

令和 3 年 6 月 15 日現在

機関番号：32503

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2020

課題番号：17K14409

研究課題名(和文)後期三畳紀隕石衝突が引き起こした全球的環境変動の解明

研究課題名(英文)Linkage between impact event and global environmental changes in the Late Triassic

研究代表者

佐藤 峰南(Sato, Honami)

千葉工業大学・次世代海洋資源研究センター・上席研究員

研究者番号：20773394

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、イタリアに分布する遠洋性石灰岩を対象にした地球化学分析により、隕石衝突クレーターが複数報告されている後期三畳紀の衝突由来堆積物の探索および古海洋環境変動について検討を行った。研究の結果、ノリアン後期に白金族元素の異常濃集層が検出され、イジェクタ堆積物の可能性が示された。またオスミウム同位体比分析により、同位体比の負の変動も確認された。さらに、主要・微量元素組成分析の結果からは、イジェクタ堆積物の上位層準で酸化還元で鋭敏な元素の濃集が明らかとなり、後期三畳紀の隕石衝突イベントが当時の海洋環境に与えた影響について議論を進めている。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、後期三畳紀に起こった隕石衝突イベントについて、これまでの研究で衝突の影響が検討されてきた遠洋域に加え、大陸縁辺の陸棚環境においても隕石衝突にともなう環境変動を解析することが可能となった。従来、隕石衝突による全球規模での環境変動の解析は白亜紀/古第三紀境界を対象に進められてきたが、本研究の成果を比較することで、衝突した隕石の種類・サイズや衝突地点などによって、どの程度の環境変動を引き起こしたかについての議論が可能となる。隕石衝突が引き起こす環境変動は、流体圏、固体圏、生命圏に関わる重要な問題であり、今後さらに学際領域の広い研究分野へと発展させることができると考えられる。

研究成果の概要(英文)：In order to assess environmental changes triggered by a large impact event in the Late Triassic, this study investigated stratigraphic variations in major, trace, and platinum group element (PGE) concentrations and Re-Os isotope records from the Upper Triassic limestone successions in Italy. A PGE-enriched layer is detected in the uppermost Norian, which could be related to influx of extraterrestrial materials into the sediment. Re-Os isotope ratios display a negative shift above PGE-enriched layer. Stratigraphic variations in redox-sensitive elements demonstrate that a transient change of redox state into low oxygen condition after PGE-enriched layer. Their direct causal relationships between the PGE-enriched layer and environmental changes in the western Tethys is not clear. However, these results provided the first sedimentary record of the late Norian impact in deep basinal deposits, which might be used as an important geologic marker.

研究分野：地球化学

キーワード：隕石衝突 環境変動 後期三畳紀 白金族元素 オスミウム同位体

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

過去における巨大隕石の衝突履歴を解読することは、衝突がもたらす環境変動や地球生命史を考えるうえで重要である。地球近傍天体の観測データに基づくと、地球環境に影響を与えるような直径 1 km を越える巨大隕石は、100 万年に一度の衝突頻度を持つ。しかし、実際に研究対象になりうる衝突由来のイジェクタ堆積物(衝突点から放出された物質からなる堆積物)は、白亜紀/古第三紀(K/Pg)境界と後期始新世(約 3500 万年前)以外からは見つかっていなかった。

このような背景のもと、過去の地球に落下した巨大隕石の衝突記録を解読するため、日本の付加体である美濃帯の層状チャートに着目し、後期三畳紀ノーリアン(約 2 億 1500 万年前)の隕石衝突によって形成されたイジェクタ堆積物を世界ではじめて発見した(佐藤・尾上, 2010; Onoue et al., 2012)。そして、オスmium同位体分析の結果から、衝突隕石のサイズが直径 3.3~7.8 km と巨大な衝突イベントであったことを明らかにした(Sato et al., 2013)。さらに、この衝突隕石はコンドライト隕石であったことが明らかになり、衝突によって放出された大量の二酸化硫黄が、寒冷化や硫酸酸性雨などの古気候変動を引き起こした可能性を示した(Sato et al., 2016)。また微化石や炭素同位体分析からは、この衝突が当時のパンサラッサ海低緯度域において、微化石(放散虫)の絶滅を引き起こしたことが明らかとなっている(Onoue et al., 2016)。しかし、後期三畳紀の隕石衝突によって形成されたイジェクタ堆積物が日本に分布する付加体以外から見つからないため、衝突物質の拡散範囲や全球規模での環境変動、当時生息していた海洋および陸上生態系への影響(生物の絶滅および進化)など、衝突がもたらした環境変動を検討するのは困難な状況にあった。

