

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 21 日現在

機関番号：12101

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2019～2022

課題番号：19H00710

研究課題名(和文) 過去400万年間に起こった地磁気逆転の年代確定と生物相・気候に対する影響の検証

研究課題名(英文) Age determination of the geomagnetic reversals for the last 4 million years ago, and evaluation for its effect on biota and climate

研究代表者

岡田 誠 (Okada, Makoto)

茨城大学・理工学研究科(理学野)・教授

研究者番号：00250978

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 34,500,000円

研究成果の概要(和文)：約77万年前の松山-ブルン逆転境界の年代値をより詳細に明らかにし、前後4万5千年間にわたる詳細な地磁気ベクトル変化の復元に成功する一方、マンモス逆磁極亜期開始境界が335.1-333.1万年前の間に起こっていたことを明らかにし、成果を公表した。また年代値に議論があったオールドバイ正磁極亜期開始およびフェニ正磁極亜期開始・終了境界については陸上露頭の調査により、さらに第四紀開始境界の指標であるガウス-松山境界については陸上ボーリングを実施した。これらの逆転境界周辺における古地磁気-酸素同位体複合層序の構築を進めた結果、いずれの逆転境界においても信頼性の高い年代を求めることに成功し投稿準備中である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の成果の一部である松山-ブルン逆転に関するデータを活用することで提案されていた中期更新統境界GSSPが2020年1月にIUGSから承認され、日本の地名をもとにした初の地質年代名称である「チバニアン」が認定された。このことは、一般には浸透していなかった地磁気逆転現象および地質学全般に対する一般の関心を広めることで、社会的に大きなインパクトを与えた。その他、年代の詳細が不明である複数の磁場逆転境界の調査を進めている。特に世界的に関心度の高い第四紀開始境界について、その指標であるガウス-松山逆転の開始年代を精度良く見積もったことは、世界の地質学および第四紀学の発展に大きく貢献すると考えられる。

研究成果の概要(英文)：We succeeded in clarifying the chronology of the Matsuyama-Brunhes reversal boundary about 770,000 years ago and reconstructed detailed geomagnetic vector changes over a 45,000-year period before and after the boundary. Those results were published. The reversal boundaries of the beginning of the Olduvai and the beginning and end of the Feni subchrons were investigated by land outcrops, and the Gauss-Matsuyama boundary, an indicator of the Quaternary beginning boundary, was surveyed by a land boring. We succeeded to have results of the magneto-oxygen isotope composite stratigraphic studies around these reversal boundaries, and we are now preparing to submit the results.

研究分野：古地磁気学

キーワード：地磁気逆転 地質年代 更新世 後期鮮新世 千倉層群 安房層群 上総層群 海成層

## 1. 研究開始当初の背景

地磁気逆転は、地球上どこから見ても同時に起こるため、その地層中の記録は地質時代の重要な年代較正点として用いられている。しかし地磁気逆転が起こった年代については議論の余地が数多く残されており、最も良く研究が進んでいる最後の地磁気逆転である松山-ブルン(M-B)境界の年代でさえ未だに統一の見解が得られていない。

地磁気は、生命にとって有害な銀河宇宙線や太陽風が地表に到達することを防いでおり、その存在は地球上の生命活動維持のために必須といわれている。ところが地磁気強度は大きく変動しており、特に地磁気極性の逆転時には、その強度が 1/10 程度まで減少し、その状態が数千年間以上継続することがわかっている (Valet and Fournier, 2016 など)。しかしこれまで数多くの地磁気逆転が起こってきたにもかかわらず、海底堆積物の記録からは逆転のタイミングで生物種の出現・絶滅などは報告されていない。反面、陸上生物に対する影響については海洋堆積物から検証することが困難なため、よくわかっていない。一方、地磁気逆転時に地磁気強度が弱くなることで地球に到達する銀河宇宙線強度が大きくなると、大気イオン化が進むことで雲が出来やすくなるという説 (スベンスマルク効果) がある。最後の地磁気逆転を捉えた大阪湾堆積物の花粉分析より、地磁気逆転時に寒冷化が検出され、スベンスマルク効果が検証されたという主張がある (Kitaba et al., 2017 など)。しかし大阪湾堆積物では酸素同位体カーブが得られていないなどの問題があり、再検討の余地は大きい。一方、過去 200 年間で、地球磁場の強さは 10% 減少しており、これは 2000 年後に地磁気消失する速度である。この事実や、地磁気成分の分布の変化から、現在の地磁気が逆転に向かっているという主張がある (Pavón-Carrasco and De Santis, 2016)。地磁気逆転が起こるかについては、現状での予測は難しいが、地磁気強度の減少は現在進行中である。このため、低磁場強度の状態が環境にもたらす影響を予め知っておくことは、人間社会の持続的発展を担保する上でも極めて重要といえる。

