

令和 3 年 6 月 4 日現在

機関番号：15401

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2017～2020

課題番号：17H01300

研究課題名(和文) 優占的に有用な微生物を集積培養するエコバイオテクノロジーによる新規環境技術の創成

研究課題名(英文) Development of eco-biotechnology to predominately enrich useful microbes for sustainable environment

研究代表者

大橋 晶良 (Ohashi, Akiyoshi)

広島大学・先進理工系科学研究科(工)・教授

研究者番号：70169035

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 33,600,000円

研究成果の概要(和文)：微生物は多種多様であり、それぞれ特有の機能を有している。ある特長の細菌群をバイオリアクター内に特異的に集積培養し、高濃度に保持することができれば、排水処理に適用されるのみならず、排水から付加価値の高い資源を創出することも可能である。本研究では、微生物の混入を防げない自然開放系の処理システムにおいて、特異的に細菌を培養する技術・エコバイオテクノロジーを利用し、困難であった難分解性含有排水処理、排水からの資源回収、温室効果ガス分解のための3つの新規環境技術を創成することを目的としている。新規技術に寄与する細菌群をDHSリアクターで集積するための基礎的な知見を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、新規排水処理・排水からの資源回収・温室ガス防止のための新規環境技術を世界に先がけて発信し、省エネ・低炭素・循環型社会の構築に寄与する。具体的には、リンを排水のみならず海水からも回収することができる。排水から生分解性プラスチック原料PHAを生成する。排水処理で発生するメタンの放散防止技術などを開発した。また、学術的にはエコバイオテクノロジーの醸成に寄与する。

研究成果の概要(英文)：A large variety of microorganisms in nature have each own unique function. If a certain bacterial group with a useful function can be specifically enriched in a bioreactor with its high concentration, it can be applied not only to wastewater treatments but also to yield valuable products. This study aims to develop three eco-biotechnologies for the treatment of persistent wastewaters, the production of resources from wastewaters, and the prevention of greenhouse gas emission in open system. Through batch and continuous experiments, fundamental knowledges and crucial factors to preferably enrich some useful bacteria in DHS (Down-flow Hanging Sponge), which has been developed for a post-treatment of anaerobically treated sewage as energy-saving and cost-effective reactor, were obtained.

研究分野：環境工学

キーワード：エコバイオテクノロジー 環境技術 排水処理 資源回収 温室効果ガス 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。

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

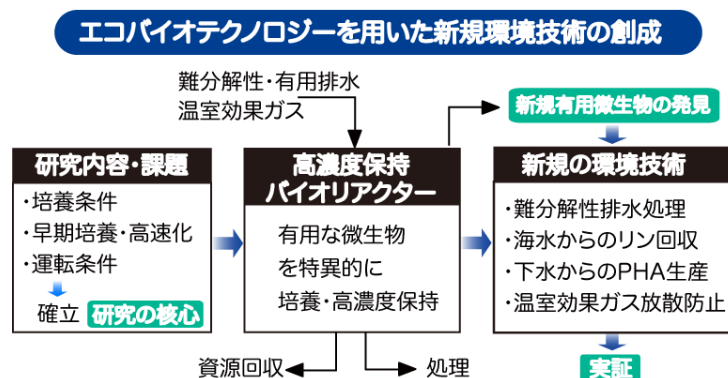
研究代表者らの研究グループは、1995年より開発途上国に適用可能な下水処理システムとして、維持管理の容易な DHS (Down-flow Hanging Sponge) リアクターを開発してきた。インド政府は DHS リアクターに興味を持ち、国際共同研究が 2002 年よりスタートし、世界初、インド国アグラ市に処理水量 500 トン/日の大型 DHS 実機が 2014 年に完成し稼働することに漕ぎ着けた。途上国への実用化という我々研究グループの長年の夢が開花した。

