

中性子小角散乱によるサイズ分解FORC測定

斉藤耕太郎, 上野哲朗*, 伊東正朗**, 矢野正雄**, 庄司哲也**, Zhendong Fu***, Vitaliy Pipich***, 小野寛太
(高エネ研, *物材機構, **トヨタ自動車, ***ユーリッヒ中性子科学センター)

Size-resolved FORC measurements using Small Angle Neutron Scattering
K. Saito, T. Ueno*, M. Ito**, M. Yano**, T. Shoji**, Z. Fu***, V. Pipich***, K. Ono
(KEK, *NIMS, **TOYOTA Motor Corp., ***JCNS)

はじめに

FORC測定はメインループの M_s , M_r , H_c 角型にしか関心を持っていなかった永久磁石研究に新たな視点をもたらす可能性を持つが、まだ永久磁石材料のFORC図の解釈は発展途上である。磁化反転には反転核形成、磁壁移動、単一粒子反転などスケールの異なる現象が含まれ、これらの作用は全て磁化変化を伴うため理論的にはFORCでも観測できるはずである。しかし、磁化曲線に還元された複数の現象を復元するのは本質的に困難である。中性子小角散乱はバルク試料内部でのスケールの異なる磁気的現象を調べることでユニークな実験手法である。磁化測定によるFORCと同様の磁場変化シーケンスでSANSを測定すれば、サイズ分解されたFORCデータに相当する結果が得られる。これらと磁化曲線に基づくFORC測定と合わせた解釈により磁化反転過程をより明確に理解できると考えられる。

実験方法

はDyフリーNdFeB焼結について様々な磁場において大量のSANSを測定し、サイズ分解されたマルチスケールなFORCに相当するデータを得た。測定時間を短縮するためにFORC図に大きな変化がでる磁場領域に限定した。磁場は試料の容易軸方向に印加した。実験はユーリッヒ中性子科学センターの所有するKWS-3にて行った。

実験結果

Fig. 1に全測定結果を示す。得られたデータは五つの次元を持つ。FORC測定に必要な二つの磁場パラメータ H_r , H とSANSデータが持つ強度 I と散乱ベクトルの向き ϕ と大きさ Q である。検出器全体のSANS強度をこの H_r - H 空間でプロットしたのがFig. 2である。保磁力 H_c 相当の磁場を含む、磁化が0になる磁場でSANS強度が強いことがわかる。散乱ベクトルの方向と大きさ別に同様のSANS強度マップを作ると、反転磁区の大きさによって反転の起こる磁場が異なることがはっきりと見え、通常の磁化によるFORC測定で求める二階微分量 ρ を同様に計算するとその差異が明瞭に現れた。このような磁化反転過程における試料内部のスケール別の磁化反転の情報は他の手法では得られない。このことからFORC-like SANSは保磁力機構の解明に貢献すると期待できる。

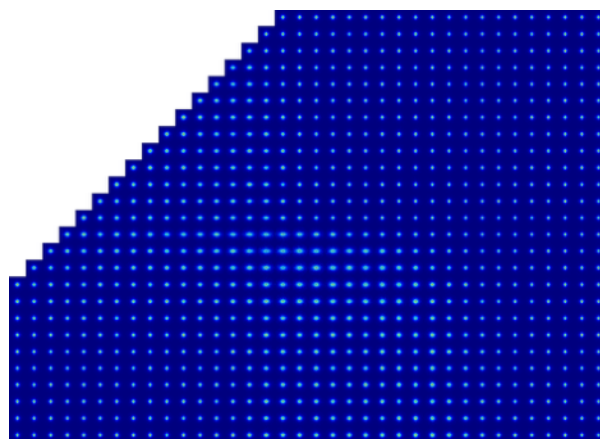


Fig. 1 FORC測定と同様の磁場変化シーケンスによって得られたSANSデータ。軸はFig.2参照。

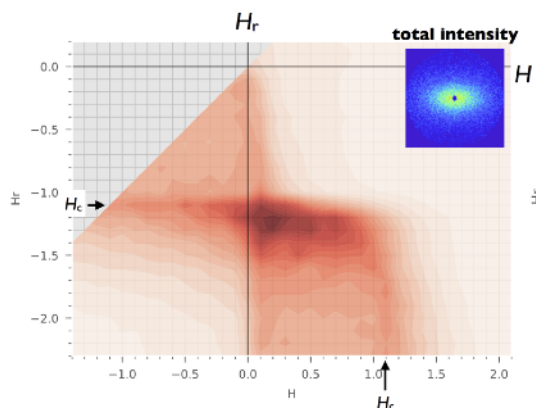


Fig. 2 H_r - H 空間における検出器全体のSANS強度の等高線図。赤の濃い方がカウント数が大きい。