

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 5 月 28 日現在

機関番号：12601

研究種目：若手研究

研究期間：2021～2023

課題番号：21K14011

研究課題名（和文）遠洋性褐色粘土の微量構成成分に記録された地球史の解読

研究課題名（英文）Decoding the Earth's history recorded in trace component of pelagic brown clay

研究代表者

大田 隼一郎 (Ohta, Junichiro)

東京大学・大学院工学系研究科（工学部）・講師

研究者番号：70793579

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）：海洋の陸から遠く離れた遠洋域では、過去の地球環境変動の微弱な情報を記録しながら非常にゆっくりと堆積している遠洋性褐色粘土が分布している。本研究課題は、ルテチウム-ハフニウム法、およびオスミウム同位体比層序法を用いて、遠洋性褐色粘土の年代を決定し、堆積物に含まれる微化石などの微量成分から過去の情報を得る手法を開発した。ルテチウム-ハフニウム法については、実験の結果、正しい情報が失われていることがわかったが、オスミウム同位体比層序法については、正確かつ効率的な分析手法を構築した。また、遠洋域の深海底で生きる特殊な微化石群を用いることで、過去の海洋の栄養状態などを得ることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

人類社会の発展と鉱物資源開発は不可分な関係にあり、陸上の資源開発に様々な社会的問題が生じている今、新しい資源として海底資源が注目されている。資源の生成は、過去の地球環境変動の結果であるが、深海を含む海洋環境の変動の歴史は多くの謎に包まれている。それ解明することが、資源を継続的かつ効率的に発見し利用することにつながる。本研究は、レアアース泥などの鉱物資源の分布する広大な遠洋域に着目し、その領域における過去の地球環境変動を読み解く全く新しい手法の開発に取り組んだ。それをさらに発展させて用いることで、過去の地球環境変動と資源生成メカニズムを紐付ける新たな知見がもたらされることが期待される。

研究成果の概要（英文）：In pelagic areas in the ocean far from continent, pelagic brown clay is depositing very slowly while recording faint information on past global environmental changes. In this research, I developed a method to determine the age of pelagic brown clay using the lutetium-hafnium method and the osmium isotope stratigraphy, and to obtain past information from trace constituents. For the rutetium-hafnium method, experimental results showed that the correct age information was lost, but for the osmium isotope stratigraphy, an accurate and efficient analytical method was developed. In addition, it was found that by using a certain group of microfossils living in the pelagic deep seafloor, it was possible to obtain information on the trophic state of the ocean in the past.

研究分野：古海洋・古環境学

キーワード：遠洋性堆積物 遠洋性褐色粘土 年代 同位体分析 オスミウム同位体比 レアアース泥 微化石 鉱物学的分析

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

地球の海底には、様々な物質が沈降して生成した堆積物が数メートルから数百メートルの厚さで堆積している。わたしたちが過去の地球を知ろうとしたとき、この海底堆積物を研究することが役立つ。海底堆積物は、さまざまな起源をもつ物質が、過去の地球環境と物質循環様式を反映して様々な割合で混合し堆積するため、海底堆積物には地球環境・物質循環が過去1億年以上にわたって記録されている。それを読み解き、地球環境・物質循環の時空間情報を把握することで、私たちは地球の歴史を理解することができる。海底堆積物の構成成分の起源は実に様々である。海底堆積物の大部分は大陸源成分、生物源成分で構成される。陸源成分ケイ酸塩(石英や長石)の砂や塵であり、生物源成分は有孔虫などの炭酸塩・ケイ酸塩で構成された殻である。海底堆積物には、こうした主要な成分だけでなく、それよりも堆積フラックスのはるかに少ない成分も堆積している。例えば、海水から沈殿する鉄マンガン酸化物、宇宙から降り注ぐ微量の宇宙塵といったものが、海底堆積物の微量構成成分となる。以上のような定常的に堆積する成分だけでなく、海底堆積物には過去の特異的な地球科学的イベントで生成した微量成分も堆積している。それらは、火山噴火で生成した粒子、隕石衝突で発生した粒子や、宇宙塵シャワーによる微粒子などである。

