

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 12 月 1 日現在

機関番号：13301

研究種目：新学術領域研究(研究領域提案型)

研究期間：2017～2021

課題番号：17H06458

研究課題名(和文)水惑星学創成に向けた分子地球化学分析

研究課題名(英文)Molecular Geochemical Analysis for Aqua-planetology

研究代表者

福士 圭介(Fukushi, Keisuke)

金沢大学・環日本海域環境研究センター・教授

研究者番号：90444207

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 274,240,000円

研究成果の概要(和文)：本計画研究は、1. X線顕微鏡(STXM)を中心とする分析拠点による分子地球化学的解析の推進、2. 水-岩石反応の解析による分子地球プロキシの開発、3. 1および2の地球外試料への応用による水惑星の物質循環や進化史の解明を行った。1では、高エネルギー加速度研究機構に幅広いエネルギー範囲をカバーするアンジュレーター装備ビームラインを建設しSTXMを導入した。2では、地球外惑星の水環境に適合する分子地球化学プロキシを開発し、火星に存在した水環境および氷衛星内部海の水環境を復元した。3では、隕石試料や「はやぶさ2」など太陽系探査の帰還試料をSTXM等先端手法で分析しかつて存在した水環境の推定を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

地球化学分野では、地球試料の先端的分析や反応モデルの適用に基づく分子レベルからの積み上げにより、表層で生じる反応過程や物質循環の解析が展開されてきた。そしてこれらに基づき、地球の固相試料から、水環境の物理化学条件を復元する物質指標(プロキシ)が開発され、多方面に適用されてきた。本研究では、このような分子地球化学的手法を、火星や氷衛星内部海の探査データや「はやぶさ2」帰還試料に適用し、水惑星の進化に新たな知見を加えた。

研究成果の概要(英文)：This project aims to: 1) promote molecular geochemical analysis using an analytical center centering on the Scanning transmission X-ray microscopy (STXM); 2) develop molecular geochemical proxies by analyzing water-rock reactions; and 3) elucidate the geochemical cycles and evolution of aqua-planets by applying 1 and 2 to extraterrestrial samples. For 1, a beamline was constructed at the High Energy Accelerator Research Organization (KEK) and STXM was installed. In 2, we developed molecular geochemical proxies for the water environment of aquaplanets, and reconstructed the water environment of early Mars and the inner oceans of ice satellites. In the third, we analyzed meteorite samples and returned samples from Hayabusa2 and other solar system explorations using STXM and other advanced methods.

研究分野：地球化学・鉱物学

キーワード：X線顕微鏡 分子地球化学プロキシ 水質復元

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

水惑星表層の水-岩石系に存在する酸化還元・pH 勾配とそれが生み出す非平衡エネルギーは、生命を育む原動力である。そのため、これらの勾配を支配する水環境の物理化学条件を復元することは、水惑星と生命の関係を探るうえで本質的課題である。この物理化学条件は、異なる種類の水-岩石反応を引き起こすので、水環境の情報は岩石の鉱物組み合わせや元素濃度組成、同位体比、元素の化学種に記録されていることが期待される。地球化学分野では、地球試料の先端的分析や反応モデルの適用に基づく分子レベルからの積み上げにより、表層で生じる反応過程や物質循環の解析が展開されてきた。そしてこれらに基づき、地球の固相試料から、水環境の物理化学条件を復元する物質指標(プロキシ)が開発され、多方面に適用されてきた。このような分子地球化学的手法を、太陽系天体探査や「はやぶさ2」帰還試料を含む地球外試料へ適用することは、水惑星の進化を読み解く有力な手段となる。しかし、そのような先端研究間の融合は、国際的にもこれまで行われていなかった。

2. 研究の目的

本計画研究班では、水環境の情報を的確に反映する分子地球化学プロキシを開発するとともに、地球外試料から必要な化学情報を引き出してプロキシによる環境推定ができる分析体制を確立することを目的とする。特に元素の化学状態解析に必要な先端分析法である X 線顕微鏡(STXM)を高度化することで、貴重な地球外試料が持つ分子地球化学情報をフルに抽出することを目指す。本計画研究では、分子地球化学プロキシの利用とそれに必要なデータを得る分析法開発を高度に組み合わせ、惑星進化や水環境についてユニークな知見を得る。

3. 研究の方法

本計画研究は、領域全体における最先端の分析拠点の構築と水環境復元のための化学反応過程の解明を担っている。その中核的テーマとして、(1) STXM を中心とする分析拠点による分子地球化学的解析の推進、(2) 水-岩石反応の解析による分子地球プロキシの開発、(3) (1),(2)の地球外試料への応用による水惑星の物質循環や進化史の解明を推進する。

放射光源を利用した X 線吸収微細構造(XAFS)は試料中の元素の化学状態を分析できるツールである。数 10 nm スケールでの微細組織中の多元素局所分析が可能になると、これを隕石試料のような不均質な試料に適用することで、想像に頼っていた化学素過程が物質科学的証拠をもって語れるようになる。(1)では、高エネルギー加速研究機構(KEK)の Photon Factory(PF)に幅広いエネルギー範囲(100~2000 eV)をカバーするアンジュレーター装備ビームライン(BL)を建設し、STXM を導入する。(1)の手法で解明できる鉱物・元素情報に対し、化学反応モデルによる解釈を行うことで、その場の環境情報を得ることができる。(2)では、低温の化学反応(沈殿反応、吸着反応、同位体分別反応)を対象に、地球外惑星の水環境に適合する分子地球化学プロキシを開発する。さらに得られたプロキシを水惑星の探査データに適用する。(3)では、(1)および(2)を隕石試料や「はやぶさ2」など太陽系探査の帰還試料に適用し、水惑星の物質循環や進化過程の理解を目指す。

4. 研究成果

(1) STXM その他の分析拠点確立

新たに建設したビームライン: BL-19 では、高輝度の軟 X 線(エネルギー領域: 約 90~2000 eV)を利用した実験が可能である。BL-19 は二つのブランチで構成され、両者は上流の振り分けミラーによって容易に切り替え可能である。片方の A ブランチでは独自設計したコンパクト走査型透過 X 線顕微鏡(cSTXM)を常設し試料を構成する元素の化学状態によるマッピングが可能である。もう一方の B ブランチでは(バルク)試料の軟 X 線吸収分光(XAS)測定が様々なモード(全電子収量法、蛍光収量法、透過法)で計測可能であり、STXM の標準スペクトルが効率的に測定でき、さらに、利用研究者によって持ち込まれた様々な試料環境再現装置と組み合わせ測定に対応できる。単一ビームラインで顕微・バルク両方の分析機能を有する組み合わせは世界でも例がなく、両者を組み合わせることによって有益な情報を効率よく引き出すための実験環境を構築した。高い空間分解能(約 30 nm)を有する STXM によって、後述のように隕石等の地球外物質で過去に生じた化学反応の痕跡を空間的に可視化することに成功した。また、土壌・エアロゾル等の環境化学物質中で起こる不均一な化学反応の挙動を明らかにした。地球・環境試料に限らず、希土類磁石の磁気構造の可視化や樹脂材料や電池材料等の化学状態分布の分析など、産学双方の材料研究者らによって利用展開されている。

ビームラインの建設のほか、エンドステーションの装置の高度化やビームラインの安定運用に向けた R&D にも取り組んだ。例えばその一つには、STXM の測定チャンバーに小型のグローブボックスをドッキングさせたシステムがあげられ、ユーザビリティの高い大気非暴露測定システムを新たに構築した(図 1 参照)。本システムは、小惑星探査機「はやぶさ2」が持ち帰った小惑星リュウグウの試料を地球大気に触れさせることなく分析する目的にも活用された。また、別の例として X 線光学系の高度化の取り組みがあげられる。当初、ビームラインの第一ミラーを

設置したチャンバーにおける発熱のために、XAS スペクトルのエネルギー軸にズレが見られた。この問題の原因が第一ミラーから発せられる光電子であることを突き止め、光電子を遮蔽・捕集するためのシステムを新たに導入しその効果を実証した。この知見は安定運用のみならずビームライン光学系に係る重要な設計指針となる。

2020年3月頃から突如猛威を振るい始めた新型コロナウイルス感染症に対しても、いち早くビームラインのリモート実験へ向けた環境整備を進めたことで、長引くコロナ禍においても安全かつ継続的に利用研究に貢献している。

BL-19の建設から現在までにかけてSTXMを利用した研究成果は論文、学会発表等で発信され、その有用性が認知されつつあり、STXM に対する需要は産学問わず増加傾向にある。今後も水惑星学を始めとする関連分野への継続的な貢献は勿論のこと、新たな研究領域を視野に、軟X線顕微分光の研究拠点化を目指す。また、ニーズに合わせたエンドステーションの更なる改良・開発を進め、より高いユーザビリティを維持する。新学術領域研究「水惑星学の創成」を経て生まれたBL-19は、今後も産学双方の利用研究に貢献し成果創出を続けることを期待したい。

