

## 励起状態吸収を用いた光トラッピング挙動の変調

### Modification of Optical Trapping Behavior by Using Excited State Absorption

阪大院基礎工 °早坂 瑞輝, 中村 真也, 井出 直樹, 古賀 雅史, 五月女 光, 伊都 将司, 宮坂 博

Osaka Univ., °Mizuki Hayasaka, Shinya Nakamura, Naoki Ide,

Masafumi Koga, Hikaru Sotome, Syoji Ito, Hiroshi Miyasaka

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

**序** 光と物質との力学的相互作用である光圧は、勾配力、散乱力、および吸収力の3つに分けることができ、それぞれ光強度の空間勾配、光散乱、光吸収に起因する。これまでの光操作では、主として非共鳴の線形光学応答による光圧が一般的に使用されてきた。

しかし近年、共鳴吸収や非線形光学応答に基づく光操作が理論および実験的研究で提案、実証されている。例えば、光吸収では光子の運動量が物質の許容光学遷移を介して共鳴的に伝達されるので、励起波長をピーク吸収帯に同調させることにより、強い力を対象物に及ぼすことが可能となる。この強い吸収力を利用した微小物質輸送が報告されている<sup>[1]</sup>。本研究では、短寿命の励起状態分子による光吸収（過渡吸収）に起因する光圧による微粒子の微小運動誘起・検出を目的とした。

**結果と考察** 800 nm 付近で比較的大きな励起状態の吸収断面積を示す色素を内包させたポリマー粒子を水中に分散させ試料として用いた。励起及び捕捉用の2つの fs レーザーパルスを用い、パルス到達時間間隔を制御することで、捕捉光パルス照射時の粒子内分子の電子状態を変化させ光圧を変調した。このとき、励起状態と基底状態の捕捉光に対する吸収強度差により、粒子に作用する光圧のうち、主として吸収力が変化する。吸収力は光軸（以下 z 軸）方向に働くため、捕捉された粒子は、粒子内分子の電子状態変調に同期し

て z 方向の位置が変化する。この z 位置の変位を非点収差イメージング法<sup>[2]</sup>により評価した。

結果の一例を示す。パルス間の遅延時間  $\Delta t$  を -10 ps（励起状態吸収が無い照射条件）と 122 ps（捕捉光による励起状態吸収がある条件）の間で変化させながら粒子の z 位置を追跡した結果が Fig. 1 である。励起状態吸収の有無により、僅かに粒子の位置が変調されていることが分かる。図中には粒子の蛍光強度も併せてプロットしてある。励起状態吸収により粒子が z 方向に「押されて」いるときには蛍光強度が減少しているが、これは  $S_n \leftarrow S_1$  吸収により到達した高位電子励起状態からの無輻射遷移により、蛍光強度が減少すると解釈できる。このように、励起状態吸収による可逆的な光圧変調と微小物体操作が達成された。

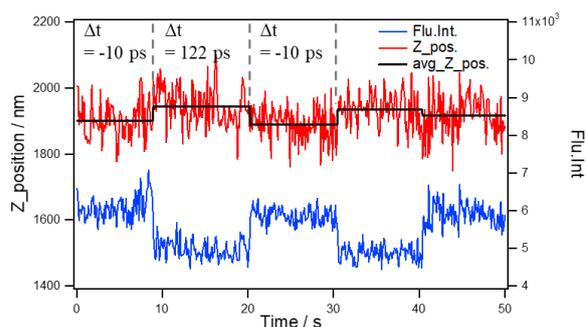


Fig. 1. Z-position (upper red line) and fluorescence intensity (lower blue line) of an optically trapped polymer particle containing organic dyes in the presence ( $\Delta t = 122$  ps) and absence ( $\Delta t = -10$  ps) of transient absorption by the dyes.

#### 参考文献

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