

令和 6 年 5 月 29 日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2021～2023

課題番号：21K18917

研究課題名(和文)粘土鉱物により放射性核種は還元されるか？ -放射性廃棄物地層処分と関連して-

研究課題名(英文) Are radionuclides reduced by clay minerals? -In Relation to Geological Disposal of Radioactive Waste

研究代表者

高橋 嘉夫 (Takahashi, Yoshio)

東京大学・大学院理学系研究科(理学部)・教授

研究者番号：10304396

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 5,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究でスメクタイト中の $Fe^{3+}$ を $Fe^{2+}$ に還元して得た $Fe(II)$ 含有スメクタイトにより、 $U(VI)$ が $U(IV)$ に還元・固定されることが分かった。pH・イオン強度依存性、未風化黒雲母で還元がおきないことなどから、この還元反応はスメクタイト層間の $U(VI)$ 吸着種に対して起きると推定された。これを天然試料で確認するため、人形峠風化花崗岩中の風化した黒雲母中の $U$ の分布と化学状態をマイクロXRF-XAFSで調べた。ここでは特にRb共存の影響を除くためTESによる分析を行い、 $U$ はRbが少ない強風化の部位に多く存在し、そこで $U$ は還元されていることが分かった。このことは上記の室内実験の結果と整合的である。

研究成果の学術的意義や社会的意義

放射性廃棄物の地層処分を念頭においた場合、スメクタイトが硫化物などの還元力がある物質が絶えず流入する環境におかれたならば、その層構造中に $Fe(II)$ が蓄積される可能性がある。こうして高い $Fe(II)/Fe(III)$ 比を持つにいたったスメクタイトは、非常に強い還元作用を保持することになり、地層処分においては、 $U$ などを還元しより固定化する方向に作用する可能性がある。このようなスメクタイトは、放射性廃棄物の周囲を覆う緩衝材として用いられる計画であり、地下環境で長期間スメクタイトが保持されることで、上で示したような $Fe(II)$ を保持するに至れば、様々なアクチノイドを還元することができると期待される。

研究成果の概要(英文)：The reduction of  $U(VI)$  to  $U(IV)$  by  $Fe(II)$ -containing smectite, obtained by reducing  $Fe^{3+}$  to  $Fe^{2+}$  in smectite, was found to be pH- and ionic strength-dependent, and the fact that the reduction does not occur in fresh biotite suggests that this reduction reaction occurs for  $U(VI)$ -adsorbed species in the smectite interlayer. To confirm this in natural samples, the distribution and chemical state of  $U$  in weathered biotite in the Ningyo-Toge weathered granite were investigated by micro-XRF-XAFS. Here, TES analysis was performed to exclude the influence of Rb coexistence, and it was found that  $U$  is abundant in the strong-weathered areas where Rb is scarce and  $U$  is reduced there. This is consistent with the results of the laboratory experiments described above.

研究分野：地球化学、環境化学

キーワード：粘土鉱物 放射線核種 放射性廃棄物 EXAFS 還元

1. 研究開始当初の背景

粘土鉱物・雲母は、地球表層に普遍的に存在する物質(鉱物)で、金属イオンの挙動に大きな影響を及ぼす。また 2:1 型粘土鉱物の 1 つであるスメクタイト(ベントナイトの主成分)は、高レベル放射性廃棄物の地層処分において廃棄体と天然バリアの間の緩衝材として用いられる予定の重要な物質である。このような粘土鉱物(風化した雲母を含む)の機能として、これまで粘土鉱物の層間や端面に対する吸着反応が盛んに研究されてきた(Sylwester et al., 2000; Davis et al., 2004; Tran et al., 2018 など)。一方で近年、2:1 型粘土鉱物八面体層中の 2 価の鉄(Fe)には、共存する金属イオンを還元する作用があることが示され(Gorski et al., 2013)、例えば 6 価クロム(クロム酸)が Fe(II)を含むスメクタイトにより還元されるなどの研究がなされている(Wong et al., 2017)。しかし、これらの研究は現象論的であり、その還元反応の素過程解明には更なる研究が必要であると共に、ウラン(U)や、同様に価数が変化し放射性廃棄物地層処分では重要な長半減期核種(プルトニウム(Pu)、ネプツニウム(Np)、セレン(Se)、テクネチウム(Tc)など)に対する研究は無く、詳細な総説論文である Geckeis et al. (2013)でも言及がない(註: U では Fe(II)を含む雲母による還元の研究があるが(Ilton et al., 2004)、粘土鉱物に関する研究はない)。これらの元素はいずれも酸化形より還元形(U(IV)など)の方が地下水に溶けにくく、粘土鉱物による還元が生じるのであれば、これらの核種の挙動予測に決定的に重要となる。すなわち、緩衝材に用いられるスメクタイトの八面体層中に Fe(II)が存在した場合、上記還元反応が多くの上記の挙動に影響を与える可能性がある。本研究は、このような放射性廃棄物地層処分では重要な元素に対する 2:1 型粘土鉱物による還元反応を対象とする。本研究では、これらの研究の対象元素として、U と Se (Qin, Takahashi et al., 2023) について研究を行ったが、ここでは特に U の研究について報告する。

2. 研究の目的

以上から、本研究の具体的な目的と内容は以下の通りである。

- (1) 還元反応検出: 放射性廃棄物地層処分に関連する種々のイオン(U、Se など)が、Fe(II)を含む 2:1 型粘土鉱物{モンモリロナイト(Fe(III)が主体なのでこれを還元処理) サポナイト(元々Fe(II)を持つ)}により還元されるかどうかを X 線吸収微細構造(XAFS 法; XAFS 法は原理的に XANES 法と EXAFS 法に分けられ、ここでは特に XANES 法)から調べる。特に異なる Fe(II)/Fe(III)比を持つ粘土鉱物を用いた時に、U(VI)などがどの程度還元されるか(U(IV)/U(VI)比)を調べる。
- (2) 還元機構解明: U や Se などの還元が確認された場合、その素過程を EXAFS 法から解明する。本還元作用の根源である Fe(II)は粘土鉱物八面体層中に存在するので、それが還元に寄与する場合、端面への吸着が必須な過程と予想され、これを EXAFS 法で調べる(図 1)。八面体層中 Fe(II)が強い還元作用を持つ場合、その起源は八面体層の該当サイト中の Fe(II)と Fe(III)の安定性の違いに起因すると考えられ、これを EXAFS による Fe 局所構造解析から解明する。
- (3) 天然試料分析や TES 蛍光 XAFS 法: 天然系でこの還元反応の有効性を証明するために、人形峠の風化花崗岩などに含まれる U について研究を行った。その際、特に U 分析では Rb Kβ 線と U の Lα 線が干渉するため、我々が開発しているエネルギー分解能が高い超伝導転移端検出器(TES; 図 2)を用いた分析も行う(Yamada, Takahashi et al., 2021; Yomogida, Takahashi et al., 2024)。

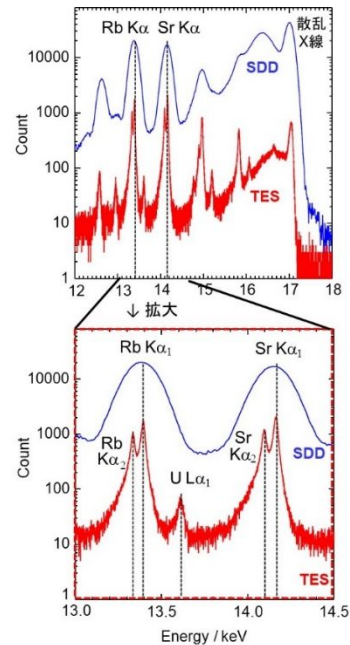
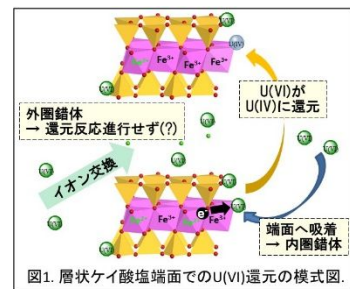
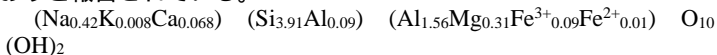


図2. TESによる高エネルギー(E)分解能の蛍光X線(XRF)検出。Siドリフト検出器(SDD)に比べて25倍の高いE分解能を持ち、UやSeの分析に有効。

3. 研究の方法

固相試料: 本実験で主に用いた粘土鉱物試料は、NUMO より提供された Kunipia F である。Kunipia F は、クニゲル VI を水篩することにより精製したもので、ほぼ 100wt%モンモリロナイトからなるスメクタイト試料である。陽イオン交換容量は 117 meq/100g で、比表面積は 800 m<sup>2</sup>/g である(Shibata et al., 1994)。同じ文献によると、Kunipia F の化学組成は以下のとおりと報告されている。



本研究では、粘土鉱物中の Fe に着目しているが、この式から、Kunipia F 中の鉄は 90%が Fe<sup>3+</sup>であり、すべて 8 面体層中に含まれていることが示唆される。

還元粘土鉱物の調製と吸着実験: 吸着試験の固相として、クニミネ工業製の Na モンモリロナイトである Kunipia F を主に用いる。溶液調製用の試薬として、希 HCl 溶液、希 NaOH 溶液、亜ジチオン酸 Na、炭酸水素 Na、NaCl などの一般試薬を用いる。雰囲気制御グローブボックス内ガスとして水素・アルゴン混合ガスを用いて還元実験を行った。

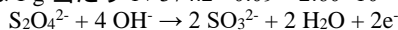
XAFS 実験: 調製したウラン吸着スメクタイトに対し、大気圧、25°C で上記に示した通りの吸着実験を行った。XAFS スペクトルの測定は、Spring-8 のビームライン BL01B1 で行った。ビームライン BL01B1 では、3.8-113 keV の広いエネルギー領域で汎用的な XAFS 実験を行うことができ、様々な研究分野で利用されている。偏向電磁石を光源とし、光学系は、第一コリメーティングミラー、定位置射出二結晶分光器、及び第 2 集光ミラーにより構成されており、ロジウムコートミラーにより高次光の除去が行われる。透過法 XAFS 用に、種々のイオンチェンバー及びガスが用意されている。また、低濃度試料に対する蛍光 XAFS 用には、19 素子 Ge 検出器が整備されており、本研究でもこのビームラインを用いた。ウランを含む試料の測定では、試料約 100 mg 程度をポリエチレンの袋に 3 重に封じ、試料面積が 1 cm×0.5 cm ぐらいになるように袋の中で成形し、XAFS 測定に用いた。BL01B1 ビームラインの X 線はスリットの開口により 1~7 mm に変えられるが、19 素子 Ge 半導体検出器の deadtime が大きくなり過ぎない範囲(各素子当たり 12 万 cps 程度)になるようにスリットや試料と検出器の距離を調整した。またウランを含む粘土鉱物試料の鉄の K 吸収端 XAFS 分析も同様に行った。解析には、REX2000(リガク)を用いた。十分な質のスペクトルを得るための XANES の積算時間は約 20 分程度で、EXAFS の積算時間は 30-60 分程度であった。本研究では、偏

向電磁石を用いたバルク試料用の標準的な XAFS 用ビームラインである BL01B1 でウランを用いた実験を行う目的で準備を進めた。事前に実験計画を SPring-8 の安全管理室に提出し、了承を得た後で、その予定に従って試料を送付した。実験計画には、使用するウランの量に加えて、実験雰囲気や実際の試料の形態などを示す。本実験では、試料をプロエチレンの袋で 3 重に密封することで、安全性を確保した。また実験に使用していない時間帯では、BL01B1 に備えつけの鍵のかかる試薬庫に厳重に保管をした。試料の運搬に当たっては、放射性物質の L 型輸送物用の規則にのり、3 辺とも 10 cm 以上の箱の中に密封できる容器を入れ、その中に天然ウランを含む試料を入れた。外側に L 型輸送物の表示をすると共に、内部に拾得した場合の連絡先を表示する。この L 型の荷物は、ゆうパックで送付できることが判明したので、ゆうパックを用いた輸送を行った。その際、国連番号 ( UN2910 ( L 型輸送物の場合 ) ) を示したラベルを貼付する必要があった。

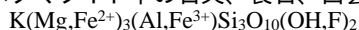
#### 4. 研究成果

##### (1) スメクタイト中の Fe(III) の還元

ウランの結果を述べるに先立ち、まず亜ジチオン酸でスメクタイト中の Fe(III) の還元が十分に生じているかについて述べる。Kunipia F は、前節でも触れた通り、 $(\text{Na}_{0.42}\text{K}_{0.008}\text{Ca}_{0.068})(\text{Si}_{3.91}\text{Al}_{0.09})(\text{Al}_{1.56}\text{Mg}_{0.31}\text{Fe}^{3+}_{0.09}\text{Fe}^{2+}_{0.01})\text{O}_{10}(\text{OH})_2$  の組成を持っている。この式量は 374.2 であり、還元されるべき鉄の等量は 1 g 当たり  $1/374.2 \times 0.09 = 2.60 \times 10^{-4}$  eq/g となる。これに対して亜ジチオン酸の還元反応は



