#### 研究成果報告書 科学研究費助成事業

今和 5 年 6 月 2 0 日現在

機関番号: 82626

研究種目: 基盤研究(B)(一般)

研究期間: 2019~2021

課題番号: 19H04244

研究課題名(和文)地下圏炭素・エネルギー動態のミッシングリンク:結晶性酸化鉄が主導する微生物新機能

研究課題名(英文)A missing link of the subseafloor carbon and energy dynamics: Microbial metabolism responsible for crystalline iron(III) oxide reduction

## 研究代表者

堀 知行(Hori, Tomoyuki)

国立研究開発法人産業技術総合研究所・エネルギー・環境領域・主任研究員

研究者番号:20509533

交付決定額(研究期間全体):(直接経費) 13,100,000円

研究成果の概要(和文):本研究では、これまで微生物-鉄鉱物相互作用に基づき構築した高度集積培養系および新たに取得した海底地下堆積物試料を対象として、分離培養法、次世代シーケンサーによる大規模微生物種同定技術、比較ゲノム解析、高感度安定同位体追跡法を組み合わせて利用することで、結晶性酸化鉄の還元に関与する嫌気的メタン酸化菌や嫌気的酢酸酸化菌の生理生態学的性質(機能、分布、相互作用等)を明らかにした。 これにより海底地下圏炭素・エネルギー動態の理解を深めた。

研究成果の学術的意義や社会的意義 本研究標的のC1およびC2化合物である「メタンおよび酢酸」と地球第4位の構成元素である「鉄」は地球根源物質であるため、その代謝に関わる未知微生物群の実態解明は地下生命圏の代謝活動全体を紐解くことに直結する。比較ゲノム解析や高感度安定同位体追跡法を駆使することで、海底堆積物中で結晶性酸化鉄を利用し生存す るための微生物代謝戦略の一端を明らかにした。

研究成果の概要(英文): In this study, the ecophysiological traits of the anaerobic methane and acetate oxidizers potentially involved in crystalline iron(III) oxide reduction were assessed using a combination of isolation/cultivation, 16S rRNA gene sequencing, comparative genomics and high-sensitivity stable isotope probing. The main targets were the hitherto constructed iron-reducing enrichment cultures and newly obtained marine sediments. Consequently, a better understanding of the subseafloor carbon and energy dynamics was acquired.

研究分野: 環境微生物学

キーワード: 環境分析 地球化学 深海環境 環境 微生物

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等に ついては、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

#### 1.研究開始当初の背景

微生物生態学および地下深部掘削技術の進展は、地球内部の地殻には多種多様な未知微生物 群が生き続けていることを明らかにした。この事は、好気性生物が繁栄する地球表層だけが生命 活動の主要な場ではなく、海底地下および陸域地下に存在する広大な嫌気生命圏も地球炭素・エ ネルギー循環に大きな影響を与えることを強く示唆している。安定同位体比検出技術により地 球深部微生物群が極めて低速ではあるが 130 標識有機物を取り込むことが報告され、本研究代表 者を乗船研究員として実施された統合国際深海掘削計画第 337 次研究航海(IODP 337)「下北八 戸沖石炭層生命圏掘削」では海底下 2.5km の大深度地下圏に至るまで微生物が存在し、特に石炭 層付近において生物学的メタン生成が活発に起こっていることが証明された。しかし、地下生命 圏において「(石炭等に由来する)高次有機物が生物学的にメタンや CO。に変換される」という 炭素・エネルギーの変換が明らかになったものの、嫌気環境において熱力学的に極めて安定な酢 酸やメタンの分解機構やそれに関与する地下微生物群についてはほぼ分かっていない。近年、メ タン嫌気分解に関する研究が活発に行われ、多くの知見が蓄積されている。嫌気的メタン酸化は 様々な無機電子受容体(硫酸、硝酸、亜硝酸、鉄、マンガン)の還元と共役することが分かって きた。また地下圏では酢酸資化性メタン生成菌はほぼ検出されないが、酢酸は蓄積することなく 分解されている。一方、高次有機物の豊富な泥層とメタンハイドレートなどが存在する砂層の境 界域にはナノサイズの硫化鉄「ナノパイライト (FeS。)」が頻繁に観察され、さらに 10DP337 で 掘削した地下深部の石炭層付近においてもナノサイズの磁鉄鉱「ナノマグネタイト(Fe304)」が 高濃度で検出されている。これら微小鉄鉱物は生物代謝活動によって生じた可能性が高い。よっ て、地下圏でのメタンおよび酢酸の嫌気的酸化と共役する電子受容プロセスの第一候補は、豊富 に存在する鉄鉱物への電子伝達(結晶性酸化鉄の還元)であると予想した。

### 2.研究の目的

本研究は、これまで微生物-鉄鉱物相互作用に基づき取得した高度集積培養系および新たに取得した海底地下堆積物試料を対象として、地下圏炭素・エネルギー動態に重要な役割を担う未知微生物群(結晶性酸化鉄の還元に関与する嫌気的メタン酸化菌や嫌気的酢酸酸化菌)の純粋分離と遺伝学的特徴づけを行う。加えて、近年開発・環境試料適用を達成した未培養微生物機能同定法「高感度 Stable Isotope Probing(SIP)」と次世代シーケンサー解析を融合利用することで、当該未知微生物群を分離することなく、海底地下におけるその生理生態学的性質(機能、分布、相互作用等)を明らかにする。これらを通して、結晶性酸化鉄の微生物還元がミッシングリンクを繋ぐ地下物質ダイナミクスの根本的理解を目指す。

