温高圧実験なども実施する。これにより、マグマの生成蓄積過程、噴火前駆過程、マグマ上昇から噴火に至る事象分岐過程に関する理解を進展させる。得られた成果は第2次計画で整備・公開したデータベースの拡充・更新（第3期課題AIST03）にも反映させる。

火山の活動推移予測に向け、活発に火山ガスを放出している火山について、火山ガスの放出率と化学組成の観測・分析、および火山ガス放出過程のモデル化を行う。伊豆大島の地中温度及び自然電位の連続観測を引き続き実施し、地下深部からの火山性流体の上昇を捉えるためのモニタリングを実施する。

新たな分析手法の開発や既存手法の高度化に向け、地球物理学など他の観測と組み合わせた多項目データ解析やAI技術を取り入れた新しい取り組み等を積極的に取り入れる。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門
他機関との共同研究の有無：有
角皆潤，他数名（名古屋大学 大学院環境学研究科）

（9）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：産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門
電話：
e-mail：ievg-webmaster-ml@aist.go.jp
URL：https://unit.aist.go.jp/ievg/index.html

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：東宮昭彦
所属：産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門 マグマ活動研究グループ

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：AIST06

（1）実施機関名：

産業技術総合研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）高分解能地殻応力場の解明と造構造場の研究
（英文）Study on high-resolution crustal stress fields and seismotectonics in the Japanese Islands

（3）関連の深い建議の項目：

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化
イ. 内陸地震

（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
(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
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

深層学習によるP波初動極性検測手法の開発によりデータ処理を加速化し、沿岸海域を含む地殻浅部（20km以浅）の全国版応力マップを作成した。

（6）本課題の５か年の到達目標：

将来発生する地震の最大規模や発生様式の評価を行うため、現計画に引き続き、可能な限り小さな地震の発震機構解を推定し、高い空間分解能を有する地殻応力マップを整備する。現計画では日本列島陸域の地下20kmまでを推定したが、関東地域の深さ20km以深及びプレート境界にも対象を広げ、首都圏直下のやや深い地震や海溝型地震の評価に繋げる。さらに、大量で高精度な発震機構解から時間変化の抽出にも取り組む。様々なデータから地殻応力の時空間不均一の成因を明らかにし、数値シミュレーションを併用した連動性評価や活動性評価手法を提案する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

・S-netやDONETのデータ解析により微小地震の発震機構解を推定し、日本海溝および南海トラフ沈み込み帯の応力マップを作成する。陸域においては、Hi-netの整備以後蓄積されている定常観測網のデータ解析により、関東地域の深さ20km以深の応力マップを作成する。この解析には大規模な地震データ処理を伴うことから、深層学習による自動処理化（Uchide, 2020）を行う。さらに相対モーメントテンソル法（Dahm, 1996; Imanishi and Uchide, 準備中）を用いて発震機構解の推定精度を向上させるとともに、推定可能なマグニチュードの下限を大幅に下げる。
・大量で高精度な発震機構解から地殻応力の微小な時間変化の抽出にも取り組む。特にこれまでほとんど報告されていない大地震発生前の時間変化に着目する。
・代表的な活断層帯を対象に、歪み場、3次元地殻構造、地質構造、応力降下量や地震活動の特性も含めて地殻応力の時空間不均一の成因を特定し、断層帯毎の応力載荷モデルを構築する。さらに、応力

載荷モデルを組み込んだ数値シミュレーションにより、連動性評価や活動性評価手法を提案する。
・取り纏めた応力情報は産総研の地殻応力場データベース（https://gbank.gsj.jp/crstress/）において公開する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

今西和俊（産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門）,内出崇彦（産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門）,椎名高裕（産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門）,浦田優美（産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門）

他機関との共同研究の有無：有

安藤亮輔（東京大学大学院理学系研究科）,大谷真紀子（京都大学理学研究科）

（9）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：産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門
電話：
e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：今西和俊
所属：産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：AIST07

（1）実施機関名：

産業技術総合研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地下水・地殻変動観測による地震予測精度の向上
（英文）Improving earthquake forecast accuracy by use of groundwater and crustal deformation observations

（3）関連の深い建議の項目：

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

（4）その他関連する建議の項目：

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
イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証
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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

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。安価で短い工期でのボアホールひずみ観測の実現を目的として、小口径の多成分ひずみ計および既存井戸への設置手法を共同で開発し、同ひずみ計を香川県三豊市の既存井戸に設置した。新規地下水等総合観測施設を4カ所設置する計画に対して、計画期間中には和歌山県日高川町と香川県綾川町の2か所の設置となった。深部すべりの客観的な検出手法の開発は別途科研費で実行し、一定の成果を得た。

（6）本課題の５か年の到達目標：

2点の地下水・地殻変動観測施設を新規整備し、計20観測点とする。南海トラフ沿いの巨大地震想定震源域の深部周辺で発生する短期的ゆっくりすべりの詳細なマッピングの継続。安価かつ高精度な歪観測技術の開発と適用。深部すべりの時空間分布の推定手法の開発。南海トラフ沿いの巨大地震想定震源域の固着の時間変化の推定。

（7）本課題の５か年計画の概要：

九州に新規の地下水・地殻変動観測施設（2点）を整備し、計20観測点とする。
産総研・防災科研・気象庁との共同研究により構築した観測システムにより、南海トラフの短期的ゆっくりすべりの高精度モニタリングを継続する。
安価かつ高精度な歪観測を実現するために、小型のボアホールひずみ計を開発する。
深部すべりの時空間分布の推定手法を開発する。
水準測量データ・潮位データ等を用いて南海トラフ沿いの巨大地震の想定震源域周辺のプレート間固着の時間変化を推定する。
令和6年度においては、大分県佐伯市の新規地下水等総合観測施設の整備を完了し、データ取得を開始

する。宮崎県東臼杵郡周辺で新規地下水等総合観測施設の整備を開始する。安価かつ高精度な歪観測技術を開発し、2観測点でボアホールひずみ計の更新に着手する。
令和7年度においては、宮崎県東臼杵郡周辺で新規地下水等総合観測施設のデータ取得を開始する。2観測点の更新したボアホールひずみ計のデータ取得を開始する。
令和8年度以降においては、3観測点のボアホールひずみ計の更新を行う。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

産業技術総合研究所 地質調査総合センター 活断層・火山研究部門
他機関との共同研究の有無：有
防災科学技術研究所 地震津波火山ネットワークセンター,気象庁 地震火山部

（9）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：産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門 地震地下水研究グループ
電話：029-861-3656
e-mail：tectono-h@aist.go.jp
URL：https://gbank.gsj.jp/wellweb/GSJ/index.shtml

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：北川有一
所属：産業技術総合研究所 活断層・火山研究部門 地震地下水研究グループ

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：AIST08

（1）実施機関名：

産業技術総合研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）活断層データベースの整備と公開
（英文）Update and release of the Active Fault Database of Japan

（3）関連の深い建議の項目：

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
エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開

（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
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

産総研の活断層データベースでは、全国に分布する583の活断層（活動セグメント）の代表パラメータと約2万点の調査地情報を収録・公開している。今後、活断層データベースで表示させる活断層図の詳細化を進めるために、活断層線（58セグメント）と調査地（約1100地点）に関するデータの位置精度を向上させる作業を実施した。また、詳細な活断層図を表示させるためのシステム開発や表示方法の検討を行なった。

（6）本課題の５か年の到達目標：

全国に分布する約600の活断層（活動セグメント）の活断層線と約2万点の調査地情報について、位置精度向上の作業を完了させ、その結果を公開する。また、これらの作業結果及び新たに発表された研究論文や報告書の内容に基づき、それぞれの活動セグメントの代表パラメータの見直しを行う。

（7）本課題の５か年計画の概要：

令和６年度には、約20断層と約400地点の位置精度を確認・更新する。これまでに位置精度向上の作業が完了したものを、順次、活断層データベース上で公開する。
令和７年度には、約200断層の活断層線と約5000地点の調査地の位置精度を向上させる。また、位置精度向上の作業が完了したものを、順次、活断層データベース上で公開する。
令和８年度には、約200断層と約5000地点の位置精度を確認・更新する。これまでに位置精度向上の作業が完了したものを、順次、活断層データベース上で公開する。
令和９年度には、約100断層の活断層線と約5000地点の調査地の位置精度を向上させる。これまでに位置精度向上の作業が完了したものを、順次、活断層データベース上で公開する。
令和１０年度には、活断層データベースに収録されているすべての活断層について、詳細な活断層図を活断層データベース上で公開する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

吾妻　崇（活断層・火山研究部門）,丸山　正（活断層・火山研究部門）,中井未里（活断層・火山研究

部門）
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門
電話：
e-mail：af-db-ml@aist.go.jp
URL：https://gbank.gsj.jp/activefault/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：吾妻崇
所属：産業技術総合研究所　活断層・火山研究部門

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：AORI01

（1）実施機関名：

東京大学大気海洋研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）巨大地震・津波を引き起こす海底活断層の学際的観測研究
（英文）Multidisciplinary observational research on active submarine faults generating huge earthquakes and tsunamis

（3）関連の深い建議の項目：

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化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震

（4）その他関連する建議の項目：

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
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
(3) 千島海溝沿いの巨大地震
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
イ. 観測・解析技術の開発

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

(1) 紀伊半島の熊野沖1944年東南海地震の震源域でMCS調査を行い、プレート境界断層から上方へ発達し、上盤プレートの付加体を完全に切断する巨大分岐断層のイメージングに世界で初めて成功した（Park et al., 2002）。巨大分岐断層の構造的特徴やIODP南海掘削の結果、この巨大分岐断層が津波発生に深く関わっていたことが考えられている。(2)熊野沖南海トラフの前弧海盆で巨大分岐断層に沿ったマントル流体上昇を示唆するヘリウム同位体比（3He/4He）を検出した（Tomonaga et al., 2020）。(3) 2011年の東北沖地震津波災害以降、南海トラフにおいてもデコルマの地震性滑りによる大津波の発生が懸念されている。MCSデータの反射極性（負・正）解析結果にODP/IODP深海掘削データを加えた詳しい分析で、東西500 km以上の南海トラフ浅部沈み込み帯は高間隙水圧デコルマ域と低間隙水圧デコルマ域に分けられ、デコルマの津波地震挙動を示す新たな仮説を提唱した（Park et al., 2014）。(4) 海水中のヘリウム同位体比（3He/4He）分析で、2011年の東北沖地震時に深部流体がプレート境界断層に沿ってマントルから海溝付近まで迅速に移動した可能性を示した（Sano et al., 2014）。(5) 東北沖の日本海溝に沈み込む前の海洋地殻を断ち切る大規模正断層の構造と物性を明らかにし、その断層に沿ったマントル流体の上昇を発見した（Park et al., 2021）。海溝の海側に発達する正断層に沿ったマントル流体上昇と海水浸透の証拠が初めて得られ、マントルと海洋を結ぶ大規模な流体循環モデルを構築した。(6) 東北沖日本海溝のデコルマの構造と物性を調査した結果、デコルマに沿った間隙水圧が異常に高いことを初めて発見した（Jamali Hondori and Park, 2022）。デコルマの高い間隙水圧は断層面の強度低下をもたらし、2011年東北沖地震（M 9.0）の巨大津波を引き起こした可能性が高い。

（6）本課題の５か年の到達目標：

(1) 巨大分岐断層がマントル流体上昇の通路となる可能性が指摘されている（Tomonaga et al., 2020）熊野沖南海トラフの前弧海盆で、マルチチャンネル反射法地震探査（Multi-channel Seismic：MCS）データを繰り返し取得し（Time-lapse調査：繰り返し観測により時間変化を捉える調査）、断層に沿っ

た流体変動を調査する。また、巨大分岐断層の海底付近堆積物と海水から、マントル流体存在の優れたトレーサーであるヘリウム同位体比（3He/4He）を定期的に測定し、断層に沿った流体変動をモニタリングする。(2)沈み込み帯の速度構造モデル構築の高度化に人工知能の深層学習（Deep Learning）アルゴリズムを導入し、既存・新規のMCSデータおよび深海掘削（DSDP/ODP/IODP）データを加え、南海トラフおいてデコルマの地震性すべりに影響する間隙水圧の広域分布を高精度で明らかにする。また、千島海溝のデコルマの間隙水圧を推定し、南海トラフや日本海溝と比較する。(3) 日本海溝沖や千島海溝沖のアウターライズにおいて既存・新規のMCSデータを海底地形や地震応力場データと組み合わせ、大規模アウターライズ断層の活動性を表すSlip Tendencyの広域分布を推定する。また、海洋地殻を断ち切る断層がマントル流体上昇の通路となる可能性が指摘された（Park et al., 2021）宮城沖のアウターライズで、断層の海底付近堆積物と海水からヘリウム同位体比（3He/4He）を定期的に測定し、断層に沿った流体変動をモニタリングする。

（7）本課題の５か年計画の概要：

【令和6年度】
(1) 宮城沖日本海溝海側の大規模アウターライズ断層付近でピストンコアラーによる表層採泥およびCTD採水を行い、海底堆積物試料と海水試料を採取する。希ガス専用質量分析計を用いて海底堆積物・海水試料に含まれるHe（ヘリウム）を抽出し、He濃度および同位体比（3He/4He）を測定する。
(2) 日本海溝アウターライズの広域で高分解能MCSデータを取得する。
(3) 南海トラフ沈み込み帯の速度構造モデル構築の高度化に深層学習（Deep Learning）アルゴリズムを導入する（手法開発開始）。
(4) 過去にJAMSTECが千島海溝で取得したMCSデータを用い、重合前深度マイグレーション処理を行うことで、P波速度構造モデルを構築し、デコルマに沿った間隙水圧を推定する。この結果を南海トラフや日本海溝の結果と比較する。
【令和7年度】
(1) 熊野沖南海トラフの前弧海盆でTime-lapse MCSデータを取得する。
(2) 熊野沖南海トラフの前弧海盆で海底堆積物・海水試料に含まれるHe（ヘリウム）を抽出し、He濃度および同位体比（3He/4He）を測定する。
(3) 南海トラフ沈み込み帯の速度構造モデル構築の高度化に深層学習（Deep Learning）アルゴリズムを導入する（手法開発継続）。
【令和8年度】
(1) 宮城沖日本海溝海側の大規模アウターライズ断層付近でHe（ヘリウム）濃度および同位体比（3He/4He）を測定し、過去の測定値（Park et al., 2021）や令和6年度の測定値と比較する。
(2) 日本海溝沖アウターライズの広域で高分解能MCSデータを取得し、過去に大気海洋研究所とJAMSTECが取得したMCSデータと統合し、大規模アウターライズ断層の広域Slip Tendencyマップを作成する。
(3) 南海トラフ沈み込み帯の速度構造モデル構築の高度化に深層学習（Deep Learning）アルゴリズムを導入する（手法完成）。
【令和9年度】
(1) 熊野沖南海トラフの前弧海盆でTime-lapse MCSデータを取得することで、既存MCSデータや令和7年度 MCSデータと比較し、巨大分岐断層に沿った流体移動の時間変化をモニタリングする。
(2) 熊野沖南海トラフの前弧海盆で海底堆積物・海水試料に含まれるHe（ヘリウム）を抽出し、He濃度および同位体比（3He/4He）を測定することで、過去の測定値（Tomonaga et al., 2020）や令和7年度の測定値と比較し、巨大分岐断層に沿った流体移動の時間変化をモニタリングする。
(3)過去にJAMSTECが南海トラフ沈み込み帯で取得した稠密MCSデータを用いる重合前深度マイグレーション処理に、深層学習（Deep Learning）アルゴリズムを利用し、広域のP波速度構造モデルを高精度で構築する。
【令和10年度】
(1) 宮城沖日本海溝海側の大規模アウターライズ断層付近でHe（ヘリウム）濃度および同位体比（3He/4He）を測定することで、過去の測定値や令和6・8年度の測定値と比較し、大規模アウターライズ断層に沿った流体移動の時間変化をモニタリングする。
(2) 千島海溝沖アウターライズの広域で高分解能MCSデータを取得し、過去にJAMSTECが取得し

たMCSデータと統合し、大規模アウターライズ断層の広域Slip Tendencyマップを作成する。
(3) 南海トラフ沈み込み帯で構築した高精度の広域P波速度構造モデルを深海掘削（DSDP/ODP/IODP）データと組み合わせ、デコルマに沿った間隙水圧の広域マップを作成する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

朴進午（東京大学大気海洋研究所）,芦寿一郎（東京大学大気海洋研究所）,山口飛鳥（東京大学大気海洋研究所）,高畑直人（東京大学大気海洋研究所）
他機関との共同研究の有無：有
佐野有司（高知大学海洋コア国際研究所）,鹿児島渉悟（富山大学学術研究部理学系）

（9）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：東京大学大気海洋研究所　国際・研究推進チーム
電話：04-7136-6009
e-mail：iarp@aori.u-tokyo.ac.jp
URL：http://www.aori.u-tokyo.ac.jp/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：朴進午
所属：東京大学大気海洋研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：AORI02

（1）実施機関名：

東京大学大気海洋研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）火山の活動度・噴火ポテンシャル評価を目的とする地球化学的観測研究
（英文）Geochemical observation research for assessing activity and eruption potential of volcanoes

（3）関連の深い建議の項目：

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）

（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
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

日本近海の鹿児島湾から南西諸島海域および沖縄トラフとその延長にある島弧―背弧海盆系地域で、継続的に海底の火山・熱水活動を調査し、火山活動度の変化や新たな熱水活動域を明らかにすることを目的として調査を実施した。火山性ガスの強力な指標となるヘリウム−3を中心とした、マグマ・熱水由来の成分の海底火山近傍の海水中の分布とその時系列変化を明らかにし、その分布を詳細な海底地形と比較する事で、海底火山の場所や活動度を把握することを目指した。陸上では木曽御嶽山など、近年噴火や顕著な火山活動の高まりが観測されている火山を対象に観測を実施した。木曽御嶽山においては2014年の噴火の前後における化学成分の変動と火山活動の関係を調査し、箱根山においては火山ガスの化学データ等を基にして2015年の噴火に伴う熱水系状態の変化を解明した。

（6）本課題の５か年の到達目標：

陸上・海底火山の噴火や、それに誘発される津波などの災害は、社会や経済に深刻な影響を与える。防災・減災を目的として火山活動度を評価することは社会的に重要であり、マグマ・熱水系の状態の解明を目的とする火山観測体制が強化されてきた。火山ガスや熱水の化学・同位体組成は熱水系の物理化学的状態やマントル起源物質の混入率を反映するため、継続的に測定を行うことによって火山活動度の時間変動の解明に役立てることが可能である。本課題では、火山における地球化学的観測を通じて火山ガス・熱水等の成分を継続的に測定して、これまでに蓄積されている過去の観測データと比較・検討することにより、火山活動度の時間変動を定量的に解明する。その上で噴火に至る異常の有無、および将来の噴火・災害ポテンシャルについて評価を行うことを目的とする。

（7）本課題の５か年計画の概要：

本研究では、前計画において観測を実施してきた火山等において継続的な化学的調査を実施する。陸上では木曽御嶽山や阿蘇山など、近年噴火や顕著な火山活動の高まりが観測されている火山を重点的に調査する。また海底火山については、研究船等による海洋観測が可能となる場合に、海底熱水活動が活発な鹿児島湾など熱水系が発達している海域や、日本海溝近傍などプチスポット火山活動による熱水活動が生じる海域を重点として観測を実施する。これらの地点を繰り返し観測することで、火山現象に重要な役割を果たすと考えられる地殻流体をモニタリングして、噴火に至るような異常の有無、および将来の災害発生ポテンシャルを評価する。具体的には、陸上では火山ガスや温泉水・地下

水などを採取して、海底では主に熱水系探索のため採水や採泥を行い、その化学成分を分析する。特に火山活動に関与すると考えられる地殻流体に着目し、マントルまで至るような地球深部からもたらされる化学成分であるヘリウム同位体等の分析に重点を置く。令和6年度には、継続的に調査している木曽御嶽山などの活火山の観測を実施し、観測データを蓄積する。令和7年度以降も同様に継続観測している火山におけるデータの収集を続ける。また、海洋調査船の研究航海を適宜利用して、鹿児島湾・南西諸島や日本海溝近傍における観測を実施することで海底火山地帯における観測データを蓄積する。最終的には令和10年度までに、本研究で得られる観測データと過去のデータを比較することにより、火山活動・物質循環の時間変動を調査し、それに基づき噴火に至る異常の有無や災害ポテンシャルの評価を行うことを目標とする。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

小畑元（東京大学大気海洋研究所）,高畑直人（東京大学大気海洋研究所）
他機関との共同研究の有無：有
鹿児島渉悟（富山大学）,佐野有司（高知大学海洋コア国際研究所）

（9）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：東京大学大気海洋研究所国際・研究推進チーム
電話：04-7136-6009
e-mail：iarp@aori.u-tokyo.ac.jp
URL：http://www.aori.u-tokyo.ac.jp/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：小畑元
所属：東京大学大気海洋研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：CBA_01

（1）実施機関名：

千葉大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）電磁気学的な各種先行現象の総合的研究

（英文）Comprehensive study of pre-earthquake electromagnetic phenomena

（3）関連の深い建議の項目：

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
イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証

（4）その他関連する建議の項目：

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
(2) 首都直下地震
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
イ. 観測・解析技術の開発
(4) 国際共同研究・国際協力

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

本課題は令和5年度まで実施された千葉大学の課題CBA_01を継続・発展させるものである。令和5年度までの課題では、(i)地震に伴う電磁気現象を正確に捕捉する観測パラメータの調査と観測・データ蓄積[観測]、(ii)データ解析法（予測精度の高度化（信号弁別や時系列データ処理などの信号処理法や統計的評価法）の開発，電磁気学的，力学的，地震学的データとの関連性評価[データ解析]、(iii)室内実験やモデルによる地震電磁気信号発生の物理機構解明[理論]，に資する研究を遂行した。

[1] 観測：令和2年度以降COVID-19感染症拡大の影響を受けながらも、その感染状況を考慮しつつ、下記の項目について、保守点検、移設、新規設置等の観測を実施した。
・ULF帯、VLF帯、VHF帯電磁場観測を維持、短期予測に資するデータ収集
・地圏－大気圏－電離圏結合の観測学的研究のための観測装置の開発
・地中ラドン観測装置の開発と定常観測の開始（大気電場との同時観測）
R1年度：地震に先行するTEC異常の発生原因の１つと考えられている電場異常について観測学的に調査するラドン観測装置のプロトタイプを房総・旭観測点で運用中であったが、実機が運用可能となり、地中および地表付近のRn濃度や大気電場観測点を茨城・美浦に新たに1か所整備した（令和元年9-10月の房総半島台風および東日本台風の影響、およびCOVID-19の影響で作業は大幅に遅延）。
R2年度：COVID-19感染症拡大の影響で昨年度末に完成予定だった茨城・美浦観測点は2020年9月より、ULF帯電磁場観測、地中・大気ラドン濃度、大気電場、大気イオン濃度観測、気象観測を開始。昨年度末に予定していた四国・九州の観測点保守作業（ロガー交換等）は2020年11月に実施。北海道えりも観測点の3成分磁力計観測2020年11月再開。
R3年度：四国・九州の観測点は感染症の防止措置が解除された11月に実施。ラドン観測装置に土中水分量・土中温度が観測できるセンサを追加する改良を開発メーカーと行った。比較的強度の強い降雨時にRn fluxが増加する原因が雨水あるいは地下水からの影響かどうかを推定するための改良で、旭観測点において試験観測を開始。VLF帯パルス電磁波観測では、東海大学観測点においてセンサ位置の変更を実施（従来の観測場所が新学部開設のため使用できなくなったため、別の校舎の屋上に移設）。

それに伴い、ノイズフィルターの特性の現場試験を行い変更。5観測点における観測は概ね順調に行われた。
R4年度：房総slowslipの発生領域にある大原で臨時観測を実施したが、地下水面が高くかつ電磁環境雑音が大きいことから設置を断念。美浦観測点に設置した地中ラドン観測器について、2022年9月24日の豪雨によって故障し、腐食した回路部等の修理を実施。VLF帯パルス電磁波観測においては、5観測点における観測は概ね順調に行われた。
R5年度：北海道えりも観測点のULF磁力計装置の移設を9月に実施し、保守を11月に実施。旭観測点に設置した地中ラドン観測器について、60cmと100cmの2つの異なる深さでの観測を開始した。また機器不良が発生し修理とWin11への対応作業も実施。VLF帯パルス電磁波観測においては、5観測点における観測は概ね順調に行われた。容量性平板アンテナによるLF帯干渉計システムの開発について予察的な調査を開始。2024房総slowslipに関するULF電磁場臨時観測を実施。
[2] データ解析：概ね順調に計画通り実施。Slowslip検知用の観測点がCOVID-19問題や観測候補地の地下水や電磁環境から設置できなかった。
A．ULF磁場データの地震前兆性に関する統計解析
R2年度：Hattori et al., 2013（Survey in Geophysics）では2000年から2010年に房総半島（清澄）と伊豆（清越）で観測された磁場データについて調査し、観測点付近で発生したある程度の大きさ以上の地震とULF磁場異常の出現には有意相関があることを示した。今年度はHattori et al., 2013と同じデータセットでこれらのデータの地震前兆性についてMolchan’s Error Diagram解析に基づき詳細に調査した結果をEntropy（Han et al., 2020）で報告。確率利得と確率差を導入し、予測パフォーマンスを定量化し、2か所のULF 磁場観測点の最適な予測パラメータを調査。その結果は、磁場異常に基づく地震予測がランダムな推測よりも大幅に優れていることを示しており、房総半島と伊豆で観測された磁場データに潜在的に有用な前兆情報が含まれていることを示した。また、先行情報には、明確な震源距離とターゲット地震イベントのサイズ（Es：観測点が受信する地震エネルギー）に依存することを示した。伊豆の清越観測点および房総の清澄観測点での最適なRおよびEsパラメータは、それぞれ約100kmと約180km、Esは8であることがわかった。これらの結果は、地震電磁気現象を理解するのに役立ち、ULF電磁アプローチに基づく運用予測モデルを改善することができる。この研究で提案された方法論は、予測方針を評価し、短期的な地震予測のために他の種類の測定を最適化するのにも役立つ可能性がある。
R3年度：昨年度に引き続き、統計的有意性、ROC的前兆性の評価を行った。これらの結果は、地震電磁気現象を理解するのに役立ち、ULF電磁アプローチに基づく予測モデルを改善することができる。この研究で提案された方法論は、予測方針を評価し、短期的な地震予測のために他の種類の測定を最適化するのにも役立つ可能性がある（Han et al., Entropy 2020）。また他の統計的有意性、ROC的前兆性が確認されたパラメータと合わせて、binary予測の精度向上や数理確率モデルの検討も開始した。また、観測電磁場のノイズ除去法について時間領域で信号を特異スペクトル分解し、太陽起源のグローバル変動（MTのソース信号）とそれ以外の信号に分離するMSSA（Multi-channel Singular Spectrum Analyses）法に着手した。
R4年度：昨年度に引き続き、統計的有意性、ROC的前兆性の評価を行った。これらの結果は、地震電磁気現象を理解するのに役立ち、ULF電磁アプローチに基づく予測モデルを改善することができる。この研究で提案された方法論は、予測方針を評価し、短期的な地震予測のために他の種類の測定を最適化するのにも役立つと考えている（Han et al., Entropy 2020）。また他の統計的有意性、ROC的前兆性が確認されたパラメータと合わせて、ETASモデルへの前兆現象の取込みを開始した。まずはULF磁場変動についてROC結果に基づいて、時系列余震予測および本震予測の数理確率モデルの検討をしている。
R5年度：昨年度に引き続き、統計的有意性、ROC的前兆性の評価を行った。これらの結果は、地震電磁気現象を理解するのに役立ち、ULF電磁アプローチに基づく予測モデルを改善することができる。この研究で提案された方法論は、予測方針を評価し、短期的な地震予測のために他の種類の測定を最適化するのにも役立つと考えている（Han et al., Entropy 2020）。また他の統計的有意性、ROC的前兆性が確認されたパラメータと合わせて、ETASモデルへの前兆現象の取込みについて引続き調査を行っている。論文や学会での報告はしていないが、柿岡観測点のULF磁場変動について、これまでに報告した論文に基づいたROC調査を行い、予測すべき地震を選定し、そのための最適パラメータを決定した。それを用いた地震予測を現在研究室内で実施している。
B．地中ラドン濃度解析

R1年度：千葉県旭市で観測している地中ラドン濃度と、地殻変動との関係を調査した。浅い地中ラドン濃度は気象要素の影響を受けるため、地殻変動との関係を調査するためには気象の影響を除去する必要がある。マルチチャンネル特異スペクトル解析を地中ラドン濃度、気温、気圧の3チャンネルに適用し、気象要素の影響を除去し、地中ラドンフラックスを推定している。推定したラドンフラックス変動と観測点近傍の地震活動との関係について、累積地震モーメントとEs指数を用いて調査した結果、旭観測点直下で地震が発生した数日前に地中ラドンフラックスの3σを超える異常を示した。これらの地震は太平洋プレート上盤付近にて逆断層で発生しているという特徴があった。これらのことから、地震準備過程における応力集中によって地表付近の上向きへの地下ガスの流量が増加すると考えられる。地中ラドンフラックスの変動モデルと観測点の応力変化との関係について調査を行った。本研究では、国土地理院のF3解を用いて面積ひずみを求め、地中ラドンフラックスの変動との関連について調査した。その結果、地中ラドンフラックスは、弾性圧縮に対して増加し、弾性膨張に対して減少する傾向がみられた。地中ラドンフラックスの変動は、地殻の応力変化に感度をもつことが示唆され、前兆すべりの大きな巨大地震やスロースリップ地震に対して有効な指標となる可能性があることがわかった。今後は、地殻変動との関連をさらに詳細に調査するとともに、ラドン観測点を2か所増強し、同様な傾向がみられるかどうかを検証する。
R2年度：昨年度に引き続き、α線を計測する地中ラドン濃度観測データの解析を実施した。令和2年9月より美浦観測点が新設された。マルチチャンネル特異スペクトル解析を用いて気圧および温度による変動を除去し、ラドンフラックスを求める手法を提案したが、2時間の降雨量が20mmを超える場合に有意なラドンフラックスの増加があることがわかった。これは、降雨による荷重増加と雨水の浸透による地中ラドンフラックス増加が原因であると考えられ、適切に除去する方法の開発が必要であることがわかった。
R3年度：昨年度に引き続き、α線を計測する地中ラドン濃度観測データの解析を実施した。令和2年度マルチチャンネル特異スペクトル解析を用いて気圧および温度による変動を除去し、ラドンフラックスを求める手法を提案したが、2時間の降雨量が20mmを超える場合に有意なラドンフラックスの増加があることがわかった（小島ら J. Atmos. Electr. 2020）。これが降雨による雨水の浸透による地中ラドンフラックス増加が原因であることを観測的に確認し、そのモデルを検討した（根本ら J.Atmos. Electr. 2021）。降雨効果を観測するために土中水分を測定できるように装置の改良を実施し、試験観測を開始した。
R4-5年度：昨年度に引き続き、α線を計測する地中ラドン濃度観測データの解析を継続中である。R5年度は旭観測点において深さ60cmと100cmに地中ラドン計測装置を設置し、降雨や気象の影響、計算した地中ラドンフラックスの妥当性を検証している。
C. 電離圏電子数変動の解析
（1）中国地震電磁気衛星（CSES-1）データ解析　中国・台湾等との共同研究
R2年度：2018年2月2日に打ち上げられた中国の地震電磁気衛星（CSES-1）のIn-situ電離圏電子数変動と2018年7-8月にインドネシア・ロンボク島付近で発生したM6クラスの4つの地震との関係を調査した。CSES-1の初期データのチェックを含めて解析を行った。今回は震源が浅い4つの連続する地震（2018年7月28日M6.4、2018年8月5日、9日、19日M6.8、5.9、6.9）に関連する地震前電離層効果の特性を調査した。具体的には、CSES-1に搭載されたラングミュアプローブ（LAP）によって検出された電離層電子密度（Ne）の移動中央値を調査した。その結果、4つの地震のちょうど1、5、2、5日前の7月27日の軌道＃2660-0、7月31日の軌道＃2721-0と＃2728-1、8月7日の軌道＃2827-0と＃2735-1、8月14日の軌道＃2934-0で顕著な電子密度の増加を示した。また、電子数異常を検知した場所は、震源から2000km 以内の北－北東部であった。これらの軌道と時空間的に近接する軌道データおよび国際電離圏モデル2016（IRI-2016）の予測値とを比較検討したところ、CSES-1のデータは4つの地震に先行する電離圏電子数異常を検知した可能性が高いことを示した。これらの結果をより説得力のあるものにするために、ヨーロッパの軌道決定センター（CODE）が発表している全球電離圏マップ（GIMのグリッド全電子数（TEC）データ（CODE-GIMTEC））を調査したところ、時空間分布の両方で同様の異常を示した。また、CODE-GIMTECを用いて、2007年から2017年にインドネシアで発生した35個のM≧ 5.8、深さ≦50kmの地震に対してSuperposed Epoch Analysis（SEA）法を実施したところ、この地域の震源地から2000km 以内で、地震の1～7日前に電離圏電子数変動の有意な正の異常があったことを示した。CSESによって検出された正のプラズマ摂動は、地震前の地震電離層効果として強く示唆された（Song et al., J. Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics 2020）。
R3年度：中国の地震電磁気衛星（CSES-1）のIn-situ電離圏電子数変動と(1)2020年10月30日のトル

コの地震（M7.0）、(2)2020年1月28日のジャマイカ地震（M7.7）について調査したところ、(1)のトルコの地震については磁気嵐と重なり、CSES1 In-situ電離圏電子関連データには地震に先行する明確な変動は確認できなかった。一方、(2)のジャマイカの地震に関して地震に先行する変動が確認され、GIM-CODEを用いた統計解析を実施した。
R4年度：中国の地震電磁気衛星（CSES-1）のIn-situ電離圏電子数変動と2023年2月6日にトルコで発生したM7.8クラス地震との関係の調査を開始した。この地震に関してヨーロッパの軌道決定センター（CODE）が発表している全球電離圏マップ（GIMのグリッド全電子数（TEC）データ（CODEGIMTEC）を用いた統計解析も実施した。
R5年度：中国の地震電磁気衛星（CSES-1）のIn-situ電離圏電子数変動と地震との関係の調査を行った。解析には全球電離圏マップ（GIMのグリッド全電子数（TEC）データ）を用いた統計解析も実施している。今年度のトピックスは地震前の電離圏異常（PEIA）と太陽起源（磁気嵐／宇宙天気）による電離圏異常の空間的解析である。具体的には、地震前の電離圏異常と太陽活動に起因する電離圏宇宙気象を調査するために中国の地震電磁気衛星（CSES-1）のIn-situ電離圏電子数変動と全球電離層マップの全電子量を調査した。GIMのTECとCSESの電子密度（温度）の異常な増加（あるいは減少）が、震源域において地震の1-5日目に出現することがわかった。一方、宇宙天気に関する異常は、地磁気嵐の期間中にグローバルに発生する。またM7.0の地震に伴うPEIAの電場は、東方向で0.21／0.06mV/mであり、2018年8月1-3日の午前0時以降／午後0時以降の下向き電場は0.11／0.10mV/mであった。2018年8月26-28日の磁気嵐期間中の電場は、02:00の深夜以降に西向き／下向き0.17／0.45mV/m、14:00 LTには0.26／0.26mV/m東向き／上向きであった。CSES電子密度データの空間解析は、PEIAをグローバルな影響から識別し、震源を特定できる可能性があること、電離層におけるPEIAと嵐に関連した電場を導出するのに有効であることがわかった（Liu et al., Geoscience Lett. 2023）。
（2）Coseisimic/Preseismic（直前）電離圏電子数変動
R2年度：GNSSネットワークで観測できる地震に伴う電離圏TEC変動の解説論文を発行した。地震の隆起／沈下は音波を励起し、周期が4～5 分の成分が電離圏F層に伝播し、TEC振動を引き起こす。そして地震の約10分後に、速度（～1km/s）で磁気赤道に向かって伝播する突然のTEC振動として出現する。非常に大きな地震の後には、何時間も続く共鳴大気振動が続くことがよくある。レイリー表面波も音波を発生させ、震源地から数千キロメートル離れた場所でTEC振動を引き起こす。大地震の直前に発生するTECの変化は、地震の10-80分前に始まり、破壊しそうな断層の上に正の電子密度異常を作る。18の地震Mw7.3-9.2の比較は、それらの主要な時間、TEC率の変化、および累積的な異常におけるMwとの正の相関を示した。電子密度異常の3次元構造は、電離圏を介した、おそらく表面電荷による電場の浸透によって引き起こされたＥｘＢドリフトによって形成されることを紹介した（WileyAGUbook）。また、インドネシアの2010年Merapi火山噴火や2020年8月4日のレバノンの大爆発に関連する電離圏電子密度の擾乱についても解析した（Cahyadi, et al., J. Volc. Geothe. Res.2020; Kunduet al., Nature Scientific Rep. 2021）。2011年東北地方太平洋沖地震の直前・直後の電離圏トモグラフィーもJGR（Musfiry and Heki, 2020）で報告した。
R3年度：地震時電離圏擾乱に含まれる音波成分（AW）と内部重力波成分（IGW）の振幅を、2011年東北沖地震、2010年マウレ地震、2003年十勝沖地震、1994年北海道東方沖地震に加え、津波地震として知られる2010年メンタワイ地震の計5個の地震についてGNSS観測網のデータを解析して求めた。その結果 (1)大きな地震ほど大きなIGW/AW比を示すこと、(2)津波地震はそれらのトレンドから大きくずれた大きなIGW/AW比を示すことが明らかになった。これは断層運動が長い時間かけて起こるほど、地殻上下変動もゆっくり進行し、その結果長い周期の大気波動をより効率的に励起することを示唆することがわかった（Heki&Takasaka2021EGU、日置、高坂JpGU2021）。また、GNSSデータを利用したTECデータから浅間山、新燃岳、桜島、口永良部島の2004～2015年の5回の爆発的な火山噴火に対する電離圏応答を比較したところ、電離層のF領域の音波速度で外側に伝播する周期が約80秒のN字型の擾乱を示すころがわかった。 これらのTEC擾乱の振幅は、バックグラウンドのVTEC値の数%であることもわかり。火山爆発の強度の新しい指標となることを示した（Cahyadi et al., EPS2021）。
R4年度：東北地方太平洋沖地震に関して、日本の地磁気共役点であるオーストラリア北部のGNSSによって観測された電離圏総電子数を解析したところ、日本で地震直前に観測されたものと同様なTECの正異常があった。異常の開始時間は地震の 41.5分前であり、日本で観測された時間に非常に近く、日本とほぼ同じ磁気経度で発生していた。これは、電離層内の電場が大地震の直前に電子を再分布さ

せたというモデルを支持している（He et al., Frontier in ES 2022）。地震電離圏擾乱の観測によって、Mw8～9の4つの巨大地震では、マグニチュードが 1 増加すると内部重力波が 10倍強くなることを示した。典型的な津波地震である2010年のインドネシア・メンタワイ地震では、この経験的関係よりも強い内部重力波が励起された一方、励起された音響波の振幅は正常であった。このことはゆっくりとした断層の破壊が長周期の大気波動を効率的に励起することを示した（Heki et al., GRL 2022）。トンガの火山噴火に伴う日本やインドネシア上空のTEC異常変動について電離圏擾乱の伝播速度は大気ラム波と同じ速さであり、対流圏からの上方へのエネルギー漏洩が起源であることを示唆した（Heki, EPS 2023; Muafiry et al., Atmosphere 2022）。また電離圏擾乱は少なくとも4回日本上空を通過したことを確認した。

R5年度：巨大地震に伴う電離層擾乱は、電離圏総電子数の変化として地上の全地球航法衛星システム（GNSS）受信機で観測することができる。震源からの音響重力波による地震後10分程度の共震擾乱に加え、超巨大地震の直前における変化も報告されている。2008年中国四川地震（Mw7.9）では、本震の37分前に擾乱が始まり、バックグラウンド値の5%に達した。Mw7.3以上の過去20ケースの結果は、先行時間は断層の長さで決まり、バックグラウンドに対する異常の強さは断層面積で決定するという単純な関係を示している。2008年四川地震の直前の異常値は、これらの傾向によく適合しているが、先行時間がやや長く、強度が強いことを示す（Heki et al., Adv. Space Res. 2024）。

2023年2月6日のトルコ東アナトリア断層の地震Mw7.8（EQ1）が発生した。これは陸上で記録された横ずれ地震の中で最大級のもので、約9時間後にEQ1の北側でMw7.7の地震（EQ2）が発生した。音響波（AW）による地震発生時の電離圏電子数変動（CIP）を調査したところ。観測されたCIP 周期はEQ1の方がEQ2よりも幾分長かった。また、EQ1ではCIPの振幅に方位角依存性が見られた。地磁気や視線幾何学などの既知の要因では説明できないCIP振幅の方位依存性を示した。EQ1によるCIPは、断層に沿った一連の震源を想定することにより、よく再現されることが数値実験により明らかになった。振幅と周期の方位依存性は複数の震源からのAWの干渉によるものであった。また，横ずれ地震のCIP 振幅は，dip-slip地震よりも小さい傾向があることもわかった（Bagiya et al., GRL 2023）。

昨年度に引続き、2022年のトンガの火山噴火に伴う電離圏擾乱について解析し、今年度はニュージーランドや台湾上空のTEC異常変動についても調査した（Muafiry et al., JGR 2023, Liu et al., GRL2023）。気象衛星ひまわり8号の画像は、噴火によって誘導された上層対流圏の擾乱が高度8.2kmで水平速度約315m/sのラム波モードで世界中に伝播していることを示している。ニュージーランドではラム波によって励起された津波前方電離圏擾乱と、その後の太平洋を伝播する津波との関連を示唆している。第二の擾乱は噴火の約2時間後に始まった。これはラム波の通過によって励起された内部重力波（IGW）であると考えられる（Muafiry et al., JGR 2023, Liu et al., GRL 2023）。対流圏のラム波による擾乱（TAD）が11:30UTに台湾に到達すると、98基の地上気圧計が11:50UT頃に気圧の上昇とピークを記録し、28基の検潮儀が14:30UT頃から17:30UT頃に海面変動の上昇と最大を記録し、イオノゾンデが14:30UT頃に電離層が最高高度に達することを観測している。台湾の10台の磁力計で測定された地球磁場の水平成分の変化は、11:00-12:00UTの対流圏ラム波面到達時には、ほぼすべてトンガ火山の方向を指し、22:00-23:00UTには火山から遠ざかり、高度約130kmの487m/sのTAD（または熱圏ラム波面）も活性化していることを示唆している。世界の69個のINTERMAGNET磁力計の磁場変化の水平成分は、トンガ火山噴火によって引き起こされる対流圏と熱圏のラム波が非常に強力で、地球上に強烈なダイナモ電流と電場を誘発することを示唆することがわかった（Liu et al., GRL 2023）。

連続的なプリニアン噴火では、しばしば約3.7mHzと約4.4mHzの大気モードが励起され、全地球航法衛星システム（GNSS）受信機によって電離層全電子量（TEC）の高調波振動として観測される。このようなTEC振動は、2022年トンガ・ハアパイ海底火山（HTHH）が噴火した直後に始まった。ここでは、火山から約4000km以内の観測点におけるGNSSデータを解析し、このような大気モードの時間的・空間的分布を調べたところ、噴火直後から3.7mHz程度の強いTEC振動が観測され、火山からの音速とともに外側に伝播した。その後、TEC振動は再び強くなり、HTHHから約1400kmの距離で振幅のピークを示した。このような遠距離磁場振動は、HTHHから約3000km離れたニュージーランドやソロモン諸島の上空でも発生した。これらの振幅は、0S29固体地球モードの振幅と相関があり、大気モードの維持に、その下の鉛直表面振動が一役買っている可能性を示唆している。遠距離TEC振動の開始は、現地の日の出と同期しており、電離層電子密度の日周変動によって制御されている可能性があることもわかった（Heki, GJI 2024）。

（3）津波による電子数変動の解析　台湾との共同研究

R2年度：大地震の地震波と津波は、震源地と津波発生地域の地表近くで移動性大気擾乱（TAD）を誘発する。これらのTADは、音速で大気から電離層に垂直に伝播し、移動性電離層擾乱（TID）を形成し、同時に電離圏内で内部重力波を誘導する（Liu et al., GPS solution, 2019）。2011年東北地方太平洋沖地震の際に震源地と津波源地域から離れた電離層電子密度プロファイルを調べ、レイリー波と津波の下でより顕著なTIDが誘発されることを発見した。地震波の水平速度は約2-3km/s、津波の水平速度は2-300m/sで大きく異なるため、津波によるTEC擾乱と地震によるTEC擾乱は明確に区別できる。
R3年度：項目(5)で開発した線形正則化電離圏トモグラフィーを用いて上述の2011年東北地方太平洋沖地震に発震後の3次元構造を調査したところ、地震動の関しては水平方向に速度約2.3-3.3km/s、津波に関しては水平方向に速度200-230m/sで電離層中を伝搬する波動を検知できた。これは、昨年度の解析結果と調和的であった。また、地震動に関しては垂直方向に450-600kmの波長があり、津波に関しては垂直方向に約200-250kmの波長があることも初めてわかった。特に津波に関しては、推定される背景の中性大気が北方向に49.3m/sで移動することが初めて観測的に推定することができた。これらの数値は大気重力波の条件（分散式）を満足する合理的な値となっており、津波による電離層の擾乱が大気重力波で発生したことを強く示唆するものである。今後の津波による大気重力波発生の理解に大きく貢献する結果を世界で初めて導出した（宋2022千葉大学大学院融合理工学府博士学位論文））。
R4年度：津波によっても発生する移動性大気擾乱（TAD）に関して、トンガの火山噴火に対する応答を解析している。トンガ火山の激しい噴火により、2022年1月15日04:05UTに地表面近くにて顕著なTADが発生した。台湾に設置されたフラックスゲート磁力計、気圧計、潮位計およびイオノゾンデデータを使用して、台湾におけるこのTAD応答を調査した。地表付近の大気圧は11:30UTに上昇し始め、11:50UTにピークに達し、海面変動は12:00UTに始まり、14:00UT以降に顕著になった。電離層は12:00UTに突如上昇し、14:30UTに最高高度に達し、東向きの電場が出現したことを示唆した。磁場変化を調査したところ14:00-15:00UTの間に、TADによって生成された東向きのダイナモ電場と調和的な変化が検知された。津波によるTAD変動の解析にも有効な情報が得られたといえる。
R5年度：ニュージーランドや台湾上空のTEC異常変動について調査した。気象衛星ひまわり8号の画像は、噴火によって誘導された上層対流圏の擾乱が高度8.2kmで水平速度約315m/sのラム波モードで世界中に伝播していることを示している。ニュージーランドではラム波によって励起された津波前方電離圏擾乱と、その後の太平洋を伝播する津波との関連を示唆している。第二の擾乱は、噴火の約2時間後に始まった。これはラム波の通過によって励起された内部重力波（IGW）であると考えられる（Muafiry et al., JGR 2023, Liu et al., GRL 2023）。対流圏のラム波による擾乱（TAD）が11:30UTに台湾に到達すると、98基の地上気圧計が11:50UT頃に気圧の上昇とピークを記録し、28基の検潮儀が14:30UT頃から17:30UT頃に海面変動の上昇と最大を記録し、イオノゾンデが14:30UT頃に電離層が最高高度に達することを観測している。台湾の10台の磁力計で測定された地球磁場の水平成分の変化は、11:00-12:00UTの対流圏ラム波面到達時には、ほぼすべてトンガ火山の方向を指し、22:00-23:00UTには火山から遠ざかり、高度約130kmの487m/sのTAD（または熱圏ラム波面）も活性化していることを示唆している。世界の69個のINTERMAGNET磁力計の磁場変化の水平成分は、トンガ火山噴火によって引き起こされる対流圏と熱圏のラム波が非常に強力で、地球上に強烈なダイナモ電流と電場を誘発することを示唆することがわかった（Liu et al., GRL 2023）。
（4）イオノゾンデ統計解析
R1年度：近年、地震に先行する電離圏電子数異常の報告が多くされている。例えば、Kon et al., 2011では、日本上空における電離圏総電子数(TEC) は浅いM>6の地震1-5日前に正の有意相関があることを示した。しかし、GNSSデータは1990年代以降しか存在しない。そこで、1958年以降の長期にわたるデータの存在する地上の電離圏観測機器であるイオノゾンデに注目し、電離圏の最大電子密度（NmF2）とその高度（hmF2）について地震との相関解析を行った。NmF2とhmF2について前15日間の中央値と四分位範囲（IQR）を用いて、観測値が中央値+1.5IQR、または中央値-1.5IQRを超える場合、異常と定義した。また、電離圏擾乱は地磁気擾乱によっても発生するため、地磁気擾乱に起因する電離圏異常の特徴を調査し、そのデータを除去した。イオノゾンデから半径1000kmおよび半径350km以内で発生したM≧6, 深さ≦40kmの地震を解析対象としSuperposed Epoch Analysis（SEA）を実施した。SEAの結果から、NmF2は半径1000km以内では地震前6-10日間、半径350km以内では地震前1-10日間の正の有意な異常を示した。hmF2については有意な異常はなかった。さらに、Molchan’s Error Diagram（MED）解析を適用し、NmF2の前兆性の評価を行った。MED解析を最も有意な異常を示した5日カウントで6-10日前、1日カウントでの7日前に適用した。その結果、

どちらとも前兆性を示す結果を得た。
R2年度：本報告のULF磁場データの地震前兆性に関する統計解析を情報通信機構の国分寺イオノゾンデ観測データ（1958年1月1日-2019年9月30日）に実施した。NmF2異常が有意に発生する地震の条件（震源の深さ、マグニチュード、震央距離）について統計解析（SEA）を行った。また、NmF2異常が地震に対し最も前兆的となる条件をMED解析を用いて調査した。その結果、NmF2異常は地震との間に有意相関があり、かつ震央距離依存性、震源の深さ依存性、マグニチュード依存性があることがわかった。また、NmF2異常はより震央距離が近い地震ほど、より震源の深さが浅い地震ほど、 よりマグニチュードが大きい地震ほど前兆的となることがわかった。特に、震源の深さ20km以浅、震央距離200km以内、マグニチュード6.4以上の地震を対象とした場合、NmF2異常の10日後に対象の地震の約46%で予測に成功するという結果が得られた。これらの結果は電離圏電子数の異常変動には地震前兆の情報が含まれていることを示唆している。引き続き詳細な調査を実施中である（三石他、令和3年1月8日本大気電気学会研究発表会online）。
R3年度：情報通信機構（NICT）の国分寺イオノゾンデ観測データの解析を実施するとともに、GPSデータと同様に日々NICTにて公開されるデータを用いてリアルタイム解析が実施できるようにした。NmF2異常が有意に発生する地震の条件（震源の深さ、マグニチュード、震央距離）について、海域で発生する地震と陸域で発生する地震に関する統計解析（SEA）を実施した。対象とした地震は1958年1月1日~2019年9月30日に発生した、国分寺観測点から震央距離350km以内、マグニチュードM≧6.0、震源の深さD≦40kmの地震である。対象の地震の震央分布と地震発生日数は海域71日、陸域19日であった（全解析日数は22553日）。海域地震に関しては地震に6-15日先行して、陸域地震に関しては地震に1-20日先行してNmF2異常が有意に発生することがわかった。対象の地震発生日数が大きく違うため単純には比較できないが、震央が陸上に位置する地震の検知率は9/19で約47%、海上に位置する地震の検知率は19/71で約27%となり、海域地震より陸域地震の方がよりNmF2異常の発生率が高いと考えられることがわかった。また、従来得られていた有意相関や前兆的変動は、地震カタログをシャッフルすると消失することを確認した。
R4-5年度：情報通信機構（NICT）の国分寺イオノゾンデ観測データの解析を実施するとともに、GPSデータと同様に日々NICTにて公開されるデータを用いてリアルタイム解析を継続して実施している。
（5）電離圏トモグラフィーによる電離圏電子密度変動の可視化と変動予測
R1年度：地震に先行する電離圏電子数の発生物理メカニズムは未解明である。物理機構を推定するために、電離圏電子分布の3次元構造を理解することは重要である。Hirooka et al., 2012では、擾乱電離圏に適用可能な、ニューラルネットを用いた非線形電離圏トモグラフィーを開発し、GEONETデータに適用してきた。しかし、この手法は夜間にTECデータのSN比が低下すると電子密度分布の推定が不安定となる欠点があった。地震先行電離圏異常は昼夜問わず継続的に発生している。したがって、電離圏電子分布の継続的な再構成が可能な電離圏トモグラフィーの開発に着手した。本研究では、Phillips-Tikhonov正則化法とカルマンフィルタを適用した2種類の異なる手法で行う。
R2年度：Philipps-Tihkonov正則化法およびカルマンフィルタを用いた電離圏トモグラフィーの開発中である。
R3年度：電離圏電子密度の3次元分布について、従来のカルマンフィルタの計算要件を軽減するために、再帰的な更新プロセスを必要としない、時間に依存しない簡略化されたカルマンフィルタ（SKF）を採用したトモグラフィー手法を開発した。この手法は初期値依存性があり、電離圏電子分布が静穏な場合は、実際に近い電子密度分布を再構成することがわかったが、擾乱時には再構成精度にやや問題があることがわかった（Song et al., J. Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics2021）。
　次に従来の線形正則化法を改良した手法を考案した。従来の方法では、対象とする空間ボクセルに対して東西南北上下の6方向への変動に着目して拘束条件をかけているが、この方法では擾乱時には適切な結果が得られていない。本研究では、この拘束条件を上下の2方向に限ることにより、変動の大きい擾乱時の電離圏電子密度分布も再現可能な手法を開発した。この手法の再構成精度の評価を、国際標準電離圏モデル（IRI）による静穏時の電離圏電子密度や、これに人工的な局所電子密度擾乱を付加した場合において行い、その有効性を担保した（Song et al., JGR SP 2021）。次に、実際のデータを用いて、日本付近の典型的な電離圏電子密度擾乱である大規模・中規模伝搬性電離圏擾乱や、近年わかってきた台風や地震動・津波によって励起された電離圏擾乱を再構成し、これらの電子密度擾乱の3次元構造を解析・考察した。その結果、大規模・中規模伝搬性電離圏擾乱は電離圏不安定、地震動は音波、台風や津波は大気重力波によって電離圏擾乱が励起されていることを示した（宋2022千葉大学大学院融合理工学府博士学位論文）。従来の手法では不可能であった電離圏密度擾乱の3次元構造につ

いて、観測に基づいて現実的な空間分布を再構成したことは意義深く、今後、地震や津波に関連する影響の理解や把握に大きく貢献すると期待される。具体的には、津波発生領域の海面変動の検知による新しい津波緊急地震速報の開発や、地震前兆的電離圏変動の理解や物理機構の解明・評価である。
R4年度：電離圏変動の理解には電離圏電子密度の3次元分布の把握が必要で、昨年度線形正則化法を改良した手法を開発した。本方法では拘束条件を上下の2方向に限ることにより、変動の大きい擾乱時の電離圏電子密度分布も再現可能にしたことが特徴である（Song et al., JGR SP 2021）。近年わかってきた台風によって励起された電離圏擾乱について開発したトモグラフィーを用いて再構成したところ、擾乱は大気重力波によって励起され、台風の強さだけでなく、中性風の重要性（中性風速度が10-20m/sで弱い条件であること）も初めて観測学的に示した（Song et al., JGR SP2022）。2011年東北地方太平洋沖地震に関しても開発した手法を適用したところ、地震動や津波による電離圏変動の高度方向の構造から、前者は音波、後者は大気重力波によって励起されていることが世界で初めて明らかとなった。また、地震前兆的振る舞いについては、震央上空250kmを中心に電子密度が減少する領域が、3月8-9日に20時間以上存在し、その周囲では電子密度は増加していることがわかった。この結果は、非線形トモグラフィーによるLiu et al., Wiley 2018の結果（doi:10.1002/9781119156949.ch17）と同様であるが, 夜間でも安定に再構成でき、連続的に可視化できたことが重要である。
R5年度：電離圏変動の理解には電離圏電子密度の3次元分布の把握が必要であるが、電離圏擾乱時にこの3次元密度分布を適切に連続的に再構成することが可能なトモグラフィー手法の開発と準リアルタイム解析手法を開発中である。時空間分解能の向上と精度と計算時間を考慮した調査を行っている。
D．大気圏熱赤外異常解析　気象衛星ひまわりデータの解析　イタリアとの共同解析
本研究成果をまとめたN. Genzano, C. Filizzola, K. Hattori, N. Pergola, and V. Tramutoli, Statistical correlation analysis between thermal infrared anomalies 1 observed from MTSATs and large earthquakes occurred in Japan (2005 - 2015), J Geophys. Res. SE, 126, e2020JB020108, 2021, doi:10.1029/2020JB020108 がJGR2021-2022のtop cited articleに選出された。2023年12月現在top10%論文となっている。
R2年度：近年、さまざまな種類の非地震学的パラメータの異常な変動と地震の発生との間の時空間関係が報告されることがよくある。ここでは大気パラメータの異常変動と地震発生との間の時空間関係を統計的に調査した。具体的には衛星熱異常（SSTA）で、イタリアのTramutoliのグループの手法について調査・解析を実施した。彼らの手法はロバスト衛星技術（RST）データ分析手法と言われている。この手法を日本の気象衛星MT-SAT1R、MT-SAT2（ひまわり6-7号）データに応用した。SSTA解析に使用したデータは、2005年6月から2015年12月までの11年間の夜間衛星画像（波長10.8μm、00:30LT）である。解析の概要は（1）SSTA検知には、RSTアプローチとRETIRAインデックスを用いる（Tramutoli et al., 2005）、（2）SSTAとM_{JMA}≧6の日本の地震との相関分析は、空間、時間、マグニチュードに関する適切な制約を適用して実行した。解析結果のハイライトは（a）11年間の観測期間中にわずか29のSSTAが発生、（b）18のSSTA（つまり、62%）は、地震との見かけの時空関係で発生、（c）そのうち13個は地震の前に発生したことである。また、Molchan’s Error Diagram解析結果は、「RSTベースの衛星熱異常」と地震発生の間の偶然では説明できない相関関係があることがわかった。特に、M_{JMA}≧6.5の地震の場合、ランダムな推測に対して最大4.3の確率利得があることがわかった（Genzano et al., JGR SE 2021）。
R3-5年度：昨年度himawari6-7号を衛星熱赤外温度異常と地震との統計的有意相関とROC解析を用いた前兆性の評価を実施し、地震発生の間の偶然では説明できない相関関係があり、M_{JMA}≧6.5の地震の場合、ランダムな推測に対して最大4.3の確率利得があることを報告した（Genzano et al., JGR SE 2021）。Himawari8-9号については、バンドや時間分解能も上昇したことから、2018年新燃岳の溶岩噴出を例にその性能の調査と雲判別の精緻化・高度化を実施した。雲判別手法や地表面温度変化の特性について、精緻化・高度化した結果、夜間だけでなく太陽光のある日中も含めた10分間サンプリングの輝度温度データを用いて、最初の火山噴火の数時間前に高い特異点異常を検出できることを示した。ひまわり8号の輝度温度データが火山溶岩活動の監視や溶岩流出の迅速な検知に有効であることが示唆された。
E．中国の孔内歪計データの解析（中国・吉林大学との共同研究）、および地震統計解析（中国南方科技大等との共同研究）
R1年度：大地震発生の前にb値が減少することが数多く報告されている。しかし、Mcの決め方やb値の推定誤差など、b値変動について定量的に評価することは困難であったため、これらの点を改善する

ために、(1)GR則に従う最小のMであるMcの時間変化を考慮したb値解析、(2)地震活動の参照期間と対象期間のb値の差異を赤池情報量基準を用いて客観的に評価するパラメータP値を導入したb値解析、を併用する手法を開発した。ここでP値について簡単に説明する。モデルの差の有意性は$\Delta AIC = AIC_1 - AIC_2$を用いて評価でき、$\Delta AIC \geqq 2$となれば、モデル1とモデル2は有意に違うとされる。本研究では、地震参考期の地震をブートストラップ法でリサンプルし、地震参照期の代表b値を1000個求める。対象期間のb値、参照期期の代表b値とのΔAIC値をそれぞれに算出し、ΔAICが2以上になる個数をカウントし、その割合をP値（$P_{\Delta AIC} \geqq 2$）と定義した。つまり、Pが大きいほど、参照期間と対象期間のb値の違いが大きい判断する。

開発した手法を2003年十勝沖地震M8.0と2011年東北沖地震M9.0の海溝型巨大地震と2008年中国四川地震M8.0と2016年熊本地震M7.3の内陸巨大地震に適用し、事例解析を行った。その結果、海溝型地震について、両者とも地震の数か月～数年前からb値の継続的な低下が見られ、本震の1～3か月前にP値が著しく上昇することがわかった。内陸型地震については、四川地震では、b値の長期的な低下がみられ、震源域におけるP値が地震の3か月前から大きな上昇し、熊本地震では、b値減少は解析期間中に数回あり、P値の上昇とb値減少が同時に発生した回数は2回で、そのうち1つは本震の3か月前から、もう1つは阿蘇山の火山活動による火山性地震による擾乱であることがわかった。すなわち、参照期間との差異を表すP値の増加が地震活動の変化の客観的な変化を示し、海溝型地震、内陸地震とも数か月前からb値の減少とP値の増加を示すことがわかった。

R2年度：中国・四川省－雲南省の龍門山断層帯の南西端にある6つのYRY-4孔内ひずみ計からのデータを分析して、構造ひずみの変化と2013年8月のLushan地震との関係を調査した。適応カルマンフィルタを用いて気圧、潮汐、水位の変化によるひずみ応答を除去して、非構造的擾乱を優先的に分離する状態空間モデルを開発した。既知の変動を除去した歪変動と近似ネゲントロピー（ApNe）とb値が導入され、局所的な地震活動と比較された。Lushan地震に最寄りの観測点とさらに2つの観測点では、地震の6～4か月前にほぼ同時に短期間のApNe異常を記録した。またその領域のb値も同時に低いことを示した。孔内歪計からうまく気圧、潮汐、水位の変化に対応する応答を除去できれば、地震前兆的な変動を検出できる可能性があることを示した（Yu et al., IEEE access 2021）。

同上の中国・四川省－雲南省の龍門山断層帯の孔内歪計網の2011-2014年のデータを用いて、大地震に先行する認識可能な歪データの異常変動があるかどうかを調査した。本研究では6か所の孔内歪計データを調査した。各サイトが受信する地震エネルギーEsを用いて、地震イベントを選択した。各歪計データの相関度を調査するために、マルチチャンネル特異スペクトル解析（MSSA）を用いて、周期成分、地震に関連する成分、ノイズ成分等に分解し、各歪計データの相関度を決定した。ネットワーク結合度数を相関度の高い観測点の組み合わせ数と定義し、全観測期間中の歪データのネットワーク結合度数の変化を調査し、上位20%を異常と定義し、地震との相関を調査した。その結果、ボアホール歪ネットワークの結合度異常と局所的な地震活動（Es>105）が相関していることを示した。特に、Es>107の13個の地震のうち11個でネットワーク結合度異常が増加していた。また、歪計ネットワーク結合度の強化が規模の大きい地震の前30日以内に出現する傾向が高いこともわかった。MSSAを用いた歪計ネットワークの結合度解析は、地震発生プロセスの理解に役立つ可能性がある（Yu et al., Entropy 2020）。歪異常のモニタリングと局地的な大地震との相関関係が確認されたので、ROCを用いて、歪データに地震前兆情報が含まれるかどうかを評価した。ここでは2010年から2017年の孔内歪計データを使用した。歪計ネットワークは歪計データの地震に関連する異常検知に関する先行研究のEntropy 2020やIEEEAccess 2021よりも少し広範囲になる。先行研究同様に歪データのネットワーク異常を調査し、異常を検知した観測点の数N_{ano}と地震に対する警告時間の長さT_{alm}を用いたROC曲線によって評価した。その結果、最適な予測は14日以内に$N_{ano} \geqq 7$とし、T_{alm}=1日の場合であることがわかった。また、規模が大きい地震ほど、予測結果がよいことがわかった。ROC調査により、歪データに大地震に関連する先行情報が含まれていることを示した（Yu et al., Remote Sensing 2021）。

R3年度：2008年四川地震（M8.0）の主破砕帯に沿った地域のb値の時間変化について調査した結果を論文にまとめた（Xie et al., Entropy 2022）。それとともに国内の地震（2011東北地震や2018熊本地震）への応用を開始した。ブーストラップ法と赤池情報量規準（AIC）を組み合わせて，時間変化におけるb値の変化の有意水準を示すパラメータP（$\Delta AIC \geqq 2$）値を導入していることが特徴である。その結果主破壊帯のb値は長期的に減少傾向を示していることがわかった。次に初期断裂が始まる小さな領域に注目すると、2008年四川地震の約3ヶ月前に初期破壊領域でb値が大きく変化しており、かつP値も上昇しており、b値が大地震の前兆現象を監視・検知する潜在的な能力を有することがわかった。

R4年度：新たに国内のGNSSデータを用いて（4観測点の対角線の交点における疑似歪を算出）、歪計測の疑似ネットワークを構成し、そのネットワークの関連度の調査研究に着手した。具体的には2011年東北地震や2018年熊本地震を対象とし、国土地理院のF3解を用いている。b値変動やその参照区間との有意な差を示すP値などの地震活動との比較（Xie et al., Entropy 2022）も同時に行っている。
R5年度：前年度に引続き、b値解析を実施している。2024年能登地震や関東地域のb値解析やP値解析対象地域を増加した。また、新たに国内のGNSSデータを用いて（4観測点の対角線の交点における疑似歪を算出）、歪計測の疑似ネットワークを構成し、そのネットワークの関連度の調査研究を2011年東北地震、2018年熊本地震を対象に実施している。
F．VLF帯およびLF帯電磁放射の解析R5年度：本研究では雷放電の同定が重要である。そこで、近年世界的に展開されている超低周波（VLF）電磁波受信機で測定された空電から雷放電の位置を特定するためのネットワークであるBlitzortung.orgについて、日本における雷放電の検出効率と位置精度を評価した。その結果、関東など受信局が密集している地域では十分な能力があったが、受信局が少ない地域では十分に検知できていないことがわかった。関東圏の対地雷に対するBlitzortungの最新の検出効率は約90％であり、平均位置精度はおおよそ 5.6kmであることがわかった。VLFは長距離伝播するのでBlitzortungの結果には注意する必要がある（Kamogawa et al., Atmosphere 2023）。
　LF帯の地震前電磁放射については多くの報告があるが、その多くは狭帯域パルスの強度に関するものであり、発生源の位置に関する議論は少ない。そこで、我々は、LF帯広帯域干渉計の開発を進めている。これまでに、干渉計素子の開発が終了し、素子による連続観測を行っている。波形解析の予備的な結果、対地雷によるLF/VLF波形信号を正常に記録することがわかった。また，上記の対地雷起源の波形とは異なるLF帯信号も検出した。この信号は雲内放電である可能性もあるが，地震に関連している信号である可能性も棄却できないことがわかった（太田らJ. Atmos. Electr. 2023）。
G．国際ワークショップ等の企画
COVID19感染症の影響で国際ワークショップ等は予定通りに開催することができなかった。International Workshop on Earthquake Preparation Process（IWEP）はR2-R4年の3年間開催することができず、R5年に4年ぶりの開催となった。以下に開催状況を示す。
令和元年度:
a. JPGUにおける国際セッションInterdisciplinary studies on pre-earthquake processes（幕張メッセ、2019年5月30日、講演数：口頭12件、ポスター8件）
b. 6th Int’l Workshop on Earthquake Preparation Process（2019年5月31日-6月1日、千葉大学、講演数：口頭31件、ポスター16件、参加者約70名（海外からの参加30名））
令和2年度：
a. JpGUにおける国際セッションInterdisciplinary studies on pre-earthquake processes（幕張メッセ、2020年7月16日、Online開催、講演数：口頭5件、ポスター17件）
令和3年度：
a. JpGUにおける国際セッションInterdisciplinary studies on pre-earthquake processes（2021年6月6日、Online開催、講演数：口頭15件、ポスター7件）
令和4年度：
a. JpGUにおける国際セッションInterdisciplinary studies on pre-earthquake processes（2022年5月22日にhybrid開催、講演数：口頭12件、ポスター8件）
令和5年度：
a. JPGU における国際セッションInterdisciplinary studies on pre-earthquake processes（幕張メッセ、2023年5月22日、講演数：口頭15件、ポスター12件）
b. 7th Int’l Workshop on Earthquake Preparation Process（千葉大学、2023年5月24日- 25日、講演数：口頭31、ポスター16件、参加者約70名（海外からの参加35名））

（6）本課題の５か年の到達目標：

　2023年度までの課題において、地球磁場変動や電離圏電子数変動などの地球物理観測データの統計解析により地震との有意相関性や地震前兆性を示す現象の存在が明らかとなってきた。しかし、単独の現象の解析では、現実的な予測の点からは合格点には至っていない。そこで本計画では、2023年度までの課題に加えて、機械学習(AI)やデータ同化などの技術を用いて、地球観測ビッグデータの波形解析・特徴量分析を実施し、地震準備過程を精度よく把握・理解するとともに、地震前兆に関する情報

をタイムリーに必要な品質で精度よく抽出し、マルチパラメータを入力とするデータ駆動型の地震発生確率数理モデルの構築に資する研究を実施する。具体的には点過程を仮定したEpidemic Type Aftershock Sequence (ETAS) を手本とする発生確率予測モデルにさまざまな地震前兆現象を組込んだ新しい地震予測手法の確立を目指す。有望な予測パラメータ調査も引き続き実施し、特に電離圏電子数変動の准リアルタイム解析・可視化システムの開発とラドン散逸量（地中フラックス）のネットワーク観測とリアルタイム解析技術の開発を実施する。また自前の観測データ以外に、前述のモデルに組み込む既存の他機関データ（GNSS-TEC等）の活用や、中国、台湾、米国、イタリア、ロシア、インド等の研究者とも協力し、国際的に短期地震予測研究を推進する。さらに、電磁気学的な先行現象発現メカニズムについて、室内実験等でいくつかの仮説について観測量を定性的・定量的に説明できるかについて検証を試みる。

（7）本課題の５か年計画の概要：

研究内容は、2019-2023年度に実施した課題のCBA_01の(1)地震に伴う電磁気現象を正確に捕捉する複合観測とデータ蓄積、(2)データ解析法の確立（信号弁別や時系列データ処理などの信号処理法や統計的評価法の開発）、(3)室内実験やモデルによる地震電磁気信号発生の物理機構解明、(4)電磁気学的、力学的、地震学的データとの関連性評価に資する研究に加えて、下記を遂行する。ア)地震前兆現象を用いた時変地震予測確率数理モデルの構築と応用、イ)AI・機械学習による地震前兆情報抽出とその発生機構の検討、ウ)国際ワークショップの観点を増強し、複数の地球物理学的前兆情報を組込んだ包括的な地震予測確率数理モデルの構築を目指す。具体的には、下記のとおりである。

[1]. 観測（現行の(1)の継続）：全期間

・ULF帯、VLF帯、VHF帯電磁場観測を維持、短期予測に資するデータ収集（期間全体）。

・地圏―大気圏―電離圏結合の観測学的研究のための観測装置の開発

地震に先行するTEC異常の発生原因の１つと考えられている電場異常について観測学的に検証可能な装置を開発する。地中および地表付近のRn濃度やＬＦ帯大気電場等を測定する。着手（初年度）、テスト観測（2-3年度）、定常観測（3-5年度）の予定。

短期的な先行現象として統計的有意性を示した地磁気3成分観測およびVLF帯パルス電磁波の観測、さらに北海道大学、千葉大学、群馬大学を中心に行われてきたVHF帯放送波の散乱観測を継続する(ただし機材の更新は困難)。また、電離圏電子数変動（GNSS-TECデータ、イオノゾンデデータ）など、衛星熱赤外異常の解析を継続して実施する。いずれの観測項目でも、観測網を良好に維持し、事例を積み重ねる。本グループでは地震に先行する電離圏電子数変動や気象衛星ひまわりで観測された熱赤外温度異常について、統計的な有意相関とReceivers Operating Characteristics (ROC)的解析による前兆性を報告しているが、因果関係は未解明である。これらの原因の１つとして地震前の地中からの放射性ラドンガスの異常放出による地圏-大気圏-電離圏結合が提案されている。一方、地震活動に伴うラドン変動は1995年神戸地震の際に神戸薬科大学のYasuokaらが大気ラドン濃度の上昇を、および産総研のIgarashiらが地下水ラドン濃度の上昇を報告している。また、活断層直上でラドン濃度が増加することも報告されている。

そこで、特に[3]と連携し、地中ラドンflux計測のネットワーク観測システムを開発し、ラドンの地表への散逸量変動などの地表変動や地殻応力（歪）との関係の調査等に資するデータを蓄積する(南東北・能登・台湾等が候補地)。地中ラドンfluxは大気ラドン濃度よりも大気による拡散の影響や遠方由来の影響が小さく、その場の感度が高い。地下水ラドン濃度の観測は観測井が必要となり一般にコストがかかる。大気ラドン濃度の変動は別グループで研究されているが、大気ラドン濃度の変動と地震との関係を証明するためには、地中からのラドン放出異常とそれに続く大気ラドン濃度変動の観測学的な実証も必要で、彼らとの連携も期待できる。我々は、地中ラドン濃度、大気ラドン濃度、気象要素の予察的試験観測を行い、マルチチャンネル特異スペクトル解析によって気象由来の変動を弁別することで、地中から大気へのラドンfluxの推定およびflux変動と地殻変動との関係を調査してきた。その結果、ラドンfluxとGNSSによる地表歪との相関を示唆する結果を得た。そこで、地震活動が活発な地域において自動ネットワーク観測を実現すべくシステムの開発を実施する。気象等によるラドン変動の要因をマルチチャンネル特異スペクトル解析で弁別し、ラドンfluxが推定でき、複数観測点のデータをルーチン的に管理できるシステムを開発する。設置場所は地震活動と冬季の気候を考慮し、北関

東・南東北あるいは積雪の少ない地域にて3点観測を実施し、システムの検証を行うとともに、地震や地殻変動によるラドン異常を観測学的に研究する。また、電離圏電子数変動ではその変動の自動解析と電離圏トモグラフィーによる3次元構造推定の準リアルタイム化も検討する。

[2]．地震前兆現象を用いた時変地震予測確率数理モデルの開発と応用（現行の(2)(4)の発展版）：
・VHF帯観測データについては、予測マップを作成し、統計的な評価を実施する。またリアルタイム解析システムを開発（1-5年度を予定）。
・GNSS-TEC解析では、数日前の日変化パターンについては、準リアルタイム解析システムを開発（1-3年度）。
・イオノゾンデデータの解析による電離圏電子密度変動の準リアルタイム解析システムの開発（1-3年度）。
・電離圏トモグラフィーによる電離圏電子密度変動の連続可視化と変動予測システム構築（1-4年度）。準リアルタイムシステム構築（5年度）
・新規観測パラメータの統計的有意性や前兆性評価の検証（随時）
・電磁気学的，力学的，地震学的データとの関連性評価（随時）
・各種パラメータの組み合わせによる予測成功確率の変動の調査（随時）。
・海外で報告されている衛星観測データ地震前兆現象の検証に着手する（衛星熱赤外データ（TIR：ひまわりやLEOデータなど）、In-situプラズマ計測データ/電磁場データSWARM衛星、中国張衡1号など：初年度～）。統計的有意性や前兆性評価の検証（2年度～）
・slowslipに関する電磁気データの検討開始（1-5年度）
・b値や歪データ等と電磁気データの比較検討（1-5年度）
・個別の地震前兆現象を用いた時変地震予測確率数理モデルの開発・評価（1-5年度）
・複数の地震前兆現象を用いた時変地震予測確率数理モデルの開発・評価（3-5年度）
・時空間地震予測確率数理モデルの検討（3-5年目）

機械学習 (AI) やデータ同化等のビッグデータ解析技術を駆使した新しいデータ解析手法の開発と高精度観測データの充実により、地震準備過程で発生する弱い変化の前兆情報の検出精度を大幅に向上させ、複数の地球物理学的前兆情報を組込んだ包括的な地震予測確率数理モデルを構築する。上記に示したデータ解析（統計的有意性やROC解析等）や新しいでデータ解析手法の開発については、従来通り継続して実施する(令和6年度から令和10年度)。地震発生予測に関して、現在世界で最も優れた確率数理モデルはETASモデルである。ETASモデルは点過程モデルで、地震カタログを分析して、地震の背景レートと地震の自己励起による発生予測情報から地震（余震）発生確率の時間変化を予測する。本計画では、ETASの点過程モデルの条件付き強度の加法性を利用して、地上または衛星観測された前兆異常による予測情報を外部励起部分として追加した包括的な地震予測モデルを構築する。各種前兆現象のカーネル関数は前兆現象の特徴に応じて個別に開発する。前兆現象として、地上観測データ（ULF電磁場、ELF/VLF/LF電磁場、GNSS電離圏電子数変動、イオノゾンデ電離数電子変動、地震活動度、GNSS地表変位、ラドン濃度等）、衛星観測データ（衛星熱赤外変動（HimawariやMODIS等）、衛星電磁場、衛星高度電子数変動等）を調査する。前兆パラメータは固定せず、研究の進展に応じて、追加や削除が可能なopenシステムとするが、地震活動との統計的ROC的解析による前兆性が追加の条件である。まずは、統計的有意性や前兆性が担保されているULF磁場変動、GNSS電離圏電子数変動、衛星熱赤外変動について高精度時変モデルを開発し（令和6年度から3年間程度）、時空間へ拡張する（令和9年度から2年間程度）。また、短期予測精度の向上はROC解析にてAUC(Area Under Curve)が左上方向を通過する曲線に改善されることでもある。従来は個別パラメータについて調査してきたが、複数パラメータを用いたAUCの改善も試みる。

[3]．AI・機械学習による地震前兆情報抽出とその発生機構の検討（現行の(2)(3)(4)の発展版）：
[2]で同定された地震前兆変動について、AI・機械学習で自動検知できるシステムを必要に応じて構築し、リアルタイム監視に向けた調査を行う。また、室内実験や計算機実験等を行い、先行現象の発現・伝搬メカニズムの理解を進める。
・AI・機械学習による地震前兆情報抽出手法の検討とアルゴリズム構築（1-3年目)
・AI・機械学習による地震前兆情報抽出アルゴリズムの評価（4年目)
・AI・機械学習による地震前兆情報抽出アルゴリズムの実装（5年目)

・AI・機械学習による地震前兆情報抽出アルゴリズムの高度化（3-5年目)
・地震前兆情報の発生機構の検討（1-5年目)
・地殻電磁場発生モデルの構築と電離層電子密度変化のシミュレーションを実施し、地震前・地震動や津波によるのTEC異常現象の物理の解明を行う（1-5年度）。
・水槽実験や岩石破壊実験、計算機実験等でelectrokinetic（地下流体の流動による電流励起）による電磁現象の発生について検討する（1-5年度）。

新規に実施する主な事項は、数理モデルに組込む、地震活動との統計的有意性およびROC的解析による前兆性が担保されたパラメータは、地震準備過程で生じる特異な変動を検知している可能性が高い。前兆現象の波形、周波数、振幅、発生時間・場所等の特徴を詳細にかつ定量的に分析・評価し、深層学習やAI技術を用いた異常検知の実時間処理を検討する。これらのデータは前兆現象の発生機構（地震準備過程）の解明に資する。2002年10月および2007年8月の房総slowslipイベント時には、深夜に矩形電磁場変動が観測された。その波形の振幅や極性から地下に線電流源を仮定すると現象を説明でき、electrokinetic（地下流体の流動による電流励起）による電磁現象の発生を示唆している。岩石に圧力を印加すると、岩石中の流体の移動（electrokinetic効果）によって電流が励起され、類似した波形が記録される。同様な波形は地震前兆発生時にも観測されており、実際の観測データと室内岩石実験の結果と比較し、electrokineticモデルの妥当性（(1)地下応力変化により震源域から観測点近傍にて地下流動が発生、(2)それによる電磁場の発生、(3)観測点への伝搬、(4)多点観測された矩形波信号の振幅や継続時間等の特徴）をシミュレーション等で検討する。必要に応じて水槽に土層を敷詰め水流を流す、水槽実験による検証も行う。また、電磁場変動とGNSS地表変位や歪、b値やラドンの地表への散逸量変動などの地表変動や地殻応力（歪）との関係も調査する。また、電離圏電子数変動ではその変動監視の自動化および準リアルタイム可視化を実施する。電離圏電子数層トモグラフィーによる3次元構造推定解析（発生メカニズム）も進める。

[4]. 国際ワークショップおよび成果報告会の開催：
初年度、3年度、最終年度に国際ワークショップを開催する。また、年1回（例えば12月頃）に学会等のセッションも利用しつつ、成果報告会を実施する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

服部 克巳（千葉大学大学院理学研究院）,佐藤 利典（千葉大学大学院理学研究院）,津村 紀子（千葉大学大学院理学研究院）,小槻 峻司（千葉大学国際高等研究基幹/環境リモートセンシング研究センター）
他機関との共同研究の有無：有
庄 建倉（統計数理研究所）,中谷 正生（東京大学地震研究所）,上嶋 誠（東京大学地震研究所）,小河 勉（東京大学地震研究所）,梅野 健（京都大学大学院情報学研究科）,鴨川 仁（静岡県立大学グローバル地域センター）,本島 邦行（群馬大学大学院理工学府）,井筒 潤（中部大学理工学部）,長尾 年恭（東海大学海洋研究所 名誉教授）,日置 幸介（北海道大学大学院理学研究院 名誉教授）

（9）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：千葉大学大学院理学研究院
電話：０４３－２９０－２８０１
e-mail：khattori@faculty.chiba-u.jp
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：服部 克巳
所属：千葉大学大学院理学研究院

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：DPRI01

（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）火山活動と火山近傍の地震活動との関連性に関する研究
（英文）Study on the relationship between volcanic activity and seismic activity near volcanoes

（3）関連の深い建議の項目：

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

（4）その他関連する建議の項目：

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
(5) 大規模火山噴火

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

新規研究

（6）本課題の５か年の到達目標：

火山活動が活発化する際にマグマの蓄積・上昇過程において火山性地震が増加し，噴火規模に応じて地震活動の範囲や規模が大きくなることが多い。火山近傍において群発的に地震が発生することがあるが，その地震活動が火山活動の前駆現象である場合（例えば，1989年伊東沖，1990年雲仙普賢岳）と直後には火山噴火に至らない場合がある（例えば，焼岳，開聞岳，岩木山）。また、群発地震活動は長期に渡る場合や何度も繰り返し発生することも多く，群発地震活動の初期段階で噴火に至る可能性を判断することは難しい。火山体から離れた場所で地震活動が発生した場合，噴火活動と関連のある地震活動かどうか判断できない場合もある。本課題では火山近傍で発生する地震活動についてデータベースを作成し，火山と群発地震域との距離関係，群発地震活動の時系列変化や震源メカニズム，GNSSなどの地盤変動データの特徴，周辺の地震波速度構造や広域応力場との関係を調べ，火山噴火に至った事例の共通項を見出し，火山活動と火山近傍の地震活動との関連性を明らかにすることを目的としている。

（7）本課題の５か年計画の概要：

令和6年度
桜島，焼岳，開聞岳，諏訪之瀬島の定常観測点の維持を行い，地震活動（群発的な地震）と噴火の履歴を調べる。桜島の南西部や開聞岳については群発地震活動域の近傍に臨時観測点を設置して，地震活動域の範囲やメカニズムの推定を行う。開聞岳については，1967年に群発地震活動が発生しており，現在も周辺の地震活動は高い状況であり火山活動との関連性を調べる。特に，焼岳においては繰り返し群発地震が発生していることから群発地震の特徴を精査する。

令和7-8年度
上記以外の火山について，主に一元化震源や地震カタログを用いて，火山近傍で発生する地震活動の範囲（火口からの距離）や規模，関連する火山現象（火山性地殻変動や噴気異常など）の有無，繰り返し地震活動が発生する場合は時系列を整理してデータベースを作成する。

火山周辺における地震活動のうち，噴火に至った事例の震源移動，規模，メカニズムなどの時系列を整理し，噴火に至る共通項を見出す。

令和9-10年度
地震活動時の周辺の地盤変動データがある地域では，応力場と火山活動の関連性を明らかにする。地震活動と火山体周辺の構造や周辺応力場との関連を調べる。
火山周辺において発生した比較的規模の大きな過去の地震について，その地震活動域と現在の地震活動との比較を行い，火山活動との関連性を調べる（例えば，1914年大正大噴火前に薩摩半島西方で地震活動および噴火直後の桜島地震、1968年えびの地震など）

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

為栗健（京都大学防災研究所）,中道治久（京都大学防災研究所）,大見士朗（京都大学防災研究所）,山本圭吾（京都大学防災研究所）,山田大志（京都大学防災研究所）
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：0992932058
e-mail：tameguri.takeshi.2u@kyoto-u.ac.jp
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：為栗健
所属：京都大学防災研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：DPRI02

（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）日本列島の地震―火山噴火の基本場解明：地殻とマントルにおける物質，温度・流動-変形，応力場

（英文）Understanding of basic fields of earthquakes and volcanic eruptions in Japanese islands: stress and strain, fluid-magma, temperature, and flow fields in the crust and mantle

（3）関連の深い建議の項目：

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化
エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解とモデル化

（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
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
イ. 内陸地震
ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

物質場について、スラブ由来流体の分布・量およびマントルの組成構造の日本列島スケールでの解明、高圧下の含水岩石の弾性波速度・電気伝導度の同時測定の装置開発ならびに高圧での液相連結が粒界クラックの閉じ残りによって維持されていることの明示。更に、これら物性の知見に基づく弾性波速度と電気伝導度の同時解析により地殻流体を同定・定量する“Geofluid Mapping”の数値計算手法の開発。

温度・流動－変形場について、熱力学、流体発生と移動、マントル対流を統合した岩石学-数値モデルに基づく日本列島下の温度構造・物質輸送・マントル流動の定量的モデルの構築、ABICに基づく基底関数展開法の適用による日本列島の歪み速度場の高解像度・高精度推定、歪み速度の弾性・粘性・塑性への分離とその成果に基づく地震のスーパーサイクル中の日本列島の変形モデルの提示。

応力場について、深層学習によるP波初動極性の高精度自動読み取り、ガウス過程に基づく時間変化も含めた日本列島の応力場の推定、非平面の断層形状と地震滑り分布の同時推定手法の開発。

（6）本課題の５か年の到達目標：

地震・火山現象の機構の解明には、物質場、温度場、流動―変形場、応力場など基本場の理解が不可欠である。基本場とその性質の理解に基づいてこそ、初めて異常が定義・検出でき、なぜ異常（例えば地震破壊やマグマの発生・移動といった時空間的に局在した現象）が発生するのか、その機構に定量的制約を課すことができる。本課題では、前期の課題を引き継ぎ、まずはそれら基本場について、これまでよりもより包括的かつ高精度に求めると共にその生成メカニズムについて理解を深める。さらに各基本場の情報を合わせることで、Geofluid Mappingを核として、まずはprimitive なものになることが予想されるが、その統合的理解を行うことを目標とする。具体的には、栗駒火山周辺域や日光・足尾地域など特定の地域において、Geofluid Mappingから得られる地殻流体の組成込みの分布と、震源分布、応力場、地表および地殻内変形場、温度場等とを比較することで、地殻の変形や地震の発生が流体の分布とどのように関わっているのかを明らかにする。さらに、地殻の変形や応力場が地殻流体の分布や移動をど

のように規定しているのか、つまりは地殻流体と変形・応力場の相互作用について理解を深める。

（7）本課題の５か年計画の概要：

［物質場］深部流体やマグマの分布を定量的にとらえつつ、上昇・移動過程を明らかにすることを大きな目標とする。このため、地下水（温泉水、鉱泉水、湧水を含む）や溶岩の野外調査・試料採取と分析（主成分・微量および同位体組成）・データ解析（多変量統計解析、機械学習手法を含むプロセス推定）・シミュレーションを組み合わせ、沈み込むスラブからの脱水に始まり、マントル・地殻中の移動と反応、マグマの生成過程、湧出・噴火に至るまでの基本場と日本列島に沿ったそれらの場の変化の解明を目指す。また、地震火山活動が活発な日光・足尾地域において、電磁気MT法観測を実施し、地下の電気伝導度構造を明らかにする。実験的・数値的研究を基に、亀裂の選択配向も考慮して、アスペリティ接触が生じている現実的な亀裂のモデルを構築する。上記の電気伝導度や岩石バルク物性に関する最新の研究成果を取り入れつつ、栗駒火山周辺域や跡津川断層域、本課題でMT法観測を実施する日光・足尾地域などに対してGeofluid Mapping（岩質、液体の種類や組成・量・分布のミクロ形状パラメターの同時推定）を適用し、地殻流体の分布を組成込みで推定する。

［温度・流動－変形場］本研究課題で構築してきた対流–流体発生と移動の数値モデル、およびマグマ生成温度・圧力条件に基づくマントル温度構造推定に基づき、日本列島下の温度構造-流れ場の確度の高い推定を行う。「沈み込み帯のdislocation model」の開発を引き続き着実に行うことにより、海洋プレートの沈み込みに伴う島弧の３次元的な変形をそのメカニズムも含め明らかにすると共に、観測データに基づき地形や重力異常分布、応力状態、火山分布などに関する比較沈み込み学的研究も進める。スパースモデリングを導入することにより、GNSSの観測データから活断層スケールでの地殻変動場の高解像度推定を行うと共に、地殻内部の変形場についても、ガウス過程に基づく逆解析手法を導入することにより、弾性歪みと非弾性歪みの区別含め、空間解像度を大きく上げて推定する。

［応力場］大地震時に滑り分布から期待される応力変化と観測応力場の時空間変化の比較により、空間変化も含めた絶対応力についてより的確な拘束を課す。そのため、M7級の内陸地震を対象に、誤差も含めて高精度に滑り分布を推定することに加え、地震波形解析とAI技術を組み合わせ当該地域のモーメントテンソル解を高精度に多数求める。ガウス過程に基づく応力逆解析を用いて応力場の時空間変化を求めることで、応力の載荷過程や地震後の緩和過程の検出を目指す。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

深畑幸俊（京都大学防災研究所）,岩森光（東京大学地震研究所）,臼井嘉哉（東京大学地震研究所）,坂田周平（東京大学地震研究所）,中村仁美（産業技術総合研究所）,吉田圭佑（東北大学）,西澤達治（富士山火山防災研究センター）,岡崎智久（京都大学防災研究所）,渡辺了（富山大学）

他機関との共同研究の有無：無

（9）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：0774-38-4226
e-mail：fukahata.yukitoshi.3e@kyoto-u.ac.jp
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：深畑幸俊
所属：京都大学防災研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：DPRI03

（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）測地・地震観測データに基づく地殻内地震長期予測手法の高度化

（英文）Development of long-term forecast methods for crustal earthquakes using geodetic and seismicity data

（3）関連の深い建議の項目：

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）
イ. 内陸地震の長期予測

（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
(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
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
イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証
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
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
イ. 観測・解析技術の開発

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

・GNSS観測に基づく長期予測について、西日本の地殻内地震を対象とした予測の試算を行い、7世紀以降の大地震やGNSS観測データよりも後の期間のM5以上の地震を用いて予測の有効性を実証した（Nishimura, 2022EPS）。また、北海道や東日本を対象とした試算も行われ、日本列島全域を対象とした地震発生確率の試算が行われている。

・地震活動データに基づく長期予測として、一定期間の地震活動を階層的時空間ETASモデルなどで表現して、それ以降あるいは以前の地震の発生分布の予測の統計的有効性を検証した。特に長期的な大地震の発生分布については、階層的時空間ETASモデルの常時地震活動の分布から予測したものが最も有効性が高いことを明らかにした(Ogata, 2022EPS)。これにより、日本列島の任意の場所において内陸大地震発生の定常確率が計算されている。

・大地震発生後の地震活動の予測に対しては、その地域の多数の地震メカニズム解の節面を用いてクーロン応力を計算し、速度状態依存摩擦則に基づく地震活動度変化の予測手法を改良した。米国ノースリッジ地震や東北地方太平洋沖地震などの実際の地震活動を非常に良く説明することが明らかとなり、また、周辺の断層帯などにおける地震発生確率の計算も行った(Toda and Stein, 2020BSSA, 2022NGEO)。このような手法の導入により、断層への載荷応力変化に応じた地震発生確率変化を定量的に評価することが可能となった。

・InSAR時系列解析手法では、長波長ノイズと変位時系列を分離し、基準点の仮定が不要な解析手法を開発した。これにより、有馬高槻断層帯周辺等での面的地殻変動分布を得ることに成功しており、ひずみ速度推定手法の高度化という目標は達成されている。また、観測点密度がひずみ速度推定に与える影響については、GNSSの観測点密度に応じて客観的な空間的平滑度でひずみ速度分布を計算する手法（Okazaki et al., 2021EPS）を採用することにより問題点が解決された。L-band SARに大きな影響をおよぼす電離層擾乱の影響を軽減する手法を開発し、跡津川断層・飛騨山脈北部の地震間速度場の検出に成功した。また予察的な解析からこれらの領域における3次元速度場および歪速度場も検出した。

（6）本課題の５か年の到達目標：

現在、日本国内の地殻内地震の長期予測は主に活断層調査に基づく過去の地震発生履歴に基づいて行われているが、複数のデータや手法を統合した予測を行うことで、より高精度な地震長期予測モデルを構築できることが先行研究で示されている。このため、本研究では、地殻内地震の長期予測の高度化に寄与することを目指し、測地観測データ（GNSS及びInSAR）や地震活動データに基づく地殻内地震の長期予測手法について、日本列島における予測モデルの高度化を行う。活断層評価に基づく従来の長期予測を含む複数の予測モデルの結合方法を検討し、地震本部が提供する地震動予測地図の高度化に貢献することを目標とする。さらに、地震やスロースリップイベント等の地殻活動の時間変化を反映した中期予測について、複数の地域におけるシナリオを検討する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

１．測地データを用いた定常地震の予測の高度化

・時間変化しない（定常活動）地殻内地震の予測については、GNSSなどの測地データから計算されるひずみ速度を用いて地震発生確率を計算する手法の有効性を今期の観測研究計画で実証した。しかし、計算に用いるひずみ速度以外のパラメータにおいては、地域性が存在するものの、これらが十分に検討されていない。例えば、測地観測に基づくひずみのうち地震によって解放されるひずみの割合や、地震活動解析から推定されるマグニチュード分布などがそのパラメータとなる。これらの地域性を考慮に入れた予測の有効性を検討するとともに，項目４で実施する多様な測地データを用いたひずみ速度推定手法や地震発生確率計算手法の改良に継続的に取り組む。

・余効変動などの影響を含む長期間のGNSSデータを用いて変位速度を安定的に求める手法や観測されたひずみ速度からプレート間カップリングに伴う弾性変形や過去の大地震に伴う粘弾性緩和を補正する手法について標準的な計算手順を整備する。

・測地、地震活動及び活断層等の複数の手法に基づく長期予測結果を比較し、その解釈を試みる。また、複数の予測結果の結合方法について検討し、妥当性の検討を行う。

２．地震活動データを用いた定常地震の予測の高度化

・地殻内地震のマグニチュード分布（グーテンベルグ・リヒター則のb値や最大マグニチュード）の地域性と時間変化を検討する。

・地震カタログにおける地震検出率の地域性と時間変化を検討する。

・リアルタイム震源データを取り入れてデータ同化・パラメータ最適化により予測精度の向上を図る。

３．地殻活動の時間発展を考慮した地震予測の高度化

・多くの事例研究を通した速度および状態依存型クーロンモデル（RSクーロンモデル）の改良。震源データの質・量ともに優れる2000年以降の日本列島の大地震と広義の余震活動の後ろ向き予測（retrospective forecast）を通じてパラメータの地域特性の解明を図る。

・GNSSデータに基づくひずみ速度（応力載荷レート）の時間変化を取り入れたRSクーロンモデルの改良。群発地震活動やスロー地震などにともなう応力載荷レート–地震応答の関係をさぐり、上記地震時応力ステップモデルへの組み込みを行う。

４．多様な測地データを用いた詳細ひずみ速度分布推定や活断層の活動性の検討

・地殻内地震の長期予測に用いられるひずみ速度分布の空間解像度は、現在国土地理院のGEONET観測点の密度である25km程度であるが、ひずみ集中帯や活断層の周辺ではより短波長の不均質なひずみ分布があることが想定される。これらの地域で独自のGNSS観測を行なって、ひずみ速度及び地震長期予測分布の空間解像度を向上させる。さらに、民間企業によって整備されたGNSS観測点網や研究機関による観測網のデータも可能な限り収集してGNSS観測点の速度を計算し、空間解像度の向上に努める。

・ALOS2やSentinel-1などの現行SARミッションのみならず、次期SAR衛星ミッション(ALOS4、NISARなど)を踏まえたInSAR時系列解析手法の向上を行なって、広域に面的な地殻変動速度分布を算出する。今期の計画において時系列解析や電離層および大気遅延ノイズ軽減の手法の個別要素の開発を行っていたが、次期の計画においては機械学習による新たなノイズ軽減手法を取り入れつつこれらを統合し、さらにGNSS変位データと融合させることとで、広域で面的な３次元変位及び２次元ひずみ速度分布の高精度推定を行う。これと平行して、個別のノイズを原理的に軽減する手法を大規模化・高精度化する取り組みも行い、変位・歪の推定精度を高める。
・GNSSやSAR等の多様な測地データから得られた変位速度分布から、主要活断層帯の深部すべり速度、浅部固着率などの活動性を表すパラメータを推定し、地質学的や地震学的推定結果との比較とその解釈を行う。
各年度の実施計画は、令和６年度:各テーマにおける観測解析の実施及びデータの整理、令和７年度:、令和８年度:各テーマにおける観測解析の実施、令和９年度: 各テーマにおける観測解析の実施、テーマ１－３間の予測の統合手法の検討、令和10年度：地震発生確率算出手法の標準化及び成果のとりまとめ。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

西村卓也（京都大学防災研究所）
他機関との共同研究の有無：有
高橋浩晃（北海道大学大学院理学研究院）,高田洋一郎（北海道大学大学院理学研究院）,遠田晋次（東北大学国際災害研究所）,福島洋（東北大学国際災害研究所）,青木陽介（東京大学地震研究所）,尾形良彦（統計数理研究所）,伊藤武男（名古屋大学大学院環境学研究科）

（9）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/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：西村卓也
所属：京都大学防災研究所地震災害研究センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：DPRI04

（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）広帯域強震動予測のための地盤構造のモデル化

（英文）Subsurface structure modeling for broadband strong motion prediction

（3）関連の深い建議の項目：

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）その他関連する建議の項目：

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

前計画においては、DPRI08（３（１）ア）にて関連研究を実施した。DPRI08において関連研究にかかわる内容は、周波数１Hzの地震動の再現を目標に、地震動シミュレーションによる既往地盤構造モデルの検証と改良を行うことであり、波形記録を用いたモデルの改良方法の開発にも焦点を当てていた。

大阪盆地、京都盆地、奈良盆地、近江盆地、函館平野、静岡県地域、北陸地域について、既往地盤構造モデルの検証やモデルの改良を行い、その手法の開発も行った。モデル検証の手法としては、多機関の強震観測網によって得られた実地震観測波形を用いた地震動シミュレーション、スペクトルインバージョン、自己相関関数解析等の手法を用いた。また、微動アレイ観測データによる速度構造の推定も行った。一部地域については、それらの検証データを用いてモデルの修正を行ったり、新しいモデルを提示したりした。大阪盆地モデルについては、2018年大阪府北部の地震記録を用いて、周波数１Hzを含む周波数帯域の再現性が広い領域で確認できたと同時に、再現が悪い地域もあぶり出すことができた。地震動シミュレーションや観測記録の解析により、各地域・地点の地盤増幅特性を明らかにした。

（6）本課題の５か年の到達目標：

土木・建築構造物被害等に直結する広い周波数帯の地震動の高精度な評価を実現するため、平野や盆地の堆積層全深度を対象とした深部地盤構造から、軟弱地盤等を含む浅部地盤構造までの地盤構造モデルを精緻化するとともに、より適切なモデル化手法を開発することを目的とする。

（7）本課題の５か年計画の概要：

［深部地盤構造モデルの精緻化のための研究］

大阪・京都・奈良・近江盆地をはじめとする堆積平野・盆地の深部地盤構造について、全国１次地下構造モデルや様々な研究プロジェクトで開発されてきた既往のモデルをベースに、それらベースモデルの問題点を検討し改良を行う。対象地域における各機関の強震観測データを入手、整理し、モデルの検証や高度化を進める。この際、既往観測データが少ない地域などにおいて、地震観測や微動観測を実施する。これまでの堆積平野・盆地の地盤構造のモデル化の研究を通して、堆積盆地中央部での観測地震動はよく再現される一方、堆積盆地縁辺部や基盤形状が大きく変化している場所に近い地域は、地震動の再現性能の低くなりやすいことがわかってきたため、これらの場所のモデルの精緻化にも焦点を当てる。また、大阪・京都・奈良盆地の地盤構造モデルについては、モデルを公開することを目標とする。

［浅部地盤構造モデルの精緻化のための研究］
　堆積平野・盆地内の浅部地盤構造について、観測記録に基づく地盤応答評価による検証と改良を含む形でのモデル化を進める。必要に応じて、地震観測や微動観測を実施する。さらに、過去の被害地震で被害集中域の原因となった浅部地盤構造を分類し、そのモデル化の方針について検討する。また、近年、田圃や河川を埋め立てて住宅地となった地域など、地震応答の観点から都市に潜む新たな危険性についても、ボーリング情報、古地図情報，微動観測などを活用して検討する。

R６年度：既往の地盤構造モデルの地震動応答特性評価・モデルの改良。強震観測。
R７年度：既往の地盤構造モデルの地震動応答特性評価・モデルの改良。強震観測。大阪盆地地盤構造モデルのとりまとめ。
R８年度：既往の地盤構造モデルの地震動応答特性評価・モデルの改良。強震観測。奈良盆地地盤構造モデルのとりまとめ。
R９年度：既往の地盤構造モデルの地震動応答特性評価・モデルの改良。強震観測。浅部地盤構造のモデル化手法についてとりまとめ。
R10年度：既往の地盤構造モデルの地震動応答特性評価・モデルの改良。強震観測。京都盆地地盤構造モデルのとりまとめ。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

関口春子（京都大学防災研究所）,浅野公之（京都大学防災研究所）
他機関との共同研究の有無：有
吉田邦一（福井大学 附属国際原子力工学研究所）,吉見雅行（産業技術総合研究所）

（9）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社会防災研究部門都市防災計画研究分野
電話：
e-mail：sekiguchi.haruko.6u@kyoto-u.ac.jp
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：関口春子
所属：京都大学防災研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：DPRI05

（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）断層破壊過程の解明と強震動予測に関する研究

（英文）Study on earthquake source rupture process and strong motion prediction

（3）関連の深い建議の項目：

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）その他関連する建議の項目：

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）」（令和元年度～令和5年度）の課題（DPRI09）では、計画期間中に発生した顕著な地震の震源過程を強震記録を用いて求め、その特徴をこれまでの解析で進めてきている強震動予測のための震源断層モデルの統計的特徴と比較することにより、モデル設定の妥当性やばらつきを評価するとともに、極大地震動の特徴について震源過程や地盤構造の観点から検討し、それらのモデルの高度化に必要な要素を取り出すことを行ってきた。

前者においては、2018年北海道胆振東部の地震(M6.7)、2023年能登半島北部のM6.5の地震、そして令和6年（2024年）能登半島地震(M7.6)の震源過程を分析した。2018年北海道胆振東部の地震と2023年能登半島北部M6.5の地震については、強震記録をもちいた断層破壊過程を推定してすべりの特徴を分析するとともに、広帯域地震動シミュレーションにより、強震動生成域（SMGA）の位置を求め、従来の強震動予測のための震源断層モデルの考えが妥当であることを示した一方、通例の地殻内地震より深い位置で起きた2018年北海道胆振東部地震は、応力降下量が高く求められた。この応力降下量の深さ依存性は、静岡県及び北陸地方の強震観測網データに適用されたスペクトルインバージョン法を用いて推定された震源特性においても、そのばらつきは大きいものの、見出すことができた。加えて地表地震断層を伴った2016年熊本地震(M7.3)の浅部のすべりの特徴と強震動への影響をみるため、震源断層が観測点近くに設定する必要がある場合の震源インバージョン法の改良を行った上で不均質すべりを求めたところ、浅いすべりのすべり速度関数は台形状となっていることがわかった。これらの知見は将来予測のための震源のモデル化には考慮していく必要があると考えられる。M7.6という内陸で発生した地震としては特に大きな地震である2024年能登半島地震の震源過程については、今後の様々な地震学、測地学、地形学、地質学的などの調査結果も参照しつつ、震源特性や強震動特性を引き続き分析していく必要がある。

