

2022 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	溝尻 瑞枝
研究機関名	長岡技術科学大学
所属部署名	大学院工学研究科
役職名	准教授
研究課題名	超回折限界精度での光熱還元析出制御と 3D 造形応用
研究実施期間	2022 年 4 月 1 日～2023 年 3 月 31 日

研究成果の概要

本研究の目的は、多光子吸収誘起光熱還元過渡現象を解明し、回折限界以下の微小領域への各種金属析出を時間的・空間的に制御することにある。今年度は、前年度構築した原料インクからの金属析出過渡現象観測システムを用い、グリオキシル酸 Co 錯体原料からの Co の金属析出過渡現象を観測した。更に、グリオキシル酸 Cu 錯体及び Cu 酸化物ナノ粒子インクからの Cu パターニング現象において、熱拡散やナノ粒子分散を抑制し、スポット径と同等領域への Cu 析出に成功した。

(1) 各種レーザー照射パラメータにおける金属還元析出過渡現象の観測

グリオキシル酸 Co 錯体原料へのフェムト秒レーザーパルス照射において、グリーン (515 nm) 及び近赤外 (780nm) 波長のフェムト秒レーザーパルスを集光照射し、前年度構築したポンプ・プローブシステムを用いて、析出過渡現象を観測した。グリーン波長の方が高速描画で酸化しやすく、ポンプ・プローブ法による透過率観測結果と一致することを明らかにした (COLA2021/2022 にて発表, Student Paper Award (On-site Presentation) 受賞)。

また、Cu₂O 球状ナノ粒子インクを原料に用い、反射率の変化から還元・焼結・溶融のタイミングをポンプ・プローブ法により明らかにした。その結果、Cu₂O 球状ナノ粒子形状を保持したまま基板の Cu 薄膜へ接合される場合には、Cu₂O は還元焼結せず、溶融して Cu 還元されたことが明らかとなった。

(2) 金属析出空間制御のための各種錯体・金属酸化物ナノ粒子の熱物性と温度制御

グリオキシル酸 Cu 錯体へ界面活性剤添加、バーストパルス照射により、析出領域をスポット径と同等まで低下させることに成功した。更にフェムト秒レーザー描画中の温度観測システムを構築するため、酸化容易な SiC ナノ粒子に蛍光材料を分散し、加熱による蛍光失活から蛍光観測する光学系を構築した。2023 年度は、実際の温度計測に取り組む予定である。