

(1) 実施機関名：

山梨県富士山科学研究所

(2) 研究課題（または観測項目）名：

（和文）富士山の地球物理学的火山観測

（英文）

(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：

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

(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：

本課題においては、富士山噴火からの逃げ遅れのない避難に資する観測項目の整備とデータの流通を目指す。富士山は広い火口想定域のどこから噴火するか直前までわからないという特徴があり、このことが富士山の火山防災上の大きな問題となっている。この問題について、地球物理学的な諸現象の観測によりいち早い火口位置の特定ができれば、噴火の早い段階で避難すべき人数をかなり絞り込むことができる。そのため予兆を捉えるための多角的な観測研究として深部低周波地震の波形タイプによるグルーピングや重力変化のモニタリングに取り組み、火口位置早期特定のための観測として小アレイ観測手法を取り入れた空振観測に取り組む。いずれも5か年の計画として、実際の火山活動の活発化に際し有用なデータを得るに足る観測・解析体制の強化を目標とする。

(6) 本課題の5か年計画の概要：

重力観測については5か年を通してデータの取得と蓄積を進め、ノイズ除去と観測精度向上のための取り組みを進める。特に降雨等陸水の影響による重力擾乱除去については、関係各機関との協力をしながら、災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第2次）から継続して実施していく。まずは気象観測に取り組み研究所及び4合目の連続観測データの差分と降雨の関連についての解析を進める。また、連続観測データによる潮汐パラメータ決定等を通して重力観測の精緻化を図る。空振観測についてはまず観測点選定のための調査を行い、空振観測網の部分構築を行う。設置以後はデータの取得と蓄積を進めつつ、必要に応じて観測網の拡充や観測点の再配置などを行う。より実践的な火口位置早期特定を実現するために、噴火と同様に山中で発生するスラッシュ雪崩や落石などのハザードに焦点を当てて観測と解析を行う。地震観測についてはまず深部低周波地震の波形分類および波形タイプごとの特徴の抽出、地震観測点の設置を行う。波形タイプの特徴抽出では、富士山における過去の長期波形データに基づき、深部低周波地震の波形分類を行い、タイプごとの波形の特徴、発生過程、震源、活動推移に関する解析を行う。その後、震源決定精度の向上のために、新たな地震計の設置場所の選定および観測を行う。

(7) 令和6年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

富士山の大きな標高差と小さなノイズレベルを活かしながら重力観測の高度化に取り組んでいる。今年度も多くの研究機関に参加いただき合同観測を実施した。観測では富士山科学研究所、5合目に加えて都留文科大学まで標高を下げた観測点を含めた3点での絶対重力測定を実施しながら、3点を行き来する相対重力計によるキャンペーン観測を実施した。また、本年度は富士山科学研究所において4ヶ月弱の超伝導重力計による連続観測を実施した。具体的には、東北大学から東京大学に移管されたiGrav#003機を稼働させながら、並行して絶対重力観測によりそのドリフト挙動の確認等を行なった。このデータについて、台風によってもたらされた短時間での多量の降水を観測し、絶対重力計と超伝導重力計によって同様の降雨応答記録を得た。

富士山における深部低周波地震と他の地震火山現象の関係を明らかにするために、2006年から2022年に発生した深部低周波地震の波形分類を行い、各波形グループの波形の特徴、震源、活動推移、発震機構を精査した。波形相関に基づく階層クラスタリングを使用して、G1-5の5つの波形グループに分類することができた。G1, 2, 4の波形は1-2 Hzの低周波成分のみに卓越する一方で、G3, 5では低周波成分のみの波形に加えて3-8Hzに卓越する波形が見られた。各グループの震源はG1が山頂直下、G2が富士山東部、G3が富士山北部～北東部、G4が富士山東部～北東部、G5が富士山北東部に位置した。震源の深さは10-20 kmであり、震源域の下部が2008-2010年に発生した山体膨張源の深さ15-20 kmに対応した。いずれのグループも流体の関与を示唆する等方成分を含んだ。各グループの活動は異なり、2008年に活動開始したG2や2009年以降発生頻度が増加したG4は山体膨張発生期と活動が同時期であり、2011年以降活動が高まったG5は2011年静岡県東部地震の発生と活動が同時期であることがわかった。G1は2006年末に増加し、G5は2009年にやや発生数が増加したが、他のグループほど明瞭に地震火山現象と活動時期が重なることはないことがわかった。