#### 3.研究の方法

海底地下コア試料の単位体積あたりの微生物数は、海底下深度 10~1,000m の範囲においては 陸上土壌の 3~5 オーダー少ない値で存在するが、IODP337 で取得した海底下 2.5km までのコア 試料ではさらにその値が激減した。微生物菌体量の乏しさを打開すべく、これまでに構築してき た、微生物-鉄鉱物相互作用を利用した微生物集積培養系を第一の対象とした。具体的には、結 晶性酸化鉄(Goethite、Lepidocrocite、Hematite、Magnetite等)を電子受容体基質として利用 し、一段目嫌気培養を数回継代しながら長期間行った。次世代シーケンサーを用いた微生物の大 規模同定技術により標的とする未知微生物群(結晶性酸化鉄の還元に関与する嫌気的メタン酸 化菌や嫌気的酢酸酸化菌)の集積程度を追跡した。得られた高度集積系内において微生物が長い 年月をかけて付着した結晶性酸化鉄を接種源として、エネルギー順位の高い溶解性鉄やその他 電子受容体基質を用いた二段目培養を実施することにより、標的微生物の取得を試みた。純粋分 離された微生物については、次世代シーケンサーを用いて完全長ゲノム解析またはドラフトゲ ノム解析を行なった。分子系統的に新規な微生物分離株については、その近縁種のゲノム情報を データベースより取得し、比較ゲノム解析を行うことで、その生理生態学的な意義について考察 した。一方、分離培養が困難な標的微生物種については、新たに取得した海底地下堆積物試料に 未培養微生物機能同定法「高感度 Stable Isotope Probing(SIP)」と次世代シーケンサー解析の 融合法を適用し、その生理生態学的性質の解明を試みた。具体的には、海底地下堆積物試料に 🕄 С 標識基質を加えて培養し、そこから微生物 RNA を抽出し超遠心に供することで、<sup>13</sup>C 標識基質を 分解し取り込んで重くなった標的微生物由来の RNA を密度分離・回収した。 得られた重い RNA の RT-PCR 増幅産物を次世代シーケンサーにより大規模に塩基配列解読することで、標的微生物を 分子系統的に特徴づけた。さらに 16S rRNA 遺伝子配列に基づいて海底地下堆積物中の分解菌の 深度分布を調査し、生物地球化学的なパラメータとの比較からその機能や他の微生物との相互 作用について考察した。

#### 4. 研究成果

高い結晶性を示す酸化鉄 (Goethite、Lepidocrocite、Hematite、Magnetite 等)を電子受容体、メタンと酢酸を電子供与体として、200以上の培養条件で、大深度海底コア試料や陸域土壌試料の継代培養を継続した。その結果、嫌気的メタン酸化菌として、鉄還元能が報告されている

嫌気的メタン酸化アーキア (ANME: anaerobic methanotrophic archaea) が確認されるととも に、分子系統的に新しい細菌群が集積された。嫌気的酢酸酸化菌の培養では Bacillota 門細菌が 相対存在量 90%以上で存在する集積培養系を得た。さらに、エネルギー順位の高い電子受容体基 質(硝酸、硫酸、糖類等)や共存する非標的微生物の利用できない電子供与体基質を用いた二段 目培養を行った。その結果、海底堆積物や陸域土壌から鉄還元・酢酸酸化微生物の純粋分離株を 複数取得した。そのうち海底堆積物由来 Desulfuromonas 属細菌分離株の完全長ゲノムを解読・ 決定し、近縁種との比較ゲノム解析から、特筆すべき代謝潜在性を明らかにした。具体的には、 当該分離株のゲノムの中には、鞭毛生合成遺伝子群に加え、走化性感知システムや c 型シトクロ ムに関与する多様で多数の遺伝子群が存在していた。近縁種分離株のゲノムでは鞭毛生合成遺 伝子群が欠落するとともに走化性やシトクロムの関連遺伝子のいくつかが欠けており、一方で ゲノム再編成を仲介する転移遺伝因子の拡張と酸素耐性関連遺伝子群が示された。これにより、 海底堆積物中で結晶性酸化鉄を利用し生存するための Desulfuromonas 属細菌の代謝戦略の一端 が明らかになった。次に、新たに取得した海底地下堆積物試料を対象に、<sup>13</sup>C 標識メタンを用い た高感度 SIP 実験を実施した。13C 標識メタンを基質として当該堆積物を嫌気的に培養した結果、 <sup>13</sup>C 標識 CO₂の有意な生成が観察され、さらに嫌気的メタン酸化アーキアの異なる系統群(ANME-1と ANME-2) によるメタン由来 ¹3C の取り込みが見出された。これらの 2 種類の系統群の海底深 度分布は、生物地球化学的パラメータに関係しており、それぞれで特徴的な生態的ニッチを形成 していることが強く示唆された。

# 5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計8件(うち査読付論文 8件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 8件)

