

令和 3 年 5 月 28 日現在

機関番号：10101

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2018～2020

課題番号：18H01322

研究課題名(和文)有機分子古植生解析法の高精度化と北日本における過去500万年間の古植生変動の復元

研究課題名(英文)Refinement of biomarker-based paleovegetation analysis, and its application to reconstruction of the paleovegetational variation in the northern Japan over the past 5 million years

研究代表者

沢田 健 (Sawada, Ken)

北海道大学・理学研究院・教授

研究者番号：20333594

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 11,400,000円

研究成果の概要(和文)：国際深海掘削計画(IODP)で日本海北海道沖から掘削された海底堆積物コア(U1422およびU1423コア)において、陸上植物テルペノイドなどの植物バイオマーカーと花粉の分析を行った。その結果、U1423において過去約430万年間の長期の古植生変動を、U1422では過去約70万年間の数百年スケールの短周期の古植生変動を復元した。針葉樹由来ジテルペノイドや広葉樹由来トリテルペノイドによる古植生変動が、氷期/間氷期スケールやさらに数百年スケールの寒暖の気候変動とよく同調することがわかり、これら有機分子と花粉による古植生解析から多角的に日本海北部におけるモンスーンに関連した気候システム変動を解明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では植物テルペノイドと花粉を用いて過去数10万～数100万年オーダーの連続した海底堆積コアから古植生・古環境・古気候変動を復元した。本研究で復元した過去約450万年という期間は、人類史や全球的な温暖期から第四紀の寒冷期に移り行く寒冷化の気候環境変動史を俯瞰できる年代範囲である。その時間スケールの古植生・陸域古環境の年代変動を体系的に復元した研究例は世界的に見てもかなり少ない。また、北日本の植生帯は多様であり気候変動に敏感に反応するので、北太平洋(極東アジア)北部の過去約450万年間の古植生・陸域古環境データがはじめて提示できたことは有意義でインパクトの高い研究であると考えられる。

研究成果の概要(英文)：The objective of this study is to reconstruct variations in paleovegetation and terrestrial paleoenvironment by analyses of terrestrial plant-derived biomarkers and pollen/spore in sediment cores from Japan Sea off Hokkaido (U1422 and U1423 cores) collected by the International Ocean Drilling Program (IODP). We reconstructed the paleovegetation variations during ca. 4.3 million years and centennial-scale variations during ca. 700 kiloyears in U1423 and U1422 sites, respectively. The paleovegetation variations reconstructed by the coniferous diterpenoids and the triterpenoids derived by broad-leaved tree are synchronous to the global climatic variations such as warm/cool conditions with glacial/interglacial or centennial scales, elucidating paleoclimatic system variations related to monsoonal system in the northern Japan Sea by combined analyses of organic molecules and pollens.

研究分野：有機地球化学，古環境学

キーワード：古植生解析 植物テルペノイド バイオマーカー 日本海北海道沖 東アジアモンスーン 陸源物質輸送 長鎖アルキルジオール 分子内同位体分析

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。

## 様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

近年、深海掘削が充実し高回収で連続的な海底堆積物コア試料が多数得られること、同位体などの高精度プロキシーが開発・実用化されたことなどから体系的な調査が進み、長時間スケールの海洋気候・環境システムの解明に向けた研究がなされている。一方、陸域の気候・環境変動に関する研究は少ない。それは陸域において数万年以上の時間スケールで連続的に記録を残す媒体が乏しく、かつ環境・気候変動の指標となる化石や化学物質が少ないことが大きな要因である。しかし、近年、連続的に堆積した海底堆積物コアを用いて、その中に含まれる花粉の分析から陸域の気候・環境変動を復元する研究が行われている。例えば北東大西洋 (Sanchez Goñi et al., 2008, *Quat.Sci.Rev.*, 27, 1136 など) や北西太平洋中部日本沖 (Igarashi & Oba, 2006, *Quat.Sci.Rev.*, 25, 1447) で採取された第四紀の堆積物コアで行われた研究がある。これらの研究において、花粉情報から得られた周辺の植生が、数万～数百年スケールで変動し、グローバルな気候システムに影響を受けていることが明らかになってきた。しかし、海底堆積物を用いた場合、そこに含まれる花粉化石はあくまで異地性のものであり、それらが運搬/堆積する際に元の植生情報に偏りが生じることが指摘されている。そして、これまで海底堆積物において花粉分析以外の陸域環境復元の研究は行われていない。一方、この約 10 年間、陸上植物に由来する有機分子バイオマーカーであるテルペノイド (図 1) などを使った指標から陸上植生を復元する研究が報告されるようになった (Hauteville et al., 2006, *Org.Geochem.* 37, 610 など)。このような植物由来テルペノイドはおもに中生代の地層など熟成の進んだ地質学試料において応用されているが、未熟成の比較的若い年代の試料の研究例はほとんどない。それは官能基を失うなど構造が単純化した続成化合物の同定は進んでいるが、生体成分や堆積後の初期続成作用の途中の分子 (中間体) などは構造が複雑で分析が難しいからである (図 1)。しかし、近年、第四紀堆積物 (泥炭など) を対象とした古植生解析の研究例も報告され (Bugle & Zech, 2015, *Quat. Int.*, 372, 180 など)、研究代表者も第四紀海底堆積物の植物テルペノイドによる古植生復元を試みてきた。それらの研究では、多様な被子・裸子植物テルペノイドを検出し、特にスギ科に由来するテルペノイドとその花粉のデータを同一堆積物で比較して古植生記録を検討したが、標準試料が得られる生体成分に限った分析だけで、網羅的にスギ科テルペノイドを同定・定量できていないことが推測される。特に複雑な構造をもつ続成テルペノイドの分析法の開発が必要である。また、花粉分析も含めて陸上植物組成の情報が、もとの植生記録に基づくものなのか、または輸送形態・経路に影響されているのかは重要な問題となっている。これを明らかにするには有機分子の化学情報は有効であると期待できる。一方、これまで植物バイオマーカーは植物ワックスに由来する長鎖アルカン・脂肪酸がおもに使われてきたが、これら分子は与えられる植物分類情報が乏しく、古植生解析への応用には適していない。しかし、植物テルペノイドはその分子構造が多様で植物分類指標、つまり植生指標に有用なバイオマーカーであると考えられる。また、植物テルペノイドデータを従来使われる花粉に基づく古植生データを直接比較し、その対応関係を作成することも重要である。

