

偏極中性子小角散乱による中空 Fe₃O₄ 粒子の磁化解析

野村英志, 松尾咲琴, 小林悟, J. Manjanna¹, 河村幸彦², 鈴木淳市², 大石一城², 廣井孝介³
(岩手大理工, ¹Rani Channamma Univ., ²CROSS, ³JAEA)

Magnetization analysis of hollow Fe₃O₄ particles by polarized small angle neutron scattering

E. Nomura, S. Matsuo, S. Kobayashi, J. Manjanna¹, Y. Kawamura², J. Suzuki², K. Ohishi², K. Hiroi³
(Iwate Univ. ¹Rani Channamma Univ., ²CROSS, ³JAEA)

はじめに

近年、磁気ハイパーサーミアの新たな応用可能性として、ナノ・サブミクロン強磁性粒子が示すスピン・ボルテックス構造(SV)が注目されている¹⁾。我々は、中空 Fe₃O₄ サブミクロン粒子の磁気一次反転曲線(FORC)測定を行い、SV がゼロ磁場近傍で形成し、 $T = 10 \sim 300$ K の広温度範囲で安定的に存在することを見出した²⁾。本研究では、最近の中性子小角散乱実験結果³⁾を踏まえ、偏極中性子を用いて中空 Fe₃O₄ 粒子の SV 形成過程を再調査したので報告する。

実験方法

中空 Fe₃O₄ サブミクロン粒子(平均粒径: 417 nm, 平均孔径: 211 nm)について、大強度陽子加速器施設(J-Parc)の中性子小角・広角散乱装置を用いて、温度 $T = 10, 300$ K, 印加磁場 $B = 1$ T \sim -1 T の条件で偏極中性子小角散乱実験を行った。中性子の入射方向に対して垂直方向に磁場を印加し、磁場に対して垂直方向の磁気散乱強度 $I(q)_{V,mag}$ と平行方向の磁気散乱強度 $I(q)_{H,mag}$ を観測した。

実験結果

Fig.1(a), (b)に $T = 10$ K における $I(q)_{V,mag}$, $I(q)_{H,mag}$ の磁場依存性をそれぞれ示す。飽和状態の $B = 1$ T から磁場を減少すると、SV の形成開始磁場($B \sim 0.03$ T)で $I(q)_{V,mag}$ が急激に減少し始め、保磁力近傍の $B = -0.03$ T で最小を示すことが分かった。一方、 $I(q)_{H,mag}$ は磁場の減少とともに増加し、SV の形成磁場近傍で、 $I(q)_{V,mag}$ と同程度以上の散乱強度を示すことが分かった。この結果は、中空粒子内において、磁場方向に垂直な強磁性的な磁気モーメント成分の増大を示唆しており、SV 形成を示唆する FORC 測定結果と矛盾しない。

謝辞

本中性子散乱実験はユーザープログラム(課題番号 2020A0014)のもと、J-PARC 物質・生命科学実験施設で実施した。

参考文献

- 1) N.A. Usov *et al.*, Scientific Reports, vol.8, 1224 (2018).
- 2) M. Chiba *et al.*, J. Mag. Mag. Mater., **512**, 167012 (2020)
- 3) M. Chiba *et al.*, 27aD-4, 第43回日本磁気学会学術講演会概要集

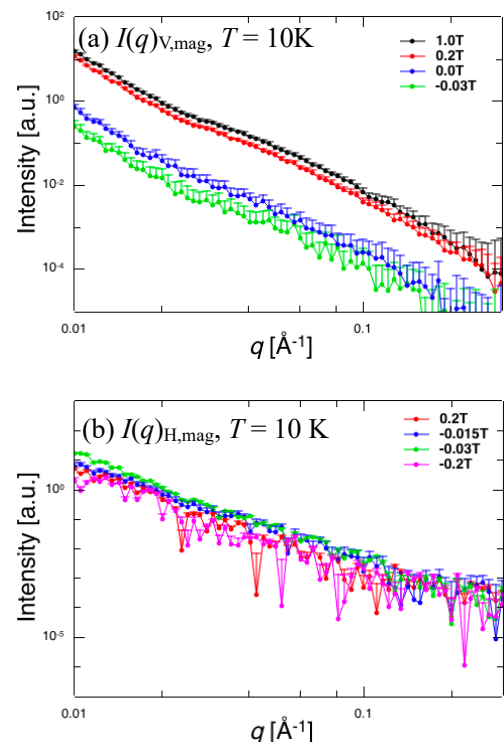


Fig.1 Magnetic field dependence of magnetic scattering Intensity in the (a) vertical and (b) horizontal directions at $T = 10$ K.