

平成 30 年 5 月 18 日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2017

課題番号：15K05261

研究課題名(和文) 白亜紀中期太平洋におけるプレート境界再配列と拡大速度から見たプレート運動の駆動力

研究課題名(英文) The driving force of the plate motion based on the plate reorganization of plate boundaries surrounding the Cretaceous Pacific Plate and spreading rates

研究代表者

中西 正男 (Nakanishi, Masao)

千葉大学・大学院理学研究院・教授

研究者番号：80222165

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,600,000円

研究成果の概要(和文)：白亜紀のプレート境界の痕跡と考えられている北海道トラフとノバ・カントントラフ・リフトシステムにおいて、海底拡大過程に起因する地形的構造の詳細な記載、磁気異常縞模様の同定、反射法地震探査記録の解釈をおこなった。その結果、北海道トラフは太平洋プレートがシャツキーライズ形成終了後の白亜紀中期に分裂した痕跡であることが判明した。一方、ノバ・カントントラフ・リフトシステムはオントンジャワ海台を形成したマンテルプルームの活動が低調になった後に形成したことが明らかになった。これらの結果は、白亜紀中期の太平洋においてマンテルプルーム活動度の変化がプレート境界の再配列を起こした可能性があることを示唆した。

研究成果の概要(英文)：The studies of topographic features, magnetic anomaly lineations and seismic reflection profiles around the Hokkaido and Nova-Canton troughs revealed that the Hokkaido trough is the trace of the break-up of the Cretaceous Pacific Plate after the formation of the Shatsky Rise was finished and that the Nova-Canton troughs was formed after the formation of the Ontong Java Plateau. These results suggest that the change in the activity of the mantle plume resulted in the reorganization of the plate boundaries.

研究分野：海洋底地球科学

キーワード：太平洋プレート 海底地形 磁気異常縞模様

1. 研究開始当初の背景

1960年代にプレートテクトニクスが提唱された。その結果地球科学は大きく発展した。プレート運動の支配的な駆動力はスラブの引っ張り力 (slab pull force) と考えられているが、この考えでは説明できない事象が近年報告されるようになった。地球科学のさらなる発展のためには、プレート運動の駆動力に関する議論に決着をつける必要がある。

Cande and Stegman (2011)はインド洋において、「マントルブルームがプレートを押す力」 (plume push force、以下「プレートを押す力」) はプレート運動の駆動力の一つであると結論づけた。この結論の普遍性を評価するためには、太平洋と大西洋においてもこの結論が正しいか検証する必要がある。太平洋においては、白亜紀中期 (125.9-83.6 Ma) に大規模なマントルブルーム活動とテクトニック事変があったことがこれまでの研究で明らかになっている (Larson, 1991; Nakanishi et al., 1989; 1992)。そのため、白亜紀の太平洋は Cande and Stegman (2011)の結論を検証するために最適な場所の一つである。

2. 研究の目的

本研究では白亜紀の太平洋プレート (図1) に関して、テクトニック事変とマントルブルーム活動の時間的および地理的關係を明らかにすることから、Cande and Stegman (2011)の結論を検証することを研究目的とする。

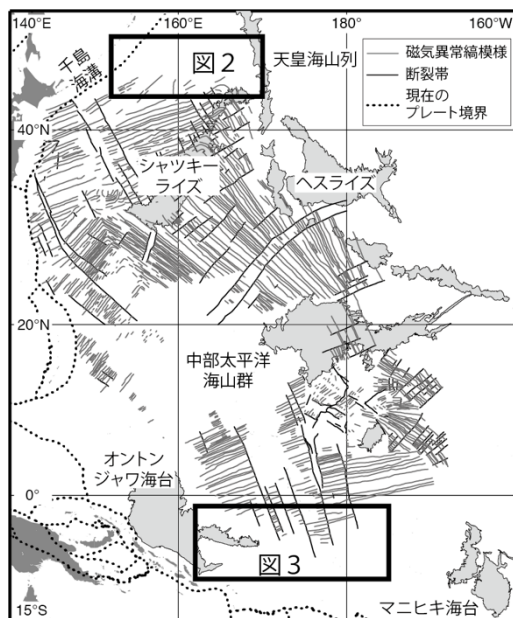


図1. 北西太平洋における中生代磁気異常縞模様とマントルブルーム起源の主な海台 (Nakanishi et al., 1989; 1992; 1999; Nakanishi and Winteter, 1998; Nakanishi, 2011 に加筆)。太線の四角は図2 (北海道トラフ) と図3 (ノバカントントラフ・リフトシステム) の位置を示す。

