

プラズモニックバブルの光学顕微鏡と AFM によるハイブリッド観察

Optical and Atomic Force Microscopy Investigations of Plasmonic Bubbles

○柳谷 伸一郎、堀内 加奈、橋本 修一、後藤 信夫 (徳島大工)

○Shin-ichiro Yanagiya, Kana Horiuchi, Shuichi Hashimoto, Nobuo Goto (Tokushima Univ.)

E-mail: syanagiya@tokushima-u.ac.jp

貴金属ナノ粒子はレーザー加熱によるナノ熱源として、近年注目を集めている[1]。光吸収によって加熱された粒子は、同時に周囲媒体への熱移動を起こす。この時、高温領域は粒子近傍の領域に空間的に閉じ込められる。このため、水中では、過加熱状態 (500–600K) の水分子が爆発的に蒸発し、蒸気バブル (プラズモニックバブル) を発生することが明らかにされている[2]。プラズモニックバブルは、直径数十 nm [2]から数十 μm [3]の大きさに制御することができ、生成、成長、崩壊過程をたどるダイナミックな存在である。これまで、光学顕微鏡、および分光的手法により研究されたが、サイズ、形状、力学的性質に関する詳しい情報は得られなかった。そこで、本研究では、光学顕微鏡と原子間力顕微鏡 (AFM) の同時観察可能な実験系を用いて、ナノからマイクロの大きさを持つプラズモニックバブルのハイブリッド観察を行ったので報告する。

実験は以下の手順で行った。まず直径 40 nm の金ナノ粒子を分散させたカバーガラスを製作し、倒立型光学顕微鏡 (IX-71, Olympus) ステージに載せた。AFM カンチレバーは上部よりアプローチし、カンチレバーホルダーとカバーガラスの間に精製水を 50 μL 注入した。波長 473nm の CW レーザーを光学顕微鏡の背面ポートより入射し、カバーガラス上面に焦点が合うように調整した。

図 1 にマイクロサイズのプラズモニックバ

ブルの光学顕微鏡像を示す。マイクロサイズのバブルは、レーザー ($22.0 \text{ mW}/\mu\text{m}^2$) を照射している間 (約 5 秒) は膨張/収縮を繰り返し、レーザーを切った直後に消えた。バブルが存在していた場所の AFM 像を図 2 に示す。どちらかの顕微鏡では難しい、マイクロバブル発生前後のナノ粒子の状態を観察することができた。

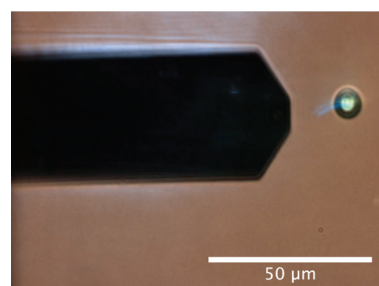


図 1 マイクロサイズのプラズモニックバブルの光学顕微鏡像。図左は AFM カンチレバーとその制御レーザー光。

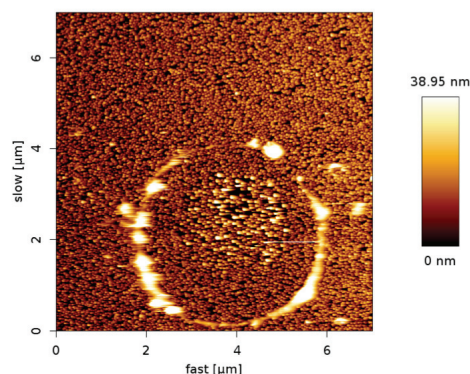


図 2 レーザー off 後のレーザー中心部の AFM 像

- [1] E. C. Dreaden et al. *Acc. Chem. Res.* 2012, **45**, 1854; G. Baffou et al. *Laser & Photon. Rev.* 2012, **7**, 171.
- [2] K. Setoura et al. *ACS Nano* 2013, **7**, 7874; T. Katayama et al. *Langmuir* 2014, **30**, 9504.
- [3] G. Baffou et al. *J. Phys. Chem. C* 2014, **118**, 4890.