

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 1 日現在

機関番号：17401

研究種目：若手研究(A)

研究期間：2014～2016

課題番号：26707027

研究課題名(和文) 中・古生代層状チャートに記録された隕石衝突履歴の完全解読

研究課題名(英文) Search for evidence of impact in the Paleozoic and Mesozoic bedded cherts in Japan

研究代表者

尾上 哲治 (Onoue, Tetsuji)

熊本大学・その他の研究科・准教授

研究者番号：60404472

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 18,800,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、美濃帯のペルム～ジュラ系層状チャートに残された地球外物質付加の記録について検討した。層状チャートの白金族元素やオスmium同位体比の分析から、後期三畳紀ノーリアンの層状チャートに挟まれた粘土岩層中に、隕石衝突の証拠が残されていることが明らかになった。衝突隕石の種類を決定するために、新たに発見した5カ所の粘土岩から白金族元素の濃度を調べ、これらの濃度比を既存の隕石と比較した。その結果、衝突した隕石は、直径3.3～7.8 kmのコンドライト隕石であることが明らかになった。また天体衝突イベントの直後に、非常に高い割合で海洋の微化石群集が絶滅していることが明らかになった。

研究成果の概要(英文)：This study investigated the extraterrestrial matter in the Permian to Jurassic bedded chert sequences from the Mino Belt, central Japan. A large impact event was detected in the Upper Triassic bedded cherts using platinum group elements (PGE) and osmium (Os) isotope ratio as a tracer. The relatively flat CI-chondrite normalized patterns of the least mobile PGEs (Ir, Ru, and Rh) and the Ru/Ir ratio determined by linear regression analysis suggest that a chondritic impactor is the source of the PGE anomalies preserved in claystone samples from the study sections. The chondritic impactor of the suggested size (3.3-7.8 km in diameter) implies that a large amount of debris and/or climatically active gasses (e.g., sulfur oxides) would have been released from the impactor, which would have had a marked effect on the environment. An analysis of patterns of radiolarian extinction reveals a high extinction rate in the 1 Myr interval after the impact event.

研究分野：層位・古生物学

キーワード：天体衝突 三畳紀 チャート 絶滅 放散虫

### 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きわめて重要である。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 1km を越える巨大隕石は、百万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隕石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) 境界と始新世後期以外からはみつからない。これは、数千万年を越える年代幅で連続的に採取された試料に対して、衝突を証明するための同位体変動や微量元素濃度の記録を追跡することは、試料数が多すぎて現実的に困難なためである。したがって従来の研究では、大量絶滅を記録した地質時代境界を中心に、衝突の記録解読を行う傾向にあった。

佐藤・尾上 (2010) は、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に、美濃帯の層状チャートについて研究を進めた。そしてこれまで注目されてこなかった三畳紀後期の層状チャートに挟まれた粘土岩から、巨大隕石の衝突によるイジェクタ層を世界ではじめて発見した (Onoue et al., 2012; Sato et al., 2013)。この研究過程で、イジェクタ層は、K/Pg 境界と同様のスフェルール、Ni に富むスピネル粒子を含むこと、他の層準の粘土岩に比べて、隕石に豊富な Cr, Ni, Co を数 10 倍 (数 100 ppm) 含むことが明らかになった。そのため層状チャートに挟まれる全ての粘土岩について、Cr, Ni, Co の定性定量分析を行うことができれば、その中からイジェクタ層の候補を検出することが可能である。

そこで本研究では、中・古生代チャートに挟まれる全ての粘土岩 (約 3000 層準) を対象にして、(1) 蛍光 X 線分析による Cr, Ni, Co の定量分析、(2) 白金族元素分析、(3) オスミウム同位体分析を行い、層状チャートから過去の隕石衝突履歴を解読するための研究を行った。これらの研究については、これまで層状チャートを対象にした研究実績があり、衝突隕石の起源を推定することが可能であることが分かっている。