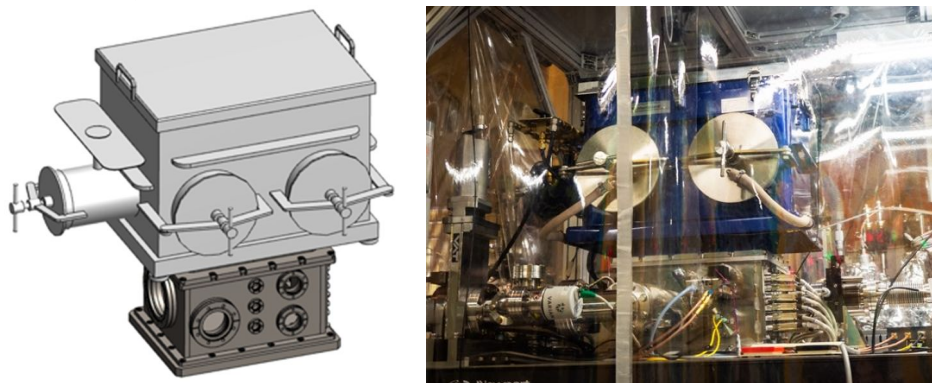


図1 大気非暴露測定システム。(左) システムの概略図、(右) STXM に設置したシステム

(2) 分子地球化学プロキシの検証と適用

セリウム安定同位体比を用いた酸化還元状態プロキシの開発

Ce 安定同位体比を用いた Eh プロキシを広範な pH 領域へと拡張し、EXAFS 法による吸着構造解析と DFT 計算を組み合わせることで Ce 安定同位体分別の溶存化学種依存性を精査した。その結果、Ce 安定同位体分別に溶存化学種依存性があることを明らかにした (図1; Nakada et al., 2017 *Geochimica et Cosmochimica Acta*)。また、天然試料への応用に向けて、脱溶媒試料導入装置の使用および分析条件の検討を行った。従来の ^{142}Ce 同位体比の測定精度は Triple spike TIMS 法を用いた $\pm 0.028\%$ であったが、分析条件最適化によって $\pm 0.020\%$ という世界最高精度での分析を実現すると共に、必要試料量を $0.2 \mu\text{g}$ から $0.05 \mu\text{g}$ へと減少させることに成功した (Nakada et al., 2019 *Geochemical Journal*)。

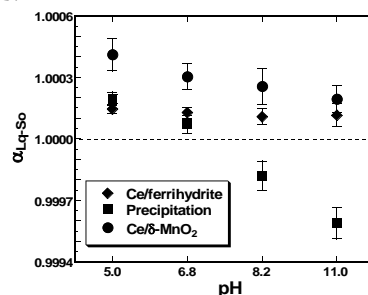


図2 異なるpH条件下における固液間でのCe同位体分別係数

スメクタイト層間陽イオンと自生鉱物組成を利用した水質復元法開発と火星古湖への適用

これまでの欧米による周回衛星や探査車の調査から、火星表面には河川跡などの流水地形や、水の作用で生成する鉱物が存在することが確認されており、約 40 ~ 35 億年前の太古の火星には液体の水があったことが確認されている。しかし、生命の存否にとって重要となる当時の水の塩分や pH などの水質は分かっていなかった。本研究では、アメリカ航空宇宙局 (NASA) の火星探査車キュリオシティが探査を行っているゲール・クレータ内部に存在した巨大湖に着目し、その湖底にたまった堆積物の探査データを、本研究で開発したスメクタイト層間陽イオンと自生鉱物組成を利用する手法により解析した (Fukushi et al., 2019 *Nature Communications*)。その結果、かつて火星に存在した水の水質が、地球海水の 1/3 程度の塩分で、pH は中性であり、ミネラルやエネルギーも豊富に含むことが分かり、生命の生存に適したものであることを明らかにした。また、地球の河川に含まれる典型的な塩分と気候モデルから導かれるゲール・クレータ湖からの蒸発率を使い、ゲール・クレータ湖の塩分が実現するために必要な塩分の濃縮期間を求めた結果、復元された塩分を達成するためには、100 万年程度の期間、塩分やミネラルが河川を通じて湖に運ばれ、濃縮されることが必要であるということも分かった。これらの知見は、“かつて水が存在した惑星” という火星の従来の描像を “生命の誕生と生存に適した惑星” へと塗り替える進展である。

鉄サポナイトの性質を利用した酸化還元状態の推定法の開発

粘土鉱物は地球・火星・ケレスの表面に存在することが知られている。粘土鉱物の中で、水膨潤性層状粘土鉱物のスメクタイトは、層間に陽イオンを保持し水中の陽イオンとイオン交換をする。また結晶内に含まれる鉄イオンの価数により結晶構造が異なる。これらの特性は粘土鉱物

に接した水の組成や生成環境を保持している可能性があり、古環境の推定に有用な鉱物と期待されていた。しかしながら火星のゲール・クレータで見つかった粘土鉱物は地球表層にほとんど存在しない二価鉄のサポナイト（スメクタイトの一種）であり、その環境応答性は未解明であった。そこで本研究で、水熱合成法により二価鉄のサポナイトの合成し、その性質を知ることを目的とした。合成に成功した二価鉄のサポナイト中の鉄の価数は地球大気や水との接触により容易に二価から三価に変化することがわかった。しかし、粉末 X 線回折で測定することができる結晶の平均構造には変化がないことが明らかとなった。このことは結晶構造を調べれば、スメクタイト生成時の鉄の価数を推定することが可能で、結晶生成時の大気や水の酸化還元状態を調べることができることを示唆する(Sakuma et al., in press *American Mineralogist*)。これらの成果は、この二価鉄サポナイトが存在する様々な天体の古環境の推定に貢献するものである。

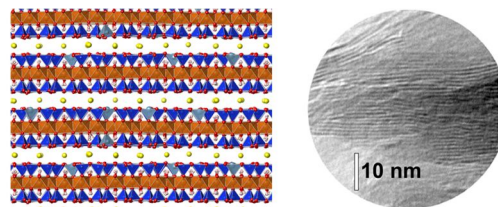


図3 サポナイトの結晶構造モデル（左）と合成試料のTEM像（右）（約1 nmの厚みのレイヤーが重なっている。）

モンゴル塩湖の観測に基づくエンセラダス内部海の水質制約

土星探査機カッシーニによる探査から氷衛星エンセラダスの内部海は Na-Cl-CO₃ タイプの水質であることが推定されており、地球上では大陸内部に存在するアルカリ塩湖が類似した水環境であることが推測されている。本研究ではモンゴルの Valley of Gobi Lake の3つのアルカリ塩湖を対象に調査を行い、採取した湖水に含まれる懸濁物の鉱物学的分析から、いずれの湖でもモノヒドロカルサイト(MHC)と非晶質マグネシウム炭酸塩(AMC)が自生していること見出した(Fukushi et al., 2020 *Minerals*)。さらに塩湖環境を模擬した溶液中における MHC および AMC の溶解度測定を行い、モンゴルの塩湖だけではなく、自然界のアルカリ塩湖一般の水質は MHC および AMC の生成過程によって制御されていることを突き止めた(Fukushi et al., 2017 *Geochimica et Cosmochimica Acta*; Fukushi and Matsumiya, 2018 *ACS Earth and Space Chemistry*)。本研究は従来見過ごされていた準安定相が普遍的にアルカリ塩湖の水質を支配することを示した。地球上で普遍的に認められるアルカリ性天然水の水質制御機構は、地球外の水惑星でも同様に働くと考えられる。本研究ではさらにエンセラダスにおいても MHC と AMC が自生することを仮定し、エンセラダス内部海の pH、全炭酸濃度、カルシウム濃度、マグネシウム濃度の制約を行った。

(3) 隕石・帰還試料分析

火星隕石ナクライト中の水岩石反応に寄与した変質流体の新たな物理化学条件の制約

火星隕石ナクライトに存在する火星での水岩石相互作用の痕跡である iddingsite（イディングサイト）に存在する二次鉱物中の元素の化学種分析を KEK-PF の BL-19A の STXM を含めた放射光 X 線顕微鏡を用いて行った。ナクライトには酸化的酸性流体による変質を受けたイディングサイトと、還元的アルカリ性流体による変質を受けたイディングサイトのどちらもが残されており、Eh-pH 条件を考えると単一流体による変質では説明がつかず二種類の流体による水岩石反応を経験したと考えられてきた。だが、それぞれの流体の起源や、前後関係、相互の関連については未だ不明瞭であった。本研究で得られた粘土鉱物やアモルファスシリカ脈中の硫黄の価数分布や、マンガン炭酸塩中に記録された微量クロムの化学状態など基づくと、これまでは CO₂-rich 還元的アルカリ性流体のみの変質を受けたと考えられたイディングサイトにおいても、酸化的酸性流体条件でしか取り込まれない化学状態（例えば、クロムの価数など）を有していたことから、アルカリ性流体変質以前に酸化的酸性流体による変質が起きていたと考えられた。本研究では放射光を用いた非破壊での X 線顕微分光分析により、後の変質で書き込まれなかった微量元素を探索してその化学状態を分析できたことがブレイクスルーとなり、主要元素成分や岩石組み合わせに基づいた既存の研究では不明瞭であった点を可視化し、「すべてのイディングサイトにおいて酸化的酸性流体の変質がまず初めに起きた」とは言い切れないものの、2種類の流体による変質順序を明確に整理できた。2つの流体の起源については本研究では明らかに出来なかったが、ナクライト隕石に残されたアマゾン時代の火星表面の水の物理化学的条件に対して新しい制約を与える研究となった(Suga et al., 2021 *Minerals*)。

火星隕石 Allan Hills (ALH) 84001 隕石の分析に基づく水環境の復元

現在の火星は寒冷・乾燥しているが、かつては液体の水が存在していたことが多くの研究から示唆されている。太古の火星に存在していた水の組成や、当時生じた水-岩石反応を明らかにすることは、火星古環境解明、ひいてはハビタビリティにも関連する重要な研究トピックである。約 40 億年前の火星古環境を反映する現状で唯一の実試料である Allan Hills (ALH) 84001 隕石中に含まれる炭酸塩鉱物は、太古の火星表層環境を理解する唯一の手掛かりである。先行研究では全岩と比べて炭酸塩中での水量が1桁以上多いことが示されている。通常、結晶化した炭酸塩に水が入る(OH 基と結合を持つ)ことはないため、何らかの水酸化物が微量に混入している可能性が考えられる。窒素および鉄の局所 XAFS 分析から、40 億年前の火星炭酸塩に含まれる有機窒素(Koike et al., 2020 *Nature Communications*)。さらには粘土鉱物の存在が示唆される結果が得られた(Nakada et al., 2021 *Minerals*)。粘土鉱物の存在が炭酸塩から示唆されたのは初