後者においては、2018年北海道胆振東部地震、2021年2月の福島県沖の地震、2024年能登半島地震の震源近傍の大加速度、大速度に見舞われた観測点記録では、表層地盤の非線形効果による大加速度が抑えられる傾向や卓越周期の長周期化が起きていることがわかった。2024年能登半島地震では、微動や小地震での卓越周期が1秒程度である地点で長周期化が起きたことにより、一般家屋に、より厳しい周期の地震動が長時間続くことで被害が拡大したとも考えられる。こういった極大地震動の特性は、入力にあたる震源特性に加えて、地盤構造による増幅効果をより適切に見積もる必要があり、継続して調査すべき課題と考えている。

強震動予測に必要となる震源断層モデルパラメータ設定の中で、既往の不均質震源断層モデルから得られたすべり角のばらつきを、円周統計学に基づいて求めた。既存のデータベースから収集することのできた28地震の36震源モデルのすべり角の標準偏差の平均値は20 度±5度となった。今後、他課題等で行われる広帯域強震動予測のための震源モデル化において、本研究の成果をもとにすべり角の

揺らぎを与えることで、より現実的な震源モデルを準備できることが期待される。

（6）本課題の５か年の到達目標：

これまでの成果も踏まえつつ、本計画期間内及びそれ以前に発生した国内外の顕著な地震の断層破壊過程の解析を継続的に行う。特に、本課題では、地殻構造や応力場の不均質性と破壊過程との関係などを重点的に調査し、災害誘因の事前評価としては重要な強震動予測のための震源モデル設定に必要となる地震シナリオ想定に有用な知見を得る。そのために必要な、震源インバージョン解析手法の改良や適用周波数帯域の拡張を目指すほか、他課題等でなされる地殻構造・地盤構造に関わる成果も活用し、動力学的破壊シミュレーションから得られる知見なども参考にしながら、時空間的に複雑な断層破壊過程と震源域の強震動特性の関係解明のための研究を行う。

また、過去の地震の断層破壊過程の分析で得られた震源モデルから、平均的な地震像だけではなく、強震動予測に必要な各々の断層パラメータのばらつき（不確実性）を評価することのできる情報を抽出し、広帯域強震動予測に活用できる形で整理・提案することを目標とする。

（7）本課題の５か年計画の概要：

震源断層破壊の物理解明に加え、 地震被害に関係する強震動生成メカニズムの解明やその事前評価手法の高度化のために、強震記録等を用いて実際に発生した国内外の大～巨大地震の断層破壊過程を解析することで、時空間的に複雑な断層破壊過程と建物被害に直結する震源域の強震動特性の関係を明らかにする。震源断層の破壊過程の分析の観点としては、地殻構造や応力場の不均質性と破壊過程との関係などを重点的に調査し、災害誘因の事前評価としては重要な強震動予測のための震源モデル設定に必要となる地震シナリオ想定に有用な知見を得る。その際は、平均的な地震像だけではなく、強震動予測に必要な各々の断層パラメータのばらつき（不確実性）を評価することのできる情報を抽出する。これには、現行計画以前の各課題等で蓄積されてきた解析結果も活用することができる。また、広帯域強震動予測のための震源モデル高度化のため、震源断層内の小スケールの空間不均質を適切に表現できる震源モデル化手法の開発を継続する。これらのために、より高度な解析手法の開発、波形インバージョンの適用周波数帯域の拡大や動力学的破壊シミュレーションから得られる知見の導入等も視野に入れながら研究を進める。

本課題の研究期間内に新たに発生した地震についても、断層破壊過程の分析や特徴的な地震動の生成メカニズム解明を継続する。得られた震源モデルについては、他課題等の研究でも活用できるように、これまでと同様に成果の迅速な発信やデジタルデータの公開を推進する。

今後30年以内に高い確率での発生が予測されている南海トラフ地震を前にした、関西地方の内陸地震活発化の可能性（例：2018年大阪府北部の地震）も踏まえ、関西地方で観測される地震の震源特性や強震動特性を高精度に把握することを目指し、京都盆地及びその周辺地域の堆積層及び岩盤での広帯域速度型強震計を中心とした強震観測を継続する。加えて、前計画期間以前から観測・収集している強震波形記録の適正な保管、整理、利活用を行う。また、定常・機動的強震観測や微動観測のための観測機材維持と利用も適切に行う。

以上の研究実施に際しては、関係する大学院生の協力も得ながら実施する。

令和6年度：強震記録等を用いた断層破壊過程と強震動生成メカニズムの解析（手法改良も含む）、過去の地震の震源モデル収集と整理、強震観測の維持管理、過去の強震記録の整理保存方法の検討

令和7年度：強震記録等を用いた断層破壊過程と強震動生成メカニズムの解析（手法改良も含む）、断層破壊過程と地殻構造不均質等の比較、強震観測の維持管理、過去の強震記録の整理保存方法の検討の継続

令和8年度：強震記録等を用いた断層破壊過程と強震動生成メカニズムの解析（手法改良も含む）、断層破壊過程と地殻構造や応力場不均質等の比較、強震観測の維持管理

令和9年度：強震記録等を用いた断層破壊過程と強震動生成メカニズムの解析（手法改良も含む）、断層パラメータのばらつき評価、強震観測の維持・管理

令和10年度：強震記録等を用いた断層破壊過程と強震動生成メカニズムの解析（手法改良も含む）、断層パラメータのばらつき評価継続、本研究課題の成果を踏まえた強震動予測のための震源モデル設定法の整理と提案、強震観測の維持管理

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

浅野公之（京都大学防災研究所）,関口春子（京都大学防災研究所）
他機関との共同研究の有無：無

（9）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地震災害研究部門強震動研究分野
電話：
e-mail：
URL：https://sms.dpri.kyoto-u.ac.jp/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：浅野公之
所属：京都大学防災研究所地震災害研究部門強震動研究分野

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：DPRI06

（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）地震時地すべりの準備過程から発生後の災害に至るまでの総合的な事前評価手法の高度化
（英文）Sophistication on evaluation method of coseismic landslides from preparation to disaster stages

（3）関連の深い建議の項目：

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
ウ. 地震動に起因する斜面変動・地盤変状の事前評価手法

（4）その他関連する建議の項目：

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
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
(2) 首都直下地震

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

地震時地すべりの事前予測手法に関連する災害の発生メカニズムについて、素因・誘因の双方の観点から下記を明らかにした。
・南海トラフ巨大地震によって崩壊したとされる四国山地内の斜面において、地震により崩壊しうる斜面に特徴的な地形と地質構造を現地踏査から明らかにした。トップリングや座屈を生じている斜面や、高角度節理などによって直立板状になった岩盤頂部、火山岩地域の尖塔などの共通する特徴を見出した。また、既往地震地すべりの調査から、地震時地すべりのすべり面となる可能性が特に高い降下火砕物は、9000 年よりも古い軽石およびそれに伴う火山灰土であることがわかった。また、新編火山灰アトラスを参照し、このようなテフラの分布図を作成した。
・侵食により不安定化が促進した地すべりが、これまでに自然の地すべりで報告された事例よりも弱い地震動に伴って地震時に変位したことを観測から明らかにした。また、不安定化が進むと、より小さな地動加速度で地震時の変位が生じることが分かった。また、複数の谷埋め盛土斜面において間隙水圧変動と地震動の関係を調査した。盛土の材料によって、間隙水圧の上昇継続時間が大きく異なる可能性が示唆された。
・2016年熊本地震において崩壊した斜面の上部に傾斜計や土壌水分計など斜面連続観測を開始した。その結果、地震後7年以上が経過した現在も、微小ではあるが長期的な斜面の変形が継続していることが示された。また、火山堆積物の斜面崩壊において、すべり面の粘土鉱物を分析した。阿蘇地域のテフラにはチューブ状のハロイサイトが含まれ、ハロイサイトの含有によって、混合物の非排水ピークせん断強度が低下し保水力が強くなることを明らかにした。
・幅広く地震時地すべりの災害事例を記載した啓蒙書2冊を出版した。

（6）本課題の５か年の到達目標：

地震時地すべりは大地震のたびに発生し、地震による最も大きな災害要因の一つとなっている。近い将来、大規模な地震が予測される南海トラフ巨大地震や首都直下地震などにおいても、膨大な数の地震時地すべりが発生し、広域かつ甚大な被害に至ると考えられる。これまでの研究によって、地震時地すべりの地質・地形的な発生条件、特定の斜面における地震動増幅特性、強震時の斜面の変位特性

や地下水挙動などが明らかになってきた。しかしながら、観測を未実施の斜面も含めた広域における斜面での地震波挙動や、地下水圧の変化や末端侵食などによって時間変化する斜面の安定性の評価が十分ではなく、地震時地すべりのリスクを時空間的に広く把握するには至っていない。また、崩壊した土砂の流動性も災害を拡大する大きな要因であり、さらに、地震動で不安定化した斜面においてもその後の降雨によって災害が発生しており、地震時地すべりの発生場だけではなく発生後のリスクについても把握することが必須である。このようなギャップを埋めるべく本課題では、①地質・地形的な発生条件のさらなる体系化、②地質・地形と結びついた地震波挙動の解明、③時間変化する斜面の安全率を考慮した地震時地すべりリスクの把握、④崩壊土砂の移動機構の解明、⑤強震を受けた後の斜面の長期的挙動の把握などを視野に入れ、地質・地形的な調査、物理探査、長期的な観測を実施し、地震時地すべりの事前予測手法の高度化やハザードマップ作成に向けてどのようなアプローチが可能かについて、地震時地すべりの発生メカニズムに基づいて明らかにすることを目的とする。準備過程から発生時のメカニズム、発生後の影響に至るまで、地震時地すべりが関わる一連の現象を本課題では扱う。

（7）本課題の５か年計画の概要：

・地震時地すべりに特徴的な地質構造の抽出：　これまでに付加体の大規模山地において得た重力変形斜面内部の地質構造など崩壊斜面に共通する地質構造以外でも、過去の地震時に局所的に崩壊箇所が集中する場所について地質構造の抽出を進める。R6-8年度には硬岩地域の中でも中央構造線など大変形を受けた地質帯に着目しフィールドでの地質調査やDEMなどを用いた地形解析をおこなう。R9-10年度には、このような変形を受けた地質帯がどのように重力変形において再利用され、地震時地すべりの発生ポテンシャルに影響を与えるかについて検討する。

・より危険な斜面の特定手法の開発：　地質や地形をもとに抽出された危険斜面の数は膨大であり、それらの間でも、内部における風化や変形の進行度によって、地震時の崩壊リスクは異なる。そこで、物理探査によって斜面内部構造を明らかにし、危険な斜面の特徴を抽出する方法を開発する。R6-8年度に調査地の選定や観測を実施、R9-10年度にハザードマップの高度化に向けた手法開発を進める。

・斜面内外における地震波挙動の解明：　上記に関連し、地質調査、物理探査、常時微動観測を観測地すべり内外において多点かつ稠密に実施し、観測斜面内および周辺の斜面において、地震動の不均質性が地形や地質などのどのような要因に支配されているかについて議論する。これまで地震観測を実施してきた四国山地、北海道南東部などをフィールドとし、R6-9年度に観測・調査の実施、R7-10年度に解析および地震波挙動との関係についての考察を予定する。

・斜面の安全率の変化と強震時の斜面の変位、変形の関係の把握：　特に不安定な斜面においては、（降水や融雪による）地下水圧の変化や末端侵食などによって斜面の安定性が大きく時間変化する。このような斜面において強震動と斜面の変位・変形を同時観測することで、斜面の安全率に応じて時間変化する地震時地すべりリスクの把握手法を模索する。これまで地震・斜面観測をおこなってきた北海道南東部および阿蘇地域の地すべりにおいて実施する。観測はこれまでのものを継続、拡充しながらR6-10年度に実施し、R9-10年度にリスクの把握手法の検討をおこなう。

・崩壊土砂の移動挙動の把握：　崩壊土砂の移動挙動によって、災害の範囲や被害が大きく変化する。しかし、これまでのハザードマップ作成には崩壊発生場所のみが記述され、どの領域まで崩壊物質が流出するか組み込まれていない。そこで、R6-8年度にはこれまでに崩壊した斜面から崩壊物質を採取し、リングせん断試験をおこなうことによって流走距離の見積もりの高精度化を目指す。また、R9-10年度には数値シミュレーションも活用し、ハザードマップにどのようにして組み込むことが可能かについての示唆を得る。

・強震を受けた斜面の長期的な挙動の解明：　強震を受けた宅地盛土斜面はその後も不安定となり、年単位で変形が継続することが指摘されている。このような現象を多様な斜面で明らかにするため、熊本地震時に崩壊したテフラ斜面におけるこれまでの観測をR6-10年度にわたって継続し、観測データに基づいてR9-10年度に長期的な影響を明らかにする。さらに、強震後の斜面の長期的な安定性の評価には地震後にどのようなモニタリングが必要となるか提案する。

・総合討論：　斜面のスケールや崩壊に至るタイムスパンが斜面によって大きく異なるため、上記の研究はそれぞれの目的に応じて適切な調査地の選定をおこなったうえで実施するが、地震時地すべりが関わる一連の現象として捉えた時に上記の研究がどのように結びつくかについての総合討論をR10年度に実施する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

土井一生（京都大学防災研究所）,王功輝（京都大学防災研究所）,林宏一（京都大学防災研究所）,山崎新太郎（京都大学防災研究所）,松澤真（京都大学防災研究所）

他機関との共同研究の有無：有

大倉敬宏（京都大学大学院理学研究科）,西山賢一（徳島大学大学院社会産業理工学研究部）

（9）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：0774-38-4113
e-mail：doi.issei.5e@kyoto-u.ac.jp
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：土井一生
所属：京都大学防災研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：DPRI07

（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）融雪火山泥流の発生・流動と噴火後の土石流・泥流発生ポテンシャルに関する観測と予測手法の開発

（英文）Observation and development of prediction methods for the generation and flow characteristics of snow-melting volcanic mudflows and the generation potential for debris/mud flows after eruptions

（3）関連の深い建議の項目：

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

(3) 火山噴火による災害誘因評価手法の高度化

（4）その他関連する建議の項目：

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

(5) 大規模火山噴火

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

火山噴火時に発生が懸念される融雪型火山泥流について、これまでの融雪実験では、積雪層に加熱した土砂を供給することで、融雪がどのようなプロセスで進行するかを明らかにしてきた。その結果、積雪層上に加熱土砂が静置されている場合に比べ、積雪層と土砂が混合した条件の場合、劇的に融雪速度が大きくなることを明らかにした。これにより、粒径の小さい加熱土砂ほど熱の放出速度が大きく融雪速度も大きくなることがわかった。さらに、積雪層と火山噴出物の混合状況を推定するため、飛来する火山噴出物の積雪層への貫入特性に関する実験を行った。これらを総合して融雪型火山泥流の発生初期の動態を数値シミュレーションにより予測した。1962年の焼岳の噴火直後は、足洗谷流域で土石流が頻発した。しかし、近年は土石流の発生回数は非常に少なくなっている。このような現象の背景には、噴火に伴う火山噴出物の堆積による土石流発生ポテンシャルの急激な増加、火山噴出物の流出による土石流発生ポテンシャルの減少があると考えられる。一方、2019年の土石流の発生は、凍結融解作用などによる生産土砂の蓄積による土石流発生ポテンシャルの回復が影響していると考えられる。そこで、凍結融解作用による生産土砂の蓄積も考慮した土石流発生ポテンシャルの変化について流域土砂動態モデルを用いて検討した。その結果、堆積した火山噴出物の減少による土砂流出量の減少と凍結融解作用による土石流発生ポテンシャルの増加が明らかとなった。桜島の有村川流域で発生した土石流の流出波形をKinematic Wave法で計算される流出波形と比較し、両者が一致する流出係数と粗度係数の値を探索した。流出係数は降灰量が多いほど増大するが、大規模な土石流発生後は低下する傾向があることがわかった。現地に設置されたLVPセンサーのデータを解析した結果、Kinematic Wave法により流出波形が良好に再現される土石流は、再現性の低いものと比べ、土砂濃度が低く、含まれる石礫も小さいことが分かった。また、斜面表面における火山噴火堆積物のクラスト化及びクラストの破壊に着目した降雨実験と数値解析を実施し、クラストの形成及び破壊が斜面からの土砂流出特性に与える影響について検討した。その結果、クラスト無しの実験では斜面が広く浸食されて流路が形成された。一方、クラスト有りの実験では雨の強い場所でクラストが破壊されることで洗掘孔が形成され、クラスト破壊領域の上流側の境界で土砂が崩落してクラストが破壊されることによってガリが上流に向かって発達する様子が観察された。さらに、桜島の有村川で土石流の間隙流体のみを導流し濃度を連続観測するシステムを構築した。観測された土石流の間隙流体濃度は、採水による既往研究と同程度の濃度が計測された。

（6）本課題の５か年の到達目標：

融雪火山泥流の発生時の火山噴出物による雪の融解過程や融雪火山泥流の氾濫範囲、流速と流動深の時空間的な変化を予測する手法の確立を目的として、焼岳火山を対象に観測と予測モデルの開発を行う。さらに、火山噴出物の堆積や流出による土石流・泥流の発生ポテンシャルの時間的な変化と火山を有する流域からの土砂流出過程を予測する手法の確立を目的として、桜島、 メラピ、焼岳の火山を対象に観測と予測手法の開発を行う。

（7）本課題の５か年計画の概要：

令和6年度：（桜島火山）有村川において土石流の土砂濃度観測を実施する。これまでに有村川および野尻川において観測された水位、流量、LVPセンサーのデータ、XMPレーダーによる降水量、降灰量のデータの収集・整理をする。桜島東側斜面に形成されているガリの形状をドローンを用いて計測する。（メラピ火山）現地に設置されている降雨、水位観測装置の状況を確認するとともに、2018年以降の観測データを回収する。（焼岳火山）大規模な土砂流出に対応できる計測手法を検討するとともに、足洗谷流域で流砂観測を行う。焼岳で発生する融雪型火山泥流を対象として、これまで実施した融雪実験等の整理を行い、融雪型火山泥流の発生機構の未解明な要素について検討を行う。

令和7年度：（桜島火山）前年度に引き続き、土石流の土砂濃度観測、ガリ形状の計測、有村川・野尻川の各種データの収集・整理をする。取得された流出量と降水量の関係を流出解析モデルで良好に再現出来るような計算パラメータ（透水係数、地表面の粗度係数）の最適値を土石流イベント毎に求める。また、不攪乱火山灰堆積箇所でのクラスト強度と透水特性を計測する。（メラピ火山）現地に設置されている降雨、水位観測装置のメンテナンス、データ回収を行い、桜島火山を対象に構築した流出解析モデルをメラピ火山に適用できるように改良する。（焼岳火山）足洗谷流域を対象に大規模な土砂流出イベントにも対応できるような流砂観測体制を構築する。観測結果を利用して流域土砂動態モデルに改良を加える。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、水路実験を実施して検討を行う。

令和8年度：（桜島火山）前年度に引き続き、土石流の土砂濃度観測、ガリ形状の計測、有村川・野尻川の各種データの収集・整理をするとともに、土石流の流動メカニズムについて検討する。流出解析モデルの計算パラメータの最適値を土石流イベント毎に引き続き求める。計算パラメータと降灰量との関係について解析する。（メラピ火山）現地に設置されている降雨、水位観測装置のメンテナンス、データ回収を引き続き行い、メラピ火山用の流出解析モデルに改良を加える。（焼岳火山）足洗谷流域で流砂観測を継続するとともに観測結果を利用して流域土砂動態モデルに改良を加える。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、水路実験を実施して検討を行うとともに砕流と積雪層との混合による融雪過程について、現地実験によって検討を行う。

令和9年度：（桜島火山）前年度に引き続き、土石流の土砂濃度観測、有村川・野尻川の各種データの収集・整理をするとともに、噴火起源の土砂供給と土石流の流動性の関係について検討する。降雨・流出の関係を流出解析モデルで良好に再現出来る計算パラメータの最適値を引き続き求める。また、クラストの形成・破壊を考慮したガリの発達・統合過程の数値シミュレーションを実施する。（メラピ火山）現地に設置されている降雨、水位観測装置のメンテナンス、データ回収を引き続き行う。桜島と同様の解析を行い、流出モデルの最適パラメータを求める。計算パラメータと降灰量、降水量の経時変化を予測するモデルを構築する。（焼岳火山）足洗谷流域では流砂観測を継続するとともに流域土砂動態モデルにより、流域土砂動態モデルにより噴火が起きた後の土石流発生ポテンシャルの時間変化を検討する。火砕流と積雪層との混合による融雪過程についての現地実験による検討を継続するとともに、泥流の流動による斜面・渓床の侵食過程を考慮した数値シミュレーションモデルによって融雪火山泥流の発達・流下・減衰過程について検討を行い、泥流の氾濫範囲、流速と流動深の時空間的な変化を予測する手法の開発を行う。

令和10年度：桜島火山の有村川、焼岳火山の足洗谷流域での観測を継続し、噴火後の土石流発生ポテンシャル予測手法を構築する。また、クラストの形成・破壊とガリの発達が土石流発生ポテンシャルに与える影響を示す。焼岳火山による泥流の氾濫範囲、流速と流動深の時空間的な変化を予測する手法の完成を目指すとともに、これまでの成果のとりまとめを行う。桜島火山の有村川・野尻川、インドネシアメラピ火山で観測された各種データを収集・整理し、新規に取得したデータを用いて計算パラメータと降灰量、降水量の経時変化を予測するモデルの検証を行う。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

中道治久（京都大学防災研究所火山防災研究センター）
他機関との共同研究の有無：有
宮田秀介（京都大学大学院農学研究科）,権田豊（新潟大学）,堤大三（信州大学）

（9）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：
電話：
e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：竹林洋史
所属：京都大学防災研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：DPRI08

（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）火山噴出物の流下による災害のリアルタイムハザードマップの構築
（英文）Construction of real-time hazard map for disasters caused by flow down of volcanic products

（3）関連の深い建議の項目：

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(3) 火山噴火による災害誘因評価手法の高度化

（4）その他関連する建議の項目：

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）
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
(5) 大規模火山噴火

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第２次）課題番号DPRI11において、火砕流の発生予測に関して地盤変動、火山性地震、映像等の観測データを収集し、火砕流発生に関わる物理パラメータを明らかにした。火砕流を伴う噴火は長期的に収縮傾向の脱ガスが進んでいる際に発生し、噴火直前に見られる地盤変動の膨張時間、前駆地震の発生頻度と振幅の上昇から火砕流の発生危険度の判定を行い、地盤変動の膨張量から火砕流の流下距離のリアルタイム予測の検討を行った。

（6）本課題の５か年の到達目標：

火山噴火によって放出される火山噴出物は、火山灰や火山レキとして降ってくる降下火砕物に火砕流や溶岩流として山腹を流動し堆積するものがある。それぞれ降灰予測や火砕流・溶岩流の流動シミュレーションが行われているが，それらの多くは噴出物量を仮定して計算されたものである。本研究では主に桜島火山を対象として、事前に降下火砕物，火砕流，溶岩流のシミュレーションによる堆積範囲や堆積量のデータセットを作成しておき，地震・地盤変動観測のリアルタイムデータから噴火により放出される噴出物量を計算し，その噴出物量にあったデータセットから降下火砕物・火砕流・溶岩流の堆積範囲と量を選び出すことで，噴火発生前に観測量の変化から更新されるリアルタイムハザードマップを作成するものである。また，火山噴出物の堆積範囲や量の事前予測に気象データを加えることで，降雨時の土石流リアルタイム予測を試行するものである。

（7）本課題の５か年計画の概要：

令和6年度は過去の火山噴火における地震・地盤変動データの収集・解析を行い，膨張量と降下火砕物、火砕流、溶岩流の配分比の検討を行う。降下火山灰の量の把握を含め，火砕物の堆積量や土石流を把握するための観測体制を維持する。
令和7年度は噴出物量・配分比ごとの数値シミュレーションのデータセットの作成を行い、火砕流・溶岩流の流動シミュレーションの検討、土石流観測の継続とその流動シミュレーションの検討を行う。
令和8年度は前年度に続き、火砕流・溶岩流の流動シミュレーションの検討，過去の噴火によって流出した火砕流・溶岩流とシミュレーション結果の比較を行い，チューニング等を行う。土石流シミュレー

ションの判定に気象場条件の導入・検討を行う。令和9年度は火山噴出物の配分比に基づき，桜島の流域ごとに前駆現象と火砕流・溶岩流・土石流の関係を示したハザードマップを作成し、行政関係向けのセミナー等を開催しハザードマップのチューニングを行う。令和10年度は前駆現象のリアルタイムデータを入力したオンラインハザードマップを試作する。

(8) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

為栗健（京都大学防災研究所）,竹林洋史（京都大学防災研究所）,中道治久（京都大学防災研究所）,山本圭吾（京都大学防災研究所）,山田大志（京都大学防災研究所）
他機関との共同研究の有無：無

(9) 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：0992932058
e-mail：tameguri.takeshi.2u@kyoto-u.ac.jp
URL：

(10) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：為栗健
所属：京都大学防災研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：DPRI09

（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）西南日本と中南米地域における巨大地震の地震津波災害軽減に向けた学際的比較研究
（英文）An interdisciplinary comparative study on earthquake and tsunami hazard mitigations of megathrust earthquakes in Southwest Japan and the Central and South American regions

（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
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震

（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
ア. 史料の収集・分析とデータベース化
(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
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
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
(2) 地震発生確率の時間更新予測
イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証
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
イ. 津波の事前評価手法
エ. 大地震に起因する災害リスクの事前評価手法
(2) 地震の災害誘因の即時予測手法の高度化（重点研究）
イ. 津波の即時予測手法
(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
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
(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
イ. 観測・解析技術の開発
(2) 推進体制の整備
(3) 関連研究分野の連携強化
(4) 国際共同研究・国際協力
(5) 社会への研究成果の還元と防災教育
(6) 次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

これまで、南海トラフに加えてメキシコやニュージーランドの沈み込み帯で海陸の地震・地殻変動観測を実施し、スロー地震活動の把握やプレート間固着域とスロー地震発生域との比較研究を進めてきた。特に日向灘では、新たなM8級巨大地震のモデル構築に成功し、成果は2022年に日向灘の地震活動長期評価にも反映された。

また、稠密リニア地震計アレイを紀伊半島や四国で実施し、フィリピン海スラブの形状とその周辺の不均質構造を詳細に推定した。さらに、函館平野で微動アレイ探査を行い、地震学的岩盤までの詳細な速度構造モデルを構築した。得られた速度モデルを用いた数値地震動シミュレーションにより、函館平野西部で観測される地震動の特徴が効果的に再現できることを確認した。平成28年熊本地震の本震で特に大きな被害が生じた熊本県益城町を含む周辺地域の浅部地盤構造を求めて、PGAとPGVの詳細な分布図を作成した。

メキシコ・ゲレロ州を研究対象地域として、理学―工学―人文・社会科学による地震・津波災害軽減に向けた国際研究プロジェクトを2016-2022年に実施した。ここでは、確率論的津波ハザード評価（PTHA）をメキシコ・ゲレロ州のジワタネホ市の沿岸部に適用して、ランダムフェーズアプローチとロジックツリーアプローチの2つの異なるPTHAアプローチを用いて津波高さの超過確率を推定し、津波ハザードモデルを作成した。また、科学的根拠に基づく地震・津波リスクシナリオの効果的な市民への伝達についての方法論の構築、メキシコでの防災活動のアクションリサーチを事例としたビジュアル・ エスノグラフィの制作など、社会実装に向けた研究も行った。

（6）本課題の５か年の到達目標：

プレート沈み込み帯に位置する国・地域では、将来の大地震と津波の災害の軽減に向けた取り組みとその推進が共通の課題である。本課題では、これまでの拠点間連携やメキシコなどで実施された地震津波災害の軽減に向けた研究で開発された、リスク評価と成果の社会実装のスキームを利活用して、南海トラフ沿いで発生する巨大地震の地震動及び津波に伴う災害の軽減に向けた学際的研究に取り組む。第一に南海トラフにおけるプレート間固着状況、震源モデルの構築、地震動及び津波によるハザード及びリスク評価と防災教育を含む地域社会への実装に向けた観測・調査研究を実施する。第二に、日本および海外で実施された地震・津波災害に関する分野横断型の学際的研究とその成果の比較研究により、南海トラフにおける巨大地震・津波のハザードとリスク評価の高度化とそれに対する自治体等の具体的な対策の提案を図る。

南海トラフ西端の日向灘ではM8級の巨大地震の発生可能性が地震調査研究推進本部から指摘されている。メキシコやエルサルバドルなど北中南米地域の太平洋沿岸部では、南海トラフと類似のテクトニクスと同様の防災研究における課題を有する。しかしながら、これらの巨大地震像と予測される被害は十分に理解されていない。

本課題の５か年では、日向灘及び宮崎県で実施する新たな観測結果に基づき、震源モデルの構築、地震動及び津波浸水に関するハザード評価とそれらによる被害のリスク評価を自治体と連携して実施する。また、リスク評価を適切に反映した防災教育を実施する。さらに、日向灘及び宮崎県など日本で得られる成果と、メキシコやエルサルバドルなどの海外の沈み込み帯で得られる研究事例との比較を行う。特に西南日本と中南米地域の理学、工学、人文・社会科学における地震防災科学の比較研究を実施し、地震・津波現象の理解のさらなる深化と、両地域に顕在、潜在する地震・津波災害の軽減に向けた課題の把握とその解決策の提案を図る。

（7）本課題の５か年計画の概要：

日向灘に面する宮崎県において、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つの小課題を設定し、相互に連携して研究を実施する。

A. 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

小課題Aでは、南海トラフ西端部に位置する日向灘におけるプレート間固着状況の理解に向けて、海陸両方で地震・測地観測を実施する。スロー地震（テクトニック微動やスロースリップ）の検出や固着域推定に向けた手法の高度化を進める。波動論的なアプローチに基づくプレート境界の摩擦強度推定手法の開発を進める。観測されたスロー地震・微小地震活動に基づき、地震活動を統計的・物理的

に予測する手法の開発を進める。さらに京都大学防災研究所宮崎観測所が保管する過去の観測記録（レガシー記録）のデータベース化や解析手法の開発及び解析も進める。これらの観測に基づき同地域におけるプレート相対運動とファスト及びスロー地震による地殻活動から固着分布を調べて、日向灘で将来発生しうる地震の震源像の構築及び巨大地震の予測手法の開発を目指す。

令和６年度においては、陸上GNSS観測を実施する。日向灘における過去のスロー地震記録と地震活動記録を比較し、スロー地震による地震活動の誘発効果を調査する。超広帯域･高ダイナミックレンジ海底地震計の開発および試験を行うとともに、次年度実海域に設置する6台の整備を進める。宮崎観測所内の過去の記録媒体の整理を行う。

令和７年度においては、陸上GNSS観測を継続し、GNSSデータから日向灘の固着分布の時間変化を推定する。日向灘におけるスロー地震による地震誘発効果を、既存の地震活動の統計モデルや物理モデルに組み込み、新たなモデルの開発に取り組む。前年度に開発した超広帯域･高ダイナミックレンジ海底地震計６台を日向灘に設置する。宮崎観測所内の過去の記録媒体のバイナリデータをアスキー化する。

令和８年度においては、陸上GNSS観測を継続し、GNSSデータを用いたSSEの検出手法の改良を行う。日向灘で新たに取得された地震・測地観測データに対して、上述のモデルを適用し、地震活動の予測の試行を行う。前年度に日向灘に設置した海底地震計６台について回収及び設置作業を行う。回収したデータの解析を行い、陸上観測点およびN-netとデータを統合した日向灘における高精度地震カタログの作成に着手する。宮崎観測所内の過去のアナログ記録（紙媒体）の電子化を実施する。

令和９年度においては、陸上GNSS観測を継続し、測地データと地震データを組み合わせて固着分布の時間変化を推定する。日向灘で新たに取得された地震・測地観測データに基づいて、地震活動モデルの改良を行い、予測精度の向上を図る。前年度に日向灘に設置した海底地震計６台について回収及び設置作業を行う。回収したデータの解析を進めて日向灘の高精度地震カタログの作成を継続する。宮崎観測所内のアスキー化した過去の記録媒体にメタデータを付与する。

令和10年度においては、陸上GNSS観測を継続する。また、前年度までに引き続き日向灘に設置した海底地震計６台について回収及び設置作業を行い、回収されたデータを解析することで高精度地震カタログを作成する。宮崎観測所の過去の記録を整理したデータの再解析を実施する。本計画の先行の4年間を含む海陸の地震・測地観測データを総合し、日向灘における地震活動発生パターンを整理するとともに、日向灘における最適な地震活動予測モデルを提示し、将来発生しうる地震の震源像を構築する。

B. 地震・津波モデリングに基づく地震・津波シナリオの構築

小課題Bでは、小課題Aで得られる日向灘における巨大地震の震源像に基づき、地盤モデルや水深データを用いて、特に宮崎市の強震動予測地図および津波浸水予測地図、地震・津波シナリオおよびこれらをもとにした強震動・津波浸水による被害の結合ハザードマップの作成を自治体と連携して行う。地震時表層地盤応答モデルの高度化に向けた手法の開発及び調査観測を実施する。宮崎県沿岸部における津波堆積物の調査から過去の大津波の発生履歴の解明と波源域モデルの構築を目指す。津波伝播・遡上シミュレーション高精度化のために、周辺の浅海海底地形および古地形を含む陸上地形の収集及び計測を行う。震源像の基本想定のもと、さまざまな地震の震源過程の不確実性を考慮した確率強震動・津波モデルを構築する。特に得られた確率震源モデルにより、津波の伝播・遡上シミュレーションと強震動評価を実施し、津波災害の被害評価を行う。強震動域と津波浸水域を推定して、地震・津波シナリオおよびハザードマップを構築する。

令和６年度及び令和７年度においては、地震時表層地盤応答モデルの高度化に向けた手法の開発を行う。宮崎県沿岸部の特に県央部において、表層地盤の微動調査と津波堆積物調査を実施する。宮崎県沿岸部の古地形を含む陸上地形の調査を実施する。日向灘における、さまざまな地震の震源過程の不確実性を考慮した確率強震動・津波モデルを構築する。

令和８年度及び令和９年度においては、宮崎県沿岸部の特に県南部において、表層地盤の微動調査と津波堆積物調査及び古地形を含む陸上地形の調査を実施する。日向灘における津波の伝播・遡上シミュレーションと強震動評価を実施する。

令和10年度においては、令和９年度までの調査結果を精査し、日向灘M8級巨大地震の発生履歴を明らかにした上で、強震動域と津波浸水域を推定した地震・津波シナリオおよびハザードマップを構築する。

C.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

小課題Bで得られる地震・津波シナリオ及びハザードマップに基づき、建築構造物や地形情報を考慮したリスクシナリオおよびリスクマップを作成する。リスクコミュニケーションの研究として、宮崎県や宮崎市が有するM8級の巨大地震に対する行政の対応の現状とニーズの把握に向けてインタビューを実施する。沿岸地域住民（自主防災組織等）や学校教育関係者からも同様のヒアリングを行う。その上で、小課題AやBで得られる最新の知見を行政・住民それぞれにどのように生かす事ができるか，成果の社会実装の視点から検討する。また、沿岸部の小中学校にIT強震計を設置するとともに津波避難訓練の結果を記録するアプリを活用し、地震計記録を生かした地域の震度モニタリングと避難行動記録を生かした津波避難戦略のプラニングを実施し、防災リテラシーの向上と学校教育・地域防災の教材開発にも取り組む。

令和６年度及び令和７年度においては、突発的な巨大地震・津波の発生シナリオや、南海トラフ東側での先行地震に伴う「臨時情報」の発表シナリオなど、さまざまな発災シナリオに応じた津波避難行動について、沿岸地域の住民等関係者からの聞き取り調査、避難訓練アプリ「逃げトレ」を用いた訓練や、同アプリによって収集したデータを地域ごとに分析するためのツール「逃げトレView」を用いた解析を実施する。また、IT強震計を宮崎市沿岸部の小中学校に設置するための準備および手続きを進め、準備が整い次第設置を進める。

令和８年度及び令和９年度においては、上記の訓練と解析から得られた実証的なエビデンスを用いて、沿岸地域住民や地元自治体職員を対象とした避難戦略立案ワークショップ、災害対応訓練を実施し、地震・津波災害に関する防災リテラシーの向上と、地震対応・津波避難戦略を地域社会への実装を行う。また、設置したIT強震計データを収録する為のサーバーを立ち上げ，学校関係者や地域住民向けにデータを可視化したWebサイトの開発に着手する．開発したWebサイトについてユーザーからののフィードバックを収集し，Webサイトによる情報提供の在り方を検討する。

令和10年度においては、先行の4年間の成果を総括し、地震・津波に関する理学・工学的研究の成果を効果的に社会実装するためのプログラムを学際的な研究を通して体系化する。この際、「臨時情報」など、大きな減災効果をもたらす反面、不確実性や社会的混乱を招く可能性のある災害情報に関するリスクコミュニケーションに特に焦点を当てる。構築したIT強震観測網を維持する上での問題点を整理して、継続して維持できるよう対策を施すとともに，将来的な自治体への移管を視野にパッケージ化を行う。

D. 比較研究による地震・津波防災科学の推進

上記3つの小課題 A、B、Cを組み合わせた類似の研究は、これまでに日本国内のみならず、海外でも多く実施されてきた。特に中南米地域では日本の技術協力により、これまで多くの地震・津波防災に関する研究が実施された。本課題では、これらの成果に着目して理学―工学―人文・社会科学を総合した「比較沈み込み帯防災科学」として情報を集約して沈み込み帯における各地域間の比較研究を行う。比較研究を通じて、地域毎に顕在化する課題・問題点の整理を通して潜在化する問題点の把握を図る。顕在・潜在する問題の解決法を比較研究により見出す。これらの成果に基づき、地震・津波防災科学における「モニタリング・モデリング・リスク評価及び成果の社会実装」 の一連のスキームの高度化を図る。５か年では特に、メキシコ及びエルサルバドルを中心として、地震・津波災害の軽減に向けた調査・観測研究の実施と社会実測の事例との比較研究に取り組む。

令和６－８年度においては、メキシコとエルサルバドルにおける地震活動及び地殻変動の調査観測を実施する。メキシコ及びエルサルバドルとの研究者らとの協力により、現地における地震・津波シナリオの把握とその高度化を進める。地震・津波リスクの理解とリスク軽減に向けた中央及び地方行政の取り組みと実施上の問題点に関する情報を集約する。

令和９年度及び令和１０年度においては、前３ヵ年の調査を継続しつつ、日本国内の研究事例も含めて、比較研究により地域毎の課題・問題点を整理する。日本、メキシコ、エルサルバドルにおける地震・津波災害軽減に向けた課題の解決策を自治体等に提示する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

伊藤喜宏,矢守克也,松島信一,森信人,西村卓也,宮澤理稔,浅野公之,長嶋史明,山﨑健一,西川友章,中野元太,宮下卓也,VAICIULYTE Sandra,水谷歩（京都大学防災研究所）

他機関との共同研究の有無：有

山下裕亮（宮崎公立大学）,平石哲也（一般財団法人　沿岸技術研究センター）,篠原雅尚（東京大学地

震研究所）

（9）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：0774-38-4240
e-mail：ito.yoshihiro.4w@kyoto-u.ac.jp
URL：http://www.rcep.dpri.kyoto-u.ac.jp/yito/index.html

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：伊藤喜宏
所属：京都大学防災研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：DPRI10

（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）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

断層帯周辺の高密度地殻変動観測を山陰地方、大阪府北部、跡津川断層系周辺で実施し、歪み速度の分布を明らかにした。また山陰地方地震発生帯、近畿中北部や長野県西部地域などの西日本の横ずれ断層の活動域において、高密度地震観測を行い、内陸地震の断層周辺の不均質構造、低周波地震活動や応力場の解明を行った。奥能登で発生する群発地震活動に対して、電磁気観測、GNSS観測、光ファイバーセンシングによる観測を実施し、地殻活動を調査した。

（6）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。

(7) 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に開催し、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。

(8) 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）

(9) 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/

(10) 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

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：DPRI11

（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）火山噴出物による災害の軽減のための総合的研究
（英文）Integrated study for disaster mitigation by ejection of volcanic products

（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
(5) 大規模火山噴火

（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
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明
エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解とモデル化
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）
3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(3) 火山噴火による災害誘因評価手法の高度化
(4) 地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価を防災情報につなげる研究
火山
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
イ. 観測・解析技術の開発

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

インドネシアの火山において噴火に前駆する地殻変動とそれに続く群発地震が定量化され，マグマ貫入に伴い地殻の変形から，応力の岩石破壊強度超過による脆性破壊を経て噴火に至るモデルが提示された。これにより，桜島大正噴火の前駆現象の理解が進んだ。そして，2015年桜島群発地震においてマグマ貫入による応力変化による岩石破壊強度超過が桜島の極浅部から深部へと進行したことを明らかにした。2017年以降の桜島南岳活動期において，姶良カルデラから桜島へのマグマ移動は顕著ではないが継続し，この間にgas-richな噴火と火山ガス放出が卓越している。また，重力観測から桜島直下において質量増加が進行していることが明らかになった。これらのことからマグマからの脱ガスが進行していると解釈した。次世代火山研究推進事業にてディスドロメータや気象レーダーによる降下火山灰のモニタリングネットワークの構築を進めた。2020年6月の桜島の噴石落下を受けて火山情報に関するアンケート調査をまとめ，火山情報の発信に関する課題の検討を進め，火山灰拡散シミュレーションによる大規模噴火時における広域避難の意思決定システムの検討を進めた。

Hotta, K. and M. Iguchi, 2021, Tilt and strain change during the explosion at Minami-dake, Sakurajima, on November 13, 2017, Earth, Planets and Space 73, 70.
井口正人, 2019, 桜島火山噴火の発生予測―非地震性地盤変動から地震活動を伴う地盤変動への推移, 自然災害学会，38, 306-317.

Iguchi, M. et al., 2020, Integrated study on forecasting volcanic hazards of Sakurajima volcano, J. Disaster Res. 15, 174–186.
Koike, M. and H. Nakamichi, 2021, Dike inflation process beneath Sakurajima volcano, Japan, during the earthquake swarm of August 15, 2015, Front. Earth Sci. 8, 600223.
Nakamichi et al., 2019, Differences of precursory seismic energy release for the 2007 effusive dome-forming and 2014 Plinian eruptions at Kelud volcano, Indonesia, J. Volcanol. Geotherm. Res., 382, 68–80.
Rahadianto, H. et al., 2022, Long-term ash dispersal dataset of the Sakurajima Taisho eruption for ashfall disaster countermeasure, Earth Sys. Sci. Data, 14, 5309–5332.
Tanaka, H. et al., 2022, Applying the particle filter to the volcanic ash tracking PUFF model for assimilating multi-parameter radar observation, J. Disaster Res., 17,5, 791–804.

（6）本課題の５か年の到達目標：

火山噴出物による災害の軽減のためには，火山噴火の理解にもとづく予測，災害誘因となる火山噴出物の挙動の把握と予測，そしてリスク評価，さらには火山観測情報や災害誘因予測およびリスク評価を社会の共通理解として，災害の軽減のための意思決定につなげる必要がある。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い，観測とモデルによる火山噴出物放出の予測手法を高度化する。同時に，火山噴出物の把握手法の高度化とモニタリングを行う。火山観測情報や研究成果を社会へ発信する方法を検討するとともに，火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成に貢献するための方法を検討する。また，大規模噴火の発生を想定しての観測研究の継続のための方策を検討する。
これらの目的のため，大規模噴火の発生が懸念され噴火が頻発している桜島と，国内において噴火が最も頻発しており，噴火災害時には桜島と同様に全島避難となりうる諏訪之瀬島を対象とする。

（7）本課題の５か年計画の概要：

本研究は，項目5(5)「大規模火山噴火」の中核的研究課題に位置づける。本研究では，大規模噴火の想定にもとづき広域避難計画が立案されつつある桜島を対象として，大規模火山噴火の予測に資する観測研究を行うとともに，火山噴火災害に関する社会の共通理解醸成に貢献するための方法，大規模噴火時の観測手法・通信手段の開発や，噴火にともなう災害誘因手法の開発を行う。したがって，5(5)「大規模火山噴火」の各研究項目を擁する総合的研究課題であり、以下の項目の研究を実施する。

1.火山現象の解明のための観測研究
1.1.噴火機構の解明とモデル化
桜島および諏訪之瀬島において，地震，地殻変動，空気振動，映像，電磁気などの観測から噴火機構の解明とモデル化を進める。桜島においては，噴火に伴う傾斜および歪みの時空間変化と，地震アレイおよびDASで得られた地震波動から火口直下から深部への減圧過程を反映した噴火機構モデルを構築する。諏訪之瀬島においては，地震，空気振動，気象レーダ観測により，火山灰放出卓越噴火と岩塊・ガス放出噴火の特徴量を定量化し，両者の噴火機構の違いを明らかにする。噴火機構の解明により，観測データからの火砕物及び火山ガスの放出量（率）の推定の高度化を進める。
1.2.構造解析によるマグマ供給系の解明と時間変化の検出
桜島島内および周辺領域において稠密広帯域MT観測を実施し，高分解能の3次元比較抵抗構造を推定する。推定された構造を基準にして，火山流体の移動に伴う構造変化を想定した最適モニタリング手法を検討し，長期電磁気連続観測から構造変化検出を試みる。これにより，後述のマグマ溜まりなどでの密度変化の成因の理解を深化させる。
1.3.マグマ貫入に伴う地震・地盤変動の解明
若尊および周辺の地震活動が活発な場所において毎年繰り返しOBS観測を行う。そして，定常地震観測と併合データ処理を行い，３次元速度構造を用いて震源とメカニズム解を決定する。また，桜島・姶良カルデラ周辺の地殻変動と震源およびメカニズム解変化との対応を明らかにすることで，マグマ貫入に伴う火山構造性地震の群発機構を明らかにする。これにより大規模噴火に前駆する地震活動の想定をする。

2.噴火発生と活動推移の定量的評価
2.1.脱ガス卓越期における火山体とマグマ溜まりの密度変化と噴火活動推移の関係
桜島の中央部および北部を中心に水準測量を行い，姶良カルデラ周回路および桜島周回路の水準測量データと併合して姶良カルデラ直下おける膨張ならびに，桜島の中央部直下の収縮を定量的に評価する。また，桜島の複数箇所での複数回の相対重力測定と，相対測定と同じ期間における有村観測坑道内の定点およびハルタ山観測室で絶対重力測定を行う。そして，地下水および上下変動による重力変動効果の補正を行い，マグマ溜まりの質量・密度の時空間変化を明らかにする。
2.2.物理・化学データからの定量的火山活動指標の試作
地震，地殻変動，重力，火山ガス，火山灰水溶性付着成分，火砕物の色彩・形状の測定を進めデータベース化する。そして，現在の桜島の脱ガス卓越期を特徴づける定量的火山活動指標を試作する。例えば，深部低周波地震と火山構造性地震の地震モーメントの推移と，地殻変動量，重力変化量，二酸化硫黄放出率との比較を行うことで，深部低周波地震が火山活動指標となり得るかどうか議論する。

3.火砕物による災害誘因ハザード評価手法の高度化
3.1.マルチセンシングによる火砕物のモニタリング手法の開発
桜島に展開されている複数周波数帯のレーダ，光学式ディスドロメータ，ライダーなどを用いて，広範なサイズ分布をもつ火砕物のモニタリング手法の開発を進める。そのために，火砕物の採取によるモニタリング結果の検証を進める。
3.2. 火山岩塊の飛散距離の評価手法の開発
噴火災害誘因である火山岩塊の最大到達距離を空気振動からの評価手法を開発する。
3.3.土石流評価手法の開発
土石流頻度の高い桜島の河川流域を対象に光ファイバーを用いたDAS観測と，近傍の傾斜観測から土石流流下過程を明らかにする。

4.火山噴火災害に関する災害誘因とリスクの認識向上と避難意思決定のあり方検討
4.1.大規模噴火を想定した広域避難意思決定システムの検討
桜島における大規模噴火を想定した噴火火口と噴出率変化を仮定し，季節毎の平均的気象場を与えて，火山灰移流拡散シミュレーションから想定火砕物堆積分布を求める。堆積分布から被害を想定して，事前避難区域とタイミング設定を含めた広域避難のための意思決定システム化を検討する。
4.2.オープンサイエンス拠点形成と火山災害に関する情報提供方法の検討
阿武山観測所など既存の取り組みを参考に，桜島を対象に火山学のオープンサイエンス拠点を構築し，火山災害に関する災害誘因とリスクについて市民ならびに行政の認識度を向上させるために効果的な情報提供方法やコミュニケーション手法を開発する。

5.大規模災害時における観測研究継続のための方策の検討
5.1.大規模災害時の通信・データ伝送手段確保と迅速な観測網構築に資する手法開発
V-High帯，LoRa等新たな無線通信手法についての技術開発動向を関係機関にて情報交換をし，大規模災害時の通信・データ伝送に適した手法候補を選定する。そして，火山および地震観測に適した技術検討をして，桜島・姶良カルデラ周辺等にてフィールド試験を行う。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

中道治久（京都大学防災研究所）,吉村令慧（京都大学防災研究所）,為栗健（京都大学防災研究所）,山本圭吾（京都大学防災研究所）,山田大志（京都大学防災研究所）,畑真紀（京都大学防災研究所）,多々納裕一（京都大学防災研究所）,矢守克也（京都大学防災研究所）,瀧下恒星（京都大学防災研究所）

他機関との共同研究の有無：有

青山裕（北海道大学理学研究院）,西村太志（東北大学理学研究科）,岡田知己（東北大学理学研究科）,太田雄策（東北大学理学研究科）,吉田圭佑（東北大学理学研究科）,廣瀬郁（東北大学理学研究科）,森俊哉（東京大学理学系研究科）,内田直希（東京大学地震研究所）,今西祐一（東京大学地震研究所）,野上健治（東京科学大学）,前田裕太（名古屋大学環境学研究科）,田口貴美子（名古屋大学環境学研究科）,大倉敬宏（京都大学理学研究科）,風間卓仁（京都大学理学研究科）,大西正光（京都大学工学研究科）,相澤広記（九州大学大学院理学研究院）,江本賢太郎（九州大学大学院理学研究院）,中尾茂（鹿児島大学理工学研究科）,嶋野岳人（鹿児島大学理工学研究科）,八木原寛（鹿児島大学理工学研究科）

（9）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：099-293-2058
e-mail：nakamiti@svo.dpri.kyoto-u.ac.jp
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：中道治久
所属：京都大学防災研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：DPRI12

（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）分野横断で取り組む大規模火山噴火災害に伴う大規模広域避難に関する研究
（英文）Interdisciplinary research on wide area evacuation in large-scale volcanic eruptions

（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
(5) 大規模火山噴火

（4）その他関連する建議の項目：

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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

研究課題名「災害リテラシーの育成のためのオープンサイエンス手法の検討」（DPRI14）において検討した4つの研究項目のうち、「サイエンスミュージアム阿武山地震観測所の運営による地震リテラシーの向上」および「地震・津波避難訓練「逃げトレ」の導入・運用」および「内陸地震観測満点計画・0.1満点計画によるオープンサイエンス型地震学の試行」における成果、具体的には、リスクコミュニケーションの場としてのサイエンスミュージアムや学校教育現場、ツールとしてのスマートフォンアプリやワークショップに関する成果を、本研究では火山防災、ならびに、火山噴火に伴う複合災害防災に生かす。

（6）本課題の５か年の到達目標：

本研究は、大規模火山噴火に伴う「大規模広域避難」のための戦略を立案し、有効な避難行動の実現に向けた社会的理解と合意を促進することを目的とした分野横断的研究である。大規模火山噴火に伴う避難は、従来の災害避難にはあまり例を見ない「大規模広域避難」となることが予想されるが、それに関する研究蓄積は数少ない。しかし、桜島や富士山などで近い将来の噴火が懸念される中、「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。本研究では、桜島が位置する鹿児島市をメインフィールドとして、地域住民、地元および周辺自治体、さらに、研究者が関与した参画型ワークショップと、サイエンスミュージアムを活用した火山災害に関するリスク・コミュニケーションを通じて、「大規模広域避難」に対する意識啓発と戦略立案の促進を図るためのアクションリサーチを実施する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

令和6-7年度に、効果的な「大規模広域避難」について構想し実現するための基本要件（たとえば、火山災害リテラシーの向上、噴火関連情報の整備と体系化、その普及啓発、「大規模広域避難」に関わる関係機関の事前協定など）を明確にする。また、火山災害に関するリテラシーを地震火山災害に関するサイエンスミュージアムを活用して向上させるための手法を確立する。令和8-9年度に、鹿児島市内のテストフィールドにおいて、上記の基本要件を念頭に具体的な広域避難計画を立案し、実際に避難訓練も実施する。令和10年度に、以上の成果を、富士山における広域避難計画と比較し、噴火シナリオや利用可能な情報の違い、および、周辺地域の社会経済的条件の違いが「大規模広域避難」の戦略にもたらす影響についても整理する。また、火山噴火とは異なる種類の災害に伴う「大規模広域避

難」との比較も行う

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

矢守克也（防災研究所）,中野元太（防災研究所）
他機関との共同研究の有無：有
大西正光（京都大学大学院工学研究科）,山　泰幸（関西学院大学災害復興制度研究所）,竹之内健介（香川大学創造工学部）,嶋本　寛（宮崎大学工学教育学部）,吉本充宏（山梨県富士山科学研究所）,久保智弘（山梨県富士山科学研究所）

（9）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：0774384024
e-mail：momo-san@mx5.canvas.ne.jp
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：矢守克也
所属：京都大学防災研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：ERI_01

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）新しい観測技術に基づく活断層の位置・形状・活動性の解明
（英文）Research on defining locations, geometries and activities of active faults based on new observational techniques

（3）関連の深い建議の項目：

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
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈

（4）その他関連する建議の項目：

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）
イ. 内陸地震の長期予測
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
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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

本課題は新規課題であるが、「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第２次）」の「変動地形学的手法による内陸地震発生モデルと活断層長期評価手法の再検討」（NGY-03; 2(1)イ 内陸地震の長期予測に深く関連）において、糸静線活断層系北部や布田川断層・日奈久断層、阿寺断層の地表地震断層調査・変動地形調査・古地震調査を総合的に検討し、地震時地表変位ベクトル・活動履歴・変位速度分布等のデータから認められる古地震活動の多様性が、断層トレースの分布・構造によって制約されることや、航空レーザー測量や宇宙線生成核種年代測定等の新手法が、詳細変動地形の把握や平均変位速度の更新・解明に有効である可能性が示された。このことから、高精度地形データ・年代測定手法等の新しい観測手法による活断層・変動地形の詳細分布・平均変位速度等の解明が、より信頼性の高い内陸地震の長期予測に重要であることが明らかとなった。

（6）本課題の５か年の到達目標：

本研究課題では、縮尺2.5万分の1相当の高精度活断層トレースデータの既往データに基づき、日本列島をカバーする高精度の活断層トレースのデジタルデータを作成し、研究者がダウンロードして研究目的で利活用できる形で公開するとともに、研究の進展を反映した更新を順次行う。また、活断層の変位様式・活動性などのメタデータを付加した高精度活断層トレースデータベースの将来的な構築を目指した手法検討を行う。
また、航空レーザー測量成果に基づく超高解像度DEMや、地上・ドローンLiDAR測量などの高精度地形測量技術の導入・検討と高精度14C年代測定・原位置宇宙線生成核種年代測定等の最新の年代測定手法を組み合わせたフィジビリティ調査研究を行い、変動地形解析による活断層の詳細な位置・形状と平均変位速度など精度良い活動性推定に向けた手法開発を目指す。

（7）本課題の５か年計画の概要：

航空レーザー測量成果の解析による超高解像度DEMや、地上・ドローンLiDAR測量などの高精度地形測量技術の導入・検討と高精度14C、原位置宇宙線生成核種年代測定等を組み合わせることで、変動地形解析による活断層の詳細な位置・形状と平均変位速度などをより高い精度で明らかにし、精度良い活動性推定へむけた手法開発・検討を行う。

（令和６年度）既往研究や航空レーザー測量成果の整備状況を考慮し、活断層の詳細位置・平均変位速度など活動性推定の手法開発のためのテストフィールドを複数地点選定し、適地選定のための地形地質調査を実施する。

（令和７年度）選定した調査地点の航空レーザー測量成果を収集し、高密度ランダム点群により適切なフィルタリング等に基づく1ｍ未満グリッドの高精度DEMを作成する。また、地上LiDAR測量・ドローンLiDAR測量などの高精度地形測量を実施する。

（令和８年度）選定した調査地点の高精度地形測量データの解析による超高解像度DEMを作成し、１ｍ未満グリッドの高精度DEMと共に変動地形解析を行い、微細な変位基準のずれや変位基準を含む微小堆積地形等の検出を行う。加えて、地形地質調査を実施し、高精度14C年代測定・原位置宇宙線生成核種年代測定等の調査適地を選定する。

（令和９～10年度）前年度までの変動地形解析の結果に基づき、選定した調査地点にて試料採取を行い、年代測定を行う。推定される変位基準の年代および変位量に基づき平均変位速度等の活動性を推定するとともに、既往の手法・事例との比較検討を行い、地形形成環境・テクトニック・セッティング等の諸条件を考慮し、活動性推定のための手法の定式化を図る。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

石山達也（東京大学地震研究所）,白濱吉起（東京大学地震研究所）

他機関との共同研究の有無：有

岩手大学,東北大学,中央大学,法政大学,東京都立大学,東洋大学,信州大学,弘前大学,富山大学,名古屋大学,同志社大学,岡山大学,広島大学,山口大学,愛媛大学,大分大学,地震予知総合研究振興会,千葉県立中央博物館

（9）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：東京大学地震研究所
電話：
e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：石山達也
所属：東京大学地震研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：ERI_02

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）実験・理論的アプローチによる断層ダイナミクスの高度化

（英文）Advancing the faut dynamics: laboratory and theoretical approaches

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(3) 地震発生過程の解明とモデル化

（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
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
イ. 内陸地震
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
イ. 内陸地震の長期予測
(2) 地震発生確率の時間更新予測
ア. 地震発生の物理モデルに基づく予測と検証
イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証
3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

石英の転移クリープと組織発達の関係を明らかにした。地震発生層最下部の条件でも軟岩である石灰岩が高間隙水圧によって延性から準脆性に遷移することを確認した。粘弾性母岩中の断層のサイクル計算手法を開発し、プレートの相対運動が母岩の粘性流動でまかなわれて断層が永久固着する可能性を指摘した。高速地震とスロー地震を摩擦特性で統一的にマッピングする理論を作った。弱鉱物の摩擦は、鉱物の構造や弱鉱物の含有率により、通常の鉱物の摩擦より低くなる場合とならない場合があることを見い出した。マイロナイト構造を考慮して脆性滑りと塑性流動に変形を分配する物理モデルを作った。ガウジ摩擦において、時間効果による強度増加と粒子再配置による強度増加では、付随する音波透過率変化への反映効率が大きく違うことを見い出した。フラッシュヒーティングの局所温度を光学的に正確に測り、低い法線応力でも融点に近い温度を見い出した。空間ドメインでの境界積分計算の高性能な時間発展スキームを開発した。熱弾性の理論計算によって、法線応力の不均質が、摩擦発熱を介した正のフィードバックによって自己加速的に成長するための下限滑り速度は、不均質の波長が長いほど低いことを見い出し、実験での動的弱化速度の試料サイズ依存性を説明した。間隙弾性をサイクル計算に取り込む手法を開発した。付加体構造を模した境界積分法によるモデルを作り、断層載荷レートへの剛性率の影響を確認した。実際の沈み込み体構造を用いた応力計算で、やや大きな地震のもつトリガ能力を評価した。連続体モデルで予測されるSSEから地震までの短い遅れ時間は、1自由度ばねブロックモデルではおきないことを見い出し、連続体における応力集中の重要性を指摘した。様々なRSF則の下で期待される定応力下3次クリープ挙動を導出した。P波前重力波を検出するの

に、重力勾配や地殻歪みなど重力変化の空間微分に反応する観測量なら検出感度がずっと良いはずであることを理論的に指摘した。

（6）本課題の５か年の到達目標：

物理モデルによる地震発生予測や先行現象の物理的理解への貢献を念頭に、以下A-Hのサブテーマを進める。

A. 非常に長時間のヒーリングと非常に低速での滑りの実験により、延性域から断層浅部にわたる摩擦素過程の交代を調べる。

B. 固着の剥れ-震源核という中短期予測で重要なステージを中心に、摩擦状態発展則の違いの地震サイクルへの影響を探る。また、動的弱化が地震サイクルに与える影響を調べる。

C. 巨視的な物性不均質をもつ地殻中の巨視的に曲がった断層のモデル計算によって、構造がコントロールする地震発生の局面の抽出を試みる。

D. 数理・数値モデルで、温度や間隙水圧と滑りの相互作用の理解を深化する。

E. OFCモデルのような本質的に離散的なシステムが、GR則のような幅広いサイズの地震からなる活動を産み出すメカニズムを明らかにする。

F. 地震破壊エネルギーの地震サイズ依存性のメカニズムを理解するために、ガウジ層で数ミクロンから数mという広い範囲のDcが見つかっているガウジ層の摩擦において、長短のDcに対応する状態変化の物理的実体を探る。

G. マントルウエッジ程度までの条件での岩石の流動則を確立し、地震発生への影響を検討する。

H. 地震の即時予測を超早期化する可能性のあるP波前重力波について、新たな手法による信号検知の向上と信号利用の方向性を検討する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

サブテーマA-Hについて、下記のように実験と理論研究を連携して行う。

A. (1-3年目)三軸試験機で石英ガウジの圧力溶解ヒーリングを非常に長時間まで行う。長い滑り距離と低い滑り速度の実験ができる回転式試験機の試料アセンブリ、計測制御系を改良する。(3-5年目)アルバイトガウジ、板状鉱物の長時間固結実験。回転試験機においては、非常な低速を含む様々な速度の実験から、ヒーリングと剪断弱化メカニズムの関係を探る。

B. (1-2年目)RSF発展則としてNagata則を使ったサイクル計算を行い、Slip lawやAging lawの結果と比較する。(3-5年目)動的弱化が震源核形成に与える影響をサイクル計算で調べる。

C. (1-3年目)不均質構造中での断層破壊計算手法をサイクル計算に実装する。(4-5年目)沈み込む高剛性プレートと低剛性付加体からなる付加体地震サイクルモデル計算を行い、構造がコントロールする地震発生の局面を抽出する。

D. (1-3年目)滑りと温度や間隙水圧の相互作用を、連続体やBKモデルなどの断層運動計算モデルに組込む。また、現在これらの効果を含まない方程式系の数理解析で行っている断層滑りモードの統一解析にこれらの効果を組込む。また、熱弾性を考慮した摩擦の時間発展を計算する手法を開発する。(4-5年目)シミュレーション、数理解析から、これらの相互作用の、前震から本震、あるいはゆっくり地震から高速地震の遷移条件を含む地震サイクルの様々な局面への影響を抽出する。

E. (1-3年目)離散的な地震活動モデルを連続体モデルに近づけていって、どこでGRが出なくなるかを探る。(3-5年目)上記の一連のモデルで、応力場、強度場の特徴や時間発展を調べる。

F. (1-3年目)熱活性化の時間依存ヒーリングと、時間に依存しない機械的過圧密による強度獲得が共起するガウジ実験データを、音波透過率の変化も参考にしてモデル化する。透明セル式回転試験機で機械的過圧密を再現するための予備実験を行う。また、透明セル式回転試験機で過去に見られた10m程度の長大Dcが発現する条件を探る。(3-5年目)透明セル式試験機のシステム改修を行い、上記長大Dcの滑り弱化中の個別粒子追跡により具体的なメカニズムをさぐる。また、1mm程度のDcをもつ機械的過圧密の解消過程も個別粒子追跡で調べる。

G. (1-2年目)固体圧式変形試験機の改修を行い、実験品質の向上をはかる。(2-5年目)海洋地殻物質およびマントル物質のレオロジー則を実験と理論で拡充する。母岩流動の断層運動への影響を地震発生のさまざまな局面で調べる。

H. P波前重力波については、新規の観測方法を開発している物理系のグループの必要に応じて信号強度の理論的評価を行う。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

中谷 正生（東京大学地震研究所）,亀 伸樹（東京大学地震研究所）
他機関との共同研究の有無：有
清水 以知子（京都大学理学研究科）,野田 博之（京都大学防災研究所）,鈴木 岳人（高千穂大学人間科学部）,桑野 修（海洋研究開発機構）

（9）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：東京大学地震研究所 地震・火山噴火予知研究協議会 企画部
電話：03-5841-5787
e-mail：yotikikaku@eri.u-tokyo.ac.jp
URL：https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/YOTIKYO/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：中谷正生
所属：東京大学地震研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：ERI_03

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）摩擦運動に対する微細不均質構造の影響と実効的摩擦法則の可能性
（英文）Coarse-grained friction law of heterogeneous faults

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(3) 地震発生過程の解明とモデル化

（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
(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
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
(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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

新規研究

（6）本課題の５か年の到達目標：

地震発生の力学において鍵となる物理法則は断層の摩擦法則である。摩擦法則については速度・状態依存摩擦法則が実験室スケールで確立されているが、状態変数とその発展法則は経験的に設定されており、微視的な物理過程から系統的に導出されるようにはなっていない。その一方で、岩石試料の摩擦面と天然断層のサイズは大きくかけ離れており、実験室スケールで経験的に成り立つ法則が断層スケールでも成り立つ保証はない。従って、速度・状態依存摩擦法則を断層スケールにそのまま適用することには根本的な問題があるのが現状である。この困難を解消するためには、実験室スケールで成立する摩擦法則が依拠する物理過程を特定した上で、その物理過程がスケールを変えた際にどう変わるかを定量的に議論しなくてはならない。
その際問題になるのは、断層面の不均質性である。例えば速度・状態依存摩擦法則は3つのパラメタを含むが、このうち二つ(a, b)は岩石物性から決まると考えられる。断層面に存在する岩石種・鉱物種には空間不均質性があるため、摩擦パラメタ(a, b)にも空間不均質性があるはずだ。いわゆる「アスペリティモデル」もこのような空間不均質性を表す一つのモデルと言えるが、アスペリティ内部では空間均質性が仮定されている。多くの場合「アスペリティ」は震源領域とほぼ等価なのでそのサイズは数km～百km前後ということになるが、そのように広大な震源領域に渡って均質性を仮定してよいのか、自明ではない。むしろ摩擦パラメタの不均質性も短波長から長波長まで（例えば数cm程度から数km程度の波長まで）フラクタル的に分布していると考えるのが自然だろう。
このようにフラクタル的な空間不均質性をもつ断層面の動力学は、例えば井出・青地らによって研究されているが、そこではすべり弱化的な摩擦法則を仮定し、臨界すべり距離Dcがフラクタル的に分布するモデルを考えている。これは地震すべりに伴う動的弱化を表しており、観測・実験とも整合的で

はあるが、速度・状態依存摩擦法則のパラメタとの対応づけは難しい。また、通常の地震のモデルとしては問題ないが、スロー地震のような中間的な不安定性を論じられるかは不明である。
そこで本課題では、速度・状態依存摩擦法則自体に注目し、空間スケールを大きくしていった際に摩擦法則がどのように変化するかを系統的に解明する。臨界すべり量Dcとは異なり、速度状態依存則のパラメタ(a,b)がフラクタル的に分布している証拠はない。そこで空間分布についてはランダムな場合も含めて様々なケースを調べる必要がある。いずれの場合でも、地質学的構造の最短波長に対応する面積要素を最小構成単位として扱い、摩擦パラメタが空間的に（フラクタル的あるいはランダムに）分布した断層面を考える。この断層面が全体として均質な速度・状態依存摩擦法則に従うとみなせるか、それがどのような条件において可能になるかを調べる。例えば不均質性が弱い場合は、速度弱化パッチが複数存在しても滑り面全体が一様に一定速度で滑ることが可能かもしれないし、あるいは滑り速度が面全体で一様に振動するかもしれない。これらの場合は、不均質な摩擦面が実効的には均一な面とみなせることを意味しており、面全体の摩擦特性が新たなパラメタで代表されるはずである。これを「摩擦法則の粗視化」と呼ぶ。本課題の到達目標は、摩擦法則の可視化が可能な場合とそうでない場合がどのような条件で決まるかを、いくつかの具体的な設定のもとで明らかにすることである。
一般に、粗視化の可能性はすべりダイナミクスに依存すると予想される。例えば動的な不安定性をもつダイナミクス（通常の地震など）では、空間不均質性のわずかな違いが不安定性によって増幅され、均質な速度・状態依存摩擦法則には帰着されないことが予想される。従って、本研究では不安定性が弱い場合（Hopf分岐点近傍）を中心に解析を行う。不安定性が強い場合（通常の地震になる場合）については、すべり核生成過程に焦点を絞り、すべり核のサイズを均一な場合の理論式と比較することで、「不均質性を考慮した均一なパラメタ」が存在するかを調べる。

（7）本課題の５か年計画の概要：

初年度から3年目（2024～2026年度）においては摩擦パラメタの空間分布がランダムな場合を考え、2027～2028年度においてフラクタル的に分布した場合を考える。
まず初年度（2024年度）においては、もっとも簡単な場合として弾性体の面外厚さが薄い系（すなわちバネブロックモデルに帰着される場合）を考える。この系では核形成過程こそ正しく論じられないものの、面外の薄さによるカットオフ効果により最近接相互作用しか働かないため、系のダイナミクスは境界条件にさほど依存しないことが期待される。そこで周期境界条件など比較的容易な条件でシミュレーションを行い、一様定常すべりが可能な摩擦不均質性の条件を系統的なシミュレーションによって解明する。また、その条件から少し外れると一様に振動することが期待されるが、その実現可能性は不均質性の度合いに依存する。摩擦不均質性の条件を系統的に変化させ、一様な振動が可能な条件を数値的に解明する。
2年目（2025年度）においては、同じ作業を一般的な厚みをもつ系について行う。この場合はすべり核形成過程が論じられるので、（準）定常状態の実現可能性だけでなく、すべり核形成過程におけるモーメント解放量について均一系の理論と比較し、粗視化された摩擦パラメタで記述されるかどうかを論じる。
3年目（2026年度）においては1、2年目の結果に基づいてそのスケール依存性を議論する。シミュレーションにおいて摩擦パラメタを設定する最小構成要素の大きさ自体は任意であるはずだが、大数の法則よりメッシュのサイズとパラメタの分散が関係しているはずである。ただしその場合の大数の法則が単純な算術平均に基づくものかどうかは不明である。そこで1～2年目の結果に基づき、摩擦パラメタの粗視化がどのような計算に基づいているか推定し、その式に基づいた大数の法則を定式化する。その上で、メッシュサイズとパラメタの分散の関係について一般化された大数の法則を提案する。
4～5年目（2027～2030年度）においては、空間的にフラクタル分布した摩擦パラメタの系について1～3年目と同じ解析を行う。この場合の結果は断層面のラフネスのフラクタル性とも関係するので、余裕があれば面の方位のランダムネスを実効的にモデル化する可能性についても検討を加え、完全なグリーン関数に基づく計算結果とも比較する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

亀伸樹（東京大学地震研究所）
他機関との共同研究の有無：有
波多野恭弘（大阪大学大学院理学研究科）

（9）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：大阪大学大学院理学研究科（波多野恭弘）
電話：
e-mail：hatano@ess.sci.osaka-u.ac.jp
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：波多野恭弘
所属：大阪大学大学院理学研究科

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：ERI_04

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）多項目観測と解析高度化による火山活動の定量的理解

（英文）Quantitative understanding of volcanic activity through multi-observation and improved analysis

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

（4）その他関連する建議の項目：

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）
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
(5) 大規模火山噴火
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
イ. 観測・解析技術の開発

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

第2次研究計画の主に1. 地震・火山現象の解明のための研究において実施された、火口近傍の多項目観測により、マグマ蓄積過程や噴火過程の理解が進んだ[例えば、1-4]。さらに、空中電界変動計計測を実施し地震計や空振計で確かに検知できていない噴火を検知することが可能となった。絶対重力測定を伊豆大島、桜島で実施し、伊豆大島においては相対重力計による重力結果とGNSSデータとを組み合わせることにより、長期的な重力増加が検出され地下の圧力ソースをモデリングすることが可能となった。桜島においては、地殻変動では説明できないような長期的な重力変化の信号が検出されてきている。霧島火山の地震活動について調査し、2008年新燃岳噴火以降、新燃岳火口直下で発生する火山性地震の活動が、韓国岳西方に推定されているマグマ溜まりの活動と密接に関係していることが明らかになった。データ解析の高度化を進め、機械学習を用いた火山性地震検出手法により霧島火山の地震活動の詳細な描像が明らかになった。ノイズに隠れた微弱な連続振動を抽出する解析手法を確立させ、同火山の火山活動との関係性を検証した[4]。噴火等の表面現象に伴う空振をより簡便に精度よく計測するため、空振観測方法を確立し、実用化させた[5]。また、地震観測点の空振に対する応答を評価する手法を開発し、観測情報の限られた噴火の理解に役立てた。衛星画像解析を進め、 GCOM-C（しきさい）SGLI画像の処理とその情報公開システムを完成させ、ひまわり8号の観測と空振・地震等の観測、噴出物の検討結果等を併せ、福徳岡ノ場2021年噴火やトンガ2022年噴火の解析を進めた[6]。フェリーを用いた海上からの紫外分光測定による火山ガス測定を実施し、口永良部島の測定の他に、南西諸島の諏訪之瀬島、中之島、薩摩硫黄島火山での二酸化硫黄フラックスの繰り返し測定法を確立した[7]。さらに空中磁気測量を伊豆大島・三宅島・霧島火山で実施し、伊豆大島カルデラ、三宅島、霧島火山では、伏在するマグマに関連する磁気変化、三宅島2000年噴火カルデラ縁に沿った弱磁化、霧島2011年噴火以降の火口内に滞留した溶岩の冷却に伴う帯磁が、それぞれ検出された[8-11]。1977年より2012年まで継続してきた中伊豆観測点でのラドン観測によって、1978年の伊豆大島近海地震のときの地下水ラドン濃度がネガティブ変化したのに対し2011年の東北地方太平洋沖地震のときの地下水ラドン濃度がポジティブ変化したことを捉え、その変化の仕組みについて報告した[12]。このとき

使用した理論は、伊豆大島近海地震の時のラドン濃度変化をヘッドスペース仮定によって説明するものである[13]。市販の静電捕集型のラドン計を用いて立川断層周辺の深部地下水ラドン濃度の二次元分布を調べることによって、2011年の東北地方太平洋沖地震によって地震発生確率が上昇したと考えられた立川断層の南端位置とラドン濃度の現状の値を報告した[14]。

[1] Aoki et al,., (2013) Geol. Soc. Lond. Spec. Publ. 380, 67–84. [2] Takeo et al. (2022) Proceedings of the Japan Academy, 98, 416-438. [3] Yukutake et al., (2021) J. Geophys. Res. 126. [4] Ichihara et al. (2023), Scientific Reports 13. [5] Yamakawa et al., (2023) Earth Planets Space 75. [6] Yamaguchi et al., (2023) Frontiers in Earth Science, 11, 1145343. [7] Mori et al. (2017) J. Nat. Disasters, 38, 105-118. [8] Koyama et al., (2022) J. Disaster Res., 17, 5, 644-653. [9] Koyama et al., (2022) JVGR, 425. 107527. [10] Koyama et al (2021) Earth, Planets and Space, 73, 1, 139. [11] Koyama et al, (2013) Earth, Planets and Space, 65, 6, 657-666. [12] Tsunomori, F., & Kuo, T. (2010) Radiation Measurements, 45(1), 139-142.[13]Tsunomori, F., & Tanaka, H. (2014) Radiation Measurements, 60, 35-41.[14]Tsunomori et al., (2017) J Environ Radioact, 172, 106-112.

（6）本課題の５か年の到達目標：

本課題では、「火口近傍での多項目観測」、「火山活動評価のための解析高度化」、「衛星データ解析手法の高度化」、「新たな観測手法の開発」、「モデル実験」の5つの項目について、以下に示す計画のもと実施する。

１．火口近傍での多項目観測

比較的短かい間隔で噴火を繰り返す活動的な火山は噴火の全過程にわたるデータが得られるほか、現在活動中もしくは噴火準備過程にあると火山は噴火過程やマグマ蓄積過程に関する理解を得る重要なデータを提供してくれる。ここでは、浅間山・霧島・伊豆大島などを対象とし、地震・GNSS・傾斜・重力・電磁気・空振・火山ガス等の多項目の観測を実施しデータを取得する。加えて、噴火が発生している桜島を中心に空振計アレー、空中電界変動計、可視・赤外カメラを設置する。噴火発生前後に現れる観測データの特徴を把握し、噴火発生検知のアルゴリズムを構築する。また、周辺の定常観測点の地震・地盤変動データも活用し、火道・マグマ溜まり内と噴煙過程の関連性を調べ、噴火ダイナミクスの理解を得る。また、空中電界変動計による観測例は少ないため、前建議で設置した阿蘇山、霧島、浅間山で継続し、活動の活発化が見られた際は、できるだけ多項目の観測を展開する。浅間山、伊豆大島及び阿蘇において、超伝導重力計、絶対重力計、および相対重力計を用いた精密重力観測を行う。これにより、活動的な火山における重力観測技術を向上させるとともに、マグマの動きに関連した信号をとらえることを目指す。特に感度の高い重力計である超伝導重力計を用いた観測を浅間山で初めて実施し、かつてない高精度での密度変化のモニタリングを試み、火山活動にかかわる地下の物質移動機構の解明に資するデータを取得する。霧島火山では、2008年以降の噴火活動の準備過程を明らかにするため、1980年代から2011までの地震データを整理し、1991年、1992年に新燃岳で発生した微噴火の前から現在の噴火活動に至るまでの地震活動の特徴を明らかにする。

２．火山活動評価のための解析高度化

火山浅部で起きる火山構造性地震や低周波地震などの活動様式を機械学習などの手法をもとにリアルタイムで把握するとともに、詳細な活動特性を通して現象の発生メカニズムの解明やマグマ供給過程などの噴火現象につながる過程との関連性についての理解を深めていく。霧島、浅間山、伊豆大島、富士山などを対象領域として、火口近傍の高密度観測で取得されたデータを活用し、高精度な地震の検出及び震源決定、イベント分類を各火山で実施、活動特性の把握を行う。さらに群発地震活動ついて、地震活動様式や地殻変動データ等をもとに、マグマ性流体との関係などの発生メカニズムの理解を深める。火山深部での深部低周波地震についても、地震検出やメカニズム解推定を通して火山深部でのマグマ供給過程の解明につなげる。非噴火時から噴火や噴火未遂などの長期的な火山活動の推移を、ノイズに隠れた微弱な連続振動を抽出するSeismic Background Level (SBL)の解析や、地震・空振統合解析手法を発展させ、噴火発生の検知や推移の把握、噴火機構解明に役立てる。

３．衛星データ解析手法の高度化

これまで開発・運用を行ってきたアジア太平洋域のリアルタイム火山観測システム（RealVOLC）の運用を継続しつつ、観測機能の拡張と観測結果を用いた噴火発生機構の解明とモデル化を行い、防災への応用を検討する。観測機能の拡張として、1) AHIの赤外画像を用いた火山灰・火山ガス（二酸

化硫黄）の解析システムの開発、2) 国外機関が運用する衛星（Sentinel-5P/TROPOMI、GEO-KOMPSAT-2B/GEMS等）による二酸化硫黄放出量の解析システムの構築、3) SGLI等を用いた海域火山の変色水モニタリングシステムの開発等を実施する。さらにひまわり9号が2029年度に設計寿命を迎えることから、後継機のデータを用いたモニタリングが継続できるよう、現行システムの改良を実施する。上記の運用で得られる観測結果（熱異常、火山灰噴出量、二酸化硫黄放出量等）を用いて高時間分解能を持つ時系列データを提供し、商用衛星等で観測される高分解能画像（地上分解能1m以下）や他の観測項目と合わせて、噴火推移の詳細な把握を行う。特に、溶岩ドーム形成やブルカノ式噴火、プリニー式噴火などの熱異常や火山灰・火山ガス放出量が顕著なイベントに対し、噴火推移の詳細な復元と各種観測量による定量的なモデル化を行い、噴火発生機構の解明を目指す。一方TROPOMIなどの人工衛星データの活用には、大規模な噴火を継続しているときは定量が可能であるが、活動度が低下し噴煙規模が下がってきたとき、どのような活動レベルまで推定できるのかが明確になっていない。これは、TROPOMIの解析による定量値が、二酸化硫黄量だけでなく、噴煙の高度、表面（海面）の状況、大気エアロゾルの分布や雲の状況に大きく左右されるためである。このため、TROPOMIデータの海域火山における非噴火時の二酸化硫黄放出の定量性を把握するため、TROPOMIデータ検証や実測データとの比較が不可欠である。現行建議で確立された定期フェリーを用いた海上からの紫外分光測定による火山ガス(二酸化硫黄)放出率のモニタリングネットワークによる南西諸島の離島火山の海上からの実測測定データとTROPOMIデータを比較し、海面状況や気象条件などの様々なパラメータを検討することで、二酸化硫黄検出の特性を明確にし、定量性を検証する。

４．新たな観測手法の開発

火口近傍はSNが高く良質なデータが得られるが、観測の実施は容易ではない。火口近傍観測に適した観測装置の開発や、飛行体の活用など観測に必要な様々な技術開発も進める必要がある。そのため、ドローンを用いた火山観測手法の開発・高度化を進め、空中磁気測量等をさらに進める。噴火活動が近いことが予測される伊豆大島や三宅島などでマグマ上昇に伴う熱消磁を捉えるための測定を行う。霧島新燃岳では、前回噴火後の冷却過程を捉えるとともに、将来起こりうる噴火活動に備えて磁場変化を測定する。火山活動に伴って山体から放出されるラドン・トロン濃度の時間変化を安定して観測するため、アルファ線スペクトル法による土壌ラドン・トロン濃度の超小型観測装置を開発し、山体に面的に設置して観測を行い火山活動のモニタリングを行うことを試み、火山活動の推移を評価する手法として有効かどうかを検証する。伊豆大島・阿蘇山・桜島などで実証観測を行い、火山活動とラドン・トロン濃度比の時間変化を比較する。

５．モデル実験

多項目観測データから背景にある物理・化学過程の理解を進めるための室内実験を実施し、現有の火山噴火模擬実験システムを運用改良し、噴火推移や振動メカニズムを明らかにする。

（7）本課題の５か年計画の概要：

令和6年度

浅間山・霧島・伊豆大島などで多項目観測を実施する。長野県松代に設置されている2台の超伝導重力計の１台（小型のiGravタイプ）を浅間火山観測所に移設し，連続観測を実施する。松代における超伝導重力計観測も連動させ、可搬型相対重力計による結合や、ローカルな気圧観測アレイの構築などにより、観測精度のさらなる向上を図る。超伝導重力計の検定するために、1年に2回程度（1回あたり3日程度）の頻度で、同観測所において絶対重力計による測定を行う。さらにスーパーハイブリッド重力測定を2回程度の頻度で実施する。霧島観測所において1980年～1994年の紙記録として残っている読み取り値と震源データをディジタル化する。また1994年～1999年のWINシステムにより磁気テープに収録された連続データを読み出し、トリガー処理・震源決定を行う。

各火山での観測データを整備するとともに、火山性地震検出や異常現象検出のための機械学習手法の開発検討を進める。

衛星データ解析による火山灰・火山ガスのモニタリングシステムの試作を進める。過去のフェリーデータを再度点検し、必要があれば再解析を行う。その後、TROPOMIデータと詳細に比較検討し、どのような条件であれば、TROPOMIデータで二酸化硫黄が検出されるのか、海域火山におけるTROPOMIの二酸化硫黄検出特性を明確にする。また同様な作業を新規のフェリーデータにも行う。この際、衛星「ひまわり」の可視画像や赤外画像と合わせつつ検証していく予定である。

ドローンを用いた火山観測手法の開発・高度化を進める。1秒サンプリングで7200秒までのスペク

トル変化を記録することでラドン濃度とトロン濃度の時間変化と放出率を同時に求めることができる装置を製作する。

令和7～8年度

浅間山・霧島・伊豆大島などで多項目観測を実施する。超伝導重力計観測を継続させるとともに、検定のための絶対重力計による測定、スーパーハイブリット重力測定を実施する。霧島火山での個々の地震イベントとモニター紙記録の波形を紐付し、可能の限り波形の分類を行う。前年度に得られた読み取りデータを用いて精密相対震源決定法による震源再決定を行い、他の観測データ（主に地殻変動）と比較検討しながら、霧島火山群の噴火準備過程の考察を行う。

火山性地震検出や異常現象検出のための機械学習アルゴリズムの開発検討を進めるとともに、浅間山、霧島、伊豆大島などを対象に火山性地震検出を実施、群発地震や深部低周波地震の活動特性の検証も進める。各火山におけるSBLと火山活動との関係についても検証を進める。

試作した火山灰・火山ガスモニタリングシステムの評価によるシステムの改善と、変色水モニタリングシステムの試作・改善・実装を進める。過去のフェリーデータの再度点検、再解析を行うとともに、令和8年度はTROPOMIデータとフェリー観測データで独立に活動評価を行い、TROPOMIの活動把握の能力を検証する。

ドローンを用いた火山観測手法の開発・高度化を進めるとともに、令和7年度に霧島で、令和8年度に霧島または口永良部島でマグマ上昇に伴う熱消磁を捉えるための測定を行う。土壌ラドン・トロン濃度測定装置機能の実証実験を行うため、装置を火山山体に面的に設置する。令和8年度以降は、各火山の活動にともなって観測値がどのように変化するかを評価し、この観測法が火山活動の推移を評価する手法として有効かどうかを検証する。

令和9～10年度

浅間山・霧島・伊豆大島などで多項目観測を実施する。超伝導重力計観測を継続させるとともに、検定のための絶対重力計による測定、スーパーハイブリット重力測定を実施する。

火山性地震活動様式やSBL変動と火山活動との関係やその発生原因検証を進めるとともに、開発された手法による自動での火山性地震モニタリングや火山異常検出などの実装につなげる。

衛星データ解析システムの評価・改善を行い、さらに顕著なイベントのあった火山での観測結果にもとづく、噴火推移把握のためのパラメータの抽出・評価を行う。それまでに得られた海域火山でのTROPOMIの二酸化硫黄検出特性の知見を元に、他の海域火山の活動時にどのような活動把握が可能になるか明らかにしていく。

令和10年度に伊豆大島または三宅島でドローン観測を実施し、解析・とりまとめの実施、必要に応じて補充観測を行う。ラドン・トロン濃度観測を継続し、各火山の活動にともなって観測値がどのように変化するかを評価し、この観測法が火山活動の推移を評価する手法として有効かどうかを検証する。

また、各年度において多項目観測で観測された現象の物理過程の理解をするための室内実験、モデリングを実施し、背景にある物理・化学過程の理解を進める。

(8) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

市原美恵（東京大学地震研究所）,今西祐一（東京大学地震研究所）,大湊隆雄（東京大学地震研究所）,小山崇夫（東京大学地震研究所）,森田雅明（東京大学地震研究所）,行竹洋平（東京大学地震研究所）

他機関との共同研究の有無：有

角森史昭（東京大学大学院理学系研究科）,名和一成（産業技術総合研究所）,西村太志（東北大学大学院理学研究科）,森俊哉（東京大学大学院理学系研究科）

(9) 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：
電話：
e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：行竹洋平
所属：東京大学地震研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：ERI_05

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）海陸プレート境界における海域観測によるプレート間滑りの把握と多様なプレート間すべりのモデル構築

（英文）Diversity of slip between plates by marine observation in the plate boundary regions and modelling of slip between plate boundaries

（3）関連の深い建議の項目：

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化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震

（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
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
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
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
(2) 首都直下地震
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
イ. 観測・解析技術の開発

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第２次）」における「千島海溝・日本海溝における複合海底地震測地観測によるプレート境界の挙動解明とそのモデル化」として、観測では、東北沖地震の震源域とその周辺を含む千島海溝・日本海溝において、海域を中心とした測地・地震モニタリング観測を実施し、スロー地震を含む地震活動と地殻変動など多様なすべり現象を明らかにした。また、房総半島沖相模トラフでは海底水圧観測により、スロースリップの拡がりを限定した。一方、実験・モデリングでは、プレート境界の状態を再現した摩擦実験から、多様なすべり現象がおこる条件・要因を明らかにしてきた。さらに、観測・実験の結果から沈み込みプレート境界で起こるすべり現象を説明するモデルの構築を行った。以下にこれまでの主要な実績をあげる。

・周期的スロースリップを繰り返す三陸沖北部の海溝近傍において、低周波微動・超低周波地震の活動を把握するために、海底地震計群列や新たに開発した小型広帯域海底地震計なども用いた長期海底地震観測を行った。

・房総半島沖において、自己浮上式海底圧力計を用いた上下変動地殻変動観測を継続している。また、過去に発生した房総沖スロースリップの海底圧力計データの解析を行い、これまでの解析よりも精度のよい（標準偏差約1.6 hPa）結果が得られた。

・巨大地震が発生する可能性がある千島海溝根室沖において、GNSS/A(GPS/A)観測を観測船とウェー

ブグライダで行った。これまでのデータより、海底地殻変動を求めると共に、プレート境界浅部における固着状態を推定した。
・宮城県沖で実施してきたOBS 繰り返し観測で得られたデータを用いた震源再決定を行った上で、2011 年東北地方太平洋沖地震の前後におけるプレート内応力状態を推定した。1978 年宮城県沖地震の震源域直上では、2011 年以前から活発であった上盤プレート内地震活動が東北沖地震後も継続しており、こうした地震の発震機構解から応力場を推定した。
・日本海溝沿いにおける既存GNSS/A観測データの再解析により、上下変動を含む東北沖地震後の広域な海底地殻変動場の詳細を明らかにした。特に、上下変動の空間分布は本震後の粘弾性緩和のモデルについて新たな拘束を与える。さらに、ウェーブグライダを用いた高頻度観測を実施した。
・日本海溝から千島海溝の海域における低周波微動の活動について、過去の実施された自己浮上式海底地震計を用いた稠密地震観測のデータをもとに解析を進めた。微動活動が活発化する前後で，微動活動域の近傍でも小繰り返し地震を含む通常地震活動が活発化する事例を複数確認することができた。これらから非地震性すべりの存在が示唆される。
・泥質岩・蛇紋岩試料を用いて、熱水摩擦実験を行い、定常摩擦係数の変位速度依存性を求めた。実験の結果からは、地震発生帯付近の深度において、海洋プレート表層物質による地震の破壊核の形成が示唆された。
・石英・滑石混合ガウジを用いて、室温、有効法線応力10 MPaの条件下で摩擦実験を行い、滑石含有量の増加に伴って、ガウジの摩擦挙動は固着すべりからゆっくりとした固着すべりを経て安定すべりへと遷移した。これは、プレート境界断層帯内の層状珪酸塩鉱物の存在がスロースリップの発生に必要な速度中性条件をもたらしていることを示唆している。
・オパールについて、日本海溝沈み込み帯浅部の温度・封圧・間隙水圧条件下で変位速度急変摩擦実験を行い、摩擦特性の温度変化とその要因について検討した。実験の結果、温度上昇に伴って摩擦強度が増大し、100℃以上の温度で変位速度上昇に伴って摩擦強度が低下する速度弱化の挙動となり、150℃で地震性断層運動に対応する固着すべりが起こることが明らかとなった。
・海山由来の玄武岩試料について、沈み込み帯浅部の温度・封圧・間隙水圧条件下で変位速度急変摩擦実験を行い、沈み込んだ海山がアスペリティとしてふるまう性質を持つ可能性について検討した。その結果、a－b値は温度上昇に伴って正から負へと変化すること、温度50℃の沈み込み帯浅部の温度条件下では有効圧に関わらずa－b 値が正となることが明らかとなった。
・1986年明治三陸津波地震の破壊過程を解明するために、速度構造探査から明らかにされている低剛性率の付加体を考慮した、すべり依存則に基づく動的破壊のモデルを構築した。破壊速度は付加体のS波速度に規定され、1.5 km/sと遅くなることがわかった。
・海山の沈み込みに起因するプレート境界沿いの低速度・低密度の薄い層の存在を考慮した地震サイクルシミュレーションを行った。これにより、深海底タービダイトの分布から明らかにされたM9級巨大地震の発生サイクルをモデル化することに成功した。
・日本海溝中部で地震発生サイクルシミュレーションを行い、東北沖地震後の宮城県沖地震の準備過程について検討するとともに、宮城県沖地震の余効すべりに着目して結果を分析した。これにより、M9地震発生サイクルの後半に発生する宮城県沖地震の余効すべりはupdip側への伝播が顕著であるのに対し、M9地震後に発生する宮城県沖地震の余効すべりはupdip側へはあまり広がらないという違いがみられた。

（6）本課題の５か年の到達目標：

近年の観測より、沈み込み帯では多様な滑り現象が発生していることが明らかとなっており、スロー地震を含む地震活動、スロースリップに代表される地殻変動などの地殻活動の詳細を現在最先端の海底観測技術をもちいた長期のモニタリングを用いて明らかにする。観測の実施対象域は、地震発生サイクルにおいて、様々な状態に位置していると考えられる沈み込み帯とする。日本海溝南部は、巨大地震である東北沖地震の震源域に属していると考え、伊豆小笠原海溝北部は東北沖地震震源域に隣接する地域である。一方、相模トラフでは、1923年の関東地震が発生しており、その後海溝型の巨大地震は発生していない。南海トラフ東部から中部は、巨大地震の発生が予想されている領域である。このような沈み込み帯において、海底観測測器を用いた長期モニタリングを実施し、プレート境界の状態を把握する。一方、海底から得られた試料を用いて沈み込み帯浅部条件の摩擦実験を行うことにより、多様なすべり現象の条件・要因を明らかにする。得られた観測結果と実験結果を併せて、多様な

プレート間すべりをモデル化する。本課題の５か年の到達目標は、プレート境界の状態の把握および多様なすべり現象の条件・要因の解明であり、これらから多様なプレート間すべりをモデル化することである。本課題は、沈み込みプレート境界における地震発生機構に関する理解を進めるために必要不可欠であり、さらに、将来的には地震サイクルのモデル化により、大地震発生の長期予測の信頼性を高めることに資することをめざす。さらに、起こりうる地震の最大規模、プレート運動による歪みの蓄積量などを推定し、さらに他の沈み込み帯と比較することにより、沈み込み帯における巨大地震の発生の理解をめざす。

（7）本課題の５か年計画の概要：

東北沖地震震源域南部にあたる日本海溝南部（福島県沖から千葉県沖）と伊豆小笠原海溝域北部において、自己浮上式長期観測型海底地震計（広帯域地震計を含む）による観測を実施する。観測期間は約2年弱とし、その設置と回収を隔年で繰り返し行うことにより、約5年間の観測を実施する。日本海溝南部では、海底ケーブル式日本海溝地震・津波観測網(S-net)とも連携して、なるべく広域かつ高密度な観測が行えるように配慮する。2011年東北沖地震発生後に発生するプレート境界ならびに太平洋プレート内で発生する多様なすべり現象の規模および頻度の時空間的な分布を明らかにする。伊豆小笠原海溝域北部では、これまでに准モニタリング的な観測が実施されたことがあまりないため、まずは地震発生帯である浅部プレート境界の形状と構造，地震発生の様式とその深さ変化，地震発震機構解の決定，さらには，広帯域観測による様々なスロー地震の検出を目的とする。
房総半島沖相模トラフにおいてはスロースリップが発生することが知られており、自己浮上式海底精密水圧計による観測を引き続き、実施する。水圧計による観測では、観測期間を長期化することによる安定な観測の実施により、スロースリップなどの大規模なすべりイベントの時空間発展の推定を行う。加えて、GNSS/A海底地殻変動観測を実施して、上下変動だけではなく、水平変動も把握し、すべりイベントの時空間発展の推定精度の向上を図る。さらに、S-netと自己浮上式海底地震計の組み合わせによる高密度観測をおこない、スロースリップ前後の地震波速度構造変化の検出を試みる。同様に南海トラフ東部においても、同様の目的で、海底ケーブル観測システム(DONET)と自己浮上式海底地震計の組み合わせによる高密度海底地震観測を行う。
実験・モデル研究では、これまでに深海掘削により得られた試料を用いて沈み込み帯浅部条件の摩擦実験を行い、沈み込み帯浅部の多様なすべり現象の条件や要因を明らかにし、そのモデル化を行ってきた。今後は沈み込み帯浅部条件に加えて深部条件の摩擦実験も行って地震発生域周辺のプレート境界の挙動を明らかにすると共に、観測により得られた知見と併せて、日本海溝、相模トラフおよび南海トラフにおけるプレート境界断層の多様なすべりを明らかにするモデルの高度化を行う。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

篠原雅尚（東京大学地震研究所）,塩原肇（東京大学地震研究所）,望月公廣（東京大学地震研究所）,一瀬建日（東京大学地震研究所）,山田知朗（東京大学地震研究所）,悪原岳（東京大学地震研究所）
他機関との共同研究の有無：有
日野亮太（東北大学理学研究科）,木戸元之（東北大学災害科学国際研究所）,太田雄策（東北大学理学研究科）,東龍介（東北大学理学研究科）,富田史章（東北大学災害科学国際研究所）,村井芳夫（北海道大学）,佐藤利典（千葉大学）,伊藤喜宏（京都大学防災研究所）,山下裕亮（京都大学防災研究所）,八木原寛（鹿児島大学）,仲谷幸浩（鹿児島大学）,澤井みち代（千葉大学）,奥田花也（海洋研究開発機構）,平内健一（静岡大学）,芝崎文一郎（建築研究所）,松澤孝紀（防災科学技術研究所）

（9）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：
電話：
e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：篠原雅尚
所属：東京大学地震研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：ERI_06

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）ヒクランギ沈み込み帯（NZ）における多様な断層すべりの時空間分布と発生環境の解明
（英文）Study on spatiotemporal distribution and generation environment of various fault slips in the Hikurangi subduction zone (NZ)

（3）関連の深い建議の項目：

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化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震

（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
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
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
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(4) 国際共同研究・国際協力

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

ニュージーランド（NZ）北島沖合のヒクランギ沈み込み帯では，太平洋プレートのオーストラリア・プレート下への沈み込みに伴い，群発的な活動も含めた活発な通常の地震活動に加え，スロースリップ・イベント（SSE）やテクトニック微動（以降，微動）などの多様な断層すべりが，浅いプレート境界で高頻度で発生している．陸域における地震・地殻変動観測網も充実しており， これらの活動が詳細に把握されているとともに，沈み込み中部で大きく変化するプレート間固着強度分布も明らかとなっている．約500年周期で巨大地震が発生しており， 1947年には2度にわたる津波地震の発生で，陸域でも大きな地殻変動が見られた．このような特徴から，ヒクランギ沈み込み帯は高頻度で発生する多様な断層すべり現象のサイクルを複数回観測することによって，その発生環境やメカニズムを理解するとともに，巨大地震や津波地震との関係を調べるうえで最適な対象領域の一つであり，国際的な調査・観測も多く実施されている．また，多様な断層すべりの活動分布が四国西部から九州にかけての沖合にあたる，南海トラフから日向灘の沈み込み帯とよく似た特徴を示しており，これら2つの地域に関して比較研究を通して，沈み込みシステムの理解に大きな貢献ができると考えられる．
「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第1・2次）」では，東京大学地震研究所の海底地震計（OBS）および東北大学・京都大学防災研究所の海底圧力計（OBP）を用いて，国際共同研究に参加してきた．沈み込み帯北部のGisborne沖では，ニュージーランド（NZ）・日本・アメリカによる国際共同研究を通して，長期にわたる海域地震・地殻変動を実施してきた．SSEおよびそれに伴う微動・群発的相似地震活動を海域観測網直下で3回の直接観測に成功しており，それらの詳細な時空間分布も明らかにした．最近6か年では，同海域で実施された3次元人工震源地震波構造調査や，人工震源による電磁気構造調査，さらには海底掘削によって孔内ひずみ・温度観測装置が設置され，地下構造の詳細な把握，および構造内変形のモニタリングと合わせ，多様な断層すべりが高頻度で繰り返し発生するメカニズムに関する研究も進んでいる．特に海域地震観測の結果から，SSEの発生サイクルは海洋地殻内における流体の蓄積・放出過程によって規定されていることを明らかにした．また，沈み込み帯中部に位置するプレート間固着強度急変域でも，観測網直下で発生した微動およびSSEの

観測に成功し，微動活動とSSEとの時空間発展，さらにはプレート間固着強度の分布と調和的な，明瞭で直線的な活動境界の詳細を明らかにした．

（6）本課題の５か年の到達目標：

これまでの研究結果から，スロー地震が浅部で発生する固着強度急変域より北側の沈み込み帯に沿った約300 kmにおいて，SSEの発生周期や通常の地震活動，およびテクトニック微動の活動様式や分布から，1）Gisborne沖より北部，2）Gisborne沖からMahia半島沖，3）Mahia半島沖からHawke Bay沖，さらに4）Hawke Bay沖から固着強度急変域までの，大きく分けて4つのセグメントに分けられると考えられ，ここでは北から南へセグメント1～4と呼ぶこととする．これまでの研究では主としてセグメント2について重点的に調査を進めてきており，セグメント1および3ではまだ海域観測が行われていない．本計画では，これらのセグメントでの観測を実施し，それぞれのセグメントでの断層すべりの特徴の把握を通して，沈み込み帯の構造的特徴との比較から，断層すべりの性質を決める要因，およびその発生メカニズムの解明を目指す．
またヒクランギ沈み込み帯は，そのテクトニクスや多様な断層すべりの空間分布に関して南海トラフと類似点も多い．ヒクランギ沈み込み帯と南海トラフとの共通点・相違点を比較検討することで，南海トラフにおける巨大地震発生メカニズムの理解を深めることにも貢献するものと期待できる．

（7）本課題の５か年計画の概要：

沈み込み帯に沿った4つのセグメントにおいて，国際協力による海域地球物理観測を実施する．以下に年度ごとの観測計画を示すが，SSEの発生状況に従って，各年度の観測対象とするセグメントが変更されることもある．

・2024年度（Gisborne沖海域地球物理観測：セグメント1・2）
日本・NZ・アメリカの国際共同によって，2022年10月から本海域で実施している大規模な海域地球物理観測を継続し，観測網直下でのSSEの発生をとらえる．ここで設置されている海底圧力計には圧力計ドリフト校正システム（A0Aシステム）が搭載されており，海底流速計のデータとともに解析することによって，SSEの詳細なすべり量分布の推定を試みる． SSEの断層すべり過程と海底地震計で観測された地震活動との時空間分布に関して，これまでの事象と比較を行い，多様な断層すべりの発生過程の検討を行う．

・2025，2026年度（固着強度急変領域における海域地球物理観測）
固着強度急変域周辺では，約5年の周期でSSEが発生している．前回は2021年5月ころに発生したことから，次回は2025～2026年ころに発生が予想される．2024年にヒクランギ沈み込み帯北部のセグメント1に設置した海底地震計および海底圧力計を回収したのち，固着強度急変域をカバーする観測網を構築し，本海域において2例目となる観測網直下でのSSEの直接観測を試みる．観測されたSSEについては，過去に発生した断層すべりのケースと比較し，固着強度境界周辺での断層すべり過程について，その詳細を把握する．

・2027，2028年度（Hawke Bayから南方のける海域地球物理観測：セグメント3・4）
Hawke Bay中部には通常の地震活動が沈み込み方向に並ぶとともに，プレート境界が深くなる場所も認められ，沈み込むプレートの構造不均質があることが想定される．本海域におけるSSEは北部から南部に進行するケースも，南部から北部に進行するケースも認められる．微動活動については陸域からは観測されていないが，2021年に発生した固着強度急変域におけるSSEの発生以前に見られた微動活動からは，本海域でも活発な微動活動が起こっていることが推定される．本海域で海底地震・地殻変動観測を行い，こうした微動活動や通常の地震活動の時空間分布を明らかにし，SSEも含めた多様な断層すべりの発生環境，およびその伝播過程を明らかにする．

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

望月　公廣（東京大学地震研究所）,山田　知朗（東京大学地震研究所）,篠原　雅尚（東京大学地震研究所）
他機関との共同研究の有無：有

伊藤　喜宏（京都大学防災研究所）,山下　裕亮（宮崎公立大学）,日野　亮太（東北大学）

（9）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：東京大学地震研究所
電話：
e-mail：kimi@eri.u-tokyo.ac.jp
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：望月公廣
所属：東京大学地震研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：ERI_07

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）電磁気観測による活動的火山マグマ供給系・熱水系の解明
（英文）Unveiling of magma supply and hydrothermal system of active volcanos by electromagnetic survey

（3）関連の深い建議の項目：

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

（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
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

本課題は、前計画のTIT_03課題と密接に関している。
伊豆大島での成果としては、熱水変質と見られる低比抵抗域があり、熱水対流系がカルデラ周囲に流下する傾向が検出されたことにある。また、これらの傾向は、磁化構造解析やACTIVE観測データを支持する。連続観測からは、現時点では浅部に変化は認められないが、前回噴火以降の磁化強度変化に転換がみられ、今後の継続的なモニタリングの重要性が示唆された。
御嶽山では、山体中腹部から山頂部の計12地点（延べ18点）において、AMT/広帯域MT観測を実施した。現時点での解析によると、火口部付近の観測点で推定したMTインピーダンスから、地表よりおおよそ100mより深部において7ohm-m以下の低比抵抗層が存在することが見積もられている。この層は、火山活動による熱水か変質粘土層の存在を示唆している。

