

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 1 日現在

機関番号：82626

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25287133

研究課題名(和文)高精度年代測定による海洋プレート沈み込み開始過程のタイムスケールとその要因の解明

研究課題名(英文)Time scale and cause of initiation of subduction of oceanic plate

研究代表者

石塚 治 (Ishizuka, Osamu)

国立研究開発法人産業技術総合研究所・活断層・火山研究部門・主任研究員

研究者番号：90356444

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,100,000円

研究成果の概要(和文)：沈み込み帯はいかにして形成されるのか。これはプレートテクトニクス理論における第一級の問題であり続けている。本研究ではオフィオライト層序の調査、分析によりプレート沈み込み開始時のマグマプロセスとその活動時期を明らかにした。また沈み込み開始プロセスの解明をテーマとして実施された海底掘削航海や、伊豆小笠原マリアナ前弧域の海底調査による採取試料、取得データの解析もを行い、伊豆小笠原島弧におけるプレート沈み込みに至るテクトニクスのモデル化を行った。

研究成果の概要(英文)：The initiation of subduction and the subsequent birth and early development of island arcs are still poorly understood. Exposed forearcs, such as Izu-Bonin-Mariana forearc, are valuable for understanding how subduction zones start. We conducted submarine geological survey in Izu and Mariana forearcs as well as analyses of samples collected by ocean drilling in the ancient reararc side of this arc. Geochemical characteristics and age of the collected rocks revealed magmatic and tectonic processes at and immediately after subduction initiation. Ophiolite sections exposed on land are also suitable targets to study subduction initiation. Our target of fieldwork included ophiolite sections of Vourinos (Greece), Khoy (Iran), Troodos (Cyprus), and Mersin (Turkey). Geochemical, structural and geochronological study of crustal and mantle sections of these ophiolites revealed commonality and differences in magmatic and mantle processes at subduction initiation among these studied sections.

研究分野：年代学，地質学

キーワード：プレートの沈み込み オフィオライト 高精度年代測定 地球化学 島弧

## 1. 研究開始当初の背景

1960年代後半にプレートテクトニクスの概念が提唱され、多くの地質現象がこれにより説明されている。その中で最も重要なプロセスの一つが、沈み込み帯においてプレートが他のプレートの下に沈み込む現象である。沈み込み帯における様々な地質現象、たとえば島弧火山活動や、海溝型地震の発生については、これまで膨大な研究が行われ、その特徴や成因が明らかにされてきた。しかしながら、そもそもいつ、どのようにそれぞれの沈み込み帯が形成されたのか、については、極めて限られた知識しか得られていない。これは、プレート沈み込み開始という現象が過渡的なプロセスで、現行過程を観察することが困難であることによる。

どのようにプレートの沈み込みが開始して、マグマの生産が開始され、島弧(火山列)が形成されるのか、という問題を解明するために、これまで伊豆小笠原マリアナ島弧前弧域において調査研究を行ってきた。その結果、沈み込み開始から島弧創成期におけるマグマ活動の変化が明らかになりつつある(Ishizuka et al., 2006, 2011 参照)。すなわち、フィリピン海プレートの境界にそって、ほぼ同時期に太平洋プレートの沈み込みが始まり、その後数百万年間の間に、海底拡大に伴うマグマ生成から、沈み込むプレートから放出される物質がマグマ生成に寄与する、より現在の島弧に近いマグマ生成へと変化したことが明らかになった。もう一つの注目すべき発見は、この時期に形成された地殻の層序、構造が、従来他の地殻上に乗り上げた海洋地殻に相当すると考えられてきたオフィオライト層序(オマーン、キプロス等に露出)と極めて類似していることが明らかになったことである。このためオフィオライトが実は海洋地殻ではなく、沈み込み開始期の地質環境や火山活動史を記録している可能性が示唆された。

