

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 6 月 7 日現在

機関番号：12101

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K03819

研究課題名(和文) インドネシア海峡の閉鎖が及ぼすスーパーエルニーニョ型海洋環境の消失

研究課題名(英文) Tropical radiolarian biostratigraphy during the Neogene in the central Indian Ocean and eastern equatorial Pacific

研究代表者

上栗 伸一 (Shin-ichi, Kamikuri)

茨城大学・教育学部・准教授

研究者番号：00612152

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：中央インド洋および東赤道太平洋から得られた深海堆積物試料を用いて、新第三紀における詳細な放射虫化石層序の研究を行った。これらのデータを比較することで、熱帯インド洋から太平洋間の放射虫基準面の同時性と異時性を明らかにすることができた。その結果、中期/後期中新世境界付近で、同時性と異時性のパターンが変化することが明らかとなった。これらのパターンの変化は、インドネシア海峡の効果的な閉塞による影響を受けた可能性がある。

研究成果の学術的意義や社会的意義

インドネシア海峡が閉塞すると、赤道太平洋の東向きの赤道反流が形成されることによって熱帯・赤道循環の原型が誕生する。熱帯・赤道循環の誕生は、西部太平洋に暖水塊を形成し、日本列島へ北上する黒潮の勢力を一段と強化するため、日本列島を含む太平洋の環境に大きな影響を与えられられる。しかしインドネシア海峡の閉鎖した年代は、前期中新世末(17 Ma頃)および後期中新世初期(10 Ma頃)の大きく2つの説があった。本研究によって、効果的に閉塞したのは後期中新世初期(10 Ma頃)である可能性が高くなった。

研究成果の概要(英文)：Detailed biostratigraphic study of a lower Neogene section with radiolarians from central Indian ODP Site 714 has resulted in the precise correlation of many radiolarian bioevents with calcareous nannofossil and planktonic foraminiferal biostratigraphy. Comparison of results from Site 714 with those of previous studies from the tropical Pacific Ocean enables identification of synchronicity and diachroneity of radiolarian datum events between the tropical Indian and Pacific Oceans. Patterns of synchronicity and diachroneity of first occurrences were different near the middle/late Miocene boundary. Changes in these patterns might to have been influenced by the effective closure of the Indo-Pacific seaway. In contrast, the large majority of last occurrences showed synchronicity from the tropical Indian and Pacific Oceans during the early to late Miocene. This suggests that last occurrences during the early to late Miocene were affected by global climatic or oceanographic events.

研究分野：古生物学

キーワード：中新世 放射虫化石 生層序 出現イベント 消滅イベント 同時性と異時性 インドネシア海峡

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

前期中新世末から中期中新世初期 (16.4~15.3 Ma) にかけて、日本列島およびその周辺海域の地層から熱帯-亜熱帯環境を示唆する動植物化石が多産しており、この著しく温暖化した事件は「熱帯海中気候事件」と呼ばれている。この温暖化の原因は、オーストラリア大陸とその北西に連なる島弧との衝突によってインドネシア海峡が閉塞したことにより、亜熱帯循環が形成され、大量の熱が低緯度から中緯度へ輸送されたからだと考えられている (Nishimura and Suparka, 1997)。しかし、インドネシア海峡がいつ閉塞されたのかは明らかとなっていない。

2. 研究の目的

本研究では、インドネシア海峡を挟んだ、インド洋および太平洋の熱帯海域における放散虫化石層序を復元し、両海域の基準面の同時性と異時性を明らかにすることによって、インドネシア海峡の閉鎖年代を推定することである。

3. 研究の方法

統合国際深海掘削計画による中央インド洋 ODP Site 714 および東赤道太平洋 IODP Site 1335 から得られた新第三紀の深海堆積物試料を研究試料に用いた。試料は主に石灰質軟泥からなり、保存の良い豊富な放散虫化石が含まれている。乾燥した試料を 2g 程度とり計量した後に、ピーカーに入れ、塩酸を加えて、炭酸塩を溶解した。45 ミクロンの篩で水洗し、再びピーカーに戻し、過酸化水素とピロリン酸ナトリウムを加えて、有機物や粘土を除去した。十分に水洗したのち、ピペットでスライドガラス上に滴下し、紫外線硬化剤で封入した。光学顕微鏡を用いて、ver に封入された放散虫化石の種を同定および計数した。