（6）本課題の５か年の到達目標：

電磁場変動の励起源である太陽活動が活発になると見込まれる最初の令和6～8年度で集中的に広帯域MT観測を実施し、深度数km～10km程度の比抵抗構造を明らかにすることで、深部マグマ供給系および熱水系の分布を解明する。マグマや熱水の飽和度・浸透率を推定することで噴火ポテンシャルを見積もるだけでなく、噴火様式の特定にも迫ることが可能であると考える。御嶽山の磁気異常マッピングは4年目に実施し、将来の噴火またはunrest時を含め再度磁気異常マッピングを行う際の基準となる磁気異常分布を解明する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

令和6年度においては、伊豆大島については、2年目に広帯域MT観測を実施する予定であり、1年目はその予察、および、既存データ整理・解析を実施する。御嶽山については、山頂部付近の4地点においてMT観測を実施する。
令和7年度においては、伊豆大島については、島内で広帯域MT法観測を実施する。御嶽山については、引き続きMT観測を実施する。
令和8年度においては、伊豆大島については、昨年度実施した広帯域MT法観測データの解析を進めるとともに、必要に応じて追加観測を実施する。御嶽山については、中腹・山麓においてMT観測を実施

する。
令和9年度においては、伊豆大島については、データ解析を完成させ、最終的な解析結果については、他項目の観測結果と比較・統合解釈し、伊豆大島火山下の火山性流体の分布について議論・考察する。御嶽山については、3年目までに取得したMTデータの解析を進め、山体下の比抵抗構造を解明する。また、空中磁気観測を実施する。
令和10年度においては、伊豆大島については、これまでの成果をまとめて公表する。御嶽山については、4年目に取得した空中磁気観測データの解析を進める。また、4年目までに解析した比抵抗および他項目の観測結果と比較・総合解釈を行い御嶽山下の構造、火山性流体の分布について議論を行い、成果を公表する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

小山崇夫（東京大学地震研究所）,市原寛（名古屋大学）
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：
電話：
e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：小山崇夫
所属：東京大学地震研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：ERI_08

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震発生予測のための島弧-海溝システムの観測-モデリング統合研究
（英文）Integrated modeling of intraplate earthquake occurrence based on geophysical exploration of island arc-trench system structures

（3）関連の深い建議の項目：

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）
イ. 内陸地震の長期予測

（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
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈
(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
エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解とモデル化
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
(2) 首都直下地震
(4) 内陸で発生する被害地震

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第２次）」では、「地震発生予測のための島弧―海溝システムの観測-モデリング統合研究」（ERI-11; 2(1)イ 内陸地震の長期予測に深く関連）において、東北日本・関東地域を対象に日本海溝～日本海の海陸地殻構造探査をプロジェクト研究と統合的に実施しプレート構造・震源断層モデルを構築するとともに、観測データに基づき粘弾性三次元有限要素法モデルを構築し、地殻変動データを元にプレート境界における固着状態と上盤側プレート内部の応力状態、震源断層面上に作用するクーロン応力変化を求め、地震活動と比較・検討を通じて地震発生の長期予測の手法開発を行ってきた。研究成果の一部は、令和4年度の成果の概要で取り上げられた。

（6）本課題の５か年の到達目標：

日本列島の上盤側プレートで発生するM7級の地震活動は、プレート沈み込み作用に支配的な影響を受けていると考えられる。西南日本内陸部で発生した歴史地震や、2011年東北地方太平洋沖地震前後の地震・火山現象の変化から、プレート境界における固着状態の変化や発生する巨大地震は、上盤側プレート内の応力状態を数十年スケールで変化させると考えられる。この様な上盤側プレート内部の応力状態の時間変化は、過去数回の活動履歴に基づき地震発生確率を推定する現在の長期評価手法では全く考慮されていない。上盤プレート内の応力状態の時間変化はGNSSによる地殻変動・地震活動を用いた定量的なモデル化が可能である。したがって、構造探査等により推定される島弧―海溝系上盤側プレートの構造と震源断層を初期条件として、力学的な数値計算から断層面上に作用する応力を計算し、現在・過去の地震活動を説明することにより、プレート間相互作用を考慮した物理モデルによる

長期予測が可能になると期待される。以上の背景から、現行計画で「地震発生予測のための島弧―海溝システムの観測-モデリング統合研究」（ERI-11）を開始し、東北日本を対象に、海陸地殻構造探査による上盤側プレートの構造推定と粘弾性三次元有限要素法モデルによるプレート境界の固着状態・上盤側プレート内部の応力状態の計算を一体で進める形で地震発生の長期予測の手法開発を行ってきた。

そこで、次期計画では、東北日本・関東地域の解析をさらに進めるとともに、主な研究対象領域を西南日本とし、海陸統合の島弧・プレート構造の推定を目的とする(1)陸域自然地震観測および(2)海域自然地震観測と、(3)その結果や既往の構造探査等の再解析に基づくプレート上面モデルや震源断層モデル等の日本列島基本構造モデル構築・改訂および活構造の長期間地殻変動、 (4) 数値計算による震源断層面上に作用するクーロン応力変化の推定を軸とした、プレート間相互作用を考慮した物理モデルによる長期予測手法の開発をさらに進める。

本課題の成果は、測地学的な時間帯域でのプレート沈み込みに支配された上盤プレート内の内陸地震活動や変形メカニズムに基本的な情報を提供するだけでなく、地質学的な時間帯域での日本列島の形成プロセスの理解にも大きく貢献すると期待される。

（7）本課題の５か年計画の概要：

主に西南日本を対象に、観測と日本列島基本構造モデルの構築・更新と地殻活動予測を統合的に実行し、地殻活動予測、巨大地震発生予測を含む多様な地殻活動についての定量的な理解を進める。数値モデルによる地震発生ポテンシャルの推定に必要な三次元構造モデルと震源断層モデルの高度化のため、西南日本を横断する海溝から背弧海盆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。特に不足している西南日本日本海側の深部構造情報を得るために、山陰沖日本海南西部において、海底地震計を用いた広帯域自然地震観測、構造探査実験を実施する。陸域下に沈み込むプレートやマントルウエッジを含む上盤側プレートの不均質構造に関する知見を得る為に、西南日本弧陸域の日本海側から太平洋側に至る島弧横断測線を設定し，自然地震観測を実施する。これらのデータによりプレートの構造とレオロジー特性の解明に資する地震波速度構造などを明らかにする。次に、構造探査の結果に基づき日本列島基本構造モデルの構築・更新を行うとともに、構造モデルを反映させた三次元有限要素法を用いて、東北太平洋沖地震に伴う地殻変動を含むGNSSによる測地データを説明するための数値実験を行い、弾性波速度と岩石物性から推定されたレオロジーモデルの妥当性を検討する。さらに、長期間地殻変動および過去の地震活動のデータを取得・コンパイルし、比較検討してそのレオロジーモデルの妥当性を検討し、モデルに反映させる。震源断層については、浅部構造探査・解析を行うとともに、並行して実施される深部構造探査の観測結果を反映させ、長期間地殻変動等に基づき海陸境界部や平野部などの伏在断層を含めたモデルの更新を行う。これらを踏まえて、更新された日本列島基本構造・震源断層モデルに基づき、西南日本上盤側プレート内における地震活動予測と過去の地震活動の説明を目指す。このほか、これまで実施してきた東北日本・関東地域についても、構造探査等を反映させたプレート構造などの日本列島基本構造モデルの更新を進め、これに基づく上盤側プレート内における地震活動予測と過去の地震活動の説明を目指す。以上の研究を以下の年次計画で進める。

令和6 (2024) 年度

・陸域地震観測：東北日本弧で取得されている既存海陸統合地震観測データの解析を継続して実施し、日本海から東北日本弧を経て日本海溝へ至る海陸統合地殻構造モデルのさらなる精緻化をはかる(～2028年度)。2025年度から予定している西南日本弧陸域の日本海側から太平洋側に至る測線での現地踏査を実施し、臨時地震観測点の設置場所を選定する。また、既存の西南日本弧陸域横断地殻構造探査データの再解析を実施する(~2028年度)。

・海域地震観測：東北日本西方沖日本海の深部構造を求めるために、2022年に当該域に設置した小型広帯域海底地震計を回収する。なお、回収には共同利用研究航海を利用する予定である。得られたデータから背弧海盆の深部構造を求める解析を開始する。

・日本列島基本構造モデル・活構造の長期間地殻変動：同時進行のプロジェクト等による反射法探査等の成果に基づき、西南日本（中部地方）を中心に震源断層モデルの構築・更新を行う。また、変動地形調査等により活構造の長期間地殻変動を推定する。

・数値計算：日本列島域の三次元有限要素モデルを構築する。これまでの研究の進展を考慮し、柔軟に種々の粘性構造を取り入れることを可能なモデルにする。

令和7 (2025) 年度
・陸域地震観測：前年度に選定した臨時地震観測点の設置場所に地震観測装置を設置し、観測を開始する。
・海域地震観測：2025年に日本海から回収した広帯域海底地震観測データの解析を継続して、精度のよい深部構造、特にアセノスフェアリソスフェア境界の位置を精度よく決定する。
・日本列島基本構造モデル・活構造の長期間地殻変動：構造探査の観測結果等に応じてプレートモデルを更新する。また、同時進行のプロジェクト等による反射法探査等の成果に基づき、西南日本（中部地方）を中心に震源断層モデルの構築・更新を行う。また、変動地形調査等により活構造の長期間地殻変動を推定する。
・数値計算：南海トラフ－琉球海溝におけるプレート境界プロセス、および東北沖地震による西南日本域の震源断層面上のクーロン応力変化を検討する。

令和8 (2026) 年度
・陸域地震観測：前年度に設置した臨時地震観測点を撤収する。得られたデータから測線下の構造を求める解析を開始する。
・海域地震観測：島弧のより精密な上部マントル地殻モデルを構築するために、東北日本に続き、西南日本において浅部から深部までの島弧断面を作成する。その一環として、西南日本北方沖の日本海に小型広帯域海底地震計を設置して、広帯域海底地震観測を開始する。なお、設置のための傭船について、費用の一部を本研究で負担する。
・日本列島基本構造モデル・活構造の長期間地殻変動：き続き構造探査の観測結果等に応じてプレートモデルを更新する。また、同時進行のプロジェクト等による反射法探査等の成果に基づき、西南日本（近畿地方）を中心に震源断層モデルの構築・更新を行う。また、変動地形調査等により構造の長期間地殻変動を推定する。
・数値計算：相模トラフ、伊豆小笠原海溝のプレート境界プロセスと東北沖地震の影響を考慮し、関東地方および伊豆小笠原弧の応力状態を検討する。

令和9 (2027) 年度
・陸域地震観測：陸上臨時地震観測点で取得したデータに対して、地震波速度構造解析等を適応し、陸域測線下の構造を明らかにする。
・海域地震観測：前年度に設置した小型広帯域海底地震計による広帯域海底地震観測を継続する。これまでに得られている広帯域海底地震観測データを利用して、島弧全体の深部構造解析を開始する。
・日本列島基本構造モデル・活構造の長期間地殻変動：引き続き構造探査の観測結果等に応じてプレートモデルを更新する。また、同時進行のプロジェクトによる反射法探査等の成果に基づき、西南日本（近畿地方）を中心に震源断層モデルの構築・更新を行う。また、変動地形調査等により、活構造の長期間地殻変動を推定する。
・数値計算：東北地方太平洋沖地震後10年間の測地データを用い、東北日本下の粘性構造と上盤プレート内の震源断層の応力変化を評価する。

令和10 (2028) 年度.
・陸・海域地震観測：2026年に西南日本北方沖の日本海に設置した小型広帯域海底地震計を回収する。なお、回収のための傭船について、費用の一部を本研究で負担する。得られたデータを用いて、西南日本北方沖日本海の深部構造を求めるとともに、陸域測線下の構造と日本海側や太平洋側の海域で得られている構造とを統合した島弧全体の海陸統合地殻構造モデルの構築を実施する。
・日本列島基本構造モデル：引き続き構造探査の観測結果等に応じてプレートモデルを更新する。また、同時進行のプロジェクト等による反射法探査等の成果に基づき、西南日本を中心に震源断層モデルの構築・更新についてまとめを行う。また、西南日本の活構造を中心に、第四紀後期の長期間地殻変動のとりまとめを行う。
・数値計算：４年目までに検討した各地域のプレート境界プロセス間の相互作用を検討し、今後数十年スケールの応力変化についてまとめを行う。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

篠原雅尚（東京大学地震研究所）,蔵下英司（東京大学地震研究所）,石山達也（東京大学地震研究所）
他機関との共同研究の有無：有
東京学芸大学,地震予知総合研究振興会,静岡大学防災総合センター,防災科学技術研究所,弘前大学

（9）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：東京大学地震研究所
電話：
e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：篠原雅尚
所属：東京大学地震研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：ERI_09

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）大規模活断層帯の活動・構造の複雑性を考慮した内陸地震長期予測モデルの構築
（英文）Constructing a new long-term earthquake recurrence model from large active fault zones constrained by structural and behavioral complexities

（3）関連の深い建議の項目：

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）
イ. 内陸地震の長期予測

（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
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈
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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第２次）」の「変動地形学的手法による内陸地震発生モデルと活断層長期評価手法の再検討」（NGY-03; 2(1)イ 内陸地震の長期予測に深く関連）において、糸静線活断層系北部や布田川断層・日奈久断層、阿寺断層の地表地震断層調査・変動地形調査・古地震調査を総合的に検討し、地震時地表変位ベクトル・活動履歴・変位速度分布等のデータから長大断層帯の古地震活動の多様性が認められ、断層トレースの分布・構造等によって制約される可能性が示された。このことから、高精度地形データよる活断層・変動地形の詳細分布・平均変位速度・断層不均質構造等の解明が、より信頼性の高い内陸地震の長期予測に重要であることが明らかとなった。

（6）本課題の５か年の到達目標：

長大な断層帯では、その活動史や構造の複雑性等を起因として、過去の地震活動を説明するセグメント区分に大きな課題がある。例えば、糸魚川―静岡構造線断層帯では、断層トレース・活動履歴などからセグメントに区分されているが、断層帯北部で近年明らかになりつつある横ずれ変位地形や地質断層沿いの変位地形、断層トレースや一回り小さな地震等の複雑な活動履歴、断層形状とリンクしたセグメント構造など、過去の複雑な活動性を説明するためには課題が多い。また、阿寺断層帯でも従来のセグメント境界が複雑なため、断層帯北部と南部の境界における地下構造を解明して地質構造の発達過程を反映した地震発生モデルを検討する必要がある。

そこで、糸魚川–静岡構造線断層帯・阿寺断層帯・濃尾断層帯等、複数セグメントからなる長さ50km程度を越える長大な大規模断層帯を対象に、航空レーザー測量データに基づく超高精度DEMを用いた変動地形解析により、特に山地域や地質断層沿いの変位地形を含む、断層帯全域の詳細位置・変位様式の再検討を行う。その結果に基づき、既往の活動履歴調査を踏まえ、最新活動時期や活動の複雑性などの活動時期に関する情報や長期間の平均的な活動性を示す平均変位速度に関する情報について更新・新規取得の必要な箇所を選定し、変動地形・地質学的手法による古地震調査を行う。過去の

重要な古地震データについても、活動履歴等に再検討の必要がある場合には最新の年代測定技術・手法を用いた再調査を実施する。さらに、セグメント境界部やすべり分配など活動の複雑性が認められる箇所における浅層反射法地震探査・重力探査等の地下構造調査等により活動の複雑性を制約する断層の不均質構造を推定する。
これらの調査観測から明らかになる大規模活断層帯の複雑性を含む活動履歴と詳細活断層トレース等の断層不均質構造と、地震活動・応力場・温度構造・地震波速度構造などの地球物理学的観測を比較検討し、テクトニック環境を考慮した変動地形・古地震・構造地質学的データや、測地学的ひずみ速度と地質学的ひずみ速度の比較を行い、地震発生モデルの構築を行う。また、活断層周辺における測地学的な地殻変動量・速度場を高空間分解能で推定し、変動地形学的に得られる変位量・平均変位速度等との比較を行い、地震間の歪速度の蓄積と地震における歪解放のプロセスを定量的に検討する。
加えて、調査対象以外の大規模活断層帯についても、既往研究のコンパイルを行い、同様の検討を行うほか、長さ50 km程度以下の活断層の地震発生モデルとの比較・検討を行う。
なお、研究期間中に内陸地震が発生した場合は、活断層の地震発生モデルの構築・長期予測を高度化する上での重要な基礎的データとなり得ることから、古地震調査等の調査研究を行う。

（7）本課題の５か年計画の概要：

（令和６年度）糸魚川―静岡構造線活断層帯・阿寺断層帯等を対象に、活断層周辺の航空レーダー測量のDEMデータを収集・作成し、変動地形解析・地形地質調査により断層帯全域の詳細位置・変位様式の再検討を行う。また、先新第三系基盤岩類・新第三系の分布域で地質構造調査を行い、活断層周辺の割れ目の分布、断層の走向・傾斜、変位センスなどの構造地質学的データを取得する。加えて、調査対象以外のテクトニック環境の異なる大規模活断層帯を選び、既往研究に基づく断層トレース・活動性等の情報収集を行う。
（令和７年度）糸魚川―静岡構造線活断層帯中部において、前年度得られた断層トレース沿いの変動地形学的調査を実施し、上下・横ずれ変位量の変位量比分布を推定する。また、阿寺断層帯等を対象に、変動地形・構造地質学的調査・解析により、セグメント境界付近での断層の分岐等の地質構造の特徴を把握する。また、構造探査によってセグメント境界の詳細構造を明らかにし、複数の断層トレースとセグメントの関係を解明する。加えて、大規模活断層帯を含む領域の地球物理学の研究成果や調査対象以外の大規模活断層帯の断層トレース・活動性等の情報収集を引き続き行う。
（令和８年度）阿寺断層帯等を対象に、断層帯を構成する個々の活断層の変位量・平均変位速度を更新・新規取得し、万年～十万年オーダの平均的な活動性と空間分布を把握する。また、糸魚川―静岡構造線活断層帯等において、活動時期に関する情報が少ない断層トレースを中心に活動履歴調査を行う。加えて、大規模活断層帯を含む領域の地球物理学的情報を収集するほか、地震波速度構造・応力場等の推定を進める。
（令和９年度）糸魚川―静岡構造線活断層帯北部にて断層構造を解明するための構造探査と変動地形調査を実施し、既往の構造探査の結果を踏まえて断層沿いの変位ベクトル分布を解明する。また、阿寺断層帯等を対象に、セグメント境界周辺の詳細地質構造と、特に活動時期の決定精度の点で再検討が必要な断層トレースにおいて高精度14C年代測定等を適用した活動履歴調査を行い、セグメント境界部の地質構造の発達過程を考慮した地震発生モデルを検討する。加えて、大規模活断層帯を含む領域の地球物理学的情報を収集するほか、D90・D95、温度構造等の推定を進める。
（令和10年度）糸魚川―静岡構造線活断層帯・阿寺断層帯等を対象に、これまでの地形・地質学的な調査結果を踏まえて、断層トレース・変位様式・平均変位速度分布・地質構造発達過程・セグメント構造と応力場・地震活動・地震波速度構造等の地球物理学的観測に基づき、古地震活動の複雑性を説明する地震発生モデルを構築する。なお、必要に応じて補足的調査・年代測定が必要な場合は実施する。また、調査対象以外のテクトニックセッティングの異なる大規模活断層帯についても同様の検討を行い、今後の課題をついて取りまとめる。
また、測地学的手法による活断層周辺の地殻変動量・速度場の推定については、５年間を通じて実施する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

石山達也（東京大学地震研究所）,白濱吉起（東京大学地震研究所）
他機関との共同研究の有無：有

弘前大学,岩手大学,東北大学,中央大学,法政大学,東京都立大学,東洋大学,信州大学,富山大学,名古屋大学,同志社大学,岡山大学,広島大学,山口大学,愛媛大学,大分大学,防災科学技術研究所,千葉県立中央博物館,地震予知総合研究振興会

（9）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：東京大学地震研究所
電話：
e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：石山達也
所属：東京大学地震研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：ERI_10

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）繰り返し地震を用いた地殻活動と地震再来特性の研究
（英文）Research on crustal deformation and earthquake recurrence characteristics using repeating earthquakes

（3）関連の深い建議の項目：

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

（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
(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
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
イ. 内陸地震
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
(2) 地震発生確率の時間更新予測
イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証
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
(2) 首都直下地震
(3) 千島海溝沿いの巨大地震
(4) 内陸で発生する被害地震
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
イ. 観測・解析技術の開発
エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開
(4) 国際共同研究・国際協力

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

「繰り返し地震再来特性の理解に基づく地殻活動モニタリング」（課題番号：THK_09）では、以下のような研究成果が得られた。
・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、日本列島周辺及び世界で発生した繰り返し地震活動の検出を行った。得られた繰り返し地震のうち、長期的に活動が継続する地震群の多くは、沈み込むプレートの境界で発生していた。
・深層学習に基づくカタログ作成手法、及び近似近傍探索技術を応用した高速類似波形探索手法の検討を行った。類似波形探索手法では、波形の情報をよりコンパクトに圧縮する技術により、既存手法が抱えていたメモリ消費が大きい問題を解決できた。
・作成した繰り返し地震カタログを用いて、日本列島周辺及び世界の沈み込み帯におけるすべりの空

間分布・時間変化の特徴を調べた。その結果、プレート境界型巨大地震発生サイクルにおけるプレート間すべり速度の長期的変化傾向を明らかにできた。
・Brownian Passage Time分布更新過程から拡張した繰り返し地震群に対する時空間点過程モデルを用いて、東日本太平洋プレート沈み込み帯におけるプレート境界上の準静的すべりの時空間的変化をスプライン関数により推定した。
・S-net観測データを用いた破壊過程の調査により、東日本太平洋沖で発生するプレート境界地震の多くはup dip方向に破壊が進展することを明らかにした。また、地震性すべりの階層性や規模の大きな地震の開始の仕方について新たな知見が得られた。
・トルコアナトリア断層での繰り返し地震分布を推定し、過去の大地震の破壊域の端に分布していること、繰り返し地震の積算すべりから一部では、プレートの相対運動速度に近い速度で非地震的に変位していることを明らかにした。
・階層ベイズ型時空間ETAS モデルによる常時地震活動度は、東北沖地域において推定期間外の大地震の震央や繰り返し地震の震央との良好な対応を示した。また、日本内陸部では、非バースト型繰り返し地震の震央分布との良好な対応を示した。
・繰り返し地震活動に対する非定常更新過程モデルを拡張し、その将来推移を短期的に予測して将来発生確率を評価する手法を開発した。東北地方太平洋沖において発生実績との比較検証を行った結果、ポアソン過程に比べて十分に高い予測性能が示された。
・大地震後の余震誘発により発生間隔が急激に変化する中小規模の繰り返し地震に対する非定常更新過程を提案した。提案モデルでは、非定常更新過程の将来の蓄積率の推移を予測することで、大地震後の余震誘発効果を考慮した繰り返し地震の将来予測が可能となる。
・相似地震の揺らぎの要因の一つである余効すべりの伝播現象について、伝播速度と摩擦特性との関係式を導出することに成功した。これにより、大規模な地震が起きてから非相似地震が発生するまでの時間差から摩擦特性を絞り込むことが期待できる。
・島嶼部地震観測空白域での地震カタログ構築のため、伊豆鳥島において地震観測を継続して行った。本観測により2023年10月に伊豆鳥島近海で発生した、特異な津波を発生させたイベントの地震波形を捉えられた。
・岩手県釜石市周辺に13点の臨時観測点を設置し、小さな地震まで含めた地震活動を調査した。臨時観測点データ使用前後における釜石沖地震周辺の地震の震源分布を比較したところ、およそ1.7倍の個数の地震が検知できるようになった。

（6）本課題の５か年の到達目標：

繰り返し地震を用いて断層面の固着状態の時空間変化をモニタリングする手法を高度化し、短期・局所的な変動から長期・広域にわたる変化までを明らかにする。また、震源断層における地震性および非地震性すべりの階層的構造や非地震性すべりの力学的モデルの理解を深め、大地震発生確率との関係を調べる。さらに、繰り返し地震の再来特性を理解し、統計的アプローチにより繰り返し地震の発生予測手法の改良および予測を試行する。これらの研究を基に、将来発生する大地震の発生ポテンシャルの推定、さらには発生予測に役立てることを目指す。

（7）本課題の５か年計画の概要：

1．繰り返し地震カタログの作成・公開

世界全域を対象に繰り返し地震カタログを作成し、研究に活用できるようにする。本課題では、前計画までに実施してきた繰り返し地震のカタログ生成だけではなく、任意の場所の繰り返し地震活動を迅速に把握して地震発生をモニタリングできるようなシステムを構築し、公開する体制を整える（R8-10）。また、日本列島周辺の沈み込み境界で発生した繰り返し地震のみならず、世界全域、内陸地域等で発生した地震に関しても活用を進める。島嶼部地震観測空白域である伊豆鳥島での地震観測を前期計画から継続して行い、地震カタログを作成する。深層学習等を利用した新たな繰り返し地震探索手法を検討し、蓄積された観測データへの適用を行う。

2．断層面固着状態のモニタリング

繰り返し地震カタログを用いて、沈み込むプレートの境界および内陸活断層における固着状態の時空間変化をモニタリングする。地震活動や地殻変動等の観測データとの比較検討や確率過程モデルを

用いた推定手法の改良を行い、断層面におけるすべり推定をさらに高度化する。また、各地域の地震発生の特徴に応じた地域分けを行うことにより、ゆっくりすべりに伴う短期・局所的な変動から、巨大地震の発生サイクルのステージに応じた長期・広域にわたる変化までを明らかにする。さらに、繰り返し地震から推定されるプレート間非地震性すべりとスラブ内地震、上盤側プレート内地震との相互作用について検討を行う。

3．震源階層構造および繰り返し地震発生過程の解明

繰り返し地震群の震源過程を調査し、震源断層における破壊すべりの階層的構造を調査する。特に、破壊の伝播方向と破壊の複雑性に注目した解析を行い、M5以上の中規模地震については破壊過程の細部まで解像することを目指す。また、内陸などプレート境界以外の場所も含めた様々な場所で発生する繰り返し地震について、その繰り返しの条件や、震源の特徴、地震発生サイクルの特徴を明らかにすることを目指す。

4．地震の再来特性の解明

繰り返し地震に見られる地震の再来特性の特徴や原因を、統計的手法および数値シミュレーションにより明らかにする。統計的手法については、繰り返し地震活動の時空間変化の将来推移を予測する手法を改良して将来発生確率を評価し、発生実績との比較検証を行う。数値シミュレーションについては、観測された地震の再来特性を速度状態依存摩擦構成則に基づき再現し、想定される摩擦特性の推定することを目指す。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

五十嵐　俊博（東京大学地震研究所）,内田　直希（東京大学地震研究所）,加藤　愛太郎（東京大学地震研究所）,加藤　尚之（東京大学地震研究所）

他機関との共同研究の有無：有

吉田　圭佑（東北大学）,山下　裕亮（宮崎公立大学）,松島　健（九州大学）,直井　誠（北海道大学）,中島　淳一（東京科学大学）,木村　尚紀（防災科学技術研究所）,松原　誠（防災科学技術研究所）,有吉　慶介（海洋研究開発機構）,八木原　寛（鹿児島大学）,平松　良浩（金沢大学）,大久保　寛（東京都立大学）,金　亜伊（横浜市立大学）,野村　俊一（早稲田大学）,尾形　良彦（統計数理研究所）,田中　昌之（気象研究所）,Roland Bürgmann（UC Berkeley）

（9）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：東京大学地震研究所　地震・火山噴火予知研究協議会　企画部
電話：03-5841-5787
e-mail：yotikikaku@eri.u-tokyo.ac.jp
URL：https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/YOTIKYO/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：五十嵐俊博
所属：東京大学地震研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：ERI_11

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）南海トラフ域を中心したプレート境界すべりの時空間発展のモデリング・予測に関する研究
（英文）Study on modeling and prediction of the spatio-temporal evolution of slip on the plate boundary in the Nankai subduction zone

（3）関連の深い建議の項目：

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

（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
(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
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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

本計画は、８つのサブテーマから構成される。サブテーマ毎に研究成果の概要を記述する。

1.広帯域観測を用いた超低周波地震の活動様式の詳細把握

陸域の準定常広帯域地震観測点を敷設し、深部超低周波地震について長期的スロースリップ時の非線形な応答を明らかにした(Takeo and Obara 2020)。また、定常観測網を用いて浅部超低周波地震を解析し、2004年からの20年弱の活動履歴、震源移動特性、個々の震源時間関数およびスロー地震の高周波数成分である微動との関係を明らかにした(Takemura et al., 2022ab; 2023)。

2.GNSS観測による豊後水道周辺域でのモニタリング

前計画・科研費等で構築してきた、豊後水道周辺地域におけるGNSS連続観測および座標値解析を継続して実施し、スロースリップイベント (SSE)発生様式の把握に有用な地殻変動データを取得することができた。このGNSS観測データに基づき、2015～2016年頃および2018～2019年頃に豊後水道で発生した2つのSSE のすべり域を推定した。これらと深部微動活動を比較したところ、豊後水道では微動発生域へのSSEすべりの進展と微動活動によい相関が示された (Hirose et al., 2023)。GNSS時系列データから短期的SSEを自動的に検出する手法を新たに開発し、本研究で得たGNSSデータに適用したところ、東海～九州地域で1997年から2020年の期間に発生した284イベントを検出した。これには日向灘などこれまでにSSEが未検知だった地域の活動も含まれる (Okada et al., 2022)。
四国で発生している短期的SSEのすべり分布を防災科研傾斜変化（オフセット）データセットに基づいて推定し、2001年から2019年にかけて発生した61イベントについてすべり分布を求めた。約20年間の短期的SSEの地域による活動様式の違いや、この期間の後半で、より規模の大きいSSEが増える傾向がみられた （Hirose and Kimura, 2020）。

3.重力磁気観測に基づく流体挙動とプレート境界滑り

東海地方において、SSEと同期する重力異常を世界で初めて捉え、観測結果が流体移動で説明でき

ることを報告した(Tanaka et al., 2018)。四国西部と九州東部において、長基線地電位差観測に基づいたネットワークMT観測を継続している。四国のデータを用いて３次元比抵抗構造を推定し、プレート上盤側の中部地殻に低比抵抗域が分布する様子がとらえられた。その構造に基づき、プレート境界面付近での比抵抗値変化に対する観測量の感度を調べた。

4.プレート境界滑り特性を規定する地下構造の特徴抽出

スロー地震の滑り特性を規定する地下構造の特徴を把握する為に、紀伊半島北東部で取得された稠密地震観測データに地震波トモグラフィー解析、自然地震反射法解析を適応することで、スロー地震の滑り特性に影響を与えている可能性を示唆する流体に起因した不均質構造を示した(Kurashimo et al., 2021)。 四国東部で取得した稠密地震観測データに地震波モグラフィー解析を適応することで得た地震波速度構造の特徴からは、深部低周波微動活動度との関連が示唆される、沈み込むフィリピン海プレート内の流体に起因する不均質構造が確認できる(蔵下・他，2023)。

5.プレート境界断層に沿った間隙水圧の推定

反射法地震探査データを用いた重合前深度マイグレーション結果を深海掘削データと組み合わせ、東北沖日本海溝の浅部プレート境界断層（＝デコルマ）の物理特性を調査し、デコルマに沿った間隙水圧が異常に高いことを見出した（Jamali Hondori and Park, 2022）。デコルマの高い間隙水圧は断層面の強度低下をもたらし、2011年東北沖地震（M9.0）の巨大津波発生に深く関与した可能性が考えられる。また、南海トラフ沿いの反射法地震探査データを深海掘削データと組み合わせ、海溝で沈み込む堆積物を調査し、砂層に富むタービダイトが浅部スロー地震発生の静穏域（プレート間固着の強い領域と概ね一致）に集中して分布することを明らかにした（Park and Jamali Hondori, 2023）。透水性の優れたタービダイトがプレート境界断層の間隙水圧を低下させることで、断層面の剪断強度が大きくなり、スロー地震活動が静穏化した可能性が高い。

6.熊野灘における浅部スロー地震発生環境の解明

浅部スロー地震発生域近傍におけるＳ波速度構造を推定するために、海面―海底面での多重反射波がノイズとして卓越する海底地震計の波形記録から、高周波帯域でレシーバ関数を計算し、速度構造のインバージョンを行う手法を開発した(Akuhara et al. , 2019; Akuhara et al. , 2020)。また、レシーバ関数とは相補的な感度を持つ表面波の位相速度とのジョイント・インバージョン解析のコード開発を行い、その有用性を示した（Akuhara et al. , 2023a）。

熊野灘においては、2019年度以来、微動の観測や浅部のＳ波速度構造推定を狙った長期海底地震観測を継続させている。2020年12月に発生した微動のエピソードに関しては、微動の震源を高精度に求めるためのインバージョン手法を開発し、その詳細な震源分布を求めた（Akuhara et al. , 2023b）。

7.スロー地震と地震発生との関連性

南海トラフ沈み込み帯の深部低周波地震の長期的な挙動に関する理解を深めるために、2004年～2020年の連続波形記録に対してマッチドフィルター法を適用することで、深部低周波地震のより包括的なカタログを構築した実績がある。その一部はKato & Nakagawa (2020)の論文として公表されている。また、スロー地震と大地震の関連については2011年東北地方太平洋沖地震や2014年チリ北部地震、2016年熊本地震等の前震活動解析に基づく実績（Kato et al., 2012; 2014: 2016）を有している。

8.プレート境界滑り現象の物理モデルに対するパラメータ推定手法

測地データを用いてプレート境界の摩擦パラメータやマントルの粘性率等、余効変動の物理モデルのパラメータをベイズ推定する手法を開発した。これを2011年東北沖地震後の測地データに適用した(Fukuda and Johnson, 2021)。

（6）本課題の５か年の到達目標：

南海トラフ域を中心とし、沈み込みプレート境界で発生する様々な時定数を有する滑り現象をモニタリングすることで、それら滑り現象の時空間変化を高精度に把握する。また、それらの発生環境としての地下構造の特徴・流体挙動との関係の解明を通じて、プレート境界すべりの特性やプレート境

界すべり現象間の相互作用の理解を深め、沈み込みプレート境界における断層滑りの時空間発展予測に貢献する。以下にサブテーマ毎の到達目標を記す。

1.広帯域観測を用いた超低周波地震の活動様式の詳細把握

陸海の定常広帯域観測点（F-netやDONET）と新学術領域研究「スロー地震学」等で四国～東海地域に敷設した準定常広帯域観測点を用いて、プレート境界で発生する超低周波地震の（1）網羅的検出、（2）震源物理特性の把握を実施する。検出・評価された超低周波地震カタログにより、南海トラフのスロー地震の活動様式やスロー地震域とその周辺の応力変化を評価し、プレート境界におけるスロー地震発生メカニムズ解明へつなげる。継続的なモニタリング研究により、プレート境界の巨大地震準備過程との関係を明らかにする。

2.GNSS観測による豊後水道周辺域でのモニタリング

豊後水道およびその周辺地域において、これまでに構築してきたGNSS連続観測点における地殻変動観測を継続して実施し、他機関の定常観測データと組み合わせ、SSEをはじめとするプレート間すべりの動態・時空間発展を把握するとともに、この地域におけるプレート間すべり特性や歪収支、さらに微動など他のすべり現象との相互作用を明らかにする。

3.重力磁気観測に基づく流体挙動とプレート境界滑り

重力変化の観測を通して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。比抵抗構造を通して流体の分布を把握し、その変化がとらえられたら、重力と同じく流体の挙動を探る一助とする。

4.プレート境界滑り特性を規定する地下構造の特徴抽出

プレート境界滑り特性が変化している紀伊半島東部から中央部にかけての深部低周波微動発生域における稠密地震観測と紀伊半島の電磁気データ空白域における追加電磁気観測を実施し、西南日本で過去に取得された稠密地震観測データや電磁気データの再解析と合わせてスロー地震発生域の構造を明らかにする。得られたプレート境界面の形状や境界面近傍の構造不均質と、モニタリングされるスロー地震活動と対応させることで、プレート境界滑り特性を規定する地下構造の特徴を把握し、スロー地震の発生における時空間的揺らぎのメカニズムやスロー地震間に働く相互作用の理解を深める。

5.プレート境界断層に沿った間隙水圧の推定

浅部スロー地震を引き起こすプレート境界断層（＝デコルマ）の詳細構造と間隙水圧を広域的に調査することで、スロー地震活動を規定する要因を解明し、プレート境界滑りの時空間発展予測に貢献する。具体的には、海洋研究開発機構が過去に南海トラフで取得した反射法地震探査データを深海掘削（ODP/IODP）データと組み合わせ、浅部スロー地震活動の活発域（日向灘沖、室戸岬沖、熊野沖）と静穏域（足摺岬沖、潮岬沖、東海沖）においてデコルマの形状や間隙水圧を推定し、両域の比較検討を行う。また、間隙水圧の変化に影響する沈み込みインプット（デコルマに沿って沈み込む堆積物と海洋性地殻）の広域変化を調査する。

6.熊野灘における浅部スロー地震発生環境の解明

自然地震観測および構造探査が充実した熊野灘を重点的な調査対象域として、スロー地震の発生場を解明することを目指す。特に、同地域で報告されている厚い沈み込む堆積層の物性解明、およびスロー地震震源との位置関係について明らかにする。これにより、従来は“面”として考えられがちであった巨大地震せん断帯の実態に迫る。

7.スロー地震と地震発生との関連性

南海トラフ沿いで発生する深部低周波地震は、固着域の深部延長で発生しており、その時空間変化を解明することは、プレート境界の固着状態の変化に関する知見をもたらすことが期待される。そこで、長期間にわたり定常地震観測網で取得された連続波形記録をもちいて、深部低周波地震の網羅的な検出をおこない、深部低周波地震の活動様式の多様性や長期的な振る舞いを明らかにする。また、大地震の発生に先行する前震活動の解析を継続し、スロースリップとの関連について考察する。

8.プレート境界滑り現象の物理モデルに対するパラメータ推定手法

物理モデルによるすべりの予測を行うためには、観測データからモデルの状態変数・パラメータを逆問題として推定する手法を確立する必要がある。そこで、ベイズ統計学やアンサンブルデータ同化の理論に基づき、摩擦構成則に従う断層すべりとマントルの粘弾性緩和を取り入れた物理モデルの状態変数・パラメータの空間分布とその不確実性を測地データから推定する手法を開発する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

サブテーマ毎に研究を進める。それぞれで得られた成果を共有し、モニタリング結果とモデルをデータ同化によって組み合わせ、沈み込みプレート境界における断層滑りの時空間発展予測に貢献する。以下にサブテーマ毎の5か年計画を記す。

1.広帯域観測を用いた超低周波地震の活動様式の詳細把握

準定常広帯域観測点を保守し、継続的な運用を目指す。その上で、令和6年度においては定常＋準定常広帯域観測点における超低周波地震の検知下限評価を実施し、モニタリング性能の現状把握を行う。令和７年度においては、従来手法で検知可能な超低周波地震について震源物理特性の推定、カタログ化し広く公開する。令和8-10年度においては、より小さな信号を持つ超低周波地震検知へ向け、機械学習によるDenoisingの実装を行い、モニタリングの次世代化を目指す。令和9年度以降は、高度化した超低周波地震モニタリングの結果を活用し、震源物理特性の評価、超低周波地震の統計性を明らかにし、スロー地震発生メカニズムの解明へ資する。

2.GNSS観測による豊後水道周辺域でのモニタリング

令和6-7年度においては、独自のGNSS観測点での連続観測を継続するとともに、これまでの長期間のデータと合わせて活用し、SSEによる地殻変動を自動検出する手法の開発を進める。令和8-9年度においては、前年度までの研究を継続するとともに、プレート間の歪収支、微動など他現象との相互作用について検討を進める。令和10年度においては、前年度までの研究を継続するとともに、成果とりまとめを行う。

3.重力磁気観測に基づく流体挙動とプレート境界滑り

令和6-10年度の実施期間中において、 SSE及び流体が観測されている東海３点、四国１点、宮崎１点、能登１点で年１回程度の絶対・相対重力測定を実施するとともに、石垣島SSE域における連続重力観測を継続する。 近い将来に大規模なSSE活動が予測される豊後水道域を囲む、四国西部地域17エリア、九州東部海岸域3エリアにおけるNetwork-MT長基線地電位差観測を継続するとともに、四国西部地域の2地点で3成分磁場観測を継続する。令和7-8年度においては、重力、電磁場データの観測・解析を継続する。得られた重力データから重力の時間変化の様式を明らかにする。さらに、重力とすべりの時空間発展との関連を明らかにし、それらの関連を説明するための定性的なモデル化を試みる。得られた電磁場データから電磁場や比抵抗構造の時空間変化の様式を明らかにする。令和9年度においては、重力、電磁場データの観測・解析を継続する。重力とすべりの時間発展の様式を地域間で比較し、地域差を説明するための定性的なモデル化を試みる。電磁場データの解析により、電磁場・比抵抗の時空間変化とすべりの時空間発展との関連性を明らかにする。令和10年度においては、重力、電磁場データの観測・解析を継続する。 重力とすべりの時間発展を説明するための定量的なモデルを構築する。また、電磁場・比抵抗の時空間変化とすべりの時空間発展との関連性を説明するための定性的ないしは定量的モデル化を試みる。このような物理モデルの構築により流体挙動やプレート境界の摩擦・透水構造を推定し、流体挙動とプレート境界の滑りが互いにどのような影響を及ぼしているか明らかにする。

4.プレート境界滑り特性を規定する地下構造の特徴抽出

令和6年度においては、令和7年度から予定している臨時地震観測の現地踏査と紀伊半島の電磁気データ空白域における追加電磁気観測を実施する。四国や紀伊半島等で取得された既存稠密地震観測データの再解析や、過去に取得している紀伊半島や四国東部から鳥取に至るNetwork-MTデータのコンパイル、再解析を令和10年度まで継続して実施する。令和7年度においては、地震観測装置を設置し、観測を開始する。 紀伊半島の電磁気データ空白域における追加電磁気観測を引き続き実施する。令和7-8年度においては、紀伊半島や四国東部から鳥取に至る地域での広域深部３次元比抵抗構造解明を図る。

令和8年度においては、前年度に設置した臨時地震観測点を撤収する。　令和9-10年度においては、臨時地震観測点データを用いてスロー地震発生域やその近傍における地震学的構造を明らかにする。既存地震観測データの再解析結果や電磁気データの解析結果と合わせて、スロー地震発生域のセグメント境界・活動様式を規定する構造を抽出する。紀伊半島や四国東部から鳥取に至る地域で推定された広域深部比抵抗構造と、他の地球物理観測から得られた情報を総合し、テクトニックな地殻活動のメカニズムを明らかにする。

5.プレート境界断層に沿った間隙水圧の推定

令和6年度と7年度においては、浅部スロー地震活動の活発域（日向灘沖、室戸岬沖、熊野沖）でデコルマの形状や間隙水圧を推定する。令和8年度と9年度においては、浅部スロー地震活動の静穏域（足摺岬沖、潮岬沖、東海沖）でデコルマの形状や間隙水圧を推定し、活発域との比較検討を行う。令和10年度においては、沈み込みインプットの広域変化を調査し、間隙水圧変化への影響を明らかにする。

6.熊野灘における浅部スロー地震発生環境の解明

令和6年度においては、Ｓ波速度構造の推定手法のさらなる高度化を目指す。具体的には、レイリーアドミッタンス（表面波がもたらす上下変位と応力の比）はH/V比（表面波がもたらす水平変位と上下変位の比）を新たに用いて、Ｓ波速度絶対値の感度を向上させる。令和7年度においては、前年度までに開発したインバージョン手法を利用し、各観測点下のＳ波速度構造を推定する。ひいては、沈み込む堆積物の物性や流体圧を考察する。令和8年度においては、稠密観測網を利用して、スロー地震（特にテクトニック微動）の深さ決定精度を向上させる方法を模索する。例えば、アレイ観測網のデータや、近地波形データからＰ波の走時情報を抽出することを考える。令和9年度においては、これまでに得られた結果から、スロー地震震源と沈み込む堆積物の相対的な位置関係など、震源と構造の関連性について総合的に解釈する。令和10年度においても引き続き、これまでに得られた結果を総合的に解釈し、最終的な成果をとりまとめる。

7.スロー地震と地震発生との関連性

令和6-7年度においては、四国地域を対象にマッチドフィルター法により深部低周波地震のカタログを構築する。令和8-9年度においては、紀伊半島・東海地域を対象にマッチドフィルター法により深部低周波地震のカタログを構築する。令和10年度においては、深部低周波地震カタログの分析し、活動様式の多様性や長期的な振る舞いを明らかにする。
令和6-10年度の実施期間中において、活発な前震活動を伴う大地震が起きた場合は、前震活動の時空間発展を明らかにする。

8.プレート境界滑り現象の物理モデルに対するパラメータ推定手法

初めに、摩擦構成則に従う断層すべりとマントルの粘弾性緩和を取り入れた物理モデルを構築する。この物理モデルの状態変数・パラメータの空間分布とその不確実性を測地データから推定する手法をベイズ統計学やアンサンブルデータ同化の理論に基づいて定式化し、計算コードを開発する。人工的なデータを用いたテストにより、手法の振舞いを理解する。さらにプレート境界地震の余効変動やスロースリップ等に伴う測地データに手法を適用する。手法のテストやデータへの適用から得られた知見に基づき、手法の改良を継続的に行う。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

蔵下英司（東京大学地震研究所）,竹尾明子（東京大学地震研究所）,武村俊介（東京大学地震研究所）,上嶋誠（東京大学地震研究所）,臼井嘉哉（東京大学地震研究所）,悪原岳（東京大学地震研究所）,加藤愛太郎（東京大学地震研究所）,福田淳一（東京大学地震研究所）

他機関との共同研究の有無：有

廣瀬仁（神戸大学都市安全研究センター）,松島健（九州大学大学院理学研究院）,田中愛幸（東京大学大学院理学系研究科）,津村紀子（千葉大学大学院理学研究院）,岩崎貴哉（地震予知総合研究振興会）,朴進午（東京大学大気海洋研究所）

（9）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：
電話：
e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：蔵下英司
所属：東京大学地震研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：ERI_12

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）経験的アプローチによる大地震の確率予測の高度化

（英文）Improvements of probabilistic earthquake forecast by empirical approach

（3）関連の深い建議の項目：

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
イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証

（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
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
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
3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(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
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
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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

様々な統計地震学的予測モデルのプロスペクティブ予測実験。重力変化が地震に数年先行した事例。機械学習による固着滑り実験の同化・予測。室内実験微小破壊波形からの深層学習を用いた高精度震源決定。歴史資料の地震検知率の時間帯依存性。いくつかの大きな歴史地震の不存在の指摘。活断層データと地震活動データを併用した大地震の予測手法。長期静穏化現象の予測性能の交差検証と新たな検出法の開発。地震活動潮汐相関の変調による予測の性能評価。中期的b値低下の新たな事例。比較的大きな地震直後の地震活動推移の事例研究。ETASパラメタの事後分布を用いたロバストな大地震確率予測手法。大地震直後の中小地震の検出漏れを補完してETAS予測を続けるアルゴリズムの開発。地震活動の季節性の検出。前震識別モデルの改良およびETASとの予測性能比較。前震・余震活動における流体移動の役割を示唆するいくつかの観測事実。超長波帯電磁パルスが地震2日前に震源近傍で集中発生した事例。背景地震活動度や余震生産性と、構造・歪み速度・余効すべりなどの相関。地震の滑り方向と応力場の整合性。地震破壊の停止に関するいくつかの理論的・観察的アイデア。余震活動の経験的モデルと物理的なモデルの比較。地震活動指標や予測発生確率を常時更新・表示するシステム。地震活動予測モデルのパラメタ変更を自動的に行うアルゴリズム。

（6）本課題の５か年の到達目標：

地震活動など様々な観測データにみられる異常の地震先行性を、対象範囲を拡大して評価し、地学情報等と比較して異常の由来の解明を進める。機械学習等も取り入れて、予測手法の性能の向上をはか

るとともに、入力する地震活動データの質・量を向上させるための技術開発を行う。地震発生確率の長期間にわたる予測値時系列の特徴を、地震予報として社会実装した場合に期待される効果という観点からレビューする。

（7）本課題の５か年計画の概要：

以下、サブテーマごとに記述する。

A. (1-3年目)中期的なb値低下および静穏化の巨大地震に対する先行性を全世界の沈み込み帯で調査する。(3-5年目)機械学習手法等も取り入れて、多数の活動指標の組合せによる中期予測手法の最適化、および新たな活動指標の探索を行う。

B. (1-3年目)潮汐や地震動による地震トリガ現象の調査をより多くの地域で行う。(4-5年目)トリガの受け易さと地震発生確率の相関を調査する。また、応力場の時空間変動と地震発生確率の相関も調査する。

C. (1-3年目)様々な地域で前震識別手法の有効性を調査する。機械学習等も用いて前震識別の性能向上を試みる。(4-5年目)高精度カタログを用いて、小地震の前震現象を調査する。(1-5年目)ETASなど統計地震学的確率予測モデルの改良は継続的に行う。詳細に観測された地震活動事例については、随時詳細な解析を行い、因果メカニズムを推測する。

D. (1-3年目)中規模地震発生や群発時など地震活動が活発な時期におけるb値等の地震活動指標の推移と続発地震の関係を事例調査する。(3-5年目)同じ時期の統計地震学的発生確率予測モデルと比較する。

E. (1-2年目)一元化データを用いて既存の深層学習検測器の再訓練を行う。(3-5年目)一元化データの豊富なデータを活かし、より表現力のある深層学習検測器を作成して、後続プロセスを含めてカタログ作成手法を向上させる。(1-5年目)歴史史料からの地震活動推定については、随時行う。また、精密なカタログを用いた地震活動指標値の確率密度分布、その異常と大地震の関係の再調査も随時行う。

F. (1-3年目)巨大地震直前の電離層異常について、同様形態の異常の平時出現率を求める。また、先行性が指摘されている関東地域のGNSS変位異常についても、原データに立ち戻って異常の由来を調べる。(3-5年目)前者については、太陽活動との関連を調べ、地殻活動由来でありうる異常の平時頻度を求める。後者については、異常の由来を参考に予測性能の向上を試みる。

G. (1-3年目)ETASを用いた常時確率計算システムを過去のデータに適用し、性能評価を行うとともに、特に高い確率が出た事例と、大地震直前期に出ていた確率を洗い出し、成功、空振り、見逃しの年表を作る。(3-5年目)上記の年表について人間の感覚での講評を行う。また、中期的先行現象と合わせた場合の予測確率時系列を作成する。(1-5年目)常時更新確率計算の地図表示プラットフォームにCSEPで検証してきたいくつかのモデルを組み込む。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

中谷 正生（東京大学地震研究所）,鶴岡 弘（東京大学地震研究所）,加藤 愛太郎（東京大学地震研究所）,福田 淳一（東京大学地震研究所）,中川 茂樹（東京大学地震研究所）

他機関との共同研究の有無：有

勝俣 啓（北海道大学）,直井 誠（北海道大学）,Enescu Bogdan（京都大学大学院理学研究科）,長尾 年恭（東海大学）,織原 義明（東京学芸大学）,楠城 一嘉（静岡県立大学）,岩田 貴樹（県立広島大学）,井筒 潤（中部大学）,弘瀬 冬樹（気象研究所）,Zhuang Jiancang（統計数理研究所）,野村 俊一（早稲田大学）,石辺 岳男（気象庁）

（9）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：東京大学地震研究所 地震・火山噴火予知研究協議会 企画部
電話：03-5841-5787
e-mail：yotikikaku@eri.u-tokyo.ac.jp
URL：https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/YOTIKYO/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：中谷正生
所属：東京大学地震研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：ERI_13

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地質・物質データに基づく噴火パラメータの推定と活動推移評価への活用
（英文）Estimation of eruption parameters based on geological data and their application to the evaluation of activity trends

（3）関連の深い建議の項目：

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）

（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
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化
３地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(3) 火山噴火による災害誘因評価手法の高度化
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
(5) 大規模火山噴火
(6) 高リスク小規模火山噴火

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

第２次計画の課題「堆積物に基づく噴火物理化学パラメータ推定手法の高度化と事象分岐判断への活用」の中で、課題参加者が研究する複数の火山を対象に、噴火発生時に注目するべき噴火物理化学パラメータの種類や取得方法について定期的に研究集会を開催するなどして検討を進めてきた。第２次計画中に発生したいくつかの噴火（浅間山2019年、阿蘇中岳2021年、西之島2019-2020年など）では、迅速に噴出物を採取・分析し、噴火現象の理解に活用することに成功している。また、複数機関が連携した噴火時の機動的火山灰調査も実践段階にある。これらの研究をベースとしつつ、手法の改良･高度化、および調査や分析に関係する連携体制強化も徐々に進んできた。

（6）本課題の５か年の到達目標：

火山噴火時に観察される表面現象や噴出物の分布等の地質学的データは、噴火の規模や様式を決定するために必要な情報であり、災害の性質にも密接に関係する。また、噴出物の化学組成・微細組織・色等の物質科学的データは、マグマの蓄積・上昇の条件やプロセスを推定する上で重要な情報である。これらの地質・物質データは中長期的および進行中の火山活動の推移の評価や予測のための基礎的データとなる。そのため活動的火山においては過去の噴火におけるこれらの情報を収集することに加えて、実際の噴火開始後には迅速にそれらを明らかにし、事象系統樹（火山活動推移モデル）における事象分岐の判断に取り入れていくことが重要になる。本課題では、活動的火山における将来の噴火を念頭に、火山噴火に伴う地表現象を即時的に把握し、火山灰などの噴出物の物理化学的情報（噴出量、噴出率、化学組成、組織、色など）を迅速にかつ高精度で推定するための手法の研究を行う。また、得られた情報に基づく火山の中長期的活動および噴火開始後の活動推移の評価と予測への活用を試みる。

（7）本課題の５か年計画の概要：

火山灰等の噴出物の地質学的データ（層厚、粒径分布等）や物質科学的データ（化学組成、岩石組織、

色、粒子形状等）にもとづき、理論的モデルや経験則と組み合わせて噴火物理化学パラメータ（噴出量、噴出率、マグマの温度、含水量、減圧率など）を明らかにし、噴火様式や現象の推移、噴火発生場の情報を迅速に推定する手法の高度化を進める。噴火時に火山灰や火山礫などの地質・物質時系列データをできる限り高い時間解像度で取得するための試料採取方法や、火山灰・火山礫の迅速かつ効率的な化学・物性分析およびデータ解析手法の開発も含む。
噴火発生時に採取する噴出物を用いて研究を実施するほか、過去の噴火を対象に噴出物データの解析も行う。霧島山・浅間山・伊豆大島などでの噴火を念頭に、中長期的な活動推移、表面現象や噴火発生場の把握と評価の手法を整理する。実際に噴火が発生した際には検討した手法を適用して噴火パラメータを推定し、活動推移の理解および評価に活用する。噴出物・堆積物データの迅速な取得のための機動的観測方法や体制の整備、データ共有も同時に進める。
・令和6年度　噴火堆積物をもとに噴火パラメータを見積もるための手法や理論・経験モデルを整理し、それらの精度と適用性について実際の噴火事例をもとに検討する。即時的現象把握に関しては、遠隔観測やドローンの活用方法についても検討する。将来の噴火を想定し、噴火パラメータを迅速に把握し、事象系統樹の評価・改良を速やかに行うための機動的・効率的な火山噴出物調査手法の提案を目指す。そのための議論を研究集会の場を設けて行う。これは令和10年度まで年１回を目安に実施する。また、噴火が想定される火山や噴火中の火山の調査・観測を機動的に実施する枠組みや関連機関との連携方法を確認し、噴火の際には実践する。
・令和7年度　前年度からの研究を継続する。既存研究や海外の事例などをもとに噴火現象の分岐に関係する地質・物質科学および物理観測にもとづく基準（噴出率変化等）を整理し、事象分岐の論理的評価方法を探る。階段ダイアグラム等を活用した中長期的な活動評価手法についても検討する。
・令和8年度　前年度からの研究を継続する。とくに、霧島山、伊豆大島、浅間山など活動度の高い火山について火山活動の評価および予測の手法、事象分岐判断基準の明確化を進める。
・令和9年度　前年度からの研究を継続する。中長期的および即時的火山活動の評価、予測手法、事象分岐判断基準の明確化を進める。地質・物質科学的情報に基づく火山の中長期的活動および噴火開始後の活動推移の評価と予測への活用を試みる。
・令和10年度　これまでの研究を総括しつつ、噴火時の地質・物質科学的データの迅速な収集と現象の把握および評価、噴火物理化学パラメータの解析、中長期評価、事象系統樹や分岐判断への活用方法についてまとめる。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

前野 深（東京大学地震研究所）
他機関との共同研究の有無：有
宮縁育夫（熊本大学）,鈴木由希（早稲田大学）,吉本充宏（富士山科学研究所）,亀谷伸子（富士山科学研究所）,三輪学央（防災科学技術研究所）,長井雅史（防災科学技術研究所）,石塚吉浩（産業技術総合研究所）,安井真也（日本大学）,嶋野岳人（鹿児島大学）

（9）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：東京大学地震研究所　地震・火山噴火予知研究協議会 企画部
電話：
e-mail：
URL：https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/YOTIKYO/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：前野 深
所属：東京大学地震研究所火山噴火予知研究センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：ERI_14

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）震源から構造物に至る強震観測の連携強化による地震災害発生機構の解明
（英文）Strengthening cooperation of strong motion observation from seismic sources to engineering structures for understanding the mechanism of earthquake disasters

（3）関連の深い建議の項目：

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
エ. 大地震に起因する災害リスクの事前評価手法

（4）その他関連する建議の項目：

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
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(3) 関連研究分野の連携強化
(4) 国際共同研究・国際協力

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

「堆積平野・堆積盆地における地震災害発生機構の解明」として研究を実施し、地表の強震観測点における強震データベースの構築を行った。
https://smsd.eri.u-tokyo.ac.jp/smad/
また、地震災害誘因の分析と地震災害発生機構の解明に向けた地下構造モデルを構築した。地震災害誘因の分析に関しては、地震波干渉法を良質かつ稠密な観測網に積極的に活用することにより、周期1秒までの首都圏の強震動シミュレーションに成功した。地震災害発生機構の解明に向けた地下構造モデルの構築に関しては、南海トラフ海域の付加体に対する構造インバージョン手法を新規開発し、計算結果が過大となる従来のS波速度や層厚を修正した地下構造モデルを試作した。これらの成果は、首都直下地震や南海トラフ巨大地震の災害誘因の事前評価手法に活用する基盤となる。

（6）本課題の５か年の到達目標：

大地震による災害リスク評価手法に資するべく、地震災害に関する災害発生機構を重点的に解明する。強震動が増幅する堆積平野・堆積盆地は、災害リスク評価における脆弱性と捉えることができ、特に、増幅率という形で災害誘因の定量化が可能である。また、建物・人的被害のフラジリティ評価を取り込んだ研究も必要とされている。本研究では、人口密度が高い堆積平野・堆積盆地における観測、強震観測のデータベース化と解析を行い、地震災害の素因と誘因の関係や災害発生機構を多面的に分析し、災害を制御する要件を明らかにする。また、震源から構造物に至る強震観測の連携強化研究を新たに取り入れ、次期観測研究計画の理工学への受容を目指す。
なお、本課題は、骨子案への実施機関・学協会等からのご意見において、防災学術連携体および日本建築学会から指摘された事項について、対策強化することを目的としている。

（7）本課題の５か年計画の概要：

研究期間前半３年間は、強震動による地震災害誘因の分析のため、定常観測に加え臨時観測を含めた堆積平野・堆積盆地における強震記録データベースを増強し、堆積平野・堆積盆地の地震動増幅特性を定量化する。また、トリガー観測と連続観測が混在した場合の、適切な強震記録データベースの提示方法を理工学の観点から研究する。さらに、これまでに構築した地下構造モデル暫定版を、地震災害誘因の事前評価と即時推定に資するべく新たなモデル化手法を開発する。

研究期間後半２年間は、大地震による災害リスク評価に向けて、堆積平野・堆積盆地における地震動増幅特性と、建物被害や人口被害のフラジリティの研究を推進する。また、首都直下地震や南海トラフ巨大地震を対象に、地震災害の素因と誘因の関係や災害発生機構を多面的に分析し、災害を制御する要件を明らかにする。

本研究において、震源から構造物に至る強震観測の連携強化研究を新たに取り入れ、震震度や長周期地震動階級といった災害誘因の単一指標のみならず、周期ごとの震源・地震波増幅特性・構造物被害等を含めた研究を展開する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

三宅弘恵（東京大学地震研究所）,古村孝志（東京大学地震研究所）

他機関との共同研究の有無：有

東京大学大学院情報学環,北海道大学,千葉大学,東京科学大学,信州大学,福井大学,滋賀県立大学,京都大学防災研究所,岡山大学,鳥取大学,広島大学,香川大学,高知大学,九州大学,国立研究開発法人建築研究所

（9）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：東京大学地震研究所
電話：
e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：三宅弘恵
所属：東京大学地震研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：ERI_15

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）データ同化・深層学習に基づく長周期地震動の即時予測

（英文）Early forecast of long-period ground motions based on data assimilation and deep learning

（3）関連の深い建議の項目：

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(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

（4）その他関連する建議の項目：

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
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
(5) 大規模火山噴火

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

深層学習による長周期地震動・津波の即時予測に関する研究

震源域近傍での強震観測データに基づいて、遠地の平野での長周期地震動の波形を予測する深層学習（CNN）モデルを開発し、2011年東北地方太平洋沖地震における関東平野と大阪平野での長周期地震動の予測性能を確認した。S-netによる沖合津波観測データから東北沿岸の津波浸水を予測するCNNモデルを開発し、東北地方太平洋沖地震のSynthetic Dataを用いて実用性能を確認した。

データ同化による長周期地震動の即時予測研究

リアルタイム強震観測データと地震波伝播シミュレーション結果を同化し、遠地の平野での長周期地震動の発生を予測する手法を開発した。予測を高速（瞬時）に行うために、予め求めた観測点から予測地点の伝達関数（グリーン関数）を活用する手法改良を行った。JDXnetで配信される観測データをスパコンにリアルタイムに取り込んで、波動伝播シミュレーション結果とのデータ同化による関東平野の長周期地震動予測を行うプロトタイプシステムを。東大情報基盤センターと富士通と共同開発した。

大地震・深発地震による長周期地震動の生成過程に関する研究

大地震による長周期地震動の生成過程の解明と広帯域強震動予測モデルの構築に向けて、南西諸島海溝のスラブ内地震における、太平洋プレート上面でのS反射 の評価、太平洋プレート内の短波長不均質構造と速度異方性を取り入れた異常震域生成シミュレーション、西南日本で卓越する周期６～８秒の長周期Love波（G波）の成因、深発地震による大振幅のsP変換波とs-PL波による長周期地震動の生成過程を、地震波解析とシミュレーションにより検証した。

（6）本課題の５か年の到達目標：

大地震による強い揺れの事前予測と災害軽減に向け、海・陸リアルタイム強震観測データと地震波伝播シミュレーションとのデータ同化、及び観測・計算結果の深層学習に基づいて、震源域近傍での強震観測データから遠地の平野での長周期地震動を即時に予測する手法を開発する。現行の緊急地震速報が対象とする震度の予測に対し、本研究では地面の揺れ（地震波形）と個々の建物の揺れの時刻歴を予測することで、建物や地盤被害そして避難等の対応に必要なきめ細やかな防災情報の提供が可能になる。５年間の計画では、陸域（K-NET, KiK-net, F-net, MeSO-net）及び海域（S-net、DONET）の地震観測データセットを活用した即時手法開発を進めるとともに、テストサイトにおける建物強震観測を実施して、手法の有効性を検証し、防災現業機関や行政、関連企業等との連携により社会展開を図る。

（7）本課題の５か年計画の概要：

１．データ同化に基づく長周期地震動の即時予測

(1)最適内挿法に基づく長周期地震動のデータ同化・即時予測手法（Furumura et al. 2019）を改良し、アンサンブルカルマンフィルタに基づくデータ同化により、予測の幅を定量化した実用的な即時予測モデルを構築する(R6～8年度)。(2)震源近傍の強震観測点から予測地点の地震波伝播の伝達関数（グリーン関数）を利用した瞬時の予測手法（Oba et al. 2021）を発展させ、自然地震や常時微動から求めたグリーン関数を用いて大地震の長周期地震動を瞬時予測するシステムを開発する(R6～8年度)。(3)全国地震観測データ流通ネットワーク（JDXnet）により配信される連続観測データを東大情報基盤センターのWisteria/BDEC01スパコンでリアルタイム処理し長周期地震動を即時予測するシステム開発（中島, 2021）を継続し、防災現業機関と企業との協働により実用化に繋げる(R6～10年度)。

２．深層学習に基づく地面と建物の長周期地震動の即時予測

(1)震源近傍での強震観測データから遠地の平野の長周期地震動を予測する深層学習(TCN）モデル（Furumura＆Oishi, 2023；１地点入力―１地点波形予測)を拡張（多地点入力―１地点波形予測）し、南海トラフ・日本海溝沿いの海溝型地震及び内陸地震を対象とする関東平野、濃尾平野、大阪平野の即時予測システムを開発する(R6～7年度)。(2)波動方程式などの物理法則を拘束条件とする物理情報深層学習（PINN）モデルを開発し、多様な地震の予測に対応できる、汎化性能の高い即時予測モデルを開発する(R6～9年度)。(3)地面の揺れの予測結果から、個々の建物（階層）毎の揺れを予測する、２段階TCNモデルを開発し、地震工学・建築学の研究者と協働により実用的な建物の即時被害予測を進める(R6～10年度)。

３．深発地震による長周期地震動の予測

(1) 2008年オホーツク海深発地震（Mw7.7, 680 km）や2015年小笠原諸島西方沖地震（Mw7.9, 680 km）で観測されたように、sP変換波（地表へのS波臨界角入射による大振幅のP変換波）とs-PL波（地殻を広角多重反射により伝播する周期５～30秒の地震動）を含めた多様な長周期地震動の予測の実現に向けて、上記１，２を拡張した深発地震の長周期地震動即時予測モデルを整備する(R6～8年度)。加えて、(2) 千島海溝～日本海溝～伊豆小笠原海溝の深発地震の観測データを用いて、長周期地震動及の距離減衰式を作成する(R8～10年度)。なお、本距離減衰式は、最大速度値の予測に加え、速度応答スペクトルの強度と揺れの継続時間の予測を対象とする。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

古村孝志（災害科学系研究部門）,武村俊介（日本列島モニタリング研究センター）

他機関との共同研究の有無：有

前田拓人（弘前大学大学院理工学研究科）,大石裕介（九州大学データ駆動イノベーション推進本部）,中島研吾（東京大学情報基盤センタースーパーコンピューティング研究部門）

（9）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：東京大学地震研究所
電話：
e-mail：

URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：古村孝志
所属：東京大学地震研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：ERI_16

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）日向灘における海山沈み込みによるプレート境界滑り現象への影響解明
（英文）Effects of the seamount subduction on plate coupling in Hyuga-Nada

（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
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震

（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
(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
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
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
イ. 観測・解析技術の開発
(2) 推進体制の整備
(4) 国際共同研究・国際協力

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

新規研究

（6）本課題の５か年の到達目標：

日向灘は，巨大地震の発生してきた強い固着域である南海トラフの西端に位置し，固着が弱いと考えられている琉球トラフへの遷移域である．境界には九州パラオ海嶺が存在し，海山列の沈み込みが，日向灘の地震発生に大きな影響を与えている．海山に代表されるプレートの凹凸（形状）は，摩擦係数・岩質・温度圧力条件に加えて，重要なパラメータであると近年注目されている．特に沈み込む海山は巨大地震発生時の破壊のバリアになる可能性が強く示唆され，茨城県沖，南海トラフ熊野灘沖・室戸沖，ニュージーランド沖ヒクランギ，メキシコ沖など，日本のみならず，世界的に研究が行われている．これは，海山が上盤の破壊を引き起こすと同時に応力・流体挙動を局所的に著しく変化させるためであると考えられるが，その全容は解明されていない．日向灘では，現在沈み込む海山周辺で，スロー地震が繰り返し発生し，海山沈み込み現象と地震活動への影響を解明するために最適な場所である．近年，同海域では，地殻地震探査をはじめとする地球物理探査が実施され，海山の位置，プレート境界断層の形状，上盤内部の構造が解明されつつある．また，地震モニタリングおよび原位置での物理物性把握を目指した国際的な掘削計画の実施が目前に迫っている．本研究では，掘削計画の最適化を行うとともに，これまでに蓄積されてきた地球物理探査データの再解析・地質構造再解釈および岩石実験を実施し，海山沈み込みの実態（海山の形状，上盤の変形・断層発達，間隙水圧異常・流体挙動）を明らかにする．これを元にした応力・温度場モデリングから3次元的な地震活動場を描像し，スロー地震発生状況と合わせることで，固着・滑りへの影響を考察する．こうした地震学・岩石物理学・地質学を横断する研究を実施し，海山沈み込みと巨大地震を含む地震活動，ひいてはプレート形状と固着との関係をより明瞭にすることで，防災計画立案に貢献すること目指す．

（7）本課題の５か年計画の概要：

本課題では以下の三項目を実施する．

1. 海山およびその周囲の構造把握 (R6-10)

日向灘における物理探査は，沈み込む海山の大まかな場所およびそれに伴うプレートの変形などを明らかにしてきた．また，海底地震観測により微動・超低周波数地震が海山周辺で繰り返し起こることがわかってきた．しかしながら，プレートおよび上盤の海山による変形の詳細と地震活動との関係は未解明である．海洋研究開発機構，東京大学地震研および京都大学では蓄積された物理探査データや海底地震観測データの高度再解析を実施中であり，海山および周辺の場の新たな知見が得られつつある．本提案では，いまだ再解析されていない重要地震探査測線を中心に検討を行う．高知大学で現在進行中の研究と共同して，宮崎層群・日南層群など陸上アナログや南海トラフなどの掘削ですでに得られている岩石・堆積物試料を用いて室内実験を実施し，弾性パラメータ（例えば速度）と流体パラメータ（間隙率）の関係を推定することで，上記解析の精度・信頼性を上げる．海山周辺の構造イメージング，速度構造推定，地質構造解釈の詳細化から，異常間隙水圧分布やフラクチャおよび断層の発達する領域を同定し，海山沈み込みによる応力場・温度場のモデリングを行う．この際に既存・進行中の解析結果を総合して，地震活動との関係を検討する

2.孔内観測・掘削計画の準備(R6-8)

日向灘で実施予定の国際深海科学掘削では，長期孔内観測によるスロー地震の検出および海山の影響の原位置の物性把握を目指している．日向灘では未だ検出されていないスロースリップ観測に向けて観測精度を上げるために，従来の圧力計測に加え，光ファイバーでの先端的なひずみ測定を計画している．掘削により原位置での岩石・堆積物試料を取得し，物性を計測することは 1.の解析に大きく貢献する．本提案では，国際深海科学掘削と連携しながら，1. の海山周辺の構造・物性推定を踏まえた孔内観測および掘削パラメータの最適化を目指す．すなわち，サイト選定（場所・深度）を最適化する．また，海洋研究開発機構で現在進行中の孔内観測の機器のデザイン・開発と連動して，情報収集を行うことで，日向灘の孔内観測に貢献する．

3. 国際ワークショップ(R7)

海山沈み込みによる場の変化と地震活動の関連に焦点をあてた国際ワークショップを開催する．海底地震観測の進歩，掘削・孔内観測の実施，新たな地殻構造探査データ取得などを通じ，海山沈み込みの影響の研究は，世界的に急激に進んでいる．構造・流体・応力・摩擦などの間の複雑な相互作用を理解する

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

望月公廣（地震予知研究センター）,木下正高（日本列島モニタリング研究センター）

他機関との共同研究の有無：有

橋本善孝（高知大学）,濵田洋平（海洋研究開発機構）,藤江剛（海洋研究開発機構）,新井隆太（海洋研究開発機構）,荒木英一郎（海洋研究開発機構）,山下裕介（京都大学）

（9）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：東京大学地震研究所
電話：
e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：木下正高
所属：東京大学地震研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：ERI_17

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）首都直下地震

（英文）Tokyo metropolitan earthquakes

（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

(2) 首都直下地震

（4）その他関連する建議の項目：

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

本計画は、9つのサブテーマから構成される。サブテーマ毎に研究成果の概要を記述する。

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

レシーバ関数解析と地震波速度構造によって伊豆衝突帯から神奈川県周辺部のモホ面の深度分布を明らかにした (Abe et al. 2023)。地下構造や地殻変動に関する先行研究の成果を整理し、伊豆衝突帯、特に伊豆半島東部から相模湾にかけてのテクトニクスモデルを考案し、西相模湾断裂モデルの妥当性などを検討した (本多・他 2023)。

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

茨城県南西部の地震クラスター（フィリピン海プレート上）について、MeSO-net観測点を用いてS波減衰の時間変化を推定した。その結果、スロースリップに伴ってS波減衰が一時的に大きくなることを明らかにした。この時間変化はプレート境界からの排水により減衰が大きくなったことに起因すると解釈した（Ito and Nakajima 2023)。さらに、2011年東北地方太平洋沖地震発生直後の余震活動に対してMeSO-net観測点を用いたマッチドフィルター解析を実施することで、余震域の南部への拡大に加えて、三陸沖ではプレート境界深部から浅部への余震域の拡大を見出した。

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

GNSSデータを用いて、房総半島沖で1996年から2018年までに発生した6個のスロースリップイベントを解析し、プレート境界すべりの時空間変化を明らかにした（Fukuda et al. 2018）。その結果、2002年・2007年・2011年のイベント時のすべり速度の時空間発展は、他のイベントに比べて有意に速いことが分かり、イベント毎の多様性を定量的に示した。

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

広帯域MT法観測を様々な地域で実施し、地下の流体分布と地震活動との関係性にについて知見を積み重ねてきた (Uyeshima et al. 2005; Usui et al. 2021) 。さらに、ネットワークMT法観測を主導し、スラブに起因する地殻深部の流体分布を明らかにした (Hata et al. 2015; Usui et al. 2021) 。また、広帯域MT法とネットワークMT法の統合解析コードを開発し、地震発生域の地殻から上部マントルに至る比抵抗構造のイメージングに成功した (Usui et al. 2021）。

5. 関東地震にともなう長期的な地殻変動の解明

新規研究

6. 地震史料を用いた地震発生履歴の解明

関東地方における地震史料に記された1855年安政江戸地震の余震活動を再検討し、複数の余震の規模を推定した。さらに、余震の活動度を過去の事例と比較することで、安政江戸地震の震源について検討をおこなった。

7. 首都直下地震の強震動予測
新規研究

8. 東京湾周辺の浅層メタンガスと断層調査
新規研究

9. 都市の防災力向上
首都直下地震発生時の地震動予測を高度化するために、谷根千および上野周辺において稠密地震観測を実施し、現代の地震観測で得られる知見と史料の分析結果との対比を行った。観測点ごとの卓越周波数や振幅の違いが明瞭に見られ、その違いは過去の地震による建物被害の記述の地域差と概ね対応した。一方で、建物被害の分布は、建物の築年数・建築手法の違いなどにも依存し、地盤応答の地域差だけに起因する訳ではないことを示した。

（6）本課題の５か年の到達目標：

歴史地震及び現在の地震活動、震源域の時空間的状態の把握を通して、想定される地震のメカニズムや発生確率を現状よりも高い精度で推定し、地震動のシミュレーション等を通じて、地震が発生した場合の災害誘因を予測する。また、地盤、建物、都市インフラを考慮した被害想定根拠を提示する。さらに、過去の地震災害の事例から得られる復旧に関する知見の分析や、災害時における情報共有・伝達の最適化に関する研究に取り組み、都市の防災力向上に貢献する。以下にサブテーマ毎の到達目標を記す。

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
1923年大正関東地震の破壊域と推定されている丹沢東部から房総半島下にかけてのフィリピン海プレートの形状、プレート境界面近傍の不均質構造、上盤側の構造に関する知見は限られている。そこで、丹沢東部から三浦半島を経て房総半島に至る領域に地震観測網を構築し、地震発生域における構造の特徴やプレート境界すべり特性を規定する構造要因を把握することで首都直下地震発生域についての知見を得る。

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等の関東地方に整備されている地震観測網で取得される波形データを用いて、地震活動の時空間発展を詳細に把握するとともに、三次元地震波速度・減衰構造を推定し、過去のM7クラスの地震の震源域の構造不均質を精査し、大地震の発生ポテンシャルが高い領域を明らかにする。

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
GNSSデータに基づき関東地方の現在の地殻変動を明らかにする。また、房総半島沖のスロースリップイベントを解析し、すべりの時間発展のメカニズムや同期して発生する地震活動との関係を明らかにする。

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
フィリピン海プレート上面におけるスロースリップにより上盤内への排水が示唆されている茨城県南西部の地震クラスターを対象に、3次元電気比抵抗構造を明らかにし、地下流体と地震活動との関係を明らかにする。特に、地震クラスター直上において1年以上の連続観測を実施することで、地下流体の上盤内への移動を捉えることを試みる。

5. 関東地震にともなう長期的な地殻変動の解明
首都圏では相模トラフを震源とする巨大地震が繰り返し発生してきた。一方、大正・元禄関東地震およびそれより前に発生した関東地震に伴う地殻変動やその震源断層像は十分に把握されていない。そ

こで、三浦半島沿岸を中心に隆起痕跡について変動地形調査・解析を行い、過去の関東地震による地殻変動や三浦半島活断層群等との関係を明らかにする。

6. 地震史料を用いた地震発生履歴の解明

関東地方における地震史料を活用して、対象地域の歴史地震の被害分布や有感分布を把握し、長期予測の高度化や地震活動の活発化に関する新たな知見を得ることを目的とする。また、過去の地震災害の事例から得られる復旧状況を分析する。

7. 首都直下地震の強震動予測

地震動のシミュレーション等を通じて、地震が発生した場合の揺れを予測する。特に、海溝型地震の発生頻度分布に着目した確率論的な地震ハザード評価を行い、大地震のみならず中小地震の特性を最大限生かした強震動予測を行う。

8. 東京湾周辺の浅層メタンガスと断層調査

東京湾周辺では建設工事などの際にメタンガスが噴出する事故が多数発生している。また、関東大震災の火災の激甚化に地震動による堆積層中のメタンガス噴出が関係しているとの指摘もなされている。そこで、荒川などの河川や舞浜沖などの東京湾北部域において反射法地震探査・魚群探知機調査を実施し、堆積層中のメタンガス層や噴出状況、メタンガスの移動経路と考えられる断層位置を推定する。さらに湧出するメタンガスを採取し組成分析からガスの起源を明らかにする。

9. 都市の防災力向上

災害時における情報共有・伝達の最適化に関する研究に取り組み、都市の防災力向上を目指す。具体的には、情報伝達手法の開発や避難経路の推定、構造物の健全性判定、災害対応訓練を実施することで、防災リテラシーの向上に資する

（7）本課題の５か年計画の概要：

サブテーマ毎に研究を進めながら、それぞれで得られた研究成果を共有し、サブテーマ間の連携により到達目標に掲げる総合的な研究を推進する。以下にサブテーマ毎の5か年計画を記す。

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

令和6～7年度においては、1923年大正関東地震の破壊域直上にあたる丹沢東部から三浦半島にかけての地域と房総半島南部および東部に臨時地震観測点を設置する。令和8～10年度においては、臨時地震観測点を維持し、定常的な地震活動の把握を行う。新規取得地震観測データと既存地震観測データを用い、地震波トモグラフィー解析、地震波干渉法解析、レシーバ関数解析等の地震学的手法を適応することで、首都圏南部における上盤側の地下構造や、沈み込むフィリピン海プレートの形状、プレート境界面近傍の不均質構造を明らかにする。得られるプレート構造モデルを地震活動度や発震機構解、大正関東地震時の滑り量分布等と比較し、地震発生域における構造の特徴やプレート境界すべり特性を規定する構造要因を把握する。また地震活動を用いて1923年大正関東地震の大すべり域と房総スロースリップ発生域付近の応力状態の時間変化を推定するための基礎データを得る。

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

令和6～8年度においては、MeSO-net等の関東地方で収録された地震波形データを用いて、房総スロースリップ域の地震活動に対してマッチドフィルター解析を行い、地震活動の時空間発展の特徴を理解する。また、気象庁震源を参照しながら、MeSo-net波形に対して機械学習を用いたP波・S波読み取りを行い、三次元地震波速度構造を推定する。その際、既存のプレートモデルを考慮した場合としない場合、グリッド間隔の違いが結果に与える影響なども評価する。令和9～10年度においては、地震活動解析と地震波減衰構造の推定を継続し、過去の大地震が発生した場所の構造的特徴を理解する。他の地域で得られている構造的特徴も参考にし、大地震の発生ポテンシャルが高い領域を絞り込む。

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

令和6～10年度においては、GNSSデータを用いて関東地方の変位速度や歪速度の時空間分布等を推定

し、その結果を基に地殻変動の特徴を検討する。房総半島沖のスロースリップイベントにおけるすべりの時空間変化を推定する。その結果や過去のイベントに対して既に得られている推定結果を基に、すべりの時間発展のメカニズムや同期して発生する地震活動との関係を検討する。

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

令和6年度においては、既に茨城県で実施されたネットワークMT観測の時系列データの確認と整理を実施するとともに、長期MT観測点の土地選定を進める。令和7～8年度においては、茨城県南西部の地震クラスター直上に長期MT法観測点を設置し、約1.5年間にわたる連続観測を行う。また、既存ネットワークMT観測時系列データを整理する。令和9年度においては、広帯域MT法観測の時系列データから応答関数を推定する。その後、推定した応答関数から比抵抗構造及びその時間変化を調べる。また、ネットワークMT法観測の時系列データから主に深部を対象とした3次元比抵抗構造を推定する。令和10年度においては、広帯域MT法観測データとネットワークMT法観測データを統合解析し、地殻浅部から沈み込みPHSスラブまでのより信頼性の高い3次元比抵抗構造および流体分布を推定する。

5. 関東地震にともなう長期的な地殻変動の解明

令和6～9年度においては、主に三浦半島周辺の岩石海岸の踏査を行い、過去の地盤の隆起を記録した生物遺骸や離水海岸地形を認定するとともに、GNSS測量および航空レーザー測量によるDEMを活用した変動地形解析により、地殻変動の分布パターンを明らかにする。また、採取した生物遺骸試料について放射性炭素同位体年代測定を行い、隆起をもたらした地震の発生年代を推定する。令和10年度においては、主に三浦半島周辺の成果と房総半島など周辺地域の既往研究を融合することで、過去の関東地震の発生時期・震源断層像を推定する。

6. 地震史料を用いた地震発生履歴の解明

江戸（東京）を中心に関東地方において地震史料を収集し、分析する。既存の地震史料データベースに史料情報を追加、修正する。日記史料を活用するなどして、江戸・東京周辺で発生する中小の地震のカタログを整備する。また、地震活動の長期的な時空間変化や大地震の余震の発生状況を明らかにする。江戸に被害のあった歴史地震について地震像を再検討し、その推定精度の向上をはかる。さらに、前計画までに観測された過去の地震被害地点での地震波形記録を活用し、浅部地盤構造や深部プレート構造が地震波形に与える影響を考慮した上で、史料の被害記述と揺れの強さとの関係の定量化を進める。令和6～7年度においては、1923年大正関東地震や1855年安政江戸地震に注目する。令和8～9年度においては江戸時代を通じた被害地震を、令和10年度においては明治期の地震を対象とする。

7. 首都直下地震の強震動予測

令和6～7年度においては、本研究グループから提案される首都直下において想定される震源断層モデルに基づいて、関東地方の揺れの事前予測分布を簡便法によって計算する。令和8～10年度においては、研究期間前半で行った簡便法による強震動予測を、詳細法による強震動予測に高度化し、首都直下地震における震源起因要素と構造起因要素を定量化する。さらに、震源断層モデルの更新状況をみながら揺れの事前予測分布をアップデートする。

8. 東京湾周辺の浅層メタンガスと断層調査

令和6～8年度においては、新造された東京海洋大学練習艇での音響調査機器の性能評価を行うとともに、東京湾での音響調査を実施し、調査範囲の広域化を進める。又、ガス層の時間変化の有無について検討する。令和9～10年度においては、東京湾に流入する河川において音響調査を行う。また、噴出するガスの採取・成分分析を行い、東京湾内および周辺でのメタンガス層の分布について取りまとめる。

9. 都市の防災力向上

令和6年度においては、それぞれの立場（住民、働く人、自治体職員等）で、発災時および発災後に必要な情報は何なのか、その情報を得るためにはどんな問題があるのか、など現状の様々な課題を整理する。令和7年度においては、発災時および発災後の安全行動に役立つ情報とは何かを明かにする。停電や通信断の状況下でも、それらの情報が得られる手段を開発する。令和8年度においては、地域に設置されたセンサーからデータを取得し、安全行動に役立つ地域危険度マップを作製する。令和9年度に

おいては、多種類のセンサーを地域に配置することでデータを取得し、そのデータを基にした最適な安全行動を推定する。令和10年度においては、多種類のセンサーによるデータを共有・伝達させ、それらのデータから推定した情報を利用した安全行動実験を行う。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

加藤愛太郎（東京大学地震研究所）,三宅弘恵（東京大学地震研究所）,上嶋誠（東京大学地震研究所）,五十嵐俊博（東京大学地震研究所）,石山達也（東京大学地震研究所）,加納靖之（東京大学地震研究所）,蔵下英司（東京大学地震研究所）,中川茂樹（東京大学地震研究所）,福田淳一（東京大学地震研究所）,臼井嘉哉（東京大学地震研究所）,大邑潤三（東京大学地震研究所）,竹尾明子（東京大学地震研究所）,酒井慎一（東京大学大学院情報学環）,関谷直也（東京大学大学院情報学環）,中島淳一（東京科学大学理学院）,雨澤勇太（産業技術総合研究所）,中東和夫（東京海洋大学学術研究院）,古山精史朗（東京海洋大学学術研究院）,津村紀子（千葉大学）,井ノ口宗成（立命館大学）,本多亮（温泉地学研究所）,宍倉正展（産業技術総合研究所）,齋藤竜彦（防災科学技術研究所）,気象庁,国土地理院
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：
電話：
e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：加藤愛太郎
所属：東京大学地震研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：ERI_18

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地質および観測に基づく大規模噴火の準備過程と噴火様式遷移の解明
（英文）Preparation processes and eruptive style transition of large-scale eruptions based on geological and geophysical observations

（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
(5) 大規模火山噴火

（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
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
火山
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
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
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）

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

第２次計画の課題「大規模噴火に伴う諸現象とそれを駆動するマグマ溜まり－火道システムの解明」の中で、伊豆大島（歴史噴火）、浅間山（歴史噴火）、霧島山（2011年、2018年噴火を含む）、西之島2020年噴火、福徳岡ノ場2021年噴火等のVEI3-4クラスの爆発的噴火について地質データの収集や岩石学的情報の取得とそれらに基づく噴出量や噴火推移の解明を進め、成果をあげてきた。ケルート火山など海外のVEI4クラスの噴火については、噴火プロセスの詳細や中長期履歴の解明において、地質・物質科学的情報と地球物理観測データの統合的解析が重要であることを示した。この研究で用いた手法や考え方は本課題の基礎となる。富士山については第２次計画の課題「富士山の噴火事象系統樹の高度化のための基礎研究」の中で、噴火事象系統樹を作成するためにデータの集約を行うとともに、新たに地質調査及び古地磁気学的研究、湖沼堆積物を用いた研究を進め、堆積物の噴火年代の確定作業を行い、噴火履歴の高精度化を進めてきた。富士山の観測研究については、「火山モニタリングと地下水流動把握のための多点連続重力観測」において、山腹での重力連続観測点の整備、観測を行い、降水への重力応答モデルの高度化にも取り組んできた。富士山の大規模噴火の準備過程と噴火様式遷移の解明には、これらの地質・物質および観測に基づく統合的アプローチが重要となる。

（6）本課題の５か年の到達目標：

プリニー式噴火に代表される大規模噴火は、噴出物を広範囲に飛散させるため、深刻かつ多様な災害を広域で引き起こす。しかし近代的火山観測網によるVEI4クラス以上の大規模噴火の観測事例は、遠隔で発生した2021年福徳岡ノ場噴火を除き国内にはなく、マグマ蓄積などの準備過程や噴火開始後の表面現象とその遷移、それらに関連する物理化学パラメータの解明や想定される災害の種類や規模の

評価は不十分である。とくに大規模噴煙を伴う噴火では、噴煙柱形成に続き火砕流や溶岩噴出など、異なる現象に噴火が遷移する場合があり、ハザードの種類も時間とともに変わり得る。このような噴火様式遷移は歴史時代のさまざまな大規模噴火で記録されており、そのメカニズムは主に理論的モデルを基に研究されてきた経緯がある。例えば火道径の増大に伴う噴出率増大やマグマ中の含水量低下などは、噴火様式遷移において重要な役割を担うと考えられる。このような前兆・前駆的現象を含めた噴火に関連する諸現象とその時空間発展の解明および災害の評価には、理論的研究や地球物理観測に加えて、噴出物が持つ情報が大きな制約になる。また、小中規模噴火も含めた噴火履歴を明らかにし、噴火事象系統樹を構築することも重要である。

そこで本課題では以下を目的として研究を進める。過去に大規模噴火の実績がある火山を対象に、地質調査や物質科学的解析、史料データをもとにした噴火推移の再構築、噴出量・噴出率の推定、マグマ溜りの物理化学条件の推定、これらの中長期における変遷を解明する。噴火様式遷移が確認できている大規模噴火については、火砕物の発泡・結晶化組織や粒子物性・空隙構造を層序毎に明らかにし、地球物理観測との照合を念頭に置き、マグマ蓄積条件や上昇過程に関連する物理化学量とその変化を抽出する。とくに富士山については，各堆積物の噴火年代、噴火推移、噴出量等の噴火のデータを収集し、噴火履歴を高精度で解明し、これらのデータをもとに噴火事象系統樹をより精緻化する。また、地球物理学的観測データと合わせて、前兆現象や噴火に伴う諸現象の検出および位置特定に関わる手法を検討する。これらの研究をもとに大規模噴火における事象分岐の要因について考察し、研究火山の事象系統樹へ反映させることを目指す。

（7）本課題の５か年計画の概要：

伊豆大島、浅間山、霧島山について、東大地震研が中心となって研究を進める。第２次計画により基礎データが集まりつつある大規模噴火（伊豆大島有史時代噴火、浅間山有史時代噴火、霧島山文暦および享保噴火など）を基軸として、噴火様式遷移を引き起こした要因として可能性があるデータに注目して研究を進める。地質データを拡充し、現象推移の再構築を行うとともに、マグマ蓄積条件やマグマ上昇過程に関わる温度、圧力、含水量、減圧率などのパラメータの変化およびそれらが噴火様式変化に及ぼす影響について火道流モデルを用いた理論的研究も併用し、定量的に明らかにすることを目指す。また、噴火推移については地質記録だけでなく歴史記録、および海外の観測データのある事例も活用し、噴火推移に制約を与えることを試みる。

富士山については富士山科学研究所が中心となって研究を進める。富士山は噴火回数が多く、未だ詳細が明らかになっていない堆積物も多く存在する。そこでトレンチ調査を含む地質調査等を実施し、各堆積物の噴火年代、噴火推移、噴出量等の噴火のデータを継続して収集する。同時に、マグマ供給系の解明に向けた研究も実施する。これらの噴火データから噴火履歴を高精度で解明し、その結果をもとに噴火事象系統樹の精緻化に取り組む。地球物理観測については、深部低周波地震のモニタリングを進めるとともに、その発生メカニズムの解明および噴火の予兆としての地殻内流体の移動検出を目的として、多点における重力連続観測を継続する。噴火に伴う諸現象の位置特定については、効果的な空振観測配置を検討し、空振観測データと地震観測データを組み合わせた特定手法を検討する。

・令和6年度　浅間山と霧島では大規模噴火の堆積物の地表踏査・試料採取を行い、地質学的研究を始める。噴出物の年代学的解析、歴史記録の収集・検討も始める。また、これまでの研究を基礎として噴火の推移やマグマ供給系を明らかにするための物質科学的データを取得し、解析に着手する。富士山については、噴火事象系統樹を精緻化するための地質調査およびマグマ供給系解明のための岩石学的データの取得を開始する。地球物理観測について、重力観測を継続、地震観測・空振観測を開始する。

・令和7年度　浅間山と霧島については地質・物質科学的調査･解析を継続し、噴火推移の推定、噴出量、噴出率およびその変化の解明を進める。とくに粒子物性分析と岩石組織分析を組み合わせ，マグマ上昇過程の解明を目指す。海外の地球物理観測のある事例について、物理化学パラメータの整理を行う。富士山については、噴火事象系統樹の精緻化およびマグマ供給系解明のための地質調査や噴出物の解析および地球物理観測を継続する。

・令和8年度　浅間山と霧島については地質・物質科学的調査、解析を継続する。また、年代学的解析，歴史記録の調査を継続する。伊豆大島では有史の大規模噴火（S1以降）の研究に着手し、噴火履歴・推移の解明、物質科学的データの取得と解析を行う。富士山については、噴火事象系統樹の精緻化およびマグマ供給系解明のための地質調査や噴出物の解析および地球物理観測を継続する。空振観測で

は落石や花火等、頻度の見込める事象の観測データの解析から、観測デザインや精度向上に繋げる。低周波地震については波形による分類を進める。重力データ複数年の蓄積データから潮汐パラメータの推定を進める。
・令和9年度　浅間山、霧島、伊豆大島において地質・物質科学的調査、解析を継続する。各火山において、地球物理観測との照合を念頭に置き、マグマの蓄積・移動・上昇の時間スケール、火砕流等の付随現象の時期、噴火の継続時間についても考察する。富士山については、噴火事象系統樹の精緻化およびマグマ供給系解明のための地質調査や噴出物の解析および地球物理観測を継続する。空振観測は前年度同様の観測網の改善に取り組む。地震観測についても前年度同様波形の分類を進める。重力観測については潮汐以外の長周期変動成分の解析に着手する。
・令和10年度　これまでの研究を総括し、前兆･前駆的現象を含めた大規模噴火の物理化学パラメータとその推移、付随現象の時期や継続時間など噴火推移のパターン、それを駆動するマグマの蓄積条件等の中長期的時間変化をまとめる。また小中規模噴火の位置付け、大規模噴火の準備過程および噴火発生後の事象分岐の要因について考察し、噴火事象系統樹へ反映させることを目指す。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

前野 深（東京大学地震研究所）,安田 敦（東京大学地震研究所）
他機関との共同研究の有無：有
吉本充宏（富士山科学研究所）,本多 亮（富士山科学研究所）

（9）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：東京大学地震研究所　地震・火山噴火予知研究協議会 企画部
電話：
e-mail：
URL：https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/YOTIKYO/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：前野 深
所属：東京大学地震研究所火山噴火予知研究センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：ERI_19

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）宇宙線技術による活動的火山浅部ダイナミクスのスタディー
（英文）Study of shallow volcanic dynamics with cosmic-ray muography

（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
(5) 大規模火山噴火

（4）その他関連する建議の項目：

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
イ. 観測・解析技術の開発
(3) 関連研究分野の連携強化
(4) 国際共同研究・国際協力

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

桜島山頂付近の隆起/沈降と噴火の活発期/平穏期との間に負の相関が、また、山頂付近の隆起/沈降と火口底直下の密度の上昇、減少との間に正の相関があるとの兆候が見え、火口近傍解析の有効性が示された。この発見に基づき、噴火の平穏期には、火道中に高密度のプラグが形成されマグマ性ガスがトラップ、圧縮されることにより山体が膨張する。反対に、噴火の活発期には、プラグが存在しないことからガスが抜け、山体が収縮すると結論づけられた[1]。[1] Olah, L. et al. Muon Imaging of Volcanic Conduit Explains Link Between Eruption Frequency and Ground Deformation, Geophys. Res. Lett. 50, e2022GL101170 (2023).