であり、1 モル当たり 2 等量の還元反応が起きる。これまでの我々の実験では、Kunipia F が 900 mg に対して亜ジチオン酸ナトリウム (式量: 174) を 4.5 g 作用させていた。この亜ジチオン酸は、0.052 eq の還元が可能なのに対して、Kunipia F の量は  $2.16 \times 10^{-4}$  eq となるので、等量比として約 240 倍の亜ジチオン酸ナトリウムを加えていたことになる。この還元の評価は、主に Fe の K 吸収端 XANES により行った。その際、Fe(II)のみを含むスメクタイト (あるいはそれと類似な試料) および Fe(III)のみを含むスメクタイトの標準試料が重要になる。そこで本研究では、ニチカ社より購入したインド Andhara Pradesh 州 Nellore の花崗岩ペグマタイト中の石英、長石、白雲母に随伴して晶出する黒雲母を用いた。黒雲母の理想式は



である。この試料中の価数別の Fe 濃度は、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  0.80 wt.%、 $\text{FeO}$  24.55 wt.% と求められており、全鉄中の 97% の Fe は  $\text{Fe}^{2+}$  である。このことから、この黒雲母中の鉄の殆どは 8 面体層中  $\text{Fe}^{2+}$  であることが分かる。本研究で問題にしている Fe の酸化還元反応は、モンモリロナイトの 8 面体層中の  $\text{Fe}^{2+}$  により引き起こされると考えられている。またモンモリロナイトの 8 面体層中の化学組成から考えた場合、黒雲母ではモンモリロナイトより  $\text{Mg}^{2+}$  の割合が高いもの、および黒雲母の 8 面体層中の  $\text{Fe}^{2+}$  を含むこの Fe(II)-黒雲母 (Fe(II)-bearing biotite) で、モンモリロナイト中の  $\text{Fe}^{2+}$  は評価できると考えられる。

未還元および還元 Kunipia F、グローブボックス内の水中 (酸素分圧 5 ppm 以下) に 1 週間程度放置した Kunipia F、未還元および還元処理した豪州産サポナイト、ferrihydrite の Fe 吸収端 XANES スペクトルにおいて、Kunipia F は、還元前と還元後ではスペクトルが低エネルギー側に大きくシフトしており、これは還元の影響であるといえる。同様に豪州産サポナイトでも還元による同様のシフトがみられる。また十分に還元した Kunipia F のスペクトルは Fe(II)-bearing biotite によく似ており、これで Kunipia F の還元の程度が評価できると期待される。今後、十分に還元されたと考えられる Kunipia F のメスパウアースペクトルを測定することで、このことを検証する必要がある。

さらに粘土鉱物の構造が保持されているかを XRD パターンで調べた。ここで、スメクタイトの 8 面体層の面内の構造変化を示すピークである  $2\theta = 60^\circ$  付近のスメクタイトの (060) 反射に着目した。我々の研究では Kunipia F の (060) 線が還元に伴い低角度側にシフトしており、Chemtob et al. (2017) の結果と整合的である。但し、我々のスメクタイト中の鉄の割合は組成式中で 0.1 であり、Chemtob et al. (2017) の 0.87 に比べてかなり小さいため、この程度の微量な Fe の価数変化が (060) 反射の位置に影響を及ぼし得るかはさらに要検討である。

以上から、8 面体層中での鉄の還元が生じていることが確認されると共に、その評価に XANES スペクトルが利用可能であることが分かったので、様々な還元の程度の Kunipia F に XANES スペクトルを、未処理の Kunipia F (Fe(III) の割合は 90%) と Fe(II)-bearing biotite のスペクトルの線形結合で最小自乗フィッティングを行った。その結果、還元 Kunipia F のスペクトルは大よそこの 2 成分でフィッティングできることが分かる。

また Kunipia F を酸素分圧 5 ppm 以下のグローブボックス中の水中に 1 週間保持した Kunipia F では、XANES の結果から、Fe(II) の割合が 10% から 22% に増加したと推定された。これは、亜ジチオン酸のような強い還元剤を用いなくても、モンモリロナイト中の Fe(III) が Fe(II) に還元され得ることを示しており、環境中での Fe(II) を含む還元力があるモンモリロナイトの生成の有無を調べる上でも重要な情報である。その他、豪州産サポナイトでも同様の 8 面体層中の Fe(III) の Fe(II) への還元が生じていることが XANES から分かったが、その Fe(II) の割合は、60% 程度に留まることが分かった。豪州産サポナイト中の Fe 濃度は 1.62 wt.% であり、Kunipia F の 1.49 wt.% よりやや高いので、還元が十分に起きなかった可能性がある。そこで亜ジチオン酸ナトリウムと Kunipia F の量を変えて、ほぼ同量の等量濃度で Kunipia F と反応させた場合、Fe(II) の割合は 21% に留まることが分かった。これは、8 面体層中の Fe(III) を Fe(II) に還元する場合、等量濃度の亜ジチオン酸の添加では十分な還元は生じないことを示している。これらの結果を基に、ウランの還元に関する研究を行った。

##### (2) ウラン $L_{III}$ 吸収端 XANES

得られた還元 Kunipia F に添加したウランの  $L_{III}$  吸収端 XANES スペクトルについて議論する。まず還元処理をしない Mont., Saponite, Nontronite では、いずれもウラン吸着試料の XANES のピーク位置はほぼ同じエネルギー位置にあり、有意なピークのシフトは見られず、すべて +6 価であったことが分かる。これらの還元処理していない粘土鉱物試料の Fe の K 吸収端 XANES では、pre-edge ピークの位置も同じで、Fe の酸化還元反応が起きた様子はみられない。

次に還元処理した試料に対する結果の例を示す。これらの結果の XANES スペクトルとその微分のスペクトルから、 $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  中の U(VI) とサマルスキー石中の U(IV) の線形結合で得たスペクトルとの最小自乗フィッティングから得られた U(IV) と U(VI) の割合を求めた。

(a) ウラン濃度と粘土鉱物との比の影響: ウラン濃度と粘土鉱物の比として、粘土鉱物中のウラン濃度を取り、還元状態を調べた。ここでは、炭酸を含まず、pH が 7~8 で、イオン強度を NaCl で 0.030 M に調製した試料について示している。Fe/U 比として 30~150 倍程度の割合の範囲で調べた限り、還元されて生成した U(IV) の割合は大きな変化はなく、この範囲であればウランの還元は濃度に関わらず生じると考えられ

る。

(b) 炭酸イオンの影響: 炭酸イオンの添加 (NaHCO<sub>3</sub>系) の有無の影響を調べた。Eh-pH 図から炭酸イオンを添加した場合、溶液中の炭酸塩の錯生成により U(VI)が安定化する。ここでは U(IV)の化学種としては UO<sub>2</sub> 沈殿を想定しているため、境界となる Eh を具体的に示すことは困難であるが、こうした錯生成の影響で、炭酸イオン共存系では U(VI)と U(IV)の酸化還元境界の Eh は炭酸イオン増加と共に減少すると期待される。実際の実験では、NaHCO<sub>3</sub>系では NaCl 系に比べて U(IV)の生成割合が小さいことが示された。一方、ウラン添加濃度が高い場合にはその傾向はみられなかった。この原因として、U(IV)化合物の低い溶解度が示唆される。このことを示すために、U(IV)の溶存濃度が uraninite 形成によって制限される場合を想定した化学種を Visual MINTEC(Gustafsson, 2013)を用いて計算した。ここでは系に含まれる U(VI)化学種として uraninite のみを考慮すると共に、U(VI)化学種は全て液相中に存在し固相への分配 (吸着) は無視できるとして、系中に存在する U(IV)の割合を示した。この研究では、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>が 30 mM の濃度で添加され、その場合、U(VI)は炭酸錯イオンとして液相中に存在する。そのため U(VI)の溶解性は高いため、初期 UO<sub>2</sub><sup>2+</sup>濃度が  $2.0 \times 10^{-5}$  M では uraninite は生成しない。しかし、さらに高い初期 UO<sub>2</sub><sup>2+</sup>濃度では uraninite が生成し、系中の U(IV)の割合が増加することが計算から推測された。また本研究の液相中 U 濃度の測定によれば、その溶存割合は 1%以下であった。以上から推定された系中の U(IV)の割合 (これはほぼ固相中の U(IV)の割合に等しい) は、NaHCO<sub>3</sub>系での U(IV)の割合と同様の傾向を取っていると考えられた。一方、これら固相でのウランの EXAFS スペクトルの動径構造関数 (Radial structural function; RSF) では、全ての測定において固相中のウランの U-U に由来するピークは見られない。このことは、通常の溶液中から沈殿した uraninite (UO<sub>2</sub>) は殆ど存在しないことを意味する。これは固相中の U は、溶解度の制限をうけるものの、Kunipia-F の存在によりその化学種は、単純な沈殿物とは異なることを示唆する。

(c) Fe(II)の割合と U(IV)の割合の比較: XAFS 法で決定した粘土鉱物中の Fe(II)の割合と U(IV)の割合の相関を調べた。その結果、ややばらつきは大きいものの、これら 2つの割合には相関がみられ、粘土鉱物中の Fe(II)の割合が高いほど、生成する U(IV)の割合も高いことが示唆された。このことは、ウランの還元は、Fe(II)の酸化に伴って生じていることを示唆している。またこれまでヒ素などの研究で、表面錯体が形成されて還元が起きると考えられているが(Iigen et al., 2019)、これも固相中の Fe(II)の割合とウランの還元が相関することと整合的である。

### (3) 還元反応機構に関する考察

(a) ウラン (ウラニル) の還元が生じるサイト: 内圏錯体と外圏錯体: 本研究では、粘土鉱物中の Fe(III)が還元されていない場合には、U(IV)の還元は起きないことが分かっている。また粘土鉱物が存在しない環境で、水素 5 ppm 程度を含むグローブボックス内では U(VI)の還元は起きていなかった。以上のことと前節までの考察から、U(VI)のウラニルイオン (UO<sub>2</sub><sup>2+</sup>) が固相に吸着された後でウランの還元が生じると考えられ、ウラニルイオンの吸着種と還元反応の関係について、さらに考察する必要があることが分かる。いくつかのウラニル吸着種 (つまり+6 価のウラン) に関するウラン L<sub>III</sub> 吸収端 EXAFS の RSF を示した。これらの RSF では、近接するウラニルイオンの二重結合の酸素 (R+ΔR = 1.3 Å 付近) と、それ以外の水和した水の酸素 (R+ΔR = 1.9 Å 付近) が明確に区別できる。また k 空間では、k = 7.2 (Å<sup>-1</sup>) 付近の凹みと、k = 9.8 (Å<sup>-1</sup>) 付近の比較的シャープなピークが特徴的である。同様のスペクトルは、Allen et al. (2002) などでも報告がある。この 2つのピークが見える場合には、ウラニルの二重結合酸素が保たれたまま吸着することを意味しており、固液界面でのウラニルの構造を知る上で重要である。特に粘土鉱物端面で内圏錯体を形成した場合には、この二重結合は弱まるので、これが吸着媒と内圏錯体を形成していることの指標になる。これらを踏まえて RSF をみたところ、サポナイトや鉄含有量の多いモンモリロナイト (Swy および Swa) の pH = 8 で R+ΔR = 1.9 Å 付近のピークが不明確になっている。このことは、内圏錯体の形成により、ウランと二重結合酸素の結合が弱まっていることを示し、これら粘土鉱物に対して U(VI)が内圏錯体を形成することを示している。Moyes et al. (2000) では、層間に入ったイオンは粘土鉱物のシリカ層の siloxane 環に対する内圏錯体の生成と考えており、この場合には外圏錯体とは異なる吸着種となる。

端面サイトへの内圏錯体の形成は、pH の低下と共にその寄与が小さくなるため(Takahashi et al., 2004)、pH = 4 での EXAFS は水和イオンに近いスペクトルを示した。このことは、pH = 8 よりも pH = 4 で相対的に外圏錯体の割合が高いことを示し、上記の通り pH = 8 での内圏錯体の生成は端面に対する結合であると推定される (Greathouse et al., 2005)。

このように粘土鉱物へのウラニルイオンの吸着種としては、層間に取り込まれたイオンと、層の端面の水酸基に対して吸着した種の 2種類が考えられる。多くのイオンでは、前者では外圏錯体を形成する傾向が強く、後者では内圏錯体を形成する場合が多い (e.g., Takahashi et al., 1998)。また、端面の水酸基との表面錯生成は、pH が高い場合に限られる。一方、イオン強度が高い場合には、層間への外圏錯体は阻害されやすい。

(b) 還元の程度の pH およびイオン強度に対する依存性: これらのことから、還元機構を知る上で、還元が起きるかどうかに関する pH やイオン強度への依存性を調べることに意義がある。pH が増加した場合やイオン強度が増加した場合には、端面吸着による内圏錯体が優勢になるので、この 2つのパラメータに対する還元率を議論する。またその際、錯生成の効果がある炭酸系については、別途その効果を考えるのが適切である。pH に対して、試料 f-7 ~ f-9 において NaCl 系でイオン強度 0.030 M の場合に、pH の増加と共に U(IV)の割合は減少していた (91% → 81%)。同様に、ウラン濃度をより高く設定した試料 f-10 ~ f-11 でも、pH の増加と共に U(IV)の割合が減少していた (99% → 82%)。ただし、その減少の程度は大きくは無く、XANES による価数分析の精度 (±10%程度) 慎重な議論が必要と思われる。