めての事であり、ALH 炭酸塩が水に富む理由の説明となり得る。また、その他の鉱物組み合わせを考慮すると、40 億年前の火星では局所的に酸化還元状態が不均質であった可能性が提示された。

Zag 隕石に捕獲された始原的クラストの有機物分析

STXM などを用い、Zag 隕石に捕獲された始原的クラストの詳細な有機物分析を行った (Kebukawa et al., 2019 *Scientific Reports*; Kebukawa et al., 2020 *Geochimica et Cosmochimica Acta*)。クラストから脈状の有機物を発見し、その X 線吸収端近傍構造 (XANES) スペクトルの特徴は、水質変成を受けた炭素質コンドライト隕石に含まれる有機物と類似していることが分かった (図 1)。一方で、クラストの同位体分析の結果、炭素質コンドライトと比較して、重水素、 ^{15}N 、 ^{13}C の割合が高く、炭素含有量や N/C 元素比が高い傾向がみられた。これらの値は、D 型小惑星起源と考えられているほぼ唯一の隕石である Tagish Lake 隕石と類似しており、Zag 隕石に捕獲されたクラストも D 型 (または P 型) 小惑星由来である可能性が高い。本研究で明らかになった Zag 隕石のクラストのユニークな特徴は、D 型/P 型小惑星といった極めて始原的な小惑星でも普遍的に水質変成を経験している可能性を示している。また、有機物の分子構造や元素・同位体組成をプロキシとして、太陽系始原天体の起源や物質進化過程の理解が進むことが期待される。

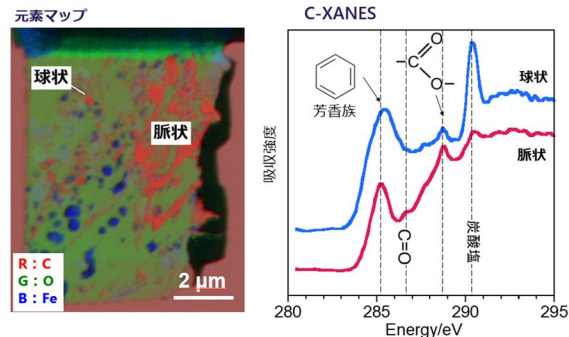


図4 STXMによるZag隕石のクラストの分析

炭素質コンドライトやリュウグウ中の鉱物-有機物相互作用の化学素過程の解明

炭素質コンドライトにはアミノ酸や芳香族化合物など様々な有機物が含まれ、その有機物は多様な方法で調べられてきた。こうした有機物の生成には、小惑星母天体における水質変質過程が関与している可能性があるが、その詳細な理解は十分ではない、特に、一般にサブミクロンの組織を持つ隕石試料において、鉱物と有機物の相互作用を詳細に解明するには、(i) 電子線よりも試料ダメージが少ない X 線を用いた局所化学分析法で、(ii) 鉄の価数分布や有機物の官能基分布を解明できる手法の開発が必要である。これが可能な分析法として、走査型透過 X 線顕微鏡 (Scanning Transmission X-ray Microscopy; STXM) が挙げられる。本研究班では、本新学術領域研究の支援で設置した KEK-Photon Factory のビームライン BL-19 において、鉄 L 吸収端 (710 eV) と炭素 K 吸収端 (285 eV) の両方をカバーできる STXM を開発し、それを用いて隕石やリュウグウ試料中の徹夜炭素の化学種の空間分布を調べた。隕石としては本研究に適切な隕石試料として、2019 年にコスタリカに落下し、有機物を多く含み、地球上の変質が少ない CM コンドライトの Aguas Zarcas 隕石を試料に選んだ。またリュウグウ試料については、「はやぶさ 2」プロジェクトの初期分析班「石の物質分析チーム」(チームリーダー: 中村智樹教授 (東北大学)) および「固体有機物分析チーム」(同: 藪田ひかる教授 (広島大学)) に参画し、本 STXM を利用して頂き、共同で研究を進めた。また、同じ試料について、透過型電子顕微鏡 (TEM) 観察も行い、鉱物相の同定などを行った。

Aguas Zarcas 隕石では、層状ケイ酸塩相において、炭酸と脂肪族炭素が同じ領域に濃集していることが判明した。この相には、2 価鉄を多く含むクロンステタイトが、3 価鉄を多く含む蛇紋石に変化していく途上とみられる構造が見つかった。クロンステタイト中の鉄が 2 価から 3 価に変化する過程で、フィッシャー・トロプシュ過程などの反応を通し、炭酸を還元して脂肪族炭素を生成した可能性がある。一方、リュウグウ試料の層状ケイ酸塩は、同じ CI コンドライトに属する Orgueil 隕石や CM コンドライトに属する Aguas Zarcas 隕石などと比べて高い Fe(II)/Fe(III) 比を保っていた。また TEM による鉱物同定も含めると、蛇紋石に比べてサポナイトの方が Fe(II)/Fe(III) 比が低く、より強い還元作用を持つことが示唆された。これはフィッシャー・トロプシュ過程に関与する還元剤として、サポナイトがより有効であることを示唆する。

隕石試料は様々な情報をもたらす一方で、地球大気の影響を既に受けている。「はやぶさ 2」計画では、リュウグウから採取した試料を大気遮断されたまま持ち帰っており、小惑星での水質変成の情報を地球大気の影響無く分析ができる。炭素質コンドライト母天体における水質変成による有機物の合成過程を特定するには、変成当時の水環境 (Eh や pH) の推定や有機物の官能基組成などの情報が必要である。一方、隕石やリュウグウ試料などのサブミクロンスケールの組織を持つ試料に対して、鉄の価数分布や有機物の官能基分布が同時に行えるのは STXM など限られた分析法のみであり、本研究においてもその有効性が強く示された。こうした水惑星学の物質科学研究において、本新学術領域で開発された STXM は今後さらに大きな貢献を果たすと期待される。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計77件（うち査読付論文 46件 / うち国際共著 13件 / うちオープンアクセス 15件）

1. 著者名 Kawai Takahiro, Yamakawa Yoshiaki, Takahashi Yoshio	4. 巻 12
2. 論文標題 Speciation of Magnesium in Aerosols Using X-ray Absorption Near-Edge Structure Related to Its Contribution to Neutralization Reactions in the Atmosphere	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Atmosphere	6. 最初と最後の頁 586 ~ 586
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/atmos12050586	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 Miyamoto Chihiro, Iizuka Yoshinori, Matoba Sumito, Hattori Shohei, Takahashi Yoshio	4. 巻 278
2. 論文標題 Gypsum formation from calcite in the atmosphere recorded in aerosol particles transported and trapped in Greenland ice core sample is a signature of secular change of SO ₂ emission in East Asia	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Atmospheric Environment	6. 最初と最後の頁 119061 ~ 119061
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.atmosenv.2022.119061	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 Chan Q. H. S., Stephant A., Franchi I. A., Zhao X., Brunetto R., Kebukawa Y., Noguchi T., Johnson D., Price M. C., Harriss K. H., Zolensky M. E., Grady M. M.	4. 巻 11
2. 論文標題 Organic matter and water from asteroid Itokawa	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 なし
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-021-84517-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 該当する

