

光制御マイクロ液滴ロボットの基礎検討 - III

Basic study on photonic microdroplet robot - III

慶大理工¹, 納谷ラボ² ○納谷昌之^{1,2}, 山戸千鶴¹, 佐藤守¹, 斎木敏治¹Keio Univ.¹, Naya Lab.², ○Masayuki Naya^{1,2}, Chizuru Yamato¹, Mamoru Sato¹, Toshiharu Saiki¹

E-mail: masa@naya-lab.com

高分子(PEG)を溶解した揮発性溶液(エタノール)を金基板とガラス基板で挟み、液が基板間で架橋した領域(リザーバー)の外側の金基板上にレーザ光を照射することで、液滴が発生する(Fig.1)^[1]。我々は、この液滴が自発的な振動や回転運動をしたり、移動するレーザスポットを捕食するように追いかけていたりという、あたかも生命体のような振る舞いを示すことを見いだしており、その原理や生命の起源との関連性の解明とともに、微小液滴ロボットとしての応用を見据えた研究を行っている^[2]。

この現象の起源は、金の光吸収で発生する熱分布による熱マランゴニ対流と、発熱による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^[3]。しかし、リザーバ外での液滴発生やその自発運動の原理については、未だよく分かってはいない。一見、液が存在しないように見えるリザーバの外側で対流が発生する原因としては、基板表面にリザーバーから外側に向かって広がる、ごく薄い液体膜(前駆膜: Precursor liquid film)が発生しているためと考える^[4]。前駆膜は、リザーバーから離れるほどエタノールの蒸発によって PEG 濃度が高くなる。それによる表面張力の分布は、液滴の運動になど関与していると考えられる。実験により、エタノールが蒸発し、ほぼ PEG のみになっていると考えられるリザーバ遠方では濃度マランゴニ対流による液滴の発生が見られず、熱マランゴニ対流によって液がレーザスポットから押し出される様子が可視化された。このことは、前駆層の液濃度に関する前記推察が正しいことを示唆している。

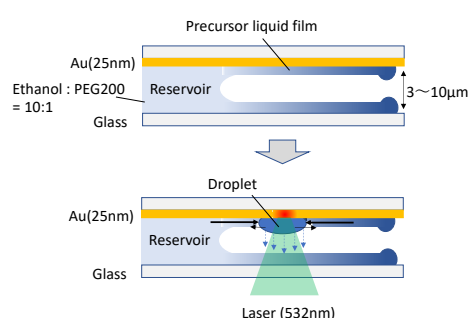
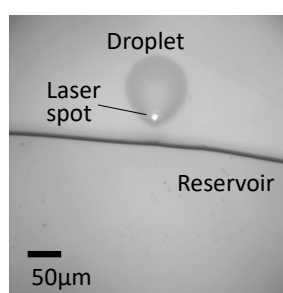
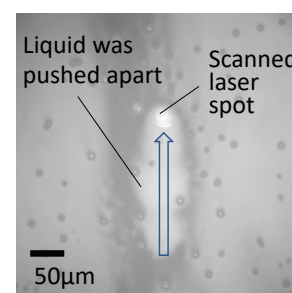


Fig.1 Droplet generation



(a) Near Reservoir



(b) Far from Reservoir

Fig.2 Liquid behavior due to laser irradiation

[1] 高松有花他, 第 67 回応用物理学会春季学術講演会(2020) 講演予稿集 15a-B410-1.

[2] 納谷昌之他, 第 69 回応用物理学会春季学術講演会(2022) 講演予稿集 23a-D315-6.

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

[4] Yonatan Dukler, et.al., Phys. Rev. Fluids 5(2020) 034002