2. 研究の目的

本研究では、この地理的にはローカルともいえるパンサラッサ海遠洋域の隕石衝突と古環境変動に関する研究をグローバルな研究に発展させるため、パンゲア大陸縁辺部の上部三畳系陸棚堆積物を対象としたイジェクタ堆積物の探索を行い、異なる堆積環境におけるイジェクタ堆積物の復元および衝突後の環境変動を捉えるための研究を行う。そして、遠洋域および大陸縁辺海域の古環境情報を統合することで、この後期三畳紀の隕石衝突が引き起こした全地球規模での環境変動や生物絶滅の実体を解読することを目的とする。

3. 研究の方法

研究目的達成のため、イタリアに分布する上部三畳系石灰岩を対象に地質調査を行い、後期三畳紀ノーリアン中期~レーチアン前期にかけてイジェクタ堆積物の探索を行った。研究試料については、微化石・古地磁気層序により年代が詳細に報告されている(1)シチリア島西部 Pizzo Mondello セクションの遠洋性石灰岩、(2)イタリア南部 Lagonegro 堆積盆に分布する Sasso di Castalda セクションの遠洋性石灰岩を対象とした。Pizzo Mondello セクションは、主に層状石灰岩から構成され、厚さ数 10 cm の石灰岩と、厚さ数 cm のマールから構成される。一方、Sasso di Castalda セクションは、主に単層が数 10 cm の遠洋性石灰岩から構成され、その間に頁岩層を挟む。各検討セクションでは岩相層序の記載を cm スケールで行い、高時間解像度で試料採取を行った。野外で採取した試料については、プレスペレット-蛍光 X 線分析(PP-XRF)による簡易迅速分析を行い、隕石衝突層準に特徴的に含まれる親鉄性元素(Cr, Ni, Co など)の異常濃集の検出を試みた。また、イジェクタ堆積物候補となった層準については、隕石物質流入の地球化学的マーカーとなり得る白金族元素濃度の定量分析およびオスmium同位体比分析を行った。

さらに本研究では、これまでに日本の付加体堆積物(中部日本美濃帯坂祝セクション)から発見された後期三畳紀ノーリアンのイジェクタ堆積物と上下の層状チャートを用いて、パンサラッサ海域における古海洋環境変動の検討を行った。坂祝セクションの層状チャートは、主に放散虫遺骸から構成される厚さ数 cm のチャート(珪質部)と、厚さ数 mm の粘土岩の互層から構成される。本研究では、試料採取層準を明確にするために mm スケールでの記載作業を行い、チャート層を高時間解像度で採取した。これらのチャート試料については、古海洋環境変動を明らかにするため主要・微量元素組成分析を行った。

4. 研究成果

本研究では、イタリアの上部三畳系石灰岩および日本の上部三畳系遠洋性層状チャートを対象にイジェクタ堆積物の探索および隕石衝突前後での古海洋環境の変動について検討した。その結果、各セクションにおいて以下のような研究成果が得られた。

(1) シチリア島西部 Pizzo Mondello セクション

本セクションでは、上部三畳系遠洋性石灰岩およびマールを対象に、主要・微量元素濃度分析を行い、イジェクタ堆積物の探索を行った。その結果、他の層準に対して Ni や Co などの親鉄性元素の含有量が高い層準があることが明らかとなった。イジェクタ堆積物候補と考えられる試料については、ICP-MS を用いた NiS fire-assay 法による白金族元素濃度の定量分析を行った。

(Shirai et al., 2003; 佐藤, 2018). しかし, 白金族元素濃度の異常濃集は確認されず, コンドライト隕石に特徴的な元素パターンは得られなかった.