ODP Site 714 からは残念ながら古地磁気層序が設定されていなかったため、石灰質ナノ化石および浮遊性有孔虫化石層序の基準面を使用して、Age-depth plot 図を作成し、資料の堆積年代を推定した。IODP Site 1335 には連続的な古地磁気層序が設定されているため、古地磁気層序によって堆積年代を決定した。

4. 研究成果

(1) 結果

以下では、主に ODP Site 714 の結果を中心に記載することにする。全部で 64 の放散虫基準面を認定することができた。これらには熱帯海域の示準化石が含まれているため、Sanfilippo and Nigrini (1998) の標準化石層序を用いて、RN6~RN2 の 5 つの化石帯に区分した (図 1)。RN6 帯 (*Diartus petterssoni* 帯)

定義: *D. petterssoni* から *D. hughesi* の進化層準から *D. petterssoni* の消滅層準まで。

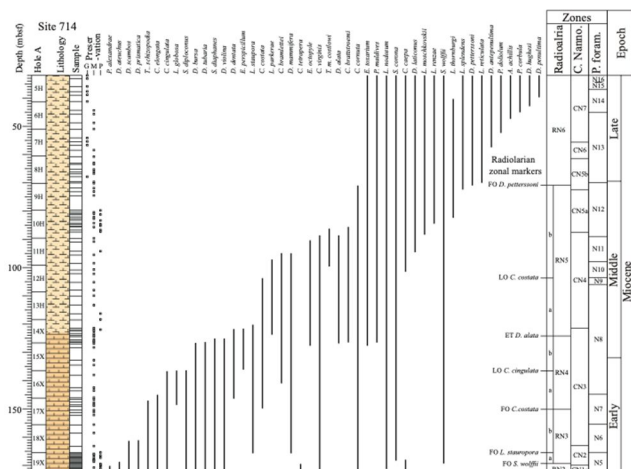


図 1. Site 714 の放散虫レンジチャート (Kamikuri, in press)

放散虫イベント：7つの出現層準 (*Anthocyrtdium achillis*, *D. hughesi*, *Didymocyrtis antepenultima*, *Didymocyrtis penultima*, *Didymocyrtis* sp. D, *Liriospyris reticulata*, and *Phormostichoartus doliolum*) および1つの消滅層準 (*Lithopera thornburgi*) .

RN5b 帯 (*Calocycletta caepa* 亜帯)

定義：*D. petterssoni*の出現から*C. costata*の消滅層準まで .

放散虫イベント：8つの出現層準 (*Calocycletta caepa* (upper), *Didymocyrtis laticonus*, *Lamprotripus splendens*, *Larcospira moschkovskii*, *Lithopera renzae*, *L. thornburgi*, *Phormostichoartus corbula*, and *Trisolenia megalactis costlowi*); 9つの消滅層準 (*Calocycletta virginis*, *Carpocanopsis bramlettei*, *Cyrtocapsella cornuta*, *Didymocyrtis mammifera*, *D. alata*, *Eucoronis octopylus*, *Eucoronis toxarium*, *Liriospyris parkerae*, and *T. megalactis costlowi*).

RN5a 帯 (*Didymocyrtis mammifera* 亜帯)

定義：*C. costata*の消滅層準から*D. dentata*から*D. alata*の進化層準まで .

放散虫イベント：3つの出現層準(*D. dentata*, *Eucoronis perspicillum*, and *Liriospyris stauropora*) および 1つの進化層準 (*L. stauropora* から *L. parkerae*)

RN4b 帯 (*Didymocyrtis mammifera* 亜帯)

定義：*D. dentata*から*D. alata*の進化層準から*C. cingulata*の消滅層準まで .

放散虫イベント：6つの出現層準 (*Collosphaera brattstroemi*, *D. alata*, *E. octopylus*, *E. toxarium*, *L. parkerae*, and *Pterocanium maldives* n. sp.) および4つの消滅層準 (*Dendrosyris bursa*, *Didymocyrtis violina*, *L. globosa*, and *Stichocorys diaphanes*).

RN4a 帯 (*Carpocanopsis cingulata* 亜帯)

定義：*C. cingulata*の消滅層準から*C. costata*の出現層準まで .

放散虫イベント：3つの出現層準 (*D. dentata*, *E. perspicillum*, and *Liriospyris globosa*) および4つの消滅層準 (*Cyrtocapsella elongata*, *Didymocyrtis tubaria*, *Stichocorys diploconus*, and *Thamnosyris schizopodia*).

