

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 5 月 7 日現在

機関番号：14501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2018～2022

課題番号：18K03804

研究課題名(和文) 中期更新世初期と完新世の太陽活動による気候リズム

研究課題名(英文) Climate rhythm by solar activity during the early middle Pleistocene and the Holocene

研究代表者

兵頭 政幸 (Hyodo, Masayuki)

神戸大学・内海域環境教育研究センター・名誉教授

研究者番号：60183919

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)：銀河宇宙線量と下層雲量の正の相関は雲の日傘効果を介した地磁気と気候のリンクを示唆する。それは、地磁気逆転期に起きた寒冷化、気温年較差増大、冬季モンスーン強化で実証された。本研究では、千葉セクションコアTB2から取得した宇宙線生成核種 ^{10}Be の数百年スケールの変動と生物生産量(気温の指標)が逆相関を示すことを発見し、太陽活動も気候を制御する可能性があることを明らかにした。また、水月湖年縞堆積物コアSG14から取得した地磁気エクスカージョンの高解像度記録を使って、 ^{14}C は大気海洋循環によって宇宙線量変化の50～400年遅れで変化し、その遅れは変化の波長に依存することを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

1996年にスベンスマルク効果(銀河宇宙線量と下層雲量の正の相関)が発見されて以降、半世紀以上続く“地磁気と気候のリンク”に関する研究は理論的根拠を得たことでブームが巻き起こった。その結果、地磁気逆転期に寒冷化をはじめ雲の日傘効果で予想される気候変化の証拠が次々と得られ、研究は大きく前進した。本研究は、地磁気同様銀河宇宙線を制御している太陽活動もスベンスマルク効果を介して気候に影響を及ぼすことを明らかにした。これにより、宇宙線が地球の気候に普遍的に影響を及ぼす可能性が一段と高まり、将来の地球の温暖化や寒冷化の予測において考慮すべき重要な気候要素となった。

研究成果の概要(英文)：A positive relationship between galactic cosmic ray flux and low cloud cover indicates a link between geomagnetic field and climate through an umbrella effect. This was evidenced by the climate cooling, temperature annual range increases, and summer precipitation increases that occurred during geomagnetic reversals when galactic cosmic ray increased by more than 40%. In this study, we found that the paleoceanic bio-production (a temperature proxy) covaries with the cosmogenic nuclei of ^{10}Be , on time scales of hundreds, from the Chiba Section core TB2. This indicates solar activity controls climate through the umbrella effect of cloud. Using the high-resolution Laschamp Excursion record from the varved sediment core SG14 of Lake Suigetsu, we revealed that the ^{14}C of the sediments changes 50 to 400 yr delayed to cosmic ray changes due to the atmosphere-ocean circulation, the phase lags of which depend on periods of changes.

研究分野：古地磁気学

キーワード：銀河宇宙線 スベンスマルク効果 雲の日傘効果 水月湖年縞堆積物 地磁気エクスカージョン 太陽活動 更新世

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

太陽放射は地球の大気と海洋の運動エネルギーの源であり、地球の気候を決める最も重要な要素である。第四紀の氷期・間氷期の気候変動も地球軌道要素の変化がもたらす北緯 65° の日射量変化が駆動している。氷期・間氷期のような大きな変動を起こすには日射量変動の振幅は最大で ±10% と小さいが、大気中温室効果ガスの正のフィードバック効果による増幅作用が働いていると考えられている。太陽放射量は太陽活動そのものに依存する。気候への影響を太陽活動まで広げると、太陽磁場が制御する下層雲の日傘効果がある。11 年の太陽活動サイクル中に観測された太陽放射量(変動振幅 0.1%)、銀河宇宙線量(同 15%)、下層雲量(同 2%)は、太陽放射が減れば銀河宇宙線と下層雲が増え、その逆も成り立つ相関を示す(Svensmark and Friis-Christensen, 1997, J Atmos Sol Terr Phys)。太陽放射の変化が 0.1% では地球上の気温は 0.05 しか変化しない。一方、雲アルベド効果(雲の日傘効果)の気候への影響は、平均気温 15 の天体を仮定して見積もると、アルベド 1% 上昇に対し気温低下は 0.6 と大きい。雲の反射率にもよるが、下層雲が 2% 増えれば 0.6 以上の気温低下が予想される。しかも、太陽放射量と同じ向きの変化をもたらすので、雲は増幅作用を持つことになる。小氷期の寒冷化と中世の温暖化は雲の日傘効果によるという見方がある(Kirkby, 2007, Surv Geophys)。

