2023 年 11 月 1 日発行　ISSN 1880-4292

JGL
Japan Geoscience Letters

2023　No. 4

日本地球惑星科学連合ニュースレター　Vol. 19
November, 2023　No. 4

TOPICS
海底堆積物が語る
　海洋無酸素事変と巨大火成岩区のリンク　1
データ科学の時代と地球惑星科学　3
NEWS
第 16 回国際地学オリンピック報告　6
第 19 回国際地理オリンピック報告　6
2023 年大会の巡検と今後の展望　7
教員免許状更新講習から教員研修講習へ　8
今年度の寄附のお願い　10
BOOK REVIEW
コーウェン 地球生命史 第 6 版　11
INFORMATION　12

TOPICS　古環境学

海底堆積物が語る 海洋無酸素事変と巨大火成岩区のリンク

東京大学 大気海洋研究所　黒田 潤一郎

地球史の中で，地球環境の極端イベントである海洋無酸素事変が繰り返し起こってきた．海洋無酸素事変とは，有機物に富む黒い地層「黒色頁岩」が広く堆積するイベントである．その地層は世界各地の海底堆積物に記録されており，炭化水素の重要な根源岩ともなっている．黒色頁岩中に含まれる鉛やオスミウムといった元素の放射性起源同位体比は，極端な環境変動イベントの時に何が起こっていたのか，特に，巨大火成岩区の形成といった固体地球変動とのリンクを鮮やかに語る．

白亜紀無酸素事変の謎

地球史において，表層環境が劇的に変化した「イベント」がたびたび発生した．読者の多くの方が，生物大量絶滅や海洋無酸素事変といったイベントの名を耳にしたことがあるだろう．こういったイベントは，急激な岩相変化や化石群集の変化で特徴づけられ，当時の海洋で何か劇的な変化が起こったことを，その地層の観察を通して読み解くことができる．筆者はイタリア・グッビオ近郊の白亜紀堆積岩の露頭（図 1）で，厚い白色の細粒石灰岩（白亜，チョーク；石灰質の殻を持つ生物の遺骸が堆積したもの）の中に挟まっている黒い地層「黒色頁岩」を見た時，そしてその層からオイルや風化した硫黄や鉄の赤さびが染み出しているのを見た時に，この地層が堆積した時に海底が異質な環境になっていたことを直感し，その黒色頁岩を堆積させたイベント「海洋無酸素事変（Oceanic Anoxic Events）」の魅力に取りつかれた．この海洋無酸素事変は，有機炭素や硫化鉱物に富んだ黒色頁岩が堆積した地質イベントであり，中生代のジュラ紀や白亜紀に繰り返し発生した．黒色頁岩には細かい縞模様（ラミナ）が生物擾乱を受けずに保存され，堆積時に海底が無酸素になっていたことを示すため，海洋無酸素事変と呼ばれるようになった．白亜紀の海洋無酸素事変は，科学海洋掘削により様々な海域で黒色頁岩が掘削回収され，その分布やタイミングが詳細に研究されてきた。前期白亜紀の 1 億 2000 万年前（前期アプチアン階）と後期白亜紀の 9400 万年前（セノマニアン階－チューロニアン階）に起きた無酸素事変はとりわけ大規模なもので，欧州周辺や大西洋，太平洋の海台などで黒色頁岩の堆積が報告されている．

図 1　イタリア・グッビオ近郊の Furlo の露頭写真．左下の白矢印で示した範囲の層準にある暗色の地層（厚さ約 1 m）は，9400 万年前の海洋無酸素事変（OAE2）で堆積した黒色頁岩 Livello Bonarelli.

白亜紀黒色頁岩と火成活動の時間的関係の解明

このような海洋無酸素事変は，どのように起こったのだろう？　筆者らの研究グループは，白亜紀の黒色頁岩をターゲットに，様々な分析手法を駆使して徹底的に調べ上げてきた．例えば，9,400 万年前の無酸素事変で堆積したイタリアの黒色頁岩に対し，詳細な元素マッピングや炭素同位体組成の測定，鉛同位体分析などを行った．その中で，鉛同位体組成が黒色頁岩の堆積が始まるタイミングで大きく変化していることを発見した．その鉛同位体比は，同時期に噴火したとされるカリブ海台の玄武岩の値に向かって変化していた（図 2, Kuroda *et al.*, 2007）．このことは，カリブ海台の噴火に伴って海洋に供給された鉛が海洋無酸素事変の黒色頁岩の堆積開始と同時に増えたことを示すものであった．カリブ海台に代表される巨大火成岩区（Large Igneous Provinces: LIPs）は，白亜紀に多数形成されており，比較的短期間で大量の玄武岩が噴出したことが知られている．LIPs の火成活動により海洋無酸素事変が起こったという仮説は古くから提唱されてきたが，両者の時間的関連については年代測定の誤差の問題などで不明瞭なままであった．筆者らの鉛同位体比のデータ（図 2）は，LIPs の形成のタイミングと海洋無酸素事変のタイミングが一致することを克明に示しており，それは地球深部からもたらされた物質とエネルギーが，海洋環境を短時間で一変させ，海洋無酸素事変のトリガーになった可能性を示唆する．古くから議論されてきたこの問題に風穴を開ける研究となった．

時期を同じくして，海洋研究開発機構の鈴木勝彦博士やマリア L.G. テハダ博士らが堆積岩のオスミウム同位体比を測定し，1 億 2000 万年前の海洋無酸素事変で堆積したイタリアの黒色頁岩で，マントルからの物質供給を強く示す同位体比の低下を見いだした（Tejada *et al.*, 2009）．やはり巨大海台の形成に伴う火成活動が海洋無酸素事変に同期したことを示す証拠が，オスミウム同位体比からも得られたのだ．オスミウムは現在の海水中での滞留時間が 1 万年前後と見積もられており，海水中で同位体比が均質になっているが，数万年規模の時間スケールで LIPs の活動を鋭敏に捉える優れた指紋となりうる．この 1 億 2000 万年前の海洋無酸素事変は，現存する最大の LIPs であるオントンジャワ海台の形成時期と近いことが知られていたが，オスミウム同位体比の低下から，オントンジャワ海台と海洋無酸素事変とがほぼ同時期に発生したことが明らかになった．その後の筆者らの鉛同位体分析でもこの解釈は支持された．このように，LIPs と海洋無酸素事変の同時性を強く示す地球化学的痕跡を次々と得たことで，両者の因果関係に関する議論が一気に盛り上がった．