過去数十～数百万年という期間は、人類史や全球的な温暖期から第四紀の寒冷期に移り行く寒冷化の気候環境変動史を俯瞰できる年代範囲である。その時間スケールの古植生・陸域古環境の年代変動を体系的に復元した研究例は世界的に見てもかなり少ない。それを成し得る可能性の高い理由は、花粉だけでなく堆積物に含まれる植物テルペノイドを用いるからであり、花粉を含めて分類同定し得る植物遺骸/化石が産出しない層準においても、極微量のバイオマーカー分子からの古植生データを得ることができる。これが完成すれば、海底堆積物から陸域情報を取り出す方法の適用性・信頼性が増し、古気候学・地球環境変動史・古生物学において新しい局面に発展させる、独創性の高い研究になると考える。また、北日本の植生帯は多様であり (図 2)、氷期-間氷期変動において植生帯の境界が南北方向にシフトすることが知られているので、特に北海道沖の堆積物には気候変動に敏感な記録が残されている。これらの試料から北太平洋 (極東アジア) 北部の過去約 500 万年間の古植生・陸域古環境データがはじめて提示できると期待される。

### 2. 研究の目的

本研究では、新第三紀～第四紀の海底堆積物中に見られるバイオマーカー、特に植物由来テルペノイドに着目し、それを用いた有機分子古植生指標を開発し検討する。その方法を国際深海掘削計画 (IODP) アジアモンスーン航海 (346 次航海) において日本海で掘削された堆積物コアに応用し、過去約 500 万年間の長時間スケールの古植生・陸域古環境変動を復元する。また、植

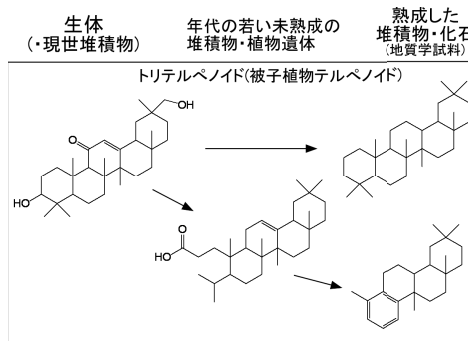


図 1 陸上植物に由来するテルペノイドの例。生体、年代の比較的若い未熟成の試料、熟成した地質学的試料でのテルペノイドの続成変化の例を示す。堆積後の初期続成過程で様々な分解途中の分子 (中間体) を生じ、それが年代の若い未熟成堆積物に含まれると考えられる。

物テルペノイドと花粉の分析を同一試料で行い、それらの結果を直接比較して、花粉-テルペノイド植生解析データの対応関係モデルを体系的に構築する。さらに、植物生体試料や表層堆積物試料を用いて、植物バイオマーカー分析法の高精度化のための検討を行う。最終的には、海底堆積物からの実用レベルの植物バイオマーカー古植生解析法の確立、鮮新世～現在の古植生・古環境復元データから北西太平洋（日本海）・極東アジアの北部における長期の陸域気候・環境システムを解明する。

### 3. 研究の方法

(1)調査試料:IODP アジアモンスーン航海(346 次航海)において日本海北海道留萌沖(サイト U1422)および北海道奥尻島沖(サイト U1423)から採取された堆積物コアを用いた(図 2)。それぞれのコアの最下部の年代は、留萌沖 U1422 は約 50 万年前、奥尻島沖 U1423 コアは約 450 万年前、U1425 は約 1200 万年前である。U1422, U1423 はそれぞれ約 5000 年、約 5 万年間隔で採取している。U1425 については、約 500 万年前以降に絞り、約 1~5 万年間隔でデータを得る。

(2)植物テルペノイド分析による古植生復元・陸源有機物輸送の解明: バイオマーカー分析方法: 粉碎試料を有機溶媒で抽出し、分離・精製した画分を、当研究室のガスクロマトグラフ質量分析計 (GC-MS) を使って、基本的に Sawada et al.(2013, *Int. J. Coal Geol.*, 107, 78)の方法にしたがって、化合物の同定、定量を行った。本研究では、通常の GC/MS 測定では検出限界以下の微量成分を選択イオンモニタリング (SIM) 測定によって検出する測定法で、1 試料に対して複数回の測定を繰り返す。この方法により超微量分析が可能になる。植物テルペノイド解析方法: 日本海北海道沖コア試料を対象に、堆積物から抽出される極性成分の分析を行う。堆積物中の複雑な構造の続成テルペノイドの同定のために、既知標準化合物などを入手して同定・構造解析を行う。GC-MS を使ってバイオマーカー分析を行い、テルペノイドを用いた被子/裸子植物比指標 (AGI) を改良した指標を用いて解析する。テルペン炭化水素解析: 海底堆積物中に多様に見出される高熟成化合物であるテルペノイド炭化水素も分析する。初期続成タイプと高熟成タイプのテルペノイドは後背地や運搬過程が異なる可能性が高く、古植生や海洋への陸源物質輸送の変動の復元のために両タイプのテルペノイドの堆積量を見積もる。

