

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 16 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2012～2016

課題番号：24244082

研究課題名(和文) 北西太平洋における極限温室期の全環境復元

研究課題名(英文) Reconstruction of paleo-environment in the Northwest Pacific during extreme greenhouse periods

研究代表者

西 弘嗣 (Nishi, Hiroshi)

東北大学・学術資源研究公開センター・教授

研究者番号：20192685

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 33,700,000円

研究成果の概要(和文)：極限温室期である白亜紀中期の海洋無酸素事変(OAE2, 1a)時期における北西太平洋の環境変動とその要因を明らかにするために、日本各地の同層準の地層に対して、微化石、炭素・オスミウム同位体比、粘土鉱物結晶化度測定を実施した。OAE2時期では、大規模火成岩岩石区の火山活動により、大量のCO₂が放出され、顕著な湿潤気候がアジア大陸で発生し、大量の栄養塩を陸から海洋に供給した。このため、表層の生産性が増加し、貧酸素水塊が発達した。ただし貧酸素水塊の発達には10万年にも満たない比較的短い期間に発生した。一方、OAE1aについては、同地域において100万年間以上の長期間にわたり無酸素水塊の発達が起こった。

研究成果の概要(英文)：Mid-Cretaceous Oceanic Anoxic Events 2 and 1a are known as the extreme greenhouse climate periods. In order to understand paleo-environmental in the Northwest Pacific during OAE 2, 1a, we examined microfossil assemblage, carbon- and osmium isotope stratigraphy and clay mineral crystallinity of the OAE 2 and 1a intervals exposed in Japan. In the OAE 2 period, the emplacement of Large Igneous Provinces released large amounts of CO₂ which induced a remarkable wet climate in the eastern margin of the Asian continent. Delivery of a large amount of nutrients from the land to the ocean caused elevation of primary productivity in the ocean surface, and resulted in depletion of oxygen in the ocean. The depletion oxygen continued relatively short period of time less than 100,000 years. On the other hand, in the OAE 1 a, anoxic environments in the ocean lasted over one million years in the Northeast Pacific.

研究分野：微古生物学

キーワード：白亜紀 温暖化 海洋無酸素事変 湿潤化 火成活動

1. 研究開始当初の背景

産業革命以降、人類の排出する二酸化炭素の増加により、急激な温暖化が進行しつつある。温暖化の影響は、極域における氷床の融解と海水準の上昇を引き起こし、巨大低気圧の頻発や海洋の酸性化など、様々な環境問題を引き起こしている。そこで、地球温暖化がさらに進行した場合、どのような環境変動が起きるのかを明らかにすることは重要な課題である。

今から約1億2500万年~9000万年前の白亜紀中期は、地球史の中でも最も温暖化の進行した時代として知られている (Takashima et al., 2006)。この時代の温暖化は、活発な火成活動によって大量の二酸化炭素が放出されたために起こったと考えられている。そこで、この時代の環境変動を詳細に明らかにすることは、将来地球温暖化が進行した場合の環境の変化を予測するうえで重要であると考えられる。

2. 研究の目的

白亜紀中期に発生した極限温室期の古環境変動を詳細に復元し、温暖化に至るプロセスと、温暖化に伴い、北西太平洋の深海から陸域に至る様々な堆積場における環境変動を詳細に復元することを目的とする。

3. 研究の方法

温暖化の進行した白亜紀中期でも、特に9400万年前の海洋無酸素事変2 (Oceanic Anoxic Event 2: OAE 2) と、1億2500万年前の海洋無酸素事変1a (OAE 1a) に焦点を当てる。

この2つの時代に北西太平洋で形成された地層は日本各地に露出する。しかし、それらのうち、詳細な年代が決定している地層は数少ない。そこで、日本各地のOAE 1a, 2層準を含む地層において、微化石・炭素同位体比層序の検討を実施し、地層の詳細な年代対比を行い、上記2つの海洋無酸素事変の層準を特定する。さらに、地層の挟まる凝灰岩からジルコンを抽出し、U-Pb放射年代の測定により、詳細な年代モデルを構築する。検討対象とした地層は、北海道の蝦夷層群、岩手県久慈層群、徳島県南海層群、物部川層群である。

