

(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) 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。

(6) 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。

(7) 令和6年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

2023年2月に噴火した桜島昭和火口に注目して、火口底の下でどのような変化があったかについて検討した。ミュオグラフィデータの解析から2023年2月に向けて昭和火口底の密度が上昇したことがわかり、マグマが昭和火口近傍に上昇してきたと解釈された。次に南岳火口直下の密度が高い時には昭和火口直下の密度が低く、南岳火口直下の密度が低い時には昭和火口直下の密度が高くなってい

ることがわかった。図1に示されるように、ミュオグラフィ観測結果においては、昭和火口直下の時系列的密度変化と南岳火口直下の時系列的密度変化の間に、Pearson 係数が-0.52 と比較的高い逆相関が示された。InSAR からはソースから離れた位置における地形の変形という間接的な情報が得られるのに対して、ミュオグラフィからはソースの位置におけるよりローカライズした情報が得られることを確認した。本成果は、

「László Oláh, Gergő Hamar, Takao Ohminato, Hiroyuki K. M. Tanaka, Dezső Varga. Branched Conduit Structure Beneath the Active Craters of Sakurajima Volcano Inferred From Muography. Journal of Geophysical Research Solid Earth 129, 9, e2023JB028514 (2024)」に纏められている。

・「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

活動的火山の火口底直下の密度変化、隆起及び沈降を含む火口付近の地殻変動、及び噴火との間の相関関係を明らかにする。

ハンガリー科学アカデミーウィグナー物理学研究センター並びにイタリア、英国、チリ機関等との共同研究を推進する、

新規出現宇宙線技術の火山内部への適用可能性の検討を続ける。

災害軽減事業の観測・解析技術の開発、並びに国際共同事業・国際共同研究、そして素粒子物理学分野との連携を通じた学際的研究の推進に貢献する。

(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

László Oláh, Gergő Hamar, Takao Ohminato, Hiroyuki K. M. Tanaka, Dezső Varga. Branched Conduit Structure Beneath the Active Craters of Sakurajima Volcano Inferred From Muography. Journal of Geophysical Research Solid Earth 129, 9, e2023JB028514 (2024),査読有,謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

(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：

現在ミュオグラフィ観測と比較する地殻変動量は衛星測位観測等のリモートセンシングに基づくものである。一方、現在のリモートセンシングは、地表の変動のみ測位できるため、変動観測は火口縁付近の表面に限られる。地下の変動量も地殻変動観測に加えることができれば、「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」が一層進展する。2025年度は、桜島ミュオグラフィ観測所を維持、測定を継続してデータを取得すると同時に新規出現宇宙線測位技術の火山内部への適用可能性の検討を続け、検証を行う。

(11) 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

(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：東京大学地震研究所

電話：

e-mail：

URL：

(13) 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

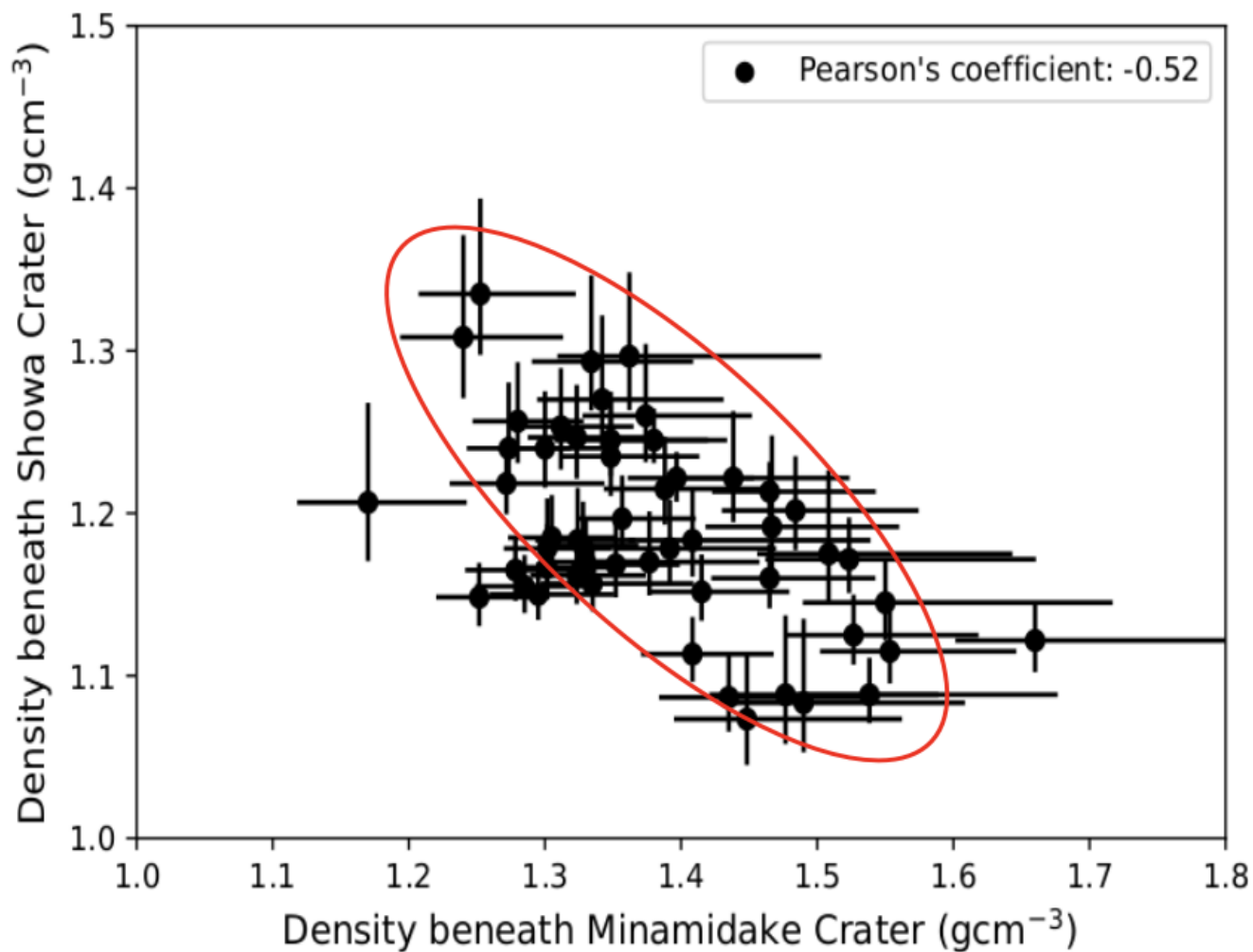


図1 昭和火口直下の密度変化と南岳火口直下の密度変化の関係