

光圧と熱泳動によるプラズモニックナノ粒子のマニピュレーション

Opto-Thermophoretic Manipulation of Plasmonic Nanoparticles

阪大基礎工¹, 北大電子研² °瀬戸浦 健仁^{1,2}, 辻 徹郎¹, 伊都 将司¹, 川野 聡恭¹, 宮坂 博¹

Osaka Univ.¹, Hokkaido Univ.², °Kenji Setoura^{1,2}, Tetsuro Tsuji¹, Syoji Ito¹, Satoyuki Kawano¹,

Hiroshi Miyasaka¹

E-mail: setoura@es.hokudai.ac.jp

光圧による微小物質のマニピュレーションは、単分子・単一ナノ粒子の選別および精密配置を目指して研究が進められている。一般に光マニピュレーションでは高強度なレーザーを捕捉対象に照射するが、その際に光熱変換によって局所温度が上昇することは光マニピュレーションの阻害要因と考えられてきた[1]。一方で最近では、光熱変換の結果生ずる nm - μ m スケールの温度勾配が駆動する「熱泳動」によって単一ナノ粒子が捕捉可能であると報告され、徐々に研究が盛んになっている[2]。

本研究では、光圧と熱泳動を捕捉対象に協働的に作用させることで、より自由度の高いナノ物質のマニピュレーションを実現することを目的としている。過去の研究によって、熱泳動はシリカやポリスチレンなどの微粒子には強く働くが、金・銀などの金属ナノ粒子にはほとんど働かないことが知られている[2]。そこで本研究では捕捉対象として、シリカと金属の中間的な熱的物性を示し、かつ分極率が大きく光圧が有効に作用することが期待できる、金ナノシェルを選んだ。金ナノシェルは、コア部分がシリカで、表面が厚さ 10 ~ 30 nm の金で被覆されているコアシェル型のナノ粒子で、近赤外域に局在表面プラズモン共鳴を示す。

実験では、平均直径 240 nm の金ナノシェルの水分散液を 2 枚のカバーガラスでサンドイッチしたサンプルチャンバーを作製し、暗視野光学顕微鏡で観察した。光圧と熱泳動を同時に作用させるために、波長 1475 nm の CW レーザーを対物レンズ(50X, NA=0.55)で試料に集光照射した。レーザーをほぼ回折限界まで集光して照射した実験では、熱泳動の寄与は見られず、光圧(勾配力)によって単一ナノシェルが捕捉される様子が観測された (Fig. 1)。一方で照射スポット径を回折限界の 3 倍程度まで広げて照射すると、光圧の寄与が見られなくなり、斥力として働く熱泳動によって金ナノシェルが照射スポットの中心から 20 μ m 以上も押し出された。よって、金ナノシェルは光圧と熱泳動のどちらとも有効に作用する試料であることが確認された。講演では、両者を協働的に作用させる方法について報告する。

【参考文献】

[1] T. Shoji et al., *Sci. Rep.*, 7, 12298 (2017).

[2] L. Lin et al., *Nature Photonics*, 12, 195 (2018).

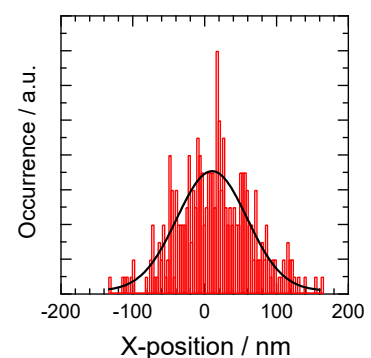


Fig. 1 A positional histogram of an optically trapped Au nanoshell.