雲の日傘効果は現在の地球温暖化問題にも関わってくる。IPCC(気候変動に関する政府間パネル)において議論はされているが、銀河宇宙線 雲生成メカニズムにはまだ不明な点が多いという理由で、現時点では温暖化予測には考慮されていない。同メカニズムの素過程の研究は素粒子物理学などの分野で精力的に行われている(例えば、Kirkby et al., 2011, Nature)。もし、地質時代を通じて雲の日傘効果が普遍的に気候に影響を及ぼすことが分かれば、同効果の地球温暖化予測における重要性を提示できる。

太陽磁場と地磁気は電荷をもつ銀河宇宙線をシールドしている(図 1)。したがって、どちらも銀河宇宙線を介して気候を変える可能性がある。太陽磁場と地磁気の両方の気候への影響が検出できる間氷期が存在する。それは中期更新世初期の海洋同位体ステージ(Marine Isotope Stage, MIS) 19 である。その中央付近で起きた地磁気逆転に伴う地磁気強度減少期(銀河宇宙線が 40% 以上増加した期間)の年平均気温 1 - 3 の寒冷化は雲の日傘効果もたらした可能性が高い(Kitaba et al., 2013, PNAS; Hyodo and Kitaba, 2015, Quat. Int.)。それだけでなく、千葉セクションで採取されたコア TB2 の解像度 10 年の古海洋記録から MIS 19 の温暖期に約 200 年周期の振動を伴う急速な温暖化と突然の寒冷化を繰り返す周期 800 - 900 年の変動が発見され、太陽活動の de Vries サイクル(205 年)が気候に現れている可能性が示唆された(Hyodo et al., 2017, Scientific Reports)。しかし、これが太陽活動のシグナルである確実な証拠はまだない。MIS 19 と軌道の状況が類似する MIS 1(完新世)の気候も太陽活動の影響の検証に適している。平均 1500 年周期で起こる完新世のボンダイイベントは太陽活動に起因すると考えられている(Bond et al., 2001, Science)。ただし、その根拠は北大西洋海底堆積物コアの氷山流出イベントとグリーンランド氷床コアの ^{10}Be の変動との相関によるものである。これら異なる記録媒体における相関の評価は年代モデルの精度に依存する。この問題の解決には、同じコア試料から得た気候と銀河宇宙線プロキシのデータを用いた検証が必要である。

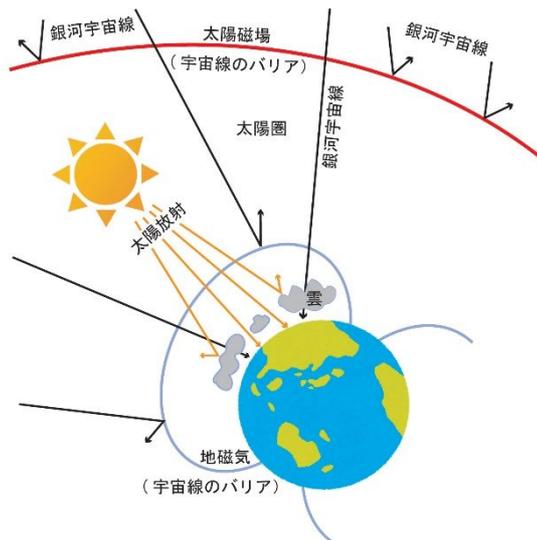


図 1 銀河宇宙線、下層雲を制御する太陽磁場と地磁気

2. 研究の目的

本研究は、太陽活動が地質時代の気候に及ぼす影響を検出し、地磁気だけでなく太陽活動も宇宙線を介した雲の日傘効果で気候に影響を及ぼすことの検証を目的とする。主に MIS 19 と MIS 1 の間氷期を対象に、それぞれ千葉セクションの下部 - 中部更新統境界を含むコア TB2 と 2014 年に採取された福井県水月湖年縞堆積物コア SG14 を中心に分析を行う。前者は偏った種類の花粉化石を少量しか含まないため大阪湾 1700m コアも補助的に使用する。後者については同コアがカバーする MIS 2 - 4 の氷期も分析対象に含める。太陽活動の影響の有無は、地磁気変動には見られない数百年周期の変動に焦点を当てて調べる。太陽磁場に制御された宇宙線の変化は、気候データを出した同じコアから可能な限り銀河宇宙線量の指標となる宇宙線生成核種データ

