

AI 活用で挑む学問の革新と創成
2021 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

大多 哲史

静岡大学 学術院工学領域
准教授

パターン認識による磁性ナノ粒子の磁化応答学理体系化

研究成果の概要

磁化応答は磁性ナノ粒子の粒径や形状などの構造や、励起磁場の条件、溶媒の粘性などの周囲環境の条件に依存する。磁性ナノ粒子の産業応用においては、要求される磁化応答に適した粒子構造の設計が必要不可欠である。このため本研究では、磁化応答を総合的に表す磁化率 χ (χ - f 特性)、磁化が磁場に追従する際に要する緩和時間 τ (M - t 特性)、磁化の磁場方向への配向量 M (M - H 特性)を計測して、実測に基づいた磁化応答を表現可能な理論関数の構築を目標とする。

2022年度は、① τ を精度よく計測可能なシステムの構築、②構造の異なる磁性ナノ粒子について、 χ - f 特性、 M - t 特性、 M - H 特性の計測、③磁化応答に基づいたパラメータ解析アルゴリズムの構築を実施した。以下に詳細を示す。

①磁化の緩和過程の観測には、励起磁場と磁束検出用のコイルを含む計測回路について、 τ よりも短い応答時間が要求される。このため、現状では励起磁場のスイッチング時間を14 ns程度まで高速化した。また速い磁化応答に加えて遅い磁化応答も計測する必要があり、10 ms程度まで計測可能な時間幅を伸ばすことにも成功した。

②コア粒子が単一に分散しているシングルコア構造、複数のコア粒子が凝集体を形成しているマルチコア構造、マルチコア構造に類似しているナノフラワーと呼ばれる構造について、粒子を水中に分散させた条件とエポキシ樹脂により固定した条件で計測を実施した。水中分散では粒子自体が物理的に回転できるのに対して、固体中ではその回転が生じないため、比較することで粒子の物理的回転の磁化応答への影響を観測した。

③液中分散の磁性ナノ粒子の M - H 特性について、ランジュバン関数を用いて予め用意した教師データを学習させ、実測した磁気特性をフィッティングすることでパラメータの推定を実施した。飽和磁化と粒子のコア体積の積で表現される磁気モーメントを解析対象のパラメータとした。