

2024 年度  
創発的研究支援事業 年次報告書【公開版】

研究担当者	細川 千絵
研究機関名	大阪公立大学
所属部署名	大学院理学研究科化学専攻
役職名	教授
研究課題名	レーザー摂動を用いた細胞内分子操作による神経情報処理機構の解明
研究実施期間	2024 年 4 月 1 日～2025 年 3 月 31 日

### 研究成果の概要

本研究課題では、レーザー摂動による神経回路の細胞機能操作を実現するため、神経細胞のシナプス領域に集光レーザービームの力学摂動を誘起することにより細胞内分子秩序化から神経細胞ネットワークの活動変化に至る時空間ダイナミクスを明らかにする。

今年度は、レーザー摂動による細胞内分子秩序化の誘発に伴い変化する神経回路網における細胞機能、すなわち電気的活動変化について検証した。構築したレーザー摂動・顕微蛍光解析システムを用いて、ラット胎児脳の海馬領域から取り出した神経細胞の初代培養を対象とし、神経細胞内に局在する AMPA 型グルタミン酸受容体 (AMPA) 分子に量子ドット (QD) を標識した QD-AMPA の分子動態の蛍光解析を行った。培養神経細胞表面の QD-AMPA に波長 1064 nm の光ピンセット用レーザーを集光し、QD-AMPA の光捕捉過程における細胞膜電流変化のパッチクランプ計測を行った。神経細胞表面の QD-AMPA にレーザーを集光すると、QD-AMPA が集光領域に光捕捉される様子が確認されるとともに、単一神経細胞の細胞膜電流の振幅値が上昇する傾向がみられた。これらの結果は、神経細胞表面の QD-AMPA の分子動態のレーザー摂動による操作がシナプス伝達効率の可逆的制御に有効である可能性を示唆している。さらに、新奇レーザー摂動手法として、集光フェムト秒レーザーによる単一神経細胞の刺激について検証した。フェムト秒レーザーを照射した単一神経細胞において照射直後より高頻度の神経活動が観測され、神経活動頻度が照射前と比較して増加することを見出した。細胞膜電流計測によりフェムト秒レーザー照射直後において神経細胞に細胞外イオンが流入したことを確認した。集光フェムト秒レーザー照射に伴い細胞膜に生成した一過性の微小穿孔を介して細胞外のイオンが流入し、単一神経細胞において高頻度の神経活動が誘発されることを明らかにした。