

令和 4 年 6 月 10 日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19H01986

研究課題名(和文) 造山帯中の海台起源岩石の研究：海洋LIPの成因解明に向けて

研究課題名(英文) Oceanic plateau-origin rocks in orogenic belts: Towards understanding the genesis of oceanic LIP

研究代表者

市山 祐司 (Ichiyama, Yuji)

千葉大学・大学院理学研究院・准教授

研究者番号：90625469

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 16,590,000円

研究成果の概要(和文)：過去の海洋地域のマンテルブルーム活動の詳細を明らかにするため、造山帯中に取り込まれた海洋由来の火成岩類を対象に研究を実施した。みかぶ帯と空知・蝦夷帯では、ジュラ紀末～白亜紀前期の放射年代を示す火成岩類のマンテルブルーム起源を示唆する化学的類似性を明らかにした。火成岩類の同位体トレンドは、同時期に形成された太平洋のジュラ紀海台よりもむしろ白亜紀海台に類似することが明らかとなった。三波川帯の超苦鉄質深成岩類の産状や鉱物化学組成は、結晶集積岩であることを示しており、泥質片岩に伴われるものはマンテルブルーム火成活動によって、エクロジャイト相ユニットのものは島弧火成活動によって形成されたと考えられる。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究によって、ジュラ紀～白亜紀にかけての海洋地域におけるマンテルブルーム活動や沈み込み帯火成活動の痕跡を突き止めることに成功した。本研究の成果は、顕生代以降の古太平洋での火成活動履歴や沈み込み帯でのテクトニクスの解明に重要な束縛条件を与えられられる。

研究成果の概要(英文)：In this study, we investigated igneous rocks accreted into an orogenic belt to reveal the details of mantle plume activities in a paleo-oceanic region. Igneous rocks from the Mikabu and Sorachi-Yezo belts yield Late Jurassic to Early Cretaceous radiometric ages and show the geochemical signatures of mantle plume-origin. Their isotopic trend is different from that of a Jurassic oceanic plateau in the Pacific but is more similar to that of Cretaceous plateaus. The field occurrence and mineral compositions of ultramafic plutons in the Sambagawa belt indicate that they are cumulates formed by crystal settling and accumulation. Ultramafic plutons in pelitic schists probably originated from mantle plume magmatism, but those in the Eclogite unit might have been formed from island-arc magmas.

研究分野：岩石学

キーワード：みかぶ帯 空知-蝦夷帯 三波川帯 ジルコンU-Pb年代 Nd-Hf同位体 白金族元素

## 1. 研究開始当初の背景

地球上には、比較的短期間(数100万年程度)で発生した大量の玄武岩質マグマ噴出の痕跡とされる巨大火成岩省(LIP: Large Igneous Provinces)と呼ばれる巨大な台地状地形が点在する。これらは、高温で巨大な深部マントルの上昇流(マントルブルーム)が大規模熔融することによって形成されたと考えられており、深部マントル物質および地球内部の熱を地表まで輸送する巨大伝達機構である。従って、LIPの形成メカニズムの解明は、地球誕生から現在に至るマントル内部の進化、熱履歴、物質大循環の理解をもたらすだけでなく、大陸の分裂、生命の大量絶滅、表層環境変動などのエピソード的な汎地球的変動の理解に重要である。

## 2. 研究の目的

本研究では、ジュラ紀海台の断片が保存されている西南日本外帯と北海道中軸帯に分布する白亜紀付加体のみかぶ帯と空知・エゾ帯、そしてそれらに伴われる変成帯(三波川帯、神居古潭帯)中の苦鉄質～超苦鉄質岩類を対象とし、付加体地質学に基づいた野外調査とともに先端的分析機器を使用した岩石試料の化学分析を実施する。そして、取得した主要・微量元素、同位体組成、放射年代などの多様な地球化学データの解析と現存する海台からの岩石化学データとの比較検討を行う。

## 3. 研究の方法

西南日本外帯と北海道中軸部に分布する白亜紀付加体のみかぶ帯および空知・エゾ帯と、それぞれに伴する同年代の変成帯(三波川変成帯と神居古潭変成帯)の苦鉄質～超苦鉄質岩類を対象に、野外地質調査と岩石試料の採取を行った。各種化学分析に最適な試料を選別するため、採取した試料の岩石薄片を作成し、偏光顕微鏡によって岩石試料の組織や構成鉱物の観察・記載を行った。その後、全岩主要・微量元素測定とSr-Nd-Hf-Pb同位体組成の測定を行った。さらに、鉱物の局所分析による主要・微量元素測定と分離ジルコンによるU-Pb年代測定を行った。

