

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 12 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2019～2023

課題番号：19H02014

研究課題名(和文)「雪玉地球」後の急激な生物進化に関する実証的研究

研究課題名(英文) Study on the rapid biotic evolution after the "snowball earth"

研究代表者

大路 樹生(Oji, Tatsuo)

名古屋大学・博物館・特任教授

研究者番号：50160487

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,100,000円

研究成果の概要(和文)：エディアカラ紀からカンブリア紀には多細胞動物の急激な出現と多様化が起こっているが、エディアカラ紀からはほとんど多細胞動物の化石は産出せず、なぜ多様化が短期間に生じたように見えるのかも解明されていない。本研究ではモンゴルでのフィールド調査を中心にこの問題に取り組んだ。また海洋環境と底生生物の分布や成長との関係、例外的に良好に保存された化石の保存メカニズムに関する研究も行った。その結果、エディアカラ紀にはすでに多細胞動物が存在し、捕食動物から避ける行動の存在が確かめられた一方、藻類化石の連続的な産出から、植物ではエディアカラ紀とカンブリア紀との境界に大きな絶滅現象はなかったことが示唆された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

カンブリア紀の多細胞動物の急激な多様化はダーウィン以来の生物学の大きな課題の一つであり、それ以前の時代から化石の証拠が見つからないのは大きな謎であった。我々のモンゴル西部の調査から多細胞動物がカンブリア紀以前に存在したことが見出され、捕食者から逃れる行動をとっていたことも分かってきた。また藻類化石はカンブリア紀以前とそれ以降で連続的に同じ種が産し、動物とは異なる進化を当時示していたことも初めて分かってきた。このような生物進化の大問題をフィールド調査から解明することができたことは、学术界のみならず一般にとってもこの世の中の多様な動物の世界の始まりを知るうえで大きな意義を有すると考えられる。

研究成果の概要(英文)：Sudden appearance and rapid diversification of multicellular animals occurred from the Ediacaran to the Cambrian, but almost no reliable fossils of multicellular animals have been confirmed from the Ediacaran. Thus, a big unsolved problem exists as to why this diversification has occurred in such a short period of time. In this study, we tackled this issue based on our field survey in Mongolia. We also conducted studies on the relationship between the marine environment and the distribution and growth of benthic organisms, and the preservation mechanisms of exceptionally well-preserved fossils. As a result, it was confirmed that multicellular animals already existed in the Ediacaran period and that there was a predator-prey interaction in the Ediacaran, while the continuous production of fossil algae showed that there was a large extinction event in plants there was no clear extinction at the boundary between the Ediacaran and Cambrian periods, as seen in the enigmatic Ediacaran biota.

研究分野：古生物学

キーワード：カンブリア紀 エディアカラ紀 モンゴル 多細胞動物 藻類 生痕化石 多様化 進化

## 1. 研究開始当初の背景

「カンブリア爆発」、つまりカンブリア紀の多細胞動物の突然の出現と急速な多様化は長く謎とされ、今まで多くの研究がなされてきた。化石記録に基づけば、エディアカラ紀からの多細胞動物の確実な証拠はほとんどなく、カンブリア紀以降に現在までつながる主な動物群の系統が一斉に登場する。一方現生の動物の DNA に基づく分子時計から分子系統を重視すると、主な多細胞動物の門はカンブリア紀の始まるはるかに以前、例えば約 10 億年より前から存在していたという考えも出されている。このような化石記録と分子時計・系統の結果の不一致は大きな問題であった。現在では両者の見解の不一致は徐々に解消され、カンブリア紀以前に多細胞動物が存在していたとする考えが強いが、それでも多細胞動物の化石記録がエディアカラ紀からほとんど産出していないのは大きなミステリーであった。

カンブリア爆発の少し前のクライオジェニアン紀(8 億 5000 万~6 億 3500 万年前)には全球凍結を起こしたような大規模な氷河期が複数回訪れたことが分かっている。多細胞動物の出現とこの氷期の終了がどのような関連を持つのかについて、説話的な解釈がされるのみで実態は明らかにされていない。つまりクライオジェニアン紀の次のエディアカラ紀にどのような多細胞動物の進化が行われたのかについて、ほとんど記録がない。