（6）本課題の５か年の到達目標：

山頂付近の隆起/沈降と火口底直下の密度の上昇、減少は時間的に完全に一致しているわけではなく、密度変化が先行している可能性があるが、観測期間が短く、活発期/平穏期２周期分から判断する必要があり、十分な確度で相関を議論することができない。また、2023年2月ごろ、南岳火口から昭和火口に突如として噴火活動が推移した。その後も南岳火口及び昭和火口双方からの噴火が続いている。このような噴火活動の分岐現象についても、火口底の下でマグマがどのように移動しているのかを調べることで、その現象理解に貢献できる。本課題では５年間の観測で活動的火山の火口底直下の密度変化、火口付近の地殻変動（隆起/沈降）、及び噴火との間の相関関係を明らかにすることを目標とする。

（7）本課題の５か年計画の概要：

大口径化（約10平米）を達成した多線比例係数管方式の高解像度軽量ミュオグラフィ観測装置を運用することで国際チームが５年間の連続観測を実施する。
2024年　桜島ミュオグラフィ観測所を維持する。測定を継続してデータを取得する。
2025年　桜島ミュオグラフィ観測所を維持する。測定を継続してデータを取得する。
2026年　桜島ミュオグラフィ観測所を維持する。測定を継続してデータを取得する。
2027年　桜島ミュオグラフィ観測所を維持する。測定を継続してデータを取得する。

2028年　桜島ミュオグラフィ観測所を維持する。測定を継続してデータを取得する。
桜島における火口近傍の密度構造変化の時系列変化をミュオグラフィを用いて高精度に視覚化する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

田中宏幸（東京大学地震研究所）
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：東京大学地震研究所
電話：
e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：田中宏幸
所属：東京大学地震研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：ERI_20

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）光技術を用いた地下深部・火山近傍における地殻活動の観測
（英文）Observation of crustal activity deep underground and near volcanoes using optical technology

（3）関連の深い建議の項目：

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
イ. 観測・解析技術の開発

（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
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化
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
ウ. 地震・火山現象のデータ流通
エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第２次）」（令和元年度～令和5年度）の「光技術を用いた地下深部・火山近傍における地震・地殻変動計測技術の確立」において、光ベースの小規模の地震・重力の計測システムを構築し、地震や重力等の地殻活動・火山活動の観測を行い、手法の有効性を検証した。重力計に関しては、装置を小型化し性能評価を行なったほか、通信波長帯光源での動作検証、温度や風の影響の評価、野外観測へ向けた改良などを行なった。地震計については通信波長帯で動作する小型の広帯域地震計を試作し、試験観測を行なった。このように、重力計や地震計単体については観測網を構築できるセンサが開発された。

（6）本課題の５か年の到達目標：

断層すべりや応力場など地殻内で起こっている現象を定量的に理解するためには、地下深部において複数のセンサによる観測網の展開が必要である。また、火山観測においては火山体を取り囲むようにセンサを配置し観測することが地下監視のために有効である。特に重力観測は地下流体の移動等に伴う密度変化に感度を持ち、断層運動と間隙流体移動との関連性や火山噴火とマグマ移動との関連性を解明する上で重要である。本研究では、地下深部の極限的な環境や火山近傍のインフラの乏しい環境で動作できる地震波・重力場の観測技術として、光学式地震計および小型絶対重力計を光ファイバで接続し、それら複数のセンサの信号を同一の光ファイバで伝送する多重化技術を適用し、これまで困難であった地下深部や火山近傍における地震・重力の観測データを取得・配信し、地震・火山現象の解明のための新たなデータを提供することをめざす。

5年間の研究期間の前半に、複数のセンサを光ファイバで接続した状態での信号取得や長距離伝送の検証と精度評価を行なうとともに、これまで実施してきたセンサ単体での火山観測を継続する。後半の期間に同システムを火山帯のテストサイトに設置し、地震・地殻変動・火山活動の観測を実施する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

5年間の研究期間において、これまで開発してきた光技術を用いた地震計・重力計のセンサを光ファイバで接続し、テストサイトにおいて地震活動や火山活動の観測を行い、手法の有効性を検証する。計画前半では、光通信分野の研究機関やメーカーと連携し、複数のセンサを光ファイバで接続した状態で信号取得や長距離伝送、精度評価を行なう。並行して、これまで実施してきたセンサ単体での火山観測を継続する。計画後半に同システムをテストサイトに設置し、地震・地殻変動・火山活動の観測を実施する。

令和6年度においては、地震計・小型絶対重力計のセンサに関して、光通信分野の研究機関やメーカーと連携して、複数のセンサを光ファイバで接続し、信号取得を行なう。また、センサ単体での火山観測を実施する。

令和7年度は、前年度の構成において精度評価を実施する。また、センサ単体での火山観測を継続する。

令和8～10年度には、地震・地殻変動あるいは火山活動が予想されるテストサイトにおいて観測を実施し、その結果から本手法の有効性を検証し研究の総括を行う。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

新谷昌人（東京大学地震研究所）,高森昭光（東京大学地震研究所）

他機関との共同研究の有無：有

葛西恵介（東北大学電気通信研究所）,吉田真人（東北大学電気通信研究所）

（9）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：東京大学地震研究所
電話：03-5841-5821
e-mail：araya@eri.u-tokyo.ac.jp
URL：https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/araya

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：新谷　昌人
所属：東京大学地震研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：ERI_21

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）海底での地震・地殻変動観測の高度化に向けた観測技術開発

（英文）Instrumentation for next stage ocean floor observation in seismology and geodesy

（3）関連の深い建議の項目：

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
イ. 観測・解析技術の開発

（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
(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
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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

機動的・定常的観測面でそれぞれ以下の項目について観測技術の開発を進めてきた。機動的観測での主たる開発項目は以下の5項目であった。

1．超深海域で長期(広帯域)地震観測の実用化、
2．次世代型広帯域海底地震計の自律動作方式への機能高度化、
3．面的展開が可能な海底面での傾斜観測の実用化、
4．長期安定した精密水圧観測への観測手法、
5．各種次世代センサーの開発、

1．は2013年に開始した長期試験観測での問題点を解決出来る改良を進め、本目的に適合する地震センサーの改修等が進行中である。これは科研費（学術変革、分担、代表：田中・挑戦的研究［開拓］、代表：塩原）を主たる経費としている。2．に関しては科研費（基盤A、代表：塩原）を基に開発を進め長期試験観測を2018年に無事完了、再度の長期評価試験の実施待ちである。3．は2013 - 2014 / 2015 - 2017（/ 2020 - 2021）年に試験観測を行い、海底面での傾斜観測の可能性を確認、成果を出版した。最近得たデータから、水温変動の影響が明確となり、影響低減の手法開発と機器の改良を進めている。4．は、定常的観測での海底ケーブル用の新規水圧センサーの性能試験を実施した。5．については、1．で必要となる低ノイズな広帯域加速度センサーの性能検証・改修作業を進めている。

一方、定常的観測としては以下の4項目を挙げていた。

6．高信頼性を保ちつつ、大規模展開に適した対費用効果をあげるケーブルシステムの開発
7．研究の進展に伴い観測高度化可能なシステム
8．GNSS/Aや海底孔内観測システムなどと統合できるシステムの開発
9．分散型音響センシングなどの最新技術を取り入れたケーブルシステムの開発

6．、7．、8．に関しては、現在防災科学技術研究所が構築中の「南海トラフ海底地震津波観測網（N-net）」の開発に活かされている。N-netシステムの特徴はこれまでに多数の実績があるインライン式観測システムに、現在稼働中の「地震・津波観測監視システム（DONET）」に採用されている水

中着脱コネクタを装備した分岐システムを統合したことが特徴である。これまでの海底ケーブル観測システム構築の知識と経験が活かされ、最先端のシステムが構築されている。一方、9．に関しては、光ファイバセンシング技術の一つである分散型音響センシング（DAS）を、地震研究所が1996年に設置した三陸沖光ケーブル式海底地震・津波観測システムの予備の光ファイバーに適用することによって、空間的に高密度の海底地震観測を2019年に開始した。生成されるデータ量が莫大であるために、数日から長くて数ヶ月の観測を複数回実施し、ケーブルシステム近傍で発生する微小地震を観測できることを確認した。また、制御震源をケーブルシステム上で発震し、DAS記録の評価を行った。それらの結果、DAS観測は地震観測を行える性能を持っていることを確認した。

（6）本課題の５か年の到達目標：

地震発生予測の基礎的観測研究を行う上で、海洋プレートの沈み込み帯でのプレート境界地震及びスロースリップイベントが繰り返し発生している場の直上である海底での、地震・地殻変動観測は、その核心部での時間経過・詳細な状態の把握に重要である。陸域と同等な観測を海底で実現させるという基本的観点から、これまで長期高密度な機動的地震観測、機動的強震観測、機動的で長期の広帯域地震・測地観測、新方式のケーブルシステムによる定常的地震観測、などをこの十数年の間に実現させてきた。海域での地震・地殻変動観測をより高度化させるため、陸上と同等な広帯域地震観測を海域で機動的に行う技術開発、超深海域での機動的広帯域地震観測の実用化、海底面での機動的な水圧・傾斜・重力観測の面的展開技術の実用化、および定常的な海域観測網の高度化、などを今後の技術開発の課題として取り組む。

（7）本課題の５か年計画の概要：

本研究課題では、明確な年度計画は設定せず、後述の開発項目のうち予算的裏付けや試験観測が可能となったものを順次進めて行く。その理由として、これらの機器開発の予算はその大部分を科学研究費や運営費交付金（地震研内のセンター経費・所長裁量経費など）で賄っていること、及び試験観測には研究船（潜水艇）利用が必要で、その実施には不確定要素が多いためである。

具体的に現在想定している、機動的観測技術での開発項目は以下のものである。

1-1. 超深海域での長期（広帯域）地震観測の実用化
1-2. 次世代型広帯域海底地震計の自律動作方式への機能高度化
1-3. 面的展開が可能な海底面での傾斜観測の実用化
1-4. 海底での機動的かつ面的重力計測の観測手法の実用化
1-5. 観測能力の維持と高度化を念頭にした機能強化とデータ処理手法の開発
1-6. 浅海や超深海での余震観測など新技術の実地検証を目的とした臨時観測の実施

また、定常的観測技術としては以下を開発項目とする。

2-1. 高信頼性を保ちつつ、大規模展開に適した対費用効果の高いケーブルシステムの開発
2-2. 海底測地観測システムを接続可能なケーブルシステムの開発
2-3. 分散型音響センシング（DAS）と通常の地震計を用いた定常ケーブル観測システムの構築
2-4. 利用中の通信用海底ケーブルで使用可能なDASケーブル観測システムの開発
2-5. 新しい光ファイバセンシング技術を用いたケーブル観測システムの開発

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

塩原　肇（東京大学　地震研究所）,篠原　雅尚（東京大学　地震研究所）,望月　公廣（東京大学　地震研究所）,山田　知朗（東京大学　地震研究所）,一瀬　建日（東京大学　地震研究所）,悪原　岳（東京大学　地震研究所）

他機関との共同研究の有無：無

（9）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：東京大学　地震研究所
電話：03-5841-8287
e-mail：shio@eri.u-tokyo.ac.jp
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：塩原肇
所属：東京大学　地震研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：ERI_22

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）光ケーブル式海底観測システムと分散型音響センシング技術による海域地震観測・解析技術の開発

（英文）Development of observations and data analyses using distributed acoustic sensing and seafloor optical cables

（3）関連の深い建議の項目：

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
イ. 観測・解析技術の開発

（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
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
(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
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
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
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
(2) 首都直下地震

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

分散型音響センシング(DAS)計測は、光ファイバセンシング技術の一つで、光ファイバに沿って、振動を数mの間隔で、総計数十kmに渡って計測可能なことが特徴である。地震研究所が1996年に設置した三陸沖光ケーブル式海底地震・津波観測システムは、伝送路である海底ケーブルに予備の光ファイバを持っている。この予備光ファイバに、DAS計測を適用することによって、空間的に高密度の海底地震観測を実施している。2019年2月の観測を開始後、2022年10月までに、計9回計測を実施した。DAS計測は単位時間に生成されるデータが莫大であるために、1回の観測は数日から長くて2ヶ月ほどとなっている。2019年2月の計測では、測定全長100 km、チャンネル間隔5 mとして、合計2日間実施した。その結果、計測装置を設置した陸上局から70 km程度まで、連続して地震波が記録されることを確認した。また、2019年6月の計測では、空間的高密度計測として、測定全長5 km、チャンネル間隔1 mとした。観測期間は約3日である。観測記録には多数の地震が記録されていた。2019年11月の計測では、長期観測を念頭において、2週間弱の連続観測を行った。測定全長は70 km、チャンネル間隔は5 mである。2020年11月にはエアガンとDAS計測による構造調査を実施した。エアガンの発震は、海洋研究開発機構学術調査船白鳳丸KH20-11研究航海にて実施した。白鳳丸はエアガンを曳航しながら、海底ケーブル敷設ルート上を航行し、この間陸上局においてDAS計測を行った。発震は、大型エアガン（Bolt社1500LLエアガン容量1500cubic inches）4基、またはGIガン（容量355cubic inches）2基により行った。DAS計測は、測定全長100 kmまたは80km、チャンネル間

隔5 mとして、エアガン発震時間帯を含む5日間の連続観測を行った。2020年3月には、新しいDAS計測器の試験観測を実施した。この計測では、測定全長100 km、チャンネル間隔は5 mであり、以前の観測と同じであるが、振動を計測するゲージ長を100mと長くして、S/N比を向上させる工夫がされていることが特徴である。観測は2日間実施した。その結果、計測装置を設置した陸上局からほぼ100 kmまで、S/N比のよい地震観測が可能であることを確認した。

（6）本課題の５か年の到達目標：

光ファイバセンシング技術の一つであり、振動を計測する分散型音響センシング（Distributed Acoustic Sensing、以下DAS）は、近年様々な分野で応用され始めている。地震関係分野では、資源探査のための構造調査に多く利用されており、地震観測にも適用され始めている。この計測は、光ファイバー末端からレーザー光のパルスを送出し、光ファイバー内の不均質から散乱光を計測し、その変化から、振動を検出する方法である。光ファイバーに沿って、時空間的に密な観測を実施できることが特長である。国内では、地震津波観測システムとして過去に設置された海底光ケーブル観測システムのうち、使用可能な光ファイバがあるシステムでこれまでに観測が行われている。例えば、地震研究所が1996年に設置した三陸沖光ケーブル式海底地震・津波観測システムは、伝送路である海底ケーブルに予備の光ファイバがあり、この予備光ファイバに、DAS計測を適用することによって、空間的に高密度の海底地震観測が実施できることがわかっている。海洋研究開発機構でも室戸岬沖に「海底地震総合観測システム」として敷設された光ケーブルを用いた試験観測を進めるとともに、地方自治体や民間が所有する通信用海底ケーブルを用いた観測にも取り組んでいる。DAS観測が生成するデータは莫大なものであり、定常観測を行うためには、引き続き、解析技術も含めた技術開発が必要である。本研究課題では、現在利用可能な海底ケーブルシステムにDAS技術を適用して、稠密な海底地震観測を定常的に行うシステムを開発すると共に、このシステムを用いて観測域の地殻活動を把握することを目的とする。

（7）本課題の５か年計画の概要：

海底ケーブルシステムの設置に大きな費用がかかるために、海底ケーブルを用いる観測技術開発を行う本研究課題では、対象を現在設置済みの海底光ファイバを用いた地震津波観測システムを対象とする。現在設置されているケーブル観測システムにおいても、分散型音響センシング(DAS)技術による計測は専用の光ファイバを必要とするために、使用していないまたは予備の光ファイバを含むシステムを用いて、技術開発を進める。DAS技術による地震観測は、数mの間隔で、数十kmにわたり、データを得ることができることが特長である。しかしながら、DAS技術による地震観測は単位時間あたりに生成されるデータ量が莫大なものであり、定常的に観測を実施するためには、莫大なデータを適切取り扱う技術開発やデータから情報を抽出する解析技術開発が必要である。現在、国内において定常的なDAS観測を行っている例もあり、その技術を発展させることで、国内でDAS計測可能な既存システムを用いて定常観測を実施する。一方、現在S-netやDONETなどのケーブル観測システムが稼働しており、これら従来の海底地震津波観測システムからのデータと併合処理することにより、地殻活動を高精度に把握する解析手法も開発する。DASはファイバ軸方向の成分のみを観測していることから、従来の地震計との併合処理が有益である。以上を達成するために、本研究課題では主たる開発項目を、
・既設の光ケーブル式海底観測システムを用いたDAS技術による地震観測データの評価
・定常的観測を実施するためのデータ量低減技術の開発
・稠密データから必要な情報抽出するデータ処理技術の開発
・DASデータと従来の観測網データの併合処理による高精度解析技術の開発
とする。さらに、システムが構築できた場合には、DAS観測システムによる地殻活動の高精度モニタリングを実施する。また、大学・研究機関が所有する地震津波観測システム以外の海底ケーブルのファイバの利用や、広帯域地震・地殻変動の観測が期待できる光ファイバ計測技術についても広く検討を実施する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

篠原雅尚（東京大学地震研究所）,塩原肇（東京大学地震研究所）,望月公廣（東京大学地震研究所）,山田知朗（東京大学地震研究所）,悪原岳（東京大学地震研究所）
他機関との共同研究の有無：有

荒木英一郎（海洋研究開発機構）,尾鼻浩一郎（海洋研究開発機構）,青井真（防災科学技術研究所）,功刀卓（防災科学技術研究所）,武田哲也（防災科学技術研究所）,藤原広行（防災科学技術研究所）,中村洋光（防災科学技術研究所）

（9）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：
電話：
e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：篠原雅尚
所属：東京大学地震研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：ERI_23

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）次世代WINシステムの開発

（英文）Development of the next generation WIN system

（3）関連の深い建議の項目：

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
イ. 観測・解析技術の開発

（4）その他関連する建議の項目：

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
ウ. 地震・火山現象のデータ流通

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

前計画では、「マルチプラットフォーム次世代WINシステムの開発（ERI_24）」を進めてきた。現在大学等で広く使われている対話型検測ソフトウェアwinは基本的にはUNIX上で動作する単色表示で1画面構成のソフトウェアである。開発から四半世紀経過し、情報通信環境が大きく変わったことから、本計画期間中にWindowsやmacOSといった複数のプラットフォーム上で動作する新しい対話検測処理ソフトウェアを開発した（中川・他、2023）。開発したソフトウェアは、波形表示、手動検測、震源決定プログラム実行機能や地図表示機能といった検測に必要な基本的な機能に加え、メカニズム解の計算や表示、ランニングスペクトルの表示や波形の選択部分のスペクトルの表示機能を有する。複数の画面やカラー表示を使って利用しやすくしただけでなく、これまでwinではできなかったメカニズム解の計算やスペクトルの表示も同一画面上でシームレスに行えるようになった。

（6）本課題の５か年の到達目標：

地震・地殻変動等の時系列データの伝送や検測処理に広く用いられているWINシステムは、大学等の基幹システムとして開発から30年以上にわたって使い続けられている。観測項目の多種化、A/D性能の向上、観測点数の増大、伝送手段の多様化と高速広帯域化などにより、現状ではデータ集配信や収録が効率的に行えていない場合がある。そこで、本課題では、WIN形式データのリアルタイム伝送が機関の枠を超えた全国規模のデータ流通の基盤となっていることを踏まえ、現在から近い将来の観測技術や情報通信環境に最適化したデータフォマットの提案やデータ伝送システムを試作し、その普及を目指す。また、近年、機械学習等に代表される最先端の情報理工学を用いたデータ処理手法が数多く開発、提案されている。しかし、計算機環境に大きく依存するなど汎用性や安定性に欠けるものも散見される。本課題では、自動処理系システムの一部にこれらの最先端技術を取り入れるような自動処理の高度化について検討を行う。さらに、これまで試作を進めてきたマルチプラットフォーム対話型検測プログラムは機能強化や不具合修正を行い、その普及を進める。大学等のデータ生産・流通の現場に、IoT技術をキャッチアップしたより扱いやすく多機能なソフトウェア群を導入することで、システム構築・維持管理労力やデータ収集・処理労力の軽減を図るほか、多項目観測データを横断した処理、最先端の研究活動の活性化、迅速な情報発信に向けた研究につながると期待される。

（7）本課題の５か年計画の概要：

WINシステムのプログラムは、伝送処理系ソフトウェア群と、対話検測処理系ソフトウェア群に大別できる。本課題では伝送処理系ソフトウェア群や伝送プロトコルの開発を進めながら、自動処理系ソフトウェア群への最新技術の取り込みや対話検測処理系ソフトウェア群の機能強化を行う。必要に応じて近年および将来の観測環境に対応できるように、WINフォーマット（波形やチャネル情報）の拡張や2次データ（検測情報や震源情報等）の共通フォーマット化も検討する。
具体的には、伝送処理系ソフトウェア群は、データフォーマットと通信プロトコルの検討と実装を行う。現行WINシステムでは、データフォーマットには、チャネルIDの枯渇、チャネル数の非常に多いデータのファイルサイズ、1秒パケットが基本であるが故に秒未満への分割等の扱い、多項目データの格納等の課題が生じている。通信プロトコルについても、再送要求の適切な制御、高サンプリングデータの適切な伝送、データの正常性の担保、高速ネットワークの効率的な利用、低速ネットワークの確実なデータ伝送等の課題がある。これらの課題を解決する新しい伝送処理系ソフトウェアを構築する。
また、自動処理系ソフトウェア群や対話処理系ソフトウェア群には、機械学習をはじめとする最新技術を研究者が必要に応じてアドオン的に取り込めるように、データファイルの入出力を共通化する仕組みの構築を検討する。さらに関連して、海外で広く使われているデータフォーマットの取扱いも検討する。
令和6年度においては、伝送系システムの課題抽出と仕様検討、機械学習ソフトウェア等に関する情報収集と評価、対話検測処理系ソフトウェア群の機能強化を行う。令和７-10年度においては、伝送系システムのフォーマットと基本プログラムの試作、機械学習ソフトウェア等の自動処理系システムへの連携、対話検測処理系ソフトウェア群の機能強化を実施する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

中川茂樹（日本列島モニタリング研究センター）,鶴岡弘（日本列島モニタリング研究センター）,青木陽介（日本列島モニタリング研究センター）,内田直希（地震火山研究連携センター）
他機関との共同研究の有無：有
青山裕（北海道大学）,高橋浩晃（北海道大学）,前田拓人（弘前大学）,岡田知己（東北大学）,髙木涼太（東北大学）,吉田圭佑（東北大学）,前田裕太（名古屋大学）,大見士朗（京都大学）,中道治久（京都大学）,大久保慎人（高知大学）,江本賢太郎（九州大学）,松島健（九州大学）,八木原寛（鹿児島大学）,汐見勝彦（防災科学技術研究所）,植平賢司（防災科学技術研究所）,上田英樹（防災科学技術研究所）,山本希（防災科学技術研究所）,清本真司（気象庁）,木村一洋（気象研究所）,本多亮（神奈川県温泉地学研究所）,関根秀太郎（地震予知総合研究振興会）,大竹和生（株式会社mokha）

（9）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：東京大学地震研究所
電話：
e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：中川茂樹
所属：東京大学地震研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：ERI_24

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）最先端の情報科学に基づく固体地球観測データ解析技術・モデリング技術の開発研究
（英文）Development of data analysis and modeling techniques for solid Earth science based on state-of-the-art information science

（3）関連の深い建議の項目：

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
イ. 観測・解析技術の開発

（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
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
火山
(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
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

わが国における情報科学と地震学を融合した「情報×地震」分野を創成する先駆的なプロジェクトとして、科学技術振興機構 戦略的創造研究推進事業CREST「次世代地震計測と最先端ベイズ統計学との融合によるインテリジェント地震波動解析」（通称：iSeisBayes、研究期間：平成29年度～令和4年度）が実施され、統計学・情報科学・応用数理科学の専門家の地震学への参入が加速度的に進んだ。また、iSeisBayesの後継プロジェクトとして、文部科学省「情報科学を活用した地震調査研究プロジェクト」（通称：STAR-Eプロジェクト、研究期間：令和3年度～7年度）が発足し、また科研費学術変革領域研究(A)「Slow-to-Fast地震学」（研究期間：令和3年度～7年度）においても情報科学班が設置されるなど、「情報×地震」は現在の地震学における最前線の研究分野となりつつある。本研究課題の参画者は、全員がこれらのプロジェクトの中核メンバーとして参画しており、わが国の「情報×地震」分野を牽引している。これらのプロジェクトにおいて、地震連続波形データからの地震関連イベント検出や震源メカニズム推定をはじめとする地震データ解析およびモデリングのための様々な深層学習モデルが開発されてきた。

（6）本課題の５か年の到達目標：

本課題の目的は、固体地球科学と情報科学の専門家の緊密な連携に基づき、最先端の情報科学技術の固体地球科学分野への浸透を加速させることにより、超大容量データ・超大規模モデル時代に即したデータ解析技術およびモデリング技術を開発することである。地震火山観測研究計画（第3次）の5か年で、本課題では情報科学技術に基づき、地震波形データからの地震・低周波微動（以下、微動）検

出をはじめとする観測データ解析技術を刷新し、地震・微動活動推定や地球内部構造推定をはじめとするモデリング技術の深化をねらう。具体的には、(A)深層学習に基づく地震波形連続データからの地震・微動検出技術、(B)深層学習による画像認識技術に基づく地震波形画像データからの地震・微動検出技術、(C)機械学習に基づく地震・微動の時空間分布推定技術、(D)転移学習とデータ同化に基づく地球内部構造モデリング技術を実施する。研究項目(A)では、稠密な地震観測がもつ豊かな空間相関情報を活かしたイベント検出技術や、SN比が極めて小さな観測データからのイベント検出技術を深化させる。研究項目(B)では、現代の地震波形データだけでなく、昔の地震計によって地震波形が紙に直接記録された古記録も対象とし、解析可能な時間軸を大幅に拡大することにより、地震・微動カタログの充実を図る。研究項目(C)では、研究項目(A)(B)で自動検出された地震・微動からそれらの時空間分布を推定する手法を開発し、地震発生確率の長期評価に新たな情報をもたらすことを目指す。研究項目(D)では、地震波形や地球内部構造の巨視的類似性を活かし、転移学習に基づく他地域で構築された地下構造モデルからのモデル構築技術や、そのモデルと対象地域で得られた観測データから高精度かつ高速に地下構造を推定するデータ同化技術の確立を目指す。

(7) 本課題の５か年計画の概要：

本課題における5か年計画は、以下の通りである。令和6年度は、各研究項目(A)～(D)を実現するためのアルゴリズムの検討およびそれを具体的に実装するための準備研究を実施する。令和7年度は、研究項目(A)(B)においては地震・微動を検出するための深層学習モデルの開発を、研究項目(C)においては地震・微動の時空間モデリング手法の開発を、研究項目(D)においてはデータ同化手法の開発を、それぞれ実施する。令和8年度は、各研究項目において開発した手法を実データへ試験適用し、その性能評価に基づいて手法の改良を行う。令和9年度は、各研究項目において開発した手法の実データへの本格的な適用を実施し、手法を完成させる。令和10年度は、各研究項目における論文出版を行うとともに、開発した手法の公開および既存システムへの実装に向けた検討を実施する。

(8) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

長尾 大道（東京大学地震研究所）,小原 一成（東京大学地震研究所）,加藤 愛太郎（東京大学地震研究所）,鶴岡 弘（東京大学地震研究所）,中川 茂樹（東京大学地震研究所）,伊藤 伸一（東京大学地震研究所）,福島 孝治（東京大学大学院総合文化研究科）,今泉 允聡（東京大学大学院総合文化研究科）

他機関との共同研究の有無：有

寺田 吉壱（大阪大学大学院基礎工学研究科）,森川 耕輔（大阪大学大学院基礎工学研究科）,内田 雅之（大阪大学大学院基礎工学研究科）,矢野 恵佑（統計数理研究所）,加納 将行（東北大学大学院理学研究科）,廣瀬 慧（九州大学マス・フォア・インダストリ研究所）,松井 秀俊（滋賀大学データサイエンス学部）

(9) 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：東京大学地震研究所
電話：
e-mail：
URL：https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/people/nagaoh/

(10) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：長尾 大道
所属：東京大学地震研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：ERI_25

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）沿岸域における地震活動モニタリング手法の開発

（英文）Development of seismic monitoring method in coastal areas

（3）関連の深い建議の項目：

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

イ. 観測・解析技術の開発

（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

(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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

令和元年6月18日に山形県酒田市沖で発生した地震(M6.7)の震源域直上に浅海用係留ブイ方式海底地震計を設置し、陸上臨時地震観測データと合わせた解析を行うことで、浅海域に位置する余震分布を高精度で把握できることを示した(Shinohara et al., 2022)。 令和5年5月5日に石川県珠洲市北岸沖で発生したM6.5の地震後に広がった地震活動域の海域に浅海用係留ブイ方式海底地震計、陸域上に臨時オフライン観測点をそれぞれ同時期に設置し、海陸統合観測データを取得した(蔵下・他，2023)。

（6）本課題の５か年の到達目標：

高精度な震源分布を得る為には、震源域直上に地震計を配置した地震観測を行うことが望ましい。しかし、沿岸浅海域は、通常の自己浮上式海底地震計が利用できず、地震観測が困難な地域であった。最近、そのような地域での観測を可能にする浅海用係留ブイ方式海底地震計が開発され、酒田市沖で発生したM6.7の地震や珠洲市北岸沖で発生したM6.5の地震後に沿岸域で活発化した地震活動を把握する目的で使用され、一定の成果を得た。このことは、 今後、これまで観測困難な地域であった沿岸浅海域に地震観測網を構築し、陸域地震観測網と統合することで、浅海域を含む沿岸域においても地震活動のモニタリングを高精度に実施できることを示す。そこで、科研費、前災害軽減計画等により、珠洲市の沿岸浅海域に設置された浅海用係留ブイ方式海底地震計で取得されたデータ、珠洲市に於いて継続して取得している陸域臨時テレメータ観測点データ、珠洲市に於いて取得されている臨時オフライン観測点データと定常観測点データを用い、沿岸域における震源分布をこれまで以上に高精度で把握する地震活動モニタリング手法の開発を行う。開発した手法を用い、テレメータ観測点データを使用した沿岸域における地震活動モニタリングシステムを構築する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

令和6年度においては、珠洲市北部の沿岸域における高精度な震源分布を得る為に必要となる観測点補正値や地下の地震波速度構造を得る為に最適な地震波速度構造解析手法を検討し、令和4年6月28日から珠洲市において継続して取得している臨時テレメータ観測点データと定常観測点データ及び珠洲市に於いて既に取得されている臨時オフライン観測点データを使用した解析を実施する。 珠洲市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を構築する。令和７-10年度においては、珠洲市に設置した臨時テレメータ観測点を維持し、令和6年度に得た観測点補正値と地震波速度構造、臨時テレメータ観測点と定常観測点のデータを使用した群発地震活動のモニタリングを実施する。年度毎に観測される地震の走時データを追加した解析を実施し、観測点補正値、地震波速度構造の精緻化を図る。また、モニタリングによって得られる震源の位置決定精度を評価し、必要に応じて臨時観測点を設置する。このような観測点配置の検討、解析に使用する速度構造モデルの高精度化を図ることで、震源分布をさらに高精度に把握できるようになり、 新しい地震活動モニタリング手法の開発に繋げることが期待できる。また、このような観測、解析手法の評価を行い、沿岸域における高精度な震源分布を得る為に必要な観測機器の機能向上や新たな観測・解析手法を提案する。本観測計画の実施期間中に国内の沿岸域で顕著な地震が発生した場合には、先行した前震活動やその後の地震活動の把握を行う。必要に応じて海陸境界域に臨時地震観測網を構築し、本課題を達成する為の知見を得る。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

蔵下英司（東京大学地震研究所）,篠原雅尚（東京大学地震研究所）,加藤愛太郎（東京大学地震研究所）,中川茂樹（東京大学地震研究所）,石山達也（東京大学地震研究所）
他機関との共同研究の有無：有
酒井慎一（東京大学大学院情報学環）,津村紀子（千葉大学大学院理学研究院）

（9）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：
電話：
e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：蔵下英司
所属：東京大学地震研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：ERI_26

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）データ流通網の高度化
（英文）Upgrading of waveform data distribution network

（3）関連の深い建議の項目：

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
ウ. 地震・火山現象のデータ流通

（4）その他関連する建議の項目：

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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

全国の陸域，海域および火山周辺に設置された地震・地殻変動などの各種観測網から得られるデータを即時的に流通させるシステムを運用し，全国の観測研究のデータ流通基盤を整備した．今後想定される増大するデータチャンネルへの対応を検討した．

（6）本課題の５か年の到達目標：

全国の陸域，海域および火山周辺に設置された地震・地殻変動などの各種観測網から得られるデータを即時的に流通させるシステムを運用・維持・高度化し，全国の観測研究のデータ流通基盤を整備する．

（7）本課題の５か年計画の概要：

本課題で取り扱うデータ流通網は，基本的に実施機関および共同研究機関の運営費交付金によって運用・維持されるものである．5カ年を通して，SINETやJGNなどの高速広域ネットワークを利用したデータ流通網 JDXnet の安定的な運用とその機能の高度化を行う．
（１）災害時に強いデータ収集・中継システムの維持とその拡張
（２）データ蓄積機能を包含するデータ流通システムの開発
（３）接続機関の拡大
（４）データ流通ワークショップの開催

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

鶴岡　弘（日本列島モニタリング研究センター）,中川　茂樹（日本列島モニタリング研究センター）
他機関との共同研究の有無：有

（9）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：
電話：

e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：鶴岡弘
所属：日本列島モニタリング研究センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：ERI_27

（1）実施機関名：

東京大学地震研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）研究成果共有ﾃﾞｰﾀﾍﾞｰｽの構築とデータ公開の推進

（英文）The development of the database of the research results and the promotion of the public use of the data

（3）関連の深い建議の項目：

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
エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開

（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
ア. 史料の収集・分析とデータベース化
イ. 考古データの収集・集成と分析
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
火山
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
イ. 内陸地震
ウ. 火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明
エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解とモデル化
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
イ. 内陸地震の長期予測
(2) 地震発生確率の時間更新予測
ア. 地震発生の物理モデルに基づく予測と検証
イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証
(3) 火山の噴火発生・活動推移に関する定量的な評価と予測の試行（重点研究）
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
イ. 津波の事前評価手法
ウ. 地震動に起因する斜面変動・地盤変状の事前評価手法
エ. 大地震に起因する災害リスクの事前評価手法
(2) 地震の災害誘因の即時予測手法の高度化（重点研究）
ア. 地震動の即時予測手法

イ. 津波の即時予測手法
(3) 火山噴火による災害誘因評価手法の高度化
(4) 地震・火山噴火の災害誘因予測・リスク評価を防災情報につなげる研究
地震
火山
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
(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
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
(2) 首都直下地震
(3) 千島海溝沿いの巨大地震
(4) 内陸で発生する被害地震
(5) 大規模火山噴火
(6) 高リスク小規模火山噴火
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
イ. 観測・解析技術の開発
ウ. 地震・火山現象のデータ流通
(2) 推進体制の整備
(3) 関連研究分野の連携強化
(4) 国際共同研究・国際協力
(5) 社会への研究成果の還元と防災教育
(6) 次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成

(5) 令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

研究成果共有システムの運用について「運用責任は戦略室とし、戦略室が中心となってポリシーの検討，コンテンツの調整、課題や部会への関係情報収集や依頼、周知広報を継続して実施した．実際のシステム運用は，企画部の学術支援職員と戦略室教員及び課題担当者にて継続して行った．課題間連携及び部会間・総合研究グループ間連携で必要となるメタ情報を中心としてデータの収集を行なった．部会内や部会間・総合研究グループ間連携を促進するための共有オンラインストレージ（Nextcloud）を継続して運用した．令和５年度までにおける観測や開発したソフトウェア等のメタ情報を整理して研究成果共有システムにて公開を行なった．

(6) 本課題の５か年の到達目標：

観測研究計画で得られる観測データや共通構造モデル・解析結果・地質資料・ソフトウエア・履歴情報・アンケート結果などの貴重な観測データやメタデータ情報などを共有し、無理なく長期保存する制度的・技術的な仕組みを検討・構築する．これらの重要なデータを将来にわたって共有・公開できる仕組みや体制について検討する．

(7) 本課題の５か年計画の概要：

関係機関や諸外国で運用されているデータベースの状況調査を行い、観測研究の特性にあったデータポリシー，メタデータフォーマット，データ規格等を検討する以下の項目の検討・制作・運用を実施する．

・DOI識別子付与を含め、永続的にデータを保持管理する仕組みを検討する．
・データベースサーバを無理なく運用する制度的な仕組みを検討する．
・データベースサーバの技術的な仕様を検討し，データベースサーバの製作を行う．
・サーバを試験運用し，技術的・運用面での課題を検討して本格運用を目指す．

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

鶴岡　弘（日本列島モニタリング研究センター）,山崎　健一（地震火山研究連携センター）
他機関との共同研究の有無：有

（9）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：
電話：
e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：鶴岡弘
所属：日本列島モニタリング研究センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：GSI_01

（1）実施機関名：

国土地理院

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）測地学的手法によるプレート境界の歪みの蓄積・解放の把握手法の高度化
（英文）Advancing evaluation methods for monitoring strain accumulation/release at plate boundaries by geodetic methods

（3）関連の深い建議の項目：

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
イ. 観測・解析技術の開発

（4）その他関連する建議の項目：

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
(2) 首都直下地震

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

非定常地殻変動に基づくプレート境界上の長期的ゆっくりすべりの推定を行い、日向灘南部、豊後水道、四国中部、紀伊水道、志摩半島、東海地方で長期的SSEを検出した。

（6）本課題の５か年の到達目標：

海溝型地震の素過程である歪みの蓄積過程・解放過程について、大地震後の余効変動の補正、高頻度で発生する短期的スロースリップの補正等の課題を解決しつつモニタリングを実施し、日本のプレート境界の広域にわたって歪みの蓄積・解放過程を明らかにする。

（7）本課題の５か年計画の概要：

電子基準点データを用いてプレート間のすべりの推定を継続的に実施し、ゆっくりすべり等のプレート間で発生する現象を適時的に把握する。あわせてプレート間すべりの推定において課題となっている、大地震後の余効変動の補正の適用、高頻度で発生する短期的スロースリップの補正の適用など、手法の改良を行う。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

地理地殻活動研究センター地殻変動研究室
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：地理地殻活動研究センター　研究管理課
電話：029-864-5954
e-mail：gsi-eiss+3@gxb.mlit.go.jp
URL：https://www.gsi.go.jp

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：和田弘人
所属：地理地殻活動研究センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：GSI_02

（1）実施機関名：

国土地理院

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）GNSS連続観測網の継続・拡充・高度化
（英文）Continuation, expansion, and enhancement of GEONET

（3）関連の深い建議の項目：

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

（4）その他関連する建議の項目：

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
イ. 観測・解析技術の開発
(4) 国際共同研究・国際協力

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

全国約1,300点からなるGEONET（GNSS連続観測システム）を維持・管理し、継続的に観測を行った。これらの日座標値を高い精度で安定的に提供すべく、新型のGPS衛星や国際地球基準座標系（ITRF）の更新に対応した解析ストラテジを開発し、令和3年度から運用を開始した。従来から取り組んできたIGSへの観測データの提供に加え、令和５年度にIGS解析センターとしてGNSS精密暦の提供を開始した。当初の計画どおり、GEONETによる日本列島全域の地殻変動・火山活動のモニタリングを着実に実施し、得られた結果は速やかにホームページで公開するとともに、地震調査委員会、火山噴火予知連絡会等に報告した。

全国の電子基準点を対象とした電子基準点リアルタイム解析システム(REGARD)により、複数の地震（令和元年山形県沖の地震、令和３年５月宮城県沖の地震、令和６年能登半島地震）において、リアルタイムで地殻変動検知と断層モデル推定を行い、関係機関への情報提供を行った。また、MCMC法による断層推定の試験運用を開始し、令和３年の宮城県沖の地震、令和6年能登半島地震において安定的に断層モデルを推定するとともに、不確実性の定量化が可能であることを確認した。さらに、測位解の品質による異常値判定を実装し、REGARDの信頼性の向上を果たした。加えて、地殻変動に対して頑健性の高いPPP（精密単独測位）に基づくREGARDをプロトタイプシステムとして構築した。

近年普及し始めている汎用的なGNSS機器を用いた小型GNSS観測装置を開発した。その地殻変動の把握能力を検証するために、地盤沈下やスロースリップ等による複雑な地表変動が生じている房総半島を試験フィールドに選び、令和2年度に10 箇所、令和4年度に20箇所に本装置を設置し、GNSS連続観測を継続している。小型GNSS観測装置の観測データを用いてF5準拠の日々の座標値を算出し、cmの精度で地殻変動を把握できることを確認した。また、房総半島の一部において沈降を確認した。これは千葉県が実施している水準測量によって確認されている地盤沈下と整合的であった。

（6）本課題の５か年の到達目標：

地殻変動の監視基準となる国際地球基準座標系の算出に貢献するとともに、GEONETによる地殻変動連続観測を着実に継続し、日本列島全域の地殻変動・火山活動のモニタリングの高度化をさらに推進することを目指す。また、災害関連情報の迅速な発表に貢献するために、地殻変動を迅速に高い時間分解能で観測し解析するシステムの構築・高度化を目指す。

（7）本課題の５か年計画の概要：

・全国において、GNSS連続観測点を平均20キロメートル間隔の配置として維持するとともに、観測を継続する。必要に応じて、重点的な観測地域において観測点密度を考慮した観測体制の充実を目指す。
・準天頂衛星システム「みちびき」の活用・最新の国際地球基準座標系の準拠により、GEONETの解析手法の高度化を図る。
・国際GNSS事業（IGS）解析センターとして、GNSS精密暦を継続的に提供し、IGS暦や国際地球基準座標系の算出に貢献する。
・GNSS連続観測による日本列島全域の地殻変動・火山活動のモニタリングを定常的に行い、得られた結果は防災情報への活用のため速やかにホームページなどで公表するとともに、地震調査委員会、火山調査委員会等に報告する。
・地殻変動を即時的・高時間分解能で把握可能な、電子基準点リアルタイム解析システムの高度化を行う。
・様々な汎用的な機器を用いた民間等のGNSS観測点のデータも取り込み活用することができる地殻変動観測システムの開発を行う。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

測地観測センター 電子基準点課,測地観測センター 地殻監視課,地理地殻活動研究センター 宇宙測地研究室
他機関との共同研究の有無：有
東北大学大学院理学研究科

（9）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：地理地殻活動研究センター 研究管理課
電話：029-864-5954
e-mail：gsi-eiss+3@gxb.mlit.go.jp
URL：http://www.gsi.go.jp

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：和田弘人
所属：地理地殻活動研究センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：GSI_03

（1）実施機関名：

国土地理院

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）衛星SAR等による地殻変動監視

（英文）Crustal deformation monitoring by satellite-mounted SAR and other geodetic techniques

（3）関連の深い建議の項目：

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

（4）その他関連する建議の項目：

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

エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開

(4) 国際共同研究・国際協力

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

ALOS-2のSARデータを使用して国土全域を対象に定常的にSAR干渉解析を行った。加えて、火山や全国地盤・地殻変動の監視に干渉SAR時系列解析を導入し、SAR干渉解析では把握が困難な微小な変動を検出した。また、国内外で発生した地震や火山活動に伴う地殻変動を検出するため、ALOS-2の緊急観測データを用いた解析を行った。これらの解析結果は、地震調査委員会、地震予知連絡会、火山噴火予知連絡会等の関係機関、国外の事例については現地政府等に報告した。さらに、ALOS-2の後継機であるALOS-4による高頻度観測データを用いた解析を可能とするため、解析手法の高度化やシステム構築を進めた。

石岡VLBI観測施設において、継続してIVSの観測計画に基づきVLBI国際協働観測を実施し、ITRF2020の構築に貢献するとともに、世界中のVLBIデータを用いた全地球的な解析を実施し、観測局位置とその変化を把握した。

地震防災対策強化地域などを対象に、計画どおり毎年約1,000kmの水準測量を実施した。

（6）本課題の５か年の到達目標：

地震や火山活動に伴う地殻変動を詳細に把握することにより、地震や火山活動のメカニズムの解明や被害軽減に貢献する。また、海外の地震や火山も対象とした解析を通じ、地震や火山噴火の長期予測に貢献する。

中長期な視野に立った観測基盤の整備や更新により、日本列島とその周辺海域に展開される地殻変動観測網などの観測基盤を維持・強化する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

ALOS-2やALOS-4の国内SAR衛星データを使用して日本全国のSAR干渉解析及び干渉SAR時系列解析を定常的に実施し、日本国内における定常的な地殻・地盤変動を把握するとともに、異常の早期検知に貢献する。また、国内外で地震が発生した際や火山活動が活発化した際には、詳細に地殻変動を把握することを目的として緊急解析を実施する。さらに、高頻度かつ３次元的な地殻変動把握を目的

として、海外SAR衛星データの活用を検討する。
　我が国の測量の基準となる座標系の維持及びプレート運動の監視を目的として、石岡VLBI観測施設において、IVSの年間計画に基づき国際VLBI観測を実施し、ITRFの構築・維持に貢献するとともに、世界中のVLBIデータを用いたグローバル解析を実施する。
　地震防災対策強化地域などを対象に定期的に水準測量を実施する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

国土地理院　測地部　宇宙測地課,国土地理院　測地部　測地基準課,国土地理院　地理地殻活動研究センター　地殻変動研究室
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：地理地殻活動センター　研究管理課
電話：029-864-5954
e-mail：gsi-eiss+3@gxb.mlit.go.jp
URL：https://www.gsi.go.jp

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：和田弘人
所属：地理地殻活動研究センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：GSI_04

（1）実施機関名：

国土地理院

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）航空機SAR観測
（英文）Observation by airborne SAR

（3）関連の深い建議の項目：

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

（4）その他関連する建議の項目：

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

全国の活動的な火山について、航空機SARによる観測を年間数箇所ずつ毎年実施し、噴火前の地形情報を取得するとともに、令和元年８月には浅間山の噴火に伴い緊急観測を実施し噴火前後の画像をホームページから公開した。

（6）本課題の５か年の到達目標：

航空機SARを利用して、全国の活動的な火山における火口等を年間数箇所ずつ毎年観測し、噴火前後の地形情報を蓄積する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

全国の活動的な火山を対象に、過去の観測状況や地形変化を勘案しつつ、航空機SARによる観測を年間数箇所の周期で実施し、火口付近の地形を明らかにするとともに最新の地形情報を蓄積する。また、活発な噴火活動によって災害が発生した際には、噴火前後の地形変化を明らかにする。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

基本図情報部地図情報技術開発室
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：基本図情報部地図情報技術開発室
電話：029-864-1111（機関代表）
e-mail：
URL：https://www.gsi.go.jp

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：和田弘人
所属：地理地殻活動研究センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：GSI_05

（1）実施機関名：

国土地理院

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）火山・地震防災に資する情報整備
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

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
エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開

（4）その他関連する建議の項目：

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

（6）本課題の５か年の到達目標：

火山防災のために監視・観測体制の充実等の必要がある50火山を中心とした火山の地図データ等の整備・提供を実施する。また、地震災害の軽減に資するため、地形分類情報の整備・提供並びに全国の活断層の詳細な位置及び関連する地形の分布等の情報の整備・提供を実施する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

国土地理院経費のうち、災害情報整備推進費及び地理空間情報整備・活用等推進費により、火山防災のために監視・観測体制の充実等の必要がある50火山及びその他の活火山について、火山の地図データ等が未整備の火山を対象に、火山基本図及び火山土地条件図を作成し、ウェブサイト等で公開する。また、液状化等の地震災害リスク評価に資するため、全国の平野部のうち詳細な地形分類情報の未整備地域を対象に土地条件図を整備・提供するとともに、全国の活断層について、位置・地形等のデータベースの充実を図る。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

応用地理部地理調査課
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：地理地殻活動研究センター　研究管理課
電話：029-864-5954
e-mail：gsi-eiss+3@gxb.mlit.go.jp
URL：https://www.gsi.go.jp

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：和田弘人
所属：地理地殻活動研究センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：HKD_01

（1）実施機関名：

北海道大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）巨大カルデラ形成噴火後における珪長質マグマ系の再活性化プロセス
（英文）Reactivation process of the felsic magma system after caldera-forming catastrophic eruptions

（3）関連の深い建議の項目：

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
火山

（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
(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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

第２次観測研究（令和1-5年度）において、課題名「大規模噴火に関わるマグマプロセスの時間スケールの解明」の研究を実施した。まずはU-Th放射非平衡分析法を北海道大学で立ち上げ、火山岩試料（白頭山10世紀噴火の噴出物）へ実際に適用することによって、同火山のマグマ供給系の時間発展を明らかにするとともに、U-Th放射非平衡分析法の有用性を確認した。その上で、支笏・屈斜路・洞爺・姶良などの噴出物の物質科学的解析を行い、支笏カルデラにおける珪長質マグマの生成率、雌阿寒におけるマグマ生成条件やマグマ供給系、姶良カルデラ噴火に至る珪長質マグマ系の時間発展などを明らかにした。

（6）本課題の５か年の到達目標：

「過去にカルデラ噴火を起こした火山は、将来的に巨大カルデラ噴火を再発するのか？」という問いは、科学面だけでなく、火山国に住む我々にとっては防災面からの関心が高い問題である。そこで本研究では、大規模カルデラ噴火の必要条件である巨大珪長質マグマ系の発達過程の解明に焦点を絞り、国内の代表的なカルデラ火山の噴出物を対象に、U－Th放射非平衡分析を軸とした物質科学的解析を行う。特に複数回のカルデラ噴火を起こした火山において、カルデラ噴火に伴って崩壊した珪長質マグマ系が次の巨大噴火に向けて再活性化した要因についての共通点を探り、それをもとに、代表的カルデラ火山における最終カルデラ噴火以降のマグマ系において、巨大噴火への現在の準備状況を明らかにすることを目標とする。

（7）本課題の５か年計画の概要：

本研究では、過去数十万年以内に複数回のカルデラ噴火を繰り返した屈斜路、十和田、阿蘇（第１群）、および基本的に１回の巨大カルデラ噴火を起こした洞爺、支笏、姶良（第２群）における、カルデラ形成噴火の噴出物、先カルデラ噴出物、後カルデラ噴出物を解析対象とする（一部の噴出物については第２次観測研究で解析済）。U-Th放射非平衡法を適用するにあたっては、マグマ供給系を含めたマグマプロセスについての事前的検討が不可欠であるため、各火山において詳細な地質調査，採取試料の岩石学的・地球化学的解析を行い、マグマの蓄積プロセスや分化プロセスを詳細に明らかに

する。
１年目：　第１群の後カルデラ火山（桜島、風不死－恵庭－樽前、有珠）を対象とした岩石試料の採取、化学分析、マグマプロセスの解析
２年目：　第２群の後カルデラ火山（アトサヌプリ、十和田A-Gなど）を対象とした岩石試料の採取、化学分析、マグマプロセスの解析
３年目：　第１群の火山（十和田、阿蘇）のカルデラ噴火噴出物を対象とした岩石試料の採取、化学分析、マグマプロセスの解析
４年目：　第１群・第２群の火山（屈斜路、洞爺）のカルデラ噴火噴出物を対象とした岩石試料の採取、化学分析、マグマプロセスの解析
５年目：　全対象火山における追加・補足試料の採取、化学分析、マグマプロセスの解析、および研究の総括

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

栗谷　豪（北海道大学大学院理学研究院）,吉村　俊平（北海道大学大学院理学研究院）,松本　亜希子（北海道大学大学院理学研究院）
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：北海道大学大学院理学研究院
電話：
e-mail：kuritani@sci.hokudai.ac.jp
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：栗谷豪
所属：北海道大学大学院理学研究院

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：HKD_02

（1）実施機関名：

北海道大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）上昇するマグマの脱ガス過程と噴火様式の関係に関する研究
（英文）How the degassing processes occurring in the ascending magma control the style of volcanic eruption

（3）関連の深い建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

（4）その他関連する建議の項目：

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）

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

令和5年度までの研究（災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第２次）の「マグマ脱ガス実験と火山噴出物の揮発性成分解析に基づく噴火分岐メカニズムの解明」）では、次の考えに基づき、石基ガラスの塩素濃度パターンを用いてマグマの脱ガス過程を解読する方法を開発した。すなわち、マグマの脱ガスが起こると、メルト中の揮発性成分がガスに向かって拡散で移動する。その際、拡散に伴う不均質が噴出物の石基ガラスに残る場合には（揮発性成分の非平衡を残したままガラスが凍結される場合には）、それを基に脱ガス履歴を読み解くことができると期待されるが、H2OやCO2の拡散は非常に速いためにすぐに均質化しやすく、この用途に必ずしも適しているわけではなかった。そこでR5年までの研究では、拡散速度がこれらの成分よりも1000～10000倍遅い塩素に着目し、石基ガラスに塩素の不均質から脱ガス履歴を解読する方法を検討してきた。その結果、石基の塩素濃度の不均質を調べることで、ある気泡が成長しているのか溶解しているのかを区別したり、ガラスの焼結や開放系脱ガスなど証拠が残りにくい過程についても詳しい履歴を得ることができることがわかった。また、塩素濃度の均質化の程度と、実験的に測定した拡散係数（Yoshimura、 2018）を用いて拡散の計算を行うことで、これらの過程の時間スケールを推定することもできるようになった（Yoshimura et al., 2019; 吉村, 2020; Yoshimura & Nakagawa, 2021）。今後はこの方法を様々な噴出物を対象に適用し、さらに気液平衡が成立しやすいH2OとCO2成分の分析も組み合わせることで、火道内のどういう深さで、どれくらいの時間を掛けてどういう脱ガス現象が進行したかを詳細に解読することができるようになると期待される。

（6）本課題の５か年の到達目標：

SiO2成分に富むマグマ珪長質マグマ（安山岩質～流紋岩質）の粘性係数は非常に高いため、マグマからガスが逃げにくく、噴火は爆発的になりやすい。しかし実際は、珪長質マグマでも爆発を伴わず、穏やかに溶岩を流出することも多い。１つの噴火の中で噴火様式が変化することもよくある。何が噴火様式の違いや変化をもたらすのかという疑問は、噴火防災技術を確立する上で解決されるべき基本的な問題であるため、その中心的な課題である「上昇するマグマの中で起こる脱ガス過程」を明らかにしようとする試みは、欧米を中心に盛んに行われている。しかし、ガスの挙動に関する情報は噴出物には残りにくく、現状では本質的な理解はほとんど進んでいない。本課題では、担当者が独自に開発した「揮発性成分（特に塩素）のマッピング分析」を爆発的噴火と非爆発的噴火の噴出物に適用す

ることで、火道内のどの深さで、どのような脱ガスが、どれくらいの時間を掛けて起きたのか、という詳細履歴をそれぞれの噴火様式について解読し、噴火様式と脱ガス過程の関係を明らかにすることを目的とする。

（7）本課題の５か年計画の概要：

令和6年度においては、カワゴ平火山のおよび新島アッチ山火山におけるフィールド調査・揮発性成分の予備分析を行う。
令和7年度においては、カワゴ平溶岩流の揮発性成分分析による脱ガス履歴の復元を行う。
令和8年度においては、カワゴ平テフラの揮発性成分分析による脱ガス履歴の復元を行う。
令和9年度においては、新島・アッチ山火山テフラと溶岩の揮発性成分分析による脱ガス履歴の復元を行う。
令和10年度においては、両火山における火道内脱ガス過程の復元と、噴火様式ごとの共通性の解明を行う。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

吉村俊平（北海道大学大学院理学研究院）
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：北海道大学・地球惑星科学部門
電話：
e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：吉村俊平
所属：北海道大学大学院理学研究院

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：HKD_03

（1）実施機関名：

北海道大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）熱水系が発達した火山における火山活動活発化事象のモデル化と活動度評価
（英文）Modeling and evaluation of volcanic unrest at wet volcanoes

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

（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
(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
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）
3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(3) 火山噴火による災害誘因評価手法の高度化
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
(6) 高リスク小規模火山噴火
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
イ. 観測・解析技術の開発
ウ. 地震・火山現象のデータ流通

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

関連度が高い課題：HKD_04、KUS_02

火口近傍域における多項目観測を継続して火山活動活発化事象のデータ蓄積を進めるとともに、電磁気学的な構造調査の成果とも合わせて、山体深部から浅部熱水系への火山性流体供給系のイメージングが進展した（例えば、十勝岳・吾妻山・草津白根山など）。特に阿蘇山では2014年以降繰り返されてきた噴火で、噴火メカニズム研究についても大きな進展があった。これらのデータに基づき、十勝岳・吾妻山・草津白根山・阿蘇山・雌阿寒岳ではVolcanic Unrest Index(VUI)評価指標を定め、過去の活発化事象を含む期間のVUI時系列を作成した。御嶽山では2022年unrest時を含む地震活動把握の高精度化や地下構造モデルの構築、GNSSのキャンペーン観測と連続観測点化、水準測量やInSARを含む地盤変動観測・解析を行った。焼岳では「空振を伴う低周波地震」が2017年から2019年にかけて観測されたほか、2020年にはマグマ貫入を伴った可能性のある群発地震活動が近傍で発生し、unrestの事例蓄積や個別の現象の理解が進んできた。

（6）本課題の５か年の到達目標：

近年、火口近傍への多項目常時観測設備の整備が進められたことで、様々な種類や規模の火山活動活発化事象をとらえられるようになり、個々の事例についての理解が進んできた。一部の火山では、火山体構造や熱水等の流体移動経路などのイメージを包含した活発化事象（火山によっては噴火事象）

の活動推移モデルが提示される一方で、観測の歴史が浅い火山や観測項目が限られた火山においては、活動度を客観的に表す指標の設定すら難しく、他火山での知見をどのように活動評価へ活かすかが課題となっている。

本研究課題では、前建議に引き続き、主に噴火休止期にあり熱水系が発達した火山を対象として、火山活動活発化事象の事例を蓄積するための多項目観測を継続しながら、火山活動度評価技術の高度化を進める。VUI等の定量的火山活動評価手法の開発や適用をアウトプットに位置づけ、未検討の火山においてはVUI等による評価指標の検討と作成、検討済みの火山においてはデータ処理方法や基準値の再検討、評価項目の追加を行う。研究課題内で共通のデータ処理や解析手法を導入してVUI等による評価の高度化や比較研究を進める。人工衛星データ（MODIS等）を活用したモニタリング及び評価の試行や、VUI算出の自動化にも取り組む。また観測項目間の変化の関係性を客観的に評価するために、噴出物分析の先行研究で導入された実績のある多変数相関解析による検討を試みる。

（7）本課題の５か年計画の概要：

研究計画の1年目及び5年目には対面での研究集会（@札幌を予定）、その他の年度にはオンラインでの研究集会を開き、成果や解析手順などについての情報共有を図る。また、2（3）及び5（6）に共有できる成果が得られた場合には、それらの課題が開催する研究集会にも積極的に参加する。
令和6年度：各火山での多項目連続観測。雌阿寒岳・十勝岳・御嶽山・焼岳でのドローン観測。吾妻山の火山活動再評価。対面研究集会。
令和7年度：各火山での多項目連続観測。雌阿寒岳・焼岳・九重山でのドローン観測。吾妻山でのDAS観測。御嶽山・口永良部島での水準測量。
令和8年度：各火山での多項目連続観測。十勝岳・焼岳でのドローン観測。口永良部島の火山活動評価。
令和9年度：各火山での多項目連続観測。雌阿寒岳・十勝岳・九重山でのドローン観測。口永良部島での水準測量。
令和10年度：各火山での多項目連続観測。雌阿寒岳でのドローン観測。御嶽山での水準測量。対面研究集会。
MODIS活用スキームの検討と開発、統一的な地震波解析手法の共有と試行、多変数相関解析の検討と試行、VUI評価の自動化作業、については、実施期間を通じて連携して取り組む。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

青山　裕（北海道大学大学院理学研究院）,橋本武志（北海道大学大学院理学研究院）,田中　良（北海道大学大学院理学研究院）,村松　弾（北海道大学大学院理学研究院）
他機関との共同研究の有無：有
山本　希（防災科学技術研究所）,森　俊哉（東京大学大学院理学系研究科）,森田雅明（東京大学地震研究所）,成田翔平（東京科学大学総合研究院）,前田裕太（名古屋大学大学院環境学研究科）,寺川寿子（名古屋大学大学院環境学研究科）,伊藤武男（名古屋大学大学院環境学研究科）,金　幸隆（名古屋大学大学院環境学研究科）,田口貴美子（名古屋大学大学院環境学研究科）,大見士朗（京都大学防災研究所）,吉村令慧（京都大学防災研究所）,西村卓也（京都大学防災研究所）,山田大志（京都大学防災研究所）,中道治久（京都大学防災研究所）,為栗　健（京都大学防災研究所）,山本圭吾（京都大学防災研究所）,瀧下恒星（京都大学防災研究所）,大倉敬宏（京都大学大学院理学研究科）,横尾亮彦（京都大学大学院理学研究科）,宇津木充（京都大学大学院理学研究科）,石井杏佳（京都大学大学院理学研究科）,高橋　良（北海道立総合研究機構産業技術環境研究本部エネルギー・環境・地質研究所）,高木朗充（気象庁）,山中佳子（名古屋大学減災連携研究センター）,村瀬雅之（日本大学文理学部）,齋藤武士（信州大学理学部）

（9）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：北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター
電話：011-706-4845
e-mail：aoyama@sci.hokudai.ac.jp
URL：https://www.sci.hokudai.ac.jp/isv/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：青山 裕
所属：北海道大学大学院理学研究院附属地震火山研究観測センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：HKD_04

（1）実施機関名：

北海道大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）測地・地下構造データに基づく内陸地震・火山活動地域の地殻変形のモデル化

（英文）Crustal deformation modeling in inland seismic and volcanic areas based on geodetic and subsurface structural data

（3）関連の深い建議の項目：

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化
エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解とモデル化

（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
(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
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
(3) 千島海溝沿いの巨大地震
(4) 内陸で発生する被害地震
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
イ. 観測・解析技術の開発

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

第2次計画においては、KYU_01「地震火山相互作用下の内陸地震空間ポテンシャル評価」の一部として主に内陸地震発生場の変形メカニズムについて調べた。過去に内陸地震を発生させた地域でありかつ火山地帯である北海道東部の屈斜路カルデラ周辺において、継続して連続およびキャンペーンGNSS観測を実施した。2021年秋頃まではカルデラ中央部を中心とする収縮変形が見えており、火山性変動源の収縮または地下のマグマなどの粘性緩和、いずれの可能性も考えられることを示した。2021年秋以降は膨張変動に転じたことが明らかになり、火山性の変動源を仮定し、モデル化を行った。1990年代に発生した膨張変動源を推定したFujiwara et al. (2017)を参考に今回の推定を行ったところ、深さ4～6kmのところに10^7 m^3オーダーの体積変化を伴う膨張変動源が求まり、1990年代の変動源に近いことが分かった。

相対重力計による繰り返し重力観測を実施し、重力変化のモニタリングを行った。2021年を境とするGNSS、水準測量の観測値から予想される重力変化は小さく、その予想通りこれらのイベントに伴う重力の顕著な変化は見られなかった。観測データの安定性を担保するため、観測網の見直しを行い、それに従った観測を再開した。

2019年までにGNSS観測から得られていた定常的な収縮変形場を説明し、内陸地震発生ポテンシャルとの関係を検討するため、有限要素法を用いた変形モデルの構築を行った。第2次計画時はテクニカルな問題の扱いが多く、定量的な議論まで行うことができなかったが、カルデラ下の粘性が低い地下構造に対応した不均質なひずみ、応力分布が認められ、カルデラ縁辺部では応力が、カルデラ中央部では地表のひずみや変位が大きくなることが確認された。地震活動はカルデラ縁辺部で比較的多いことが知られていることから、地下の不均質構造がこれらの地震発生に関係すると見込んだ。

（6）本課題の５か年の到達目標：

稠密かつ複合的測地観測による詳細な地殻変動場の時空間把握と、地球電磁気(MT)観測、地震活動把握等による詳細な地下構造推定を行い、実際の地下構造、実測された地表変動に基づいて当該地域の力学モデルの構築を行う。モデルから応力・ひずみ集中のメカニズムや火山性変動源の挙動を定量化し、内陸地震活動と火山活動の個々の現象理解に加え、地震と火山のテクトニックな相互作用について検討する。また、広域変動場に含まれるこれらの影響を定量的に推定することで、千島海溝沿いプレート間固着の推定精度の向上にも貢献し、あわせて沈み込み帯における長期的なプレート収束と火山フロント周辺部の内陸変形の関係についても検討を試みる。

（7）本課題の５か年計画の概要：

5年間継続して行う観測の計画として、時空間的な地殻変動の把握を行うためには継続的な測地観測が必要である。そのためGNSS、重力、水準測量による多項目測地観測を年に1回程度、繰り返し観測として実施し、少なくとも1年間毎の高空間分解能での地殻変動場の把握を行う。周辺で連続観測を行っているGNSS、水位、地震観測を継続し、高時間分解能での地殻活動を監視する。これらの観測結果は構築していくモデル化の中で随時取り入れる。あわせて、過去に阿寒・屈斜路地域で行ってきたMT探査を拡張し、個別に行われてきた周辺の探査地域とのギャップを埋める観測を実施することで、より広域の地下比抵抗構造を把握し、地震活動や地殻変動と比較する。

1年目の令和6(2024)年度は、広域・大局的な変形モデルの構築を行う。外力は太平洋プレートの収束、プレート間固着の影響を測地データから見積もる。先行研究等を参考に、前弧、火山フロント、背弧といった大まかな地下構造の不均質性を与え、屈斜路カルデラでひずみ集中域の形成に必要なパラメータについて検討する。

2年目の令和R7(2025)年度は、大まかなモデルでは説明しきれない地殻変動について、有限要素法を用いてより細かい空間スケール、つまりカルデラ特有、火山地域特有の地下構造の不均質分布を考慮した説明を試みる。地下構造の設定には、MT観測、地震活動の情報を用いる。また、独立して火山性地殻変動源の存在・活動を仮定したモデルによる地殻変動についても見積もり、それぞれ時空間発展を含めてどのように振る舞うか確認する。

3年目の令和R8(2026)年度は、実際の地形やより細かい地下構造（粘弾性構造）が、どれくらい地表変位や地下のひずみ、応力分布に影響を与えるのかを見積もり、どの程度考慮が必要なのか、具体的には剛性率や粘性係数などの物性についてのパラメータ値の振れ幅や、空間分解能の感度の範囲などを検討する。また、これまでの計算で得られたひずみ・応力分布が、他の内陸地震発生域、活火山地域と同程度かどうか、先行研究の情報などを元に検討する。

4年目の令和R9(2027)年度は、2021年後半から2023年中頃まで発生した膨張の非定常地殻変動について火山性変動源を仮定したモデル化を行い、その説明を試みる。またそれが定常変動時のどの部分が変化して、非定常変動を発生しているのかについても検討する。

最終年度であるR10(2028)年度は、これまでの計算結果をまとめ、定常時のひずみ集中の原因、現在のひずみ・応力分布、また非定常地殻変動の様子を明らかにし、構築した力学モデルから今後のこの地域のひずみ集中および火山活動の推移、地震と火山の相互作用について検討する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

大園 真子（北海道大学大学院理学研究院）,高橋 浩晃（北海道大学大学院理学研究院）,橋本 武志（北海道大学大学院理学研究院）

他機関との共同研究の有無：有

岡 大輔（北海道立総合研究機構エネルギー・環境・地質研究所）

（9）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：北海道大学大学院理学研究院
電話：
e-mail：m.ohzono@sci.hokudai.ac.jp
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：大園真子
所属：北海道大学大学院理学研究院

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：HKD_05

（1）実施機関名：

北海道大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）津波波源モデルの分析に基づく地震・津波事前予測の高度化
（英文）Source model investigation for advancing tsunami disaster estimation

（3）関連の深い建議の項目：

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
イ. 津波の事前評価手法

（4）その他関連する建議の項目：

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
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
(3) 千島海溝沿いの巨大地震

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

既往地震に対して構築された断層モデル(津波の波源モデル)を用いながら、津波の伝播および氾濫予測の不確実性を評価した。津波波形が利用できるイベントにおいては、不確実性を低減するために津波の非線形効果を近似的に考慮した逆解析手法を開発し、既往断層モデルを高度化できる可能性を示した。津波波形が利用できないイベントにおいては、沿岸域での痕跡高や堆積物などの空間分布の精査に基づき津波の周期(波長)特性を推定することが、津波予測の不確実性の低減および波源特性の高解像度推定に重要であることを示した。

（6）本課題の５か年の到達目標：

津波の事前評価手法を高度化することを目的として、津波の伝播・氾濫予測における不確実性の分析のもと、既往イベントに対する断層モデルの不確実性を分析する。先行研究の調査や、津波観測記録の収集・体系的整理・信頼性検証、数値実験などの様々な手法を組み合わせながら、主にわが国に影響した地震津波の再現性における不確実性を系統的に分析する。その結果に基づき断層モデルの不確実性を評価するとともに、複数のイベントにおいて同様の分析を行い、統一した評価基準を用いて断層モデル群の不確実性の定量化を目指す。

（7）本課題の５か年計画の概要：

本研究課題は以下の4項目に基づき実施する。令和6-9年度においては主に(1-2)を行いながら、その結果に基づき随時(3)を行う。令和9-10年度においては、継続して(3)を行うとともに、成果の取りまとめに向けて(4)を行う。

(1) 既往イベントにおける津波の観測記録(波形・痕跡データ等)を収集および精査しながら津波の再現計算を実施し、観測記録と計算結果の比較などを通して断層モデルの不確実性を分析する。
(2) 様々な既往イベントを対象としながら断層モデルの不確実性を評価し、それらの断層モデルのスクリーニング評価を実施して不確実性の高い断層モデルを抽出する。
(3) 不確実性が高い断層モデルにおいて、それをもたらしている要因を特定する。可能な場合にはその断層モデルを再構築することによって不確実性の低減を図る。

(4) 断層モデル群の不確実性の統一評価に向けて、それを定量化する指標を開発し、その結果を視覚化する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

山中悠資（北海道大学大学院理学研究院）
他機関との共同研究の有無：有
対馬弘晃（気象庁気象研究所）

（9）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：北海道大学大学院理学研究院
電話：011-706-3591
e-mail：isv-web@ml.sci.hokudai.ac.jp
URL：https://www.sci.hokudai.ac.jp/isv/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：山中悠資
所属：北海道大学大学院理学研究院

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：HKD_06

（1）実施機関名：

北海道大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地理空間情報の総合的活用による災害への社会的脆弱性克服に関する応用研究
（英文）Applied research on overcoming social vulnerability to disasters through the comprehensive use of geospatial information

（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
(3) 千島海溝沿いの巨大地震

（4）その他関連する建議の項目：

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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

今期の研究では，2017年3月に閣議決定された地理空間情報活用推進基本計画（第3期，2017～2022年）に基づいて地理空間情報，GIS，衛星測位に現代的ICT技術，AI，IoTなどを統合し，防災・減災に関して社会的有効性の高い情報活用システムの構築と活用法開発を行った。この第3期基本計画の期間中には準天頂衛星「みちびき」2～4号機および初号機後継機が打ち上げられ，高い精度の位置情報が得られるようになった。この衛星測位を活かした避難実験からも防災リテラシーに関する新たな知見を得た。
本研究では開発したシステムを援用し，都市的な地域開発と災害誘因となる自然現象とで人的被害や経済的被害を分析することで災害リスクの解明を行い，その結果から「災害に対する社会的脆弱性（Vulnerability）」について，人文社会科学と自然科学の両方の立場から議論を行った。特に，ここでは地方レベル，市町村レベル，町内会レベルというように空間スケールごとに分析を行ない，各スケールにおける開発と災害リスクの関係やリスク軽減のための課題などを明らかにした。
特に本研究は，地震本部により発生が切迫している可能性が高いと評価された千島海溝南部の超巨大地震による津波を想定し，北海道太平洋沿岸の積雪寒冷地を主なフィールドとして研究を進めた。これらのフィールドは，道路の凍結や，堆積した雪による歩道の幅員減少など，冬季（積雪期）に避難移動を困難にする要素が増加する。このような状況を想定し，本研究は積雪寒冷地の防災・減災に向けた情報システムの開発と活用についても研究を進めた。
計画期間中に行った研究で，大きな成果が得られたものは，（１）避難困難地域の空間分析法の開発，（２）集団避難実験とGeovisualization（地理的可視化），（３）WebVR技術による疑似避難訓練システムの開発，（４）津波避難ビルの階段上昇シミュレーション，（５）中学校・高校と連携した防災リテラシーの向上の5つであった。

（6）本課題の５か年の到達目標：

本研究は，地理空間情報，GIS，衛星測位だけでなく，現在社会的に推進されつつあるDXに対応させるため現代的ICT技術であるVRやARなども統合し，避難行動に関するマイクロジオデータ等を収集して，防災・減災に関して社会的有効性の高い統合情報システムと活用方法の開発を行う。それにより，開発と災害リスクの関係について分析を行い，「災害に対する社会的脆弱性（Vulnerability）」について，人文社会科学と自然科学の両方の立場から議論を行う。

さらに期間中には，防災リテラシー向上ための防災教育に関する研究を行う。令和4年度から高校では「地理総合」が必履修科目となり，その中では地図/GIS教育および防災教育が行われる。この「地理総合」を核として，小学校から大学まで一貫した防災教育を展開する可能性を視野に入れ，地理空間情報を活用した防災リテラシー向上のための教育に関する研究を行う。特に，地理空間情報やGISを援用して災害に関する「教材の現地化」を進めることにより，防災リテラシーと地図リテラシーを同時に向上させるための手法開発などを行い，「災害に対する社会的脆弱性（Vulnerability）」克服のための可能性を探る。

本研究は，地震本部により発生が切迫している日本海溝・千島海溝周辺の超巨大地震による津波を想定し，北海道太平洋沿岸（釧路市，函館市，苫小牧市など）の積雪寒冷地を主なフィールドとして研究を進める。これらのフィールドは，道路の凍結や，堆積した雪による歩道の幅員減少など，冬季（積雪期）に避難移動を困難にする要素が増加する。このような状況を想定し，本研究は積雪寒冷地における生活環境の季節差に注目して研究を行う。

（7）本課題の５か年計画の概要：

2024年度：GIS・衛星測位・地理空間情報を統合した基盤システム開発

日本海溝・千島海溝周辺の超巨大地震による津波を想定し，北海道太平洋沿岸地域を対象として，災害の人文社会学的研究のための地理空間情報，GIS，衛星測位を統合した基盤システムを開発する。日本の準天頂衛星システムが2017年度に衛星4機体制となったことで，衛星測位で取得できる位置データや標高データの精度が大幅に向上した。そこで，この測位データの最適な使用環境を考慮してシステムを構築した上で，準天頂衛星システム以外にも様々な方法で取得できるジオマイクロデータ（高精度で高精細な地理空間データ）の活用方法の開発と実証実験を行い，さらに従来の空間分析手法の改良などを行う。

当年度では2020年国勢調査小地域統計など最新の人口や土地利用を収集し，これまでに収集したデータと融合させて，分析に用いる時空間データベースの作成を行う。

2025年度：津波想定域の可視化技術および避難困難地域の抽出法の開発

北海道から公表されている津波浸水想定GISデータなどの地理空間情報のGeo-visualizationを行った上で，低コストのハザードマップ作成技術を開発し，自治体や学校などの教育機関に提供する。また，津波浸水による津波被害に関する分析，避難施設と避難困難地域（津波到達までに避難場所に到達できない地域）に関する分析，住民の避難行動に関する分析などを行う。その際には国土地理院の数値標高モデルなどを利用し，積雪時や路面凍結時における避難路の傾斜に応じた歩行速度低下を考慮した分析手法を開発する。

2026年度：津波避難支援システム開発と積雪期の避難障害に関する空間分析

積雪寒冷地である北海道沿岸の事例市町村を選定し，避難訓練などで得られる集団の避難移動履歴データを収集し，それを津波浸水想定GISデータと重ね合わせることのできる津波避難ナビなどのシステムを開発する。これを用いて集団津波避難移動データの可視化を行い，非積雪期と積雪期における避難の障害を特定し，歩行速度低下の要因について分析する。積雪期と非違積雪期で結果を比較することにより，積雪の有無による避難行動の障害の相違を明確化する。この分析では，生活レベルのミクロな視点で「災害に対する社会的脆弱性」を検討する。

2027年度：津波集団避難実験と複合災害時避難研究への展開

津波を中心とする複合災害を想定し「災害に対する社会的脆弱性（Vulnerability）」に注目して分析を行う。集団避難のGPSログと津波浸水想定などの重ね合わせたデータに関する分析手法を複合災害にも適用できるように高度化し，多彩な状況に対応した分析を行えるようにする。津波避難ビルの

階段上昇シミュレーションなどを行い，水平避難だけでなく垂直避難に関する分析も行うことで，津波避難ビルの課題抽出を行う。夜間の積雪時や，ブラックアウト発生時など特殊な環境での避難移動履歴データを収集するために，VRを用いた避難実験システムを構築する。これを用いて，避難移動に関して現実空間の模擬避難実験と仮想空間の避難シミュレーションを統合して研究を進める。また，避難者の意思決定についてはファジーAHPなどの手法を用いて分析する。

2028年度：高校「地理総合」を核とした小中高大の防災リテラシー向上に関する研究
　教育機関を中心に研究成果の社会的発信を行う。2022年度から高校で必履修科目となった「地理総合」では，地図/GIS教育と防災教育が内容に含まれている。ここでは，この「地理総合」を核として，小学校から大学まで一貫した防災リテラシーの向上を目指して研究を進める。特に，高校「地理総合」に関しては，GISを援用して災害に関する「教材の現地化」を推進することで，防災リテラシーと地図リテラシーを同時に高め，身近で発生する可能性が高い災害について理解を深めるとともに，それへの対応について自ら検討し実行できる力を身につけることができるように，教育プログラムの提案に繋げる。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

橋本雄一（北海道大学文学研究院）,高橋浩晃（北海道大学理学研究院）
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：北海道大学 大学院文学研究院
電話：
e-mail：
URL：https://www.let.hokudai.ac.jp/staff/hashimoto-yuichi

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：橋本雄一
所属：北海道大学 大学院文学研究院

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：HKD_07

（1）実施機関名：

北海道大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）千島海溝沿いの巨大地震津波災害軽減に向けた総合研究
（英文）Comprehensive research on great earthquake and tsunami disaster mitigation in Kuril trench

（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
(3) 千島海溝沿いの巨大地震

（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
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
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
(2) 地震発生確率の時間更新予測
イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証
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
イ. 津波の事前評価手法
ウ. 地震動に起因する斜面変動・地盤変状の事前評価手法
(2) 地震の災害誘因の即時予測手法の高度化（重点研究）
イ. 津波の即時予測手法
(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
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
(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
イ. 観測・解析技術の開発
ウ. 地震・火山現象のデータ流通
(3) 関連研究分野の連携強化
(5) 社会への研究成果の還元と防災教育
(6) 次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

津波堆積物の調査から、十勝地方沿岸の長期地殻上下変動の時系列や、胆振地方沿岸の空間的な堆積物分布が明らかにされた。根室沖で海底地殻変動観測が初めて実施され、プレート境界浅部まで固着率が高い可能性が示された。海底地震津波観測網を用いた津波即時予測手法の開発が行われた。千島海溝の地震活動度の静穏化と巨大地震の統計的な特性が示された。地下構造モニターのため同一地点繰り返し海底地震観測が行われた。北海道内の遺跡調査報告書が網羅的に調査され、強震動に関係すると考えられる液状化痕跡の全道的な時空間分布が明らかにされた。十勝根室沖で発生する地震の震源特性の地域性や深さ依存性に関する調査が行われた。北海道・三陸沖後発地震注意情報の運用開始前後の社会調査から認知度やその時空間特性に関する基礎データが得られた。一般向けのシンポジウムや、自治体やライフライン事業者、報道関係者とのセミナー等を通じて地域防災に関する社会連携を行った。

（6）本課題の５か年の到達目標：

千島海溝沿いの巨大地震総合研究グループの基幹課題として、関連課題との連携のもと、地域防災力の向上に貢献する研究を総合的に実施する。海陸観測を実施し地震活動やプレート間固着などの地殻活動の時空間変化をモニタリングする。津波事前予測の空間分解能の改善に関する手法開発や、地震動事前予測に関する震源特性や地下構造の調査を進める。北海道・三陸沖後発地震注意情報に関する社会調査を実施する。斜面等に敷設されたライフライン施設に地震動が与える影響を検討する。関係機関や自治体と防災情報の利活用等を検討するほか、一般向けシンポジウム等を実施し防災リテラシーの向上を目指す。

（7）本課題の５か年計画の概要：

・海底地殻変動観測：根室沖の既存観測点で５か年中に数回程度船舶等による海底地殻変動観測を行う。可能な場合には、十勝沖に予定される新たな海底基準局でも観測を実施する。得られたデータからプレート間固着状況の推定を行う。
・地震活動評価：地震カタログや海底地震観測データを用いて、地震活動の静穏化の統計的性質や構造変化、後発地震の発生履歴などを検討する。
・津波事前評価：既往津波で津波予測との差異が見られた地域を抽出し、津波増幅特性のモデル化を行う。また、防潮堤などの構造物の影響を加味し、津波事前予測の振れ幅に関する検討を行う。
・地震動事前評価：十勝根室沖で発生する地震の震源特性を調査するとともに、地下構造を反映させる地震動予測手法の改良を札幌都市圏等を対象に行う。
・北海道・三陸沖後発地震注意情報：定期的に社会調査を実施し、情報認知度の時空間変化を明らかにする。また、情報が発表された場合には、その社会影響に関する調査を行う。
・ライフライン被害：斜面等に敷設されたライフライン施設に地震動が与える影響を定性的に予測する手法を検討する。
・地域連携・防災リテラシー：関係機関や自治体と連携し、防災情報の事前防災での利活用や住民の防災行動促進について検討する。一般向けシンポジウムなど通じて防災リテラシーや防災対応行動の向上を図る。
・関連課題との連携：関連課題と連携して総合研究グループ研究集会を実施し、情報共有や成果の共通化・連関化を行う。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

高橋浩晃（北海道大学大学院理学研究院）,勝俣啓（北海道大学大学院理学研究院）,村井芳夫（北海道大学大学院理学研究院）,大園真子（北海道大学大学院理学研究院）,山中悠資（北海道大学大学院理学研究院）,高井伸雄（北海道大学大学院工学研究院）,橋本雄一（北海道大学大学院文学研究院）
他機関との共同研究の有無：有
太田雄策（東北大学大学院理学研究科）,東龍介（東北大学大学院理学研究科）,日野亮太（東北大学大学院理学研究科）,木戸元之（東北大学災害科学国際研究所）,福島洋（東北大学災害科学国際研究所）,富田史章（東北大学災害科学国際研究所）,林能成（関西大学社会安全学部）,飯沼卓史（海洋研究開発機構）,石丸聡（北海道立総合研究機構）,仁科健二（北海道立総合研究機構）

（9）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：北海道大学大学院理学研究院
電話：011-706-3591
e-mail：isv-web@ml.sci.hokudai.ac.jp
URL：https://www.sci.hokudai.ac.jp/isv/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：高橋浩晃
所属：北海道大学大学院理学研究院

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：HKD_08

（1）実施機関名：

北海道大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地殻変動等多項目観測データの全国流通一元化公開システムの運用と高度化
（英文）Operation and improvement of nationwide crustal deformation open data platform

（3）関連の深い建議の項目：

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
エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開

（4）その他関連する建議の項目：

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
ウ. 地震・火山現象のデータ流通

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

全国の大学等の地殻変動連続観測等の多項目観測データの全国流通・一元化を通じてデータの蓄積・公開を実施した。気象庁のひずみ計観測網データのリアルタイム流通が実現し観測網の拡充が図られた。

（6）本課題の５か年の到達目標：

全国の大学や気象庁等の地殻変動連続観測などの長周期・長期間の多項目観測データを流通・蓄積・公開を行うシステムを安定的に運用し、観測研究の研究基盤としてオープンデータとしての利用を促進する。新たな観測点・観測項目への対応、解析機能の追加、既存機能の高機能化などを行う。必要に応じて過去の観測データを収集整理してアーカイブする。

（7）本課題の５か年計画の概要：

地殻変動連続観測等のデータ流通の一元化・蓄積・公開を継続する。サービスを安定して行うため、システムを支えるサーバのセキュリティや利用言語のアップデートへの対応を実施する。サーバやストレッジを更新し運用の安定化とデータ保存の確実化を図る。新たな観測点や観測項目についてデータ提供機関との調整を行い必要に応じてモジュール等の開発を行う。データベースにプラグインされているデータ解析機能の改良を行う。必要に応じて、過去データを収集整理しアーカイブする。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

高橋浩晃（北海道大学大学院理学研究院）
他機関との共同研究の有無：有
岡崎紀俊（地方独立行政法人北海道立総合研究機構）,太田雄策（東北大学大学院理学研究科）,名和一成（国立研究開発法人産業技術総合研究所地質調査総合センター）,露木貴裕（気象庁気象研究所）,下山利浩（気象庁地震火山部）,新谷昌人（東京大学地震研究所）,板寺一洋（神奈川県温泉地学研究所）,本多亮（神奈川県温泉地学研究所）,鷺谷威（名古屋大学大学院環境学研究科）,伊藤武男（名古屋大学大学院環境学研究科）,山崎健一（京都大学防災研究所）,山下裕亮（京都大学防災研究所）,西村卓也（京

都大学防災研究所）,松島健（九州大学大学院理学研究院）,中尾茂（鹿児島大学大学院理工学研究科）

（9）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：北海道大学大学院理学研究院
電話：011-706-3591
e-mail：isv-web@mail.sci.hokudai.ac.jp
URL：https://www.sci.hokudai.ac.jp/isv/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：高橋浩晃
所属：北海道大学大学院理学研究院

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番
号：HMEV01

（1）実施機関名：

東京大学地震火山史料連携研究機構

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）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
（英文）Development of Interdisciplinary Database and Community Catalog for Historical Earthquake and Volcanic Eruption

（3）関連の深い建議の項目：

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
ア. 史料の収集・分析とデータベース化

（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
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
火山
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
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
(2) 首都直下地震
(3) 千島海溝沿いの巨大地震
(4) 内陸で発生する被害地震
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
エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開
(3) 関連研究分野の連携強化

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

「地震火山関連史資料に基づく低頻度大規模地震火山災害の調査」

史料データ・考古データなどを用いて、過去に発生した地震・津波や火山噴火の実態を分析し、近代以降の機器観測による観測データとの比較・検討を通じて、低頻度ではあるが大規模な地震・火山現象とそれによる災害の実態を解明する。既刊地震史料集を中心とした文献史料に基づく史料データベースと、考古資料に基づく災害痕跡データベースと統合的に利活用できるようにするために、史料記述にある被害発生場所を位置情報（緯度・経度）に変換し、位置情報という共通の要素を導入部として、双方のデータベースに収められた様々なデータを統合検索できるシステムの構築を目指した。史料データについては「地震史料集テキストデータベース」として公開し、史料の出典にある所在情報をもとに地理情報を付与した。考古データについては奈良文化財研究所が構築を進めている「歴史災害痕跡データベース」との連携を試行している。史料データへの地理情報の付与についての研究は

進んでいるが、史料全体への地理情報の付与には膨大な作業が必要であり未完了である。統合検索システムについても試作段階にとどまっている。
　国際標準のIDP（Intensity Data Point）データベースソフトウェアを利用して公開されている歴史地震の震度分布を表示するWebサイトを構築した。

○主要業績のリスト
大邑潤三，2020，1925年北但馬地震における震央付近の人的被害と救援活動―海軍史料の分析を中心に―，歴史地震，35，177-186.
大邑潤三，2020，特集デジタル・ヒストリーの諸実践：歴史災害研究におけるGIS活用の試み，クリオ，34，139-140.
大邑潤三，2020，「災害碑」という概念と分類方法の検討，歴史都市防災論文集，14，115-122.
服部健太郎・中西一郎・大邑潤三，日記の筆者が地震動を感じた地点の時間変化：近江八幡「市田家日記」の場合，地震2，73，65-68.
岩橋清美・大邑潤三・加納靖之，2020，文理融合によって切り拓く歴史地震研究の現在－一八三〇年文政京都地震を事例にして－，地方史研究，70(3)，75-79.
加納靖之・杉森玲子・榎原雅治・佐竹健治，2020，歴史のなかの地震・噴火―過去がしめす未来―，東京大学出版会，260pp.
東京大学地震火山史料連携研究機構，2021，地震史料集テキストデータベース，doi:10.15083/0002002833.
大邑潤三,2021,GISのジオリファレンス機能を用いた近世村絵図の分析 ―富士山宝永噴火からの復興を事例として―,西洋史学,271,73-76
加納靖之,2023,『増訂大日本地震史料』の「（？）」が付された綱文の再検討,地震2,75,183-192,10.4294/zisin.2021-5.

（6）本課題の５か年の到達目標：

　これまでに構築してきた歴史地震・火山噴火に関するデータベースを拡充し、考古学、地質学、地形学などより広範な関連分野のデータとの統合を可能にするデータベースシステムを構築する。また、史料から得られる情報を地震学や火山学において効果的に利用するため、史料表現の定量化・数値化の高度化や、歴史地震・噴火イベントのコミュニティカタログの作成に取り組み、5年目にはその成果もデータベースに統合する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

○地理情報の付与による地震・噴火史料のGISデータ化（R6-R10年度）
　東京大学史料編纂所の課題と連携し、構築された地名辞書を活用して史料に記述された被害発生場所などの地名を抽出し、位置情報（緯度・経度）を付与する。同名異地点あるいは同音異字の地名、複合地名の処理や、辞書に未収録の地名の処理などの課題を解決する。
　ジオリファレンスなどの技術を用いて絵図などの図像史料についても現代の地理空間上で分析する方法を検討する。他の様々なGISデータとの重ね合わせが可能になり空間的な解析が可能になるため、データの分析や利活用の方法について検討する。効率的なデータ共有方法や、オープンサイエンスの手法も活用する。

○考古データ（「歴史災害痕跡データベース」）や地質、地形データとの連携（R6-R10年度）
　史料データが備える時間情報に加えて、位置情報を付与することにより、考古データとの統合検索・分析が可能になる。これまでに試作した史料と考古のデータベースの統合検索システムについて、時間や空間を限定してさらに試行を続け、最終的には全データを統合検索できる実用的なシステムとして公開する。地質や地形分野で整備されているデータベース（たとえば活断層や津波堆積物、火山噴出物など）とも時空間情報を鍵として連携を進める。

○現象の定量化・数値化（R6-R10年度）
　史料の記述を地震学や火山学で活用するためには、被害状況を震度に換算するなどの定量化、数値化が必要である。これまでに開発されてきた手法をベースに、地震動の距離減衰式や地震動の周期を

考慮した震度計算、機器観測データとの比較など最新の知見を導入して、より精度の高い定量化をおこなう。歴史地震に関してはその成果をもとに国際標準のIDP（Intensity Data Point）データベースを構築・公開する。

〇歴史地震・噴火イベントのコミュニティカタログの構築（R6-R10年度）
　現状でも歴史地震については『日本被害地震総覧』および『日本歴史地震総表』や宇津のカタログ、火山噴火については『日本活火山総覧』などが公開されている。これらの記事のなかには、最新の研究によって記事を更新すべきものがある、推定の根拠となっている史料との結びつきが明らかになっていないものがある、などの問題がある。本観測研究計画での成果を中心に、コミュニティカタログとして整備する。カタログは毎年度の研究成果を踏まえ随時更新する。

〇研究成果の発信（R6-R10年度）
　学際的な研究の事例として成果や研究内容を発信する。連携研究機構のWebサイトや大学や関連機関の広報誌のコラムなどに記事を定期的に執筆する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

加納靖之（東京大学地震火山史料連携研究機構）,杉森玲子（東京大学地震火山史料連携研究機構）,及川 亘（東京大学地震火山史料連携研究機構）,大邑潤三（東京大学地震火山史料連携研究機構）,鶴岡 弘（東京大学地震火山史料連携研究機構）,前野 深（東京大学地震火山史料連携研究機構）,古村孝志（東京大学地震火山史料連携研究機構）,山田太造（東京大学地震火山史料連携研究機構）,荒木裕行（東京大学地震火山史料連携研究機構）,林 晃弘（東京大学地震火山史料連携研究機構）
他機関との共同研究の有無：有
佐竹健治（東京大学地震研究所）,榎原雅治（地震予知総合研究振興会）,水野 嶺（地震予知総合研究振興会）

（9）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：東京大学地震火山史料連携研究機構
電話：
e-mail：
URL：https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/project/eri-hi-cro/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：大邑潤三
所属：東京大学地震火山史料連携研究機構

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番
号：HMEV02

（1）実施機関名：

東京大学地震火山史料連携研究機構

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震火山関連史資料を活用した低頻度大規模地震火山災害の調査
（英文）Investigation for Low Frequency, Large-Scale Earthquakes and Volcanic Eruption

（3）関連の深い建議の項目：

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
地震
火山

（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
ア. 史料の収集・分析とデータベース化
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
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
エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開
(3) 関連研究分野の連携強化

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

「地震関連史料に基づく近代以前の地震活動の調査」
日記史料を中心とする史料調査により、被害地震や噴火の状況を明らかにしてきた。
・1835年（天保6年）の地震、1844年（弘化元年）の2つの被害地震など、日向灘や安芸灘・伊予灘・豊後水道の地震活動について、史料から得られる被害・有感分布を整理し、現代に発生した地震で観測された被害・震度分布との比較を通して震源の位置や規模に関して新たな提案をした。
・1854年安政東海地震について、先行研究において甲府盆地西部では震度7に相当するような建物被害があったとされていたが、新史料により盆地東部においても同様に建物倒壊の規模が大きかったことが判明した。
・1767年に東北地方で発生した2つの被害地震や1855年安政江戸地震について、余震の発生状況も考慮して震源の位置や規模を再検討した。
・1640年北海道駒ヶ岳噴火に関する同時代史料から、出来澗崎の形成を示唆する記述など、火山活動に伴って生じた諸現象と整合的な内容が含まれていることを明らかにした。
・1707年富士山宝永噴火に関して、復興途上の様子を描いた村絵図をGISによるジオリファレンス機能を用いて分析することにより、火山灰の除去が遅れた土地の面積や地形との関係を明らかにした。

〇主要業績のリスト
・西山昭仁, 2019, 歴史地震研究と日記史料有感地震データベース, 今村文彦監修・鈴木親彦編, デジタルアーカイブ・ベーシックス 第2巻 災害記録を未来に活かす, 勉誠出版, 274pp., 198-213.

・大邑潤三・加納靖之，2023，新たな史料で判明した1854年安政東海地震における甲府盆地の震度，地学雑誌，印刷中.

（6）本課題の５か年の到達目標：

史料から得られる情報を基軸として、歴史上の巨大地震・大地震や火山噴火の活動推移の把握を目指す。その際、考古学、地質学、地形学、地理学など関連分野の情報や、地震学や火山学の最新の知見を取り入れ総合的に分析する。史料の記述から明らかになる情報――たとえば、巨大地震・大地震で発生する強震動や地形変化、地盤変状、地震活動の長期的な変化、噴火による地形変化や噴出物の分布など――を、地球科学の知見を踏まえて分析・解釈し、歴史上の地震や火山噴火の活動推移を、これまで以上に詳細に、あるいは、高い精度で理解することが目標である。また、地域の災害史などより長期的な視点での分析もおこなう。

（7）本課題の５か年計画の概要：

〇巨大地震およびその前後に発生する事象の解明（R6-R10年度）

歴史上の巨大地震の被害状況についてはこれまでも多くの研究があるが、新史料の発見や、既知の史料の再分析により、さらに情報が増えつつある。新たな情報も含めて各地の強震動や地殻変動を検討し、巨大地震の震源域に関する情報を得る。そのため、地盤構造や盆地端部の構造などを反映した地震動評価や、古絵図などの地理学、地形学分析からより精度の高い被害状況や地形変化、地盤変状の分析をおこなう。

歴史上の定常的な地震活動の変化の分析を進め、巨大地震前後の長期的な地震活動の変化や、前震や余震、連動する地震間に発生する地震や地殻変動について整理する。史料が豊富に存在する1854年安政東海地震・南海地震を中心に、近世後半に日向灘で発生した地震や内陸の活断層で発生する地震についても対象とする。

〇歴史上の火山噴火の推移の再検討（R6-R10年度）

歴史上の火山噴火については、火山ごとに史料が収集され分析されてきた。火山噴火についても、新史料の発見や、既知の史料（古絵図等をふくむ）の再分析により、各火山の噴火の推移を把握する。噴煙（降灰）、火砕流、溶岩流などの噴出物に関する情報から、これまでに知られていなかった事象の発見や、事象のより詳細な理解をめざす。また、噴出物や地形変化など、地表に残る痕跡との比較分析など、火山学的手法との融合を進める。

〇地域の災害史に着目した研究（R6-R10年度）

個別の災害事例の分析において，地域的な特徴に注目し、自然素因や社会素因がどのように被害に影響を与えたのかを地域ごとに明らかにする。一時的な災害事例だけでなく長期的な視点で災害現象が地域社会に与えた影響を考察する。

〇地質や地形分野の関連論文のリスト化（R6-R10年度）

低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象に関し、地質・地形分野において多くの研究成果があるが、歴史研究者がそれらの研究成果に到達することは容易ではない。対象となり得る地震・火山噴火について、地質・地形分野の論文や報告書等をリスト化し、分野融合研究を進めやすくする。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

加納靖之（東京大学地震火山史料連携研究機構）,杉森玲子（東京大学地震火山史料連携研究機構）,及川 亘（東京大学地震火山史料連携研究機構）,大邑潤三（東京大学地震火山史料連携研究機構）,鶴岡 弘（東京大学地震火山史料連携研究機構）,前野 深（東京大学地震火山史料連携研究機構）,古村孝志（東京大学地震火山史料連携研究機構）,山田太造（東京大学地震火山史料連携研究機構）,荒木裕行（東京大学地震火山史料連携研究機構）,林 晃弘（東京大学地震火山史料連携研究機構）

他機関との共同研究の有無：有

佐竹健治（東京大学地震研究所）,榎原雅治（地震予知総合研究振興会）,水野 嶺（地震予知総合研究振興会）

（9）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：東京大学地震火山史料連携研究機構
電話：
e-mail：
URL：https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/project/eri-hi-cro/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：大邑潤三
所属：東京大学地震火山史料連携研究機構

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：HRD_01

（1）実施機関名：

広島大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）新しい観測技術による海底地形データに基づく相模トラフおよび南海トラフ周辺の活断層の位置・形状の解明

（英文）Detailed distribution of active submarine fault identified from topography based on digital bathymetric model along the Sagami and Nankai troughs

（3）関連の深い建議の項目：

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
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈

（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
(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
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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

新規研究

（6）本課題の５か年の到達目標：

陸上の変動地形の研究では，近年，数値地形データが重要な役割を果たすようになった。国土地理院による数値標高モデルの整備，公開とともに，解析ソフトの高性能化や普及を背景とした多様な地形表現の検討が後押しして，空中写真や地形図とは異なる重要な資料として利用が進んでいる。空中写真では観察困難な場所の変位地形を読み解く研究や，数値標高モデルによる地形表現の特性を活かし，長波長の変形や変位基準の検討が行われた（後藤・杉戸，2012；Goto，2016など）。

一方，海底活断層については，我が国では主に海底下の探査記録の判読に基づいて検討が続けられている。しかし，マルチビームによる測深調査により詳細な海底地形の情報が得られるようになり，陸上の活断層と同様に海底地形から活断層の位置・形状や変位様式が網羅的に明らかにできるようになり，海底地質調査では未知であった活断層が認められるようになった（Goto et al., 2022など）。陸上活断層の調査研究と同様に，海底地形に基づいて海底活断層の特性を精度よく検討できる時代を迎えたと言える。

2024年能登半島地震では，沿岸の海底活断層に沿った変位が海底地形調査から確認されつつあり，詳細な地形情報の収集と変動地形学的な判読によって，精度のよい活断層の位置・形状を把握することが，海底の変位や，海の地震を予測する上で，極めて重要であることが改めて確認されつつあるといえる。

そこで，本研究課題は，相模トラフおよび南海トラフ周辺海域において，主に海底地形に基づいて海底活断層の分布と変位様式を明らかにし，複雑なプレート境界断層から沿岸海域における断層活動の基本的情報を整備しようとするものである。プレート境界断層は1枚の断層面として捉えられることが多いが，ヒマラヤ前縁断層帯やサンアンドレアス断層のようなプレート境界断層と同様に，日本列

島周辺の海底のプレート境界においても断層の位置・形状から断層破壊の範囲を検討できる可能性があり，その基礎情報として整備を行う。また，海底地形の情報が不足あるいは系統的に整理されていないことや，変動地形学的な判読が行われていないことで，活断層図の整備が進んでいない沿岸海域についても検討を進め，その方法論を含めて研究を進める。

(7) 本課題の５か年計画の概要：

令和6（2024）年度は，相模トラフ周辺，能登半島周辺などを対象にマルチビーム測深調査によって得られている点群データを日本の幅広い機関から収集，整理し，再調整することで，これまでよりもはるかに高い解像度を有する海底地形の数値モデルを作成する。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，判読を行う。地形判読結果は既存の探査記録と対照させ，その整合を確認し，海底地形の変動地形学的手法の基準の検討を行う。

令和7～8（2025）年度は，南海トラフ周辺，能登半島周辺などを対象に，令和6年度同様に，海底地形の数値モデルを生成してステレオ実体視可能な海底地形画像とする。また，変動地形学的な判読を行い，活断層図を作成するとともに，探査記録と対照させ，その整合を確認して，海底地形の変動地形学的手法の基準を整理する。あわせて，令和9年度に行う測深調査の適切な場所の候補の選定を行う。

令和9（2027）年度は，海底地形情報の不足によって判読が困難となっている場所や，高密度な地形情報の取得が変位を読み解く鍵になると思われる場所など重要な海域を選定し，測深調査を実施する。前年度までの成果をもとに，相模トラフおよび南海トラフ周辺の活断層図を暫定版を試作する。

令和10（2028）年度は，前年度に取得した情報を解析，判読を行うとともに，相模トラフおよび南海トラフ周辺海域の暫定版の活断層図を精査して取り纏める。

(8) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

後藤秀昭（広島大学大学院人間社会科学研究科）,熊原康博（広島大学大学院人間社会科学研究科）
他機関との共同研究の有無：有
隈元崇（岡山大学）,杉戸信彦（法政大学）,楮原京子（山口大学）,田力正好（地震予知研究振興会），松多信尚（岡山大学）,山中蛍（千葉県立中央博物館）

(9) 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：
電話：
e-mail：
URL：

(10) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：後藤秀昭
所属：広島大学大学院人間社会科学研究科

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：HRO_01

（1）実施機関名：

北海道立総合研究機構

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）北海道内の活動的火山の観測
（英文）Monitoring of active volcanoes in Hokkaido

（3）関連の深い建議の項目：

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）

（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
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

雌阿寒岳、十勝岳、樽前山、倶多楽、有珠山及び北海道駒ヶ岳において、主に地球化学的モニタリングを継続して行い、火山活動の変化を捉えるためのデータの蓄積を行った。いずれの火山においても、計画期間中に明らかな活動の活発化を示唆する変化は認められなかった。得られたデータについては、気象庁や大学、地元自治体と随時情報を共有し、各火山の監視や防災対策に活用された。

北海道駒ヶ岳や倶多楽（登別地域）については、温泉・噴気観測の結果に加えて、地質学的検討も行い、熱水系のモデルを構築した（Takahashi, 2022；高橋ほか，2022）。また、十勝岳や雌阿寒岳での長期間にわたる温泉・噴気観測の結果をまとめ、温泉や噴気の変化と火山活動との関係を検討した（Takahashi et al., 2019; Takahashi et al., 2023）。これらの成果は、今後のより効果的な火山観測体制の構築に活用する。

（6）本課題の５か年の到達目標：

北海道における火山現象による被害を軽減するため、道内の活動的な火山を対象として主に地球化学的モニタリングを継続的に行い、観測データの蓄積と火山活動の現況把握を行うとともに、噴火の先行現象やそれに続く火山現象を捉えることを目指す。

（7）本課題の５か年計画の概要：

雌阿寒岳、十勝岳、樽前山、倶多楽、有珠山及び北海道駒ヶ岳において火山活動の現況を把握するために、主として温泉水や噴気を対象とした地球化学的モニタリングを継続的に行う。

熱水系の発達している火山については、これまで蓄積したモニタリングデータの再検討を行うとともに、熱水変質調査や地形調査などを必要に応じて行う。それによって得られた知見を基に、各火山における適切な観測体制の構築を随時行う。

得られたモニタリングデータなどは気象庁や大学と共有するとともに、地元自治体等へ情報を提供する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

エネルギー・環境・地質研究所　地域地質部　地質防災グループ
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：エネルギー・環境・地質研究所　地域地質部　地質防災グループ
電話：
e-mail：
URL：https://www.hro.or.jp/industrial/research/eeg/index.html

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：高橋良
所属：エネルギー・環境・地質研究所　地域地質部　地質防災グループ

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：HRO_02

（1）実施機関名：

北海道立総合研究機構

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震・津波災害による地域産業への影響評価と対策手法の開発

（英文）Assessment of the Impact of Earthquake and Tsunami Disasters on Local Industries and Development of Countermeasure Methods

（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

(3) 千島海溝沿いの巨大地震

（4）その他関連する建議の項目：

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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

日本海溝・千島海溝沿いの巨大地震の被害想定を北海道庁の関係部署と連携して実施し、地震・津波による物的被害や人的被害のほか、各種インフラ等の被害の推計を行った。特に、積雪寒冷地の地域特性に関連して、モデル地域における津波避難訓練を通じて得られた知見を基に、冬季の避難経路の利用可能性、避難行動、低体温症へのリスク等を考慮し、被害想定の人的被害の結果に反映した。また、想定をもとに各種の防災対策事業の効果を検証し、減災効果を評価することにより、減災対策の推進につながる成果を得た。

（6）本課題の５か年の到達目標：

発生の切迫性と被害の甚大さが懸念されている千島海溝沿いの巨大地震を想定し、地震・津波災害が地域産業等に与える影響を評価し、経済的な視点から地域産業の防災対策を進展させる手法の検討を行う。

また、都市機能の評価指標を検討した上で、各種災害対策の導入による都市機能の変化を評価するツールを開発し、自治体の防災・減災対策や事前復興計画策定を支援する。以上により、地震・津波災害の軽減につながる地域防災力の向上を目指す。

（7）本課題の５か年計画の概要：

地震・津波災害が地域産業等に与える影響の評価にあたり、特に北海道の基幹産業である農業に着目し、農業者や関連団体等への聞き取り調査から防災対策の現状を把握するとともに、農業の地理空間情報と地震・津波のハザードのデータを利用して千島海溝沿いの巨大地震による経済的な影響を推計し、経済的な視点から地域産業の防災対策を進展させる手法の検討を行う。

また、生活の利便性や産業の生産性等の都市機能の評価指標を検討した上で、自治体における津波や土砂災害に対する各種防災・減災対策や、居住地誘導・施設移転等の都市空間の変化を伴う復興対策に関して、都市機能に与える影響を予測する手法を検討・開発する。

さらに、これらの研究成果を自治体等に情報提供し、防災・減災対策や事前復興計画策定を支援する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

建築研究本部　北方建築総合研究所
他機関との共同研究の有無：有
北海道大学ほか

（9）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：建築研究本部　北方建築総合研究所
電話：
e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：戸松誠
所属：建築研究本部　企画調整部

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：HRS_01

（1）実施機関名：

弘前大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）東北北部・北海道南部海陸地域における地震発生場の解明
（英文）Seismotectonics of northern Tohoku and southern Hokkaido regions

（3）関連の深い建議の項目：

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化
イ. 内陸地震

（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
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈
(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
エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解とモデル化
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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第２次）」における課題『東北日本弧・千島弧会合部とその周辺における地震発生場の解明』（課題番号 HRS_01）において、以下のような成果が得られた。

地震波形解析に基づく島弧会合部とその周辺における研究

プレート境界の地震の広帯域波形解析と3次元地震波動伝播シミュレーションの融合による震源位置およびメカニズム解の検討(R1-R4)、東北地方太平洋沖地震による誘発地震に対する研究として、森吉山付近で発生する群発地震クラスタのコーダ波の顕著な時間変化と地殻流体との関係の検討（R1～R4）とΔCFFを用いた力学的検討（R4）、内陸下および火山近傍で発生する低周波地震について、波動伝播シミュレーションに基づく特異な波形形状を生じる力学的成因の検討（R1）、Frequency Indexを用いた雌阿寒岳における低周波地震の検知と繰り返し低周波地震の発見（R2）、低周波地震をターゲットとした函館東部における観測（R1～継続中）とテンプレートマッチング法による解析（R2）、改良FrequencyIndexの提案とそれに基づく日本海下で発生する地震の周波数特性の網羅的検討（R5）、さらにその他の項目として、地殻の地震波速度変化の応力感度解析（R4～R5）、3次元不均質構造下Green関数データベースを用いた東北地方北部のCMT解析（R4）、2018年胆振東部地震震源域におけるS波スプリッティング解析（R2）を実施した。

津波堆積物の収集に基づく地質学的研究

1741渡島大島津波に起源をもつと考えられる十三湖北側のイベント堆積物の検討（R1）、秋田県にかほ市象潟における象潟地震他の津波堆積物の調査（R2～R4）を踏まえ、堆積学・岩石鉱物学・古生物学的な特徴の整理を行った。

強震動評価に資する浅部地盤構造調査

独自アレー観測ならびに基盤強震計記録を用いた浅部地盤構造の推定を実施した。まず、アレー観測に基づき青森平野の3地点の地下構造を推定した。微動アレー観測から比較的表層のS波速度を逆解析するとともに、地震記録を収集して深い地盤構造をKawase et al.(2011)の拡散波動場理論によって推定した。また、青森県の震度観測点である階上町道仏観測点の近傍でボーリング調査（2022年6月）を行い、その孔を使って地下水位の変動を9ヶ月間計測した（2023年3月まで）。その結果をもとに、地下水位の変動が地盤震動に与える影響について検討した。本ボーリングに基づく弱震時の卓越振動数の検討・強震時の卓越振動数の変化の検討ならびに強震動時の表層付近の剛性低下に関する検討については、2024年の国際会議に投稿し受理済みである。さらに、KiK-net浪江で観測された地中と地表の記録を用い、各層のS波速度と減衰定数を推定した。

（6）本課題の５か年の到達目標：

東北日本北部～北海道南部海陸地域において地震発生を支配する場の解明に資するため、プレート屈曲部に位置する東北地方北部～北海道南部における地震学的構造の最先端手法の活用および手法開発を含めた研究での洗い直しと、地震発生ポテンシャル評価に寄与するための地殻構造の時間変化の歪に対する感度を海陸の観測網で網羅的に調査する。さらに、これまで充分な調査が行われてこなかった日本海地域における津波堆積物調査を継続し、既存の歴史地震の知見と本計画で得られる浅部構造や現計画までの成果で得られた堆積構造をもとに、大規模数値シミュレーションによる歴史地震震度分布の再現計算を試みる。

（7）本課題の５か年計画の概要：

北日本とその周辺における地震発生場の解明と、複合観測網記録解析技術の確立

東北地方北部は中央日本に比べて陸域の面積が狭く、さらに2000年前後に敷設された基盤的地震観測網の密度が少なく、国内でも特に連続地震観測の疎な地域であった。しかし、2015年以降、下北半島およびその周辺の地震予知総合研究振興会のAS-netが構築され、さらに海域においてはS-netが運用開始されるに至り、大学や気象庁、自治体が維持している観測網も合わせると、日本国内でも有数の稠密観測地域と言えるほど、観測状況が劇的に改善された。しかし一方、これはあくまでも複数観測網の「あわせ技」による達成であり、その成果を地震発生場の解明に最大限に活かすには、互いに測機やその特性の異なる複数観測網の記録を混在させた統合的な解析手法が必然的な一歩となる、と考えられる。

本項目では、このような異種観測網の記録を同一特性の仮想地震計記録に広帯域化する信号処理技術を確立し、それを基盤として、稠密広帯域記録の地震波形解析によって対象地域の浅部地下構造の推定を行うとともに、広帯域地震波形記録から特徴抽出を行う手法開発を実施する。その成果は特に地震波干渉法解析に基づく対象地域の地震発生場の解明に資するのみならず、今後の他地域における波形解析のモデルケースとなることを目指す。得られる構造と地震波動場数値シミュレーション技術を組み合わせ、「稠密に観測される波動場を説明できる地震発生場と震源メカニズムの解明」に向けた研究を推進する。また、直接アクセスの可能な近隣に深部低周波地震の発生する複数の火山があるという地の利を活かし、直上地震観測を含めた観測的研究と波動伝播計算に基づく数値的研究を継続し、その発生の力学的描像を明らかにする。

津波堆積物調査と歴史地震・津波再検討

日本国内における津波堆積物の調査は津軽半島西縁にある十三湖で始まった。2011年東北地方太平洋沖地震以後その調査の重要性が再認識されたが、それ以来の日本海沿岸における津波堆積物の地質学的調査は遅れがちであった。弘前大学の研究グループは現計画の開始前からこれらの調査にあたっており、現計画ではこれを組織的に推進してきた。次期課題においてもハンディコアラ―やジオスライサーを用いたサンプルの取得と、イベント堆積物の実体顕微鏡観察、粒度分析、主成分元素分析,珪藻分析、年代測定等を行い、当該地域における津波資料を収集する。地質学的証拠から得られた歴史地震の津波像と、これまでの地殻構造探査、本課題における地震発生場解析や現行課題における地震動増幅に寄与する堆積層構造の知見を総合し、地震波動場および津波の数値シミュレーションによりその実態解明を目指す。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

前田 拓人（弘前大学大学院理工学研究科）,梅田 浩司（弘前大学大学院理工学研究科）,道家 涼介（弘前大学大学院理工学研究科）,平野 史朗（弘前大学大学院理工学研究科）

他機関との共同研究の有無：有

鎌滝 孝信（岡山理科大学）

（9）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：弘前大学大学院理工学研究科
電話：0172-39-3608
e-mail：tktmyd@hirosaki-u.ac.jp
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：前田 拓人
所属：弘前大学大学院理工学研究科

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：HRS_02

（1）実施機関名：

弘前大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）基盤的研究ツールとしての地震波動伝播シミュレーションコミュニティコードの開発・発展および普及活動

（英文）Development and dissemination of the community codes of seismic wave propagation simulations

（3）関連の深い建議の項目：

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
イ. 観測・解析技術の開発

（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
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
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
(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
６観測基盤と研究推進体制の整備
(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）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

新規研究

（6）本課題の５か年の到達目標：

不均質な地球内部構造における地震波の計算は、地球内部構造の研究にしろ、震源過程の研究にしろ、常に中核をなすツールであり続けてきた。本課題では地震学者にとって使いやすいツールとしてこれまで開発してきた並列差分法地震波動場計算ソフトウェアOpenSWPCの高度化を継続的に実施し、最先端のスーパーコンピュータの能力を最大限に活かしづづけるためのアップデート、新機能の継続的な開発を実施するとともに、それを活用する人材の育成と普及啓発活動を実施する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

1. 最先端スーパーコンピュータに適合するGPUコードの開発

大学の情報基盤センターや国研が所有し、地震学を含む幅広い分野の研究者が利用するスーパーコンピュータは、その計算機アーキテクチャに適合した専門のチューニングが必要不可欠である。特に2024年度からは、共同利用として使われるスーパーコンピュータのアーキテクチャがCPUからGPUへと移行することが見込まれており、現在公開されているコードそのままでは、最先端のスーパーコンピュータの性能を享受できなくなる可能性すらある。従来はGPUを効率的に用いるためには専用のプログラミングが必要であり、敷居が高いとともにCPU環境との併存に困難があったが、最新

のFortranおよびFortranコンパイラが標準文法の範囲でGPUにおける演算をサポートしつつある。本項目では、まず公開コードから煩雑な入出力部分を廃し、重要な演算部分のみを含むベンチマーク用標準コードを作成・公開し（R6年度）、そのFortran標準文法ならびにOpenACCによるGPU利用の検証を行う（R6～R8年度）。それによって実現したGPU演算バージョンを公開コードに反映する（R8～R10年度）。ただし、それまでの開発で必要とされた元コードへの改変の必要性の度合いによって、公開コードにそのまま合流するか、あるいは独立なGPU専用バージョンとするかを判断する。

2. 数値シミュレーションの最新アルゴリズムの実装

差分法は地震学において最も古い数値計算法のひとつであるが、現在に至るも継続的に新たなアルゴリズムが開発され続けている。このような最新の数値計算技術にキャッチアップし、それらを積極的に実装していくことで、シミュレーションコードの計算精度および計算速度・省メモリ性能のさらなる高度化を図る。本項目はR6年度からR10年度まで継続的に実施し、都度OpenSWPCのバージョンアップを通じて公開する。

3. 数値シミュレーション利活用促進のための普及啓発活動

数値シミュレーションの利活用を促進するためには、ただツールを開発するだけでなく、それを使いこなせる人材の育成も必要である。OpenSWPCにはすでにその利用法を詳細に記したマニュアルが存在するが、それにとどまらず、より踏み込んだノウハウ集や原理を深く学びたい研究者・学生のための解説、逆に最初に使い始める際の敷居を下げるための教材開発と講習会を実施する。R6年度前半から準備をはじめ、R6年度後半から講習会の開催を始め、R10年度まで継続的に実施する。また、講習会参加者を中心としたオンラインコミュニティを形成（R7年度～）し、利用に関するFAQや活用事例などの収集・公開にあたる。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

前田 拓人（弘前大学大学院理工学研究科）
他機関との共同研究の有無：有
古村 孝志（東京大学地震研究所）,武村 俊介（東京大学地震研究所）

（9）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：弘前大学大学院理工学研究科
電話：0172-39-3608
e-mail：tktmyd@hirosaki-u.ac.jp
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：前田拓人
所属：弘前大学大学院理工学研究科

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：HYG_01

（1）実施機関名：

兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震観測研究の成果を活用した今後の土地利用計画手法の提案
（英文）Proposal for future land use planning methods utilizing the results of earthquake observation research

（3）関連の深い建議の項目：

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

（4）その他関連する建議の項目：

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
エ. 大地震に起因する災害リスクの事前評価手法
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
(1) 地震・火山噴火の災害事例による災害発生機構の解明

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

前計画では、活断層近傍の土地利用規制や復興時の配慮を進めている海外での実例調査、ヒアリングを実施する予定であったが、新型コロナウルス感染症の拡大による海外渡航制限の影響から、イタリアにおける歴史的まちなみ保全をめざした復興計画策定において、地震災害予測や建物構造の調査がどのように影響を持つのかについての調査を実施するにとどまっている。

しかし、それに代わるものとして、土砂災害や浸水被害、活断層等のリスクに対して、居住地選択や災害対策がどのように進められているのかについて兵庫県内の瀬戸内海側に居住する住民を対象としたWebアンケート調査を実施した。そこでは、リスク認知と居住地選択に関連があること、世代によって状況が異なることなどが明らかとなっており、土地利用規制への反映をどのように進めていくべきかについての一部の知見が得られている。さらには、兵庫県尼崎市の中小企業を対象とした災害対策の現状に関する調査も行い、規模の小さな企業に関しては、災害リスクへの十分な対応が図りにくい実情も把握し、むしろ積極的な土地利用規制とそれに基づく移転への補助等が必要であることを明らかにした。また、南海トラフ巨大地震津波によって甚大な被害の発生が想定される和歌山県沿岸部の自治体に対する計画担当者へのヒアリング等を通じて、リスクを軽減させる土地利用計画の策定時、考慮すべき点としての地籍調査必要性等についても把握してきた。

（6）本課題の５か年の到達目標：

近年、国内外で活断層の近傍における建築制限を含む土地利用規制が進められている。日本においては、現在中央構造線近傍における特定建築物の建築制限を徳島県が主体となって実施している。とはいえ、一部私権を制限することや、その断層が地表面に明確に現れていないことなどから、土地利用規制や建築制限をしても実態としての建物移転はなかなか進まない現状にある。観測技術の進展によって災害誘因の予測が精緻化されてきた現在、予測成果を土地利用規制、建築規制にきちんと展開することが可能な環境は整いつつあるものの、これまでの状況を踏まえると、社会実装時に十分活用できない可能性がある。

たとえば、河川氾濫等の水害リスクに関してはハザードマップで明示され、建物移転の必要性も指

摘されているが、平時の都市計画でそれが全面的に反映されることは少なく、ソフトの対策のみが行われることも多い。そこで、ここでは国内外の地震観測成果の活用状況、および他の自然災害リスクの予測成果の土地利用計画への反映状況について、関係機関、当事者の認識等を細かく整理することで、将来に向けた防災・減災の視点を含めた情報共有、対策実施のあり方を検討する。加えて、すでに災害危険区域に組み込まれた地域における土地利用の動向についても把握する。

すでに土地利用が進んでいたり、利便性とのバランスで土地利用形態が適正になるまでには時間を要すること。時間経過を組み込んだ土地利用の緩やかな適正化を図るための方法論を検討することは、まさに次期観測研究計画における社会の共通理解醸成のためにも重要である。そこで、これまでの災害事例およびその後の復興事例を精査し、土地利用による被害拡大の影響を把握するとともに、その後の地域復興プロセスにおいて将来の災害誘因予測がどのように土地利用計画へと反映されたのかについても把握する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

令和6年度～7年度は、国内での土地利用規制の運用実態を把握し、災害誘因予測が精緻化された状況下での運用のあり方を検討する。また、東日本大震災被災地における土地利用規制（災害危険区域）の現状把握にもつとめ、時間経過に伴う実態変化を把握する。
令和8年度は海外での建築制限の運用実態を把握するための調査を進める。具体的にはニュージーランド、トルコ、台湾を想定している。規制を進める当局だけでなく、住民や事業者、不動産関連業者への調査を進める。

令和9年度以降は、他の課題の知見を実際の土地利用計画の変更にどのように反映させることができるのか、または該当する地域における反応に関しての調査を、行政や地域樹民を対象に実施するとともに、災害誘因予測の精緻化に基づく土地利用規制の可能性について、その支援策も含めて検討する。合わせて、防災リテラシー向上のための知見を整理し、研修プログラムの検討チームへと提供する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

澤田雅浩（兵庫県立大学大学院　減災復興政策研究科）,馬場美智子（兵庫県立大学大学院　減災復興政策研究科）
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：兵庫県立大学大学院　減災復興政策研究科
電話：078-891-7376
e-mail：gensai@ofc.u-hyogo.ac.jp
URL：https://drg-u-hyogo.jp/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：澤田雅浩
所属：兵庫県立大学大学院　減災復興政策研究科

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：HYG_02

（1）実施機関名：

兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）大規模噴火に対応するための自治体間広域連携システム
（英文）Disaster Coordination System among Local Governments for Large-scale Eruptions

（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
(5) 大規模火山噴火

（4）その他関連する建議の項目：

３ 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(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
火山
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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第２次）」において、火山観測技術に関する防災リテラシーを向上させるために、市民参画によるオープンサイエンスの実践を桜島をフィールドに取り組んだ。また、「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第１次）」においては、御嶽山および口永良部島を事例に火山噴火発生時の自治体の政策決定の特徴を分析した。これまでの研究からは、火山噴火は発生頻度が高くないこともあり、行政・住民のリテラシーが十分ではなく、特に日本の災害対応は市町村を主体としているものの、市町村においては職員も専門職ではなく人事異動を繰り返すため過去の災害対応の知見が集積されにくい、という課題が示された。

（6）本課題の５か年の到達目標：

火山が大規模に噴火すると、そこに住む人々は長期に渡り地域外へ広域避難しなければならない。居住地に被害が及ぶ場合は、住まいを移転しなければならない。火山灰等は広域に拡散することから、広域なエリアに健康、環境、ライフライン、農業・漁業・地域産業被害がもたらされる可能性がある。長期化する噴火による身体的・精神的苦痛は災害関連死をもたらす可能性がある。災害関連死を含む人的被害を軽減するには、きめ細やかな被災者支援策を広域で展開する必要がある。そのためには、火山が位置する自治体と、拡散する噴出物により被害を受ける自治体や避難先となる自治体との間での噴火推移予測や観測情報の共有と、連携による被災者支援が不可欠である。とりわけ日本は災害対応における基礎自治体の役割が大きい反面、自治体間の相互連携の仕組みが脆弱でありその強化が求められる。

本研究では、大規模噴火において広域連携が求められる政策課題を明らかにし、それら政策課題に対応するための自治体間連携システムを検討することを目的とする。具体的には広域連携を促進するための法制度やリスクコミュニケーションの要件の把握、実践的な訓練を通した人材育成プログラムを提案する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

令和６年度は、大規模噴火において広域的な対応が求められる政策課題を噴火に関する資料調査から

網羅的に抽出し体系化する。具体的には、櫻島大正噴火、有珠山噴火を事例として、歴史資料、研究論文、報道記事、行政文書の通読と分析を行う。また、有珠山については、災害対応の関係者へのヒアリングを通して、当時の災害対応の状況を把握する。国内での大規模噴火事例は限られることから、フィリピンのピナトゥボ火山噴火、コロンビアのルイス火山噴火等の海外の大規模噴火事例の分析をあわせて行う。
令和７年度は、各自治体が噴火に備えて実施している訓練プログラムに関する調査を行う。訓練プログラムの内容・対象者や訓練による効果を把握し、広域連携を促進するための訓練プログラムを検討するための基盤とする。
令和８年度は、自治体間広域連携体制を検討する。火山防災協議会等の地方自治体が主として設置する会議体に加え、全国知事会のような全国域の連携体、九州地方知事会のような地方広域の連携体、相互応援協定に基づく体制や、後方支援拠点等のロジスティック支援体制等の広域連携体制のメリット/デメリットについて自治体関係者と研究会を行い検討する。
令和９年度は、大規模噴火対応を想定した訓練プログラムを検討し、被害が想定される自治体にて実践し、その効果を検証するとともに改善策を検討する。
令和10年度は、研究成果を総括するとともに、大規模噴火における自治体間広域連携の社会実装に向けた法制度の整備や人材育成のあり方等の具体策を提示する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

阪本真由美（兵庫県立大学減災復興政策研究科）,平井敬（兵庫県立大学減災復興政策研究科）
他機関との共同研究の有無：有
中道治久（京都大学防災研究所）,秦康範（日本大学）

（9）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：兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科
電話：078-891-7340
e-mail：sakamoto@drg.u-hyogo.ac.jp
URL：https://drg-u-hyogo.jp

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：阪本真由美
所属：兵庫県立大学大学院減災復興政策研究科

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：HYKN01

（1）実施機関名：

兵庫県立大学環境人間学部

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震・火山噴火災害の被害軽減に資する防災リテラシー向上のための知識要素の体系化と教育・研修プログラム開発

（英文）Systematization of knowledge elements and development of education programs for improving disaster literacy that contributes to reducing damage from earthquakes and volcanic eruptions

（3）関連の深い建議の項目：

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

（4）その他関連する建議の項目：

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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

本実施機関としては新規研究であるが、内容としては「地震・火山噴火災害における被害軽減のために利活用可能な要素・知識体系の整理・検証」（新潟大学災害・復興科学研究所、課題番号NGT_02））と関係がある。本課題の参加者は、当該課題の研究メンバーとして、2011年東日本大震災などの過去の災害事例をもとに、被害軽減のための社会素因の要素を明らかにする研究（Kimura and Iwao(2020), Kimura and Kadowaki(2020), Kimura(2022)）や、被害軽減のための防災教育に資する知識体系の整理・検証をする研究（Nagata and Kimura(2020), Sato and Kimura(2020), Kimura and Ikeda(2024), Kimura and Aikawa(2024）なども行った。

主要業績リスト

1) KIMURA, R. and IKEDA, M., Features and Issues of Disaster Management Education Practices in Schools and Communities in Japan: Based on an Analysis of Activities of Organizations Participating in the “Disaster Management Education Challenge Plan” of the Cabinet Office, J. of Disaster Research, Vol.19, No.1, pp.19-29, 2024.