### 2. 研究の目的

本研究では、中・古生代の層状チャートから過去の隕石衝突履歴を解読し、衝突した隕石が引き起こす環境変動を明らかにするための研究を行う。具体的には、ペルム～ジュラ系層状チャート (約 1.7～2.6 億年前) に挟まれる粘土岩について、蛍光 X 線分析装置を用いた初期分析を行い、Cr, Ni, Co 異常層を検出する。次に、Cr, Ni, Co 異常がみつかった試料については、スフェルールなどの粒子が含まれていないか、薄片を作成し確認すると同時に、質量分析により白金族元素の定量分析を行う。白金族元素の定量分析からイジ

ェクタ層と判断された試料については、Os 同位体分析、Cr 同位体分析を行い、また白金族元素の濃度比を既存の隕石と比較することで、衝突した隕石の種類とサイズを正確に特定する。以上得られたデータについて、微化石年代および古地磁気層序年代をもとに時系列準に整理し、中・古生代の隕石衝突履歴を求めることで、天体衝突が地球環境に与えた影響や、どのような生物が衝突で絶滅したかについて解読を目指す。

### 3. 研究の方法

1 億年の長期スケールで隕石衝突履歴を解読するために、後期ペルム紀から前期ジュラ紀 (約 1.7～2.7 億年前) 層状チャートを構成する粘土岩試料の採取を行った。研究試料は、美濃帯 (岐阜県坂祝町および山県市) のペルム～ジュラ系チャートから採取した。層状チャートは、一般に厚さ数 cm の非常に硬いチャートと、厚さ数 mm 以下の粘土岩から構成される。各検討セクションの全てのチャートおよび粘土岩の単層に試料番号を割り当て、岩相層序の記載を mm スケールで行った。

採取した試料については、粉末試料および加圧形成したペレットを作成し、エネルギー分散型の蛍光 X 線分析装置を用いて、試料に含まれる主要元素および微量元素 (Cr, Ni, Co を含む) の定量分析を行った。選別された試料がイジェクタ層かどうかを判定するため、隕石中に豊富な白金族元素 (Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt) の濃度を調べた。分析はこれまでの研究と同様に、Ni-fire assay 法による誘導結合プラズマ質量分析装置 (ICP-MS) を用いた白金族元素濃度の定量分析を行った。

上記の化学分析でイジェクタ層と判断された試料については、オスミウム同位体分析を行った。オスミウムは、複数の同位体を持ち、地球に落下する大部分の隕石が、高いオスミウム濃度と低いオスミウム同位体比 ( $^{187}\text{Os}/^{188}\text{Os}$ ) を持つことが知られている。本研究では、海洋研究開発機構のマルチコレクター誘導結合プラズマ質量分析装置 (MC-ICP-MS) を用いて、オスミウム濃度と同位体比の変動を調べた。

これらの地球化学的研究によりイジェクタ層と判断された試料については、上下層準のチャートから微化石用の試料を採取した。フッ化水素酸法で放散虫・コノドント化石を抽出し、属種の同定および隕石の衝突年代を行った。同時に詳しい年代決定を行うため、三畳紀チャートについては古地磁気総序に関する研究も行った。また隕石衝突が、放散虫やコノドント化石群集に与えた影響を調べるため、衝突を記録した層準を挟んで化石層序も検討した。

### 4. 研究成果

(1) 衝突隕石の推定および環境変動の検討  
本研究ではまず、従来報告されている後期

三疊紀ノーリアンのイジェクタ層 (Onoue et al., 2012; Sato et al., 2013) について、衝突隕石のサイズや種類を決定するために、露頭調査から新たに発見した5カ所のイジェクタ層候補の粘土岩層について白金族元素 (Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt) 濃度の定量分析を行った。その結果、発見した粘土岩層中には、全ての白金族元素において異常濃集が見出された (図1: Sato et al., 2016)。特に、イリジウム (Ir) 濃度は粘土岩中で 30 ppb 以上含まれており、地球表層の岩石平均値に比べて、2000 倍程度に達する高い濃度で含まれていることが明らかとなった。