を出して調べる。ただし水月湖年縞堆積物については過去 5 万年間について既に豊富な ^{14}C データの蓄積があるので (Bronk Ramsey et al., 2012, Science) それを活用する。

3. 研究の方法

古気候・古海洋環境の高解像度データは、1cm かそれ以下の深度間隔での XRF コアスキャナーによる化学元素分析とパススルー型超伝導磁力計等による磁気測定によって取得する(一部は取得済み)。これらを補強するデータを取得するために、2~10cm 間隔で花粉分析、酸素同位体分析を行う。太陽活動周期の検出には、同周期性が特定の短い年代区間のみにも表れることが分かっている (Hyodo et al., 2017, Scientific Reports)、ウェーブレット解析法を用いて行う。

天文年代決定された千葉セクションコア TB2 について、解像度 20 年をめざして 150 - 200 年、800 - 1000 年周期が卓越する 2 つの温暖イベント (G, H) を含む合計深度約 3m 分の ^{10}Be フラックスの測定を行う。 ^{10}Be の分析は全国共同利用・共同研究拠点の東京大学大気海洋研究所及び東京大学タンデム加速器研究施設にて行う。同年代区間について、高解像度対比が可能な大阪湾 1700m コアを用いて解像度 50 年をめざして花粉分析を行う。データ補強のため、千葉セクションの露頭から堆積物試料を採取し、環境磁気・古環境分析を行う。また、コア TB2 の古海洋データとの対比を目指し、研究代表者が所有する中国レス試料も高解像度古気候分析を行う。

水月湖年縞堆積物コア SG14 の分析は、L-channel 試料を用いて 1 cm ごとの古地磁気分析、環境磁気分析を行う。これら磁気分析は全国共同利用施設の高知大学海洋コア総合研究センターにて行う。放射性炭素年代校正曲線 IntCal 13、IntCal 20 にそのデータが使われたコア SG06 の年代モデルを高精度 (1mm) 層序対比により SG14 に移し、SG14 の高精度年代モデルを作成する。ウェーブレット解析により太陽活動に起因すると思われる周期性が卓越する区間を探し出し、水月湖の ^{14}C データや花粉分析データとの相関を調べる。コア SG14 は地磁気エクスカージョンを記録している可能性がある。もしエクスカージョン的イベントが見つかった場合は 1 片が 2 cm の立方体の discrete 試料を採取し古地磁気分析を行ってエクスカージョン磁場の正確な復元を行う。そして、地磁気強度減少と宇宙線量の増加 (^{14}C) の関係を調べる。

4. 研究成果

中期更新世最初期、Matuyama-Brunhes 地磁気逆転直後の温暖イベント G、H はコア TB2 の生物生産量指標データに基づいている (Hyodo et al., 2017)。これらが気温上昇イベントであることを大阪湾 1700m コアの花粉化石群集データで確認した。それによると、H は高温乾燥、G は高温湿潤の気候イベントである。さらに、中国黄土高原 Lingtai のレス層の降水量指標 (帯磁率の周波数依存性 FD) と冬季モンスーン指標 (粒径) にも、それぞれ降水量増加、冬季モンスーン弱化作イベントとして表れていることが分かった (図 2) (Hyodo et al., 2020, PEPS)。

