

令和 5 年 5 月 21 日現在

機関番号：14401  
研究種目：基盤研究(B)（一般）  
研究期間：2019～2022  
課題番号：19H04301  
研究課題名（和文）土着分解菌の集積・安定的活性化による処分場浸出水1,4-ジオキサン処理技術の確立

研究課題名（英文）Establishment of a biological method to treat 1,4-dioxane in landfill leachate by selective enrichment and activation of indigenous 1,4-dioxane-degrading bacteria

研究代表者  
井上 大介（Inoue, Daisuke）  
大阪大学・大学院工学研究科・准教授

研究者番号：70448091  
交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,300,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、最終処分場の浸出水処理施設に生息する土着の1,4-ジオキサン分解菌を迅速かつ選択的に集積する手法を確立するとともに、集積した1,4-ジオキサン分解菌の分解活性を活用し、効率的な1,4-ジオキサン処理を達成することを目的とした。ラボスケールの検討により、1,4-ジオキサン分解菌が担体に集積され、適切な担体の選択により様々な条件下で良好な分解能が発揮されることが示された。さらに、実浸出水処理施設における実証試験により、曝気槽内に設置した担体上に1,4-ジオキサン分解菌が集積され、処理性能が長期にわたり向上することが確認され、提案技術の有効性が示された。

#### 研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、最終処分場の浸出水に含まれる1,4-ジオキサンの効率的な処理を目指し、既設の水処理施設に生息する土着の分解菌を活用する新規の生物学的1,4-ジオキサン処理技術を確立した。本研究で確立した処理技術は、大規模改修や高度処理の導入が望めない小規模な最終処分場の簡易水処理施設でも適用可能であり、多くの最終処分場における1,4-ジオキサン処理に活用され、1,4-ジオキサンに起因するリスクの低減に貢献し得るものと期待される。

研究成果の概要（英文）：This study aimed to establish a method to rapidly and selectively enrich indigenous 1,4-dioxane-degrading bacteria in the actual landfill leachate treatment facility, and to demonstrate efficient biological 1,4-dioxane treatment using the enriched 1,4-dioxane-degrading bacteria. Lab-scale experiments revealed that 1,4-dioxane-degrading bacteria present in the landfill leachate treatment facility can be enriched onto the carrier material, and 1,4-dioxane can be efficiently degraded under various environmental and operating conditions by selecting an appropriate carrier material. Furthermore, a demonstration test in an actual landfill leachate treatment facility clarified that 1,4-dioxane-degrading bacteria can be enriched by the introduction of carrier materials in situ, and resultantly 1,4-dioxane treatment capability can be enhanced for a long period.

研究分野：生物環境工学

キーワード：1,4-ジオキサン 処分場浸出水 生物学的処理 分解菌集積

### 1. 研究開始当初の背景

1,4-ジオキサンは化学工業や医薬品工業等で溶媒として汎用される合成有機溶媒である。また、1,4-ジオキサンは、界面活性剤やポリエチレンテレフタレート等の製造時に不可避免的に副生成することも知られている。そのため、様々な形で廃棄物として最終処分場に持ち込まれる。国内の最終処分場の浸出水においては、飛灰や廃プラスチック等に起因すると推定される1,4-ジオキサンが古くから検出されており(引用文献、 ) 環境省による調査では全国の数%の処分場において基準値超過(最大:数 mg/L)が確認されている。同物質は、水環境中における残留性が極めて高く、国際がん研究機関によりグループ 2B(ヒトに対する発がん性の可能性あり)に分類されていることから、各種基準値が設定され、規制が進められている。2013年には『廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令』に基準値が追加され、放流前の適正な濃度低減対策が求められている。しかし、1,4-ジオキサンは物理的・化学的・生物学的に極めて安定な物質であることから、従来の排水処理技術の殆どが明確な除去効果を示さず、いまだ効果的かつ実用的な処理技術は確立されていない。