1 . 養養名 (wo Yong, Ayagi Tomo, Inaba Tomohiro, Sato Yuya, Habe Hiroshi, Hori Tomoyuki 9 2 . 論文標理 Compites Genome Sequence of Desulfuromonas sp. Strain AOPG, an Iron(III) Reducer Isolated from Subsection Sediment 2020年 Subsection Sediment 3 . 課証名 (Compile) Resource Announcements 5 . 現所作 2020年 日本 (Compile) Resource Announcements 5 . 現所作 2020年 日本 (Compile) Resource Announcements 6 . 最初と最後の頁 1-3 日本 (Compile) Resource Announcements 7 . 元ブンアクセス	〔雑誌論文〕 計8件(うち査読付論文 8件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 8件)	
9 2. 論文標題 Conner Sequence of Desulfuronomas sp. Strain ACP6, an Iron(III) Reducer Isolated from 2000年 Complete Genome Sequence of Desulfuronomas sp. Strain ACP6, an Iron(III) Reducer Isolated from 2000年 Country Complete Genome Sequence of Desulfuronomas sp. Strain ACP6, an Iron(III) Reducer Isolated from 2000年 Country Coun	1.著者名	4 . 巻
Complete Genome Sequence of Desulfutromonas sp. Strain AOP6, an Iron(III) Reducer Isolated from Subseat Inor Sediment		
Complete Genome Sequence of Desulfutromonas sp. Strain AOP6, an Iron(III) Reducer Isolated from Subseat Inor Sediment	2 绘文極頤	5
Subsect foor Sediment		
3 . 検診名 Microbiology Resource Announcements  おこれのの01(デジタルオブジェクト護別子) 1. 著名名 東切打 2. 論文標題 に寄与する結晶性配化鉄造元酸生物の選択的分離培養 2019年		2020年
Nicrobiology Resource Announcements	Subseafloor Sediment	
Nicrobiology Resource Announcements	3.雑誌名	6.最初と最後の頁
接載論文の001(デジタルオブジェクト講別子) 1. 著名名 増 知行 2. 論文標題 地球光素循環に寄与する結晶性酸化鉄道元微生物の選択的分離培養 3. 雑誌名 環境パイオテクノロジー学会誌 掲載節文の001(デジタルオブジェクト講別子) なし オープンアクセス  1. 著名名 指現状でオテクノロジー学会誌		
1. 音名名	withoutorgy resource Almountements	1 3
1. 音名名	掲載論文のDOL(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
1 著名名   1 表名名   19-1   1 表		
1 著名名   2	10.1128/MRA.01325-19	有
1 著名名   2		
1 ・著書名と 塊 知行 2 ・論文標題 5 ・ 発行年 2019年 5 ・ 表書名 高級 2 ・ 本ープンアクセスとしている(また、その予定である) 4 ・ 巻 3 ・ 発音名 1 ・ 表書名 1 ・ 表書名 1 ・ 日本の中の中の中の中の中の中の中の中の中の中の中の中の中の中の中の中の中の中の中	オープンアクセス	国際共者
型 知行  2 . 論文標題 地球炭素循環に寄与する結晶性酸化鉄還元微生物の選択的分離培養  3 . 雑誌名 環境パイオテクノロジー学会誌  4 . 最初と最後の頁 51 - 57  1 . 著名名 Hara Hideyuki, Hori Tomoyuki, Aoyagi Tomo, Hosono Hiroki, Takasaki Mitsuru, Katayama Yoko  1 . 著名名 Hara Hideyuki, Hori Tomoyuki, Aoyagi Tomo, Hosono Hiroki, Takasaki Mitsuru, Katayama Yoko  2 . 論文課題 Stratification of Sulfur Species and Microbial Community in Launched Marine Sediment by an Improved Sulfur-Fractionation Method and 16S rRMA Gene Sequencing  3 . 維証名 Microbes and Environments  6 . 最初と最後の頁 199 - 205  掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1284/jsme2.ME18153  オープンアクセス  1 . 著名名 Guo Yong, Aoyagi Tomo, Hori Tomoyuki  2 . 論文課題 Comparative insights into genome signatures of ferric iron oxide- and anode-stimulated Desulfuromonas spp. strains  3 . 維証名 BMC Genomics  6 . 最初と最後の頁 1-17  掲載論文のDOI (デジタルオプジェクト識別子) 10.1186/s12864-021-07809-6  a 読の名無 有 オープンアクセス  国際共著	オープンアクセスとしている(また、その予定である)	-
型 知行  2 . 論文標題 地球炭素循環に寄与する結晶性酸化鉄還元微生物の選択的分離培養  3 . 雑誌名 環境パイオテクノロジー学会誌  4 . 最初と最後の頁 51 - 57  1 . 著名名 Hara Hideyuki, Hori Tomoyuki, Aoyagi Tomo, Hosono Hiroki, Takasaki Mitsuru, Katayama Yoko  1 . 著名名 Hara Hideyuki, Hori Tomoyuki, Aoyagi Tomo, Hosono Hiroki, Takasaki Mitsuru, Katayama Yoko  2 . 論文課題 Stratification of Sulfur Species and Microbial Community in Launched Marine Sediment by an Improved Sulfur-Fractionation Method and 16S rRMA Gene Sequencing  3 . 維証名 Microbes and Environments  6 . 最初と最後の頁 199 - 205  掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1284/jsme2.ME18153  オープンアクセス  1 . 著名名 Guo Yong, Aoyagi Tomo, Hori Tomoyuki  2 . 論文課題 Comparative insights into genome signatures of ferric iron oxide- and anode-stimulated Desulfuromonas spp. strains  3 . 維証名 BMC Genomics  6 . 最初と最後の頁 1-17  掲載論文のDOI (デジタルオプジェクト識別子) 10.1186/s12864-021-07809-6  a 読の名無 有 オープンアクセス  国際共著		
2 ・論文標題 地球炭素循環に寄与する結晶性酸化鉄還元微生物の選択的分離培養  3 ・雑誌名 環境パイオテクノロジー学会誌  6 ・最初と最後の頁 51-57  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし  1 ・著名名 Thara Hideyuki, Hori Tomoyuki, Aoyagi Tomo, Hosono Hiroki, Takasaki Mitsuru, Katayama Yoko  2 ・論文標題 Stratification of Sulfur Species and Microbial Community in Launched Marine Sediment by an Improved Sulfur-Fractionation Method and 16S rRNA Gene Sequencing  3 ・機能器 Microbes and Environments  5 ・ 発行年 2019年  6 ・ 最初と最後の頁 199 - 205  1 ・ 著名名 Guo Yong, Aoyagi Tomo, Hori Tomoyuki  1 ・ 著名名 Guo Yong, Aoyagi Tomo, Hori Tomoyuki  2 ・論文標題 カーブンアクセス  1 ・ 著名名 Guo Yong, Aoyagi Tomo, Hori Tomoyuki  2 ・ 論文標題	1.著者名	4 . 巻
