

未来社会創造事業 探索加速型
「共通基盤」領域
年次報告書(探索研究)

令和元年度 研究開発年次報告書

平成30年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名：飯田 琢也]

[大阪府立大学 大学院理学系研究科・准教授／LAC-SYS 研究所・所長]

[研究開発課題名：低侵襲ハイスループット光濃縮システムの開発]

実施期間：平成31年4月1日～令和2年3月31日

§1. 研究開発実施体制

(1)「飯田」グループ(大阪府立大学)

① 研究開発代表者: 飯田琢也(大阪府立大学理学系研究科・准教授/LAC-SYS 研究所・所長)

② 研究項目

- ・低ダメージ光濃縮の原理解明と生体検出への応用、計画全体の統括
- ・DNA、タンパク質、細菌、細胞を対象とした光濃縮システムとオミクス解析の新手法の開発

① 主たる共同研究者: 床波志保(大阪府立大学工学研究科・准教授/LAC-SYS 研究所・副所長)

② 研究項目

- ・光濃縮基板開発と微生物を用いた機能評価
- ・生体試料・プローブナノ物質提供

① 主たる共同研究者: 中瀬生彦(大阪府立大学理学系研究科・准教授/LAC-SYS 研究所・所長補佐)

② 研究項目

- ・光濃縮用の生体系試料調製、分子細胞生物学的な機能評価
- ・ナノ薬剤の細胞内導入における分子細胞生物学的機能評価

§2. 研究開発実施の概要

前年度の知見を活かし、項目(1)ではマイクロ流路中の固液界面における光濃縮により抗体修飾プローブ粒子と標的タンパク質の抗原抗体反応の光誘導加速に成功した。特に、得られた集合体の面積から液体サンプル中に含まれるタンパク質濃度の定量評価も行い、従来法で数時間かかる計測時間を 3～5 分に短縮することに成功し、検出限界を 1～2 ケタ改善できる可能性を示した(特願 2019-158131)。さらに、光濃縮の基礎となる電磁気学的な光誘起力に関する新現象として、**光の軌道角運動量とスピン角運動量を多粒子系に転写することで回転運動の加速**ができることを理論的に解明した[1]。項目(2)では前年度に引き続き、光発熱特性を付与したハニカム基板を開発し、多数の細菌を「生きたまま」高密度に光濃縮することで基板上の細菌総体としての代謝機能の増大とその高効率利用の実証に世界に先駆けて成功した[2]。特に、簡便な自己組織化法で形成したハニカム状の光熱フィルムに低パワーのレーザー (80 mW 以下) をわずか 20 秒間照射するだけで、**光誘起対流を使用して平方センチメートルに約 1000 万個の細菌を 80～90%の高い生存率で集積できることを実証**した。対象とする細菌の例として電流発生菌を光学的に濃縮・集積でき、レーザー照射の回数を 25 点、50 点 100 点と増やすことにより、電流密度を 1～2 桁増大できることも解明した。細菌を生存状態で基板上に迅速に高密度集積化する技術は、培養で細菌を増やすことが困難な場合に微量の代謝物の評価などメタボロミクスへの応用も期待され、有機物の分解による汚水処理やバイオエタノールの生産、電気的エネルギーの取得など環境技術の革新にもつながり、有用細菌の代謝機構を用いた微生物テクノロジーに一石を投じる重要な成果である。

論文[1] M. Tamura*, T. Omatsu, S. Tokonami, T. Iida*, *Nano Letters*, **19**, 4873 (2019).

論文[2] S. Tokonami*, S. Kurita, R. Yoshikawa, K. Sakurai, T. Suehiro, Y. Yamamoto, M. Tamura, O. Karthaus, T. Iida*, *Science Advances*, **6**, eaaz5757 (2020).