1. 著者名 H. Sakuma, K. Morida, Y. Takahashi, K. Fukushi, N. Noda, Y. Sekine, K. Tamura	4. 巻 in press
2. 論文標題 Synthesis of Ferrian and Ferro-Saponites: Implications for the structure of (Fe,Mg)-smectites synthesized in reduced conditions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 American Mineralogist	6. 最初と最後の頁 なし
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2138/am-2022-8231	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 MOGI Yuto, KEBUKAWA Yoko, KOBAYASHI Kensei	4. 巻 38
2. 論文標題 Comparison of Stepwise and Single-Step Pyrolysis GC/MS for Natural Complex Macromolecular Organic Matter	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Analytical Sciences	6. 最初と最後の頁 なし
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2116/analsci.21P188	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 Kobayashi Kensei, Mita Hajime, Kebukawa Yoko, Nakagawa Kazumichi, Kaneko Takeo, Obayashi Yumiko, Sato Tomohito, Yokoo Takuya, Minematsu Saaya, Fukuda Hitoshi, Oguri Yoshiyuki, Yoda Isao, Yoshida Satoshi, Kanda Kazuhiro, Imai Eiichi, Yano Hajime, Hashimoto Hirofumi, Yokobori Shin-ichi, Yamagishi Akihiko	4. 巻 21
2. 論文標題 Space Exposure of Amino Acids and Their Precursors during the Tanpopo Mission	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Astrobiology	6. 最初と最後の頁 1479 ~ 1493
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1089/ast.2021.0027	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 小林 憲正、小川 麻里、吉田 聡、佐藤 修司、伊藤 有希、中本 早紀、栗塚 泰平、高野 淑識、大林 由美子、金子 竹男、葵生川 陽子	4. 巻 49
2. 論文標題 ホスファターゼ活性を用いた極限環境試料中の微生物活動評価	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Viva Origino	6. 最初と最後の頁 7~
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.50968/vivaorigino.49_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 Endo Izumi, Sakon Itsuki, Onaka Takashi, Kimura Yuki, Kimura Seiji, Wada Setsuko, Helton L. Andrew, Lau Ryan M., Kebukawa Yoko, Muramatsu Yasuji, Ogawa Nanako O., Ohkouchi Naohiko, Nakamura Masato, Kwok Sun	4. 巻 917
2. 論文標題 On the Nature of Organic Dust in Novae	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal	6. 最初と最後の頁 103 ~ 103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/1538-4357/ac0cf1	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 Kebukawa Yoko, Zolensky Michael. E., Goodrich Cyrena A., Ito Motoo, Ogawa Nanako O., Takano Yoshinori, Ohkouchi Naohiko, Kiryu Kento, Igisu Motoko, Shibuya Takazo, Marcus Matthew A., Ohigashi Takuji, Martinez James, Kodama Yu, Shaddad Muawia H., Jenniskens Peter, Sandford Scott	4. 巻 56
2. 論文標題 Organic matter in carbonaceous chondrite lithologies of Almahata Sitta: Incorporation of previously unsampled carbonaceous chondrite lithologies into ureilitic regolith	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Meteoritics & Planetary Science	6. 最初と最後の頁 1311 ~ 1327
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/maps.13713	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 Ito Motoo, Takano Yoshinori, Kebukawa Yoko, Ohigashi Takuji, Matsuoka Moe, Kiryu Kento, Uesugi Masayuki, Nakamura Tomoki, Yuzawa Hayato, Yamada Keita, Naraoka Hiroshi, Yada Toru, Abe Masanao, Hayakawa Masahiko, Saiki Takanao, Tachibana Shogo, Hayabusa II Project Team	4. 巻 55
2. 論文標題 Assessing the debris generated by the small carry-on impactor operated from the <i>Hayabusa2</i> mission	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 GEOCHEMICAL JOURNAL	6. 最初と最後の頁 223 ~ 239
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2343/geochemj.2.0632	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 Shidare Masashi, Nakada Ryoichi, Usui Tomohiro, Tobita Minato, Shimizu Kenji, Takahashi Yoshio, Yokoyama Tetsuya	4. 巻 313
2. 論文標題 Survey of impact glasses in shergottites searching for Martian sulfate using X-ray absorption near-edge structure	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Geochimica et Cosmochimica Acta	6. 最初と最後の頁 85 ~ 98
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gca.2021.08.026	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 Kakizaki Yoshihiro, Kano Akihiro, Ota Yasuhiro, Nakada Ryoichi, Nagaishi Kazuya, Kashiwagi Kenji	4. 巻 424
2. 論文標題 Pennsylvanian paleoclimatic record in rhythmites developed on an oceanic island of low-latitude Panthalassa	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sedimentary Geology	6. 最初と最後の頁 105992 ~ 105992
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.sedgeo.2021.105992	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 Matsu'ura Fumihito, Nakada Ryoichi, Usui Tomohiro, Sawaki Yusuke, Ueno Yuichiro, Kajitani Iori, Saitoh Masafumi	4. 巻 306
2. 論文標題 Spatial distribution and speciation of sulfur in Ediacaran limestones with μ -XRF imaging and XANES spectroscopy: Implications for diagenetic mobilization of sulfur species	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Geochimica et Cosmochimica Acta	6. 最初と最後の頁 20 ~ 43
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gca.2021.05.010	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 Kuwahara Hideharu, Itoh Shoichi, Suzumura Akimasa, Nakada Ryoichi, Irifune Tetsuo	4. 巻 48
2. 論文標題 Nearly Carbon Saturated Magma Oceans in Planetary Embryos During Core Formation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 なし
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2021GL092389	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 Fukushi Keisuke, Okuyama Akihiro, Takeda Natsumi, Kosugi Shigeyori	4. 巻 134
2. 論文標題 Parameterization of adsorption onto minerals by Extended Triple Layer Model	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Geochemistry	6. 最初と最後の頁 105087 ~ 105087
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apgeochem.2021.105087	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 Noda Natsumi, Yamashita Shohei, Takahashi Yoshio, Matsumoto Megumi, Enokido Yuma, Amano Kana, Kawai Takahiro, Sakuma Hiroshi, Fukushi Keisuke, Sekine Yasuhito, Nakamura Tomoki	4. 巻 11
2. 論文標題 Anaerobic Microscopic Analysis of Ferrous Saponite and Its Sensitivity to Oxidation by Earth's Air: Lessons Learned for Analysis of Returned Samples from Mars and Carbonaceous Asteroids	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Minerals	6. 最初と最後の頁 1244 ~ 1244
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/min11111244	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 Yoda Masahiro, Sekine Yasuhito, Fukushi Keisuke, Kitajima Takuma, Gankhurel Baasansuren, Davaasuren Davaadorj, Gerelmaa Tuvshin, Ganbat Shuukhaaz, Shoji Daigo, Zolotov Mikhail Y., Takahashi Yoshio	4. 巻 126
2. 論文標題 Field Investigations of Chemical Partitioning and Aqueous Chemistry of Freezing Closed Basin Lakes in Mongolia as Analogs of Subsurface Brines on Icy Bodies	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Planets	6. 最初と最後の頁 なし
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2021JE006972	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 Udaanjargal Uyangaa, Hasebe Noriko, Davaasuren Davaadorj, Fukushi Keisuke, Tanaka Yukiya, Gankhurel Baasansuren, Katsuta Nagayoshi, Ochiai Shinya, Miyata Yoshiki, Gerelmaa Tuvshin	4. 巻 12
2. 論文標題 Characteristics of Lake Sediment from Southwestern Mongolia and Comparison with Meteorological Data	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Geosciences	6. 最初と最後の頁 7~7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/geosciences12010007	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 Elmasry Walaa, Kebukawa Yoko, Kaneko Takeo, Obayashi Yumiko, Fukuda Hitoshi, Oguri Yoshiyuki, Kobayashi Kensei	4. 巻 50
2. 論文標題 Alteration and Stability of Complex Macromolecular Amino Acid Precursors in Hydrothermal Environments	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Origins of Life and Evolution of Biospheres	6. 最初と最後の頁 15~33
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11084-020-09593-x	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 Gankhurel Baasansuren, Fukushi Keisuke, Akehi Akitoshi, Takahashi Yoshio, Zhao Xiaolan, Kawasaki Kazuo	4. 巻 4
2. 論文標題 Comparison of Chemical Speciation of Lead, Arsenic, and Cadmium in Contaminated Soils from a Historical Mining Site: Implications for Different Mobilities of Heavy Metals	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 ACS Earth and Space Chemistry	6. 最初と最後の頁 1064~1077
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsearthspacechem.0c00087	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 Kiryu Kento, Kebukawa Yoko, Igisu Motoko, Shibuya Takazo, Zolensky Michael E., Kobayashi Kensei	4. 巻 55
2. 論文標題 Kinetics in thermal evolution of Raman spectra of chondritic organic matter to evaluate thermal history of their parent bodies	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Meteoritics & Planetary Science	6. 最初と最後の頁 なし
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/maps.13548	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 Kebukawa Yoko, Nakashima Satoru, Mita Hajime, Muramatsu Yasuji, Kobayashi Kensei	4. 巻 347
2. 論文標題 Molecular evolution during hydrothermal reactions from formaldehyde and ammonia simulating aqueous alteration in meteorite parent bodies	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Icarus	6. 最初と最後の頁 113827 ~ 113827
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.icarus.2020.113827	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 Sekine Yasuhiro, Kitajima Takuma, Fukushi Keisuke, Gankhurel Baasansuren, Tsetsgee Solongo, Davaasuren Davaadorj, Matsumiya Haruna, Chida Takufumi, Nakamura Maya, Hasebe Noriko	4. 巻 10
2. 論文標題 Hydrogeochemical Study on Closed-Basin Lakes in Cold and Semi-Arid Climates of the Valley of the Gobi Lakes, Mongolia: Implications for Hydrology and Water Chemistry of Paleolakes on Mars	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Minerals	6. 最初と最後の頁 792 ~ 792
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/min10090792	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 Takano Yoshinori, Hayabusa2 project team, Yamada Keita, Okamoto Chisato, Sawada Hirotaka, Okazaki Ryuji, Sakamoto Kanako, Kebukawa Yoko, Kiryu Kento, Shibuya Takazo, Igisu Motoko, Yano Hajime, Tachibana Shogo	4. 巻 72
2. 論文標題 Chemical assessment of the explosive chamber in the projector system of Hayabusa2 for asteroid sampling	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	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/s40623-020-01217-y	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 Elmasry Walaa, Kebukawa Yoko, Kobayashi Kensei	4. 巻 11
2. 論文標題 Synthesis of Organic Matter in Aqueous Environments Simulating Small Bodies in the Solar System and the Effects of Minerals on Amino Acid Formation	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Life	6. 最初と最後の頁 32 ~ 32
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/life11010032	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 Wakabayashi Daisuke, Tanaka Hirokazu, Toyoshima Akio, Yamashita Shohei, Takeichi Yasuo	4. 巻 28
2. 論文標題 Photoelectron shield for the first mirror of a soft X-ray beamline	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Synchrotron Radiation	6. 最初と最後の頁 86 ~ 90
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1107/S1600577520013648	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 Kerraouch Imene, Bischoff Addi, Zolensky Michael E., Pack Andreas, Patzek Markus, Hanna Romy D., Fries Marc D., Harries Dennis, Kebukawa Yoko, Le Loan, Ito Motoo, Rahman Zia	4. 巻 56
2. 論文標題 The polymict carbonaceous breccia Aguas Zarcas: A potential analog to samples being returned by the OSIRIS REx and Hayabusa2 missions	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Meteoritics & Planetary Science	6. 最初と最後の頁 277 ~ 310
