

分子の励起状態吸収による光圧を利用した微小機械運動誘起

Microscopic Mechanical Motion Induced by Excited-State Absorption of Molecules

阪大院基¹, University of Castilla La Mancha² ○早坂 瑞輝¹・Elena Caballero²・伊都 将司¹・

Abderrazzak Douhal²・宮坂 博¹

Osaka Univ.¹, University of Castilla La Mancha², °Mizuki Hayasaka¹, Elena Caballero², Syoji Ito¹,

Abderrazzak Douhal², Hiroshi Miyasaka¹

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

近年、共鳴吸収や非線形光学応答など、従来の光操作ではそれほど考慮されていなかった様々な光応答に基づく新たな光操作が、理論および実験的研究で提案、実証されている。例えば我々は、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事を利用し、入射光に共鳴するナノ粒子の光選別を実現している。[1] また、吸収帯を光化学反応等を用いて変化させることで、光圧の光スイッチングも実現した。[2, 3] 本研究では共鳴光操作のさらなる拡張を視野に、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操作を目的とした。

400 nm、800 nm 付近でそれぞれ比較的大きな基底状態、励起状態の吸収断面積を示す色素を内包させた粒子(高分子、MOF 等)を水中に分散させ試料とした。400 nm 及び 800 nm の fs パルス光(80 MHz)を励起及び捕捉用に用い、捕捉光には励起光に対し遅延時間 Δt を与えた。捕捉光が先に照射される場合($\Delta t < 0$)には励起状態吸収が起こらず、一方 $\Delta t > 0$ では励起状態吸収が起こる。これらの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、主として吸収力が増加することになる。吸収力は光軸(z 軸)方向に働くため、粒子内分子の電子状態変調に同期して粒子の z 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[4]により評価した。パルス間の遅延時間 Δt を -10 ps と 57 ps の間で変化させながら粒子の z 位置を追跡した結果の一例(高分子微粒子)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。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。

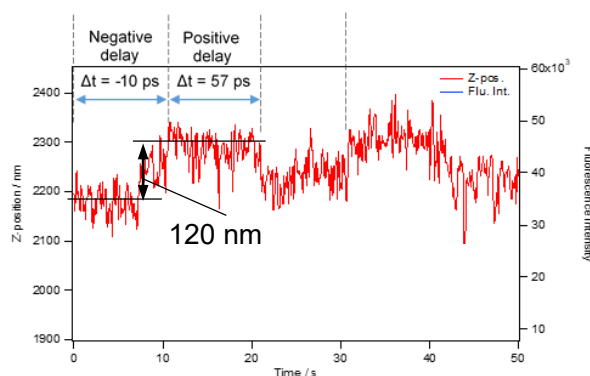


Fig. 1. Z-position of an optically trapped polymer particle containing organic dyes in the presence ($\Delta t = 57$ ps) and absence ($\Delta t = -10$ ps) of transient absorption.

参考文献

- [1] S. Ito *et al.* *Sci. Rep.*, **2013**, 3, 3047.
- [2] S. Ito, *et al.*, *J. Phys. Chem. Lett.*, **2018**, 9, 2659-2664.
- [3] K. Setoura, *et al.*, *J. Phys. Chem. C*, **2018**, 122, 22033-22040.
- [4] H. Pin Kao *et al.* *Biophys. J.*, **1994**, 67, 1291.