

未来社会創造事業 探索加速型
「共通基盤」領域
年次報告書(本格研究期間)

令和3年度 研究開発年次報告書

令和3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・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：令和3年6月1日～令和4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・教授/LAC-SYS 研究所・所長)

② 研究項目

・光濃縮リキッドバイオプシーの原理解明とシステム開発、食品・環境応用、研究統括

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

・低ダメージ光濃縮基板作製と提供、バイオ分析応用の補助、テスト用細菌培養

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・教授/LAC-SYS 研究所・所長補佐)

② 研究項目

・光集合試験用の生体系試料調製、分子細胞生物学的な機能評価

(2)「田口」グループ(愛知県がんセンター)

① 主たる共同研究者:田口歩(愛知県がんセンター分子診断トランスレーショナルリサーチ分野・分野長)

② 研究項目

・血中がんバイオマーカーの超高感度測定法開発のための臨床試料提供と測定結果解析
および新規バイオマーカー探索

(3)「伊都」グループ(大阪大学)

① 主たる共同研究者:伊都将司(大阪大学大学院基礎工学研究科、准教授)

② 研究項目

・単一分子分光による光濃縮の素過程・細胞内拡散挙動解析

(4)「藤原」グループ(岡山大学)

① 主たる共同研究者:藤原正澄(岡山大学学術研究院自然科学学域、准教授／研究教授)

② 研究項目

・ファイバー型光濃縮システム開発補助、光濃縮した量子センサの評価

(4)「井村」グループ(早稲田大学)

③ 主たる共同研究者:井村考平(早稲田大学理工学術院、教授)

④ 研究項目

・ナノ顕微分光計測による光濃縮基板の局所物性評価

§2. 研究開発成果の概要

光が物質におよぼす力と光加熱により生じる光誘起対流の相乗効果を利用して、生体物質を濃縮して反応加速する「光濃縮」の原理を解明し、数分程度の短時間かつ従来法よりけた違いの高感度で検出するシステムの開発を進めている。特に、液中での光濃縮下での分子間相互作用の機序解明とハイスループット計測技術を確立し、医療分野への実装により超早期診断法の構築に貢献する。さらに、汎用型光濃縮システム開発により微生物検出や環境負荷物質の検出にも展開し、食品検査や環境計測の新機軸構築も目指す。

このような目的の下、飯田 G 主導での初年度の主な成果は (1)マイクロフロー光濃縮システムの基礎原理の解明[1]および同システムを用いた大腸がんマーカータンパク質の高感度迅速検出のための検査キットの開発[飯田、床波、高木、中瀬、田口、特願 2022-081826]、(2)レーザー集光条件による生物学的ナノ粒子の光圧による感度コントロールの新原理解明[国際会議 ISSS9 で発表]および異種プローブ粒子混合系における DNA の高精度光濃縮検出の原理提案[飯田、床波、特願 2022-026950]、(3)ファイバ型光濃縮モジュールによる任意配置での新規な光濃縮法の開発[飯田、床波、林、藤原、特願 2022-026834]、(4)低ダメージ光濃縮基板の機能評価[2]や硬貨サイズの新規なナノボウル型光濃縮基板による生物学的ナノ粒子の高感度検出法の開発[飯田、床波、叶田、PCT/JP2022/019417]などが挙げられる。さらに、田口 G では、大腸がんに関する既知および新規タンパク質バイオマーカー候補についてアッセイ開発と 100 例以上の血漿サンプルセットを用いた初期検証を行い[3]、飯田 G での光濃縮リキッドバイオプシー開発に向けて大きく前進した。この他、伊都 G では一分子観察用蛍光顕微鏡による光濃縮プロセスの可視化に、藤原 G ではナノ量子センサ用のバイオ分析チップの開発に、井村 G では二光子励起による光濃縮基板の局所物性評価にも取り組んだ。

【代表的な原著論文情報】

論文 [1] T. Iida*, Masao Horiba Awards Feature Article “Development of Innovative Bio-Measurement Technology by Micro-Flow Light-Induced Acceleration”, Readout HORIBA Technical Reports **55**, p.11-17, (2021)

論文 [2] K. Hayashi, M. Tamura, S. Tokonami, T. Iida* "Low-damage and large scale optical condensation of useful bacteria with bubble-mimetic substrate ", Proc. SPIE **11926**, Optical Manipulation and Structured Materials Conference 2021, 119260N (2021).

論文 [3] D. Dayde, A. Taguchi*. et al., "Identification of Blood-Based Biomarkers for the Prediction of the Response to Neoadjuvant Chemoradiation in Rectal Cancer", Cancers, **13(14)**, 3642 (2021).