2 ・論文標題 地球炭素循環に寄与する結晶性酸化鉄還元微生物の選択的分離培養  3 ・雑誌名 環境パイオテクノロジー学会誌  6 ・最初と最後の頁 51-57  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし  1 ・著名名 Thara Hideyuki, Hori Tomoyuki, Aoyagi Tomo, Hosono Hiroki, Takasaki Mitsuru, Katayama Yoko  2 ・論文標題 Stratification of Sulfur Species and Microbial Community in Launched Marine Sediment by an Improved Sulfur-Fractionation Method and 16S rRNA Gene Sequencing  3 ・機能器 Microbes and Environments  5 ・ 発行年 2019年  6 ・ 最初と最後の頁 199 - 205  1 ・ 著名名 Guo Yong, Aoyagi Tomo, Hori Tomoyuki  1 ・ 著名名 Guo Yong, Aoyagi Tomo, Hori Tomoyuki  2 ・論文標題 カーブンアクセス  1 ・ 著名名 Guo Yong, Aoyagi Tomo, Hori Tomoyuki  2 ・ 論文標題	堀 知行	19-1
地球炭素循環に寄与する結晶性酸化鉄還元微生物の選択的分離培養       2019年         3 . 雑誌名 環境パイオテクノロジー学会誌       6 . 最初と最後の頁 51-57         掲載論文の001(デジタルオブジェクト識別子)なし       査読の有無 有         オープンアクセス       国際共著 -         1 . 著書名 Ihara Hideyuki, Hori Tomoyuki, Aoyagi Tomo, Hosono Hiroki, Takasaki Mitsuru, Katayama Yoko 34       4 . 巻 34         2 . 論文標題 Stratification of Sulfur Species and Microbial Community in Launched Marine Sediment by an Improved Sulfur-Fractionation Method and 16S rRMA Gene Sequencing 4 . 最初と最後の頁 199-205       6 . 最初と最後の頁 199-205         掲載論文のD01(デジタルオブジェクト識別子) 10.1264/jsme2.ME18153 7 有       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) 4 . 巻 22       4 . 巻 22         2 . 論文標題 Comparative insights into genome signatures of ferric iron oxide- and anode-stimulated Desulfuromonas spp. strains 8 . 雑誌名 BMC Genonics 6 . 最初と最後の頁 1-17       6 . 最初と最後の頁 1-17         掲載論文のD01(デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12864-021-07808-6	<del></del>	-
地球炭素循環に寄与する結晶性酸化鉄還元微生物の選択的分離培養       2019年         3 . 雑誌名 環境パイオテクノロジー学会誌       6 . 最初と最後の頁 51-57         掲載論文の001(デジタルオブジェクト識別子)なし       査読の有無 有         オープンアクセス       国際共著 -         1 . 著書名 Ihara Hideyuki, Hori Tomoyuki, Aoyagi Tomo, Hosono Hiroki, Takasaki Mitsuru, Katayama Yoko 34       4 . 巻 34         2 . 論文標題 Stratification of Sulfur Species and Microbial Community in Launched Marine Sediment by an Improved Sulfur-Fractionation Method and 16S rRMA Gene Sequencing 4 . 最初と最後の頁 199-205       6 . 最初と最後の頁 199-205         掲載論文のD01(デジタルオブジェクト識別子) 10.1264/jsme2.ME18153 7 有       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) 4 . 巻 22       4 . 巻 22         2 . 論文標題 Comparative insights into genome signatures of ferric iron oxide- and anode-stimulated Desulfuromonas spp. strains 8 . 雑誌名 BMC Genonics 6 . 最初と最後の頁 1-17       6 . 最初と最後の頁 1-17         掲載論文のD01(デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12864-021-07808-6	2	F 36/-/-
3 . 雑誌名 環境パイオテクノロジー学会誌  信職論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし 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)  1 . 著者名 Ihara Hideyuki、Hori Tomoyuki、Aoyagi Tomo、Hosono Hiroki、Takasaki Mitsuru、Katayama Yoko 34 4 . 巻 34 5 . 飛行年 Stratification of Sulfur Species and Microbial Community in Launched Marine Sediment by an Improved Sulfur-Fractionation Method and 16S rRNA Gene Sequencing 3 . 雑誌名 Microbes and Environments  信読の有無 10.1264/jsme2.WE18153  オープンアクセス  1 . 著者名 Guo Yong、Aoyagi Tomo、Hori Tomoyuki 2 . 論文標題 Guo Yong、Aoyagi Tomo、Hori Tomoyuki 3 . 雑誌名 BMC Genomics  4 . 巻 22 6 . 最初と最後の頁 1 . 一 1 . 著者名 Guo Yong、Aoyagi Tomo、Hori Tomoyuki 5 . 発行年 2021年 2021年 2021年 3 . 雑誌名 BMC Genomics  「デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12864-021-07809-6 有 オープンアクセス 国際共著		
環境パイオテクノロジー学会誌  51-57  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし オーブンアクセス  1. 著者名 Ihara Hideyuki、Hori Tomoyuki、Aoyagi Tomo、Hosono Hiroki、Takasaki Mitsuru、Katayama Yoko 2. 論文標題 Stratification of Sulfur Species and Microbial Community in Launched Marine Sediment by an Improved Sulfur-Fractionation Wethod and 16S rRNA Gene Sequencing 3. 雑誌名 Microbes and Environments  ### ### ### ### ### #### #### ########	地球炭素循環に寄与する結晶性酸化鉄還元微生物の選択的分離培養	2019年
環境パイオテクノロジー学会誌  51-57  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし オーブンアクセス  1. 著者名 Ihara Hideyuki、Hori Tomoyuki、Aoyagi Tomo、Hosono Hiroki、Takasaki Mitsuru、Katayama Yoko 2. 論文標題 Stratification of Sulfur Species and Microbial Community in Launched Marine Sediment by an Improved Sulfur-Fractionation Wethod and 16S rRNA Gene Sequencing 3. 雑誌名 Microbes and Environments  ### ### ### ### ### #### #### ########		
環境パイオテクノロジー学会誌  51-57  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし オーブンアクセス  1. 著者名 Ihara Hideyuki、Hori Tomoyuki、Aoyagi Tomo、Hosono Hiroki、Takasaki Mitsuru、Katayama Yoko 2. 論文標題 Stratification of Sulfur Species and Microbial Community in Launched Marine Sediment by an Improved Sulfur-Fractionation Wethod and 16S rRNA Gene Sequencing 3. 雑誌名 Microbes and Environments  ### ### ### ### ### #### #### ########	3 雑註名	6 最初と最後の百