(2) イタリア南部 Sasso di Castalda セクション

石灰岩層の間に挟まれる頁岩層を対象として, ノーリアン中期~レーチアン前期の範囲を1層準ずつ高時間解像度で試料採取を行った. 採取試料は, XRF, ICP-MS を用いて主要・微量元素濃度の定量分析を行い, イジェクタ堆積物の探索および古海洋環境変動の検討を行った. また, 同範囲においてオスミウム同位体分析および白金族元素濃度の定量分析を行った. 分析は, 石英ガラス製チューブを用いた閉鎖系での王水分解による同位体希釈-質量分析法により行った (Ishikawa et al., 2014).

頁岩層を対象とした主要・微量元素濃度分析の結果, 本セクションはノーリアン後期からレーチアン前期にかけて陸源砕屑物の組成は一定であることが示された. しかし, ノーリアン最後期の層準から Cr および白金族元素の異常濃集層を見出した. また, オスミウム同位体比分析の結果からは, 白金族元素異常濃集層上部で同位体比が低下する層準が認められた. 本研究で検出された白金族元素異常濃集層は, 微化石年代からノーリアン最後期であると考えられ, Rochechouart クレーターを形成した隕石衝突に起源をもつ新たなイジェクタ堆積物である可能性がある. さらに, 白金族元素異常濃集層より上位層準において, 酸化還元状態に鋭敏な元素 (V, U, Re など) の濃集が明らかとなり, ノーリアン最後期に海洋環境が変化した可能性が示された. 現在, 隕石衝突にともなう海洋環境変動との関連性や, これまでに報告されているノーリアン/レーチアン境界を通じた生物絶滅への影響について検討を進めている.

(3) 中部日本美濃帯坂祝セクション

付加体堆積物中から発見されたイジェクタ堆積物前後の層状チャートを対象とした主要・微量元素組成分析の結果, 後期三畳紀の隕石衝突により, これまで報告されていた放散虫だけでなく, 基礎生産およびアパタイトの骨格を持つ生物 (コノドントなど) の生産量も減少したことが明らかとなった. また, 岩石の化学風化に関連した地球化学指標を用いた検討からは, 衝突後に陸域の化学風化作用が急激に増加したことが明らかとなった (Sato et al., 2020). これらの結果は, 隕石衝突後の短期間で温暖湿潤環境へ移行したことを示唆しており, 放散虫生産量の持続的な減少もこのような環境変動を反映して起こった可能性がある. しかしその一方で, 海洋の酸化還元状態に鋭敏な元素の検討からは, 隕石衝突前後で海洋酸化還元状態の有意な変化は認められなかった. 本研究により, 後期三畳紀の大規模な隕石衝突イベント後にパンサラッサ海で進行した環境変化の記録が明らかとなり, 今後隕石衝突と環境変動の関連性を議論していく上で重要なデータになると考えられる.