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/maps.13620	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 Tan Shuya, Sekine Yasuhito, Shibuya Takazo, Miyamoto Chihiro, Takahashi Yoshio	4. 巻 357
2. 論文標題 The role of hydrothermal sulfate reduction in the sulfur cycles within Europa: Laboratory experiments on sulfate reduction at 100MPa	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Icarus	6. 最初と最後の頁 114222 ~ 114222
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.icarus.2020.114222	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 Chan Q. H. S., Stephant A., Franchi I. A., Zhao X., Brunetto R., Kebukawa Y., Noguchi T., Johnson D., Price M. C., Harriss K. H., Zolensky M. E., Grady M. M.	4. 巻 11
2. 論文標題 Organic matter and water from asteroid Itokawa	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Scientific Reports	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) 10.1038/s41598-021-84517-x	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 Hirakawa Naoki, Kebukawa Yoko, Furukawa Yoshihiro, Kondo Masashi, Nakano Hideyuki, Kobayashi Kensei	4. 巻 73
2. 論文標題 Aqueous alteration without initial water: possibility of organic-induced hydration of anhydrous silicates in meteorite parent bodies	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Earth, Planets and Space	6. 最初と最後の頁 なし
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s40623-020-01352-6	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 Fukushi Keisuke, Imai Eigo, Sekine Yasuhito, Kitajima Takuma, Gankhurel Baasansuren, Davaasuren Davaadorj, Hasebe Noriko	4. 巻 10
2. 論文標題 In Situ Formation of Monohydrocalcite in Alkaline Saline Lakes of the Valley of Gobi Lakes: Prediction for Mg, Ca, and Total Dissolved Carbonate Concentrations in Enceladus' Ocean and Alkaline-Carbonate Ocean Worlds	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Minerals	6. 最初と最後の頁 669 ~ 669
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/min10080669	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 Kitajima Takuma, Fukushi Keisuke, Yoda Masahiro, Takeichi Yasuo, Takahashi Yoshio	4. 巻 10
2. 論文標題 Simple, Reproducible Synthesis of Pure Monohydrocalcite with Low Mg Content	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Minerals	6. 最初と最後の頁 346 ~ 346
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/min10040346	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 Nakada Ryoichi, Tanabe Gaku, Kajitani Iori, Usui Tomohiro, Shidare Masashi, Yokoyama Tetsuya	4. 巻 11
2. 論文標題 EXAFS Determination of Clay Minerals in Martian Meteorite Allan Hills 84001 and Its Implication for the Noachian Aqueous Environment	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Minerals	6. 最初と最後の頁 176 ~ 176
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/min11020176	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 Koike Mizuho, Nakada Ryoichi, Kajitani Iori, Usui Tomohiro, Tamenori Yusuke, Sugahara Haruna, Kobayashi Atsuko	4. 巻 11
2. 論文標題 In-situ preservation of nitrogen-bearing organics in Noachian Martian carbonates	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Nature Communications	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) 10.1038/s41467-020-15931-4	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 Nakada Ryoichi, Usui Tomohiro, Ushioda Masashi, Takahashi Yoshio	4. 巻 105
2. 論文標題 Vanadium micro-XANES determination of oxygen fugacity in olivine-hosted glass inclusion and groundmass glasses of martian primitive shergottite Yamato 980459	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 American Mineralogist	6. 最初と最後の頁 1695 ~ 1703
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2138/am-2020-7321	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 Sakuma Hiroshi, Kawai Kenji, Kogure Toshihiro	4. 巻 105
2. 論文標題 Interlayer energy of pyrophyllite: Implications for macroscopic friction	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 American Mineralogist	6. 最初と最後の頁 1204 ~ 1211
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2138/am-2020-7333	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 Okuda Hanaya, Katayama Ikuo, Sakuma Hiroshi, Kawai Kenji	4. 巻 12
2. 論文標題 Effect of normal stress on the frictional behavior of brucite: application to slow earthquakes at the subduction plate interface in the mantle wedge	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Solid Earth	6. 最初と最後の頁 171 ~ 186
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/se-12-171-2021	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 Qin Hai-Bo, Yang Shitong, Tanaka Masato, Sanematsu Kenzo, Arcilla Carlo, Takahashi Yoshio	4. 巻 552
2. 論文標題 Chemical speciation of scandium and yttrium in laterites: New insights into the control of their partitioning behaviors	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemical Geology	6. 最初と最後の頁 119771 ~ 119771
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.chemgeo.2020.119771	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 Miura Hikaru, Kurihara Yuichi, Yamamoto Masayoshi, Sakaguchi Aya, Yamaguchi Noriko, Sekizawa Oki, Nitta Kiyofumi, Higaki Shogo, Tsumune Daisuke, Itai Takaaki, Takahashi Yoshio	4. 巻 10
2. 論文標題 Characterization of two types of cesium-bearing microparticles emitted from the Fukushima accident via multiple synchrotron radiation analyses	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 なし
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-020-68318-2	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 Shiraishi Fumito, Omori Takeru, Tomioka Naotaka, Motai Satoko, Suga Hiroki, Takahashi Yoshio	4. 巻 285
2. 論文標題 Characteristics of CaCO ₃ nucleated around cyanobacteria: Implications for calcification process	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Geochimica et Cosmochimica Acta	6. 最初と最後の頁 55 ~ 69
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gca.2020.06.033	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 Nagasawa Makoto, Qin Hai-Bo, Yamaguchi Akiko, Takahashi Yoshio	4. 巻 49
2. 論文標題 Local Structure of Rare Earth Elements (REE) in Marine Ferromanganese Oxides by Extended X-ray Absorption Fine Structure and Its Comparison with REE in Ion-adsorption Type Deposits	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 909 ~ 911
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.200257	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 Kuwahara Hideharu, Kagoshima Takanori, Nakada Ryoichi, Ogawa Nobuhiro, Yamaguchi Asuka, Sano Yuji, Irifune Tetsuo	4. 巻 520
2. 論文標題 Fluorine and chlorine fractionation during magma ocean crystallization: Constraints on the origin of the non-chondritic F/Cl ratio of the Earth	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Earth and Planetary Science Letters	6. 最初と最後の頁 241 ~ 249
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.epsl.2019.05.041	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 Nakada Ryoichi, Asakura Naoko, Nagaishi Kazuya	4. 巻 53
2. 論文標題 Examination of analytical conditions of cerium (Ce) isotope and stable isotope ratio of Ce in geochemical standards	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 GEOCHEMICAL JOURNAL	6. 最初と最後の頁 293 ~ 304
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2343/geochemj.2.0567	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 Nakada Ryoichi, Sato Masahiko, Ushioda Masashi, Tamura Yujiro, Yamamoto Shinji	4. 巻 20
2. 論文標題 Variation of Iron Species in Plagioclase Crystals by X ray Absorption Fine Structure Analysis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Geochemistry, Geophysics, Geosystems	6. 最初と最後の頁 5319 ~ 5333
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2018GC008131	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 Kurosawa Kosuke, Moriwaki Ryota, Komatsu Goro, Okamoto Takaya, Sakuma Hiroshi, Yabuta Hikaru, Matsui Takafumi	4. 巻 46
2. 論文標題 Shock Vaporization/Devolatilization of Evaporitic Minerals, Halite and Gypsum, in an Open System Investigated by a Two Stage Light Gas Gun	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 7258 ~ 7267
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2019GL083249	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 Kebukawa Yoko, Alexander Conel M. O'D., Cody George D.	4. 巻 54
2. 論文標題 Comparison of FT IR spectra of bulk and acid insoluble organic matter in chondritic meteorites: An implication for missing carbon during demineralization	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Meteoritics & Planetary Science	6. 最初と最後の頁 1632 ~ 1641
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/maps.13302	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 Kebukawa Yoko, Zolensky Michael E., Ito Motoo, Ogawa Nanako O., Takano Yoshinori, Ohkouchi Naohiko, Nakato Aiko, Suga Hiroki, Takeichi Yasuo, Takahashi Yoshio, Kobayashi Kensei	4. 巻 271
2. 論文標題 Primordial organic matter in the xenolithic clast in the Zag H chondrite: Possible relation to D/P asteroids	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Geochimica et Cosmochimica Acta	6. 最初と最後の頁 61 ~ 77
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gca.2019.12.012	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 Elmasry Walaa, Kebukawa Yoko, Kaneko Takeo, Obayashi Yumiko, Fukuda Hitoshi, Oguri Yoshiyuki, Kobayashi Kensei	4. 巻 -
2. 論文標題 Alteration and Stability of Complex Macromolecular Amino Acid Precursors in Hydrothermal Environments	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Origins of Life and Evolution of Biospheres	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) 10.1007/s11084-020-09593-x	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 Okumura Taiga, Yamaguchi Noriko, Suga Hiroki, Takahashi Yoshio, Segawa Hiroyo, Kogure Toshihiro	4. 巻 10
2. 論文標題 Reactor environment during the Fukushima nuclear accident inferred from radiocaesium-bearing microparticles	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientific Reports	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) 10.1038/s41598-020-58464-y	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 Lee Sang-Ho, Takahashi Yoshio	4. 巻 237
2. 論文標題 Carbothermal preparation of magnetic-responsible ferrihydrite based on Fe-rich precipitates for immobilization of arsenate and antimonate: Batch and spectroscopic studies	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemosphere	6. 最初と最後の頁 124489 ~ 124489
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.chemosphere.2019.124489	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 Foggiatto Alexandre L., Takeichi Yasuo, Ono Kanta, Suga Hiroki, Takahashi Yoshio, Fusella Michael A., Dull Jordan T., Rand Barry P., Kutsukake Kentaro, Sakurai Takeaki	4. 巻 74
2. 論文標題 Study of local structure at crystalline rubrene grain boundaries via scanning transmission X-ray microscopy	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Organic Electronics	6. 最初と最後の頁 315 ~ 320
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.orgel.2019.07.021	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 Sakakibara Masanobu, Tanaka Masato, Takahashi Yoshio, Murakami Takashi	4. 巻 522
2. 論文標題 Redistribution of Zn during transformation of ferrihydrite: Effects of initial Zn concentration	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Chemical Geology	6. 最初と最後の頁 121 ~ 134
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.chemgeo.2019.05.018	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 Shiraishi Fumito, Matsumura Yuya, Chihara Ryoji, Okumura Tomoyo, Itai Takaaki, Kashiwabara Teruhiko, Kano Akihiro, Takahashi Yoshio	4. 巻 258