RN3b 帯 (*Liriospyris stauropora* 亜帯)

定義：*C. costata*の出現層準までから*L. stauropora*の出現層準まで .

放散虫イベント：2つの消滅層準 (*Didymocyrtis prismatica* and *Dorcadospyrus scambos*) .

RN3a 帯 (*Didymocyrtis prismatica* 亜帯)

定義：*L. stauropora*の出現層準から*S. wolffii*の出現層準まで .

放散虫イベント：4つの出現層準 (*D. mammifera*, *D. tubaria*, *D. violina*, and *Siphostichartus corona*) and L0 of *C. caepa* (lower)の消滅層準 .

RN2 帯 (*Stichocorys delmontensis* 帯)

定義：*L. stauropora*の出現層準から*T. annosa*の消滅層準まで .

放散虫イベント：1つの出現層準 (*Lychnocanoma nodosum*) および3つの消滅層準 (*Cyrtocapsella tetrapera*, *Dorcadospyrus ateuchus*, and *Phormocyrtis alexandrae*) .

(2)議論

Sanfilippo and Nigrini (1998)は生層序学的に重要な放散虫基準面として, 40の出現層準, 16の消滅層準, 4つの進化層準を報告している. しかしその中で, 10の基準面 (3つの出現層準 *Calocycletta costata*, *Liriospyris stauropora*, and *Stichocorys wolffii*; 5つの消滅層準 *Carpocanopsis bramlettei*, *Carpocanopsis cingulata*, *Cyrtocapsella cornuta*, *C. costata*,

and *Liriospyris parkerae*; および2つの進化層準 and ETs from *Dorcadospyrus dentata* to *Dorcadospyrus alata*, and from *L. stauropora* to *L. parkerae*)が地層の対比に有効であることが分かった。

インド洋 Site 714 から全部で 64 の放散虫基準面を認定することができた。これと同様の研究を東赤道太平洋でも実施し、インド洋と太平洋の熱帯海域において、放散虫基準面の比較を行うことが可能となった。64 の放散虫基準面のうち、22 の基準面が同時的であった、これらの基準面は新第三紀の深海堆積物試料を対比することに使用することができる。一方で、22 の放散虫基準面が同時的ではなかった。多くの消滅層準は、インド洋および太平洋間で同時的であることが分かった。これらは汎世界的な気候および海洋環境の変化に影響を受けていると考えられる。一方、出現層準に関しては、後期中新世以降はインド洋の方が早い傾向があるが、前期～中期中新世においては同時的であることが分かった。以上のことから、中期/後期中新世境界付近で出現層準のパターンが変化していることが示唆される。このパターン変化は、インドネシア海峡の効果的な閉塞が影響していると考えられる。前期中新世の相田、インドネシア海峡は開いており、熱帯太平洋からインド洋への海流は妨げられることなく、海水の交換が行われていた (Kamikuri et al., 2009; Kamikuri and Moore, 2017)。インドネシア海峡は前期中新世末に部分的に閉鎖し、中期/後期中新世境界付近で効果的に閉塞した。インドネシア海峡の効果的な閉塞が、出現層準の同時性および異時性に影響を与えた。一方で消滅層準の多くは同時的であるため、汎世界的な環境変化に影響を受けているのだろう。

<引用文献>

- Johnson, D. A. and Nigrini, C. A., 1985: Synchronous and time-transgressive Neogene radiolarian datum levels in the equatorial Indian and Pacific Oceans. *Marine Micropaleontology*, vol. 9, p. 489-523.
- Kamikuri, S., in press: Tropical radiolarian biostratigraphy from the early to late Miocene at ODP Site 714 in the central Indian Ocean. *Paleontological Research*.
- Kamikuri, S. and Moore, T. C., 2017: Reconstruction of oceanic circulation patterns in the tropical Pacific across the early/middle Miocene boundary as inferred from radiolarian assemblages. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 487, p. 136-148.
- Kamikuri, S., Motoyama, I., Nishi, H. and Iwai, M., 2009: Evolution of Eastern Pacific Warm Pool and upwelling processes since the middle Miocene based on analysis of radiolarian assemblages: Response to Indonesian and Central American Seaways. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 280, p. 469-479.
- Nishimura, S. and Suparka, S., 1997: Tectonic approach to the Neogene evolution of Pacific-Indian Ocean seaways. *Tectonophysics*, vol. 281, p. 1-16.
- Sanfilippo, A. and Nigrini, C., 1998: Code numbers for Cenozoic low latitude radiolarian biostratigraphic zones and GPTS conversion tables. *Marine Micropaleontology*, vol. 33, p. 109-156.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 14件 / うち国際共著 3件 / うちオープンアクセス 16件）

