

(1) 実施機関名：

九州大学

(2) 研究課題（または観測項目）名：

（和文）九州地下のマグマ上昇経路と地殻活動の関連性

（英文）Magma ascent route and its relation to crustal activities beneath Kyushu island

(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

エ. 地震発生と火山活動の相互作用の理解とモデル化

(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

(1) 地震発生の新たな長期予測（重点研究）

イ. 内陸地震の長期予測

(5) 本課題の5か年の到達目標：

九州地下のマグマ上昇経路、およびマグマから供給される揮発性成分の上昇経路を解明し、地震活動、ひずみ集中との関連を調べる。マグマが地表になぜ到達できるかという視点を加えた比較観測研究を実施し、火成活動、マグマ噴火に対する示唆を与える。

本課題では、霧島火山と九州中央部の比較研究を行う。地震学的構造の分解能向上および、両地域で発生する浅発から深部低周波地震のメカニズム比較のため、阿蘇南部から錦江湾北部まで九州中央部を100kmにわたり縦断する地域に、3成分オフライン地震観測網を新たに設置し、5か年にわたり観測を継続する。既存点と合わせて浅発～やや深発地震の波形から、上部マントルから地殻まで、特に深部低周波地震震源域での10km以下の分解能での構造推定、および地震メカニズム推定を行う。以上の比較研究に加え、九州全域を対象とした高空間解像度の地下構造を推定し、温度場、水・マグマの分布と物性、さらに流体上昇経路の推定を行う。

(6) 本課題の5か年計画の概要：

R6年度：九州縦断臨時地震観測点設置。

R7年度：地震観測点維持。広帯域MT探査

R8年度：地震観測点維持。広帯域MT探査

R9年度：地震観測点維持。広帯域MT探査

R10年度：地震観測点維持。

解析・議論はすべての年度で実施。

(7) 令和6年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

本課題では、九州地下のマグマ上昇経路、およびマグマから供給される揮発性成分の上昇経路を解明し、地震活動、ひずみ集中との関連を調べる。マグマが地表になぜ到達できるかという視点を加えた

比較観測研究を実施し、火成活動、マグマ噴火に対する示唆を与える。R6年度の当初計画は臨時地震観測点設置である。

地震観測：

今年度は霧島火山と阿蘇火山の間の低周波地震発生域を含む、ほぼ南北に約100kmにわたって地震観測点10点設置するための事前調査、設置、保守を行った（図1）。これらの観測点には2 Hz 3成分地震計とデータロガー（250 Hz サンプリング）を設置し、オフラインでデータ収録を行っている。2025年3月に第1回目のデータを回収し、その他の定常点、臨時点データとのマージ、震源決定等の処理を行う予定である。

電磁気観測：

今年度の前半は地震火山観測研究特任研究員を雇用し、全計画でのKYU_01課題の継続として、北海道の阿寒カルデラで観測されたマグネトテリック法（MT法）探査データを用いて、3次元比抵抗構造の推定を行った。3次元比抵抗構造解析の結果、雌阿寒岳と雄阿寒岳の間に西方深部に斜めに傾く低比抵抗異常体を解析した。この低比抵抗異常体と、2016年から2017年にかけて発生した地盤膨張の推定シル状圧力源、準定常的に発生している深部低周波地震や浅部火山性地震の空間的關係を明らかにして、阿寒カルデラのマグマ供給系の構造をモデリングした（図2）。また、MT法探査で観測されるPOQ（異常位相; Phase out of quadrant）現象の数値モデリング研究によって、どのような地下構造がPOQデータを発現するか確認した（Inoue and Hashimoto 2024 GJI）。良導柱（柱状の低比抵抗体）が鉛直に対して斜めに傾く”斜め良導柱モデル”を基にフォワード計算によって、良導柱の直径・上端深度やPOQの発現域について系統的に検討を行った。その結果、斜め良導柱の上端が地表近くまで到達し、直径に関わらず良導柱が深部まで伸びていることがPOQの発現条件であることが分かった。北海道や九州などにおけるPOQ観測地域と推定比抵抗構造を比較して、POQデータと斜め良導柱モデルの普遍的性質について検討した。