上記の方法により、海洋無酸素事変層準の特定と年代モデルの構築を行った後、下記の3つの方法により、当時の環境変動の復元を試みる。

(1) パイライト化度の測定、底生有孔虫化石群集、生物擾乱程度の検討により、海洋の溶存酸素量の変遷の復元。

(2) オスミウム同位体比の測定により、大規模火成活動の発生時期の特定。

(3) 粘土鉱物組成とイライトの結晶化度の測定により、陸域の温暖・湿潤気候の変動の復元。

以上の結果を統合し、北西太平洋における

極限温室期の古環境復元を検討した。

4. 研究成果

海洋無酸素事変2に関しては、微化石層序と炭素同位体比層序によって、北海道の各地 (夕張市白金川、幌加内町朱鞠内川、苫前町大曲沢川セクション) において同層準を特定することができた。一方、瀬海~陸域で形成された久慈層群や栗山町万字地区の蝦夷層群三笠層では、不整合により、同層準は欠如していることが明らかとなった。これは、海洋無酸素事変終了直後に大きな海水準の低下が起こったことを示唆する。

OAE 2の各セクションの底生有孔虫化石群集・パイライト化度の検討に基づくと、溶存酸素の減少が顕著に発生する層準は一致しており、いずれのセクションでもOAE2区間の炭素同位体比が大きく正にシフトする層準で短期間発生している。

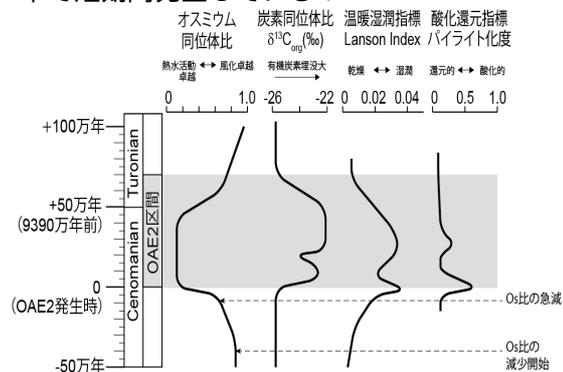


図1. 大曲沢川セクションにおけるオスミウム・炭素同位体比, Lanson Index, パイライト化度の概略図。

図1は、大曲沢川セクションで検討されたオスミウム・炭素同位体比、イライトの結晶化度指標 (Lanson Index)、パイライト化度の測定結果を簡潔にまとめたものである。この結果によると、オスミウムの同位体比の緩やかな減少がOAE 2発生の約35万年前起こった。これと同時に、陸域で湿潤化が緩やかに開始した。さらにOAE 2開始の約3万年前に、オスミウム同位体比が急激に減少することが明らかになった。これは大規模火成岩岩石区の火成活動がピークに達したことを反映している。この負のシフトと同時に、北西太平洋域で湿潤化が急激に進行したことが、イライトの結晶化度 (Lanson Index) から示唆される。この湿潤化のピークの直後に海洋無酸素事変が発生し、北西太平洋域でも貧酸素化が起こっている (図1のパイライト化度のピーク)。この貧酸素化は北西太平洋では10万年にも満たない短期間しか続かなかったが、大西洋~テチス海域では70万年間も断続的に持続しており、太平洋とは大きく海洋環境が異なっていたことが明らかになった。イライトの結晶化度によると、この貧酸素化の発達とともに、湿潤気候から乾燥気候へと変化していくことが示唆される。これは、汎

世界的な海洋無酸素事変の発生により、有機物が大量に海洋底に埋没し、結果として大気中の二酸化炭素濃度が減少したことに起因する可能性が高い。

以上の結果から、北西太平洋では、大規模火成岩岩石区の火山活動により、大量の二酸化炭素が放出された結果、顕著な湿潤気候がアジア大陸で発生し、大量の栄養塩を海洋に供給した。このため、表層の生産性が増加し、貧酸素水塊が発達したと考えられる。この火山活動の活性化から無酸素水塊の発達まではおよそ3万年間のタイムラグが認められ、その期間に湿潤化が極端に進行した可能性がある。

