サブミリバブル模倣型基板を用いた低ダメージ光誘起集合法の開拓

Development of Low Damage Light-induced Assembling with Submillimeter-bubble-mimetic Substrate

大阪府大生命環境 [1],大阪府大院理 [2], 大阪府大院工 [3], 大阪府大 LAC-SYS 研究所(RILACS) [4],
◦(B) 林 康太 [1,2,3,4], 山本 靖之 [2,3,4], 大橋 かるな [2,3,4], 田村 守 [2,4], 床波 志保 [3,4], 飯田 琢也 [1,2,4*]
Clg. Life Env. Adv. Sci.[1], Grad. Sch. Sci.[2], Grad. Sch. Eng.[3], RILACS [4] in Osaka Pref. Univ.
◦Kota Hayashi[1,3,4], Yasuyuki Yamamoto[2,3,4], Karuna Ohashi[2,3,4], Mamoru Tamura[2,4],
Shiho Tokonami[3,4], Takuya Iida[2,4*] E-mail: t-iida@p.s.osakafu-u.ac.jp

近年、液中の分散質を迅速・高効率に集合化させる手法として光誘起集合法が注目を集めており、生体関連ナノ物質の検出や細菌濃度測定、分子集積への応用が試みられている[1-4]。たとえば、金薄膜などの光吸収性物質に対するレーザー照射で熱対流とサブミリメートルオーダーの気泡(サブミリバブル)を数十秒～数分程度で発生して、対流により分散質を気泡の周囲へと集合できるが、その一方で光照射による発熱は生体サンプルを対象とした場合に損傷を与える要因になりえる。特に、検体を生きたまま扱うことが要求される場合もあり、発熱を抑えた低ダメージな光誘起集合法の開拓が重要課題である。気泡を用いた光誘起集合では基板との間の淀み領域に対流で分散質を輸送して集積サイトとして利用しているが、サブミリバブルと同程度の熱伝導率の低い構造体を代わりに用いれば気泡を発生せずとも熱的ダメージを押さえて高効率な集積化ができるはずと着想した。この発想に基づき本研究では、サブミリバブル模倣型基板を用いた非従来的な光誘起集合法の開拓を目指した。

Fig. 1(a)に示すように、サブミリバブルと同程度の大きさの粒径 100 μm のポリスチレン（PS）粒子 A をガラス基板上に化学的に固定し、さらに膜厚 10 nm の金薄膜を製膜した。蛍光色素を持つ粒径 1 μm の PS 粒子 B を超純水に分散した水溶液を基板上に滴下し、粒子 A の上部の金薄膜に出力 27 mW で波長 1064 nm のレーザーを集光した。Fig. 1(b) (c) はレーザー照射後 300 秒後における、光学透過像および蛍光像を示し、分散質である粒子 B が周囲に集積したことを確認できる。用いたレーザー出力は従来の光誘起集合法で用いる値よりも 1 桁低く PS 粒子の熱伝導率も低いため、サンプルへの熱的影響を押さえて光誘起集合に成功した可能性がある。なお、同出力で集積サイトを与える粒子 A なしで同様の実験を行った場合は、気泡は発生せず PS 粒子 B は基板上に集合しなかった。得られた知見は、生体サンプルを生きたまま迅速・高効率に集積するための基礎原理に繋がり、生化学分野における光誘起集合法の適用範囲を飛躍的に拡大するものである。

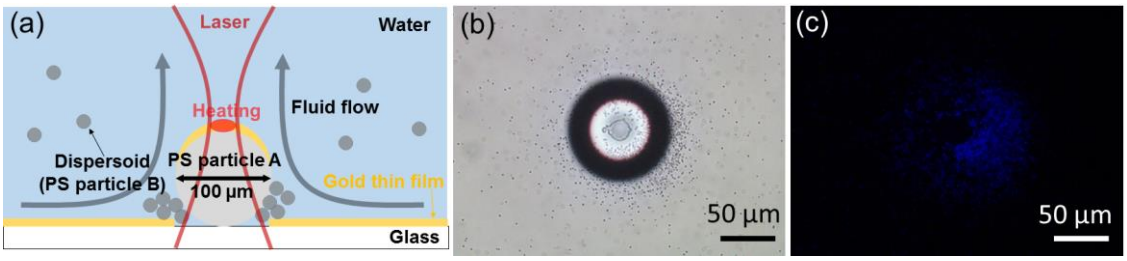

Fig. 1 (a) Schematic diagram of light-induced assembly with the submillimeter particle fixed on substrate, and (b)(c) experimental results observed by (b) optical transmission and (c) fluorescent image.

[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, and S. Tokonami, *Sci. Rep.* **6**, 37768 (2016).
[3] Y. Yamamoto, E. Shimizu, Y. Nishimura, T. Iida, S. Tokonami, *Opt. Mater. Exp.* **6**, 1280 (2016).
[4] Y. Yamamoto, et al., *Sci. Rep.* **8**, 11108 (2018).