

(別紙 5)

補助事業番号 2023M-365

補助事業名 2023年度 光合成微生物とプラズマの重畳効果を利用した水処理システムの開発補助事業

補助事業者名 愛媛大学

## 1 研究の概要

本事業では、好熱性シアノバクテリアによって代謝分解や取り込みできる染色色素の種類を明確化し、この微生物の細胞内での色素代謝機構を調べ、色素ごとの分解能力を明らかにした。本シアノバクテリアは代表的な有機系色素であるメチレンブルーを30分で約25%まで分解し、その後も時間経過とともに分解が進み、3時間後には殆ど目視で色が色が分からない程度になった。他の代表的な4種類のレマゾール系有機系色素についても調べたところ、色素によって分解にかかる時間は異なるものの、最終的には目に見える領域の色素を炭素レベルまで分解できることが分かった。これらの一連の実験結果をもとに、水浄化システム装置全体の設計を行い、1日に1トンの染色排水を処理に必要な実験装置を開発した。

## 2 研究の目的と背景

持続可能な水処理技術の確立は、SDGsの掲げる「水と衛生へのアクセスと持続可能な管理を確保」達成するとともに、社会に計り知れない恩恵をもたらす。工業製品生産の過程で排水される染色色素は、現在のところ水質汚濁防止法で規制されていないものの、毒々しい鮮やかな色に染まった川や農業用水は、住民や農家の人々に健康不安を与えている。汚染水の色素の無色化は大きな課題であるが、膨大な運用コスト面等から未着手になっている。そこで本研究では、水と光とミネラルで生育する光合成微生物を利用して安価に色素分解し、分解できなかった色素をプラズマで完全分解することを目的とした。

## 3 研究内容

### (1) 光合成微生物の色素分解能力の調査(URL)

光合成微生物による色素分解能

国際特許 (PCT) 出願が終わってから愛媛大学研究室のwebにて公開予定である。

### (2) 光合成微生物による水浄化装置の開発

1トンスケールの色素分解・水浄化装置の設計・制作

愛媛大学研究室のwebにて公開

<https://www.me.ehime-u.ac.jp/labo/kikaiene/netubutu/index.html>

光合成微生物によって水中の色素を分解する水浄化システムを開発した。1日1トンの染色排水を浄化する装置を設計し製作した。装置は微生物沈殿層と反応層の2つの円筒容器 (φ 270mm×1500mm) とプラズマ処理装置から成る。写真1は、「光合成微生物による水浄化装置」

(別紙 5)

である。出力42 W、150個のLEDランプのニットが6本内蔵されており、天候に関わらず、24時間光合成分解を行うことが可能である。また、温度制御のためのヒーターが内蔵されており、40℃～60℃で運転する。染色分解で分解できなかった染色排水はプラズマ処理過程を経て、外部に排水される。色素の種類にもよるが、1時間70 ℓの染色排水を処理し、15時間で約1トンの水浄化ができる。

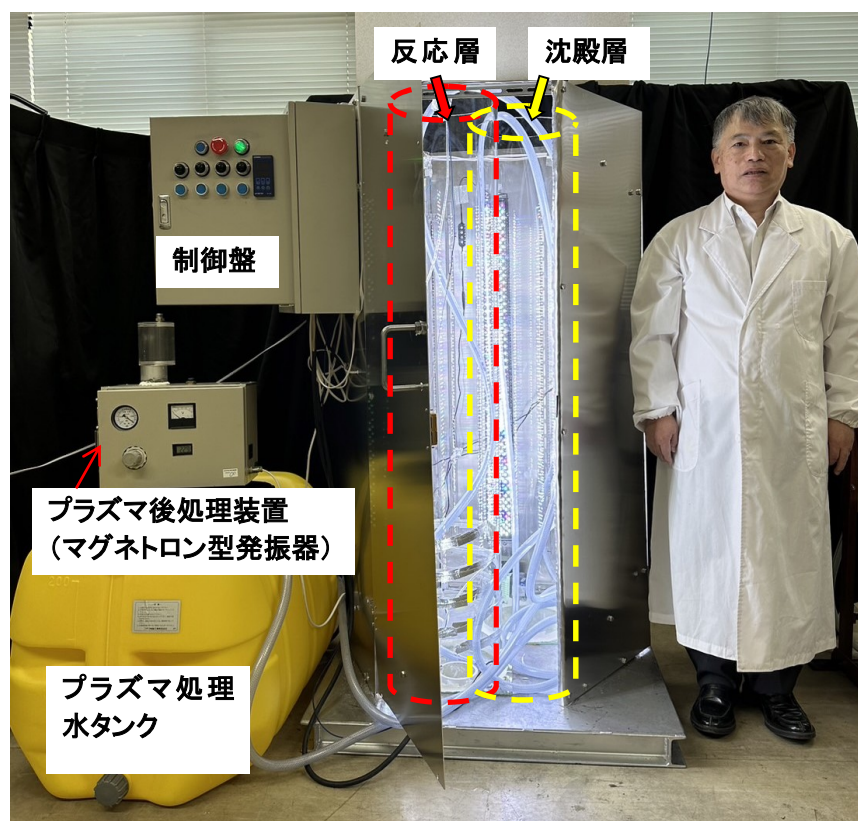
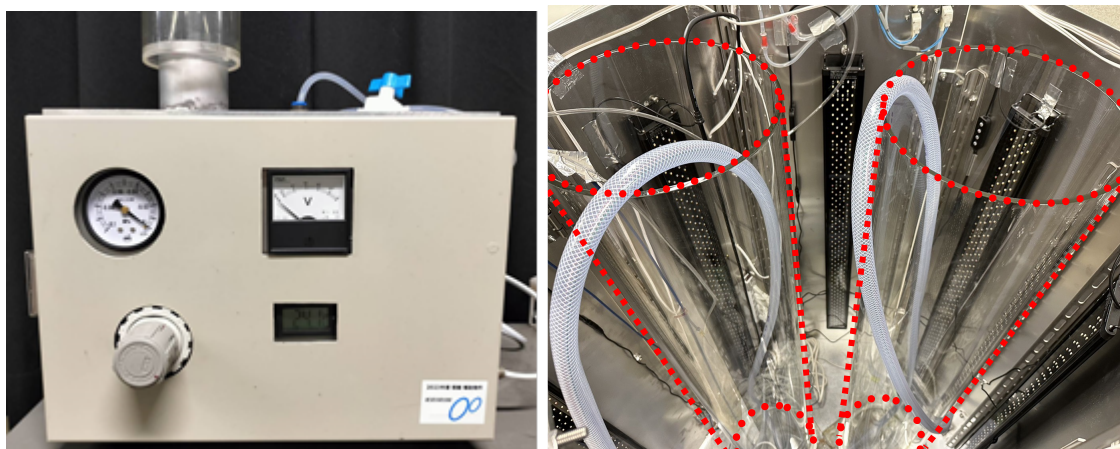