全計画でのKYU_01課題の継続として、別府一由布院周辺で取得した153点の広帯域MT観測データの3-D解析を行い、鶴見、伽藍、由布の3火山に向かって、北側の深部から斜めに上昇してくる低比抵抗体をイメージングした。深さ20~30 kmで発生している深部低周波地震は低比抵抗体の端部で発生している。深さ5 km付近の水平断面に対し、地表の鶴見、伽藍、由布の3火山の位置は低比抵抗体の端部に相当する。これらの結果は近隣の九重火山、阿蘇火山で得られている結果（Aizawa et al. 2022 GJI）と同一であり、低比抵抗体の端部がマグマ性流体の上昇経路であることを示唆している。

・「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

モデリング計算により、鉛直に対して斜めに傾く低比抵抗体が、MTデータにおけるPOQ（異常位相；phase out of quadrant）を生じることを明らかにし、それが北海道や九州などの火山周辺で実際に観測されたMTデータに広く適用可能であることを示した。今後は実データのPOQの特徴をより説明できるよう、上記のモデルのアレンジを行う。実データ解析としては雌阿寒岳に対しては西側から、鶴見、伽藍、由布の3火山に対しては北側から、斜めに上昇するマグマ供給ルートを低比抵抗体としてイメージングした。その端部がマグマの選択的な上昇経路であることを示唆した。また近隣の九重火山、阿蘇火山との類似性を示し、マグマ供給系が広域の応力場、変形場と関連している可能性を示唆した。

(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

Inoue, T., & Hashimoto, T. (2024). The inclined conductive column effect: a new simple model for magnetotelluric anomalous phases. *Geophysical Journal International*, 238(3), 1825-1839., 査読有,謝辞有

・学会・シンポジウム等での発表

Inoue T., Hashimoto T., Tanaka R., Yamaya Y., Ichihara H., Aizawa K., 2024, The magma plumbing system of Mt. Meakandake imaged by broadband magnetotelluric survey, Electromagnetic Induction Workshop 2024, Beppu, Japan, EMIW2024-4P18, September, 2024 (ポスター).

井上 智裕, 相澤広記, 市原寛, 橋本 武志, 2024, Interpretation of anomalous phases observed around Akan caldera, 日本地球惑星科学連合2024年大会, SEM12-P08, 2024年5月 (ポスター).

井上 智裕, 橋本 武志, 斜め良導柱に伴う異常位相に関する検討, 2024, 地球電磁気・惑星圏学会, R003-03, 2024年11月 (口頭).

Aizawa K., 2024, Edge of a conductivity anomaly in the crust, 26th EM Induction Workshop Beppu, Japan, 7-13 September 2024 (口頭).

Aizawa K., Yamamoto Y., Muramatsu D., Aniya S., Tanabe H., Wakabayashi A., Fujita S., Shito A., Koyama T., Shiozaki I., Ichiki M., 2024, Three-dimensional resistivity structure around Beppu geothermal zone, 26th EM Induction Workshop Beppu, Japan, 7-13 September 2024 (ポスター).

(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：

九州中部の地震観測点保守。地震データの解析。観測空白域でのMT観測。MTデータの解析。

(11) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

相澤広記（九州大学）, 松本聡（九州大学）, 松島健（九州大学）, 江本賢太郎（九州大学）
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：

