

(1) 実施機関名：

京都大学防災研究所

(2) 研究課題（または観測項目）名：

（和文）日本列島の地震－火山噴火の基本場解明：地殻とマントルにおける物質、温度・流動・変形、応力場

（英文）Understanding of basic fields of earthquakes and volcanic eruptions in Japanese islands: stress and strain, fluid-magma, temperature, and flow fields in the crust and mantle

(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

ア. プレート境界地震と海洋プレート内部の地震

イ. 内陸地震

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

(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：

物質場について、スラブ由来流体の分布・量およびマントルの組成構造の日本列島スケールでの解明、高圧下の含水岩石の弾性波速度・電気伝導度の同時測定装置開発ならびに高圧での液相連結が粒界クラックの閉じ残りによって維持されていることの明示。更に、これら物性の知見に基づく弾性波速度と電気伝導度の同時解析により地殻流体を同定・定量する“Geofluid Mapping”の数値計算手法の開発。

温度・流動－変形場について、熱力学、流体発生と移動、マントル対流を統合した岩石学-数値モデルに基づく日本列島下の温度構造・物質輸送・マントル流動の定量的モデルの構築、ABICに基づく基底関数展開法の適用による日本列島の歪み速度場の高解像度・高精度推定、歪み速度の弾性・粘性・塑性への分離とその成果に基づく地震のスーパーサイクル中の日本列島の変形モデルの提示。

応力場について、深層学習によるP波初動極性の高精度自動読み取り、ガウス過程に基づく時間変化も含めた日本列島の応力場の推定、非平面の断層形状と地震滑り分布の同時推定手法の開発。

(6) 本課題の5か年の到達目標：

地震・火山現象の機構の解明には、物質場、温度場、流動－変形場、応力場など基本場の理解が不可欠である。基本場とその性質の理解に基づいてこそ、初めて異常が定義・検出でき、なぜ異常（例えば地震破壊やマグマの発生・移動といった時空間的に局在した現象）が発生するのか、その機構に定量的制約を課すことができる。本課題では、前期の課題を引き継ぎ、まずはそれら基本場について、これまでよりもより包括的かつ高精度に求めると共にその生成メカニズムについて理解を深める。さらに各基本場の情報を合わせることで、Geofluid Mappingを核として、まずはprimitiveなものになることが予想されるが、その統合的理解を行うことを目標とする。具体的には、栗駒火山周辺域や日光・足尾地域など特定の地域において、Geofluid Mappingから得られる地殻流体の組成込みの分布と、震源分布、応力場、地表および地殻内変形場、温度場等とを比較することで、地殻の変形や地震の発生が流体の分布とどのように関わっているのかを明らかにする。さらに、地殻の変形や応力場が地殻流体の分布や移動をど

のように規定しているのか、つまりは地殻流体と変形・応力場の相互作用について理解を深める。

(7) 本課題の5か年計画の概要：

〔物質場〕 深部流体やマグマの分布を定量的にとらえつつ、上昇・移動過程を明らかにすることを大きな目標とする。このため、地下水（温泉水、鉱泉水、湧水を含む）や溶岩の野外調査・試料採取と分析（主成分・微量および同位体組成）・データ解析（多変量統計解析、機械学習手法を含むプロセス推定）・シミュレーションを組み合わせ、沈み込むスラブからの脱水に始まり、マントル・地殻中の移動と反応、マグマの生成過程、湧出・噴火に至るまでの基本場と日本列島に沿ったそれらの場の変化の解明を目指す。また、地震火山活動が活発な日光・足尾地域において、電磁気MT法観測を実施し、地下の電気伝導度構造を明らかにする。実験的・数値的研究を基に、亀裂の選択配向も考慮して、アスペリティ接触が生じている現実的な亀裂のモデルを構築する。上記の電気伝導度や岩石バルク物性に関する最新の研究成果を取り入れつつ、栗駒火山周辺域や跡津川断層域、本課題でMT法観測を実施する日光・足尾地域などに対してGeofluid Mapping（岩質、液体の種類や組成・量・分布のマイクロ形状パラメータの同時推定）を適用し、地殻流体の分布を組成込みで推定する。

〔温度・流動-変形場〕 本研究課題で構築してきた対流-流体発生と移動の数値モデル、およびマグマ生成温度・圧力条件に基づくマントル温度構造推定に基づき、日本列島下の温度構造-流れ場の確度の高い推定を行う。「沈み込み帯のdislocation model」の開発を引き続き着実に行うことにより、海洋プレートの沈み込みに伴う島弧の3次元的な変形をそのメカニズムも含め明らかにすると共に、観測データに基づき地形や重力異常分布、応力状態、火山分布などに関する比較沈み込み学的研究も進める。スパースモデリングを導入することにより、GNSSの観測データから活断層スケールでの地殻変動場の高解像度推定を行うと共に、地殻内部の変形場についても、ガウス過程に基づく逆解析手法を導入することにより、弾性歪みと非弾性歪みの区別含め、空間解像度を大きく上げて推定する。

〔応力場〕 大地震時に滑り分布から期待される応力変化と観測応力場の時空間変化の比較により、空間変化も含めた絶対応力についてよりの確な拘束を課す。そのため、M7級の内陸地震を対象に、誤差も含めて高精度に滑り分布を推定することに加え、地震波形解析とAI技術を組み合わせ当該地域のモーメントテンソル解を高精度に多数求める。ガウス過程に基づく応力逆解析を用いて応力場の時空間変化を求めることで、応力の载荷過程や地震後の緩和過程の検出を目指す。

(8) 実施機関の参加者氏名または部署等名：

深畑幸俊（京都大学防災研究所）、岩森光（東京大学地震研究所）、白井嘉哉（東京大学地震研究所）、坂田周平（東京大学地震研究所）、中村仁美（産業技術総合研究所）、吉田圭佑（東北大学）、西澤達治（富士山火山防災研究センター）、岡崎智久（理化学研究所）、渡辺了（富山大学）  
他機関との共同研究の有無：無

(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：京都大学防災研究所  
電話：0774-38-4226  
e-mail：fukahata.yukitoshi.3e@kyoto-u.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：深畑幸俊  
所属：京都大学防災研究所