一方で、同じ pH 条件でイオン強度を増加させた場合、試料 b-18 (I = 0.10 M) と b019 (I = 0.30 M) では、b-19 で大きく還元が阻害されていた。また、試料 f-9 (I = 0.030 M)、試料 f-13 (I = 0.10 M)、試料 f-14 (I = 0.30 M) では、U(IV)の割合は大きく変化していなかった。これは試料 f-12、f-15、f-16 でも同様であった。以上から、pH が低いあるいはイオン強度が低い場合に、より還元反応が促進される傾向にあることが示唆された。これは、外圏錯体で吸着された成分がより還元され易いことを示唆している。こうした知見は、Fe(II)を含む粘土鉱物による金属イオンの還元反応を理解する上で重要であり、今後さらに実験条件を検討して、より多くの証拠を集める必要がある。

### (4) 他の粘土鉱物・雲母への吸着に伴う還元反応

同様の吸着種と還元反応の関係の検討は、鉱物の種類を変えることでも議論可能である。試料 b-13 の黒雲母 (本実験系でのウラニルの吸着率は 90%以上であることを確認済) では、ウランは全く還元されていない。黒雲母は層間に K を保持しており、層間にウラニルを吸着することはできない。従って吸着

サイトは端面の内圏錯体が主であり、ここで還元が生じなかったことは、(2)で述べた層間に吸着されたウランイオンがより選択的に還元されるという仮説を支持している。一方で、やはり層間にイオンを取り込めると期待されるサポナイト(試料 f-17、f-18)とノントロナイト(試料 f-19、f-20)でも、ウランの還元がおきることも、上記仮説と整合的である。以上から、Fe(II)を含む粘土鉱物による金属イオンの還元反応は、粘土鉱物層間に外圏錯体で吸着された成分でより起きやすいことが示唆された。今後、さらに詳細な機構解明を行いたい。

このような還元作用を引き起こす粘土鉱物の 8 面体層中の Fe の局所構造は、このような還元反応のメカニズムを理解する上で重要と考えられる。全体的な傾向として、還元反応の前後で EXAFS は大きくは変化していないことが分かる。またこれは、電子状態を反映する XANES が大きく変化したことと対照的である。EXAFS は、電子状態とは無関係に隣接原子からの光電子の後方散乱を反映するので、EXAFS が大きく変化しないことは、生成した Fe(II)は Fe(III)が存在していた粘土鉱物の 8 面体層中のサイトに還元されても保持されていることを示唆する。このことは、図 4 の XRD の結果とも整合的である。これらの推論をさらに確かめるために、FEFF から得られたパラメータを用いた EXAFS の解析を行った(図 13)。

その結果、還元前の Kunipia F では鉄は主に Fe<sup>3+</sup>として存在し、この Fe<sup>3+</sup>と最近接の酸素は 2.01 Å 程度であることが分かった。一方、これら粘土鉱物中の 8 面体層をなす Al-O や Mg-O の距離は 1.93 Å(Drits and Manceau, 2000)であり、EXAFS から得られた Fe-O の距離はこれよりやや長い。これは、Fe<sup>3+</sup>のイオン半径(6 配位 high spin で 0.645 Å)が Al<sup>3+</sup>(6 配位で 0.535 Å)より大きいためと考えられる(Shannon, 1976)。

これに対して、還元された Fe<sup>2+</sup>と最近接の酸素(6 配位)との距離は、ほぼ完全に還元され Fe<sup>2+</sup>のみを含むと考えられる試料で、2.09-2.10 Å となった。これは上の Al-O や Mg-O の距離 (=1.93 Å)に比べてさらに長い距離になるため、Fe<sup>2+</sup>としてはかなり窮屈な状態になっている。その一方で、典型的な 6 配位の Fe<sup>2+</sup>と酸素の距離は、Fe(OH)<sub>2</sub> 中の Fe<sup>2+</sup>-O で 2.205 Å(Wyckoff, 1963)であり、Fayalite の場合で Fe<sup>2+</sup>-O(6 配位)の平均距離として 2.16 Å(Della Giusta et al., 1990)である。そのため、ここで見られたスメクタイト中の Fe<sup>2+</sup>-O の距離(2.00-2.10 Å)は、これらの距離よりは著しく小さく、またそれでもなお、周囲の Al(Mg)-O の 6 配位 8 面体構造には十分にマッチしていない。つまり、このサイト中で Fe<sup>2+</sup>は Fe の元々も性質からいって不安定である上に、周囲の構造的にも不安定である。一方で、Fe<sup>3+</sup>の方がより Al(Mg)-O の 6 配位 8 面体構造に適合している。このことから、Fe<sup>2+</sup>はこのサイトにおいて酸化されやすい環境にあると言え、これが起源となって、スメクタイト中の Fe<sup>2+</sup>は強い還元力を持つと推測される。

#### (5) 人形峠風化花崗岩中の黒雲母中のウランの化学状態

既に述べた通り、使用済みの原子力発電用燃料中の U は、再処理せずに処分する直接処分か、再処理を行いその際に生じる放射性廃棄物を処分する間接処分かの 2 つの方法が検討されているが、いずれの場合も放射性廃棄物は地下に埋設される予定であり、特に前者の場合、地下環境中での U の移行挙動を把握する研究が重要とされている。U はその化学状態によって水への溶解性が大きく異なるため、環境試料中の U の化学状態や分布状態を知ることが、U の移行挙動の推定につながる。蛍光 X 線を利用した放射光 X 線吸収微細構造法(蛍光 XAFS 法)は、試料から発する蛍光 X 線・散乱 X 線のエネルギーを精密に計測することで、原理的にあらゆる元素の化学状態(価数や結合状態)の解析が可能な手法である。さらに、試料に照射する X 線をマイクロメートルサイズまで集光することにより、高い空間分解能で元素の分布やその化学状態を調べることが可能である。しかし、様々な元素が含まれる環境試料においては、一般的に用いられる半導体検出器を用いるとエネルギー分解能が不足し、微量の U からの蛍光 X 線が、地殻中に多量に含まれる他の元素(ルビジウム(Rb)など)の蛍光 X 線に埋もれてしまい、正確な分布状態・化学種の把握が困難であるという課題があった。そこで本研究では、超伝導転移端検出器(Transition Edge Sensor; TES)という高いエネルギー分解能と高い検出効率を併せ持つ分光装置に着目し、この課題解決を行った。

そこで本研究では、Spring-8 のビームライン BL37XU に持ち込んだ TES(米国 NIST 製)と、半導体検出器(シリコンドリフト検出器:SDD)を用いて、TES の動作実証を行った。従来の SDD では、黒雲母中に多量に含まれる Rb の蛍光 X 線ピークしか観測できず、微量の U の信号を正確に検出できない。そのため、U の分布は Rb の分布と似通ってしまい、正確な U の分布状態を得ることができない。一方、TES を用いて分析した結果では、SDD では抽出不可能な、微量の U からの蛍光 X 線を分離して測定できていることがわかる。さらに、U の信号を正確に抽出できた結果、Rb と U の分布が異なっている様子が確認でき、これらの結果から、TES を用いることによって、従来の検出器では分析困難な、微量の U の分布状態を正確に把握することに成功した。また、同時に行った U の L<sub>m</sub> 吸収端の XANES 測定の結果から、黒雲母中に含まれる U の化学状態の分析にも成功し、黒雲母中の U の一部が還元されていることが明らかになった。このことは、U が黒雲母に還元・固定された結果、地層中で動きにくくなったことを示しており、黒雲母が U を保持するメカニズムの一端を解明することができた。今回の実験では、環境試料中の U と Rb に着目して研究を行いました。TES が 17 keV という高いエネルギー領域まで高いエネルギー分解能を持つことが確認できた。したがって、TES を用いることによって、U のみならず 17 keV までのエネルギー領域に蛍光 X 線が存在する、他の元素の分析にも TES が適用可能なことが示され、今後さまざまな環境試料への応用が期待される。

#### (6) まとめ

本研究において XAFS 法を駆使した検討から、スメクタイト中の Fe<sup>3+</sup>を Fe<sup>2+</sup>に還元させて生成した Fe(II)を含むスメクタイト(モンモリロナイト、サポナイト、ノントロナイト)により、U(VI)が U(IV)に還元され、ウランは固相中に U(IV)として分配されると推定されることが分かった。層構造中の Fe(II)/Fe(III)比が大きいくほど U(IV)/U(VI)比が大きくなる傾向がみられた一方で、pH やイオン強度依存性、また Fe<sup>2+</sup>が主体の黒雲母では、このような還元が起きにくいことから、この還元反応は、スメクタイト層間のウランイオンの吸着種に対して生じる現象であると推定された。これらの結果をさらに天然試料で確認するため、人形峠の風化花崗岩中の風化した黒雲母中の U の分布と化学状態をマイクロ XRF-XAFS で調べた。ここでは特に Rb が共存する影響を除くため、TES による分析が必須であった。その結果、U は Rb が少ない強風化の部位に多く存在し、その部位のウランの一部は U(IV)に還元されていることが分かった。このことは上記で述べた U の室内実験の結果と整合的であった。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計76件（うち査読付論文 76件 / うち国際共著 36件 / うちオープンアクセス 59件）

