

2024 年度年次報告書

光でつなぐ情報と物理の融合分野の開拓

2024 年度採択研究代表者

石田 拓也

東京大学 生産技術研究所

助教

表面格子共鳴による巨大な非相反光学応答の実現

研究成果の概要

従来、可視-近赤外領域において、無偏光に対する非相反光学応答を日常的な環境下で実現するためには、時間反転対称性を破る磁性材料と、空間反転対称性を破るキラル形状とをナノスケールで組み合わせたメタマテリアルの作製が必要であり、技術的に困難であった。本研究では、光電気化学的手法を使ったナノキラル形状化法を用い、優れた磁気光学特性を持つ材料と光アンテナ効果を示すプラズモニック金属から成る磁気キラルメタサーフェスを作製し、日常的環境下で目視可能なほど巨大な非相反光学応答の実現を目指している。

今年度の研究では、まず Au@FeOOH ナノ複合体を電気化学的に還元し、 $\text{Au@Fe}_3\text{O}_4$ ナノ複合体を作製した。SEM および XRD により Fe_3O_4 形成を確認し、磁気円偏光二色性 (MCD) 測定で、従来の $\text{Au@Fe}_2\text{O}_3$ ナノ複合体と比較して約 7 倍に増強された信号が得られた。また、ナノスフィアリソグラフィ法と電子線蒸着を組み合わせた手法により、Co ナノ構造アレイを作製し、表面格子共鳴に起因する顕著な MCD 応答を確認した。さらに、これらの構造に対して有限時間領域差分 (FDTD) 法および有限要素法 (FEM) による数値解析も進めており、電場分布やキラル光学応答、磁気光学応答の解析手法も確立した。

今後は、円偏光によるキラル形状化法をナノ構造体アレイに適用することで、無偏光に対する透過・回折特性の非対称性を実験的に観測・制御する。以上の進捗から、本研究は初年度計画に沿って順調に進行しており、日常的な環境下で作動する磁気キラルメタサーフェス型の光非相反デバイス開発に向けた基盤構築が着実に進んでいる。