2. 論文標題 Depositional processes of microbially colonized manganese crusts, Sambe hot spring, Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Geochimica et Cosmochimica Acta	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) 10.1016/j.gca.2019.05.023	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 Qin Hai-Bo, Uesugi Soichiro, Yang Shitong, Tanaka Masato, Kashiwabara Teruhiko, Itai Takaaki, Usui Akira, Takahashi Yoshio	4. 巻 257
2. 論文標題 Enrichment mechanisms of antimony and arsenic in marine ferromanganese oxides: Insights from the structural similarity	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Geochimica et Cosmochimica Acta	6. 最初と最後の頁 110~130
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gca.2019.04.018	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 Kobayashi Yui, Fukushi Keisuke, Kosugi Shigeyori	4. 巻 54
2. 論文標題 A Robust Model for Prediction of U(VI) Adsorption onto Ferrihydrite Consistent with Spectroscopic Observations	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Environmental Science & Technology	6. 最初と最後の頁 2304~2313
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.est.9b06556	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 Fukushi Keisuke, Sekine Yasuhito, Sakuma Hiroshi, Morida Koki, Wordsworth Robin	4. 巻 10
2. 論文標題 Semiarid climate and hyposaline lake on early Mars inferred from reconstructed water chemistry at Gale	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Communications	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) 10.1038/s41467-019-12871-6	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 Fukushi Keisuke, Miyashita Shun, Kasama Takeshi, Takahashi Yoshio, Morodome Shoji	4. 巻 371
2. 論文標題 Superior removal of selenite by periclase during transformation to brucite under high-pH conditions	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Hazardous Materials	6. 最初と最後の頁 370 ~ 380
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jhazmat.2019.02.107	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 Noda Natsumi, Imamura Shoko, Sekine Yasuhito, Kurisu Minako, Fukushi Keisuke, Terada Naoki, Uesugi Soichiro, Numako Chiya, Takahashi Yoshio, Hartmann Jens	4. 巻 -
2. 論文標題 Highly Oxidizing Aqueous Environments on Early Mars Inferred From Scavenging Pattern of Trace Metals on Manganese Oxides	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Planets	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) 10.1029/2018JE005892	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 Chan Queenie H. S., Nakato Aiko, Kebukawa Yoko, Zolensky Michael E., Nakamura Tomoki, Maisano Jessica A., Colbert Matthew W., Martinez James E., Kilcoyne A. L. David, Suga Hiroki, Takahashi Yoshio, Takeichi Yasuo, Mase Kazuhiko, Wright Ian P.	4. 巻 54
2. 論文標題 Heating experiments of the Tagish Lake meteorite: Investigation of the effects of short-term heating on chondritic organics	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Meteoritics & Planetary Science	6. 最初と最後の頁 104 ~ 125
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/maps.13193	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 Kebukawa Yoko, Ito Motoo, Zolensky Michael E., Greenwood Richard C., Rahman Zia, Suga Hiroki, Nakato Aiko, Chan Queenie H. S., Fries Marc, Takeichi Yasuo, Takahashi Yoshio, Mase Kazuhiko, Kobayashi Kensei	4. 巻 9
2. 論文標題 A novel organic-rich meteoritic clast from the outer solar system	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Scientific Reports	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) 10.1038/s41598-019-39357-1	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 Kebukawa Yoko, Kobayashi Hanae, Urayama Norio, Baden Naoki, Kondo Masashi, Zolensky Michael E., Kobayashi Kensei	4. 巻 116
2. 論文標題 Nanoscale infrared imaging analysis of carbonaceous chondrites to understand organic-mineral interactions during aqueous alteration	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 753 ~ 758
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.1816265116	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 Kebukawa Yoko, Okudaira Kyoko, Yabuta Hikaru, Hasegawa Sunao, Tabata Makoto, Furukawa Yoshihiro, Ito Motoo, Nakato Aiko, Kilcoyne A. L. David, Kobayashi Kensei, Yokobori Shin-ichi, Imai Eiichi, Kawaguchi Yuko, Yano Hajime, Yamagishi Akihiko	4. 巻 53
2. 論文標題 STXM-XANES analyses of Murchison meteorite samples captured by aerogel after hypervelocity impacts: A potential implication of organic matter degradation for micrometeoroid collection experiments	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 GEOCHEMICAL JOURNAL	6. 最初と最後の頁 53 ~ 67
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2343/geochemj.2.0549	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 Takahashi Satoshi, Nakada Ryoichi, Watanabe Yusuke, Takahashi Yoshio	4. 巻 516
2. 論文標題 Iron-depleted pelagic water at the end-Permian mass extinction inferred from chemical species of iron and molybdenum in deep-sea sedimentary rocks	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology	6. 最初と最後の頁 384 ~ 399
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.palaeo.2018.12.014	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 Uramoto Go-Ichiro, Morono Yuki, Tomioka Naotaka, Wakaki Shigeyuki, Nakada Ryoichi, Wagai Rota, Uesugi Kentaro, Takeuchi Akihisa, Hoshino Masato, Suzuki Yoshio, Shiraishi Fumito, Mitsunobu Satoshi, Suga Hiroki, Takeichi Yasuo, Takahashi Yoshio, Inagaki Fumio	4. 巻 10
2. 論文標題 Significant contribution of subseafloor microparticles to the global manganese budget	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Nature Communications	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) 10.1038/s41467-019-08347-2	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 Yang Shitong, Uesugi Soichiro, Qin Haibo, Tanaka Masato, Kurisu Minako, Miyamoto Chihiro, Kashiwabara Teruhiko, Usui Akira, Takahashi Yoshio	4. 巻 3
2. 論文標題 Comparison of Arsenate and Molybdate Speciation in Hydrogenetic Ferromanganese Nodules	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ACS Earth and Space Chemistry	6. 最初と最後の頁 29 ~ 38
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsearthspacechem.8b00119	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 Fukushi Keisuke, Matsumiya Haruna	4. 巻 2
2. 論文標題 Control of Water Chemistry in Alkaline Lakes: Solubility of Monohydrocalcite and Amorphous Magnesium Carbonate in CaCl ₂ /MgCl ₂ /Na ₂ CO ₃ Solutions	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 ACS Earth and Space Chemistry	6. 最初と最後の頁 735 ~ 744
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsearthspacechem.8b00046	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 Solongo Tsetsgee, Fukushi Keisuke, Altansukh Ochir, Takahashi Yoshio, Akehi Akitoshi, Baasansuren Gankhurel, Ariuntungalag Yunden, Enkhjin Odgerel, Davaajargal Boldbaatar, Davaadorj Davaasuren, Hasebe Noriko	4. 巻 8
2. 論文標題 Distribution and Chemical Speciation of Molybdenum in River and Pond Sediments Affected by Mining Activity in Erdenet City, Mongolia	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Minerals	6. 最初と最後の頁 288 ~ 288
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/min8070288	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 .Suga H., Kikuchi S., Takeichi Y., Miyamoto C., Miyahara M., Mitsunobu S., Ohigashi T., Mase K., Ono K., Takahashi Y.	4. 巻 32
2. 論文標題 Spatially Resolved Distribution of Iron Species around Microbe at Submicron Scale in the Natural Bacteriogenic Iron Oxides	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Microbes Environ.	6. 最初と最後の頁 283-287
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1264/jsme2.ME17009	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 Nakada R., Tanaka M., Tanimizu M., Takahashi Y.	4. 巻 218
2. 論文標題 Aqueous speciation is likely to control the stable isotopic fractionation of cerium at varying pH.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Geochim. Cosmochim. Acta	6. 最初と最後の頁 273-290
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gca.2017.09.019	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 Fukushi K., Suzuki Y., Kawano J., Ohno, T., Ogawa M., Yaji T., Takahashi Y.	4. 巻 213
2. 論文標題 Speciation of Magnesium in monohydrocalcite: XANES, ab initio and geochemical modeling.	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Geochim. Cosmochim. Acta	6. 最初と最後の頁 457-474
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gca.2017.06.040	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 Botoman, L., Shukla, E., Johan, E., Mitsunobu, S., Matsue, N.	4. 巻 16
2. 論文標題 Sorbent-embedded sheets for safe drinking water in developing countries: a case study of lead(II) removal by a zeolite-embedded sheet: A case study of lead(II) removal by a zeolite-embedded sheet	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Water & Health	6. 最初と最後の頁 159-163
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2166/wh.2017.160	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 Kashiwabara, T., Kubo, S., Tanaka, M., Senda, R., Iizuka, T., Tanimizu, M., Takahashi, Y.,	4. 巻 204
2. 論文標題 Stable isotope fractionation of tungsten during adsorption on Fe and Mn (oxyhydr)oxides	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Geochim. Cosmochim. Acta	6. 最初と最後の頁 52-67
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gca.2017.01.031	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 Uemura, Y., Kido, D., Koide, A., Wakisaka, Y., Niwa, Y., Nozawa, S., Ichianagi, K., Fukaya, R., Adachi, S., Katayama, T., Togashi, T., Owada, S., Yabashi, M., Hatada, K., Iwase, A., Kudo, A., Takakusagi, S., Yokoyama, T., Asakura, K.	4. 巻 53
2. 論文標題 Capturing local structure modulations of photoexcited BiVO4 by ultrafast transient XAFS	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Chem. Commun.	6. 最初と最後の頁 7314-7317
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C7CC02201H	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 Adhikari, B., Yamada, Y., Yamauchi, M., Wakita, K., Lin, X., Aratsu, K., Ohba, T., Karatsu, T., Hollamby, M., Shimizu, N., Takagi, H., Haruki, R., Adachi, S., Yagai, S.	4. 巻 8
2. 論文標題 Light-induced unfolding and refolding of supramolecular polymer nanofibres	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Nature Comm.	6. 最初と最後の頁 15254
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/ncomms15254	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 Kitadai N., Nishiuchi K., Nishii A. and Fukushi K.	4. 巻 48
2. 論文標題 Amorphous silica-promoted Lysine dimerization: A thermodynamic prediction	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Origins of Life and Evolution of Biospheres	6. 最初と最後の頁 23-34
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s11084-017-9548-z	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 Nakamura T.他	4. 巻 -
2. 論文標題 Formation and evolution of carbonaceous asteroid Ryugu: Direct evidence from returned samples	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 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) 10.1126/science.abn8671	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 Barosch Jens他	4. 巻 935
2. 論文標題 Presolar Stardust in Asteroid Ryugu	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 The Astrophysical Journal Letters	6. 最初と最後の頁 L3~L3
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3847/2041-8213/ac83bd	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