1. 著者名 Inomata Yayoi, Sasaki Naoto, Tanahashi Shunsuke, Fujimoto Takanori, Akasaka Osamu, Fukushi Keisuke, Natori Sachika, Takahashi Yoshio, Seto Takafumi	4. 巻 466
2. 論文標題 Size-classified aerosol-bound heavy metals and their effects on human health risks in industrial and remote areas in Japan	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of Hazardous Materials	6. 最初と最後の頁 133328 ~ 133328
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jhazmat.2023.133328	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 Yamaguchi Akiko, Kurihara Yuichi, Nagata Kojiro, Tanaka Kazuya, Higaki Shogo, Kobayashi Tohru, Tanida Hajime, Ohara Yoshiyuki, Yokoyama Keiichi, Yaita Tsuyoshi, Yoshimura Takashi, Okumura Masahiko, Takahashi Yoshio	4. 巻 661
2. 論文標題 Molecular geochemistry of radium: A key to understanding cation adsorption reaction on clay minerals	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of Colloid and Interface Science	6. 最初と最後の頁 317 ~ 332
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jcis.2024.01.120	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 Tan Shuya, Sekine Yasuhito, Kikuchi Takashi, Suematsu Hisayuki, Hama Tetsuya, Takahashi Yoshio	4. 巻 410
2. 論文標題 Comparing the radiolytic oxidation of sulfur and chloride within ice on Europa and Mars	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Icarus	6. 最初と最後の頁 115873 ~ 115873
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.icarus.2023.115873	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 Yasin Fehmi Sami, Masell Jan, Takahashi Yoshio, Akashi Tetsuya, Baba Norio, Karube Kosuke, Shindo Daisuke, Arima Takahisa, Taguchi Yasujiro, Tokura Yoshinori, Tanigaki Toshiaki, Yu Xiuzhen	4. 巻 2024
2. 論文標題 Bloch Point Quadrupole Constituting Hybrid Topological Strings Revealed with Electron Holographic Vector Field Tomography	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Advanced Materials	6. 最初と最後の頁 2311737 ~ 2311737
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adma.202311737	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 Zhou Junming, Kogure Toshihiro, Okumura Taiga, Takahashi Yoshio, Liu Jing, Yang Shengxiang, Yuan Peng	4. 巻 129
2. 論文標題 Characterization of Submicron Thick Layered Structure in Hydrogenetic Ferromanganese Nodule Suggests Short Term Redox Fluctuation of Paleo Ocean	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Oceans	6. 最初と最後の頁 e2023JC020240
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2023JC020240	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 Yu Xiuzhen, Kanazawa Naoya, Zhang Xichao, Takahashi Yoshio, Iakoubovskii Konstantin V., Nakajima Kiyomi, Tanigaki Toshiaki, Mochizuki Masahito, Tokura Yoshinori	4. 巻 36
2. 論文標題 Spontaneous Vortex Antivortex Pairs and Their Topological Transitions in a Chiral Lattice Magnet	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Advanced Materials	6. 最初と最後の頁 2306441 ~ 2306441
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adma.202306441	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 Li Wenshuai, Coogan Laurence A., Wang Kun, Takahashi Yoshio, Shakouri Mohsen, Hu Yongfeng, Liu Xiao-Ming	4. 巻 625
2. 論文標題 Hydrothermal origin of heavy potassium isotope compositions in altered oceanic crust: Implications for tracing the elemental cycle	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Earth and Planetary Science Letters	6. 最初と最後の頁 118448 ~ 118448
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.epsl.2023.118448	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 Yomogida Takumi, Hashimoto Tadashi, Okumura Takuma, Yamada Shinya, Tatsuno Hideyuki, Noda Hirofumi, Hayakawa Ryota, Okada Shinji, Takatori Sayuri, Isobe Tadaaki, Hiraki Takahiro, Sato Toshiki, Toyama Yuichi, Ichinohe Yuto et al., Takahashi Yoshio	4. 巻 2024
2. 論文標題 Application of transition-edge sensors for micro-X-ray fluorescence measurements and micro-X-ray absorption near edge structure spectroscopy: a case study of uranium speciation in biotite obtained from a uranium mine	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 The Analyst	6. 最初と最後の頁 1 ~ 10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d4an00059e	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 Bonat Lydie, Quirico Eric, Montagnac Gilles, Komatsu Mutsumi, Kebukawa Yoko, Yabuta Hikaru, Amano Kana, Barosch Jens, Bejach Laure, Cody George D., Dartois Emmanuel, Dazzi Alexandre, De Gregorio Bradley, Deniset-Besseau Ariane, Takahashi Yoshio et al.	4. 巻 408
2. 論文標題 The thermal history of Ryugu based on Raman characterization of Hayabusa2 samples	5. 発行年 2024年
3. 雑誌名 Icarus	6. 最初と最後の頁 115826 ~ 115826
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.icarus.2023.115826	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 Hasegawa Nanako, Takahashi Yoshio, Itai Takaaki	4. 巻 881
2. 論文標題 Tissue-variation of iron stable isotopes in marine fish coupled with speciation analysis using X-ray absorption fine structure	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Science of The Total Environment	6. 最初と最後の頁 163449 ~ 163449
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.scitotenv.2023.163449	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 Murota Kento, Takahashi Yoshio, Saito Takumi	4. 巻 25
2. 論文標題 Adsorption of cesium and strontium on mesoporous silicas	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Physical Chemistry Chemical Physics	6. 最初と最後の頁 16135 ~ 16147
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d3cp01442h	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 Sakata Kohei, Sakaguchi Aya, Yamakawa Yoshiaki, Miyamoto Chihiro, Kurisu Minako, Takahashi Yoshio	4. 巻 23
2. 論文標題 Measurement report: Stoichiometry of dissolved iron and aluminum as an indicator of the factors controlling the fractional solubility of aerosol iron -- results of the annual observations of size-fractionated aerosol particles in Japan	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Atmospheric Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 9815 ~ 9836
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/acp-23-9815-2023	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 Minoda Ayumi, Miyashita Shin-Ichi, Kondo Takahiro, Ogura Toshihiko, Sun Jing, Takahashi Yoshio	4. 巻 17
2. 論文標題 Low-concentration palladium recovery from diluted aqua regia-based wastewater using lyophilized algal cells	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Resources, Conservation and Recycling Advances	6. 最初と最後の頁 200140 ~ 200140
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.rcradv.2023.200140	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 Nagasawa Makoto, Sekizawa Oki, Nitta Kiyofumi, Kashiwabara Teruhiko, Takahashi Yoshio	4. 巻 13
2. 論文標題 Development of High-Energy $\mu$ -X-ray Fluorescence and X-ray Absorption Fine Structure for the Distribution and Speciation of Rare Earth Elements in Natural Samples	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Minerals	6. 最初と最後の頁 746 ~ 746
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/min13060746	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 Zhao Xiaolan, Takahashi Yoshio, Wu Wangsuo, Fan Qiaohui	4. 巻 155
2. 論文標題 An in-situ investigation on the speciation and relationship of Zn and Cd in contaminated sediments: Bulk EXAFS, and micro synchrotron X-ray fluorescence	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Applied Geochemistry	6. 最初と最後の頁 105700 ~ 105700
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.apgeochem.2023.105700	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 Zhao Xiaolan, Takahashi Yoshio, Wu Wangsuo, Liu Changjie, Fan Qiaohui	4. 巻 25
2. 論文標題 Speciation of Zn and Cd in sierozem soil, northwest China: bulk EXAFS and micro synchrotron X-ray fluorescence	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Environmental Science: Processes and Impacts	6. 最初と最後の頁 954 ~ 963
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d3em00052d	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 Shiraishi Fumito, Akimoto Takayuki, Tomioka Naotaka, Takahashi Yoshio, Matsumoto Ryo, Snyder Glen T.	4. 巻 11
2. 論文標題 Microbial traces found in microdolomite associated with seep-related shallow gas hydrate	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Frontiers in Earth Science	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) 10.3389/feart.2023.1188142	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 Minoda Ayumi, Ueda Shuya, Miyashita Shin-ichi, Ogura Toshihiko, Natori Sachika, Sun Jing, Takahashi Yoshio	4. 巻 13
2. 論文標題 Reversible adsorption of iridium in lyophilized cells of the unicellular red alga <i>Galdieria sulphuraria</i>	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 RSC Advances	6. 最初と最後の頁 14217~14223
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/d3ra01249b	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, Akimoto Takayuki, Tomioka Naotaka, Motai Satoko, Takahashi Yoshio	4. 巻 456
2. 論文標題 Formation processes of paper-thin raft and coated bubble: Calcium carbonate deposition at gas-water interface	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Sedimentary Geology	6. 最初と最後の頁 106514~106514
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.sedgeo.2023.106514	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 Mo Xinxin, Takahashi Yoshio, Siebecker Matthew G., Gou Wenxian, Wang Zhao, Lu Xiancai, Li Wei	4. 巻 349
2. 論文標題 In situ/operando XAFS investigation of the sorption/precipitation of Zn(II) on palygorskite surface at the molecular scale: Implications for Zn stable isotope fractionation	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Geochimica et Cosmochimica Acta	6. 最初と最後の頁 64~80
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gca.2023.03.029	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, Baasansuren Gankhurel, Davaadorj Davaasuren, Shuukhaaz Ganbat, Uyangaa Udaanjargal, Tuvshin Gerelmaa, Sekine Yasuhito, Takahashi Yoshio, Yoda Masahiro, Hasebe Noriko	4. 巻 7
2. 論文標題 Solubility of Amorphous Magnesium Carbonate at Low Temperatures: Implications for Carbonate Mineral Formation in Alkaline Lakes	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 ACS Earth and Space Chemistry	6. 最初と最後の頁 1227 ~ 1234
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsearthspacechem.3c00030	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 Hirai Eito, Sekine Yasuhito, Zhang Naizhong, Noda Natsumi, Tan Shuya, Takahashi Yoshio, Kagi Hiroyuki	4. 巻 50
2. 論文標題 Rapid Aggregation and Dissolution of Organic Aerosols in Liquid Methane on Titan	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 e2023GL103015
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2023GL103015	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 Wang Yuanyuan, Fu Haoyang, Lin Xiaojun, Liang Xiaoliang, Yamaguchi Akiko, Zhu Jianxi, Takahashi Yoshio, Zhu Runliang	4. 巻 162
2. 論文標題 Distribution of rare earth elements (REEs) in supergene environment around a typical ion adsorption; type REE deposit	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Ore Geology Reviews	6. 最初と最後の頁 105721 ~ 105721
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.oregeorev.2023.105721	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 Takahagi Wataru, Okada Satoshi, Matsui Yohei, Ono Shigeaki, Takai Ken, Takahashi Yoshio, Kitadai Norio	4. 巻 120
2. 論文標題 Extreme accumulation of ammonia on electroreduced mackinawite: An abiotic ammonia storage mechanism in early ocean hydrothermal systems	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Proceedings of the National Academy of Sciences	6. 最初と最後の頁 e2303302120
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1073/pnas.2303302120	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 Shimada Hiroaki, Ito Koji, Kogure Toshihiro, Asano Maki, Yamashita Shohei, Takeichi Yasuo, Takahashi Yoshio, Wagai Rota	4. 巻 52
2. 論文標題 Applicability of Focused-ion-beam-based Thin Sectioning for STXM-NEXAFS Analysis of Carbon Species: An Examination of Kaolinite-bacteria Composite	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 508 ~ 511
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.230098	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 Qin Hai-Bo, Zhu Jian-Ming, He Hong-Tao, Fang Lei, Xu Wenpo, Tan Decan, Cao Zexing, Tanaka Masato, Takahashi Yoshio	4. 巻 361
2. 論文標題 Molecular-scale insight into selenium isotope fractionation caused by adsorption on Fe (oxyhydr)oxides	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Geochimica et Cosmochimica Acta	6. 最初と最後の頁 24 ~ 39
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gca.2023.09.009	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 Li Wenshuai, Nakada Ryoichi, Takahashi Yoshio, Gaschnig Richard M., Hu Yongfeng, Shakouri Mohsen, Rudnick Roberta L., Liu Xiao-Ming	4. 巻 359
2. 論文標題 Cerium geochemical composition of the upper continental crust through time: Implications for tracing past surface redox conditions	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Geochimica et Cosmochimica Acta	6. 最初と最後の頁 20 ~ 29
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gca.2023.08.024	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 Shichijo Kazuko, Takatsuji Toshihiro, Uzbekov Darkhan, Chaizhunusova Nailya, Shabdarbaeva Dariya, Kurisu Minako, Takahashi Yoshio, Stepanenko Valeriy, Azhimkhanov Almas, Hoshi Masaharu	4. 巻 13
2. 論文標題 Radiation makes cells select the form of death dependent on external or internal exposure: apoptosis or pyroptosis	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Scientific Reports	6. 最初と最後の頁 12002 ~ 12002
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s41598-023-38789-0	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Kebukawa Yoko, Mathurin Jeramie, Dartois Emmanuel, Dazzi Alexandre, Deniset-Besseau Ariane, Duprat Jean, Remusat Laurent, Noguchi Takaaki, Miyake Akira, Igami Yohei, Paoletti Maximilien Verdier, Zolensky Michael E., Engrand Cecile et al., Takahashi Yoshio	4. 巻 400
2. 論文標題 Complex mixture of organic matter in a xenolithic clast from the Zag meteorite revealed by coordinated analyses using AFM-IR, NanoSIMS and STXM/XANES	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Icarus	6. 最初と最後の頁 115582 ~ 115582
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.icarus.2023.115582	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 Inoue Kosuke, Nishiki Yuto, Fukushi Keisuke, Suma Reo, Sato Tsutomu, Sakuma Hiroshi, Tamura Kenji, Yokoyama Shingo, Shimbashi Misato, Mizukami Tomoyuki, Unami Kensuke, Noji Yohei, Kitajima Takuma, Fukaya So, Takeichi Yasuo, Yamashita Shohei, Suga Hiroki, Takahashi Yoshio	4. 巻 245
2. 論文標題 Systematic comparison of Mg K-edge XANES spectra of magnesium-bearing clay minerals and magnesium silicate hydrates: A promising tool for identifying magnesium silicate hydrate in natural samples	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Applied Clay Science	6. 最初と最後の頁 107152 ~ 107152
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.clay.2023.107152	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 Roskosz Mathieu, Beck Pierre, Viennet Jean Christophe, Nakamura Tomoki, Lavina Barbara, Hu Michael Y., Zhao Jiyong, Alp Esen E., Takahashi Yoshio et al.	4. 巻 2023
2. 論文標題 The iron oxidation state of Ryugu samples	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Meteoritics and Planetary Science	6. 最初と最後の頁 1 ~ 22
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/maps.14098	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 Amano Kana, Matsuoka Moe, Nakamura Tomoki, Kagawa Eiichi, Fujioka Yuri, Potin Sandra M., Hiroi Takahiro, Tatsumi Eri, Milliken Ralph E., Quirico Eric, Beck Pierre, Brunetto Rosario, Uesugi Masayuki, Takahashi Yoshio et al.	4. 巻 9
2. 論文標題 Reassigning CI chondrite parent bodies based on reflectance spectroscopy of samples from carbonaceous asteroid Ryugu and meteorites	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Science Advances	6. 最初と最後の頁 eadi3789
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1126/sciadv.adi3789	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 Quirico Eric, Bonal Lydie, Kebukawa Yoko, Amano Kana, Yabuta Hikaru, Phan Van T. H., Beck Pierre, Rusat Laurent, Dartois Emmanuel, Engrand Cecile, Martins Zita, Bejach Laure, Dazzi Alexandre, Deniset Besseau Ariane, Duprat Jean, Takahashi Yoshio et al.	4. 巻 2023
2. 論文標題 Compositional heterogeneity of insoluble organic matter extracted from asteroid Ryugu samples	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Meteoritics and Planetary Science	6. 最初と最後の頁 1~18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/maps.14097	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 Kebukawa Yoko, Quirico Eric, Dartois Emmanuel, Yabuta Hikaru, Bejach Laure, Bonal Lydie, Dazzi Alexandre, Deniset Besseau Ariane, Duprat Jean, Engrand Cecile, Mathurin Jeramie, Barosch Jens, Cody George D., De Gregorio Bradley, Takahashi Yoshio et al.	4. 巻 2023
2. 論文標題 Infrared absorption spectra from organic matter in the asteroid Ryugu samples: Some unique properties compared to unheated carbonaceous chondrites	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Meteoritics and Planetary Science	6. 最初と最後の頁 1~14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/maps.14064	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 Tokunaga Kohei, Tanaka Kazuya, Takahashi Yoshio, Kozai Naofumi	4. 巻 57
2. 論文標題 Improvement of the Stability of I03--, Se032--, and Se042--Coprecipitated Barite after Treatment with Phosphate	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Environmental Science and Technology	6. 最初と最後の頁 3166~3175
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.est.2c08939	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 Natori Sachika, Fujiwara Masatomo, Kurisu Minako, Tanimizu Masaharu, Iizuka Tsuyoshi, Takahashi Yoshio	4. 巻 294
2. 論文標題 Speciation and isotopic analysis of zinc in size-fractionated aerosol samples related to its source and chemical processes	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Atmospheric Environment	6. 最初と最後の頁 119504~119504
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.atmosenv.2022.119504	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 Li Wenshuai, Yamada Shinya, Hashimoto Tadashi, Okumura Takuma, Hayakawa Ryota, Nitta Kiyofumi, Sekizawa Oki, Suga Hiroki, Uruga Tomoya, Ichinohe Yuto, Takahashi Yoshio et al.	4. 巻 1240
2. 論文標題 High-sensitive XANES analysis at Ce L2-edge for Ce in bauxites using transition-edge sensors: Implications for Ti-rich geological samples	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Analytica Chimica Acta	6. 最初と最後の頁 340755 ~ 340755
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.aca.2022.340755	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 Yomogida Takumi, Akiyama Daisuke, Ouchi Kazuki, Kumagai Yuta, Higashi Kotaro, Kitatsuji Yoshihiro, Kirishima Akira, Kawamura Naomi, Takahashi Yoshio	4. 巻 61
2. 論文標題 Application of High-Energy-Resolution X-ray Absorption Spectroscopy at the U L3-Edge to Assess the U(V) Electronic Structure in FeUO4	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Inorganic Chemistry	6. 最初と最後の頁 20206 ~ 20210
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.inorgchem.2c03208	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 Park Minji, Kim Sookyoung, Takahashi Yoshio, Jeong Hoon Young	4. 巻 572
2. 論文標題 Thermal stabilization of extraframework Cs+ in zeolite 13X	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Nuclear Materials	6. 最初と最後の頁 154078 ~ 154078
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jnucmat.2022.154078	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 Li Wenshuai, Liu Xiao-Ming, Wang Kun, McManus James, Haley Brian A., Takahashi Yoshio, Shakouri Mohsen, Hu Yongfeng	4. 巻 599
2. 論文標題 Potassium isotope signatures in modern marine sediments: Insights into early diagenesis	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Earth and Planetary Science Letters	6. 最初と最後の頁 117849 ~ 117849
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.epsl.2022.117849	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 Noguchi Takaaki, Matsumoto Rikako, Yabuta Hikaru, Kobayashi Hanae, Miyake Akira, Naraoka Hiroshi, Okazaki Ryuji, Imae Naoya, Yamaguchi Akira, Kilcoyne A. L. David, Takeichi Yasuo, Takahashi Yoshio	4. 巻 57
2. 論文標題 Antarctic micrometeorite composed of CP and CS IDP like material: A micro breccia originated from a partially ice melted comet like small body	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Meteoritics and Planetary Science	6. 最初と最後の頁 2042 ~ 2062
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1111/maps.13919	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 Noda Natsumi, Sekine Yasuhito, Tan Shuya, Kikuchi Sakiko, Shibuya Takazo, Kurisu Minako, Takahashi Yoshio, Fukushi Keisuke, Rampe Elizabeth B.	4. 巻 386
2. 論文標題 Characterization of groundwater chemistry beneath Gale Crater on early Mars by hydrothermal experiments	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Icarus	6. 最初と最後の頁 115149 ~ 115149
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.icarus.2022.115149	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 Kerraouch Imene, Kebukawa Yoko, Bischoff Addi, Zolensky Michael E., Wolfer Elias, Hellmann Jan L., Ito Motoo, King Ashley, Trieloff Mario, Takahashi Yoshio et al.	4. 巻 334
2. 論文標題 Heterogeneous nature of the carbonaceous chondrite breccia Aguas Zarcas Cosmochemical characterization and origin of new carbonaceous chondrite lithologies	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Geochimica et Cosmochimica Acta	6. 最初と最後の頁 155 ~ 186
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gca.2022.07.010	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 Sakuma Hiroshi, Morida Koki, Takahashi Yoshio, Fukushi Keisuke, Noda Natsumi, Sekine Yasuhito, Tamura Kenji	4. 巻 107
2. 論文標題 Synthesis of ferrian and ferro-saponites: Implications for the structure of (Fe,Mg)-smectites formed under reduced conditions	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 American Mineralogist	6. 最初と最後の頁 1926 ~ 1935
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 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 Li Wenshuai, Liu Xiao-Ming, Wang Kun, Takahashi Yoshio, Hu Yongfeng, Chadwick Oliver A.	4. 巻 332
2. 論文標題 Soil potassium isotope composition during four million years of ecosystem development in Hawaii	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Geochimica et Cosmochimica Acta	6. 最初と最後の頁 57 ~ 77
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.gca.2022.06.025	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 Sun Jing, Qin Haibo, Yang Shitong, Sanematsu Kenzo, Takahashi Yoshio	4. 巻 604
2. 論文標題 New insights into the distribution and speciation of nickel in a Myanmar laterite	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemical Geology	6. 最初と最後の頁 120943 ~ 120943
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.chemgeo.2022.120943	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 Yamaguchi Akiko, Nagata Kojiro, Kobayashi Keita, Tanaka Kazuya, Kobayashi Tohru, Tanida Hajime, Shimojo Kojiro, Sekiguchi Tetsuhiro, Kaneta Yui, Matsuda Shohei, Yokoyama Keiichi, Yaita Tsuyoshi, Yoshimura Takashi, Okumura Masahiko, Takahashi Yoshio	4. 巻 25
2. 論文標題 Extended X-ray absorption fine structure spectroscopy measurements and ab initio molecular dynamics simulations reveal the hydration structure of the radium(II) ion	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 iScience	6. 最初と最後の頁 104763 ~ 104763
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.isci.2022.104763	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 Gankhurel Baasansuren, Fukushi Keisuke, Davaasuren Davaadorj, Imai Eigo, Kitajima Takuma, Udaanjargal Uyangaa, Gerelmaa Tuvshin, Sekine Yasuhito, Takahashi Yoshio, Hasebe Noriko	4. 巻 436
2. 論文標題 Arsenic and uranium contamination of Orog Lake in the Valley of Gobi Lakes, Mongolia: Field evidence of conservative accumulation of U in an alkaline, closed-basin lake during evaporation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Hazardous Materials	6. 最初と最後の頁 129017 ~ 129017
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jhazmat.2022.129017	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 Barosch Jens, Nittler Larry R., Wang Jianhua, O'D. Alexander Conel M., De Gregorio Bradley T., Engrand Cecile, Kebukawa Yoko, Nagashima Kazuhide, Takahashi Yoshio et al.	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