この研究成果に基づき、本提案ではオフィオライト層序を用いて、プレート沈み込み開始プロセスとその原因の解明を目指した。伊豆小笠原島弧のような現存の島弧では、沈み込み開始期に形成された地殻層序の露出は極めて限られ、また多くは深海底に存在している。このため、その観察と試料採取が困難である。一方オフィオライト層序では上部マントルから上部地殻物質まで系統的に試料採取を行うことが可能である。本研究ではこの利点を生かし、オフィオライト各層準を構成する火成岩の精密年代決定と岩石学的、地球化学的特徴の解明により、沈み込み開始とそれに引き続く島弧創成期の火成活動の時空変遷を明らかにすることを提案した。

## 2. 研究の目的

本研究では、プレート沈み込み開始の要因と、開始後のマグマプロセスの解明を最大の目的とした。

本研究では、高精度年代測定技術を駆使し、沈み込み開始時から島弧成長期の連続的な地質記録が保存されている地質層序(オフィオライト)に精密な時間軸を入れることにより、この期間の火成活動(マグマ)の特徴と地質環境の時間変化を詳細に明らかにする。さらに、沈み込み開始と他の地質学的イベントとの時間的關係から、何がプレート沈み込み開始のきっかけとなる主要な要因であるのかを解明する。さらに本研究では、沈み込み開始プロセスの研究をテーマとして実施されたIODP(International Ocean Discovery Program)による掘削航海や、伊豆小笠原マリアナ前弧域の海底調査による採取試料、取得データの解析も行い、伊豆小笠原島弧におけるプレート沈み込みに至るテクトニクスの解明を目指した。

## 3. 研究の方法

本研究ではまずオフィオライト層序の地質調査及び採取試料の分析により、この層序がプレート沈み込み開始とそれに引き続いておきた火成活動を記録していることを示した上で、沈み込み開始時期に起きていた現象に詳細な時間軸を入れることを試みた。より具体的には、

- a) オフィオライト層序が保存された地域での地質調査及び岩石試料採取の実施。
- b) 採取された火成岩試料(火山岩、地殻構成物質あるいはマントル由来岩石)の岩石学的検討、化学分析及び高精度年代測定。
- c) オフィオライトにおける地殻構成岩石及び火山岩の層序と伊豆小笠原マリアナ弧で観察された初期島弧地殻の比較検討を行い、島弧形成初期及び現行の地殻形成プロセスや形成レートの検討。
- d) 以上のデータを用いて、沈み込み開始期から島弧創成期、そして島弧火山列へと成長していく時期の地殻及び上部マントルにおけるマグマ生成、移動プロセスの解明。

掘削試料、海底試料についても同様の分析、解析を実施した。

本研究での調査対象はオフィオライト層序であるが、本研究に好適なオフィオライトの条件として、1) 基本的な層序が、伊豆小笠原マリアナ前弧地域で得られている初期島弧地殻層序と同一であること、2) 比較的層序に乱れがなく、地殻形成当初に近い状態で保存されている、3) 形成後の変成、変質等による岩石学的、化学的変化が軽微である

こと、4) 従来の研究で層序が概ね確立されていること、等が挙げられる。これらの条件をよく満たしているオフィオライトとして、中生代に存在していたテチス海の縁辺部に形成された島弧を起源とするものが挙げられる。特にその中で、Vourinos (ギリシャ), Khoy (イラン), Mersin (トルコ), Troodos (キプロス) の各オフィオライトが上記の条件を満たしている可能性が高く、主たる調査対象とした。