他方、これまでに我々を含む幾つかのグループにより複数の1,4-ジオキサン分解菌が分離され(引用文献、 )生物学的な1,4-ジオキサン処理の可能性が見出されている。そこで近年では、分解菌を活用した生物学的1,4-ジオキサン処理技術の開発も行われているが(引用文献、 )それらは単一の分解菌を活用したバイオリクター処理とバイオオーグメンテーションであり、産業排水や共存物質の少ない地下水には有効であるものの、多様な共存物質を含む処分場浸出水には不向きと考えられる。一方、1,4-ジオキサン汚染水を常に受け入れている最終処分場の水処理施設では1,4-ジオキサン分解菌が潜在的に存在するものと推測され、それらを活用することも可能と考えられるが、実際に生物分解が確認された例は非常に稀である。そこで我々が試行的に最終処分場の水処理施設に流動担体を投入したところ、系統分類及び分解酵素の面で多様な分解菌が担体表面に集積され、水処理施設において有意な1,4-ジオキサン分解が生じることが見出されたことを受け(引用文献、 )土着分解菌の活用により、安定して高効率な処理性能を発揮する汎用的な1,4-ジオキサン処理技術の確立が可能であると考えられた。

### 2. 研究の目的

上述した背景から、本研究では、最終処分場の浸出水処理施設に生息する土着の1,4-ジオキサン分解菌を迅速かつ選択的に集積する手法を確立するとともに、集積した1,4-ジオキサン分解菌の分解活性を活用し、実処理施設において効率的な1,4-ジオキサン処理を達成することを目的とした。国内で1,4-ジオキサン処理が必要な最終処分場の中には簡易水処理施設のみが設置された小規模なものも多く含まれており、そのような処分場では大規模改修や高度処理の導入は望めない。既設の水処理施設に生息する土着分解菌を活用する本研究の提案技術は、そのような処分場にも適用することができ、汎用性の高い技術になり得ると期待される。

### 3. 研究の方法

本研究では、過去の検討(引用文献、 )において担体投入により1,4-ジオキサンの生分解が向上することが観察され、土着1,4-ジオキサン分解菌の存在が示唆された大阪府下の最終処分場の浸出水処理施設を対象として、各種検討を行った。本処理施設では1,4-ジオキサンが常時1 mg/L程度の濃度で検出されている。

#### (1)担体を用いた処分場浸出水中の土着1,4-ジオキサン分解菌の集積

材質及び形状の異なる4種類の担体(A:シリコンゴム製、B:ポリエチレン製、C:ポリオレフィン製、D:ポリウレタン製;図1)を実験に用いた。浸出水処理施設から水試料を採取し、その懸濁物を回収して、1,4-ジオキサンを100 mg-C/Lになるように添加した無機塩培地に接種し、担体を10% (v/v)投入して培養した(28、120 rpm)、7日ごとに培養液の一部とすべての担体を新たな培地に植え継ぐ連続回分培養により、1,4-ジオキサン分解菌の集積を試みた。

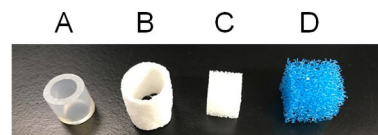


図1 本研究で使用した担体

#### (2)微生物集積担体を用いたラボスケールリアクター実験

検討(1)で使用した担体A、B、Dを浸出水処理施設の曝気槽に約1ヶ月間浸漬させ、微生物集積担体を調製した後、実験室に持ち帰ってネット袋に入れ、反応容積1050 mLのラボスケールリアクターに吊るした(充填率5%)。1,4-ジオキサンを10 mg/L添加した無機塩培地を模擬浸出水としてリアクターに連続的に流入させ、1,4-ジオキサン処理を実施した。運転開始時点(Phase I)では通気量1.0 vvm、水理学的滞留時間(HRT)2.0日に設定し、Phase IIからIIIにかけて通気量を段階的な低下させた(0.5 vvm、0.1 vvm)。また、Phase IV以降は通気量を2.0 vvmに戻し、その後、Phase V~VIIにかけてHRTを段階的に低下(1.5日、1.0日、0.5日)させた後、