【引用文献】

1. 佐藤峰南, 尾上哲治, 中部日本, 美濃帯の上部トリアス系チャートから発見した Ni に富むスピネル粒子. 2010, *地質学雑誌*, 116, 575–578.
2. Onoue, T., Sato, H., Nakamura, T., Noguchi, T., Hidaka, Y., Shirai, N., Ebihara, M., Osawa, T., Hatsukawa, Y., Toh, Y., Koizumi, M., Harada, H., Orchard, M.J., Nedachi, M., Deep-sea record of impact apparently unrelated to extinction in the Late Triassic. 2012, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 109, 19134–19139.
3. Sato, H., Onoue, T., Nozaki, T., Suzuki, K., Osmium isotope evidence for a large Late Triassic impact event. 2013, *Nature Communications*, 4, 2455.
4. Sato, H., Shirai, N., Ebihara, M., Onoue, T., Kiyokawa, S., Sedimentary PGE signatures in the Late Triassic ejecta deposits from Japan: Implications for the identification of impactor. 2016, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 442, 36–47.
5. Onoue, T., Sato, H., Yamashita, D., Ikehara, M., Yasukawa, K., Fujinaga, K., Kato, Y., and Matsuoka, A., Bolide impact triggered the Late Triassic extinction event in equatorial Panthalassa. 2016, *Scientific Reports*, 6, 29609.
6. Shirai, N., Nishino, T., Li, X., Amakawa, H., Ebihara, M., Precise determination of PGE in a GSJ reference sample JP-1 by ID-ICPMS after nickel sulfide fire assay preconcentration. 2003, *Geochemical Journal*, 37, 531–536.
7. 佐藤峰南, 層状チャートに記録された巨大隕石衝突の地球化学的特徴. 2018, *地質学雑誌*, 124, 983–993.
8. Ishikawa, A., Senda, R., Suzuki, K., Dale, C. W. and Meisel, T., Re-evaluating digestion methods for highly siderophile element and ¹⁸⁷Os isotope analysis: Evidence from geological reference materials. 2014, *Chemical Geology*, 384, 24–46.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計13件（うち査読付論文 11件／うち国際共著 5件／うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Goderis S, Sato H, Ferriere L, Schmitz B, Burney D, Kaskes P, Vellekoop J, Wittmann A, Schulz T, Chernonozhkin S, Claeys P, Graaff SJ, Dhais T, Winter NJ, Elfman M, Feignon J-G, Ishikawa A et al.	4. 巻 7
2. 論文標題 Globally distributed iridium layer preserved within the Chicxulub impact structure	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Science Advances	6. 最初と最後の頁 eabe3647
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/sciadv.abe3647	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 Kuwahara, Y., Yasukawa, K., Fujinaga, K., Nozaki, T., Ohta, J., Sato, H., Kimura, J.-I., Nakamura, K., Yokoyama, Y., Kato, Y.	4. 巻 11
2. 論文標題 Rapid coupling between solid earth and ice volume during the Quaternary	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 5695
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-84448-7	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 Tomimatsu, Y., Nozaki, T., Sato, H., Takaya, Y., Kimura, J.-I., Chang, Q., Naraoka, H., Rigo, M., Onoue, T.	4. 巻 197
2. 論文標題 Marine osmium isotope record during the Carnian "pluvial episode" (Late Triassic) in the pelagic Panthalassa Ocean	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Global and Planetary Change	6. 最初と最後の頁 103387
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gloplacha.2020.103387	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 Sato, H., Takaya, Y., Yasukawa, K., Fujinaga, K., Onoue, T., Kato, Y.	4. 巻 7
2. 論文標題 Biotic and environmental changes in the Panthalassa Ocean across the Norian (Late Triassic) impact event	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary Science	6. 最初と最後の頁 61
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40645-020-00371-x	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 Kring DA, Tikoo SM, Schmieler M, Riller U, Rebolledo-Vieyra M, Simpson SL, Osinski GR, Gattacceca J, Wittmann A, Verhagen CM, Cockell CS, Coolen MJL, Longstaffe FJ, Gulick SPS, Morgan JV, Sato H, Smit J, Tomioka N, Urrutia-Fucugauchi J, Whalen MT, Xiao L, Yamaguchi KE	4. 巻 6
2. 論文標題 Probing the hydrothermal system of the Chicxulub impact crater	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Science Advances	6. 最初と最後の頁 eaaz3053
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/sciadv.aaz3053	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 Zhao J, Xiao L, Gulick SPS, Morgan JV, Kring D, Urrutia-Fucugauchi J, Schmieler M, de Graaff SJ, Wittmann A, Ross CH, Claeys P, Pickersgill A, Kaskes P, Goderis S, Rasmussen C, Vajda V, Ferriere L, Feignon JG, Chenot E, Perez-Cruz L, Sato H, Yamaguchi K, IODP-ICDP Expedition 364 scientists	4. 巻 82
2. 論文標題 Geochemistry, geochronology and petrogenesis of Maya Block granitoids and dykes from the Chicxulub Impact Crater, Gulf of Mexico: Implications for the assembly of Pangea	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Gondwana Research	6. 最初と最後の頁 128-150
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gr.2019.12.003	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 佐藤峰南, 後藤和久, 山口耕生, 富岡尚敬	4. 巻 89
2. 論文標題 巨大衝突クレーターの掘削-恐竜絶滅の謎に挑む	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 科学	6. 最初と最後の頁 174-179
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 オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Nozaki, T., Ohta, J., Noguchi, T., Sato, H., Ishikawa, A., Takaya, Y., Kimura, J.-I., Chang, Q., Shimada, K., Ishibashi, J., Yasukawa, K., Kimoto, K., Iijima, K., Kato, Y.	4. 巻 9
2. 論文標題 A Miocene impact ejecta layer in the pelagic Pacific Ocean	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 16111
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-019-52709-1	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 -