また化石の保存に関して、カンブリア紀の化石が例外的なケースを示すことが多いことが指摘されていた。これは通常保存されない軟体部が保存されるケースである。この例外的な軟体部の保存がどのような状況でなされるのかを明らかにする必要がある。このような保存には軟体部が腐敗し分解する前に急速に鉱物化することが推測されるが、そのような条件が他の時代の地層からも得られる可能性がある。この研究は必ずしもカンブリア紀の化石を用いて行う必要はなく、軟体部の保存された国内の他の時代の化石を用いることができる。

カンブリア紀に現れた「カンブリア紀型動物」の一部は、その後のオルドビス紀にも生息し、一部が大型化し、食性などの生態も変化したことが分かってきた。モロッコのオルドビス紀前期の化石群にはそのようなものが多く含まれ、どのような「カンブリア紀型動物」が生き残ったのか、そしてどのように大型化や進化を経てきたのかについて、明らかにする必要がある。

国内のカンブリア紀の地層にも解明するべき課題が存在する。茨城県日立市に分布する日立変成岩類の中に広く分布するカンブリア系の赤沢層に石灰岩が含まれ、その時代が決定されていなかった。またこの石灰岩中には棘皮動物の化石が発見され、それがどのような棘皮動物であるのかを解明し、国内でカンブリア系の化石が存在するの可否を確認することも重要である。その他、海洋底生動物と海洋環境の関係、特に動物の成長がどのように海洋環境と関係するのかも急速な進化を説明する上で重要なデータとなるだろう。

## 2. 研究の目的

当研究はカンブリア紀の多細胞動物の爆発的出現と進化に関して、フィールド調査と標本に基づく実証的かつ多面的な検討を行い、多細胞動物の出現と進化に関してより明確なデータを得ることを目的としている。具体的には以下の事柄を目的とする。

2 - 1. モンゴルを中心とするエディアカラ紀の地層から多細胞動物や藻類に関する古生物学的証拠を見出し、当時の生物進化の具体的な姿を得る。

2 - 2. カンブリア紀動物群の生き残りとしてモロッコから産するオルドビス紀初期の底生動物化石の古生物学的検討を行い、カンブリア紀からオルドビス紀への動物進化を考察すること。

2 - 3. 茨城県日立市に分布するカンブリア系赤沢層に含まれる石灰岩中の棘皮動物化石の検討を行いその時代の決定する。

2 - 4. カンブリア紀動物群によく見られる、軟体部の保存に関する研究。どのような条件で軟体部が保存されるのかを、例として愛知県南知多町に分布する新第三系の師崎層群の深海性動物群から明らかにする。

2 - 5. 海洋環境、特に海水温度と海洋底生動物の成長の関係を明らかにし、当時の海水温の季節変化や底生動物の応答を知るために、二枚貝化石の成長輪と殻の酸素同位体比を調べ二枚貝の成長様式を明らかにする。

## 3. 研究の方法

3 - 1. モンゴルでのフィールドワークは 2019 年、2022 年に行った。2019 年にはモンゴル北部のフスグル湖周辺地域のエディアカラ系で氷礫岩を含むセクションの地質調査と石灰岩のサンプリングを行い、その後の炭素同位体分析によってカンブリア系の基底を決める作業を行った。2022 年にはモンゴル西部のゴビアルタイ地域、ザブハン地域のエディアカラ系、下部カンブリア系の調査を行い、層序で不明であった部分の解明と複数個所から藻類化石の採集を行い、形態学的検討と中国等の同時代の藻類化石相との比較を行った。また多細胞動物の痕跡をエディアカラ系から見出すことに努めた。

3 - 2. 新型コロナ感染拡大に伴い、モンゴルでのフィールド調査に困難が生じたので、国内に

存在するカンブリア紀、オルドビス紀初期の底生動物化石の分類学的・古生態学的研究も進めた。さらにモロッコのフェズアータ動物群の検討を行い、カンブリア紀の生き残りの節足動物の形態学的研究を進めた。

3 - 3 . 茨城県日立市に分布するカンブリア系赤沢層とその中に含まれる石灰岩（金山石灰岩）の現地調査を行い、石灰岩の層序、堆積構造、含まれる棘皮動物の分類学的研究、並びに石灰岩に含まれる碎屑性ジルコンに基づく年代測定を行った。

3 - 4 . 師崎層群山海層に含まれる深海性魚類ハダカイワシ属の化石に残る軟体部の痕跡（発光器と腹部に褐色に見られる部分）の成因を、X線元素分析とカソードルミネッセンスを用いた鉱物同定から考察し、動物の死後の続成過程を推定する研究を行った。