過去の地磁気逆転は、火山岩や深海底堆積物を用いて研究されてきた。このうち火山岩の持つ記録からは、当時の地磁気強度の絶対値を求めることができる反面、その記録は不連続である上、生物相や気候に関する情報を得ることは出来ない。一方、堆積物の記録からは、地磁気強度を相対的にしか得ることができないが、連続的な記録が得られる上、堆積物に含まれる海洋生物の化石や花粉化石から、海洋および陸上における生物相変化や気候変動の情報を同時に得ることができるという利点がある。しかし堆積物が獲得する地磁気シグナルには以下の問題点がある。それは堆積物中で実際に磁化記録が獲得されるのが、海底面より 20cm ほど下位になることである (Suganuma et al., 2010 など)。このため磁場逆転が記録された層準は、実際に磁場逆転が起こった年代よりも必ず古くなる。例えば過去 500 万年間の地質時代基準として頻りに用いられている LR04 酸素同位体スタックカーブでは、堆積速度の遅い (数 cm/千年程度) 深海底コア記録を用いているため、算出される磁場逆転層位の年代が実際より数千年~2 万年程度古めになる傾向が見られる。この時間差は堆積速度が速ければ、より短くなる。堆積物の持つ地磁気逆転記録として最も詳細なものは、アイスランドベースンで採取された深海底コアからもたらされたものである (Channell et al., 2002 など)。そこで用いられた堆積物は堆積速度が 20cm/千年と、通常の深海底コアと比べ 2-10 倍速く、磁性粒子を豊富に含むことから、時間分解能が高く安定した古地磁気シグナルを保持している。これまでアイスランドベースンのコアからは、Gauss-Matuyama 境界以降の 11 回の地磁気逆転の記録や、地磁気エクスカージョンの記録が提供されており、磁化獲得深度による時間差を 1000 年程度に抑えられることから、地磁気逆転の研究を行う上で欠かせない記録となっている。しかしこれらの堆積物では石灰質微化石の産出が不連続であるため、堆積物の年代議論に必要な不可欠な酸素同位体カーブを連続的に得ることができない。さらに陸上植生域から遠いため、花粉化石の記録を得ることも難しい。以上より、現状の深海底コアを用いた研究では、地磁気逆転研究と、地磁気逆転に伴う生物相・環境への影響に関する研究を両立させることは極めて難しいと言える。

一方、銀河宇宙線によって大気中で生成される放射性核種である  $^{10}\text{Be}$  を用いて、地磁気強度を復元する方法がある。堆積物中の  $^{10}\text{Be}$  濃度が高ければ、当時の銀河宇宙線強度が強い：すなわち銀河宇宙線を遮蔽している地磁気強度が弱いことを意味するのだ。この手法だと、磁化獲得深度の問題を考慮する必要がないうえ、岩相変化の影響も少ないので、理想的な地磁気強度復元手法として最近注目を集めている。しかし試料の前処理が繊細かつ複雑なことや、測定に必要な加速器の利用時間確保が大変難しい状況である。

## 2. 研究の目的

本研究では、房総半島に分布する海成鮮新-更新統を用いることで、通常の深海底コアでは不可能であった同じ試料から地磁気逆転記録と古気候・古海洋記録の同時取得を行う。さらにチバニアン申請チームメンバーの力を結集し古地磁気・微化石・年代の解析を超高解像度で実施することで、地磁気逆転が生物相 (海洋表層のプランクトン群集) および気候 (花粉化石群集) に与える影響を検証することを目的とする。

## 3. 研究の方法

房総半島に分布する海成更新統では、安定した古地磁気シグナルのみならず、良好な海洋微化石および花粉化石の産出が見られる。さらに平均堆積速度が 50cm/千年（南房総千倉層群）から 200cm/千年（上総層群）とアイスランドベースンよりさらに 2-10 倍速く、世界で最も解像度の高い古地磁気・古気候記録を保持していると考えられる。仮に層厚 5cm ほどの解析を行った場合、時間解像度は最大で 100 年、最小で 25 年間隔に相当する。これは現在の気象観測データと比較できるような解像度である。さらに、<sup>10</sup>Be 測定のエキスパートであるフランス Aix-Marseille 大学の Simon 博士の協力を得て古地磁気と並列した <sup>10</sup>Be による地磁気強度復元を実施する (Simon et al., 2018 など)。