途上国に適用可能なエアレーションを要さない省エネ型の DHS リアクターの研究を通して、下水処理としての機能だけでなく、下水に付加価値をつけて処理する能力があることが分かってきた。例えば、ポリリン酸蓄積細菌による排水からのリン回収、温室効果ガスの放散防止等、DHS リアクターを用いることで、夢の秘めた微生物を利用した新規の環境技術の創生が明らかになってきた。微生物は多種多様であり、それぞれ特別の機能を有している。ある特長の細菌群をバイオリアクター内に優占的に集積培養し、高濃度に保持することとできれば、排水の処理に適用されるのみならず、排水から付加価値の高い資源を創出することも可能である。

しかし実用化には、微生物の混入を防げない自然開放系の処理システムにおいて、如何にしてある特別の機能を有している細菌をバイオリアクター内に特異的に集積培養し、高濃度に保持することとすることができるか、が課題となる。

### 2. 研究の目的

本研究は、微生物の混入を防げない自然開放系の処理システムにおいて、優占的に細菌を培養する技術・エコバイオテクノロジーを利用し、下水の嫌気性処理の後段処理として開発された保持微生物の高濃度化が可能でエアレーションを要さない省エネ・低コスト型の DHS (Down-flow Hanging Sponge) リアクターを用いて、困難であった難分解性含有排水処理、排水からの資源回収、温室効果ガス分解のための 3 つの新規環境技術を創成することを目的としている。ここに、エコバイオテクノロジーとは、微生物のエコロジーとバイオテクノロジーを融合したテクノロジーであり、用語は欧米の一部の研究者も使用、新語のように思われるが、実際は排水処理などにおいて、すでに意識をせずにこの技術を利用している。この基本的な技術の開発が本研究の核心である。



具体的な本研究の目的は、新規の微生物の機能・特性を明らかにし、DHS バイオリアクターによる(1)染色排水・廃棄物処分地浸出水などの難分解性排水処理、(2)排水等からの資源(リン、生分解性プラスチックの原料となるポリヒドロキシアルカノエート(PHA))回収、(3)温室効果ガスの分解による放散防止に関する次の5つ( )の新規環境技術を創成することである。

#### (1) 難分解性排水処理 (i) 染色排水、廃棄物処分地浸出水の処理

生物学的排水処理は、ここ数十年の間に徐々にではあるが進歩している。このようなことを述べると、排水処理技術は成熟したように感じられるかもしれない。しかしながら、手付かずの未解決の排水処理が残されている。従来の生物学的手法では難分解性有機物、染料などの分解は困難である。筆者らは、マンガン酸化細菌を培養し排水から金属(Mn, Co, Ni)を除去することに成功している。マンガン酸化細菌によって形成されるバイオ Mn 酸化物(Bio-MnO<sub>2</sub>)は、レアメタル等金属元素の吸着性に優れている結晶構造の特性を有しており、これを利用する方法である。この研究の過程で、マンガン酸化細菌は難分解性の固形性有機物を利用して増殖できることを発見し、染料などの脱色・分解の可能性を明らかにした。そこで、この分解機構を明らかにすると共に新規の方法でマンガン酸化細菌を集積培養した DHS バイオリアクターを染色排水、廃棄物処分地浸出水の処理に適用して、連続処理実験等より性能を評価し、向上させるための運転・操作方法、難分解性物質の分解特性を明らかにする。

#### (2) 排水等からの資源回収 (ii) 海水・汽水からのリン回収

DHS リアクターを用い、嫌気と好気を繰り返すことでポリリン酸蓄積細菌(PAO)を集積して下水からリン酸を濃縮回収する方法を考案している。また、干潟底質から好塩性(耐塩性)のポリリン酸蓄積細菌の存在を発見し、集積培養に成功している。このことは、海水および汽水からもリンを資源として回収できることを示唆している。しかし実用化には、好塩性ポリリン酸蓄積細菌を高濃度に保持する必要があり、そのための運転条件(嫌気、好気時間など)を明らかに