#### 4. 研究成果

##### (1) 沈み込み開始期のボニナイトマグマの活動とその起源

伊豆小笠原マリアナ弧及びオマーンオフィオライトには、海洋プレートが沈み込み始めてまもなく発生した無人岩が広く分布する。本研究では、無人岩及びそれに先行した中央海嶺玄武岩のマグマの生成温度圧力条件を推定し、その元となったソースマンタルの起源を明らかにすることに成功した。無人岩は非常に枯渇し、 $MgO$ ,  $SiO_2$  に富む高シリカ無人岩と、やや枯渇した  $MgO$ ,  $SiO_2$  に乏しい低シリカ無人岩がある。後者は前者と同時にまたはやや遅れて発生した。低シリカ無人岩マグマは、先行した玄武岩マグマの融け残りレールズライトマンタルに、沈み込んだスラブ起源流体が付加することによって再熔融したものであることが明らかとなった (Umino et al., 2015; Kusano et al., 2016)。一方、伊豆小笠原マリアナ弧では低シリカ無人岩とともに、枯渇したハルツバージャイトが融解して高シリカ無人岩が発生した。これらの無人岩由来のスピネルの  $O_s$  同位体組成は、平均的な中央海嶺玄武岩の起源物質である枯渇したマンタル (DMM) と同程度かそれ以下であることから、ソースマンタルは古代に融解を経験した融け残り岩であると考えられる。そこで、それらのソースマンタルの枯渇度と  $^{187}Os/^{188}Os$  同位体比を再現するモデル計算を行ったところ、高シリカ無人岩と低シリカ無人岩の起源マンタルは、未分化マンタルがそれぞれ 15-17 億年前に 18-30 wt% 及び 32-37 億年前に 3.5-4 wt% メルトを分別したものであることがわかった (Umino et al., submitted to Island Arc)。

##### (2) プレート沈み込みにいたるテクトニクスに関する研究

###### ①伊豆マリアナ前弧域での研究成果

プレートの沈み込み開始が起きうる条件とそのタイミングや、テクトニックセッティングに関しては依然として明らかではない (石塚, 2016)。そこで我々は伊豆小笠原弧について、その創成期前後のフィリピン海プレートのテクトニクスや海盆拡大形成史を明らかにする必要があると考えた。

中でも未だに議論が別れる重要な未解決

課題として、初期伊豆小笠原島弧と西フィリピン海盆の関係が挙げられる。現在の九州パラオ海嶺と、西フィリピン海盆の拡大軸であった CBF リフトの地理的關係に基づくと、島弧形成初期には、海底拡大軸と島弧が交差するという特異な現象が発生していた可能性がある。その場合、伊豆小笠原マリアナ弧の一部は、形成されたばかりの西フィリピン海盆の海洋地殻上に形成されたことになり、そのような地域ではプレート沈み込み開始直後の火山活動記録は欠落していることになる。

白鳳丸 KH-14-5 航海では、島弧基盤の年代が異なり、島弧形成開始年代も異なる可能性のあるマリアナ北部前弧域及び伊豆弧前弧域の 3 地域において、島弧最初期の火山噴出物及び島弧基盤を含む地殻構成物質の採取を行った。同時に、地形及び地磁気異常観測により島弧基盤をなす海洋地殻の存在 (マリアナ北部海域) と、沈み込み開始に伴う海底拡大の存在 (伊豆弧) の可能性を検討している。

岩石試料採取は概ね水深 4600-7600m の海溝陸側斜面で行い、火山岩類、深成岩類、かんらん岩類等を回収し、地殻構成岩石及び上部マンタル物質の採取に成功した。調査を実施した 3 地域のいずれからでも、ボニナイトを確認すると同時に、沈み込み開始期に起きた海底拡大に伴って生成されたとされる前弧玄武岩 (forearc basalt) 類似の玄武岩や、安山岩類を採取した。一方で沈み込んでいる太平洋プレート上の海山に由来すると考えられる OIB の特徴を持つ火山岩や石灰岩も採取された。

火山岩類の化学的特徴と年代測定結果は、これまで前弧域から報告されている島弧最初期に特徴的な火山噴出物の層序が、いずれの地域にも存在していることを示唆している。伊豆小笠原マリアナ弧全域で同時期に沈み込み開始、島弧創成が起きたことを強く示唆する結果である。