複数のセクションから復元されたイジェクタ堆積物中の Cr/Ir 比および PGE/Ir 比において、大陸上部地殻と様々なタイプの隕石を端成分としたミキシングラインを検討すると、本研究で発見されたイジェクタ堆積物はコンドライト隕石を起源とする宇宙物質を5%程度含むことが明らかとなった。衝突隕石がコンドライト隕石 (炭素質・普通・エンスタタイト) であった場合、衝突隕石のサイズは直径 3.3–7.8 km と見積もられた。

このサイズのコンドライト隕石が地球に衝突すると 3–58 Gt の二酸化硫黄が成層圏に放出される。その結果、最大  $170 \times 10^{-3} \text{ kg/m}^2$  の硫酸塩が地表にもたらされるため、同時代の湖成層には硫化物濃集層が形成される可能性が示された (Sato et al., 2016)。

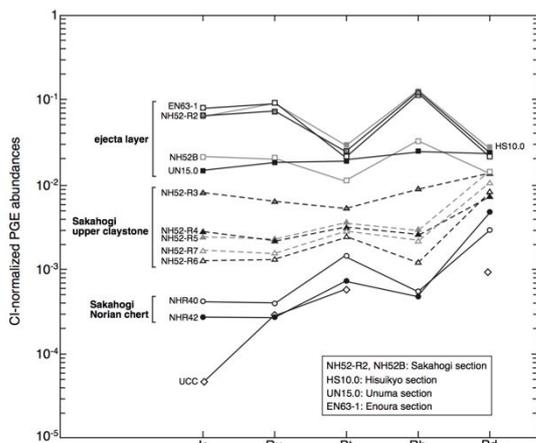


図1 CI コンドライトで規格化した白金族元素濃度 (Sato et al., 2016)。イジェクタ層に白金族元素が非常に高い濃度で含まれる。

### (2) 隕石衝突による海洋生物の絶滅

後期三疊紀ノーリアンの天体衝突による海洋生物絶滅の影響を調べるため、岐阜県坂祝セクションの層状チャートを対象に放散虫とコノドント化石を酸処理抽出し、この時代を通じた化石群集の絶滅パターンについて検討した。その結果、天体衝突イベントの直後に、非常に高い割合で海洋の微化石群集が絶滅していることが明らかになった (図2)。

さらに本研究では、有機炭素同位体分析、主要・微量元素分析により、この時代の海洋表層における植物プランクトンの生産量 (基

礎生産) と、動物プランクトンである放散虫の生産量を求めた。その結果、食物連鎖の基底をなす基礎生産が、隕石衝突後の数万年間にわたり著しく低下し、それに伴い、動物プランクトンである放散虫の生産量も低下していたことが明らかになった。しかし放散虫の生産量の回復期間については、基礎生産が衝突以前のレベルに回復した後も、約 30 万年間にわたり元のレベルには戻らなかったことが示された。またこの 30 万年間に、隕石衝突イベント以前は存在しなかった新たな放散虫群集が出現し、衝突以前に生息していた古い放散虫群集は、ほとんどの種が絶滅していたことが明らかになった (Onoue et al., 2016)。

顕生代では、巨大隕石の衝突による生物の絶滅は、今から 6600 万年前の「白亜紀/古第三紀境界」が知られている。従来の研究では、さまざまな地質時代境界を中心にして、隕石衝突が引き起こす大量絶滅の痕跡の探索が行われてきたが、そのような証拠は白亜紀/古第三紀境界からしか見つかっていなかった。そのためこれまで、この時代境界だけが隕石衝突が生物に及ぼす影響を評価できる唯一の研究対象であると考えられてきた。しかし今回の研究で、後期三疊紀ノーリアン (約 2 億 1500 万年前) の隕石衝突が、当時の海洋生態系の崩壊をもたらし、放散虫の絶滅を引き起こしたことが明らかになった。また同じく坂祝セクションの層状チャートからコノドント化石層序について検討したところ、放散虫化石と同様に、イジェクタ層を挟んで化石群集の変化が確認された。今後は、世界各地の後期三疊紀の地層から同様のイジェクタ層を探索し、どのような生物がこの隕石衝突により絶滅の影響を受けたのかについて研究を進める予定である。