1. 著者名 Onoue, T., Takahata, N., Miura, M., Sato, H., Ishikawa, A., Soda, K., Sano, Y., Isozaki, Y.	4. 巻 6
2. 論文標題 Enhanced flux of extraterrestrial ³ He across the Permian-Triassic boundary	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary Science	6. 最初と最後の頁 18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40645-019-0267-0	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 -

1. 著者名 Nozaki, T., Nikaido, T., Onoue, T., Takaya, Y., Sato, K., Kimura, J.-I., Chang, Q., Yamashita, D., Sato, H., Suzuki, K., Kato, Y., Matsuoka, A.	4. 巻 1
2. 論文標題 Triassic marine Os isotope record from a pelagic chert succession, Sakahogi section, Mino Belt, southwest Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Asian Earth Sciences: X	6. 最初と最後の頁 100004
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jaesx.2018.100004	査読の有無 無
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 -

1. 著者名 佐藤峰南	4. 巻 124
2. 論文標題 層状チャートに記録された巨大隕石衝突の地球化学的特徴	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 地質学雑誌	6. 最初と最後の頁 983-993
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5575/geosoc.2018.0059	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 -

1. 著者名 Lowery, C. M., Bralower, T. J., Owens, J. D., Rodriguez-Tovar, F. J., Jones, H., Smit, J., Whalen, M. T., Claeys, P., Farley, K., Gulick, S. P. S., Morgan, J. V., Green, S., Chenot, E., Christeson, G. L., Cockell, C. S., Coolen, M. J. L., Ferriere, L., Gebhardt, C., Goto, K., Kring, D. A., Lofi, J., Sato, H. et al.	4. 巻 558
2. 論文標題 Rapid recovery of life at ground zero of the end-Cretaceous mass extinction	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Nature	6. 最初と最後の頁 288-291
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41586-018-0163-6	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 Christeson, G. L., Gulick, S. P. S., Morgan, J. V., Gebhardt, C., Kring, D. A., Le Ber, E., Lofi, J., Nixon, C., Poelchau, M., Rae, A. S. P., Rebolledo-Vieyra, M., Riller, U., Schmitt, D. R., Wittmann, A., Bralower, T. J., Chenot, E., Claeys, P., Cockell, C. S., Coolen, M. J. L., Ferriere, L., Green S., Sato, H. et al.	4. 巻 495
2. 論文標題 Extraordinary rocks from the peak ring of the Chicxulub impact crater: P-wave velocity, density, and porosity measurements from IODP/ICDP Expedition 364	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Earth and Planetary Science Letters	6. 最初と最後の頁 1-11
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.epsl.2018.05.013	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 -

〔学会発表〕 計25件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 11件)

