

Bull's eye 型プラズモニックチップ上の細胞表面受容体分子の光捕捉 Optical trapping of cell surface molecules of neurons on a Bull's eye-type plasmonic chip

阪市大院理¹, 関学大院理工² ○(M2)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, ○Takashi Koizumi¹, Tomoya Nagasue², Keiko Tawa²,

Chie Hosokawa¹

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

神経回路網では個々の神経細胞がシナプスを介して細胞間の情報伝達を行う。我々は、神経伝達過程を分子レベルで解明するため、シナプス表面に局在する神経伝達物質受容体の分子動態を集光レーザービームの光圧により操作する手法の開発を進めている。表面プラズモン共鳴 (SPR) による電場増強を利用することにより、安定した捕捉が困難とされるナノ粒子や分子の光捕捉が近年注目を集めている。Bull's eye 型プラズモニックチップ上に光捕捉用レーザーを集光すると、SPR に起因して光捕捉力が増大し、水中に分散した量子ドット (QD)ナノ粒子の粒子運動がより強く束縛されることが示されている [1]。本研究では、興奮性神経伝達において主要な神経伝達物質受容体である AMPA 型グルタミン酸受容体 (AMPA) 分子の安定的な光操作を目的として、Bull's eye 型プラズモニックチップを用いた神経細胞表面 AMPAR の光捕捉について検証した。プラズモニックチップ上で培養した神経細胞表面に局在する AMPAR の光捕捉過程の蛍光解析を行い、受容体分子に働く光捕捉力の増大について検討した。

プラズモニックチップとしてガラス基板上にピッチ 480 nm の同心円状の周期構造を 5 μm の間隔で作製し、Au、SiO₂を成膜したものをを用いた。プラズモニックチップまたはカバーガラス上でラット脳海馬由来の神経細胞を培養し、細胞表面の AMPAR を QD により蛍光標識した。プラズモニックチップ上で培養した神経細胞表面の QD-AMPA に波長 1064 nm の cw-Nd:YVO₄ レーザーを集光したところ、レーザー集光領域において QD-AMPA からの二光子励起蛍光が観測された。蛍光相関分光測定により QD-AMPA が集光領域内を通過する平均滞在時間 τ_D を計測した結果、QD-AMPA の τ_D はカバーガラス表面での結果と比較して約 3 倍増加する傾向がみられた (Fig. 1)。これらの結果は、SPR による電場増強により細胞表面の QD-AMPA に働く光捕捉力が増大し、分子運動がより強く束縛されたと考えられる。

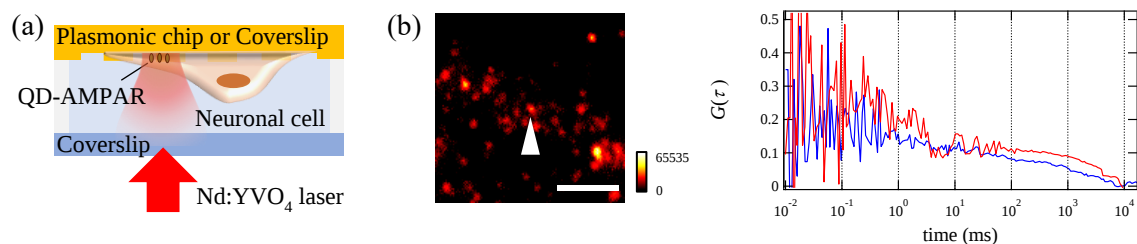


Fig. 1 (a) Schematic image of optical trapping of QD-AMPA on neurons cultured in a bull's eye-type plasmonic chip. (b) Fluorescence image (left) and the auto-correlation function curves of two-photon excitation fluorescence intensity (right) of QD-AMPA on neurons (21DIV) cultured in the coverslip (blue) or the plasmonic chip (red). The white arrow indicates the laser focal spot. Scale bar is 5 μm . The laser power is 100 mW.

[1] 小泉喬史他, 第 68 回応用物理学会春季学術講演会, 17a-P01-4 (2021).