## 4. 研究成果

みかぶ帯および空知・エゾ帯に分布する超苦鉄質火山岩(ピクライト)中に含まれるクロムスピネルの白金族元素の特徴は、Ruの正異常を持つ初生マントル規格化パターンを示す。中央海嶺玄武岩(MORB)のクロムスピネル組成で規格化したパターンでは、Tiに正異常を持つフラットな微量元素パターンを示す。このような白金族元素と微量元素の特徴は、原生代初期のコマチアイトやブルーム起源のピクライトに含まれるクロムスピネルに類似する。苦鉄質深成岩類から回収されたジルコンによるU-Pb年代測定では、みかぶ帯から $148.7 \pm 2.0$  Maの加重平均年代が、空知・エゾ帯から $130.0 \pm 11.0$  Maと $135.0 \pm 5.0$  Maのディスコーダント年代が得られた。先行研究では、みかぶ帯からは154~157 MaのジルコンU-Pb年代が報告されており(Sawada et al., 2018; 遠藤・横山, 2019; Tominaga and Hara, 2021)、本研究で得られた年代はそれらよりもやや若い年代を示す。苦鉄質～超苦鉄質火成岩類の全岩微量元素とNd-Hf-Pb同位体分析を行った結果、次のことが明らかとなった。(1)全岩微量元素組成の特徴から3つのタイプに分けることができる。Nd-Hf初生同位体値は3つのタイプ毎に異なる値を示しながら一連のトレンドを形成する。従って、3つのタイプは2つの端成分をから成る異なる混合比の起源物質に由来することを示唆する。SrとPb同位体組成は、二次的変質の影響を受けている可能性が高い。(2)得られたNd-Hf初生同位体トレンドは、同時期に形成されたと考えられるシャツキーライズの玄武岩のトレンドとは明らかに異なっており、異なるマントルブルームによって形成されたことを示唆する。(3)みかぶ帯と空知・エゾ帯火成岩類のNd-Hf初生同位体値は、カリブ・コロンビア海台やオントンジャワ海台などの白亜紀に形成された古太平洋の海台の同位体トレンドに類似する。これらの結果は、ジュラ紀末古太平洋マントルブルーム活動の詳細に束縛条件を与えるものと期待される。

三波川変成帯に分布する超苦鉄質岩深成岩類は、産状や岩体の規模によって、次の3つのタイプに区分的ことができる。型:泥質片岩に伴う小規模なレンズ状超苦鉄質岩体、型:エクロジヤイト相変苦鉄質岩類に伴うレンズ状超苦鉄質岩体、型:エクロジヤイト相変成岩類に隣接する大規模超苦鉄質岩体。これらの超苦鉄質岩は、いずれもダナイトとウェールライトを主体とし、単斜輝岩やクロミタイトを伴って顕著な層状構造を示す。これらの3つの超苦鉄質岩を構成する鉱物の主要・微量元素組成は、溶け残り岩を示唆するような特徴を見出すことはできない。クロムスピネルと単斜輝石の微量元素を検討した結果、次のことが明らかとなった。(1)型超苦鉄質岩に含まれるクロムスピネルには白金族元素は含まれないが、微量元素パターンの特徴は、みかぶ帯ピクライト中のクロムスピネルに類似する。また、単斜輝石の微量元素パターンもみかぶ帯中の超苦鉄質深成岩と類似することから、型超苦鉄質岩はみかぶ帯の苦鉄質～超苦鉄質岩類と同様にマントルブルームに由来する可能性が高い。(2)型超苦鉄質岩中の単斜輝石から見積もられる起源マグマ組成は、島弧マグマによって形成されたとされる周囲のエクロジヤイト相変苦鉄質岩の全岩組成と同じ特徴を示すことから、同源マグマからの結晶集積岩と考