Phase VIII で再び元の条件に戻した。

### (3)担体と分解菌を用いた 1,4-ジオキサン処理実験

構成型 1,4-ジオキサン資化菌 *Pseudonocardia* sp. D17 (引用文献) と共存微生物群集 (浸出水処理施設に担体 B を浸漬させて調製した微生物集積担体から回収した微生物群集) 担体 (10% (v/v)) を用いて、50 mg/L の 1,4-ジオキサンの処理試験を行った。実験開始後は、3 日ごとに培養液の 80% と担体を新たな培地に植え継ぎ、連続回分式で運転した。また、実験系は 3 つ作成し、系ごとに温度および高濃度の易分解性有機物 (グルコースを生物化学的酸素要求量 (BOD) として 1 g/L 添加) の有無に関して異なる運転条件を設定した。

### (4)実浸出水処理施設における担体投入による 1,4-ジオキサン処理実証

実浸出水処理施設において、担体投入による生物学的 1,4-ジオキサン処理の実証試験を実施した。担体 B をネット袋に約 10 L ずつ入れ、これを 5 袋ずつカゴに詰め、計 8 個のカゴ (合計 400 L 相当) を用意した。これらを 2021 年 7 月 29 日に、浸出水処理施設内で直列する 2 槽の曝気槽のうち第 2 槽に設置した。また、2022 年 11 月 7 日には、同様に 400 L 相当の担体を曝気槽第 1 槽にも設置した。担体設置前から 1,4-ジオキサン処理状況をモニタリングした。さらに、担体設置後は浸出水と担体の一部を実験室に持ち帰り、浸出水中の懸濁物質及び担体上の付着物を用いた 1,4-ジオキサン分解ポテンシャル評価ならびに微生物群集解析を行った。1,4-ジオキサン分解ポテンシャルの評価は、1,4-ジオキサンを 1mg/L 添加した無機塩培地に浸出水懸濁物質または担体付着物を全浮遊物質濃度として 200 mg/L となるように植種し、回転振盪培養 (28、120 rpm) することにより実施した。

### (5)微生物群集解析

各検討において、アンプリコンシーケンス解析により、全微生物群集ならびに 1,4-ジオキサン分解菌群を解析した。全微生物群集の解析では 16S rRNA の V4 領域 (引用文献) 1,4-ジオキサン分解菌群の解析では 1,4-ジオキサン分解の初発酸化に関与することが知られている可溶性鉄(II)モノオキシゲナーゼ (SDIMO) 遺伝子 (引用文献) を解析対象とした。

## 4. 研究成果

### (1)担体による 1,4-ジオキサン分解菌集積効果

担体を添加していない場合、6 バッチ目から 1,4-ジオキサンの有意な生分解は確認されたが、担体 A ~ D を投入した場合には 4 バッチ目から生分解が確認された (図 2)。すなわち、最終処分場の浸出水処理施設には土着の 1,4-ジオキサン分解菌が存在しており、担体を用いることで集積を効率化できることが示唆された。一方、4 種類の担体を比較すると、4 バッチ目の 1,4-ジオキサン分解能は担体 B、C で最も高く、次いで担体 A、担体 C の順であった。また、担体 D では一時的な分解性能の悪化が観察された。以上の結果から、4 種類の担体による 1,4-ジオキサン分解菌の集積能は、若干差異はあるものの、基本的には同等であると示唆された。