#### ターゲットとする磁場逆転境界と、それぞれに対する地層の厚さ

申請者らの調査により連続記録が得られるとわかっている以下の 11 境界が対象

- ・ハラミロ正磁極帯の下限境界。10m の層厚区間。
- ・オールドバイ正磁極帯の上下境界。それぞれ 5m の層厚区間。
- ・リユニオン正磁極帯の上下境界。それぞれ 5m の層厚区間。
- ・ガウス-松山境界（掘削）。掘削深度は 20m を予定。
- ・カエナ逆磁極帯の上下境界。それぞれ 5m の層厚区間。
- ・マンモス逆磁極帯の上下境界。それぞれ 5m の層厚区間。
- ・ギルバート-ガウス境界。5m の層厚区間。

#### ・地層調査および試料採取

ガウス-松山境界以外の 10 の地磁気逆転境界周辺層準が露出するルートにおいて精密測量を実施し、正確なルートマップ・柱状図の作成を行う。得られた柱状図に従い、層準間隔 10cm の古地磁気測定用試料の採取する。また、10cm 厚の有孔虫等微化石抽出用試料をについて、層厚間隔 10cm で試料採取を実施する。試料採取対象地層ののべ層厚は 65m であるため、650 層準における採取となる。さらに、挟在するテフラ層の採取を行う。

露頭が欠如しているガウス-松山境界をターゲットとして定方位陸上掘削（掘削深度 50m）を行う。掘削されたコアは高知コアセンター（共同利用申請予定）で各種非破壊計測を実施した後試料採取を行う。全 50m の内、磁場逆転境界付近の 10m については層厚 10cm 間隔で、その他は 50-100cm 間隔で、合計 120 層準での試料採取を行う。

#### ・地磁気逆転記録の復元

各層準 1 つずつの試片に対して段階交流消磁・段階熱消磁を実施し、最適な消磁方法と地磁気方位の決定方法を選定する。これまでの研究により、千葉セクションの地磁気逆転記録には硫化鉄起源の二次的な磁性鉱物粒子が影響を与えているため、低温熱消磁と段階交流消磁のハイブリッド消磁 (Okada et al., 2016) が有効であることが分かっている。さらに今回は、硫化鉄除去に効果がある化学消磁法を実施する。

#### ・<sup>10</sup>Be 測定の実施

総計 770 個の試料を、採取の都度適宜フランスへ送り、<sup>10</sup>Be 抽出処理、測定を実施する。

#### ・有孔虫試料の抽出作業

層厚 10cm 間隔で採取した試料に対して、硫酸ナトリウムを用いた岩石破壊作業を行う。拾い出した有孔虫から酸素同位体測定用個体を選び出し、予め秤量しておくことで、測定前処理の効率化を図る。さらにデジタル顕微鏡で測定用個体の画像を全て撮影し、用いた有孔虫種を検証可能とする。

#### ・有孔虫試料の酸素同位体測定

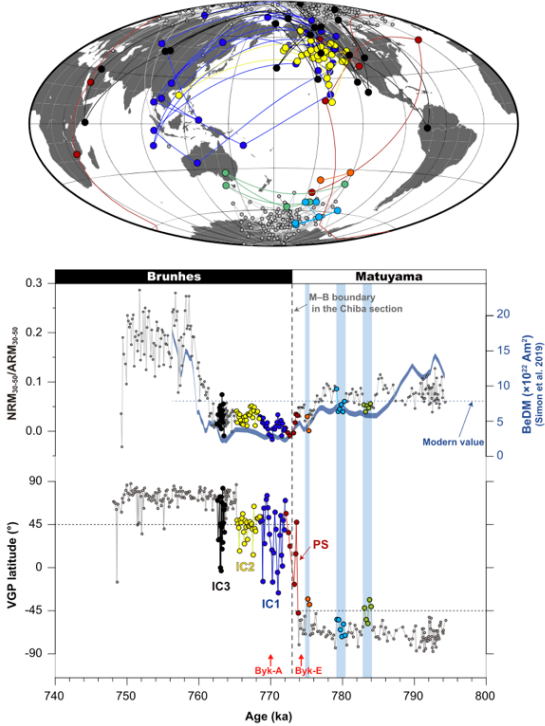
1 層準につき浮遊性・底生両方得られる場合は両方の有孔虫の同位体測定を行う。浮遊性有孔虫は *G. Bulloides* 等の海洋表層生息種と混合水塊種である *G. Inflata* の 2 種を測定する。底生有孔虫に関しては、層準によって卓越種が異なるため、単一層準で複数種の測定が必要な場合がある。したがって、層準あたり 3~4 測定が基本となる。

