

物質探索空間の拡大による未来材料の創製
2022 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

伊藤 佑介

東京大学 大学院工学系研究科
講師

圧力・温度場の時空間的局在化によるメカノケミストリーの開拓

研究成果の概要

高圧印加とそれに伴う昇温による構造相転移の誘起が注目されているが、付与できる圧力と冷却速度のトレードオフのため、高圧物質の創製に限界がある。本研究では、光照射時の電子とフォノンを高速に制御することで、超高圧と超高速冷却を両立した反応場を創出し、新材料創製を目指している。

本年度は、1. 電子密度計測法の開発、2. 電子密度の制御法の開発、3. 圧力分布計測法の構築、4. 圧力分布制御法の検討、の4項目について取り組んだ。

1. 電子密度計測法の開発

電子密度を制御する準備段階として、高速で変化する電子密度を計測する必要がある。そこで、時間分解計測とマッハ・ツェンダー干渉計を組み合わせた計測法を構築し、材料内部の屈折率変化に由来する干渉縞の歪みをサブピコ秒の時間スケールで撮影した。干渉縞の歪みから屈折率変化を抽出し、さらに、ドゥルーデ・ローレンツ複合モデルを用いることにより、電子密度の超高速時間変化の計測を実現した。

2. 電子密度の制御法の開発

フェムト秒レーザーの照射によって励起した電子に長パルスレーザーを吸収させ、電子にエネルギーを与えることで、カスケード的な電子の励起領域の拡大を実現した。また、その際の屈折率変化の抽出を実現した。今後、正確な計測・制御のためには熱の屈折率変化への影響を分離する必要がある。

3. 圧力分布計測法の構築

フェムト秒レーザーの照射によって衝撃波を生成した。その衝撃波伝搬時の圧力分布を高速に計測するために、衝撃波生成用のレーザー光軸に対し、垂直方向および同軸方向の2方向から観察・計測可能なマッハ・ツェンダー干渉計を構築した。圧力と密度、密度と屈折率の関係をj用いることにより、高速で変化する圧力分布の計測の準備が整った。

4. 圧力分布制御法の検討

高圧を生成するために、光パルスの時間波形、空間波形の制御手法を検討し、系構築に着手した。

【代表的な原著論文情報】

- 1) “Multi-timescale observation of ultrashort pulse laser ablation of copper”, *Optics Communications*, vol. 537, No. 129462, pp.1-11, 2023.