

ガラス微小球および微結晶多面体の光マニピュレーションのための 離散双極子近似による電磁界シミュレーション

Electromagnetic simulation using discrete dipole approximation for optical manipulation of glass microspheres and polyhedral microcrystals

東工大¹ ○(M2) 鍾逸夫¹, 岸哲生¹, 久保田雄太¹, 矢野哲司¹

Tokyo Tech.¹, °Itsuo Shou¹, Tetsuo Kishi¹, Yuta Kubota¹, Tetsuji Yano¹

E-mail: tkishi@ceram.titech.ac.jp

機器の小型化を可能にする微小素子の配列は、光学・電子・流体など様々な応用分野を進展させる上で重要な要素技術である。多様な材料や形状からなる微小素子を高い位置精度で配列化することで、新しい機能性集積回路の実現が期待できる。ナノからマイクロメートルサイズの微小物体をマニピュレーションする技術として光ピンセットが活用されている。これまでの光ピンセットの研究では、球に近い形状もしくは対称性の高い形状を対象としたものが多い。より複雑で多様な素子の構築のために、任意の材質・形状の微粒子の配列が重要な課題の一つとなっている。

本研究では、離散双極子近似 (DDA : discrete dipole approximation) による電磁界シミュレーションにより、球もしくは多面体微粒子を捕捉するのに適した光トラップ条件を検討することを目的とした。計算にはオープンソースソフトウェア DDSCAT¹⁾を一部改良して用い、ガラス真球および酸化セリウム (CeO₂) 正八面体に誘起される光圧を計算した。

Fig.1 に水熱合成法により作製した CeO₂ 微粒子の走査電子顕微鏡像を示す。粒径 1-2 μm 程度の正八面体微粒子が得られた。これを純水中に分散させ、直線偏光のガウシアンビームを集光照射したところ焦点位置に捕捉することはできたが、粒子を移動させようとするとレーザー焦点位置から逃げる挙動を見せた。

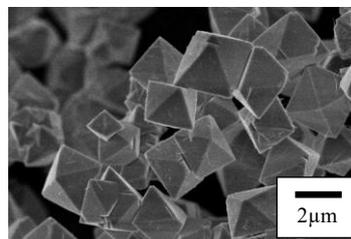


Fig.1 SEM image of CeO₂ octahedral micro crystals.

Fig.2 は DDA により計算した粒径 0.5 μm の CeO₂ 八面体にガウシアンビームを照射した場合の光圧の計算結果である。結晶の対称軸に沿って光を入射させた場合 ($\theta=0^\circ$)、重心が焦点位置に一致するように粒子を引き戻す復元力が働いている。一方、30°傾けた場合、粒子の重心と力のポテンシャルの安定位置が 100nm 程度ズレており、単一のガウシアンビームでの正八面体粒子の捕捉が難しいことがわかる。発表では、正八面体粒子に生じる光圧のレーザービーム照射条件依存性を示し、八面体微粒子の安定捕捉に向けた検討結果を報告する。

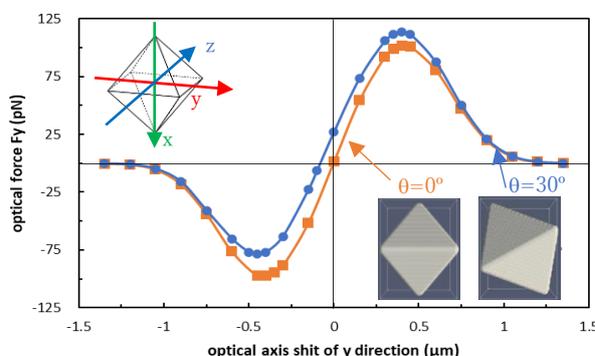


Fig.2 Calculated optical forces on CeO₂ octahedral micro crystal.

1) B.T. Draine and P.J. Flatau, *JOSA A*, **11**, 1491-1499 (1994).