1. 発表者名 白井洋一, 山崎俊嗣, 大田隼一郎, 佐藤峰南, 石川晃
2. 発表標題 太平洋赤色泥における白亜紀-古第三紀境界付近の古地磁気記録
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2020年大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐藤峰南, 石川晃, 佐野貴司, 真鍋真, Tylar R. Lyson, Ian M. Miller, 加藤泰浩
2. 発表標題 米国西部に分布する白亜紀-古第三紀境界セクションの強親鉄性元素およびオスミウム同位体バリエーション
3. 学会等名 天体の衝突物質の解明 (XV) ~ 小惑星の表層進化 ~
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Honami Sato, Tatsuo Nozaki, Akira Ishikawa, Tetsuji Onoue, Jun-Ichi Kimura, Qing Chang
2. 発表標題 Extraterrestrial impact recorded in the Upper Triassic deep-sea deposits from Japan
3. 学会等名 Large Meteorite Impacts and Planetary Evolution VI (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Goderis S, Sato H, Ferriere L, Schmitz B, Burney D, Bralower TJ, Graaff SJ, Dehais T, Winter NJ, Elfman M, Feignon JG, Gulick SPS, Ishikawa A, Kaskes P, Koeberl C, Kristiansson P, Lowery CM, Morgan J, Neal CR, Owens JD, Schulz T, Sinnesael M, Smit J, Vellekoop J, Whalen MT, Wittmann A, Vanhaecke F, Malderen S, Claeys P
2. 発表標題 The final settling of meteoritic matter on the peak-ring rocks of the Chicxulub impact structure at Site M0077A of IODP-ICDP Expedition 364
3. 学会等名 Large Meteorite Impacts and Planetary Evolution VI (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Tetsuji Onoue, Naoto Takahata, Honami Sato, Akira Ishikawa, Katsuhito Soda, Yuji Sano, Yukio Isozaki
2. 発表標題 Enhanced flux of extraterrestrial ^3He across the Permian-Triassic boundary in pelagic deep-sea chert
3. 学会等名 Large Meteorite Impacts and Planetary Evolution VI (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤峰南, 石川晃, Ludovic Ferriere, Joanna V. Morgan, Sean P.S. Gulick, IODP-ICDP Expedition 364 Scientists
2. 発表標題 チチユルブクレーター内のK-Pg境界掘削試料を用いた白金族元素およびオスミウム同位体組成
3. 学会等名 日本地質学会第126年学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大田準一郎, 佐藤峰南, 野崎達生, 芦田果奈
2. 発表標題 気化法とCDDを用いた高精度・高精度・迅速オスミウム同位体比分析手法の開発
3. 学会等名 2019年度日本地球化学会第66回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 尾上哲治, 高畑直人, 佐藤峰南, 石川晃, 曾田勝仁, 佐野有司, 磯崎行雄
2. 発表標題 ペルム紀末大量絶滅と地球外3Heフラックスの増加イベント
3. 学会等名 日本地質学会第126年学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 桑原佑典, 安川和孝, 藤永公一郎, 野崎達生, 大田準一郎, 佐藤峰南, 木村純一, 中村謙太郎, 加藤泰浩
2. 発表標題 氷期-間氷期サイクルにおける個体地球のフィードバック応答: 海洋0s同位体マスパランスに基づく制約
3. 学会等名 日本地質学会第126年学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Honami Sato, Tatsuo Nozaki, Ishikawa Akira, Tetsuji Onoue, Jun-Ichi Kimura, Qing Chang, Katsuhiko Suzuki
2. 発表標題 Re-0s isotope and PGE signatures of the deep-sea deposits from Japanese accretionary complex: Implications for the Late Triassic impact event
3. 学会等名 3rd International Congress on Stratigraphy-Strati 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 桑原佑典, 安川和孝, 藤永公一郎, 野崎達生, 大田準一郎, 佐藤峰南, 木村純一, 中村謙太郎, 加藤泰浩
2. 発表標題 南西太平洋ラウ海盆の遠洋性堆積物から復元された第四紀海水の0s同位体比とその全球的気候変動に対する示唆
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 佐藤峰南, 石川晃, Ferriere, L., Morgan, J. V. and Gulick, S. P. S
2. 発表標題 チチュルブクレーター内のK-Pg境界掘削試料を用いた強親鉄性元素およびオスミウム同位体比
3. 学会等名 日本地質学会第125年学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sato, H., Ishikawa, A., Ferrere, L., Morgan, J. V. and Gulick, S. P. S.
2. 発表標題 Platinum group elements and Re-Os isotopes in the K-Pg transition of the Chicxulub peak-ring rocks
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Neal, C. R., Kring, D. A., Gulick, P. S., Morgan, J. V. and Sato, H.