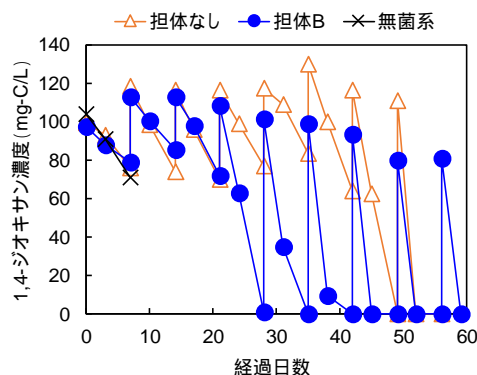


図 2 担体 B 投入による 1,4-ジオキサン分解菌集積の促進効果

### (2)微生物集積担体による 1,4-ジオキサン連続処理

担体 A、B、D を用いて調製した微生物集積担体を投入したラボスケール連続処理試験の結果、微生物集積担体を投入した系では、12-18 日目から対照系 (微生物集積担体なし) よりも有意に高い 1,4-ジオキサン除去が確認され、75-87 日目には処理水中の 1,4-ジオキサン濃度が 0.5 mg/L を下回った (図 3)。108 日目からは硝化による pH 低下を抑制するためにアリルチオ尿素を添加したが、それに伴う 1,4-ジオキサン処理性能の悪化は見られなかった。通気量を段階的に低下

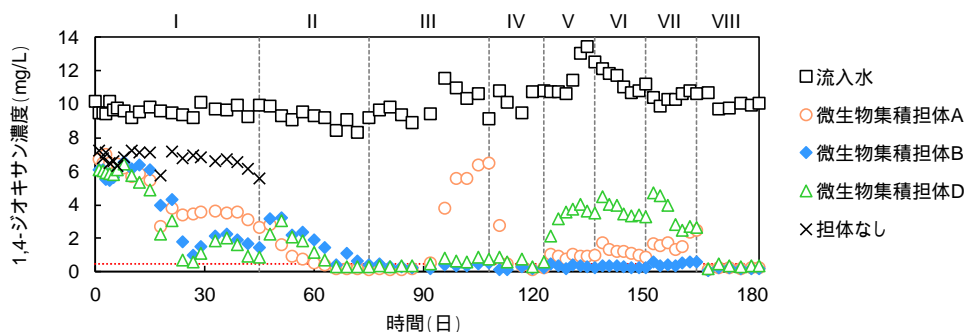


図 3 微生物集積担体 A、B、D の投入によるラボスケール連続 1,4-ジオキサン処理実験結果



させた結果 (Phase I ~ III)、微生物集積担体 B、D を投入した系では DX 処理性能への影響は見られなかったが、微生物集積担体 A を投入した系では DX 処理性能が著しく低下し、クロロホルムと推定される中間代謝物の蓄積が確認された。また、HRT を短縮し負荷量を段階的に上昇させた Phase IV から VII においては、微生物集積担体 B を投入した系では 95% 以上の分解率を維持可能であったが、他の系では HRT の短縮とともに処理性能が有意に低下した。以上の結果から、担体 B が最も高負荷の処理にも耐え、安定した処理が可能な分解菌を集積することができ、1,4-ジオキサン処理に最も適していると示唆された。

また、微生物群集解析の結果、1,4-ジオキサン分解が確認されて以降、SDIMO のグループ 5C に分類される *thm* 遺伝子が優占化することが確認され、特に担体 B において顕著であった。さらに、いずれの系でも *Pseudonocardia* 属の存在割合の増加が確認されたことから、*thm* 遺伝子を保有する *Pseudonocardia* 属細菌が 1,4-ジオキサン分解に関与したものと推察された。

### (3) 1,4-ジオキサン処理に対する温度及び易分解性有機物共存の影響の評価

温度を段階的に変更した実験系においては、30 から 20 に低下させても 1,4-ジオキサン処理性能に影響は見られなかったが、10 までに低下させたところ、処理性能の低下が見られた (図 4 上)。そこで、バッチサイクルを 3 日から 7 日に延長したところ、1,4-ジオキサンを 0.5 mg/L 以下まで除去することが可能であった。既往研究においても冬季の水温低下による 1,4-ジオキサン処理性能の低下が報告されているが (引用文献) この一連の結果から、水温が低下した場合でも HRT を延長することができれば、良好な処理が達成可能であることが示唆された。