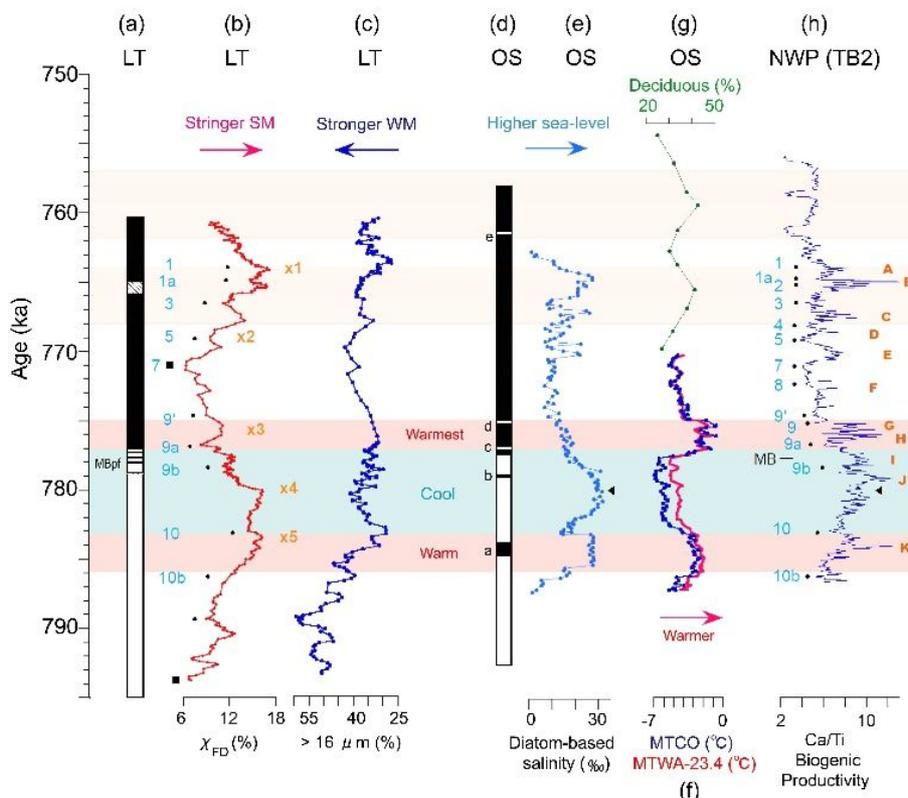


図2. 中期更新世最初期 (MBB 直後) の温暖イベント (After Hyodo et al. (2020))
 千葉セクションコア TB2 で観測された 150~1000 年の周期性が卓越する温暖イベント G、H (h)
 に対比できる、中国 Lingtai の降水量増加イベント X3(b) と冬季モンスーン弱体化イベント (c)、
 大阪湾の温暖イベント (g, f)。同イベントは海面上昇を伴わない (e)。MBB: Matuyama-Brunhes
 magnetic polarity boundary, MBpf: Matuyama-Brunhes polarity flip zone, MTCO: mean
 temperature of the coldest month, MTWA: mean temperature of the warmest month

宇宙線量の指標となる ^{10}Be データは、イベント G と H を含む期間 775.25 ka から 776.90ka ま
 で平均 12.7yr 間隔で取得した。10yr 間隔の生物生産量データと対比すると、極めて高い逆相関
 を示す部分と無相関 (もしくは弱い正の相関) の部分に分かれることが分かった。無相関は生物
 生産量が急減する部分で起こり、この急減は北大西洋の氷山流出イベントが北半球全体にもた
 らした急激な寒冷化イベントに対する応答であることが分かっている (Hyodo et al., 2017)。
 生物生産量指標の Ca/Ti 比、海底のパイライト生産量指標の S/Ti 比、宇宙線量指標の ^{10}Be を
 周期解析した結果、3 つの卓越周期が得られた (表 1)。S/Ti 比は海表面における有機物生産量
 を反映しているので Ca/Ti 比と同じ生物生産量を表している。実際両カーブはほぼ一致した変

表1 古海洋データ、 ^{10}Be データのWavelet解析結果

データ	周期1 (年)	周期2 (年)	周期3 (年)
生物生産量 Ca/Ti	940	310	150
パイライト生成量 S/Ti	1000	300	150
^{10}Be	930	300	