2) KIMURA, R. and AIKAWA, K., Proposal for a Disaster Management Drill Program for High School Students Who Have Never Experienced a Disaster to Foster a Sense of “Awareness that Disaster Affects Everyone”, J. of Disaster Research, Vol.19, No.1, pp.124-138, 2024.

3) KIMURA, R., Support That Disaster Victims of the 2011 Great East Japan Earthquake Felt and Considerations on How to Formulate Measures for Disaster Management in the Future – Based on a Comparison with the 1995 Great Hanshin Awaji (Kobe) Earthquake, the 2004 Mid-Niigata Earthquake and the 2007 Chuetsu-Oki Earthquake, J. of Disaster Research, Vol.17, No.2, pp.183-196, 2022.

4) NAGATA, T. and KIMURA, R., A Development of the Disaster Management Education and Trainings Program for Children with Intellectual disability to Improve “Zest for Life” in the Event of A Disaster ― A Case Study on Tochigi Prefectural Imaichi Special School for the Intellectual disability ―, J. of Disaster Research, Vol.15, No.1, pp.20-40, 2020.

5) SATO, K., KIMURA, R., and OHTOMO, S., Typology of Learning Contents in “Supplementary Textbook for Disaster Prevention Education” ―What Are Teachers in the Areas Affected by the

Great Hanshin-Awaji Earthquake in 1995, and the Great East Japan Earthquake in 2011, Striving to Teach Students in Junior High School ?―, J. of Disaster Research, Vol.16, No.4, pp.794-812, 2021.
6) KIMURA, R. and IWAO, A , Study on Features of Rumors Generated at the Time of Disaster: Characterization of Actual Rumors, 17th World Conference on Earthquake Engineering Conference Proceedings, No.7f-0001, 12pp, 2020.
7) KIMURA, R. and KADOWAKI, A., Understanding Disorientation that Occurs Immediately after Earthquake, 17th World Conference on Earthquake Engineering Conference Proceedings, No.7f-0002, 11pp, 2020.

（6）本課題の５か年の到達目標：

地震・火山現象の理解・予測を災害の軽減につなげるためには、地震・火山現象に関する科学的な理解を深め、現象を予測するだけでは必ずしも十分ではない。地震・火山現象の理解・予測の研究成果を社会に適切に還元する必要があり、地震・火山現象の研究成果を理解する枠組みを国民１人１人が持ち、地震・火山現象の理解・予測を「防災リテラシー」（災害発生時に、自らの生命を守るための行動について、正しい判断を下し、適切に実行するための能力）として社会の共通理解醸成に発展させることが理想である。

しかし「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」（第1次）で本研究課題の実施者が文部科学省研究開発局地震・防災研究課と行った2016年熊本地震調査によると、回答者の約7割が「地域の活断層の存在を知らなかった」と答え、残りの3割についてもその内の過半数が「活断層があることは知っていたが、その活動層が地震を引き起こすとは考えなかった」と答えており、地震・火山災害についての知識が社会の共通理解情勢に至っていない。これは研究内容を理解するためにどのような知識体系のもとで防災リテラシーを醸成すべきか、これまで整理されてこなかったことが一因である。「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」（第2次）計画では、災害誘因である地震・火山現象の防災リテラシーの構築の取組が新たに導入され、萌芽的に、防災・災害対策にかかわる行政や関係機関の職員を対象に、必要な防災リテラシーの要素や枠組みの検討が行われた。

そこで本課題では、第2次計画で進めてきた試行的な防災リテラシーの研修プログラムを含め、様々な防災リテラシー向上のための教育体系・プログラムについて、対象者を学生や一般市民などにも拡大し、それぞれの対象者について実効性のある防災対策に必要な知識要素を特定しながら、教育・研修プログラムおよびユニットの開発と効果検証を発展させるとともに、地域の行政機関や学校機関などのステークホルダーと共同した研究も実施する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

本課題における研究は、心理学・教育学・教育工学分野における教育・研修プログラム開発で多用されるインストラクショナル・デザインにおけるADDIE（アディー）理論を基盤とする。ADDIE 理論とは、教育・研修プログラム開発を進めていくための基本となるプロセスモデルのことで、分析（Analysis）→設計（Design）→開発（Development）→実施（Implementation）→評価（Evaluation）というプロセスを複数回繰り返すことで教育・研修プログラムを開発・改善していくものである。

令和6年度は、分析と設計を中心に実施する。地震・火山研究者の研究者が「地震・火山現象の理解・予測のために理解してほしいこと・伝えたいこと」と、対象者である一般市民が「地震・火山現象で現実に理解していること」「理解したいと思っていること」をwebによる量的社会調査および、自治体・教育機関等の質的社会調査等から明らかにし、学習すべき防災リテラシーの要素の洗い出しを行う。また明らかになった知識要素について、先行的に教育プログラムおよび教材を作成し、教育効果を測定する。

令和7年度は、分析・設計に加えて、開発も中心的に実施する。洗い出しをした要素に基づき、防災リテラシーの体系および枠組みを仮説化しながら、抽出された知識要素の中で特徴的なものについて先行的に教育・研修プログラムを開発する。開発にあたっては、インストラクショナル・デザイン理論に基づき、誰でも教育・研修プログラムが実施できるような「指導案」および「教材」「ワークシート」「確認テスト」を開発する。またモデル地域において、パイロット的に実施・評価をしながら開発時点での修正を行う。

令和8年度は、分析・設計・開発を続けるとともに、仮説化された枠組みをもとに、複数の教育・研修プログラムの開発・実施・評価を、複数のモデル地域で実施して一般性・標準化の検討を行う。また、知識体系のもとに複数の教育・研修プログラムを組み合わせたカリキュラム（単元構想）を仮説的に提案する。

令和9年度は、分析・設計・開発を続けるとともに、複数の教育・研修プログラムおよびカリキュラムを実装し、対象者を一般市民・学生など広げた上で実施・評価することで、プログラムやカリキュラムの効果検証を行う。また再度、知識体系の分析・設計を行い、教育・研修プログラムの過不足の検討をする。

令和10年度は、実装された教育・研修プログラムおよびカリキュラムを複数のモデル地域や対象者で実施・評価することで、教育・研修プログラムの展開を図る。また、指導案や教材などが例えばweb上で閲覧・ダウンロードできるような共有サイトへの掲載・構築を図る。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

木村 玲欧（兵庫県立大学環境人間学部）

他機関との共同研究の有無：有

田村 圭子（新潟大学 災害・復興科学研究所）,井ノ口 宗成（富山大学 都市デザイン学部）,大友 章司（関東学院大学 人間共生学部）,高橋 誠（名古屋大学大学院 環境学研究科）,室井 研二（名古屋大学大学院 環境学研究科）,加藤 尚之（東京大学 地震研究所）

（9）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：兵庫県立大学環境人間学部
電話：
e-mail：
URL：https://www.u-hyogo.ac.jp/shse/koho/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：木村玲欧
所属：兵庫県立大学環境人間学部

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：III_01

（1）実施機関名：

東京大学情報学環

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）不確かさを含む地震・火山災害に関する災害誘因予測を、効果的な災害情報とするための表現技法に関する認知科学的アプローチ

（英文）Cognitive science approach on how to express disaster inducement forecasts for earthquake and volcanic hazards with uncertainty for effective disaster information

（3）関連の深い建議の項目：

３ 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(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

（4）その他関連する建議の項目：

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
(2) 首都直下地震
６ 観測基盤と研究推進体制の整備
(5) 社会への研究成果の還元と防災教育
(6) 次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第２次）」（令和元年度～令和5年度）の中では、地震学・火山学の成果として可視化・定量化・精緻化されてきている災害情報が、必ずしも、市民・社会の防災対策の推進に必ずしもつながっていないのではないかという問題意識から、地震学・火山学におけるシーズと社会の側のニーズが一致しておらず、地震学者・火山学者と社会の間にコミュニケーションギャップが存在することを解明してきた。

これまでの代表的な成果として、地震動予測地図に焦点を絞った研究がある。地震調査研究推進本部が作成している地震動予測地図においては「30年確率」を前提に震度毎に発生確率を計算している。だが、改めて検証すると「10～20年確率」で示した場合に、より「対策の必要性」意識を高めることがわかった。また、20代～40代は「30年確率」で示された場合、50～60年代は「10年確率」で示された際に、最も「対策の必要性」意識が高まるということがわかった。年齢が高いほど、この「対策の必要性」の意識を高める確率年は短くなる。また居住地（日本海沿岸か太平洋沿岸か）によっても意識は変わる。

次に、可視化という点から、想定に関する映像において、人々に認知面でのインパクトをもたらすテーマとそうでないテーマが存在することが明らかとなった。

総じて、地震学・火山学の知見を人々の接する災害情報にどのよう落とし込むかによって、活用のされ方や理解のされ方、また対策そのものが変化する。我々の研究では、地震動予測地図、地震の発生確率情報や被害想定など災害に関する科学的知見について、表現方法によって、また人の属性によって、受け止められ方が大きく変化することが、繰り返し確認されている。確率表現のあり方や、映像を用いた災害の表現方法など情報の特性に応じて、人の認知、記憶の残りやすさ、災害対策への行動意図などが大きく変化することが明らかになりつつある。この結果は頑強である。

（6）本課題の５か年の到達目標：

地震学・火山学の知見を人々の接する災害情報にどのように落とし込むかによって、活用のされ方や理解のされ方、また対策そのものが変化する。我々の研究グループの知見から、災害に関する確率表現のあり方や、映像を用いた災害の表現方法の在り方での災害をどのように表現するかなど情報の特性に応じて、人の認知、記憶の残りやすさ、災害対策への行動意図などが大きく変化することが明らかになりつつある。本課題では、これを発展させ、住民に防災意識の向上や適切な防災対策を促す情報のありようを、言語表現、確率表現、地図表現、映像表現などの要素に分け分析していく。

従来のアンケート調査を用いた調査のみならず、縦断的調査や、認知神経科学的手法を用いた実験などから、どのような表現手法、活用条件が効果的かを明らかにする。最終的には、地震学・火山学の成果としての災害情報をより効果的に伝える手法の開発に資する基礎的な知見を析出することを目標とする。

（7）本課題の５か年計画の概要：

認知科学、社会心理学をベースとして、不確かさを含む地震・火山災害に関する発生確率、地震動予測地図、被害想定などの災害誘因予測を、効果的な災害情報とするための表現技法の開発に資する基礎的な知見を析出する。具体的には、下記項目に関して、より防災意識を喚起する情報とはどのようなものか、より記憶として長く残りやすい情報とはどのようなものか、災害情報に絞って、認知、感情、記憶の関係性を解明する。

・言語表現（用語の認知度、程度の言語表現）
・確率表現（確率年、％表記と歩合表記）
・地図表現（地震動予測地図やハザードマップにおける色表現、解像度）
・映像表現（過去映像とシミュレーション映像、音声）

まず、これまでの知見を整理しつつ、従来のアンケート調査を用いた調査を基礎とし、縦断的調査、認知神経科学的手法などを用いた実験などから、どのような表現手法、活用条件が効果的かを明らかにしていく。最終的には、地震学・火山学の成果としての災害情報をより効果的に伝える手法の開発に資する知見を析出する。

スケジュールは以下の通り
R6年～R7年　言語表現、確率表現等に関する社会調査を用いた基本的調査、縦断的調査
R8年～R9年　映像表現等に関する認知神経科学的な実験調査
R10年　　とりまとめ

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

関谷直也（東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター）,安本真也（東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター）,石橋真帆（東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター）,田中 淳（東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター）,片田敏孝（東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター）

他機関との共同研究の有無：有

服部正幸（東日本大震災・原子力災害伝承館）,中丸 和（東日本大震災・原子力災害伝承館）

（9）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：東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター
電話：03-5841-5924
e-mail：cidir@iii.u-tokyo.ac.jp
URL：https://cidir.iii.u-tokyo.ac.jp/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：関谷直也
所属：東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：IRID01

（1）実施機関名：

東北大学災害科学国際研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）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
（英文）Analysis of historical disasters through topographic reconstructions from historical documents and pictorial maps in the Northeast region.

（3）関連の深い建議の項目：

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
ア. 史料の収集・分析とデータベース化

（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
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第２次）」においては、「東北地方における地震・津波・火山情報に関する歴史資料の所在調査とデータ収集」として、東北地方各地の地震・火山について記述した歴史資料について調査と災害情報の収集を実施し、従来把握されていた災害史料の再検討や新情報の抽出・分析をおこなった。また、「歴史地形の復元・可視化手法の確立と災害発生要因の分析」として、旧版地形図や明治期の地籍図や地引絵図、江戸時代の村絵図などを用いて、古絵図・古地図からの歴史地形の復原手法を確立するとともに、復原した歴史地形の分析から、現在の災害発生要因に歴史地形の変化が影響していることを解明した。これらの研究成果の一環として、1611年慶長奥州地震津波に対する歴史学・考古学・地質学・津波工学などの研究者による文理融合シンポジウムを開催した。

（6）本課題の５か年の到達目標：

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第３次）」では、東北地方全域をフィールドとして地震・津波・火山に関係する文献・絵図といった歴史資料について、博物館・図書館に収蔵される史料のほか、民間所在史料についても調査・整理を実施しながら調査・分析を進める。これにあたり、新出史料はもちろん、従来の研究で分析対象となった史料についても、史料の全体情報や該当する文書群全体の周辺情報を含めて史料情報を収集する。また歴史地形の復元については、旧版地形図をベースとしながら、各地に存在する大判の地籍図・村絵図なども調査対象として、超高精細スキャンなどを活用しながら情報を収集することにする。これらの方法で収集した情報を整理・分析し、千島海溝・日本海溝沿いにおける歴史地震・津波および日本海沿岸の歴史地震・津波に関する新たな視角からの分析を実施する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

本課題においては、東北地方各地で年次ごとにフィールドを設定し、対象地域の博物館・図書館の所蔵史料を手がかりとして現地調査を実施し、文献史料・絵図史料の情報を収集するとともに、各地の代表的な地震・津波・火山などの歴史災害について研究分析を実施する。

令和６年度は宮城県を中心に史料情報を収集し、1611年慶長奥州地震津波や1793年寛政地震津波などについての分析をおこなう。
令和７年度は岩手県を中心に史料情報を収集し、1677年延宝八戸沖地震や1896年明治三陸地震などの分析をおこなう。
令和８年度は福島県を中心に史料情報を収集し、1677年延宝房総沖地震などの分析をおこなう。
令和９年度は秋田県・山形県を中心に史料情報を収集し、1804年象潟地震などの分析をおこなう。
令和10年度は青森県を中心に史料情報を収集し、1793年寛政西津軽地震などを分析するとともに、五か年の研究成果を総括し、シンポジウムあるいは報告書等で成果の社会還元をおこなう。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

蝦名裕一（東北大学災害科学国際研究所）
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：東北大学災害科学国際研究所
電話：
e-mail：
URL：https://irides.tohoku.ac.jp/organization/ebina_yuichi.html

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：蝦名裕一
所属：東北大学災害科学国際研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：IRID02

（1）実施機関名：

東北大学災害科学国際研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）津波履歴情報の拡充と震波源の評価

（英文）Expansion of paleotsunami data and assessment of tsunami and seismic sources

（3）関連の深い建議の項目：

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

ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈

（4）その他関連する建議の項目：

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

(3) 千島海溝沿いの巨大地震

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

令和５年度までの計画では、「１．地震・火山現象の解明のための研究　（１）地震・火山現象に関する史料、考古データ、地質データ等の収集と解析　ウ．地質データ等の収集と整理」として、津波堆積物の認定、年代決定、津波規模の推定、地点間対比、津波堆積物の保存／消失過程の評価について、高度化のための手法を確立・実践し信頼性の高い地質情報を得るための研究を実施した。また、珪藻分析から地殻変動の履歴を構築する手法を開発した。現在までに、北海道太平洋沿岸や北方四島で調査を実施し、17世紀の巨大地震や1611年慶長奥州地震などに関係する可能性のある津波堆積物の分布と年代のデータを得てきている（西村ほか, 2020）。また、青森県八戸市や岩手県野田村では、津波堆積物に基づき約5500年前以降の津波履歴を明らかにする成果を得た（Velasco et al., 2022; Ishizawa et al., 2022）。また、近年に形成された津波堆積物の継続的調査から、地層中の津波堆積物の認定や評価に役立つ情報を抽出してきた（Chiba and Nishimura, 2022; Frenken et al., 2022）。地殻変動については、鍵となる珪藻の分布特性に関する基礎的資料を得ている（Chiba et al, 2021）。

（6）本課題の５か年の到達目標：

本課題の到達目標は、（１）津波堆積物および侵食地形の現地調査、（２）津波イベントの認定と高精度年代推定、（３）地殻変動履歴の構築、（４）地質・地形データの統合的解釈、（５）数値シミュレーションによる震波源の評価の５つについて、それぞれ手法の高度化を実現し、さらにこれらを結びつけて実践することで信頼性の高い地質情報を得ることにある。この情報をもとに海溝型巨大地震の発生履歴を明らかにし、地震発生の確率論的評価と決定論的評価の高度化に寄与することを目指す。具体的には、上記の５つの手法を千島～日本海溝北部と日本海東縁の各地に展開して地質・地形データの収集・解析を着実に進め、これらの地域における古地震・古津波の履歴情報を拡充し、震波源の時空間分布と多様性を明らかにする。特に、巨大地震の連動あるいは誘発といった観点においては、千島海溝の17世紀の巨大地震と日本海溝北部の1611年慶長奥州地震、両海溝における12～13世紀の地震、日本海溝北部における869年貞観地震と同時代の千島海溝の地震は重要であり、主な対象として調査研究を推進する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

（１）津波堆積物および侵食地形の現地調査

津波氾濫・土砂移動解析で津波堆積物および侵食地形の形成ポテンシャルが高い地域・地点を特定する。既知の津波堆積物の分布も踏まえつつ地下レーダー（GPR）および掘削調査（トレンチ掘削も含む）で古地形および地層を精密に探査し、分析試料を採取する。令和6年度から8年度は北海道の胆振地方および青森県の下北・上北地方、令和9年度と10年度は北海道の日高～根室地方を対象とする。

（２）津波イベントの認定と高精度年代推定

採取試料を対象に、コアスキャンによる堆積構造と元素組成データの取得と、粒度分析・元素（CNS）分析による古環境の推定を行い、津波堆積物の認定を行う。また、放射性炭素（14C）年代測定と火山灰の同定を行い、津波イベントの高精度な編年と広域対比を行う。

（３）地殻変動履歴の検出

採取試料の珪藻分析を行い、珪藻群集の変遷から地震時および地震間の環境変化を検出して、プレート境界地震に関わる長期の地殻変動履歴を明らかにする。これを基に、波源推定や浸水域評価の基礎資料として、地殻変動量データを整備する。

（４）地質・地形データの統合的解釈

実施項目（１）～（３）で得たデータと史料や考古に関する既存資料を収集・統合して古地形・古環境を解釈し、震波源の評価に用いる復元地形の数値標高モデルを整備する。

（５）数値シミュレーションによる震波源の評価

実施項目（４）で整備した復元地形を用いて津波土砂移動数値解析を実施し、津波堆積物を説明できる波源域と滑り量の分布を推定する。解析対象範囲は広域にわたるため、逐次近似最適化手法を適用して現実的な計算量で波源断層パラメータを制約する。

(8) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

菅原　大助（災害科学国際研究所）,石澤　尭史（災害科学国際研究所）

他機関との共同研究の有無：有

髙清水　康博（新潟大学教育研究院）

(9) 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：東北大学災害科学国際研究所
電話：022-752-2049
e-mail：irides-pr@grp.tohoku.ac.jp
URL：https://irides.tohoku.ac.jp/index.html

(10) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：菅原大助
所属：東北大学災害科学国際研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：IRID03

（1）実施機関名：

東北大学災害科学国際研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）ゆっくりすべりによる大地震発生確率の計算

（英文）Probability calculation of the occurrence of large earthquakes using slow slip events

（3）関連の深い建議の項目：

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
イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証

（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
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(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
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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

新規研究

（6）本課題の５か年の到達目標：

高精度な測地データ（GNSS, 海底地殻変動）の変位時系列や地震活動からゆっくりすべりイベント（SSE）シグナルを半自動的かつ高精度に検出する手法を開発し、SSEが地震に先行して発生する事例と発生しない事例を多数収集する。それらの事例から、SSEの発生後に大地震が発生する確率を統計的経験則として明らかにする。また、SSEが大地震を誘発するメカニズムの検討や、大地震発生予測を念頭においたSSEの即時解析手法の構築も実施する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

本研究では、まず、測地データとCNNを用いた深層学習手法と、自動的・即時的に地震活動検出を行う解析システムを構築し、両者の組み合わせからSSEを高精度で推定・判定する解析手法を開発する。その手法は、複数の測位技術（陸域観測のGNSS、InSAR、海底観測のGNSS-A、海底圧力計）によって得られるデータすべてに対応し、また、プレート境界と陸域活断層のすべりの両方に適用できる汎用性のあるものを目指す。

解析手法構築後に、事例抽出、抽出事例の解析によるSSEが大地震を誘発するメカニズムの検討、短期的地震発生予測の社会実装を念頭に置いたSSEの即時解析手法の構築を行う。研究対象領域は、プレート境界については複数のSSE-大地震の事例が知られている東北日本の日本海溝沈み込み帯、陸域活断層についてはGNSSによる深部すべりが検出されている中央構造線（四国）などとする。

令和６年度においては、測地データと深層学習を用いたSSE検出手法の開発を行う。地震データについては、自動的・即時的に高精度の微小地震や微動の震源決定を行う解析システムを構築する。令和７年度においては、手法開発を継続するとともに、測地データによる解析と地震データによる解析

の統合によるSSE検出の信頼度向上を検討する。また、実データへの試用を通した検出精度のチェックをおこなう。令和８年度においては、検出手法について、即時的・逐次的なものに改良する。また、事例抽出に着手する。令和９年度においては、事例抽出を継続する。また、SSE事例のうち後発の地震の有無ごとに事例を整理し、SSEが発生した後の地震発生確率についての試算を行う。さらに、抽出された事例をもとに、SSEによる大地震の誘発機構について検討する。令和１０年度においては、これまでの結果を総合し、SSEが大地震を誘発する確率評価を行う。また、SSEによる大地震の誘発機構についても成果をまとめる。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

福島洋（東北大学災害科学国際研究所）,富田史章（東北大学災害科学国際研究所）,岡田悠太郎（東北大学災害科学国際研究所）

他機関との共同研究の有無：有

日野亮太（東北大学大学院理学研究科）,太田雄策（東北大学大学院理学研究科）,吉田圭佑（東北大学大学院理学研究科）,内田直希（東京大学地震研究所）,加納将行（京都大学防災研究所）,矢野恵佑（統計数理研究所）,飯沼卓史（海洋研究開発機構）

（9）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：東北大学災害科学国際研究所
電話：
e-mail：
URL：https://irides.tohoku.ac.jp/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：福島洋
所属：東北大学災害科学国際研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：IRID04

（1）実施機関名：

東北大学災害科学国際研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）防災における非合理的な認知・意思決定と行動変容の心理・脳基盤理解
（英文）Understanding the Psychological and Brain Basis of Irrational Cognitive and Decision-Making Processes and Behavioral Change in Disaster Prevention

（3）関連の深い建議の項目：

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

（4）その他関連する建議の項目：

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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

第２次の研究では、災害情報を活用する「災害を生きる力」因子の認知・脳科学的実体と、これを防災に活用するための考え方のモデル体系化を目指してきた。第３次の研究に繋がる成果として、例えばリスクに関わらず「まず避難」する意思決定に脳内の感情反応抑制が重要であること、すなわち被災リスクや避難行動に対する忌避感情が避難行動を阻害しており、これらを抑制することが、適切な防災行動につながる可能性が示唆された。これは正常化バイアスの頑強性の説明となりうるメカニズムである。さらにこの研究の中で、架空災害シナリオを用いた避難意思決定課題を開発し、防災教育動画によって行動変容が生じることも証明している。

（6）本課題の５か年の到達目標：

地震・火山現象に関する自然科学的理解を共有しても、必ずしも市民の防災行動に結びつかない。このギャップを説明する人間の自然・社会認識と行動意思決定・制御プロセスについて、本研究では以下２つの重要なトピックを扱い、災害事例分析に基づいた実験系開発によって、それぞれ認知・脳メカニズムのレベルで理解することを目指す。

(1) 防災行動変容の２経路モデルの脳実証

科学的理解と実際の行動実践のギャップに関する心理・認知脳科学的研究は、健康教育（禁煙や反薬物、生活習慣病対策）の分野で、特に米国で先行している。その近年の成果では、向健康行動（例：禁煙・反薬物）の実践動機は、その問題（喫煙・薬物の有害性）の自己関連性（自分事である）と向健康行動の自己効力感（自分で実践できる）の２つの主要因に依存すると考える「２経路モデル」が有力である。本研究では、防災における人間の行動変容に、この２経路モデルを援用する可能性を検討する。すなわち、防災教育動画の効果が、防災の問題の自己関連性（自分事である）とそれに対する対策の自己効力感（自分で実践できる）の統合によって行動変容を促す可能性について、行動・脳計測実験で検証する。

(2) 非合理的な認知・意思決定過程の概念モデル化

人が災害リスクを非合理的に低く見積もり、適切な対応行動を行わない傾向は、「正常性バイアス」の名で社会一般でも認識され、多くの災害事例で指摘される。一方で、適切な避難意思決定も、必ずしも合理的・熟慮的な思考プロセスに基づいたものとは限らず、「なんとなくヤバイと思った」と言った振り返りもよく耳にする。このような非合理・直感的な認知・意思決定過程について、学術的な概

念化・理論化は実質的にほとんどなされていない。実際のところ、我々の生きる世界は災害のみならず多種多様なリスクに満ち溢れており、そのすべてに合理的・熟慮的に対応することは現実的でなく、日々の人生でリスクを取ることが適切な場面も少なくない。災害情報に対する一般市民の認知・意思決定過程の適切性を議論するためには、メンタルヘルスや個人の生活史を含めた全人的視野で、認知・意思決定過程を理解する必要がある。本研究では、特にバイアスや防衛機制といった無意識的過程を重視し、災害における「適切」な認知・意思決定について、実際の災害事例分析と実験系での行動・脳計測知見に基づき、５年間でその考え方の枠組みを提示する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

(1) 防災行動変容の２経路モデルの脳実証

令和６年度においては、第２次の研究で得られた行動・脳実験計測データの追加分析により、防災教育動画の効果が行動変容をもたらす脳過程を解明する。令和７年度においては、防災の自己関連性と自己効力感を独立に操作する防災動画教育介入課題を開発し、各介入の効果について脳過程を解明する。令和８～９年度においては、防災行動変容の２経路モデルの妥当性を数理モデルで実証し、防災教育デザインへの活用方法を提案する。

(2) 非合理的な認知・意思決定過程の概念モデル化

令和６～７年度にわたり、災害における「適切」な認知・意思決定について、実際の災害事例分析により、バイアスや防衛機制といった無意識的過程との関係を検討する。その中から防災教育の対象となりうる認知過程を絞り、令和８年度に行動・脳計測実験をデザインする。令和９年度に当該実験を実施し、データ解析を行う。令和１０年度にデータ解析結果を(1)と統合し、防災における非合理的な認知・意思決定過程の概念モデルを提示する。

(8)実施機関の参加者氏名または部署等名：

杉浦 元亮（災害人文社会研究部門）

他機関との共同研究の有無：有

三浦 直樹（東北工業大学）,榊 浩平（東北大学 応用認知神経科学センター）,刘淳琳（東北大学 応用認知神経科学センター）,丁 一（東北大学 応用認知神経科学センター）,鄭 嫣婷（東北大学 国際文化研究科）

(9)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：災害人文社会研究部門

電話：

e-mail：zisin-yoti@irides.tohoku.ac.jp

URL：https://hubs.idac.tohoku.ac.jp/

(10)この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：杉浦元亮

所属：災害科学国際研究所 認知科学研究分野

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：IRID05

（1）実施機関名：

東北大学災害科学国際研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）南海トラフ地震のリスクに対する住民の行動変容促進のための方法論の研究
（英文）Methodological development on promoting behavioral changes of citizens against the risks of the Nankai Trough earthquakes

（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
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震

（4）その他関連する建議の項目：

３地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(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
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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

新規研究

（6）本課題の５か年の到達目標：

本研究課題では、「行動変容」と「介入」いうキーワードに着目し、行動変容のための理論や実践・実績の積み重ねがあるヘルスコミュニケーション学と対比させ、これまでの防災コミュニケーションの取り組みを体系的に整理したうえで、これまでなかなか減らすことができなかった地震津波リスクを抜本的に減らすための方法論の確立を目的とする。ここで、本研究課題においては、地震による揺れと津波に関し「被災を防ぐ・減らすための方法を理解」したうえで、「実際に対策行動を取った」（耐震化や家具転倒対策等）または「実際に対策行動を取る能力を獲得し、揺れや津波襲来時に適切な対策行動を取る可能性が高い」状態を行動変容が達成された状態と定義する。南海トラフ地震を主対象とするが、国内他地域との比較を通じてより実効的な方法論の検討を行う。また、計画の全体趣旨を考慮し、科学的知識（ハザードマップ、地震の発生確率等の情報）が行動変容に寄与する度合いについても明らかにする。

（7）本課題の５か年計画の概要：

５か年において、１）研究設計・行動変容のための介入方法の探索、２）介入の試行、３）介入の有効性の評価を実施する。研究対象地域は、静岡県と高知県を中心とする。介入試行の方法としては、人口規模や地理的条件等が類似する近隣にあるふたつの自治体を選定し、それぞれに異なる種類の介入を順番を入れ替えて行うことにより、介入群と対照群のデータを収集しその統計的差異等を比較する。各年度の実施計画は以下の通りである。

令和６年度においては、行動変動を阻害する要因の調査（既存の研究成果のリサーチと、住民への半構造化インタビュー調査）、防災と健康に関する既往の行動変容促進手法の整理と対比、保健師・防災士・民生委員等の「介入者」による地域コミュニティレベルあるいは個人レベルでの介入の可能性やその方法の探索を行う。

令和７年度においては、インタビュー調査と介入方法の探索を引き続き実施するとともに、行動変容の阻害要因と促進要因を洗い出し、行動変容に資する介入方法を決定する。令和７年度～８年度にかけて、建物の耐震化率や避難場所を知っている割合などの地震防災準備度指標を確定のうえ、これに関する調査を実施したあと、介入を実施する。その後再度、指標に関する調査を行う。なお、令和７年度からは、メンバーを追加して研究を加速させる。

令和９年度～１０年度においては、得られたデータの分析を行い、各指標の変化をもとに、介入による効果に関する知見をまとめる。また、追加での介入試行と指標調査も検討する。成果を論文としてまとめるとともに、協力自治体での報告会を行い、今後の展開についての示唆を得るとともに、研究成果の地域への還元と国内外の情報発信を行う。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

福島 洋（東北大学災害科学国際研究所）,栗山 進一（東北大学災害科学国際研究所）,佐藤 健（東北大学災害科学国際研究所）,ゲルスタ ユリア（東北大学災害科学国際研究所）,佐藤 翔輔（東北大学災害科学国際研究所）,大類 真嗣（東北大学災害科学国際研究所）

他機関との共同研究の有無：有

森田 果（東北大学大学院医学系研究科）,岩本 萌（東北大学大学院医学系研究科）,尾島 俊之（浜松医科大学医学部）,小杉 素子（静岡大学学術院工学領域）

（9）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：東北大学災害科学国際研究所
電話：
e-mail：
URL：https://irides.tohoku.ac.jp/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：福島洋
所属：東北大学災害科学国際研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：IRID06

（1）実施機関名：

東北大学災害科学国際研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）海洋物理モデルと連携したウェーブグライダーを用いたGNSS-A観測の高度化
（英文）Development of GNSS-A survey using a waveglider with oceanographic model

（3）関連の深い建議の項目：

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
イ. 観測・解析技術の開発

（4）その他関連する建議の項目：

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
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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

東北大学では、2011年の東北沖地震の前からGNSS-A方式の海底地殻変動観測を実施しており、曳航ブイ方式、船舶方式、係留ブイ方式など様々な海上プラットフォームでの観測の経験を有する。東北沖地震後の大規模な観測により余効変動場の検出を行う過程で、定点観測・移動観測など様々な条件に対応した解析手法を開発し、最適な観測形態について検討を続けてきた。さらに、係留ブイで得た技術を継承し、効率的に大規模観測を実施するためのウェーブグライダー（WG）による観測システムの実用化に成功し、観測実績を積んできた。このように基礎技術はすでに完成しており、本研究で高度化を目指す、海洋物理データと連携した観測時の運用の最適化、海中音速構造推定の精緻化、リアルタイムデータ処理などを確実に実施する下地がある。

第２次計画では、建議項目１(5)ア（関連：5(2)ウ・５(3)イ）において課題IRID02を実施した。アレイの中心に海底局を１局追加するだけで、WGが苦手とする移動観測無しで上下変位まで推定可能なことを見出し、実際に北海道大学・東北大理と共同で根室沖に新設した観測点で実証した。

（6）本課題の５か年の到達目標：

海洋研究開発機構と東北大学は、無人海上プラットフォームであるWGによる観測システムを開発・実用化して実観測に導入した。今後、より効果的な観測のため、海流による航行性能の低下や音響測距用の基準音速プロファイル計測ができないなどの、船舶観測に対するWGの短所を克服する必要がある。一方で、WGの長所を活かした長期連続観測や災害時の機動観測でのリアルタイムデータ取得などの、次世代観測が可能な技術開発も望まれる。本研究では、海洋物理モデルと連携し、海流の変動を予測した観測実施計画の動的最適化および海中音速構造の正確な推定による測位精度向上に加え、WG上での即時解析によるリアルタイムデータ取得を実現し、災害時にも役に立つシステムへと発展させることを目標とする。

（7）本課題の５か年計画の概要：

本課題では、上記の目的を達成するため以下の(a)～(d)の研究を実施する。また、海洋モデルとの比較のための海中音速データの取得や、実証のためのWGおよび船舶によるGNSS-A観測は、北海道大学、東北大学理学研究科、東京海洋大学、東京大学地震研究所の課題とも連携し、観測で得られた成果を共有する。実証試験は千島海溝から日本海溝にかけて実施する。

(a)海洋研究開発機構が運用しているJCOPE2Mなどの海洋再解析モデルを利用し、基準音速プロファイルのほか海中音速場の空間不均質の先見情報を与えた解析方法を確立する。(b)WG上でのリアルタイム解析＆データ伝送を完成させるため、走時検出を行う音響波形処理を完全自動化する。(c)逐次更新のリアルタイム解析結果と海流予報を把握した上で、移動観測の長さや測線などを動的に最適化できるようにする。(d)理論と実証観測から、船舶とWGの同時観測などの新たな観測形態について、検討を続ける。

【令和6-7年度】：海洋再解析モデルについて、過去のGNSS-A観測データで推定した音速場と比較し、その分解能と、時間・空間位置の確度について特徴を把握する。また、観測航海の回航時を利用しXCTD等による側線に沿った音速プロファイルを得て、モデルとの乖離具合を把握する。過去の海流の履歴をモデルから抽出し、WGによる観測が困難な状況の発生場所・頻度に関する基礎情報を得る。音響波形処理の完全自動化のアルゴリズムを開発し、後処理解析に取り入れて性能を評価する。観測精度を上げる観測形態を考案し、主に理論により実効性を検討する。

【令和8-9年度】：海洋再解析モデルを海中音速構造の先見情報として組み入れた測位解析アルゴリズムを開発し、精度の改善度合いを確認する。XCTD等による側線に沿った音速プロファイル取得を多くの海域で継続する。音響波形処理アルゴリズムをWGのCPUで処理可能なまでにカスタマイズし実装する。WGの観測時のPPP-RTKの利用も視野に入れ、リアルタイムの地殻変動データの取得を実証する。船舶との同時観測の機会を利用し、様々な観測形態を試しつつ多様な観測手法を実証していく。

【令和10年度】：先見情報を入れた解析を過去にまで遡って実施し、これまでの地殻変動の推定値をアップデートし、キャンペーン観測ごとのばらつきが低減するか確認する。その結果を反映し、プレート境界の挙動、特に時間変化現象の解明に役立てる。海流予報とリアルタイム観測値から動的に観測形態を変える運用を実施しノウハウをまとめる他、災害時の即時観測の実効性を評価する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

木戸元之（東北大学災害科学国際研究所）,富田史章（東北大学災害科学国際研究所）,Chi-Hsien Tang（東北大学災害科学国際研究所）

他機関との共同研究の有無：有

太田雄策（東北大学大学院理学研究科）,飯沼卓史（海洋研究開発機構）

（9）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：東北大学災害科学国際研究所
電話：
e-mail：zisin-yoti@irides.tohoku.ac.jp
URL：https://irides.tohoku.ac.jp/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：木戸元之
所属：東北大学災害科学国際研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：JAMS01

（1）実施機関名：

海洋研究開発機構

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）海域火山観測研究
（英文）Research for submarine volcano

（3）関連の深い建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

（4）その他関連する建議の項目：

３ 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(3) 火山噴火による災害誘因評価手法の高度化

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

令和元年度～令和5年度までに、以下の海域火山を対象に観測研究を実施した。
1、鬼界海底カルデラ火山
2、西之島
3、福徳岡ノ場
4、伊豆大島
5、三宅島
6、孀婦海山

（6）本課題の５か年の到達目標：

（国立研究開発法人海洋研究開発機構第4期中期目標より抜粋）
III　１．（３）海域で発生する地震及び火山活動に関する研究開発
我が国の周辺海域においては、南海トラフ地震や海底カルデラ等、大規模災害をもたらす地震・火山活動が活発であり、防災・減災対策の更なる強化が求められている。そのための具体的な検討を進めるには、海底下で進行する地震・火山活動の実態把握及び長期評価が欠かせないものの、現在は観測データも十分に揃っていない状況にあり、観測体制の構築と、データの取得・解析を通じたメカニズムの理解等の科学的知見の充実が課題となっている。このため、機構は、地震発生メカニズムの理解、プレート固着の現状把握と推移予測及び海域火山活動の予測研究に資するデータと知見を蓄積し、地震調査研究推進本部、気象庁、防災科学技術研究所、大学等の関係機関に情報提供することで、地震発生帯の現状把握・長期評価及び火山活動評価に貢献する。これを実現するために、大学や防災科学技術研究所等の関係機関と連携して、南海トラフ地震の想定震源域等を中心とした、広域かつ精緻なデータを連続的にリアルタイムで取得する海底地殻変動観測網の整備・高度化を進めるとともに、高精度の海底地下構造調査、海底堆積物・海底下岩石試料の採取・分析を実施する。これにより得られたデータと既存のデータの統合・解析を行うことで、地震発生帯モデル及びプレート固着状態に関する推移予測手法の高度化を行う。また、海域火山に係る先進的な観測手段を確立し、海域火山周辺において火山活動の現状把握を行うとともに、地球内部構造や熱・物質循環機構等の解析を進める。

（7）本課題の５か年計画の概要：

国立研究開発法人海洋研究開発機構第4期中期計画に基づき下記の事項について実施する。

海底火山の噴火は、突発的かつ大規模な災害をもたらし、また地球環境への影響が非常に大きい。これら火山災害の発生予測や地球環境への影響評価を行うためには、その原因となる熱、マグマ、流体の発生と輸送現象、噴火履歴や噴火推移､更にそれらの準備過程に当たる地球内部活動を理解することが重要である。そこで、本課題では、国際深海科学掘削計画（IODP）の下で地球深部探査船「ちきゅう」 等を用いた海洋掘削を推進し、海底火山活動の観測、調査、地質試料の採取分析によって活動履歴、過去の噴火様式等の現状を把握する。また、得られたデータや知 見を用いて地球内部構造や物質の収支等を推定し、火山活動を支配する地球内部 流体やエネルギーの循環機構、マグマ供給の仕組み等を、単体の火山からグローバルな規模まで解明する。
具体的には(1)無人自動観測システムと海底観測機器を組み合わせた海域火山観測システム の開発 (2)我が国大規模のカルデラ等を対象とした構造探査、火山体の海底調査、岩石試料の採取 (3)火山活動の現状把握とマグマや流体の生成から噴火に至る過程及び様式の理解に基づいて得られる海底火山活動の予測に資するデータ及び知見の国及び大学等研究機関への提供等をおこなう。
これらの進捗状況を踏まえ(1)伊豆・小笠原弧等の海底火山における海域火山観測システムを用いた火山活動の現状把握(2)継続的な各種調査・観測の実施、試料の採取及び分析により蓄積された知見を活用した、国内外の火山の中長期活動や噴火過程の比較検証 (3)「ちきゅう」等を用いた火山体深部や海洋地殻の実態と形成過程の解明を目指した海洋掘削を可能とするためのデータ及び研究成果の創出等に取り組む。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

小野重明（海域地震火山部門 火山・地球内部研究センター）,田中聡（海域地震火山部門 火山・地球内部研究センター）,桑谷立（海域地震火山部門 火山・地球内部研究センター）,羽生毅（海域地震火山部門 火山・地球内部研究センター）,中野優（海域地震火山部門 火山・地球内部研究センター）
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：海域地震火山部門
電話：
e-mail：
URL：http://www.jamstec.go.jp/rimg/j/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：羽生毅
所属：国立研究開発法人海洋研究開発機構　海域地震火山部門

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：JAMS02

（1）実施機関名：

海洋研究開発機構

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）海底広域変動観測研究
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

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化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震

（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
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
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
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
(3) 千島海溝沿いの巨大地震
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
イ. 観測・解析技術の開発
エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開
(4) 国際共同研究・国際協力

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第２次）」（令和元年度～令和5年度）の中で実施していた「海底広域変動観測研究」と密接に関連する。令和5年度までは、国立研究開発法人海洋研究開発機構第4期中期目標に掲げられている「海域で発生する地震及び火山活動に関する研究開発」の下で、大学や国研等の関係機関と連携して以下のような研究を進めてきた。
南海トラフや千島海溝、日本海溝などの地震発生帯において、高精度の海底地下構造調査、海底堆積物・海底下岩石試料の採取・分析を実施した。これらにより、たとえば、南海トラフではプレート沈み込みの様相を従来よりも遥かに高解像度でイメージングすることに成功した他、詳細なプレート断層面形状やプレート断層面付近の物性が、プレート固着域やスロー地震分布と興味深い一致を示すことなどを明らかにした。

（6）本課題の５か年の到達目標：

引き続き国立研究開発法人海洋研究開発機構の中期計画に沿って研究開発を進める。
まず、最初の2年間(令和6年度および7年度)は、国立研究開発法人海洋研究開発機構第4期中期目標にかかげられている大目標の一つである「（３）海域で発生する地震及び火山活動に関する研究開発」の下で、以下の研究を進める。
我が国の周辺海域においては、南海トラフ地震や海底カルデラ等、大規模災害をもたらす地震・火山

活動が活発であり、防災・減災対策の更なる強化が求められている。そのための具体的な検討を進めるには、海底下で進行する地震・火山活動の実態把握及び長期評価が欠かせないものの、現在は観測データも十分に揃っていない状況にあり、観測体制の構築と、データの取得・解析を通じたメカニズムの理解等の科学的知見の充実が課題となっている。このため、機構は、地震発生メカニズムの理解、プレート固着の現状把握と推移予測及び海域火山活動の予測研究に資するデータと知見を蓄積し、地震調査研究推進本部、気象庁、防災科学技術研究所、大学等の関係機関に情報提供することで、地震発生帯の現状把握・長期評価及び火山活動評価に貢献する。これを実現するために、大学や防災科学技術研究所等の関係機関と連携して、南海トラフ地震の想定震源域等を中心とした、広域かつ精緻なデータを連続的にリアルタイムで取得する海底地殻変動観測網の整備・高度化を進めるとともに、高精度の海底地下構造調査、海底堆積物・海底下岩石試料の採取・分析を実施する。これにより得られたデータと既存のデータの統合・解析を行うことで、地震発生帯モデル及びプレート固着状態に関する推移予測手法の高度化を行う。また、海域火山に係る先進的な観測手段を確立し、海域火山周辺において火山活動の現状把握を行うとともに、地球内部構造や熱・物質循環機構等の解析を進める。
令和8年度以降も、国立研究開発法人海洋研究開発機構の次期中期目標のもと、継続して本課題に取り組んでいく。

（7）本課題の５か年計画の概要：

南海トラフにといては、令和6年度と令和7年度には、東南海地震震源域付近においてプレート境界断層の詳細形状や物性分布を把握するための構造探査研究を実施する。日本海溝域においては、令和6年度と令和7年度には、宮城県沖から福島、茨城県沖付近におけるプレート沈み込みの様相を大局的に捉えるための反射法地震探査やプレート境界断層付近の詳細な物性不均質性を捉えるための屈折法探査を実施する。
令和8年度以降は、海洋研究開発機構の中長期計画の具体化を待つ必要があるが、これまでデータ取得が遅れている足摺岬から日向灘にかけての海域や伊豆小笠原沈み込み帯などの調査研究を視野に入れつつ、引き続き海底広域変動観測研究により地震発生場の実態把握研究を実施していく。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

海域地震火山部門地震発生帯研究センター
他機関との共同研究の有無：有
東京大学地震研究所,東京大学大気海洋研究所,東北大学,ほか

（9）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：海域地震火山部門 地震発生帯研究センター
電話：
e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：藤江剛
所属：海域地震火山部門 地震発生帯研究センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：JAMS03

（1）実施機関名：

海洋研究開発機構

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震・津波の発生過程の理解とその予測研究
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

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

（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
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
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
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
イ. 津波の事前評価手法
(2) 地震の災害誘因の即時予測手法の高度化（重点研究）
イ. 津波の即時予測手法
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
(3) 千島海溝沿いの巨大地震
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
イ. 観測・解析技術の開発
エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開
(3) 関連研究分野の連携強化

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第２次）」（令和元年度～令和5年度）の中で実施していた「地震発生帯モデリング研究海底広域変動観測研究」と密接に関連する。令和5年度までは、国立研究開発法人海洋研究開発機構第4期中期目標に掲げられている「海域で発生する地震及び火山活動に関する研究開発」の下で、大学や国研等の関係機関と連携して以下のような研究を進めてきた。

地震発生帯の現状把握・長期評価へ貢献するために、地震発生帯の調査観測から得られた最新の観測データに基づき、地震発生メカニズムの理解やプレート固着の現状把握と推移予測に資する知見を蓄積してきた。現状把握や推移予測のベースとなる地下構造モデルを構築した。また、現状把握と推移予測のための解析手法高度化と実データ適用については、観測データやモデルの不確さを考慮した固着すべり解析手法を構築するとともに、様々な観測量から摩擦パラメータを推定する複数の手法を開発した。さらに、推移予測システムのプロトタイプ構築を進めた。

（6）本課題の５か年の到達目標：

引き続き国立研究開発法人海洋研究開発機構の中期計画に沿って研究開発を進める。
まず、最初の2年間(令和6年度および7年度)は、国立研究開発法人海洋研究開発機構第4期中期目標にかかげられている大目標の一つである「（３）海域で発生する地震及び火山活動に関する研究開発」の下で、以下の研究を進める。
我が国の周辺海域においては、南海トラフ地震や海底カルデラ等、大規模災害をもたらす地震・火山活動が活発であり、防災・減災対策の更なる強化が求められている。そのための具体的な検討を進めるには、海底下で進行する地震・火山活動の実態把握及び長期評価が欠かせないものの、現在は観測データも十分に揃っていない状況にあり、観測体制の構築と、データの取得・解析を通じたメカニズムの理解等の科学的知見の充実が課題となっている。このため、機構は、地震発生メカニズムの理解、プレート固着の現状把握と推移予測及び海域火山活動の予測研究に資するデータと知見を蓄積し、地震調査研究推進本部、気象庁、防災科学技術研究所、大学等の関係機関に情報提供することで、地震発生帯の現状把握・長期評価及び火山活動評価に貢献する。これを実現するために、大学や防災科学技術研究所等の関係機関と連携して、南海トラフ地震の想定震源域等を中心とした、広域かつ精緻なデータを連続的にリアルタイムで取得する海底地殻変動観測網の整備・高度化を進めるとともに、高精度の海底地下構造調査、海底堆積物・海底下岩石試料の採取・分析を実施する。これにより得られたデータと既存のデータの統合・解析を行うことで、地震発生帯モデル及びプレート固着状態に関する推移予測手法の高度化を行う。また、海域火山に係る先進的な観測手段を確立し、海域火山周辺において火山活動の現状把握を行うとともに、地球内部構造や熱・物質循環機構等の解析を進める。
令和8年度以降は、国立研究開発法人海洋研究開発機構第5期中長期目標にかかげられている大目標の一つである「（２）地球変動帯で発生する地震及び火山活動の諸現象に関する研究開発」の下で、継続して本課題に取り組んでいく。

（7）本課題の５か年計画の概要：

令和6年度と令和7年度には、既存データ、中長期計画前半で得られた構造データに基づき、地域ごとの詳細構造を取り込んだ三次元地震発生帯地下構造モデルの高度化を実施するとともに、高度化以前のモデルを用いた地震の発生、地震波の伝播、津波の発生等の各過程に関するシミュレーションや、地殻活動のデータ解析、海洋変動の影響評価を実施する。また、データ同化手法等を用いたプレート固着状態の推移予測の試行を実施する。さらに、関係機関との協力により高度化した即時津波被害予測システムの社会実装を進める。令和8年度以降は、観測技術並びに地下構造モデルを踏まえた解析手法開発を進め、地震・火山の時空間変化のモニタリングを実施する。さらに、地震や火山、またはそれらに励起される津波に対しては、推移を予測するための手法を高度化する。それらの成果を踏まえて、地震・火山・津波データのリアルタイム解析から、その情報発信の仕組みまでを一体的に開発することで、現状把握と推移予測の高度化を実施していく。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

地球モニタリングセンター
他機関との共同研究の有無：有
防災科学技術研究所,東京大学地震研究所,東北大学,静岡県立大学

（9）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：地震火山研究部門　地球モニタリングセンター
電話：
e-mail：
URL：https://www.jamstec.go.jp/ggm/j/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：飯沼卓史
所属：地球モニタリングセンター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：JCG_01

（1）実施機関名：

海上保安庁

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）海洋測地の推進
（英文）Promotion of marine geodesy

（3）関連の深い建議の項目：

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

（4）その他関連する建議の項目：

6 観測基盤と研究推進体制の整備
(4) 国際共同研究・国際協力

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

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。また、令和2年度、令和4年度および令和5年度にGNSSアンテナとSLR望遠鏡不動点との相対位置関係を求めるためのコロケーション測量を実施しており、令和2年度の成果をInternational Earth Rotation and Reference Systems Service（IERS）に報告している。

（6）本課題の５か年の到達目標：

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を把握するためのデータを提供し精度向上に貢献する。
コロケーション測量を継続し、GNSSアンテナとSLR望遠鏡不動点の相対位置関係を精度良く決定する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

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する。
GNSSアンテナとSLR望遠鏡不動点との相対位置関係を求めるためのコロケーション測量を継続的に実施する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

海上保安庁海洋情報部沿岸調査課海洋防災調査室
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：海上保安庁海洋情報部沿岸調査課海洋防災調査室
電話：03-3595-3632
e-mail：下記URL内にある問い合わせフォームから「人工衛星レーザー測距観測（SLR）」を選択して問い合わせください。
URL：https://www1.kaiho.mlit.go.jp/joint/form_mail/form_mail.cgi

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：渡邉俊一
所属：海上保安庁海洋情報部沿岸調査課海洋防災調査室

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：JCG_02

（1）実施機関名：

海上保安庁

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）験潮
（英文）Tidal Observation

（3）関連の深い建議の項目：

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

（4）その他関連する建議の項目：

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

JMA_10　気象庁　潮位観測
データをリアルタイムに共有している。
観測成果は、様々な研究において利用されうる基礎的な資料である。

（6）本課題の５か年の到達目標：

海上保安庁が所管する常設験潮所において、継続的に験潮データを収集し、地殻変動把握のための基礎データとする。
各験潮所設備を健全に維持すると共に、定期的な測定や測量により観測基準面の維持を行い、データの連続性を保つ。

（7）本課題の５か年計画の概要：

継続して全国20カ所の常設験潮所において潮汐観測を実施し、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する。
海上保安庁所管の験潮所：竜飛、釜石、横浜、横須賀、千葉、三宅島、神津島、八丈島、徳山、広島、呉、大分、博多、佐世保、厳原、粟島、大泊、西之表、中之島、名瀬。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

海上保安庁 海洋情報部 沿岸調査課
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：海上保安庁 海洋情報部 沿岸調査課
電話：03-3595-3636
e-mail：
URL：https://www1.kaiho.mlit.go.jp/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：中野はるか

所属：海上保安庁 海洋情報部 沿岸調査課

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：JCG_03

（1）実施機関名：

海上保安庁

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）海底地殻変動観測
（英文）Seafloor geodetic observation

（3）関連の深い建議の項目：

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
イ. 観測・解析技術の開発

（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
(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
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
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
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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

定常的に実施している海底地殻変動観測の継続課題

（6）本課題の５か年の到達目標：

プレート境界の固着状態の把握のため、GNSS－音響測距結合方式による海底地殻変動観測を継続する。測位精度および時間分解能の向上を目指した技術開発を行い、固着状態の時間変化の把握に努める。

（7）本課題の５か年計画の概要：

日本海溝沿い、南海トラフ沿いなど、日本近海の海溝型巨大地震の震源域となる海域において、海底地殻変動観測を継続するとともに、観測の高度化のための技術開発を行う。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

海上保安庁海洋情報部沿岸調査課海洋防災調査室
他機関との共同研究の有無：有
東北大学災害科学国際研究所,名古屋大学大学院環境学研究科地震火山研究センター,東京大学生産技術研究所,海洋研究開発機構

（9）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：海上保安庁海洋情報部沿岸調査課海洋防災調査室

電話：03-3595-3632
e-mail：下記URLの問い合わせフォームから問い合わせください。
URL：https://www1.kaiho.mlit.go.jp/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：渡邉俊一
所属：海上保安庁海洋情報部沿岸調査課海洋防災調査室

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：JCG_04

（1）実施機関名：

海上保安庁

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）海域火山観測

（英文）monitoring and observation of the activities of submarine volcanoes and volcanic island

（3）関連の深い建議の項目：

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

エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開

（4）その他関連する建議の項目：

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

航空機による南方諸島及び南西諸島における海域火山の定期巡回監視観測を継続して実施した。
なお、活動的な火山については毎月1回程度の監視観測を継続して実施した。
また、毎年1回程度測量船による海域火山基礎情報調査を実施した。

（6）本課題の５か年の到達目標：

海域火山の定期巡回監視及び海域火山基礎情報整備を継続して実施する。
海域火山データベースの整備及び公表を継続して行う。

（7）本課題の５か年計画の概要：

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

海上保安庁海洋情報部沿岸調査課海洋防災調査室
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：海上保安庁海洋情報部沿岸調査課海洋防災調査室
電話：03-3595-3607
e-mail：下記URL内にある問い合わせフォームから「海域火山調査」を選択して問い合わせください。
URL：https://www1.kaiho.mlit.go.jp/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：野田秀樹
所属：海上保安庁海洋情報部沿岸調査課海洋防災調査室

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：JMA_01

（1）実施機関名：

気象庁

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）火山活動の監視・評価及び予測技術に関する研究

（英文）Research for monitoring, evaluation and prediction methods of volcanic activity

（3）関連の深い建議の項目：

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）

（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

(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化

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

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

(3) 火山噴火による災害誘因評価手法の高度化

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

新規研究

（6）本課題の５か年の到達目標：

地球物理学的手法及び地球化学的手法を用いた研究により、火山活動の監視及び評価技術を高度化する。また、大規模噴火にも適用できる噴火現象の即時的解析・予測技術の開発・改良を行う。

（7）本課題の５か年計画の概要：

1-1 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

気象庁の現業監視データをはじめとする気象庁が蓄積してきた観測データや活動評価資料、気象研究所による伊豆大島観測データやSAR解析データ、各研究機関による学術的知見等の多項目の観測・解析データを整理し、データベースを構築する。このデータベースを基に、過去事例・検索閲覧システムを開発することで監視・評価業務への利活用を可能とする仕組みを作る。また、データベースに集約された大規模データを基に、数理統計学的にパラメータ毎の頻度分布及びパラメータ間の定量的な相互関係を調査するとともに、監視業務や噴火警戒レベルの判定基準等の活動評価・予測の高度化へ寄与する確率的評価手法を開発する。

1-2 監視データ解析処理技術の開発

地殻変動の迅速な検知と変動源把握のために伊豆大島等のデータを用いてGNSSキネマティック解析システムの構築及び地殻変動源推定システムの開発を行う。また、現業監視データを用いてPF法等の震源・震動源自動推定法を火山業務へ実装するための技術開発を行う。その他、監視・評価に資する、観測データに関する解析処理技術の改良を進める。

2-1 熱水系卓越型火山の活動評価技術の高度化

主に水蒸気噴火卓越型火山の活動の消長の評価監視技術の高度化を進めるため、噴気孔や火口等から直接採取した火山ガスや熱水の化学組成や安定同位体比、あるいは水蒸気噴火によって放出された火山灰の内容物や水溶性成分等の分析や装置による観測を実施し、熱水系の構造や火山性異常、水蒸

気噴火の発生場･発生機構について地球化学的視点で理解を深化させる。
また、一部の火山については熱水系に含まれるマグマ成分の相対的な多寡を迅速に推定するための手法（選択的迅速分析法）を検討･開発し、火山ガスの化学的観測の簡便化･効率化を進め、監視評価技術を高度化する。
2-2 マグマ噴火卓越型火山のマグマ活動監視技術の高度化
　マグマ活動の監視技術の高度化を目差し、噴煙中に含まれるマグマ揮発性成分の一つであり、火山活動の重要な指標となっている二酸化硫黄の放出率について、地上での連続観測や機動的な繰り返し観測に加え、衛星による観測データを用いることで測定の時間分解能を向上させる。
　観測の複合化により必要となる定量技術の複合化では、観測手法間の精度評価を進めるとともに、気象場を用いた定量法を各観測データの定量解析に適用することによって、二酸化硫黄放出率の解析精度の向上を図る。
測定及び解析技術の開発を進めることで、これまで観測が難しかった火山における二酸化硫黄放出率の解析データをマグマ活動の基礎的情報として蓄積し、地殻変動等の連続的な地球物理学的観測データとの統合解釈を進め、時間変化するマグマの移動と揮発性成分の挙動の関係を定量的に評価する手法を検討することによって、マグマ活動推移の可視化を進める。
3-1　気象衛星・レーダー等による噴火現象の解析
　国内外の火山噴火事例を対象として、気象衛星ひまわり8号で観測された衛星データ等を用いて安定的に現業利用できる火山灰プロダクトのアルゴリズムを導入し、ひまわり9号による噴火検知、噴火規模の即時的推定、火山灰雲の実況解析、濃度予測に必要な解析値作成及び予測結果の相互検証に必要な解析技術を開発・改良する。
二重偏波気象レーダーと二次元ビデオディスドロメーター（2DVD）による観測データを用いて、特に水物質の関与の大きい場合（曇天時等）の噴煙の解析を行う。また、噴煙の解析結果について、衛星による解析結果との比較検証も適宜行う。
3-2　火山灰濃度予測及び確率予測のモデル開発
　衛星解析による火山灰プロダクトを気象庁移流拡散モデルの初期値に用いて、浮遊火山灰の濃度予測技術を開発する。また、気象庁数値予報モデルによるアンサンブル予報を移流拡散モデルの入力値に用いて、浮遊火山灰の確率予測技術を開発する。さらに噴火の規模によらず、大規模噴火に対しても浮遊火山灰及び降灰予測が可能なように、風の影響や傘型噴煙を考慮した新しい噴煙モデル及び移流拡散モデルの開発・改良を行う。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

中村政道（気象研究所火山研究部）,鬼澤真也（気象研究所火山研究部第一研究室）,新堀敏基（気象研究所火山研究部第二研究室）,坂井孝行（気象研究所火山研究部第三研究室）
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：気象研究所企画室
電話：
e-mail：ngmn11ts@mri-jma.go.jp
URL：http://www.mri-jma.go.jp/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：中村政道
所属：気象研究所火山研究部

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：JMA_02

（1）実施機関名：

気象庁

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）電磁気による火山活動評価の高度化に向けた調査
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

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）

（4）その他関連する建議の項目：

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

火山の熱水系の活動状況を監視する技術開発のために、雌阿寒岳、草津白根山、伊豆大島など熱水活動の活発な火山をテストフィールドとして、全磁力連続観測及び繰返し観測を継続的に実施し、推定される熱源位置等の観測成果は噴火予知連絡会などに報告した。火山性磁場変動を高精度に抽出するために、全磁力に含まれる年周変化やDI効果による見掛け変化を効果的に補正する手法を開発し、全磁力から推定した火山浅部の熱的変化と火山活動との対応について調査した。草津白根山において、安定的に基準点を確保する目的で山麓のシズカ山に参照点を設置する計画を進め、変化計を地上に直置きして温度管理する方策を検討し、次期計画にて運用を開始することとなった。伊豆大島の全磁力連続観測網について、火山活動監視に効果的な観測点配置をシミュレーションにより検討した。吾妻山における地磁気３成分繰返し観測の予備調査として、吾妻山参照点の収録装置の温度依存性やその低減に関する調査とともに、絶対観測並びに、国土地理院の協力のもとでGNSS測量による真方位測定を実施した。また、DI効果による見掛け変化を補正するために、観測点及び参照点における偏角・伏角を現地で簡便に測定可能な偏角・伏角計の開発を業者の協力のもとで製品化を目指し推進した。更に、リアルタイム火山活動監視へ寄与するために、令和6年度中に気象庁火山監視情報システムと補正済の火山全磁力データ（気象庁整備火山含む）を共有する計画を進めた。

（6）本課題の５か年の到達目標：

火山体浅部熱水系の状態変化に起因する熱磁気効果を背景として、地磁気観測は主に水蒸気噴火の発生予測に貢献することが期待されている。気象庁では、平成26年御嶽山噴火災害を契機に翌年から水蒸気噴火の前兆を早期に捉えるための新たな観測手法のひとつとして地磁気観測に着目するとともに、その他の多項目観測データの統合解析による火山活動評価手法の高度化に取り組んでいる。電磁気観測に基づく火山活動の監視および評価手法の高度化に係る技術開発に取り組むことにより、火山防災へ寄与することを目的とする。

（7）本課題の５か年計画の概要：

全磁力を用いた火山の熱源位置推定について、観測値を説明する最適な熱源位置の解を得るために、先験的情報を統合した逆推定を取り入れた熱源位置推定手法を開発する。伊豆大島の全磁力連続観測点について、火山活動監視に効果的な観測点配置の検討を本格的に進め、R8年度計画で機器更新あるいは新設の準備を進める。吾妻山における地磁気３成分繰返し観測の本格運用に向け、絶対観測・GNSS真方位観測の測定精度評価を継続するとともに、高湯参照点３成分変化観測の温度ドリフト低減を実現するための調査を継続する。全磁力観測に現れるDI効果による見掛け変化を補正するために、観測点及び参照点における偏角・伏角を現地で簡便に測定可能な偏角・伏角計の開発を引き続き

推進する。リアルタイム火山活動監視へ寄与するために、気象庁地震火山部火山監視情報システムへリアルタイムDI補正した火山全磁力データ（雌阿寒岳・草津白根山・伊豆大島・本庁整備６火山）を地磁気観測所地磁気観測総合処理装置から自動伝送する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

地磁気観測所技術課,観測課
他機関との共同研究の有無：有
市來雅啓（東北大学大学院理学研究科　地震・噴火予知研究観測センター）,小山崇夫（東京大学 地震研究所 地震火山研究連携センター）

（9）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：地磁気観測所総務課
電話：0299-43-1151
e-mail：kakioka@met.kishou.go.jp
URL：http://www.kakioka-jma.go.jp/index.html

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：浅利晴紀
所属：地磁気観測所技術課

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：JMA_03

（1）実施機関名：

気象庁

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震動・津波即時予測の高度化に関する研究

（英文）Research on advancement of early warnings of ground motion and tsunami

（3）関連の深い建議の項目：

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究

(2) 地震の災害誘因の即時予測手法の高度化（重点研究）

ア. 地震動の即時予測手法

イ. 津波の即時予測手法

（4）その他関連する建議の項目：

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

揺れから揺れの予測の有効性の実証や緊急地震速報の震度の過大予測を低減する技術の気象庁業務への実装、予測の精度・迅速性・堅牢性の向上に必要な技術開発の進展があった。長周期地震動に関しては短周期の揺れである震度のように伝播を単純化した手法では予測精度の向上等が期待できず、詳細な波動伝播を考慮する必要があることがわかった。地震動即時予測の精度・迅速性・堅牢性を向上させる技術開発に進展がみられた。

津波数値計算に基づく津波全過程予測の開発には至っていないが、遠地津波の経験的な津波全過程予測手法の開発、津波後続波事例の再現計算、沿岸域での摩擦など非線形項の計算への影響の分析や計算手法の改良、などの成果が得られた。

（6）本課題の５か年の到達目標：

地震動即時予測について、震源位置やマグニチュードによらずに行う震度予測手法の改善を進め、精度向上、迅速性・堅牢性を向上させる。そのため、新たな観測データを含めた揺れの分布（波動場）のリアルタイムモニタリング手法の検討を進め、さらに、震度だけでなく、より長周期の揺れを含めた広帯域の揺れの予測に対応する。

地震発生に伴う津波波源からの距離に応じて、波源近傍、波源からやや離れた地域、波源から遠い地域のそれぞれの予測対象について、津波即時予測の手法を効果的に改良する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

地震動(1)　揺れの分布（波動場）の予測手法の高度化

地震のリアルタイムの揺れの分布（波動場）を初期値とした波動伝播計算と地盤増幅特性の補正によって、震度のみならず広帯域の地震動の分布を正確かつ即時的に予測する手法を開発する。より猶予時間が長く、精度の高い地震動即時予測が可能となるよう、不均質な地震波減衰特性を波動伝播計算に取り込む技術開発を行う。

地震動(2)　揺れの分布（波動場）のリアルタイムモニタリング手法の高度化

地震動(1)を達成するため、周波数依存性を持つ地盤増幅特性の推定とそのリアルタイム補正、観測点での地震波形の時系列の特徴に基づいた地震波伝播の推定等により、幅広い帯域における地震動の分布とその伝播の様子を即時的に把握する技術開発を行う。

津波(1)　波源近傍の津波予測

地震発生に伴う津波発生場の性質の把握を通じて事前津波予測データベースの改善点を見出し、発生直後で津波の観測値がほとんど得られない段階で予測する必要がある波源近傍の即時予測手法を改良する。

津波(2)　波源からやや離れた地域の津波予測

地震発生から津波到達までの間に沖合で観測されるデータの活用技術を高め、津波波源からやや離れていて発生から到達までの時間がやや長い地域での津波の即時予測手法を改良する。

津波(3)　波源から遠い地域の津波予測

津波伝播計算において、非線形性を表現する計算手法の改良を進めるとともに、計算結果の品質を診断する手法の開発を行い、地震発生に伴う津波波源から遠い地域の津波の予測手法を改良する。

また、津波伝播計算手法の改良成果によって、津波予測データベース及び沖合で観測されるデータを活用した即時予測手法における波源近傍等の簡便な沿岸波高の予測手法と、津波の時間的推移の予測手法の改良も図る。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

気象研究所地震津波研究部

他機関との共同研究の有無：無

（9）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：気象研究所企画室
電話：
e-mail：ngmn11ts@mri-jma.go.jp
URL：https://www.mri-jma.go.jp/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：対馬弘晃
所属：気象研究所地震津波研究部

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：JMA_04

（1）実施機関名：

気象庁

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震活動・地殻変動監視の高度化に関する研究
（英文）Studies on advancing the monitoring seismic activities and crustal movements

（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
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震

（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
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
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
(3) 千島海溝沿いの巨大地震

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

地震活動・地殻変動監視の高度化に関する研究（JMA_01）での成果

スロースリップ、低周波微動検出、自動震源決定など地震活動、地殻変動監視手法に関する技術開発が進展した。また、複数の地震活動に関する指標を統合して統計的に異常度を評価し、地震活動状態の変化を定量的に監視する手法を提示するなどの成果が得られた。そのほか、地震発生シミュレーションにより南海トラフプレート境界での短期的SSEを再現するモデルの構築、エネルギー収支を考慮した地震発生シナリオ構築の手法を提案するなどの成果が得られた。

（6）本課題の５か年の到達目標：

発生した地震の地震像を即時把握するデータ処理技術を改良する。
南海トラフ沿いをはじめとするプレート境界における固着状況変化の把握精度を向上し、地震発生シナリオを構築する。
地殻内のひずみ速度と地震活動との関係性を明らかにする。

（7）本課題の５か年計画の概要：

地震の震源決定について、機械学習を利用した地震波形の識別能力向上等により自動震源の震源精度を向上させる。南海トラフ域の超低周波地震の検出手法の開発を進めるとともに、浅部低周波微動の検出精度を高める。さらに他の海域を監視対象とするための技術開発を進める。近地地震波形を用いた即時震源過程解析手法の改良を進める。

南海トラフ沿いのプレート境界でのすべり分布の時間変化をモニタリングする手法を開発する。測地データに基づく地殻内のひずみ速度の推定などにより、地殻変動と地震活動との関係などを考察する。統計モデルによる地震活動の異常度の評価手法を改良する。地震発生モデルでより小規模なスロースリップの再現に向けモデルの改善を図る。応力蓄積に基づくプレート境界地震の地震シナリオを構築する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

気象研究所地震津波研究部
他機関との共同研究の有無：有
東京大学,東海大学,防災科学技術研究所

（9）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：気象研究所企画室
電話：
e-mail：ngmn11ts@mri-jma.go.jp
URL：http://www.mri-jma.go.jp/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：露木貴裕
所属：気象研究所地震津波研究部

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：JMA_05

（1）実施機関名：

気象庁

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震観測、地殻変動観測
（英文）Earthquake observation, Crustal deformation observation

（3）関連の深い建議の項目：

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

（4）その他関連する建議の項目：

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
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
(2) 首都直下地震
(3) 千島海溝沿いの巨大地震
(4) 内陸で発生する被害地震

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

地震観測網や地殻変動観測網などの観測基盤の維持、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実施した。

（6）本課題の５か年の到達目標：

地震観測網や地殻変動観測網などの観測基盤の維持、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継続する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

津波警報や地震情報等を適切に発表するため全国に展開している地震計及び震度計、東海地域を中心に展開しているひずみ計などの観測を継続するとともに、文部科学省と協力して、大学、防災科学技術研究所、海洋研究開発機構など関係機関の地震観測データを合わせて一元的に処理し、その結果を大学、関係機関に提供することにより、研究の推進に資する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

気象庁地震火山部,気象庁大阪管区気象台地震火山課
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：気象庁地震調査連絡係長
電話：03-6758-3900 ex.5114
e-mail：jmajishin_kanrika@met.kishou.go.jp
URL：https://www.jma.go.jp/jma/index.html

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：清本 真司
所属：気象庁地震火山部管理課

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：JMA_06

（1）実施機関名：

気象庁

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）潮位観測
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

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

（4）その他関連する建議の項目：

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

潮位の連続観測を継続して実施した。
潮位データの伝送を高度化して、障害による欠測を減少させた。

（6）本課題の５か年の到達目標：

潮位の連続観測を継続して実施する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

潮位データの伝送を高度化して、障害による欠測を減少させる。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

気象庁大気海洋部環境・海洋気象課,地震火山部
他機関との共同研究の有無：有
国土交通省（水管理・国土保全局、港湾局）,国土地理院,海上保安庁と連携した潮位データの一元化

（9）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：地震火山部管理課　地震調査連絡係長
電話：03-6758-3900
e-mail：johokan@eqvol2.kishou.go.jp
URL：https://www.jma.go.jp

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：鶴岡　睦
所属：気象庁大気海洋部環境・海洋気象課

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：JMA_07

（1）実施機関名：

気象庁

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地磁気精密観測
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

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

（4）その他関連する建議の項目：

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
エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

（5-(3)-ア）柿岡、女満別、鹿屋、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、大学等による地殻活動・火山活動を評価する電磁気的観測研究に、高精度の地磁気基準値を提供した。火山活動起源のシグナルを抽出するためには、「参照データとの差を求めて局所的な磁場変動だけを取り出す」という手法が用いられるが、地域によって変化の大きさ、傾向が異なるため、地域毎の基準値観測が必要となる。そのため地磁気観測点への車両や建築物等による人工的な磁気擾乱を監視し、異常値の検出・補正処理を施し、基準値の精度維持を図った。

（5-(3)-エ）柿岡、女満別、鹿屋、父島の4地点（定常観測点）と祓川（調査観測点）の５観測点の地磁気4成分連続観測データの地磁気観測所データベースへの登録・公開および国際的なデータセンターへの提供を、計画期間の５年にわたり継続的に実施した。これらのデータの引用・追跡を容易にするため、令和３年度からDOI（Digital Object Identifier）を付与した。
また、印画紙記録のデジタル化については、以下の通りデジタルデータ化し、データベースに追加し公開した。
柿岡（1924～1983年）：デジタル画像化（1924～1983年）、数値データ化（1956～1983年）
女満別（1952～1984年）：デジタル画像化（1963～1984年）、数値データ化（1968～1984年）
鹿屋（1958～1984年）：デジタル画像化（1964～1984年）、数値データ化（1968～1984年）

（6）本課題の５か年の到達目標：

地球電磁気学的観測による地殻活動及び火山活動の研究に資するため、精密な地磁気データを継続して提供する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

気象庁地磁気観測所では、日本中央部、北日本、南西日本、日本南方の地磁気基準点である柿岡、女満別、鹿屋、父島の４観測点において、数十年～100年スケールにわたり安定した地磁気観測を実施している。引き続き、高精度で安定した磁場データをリアルタイムで提供するとともに、精査・較正した地磁気観測成果を地磁気観測所データベースで公開し、定常観測点のデータを国際的なデータセンターに提供する。

また、印画紙に記録された柿岡、女満別、鹿屋の地磁気アナログデータの高時間分解能デジタルデータへの変換を継続して実施し、過去に遡ってのデータ解析を可能とする。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

星野博司（気象庁地磁気観測所観測課）,山際龍太郎（気象庁地磁気観測所観測課）
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：気象庁地磁気観測所総務課
電話：0299-43-1151
e-mail：kakioka@met.kishou.go.jp
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：星野博司
所属：気象庁地磁気観測所観測課

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：JMA_08

（1）実施機関名：

気象庁

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）火山観測の強化とデータ収集・蓄積・共有の推進
（英文）Enhancement of the volcano observation and promotion of data collection, accumulation and sharing.

（3）関連の深い建議の項目：

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

（4）その他関連する建議の項目：

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
(5) 大規模火山噴火
(6) 高リスク小規模火山噴火
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
エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

常時観測火山（50火山）について、全国４か所の火山監視・警報センターにおいて、地震計、空振計、GNSS、監視カメラ等により監視観測を継続した。

また、全国の火山について、GNSS繰り返し観測、熱観測、火山ガス観測、無人航空機による可視・熱赤外観測等の調査観測を計画的に実施するとともに、火山活動に異常が認められた場合には、緊急観測を実施して火山活動の詳細の把握に努めた。

これらの観測成果は、噴火警報等の火山防災情報の発表や火山活動解説資料の作成に活用するとともに、JVDN等で観測データを公表した。

（6）本課題の５か年の到達目標：

関係機関の協力の下、常時観測火山（50火山）の連続的な監視観測を継続する。それ以外の活火山も含め、連続観測及び機動観測で可能な限りデータを蓄積し、これらの成果は、噴火警報等の火山防災情報発表や火山活動解説資料等の作成に活用するとともに、火山月報（カタログ編）やJVDN等で公表する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

常時観測火山（50火山）について、全国４か所の火山監視・警報センターにおいて、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行うほか、火山観測施設の計画的な更新を継続する。それ以外の活火山も含め、全国４か所の火山監視・警報センターの火山機動観測班が、計画的に実施する地震観測、GNSS繰り返し観測、熱観測、火山ガス観測等の機動観測により得られたデータを解析し、蓄積する。また、火山活動に異常が認められた場合には、火山機動観測班が緊急的に実施する機動観測によりデータを収集・解析し、蓄積する。

各種観測で得られた成果は、噴火警報等の火山防災情報や火山活動解説資料等の防災資料のほか、

気象庁HPの火山月報（カタログ編）、防災科学技術研究所のJVDN等を通じて広く公表する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

気象庁地震火山部火山監視・警報センター,札幌管区気象台火山監視・警報センター,仙台管区気象台火山監視・警報センター,福岡管区気象台火山監視・警報センター

他機関との共同研究の有無：無

（9）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：気象庁地震火山部管理課　地震調査連絡係長
電話：03-6758-3900(内線：5114)
e-mail：jmajishin_kanrika@met.kishou.go.jp
URL：http://www.jma.go.jp

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：瀧沢 倫明
所属：気象庁地震火山部火山監視課

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：JMA_09

（1）実施機関名：

気象庁

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）全国地震カタログの作成
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

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
エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開

（4）その他関連する建議の項目：

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

○地震カタログ（震源、発震機構）を令和５年３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。過去震源の改訂については、1919年から1921年の震源再計算を行い地震カタログに反映した。
○令和２年９月から一元化処理に海域観測網（S-net、DONET2）のデータの活用を開始した。
○震源過程解析については、近地強震波形または遠地実体波を用いて日本及び海外の地震を解析し、気象庁ホームページ等に公開した。

（6）本課題の５か年の到達目標：

○気象庁、大学、関係機関のデータにより震源決定等の解析を行い全国地震カタログを作成する。定常的な発震機構解析（初動発震機構解、CMT解）及び大地震時の震源過程解析を実施し、それら成果の関係機関等への提供及び一般への公開を実施する。
○新たな海域観測網の地震波形データを一元化処理へ取り込み、地震波形の分析や震源決定等の改善を進める。
○大学等の検測値を取り込んで過去にさかのぼった震源決定を行い、地震カタログの過去震源の改訂作業を実施する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

○各年度において、地震カタログ（震源、発震機構）の作成及び震源過程解析を実施し、関係機関等への提供及び一般への公開を実施する。
○新たに整備された海域観測網の地震波形データの一元化処理への活用をすすめる。
○過去震源の改訂については、1976年7月から1982年12月の期間について大学等の検測値を取り込んだ震源再計算を行い、適宜地震カタログに反映する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

気象庁地震火山部地震火山技術・調査課
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：気象庁地震火山部管理課地震調査連絡係長
電話：03-6758-3900（内線：5114）
e-mail：johokan@eqvol2.kishou.go.jp
URL：https://www.jma.go.jp/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：溜渕功史
所属：気象庁地震火山部地震火山技術・調査課

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：JMA_10

（1）実施機関名：

気象庁

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）噴火警報に資する火山活動の評価
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

6 観測基盤と研究推進体制の整備
(2) 推進体制の整備

（4）その他関連する建議の項目：

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
(5) 大規模火山噴火
(6) 高リスク小規模火山噴火
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(5) 社会への研究成果の還元と防災教育

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

火山噴火予知連絡会の定例会（第144回～第153回）を開催し、全国の火山活動の状況について取りまとめた。火山活動が活発化し、活動の長期化が懸念された霧島山、草津白根山、口永良部島については、火山噴火予知連絡会のもとにそれぞれ部会を設置し、活動状況の確認、今後の活動の推移、必要な観測及び調査の検討を行った。

また、気象庁における噴火警報発表業務の開始、大学における研究人材の確保や観測網の整備・更新が困難になるなどの火山噴火予知連絡会を取り巻く情勢の変化を踏まえつつ、火山噴火予知連絡会が継続的に火山防災に貢献していくため、火山噴火予知連絡会のあり方を検討した。これを受け、火山噴火予知連絡会は、2023年度より「噴火災害特別委員会」、「火山活動評価検討会」、「火山調査研究検討会（当面は設立に向けた準備会）」の３つの会合に分割する体制とした。

火山活動評価検討会は、口永良部島の活発化を踏まえて2023年９月５日に地域会合を開催し、火山活動の総合判断を行った。火山調査研究検討会の設立に向けた準備会では、火山噴火に伴うハザードの評価も行うとしている噴火災害特別委員会について、緊急時に機能するための平時の備えについて検討した。

（6）本課題の５か年の到達目標：

防災関係機関の防災活動に資するため、火山活動を評価し、適時適切な噴火警報を発表する。また、より的確な噴火警戒レベルの運用を行うため、新たな知見等を踏まえたレベル判定基準の見直しを進める。

（7）本課題の５か年計画の概要：

防災関係機関の防災活動に資するため、火山活動に高まりがみられた場合には、適切に噴火警報を発表する。また、火山活動の状況について、気象庁の火山情報で発表する等により社会に分かりやすく発信するとともに、各地の火山防災協議会にも提供して防災・減災活動を支援する。

また、より的確な噴火警戒レベルを運用するため、最新の観測研究成果等に基づき、レベル判定基準の見直しを進める。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

気象庁地震火山部火山監視課
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：気象庁地震火山部管理課　地震調査連絡係長
電話：03-6758-3900(内線：5114)
e-mail：jmajishin_kanrika@met.kishou.go.jp
URL：http://www.jma.go.jp

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：安藤忍
所属：気象庁地震火山部火山監視課

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：JMA_11

（1）実施機関名：

気象庁

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震・津波・火山防災情報の改善に係る知見・成果の共有
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

6 観測基盤と研究推進体制の整備
(5) 社会への研究成果の還元と防災教育

（4）その他関連する建議の項目：

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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

気象庁では、地震学、火山学の最新の研究成果や地方自治体、関係防災機関のニーズを踏まえ、地震や火山噴火の災害軽減に資するため、津波警報、緊急地震速報、長周期地震動に関する情報、噴火警報や降灰予報について過去の経験を踏まえて高度化を進めてきた。また、南海トラフ地震に関連する情報や、北海道・三陸沖後発地震注意情報等の不確実性が高いものの減災に資する情報の発表にも取り組んできたところである。
これらの情報内容の改善や高度化にかかる知見・成果については、地震・津波・火山防災情報として発表しているほか、各種情報の検討会等を通じて公表してきている。これらの情報や検討内容については、大学等関係機関や防災関係機関に広く共有し、防災対応や各分野の研究の推進に活用されている。また、火山噴火予知連絡会では、火山活動の評価結果を公表しており、一般の方にも理解しやすい表現を心がけている。
国際共同研究・国際協力については、国際地震センター、米国地質調査所、包括的核実験禁止条約機構、米国大学間地震学研究連合（IRIS）及び近隣国との地震観測データの交換などの組織的な連携・協力を通じて、また、航空路火山灰情報センター及び北西太平洋津波情報センターの国際協力業務や開発途上国における地震・火山の観測や津波警報の発表などの体制整備に必要な技術的な支援を通じて、国際的な研究活動の進展に寄与している。

（6）本課題の５か年の到達目標：

津波警報、緊急地震速報、長周期地震動に関する情報、南海トラフ地震に関連する情報、北海道・三陸沖後発地震注意情報、噴火警報、降灰予報などの防災情報の改善のための検討で得られた知見や成果を共有する。これにより、関連の研究の推進に資する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

気象庁の発表する防災情報の改善や高度化に係る知見・成果を、地震・津波・火山防災情報として発表するほか、各種情報の検討会や火山噴火予知連絡会等を通じて公表する。また、これらの情報や検

討内容については、大学等関係機関や防災関係機関に広く共有する。
アンケートを実施するなどして、社会の受けとめかたを調査し、その結果を基にして情報内容の改善を図る。また、火山防災協議会などを通じ情報の普及・啓発を図る。
国際共同研究・国際協力については国際地震センター、米国地質調査所、包括的核実験禁止条約機構、米国大学間地震学研究連合（IRIS）及び近隣国との地震観測データの交換などの組織的な連携・協力を通じて、また、航空路火山灰情報センター及び北西太平洋津波情報センターの国際協力業務や開発途上国における地震・火山の観測や津波警報の発表などの体制整備に必要な技術的な支援を通じて、国際的な研究活動の進展に寄与する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

気象庁及び全国気象官署職員
他機関との共同研究の有無：有
様々な関係機関、専門家等と連携

（9）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：地震調査連絡係長
電話：03-6758-3900 ex.5114
e-mail：jmajishin_kanrika@met.kishou.go.jp
URL：https://www.jma.go.jp/jma/index.html

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：平山陽介
所属：気象庁地震火山部地震津波監視課地震津波防災推進室

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：JMA_12

（1）実施機関名：

気象庁

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）防災・減災に関する知識の普及啓発
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

6 観測基盤と研究推進体制の整備
(5) 社会への研究成果の還元と防災教育

（4）その他関連する建議の項目：

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
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
(2) 首都直下地震
(3) 千島海溝沿いの巨大地震
(4) 内陸で発生する被害地震
(5) 大規模火山噴火

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

気象庁では、国や地方自治体等の防災関係機関、教育機関、大学等研究機関と連携しながら、地震・津波及び火山に関する現象や警報をはじめとする防災気象情報に関する、知識、防災・減災等に対する住民の意識の向上に、全庁を挙げて戦略的に取り組んでいる。
このうち、地震津波関係で、特に、緊急地震速報の利活用促進、長周期地震動に関する情報、津波防災に関する普及・啓発、巨大地震対策（南海トラフ地震、日本海溝・千島海溝の巨大地震）に関する普及啓発について、さらに進めていくこととしている。また、火山関係では噴火警報、噴火警戒レベル、火山の状況に関する解説情報の利活用推進をさらに進めると共に、量的降灰予報の普及・啓発を進めている。

（6）本課題の５か年の到達目標：

一般の防災リテラシー向上のため地震・津波及び火山に関する現象や警報をはじめとする防災気象情報に関する、知識、防災・減災等に対する住民の意識の向上に戦略的に取り組む。

（7）本課題の５か年計画の概要：

気象庁では、引き続き国や地方自治体等の防災関係機関、教育機関、大学等研究機関と連携しながら、地震・津波及び火山に関する現象や警報をはじめとする防災気象情報（津波警報、緊急地震速報、長周期地震動に関する情報、南海トラフ地震に関連する情報、北海道・三陸沖後発地震注意情報、噴火警報、降灰予報など）に関する、知識、防災・減災等に対する住民の意識の向上に、全庁を挙げて戦略的に取り組む。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

気象庁及び全国気象官署職員

他機関との共同研究の有無：有
様々な関係機関、専門家等と連携

（9）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：地震調査連絡係長
電話：03-6758-3900 ex.5114
e-mail：jmajishin_kanrika@met.kishou.go.jp
URL：https://www.jma.go.jp/jma/index.html

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：平山陽介
所属：気象庁地震火山部地震津波監視課地震津波防災推進室

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番
号：KGSM01

（1）実施機関名：

鹿児島大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）南西諸島北部域における小スパン海底地震観測に基づくプレート間すべり特性の研究
（英文）Study on Interplate Slip Behavior in the Northern Part of the Nansei　Islands Based on Small-Span Ocean-Bottom Seismic Observation

（3）関連の深い建議の項目：

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化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震

（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
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
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
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(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）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

南西諸島北部域のプレート境界のうち、奄美大島北東～東方沖に長期収録型海底地震計を投入し、浅部微動と通常の微小地震の観測を行った。投入可能な台数（８台）を効果的に用いるため、これを年次的に移動させ、４か年（第1期～第４期）をかけて1911年喜界島近海地震の推定震央を取り囲む機動的観測を実施した。
取得された観測データを解析した結果、当該領域において浅部微動と通常地震の発生領域に明瞭な相違があることが分かった。すなわち、プレート境界深さが15～20 kmより海溝側では浅部微動活動が卓越し、これより島弧側では浅部微動は発生せず通常の微小地震活動がプレート境界付近で発生する。さらに、浅部微動と通常の微小地震が時間的空間的に近接して発生した活動が複数検出された。例えば、浅部微動のマイグレーションの移動方向の先で通常の微小地震（プレート境界より浅部）が時間的空間的に近接して発生した関係である。この関係からは、まとまった浅部微動活動による応力変化が生じることで、すべりやすい状態にある上盤内の破砕帯で微小地震が誘発されたことが示唆された。
一方、陸域の地震観測点の中長期データを用い、日向灘から奄美大島にかけての小領域ごとの準静的すべり速度とその時間変化を求めた。各領域の準静的すべり速度は、トカラ列島南東沖を除き、2000年前半（2000～2005年）から2015年前後にかけての数年から10年程度は最も小さい。その後、この領域を除けば、準静的すべり速度は2015年前後から増加に転じ、2020年前後以降はさらに増加したことが分かった。すなわち、2015年前後以降は日向灘や奄美大島付近までの南西諸島北部は全般的に準静的すべり速度が増加している状態が継続したことが分かった。

（6）本課題の５か年の到達目標：

本課題は、南西諸島北部域のうち浅部微動と通常の微小地震の双方が活動的な種子島南東沖を対象領域とし、長期収録型海底地震計を年次的に投入する小スパン海底地震観測を主体とした観測研究を実

施する。使用可能な長期収録型海底地震計の台数が限られることから、一定の広がりをもつ当該領域の活動を把握するには観測点間隔を保ちながら観測網を移動させる機動的観測が不可欠であるため、５か年のうち延べ４年間の機動観測を行う。並行して、陸域観測点の中長期データを用いた日向灘南部から奄美大島沖にかけての領域の準静的すべり速度の時空間変化の解析を継続する。以上により取得される観測データに基づき、当該領域のプレート間すべり特性について精度を向上させて解明する。５か年の到達目標は、以上の観測に基づき、地震発生場の理解が進展した日向灘と奄美大島北東沖の間に位置する種子島南東沖のプレート間すべりの特性に関する知見を得て、日向灘と奄美大島北東沖での稠密観測研究の成果と比較することにより、南西諸島北部域におけるプレート間すべり特性の海溝軸方向の連続性、地域性を明らかにすることである。

（7）本課題の５か年計画の概要：

１．長期収録型海底地震計を用いた機動的観測

南西諸島北部域の種子島南東沖において、８台の長期型海底地震計を用いた小スパン観測網（観測点間隔：約20 km）により、概ね１年単位・４期間で海底地震観測を実施する。本計画期間中においては、令和６年度初頭の投入から令和10年度初頭の回収までを行う。観測領域を一部重ねながら南から北へ年次的かつ機動的に観測網を展開していくことで、検知・震源決定能力を保ちながら、過去に大まかに推定された浅部微動の発生領域をできるだけ広くカバーできるように計画する。同時に、令和５年度までの対象領域と接続するように観測網を展開していくことにより、令和５年度までの計画から本計画を通じた、南西諸島海溝に沿った稠密観測を実現する。なお、海底地震計の投入と回収のための航海は、大学の練習船の教育関係共同利用により実施し、大学院生・学部生の海域観測実習の場としても活用する（令和６～10年度）

２．浅部微動活動の解析

１の海底地震観測データを用い、各観測期間それぞれについて浅部微動を検出してカタログを作成するとともに、個々の微動について震源、放射エネルギーを推定する。まとまった活動（エピソード）毎の微動緒の高速マイグレーションの様式の把握、微動の震源の不均質性について考察する（令和７～10年度）。

３．通常の微小地震の解析と浅部微動活動との比較

１の海底地震観測データを用い、小スパン観測網内とその周辺で発生した微小地震の検測と震源決定を行う。この際、広域の稍深発地震等の検測データを利用して堆積層補正等の顕著な走時遅れ補正を施し、深さの精度を向上させた震源分布を求める（令和７～10年度）。得られた震源情報と２の結果を比較し、浅部微動と通常の微小地震との時空間的関係を抽出する（令和７～10年度）。さらに得られた通常の微小地震の震源の分布状況や地震数に基づき、速度トモグラフィの解析が可能と判断された場合は、3次元速度構造の推定も行い、震源分布と比較する（令和10年度）。

４．陸域の長期地震観測データによる広域の準静的すべり速度分布の時間変化の解析

令和５年度までに実施してきた、日向灘南部から奄美大島にかけての領域についての小繰り返し地震を用いた準静的すべり速度の解析を継続する（令和６～10年度）。

５．総括

２～４の解析結果に基づき、当該領域のプレート間すべりを理解することに重点的に取り組み、モデルを構築することを目指す。さらに、観測研究が進展している日向灘南部や現行計画で取り組んでいる奄美大島北東沖で得られた知見を総合して、プレート間すべり特性の海溝軸方向の連続性、地域性を明らかにする（令和10年度）。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

八木原　寛（鹿児島大学大学院理工学研究科）,中尾　茂（鹿児島大学大学院理工学研究科）

他機関との共同研究の有無：有

山下　裕亮（宮崎公立大学）,中東　和夫（東京海洋大学海洋資源エネルギー学部門）,山田　知朗（東京大学地震研究所）,篠原　雅尚（東京大学地震研究所）

（9）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：鹿児島大学大学院理工学研究科附属南西島弧地震火山観測所

電話：099-244-7411
e-mail：yakiwara@sci.kagoshima-u.ac.jp
URL：https://grad.eng.kagoshima-u.ac.jp/about/associated-facilities/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：八木原　寛
所属：鹿児島大学大学院理工学研究科附属南西島弧地震火山観測所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：KGU_01

（1）実施機関名：

関東学院大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）一般市民の防災リテラシーの社会基盤醸成のための行動経済学モデルの応用
（英文）Application of behavioral economics model to develop the citizens’ disaster prevention literacy

（3）関連の深い建議の項目：

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

（4）その他関連する建議の項目：

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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

新規研究

（6）本課題の５か年の到達目標：

本研究課題では、新規研究として、既存計画における「地震・火山現象の防災リテラシーの構築」の取組を広く普及させるため、長期的な防災リテラシー向上およびそのリテラシーを持続させるための社会基盤醸成に着手する。

阪神・淡路大震災(平成7年兵庫県南部地震)や東日本大震災(東北地方太平洋沖地震)などの巨大災害を経験した直後は、家庭の防災対策など人々の防災リテラシーが高まるものの、時間経過とともに一定水準まで収束してしまう。人々の災害に対する認識や備えを定着させるためには、長期的な防災リテラシーを向上、持続させるための社会が求められる。本研究課題では、人々の判断・行動現象とそのプロセスを検討する社会科学分野の行動経済学の手法を応用し、人々が持つ心理バイアスなどの反応特性から意思決定のモデル設計を行い、防災リテラシーを形成する社会的基盤が、災害現象と人々の行動特性の相互作用により変動することを明らかにする。災害に対する人々の日常場面の生態的な行動パターンの個人レベルの変動と5年間の経時的な変化の社会レベルの変動とのマルチレベルの観測研究を行うことで、個別および社会的な意思決定の課題を解明し、具体的な行動に結びつけるための防災リテラシーとして発展させることを目的とする。

（7）本課題の５か年計画の概要：

本研究課題では、行動経済学の意思決定基盤の設計を災害場面に応用した「行動リスクアセスメント」のアプローチを用いて、防災リテラシー向上のための行動モデルを設計する。行動リスクアセスメントとは、災害に備える・備えない人々の行動特性や、災害に対する反応に焦点を当てることで、人々の行動原理や心理プロセスに基づいた行動モデルを設計する枠組のことである。この行動リスクアセスメントを応用することで、人々の意思決定のバイアスを解消するのではなく、バイアスを生じさせる心理的メカニズムに沿ったかたちで、そこからよりよい選択に導くためのリテラシーの向上を目指す。そこで、社会経済的属性に加え、災害に対する心理バイアス、直近の地震発生イベントなどの社会素因が、災害時の反応や防災・減災行動に及ぼす中・長期的な影響を検討することを課題とした。本研究課題では、一般市民の防災リテラシーの5年間の経時的変化を計測する縦断的調査の観測研

究及び、災害に対する判断や反応を促進・抑制する社会素因を監査する心理バイアスの解明研究を計画した。各年度の計画は以下である。

2024年度は、5年間の縦断的調査のための共通の調査フレームの設計および導入サンプルの抽出をし、1年目の調査を実施する。また、心理バイアスの解明研究として、一般市民を対象に日常場面における災害へのバイアスを検討するため、リアルタイムの生活場面の時間サンプリングを用いたシミュレーション調査を実施する。

2025年度は、前年度からの縦断的調査の調査フレームに、心理バイアスの解明研究の成果を反映させた2年目の調査を実施する。当該年度の新たな心理バイアスの解明研究として、地震発生のイベンドベースの反応計測を目的として、一般市民の直近の地震経験が防災リテラシーに及ぼす影響を検討するため発生エリアサンプリング調査を実施する。

2026年度は、縦断的調査の調査フレームに、前年度までの成果を反映させた3年目の調査を実施する。また、心理バイアスの解明研究として、防災リテラシーの阻害要因となる将来的な損失回避の価値が割り引かれる近視眼的思考バイアスの問題を、双曲割引モデルによる場面想定法を用いた一般市民への調査により検討する。

2027年度は、縦断的調査の共通の調査フレームに心理バイアスの解明研究の成果を組み込み4年目の調査を実施する。心理バイアスの解明研究としては、被災経験が時間経過ともに防災リテラシーに影響を及ぼさなくなる楽観バイアス、忘却傾向について一般市民を対象にした実験心理学的な測定手法により検討する質問紙実験を実施する。

2028年度は、5年間の縦断的調査の最終年度として、共通フレームと前年度までの心理バイアスの解明研究を反映させた調査デザインにより、災害に対する反応特性や社会的インパクトなどの意思決定基盤が防災リテラシーに及ぼす影響を検証するための実査を行う。とくに、5年間に発生した災害などイベントベースの要因を組み込んだ時系列分析のモデルによるシミュレーションを行い、防災リテラシーに対する社会素因の中・長期的な影響を検討する。これらの縦断的調査と心理バイアスの解明研究の最終的な成果に基づき、防災リテラシーを形成している社会基盤の解明による行動モデルの提言を行う。

(8) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

大友章司（関東学院大学 防災・減災・復興学研究所）

他機関との共同研究の有無：有

木村玲欧（兵庫県立大学 環境人間学部）,高橋誠（名古屋大学大学院 環境学研究科）,加藤尚之（東京大学 地震研究所）

(9) 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：関東学院大学 防災・減災・復興学研究所
電話：045-786-2924
e-mail：kenkyu@kanto-gakuin.ac.jp
URL：https://univ.kanto-gakuin.ac.jp/dmi/dmi.html

(10) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：大友章司
所属：関東学院大学

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：KOBE01

（1）実施機関名：

神戸大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）九州における多様な活火山を対象としたマグマ供給系解明のための総合的研究
（英文）Comprehensive study for elucidation of magma plumbing systems of diverse active volcanoes in Kyushu

（3）関連の深い建議の項目：

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

（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
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
火山
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

鬼界海域での地殻浅部を対象にした稠密な測線での反射法地震探査により，貫入岩体の分布および過去に起きた鬼界巨大カルデラ噴火の噴出物と考えられる堆積層の空間分布や総量の把握を行った．また，この堆積層から得られた試料により，対象となる堆積層の噴火噴出物の同定を行った．さらに，鬼界カルデラ火山の海底岩石及び陸上試料の物質科学的解析により，マグマ供給系の進化モデルの提案を行った．姶良カルデラ火山に関しても大規模噴火マグマの生成過程に関して明らかにした．これらの結果は，次の論文で発表された．一方，これまでに鬼界カルデラ火山周辺海域において，屈折法地震探査および短周期海底地震計・広帯域海底地震計・海底電位差磁力計・小型海底磁力計による海底長期観測を実施し（現在も観測中），深部構造推定のためのデータが得られつつある．

発表論文

Tatsumi et al. (2018) Giant rhyolite lava dome formation after 7.3 ka supereruption at Kikai caldera, SW Japan, Scientific Reports, 8, Article number: 2753.
Ishibashi et al. (2022) Gas geochemistry of geothermal fluids from the Hatchobaru geothermal field, Japan, Geothermics, 102, 102379.
Hamada et al. (2023) Evolution of magma supply system beneath a submarine lava dome after the 7.3-ka caldera-forming Kikai-Akahoya eruption. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 434,107738.
Shimizu et al. (2024) Submarine pyroclastic deposits from 7.3 ka caldera-forming Kikai-Akahoya eruption. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 448, 108017.
Nishihara et al. (2024) Voluminous magma formation for the 30-ka Aira caldera-forming eruption in SW Japan: contributions of crust-derived felsic and mafic magmas. Frontier in Earth Science, 11, DOI 10.3389/feart.2023.1283844.