1. 著者名 Sakata Kohei, Kurisu Minako, Takeichi Yasuo, Sakaguchi Aya, Tanimoto Hiroshi, Tamenori Yusuke, Matsuki Atsushi, Takahashi Yoshio	4. 巻 22
2. 論文標題 Iron (Fe) speciation in size-fractionated aerosol particles in the Pacific Ocean: The role of organic complexation of Fe with humic-like substances in controlling Fe solubility	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Atmospheric Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 9461~9482
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/acp-22-9461-2022	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 Liu Xiandong, Tournassat Christophe, Grangeon Sylvain, Kalinichev Andrey G., Takahashi Yoshio, Marques Fernandes Maria	4. 巻 3
2. 論文標題 Molecular-level understanding of metal ion retention in clay-rich materials	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Nature Reviews Earth and Environment	6. 最初と最後の頁 461~476
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s43017-022-00301-z	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Minoda Ayumi, Miyashita Shin-ichi, Fujii Shin-ichiro, Inagaki Kazumi, Takahashi Yoshio	4. 巻 432
2. 論文標題 Cell population behavior of the unicellular red alga <i>Galdieria sulphuraria</i> during precious metal biosorption	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Hazardous Materials	6. 最初と最後の頁 128576~128576
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jhazmat.2022.128576	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 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 <sub>2</sub> 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 Wang Yuanyuan, Wang Gaofeng, Sun Mingqi, Liang Xiaoliang, He Hongping, Zhu Jianxi, Takahashi Yoshio	4. 巻 822
2. 論文標題 Environmental risk assessment of the potential "Chemical Time Bomb" of ion-adsorption type rare earth elements in urban areas	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Science of The Total Environment	6. 最初と最後の頁 153305 ~ 153305
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.scitotenv.2022.153305	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 Hasegawa Nanako, Itai Takaaki, Kunisue Tatsuya, Takahashi Yoshio	4. 巻 51
2. 論文標題 Variation of Iron Stable Isotopes in a Marine Ecosystem from the Northwest Pacific Ocean	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 556 ~ 560
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.220099	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 Prohaska Thomas, Irrgeher Johanna, Benefield Jacqueline, Bohlke John K., Chesson Lesley A., Coplen Tyler B., Ding Tiping, Dunn Philip J. H., Takahashi Yoshio et al.	4. 巻 94
2. 論文標題 Standard atomic weights of the elements 2021 (IUPAC Technical Report)	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Pure and Applied Chemistry	6. 最初と最後の頁 573 ~ 600
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1515/pac-2019-0603	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 Ishii Yumiko, Miura Hikaru, Jo Jaeick, Tsuji Hideki, Saito Rie, Koarai Kazuma, Hagiwara Hiroki, Urushidate Tadayuki, Nishikiori Tatsuhiro, Wada Toshihiro, Hayashi Seiji, Takahashi Yoshio	4. 巻 17
2. 論文標題 Radiocesium-bearing microparticles cause a large variation in <sup>137</sup> Cs activity concentration in the aquatic insect <i>Stenopsyche marmorata</i> (Tricoptera: Stenopsychidae) in the Ota River, Fukushima, Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 1~17
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1371/journal.pone.0268629	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 Natori Sachika, Kurisu Minako, Kawamura Naomi, Takahashi Yoshio	4. 巻 12
2. 論文標題 High-Energy Resolution Fluorescence Detected X-ray Absorption Spectroscopy for the Speciation of Fe in Aerosol Samples	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Minerals	6. 最初と最後の頁 536 ~ 536
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/min12050536	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 Methou Pierre, Hikosaka Masanari, Chen Chong, Watanabe Hiromi K., Miyamoto Norio, Makita Hiroko, Takahashi Yoshio, Jenkins Robert G.	4. 巻 88
2. 論文標題 Symbiont Community Composition in <i>Rimicaris kairei</i> Shrimps from Indian Ocean Vents with Notes on Mineralogy	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Applied and Environmental Microbiology	6. 最初と最後の頁 1~16
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1128/aem.00185-22	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 Ozawa Keisuke, Hirose Kei, Takahashi Yoshio	4. 巻 127
2. 論文標題 High Pressure XAFS Measurements of the Coordination Environments of Fe <sup>2+</sup> and Fe <sup>3+</sup> in Basaltic Glasses	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Solid Earth	6. 最初と最後の頁 1~14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2021JB023902	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 Igisu Motoko, Takahashi Yoshio, Uematsu Katsuyuki, Takeichi Yasuo, Ueno Yuichiro, Takai Ken	4. 巻 56
2. 論文標題 STXM-XANES analyses of carbonaceous matter in seafloor hydrothermal deposits from the ~3.5 Ga Dresser Formation in the North Pole area, Western Australia	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 GEOCHEMICAL JOURNAL	6. 最初と最後の頁 129 ~ 133
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2343/geochemj.GJ22010	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, Chihara Ryoji, Tanimoto Risa, Tanaka Kazuya, Takahashi Yoshio	4. 巻 31
2. 論文標題 Microbial influences on manganese deposit formation at Yunotaki Fall, Japan	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Island Arc	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) 10.1111/iar.12448	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 Miyashita Shin-Ichi, Ogura Toshihiko, Kondo Takahiro, Fujii Shin-Ichiro, Inagaki Kazumi, Takahashi Yoshio, Minoda Ayumi	4. 巻 425
2. 論文標題 Recovery of Au from dilute aqua regia solutions via adsorption on the lyophilized cells of a unicellular red alga <i>Galdieria sulphuraria</i> : A mechanism study	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Hazardous Materials	6. 最初と最後の頁 127982 ~ 127982
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jhazmat.2021.127982	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 Yokoyama Yuka, Qin Hai-Bo, Tanaka Masato, Takahashi Yoshio	4. 巻 802
2. 論文標題 The uptake of selenite in calcite revealed by X-ray absorption spectroscopy and quantum chemical calculations	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Science of The Total Environment	6. 最初と最後の頁 149221 ~ 149221
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.scitotenv.2021.149221	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 Kitadai Norio, Nakamura Ryuhei, Yamamoto Masahiro, Okada Satoshi, Takahagi Wataru, Nakano Yuku, Takahashi Yoshio, Takai Ken, Oono Yoshi	4. 巻 4
2. 論文標題 Thioester synthesis through geoelectrochemical CO2 fixation on Ni sulfides	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Communications Chemistry	6. 最初と最後の頁 37 ~ 37
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1038/s42004-021-00475-5	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 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 e2021JE006972
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 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 Kurisu Minako, Sakata Kohei, Uematsu Mitsuo, Ito Akinori, Takahashi Yoshio	4. 巻 21
2. 論文標題 Contribution of combustion Fe in marine aerosols over the northwestern Pacific estimated by Fe stable isotope ratios	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Atmospheric Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 16027 ~ 16050
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/acp-21-16027-2021	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 Yamaguchi Akiko, Kobayashi Keita, Takahashi Yoshio, Machida Masahiko, Okumura Masahiko	4. 巻 780
2. 論文標題 Hydration structures of barium ions: Ab initio molecular dynamics simulations using the SCAN meta-GGA density functional and EXAFS spectroscopy studies	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemical Physics Letters	6. 最初と最後の頁 138945 ~ 138945
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.cpllett.2021.138945	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 Xu Wenpo, Qin Hai-Bo, Zhu Jian-Ming, Johnson Thomas M., Tan Decan, Liu Chengshuai, Takahashi Yoshio	4. 巻 211
2. 論文標題 Selenium isotope fractionation during adsorption onto montmorillonite and kaolinite	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Applied Clay Science	6. 最初と最後の頁 106189 ~ 106189
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.clay.2021.106189	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 Sakata Kohei, Takahashi Yoshio, Takano Shotaro, Matsuki Atsushi, Sakaguchi Aya, Tanimoto Hiroshi	4. 巻 55
2. 論文標題 First X-ray Spectroscopic Observations of Atmospheric Titanium Species: Size Dependence and the Emission Source	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Environmental Science and Technology	6. 最初と最後の頁 10975 ~ 10986
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.est.1c02000	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 Konagaya Rimi, Kawamura Naomi, Yamaguchi Akiko, Takahashi Yoshio	4. 巻 50
2. 論文標題 Highly-sensitive Analysis of Fluorescence XANES at Europium (Eu) L <sub>III</sub> -edge for the Determination of Oxidation State for Trace Amount of Eu in Natural Samples by Bragg-type Crystal Analyzer System	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry Letters	6. 最初と最後の頁 1570 ~ 1572
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/cl.210249	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 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 Ozawa K., Hirose K., Kuwayama Y., Takahashi Y.	4. 巻 18
2. 論文標題 The pressure-induced local structural change around tungsten in silicate glass	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Geochemical Perspectives Letters	6. 最初と最後の頁 6 ~ 10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.7185/GEOCHEMLET.2116	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 Suga Hiroki, Suzuki Keika, Usui Tomohiro, Yamaguchi Akira, Sekizawa Oki, Nitta Kiyofumi, Takeichi Yasuo, Ohigashi Takuji, Takahashi Yoshio	4. 巻 11
2. 論文標題 A New Constraint on the Physicochemical Condition of Mars Surface during the Amazonian Epoch Based on Chemical Speciation for Secondary Minerals in Martian Nakhilites	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Minerals	6. 最初と最後の頁 514 ~ 514
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/min11050514	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -



