

(1) 実施機関名：

京都大学理学研究科

(2) 研究課題（または観測項目）名：

（和文）既存データに基づく噴火発生予測及び活動推移評価の試み

（英文）An attempt to the evaluation of the volcanic activities and the prediction of the eruptions based on the existing observed data

(3) 関連の深い建議の項目：

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）

(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

(4) 火山活動・噴火機構の解明とモデル化

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：

（ア）多項目観測データに基づき、時系列フィルタリングやデータ同化などの時系列解析、統計解析手法を適用し、阿蘇火山の火山活動推移モデルを構築して火山活動の評価を行う。その知見を用い阿蘇火山以外の火山にもターゲットを広げ、火山噴火予測が可能かを評価する。またこうした研究で得られる知見をVUI（火山活動活発化指数）に統合し高度化を目指す。

（イ）大地震により生じる膨張場に火山が位置する場合や火山周辺のGNSSが山体膨張を示す場合、噴火の発生頻度が高まることが報告されている。これらの先行研究以降に発生した地震、山体膨張現象のデータから火山の活動レベルを評価し、火山噴火発生の予測を試行し、その的中率を評価する。

（ウ）国内のいくつかの熱水系卓越火山に対して、MODISデータの観測が開始された2000年～2023年頃までの画像解析を行い、熱異常があるかどうか、水蒸気噴火やunrest現象に対応するかどうかを検証する。可能であれば、噴火したケースと噴火未遂に終わったケースで違いがあるかどうかを明らかにし、現状では困難な場合が多い熱水系卓越火山の活動評価に対して有効な手法かどうか検証する。上記3つの研究を核として、多方面のアプローチで火山噴火活動評価、及び噴火予測の試行に取り組む。

(6) 本課題の5か年計画の概要：

（ア）令和6年度においては既存データのコンパイルを行う。2014年に始まる阿蘇火山の一連の噴火活動の基幹について各種の観測データをまとめる。特にマグマ噴火や水蒸気噴火などの規模の大きな活動前後のデータを収集しコンパイルする。令和7年-8年においては、各データの多変量相関分析や時系列解析を通し、噴火活動や火山活動の推移との関連を解析する。また令和9年-10年度で活動推移評価の高度化・未来予測を試み、活動度評価の定量化を試みる。こうした知見を阿蘇火山以外の火山にも適用し噴火活動評価を試み、更に噴火予測が可能であることを検討する。

（イ）地震・測地記録に基づく火山噴火発生の予測試行

令和6年-令和7年度においては、国内で記録されている国土地理院等によるGNSSデータを、系統的に解析し、山体変形を定量的に評価する。世界各地で発生する大地震により生じる活火山の歪み場を評価し、2011年以降に発生した大地震について噴火発生との関係を調べる。令和8年-令和10年において国内の活動的火山についてGNSSデータを用いて山体膨張を評価し、準リアルタイムで噴火の発生の可

能性を議論する。世界の大地震による歪み場を随時計算し、周辺の活火山の噴火発生の可能性を議論する。

(ウ) MODISデータを用いた熱異常の検出

令和6年-令和7年度においてGirona et al. (2021)の解析方法を草津白根山周辺の約20年分のMODISデータに適用し、2018年の本白根山噴火や2014年の湯釜周辺のunrest現象に対応する火山体表面の熱的状态変化の検出を試みる。続く令和8年-令和10年において草津白根山を対象とした解析で培ったノウハウを、口永良部島や弥陀ヶ原など過去20年間に噴火や火山活動の活発化が観測された熱水系卓越型火山に適用し、水蒸気噴火の発生予測に有効な手法であるかどうかを検証する。

上記研究テーマの他に、国内の火山研究者を集めた研究集会を定期的で開催する。令和6年、8年、10年に対面で、また令和7年、令和9年にはオンラインで研究集会を開催する。この研究集会で研究参加者及び研究協力者の間で噴火予測に関連した研究成果を共有しその情報を集積すると共に、噴火予測に至るための新たな着想について議論する。

(7) 令和6年度の成果の概要：

・今年度の成果の概要

(ア)については、今年度は既存データのコンパイルを行った。特に磁場データについて、データの再解析を行いデータクオリティの向上を図った。磁場データは、阿蘇中岳火口周辺に設置された磁場全磁力連続観測点データと、阿蘇カルデラ内に設置されたリファレンス点のデータとの単純差を取った後、その日平均を取ることで火山活動に関連する磁場変化を求めている。しかし各磁場観測点地下の電気伝導度の違いにより、地磁気擾乱によるインダクションの影響などで単純差では除去できない磁場時間変化が生じる。これがデータのSN比を低下させ、僅少な磁場変化を捉える事が難しくなる。こうした各観測点のローカルな時間変化を除くため、磁場3成分のデータを用いて補正を行う3成分補正という方法が存在する。この方法を応用し、且つベイズの定理に基づいてデータをノイズ、周期的変化、及び火山活動起因の(比較的ゆっくりとした)トレンド変化に分解するデータ再解析を行った。3成分磁場データについては、京都大学で行われている3成分磁力計による連続観測データを用いた。但しこのデータは、2016年の熊本地震により一部データが欠損している時期があるため、その期間を除いた2014年から2016年3月、2018年9月から現在までの期間について解析を行った。これにより、2014年のマグマ噴火活動、2021年の水蒸気噴火の前後で噴火活動に関連すると思われる僅少な磁場時間変化の検出が出来た。