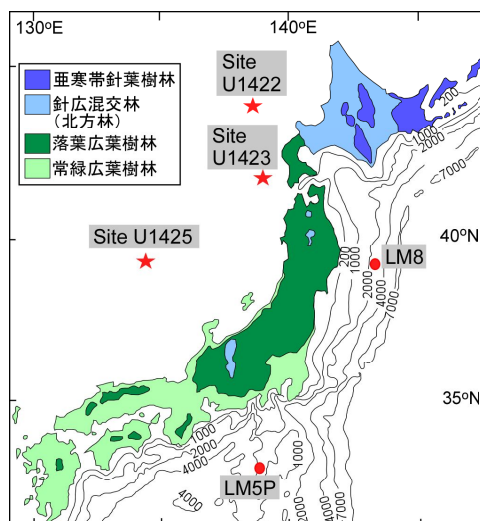


図 2 日本海北海道沖(U1422, U1423)、大和海盆(U1425)での掘削コアおよび表層堆積物(LM-5P, LM-8)の採取サイト。現在の日本列島の植生分布も示す(吉川, 1973)。

(3)花粉分析による古植生復元: 花粉分析は研究協力者である北方圏古環境研究室の五十嵐八枝子主幹によって行われた。花粉胞子の群集組成および堆積物 1g あたりの総量(数)を解析した。前処理・解析方法は Igarashi & Oba (2006, *Quat. Sci. Rev.*, 25, 1447)のとおりである。上記の植物バイオマーカー分析を行った試料と同一試料から花粉データを得て、植物バイオマーカー-花粉古植生データ関係モデルを作成する。

(4)堆積学調査からの陸源物質輸送の復元: おもに研究分担者の北海道大学・地球環境科学研究所の入野智久助教が、陸源物質の運搬・堆積の基礎データを得るために、粒度分析などの堆積学的分析や大気経由輸送のダスト分析を行う。日本海 U1423 試料において約 5000 年の解像度のブラックカーボンなどの分析を行い、ダスト運搬・堆積量の変動を復元する。

(5)植物生体試料を用いたテルペノイド指標および植物高分子分析法の開発・検討: 脂質分析: 被子・裸子植物およびシダやコケ、地衣類の植物生体試料を用いて、新規の植物テルペノイドの同定や植物種のさらに細かい分類群レベルの応用を目指した開発・検討を行った。生体試料の脂質バイオマーカー成分の解析方法は Sawada & Shiraiwa(2004, *Phytochem.*, 65, 1299)にしたがった。スギオールやトタロールなど既知標準試料を購入して GC-MS 分析を行い、より正確な同定・定量分析を行った。熱分解分析: リグニンなどの植物高分子を用いた古植生解析のために熱分解分析方法の開発を行った。当研究室のキュリーポイント熱分解 GC-MS を用いた測定を行った。さらに、本課題の科研費で設計・設置した測定機に直接つながないオフライン熱分解装置の開発・検討をした。

(6)表層堆積物・海洋懸濁粒子試料を用いたテルペノイド指標の開発・検討

表層堆積物: 数箇所から採取された表層堆積物試料を用いて現世のアナログを得る。北西太平洋三陸沖 LM-8, 静岡沖 LM-5P で得られたマルチプルコア試料を用いる。海洋懸濁粒子: 2019 年 9 月の若鷹丸航海(WK1909)において、勝沖にて海岸に沿って河口に近いサイトから離れたサイトにかけて採水した海水中の懸濁粒子試料を分析した。採水した海水を GF/F で濾過し、懸

濁粒子を回収した。懸濁粒子試料の分析方法は Sawada et al.(1998, *Mar. Chem.*, 59, 219)にしたがった。

(7)植物テルペノイドの炭素・水素同位体分析：堆積物および植物生体試料の植物テルペノイド分析の炭素・水素同位体比分析について、研究分担者の北海道大学・低温科学研究所の力石嘉人教授が行う。特に続成テルペノイドの分子内同位体分析を開発し、その多様性を明らかにすることを目的とした。

#### 4. 研究成果

(1)日本海北海道沖掘削コア (U1423・U1422) における花粉および植物テルペノイドバイオマーカーの年代変動：U1423 コアのバイオマーカー、花粉分析は初年度に完遂し、過去 430 万年間の大まかな年代変動の傾向を早い段階でおさえることができた。花粉データにおいて 430 万～250 万年前にスギ科(Taxodiaceae)の花粉の割合が低いレベルであったが、250 万年前からそれが増加し、さらに、スギ科花粉の割合は海洋酸素同位体ステージ(Marine Isotope Stage; MIS)の温暖期に顕著な上昇ピークを示すことがわかった。植物テルペノイドデータにおいて、約 270 万年前からスギオールなどジテルペノイドが増加し、ヒノキ・スギ科の植生が発達したことが推察される。これらの結果は第四紀に入ってから極東アジア域におけるモンスーン気候の発達を示す気候シグナルであると考えられる。その後、第四紀に入り、約 130 万年前から被子植物テルペノイドであるトリテルペノイドが増加し、花粉データからも推定されるような広葉樹林の発達が示唆される。ただし、ジテルペノイドも約 70 万年前などの年代に著しく増加するピークが見られ、北海道・日本列島において針広混交林が分布していたと考えられる。これらの変化は極東アジア域におけるモンスーン気候の発達とよく同調するといえる。

U1422 コアのバイオマーカー、花粉分析も科研費交付期間中にほぼ完遂し、過去 70 万年間の高分解能の植生変動および陸源物質輸送変動を復元し、同試料の花粉組成データと比較することができた。図 3 に U1422 における被子・裸子植物テルペノイドの濃度およびスギ科花粉の割合、植物ワックスアルカン指標 (C31/C29 比) の年代変動を示す。

U1422 コアからは、U1423 コアで検出されたスギオールなどのヒノキ・スギ科起源ジテルペノイドがほとんど検出されなかった。一方でスギ科花粉は層準によってはかなり主要な花粉として見出されることがわかった。この食い違いについて、テルペノイドはおもに葉の成分を反映し、葉は花粉とは海洋への運搬・堆積過程が異なることに起因していると推量しているが、検討の必要がある。