こうした海底堆積物を研究して過去の地球の歴史を明らかにするとき、堆積物の(1)堆積年代、および、(2)構成成分の特徴、の二つを把握することが必須である。生物源堆積物は、豊富に含まれている生息期間が既知の微化石や、良好に保存された古地磁気の層序学的年代分析によって、(1)の信頼性の高い堆積年代値が得られるため古くから重用されてきた。しかし、この種の堆積物のほとんどが生物源成分のため、(2)の構成成分の特徴から得られる情報が偏ってしまう。海底堆積物の微量成分には、過去に地球環境や生物活動に大きな影響を与えてきたイベント(隕石衝突や火山噴火)に由来する物質が含まれているが、生物源堆積物ではそれらの情報が薄まって読み取れなくなってしまう。以上のことから、「生物源堆積物に依存している現在の古海洋・古環境学は『真の地球環境変動の記録』を読み解けているのだろうか?」というのが本研究課題の核心をなす問いである。

2. 研究の目的

本研究の問いかける古海洋・古環境学のこうした本質的な問題を解決するには、多様な起源をもつ微量成分が濃厚に保存されている堆積物を用いて研究を行うことである。それに最適なのは「遠洋性褐色粘土」と呼ばれる堆積物である。大陸から遠く離れた遠洋域は、一般的に生物活動が不活発で水深が5,000mを超えるため、年代指標となる微化石が高圧下で溶けてしまう。また、風成塵などの細粒大陸起源物質、高圧下でも安定なリン酸カルシウムからなる魚骨片化石、鉄マンガン酸化物、宇宙塵などの地球外起源物質といった、堆積フラックスの非常に小さな物質からなるため堆積速度が遅く、古地磁気記録が不明瞭となってしまう。しかし、その代わりに、堆積フラックスの小さな物質の特徴が色濃く残されている。遠洋性褐色粘土を用いて、(1)信頼性の高い年代値、および、(2)構成成分の特徴が把握できれば、わたしたちは真の地球科学変動記録を理解することができると考えられる。

3. 研究の方法

本研究は、(1)正確な年代決定、および、(2)微量構成成分の特徴の把握を二つの主な研究項目とし、これらを並行して実施した。また、(1)正確な年代決定においては、(i)ルテチウム-ハフニウム放射年代法の開発、および、(ii)オスミウム同位体層序法の正確化・高効率化を実施した。

(1)正確な年代決定の(i)ルテチウム-ハフニウム放射年代法の開発は、遠洋性褐色粘土に普遍的に含まれている魚骨片化石に着目した手法である。魚骨片化石は、魚の骨が化石化する際にルテチウムを含むレアアースを高濃度で濃集する性質があり、ルテチウムはハフニウムに放射壊変することから、堆積物中の魚骨片化石を取り出してルテチウム-ハフニウム同位体分析を実施することで、正確な年代値を得ることができる可能性がある。そこで、本研究に先立つ2019年度若手研究「Lu-Hf法を用いた遠洋性褐色粘土堆積物の堆積年代決定手法の確立」において、未だ実施されたことのない、海底堆積物に対するルテチウム-ハフニウム放射年代の適用を試みた。上記研究によって、魚骨片化石に対する同位体希釈法を用いたルテチウム-ハフニウム同位体分析手法は確立されたが、未知の同位体分別によってルテチウム-ハフニウム同位体比が乱された可能性があり、年代値を得ることができなかった。そこで本研究では、この道の同位体分別の原因を解明したうえでそれを解決し、正確な年代値を得るために、試料から分離し同位体分析に供する魚骨片化石量の増加、魚骨片化石の洗浄方法の再検討、および、年代値計算のためのデータ分析方法の再検討、を実施した。

(2)正確な年代の(ii)オスミウム同位体層序法の正確化・高効率化については、ルテチウム-ハフニウム放射年代法の適用が難しいと判明した場合に備えて、(ii)と並行して実施したものである。現在までのところ、オスミウム同位体層序法は遠洋性褐色粘土の年代について、具体的

