

2022 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	渋川 敦史
研究機関名	北海道大学
所属部署名	電子科学研究所
役職名	准教授
研究課題名	世界最速光波面シェイピングによる光散乱との共生
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

本研究では、光波面整形技術を駆使することで、生体組織に生成できる光スポットの深さ方向と横方向の視野限界を大幅に高めることを目指している。具体的には、①高速な波面整形システムを開発することで、生きたマウス脳において生成可能な光スポットの深さを、従来の 1mm から 2mm まで拡大することを目指している。②さらに、光波面整形技術を駆使した従来とは異なる革新的アプローチを提案することで、空間分解能 0.5 μ m と横方向視野 10mm を兼ね備えた超広視野対物レンズの開発を目指している。以下、2022 年度の研究成果を具体的に示す。

①世界最速一次元空間変調手法を基盤とするサブミリ秒波面整形システムの開発

昨年度に開発した平均 10MHz の変調速度を持つ一次元空間変調手法を基盤デバイスとして、1 ミリ秒応答の高速閉ループ波面整形システムを開発している。波面整形システムの閉ループには、「①波面解を求めるための生体組織の入出力応答特性の計測」、「②PC 上での波面解の計算」、「③波面解の DMD 上への表示」の三つのプロセスが必要である。このような閉ループの高速化に向けて、まずはプロセス①における計測データを遅延なく PC へストリーミングするために、Alazartech 社製のデジタイザーをシステムに採用した。さらに、プロセス③における波面解データの高速転送を実現するため、Vialux 社製の DMD を採用した。現時点で、10 ミリ秒のシステム応答速度を達成している。現在は、これら三つのプロセスを並列処理するためのマルチスレッド化に取り組んでおり、最終目標である <1 ミリ秒の応答速度の実現を目指す。

②マウス脳皮質全体をカバーする超広視野レンズの開発

現状、提案アプローチによって、空間分解能 1 μ m と横方向視野 7mm を実験的に実証することができた。今後は、レンズ設計ソフト Zemax を駆使することで、さらなるレンズの広視野化(>10mm)と高空間分解能化(>0.5 μ m)を目指す。試料として蛍光ビーズを用いて原理実証を行い、開発レンズの性能評価を行う。最終的には、開発レンズを用いて、生きたマウス脳皮質全体の in vivo イメージングを行う。この最終目標に向けて、現在はマウスの飼育や脳手術を行うための環境を整えている。