1. 著者名 Shin-ichi Kamikuri	4. 巻 70
2. 論文標題 Middle to late Miocene radiolarians at ODP Site 1021 in the eastern North Pacific	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Bulletin of the Geological Survey of Japan	6. 最初と最後の頁 163-194
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.9795/bullgsj.70.163	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 Shin-ichi Kamikuri	4. 巻 70
2. 論文標題 Radiolarian assemblages from the lower to middle Miocene at IODP Site U1335 in the eastern equatorial Pacific	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Bulletin of the Geological Survey of Japan	6. 最初と最後の頁 137-161
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.9795/bullgsj.70.137	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 Shin-ichi Kamikuri, Ted Moore, Hiroki Matsui, Hiroshi Nishi	4. 巻 23
2. 論文標題 Radiolarian biostratigraphy and faunal turnover across the early/middle Miocene boundary in the equatorial Pacific	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Paleontological Research	6. 最初と最後の頁 245-246
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2517/2018PR024	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 Shin-ichi Kamikuri, and Isao Motoyama	4. 巻 155
2. 論文標題 Variation in the eastern North Pacific subtropical gyre (California Current system) during the Middle to Late Miocene as inferred from radiolarian assemblages	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Marine Micropaleontology	6. 最初と最後の頁 1-17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.marmicro.2019.101817	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 坂井 志緒乃, 伊藤 孝, 上栗 伸一, 本山 功, 小室 光世	4. 巻 125
2. 論文標題 青森県深浦地域に分布する新第三系層状マンガン鉱床の放散虫化石と地質年代	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 地質学雑誌	6. 最初と最後の頁 297-305
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5575/geosoc.2018.0070	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 Matsuzaki, K. M., Itaki, T., Tada, R., Kamikuri, S.	4. 巻 5
2. 論文標題 aleoceanographic history of the Japan Sea over the last 9.5 million years inferred from radiolarian assemblages (IODP Expedition 346 Sites U1425 and U1430)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary Science	6. 最初と最後の頁 1-33
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40645-018-0204-7	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 Kamikuri, S.	4. 巻 70
2. 論文標題 Middle to late Miocene radiolarians at ODP Site 1021 in the eastern North Pacific	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Bulletin of the Geological Survey of Japan	6. 最初と最後の頁 163-194
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.9795/bullgsj.70.163	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 Kamikuri, S.	4. 巻 70
2. 論文標題 Radiolarian assemblages from the lower to middle Miocene at IODP Site U1335 in the eastern equatorial Pacific	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Bulletin of the Geological Survey of Japan	6. 最初と最後の頁 137-161
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.9795/bullgsj.70.137	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 Kamikuri, S., Moore, T., Matsui, H., Nishi, H.	4. 巻 23
2. 論文標題 Radiolarian biostratigraphy and faunal turnover across the early/middle Miocene boundary in the equatorial Pacific	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Paleontological Research	6. 最初と最後の頁 245-260
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 坂井志緒乃, 伊藤 孝, 上栗伸一, 本山 功, 小室光世	4. 巻 125
2. 論文標題 青森県深浦地域に分布する新第三系層状マンガン鉱床の放散虫化石と地質年代	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 地質学雑誌	6. 最初と最後の頁 297-305
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 Azumi Kuroyanagi, Takashi Toyofuku, Yukiko Nagai, Katsunori Kimoto, Hiroshi Nishi, Reishi Takashima, and Hodaka Kawahata	4. 巻 34
2. 論文標題 Effect of Euxinic Conditions on Planktic Foraminifers: Culture Experiments and Implications for Past and Future Environments	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Paleoceanography	6. 最初と最後の頁 1-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2018PA00353	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 Sietske J. Batenburg, Oliver Friedrich, Kazuyoshi Moriya, , and the IODP Expedition 342 Scientists	4. 巻 51
2. 論文標題 Late Maastrichtian carbon isotope stratigraphy and cyclostratigraphy of the Newfoundland Margin (Site U1403, IODP Leg 342)	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Newsletters on Stratigraphy	6. 最初と最後の頁 245-260
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/cp-2016-51	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 Koyasu Hiromichi、Nishi Hiroshi、Takashima Reishi、Suzuki Noritoshi	4. 巻 52
2. 論文標題 Cretaceous radiolarian biostratigraphy in the Yezo Group, Hokkaido, Northeast Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Newsletters on Stratigraphy	6. 最初と最後の頁 297-319
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1127/nos/2018/0357	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 Jun Arimoto, Reishi Takashima, Hiroshi Nishi, Toshiro Yamanaka, Yuji Orihashi, Shota Jo, Koshi Yamamoto, Keita Umetsu	4. 巻 92
2. 論文標題 Constraining the depositional age of an Upper Cretaceous non-marine and shallow marine siliciclastic succession, Kuji Group, northeastern Japan, based on carbon isotope stratigraphy and U-Pb radiometric dating	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Cretaceous Research	6. 最初と最後の頁 1-22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cretres.2018.08.007	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 鈴木大志・清川昌一・伊藤 孝	4. 巻 67
2. 論文標題 縞状鉄鉱層のEPMA 元素マッピング: エジプト東砂漠地帯エルダバア層鉄鉱層と他地域の鉄鉱層との比較	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 茨城大学教育学部紀要 (自然科学)	6. 最初と最後の頁 37-55
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 元村健人・伊藤 孝・清川昌一・Dave Price	4. 巻 67
2. 論文標題 19億年前の深海底堆積岩の特徴: カナダ・フリントロン帯における掘削コアTS07-01の岩石記載 3	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 茨城大学教育学部紀要 (自然科学)	6. 最初と最後の頁 57-76
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
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 -

