

ファイバー型モジュールによる 3 次元任意配置における光濃縮法の開発

Development of Optical Condensation Method at Three-dimensional Arbitrary

Configuration with Fiber Module

阪府大院理¹, 阪府大 LAC-SYS 研 (RILACS)², 阪府大院工³, 阪大院基礎工⁴, 岡山大自然⁵

○林 康太^{1,2,3}, 田村 守^{2,4}, 藤原 正澄^{2,5}, 床波 志保^{2,3}, 飯田 琢也^{1,2*}

Grad. Sch. Sci.¹, RILACS², Grad. Sch. Eng.³ in Osaka Pref. Univ.

Grad. Sch. Eng. Sci. in Osaka Univ.⁴, Grad. Sch. Nat. Sci. Tech. in Okayama Univ.⁵

○Kota Hayashi^{1,2,3}, Mamoru Tamura^{2,4}, Masazumi Fujiwara^{2,5}, Shiho Tokonami^{2,3}, Takuya Iida^{1,2*}

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

光濃縮は電磁気学的な光誘起力と熱流体力学的な光誘起対流により液中の分散質を迅速かつ高密度に濃縮・集積する技術である[1-4]。この技術は迅速かつ高感度なバイオ分析への応用が期待されており、微量のタンパク質や DNA などの生体分子の検出[1,2]や細菌数計測[3]を数分で実現できることを示した報告もある。例えば、文献[3]のように基板上的金属ナノ薄膜への集光レーザー照射による光発熱効果で発生したバブルと基板との間の集合サイトに向かう光誘起対流により分散質を輸送・集積する方式もあるが、ごく最近ではサンプルにダメージを与える熱源と集合サイトを分離した新規な光濃縮基板の開発も試みられた[4]。一方で、これらの先行例の多くは光濃縮を行う場が 2 次元平面上に制限されていたため、駆動される光誘起対流の方向と速度が制限され、中空での光濃縮実現のためには光発熱効果の高い特殊なプローブ粒子を用いていた。そこで、我々は特殊なプローブ粒子を用いず 3 次元的に任意の場所での光濃縮を実現できる画期的な光濃縮モジュールの開発を着想した。具体的には本研究では、光ファイバー端面に光発熱効果を示す金属ナノ構造を形成することで、基板上に制限されることなく液中の任意配置で光濃縮を可能とするファイバー型モジュールによる微小物質の光濃縮法の開発を目指した。

Fig.1 のようなファイバー型モジュールを光ファイバー端面に金属ナノ薄膜を製膜することで作製した。ファイバー型モジュールをガラス基板上に滴下したミクロンオーダーの標的(マイクロ粒子、細菌など)の分散液中に挿入した後、近赤外 CW レーザーを導光して端面を加熱し、光濃縮を行った。結果として、ファイバー端面にバブルは発生し、バブルとファイバーの間に標的となる分散質が 10 万个以上集積した。集合効率は基板上で光濃縮を行った場合に比べ、約 20 倍となり中空で鉛直・水平の両方から光濃縮することで分散質集積を格段に高効率化できる可能性を示唆した。本成果は、迅速かつ高感度なナノ・マイクロ物質や生体物質の微量計測に加え、細胞への薬効評価などバイオ分析・医療など多様な分野における新機軸を与えるものである。

[1] Y. Nishimura, K. Nishida, Y. Yamamoto, S. Ito, S. Tokonami, T. Iida, *J. Phys. Chem. C.*, **118**, 18799 (2014).

[2] T. Iida, Y. Nishimura, M. Tamura, K. Nishida, S. Ito, S. Tokonami, *Sci. Rep.*, **6**, 37768 (2016).

[3] Y. Yamamoto S. Tokonami, T. Iida, *ACS Appl. Bio Mater.*, **2**, 1561 (2019).

[4] K. Hayashi, Y. Yamamoto, M. Tamura, S. Tokonami, T. Iida, *Commun. Biol.*, **4**, 358 (2021).

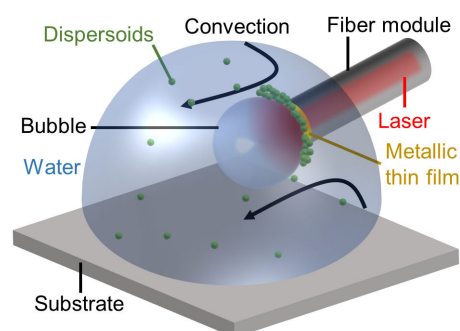


Fig.1 Schematic diagram of optical condensation with fiber module.