えられる。(3) 型超苦鉄質岩中のクロムスピネルは、白金族パターンで明瞭な Ru の正異常を持たない。微量元素パターンは、Ga、Ti、Ni に乏しいパターンを示し、島弧火山岩類の特にボニナイトに含まれるクロムスピネルの特徴に類似する。従って、高 Mg 安山岩のような高枯湯マグマに由来する結晶集積岩であると考えられる。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 2件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Elmar Albers, John W. Shervais, Christian T. Hansen, Yuji Ichiyama, Patricia Fryer	4. 巻 10
2. 論文標題 Shallow Depth, Substantial Change: Fluid-Metasomatism Causes Major Compositional Modifications of Subducted Volcanics (Mariana Forearc)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Frontiers in Earth Science	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3389/feart.2022.826312	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Yuji Ichiyama, Takahito Koshiba, Hisatoshi Ito, Akihiro Tamura	4. 巻 115
2. 論文標題 Geochemistry and magmatic zircon U-Pb dating of amphibolite blocks in the Omi serpentinite melange, north central Japan: Possible subduction of the Cambrian oceanic crust	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 JOURNAL OF MINERALOGICAL AND PETROLOGICAL SCIENCES	6. 最初と最後の頁 313-321
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2465/jmps.191205	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Yuji Ichiyama, Tatsuki Tsujimori, Patricia Fryer, Katsuyoshi Michibayashi, Akihiro Tamura, Tomoaki Morishita	4. 巻 384-385
2. 論文標題 Temporal and spatial mineralogical changes in clasts from Mariana serpentinite mud volcanoes: Cooling of the hot forearc-mantle at subduction initiation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Lithos	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.lithos.2020.10594	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Ayaka Okamoto, Yuji Ichiyama, Akihiro Tamura, Tomoaki Morishita	4. 巻 30
2. 論文標題 Slab-fluid metasomatism in the early paleozoic forearc mantle deduced from the motai serpentinites, south Kitakami Belt, northeast Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Island Arc	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/iar.12387	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ichiyama Yuji, Ito Hisatoshi, Tamura Akihiro, Arai Shoji	4. 巻 62
2. 論文標題 Magma mixing model for the genesis of middle crust in the Izu-Bonin-Mariana arc: evidence from plutonic rocks in the Mineoka-Setogawa ophiolitic mélange, central Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Geology Review	6. 最初と最後の頁 503 ~ 521
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/00206814.2019.1621779	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計13件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 樋口 莉央, 市山 祐司, 田村 明弘, 森下 知晃
2. 発表標題 隠岐島後に産する下部地殻起源捕獲岩の岩石学的特徴と形成過程：マントルブルーム起源の可能性
3. 学会等名 JpGU
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 青島 優生, 市山 祐司, Park Jung-Woo
2. 発表標題 三波川帯超苦鉄質岩類に含まれるクロムスピネルの微量元素組成
3. 学会等名 JpGU
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高見澤 駿, 市山祐司, 山崎秀策, 田村明弘, 森下知晃
2. 発表標題 蛇紋岩から推定されるマントルウェッジの加水様式：北海道中軸部鷹泊岩体における検討
3. 学会等名 JpGU
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西尾 郁也, 森下 知晃, 板野 敬太, 田村 明弘, 市山 祐司, 高見澤 駿, 荒井 章司
2. 発表標題 北海道神居古潭帯に産する高枯湯度カンラン岩の成因とその形成場の検討
3. 学会等名 日本鉱物科学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山本 千早, 釘宮 健人, 石戸 慎也, 川本 竜彦, 市山 祐司
2. 発表標題 マリアナ前弧域の蛇紋岩泥海山岩石中のカルサイト中の流体包有物
3. 学会等名 日本鉱物科学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岡本彩香, 市山祐司, 伊藤久敏
2. 発表標題 東北日本古生代高压型変成岩類の 碎屑性ジルコン U-Pb 年代
3. 学会等名 日本鉱物科学会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Elmar Albers, Christian T Hansen, John W. Shervais, Yuji Ichiyama
2. 発表標題 Fluid metasomatism in the cold nose of the Mariana subduction zone
3. 学会等名 GeoKarlsruhe
4. 発表年 2021年

1 . 発表者名 Kimura, N., Ichiyama, Y., Miyazaki, T., Vaglarov, B.S., Chang, Q., Hanyu, T., Kimura, J.-I.
2 . 発表標題 Geochemical constraints on origin and formation of the Mikabu-Sorachi Plateau
3 . 学会等名 JpGU
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Ichiyama, Y., Oman Drilling Project Phase 2 Scientific Party
2 . 発表標題 Petrological observation of core samples drilled from a mantle section of the Oman ophiolite: A preliminary report of the Oman Drilling Project Phase 2
3 . 学会等名 JpGU
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Kimura, N., Ichiyama, Y., Takahashi, S., Ito, H., Tamura, A, Morishita, T.
2 . 発表標題 Geochemistry and zircon U-Pb ages of mafic rocks in the Mikabu and Sorachi-Yezo belts: Comparison with the Shatsky Rise
3 . 学会等名 JpGU
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Usui, Y., Iijima, K., Machiyama, H., Ichiyama, Y., Tanaka, E., Fujinaga, K., Yasukawa, K.
2 . 発表標題 X-ray computed tomography characterization of the distribution of biogenic apatite and sedimentary structures in pelagic clay around Minamitorishima Island, western North Pacific
3 . 学会等名 JpGU
4 . 発表年 2019年

1. 発表者名 Ichiyama, Y., Oman Drilling Project Phase 2 Science Party
2. 発表標題 Mineralogical and petrological observation of core samples drilled from an ophiolite mantle section: Oman Drilling Project Holes BA1B, BA3A, and BA4A
3. 学会等名 Goldschmidt Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ichiyama, Y.
2. 発表標題 Mantle Section Collected by Oman Drilling Project Phase 2: Comparison with the Izu-Mariana Serpentinites
3. 学会等名 International Conference on Ophiolites and the Oceanic Lithosphere (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	熊谷 英憲 (Kumagai Hidenori)  (10344285)	国立研究開発法人海洋研究開発機構・海洋機能利用部門(海底資源センター)・グループリーダー  (82706)	
研究分担者	伊藤 久敏 (Ito Hisatoshi)  (50371406)	一般財団法人電力中央研究所・地球工学研究所・上席研究員  (82641)	
研究分担者	田村 明弘 (Tamura Akihiro)  (80401884)	金沢大学・地球社会基盤学系・博士研究員  (13301)	



6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	木村 純一  (Kimura Jun-Ichi)  (30241730)	国立研究開発法人海洋研究開発機構・海域地震火山部門(火山・地球内部研究センター)・上席技術研究員(シニア)    (82706)	削除：2020年12月15日

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関