

リアル空間を強靱にするハードウェアの未来
2021 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

下条 裕

大阪大学 大学院工学研究科
大学院生

非接触・非侵襲なロボット支援下レーザー手術機の開発

研究成果の概要

本年度は、非接触・非侵襲なロボット支援下レーザー手術機の開発に向け、①レーザー治療作用を病変に制御するための光スポットの形成、②ファイバーバンドルを用いたロボットアームから生体組織への導光、③レーザー照射条件の最適化、の3項目を実施した。空間光変調器を組み込んだレーザー照射系と最適化アルゴリズムに基づくフィードバック系にて光変調条件を設計し、散乱体を介して約 50 μm の光スポットを形成することに成功した。この際、病変組織と正常組織のフルエンス・コントラストは光変調条件の設計前と比較して、約 5 倍向上した。また、レーザー照射系をロボットアームへ搭載するために、シングルモードファイバーを束ねたファイバーバンドルを用いた導光の実現可能性を検討した。1本のファイバーバンドルを用いてレーザー光を約 2 mm \times 2 mm の領域を正確度 28 μm 以内、精度 6 μm 以内で走査できるとともに、イメージングとレーザー焼灼が同時にできることを世界で初めて実証した。これにより、レーザーによる凝固や蒸散などの熱作用を対象病変に対して空間的に制御することが可能となった。さらに、病変へ効率よくレーザー照射するために、短パルス光の高パワー密度に着目したメラニンの非線形光吸収モデルを構築し、その妥当性を実験で検証した。サブナノ秒パルス光は、ナノ秒パルス光より約 3 倍効率よくメラニン病変に光吸収させることを明らかにした。これにより、サブナノ秒パルス幅がメラニン病変の焼灼に最適であることを確認した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) "Nonlinear absorption-based analysis of energy deposition in melanosomes for 532-nm short-pulsed laser skin treatment," *Lasers in Surgery and Medicine* 55(3):305-315 (2023).
- 2) "Endoscopic image-guided laser treatment system based on fiber bundle laser steering," *Scientific Reports* 13(1):2921 (2023).