〔学会発表〕 計133件（うち招待講演 14件/うち国際学会 31件）

1. 発表者名 高橋嘉夫
2. 発表標題 元素の濃度-同位体比 - 化学種の複合的理解に基づく環境地球化学
3. 学会等名 第21回同位体科学研究会（招待講演）
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 高橋嘉夫
2. 発表標題 高エネルギー分解能蛍光検出XANESを用いた実環境試料中元素のスペシエーション研究
3. 学会等名 第99回SPring-8先端利用技術ワークショップ「X線発光分光・高エネルギー分解能XAFS分光による電子状態研究」（招待講演）
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 高橋嘉夫・蓬田匠・伊地知雄太・徳永紘平
2. 発表標題 福島県の放射性セシウム汚染から除染・営農再開と除去土壌の再生利用実証事業
3. 学会等名 福島国際研究教育機構（エフレイ）勉強会（招待講演）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kana Amano・Moe Matsuoka・Tomoki Nakamuna・Eiichi Kagawa・Sandra Potin・Yuri Fujioka・Takahiro Hiroi・et al.・Yoshio Takahashi・Takahiro Kawai・Shohei Yamashita・Masayuki Uesugi・The Hayabusa2 initial analysis STONE team
2. 発表標題 UV-Vis-IR Reflectance Spectral Characteristics of the Samples Returned from the Hydrous Asteroid (162173) Ryugu
3. 学会等名 AGU Annual Meeting 2023（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Shota Tanaka・Minako Kurisu・Sachika Natori・Shigeyoshi Ootosaka・Yoshinori Iizuka・Yoshio Takahashi
2. 発表標題 GC21H-1027 Concentration, chemical species, and stable isotopes of trace metals in anthropogenic aerosols recorded in the Imperial Palace moat sediments and Greenland ice core.
3. 学会等名 AGU Annual Meeting 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Kazumi Yoshiya・Shinji Yamamoto・Yoshio Takahashi・Tsuyoshi Komiya
2. 発表標題 V13C-0135 Origin of phosphorus minerals in early Archean spherule layers of the Barberton Greenstone Belt
3. 学会等名 AGU Annual Meeting 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yoshio Takahashi
2. 発表標題 Speciation of various elements using scanning transmission/fluorescence X-ray microscopy (STXM/SFXM) and bulk XANES analysis related to aqueous environment in the Ryugu parent body
3. 学会等名 HAYABUSA2023 Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山口瑛子・奥村雅彦・高橋嘉夫
2. 発表標題 粘土鉱物の吸着サイトに応じた吸着イオンの局所構造及び結合性の評価
3. 学会等名 日本地球化学会第70回年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山口瑛子・奥村雅彦・高橋嘉夫
2. 発表標題 室内合成実験によるカルサイト・アラゴナイト中二価金属イオンの局所構造解析
3. 学会等名 日本地球化学会第70回年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 田中啓資・長澤真・高橋嘉夫
2. 発表標題 福島県石川町風化殻のイオン吸着型鉱床にみられる REE 濃集について:Reactive transport modelを用いた考察
3. 学会等名 日本地球化学会第70回年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 河合敬宏・福土圭介・菅大輝・上相真之・山下翔平・中田亮一・小池みずほ・吉田英人・松本恵・中村智樹・大浦正樹・高橋嘉夫
2. 発表標題 XANES による化学種解析と層状ケイ酸塩中の元素組成に基づくリュウグウ母天体の水環境の推定
3. 学会等名 日本地球化学会第70回年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 清水優希・高橋嘉夫・増田曜子・佐藤咲良・小暮敏博・妹尾啓史
2. 発表標題 水田土壤中の酸化還元サイクルにおいて粘土鉱物構造中の鉄が果たす役割の精密解析
3. 学会等名 日本地球化学会第70回年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 長澤真・清水祐輔・高橋嘉夫
2. 発表標題 地球化学図データを用いたレアースイオン吸着型鉱床の探査
3. 学会等名 日本地球化学会第70回年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 佐藤佑磨・石水浩喜・高橋嘉夫・伊地知雄太・板井啓明
2. 発表標題 湖沼におけるマンガンの Geochemical Focusing 発生条件の検討
3. 学会等名 日本地球化学会第70回年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 平山剛大・小長谷莉未・伊地知雄太・坪井寛行・高橋嘉夫
2. 発表標題 沈み込み帯マグマ生成プロセスにおけるスラブや堆積物寄与の解明に向けたルビジウム安定同位体の可能性
3. 学会等名 日本地球化学会第70回年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 長谷川菜々子・高橋嘉夫・白井厚太郎・板井啓明
2. 発表標題 鉄の化学形態に着目した魚類の肝臓-筋肉間における鉄安定同位体比の変動機構の解析
3. 学会等名 日本地球化学会第70回年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 石水浩喜・古荘皓基・丸岡照幸・高橋嘉夫・板井啓明
2. 発表標題 吸着平衡モデルに基づく国内成層型湖沼中リン濃度規制要因の解析
3. 学会等名 日本地球化学会第70回年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 長谷川菜々子・高橋嘉夫・板井啓明
2. 発表標題 X線マイクロビーム分析を用いたカイヤシ類外殻に付着した FeCuZn の EDTA 洗浄法の評価
3. 学会等名 日本地球化学会第70回年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 西村大樹・浦井暖史・松井洋平・宮原裕一・高橋嘉夫・高野淑識
2. 発表標題 プレート境界断層の地下微生物生態系構造解析（予察）
3. 学会等名 日本地球化学会第70回年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 小長谷莉未・平山剛大・伊地知雄太・坪井寛行・板井啓明・高橋嘉夫
2. 発表標題 河川-海洋系におけるルビジウム安定同位体分別
3. 学会等名 日本地球化学会第70回年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高橋嘉夫・清水優希
2. 発表標題 2:1型層状ケイ酸塩の構造中の鉄による酸化還元反応 水田などの環境中での電池としての機能
3. 学会等名 日本土壤肥料学会愛媛大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山口瑛子・高橋嘉夫・奥村雅彦
2. 発表標題 粘土鉱物吸着構造の系統的理解 : EXAFS 実験と第一原理計算の相補利用
3. 学会等名 日本土壤肥料学会愛媛大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 佐藤咲良・清水優希・増田曜子・大峽広智・小暮敏博・高橋嘉夫・妹尾啓史
2. 発表標題 水田土壤に散布された純鉄粉から生成した低結晶性鉄鉱物による鉄還元菌窒素固定活性の増強
3. 学会等名 日本土壤肥料学会愛媛大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 清水優希・高橋嘉夫・増田曜子・佐藤咲良・小暮敏博・妹尾啓史
2. 発表標題 水田土壤の酸化還元サイクルと鉄還元菌窒素固定活性化への粘土鉱物構造中の鉄の寄与
3. 学会等名 日本土壤肥料学会愛媛大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Nanako Hasegawa · Yoshio Takahashi · Kotaro Shirai · Takaaki Itai
2. 発表標題 Factors Affecting Tissue Variation of Iron Stable Isotope Ratios in Marine Fish
3. 学会等名 Goldschmidt 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Wenshuai Li · Laurence Coogan · Kun Wang · Yoshio Takahashi · Mohsen Shakouri · Yongfeng Hu · Xiao-Ming Liu
2. 発表標題 Hydrothermal origin of heavy K isotope composition in altered oceanic crust
3. 学会等名 Goldschmidt 2023 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Makoto Nagasawa
2. 発表標題 Development of High-energy-XRF-XAFS for the distribution and speciation of rare earth elements in natural samples
3. 学会等名 Water Rock Interaction WRI-17 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Takahiro Kawai
2. 発表標題 Reconstruction of the water environment of Ryugu's parent body using synchrotron radiation beamlines
3. 学会等名 Water Rock Interaction WRI-17 (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 逢田匠・山田真也・一戸悠人・佐藤寿紀・早川亮大・岡田信二・外山裕一・橋本直・野田博文・磯部忠昭・奥村拓馬・高取沙悠理・平木貴宏・竜野秀行・東晃太郎・関澤央輝・新田清文・栗原雄一・河村直己・宇留賀朋哉・北辻章浩・高橋嘉夫
2. 発表標題 先端X線分光を用いた雲母によるウランの還元過程の解明
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2023年大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山口瑛子・奥村雅彦・高橋嘉夫
2. 発表標題 化学種解析と第一原理計算による粘土鉱物への金属イオンの吸着構造の系統的理解
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2023年大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 水上勇佑・丹秀也・関根康人・渋谷岳造・齋藤拓也・高橋嘉夫
2. 発表標題 Long-term evolution of hydrothermal fluid chemistry on Earth
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2023年大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 深谷創・福土圭介・高橋嘉夫
2. 発表標題 火星のヘマタイト・ゲーサイト問題：塩溶液中におけるフェリハイドライトから結晶性鉄酸化物への変質挙動
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2023年大会
4. 発表年 2023年