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) なし オーブンアクセス オーブンアクセスとしている(また、その予定である)  1 . 著者名 Ihara Hideyuki、Hori Tomoyuki、Aoyagi Tomo、 Hosono Hiroki、Takasaki Mitsuru、Katayama Yoko 34 2 . 論文標題 Stratification of Sulfur Species and Microbial Community in Launched Marine Sediment by an Improved Sulfur-Fractionation Method and 16S rRNA Gene Sequencing 3 . 雑誌名 Microbes and Environments  信義者名 Microbes and Environments  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1264/jsme2.ME18153  オーブンアクセス  1 . 著者名 Guo Yong、Aoyagi Tomo、Hori Tomoyuki 22 2 . 論文標題 Comparative insights into genome signatures of ferric iron oxide- and anode-stimulated Desulfuromonas spp. strains 3 . 雑誌名 BMC Genomics  第載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12864-021-07809-6  東京 日本 アンアクセス  国際共著  4 . 巻 2021年  5 . 発行年 2021年  6 . 最初と最後の頁 1 - 17		
なし 有 オープンアクセス コ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 Ihara Hideyuki、Hori Tomoyuki、Aoyagi Tomo、Hosono Hiroki、Takasaki Mitsuru、Katayama Yoko 2・論文標題 Stratification of Sulfur Species and Microbial Community in Launched Marine Sediment by an Improved Sulfur-Fractionation Method and 16S rRNA Gene Sequencing 5・発行年 2019年 199~205	<b>坂境ハイオナグノロンー子会誌</b>	51~5/
なし 有 オープンアクセス コ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 Ihara Hideyuki、Hori Tomoyuki、Aoyagi Tomo、Hosono Hiroki、Takasaki Mitsuru、Katayama Yoko 2・論文標題 Stratification of Sulfur Species and Microbial Community in Launched Marine Sediment by an Improved Sulfur-Fractionation Method and 16S rRNA Gene Sequencing 5・発行年 2019年 199~205		
なし 有 オープンアクセス コ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 Ihara Hideyuki、Hori Tomoyuki、Aoyagi Tomo、Hosono Hiroki、Takasaki Mitsuru、Katayama Yoko 2・論文標題 Stratification of Sulfur Species and Microbial Community in Launched Marine Sediment by an Improved Sulfur-Fractionation Method and 16S rRNA Gene Sequencing 5・発行年 2019年 199~205		
なし 有 オープンアクセス コ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 Ihara Hideyuki、Hori Tomoyuki、Aoyagi Tomo、Hosono Hiroki、Takasaki Mitsuru、Katayama Yoko 2・論文標題 Stratification of Sulfur Species and Microbial Community in Launched Marine Sediment by an Improved Sulfur-Fractionation Method and 16S rRNA Gene Sequencing 5・発行年 2019年 199~205	掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
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)		
### A - ブンアクセスとしている(また、その予定である)  1. 著者名   Thara Hideyuki、Hori Tomoyuki、Aoyagi Tomo、Hosono Hiroki、Takasaki Mitsuru、Katayama Yoko   A - 巻 34   34   34   34   34   34   34   34	4.U	泪
### A - ブンアクセスとしている(また、その予定である)  1. 著者名   Thara Hideyuki、Hori Tomoyuki、Aoyagi Tomo、Hosono Hiroki、Takasaki Mitsuru、Katayama Yoko   A - 巻 34   34   34   34   34   34   34   34		
1. 著者名 Ihara Hideyuki、Hori Tomoyuki、Aoyagi Tomo、Hosono Hiroki、Takasaki Mitsuru、Katayama Yoko  2. 論文標題 Stratification of Sulfur Species and Microbial Community in Launched Marine Sediment by an Improved Sulfur-Fractionation Method and 16S rRNA Gene Sequencing  3. 雑誌名 Microbes and Environments  4. 巻 2019年  199~205  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1264/jsme2.ME18153  7 オーブンアクセス  1 著者名 Guo Yong、Aoyagi Tomo、Hori Tomoyuki  2. 論文標題 Comparative insights into genome signatures of ferric iron oxide- and anode-stimulated Desulfuromonas spp. strains  3. 雑誌名 BMC Genomics  4. 巻 2021年  18載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12864-021-07809-6  有オープンアクセス  国際共著		国際共者
1. 著者名 Ihara Hideyuki、Hori Tomoyuki、Aoyagi Tomo、Hosono Hiroki、Takasaki Mitsuru、Katayama Yoko  2. 論文標題 Stratification of Sulfur Species and Microbial Community in Launched Marine Sediment by an Improved Sulfur-Fractionation Method and 16S rRNA Gene Sequencing  3. 雑誌名 Microbes and Environments  4. 巻 2019年  199~205  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1264/jsme2.ME18153  7 オーブンアクセス  1 著者名 Guo Yong、Aoyagi Tomo、Hori Tomoyuki  2. 論文標題 Comparative insights into genome signatures of ferric iron oxide- and anode-stimulated Desulfuromonas spp. strains  3. 雑誌名 BMC Genomics  4. 巻 2021年  18載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12864-021-07809-6  有オープンアクセス  国際共著	オープンアクセスとしている(また、その予定である)	-
Ihara Hideyuki、Hori Tomoyuki、Aoyagi Tomo、Hosono Hiroki、Takasaki Mitsuru、Katayama Yoko  2. 論文標題 Stratification of Sulfur Species and Microbial Community in Launched Marine Sediment by an Improved Sulfur-Fractionation Method and 16S rRNA Gene Sequencing  3. 雑誌名 Microbes and Environments  信託		