この白亜紀海洋無酸素事変に関する研究成果（Kuroda *et al.*, 2007, Tejada *et al.*, 2009）が発表されて以降，世界中の多くの研究者が同様の方法を各地の地質セクションに応用し，同様の結果を得た．地球史において LIPs に代表される地球内部の変動と，海洋無酸素事変に代表される地球表層環境がほぼ同時期に起こったことは，今や多くの研究者が認知するに至っている．では，どのようなプロセスで大規模火成活動が海洋環境を劇的に変えたのだろう？　最も重要視されているのが，火成活動による脱ガス率の増加で温暖化が進み，大陸風化が促進されてリンなどの栄養塩が海洋に供給される，あるいは火成活動によって鉄などの栄養塩が直接海洋に供給されることで海洋の生物生産が急増し大量の有機物が埋没したというプロセスである．これらは今後，数値モデルを用いた検証が必要であろう．

オスミウム同位体比を使って過去の巨大火成岩区と海洋環境の変動を研究する手法は，最近でも多くの研究者が取り組み，国内でも九州大学・佐藤峰南博士，海洋研究開発機構・松本廣直博士，高知大学・田中えりか博士をはじめとする若い研究者が精力的に研究を進めている．とりわけ松本博士の研究は，白亜紀のバレミアンからチューロニアン（約 1 億 2900 万年前～ 9000 万年前）の長期にわたって海水のオスミウム同位体比を復元しており（Matsumoto *et al.*, 2022），その壮観なデータには実に多くの固体地球イベントの情報が記録されている．この分野の研究が今後さらに発展すると期待できる．

図 2　海洋無酸素事変（OAE2）開始直前（青印）と OAE2 期間中（赤印）の鉛同位体比組成（^{204}Pb, ^{206}Pb, ^{207}Pb, ^{208}Pb）．Kuroda *et al.*（2007）を改変．

宝の掘り起こし

これまで，海底堆積物を用いて環境イベントを紐解く研究は，海底で掘削・回収されたコアが重要な役割を果たしてきた．たとえば海洋無酸素事変の黒色頁岩は，陸上に露出したものは風化・酸化されやすく，放射性起源同位体の閉鎖系が保たれていないことがある．一方，海底からは，変質の程度が低い良質な試料が得られるケースが多い．実際に，多くの重要なデータが海底掘削コアから得られてきた．現在進行中の国際深海掘削計画（International Ocean Discovery Program: IODP）は 2024 年 9 月で完了する．2025 年以降も科学海洋掘削のプログラムは続くが，米国船 JOIDES Resolution 号の退役もあり，掘削航海数は減少すると予想される．このため今後，過去の航海で採取され，リポジトリに保管されているコア試料（以下，リポジトリコア）の再活用がますます重要になってくる．このような状況の中，2023 年度から日本地球掘削科学コンソーシアム（J-DESC）と高知コアセンター（KCC）が主催する「リポジトリコア再解析プログラム（Repository Core Re-Discovery Program: ReCoRD）」がスタートした．この場をお借りして，このプログラムを紹介したい．ReCoRD は，過去の掘削航海で掘削回収され，現在 KCC で保管されている掘削コア試料を再記載し，新しいテクノロジーで再分析，再解析するプログラムである．KCC では，西太平洋やインド洋の掘削コアが保管されている．リポジトリコアは，現行 IODP のポリシーの下で誰でもサンプルリクエストを提出し，学術目的に広く利用することができる．ReCoRD はこのポリシーの下で，個人や少人数のグループではなく，比較的大人数の（掘削航海のサイエンスパーティに類する）研究チームによるコア試料の集中的な研究を行う枠組みだ．これまでの遺産（レガシー）を使った大規模な「宝の掘り起こし」ともいえよう．その成果を通して，未来の新しい研究を開拓することも狙っている．現在は日本国内の研究者を対象とした試運転期間であるが，数年内の国際化を目指している．

2023 年度の上半期には，その第一弾が実施された．Tracing Intermediate Water Current

図 3　リポジトリコア再解析プログラム ReCoRD により高知コアセンター KCC でコアの再解析を行う研究パーティ．

Changes and Sea Ice Expansion in the Indian Ocean と題したプロジェクトで，日本（東京大学，高知大学，秋田大学，信州大学など），オーストリア，ドイツ，英国，米国，台湾の国際研究チームにより，前期中新世以降のグローバルな気候変動がインド洋の海洋循環とどのようにリンクしてきたかを研究することを目的としている（図 3）．

このようなコアの再解析は，急速に発展する分析技術により進化する新しい研究，たとえば古環境を知るための代替指標（プロキシ）開発などと非常に親和性がある．リポジトリコアはすでに年代層序が確立されたものが多いため，複数の海域をまたいだ同時間面の比較を行うことができる．つまり，広域的な環境の時間変化を追うことが可能である．これは一回の掘削航海ではできないことであり，リポジトリコアの強みだ．10 ～ 20 年前にはできなかった新しい分析が可能になったとき，その手法をリポジトリコアに応用することによって，新たな知見を生むような研究に，ReCoRD が活用されることを切に願っている．

—参考文献—

Kuroda, J. *et al.*（2007）*Earth Planet. Sci. Lett.*, **256**, 211-223.

Tejada, M.L.G. *et al.*（2009）*Geology*, **37**, 855-858.

Matsumoto, H. *et al.*（2022）*Nat. Commun.*, **13**, 239.

■一般向けの関連書籍
大河内直彦（2015）*地球の履歴書*，新潮選書．

著者紹介　黒田 潤一郎 *Junichiro Kuroda*
東京大学 大気海洋研究所 准教授
専門分野：古海洋学．海底堆積物の化学組成や同位体記録から中・新生代の気候変動や海洋環境の変動を復元し，そのメカニズムを理解する研究を行っている．
略　　歴：東京大学大学院理学系研究科地球惑星科学専攻博士課程修了，博士（理学）．国立研究開発法人海洋研究開発機構研究員，同主任研究員，英国国立サウサンプトン海洋学センター客員研究員等を経て現職．

TOPICS　データ駆動科学

データ科学の時代と地球惑星科学

国立研究開発法人海洋研究開発機構　桑谷 立

21 世紀はデータ科学の時代と呼ばれることがある．本稿ではその背景を述べるとともに，キーテクノロジーとなるベイズ推論，スパースモデリングおよび深層学習について，考え方の基礎と地球惑星科学を含む様々な分野への汎用性を解説する．データ科学では，異なる研究対象であっても数学的構造が似ていれば，ほぼ同じ解析手法が有効に使える場合がしばしば存在する．また，研究者の様々なニーズが解析手法の発展を促し，両者の共進化をもたらすことがある．データ科学の時代における地球惑星科学の発展には，より一層の学際的・異分野融合的共同研究が大きな役割を果たすものと考えられる．

