マイクロバブル周辺の熱プラズモニック・マランゴニ対流に対する脱気の効果

Influence of deggasing on Thermoplasmonic Marangoni Flow around a microbubble

○名村 今日子[1]、Gregory A. Pilgrim[1,2]、中嶋 薫[1]、鈴木 基史[1]、
(1. 京大院・工、2. 日本学術振興会外国人特別研究員)
○Kyoko Namura[1], Gregory A. Pilgrim[1,2], Kaoru Nakajima[1], Motofumi Suzuki[1],
(1.Kyoto Univ., 2. JSPS International Research Fellow)
E-mail: namura@me.kyoto-u.ac.jp

気液界面に温度勾配が生じると表面張力勾配が発生し周囲にマランゴニ対流が発生する．このマランゴニ対流はマイクロ流体駆動の動力源として注目を集めている．最近我々は，金ナノ粒子薄膜の熱プラズモニック効果を用いて，マイクロバブル周辺に安定なマランゴニ回転流を発生できることを示した [1]．金ナノ粒子薄膜にレーザーを集光することで水を局所的に加熱してマイクロバブルを生成できる．照射するレーザーの強度を空間的・時間的に変化することでバブル周辺の温度勾配を制御し，マランゴニ回転流を用いた粒子のソーティング [1] や粒子収束流の発生 [2] などを示した．これまでは主に液体側の性質に着目して研究を進めてきた．しかし，マイクロバブルの生成には水中の溶存気体が大きく関わっているという報告があり [3]，このことがマランゴニ対流にも影響を与える可能性がある．そこで本研究では脱気水中でマイクロバブルを生成し，その周辺に発生するマランゴニ対流について調べた．

まず真空超音波脱気法を用いて水を脱気した．次に金ナノ粒子薄膜 (平均膜厚 10 nm) を動的斜め蒸着法を用いてガラス基板上に作製した．その上に厚さ 10 cm のセルを作製し，直径 2 μm のポリスチレン球を分散させた脱気水で満たした．金ナノ粒子薄膜に強度 27 mW のレーザーを集光し，セル内に生成されるマイクロバブルとその周辺に発生する流れを観察した．

脱気水中では，レーザー照射開始後 2 ms 以内にマイクロバブルの大きさは約 8 μm となり，その後 5 分以上バブルの大きさはほとんど変化しなかった．金ナノ粒子薄膜近傍の粒子はマイクロバブルの方向へ引き寄せられ，薄膜に垂直な方向へ吐き出された（図１）．流速はマイクロバブルから 300 μm 離れたところでも 1 mm/s を超え，脱気していない場合の 10 倍以上であった．これは脱気によってバブルの成長が抑制され，限られた気液界面上に急峻な温度勾配が発生したためだと考えられる．

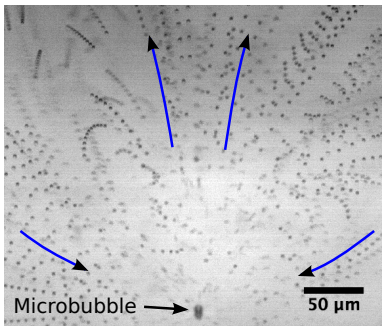

図 1: A microscope image of the thermoplasmonic Marangoni flow around a microbubble. The black arrow indicates the microbubble with a diameter of ~ 8 μm. The small black dots are the polystyrene spheres with a diameter of 2 μm. The blue arrows indicate the directions of the sphere motion.

[1] K. Namura, et al., *Appl. Phys. Lett.* **106,** 043101 (2015).
[2] K. Namura, et al., *Appl. Phys. Lett.* **108,** 071603 (2016).
[3] S. Deguchi, et al., *Appl. Phys. Lett.* **102,** 084101 (2013).

© 2016年 応用物理学会