

金ナノロッドペアに働く面内光圧の測定

Measurement of lateral optical force acting on a pair of plasmonic nanorods

東大生研¹, 元志喜¹, 田中嘉人¹, 福原竜馬¹, 志村努¹

IIS, the Univ. of Tokyo¹, J. Won¹, Y. Tanaka¹, R. Fukuhara¹, T. Shimura¹

E-mail: won@iis.u-tokyo.ac.jp

長さの異なる金ナノロッドのペアは、局在表面プラズモンにより入射光に垂直な面内で指向性の高い一方散乱を生じ、その反跳として面内光圧を受ける。我々はこれに着目し、光駆動リニア・回転モーターのデモンストレーションに成功し、金ナノロッドペアに面内光圧が働く事とその応用可能性を示した^[1]。さらに高機能かつ高精度なアクチュエータを設計し、ライフサイエンスへの応用を広げるには、単一ナノロッドペアに働く光圧特性を定量的かつ正確に評価する必要がある。本研究では、我々が開発してきたマイクロプラットフォーム(MPF)を用いたナノ粒子に働く光圧計測方法によって^[2]、金属ナノロッドペアに働く光圧特性を定量的に測定することを目指した。

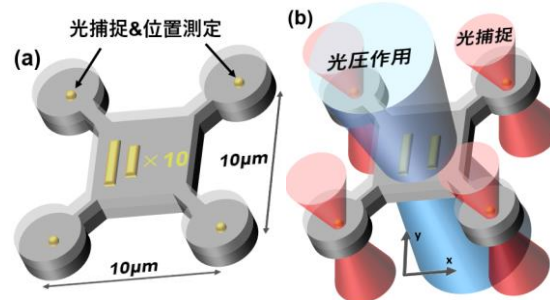


Fig. 1 Schematic of fabricated MPF (a) and experiment (b).

図 1(a)で示すように、光ピンセットで捕捉する 4 か所に円柱形の金ナノ粒子、中心部に 10 個の金ナノロッドペアを埋め込んだ SiO₂ の MPF を作製した。SiO₂ と屈折率が近い DMSO 液中に分散させ、集光レーザービームを 4 個の金ナノ粒子に照射して MPF を捕捉した(図 1(b))。また同時に、白色 LED を MPF 全体に照明し、捕捉部の 4 つの金ナノ粒子からの散乱光を CMOS カメラで測定・解析することで、MPF の中心位置情報を取得し(図 2)、捕捉ポテンシャルを得た。光圧作用レーザーを金ナノロッドペアのある MPF の中心部に照射し、捕捉ポテンシャルの変化を解析することで、ナノロッドペアに働く面内光圧を解析した。

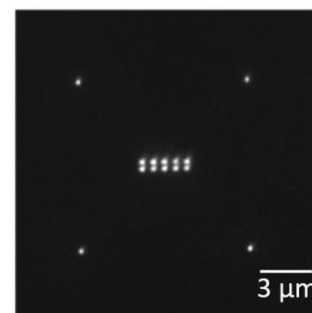


Fig. 2 Trapped MPF with index-matching.

図 3 は、MPF の位置揺らぎヒストグラムから求めた捕捉ポテンシャルである。期待した通り、光圧作用レーザーを照射した場合(赤)のポテンシャルが、照射していない場合(青)に比べて x 方向にシフトしていることが分かる。MPF 中心位置測定の誤差が最小になる時間(20s 程度)内で測定を 20 回繰り返した結果、x 方向のシフト量 81(±5)nm、y 方向のシフト量 3(±4)nm、シフト前の x 方向ポテンシャルのバネ定数 1.59(±0.04) fN/nm

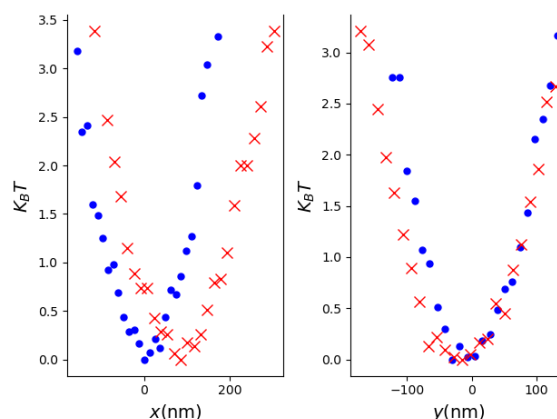


Fig. 3 Trapping potentials of MPF.

が得られた。従って、ナノロッドペアに働く面内光圧は x 方向のみに 130(±3)fN 程度であると見積もることができる。この結果より、数百 fN@10mW/μm² という計算結果を示す単一ナノロッドに働く面内光圧の測定も可能であると期待される。

[1]: Y. Tanaka et al., *Sci. Adv.* **6**, eabc3726(2020).

[2]: 福原竜馬 他, 第 78 回応用物理学会秋季学術講演会(2017).