する必要がある。本研究では、最適な運転方法を確立し、海水・汽水を用いてリンの高濃度化を実証する。

#### ( )生分解性プラスチック原料 PHA の生成・回収

近年の下水処理では、ただ単に下水を浄化する機能だけでなく、循環型社会を構築するために、下水からエネルギーや有用な資源を回収することが要望されている。下水処理場から生分解性プラスチック原料 PHA を生産することが可能である。

筆者らは、これまでの研究から簡単に嫌気・好気環境を作り、PHA を蓄積する細菌を高濃度に集積して容易に PHA を回収できるアイデアを持ち、PHA 含有量約 25% の PHA 蓄積細菌群を形成させた実験データを得ている。しかし下水からの PHA 回収を実用化するには、汚泥内の PHA 含有率を高める課題が残されている。本研究は、PHA 蓄積細菌および競合する細菌群の機能・生態を理解し、PHA 蓄積細菌にとって快適な環境を明らかにし、汚泥中の PHA 含有率を高めることを目的とする。

#### (3)温室効果ガスの放散防止

地球温暖化は温室効果ガスの二酸化炭素の大気中の増加によることが大きな原因であるが、寄与度は低いものの、強温室効果のメタンと亜酸化窒素 ( $N_2O$ ) が増加していることも一因である。従って、二酸化炭素の排出量を削減する対策だけでなく、メタンと  $N_2O$  の大気への放散を減じる必要がある。メタンと  $N_2O$  の増加は人為的な活動によるものであり、排水処理の過程において生成され、大気に放出されている。本研究の目的の一つは、排水処理施設から発生するメタンと  $N_2O$  の放散防止技術を確立することである。

#### ( )極低濃度メタンガスの分解

メタンを酸化する多様なメタン酸化細菌の中には大気中のメタン (1.9ppm) を利用できるものがあるのではと考えられており、世界の研究者が探索を行っている。最近、筆者らは pH3 という強酸性下の条件で、メタン濃度 5ppm でも増殖するメタン酸化細菌の生存を確認した。まだ分離・培養までには至っていない。そこで、本研究では分離培養を実施すると共に、極低濃度メタンガスを分解除去する DHS リアクターの運転方法を確立する。

#### ( ) $N_2O$ ガスの分解

筆者らは  $N_2O$  ガスを  $NO_3^-$  に酸化する細菌の培養を試みていた。その結果  $N_2O$  が分解できることを明らかにしている。しかし、分解生成物は  $NO_3^-$  でなく、驚いたことに無害の窒素ガスになっていた。処理としては非常に好都合であるが、分解の機構は不明である。そこで、 $N_2O$  ガス分解技術を確立する。

### 3. 研究の方法

開発する 5 つのテーマの新規環境技術は、処理する対象、また回収する資源が異なっていることから、統一感のない研究に感じられるかもしれないが、すべて DHS リアクターを用いて達成しようとするものであり、研究手法は共通している。最終的には DHS リアクターによる各処理あるいは回収の性能を実証実験で評価する。各環境技術はそれぞれの微生物の生理学的特性と反応の機構を明らかにすることで、性能を向上させる操作技術を確立する。そのため、新規の細菌の分離・培養を行い、ゲノム解析、種々の新規でユニークな実験により、基礎・科学的知見を収集する。

使用する DHS リアクターの基本は、装置内にスポンジ担体を配置する、あるいはカーテン状やキューブのスポンジを気相に吊し、装置上部より散水し、下部から排出される構造 (一種の散水床) となっている。装置内は水で満たさず、空気をリアクターに送風することで、エアレーションなしに、気相から酸素がスポンジに供給されて (拡散のみならず移流によって、スポンジ内部まで) 好気状態に保たれている。スポンジ担体は保水性があり、高濃度の微生物保持能 (数万 mg/L、活性汚泥の約 10 倍) を有することから優れた性能を発揮する。