（6）本課題の５か年の到達目標：

本研究の目的は，九州の多様な活火山を対象に，マグマ供給系の解析を行い，マグマ供給系をイメー

ジングし，また長時間スケールにおける進化を明らかにすることである．九州は，小規模から大規模な火山まで，陸域から海域の火山まで多様な活火山を擁している．神戸大学海洋底探査センターでは，令和5年度までの間に，海域の鬼界カルデラ火山に関する研究を中心として，九州の火山を中心にした研究を展開してきた．本研究ではこれまでの研究を継続発展させ，以下の点を5年間で明らかにすることを計画している：

テーマA： 様々な規模の九州の活火山における噴出物の物質科学的研究による火山地下のマグマ供給系の多様性の解明：異なる活動度（マグマ噴出率）の火山のマグマ供給系の比較研究を中心とする．マグマ噴出率において，高噴出率（>1km3/ky；阿蘇，姶良など），中噴出率（1~0.1km3/ky；九重など），低噴出率（<0.1 km3/ky；由布など）の火山を対象に，数万年の時間スケールのマグマの岩石学的および地球化学的変遷を，先研究のデータのコンパイルとともに，火山噴出物の微小領域分析を手法の中心として，マグマの発生，分化，集積などのマグマ供給過程の火山の活動規模による共通点，相違点を明らかにし，火山規模を支配するメカニズムの解明を目指す．

テーマB：九州の活火山における熱水・噴気の地球化学的研究によるマグマ＝熱水系における物質循環の解明：現在も活動をする火山周辺の熱水域において，熱水試料・噴気試料の継続的な採取を行い，マグマ性流体の指標物質（Clなど）の濃度と同位体比（Sなど）の経時変動をモニタリングする．マグマ性流体が地下水系に取り込まれる量，取り込みが起こる際の物理化学環境（温度,pH,酸化還元電位）に関する情報を取得し，マグマ＝熱水系内部で進行する化学反応進行を考察する．

テーマC：海域カルデラ火山（主として鬼界カルデラ火山）の総合研究：地球物理学的手法によるマグマ供給系イメージングおよび岩石試料の物質科学的解析により推定されたマグマ供給系の進化モデル（テーマAとBと関連）との比較・検討を行うことで，7,300年前に起こった大規模噴火（鬼界アカホヤ噴火）から現在にいたるマグマ供給系変遷と噴火過程の理解を進める．より詳細には以下のC1～C3を行う．

(C1) 地球物理学的な手法による探査・観測で得られたデータ解析によるスラブ直上の上部マントルから地殻までのマグマ供給系のイメージング：これまでに実施してきた海底長期観測のデータの解析をさらに進めることで，鬼界カルデラ火山下におけるスラブ直上の上部マントルから地殻までの地震波速度構造，比抵抗構造を推定し，現時点におけるマグマ供給系のイメージングを行う．

(C2) DASなどによる新たな地球物理学的データ取得によるマグマ供給系モニタリングの高精度化：鬼界カルデラ縁辺の三島（竹島・薩摩硫黄島・黒島）と枕崎市とを結ぶ海底光ケーブルを利用した地震歪計測により，カルデラ周辺域の地震活動度の常時モニタリングを行う．ここでは光ファイバ分布型計測手法（DAS）を適用することにより，海底ケーブル沿いに10ｍオーダーの高密度地震観測網を実現し，従来認知されていない微小地震活動の検出を狙う．また，過去のオフライン臨時海底観測からカルデラ直下での地震活動度の高さは確認済みであり，これらを長期間常時モニタリングすることにより，活動予測に資する観測基盤の構築を図るものである．

(C3) 海域の火砕流の流動堆積過程の解明：鬼界アカホヤ噴火で発生し海上と海底を流れた大規模火砕流を対象に，これまで陸上と海域調査で得られた，堆積物の分布，構成物分析，粒度組成，化学組成などの情報から海域の火砕流の流動堆積過程を明らかにする．また異なる条件で海域を渡った火砕流との比較研究を行い海域火砕流の流動堆積に関する本質的過程を明らかにする．

（7）本課題の５か年計画の概要：

テーマAについて： 5か年で，データの取得と解析を並行して進めていく．最初2年，令和６，7年度では，中低活動度の火山のこれまでの研究のコンパイルを進め，かつ，高活動度火山の姶良火山に関する噴出物分析を進める．その後2年，令和8，9年度では，高～低活動度の火山の噴出物分析を完了する．最後の1年で結果のまとめと発表を中心とする．

テーマB：火山活動周辺の熱水域において，2か月に１回程度の熱水試料・噴気試料の継続的な採取を行う．対象熱水域として，活発なマグマ活動を示している霧島火山（えびの高原硫黄山の熱水と噴気）・九重火山（硫黄山噴気と八丁原地熱域噴気）を予定している．時間変遷を調べることを目的としており，5年間を通じて試料採取と分析を行う．経験的に数年のスパンで活動の段階が大きく推移することが分かっており，そのタイミングで成果の取りまとめと発表を行う．

(C1) マグマ供給系イメージングのため，地震波速度構造と比抵抗構造の推定を行う．速度構造については，広帯域海底地震計データ解析を行い，屈折法地震探査データ解析結果および浅部ローカルトモグラフィ結果を統合し，浅部からスラブ直上の深部までの速度構造の推定を行う．比抵抗構造につい

ては，海底電位差磁力計，小型海底磁力計のデータを解析し，火山周辺の詳細な3次元比抵抗構造と広域背景場の2次元比抵抗構造を推定する．その上で，地震波速度構造と比抵抗構造を統合解釈し，マグマ供給系，および，その背景にある沈み込み帯の構造を明らかにする．令和6-8年度で地震，電磁気それぞれのデータの解析を進める．令和7-9年度で地震波速度構造，比抵抗構造と物質科学的データの解析結果との統合を行う．最終年度の令和10年度で，得られたマグマ供給系の知見をまとめ発表する．
(C2) 令和6年度はDASの広帯域化ならびに長距離化を目指した技術開発と試験評価を行い，令和7年度以降リアルタイムでの連続観測を行う．並行してデータの解析を進め，微小地震活動の性質からリアルタイムでの迅速な火山活動評価を行う手法の構築を目指す．
(C3) これまで得られた幸屋火砕流の調査・分析結果と，海及び陸域の流走距離が異なる阿蘇火山および規模が異なるSantorini火山の火砕流の海底および陸域堆積物との比較研究を行い海域火砕流噴火噴出物に関する本質的過程を明らかにする．令和6-7年度は阿蘇火山火砕流の陸上および海底堆積物調査および粒度組成，構成物量比，化学組成の分析を行う．令和8-9年度はSantorini火山で海底掘削されたカルデラ噴出物についてサンプルリクエストを出し，海底堆積物の記載および同様の分析を行う．令和10年度に3火山の結果をまとめ考察を行う．

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

金子克哉（神戸大学海洋底探査センター火山学部門）,石橋純一郎（神戸大学海洋底探査センター金属鉱床評価部門）,島伸和（神戸大学海洋底探査センター構造探査部門）,松野哲男（神戸大学海洋底探査センター構造探査部門）,南拓人（神戸大学理学研究科惑星学専攻）,杉岡裕子（神戸大学海洋底探査センター構造探査部門）,清杉孝司（神戸大学海洋底探査センター火山学部門）,中岡礼奈（神戸大学海洋底探査センター火山学部門）,山本由弦（神戸大学海洋底探査センター海底活構造部門）,鈴木桂子（神戸大学海洋底探査センター火山学部門）
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：神戸大学海洋底探査センター
電話：
e-mail：
URL：http://www.k-obec.kobe-u.ac.jp/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：金子克哉
所属：神戸大学海洋底探査センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：KUS_01

（1）実施機関名：

京都大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震サイクルにおける断層すべりのモデリングにおけるデータ同化研究

（英文）Data assimilation study on the fault slip during earthquake cycles

（3）関連の深い建議の項目：

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

（4）その他関連する建議の項目：

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
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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

地表面で観測されたGNSS による地殻変動データから、直接プレート境界面の摩擦特性を推定し、断層すべりの推移予測するデータ同化手法開発を行った。地震発生域深部で発生する長期的スロースリップ(L-SSE)を対象に、アンサンブルカルマンフィルタ(EnKF)に基づくデータ同化手法を開発した。速度状態依存摩擦則に従う孤立した一様円形パッチを仮定した L-SSE モデルを構築し、これを用いた数値実験において EnKF の有効性を示した (Hirahara & Nishikiori, 2019)。実際に豊後水道 L-SSE を対象として2009-2011 年の GNSS 地表観測データへ適用し(藤田, 2019)、1回の L-SSE 発生を含む観測を概ね説明可能なモデルを得ることに成功した。同化の実現には初期アンサンブルの適切な設定が重要であることを示し、更に、L-SSE 発生期間中において、そのイベントの終了時期といった数か月程度の短期的な予測の可能性を示した。
また準周期的な繰り返しやイベント毎のすべり分布の変化など観測されるL-SSEの複雑性を再現し、より良いすべり予測を得るために、対象領域を日向灘沖˜四国沖の複数L-SSEセグメントへと広げたモデルによる同化を目指した。前述の通り同化の実現には初期アンサンブルを適切に設定する必要であるが、このように広い領域でのL-SSEのセグメント化メカニズムは必ずしも明らかになっておらず、まずメカニズムの理解を進める必要があった。大畠(2023)は摩擦特性や断層面形状の走向方向の不均質がなくとも、走向方向に長い断層ではすべりの発達に伴い応力不均質自己組織化され、L-SSE のセグメント化・L-SSE の伝播が起こることを数値計算により見出した。一定速度載荷の下で L-SSE の発生場所は固定され、その領域サイズは主に断層幅と摩擦特性に依存する臨界角形成サイズとの比で決まる。ただし近隣の地震発生領域の固着の強さや、地震発生等による大きな応力擾乱によってL-SSE 発生場所・サイズ・発生間隔が変化する様子も数値実験で観察された。
アジョイント法については、プログラムの整備により計算時間を短縮し、2003 年十勝沖地震の余効すべり時に得られたGNSS データに適用した。地震後15日間に得られた1日ごとのGNSS データの同化により摩擦特性の空間分布を推定し、得られた摩擦特性により、その後15日間の地殻変動の予測を行い、観測されたGNSS 時系列が再現可能であることを検証した（Kano et al. 2020）。さらに、より正確な余効変動の現状把握と推移予測に向けて、地震発生直後の高時間分解能な地殻変動データが重要であることから、データ処理として高サンプリングのGNSSデータをItoh et al. (2021)の手法に基づ

いて前処理し，地震後5日間の6時間間隔の変位時系列データを得た。このデータに対して、マルコフ連鎖モンテカルロ法（MCMC）を用いて摩擦特性の空間分布を推定した。得られた摩擦特性の空間分布で観測変位の時系列データは説明可能であるが，このためには摩擦特性が空間的に不均質である必要があることが分かった。また、2010年に豊後水道で発生した長期的SSEのGNSSデータにMCMCを適用し、地殻変動データの再現とSSEの短期推移予測を計算した。その結果、SSEが発生するという摩擦特性の事前情報の有無によって、予測される断層すべりの様式が大きく異なることが分かった。

さらに、データ同化と異なるアプローチとして物理深層学習（PINN）による手法を検討した。ばねブロックモデルを用いて模擬されるSSEを対象に、PINNが断層すべりの数値計算、摩擦特性の推定、断層すべりの短期推移予測に有効であることを確認した。今後、より現実的な問題設定への拡張を通してデータ同化による結果との比較が期待される。

（6）本課題の５か年の到達目標：

本課題では、物理モデルによる地震発生予測のプロトタイプの完成を目指している。具体的には以下の通り。

A. 豊後水道と琉球における現実的なプレート形状を用いたSSEデータ同化
(a) 豊後水道および琉球海溝を対象とし、現実的なプレート形状のモデルを用いて、SSEデータ同化システムを構築する。データ同化手法により得手・不得手があるので、アジョイント法とアンサンブルカルマンフィルターの２つの手法で同化システムを構築する。ある程度できているので、早期に完成を目指す。
(b) (a)で開発したモデルを用いて双子実験を行い、摩擦パラメータの推定を行う。また、摩擦パラメータと物理量の初期値の同時推定を試行する。
(c) プレート境界にSSE発生域に加えて固着域がある場合に対して(b)と同様の実験を行う。
(d) 実データを用いた同化実験を行い、SSE発生、および、固着域の固着状態の時間発展の予測可能性を評価する。
(e) (a)〜(d)と並行して、八重山地域における独自のGNSS観測を継続する。

B. 粘弾性応答関数の取り込みを実装する。

C. Physics Informed Neural Network による摩擦パラメータの推定手法を開発する。データ同化システムでの利用を試行する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

物理法則に基づいた断層すべりの予測を目指し、日向灘沖˜四国沖の複数セグメントで発生するSSEを対象としたEnKFデータ同化を実施する。これまでの研究で、走向方向に長い断層上での自発的な応力不均質の形成というこれまで見過ごされていたSSEのセグメント化メカニズムが見出されたが、実際のSSE発生域においては、さらに断層面形状や周囲の断層面固着状態の時空間不均質などを考慮する必要がある。令和６・７年度は、これらを考慮したシミュレーションにより各要素がどのように実際のSSEの挙動、セグメント化を支配するのかを明らかにする。令和８・９年度には、その結果を踏まえて、EnKFを用いたデータ同化の実現に重要となる初期アンサンブルの設定を行い、実際の観測データに対してデータ同化を実施する。令和10年度は、データ同化の実施により構築した数値モデルの現状のデータ再現能力と予測能力を評価する。
また物理深層学習（PINN）を用いた摩擦特性推定・断層すべり予測手法を、実際のSSEに適用する。令和６年度は物理深層学習（PINN）を用いた摩擦特性推定・断層すべり予測手法を２次元断層モデルに拡張し、より現実的な問題設定におけるPINNの有効性を検証する。令和７年度は、現実的なプレート形状を導入し、データ同化による摩擦特性推定・断層すべり予測に関する数値実験を行う。平面形状の場合の結果と比較を行う。この結果に基づき、令和８年度に実観測データへの適用により摩擦特性の推定を行う。また令和９年度には得られた摩擦特性により次のSSEの発生やSSEの時空間発展の断層すべりの予測の試行を試みる。令和10年度は、より現実的に、運動学的に固着域を置いたときの過去の断層すべり状態の推定および将来予測の試行を行う。上記をデータ同化とPINNを用いた手法で検証する。

また巨大地震後の余効変動に対するデータ同化適用において、粘弾性変形・余効すべりを考慮した同化手法開発および数値モデルの改良を行う。令和６・７年度はEnKF及びアジョイント法の適用・非線形数値モデルに対する両者の性能を比較する。東北地方太平洋沖地震後の余効変動等実際の問題に適用する。令和８年度からは、剛性率の不均質構造を考慮できるよう数値モデルの改良を行い、変形やすべりの推定・推移予測の向上を図る。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

宮崎真一（京都大学理学研究科）,大谷真紀子（京都大学理学研究科）
他機関との共同研究の有無：有
加納将行（東北大学理学研究科）,研究協力者：岩田貴樹（広島県立大学）,研究協力者：平原和朗（香川大学）,スタンフォード大学,統計数理研究所

（9）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：京都大学理学研究科 地球惑星科学専攻
電話：075-753-3911
e-mail：miyazaki.shinichi.2m@kyoto-u.ac.jp
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：宮崎真一
所属：京都大学理学研究科

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：KUS_02

（1）実施機関名：

京都大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）既存データに基づく噴火発生予測及び活動推移評価の試み
（英文）An attempt to the evaluation of the volcanic activities and the prediction of the eruptions based on the existing observed data

（3）関連の深い建議の項目：

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）

（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
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化
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
(6) 高リスク小規模火山噴火

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

本課題に含まれる3つの課題
（ア）阿蘇火山における既存データに元づく統計学的なアプローチによる噴火予測試行
（イ）地震・測地記録に基づく火山噴火発生の予測試行
（ウ）MODISデータを用いた熱異常の検出
について研究成果、観測実績の概要を記す。
（ア）中期的な火山活動評価のための指標であるVUI（火山活動活発化指数）を阿蘇火山へ適用するため、2004年以降の多項目観測データの基準値を設定して、試験運用を開始した（大倉ほか, 2023）。静穏期・活発期の阿蘇火山の地下熱水系に関するモデルはTerada et al. (2012)、Kanda et al. (2019)やMinami et al. (2018)などがある。
（イ）世界各地の地震及び火山噴火のデータベースを調べ、大地震により生じる膨張場のひずみ量が0.5micron 以上になると火山噴火の発生する頻度が約5割増加することを示した（Nishimura, 2019）。
（ウ）MODISデータを用いた熱異常解析については、浅間山2004－2005年の活動に対する例がある（金子ほか, 2006）。

（6）本課題の５か年の到達目標：

（ア）多項目観測データに基づき、時系列フィルタリングやデータ同化などの時系列解析、統計解析手法を適用し、阿蘇火山の火山活動推移モデルを構築して火山活動の評価を行う。その知見を用い阿蘇火山以外の火山にもターゲットを広げ、火山噴火予測が可能かを評価する。またこうした研究で得られる知見をVUI（火山活動活発化指数）に統合し高度化を目指す。
（イ）大地震により生じる膨張場に火山が位置する場合や火山周辺のGNSSが山体膨張を示す場合、噴火の発生頻度が高まることが報告されている。これらの先行研究以降に発生した地震、山体膨張現象のデータから火山の活動レベルを評価し、火山噴火発生の予測を試行し、その的中率を評価する。
（ウ）国内のいくつかの熱水系卓越火山に対して、MODISデータの観測が開始された2000年～2023年頃までの画像解析を行い、熱異常があるかどうか、水蒸気噴火やunrest現象に対応するかどうかを

検証する。可能であれば、噴火したケースと噴火未遂に終わったケースで違いがあるかどうかを明らかにし、現状では困難な場合が多い熱水系卓越火山の活動評価に対して有効な手法かどうか検証する。上記3つの研究を核として、多方面のアプローチで火山噴火活動評価、及び噴火予測の試行に取り組む。

（7）本課題の５か年計画の概要：

（ア）令和6年度においては既存データのコンパイルを行う。2014年に始まる阿蘇火山の一連の噴火活動の基幹について各種の観測データをまとめる。特にマグマ噴火や水蒸気噴火などの規模の大きな活動前後のデータを収集しコンパイルする。令和7年-8年においては、各データの多変量相関分析や時系列解析を通し、噴火活動や火山活動の推移との関連を解析する。また令和9年-10年度で活動推移評価の高度化・未来予測を試み、活動度評価の定量化を試みる。こうした知見を阿蘇火山以外の火山にも適用し噴火活動評価を試み、更に噴火予測が可能であるかを検討する。

（イ）地震・測地記録に基づく火山噴火発生の予測試行

令和6年-令和7年度においては、国内で記録されている国土地理院等によるGNSSデータを、系統的に解析し、山体変形を定量的に評価する。世界各地で発生する大地震により生じる活火山の歪み場を評価し、2011年以降に発生した大地震について噴火発生との関係を調べる。令和8年-令和10年において国内の活動的火山についてGNSSデータを用いて山体膨張を評価し、準リアルタイムで噴火の発生の可能性を議論する。世界の大地震による歪み場を随時計算し、周辺の活火山の噴火発生の可能性を議論する。

（ウ）MODISデータを用いた熱異常の検出

令和6年-令和7年度においてGirona et al. (2021)の解析方法を草津白根山周辺の約20年分のMODISデータに適用し、2018年の本白根山噴火や2014年の湯釜周辺のunrest現象に対応する火山体表面の熱的状態変化の検出を試みる。続く令和8年-令和10年において草津白根山を対象とした解析で培ったノウハウを、口永良部島や弥陀ヶ原など過去20年間に噴火や火山活動の活発化が観測された熱水系卓越型火山に適用し、水蒸気噴火の発生予測に有効な手法であるかどうかを検証する。

上記研究テーマの他に、国内の火山研究者を集めた研究集会を定期的に開催する。令和6年、8年、10年に対面で、また令和7年、令和9年にはオンラインで研究集会を開催する。この研究集会で研究参加者及び研究協力者の間で噴火予測に関連した研究成果を共有しその情報を集積すると共に、噴火予測に至るための新たな着想について議論する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

宇津木充（京都大学理学研究科）

他機関との共同研究の有無：有

西村太志（東北大学理学研究科）,廣瀬郁（東北大学理学研究科）,神田径（東京科学大学総合研究院）,橋本武志（北海道大学理学研究科）,青山裕（北海道大学理学研究科）,山本希（東北大学理学研究科）,前野深（東京大学地震研究所）,行武洋平（東京大学地震研究所）,寺田暁彦（東京科学大学総合研究院）,前田裕太（名古屋大学環境学研究科）,中道治久（京都大学防災研究所）,相沢広記（九州大学理学研究科）

（9）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：京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設
電話：0977220713
e-mail：utsugi.mitsuru.5c@kyoto-u.ac.jp
URL：http://www.vgs.kyoto-u.ac.jp/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：宇津木充
所属：京都大学

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：KUS_03

（1）実施機関名：

京都大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）水蒸気噴火発生場の理解を目指した阿蘇火山の浅部熱水系モニタリング
（英文）Multiparametric monitoring focusing on the hydrothermal system beneath the active crater of Aso volcano for enhancing our knowledge of phreatic eruptions

（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
(6) 高リスク小規模火山噴火

（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
(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
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）
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
イ. 観測・解析技術の開発

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

課題番号HKD_04「電磁気・熱・ガス観測に基づく火山活動推移モデルの構築」およびKUS_02「地震・地殻変動モニタリングによる中期的な火山活動の評価」では、阿蘇山で実施した多項目観測やデータ解析手法開発によって、火口地下熱水系の挙動に関連した以下の成果が得られた。マグマ噴火および水蒸気噴火活動の繰り返される時期の相対重力変化から、これらの活動によって火口地下熱水系の質量減少が起きていることが見出された。また、顕著な水蒸気噴火の発生前には、地下熱水系の活発化に起因した比抵抗変化があったことがACTIVE観測によって捉えられた。噴火発生に向けた熱水系活発化事象は、熱・火山ガス観測結果をもとにした放熱率及び水蒸気放出率の時間変化からも明らかとなった。

（6）本課題の５か年の到達目標：

活動的火山で生じる小規模水蒸気噴火は発生頻度が高く、発生時期や発生場所によっては、おおきな人的被害を引き起こしうる。このような危険性の高い小規模噴火活動を理解するには、活動火口浅部の地下熱水系をターゲットにした高精度な多項目モニタリングが必須である。そして、モニタリング記録から、活動活発化を示唆する微弱なシグナルをいかにはやく、正確に抽出するかが、水蒸気噴火のような発生までのリードタイムの短い噴火現象を対象にする場合に、とくに重要である。そのためには、噴火発生場（背景場）について、より解像度の高い描像を事前に得ておくことが望ましい。
そこで本研究課題では、電磁気観測や重力観測、地震・空振観測に加えて、熱観測や火山ガス観測、水質測定などの多項目観測を、小規模水蒸気噴火が繰り返される阿蘇山で実施することにより、活動火口の地下浅部熱水系の詳細を明らかにし（より高解像度化し）、これが同火山における水蒸気噴火発生場としてどのように振る舞っているのか、その位置付けを明確にすることを目標とする。

（7）本課題の５か年計画の概要：

阿蘇山中岳第一火口の地下浅部熱水系にかかわる諸現象をターゲットにした多項目観測を実施し、研究目的の達成を図る。5(6)のほかの関連課題とも連携しながら研究を進める。令和6年度においては、地震・空振、熱、火山ガス、電磁気、相対重力などの多項目観測およびデータ解析作業を実施する。火口周辺にMulti-GAS、ACTIVE送信機をそれぞれ設置する。令和7年度においては、上記の多項目観測およびデータ解析作業の実施を継続する。令和8年度においては、多項目観測およびデータ解析作業を継続実施するほか、UAVによる電磁探査・磁気探査も行う。令和9-10年度においては、多項目観測およびデータ解析作業を継続するとともに、地下熱水系の構造および状態変化についての定量モデリングに取り組む。最終的には地表に現れる湯だまりと地下熱水系を合わせた総合システムの提案を目指す。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

横尾亮彦（京都大学理学研究科）,大倉敬宏（京都大学理学研究科）,宇津木充（京都大学理学研究科）,風間卓仁（京都大学理学研究科）,石井杏佳（京都大学理学研究科）
他機関との共同研究の有無：有
森俊哉（東京大学理学系研究科）,森田雅明（東京大学地震研究所）,角皆潤（名古屋大学環境学研究科）

（9）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：京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設火山研究センター
電話：0967-67-0022
e-mail：yokoo.akihiko.5a@kyoto-u.ac.jp
URL：https://www.aso.vgs.kyoto-u.ac.jp

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：横尾亮彦
所属：京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設火山研究センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：KUS_04

（1）実施機関名：

京都大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）阿蘇山における登山客への効果的な火山情報の伝達手法の構築
（英文）Development of effective methods of communicating volcanic information with mountain climbers in the Aso volcano

（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
(6) 高リスク小規模火山噴火

（4）その他関連する建議の項目：

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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第２次）」では、火山部会の課題(KUS_02)を担当し、阿蘇山にVUI（火山活発化指数）を導入した。現在、VUIを準リアルタイムで計算するシステムを構築中である。

また、防災リテラシー部会の課題（KUS_03）も担当し、阿蘇地域にて活動するジオガイドや震災遺構ガイドの防災リテラシーを向上するための方策を検討してきた。さらにNGT_02（防災リテラシー部会）に協力し、「火山研究者が自治体職員など理解してほしいこと」を整理し、火山の基礎知識取得にかかる研修プログラムのシナリオ作成とビデオ撮影を実施した。

KUS_03では、阿蘇山の火口近傍を訪れたことのある観光客を対象に、火山防災に関する意識調査を東北大学と共同で実施し、観光客の安全確認行動を促進する要素を明らかにし、論文として公表した。この調査結果は、2016年熊本地震の震災遺構の意義づけ、阿蘇山の火口周辺での観光客への情報発信方法の改善などに活用されている。さらに2021年10月20日の阿蘇山の水蒸気噴火の際の防災対応の問題点を整理したうえで今後の登山者の防災リテラシー向上のための課題を抽出し、論文として公表した。

（6）本課題の５か年の到達目標：

阿蘇山ではおおむね25年に一度の頻度で，火口周辺で死者を含む大きな被害がもたらされる水蒸気噴火が発生してきた。戦後では1953年，1958年、1979年の爆発的噴火が、観光客などが死亡する災害につながった。2007年以降は気象庁による噴火警戒レベル設定が適切に運用されており、噴火による人的被害は生じていないものの、水蒸気噴火は突発的に発生することが多く、（火口から4km以遠に居住し噴火の影響をあまりうけない）一般住民とは異なる、不特定多数の登山者・観光客への火山の状況や火山噴火についての情報伝達が重要である。

2021年10月の噴火では、登山者に噴火速報が届かなかったことや火口の2km以内に10名を超える登山者が取り残されるなど、登山者への火山情報の発信に課題があることが浮き彫りとなった。

そこで、まずは地元のステークホルダーに火山の状況を随時把握してもらうために、VUI（火山活発化指数）を活用する。そして、阿蘇山を訪れる登山者を対象にした火山防災に関する意識や登山道上の看板などの有効性に関する質問紙調査などを実施し、その結果を分析することで、登山者への効果的な情報発信の方法をステークホルダーとともに検討し改善し、その有効性を聞き取り調査などで検証

する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

R6:VUIを日々算出し、その時間変化をグラフ化して、Web経由で参照できるシステムを構築する。また、R7年度に登山者の火山防災に関する認知度を調査すべく、質問項目を検討し、阿蘇火山防災会議協議会、阿蘇くじゅう国立公園管理事務所（登山道の整備）、熊本県阿蘇地域振興局(登山道情報の発信)、熊本県危機管理防災課の職員を対象に聞き取り調査を実施する。
R7:VUI表示システムを上述の関係機関に設置する。また、登山者の火山防災に関する認知度をオンラインと実施調査併用で実施する。この結果を関係機関と共有し、ジオガイドや山岳ガイド向けに、火山防災、登山者の特徴を含んだ講習会を実施する。
R8：必要に応じて、講習会を実施する。また、VUI表示サーバーソフトのメンテナンスをおこなう。また、山岳ガイドの拠点の一つである、自然公園財団阿蘇支部にもVUI表示システムを設置する。
R9:登山者に対するオンライン調査と現地調査を阿蘇および九重で実施する（九重の結果は阿蘇との比較対照のために活用する）。必要に応じて、講習会を実施する。
R10：VUI表示サーバーソフトのメンテナンスを行う。可能であるならば、Webのコンテンツとしてを公開する。必要に応じて、講習会を実施する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

大倉敬宏（京都大学理学研究科）
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設火山研究センター
電話：0967-67-0022
e-mail：web_admin@aso.vgs.kyoto-u.ac.jp
URL：http://www.aso.vgs.kyoto-u.ac.jp

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：大倉敬宏
所属：京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設火山研究センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：KYU_01

（1）実施機関名：

九州大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）断層帯の不均質の実態と現状の把握と地震発生機構の解明
（英文）Understanding the heterogeneity and current condition of the fault zone and elucidating the mechanism of earthquakes

（3）関連の深い建議の項目：

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化
イ. 内陸地震

（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
(3) 地震発生過程の解明とモデル化

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

関連の深いものはKYU_01 「地震火山相互作用下の内陸地震空間ポテンシャル評価」であり、内陸地震の発生場所や規模の評価手法の確立に道筋をつけることを目標とした課題である。
この課題では、活断層における地震発生機構を詳細に明らかにするために、2000年鳥取県西部地震の余震域において、1000個の地震計を用いた0.1満点観測や、2016年熊本地震で注目されている日奈久断層帯における100個の地震計を用いた0.01満点観測（河野・他，2023）を実施してきた。これらの稠密観測により、内陸地震においても非ダブルカップル成分が存在することを明らかにし（Hayashida et al., 2020）、非弾性歪の振舞いが空間的に変化していることを捉えることに成功した（Matsumoto et al., 2020）。さらに、断層近傍で発生する地震の破壊伝播方向から、応力場・断層強度に関する情報が得られる可能性を示唆する結果も得られている（Yoshida et al.,2019; 河野・他, 2023）。本課題では、これらの観測機材や経験を活かすことで、対象地域に約200個の地震計を追加し、300観測点による稠密観測を行うことは可能である。
天草諸島周辺は明瞭な地震空白域であるが、GNSSデータ、地震データの解析から、この地域の周囲と同程度に非弾性変形しており、上部地殻に応力を蓄積しつつあることが示された (Yuasa et al. 2020)。また、上部地殻の応力集中には、下部地殻における非弾性変形が重要な役割を果たしていることも明らかになってきている（Yuasa and Matsumoto, 2023）。
2016年熊本地震では、地震前後の震源メカニズム変化から地震前の差応力は10 MPaのオーダーであり（Mitsuoka et al. 2020）、前震と本震の破壊が低比抵抗体の端部から始まり、別の低比抵抗体の端部で終わるという結果も報告された(Aizawa et al. 2021)。
短波長不均質構造に関して、地震波エンベロープをモデル化することで、九州全域における内部減衰・散乱減衰の推定が行われた（Shito et al., 2020）。

（6）本課題の５か年の到達目標：

稠密地震観測とGNSSデータから、歪・応力に関する時空間分布を推定し、その成因を電磁気探査やDAS観測による不均質構造（とくに短波長構造）と結びつけ、複数の地震計アレイ観測から得られた地震発生ポテンシャルのモニタリングを行う。

（7）本課題の５か年計画の概要：

＜令和6年度＞
主に天草から熊本県南部において100~150点の地震観測点を設置する。これにより、震源分布から詳細な断層帯形状、推定誤差を2,3度以内に抑えた発震機構解から歪・応力状態を推定する観測体制を構築する。また、次年度以降の電磁気観測に向けた観測場所選定の下見を行う。また、対象地域における歪速度場の時空間分布を推定するために、第２次計画で実施した臨時GNSS観測で得られたデータの解析を開始する。
＜令和7年度＞
電磁気探査を行うことで、断層破砕帯の広がりと実体を明らかにし、また主なすべり域となる破砕帯と、破壊の開始点となり得る深部低比抵抗体との位置関係を明らかにするためのデータを得る。また、断層帯近傍の詳細な不均質構造を明らかにするため、光ファイバーケーブルを用いたDAS観測を行う。令和6年度に設置した稠密地震観測は継続して行う。
＜令和8年度＞
令和6年度に開始した稠密地震観測は継続して行う。この時点で得られている地震・電磁気・GNSSデータの解析結果を統合し、地下の流体の移動経路、それに伴う、歪や応力、断層強度の状態を含めた、断層帯における一連の活動モデルを作成を開始する。
＜令和9年度＞
この時点までの結果を元に、電磁気観測を行う。また統合モデルから導かれた重要度の高い場所を対象として、複数の地震計アレイを設置し、その場所のモニタリングを開始する。令和6年度に開始した稠密地震観測は継続する。
＜令和10年度＞
稠密地震観測の撤収を行う。モニタリングを継続するとともに、統合モデルの発展を行い、課題の成果としてまとめる。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

江本賢太郎（九州大学）,松本聡（九州大学）,松島健（九州大学）,相澤広記（九州大学）,馬場慧（九州大学）
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：九州大学
電話：
e-mail：emoto.kentaro.430@m.kyushu-u.ac.jp
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：江本賢太郎
所属：九州大学

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：KYU_02

（1）実施機関名：

九州大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）内陸地震域の比抵抗構造再調査と地震発生ポテンシャル評価の有効性検証
（英文）Resistivity structure around the zones of large inland earthquakes ― revisited

（3）関連の深い建議の項目：

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化
イ. 内陸地震

（4）その他関連する建議の項目：

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）
イ. 内陸地震の長期予測
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(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）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

広帯域MT探査による比抵抗構造推定から内陸地震のポテンシャル評価を期待される２つのポジティブな結果が得られた。一つは内陸地震の最大規模が比抵抗構造と関連するという結果である。2016年熊本地震では、前震と本震の破壊が低比抵抗体の端部から始まり、別の低比抵抗体の端部で終わるという結果が報告された (Aizawa et al. 2021)。同様の結果が2017年御嶽山西部のM5.6地震 (Ichihara et al. 2018)、2008年岩手―宮城内陸地震 (Ichihara et al. 2014, 東工大未公表資料) でも示された。2000年鳥取県西部地震 (Umeda et al. 2011)、2007年能登半島地震 (Yoshimura et al. 2008)、2017年九寨溝地震 (Sun et al. 2020) の比抵抗構造にも同様の傾向が認められる。２つめの結果は規模の大きな地震の破壊は選択的に低比抵抗体の端部付近から開始するというものである (Aizawa et al. 2021)。地震活動は低比抵抗体の端部付近で活発であるという報告は数多くあったが、地震の規模との関係が新しく推定された。低比抵抗端部付近に存在する高温、高間隙水圧の流体の寄与が示唆された。

（6）本課題の５か年の到達目標：

過去25年に日本で発生したM6.5以上の内陸地震のうち、半数以上は対応する活断層が地表に見えない地域で発生した。活断層調査のみでは内陸地震の空間ポテンシャル評価に限界があることは明らかである。本課題では比抵抗構造が内陸地震の規模も含めた空間ポテンシャル評価に真に使えるかどうか結論を得ることを目的とする。以下の作業仮説を２つ設定する。１．大きな地震の破壊は選択的に低比抵抗体の端部付近から開始する。２．大きな地震の破壊は別の低比抵抗体の端部で終わる。作業仮説の検証には、地震すべり分布の推定に加え震源断層の端部まで含めた広域の比抵抗構造推定が必要であるが、そのような探査が行われている例は少ない。また、規模の大きい地震の破壊が選択的に低比抵抗体の近傍から開始しているかどうか調べるためには、精度の高い震源分布に加え、空間分解能が高い比抵抗構造推定が不可欠であるが、両者がそろった研究例は少ない。日本ではHi-net, K-net, KiK-net整備以降、規模の大きな内陸地震が発生すると、すべり分布と、精度の高い余震分布が推定されるため、過去25年間の規模の大きな内陸地震は貴重な研究対象である。本課題ではそうした地域を

対象に、内陸地震空間ポテンシャル評価が可能かどうかの目をもって比抵抗構造再調査を行う。

（7）本課題の５か年計画の概要：

2024～2026年にかけて、太陽活動の11年周期は極大期を迎える。これは比抵抗構造推定のためのSN比が飛躍的に向上することを意味し、人工ノイズを懸念してこれまで探査に及び腰であった地域の再調査を行う絶好の機会である。本課題では2000年鳥取県西部地震、2004年新潟県中越地震、2018年北海道胆振地震、これらの震源域周辺で広帯域MT再調査を行う。既にMT調査が行われ論文が出版されているが、いずれも本課題の作業仮説の検証を行うには不十分である。本課題では観測が行われていなかった地域で新規に観測を行い、既存データと統合し3次元比抵抗構造を推定する。
何年度にどこでMT探査を行うかという計画の進め方は、解析担当者の学生、配分された予算等を考慮して決定する。現在はR6-7 鳥取西部、R7-8新潟県中越、R8-9北海道胆振を計画している。北海道胆振はノイズ環境が比較的良好なため5カ年の後半に設定している。いずれにせよ太陽活動が極大なR6-8年度に主たる調査を行い、R9-10年は補充調査の期間にあてる。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

相澤広記（九州大学）
他機関との共同研究の有無：有
上嶋誠（東京大学）,臼井嘉哉（東京大学）,吉村令慧（京都大学）,市原寛（名古屋大学）,橋本武志（北海道大学）

（9）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：九州大学地震火山観測研究センター
電話：
e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：相澤広記
所属：九州大学地震火山観測研究センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：KYU_03

（1）実施機関名：

九州大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）九州地下のマグマ上昇経路と地殻活動の関連性

（英文）Magma ascent route and its relation to crustal activities beneath Kyushu island

（3）関連の深い建議の項目：

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化

エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解とモデル化

（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

(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

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）

イ. 内陸地震の長期予測

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

動ける流体は構造境界に存在し、内陸地震や火山活動を引き起こす。

雲仙火山の地震波速度構造 (Miyano et al. 2021)、比抵抗構造 (Triahadini et al. 2023) からは、1991-1995年雲仙火山噴火時に推定された地盤変動源 (Kohno et al. 2008) の位置は、すべて構造境界に位置していることが分かった。マグマが西側の橘湾から雲仙火山に向かって構造境界 (高結晶度のマッシュ状マグマだまりの上部) に沿って斜めに上昇していることが示唆された。九重火山では、火口や地熱地帯は深さ3～5 kmの低比抵抗体の端部に一致するという発見があり、構造境界に沿っての流体の上昇が提案された (Aizawa et al. 2022)。2016年熊本地震では、前震と本震の破壊が低比抵抗体の端部から始まり、別の低比抵抗体の端部で終わるという結果が報告され、両者とも構造境界に存在する高温、高間隙水圧の流体の寄与が示唆された (Aizawa et al. 2021)。

広域、長期的な視点では深成岩体周辺に流体が分布し大地震が発生する。

天草諸島周辺は明瞭な地震空白域であるが、GNSSデータ、地震データの解析から、この地域の下部地殻は歪み速度は顕著ではないものの周囲と同程度に非弾性変形しており10年の単位では上部地殻に応力を蓄積しつつあることが示された (Yuasa et al. 2020)。地震空白域は、地震波速度構造から高速度異常であり (Saiga et al. 2010)、また、高比抵抗であることが明らかになった。地震空白域の特に上部地殻に相当する深度に破壊強度が高い深成岩体が存在し、その周辺でのみ地震により応力を解放することで地震空白域が生成されると推定された。九重火山からは、深成岩体は流体の上昇を妨げることが示唆された (Aizawa et al. 2022)。これらは深成岩体の形状を把握することが、内陸地震活動や流体の上昇経路に重要なことを示している。

（6）本課題の５か年の到達目標：

九州地下のマグマ上昇経路、およびマグマから供給される揮発性成分の上昇経路を解明し、地震活動、ひずみ集中との関連を調べる。マグマが地表になぜ到達できるかという視点を加えた比較観測研究を実施し、火成活動、マグマ噴火に対する示唆を与える。

本課題では、霧島火山と九州中央部の比較研究を行う。地震学的構造の分解能向上および、両地域

で発生する浅発から深部低周波地震のメカニズム比較のため、阿蘇南部から錦江湾北部まで九州中央部を100kmにわたり縦断する地域に、3成分オフライン地震観測網を新たに設置し、5カ年にわたり観測を継続する。既存点と合わせて浅発～やや深発地震の波形から、上部マントルから地殻まで、特に深部低周波地震震源域での10㎞以下の分解能での構造推定、および地震メカニズム推定を行う。以上の比較研究に加え、九州全域を対象とした高空間解像度の地下構造を推定し、温度場、水・マグマの分布と物性、さらに流体上昇経路の推定を行う。

（7）本課題の５か年計画の概要：

R6年度：九州縦断臨時地震観測点設置。
R7年度：地震観測点維持。広帯域MT探査
R8年度：地震観測点維持。広帯域MT探査
R9年度：地震観測点維持。広帯域MT探査
R10年度：地震観測点維持。
解析・議論はすべての年度で実施。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

相澤広記（九州大学）,松本聡（九州大学）,松島健（九州大学）,江本賢太郎（九州大学）,馬場慧（九州大学）
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：
電話：
e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：相澤広記
所属：九州大学地震火山観測研究センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：KYU_04

（1）実施機関名：

九州大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）機動観測支援システム開発と観測人材育成支援
（英文）Development of Support System for researchers on mobile geophysical observation

（3）関連の深い建議の項目：

6 観測基盤と研究推進体制の整備
(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

（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
(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
エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解とモデル化
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
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
イ. 観測・解析技術の開発

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

機動観測支援システムは、新学術領域研究（H26-30、領域番号2608）「地殻ダイナミクス―東北沖地震後の内陸変動の統一的理解」の一環として本学が「断層深部形状検出システム」（通称：0.1満点地震観測装置）を開発し、本学が主導して他大学とともに1000点の地震観測を実施した実績を持つ。このシステムは1000台の地震計とデータ伝送装置からなり、取り扱いが極めて簡単であり、観測デザイン・技術を速やかに全国の学生・研究者と共有できる。本ではこれを改良して実践的地震火山人材育成に資する。
現在，150点余りでこのシステムの運用を行い，サーバソフトウェア等の試行錯誤を行っている。日奈久断層，九重，阿蘇，箱根などで運用中。

（6）本課題の５か年の到達目標：

地震火山活動の予測と監視の高度化に寄与できる高度な専門知識を有する人材の育成と新しい地震火山研究分野の創出により社会貢献と国際貢献をめざすものであり、「社会が求める人材育成機能の強化と国際貢献」という戦略に基づく取り組みである。本課題は①地震研究人材の育成、②全国の学生・研究人材への地震火山観測資源の提供であり、人材を呼び込み育てることに加えて、広く我が国及び世界の人材を育成するプラットフォームを構築することを目指すものである。
そこで、国内の実践的な知識と経験を多くの人材に供するため、新学術領域の際に開発した現有のおよそ1000台の地震観測データ伝送・収録装置を改良・活用して機動観測支援システムを整備し、実践的地震火山学を身に着けるための全国の拠点としてサービスを提供する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

現有の1000台弱の「断層深部形状検出システム」（以下，0.1満点観測装置）は100Hzサンプリング，

１６bit, FOMAによるデータ通信を行うシステムである。1年強の観測期間にアルカリ単一電池48本でデータ収録を行える。データは九州大学のサーバにてWIN形式に変換している。この装置は，スイッチを入れるだけでデータのみだけでなく位置情報等を測定し，すぐにWINシステムで解析することができる。2017年の観測では1000台を2000年鳥取県西部地震震源域に展開した。その際は地域ボランティアの協力により設置を行い，観測をしたことがない人でも簡単に行えることを示した。この観測資源より整備し，出来るだけ広く供することにより地震火山現象の観測に触れることができるようにすることを目指す。
必要な具体的ステップ：
１．観測機器整備
機器のLTE化：　FOMAサービスが停波することによるLTE化
２．サーバ整備
処理ソフトウェア改良：上記の観測機器整備に伴って必要となるサーバソフトの構築
ニーズに応じたサーバ容量：HDなどのデータ配布に必要な記憶媒体
３．データ公開
ブラウザ構築：ユーザが簡単にDLできるよう，ソフトウェアを構築
４．機器共用
希望者に機器を貸し出す。センサーは２Hzもしくは4.5Hz上下動地震計がついている。利用者が別の機器をつないでも用いることができる。
R6年度は１．をテスト用に20台整備し，テストを進める．
R7年度は，２を行う．
R8年度は１を30台について行う．
R9年度は１を50台について行う．当面100台での運用を想定する．
R10年度は３，４を行い，サービスを提供する．

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

松本　聡（大学院理学研究院）,江本賢太郎（大学院理学研究院）
他機関との共同研究の有無：有
酒井慎一（東京大学情報学環）,加藤愛太郎（東京大学地震研究所）,蔵下英司（東京大学地震研究所）,大見士朗（京都大学防災研究所）

（9）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：九州大学大学院理学研究院
電話：0957-62-6621
e-mail：
URL：www.sevo.kyushu-u.ac.jp

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：松本聡
所属：九州大学大学院理学研究院

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：MFRI01

（1）実施機関名：

山梨県富士山科学研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）富士山地域の防災力向上に向けた研究
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

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

（4）その他関連する建議の項目：

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
(5) 大規模火山噴火
(6) 高リスク小規模火山噴火
６観測基盤と研究推進体制の整備
(5) 社会への研究成果の還元と防災教育

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

新規課題

（6）本課題の５か年の到達目標：

本課題では、富士山地域で火山噴火などの自然災害に対して適切な避難行動により、自然災害の軽減を目指す。適切な避難行動をとるためには自然現象への適切な理解が必要となることから、理解の促進と避難行動を結び付ける必要がある。そのためには住民などを対象に防災教育や周知啓発活動が必要になることから、富士北麓地域の市町村や小中学校と連携し、ワークショップや防災教育、学校防災対策の支援を通じて、効果的な防災教育の実施方法や実践的な防災訓練の実施方法について研究を進める。本課題の研究成果によって、防災リテラシー向上のために地域の防災を担う児童生徒や地域の防災リーダーの育成が可能となる教育・研修プログラムの開発と発信手法の確立を目指す。

（7）本課題の５か年計画の概要：

･小中学校を対象に防災教育や防災訓練を通じて、現象の理解と適切な避難につなげるための研究を行う。
･小中学校を対象に教育・研修プログラムの開発と広く展開するための発信手法の検討を行う。
･地域住民を対象に防災リテラシーを向上させるためのワークショップの実施方法の検討を行う。
･地域住民を対象に防災リテラシー向上のためのワークショップの発信手法の検討を行う。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

山梨県富士山科学研究所 富士山火山防災研究センター
他機関との共同研究の有無：有
矢守克也（京都大学防災研究所）,佐藤史弥（山梨大学）

（9）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：山梨県富士山科学研究所　富士山火山防災研究センター
電話：0555-72-6211
e-mail：fujisanken@mfri.pref.yamanashi.jp
URL：https://www.mfri.pref.yamanashi.jp/index.html

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：久保智弘
所属：山梨県富士山科学研究所　富士山火山防災研究センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：MFRI02

（1）実施機関名：

山梨県富士山科学研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）富士山の噴火履歴およびマグマ供給系の解明に資する研究
（英文）

（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
(5) 大規模火山噴火

（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
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈
(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
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
(6) 高リスク小規模火山噴火

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第２次）における課題MFRI01：「富士山の事象系統樹を精緻化するための噴火履歴の研究」では、テフラ層序の確立、年代測定（古地磁気年代、放射性炭素年代）を実施した。また、富士山のマグマ組成の特徴を把握するため、噴出物の化学組成分析（全岩化学組成分析、LA-ICP-MS分析等）を行うとともに、既存文献から噴出物データベースの作成を進めた。その結果、年代未詳であった溶岩流・火砕流堆積物や北東麓のテフラ層の年代、および宝永山の形成過程が明らかになると共に、湖底堆積物を用いた年代推定手法を確立することができた。

（6）本課題の５か年の到達目標：

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。特に、溶岩流に比べてテフラ層に関しては層序対比が未確立なものが多く、個々の噴火に関しても噴火実態（噴火規模、噴火様式、噴火推移など）が不明なものが残されている。マグマ組成については、噴出物化学組成の分析データ量に偏りがあるなどの問題があり、富士山全体のマグマ組成の特徴を網羅できていない。本課題ではこれらをふまえ、前建議課題から引き続き、テフラ層序の確立や年代未詳の噴出物の年代決定、個々の噴出物の物質科学的解析を実施することにより、噴火履歴を高精度化する。また、噴出物の化学分析および既存データの収集・解析をおこない、マグマ供給系解明に向けた基礎情報を獲得する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

山麓の地質調査およびトレンチ調査を実施し、須走期（過去5600年間）のテフラ層序を再検討する。その際、テフラの多角的データ（挟在する土壌の年代測定、全岩化学組成、粒子形状など）を収集し、定量的指標によりテフラ対比をおこなう。前建議課題では、これら指標を用いて北東麓の主要テフラ層序がほぼ確立できたため、同様のデータ取得および対比を北東麓以外の地域で進める。個々の堆積

物に関しても、より詳細な分析をおこない、噴火の実態解明に取り組む。また、富士山全体の活動期（10万年前以降）に関して、既存研究の噴出物データ（全岩および鉱物化学組成など）を集約するとともに、微量元素組成等の追加分析をおこない噴出物データセットを構築する。組成データの多変量解析結果も補足的に用いて、マグマの特徴を把握する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

山梨県富士山科学研究所 富士山火山防災研究センター
他機関との共同研究の有無：有
安田敦（東京大学地震研究所）,岩森光（東京大学地震研究所）,中村美千彦（東北大学理学研究科）,嶋野岳人（鹿児島大学理工学域理学系）,田島靖久（日本工営株式会社中央研究所）

（9）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：山梨県富士山科学研究所 富士山火山防災研究センター
電話：0555-72-6211
e-mail：fujisanken@mfri.pref.yamanashi.jp
URL：https://www.mfri.pref.yamanashi.jp/index.html

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：亀谷伸子
所属：研究部 富士山火山防災研究センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：MFRI03

（1）実施機関名：

山梨県富士山科学研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）富士山の地球物理学的火山観測
（英文）

（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
(5) 大規模火山噴火

（4）その他関連する建議の項目：

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）
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
(6) 高リスク小規模火山噴火

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

富士山科学研究所では、災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第２次）において、重力観測網構築による多角的な火山観測体制の構築に取り組んできた（MFRI02: 火山モニタリングと地下水流動把握のための多点連続重力観測）。この研究においては噴火の予兆シグナルを捉えるにあたり、地震活動・地殻変動に加えて重力観測という新たな物理量を観測項目に加えることによって予兆検知の確度を高めることを目指した。また、山麓および山腹における重力連続観測を開始した。これにより現時点では深部低周波地震の発生以外には目立った活動が見られない富士山において、定常状態の富士山の重力記録が蓄積され、今後火山以外による重力擾乱についての解析を進め、火山シグナル検知の高度化に繋げていく。本研究により整備した重力観測網は富士山北麓の５合目まで到達するものであり、大きな標高差が存在する。この標高差と静かでノイズの少ない観測環境を活かし、国内の重力研究者が富士山に集い、相対重力計のスケールファクターの高精度決定や、その他の重力高精度観測に関する様々な取り組みが行われるようになった。

（6）本課題の５か年の到達目標：

本課題においては、富士山噴火からの逃げ遅れのない避難に資する観測項目の整備とデータの流通を目指す。富士山は広い火口想定域のどこから噴火するか直前までわからないという特徴があり、このことが富士山の火山防災上の大きな問題となっている。この問題について、地球物理学的な諸現象の観測によりいち早い火口位置の特定ができれば、噴火の早い段階で避難するべき人数をかなり絞り込むことができる。そのため予兆を捉えるための多角的な観測研究として深部低周波地震の波形タイプによるグルーピングや重力変化のモニタリングに取り組み、火口位置早期特定のための観測として小アレイ観測手法を取り入れた空振観測に取り組む。いずれも５ヵ年の計画として、実際の火山活動の活発化に際し有用なデータを得るに足る観測・解析体制の強化を目標とする。

（7）本課題の５か年計画の概要：

重力観測については５ヵ年を通してデータの取得と蓄積を進め、ノイズ除去と観測精度向上のための取り組みを進める。特に降雨等陸水の影響による重力擾乱除去については、関係各機関との協力をしながら、災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第２次）から継続して実施していく。

まずは気象観測に取り組み研究所及び４合目の連続観測データの差分と降雨の関連についての解析を進める。また、連続観測データによる潮汐パラメータ決定等を通して重力観測の精緻化を図る。空振観測についてはまず観測点選定のための調査を行い、空振観測網の部分構築を行う。設置以後はデータの取得と蓄積を進めつつ、必要に応じて観測網の拡充や観測点の再配置などを行う。より実践的な火口位置早期特定を実現するために、噴火と同様に山中で発生するスラッシュ雪崩や落石などのハザードに焦点を当てて観測と解析を行う。地震観測についてはまず深部低周波地震の波形分類および波形タイプごとの特徴の抽出、地震観測点の設置を行う。波形タイプの特徴抽出では、富士山における過去の長期波形データに基づき、深部低周波地震の波形分類を行い、タイプごとの波形の特徴、発生過程、震源、活動推移に関する解析を行う。その後、震源決定精度の向上のために、新たな地震計の設置場所の選定および観測を行う。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

山梨県富士山科学研究所富士山火山防災研究センター
他機関との共同研究の有無：有
東京大学地震研究所,産業技術総合研究所,京都大学理学部

（9）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：山梨県富士山科学研究所富士山火山防災研究センター
電話：0555726211
e-mail：fujisanken@mfri.pref.yamanashi.jp
URL：https://www.mfri.pref.yamanashi.jp/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：本多亮
所属：研究部富士山火山防災研究センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：NAB_01

（1）実施機関名：

奈良文化財研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）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

（英文）Disaster occurrence mechanism analysis based on geomorphological development and geological surface-deep layer response using archaeological, geological and historical materials, and expanding construction of Historical Disaster Evidence Database

（3）関連の深い建議の項目：

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

（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
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
火山
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
イ. 内陸地震の長期予測
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
(4) 内陸で発生する被害地震
(5) 大規模火山噴火

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

考古発掘調査に伴って検出される、災害痕跡を主体に集成した「歴史災害痕跡データベース（Historical Disaster Evidence Database: HDE-GISdb）」の構築と一般公開（https://nabunken-pd.jp/）を開始したことが、令和６年以降の第3次研究計画に関わる令和５年度までの研究成果で最も大きなものである。

さらに、東京大学史料編纂所の有する災害史料データベースとの連携検索システムを構築するために、「歴史災害痕跡データベース」に歴史資料データ表示機能を搭載し、災害史料をWebGIS上で表示するためのデータレコードの項目構成を決定した。また、API機能も搭載し、前述の災害史料データベースに加え、様々なデータベースとのリレーションを行える準備をした。

歴史災害痕跡データベースを構成するデータは、地震痕跡については奈良県および京都府を中心に年間8千～1万件のデータを、火山噴火災害については約5千件のデータを蓄積した。このデータ蓄積の過程で、データレコードを構成するデータ項目が確定する成果を得ることができた。このことは、今後データ蓄積がこれまで以上に容易となったことを意味する。全国で年間8千件を上回る発掘調査が行われるなか、災害痕跡データを蓄積する方針が一律化した成果は大きい。

また、考古発掘調査における災害痕跡調査法の情報発信については、全国の発掘調査現場に赴き、担当者とともに調査を実践したり、奈良文化財研究所が開催する文化財調査担当者に対する研修におい

て調査法の普及に努めたりするなど積極的に行っている。データベースの入力体制についても、まずは兵庫県と連携を進めるなど、全国での対応に向けた取り組みを進めた。

（6）本課題の５か年の到達目標：

本課題では、以下の6点を目標として挙げる。

1）全国における考古発掘調査に伴って検出される災害痕跡のデータベースの拡充更新
2）史資料災害痕跡記録の「歴史災害痕跡データベース」での表示件数の拡充
3）考古資料－史資料対比による過去の被災実像の検証
4）地質資料による地殻構造および地形発達史の「見える化」フローの構築
5）考古資料－地質資料対比による地質表層部－深層部応答分析による災害発生メカニズムの検討
6）統合的検索に向けたデータベースの拡充
7）地方公共団体等によるデータベース入力の推進
8）歴史災害痕跡データベースによる地域災害履歴の「見える化」と地域ハザード理解の深化への貢献

（7）本課題の５か年計画の概要：

本課題5か年の到達目標のうち、1）～3）、および7）は、5か年を通じて継続的に調査・研究を進めていく。2）史資料災害痕跡記録の「歴史災害痕跡データベース」での表示件数の拡充については、東京大学史料編纂所ならびに地震火山史料連携研究機構と連携して進める。また7）地方公共団体等によるデータベース入力の推進については、現在、兵庫県を中心に入力方法やセキュリティーの検討を進めており、一定の成果が得られるようになった段階で全国への普及を進めていく予定である。

令和6年度は、4）地質資料による地殻構造および地形発達史の「見える化」フローの構築に向けてBIM/CIM技術の導入を進め、海岸平野としては大阪平野を、盆地としては京都盆地、奈良盆地の地質資料を用いて、基本的な地殻構造や地形発達モデルの構築を進める。令和7年度以降は、さらに「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【DPRI10】」と協力し、DASによる地震動測定や機動観測成果からこれらのモデルの精度を高める。また5）考古資料－地質資料対比による地質表層部－深層部応答分析による災害発生メカニズムの検討も、地殻構造や地形発達モデルが修正し始める令和7年度から本格的に進める。くわえてこれらのデータ群を歴史災害痕跡データベースで統合検索するためのレコード項目の設定や表示方法の検討を進める。

令和8年度以降については、令和7年度までに進めた考古、地質、歴史資料データを登録、統合検索するためにデータベース構造の拡充を始める。同時に地殻構造や地形発達に関わるデータも外部から入力できる入力システムの拡充も継続的に進める。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

村田泰輔（独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所）,馬場基（独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所）

他機関との共同研究の有無：有

加納靖之（東京大学地震火山史料連携研究機構）,杉森玲子（東京大学史料編纂所）,榎原雅治（東京大学史料編纂所）,蝦名裕一（東北大学災害科学国際研究所）,宮澤理稔（京都大学防災研究所地震災害研究センター）

（9）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：国立文化財機構奈良文化財研究所埋蔵文化財センター遺跡調査技術研究室
電話：0857-30-6848
e-mail：murata-t5j@nich.go.jp
URL：https://www.nabunken.go.jp/info/contact.html

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：村田泰輔
所属：国立文化財機構奈良文化財研究所埋蔵文化財センター遺跡調査技術研究室

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：NAB_02

（1）実施機関名：

奈良文化財研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震関連史料に基づく前近代の内陸地震の調査

（英文）Investigation of pre-modern inland earthquakes based on earthquake-related historical documents

（3）関連の深い建議の項目：

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）
イ. 内陸地震の長期予測

（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
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
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
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
(4) 内陸で発生する被害地震

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

新規研究

（6）本課題の５か年の到達目標：

本研究課題の目標は、信頼性の高い史料に記されている地震被害や有感地震の記述を用いて、前近代に発生した内陸地震の震度分布図を作成し、現行の活断層の調査・研究成果や地震活動の観測データなどを組み合わせて、特定地域における過去の地震活動の実態を解明していき、内陸地震における新たな長期予測手法の開発に寄与することである。

本研究課題では、前近代における歴史地震研究の基礎である信頼性の高い史料が数多く現存しており、史料に記録されている被害地震の事例が多い京都や奈良を中心とする近畿地方の内陸地震を主な対象とする。本研究において基本となるのは、歴史地震研究に有用な信頼性の高い史料の調査・収集・分析であり、それに基づいた史料データ、位置データ、震度データといったデータセットと震度分布図の作成である。

本研究の最初の2年間については、前近代の京都・奈良に大規模な被害を及ぼした複数の歴史地震を対象として、史料の調査・収集及び、信頼性の高い史料に基づいたデータセットと震度分布図を作成していく。これに活断層の調査・研究成果や現行の地震活動の観測データなどを組み合わせて、地震の規模や震央（震源）の位置を再検討する。次の2年間については、前近代の京都・奈良を中心としてその周辺にも大規模な被害を及ぼした複数の歴史地震を対象にして、上記のような研究を実施していく。最後の1年間については、前近代の京都・奈良とその周辺地域に小規模な被害を及ぼした複数の歴史地震を対象にして、これまでの歴史地震研究ではあまり検討されてこなかった中・小規模の地震に

ついても、上記のような研究を実施していく。
　これら複数の歴史地震に関する再検討の成果を用いて、前近代の近畿地方とその周辺地域における内陸地震の発生実態を解明し、当該地域における地震の長期予測の研究に資することを目指す。

（7）本課題の５か年計画の概要：

令和6年度ならびに令和7年度においては、前近代の京都・奈良に大規模な被害を及ぼした歴史地震について、史料の調査・収集を行い、信頼性の高い史料に基づき、複数の要素を用いた震度推定によって震度分布図を作成する。この震度分布図に活断層の調査・研究成果や現行の地震活動の観測データなどを組み合わせて、地震の規模や震央（震源）の位置を再検討する。
令和8年度ならびに令和9年度においては、前近代の京都・奈良を中心とした近畿地方における歴史地震について、史料の調査・収集を行い、信頼性の高い史料に基づいて、複数の要素を用いた震度の推定方法で震度分布図を作成する。対象範囲を京都・奈良の周辺地域にまで拡大し、活断層の調査・研究成果や現行の地震活動の観測データなどを組み合わせて、地震の規模や震央（震源）の位置の再検討を行う。
令和10年度においては、前近代の京都・奈良とその周辺地域に小規模な被害を及ぼした歴史地震について、史料の調査・収集を行い、信頼性の高い史料に基づいて、複数の要素を用いた震度の推定方法で震度分布図を作成する。研究事例の僅少な中・小規模の歴史地震についても、現行の地震活動の観測データなどを組み合わせて地震の規模や震央（震源）の位置の再検討を実施する。本研究課題で実施した歴史地震の再検討の成果を用いて、前近代における近畿地方とその周辺地域における内陸地震の発生実態を検討し、近畿地方とその周辺における地震の長期予測に資する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

馬場基（独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所）,村田泰輔（独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所）
他機関との共同研究の有無：有
西村卓也（国立大学法人京都大学防災研究所地震災害研究センター）

（9）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：独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所
電話：0742-30-6848
e-mail：murata-t5j@nich.go.jp
URL：https://www.nabunken.go.jp/info/contact.html

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：馬場基
所属：独立行政法人国立文化財機構奈良文化財研究所埋蔵文化財センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：NGT_01

（1）実施機関名：

新潟大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）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
（英文）Collection and analysis of historical documents for clarification of disasters related to earthquakes and volcanic eruptions on the coast of the Sea of Japan

（3）関連の深い建議の項目：

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
ア. 史料の収集・分析とデータベース化

（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
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
火山
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）
イ. 内陸地震の長期予測
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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

令和5年度までの成果の概要は以下のとおりである．
a.史料を収集し,地震による家屋倒潰率と一軒当り死亡者数について,1751年越後高田地震,1804年象潟地震,1828年三条地震,1854年東海地震の被害事例を分析し,一軒当り死亡者数が0.27人以上の村は活断層近くの村であり,活断層近くの村では家屋全壊率90％を越えることなどを明らかにした．b.1891年濃尾地震では一軒当り死亡者数が0.20人以上の村の分布により震源域の範囲を把握できることを示した.c.各地に残る年代記8点を史料学的に検討し,『常光寺王代記并年代記』の1493～1708年の地震関連記事14件,『三国一覧合運図』龍谷大学本の1361～1516年の20件,同東山文庫本の1361～1498年の6件,『大唐日本王代年代記』の1493～1585年の4件,『年代記配合抄』の1410～1582年の7件,『赤城神社年代記』の1409～1584年の4件,『新選和漢合図』の1442～1598年の8件,『龍淵寺年代記』の1556～1598年の5件は信憑性が高いことを明らかにした．d.関東で成立した年代記などを検討し,1454享徳地震が陸奥のみならず関東でも「大地震」と認識される地震であったことを明らかにした．e.三河・尾張に残る各年代記，京都・奈良の日記を分析, 1498年東海地震に先行する1493年12月7日に京都～遠江の広範囲大地震が発生したことを示した．f.1611年会津地震で形成された山崎新湖について,1645年の湖消滅以前に作成された国絵図系統の絵図を網羅的に検討, 南葵文庫所蔵「奥州図」から湖の広がりを復原し,寒川1987の復原図より小さいことを明らかにした．g.1707年宝永地震について俳人岡西惟中の地震体験を記す「大地震祈祷連歌」を分析,被害情報の重要性を示した．h.1847年善光寺地震の被害について,地震本来の被害, 震後の火災,震後の犀川水害,5日後の高田地震被害それぞれの実態を明らかにした．i.1847年善光寺地震について伺去真光寺村の絵図と「信濃国地震大絵図」を分析,従来知られた浅川原とは別に東方の谷の駒沢川への土砂崩落があり,現長野市街地まで土石流被害をもたらす要因になったとした．j.1828年越後三条地震について多くの史料を収集精査し紹介するとと

もに,豪雨・台風の被災と大飢饉の中で発生した多重複合災害であったこと明らかにした．k.1854年南海地震の被害について徳島県海陽町の「宍喰浦荒図面」を地理学的に検討,組頭庄屋クラスの者が宍喰浦で情報収集し,被害状況を観察し詳細に描かれた信頼性の高い資料と評価した．l.1854年南海地震の津波被害を記す和歌山県立文書館所蔵「津浪之由来」について分析し,所載の絵図は実際に被害を確認し作成された可能性や,描かれる建物被害の有無と社会経済的要因との関係性を指摘した．m.1855年江戸地震の被害境界について武蔵国多摩郡蔵敷（東京都東大和市）名主の『里正日誌』所収「安政二卯年十月二日大地震略記」を検討,四ツ谷通り下町の割から中野宿（中野区）まで辺りになると明らかにした．n.1961年長岡地震の災害史料として「長岡市地震災害救助実施要項」,王寺川小学校5年生の文集を分析し,避難や被災直後の実相を明らかにした．o.1923年関東地震について新潟県高田村（現柏崎市）神職の日記と『新潟新聞』の当日記事を検討,当時の新潟測候所の所見が1917年以来の測候所の地震観測にあり,所見を述べた佐々木鑢蔵所長の地震学説は日下部四郎太の物理学的地震研究を基礎としていたことを確認した．p.縄文時代中期の三陸地震津波について岩手県山田町浜川目沢田1・2遺跡,仙台市上野遺跡など集落遺跡を分析し,大木8-9式期に宮古・山田・大槌湾岸や仙台湾岸まで東日本太平洋岸に広く及んだこと,集落の被災・復興・移転を明らかにした．q.縄文時代後期の三陸海岸津波の年代について検討し,海浜集落の衰退から,縄文時代後期前葉の崎山弁天1式期と後期中頃の浜川目沢田式期の直後時期に巨大津波が発生した可能性が高いとした．r.地震津波の発生年代の絞り込みには,4000年以上前になるとイベントの放射性炭素年代値にブレが出始め，異地点検出のイベントとの対応関係を把握し難くなるため,三陸海岸の津波を事例に,高精度の土器編年に基づく考古学データを使う方法を提示した．s.長岡市立中央図書館文書資料室との共編で『災害史研究とチラシ・ポスター・絵葉書の資料学』を刊行し,歴史災害に関わる一枚摺の印刷物に焦点をあて新たな災害資料の可能性を提示した．t.歴史学・地理学・考古学の成果を報告する研究会を年1回計5回開催した．u.共同研究メンバーの成果を発表する『災害・復興と資料』を年1回5号分刊行した．

（6）本課題の５か年の到達目標：

1.日本海沿岸を中心とした地震・火山現象に関連する史料を各地の文書館・図書館等の史料保存機関で調査・収集し,新たな史料については翻刻・分析を行い,データベースの構築につとめる. 2.史料の収集・分析にあたっては,災害発生前後の環境・地形・天候などにも意識を拡げ,地震・火山噴火が複合・連鎖する災害（積雪,融雪,降水などに伴う地すべりや洪水など）の発生メカニズムの解明に貢献する.3.従来重視されることの少なかった年代記や絵図,一枚摺などの史料にも注目し,地震・火山等の歴史災害研究に必要な新たな災害史料学の展開を試みる.4.これまでの研究で実施してきた事例の中から,日本海沿岸地域を中心とした地震関連災害の解明を重点的に行う.とくに日本海沿岸地域は冬期の積雪が多いことから,地震災害と積雪との複合災害について研究を推進する.5.収集・分析した史料に基づき,日本海沿岸地域で発生した内陸地震の震度分布図を作成する.また,震度分布図の作成に用いた史料・位置・震度などの各種データを活用し,内陸地震の規模や震央を再検討して内陸地震の長期予測に寄与する.6.同じ研究対象を歴史学・考古学・地理学の研究者等が共同で研究を行うことにより,地震・火山等災害研究において異なる学問分野の研究者が連携することの重要性を明示する.

（7）本課題の５か年計画の概要：

期間を通じて,日本海沿岸を中心とした地震・火山現象に関連する史料を各地の文書館・図書館等の史料保存機関で調査・収集し,新たな史料については翻刻を行う.また,歴史学・考古学・地理学の研究者が参加する研究会を開催し,各研究者が同じ研究対象を共同で研究する.令和6～9年度は,収集した史料を分析し,地震・火山等の災害記録として活用できるデータを抽出する.近代的な観測データとの比較・検討が可能となる総家数・倒壊家屋数・即死者数等が記載される良質な史料については被害表等を作成する. 収集した災害関連の絵図については,絵図記載の文字の翻刻・トレース図の作成を行う.地震・火山噴火が複合・連鎖する災害（積雪,融雪,降水などに伴う地すべり・洪水など）の発生前後を知りうる史料についてはその推移を明示する.令和10年度は,年代記や絵図,一枚摺などを地震・火山等の歴史災害研究に活用する方法を提示する.また,過去の地震・火山等による複合災害・連鎖災害の発生メカニズムのモデルケースを提示する.そして,歴史学・考古学・地理学研究者等が共同で研究してきた成果を吟味し,異なる学問分野の研究者等の連携研究の方法を明らかにする.

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

片桐昭彦（新潟大学災害・復興科学研究所、同人文学部）,矢田俊文（新潟大学人文学部）,原直史（新潟大学人文学部）,堀健彦（新潟大学人文学部）,中村元（新潟大学人文学部）,北村繁（新潟大学教育学部）,森貴教（新潟大学人文学部）,小野映介（駒澤大学文学部）,齋藤瑞穂（神戸女子大学文学部）,原田和彦（長野市立博物館）

他機関との共同研究の有無：無

（9）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：新潟大学災害・復興科学研究所
電話：025-262-6542
e-mail：katagiri@human.niigata-u.ac.jp
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：片桐昭彦
所属：新潟大学災害・復興科学研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：NGY_01

（1）実施機関名：

名古屋大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）史料の可視化から解明する南海トラフ巨大歴史地震像

（英文）Rupture processes of historical great earthquakes along the Nankai Trough elucidated from visualization of historical documents

（3）関連の深い建議の項目：

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
ア. 史料の収集・分析とデータベース化

（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
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
(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
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
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
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
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
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(3) 関連研究分野の連携強化

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

これまでに多くの歴史地震史料が収集され，様々な形で刊行されている。これらの活用を考えて検索システムを構築したが，それだけでは活用が難しいことに気がついた。それは史料がどこの情報を記載しているのか，その場所を判断することが難しく，史料が地域ごとにまとめられていないためである。震度分布や津波高のようなその場所ごとに判断できるもの以外の活用を促進させるため，南海トラフ地震について史料そのものをGIS上に整理することを始めた。GISは現在得られている地震・地殻変動・地盤情報や過去の地形などさまざまな地図情報を重ね合わせることができるので，たとえば史料の揺れ被害を表層地盤の情報と併せて表示することができ，被害が大きくなった原因も考えやすく，また地図上に整理しているので時代を超えて地域毎に各地震の史料を比較することも可能となり，宝永地震と安政地震の違いも少しずつ見え，GISを用いた史料の見える化の有効性を示すことができた．前計画では三重県についての情報入力が中心であったが，以下のような点が見えてきた。

・三重県南部については宝永地震では津波が来るまでにかなり時間があったが，安政東海地震では比

較的すぐ津波がやってきた。また同じ湾内の村でもかなり被害に違いがあり，津波到来方向が影響している可能性がある。これらのことから宝永地震と安政地震では破壊したアスペリティが異なる可能性がでてきた。
・多くの場合，地盤が悪い地域では建物被害が大きく遠い地震でも被害が出ている。一方震源に近い場所では地盤がよくても大きな被害がでていることが史料からもわかった。
・歴史地震の被害を見ると，昔は現在とは違い地盤の比較的いい場所にしか人が住んでいないことが多いため，被害がでていない地域がある。

史料調査チームでは，減災古文書研究会の活動を通して地震を中心に歴史上の災害に関する古文書の収集と調査、および解読のための人材育成を行った。令和元年度から令和5年度にかけて、災害かわら版（公益社団法人全国市有物件災害共済会蔵）、大沢家本願寺関係文書（大沢喜久氏蔵、西本願寺関係者による安政東海・南海地震に関する記録）、鳥羽御城石垣御修復一件（鳥羽藩士による安政東海地震・津波での鳥羽城の被害と石垣修復に関する記録）、違変記（福岡藩士による災害等の記録の集成）の翻刻を進めた。また、災害かわら版については、その解説書を発行するとともに、各種防災イベント等におけるワークショップに活用してきた。

（6）本課題の５か年の到達目標：

本計画では前計画で有効性が確認されたGISを用いた史料の見える化を南海トラフ全域に広げていく。具体的には三重県，愛知県，静岡県，和歌山県，高知県，大分県，宮崎県などについてもできる限り地方史などを中心に入力を行う。史料だけでなく津波堆積物の情報など南海トラフ地震を考える上で必要な情報についても追加していく。その上で可視化された史料からこれまでに南海トラフで発生したそれぞれの巨大地震の相違点を明確化し、南海トラフ巨大歴史地震の地震像解明を目指す。

また，各地にはまだ翻刻されていない史料もたくさんあることから南海トラフ巨大地震に関する古文書調査，翻刻も並行して行う．またどの史料にどの地震の情報があるのか，すでに出版された史料集を元に検索ができるシステムを前計画で構築したが，その後収集された史料についても追加し検索できるようDBの更新も行う。
兵庫県立大学を中心とした史料調査チームでは，歴史地震に関する史料の収集と解読のための人材育成を通じて，住民が主体的に地域の地震災害の履歴を学び防災意識を高めることのできる方途を検討・実行することで効果的な防災意識啓発の手法を明らかにする。

（7）本課題の５か年計画の概要：

令和６年度：三重県，愛知県，静岡県，和歌山県を中心に地方史・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に入力を行う。地震毎の比較が行える地域についてはその比較を行い，南海トラフで発生したそれぞれの巨大地震の相違点を明確化する。史料調査チームでは有志の参加を募って1854年安政東海・南海地震の記録である「大沢家本願寺関係文書」の解読と未発見史料の探索を行う。
令和7年度：三重県，愛知県，静岡県，和歌山県に加え，新たに高知県の情報についても地方史・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に入力を行う。地震毎の比較が行える地域についてはその比較を行い，南海トラフで発生したそれぞれの巨大地震の相違点を明確化する。史料調査チームでは令和6年度に引き続き、「大沢家本願寺関係文書」の解読と未発見史料の探索を行うとともに、調査した情報の要約方法について検討を行う。
令和8年度：三重県，愛知県，静岡県，和歌山県，高知県に加え，新たに宮崎県の情報についても地方史・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に入力を行う。地震毎の比較が行える地域についてはその比較を行い，南海トラフで発生したそれぞれの巨大地震の相違点を明確化する。史料調査チームでは「大沢家本願寺関係文書」の調査結果を取りまとめるとともに、歴史地震資料調査を通した防災教材の作成について検討を開始する。
令和9年度：三重県，愛知県，静岡県，和歌山県，高知県，宮崎県に加え，新たに大分県の情報についても地方史・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に入力を行う。地震毎の比較が行える地域についてはその比較を行い，南海トラフで発生したそれぞれの巨大地震の相違点を明確化する。史料調査チームでは歴史地震資料調査を通した防災教材を作成し、各種防災イベント等においてワークショップを実施することで効果を測定する。
令和10年度：三重県，愛知県，静岡県，和歌山県，高知県，宮崎県，大分県に加え，新たに愛媛県，

徳島県の情報についても地方史・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に入力を行う。地震毎の比較が行える地域についてはその比較を行い，南海トラフで発生したそれぞれの巨大地震の相違点を明確化する。最終年度はこれまでに得られた情報から南海トラフ巨大歴史地震の地震像を考える。史料調査チームでは令和9年度までに作成した防災教材を展開し、地域住民が主体的に地域の歴史地震の調査に参加できる住民参加型の教材を設計する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

鷺谷威（東海国立大学機構名古屋大学大学院環境学研究科）,山中佳子（東海国立大学機構名古屋大学減災連携研究センター）,都築充雄（東海国立大学機構名古屋大学減災連携研究センター）,石川寛（東海国立大学機構名古屋大学大学院人文学研究科）,幸山寛和（東海国立大学機構名古屋大学減災連携研究センター）,武村雅之（東海国立大学機構名古屋大学減災連携研究センター）

他機関との共同研究の有無：有

平井敬（兵庫県立大学 大学院減災復興政策研究科）

（9）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：東海国立大学機構名古屋大学大学院環境学研究科地震火山研究センター
電話：052-789-3046
e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：鷺谷威
所属：東海国立大学機構名古屋大学大学院環境学研究科

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：NGY_02

（1）実施機関名：

名古屋大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震の発生における応力と間隙流体圧の役割
（英文）Roles of stress and pore-fluid pressure in earthquake generation

（3）関連の深い建議の項目：

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化
イ. 内陸地震

（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
(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
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
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
イ. 内陸地震の長期予測

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第２次）」では，「内陸地震の発生機構と発生場の解明とモデル化（課題番号DPRI03）」において，地震の発生における応力と間隙流体圧の役割に関する研究を進めた．実績としては，弾性歪エネルギーに基づく地震破壊規準の提案（Terakawa et al., 2020a），2017年韓国・浦項地震を駆動した間隙流体圧レベルの推定（Terakawa et al., 2020b），2016年熊本地震前後の地震活動度の変化について，応力と間隙流体圧の役割を定量的に評価した研究（Nakagomi et al., 2021），直接的先験情報を考慮した長期間地震データによる応力場の推定手法の開発（Terakawa and Matsu'ura, 2023）などがある．また，波形相関に基づく2007年御嶽山噴火日の推定の試み（Terakawa et al., in prep.）や2016年熊本地震震源域の絶対応力レベルの考察（Terakawa et al., in prep.）なども進めた．

（6）本課題の５か年の到達目標：

本研究では，御嶽山のテクトニック環境と名古屋大学の地震観測成果を活かし，地震の発生における応力と流体の役割を理解することを目的とする．個々の地震の発生において，応力と流体の役割は多様性を示す可能性が高い．本研究では，クラスター解析により，地震活動を単独地震と前震・本震・余震型や群発地震型などのクラスター地震に分類し，応力の指標となる地震と間隙流体圧等の影響を受ける地震に分け，地震の発生における応力と間隙流体圧の役割を定量的に評価することを目指す．

また，過去に繰り返し巨大地震の震源域となってきた南海トラフ周辺域等の応力場についても，長期間の地震データから，安定的にテクトニック応力場そとの時空間変化を推定することも検討する．

（7）本課題の５か年計画の概要：

R6年度においては，CAMPスタンダードモデル（Hashimoto et al., 2004）による２つのプレート

上面の情報を用いて，御嶽山周辺域の地震を（名大カタログ及び気象庁の一元化震源カタログ），太平洋プレート内地震，フィリピン海プレート内地震，（それ以外の）陸のプレート内地震に分類する．特に陸のプレート内地震について，クラスター解析を用いて，単独地震とクラスター地震に分類する．

この結果を受けて，R7年度においては，単独地震と本震をデータとし，御嶽山周辺域の応力場の推定を行うとともに，2017年の中規模地震（M5クラス）前後の応力変化を評価する．

R8年度においては，R7の結果を直接的先験情報とし，余震のデータから応力場を推定する．この解析により，本震・単独地震と余震のメカニズム解の系統的な違いを調べる．

R９年度においては，R7年度の応力場の向きの情報から，実効摩擦係数をパラメータとして絶対応力場をモデル化し，弾性歪エネルギーに基づく地震破壊規準DEFSにより，余震活動の発生予測と実際の地震活動を比較し，地域の絶対応力レベルを考察する．

R10年度には，群発地震型のクラスターについて，発生場所，継続時間，規模等の情報を整理する．また，群発地震型から本震・余震型へと発展したクラスターがあるかどうかも調べる．更に，御嶽山周辺域の応力場や間隙流体圧場との比較を通じ，断層の強度低下と応力集中に着目しながら，群発地震の発生メカニズムを考察する．能登半島の群発地震活動との比較研究も行う予定である．

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

寺川寿子（名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター）,前田裕太（名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター）,田口貴美子（名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター）,山中佳子（名古屋大学減災連携研究センター）,堀川信一郎（名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター）

他機関との共同研究の有無：無

（9）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：名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター
電話：052-789-3046
e-mail：terakawa@seis.nagoya-u.ac.jp
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：寺川寿子
所属：名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：NGY_03

（1）実施機関名：

名古屋大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）南海トラフ・南西諸島海溝域における海溝型地震発生場の解明
（英文）Assessment of interplate earthquake along the Nankai Trough and the Nansei-shoto Trench

（3）関連の深い建議の項目：

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

（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
(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
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
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
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
イ. 観測・解析技術の開発

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

第２次計画では、海底地形調査と浅部地層構造調査から、銭洲海嶺西端部における伊豆マイクロプレートとフィリピン海プレートの境界が明らかになった。また、南海トラフ軸を挟む2点での海底地殻変動観測により、トラフ軸近傍の陸側プレートの動きと沈み込むプレートの動きが実測されつつある（田所ほか2023）。これらは、ブロック運動モデル等を用いてプレート間の固着状態を明らかにし、地震発生予測に生かす際の基礎的かつ重要な成果である。現段階での観測結果をもとにすると、熊野灘沖のトラフ軸付近の固着率は70％程度であると推定される。ただし、観測機会の制限から他の海域ほど地殻変動の測定精度が上がっておらず、固着率の推定値が40～100％となる余地を残している。本課題で観測対象とする2ヵ所の海底地殻変動観測点には2013年に海底局を設置した。この海底局は30年間観測が可能なバッテリを搭載しており、継続した観測が可能である。

沖縄本島–宮古島沖（南西諸島海溝沿い）には既に2ヵ所の海底地殻変動観測点が設置されており、ようやく3～4回の観測によって陸側プレートの動きが分かり始め、当該海域にはプレート間固着域が存在しない可能性が高いことが示唆されたが、観測機会の制限から測定精度が低いままであり、プレート間固着の有無に関する結論は得られていない（田所ほか2023）。また、古堅・中村（2021）では、宮古海峡における超低周波地震の震央決定が行われ、プレート深度10～15kmの範囲に超低周波地震がスポット的に発生していることが明らかになった。以上のように、当該海域におけるプレート間固着／すべりの様相が明らかになりつつある。

（6）本課題の５か年の到達目標：

南海トラフ域については、現計画において沈み込む伊豆マイクロプレートとフィリピン海プレートの境界とともに、トラフ軸近傍でのすべり欠損分布が海底地殻変動観測から徐々に明らかになってきた。特に伊豆マイクロプレートが沈み込んでいると考えられる潮岬より東側でのプレート間固着状態を明らかにするためには、沈み込むプレートの運動も実測により明らかにする必要がある。また、南海トラフ地震の破壊の開始やすべりを理解するためには、想定震源域全体の物性分布を明らかにすることが不可欠であり、特に比抵抗構造から推定される間隙流体分布の解明が重要である。そこで、海底地殻変動観測と海底電磁気観測の結果から、南海トラフ地震の震源域における場の理解をすすめる。本課題では潮岬より東側の海域（熊野灘およびその沖合）を対象とする。

また、南西諸島海溝周辺については、地震調査研究推進本部による「日向灘及び南西諸島海溝周辺の地震活動の長期評価(第二版)」（令和4年3月25日）では、（海溝型）巨大地震の発生確率は未だ不明となっており、「プレート間固着の現状把握の高度化を図ることが重要」とされている。沖縄本島南東沖におけるプレート間固着状態はTadokoro et al. (2018) で報告しているが、同海域での地震発生予測に資するためには、より広範囲にわたってのプレート間固着状態を明らかにする必要がある。そこで、上記の沖縄本島南東沖に隣接する海域での海底地殻変動観測結果から、南西諸島海溝沿いのより広域にわたるプレート間固着状態の有無を明らかにし、当該海域における海溝型地震の長期評価に資する成果を提供する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

南海トラフ域では、フィリピン海プレート上の1ヵ所とトラフ軸近傍の1ヵ所の計2ヵ所において、各点につき期間中に2回の海底地殻変動観測を実施する。得られた結果とこれまでの観測結果をもとに、沈み込む海洋プレートの運動とともにトラフ軸近傍でのすべり欠損レートを明らかにし、トラフ軸近傍でのプレート間固着の現状把握に努める。また、南海トラフ地震の破壊開始点付近および1944年の東南海地震のすべり域において、各2ヶ所にOBEMを設置して海底電磁気探査を実施する。得られたデータに熊野灘中央海域で取得済みのデータも加えて、潮岬沖から熊野灘にかけての南海トラフ地震の破壊開始点近傍や破壊域において走向方向の比抵抗構造の空間変化を把握するとともに、同海域の想定震源域の浅部から深部までの広範囲にわたる三次元比抵抗構造を最新の解析手法（たとえば、黒田ほか, 2023）を用いて明らかにする。

南西諸島海溝では、宮古海峡の2ヵ所において、各点につき期間中に1回の海底地殻変動観測を実施する。得られた結果をもとに、対象海域の北東側ですでに見つかっている固着域（Tadokoro et al.,2018）の南西側の広がりを明確にする。すべり欠損レートからは地震モーメントの平均蓄積レートが得られる。さらに、固着域の広がり（断層面積）が明らかになれば、断層面積と地震モーメントのスケーリングから、発生しうる海溝型地震の大凡の規模を決めることができる。両者をふまえて当該海域の平均的な地震発生間隔の推定を行う。

令和6年度は南海トラフへのOBEMの設置を行う。

令和7年度はOBEMの回収を行うとともに、南海トラフでの海底地殻変動観測を実施する。

令和8年度は海底電磁気探査の解析を行い、三次元比抵抗構造を明らかにする。

令和9年度は南西諸島海溝において海底地殻変動観測を実施する。

令和10年度は南海トラフでの海底地殻変動観測を実施するとともに、南海トラフ、南西諸島海溝沿いの両海域におけるプレート間固着状態を明らかにする。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

田所敬一（名古屋大学環境学研究科地震火山研究センター）,市原　寛（名古屋大学環境学研究科地震火山研究センター）

他機関との共同研究の有無：無

（9）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：名古屋大学環境学研究科地震火山研究センター
電話：052-789-3042
e-mail：tad@seis.nagoya-u.ac.jp
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：田所敬一
所属：名古屋大学環境学研究科地震火山研究センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：NGY_04

（1）実施機関名：

名古屋大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震波を用いた地盤強度と地下水のモニタリング手法の開発
（英文）Development of ground strength and groundwater monitoring method using seismic waves

（3）関連の深い建議の項目：

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
ウ. 地震動に起因する斜面変動・地盤変状の事前評価手法

（4）その他関連する建議の項目：

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
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
(4) 内陸で発生する被害地震

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

本研究は新規研究であるが、その中で使用する人工震源装置を用いた地震波伝播特性の時間変動監視については、NGY_04「南海トラフ域におけるプレート間固着・滑りの時空間変化の把握」においても知見を積み重ねた。その成果として下記があげられる。
(1) ノイズ変化に影響されない地震波速度と振幅の時間変化の評価方法を開発した。
(2) P波速度とS波速度の変化の同時測定を行い、乾燥時と降雨時の地震波速度の変化をクラック密度と飽和度(O’Connel and Budiansky, 1974)で解釈し、これらをモニターできることを明らかにした。
(3) 降雨により地震波速度に現れる浅部地下水の影響をタンクモデルを用いて仮想的な地下水位に換算し、地震波の走時の変動と換算地下水位との間によい相関があることを明らかにした。

（6）本課題の５か年の到達目標：

本研究では地震波伝播特性の斜面崩壊・地盤変状に繋がる地下水位や地盤強度の変化を捉える手法の開発を目指す。この5ヵ年で、地震波伝播特性の変化を説明可能な地下水－地盤強度モデルを構築し、検証する。このために様々な地形、地質条件下における地下水の移動および地盤強度の変化と、これに対する地震波の応答を観察し、モデルの適用可能性を検証する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

R6, 7年度には、愛知県豊橋市に設置された人工震源装置を用い、周囲の地すべり地形地、平坦地、また、地下水位の高低の異なる複数地点に地震計を設置し臨時観測を行う。臨時観測においては、まず地震計アレイを構成し、伝播速度から波群を同定する。その後、1ないし2台の地震計を用いて1年以上にわたる連続観測を実施し、降雨、地下水位と地震波伝播特性の変化の比較を行う。人工震源装置周辺には古生代チャート層傾斜地、砂岩層傾斜地、沖積層平坦地があり、様々な岩相や条件に対する応答の違いを得られる。得られた応答を分類整理し、地下水位と地盤強度の変化を反映する地震波伝播特性のパラメータの探索とモデル化を行う。人工震源装置を用いた観測に加え環境震動を用いた観測も行い、環境震動からの検討も行う。新たな観測データにこれまでに静岡県森町で得られた地震波伝播特性の変化と降雨・地下水位のデータも加えて解析を行う。合わせて、開発中である可搬型の震源

装置の整備を行う。
R8-10年度には、前半で様々な場所での地震波伝播特性の変化のメカニズムを押さえた上で、可能ならば、地震計および可搬型の震源装置を地すべり地形地などの斜面崩壊危険地周辺に持ち込み、これらの地震波伝播特性を長期モニタリングする。降雨や地盤変形を同時にモニタリングし、地震波伝播特性のパラメータがどのように応答するか検討する。強震動の入力があれば強震動による擾乱も検討する。諸般の事情により地滑り危険地周辺に地震計を設置できない場合も考えられるが、少なくとも緩傾斜地や弱い地盤において、地盤強度の時間変化を、地震波伝播特性を用いて可視化することを目指す。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

渡辺俊樹（名古屋大学大学院環境学研究科）
他機関との共同研究の有無：有
生田領野（静岡大学理学部）

（9）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：名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター
電話：052-789-3046
e-mail：
URL：https://www.seis.nagoya-u.ac.jp/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：渡辺俊樹
所属：名古屋大学大学院環境学研究科

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：NGY_05

（1）実施機関名：

名古屋大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）南海トラフ地震対策の地域的最適解に関する文理融合型研究
（英文）Interdisciplinary research on the Nankai Trough earthquake countermeasures: searching for optical local solutions

（3）関連の深い建議の項目：

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

（4）その他関連する建議の項目：

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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

「被害の地域的な発現過程とコミュニティの社会・空間構造に着目した地震・津波災害発生機構に関する文理融合的研究」（課題番号：TYM_06）では、「脆弱性」に着目した観点から、（1）東日本大震災後の被災地の現状、およびそれを踏まえて、（2）南海トラフ地震対策の現状と課題に関する現地調査を実施した。

（1）については、宮城県の津波被災地を対象とした質・量的な調査を行い、震災後の復興過程において、津波ハザードに特化した防災対策が人口のさらなる減少とコミュニティの脆弱化を招くとともに、津波以外の自然災害の暴露を増大させている状況を分析し、防災のパラドクスとして指摘した。主な成果は以下の通り。

・室井研二, 2021, 震災復興過程における防災―東日本大震災三陸津波被災地を中心に一, 『地域創生学研究』24,1-27.
・室井研二編著, 2021, 『災害と開発　研究報告書（1）』名古屋大学大学院環境学研究科, 80p.
・高橋誠・室井研二, 2022, 『東日本大震災後の復興に関する意識調査報告書（速報版）』.
・室井研二, 2022, アーバンフリンジの震災復興と社会変動, 『日本都市社会学会年報』40, 59-75.
・高橋誠・室井研二編著, 2024, 『災害と開発　研究報告書（2）』名古屋大学大学院環境学研究科, 120p.

（2）については、南海トラフ地震防災対策推進地域で現地調査を実施した。まず、名古屋市南部伊勢湾沿岸地域の調査では、伊勢湾台風後に構造物対策が強化されたことが湾岸開発の引き金になり、暴露性が拡大したこと、脱工業化後は災害弱者が低地に集中する傾向がみられること等を明らかにした。また、高知県高知市で南海トラフ地震の新想定が惹起した社会的反作用について調査を行い、新想定後に防災が強化された一方で、階層的バイアスを伴った居住地移転が活発化し、階層的周辺層の津波浸水域への偏在が進んだことを明らかにした。こうした現地調査の知見を踏まえ、ハザードの科学的理解や制御をノルムとする「上流の防災リテラシー」とは区別される、社会的な観点に立った災害・防災の捉え方を「下流の防災リテラシー」として概念化し、防災リテラシーの理論化を試みた。主な成果は以下の通り。

・室井研二, 2020, 臨海工業都市の災害―伊勢湾台風後のコミュニティと災害脆弱性―, 『東海社会学会年報』12, 1－31.
・高橋誠, 2020, 海から遠いまち―伊勢湾台風被災地における土地利用変化と災害暴露性―, 『東海社

会学会年報』12, 32－45.
・高橋誠, 2021, 東海地方の都市と農村をめぐる地域的人口分布とその変動(試論),『砺波散村地域研究書研究紀要』37, 1-10.
・Kenji Muroi, 2024, Literacy for Disaster Resilience from “Downstream”: From a Case Study of the Nankai Trough Earthquake Countermeasures in Kochi City, Journal of Disaster Research, Vol.19 No.1, 113-123.