な数値として得る手法としては唯一のものである[1]。海水中のオスミウム同位体比は過去1億年以上にわたって大きく変動してきており、堆積物中の Fe-Mn 酸化物などの海水由来の成分にオスミウムが吸着されて沈殿することで、過去のオスミウム同位体比変動が記録されている[2]。オスミウム同位体層序法とは、堆積物中の海水由来成分からオスミウムを抽出して同位体比を測定し、復元されている海水のオスミウム同位体比変動曲線に当てはめて年代値を決める手法である[1]。そのため、遠洋性褐色粘土のオスミウム同位体比層序法による年代決定の正確性を担保するには、堆積物試料から正確かつ高密度（高時間解像度）で同位体比データを取得し、滑らかなオスミウム同位体比変動曲線を得ることが鍵となる。しかし、①地球表層で最も存在度が少ないオスミウムの同位体比を高精度で得なければならないという測定の困難さ、②遠洋性褐色粘土から海水由来成分を確実に抽出する手法がまだ確立されていないこと、③オスミウムを分析可能な形態である酸化物にしなから、揮発を防がなければならないという試料処理の複雑さ、といった問題のため、上記のように数多くの試料を正確に測定するというゴールには至っていない。そこで本研究では、上記の問題に対処し、オスミウム同位体分析を正確化・高効率化するための手法開発を実施した。具体的には、①に対しては、土壌中の鉄に関連する成分分析に用いられている希塩酸を用いた堆積物リーチング手法[3]を適用し、遠洋性褐色粘土中の海水由来成分である非晶質鉄酸化物とともに海水由来のオスミウムを抽出する手法を構築した。②に対しては、オスミウム同位体比測定に用いるマルチコレクタ型誘導結合プラズマ質量分析装置（MC-ICP-MS）に装備された複数のイオンカウンティング検出器を用いて、超微量のオスミウム同位体比を正確に検出する手法を開発した。③に対しては、これまでオスミウムの揮発を防ぎながら酸化させるため、試料を酸化剤試薬とともに特注のガラス管に密封して高温高压で反応させる手法を用いていたが、上記リーチング手法に組み合わせて、市販のフッ素樹脂容器とシール材を用いてオスミウムを酸化させる方法を試みた。

(2) 微量構成成分の特徴把握について、本研究でまず着目した微量構成成分は、十字沸石、クリノプチロライト、魚骨片化石、鉄マンガン酸化物、赤色鉄酸化物である。これらの成分は、遠洋性粘土中では基本的には微量であるが普遍的に含まれている成分であるため、解析に適している。これらの成分については、少量の堆積物試料をガラススライド上に分散させて封入し、偏光顕微鏡でそれぞれの成分の構成割合を算出する方法で分析した。さらに本研究では、Deep Sea Agglutinated Foraminifer (DWF) と呼ばれる特殊な底生有孔虫群に着目した。DWF は通常の底生有孔虫が多く生息するような栄養の豊富な海域だけでなく、遠洋性褐色粘土の分布するようなほとんど生物のいない貧栄養海域に適応した有孔虫群である。さらに DWF は、遠洋性褐色粘土の構成粒子であるケイ酸塩鉱物などで殻を構成するため、炭酸塩やケイ酸塩の殻をもつ通常の底生有孔虫の殻が溶けてしまう深海でも化石として残っていることが特徴である[4]。そのため、遠洋性褐色粘土を用いて、それが分布する遠洋域の生物活動や栄養状態の変遷を読み取ることができる。

4. 研究成果

(1) (i) 堆積年代が 34 Ma (Ma: million years ago) と、Os 同位体比層序法によって決定されている遠洋性褐色粘土[1]から、ふるい分けと重液分離を用いて魚骨片化石を分離した。ふるい分けの流刑による同位体比組成の差を検出するために、38-63 μm 、63-125 μm 、125 μm 以上の粒径をもつフラクションに分け、それぞれ3分割した。さらにそれらすべてに対し、還元クリーニングで表面の鉄マンガン酸化物の汚れを除去したものとしていないものに分けた。これらの試料に対して、ルテチウムとハフニウムの濃縮同位体を添加して分解し、イオン交換樹脂を用いてルテチウムとハフニウムを分離したうえで、同位体分析を実施した。その結果、ほぼすべての試料について、誤差の少ない有意な分析値を得ることができた。年代値の算出に用いる $^{176}\text{Lu}/^{177}\text{Hf}$ と $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ のプロット (図1) は直線性の高い分布を示したが、アイソクロン法によって年代地を計算したところ、 $14.94 \pm 0.57 \text{ Ma}$ と、既知の試料年代である 34 Ma よりも大幅に古い年代となった。このことについて、文献を参照して検討したところ、ルテチウムについては、魚骨片化石に濃集した後、強固なフルオロアパタイトとなって固定されるため移動はないと考えられるが、ハフニウムについては、魚骨片化石中のフッ素と結合することで、魚骨片と堆積物および間隙水との間を移動してしまうことがわかった[5]。このことは、ルテチウムの放射壊変によって生じたハフニウムが魚骨片化石宙に保存されずに失われてしまうことを意味し、それが原因となって、既知年代よりも大幅に若くなったと考えられる。このような現象は、海底堆積物中で普遍的に起こると考えられるため、遠洋性褐色粘土の年代決定法としてルテチウム-ハフニウム法を用いるのは困難であるといえる。