#### ( )難分解性排水処理

マンガン酸化細菌の機能を利用して、難分解性排水の処理を行うのであるが、実は、マンガン酸化細菌は分かっているようで不明なことが多い細菌である。マンガンを酸化しエネルギーを獲得して生きる細菌は発見されておらず、すべては有機物を必要とする従属栄養細菌であって、マンガンがあればついでに酸化しているように見える。マンガンを含む有機性排水を用いて開放系でマンガン酸化細菌を集積させることは容易ではない。普通に処理すると、他の従属栄養細菌にリアクター内が占拠されてしまう。そこで、マンガン酸化細菌の培養として次の方法を用いた。

マンガン酸化細菌は自然や上水処理のろ過池などの貧栄養環境で検出されており、有機物濃度に対して親和性が高いため、極低濃度の有機物排水であれば、DHS リアクターに保持することが可能である。また  $MnO_2$  が従属栄養細菌の活性を阻害することを発見し、これを利用した  $Mn( )$  酸化物を予め塗布する新規の方法でマンガン酸化細菌を短期間に集積できる。

このような知見を基に、DHS バイオリアクターによる染色排水および廃棄物処分地浸出水の長期連続処理実験を実施した。条件を変更しながら運転することで、性能向上させるための運転・操作方法を検討した。さらに、アゾ、アントラキノンなどの顔料を用いて、マンガン酸化細菌の分解特性をバッチ実験より評価した。

#### ( )海水・汽水からのリン回収

下水からリンを漏れなく回収しても、その回収量は輸入リン量の約 15% 相当しかない。残り

85%は一部土壌に保持され、多くは海へ流出している。従って、今後リンを持続的に利用するためには、海水等の希薄なリンを回収する必要に迫られる。本研究でのリン回収は、従来の下水処理で行われている生物学的嫌気・好気法の原理を用いる。DHSリアクター内のスポンジ担体にポリリン酸蓄積細菌(PAOs)を高濃度に生息させて、好気環境下でリン含有水を上部から散水すると、PAOsによってリンが摂取されて、リン除去された処理水が下部から排出される。除去されたリンは、ポリリン酸としてPAOsに蓄積される。次に有機物含有の排水でリアクターを満たしてスポンジ担体を浸漬させ、嫌気状態にして放置すると、PAOsは有機物を取り込みながら蓄えていたポリリン酸をリン酸塩として排水中に放出し、高濃度のリン含有液が作られ、この排水を回収する。この好気と嫌気環境を繰り返せば、継続的にリン含有排水は高濃度化される。実下水を用いた実験結果で、低濃度のリン含有下水(2mgP/l)を50倍(100mgP/l)以上に濃縮回収できることを確認している。また、海水・汽水に対してもリンの高濃度化回収は適用できることを確認している。しかし、海水等からの生物学的リン回収の試みは世界でもまったく行われておらず、未知の好塩性(塩耐性)ポリリン酸蓄積細菌(PAOs)の至適な生育条件は不明な状況である。そこで、連続運転を通して至適なリン回収運転条件を確立する。

#### ( ) 生分解性プラスチック原料PHAの生成・回収

下水処理の主流である活性汚泥法では、下水はエアレーションタンク(タンクの下部から空気バッキをして、酸素を供給すると共に、下水を攪拌)で浮遊の好気性細菌によって、下水中の有機汚濁物が酸化分解されて処理される。一方、本アイデアは、エアレーションタンク内を空気バッキせず、下水を単に流すだけである。ただし、保水性と微生物保持が可能な生物膜付着担体をタンク内に浸けたり(好気条件)、引き上げたり(嫌気条件)する。この単純な好気と嫌気にする作業を繰り返すだけで、担体にPHA蓄積細菌群の生物膜が形成し、生物膜を剥がし取り、PHAの生産が可能となる。DHSリアクターの一種の変法である。

しかし、実用化には次のような技術的課題が残されている。人工下水でPHA生産できても、実下水において期待のPHA含有率のバイオマスを安定的に生成することができるとは限らない。

上述の人工下水の実験条件では、取りあえず嫌気4時間、好気8時間の12時間サイクルで実験したものであり、この時のPHA含有率は25%であって、最適な運転条件を見出していない。

