

プログラム名：イノベーティブな可視化技術による新成長産業
の創出 PM名：八木隆行
プロジェクト名：超広帯域波長可変レーザの開発

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成29年度

研究開発課題名：

超広帯域電子制御波長可変レーザの開発および特定波長選択による
レーザ小型化技術の開発およびレーザ実用化技術の開発

研究開発機関名：

国立研究開発法人理化学研究所

研究開発責任者

和田智之

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

本課題では、A) 選択波長可変レーザーの実用化開発、B) 半導体レーザー (LD) 励起固体レーザーの実用化開発、C) フラッシュランプ励起固体レーザーの実用化開発の支援に分けて展開する。

A) ではマイクロ可視化システム用に前年度までに開発を進めてきた電子波長可変レーザー技術を発展させ、小型・高繰り返し選択波長可変レーザーを開発する。詳細仕様はシステム開発機関と協議し、マイクロ可視化システムに搭載可能な小型・高繰り返し選択波長可変レーザー試作機の仕様を決定する。試作機は短期間での技術移管が可能となるように、実用化機関と親和性の高い技術を優先的に採用した固体レーザーを設計・作製し、試作を完了する。ヘモグロビンを検出する波長(400-580nm)の光パルスと、メラニンを検出する波長(500-700nm)の光パルスを交互出射する選択波長可変レーザーを構築する。繰り返し周波数 2kHz、出力 > 50 μ J の電子波長可変レーザーの発振を目標とする。

B) では、ワイドフィールド可視化システムに用いる選択波長可変レーザー (20Hz、70mJ/pulse) の高繰り返しを実現する励起光源として、LD 励起固体レーザーの開発を進めてきた。平成 28 年度までに LD 励起固体レーザーの共振器、増幅器、電源等の技術を完成させたが、目標とする光エネルギー 400mJ@532nm に至らなかった。平成 29 年度は、増幅器の多段化と共振器との光学系の最適化を行い、設計図、レーザー評価結果などを技術解説書にまとめ、株式会社メガオプトに技術移管を完了する。LD 励起固体レーザーの 50Hz、400mJ@532nm を達成する。

C) では、株式会社メガオプトで開発されているワイドフィールド可視化システムに試用できる小型・低価格狭帯域レーザー光源の開発を加速すべく、実用化開発を支援する。具体的には、昨年度に開発した LD 励起固体レーザーのシステム技術を、同小型・低価格狭帯域レーザー光源のシステムに提供する。

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

A) 選択波長可変レーザーの実用化開発

マイクロ可視化システムに搭載可能な小型・高繰り返し選択波長可変レーザー試作機の仕様に関して、システム開発機関である株式会社アドバンテストと株式会社メガオプトと協議の上、決定した。失敗リスク回避を目的として、方式が全く異なる複数構成(ラマン発生・直接発振・非線形波長変換)における概念実証実験を行った。試作機には短期間での技術移管が可能となるように、実用化機関であるメガオプトと親和性が高い非線形波長変換技術を採用した。

B) LD 励起固体レーザーの実用化開発

平成 29 年度から新たに開発を開始した改良型の LD 励起固体レーザーの共振器・増幅器に関しては、個別のモジュールを完成させることができたが、電源調達を間に合わせることができなかったために、技術移管までには至らなかった。

C) フラッシュランプ励起固体レーザーの実用化開発の支援

理化学研究所は、平成 28 年度までに技術開発を完了した LD 励起固体レーザーのレーザー光学部および電源部を技術情報としてまとめ、株式会社メガオプトへの技術移管を完了した。同技術

情報は、平成 29 年度にメガオプトが開発するフラッシュランプ励起固体レーザーのレーザー電源部および光学部の一部として使用される。

2-2 成果

A) 選択波長可変レーザーの実用化開発

システム開発機関と協議の上、以下の通り、小型・高繰り返し選択波長可変レーザー試作機の開発仕様を定めた。波長に関しては、酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの吸収係数が同程度である波長と差がある波長の二波長として、入手性が高く技術的に確立している 532nm と、532nm 近傍である 500-600nm のうち、酸化ヘモグロビンと還元ヘモグロビンの吸収係数に差がある波長(560nm 近傍もしくは 580nm 近傍)とした。パルス幅は十分な深さ分解能が得られる<10ns と決定し、各波長 1kHz で波長交互出射可能な構成とした。

概念実証実験においては、短期間での技術移管・実用化を可能とするために、既に製品として高い出荷実績があるメガオプト製 532nm レーザをベースとし、560nm 近傍もしくは 580nm 近傍を発生させることができるラマン発生・2 波長発振・非線形波長変換を試みた。その結果、メガオプトにおいて実績がある擬似位相整合非線形波長変換方式において、仕様を満たし、高い安定性が得られることが確認された。

B) LD 励起固体レーザーの実用化開発

平成 28 年度までに開発が進められてきた光導波路励起方式の LD 励起固体レーザーに関して、光学部・電源部共に技術移管が完了した。

平成 29 年度から新たに開発を開始した改良型の LD 励起固体レーザーに関して、構造の簡素化及び、発振器と前段増幅器の設計共通化を実施した。また、後段増幅器は増設が可能な設計としているため、出力における拡張性を確保している。

C) フラッシュランプ励起固体レーザーの実用化開発の支援

光学部・電源部共に LD 励起固体レーザーのシステム技術が、小型・低価格狭帯域レーザー光源のシステムに提供された。

2-3 新たな課題など

A) 選択波長可変レーザーの実用化開発において、さらなる小型化・低価格化が期待できるイントラキャビティ構成に関して、原理確認実験は終わったが、まだ十分な出力が得られていないため、さらなる光学系最適化が必要である。

3. アウトリーチ活動報告

2017 年 4 月 22 日、理化学研究所和光本所で開催された一般公開において、ImPACT プログラムの紹介を行なった。