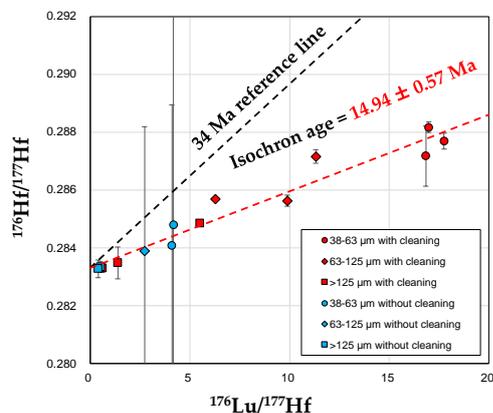


図1 魚骨片化石の $^{176}\text{Lu}/^{177}\text{Hf}$ - $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ プロット

(1) (ii) ①の極微量のオスミウム同位体比分析の測定困難さを解決するために、MC-ICP-MSとイオンカウンティング検出器を用いた分析手法を確立した。オスミウム同位体分析では、測定の際にフッ素樹脂製バイアルを用いるが、それらの器具や試薬からの混入するオスミウム量を可能な限り少なくすることが有効である。そこで、フッ素樹脂製バイアルを高温の硝酸で煮沸した結果、バイアルからのオスミウム混入量を大幅に下げることが成功した。本研究の分析手法の典型的なオスミウム混入量は

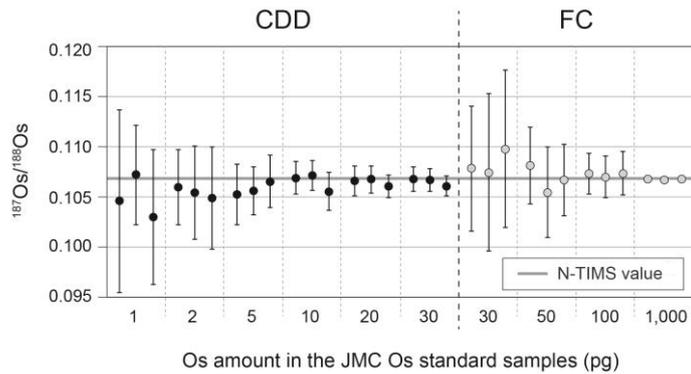


図2 イオンカウンティング検出器 (CDD) と

ファラデーカップ検出器でのオスミウム同位体比分析値の比較

0.01-0.03 pgとなり、世界でもトップクラスの清浄度で正確な分析が実施可能となった。また、イオンカウンティング検出器の検出効率の差を適切に補正しながらオスミウム同位体分析を実施することのできるマシンセッティングを開発したことで、ファラデーカップ検出器を用いる従来の測定手法に対して試料量を10分の1にしても同様の精度で測定することを可能とした(図2)。本研究成果については、Journal of Analytical Atomic Spectrometry誌にて論文を発表した[6]。

②について、これまでの遠洋性褐色粘土のオスミウム同位体分析では、硝酸と塩酸を3:1で混合した逆王水を用いてオスミウムを抽出し酸化していた[1]。しかし、この方法では、堆積物中に含まれている火山起源成分、陸源成分やその他の成分由来のオスミウムまで抽出してしまう恐れがある。そこで、土壌中の非晶質鉄酸化物の抽出法として用いられている希塩酸を用いたリーチングを実施したうえで、オスミウムを酸化させるという手法を実施した。塩酸の濃度は先行研究を参考として1 mol/L[3]と設定した。さらに、海水由来の鉄マンガン酸化物からの抽出効率を向上させるため、還元剤として0.2 vol.% 過酸化水素を添加した。この溶液によって、堆積物試料からオスミウムを抽出し、抽出液を逆王水で酸化させ、分析に供した。本研究では、現在の海水オスミウムの同位体比を保持すると考えられる、遠洋性褐色粘土際表層の試料を用いて分析を実施した。その結果、希塩酸と過酸化水素を用いたリーチングでは、逆王水で分解した場合に比べて4割程度の抽出率となったが、オスミウム同位体比は現在の海水の値にほぼ一致した。一方で、逆王水で分解した場合は、海水のオスミウム同位体比よりも有意に低い値となった。以上のことから、希塩酸と過酸化水素を用いたリーチングによって、海水由来のオスミウムを抽出できることが分かった。③について、②で用いたリーチング液と、市販のフッ素樹脂製バイアル、および逆王水を用いてオスミウムを酸化させる実験を実施したところ、参加されたオスミウムは送料の10%以下となり、オスミウム同位体比も海水よりも有意に低い値となった。このことから、オスミウムの酸化については、より強い酸化剤を用いる、加熱温度を高めるなどの対策が必要である。

