

# Bull's eye 型プラズモニックチップによるナノ粒子の光捕捉メカニズム Optical trapping mechanism of single nanoparticles with Bull's eye-type plasmonic chip

阪市大院理<sup>1</sup>, 関学大院理工<sup>2</sup> ○(M1)小泉 喬史<sup>1</sup>, 永末 智也<sup>2</sup>, 田和 圭子<sup>2</sup>, 細川 千絵<sup>1</sup>

Osaka City Univ.<sup>1</sup>, Kwansai Gakuin Univ.<sup>2</sup> ○(M1) Takashi Koizumi<sup>1</sup>, Tomoya Nagasue<sup>2</sup>, Keiko Tawa<sup>2</sup>,  
Chie Hosokawa<sup>1</sup>

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

光の波長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、入射光と金属表面の自由電子の振動が共鳴して基板表面の光電場が増強される。我々は、溶液中のナノ粒子や分子の安定した光捕捉を目的として、プラズモニックチップによる電場増強を利用したナノ粒子の光捕捉に関する研究を進めている。これまでに、Bull's eye 型プラズモニックチップ表面における量子ドット (QD) の粒子運動がカバーガラス表面上と比較して遅くなることを示している [1]。今回、プラズモニックチップ表面でのナノ粒子の蛍光相関分光測定と共鳴角の数値解析により、プラズモニックチップによるナノ粒子の光捕捉メカニズムについて考察した。

Bull's eye 型プラズモニックチップとして、カバーガラス基板の上にピッチ 400 nm、480 nm、600 nm の同心円状の周期構造を作製し、Au、SiO<sub>2</sub> を成膜したものを用いた。試料として、粒径：15–20 nm の量子ドット (QD、CdSe/ZnS ナノ粒子) 水分散液をプラズモニックチップ内に封入したものを用いた。波長 1064 nm の Nd:YVO<sub>4</sub> レーザーを顕微鏡対物レンズによりチップ表面の周期構造中心部位に集光し、レーザー集光領域における QD ナノ粒子からの二光子励起蛍光の自己相関関数を計測した。蛍光相関分光測定により得られたレーザー集光領域を通過する平均時間  $\tau_D$  はチップの周期構造のピッチが長くなる程増加し、同じピッチにおいても周期構造中心部位以外と比較して増加する傾向がみられた (Fig. 1)。これらの結果は、厳密結合波解析により求められた各ピッチにおける共鳴角の数値解析結果と定性的に一致し、周期構造の中心部位において入射光の全方位角にわたる格子ベクトル成分が表面プラズモン共鳴効果により増強されて QD ナノ粒子に働く光捕捉が増大した結果、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。

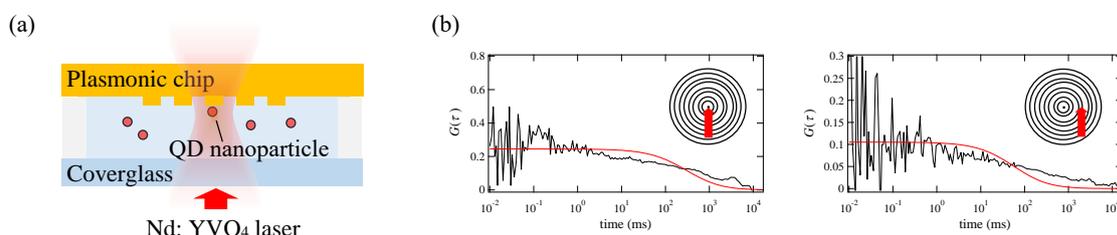


Fig. 1 (a) Schematic image of optical trapping of QD nanoparticles suspended in water. (b) Auto-correlation function curves of two-photon excitation fluorescence intensity of QD nanoparticles at laser focus on plasmonic chip with 400-nm-pitch at the center (left) and off-center (right) positions. The laser power is 100 mW.

[1] 小泉喬史他, 第 81 回応用物理学会秋季学術講演会, 9p-Z17-18 (2020).