第 4 のパラダイム：データ中心科学

マイクロソフト社の計算機科学者であった Jim Gray は，2000 年代に「第 4 のパラダイム」論，すなわち，これまでの人類の科学的発見のプロセスを 4 つの時代に分類することを提唱した（図 1 (a)）．一つ目は数千年前から続く，自然現象の記述に留まる経験科学の時代，二つ目は数百年前から続く，物理法則などを数理モデルで表現する理論科学の時代，三つ目は数十年前から続く，計算機を活用し複雑な現象を再現・予測する計算科学の時代，そして，現在を第 4 のパラダイムであるデータ中心科学の時代と位置付けた．データ中心科学では，大規模計測装置などによって得られる大量のデータが一元的に集約され，研究者はソフトウェアを用いたデータ解析によって知識発見と価値創造をするというアプローチが想定されている．

この提案は，ビッグデータ，機械学習，AI，IoT，DX などのキーワードで代表されるように，現在の産業界を含む研究開発全体の傾向をよく言い当てていると感じられる．実際に，高度な数理・情報科学的手法を様々な自然科学分野の対象に適用する大型プロジェクトが立ち上がっている．科研費新学術領域「スパースモデリングの深化と高次元データ駆動科学の創成」（2013 ～ 2017 年度）や科学技術振興機構 CREST/ さきがけ複合領域「計測技術と高度情報処理の融合によるインテリジェント計測・解析手法の開発と応用」（2016 年度～）が，その代表的な例である（図 1 (b)）．

このようなデータ科学の潮流は地球惑星

図 1　(a) 書籍 "The Fourth Paradigm" に収録されている Jim Gray 氏作成の図版（Hey *et al.*, 2009）．(b) 新学術領域「スパースモデリングの深化と高次元データ駆動科学の創成」の全体概念図．

科学分野においても同様であり，大量のデータの効率的処理やそこからの科学的知見の抽出を目的とする研究が，特に盛んに行われるようになってきた．地球惑星科学連合大会においても，機械学習や AI などの先進的なデータ科学的手法に関連する講演や企画セッションが珍しくなくなっている．日々革新され続ける AI 手法や加速度的に増加し続けるデータ量は，今後の本格的なデータ科学の時代の到来を予感させる．以下では，データ科学に重要な概念や手法について，地球惑星科学における意味を含めながら紹介していく．

ベイズ推論

データ科学の数理的基盤は，注目するデータの統計的性質を抽出し，問題解決や予測，意思決定を行う統計的推論である．その際に，ベイズ推論（図 2）が重要な役割を果たす．我々が観測するデータは，何らかの原因で引き起こされた現象（結果）を表すものである．「原因」から「結果」が生じるプロセスを因果律と呼ぶことにする．ベイズの定理は，因果律や現象の原因に関する先験的知識を確率として表現することで，因果律を遡る（逆問題を解く）ことを可能にする．ベイズ推論は，ベイズの定理を用いて，「結果」である観測データから「原因」を表すパラメータ（物理量）を逆に推定するものである．従来行われてきた誤差論や最小二乗法は，理論や数値計算によって因果律を順方向に辿ることで結果を予測し，実際に観測されたデータと比較するものであった．これに対して，ベイズ推論はデータを起点とし因果律を逆方向に辿ることからデータ中心・データ駆動を実現する枠組みといえる．ベイズ推論は，誤差の性質が理想的なガウス分布に従わない場合や，式よりも求めたいパラメータが多い場合においても系統的かつ柔軟に対応できる．さらに，ベイズ推論の枠組みによって，データのみから客観的に因果律を表すモデルを選択できるほか（Kuwatani *et al.*, 2022），逐次的なデータの追加入力にも柔軟に対応できる性質があり，データ科学の様々な解析手法の基盤概念として，広く利用されている．

ベイズ推論は，地球物理学分野でトモグラフィ解析やデータ同化手法を利用する研究者にとっては古くから常識的な考え方である．その一方で，地球物質を扱う地球化学や地質学に近い分野では，いまだに十分に浸透しているとはいえない．計測・観測技術そのものを含めて，あらゆる地球惑星科学の問題に逆問題性が内在されており，ベイズ推論の導入が極めて有効であることを強調したい．

スパースモデリング

スパースモデリングは，スパース（疎）性を活用するデータ解析手法の総称である．スパース性とは，知りたいパラメータのリストを作った時に，重要なパラメータは一部だけで，多くのパラメータはゼロに近いため無視できるという性質であり，自然界で成立する最も基礎的な先験的知識とも考えられる．スパースモデリングを用いると，ゼロに近い（つまり無視できる）パラメータを自動的かつ効率的に発見し，それらを除くことで重要なパラメータを抽出することができる．また，少ない観測データから知りたいパラメータを推定することも可能である．

図 2　データ科学の問題設定におけるベイズ推論の役割の概念図．データの生成プロセス，および，知りたい物理量に関する先験的知識を数理モデル化し，逆問題解析を行う．図中の $E(x)$ は，最適化すべき評価関数を示す．

L1 正則化（圧縮センシングや Lasso などとも呼ばれる）は，式の数が未知変数の数よりも少ない「通常は解けない連立方程式を解く」ための代表的なスパースモデリング手法である．ベイズ推論の枠組みにより，スパース性の先験的知識をラプラス分布の事前分布として導入することで，L1 ノルム正則化項を含む評価関数（図 3）が得られる．この評価関数を用いると，計算コストが低く最適化され，観測データを再現しつつ適度にスパースな解を得ることが可能である．L1 正則化は，医療用 MRI の高速撮影やブラックホールの直接撮像など，様々な分野で応用されている．

地球惑星科学分野において，L1 正則化は 1970 年代に地震波反射法で経験的に利用されるなど，地球物理学の一部の分野では古くから利用されてきた．最近，筆者らの研究グループは，空中磁気観測データの解析（Tada *et al.*, 2021）などを含めて様々な応用を進めている．

$$E(\boldsymbol{x}) = \underbrace{\|\boldsymbol{y} - \boldsymbol{A}\boldsymbol{x}\|^2}_{\text{データの再現性}} + \lambda\|\boldsymbol{L}\boldsymbol{x}\|^2 + \underbrace{\nu\|\boldsymbol{x}\|_1}_{\text{スパース性}}$$