(ii) 微量構成成分の把握については、まず、中央太平洋の4か所から採取されたレアアース泥コア試料について、化学組成分析を実施するとともに、鉱物学的分析を実施した。その結果、鉱物組成に基づいたレアアース泥の分類の結果、当該海域では、2種類の沸石(十字沸石、クリノプチロライト)に富むもの、および、鉄酸化水酸化物に富むもの、の計3種類のレアアース泥が生成したことが明らかとなった(図3)。このうち最も下位に位置し、最も古い年代を持つと考えられる鉄酸化水酸化物に富むレアアース泥(layer III)については、魚骨片化石以外のほかの微量成分を含まないことから、極めて堆積速度の遅い環境で生成したと考えられる。その上位の層準にあると考えられる、クリノプチロライトを伴うレアアース泥(Layer II)については、

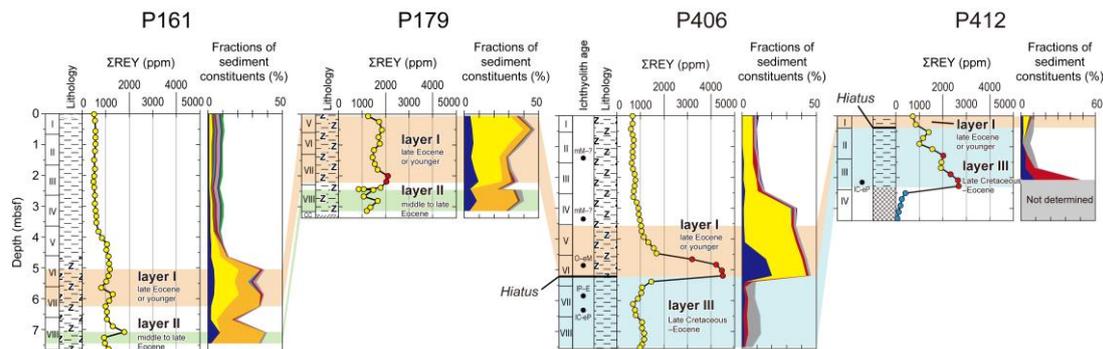


図3 中央太平洋から採取されたレアアース泥コア試料のレアアース濃度および微量構成成分分析結果

クリノプロチロライトが高い生物生産性と関連付けられる可能性があることから[7]、生物生産性の高い時代、あるいは、高い時代に生成した可能性がある。十字沸石を伴うレアアース泥 (layer I) については、構成成分が南鳥島沖で発見された超高濃度レアアース泥[1]に類似しているため、地球慣例化の開始時の活発な海洋循環によって海洋表層にもたらされた栄養塩によって、魚などが繁茂し他結果、レアアースホストとなる魚骨片化石が多く堆積した結果生成したと考えられる。本研究成果については、*Ore Geology Reviews* 誌にて論文を発表した[8]。

また、DWAF に着目した解析については、DWAF が白亜紀の堆積物に多産するという特徴を持つため、南鳥島沖から採取された遠洋性褐色粘土堆積物コアのうち、白亜紀に堆積した層を対象として分析を行った。南鳥島沖から採取された堆積物コアに含まれる白亜紀の層は、明るい色を呈する堆積物と暗い色を呈する堆積物が 1-2 cm で交互に堆積する特徴的な示す。このような特徴をもつ堆積物から 63 μm のふるいを用いて分離した DWAF を、種ごとにカウントし、総個体数、個体数密度を算出した。その結果、DWAF の構成割合は堆積物の示す縞状構造に対応するように変動することが明らかとなった。また、白亜紀最後期の白亜紀古第三紀境界付近で、高い栄養状態を好むグループの個体数が増加することがわかった。以上のように、これまで生物活動の変遷が明らかでなかった遠洋域においても、DWAF を用いることで読み取ることができている可能性があることが、本研究の結果わかってきた。

