

(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) 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。

(6) 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。

(7) 令和6年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

対象火山において多項目連続観測によるモニタリングを実施するとともに、機動観測となるドローン観測も計画通りに実施できた。火山活発化指数（Volcano Unrest Index：VUI）による評価指標の検討については、吾妻山において前建議計画において試作したVUIの項目追加等の検討を行った。また、関係者による研究集会を2025年1月に札幌にて開催した（ハイブリッド形式）。

各火山における観測は、以下に記すように概ね順調に進展している。

【雌阿寒岳・十勝岳・樽前山・有珠山・北海道駒ヶ岳】（北大・東大理・東大地震研・気象庁・道総研）

・道内主要5火山地域における地震・地殻変動・地磁気・土壌ガス等の連続・繰り返し観測を継続した。（北大・東大理・気象庁）

・十勝岳の62-2火口周辺一帯において、本課題に配分された研究経費でレンタルしたドローン用の磁気観測装置を用いた空中磁気測量を行い、2023年の測量成果と差分を取って浅部磁化構造の時間変化の推定を進めた。（北大）

・十勝岳の山頂火口域において、ドローン用のマルチガス観測装置を用いた噴気観測を行い、火山ガスの組成比に関する情報を得た。（北大・東大地震研）

・雌阿寒岳山頂の中マチネシリ及びポンマチネシリ火口域一帯において空中磁気測量を実施し、浅部磁化構造の暫定的なイメージを推定した。（北大）

・雌阿寒岳の中マチネシリ火口において、ドローン用のDOASを使ったSO₂放出率の観測を行い、2023年度に行ったマルチガス観測の結果を参照して、SO₂放出率から放熱率を推定した。（北大・東大理）

・十勝岳と樽前山での繰り返し温泉・噴気観測を行い、十勝岳では温泉成分や同位体比等に活発化を示唆する変化が無いことを確認した。（道総研）

【吾妻山】（東北大・気象研）

・前建議計画から引き続きとなる地震・地盤変動等の多項目連続観測を継続した。（東北大）

・前建議で作成したVUI評価シートの中で未検討となっていた深部低周波地震と局所面積ひずみの評価方法について検討を進め、1997年以降のデータへの適用を試みた。（東北大）

・マルチガスの連続観測を継続し、ガス濃度比評価の支障となっていた複数噴気孔からの噴気シグナルの分離法を検討した。（気象研）

【焼岳】（京大防災研・信州大・京大理・北大ほか）

・前建議計画から引き続きとなる地震・地盤変動・地磁気等の連続観測を継続した。（京大防災研・信州大・京大理ほか）

・検知管・マルチガス・DOAS等を用いた繰り返し噴気観測を実施し、噴気温度・ガス組成比・見かけ平衡温度等を推定した。（信州大ほか）

・2023年に実施した山頂域での繰り返し磁気測量のデータの解析を進め、山頂域に2つの消磁源を仮定することでおおよそ観測値を説明できることを確認した。（信州大・北大ほか）

・山頂域や主要噴気孔一帯でのドローンによる可視光観測と熱赤外観測を実施した。可視光観測では、

オルソ画像から作成した地形情報の差分を取ることで顕著な変化がないことを確認した。熱赤外観測では、主要噴気孔一帯での熱画像を取得し、温度異常の状況を調べるとともに日射や噴気の影響を確認した。（信州大ほか）

【御嶽山】（名大・日大）

- ・前建議計画から引き続きとなる地震・地盤変動等の連続観測を継続した。（名大）
- ・地震検知の処理方法を変更し、山頂域における地震活動の検知数の増加を図った。（名大）
- ・2014年噴火前後の両期間における特徴的なタイプの地震（各期間で3つ）をテンプレートとし、Matched Filter法を用いて2007年噴火に関する地震のタイプの時間変化を調べた。（名大）
- ・山頂域におけるGNSS観測点の増強と相対重力観測を実施したほか、山腹域で絶対重力観測を実施した（名大ほか）
- ・山体に近い一部路線での水準測量を実施し、2023年-2024年の変化として山側の沈降を確認した。（名大・日大）
- ・ドローンによる地獄谷火口と周辺の測量のため、試験飛行を行った。来年度のドローン調査に向けて、既存データに基づき調査地の選定を行い、今年度は三ノ池溶岩の分類を行った。（名大）

【九重山】（京大理）

- ・2025年度に予定するドローン熱赤外観測の事前調査と噴気観測を実施した。
- ・多孔質弾性体の不均質を考慮した熱水系の力源モデルについて検討を行い、九重山の1992年-1998年の地盤変動に適用を試みた。

【口永良部島】（京大防災研）

- ・前建議計画から引き続きとなる地震・地盤変動等の連続観測を継続した。
- ・火山活動に影響を与えていると考えられる浅部水環境の検討に向けて、湧水地点のマッピングを行った。

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

火山活動活発化事象を含む噴火休止期における各種観測項目の時空間変化が対象火山で進められ、一部の火山では深部活動と浅部活動を分けた評価指標の提案が行われるなど、火山活動のモデル化や活動評価と試行（重点課題）の目的に大きく貢献している。火山災害の軽減のためには、噴火が発生するまえに火山活動を適切に評価し、噴火発生時期、噴火規模などを予測することが重要である。本研究は「モニタリングによる火山活動の評価」を通して災害軽減に貢献している。

