

多光子プロセスを用いた光操作

Optical Manipulation by Using Multiphoton Processes

阪大院基礎工 °伊都 将司, 中村 真也、岡本 峻介、早坂 瑞輝、
瀬戸浦 健仁、五月女 光、宮坂 博

Osaka Univ., °Syoji Ito, Shinya Nakamura, Shunsuke Okamoto, Mizuki Hayasaka, Kenji Setoura,
Hikaru Sotome, Hiroshi Miyasaka

E-mail: sito@chem.es.osaka-u.ac.jp

微小物体に作用する放射圧（光圧）は、勾配力、散乱力、吸収力の3つの項に分けることができる。勾配力は光の強度勾配の方向に、散乱および吸収力は光の伝搬方向に作用する力であり、これら3つの力のバランスを制御することで、目的に即した光操作が実現できる。特に共鳴条件においては、光吸収によって光子の運動量が物体に共鳴的に転写されるので強い吸収力を発生させることができ、この強い、物質選択的な光圧は微小物体の効率的輸送に用いられている[1]。

これまでの共鳴光マニピュレーション研究では、多光子プロセスによる光圧はあまり研究されておらず、対象物質の線形（1光子）吸収を利用するケースが多かった。一方、多光子吸収は1光子吸収とは異なる選択律を持ち、また光強度に対して非線形な依存性も示すため、多光子吸収を用いることで、1光子応答に基づく光圧とは異なる光マニピュレーションの実現が期待できる。そこで本研究では、多光子プロセスに基づく光圧による微小物体操作実現を目的とした。

試料として有機色素を内包させた高分子粒子の水分散コロイドを用いた。試料への到達時間差 Δt を与えた一対（2つ）のフェムト秒光パルス（800 nm、70 fs）を対物レンズで集光し、サンプル粒子に照射した。光トラップ下の粒子の3次元動的動きは、非点収差蛍光イメージング法で観察した[2]。パルス対が時空間的に重ならない $\Delta t > 70$ fs の条件下（Fig. 1a）では、粒子は勾配力によって焦点付近に捕捉され、個々の光パルスによってわずかな多光子吸収が起こった。一方、 Δt を減少させ、パルス対が時空間的に重なる照射条件（Fig. 1b）とすると多光子吸収が効率的に起こり、粒子の蛍光強度が増加すると共に、光捕捉された粒子の位置が光軸に沿って光の進行方向にシフトした。さらに、 Δt を減少させた後再び増加させることによって、粒子の捕捉位置は元の位置に戻った。このように、多光子吸収を利用することで微小物体を光軸に沿って可逆的に操作することに成功した。

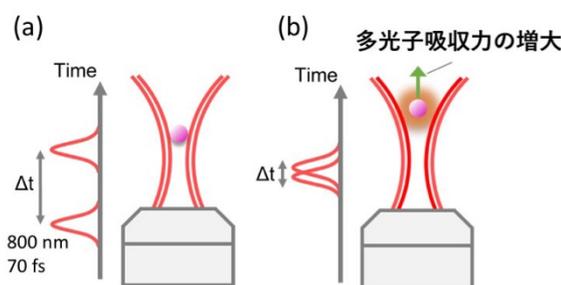


Fig. 1. Photo-irradiation condition for detecting multiphoton absorption force.

参考文献

- [1] S. Ito *et al. Sci. Rep.*, **3**, 3047, (2013).
[2] H. P. Kao, *et al. Biophys J.*, **67**, 1291 (1994).