###### ②島弧基盤の深海掘削

IODP (国際深海掘削計画) Exp. 351 では、伊豆小笠原弧形成最初期から約 2500 万年前までの火山、マグマ活動の記録である火山噴出物を含む約 1200m に及ぶ堆積物と、島弧基盤の海洋地殻の掘削に成功した。基盤の玄武岩の解析から、掘削前の予想を覆し、島弧全体がプレート沈み込み開始に伴っておきた海底拡大により形成された海洋地殻上に成長した可能性が高いことが明らかになった (Arculus et al., 2015)。本研究で ArAr 法による基盤の玄武岩の年代決定を行い、島弧初期のマグマ組成の詳細な時間変遷も解明されつつある。現在このデータに基づき論文投稿準備中である。

##### (3) 初期島弧マンタルかんらん岩に関する研究

かんらん岩の岩石研磨薄片を作成し、最初に偏光顕微鏡下にて、岩石記載を行い、鉍物

組み合わせ、鉱物粒径、鉱物モード組成などの情報を引き出した（それぞれの情報を取り出す手法については Harigane et al., 2016, G-cubed で報告済みである）。またこれらの情報を引き出すために SEM-EDS（エネルギー分散型 X 線分析）や SXAM（走査型蛍光 X 線分析装置）で得られる元素組成マップも利用し、画像解析は Adobe Photoshop, Illustrator の他に、MATLAB を用いた。

次に、岩石中の無水鉱物及び含水鉱物の主要元素組成分析及び局所微量元素組成分析を産業技術総合研究所所有の電子プローブ顕微鏡（EPMA）及び金沢大学所有のレーザーアブレーション誘導結合プラズマ質量分析計（LA-ICP-MS）を用いて行った。これらの分析点は、岩石記載の際に分類した微細構造に基づいている。次に、岩石中の構成鉱物の結晶方位の集中度とその分布についてのデータを取得するために SEM-EBSD（後方電子散乱）システムを利用して、解析を行った。これらの基本的な岩石の情報を元に、変形過程と変形条件を明らかにすることを目指した。

岩石試料はギリシャ・イラン・トルコで行った野外調査から、構造岩石学的研究のために、かんらん岩と斑れい岩をそれぞれの調査地域で、29 個、31 個、12 個採取した。これらの岩石のほとんどは、露頭にて定方位で採取した。また、調査船「よこすか」・有人潜水船「しんかい 6500」と調査船「白鳳丸」による 2 つの調査航海（YK09-06 と KH14-5）において採取された。かんらん岩は KH14-5 航海（石塚ほか、2016）による北部マリアナ前弧域・陸側斜面のドレッジ 6 地点から 33 試料、YK09-06 航海（横瀬ほか、2010）による北部マリアナ前弧域・蛇紋岩海山（風神海山、雷神海山、バベル海山）の潜航 3 地点から 7 試料を用いた。

採取されたかんらん岩の多くは蛇紋岩化作用を受けており、かんらん石や輝石がほとんど失われていたが、一部に新鮮なかんらん岩があった。面構造・線構造を確認できた岩石については構造薄片（面構造に垂直で線構造に平行）を作成し、確認できない岩石については任意の方向で薄片を作成した。陸上・海洋底で採取したかんらん岩は主にハルツバーガイトとダナイトに分けられる。微細構造観察の結果、ハルツバーガイトとダナイトは複数の微細構造に分類できたが、蛇紋岩化作用が強く判別しにくい試料もあった。

地域ごとでまとめると以下になる。

① ギリシャ について：ハルツバーガイトにおいて、粗～中粒のかんらん石と輝石からなるプロトグラニューラー組織、輝石のポーフィロクラストとかんらん石と輝石の細粒基質部からなるポーフィロクラスト状組織、斜方輝石のリボン状粒子

で特徴付けられたマイロナイトに分類することができた。プロトグラニューラー組織を示すハルツバーガイトは部分的に細粒な部分が認められる。ダナイトでは、プロトグラニューラー組織がほとんどであった。