図 3　スパースモデリングの代表的手法である L1 正則化の評価関数，および，スパースモデリングの応用例．同様の数学的構造を持つ異なる対象に対して普遍的に応用できる．Nakata, R. *et al.*（2016）*Earth Planets Space*, **68**, 20; Ueki, K. *et al.*（2018）*Geochem. Geophys. Geosyst.*, **19**, 1327-1347; Aonishi, T. *et al.*（2018）*J. Anal. At. Spectrom*, **33**, 2210-2218; Tada, N. *et al.*（2021）; Yutani, T. *et al.*（2022）*Sensors*, **22**, 3198 の図を改変．

深層学習

多層のニューラルネットワークで構成される深層学習は，その高い表現能力と学習能力を基に，画像認識，音声認識，自然言語処理などの様々な分野で驚異的な成果を挙げている．深層学習には，解釈性の低さ，膨大なデータセットを必要とすること，内挿はできるが外挿が難しいことなどの問題点があるが，日進月歩でこれらの弱点を解決する，もしくは補足する新たな方法が開発されつつある．今後，自然科学分野のデータ解析への応用が期待される革新的技術として，生成系 AI の能力を格段に上昇させた Transformer および Diffusion モデルや，学習データを介在せずに物理モデルを再現する PINNs（Physics-Informed Neural Networks），フォーワード解析と逆解析を同時に学習可能な INN（Inversible Neural Network）など，枚挙にいとまがない．地球惑星科学においては，大量のデータが利用可能な地震学や気象学を中心に深層学習が既に広く活用されている．今後，他の分野でも当たり前のものとして浸透していくほか，画像認識や工学的な側面を越えて，知識発見のツールとしても有効に活用されていくことが確実視される．

融合研究の重要性

これまでに説明してきた数理科学的な考え方および方法論は分野普遍であり，数学的構造を共有する様々な異分野の対象に広く適用可能である．自然科学における個別の問題解決の難しさは，問題に内在する逆問題の不定性に起因することが多い．このことは，データ科学的手法の共有による異分野の学融合研究・横断的研究が，問題解決に極めて有効であることを示している．

筆者らの研究グループでも，数理・情報科学分野の研究者と様々な分野の地球科学者とが協同する体制により，固体地球物質科学というこれまで高度な情報処理があまり行われてこなかった分野において，地球のコアから表層，ミクロからグローバルスケール，地球物理学・地球化学・地質学的アプローチを含む多様な対象に，データ科学的手法を応用して研究成果を挙げてきた．

最後に，これまで説明した数理・情報科学的手法自身の発展についても，学際的・学融合的研究が重要な役割を果たしていたことも強調しておきたい．例えば，スパースモデリングの理論的な進化および多様な自然科学分野での爆発的な応用のきっかけの一つは，数理科学者の David Donoho が，地震波反射法等のデータ解析で古くから経験的に利用されてきた L1 正則化に興味を持ち理論的な検証を進めたこと，また，同時に医療用 MRI への応用を行ったことである．このような数理科学的手法発展と対象横断型応用の相互作用が同時多発的なイノベーションを生む源泉となる．データ科学時代の地球惑星科学の発展の鍵は，分野内外との密接な異分野融合による柔軟な方法論と思考法の共有，および，それをきっかけにした発想の転換にあるものと考えられる．

—参考文献—

Hey, T. *et al.*（2009）The fourth paradigm: data-intensive scientific discovery, Microsoft Research.

Kuwatani, T. *et al.*（2022）*Inverse Problems*, **38**, 124004.

Tada, N. *et al.*（2021）*J. Volcanol. Geotherm. Res.*, **419**, 107349.

■一般向けの関連書籍
シャロン・B. マグレイン（2013）*異端の統計学*，ベイズ，草思社．

著者紹介　桑谷 立 *Tatsu Kuwatani*
国立研究開発法人海洋研究開発機構 海域地震火山部門・グループリーダー（主任研究員）
専門分野：数理地球科学，変成岩岩石学．数理・情報科学と地球科学をはじめ，自然科学の様々な分野の学融合によるデータ駆動科学の研究を実施．
略　歴：東京大学大学院理学系研究科博士課程修了，博士（理学）．東京大学新領域創成科学研究科特任研究員，東北大学環境科学研究科助教，科学技術振興機構さきがけ研究者等を経て，現職．

NEWS

第 16 回 国際地学オリンピック・オンライン大会を終えて

NPO 法人 地学オリンピック日本委員会 事務局長　澤口 隆（東洋大学）

第 16 回国際地学オリンピック（IESO）が 2023 年 8 月 20 日～ 26 日にオンラインで開催され，32 ヶ国・地域から 172 名の代表選手が参加をしました．日本チームは，代表生徒 4 名，メンター，オブザーバー，OB・OG らが茨城県つくば市のホテルに集まり，本大会に臨みました．

試験はインターネットを使い，ウェブ上の情報やアプリケーションを利用して自ら必要なデータを探し，それらを基に考察する，Data Mining Test（DMT）と呼ぶ形式で実施されました．ディープタイム・デジタルアース（DDE）と呼ばれるデータベースにアクセスし，掘削コア試料のデータを読み解きながら，ミランコビッチサイクルや過去の気候変動，とくに，暁新世 - 始新世温暖化極大事件（PETM）に関して考察する問題が出題されました．日本チームは，代表生徒 4 名全員が銀メダルを受賞するという優秀な成績を残すことができました．

また，各国ごとに事前に野外調査を行う National Team Field Investigation（NTFI）において，日本チームは，関東大地震から 100 年目の年として，「目で見る地震（Observing Earthquakes with Our Eyes）」というタイトルで，伊豆・小田原地域の活断層やプレート境界，地すべり地形などの研究発表を行い，銅メダルを受賞しました．

大会終了後の 9 月 15 日に文部科学省を表敬訪問しました．盛山正仁文部科学大臣に結果を報告し，4 名全員が文部科学大臣表彰を受けました．

来年の第 17 回国際地学オリンピック（IESO）は，8 月に中国・北京で開催される予定です．来年度に向けて，わが国の生徒が持っている優れた資質・能力を国際大会でいかんなく発揮できるよう，あらゆる面での皆様の一層のご協力をよろしくお願い申し上げます．