〔学会発表〕 計9件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 2件）

1. 発表者名 上栗伸一, 松崎賢史, 伊藤孝, 西弘嗣, 岩井雅夫
2. 発表標題 前期～中期中新世における赤道インド洋の放散虫化石層序
3. 学会等名 MRC2019
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Matsuzaki, K. M., Itaki, T., Tada, R., Kamikuri, S.
2. 発表標題 Paleoceanography of the Japan Sea during the late Miocene inferred from radiolarian data (IODP Exp. 346 Site U1425 & U1430)
3. 学会等名 International Conference in Marine Geology 9th (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 上栗伸一, Ted Moore
2. 発表標題 放散虫化石群集に基づく東赤道太平洋における前期/中期中新世境界付近の海洋環境変遷
3. 学会等名 古生物学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 上栗伸一, 松崎賢史, 伊藤孝, 西弘嗣, 岩井雅夫
2. 発表標題 前期～中期中新世における赤道インド洋の放散虫化石層序
3. 学会等名 MRC研究集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 岩井雅夫
2. 発表標題 第四紀後期アラビアモンスーン残像-IODP Exp.355珪藻化石から-
3. 学会等名 古生物学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岩井雅夫
2. 発表標題 I-III班：黒潮の時空間変遷史の研究-海の現在・過去・未来をコアから探る
3. 学会等名 「4次元統合黒潮資源学の創成」中間評価報告会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Iwai
2. 発表標題 Miocene-Pliocene diatom biochronology in the Southern Ocean: Results from ODP Leg 178 and IODP Exp.318
3. 学会等名 6th Polar Marine Diatom Workshop. Iowa Lakeside Lab Regents Resource Center, Milford, Iowa USA (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 今西祐貴・亀尾浩司・岩井雅夫
2. 発表標題 東部赤道太平洋海域の下部鮮新統石灰質ナノ化石層序と表層海洋環境
3. 学会等名 日本地質学会札幌大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岩井雅夫
2. 発表標題 室戸沖南海トラフ陸側斜面閉鎖海盆柱状堆積物中のマンガンプロファイル
3. 学会等名 シンポジウム「海底マンガニ鉱床の地球科学II -環境・開発・地球史- 」
4. 発表年 2018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	伊藤 孝 (Takashi Ito) (10272098)	茨城大学・教育学部・教授 (12101)	
研究分担者	西 弘嗣 (Hiroshi Nishi) (20192685)	福井県立大学・恐竜学研究所・教授 (23401)	
研究分担者	岩井 雅夫 (Masao Iwai) (90274357)	高知大学・教育研究部自然科学系理工学部門・教授 (16401)	

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
---------	---------