3 - 5 . 白亜系蝦夷層群三笠層中に含まれる保存の良い2種の二枚貝化石を用いて殻に残された成長線の解析と殻の酸素同位体比の解析を行い、当時の海水温と二枚貝の成長がどのような関係にあったのかを考察した。

#### 4 . 研究成果

4 - 1 . モンゴル北部のフスグル湖周辺地域のエディアカラ系、下部カンブリア系の層序と含まれる氷礫岩の存在を確認し、炭素同位体比からカンブリア系の基底を推測した。モンゴル西部のバヤンゴルのエディアカラ系より産した生痕化石の形態学的研究を行った。またモンゴル西部各所のエディアカラ系、下部カンブリア系から藻類化石 *Chinggiskaania bifurcata* 等を発見し、この藻類相が時代をまたいで広くモンゴル西部に分布していたこと、この藻類がPC/C境界で絶滅していなかったこと、そしてモンゴルのエディアカラ系藻類の多様性が中国などと比較して非常に低いことが明らかになった。

4 - 2 . モロッコのフェズアータ産下部オルドビス系化石の中でカンブリア系にしか見つかっていなかった節足動物 *Isoxys* 属の存在を確認し、これがカンブリア紀からの生き残りであること、かつカンブリア系のものよりはるかに大型化していることを見出した。

4 - 3 . 日立市赤沢層に挟まれる金山石灰岩の碎屑性ジルコンの年代はほとんどカンブリア紀のものであるが、一部その後の時代のものを含み、結論として石炭紀以降の堆積年代が示された。また含まれる棘皮動物化石はウミユリ *Cyclocion* 属のものであることが明らかになった。この属はアメリカやメキシコ、ヨーロッパの石炭系に多く産することから、金山石灰岩がカンブリア系ではなく石炭系であることが分かった。この結果は日立地域の地質構造発達史を考える上で重要なデータとなる。

4 - 4 . 山海層のハダカイワシ属化石の腹部に見られる褐色の部分は、生体時の軟体部が多く存在した部分に相当し、この部分の腐敗過程で局所的還元環境が作られ鉄が黄鉄鉱の形で沈澱してできたことが推測される。カンブリア系の化石の保存過程においても還元的環境下で生成する黄鉄鉱結晶の存在による軟体部の保存が重要な役割を果たしていることが示唆された。

4 - 5 . 温室地球下にある白亜紀中期の二枚貝化石から得られた海水温度は現在よりはるかに高い水温（28-35℃）を示し、かつ季節変化（年較差）が小さかったこと明らかになった。また二枚貝の成長はこのような高い水温下でも明瞭な成長阻害を示すことがないことが明らかになった。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 13件／うち国際共著 12件／うちオープンアクセス 9件）

