ポインティングベクトル制御による光ナノ粒子操作

Optical manipulation of nanoparticles using poynting vector control

北大電子研 ○相川 大貴，藤原 英樹，笹木 敬司
RIES Hokkaido Univ., ○Hiroki Aikawa, Hideki Fujiwara, Keiji Sasaki
E-mail: sah0710@eis.hokudai.ac.jp

集光レーザー[1]や光導波路[2]を利用した光マニピュレーション技術は、生体組織をはじめとしたマイクロメートルサイズの物体を、三次元的に操作するための光学的手法として用いられている。我々は、集光レーザーや光導波路を必要としない新規の手法として、ポインティングベクトル場の制御によるナノ粒子操作を提案する。特に本発表では、ガラス基板上に特徴的なポインティングベクトル場を形成し、制御されたポインティングベクトル場が粒子運動に及ぼす影響について報告する。

実験では、直交した偏光状態を持つ、波長 1064nm の直線偏光２ビームを顕微鏡対物レンズ（倍率 100 倍、NA 1.4）に入射し、ガラス基板上で２ビームを交差させた（図 1）。このときの基板平面上のポインティングベクトル場の分布を計算すると、入射ビーム方向（Y 軸）に対して周期的にポインティングベクトルの X 軸方向の向きが変化することが期待される。この場に、水中に分散した粒径 535nm のポリスチレン粒子を光捕捉し、粒子位置を記録・解析することにより、粒子に作用するポインティングベクトル場の影響について調べた。図２は、トラップした粒子位置の分布と CCD カメラの１フレーム毎の粒子の移動量を X 方向に積算した結果となっている。Y 軸に沿った方向から入射する直交直線偏光２ビームに対し、Y 軸方向に対して周期的に粒子の X 軸方向の運動が変化する様子が確認でき、入射条件から予測されるポインティングベクトル場の変化の周期と一致することを確認した。この結果は、ポインティングベクトル場によってナノ粒子の運動を制御できる可能性を示唆しており、ポインティングベクトル場の制御が、ナノ粒子の自在な操作・輸送のための新たな手法となることが期待される。

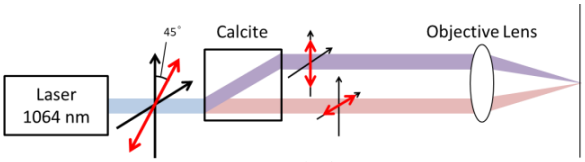

Figure 1 Optical system

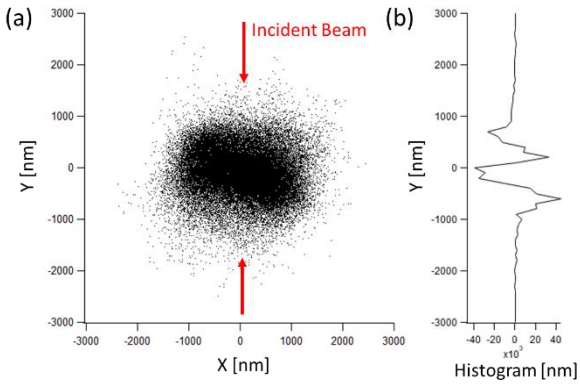

Figure 2 Experimental results of trapped polystyrene particles. (a) Plot of particle positions and (b) integrated displacement along x direction.

1) A. S. Urban *et al.,* Nanoscale **6**, 4458 (2014).
2) A. Maimaiti *et al.*, Sci. Rep. **5**, 9077 (2015).