他方、22 バッチ目から高濃度の易分解性有機物 (グルコース) を添加した実験系では、直後に処理性能が低下したものの、次のバッチでは処理性能が回復した (図 4 中)。また、運転開始時からグルコースを添加した実験系においては、易分解性有機物を添加していない実験系と比較して、立ち上げに長期間を要するものの、21 バッチ目以降には 1,4-ジオキサンを 0.5 mg/L 以下まで除去することができた (図 4 上、下)。先行研究では、BOD が 20 mg/L 程度存在した場合に 1,4-ジオキサン分解が阻害されたと報告されているが、本検討では 1 g/L の高濃度 BOD の共存下でも安定して良好な 1,4-ジオキサン処理が達成された。本成果から、担体と分解菌を用い、運転条件を適正に保つことにより、易分解性有機物に影響されることなく、良好な 1,4-ジオキサン処理が可能であると示唆された。

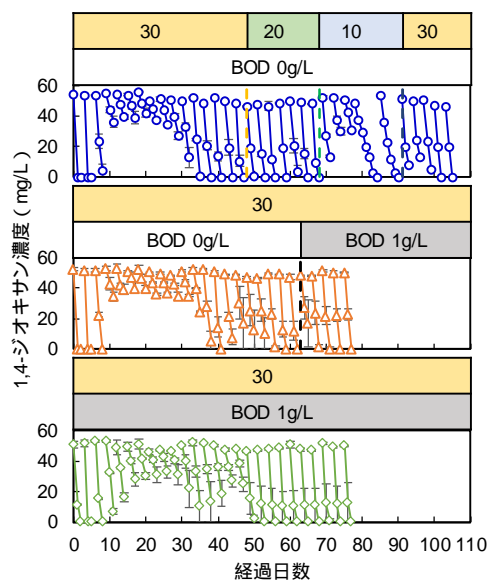


図 4 異なる温度・易分解性有機物の条件下における共存微生物群集存在下での *Pseudonocardia* sp. D17 による 1,4-ジオキサン分解性能

### (4) 実浸出水処理施設における担体投入による 1,4-ジオキサン処理実証

実浸出水処理施設において担体投入による 1,4-ジオキサン分解菌集積ならびに 1,4-ジオキサン処理の実証試験を行った。図 5 は、担体設置前後の流入水、曝気槽第 1 槽出口、曝気槽第 2 槽出口における 1,4-ジオキサン濃度の推移を示している。実証試験中の流入水中における 1,4-ジオキサン濃度は 573 ~ 931  $\mu\text{g/L}$  (平均 755  $\mu\text{g/L}$ ) であった。曝気槽第 1 槽においては、2022 年 12 月までのモニタリング期間において 1,4-ジオキサン除去は最大でも 5.0% であり、除去はほぼ行われなかった。一方、2021 年 7 月 29 日に担体を設置した曝気槽第 2 槽においては、担体設置以前の 1,4-ジオキサン除去率は最大でも 10% 程度であったが、担体設置からおよそ 3 ヶ月経った 11 月 4 日には除去率が 24.5% まで向上し、冬季の 2021 年 12 月 9 日でも 26.5% の除去率を示した。その後、2022 年 2 月から 6 月にかけては除去率が低下したものの、2022 年 8 月以降には再び高まり、特に 2022 年 12 月 7 日には 66.3% の除去率を示した。

