

Bull's eye 型プラズモニックチップを用いたナノ粒子の光捕捉過程

Optical trapping dynamics of nanoparticles with Bull's eye-type plasmonic chip

阪市大院理¹, 関学大院理工² ^{○(M1)}小泉 喬史¹, 永末 智也², 田和 圭子², 細川 千絵¹

Osaka City Univ.¹, Kwansei Gakuin Univ.² ^{○(M1)} Takashi Koizumi¹, Tomoya Nagasue², Keiko Tawa²,

Chie Hosokawa¹

E-mail: m20sb013@vx.osaka-cu.ac.jp

数 100 nm サイズの金属周期構造から成るプラズモニックチップは、金属表面の自由電子の振動と入射光が共鳴することによって基板表面の光電場が増強される。近年、プラズモニックチップによる電場増強を光マニピュレーションに応用する研究が行われており、溶液中において安定した捕捉が困難とされているナノ粒子や分子の光捕捉が注目を集めている。本研究では、Bull's eye 型プラズモニックチップを用いたナノ粒子の光捕捉過程を明らかにするため、チップ表面における量子ドット (QD) ナノ粒子水分散液の蛍光解析を行い、光捕捉力の増大について検証した。

Bull's eyeプラズモニックチップとして、カバーガラス上にピッチ400 nm、480 nm、600 nmの同心円状の周期構造を作製し、Au、SiO₂を成膜したものを用いた [1]。試料として、量子ドット (QD; CdSe/ZnSナノ粒子、発光ピーク波長: 655 nm、粒径: 15–20 nm) 水分散液をカバーガラス、またはプラズモニックチップに滴下し、カバーガラスを貼り合わせて封入した。波長 1064 nmのNd:YVO₄レーザーを倒立顕微鏡に導入し、100倍油浸対物レンズによりガラス基板表面に集光したところ、レーザー集光領域においてQDからの二光子励起蛍光が確認された。集光領域をQDが通過する平均滞在時間を蛍光相関分光測定により計測した結果、水中を拡散するQDナノ粒子の滞在時間の理論値と良い一致を示した。次に、プラズモニックチップの周期構造の中心部位にレーザーを集光したところ、QDの平均滞在時間がカバーガラス表面での結果と比較して増加する傾向がみられた (Fig. 1)。また、プラズモニックチップの周期構造のピッチが長くなるほど、QDの平均滞在時間の増加が顕著にみられた。これらの結果から、プラズモニックチップにおいて表面プラズモン共鳴効果により電場が増強され、光捕捉力が増大してQDナノ粒子の粒子運動がより強く束縛されたと考えられる。

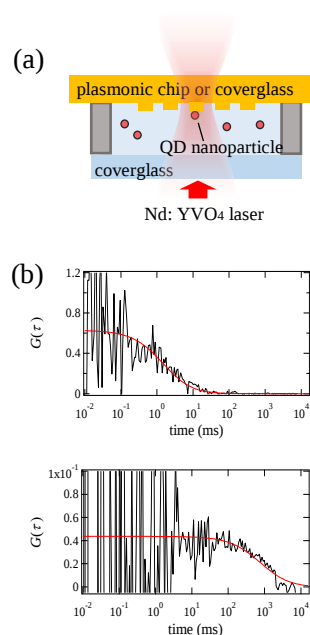


Fig. 1 (a) Schematic image of optical trapping of QD nanoparticles suspended in water. (b) Auto-correlation function curves of two-photon excitation fluorescence intensity of QD nanoparticles at laser focus on coverglass (upper) and plasmonic chip (lower). The laser power is 100 mW.

[1] K. Tawa et al, *Opt. Exp.*, **25**, 10622-10631 (2017).