

(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7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継続するとともに、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、樽前山のワークシートを新たに試作した。課題関係者による研究集会を2026年1月にオンラインで開催した。

一部、機材調達スケジュールの都合で観測を先送りにした計画や立入規制のために実施できなかった計画があるものの、各火山における観測研究は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）

・樽前山のVUI評価に用いるワークシートを新たに試作し、1967年以降のデータへの適用を試みた。（北大）

・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、2024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。ガス組成比の時間変化から、山体浅部での火山ガス供給系の時間変化を検討した（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、中マチネシリ火口域について2024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）

・有珠山2000年噴火時の前兆地盤変動の再解析を実施し、マグマ貫入に伴うと考えられる浅部地盤変動源を高い時間分解能で推定した。（北大）

【吾妻山・岩手山】（東北大）

・吾妻山の調和振動型微動が持つ特徴が流体流動を考えた自励振動モデルで説明できることを示し、自励振動現象の周期倍分岐の発生条件を系統的に調べた。（東北大）

・岩手山の2024年以降の活動活発化に伴う地盤変動について、GNSSデータの変位場を説明する地盤変動源モデルを推定した。（東北大）

・岩手山で2024年に発生した長周期地震（VLP）のモーメントテンソル解析を行い、震源位置と発震機構を推定した。（東北大）

・岩手山の2024年以降の活動変化の観測・解析の成果を取り入れ、東岩手から山体西側に至る火山性流体供給系の概念モデルをアップデートした。（東北大）

【焼岳】（京大防災研・信州大・北大ほか）

・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・信州大ほか）

・検知管・マルチガス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・水素/酸素同位体比等を推定した。(信州大ほか)

・山頂域での繰り返し磁気測量を実施し、2023年との差分から、山頂北側に2つの消磁源を仮定することで説明できることを確認した。あらたな測量点の追加も行った。(信州大・北大ほか)

・山頂域周辺でのドローンによるLiDAR測量、可視光観測、熱赤外観測を実施した。今年度はネットワークRTKサービスを利用した機体の位置情報が得られたことで、測量精度が大きく向上した。過去の地形測量との差分から、2023年以降は大きな地形変化がないことを確認した。また、熱赤外観測の結果から放熱率を推定した。(信州大ほか)

・可視オルソ画像から地熱域や変色域を抽出し、変質帯と考えられる領域のRGB値の特徴を調べた。(信州大)

・焼岳を南北に横切る測線で取得済みの陸上磁気探査データについて再解析を行い、既解析の二次元比抵抗構造との対比を行った。(京大防災研)

【御嶽山】(名大・日大)

・地震・地盤変動等の連続観測を継続した。(名大)

・2024年12月から2025年1月のunrestについて、1月21日の最盛期(地震活動、最大地震、火山性微動、傾斜変動、長周期地震、震源の移動がほぼ同時発生)の前後で火山性地震の活動域の顕著な変化や発震機構解の変化を確認し、2014年噴火直前との類似性から噴火未遂と見なせる現象であったと解釈した。(名大)

・2015年から2020年のGNSSとInSARデータに見られる変動について、非弾性変形を考慮した変動源推定を行い、標高1800m以上のごく浅部に収縮源を推定した。(名大)

・山麓域を含む全路線での水準測量を実施し、2023年-2025年の変化として山頂方向の沈降と、中の湯路線の相対的な隆起を確認した。2017年に発生したM5.6の地震による影響を補正し、火山活動に関連した地盤変動源モデルを推定した。(日大・名大)

【九重山】(京大理・科学大)

・ドローンを用いた空中熱赤外観測を実施し、InSAR観測で沈降が認められている硫黄山噴気地帯の熱異常域の検出と放熱量評価を行った。(科学大・京大理)

【口永良部島】(京大防災研)

・地震・地盤変動等の連続観測を継続した。また、2014年噴火で被災した山頂地震観測点の復旧作業を行った。(京大防災研)

・2019年から2020年噴火活動期に得られた島内のGNSS変位場について、南西方向へ延びるダイク状圧力源を仮定した予備解析を行った。(京大防災研)

・島内の湧水分布を整理し、古い山体では高標高域からの湧水が見られるのに対し、新しい古岳や新岳の山体では沿岸部を除いて湧水に乏しく、地下水は海水面付近まで下降している可能性が示唆された。(京大防災研)

・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、火山ガス組成比に関する情報からSO<sub>2</sub>放出の中心が古岳であることが確認できた。(東大理・北大ほか)

・ドローンを用いた空中磁気測量を実施し、火山体浅部の磁化構造解析を行った。(北大ほか)

・「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(unrest)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、新しい火山でのVUI指標の作成、火山性流体供給系の概念モデルの改良、unrest前後での火山活動場変化の把握等を通じて、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7年度の成果に関連の深いもので、令和7年度に公表された主な成果物(論文・報告書等) :

