

公益財団法人 立松財団 御中  
様式 2021A1,A2,B

2025  
2026年 7月 1日

所属: 芝浦工業大学工学部

氏名: 桑原 彬



## 2023 年度 助成

### 研究経過・終了 報告書

※ゴシック文字で記入下さい。

研究テーマ	フェムト秒レーザーを用いたレーザー駆動化学プロセスのスケールアップ技術の開発
研究の結果	<p>本研究では、最終目標であるフェムト秒レーザーを用いたプロセスのスケールアップ技術の開発に向けて、以下 2 つのレーザーフィラメント生成と水素定量に関する基礎研究を実施し、スケールアップに関する戦略的な知見を得た。</p> <p>1) 1 mJ 級フェムト秒レーザーによる水素製造の基礎実験 繰り返し周波数 1 kHz の 1 mJ 級フェムト秒レーザーを用いて、レーザーフィラメント生成と水素定量を実施した。パルス光の集光レンズの F 値を変更することで、レーザーフィラメント長が変化すること、レーザーフィラメントが水素製造量を増加させることを明らかにした。 さらには、繰り返し周波数がレーザーフィラメント生成に関係しており、500 Hz 未満の低繰り返し周波数においては、同数のパルス光を照射した場合に水素製造量が大幅に減少することが確認された。この現象は、累積効果として知られている現象であり、前段パルスによるプラズマ消失後の温度・密度勾配が後段パルスに影響を与えているものである。特に、繰り返し周波数が 1 kHz の場合、レーザーフィラメント生成には 200 パルス程度を要することも確認された。</p> <p>2) 20 mJ 級フェムト秒レーザーによる水素製造のスケールアップ実験 繰り返し周波数 10 Hz の 20 mJ 級フェムト秒レーザーを構築し、スケールアップ戦略提案に向けた基礎実験を実施した。パルス光の集光レンズの F 値を変更した実験では、1) のレーザーに対し、最大で 13 倍の水素製造量向上が確認された。また、1) で得られた繰り返し周波数による低減の影響を考慮し、フェムト秒レーザーのダブルパルス実験(光学的遅延ラインによる)も実施した。しかし、当該実験では、実験室レベルで実施可能な遅延時間は 10 ナノ秒であったこともあり、発生プラズマによるシールドの影響で、明確な水素製造量の向上はされなかった。</p> <p>以上より、水素製造量の向上に寄与するレーザーフィラメント生成の光学的条件が見出され、スケールアップ戦略を立案することができた。なお、本成果は Q1 ジャーナルに投稿中である。</p>
研究発表 (実績)	<ol style="list-style-type: none"><li>1 伊藤央樹、米倉健志、桑原彬、水嶋祐基、松井 信、フェムト秒レーザーを用いた水中でのレーザーフィラメントのプロファイルの調査、レーザー学会学術講演会第 44 回年次大会、2024 年 1 月、東京</li><li>2 Oki Ito, Kenji Yonekura, Akira Kuwahara, Yuki Mizushima, Hiroyuki Kamata, and Makoto Matsui, Characteristics of laser filaments by femtosecond laser direct writing of hydrogel, ISFAR-SU 2024, March 6th, 2024, Shizuoka.</li></ol>

提出期限: 研究期間終了後、すみやかに助成金の「必要経費使途明細書」「領収書」と合わせて提出下さい。  
年度をまたぐ場合は毎年3月末日までに、途中経過をご記入の上、報告願います。