（6）本課題の５か年の到達目標：

ハザードに関する理学的知識は減災対策に必須であるが、ハザードの災害としての立ち現れ方は地域の社会的文脈に規定され、多様な形態をとる。本研究は災害の発生に影響を及ぼす社会的要因も視野に入れ、ハザードが災害に転化するメカニズムを学際的な観点から解明し、防災の地域的最適解を導くことを目的とする。

具体的には、南海トラフ地震・津波対策地域を対象に、地震学、社会学、地理学の研究者が都市や漁村など性格の異なるいくつかの共通の調査地に対して各々の専門分野の観点からアプローチし、ハザード、社会構造、土地利用に関する調査知見を共有し、地域性に即した防災の最適解を導出する。また、そうした事例調査を踏まえて地域防災を類型論的に把握し、地域類型に即した防災リテラシーの条件や課題を明らかにする。さらに、コミュニティや自治体と連携して防災力向上のための実践的な働きかけを行う。

（7）本課題の５か年計画の概要：

地域防災の類型として、現時点では、事業所が集積する大都市型防災と、過疎高齢化が進む漁村型防災の2つの類型を想定している。

大都市型防災に関する研究課題として重視したいのが、第1に、コミュニティと事業所の防災連携を規定する条件の解明である。昼夜間人口比の大きさや近隣関係の希薄さといった大都市の地域特性を考慮するなら、災害（特に日中の）に対するコミュニティの対応において事業所との協力は重要な課題となる。地域防災協力事業所制度の活用状況等を手がかりに、協定を締結しているコミュニティや事業所、同制度を所管する行政機関に聞き取りを行い、この課題にアプローチする。研究課題の2つ目は、ハザードや防災に関する科学知を受容するための条件の解明である。大都市は人口の流動性が高いため、過去の災害経験の地域的な継承が困難である。また、居住地の地形や生態学的条件に関する知識も乏しいと予想される。そのような地域的文脈においてハザードや災害に関する科学知を実効性のある防災につなげるための社会的条件を解明する。事例調査の対象地は、名古屋市南区の低地部と高知市中心市街地の沿岸地域を予定している。本研究課題では東海地域の防災を主眼としているため、名古屋市南区のほうがメインの研究対象となるが、高知と比較することで名古屋の防災の地域特性をより明確に把握することを目指す。なお、名古屋と高知のハザード（地震と津波）や地形条件などに関する地域特性については、地震学や地形学といった自然科学の研究者をメンバーに加え、それを踏まえて予想される被害について具体的なシミュレーションを行う。

漁村型防災に関しては、生業と結びついた資源管理の仕組みがある種の防災機能を兼ねていることが予想される。その実態把握を通して、地域に特有の防災知がもつ可能性や限界を解明する。また、漁村は過去の災害経験の継承や地域の自然条件に関する知識という点では大都市よりも有利な立場にあるが、高齢化が進んだ地域であるため、科学的リテラシーに関しては不利な立場にあると想定される。そこで、漁業関係者や自主防災組織のリーダー、行政機関にヒアリング調査を行い、それを踏まえて生業（漁業）とリンクした防災知・災害文化と、ハザードに関する科学的知識や防災対策の関係（連動と齟齬）について分析する。事例調査の対象地は、三重県南部沿岸地域と岩手・宮城県三陸地域の漁村被災地を予定している。大都市の場合と同様、東海圏である三重県南部のほうをメインの研究対象とするが、三陸漁村と比較することで三重漁村の防災の特徴を明確化することを目指す。また、ハザードや自然条件等の地域的特性に関しては、大都市の場合と同様の被害シミュレーションを行う。

基本的な調査デザインは以上の通りであるが、突発的に発生する地震・津波災害にも対応して調査を行い、南海トラフ地震対策にフィードバックすることを心がける。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

室井研二（名古屋大学環境学研究科）,高橋誠（名古屋大学環境学研究科）,田所敬一（名古屋大学環境学研究科）,田中重好（尚絅学院大学）,黒田由彦（椙山女学園大学）
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：
電話：
e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：室井研二
所属：名古屋大学環境学研究科

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：NGY_06

（1）実施機関名：

名古屋大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地表地震断層の特性を考慮した断層近傍の強震動ハザード評価

（英文）Strong ground motion prediction considering characteristics of surface earthquake faults

（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：

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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第２次）」において、NGY_05として以下の成果を得た。

熊本地震をはじめとする近年の地震の際の観測事実は、従来は影響がないとされた地下浅部の断層活動が強震動発生に寄与している強い可能性を示唆している。この点に注目して、我々は、熊本地震における強震動モデル計算手法を模索するとともに、その知見を他の活断層に適用し、地表地震断層の形状を考慮した強震動計算を試行してきた。また改めて建物の被害集中を精査するとともに、地震断層およびその近傍における地表変形を再検証した。

1) 熊本地震の際の地震断層と建物被害の詳細な関係を調査し、地震断層の近傍100m以内において、断層距離と被害の大きさが負の相関を持つこと、地盤効果や液状化ではそのような特異な関係を説明し得ないことを明らかにした。それにより地下2～3km以深の震源断層のみが震動を発生させるという従来の強震動計算モデルの不備を指摘し、新たな評価手法の必要性を明らかにした。

2) 熊本地震の際の地盤変位として地震断層に沿う短波長変形だけでなく周辺の長波長変形を捉えるため、LiDAR差分やオルソ写真解析による解析手法の開発に取り組んだ。また、その他の歴史地震時の被害分布と断層との位置関係についても精査を開始した。

3) 屏風山・恵那山断層については浅部の震源断層の効果を加味した地震動計算を試行した。地形情報に基づいて震源断層モデルを複数検討し、強震動予測結果を得た。その成果を名古屋大学や岐阜大学の研究センターの活動を通じで、地元行政や市民に丁寧に説明し、防災活用を促す取り組みにも着手している。

（6）本課題の５か年の到達目標：

内陸地震の被害軽減にとっては、震度６強や７の強震動発生を高精度で予測し、不確実性も含めて住民に説明することが求められる。本研究は、地表地震断層や震源断層浅部の断層運動と、強震動および建物被害との関係を分析することにより、地震断層近傍の強震動予測手法の確立を目指す。近年の地震本部の活断層重点調査においても強震動の試計算が始まっているため、当初は屏風山・恵那山断層帯を事例として取り扱い、徐々に他の重点調査の結果に基づく取り組みにも拡大させる。

当研究グループは、これまでの実績に基づき、大学の変動地形学研究チームと防災科研の強震動研

究チームが連携して強震動評価手法の改良に着手する。その際には、1)活断層と地表地震断層の関連、2)断層の破壊の不均質性（特に断層浅部での滑り速度時間関数の形状）、3)破壊開始点と破壊伝播の予測、が重要な鍵を握る。また新たに、断層破壊のシミュレーションを進める大学の地盤力学研究グループとも議論を深める。

今期の5年間で、近年地震断層が出現した事例において断層近傍の変形を再検討する。また、地表まで達する断層面全体をモデル化し、断層変位および地盤変形と断層ごく近傍域での強震動を同時に説明可能なモデルを提案し、その妥当性について検証する。さらにその防災活用についてワークショップを開催してリスクコミュニケーションを重視した検討を行う。

（7）本課題の５か年計画の概要：

従来接点の少なかった活断層研究グループと強震動研究グループと地震防災研究グループの連携を強化して、課題解決を目指す。

活断層研究グループは、現地調査および既存資料から、地震時の断層変位および地盤変形データを解析するとともに、建物被害や墓石倒壊の空間分布を明らかにする。とくに断層線上の短波長変形のみでなく、LiDAR差分やSAR画像解析により断層近傍に現れる長波長変形にも注目する。これにより地震時の断層変位を含む地盤変動像を解明し、被害分布との関係を議論する。Ｒ6～7年度は熊本地震の地震断層近傍の長波長変形調査、Ｒ８～９年度は糸静線等における調査、Ｒ10年度は長波長変形の強震動に与える影響を検討したい。

強震動計算グループは、断層ごく近傍強震動の事前評価の高度化のため、活断層情報や変動地形学の知見を取り入れた強震動生成モデルに関する研究を実施する。まず、地表地震断層形状と変位量等の情報を断層モデルに反映可能な形式にデータ変換する方法を検討する。また、最新の地震学的知見を取り入れつつ活断層情報を反映させるのに適した強震動計算方法を検討する。それらを踏まえ、過去の複数の被害地震を対象として、整備された活断層データおよび活断層周辺の浅部地盤構造を強震動計算用断層モデルに反映させ、強震動予測結果と地球物理学的観測記録や建物被害分布との整合性を高める事例を増やすことで、断層近傍強震動予測に関する課題を抽出する。Ｒ６～８年度は強震動予測のための地表付近の詳細なモデル化手法検討、Ｒ９～１０年度は強震動の試算とモデル改良を行う予定である。

地盤力学グループは、弾塑性地盤力学による地表地震断層の再現、弾塑性地盤力学による断層破壊に伴う波動発生に関する検討を進める。Ｒ６～８年度は、弾塑性計算による各種地表地震断層形態の再現、Ｒ９～１０年度：地盤条件に応じた生成波動の特徴の理解断層破壊モデル計算による地表地震断層の再現を検討する。

また、地震防災検討グループは本研究の成果を地震防災に役立てる方策を検討する。検討地域のコミュニティーに対して情報を発信し、双方向のリスクコミュニケーションを行い、不確実性の高い予測結果の扱いを議論する。これまでの取り組みをベースに、Ｒ６～７年度は屏風山・恵那山断層の新たな強震動予測結果に関するリスクコミュニケーションを試行し、Ｒ８～１０年度は不確実性を含む断層近傍の強震動計算結果の伝達手法の体系化を検討する。

(8)実施機関の参加者氏名または部署等名：

田所敬一（環境学研究科）,鈴木康弘（減災連携研究センター）,渡辺俊樹（環境学研究科）,野田利弘（工学研究科）,豊田智大（工学研究科）,橋冨彰吾（減災連携研究センター）,平井　敬（減災連携研究センター（客員））

他機関との共同研究の有無：有

藤原広行（防災科学研究所）,先名重樹（防災科学研究所）,岩城麻子（防災科学研究所）,隈元　崇（岡山大学）,能島暢呂（岐阜大学）,石黒聡士（愛媛大学）,平井　敬（兵庫県立大学）

(9)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：名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター

電話：052-789-3046

e-mail：

URL：https://www.seis.nagoya-u.ac.jp/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：田所敬一
所属：名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：NGY_07

（1）実施機関名：

名古屋大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）アンケート調査に基づいた登山者が求める火山情報と登山者に役立つ火山情報の解明
（英文）Elucidation of volcano information sought by climbers and useful volcano information for climbers based on a questionnaire survey

（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
(6) 高リスク小規模火山噴火

（4）その他関連する建議の項目：

３ 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(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
火山
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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

NGY_07「御嶽山地域の防災力向上の総合的推進に関する研究」では，全国の活火山を対象に防災教育の拠点となる博物館、ビジターセンターおよび大学等の火山の地元の研究施設に関する活動内容を類型化した．研究成果は以下の通りである．

Masae Horii, Koshun Yamaoka, Haeng-Yoong Kim, Satoshi Takewaki, and Takahiro Kunitomo, 2024, Comparative Study of Literacy Enhancement on Volcanic Disaster Reduction for the Residents and Visitors in Mt. Ontakesan and Other Volcanic Areas, JDR, Vol.19 No.1　pp. 159-172.

またNGY_07では、御嶽山の地元の火山防災力向上に資する教育研究と地元支援を行ってきた。この研究活動に関係する成果は、以下の通りである。

金 幸隆・山岡耕春，2022，大学と自治体が連携した御嶽山の火山防災－ビジターセンター整備．火山防災タイムライン授業，避難訓練―，消防防災の科学． No．150， pp．11-16． 一般社団法人消防防災科学センター．

金 幸隆・山岡耕春・竹脇 聡（名大）・田ノ上和志・野田智彦（木曽町），2023，御嶽山噴火を想定した登山者参加型の避難訓練に基づく避難行動に関するアンケート調査，日本地球惑星連合大会2023，HDS08-1．(幕張国際会議場)

今後、本研究課題（NGY_07）が密接に関連する令和5年までの他の研究としては，以下の課題があげられる．

・HKD_06「火山活有働即時解析表示システムの開発」
・CTOC38「リスクコミュニケーションを推進するための地震・火山災害に関する意識調査の標準的な質問紙設計とその有効性の検証」
・KUS_03「阿蘇で学ぶ地震・火山災害への備え」
・その他、多数。

（6）本課題の５か年の到達目標：

御嶽山2014年噴火や草津白根山2018年噴火のように、噴火の可能性が判別・伝達される前に、噴火が発生し、火口周辺にいた登山者やスキーヤーが噴石や火砕流に巻き込まれた災害が発生している。これらの噴火災害を契機に、高リスク小規模噴火の対策の重要性が広く認識された。本課題研究では、非噴火時における火山活動に変化があれば、その情報を一早く火山の利用者に見てもらえる観測モニターが必要であると考えた。しかし、火山活動の情報および観測データに関する一般の方々の知見度や、どのようなモニターがいつ、どこで必要であるのか、我々は十分な知見を有していない。

これまで気象庁は、観測、評価、伝達の技法を向上させ、噴火警戒レベルのシステムを運用してきた。火山の地元の自治体は、この気象庁の噴火警戒レベルに基づいた避難対策を行っている。噴火警戒レベルの運用は、成功例も多く、この様な公的システムは頼りになる。その一方で、防災上の課題が残る。例えば、火山の観測、評価、通信、情報伝達には時間がかかることや、警戒レベルが引き上げられる前に噴火が発生する可能性がありうる。また噴火警戒レベルが引き上げた場合でも、噴火に至らずに火山活動が終息する事例もある。近年では、北海道などの火山において、非噴火時の活動不安定（unrest）の評価を試みる研究もなされている（橋本、2021）。

こうした火山学の動向があるなかで、登山や地元の関係者などからは、一般の人々が観測データにアクセスできる状況が望まれるとの意見や、火山のちょっとした変化でも情報が欲しいとの要望が名古屋大学御嶽山火山研究施設に寄せられている。一般の登山者や火山の地元の関係者が、どのような情報を求め、どのような情報が役に立つのか、主に御嶽山、浅間山、焼岳を対象としたアンケート調査に基づき明らかにする。

アンケート調査では、噴火警戒レベルなど火山活動の公的情報（言わば、解釈された情報）と観測データ（言わば、解釈されていないデータ）に関する一般の登山者や地元の関係者の知識、意識、理解度を定量的に評価する。過去に火山活動が活発化した際の観測データを使用し、それらのデータを見た一般の登山者や行政職員などが火山活動の活発化を認識できるかどうかを評価した上で、どのように観測データを表示・表現すれば、リスクの理解度の向上に効果がるのかを検討する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

研究計画5ヶ年の前半の３年間では、火山活動の情報（噴火警戒レベルと情報入手方法、および観測データ）に関する登山者の知識、意識、理解度の実態を御嶽山、浅間山、焼岳の３火山において評価する。一般の登山者が求める火山活動に関する情報と登山者自身の知識、意識、理解度との関係性を検討する。なお本研究は登山口でアンケート調査を行うことを考えているため、計画期間中に火山の噴火警戒レベルが上がり、登山者がいないと判断された際には、調査年度の順番を入れ替える可能性がありうる。

後半の２年間では、前半の３火山のアンケート調査の分析結果を踏まえて、一般の登山者や火山の地元の関係者にとって役立つ情報を検討する。例えば、火口周辺や登山口に滞留する登山者が下山の判断に役立てられる情報や、登山者や関係者が火山活動のリスクに対する意識の向上に役立てられる情報とその情報の出し方である。準リアルタイム観測モニターの表示の方法および火口周辺や登山口や関係機関に設置する場所に関するアンケート調査を考える。

2024年度：御嶽山の登山口（候補地：黒沢口と王滝口）で、下山者を対象にアンケート調査する。
2025年度：浅間山の登山口（候補地：浅間山荘口と車坂峠口）で、下山者を対象にアンケート調査する。
2026年度：焼岳の登山口（候補地：上高地口と中の湯口および新穂高温泉口）で、アンケート調査する。
2027年度：３年間の調査結果を踏まえて、登山者や関係者に役立つ準リアルタイム火山観測モニターの見せ方をデザインする。全国または御嶽山等の登山者および自治体等の関係者へのアンケートに基づき、役に立つ準リアルタイム火山観測モニターを評価する。また全国の平均的な登山者を対象として、登山者の求める情報と登山者に伝える有効な火山情報に関するインターネットアンケート調査を実施する。
2028年度：引き続き、登山者に伝えるための有効な火山情報を考慮した上で、アンケート調査を実施する。5年間で現地調査を行ったアンケート結果と2027年度に実施したインターネットアンケート結果を比較して、アンケート調査を総括する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

金　幸隆（名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター）,前田裕太（名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター）,高橋　誠（名古屋大学大学院環境学研究科社会環境学専攻）

他機関との共同研究の有無：有

大湊隆雄（東京大学地震研究所）,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）

（9）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：名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター
電話：0264-24-0131
e-mail：kimu@seis.nagoya-u.ac.jp
URL：https://www.seis.nagoya-u.ac.jp/center/kovo/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：金幸隆
所属：名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：NGY_08

（1）実施機関名：

名古屋大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）4G/LTEを用いた小電力・軽量小型テレメータ地震観測装置の改良開発
（英文）Development of low-power, lightweight, compact telemetered seismic observation system using 4G/LTE

（3）関連の深い建議の項目：

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
イ. 観測・解析技術の開発

（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
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
イ. 内陸地震
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）
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
(5) 大規模火山噴火

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

前計画課題「小電力・小型・携帯テレメータ地震観測装置の改良開発」では，本計画のプロトタイプとなる小型軽量地震テレメータ装置（以下，現用機）を御嶽山山頂の１０箇所で試験運用しながら，ソフト・ハード面での改良を行い，次期開発に向けてノウハウを蓄積してきた。改良の主な部分は，現用機の設計初期において電力・通信条件の悪い場所での運用について想定が十分でなかったことへの対応であった。以上を除けば　御嶽山という過酷な環境での設置作業や通年運用を容易に実現し，運用成績も良好であり，地震テレメータ装置としての耐久性，操作性，保守性等は高く評価できる。

一方，現用機はdocomoの3Gサービスのみの対応となっているが，3Gサービスが2026年に終了することを受けて，また近年拡大してきた他のキャリアのサービスに対応するため，計画の後半から，4G/LTEサービス・マルチキャリアに対応する後継機開発に着手した。後継機のベースとして選定したアディコ社製QR001は現用機で得られたノウハウが生かされた設計となっているが，後継機としての仕様には至っていない。前計画では後継機に不足する機能である充放電モジュールの開発・制作，試験等を行なった。

2022年2月の御嶽山火山活動の活発化における臨時観測では，ここで開発した装置を用いてリアルタイムで山頂部のデータを取得し解析にも貢献した。また，2017年の長野県南部（木曽町）の地震や令和６年能登半島地震の余震観測でも利用され，緊急時における本装置の簡便性，有用性を実地で確認できた。

（6）本課題の５か年の到達目標：

地震観測は静穏環境で行うことから，しばしば「電力・通信環境が整備されていない場所での運用」という問題がつきまとう。さらに，火山の直近や大地震後の余震活動が活発な地域での地震観測では，迅速なデータ取得開始はもちろん，作業者の安全を確保するためにも高い機動性・操作性が観測装置

に求められる。このような場所では特に電源確保が難しい状況が想定され，オフライン観測となることが多いが，即時性が必要な研究や防災情報の発信に生かすことができず，保守・解析処理の負担も大きくなる。

これまでに我々が開発してきた現用機は，機動地震観測に求められる小型化・軽量化・小電力化・使いやすさ（汎用性、現場作業の簡略化）を追求した地震テレメータ観測装置であり，御嶽山山頂での通年観測などを通して，以上のような問題や要求に答えてきた実績がある。

本課題では，現用機の最終的な仕様に現用機ではハード的に対応が難しかった以下の問題
１）電源喪失後，復電した際の自動起動機能，２）LTE/4G対応マルチキャリ対応，３）マルチキャリア対応
を加えた後継機を開発し，御嶽山山頂10箇所において運用中の現用機と順次置き換えを進め，実地でのテスト運用開始・評価を目指す。

（7）本課題の５か年計画の概要：

2026年末でdocomoの3Gサービスが終了するため，御嶽山山頂で行なっている通年テレメータ試験観測に極力空白期間を作らないように計画を進める方針である。
令和６年度：充放電モジュール動作の継続検証，防水筐体への組み込み，電源・通信仕様についての詳細検査・検証を行い，試作機を作成する。
令和７年度：本年で３Gサービスが終了するため，試作機を作成し試験運用開始する。試験運用を行いつつ，充放電モジュール動作等について問題点・改良点の洗い出しを行いながら後継機の最終仕様決定を行う。また受信・監視サーバについても改良を行い整備する。
令和８－１０年度：後継機を追加作成し，御嶽山試験地での試験観測を行う。その中で問題点・改良点を洗い出し，それらについて検討・改修を行う。受信・監視サーバについても修正，改良を行っていく。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

寺川寿子（東海国立大学機構名古屋大学大学院環境学研究科）,前田裕太（東海国立大学機構名古屋大学大学院環境学研究科）,山中佳子（東海国立大学機構名古屋大学減災連携研究センター）,堀川信一郎（東海国立大学機構名古屋大学大学院環境学研究科）
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：東海国立大学機構名古屋大学大学院環境学研究科地震火山研究センター
電話：052-789-3046
e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：前田裕太
所属：東海国立大学機構名古屋大学大学院環境学研究科

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：NICT01

（1）実施機関名：

情報通信研究機構

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）先端リモートセンシングによる地震及び火山の被害状況把握技術の高度化
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

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
イ. 観測・解析技術の開発

（4）その他関連する建議の項目：

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

15cm分解能を有する航空機SAR・Pi-SAR X3を開発し、その初期機能・性能確認試験を実施した。その後、富士山をはじめとする平時の火山や2024年1月の能登半島地震被災エリアなどの観測データを取得した。また、機械学習を利用した情報分析技術の開発を行った。

（6）本課題の５か年の到達目標：

地震・火山などの災害発生時に航空機SARを用いて迅速に被災状況を把握するための技術（観測手法・データ解析手法等）を確立する。取得した航空機SARデータの利活用を進める。

（7）本課題の５か年計画の概要：

Pi-SAR X3を用いて、発災時に比較できるベースマップとして平時のデータ取得を行うとともに、これまで取得した航空機SARデータの利活用を推進する。発災時等には可能な範囲でPi-SAR X3によるデータ取得を行い、これらのデータを用いて航空機SARにより迅速に被災状況を把握するための技術（観測手法・データ解析手法等）の高度化を進める。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

情報通信研究機構 電磁波研究所
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：情報通信研究機構広報部
電話：042-327-5322
e-mail：publicity@nict.go.jp
URL：http://www.nict.go.jp/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：牛腸正則
所属：情報通信研究機構 電磁波研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：NIED01

（1）実施機関名：

防災科学技術研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）火山災害の予測力・予防力・対応力向上に関する研究開発
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

（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
ア. 史料の収集・分析とデータベース化
イ. 考古データの収集・集成と分析
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
火山
(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
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）
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
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
(5) 大規模火山噴火
(6) 高リスク小規模火山噴火

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

基盤的火山観測網（V-net）や各種リモートセンシング技術等を活用した研究を進めた。これらのデータを含む防災科学技術研究所及び関係機関のデータ等を集約した研究連携のプラットフォームとなる「火山観測データ一元化共有システム(JVDN)」を開発し、運用を開始した。また本システムのデータを用い、地震波相関による火山下での地震波速度の異常判定、時刻ずれの自動把握等の技術開発を行い、オンライン処理として実装した。火山活動度を系統的に把握する手法として状態遷移図を開発し、提案に至った。火山リモートセンシングの技術開発において、実開口型・合成開口型の地上設置型レーダー干渉計を用いた観測を実施し、衛星レーダーでは困難な時間分解能（Hz オーダー）での地殻変動の検出を可能にした。火山の表面現象把握のため、望遠分光装置（G-STIC、STIC-P）を開発し、阿蘇・箱根・那須岳で試験観測を実施し、高分解能での温度・火山ガス検知を実現した。噴火ポテンシャル評価のため、火山灰粒子の自動分類技術を開発し、新しいマグマ物質の有無の迅速な判断と噴火推移を推定する手法を開発した。

（6）本課題の５か年の到達目標：

基盤的火山観測網（V-net）や各種リモートセンシング技術等を活用して、火山災害の即時予測や推移

予測、火山災害を迅速に把握する技術に関する研究開発を推進する。なお本課題は、防災科研の第５期中長期計画に基づき、その運営費交付金によるプロジェクト研究の一部として実施される。そのため、本到達目標は第５期中長期計画が終了予定である令和11年度末までを対象としている。

（7）本課題の５か年計画の概要：

本課題は先述のとおり防災科研の第５期中長期計画(令和５～11年度)に基づいており、その運営費交付金によるプロジェクト研究「火山災害の予測力・予防力・対応力向上に関する研究開発」の一部として実施され、この成果を通じて「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」の推進に貢献するものである。そのため、以下の計画内容は令和11年度末までを対象としている。
基盤的火山観測網（V-net）やリモートセンシング技術等を活用した噴火のリアルタイム把握技術とシミュレーション技術の連携により、噴火によるハザードの即時予測技術の開発に取り組む。また、火山観測データ一元化共有システム（JVDN システム）に集約されたデータ、それらを補完する機動調査や観測によるデータを活用するとともに、物質科学的アプローチによる研究も進め、分野横断的に火山活動の推移予測の研究を行う。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

防災科学技術研究所　火山防災研究部門　火山研究推進センター
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：防災科学技術研究所 広報・ブランディング推進課
電話：
e-mail：
URL：https://www.bosai.go.jp/about/inquiry.html

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：藤田英輔
所属：防災科学技術研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：NIED02

（1）実施機関名：

防災科学技術研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震の逐次的評価に関する技術開発

（英文）Research and development of earthquake monitoring and evaluation

（3）関連の深い建議の項目：

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化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
イ. 内陸地震

（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
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
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
イ. 内陸地震の長期予測
(2) 地震発生確率の時間更新予測
ア. 地震発生の物理モデルに基づく予測と検証
イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証
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
(2) 首都直下地震
(3) 千島海溝沿いの巨大地震
(4) 内陸で発生する被害地震
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
イ. 観測・解析技術の開発

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

MOWLAS等の観測データを用いたモニタリング技術の高度化により、地殻活動の適確な現況把握に努めた。さらに、様々な観測データやモニタリングによって得られた地震カタログ等に基づき、将来的に大規模な地震の震源域となりうる領域の推定に資するための研究開発を進めた。主な内容を以下に挙げる。

東北地方太平洋沖で発生する地震について、S-netデータの活用により、震源分布やCMT解の解像度を向上させた。日本海溝近傍で発生する微動活動の検出に成功し、その活動状況を明らかにした。プレート境界型大地震の破壊領域はスロー地震の活動域とは空間的に相補的である一方、大地震の前震や余震の多くがスロー地震の活動域で発生していることが判明した。

水圧計記録に含まれる地震動成分や津波波源データを活用した断層モデル推定手法を開発した。これにより日本海溝や伊豆・小笠原海溝周辺で発生した様々な地震の断層サイズやすべり分布、応力降下量等の高精度な推定が可能となった。

南海トラフ域において、３次元速度構造を用いた自動震源計算システム並びに自動CMT解析システム

の開発を進めた。南海トラフ浅部域に発生する微動活動に対し、DONET観測記録を用いたモニタリングシステムを開発、試験運用を開始した。数値シミュレーションによるスロー地震活動の包括的なモデリングを進め、南海トラフ巨大地震震源域の深部側で繰り返し発生するスロースリップイベント(SSE)に加え、日向灘の長期的SSE等の再現に成功した。
日向灘から南西諸島海溝に沿った領域において、F-netデータ及び臨時観測データに基づき、浅部超低周波地震の詳細な震源カタログを整備し、地域毎のプレート間の挙動の差異を示唆する結果を得た。
MOWLAS等並びに日本海で実施された反射法探査による観測データを用いた地震波トモグラフィ解析を行い、高精度な３次元地震波速度構造を推定した。３次元地震波速度構造に基づく地震カタログからは、地震活動が少ない地域における地震発生層下限の評価において、D300℃が一つの指標となりうることが示唆された。

（6）本課題の５か年の到達目標：

防災科学技術研究所（以下、防災科研）が運用している陸海統合地震津波火山観測網（MOWLAS）（南海トラフ海底地震津波観測網（N-net）を含む）等の観測データ、数値シミュレーション技術等を活用して、地震の震源情報、地震動等の特徴・経過を逐次的に提供可能とすることを目指す。なお本課題は、防災科研の第５期中長期計画に基づき、その運営費交付金によるプロジェクト研究の一部として実施される。そのため、本到達目標は第５期中長期計画が終了予定である令和11年度末までを対象としている。

（7）本課題の５か年計画の概要：

本課題は先述のとおり防災科研の第５期中長期計画(令和５～11年度)に基づいており、その運営費交付金によるプロジェクト研究「地震津波の即時逐次的評価に関する技術開発」の一部として実施され、この成果を通じて「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画」の推進に貢献するものである。そのため、以下の計画内容は令和11年度末までを対象としている。
陸海統合地震津波火山観測網（MOWLAS）等で得られた観測データを、大地震発生直後から分析及び評価し、発生した地震の震源情報、地震動等の特徴・経過を逐次的に把握及び推定するための技術開発を行う。これらの情報を過去の地震や津波の情報及び事前想定と結びつけ提供するための手法の研究開発、様々な現況モニタリング技術及び関連する数値シミュレーション技術高度化のための研究開発を進める。MOWLAS等が捉える、地震や津波以外の事象による信号の検知とその原因究明を行う技術の開発を通じ、地震及び津波現象のモニタリング精度向上並びに様々な自然災害等の評価に貢献する。さらに、これらの成果を統合したデータベースの構築を進める。
得られた成果について、地震調査研究推進本部をはじめとする国の機関に提供し、活用されることを目指すとともに、ウェブサイト等により広く情報公開を行う。また、観測及び予測情報を所内外の関係機関と共有・連携することで、社会のレジリエンス向上に貢献する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

防災科学技術研究所（巨大地変災害研究領域地震津波複合災害研究部門）,防災科学技術研究所（巨大地変災害研究領域地震津波火山観測研究センター）
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：防災科学技術研究所 企画部広報課
電話：
e-mail：
URL：https://www.bosai.go.jp/about/inquiry.html

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：松澤孝紀
所属：防災科学技術研究所 巨大地変災害研究領域地震津波火山観測研究センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：NIED03

（1）実施機関名：

防災科学技術研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）大地震の発生機構の理解と予測に関する研究
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

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

（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
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
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
(2) 首都直下地震
(3) 千島海溝沿いの巨大地震

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

将来起こりうる大地震の規模と場所を想定するための研究開発に取り組んできた。

現実なすべり分布を持つ地震の歪みエネルギーの解放および巨大地震の発生に伴うエネルギー収支に関する理論的研究を実施し、プレート境界での力学的固着分布（剪断応力速度分布）を推定する解析手法を提案するとともに、力学的固着域の破壊による巨大地震発生のシナリオ作成方法を開発した。これらを実際に得られているデータに適用し、将来、南海トラフ及び相模トラフで起こりうる巨大地震の破壊シナリオを提案した。

断層面の不均質性が断層破壊過程やその準備過程に与える影響を調べるため、大型岩石試料を用いた実験研究を実施した。断層面の不均質性が増すに連れ単純な震源核形成過程から逸脱していき、本震時の破壊伝播速度が多様になった上、不均質性の高い断層ではカスケードアップにより本震に至ることを明らかにした。また、比較的均質な断層ではプレスリップの通過にともなって前震が引き起こされており、局所的な載荷速度が高いほど大規模な前震が発生する傾向にあることを示した。

（6）本課題の５か年の到達目標：

南海トラフ地震等の巨大地震の発生や連鎖の物理プロセスを統一的に解明する研究開発を実施し、防災・減災に効果的に活用されるような新たな情報の創出を目指す。なお、本課題は、防災科学技術研究所の第5期中長期目標達成のために支出されている運営費交付金によって行う。そのため、本到達目標は第５期中長期計画期間が終了する予定である令和１１年度末までを対象としている。

（7）本課題の５か年計画の概要：

衛星測位データや地震計記録、津波計記録等の多様な観測データ及びそれらの解析結果と、世界最大規模の岩石摩擦実験から得られる知見とを、物理モデルに基づく理論的アプローチ及びシミュレー

ション技術により統合し、南海トラフ地震等の巨大地震の発生や連鎖の物理プロセスの解明に向けた研究を実施する。これらの成果に基づき、巨大地震の発生に関する長期予測やその後の更なる大地震の発生可能性を含む推移シナリオの構築及び更新のための研究開発を行う。なお、本課題は、防災科学技術研究所の第５期中長期目標達成のために支出されている運営費交付金によって行う。そのため、上記は第５期中長期計画期間を対象とした計画概要である。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

国立研究開発法人 防災科学技術研究所地震津波防災研究部門
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：
電話：
e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：齊藤竜彦
所属：国立研究開発法人 防災科学技術研究所地震津波防災研究部門

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：NIED04

（1）実施機関名：

防災科学技術研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）自然災害ハザード・リスク評価と情報の利活用に関する研究
（英文）

（3）関連の深い建議の項目：

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
(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

（4）その他関連する建議の項目：

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
イ. 津波の事前評価手法
エ. 大地震に起因する災害リスクの事前評価手法
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
(2) 首都直下地震
(3) 千島海溝沿いの巨大地震
(4) 内陸で発生する被害地震

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

全体として地震・津波を統合したハザード・リスク情報ステーションの開発に向けた基盤の構築が進み、地震発生の多様性、不確実性を考慮したモデルや、新しい微地形区分および関東地方の「浅部・深部統合地盤モデル」を取り入れた地震調査研究推進本部の全国地震動予測地図2020年版や南海トラフ沿いで発生する大地震の確率論的津波評価として公表され、その後の改良に貢献することができた。地震ハザードステーション（J-SHIS）を高度化するとともに、津波ハザードステーション（J-THIS）及びJ-SHIS Map Rを開発・公開した。これらを連携することにより基盤情報を提供するための地震及び津波ハザード・リスクステーションとして完成することができた。

（6）本課題の５か年の到達目標：

過去の経験や知見が十分でない低頻度の巨大な自然災害に対しても不確実さを適切に考慮できるハザード・リスク評価手法の高度化研究を行い、地震及び津波ハザードの基盤情報を構築することで、地震調査研究推進本部をはじめとする防災行政に資する情報を整備し、各主体の災害に対する適切な意思決定の支援を目指す。なお、本課題は、防災科学技術研究所の第5期中長期目標達成のために支出されている運営費交付金によって行う。そのため、本到達目標は第５期中長期計画期間が終了する予定である令和１１年度末までを対象としている。

（7）本課題の５か年計画の概要：

過去の経験や知見が十分でない低頻度の巨大な自然災害に対しても不確実さを適切に考慮できるハザード・リスク評価手法の高度化研究を行い、地震及び津波ハザードの基盤情報を整備する。さらに、地

震に伴う複合災害のリスク評価手法の開発を行う。これらの研究開発の基盤となる強震動観測記録、地下構造などのデータベース群の整備、及びシミュレーション技術の開発を進める。研究成果を所内外へ発信し活用を促進するハザード・リスク情報プラットフォームを開発するとともに、各主体と連携し共創と研究の高度化を推進する。また、研究成果に基づき地震調査研究推進本部をはじめとする防災行政に資する情報を整備する。なお、本課題は、防災科学技術研究所の第５期中長期目標達成のために支出されている運営費交付金によって行う。そのため、上記は第５期中長期計画期間を対象とした計画概要である。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

国立研究開発法人防災科学技術研究所　地震津波複合災害研究部門
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：
電話：
e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：中村洋光
所属：防災科学技術研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：NIED05

（1）実施機関名：

防災科学技術研究所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）基盤的観測網の運用

（英文）Operation of fundamental observation network

（3）関連の深い建議の項目：

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
ウ. 地震・火山現象のデータ流通

（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
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
イ. 内陸地震
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
(2) 首都直下地震
(3) 千島海溝沿いの巨大地震
(4) 内陸で発生する被害地震
(5) 大規模火山噴火
6 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
エ. 地震・火山現象のデータベースの構築と利活用・公開
(5) 社会への研究成果の還元と防災教育

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

陸海統合地震津波火山観測網（MOWLAS）及び首都圏地震観測網（MeSO-net）を安定して運用し、2017年3月以前のMeSO-net波形データも含めて，データの収集・管理・公開を行った。また、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。さらに、国内のみならず，遠方で発生した地震や津波の活動状況のモニタリング結果を国民に対してわかりやすく情報発信を行うとともに、地震調査委員会・地震予知連絡会等に随時提供した。

また、長周期地震動の予測手法を開発し、緊急地震速報への長周期地震動の予測情報及び観測情報の追加に貢献したほか、長周期地震動モニタを公開し予報情報の提供を開始した。

南海トラフ海底地震津波観測網（N-net）の構築において、沖合システムと沿岸システムの２つのシステムのうち、沖合システム18台において製造を終え、海底への敷設を実施した。串間および室戸ジオパーク陸上局内に陸上部機器を設置し、システムの動作確認を行うことにより、海底からのデータ取得が可能になった。

（6）本課題の５か年の到達目標：

陸海統合地震津波火山観測網（MOWLAS）及び首都圏地震観測網（MeSO-net）を安定的に運用す

るとともに、良質な地震等の観測データの取得・流通を図り、防災科学技術研究所を始めとする関係機関における研究、その他の業務の遂行や我が国の地震調査研究の発展に貢献する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

陸海統合地震津波火山観測網（MOWLAS）である、陸域の基盤的地震観測網(高感度地震観測網(Hi-net)、強震観測網(K-NET)・基盤強震観測網(KiK-net)・広帯域地震観測網(F-net))・基盤的火山観測網(V-net)、海域の基盤的観測網(日本海溝海底地震津波観測網(S-net)・地震・津波観測監視システム(DONET))および首都圏地震観測網（MeSO-net）について安定的な運用を継続するとともに、良質な地震等の観測データの取得・流通を図り、防災科学技術研究所を始めとする関係機関における研究、その他の業務の遂行や我が国の地震調査研究の発展に貢献する。さらに、南海トラフ海底地震津波観測網(N-net)の構築を完了し、運用を開始する。

既存の火山観測施設や基盤的火山観測網を含め、重点的に観測を強化すべき火山について観測施設の整備・運用を行いつつ、これにより得られる観測データについては、全国の大学が運用する観測網のデータとの共有化を引き続き進め、大学等の火山防災の基礎研究の振興や気象庁の監視業務の推進、さらには地方防災行政の関係機関の情報共有化に貢献する。

MOWLASデータを用いた解析結果等については、発災時を含め地震調査委員会等の関係機関へ速やかに提供する。

なお、本課題は防災科学技術研究所の中長期計画に基づく運営費交付金等により実施される。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

国立研究開発法人　防災科学技術研究所（地震津波火山観測研究センター）
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：防災科学技術研究所 企画部広報課
電話：
e-mail：
URL：https://www.bosai.go.jp/about/inquiry.html

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：青井真
所属：防災科学技術研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：RKD_01

（1）実施機関名：

琉球大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）南西諸島における地震被害リスク評価
（英文）Seismic Risk Assessment of South-West Islands in Japan

（3）関連の深い建議の項目：

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
エ. 大地震に起因する災害リスクの事前評価手法

（4）その他関連する建議の項目：

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
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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

新規研究

（6）本課題の５か年の到達目標：

九州以南の南西諸島地域においては、人口密度も比較的に小さく都市部も限られているため、一般的には地震被害リスクが低い地域と認識されている。しかしながら、近年の観測によると震度1から震度3程度の地震が頻発かつ散発的に記録され、歴史的観点では数百年周期で大地震が観測されており、大津波の人的被害の記録もある。
そこで本研究に於いて着目しているのは、地理的に広範囲に及ぶ南西諸島地域の各諸島群や島ごとに地盤の性質が大きく異なることを考慮することにより、「地盤と建物の相乗効果による建物の耐震性能」を考えていくことである。
大まかな地盤性質分類ではなく、実際の建物近くの地盤の性質が建物の耐震性能にどのような影響を与えるのか「フラジリティ曲線により評価」すること及び「各対象地域のハザードマップ作製」を目的としている。
今回の5ヶ年計画では、南西諸島内の沖縄本島地域、八重山諸島地域、宮古諸島、奄美諸島から各数か所の人口密集地区を選定する。各所では公共建築物やモデル化した数種類の建物を対象とする。地盤及び建物の揺れやすさを常時微動測定器により測定し、過去の地震記録から地震波を用い対象建物の構造解析と合わせることにより地震被害リスクを評価していく。

（7）本課題の５か年計画の概要：

南西諸島において地震が発生した場合、特に既存不適格建築物や地震力を計算する際に使用する地域係数0.7の場合（沖縄県）において、地盤の影響により建物被害が拡大し得る地域に注目していく。
　令和6年度は、沖縄本島南部で数か所において、常時微動測定より地盤や建物（既存不適格建築物と現行建築基準法で設計されたもの）の揺れやすさを評価する。これらに合わせて上記いくつかの建物をモデル化し、構造解析を行いフラジリティ曲線を作成し、地震被害リスクを評価する。
令和7年度では、沖縄本島中部および北部で数か所において上記のプロセスを行う。前年度と合わせて

沖縄本島内の対象地域についてハザードマップ作製を試みる。
令和8年度においては、令和6年度と7年度の経験を活かし、より効率的に石垣島及び宮古島内数か所において同様に研究を進める。
令和9年度は、与論島及び与那国島内数か所において同様に研究を進める。
令和10年度においては、蓄積データを整理し、各地域の地震被害リスク評価とハザードマップの検証を行う。さらに学術論文発表によりデータを公表する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

尾身　頌吾（琉球大学島嶼防災研究センター）,中村　衛（琉球大学島嶼防災研究センター）,伊東　孝（琉球大学島嶼防災研究センター）,松原　仁（琉球大学島嶼防災研究センター）,西村　伊吹（琉球大学島嶼防災研究センター）,中田　幸造（琉球大学島嶼防災研究センター）
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：琉球大学島嶼防災研究センター
電話：098-895-8829
e-mail：bousai@acs.u-ryukyu.ac.jp
URL：http://bousai.skr.u-ryukyu.ac.jp/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：尾身　頌吾
所属：琉球大学島嶼防災研究センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：RTM_01

（1）実施機関名：

立命館大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）大規模地震に先行する微小繰り返し地震と大規模地震をともなわない微小繰り返し地震の特徴抽出

（英文）Characteristics of micro-earthquakes followed and not followed by large earthquakes

（3）関連の深い建議の項目：

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
イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証

（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
(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
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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

類似波形探索には、相互相関関数が広く使用されてきた。しかしながら類似波形検出のための閾値の設定は主観に依存するケースが多くみられたため、客観的に閾値を設定するための手法を開発した。また、カタログ記載済みの地震波形をテンプレートとして使用することなく、連続波形記録に対して総当たり的に逐次相互相関関数を計算する際には、長い計算時間が大きな障壁となっていたが、計算時間短縮のための技術開発をおこなった。この技術は、後述のHashingを利用した類似波形検出技術との検出能力比較のために有用である。

短時間波形の特徴を抽出するための関数であるLocality Sensitive Hashing(LSH)として新たなものを提案、Hi-net連続波形記録に適用し、類似波形ペアの検出能力の評価をおこなった。本手法は、カタログ記載済みの地震波形をテンプレートとして使用することなく適用可能であるが、相互相関関数を利用して検出されるペアとは必ずしも一致せず、「類似性」を評価する必要があることが分かった。

既知の微小地震の波形記録をテンプレートとして相互相関を計算することで類似波形を抽出するアルゴリズムについても高速化され、実装試験がおこなわれた。

室内実験中に生じるAEの震源カタログ作成のため、イベント検出・走時検測・初動極性判定タスクを深層学習で解くことにより、従来の自動化手法より高精度の震源およびメカニズム解を多数得ることに成功した。

天然の岩石試料を利用すると、断層端を試料内部に含むものを準備することは困難である。そこで、セメントモルタルを用いた模擬試料の作成することで、断層端を内部に含む試料の作成技術の開発を実施した。設定した断層面およびその延長面を境にしてセメントモルタルの打ち継ぎを実施すると、あらかじめ設定した弱面（打ち継ぎ面上にグリース等を塗布する）の周囲も無垢な部分よりも弱くなってしまう。この問題を解決するために、試料作製技術の検討を開始し、強度測定を実施した。

室内実験においてAEの発生位置と断層面の空間的な関係を調べるためには、AE震源の相対的な分布だけでなく、絶対位置精度の評価が重要である。沈み込むスラブ内浅部の温度圧力条件下での実験が

可能な超高圧変形装置を想定し、AEの震源位置の推定精度の評価をおこなった。評価は，仮想震源をコンピュータ内で再現してその計算走時を利用して実施した。AE計測の際に、試料を取り囲む圧媒体の外側のアンビルにセンサを配置するが、構造を単純化させ一様構造を仮定し、トランスデューサの大きさを経路長に反映させた場合においても、読み取り誤差がなければ震源位置のずれはほとんど認められないことが明らかにされた。

（6）本課題の５か年の到達目標：

自然地震における前震活動の存在は、地震計によるリモート・センシングが可能な現象であり、地下深部における地震発生の準備過程の様子をうかがい知ることができ、短期的な地震発生予測のための情報として期待されている。10年ほど前から、大規模地震に先行する微小繰り返し前震の例が国内外で多く報告されるようになった。これらの研究では、大規模地震に先行して発生したことが分かっているカタログ掲載済みの小地震の波形記録をテンプレートとしてよく似た波形を連続波形記録から探索することによって検出されてきた。この手法の場合、大規模地震とは無関係の微小繰り返し地震の探索は、テンプレートの設定が難しく、時間的にも空間的にも網羅的に調べられている例はほぼない。微小繰り返し前震を地震発生予測に活かすためには、微小繰り返し前震の発生頻度、発生様式、波形から得られるイベントの特徴（見かけ応力、応力降下量といったイベントに付随するパラメタの特徴）などを明らかにするだけでなく、大規模地震をともなわない微小繰り返し地震に対しても同様の特徴を明らかにする必要がある。

大規模地震の先行現象としての繰り返し微小前震を模擬試験で実現するにあたり、断層面上、断層端、断層延長でどのような微小破壊活動がみられるかを明らかにすることは重要である。しかし、岩石破壊試験を実施する際に試料全体が破壊してしまうと、断層（破壊面）端の情報を得ることは困難であるため、断層端を再現できる試料作製技術の開発が必要となる。

本課題では、室内実験と自然地震波形記録の解析を通じて、この問題に取り組む。また、これを実現できるようにするために、テンプレートを置く場合、置かない場合それぞれに適用可能な類似波形探索の高速アルゴリズムの開発、実装をおこなう。

（7）本課題の５か年計画の概要：

【類似波形探索アルゴリズムの開発】類似波形探索については、テンプレートを設定せず、あらゆる組み合わせから探索する場合には、飛躍的な高速化が必須となる。そこで、現行計画時に改善を重ねたHashingによる探索技術を更に発展させ、深層学習を用いたHashing手法を中心とした高速類似波形探索技術の開発（R6-R7年度）、及び地震波・弾性波記録への適用をおこなう（R7-R9年度）。この手法は、従来の相互相関を用いた手法に比して、1000倍以上の時間短縮につながり、数年間レベルでの総当たり探索が現実的な時間で実施できるようになる。また、このアルゴリズムによる波形探索能力と従来の相互相関関数を利用した波形探索能力を比較する（R6-R8年度）。

【自然地震の波形記録の解析】第二期期間中に開発された既知の微小地震記録との類似波形を探索する高速アルゴリズムを適用し、ある地域（能登地域、京滋地区、阪神地区など）の数年間の定常観測点の連続記録を使って時空間的にクラスタ化している微小地震活動を検出し、それがどれくらいの頻度で存在するかを調査する（R6-R8年度）。これに加え、上記の本計画で開発するアルゴリズムを適用し（R7-R9年度）、両結果の比較をおこなう。検出された活動について、その発生頻度、発生様式、波形から得られるイベントの特徴（見かけ応力、応力降下量といったイベントに付随するパラメタの特徴）などを調べる（R8-R10年度）。すでに知られている、あるいは新たに探索する大地震に先行する微小繰り返し前震の活動と比較し、発生頻度、発生様式、波形から得られるイベントの特徴や、イベントの時空間的距離の分布を調査する（R9-R10年度）。比較を通じて、（分類が可能であればタイプごとの）クラスタ的な微小繰り返し地震活動と大規模地震発生との関係を明らかにする（R10年度）。

【室内実験】断層端部が完全に固着している（インタクト試料の内部に弱面が存在）模擬試料を作成し（R6-R7年度）、この試料を用いた圧縮破壊試験を実施し、AE（アコースティック・エミッション；微小破壊によって放射される弾性波）の連続計測をおこなう（R6-R8年度）。収録されたAEの波形記録について上記と同様の解析をおこない、弱面延長や弱面でのクラスタ的なAE活動（最終破壊に先行するものは大規模地震の繰り返し前震に相当）、弱面と関係ないクラスタ的なAE活動（定常的なクラスタ的地震活動に相当）を検出し、それらの活動的、波形的な特徴を抽出する（R7-R9年度）。すで

に取得されている二軸せん断試験や無垢な岩石試料の圧縮破壊試験、水圧破砕試験時に得られたAEの波形記録についても改めて精査し（R6-R7年度）、同様の解析から、それぞれの条件下での結果を比較する（R9-R10年度）。微小繰り返し前震がどのような領域でどのようなタイミングで発生しているかを明らかにする（R10年度）。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

川方 裕則（立命館大学総合科学技術研究機構）,佐脇 泰典（立命館大学総合科学技術研究機構）
他機関との共同研究の有無：有
平野 史朗（弘前大学大学院理工学研究科）,直井 誠（北海道大学大学院理学研究院）,吉光 奈奈（京都大学大学院工学研究科）,土井 一生（京都大学防災研究所）

（9）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：立命館大学研究部ＢＫＣリサーチオフィス
電話：077-561-2815
e-mail：ml-b-kanri@ml.ritsumei.ac.jp
URL：http://www.ritsumei.ac.jp/research/center/sci/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：川方 裕則
所属：立命館大学総合科学技術研究機構

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：RTM_02

（1）実施機関名：

立命館大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）アナログ実験による表層地盤の強震動応答のモデル化
（英文）Modeling strong motion response of shallow subsurface ground through analog experiments

（3）関連の深い建議の項目：

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）その他関連する建議の項目：

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
ウ. 地震動に起因する斜面変動・地盤変状の事前評価手法

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

新規研究

（6）本課題の５か年の到達目標：

地盤の応答特性（地震波速度，ピーク周波数など）は強震動によって変化することがあり、数ヶ月～数年という長期間をかけて回復するような粘弾性的ふるまいを示すケースについても報告されている。一方、2016年4月に発生した熊本地震は顕著な例であるが、数分～数週間という短期間のうちに同じ場所で繰り返し強震動が観測される事例も知られている。強震動を短期間のうちに繰り返し経験する場合、2回目以降の地盤の応答特性は、直前の強震動により変化した地盤特性の影響を強く受ける。強震動による地盤の応答特性変化とその回復過程は、地表約100 m以浅の表層地盤の粘弾性的性質に起因すると考えられているものの、未だモデル化には至っていない。繰り返し強震動が作用した場合に、その前後、および経時的に表層地盤の応答特性がどのように変化するかについて定量モデルを作成することは、適切な地震動を予測するうえで重要である。
また表層地盤は、空隙を多く含む強い不均質を持つ媒質であり、高周波数帯の波を考える場合には、この不均質は無視することができない。弱い不均質を持つ媒質に対しては、ランダム媒質を仮定した定量的なモデル化がなされており、波動場を計算できるシミュレーション＝コードも公開され、広く利用されている。一方、空隙のような強い不均質を持つ媒質に対しては、弾性的な応答に限った場合においても、波動の伝播を適切に評価できる手法がなく、新たな手法の開発が求められている。実験室においても、鉱物不均質などの弱い不均質を含む場合においては詳細な計測例があるものの、高空隙率媒質の詳細な弾性波計測は、散乱による減衰が強くなることなど高度な技術を要することもあり、実施事例は少なく、波動場計算の手法が構築されたとしても、どの程度実際の波動場をうまく近似できているかを評価できる状況にない。
本研究は、主として実験・計測を通じて、上記の課題に取り組むものである。

（7）本課題の５か年計画の概要：

【模擬表層地盤に対する繰り返し強震動入力試験】強震動の強さ・特徴的な周波数・継続時間・発生

間隔などの入力の特性、および地盤の空隙率などのシステムの特性をさまざまに変化させながら、強震動を繰り返し入力した場合に、地盤応答特性がどのように変化するかを実験的に明らかにし、定量的なモデル化を目指す。

まず、模擬的な砂層地盤を作成し、地盤内に応答測定用の加速度計アレイを構築する（R6年度）。応答特性は、地盤を変形させない程度の微弱な『モニタリング用の弾性波』を断続的に地盤に与え、透過させることによって計測する（R6-R7年度）。次に、1度の強震動が与えられた場合に地盤の応答特性がどのように変化するかを調べる。強震動は模擬砂層地盤の下に設置する振動台を振動させることによって平面波的に与える。強震動入力前後、およびその後の経時的な透過弾性波のピーク周波数の変化、複素インピーダンスの時間変化などを推定することにより、強震動応答の特徴を定量的に評価する（R7-R9年度）。さらに、1度の強震動が与えられた場合と同様の方法で、繰り返し強震動が与えられた場合の地盤応答特性の粘弾性変化を調べ、1度の強震動が与えられた場合の結果との時間依存性の違いについて検討する（R8-R10年度）。模擬砂層地盤の素材については、制御が容易なシリコンが混ぜ合わされた砂から開始し、計測技術を確立したのちに（R6-R8年度）、含水量や空隙率の異なる砂層を作成して試験を継続する（R8-R10年度）。これらの試験を通じて、強震動が入力された場合に、地盤応答特性がどのように変化するかを実験的に明らかにする（R9-R10年度）。

【高空隙率の媒質に対する透過弾性波計測試験】弾性波速度が数km/s程度のセメントモルタル、1 km/s弱の石膏に、数100 m/s程度の空隙など含ませることでモデル媒質を作成する（R6-R7年度）。必要に応じて高空隙率の凝灰岩などの天然の岩石も活用する。弾性波速度と入力周波数を変えることにより波数に幅を持たせ、また空隙サイズを変えることにより特徴的な不均質スケールに幅を持たせる。波長で規格化された不均質スケールと伝播距離の関係において、実際の表層地盤の模擬として適切な範囲で媒質と入力周波数を変化させる（R6-R8年度）。挙動が単純な等価均質媒質から計測を開始させ（R6-R7年度）、弱い不均質を持つ媒質、波線理論が適用できる成層構造媒質など、既存の枠組みで定量的な説明が可能なモデルへと変化させ、最後に空隙を多く含む強い不均質を持つ媒質へとモデル媒質を発展させる（R8-R9年度）。計測によって得られた記録を解析し、強い不均質を持つ媒質に対する弾性波の透過特性を明らかにする（R8-R10年度）。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

川方 裕則（立命館大学総合科学技術研究機構）,佐脇 泰典（立命館大学総合科学技術研究機構）

他機関との共同研究の有無：有

土井 一生（京都大学防災研究所）,中山 雅之（京都大学防災研究所）,吉光 奈奈（京都大学大学院工学研究科）,平野 史朗（弘前大学大学院理工学研究科）

（9）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：立命館大学研究部ＢＫＣリサーチオフィス
電話：077-561-2815
e-mail：ml-b-kanri@ml.ritsumei.ac.jp
URL：http://www.ritsumei.ac.jp/research/center/sci/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：川方 裕則
所属：立命館大学総合科学技術研究機構

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：SSU_01

（1）実施機関名：

信州大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震災害軽減に向けた効果的な防災教育の検証

（英文）Verification of effective disaster prevention education for earthquake disaster mitigation

（3）関連の深い建議の項目：

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

（4）その他関連する建議の項目：

６観測基盤と研究推進体制の整備

(5) 社会への研究成果の還元と防災教育

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

新規研究

（6）本課題の５か年の到達目標：

地震災害を軽減する減災は、自然現象が災害になるプロセスを遮断ないしは弱めることにより実現される。その中でも地震災害は突然発生し、起因して発生する津波や火災など時間的制限を要する中で適切な行動が求められる。防災を公助が担っていた時代には、地震発生直後の対応を乗り切れば、公的機関の支援プログラムにのることが想定され、自助共助の能力は求められていなかった。しかし、阪神淡路大震災以降公助の限界が露呈し、自助共助に一定の役割を求める中で、減災には住民一人一人の行動と役割が大きな要素を占めるようになった。その対策には地震前の予防、地震時の対応、地震後の対応の３フェーズが重要となる。各フェーズには、①危機意識の浸透、②危険情報の感度、③危険に気づく能力、④判断力と行動力など、個人や地域力にゆだねられている点が多い。しかし、現代の教育システムではこのような能力や知識を定着・活用させるための仕組みが無く、災害軽減の教育は、子供達ばかりでなく成人も含め新たな仕組みや実践が必要である。

学校現場における防災教育は、これまで突発的な地震時に身を守ることを第一に防災訓練などが行われてきたが、現在は、小学校低学年から高等学校にかけての発達段階に応じて、身の安全を守る、他者との協働、地域の特性に応じた危険を見つけ判断できるなど「生きる力」を身に着けることを求めている。これらを学校教育で実現するためには、単発的な防災訓練に止まらず、教科横断的な要素、地域社会との連携など積み重ねて学ぶカリキュラムマネジメントが必要になる。そのため、さまざまな取り組みが被災地を中心に模索されているが、体系的な防災教育像はいまだ確立されていない。その確立には先ず災害を俯瞰した専門的な知識と視野、学校の授業構成やカリキュラムなどの知識や視点が必要である。加えて、防災教育はその効果が検証されないままに様々な取り組みがなされており、防災教育の評価やその効果の検証が重要な課題である。そのため、教育学や教育心理学が従来から蓄積してきた授業効果についての研究を活用し、教育心理学分野と災害科学分野との連携から効果的な防災教育を構築する必要がある。

一方、防災教育の取組みは被災地以外と被災経験地域の間で大きな差がある。被災地域で実践される防災教育だけでは、被災経験が次第に風化し取組みが次第に下火になる可能性が高く、災害に強い社会の実現は難しい。また児童生徒だけでなく、成人にどのように防災教育を浸透させるかという課題も存在する。そのため、未被災地において災害を強く意識しない防災教育の実践（抵抗感が少なく結

果的に災害に強い知識や能力が身につく）を考えていく必要がある。
このような背景を踏まえ本研究課題では、児童生徒の危険情報の感度とその向上に向けた教育方法の検証、地域学習による地域の危険を見つける能力向上方法の開発と実践、その効果検証、さらにこれらの教育実践から学んだ成果（教育効果）が地域の災害軽減にどのようにつながるのかについての検証を教育現場や地域と連携しながら行うことを目指す。

（7）本課題の５か年計画の概要：

①危険情報に対する感度とその向上に向けた教育方法の検証：危険情報を発信しても受信側がどのように受け止めるかは未知数である。そこでまず、危険情報に対してどのような感度が低いのかという危険情報に対する感度を調査する。次にその危険情報の感度向上のために、受動的な学習媒体である紙媒体教材、映像媒体と、主体的な学習媒体である映像教材を作成し、それを活用した授業開発と実践を行う。
②地域学習による見方・考え方の習得度の検証：地域学習を通した地域の危険を見つける能力は児童生徒が災害を意識し地域を見て歩くことから学習し、未知の危険を想像していく見方考え方である。そこで学習の結果児童生徒の見方・考え方がどのように変化し、またどの程度身につくのか検証する。
③地域理解と適切な行動との関係性の検証：地域に関してよく知っていることが災害時にどれほど適切な行動を促すのかを検証する。地域情報の集積と平行して、ロールプレイニングによる地域情報の集積度と被災時の行動様式を検証し、その関係性を明らかにする。
④学校教育が地域社会へ与える影響の検証：学校での教育実践の成果が地域の災害軽減につながることの検証として、子供たちの活動を地域に還元することで、地域住民に対する防災教育を試み、活動に参加した住民にどのような効果をもたらすのかという視点からの検証を行う。

具体的には以下のように考えている。
（令和6年度）火山災害・地震災害に関する危険情報に関する感度について児童を中心に予察的調査をおこなう。調査地域候補における現場での防災教育を実践するために必要な地域情報を収集し、地域に関する学習内容や方法について予察的な実践を行う。
（令和7年度）危険情報に関する感度について、地域差などに注目した調査をおこなう。引き続き防災教育を実践するために必要な地域情報を収集し教材や指導方針を確定しつつ、地域学習で活用するアプリやGISシステムを構築する。また、防災学習の取組の波及効果について実質的な検討を行う。災害時の様々な状況を想定し、それに合わせた行動を自発的に考えられる教材の開発を始める。
（令和8年度）危険情報に関する感度を上げるための効果的な手法を実験し、効果的な学習を開発し、効果検証方法について検討する。地域理解についても効果的な学習を開発し、その効果検証を始める。土地勘が災害時の行動にどのように寄与するのかについて、予察的な検証を開始する。
（令和9年度）効果的な波及方法について予察的な検証を行う。土地勘が災害時の行動にどのように寄与するのかについて、地域差をふまえた検証を行う。
（令和10年度）問題の改善点を明らかにするとともに、学校発の地域住民への防災教育への展開とその効果を測定する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

廣内大助（信州大学教育学部）,榊原保志（信州大学教育学部）,竹下欣宏（信州大学教育学部）,本間喜子（信州大学学術研究・産学官連携推進機構）,茅野理恵（信州大学教育学部）,島田英明（信州大学教育学部）,内山琴絵（信州大学教育学部）

他機関との共同研究の有無：有

竹内裕希子（熊本大学工学部）,小田隆史（東京大学総合文化研究科）,加藤内蔵進（岡山大学教育学部）,岡崎 善弘（岡山大学教育学部）,松多信尚（岡山大学教育学部）

（9）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：学術研究院（教育学系）
電話：0262384090
e-mail：hirokuma@shinshu-u.ac.jp

URL：https://gakusyu.shinshu-bousai.jp

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：廣内大助
所属：信州大学教育学部

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：THK_01

（1）実施機関名：

東北大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）海底測地観測の拡充と測地・繰り返し地震データの統合解析によるプレート境界すべりモニタリング

（英文）Monitoring of interplate fault slip through extension of seafloor geodetic observation and an integrated analysis of geodetic and repeating earthquake data

（3）関連の深い建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(3) 地震発生過程の解明とモデル化

（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
(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
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
イ. 観測・解析技術の開発

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

新規研究であるが、関連する課題を以下に示す。現行計画「５．（２）ウ．千島海溝沿いの巨大地震津波災害軽減に向けた総合研究（HKD_09）」によって、本課題実施機関は、2019年から根室沖での海底測地観測（GNSS音響観測）を実施しており、5年間でGNSS音響観測点の設置および繰り返し観測を実施し、プレート間固着について議論できる観測成果を得た。加えて、GNSS音響観測自体は東北沖において10年以上の観測の実施と観測データ解析の実績がある（Honsho et al., 2019）。また、現行計画「２．（２）ア：繰り返し地震再来特性の理解に基づく地殻活動モニタリング（THK_09）」によって、繰り返し地震カタログの作成およびその公開を行った。

（6）本課題の５か年の到達目標：

本課題では、日本海溝沿いにおける海底測地観測（GNSS音響観測）と繰り返し地震観測の実施とその統合的な解析を行うことで、2011年東北地方太平洋沖地震後のプレート境界断層すべり・固着のこれまでの時空間発展および現状把握を行う。また、その結果を元に東北沖地震自体の現象解明にも取り組む。具体的には、（１）これまで海域での測地観測の空白域であった房総沖における海底測地観測点の設置および海底地殻変動観測の実施による地殻変動場の現状把握、（２）繰り返し地震観測とそのデータ解析の継続的な実施・高度化、（３）海陸の測地観測データと繰り返し地震データを統合的に解析する断層すべりモデル化手法の開発、を実施する。（１）・（２）で得られた観測成果を用いて（３）による解析を実施し，日本海溝沿いでのプレート境界断層すべり・固着の時空間発展を把握する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

海底測地観測の実施：これまでの海域での測地観測の空白域であり、かつ津波地震の発生リスクのある房総沖日本海溝浅部域において、海溝を挟む形でGNSS-A観測点を2点設置する。各GNSS-A観測点

では、年に1回程度のキャンペーン観測を繰り返し実施し、5年間の変位速度を計測する。既に設置されている東北沖のGNSS-A観測点（22点）についても年に1回程度の観測を実施する見込みである。
繰り返し地震カタログの高度化：これまでの成果で既に繰り返し地震カタログは作成しているが、課題期間内での繰り返し地震カタログの更新、及びS-netデータを最大限活用したより小規模の地震に対応した繰り返し地震カタログの高度化を本課題で実施する。
断層すべりモデリングの高度化：海陸測地観測データ・繰り返し地震データを統合した断層すべりの時空間発展を推定する手法を開発する。本課題で活用する繰り返し地震・陸域GNSS観測・海域GNSS-A観測は、データの時間・空間スケールが異なるほか、観測精度も大きく異なる。そのため、すべり分布を推定する上でデータ間の重みやすべり分布の時空間変化についての拘束条件を最適化することで、それぞれのデータの長所を生かしたすべり・固着の時空間発展の推定に取り組む。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

富田史章（東北大学災害科学国際研究所）,内田直希（東北大学大学院理学研究科）,木戸元之（東北大学災害科学国際研究所）,太田雄策（東北大学大学院理学研究科）,日野亮太（東北大学大学院理学研究科）

他機関との共同研究の有無：有

中東和夫（東京海洋大学）,飯沼卓史（海洋研究開発機構）

（9）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：東北大学大学院理学研究科　地震・噴火予知研究観測センター
電話：022-225-1950
e-mail：zisin-yoti-aob@grp.tohoku.ac.jp
URL：https://www.aob.gp.tohoku.ac.jp

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：富田史章
所属：東北大学災害科学国際研究所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：THK_02

（1）実施機関名：

東北大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）爆発的火山噴火の推移を支配する要因の解明：物質科学的アプローチによる研究
（英文）Petrological study on factors controlling the transitions of explosive volcanic eruptions

（3）関連の深い建議の項目：

1 地震・火山現象の解明のための研究
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

（4）その他関連する建議の項目：

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

新規研究

（6）本課題の５か年の到達目標：

一旦開始した爆発的火山噴火は、マグマ噴出に伴ってマグマだまりの収縮を引き起こし、最終的には終息へと向かう。原理的にはマグマだまりの圧力低下に伴い噴出率が低下し、噴火は比較的穏やかな様式へと推移すると予想されるが、マグマ噴出率や噴火様式の推移の仕方は多様である。例えば、噴火とともに指数関数的に噴出率が減衰する場合（Grímsvötn火山2011年噴火）もあれば、噴出率一定の爆発的噴火が続いた後、噴出率が急減する場合（霧島山新燃岳2011年噴火）などが報告されている。このような噴出率や噴火様式の多様性の発生原因は不明であり爆発的噴火がどのような推移を辿るのか現在のところ予測することはできない。本研究では複数の爆発的噴火を例として、物質科学的アプローチにより噴火中のマグマだまり状態、マグマ上昇過程の変化を明らかにし、噴火推移を支配する要因が何であるのか調べることを目的とする。最終的には、爆発的火山噴火の推移の多様性を支配する要因を調べることで、火山噴火推移を記述する物理モデルの高度化へ貢献することを目的とする。

本研究計画では、一旦開始した爆発的噴火が収束するまでの過程において、マグマだまり状態、マグマ上昇過程（減圧率と破砕圧力など）がどう変化したのかを明らかにする。その方法として、一連の噴火の火山噴出物を採取し岩石学的解析を行う。具体的な解析としては、噴火中のマグマだまり含水量の時間変化を明らかにするためにメルト包有物中の揮発性成分の分析を行い、さらにマグマ上昇中の減圧率・破砕圧力などを推定するために石基組織（マイクロライトの数密度や結晶量など）の記載を行う。また、噴出物の岩石組織の再現実験（外熱式水熱装置を用いた減圧実験）を行うことで、組織を再現できるマグマ減圧率や最終圧力を定量的に推定する。以上の方法により、地表で観察される爆発的噴火の強度や様式の変化が、マグマだまりの状態の変化に起因するのか、それともマグマ上昇過程の変化に起因するのか明らかにする。さらに、本研究で得られるマグマだまり含水量などと物理モデルを組み合わせ、噴火推移が物理モデルで再現可能か検証する。本５か年では、噴火推移が良くわかっている霧島新燃岳2011年および2018年噴火、有珠火山1977年噴火を対象として研究を進める。

（7）本課題の５か年計画の概要：

以下に５か年の実施計画の概要を記す。まず令和６年度は新燃岳2011年、2018年噴火および有珠火山1977年噴火の火山噴出物の解析を進める。必要な追加試料について地質調査・試料採取を進める。これらの火山噴出物試料中の斑晶に含まれるメルト包有物を赤外分光法で分析し、含水量を決定する。

メルト包有物の含水量は、噴火開始前のマグマの定置圧力（多くの場合はマグマだまり圧力）を反映する。同時に、研磨試料を電子顕微鏡で観察し、石基組織中のマイクロライト・ナノライトの数密度・サイズ・形状を測定する。マイクロライトと石基ガラスの化学組成も測定を開始する。マイクロライト・ナノライトの数密度やサイズなどはマグマ減圧率や破砕圧力を反映する。すべての分析は東北大学・理に設置してある分析装置を用いて行う。また、減圧実験の準備や予備実験およびマグマ上昇の物理モデルの整備も開始する。令和７年度は前年度から引き続き火山噴出物の解析を進める。解析を進めた結果必要となった試料について追加採取を行う。マグマ上昇を再現した実験を開始する。メルト包有物の含水量および石基組織、化学組成などに基づき、地表で観察される爆発的噴火の強度や様式の変化がマグマだまりの状態の変化に起因するのか、それともマグマ上昇過程の変化に起因するのか議論する。噴出物や実験から推定されたマグマ減圧率や破砕圧力が、メルト包有物の解析から得られたマグマだまり条件を境界条件としたマグマ上昇の物理モデルで再現可能か検討を開始する。令和８年度においても火山噴出物の解析、減圧実験を継続する。有珠・新燃岳の噴火について実験結果と噴出物の解析結果（マイクロライト数密度や結晶量、化学組成）を比較することで、マグマ減圧率や破砕圧力の推定を試みる。噴出物や実験から推定されたマグマ減圧率や破砕圧力が、メルト包有物の解析から得られたマグマだまり条件を境界条件としたマグマ上昇の物理モデルで、再現可能か検討する。令和９年度までには火山噴出物の解析、減圧実験を終了する。また、噴出物の解析等から得られたマグマ減圧率などを物理モデルで再現可能か検討する。もし再現できない場合、どのような原因があるのか検討する。令和１０年度においては、新燃岳・有珠火山について、考えられる現在のマグマだまり条件を過去の研究を参考に推定し、本研究計画で構築された物理モデルにより、将来発生しうる爆発的噴火の推移について考察する。噴出物の解析・減圧実験の結果、物理モデルの構築に関して得られた研究成果をまとめる。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

奥村聡（東北大学大学院理学研究科地学専攻）
他機関との共同研究の有無：有
小園誠史（防災科学技術研究所）

（9）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：東北大学大学院理学研究科地学専攻
電話：
e-mail：zisin-yoti-aob@grp.tohoku.ac.jp
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：奥村聡
所属：東北大学大学院理学研究科地学専攻

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：THK_03

（1）実施機関名：

東北大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）スラブ内地震・深発地震の発生場・発生機構の解明
（英文）Generation Mechanism of Intraslab and Deep Earthquakes

（3）関連の深い建議の項目：

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化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震

（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
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
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
(2) 首都直下地震
(3) 千島海溝沿いの巨大地震

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

前計画の「スラブ内地震の発生メカニズムに関する研究」の一部として、以下に挙げる成果が得られた。

地震波解析により、以下のようなスラブ内部の構造と力学的特徴を明らかにした。(1) プチスポット火山等による大平洋プレート内部の広域不均質構造、 (2) 福島～宮城沿岸域下における、スラブ内大地震がアウターライズ域で形成された潜在断層の再活動であった可能性を示す低地震波速度異常・異方性の空間変化、 (3) スラブ内の応力中立面の深さ範囲およびスラブ内の低摩擦強度状態。加えて、断層を共有する稍深発深度の相似地震グループ内での地震波放射効率や応力降下量の多様性を示した。このことは、同様の温度圧力環境下の地震でも破壊の進展プロセスが大きく異なり得ることを示唆する。

室内実験から、固体圧変形試験機を用いてオリビンスピネル相転移に伴う塑性不安定性の発生条件やスラブの蛇紋岩化の効果を調べるとともに、放射光施設でローソナイトの脱水に伴う変形実験を行い、 ローソナイトの非晶質化が不安定すべりを引き起こす可能性を指摘した。加えて、フェイズフィールド法を用いたオリビンスピネル相転移のモデル化により、界面エネルギーや塑性歪が相転移断層形成に関して重要であることを示した。

（6）本課題の５か年の到達目標：

自然地震の地震波解析と室内での岩石変形実験を組み合わせることにより、スラブ内地震の発生機構の理解を進展させることを目的とする。

地震波解析からは、深部スラブの形状や二重深発地震面における地震活動の詳細とエネルギー収支、スラブ内地震の発生場となるアウターライズ断層の活動様式と含水化のかかわりを明らかにする。

岩石変形実験からは、最新の放射光実験とAE観測に基づき、脱水不安定や相転移不安定性などに伴う断層形成・震源過程を実験的に検証することにより、スラブ内部の温度・圧力および岩石種を変化させた場合の複雑な断層形成機構を明らかにする。

（7）本課題の５か年計画の概要：

概要

・地震波解析: スラブ内地震・アウターライズ地震の地震波放射エネルギー、破壊複雑性、地震活動のb値を推定し、その空間変化の意味を調べるとともに、実験結果との比較を行う。西南日本に沈み込むフィリピン海スラブ内の二重深発地震面の有無や近畿地方下に存在するとされているスラブの断裂、関東地方下に沈み込むフィリピン海プレート内の蛇紋岩化領域と過去のM7クラス地震の震源域との関係などを精査することにより、日本列島で実際に発生しているスラブ内地震の発生場の詳細を明らかにする。東北沖地震以降に度々発生したM7級アウターライズ地震の震源断層の形状や深さ範囲を再検討することにより、アウターライズ断層の成長や含水プロセスの手がかりを得る。

・室内実験: 稍深発・深発地震を再現する温度・圧力条件を発生することが可能な高圧変形試験機（マルチアンビル型もしくは固体圧変形試験機）とAE（アコースティック・エミッション）計測を組み合わせることで、含水鉱物を含む岩石（蛇紋岩、角閃岩、青色片岩など）の脱水反応やオリビンスピネル相転移に伴う断層形成（塑性不安定性）機構と震源過程を明らかにする。 高温高圧下での変形実験に使用可能かつ自然地震との地震波特性の比較が可能な広帯域AEセンサーの開発も進める。 広帯域AEセンサーにCT観察を組み合わせ、 自然地震とも比較可能な b値や断層の発達過程を計測することで、出発試料や変形条件によって変わる複雑な断層形成機構を明らかにする。 さらに構造探査から得られる二重深発地震面での断層再活動の可能性を明らかにするために、 高間隙水圧下での既存断層の有無による震源過程の違いを明らかにする。

年次計画

・令和６年度

[地震波解析]　最新の地震波形データを取得するとともに、蓄積されてきた海底地震観測データを整理し、それらデータの一次処理を行う。

[実験] 高温高圧環境下にて使用可能な広帯域AEセンサーの開発を行う。二重深発地震面上面で起きる稍深発地震の発生メカニズム解明に向けて、青色片岩の高温高圧変形実験を固体圧変形試験機にて行い、AE観測と組み合わせることにより震源過程を明らかにする。

・令和７年度

[地震波解析] 近畿地方下に存在するとされている太平洋スラブの深部断裂の有無を調査し、得られた結果とスラブ内地震の分布やメカニズム解の比較により、活発な深発地震活動の原因を議論する。機械学習に基づく地震検出により海溝海側斜面域における地震活動の再評価を行う。日本列島周辺域で発生したスラブ内地震の地震活動の b値の空間変化を推定する。

[実験] 前年度に開発した広帯域AEセンサーを用いて、AEの発震機構を推定する。そのために、8個のセンサーを用いることのできるD111加圧方式を試験機に採用する。高間隙水圧システムを固体圧変形試験機に導入し、青色片岩の変形実験から行い、間隙水圧の断層形成への影響を明らかにする。

・令和８年度

[地震波解析] 関東地方下に沈み込むフィリピン海プレート内の地震波速度構造を推定し、蛇紋岩化領域と過去のM7クラス地震の震源域との関係を精査する。宮城県沖の海溝海側斜面域で実施された2011・2012・2013・2017年海域観測データから地震検出、精密震源決定と小繰り返し地震の探索を行い、M7級地震に関係した非地震性すべりの検出を試みる。日本列島周辺で発生した中～大規模地震スラブ内・アウターライズ地震の震源時間関数の網羅的な推定を行う。

[実験] 稍深発地震発生場の温度圧力環境下（400～800℃、2～3万気圧）におけるダナイトの変形実験を行う。その際に、前年度までに開発した広帯域AEセンサー＋D111加圧方式を用いて卓越周波数の測定を行うほか、発震機構を求めることも試みる。b値決定も併せて行い、断層形成機構の詳細の解明を目指す。上部マントルに沈み込んだアウターライズ断層の再活動を模擬した断層ガウジを用いた高温高圧下での摩擦実験を行う。広帯域AEセンサーの開発も進め、自然地震との地震波特性の比較を行う。

・令和９年度

[地震波解析] 西南日本に沈み込むフィリピン海スラブ内の地震活動を詳細に調べ、二重深発地震面の有無および先行研究で提唱されているスラブの断裂の再評価を行う。2015年（1933年昭和三陸地震）と2017年（福島県沖）の海底地震観測データとS-netのデータを解析し、日本海溝中～北部広域のアウターライズ断層地震活動の分布把握を行う。前年度に得られた震源時間関数データを用いて、日本列島周辺で発生した中～大規模地震スラブ内・アウターライズ地震の放射エネルギー・破壊複雑性を

網羅的に調べる。
[実験] 前年度と同様の圧縮変形実験を含水ダナイト試料に対して行う。水性流体が AEの卓越周波数や発震機構、及びb値に与える影響を明らかにする。マントル遷移層条件でのアウターライズ断層の再活動を模擬した摩擦実験をマルチアンビル型変形試験機にて行う。
・令和１０年度
[地震波解析] 前年度までに得られたスラブ内地震発生場・不均質構造と地震活動、地震波放射エネルギー、破壊過程の複雑性の関係を系統的に比較・検討し、実験結果と総合することにより、スラブ内地震の発生原因を考察する。
[実験] 前々年度と同様の実験を、深発地震発生場の温度圧力環境下（600～1000℃、13～20万気圧）において試みる。カンラン石の圧力誘起相転移にトリガーされる断層形成機構の詳細を明らかにすることを目指す。引き続きマントル遷移層での断層再活動を模擬した変形実験を行い、アウターライズ断層がどの深さまで再活動するのかを明らかにする。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

日野 亮太（東北大学）,趙 大鵬（東北大学）,矢部 康男（東北大学）,武藤 潤（東北大学）,澤 燦道（東北大学）,東 龍介（東北大学）,吉田 圭佑（東北大学）
他機関との共同研究の有無：有
中島淳一（東京科学大学）,大内智博（愛媛大学）,内田直希（東大地震研）

（9）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：東北大学　大学院理学研究科　地震・噴火予知研究観測センター
電話：022-225-1950
e-mail：zisin-yoti-aob@grp.tohoku.ac.jp
URL：https://www.aob.gp.tohoku.ac.jp

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：吉田圭佑
所属：東北大学　大学院理学研究科　地震・噴火予知研究観測センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：THK_04

（1）実施機関名：

東北大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）包括的構造解析に基づく日本海溝沈み込み帯の地震発生場と内部変形過程の理解
（英文）Seismogenesis and deformation process in the Japan Trench subduction zone inferred from comprehensive structural analysis

（3）関連の深い建議の項目：

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化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震

（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
(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
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
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
(3) 千島海溝沿いの巨大地震

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

前計画において、任意の方向に対称軸を持つ３次元異方性構造の推定を可能にするなど、実体波トモグラフィー手法の高度化を実現した。開発した手法を日本や世界の様々な地域のデータに適用し、沈み込み帯における地震発生場の不均質構造に関する知見を得た。また、S-netデータの解析手法の高度化及び海域における常時微動表面波トモグラフィー手法の高度化が達成できた。一連の研究により、プレート境界地震とスラブ内地震の発生に関連すると考えられる不均質構造を明らかにすることができた。

（6）本課題の５か年の到達目標：

プレート沈み込みに伴う地震発生過程の解明には発生場の理解が必要不可欠である。しかし、巨大地震震源域を含むプレート境界の浅い領域のほとんどは海域に位置しているため、地震学的構造の理解が人工地震探査による浅部2次元構造や局所的な海底地震観測に依存し、水平及び深さ方向に広い領域の構造不均質についての理解が不十分であった。S-netをはじめとする最近の海域観測網の発展と観測データの蓄積はこの状況を一変させ、海域を含めた沈み込み帯構造不均質に関する理解が一気に進展すると期待される。また、解析手法の高度化により、地震波速度の等方成分だけでなく地震波速度異方性トモグラフィーが発展してきた。地震波速度異方性は、応力場やマントル対流などのプレート沈み込みに伴う地殻・マントルの内部変形過程やダイナミクスに関する情報を与える重要なパラメータである。本研究課題では、巨大地震・スロー地震・スラブ内地震等の様々な地震現象が発生し地震観測研究のフロンティアである日本海溝沈み込み帯周辺を対象とし、海域及び陸域観測網のデータを活用した広域かつ高分解能な３次元構造解析を行う。先行研究により、前弧最先端部の堆積層構造と

浅部滑り挙動の関係に加えて、より深部のスラブ下マントル構造とプレート境界すべり滑り様式の関係が指摘されていることからも、浅部から深部までの３次元不均質構造の全体像の解明が重要であると考えられる。そのため、堆積層・上盤地殻・マントルウェッジ・プレート境界・スラブ・スラブ下マントルまで含めた3次元地震波速度構造・異方性構造を推定し、日本海溝沈み込み帯の地震発生場及び内部変形過程を包括的に理解することが目的である。

（7）本課題の５か年計画の概要：

最先端の実体波トモグラフィー及び表面波トモグラフィーを用いて日本海溝沈み込み帯周辺における3次元の地震学的構造を推定する。実体波トモグラフィーでは近地及び遠地地震による実体波走時を利用して上盤プレートからスラブ下マントルまでの比較的深部のP波速度・S波速度構造を主対象とした構造解析を行う。表面波トモグラフィーでは常時微動と遠地地震表面波を利用し、堆積層からプレート境界周辺及び海洋性地殻を含むスラブ上部の浅部S波速度構造を主対象とする。得意とする深さ範囲が異なるそれぞれの手法による結果を相互に比較・統合して解釈を行うことで、浅部から深部までの全体像の理解につなげる。具体的な研究内容は下記の通りである。

令和６～９年度においては、自然地震の到達時刻データを用いた実体波トモグラフィー及び常時微動・遠地地震データを用いた表面波トモグラフィーを実施する。これまで開発してきた実体波トモグラフィー手法を、Hi-netとS-netを中心とする海陸基盤観測網のデータに適用し、P波・S波の3次元速度構造・異方性構造を推定する。特に、任意の対称軸を持つ３次元異方性構造を推定できる最先端のトモグラフィー手法を活用する。上盤プレート内及びスラブ内の近地地震を用いることで上盤プレート内からスラブ上部の構造を拘束する。また、波形解析によって海域及び陸域の観測網で記録された遠地地震相対走時の読み取りを行い、近地地震到達時刻と合わせて解析することで、スラブ下マントル深部構造まで含めたマルチスケールのトモグラフィーを得る。速度構造及び異方性構造を合わせて地震活動等と比較解釈することで、地震発生場の構造不均質・応力場・断層構造および及び上盤プレート内・スラブ内部の変形過程を明らかにする。

また、海陸基盤観測網で観測された常時微動連続記録に地震波干渉法を適用し、周期数秒から数十秒程度までの表面波を抽出する。マルチモード表面波及び有限周波数効果を取り入れた最先端の表面波トモグラフィー手法を適用することで、堆積層からスラブ上部までのS波速度構造をこれまでの手法よりも水平・深さ方向ともに高分解能で推定する。常時微動に加えて遠地地震による表面波を合わせて利用することで、長周期側の周期帯域を広げてより深部における推定分解能向上を図る。日本海溝沈み込み帯では通常地震とスロー地震が近接して発生するなど、短波長のプレート滑り様式不均質が示唆されている。そのため、基盤観測網に加えて過去の海底稠密地震観測データを再活用することにより、より小スケールの構造不均質及び地震発生場の理解を目指す。また、表面波から方位異方性・鉛直異方性構造を推定するためのトモグラフィー手法の高度化を行う。

令和９～１０年度においては、上記解析の結果を統合して解釈することで、日本海溝沈み込み帯の浅部の堆積層から深部のスラブ下マントルまで含めた構造不均質と内部変形過程の全体像及び地震活動との関係性を解明する。また、同解析を日本と世界の他の沈み込み帯にも適用し、普遍性や日本海溝沈み込み帯における特徴を抽出する。さらに、上記解析の相互のフィードバックによって構造推定の高度化を図るとともに、実体波到達時刻および及び表面波分散曲線の同時利用を検討し、可能であればジョイント・インバージョンによってよりシームレスな構造モデルの構築を目指す。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

髙木涼太（東北大学大学院理学研究科）,豊国源知（東北大学大学院理学研究科）,趙大鵬（東北大学大学院理学研究科）

他機関との共同研究の有無：無

（9）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：東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター
電話：022-225-1950
e-mail：zisin-yoti-aob@grp.tohoku.ac.jp
URL：https://www.aob.gp.tohoku.ac.jp

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：髙木涼太
所属：東北大学大学院理学研究科

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：THK_05

（1）実施機関名：

東北大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）国際共同研究によるニュージーランドにおける地震発生機構の解明
（英文）International collaborative study on the earthquake generation process in New Zealand

（3）関連の深い建議の項目：

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化
イ. 内陸地震

（4）その他関連する建議の項目：

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
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(4) 国際共同研究・国際協力

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

これまでに実施した臨時観測データを用いて地震波速度トモグラフィ解析を行い、断層深部や震源域付近に流体の分布域と対応すると考えられる地震波速度低速度域を見いだした。
Okada, T., Iio, Y., Matsumoto, S., Bannister, S., Ohmi, S., Horiuchi, S., Sato, T., Miura, T., Pettinga, J., Ghisetti, F., Sibson, R.H., 2019. Tectonophysics 765, 172–186. https://doi.org/10.1016/j.tecto.2019.03.016
臨時観測データを用いて、応力テンソルインバージョンを行い、カイコウラ地震の破壊過程が応力場で説明可能であることを示した。Matsuno, M., Tagami, A., Okada, T., Matsumoto, S., Kawamura, Y., Iio, Y., Sato, T., Nakayama, T., Hirahara, S., Bannister, S., Ristau, J., Savage, M.K., Thurber, C.H., Sibson, R.H., 2022. Tectonophysics 835, 229390. https://doi.org/10.1016/j.tecto.2022.229390
応力場を考慮した動的破壊シミュレーションにより、カイコウラ地震の破壊過程が再現できることを示した。Ando, R., Kaneko, Y., 2018. Geophys. Res. Lett. 2018GL080550. https://doi.org/10.1029/2018GL080550
カイコウラ地震の震源域西部深部の微動の時空間分布を求め、カイコウラ地震との関係を検討した。Romanet, P., Aden-Antoniow, F., Ando, R., Bannister, S.C., Chamberlain, C.J., Iio, Y., Matsumoto, S., Okada, T., Sibson, R.H., Toh, A., Ide, S., 2021. 地球惑星科学連合2021年大会, SCG39-P08.
本課題の予備的な成果としてカイコウラ地震に関する研究については概ね目標は達成できたと考えられるが、次期観測研究計画の下で南島北部全域での本課題の継続的な研究の実施により、一層の解析の進展ならびに、より長期間の観測網のデータを使用することで、次期観測研究計画でも重要な課題である複雑な断層系の相互作用や断層端の特性の理解のための詳細な知見を得ることが可能となる。

（6）本課題の５か年の到達目標：

日本と同様に沈み込み帯に位置するニュージーランドにおいて陸域の地震観測を実施し、日本の地震との相互比較から、地震発生過程の理解を普遍化する。特にニュージーランド南島北部を主な対象とし、同地域を北島南部のヒクランギトラフから南島中央部のアルパイン断層への遷移領域として、プ

レートの沈み込みや衝突による地殻・上部マントル構造の発達過程とその周辺で発生する地震の理解の向上とそれに基づく災害軽減の取り組みに貢献する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

ニュージーランド南島北部は北島南部の沈み込み型プレート境界であるヒクランギトラフから南島中央部の横ずれ型プレート境界であるアルパイン断層の遷移領域になる。最近では、2010年及び2011年カンタベリー・クライストチャーチの地震（Mw7.0及び6.1）や2016年カイコウラ地震(Mw7.8)が発生した。アルパイン断層では、平均間隔300年程度でM8クラスの地震が発生しており、直近の地震が1717年であることから、今後高い確率でM8クラスの地震の発生が危惧されており（例えば、50年確率が29%; Cochran et al., 2017, Earth Planet. Sci. Lett. 464, 175–188. https://doi.org/10.1016/j.epsl.2017.02.026）、アルパイン断層沿いでの地震観測や災害軽減に向けた包括的な取り組みがなされている(Orchiston et al., 2018, New Zeal. J. Geol. Geophys. 61, 389–402. https://doi.org/10.1080/00288306.2018.1455716; Townend et al., 2022, AGU Fall Meeting, S25A-14)。
本研究では、カイコウラ地震の北端付近～ヒクランギトラフ南端にかけての領域とカイコウラ地震震源域～アルパイン断層の北端付近にかけての領域を対象とし、対象地域内の地震活動の実態および各断層とアルパイン断層本体・沈み込みプレート境界との関係を明らかにすることにより、これまでなされているニュージーランドでの災害軽減の取り組みに貢献することを目的とする。具体的には以下の観測研究を順次実施する。
これまで行ってきた臨時観測（観測点数45点）を継続し、データの解析を進めることで、プレート構造の発達過程とその周辺で発生する内陸地震の理解を進める。カイコウラ地震の地震後過程のモニタリングやより詳細な構造を求めるため、臨時観測を継続する。
詳細な震源分布と地表踏査やGNSSなどによるひずみ速度との対応関係から各断層の位置とそれらの関係を明確にする
応力テンソルインバージョン解析やS波スプリッティング解析により、断層およびその周辺での応力と強度を求める。
地震波トモグラフィや地震波反射面・微動の分布により流体を含む領域を求め、強度と水との関わりを明らかにする。
別途実施される（２．（１）イ（内陸地震の長期予測））「観測データと物理シミュレーションを統合した地震発生長期予測手法の構築と予測実験」と連携し、求められた応力場などの観測情報を地震発生シミュレーションへの入力として活用する。
ニュージーランド・ビクトリア大学ウェリントンおよびGNS Scienceでは、ヒクランギトラフ最南部・クック海峡における稠密地震観測を実施中であり、本課題の観測網を含めたクック海峡を挟んだ北島最南部・南島最北部における稠密地震観測網を構築し、ヒクランギトラフ最南部でのプレート構造や断層構造の理解の向上とそれに伴う災害軽減に貢献する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

岡田知己,高木涼太,飯尾能久（東北大学大学院理学研究科）
他機関との共同研究の有無：有
松本聡（九州大学）,安藤亮輔（東京大学）,三宅弘恵（東京大学）,田上綾香（産業総合技術研究所・東北大学）,Martha SAVAGE（ビクトリア大学ウェリントン）,John TOWNEND（ビクトリア大学ウェリントン）,Jamie HORWORTH（ビクトリア大学ウェリントン）,Calum CHAMBERLAIN（ビクトリア大学ウェリントン）,Richard SIBSON（オタゴ大学）,Andy NICOL（カンタバリー大学）,Stephen BANNISTER（GNS Science）,Emily WARREN-SMITH（GNS Science）,Katie JACOBS（GNS Science）,Dan BASSETT（GNS Science）,Clifford THURBER（ウィスコンシン大学マディソン校）

（9）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：東北大学大学院理学研究科　地震・噴火予知研究観測センター
電話：022-225-1950

e-mail：zisin-yoti-aob@grp.tohoku.ac.jp
URL：https://www.aob.gp.tohoku.ac.jp

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：岡田知己
所属：東北大学大学院理学研究科　地震・噴火予知研究観測センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：THK_06

（1）実施機関名：

東北大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地震及び測地観測によるマグマ供給系・熱水系構造の推定

（英文）Unveiling of magma supply system and hydrothermal system based on seismic and geodetic observations

（3）関連の深い建議の項目：

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

（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
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
火山
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化
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）
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
(5) 大規模火山噴火
(6) 高リスク小規模火山噴火

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

研究課題KUS_02及びHKD_04等により、阿蘇山においては深部と浅部のマグマだまり、火口直下の火道システムの描像が得られるとともに、カルデラスケールから火口近傍の局所的スケールまで多面的な構造及び現象に関する物理学的研究が行われ、噴火活動推移や火山現象の理解が進んだ。また吾妻山においても、マグマだまりから浅部にかけての多様な地震・地殻変動の観測・解析が進められ、流体供給路の概念モデルの構築が進展したほか、山体南側の光ファイバを用いたDAS観測により浅部地盤特性の推定や火山性地震震源推定等の新たな切り口での火山体構造推定に向けた取り組みが行われた。また研究課題THK_08では、蔵王山及び箱根山において臨時地震観測を実施し、地震波干渉法を用いた表面波解析により蔵王山における基盤構造の分布や箱根山カルデラ内の東西における構造差異などを明らかにした。

（6）本課題の５か年の到達目標：

火山体構造は、火山活動の把握・活動推移の理解の最も基本的かつ重要な情報の一つである。しかしながら、火山活動の中長期的推移を支配するマグマ溜まりなどやや深部（深さ約4～10 km）から地表にかけての構造、特にマグマ・流体の供給系の具体的な構造については十分に解明されておらず、中長期的な火山活動推移の理解や噴火災害への備えに資する情報は限定的である。

そこで本研究課題では、火口近傍における多項目観測によって噴火発生に先行する多様な力学現象が明らかになっており重点研究課題「２（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」の主要対象火山の一つである阿蘇山と、近年噴火は発生していないものの深部から浅部に

連なる流体供給系の描像が得られつつある吾妻山を主な対象火山として、構造推定とそのための解析・観測手法を高度化することにより、火山噴火の予測及び災害の軽減に貢献することを目指す。具体的には、地震・地殻変動・重力の観測を実施し、火山浅部～やや深部のマグマ・流体供給系の位置・大きさ・構造の解像度を上げるとともに、地震波構造の異方性推定を通じて流体供給系の詳細を解明することを狙う。また、光ファイバを用いたDAS観測も他機関と連携して実施し、火山浅部の微細構造の推定などを目指した観測の超稠密化・次世代化を進める。

（7）本課題の５か年計画の概要：

火山浅部～やや深部のマグマ・流体供給系の詳細を明らかにするために研究対象火山において観測研究を実施するとともに、成果や観測・解析手法についての情報交換を随時行い、各機関で連携して計画を推進する。また、研究計画項目１（４）、２（３）、５（５）、５（６）等に資する成果については、それらの研究課題が開催する研究集会等に積極的に参加し、情報共有を図る。

令和６年度においては、阿蘇山における相対重力及び絶対重力の繰り返し測定を行うほか、阿蘇カルデラ・山体中央部の地震・地殻変動観測網による観測を継続する。また、吾妻山において臨時地震観測点を展開し、表面波解析による構造推定等に必要なデータの取得を進める。令和７年度以降においては、両火山における観測を継続するとともに、吾妻山におけるDAS観測（令和７年度）及び阿蘇山における水準測量（令和８年度）を実施し、流体供給系の構造推定・時空間変動の推定に取り組む。令和９年度においては、火山浅部構造の評価手法の検証・比較研究のために秋田駒ケ岳においてDAS観測を行うほか、蓄積したデータに基づき阿蘇山・吾妻山の流体供給系のモデル化を進める。令和10年度においては、得られた結果を基に、火山活動の定量的評価及び予測に資する情報の検討を行う。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

太田雄策（東北大学理学研究科）,西村太志（東北大学理学研究科）,廣瀬　郁（東北大学理学研究科）
他機関との共同研究の有無：有
大倉敬宏（京都大学大学院理学研究科）,風間卓人（京都大学大学院理学研究科）,横尾亮彦（京都大学大学院理学研究科）,石井杏佳（京都大学大学院理学研究科）,山本圭吾（京都大学防災研究所）,成田翔平（東京科学大学総合研究院）,江本賢太郎（九州大学大学院理学研究院）,山本 希（防災科学技術研究所）

（9）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：東北大学大学院理学研究科　地震・噴火予知研究観測センター
電話：022-225-1950
e-mail：zisin-yoti-aob@grp.tohoku.ac.jp
URL：https://www.aob.gp.tohoku.ac.jp/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：太田雄策
所属：東北大学大学院理学研究科　地震・噴火予知研究観測センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：THK_07

（1）実施機関名：

東北大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）日本海溝沿いの海溝型地震発生の長期評価の高度化に向けた研究
（英文）Research for the advancement of long-term evaluation of occurrence of large interplate and intraslab earthquakes along the Japan Trench

（3）関連の深い建議の項目：

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

（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
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
(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
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
(3) 千島海溝沿いの巨大地震

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

新規研究

（6）本課題の５か年の到達目標：

地震調査研究推進本部（地震本部）が行っている「日本海溝沿いの地震活動の長期評価」の高度化を目標として，地震発生履歴と近代観測による地震活動及び地殻変動の時空間変化を再現する地震発生サイクルモデルを構築し，これに基づいて2011年東北地方太平洋沖地震を起点として100年程度の間に日本海溝沿いで発生しうるプレート境界型大地震の発生時期と規模の予測を試行する．

（7）本課題の５か年計画の概要：

１）地震サイクルシミュレーションモデルの構築
日本海溝沿いで発生するプレート境界型地震のうち，現行の地震本部による長期評価の対象地震の中で繰り返し発生が認められBPT分布を仮定して地震発生確率が求められている「青森県東方沖及び岩手県沖北部のプレート間巨大地震」及び「宮城県沖地震」の地震発生サイクルを包括して記述するシミュレーションモデルを構築する．
2024年度　先行するシミュレーション研究で用いたモデルを元にプロトタイプ構築
2025年度　プレート境界深部固着によるstress shadowを考慮したモデルの開発に着手
2026年度　モデル開発を継続

２）シミュレーションによる固着すべり時空間変化の再現の試行
１）のモデルにより，東北地方太平洋沖地震型の超巨大地震を含め，地震本部の長期評価にまとめられている大地震の発生履歴と，東北沖地震前後におけるプレート間固着の時空間分布の推定結果の

再現も試みる．東北沖地震の余効変動下にある現在の固着すべり状態の推定には「 海底測地観測の拡充と測地・繰り返し地震データの統合解析によるプレート境界すべりモニタリング」（東北大学・他）の成果を参照する．

再現性の向上は，断層面上の摩擦パラメタの空間分布を試行錯誤的に調整することにより行うが，その際には海域地下構造のモデルも参照する．なお，超巨大地震の発生を含む広域長期の地震発生サイクルをモデル化する上では，適切な粘弾性構造を仮定したシミュレーションを実施するべきであるが，本研究では弾性媒質モデルを用いて行うこととし，粘弾性緩和の影響下にある東北沖地震後の余効変動の観測との比較により，弾性モデルに基づく予測の限界を考察する．

2025年度　　日本海溝北部から宮城県沖を対象としたシミュレーションに着手

2026年度～　再現性向上のためのモデル改良を継続して行う

３）地震サイクルシミュレーションによる大地震発生の長期評価

シミュレーションにもとづく地震発生の長期予測の対象は2011年東北沖地震発生後の100年程度の期間における「青森県東方沖及び岩手県沖北部のプレート間巨大地震」及び「宮城県沖地震」とする．これら対象地震の規模や発生間隔の平均的描像と，それが超巨大地震の発生の影響をうけて変動するかに着目する．予測は一つのシナリオで行うのではなく，２）での試行錯誤により絞り込まれた範囲内での多様なモデルに基づく複数のシナリオをもとに行うことで，予測の不確からしさを評価することも試みる．

現行の長期評価で「ひとまわり小さい」地震として扱われているものの活動度に超巨大地震の発生が及ぼす影響についても，シミュレーションで再現される滑りの時空間変化によるプレート境界上や太平洋スラブ内でのCFFの時間ゆらぎを通して定量化することを検討する．

2026年度～　２）のシミュレーションの改良と並行して評価実験を行う

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

日野亮太（東北大学大学院理学研究科）

他機関との共同研究の有無：有

中田令子（東京大学大学院理学系研究科）,久保田達矢（防災科学技術研究所）,堀高峰（海洋研究開発機構）

（9）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：地震・噴火予知研究観測センター
電話：0222251950
e-mail：zisin-yoti-aob@grp.tohoku.ac.jp
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：日野亮太
所属：東北大学大学院理学研究科

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：THK_08

（1）実施機関名：

東北大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地殻変動に伴う大気中ラドン濃度変動

（英文）Fluctuations in atmospheric radon concentrations associated with crustal deformation

（3）関連の深い建議の項目：

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

イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証

（4）その他関連する建議の項目：

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

これまで全国のRI施設ネットワークを用いて、地震活動・地殻変動と大気中ラドン濃度変動との関係を明らかにするとともに、地下でのラドン動態を明らかにする環境放射能および放射線測定および各種計測機器を用いたラドン測定を行ってきた。安岡・志野木（1996）により、兵庫県南部地震前に変動が報告されている神戸薬科大学での大気中ラドン濃度変動データを用いて分潮解析を行った（Omori et al., 2021 Sci. Rep.)。主要分潮であるK1については、1984年～1988年ではその周期が認められなかったが、兵庫県南部地震前の1990年～1994年の期間では認められた。この時期は、地震観測（京大理学部・東大地震研、1995）や地殻歪（大地の伸縮）観測（京大大学院理学研究科・京大防災研、1996）で異常が認められた時期と一致しており、これがラドンの周期的な変化を引き起こす原因になったと考えられる。また、2018年6月18日に発生した大阪北部地震発生前後に大阪医科薬科大学で観測された大気中ラドン濃度データを詳細に解析し、2014年から観測されていた大気中ラドン濃度は、地震の約1年前から減少し、本震後2020年6月まで低くかったことを明らかにした（Muto et al., 2021 Sci. Rep.)。一方、観測点周辺での地震活動は地震前に比べて減少していた。さらに、本震後の地震活動も余震域を除く近畿地方全域で低下しており、このことが地震後もラドン濃度が増加しなかった原因として考えられる。更に、地下でのラドン動態を明らかにするために、空間線量率の高い黒色頁岩の露出する牡鹿半島において空間線量率と降雪の影響を明らかにするとともに（Tamakuma et al., 2021 Radiat. Environ. Med.)、RAD7、PicoRad、監視モニタなどによるラドン濃度測定法の確立を目指した計測研究を行っている（Higuchi et al., 2019 Radiat. Procect. Dos., Wakabayashi et al., 2019 Radioisotopes)。

（6）本課題の５か年の到達目標：

全国の放射線管理（RI）施設に協力を求めてRI施設ネットワークの拡大を図り、地殻変動に関連した大気中ラドン濃度変動のメカニズム解明と先行傾向の統計的評価を目指す。大学及び研究機関のRI施設から得られた排気データを用いて、広域な大気中ラドン濃度変動解析を進める。特に、地殻変動や地震・火山活動のデータに限らず、地球潮汐データ、電磁気学的データ(たとえば、大気電位データ)、地下水データなどと大気中ラドン濃度の異常発生との統計的な相関を調べ、地震・火山噴火に対する中短期的な先行性を評価することを目的とする。

（7）本課題の５か年計画の概要：

令和6年度は、地殻変動モニタリングに使用できるRI施設に協力を求め、全国をくまなくカバーすることのできる全国放射線管理施設ネットワークの拡大を進める。大学及び研究機関の各放射線管理施設

から得られた排気データを用いて、広域な大気中ラドン濃度変動解析を進める。得られたデータを対象に、機械学習等のデータ駆動手法を取り入れた中短期の地震・火山噴火先行現象の統計的評価を試みる。2年目（令和7年）以降においても、地殻変動モニタリングに使用できる放射線施設に協力を求め、全国をくまなくカバーすることのできる全国放射線管理施設ネットワークの拡大を進めつつ、広域な大気中ラドン濃度変動解析を行う。
各年度において大気中ラドン濃度の異常変動発現メカニズムの解明と機械学習等のデータ駆動手法を取り入れた中短期の地震・火山噴火先行現象の統計的評価を試みる。特に、特異スペクトル変換法による大気中ラドン濃度変動の異常判定やランダムフォレスト・ARIMA・ニューラルネットワーク法による時系列解析を行い、大気中ラドン濃度に及ぼす地殻変動の効果を明らかにする。また各種放射線計測機器を用いた空気中へのラドン散逸の動態解明を目指した環境放射能および放射線計測を行う。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

武藤　潤（東北大学）,長濱　裕幸（東北大学）
他機関との共同研究の有無：有
安岡　由美（神戸薬科大学）,大森　康孝（弘前大学）

（9）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：東北大学大学院理学研究科
電話：022-225-1950
e-mail：zisin-yoti-aob@grp.tohoku.ac.jp
URL：http://www.aob.gp.tohoku.ac.jp/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：武藤潤
所属：東北大学大学院理学研究科地学専攻

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：THK_09

（1）実施機関名：

東北大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）リアルタイムGNSSデータに基づく断層滑り即時把握手法の高度化とその社会実装
（英文）Advancement and social implementation of a method for real-time estimation of the coseismic fault model based on GNSS data

（3）関連の深い建議の項目：

3 地震・火山噴火の災害誘因予測のための研究
(2) 地震の災害誘因の即時予測手法の高度化（重点研究）
イ. 津波の即時予測手法

（4）その他関連する建議の項目：

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
(1) 南海トラフ沿いの巨大地震
(3) 千島海溝沿いの巨大地震