下水処理ではまず、最初沈殿池で固形性の有機物が除去される。この有機物を利用し下水の溶解性有機物濃度を制御するための初沈汚泥の発酵技術を確立する必要がある。

そこで、連続処理、バッチ実験等を実施し、また、市内の下水処理場に本提案システムのミニプラントを設置して実下水連続処理と共にPHAが回収できるかの実験を行った。

#### ( ) 極低濃度メタンガスの分解

メタン濃度5ppmを資化して増殖できるメタン酸化細菌の生存を確認した培養条件は、pH3の時だけであり、pH4-8では培養できていない。しかし、pH2以下またpH9以上の強アルカリ条件での培養はまだ試みておらず、これらのpH条件でもメタン濃度5ppmで増殖するメタン酸化細菌をDHSリアクターによる連続培養で探索した。増殖することができたサンプルについては、微生物群集解析を行うと共に、新規の方法等で分離・培養を行い、特異的なメタン酸化酵素の特定と特性を調査した。

#### ( ) N<sub>2</sub>Oガスの分解

溶解度の高いN<sub>2</sub>Oが好氣的にN<sub>2</sub>ガスに転換された現象は不可解であるが、微生物解析よりアンモニア酸化古細菌が優占している結果を得ており、おそらくアンモニア酸化古細菌が先ずNO<sub>2</sub><sup>-</sup>に酸化していると考えられる。一般的に、硝化細菌などは無機基質のみからでも従属栄養細菌と共存しており、これは硝化細菌が有機代謝物を排出していて、この有機物を従属栄養細菌が利用し増殖している。好気環境下でも脱窒する細菌が発見されており、筆者らが確認したN<sub>2</sub>ガス転換の系においては、アンモニア酸化古細菌と好気性脱窒細菌との共存生態系が構築されたと推測される。そこで、DHSリアクターによるN<sub>2</sub>Oガスの長期連続処理実験を実施して、分解性能を評価すると共に、N<sub>2</sub>O分解機構を調べた。

## 4. 研究成果

### ( ) 難分解性排水処理

DHSバイオリアクターによる人工染色排水の連続処理実験の結果、アゾ染料の脱色が可能であった。しかし、好気性条件下では分解性能はほとんど見られず、嫌気性条件下において脱色されることが分かった。アゾ染料の分解には有機物の供給が必要であるが、マンガンを投入したリアクターに導入されている系では、導入されていない系よりも、低濃度の有機物でアゾ染料の分解が可能である。また、嫌気性下ではメタンが生成されるが、マンガンを投入した系ではメタン生成に影響を与えなかった。なお、嫌気条件下では有機物濃度の指標であるCODは僅かに低下するのみであり、完全分解はされず、後段に好気条件で処理することで、CODの分解が進むことが分かった。

アントラキノン染料に対しても完全分解が可能であることを調べ、分解されることを明らかにした。

### ( ) 海水・汽水からのリン回収

DHSリアクターを用い、海水・汽水・淡水の条件下でポリリン酸蓄積細菌(PAOs)を集積培養した。集積された微生物はそれぞれ塩濃度に対する特徴があり、淡水や海水にしか生息できない

PAOs もいるが、両方の環境でも増殖できる PAOs も存在しており、海水および汽水からリンを資源として回収できることが分かった。また、海水と汽水に生息できる PAOs だけでなく、淡水と塩濃度の高い環境でも増殖できる PAOs の生存を発見し、分子生物学的方法により、これらは系統的に異なるクレードであることが分かった。

PAOs の集積およびリン回収には、リアクターを好気と嫌気的环境を繰り返す操作が必要であるが、この時間サイクルは、海水・汽水・淡水の条件に関わらず、それぞれ 8 時間と 4 時間、すなわち 12 時間サイクルが至適であった。これは海での干満と一致しており、PAOs の生存は干満によって起きる好気と嫌気環境に起因していることが示唆された。