(8) 令和6年度の成果に関連の深いもので、令和6年度に公表された主な成果物（論文・報告書等）：

- ・論文・報告書等

Maeda, Y., 2024, A numerical model for precursory time sequences of the phreatic eruptions of Mt. Ontake, central Japan. Earth Planets Space, 76, 63, doi:10.1186/s40623-024-02013-8,査読有,謝辞無

- ・学会・シンポジウム等での発表

藤原直哉・青山 裕, 2024, アレイ観測による十勝岳の火山性地震・微動発生源推定, 日本火山学会2024年度秋季大会, P08

保苅健陽・田中 良・橋本武志・小山崇夫, 2024, ドローン空中磁気測量による十勝岳の地下浅部の磁化構造の推定, 日本地球惑星科学連合2024年大会, STT34-P03

Hokari, T., R. Tanaka, T. Hashimoto, T. Koyama, 2024, Shallow thermal demagnetization beneath Tokachidake Volcano revealed by a UAV aeromagnetic survey, 26th EM Induction Workshop, 6P06

保苅健陽・田中 良・橋本武志・小山崇夫, 2024, 十勝岳におけるドローン空中磁気測量, 北海道火山勉強会, P1

保苅健陽, 2024, ドローン空中磁気探査の火山観測への応用, ドローン物理探査研究会第6回研究講演会

泉那由多・青山 裕・田中 良・森 俊哉, 2024, 有珠山山頂域の土壌拡散CO₂フラックスの繰り返し観測および深地温測定を合わせた火山性流体の流動経路推定, 日本地球惑星科学連合2024年大会, SVC26-P03

成田翔平・橋本武志, 2024, 噴気放熱率の全自動推定ツールの試作, 日本火山学会2024年度秋季大会, P133

橋本武志・青山 裕・田中 良・大倉敬宏・森 俊哉・高木朗充, 2024, 雌阿寒岳の火山活発化指数(VUI)の試作, 日本火山学会2024年度秋季大会, P03

浅井 岬・前田裕太, 2024, 御嶽山における周波数-ベッセル変換法による分散曲線の推定, 日本地球惑星科学連合2024年大会, SVC26-P10

浅井 岬・前田裕太・渡辺俊樹, 2024, Modified Frequency-Bessel Transform Method (MFJ法)を用いた御嶽山の地下速度構造推定, 日本火山学会2024年度秋季大会, B3-18

村瀬雅之・前田裕太・堀川信一郎・浅井 岬・金 幸隆・竹脇 聡・及川 純・手操佳子・谷田部史亮・弘田瑛士, 精密水準測量によって検出された御嶽山の上下変動(2023-2024年), 日本測地学会第142回講演会, 11

森田健心・齋藤武士・風早竜之介・網田和宏・三島壮智・大沢信二, 2024, 焼岳, 岩坪谷噴気孔のガス組成から推定される山体内部のガス輸送システム, 日本地球惑星科学連合2024年大会, SVC26-P09

中山舜介・齋藤武士・宿輪隆太, 2024, ドローン写真測量による焼岳の火口地形測定, 日本火山学会2024年度秋季大会, P46

高木朗充・阿部優大・作野 魁・菅野 舜・谷口無我・岡田 純, 2024, マルチガス観測解析技術による吾妻山の火山活動, 日本火山学会2024年度秋季大会, A1-21

山本 希, 2024, 岩手山における長周期地震と火山活動推移, 日本火山学会2024年度秋季大会, A1-18

平戸悠登・田中 良・大園真子・太田雄策・大野圭太郎, 2024, 有珠山2000年噴火時のGPSデータの再解析による地盤変動観測, 日本火山学会2024年度秋季大会, P17

平山裕登・山本 希, 2024, 吾妻山で観測された調和振動型微動のスペクトル構造と非線形構造, 日本地球惑星科学連合2024年大会, SVC26-03

(9) 令和6年度に実施した調査・観測や開発したソフトウェア等のメタ情報:

(10) 令和7年度実施計画の概要:

各火山で地震・地盤変動・全磁力などの多項目観測を継続し、非噴火期の活動評価の基礎となるデータの蓄積を進める。

【雌阿寒岳・十勝岳・樽前山・有珠山・北海道駒ヶ岳】

雌阿寒岳では空中磁気とガス・熱のドローン観測を行う。有珠山では中長期評価の基礎データとなる土壌ガス観測等を実施する。

【吾妻山】

THK_06課題で行う光ファイバーDAS観測も含めた臨時地震観測を実施する。

【焼岳】

《観測項目》のドローン観測のほか、噴気ガスや地温のくり返し観測を継続して行う。

【御嶽山】

東麓の全路線において水準測量を実施する。山頂域でドローンによる地形測量とオルソ画像の作成を行う。

【九重山】

山体全域でドローン空中熱観測を実施する。

【口永良部島】

山麓での水準測量、山頂域地震観測点と山麓GNSS観測点の再整備、山麓湧水地点の踏査調査を実施する（立入規制の状況に合わせて）。

(11) 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）

他機関との共同研究の有無：有

山本 希（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）、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）、山中佳子（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）、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）、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）、村瀬雅之（日本大学文理学部）、齋藤武士（信州大学理学部）

(12) 公開時にホームページに掲載する問い合わせ先

部署名等：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/

(13) 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