<引用文献>

- [1] Ohta, J., Yasukawa, K., Nozaki, T., Takaya, Y., Mimura, K., Fujinaga, K., Nakamura, K., Usui, Y., Kimura, J. -I., Chang, Q. and Kato, Y. Fish proliferation and rare-earth deposition by topographically induced upwelling at the late Eocene cooling event. *Scientific Reports* **10**, 9896, 2020.
- [2] Peucker-Ehrenbrink, B. and Ravizza, G.E. The marine osmium isotope record. *Terra Nova* **12**, 205-219, 2000.
- [3] Dunlea, A.G., Tegler, L.A., Peucker-Ehrenbrink, B., Anbar, A.D., Romaniello, S.J. and Horner, T.J. Pelagic clays as archives of marine iron isotope chemistry. *Chemical Geology* **575**, 120201, 2021.
- [4] Wightman, W.G. and Kuhnt, W. 13. Biostratigraphy and paleoecology of late Cretaceous abyssal agglutinated foraminifers from the western Pacific Ocean (Deep Sea Drilling Project Holes 196A and 198A and Ocean Drilling Program Holes 800A and 801A). *Proceedings of Ocean Drilling Program, Scientific Results* **129**, 247-264, 1992.
- [5] Herwartz, D., Tutken, T., Munker, C., Jochum, K.P., Stoll, B. and Sander, P.M. Timescales and mechanisms of REE and Hf uptake in fossil bones. *Geochimica Cosmochimica Acta* **75**, 82-105, 2011.
- [6] Ohta, J., Nozaki, T., Sato, H., Ashida, K., and Kato, Y. Precise and accurate analytical method for determination of osmium isotope ratios at the 1-15 pg level by MC-ICP-MS equipped with sparging introduction and high-sensitivity discrete dynode-type ion-counting detectors. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry* **37**, 1600-1610, 2022.
- [7] Stonecipher, S.A. Origin, distribution and diagenesis of phillipsite and clinoptilolite in deep-sea sediments. *Chemical Geology* **17**, 307-318, 1976.
- [8] Ohta, J., Yasukawa, K., Nakamura, K., Fujinaga, K., Iijima, K. and Kato, Y. Geological features and resource potential of deep-sea mud highly enriched in rare-earth elements in the Central Pacific Basin and the Penrhyn Basin. *Ore Geology Reviews* **139**, 104440, 2021.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計5件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 5件）

1. 著者名 Ohta Junichiro, Nozaki Tatsuo, Sato Honami, Ashida Kana, Kato Yasuhiro	4. 巻 37
2. 論文標題 A precise and accurate analytical method for determination of osmium isotope ratios at the 1?15 pg level by using a MC-ICP-MS equipped with sparging introduction and high-sensitivity discrete dynode-type ion-counting detectors	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Analytical Atomic Spectrometry	6. 最初と最後の頁 1600 ~ 1610
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1039/d2ja00089j	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 Tanaka Erika, Yasukawa Kazutaka, Ohta Junichiro, Kato Yasuhiro	4. 巻 331
2. 論文標題 Enhanced continental chemical weathering during the multiple early Eocene hyperthermals: New constraints from the southern Indian Ocean	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Geochimica et Cosmochimica Acta	6. 最初と最後の頁 192 ~ 211
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.gca.2022.05.022	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 Kuwahara Yusuke, Fujinaga Koichiro, Nozaki Tatsuo, Ohta Junichiro, Yano Moei, Yasukawa Kazutaka, Nakamura Kentaro, Kato Yasuhiro	4. 巻 216
2. 論文標題 Iron deposition during recovery from Late Devonian oceanic anoxia: Implications of the geochemistry of the Kawame ferromanganese deposit, Nedamo Belt, Northeast Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Global and Planetary Change	6. 最初と最後の頁 103920 ~ 103920
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.gloplacha.2022.103920	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 Yano Moei, Yasukawa Kazutaka, Nozaki Tatsuo, Fujinaga Koichiro, Ohta Junichiro, Nakamura Kentaro, Kato Yasuhiro	4. 巻 241
2. 論文標題 Marine osmium isotopic composition reconstructed from the early Permian amber deposit in the Japanese accretionary complex	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of Asian Earth Sciences	6. 最初と最後の頁 105480 ~ 105480
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jseaes.2022.105480	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 Ohta Junichiro, Yasukawa Kazutaka, Nakamura Kentaro, Fujinaga Koichiro, Iijima Koichi, Kato Yasuhiro	4. 巻 139
2. 論文標題 Geological features and resource potential of deep-sea mud highly enriched in rare-earth elements in the Central Pacific Basin and the Penrhyn Basin	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Ore Geology Reviews	6. 最初と最後の頁 104440
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.oregeorev.2021.104440	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 -