以上のことから、この時期には、火山活動による二酸化炭素の大量放出から無酸素水塊の発達までに3万年間のタイムラグがあり、貧酸素水塊の発達には陸域の湿潤化・栄養塩の流出が引き金になった可能性が高いと思われる。

OAE 1a に関しては、徳島県の物部川層群や南海層群で層序学的な検討を行ったが、同層準はハイエータスで欠如していることが明らかになった。一方、蝦夷層群においては、炭素同位体比・微化石の統合層序により、OAE 1a 同層準を認識することができた。蝦夷層群の OAE 1a 区間では、生物擾乱がほとんど見られず、顕著な無酸素環境が持続していたことが明らかになった。OAE 2 にみられるような無酸素環境野発達と火山活動の関係を詳細に議論するためには今後、この層準においてもオスミウム同位体比の詳細な検討が期待される。一方、本層準では埋没による地層の熱熟成が強く進行していたために、粘土鉱物の変質が大きく、イライト結晶化度に基づく湿潤・乾燥サイクルの検討が不可能であることが明らかになった。これらを明らかにするためには、埋没続成に耐性のある新たな指標の開発が必要である。

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21件)

1. Palike, H., Lyle, M.W., Nishi, H., Raffi, I. et al., 2012. A Cenozoic record of the equatorial Pacific carbonate compensation depth. *Nature*, vol. 488, doi: 10.1038/nature11360. (査読付)
2. Kamikuri, S., Moore, T. C., Ogane, K., Suzuki, N., Palike, H., Nishi, H., 2012. Early Eocene to early Miocene radiolarian biostratigraphy for the low-latitude Pacific Ocean. *Stratigraphy*, vol. 9, no. 1, plates 1–3, text-figures 1–5, table 1, p. 77–108. (査読付)
3. Yamamoto, K., Ishibashi, M., Takayanagi, H., Asahara, Y., Sato, T., Nishi, H., Iryu, Y., 2013. Early Aptian paleoenvironmental evolution of the Bab Basin at the southern Neo-Tethys margin: Response to global carbon-cycle perturbations across Ocean Anoxic Event 1a. *Geochemistry Geophysics Geosystems*, Volume 14, Number 4, p. 1104–1130. (査読付)
4. Hayashi, H., Wade, B., Kimorto K., Nishi, H., 2013. Middle Miocene to Pleistocene planktonic foraminiferal biostratigraphy in the eastern equatorial Pacific Ocean. *Paleontological Research*, vol.17, No. 1, p. 82–100. (査読付)
5. Palike, H., Lyle, M. W., Nishi, H., Raffi, I., 2014. The Pacific Equatorial Age Transect: Cenozoic ocean and climate history (Integrated Ocean Drilling Program Expeditions 320 and 321. In Ruediger Stein, Donna K. Blackman, Fumio Inagaki and Hans-Christian Larson eds. Earth and Life Processes discovered from seafloor environments. *Developments in Marine Geology*, vol. 7, p. 329–357. (査読付)
6. Matsuzaki, K. M., Nishi, H., Hayashi, H., Suzuki, N., Gyawali, B. R., Ikehara, M., Tanaka, T., Takashima, R., 2014. Radiolarian biostratigraphic scheme and stable oxygen isotope stratigraphy in southern Japan (IODP Expedition 315 Site C0001). *Newsletters on Stratigraphy*, vol. 47/1, p. 107–130. (査読付)
7. Matsuzaki, K. M., Nishi, H., Suzuki, N., Cortese, G., Eynaud, F., Takashima, R., Kawate, Y., Sakai, T., 2014. Paleooceanographic history of the Northwest Pacific Ocean over the past 740 kyr, discerned from radiolarian fauna. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 396, p. 26–40. (査読付)
8. Matsuzaki, K. M., Nishi, H., Suzuki, N., Kawate, Y., Takashima, R., Saka, T., 2014. *Cycladophora davisiana* abundances as a paleooceanographic and stratigraphic tool in high latitude siliceous sediments. *Marine Micropaleontology*, vol. 106, p. 1–9. (査読付)
9. Kawahata, H., Nomura, R., Matsumoto, K., Nishi, H. 2015: Linkage of deep sea rapid acidification process and extinction of benthic foraminifera in the deep sea at the Paleocene/Eocene transition. *Island Arc*, 24, vol. 3, p. 301–316. (査読付)
10. Du Vivier, A.D.C., Selby, D., Condon, D.J., Takashima, R., Nishi, H. 2015. Pacific $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$ isotope chemistry and U–Pb geochronology: Synchronicity of global Os isotope change across OAE 2. *Earth Planetary Science Letters*, vol. 428, p. 204–216. (査読付)