これらの岩石試料について、主要鉱物の主要元素化学組成を分析した。かんらん岩全体でスピネルの Cr# は～30 から 85 と幅広い組成範囲を示すが、島弧系と考えられている Vourinos（地域（Cr#～50～85）と中央海嶺系と考えられている Pindos・Koziakas 地域（Cr#～30～55 と Cr#85）で差が見られた。TiO<sub>2</sub> wt % については採取されたかんらん岩は低い TiO<sub>2</sub> wt % を持ち、地域ごとで差はないが、はんれい岩脈を伴うかんらん岩では高い TiO<sub>2</sub> wt % を示した。さらに結晶方位定向配列を分析した結果、Vourinos 地域については主にかんらん石の [100] (010) と [100] (001) のパターンが肉眼で認められた。これらに Michibayashi et al. (2016) で提案されたかんらん石のすべり系を同定するシステムである FIA (Fabric-Index Angle) を適用すると [100] (010) と [100] (001) のパターンのほかに [100] {okl} があることが認められた。微細構造と比較すると、プロトグラニューラー組織からマイロナイトへと変形構造が発達するのに伴って [100] (010) ・ [100] {okl} から [100] (001) のパターンへ変化しているように見える。Pindos・Koziakas 地域においても [100] (010) と [100] (001) のパターンが認められた。

② 北部マリアナ前弧域 について（Harigane et al., 2016, AGU Fall Meeting, 針金ほか 2016, 地質学会）：ハルツバーガイトにおいて、粗粒のかんらん石と中粒の輝石からなるプロトグラニューラー組織、輝石のポーフィロクラストとかんらん石と輝石の細粒基質部からなるポーフィロクラスト状組織を示した。また斜方輝石のリボン状粒子で特徴付けられたマイロナイトが観察された。ダナイトにおいて、かんらん石の等粒状組織（細粒～中粒）や伸長組織（粗粒）が観察された。ポーフィロクラスト状組織やマイロナイトといった変形構造が発達したかんらん岩には、二次的に形成したと考えられる角閃石や、スピネル内部に角閃石や輝石の包有物を観察した。伸長組織については、蛇紋石がかんらん石の劈開面に発達していた。ダナイトに見られた微細構造は Michibayashi et al. (2007) で報告された南部マリアナ海溝陸側斜面から採取されたかんらん岩（主にダナイト）の微細構造観察結果と類似している。これらの試料について、主要鉱物の主要・微量元素化学組成と結晶方位定向配列を分析した。かんらん岩全体でスピネルの

Cr#は 28-85 と幅広い組成範囲を示した。この傾向は Ghosh and Snow (2016) で報告された結果と同様であった。かんらん石の結晶方位定向配列については [100] (010) すべりが主に認められた。ポーフィロクラスト状組織では、かんらん石の [100] と [001] が面構造上に帯状に分布し、[010] が面構造に垂直な方向に集中するパターンを観察したほかに、[100] (010) の弱い集中を確認した。変形構造が発達するとともに強い集中から弱い集中へ変化していることがわかった。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 40 件)

- Ghosh, B., Bandyopadhyay, B., Morishita, T., 2017, Andaman-Nicobar ophiolites, India: Origin, Evolution and Emplacement, Geological Society of London memoirs, 47, 95-110. 査読有.
- Saito, S., Tani, K., 2016, Transformation of juvenile Izu-Bonin-Mariana oceanic arc into mature continental crust: an example from the Neogene Izu Collision Zone granitoid plutons, central Japan, Lithos, 277, 228-240. 査読有.
- 石塚治, 2016, プレーートの沈み込み開始と火山弧創成モデル, 火山, 61, 91-100. 査読有.
- Tamura, A., Morishita, T., Ishimaru, S., Hara, K., Sanfilippo, A., Arai, S., 2016, Compositional variations in spinel-hosted pargasite inclusions in the olivinerich rock from the oceanic crust-mantle boundary zone, Contributions to Mineralogy and Petrology, 171, 10. 1007/s00410-016-1245-9. 査読有.
- Arculus, R. J., Ishizuka, O., Bogus, K. A. and 27 others, 2015, A record of spontaneous subduction initiation in the Izu-Bonin-Mariana arc, Nature Geoscience, 8, 728-733. 査読有.
- Ishizuka, O., Taylor, R. N., Geshi, N., Oikawa, T., Kawanabe, Y., Ogitsu, I., 2015, Progressive mixed-magma recharging of Izu-Oshima volcano, Japan: A guide to magma chamber volume, Earth and Planetary Science Letters, 430, 19-29. 査読有.
- Tani, K., Dunkley, D. J., Chang, Q., Nichols, A. R., Shukuno, H., Hirahara, Y., Ishizuka, O., Arima, M., Tatsumi, Y., 2015, Pliocene granodioritic knoll with continental crust affinities discovered in the intra-oceanic