#### ・各種微化石による群集解析

花粉化石の処理およびプレート作成および鑑定は業者依頼し、データ解釈を奥田氏（千葉中央博）が担当する。円石藻はプレート作成・群集解析を亀尾氏（千葉大）が、浮遊性有孔虫は鑑定および群集解析を林氏（島根大）が担当する。また放散虫の処理・群集解析を板木氏（産総研）が担当する。

#### 4. 研究成果

本課題研究で得られた成果の内、主要な目的である過去 400 万年間に起こった地磁気逆転の詳細解明に係わる成果について、公表論文に基づいて以下に示す。

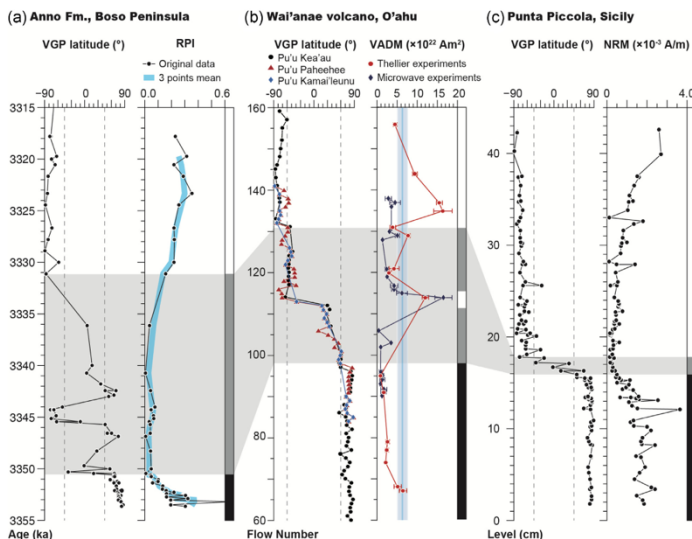
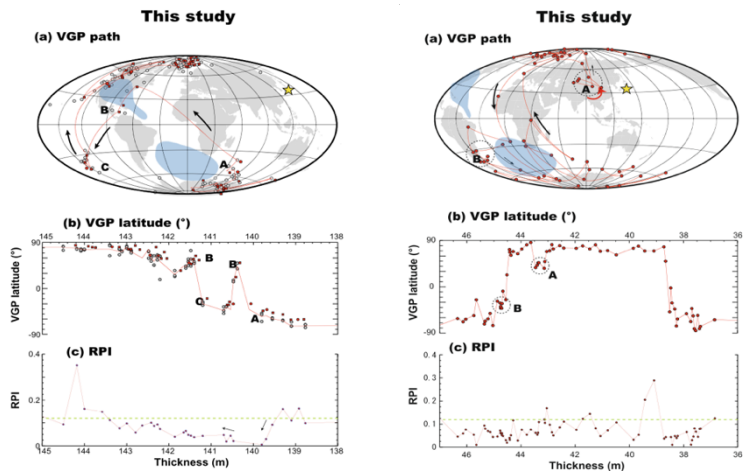


(1) 日本最初の GSSP (国際境界模式層断面とポイント) ある千葉複合セクションにおいて、新たに採取した試料を用いた測定結果を統合することで、松山-ブルン境界の前後 4 万 5 千年間にわたる地磁気ベクトル変化の詳細を復元することに成功した。本研究成果は、千葉複合セクションにおける地磁気逆転記録の決定版となり、チバニアン認定の鍵となった重要な成果と位置付けられる (成果物リスト #2: Haneda et al., 2020b)。

左上図：松山-ブルン境界における VGP (見かけの磁極) の地理的位置の変化  
 左下図：相対古地磁気強度および  $10\text{Be}/9\text{Be}$  より見積もった地磁気双極子の絶対強度変化、および VGP 緯度の時系列変化。(リスト #2 Fig. 9 より)

(2) 房総半島南端千倉層群細層において調査されたオールドバイ正磁極亜期開始境界およびフェニ正磁極亜期開始・終了境界の詳細な磁場変動を復元することに成功した (成果物リスト #3: Konishi and Okada, 2020)。

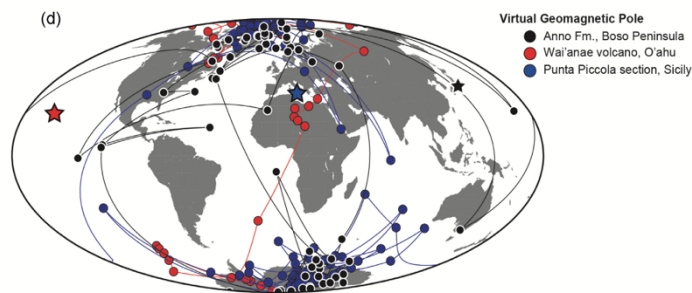
右上図(リスト #3 Fig 9a より)はオールドバイ正磁極亜期境界, 右上図(Konishi and Okada., 2020 Fig 8a より)はフェニ正磁極亜期の開始・終了境界を示す。両者とも上図は VGP の地理的位置の変化を, 下図は VGP 緯度および相対古地磁気強度変化を示す。