11. Takata, H., Lee, J., Sakai, S., Nomura, R., Tsujimoto, A., Nishi, H., Lim S. H., Khim B-K., 2015. Impact of early Oligocene deep water circulation to the benthic foraminifera in the eastern equatorial Pacific. *Micropaleontology*, vol. 61, no. 3, text-figures 1–5, appendix 1, p. 177–184. (査読付)
12. Matsuzaki, K. M., Suzuki, N., Nishi, H., Hayashi, H., Gyawali, B. R., Takashima, R., Ikehara, M., 2015. Early to Middle Pleistocene paleoceanographic history of southern Japan based on radiolarian data from IODP Exp. 314/315 Sites C0001 and C0002. *Marine Micropaleontology*, vol. 118, p. 17–33. (査読付)
13. Gyawali, B. R., Nishi, H., Takashima, R., Herrle, J. O., Takayanagi, H., Latil, J-L., Iryu, Y. 2016. Upper Albian–upper Turonian calcareous nannofossil biostratigraphy and chemostratigraphy in the Vocontian Basin, southeastern France. *Newsletters on Stratigraphy*, vol. 50/2, 111-139. DOI: 10.1127/nos/2016/0339. (査読付)
14. Matsui, H., Nishi, H., Takashima, R., Kuroyanagi, A., Ikehara, M., Takayanagi, H., Iryu, Y. 2016. Changes in the depth habitat of the Oligocene planktic foraminifera (*Dentoglobigerina venezuelana*) induced by thermocline deepening in the eastern equatorial Pacific. *Paleoceanography*, vol. 31, p. 715–731. DOI: 10.1002/2016PA002950. (査読付)
15. Takashima, R., Kuwabara, S., Sato, T., Takemura, K., Nishi, H., 2017. Utility of trace elements in apatite for discrimination and correlation of Quaternary ignimbrites and co-ignimbrite ashes, Japan. *Quaternary Geochronology*, in press. (査読付)
16. 高嶋礼詩・西弘嗣 (2017) 白亜紀の火成活動と温暖化・環境変動. 化石, 101 巻, p. 69–74. (査読付)
17. 浦川良太・小松俊文・高嶋礼詩・尾松圭太・西弘嗣 (2017) 岩手県宮古地域の日出島に分布する下部白亜系宮古層群の底生有孔虫化石と堆積環境. 地質学雑誌, 123 巻, p. 121–130. (査読付)
18. Ando, T., Sawada, K., Okano, K., Takashima, R., Nishi, H., 2017. Marine primary producer community during the mid-Cretaceous oceanic anoxic events (OAEs) 1a, 1b and 1d in the Vocontian Basin (SE France) evaluated from triaromatic steroids in sediments. *Organic Geochemistry*, vol. 106, p. 13–24. DOI: 10.1016/j.orggeochem.2017.02.002. (査読付)
19. Yamaguchi, T., Honda, R., Matsui, H., Nishi, H., 2017. Sexual shape dimorphism and selection pressure on males in fossil ostracodes. *Paleobiology*, in press. (査読付)
20. Uchimura, H., Nishi, H., Takashima, R., Kuroyanagi, A., Yamamoto, Y., Kuttretlof, S. 2017. Distribution of recent benthic foraminifera off of western Costa Rica in the eastern equatorial Pacific Ocean. *Paleontological Research*, in press. (査読付)
21. Ando, T., Sawada, K., Nakamura, H., Omatsu, K., Takashima, R., Nishi, H., 2017. Depositional environments and maturity evaluated by biomarker analyses of sediments deposited across the Cenomanian-Turonian boundary in the Yezo Group, Tomamae area, Hokkaido, Japan. *The Island Arc*, vol. 26, e12178. DOI: 10.1111/iar.12178. (査読付)

