半導体・金属ナノ構造体を用いた新奇ノンプラズモニック光捕捉法の開発

A development of a novel non-plasmonic optical tweezers using semi-conductor and metallic nano-structures

大阪市大[1]，スウィンバーン工科大学[2]

○上ノ坊 友紀[1]，東海林 竜也[1]，元辻 彩香[1]，河本 紗和[1]，永井 達也[1]，

Denver Linklater[2]，Saulius Juodkazis[2]，坪井 泰之[1*]

Osaka City Univ.[1], Swinburne Univ. of Tech.[2]

○Yuki Uenobo[1], Tatsuya Shoji[1], Ayaka Mototsuji[1], Sawa Komoto[1], Tatsuya Nagai[1],

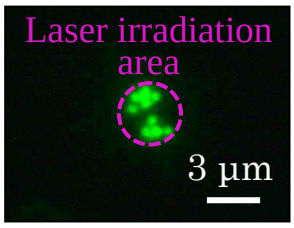
Denver Linklater[2], Saulius Juodkazis[2], Yasuyuki Tsuboi[1*]

E-mail: twoboys@sci.osaka-cu.ac.jp

【はじめに】近年注目を集めるプラズモン光ピンセット（plasmon optical tweezers; POT）は、プラズモン増強光圧により、ナノ粒子を捕捉する手法である[1, 2]。しかしながら、本来高い捕捉能を示すはずの POT が、実際にはプラズモン励起に伴う局所的な熱発生により捕捉がしばしば阻害されることがわかった。これに対し我々は昨年、シリコンナノニードル構造体（ブラックシリコン; b-Si）が、POT に比肩する捕捉力を有することを発見し、Nano-structured Semi-Conductor-Assisted (NASSCA)光ピンセットと命名した[3]。本研究では、ナノニードル構造を有するシリコン単結晶基板と金属基板を用いてナノ粒子の光捕捉を実証すると共に、その性能とメカニズムの解明を目指す。

【実験】プラズマドライエッチング処理によりシリコン基板と金属基板の表面にナノ微細構造を作製した。捕捉対象物である蛍光性ポリスチレンビーズ（直径 500 nm）を分散させた水溶液を基板にそれぞれ接触させ、1064 nm レーザー光を用いて光捕捉実験を行った。

【結果と考察】b-Si 基板を用いて光捕捉を行ったところ、光照射範囲内に安定して粒子が捕捉された（Figure.1）。NASSCA では実励起を伴わないため、熱の影響を無視できる。そのため POT では実験困難な高強度での捕捉も実施できる。実際に 3.2 MW/cm^2 以上の光強度で光捕捉を試みたところ、照射範囲の外側にまで及ぶ大量の粒子捕捉に成功した。捕捉能のナノニードル高さ依存性やナノ粒子のサイズ依存性も明らかにした。一方、金属基板を用いると、熱の影響により劇的に捕捉挙動が変化した。



Figre.1 Microscopic fluorescence image of optical trapping of 500 nm polystyrene nanobeads using NASSCA optical tweezers at 90 kW/cm^2.

【参考文献】

1) T. Shoji, Y. Tsuboi et al., J. Am. Chem. Soc., 135, 6643-6648 (2013).

2) A. Mototsuji, Y. Tsuboi et al., Opt. Exp., 25, 13617-13625 (2017).

3) T. Shoji, Y. Tsuboi et al., Sci. Rep., 7, 12298 (2017).

© 2018年 応用物理学会