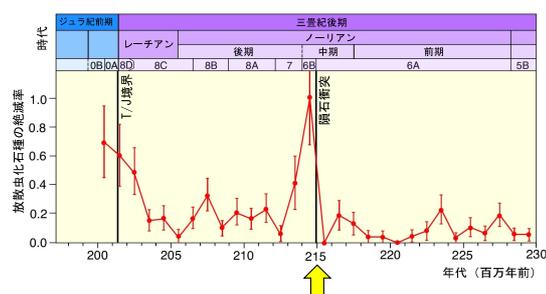


図2 三疊紀後期における放散虫の絶滅率。隕石衝突 (黄色矢印) の直後に高い絶滅率を示す。ここでは 21 種中 18 種の放散虫化石種が絶滅した。Onoue et al. (2016) を一部修正。

### (3) イジェクタ層の探索

本研究では、1 億年の長期スケールで隕石衝突履歴を解読するために、後期ペルム紀からジュラ紀前期 (約 1.7–2.6 億年前) 層状チャートを構成する粘土岩試料の採取を行った。研究試料は、岐阜県南部の美濃帯 (岐阜の三疊系~ジュラ系チャートを中心に採取した。

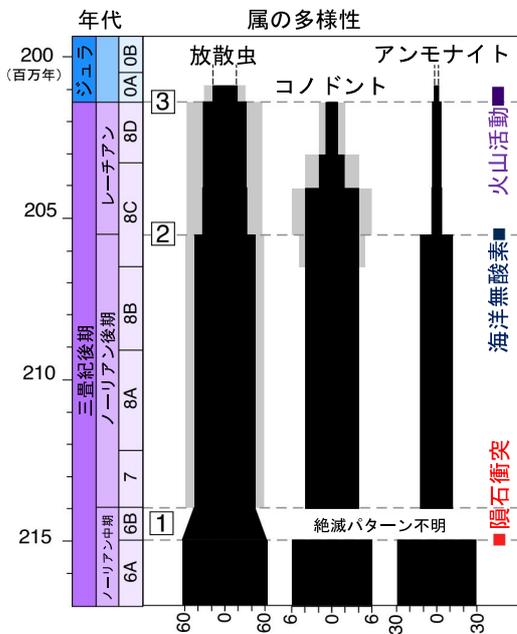


図3 三疊紀後期における放散虫, アンモナイト, コノドントの生物多様性の時代変化. 三疊紀後期には大きく3回の絶滅がおこっており, このうち2億1500万年前の絶滅は, 隕石衝突により引き起こされたと考えられる. Onoue et al. (2016)を一部修正.

層状チャートは, 一般に厚さ数 cm の非常に硬いチャートと, 厚さ数 mm 以下の粘土岩から構成される. 各検討セクションの全てのチャートおよび粘土岩の単層に試料番号を割り当て, 岩相層序の記載を mm スケールで行い, 同時に試料の採取を行なった.

現在まで, 約 1200 層準の粘土岩試料について粉末試料を作成した. 粉末試料はプレス機でペレットを作成し, これを蛍光 X 線分析装置を用いて化学組成の分析を行なった. 採取試料について Ni や Cr に注目して蛍光 X 線分析装置を用いた定量分析を進め, 現在までに後期ペルム紀と後期三疊紀の 2 層準からイジェクタ層の候補を見出している (佐藤ほか, 2016). 現在これらの層準については, 現在白金族元素濃度の定量分析とオスミウム同位体分析を進めており, イジェクタ層の同定を進めている.

#### (4)天体衝突の年代について

従来, 日本の遠洋性堆積岩の年代決定に用いられる放散虫化石層序は, 同時代のアンモナイトおよびコノドントの化石層序や, 古地磁気層序との対比が十分に行われていないために, 年代決定の精度に乏しく, 正確な層序年代の国際対比ができないといった問題があった. 本研究では, 高い精度で天体衝突年代決定を行うため, 美濃帯の上部三疊系~ジュラ系層状チャートを対象として詳細な古地磁気層序と化石層序の検討を行った.

