

## 単一ナノ粒子に働く捕捉ポテンシャル制御法の開発

### Modification of optical trapping potential on a single nanoparticle

東大生研<sup>1</sup>, JST さきがけ<sup>2</sup>, 崇城大学<sup>3</sup>, ○坂間 俊亮<sup>1</sup>, 田中 嘉人<sup>1,2</sup>, 杉浦 忠男<sup>3</sup>, 志村 努<sup>1</sup>

IIS, the Univ. of Tokyo<sup>1</sup>, JST PRESTO<sup>2</sup>, Sojo Univ.<sup>3</sup>

○Sakama Shunsuke<sup>1</sup>, Tanaka Yoshito<sup>1,2</sup>, Sugiura Tadao<sup>3</sup>, Shimura Tsutomu<sup>1</sup>

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

Ashkin によって提案された光ピンセットは、集光レーザービームの電場勾配に伴う光圧を利用し、光強度が最大である集光位置に微粒子の非破壊・非接触捕捉を可能にした [1]。光ピンセットで捕捉したサンプルのブラウン運動は、光捕捉した金ナノ粒子による近接場蛍光イメージング [2] や、光捕捉したマイクロ構造の運動解析による微弱力計測 [3] など、測定性能を制限する要因となっている。本講演で提案する、捕捉粒子の位置に応じた集光位置のフィードバック制御は、捕捉光強度を上げることなくブラウン運動を抑制することが可能なことから、光損傷閾値が低いナノ粒子の光捕捉への展開が期待できる。原理検証のため、ナノ粒子に比べて狭い帯域幅でのフィードバック制御が適用可能なマイクロ粒子を対象に実験を行った。

水中で光捕捉したマイクロ粒子を対象に実験を行った (図 1)。CMOS カメラで撮影した画像を基に捕捉粒子の位置を特定し、粒子の位置に応じて音響光学素子 (AOD) によって捕捉光の集光位置を移動させる。この一連の流れを CMOS カメラのフレームレート 300 Hz で繰り返す。集光位置のフィードバック制御を行った場合と、行っていない場合で、捕捉粒子の変位の分布の比較を行い、光軸に垂直な面内で期待した通りの異方的な位置揺らぎの制御ができていることを示した (図 2)。有限差分シミュレーションの結果と実験結果を比較することにより、現状のシステムでは実現可能な捕捉強度に上限があり、制御系の高速化・低遅延化が必要であることを明らかにした。

今後は、より高速かつ低遅延なフィードバック系の構築や、三次元的な制御に向けて音響光学素子を利用した波面制御による光軸方向での集光位置制御を行うことにより、ナノ粒子の高精度光捕捉を実現する。

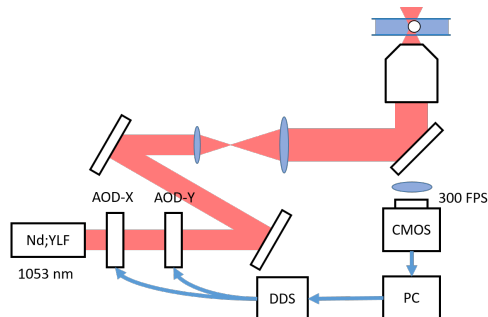


図 1: The schematic view of the experimental setup with Nd:YLF(1053 nm) as trapping laser.

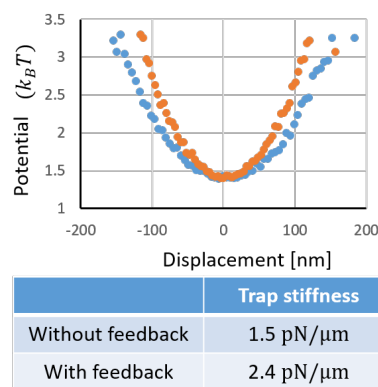


図 2: Optical trapping potentials of a particle for with (red dot) and without (blue dot) feedback control, and their trap stiffnesses.

[1] A.Ashkin, Phys.Rev.Lett.24,156(1970) [2] Sugiura, T., et al., Journal of Microscopy 194, 291–294 (1999). [3] 福原竜馬 他, 第 79 回応用物理学会秋季学術講演会 (2018)