

光ピンセットを用いた神経細胞に局在する受容体タンパク質の捕捉・集合

Trapping and Assembling of Neurotransmitter Receptor Proteins in Neurons

with Optical Tweezers

○前澤 安代¹、工藤 卓²、田口 隆久³、細川 千絵¹

(1.産総研 健康工学、2.関西学院大 理工、3.情報機構 脳情報)

○Yasuyo Maezawa¹, Suguru N. Kudoh², Takahisa Taguchi³, Chie Hosokawa¹

(1.AIST, 2.Kwansei Gakuin Univ., 3.NICT)

E-mail: yasuyo-maezawa@aist.go.jp

脳を構成する神経回路網では、個々の神経細胞の膜電位変化に伴い、シナプス領域において神経伝達物質を受容することにより情報伝達を行う。神経シナプス領域に局在する神経伝達物質受容体タンパク質の分子動態や分子数が細胞の伝達強度を変化させ、その結果として記憶や学習に関与することが知られている。我々は、この過程を非接触かつ能動的に操作する手法として、光ピンセットによる神経細胞内分子の集合操作に取り組んでいる。これまでにシナプス小胞群や神経細胞接着分子が光捕捉され、集合することを示しており [1, 2]、神経細胞の能動操作を実現しつつある。今回、興奮性神経伝達において主要な受容体タンパク質である AMPA 型グルタミン酸受容体 (AMPA 受容体) を量子ドット (Q-dot) により標識し、光ピンセットを用いた受容体分子の捕捉、集合に成功したので報告する。

ラット胎児から取り出した海馬神経細胞を培養した。免疫蛍光染色により AMPA 受容体を認識するマウス抗体、および二次抗体である Q-dot 655 ヤギ抗マウス抗体により標識した神経細胞の蛍光像の経時変化を図 1 に示す。神経細胞表面において、Q-dot で標識した AMPA 受容体分子の側方拡散運動が確認された。波長 1064 nm の YVO₄ レーザーを細胞表面に集光すると、集光領域において Q-dot からの二光子励起蛍光が観察された。続いて集光領域近傍の Q-dot 標識 AMPA 受容体分子が集光位置に移動し、集光領域における蛍光強度が時間と共に増加する傾向がみられたことから、AMPA 受容体が光捕捉され、集合したと考えられる。講演では、レーザー集光領域における AMPA 受容体分子運動の蛍光相関分光測定結果もふまえ、神経細胞表面の AMPA 受容体分子の光捕捉、集合過程について考察する。

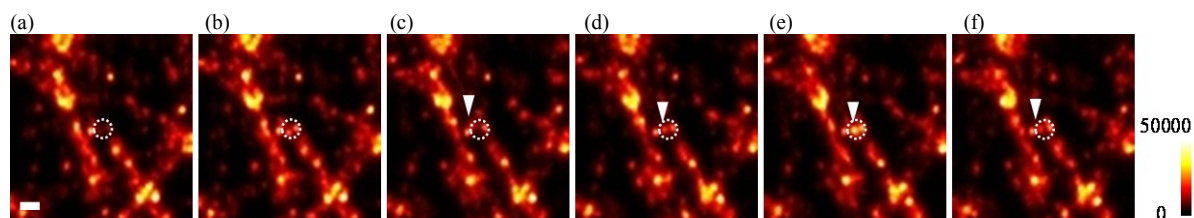


Fig.1 (a-f) Fluorescence images of AMPA-type glutamate receptor proteins labeled with Q-dots in a living neuron (17days in vitro) before (a) and immediately after (b) and 14.4 (c), 14.5(d), 15.1(e), 15.5(f) seconds after the laser irradiation. The scale bar is 1 μ m. The white circles and arrows show the laser focal spot and the position of Q-dot attached to AMPA receptor, respectively.

[1] C. Hosokawa et al.: Optical trapping of synaptic vesicles in neurons, Appl. Phys. Lett., 98, 163705 (2011).

[2] 武田他：共鳴光ピンセットによる神経細胞接着分子の捕捉, 電気学会論文誌C, 134, 1071 (2014).