化を示す。太陽活動周期として完新世の ^{14}C データから 88 年、200 年、500 年が報告されて
 いるが、これらとは異なる。周期 1 の 900-1000 年、周期 2 の約 300 年は地磁気変動には見られ
 ないことから、おそらく太陽活動を反映していると思われる。変動の相関も ^{10}Be が減ると、生
 物生産量が増加する逆相関を示す。 ^{10}Be の減少は太陽活動の強化により銀河宇宙線が減少した
 結果、雲が減り、雲の日傘効果が弱まって温暖化作用に貢献すると解釈できる。周期 3 の 150 年
 の周期が ^{10}Be に存在しないのは、太陽活動と無関係の周期性の可能性がある。中期更新世最初
 期と完新世では周期性が異なるのかもしれない。今後の課題である。

水月湖コア SG14 の磁気データの周期解析からは残念ながら卓越した周期性は見つからなかつ
 た。過去 5 万年間にわたり湖底の貧酸素環境下で生成した強磁性硫化鉄の影響が強いことが原
 因かもしれない。唯一期間 40 - 42ka 付近に約 200 年の周期性が見られたが、追加分析を行った
 結果、磁気測定装置のノイズ起源であることが判明した。コア TB2 を使った解析の主目的は達成
 できなかったが、副目的であった地磁気エクスカージョンは発見できた。採取した 119 個のキュ
 ープ試料全てについて段階熱消実験を行って解像度 20 年の古地磁気データを取得し、これまで
 の低解像度データでは見られなかったラシャン地磁気エクスカージョンの数多くの特徴を明ら
 かにした (Hyodo et al., 2022, Communications Earth & Environment)。(1) エクスカージョ
 ンの期間中地磁気極が北極付近と北緯 45 度以南 4 地域の間を短期間に何度も行き来した。(2)
 エクスカージョンは約 42000 年前と 39000 年前の 2 度起こり、どちらも宇宙線の大幅増加を伴
 っていた。(3) 地磁気極の移動速度を世界で初めて年縞数によって見積もることに成功した。
 地磁気逆転に近い大きな変化 (Swing C) では地磁気極が北極圏から 45 年で南極大陸へ移動し、
 38 年で元に戻った。(4) これら地磁気変動の新たな特徴の発見に加え、これまでの低解像度ラ
 シャンエクスカージョン記録の特徴もフィルター理論で説明することに成功した。(5) さらに、
 水月湖 ^{14}C とグリーンランド氷床コアの ^{10}Be のデータを同エクスカージョンの特徴イベント
 を使って同時対比することで、 ^{14}C の複数のピークが対比される ^{10}Be のピークより 50 年
 ~400 年遅れて発生すること、そして、遅れの程度は波長に依存することを明らかにした (図 3)。
 これまで大気循環に起因する ^{14}C の位相の遅れは理論的に見積もられていたが、約 37ka ~ 43ka
 もの古い年代区間についてデータが得られたのは初めてである。今後この成果は宇宙線が関
 与する大気海洋循環の研究に貢献するであろう。

