

マイクロマシンを用いた金ナノロッドに働く光トルクの計測

The measurement of optical torque on gold nanorods using micromachine

東大生研¹, JST さきがけ² ○福原 竜馬¹, 田中 嘉人^{1,2}, Vantasin Sanpon¹, 志村 努¹

IIS, the Univ. of Tokyo¹, JST PRESTO²

°Ryoma Fukuhara¹, Yoshito Tanaka^{1,2}, Sanpon Vantasin¹, Tsutomu Shimura¹

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

光圧を利用したマイクロ粒子の回転操作に関して数多くの研究開発が進められ、粘度計やマイクロポンプなど様々な分野に応用されてきたが、光波長スケールより小さいナノ粒子に対しては、回折限界のために回転操作の自由度は光軸方向のみに限定されていた。そこで我々は、光と局在プラズモンモードの相互作用に着目し、V字型のプラズモニクナノ構造に光軸方向とは異なる新しい回転軸の光トルクが発生することを数値シミュレーションにより見出してきた[1]。従来は、光捕捉した微粒子のブラウン運動による位置揺らぎ情報を測定することで、ポテンシャル解析から fN オーダーの力検出感度で光圧を定量的に求めてきたが[2]、ナノ粒子に対して3軸方向の回転揺らぎを直接測定することは極めて難しい。そこで我々は、ナノ粒子に働く光トルクの精密測定に向け、マイクロマシンのポテンシャル解析によってナノ粒子に働く光圧を測定する手法を開発してきた (Fig1)。

金属のナノロッドは、プラズモン共鳴波長付近の光照射により、光トルクを受けることが知られている。円偏光に対しては、そのスピン角運動量を受け取って回転し、直線偏光に対しては、入射光と散乱光の干渉によって生じる角運動量によって、偏光方向に長軸の向きを揃えるように回転する。しかし、これらの回転を生じる光トルクを実験により直接測定することは、これまで困難であった。今回我々は金ナノロッドをマイクロマシンの内部に作製し、ポテンシャル解析を行うことにより、直線偏光と円偏光照射時のナノロッドに働く光トルクを直接観測した。また、この光トルクの入射偏光および波長に対する依存性の計測を行った。特に、この測定によって従来手法では計測が困難な、直線偏光に対して共鳴波長付近で光トルクの向きが反転するという特徴的な波長依存性の観測に成功した (Fig 2)。

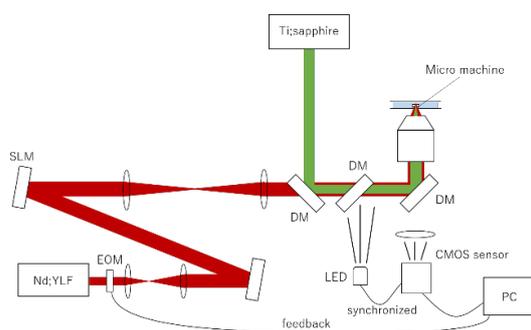


Fig1 The Schematic view of experimental system. The trapping laser source is Nd:YLF (1053nm), and the CMOS sensor takes reflection images.

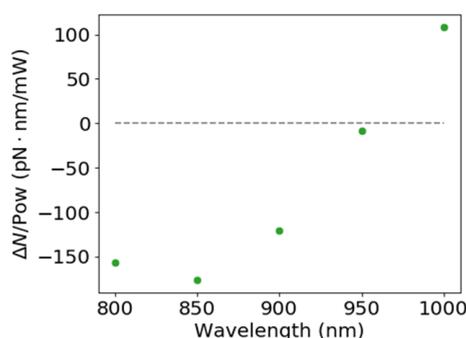


Fig2 The wavelength dependence of the difference of optical torque on gold nanorods between linear polarized light with the angle of 45° and -45° to the long axis of the nanorods.

[1] 福原竜馬 他, 第 65 回応用物理学会春季学術講演会 (2018)

[2] Y. Tanaka, et al. Nano Lett., 13, 2146 (2013)

[3] 福原竜馬 他, 第 66 回応用物理学会春季学術講演会 (2019)