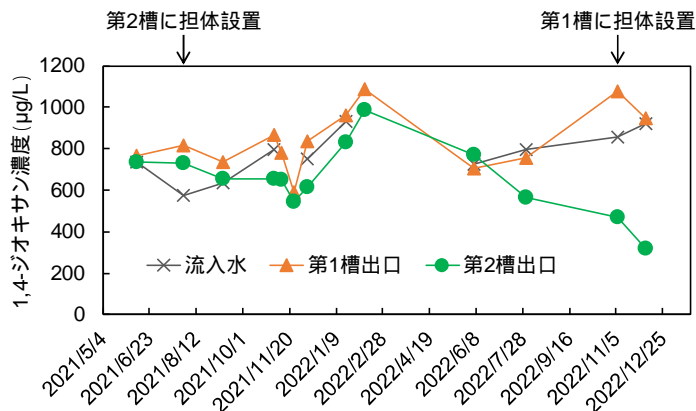


図 5 浸出水処理施設の流入水、曝気槽第 1 槽及び第 2 槽の出口における担体設置前後の 1,4-ジオキサン濃度の推移

曝気槽第 2 槽における懸濁物と担体付着物の 1,4-ジオキサ

分解ポテンシャルの推移を図6に示す。担体付着物の1,4-ジオキサン分解ポテンシャルは、設置後1ヶ月強の2021年9月10日の時点で、懸濁物よりも若干高くなり、2021年11月4日以降には時期によらず優れた分解ポテンシャルが安定して維持されていることが確認された。以上の結果から、担体に十分量の分解菌が集積され、安定的に維持されることが示唆された。すなわち、担体への分解菌集積により、図5に示した通り、低温期においても一定の1,4-ジオキサン除去が達成されたことが示唆され、本研究の提案技術が最終処分場の浸出水処理施設における1,4-ジオキサン処理に有効であることが明確に示された。

他方、微生物群集解析の結果、担体上には浸出水懸濁物よりも多様な微生物群集が存在することが確認された。また、SDIMO遺伝子を解析した結果、Group 5、6が大部分を占めたが、その存在割合の遷移から、Group 5Cに属するSDIMOを持つ微生物の集積が1,4-ジオキサン分解ポテンシャルの向上に参与しているものと推察された。また、既知のいずれのSDIMOグループにも属さないSDIMO遺伝子も一定量確認されたことから、それらを保有する微生物が関与した可能性も考えられ、実処理施設における生物学的1,4-ジオキサン処理の向上に向け、1,4-ジオキサン分解に参与する微生物群に関するさらなる検討が必要であると考えられた。