(3) 房総半島中央部安房層群安野層において調査された Gauss 正磁極亜期中のマンモス逆磁極亜期開始境界の詳細な磁場変動を復元することに成功し、かつ同逆転が 335.1-333.1 万年前の約 2 万年間に起こったことを明らかにした (成果物リスト #5: Haneda and Okada, 2022)。

左図左は本研究, 真ん中はオアフ島の溶岩記録, 右はイタリアにおける VGP 緯度および相対古地磁気強度変化をそれぞれ示す。

右図は上記3地域のVGP記録の地理的位置の変化。当該逆転について得られた詳細な古地磁気記録は他にはなく、その中でも本研究で得られたデータが唯一、逆転期間中にVGPが両極間をジャンプした様子を示した(リスト#5 Fig. 9より)。



・成果出版物リスト：二重下線は本研究計画の代表者・分担者。下線は研究協力者。

1. Haneda, Y., Okada, M., Kubota, Y., Suganuma Y., Millennial-scale hydrographic changes in the northwestern Pacific during marine isotope stage 19: teleconnections with ice melt in the North Atlantic, *Earth and Planetary Science Letters* 531, 115936, 2020, doi:10.1016/j.epsl.2019.115936
2. Haneda, Y., Okada, M., Suganuma Y., Kitamura, T, A full sequence of the Matuyama-Brunhes geomagnetic reversal in the Chiba composite section, Central Japan, *Progress in Earth and Planetary Science*, 7:44, 2020, <https://doi.org/10.1186/s40645-020-00354-y>
3. Konishi, T., Okada, M. A paleomagnetic record of the early Matuyama chron including the Réunion subchron and the onset Olduvai boundary: High-resolution magnetostratigraphy and insights from the transitional geomagnetic fields, *Progress in Earth and Planetary Science*, 7:35, 2020, <https://doi.org/10.1186/s40645-020-00352-0>
4. Suganuma, Y., Okada, M. et al. Formal ratification of the Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP) for the Chibanian Stage and Middle Pleistocene Subseries of the Quaternary System: the Chiba Section, Japan, *Episodes*, 2021, 317-347
5. Haneda, Y., Okada, M., A record of the lower Mammoth geomagnetic polarity reversal from a marine succession in the Boso Peninsula, central Japan, *Geophysical Journal International* 228, 461-476, 2022, doi:10.1093/gji/ggab352
6. Kameo, K., Kubota, Y., Haneda, Y., Suganuma, Y., Okada, M., 2020, Calcareous nannofossil biostratigraphy of the Lower-Middle Pleistocene boundary of the GSSP, Chiba composite section in the Kokumoto Formation, Kazusa Group, central Japan, and implications for sea-surface environmental changes. *PEPS*, 7, <https://doi.org/10.1186/s40645-020-00355-x>
7. Itaki T., Utsuki S, Haneda Y., Izumi K., Kubota Y., Suganuma Y., Okada M., 2022, Millennial-scale oscillations in the Kuroshio- Oyashio boundary during MIS 19 based on the radiolarian record from the Chiba composite section, central Japan, *Progress in Earth and Planetary Science*, 9:1. Doi: 10.1186/s40645-021-00465-0
8. Balota EJ, Head MJ., Okada M., Suganuma Y., Haneda Y., Paleoceanography and dinoflagellate cyst stratigraphy across the Lower-Middle Pleistocene Subseries (Calabrian-Chibanian Stage) boundary at the Chiba composite section, Japan, *Progress in Earth and Planetary Science*, 8:1. Doi: 10.1186/s40645-021-00438-3,
9. Kuwano, D., Tsuchiya, Y., Kameo, K., Hayashi, H., Kubota, Y., Mantoku, K., Oura, Y., 2022. Early Pleistocene (Marine Isotope Stage 40-36) paleoceanography in the northwestern Pacific: Evidence from faunal and oxygen isotope analyses of planktonic foraminifera. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 592, 110873. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2022.110873>

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計14件（うち査読付論文 13件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 11件）

