

補助事業番号 2024M-432

補助事業名 2024年度 金属におけるフェムト秒レーザーアブレーションダイナミクスの観測
に関する 補助事業

補助事業者名 徳島大学 富田卓朗

1 研究の概要

近年、10兆分の1秒という瞬間に強力な光を発するフェムト秒レーザーを用いた加工が注目を集めている。短時間に強力な光パルスを金属に照射することによって加工部周辺への熱影響の少ない加工が可能になる。しかし、このような加工の物理プロセスは明らかになっておらず、その解明によってフェムト秒レーザー加工のより一層の応用展開が期待できる。そこで、本研究ではフェムト秒レーザー照射によって生じる加工過程を時間遅延をつけたプローブ光で観測することによって加工のダイナミクスを明らかにする。

2 研究の目的と背景

レーザー加工は、第5期科学技術基本計画において内閣府が提唱したSociety5.0の中で主要技術に位置づけされており、戦略サイバー(シミュレータ)とフィジカル(レーザー加工)の高度な融合によるスマート製造の実現を目標として研究が進められている。そこで、レーザーの加工パラメータ変化させたデータを機械的に取得し、深層学習により金属等におけるレーザー加工の学理を解明する試みが急速に行われている。しかし、この手法では真の意味での加工プロセスの理解に繋がらないという問題もある。そこで、本研究ではフェムト秒レーザーアブレーションダイナミクスを観測することのできる装置を開発し、その学理を明らかにする。

3 研究内容

(1) 時間分解Linnik干渉計の開発

(https://wvp.ait.tokushima-u.ac.jp/tomita-lab/?page_id=43)

(2) フェムト秒レーザーアブレーションダイナミクスの調査

① リニク干渉計の構築と解析手法の確立

(https://wvp.ait.tokushima-u.ac.jp/tomita-lab/?page_id=43)

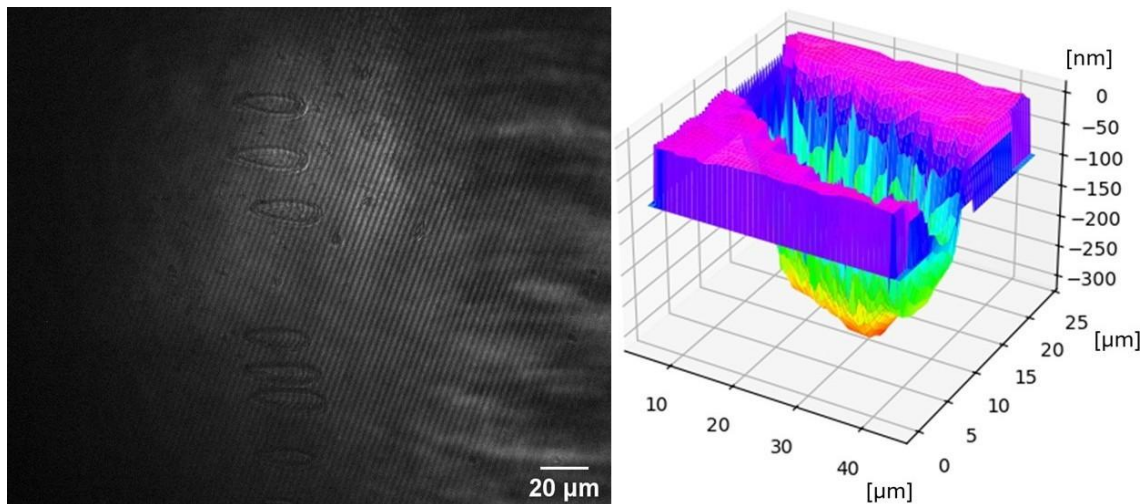
② 金属におけるフェムト秒レーザーアブレーションダイナミクスの研究

(https://wvp.ait.tokushima-u.ac.jp/tomita-lab/?page_id=43)

フェムト秒レーザーは極めて短い時間スケールで高強度な光を照射でき、熱影響を最小限に抑えた微細加工が可能のため、次世代の精密加工技術として注目されています。しかし、その照射に伴う材料表面での物理・化学的変化の詳細は未解明な点が多く、加工プロセスの高度な制御にはさらなる理解が求められています。富田研究室では、Linnik干渉計と高調波プローブ光を用

いた時間分解干渉観測によって、加工直後の表面形状の変化をナノメートルスケールで可視化し、得られた干渉縞画像を画像解析ソフトとPythonを用いて解析することで表面の凹凸情報から三次元的な形状を再構築する手法を開発・検証しています。この技術により、アブレーション過程における表面構造のダイナミクスを高精度に捉えることが可能となり、フェムト秒レーザー加工技術の基盤理解と応用展開に貢献します。

作製した光学系を用いて取得したアブレーションの干渉像



4 本研究が実社会にどう活かされるか—展望

フェムト秒レーザー加工過程の解明を通じ、フェムト秒レーザーによる、より高効率で加工周辺部へのダメージが少ない加工を実現し、フェムト秒レーザー照射による金属加工の産業応用を展開する。

フェムト秒レーザー加工においてパルス時間幅の制御やダブルパルス照射の効果を明らかにすることによって新しい加工パラメータを導入する。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

これまで、フェムト秒レーザーを用いた加工、特に半導体の性質を変化させる改質技術について研究を進めて来たが、本補助事業により、フェムト秒レーザー加工過程の観察、特に金属のアブレーションダイナミクスを観察することのできる装置を構築することが出来た。これにより、金属のフェムト秒レーザーアブレーションに関する基礎研究を進めることができるようになる。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

なし。今後、発表予定

7 補助事業に係る成果物

(1)補助事業により作成したもの

アブレーションダイナミクス観察装置

(https://www.ait.tokushima-u.ac.jp/tomita-lab/?page_id=43)

(2)(1)以外で当事業において作成したもの

顕微表面構造観察装置

(https://www.ait.tokushima-u.ac.jp/tomita-lab/?page_id=43)

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 徳島大学大学院社会産業理工学研究部

(トクシマダイガクダイガクインシャカイサンギョウリコウガクケンキュウブ)

住 所: 〒770-8506(半角)

徳島県徳島市南常三島町2-1

担 当 者: 准教授 富田卓朗(トミタタクロウ)

担 当 部 署: 理工学域電気電子系(リコウガクイキデンキデンシケイ)

E - m a i l: tomita@tokushima-u.ac.jp

U R L <https://www.ait.tokushima-u.ac.jp/tomita-lab/>