テーパファイバ中の偏光制御によるナノ粒子回転操作

Nano-particle rotation by polarization control in a tapered fiber

北大電子研 °山内 喬介，藤原 英樹，笹木 敬司

RIES Hokkaido Univ., °Kyosuke Yamauchi, Hideki Fujiwara, Keiji Sasaki

E-mail: k-y-43@eis.hokudai.ac.jp

レーザートラッピングは、古くからマイクロサイズの物体を 3 次元的に捕捉・操作可能な技術として、生体細胞等の光ピンセットとして利用されてきた。本研究室では、ナノサイズの粒子の補足・操作が可能なツールとして、光を微小領域に集光しながら長距離伝搬させる事が可能なテーパファイバに注目し[1]、直径 50nm のナノダイヤモンドの捕捉・輸送に成功してきた[2]。本発表では、テーパファイバ中を伝搬するレーザー光の偏光状態を制御することにより捕捉した粒子の回転操作を試みた結果について報告する。

テーパファイバは、市販のシングルモードファイバ(thorlabs, 780HP)を加熱・延伸することによって作製した[3]。実験では、ファイバ周辺に十分な強度のエバネッセント場を誘起するため、直径 400nm のテーパファイバを作製した。また、ナノ粒子として平均粒径 50nm のダイヤモンド粒子(FND biotech 社)を用い、界面活性剤と共に超純水に分散させた溶液を試料とした。作製したテーパファイバを溶液中に沈め、ファイバの両端から波長 532nm、1064nm の 2 種類のレーザーを対向するように導入し、溶液中のダイヤモンド粒子の様子を CCD を用いて観察した。波長 532nm と 1064nm のレーザー光のパワーを調整し、ダイヤモンド粒子をファイバ上で捕捉・停止させた。その状態で半波長板を自動ステージによって回転させ、1064nm レーザーの入射直線偏光を回転させながら、それに伴う粒子の位置の変化を記録・解析した。図 1 は、波長 1064nm のレーザーの直線偏光を 4 rpm のスピードで回転させたときのファイバの軸に対して垂直な方向に対する粒子の変位を記録した結果である。この方向に対して周期約 0.065Hz で振動している様子が確認された。これは偏光の回転周期とよく一致する為、偏光の変化に追随して粒子もファイバの周りを回転していると考えられる。この結果は入射するレーザーの偏光状態を制御することによってファイバ周辺の任意の位置に粒子を捕捉できることを示唆しており、テーパファイバとレーザーを用いた単一ナノ粒子の自在な運動操作が可能となると期待される。

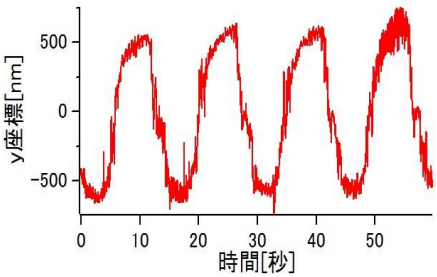

図 1　粒子の位置解析の結果

1) A. Maimaiti *et al.*, *Sci. Rep.* **5**, 9077 (2015).

2) 山内 他、第 65 回応用物理学会春季学術講演会、19p-B203-11 (2018).

3) F. Ren, H. Fujiwara, K. Sasaki *et al.*, *Opt. Express* **23**, 21730 (2015).