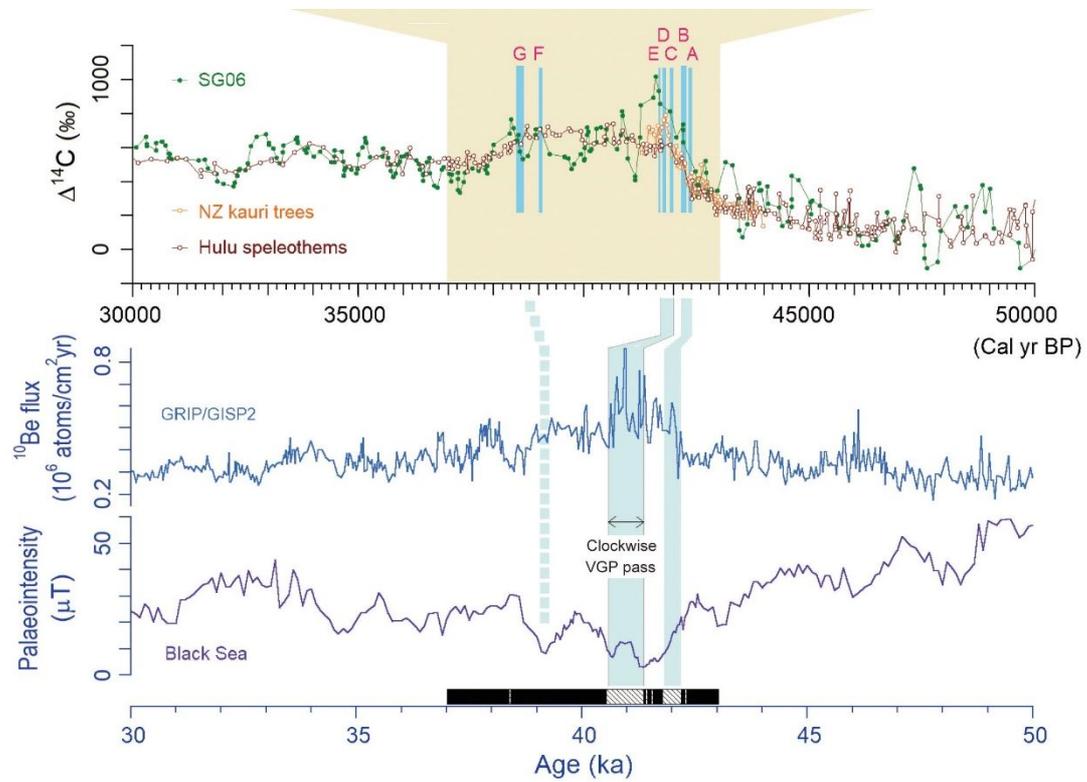


図 3. 水月湖の ^{14}C とグリーンランド氷床コアの ^{10}Be のラシアン地磁気エクスカージョンを介した同時間対比 (After Hyodo et al. (2022)). ^{14}C の時間軸は IntCal20 年代、 ^{10}Be の時間軸はグリーンランド氷床コアの年代モデル GICC05 の年代である。A~G は水月湖で見つかったラシアン地磁気エクスカージョンの swing イベントを表し、薄い青色のバーはその年代範囲を表す。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 9件/うち国際共著 8件/うちオープンアクセス 3件）

1. 著者名 Hyodo, M., Nakagawa, T., Matsushita, H., Kitaba, I., Yamada, K., Tanabe, S., Bradak, B., Miki, M., McLean, D., Staff, R.A., Smith, V.C., Albert, P.G., Bronk Ramsey, C., Yamasaki, A., Kitagawa, J., Suigetsu 2014 Project	4. 巻 3
2. 論文標題 Intermittent non-axial dipolar-field dominance of twin Laschamp excursions	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Communications Earth & Environment	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s43247-022-00401-0	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 Hyodo, M., Banjo, K., Yang, T.S., Kato, S., Shi, M., Yasuda, Y., Fukuda, J., Miki, M., Bradak, B.	4. 巻 7
2. 論文標題 A centennial-resolution terrestrial climatostratigraphy and Matuyama-Brunhes transition record from a loess sequence in China	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary Science	6. 最初と最後の頁 1-18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40645-020-00337-z	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 Bradak, B., Seto, Y., Chadima, M., Kovacse, J., Tanos, P., Ujvari, G., Hyodo, M.	4. 巻 210
2. 論文標題 Magnetic fabric of loess and its significance in Pleistocene environment reconstructions	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Earth Science Reviews	6. 最初と最後の頁 103385
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.earscirev.2020.103385	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 Tanaka, I., Marko, A., Okamura, Y., Hyodo, M., Strickson, E.C., Falkingham, P.L.	4. 巻 91
2. 論文標題 A re-analysis of Chibanian Pleistocene tracks from VERTESSVOLOS, Hungary, employing photogrammetry and 3D analysis	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Annales Societatis Geologorum Poloniae	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14241/asgp.2021.02	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 Ueno, Y., Hyodo, M., Yang, T.S., Katoh, S.	4. 巻 9
2. 論文標題 Intensified East Asian winter monsoon during the last geomagnetic reversal transition	5. 発行年 2019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/s41598-019-45466-8	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 Hyodo, M., Sano, T., Matsumoto, M., Seto, Y., Bradak, B., Suzuki, K., Yang, T.	4. 巻 125
2. 論文標題 Nano-sized authigenic magnetite and hematite particles in mature-paleosol phyllosilicates: New evidence for a magnetic enhancement mechanism in loess sequences of China.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research	6. 最初と最後の頁 1-21
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2019JB018705	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 Matsu'ura, S., Kondo, M., Danhara, T., Sakata, S., Iwano, H., Hirata, T., Kurniawan, I., Setiyabudi, E., Takeshita, Y., Hyodo, M., Kitaba, I., Sudo, M., Danhara, Y., Aziz, F.	4. 巻 367
2. 論文標題 Age control of the first appearance datum for Javanese Homo erectus in the Sangiran area	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Science	6. 最初と最後の頁 210-214
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 Bradak, B., Seto, Y., Hyodo, M., and Szeberenyi, J.	4. 巻 330
2. 論文標題 Relevance of ultrafine grains in the magnetic fabric of paleosols	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Geoderma	6. 最初と最後の頁 125-135
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.geoderma.2018.05.036	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 千葉セクションGSSP 提案チーム	4. 巻 125
2. 論文標題 千葉セクション: 下部 - 中部更新統境界の国際境界模式層断面とポイントへの提案書 (要約)	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 地質学雑誌	6. 最初と最後の頁 5-22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5575/geosoc.2018.0056	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22件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 2件)