〔学会発表〕 計63件 (うち招待講演 7件 / うち国際学会 24件)

1. 発表者名 北島卓磨・福士圭介・関根康人・依田優大・ガンフレル バーサンスレン・ダバースレン ダバードルジ
2. 発表標題 非晶質マグネシウム炭酸塩の溶解度：初期火星の閉塞湖におけるMg炭酸塩の希少性
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会，オンライン
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐久間博・森田康暉・福士圭介・高橋嘉夫・野田夏実・関根康人・田村堅志
2. 発表標題 鉄サポナイトの合成と酸化・還元可逆性
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会，オンライン
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 徳門弘都・福士圭介・関根康人・井上皓介・森田康暉
2. 発表標題 サポナイト層間Na ⁺ -NH ₄ ⁺ 交換選択係数：セレス初期海洋におけるアンモニウム濃度の再検討
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会，オンライン
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 依田優大・関根康人・福土圭介・北島卓磨・Gankhurel, B.・Davaasuren, D.・Gerelmaa, T.・Ganbat, S.・庄司大悟・高橋嘉夫
2. 発表標題 Field investigations on salt partitioning in frozen closed-basin lakes in Mongolia as terrestrial analogues of subsurface brine reservoirs on Solar System icy bodies.
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2021年大会, オンライン
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 野路陽平・福土圭介・徳門弘都
2. 発表標題 サボナイト層間における陽イオン交換選択係数の測定
3. 学会等名 日本鉱物科学会2021年年会, オンライン
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 徳門弘都・福土圭介・関根康人・井上浩介
2. 発表標題 サボナイト アンモニウム相互作用: セレス初期海洋のアンモニウム濃度制約
3. 学会等名 日本鉱物科学会2021年年会, オンライン
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 井上皓介・福土圭介・菅大暉・高橋嘉夫・河合敬宏・武市泰男
2. 発表標題 隕石母天体における水質変成作用の解析に用いる層状ケイ酸塩のマルチエレメントXANESライブラリの構築
3. 学会等名 日本鉱物科学会2021年年会, オンライン
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 北島卓磨・福土圭介・関根康人・依田優大・ガンフレル パーサンスレン・ダバースレン ダバードルジ・高橋嘉夫
2. 発表標題 低温条件における非晶質マグネシウム炭酸塩の溶解度
3. 学会等名 日本鉱物科学会2021年年会, オンライン
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 福土圭介・関根 康人・Rampe, E.B.
2. 発表標題 火星ゲールクレータ湖沼堆積物の間隙水水質復元: Murray 層 Quela サイトへの適用
3. 学会等名 日本地球化学会第68回年会, オンライン
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Fukushi, K., Sekine, Y., Rampe, E.B.
2. 発表標題 Reconstruction of water chemistry in ancient liquid water from the Murray formation, Gale Crater, Mars
3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2021, オンライン (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Kitajima, T., Fukushi, T., Sekine, Y.
2. 発表標題 Solubility of amorphous magnesium carbonate: Implication for Mg-carbonate formation on Early Mars.
3. 学会等名 AGU Fall Meeting 2021, オンライン (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Nakamura, T., et al.
2. 発表標題 Early History of Ryugu's Parent Asteroid: Evidence from Return Sample
3. 学会等名 The 53rd Lunar and Planetary Science Conference, Huston USA (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Kajitani, I., Nakada, R., Koike, M., Tanabe, G., Usui, T., Matsu'ura, F., Fukushi, K., Kurokawa, H., Yokoyama, T.
2. 発表標題 Speciation of Sulfur in Carbonates in a 4.1-Billion-Year-Old Martian Meteorite.
3. 学会等名 The 53rd Lunar and Planetary Science Conference, Huston USA (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 福土 圭介、関根 康人、佐久間 博、森田 康暉、Robin Wordsworth
2. 発表標題 Habitable aqueous environment on Early Mars inferred from reconstructed water chemistry at Gale
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 福土 圭介、関根 康人
2. 発表標題 Evolution of aqueous environment on Early Mars inferred from reconstructed water chemistry at Gale
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 関根 康人、福士 圭介
2. 発表標題 初期火星の水循環とアストロバイオロジー：中央アジア・モンゴル、半乾燥地域の水循環からの示唆
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 梶谷 伊織、中田 亮一、小池 みずほ、田辺 学、臼井 寛裕、横山 哲也、福士 圭介
2. 発表標題 Sulfur species in carbonates of a 4.1-billion-year old Martian meteorite constraining conditions of water on ancient Mars
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井上 皓介、福士 圭介、森田 康暉、菅 大暉、高橋 嘉夫
2. 発表標題 地球外試料中の粘土鉱物に対する新たな鉱物学的キャラクタリゼーション法の開発
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 北島 卓磨、福士 圭介、ガンフレル パーサンスレン、関根 康人、依田 優大、ダバースレン ダバードルジ
2. 発表標題 氷形成を駆動力とした鉱物形成過程の検証：南モンゴルのアルカリ塩湖凍結時にみられる自生炭酸塩鉱物生成
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 関根 康人、中村 麻也、Davaadorj Davaasuren、庄司 大悟、森田 康暉、福士 圭介、長谷部 徳子、McGlynn Shawn
2. 発表標題 Recurring slope lineae on Earth: Implications for hydrological cycles and potential habitability on Mars
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting2020 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 依田 優大、関根 康人、福士 圭介、北島 卓磨、ガンフレル パーサンスレン、ダバスーレン ダバドルジ、庄司 大悟、高橋 嘉夫
2. 発表標題 Field investigation on capturing of lake water salts within surface ice on ice-covered saline lakes in Mongolia: Implications for icy shell compositions of Solar System icy bodies.
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 梶谷伊織、中田亮一、小池みずほ、田辺学、臼井寛裕、松浦史宏、福士圭介、黒川宏之、横山哲也
2. 発表標題 火星隕石 ALH 84001 の炭酸塩中の硫黄化学種解析 に基づく初期火星表層環境の推定
3. 学会等名 日本惑星科学会 2020年 秋季講演会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 竹田早英桂、孫 静、浜本貴史、石田圭輔、田中雅人、板井啓明、高橋嘉夫
2. 発表標題 Fe(II)を含むスメクタイトによる U(VI)の還元
3. 学会等名 2020年度日本地球化学会第67回オンライン年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 井上皓介、福士圭介、森田康暉、菅 大暉、河合敬宏、高橋嘉夫、武市泰男
2. 発表標題 隕石母天体における水質変成作用の解析に用いる層状ケイ酸塩のマルチエレメント XANESライブラリの構築
3. 学会等名 2020年度日本地球化学会第67回オンライン年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 北島卓磨、福士圭介、関根康人、依田優大、Baasansuren Gankhurel、Davaadorj Davaasuren、武市泰男、高橋嘉夫
2. 発表標題 低温条件におけるモノハイドロカルサイトの生成
3. 学会等名 2020年度日本地球化学会第67回オンライン年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 小長谷莉未、坪井寛行、板井啓明、高橋嘉夫
2. 発表標題 地球化学的ツールとしてのルビジウム安定同位体比の可能性：河川-海洋系における同位体分別
3. 学会等名 2020年度日本地球化学会第67回オンライン年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 河合敬宏、菅 大暉、武市泰男、井上皓介、福士圭介、片山郁夫、高橋嘉夫
2. 発表標題 走査型透過X線顕微鏡(STXM)による隕石や地球熱水変質物に含まれる有機物や二次鉱物中の炭素や鉄の局所化学種解析
3. 学会等名 2020年度日本地球化学会第67回オンライン年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Keisuke Fukushi, Yasuhito Sekine
2. 発表標題 Water Chemistry of Early Mars Recorded in Interlayer of Smectite and Secondary Minerals from Gale
3. 学会等名 57th Annual Meeting of the Clay Minerals Society (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 福土圭介
2. 発表標題 火星の古環境と水質と粘土
3. 学会等名 第63回粘土科学討論会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井上皓介・福土圭介・森田康暉・菅 大暉・高橋嘉夫
2. 発表標題 地球外試料中のスメクタイトに対する新たな鉱物学的キャラクタリゼーション法の開発
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 森田康暉・福土圭介・佐久間博
2. 発表標題 マグネシウム型スメクタイトの膨張挙動
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 森田康暉・福士圭介・佐久間博
2. 発表標題 スメクタイトの膨張挙動に及ぼす雰囲気気体の影響
3. 学会等名 第63回粘土科学討論会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中村麻也・関根康人・福士圭介・長谷部徳子・Davaadorj D.・高橋嘉夫・長谷川精・小倉拓郎・森田康暉・Tuvshin G.
2. 発表標題 Dark Streak Features in Mongolia: Implications for Formation Mechanisms of Recurring Slope Lineae on Mars
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 Nakamura, M., Sekine, Y., Fukushi, K., Hasebe, N., Davaadorj, D., Takahashi, Y., Hasegawa, H., Ogura, T., Morida, K. and Tuvshin, G.
2. 発表標題 Terrestrial recurring slope lineae in Mongolia: its formation mechanism and implications for Mars
3. 学会等名 9th International Conference of Mars (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 依田優大・関根康人・福士圭介・高橋嘉夫・北島卓磨・Baasansuren G.・Davaadorj D.・庄司大悟
2. 発表標題 モンゴル塩湖の凍結時における氷への塩取り込みと太陽系氷天体への応用
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 Nakada R., Usui T., Ushioda M., Takahashi Y.
2. 発表標題 Micro-XANES Determination of Oxidation States of V and Fe in Olivine-Hosted Glass Inclusion and Groundmass Glasses of Yamato 980459
3. 学会等名 9th International Conference on Mars (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kajitani I., Tanabe G., Nakada R., Usui T., Yokoyama T.
2. 発表標題 Finding of oxidized sulfur species in carbonates from a Martian meteorite Allan Hills 84001 using μ -XANES
3. 学会等名 9th International Conference on Mars (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Koike M., Nakada R., Kajitani I., Usui T., Tamenori Y., Sugahara H., Kobayashi A., Kirschvink J. L.
2. 発表標題 In-situ detection of the possible martian amino acids in 4-billion-year-old carbonates from martian meteorite Allan Hills 84001
3. 学会等名 9th International Conference on Mars (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Daisuke Wakabayashi, Shohei Yamashita, Hirokazu Tanaka, Akio Toyoshima, Yasuo Takeichi, Masao Kimura and Kenta Amemiya
2. 発表標題 33)Construction of a new beamline for STXM at Photon Factory
3. 学会等名 the 40th International Conference on Vacuum Ultraviolet and X-ray Physics (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 梶谷伊織、田辺学、中田亮一、白井寛裕、小池みずほ、松浦史宏、横山哲也
2. 発表標題 Finding of oxidized sulfur species in carbonates from a Martian meteorite Allan Hills 84001 using μ -XANES
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 Nakamura, M., Sekine, Y., Fukushi, K., Hasebe, N., D. Davaadorj, Takahashi, Y., Hasegawa, H., Ogura, T., Morida, K.,
2. 発表標題 Dark streak features in Mongolia as terrestrial analogues of recurrent slope lineae on Mars
3. 学会等名 Lunar and Planetary Science Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Shibuya, T., Sekine, Y., Kikuchi, S., Fukushi, K., Nakamura, T. and Watanabe, S.,
2. 発表標題 Thermodynamic modelling of water-rock interactions in the planet body of Ryugu
3. 学会等名 Lunar and Planetary Science Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Fukushi, K., Sekine, Y., and Wordsworth, R.
2. 発表標題 Dynamic climate and redox interactions on early Mars inferred from water chemistry at Gale
3. 学会等名 AGU fall meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Yoko Kebukawa, Motoo Ito, Michael Zolensky, Richard Greenwood, Zia Rahman, Hiroki Suga, Aiko Nakato, Queenie Chan, Marc Fries, Yasuo Takeichi, Yoshio Takahashi, Kazuhiko Mase, Kensei Kobayashi
2. 発表標題 Organic Matter in Carbonaceous Chondrite-like Xenolithic Clasts: Preserving Unique Records in the Solar System
3. 学会等名 AOGS 15th Annual Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Y. Kebukawa, M. E. Zolensky, M. Ito, C. A. Goodrich, M. A. Marcus, A. L. D. Kilcoyne, T. Ohgashi, Z. Rahman, M. H. Shaddad and K. Kobayashi
2. 発表標題 Investigation of Organic Matter in Carbonaceous Chondrite Lithologies of Almahata Sitta
3. 学会等名 Lunar and Planetary Science Conference
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 四垂将志, 中田亮一, 臼井寛裕, 飛田南斗, 横山哲也
2. 発表標題 Geochemical Constraints on the Evolution of Ancient Water Reservoirs on Mars from Sulfur Speciations in Impact Glasses of Shergottites
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 伊藤元雄, 大東琢治, 中田亮一, 菅大暉, 兒玉優, 奈良岡浩
2. 発表標題 In-situ analysis of sulfur speciation and isotopic compositions of organics in Murchison CM2 chondrite
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 福士圭介・関根康人・Wordsworth, R.
2. 発表標題 Galeクレーター湖沼堆積物の間隙水水質に記録された古環境
3. 学会等名 日本惑星科学会秋季講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中村麻也・関根康人・福士圭介・長谷部徳子・ダバドルジ ジャハナ・高橋嘉夫・長谷川精
2. 発表標題 火星Recurrent Slope Lineae の地球アナログフィールドの発見：モンゴル南西部、半乾燥地域急斜面上の筋模様
3. 学会等名 日本惑星科学会秋季講演会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 関根康人・福士圭介・渋谷岳造・高橋嘉夫
2. 発表標題 太陽系天体における水-岩石相互作用：太陽系形成と生命生存可能性に迫る
3. 学会等名 日本地球化学会第65回年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 中村麻也・関根康人・福士圭介・渋谷岳造・長谷部徳子・ダバドルジ ジャハナ・高橋嘉夫
2. 発表標題 初期火星における化学風化の評価に向けた実験的・地質学的研究
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 千田拓史・関根康人・福土圭介・松宮春奈・Solongo Tsetsgee・長谷部徳子・Davaasuren Davaadorj
2. 発表標題 Hydrology of Subsaline Lakes in Southern Mongolia: A Terrestrial Analog Study for Lacustrine Environments and Chloride Depositions on Early Mars
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 福土圭介・関根康人
2. 発表標題 Water chemistry recorded in smectite from lacustrine sediment at Gale Crater, Mars
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 Chida, T., Sekine, Y., Fukushi, K., Matsumiya, H., Hasebe, N., Davaadori, D.,
2. 発表標題 Hydrology of Subsaline Lakes in Southern Mongolia: A Terrestrial Analog Study for Lacustrine Environments and Chloride Depositions on Early Mars
3. 学会等名 Lunar and Planetary Science Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 福土圭介・鈴木雄真・松宮春奈・川野潤・大野剛・小川雅裕・家路豊成・高橋嘉夫
2. 発表標題 モノハイドロカルサイトと共存するMgの存在状態：XANES，第一原理計算と地球化学モデリング
3. 学会等名 日本地球化学会第64回年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 福土圭介
2. 発表標題 土壌鉱物による微量元素吸着挙動の予測
3. 学会等名 2017年度土壌物理学大会 (招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Fukushi, K.
2. 発表標題 Smectite records past liquid water chemistry: an example from lake sediment on Gale crater, Mars
3. 学会等名 Joint meeting of Multscale asteroid science & Aqua planetology (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 小林ゆい・福土圭介
2. 発表標題 鉄酸化物による微量ウラン吸着の表面錯体モデリング：微量元素の吸着挙動 を利用した古水質復元
3. 学会等名 日本地球化学会第64回年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 松宮春奈・福土圭介
2. 発表標題 モノハイドロカルサイト相転移挙動の再検討：共存水和マグネシウム炭酸塩の影響
3. 学会等名 第61回粘土科学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 関根康人・渋谷岳造・玄田英典・福士圭介・臼井寛裕・高橋嘉夫・倉本圭・鍵裕之・渡邊誠一郎
2. 発表標題 水惑星学の創成
3. 学会等名 日本地球化学会第64回年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 米健太郎・小林ゆい・福士圭介
2. 発表標題 金属酸化物への微量亜鉛吸着の表面錯体モデリング
3. 学会等名 第61回粘土科学討論会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 田中雅人・有賀大輔・柏原輝彦・高橋嘉夫
2. 発表標題 マンガン酸化物への吸着に伴う同位体分別を引き起こすモリブデンの元素的な性質
3. 学会等名 日本地球化学会第64回年会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 田辺学・中田亮一・臼井寛裕・四垂将志・横山哲也
2. 発表標題 X線吸収微細構造分析による火星隕石中の炭酸塩の鉄化学種解析
3. 学会等名 日本地球化学会第64回年会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 高橋 嘉夫、福士 圭介、田中 雅人、柏原 輝彦、関根 康人、板井 啓明	4. 発行年 2021年
2. 出版社 名古屋大学出版会	5. 総ページ数 444
3. 書名 分子地球化学	