空振観測に適した地点の調査のため、合計で47地点の空振ノイズ状況を調査した(図2)。その結果、主要道路である富士スバルラインの近辺ではノイズレベルが大きく、林道周辺ではノイズ状況が小さいことが判明した。これを受けて、富士林道および滝沢林道のそれぞれに小アレイ空振観測点を試験設置した。また、落石観測のために富士山宝永火口内に小アレイ空振観測点を設置し、通年での観測を開始した。スラッシュ雪崩に備えて、富士砂防事務所岩樋観測点にて実施している小アレイ空振観測について、ノイズ状況改善のための改修を行った。また、やまなし火山防災イノベーションマッチングコンテストに採択された株式会社クロネとの共同研究も兼ねて、河口湖町の小中学校に微気圧計(空振観測が可能な気圧計)を設置し、観測を開始している。

・「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

大規模火山噴火のテーマに貢献する項目として、大規模な噴火の前兆現象による重力シグナルを高精度に検知するための基礎的な研究が進んでいるところである。重力観測による前兆検知は大規模な噴火ほど効果的であると考えられる。一方で、火口が広大な山体のどこに出現するかわからない富士山において、いち早く火口位置を特定するための空振観測の取り組みは、比較的シグナルの小さな溶岩流を流すタイプの噴火を想定して進めている。こうした取り組みは大規模な噴火において力を発揮できる観測体制を提案できるものとなっていくはずである。また、こうした富士山における一連の取り組みは前兆を捉え備えるとともに、素早い火口位置推定によって避難すべき人数を絞り込むという、災害軽減を強く意識した取り組みとなっている。

#### (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

今西祐一・西山竜一・本多亮・丸藤大樹・名和一成, 松代における絶対重力測定との比較による超伝導重力計CT #036およびiGrav #028の感度検定, 2024, 測地学会誌, 70, 13-25, doi: <https://doi.org/10.11366/sokuchi.70.13>, 査読有, 謝辞無

・学会・シンポジウム等での発表

今西祐一・西山竜一・本多亮・丸藤大樹・名和一成, 2024, 松代における絶対重力測定(2023年6月)と超伝導重力計CT #036およびiGrav #028の感度検定, 地球惑星科学関連学会2024年連合大会, SGD01-P01

本多亮・今西祐一・西山竜一・風間卓仁・若林環・名和一成・堀川卓哉・後藤宏樹・市川隆一・市原寛・松廣健二郎・岡田和見, 2024, 富士山重力観測網の拡充と2023年の観測成果, 地球惑星科学関連学会2024年連合大会, SGD01-P02

市川隆一・関戸衛・小野徹二・今西祐一・西山竜一・本多亮・宮原伐折羅・加藤知瑛・市村和輝・菅原安宏・酒井和紀・中島正寛・小川拓真・松尾功二・風間卓仁, 2024, 光原子時計不確かさ評価のための相対重力計iPhoneXの性能評価, 地球惑星科学関連学会2024年連合大会, SGD01-P05

岡田真介・越谷信・田崎陽平・本多亮・平松良浩・石山達也・野田克也・萬谷良平, 2024, 折爪断層における浅層反射法地震探査, 地球惑星科学関連学会2024年連合大会, SSS11-P01

山河和也・池谷拓馬・鈴木雅博・本多亮, 2024, 富士山宝永火口における落石の空振-地震観測, 地球惑星科学関連学会2024年連合大会, SVC26-P11

(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：

令和7年度は基本的には今年度の研究を継続する。重力観測においては降雨応答の解析に本確定に着手するとともに、継続的に高度化の取り組みを進める。低周波地震の波形解析についても継続するとともに、観測点の新設を試みる。空振観測については本年度展開した観測点において得られたデータの解析を進める。これにより観測点デザインの評価を実施し、効果的な観測点デザインの提案に向けて継続的に取り組んでいく。

新たな取り組みとしてはGNSSの観測に着手できるよう準備を進める。富士山においては特に北麓側においてGNSS観測点の空間密度が小さく、Mitsui and Kato (2019) で報告されたように、膨張イベント等火山活動の検知に難があると言わざるを得ない。これらを解消するための観測点設置を計画する。

