

希土類金属 Dy の磁場誘起相転移相における磁気ヒステリシス・スケーリング特性

小原遼, 小林悟

(岩手大学)

Magnetic hysteresis scaling in a field-induced phase for rare-earth metal Dy

Ryo Obara, Satoru Kobayashi

(Iwate University)

背景

磁壁の非可逆的移動を反映した B-H ヒステリシスループにおいて、その変数間に普遍的な磁気スケーリング特性が成り立つことが知られており、近年この法則性を利用した材料評価が着目されている。前回、リング型 Dy 多結晶試料を用いた B-H ループ測定から、ブロッホ磁壁の非可逆的移動が支配的な強磁性相の他、スパイラル磁壁が寄与するヘリカル相においても、べき指数 1.3~1.4 のスケーリング則が成り立つことが見出された。¹⁾ この結果はスケーリング則が磁壁、磁気秩序相に依存しないことを示唆する。しかし、励磁コイルを巻き付けたリング試料を用いたため最大磁場に実験的制約があった。そこで本研究では SQUID 磁化測定装置を用い、複雑な磁気構造を有する希土類金属 Dy の広い温度・磁場領域において磁気ヒステリシス・スケーリング則の妥当性を検証したので報告する。

実験方法

SQUID 磁束計を用いて多結晶 Dy 棒状試料について BH ループ測定を行った。Dy は面内磁気異方性を持ち、多彩な磁性相 ($T_c=85\text{K}$ 以下: 強磁性、Neel 温度 $T_N=175\text{K}$ 以下: ヘリカル磁性、有限磁場中: ヘリファン磁性、ファン磁性) を示す。²⁾ $T=10\sim 170\text{K}$ 、 $H<2\text{T}$ の温度磁場範囲で測定を行った。

実験結果

ゼロ磁場近傍において強磁性相及びヘリカル磁性相の両相でべき指数 $n_m=1.36\pm 0.05$ のスケーリング則が得られた。これは以前のリング状試料で得られたべき指数と同様の値であり、磁壁の種類に依存しないスケーリング則の存在が本測定系でも確認された。

図 1 に有限磁場 H_{dc} の周りで測定した結果を示す。測定は磁化が大きく磁場変化する磁場誘起相転移磁場近傍で行い、それぞれ強磁性相 ($T=120\text{K}$, $H_{dc}=5250\text{Oe}$), ファン磁性相 ($T=150\text{K}$, $H_{dc}=9250\text{Oe}$), ヘリファン磁性相 ($T=170\text{K}$, $H_{dc}=10500\text{Oe}$) 近傍のデータに対応する。ヒステリシス損失 W_F^* と残留磁束密度 B_R^* の間にスケーリング則が存在し、べき指数は $n_m=1.62\pm 0.02$ の値を示した。ゼロ磁場近傍での値からのずれの理由については不明であるが、有限磁場下でもべきのスケーリング則が成立することが確認された。

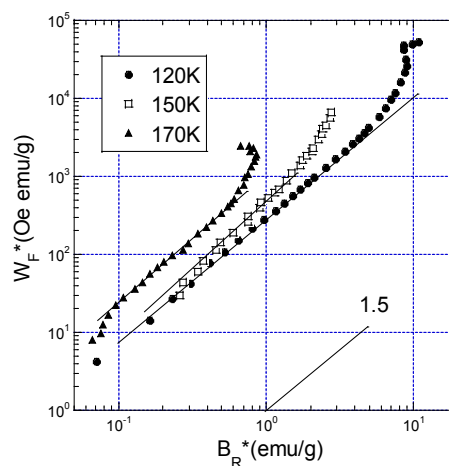


図 1: 有限磁場中におけるヒステリシス損失 W_F^* と残留磁束密度 B_R^* の両対数プロット

参考文献

- 1) S. Kobayashi, Phys. Rev. Lett. 106, 057207 (2011).
- 2) S. Legvold, Ferromagnetic Materials, (North-Holland Physics Publishing, 1986), p. 183.