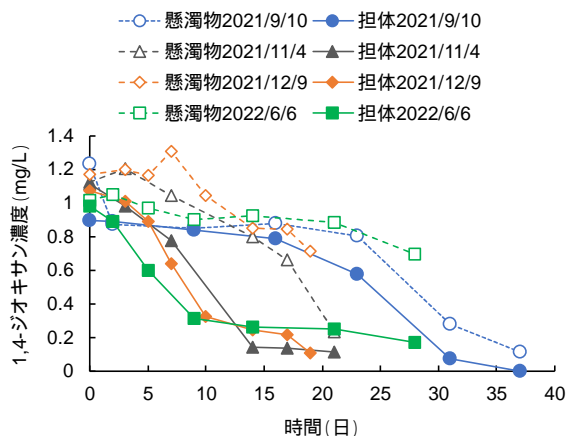


図6 曝気槽第2槽の懸濁物及び担体付着物の1,4-ジオキサン分解能の推移

#### <引用文献>

- Yasuhara, A., Tanaka, Y., Tanabe, A., Kawata, K., Katami, T., Elution of 1,4-dioxane from waste landfill sites, Bull. Environmen. Contam. Toxicol., 71, pp.641-647, 2003
- Fujiwara, T., Tamada, T., Kurata, Y., Ono, Y., Kose, T., Ono, Y., Nishimura, F., Ohtoshi, K., Investigation of 1,4-dioxane originating from incineration residues produced by incineration of municipal solid waste, Chemosphere, 71, pp.894-901, 2008
- Inoue, D., Tsunoda, T., Sawada, K., Yamamoto, N., Saito, Y., Sei, K., Ike, M., 1,4-Dioxane degradation potential of members of the genera *Pseudonocardia* and *Rhodococcus*, Biodegradation, 27, pp.277-286, 2016
- Isaka, K., Udagawa, M., Sei, K., Ike, M., Pilot test of biological removal of 1,4-dioxane from a chemical factory wastewater by gel carrier entrapping *Afipia* sp. strain D1, J. Hazard. Mater., 304, pp.251-258, 2016
- Yamamoto, N., Inoue, D., Sei, K., Saito, Y., Ike, M., Field test of on-site treatment of 1,4-dioxane-contaminated groundwater using *Pseudonocardia* sp. D17, J. Water Environ. Technol., 16, pp.256-268, 2018
- Yabuki, Y., Yoshida, G., Daifuku, T., Ono, J., Banno, A., Biological treatment of 1,4-dioxane in wastewater from landfill by indigenous microbes attached to flowing carriers, J. Water Environ. Technol., 16, pp.245-255, 2018
- 奥村拓也, 久田一輝, 井上大介, 矢吹芳教, 吉田弦, 黒田真史, 池道彦, 担体を用いた埋立処分場浸出水中の1,4-ジオキサン分解菌の集積, 第52回日本水環境学会年会講演集, p.82, 2018
- Sei, K., Miyagaki, K., Kakinoki, T., Fukugasako, K., Inoue, D., Ike, M., Isolation and characterization of bacterial strains that have high ability to degrade 1,4-dioxane as a sole carbon and energy source, Biodegradation, 24, pp.665-674, 2013
- Caporaso, J.G., Lauber, C.L., Walters, W.A., Berg-Lyons, D., Lozupone, C.A., Turnbaugh, P.J., Fierer, N., Knight, R., Global patterns of 16S rRNA diversity at a depth of millions of sequences per sample, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 108, pp.4516-4522
- Coleman, N.V., Bui, N.B., Holmes, A.J., Soluble di-iron monooxygenase gene diversity in soils, sediments and ethane enrichments, Environ. Microbiol., 8, pp.1228-1239

