

アルコール水溶液中で微小気泡周辺に発生するマランゴニ対流

Marangoni Flow Induced Around a Microbubble in Water-Alcohol Mixtures

京大院・工 〇名村 今日子, 鈴木 基史

Kyoto Univ., 〇Kyoko Namura, Motofumi Suzuki

E-mail: namura@me.kyoto-u.ac.jp

金ナノ粒子薄膜上にレーザーを集光すると、薄膜が光を熱に変換してレーザースポット付近に急峻な温度勾配を発生する。この局所的な発熱を用いると、水中に微小気泡を生成し、さらにその周辺に安定な光熱マランゴニ対流を発生させることができる[1, 2]。光熱マランゴニ対流の発生は、温度勾配がもたらす表面張力勾配に起因する。水の表面張力は温度が高くなるほど弱くなるため、水中では気泡表面の高温部から低温部に向かう流れが生じる。一方 self-rewetting 流体として知られている 1-ブタノール水溶液では、温度が高くなるほど表面張力が強くなるという報告がある。しかし、水中の 1-ブタノールの濃度と温度勾配によって誘起されるマランゴニ対流の向きとの関係の詳細は明らかでない。そこで本研究では、濃度を様々に変化させた 1-ブタノール水溶液中で微小気泡を生成し、その周辺に発生する光熱マランゴニ対流を調べる。

動的斜め蒸着法を用いて、金ナノ粒子薄膜 (平均膜厚 10 nm) をガラス基板上に作製した。その上に厚さ 50 μm の流体セルを作製し、直径 2 μm のポリスチレン球を分散させた 1-ブタノール水溶液(0-6 wt%)で満たした。金ナノ粒子薄膜に強度 9 mW のレーザー(波長: 785 nm)を集光して直径 40 μm 程度の気泡を生成し、周辺に発生する対流の様子を光学顕微鏡で観察した。

金ナノ粒子薄膜の光熱変換を用いて気泡の一端を加熱すると、水中では気泡表面の高温部から低温部に向かう流れが発生する(図 1(a))。一方で 6 wt% の 1-ブタノール水溶液中では低温部から高温部に向かう流れが発生することがわかった(図 1(b))。さらに、1-ブタノールの濃度を 0 wt% から 6 wt% まで徐々に変化させていくと、温度勾配に対する流れの向きは 0.2 wt% 付近で反転する。流れの向きの反転の要因は、高温部での 1-ブタノールの選択的な蒸発であると考えられる。

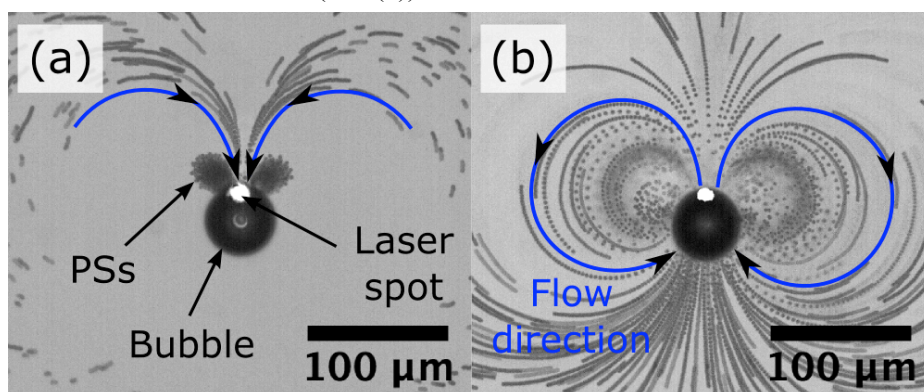


図 1: Typical Marangoni flow observed in (a) water and (b) 6 wt% 1-butanol.

Images taken during 1 s are merged to trace the motion of the particles.

[1] K. Namura, et al., Appl. Phys. Lett. 106, 043101 (2015).

[2] K. Namura, et al., Appl. Phys. Lett. 108, 071603 (2016).