第 16 回国際地学オリンピック・オンライン大会に臨んだ代表生徒．

NEWS

第 19 回 国際地理オリンピック バンドン大会 報告

国際地理オリンピック日本委員会 実行委員　新井 教之（京都教育大学附属高等学校）
新 友一郎（兵庫県立加古川東高等学校）

第 19 回国際地理オリンピック（iGeo）は，2023 年 8 月 8 日～ 8 月 14 日にインドネシア・バンドンをホストシティとして開催されました．COVID-19 の影響でオンライン開催が 2 大会続きましたが，今大会は現地での対面開催となり，試験だけでなく様々なイベントを通じて国際交流の機会がありました．バンドン大会には 45 ヶ国・地域から 177 名の代表選手が参加しました．日本チームは，総受験生 1,031 名から一次～三次の国内予選を勝ち抜いた 4 名の代表生徒と，2 名のチームリーダーの計 6 名体制で臨みました．試験は記述式テスト（Written Response Test），フィールドワーク（Field Work Exercise），マルチメディアテスト（Multi Media Test）の 3 種類でした．

記述式テストは 6 つのテーマ（アラル海，海洋輸送，ブルキナファソの土地利用の変化，先進的かつ持続可能な都市，海岸線，スキー観光）からなり，自然地理，人文地理からバランスよく出題されました．海岸線の問題では，カリフォルニア州のビッグサー川を事例に海食柱の形成過程を図で説明する問題が出題されました．フィールドワークテストでは，バンドン郊外の地理的な特性や問題点を分析・解釈し，観光開発と自然環境保護というジレンマをどのように克服するかという問題が出題されました．

日本チームの成績は，1 名が銀メダル，2 名が銅メダルを獲得しました（参加者 177 名中，金 15 名，銀 31 名，銅 44 名）．国別順位は 45 ヶ国・地域中，22 位という結果でした．

8 月 15 日には，地理オリンピックに出場した日本代表選手 4 名は文部科学省を表敬訪問し，大会結果を報告するとともに永岡桂子文部科学大臣から文部科学大臣表彰を受けました．

最後に，国内予選から強化研修まで多くの方々にご指導，ご支援をいただきました．この場をお借りして，厚く御礼申し上げます．なお，来年の第 20 回国際地理オリンピックはアイルランド・ダブリンで開催が予定されています．

国際地理オリンピック日本代表選手．

NEWS

2023 年大会の巡検と今後の展望

JpGU 巡検 WG　成瀬 元（京都大学）

日本地球惑星科学連合（JpGU）は，国内外の研究者たちに地球科学と惑星科学の最先端の研究や知見を共有する場として，年次大会を開催しています．この年次大会の学術的な交流を促進し，さらに海外からの研究者にも日本の豊かな自然や多彩な文化への接触の機会を提供するため，2023 年大会から巡検ワーキンググループを発足して継続的に巡検および施設見学会を実施することとなりました．ここでは 2023 年大会で実施された 2 つの巡検の様子を紹介し，さらに今後の展望について述べます．

2023 年大会で実施した巡検

2023 年の大会では，二つの巡検が実施され，参加者からは非常に高い評価を受けました．一つは「都心の石材 watch !」で，東京駅周辺のデパート建造物で使われている石材などを見学し，それらの地質学的意義を『東京「街角」地質学』著者の西本先生（愛知大）に解説していただきました．もう一つは「房総勝浦海底地すべり巡検」で，山本由弦先生（神戸大）に千葉県勝浦市に分布する過去の大規模な海底地すべり岩体を解説していただきました．

都心の石材 watch!

大会期間中の 2023 年 5 月 22 日に巡検「都心の石材 watch !」が開催されました．この巡検は，都心のあちこちに散見される様々な石材を観察し，その背後に隠された地質学的意義を探るものでした．集合場所としては海浜幕張駅前および東京駅が選ばれ，参加者は総勢 25 名でした．案内者として西本昌司先生（愛知大）と小口千明先生（埼玉大）が，その知識と経験を活かして解説を行いました．さらに，外国人参加者のためには，東北大学の Diana Mindaleva 先生が英語での解説をサポートしてくれました．

巡検では日本銀行本店や日本橋高島屋などの歴史的な建物を訪れました．この巡検では，都心の風景とこれらの建物の景色を楽しむとともに，その石材，例えば美しい花崗岩や大理石，そしてアンモナイトや厚歯二枚貝を含む石灰岩などの観察を行いました．西本先生の解説により，参加者はこれらの石材がどのように形成され，そして都心の建物にどのように使用されているのかを学びました．この巡検は専門家だけでなく一般の方々にとっても大いに興味を引きつけられ，科学的好奇心を刺激する内容でした．巡検の締めくくりとして，希望者は隅田川クルーズを楽しみ，江戸城の石垣や水門などの構造を間近で見ることができました．この一日は参加者にとって非常に充実したものとなり，感想も大変好評でした．再度の開催を望む声が多数寄せられていたとのことです．「都心の石材 watch !」は，都市の中に隠された地質の魅力を再発見する特別な機会となりました．

房総勝浦海底地すべり巡検

2023 年 5 月 27 日，JpGU 大会終了後のポスト巡検として「房総勝浦海底地すべり巡検」が実施されました．この巡検は，房総半島の勝浦地域に分布する更新統上総層群の海底地すべりに関する堆積物を中心に，その形成と背後にある地質学的な意義を実地で観察し学ぶものでした．集合場所は海浜幕張ホテルオークラ前で，ここから参加者 27 名と案内者など 6 名がバスによって目的地へと向かいました．天候にも恵まれ，快晴のもとでの巡検は，参加者全員にとって非常に有意義なものとなりました．神戸大学の山本由弦先生が案内者として，その深い知識をもとに詳細な解説を行いました．特に，山本先生が英語と日本語の両方での解説を手掛けたことは，多様な背景を持つ参加者たちにとって非常に有益でした．

この巡検では，3 か所の大規模な露頭（幅数百メートル・高さ数十メートル以上）の見学を行いました．特に最後の露頭では，遠方からも見ることができる壮大な変形構造の光景が，参加者の目を引きつけました．この地域の深海底における堆積後の隆起や，海底地すべりのメカニズム，そしてそれに伴う環境変化など，様々な地質学的な観点からの議論が行われました．地層中にみられる堆積構造も美しく，マクロスケールの海底地すべりのプロセスが数 cm のミクロスケールの構造によく表れていたことが印象的でした．微視的な変形構造に対する構造地質学的な観点からの解説が行われ，その深い議論が巡検の醍醐味となりました．今回観察した地層はすべて 300 ～ 180 万年前に形成された黒滝不整合とよばれる上総層群基底の不整合の直上に分布しています．この黒滝不整合を形成する背後にあるフィリピン海

