

溶液中ナノ粒子の光捕捉過程における共鳴レーザー照射効果

Resonance laser effect in optical trapping of nanoparticle suspensions

産総研バイオ¹, 関西学院大理工², 情通機構³, 産総研・阪大先端フォトバイオ⁴, 大阪市大院理⁵

○岸本 龍典^{1,2}, 工藤 卓², 田口 隆久³, 細川 千絵^{1,2,4,5}

Biomed. R. I., AIST¹, Kwansai Gakuin Univ.², NICT³, PhotoBIO-OIL, AIST⁴, Osaka City Univ.⁵

○Tatsunori Kishimoto^{1,2}, Suguru N. Kudoh², Takahisa Taguchi³, Chie Hosokawa^{1,2,4,5}

E-mail: tatsunori-kishimoto@aist.go.jp

光ピンセットは、集光レーザービームの光放射圧により溶液中の微粒子を集光位置に捕捉する手法である。光捕捉力は捕捉粒子サイズに依存するため、ナノメートルサイズの単一粒子や分子の光捕捉は困難とされているが、近年表面プラズモン共鳴をはじめとして光捕捉力を増大する手法について検討されている[1]。本研究では、溶液中ナノ粒子に働く光捕捉力の増大を目的として、光ピンセット用近赤外 (NIR) レーザーに加え、捕捉対象である量子ドット (QD) が吸収する共鳴用レーザーを同時に照射し、共鳴効果を利用した光捕捉力の増大手法について検討した。

試料として、QD (CdSe/ZnS ナノ粒子、粒径 15-20 nm、発光ピーク波長 655 nm)水分散液を用いた。波長 1064 nm の Nd:YVO₄ レーザー(レーザー光強度 300 mW)を QD 水分散液中に集光し、レーザー集光領域内の二光子励起蛍光強度の自己相関関数を測定した (Fig. 1)。レーザー集光領域内を通過するナノ粒子の平均滞在時間は、ナノ粒子の拡散係数から導出した理論値と良い一致を示した。次に、光ピンセット用 NIR レーザーに加えて波長 488 nm の DPSS レーザーを同時に照射した結果、共鳴用レーザー光強度に依存して集光領域内を通過する QD の平均滞在時間が増加する傾向がみられ (Fig. 2)、共鳴光の同時照射に伴い集光位置での粒子運動が束縛されたと考えられる。さらに、細胞表面分子操作への応用として、QD を標識した細胞表面分子に対する共鳴レーザー照射効果について検討した。神経細胞表面に局在する AMPA 型グルタミン酸受容体分子に QD を標識し、NIR レーザーと共鳴レーザーの同時照射を行った結果、レーザー集光領域内の QD-AMPA の平均滞在時間の増加がみられたことから、共鳴レーザー照射効果による光捕捉力の増大の可能性が示された。講演では、共鳴用レーザー波長やナノ粒子の吸収波長を変化させ、共鳴レーザー照射に伴う溶液中ナノ粒子の光捕捉過程について考察する。

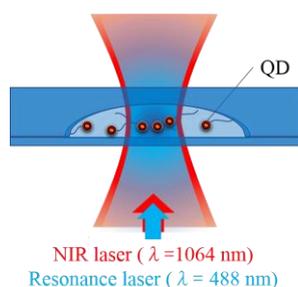


Fig. 1 Schematic image of optical trapping of nanoparticles by simultaneous irradiation with NIR laser (λ : 1064-nm) and resonance laser (λ : 488-nm).

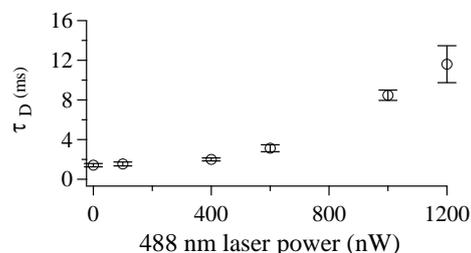


Fig. 2 Average transit time τ_D of QD with resonance laser irradiation. The NIR laser power and resonance laser power was 300 mW and 0—1200 nW.

[1] 松林他：第 79 回応用物理学会秋季学術会, 18a-231C-4 (2018).