

2023 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	2023 年 4 月 1 日～2024 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、ラット海馬神経細胞の初代培養分散系を対象とし、レーザー摂動に伴う神経細胞内分子動態について検証した。レーザー摂動による神経細胞内分子集合過程の顕微ラマン散乱分光測定のためのシステムを構築し、集光領域における分子動態変化を無染色で計測することに成功した。培養神経細胞に波長 1064 nm の光ピンセット用レーザーに加え、波長 532 nm のラマン励起用レーザーを集光してラマンスペクトルを取得した。光ピンセット用レーザー照射前、照射中、オフ後のラマンスペクトル計測を行い、細胞内分子由来のピーク強度を比較した結果、レーザー照射時に脂質分子およびタンパク質の振動モード由来のラマンピークを含む生体分子由来のカウント値が増加し、レーザーオフ後に減少することを明らかにした。レーザー摂動により神経細胞内分子が集光位置に捕捉され、集合することが示された。神経回路の細胞機能を評価するため、レーザー摂動に伴う神経細胞内分子動態の蛍光解析に加えて細胞外電位多点計測を同時に行うシステムを構築した。多電極アレイ上で神経細胞を培養し、神経細胞内シナプス小胞を FM1-43 で蛍光染色した。光ピンセット用レーザーを顕微鏡下で神経シナプス部位に集光したところ、集光位置における FM1-43 からの二光子励起蛍光強度が時間とともに増加し、細胞内シナプス小胞群が光捕捉され、集合することを確認した。同時に得られた細胞外電位データから神経活動スパイクを検出した。低レーザー光強度条件ではレーザー照射前後および照射中において神経スパイク数は同程度であったのに対して、高レーザー光強度条件ではレーザー照射中およびオフ後にスパイク数が有意に増加した。レーザー摂動による神経細胞内シナプス小胞群の光捕捉に伴い、神経活動パターンが変調する可能性が示唆された。