図 3 のとおり、スギ花粉の割合と針葉樹由来ジテルペノイド濃度、さらに被子植物由来トリテルペノイド濃度の増大スパイクはほぼ同調することがわかった。特に針葉樹、広葉樹といった樹木由来テルペノイドとの同調が見られる。一方、ジテルペノイド比のみにスパイクが見られる時期もある。スギ天然林の分布は青森以南の日本海側に偏っていることが知られるので、U1422 コアで見られる花粉は、対馬海流によって北海道沖に運搬された可能性が高い。植物テルペノイド濃度は基本的に間氷期に増大し、特に MIS9、11 に顕著な増大スパイクが見られる。このことから、間氷期の温暖湿潤条件下で森林が拡大していたことが示唆される。一方、スギ科花粉は MIS15 に顕著な増大スパイクがあり、MIS11 は特に増加する傾向は示されず、テルペノイドに基づく古植生と異なる結果を示した。この違いは、対馬海流の運搬系や陸域からの河川運搬、さらには夏季モンスーンの気候シグナルの現れ方・記録のされ方の違いを反映していると推察している。一方、より生体成分に近い極性テルペノイドとは別に、続成・熟成作用を受けた無極性テルペノイド(テルペノイド炭化水素)の分析も行った。U1422 コアにおいて無極性テルペノイドである芳香族テルペノイドが特徴的に多種かつ多量に見出されることがわかった。これらから大気経由の陸源有機物の輸送系の変動も復元した。

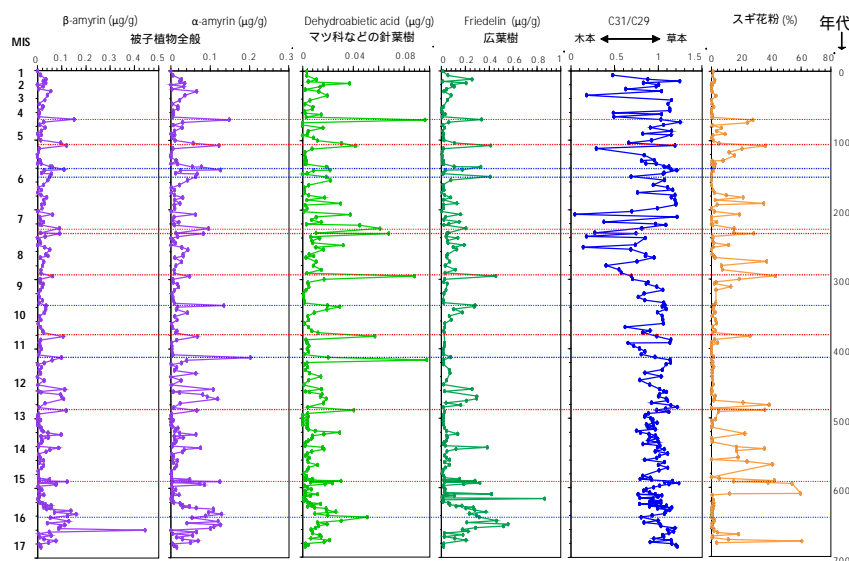


図3 日本海北海道沖(U1422)における過去 70 万年間の被子・裸子植物テルペノイドの濃度およびスギ科花粉の割合の変動。植物ワックスアルカン (C31/C29 比) 変動も示す。MIS (海洋酸素同位体ステージ) の奇数番号は間氷期、偶数は氷期に対応する。

(2)バイオマーカー古水温変動および長鎖ジオールによる陸水流出指標の検討：U1423、U1422 コ

ア的全層準からの長鎖アルケノンおよび長鎖アルキルジオール古水温指標の分析を行い、日本海北部のそれぞれ過去430万年間の大まかな変動および過去約70万年間の高時間分解能の古水温変動を復元した。その結果、2種類の古水温計で復元された表層水温は基本的には氷期・間氷期変動にしたがって変動しており、日本海においてジオール古水温計が適用可能であることを示した。また、氷期/間氷期変動の他に、融氷期における急激な環境変化パルスを見出した。河川水など陸水の海洋への流出を示す指標であるC32 ジオール比が、氷期から間氷期に移行する融氷期において顕著な増大スパイクが見られることがわかった。これは日本海北部における融氷水流出パルスを示していると推察した。

(3)植物高分子の熱分解分析法の開発：

植物高分子を用いた古植生解析のために熱分解分析方法の開発を行った。本課題の科研費で測定機に直接つながらないオフライン熱分解装置 (Sample-mobile pyrolyzer と命名) を設置し、比較的少量の試料を用いた熱分解分析によって堆積物中の難分解性有機物中に結合している植物テルペノイドを検出・同定する分析方法を検討した。日本海掘削コア試料から効率的に多数の試料を分析する方法 (ルーチン化など) を確立し、難分解性有機物に結合している植物テルペノイドのデータから陸域から海洋への輸送・堆積過程の情報を得て、植生情報と堆積情報を体系的に識別して古環境変動を復元することを試行した。

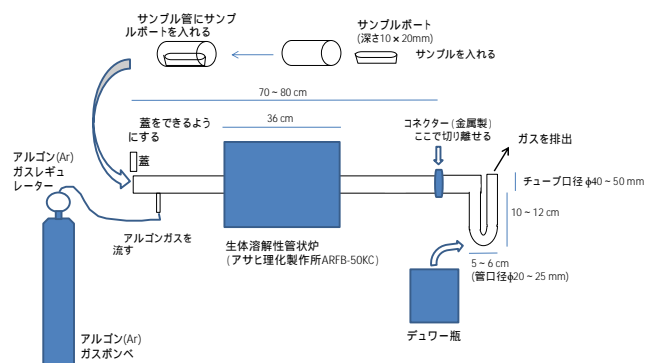


図4 Sample-mobile pyrolyzer の概略図. 熱分解に使用した試料を容易に回収できることが利点である.