1. 発表者名 Masayuki Hyodo, Takeshi Nakagawa, Hayato Matsushita, Ikuko Kitaba, Keitaro Yamada, Shota Tanabe, Balazs Bradak, Danielle McLean, Richard A. Staff, Victoria C. Smith, Paul G. Albert, Akiteru Yamasaki, Junko Kitagawa, Suigetsu 2014 Project Members
2. 発表標題 The Laschamp and a new post-Laschamp excursions repeating directional swings from Lake Suigetsu varved sediments
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 兵頭政幸・中川毅・松下隼人・北場育子・山田圭太郎・ブラダックバラージュ・三木雅子・リチャードA.スタッフ・ダニエーレマクレアン・ヴィクトリアC.スミス・ポールG.アルバート・クリストファーブロンクラムゼイ・山崎彬輝・北川淳子・水月湖2014プロジェクトメンバー
2. 発表標題 水月湖年縞堆積物におけるラシャン地磁気エクスカージョンの発見と その年代学的、層序学的意義
3. 学会等名 日本第四紀学会 2021年大阪大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 兵頭政幸・中川毅・松下隼人・北場育子・山田圭太郎・ブラダックバラージュ・三木雅子・リチャードA.スタッフ・ダニエーレマクレアン・ヴィクトリアC.スミス・ポールG.アルバート・クリストファーブロンクラムゼイ・山崎彬輝・北川淳子・水月湖2014プロジェクトメンバー
2. 発表標題 双子のラシャン地磁気エクスカージョンー非軸双極子磁場の間欠的な卓越
3. 学会等名 令和3年度高知大学海洋コア総合研究センター 共同利用・共同研究 成果発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Masayuki Hyodo, Kenta Banjo, Tianshui Yang, Shigehiro Katoh, Shi Meinan, Yuki Yasuda, Jun-ichi Fukuda1, Masako Miki, Balazs Bradak
2. 発表標題 Centennial-resolution terrestrial climatostratigraphy and Matuyama-Brunhes transition from a loess sequence in China
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Masayuki Hyodo
2. 発表標題 Did Javan Homo erectus suffer a damage from an asteroid impact event?
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 兵頭政幸, ブラダックバラージュ, 加藤茂弘, 楊天水
2. 発表標題 Matuyama-Brunhes地磁気逆転 海成層, 陸成層の高解像度磁気・気候層序対比
3. 学会等名 日本第四紀学会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Masayuki Hyodo, Takuro Sano, Megumi Matsumoto, Yusuke Seto, Kota Suzuki, Tianshui Yang, Balazs Bradak
2. 発表標題 Nano-sized magnetite and hematite inclusions in muscovite in loess
3. 学会等名 Asia Oceania Geosciences Society
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 兵頭政幸・佐野拓郎・松本恵・瀬戸雄介・鈴木康太・楊天水
2. 発表標題 レス中白雲母が含有する大量の磁鉄鉱・赤鉄鉱ナノ粒子
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 田辺祥汰・三木雅子・兵頭政幸・中川毅・北場育子・山田圭太郎・北川淳子・Suigetsu 2014 Project Members
2. 発表標題 水月湖年縞堆積物に記録された最終氷期の地磁気エクスカージョン
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 藤井和香・兵頭政幸・加藤茂弘・宮入陽介・山口夢香・横山祐典
2. 発表標題 Centennial-scale bioproductivity changes during the earliest Middle-Pleistocene
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 兵頭政幸・上野友輔・楊天水・加藤茂弘
