

2022 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

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	2022 年 4 月 1 日～2023 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、昨年度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行い、レーザー摂動に伴う神経細胞内分子動態の蛍光解析を試みた。神経細胞表面の AMPA 型グルタミン酸受容体に量子ドットを標識し、光捕捉用近赤外レーザー照射直後からの集光領域内で起こる分子ダイナミクスの蛍光解析を行った。蛍光像の一粒子追跡により、レーザー集光領域での受容体の分子運動の低下を見出し、光圧により受容体分子の捕捉が可能であることを示した。さらに、神経細胞内シナプス小胞群の光捕捉過程における神経回路網の神経電気活動変化について検証した。高レーザー光強度条件においてレーザー照射中に神経スパイク数が増加し、レーザーオフ後に神経活動の同期性が向上することを明らかにした。神経細胞内分子に働く光捕捉力の増大を目的として共鳴光ピンセット手法について検討した。光捕捉用近赤外レーザーに加え捕捉対象が吸収する共鳴用レーザーを同時に照射することにより、捕捉対象である単一ナノ粒子に働く捕捉力が増大することを明らかにした。

単一神経細胞へのレーザー摂動手法として、集光フェムト秒レーザーを単一細胞にミリ秒程度の短時間照射する手法を提案し、従来法である電気刺激手法と比較することにより神経回路網における細胞光刺激のメカニズムについて検証した。細胞外多点電位計測により、フェムト秒レーザー照射に伴う神経活動の誘発応答が電気刺激と比べて長時間持続することを見出し、電気刺激法とは異なるメカニズムに基づいて神経活動が誘発されることを明らかにした。