白亜紀中期の太平洋プレートはイザナギプレート、ファラオプレート、フェニックスプレートという3つのプレートと接していた。本研究では、テクトニック事変の痕跡が残っている可能性がある太平洋プレートとイザナギプレートとの間に存在したプレート境界 (以下 Pa-I 境界) と太平洋プレートとフェニックスプレートとの間に存在したプレート境界 (以下 Pa-Ph 境界) を研究対象とした。そこで、白亜紀中期に起こったテクトニック事変を詳細に明らかにすることを目指した。

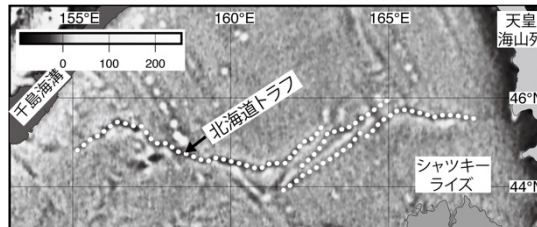


図2. 北海道トラフ周辺の垂直重力勾配図 (Sandwell et al., 2014 のデータを使用)。白色の点線は北海道トラフに関連するトラフ地形の位置を示す。

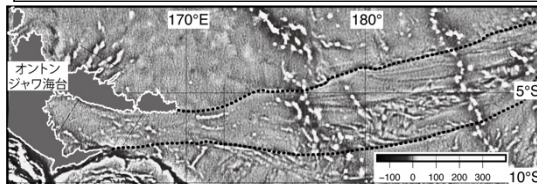


図3. ノバカントントラフ・リフトシステム付近の垂直重力勾配図。黒色の点線はノバカントントラフ・リフトシステムの外縁を示す。

研究対象海域は、北海道トラフ (Hokkaido Trough、以下 HKT)、ノバカントントラフ・リフトシステム (Nova-Canton Trough rift system、以下 NCT)、およびその周辺海盆である。HKT はマントルブルーム活動起源のシャツキーライズとヘスライズの北方に位置し、これらの海台の形成過程中的白亜紀中期に活動した Pa-I 境界の痕跡であるとされている (Mammerickx and Sharman, 1988)。一方、NCT はマントルブルーム活動起源のオントンジャワ海台とマニヒキ海台の形成期間中 126 Ma 頃に起こったプレート境界再配列の結果、太平洋プレートに取り残された Pa-P 境界の痕跡であると考えられていた (Nakanishi et al., 1992; Larson, 1997)。しかし、Taylor (2006)は、NCT はオントンジャワ海台とマニヒキ海台が分裂した時の裂け目の痕跡である可能性を示した。これらのトラフ地形は、衛星高度計による垂直重力勾配 (Sandwell et al., 2014) によりその位置を確認することができる (図2, 図3)。しかし、マルチビーム音響測深機による地形調査が行われたところごく一部に限られているため、トラフ地形の地形的特徴はほとんどわかっていない。近年東経 160 度より西の HKT において、マルチナロー音響測深機による海底地形観測が何度か実施され、HKT の地形的特徴が徐々に明らかになってき

た。この観測は研究代表者によって提案されてきたものである。NCTに関してはハワイ大の研究グループでいくつかの航海で地形調査が実施されてきた。

### 3. 研究の方法

研究船「みらい」、「かいいい」の研究航海において取得された地球物理学データ（海底地形、重力、地磁気）と反射法地震探査記録を過去に取得されたデータとともに総合的に解析した。また、近年米国とドイツの研究者がそれぞれの研究航海で取得したデータも入手し、解析を行った。

プレート境界の復元には磁気異常縞模様情報が使われるのが一般的であるが、白亜紀中期は地球磁場が長期間反転しなかった期間（磁気静穏期）であるため、研究対象海域には磁気異常縞模様が存在しないところがある。そのようなところでは、海底拡大過程に起因する地形的構造であるアビスサルヒル（abyssal hill fabric）や断裂帯を詳細に記載した。

### 4. 研究成果

北海道トラフおよび周辺海盆における海底地形の詳細な記載と磁気異常縞模様の同定をおこなった。その結果、太平洋プレートが白亜紀中期に分裂したことを発見した。このことは、HKTが従来考えられていたようなPa-I境界の痕跡ではなく、太平洋プレートの分裂の痕跡であることを示している。太平洋プレートの分裂は、シャツキーライズ形成終了後に起こったと考えられ、海台形成過程の終焉がこのプレート分裂を引き起こした可能性がある。