Ihara Hideyuki、Hori Tomoyuki、Aoyagi Tomo、Hosono Hiroki、Takasaki Mitsuru、Katayama Yoko  2. 論文標題 Stratification of Sulfur Species and Microbial Community in Launched Marine Sediment by an Improved Sulfur-Fractionation Method and 16S rRNA Gene Sequencing  3. 雑誌名 Microbes and Environments  信託	1 英字夕	л <del>¥</del>
2. 論文標題 Stratification of Sulfur Species and Microbial Community in Launched Marine Sediment by an Improved Sulfur-Fractionation Method and 16S rRNA Gene Sequencing  3. 雑誌名 Microbes and Environments  信義教育のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1264/jsme2.ME18153  有  オープンアクセス  1. 著者名 Guo Yong、Aoyagi Tomo、Hori Tomoyuki  2. 論文標題 Comparative insights into genome signatures of ferric iron oxide- and anode-stimulated Desulfuromonas spp. strains  3. 雑誌名 BMC Genomics  「デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12864-021-07809-6  有  オープンアクセス  国際共著  「		
Stratification of Sulfur Species and Microbial Community in Launched Marine Sediment by an Improved Sulfur-Fractionation Method and 16S rRNA Gene Sequencing  3 . 雑誌名 Microbes and Environments  信託の有無 10.1264/jsme2.ME18153  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)  1 . 著者名 Guo Yong、Aoyagi Tomo、Hori Tomoyuki  2 . 論文標題 Comparative insights into genome signatures of ferric iron oxide- and anode-stimulated Desulfuromonas spp. strains  3 . 雑誌名 BMC Genomics  6 . 最初と最後の頁 199~205  app. 205  app	Thara Hideyuki, Hori Tomoyuki, Aoyagi Tomo, Hosono Hiroki, Takasaki Mitsuru, Katayama Yoko	34
Stratification of Sulfur Species and Microbial Community in Launched Marine Sediment by an Improved Sulfur-Fractionation Method and 16S rRNA Gene Sequencing  3 . 雑誌名 Microbes and Environments  信託の有無 10.1264/jsme2.ME18153  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)  1 . 著者名 Guo Yong、Aoyagi Tomo、Hori Tomoyuki  2 . 論文標題 Comparative insights into genome signatures of ferric iron oxide- and anode-stimulated Desulfuromonas spp. strains  3 . 雑誌名 BMC Genomics  6 . 最初と最後の頁 199~205  app. 205  app		
Stratification of Sulfur Species and Microbial Community in Launched Marine Sediment by an Improved Sulfur-Fractionation Method and 16S rRNA Gene Sequencing  3 . 雑誌名 Microbes and Environments  信託の有無 10.1264/jsme2.ME18153  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)  1 . 著者名 Guo Yong、Aoyagi Tomo、Hori Tomoyuki  2 . 論文標題 Comparative insights into genome signatures of ferric iron oxide- and anode-stimulated Desulfuromonas spp. strains  3 . 雑誌名 BMC Genomics  6 . 最初と最後の頁 199~205  app. 205  app	2 . 論文標題	5 . 発行年
Improved Sulfur-Fractionation Method and 16S rRNA Gene Sequencing  3 . 雑誌名 Microbes and Environments  信載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1264/jsme2.ME18153  オーブンアクセス  オーブンアクセスとしている(また、その予定である)  1 . 著者名 Guo Yong、Aoyagi Tomo、Hori Tomoyuki  2 . 論文標題 Comparative insights into genome signatures of ferric iron oxide- and anode-stimulated Desulfuromonas spp. strains  3 . 雑誌名 BMC Genomics  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) 10.1186/s12864-021-07809-6  カーブンアクセス  国際共著  6 . 最初と最後の頁 1~17		
3 . 雑誌名 Microbes and Environments  6 . 最初と最後の頁 199 - 205  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10 . 1264/jsme2 . ME18153  オープンアクセス  国際共著  オープンアクセスとしている(また、その予定である)  1 . 著者名 Guo Yong、 Aoyagi Tomo、 Hori Tomoyuki  2 . 論文標題 Comparative insights into genome signatures of ferric iron oxide- and anode-stimulated Desulfuromonas spp. strains  3 . 雑誌名 BMC Genomics  5 . 発行年 2021年  4 . 巻 2021年  5 . 発行年 2021年  5 . 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 . 1186/s12864-021-07809-6  有  オープンアクセス  国際共著		20194
Microbes and Environments 199~205  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 査読の有無 有		
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1264/jsme2.ME18153	3.雑誌名	6.最初と最後の負
10.1264/jsme2.ME18153 有 国際共著 オープンアクセスとしている(また、その予定である) - コープンアクセスとしている(また、その予定である) - コープンアクセスとしている(また、その予定である) - コープンアクセスとしている(また、その予定である) - コープンアクセスとしている(また、その予定である) - コープンアクセス 国際共著 コープンアクセス 国際共著	Microbes and Environments	199 ~ 205
10.1264/jsme2.ME18153 有 国際共著 オープンアクセスとしている(また、その予定である) - コープンアクセスとしている(また、その予定である) - コープンアクセスとしている(また、その予定である) - コープンアクセスとしている(また、その予定である) - コープンアクセスとしている(また、その予定である) - コープンアクセス 国際共著 コープンアクセス 国際共著		