(4)植物生体試料による新規バイオマーカーの探索：被子・裸子植物だけでなくシダやコケ、地衣類のようなパイオニア植物のバイオマーカーにも着目し、それらの生体試料を用いて、新規の植物テルペノイドおよび他の合成系の脂質バイオマーカーの探索を行った。特に地衣類の炭化水素を同定し、そのバイオマーカーとしての適用性を検討した。これにより、高等植物だけでなくパイオニア植物の植生を復元できる可能性があるが、検討段階である。

(5)十勝沖の海洋懸濁粒子試料の分析：十勝沖で採取した海洋懸濁粒子の試料からは、長鎖アルキルジオールをはじめ複数の藻類バイオマーカーを検出した。ジオール濃度は表層0-20m水深で高く、河口付近はC32 1, 15-diolの割合が高くなることが示された。また、水温換算式に当てはめ実測水温と比較したところ、特に表層0-20mで正確に復元し、河川水の影響を受ける海域では実際より低い値を算出する結果になった。このことから、ジオールは日本近海でも水温復元指標および河川流入指標として有用であること、ただし反映するのは0-20mの水温で、河川水の影響下では実際より低い水温を算出することが示された。海洋懸濁粒子試料の植物由来テルペノイドの分析は検討中である。

(6)植物テルペノイドの炭素同位体比分析：植物テルペノイドの炭素同位体比分析、特に分子内同位体分析のために、針葉樹が合成するジテルペノイド酸であるアビエタン酸の標準試料を用いて分析方法を検討した。アビエタン酸のカルボキシル基と三環性骨格の部分を分けて、それぞれの同位体比を測定することを試行した。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計19件（うち査読付論文 18件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 4件）

1. 著者名 Ikeda Masashi A., Nakamura Hideto, Sawada Ken	4. 巻 -
2. 論文標題 Long-chain alkenes and alkadienes of eight lichen species collected in Japan	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Phytochemistry	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) 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 -
1. 著者名 Furota Satoshi, Sawada Ken, Kawakami Gentaro	4. 巻 233
2. 論文標題 Depositional processes of plant fragment-concentrated sandstones in turbiditic sequences recorded by plant biomarkers (Miocene Kawabata Formation, Japan)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 International Journal of Coal Geology	6. 最初と最後の頁 103643
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.coal.2020.103643	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 Sawada Ken, Ono Makiko, Nakamura Hideto, Tareq Shafi Mohammad	4. 巻 550
2. 論文標題 Reconstruction of Holocene Optimum paleoclimatic variations using long-chain n-alkanes and alkenones in sediments from Dabusu Lake, northeastern China	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Quaternary International	6. 最初と最後の頁 27-38
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.quaint.2020.03.011	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 Dunlea Ann G., Murray Richard W., Tada Ryuji, Alvarez Zariqian Carlos A., Anderson Chloe H., Gilli Adrian, Giosan Liviu, Gorgas Thomas, Hennekam Rick, Irino Tomohisa, Murayama Masafumi, Peterson Larry C., Reichert Gert Jan, Seki Arisa, Zheng Hongbo, Ziegler Martin	4. 巻 21
2. 論文標題 Intercomparison of XRF Core Scanning Results From Seven Labs and Approaches to Practical Calibration	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Geochemistry, Geophysics, Geosystems	6. 最初と最後の頁 e2020GC009248
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2020GC009248	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 入野智久	4. 巻 2
2. 論文標題 四万～四十万年前の氷期低海水準期における陸橋成立の可能性	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 旧石器時代研究への視座「特集：4万年前以前日本列島に人類はいたのか」	6. 最初と最後の頁 8-10
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 Toyama Kotaro, Paytan Adina, Sawada Ken, Hasegawa Takashi	4. 巻 535
2. 論文標題 Sulfur isotope ratios in co-occurring barite and carbonate from Eocene sediments: A comparison study	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemical Geology	6. 最初と最後の頁 119454 ~ 119454
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.chemgeo.2019.119454	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 朝日 啓泰、沢田健	4. 巻 35
2. 論文標題 イベント堆積物中の環構造が減成されたトリテルペノイドのGC-MS解析	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Researches in Organic Geochemistry	6. 最初と最後の頁 55 ~ 72
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 -