1. 発表者名 三津川到・伊神洋平・高橋嘉夫・山下翔平・河合敬宏・小木曾哲・秋澤紀克・三宅亮
2. 発表標題 In-situ analyses of inclusions containing organic compounds discovered from Tahitian harzburgite xenolith
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2023年大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 森田祐未・福土圭介・高橋嘉夫
2. 発表標題 モノハイドロカルサイトの変質過程におけるU( )の取り込み挙動
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2023年大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 白石史人・秋元貴幸・富岡尚敬・轟聡子・高橋嘉夫
2. 発表標題 水面および気泡を覆う炭酸カルシウム沈殿物の形成過程
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2023年大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 佐々木佑二郎・藤田和彦・富岡尚敬・高橋嘉夫・白石史
2. 発表標題 沖縄県久米島の礫性微生物皮殻中に見られるスフェルライトの起源
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2023年大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 富永宇・癸生川陽子・小林憲正・Zolensky Mike・山下翔平・高橋嘉夫
2. 発表標題 Chwichiya 002 隕石 (C3.00-ungrouped) のSTXM-C-XANES, 顕微赤外分光, および顕微Raman分光分析による有機物分析
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2023年大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 鈴木勝彦・古川善博・高橋嘉夫・太田充恒・丸岡照幸・Fagan Timothy・Wang Qiang・飯塚理子
2. 発表標題 日本地球化学会Geochemical Journalのオープンアクセス化と今後の試み
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2023年大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高橋嘉夫
2. 発表標題 福島国際研究教育機構 (F-REI) での放射線研究と関連分野の展望
3. 学会等名 第60回アイソトープ・放射線研究発表会 (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高橋嘉夫
2. 発表標題 分子地球化学によるサス鉄ナブル研究の新展開
3. 学会等名 令和5年度土浦一高探求学習キックオフミーティング (招待講演)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高橋嘉夫・名取幸花・藤原将智・谷水雅治・栗栖美菜子
2. 発表標題 化学種と同位体比に基づくエアロゾル中の亜鉛の起源解析と経年変化
3. 学会等名 環境化学物質3学会合同大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 田中祥太
2. 発表標題 皇居お堀堆積物とグリーンランドアイスコアに記録された人為起源エアロゾルの化学分析
3. 学会等名 環境化学物質4学会合同大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 平山耕太郎
2. 発表標題 16S rRNAメタゲノム解析を用いた東日本9湖沼におけるバクテリア群集の時空間的多様性評価
3. 学会等名 環境化学物質5学会合同大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 名取幸花
2. 発表標題 Source and reaction of atmospheric zinc in aerosols based on the isotope fractionation mechanism during the vaporization process
3. 学会等名 プラズマ分光分析研究会 プラ研若手会 第3回講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 栗栖美菜子・坂田昂平・西岡純・小畑元・Tim M. Conway・鈴木勝彦・柏原輝彦・高橋嘉夫
2. 発表標題 鉄安定同位体比に基づく北太平洋のエアロゾルと表層海洋中の鉄供給源推定
3. 学会等名 日本質量分析学会 第71回質量分析総合討論会2023
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 栗栖美菜子
2. 発表標題 「北太平洋亜寒帯域におけるエアロゾル中の鉄安定同位体比の空間分布・季節変化」
3. 学会等名 東京大学大気海洋研究所共同利用研究集会 「微量元素・同位体を用いた海洋生物地球化学研究 (GEOTRACES-Japan)」
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高橋嘉夫・河合敬宏・中村智樹・藪田ひかる・癸生川陽子・榎戸祐馬・井上皓介・山下翔平・坂本尚義・野口高明・岡崎隆司・奈良岡浩・橋省吾・坂本佳奈子・渡邊誠一郎・津田雄一・武市泰男 他
2. 発表標題 水惑星学創成のためのSTXM 分析拠点の形成と応用
3. 学会等名 量子ビームサイエンスフェスタ
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Yoshio Takahashi
2. 発表標題 Application of X-ray spectroscopy to Ryugu and chondrite samples
3. 学会等名 Naeba Prince Hotel, Convention Hall "MIKUNI (三国)"
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 高橋嘉夫
2. 発表標題 地球上の元素の旅
3. 学会等名 家族で体験理学ワンダーランド（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高橋嘉夫
2. 発表標題 量子ビームを用いたリュウグウ・隕石試料の分析
3. 学会等名 日本放射化学会講演会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高橋嘉夫
2. 発表標題 放射化学が支える46億年の元素の旅の解明やSDGsへの貢献
3. 学会等名 放射性同位元素等取扱施設安全管理担当教職員研修（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高橋嘉夫
2. 発表標題 放射線科学による人類の夢と安全安心への貢献を目指して
3. 学会等名 広野町文化交流施設開館記念式典記念講演（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Sun Jing・Otosaka Shigeyoshi・Itai Takaaki・Takahashi Yoshio
2. 発表標題 210PbとXAFS法による皇居お堀の堆積環境の解析
3. 学会等名 日本放射化学会第65回討論会(2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田中万也・金指努・竹中千里・高橋嘉夫
2. 発表標題 樹木中セシウムの化学状態と森林生態系における放射性セシウムの動態の関係
3. 学会等名 日本放射化学会第65回討論会(2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 徳永紘平・田中万也・高橋嘉夫・香西直文
2. 発表標題 リン酸イオン吸着処理によるパライト中のヨウ素酸、亜セレン酸、セレン酸の安定性の向上の効果
3. 学会等名 日本放射化学会第65回討論会(2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 春間俊克・山路恵子・中本幸弘・土山紘平・高橋嘉夫・田中万也・香西直文・福山賢仁
2. 発表標題 ウラン鉱山たいせき場に自生するヨシにおける重金属蓄積機構：内生細菌の関与を考慮して
3. 学会等名 日本放射化学会第65回討論会(2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山口瑛子・永田光知郎・小林恵太・田中万也・小林徹・谷田肇・矢板毅・吉村崇・奥村雅彦・高橋嘉夫
2. 発表標題 分子レベルの情報に基づいたラジウムの環境挙動解明
3. 学会等名 日本放射化学会第65回討論会(2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 永田光知郎・山口瑛子・小林徹・下条晃司郎・横山啓一・谷田肇・矢板毅・高橋嘉夫・吉村崇
2. 発表標題 In vitroで形成させたヒドロキシアパタイトに吸着したRa-226の局所構造解析
3. 学会等名 日本放射化学会第65回討論会(2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 蓬田匠・山田真也・一戸悠人・佐藤寿紀・早川亮大・岡田信二・外山裕一・橋本直・野田博文・磯部忠昭・奥村拓馬・高取沙悠理・平木貴宏・竜野秀行・関澤央輝・新田清文・栗原雄一・宇留賀朋哉・北辻章浩・高橋嘉夫
2. 発表標題 超伝導転移端検出器を利用したマイクロ蛍光X線分光法による環境試料中のウランの分析
3. 学会等名 日本放射化学会第65回討論会(2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 三浦輝・高橋嘉夫・山田真也・一戸悠人・佐藤寿紀・早川亮大・岡田信二・外山裕一・橋本直・野田博文・磯部忠昭・奥村拓馬・高取沙悠理・平木貴宏・竜野秀行・関澤央輝・新田清文・宇留賀朋哉・栗原雄一・山本政儀
2. 発表標題 超伝導転移端検出器-マイクロXRF-XAFSによるCs濃集粒子中のCsの分布・化学状態
3. 学会等名 日本放射化学会第65回討論会(2022)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田中啓資・長澤真・高橋嘉夫
2. 発表標題 レアアースイオン吸着型鉱床の形成規制要因:年代や Reactive transport model からの考察
3. 学会等名 日本地球化学会 第69回年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 白井朗・柏原輝彦・山岡香子・高橋嘉夫
2. 発表標題 現世の海底露岩域で生成する鉄マンガン酸化物の性状とクラストや団塊の多様性
3. 学会等名 日本地球化学会 第69回年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高橋嘉夫・清水優希・河合敬宏・蓬田匠・竹田早英桂・板井啓明・田中啓資・孫静・福土圭介・田中雅人
2. 発表標題 2:1型層状ケイ酸塩の構造中の鉄による酸化還元反応: 環境中の電池としての役割
3. 学会等名 日本地球化学会 第69回年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田中雅人・柏原輝彦・高橋嘉夫
2. 発表標題 X線吸収端近傍構造と量子化学計算を用いた海底鉄マンガン酸化物中のバナジウムの同位体分別予測
3. 学会等名 日本地球化学会 第69回年会
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 平井英人・関根康人・張乃忠・野田夏実・高橋嘉夫・鍵裕之
2. 発表標題 有機物エアロゾルの液体メタンへの溶解が引き起 こすタイタン表層での物質進化
3. 学会等名 日本地球化学会 第69回年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 長澤真・清水祐輔・青柳登・メイ フィヤン・高橋嘉夫
2. 発表標題 レアアース(REE)イオン吸着型鉱床における REE深度プロファイルおよび吸着構造の系統的理解
3. 学会等名 日本地球化学会 第69回年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 清水優希・高橋嘉夫・増田曜子・佐藤咲良・砂村倫成・小暮敏博・妹尾啓史
2. 発表標題 水田土壤中の酸化還元サイクルへの粘土鉱物の構造中の鉄の寄与および窒素固定を行う鉄還元菌の活性化
3. 学会等名 日本地球化学会 第69回年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 佐藤佑磨・石水浩喜・高橋嘉夫・板井啓明
2. 発表標題 Rhodochrosite の生成に着目した成層型湖沼最深部へのマンガン濃集機構
3. 学会等名 日本地球化学会 第69回年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田柳紗英・石水浩喜・高橋嘉夫
2. 発表標題 国内中栄養型湖沼におけるケイ素の生物地球化学的動態に関する比較湖沼学的研究
3. 学会等名 日本地球化学会 第69回年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Baasansuren Gankhurel・福士圭介・Davaadorj Davaasuren・Eigo Imai・Takuma Kitajima・Uyangaa Udaanjargal・Tuvshin Gerelmaa・関根康人・高橋嘉夫・長谷部徳子
2. 発表標題 モンゴルのゴビ湖の谷にあるオログ湖のヒ素とウランの汚染
3. 学会等名 日本地球化学会 第69回年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 河合敬宏・榎戸佑馬・中村智樹・山下翔平・福士圭介・藪田ひかる・幟本尚義・野口高明・岡崎隆司・奈良岡浩・橋省吾・坂本佳奈子・渡邊誠一郎・津田雄一・高橋嘉夫
2. 発表標題 小惑星リュウグウ試料中の 2 価鉄を含む蛇紋石とサポナイトの還元力の比較
3. 学会等名 日本地球化学会 第69回年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 長澤真・清水祐輔・青柳登・メイ フィヤン・高橋嘉夫
2. 発表標題 レアアース (REE) イオン吸着型鉱床における REE深度プロファイルおよび吸着構造の系統的理解
3. 学会等名 日本地球化学会 第69回年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 出井俊太郎・館幸男・天野由記・Paul C. M. Francisco・杉浦佑樹・高橋嘉夫
2. 発表標題 北海道幌延地域の深部地下環境におけるセレンの長期的な収着・保持メカニズム
3. 学会等名 日本地球化学会 第69回年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 長谷川菜々子・板井啓明・高橋嘉夫
2. 発表標題 魚類の筋肉-肝臓間における鉄安定同位体比差の支配要因
3. 学会等名 日本地球化学会 第69回年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Yuki Shimizu, Yoshio Takahashi, Yoko Masuda, Sakura Sato, Michinari Sunamura, Toshihiro Kogure, and Keishi Senoo
2. 発表標題 Contribution of iron in clay minerals to redox cycle in paddy soils; enhancement of nitrogen-fixing iron-reducing bacteria in paddy soils
3. 学会等名 Goldschmidt 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Takahiro Kawai and Yoshio Takahashi
2. 発表標題 Elucidation of chemical processes in carbonaceous chondrites during aqueous alteration using X-ray microscopy
3. 学会等名 Goldschmidt 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Makoto Nagasawa and Yoshio Takahashi
2. 発表標題 Exploration of ion-adsorption rare-earth deposit using geochemical map
3. 学会等名 Goldschmidt 2022 ( 国際学会 )
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Rimi Konagaya, Hiroyuki Tsuboi, Takaaki Itai, and Yoshio Takahashi
2. 発表標題 Selective isotope fractionation of rubidium during adsorption on phyllosilicate minerals as a tracer of water-rock interaction
3. 学会等名 Goldschmidt 2022 ( 国際学会 )
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Sachika Natori, Masatomo Fujiwara, Prof. Masaharu Tanimizu, Minako Kurisu, Tsuyoshi Iizuka, and Yoshio Takahashi
2. 発表標題 Source and reaction of atmospheric zinc in aerosols based on the isotope fractionation mechanism during the vaporization process
3. 学会等名 Goldschmidt 2022 ( 国際学会 )
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Xinxin Mo, Yoshio Takahashi, Matthew G. Siebecker, Wenxian Gou, Zhao Wang, and Wei Li
2. 発表標題 Understanding Zn( ) Sorption on Palygorskite at the molecular scale: A coupling XAFS and Zn stable isotope approach
3. 学会等名 Goldschmidt 2022 ( 国際学会 )
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Akiko Yamaguchi and Yoshio Takahashi
2. 発表標題 High energy resolution fluorescence XAFS for the speciation of cesium and rare earth elements in geochemical and environmental samples
3. 学会等名 Goldschmidt 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 板井啓明・田村一紗・高橋嘉夫
2. 発表標題 Cellular level elemental analysis of freshwater diatom using microbeam X-ray fluorescence spectrometry
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会Japan Geoscience Union Meeting 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 吉屋一美・山本伸次・高橋嘉夫
2. 発表標題 Geochemical speciation of phosphorus minerals in early earth spherule beds from the Barberton Greenstone Belt
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会Japan Geoscience Union Meeting 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小長谷莉未・河村直己・山口瑛子・高橋嘉夫
2. 発表標題 Bragg型分光器を用いた高エネルギー分解能蛍光検出XANESによる天然試料中の微量ユウロピウムの酸化状態決定
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会Japan Geoscience Union Meeting 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大竹翼・大門高泰・実松健造・高橋嘉夫・佐藤努
2. 発表標題 高品位Nラテライト鉱石におけるホスト相同定のための逐次抽出法の改善
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会Japan Geoscience Union Meeting 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 田中啓資・長澤真・田中雅人・山口瑛子・高橋嘉夫
2. 発表標題 Effects of degree of weathering, host rocks and rock ages on the formation of ion-adsorption type deposits (IAD) of rare-earth elements
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会Japan Geoscience Union Meeting 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 白石史人・秋元貴幸・富岡尚敬・高橋嘉夫・松本良・Snyder Glen
2. 発表標題 ガスハイドレートに伴って産出するマイクロドロマイトの特徴
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会Japan Geoscience Union Meeting 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 平井英人・関根康人・張乃忠・野田夏実・高橋嘉夫・鍵裕之
2. 発表標題 Rapid Dissolution of Organic Aerosols by Interactions with Liquid Methane on Titan
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会Japan Geoscience Union Meeting 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 清水優希・高橋嘉夫・増田曜子・佐藤咲良・砂村倫成・小暮敏博・妹尾啓史
2. 発表標題 水田土壌中の酸化還元サイクルへの粘土鉱物中の鉄の寄与; 窒素固定を行う鉄還元菌の活性化
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会Japan Geoscience Union Meeting 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 栗栖美菜子・朱春茂・宮川拓真・金谷有剛・鈴木勝彦・柏原輝彦・高橋嘉夫・原田尚美
2. 発表標題 東アジア由来の燃焼起源エアロゾルの鉄安定同位体比の推定: 福江島におけるエアロゾルの鉄安定同位体比の季節変化
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会Japan Geoscience Union Meeting 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 福土圭介・Tsetsgee Solongo・奥山晃浩・Ochir Altansukh・Yunden Ariuntungalag・Odgerel Enkhjin・Batbold Taivanbat・Munkhsuld Enkhuur・高橋嘉夫・宗本隆志・本田匡人
2. 発表標題 Molybdenum Contamination in Rivers near the Erdenet Mining Area, Mongolia: Field Evidence and laboratory confirmation of High Mobility of Mo at pH >8
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会Japan Geoscience Union Meeting 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 藪田ひかる・Cody George・Engrand Cecile・葵生川陽子・De Gregorio Brad・Bonal Lydie・Remusat Laurent・Stroud Rhonda・Quirico Eric・Nittler Larry・橋口未奈子・小松睦美・Dartois Emmanuel・Mathurin Jeremie・Duprat Jean・奥村大河・高橋嘉夫・武市泰男・Kilcoyne David・山下翔平 他
2. 発表標題 Hayabusa2 Initial Analysis of Macromolecular Organic Matter in the Asteroid Ryugu Samples
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2022年大会Japan Geoscience Union Meeting 2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高橋嘉夫・河合敬宏・中村智樹・榎戸祐馬・井上皓介・野田夏実・山下翔平・武市泰男・木村正雄・伊規須素子・若林大祐・藪田ひかる・ 葵生川陽子・諸野祐樹・浦本豪一郎・白石史人・浅野真希・板井啓明・奥村大河・宮原正明・坂田昂平・小野寛太・福士圭介・関根康人
2. 発表標題 Establishment and application of STXM system for the development of aquaplanetology research
3. 学会等名 2021年度量子ビームサイエンスフェスタ
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 高橋嘉夫
2. 発表標題 Molecular Geochemistry: systematic understanding of geochemical behaviors of various elements based on XAFS
3. 学会等名 Global XAS Journal Club from Europe and Asia-Oceania (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐藤咲良・増田曜子・大峽広智・小暮敏博・高橋嘉夫・妹尾啓史
2. 発表標題 水田土壌への低結晶性鉄鉱物の添加による鉄還元菌窒素固定の増強
3. 学会等名 土壤肥料学会関東支部大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 蓬田 匠・辻 章浩・高橋嘉夫・宮本ユタカ
2. 発表標題 顕微ラマン分光法と顕微 X 線分光法によるウラン微粒子の化学状態分析
3. 学会等名 日本放射化学会第65回討論会(2021)
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 山口瑛子・永田光知郎・田中万也・小林恵太・奥村雅彦・小林 徹・糸見司郎・谷田肇・関口哲弘・金田結依・松田晶平・横山啓一・矢板毅・吉村 崇・高橋嘉夫
2. 発表標題 EXAFSによるRaの水和状態と粘土鉱物への吸着状態の解明
3. 学会等名 日本放射化学会第65回討論会(2021)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋嘉夫
2. 発表標題 宇宙地球化学試料のマイクロ XRF-XAFS 研究の新展開:高エネルギー領域への展開や超伝導転移端検出器の導入
3. 学会等名 SPring-8シンポジウム2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋嘉夫
2. 発表標題 放射光を用いた様々なX線顕微鏡の比較と応用
3. 学会等名 新学術領域ルスツ合宿(招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Baasansuren Gankhurel・福土圭介・Davaadorj Davaasuren・今井英吾・北島卓磨・Tuvshin Gerelmaa・関根康人・高橋嘉夫・長谷部徳子
2. 発表標題 Distribution of uranium and arsenic between sediment and water of alkalinehyposaline lake from Valley of Gobi Lakes in Mongolia
3. 学会等名 日本地球化学会 第68回オンライン年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 癸生川 陽子・古賀優志・松岡 萌・左近 樹・小林 正・伊藤元雄・山下翔平・武市泰男・高橋嘉夫・三田 肇・矢野 創
2. 発表標題 太陽系小天体の表面過程の理解のための有機物の宇宙曝露実験
3. 学会等名 日本地球化学会 第68回オンライン年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長谷川菜々子・板井啓明・高橋嘉夫
2. 発表標題 海洋生態系における鉄安定同位体比分布とその制御要因
3. 学会等名 日本地球化学会 第68回オンライン年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 今町海斗・名取幸花・栗栖美菜子・宮本千尋・高橋嘉夫
2. 発表標題 船舶由来の硫酸・シュウ酸エアロゾルの化学種解明と反応過程の解析
3. 学会等名 日本地球化学会 第68回オンライン年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 栗栖美菜子・坂田昂平・小畑 元・西岡 純・Tim M. Conway・鈴木勝彦・柏原輝彦・高橋嘉夫
2. 発表標題 北太平洋亜寒帯域におけるエアロゾル中の鉄化学種・安定同位体比に基づく起源別の鉄の寄与と推定
3. 学会等名 日本地球化学会 第68回オンライン年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 丹秀 也・関根康人・末松久幸・菊池崇志・羽馬哲也・高橋嘉夫
2. 発表標題 エウロパ表面での酸化剤生成の物質選択性：内部海化学、生命利用エネルギーへの影響
3. 学会等名 日本地球化学会 第68回オンライン年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田中雅人・柏原輝彦・高橋嘉夫
2. 発表標題 X線吸収端近傍構造解析と量子化学計算を用いた海底マンガン酸化物中のバナジウムの同位体分別の推定
3. 学会等名 日本地球化学会 第68回オンライン年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山口瑛子・永田光知郎・田中万也・小林恵太・奥村 雅彦・小林 徹・下条晃司郎・谷田 肇・関口哲弘・金田結依・松田晶平・横山啓一・矢板 毅・吉村 崇・高橋嘉夫
2. 発表標題 ラジウムの水和構造及び粘土鉱物への吸着構造の解明
3. 学会等名 日本地球化学会 第68回オンライン年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長澤 真・高橋嘉夫
2. 発表標題 レアアースイオン吸着型鉱床の原岩における重レアアースの起源と分布
3. 学会等名 日本地球化学会 第68回オンライン年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋嘉夫・長澤 真・秦海波・山口瑛子・柏原輝彦・田中万也
2. 発表標題 天然でのレアアースの吸着や共沈による濃集プロセスの系統的な比較
3. 学会等名 日本地球化学会 第68回オンライン年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小長谷莉未・河村直己・山口瑛子・高橋嘉夫
2. 発表標題 Bragg 型分光器を用いた高エネルギー分解能蛍光検出 XANES による天然試料中の微量ユウロピウムの酸化状態決定
3. 学会等名 日本地球化学会 第68回オンライン年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 杉内光輝・関根康人・丹 秀也・野田夏実・高橋嘉夫
2. 発表標題 初期火星における強酸性表層水による表層のAl に富む粘土鉱物形成の可能性
3. 学会等名 日本地球化学会 第68回オンライン年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 石水浩喜・板井啓明・高橋嘉夫
2. 発表標題 湖水-堆積物間における各種リン酸化学種分配実験に基づく湖水中リン濃度の規制要因解析
3. 学会等名 日本地球化学会 第68回オンライン年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 田中万也・高橋嘉夫
2. 発表標題 オンネトー湯の滝で見られるテトラド効果
3. 学会等名 日本地球化学会 第68回オンライン年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Yoshio Takahashi, Akiko Yamaguchi
2. 発表標題 High energy resolution fluorescence XAFS for the speciation of trace elements in geochemical and environmental samples
3. 学会等名 2021 Goldschmidt (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Nanako Hasegawa, Takaaki Itai, Tatsuya Kunisue, Shinsuke Tanabe, Yoshio Takahashi
2. 発表標題 Iron stable isotope variation of marine organisms in Northwest Pacific Ocean
3. 学会等名 2021 Goldschmidt (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Masahiro Yoda, Yasuhito Sekine, Keisuke Fukushi, Takuma Kitajima, Baasansuren Gankhurel, Davaadorj Davaasuren, Tuvshin Gerelmaa, Shuukhaaz Ganbat, Daigo Shoji, Yoshio Takahashi, Mikhail Zolotov
2. 発表標題 Salt partitioning on freezing closed-basin lakes in Mongolia: Implications for subsurface brine reservoirs on icy bodies in the Solar system
3. 学会等名 2021 Goldschmidt (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Natsumi Noda, Yasuhito Sekine, Yoshio Takahashi, Hiroshi Sakuma, Takahiro Kawai, Mayuko Nakagawa, Norio Kitadai, Kristin Johnson-Finn, Shawn E McGlynn
2. 発表標題 The role of ferrous saponite in the formation of sulfur-bearing organic matter on early Earth and early Mars
3. 学会等名 2021 Goldschmidt (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋嘉夫
2. 発表標題 放射性セシウムの吸着に及ぼす有機物の役割
3. 学会等名 アイソトープ・放射線研究第58回研究発表会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長澤 真・高橋嘉夫
2. 発表標題 Local structure of rare earth elements in marine ferromanganese oxides by extended X-ray absorption fine structure analysis
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 河合敬宏・菅 大輝・武市泰男・高橋嘉夫
2. 発表標題 STXMによる惑星表面での粘土鉱物の還元作用による有機物合成過程の解明
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2021
4. 発表年 2021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
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山口瑛子・三浦 輝・長澤 真・高橋嘉夫
2. 発表標題 高エネルギー分解能蛍光XAFSによる環境中の微量元素のスぺシエーション
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 長谷川菜々子・板井啓明・高橋嘉夫・国末達也・田辺信介
2. 発表標題 Development of iron stable isotope measurement for biological tissue and its application to the marine organisms
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 高橋嘉夫・三浦 輝・津旨大輔・栗原雄一
2. 発表標題 新しいIX線分光法による環境中のセシウムのスぺシエーション
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 丹 秀也・関根康人・菊池崇志・末松久幸・羽馬哲也・高橋嘉夫
2. 発表標題 No effective oxychloride formations on Europa's surface inferred from UV/electron irradiation experiments onto salt-ice mixtures
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 久木原 翔・宮原正明・山口 亮・高橋嘉夫・武市泰男・富岡尚敬・大谷栄治
2. 発表標題 The petrological and mineralogical descriptions of nakhlites NWA 6148 and NWA 10153
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 三浦 輝・久保篤史・石丸 隆・伊藤 友加里・神田穰太・津旨大輔・高橋嘉夫
2. 発表標題 Comparison of cesium-bearing microparticles from marine and terrestrial sources
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 佐久間 博・森田康暉・福土圭介・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 Japan Geoscience Union Meeting 2021
4. 発表年 2021年