まず始めに, 美濃帯の後期三疊紀ノーリアンのチャートを対象にして, 放散虫・コノド

ント化石を用いた微化石層序および古地磁気層序に関する研究を行い, ノーリアン天体衝突の詳細な年代決定を行った. その結果, 天体衝突は, 三疊紀後期のノーリアン中期/後期境界の E15 正磁極期に起こったことが明らかになった. この時代の正磁極期に形成された巨大なクレーターとして, カナダケベック州のマニクアガンクレーター (直径 90 km) が知られており, 見つかった粘土岩はこのクレーター由来の堆積物であることが示された (Uno et al., 2015).

また現在までの研究では, 三疊系~ジュラ系チャートの 357 層準について段階熱消磁および自然残留磁化の測定を行った. チャートの磁化は弱いため, 余計なノイズが測定値に影響しないよう, サンプル表面を紙やすりで研磨し, 超音波洗浄したのち, 10%塩酸に 15 分浸すなど工夫した.

現在までのところ, 後期三疊紀カーニアン階後期から三疊紀/ジュラ紀境界までにわたる約 3000 万年間の古地磁気層序を確立することができた (山下ほか, 2016). この古地磁気層序は, これまで三疊紀の海成層から報告されたものでは, 最も長い期間をカバーするものである. これにより, 数 10 万年~100 万年スケールでの年代区分が可能になり, ヨーロッパや北米の上部三疊系と精度良く地層を対比することが可能となった. これらの研究成果は現在国際誌に投稿準備中である.

#### <引用文献>

1. 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, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 109, 19134-19139, 2012.
2. 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. Scientific Reports, 6, 29609, doi:10.1038/srep29609, 2016.
3. 尾上哲治・佐藤峰南, 日本の三疊紀・ジュラ紀層状チャートに記録された地球外物質の付加. 地質学雑誌, 2014. (採録決定済, 査読有り)
4. 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. 地質学雑誌 116, 575-578, 2010.
5. Sato, H., Onoue, T., Nozaki, T., Suzuki, K., Osmium isotope evidence for a large Late Triassic impact event. Nature Communications, 4, 2455, doi: 10.1038/ncomms3455, 2013.
6. 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. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 442, 36-47, 2016.
7. 佐藤峰南, 野崎達生, 石川 晃, 尾上哲治, 木村純一, 常 青, 鈴木勝彦, 三疊紀後期ノーリアンの遠洋性堆積岩を用いたオスミウム同位体変動からみる地球外物質付加の検討. 日本地質学会第 123 年学術大会講演要旨, 2016 年 9 月 13 日, 日本大学 .
  8. Uno K., Yamashita, D., Onoue, T., Uehara, D., Paleomagnetism of Triassic bedded chert from Japan for determining the age of an impact ejecta layer deposited on peri-equatorial latitudes of the paleo-Pacific Ocean: A preliminary analysis. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 249, 59-67, 2015.
  9. 山下大輔, 宇野康司, 尾上哲治, 美濃帯上部三疊系~ジュラ系層状チャートを用いた古地磁気・化石統合層序の確立. 日本地質学会第 123 年学術大会講演要旨, 2016 年 9 月 13 日, 日本大学 .