1. 著者名 Tsukagoshi Minoru, Sawada Ken, Akimoto Shin ichi	4. 巻 22
2. 論文標題 A fossil aphid gall from the middle Pleistocene sediment in Hyogo Prefecture, western Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Entomological Science	6. 最初と最後の頁 270 ~ 274
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/ens.12370	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 Takashima Reishi, Nishi Hiroshi, Yamanaka Toshiro, Orihashi Yuji, Tsujino Yasuyuki, Quidelleur Xavier, Hayashi Keiichi, Sawada Ken, Nakamura Hideto, Ando Takuto	4. 巻 52
2. 論文標題 Establishment of Upper Cretaceous bio- and carbon isotope stratigraphy in the northwest Pacific Ocean and radiometric ages around the Albian/Cenomanian, Coniacian/Santonian and Santonian/Campanian boundaries	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Newsletters on Stratigraphy	6. 最初と最後の頁 341 ~ 376
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1127/nos/2019/0472	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 Parvin Fahmida, Seki Osamu, Fujita Koji, Iizuka Yoshinori, Matoba Sumito, Ando Takuto, Sawada Ken	4. 巻 196
2. 論文標題 Assessment for paleoclimatic utility of biomass burning tracers in SE-Dome ice core, Greenland	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Atmospheric Environment	6. 最初と最後の頁 86 ~ 94
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.atmosenv.2018.10.012	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 Sawada Ken, Arai Takaaki, Nakamura Hideto, Tsukagoshi Minoru	4. 巻 34
2. 論文標題 Higher plant triterpenoids bound in resistant macromolecules in extant and Pliocene fossil Liquidambar fruits	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Researches in Organic Geochemistry	6. 最初と最後の頁 37 ~ 45
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20612/rog.34.2_37	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 池田 A. 雅志、中村 英人、沢田健	4. 巻 34
2. 論文標題 地衣類ハナゴケ属およびオオロウソクゴケ属から検出された 脂肪酸炭化水素：化学分類・環境指標の可能性	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Researches in Organic Geochemistry	6. 最初と最後の頁 15 ~ 28
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.20612/rog.34.2_15	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 Irino Tomohisa, Tada Ryuji, Ikehara Ken, Sagawa Takuya, Karasuda Akinori, Kurokawa Shunsuke, Seki Arisa, Lu Song	4. 巻 5
2. 論文標題 Construction of perfectly continuous records of physical properties for dark-light sediment sequences collected from the Japan Sea during Integrated Ocean Drilling Program Expedition 346 and their potential utilities as paleoceanographic studies	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary Science	6. 最初と最後の頁 23
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40645-018-0176-7	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 Lu Song, Irino Tomohisa, Igarashi Yaeko	4. 巻 5
2. 論文標題 Biomass burning history in East Asia during the last 4 million years recorded in elemental carbon variability at IODP site U1423	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Progress in Earth and Planetary Science	6. 最初と最後の頁 53
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40645-018-0206-5	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 Araie Hiroya, Nakamura Hideto, Toney Jaime L., Haig Heather A., Plancq Julien, Shiratori Takashi, Leavitt Peter R., Seki Osamu, Ishida Ken-ichiro, Sawada Ken, Suzuki Iwane, Shiraiwa Yoshihiro	4. 巻 121
2. 論文標題 Novel alkenone-producing strains of genus Isochrysis (Haptophyta) isolated from Canadian saline lakes show temperature sensitivity of alkenones and alkenoates	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Organic Geochemistry	6. 最初と最後の頁 89 ~ 103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.orggeochem.2018.04.008	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 Igarashi Yaeko, Irino Tomohisa, Sawada Ken, Song Lu, Furota Satoshi	4. 巻 163
2. 論文標題 Fluctuations in the East Asian monsoon recorded by pollen assemblages in sediments from the Japan Sea off the southwestern coast of Hokkaido, Japan, from 4.3?Ma to the present	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Global and Planetary Change	6. 最初と最後の頁 1 ~ 9
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gloplacha.2018.02.001	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 Kitamura Eri, Kotajima Tomonori, Sawada Ken, Suzuki Iwane, Shiraiwa Yoshihiro	4. 巻 8
2. 論文標題 Cold-induced metabolic conversion of haptophyte di- to tri-unsaturated C37 alkenones used as palaeothermometer molecules	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 2196
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-20741-2	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 Takano Yoshinori, Chikaraishi Yoshito, Imachi Hiroyuki, Miyairi Yosuke, Ogawa Nanako O., Kaneko Masanori, Yokoyama Yusuke, Kr?ger Martin, Ohkouchi Naohiko	4. 巻 8
2. 論文標題 Insight into anaerobic methanotrophy from 13C/12C- amino acids and 14C/12C-ANME cells in seafloor microbial ecology	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 14070
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-018-31004-5	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 Urai Atsushi, Takahashi Koji, Chikaraishi Yoshito, Fukushima Kazuo	4. 巻 52
2. 論文標題 Algal-derived 24-ethylcholesta-5,22-dien-3 -ol (stigmasterol) is frequently found in high-molecular-weight dissolved organic matter (HMW-DOM) during summer in freshwater and brackish lakes	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 GEOCHEMICAL JOURNAL	6. 最初と最後の頁 e15 ~ e20
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2343/geochemj.2.0528	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50件(うち招待講演 1件/うち国際学会 14件)