〔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	木村 正雄 (Kimura Masao) (00373746)	大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構・物質構造科学研究所・教授 (82118)	
研究分担者	高橋 嘉夫 (Takahashi Yoshio) (10304396)	東京大学・大学院理学系研究科(理学部)・教授 (12601)	
研究分担者	佐久間 博 (Sakuma Hiroshi) (20400426)	国立研究開発法人物質・材料研究機構・機能性材料研究拠点・主幹研究員 (82108)	
研究分担者	若林 大佑 (Wakabayashi Daisuke) (20759964)	大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構・物質構造科学研究所・助教 (82118)	
研究分担者	武市 泰男 (Takeichi Yasuo) (40636461)	大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構・物質構造科学研究所・助教 (82118)	

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
研究分担者	中田 亮一 (Nakada Ryoichi) (50726958)	国立研究開発法人海洋研究開発機構・超先鋭研究開発部門(高知コア研究所)・副主任研究員 (82706)	
研究分担者	葵生川 陽子 (Kebukawa Yoko) (70725374)	横浜国立大学・大学院工学研究院・准教授 (12701)	
研究分担者	菅 大暉 (Suga Hiroki) (70827568)	公益財団法人高輝度光科学研究センター・分光・イメージング推進室・研究員 (84502)	
研究分担者	山下 翔平 (Yamashita Shohei) (50779048)	大学共同利用機関法人高エネルギー加速器研究機構・物質構造科学研究所・助教 (82118)	
研究分担者	光延 聖 (Mitsunobu Satoshi) (70537951)	愛媛大学・農学研究科・准教授 (16301)	

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