

2022 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	床波 志保
研究機関名	公立大学法人大阪 大阪公立大学
所属部署名	大学院工学研究科/LAC-SYS 研究所
役職名	准教授/副所長
研究課題名	バイオミメティック電極による外場誘導型エコシステムの創成
研究実施期間	2022 年 4 月 1 日～2023 年 3 月 31 日

研究成果の概要

初年度にデザインしたハニカム電極上に複数の微小レンズを用いてレーザーの同時多点照射を可能とする光学系を構築し、微生物の外場誘導のハイスループット化を行った。構築した光学系により、高生存率かつ大面積・高密度に複数種類の光合成微生物を細孔内に捕捉することに成功し、光発電の出力向上につながる機構解明でも重要な進展があった。

また、上記成果とフィードバックをかけながら、腸内環境模倣型デバイスの基礎部分構築のための手法開発も推進して重要な知見を得た。特に、光誘起対流と光圧を用いた 2 種類の手法開発に取り組んだ。光誘起対流を用いる場合は、基板上の光発熱部位と集積サイトを空間分離することで約 100%の生存率を維持しながら細菌および代謝物を迅速に蛍光スペクトルで計測できる「光濃縮蛍光分光法」の基礎構築に成功した (AIP Adv. 2022)。また光圧を用いた場合は、細菌サイズと同程度かつ非共鳴波長のレーザー光を照射することで Mie 散乱により増強された光圧を用いることで熱的ダメージを回避しつつ異種細菌を混合して生きたまま高密度集積し、複数種類の蛍光色素によるイメージングにも成功した (PCT/JP2023/016809)。

また、流路デバイス中での細胞分泌物 (低分子) を外場誘導で高感度検出するための基礎検討として、サイズの異なるモデル物質 (細菌、タンパク質) の検出準備を行った。その基礎となる成果として、流路デバイス中でレーザー照射して発生した光圧によりサブ pg/mL 程度の標準タンパク質の迅速高感度検出に成功し (Commun. Biol. 2022)、上記低分子の高感度検出に向けた流路設計の指針を得ることができた。さらに、モデル物質としてミクロンオーダーの細菌を標的とした場合には夾雑物の多い条件下でも 10^3 cells/mL レベルで数分以内に検出できることが明らかになった (PCT/JP2022/019532)。これらの知見を活かし、低分子を対象とした測定系構築に向けた準備も整った。