2023 年度年次報告書

リアル空間を強靱にするハードウェアの未来

2022 年度採択研究代表者

齋藤 真

九州大学 大学院工学府

大学院生

マイクロ渦による藻類の応答特性評価に基づく高出力光合成電池の創出

研究成果の概要

光合成電池に好適な微細藻類を選抜することで、光合成電池の高出力化を目指す。この目的を達成するため、本年度は、(1)高速流体制御による細胞刺激および応答計測システム、(2)浸透圧刺激応答を指標とする細胞分離技術、(3)細胞集団からの細胞単離技術、(4)光透過性材料を基盤とした光合成電池の創出に取り組んだ。以下、その概要をまとめる。

(1): マイクロ渦の流体輸送現象による局所溶液置換技術の評価に取り組み、目標としていた 100 Hz を超える、最大 500 Hz の繰り返し流体置換操作を達成した。これは、単一細胞への浸透圧刺激を目的とした従来の溶液置換技術に対して 50 倍の速さとなっている。また、これらマイクロ渦を高速に連続生成することで溶液混合に基づく、数ミリ秒の浸透圧刺激が可能であることを実証した。さらに、計測システムにおける環境制御性については、 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ の温度制御、 $\pm 0.5\% \text{F.S.}$ の輝度安定性を確認し、目標値を達成した。

(2): 浸透圧刺激応答を指標とする細胞分離を達成するべく、マイクロ流体デバイスを基盤とした分離システムに取り組んだ。細胞をマイクロピラー配列流路に導入し、通常培地から高浸透圧溶液へと斜行させることで、流れ環境下における細胞への高速な浸透圧刺激を達成した。さらに、刺激応答による細胞のサイズ変化に基づいて細胞の軌道を変化させることで、刺激応答の個体差に基づいて細胞の分離が可能であることを確認した。

(3): 細胞の浸透圧刺激応答の個体差と生物学的因子を関連づけるために、評価・分離した細胞を単一細胞レベルで分注するマイクロピペットを創出した。目標としていた 100 ms 以内の応答速度を達成し、これにより遊泳する単一細胞の分注に成功した。

(4): 光合成に好適な電池を構成するべく、導電性ガラス電極および透明性材料を用いたセルを構築した。微細藻類を電極に播種し、光の明暗に対して数 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ の電力を発生させることを確認した。