

(1) 実施機関名：

北海道大学

(2) 研究課題（または観測項目）名：

（和文）測地・地下構造データに基づく内陸地震・火山活動地域の地殻変形のモデル化

（英文）Crustal deformation modeling in inland seismic and volcanic areas based on geodetic and subsurface structural data

(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

イ. 内陸地震

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

(3) 千島海溝沿いの巨大地震

(4) 内陸で発生する被害地震

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

(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：

第2次計画においては、KYU_01「地震火山相互作用下の内陸地震空間ポテンシャル評価」の一部として主に内陸地震発生場の変形メカニズムについて調べた。過去に内陸地震を発生させた地域でありかつ火山地帯である北海道東部の屈斜路カルデラ周辺において、継続して連続およびキャンペーンGNSS観測を実施した。2021年秋頃まではカルデラ中央部を中心とする収縮変形が見えており、火山性変動源の収縮または地下のマグマなどの粘性緩和、いずれの可能性も考えられることを示した。2021年秋以降は膨張変動に転じたことが明らかになり、火山性の変動源を仮定し、モデル化を行った。1990年代に発生した膨張変動源を推定したFujiwara et al. (2017)を参考に今回の推定を行ったところ、深さ4～6kmのところに 10^7 m³オーダーの体積変化を伴う膨張変動源が求まり、1990年代の変動源に近いことが分かった。

相対重力計による繰り返し重力観測を実施し、重力変化のモニタリングを行った。2021年を境とするGNSS、水準測量の観測値から予想される重力変化は小さく、その予想通りこれらのイベントに伴う重力の顕著な変化は見られなかった。観測データの安定性を担保するため、観測網の見直しを行い、それに従った観測を再開した。

2019年までにGNSS観測から得られていた定常的な収縮変形場を説明し、内陸地震発生ポテンシャルとの関係を検討するため、有限要素法を用いた変形モデルの構築を行った。第2次計画時はテクニカルな問題の扱いが多く、定量的な議論まで行うことができなかったが、カルデラ下の粘性が低い地下構造に対応した不均質なひずみ、応力分布が認められ、カルデラ縁辺部では応力が、カルデラ中央部では地表のひずみや変位が大きくなることが確認された。地震活動はカルデラ縁辺部で比較的多いことが知られていることから、地下の不均質構造がこれらの地震発生に関係すると見込んだ。

(6) 本課題の5か年の到達目標：

稠密かつ複合的測地観測による詳細な地殻変動場の時空間把握と、地球電磁気(MT)観測、地震活動把握等による詳細な地下構造推定を行い、実際の地下構造、実測された地表変動に基づいて当該地域の力学モデルの構築を行う。モデルから応力・ひずみ集中のメカニズムや火山性変動源の挙動を定量化し、内陸地震活動と火山活動の個々の現象理解に加え、地震と火山のテクニクな相互作用について検討する。また、広域変動場に含まれるこれらの影響を定量的に推定することで、千島海溝沿いプレート間固着の推定精度の向上にも貢献し、あわせて沈み込み帯における長期的なプレート収束と火山フロント周辺部の内陸変形の関係についても検討を試みる。

(7) 本課題の5か年計画の概要：

5年間継続して行う観測の計画として、時空間的な地殻変動の把握を行うためには継続的な測地観測が必要である。そのためGNSS、重力、水準測量による多項目測地観測を年に1回程度、繰り返し観測として実施し、少なくとも1年間毎の高空間分解能での地殻変動場の把握を行う。周辺で連続観測を行っているGNSS、水位、地震観測を継続し、高時間分解能での地殻活動を監視する。これらの観測結果は構築していくモデル化の中で随時取り入れる。あわせて、過去に阿寒・屈斜路地域で行ってきたMT探査を拡張し、個別に行われてきた周辺の探査地域とのギャップを埋める観測を実施することで、より広域の地下比抵抗構造を把握し、地震活動や地殻変動と比較する。

1年目の令和6(2024)年度は、広域・大局的な変形モデルの構築を行う。外力は太平洋プレートの収束、プレート間固着の影響を測地データから見積もる。先行研究等を参考に、前弧、火山フロント、背弧といった大まかな地下構造の不均質性を与え、屈斜路カルデラでひずみ集中域の形成に必要なパラメータについて検討する。

2年目の令和7(2025)年度は、大まかなモデルでは説明しきれない地殻変動について、有限要素法を用いてより細かい空間スケール、つまりカルデラ特有、火山地域特有の地下構造の不均質分布を考慮した説明を試みる。地下構造の設定には、MT観測、地震活動の情報を用いる。また、独立して火山性地殻変動源の存在・活動を仮定したモデルによる地殻変動についても見積もり、それぞれ時空間発展を含めてどのように振る舞うか確認する。

3年目の令和8(2026)年度は、実際の地形やより細かい地下構造(粘弾性構造)が、どれくらい地表変位や地下のひずみ、応力分布に影響を与えるのかを見積もり、どの程度考慮が必要なのか、具体的には剛性率や粘性係数などの物性についてのパラメータ値の振れ幅や、空間分解能の感度の範囲などを検討する。また、これまでの計算で得られたひずみ・応力分布が、他の内陸地震発生域、活火山地域と同程度かどうか、先行研究の情報などを元に検討する。

4年目の令和9(2027)年度は、2021年後半から2023年中頃まで発生した膨張の非定常地殻変動について火山性変動源を仮定したモデル化を行い、その説明を試みる。またそれが定常変動時のどの部分に変化して、非定常変動を発生しているのかについても検討する。

最終年度であるR10(2028)年度は、これまでの計算結果をまとめ、定常時のひずみ集中の原因、現在のひずみ・応力分布、また非定常地殻変動の様子を明らかにし、構築した力学モデルから今後のこの地域のひずみ集中および火山活動の推移、地震と火山の相互作用について検討する。

(8) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

大園 真子(北海道大学大学院理学研究院),高橋 浩晃(北海道大学大学院理学研究院),橋本 武志(北海道大学大学院理学研究院)

他機関との共同研究の有無：有

岡 大輔(北海道立総合研究機構エネルギー・環境・地質研究所)

(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：北海道大学大学院理学研究院

電話：

e-mail：m.ohzono@sci.hokudai.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：大園真子

所属：北海道大学大学院理学研究院