1. 発表者名 依田優大・関根康人・福士圭介・北島卓磨・Gankhurel Baasansuren・Davaasuren Davaadorj・GereImaa Tuvshin・Ganbat Shuukhaaz・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 Japan Geoscience Union Meeting 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 野田夏実・関根康人・高橋嘉夫・佐久間 博・河合敬宏・中川 麻悠子・北台紀夫・Kristin Johnson-Finn・Shawn McGlynn
2. 発表標題 初期火星における二価鉄サボナイトの有機硫黄化合物生成、炭素循環、気候に対する役割
3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小林恵太・中村博樹・山口瑛子・板倉充洋・町田昌彦・奥村雅彦
2. 発表標題 多成分系における機械学習分子動力学法
3. 学会等名 日本原子力学会2021年秋の大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山口瑛子・中尾 淳・奥村雅彦
2. 発表標題 雲母の構造が剥離強度に及ぼす影響の数値的評価
3. 学会等名 第64回粘土科学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 奥村雅彦・小林恵太・山口瑛子
2. 発表標題 カオリナイトの機械学習分子動力学法シミュレーション
3. 学会等名 第64回粘土科学討論会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計4件

1. 著者名 高橋嘉夫	4. 発行年 2024年
2. 出版社 日本アイソトープ協会	5. 総ページ数 1
3. 書名 Isotope News No.791	

1. 著者名 山口瑛子・奥村雅彦・高橋嘉夫	4. 発行年 2023年
2. 出版社 日本アイソトープ協会	5. 総ページ数 4
3. 書名 Isotope News No.789	

1. 著者名 高橋嘉夫	4. 発行年 2023年
2. 出版社 共立出版株式会社	5. 総ページ数 8
3. 書名 『先カンブリア大全』	

1. 著者名 高橋嘉夫・三浦輝・栗原雄一	4. 発行年 2022年
2. 出版社 岩波書店	5. 総ページ数 8
3. 書名 『科学』第92巻第5号2022年5月号	

〔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	佐々木 隆之  (Sasaki Takayuki)  (60314291)	京都大学・工学研究科・教授    (14301)	
研究分担者	山口 瑛子  (Yamaguchi Akiko)  (80850990)	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構・システム計算科学センター・研究職   (82110)	
研究分担者	出井 俊太郎  (Ide Syuntaro)  (90870709)	国立研究開発法人日本原子力研究開発機構・核燃料・バックエンド研究開発部門 幌延深地層研究センター・研究職   (82110)	

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