2. 発表標題 下層雲の日傘効果の気候への影響 最後の地磁気逆転を利用した検証
3. 学会等名 日本第四紀学会2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 田辺祥汰・三木雅子・兵頭政幸・北場育子・山田圭太郎・中川毅・北川淳子・Suigetsu 2014 Project Members
2. 発表標題 水月湖年縞堆積物で見つかった更新世末の地磁気エクスカージョンの検証
3. 学会等名 日本第四紀学会2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 藤井和香・兵頭政幸・加藤茂弘・宮入陽介・山口夢香・横山祐典
2. 発表標題 中期更新世最初期の100年スケールの気候変化 太陽活動との関連性
3. 学会等名 日本第四紀学会2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 兵頭政幸
2. 発表標題 地磁気の逆転と気候変化、人類の進化・拡散に関する磁気・気候層序年代制約
3. 学会等名 第146回地球電磁気・地球惑星圏学会講演会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 上野友輔・兵頭政幸・楊天水・加藤茂弘
2. 発表標題 間氷期MIS 19における百年 千年スケールの東アジアモンスーン変動
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 兵頭政幸
2. 発表標題 MIS 19間氷期の高解像度気候層序 千葉セクションからの発信
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 田辺祥汰・三木雅子・兵頭政幸・北場育子・山田圭太郎・北川淳子・中川毅
2. 発表標題 水月湖年縞堆積物に記録された更新世最末期の地磁気エクスカージョン
3. 学会等名 日本第四紀学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 藤井和香・兵頭政幸・加藤茂弘
2. 発表標題 大阪湾周辺の植生が示すMIS19 の急激な温暖化と寒冷化のくり返し
3. 学会等名 日本第四紀学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 兵頭政幸
2. 発表標題 MIS19間氷期の気候層序の問題提起とその解
3. 学会等名 日本第四紀学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 兵頭政幸
2. 発表標題 地磁気と気候のリンク
3. 学会等名 高知大学海洋コア総合研究センター設立15周年記念公開シンポジウム「地球を掘ってわかること～古地震、気候変動、地球の姿～（地球掘削科学共同利用・共同研究拠点の成果と今後の展望）」（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 兵頭政幸・番匠健太・安田裕紀・楊天水
2. 発表標題 中国レスの高精度気候層序に基づくMatuyama-Brunhes 地磁気逆転の解析
3. 学会等名 第144回地球電磁気・地球惑星圏学会講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 兵頭政幸
2. 発表標題 Paleomagnetism of Lake Suigetsu varve sediments
3. 学会等名 Lake Suigetus Project meeting（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>地磁気極が5年で南極大陸へジャンプした https://www.kobe-u.ac.jp/research_at_kobe/NEWS/news/2022_04_08_01.html 地磁気逆転途中に冬の季節風が強化していた 銀河宇宙線による地球の気候への影響を証明 https://www.kobe-u.ac.jp/research_at_kobe/NEWS/news/2019_06_28_01.html 初期のジャワ原人の古さ、明らかに https://www.kobe-u.ac.jp/research_at_kobe/NEWS/news/2020_01_16_01.html 地磁気逆転途中に冬の季節風が強化していた https://www.eurekalert.org/pub_releases_ml/2019-07/ku-5070319.php 銀河宇宙線がもたらす雲の日傘効果 神戸大学が気候への影響を示す証拠を発見 https://univ-journal.jp/26689/</p>
--

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	安田 裕紀 (Yasuda Yuki) (50825875)	神戸大学・内海環境教育研究センター・講師(研究機関研究員) (14501)	

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			
英国	オックスフォード大学	スウォンジー大学	グラスゴー大学	
中国	中国地質大学			
スペイン	University of Burgos			