Izu-Bonin-Mariana Arc: Syntectonic granitic crust formation during back-arc rifting, Earth and Planetary Science Letters, 424, 84-94. 査読有.

石塚治, 小原泰彦, 湯浅真人, 2015, フィリピン海の内海形成とマグマティズム, 地学雑誌, 124, 773-786. 査読有.

Ishizuka, O., Umino, S., Taylor, R. N., Kanayama, K., 2014, Evidence for hydrothermal activity in the earliest stages of intraoceanic arc formation: implication to ophiolite-hosted hydrothermal activity, Economic Geology, 109, 2159-2177.

Ishizuka, O., Tani, K., Reagan, M. K., 2014, Izu-Bonin-Mariana fore-arc crust as a modern ophiolite analogue, Elements, 10, 115-120.

Kanayama, K., Umino, S., Ishizuka, O., 2014, Shallow submarine volcano group in the early stage of island arc development: geology and petrology of small islands south off Hahajima main island, the Ogasawara Islands, Journal of Asian Earth Sciences, 85, 1-24.

Umino, S., Kitamura, K., Kanayama, K., Tamura, A., Sakamoto, N., Ishizuka, O. and Arai, S., 2014, Thermal and chemical evolution of the subarc mantle revealed by spinel-hosted melt inclusions in boninite from the Ogasawara (Bonin) Archipelago, Japan, Geology, 43, 151-154.

[学会発表] (計 91 件)

Ishizuka O., Tani K., Harigane Y., Umino, S., Stern, R. J., Reagan, M., Hickey-Vargas R., Yogodzinski G., Kusano Y., Arculus R., Bogus K., Tectonics of the Philippine Sea plate before and after 52 Ma subduction initiation to form the Izu-Bonin-Mariana arc, AGU fall meeting, 2016年12月12日, アメリカ サンフランシスコ市.

Tani, K., Ishizuka, O., Horie, K., Barth, A. P., Harigane Y., Ueda, H., Pre-Cenozoic basement rocks of the Proto-Philippine Sea Plate: Constraints for the birthplace of the Izu-Bonin-Mariana Arc, AGU fall meeting, 2016年12月12日, アメリカ サンフランシスコ市.

Harigane Y., Ishizuka, O., Maekawa, H., Ghosh, T., Snow, J. E., Petrogenesis of serpentinized peridotites from the northern Mariana forearc area, AGU fall meeting, 2016年12月12日, アメリカ サンフランシスコ市.

石塚治, 谷健一郎, 針金由美子, 海野進, 金山恭子, 坂本泉, 山崎俊嗣, 伊豆小笠原

マリアナ弧の基盤 -プレート沈み込み開始期のテクトニクス-, 火山学会秋期大会, 2016年10月15日, 静岡県富士宮市 富士吉田市民会館.

石塚治, 針金由美子, 谷健一郎, 山崎俊嗣, 田村千織, 芦田将成, 櫻本晋洋, 海野進, 金山恭子, 八木雅俊, 坂本泉, 飯島さつき, 井上智仁, Ghosh, Tithi, 宮嶋優希, 島弧創成成長プロセスと海底拡大軸のインタラクティブ -伊豆マリアナ前弧域 KH-14-5 航海-, 日本地質学会第121年学術大会, 2016年09月11日, 東京都世田谷区 日本大学.

