中赤外エヴァネッセンス波によるマイクロ微粒子の光輸送

Optical transportation of microparticles in mid-infrared evanescent wave

豊田工大 [1]，　Anna Statsenko[1]，藤 貴夫 [1]，○工藤 哲弘 [1]

Toyota Tech. Inst. [1], Anna Statsenko[1], Takao Fuji[1], °Tetsuhiro Kudo[1]

E-mail: kudo@toyota-ti.ac.jp

光マニピュレーションとは光により物質に誘起される力である輻射力を利用してマイクロやナノサイズの微小物体を操作する技術のことである。微小物体にレーザーを照射すると、散乱や吸収の過程を経て、光の運動量が物質に乗り移り、微小物体は光の進行方向に輻射力を受ける(アシュキン博士が 1970 年に初めて実験的に実証[1])。また、上述のような単純な平面波だけでなく、光がプリズムの表面で全反射することで生じるエヴァネッセンス波を用いた微粒子の光輸送実験も報告されている[2]。最近では、高度に制御された様々な光電場(プラズモン局在場や超短パルスレーザーなど)を利用した新規光マニピュレーションや、タンパク質や分子などあらゆる微小物質を対象とした光トラップの研究が多面的に展開されている。

実はこれまでの大多数の実験では、基本的に捕捉対象物質に対して光学的に透明な可視域や近赤外域のレーザーが利用されており、近年我々の研究グループでは中赤外レーザーを利用して、物質の振動準位を励振した共鳴光マニピュレーションの研究を遂行している。中赤外光領域は分子指紋領域とも呼ばれており、個々の分子やタンパク質の構造によって赤外スペクトルの形状が顕著に異なり、分子などを同定するために広く利用されている。本実験では、量子カスケードレーザーによる中赤外エヴァネッセンス波を用いて、シリカ微粒子とポリスチレン微粒子の光輸送を行う。図 1 は ATR-FTIR 法により測定したそれぞれの微粒子の赤外スペクトルであり、シリカの 9μm 付近に強い吸収がある。この振動モードを励振できる波長の中赤外レーザーで実験を行い、ポリスチレン微粒子に比べて、シリカ微粒子の方が速く光輸送できることを見出した。本結果は、分子の振動モードに応じて光選別できる可能性を示唆しており、本講演において詳細を説明する。

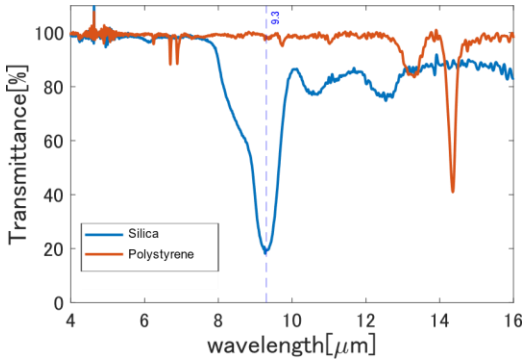

Figure 1. Infrared spectra of dried silica and polystyrene particles on a diamond prism measured by FTIR spectroscopy.

[1] A. Ashkin, Phys. Rev. Lett. **24**, 156 (1970).

[2] S. Kawata and T. Sugiura, Opt. Lett. **17**, 772-774 (1992).