ノバ・カントントラフ・リフトシステムの西部に位置するスチワート海盆に関して、反射法地震探査記録の解析と磁気異常縞模様の同定をおこなった。その結果、スチワート海盆は、隣接するオントンジャワ海台形成終了後に、誕生した海盆であることが判明した。また、ノバ・カントントラフ・リフトシステム中部においては、明瞭な磁気異常縞模様が存在しないことを確認した。これらの結果は、オントンジャワ海台を形成したマントルプルームの活動が低調になった後に、ノバ・カントントラフ・リフトシステムが形成したことを示している。

本研究結果は、マントルプルーム活動度の変動が、プレート境界の再配列に何らかの影響を与えていることを示している。すなわち、白亜紀中期の太平洋においてマントルプルーム活動度の変化がプレート境界の再配列を起こした可能性があると考えられることができる。

### <引用文献>

- ① Cande, S. C. and D. R. Stegman, Indian and African plate motions driven by the push force of the Réunion plume head, *Nature*, 475, 47-52, 2011.

- ② Larson, R. L., Latest pulse of Earth: Evidence for a mid-Cretaceous superplume, *Geology*, 19, 547-550, 1991.
- ③ Larson, R. L., Superplumes and ridge interactions between Ontong Java and Manihiki Plateaus and the Nova-Canton Trough, *Geology*, 25, 779-782, 1997.
- ④ Mammerickx, J. and G. F. Sharman, Tectonic evolution of the North Pacific during the Cretaceous quiet period, *J. Geophys. Res.*, 93, 3009-3024, 1988.
- ⑤ Nakanishi, M., Bending-related topographic structures of the subducting plate in the northwestern Pacific Ocean. in *Accretionary Prisms and Convergent Margin Tectonics in the Northwest Pacific Basin* edited by Ogawa, Y., Anma, R. and Dilek, Y., *Modern Approaches in Solid Earth Sciences*, Springer Science+Business Media B.V., 1-38, 2011.
- ⑥ Nakanishi, M., Tamaki, K., and Kobayashi, K., Mesozoic magnetic anomaly lineations and seafloor spreading history of the northwestern Pacific, *J. Geophys. Res.*, 94, 15,437-15,462, 1989.
- ⑦ Nakanishi, M., K. Tamaki, and K. Kobayashi, Magnetic anomaly lineations from Late Jurassic to Early Cretaceous in the west-central Pacific Ocean, *Geophys. J. Int.*, 109, 701-719, 1992.
- ⑧ Nakanishi, M. and E. L. Winterer, Tectonic history of the Pacific-Farallon-Phoenix triple junction from Late Jurassic to Early Cretaceous: An abandoned spreading ridge in the Central Pacific Basin, *J. Geophys. Res.*, 103, 12453-12468, 1998.
- ⑨ Nakanishi, M., W. W. Sager, and A. Klaus, Magnetic lineations within Shatsky Rise, northwest Pacific Ocean: Implications for hot spot-triple junction interaction and oceanic plateau formation, *J. Geophys. Res.*, 104, 7539-7556, 1999.
- ⑩ Sandwell, D. T, R. D. Müller, W. H. F. Smith, E. Garcia and R. Francis, New global marine gravity model from CryoSat-2 and Jason-1 reveals buried tectonic structure, *Science*, 346, 65-67, 2014.
- ⑪ Taylor, B., The single largest oceanic plateau: Ontong Java Manihiki Hikurangi, *Geology*, 241, 372-380.

### 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 10 件）

- ① 中西正男, 北西太平洋の海溝付近における海洋プレートの屈曲によって生じる断層地形, *地学雑誌*, 126, 125-146, doi:10.5026/jgeography.126.125, 2017.