#### ( ) 生分解性プラスチック原料 PHA の生成・回収

生分解性プラスチック原料 PHA 含有量約 25% のバイオマス人工下水から生成できることを実証した。ただし、運転条件の嫌気・好気時間を種々変えて行ったが、PHA 含有量を飛躍的に向上できる条件は見出せなかった。次に PHA 回収リアクターを浄化センターに設置して、嫌気・好気時間を変えて PHA 蓄積細菌を集積する至適な条件を探したが、どの条件でも PHA 含有量を高めることはできなかった。

一方、下水処理場で生成されるメタン・バイオガスを用いて、メタン酸化細菌により PHA 生産できる DHS リアクターを用いた新規プロセスを提案し、pH4-5 の条件で PHA 蓄積メタン酸化細菌が培養できることを明らかにした。

#### ( ) 極低濃度メタンガスの分解

DHS リアクターを用いて、pH3 という強酸性下の条件で、メタン濃度 10ppm を 5ppm まで消費し増殖するメタン酸化細菌の生存を再確認した。分子生物学的手法ではメタン酸化細菌の機能遺伝子を増幅することができず、新種のメタン酸化細菌である可能性が示唆された。しかし、分離・培養を試みたが、分離には至らなかった。

#### ( ) N<sub>2</sub>O ガスの分解

DHS リアクターに亜酸化窒素ガスを連続供給して、亜酸化窒素が窒素ガスに転換される現象を再確認した。この反応を担う微生物として、古細菌である可能性が示唆されていた。しかしながら、微生物解析を行ったところ、未知の細菌が多く検出され、関与する微生物を特定するまでには至らなかった。一方、シアン化イオンが存在すると、アンモニアは硝酸性窒素への反応は阻害され、窒素ガスに転換される現象を発見した。この現象は先ず亜酸化窒素ガスに転換され、次に窒素ガスに転換される反応と考えられた。今後、この代謝経路を明らかにする課題が残された。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Shoiful Ahmad, Ohta Taiki, Kambara Hiromi, Matsushita Shuji, Kindaichi Tomonori, Ozaki Noriatsu, Aoi Yoshiteru, Imachi Hiroyuki, Ohashi Akiyoshi	4. 巻 259
2. 論文標題 Multiple organic substrates support Mn(II) removal with enrichment of Mn(II)-oxidizing bacteria	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Environmental Management	6. 最初と最後の頁 109771-109771
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jenvman.2019.109771	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 Matsushita Shuji, Hiroe Takafumi, Kambara Hiromi, Shoiful Ahmad, Aoi Yoshiteru, Kindaichi Tomonori, Ozaki Noriatsu, Imachi Hiroyuki, Ohashi Akiyoshi	4. 巻 35
2. 論文標題 Anti-bacterial Effects of MnO <sub>2</sub> on the Enrichment of Manganese-oxidizing Bacteria in Downflow Hanging Sponge Reactors	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Microbes and Environments	6. 最初と最後の頁 ME20052-ME20052
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1264/jjsme2.ME20052	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 Shoiful Ahmad, Hiromi Kambara, Cao Thi Thuy Linh, Shuji Matsushita, Tomonori Kindaichi, Yoshiteru Aoi, Noriatsu Ozaki, Akiyoshi Ohashi	4. 巻 146
2. 論文標題 Mn(II) oxidation and manganese-oxide reduction on the decolorization of an azo dye.	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 International Biodeterioration & Biodegradation	6. 最初と最後の頁 104820-104820
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jclepro.2019.118638	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 Roslan Noorain, Tomonori Kindaichi, Noriatsu Ozaki, Yoshiteru Aoi, Akiyoshi Ohashi	4. 巻 83
2. 論文標題 Integrated biological-physical process for biogas purification effluent treatment.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Environmental Sciences	6. 最初と最後の頁 1-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jes.2019.02.028	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 Roslan Noorain, Tomonori Kindaichi, Noriatsu Ozaki, Yoshiteru Aoi, Akiyoshi Ohashi.	4. 巻 214
2. 論文標題 Biogas purification performance of new water scrubber packed with sponge carriers.	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Cleaner Production	6. 最初と最後の頁 103-111
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jclepro.2018.12.209	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 Awaluddin Nurmiyanto, Hiroya Kodera, Tomonori Kindaichi, Noriatsu Ozaki, Yoshiteru Aoi, Akiyoshi Ohashi	4. 巻 32
2. 論文標題 Dominant Candidatus Accumulibacter phosphatis Enriched in Response to Phosphate Concentrations in EBPR Process	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Microbes and Environments	6. 最初と最後の頁 260-267
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1264/jsme2.ME17020	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24件 (うち招待講演 0件 / うち国際学会 8件)