2. 発表標題 Quantifying PGEs in the Chicxulub Impact Basin
3. 学会等名 The Geological Society of America 130th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Onoue, T., Takahata, N., Miura, M., Sato, H., Ishikawa, A., Soda, K., Sano, Y. and Isozaki, Y
2. 発表標題 Extraterrestrial Helium-3 Flux Across The Permian/Triassic Boundary
3. 学会等名 The Geological Society of America 130th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 尾上哲治, 高畑直人, 三浦光隆, 佐藤峰南, 石川晃, 佐野有司, 磯崎行雄
2. 発表標題 ペルム紀/三疊紀境界における地球外 ³ Heフラックスの増加イベント
3. 学会等名 日本地質学会第125年学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Fujinaga, K., Yasukawa, K., Machida, S., Sato, H., Shimomura, R., Tanaka, E., Mimura, K., Usui, Y., Iijima, K., Takahashi, A., Yamamoto, H., Suzuki, K., Nakamura, K. and Kato, Y.
2. 発表標題 Geochemistry of REY-rich mud in the basins southeastern off Minamitorishima Island
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sato, H., Onoue, T., Shirai, N., Nozaki, T., Ishikawa, A., Suzuki, K.
2. 発表標題 Meteorite impact event recorded in the Upper Triassic deep-sea deposits from Japan
3. 学会等名 PERC Int'l Symposium on Dust & Parent Bodies (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sato, H., Nozaki, T., Ishikawa, A., Onoue, T., Kimura, J.-I., Chang, Q., Suzuki, K.
2. 発表標題 Osmium isotope and PGE signatures of the deep-sea deposits from Japan: Implications for the Late Triassic impact event
3. 学会等名 Goldschmidt 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Sato, H., Ishikawa, A., Ferriere, L., Morgan, J. V., Gulick, S. P. S.
2. 発表標題 Highly siderophile elements and Os isotope signatures in the K-Pg transition of the Chicxulub peak-ring rocks
3. 学会等名 AGU fall meeting 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Tonioka, N., Yamaguchi, K., E., Goto, K., Sato, H., Expedition 364 Scientists
2. 発表標題 The Chicxulub crater cores recovered by IODP-ICDP Expedition 364: Status Report
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合連合2017年大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Onoue, T., Sato, H., Yamashita, D.
2. 発表標題 Impact event and conodont faunal turnover across the middle-upper Norian transition in the Upper Triassic of Japan
3. 学会等名 3.学会等名 The 4th International Conodont Symposium (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 斎藤誠史, 黒澤耕介, 臼井洋一, 奥村知世, 尾上哲治, 佐藤峰南, 石田湧也, 渋谷岳造, 西澤学, 松井洋平, 澤木佑介, 佐藤友彦, 上野雄一郎
2. 発表標題 天体衝突による大気酸化仮説: 後期太古代の地質記録による検証
3. 学会等名 日本地球化学会第64回年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 齋藤誠史, 黒澤耕介, 臼井洋一, 奥村知世, 尾上哲治, 佐藤峰南, 石田湧也, 渋谷岳造, 西澤学, 松井洋平, 澤木佑介, 佐藤友彦, 上野雄一郎
2. 発表標題 天体衝突による大気の酸化仮説:後期太古代の地質記録による検証
3. 学会等名 日本地質学会第124年学術大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Onoue, T., Sato, H., Yamashita, D.
2. 発表標題 Impact event and radiolarian faunal turnover in the Upper Triassic bedded chert succession, Mino Belt, Japan
3. 学会等名 Proceedings of InterRad XV (国際学会)
4. 発表年 2017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
研究協力者	リゴ マヌエル (Rigo Manuel)	パドバ大学・地球科学科・教授	
研究協力者	尾上 哲治 (Onoue Tetsuji) (60404472)	九州大学・理学研究院・教授 (17102)	
研究協力者	白井 直樹 (Shirai Naoki) (00599805)	東京都立大学・理学研究科・助教 (22604)	

6. 研究組織（つづき）

	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
研究協力者	石川 晃 (Ishikawa Akira) (20524507)	東京工業大学・理学院・准教授 (12608)	

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			
イタリア	パドバ大学			