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

R1年度：搬送波位相変化から断層すべりを直接推定する手法 (Phase To Slip, 以下PTS) の性能評価を目的とし、2011年東北地方太平洋沖地震 (Mw 9.0)とそれに引き続く岩手県沖地震 (Mw 7.4) および最大余震である茨城沖地震 (Mw 7.8) に対して同手法を適用し、地震時すべりを連続して捉えることに成功した。実海底環境下でドリフト特性をその場で把握できる海底圧力観測システムのプロトタイプ機を開発し、同機を実海域に短期間設置することでその動作確認を行った。リアルタイムGNSSによる震源断層即時推定における不確実性の定量評価をマルコフ連鎖モンテカルロ法 (MCMC) で行うための技術開発を行い、単一の矩形断層モデルをリアルタイムGNSSによる永久変位場から推定するReal-time automatic UNcertainty Estimation of the coseismic single rectangular fault model based on GNSS data (RUNE) を開発した。
R2年度：搬送波位相変化から断層すべりを直接推定する手法 (Phase To Slip, 以下PTS) を用いて2011年東北地方太平洋沖地震 (Mw 9.0)とそれに引き続く地震直後の余効すべりの時空間発展推定を高い精度で推定することに成功した。実海底環境下でドリフト特性をその場で把握できる海底水圧計 (OBP) 観測システムのプロトタイプ機を用いた長期実海域試験を行い、設計した機構が正常に機能していることを確認した。RUNEアルゴリズムの国土地理院REGARDシステムへの技術移転を進め、リアルタイムGNSSデータから推定された変位場との組み合わせによる動作試験を開始した。同アルゴリズムを2021年２月13日に発生した福島県沖の地震 (M7.3) へREGARDで得られた実際の変位場を入力値として適用した結果、Mwの中央値がMw7.14の南東に傾き下がる高角の逆断層のモデルを推定することに成功した。
R3年度：ハミルトニアンモンテカルロ法 (HMC法)を用いた１枚矩形断層モデル推定アルゴリズムの開発を行い、メトロポリスヘイスティング(M-H)と比較して数％程度の連鎖数で必要な事後確率分布が得られることを明らかにした。実海底環境下でドリフト特性をその場で把握できる海底水圧計 (A-0A OBP) 観測システムのプロトタイプ機を用いた長期試験観測をDONET2C-10ノードのごく近傍で行い、A-0-Aを適用することで、長期ドリフトを減少可能であることを示した。ソフトバンクが運用する独自GNSS観測網データを用いて、2021年2月13日に福島沖で発生したM7.3の地震による地震時地殻変動場を検出することに成功した。同結果は、民間GNSS観測点によって地殻変動場の議論が可能であることを示唆する。

R4年度：HMC法を用いて地震時のすべり分布を推定する手法の開発を行った。また、仮定する断層幾何の不確実性を定量評価する手法を提案した。すべり推定時の正則化の手法として、断層すべりが自己相似性を持つという仮定のもと、von Karman の自己相関関数 (von Karman ACF) による制約を与えたすべり分布推定手法の開発を行った。具体的には、従来ハイパーパラメータとして扱われていた相関距離も同時に推定する手法を開発した。数値実験の結果、観測網が十分に断層面をカバーしている場合、相関距離を正しくかつその誤差の幅とともに推定できることを初めて実証した。RUNEの精度評価を継続し、2022年3月16日に発生した福島沖地震において、RUNEによって断層モデルを自動推定することに成功した。これらの結果を受け、RUNEは次期のREGARD内の1枚矩形断層推定のメインアルゴリズムとして実装・運用されることが決定した。
R５年度：von Karman ACF) による制約を与えたすべり分布推定手法を高度化し、屈曲した断層面、具体的にはプレート境界等においても、同仮定を拘束条件として、すべり分布を推定する手法を確立した。海底水圧計に含まれる非潮汐海洋成分の高精度除去手法を高度化した。具体的には、期間を通して安定して主成分に現れる海洋変動成分を基準として、それらとの比較から未知の非定常地殻変動を検出するアルゴリズムを開発した。同手法を水圧データからSSEに起因する非定常地殻変動が検出されたとされているアラスカ半島の水圧計ネットワークに適用した結果、海洋変動成分を誤認知した可能性があることを指摘した。R4年度に構築した「ソフトバンク独自基準点データの宇宙地球科学用途利活用コンソーシアム」の活動を活発化させ、3300点超の全データを専用線経由でソフトバンクから東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センターに集約し、それらをコンソーシアム加盟機関に提供する枠組みを構築するとともに、それらデータのルーチン的な日座標解析のシステム構築を実現した。

（6）本課題の５か年の到達目標：

巨大地震発生直後に，その地震規模や断層面の広がりを即時的に把握することは，津波やその内陸部への浸水の即時予測の観点から，きわめて重要である．さらに，プレート境界周辺で発生する地震の破壊域を迅速に把握することは，発生が危惧される後続地震の発生確率等を推定する観点からもその重要性は高い．こうした背景に対して，特にマグニチュードが8を大きく超えるような超巨大地震におけるリアルタイムGNSSを用いた震源断層即時推定手法の優位性がこれまでに明らかになりつつある．東北大学大学院理学研究科と国土地理院は，2012年よりREGARD（REal-time GEONET Analysis system for Rapid Deformation monitoring、電子基準点リアルタイム解析システム）の共同開発を進めている．同システムは，世界でも有数の稠密GNSS観測網であるGEONETのデータをリアルタイムで解析し，地震時永久変位から断層モデルを即時的に解析する．一方，津波を効率的に励起しうる海溝軸近傍の滑りは，陸上のGNSS観測点における変位場のみでは解像が難しい．すなわち推定される地震時滑りには大きな不確実性が含まれる．また，地震時滑り分布の推定は，本質的に劣決定問題であり，推定における正則化拘束にその結果は大きく依存する．これら海域における滑りを，適切な正則化拘束とともに，その推定誤差も同時に，迅速かつ正確に把握する技術の獲得は，REGARDの高度化の観点から喫緊の課題である．また、海域における観測量を適切に取り込みつつ、推定の確度を向上させ、その推定誤差を減少させることも、発災後の様々な行政等の対応の観点からも重要である。
こうした背景・問題意識に基づき，本研究課題の目的を，リアルタイムGNSSデータにもとづく断層滑りとその推定誤差の即時推定手法の構築および、それらの海域観測量にもとづく逐次改良手法の構築とする。本提案は，REGARDへの技術移転を前提とした課題であり，国土地理院と密接に連携しつつ、社会実装にあたって解決すべき課題を明確にしながら研究を遂行する．

（7）本課題の５か年計画の概要：

令和6年度～令和8年度：海域における滑りを，適切な正則化拘束とともに，その推定誤差も同時に，迅速かつ正確に把握する技術の開発を実施する。さらに、海域観測量にもとづくすべり量の逐次改良手法の構築を開始する。
令和9年度：海域における滑りを，適切な正則化拘束とともに，その推定誤差も同時に，迅速かつ正確に把握する技術の開発を継続するとともに、開発した技術の国土地理院への技術移転に必要な事項の整理を開始する．海域観測量にもとづくすべり量の逐次改良手法の構築の継続する。
令和10年度：開発した技術の国土地理院への技術移転およびそれに向けた知見を取りまとめ、問題点

を明らかにするとともに、得られた知見から修正点等を明らかにする。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

太田雄策（東北大学大学院理学研究科）,日野亮太（東北大学大学院理学研究）
他機関との共同研究の有無：有
国土地理院 測地観測センター 電子基準点課

（9）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：東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター
電話：
e-mail：yusaku.ohta.d2@tohoku.ac.jp
URL：https://www.aob.gp.tohoku.ac.jp

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：太田雄策
所属：東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：THK_10

（1）実施機関名：

東北大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）海底地震・測地観測による千島海溝・日本海溝北部のプレート間固着と非地震性すべりの把握

（英文）Understanding interplate locking and aseismic slip in the Kuril Trench and northern Japan Trench based on ocean-bottom seismic and geodetic observations

（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
(3) 千島海溝沿いの巨大地震

（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
(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
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
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
イ. 観測・解析技術の開発

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

現行計画では，１（３）アに対応した「千島海溝・日本海溝における複合海底地震測地観測によるプレート境界の挙動解明とそのモデル化」の一部として，日本海溝沿いでの地震・地殻変動観測に基づく研究を進め，微動エピソードに時空間的に近接した小繰り返し地震の存在から背景に共通する非地震性すべりを示唆し，東北沖地震前には破壊域内で固着剥がれによる非地震性すべりの加速を示唆する微動・小繰り返し地震の活発化，東北沖地震や十勝沖地震の余効すべりに応じた微動活動の活発化と経時的減衰，といったプレート境界型大地震の発生にかかわる挙動の理解に重要な観測事実を提供してきた．

千島海溝根室沖におけるプレート境界浅部の固着状態を把握するために，GNSS-A観測点を中心とする海底測地観測網を設置した。新青丸の共同利用航海 (KS-19-12, KS-20-16, KS-21-5, KS-23-4) および傭船航海を活用することで，これまでに4回の繰り返し観測を実施し，同地域におけるプレート間固着について予察的な成果を得つつあり，暫定的ながら，プレート境界浅部までの固着を示唆する結果が得られている。

（6）本課題の５か年の到達目標：

2011年東北地方太平洋沖地震の震源域北端部 (日本海溝北部)から千島海溝では，プレート境界型巨大地震の発生が危惧されている。日本海溝では，S-netや過去の自己浮上型OBS観測データ，およびGNSS-A観測等から，非地震性すべりの発生が見出されるなど，プレート間固着・すべりの時空間的多様性が確認されつつある。一方，千島海溝では，今次計画において根室沖におけるGNSS-A観測を中心としたパイロット的観測が開始されているものの，十勝沖を中心とした領域に海底測地観測点が存在しないため，プレート境界における走向方向の固着不均質の議論すら難しい。このような背景のもと，本提案課題では，日本海溝北部から千島海溝にかけての海域で，海底観測（海底地震観

測・GNSS-A・海底間音響測距・海底圧力観測）を実施するとともに，S-netのデータ等と統合解析することで，プレート観固着および，スロー地震・非地震性すべりの実態を明らかにする。これにより，両地域におけるプレート境界の相互作用の理解を進めるとともに，海溝型巨大地震の長期評価の高度化に貢献する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

■日本海溝と千島海溝の会合部周辺の地震活動の実態把握
現行計画で開始した日本海溝北部から千島海溝にかけての広帯域観測型海底地震観測を継続するとともに，これまでに得られた自己浮上式海底地震観測データおよびS-netを用いて，十勝沖地震または東北沖地震以降に認められているスロー地震活動の経時的な推移を追跡する．スロー地震のエピソードにおいて通常地震とスロー地震との相対位置をより正確に把握するため，テクトニック微動および超低周波地震の検出・震源決定手法を高度化する．並行して，スロー地震現象に時空間的に近接する繰り返し小地震を含む通常地震の探索を進め，エピソードや海域による差異や共通性を明らかにする．
■千島海溝根室沖および十勝沖におけるGNSS-Aによる海底地殻変動観測の実施
千島海溝根室沖では既存のGNSS-A観測点の繰り返し観測によってプレート間固着の実態，特に固着域の上端の位置を明らかにするとともに，走向方向の固着の強弱を把握することを目的としたGNSS-A観測点 1点 の新設を目指す。さらに自己校正機能付き海底水圧計による同時観測を実施し，海底の地震間地殻変動の検出を試みる。新観測点では，JAMSTECと連携して開発を進めているWave Glider単独によるGNSS-A観測を実施し，観測頻度の向上を目指す。
■千島海溝 既存GNSS-A観測点における自己校正機能付き海底水圧計の同時観測の実施
根室沖および十勝沖に設置したGNSS-A観測点のごく近傍で自己校正機能付き海底水圧計による同時観測を実施し，海底の地震間地殻変動の検出を試みる。
■日本海溝北部から千島海溝にかけての海域におけるプレート境界の相互作用のモデリングを実施する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

太田雄策（東北大学大学院理学研究科）,東 龍介（東北大学大学院理学研究科）,日野亮太（東北大学大学院理学研究科）,木戸元之（東北大学災害科学国際研究所）,富田史章（東北大学災害科学国際研究所）
他機関との共同研究の有無：有
高橋浩晃（北海道大学大学院理学研究院）,村井芳夫（北海道大学大学院理学研究院）,大園真子（北海道大学大学院理学研究院）,篠原雅尚（東京大学地震研究所）,望月公廣（東京大学地震研究所）,山田知朗（東京大学地震研究所）,悪原 岳（東京大学地震研究所）,伊藤喜宏（京都大学防災研究所）,飯沼卓史（海洋研究開発機構）

（9）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：東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター
電話：
e-mail：yusaku.ohta.d2@tohoku.ac.jp
URL：https://www.aob.gp.tohoku.ac.jp

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：太田雄策
所属：東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：THK_11

（1）実施機関名：

東北大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）東北地方をはじめとした沈み込み帯で発生する内陸地震の総合的研究
（英文）Comprehensive study on inland earthquakes occurring in subduction zones, including the Tohoku district

（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
ア. 史料の収集・分析とデータベース化
(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
エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解とモデル化
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
イ. 内陸地震の長期予測
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
イ. 観測・解析技術の開発

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

主に、課題番号：THK_07「地殻応答による断層への応力載荷過程と断層間相互作用の解明と予測」・THK_02「流体の寄与に注目した地震断層すべり物理モデルの高度化」及びERI_09「内陸地震発生ポテンシャルの予測を目指した島弧の地殻応答と断層における地殻内流体の影響の解明」の一部として実施された。以下のような成果が得られており、概ね目標を到達することができた。引き続き、研究を継続するとともに、総合的研究として、得られた知見を災害軽減に活用するための方策を検討する。
・東北沖地震発生後の群発地震発生域や東北中南部領域に臨時地震観測網を設置し、それらの地域の地震活動や地殻構造を得た。
・ 2011年東北沖地震後の東日本の内陸地震と、東北沖地震による応力変化・流体移動の関係の詳細を明らかにした。
・地震波干渉法の手法高度化を行い、2018年胆振東部地震やS-netに適用した。
・東北中南部領域や吾妻山での比抵抗構造を求め、マグマや流体の分布と地震活動・地殻変動との関係について検討した。また、地熱地域の水の分布に関する定量的な評価を行った。
・民間GNSS観測網(ソフトバンク独自基準点)が地殻変動研究用途に一定程度使用できることを明らかにするとともに、同データの利活用に関する産学連携のコンソーシアムを構築し、データ流通の目処

を付けた。
・東北沖地震の余効変動場及びその時系列を説明する3次元レオロジーモデルを構築した。
・稠密重力探査により、双葉断層帯北方域においてM7程度の震源断層になり得る伏在断層を確認した。
・1804年象潟地震などについて、歴史資料から被害に関する詳細な情報を得ることができた。

（6）本課題の５か年の到達目標：

内陸やプレート境界上盤・日本海東縁地域で発生する地震の長期評価・強震動予測への貢献や地震活動の推移予測を目指し、活断層（大規模地震）や群発地震を対象とした多項目観測・研究を実施する。「都市圏・生活圏における活断層等で発生する地震や過去の被害地震」、「群発地震などの近年活発な地震活動が見られる地域」、「東北沖地震などプレート境界大地震前後のその影響を大きく受ける時期の活動」について、文理融合の視点を含めて、総合的な観測研究を実施する。「都市圏・生活圏における活断層等で発生する地震や過去の被害地震」として、特に、東北中南部（A地域）を重点的に取り組む地域とする。具体的にはA-1(長町・利府線断層帯～双葉断層帯～福島盆地西縁断層帯・会津盆地東縁/西縁断層帯～長井盆地西縁断層帯を含む領域；例：双葉断層帯北端付近）及びA-2（岩手県南部～宮城県北部にかけて2008年岩手・宮城内陸地震を含む領域；例：北上低地西縁断層帯南部及びその周辺）とする。断層帯端や境界に注目し、断層延長部や接続部での連続性・セグメンテーションとそれらの原因について、浅部構造探査等により得られる断層像と地球物理学的に得られる地殻全体の構造を合わせて全体像を明らかにする。各研究結果を反映させて対象領域内のシナリオ地震の構築とそれに基づくハザード（強震動）評価を行い、歴史地震とその被害も踏まえつつ、ハザード（強震動）評価や被害事例の社会との共有による被害想定の高度化や防災リテラシー向上への活用の方策について検討を行う。
「群発地震などの近年活発な地震活動が見られる地域」は、B地域（東北地方、関東地方などの各群発地震活動域；例：山形・福島県境付近、茨城県北部～福島県南東部付近、栃木県北部）を重点的に取り組む領域とする。各地域の活動の理解の高度化とそれらの相互比較により、応力・地殻内流体・断層（弱面）などの群発地震の推移を支配するプロセスの解明を行い、群発地震が発生する場所の特徴を抽出する。また、群発地震活動が大規模地震に発展する事例の理解のため、群発地震活動と周辺の大規模断層帯等との関係（構造の連続性など）を明らかにする。
A,B両地域及び広域共通の課題として、「東北沖地震などプレート境界大地震前後のその影響を大きく受ける時期の活動」の理解や地殻深部から浅部地震発生域への流体供給路の解明を進め、災害軽減のための基盤となる地震発生場の理解のため、東北地方を始めとした沈み込み帯の内陸地震等の全体像を示す。

（7）本課題の５か年計画の概要：

長町・利府線断層帯～双葉断層帯～福島盆地西縁断層帯を主要な対象とし、震源断層のシナリオ化、地盤構造と合わせた強震動評価に基づく脆弱性の抽出、対象断層帯周辺自治体の防災計画における課題解決に向けて、以下の４つのサブテーマについて、テーマ間の密接な連携のもと、研究を実施する。
１）活断層などで発生する大規模地震の発生ポテンシャル評価や地震シナリオ構築
これまでなされた研究、例えば、2008年岩手・宮城内陸地震で見られたような地震発生層内の地震波速度高速度域や地震発生層下の地震波速度低速度域の広がりと震源域との広がりとの関係など、発生したM7クラス等の大規模地震の詳細を調べるとともに、その知見を踏まえ、注目すべき活断層帯や発生した大規模地震及びその周辺等での地震発生ポテンシャル評価を行う。これまで評価されている活断層帯の長さやセグメンテーションについて、浅部構造探査・高密度地震観測/電磁気探査/地殻変動観測からなる、多項目観測により検証を行う。断層浅部の分岐やダメージゾーンなどの幾何学的構造と挙動、内陸活断層における地震発生層内での断層の端や複数の断層の連続性、地震発生層下部を含む断層への応力ひずみ蓄積の高精度把握を行う。地域史料群を活用した地形復元による歴史地震災害の詳細な実態解明を行い、構造や震源分布の比較による震源の描像を行う。断層及びその周囲の構造や応力の不均質性及びその意味を明らかにするとともに、地震の放射エネルギー・破壊パターンの複雑性と地震発生テクトニクスの関係を踏まえ、対象とする活断層帯や領域でのシナリオ地震の提案と地盤構造の精緻化による強震動予測の高度化を目指す。歴史地震による被害の解明とあわせ、将来発生が予測される災害（リスク）について、その予防や防災意識の啓発による被害軽減への方策について検討を行う。

２）群発地震などの地震活動の推移予測に向けた理解の高度化
東北沖地震後に発生した内陸の群発地震などを対象に、詳細な震源分布・地震波速度・速度異方性・比抵抗構造などの推定や物質科学的研究により、発生場の理解をさらに進める。群発地震や前震活動の背景地震活動度は、地震活動推移の把握・予測のための鍵となる地殻内の応力変化・流体圧変化・非地震性滑りに関する貴重な情報源となる。推定した背景地震活動度のモニタリング及びモデリングに基づき、地震活動の推移の把握・予測を試みる。また、群発地震活動を端緒とした大規模地震の発生の理解のため、群発地震活動と周辺の断層等の関係を明らかにする。
３）東北沖地震前後の地震活動や地殻変動のモニタリングと数値モデルによる再現及び予測
東北日本沖合から内陸域までの応力場・断層構造の全体像の解明及び東北沖地震の余効変動の詳細な理解と余効変動により変化する地震活動評価を目的とした、観測・実験・モデルからなる総合研究を実施する。東北沖地震との比較として、プレート境界大規模地震である1611年慶長地震や1896年三陸地震津波などの前後の内陸等の地震活動についても検討を行う。
４）上記に関わる物理・化学的素過程を明らかにする研究
応力や流体圧の時空間変化・地震発生に関与した流体量と流体の移動速度について、さらに地震発生層内やその深部での非弾性変形に与える水の影響について、物理的・物質科学的視点で研究を行う。弾性や摩擦係数に異方性が認められる環境が応力インバージョンに与える影響を実験的に評価する。
年次計画：2024年度～2028年度にわたり各研究を随時実施する。地震観測については、第２次計画において整備した臨時観測網を継続し、新たな地震活動域や観測点の空白域に新たに臨時観測網を整備する。加えて、短期稠密観測を双葉断層北部等、各地域で実施する。2024年度は能登半島地震震源域を対象とした稠密地震観測を各大学との合同観測として実施する。2027年度には双葉断層北部等においてDASを用いた超稠密観測を実施する。比抵抗構造探査については、2024～2027年の4年間に双葉断層北部や山形県-福島県県境付近等を対象とした稠密探査を行う。浅部重力構造探査については、現計画で実施した双葉断層帯の検討を進めるとともに、同様の脊梁および前弧側の活断層の理解を深めるため、北上低地西縁断層帯南部の出店断層及びその南側の一関-石越撓曲線に至る活断層について、2024～2025年度に、既存の反射法地震探査測線に沿って探査を実施することにより、正断層構造と重力異常の対応を確認したのち、2026～2028年度に、岩手県一関市付近に複数の東西測線を設定して探査を実施する。以上の知見を踏まえた、震度等の評価・予測を、双葉断層北部などで行う。得られた評価・予測を適切に社会と共有するための手法構築のため、対象となる断層等の周辺の自治体において、2025年度に既存の強震動予測地図の理解を測り本課題で提示する評価及び予測の情報を適切なものとするとともに2028年度に提示する情報の共有の有効性の確認を、それぞれアンケート調査により実施する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

岡田知己,矢部康男,市來雅啓,太田雄策,高木涼太,吉田圭佑,中原恒,武藤潤,三浦哲,日野亮太（東北大学大学院理学研究科）
他機関との共同研究の有無：有
岡田真介（岩手大学）,芝崎文一郎（建築研究所）,土屋範芳（八戸高等専門学校）,福島洋（東北大学災害科学国際研究所）,蛯名裕一（東北大学災害科学国際研究所）,大園真子（北海道大学）,勝俣啓（北海道大学）,福島駿（北海道大学・東北大学）,前田裕太（名古屋大学）,宮澤理稔（京都大学防災研究所）,松島健（九州大学）,八木原寛（鹿児島大学）,坂中伸也（秋田大学）,内田直希（東京大学地震研究所）,加藤愛太郎（東京大学地震研究所）,臼井嘉也（東京大学地震研究所）,岡崎啓史（広島大学）,田上綾香（産業総合技術研究所・東北大学）,北村真奈美（産業総合技術研究所）,朝比奈大輔（産業総合技術研究所）

（9）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：東北大学大学院理学研究科　地震・噴火予知研究観測センター
電話：022-225-1950
e-mail：zisin-yoti-aob@grp.tohoku.ac.jp
URL：https://www.aob.gp.tohoku.ac.jp

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：岡田知己
所属：東北大学大学院理学研究科　地震・噴火予知研究観測センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：THK_12

（1）実施機関名：

東北大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）民間GNSS観測点及び臨時GNSS観測による超稠密地殻変動モニタリング技術の高度化
（英文）Advancement of dense crustal deformation monitoring using private sector GNSS network and campaign GNSS observations

（3）関連の深い建議の項目：

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
イ. 観測・解析技術の開発

（4）その他関連する建議の項目：

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
６ 観測基盤と研究推進体制の整備
(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）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第２次）」（令和元年度～令和5年度）の課題において、民間GNSS観測網 (ソフトバンク独自基準点網) が地殻変動観測に活用できるかについて、定量的な評価を初めて実施した。その結果、短期的な安定性はGEONETと遜色ないこと、地震時や地震間の地殻変動を正確に把握しうることを示した。ソフトバンク独自基準点データを宇宙地球科学用途に活用するためのコンソーシアムを2022年8月に設立し、同観測網のデータを活用する道筋を付けた。

（6）本課題の５か年の到達目標：

地殻変動場を高い時空間分解能で把握することは、地震時の断層モデルの高度化や、地震後の余効変動、地震間のひずみ蓄積過程、さらには火山におけるマグマ供給系や熱水系における物質移動を理解する上で重要である。日本においては、観測点間隔が20～25kmのGNSS連続観測網（GEONET）が国土地理院によって展開され、多くの地震、火山噴火現象の理解に貢献してきた。一方で、M7前後の内陸地震や火山活動にともなう地殻変動の把握の観点からは、この観測点間隔は十分ではない。そのため、GEONETではその空間解像度が十分ではない領域を対象として、大学等による独自のGNSS観測がこれまでにも行われ、地震後の余効すべりの時間発展や、2011年東北地方太平洋沖地震後の大規模な余効変動による地殻応答の不均質性の検出など、多くの成果が得られてきた。
近年、自動運転やドローンなどの技術発展が著しい。これら技術の根幹となるナビゲーション技術はGNSSがその基盤であり、従来のメートル精度の測位に加え、搬送波位相を用いたセンチメートル精度のリアルタイムでの位置情報取得が普遍的に利用できる状況が整いつつある。この中でも、ソフトバンク株式会社 (以下、ソフトバンク)では、3300点を超える独自基準点を2019年11月より稼働させている。Ohta and Ohzono (2022) は、それら稠密観測網が地殻変動観測用途に活用できるかについて、定量的な検証を初めて行い、GEONETと遜色ない精度で地震時地殻変動や地震間地殻変動を把握できることを示した。その後、東北大学が中心となって、地震や火山噴火だけでなく、より幅広い地球科学分野での同観測網の利活用を目指した「ソフトバンク独自基準点データの宇宙地球科学用途利

活用コンソーシアム」が設立され、データの利活用が本格的に可能になる準備が整いつつあり、例えばNishimura et al. (2023) は同コンソのデータを活用し、能登半島で発生している群発地震とそれにともなう非定常地殻変動のモデル化を高い精度で実現している。一方で、3300点を超える観測点の網羅的な精度検証や、それらデータを活用した地殻変動モニタリング手法の確立は途上である。
また、これまで上で述べたように、これまでにも全国の大学・研究機関が連携することによって、内陸地震の発生時等、GEONETを補完する稠密キャンペーンGNSS臨時観測網を展開することで、地殻変動監視能力を向上させてきた。一方で、こうした民間GNSS観測点を活用したとしても、数kmスケール以下の微細な地殻変動にはその空間分解能が不足し、研究を目的とした独自のGNSS観測はいまだ重要である。またこれまで、全国連携の枠組みで実施した臨時観測等を通じて、GNSS観測技術の伝承が行われ、多機関間の大学院生や若手研究者、技術職員の学術的、技術的交流の場として機能してきた。これらを踏まえ、本研究は、民間GNSS観測点および臨時GNSS観測網を併用した超稠密観測により、これまでにない地殻変動把握能力を獲得することをその研究目的とする。

（7）本課題の５か年計画の概要：

(1)ソフトバンク独自基準点の活用による地殻変動把握能力の向上
ソフトバンク独自基準点とGEONETを併用することによって、特に内陸活断層や火山地域等における微細な地殻変動把握能力の向上を目指す。ソフトバンク独自基準点は携帯基地局に併設されている。これを踏まえ、周辺のマルチパス等の影響を適切に考慮した解析技術の高度化を進める。また、GEONETと合わせると4600点を超える膨大な観測点のデータを日々解析し、日座標値を高い精度で得るためのシステム構築を行う。これらの結果にもとづき、ひずみ集中帯や火山地域を対象として、これまでに見いだされていない10kmスケール以下の地殻変動の検出を目指す。本項目については、2022年8月に東北大学が中心となって設立した「ソフトバンク独自基準点データの宇宙地球科学用途利活用コンソーシアム」で提供されるデータを活用することで実施する。
R6年度：全国3300点のデータを用いた日々の座標値の解析を開始し、プロダクト化を実施する。また、生成プロダクトの品質評価を実施する。
R7～R10年度：GEONETを含めた日々の座標値に基づいて全国のひずみ場の抽出やそのモデル化を実施する。必要に応じて観測点を追加して、より高精細な地殻変動データを得る。
(2)臨時GNSS観測による地殻変動把握能力の向上とGNSS観測技術の伝承
GEONETとソフトバンク独自基準点網を活用したとしても、数kmスケール以下の地殻変動場を正確に把握することは難しい。また、火山周辺域においては、いずれの既存観測網もその観測点密度が低い。こうした点を踏まえ、既存観測点を補完する臨時GNSS観測を1年に1回程度の頻度で実施する。観測対象地域はこれまでに合同観測の実績がある地域を中心として、年毎に異なる場所での観測を実施する。同観測は全国連携の枠組みで行い、特に大学院生や若手研究者の参加を念頭におく。これによって、GNSS観測技術の伝承を進める。同観測の実施中には他の測地観測技術等についての講習会等も実施し、人材育成にも貢献する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

太田雄策（東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター）
他機関との共同研究の有無：有
大園真子（北海道大学大学院理学研究院）,青木陽介（東京大学地震研究所）,西村卓也（京都大学防災研究所）,伊藤武男（名古屋大学大学院環境学研究科）,福島 洋（東北大学災害科学国際研究所）

（9）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：東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター
電話：
e-mail：yusaku.ohta.d2@tohoku.ac.jp
URL：https://www.aob.gp.tohoku.ac.jp

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：太田雄策
所属：東北大学大学院理学研究科地震・噴火予知研究観測センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：THK_13

（1）実施機関名：

東北大学理学研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）火山観測１次データの調査・集約と共有

（英文）Survey, compilation, and sharing of volcano observation data

（3）関連の深い建議の項目：

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
ウ. 地震・火山現象のデータ流通

（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
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
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
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）
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
(5) 大規模火山噴火
(6) 高リスク小規模火山噴火

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

新規研究

（6）本課題の５か年の到達目標：

近年、大学・気象庁・防災科学技術研究所等の定常火山観測網の火山観測データは、リアルタイムに流通が行われ、JVDNでの公開が行われるようになった。しかしながら、機関間での協定が締結された2011年以前のデータについては一元的な集約は行われておらず、特にこれまでの噴火予知計画において各大学が整備した定常観測点の観測記録については、その管理・保存が大学毎に行われており、データの継続的な保存・共有にやや難がある状況である。一方で、火山活動推移を現在の知見で再検討するにあたり、過去の火山活動活発時期の観測データは重要な情報源であるため、各大学で個別に保存している観測１次データの調査・集約と共有が今後の火山研究の推進のために必要であると考えられる。

そこで本研究課題では、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・共有を行い、将来的なJVDNでの公開とそれを基にした共同研究の活性化を目指すことを第一の目標とする。また、集約した中長期的な火山観測データを活動推移モデルの高度化に活用するために、地震観測データについてMatched filter法や機械学習による検測あるいは地震波干渉法を用いた刻時補正などを試み、火山活動指数 VUI (Volcanic Unrest Index) の検討に必要な中長期的に一貫した基準での火山性地震活動の把握などを進めることを第二の目標とする。

（7）本課題の５か年計画の概要：

この研究課題は、重点項目の一つである「２（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」を進めていくための基礎データの整備という位置付けである。過去の火山活動時のデータや集中観測のデータ等を整理し、中長期的な火山活動推移の定量的な評価等に活用していくために、以下の年次計画に沿って実施するとともに、研究課題内での成果や観測・解析手法についての情報交換を随時実施し、各機関で連携して計画を推進する。また、研究計画項目１（４）、２（３）、５（５）、５（６）等に資する成果については、それらの研究課題が開催する研究集会等に積極的に参加し、情報共有を図る。

令和６年度においては、主に東北地方の火山について、過去データの整理・集約を進めるとともに、地震波干渉法による観測点網内での刻時補正等の手法を検討する。令和７年度においては、集約したデータの解析を進め、火山性地震活動等の火山活動指数VUIの高度化に資する基礎データを蓄積する。また、関係機関でのデータ保存状況等の調査を進める。令和８年度においては、集約したデータ及びそのメタデータの共有についてJVDN等との連携を検討・調整するとともに、引き続きデータ集約・再解析を進める。令和９年度においては、データ集約を引き続き行うとともに、集約した定常観測点のデータ及び集中観測等の観測データの再解析手法の検討及びその適用を進める。令和10年度においては、集約したデータの共有・公開を進めるとともに、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に資する情報の取りまとめを行う。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

太田雄策（東北大学理学研究科）

他機関との共同研究の有無：有

青山 裕（北海道大学大学院理学研究院）,大倉敬宏（京都大学大学院理学研究科）,中道治久（京都大学防災研究所）,上田英樹（防災科学技術研究所）,山本 希（防災科学技術研究所）

（9）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：東北大学大学院理学研究科　地震・噴火予知研究観測センター
電話：022-225-1950
e-mail：zisin-yoti-aob@grp.tohoku.ac.jp
URL：https://www.aob.gp.tohoku.ac.jp/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：太田雄策
所属：東北大学大学院理学研究科　地震・噴火予知研究観測センター

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：TIT_01

（1）実施機関名：

東京科学大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）水蒸気噴火を起こし得る火山活動不安定における観測データ理解の深化
（英文）Improving interpretation of observational data on volcanic unrests potentially causing phreatic eruptions

（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
(6) 高リスク小規模火山噴火

（4）その他関連する建議の項目：

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

TIT_03課題が草津白根山を対象とした研究課題として密接に関連する。草津白根山では、深さ10 kmまでの構造を明らかとしたほか(1,2,3)白根(4)、本白根山(5)の両火砕丘の浅部構造の詳細が検討された。さらに、これまでに観測された地殻変動(6,7,8)や火山性微動(9)データを解析し、噴火やunrestを引き起こす流体の上昇経路が議論された．白根火砕丘の湯釜火口湖水の成分変動の背景について理解が進展し(10,11,12)、さらに、火山ガスの微量成分変化に基づきマグマ発泡度の増減を評価することが可能となった(13)．以上の地球物理・地球化学的な研究成果に基づき、地下10 km から地表付近に至る構造、および流体輸送経路が描像されつつある。

1.Matsunaga et al. (2020) JVGR, https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2019.106742
2.Matsunaga et al. (2022) JVGR, https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2022.107600
3.Koyama et al. (2021) EPS, https://doi.org/10.1186/s40623-021-01466-5
4.Tseng et al. (2020) EPS, https://doi.org/10.1186/s40623-020-01283-2
5.Honda et al. (2023) EPS, https://doi.org/10.1186/s40623-023-01799-3
6.Noguchi et al. (2019) JDR, https://doi.org/10.20965/jdr.2019.p0744
7.Terada et al. (2021) EPS, https://doi.org/10.1186/s40623-021-01475-4
8.Yamada et al. (2023) JGR, https://doi.org/10.1029/2023JB026781
9.Yamada et al. (2021) EPS, https://doi.org/10.1186/s40623-020-01349-1
10.Terada et al. (2018) EPS https://doi.org/10.1186/s40623-018-0835-3
11.Yaguchi et al. (2021) Front Earth Sci, https://doi.org/10.3389/feart.2021.741742
12.Terada et al. (2022) Front Earth Sci, https://doi.org/10.3389/feart.2021.740671
13.Obase et al. (2022) Sci Rep, https://doi.org/10.1038/s41598-022-22280-3

箱根火山について前計画で密接な課題は存在しないが，地球物理・化学的観測に基づき多数の成果が蓄積されており，抜粋のうえ下記の通り列挙する．

14.Mannen, K. et al. (2018) https://doi.org/10.1186/s40623-018-0844-2
15.Honda, R. et al. (2018) https://doi.org/10.1186/s40623-018-0887-4
16.Ohba, T. et al. (2019) https://doi.org/10.1186/s40623-019-1027-5
17.Mannen, K. et al. (2019) https://doi.org/10.1186/s40623-019-1116-5
18.Doke, R. et al. (2018) https://doi.org/10.1186/s40623-018-0834-4
19.Yukutake, Y. et al. (2019) https://doi.org/10.1029/2019GL084357
20.Honda, R. et al. (2022) https://doi.org/10.20965/jdr.2022.p0663

21.Yukutake, Y et al. (2021) https://doi.org/10.1029/2020JB021236

（6）本課題の５か年の到達目標：

小規模な水蒸気噴火による人的被害を低減するためには、観測に基づき噴火発生予測だけでなく、不意に噴火した場合の危険性を領域別に事前評価しておくことが重要である。しかし、噴火予測の空振りや過剰な防災対応は、特に観光地化された火山では経済的損失を生む懸念がある。活動不安定（unrest）や噴火危険をより適切に評価するためには、地下浅部熱水の物理・化学状態の変化が、どの観測データにいかに現れるのかを理解する必要がある。そのための基礎的情報として、地下構造の理解は必須である。また、火山ガスや火口湖から得られる地球化学的知見は、熱水貯留域の温度・圧力、マグマガス関与を評価するための重要な手掛かりとなる。そして、噴火による人的被害を左右するのは、噴火地点と観光地との距離である。火口外で噴火が発生するリスクがあるならば、それを事前評価する必要がある。

本課題では、草津白根山において実施する地球物理学的な多項目観測に基づき、熱水貯留域の位置、流体上昇経路を把握することを目標とする。また、地球化学的観測に基づき、流体貯留域の物理・化学状態の時間変動を捉えることを試みる。さらに、熱水流動シミュレーションで観測データの再現を試みるほか、逆に、観測されたデータから地下浅部状態を理解することを目指す。このほか、側噴火危険度を評価するための土壌ガス観測を草津白根山等で行い、地下浅部透水構造を明らかにすることを目標とする

一方で、箱根火山は年間1300万人以上の観光客が訪れる観光地として有名である。噴火口である大涌谷には多数の観光客が常時滞在するが，2015年に水蒸気噴火が発生するなど活発な火山である点で、草津白根山に類似する。本課題では、従来の地球物理観測の継続および解析をすすめるほか、火山ガス観測の高時間分解能での観測システム、および、信頼性向上のための気象補正の仕組みを構築する。得られた結果を地球物理学的観測結果と比較・検討することで、観測データの統一的理解を進め、火山防災に貢献することを目標とする。

研究成果を広く共有するため、地域住民および複数火山もテーマとする公開シンポジウムを開催する。その際、高リスク小規模火山噴火総合研究グループに参画する他課題と共同して課題間連携を深めることを目指す。

（7）本課題の５か年計画の概要：

（草津白根山）

同火山に展開されている地震、地殻変動、全磁力、および火口湖観測装置からなる多項目火山観測網を維持し、得られたデータから震源、地殻変動源、熱消帯磁源の位置を逐次把握する。変動が認められた場合には、地表からの物質放出量と地下体積膨張・収縮量、地表面放熱量と地下浅部蓄熱・冷却熱量を計算する。

噴気ガスおよび火口湖水を定期的に採取し、その組成や同位体を分析する。活発時にはドローンを用いた遠隔試料水採取やガス観測を機動的に実施する体制を構築する。また、航空機を用いた地表塩温度分布測定を研究期間において1-2回実施する。以上により、物質科学的観点から地下の温度、圧力、および深部流体の関与に制約を与える。

熱水流動シミュレーションを実施する。上記の多項目観測から得られた物理、化学的知見を満足する地下熱水モデルを構築することで、観測データに現れる様々な変化が起きる背景を理解し、最終的には事象系統図として表現することを目指す。

側噴火発生危険度マップの作製を目標として，火口周辺の山体において地中ガスの希ガス同位体を測定するほか、土壌拡散水銀等の放出率をマッピングすることで、火山浅部透水性の大小を議論する。

（箱根山）

噴火警戒レベルでは、火山活動評価指標として地震回数や地殻変動などの地球物理学的観測が主に用いられている。これら指標に、浅部熱水系の物理・化学条件を反映する地球化学的観測を加えることが有効と思われるが、両観測の時系列的比較は実現していない。その理由として、現地調査が必要な地球化学的観測は時間解像度が低いこと、活発化時に立入りできないことが挙げられる。また、SO2放出率測定のように気象条件の制約を受ける観測では、併せて気象観測も実施する必要がある。地震観測についても課題があり、例えば信号が小さい、あるいは同時多発するイベントの詳細は不明である。地震検知や群発時のイベント分離のためのシステムが必要となる。

そこで本課題では、火山ガス組成（主としてCO2とH2S）を高時間分解能で自動観測するシステムの構築および安定運用、火山ガス（SO2）放出量測定の精度向上のための気象観測の手法の改善、機械学習を用いた地震検測技術を応用した地震活動の即時把握システムの構築を目指す。その上で、従来の、地震の機動観測、地殻変動観測・地下水データなどを継続し、地球物理学と化学的観測データを比較、検討することで静穏期も含めた活動の特徴を抽出する。
（その他）
高リスク小規模火山噴火総合研究グループの各課題が対象とする火山などを候補地として、持ち回りで一般向けシンポジウムを年1回程度実施する。本課題はシンポジウム全体の企画や調整を担う。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

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）,行竹洋平（東京大学地震研究所）,神田　径（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）,成田翔平（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）
他機関との共同研究の有無：有
大場　武（東海大学理学部）,角野浩史（東京大学先端科学技術研究センター）,谷口無我（気象庁気象研究所）,本多　亮（神奈川県温泉地学研究所）,栗原　亮（神奈川県温泉地学研究所）,安部祐希（神奈川県温泉地学研究所）,外山浩太郎（神奈川県温泉地学研究所）,萬年一剛（神奈川県温泉地学研究所）

（9）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：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山・地震研究部門
電話：03-5734-2515
e-mail：webmaster@ksvo.titech.ac.jp
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：寺田暁彦
所属：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山・地震研究部門

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：TIT_02

（1）実施機関名：

東京科学大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）二酸化炭素放出率連続観測システムの開発
（英文）Development of a continuous observation system for measuring CO2 flux

（3）関連の深い建議の項目：

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
イ. 観測・解析技術の開発

（4）その他関連する建議の項目：

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
(5) 大規模火山噴火

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

マグマ中の揮発性成分のうち、CO2の脱ガスが進行することでマグマの密度が低下し、密度中立しているマグマ溜まりからのマグマの上昇を引き起こされる。CO2は岩石や熱水に対して反応性に乏しいため、脱ガスしたCO2は地表へと上昇して、火山体の表面から大気中に拡散放出される。従って、マグマの上昇を伴う様なマグマ噴火の前兆現象として、visualに捉えられないCO2の拡散放出を検知できることが鍵となる。これまでCO2の拡散放出を測定する方法はあったが、基本的にキャンペーン観測であり、定点観測の場合には電力と装置を設置するスペースの問題があり、実用化されているところは極めて限られているのが現状である。前計画で、拡散放出されるCO2を同時多点観測するための小型可搬式自動観測装置として定体積中のCO2濃度の上昇速度を測定するチャンバーメソッドをベースとして開発を目指し、当初の目標であったスペックの、世界初の拡散放出CO2自動測定装置を作成することができた。

（6）本課題の５か年の到達目標：

拡散放出CO2自動測定装置を複数用いて、安定的に面的観測を展開し、火山活動の評価に資する

（7）本課題の５か年計画の概要：

令和６年度においては、拡散放出CO2自動測定装置を製作する。
令和７年度においては、拡散放出CO2自動測定装置を製作し、面的観測のテストを行う
令和８年度においては、面的観測を国内外の火山で実施する。
令和９年度においては、面的観測を連続観測を実施し、火山活動の評価を行う。
令和10年度においては、計画のまとめを行う。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

野上健治（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）
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：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
電話：0279-88-7715
e-mail：nogami.k.aa@m.titech.ac.jp
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：野上健治
所属：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

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：TKU_01

（1）実施機関名：

東京海洋大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）茨城・福島沖での海底地殻変動観測

（英文）Observation of seafloor crustal deformation off the coast of Ibaraki and Fukushima

（3）関連の深い建議の項目：

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
イ. 観測・解析技術の開発

（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
(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
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(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）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

新規研究

（6）本課題の５か年の到達目標：

日本周辺の海域では海溝型地震の発生予測を目標にGNSS-音響測距結合方式を用いた海底地殻変動観測が行われている。プレート境界の固着・すべりの状況を広域に精度よく、また、高時間分解能で把握するためには観測頻度を上げる必要がある。しかし、海底地殻変動データを測定するには観測船などで現地に行く必要があり、人的・経済的負担が大きく、ほとんどの観測点では年に1回の観測しか行えていない。この観測頻度の減少を解消するために、近年では無人自律観測機などを用いた観測手法の開発が進められ、観測コストの削減が図られつつある。しかし、無人機は位置決定精度向上の鍵である海中音速構造の推定に必要な温度構造・塩分濃度の計測を行うことができない。また、黒潮流域などの潮流が速い海域では、船速が遅い無人機では自由に航行することが難しいため、無人自律観測機による観測は主に日本海溝北部を中心として行われている。一方、黒潮の渦などが発生する茨城・福島沖などの日本海溝南部では観測が数年に1度しか行われていない観測点なども存在し、日本海溝北部に比べ海底地殻変動データが不足している。現在の海底地殻変動観測では1回の観測での誤差が大きいため、海底局の長期間の変位を正確に評価するためには複数年に渡る繰り返し観測が必要である。数年に1度の観測で得られた解析結果では、解析結果の評価を行う際、海底変動と観測誤差の判断が難しい。このように観測頻度の低下はプレート境界固着状況推定の広域化・高時間分解能化の大きな妨げとなっている。そこで本研究課題では無人自律観測機による観測が難しい茨城・福島沖において、東京海洋大学の実習航海を利用して海底地殻変動観測を5年間に渡り継続的に実施する。さらに海中音速構造の変化が大きい茨城・福島沖海域の特徴を利用し、海中音速構造が海底局位置決定精度に与える影響を検討する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

本研究課題では、東京海洋大学が練習船「汐路丸」を用いて学生向けに開講する乗船実習を利用し、東北大学が茨城・福島沖周辺海域に設置した海底局アレイを対象とした海底地殻変動観測を行う。観測は令和6～10年度にかけて年1回の頻度で実施する。5年間に渡り観測を継続することで、茨城・福島沖の海底地殻変動を明らかにする。茨城・福島沖の周辺海域において新たに海底局アレイが構築された場合には新規点も観測対象とする可能性がある。また、茨城・福島沖は黒潮の影響もあり潮流が速く、海中音速構造も短時間で大きく変化する。そこで音速構造を明らかにするために、海底地殻変動観測中に海中のXCTD/XBT観測を行う。得られた海中音速構造の時間変化と解析結果から海底局アレイ位置決定への海中音速構造の影響を検討する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

中東和夫（東京海洋大学学術研究院）,稲津大祐（東京海洋大学学術研究院）,古山精史朗（東京海洋大学学術研究院）

他機関との共同研究の有無：有

木戸元之（東北大学災害科学国際研究所）,富田史章（東北大学災害科学国際研究所）

（9）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：東京海洋大学
電話：
e-mail：
URL：https://www.kaiyodai.ac.jp/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：中東和夫
所属：東京海洋大学学術研究院

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：TTR_01

（1）実施機関名：

鳥取大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）地方自治体の地震災害対策に貢献するための基盤情報の整備と共有
（英文）Development and sharing of basic information for contributing to earthquake disaster mitigations by local governments

（3）関連の深い建議の項目：

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
エ. 大地震に起因する災害リスクの事前評価手法

（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
(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
(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
(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
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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

「地方自治体の地震被害想定，災害リスク評価を高度化するための基盤整備」として，鳥取県内の地盤震動特性および地盤構造について網羅的な調査の実施とWeb-GISでの公開，県内の伝統的木造建築の振動特性把握，鳥取県震度計ネットワークの情報リアルタイム震度分布の鳥取県危機管理局への提供をおこない，複数の査読論文，学会発表として公表した。なお，地域との連携やアウトリーチ活動については，コロナ禍によって十分とは言えない状況となったが，研究室HPに住民向けの情報掲載を試みた。

（6）本課題の５か年の到達目標：

鳥取大学が立地する地元自治体である鳥取県と連携し，県が実施する地震被害想定の不確実性を低減するために必要となる，①ひずみ集中帯での震源断層の合理的な設定，②地下構造モデルの充実，③地域固有の条件を考慮した構造物被害，④これらを踏まえたリスク評価，の高度化を全計画を引き継ぎつつ実施する。また，自治体震度計ネットワークの利活用を推進し，リアルタイムで震度を把握できることを災害対応に繋げる仕組みを自治体と共同で構築する。加えて，地域の地震活動，想定すべき地震と地震動および被害想定を地域住民に伝え，「わがこと」として正しく理解されるための方法の構築についても地元自治体と連携して継続実施する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

令和６年度は，地域評価による地震発生確率が高いものの明瞭な活断層が少ない鳥取県での想定地震について，既往調査を整理して震源像を模索する。山間部を含む堆積地盤の地盤震動特性と地下構造モデルの構築を継続し，鳥取県震度計ネットワークからの１秒パケットを用いたリアルタイム震度分布の高度化を試みる。加えて，防災リテラシー向上に資するアウトリーチコンテンツの充実を図る。
令和７年度は，微小地震活動を反映した鳥取県での合理的な想定地震の設定を模索する。地震活動を可視化するの構築などで，地域への普及活動を継続する。震度リアルタムシステムでは，被害の簡易想定を試みる。地盤造成地や斜面における地盤調査を継続するとともに，アウトリーチ活動を展開する。
令和８年度は，GNSS観測による成果も取り入れた，鳥取県で想定すべき地震像を提案する。地盤震動特性と地下構造モデルを充実するとともに，建物震動特性についても検討を進める。震度リアルタイムシステムの運用，アウトリーチ活動を継続する。
令和９年度は，鳥取県で想定される地震像に基づき，強震動予測に必要なモデル化をおこなうとともに，地盤の非線形応答についての検討を試みる。震度リアルタイムシステムを継続運用し，アウトリーチ活動を継続するとともに振り返りを実施し，活動のさらなる充実を図る。
令和10年度は，得られた地下構造情報をWeb-GISに取り込み，分かり易い形で公開するとともに，成果を総合した強震動評価を実施する。また，震度リアルタイムシステムにも新たな地盤モデルによる増幅率を導入するなど高度化を図る。これらの結果を自治体および県民と共有し，今後の防災活動への課題を整理する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

香川敬生（鳥取大学工学部）,野口竜也（鳥取大学工学部）
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：鳥取大学工学部社会システム土木系学科地圏環境工学研究室
電話：
e-mail：
URL：https://geosd-tottori-u.jimdosite.com

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：香川敬生
所属：鳥取大学工学部社会システム土木系学科

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：TYM_01

（1）実施機関名：

富山大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）弥陀ヶ原火山およびその周辺における地球物理学的観測による火山・地震活動モニタリング
（英文）Monitoring volcanic and seismic activities by geophysical observation in and around Midagahara volcano, Toyama, Japan

（3）関連の深い建議の項目：

１ 地震・火山現象の解明のための研究
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

（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
(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
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
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
(6) 高リスク小規模火山噴火

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

地盤変動観測：2015年から毎年実施している水準測量から2017～2020年に地盤の収縮（[1]），2020～2022年は膨張（[2]；堀田ほか，JpGU2023），2022～2023年は一転して収縮（堀田ほか，火山学会2023）となった。また，2016～2020年，2021～2023年は開口割れ目（[1]；堀田ほか，JpGU2023；堀田ほか，火山学会2023），2020～2021年はシル（[2]）で説明できる変動であった。なお，上下変動だけでなく，水平変動も検出するために，2021年から夏季のGPS連続観測を実施し，水準測量とGPS観測のデータを統合した解析も実施し，深さ7 mと浅部に開口割れ目を得た（堀田ほか，JpGU2023）。その結果の解釈等に関しては現在検討中である。

地震観測：2020年に立山カルデラ内に2点，馬場島と浄土山南峰に各1点の臨時観測点を設置し，通年観測を開始した。この観測から，（1）地獄谷付近では深さ1 km程度のかなり浅い地震が頻度こそ少ないものの発生したこと，（2）2020年9月末～10月上旬にかけて剱岳北方深さ5 km程度で群発地震が発生したこと，（3）カルデラの多枝原付近を境に震源の深さが変化しているように見えること，（4）有峰湖付近では震源が跡津川断層より北の茂住祐延断層に沿うように見えることが分かった。この有峰湖周辺の地震活動を精査するために，令和5年度より有峰湖付近で新たに臨時観測を開始した。

熱観測ほか：地獄谷内の各噴気帯では，年ごとに噴気口や熱水孔の位置が変化していることが明らかになった。特に顕著な変化が新噴気帯，紺屋地獄，新大安地獄で確認された。新噴気帯では噴気孔が大規模な陥没地になったことや，紺屋地獄では熱水孔の位置の変化やどの火山の形成・消失が繰り返された。また，地獄谷中央部の八幡地獄では，2018年に突如灰色の熱水の噴出が始まり，その後，2019年からは地下から供給される熱水の色調が青色に変化した。このような噴気帯の活動状況の変化が地盤変動等にどのように関連しているのかは検討中である。

騒音センサーを用いた観測が今年度からのため定量的な比較は難しいが，画像を比較すると百姓地獄の噴気孔は2020年，2021年に比べるとだいぶ活動が低調になっている。また，地獄谷内の他地域でも，噴気孔の閉塞と新たな噴気孔の形成が繰り返されてきている。噴気孔の閉塞は，前述したように熱水ガス溜まりの圧力上昇そして水蒸気噴火につながる可能性があるため，噴気経路の閉塞や形成のメカニズムを理解することが重要であると考えている。

業績リスト（査読付き論文）

[1] K. Hotta, S. Kusumoto, H. Takahashi, Y.S. Hayakawa (2022) Deformation source revealed from leveling survey in Jigokudani valley, Tateyama volcano, Japan, Earth, Planets and Space, 74, 32, doi:10.1186/s40623-022-01593-7.

[2] 堀田耕平・髙橋秀徳・本田裕也・剣持拓未（2023）水準測量から明らかになった立山火山地獄谷の再隆起―2020年9月～2021年9月―，火山，68（2），83-89，doi: 10.18940/kazan.68.2_83.

（6）本課題の５か年の到達目標：

地盤変動観測：地獄谷内において，水準測量やGPS観測を実施し，変動の推移や熱水・ガスだまりの体積の経年変化を明らかにする。また，これまで水準測量で得られた変動源は期間によって変動源が異なる問題があることから，統一的なモデルを構築する。さらに，地獄谷内でレーザー測量や写真測量を実施し，面的に地盤変動を捉えることを目指す。一方で，後述の熱観測から明らかになる熱活動との対応関係についても解明する。

地震観測：飛騨山脈にある活火山の下では深部低周波地震が観測されている。活火山の下で，震源が最上部マントルから中部地殻まで線状につながって分布することから，マグマ活動に関係することが推察される。流体の移動など，火山活動に関連する地震活動を把握するために，震源の時間変化や発震メカニズム，地表活動との関連性を明らかにする。また，マグマ供給源について把握するために火山深部の減衰構造について調査を進める。弥陀ヶ原火山に近い跡津川断層などで発生する非火山性地震についても解析を行う。一方，変動源と地下構造の対応を明らかにするために地獄谷内で地震波を用いた浅部構造探査を実施する。

熱観測：本課題でもUAVによる熱活動観測を継続する。高温域の分布とその経年変化を解析することで，地下の熱水流動経路に時空間的制約を与えるだけでなく，地盤変動との関係にまで踏み込んだ検討を行う。

地中レーダーを用いた浅部構造探査：地獄谷内には多数の温泉湧出孔，火山噴出孔が存在する。隣接する温泉噴出孔であっても，温泉水の化学組成や水位が異なることが分かっている（例えば，Seki et al., 2019）。これらの違いは，帯水層とガス供給系の関係を反映していると考えている。浅部構造探査により帯水層やガスを供給する亀裂を捉え，温泉活動，ガス活動の理解を目指す。研究計画の項目で述べるように，毎年重点地域を決めて地獄谷内で地中レーダー探査を実施する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

令和6年度においては，現行課題の結果に基づき地盤変動観測は変動源があると考えられる百姓地獄～新噴気帯で，地震観測は特徴的な地震がみられる立山カルデラ・有峰湖周辺でそれぞれ重点的に行う。GPS観測は7～10月に，水準測量は9月に実施する。面的な地盤変動を把握するべく，並行してレーザー測量・写真測量を年1～2回実施する。変動源と地下構造の対応を明らかにするべく，地震波や地中レーダーを用いた浅部構造探査も並行して実施する。熱活動と地盤変動との関係を明らかにするべく，UAVによる熱活動観測を9月に実施する。浅部構造探査は百姓地獄南側で実施する。

令和7年度においては，地盤変動・地震観測を継続して実施し，変動源解析・震源決定・メカニズム解析・減衰構造の解析を進める。熱活動観測や浅部構造探査も継続して実施する。地中レーダー探査は鍛冶屋地獄で実施する。

令和8年度においては，地盤変動・地震観測を継続して実施し，ここまでの結果に基づき地盤変動・地震観測網の拡張を図る。熱活動観測や浅部構造探査も継続して実施し，地盤変動との関係についても検討する。地中レーダー探査は紺屋地獄で実施する。

令和9年度においては，地盤変動・地震観測を継続して実施し，モデル等の改良と解釈を行う。熱活動観測や浅部構造探査も継続して実施し，地盤変動源との関係などについて明らかにする。地中レーダー探査は団子屋地獄で実施する。

令和10年度においては，観測の継続とともに成果のとりまとめ・論文投稿・データの整理を行う。地中レーダー探査は紺屋地獄で実施する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

堀田耕平（担当者・総括）（富山大学学術研究部都市デザイン学系）,渡邊了（担当者）（富山大学学

術研究部都市デザイン学系）,石崎泰男（担当者）（富山大学学術研究部都市デザイン学系）,安江健一（研究協力者）（富山大学学術研究部都市デザイン学系）,立石良（研究協力者）（富山大学学術研究部都市デザイン学系）

他機関との共同研究の有無：有

大見士朗（研究協力者）（京都大学防災研究所）,大倉敬宏（研究協力者）（京都大学大学院理学研究科）,風間卓仁（研究協力者）（京都大学大学院理学研究科）,早川裕弌（研究協力者）（北海道大学大学院地球環境科学研究院）,青山裕（研究協力者）（北海道大学大学院理学研究院）

（9）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：
電話：
e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：堀田耕平
所属：富山大学学術研究部都市デザイン学系

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：TYM_02

（1）実施機関名：

富山大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）災害誘因に基づく人の移動行動の想定・推定モデルによる避難リテラシーの向上
（英文）Improvement of Evacuation Literacy based on Assumption and Estimation Model of Human Movement Behavior from Disaster Triggers

（3）関連の深い建議の項目：

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

（4）その他関連する建議の項目：

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
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
(2) 首都直下地震

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

本課題の実施機関は、第2次計画における「4.(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」に対し「地震学・火山学の知見に基づくコンパクトシティをデザインする情報科学からの被災生活シミュレーション」（富山大学都市デザイン学部、課題番号TYM_03）を担当している。当課題では、発災から１か月後程度から実施される生活再建過程に対し、過去災害の事例研究を通して主に行政による支援業務のシミュレーションを可能とした。これは、業務フローの設計と行政職員の意思決定結果を反映した再建支援の進捗状況の推定である。しかし、災害発生直後からの「人の移動行動」を対象とはしておらず、第3次計画における研究を実施することで、災害対応における一連の流れが有機的につながると考えている。

（6）本課題の５か年の到達目標：

災害素因の背景にある社会のレジリエンス力を発揮する対象として、被害量ならびに対応量の想定は必要である。しかし、実災害の過去データに基づく予測モデルが主流であり、理学的な誘因に基づいた予測モデルの研究開発は十分に行われてこなかった。これは理学的な誘因が社会的素因に与える影響および関係性が解明されず、また、単一分野に閉じた単純モデルでの予測手法を中心としたためであると考えられる。
課題担当者らは「想定・推定・実際」の3つの視点に基づく情報を効果的に連携させることで、誘因の変化に対応した一歩先を見越した災害対応を実現することを目標とし、本課題を実施する。具体的には、発災後の人の動きの実態を踏まえ、想定・推定モデルを構築するとともに、人の動きに対する実際を把握する手法を開発し、この実装を通して避難リテラシーの向上を目指す。
発災後の人の動きとは、「避難行動→避難生活→仮住まい→生活再建」と変化するものであり、避難生活についても避難所避難だけでなく在宅避難や施設避難、車避難など多岐にわたる。阪神・淡路大震災と新潟県中越地震、中越沖地震を比較すると、余震の大きさに比して発災後の人の動きが変化していることが実証されている。具体的には、1995年の兵庫県南部地震および2004年の新潟県中越地震の結果を比較すると、兵庫県南部地震では約55％の被災者が自宅にとどまったものの、中越地震では約15％の被災者が自宅にとどまり、その差は大きい事実がある。

本研究では、災害発生後の人の移動行動に対して、その状況を想定・推定するモデルを開発するとともに、実際状態を把握する手法を開発した上で社会においてシステム化し、時間差なくモデル修正ができる仕組みを考える。これまでの準備状況としては、１）人の動きに関する実際の状況把握のための社会調査、２）避難所での行動把握のための情報システムの開発等をおこなっており、これらを活用することで研究の実現性を高める。くわえて、観測研究の科学的知見に基づく訓練等を通した社会実装により、避難リテラシーの向上を推進する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

本課題研究では、情報科学分野におけるデータサイエンスならびに空間統計学を用いた高度な分析によって移動行動の推定モデルを開発するとともに、移動行動の1つとして「避難」に着目し災害対応時の情報システムへの実装を通して、社会の災害対応力の向上を推進する。あわせて、本研究の成果から地震・火山観測に関する時系列での情報要求を整備し、発展的な地震・火山観測研究の実現に向けたフィードバックを行う。特に、避難状況の実態把握においては、過去災害における避難に関する調査を実施し、地域特性や個人特性等からの避難策パターンを特定する。地震の振る舞いについては、調査対象となる災害時の時系列観測データを収集し、時空間パターンを割り出す。これらを統合的に分析することにより、避難状況を推定するモデルを開発する。さらに、災害後に観測されるデータから準リアルタイムで推定する情報システムを開発・実装し、地域や行政における災害対応の基礎とした活用を推進する。

令和６年度においては、基礎となるデータ収集を実施する。2度の震度7を観測した熊本地震や一定時間をおいて群発する福島県沖地震、令和６年能登半島地震などを事例として、過去災害における避難に関する調査を実施する。地域特性に関しては、災害発生の直近の国勢調査結果や国土数値地図、民間が整備する空間データ等を活用し、地域のパターン分析を実施する。また事例とした地震災害に対して、地震観測データを収集し、データ圧縮・ノーマライズすることで操作可能なデータとして整備する。

令和７年度においては、避難に関する調査結果、地域のパターン分析結果、圧縮済み地震観測データに対して多変量解析により、関係性を解明する。特に避難行動も時間経過にともなって変化することを考慮する。さらに、地震観測データに対しても一連の地震活動であっても、地震の振る舞いは幅を持って発生することを考慮するとともに、それぞれに空間特性を有することから、自己相関および時空間データの多変量解析を実施することで、相関の強いパターンを特定する。これを観測済みデータから導出可能な1つのモデルとして位置づける。

令和８年度においては、避難状況の未来予想を実現することを目的として、2年目に構築したモデルに対し、推定可能なパラメータを設定することで将来予測モデルの構築を実施する。とくに、時系列データの将来予測においては、過去での避難および地震の振る舞いに関する観測実績に対して平準化および現状に関するフィルタリングを行い、状態遷移とベイズ更新を繰り返して推定する状態空間モデルによる推定方式を検討する。避難状況推定に対して適合可能性を検証し、モデル改善を繰り返す。

令和９年度においては、自律型学習の整備を推進する。これは、避難状況の推定において必要となるデータを自動的に収集し、準リアルタイムに推定する基盤を整備するものである。地域特性に関するデータは事前に整備し再利用可能な状態とする。一方で地震の振る舞いに関するデータは、時系列データとして必要分を切り出し、一時的なアーカイブにより分析可能とする。これを自動で繰り返す仕組みとして整備する。各自治体で公開される避難実績と照らし合わせて評価し、有用性の検証を実施する。

令和１０年度においては、モデルを避難の状況想定・推定に反映させた災害シナリオを構築し、様々な自治体や組織、地域での訓練を通して、その有用性を実証する。そのためには、訓練前の研修プログラム、訓練時の実行プログラム等が必要となるため、効率的・効果的な訓練プログラムを設計する。プログラム設計においては、代表的な業務改善モデルであるPDCAサイクルを位置づけ、各フェーズにおける実施項目を整理し体系化する。あわせて、Check（評価）の指標、Action（改善）の主要な視点を整理し、全体をパッケージとしてとりまとめる。実証の対象とする自治体を中心に他自治体・他地域への横展開を促進し、社会全体の避難リテラシーの向上を推進する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

井ノ口　宗成（富山大学 都市デザイン学部）

他機関との共同研究の有無：有
酒井 慎一（東京大学大学院 情報学環・学際情報学府）,木村 玲欧（兵庫県立大学 環境人間学部）,池田 真幸（防災科学技術研究所）,高木 康伸（気象庁総務部企画課地域防災企画室）

（9）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：都市デザイン学部
電話：076-411-4890
e-mail：inoguchi@sus.u-toyama.ac.jp
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：井ノ口宗成
所属：富山大学 都市デザイン学部 都市・交通デザイン学科

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：TYM_03

（1）実施機関名：

富山大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）火口近傍の噴火堆積物の層序と時系列変動にもとづく小規模噴火の噴火履歴・噴火過程の解明

（英文）Understanding the history and process of small-scale eruptions based on stratigraphy and time-series variation of proximal eruptive deposits

（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
(6) 高リスク小規模火山噴火

（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
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈
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）
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(5) 社会への研究成果の還元と防災教育
(6) 次世代を担う研究者、技術者、防災業務・防災対応に携わる人材の育成

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第２次）」（令和元年度～令和5年度）では、「TYM01　極小規模噴火を含めた草津白根火山の噴火履歴の解明と噴火ポテンシャル評価」という研究課題を実施した。この研究により、草津白根火山では、完新世の噴火場である本白根、逢ノ峰、白根の各火砕丘群の噴火履歴が明らかになった（[石崎ほか、2020；亀谷ほか、2021）。2018年噴火の際には、降灰分布調査を行い、草津町、火山防災協議会、気象庁に情報を提供した（Kametani et al., 2021）。草津の北方に位置する志賀火山についても“草津白根火山群”の構成火山の一つとして噴火履歴調査が進められ、同火山が“見落とされていた活火山”であることを明らかにした（宮城・石崎・他、2023JpGU）。

（6）本課題の５か年の到達目標：

本課題では、従来の地表調査に加え、湖沼・湿原での調査も行い、過去の噴火事象の特定とその時間的推移の解読を進め、高リスク小規模噴火に該当する噴火の発生履歴を明らかにする。各噴火の規模、噴火周期や噴火卓越期の有無、水蒸気噴火とマグマ噴火の発生頻度まで明らかにしたい。噴火堆積物については物質科学的解析を行い、水蒸気噴火の発生源である熱水系やその下部に存在するマグマ系の物理化学的状態とその時間的進化、噴火メカニズムにまで踏み込んだ検討を行う。また近年の阿蘇中岳の１～２年間の噴火活動で採集された火山灰に対して岩石磁気学的分析を行い、岩石磁気学的性質と岩石学的な特徴の関係性、さらには岩石磁気学的性質の時間変化と噴火推移との関係性を評価する。

（7）本課題の５か年計画の概要：

本課題では、従来の地表調査に加え、湖沼・湿原での調査も行い、過去の噴火事象の特定とその時間的推移の解読を進め、高リスク小規模噴火に該当する噴火の発生履歴を明らかにする。各噴火の規模、噴火周期や噴火卓越期の有無、水蒸気噴火とマグマ噴火の発生頻度まで明らかにしたい。噴火堆積物については物質科学的解析を行い、水蒸気噴火の発生源である熱水系やその下部に存在するマグマ系の物理化学的状態とその時間的進化、噴火メカニズムにまで踏み込んだ検討を行う。また近年の阿蘇中岳の１～２年間の噴火活動で採集された火山灰に対して岩石磁気学的分析を行い、岩石磁気学的性質と岩石学的な特徴の関係性、さらには岩石磁気学的性質の時間変化と噴火推移との関係性を評価する。

年度ごとの計画は以下のとおりである。

［令和６年度］

草津においては、通常の地表調査と並行し、火口湖（弓池など）や湿原（芳ヶ平）での湖底または湿原堆積物の採取とテフラの検出を行う。検出された各テフラ及び溶岩体について年代測定・物質科学的解析を行う。阿蘇においては、近年の爆発的噴火に伴う堆積物調査と物質科学的解析を進める。また、噴火履歴に関する地質調査も実施する。また、阿蘇中岳2019-2020年噴火の火山灰試料について、磁性粒子の岩石学的記載を行う。すでに得ている岩石磁気学的データとの統合を行い、磁性粒子の時系列変化を把握する。

［令和7年度］

草津においては、主要調査地点を変えて前年度と同様の調査研究を継続する。白根、逢ノ峰、本白根、志賀の代表的水蒸気噴火のテフラについて物質科学的解析を行い、噴火発生場毎の熱水系の相違を明確にする。阿蘇（噴火履歴調査）においては、前年度の調査研究を継続する。また、阿蘇中岳2014-2015年噴火の火山灰試料の岩石磁気学的分析を行う。

［令和8年度］

草津においては、前年度と同様の調査研究を継続する。阿蘇（噴火履歴調査）においては、前年度までの調査研究を継続する。また、阿蘇中岳2014-2015年噴火の火山灰試料について、磁性粒子の岩石学的記載を行う。すでに得ている岩石磁気学的データとの統合を行い，磁性粒子の時系列変化を把握する。

［令和9年度］

草津においては、前年度までの調査研究を継続する。得られた知見を整理し、階段ダイアグラムと事象分岐系統樹を作成する阿蘇（噴火履歴調査）においては、前年度までの調査研究を継続する。また、阿蘇中岳2014-2015年噴火・2019-2020年噴火におけるそれぞれの磁性粒子の時系列変化を比較して、相違点を把握する。

［令和10年度］

草津においては、前年度までの研究を継続する。また、年度内に成果を取りまとめて、学術論文として公表する。阿蘇（噴火履歴調査）においては、中岳における水蒸気噴火の推移と特徴、さらに過去数千年間における噴火発生履歴をとりまとめて、学術論文として公表する。また、阿蘇中岳2014-2015年噴火・2019-2020年噴火におけるそれぞれの磁性粒子の時系列変化と地球物理学的観測データにみられる時系列変化の関係性を把握する。得られた成果を学術論文として投稿する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

石崎泰男（富山大学学術研究部都市デザイン学系）,石川尚人（富山大学学術研究部都市デザイン学系）,川﨑一雄（富山大学学術研究部都市デザイン学系）,横尾亮彦（京都大学理学研究科）,大倉敬宏（京都大学理学研究科）

他機関との共同研究の有無：有

宮縁育夫（熊本大学くまもと水循環・減災研究教育センター）,望月伸竜（熊本大学大学院先端科学研究部）,亀谷伸子（山梨県富士山科学研究所）,寺田暁彦（東京科学大学総合研究院）,穴井千里（高知大学海洋コア総合研究センター）

（9）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：富山大学学術研究部都市デザイン学系
電話：076-445-6656

e-mail：ishizaki@sus.u-toyama.ac.jp
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：石﨑泰男
所属：富山大学学術研究部都市デザイン学系

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：UTH_01

（1）実施機関名：

東京大学史料編纂所

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）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
（英文）Investigation and analysis of pre-modern earthquakes and volcanic activities based on historical materials and their publication

（3）関連の深い建議の項目：

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
ア. 史料の収集・分析とデータベース化

（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
(2) 低頻度かつ大規模な地震・火山噴火現象の解明
地震
火山
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
６ 観測基盤と研究推進体制の整備
(3) 関連研究分野の連携強化

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

地震火山関連史料データベースの構築・公開という目標に沿って、既刊地震史料集全35冊（25000頁）の全文テキスト化を完了し、「地震史料集テキストデータベース」として公開した。これは、前期研究計画から継続してきた史料の校訂作業と地震火山関連史料データベースの試作版の構築をもとに、新たな手法の開発や情報技術の活用によって実現した成果である。また、全国数十か所の史料所蔵機関等での調査を通じて、日記史料から有感地震の記事を収集し、それを前期研究計画中に公開した「日記史料有感地震データベース」に反映してきた。

さらに、史料本文に記されている被害発生場所に現在の緯度・経度の情報を付与し、地理情報システム上で表示できるようにすることも目標としており、情報学の研究者と協力して、地名を自動抽出するためのプログラムの開発を開始した。

（6）本課題の５か年の到達目標：

前々期および前期の研究計画では、「機器による近年の記録だけでなく、より古い時代の情報も合わせた長期間かつ広範囲のデータの収集・分析を進める必要がある」との認識に基づき、史料のテキストデータや考古データのデータベース化に注力し、地震・火山噴火現象に関する知見が大きく上積みされた。

こうした状況を背景に、本研究課題は、近代的な観測データが整備される以前の地震・火山噴火に関連する史料を収集し、それに基づいたデータベースを拡充することによって、近代以前の地震・火山噴火に関する情報の基盤を形成し、長期的な地震・火山活動の解明と予測に関する研究に資することを目的としている。

今期研究計画においては、既公開の地震史料の校訂と新たな史料の収集により、前期研究計画で構

築・公開した「地震史料集テキストデータベース」を拡充する。これはOCR等を活用して既刊の地震史料集をテキスト化し、データベースとして公開したものだが、既刊の掲載史料には信頼性の劣るものや、誤読・脱漏などもあり、より正確なデータとするためには歴史研究者による校訂が欠かせない。すでに校訂を開始しているが、今後5年間で『増訂大日本地震史料』に由来するテキストについては終了のめどが立つようにしたい。

前期計画では、史料本文中の地名への緯度・経度の情報の付与と地理情報システム上での表示に関するプログラムの開発に着手したが、試験運用に向けてその開発を進めることが、今期計画でデータベースの拡充を図るうえでの目標となる。それによって、他のデータベースとの連携や他分野の知見との融合が図れれば、地震・火山噴火現象についての理解の精度が上がる可能性があり、その点でも重要な研究である。

また、収集・蓄積した史料に基づいて、近代以前の地震・火山噴火の実態や、現代とは異なる社会状況の下で発生した災害のなかでの人々の行動や復興などに関する検討を進める。

(7) 本課題の５か年計画の概要：

研究計画期間を通じて、以下の内容について計画を進める。「地震史料集テキストデータベース」の拡充については、東京大学地震火山史料連携研究機構の課題と連携して進める。

①今期研究計画において公開した「地震史料集テキストデータベース」に収録された史料について、原典史料による校訂を継続して実施する（令和6～10年度）。

②全国各地の史料所蔵機関に所蔵される日記史料を中心に地震・火山史料の収集を行い、新発見の史料については「地震史料集テキストデータベース」に順次搭載する。史料調査先として、令和6～8年度は主に西日本、令和9～10年度は主に東日本を予定している。

③蓄積した地震史料によって、19世紀初めから明治初年に至る全国各地の震動状況を分析する（令和6～10年度）。その結果を可視化し、可能なものから公開する。

④「地震史料集テキストデータベース」に収録された地名に位置情報を付与し、地図表示できるようにする。地名数が膨大になるため，史料から自動抽出する方式と、地名に位置情報を効率的に付与する方式の開発を行う。地震史料中の地名を人間文化研究機構の歴史地名データと照らし合わせながら地名データの整備を行う（令和6～10年度）。

⑤史料を活用して、個別の地震・火山活動の実態、人々の行動や復旧・復興などについて検討する（令和6～10年度）。

(8)実施機関の参加者氏名または部署等名：

杉森玲子（東京大学史料編纂所）,及川 亘（東京大学史料編纂所）,荒木裕行（東京大学史料編纂所）,林 晃弘（東京大学史料編纂所）,山田太造（東京大学史料編纂所）,小瀬玄士（東京大学史料編纂所）,小林優里（東京大学史料編纂所）,榎原雅治（東京大学史料編纂所）,水野 嶺（東京大学史料編纂所）

他機関との共同研究の有無：有

古村孝志（東京大学地震火山史料連携研究機構）,鶴岡 弘（東京大学地震火山史料連携研究機構）,加納靖之（東京大学地震火山史料連携研究機構）,前野 深（東京大学地震火山史料連携研究機構）,三宅弘恵（東京大学地震火山史料連携研究機構）,大邑潤三（東京大学地震火山史料連携研究機構）,佐竹健治（東京大学地震研究所）

(9)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：

電話：

e-mail：

URL：

(10)この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：杉森玲子

所属：東京大学史料編纂所

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：UTS_01

（1）実施機関名：

東京大学理学系研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）先進的な測地観測データの有効利用に向けた広域地殻変動モデルの開発
（英文）Global deformation modeling for effective use of advanced geodetic data

（3）関連の深い建議の項目：

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化
ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震

（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
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
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
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
イ. 観測・解析技術の開発

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

本課題で開発する球体モデルの基礎となる定式化は，Tanaka et al. (2014)で行った。これを含む一連の理論研究は，4年に1人授与される国際測地学協会ボンフォード賞（2015年度）で評価された。前計画「巨大地震に伴う粘弾性余効変動の解明」は，このモデルを実現象に適用することを目的とし，１）プレート沈み込み境界の形状，密度・弾性・粘性の不均質構造，自己重力を考慮した球体地球モデルにおける粘弾性変形の計算手法を確立し，２）日本列島で発生した過去の巨大地震による余効変動へ適用して既存手法との差を明らかにすることの２つを掲げた。これまでに弾性定数および密度の３次元不均質と自己重力を取り込んだ球体モデルの計算手法の基礎が完成し，この手法を2011年東北地方太平洋沖地震に適用し，余効変動モデルの構築に取り組んでいる。主な成果として，

・2011年の東北地震について，震源付近の海底測地データと遠地の陸上GNSSデータが，半無限モデルを用いた場合には同時によく説明できないが，球モデルを用いることでよく説明できることを示した（Takata and Tanaka, 2022, 測地学会）

・弾性定数や密度の水平不均質が地震時の重力変化に与える影響を定量的に評価し，衛星重力観測の精度を高めることで検出可能なことを示した（Tanaka et al., 2019; Tanaka et al., 2023）。これに関連して，現在，ESA及びNASAで現行の重力衛星の後継機となる衛星の開発が進められており，本研究の手法を用いることで期待される効果についてGFZ地球科学センターのメンバーと共同研究を実施中である。

・光格子時計を用いた地震に伴う重力場変化の検出について，光格子時計発明者の香取秀俊教授とともに別プロジェクトで研究を進めており，粘弾性変形に伴う重力ポテンシャル変化の検出に向け実験を開始している（Tanaka and Katori, 2021）

以上より，開発するモデルの骨格の部分が完成しており，かつ，新しい重力場データを利用するための準備が進められている状況である。

Tanaka, Y., T. Hasegawa, H. Tsuruoka, V. Klemann and Z. Martinec (2014) Spectral-finite element approach to post-seismic relaxation in a spherical compressible Earth: application to gravity changes due to the 2004 Sumatra-Andaman earthquake, Geophys. J. Int. 200, 299-321, doi: 10.1093/gji/ggu391
Tanaka, Y., V. Klemann, Z. Martinec (2019) Surface loading of a self-gravitating, laterally heterogeneous elastic sphere –preliminary result for the 2D case, International Association of Geodesy Symposia, https://doi.org/10.1007/1345_2019_62
Tanaka, Y. and H. Katori (2021) Exploring potential applications of optical lattice clocks in a plate subduction zone, Journal of Geodesy, DOI :10.1007/s00190-021-01548-y.
Tanaka, Y., V. Klemann, Z. Martinec (2023) An estimate of the effect of 3D heterogeneous density distribution on coseismic deformation using a spectral finite-element approach, International Association of Geodesy Symposia.

（6）本課題の５か年の到達目標：

GNSS, GRACE等の宇宙測地技術や海底測地観測によって，巨大地震の直後から卓越する粘弾性緩和や，巨大地震の数カ月前に発生した列島規模の重力異常といった新しい現象が報告されている。これらに共通するのは変動の空間スケールが100 km以上にも及ぶことである。こうした大規模な変動や重力場の変化を物理モデルで扱うには，地球を自己重力の働く球体として扱うのが自然であるが，国内ではそのようなモデルがほとんど開発されていない。また，固体地球潮汐，海洋潮汐等の比較的空間スケールの大きな変動が，プレート境界に応力擾乱を及ぼしスロー地震を誘発させることも明らかになってきた。球体モデルは，そのような広域的な応力擾乱の影響を調べる際にも有用である。
本課題は，先進的な測地観測技術（海底地殻変動計測，欧米で開発中の新しい重力衛星，一般相対論に基づいて重力ポテンシャルを測る光格子時計）で得られるデータを有効に活用するため，広域地殻変動と重力場変化を正確に計算できる球体モデルを開発する。また，室内実験や地球物理観測から示唆されている非線形レオロジーも取り込めるよう拡張する。このモデルを用いると地殻変動の粘弾性グリーン関数を構築できるため，プレート境界すべりの把握やスロー地震を含む地震発生サイクルモデルの高度化に貢献することが期待できる。5か年で，１）三次元的な粘弾性構造の不均質，自己重力，非線形レオロジーを考慮した球体モデルを実データへ適用するための効率的な計算手法を開発し，２）先進的なデータが加わった場合に得られる効果をシミュレーションおよび実際の観測データを用いて定量的に示すことを目指す。

（7）本課題の５か年計画の概要：

研究期間全体を通してモデル開発を進めるとともに，研究期間後半で新しいデータを用いることによる改善効果を実証する。
１年目：非線形レオロジーの球体モデルへの取り込み
２年目：不均質やレオロジーのパラメータが地殻変動，重力場に与える影響のフォワードモデリングによる調査
３年目：新たな衛星重力データを用いた場合に拘束が可能となる，粘弾性レオロジーやプレート境界すべりの，疑似データを用いたシミュレーションによる特定
４年目：地殻変動の短波長成分の効率的な計算手法の開発
５年目：2011年東北地震の粘弾性緩和モデルと光格子時計データとの比較，南海トラフの測地データを用いたプレート境界すべりの球体モデルによる推定

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

田中愛幸（東京大学大学院理学系研究科）,中小路一真（東京大学大学院理学系研究科）,Lili GE（東京大学大学院理学系研究科）
他機関との共同研究の有無：有
Volker Klemann（GFZ Potsdam）,Henryk Dobslaw（GFZ Potsdam）,Zdenek Martinec（DIAS）

（9）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：
電話：
e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：田中愛幸
所属：東大院理

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：UTS_02

（1）実施機関名：

東京大学理学系研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）コミュニティ断層モデルの構築と公開
（英文）Development of open access community fault model

（3）関連の深い建議の項目：

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化
イ. 内陸地震

（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
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
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）
イ. 内陸地震の長期予測
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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

拠点間連携一般課題として，「コミュニティ断層モデルの試作」を実施した．平均変位速度の大きな約50の断層帯を対象として，モデル作成を実施した．既存の地表トレースデータをもとにして，地下の震源断層3次元形状モデルの作成を完了した．

（6）本課題の５か年の到達目標：

コミュニティ断層モデル（CFM）は，強震動計算などの地震災害研究や震源過程のシミュレーションやデータ解析などの基礎研究において幅広く使用することを目的とした３次元非平面モデルである．諸外国で構築が進んでおり，広く研究コミュニティ（米国SCECなど）による評価を受け，継続的な更新がされていることが特徴である．本研究課題では，上流側の活断層地形・地質，地下構造から下流側の地震動，震源物理，地殻変動までの，幅広い研究者が参加して，これら問題を乗り越える日本版CFMを構築し公開することを目的とする．今後５年間で，地震本部で定めた主要活断層帯を目安にして，３次元形状モデルを構築して使いやすい形で公開することを目標とする．さらに速度構造モデル構築の事業とも連携し，地震・津波研究の共通データ基盤を与えられるようにする．

（7）本課題の５か年計画の概要：

1～2年目では，既存データに基づくコミュニティ断層モデルVer. 1の構築と評価を経てオンライン上で公開する．諸外国の例を参考にVer.1はすでに公開されているカタログ値を用いることとし，産総研活断層データベースに収録された地表トレース位置と地震本部の長期評価およびJ-SHISモデルで定められた断層傾斜角を用いて3次元断層モデルを作成する．形状モデル作成のために，GISソフトのArcGISとCADソフトのLeapFrogを使用する．
3～5年目では，個々の断層帯で異なるデータの量と質を考慮して，可能な断層帯についてはより詳細なモデルへの更新（Ver. 2）を行う．また，地下構造について解釈の定まっていない断層については，

両論併記するため，オルタナティブモデルも併せて作成して公開する．計画終了時点で，災害誘因予測や地震発生過程の研究での使用状況を踏まえ，モデル化方法や利活用における問題点とその改善を検討し，その後のモデル更新における課題を整理する．

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

安藤亮輔（東京大学，大学院理学系研究科）
他機関との共同研究の有無：有
吾妻崇（産業技術総合研究所，活断層・火山研究部門）

（9）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：
電話：
e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：安藤亮輔
所属：東京大学，大学院理学系研究科

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：UTS_03

（1）実施機関名：

東京大学理学系研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）フィリピン海プレート縁辺の海溝沿いを対象とした古津波履歴と規模の高精度復元
（英文）Reconstruction of paleotsuami histories at subduction zones along the Philippine Plate

（3）関連の深い建議の項目：

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

（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
ウ. 地形・地質データの収集・集成と文理融合による解釈

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

研究課題「沿岸巨礫を用いた古津波評価法の検討：南海トラフ～琉球海溝の連動可能性評価に向けて」において、以下の研究成果が得られた。この課題では、現地調査、試料分析、数値計算により、沿岸巨礫を用いた古津波評価法の検討を行った。さらに、特に琉球列島北部に分布する巨礫群を活用することにより、南海トラフ－琉球海溝の連動可能性評価を行った。具体的な成果を以下に挙げる。 沖縄県の水納島を対象として古津波堆積物調査を実施し、琉球海溝南部の過去約1000年間の古津波履歴を明らかにした（Fujita et al., 2020 PEPS）。また、台風起源と考えられるサンゴ礁上の巨礫群を制約条件として活用することにより、これらの巨礫をより内陸に運搬する規模の津波はサンゴ礁形成後に発生していないとの仮定のもとで最大津波規模を数値計算により推定し、それを説明できる地震規模を推定する手法を開発した。この成果のうち、琉球海溝中部での成果を取りまとめた（Minamidate et al., 2022 EPSL）。また、10 mを超えるような巨大な津波石について、通常通りの測量が難しく従来は形状を把握できなかったため、数値計算による巨礫規模の復元が困難であった。この問題に対し、LiDARを活用することで植生下の巨礫の形状を復元することに成功した（Nakata et al., 2023 Scientific Reports）。このように、本課題から複数の学術論文として成果が出されており、既に長期評価にも引用されるなどの実績がある。

（6）本課題の５か年の到達目標：

本課題では、フィリピン海プレート縁辺を調査対象地域とし、確度の高い識別プロキシを用いた津波堆積物の認定を行った上で、多点放射性炭素年代測定とその統計解析によって、各海溝沿いの基準となる年代モデルの構築を行うことを目的とする。そして、フィリピン海プレート縁辺の各沈み込み帯における津波履歴・規模の最新成果を提示し、巨大地震・津波の長期評価へと繋げる。

（7）本課題の５か年計画の概要：

本研究では、(1) フィリピン海プレート縁辺の複数地点で試料を採取し、(2) 津波堆積物の識別を行ったのちに、(3) 多点放射性炭素年代測定で津波発生年代を特定する。
(1) フィリピン海プレート縁辺での試料採取（令和6-8年度）　調査対象は南海トラフ、相模トラフ、南西諸島海溝、伊豆小笠原海溝沿いの複数地域とする。先行研究、地形判読、および申請者らの既往

調査実績等に基づき調査地点を厳選し、網羅的に予備的な調査を行う。予備調査で選別した研究に適した調査地において本調査を行い、長さ数メートルの連続試料や巨礫に付着したサンゴ試料などの採取を行う。
(2) 津波堆積物の識別（令和7-9年度）　(1) で採取した試料に含まれるイベント堆積物が津波で堆積したかどうか識別を行う。津波流入の痕跡は、イベント直後は残っていることがあるものの、生物擾乱や地下水の移動などにより、時間経過とともに失われてしまう。津波堆積物の確かな識別には、長期間（数百年～数千年間）地層中に保存されるポテンシャルを持ち、かつ、信頼性の高い証拠を見つけ出す必要がある。そこで、生物起源の有機化合物であるバイオマーカーや、存在している生物種が遺伝子レベルでわかる環境DNAなども活用し、イベント層の起源を直接的に明らかにすることを目指す。
(3) 多点放射性炭素年代測定による高精度年代決定（令和6-10年度）　(2) で認定した津波堆積物の高精度年代決定を行う。従来、津波堆積物の年代決定には、主に放射性炭素（14C）年代測定法が用いられている。本研究では誤差を極力なくすため、広域にわたる試料を統一した前処理手順、分析機器で測定を行う。また、本研究では同一層準で複数の年代測定を行うことで再現性を確認し、統計的手法を活用して真の年代を絞り込む。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

後藤和久（東京大学大学院理学系研究科）
他機関との共同研究の有無：有
横山祐典（東京大学大気海洋研究所）,藤野滋弘（筑波大学生命環境系）

（9）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：
電話：
e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：後藤和久
所属：東京大学大学院理学系研究科

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：UTS_04

（1）実施機関名：

東京大学理学系研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）観測データと物理シミュレーションを統合した地震発生長期予測手法の構築と予測実験
（英文）Integrated model of earthquake source physics and observational data: Development and forecast experiments

（3）関連の深い建議の項目：

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）
イ. 内陸地震の長期予測

（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
(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

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

前計画において，長期予測手法の高度化のために，地形学・地質学的データの新たな定量的解析手法の開発を実施した．また，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地震シーケンス（サイクル）シミュレーション手法を開発し，いくつかの事例について検証を行った．

（6）本課題の５か年の到達目標：

大地震の規模と時期についての長期予測手法を，地形・地質学・地球物理学的観測データ，物理モデルを統合し，物理過程を定量的に考慮した手法へと高度化することを目的とする．今後5年間では，国内外のコミュニティ断層モデルの課題と連携することで複数の主要な活断層帯を対象として，観測データを考慮した地震シーケンス（サイクル）シミュレーションおよび動的破壊シミュレーション（予測実験）を実施する．モデルの検証を行い予測性能や不確実性を定量的に評価するとともに，最近発生した地震の観測・調査データと詳細に比較することで手法の改良を行う．また，これまで開発した詳細DEMや年代試料の機械学習を用いた解析手法を，複数の地域に適用して断層の活動性を定量的に推定する．

（7）本課題の５か年計画の概要：

シミュレーション研究では，これまでに開発した超大規模並列計算に最適化したアルゴリズムを用いて，国内外に対象地域を定めて多数サイクルの地震繰り返し過程および大地震の動的破壊過程を計算し，観測データと比較する．シミュレーションについては，5か年の間に概ね2年間で1事例の割合で実施し，期間前半でモデル構築，後半で観測との比較・モデル評価改良を行う．また5年間で，プレート境界地震と内陸地震の相互作用を，応力蓄積過程および粘弾性効果を含めたモデル化を行う．2年目および5年目には，コミュニティ断層モデルと連携して，当該課題で構築される断層形状モデルをシミュレーションに実装する．
また変動地形の数値データを用いた定量化手法を，能登半島などの海成段丘に適用し，段丘の標高分布を明らかにする．あわせて，段丘堆積物から年代試料の採取分析を行い，段丘形成年代や平均変位

速度，活動履歴等を解明する．

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

安藤亮輔（東京大学，大学院理学系研究科）
他機関との共同研究の有無：有
今西和利（産業技術総合研究所，活断層・火山研究部門）,宍倉正展（産業技術総合研究所，活断層・火山研究部門）

（9）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：
電話：
e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：安藤亮輔
所属：東京大学，大学院理学系研究科

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：UTS_05

（1）実施機関名：

東京大学理学系研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）階層性破壊すべりモデルの高度化と高速低速地震予測への活用
（英文）Hierarchical earthquake modeling for fast and slow slip process

（3）関連の深い建議の項目：

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

（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
(3) 地震発生過程の解明とモデル化
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
イ. 観測データに基づく経験的な予測と検証
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
6 観測基盤と研究推進体制の整備
(4) 国際共同研究・国際協力
(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）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

「地震発生場のテクトニクスとマルチスケール地震現象の予測可能性」
本研究では、階層的な地震現象のイメージング手法として、規模の違う地震の波形の立ち上がりの比較、地震発生帯における階層構造の破壊開始点とセントロイドを使った定量化を行った。これらの手法を用いて、ある地域で階層的なパッチが相互作用しながら破壊を繰り返すという地震の基本的な震源の性質を解明した。また階層性の乏しい現象として、スロー地震に注目し、その様々な分析手法を開発した。基本的なテクトニック微動の検出震源決定ツール、複雑な微動波形から単純な波形を抽出する手法、微動活動の地域的な特徴抽出のための統計的標準モデルなどである。これらを用いて地域的な微動活動の特徴抽出と将来の活動予測実験を行った。
データ分析から得られる階層構造を説明する数値モデルの開発も行った。階層間のカスケードアップ可能性の伝播速度依存性を調べたり、階層構造を持つ地震発生帯における地震サイクルシミュレーションを行った。
地震とスロー地震を比較しながら研究することで、普通の地震が持つ階層性の意味を明らかにすることができた。最終年度のまとめ的な成果として、スロー地震と普通の地震は何が違うか？という論文を執筆し、両者が異なる物理プロセス（波動と拡散）であることをを指摘した。地震研究者にとって地震は普通の現象だが、地球内部の変形プロセスとしては、珍しいものであることを示した。

（6）本課題の５か年の到達目標：

地震の始まりはプレスリップモデル、カスケードモデルの２つのエンドメンバー、もしくはその中間的なモデルで表されるという認識が確立されようとしている。とくにカスケードモデルでは、最終的

な巨大破壊に至る過程で、階層的構造を破壊していくプロセスの理解が重要である。
一方、地震発生場に固有な性質があるという認識も広まり、繰り返し地震の特徴や予測についての研究が進歩している。但し単純な孤立的繰り返し地震だけを対象にしていては、理解には限界がある。より複雑な、階層性のある繰り返し地震の理解を進めなければいけない。
当グループは、階層的破壊すべりの特性化において、世界の研究をリードしてきた。また近年階層性のある、準繰り返し地震というべき現象の詳細な分析法に道を拓いた。それでも発見から約20年たつスロー地震などの低速すべり現象は、現在の特性化の枠組みに含まれていない。これは地震準備プロセスのうちプレスリップモデルと特に深いかかわりを持つ現象であり、いかに階層的破壊モデルに取り込むかが、重大な懸案となっている。
災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第３次）では、特に地震発生の物理モデルに基づく予測と検証において、階層的構造の解明が重要テーマに掲げられている。そこで本課題では、階層的破壊すべりモデルの高度化と適切に低速すべりを取り込む方法論、およびそれを用いた地震現象の将来予測手法を目的とした研究を行う。

（7）本課題の５か年計画の概要：

地震の破壊には、ある程度の規則性がある。単純な繰り返し地震はその極端な例であり、最近は繰り返し地震の中に含まれる階層的な構造を使って、大小様々な地震が中途半端に繰り返す例（準繰り返し地震）も知られるようになってきた。本研究室では、これまでOkuda and Ide (2018)やChang and Ide (2021)によって、階層的構造の特性化手法を開発してきた。この手法を高度化すること、および他の地域に適用することによって、地震発生場の階層性の特徴把握を進める。すでに研究が進んでいる東北沖地域を中心に手法の改良と適用を進めるとともに、同じような手法を日本ほど十分なデータがない世界の他地域に適用するため方法論を明らかにする。具体的作業には、大量の地震・測地データを効率よく利用するためのデータベースの再構築も含まれる。
階層的構造のカスケード的破壊モデル化の高度化も進める。Ide and Aochi (2005)の基本モデルIA05を、様々な摩擦法則と計算条件のもとで、現実的な地震サイクル計算できるように拡張する。その際、背景領域にスロー地震の影響を取り込む。東北沖では階層的地震破壊とスロー地震が近接し、一種の相互作用が期待される。上記データ分析の拡張によって、相互作用の特徴抽出をし、それを階層的破壊すべりモデルで再現するためのモデル改良を行う。
将来予測については、これまでに単純な繰り返し地震への確率的予測モデルがあり、スロー地震についてもIde and Nomura (2022)がプロトタイプ的なモデルを開発している。これらのモデルを改善するとともに、階層的破壊すべりである、準繰り返し地震の確率的予測のためのモデル開発を行う。開発したモデルを実際の現象に適用し、リアルタイムで予測結果を更新できるシステム開発を行う。
年次計画：
令和6年度　東北沖地域を中心としたデータ分析、IA05の拡張、既存データベースの再構築
令和7年度　海外データも含めたデータ解析、IA05拡張モデルの適用、予測モデルの整備
令和8年度以降　データ解析の高度化・多様化、IA05拡張モデルによる予測、リアルタイム化

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

井出哲（東京大学大学院理学系研究科）
他機関との共同研究の有無：無

（9）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：
電話：
e-mail：
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：井出哲

所属：東京大学大学院理学系研究科

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：UTS_06

（1）実施機関名：

東京大学理学系研究科

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）熱水系卓越型火山における火山活動評価手法高度化のための地球化学的観測技術の進展
（英文）Improvement of geochemical monitoring techniques for activity evaluation of hydrothermal-dominated volcanoes

（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
(6) 高リスク小規模火山噴火

（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
(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化
(5) 地震発生及び火山活動を支配する場の解明とモデル化
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
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）

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

新規研究

（6）本課題の５か年の到達目標：

熱水系卓越型火山の活動は、深部マグマからの熱や流体の供給・移動が浅部の熱水系を介して行われるため、マグマ噴火を起こす火山に比べてその過程は複雑で、活動の微細な変化を捉えることが難しい。近年の地球化学的観測の進展により、熱水系卓越型火山における火山性流体の振る舞いとして、マグマ性流体と熱水系流体の量比が活動推移を反映して変化することが明らかになってきた。火山ガスに特徴的な成分には、二酸化硫黄と硫化水素が挙げられるが、前者はマグマ性火山ガス、後者は熱水系火山ガスの代表的な成分である。熱水系卓越型火山での活動状況の把握では、このうち硫化水素のモニタリングが重要なカギになると期待される。また、火山ガスによる活動評価では、化学組成と放出フラックスの情報を入手可能にすることが活動の微細な変化を捉えるために不可欠であり、火山活動が活発化しても安定して火山ガスの情報を提供できる体制の確立が重要である。現状では、硫化水素を中心に放出する熱水系卓越型火山では、従来の観測方法では火山ガス放出フラックスの測定ができないため、火山ガスの量的な情報による火山活動評価や噴気活動の盛衰の評価ができていないのが課題となっている。
本研究課題では、熱水系卓越型火山での火山活動評価の高度化を目指すため、2点の観測技術の開発・確立を目指すものである。
１．安定して火山ガス化学組成情報を入手するための、ドローンを用いたMultiGAS観測技術の向上
２．熱水系卓越型火山における、新たな地球化学的指標の開拓に向けた観測技術の向上
2-1 火口や噴気地帯からの硫化水素放出フラックス観測手法の確立と応用
2-2 硫化水素土壌ガスフラックス測定に向けた硫化水素測定装置の開発と新たな噴気活動指標の探索

（7）本課題の５か年計画の概要：

「１．安定して火山ガス化学組成情報を入手するための、ドローンを用いたMultiGAS観測技術の向上」では、産業用小型ドローンに搭載可能で、熱水系卓越型火山の噴気の主要成分を網羅的に測定できる超小型MultiGAS装置の開発とテスト観測を行い、火山活動の推移過程のモデル化に資する火山ガス組成観測データの充実を図る。

「2-1 火口や噴気地帯からの硫化水素放出フラックス観測手法の確立と応用」では、ドローン搭載用の鉛直硫化水素センサーアレイを開発し、噴煙断面の硫化水素の二次元分布を求める方法を確立することで、硫化水素放出フラックスを求める観測手法を確立する。

「2-2硫化水素土壌ガスフラックス測定に向けた硫化水素測定装置の開発と新たな噴気活動指標の探索」では、硫化水素土壌ガスフラックス測定のための装置を開発し、噴気地帯周辺の二酸化炭素と硫化水素フラックスの時空間的違いを調べ、噴気活動の変化の指標としての有効性を検討する。

各年度の計画は以下のとおりである。

令和6年度：3つの開発テーマの装置の試作機を作製し、基礎実験、テスト観測を行う。

令和7年度：阿蘇山や霧島硫黄山などで、超小型MultiGAS測定や硫化水素フラックスのテスト観測を実施する。硫化水素土壌フラックス測定装置の基礎実験とテスト観測を継続する。

令和8年度：超小型MultiGASの試作機でテスト観測を行いつつ、改良を重ね完成を目指す。硫化水素の放出フラックス測定では、前年度までの試験観測を踏まえ、観測装置の改良や測定方法の検証を行う。また、開発した装置を用いた硫化水素土壌フラックス測定方法を確立し、硫化水素と二酸化炭素の時空間変化の調査を開始する。

令和9－10年度：阿蘇山・霧島硫黄山などの火山で観測を行いつつ、開発した超小型MultiGAS装置を用いたドローンによる火山ガス観測のシステム化を推進する。令和9年度に阿蘇山か霧島硫黄山で、硫化水素フラックス測定を実施し、開発した手法の評価と検証を行い、観測プロトコルを確立する。硫化水素土壌フラックス測定装置の結果と二酸化炭素土壌フラックスを組み合わせた調査を繰り返し、これらの時空間変化が活動指標としての有効性を評価・検証する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

森 俊哉（東京大学大学院理学系研究科）

他機関との共同研究の有無：有

森田 雅明（東京大学地震研究所）,横尾 亮彦（京都大学大学院理学研究科）,角皆 潤（名古屋大学大学院環境学研究科）

（9）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：東京大学大学院理学系研究科
電話：0358414649
e-mail：mori@eqchem.s.u-tokyo.ac.jp
URL：

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：森俊哉
所属：東京大学大学院理学系研究科

令和６年度～令和１０年度観測研究計画

課題番号：YAM_01

（1）実施機関名：

山梨大学

（2）研究課題（または観測項目）名：

（和文）火山噴火災害における地域住民や登山者のハザード理解とリスク認識に関する研究
（英文）Research on hazard understanding and risk awareness of local residents and hikers in volcanic disasters

（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
(5) 大規模火山噴火

（4）その他関連する建議の項目：

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
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
(6) 高リスク小規模火山噴火

（5）令和５年度までの関連する研究成果（または観測実績）の概要：

新規研究

（6）本課題の５か年の到達目標：

・火山噴火災害における地域住民のハザード理解とリスク認識を明らかにする
・火山噴火災害における登山者のハザード理解とリスク認識を明らかにする
・火山噴火災害の適切な理解を促進するためのハザードマップを試作する

（7）本課題の５か年計画の概要：

令和6年度は、地域住民のハザード理解とリスク認識を計測するための標準的な質問紙設計を行う。ただし、ハザードマップは火山毎に特性が大きく異なること、特に大規模火山噴火が想定されている火山と高リスク小規模火山噴火の特性の違いに留意する。モデル地域でアンケート調査を実施しその結果を質問紙設計にフィードバックする。

令和7年度は、登山者のハザード理解とリスク認識を計測するための標準的な質問紙設計を行う。モデル地域でアンケート調査を実施しその結果を質問紙設計にフィードバックする。

令和8年度は、令和6年度と令和7年度の成果を踏まえて、モデル地域に調査結果をフィードバックし意見交換を行う。モデル地域の火山の研究者、自治体実務者を集めた研究集会を行い、ハザードマップのあり方を討議するとともに、質問紙の見直しを行う。

令和9年度は、開発した標準的な質問紙を用いて、地域住民のハザード理解とリスク認識を調査する。調査結果をもとに、火山ごとに住民のハザード理解とリスク認識の特徴を明らかにする。適切な理解を促進するための動的なハザードマップの試作を行う。

令和10年度は、開発した標準的な質問紙を用いて、登山者のハザード理解とリスク認識を調査する。調査結果をもとに、火山ごとに登山者のハザード理解とリスク認識の特徴を明らかにする。試作した動的なハザードマップを改良し、その有効性を検証する。

（8）実施機関の参加者氏名または部署等名：

佐藤　史弥（山梨大学大学院総合研究部附属地域防災・マネジメント研究センター）,大槻　順朗（山梨大学大学院総合研究部附属地域防災・マネジメント研究センター）,武藤　慎一（山梨大学大学院総合研究部附属地域防災・マネジメント研究センター）,秦　康範（日本大学危機管理学部）,南沢　修（長野県）,吉本　充宏（山梨県富士山科学研究所）,石峯　康浩（山梨県富士山科学研究所）,本多　亮（山梨県富士山科学研究所）

他機関との共同研究の有無：有

久保智弘（山梨県富士山科学研究所）,亀谷伸子（山梨県富士山科学研究所）

（9）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：山梨大学大学院総合研究部附属地域防災・マネジメント研究センター
電話：
e-mail：
URL：https://desire.yamanashi.ac.jp/

（10）この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：佐藤史弥
所属：山梨大学大学院総合研究部附属地域防災・マネジメント研究センター