10.1264/jsme2.ME18153 有 国際共著 オープンアクセスとしている(また、その予定である) - コープンアクセスとしている(また、その予定である) - コープンアクセスとしている(また、その予定である) - コープンアクセスとしている(また、その予定である) - コープンアクセスとしている(また、その予定である) - コープンアクセス 国際共著 コープンアクセス 国際共著		
10.1264/jsme2.ME18153 有 国際共著 オープンアクセスとしている(また、その予定である) - コープンアクセスとしている(また、その予定である) - コープンアクセスとしている(また、その予定である) - コープンアクセスとしている(また、その予定である) - コープンアクセスとしている(また、その予定である) - コープンアクセス 国際共著 コープンアクセス 国際共著	掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
オープンアクセス 国際共著 オープンアクセスとしている(また、その予定である)  1 . 著者名 Guo Yong、Aoyagi Tomo、Hori Tomoyuki  2 . 論文標題 Comparative insights into genome signatures of ferric iron oxide- and anode-stimulated Desulfuromonas spp. strains  3 . 雑誌名 BMC Genomics  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) 10.1186/s12864-021-07809-6  有  オープンアクセス  国際共著		_
コ・著者名 Guo Yong、Aoyagi Tomo、Hori Tomoyuki 22  2 . 論文標題 Comparative insights into genome signatures of ferric iron oxide- and anode-stimulated Desulfuromonas spp. strains 5 . 発行年 2021年 2021年 8	1U.1264/jsme2.ME18153	<b>有</b>
コ・著者名 Guo Yong、Aoyagi Tomo、Hori Tomoyuki 22  2 . 論文標題 Comparative insights into genome signatures of ferric iron oxide- and anode-stimulated Desulfuromonas spp. strains 5 . 発行年 2021年 2021年 8		
コ・著者名 Guo Yong、Aoyagi Tomo、Hori Tomoyuki 22  2 . 論文標題 Comparative insights into genome signatures of ferric iron oxide- and anode-stimulated Desulfuromonas spp. strains 5 . 発行年 2021年 2021年 8	オープンアクセス	国際共著
1 . 著者名 Guo Yong、Aoyagi Tomo、Hori Tomoyuki 22  2 . 論文標題 Comparative insights into genome signatures of ferric iron oxide- and anode-stimulated Desulfuromonas spp. strains  3 . 雑誌名 BMC Genomics 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) 10.1186/s12864-021-07809-6 有		_
Guo Yong、Aoyagi Tomo、Hori Tomoyuki222.論文標題 Comparative insights into genome signatures of ferric iron oxide- and anode-stimulated Desulfuromonas spp. strains5.発行年 2021年3.雑誌名 BMC Genomics6.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) 10.1186/s12864-021-07809-6査読の有無 有オープンアクセス国際共著		
Guo Yong、Aoyagi Tomo、Hori Tomoyuki222.論文標題 Comparative insights into genome signatures of ferric iron oxide- and anode-stimulated Desulfuromonas spp. strains5.発行年 2021年3.雑誌名 BMC Genomics6.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) 10.1186/s12864-021-07809-6査読の有無 有オープンアクセス国際共著	1 7 7 7 7	4 <del>**</del>
2.論文標題 Comparative insights into genome signatures of ferric iron oxide- and anode-stimulated Desulfuromonas spp. strains5.発行年 2021年3.雑誌名 BMC Genomics6.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) 10.1186/s12864-021-07809-6査読の有無 有オープンアクセス国際共著		
2.論文標題 Comparative insights into genome signatures of ferric iron oxide- and anode-stimulated Desulfuromonas spp. strains5.発行年 2021年3.雑誌名 BMC Genomics6.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) 10.1186/s12864-021-07809-6査読の有無 有オープンアクセス国際共著	Guo Yong、Aoyagi Tomo、Hori Tomoyuki	22
Comparative insights into genome signatures of ferric iron oxide- and anode-stimulated Desulfuromonas spp. strains  3.雑誌名 BMC Genomics  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) 査読の有無 有 オープンアクセス  国際共著		
Comparative insights into genome signatures of ferric iron oxide- and anode-stimulated Desulfuromonas spp. strains  3.雑誌名 BMC Genomics  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) 査読の有無 有 オープンアクセス  国際共著	2. 論文標題	5 . 発行年
Desulfuromonas spp. strains       6.最初と最後の頁         3.雑誌名 BMC Genomics       1~17         掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12864-021-07809-6       査読の有無 有         オープンアクセス       国際共著		
3.雑誌名       6.最初と最後の頁         BMC Genomics       1~17         掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)       査読の有無         10.1186/s12864-021-07809-6       有         オープンアクセス       国際共著		ZUZ I <del>T</del>
BMC Genomics       1~17         掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12864-021-07809-6       査読の有無 有         オープンアクセス       国際共著	11	
BMC Genomics       1~17         掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1186/s12864-021-07809-6       査読の有無 有         オープンアクセス       国際共著	3.雑誌名	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) 査読の有無 10.1186/s12864-021-07809-6 有 オープンアクセス 国際共著	BMC Genomics	
10.1186/s12864-021-07809-6     有       オープンアクセス     国際共著	· · · · · · · · · · ·	· · · ·
10.1186/s12864-021-07809-6     有       オープンアクセス     国際共著		
10.1186/s12864-021-07809-6     有       オープンアクセス     国際共著		
オープンアクセス 国際共著	担勤会立のDOL / デンタルナインティカト類型フト	本性の方無
	10.1186/s12864-021-07809-6	
3 2217 EVER CRIP (2017 COLLE CRIP)	10.1186/s12864-021-07809-6	有
	10.1186/s12864-021-07809-6 オープンアクセス	有