1. 著者名 Okada Makoto, Haneda Yuki	4. 巻 129
2. 論文標題 チバニアンGSSPサイトと陸化した前弧海盆上総層群の層序	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Journal of the Geological Society of Japan	6. 最初と最後の頁 273 ~ 288
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5575/geosoc.2022.0060	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 岡田 誠	4. 巻 27
2. 論文標題 チバニアンGSSPの特徴と、その学術上の意義	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 学術の動向	6. 最初と最後の頁 73 ~ 77
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 Kuwano Daisuke, Tsuchiya Yuki, Kameo Koji, Hayashi Hiroki, Kubota Yoshimi, Mantoku Kanako, Oura Yuma	4. 巻 592
2. 論文標題 Early Pleistocene (Marine Isotope Stage 40-36) paleoceanography in the northwestern Pacific: Evidence from faunal and oxygen isotope analyses of planktonic foraminifera	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology	6. 最初と最後の頁 110873 ~ 110873
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.palaeo.2022.110873	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 Itaki Takuya, Utsuki Sakura, Haneda Yuki, Izumi Kentaro, Kubota Yoshimi, Suganuma Yusuke, Okada Makoto	4. 巻 9
2. 論文標題 Millennial-scale oscillations in the Kuroshio-Oyashio boundary during MIS 19 based on the radiolarian record from the Chiba composite section, central Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary 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) 10.1186/s40645-021-00465-0	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 Haneda Yuki, Okada Makoto	4. 巻 228
2. 論文標題 A record of the lower Mammoth geomagnetic polarity reversal from a marine succession in the Boso Peninsula, central Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Geophysical Journal International	6. 最初と最後の頁 461 ~ 476
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1093/gji/ggab352	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 Kubota Yoshimi, Haneda Yuki, Kameo Koji, Itaki Takuya, Hayashi Hiroki, Shikoku Kizuku, Izumi Kentaro, Head Martin J., Suganuma Yusuke, Okada Makoto	4. 巻 8
2. 論文標題 Paleoceanography of the northwestern Pacific across the Early-Middle Pleistocene boundary (Marine Isotope Stages 20-18)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary 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) 10.1186/s40645-020-00395-3	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 Balota Eseroghene J., Head Martin J., Okada Makoto, Suganuma Yusuke, Haneda Yuki	4. 巻 8
2. 論文標題 Paleoceanography and dinoflagellate cyst stratigraphy across the Lower-Middle Pleistocene Subseries (Calabrian-Chibanian Stage) boundary at the Chiba composite section, Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary 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) 10.1186/s40645-021-00438-3	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 Suganuma Yusuke, Okada Makoto, Head Martin J., Kameo Koji, Haneda Yuki, Hayashi Hiroki, Irizuki Toshiaki, Itaki Takuya, Izumi Kentaro, Kubota Yoshimi, Nakazato Hiroomi, Nishida Naohisa, Okuda Masaaki, Satoguchi Yasufumi, Simon Quentin, Takeshita Yoshihiro	4. 巻 44
2. 論文標題 Formal ratification of the Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP) for the Chibanian Stage and Middle Pleistocene Subseries of the Quaternary System: the Chiba Section, Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Episodes	6. 最初と最後の頁 317 ~ 347
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18814/epiiugs/2020/020080	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 Izumi Kentaro, Haneda Yuki, Suganuma Yusuke, Okada Makoto, Kubota Yoshimi, Nishida Naohisa, Kawamata Moto, Matsuzaki Takuya	4. 巻 8
2. 論文標題 Multiproxy sedimentological and geochemical analyses across the Lower-Middle Pleistocene boundary: chemostratigraphy and paleoenvironment of the Chiba composite section, central Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary 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) 10.1186/s40645-020-00393-5	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 Kameo Koji, Kubota Yoshimi, Haneda Yuki, Suganuma Yusuke, Okada Makoto	4. 巻 7
2. 論文標題 Calcareous nannofossil biostratigraphy of the Lower-Middle Pleistocene boundary of the GSSP, Chiba composite section in the Kokumoto Formation, Kazusa Group, central Japan, and implications for sea-surface environmental changes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary 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) 10.1186/s40645-020-00355-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 Haneda Yuki, Okada Makoto, Suganuma Yusuke, Kitamura Takahiro	4. 巻 7
2. 論文標題 A full sequence of the Matuyama-Brunhes geomagnetic reversal in the Chiba composite section, Central Japan	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary 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) 10.1186/s40645-020-00354-y	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 Konishi Takumi, Okada Makoto	4. 巻 7
2. 論文標題 A paleomagnetic record of the early Matuyama chron including the Reunion subchron and the onset Olduvai boundary: High-resolution magnetostratigraphy and insights from transitional geomagnetic fields	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary 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) 10.1186/s40645-020-00352-0	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 Simon, Q., Suganuma, Y., Okada, M., Haneda, Y., ASTER Team	4. 巻 519
2. 論文標題 High-resolution 10Be and paleomagnetic recording of the last polarity reversal in the Chiba composite section: Age and dynamics of the Matuyama-Brunhes transition	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Earth Planes. Sci. Lett	6. 最初と最後の頁 92-100
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.epsl.2019.06.004	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 Haneda, Y., Okada, M., Kubota, Y., Suganuma	4. 巻 531
2. 論文標題 Millennial-scale hydrographic changes in the northwestern Pacific during marine isotope stage 19: Teleconnections with ice melt in the North Atlantic	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Earth Planes. Sci. Lett	6. 最初と最後の頁 115936
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.epsl.2019.115936	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27件 (うち招待講演 11件 / うち国際学会 1件)