(11) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

山梨県富士山科学研究所富士山火山防災研究センター

他機関との共同研究の有無：有

東京大学地震研究所, 産業技術総合研究所, 京都大学理学部

(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：山梨県富士山科学研究所富士山火山防災研究センター

電話：0555726211

e-mail：fujisanken@mfri.pref.yamanashi.jp

URL：https://www.mfri.pref.yamanashi.jp/

(13) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：本多亮

所属：研究部富士山火山防災研究センター

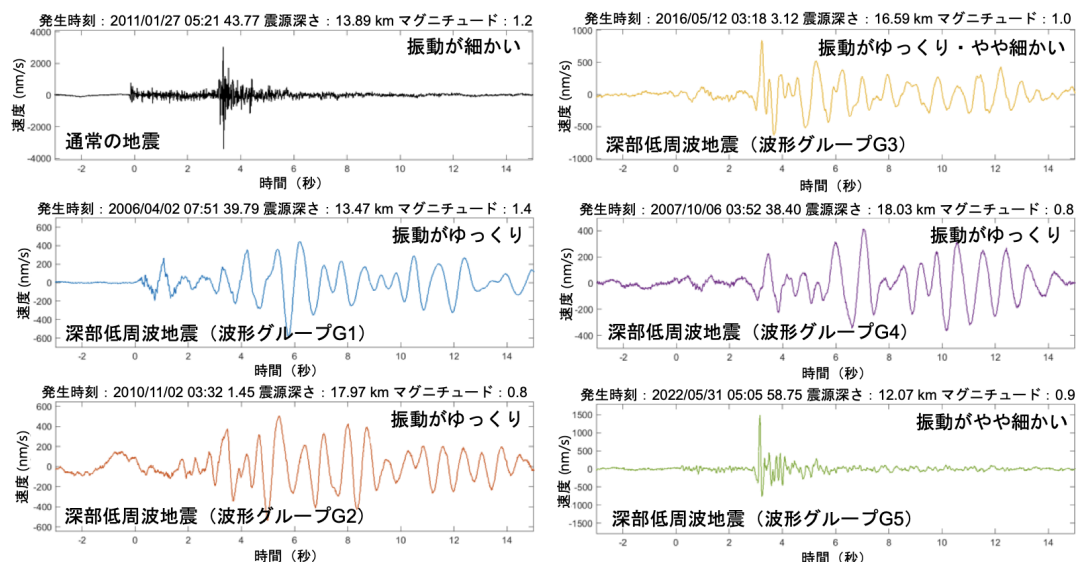


図1．富士山で観測される代表的な地震波形例

富士山周辺の地震観測点で2006年～2022年までに観測された通常の地震と、本解析によって分類した低周波イベントの各グループの代表的な地震波形を示す。

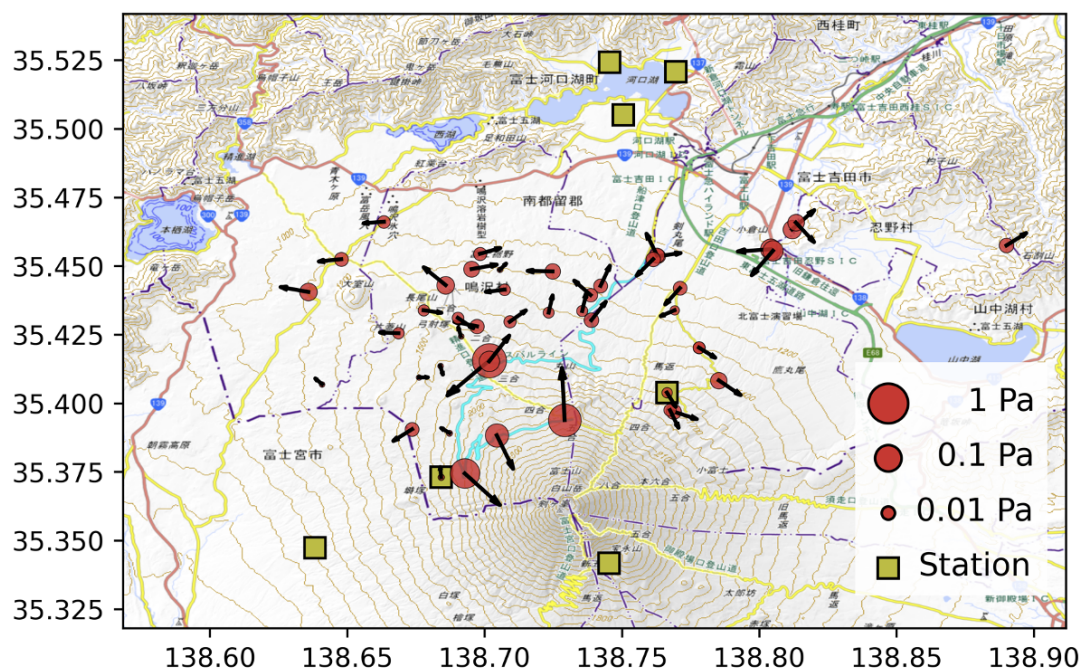


図2．空振観測点とノイズレベル

一定期間定常的な観測を実施した観測点（station）とノイズ調査地点を示す。赤丸の大きさがノイズレベルの大きさを、矢印の方向がノイズの主な到来方向を示す。