1. 発表者名 池田雅志, 沢田健, 中村英人
2. 発表標題 地衣類の生体試料における脂質分析: 分子化石の可能性
3. 学会等名 日本有機地球化学会2020年オンライン大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 朝日啓泰, 沢田健
2. 発表標題 北海道むかわ地域二風谷層の珪質泥岩中の炭酸塩コンクリーションの有機地球化学的研究
3. 学会等名 日本有機地球化学会2020年オンライン大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鈴木朝子, 沢田健, 桑田晃, 奥西武
2. 発表標題 津軽海峡および十勝沖における海洋表層の懸濁粒子の藻類バイオマーカー分析: 古環境指標の検討
3. 学会等名 日本有機地球化学会2020年オンライン大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中村仁哉, 沢田健, 塚腰実
2. 発表標題 第四紀植物化石のTMAHおよびHMDSを用いた熱化学分解分析
3. 学会等名 日本有機地球化学会2020年オンライン大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Muhammad Adam bin Ismail, Ken Sawada
2. 発表標題 Horizontal variability in biomarker compositions of turbiditic sequences in the Miocene Kawabata Formation (Hokkaido, Japan)
3. 学会等名 日本有機地球化学会2020年オンライン大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 早川 万穂, 池田 雅志, 沢田 健, 高嶋 礼詩, 西 弘嗣
2. 発表標題 北海道白亜系堆積岩の花粉・パリノモルフおよびバイオマーカー分析による古植生復元
3. 学会等名 日本有機地球化学会2020年オンライン大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 佐久川玄, 安藤卓人, 沢田健, 高嶋礼詩, 西弘嗣
2. 発表標題 白亜紀海洋無酸素事変層準におけるケロジェンの熱分解および熱化学分解分析
3. 学会等名 日本有機地球化学会2020年オンライン大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 原勇貴, 安藤卓人, 沢田健
2. 発表標題 グリーンランド北西部中原生界堆積岩のバイオマーカー分析による古生態系の復元
3. 学会等名 日本有機地球化学会2020年オンライン大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 朝日啓泰, 沢田健
2. 発表標題 北海道中新統アベツ層タービダイトの有機地球化学分析による陸源有機物の堆積過程の検討
3. 学会等名 日本堆積学会2020年オンライン大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 力石嘉人, 滝沢侑子
2. 発表標題 生化学プロセスにおける炭素・窒素の同位体分別
3. 学会等名 日本地球化学会2020年会オンライン大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Ken Sawada, Yuki Hattori, Mutsuo Ichinomiya, Akira Kuwata
2. 発表標題 Lipid biomarker analysis of culture samples of genus Tetraparma of the Parmales (Bolidophyceae)
3. 学会等名 Japan Geoscience Union - American Geophysical Union (JpGU-AGU) 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Masashi A. Ikeda, Ken Sawada, Takuto Ando, Hideto Nakamura, Reishi Takashima, Hiroshi Nishi
2. 発表標題 Paleoecological variations reconstructed by organic matter derived from lichens and fungi across the Cenomanian/Turonian boundary in the Tomamae area, northern Hokkaido, Japan
3. 学会等名 Japan Geoscience Union - American Geophysical Union (JpGU-AGU) 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Hiroyasu Asahi, Ken Sawada, Satoshi Furota
2. 発表標題 Evaluation for transport processes of paleo-tsunami by organic geochemical analyses of peat sediments in eastern Hokkaido, Japan
3. 学会等名 Japan Geoscience Union - American Geophysical Union (JpGU-AGU) 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Asako Suzuki, Saki Yano, Ken Sawada, Satoshi Furota, Tomohisa Irino
2. 発表標題 Variations in sea surface environments recorded by algal biomarkers in the Japan Sea off the western Hokkaido (IODP Site U1422) over the last 700 ky
3. 学会等名 Japan Geoscience Union - American Geophysical Union (JpGU-AGU) 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Muhammad Adam bin Ismail, Hiroyasu Asahi, Satoshi Furota, Ken Sawada
2. 発表標題 Evaluation of plant-fragment concentration system in the turbiditic sequence by terrigenous biomarker analysis of sediments from the Kawabata Formation, Yubari area, central Hokkaido, Japan
3. 学会等名 Japan Geoscience Union - American Geophysical Union (JpGU-AGU) 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Yuuki Hara, Takuto Ando, Ken Sawada
2. 発表標題 Palynomorph assemblage in sedimentary rocks of the Mesoproterozoic Qaanaaq Formation from northwestern Greenland
3. 学会等名 Japan Geoscience Union - American Geophysical Union (JpGU-AGU) 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takuto Ando, Ken Sawada
2. 発表標題 Enhanced dinoflagellate productivity by ocean stratification and eutrophication in the Anthropocene, Miocene, and Cretaceous
3. 学会等名 Japan Geoscience Union - American Geophysical Union (JpGU-AGU) 2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Irino, T., Giosan, L., Tada, R., and Ikehara, K.
2. 発表標題 Temporal variability of the depth distribution of organic carbon burial in the Japan Sea during the Last 1.5 M.Y. based on IODP Exp. 346 sediment cores
3. 学会等名 Chapman Conference on the Evolution of the Monsoon, Biosphere and Mountain Building in Cenozoic Asia (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Asako Suzuki, Ken Sawada, Satoshi Furota, Yaeko Igarashi, Tomohisa Irino
2. 発表標題 Paleoenvironmental changes of sea surface layers recorded by biomarkers in the sediment core from the northern Japan Sea, off Hokkaido, Japan, over the last 300 ka
3. 学会等名 American Geophysical Union Fall Meeting 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 館下雄輝、沢田健、安藤卓人、中村英人、林圭一
2. 発表標題 北海道穂別地域に分布する上部白亜系函淵層の石炭層の有機地球化学分析による陸域古環境変動の復元
3. 学会等名 日本地質学会第126年学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 朝日啓泰、沢田健、風呂田郷史
2. 発表標題 タービダイト中の続成有機分子を用いた混濁流の堆積過程の検討
3. 学会等名 日本地質学会第126年学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 池田雅志、沢田健、安藤卓人、高嶋礼詩、西弘嗣
2. 発表標題 白亜系海洋無酸素事変層準堆積岩の菌類パリノモルフ分析
3. 学会等名 日本地質学会第126年学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村仁哉、沢田健、池田雅志、中村英人、塚腰実
2. 発表標題 滋賀県野洲川から産した鮮新世樹幹化石の黒色化作用
3. 学会等名 日本地質学会第126年学術大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 沢田健、青柳治勲、小林まどか、風呂田郷史、中村英人
2. 発表標題 深海堆積物に見出される陸上植物由来テルペン炭化水素について
3. 学会等名 日本地球化学会第66回年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 服部由季、沢田健、安藤卓人、中村英人、廣瀬孝太郎
