光制御マイクロ液滴ロボットの基礎検討

Basic study of optical control microdroplet robot

慶大理工 [1]，納谷ラボ [2]　○納谷昌之 [1,2]，大原七海 [1]，斎木敏治 [1]

Keio Univ. [1], Naya Lab. [2], °Masayuki Naya[1,2], Nanami Ohara[1], Toshiharu Saiki[1]

E-mail: masa@naya-lab.com

微量の高分子液体（PEG）を混ぜたエタノール溶液を金基板とガラス基板で挟む事で、液が上下基板間で繋がった液溜まり（リザバー）と空気層が生じる。両者の界面の空気層側に波長５３２nm の CW レーザ光を集光照射することで、微小な液滴が発生する(Fig.1,Fig2)。さらに、我々は、この液滴が自発的に運動することを見出している[1]。この現象の起源は、金の光吸収で発生する熱による熱マランゴニ対流と、レーザ光照射部のエタノール蒸発によって生じる局所的な PEG 濃度変化による濃度マランゴニ対流であると考えられる[2]。濃度マランゴニ対流で発生した液滴中の PEG の濃度が液滴を取り囲む領域の基板表面に存在する表面液に比べて高くなっているとすれば、この現象は液-液相分離であると言える。液-液相分離は、液中に存在する高分子が熱などの相互作用で移動し、高分子を多く含む相と希薄な層に分離する現象である[3]。中でも、この現象による液滴発生は、生命の起源や活動への関連性や[4]、細胞内でのドラッグデリバリなどの応用への期待から強く注目されている。一方で、通常の液-液相分離の方法である化学的手法では、単独の液滴を制御性良く発生させることができないため、現象の精密な解析や液滴の精密な制御が難しい。

本報告では、我々が行っているレーザ光による液滴発生が、PEG の濃度に由来する液-液相分離であることを考察する。さらに、微粒子などを自由度高く搬送するソフトマターロボット(Fig.3)への応用可能性について述べる。

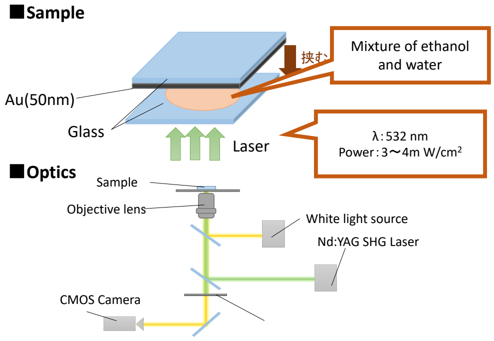

Fig.1 Experimental setup.

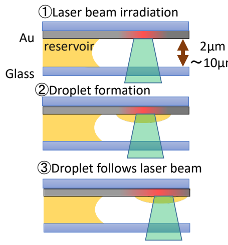

Fig.2 Droplet formation

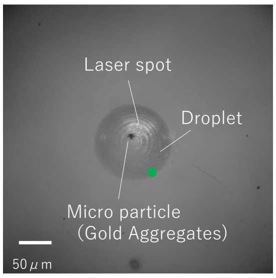

Fig.3 Transport of a particle

[1]納谷昌之他，第 82 回応用物理学会秋季学術講演会　講演予稿集 13a-N107-2.

[2] Ksenia A. et al., Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects 521(2017) 22-29.

[3] Keating,C. D. : Acc. Chem. Res., 45, (2012) 2114

[4] Lin, Y. et al.: Cell, 167, (2016) 789

© 2022年 応用物理学会