#### 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 14 件)

1. 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. *Scientific Reports*, 6, 29609, doi:10.1038/srep29609, 2016. (査読有り)
2. Sano, Y., Takahata, N., Kagoshima, T., Shibata, T., Onoue, T., Zhao, D., Groundwater helium anomaly reflects strain change during the 2016 Kumamoto earthquake in Southwest Japan. *Scientific Reports*, 6, 37939, doi: 10.1038/srep37939, 2016. (査読有り)
3. Peybernes, C., Chablais, J., Onoue, T., and Martini, R., Mid-oceanic shallow-water carbonates of the Panthalassa domain: new microfacies data from the Sambosan Accretionary Complex, Shikoku Island, Japan. *Facies*, 62, 1-27, 2016. (査読有り)
4. Peybernes, C., Chablais, J., Onoue, T., Escarguel, G., and Martini, R., Paleogeology, biogeography, and evolution of reef ecosystems in the Panthalassa Ocean during the Late Triassic: insights from reef limestone of the Sambosan Accretionary complex, Shikoku, Japan. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 457, 31-51, 2016. (査読有り)
5. 山下大輔, 安田知佳, 石橋毅, Rossana Martini, 尾上哲治, 沖縄県辺戸岬, 上部三疊系今帰仁層の岩相層序とコノドントおよびアンモナイト化石年代. *地質学雑誌*, 122, 477-493, 2016. (査読有り)
6. 富松由希, 尾上哲治, 野崎達生, 大分県東部佐伯地域の秩父帯に産する層状マンガン鉱床の層序と放散虫化石年代. *地質学雑誌*, 122, 267-273, 2016. (査読有り)
7. 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. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 442, 36-47, 2016. (査読あり)
8. Onoue, T., Zonneveld, J.-P., Orchard, M. J., Yamashita, M., Yamashita, K., Sato, H., Kusaka, S., Paleoenvironmental changes across the Carnian/Norian boundary in the Black Bear Ridge section, British Columbia, Canada. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 441, 721-733, 2016. (査読あり)
9. Uno K., Yamashita, D., Onoue, T., Uehara, D., Paleomagnetism of Triassic bedded chert from Japan for determining the age of an impact ejecta layer deposited on peri-equatorial latitudes of the paleo-Pacific Ocean: A preliminary analysis. *Physics of the Earth and Planetary Interiors*, 249, 59-67, 2015. (査読有り)
10. Safonova I., Kojima S., Nakae S., Romer R.L., Seltmann R., Sano H., Onoue, T., Oceanic island basalts in accretionary complexes of SW Japan: Tectonic and petrogenetic implications. *Journal of Asian Earth Sciences*, 113, 508-523, 2015. (査読有り)
11. Stanley, G. D., Onoue, T., Upper Triassic reef corals from the Sambosan Accretionary Complex, Kyushu, Japan. *Facies*, 61, 1-27, 2015. (査読有り)
12. 尾上哲治・佐藤峰南, 日本の三疊紀・ジュラ紀層状チャートに記録された地球外物質の付加. *地質学雑誌*, 121, 1-18, 2015. (査読有り)
13. 尾上哲治, 日本にあった巨大隕石衝突の記録. *パリテイ*, 29, 51-54, 2014. (査読有り)
14. 尾上哲治・西園幸久, 九州西部に分布するジュラ紀付加体と海溝斜面堆積物. *地質学雑誌*, 補遺, 120, 1-17, 2014. (査読有り)

[学会発表](計 47 件)

1. Onoue, T., Zonneveld, J.-P., Orchard, M., Yamashita, K., Sato, H., Kusaka S., Oceanic Anoxic Event at the Carnian/Norian Boundary Interval in the Black Bear Ridge Section, British Columbia, Canada. Goldschmidt Conference, 12c/207, 2016 年 6 月 28 日, Yokohama.
2. Soda, K., Onoue, T., Astronomically-driven

