共鳴光の波長に依存したナノ粒子の光捕捉過程

Optical trapping dynamics of nanoparticles depending on the wavelength of resonance laser

阪市大院理 [1], 関学大院理工 [2], ◦植野 昂 [1], 岸本 龍典 [1,2], 箕嶋 渉 [1], 細川 千絵 [1]
Osaka City Univ.[1], Kwansei Gakuin Univ. [2]
◦ Ko Ueno[1], Tatsunori Kishimoto[1,2], Wataru Minoshima[1], Chie Hosokawa[1]
E-mail: m21sb001@yj.osaka-cu.ac.jp

光ピンセットはレーザー光の集光位置で溶液中の微粒子を捕捉し、操作する手法である。ナノメートルサイズの粒子に働く光捕捉力は粒子体積に依存するため、単一粒子での安定した光捕捉は困難とされている。これに対して、近年表面プラズモン共鳴による電場増強や共鳴効果を利用したナノ粒子に働く光捕捉力の増大についての研究が盛んに進められている。本研究では、溶液中の単一ナノ粒子に働く光捕捉力の増大を目的として、光捕捉用近赤外 (NIR)レーザーに加えて捕捉対象である量子ドット (QD)が吸収する波長の共鳴用レーザーを同時照射することにより、共鳴効果による光捕捉力の増大手法について検討した。

粒径 15－20 nm の QD655 (発光ピーク波長 655 nm)、または QD705 (発光ピーク波長 705 nm)の二種類の QD ナノ粒子水分散液を作製し、試料とした。波長 1064 nm の $Nd:YVO_4$ レーザーを 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変化から自己相関関数を取得した。レーザー集光領域内を通過する QD ナノ粒子の平均滞在時間を導出したところ、集光領域内を自由拡散する理論値と良い一致を示した。次に、光捕捉用 NIR レーザーに加え、共鳴用レーザーとして波長 488 nm または波長 514.5 nm の波長可変 Ar^+レーザーを試料溶液中に同時照射した (Fig. 1)。共鳴用レーザー光強度の増大に伴って QD ナノ粒子の平均滞在時間が増加する傾向が見られた (Fig. 2)。波長 488 nm の共鳴用レーザーの同時照射における QD655 の平均滞在時間は波長 514.5 nm での結果と比較して増加したのに対して、QD705 の平均滞在時間は減少する傾向が見られた。これらの結果から、レーザー集光領域内を通過する QD ナノ粒子は共鳴用レーザー光強度と波長に依存して粒子運動が束縛されたと考えられる。

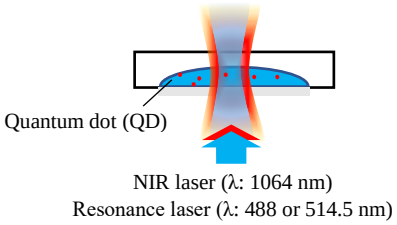

Fig. 1 Schematic image of optical trapping of QD nanoparticles by simultaneous irradiation with NIR laser and resonance laser.

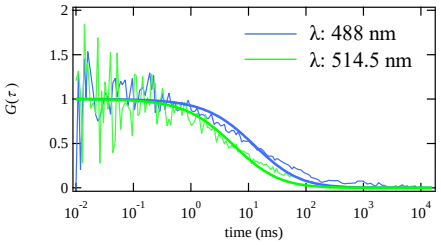

Fig. 2 Typical normalized auto-correlation function curves of two-photon excitation fluorescence intensity of QD655 by simultaneous irradiation with NIR laser and 488 nm (blue) or 514.5 nm (green) laser. The NIR laser and resonance laser powers were 300 mW and 1.1 μW, respectively.

© 2021年 応用物理学会