〔学会発表〕(計67件)

1. 林圭一・西弘嗣・高嶋礼詩, 北西太平洋域における古第三紀初期の一次生産の変化, 日本古生物学会 2012 年年会, 名古屋大学, 2012 年 6 月.
2. 安藤卓人・沢田健(北大・理)・西弘嗣・高嶋礼詩(東北大・博物館)ステロイドバイオマーカーを用いた中期白亜紀海洋無酸素事変時の渦鞭毛藻生産の復元. 日本古生物学会 2012 年年会・総会, 名古屋, 2012 年 6 月.
3. Koyasu, H., Suzuki, N., Takashima, R. and Nishi, H., 2012. Late Cretaceous radiolarian stratigraphy and faunal changes in the Northwest Pacific. P2-30, Achievements of G-COE Program for Earth and Planetary Dynamics and the Future Perspective, Sendai, Japan.
4. Nishi, H., Takashima, R., Orihashi, Y., Yamanaka, T. Bio- and chemo-stratigraphy and U-Pb ages of the Cretaceous sequence in Japan. 日本地球惑星連合大会, 2013 年 5 月 24 日, 千葉.
5. Takashima, R., Orihashi, Y., Nagase, T., Kuwabara, S., Nishi, H. Preliminary study of the Cretaceous tephrochronology in Japan and its application to biostratigraphic study. 日本地球惑星連合大会, 2013 年 5 月 24 日, 千葉.
6. 安藤卓人・沢田健・岡野和貴・小刀禰宅朗・高嶋礼詩・西弘嗣. 白亜系海洋無酸素事変層準の堆積岩のケロジェン分析 - 有機物相および有機質微化石の特徴 -. 日本地球惑星連合大会, 2013 年 5 月 24 日, 千葉.
7. 小安浩理・鈴木紀毅・西弘嗣・高嶋礼詩. 北海道中軸部蝦夷層群における下部白亜系放散虫化石層序. 日本地質学会第 120

