

科学研究費助成事業（基盤研究（S））公表用資料  
〔平成31年度（2019年度）研究進捗評価用〕

平成28年度採択分  
平成31年3月11日現在

最上部マンツルの構造とモホ面の形成過程の研究

～海と陸からのアプローチ～

Physical properties of uppermost mantle structure and  
the Mohorovicic seismic discontinuity

課題番号：16H06347

道林 克禎 (MICHIBAYASHI, KATSUYOSHI)

名古屋大学・大学院環境学研究所・教授



研究の概要：

最上部マンツルの構造と地殻—マンツル境界であるモホロビッチ不連続面（モホ面）の形成過程を解明するために海と陸のマンツルかんらん岩について岩石構造組織の発達過程、弾性・電気伝導度・透水率等の物性測定、岩石-水反応実験などの多角的アプローチから研究して最上部マンツルとモホ面の最適な物質科学モデルを構築する。

研究分野：数物系科学

キーワード：地球惑星科学 地質学 海洋底地質 リソスフェア マンツル 地殻

1. 研究開始当初の背景

海洋底のモホ面は全球的に約6～7km深部で得られる地震波反射面である。モホ面の均質性から海洋プレートの地殻—マンツル境界をこの反射面におくことが一般的である。しかし最近の海底探査の進展によって、海洋底の地質構造（岩石層序）は太平洋と大西洋では大きく異なることが明らかにされた。この探査結果に対して、どちらの海洋においてもモホ面深度がほぼ一定である観測結果を物質科学的に解釈することは容易ではない。この問題を解決するためには、海底からモホ面まで約6km掘削して直接的に構成物質を検証するしかない。しかし、海底深部掘削は過去50年間の掘削史において最長でも2km程度でありモホ面深度まで掘削する技術は開発段階にある。

2. 研究の目的

本研究では、モホ面に関するこれまでの物質科学的知見と地震学的見解を照らし合わせながらモホ面周辺の最適な物質科学モデルを構築する。そのために地球上で最も状態の良い最上部マンツル構造を保存する海の小笠原・マリアナ海溝と陸のオマーンオフィオライトの2地点を研究対象とする。実際の研究スタイルとして、海では地殻—マンツル境界の深海底6000mへの潜航調査、陸では岩体調査を基本として一部掘削調査を加えて実施する。全く異なる性質に思える海と陸のマンツルかんらん岩に同時にアプロー

チしていくのが研究の特徴である。そして海と陸のかんらん岩研究を比較検討しながら海と陸の最上部マンツル構造の共通点と相違点を明らかにしてモホ面とは何か？という地球科学の大きな課題に取り組む。

3. 研究の方法

本研究では、小笠原・マリアナ海溝のかんらん岩とアラビア半島オマーンオフィオライトかんらん岩について、(1)海溝かんらん岩の組織構造、結晶方位解析と地震波特性・透水率の測定と(2)ICDPオマーン掘削プロジェクトで得られる地殻上部から下部物質と最上部マンツル物質の組織構造解析と物性測定および掘削孔の孔内検層によって地殻—マンツル境界の物質科学的特徴を明らかにする。さらに(3)かんらん岩-水の反応速度の実験研究を行う。

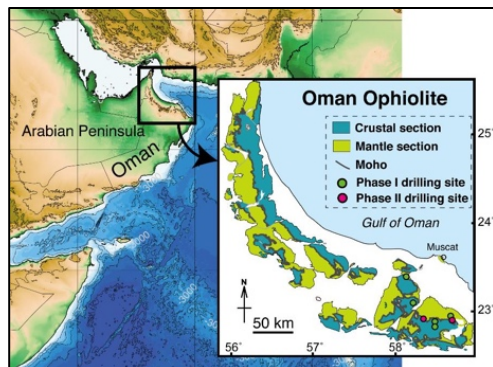
4. これまでの成果

本研究によって、地殻—マンツル境界とモホ面物質の解明に向けて以下のような新たな知見が明らかになった。

小笠原海溝海亀海山周辺についてしんかい6500による調査を3潜航行い、地殻—マンツル境界が南方に向けて浅くなる地質大構造を明らかにした。これは本研究課題で推進している国際深海掘削科学計画の前弧マンツル掘削計画の掘削開始地点を浅くできる可能性があり事前調査として重要な知見である。また海亀海山で行った6K1507潜航では、蛇紋岩化したかんらん岩、斑レイ岩、玄武岩が