1. 発表者名 岡田 誠, 小塚大輝, 小西拓海, 江部祐太
2. 発表標題 南房総に分布する海成更新統を用いた地磁気逆転イベントと海洋同位体層序との精密対比
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2023年大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 長友大輝, 岡田 誠, Songeons Joan
2. 発表標題 海成鮮新-更新統千倉層群における第四紀開始境界付近の年代層序
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2023年大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 谷元瞭太, 岡田 誠
2. 発表標題 房総半島南端に分布する千倉層群布良層から得られたMammoth逆磁極亜帯周辺の古地磁気記録
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2023年大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 長谷川健, 楠 稚枝, 岡田 誠, 平塚 葵, 西来邦章, 佐藤勇輝
2. 発表標題 北海道東部, 阿寒カルデラ噴出物ボーリングコア中に認められたMatuyama-Brunhes逆転境界
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2023年大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 桑野 太輔, 亀尾 浩司, 久保田 好美, 宇都宮 正志, 万徳 佳菜子, 岡田 誠
2. 発表標題 Past Kuroshio Current variability in response to precession forcing during Early Pleistocene (MIS 36-41)
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2023年大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 羽田裕貴, 岡田 誠, 久保田好美, 本郷美佐緒, 中谷是崇
2. 発表標題 北西太平洋における後期鮮新世の酸素同位体 - 古地磁気複合層序と古気候復元
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2023年大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 岡田 誠
2. 発表標題 房総の地質と松山-プリュン境界 ~チバニアン前夜~
3. 学会等名 地球電磁気・地球惑星圏学会 田中館賞記念講演（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岡田 誠
2. 発表標題 チバニアン認定と、その古生物学・古環境学への貢献
3. 学会等名 日本古生物学会第170回例会 シンポジウム1「南関東の前弧海盆堆積物に記録された古環境変遷—年代層序と化石記録から—（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岡田 誠
2. 発表標題 チバニアンと古環境学 - 陸上地質のススメ -
3. 学会等名 地球環境史学会2020年大会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡田 誠
2. 発表標題 第四紀 “千葉時代”（チバニアン）の決定とその意義
3. 学会等名 日本第四紀学会普及講演（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡田 誠
2. 発表標題 房総半島およびその周辺に分布する海成鮮新-更新統に記録された過去4.5Maに起こった地磁気逆転
3. 学会等名 JpGU 2020年大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡田 誠
2. 発表標題 日本最初の地質時代名称チバニアンと最後の地磁気逆転
3. 学会等名 JpGUトップセミナー（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 岡田 誠, 平岡陽佑, 長谷川 大輔
2. 発表標題 房総半島南端に分布する海成鮮新-更新統千倉層群布良層における Gauss-Matuyama地磁気逆転記録
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 北村 天宏, 岡田 誠, 羽田 裕貴, 穴井 千里, 渋谷 秀敏
2. 発表標題 房総半島上総層群国本層の堆積岩における還元化学消磁の効果検証
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 羽田 裕貴, 横川 菜々子, 岡田 誠, 林 広樹, 久保田 好美, 菅沼 悠介
2. 発表標題 千葉複合セクションの酸素同位体記録・浮遊性有孔虫群集による MIS19における北西太平洋の古海洋変動復元
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2017年大会
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 岡田 誠, 滝沢 ひとみ, 羽田 裕貴, 菅沼 悠介, シモン クォンタン
2. 発表標題 千葉複合セクションに記録された磁場逆転境界付近における花粉分析を用いた古気候復元
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 羽田 裕貴, 横川 菜々子, 岡田 誠
2. 発表標題 鮮新統安房層群安野層の古地磁気-酸素同位体複合年代層序, 日本地球惑星科学連合
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 岡田 誠, 長谷川 大輔
2. 発表標題 房総半島南端に分布する鮮新-更新統千倉層群における浮遊性有孔虫化石群集を用いた水塊構造変動の復元
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 Okada M., Haneda Y., Suganuma Y., Simon Q.
2. 発表標題 An extended record of paleomagnetic direction and paleointensity across the Matuyama-Brunhes reversal from the Chiba composite section, central Japan
3. 学会等名 International Congress on Stratigraphy (STRATI 2019) (国際学会)
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 山本啓介, 猪股裕行, 桑野太輔, 亀尾浩司, 岩本直哉, 岡田 誠
2. 発表標題 銚子地域に分布する海成下部更新統の微化石 - 古地磁気 - 酸素同位体複合層序
3. 学会等名 日本第四紀学会
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 岡田 誠, 羽田 裕貴, 菅沼 悠介
2. 発表標題 部-中部更新統境界GSSP候補地「千葉複合セクション」から得られた松山 プルン境界およびその周辺の高解像度古地磁気変動記録
3. 学会等名 日本地質学会
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 岡田 誠
2. 発表標題 新たなGSSPの提案：「千葉セクション」
3. 学会等名 日本地質学会主催 GSSPシンポジウム：国際層序の意味と意義（招待講演）
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 桑野 太輔, 亀尾 浩司, 相崎翔太, 久保田好美, 万徳佳菜子, 羽田裕貴, 菅沼悠介, 岡田誠
2. 発表標題 上総層群における年代モデル構築および表層海洋環境復元への石灰質ナノ化石の貢献
3. 学会等名 地球環境史学会 (招待講演)
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 岡田 誠, 羽田 裕貴, 菅沼 悠介
2. 発表標題 千葉複合セクションにおける地磁気逆転記録と地球環境史上の意義
3. 学会等名 地球環境史学会 (招待講演)
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 奥田昌明, 菅沼悠介, 岡田 誠
2. 発表標題 千葉複合セクションから得られた花粉・有孔虫データ等の比較から分かる, 日本列島の MIS19 における古気温変動史およびメカニズム
3. 学会等名 地球環境史学会 (招待講演)
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 羽田裕貴, 岡田誠, 久保田好美, 菅沼悠介, 横川菜々子, 齋藤知里, 林広樹
2. 発表標題 MIS19 における北西太平洋の数千年スケール古海洋変動史
3. 学会等名 地球環境史学会 (招待講演)
4. 発表年 2019年～2020年

