

2023 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	2023 年 4 月 1 日～2024 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。フェーズ 1 最終年度の今年度は、界面活性剤を添加した各種金属錯体原料を用いることで析出金属の過剰な成長を抑制し、回折限界以下の空間への金属析出に成功した。更に、その析出過程でナノ粒子が生成され、析出ナノ粒子により後続パルスが影響を受けることが明らかとなった。更に、大きな表面積を利用した電極への応用を検討した。

(1) 各種錯体・金属酸化物ナノ粒子原料からの金属光熱還元析出過渡現象の解明と制御

グリオキシル酸 Cu 錯体、グリオキシル酸 Ni 錯体インクへ PVP (Polyvinylpyrrolidone) や NDSS (N-Decanoylsarcosine sodium salt) を添加することで、同じレーザー照射条件において、界面活性剤添加インクを用いた場合の方が Cu や Ni の金属析出領域を制限できた。更に、照射パルス数を増加に伴い、2 光子吸収、可飽和吸収、プラズモン吸収と、その吸収過程が変遷することを見出した。これは、金属描画途中に生成したナノ粒子による影響と考えられる。析出過渡現象の界面のため、金属パターン描画には不十分なパルス数を照射して析出物を観測したところ、50 nm 以下のナノ粒子が形成されたことが分かった。生成されたナノ粒子により吸収が逐次変化することを明らかにした。

(2) 高機能デバイスの低環境負荷製造

ポーラスで表面積の大きな焼結特性を生かし、電気化学測定の作用電極としての応用を検討した。銅酸化物ナノ粒子を原料としたレーザー還元焼結において、ナノ粒子の粒度分布は、高充填率となる双方型よりも低密度となるガウシアン型の方が還元度は高く、反応性に優れた Cu 系電極が描画された。

これらの成果は 2 報の論文へ投稿し、査読中である。

フェーズ 2 では、パルス周波数の時間的制御により、3D 微細造形に必要な連続描画析出の制御に取り組む。