- 年学術大会．2013年9月15日，仙台．
8. 條将太・高嶋礼詩・西弘嗣・山中寿朗・秋山文孝．上部白亜系久慈層群の炭素同位体比層序と地質年代．日本地質学会第120年学術大会．2013年9月15日，仙台．
 9. 西弘嗣・高嶋礼詩・折橋裕二・山中寿朗・井龍康文・高柳栄子・林圭一．フランス・Vocontian Basin Sequence と北海道・蝦夷層群の浮遊性有孔虫化石・炭素同位体比統合層序と U-Pb 年代による白亜系標準年代層序の樹立．日本地質学会第120年学術大会．2013年9月16日，仙台．
 10. 白井孝明・鈴木紀毅・高嶋礼詩・西弘嗣・井龍康文・小川草平・高柳栄子．フランス・Vocontian 堆積盆地における下部 - 上部白亜系境界付近の放散虫化石層序．日本地質学会第120年学術大会．2013年9月16日，仙台．
 11. 藤森裕史・高嶋礼詩・西弘嗣・山中寿朗．北海道夕張 - 三笠地域における白亜系アルビアン階の浮遊性有孔虫化石層序および炭素同位体比層序．日本地質学会第120年学術大会．2013年9月16日，仙台．
 12. 今井利矩・高嶋礼詩・西弘嗣・山中寿朗．北海道・蝦夷層群における浮遊性有孔虫化石・炭素同位体比・凝灰岩統合層序を用いた浅海・半深海堆積物の層序対比．日本地質学会第120年学術大会．2013年9月16日，仙台．
 13. 尾松圭太・西弘嗣・高嶋礼詩・山中寿朗．北西太平洋における白亜紀中期・海洋無酸素事変 2 における底生有孔虫群集からみた古環境変動．日本地質学会第120年学術大会．2013年9月16日，仙台．
 14. 西弘嗣・小川草平・高嶋礼詩・桑原義博．海洋無酸素事変 1b 発生時の環境変動．日本地質学会第121年学術大会．2014年9月15日，鹿児島．
 15. 中村英人・沢田健・安藤卓人・高嶋礼詩・西弘嗣．北海道朱鞠内川セクションの Cenomanian-Turonian 境界イベント層準で見いだされた負の $\delta^{13}\text{C}$ エクスカーションにともなう陸上植生変動．日本地質学会第121年学術大会．2014年9月15日，鹿児島．
 16. 安藤卓人・中村英人・沢田健・高嶋礼詩・西弘嗣．北海道苫前地域に分布する蝦夷層群 Cenomanian/Turonian 境界堆積岩の有機地球科学分析による堆積環境・海洋生産変動の復元．日本地質学会第121年学術大会．2014年9月15日，鹿児島．
 17. 安藤卓人・中村英人・沢田健・高嶋礼詩・西弘嗣．南東フランス，白亜系海洋無酸素事変層準の黒色頁岩のパリのモル不分析 - 海洋基礎生産者に注目して - ．日本地質学会第121年学術大会．2014年9月14日，鹿児島．
 18. 西弘嗣・高嶋礼詩・山中寿朗・折橋裕二・林圭一・金綱将也．北西太平洋における白亜系 - 古第三系の層序と古環境変動の復元における意義．日本地球惑星連合大会，2014年4月28日，千葉．
 19. Nishi, H., Takashima, R., Yamanaka, T., Orihashi, Y., Hayashi, K. Integrated stratigraphy and U-Pb ages of the Cretaceous Yezo Group, exposed in Hokkaido, Japan. The 2nd International Symposium of IGCP 608, "Cretaceous Ecosystems and their responses to paleoenvironmental changes in Asia and Western Pacific", 2014, September 4, Tokyo.
 20. Du Vivier, A. D. C., Selby, D., Condon, D. J., Takashima, R., Nishi, H. High-resolution $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$ isotope stratigraphy and $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ zircon geochronology reveal and verify the global occurrence of OAE 2: Yezo Group, Hokkaido, Japan. The 2nd International Symposium of IGCP 608, "Cretaceous Ecosystems and their responses to paleoenvironmental changes in Asia and Western Pacific", 2014, September 4, Tokyo.
 21. Ando, T., Sawada, K., Takashima, R., Nishi, H. Primary producer community during the mid-Cretaceous oceanic anoxic events (OAEs) evaluated from algal biomarkers in sediments deposited in the Vocontian Basin, SE France. The 2nd International Symposium of IGCP 608, "Cretaceous Ecosystems and their responses to paleoenvironmental changes in Asia and Western Pacific", 2014, September 4, Tokyo.
 22. Magtoto, C. Y., Fernando, A. G. S., Takashima, R., Nishi, H., Tomosugi, T. Calcareous nannofossil biostratigraphy of the Cenomanian-Turonian Oceanic anoxic event 2 (OAE 2) recorded in California, USA. The 2nd International Symposium of IGCP 608, "Cretaceous Ecosystems and their responses to paleoenvironmental changes in Asia and Western Pacific", 2014, September 4, Tokyo.
 23. 高嶋礼詩．白亜紀の温室気候 火成活動との関係．日本古生物学会第165回例会，2016年1月29日，京都．
 24. 西弘嗣・鈴木紀毅・小安浩理・高嶋礼詩・山中寿朗．北海道蝦夷層群における放散虫化石層序とその年代—浮遊性有孔虫・炭素同位体比・U-Pb 年代との統合—．日本古生物学会第165回例会．2016年1月30日，京都．
 25. 西弘嗣・小安浩理・尾松圭太・高嶋礼詩．白亜系蝦夷層群における浮遊性・底生有孔虫，放散虫統合層序の樹立と古環境解析．