1. 発表者名 羽田裕貴, 岡田誠, 久保田好美, 菅沼悠介, 横川菜々子, 齋藤知里, 林広樹
2. 発表標題 MIS19 における北西太平洋の数千年スケール古海洋変動史
3. 学会等名 地球環境史学会 (招待講演)
4. 発表年 2019年 ~ 2020年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 日本古生物学会、西 弘嗣編 分担執筆	4. 発行年 2023年
2. 出版社 丸善出版	5. 総ページ数 790
3. 書名 古生物学の百科事典	

1. 著者名 岡田 誠	4. 発行年 2021年
2. 出版社 ポプラ社	5. 総ページ数 207
3. 書名 チバニアン誕生	

1. 著者名 菅沼悠介	4. 発行年 2020年
2. 出版社 講談社ブルーバックス	5. 総ページ数 258
3. 書名 地磁気逆転と「チバニアン」	

〔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	菅沼 悠介 (Suganuma Yusuke) (70431898)	国立極地研究所・先端研究推進系・准教授  (62611)	
研究分担者	堀江 憲路 (Horie Kenji) (00571093)	国立極地研究所・先端研究推進系・助教  (62611)	
研究分担者	亀尾 浩司 (Kameo Koji) (00312968)	千葉大学・大学院理学研究院・教授  (12501)	
研究分担者	林 広樹 (Hayashi Hiroki) (80399360)	島根大学・学術研究院環境システム科学系・准教授  (15201)	

	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	羽田 裕貴 (Haneda Yuki) (50884029)	産業技術総合研究所研究グループ長・研究員	
研究協力者	小西 拓海 (Konishi Takumi)	茨城大学理工学研究科・博士後期課程(社会人)	
研究協力者	久保田 好美 (Kubota Yoshimi)	国立科学博物館・産業技術総合研究所	

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	奥田 昌明  (Okuda Masaaki)	千葉県中央博物館・研究員	
研究協力者	ヘッド マーチン  (Head Martin)	ブロック大学(カナダ)・教授	
研究協力者	泉 賢太郎  (Izumi Kentaro)	千葉大学・准教授	
研究協力者	板木 拓也  (Itaki Takuya)  (30509724)	産業技術総合研究所研究グループ長・研究グループ長	
研究協力者	石塚 治  (Ishitsuka Osamu)  (90356444)	産業技術総合研究所・主席研究員	

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