針金由美子, 石塚治, 前川寛和, 北部マリアナ前弧域から採取されたかんらん岩の微細構造解析, 日本地質学会第121年学術大会, 2016年09月11日, 東京都世田谷区 日本大学.

Ishizuka O., Tani K., Harigane Y., Ohara Y., Taylor R., Kusano, Y., Hickey-Vargas R., Yogodzinsky G., Sudo M., McCarthy A., Savov I., Arculus R., Bogus K. Geochemical & Geochronological Constraints on the Subduction Initiation of the Izu-Bonin Arc, Goldschmidt 2016, 2016年06月28日, 神奈川県横浜市 パシフィコ横浜.

Morishita, T., Subduction initiation deduced from peridotites of the Izu-Bonin-Mariana Forearc and ophiolites: implications for ARC MOHO diversity, Goldschmidt 2016, 2016年06月28日, 神奈川県横浜市 パシフィコ横浜.

Ishizuka, O., Hickey-Vargas, R., Yogodzinski, G., Sudo, M., McCarthy, A., Savov, I.P., Kusano, Y., Arculus, R., Bogus, K., 2016, Izu-Bonin-Mariana Arc basement from IODP Exp. 351 (Amami Sankaku Basin), JPGU 2016, 2016年05月23日, 千葉県幕張市 幕張メッセ.

Morishita, T., Maturing processes of ARC MOHO deduced from the Izu-Bonin and Ophiolites and implications for economic chromitite formations, The 11th International Conference for Geosciences, 2015年05月12日, サウジアラビア リヤド市.

針金由美子, 2015, 伊豆-小笠原前弧域から採取されたかんらん岩から推測される島弧初期の上部マントル構造, 一般社団法人日本地質学会 主催 講演会「日本の地質学: 最近の発見と応用2015」, 2015年05月23日, 東京都北区 北とぴあ.

石塚治, 谷健一郎, 針金由美子, 山崎俊嗣, 小原泰彦, 草野有紀, 2015, Geologic and geochronological constraints on the Philippines Sea tectonics around 50 Ma, 日本地球惑星科学連合2015年大会, 2015年5月25日, 千葉県幕張市 幕張メッセ.

谷健一郎, Gabo J. A. S., 堀江憲路, 石塚治, Padrones J., Betchaida, P., Tejada M.L., Faustino-Eslava D., 今井亮, 荒井章司, 外田智千, Yumul Jr. G.P., Dimalanta C.B., 2015, Temporal constraints for the tectonic development of the Philippine ophiolite belts from new zircon U-Pb ages, 日本地球惑星科学連合2015年大会, 2015年05月26日, 千葉県幕張市 幕張メッセ.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

石塚 治 (ISHIZUKA Osamu)

国立研究開発法人産業技術総合研究所・活断層・火山研究部門・主任研究員

研究者番号: 90356444

### (2) 研究分担者

海野 進 (UMINO Susumu)

金沢大学・自然システム学系・教授

研究者番号: 30192511

谷 健一郎 (TANI Kenichiro)

独立行政法人国立科学博物館・地学研究部・研究員

研究者番号: 70359206

森下 知晃 (MORISHITA Tomoaki)

金沢大学・自然システム学系・教授

研究者番号: 80334746

針金 由美子 (HARIGANE Yumiko)

国立研究開発法人産業技術総合研究所・地質情報研究部門・主任研究員

研究者番号: 90569360

### (3) 連携研究者

草野 有紀 (KUSANO Yuki)

国立研究開発法人産業技術総合研究所・活断層・火山研究部門・研究員

研究者番号: 00635972

### (4) 研究協力者

Rex N. Taylor (TAYLOR Rex N.)

University of Southampton・Senior Lecturer

Marco Maffione (MAFFIONE Marco)

Utrecht University・Post doctoral fellow