1. 発表者名 蒲原 宏実, 川本 泰斗, 金田一 智規, 尾崎 則篤, 大橋 晶良
2. 発表標題 メタン酸化細菌による生分解性プラスチック原料PHAの生成.
3. 学会等名 第55回日本水環境学会年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 川本 泰斗, 蒲原 宏実, 金田一 智規, 尾崎 則篤, 大橋 晶良
2. 発表標題 DHSリアクターによるメタンからの生分解性プラスチック原料の生成.
3. 学会等名 第72回土木学会中国支部研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 山本 航太, 松下 修司, 金田一 智規, 尾崎 則篤, 大橋 晶良
2. 発表標題 MnOxの生物学的生成と還元に及ぼす酵素の影響.
3. 学会等名 第72回土木学会中国支部研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 広田 純也, 金田一 智規, 尾崎 則篤, 大橋 晶良
2. 発表標題 染色排水の嫌気・好気処理による生物学的脱色.
3. 学会等名 第72回土木学会中国支部研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Afnad Shoiful, Tomonori Kindaichi, Yoshiteru Aoi, Noriatsu Ozaki, Akiyoshi Ohashi
2. 発表標題 Effects of Mn-oxides on biological decolorization of azo dye under aerobic and anaerobic conditions.
3. 学会等名 16th IWA World conference on Anaerobic Digestion (AD16) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiromi Kambara, Takahiro Shinno, Norihisa Matsuura, Yoshiteru Aoi, Tomonori Kindaichi, Noriatsu Ozaki, Akiyoshi Ohashi
2. 発表標題 What are the environmental factors for deciding dominant type of methane oxidizing bacteria?
3. 学会等名 The 18th International Conference on Civil and Environmental Engineering (国際学会)
4. 発表年 2019年



