

小型レーザー光源を用いた光誘起集合の解析

Analysis of Light-induced Assembly with Compact Laser Source

大阪府大院理¹, 大阪府大院工², 大阪府大LAC-SYS研究所³, 株式会社村田製作所⁴

○末廣 泰地^{1,2,3}, 櫻井 健司^{2,3}, 山崎 力⁴, 石川 弘樹⁴, 田村 守^{1,3}, 床波 志保^{2,3}, 飯田 琢也^{1,3,*}

Grad. Sch. Sci.¹, Grad. Sch. Eng.², RILACS in Osaka Pref. Univ.³,

Murata Manufacturing Co., Ltd.⁴

○Taichi Suehiro^{1,2,3}, Sakurai Kenji^{2,3}, Yamasaki Tsutomu⁴, Ishikawa Hiroki⁴, Mamoru Tamura^{1,3},

Shiho Tokonami^{2,3}, Takuya Iida^{1,3,*}

*E-mail: t-iida@p.s.osakafu-u.ac.jp

液中に存在するナノ・マイクロ物質をレーザー照射下で電磁気学的効果と熱流体効果の相乗作用により遠隔的に広域で高密度集積する「光誘起集合法」が盛んに研究されている[1]。たとえば、図1(a)のように金属ナノ粒子や金属薄膜に照射したレーザー光の吸収を通じた局所加熱を利用してサブミリメートルオーダーの気泡を発生させ、同時に発生した対流を利用してその周囲に分散質を大面積で集積できる。その適用例で、ナノスケールの対象としてはタンパク質などの生体ナノ物質の迅速・高感度微量検出[2]や低分子の異方的集合体形成[3]、マイクロスケールの対象としては集合面積の濃度依存性に注目した高速細菌濃度測定[4,5]などが試みられてきた。これらの先行研究では集光レーザーのビームシェイプの制御のために、ミラーやレンズを多数用いていたため大型の光学系を用いていた。一方で、高い集積力と測定精度を維持したまま光誘起集合が可能な小型システムが構築できれば、微量検出や濃度測定のための様々な分析装置の高性能化とポータブル化を両立できると期待される。本研究ではこれらの背景と動機の基、小型の面発光レーザーを光源とし、小型ファイバーレンズを集光用に組み込んだコンパクトな光学系を構築し、光誘起集合によって集積化した粒子数を計測・評価し、従来法の大規模光学系との比較・解析を行った。

図1(b)に本研究で用いた光学系の概略図を記載する。金ナノ薄膜を形成した光誘起集合用の基板上に蛍光染色した細菌の分散液を滴下し、面発光レーザーを用いた複数本のレーザーを下方からファイバーレンズにて薄膜に集光照射した。レーザー照射位置近傍の光学反射像を CCD カメラで撮影し、光誘起集合の過程で集積された細菌数を計測・評価した。

上記の光学系にて実験的にレーザー照射を行ったところ、新たに開発した小型のレーザー集光システムでも十分な熱量を金薄膜に与えて気泡と対流が発生して光誘起集合に成功した。また、気泡と基板の間に集積した細菌数の解析を行ったところ、小型デバイスでも従来のレーザー集光システムと同等以上の高効率な捕捉ができる条件があることも明らかにした。今回獲得した知見に基づいて光学系の改良や光誘起集合用基板などへ高効率化の条件探索を行えば、将来的にはポータブルかつ迅速・高感度な微生物検出システムや濃度測定法などへの応用が期待できる。

[1]飯田琢也, 床波志保, 伊都将司, 光学 **46(3)**, 104 (2017). [2] Y. Nishimura, *et al.*, *J. Phys. Chem. C* **118**, 18799 (2014). [3] Y. Yamamoto, *et al.*, *Sci. Rep.*, **8**, 11108 (2018). [4] Y. Yamamoto, *et al.*, *Opt. Mat. Exp.* **6**, 1280 (2016). [5] Y. Yamamoto *et al.*, *ACS Appl. Bio Mater* **2**, 1561 (2019).

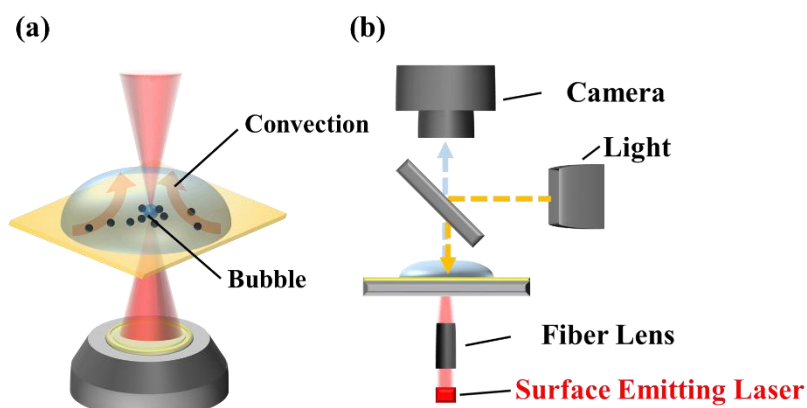


Fig.1 (a) Schematic image of light-induced assembly phenomenon, and (b) used optical system.