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Daisuke Inoue, Takumi Yoshikawa, Takuya Okumura, Yoshinori Yabuki, Michihiko Ike	4. 巻 414
2. 論文標題 Treatment of 1,4-dioxane-containing water using carriers immobilized with indigenous microorganisms in landfill leachate treatment sludge: A laboratory-scale reactor study	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Hazardous Materials	6. 最初と最後の頁 125497
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jhazmat.2021.125497	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 Inoue Daisuke, Hisada Kazuki, Okumura Takuya, Yabuki Yoshinori, Yoshida Gen, Kuroda Masashi, Ike Michihiko	4. 巻 31
2. 論文標題 Carbon sources that enable enrichment of 1,4-dioxane-degrading bacteria in landfill leachate	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Biodegradation	6. 最初と最後の頁 23 ~ 34
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s10532-019-09891-w	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 Inoue Daisuke, Hisada Kazuki, Ike Michihiko	4. 巻 86
2. 論文標題 Effectiveness of tetrahydrofuran at enhancing the 1,4-dioxane degradation ability of activated sludge lacking prior exposure to 1,4-dioxane	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Water Science and Technology	6. 最初と最後の頁 1707 ~ 1718
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.2166/wst.2022.296	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 Noro Kazushi, Endo Satoshi, Inoue Daisuke, Suzuki Natsumi, Kameoka Hiroshi, Ono Junko, Nakamura Satoshi, Yabuki Yoshinori	4. 巻 42
2. 論文標題 Development of a New Polar Organic Chemical Integrative Sampler for 1,4 dioxane Using Silicone Membrane as a Diffusion Barrier	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Environmental Toxicology and Chemistry	6. 最初と最後の頁 296 ~ 302
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1002/etc.5518	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計15件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Kosuke Minamizono, Daisuke Inoue, Michihiko Ike
2. 発表標題 Aerobic degradation of chloroethylenes by <i>Pseudonocardia</i> sp. D17
3. 学会等名 The 13th Joint Workshop on Advanced Engineering Technology for Environment and Energy (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Daisuke Inoue, Takumi Yoshikawa, Michihiko Ike
2. 発表標題 Treatment of 1,4-dioxane-containing water by bioaugmentation of <i>Pseudonocardia</i> sp. D17 with fluidized carrier materials
3. 学会等名 The 14th Annual Conference on the Challenges in Environmental Science and Engineering (CESE-2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 南園洸佑, 西峯隆悟, 中澤昌俊, 井上大介, 池道彦
2. 発表標題 <i>Pseudonocardia</i> sp. D17株による塩素化エチレン類の好気分解能の評価
3. 学会等名 日本水処理生物学会第57回大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 西峯隆悟, 南園洸佑, 中澤昌俊, 井上大介, 池道彦
2. 発表標題 <i>Pseudonocardia</i> sp. D17が保有する1,4-ジオキササン分解酵素による塩素化エチレン類の好氣的分解
3. 学会等名 第73回日本生物工学会大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 矢吹芳教, 小野純子, 吉田弦, 井上大介, 好川拓実
2. 発表標題 浸出水中の1,4-ジオキサンの微生物処理の長期変動
3. 学会等名 第23回日本水環境学会シンポジウム
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 好川拓実, 井上大介, 池道彦
2. 発表標題 分解菌のバイオオーグメンテーションによる1,4-ジオキサン処理技術の検討
3. 学会等名 廃棄物資源循環学会第31回研究発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 南園洸佑, 井上大介, 池道彦
2. 発表標題 1,4-ジオキサン分解菌Pseudonocardia sp. D17株によるクロロエチレン類の好氣的分解
3. 学会等名 2020年度日本生物工学会関西支部学生オンライン発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 好川拓実, 井上大介, 池道彦
2. 発表標題 分解菌付着担体を用いた1,4-ジオキサン含有浸出水の処理に関する検討
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 西峯隆吾, 南園洸佑, 中澤昌俊, 井上大介, 池道彦
2. 発表標題 Pseudonocardia sp. D17による塩素化エチレン類の好氣的代謝機能の評価
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 Takumi Yoshikawa, Takuya Okumura, Daisuke Inoue, Yoshinori Yabuki, Michihiko Ike
2. 発表標題 Biological treatment of 1,4-dioxane by fluidized bed reactors with bacterial communities enriched on different types of carriers
3. 学会等名 Water and Environment Technology Conference 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中澤昌俊, 井上大介, 黒田真史, 池道彦
2. 発表標題 1,4-ジオキサン分解菌による多様な環状エーテル類の分解能の評価
3. 学会等名 第71回日本生物工学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Daisuke Inoue, Kazuki Hisada, Masashi Kuroda, Michihiko Ike
2. 発表標題 Enrichment of 1,4-dioxane-degrading bacteria in activated sludge using tetrahydrofuran
3. 学会等名 8th IWA Microbial Ecology and Water Engineering Specialist Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 井上大介、好川拓実、奥村拓也、矢吹芳教、池道彦
2. 発表標題 微生物付着担体を用いた最終処分場浸出水中の1,4-ジオキサン処理に関する基礎的検討
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 西峯隆悟、南園洸佑、中澤昌俊、井上大介、池道彦
2. 発表標題 Pseudonocardia sp. D17による塩素化エチレン類の好気分解機構の検討
3. 学会等名 日本水処理生物学会第58回大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 西峯隆悟、南園洸佑、井上大介、池道彦
2. 発表標題 Pseudonocardia sp. D17による塩素化エチレン類の好気分解機構の解明
3. 学会等名 第57回日本水環境学会年会
4. 発表年 2023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	池 道彦  (Ike Michihiko)  (40222856)	大阪大学・工学研究科・教授   (14401)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	矢吹 芳教  (Yabuki Yoshinori)  (00360818)	地方独立行政法人大阪府立環境農林水産総合研究所（環境研究部、食と農の研究部及び水産研究部）・その他部局等・主任研究員   (84410)	
研究分担者	黒田 真史  (Kuroda Masashi)  (20511786)	大阪大学・工学研究科・助教   (14401)	2019年度のみ研究分担者

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