1. 著者名 Ho, S.L., Wang, J.-K., Lin, Y.-J., Lin, C.-R., Lee, C.-W., Hsu, C.-H., Chang, L.-Y., Wu, T.-H., Tseng, C.-C., Wu, H.-J., John, C.M., Oji, T., Liu, T.-K., Chen, W.-S., Li, P., Fang, J.-N., Lin, J.-P.	4. 巻 12
2. 論文標題 Changing surface ocean circulation caused the local demise of echinoid <i>Scaphechinus mirabilis</i> in Taiwan during the Pleistocene-Holocene transition.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1-9
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1038/s41598-022-11920-3	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 Matsukawa, M., Oji, T.	4. 巻 74
2. 論文標題 Aptian (Lower Cretaceous) Ammonite Assemblages of the Miyako Group in the Taro Area, Miyako City, Northeast Japan.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Bulletin of Tokyo Gakugei University, Division of Natural Sciences	6. 最初と最後の頁 141-161
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 Foster, W.J., Godbold, A., Byayard, A., Frank, A.B., Grasby, S.E., Twitchett, R.J., Oji, T.	4. 巻 -
2. 論文標題 Palaeoecology of the Hiraiso Formation (Miyagi Prefecture, Japan) and implications for the recovery following the end-Permian mass extinction	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 PeerJ, Paleontology and Evolutionary 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） 10.7717/peerj.14357	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 P. Gorzelak, D. Kolbuk, M. Dec, T. Oji, K. Oguri, K. Brom, T. Brachaniec, K. Paszcza, M.A. Salamon	4. 巻 34
2. 論文標題 Recent advances in ichnology of crawling stalked crinoids.	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Contributions from the Museum of Paleontology	6. 最初と最後の頁 54-62
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.7302/3815	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 Gorzelać, P., Salamon, M.A., Brom, K., Oji, T., Oguri, K., Kolbuk, D., Dec, M., Brachaniec, T., Saucedo, T.	4. 巻 10
2. 論文標題 Experimental neotechnology of post-autotomy arm movements of sea lilies and possible evidence of thrashing behaviour in Triassic holocrinids.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 1-8
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-72116-1	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 Cordie, David R.; Dornbos, Stephen Q.; Marenco, Pedro J.; Oji, Tatsuo; Gonchigdorj, Sersmaa	4. 巻 514
2. 論文標題 Depauperate skeletonized reef-dwelling fauna of the early Cambrian: Insights from archaeocyathan reef ecosystems of western Mongolia	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PALAEOGEOGRAPHY PALAEOCLIMATOLOGY PALAEOECOLOGY	6. 最初と最後の頁 206-221
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.palaeo.2018.10.027	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 Wallis, Simon; Oji, Tatsuo; Williams, Mark; Cho, Moonsup	4. 巻 28
2. 論文標題 The Paleozoic evolution of the Korean Peninsula and Japan: An introduction	5. 発行年 2019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.12297	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 Stocker, Christopher P.; Siveter, Derek J.; Lane, Philip D.; Williams, Mark; Oji, Tatsuo; Wallis, Simon	4. 巻 28
2. 論文標題 The paleobiogeographical significance of the Silurian and Devonian trilobites of Japan	5. 発行年 2019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.12287	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 Salamon, Mariusz A.; Lin, Jih-Pai; Duda, Poir; Gorzelak, Przhmyslaw; Ausich, William, I.; Oji, Tatsuo	4. 巻 34
2. 論文標題 Paleoenvironmental and biostratigraphic implications of echinoderm ossicles trapped within Burmese amber	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 PALAIOS	6. 最初と最後の頁 652-656
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2110/palo.2019.084	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 Wolkenstein, Klaus; Carlos Fuentes-Monteverde, Juan; Nath, Nilamoni); Oji, Tatsuo; Griesinger, Christian	4. 巻 82
2. 論文標題 Hyalocrinins, Taurine-Conjugated Anthraquinone and Biaryl Pigments from the Deep Sea Crinoid <i>Hyalocrinus naresianus</i>	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 JOURNAL OF NATURAL PRODUCTS	6. 最初と最後の頁 163-167
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jnatprod.8b00803	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 Lee Hsin, Lee Kwen-Shen, Hsu Chia-Hsin, Lee Chen-Wei, Li Ching-En, Wang Jia-Kang, Tseng Chien-Chia, Chen Wei-Jen, Horng Ching-Chang, Ford Colby T., Kroh Andreas, Bronstein Omri, Tanaka Hayate, Oji Tatsuo, Lin Jih-Pai, Janies Daniel	4. 巻 13
2. 論文標題 Phylogeny, ancestral ranges and reclassification of sand dollars	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Scientific Reports	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) 10.1038/s41598-023-36848-0	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 Bassi Davide, Braga Juan Carlos, Pignatti Johannes, Fujita Kazuhiko, Nebelsick James H., Renema Willem, Iryu Yasufumi	4. 巻 634
2. 論文標題 Porcelaneous larger foraminiferal responses to Oligocene-Miocene global changes	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology	6. 最初と最後の頁 111916 ~ 111916
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.palaeo.2023.111916	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 Ichimura Shunta, Takayanagi Hideko, Iryu Yasufumi, Takahashi Satoshi, Oji Tatsuo	4. 巻 11
2. 論文標題 Shallow-water temperature seasonality in the middle Cretaceous mid-latitude northwestern Pacific	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Frontiers in Marine 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/fmars.2024.1324436	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

〔学会発表〕 計15件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 7件)