「都心の石材 watch !」の様子．

「房総勝浦海底地すべり巡検」の様子．

プレートの運動方向変化という地質学的な背景についても興味深い議論が行われました．結果として，「房総勝浦海底地すべり巡検」は，地質学の実地学習としてだけでなく，美しい海岸の風景と合わせて，参加者にとって非常に価値のある経験となりました．

今後の展望

JpGU の巡検企画ワーキンググループ（巡検 WG）は，研究者たちの学びと交流をさらに充実させるため，今後の大会を通じて多彩な巡検の企画を進めていきます．狙いとしては，JpGU 大会参加者に，学会会場の議論だけでない体験や学術交流の場を提供することを目指しています．特に，海外からの研究者にとっては，日本ならではの貴重な経験が得られることが巡検企画の大きな魅力になるのではないかと考えています．

具体的な企画内容については，大会の前後や期間中に実施される巡検を検討中です．JpGU の大会が幕張で開催されるといえども，巡検地については千葉県や首都近郊に限るつもりはありません．海外の研究者にとっては，日本の全体が JpGU 大会開催地の「近郊」です．将来的に，JpGU の巡検企画は北海道から沖縄まで日本全域の魅力的な地域をカバーする可能性があります．

また，過去の巡検は地質学に特化したものでしたが，JpGU のカバーする研究領域はそれだけに留まりません．大気・海洋・宇宙など，多岐にわたる分野の研究者が集うこの学会では，それぞれの専門分野に合わせた巡検の企画も考えられます．たとえば，最新の分析装置や観測施設の見学会などを含むプログラムも将来的には検討される予定です．さらに，地球惑星科学の一般普及を目指した企画や，海外の研究者やその同伴者に日本の文化や伝統に触れてもらうための観光地を含んだ巡検も，今後の課題として盛り込まれるでしょう．

総じて，JpGU の巡検 WG は，学術的な議論を深めるだけでなく，日本の多様な魅力を研究者たちと共有する新しい形の巡検を創出していく方針を固めています．日本地球惑星科学連合の巡検プログラムは，学術的な交流を超えて，研究者たちが日本の自然や文化を直接体験し，新しい視点や感受性を育む機会を提供します．今後も多くの研究者や一般の方々がこのプログラムを通じて，新たな発見や感動を得られることを期待しています．

教員免許状更新講習から教員研修講習へ

教育検討委員会教員研修担当グループ　市川 洋

教員免許状更新制

2007 年 6 月の改正教育職員免許法の成立により，2009 年 4 月 1 日から教員免許更新制が導入された．これにより，2009 年 4 月 1 日以降に初めて授与された免許状（新免許状）には 10 年間の有効期間が付され，有効期間を更新して免許状の有効性を維持するには，2 年間で 30 時間以上の免許状更新講習の受講・修了が必要となった．

教育問題検討委員会（当時）は，この改正教育職員免許法の成立に対応して，地球惑星科学の普及を推進する観点から 2008 年より免許状更新講習開設の検討を始めた．2016 年 12 月に開催された JpGU 理事会で，2016 年度に免許状更新講習開設者申請をおこない，2017 年度から 3 か年の間，免許状更新講習を試行することが承認された．2017 年度には，地学の教科指導にかかわる「選択領域」の 4 件の免許状更新講習を実施し，合計 31 名が受講した．2018 年度および 2019 年度は諸般の事情により規模を縮小して実施した．

2019 年 12 月に教育検討委員会 2020 年

AJE
Part of SPRINGER NATURE
Japan Geoscience Union
日本地球惑星科学連合
会員特典
Nature 関連誌のような、多くのトップジャーナルや学協会が推奨する AJE の英文校正サービスが、**20%割引**でご利用いただけます。英語ネイティブで、著者と同じ研究分野で米国の上級学位を有する専門のエディターによるトップクラスの論文校閲を、この機会にぜひご体験ください。
こちらの URL よりご利用ください
https://secure.aje.com/c/JpGU20
または JpGU ホームページ (https://www.jpgu.org) 下部のバナーから
AJE 高品質な英文校正 JpGU 会員 20% 割引

AJE の論文校閲サービスの特長
文法、言い回し、言葉遣い、句読点の使い方を修正
執筆者の意向、構造、ロジックを維持
文体や文章の流れを最適化
再校正の割引
上級学位を持つ英語のネイティブスピーカーで同じ研究分野での経験を持つ校正者が担当
論文に関するフォローアップ質問に回数制限なく対応
AJE 校正証明書を発行

お問い合わせ：AJE (American Journal Experts)
Email: jp_inquiry@researchsquare.com
URL: aje.com/jp

度予算要望書を作成する際に，免許状更新講習事業についての見直しをおこなった．その結果，それまでに実施した更新講習についての受講者の評価が高いこと，文部科学省から関係各機関へ免許状更新講習受講対象者の急増への対応として免許状更新講習開設増の要請があったことなどから，免許状更新講習事業を 2020 年度以降も継続して実施することになった．更新講習担当講師の募集の周知に努めた結果，2021 年度には 8 件の免許状更新講習を実施し，合計 55 名が受講するまでに規模が拡大した．表 1 に 2017 年度～ 2021 年度の免許状更新講習事業の実績を示す．

教員免許更新制の発展的解消

教員免許更新制を 2022 年 7 月 1 日付けで発展的に解消する法案の国会提出が 2 月 25 日に閣議決定された．これに対し，教育検討委員会は，これまでおこなってきた免許状更新講習が現場教員への地球惑星科学に関する最新の研究成果の紹介などを通して，地球惑星科学の普及に大きな役割を果たしてきたことに鑑み，2022 年 7 月 1 日以前に有効期限を迎える免許状を持つ教員向けに免許状更新講習を開設し，希望者には教員研修（研修修了証書発行）として開放することを決めた．

5 月には前年度と同じく 8 件の免許状更新講習（教員研修講習）の受講申込受付を開始した．教員免許更新制が発展的に解消した 7 月以降には，免許状更新講習の開設を取り消し，教員研修講習の受講申込受付のみを継続した．しかし，いずれの教員研修講習の受講申込者数も実施最低受講者数に達しなかったため，実施することはなかった．