- 日本地質学会第 122 年学術大会 .2015 年 9 月 11 日 ,長野 .
26. Gyawali B. R., Nishi, H., Takashima, R., Herrle, J. O. Mid-Cretaceous calcareous nannofossil biostratigraphy in the Vocontian Basin, Southeast France. 日本地質学会第 122 年学術大会 .2015 年 9 月 11 日 ,長野 .
27. 安藤卓人・沢田健・中村英人・宮田遊磨・尾松圭太・高嶋礼詩・西弘嗣 .北海道蝦夷層群 Cenomanian/Turonian 境界堆積岩の有機地球化学指標に記録された海洋の酸化還元環境変動 .日本地質学会第 122 年学術大会 .2015 年 9 月 11 日 ,長野 .
28. 西弘嗣・西田茉莉・尾松圭太・桑原義博・高嶋礼詩 .底生有孔虫化石と粘土鉱物組成に基づく OAE 2 期間の古環境変動 . 第 1 回地球環境史学会年会 ,2015 年 11 月 21 日 ,東京 .
29. 西弘嗣・條将太・有元純・高嶋礼詩・山中寿朗・折橋裕二・山本鋼志・高地吉一・梅津慶太 .炭素同位体比層序と凝灰岩の放射年代に基づく白亜系浅海—陸成堆積物の高精度年代対比 .日本地球惑星科学連合大会 ,2015 年 5 月 25 日 ,千葉 .
30. Gyawali, B. R., Takashima, R., Nishi, H., Cruz, J. W., Baxter, A. T., Franncce-Lanord, C., Spiess, V., Schwenk, T., Klaus, A. Calcareous nannofossil assemblages during the Quaternary in Bengal Fan, Indian Ocean (IODP Exp. 354). 8th Nepal Geological Congress, 27th-29th November 2016, Kathmandu.
31. Kuroyanagi, A., Toyofuku, T., Nagai, Y., Kimoto, K., Kawahata, H., Takashima, R., Nishi, H. Effect of H₂S concentration on planktic foraminifera through laboratory culture experiments and implications for oceanic anoxic events. AGU Fall Meeting 2016. Dec. 16, 2016, San Francisco.
32. 西弘嗣・高嶋礼詩 .白亜紀海洋無酸素事変 2 発生時における大規模火山活動と太平洋の環境変動のリンケージ .日本地球惑星科学連合 2016 年大会 .2016 年 5 月 24 日 ,幕張 .
33. 西弘嗣・高嶋礼詩・小川草平・桑原義博 .黒色頁岩の微化石・粘土鉱物組成に基づく OAE1b 時の環境変動 .地球環境史学会年会 .2016 年 11 月 27 日 ,東京 .
34. 黒柳あずみ・豊福高志・長井裕季子・木元克典・川幡穂高・高嶋礼詩・西弘嗣 .飼育実験手法を用いた無酸素環境下における浮遊性有孔虫への影響評価 .地球環境史学会年会 .2016 年 11 月 27 日 ,東京 .
35. 西弘嗣・高嶋礼詩・山中寿朗 .北西および北東太平洋における白亜紀海洋無酸素事変発生時の大規模火山活動と古環境変動 .

日本地質学会第 123 年学術大会 .2016 年 9 月 12 日 ,東京 .

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況 (計 0 件)

名称 :
 発明者 :
 権利者 :
 種類 :
 番号 :
 出願年月日 :
 国内外の別 :

取得状況 (計 0 件)

名称 :
 発明者 :
 権利者 :
 種類 :
 番号 :
 取得年月日 :
 国内外の別 :

〔その他〕

6 . 研究組織

(1)研究代表者

西弘嗣 (NISHI, Hiroshi)

東北大学・学術資源研究公開センター・教授
 研究者番号 : 20192685

(2)研究分担者

高嶋礼詩 (TAKASHIMA, Reishi)

東北大学・学術資源研究公開センター・准教授
 研究者番号 : 00374207

(3)研究分担者

山中寿朗 (YAMANAKA, Toshiro)

東京海洋大学・海洋資源環境系・教授
 研究者番号 : 60343331

(4)研究分担者

折橋裕二 (ORIHASHI, Yuji)

東京大学・地震研究所・助教
 研究者番号 : 70313046

(5)研究分担者

桑原義博 (Kuwahara, Yoshihiro)

九州大学・比較社会文化研究院・准教授
 研究者番号 : 90281196

(6)研究協力者

David Selby

Durham University, Department of Earth Sciences, Professor.