

単一レーザースポットによる複数粒子の広域配列挙動の計算による解析

The calculation of the arrangement over a wide area of multiple-spheres induced by one beam spot

阪大院基礎工¹, 大阪府大院工², 台湾交通大理³,

○(D) 埜 幸宏¹, (M2) 松浦 朋輝², 横山 知大¹, 工藤 哲弘³, 増原 宏³, 石原 一^{1,2}

Osaka Univ.¹, Osaka Pref. Univ.², NCTU Taiwan³

○Y.Tao¹, T.Matsuura², T.Yokoyama¹, T.Kudo³, H.Masuhara³, H.Ishihara^{1,2}

E-mail: tao.y@opt.mp.es.osaka-u.ac.jp

ナノ物質はその特異な特性から従来の材料とは異なる用途が開拓されつつあるが、そのサイズから機械的に運動、操作（捕捉・輸送・配置・配向）を直接行うことは難しく、表面処理や静電的な相互作用を用いた方式が主流であり、ナノ物質が本来持つ各種応用へのポテンシャルを十分に引き出せていないと考えている。

一方、光が物質に力を及ぼすことは古くから知られており、物質の操作手段の1つとして活用されている。Ashkinらはレーザーを用いてマイクロサイズの誘電体球を捕捉、操作できることを示しており、光圧により非接触にて微小なサイズの物質を操作できることが分かっている。

本研究の目的は、機械的に操作することが難しいナノ物質を光圧にて操作し、かつ、効率的に配列化させることを、実現する手法を計算による解析から考案、提示することである。

ただし、Ashkinらが行ったレーザーマニピュレーションは、単一の物質をトラッピングする手法であるため、必ずしも効率良く配列化させるのに向いている方法とはいえない。そこで、単一のレーザースポットに1粒子のトラッピングではなく、単一のレーザースポットにて複数の粒子の挙動を制御することで、効率的に粒子を制御させる必要があると考えている。先行研究では、S.Yangらより、単一のレーザースポットに複数粒子をトラップした際に、ランダムな凝集ではなく、特定の周期をもった配列が起こると報告がある[1]。

そこで、本研究では、上記の先行研究の様にレーザースポットよりも多くの粒子を同時に配列

化させるためには、どのような条件下であれば可能であるかを計算にて解析を行っている。計算手法は、単一ビームを1つの微粒子に集光した際、その周辺に配置した微粒子と共に発生させる散乱光強度分布を計算し[2]、光の強度勾配が駆動力[3]として微粒子に作用するモデルを立て動力学計算を行った。結果、特定の条件下において、微粒子が凝集せずに特定の間隔を開けた状態で配列化することを示唆するような結果が得られている。計算結果の一例として、2粒子が間隔を空けて、配列する計算例を図1に示す。本報告では、その他の結果とその原理について報告を行う予定である。

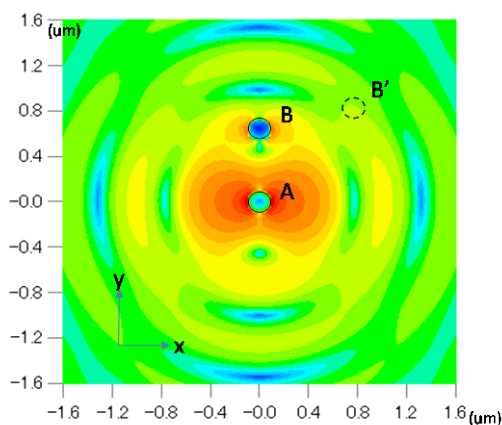


図1.集光位置付近の電界強度分布

色は電場強度を表す。赤が高く、青が低い。

○は、金微粒子の位置を示す。

入射光 波長 1064nm ビームウェスト 0.4um

焦点座標 (x,y)=(0,0)

偏光 振動面 x-z 面

微粒子 直径 200nm の金微粒子 (○にて図示)

A 粒子は計算開始から終了まで集光位置に保持

B 粒子は計算開始時 B'位置、終了時 B 位置

[1] S. Yang, T. Kudo, H. Masuhara 2017 年第 78 回応用物理学会 秋季学術講演会 7a-PA2-9

[2] D.W. Mackowski and M.I. Mishchenko J.Opt.Soc.Am.A Vol. 13, Issue 11, 2266 (1996)

[3] P. C. Chaumet and M. Nieto-Vesperinas Optics Letters Vol. 25, Issue 15, 1065 (2000)