教員研修講習

教育検討委員会では，2023 年度予算要望書を作成する中で，教員研修講習事業の継続について検討した．その結果，6 時間当たりの受講料をそれまでの 6,000 円から 2,000 円に減額し，それにともなう収入減を JpGU 予算で補填して，「小中高教員のための地球惑星科学教育研修」を実施することになった．6 月に担当講師の募集を開始し，7 月 11 日までに 5 件の教員研修講習の仮申込受付を開始した．これらの 5 件の教員研修講習については，仮申込受付者数が全て実施最低受講者数に達し，延べ 22 名が受講している．

今後，高校「地学基礎」担当教員の不足などの状況を踏まえ，日本学術会議の 2020 年 6 月 23 日付け提言「初等中等教育及び生涯教育における地球教育の重要性：変動する地球に生きるための素養として」のフォローアップとしての教員研修講習の拡大・充実の方策について，教育検討委員会で検討を進めたいと考えている．

最後に，今まで講習の講師や企画を担当された会員諸氏に御礼を申し上げます．

付記：本記事を作成するにあたり，畠山正恒 会員，根本泰雄 会員，JpGU 事務局から提供された情報を参考にした．ここに記して，謝意を表する．

図 1　2017 年度～ 2021 年度に実施した免許状更新講習の概要

実施年月日	講習の名称	講 師	開催地	受講者
2017/7/28	総合的防災教育	清水 他	大阪府	8
2017/8/6	学校区での自然災害とその対策を考える	臼田 他	茨城県	3
2017/8/22 ～ 23	石碑や海岸の地形，露頭から学ぶ，関東地方を襲った大地震とプレートテクトニクスおよび地磁気逆転の証拠	宍倉 他	千葉県	17
2017/8/29	数値シミュレーションで学ぶ津波の基礎	丹羽	東京都	3
2018/12/27	数値シミュレーションで学ぶ津波の基礎	丹羽	東京都	3
2019/8/15	海と私たちの生活	市川 他	東京都	10
2019/8/23	数値シミュレーションで学ぶ津波の基礎	丹羽	東京都	2
2020/8/10	海と私たちの生活	市川 他	Online	10
2020/8/11	海はめぐる－海洋科学の基礎と発展－	巻田 他	Online	8
2020/9/20	砂つぶから地球を読む－世界の砂から土地のなりたちと地殻の進化を学ぶ	萩谷	東京都	9
2020/12/25	数値シミュレーションで学ぶ津波の基礎	丹羽	Online	1
2021/8/8	ジオハザードと地形学	尾方	Online	4
2021/8/9	多摩川河床の化石からゾウのいた時代を探る	萩谷 他	東京都	7
2021/8/10	海と私たちの生活	市川 他	Online	4
2021/8/11	海はめぐる－海洋科学の基礎と発展－	巻田 他	Online	9
2021/8/29	等々力渓谷の地層と火山灰鉱物の観察から武蔵野台地の成り立ちを学ぶ	萩谷 他	東京都	16
2021/9/19	海岸の砂つぶから地球を読む－湘南の砂と世界の砂から地殻の進化を学ぶ	萩谷	東京都	8
2021/12/27	数値シミュレーションで学ぶ津波の基礎	丹羽	Online	3
2021/12/28	オンライン地図を用いて自然災害を読み解く	茅根 他	Online	4
合　計				129

今年度の寄附のお願い

日本地球惑星科学連合 財務委員会

今年度も JpGU への寄附をぜひご検討ください．財政基盤を強化し，会費や大会参加費の値上げを伴わずにサービスの向上を実現するため，JpGU は皆さまに寄附をお願いしております．寄附は会員でなくても構いません．寄附に際しては，大会保育室設置や学生旅費支援といった使途を指定することが可能です．常日頃より会員の皆さまからは会費および大会参加費という形で JpGU の活動をご支援いただいていますが，使途を指定した寄附金をいただければ，会員の皆さまの意図に沿った方向で JpGU の活動のさらなる活性化を見込むことができます．いずれかのサイエンスセクションの活動を支援する経費として寄附金の使途を指定していただくこともできます．もちろん，使途を指定しない一般寄附金も歓迎いたします．一般寄附金は JpGU の活動全般を支えるための基盤となっており，全額が日本地球惑星科学連合の公益事業に使われます．

なお，寄附金の使途を指定する場合は，会員ページから寄附を行った後に事務局まで所定のフォームにて使途をお知らせください．寄附の方法の詳細および使途指定のためのフォームにつきましては，下記の Web ページに記されています．

http://www.jpgu.org/donation/

JpGU は公益社団法人であるため，寄附された金額は寄附金控除として所得金額から差し引かれます．寄附をされた方には遅滞なく礼状，受領書及び募金目論見書を送付いたします．さらに寄附金の詳細について参照されたい方は，寄附金に関する取り扱いに関する規則（http://www.jpgu.org/wp-content/uploads/2019/08/kihukisoku.pdf）をご覧ください．

皆様にお願いする寄付金は大切に使わせていただいており，その取り扱いについても細心の注意を払っております．会費や大会参加費のこれ以上の値上げを避けるためにも，皆様の今一度のご協力を財務委員一同お願いするものであります．

とめ 株式会社とめ研究所

私たちが目指す社会

私たちが目指す社会、それは機械をより賢くし、"人と機械が共生する社会"をつくり、"生活が楽しくなる"こと。この思いに基づき、経営ビジョンを**「人と機械の共生でもっと生活を楽しく」**にしています。

当社のエンジニアは皆、経営ビジョンに繋がる面白い技術的課題に向き合い、思う存分能力を発揮しています。そのような会社であり続けたい思いから、経営理念を**「面白い事をやって社会や生活を変える」**にしています。

経営ビジョンの実現には幅広い分野での貢献が必要です。事業ミッション**「お客様の研究開発へ貢献する“ソフトウェア研究開発受託会社”」**のもと、日本全国の多くのお客様に貢献しています。

- 得意分野は最先端ソフトウェアの研究開発。人工知能、データサイエンス等。
- 高度な技術集団。エンジニアは５割が博士号取得者、８割が博士課程出身。
- 日本全国の研究開発を受託。大手企業研究所等のパートナーとして実績多数。
- 博士課程新卒、既卒者積極採用中。選考では研究で培った能力を重視。

人と機械の共生でもっと生活を楽しく

とめ 株式会社とめ研究所

URL：https://www.tome.jp

BOOK REVIEW

コーウェン　地球生命史　第 6 版

マイケル・ベントン編
ロバート・ジェンキンズ，久保 泰監訳
鶴田暁子訳
東京化学同人
2023 年 7 月，304p.
価格 4,900 円（本体価格）
ISBN　978-4-8079-2048-8