(イ)地震・測地記録に基づく火山噴火発生の予測試行については、国土地理院のGNSSデータをもとに、周辺テクトニクスの影響を取り除き、火山起源の地殻変動を抽出する方法を検討した。また、2024年(令和6年)8月8日に日向灘で発生した気象庁マグニチュード(Mj)7.1、モーメントマグニチュード(Mw)7.0の地震について、モーメントテンソル解をもとに周辺応力変化量を求めた。霧島山は0.25 micro strainの膨張場となったものの、0.5micro strain以上の膨張場で噴火発生頻度が増加する(Nishimura, SR2021)という閾値には達していないことがわかった。

(ウ)のMODISデータを用いた熱異常の検出については、本年度は、Girona et al.(2021)で提案されたMODISデータの解析手法を草津白根山を含む領域で取得された約20年分の画像データに対して適用した。その結果、本白根山周辺および湯釜周辺で熱異常の時間変化を得ることができた。しかしながら、草津白根山周辺では、地形の起伏が激しいことや、都市部に近く人間活動の影響を多分に受けていることから、火山活動に起因する熱異常かどうか、確定することができていない。リファレンス点の変更や解像度の変更などの対策により、再解析を実施しているところである。

・「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

関連する建議項目である「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」について、今年度はその基礎となる既存データの整理、及び解析スキームの構築が主眼となる目的の一つであり、今年度としてはその当初目的に沿う成果が得られたと考えている。(ア)、(イ)については、データのクオリティの向上、シグナルの抽出方法の検討・改良によりその定量的な評価の精度が向上すると共に、より僅少な噴火活動、火山活動イベントを解析対象とすることが出来るようになることから、今年度の成果は建議項目の目標に大きく貢献するものであると考えられる。また(イ)において地震と地殻応力変化との関連を示唆する事例の蓄積が進んだことは、定量的な予測スキームの構築に対し

意義ある貢献であると考えられる。(ウ)の新たな技術に基づく解析環境の構築と既存データを用いた実解析の遂行は、より高度な熱異常検出のための解析方法を検討する上で重要な事例となると考えられる。「災害の軽減に貢献する」という目標に対しては、火山活動の定量評価は非常に重要な役割を担うものであり、今年度の成果によりその基礎となる進捗が見られたことは意義ある事であると考えている。

今後も既存データの整理、再解析、解析手法の改良を重ねると共に、次年度以降、より実効的な定量評価の為に検討、試行を行ってゆく予定である。

(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

本田 明紗海・Tarsilo Girona・神田 径, 草津白根火山周辺の熱異常の解析, 日本火山学会秋季大会2024, B3-14

(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年度について、(ア)では欠損している3成分磁場データとして気象庁が公開しているデータを用い、データ分解を適用する事を試みる。また磁場以外の他のデータについてもクオリティ改善についての取り組みを進める。例えばGNSSなど、阿蘇火山やカルデラ内に多点展開しているデータについては、自然直交基底(NOC)法を適用し火山活動起因の僅少な時間変化データの抽出が可能かを試みる。これと共に、各データの多変量相関分析を通し、噴火活動や火山活動の推移との関連を解析すると共に大小の噴火イベントや活動活動の変化に共通して対応したエポックが有るかを確認する。また令和6年度に行ったデータクオリティ改善を施した磁場データについて、カルマンフィルタを用いた時系列解析を行う。この際、内部変数の表現に(熱量の保存など)単純なモデルを導入することで(大雑把な)活動度評価が可能か、試行を進める。

(イ)では、引き続き国内で記録されている国土地理院等によるGNSSデータの系統的解析を実施し、山体変形を定量的に評価する。また世界各地で発生する大地震により生じる活火山の歪み場の評価を継続実施する。これを通し火山噴火発生の際リアルタイム評価、世界の大地震による、周辺火山の噴火発生の可能性を議論する。

する。

(ウ)では引き続きGirona et al. (2021)に基づく草津白根山周辺の約20年分のMODISデータ解析を継続実施し、本白根山の過去の火山活動に対応する火山体表面の熱的状态変化の検出を試みる。これによりMODISデータ解析の火山噴火評価に対する有効性を議論するための基礎資料と得る事を目指す。

(11) 実施機関の参加者氏名または部署等名 :

宇津木 充 (京都大学理学研究科)

他機関との共同研究の有無 : 有

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), 神田径 (東京科学大学総合研究院), 金子隆之 (東京大学地震研究所), 橋本武志 (北海道大学理学研究科), 青山裕 (北海道大学理学研究科), 山本希 (東北大学理学研究科), 前野深 (東京大学地震研究所), 行武洋平 (東京大学地震研究所), 寺田暁彦 (東京科学大学総合研究院), 前田裕太 (名古屋大学環境学研究科), 中道治久 (京都大学防災研究所), 相沢広記 (九州大学理学研究科)

(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：京都大学大学院理学研究科附属地球熱学研究施設
電話：0977220713
e-mail：utsugi.mitsuru.5c@kyoto-u.ac.jp
URL：http://www.vgs.kyoto-u.ac.jp/

(13) この研究課題（または観測項目）の連絡担当者

氏名：宇津木充
所属：京都大学