

反強磁性体 NiO ナノ粒子の磁気モーメント分布と磁気構造

Magnetic Moment Distribution and Magnetic Structure of Nanosized

Antiferromagnetic NiO

室蘭工大 [○]飯森 俊文, 今本 裕也, 打田 敦也, 菊地 雄大, 本田 桂太

Muroran Tech., [○]Toshifumi Iimori, Yuya Imamoto, Nobuya Uchida, Yudai Kikuchi, Keita Honda

E-mail: iimori@muroran-it.ac.jp

反強磁性体のナノ構造体は、スピントロニクスデバイスなどへの応用上重要である。ナノサイズ化した反強磁性体は、超常磁性と常磁性を同時に示すことが知られており、バルクとは異なった磁気物性が発現する。実験から得られる磁化曲線において超常磁性成分と常磁性成分とを正しく分離することは、ナノ粒子の磁気構造を議論するうえで基本的に重要である。ナノ粒子の磁気構造はコアシェルモデルにもとづいて考察がなされることが多いが、磁気構造への表面効果、およびサイズ効果が存在するため、ナノ粒子の磁気物性の解析は単純ではない。さらに、ナノ粒子の磁気モーメントの大きさには分布が存在し、この分布も磁化の解析を困難にする原因となっている。過去に分布関数を仮定するなど近似的な解析を行った研究が報告されているが、仮定された分布関数や近似の正当性は明らかではなく、反強磁性体ナノ粒子の磁気構造は未解決の問題となっている。本研究では、超常磁性の磁化曲線の性質に着目することにより、分布関数を仮定することなく、常磁性成分と超常磁性成分を正しく分離することを試みた。研究対象として、Néel 温度が高くデバイス応用上重要な反強磁性体である酸化ニッケル (NiO) のナノ粒子に着目した。

磁場冷却 (FC) の磁化-温度曲線は、全体的にゼロ磁場冷却 (ZFC) よりも大きな磁気モーメントを示し、ZFC はブロッキング温度に対応する極大を示したことから、ナノ粒子が超常磁性を示すことを確認した (Fig. 1)。超常磁性成分の磁化曲線は、 H/T でスケールすると同一の曲線に重なるスケール則が知られている。このことを利用し、様々な温度で測定した磁化曲線から超常磁性成分を抽出することに成功した。さらに、磁場に比例する常磁性成分も定量的に決定することができた。超常磁性の原因となる磁気モーメントの大きさは、異なる平均値を有する2成分の分布関数に従うことを本研究で初めて明らかにした (Fig. 2)。これら2成分の磁気モーメントは、ナノ粒子のコアおよび表面に存在するスピンの帰属できる。さらに、表面構造の不均一性とナノ粒子の磁気構造の関係について考察を行った。

References

(1) T. Iimori, *et al.*, *J. Appl. Phys.* 127, 023902 (2020).

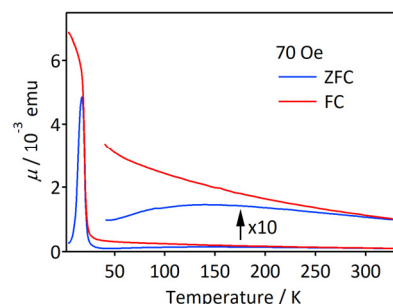


Fig. 1. ZFC and FC magnetization curves.¹

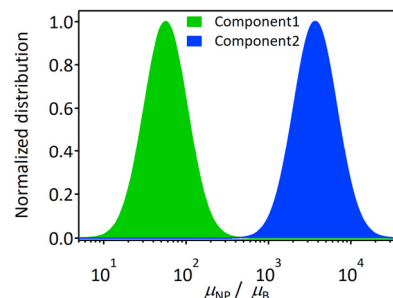


Fig. 2. Magnetic moment distribution.¹