京都大学 大学院理学研究科　生形 貴男

近年出版された古生物学の教科書には，分類群毎の各論を集めた叢書か，体系・理論・手法を通論したものが多い．一方，古生物学を志す学生の手引きとして，全球規模での生物の歴史（地球生命史）を通覧した書籍が重要な役割を果たしてきた．地球生命史の描像は新たな研究成果によりアップデートし続けるので，最新の知見に基づく本格的な教科書が望まれてきたが，少なくとも日本語のものに限れば，そのニッチは長らく普及書の占めるところであった．本書は，カジュアルな装丁とは裏腹に，大学の専門課程の授業でも使える地球生命史の教科書の訳本である．一般向けの普及書とテーマ別の専門書のギャップを埋めるもので，大学で教鞭をとる古生物学者にとって待望の書といえよう．

本書の原著は，Richard Cowen による History of Life 第 5 版の後継書で，Michael Benton を中心に，ブリストル大学古生物学グループのメンバーである John Cunningham, Tom Davies, Philip Donoghue, Andy Fraass, Christine Janis, Davide Pisani, Emily Rayfield, Daniela Schmidt, Jakob Vinther, Tom Williams らが改訂・分担執筆した．脊椎動物関連に多くのページが割かれてはいるものの，生命の起源から，初期生命，真核生物や多細胞動物の出現，カンブリア爆発，大量絶滅，植物の進化，脊椎動物の進化，古気候の変動，生物地理区の成立，霊長類と人類の進化，更新世の絶滅まで，地球生命史の主要な出来事が一通り網羅されている．原著は 2020 年刊行だが，その時点での最新の知見が取り込まれ，合意に至っていない新学説も紹介されている．単なる歴史の羅列にとどまらず，生命とその進化の仕組みや，研究手法とその原理，科学的思考法などに関する解説が適宜挿入されている．そのため，理解するのに基本的な生物学の知識を要する個所も少なくないが，直接見えない過去を詳らかにする科学のプロセスを伝えようと腐心する著者らの意欲には共感を覚える．また，時折挿入される訳者らによる注釈は，読者の学習を助ける上で効果的である．

古生物学者にとって待望の書と上述したが，このような教科書を作り上げるのは容易なことではあるまい．単著ないしは若干名による共著では，カバーできる範囲の広さと内容の深さが限られる．初期生命，分子進化，発生，比較解剖，生態，バイオメカニクス，タフォノミー，古気候など多彩な分野の専門家集団の結集なくして，これほど網羅的で重厚な教科書を世に送り出すことはできなかっただろう．多数の著者による分担執筆にしては統一性があり，各章がシームレスに繋がっている．これは，編者のリーダーシップのみならず，同じ大学に所属する科学者の緊密な連携の賜物だろう．多彩な古生物学者を擁するブリストル大学のチームに History of Life の改訂を委ねた Richard Cowen の慧眼がなければ，本書が上梓されることはなかった．

前世紀末以降に古生物学に導入された先端技術によって，長年蓄積されてきた化石標本と化石記録に生命（いのち）が吹き込まれつつある．本書は，そうした現代古生物学の立場から，歴史ある地球生命史研究の成果を再構成したものである．監訳者らはまえがきに「いま，古生物学はおもしろい」と記しているが，これは本書に出会って現代古生物学の面白さを再認識した彼らの心の呟きだろう．これからこの分野を本格的に学ぼうとする初学者はもとより，専門分化した学問領域の先端に身を置く研究者にも，知的刺激を与えてくれる一冊である．

INFORMATION

貴社の新製品・最新情報を JGL に掲載しませんか？

JGL では，地球惑星科学コミュニティへ新製品や最新情報等をアピールしたいとお考えの広告主様を広く募集しております．本誌の読者層は，地球惑星科学に関連した大学や研究機関の研究者・教育者・学生等ですので，そうした読者を対象とした PR に最適です．発行は年 4 回，学会 web で PDF 公開し一般の方にもご覧いただけます．広告料は格安で，広告原稿の作成も編集部でご相談にのります．どうぞお気軽にお問い合わせ下さい．詳細は，以下の URL をご参照下さい．
https://www.jpgu.org/jgl-advertise/

【お問い合わせ】
JGL 広告担当　宮本英昭
（東京大学 大学院工学系研究科）
Tel 03-5841-7027
hm@sys.t.u-tokyo.ac.jp

【お申し込み】
公益社団法人日本地球惑星科学連合 事務局
〒 113-0032　東京都文京区弥生 2-4-16
学会センタービル 4 階
Tel 03-6914-2080
Fax 03-6914-2088
office@jpgu.org

個人会員登録のお願い

このニュースレターは，個人会員登録された方に送付します※．登録されていない方は，https://www.jpgu.org/ にてぜひ個人会員登録をお願いします．どなたでも登録できます．すでに登録されている方も，連絡先住所等の確認をお願いします．

（※）現在一時的に送付停止中です．PDF でご覧ください．https://www.jpgu.org/publications/jgl/

2024年1月11日
投稿受付開始

2月15日 17:00
投稿締切
（早期締切 2 月 1 日 23:59）

開催セッションリスト公開
2023 年 12 月 8 日予定

https://www.jpgu.org/meeting_j2024

JpGU 2024 - Hybrid Meeting -

会期：2024 年 5 月 26 日 (日) ～ 31 日 (金)
会場：千葉県幕張メッセ＆オンライン

口頭発表　現地またはオンラインにて発表

ポスター発表　全ポスターのオンライン掲示とフラッシュトーク
現地掲示またはオンラインコメント交換によるディスカッション

JGL Japan Geoscience Letters　日本地球惑星科学連合ニュースレター

日本地球惑星科学連合ニュースレター　Vol.19, No.4

発行日：2023 年 11 月 1 日
発行所：公益社団法人日本地球惑星科学連合
〒 113-0032 東京都文京区弥生 2-4-16
学会センタービル 4 階
Tel 03-6914-2080　Fax 03-6914-2088
Email　office@jpgu.org
URL　https://www.jpgu.org/

編 集 者：広報普及委員会
編集責任　東宮 昭彦
編集幹事　橘 省吾
デザイン：(株)スタジオエル
https://www.studio-net.co.jp/
印 刷 所：秋田活版印刷株式会社

Japan Geoscience Union
Earth, Planetary, and Space Sciences

表紙画像：ひまわり 9 号が撮影した地球．© 気象庁