1. 発表者名 Thi Thu Ha Dinh, Yoshiki Harada, Yoshiteru Aoi, Tomonori Kindaichi, Noriasu Ozaki, Akiyoshi Ohashi
2. 発表標題 Methane Production by using Microbial Electrolysis Cells (MEC).
3. 学会等名 The 18th International Conference on Civil and Environmental Engineering (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Ryohei Shiraishi, Noriasu Ozaki, Tomonori Kindaichi, Akiyoshi Ohashi
2. 発表標題 Cultivation of MnO <sub>2</sub> - Resistant Bacteria.
3. 学会等名 The 18th International Conference on Civil and Environmental Engineering (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 DINH THI THU HA, 金田一 智規, 尾崎 則篤, 大橋 晶良
2. 発表標題 電気エネルギーからの生物学的メタン生成
3. 学会等名 第54回日本水環境学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 蒲原 宏実, 金田一 智規, 尾崎 則篤, 大橋 晶良
2. 発表標題 大気中メタンのシンクに関するメタン酸化細菌
3. 学会等名 第54回日本水環境学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 川本 泰斗, 金田一 智規, 尾崎 則篤, 大橋 晶良
2. 発表標題 メタン酸化細菌による生分解性プラスチック原料PHA の生成
3. 学会等名 第54回日本水環境学会年会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Noorain Roslan, Akiyoshi Ohashi, Noriatzu Ozaki, Tomonori Kindaichi.
2. 発表標題 Sponge packed in water scrubbing enhance biogas purification at atmospheric pressure.
3. 学会等名 IWA Specialized International Conferences on Ecotechnologies for Wastewater Treatment (ecoSTP) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Shuji Matsushita, Yoshiteru Aoi, Tomonori Kindaichi, Noriatsu Ozaki, Akiyoshi Ohashi.
2. 発表標題 Mutant strains of Pseudomonas resinovorans oxidizing Mn (II) at high Mn (II) concentrations.
3. 学会等名 日本微生物生態学会第32回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Taiki Ota, Ahmad Shoiful, Akiyoshi Ohashi, Noriatsu Ozaki, Tomonori Kindaichi, Yoshiteru Aoi.
2. 発表標題 Mn oxidation performances of bioreactors enriched on different organic substrates.
3. 学会等名 日本微生物生態学会第32回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 白石 亮平, 金田一 智規, 青井 謙輝, 大橋 晶良
2. 発表標題 微生物に及ぼすバイオマンガンの影響.
3. 学会等名 第53回日本水環境学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 大田 泰輝, 金田一 智規, 尾崎 則篤, 大橋 晶良
2. 発表標題 マンガ酸化リアクターの処理能力に及ぼすMn(II)イオンの影響.
3. 学会等名 第53回日本水環境学会年会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Awaluddin Nurmiyanto, Hiroya Kodera, Tomonori Kindaichi, Noriatsu Ozaki, Akiyoshi Ohashi
2. 発表標題 Phosphorus Recovery from Sewage in a Pilot-Scale UASB-DHS System.
3. 学会等名 Frontiers International Conference on Wastewater Treatment and Modelling FICWTM 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Roslan Noorain, Tomonori Kindaichi, Noriatsu Ozaki, Akiyoshi Ohashi
2. 発表標題 Intensification of biogas purification at normal pressure by physical and biological processes in a sponge scrubber system.
3. 学会等名 International Conference on Civil and Environmental Engineering ICCEE 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Taiki Ota, Tomonori Kindaichi, Noriatsu Ozaki, Akiyoshi Ohashi
2. 発表標題 Simultaneous recovery of Ni and Co from rechargeable battery waste with dissolution treatment solution using MnOB.
3. 学会等名 International Conference on Civil and Environmental Engineering ICCEE 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 大田 泰輝, 大橋 晶良, 尾崎 則篤, 金田一 智規
2. 発表標題 マンガン酸化細菌の培養における活性汚泥の使用の検討
3. 学会等名 第69回土木学会中国支部研究発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shoiful Ahmad, Kindaichi Tomonori, Ozaki Noriatsu, Ohashi Akiyoshi
2. 発表標題 Development of Down-flow Hanging Sponge(DHS)Reactor for Decolorization of Azo Dye.
3. 学会等名 第52回日本水環境学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Roslan Siti Noorain, Kindaichi Tomonori, Ozaki Noriatsu, Ohashi Akiyoshi
2. 発表標題 Post-treatment of Dissolved CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> and H <sub>2</sub> S in Effluent Generated from Biogas Purification System by a Combination of Biological & Physical Process in Wastewater Regeneration Bioreactor.
3. 学会等名 第52回日本水環境学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 原田義紀, 金田一智規, 尾崎則篤, 大橋晶良
2. 発表標題 微生物による電気をを用いたメタン生成
3. 学会等名 第52回日本水環境学会年会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松下修司, 金田一智規, 尾崎則篤, 大橋晶良
2. 発表標題 DHSリアクターからのマンガン酸化細菌の分離および同定
3. 学会等名 第52回日本水環境学会年会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔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	金田一 智規  (Kindaichi Tomonori)  (10379901)	広島大学・先進理工系科学研究科(工)・准教授   (15401)	
研究 分担者	青井 議輝  (Aoi Yoshiteru)  (40386636)	広島大学・統合生命科学研究科(先)・准教授   (15401)	

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