写真1 「光合成微生物による水浄化装置」: 処理能力は1日1トンである。電源は100Vおよび200V電源に対応している。

写真2 (a) はプラズマ処理部の拡大写真である。2.0 kW出力のマグネトロンを搭載し、最大1.5Wの出力が可能である。基本設計は「2020年度 汎用型液中プラズマ発生装置の開発 補助事業、補助事業番号:2020M-177」で開発された装置設計を基盤としているが、大出力のマイクロ波プラズマを家庭用のAC100V電源で動作するように改良されている。このマグネトロン型プラズマ発振装置をプラズマ後処理装置として、水浄化装置に取り入れている。



(a) マグネトロン型プラズマ発振装置  
(最大出力1.5kW)

(b) 反応槽 (左)・沈殿槽 (右) 詳細

写真2 「光合成微生物による水浄化装置」詳細

#### 4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

本事業により開発された「光合成微生物による水浄化装置は、1日に1トンの水処理能力があり、移動することが可能である。各種の工場で設置し、実証実験を行うことが可能である。また、プラズマ分解装置を併設できることから、染色排水以外の有害な物質が含まれていたとしても、ラジカル分解、熱分解が可能であり、水を安全に排出することができる。装置構成がシンプルであり、各現場で本装置による実証実験した後、工場の用途に応じてスケールアップが容易である。染色工場等から排水として出される着色された水を安価、かつ、カーボンニュートラルに分解することができるようになると期待できる。

#### 5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

これまで杉浦は光合成機能解明を中心とした基礎研究を行ってきたが、プラズマの研究開発を行ってきた野村と今回初めてコラボレーションすることにより、研究の過程で研究材料として長年使ってきた光合成微生物を環境問題の解決に利用できることが初めて分かった。また、本研究を通じてこの光合成微生物が他にも多くの浄化能力があることが分かってきた。今回の研究は、これまでは全く考えることの無かった新しい視点で研究を進める非常に良い機会であった。本研究内容は令和5年8月に特許出願するとともに、「光合成微生物による水浄化」とするビジネスプランを提案した。各種のビジネスプランコンテスト等で高評価を得ており、地元の水処理会社からの共同研究やベンチャーキャピタルからの投資に向けて前向きな回答が得られている。例えば令和5年の3月には、第八回「いよぎんビジネスコンテスト」で奨励賞、愛媛大学起業家育成プログラムで

(別紙 5)

は最優秀賞、令和5年12月にはCVG四国で「四国経済産業局長賞」を受賞している。さらに、このビジネスモデルの研究シーズについて、令和5年8月に開催された国際会議で英語での口頭発表を行った。今後は実用化に向けた研究開発を加速させていくために、ベンチャー企業の設立を検討し、事業化に向けた取組を進めていく。

#### 6 本研究にかかわる知財・発表論文等

特許出願：発明の名称： 有機系色素含有水の処理方法

出願番号： 特願 2023-127024

提出日： 令和5年(2023年)8月3日

#### 7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの

装置完成報告として、写真1, 写真2を研究室ホームページに掲載

<https://www.me.ehime-u.ac.jp/labo/kikaiene/netubutu/index.html>

(2)(1)以外で当事業において作成したもの

1. 第八回いよぎんビジネスコンテスト:[https://www.youtube.com/watch?v=TUwI7hC\\_trc](https://www.youtube.com/watch?v=TUwI7hC_trc)
2. CVG四国:<https://www.youtube.com/watch?v=R5PhYISbSIU>
3. S. Nomura, Z. Zhou, M. Sugiura, J. Nakajima, 7th International Workshop on Heat/Mass Transfer Advances for Energy Conservation and Pollution Control, August 4-8, 2023, Tokushima, Japan

#### 8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 愛媛大学プロテオサイエンスセンター(エヒメダイガク)

住 所： 〒790-0826

愛媛県松山市文京町2-5

担 当 者： 准教授 杉浦 美羽(スギウラ ミワ)

担 当 部 署： 愛媛大学研究・産学連携支援部 研究・産学連携課研究拠点第三チーム

(エヒメダイガク ケンキュウ・サンガクレンケイシエンブ ケンキュウ・サンガク  
レンケイカ ケンキュウキョテンダイサンチーム)

E - m a i l: sugiura.miwa.me@ehime-u.ac.jp

U R L: [https://www.pros.ehime-u.ac.jp/supra-molecular\\_science/index.html](https://www.pros.ehime-u.ac.jp/supra-molecular_science/index.html)