

## (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) 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。

## (6) 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ヶ岳において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。

## (7) 令和6年度の成果の概要：

### ・今年度の成果の概要

令和6年度は、計画通り阿蘇山における相対重力と絶対重力の繰り返し測定、地殻変動観測を進めるとともに、吾妻山における地震観測とその解析を行い、両火山の火山活動推移を支配するやや深部（深さ約4～10 km）のマグマだまりから地表にかけての構造と流体供給系に関する基礎情報の蓄積を進めた。

阿蘇山における重力測定については、山上及びその周辺における相対重力を2024年4月、7月、11月及び2025年2月の4回実施したほか、絶対重力の繰り返し測定を行った。相対重力測定はScintrex社CG5型相対重力計を用いて行い、火口近傍での3回の測定では、2023年11月と2024年4月の測定に比べて約 $50 \mu\text{Gal}$ の重力増加が確認された。2024年10月に京都大学・火山研究センター及び山上の本堂観測点で実施した絶対重力想定においても、それぞれ約2年前、約6年前の前回測定時に比べて $6 \mu\text{Gal}$ 、 $22 \mu\text{Gal}$ の重力増加が観測された。これらの重力増加の原因の一つとして火口湖・湯だまりの水位変化による重力変化を見積もると、直近1年の水位変動（約20 mの上昇）による重力変化は高々 $2 \mu\text{Gal}$ である。また、火口直下の熱水貯留域における熱水流動の重力変化への影響も限定的である。このことから、観測された重力変化は阿蘇山の山上、特に火口域の直下における質量増加を反映していると考えられる。

阿蘇山においては、カルデラ内外及び山体中央部におけるGNSS観測も継続して実施するとともに、2021年10月に発生した噴火の前駆的な地殻変動についての解析を進めた。その結果、中岳を中心とする膨張性の地殻変動が2021年10月噴火の前後約3ヶ月間に阿蘇カルデラ全域において認められた。また、中岳近傍の観測点においては南向きの変位が卓越する特徴が見られた。これらの結果は、噴火の前後において、やや深部の圧力源に加えて火口付近の浅部圧力源の変動が生じていたことを示唆する。

吾妻山においては、噴火活動がみられる大穴火口周辺における臨時地震観測点の増強と既設観測点の維持を行うとともに、火山性流体の流動に伴う振動現象の解析や表面波解析による構造推定に必要なデータの取得を進めた。大穴火口直下では、火山活動の推移とともに、火山性地震の震源の浅部への移動などが見られ、火山性流体の移動が示唆されているが、流体の流動そのものに関する観測データや情報は限られていた。そこで本年度は、流体の流動によって生じると考えられる特徴的な振動現象（調和型微動）を抽出し、その振動特性の定量化を進めた。その結果、調和型微動が流体流動に伴う非線形振動によるものであり、流動による駆動圧の変動が周期倍分岐等の調和型振動の複雑な振動を引き起こしている可能性が示された。また、大穴火口周辺における臨時観測網のデータを用いた地震波干渉法解析により、大穴火口付近の極浅部に低速度領域が存在し、その領域の地震波速度が降雨量に相関して変動することが明らかになった。

・「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

本研究課題では、火山噴火を支配するマグマ供給系・熱水系の構造の解明を阿蘇山及び吾妻山において進めるとともに、火山活動推移を支配する流体の挙動の理解を深めることで重点課題である活動評価と試行（重点課題）にも貢献している。また、本研究課題を通じて、火山浅部～やや深部のマグマ・流体供給系の位置・大きさ・構造の解像度を向上させることで、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を蓄積できると考えられる。次年度以降は、光ファイバを用いたDAS観測を吾妻山で実施する予定であり、火山浅部の微細構造の推定などの火山観測の超稠密化・次世代化にむけた取り組みについても進める予定である。

(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

・学会・シンポジウム等での発表

大倉敬宏・成田翔平, 2024, 九州北部における稠密GNSS観測による火山性地殻変動検出, 日本地球惑星科学連合2024年大会, MTT37-P04

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：

阿蘇山における重力観測・地殻変動観測・地震観測を引き続き実施し、これまで観測されてきた地殻変動と重力時空間変化を再現できるような質量変動モデルの構築を目指す。吾妻山においては、機動地震観測を継続するとともに、光ファイバを用いたDAS観測を実施し、流体供給系の構造推定・時空間変動の推定に取り組む。

(11) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

山本 希（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）

(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：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/

(13) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：山本 希

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