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：相澤広記

所属：九州大学地震火山観測研究センター

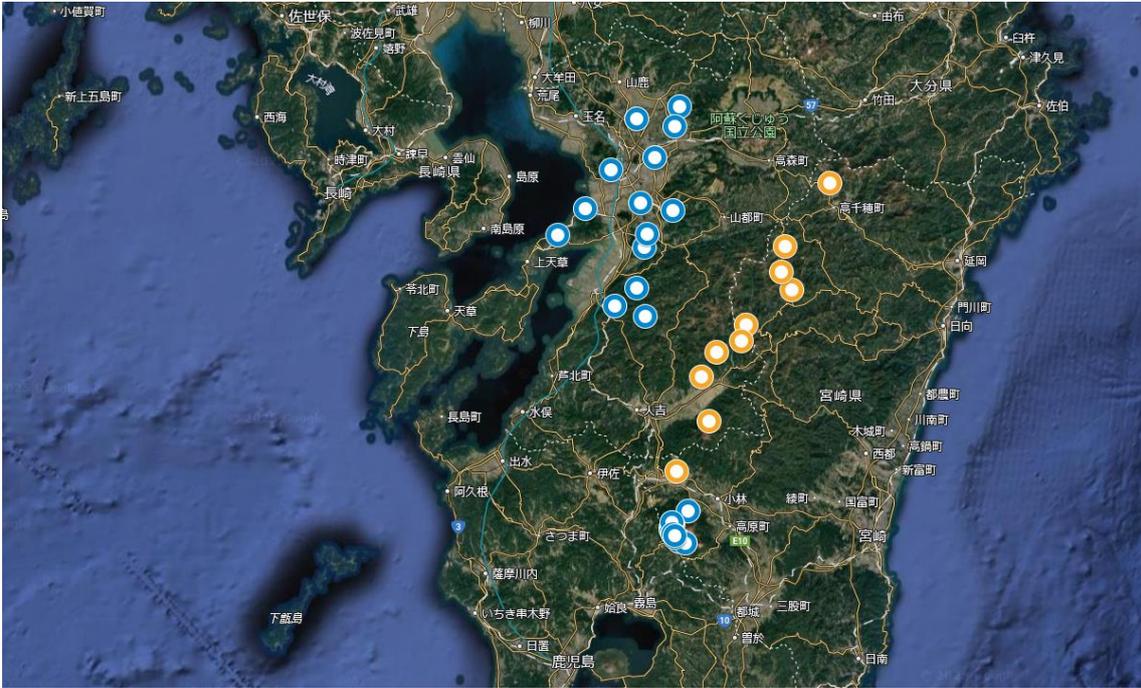


図1
設置した地震観測点（オレンジ）とその他の臨時観測点（3成分地震計のみを表示）。

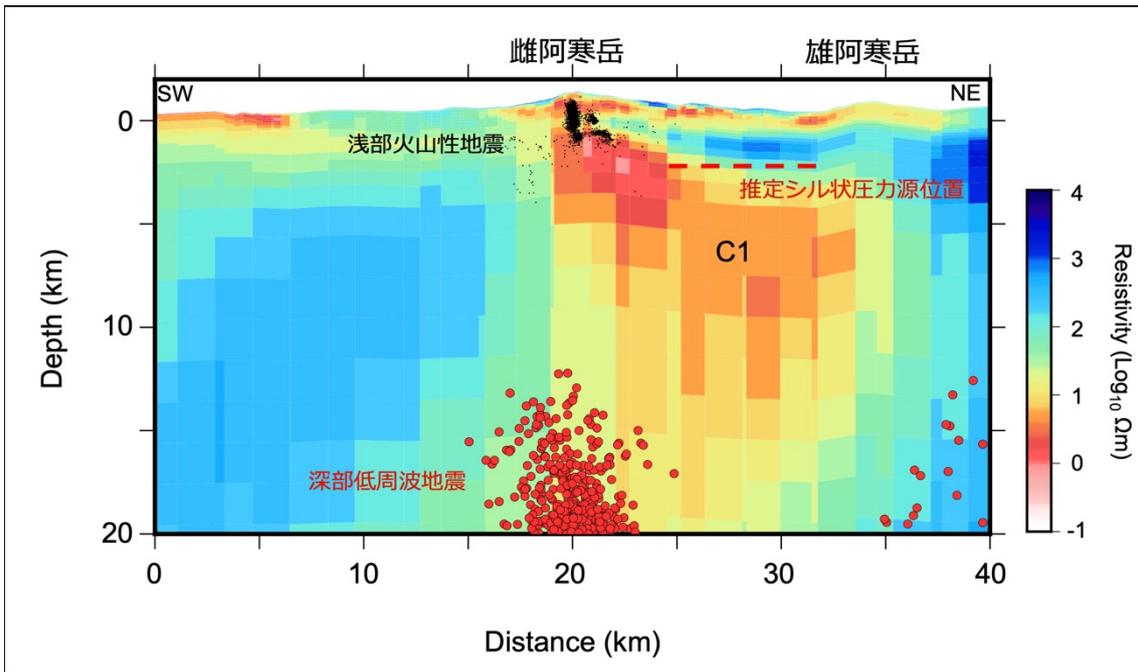


図2
雌阿寒岳—雄阿寒岳間の比抵抗鉛直断面図。震源プロットには気象庁一元化震源データを使用した。