- biogeochemical cycles recorded in the Triassic bedded chert sequence from the Mino Belt, Central Japan. Goldschmidt Conference, 12c/210, 2016年6月28日, Yokohama.
3. Tomimatsu, Y., Onoue, T., Constraint on the depositional environment of the Triassic-Jurassic stratiform manganese deposits in the Chichibu Belt, Southwest Japan. Goldschmidt Conference, 09c/173, 2016年6月27日, Yokohama.
  4. Sato, H., Nozaki, T., Onoue, T., Kimura, J-I., Chang, Q., Takaya, Y., Kato, Y., and Suzuki, K., Marine Osmium isotope record in the Upper Triassic deep-sea deposits from Japan: The Middle to Upper Norian transition. Goldschmidt Conference, 12i/199, 2016年6月30日, Yokohama.
  5. 尾上哲治, 曾田勝仁, 池原実, 美濃帯の三畳系-ジュラ系層状チャートの堆積過程. 日本地質学会第123年学術大会, 2016年9月12日, 日本大学.
  6. 山下大輔, 宇野康司, 尾上哲治, 美濃帯上部三畳系-ジュラ系層状チャートを用いた古地磁気・化石統合層序の確立. 日本地質学会第123年学術大会, 2016年9月13日, 日本大学.
  7. 武藤 俊, 高橋 聡, 山北 聡, 池田昌之, 尾上哲治, 山口飛鳥, 遠洋域深海堆積岩に記録された三畳紀古世から中世初期にかけての遠洋域への碎屑物供給様式の変化. 日本地質学会第123年学術大会, 2016年9月13日, 日本大学.
  8. 曾田勝仁, 尾上哲治, 美濃帯三畳系層状チャートに記録された 天文学的周期に伴う生物地球化学的動態. 日本地質学会第123年学術大会, 2016年9月13日, 日本大学.
  9. 佐藤峰南, 野崎達生, 石川 晃, 尾上哲治, 木村純一, 常 青, 鈴木勝彦, 三畳紀後期ノーリアンの遠洋性堆積岩を用いたオスミウム同位体変動からみる地球外物質付加の検討. 日本地質学会第123年学術大会, 2016年9月13日, 日本大学.
  10. 富松由希, 尾上哲治, 大分県東部佐伯地域の秩父帯に産する層状マンガン鉱床の層序と放散虫化石年代. 日本地質学会第123年学術大会, 2016年9月13日, 日本大学.
  11. 尾上哲治, Zonneveld, J-P., Orchard, M., 山下勝行, 佐藤峰南, 日下宗一郎, カナダ, Black Bear Ridge セクションの三畳紀後期カーニアン/ノーリアン境界にみられる海洋無酸素イベント. 地球惑星連合大会, 2016年5月25日, 幕張メッセ国際会議場 (千葉市)
  12. 清川昌一, 伊藤 孝, 池原 実, 山口耕生, 尾上哲治, 堀江憲路, 吉丸 慧, 三木 翼, Tetteh, G., Nyame, F., ガーナ/ペリミアン帯陸上掘削(GHB)速報: 古原生代の海洋底環境復元プロジェクト. 地球惑星連合大会, 2016年5月25日, 幕張メッセ国際会

議場 (千葉市)

13. 曾田勝仁, 尾上哲治, 美濃帯犬山地域に分布する三畳系層状チャートに記録された天文学的周期に伴う生物地球化学的動態. 地球惑星連合大会, 2016年5月26日, 幕張メッセ国際会議場 (千葉市)
14. 三浦光隆, 尾上哲治, 美濃帯および秩父帯の三畳系-ジュラ系層状チャートから産出する溶融宇宙塵に関する研究. 地球惑星連合大会, 2016年5月23日, 幕張メッセ国際会議場 (千葉市)
15. 佐藤峰南, 野崎達生, 尾上哲治, 木村純一, 常 青, 高谷雄太郎, 加藤泰浩, 鈴木勝彦, 美濃帯の遠洋性堆積物中から復元した三畳紀後期ノーリアン中期~後期における海水中のオスミウム同位体記録. 地球惑星連合大会, 2016年5月23日, 幕張メッセ国際会議場 (千葉市) 招待講演

そのほか学会発表 32 件

〔その他〕

熊本大学大学院先端科学研究部  
尾上哲治研究室ホームページ  
<http://www.sci.kumamoto-u.ac.jp/~onoue/>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

尾上 哲治(ONOUE, Tetsuji)  
熊本大学・大学院先端科学研究部・准教授  
研究者番号:60404472

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

海老原充 (EBIHARA, Mitsuru)  
首都大学東京・大学院理工学研究科・教授

野崎達生 (NOZAKI, Tatsuo)  
海洋研究開発機構・海底資源研究開発センター・研究員

佐藤峰南 (SATO, Honami)  
海洋研究開発機構・海底資源研究開発センター・日本学術振興会特別研究員

鈴木勝彦 (SUZUKI, Katsuhiko)  
海洋研究開発機構・海底資源研究開発センター・研究開発センター長代理

山下勝行 (YAMASHITA, Katsuyuki)  
岡山大学・大学院自然科学研究科・准教授