

テーパーキャピラリーを用いた光圧ナノ粒子操作

Development of tapered glass capillaries for optical manipulation of nanoparticles

北大電子研¹ ○(M1)大塚 涼平¹, Pin Christophe¹, 笹木敬司¹

RIES Hokkaido Univ.¹, °Ryohei Otsuka¹, Christophe Pin¹, Keiji Sasaki¹

E-mail: otsukaryohei@eis.hokudai.ac.jp

光圧を利用することで、粒子の光学的特性による選択的操作を行うことができる。このような光圧粒子選別や光クロマトグラフィーは 20 年近く研究されてきた[1,2]。しかし、ナノ粒子や分子の選別は依然として困難な課題である。これは、ナノ粒子や分子のブラウン運動による拡散に対処するには光圧が小さすぎるためである。ナノ粒子に作用する光圧を大きくするために、フォトニック導波路やナノファイバーを使用することができる。しかし、これらは勾配力によって光線上に粒子を捕捉する必要がある[3]。通常、粒子が小さくなるにつれて、粒子に働く勾配力は小さくなる。そのため、フォトニック導波路やテーパーファイバーを用いたナノ粒子や分子を操作することは困難である。このような問題に対して、我々は、テーパーガラスキャピラリーが有効であると考えた。ナノ粒子を含んだ分散液をテーパーキャピラリーに注入することで、ナノ粒子を光路上に保持できるフォトニック導波路として機能させることができるからである。

加工前のガラスキャピラリーの直径は 170 μm である。これを、一般的な”テーパーファイバー作製装置”でキャピラリーの一部を約 1300 度で熱しながら横に延伸することで、直径数 μm からサブミクロンのテーパーキャピラリーが作製される。その後、蛍光性ナノダイヤモンド粒子分散液をテーパーキャピラリーへ注入する。ファイバーに波長 532nm のレーザーを導波させ、それをテーパーキャピラリーの端部へカップリングすることで、テーパーキャピラリー内の粒子に光圧を作用させ操作を行った。直径数 μm 程のテーパーキャピラリーを用いることで、平均粒径 100nm の蛍光性ダイヤモンド粒子の輸送に成功した。また、入射パワーと粒子の速度の関係を測定した結果、粒子の速度は入射パワーに比例することが確認された。

ブラウン運動による粒子の拡散を制限し、光とナノ粒子の相互作用を最大にすることでテーパーキャピラリーはナノ粒子選別を行う独自のプラットフォームとして機能することができる。我々は次に、ナノ粒子の吸収特性に基づいた粒子選別を行うために、テーパーキャピラリーの直径を小さくすることを考えている。

References

- [1] T. Imasaka, *et al.*, Anal. Chem., **67**,1763 (1995).
- [2] S. E. S. Spesyvtseva, *et al.*, Phys. Rev. Appl. **3**, 044003 (2015).
- [3] A. Maimaiti *et al.*, Sci. Rep. **5**, 9077 (2015).