1. 発表者名 Mochizuki, T., Oji, T., Gonchigdorj, S., Katada, H., Ishikawa, K., Osawa, H., Onodera, K.
2. 発表標題 Late Ediacaran to earliest Cambrian algae from Mongolia: their low diversity compared with Chinese Ediacaran algal flora.
3. 学会等名 The 6th International Palaeontological Congress (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Oji, T., Tagiri, M., Ando, H., Hanawa, K., Oikawa, A.
2. 発表標題 Crinoid columnals from the Hitachi metamorphic complex, eastern Japan.
3. 学会等名 The 6th International Palaeontological Congress (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大路樹生・田切美智雄・安藤寿男・埴 勝利・及川 晃
2. 発表標題 棘皮動物は大理石に保存されやすい？ 変成岩古生物学の可能性
3. 学会等名 日本古生物学会2023年例会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 吉野嵯樂・大路樹生
2. 発表標題 下部オルドビス系Fezouata 層より産出した二枚殻の節足動物：Isoxyidae のカンブリア紀以降の生存と大型化
3. 学会等名 日本古生物学会2021年年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 大路樹生・吉田英一・前田晴良・森 勇一・蜂矢喜一郎・水野吉昭・田中源吾・田中里志・山田敏弘・奈良正和・内田臣一・星 博幸・氏原温・齊藤毅・川瀬基弘・子安和弘・加藤 萌・村宮悠介・山岡雅俊・安藤佑介・一田昌宏・宇佐美徹・林 常喜・牧口貴久・市村駿汰
2. 発表標題 下部中新統師崎層群の深海動物化石発掘調査
3. 学会等名 日本古生物学会171回例会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 片田はるか、大路樹生、吉田英一
2. 発表標題 バージェス動物群Marrellaの偏光を用いた観察と化学・鉱物分析
3. 学会等名 日本古生物学会第170回例会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 市村駿汰、大路樹生
2. 発表標題 ペルム紀末の大量絶滅後の海洋底生動物の回復現象：宮崎県高千穂地域の下部三畳系上村石灰岩の岩相変化・二枚貝相とそのサイズ変化
3. 学会等名 日本古生物学会第170回例会
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 Tatsuo Oji
2. 発表標題 Evidence of bilaterian occurrence from the late Ediacaran: their contrasting occurrence due to climatic differences
3. 学会等名 1st Asian Palaeontological Congress (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 望月貴史; 大路樹生; Gonchigdorj, Sersmaa; 大澤果那; 小野寺香乃
2. 発表標題 モンゴル西部Bayan Gol溪谷の上部エディアカラ系Zuun-Arts Formationから産出した藻類Chinggiskhaania bifurcataとその意義
3. 学会等名 日本古生物学会第169回例会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hatena Osawa; Tatsuo Oji; Hideko Takayanagi; Pedro J. Marenco; Koichi Mimura; Sersmaa Gonchigdorj; Kano Onodera
2. 発表標題 Chemostratigraphy and paleoenvironmental reconstruction of the Ediacaran-Cambrian section in Khubsugul Group, northern Mongolia
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meetting 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Tatsuo Oji
2. 発表標題 Biogeography of deep-water stalked crinoids revisited: example from western Pacific and Indian isocrinine faunas
3. 学会等名 10th European Conference on Echinoderms (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 市村駿汰・高柳栄子・井龍康文・高橋 聡・大路樹生
2. 発表標題 中部蝦夷層群三笠層産二枚貝化石の成長線解析と酸素同位体比分析に基づく白亜紀"中期"中緯度太平洋域の浅海水温の季節変動
3. 学会等名 日本古生物学会第173回例会（東北大学）
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 田切美智雄・大路樹生・安藤寿男・塙 勝利・及川 晃・加藤太一
2. 発表標題 日立地域、カンブリア系赤沢層中に挟在する石炭系金山石灰岩のジルコンU-Pb年代
3. 学会等名 日本地質学会第130年学術大会（京都大学）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Haruka Katada, Hidekazu Yoshida, Tatsuo Oji
2. 発表標題 Fossilization process of deep-sea animal assemblage from the Yamami Formation of the Morozaki Group
3. 学会等名 2nd Asian Palaeontological Congress, Tokyo (国際学会) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Saraku Yoshino, Tatsuo Oji
2. 発表標題 A bivalved arthropod from the Lower Ordovician Fezouata Shale: the post-Cambrian survival and gigantism of isoxyids
3. 学会等名 2nd Asian Palaeontological Congress, Tokyo (国際学会) (国際学会)
4. 発表年 2023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	井龍 康文  (Iryu Yasufumi)  (00250671)	東北大学・理学研究科・教授   (11301)	
研究 分担者	高柳 栄子  (Takayanagi Hideko)  (40729208)	東北大学・理学研究科・准教授   (11301)	

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