採取された。6K1507 で採取された試料のうち、かんらん石が確認された 8 試料について薄片作成し、組織観察、結晶方位解析及び鉱物主要元素組成分析を行った。鉱物主要元素組成分析の結果、本研究試料は枯渇した前弧かんらん岩であり、海亀海山の本研究より約 1000m 浅い 7K417 で採取されたかんらん岩に比べてわずかに部分熔融度が高いことがわかった。予想外の結果として、YK17-14 LEG2 航海の 6K1507 潜航として実施された父島東方の海亀海山の潜航地点から採取された岩石試料の全てに熱水起源のアラゴナイト鉱物脈を多数発見した。調査地点は水深 6400m 付近であり、マリアナで発見されている炭酸塩チムニーより深い。現時点では湧水やチムニーは直接確認されていないが、炭酸塩補償深度よりも深部でのアラゴナイトの存在は、マリアナ同様の湧水系を示唆している。

オマーンオフィオライトについて、国際陸上掘削計画の一環として実施されたオマーン



掘削プロジェクトに参画して、海洋プレート岩石層序から約 3200m の岩石コアを採取した。この全ての岩石コア試料を 2017 年と 2018 年に駿河湾の清水港に停泊していた地球深部探査船ちきゅうの船上に運び込み、国際共同チームを結成して岩石コアの物性測定から岩石の鉱物組成や組織構造についての一次記載を実施した。その結果、オマーンオフィオライトの岩石コアは全体的に岩石-水反応が進行して二次的な含水鉱物が形成されていることが明らかとなった。モホ面の物質科学モデルでは古くから岩石-水反応に影響されたウェットなモホ面である可能性が議論されており、今回の連続岩石コア試料はウェットなモホ面を考察する上で重要な情報を与える。今後の詳細な分析と研究が期待される。

かんらん岩内部や地殻岩石との境界において重要な元素移動と蛇紋岩化作用の関係を明らかにするために、斜長石-かんらん石-水系の 1 年にもおよぶ長期間の水熱反応実験を実施した。物質境界からの距離による組織の変化を詳細に解析し、斜長石近傍では蛇紋石集合体に顕著な A1 の累帯構造が形成されること、それが 2 方向の置換反応で進行していることを明らかにした。

## 5. 今後の計画

これまでの研究成果をふまえながら本研究期間の後半においても海と陸のマントルかんらん岩の研究と実験研究を進めていく。

海亀海山のかんらん岩とはんれい岩の詳細な分析を進めて小笠原海溝の地殻-マントル境界の構造発達過程を解明する。

オマーンオフィオライトについて、5 TB 程度の巨大な物性データと岩石試料の地質学的な情報を比較検討してこのオフィオライトの地殻-マントル境界の性質を明らかにする。

実験研究では、当初から進めている岩石熱水実験に加えて、高圧下の物性測定を進めて地殻深部物性の実態に迫っていく。

本研究の最終年には、これら多角的アプローチによる研究成果を比較検討して、当初計画通り現在の地球上で観測されるモホ面の物質科学モデルを構築して提案していきたい。

## 6. これまでの発表論文等 (受賞等も含む)

**Michibayashi, K.**, M. Tominaga, B. Ildefonse, and D. A. H. Teagle, **2019**. What line beneath: The formation and evolution of oceanic lithosphere. **Oceanography**, in press.

Kourim, F., Beinlich, A., Wang, K.-L., **Michibayashi, K.**, O'Reilly, S. Y., and Pearson, N. J., **2019**. Feedback of mantle metasomatism on olivine micro-fabric and seismic properties of the deep lithosphere. **Lithos**, 328-329, 43-57.

Oyanagi, R., **Okamoto, A.**, **Harigane, Y.**, Tsuchiya, N., **2018**. Al-zoning of serpentine aggregates in mesh texture induced by metasomatic replacement reactions. **Journal of Petrology**, 59, 613-634.

Reagan, M. K., **Michibayashi, K.**, et al., **2018**. Geodynamic implications of crustal lithologies from the southeast Mariana forearc. **Geosphere**, v. 14, no. 1, doi: 10.1130/GES01536.1.

Kawaguchi, K., and **Katayama, I.** **2018**. Evolution of permeability and fluid pathway in the uppermost oceanic crust inferred from experimental measurements on basalt cores. **Journal of Petrological and Mineralogical Science**, 113, 268-272.

Reagan, M. K., **Michibayashi, K.**, et al., **2017**. Subduction initiation and ophiolite crust: new insight from IODP drilling. **International Geology Review**, 59, 1439-1450.

Hatakeyama, K., **Katayama, I.**, Hirauchi, K., **Michibayashi, K.**, **2017**. Mantle hydration along outer-rise faults inferred from serpentinite permeability. **Scientific Reports**, 7, 13870.

## 7. ホームページ等

<http://www.eps.nagoya-u.ac.jp/~ganko/16H06347/home.html>