2. 発表標題 鳥根県中海の堆積物コアにおけるアルケノン古水温変動の復元
3. 学会等名 日本地球化学会第66回年会
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 安藤卓人、廣瀬孝太郎、中村英人、沢田健
2. 発表標題 ステロイド組成による基礎生産者群集指標の提案：瀬戸内海堆積物における珪藻殻群集との比較
3. 学会等名 日本地球化学会第66回年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 沢田健、服部由季、一宮睦雄、桑田晃
2. 発表標題 バルマ藻Tetraparma属の培養試料における脂質バイオマーカー分析
3. 学会等名 第37回有機地球化学シンポジウム（2019年会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 朝日啓泰、沢田健、風呂田郷史、林圭一
2. 発表標題 北海道東部地域の津波堆積物中の続成有機分子に注目した古津波評価
3. 学会等名 第37回有機地球化学シンポジウム（2019年会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 池田雅志、沢田健、中村英人
2. 発表標題 地衣類の生体試料の炭化水素分析：化学分類・環境指標の可能性
3. 学会等名 第37回有機地球化学シンポジウム（2019年会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 服部由季、沢田健、安藤卓人、中村英人、廣瀬孝太郎、瀬戸浩二
2. 発表標題 島根県中海・宍道湖の堆積物中の藻類バイオマーカーに記録された環境変動
3. 学会等名 第37回有機地球化学シンポジウム (2019年会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 鈴木朝子、沢田健、風呂田郷史、五十嵐八枝子、入野智久
2. 発表標題 日本海北海道沖IODP Site U1422の堆積物コアのバイオマーカー分析による過去30万年間の海洋環境変動の復元
3. 学会等名 第37回有機地球化学シンポジウム (2019年会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村仁哉、沢田健、池田雅志、中村英人、塚腰 実
2. 発表標題 樹幹化石の熱化学分解およびバイオマーカー分析からの化石化作用の検討
3. 学会等名 第37回有機地球化学シンポジウム (2019年会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Asako Suzuki、Ken Sawada、Satoshi Furota、Yaeko Igarashi、Tomohisa Irino
2. 発表標題 Variations in sea surface environments recorded by algal biomarkers in the Japan Sea off the western coast of Hokkaido (IODP Site U1422) over the last 250 ka
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 朝日啓泰、風呂田郷史、沢田健
2. 発表標題 北海道夕張地域中新統川端層のBoumaシークエンスを示す混濁流堆積層の有機物分析による植物片濃集機構の解明
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 池田雅志、沢田健、安藤卓人、中村英人、高嶋礼詩、西弘嗣
2. 発表標題 北海道苫前地域のセノマニアン/チューロニアン境界堆積岩の植物バイオマーカー分析による陸域古植生変動の復元
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 中村仁哉、沢田健、池田雅志、中村英人、塚腰実
2. 発表標題 滋賀県野洲川から産した鮮新世樹幹化石の化石化過程：有機地球化学分析によるアプローチ
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 沢田健
2. 発表標題 分子化石から太古の地球環境を探る
3. 学会等名 日本質量分析学会第25回北海道談話会講演会（招待講演）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Chikaraishi Yoshito
2. 発表標題 Hydrogen isotopic composition of fatty acids, sterols, and phytol: autotrophic vs. heterotrophic production
3. 学会等名 The 29th International Meeting of Organic Geochemistry (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroyasu Asahi, Ken Sawada, Satoshi Furota, Keiich Hayashi, Yoshihiro Kase
2. 発表標題 Organic geochemical records of paleo-tsunami in peat sediments of the Akkeshi area, eastern Hokkaido, Japan
3. 学会等名 American Geophysical Union Fall Meeting 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Masashi Ikeda, Ken Sawada, Takuto Ando, Hideto Nakamura, Reishi Takashima, Hiroshi Nishi
2. 発表標題 Terrestrial environmental changes reconstructed by non-vascular plant biomarkers across the Cenomanian/Turonian boundary in the Tomamae area, northern Hokkaido, Japan
3. 学会等名 American Geophysical Union Fall Meeting 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yuki Hattori, Ken Sawada, Takuto Ando, Hideto Nakamura, Kotaro Hirose
2. 発表標題 Variability of alkenone producers recorded in brackish lacustrine sediments of Lake Nakaumi, western Japan
3. 学会等名 American Geophysical Union Fall Meeting 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 矢能冴紀、風呂田郷史、沢田健
2. 発表標題 植物由来テルペノイドによる古植生変動の復元：北大西洋イベリア半島西沖の更新世堆積物での応用例
3. 学会等名 日本地質学会第125年学術大会（特別大会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 服部由季、沢田健、安藤卓人、中村英人、廣瀬孝太郎
2. 発表標題 中海・瀬戸内海の表層堆積物を用いたケロジェン・パリノモルフ観察法の検討
3. 学会等名 日本地質学会第125年学術大会（特別大会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 池田雅志、沢田健、安藤卓人、中村英人、高嶋礼詩、西弘嗣
2. 発表標題 北海道苫前地域のセノマニアン/チューロニアン境界堆積岩中の地衣類バイオマーカーによる古環境・古生態変動の復元
3. 学会等名 日本地質学会第125年学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 朝日啓泰、沢田健、風呂田郷史、林圭一、加瀬善洋
2. 発表標題 北海道厚岸地域の泥炭堆積物のバイオマーカーおよびケロジェン分析による津波堆積物の堆積過程の検討
3. 学会等名 日本地質学会第125年学術大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Ken Sawada、Yuma Miyata、Hideto Nakamura
2. 発表標題 Paleoenvironmental reconstruction using resistant macromolecules in the Cretaceous terrestrial plant fossils and kerogens
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 Takuto Ando、Ken Sawada
2. 発表標題 Paleoecological variations in marine producers of the Andaman Sea during the late Miocene reconstructed by algal biomarkers in sediments from site U1447
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 朝日啓泰、沢田健、風呂田郷史、林圭一、加瀬善洋
2. 発表標題 北海道厚岸地域の泥炭堆積物の有機物分析による古津波復元
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 池田雅志、沢田健、安藤卓人、中村英人、高嶋礼詩、西弘嗣
2. 発表標題 北海道苫前地域のセノマニアン/チューロニアン境界堆積岩中のパイオニア植物バイオマーカーに記録された古環境変動
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 服部由季、沢田健、安藤卓人、中村英人、廣瀬孝太郎
2. 発表標題 中海における藻類バイオマーカーを用いた古環境復元～特にアルケノン古水温に注目して
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

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

北海道大学理学研究院・地球惑星科学部門・生物/有機地球化学研究室 <a href="https://www.ep.sci.hokudai.ac.jp/~sawadak">https://www.ep.sci.hokudai.ac.jp/~sawadak</a> 北海道大学理学研究院・地球惑星科学部門・地球生物圏変動学研究グループ <a href="https://www.ep.sci.hokudai.ac.jp/~mmgc">https://www.ep.sci.hokudai.ac.jp/~mmgc</a>
--

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	力石 嘉人  (Chikaraishi Yoshito)  (50455490)	北海道大学・低温科学研究所・教授   (10101)	
研究分担者	入野 智久  (Irino Tomohisa)  (70332476)	北海道大学・地球環境科学研究所・助教   (10101)	

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