. ##4	
1 . 著者名	4 . 巻
Guo Yong、Aoyagi Tomo、Hori Tomoyuki	10
a AAAA IFRE	= 7V.1= h=
2 . 論文標題	5 . 発行年
Draft Genome Sequences of the Ferric Iron-Reducing Geobacter sp. Strains AOG1 and AOG2,	2021年
Isolated from Enrichment Cultures on Crystalline İron(III) Oxides	
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
Microbiology Resource Announcements	1~3
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.1128/MRA.00913-21	有
	13
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスとしている(また、その予定である)	-
1 . 著者名	4 . 巻
	11
Guo Yong、Ihara Hideyuki、Aoyagi Tomo、Hori Tomoyuki、Katayama Yoko	''
2 . 論文標題	c
	5.発行年
Draft Genome Sequences of Sulfurovum spp. TSL1 and TSL6, Two Sulfur-Oxidizing Bacteria Isolated	2022年
from Marine Sediment	c = = = = = = = = = = = = = = = = = = =
3 . 雑誌名	6.最初と最後の頁
Microbiology Resource Announcements	1~3
掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.1128/MRA.00922-21	有
オープンアクセス	国際共著
オープンアクセスとしている(また、その予定である)	-
1 . 著者名	4 . 巻
TERADA Akihiko, HORI Tomoyuki, KUBOTA Kengo, KURISU Futoshi, KASUGA Ikuro, KINDAICHI Tomonori,	45
ITO Tsukasa	
2.論文標題	5.発行年
Recent Progress in Cutting-edge Monitoring Tools for Microbiomes in Engineered Systems	2022年
Recent Progress III during edge maintering rects for microstranes III Engineered Systems	2022-
3.雑誌名	6.最初と最後の頁
Journal of Japan Society on Water Environment	91~105
Souther of Japan Society on water Environment	91 - 103
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)	査読の有無
10.2965/j swe.45.91	
10.2965/JSWe.45.91	有
• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	
,	国際共革
オープンアクセス	国際共著
,	国際共著
・ 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)	-
・ 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) 1.著者名	- 4 . 巻
・ 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)	-
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)  1 . 著者名 Aoyagi Tomo、Katayama Yoko、Aizawa Hidenobu、Takasaki Mitsuru、Hori Tomoyuki	- 4.巻 55
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)  1 . 著者名 Aoyagi Tomo、Katayama Yoko、Aizawa Hidenobu、Takasaki Mitsuru、Hori Tomoyuki 2 . 論文標題	- 4.巻 55 5.発行年
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)  1 . 著者名 Aoyagi Tomo、Katayama Yoko、Aizawa Hidenobu、Takasaki Mitsuru、Hori Tomoyuki  2 . 論文標題 Nitrate-Driven Trophic Association of Sulfur-Cycling Microorganisms in Tsunami-Deposited Marine	- 4.巻 55
オープンアクセス	- 4.巻 55 5.発行年 2021年
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)  1 . 著者名 Aoyagi Tomo、Katayama Yoko、Aizawa Hidenobu、Takasaki Mitsuru、Hori Tomoyuki  2 . 論文標題 Nitrate-Driven Trophic Association of Sulfur-Cycling Microorganisms in Tsunami-Deposited Marine	- 4.巻 55 5.発行年
オープンアクセス	- 4.巻 55 5.発行年 2021年
オープンアクセス	- 4 . 巻 55 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁
オープンアクセス	- 4 . 巻 55 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁
オープンアクセス	- 4 . 巻 55 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁
オープンアクセスとしている(また、その予定である)  1 . 著者名 Aoyagi Tomo、Katayama Yoko、Aizawa Hidenobu、Takasaki Mitsuru、Hori Tomoyuki  2 . 論文標題 Nitrate-Driven Trophic Association of Sulfur-Cycling Microorganisms in Tsunami-Deposited Marine Sediment Revealed by High-Sensitivity 13C-Bicarbonate Probing  3 . 雑誌名 Environmental Science & Technology	- 4 . 巻 55 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 8410~8421  査読の有無
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)  1 . 著者名 Aoyagi Tomo、Katayama Yoko、Aizawa Hidenobu、Takasaki Mitsuru、Hori Tomoyuki  2 . 論文標題 Nitrate-Driven Trophic Association of Sulfur-Cycling Microorganisms in Tsunami-Deposited Marine Sediment Revealed by High-Sensitivity 13C-Bicarbonate Probing  3 . 雑誌名 Environmental Science & Technology	- 4 . 巻 55 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 8410~8421
オープンアクセスとしている(また、その予定である)  1 . 著者名 Aoyagi Tomo、Katayama Yoko、Aizawa Hidenobu、Takasaki Mitsuru、Hori Tomoyuki  2 . 論文標題 Nitrate-Driven Trophic Association of Sulfur-Cycling Microorganisms in Tsunami-Deposited Marine Sediment Revealed by High-Sensitivity 13C-Bicarbonate Probing  3 . 雑誌名 Environmental Science & Technology  掲載論文のDOI(デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.est.0c08191	- 4 . 巻 55 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 8410~8421  査読の有無 有
オープンアクセスとしている(また、その予定である)  1 . 著者名 Aoyagi Tomo、Katayama Yoko、Aizawa Hidenobu、Takasaki Mitsuru、Hori Tomoyuki  2 . 論文標題 Nitrate-Driven Trophic Association of Sulfur-Cycling Microorganisms in Tsunami-Deposited Marine Sediment Revealed by High-Sensitivity 13C-Bicarbonate Probing  3 . 雑誌名 Environmental Science & Technology	- 4 . 巻 55 5 . 発行年 2021年 6 . 最初と最後の頁 8410~8421 査読の有無

〔産業財産権〕		
〔その他〕		
所属研究グループホームページ https://unit.aist.go.jp/env-mri/121env-ε	co/ia/index html	
	567 Jan 118681111111	
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
	7. <del>4.</del> A	
7.科研費を使用して開催した国際研究	<b>让集会</b>	
〔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	可研究の実施状況	
共同研究相手国	相手方研究機関	

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件