

(1) 実施機関名：

東京工業大学

(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>

(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も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（東京工業大学科学技術創成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（東京工業大学科学技術創成研究院多元レジリエンス研究センター）,成田翔平（東京工業大学科学技術創成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：東京工業大学科学技術創成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：東京工業大学科学技術創成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