〔学会発表〕 計12件(うち招待講演 0件/うち国際学会 0件)

1. 発表者名 大田隼一郎、木村純一、常青、宮崎隆、Vaglarov Bogdan Stefanov、加藤泰浩
2. 発表標題 ルテチウム-ハフニウム放射年代を用いた遠洋性褐色粘土の年代決定手法の開発
3. 学会等名 日本地質学会第129年学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小田裕太、大田隼一郎、安川和孝、藤永公一郎、中村謙太郎、加藤泰浩
2. 発表標題 南鳥島EEZで採取された3層のレアアース濃集層を含む深海堆積物コア試料における鉱物組成および粒度の深度方向変化
3. 学会等名 日本地質学会第129年学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 青柳颯汰、大田隼一郎、矢野萌生、見邨和英、浅見慶志朗、野崎達生、中村謙太郎、安川和孝、町田嗣樹、加藤泰浩
2. 発表標題 南鳥島マンガノジュールの0s同位体層序年代決定とμXRF元素マッピングによる成長ハイエイタスの実態解明
3. 学会等名 日本地質学会第129年学術大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 矢野萌生, 大田隼一郎, 藤永公一郎, 安川和孝, 中村謙太郎, 加藤泰浩
2. 発表標題 高知県国見山アンバーから復元したペルム紀前期の海水0s同位体組成
3. 学会等名 JpGU Meeting 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 宅間晴史、見邨和英、矢野萌生、大田隼一郎、藤永公一郎、安川和孝、中村謙太郎、加藤泰浩
2. 発表標題 南鳥島周辺海域の遠洋性粘土の岩相境界部分における化学組成および0s同位体比の特徴
3. 学会等名 JpGU Meeting 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 池上翔、安川和孝、田中えりか、大田隼一郎、桑原佑典、矢野萌生、藤永公一郎、中村謙太郎、加藤泰浩
2. 発表標題 中央北太平洋の古海水0s同位体記録に基づく古第三紀温室地球の化学風化と火成活動に関する考察
3. 学会等名 JpGU Meeting 2022
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 近藤 勇太、大田 隼一郎、安川 和孝、中村 謙太郎、藤永 公一郎、加藤 泰浩
2. 発表標題 膠着質底生有孔虫を用いた北西太平洋における白亜紀後期のレアアース泥堆積環境に関する研究
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小田 裕太、大田 隼一郎、田中 えりか、安川 和孝、桑原 佑典、矢野 萌生、藤永 公一郎、中村 謙太郎、加藤 泰浩
2. 発表標題 0s同位体比層序に基づく南鳥島周辺深海堆積物の複数のレアアース濃度ピークの堆積年代
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 池上 翔、安川 和孝、田中 えりか、大田 隼一郎、桑原 佑典、矢野 萌生、藤永 公一郎、加藤 泰浩
2. 発表標題 0s同位体分析に基づく古第三紀超温暖化イベントにおける化学風化フィードバックの考察
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 矢野 萌生、大田 隼一郎、野崎 達生、加藤 泰浩
2. 発表標題 有機物に富む堆積物試料の簡便かつ迅速なRe-0s同位体分析手法の開発
3. 学会等名 日本地質学会第128年学術大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 森駿介、大田隼一郎、安川和孝、中村謙太郎、藤永公一郎、加藤泰浩
2. 発表標題 塩酸を用いた化学浸出法による遠洋性粘土中の海水由来0s同位体分析手法の実験的検討
3. 学会等名 JpGU Meeting 2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 桑原佑典、安川和孝、大田 隼一郎、矢野萌生、見邨和英、田中えりか、藤永公一郎、中村謙太郎、加藤泰浩
2. 発表標題 始新世温室地球における気候の長期トレンドの要因：海水オスミウム同位体比に基づく考察
3. 学会等名 JpGU Meeting 2023
4. 発表年 2023年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

研究成果の概要等をウェブサイトに掲載。
<https://junigeo.jp/>
<https://kato-nakamura-yasukawa-lab.jp/>

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

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