- ② 森下知晃, 藤江剛, 山野誠, 中西正男, 尾鼻浩一郎, 中村恭之, 斎藤実篤, 小平秀一, 木村純一, 黒田潤一郎, 小野重明, 古い海洋プレートの沈み込み直前での屈曲断層形成に伴う加水作用解明に向けた海洋掘削計画概要, 地学雑誌, 126, 247-262, doi:10.5026/jgeography.126.247, 2017.
- ③ 野口ゆい, 中西正男, 石原丈実, 玉木賢策, 藤本博巳, P. Huchon, S. Leroy, P. Styles, 磁気データに関する2種類のレベリング法の比較, 海洋調査技術, 29, 3-18, doi:10.11306/jsmt.29.1\_P3, 2017.
- ④ Sato Y., N. Hirano, S. Machida, J. Yamamoto, M. Nakanishi, T. Ishii, A. Taki, K. Yasukawa and Y. Kato, Direct ascent to the surface of asthenospheric magma in a region of convex lithospheric flexure, *Inter. Geol. Rev.*, doi:10.1080/00206814.2017.1379912, 2017.
- ⑤ Catalan, M., et al. (20人アルファベット順11番目), Making a better magnetic map, *Eos*, 97, doi:10.1029/2016EO054645, 2016.
- ⑥ Hirano, N., M. Nakanishi, N. Abe, and S. Machida, Submarine lava fields in French Polynesia, *Mar. Geol.*, 373, 39-48, doi:10.1016/j.margeo.2016.01.002, 2016.
- ⑦ Nakanishi, M., W. W. Sager, and J. Korenaga, Reorganization of the Pacific-Izanagi-Farallon triple junction in the Late Jurassic: Tectonic events before the formation of the Shatsky Rise, in *The Origin, Evolution, and Environmental Evolution of Oceanic Large Igneous Provinces*, edited by E. Erba et al., *Geol. Soc. Am. Spec. Papers*, 511, pp. 85-101, doi:10.1130/205.2511(05), 2015.
- ⑧ Nakanishi, M., Y. Nakamura, M. F. Coffin, K. Hoernle, and R. Werner, Topographic expression of the Danger Islands Troughs and implications for the tectonic evolution of the Manihiki Plateau, western equatorial Pacific Ocean, in *The Origin, Evolution, and Environmental Evolution of Oceanic Large Igneous Provinces*, edited by E. Erba et al., *Geol. Soc. Am. Spec. Papers*, 511, pp. 195-220, doi:10.1130/2015.2511(11), 2015.
- ⑨ Shimizu, K., T. Sano, M. L. G. Tejada, H. Hyodo, K. Sato, K. Suzuki, Q. Chang, and M. Nakanishi, Alkalic magmatism in the Lyra Basin: A missing link in the late-stage evolution of the Ontong Java Plateau, in *The Origin, Evolution, and Environmental Evolution of Oceanic Large Igneous Provinces*, edited by E. Erba et al., *Geol. Soc. Am. Spec. Papers*, 511, pp. 233-249, doi:10.1130/2015.2511(13), 2015.
- ⑩ Tejada, M. L. G., K. Shimizu, K. Suzuki, T. Hanyu, T. Sano, M. Nakanishi, S. Nakai, A. Ishikawa, Q. Chang, T. Miyazaki, Y. Hirahara, T. Takahashi, and R. Senda, Isotopic evidence for a link between the Lyra Basin and Ontong Java Plateau, in *The Origin,*

*Evolution, and Environmental Evolution of Oceanic Large Igneous Provinces*, edited by E. Erba et al., *Geol. Soc. Am. Spec. Papers*, 511, pp. 251-269, doi:10.1130/2015.2511(14), 2015.

[学会発表] (計4件)

- ① Nakanishi, M., Plate Boundary Reorganization of the Pacific Plate during Cretaceous, JpGU-AGU Joint Meeting 2017, 5月24日, 2017.
- ② Shimizu, S., M. Nakanishi, and T. Sano, Plate Boundary Reorganization of the Pacific Plate during Cretaceous, JpGU-AGU Joint Meeting 2017, 5月24日, 2017.
- ③ Nakanishi, M., Bending-related topographic structures of the subducting Pacific plate in the Northwestern Pacific Ocean, 日本地球惑星科学連合2016年大会 (JpGU-AGU Joint sessions), 5月23日, 2016 (招待講演).
- ④ 清水祥伽, 中西正男, 佐野貴司, 北太平洋, 応神ライズ海山群の地殻構造, 日本地球惑星科学連合2016年大会, 5月25日, 2016.

[図書] (計1件)

- ① 中西正男, 沖野郷子, 海洋底地球科学, 東京大学出版会, 320頁, 2016.

[その他]

ホームページ等

- ① Dyment, J., Lesur, V., Hamoudi, M., Choi, Y., Thebault, E., Catalan, M., the WDMAM Task Force (17人, アルファベット順11番目), the WDMAM Evaluators (9人, アルファベット順4番目), and the WDMAM Data Providers, World Digital Magnetic Anomaly Map version 2.0, map available at <http://www.wdmam.org>, 2015. (両方のグループに所属)

## 6. 研究組織

(1) 研究代表者

中西 正男 (NAKANISHI Masao)

千葉大学・大学院理学研究院・教授

研究者番号 : 80222165