

2025 年度「深田研究助成」研究報告書概要

(深田地質研究所のホームページで公開します)

研究課題名 (和文)	数理統計手法を活用した中央海嶺・初期沈み込みマントルプロセスの解明		
研究課題名 (英文)	Quantitative Elucidation of Mid-Ocean Ridge and Subduction-Initiation Mantle Processes Using Statistical Approaches		
研究代表者	氏名	(漢字)	三木 悠登
		(カタカナ)	ミキ ユウト
		(英文)	Yuto Miki
	所属機関・職名		広島大学大学院先進理工系科学研究科・博士後期課程1年

概要（600 字～800 字程度にまとめてください。図表、写真添付の場合は 1 ページ以内 2 枚まで）

本研究ではオマーンオフィオライト北部 Fizh 岩体のかんらん岩 139 試料から得た全岩主要・微量元素組成と岩石物性データを、組成データ解析や独立成分分析、開放系溶融モデルを組み合わせ、上部マントルにおける中央海嶺～初期沈み込みプロセスを定量評価した。独立成分分析により微量元素データから 4 成分を抽出し、それぞれ中央海嶺下での無水減圧溶融、スラブ由来流体によるフラックス溶融、蛇紋岩化作用、流体交代作用に対応することが確認された。準ニュートン法およびベイズ推論とマルコフ連鎖モンテカルロ法（MCMC）を用いた開放系溶融モデル（Ozawa, 2001）のパラメータ最適化により、ガーネット領域の溶融度（0～11%）、スピネル領域の溶融度（3.5～29%）、influx メルト/流体の混合率 0～11%を推定した。ソースマントル組成は、軽～中希土類元素に富む Depleted MORB Mantle 質な組成、influx 組成は、Type I（MORB 質組成）、Type II（高温のスラブメルト起源）、Type III（低温のスラブ由来流体組成）の三種に定量的に分類した。これらから、海嶺下での減圧溶融を経た後、初期沈み込み段階で外部流体が供給される 2 段階のモデルが提案された。さらに岩石物性データに対する区分回帰解析により蛇紋岩化度約 77%を境に、蛇紋石による鉱物置換が支配する Stage 1 と反応誘起破碎が卓越する Stage 2 の二段階を同定し、P 波速度から蛇紋岩化度や含水量を推定するモデルを構築した。高蛇紋岩化度領域では間隙水の寄与を無視すると全含水量を大きく過小評価することが示され、非連続的な空隙増加に伴うマントルの含水効果を考慮した新たな含水量予測モデルを提唱した。これらの成果はマグマ活動史と水-岩石反応の統合的理解に寄与することが期待される。

発表文献等（この研究を発表した雑誌・図書・学会等について記入してください。印刷中は in press と記入してください。著者名は省略せず、全てを記入し、自分の名前に下線を引いてください。欄が足りない場合は、増やして記入してください。）

学会等	演題	独立成分分析(ICA)によるマントル内部の地球化学プロセス分離－オマーンオフィオライトのマントルかんらん岩を例として－		
	発表者名	Miki, Y., Takazawa, E.		
	学会名	日本情報地球学会 シンポジウム 2025	発表年	2025
学会等	演題	Mantle processes heterogeneity in the Northern and Southern Oman ophiolite: Insights from Independent Component Analysis and Open-System Melting model		
	発表者名	Miki, Y., Takazawa, E., Ueki, K., Kuwatani, T.		
	学会名	Japan Geoscience Union Meeting 2025	発表年	2025
学会等	演題	Open system mantle melting during subduction initiation of the Oman ophiolite: Constraints from statistical analysis and forward modeling		
	発表者名	Miki, Y., Takazawa, E., Nishio I., Ueki, K., Kuwatani, T.		
	学会名	JpGU-AGU Joint Meeting 2026	発表年	2026
学会等	演題	Data-driven inversion of melting processes during subduction initiation of the Oman ophiolite: Constraints from Independent Component Analysis (ICA) & Open-System Melting (OSM) optimization		
	発表者名	Miki, Y., Takazawa, E., Nishio I., Ueki, K., Kuwatani, T.		
	学会名	Goldschmidt 2026 (Montréal)	発表年	2026

英文抄録（100 語～200 語程度にまとめてください。）

This study quantifies mantle processes from mid-ocean ridge to subduction-initiation stages using geochemical and rock physical data of peridotite from the northern Fizh massif of the Oman Ophiolite. We analyzed whole-rock major and trace element compositions and rock physical properties (densities, porosities, seismic velocities and electrical resistivities). Independent component analysis extracted four geochemical components reflecting dry decompression melting under mid-ocean ridge, slab-derived flux melting, serpentinization and mantle metasomatism during subduction. Optimization, Bayesian inference and Markov chain Monte Carlo methods (MCMC) applied to an open-system melting model (Ozawa, 2001) estimated melting degrees of 0-11% in the garnet field and 3.5-29% in the spinel field with fluid/melt influx up to 11%. These results define a two-stage evolution from ridge decompression melting with minor MORB-like fluids to hydrous subduction melting influenced by slab melts. Piecewise regression of rock-physical data identified two serpentinization stages separated at 77% serpentinization degree, marking a shift from mineral replacement by serpentine to reaction-induced fracturing and porosity increasing. A predictive model linking P-wave velocity to serpentinization degree and water content shows that pore water can underestimate total water by up to 2.9 wt.%. Our models improve quantitative understanding of mantle magmatic and hydration processes.