・論文・報告書等

・学会・シンポジウム等での発表

- 保苅健陽・田中 良・橋本武志・小山崇夫, 2025, ドローン繰り返し空中磁気測量による十勝岳の浅部熱活動の理解, 日本地球惑星科学連合2025年大会, STT39-P02
- 平戸悠登・青山 裕・田中 良・鈴木敦生・岡田和見・保苅健陽・泉 那由多・立石 悟・筒井優斗, 水準測量による有珠山周辺の地盤変動観測, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SVC32-P04
- 山本 希, 岩手山における長周期地震とその火山活動推移における位置付け, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SVC32-P06
- 太田雄策・大館未来・山本 希・大野圭太郎・出町知嗣・三浦 哲, 稠密多点GNSS観測網とひずみ計から推定した2024年岩手山膨張イベントの力源推定, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SVC32-P08
- 平山裕登・山本 希, 調和振動型微動の振動特性と流体流動の関係の検討, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SVC32-P11
- 浅井 岬・前田裕太・渡辺俊樹, 2025, 火山地域におけるマルチモード表面波分散曲線の抽出: 御嶽山における事例研究, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SVC32-12
- 前田裕太・寺川寿子・山中佳子・堀川 一郎, 2025, 御嶽山の2024~2025年の地震活動, 日本地球惑星科学連合2025年大会, SVC32-11
- 村瀬雅之・前田裕太・山中佳子・松島 健・及川 純・金 幸隆・堀川信一郎・小池遥之・竹脇 聡・浅井 岬・松廣健二郎・内田和也・吉川 慎・井上寛之・若林 環・手操佳子, 2025, 精密水準測量によって検出された御嶽山東山麓群発地震域での上下変動とその解釈 (2016年~2023年), 日本地球惑星科学連合2025年大会, SGD03-P11
- Hokari T., Tanaka, R., Hashimoto, T., Koyama, T., 2025, Repeated drone aeromagnetic surveys to reveal shallow thermal activity at Tokachidake Volcano, IAVCEI Scientific Assembly, 3.8.19
- Asai, M., Maeda, Y., Watanabe, T., 2025, Extraction of multimodal surface wave dispersion curves in volcanic area: case study on Mt. Ontake, central Japan, IAVCEI Scientific Assembly, 3.1.21
- Izumi, N., Aoyama, H., Tanaka, R., Mori, T., 2025, Repetitive observations of soil diffuse CO<sub>2</sub> Fluxes at Mt. Usu, CCVG/IAVCEI The 15th Field Workshop on Volcanic Gases, 15
- Takahashi, R., 2025, Fumarolic and Hydrothermal Activity in Kuttara, Tarumae and Usu Volcanoes, CCVG/IAVCEI The 15th Field Workshop on Volcanic Gases
- Onishi, A., Tanaka, R., Morita, M., 2025, Volcanic gas measurement by using drone and Multi-GAS at Mt. Tokachi, Hokkaido in 2023 and 2024, CCVG/IAVCEI The 15th Field Workshop on Volcanic Gases, 38
- 泉 那由多・青山 裕・田中 良・鈴木敦生・森 俊哉, 2025, 有珠山山頂地域における土壌拡散CO<sub>2</sub>フラックスの繰り返し観測, 日本火山学会2025年度秋季大会, P09
- 高橋 良・竹内晋吾・藤原 寛・上澤真平・田中 良, 2025, 火山体内部の熱水変質帯の特徴と熱水変質岩の浸透率—十勝岳, ヌッカクシ火口域の事例—, 日本火山学会2025年度秋季大会, B1-20
- 齋藤武士・中山舜介・網田和宏・風早竜之介・宿輪隆太・三島壮智・大沢信二, 2025, 焼岳火山の噴気活動とマグマ熱水系, 日本火山学会2025年度秋季大会, A3-02
- 中山舜介・齋藤武士・宿輪隆太, 2025, ドローンによる焼岳の熱赤外観測, 日本火山学会2025年度秋季大会, P32
- 浅井 岬・前田裕太・渡辺俊樹, 2025, 地震雑微動トモグラフィによる御嶽山の三次元S波速度構造推定, 日本火山学会2025年度秋季大会, P34
- 前田裕太, 2025, 噴火前傾斜変動の比較研究のための波形逆解析手法の改良と御嶽山でのテスト, 日本火山学会2025年度秋季大会, P33

村瀬雅之・前田裕太・堀川信一郎・浅井 岬・竹脇 聡・小池遥之・金 幸隆・松島 健・内田和也・山口雅弘・馬場朱莉・大川航平・吉川 慎・井上寛之・石井杏佳・及川 純・手操佳子・栗原佑典・谷田部史亮, 2025, 精密水準測量によって検出された御嶽山の上下変動, 日本火山学会2025年度秋季大会, A3-06

寺川寿子・前田裕太・堀川信一郎, 2025, 御嶽山の熱水循環システムにおける火山構造性地震の役割, 日本火山学会2025年度秋季大会, A3-05

浅井 岬・前田裕太・渡辺俊樹, 2025, 中部日本御嶽山における地震雑微動トモグラフィの適用, 日本地震学会2025年度秋季大会, P06-05

寺川寿子・前田裕太・堀川信一郎, 2025, 御嶽山における火山性群発地震活動を駆動する物理メカニズムの考察, 日本地震学会2025年度秋季大会, S23-10

関 香織・丸岡照幸・高橋 良, 2025, 十勝岳の火山ガス・温泉水の硫黄同位体比, 日本火山学会2025年度秋季大会, P06

吉村令慧・宇津木充・橋本武志・山崎健一, 2025, 焼岳浅部の比抵抗および磁化構造, 日本火山学会2025年度秋季大会, P31

(9) 令和7年度に実施した調査・観測や開発したソフトウェア等のメタ情報：

(10) 令和8年度実施計画の概要：

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のドローン観測を行うほか、トラバースによるSO<sub>2</sub>放出量観測を行い、2025年9月の小噴火後の活動推移把握に努める。十勝岳では熱活動域が広がりを見せる前十勝西斜面を中心にAMT観測を実施するほか、マルチガスによる火山ガス組成の繰り返し観測を実施する。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課題と連携して地震・地殻変動観測を継続する。

【焼岳】

ドローン観測・地上地磁気観測・噴気観測を継続する。

【御嶽山】

山体に近い一部の路線において水準測量を実施する。御嶽山域の一部においてドローンによる空撮測量を試みる。

【九重山】

既存データを含めた放熱率の解析、過去5年間の未解析SARデータ/GNSSデータの解析を進める。

【口永良部島】

VUI指標の試作を進める。

(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）、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）

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)

(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