

斜入射偏極中性子散乱を用いた多層膜面内磁気構造に関する研究

Study of the in-plane magnetic structure of a layered system using polarized neutron scattering under grazing incidence geometry

丸山 龍治¹, 山崎 大¹, 曾山 和彦¹, T. Bigault², A. R. Wildes², C. D. Dewhurst², P. Courtois²

1 原子力機構 J-PARC センター, 2 Institut Laue Langevin

中性子偏極スーパーミラーは、強磁性体と非磁性体とを層厚を変化させながら成膜した磁気多層膜であり、熱及び冷中性子ビームを偏極するための重要な中性子光学素子のひとつである。これを用いる偏極中性子散乱実験では、試料の磁化や中性子ビームの偏極率への影響を小さく抑えるために、高い中性子偏極率が低い外部磁場で得られること、即ち、偏極スーパーミラーを構成する多層膜が磁氣的にソフトであることが重要である。これらの多層膜は交換結合長(約数十 nm)よりも結晶粒のサイズの小さい多結晶から構成され、保磁力等の磁気特性はバルクにおける磁壁の形成と移動によってではなく、隣り合うスピンの間での交換相互作用による結晶磁気異方性の平均化(ランダム異方性モデル)によって理解される。本研究では、磁化の過程における面内磁気構造を観察することにより、上記モデルが我々の対象とする系に適応可能であるかどうかに関する検証を行った。

偏極中性子による非鏡面散乱及び斜入射小角散乱法は、層構造を有する試料の面内磁気構造を測定する強力かつ唯一の方法であり、磁化の方向が揃った領域のサイズが観測量である面内相関長として得られる。これらの実験によって得られた散乱データは歪曲波ボルン近似を用いた散乱強度分布シミュレーションにより解析された。その結果、測定により得られた保磁力及び面内磁気構造の結晶粒径依存性がランダム異方性モデルに従うことが示された。今後は、このモデルの適応範囲や異なる系に対する適応可能性等についてさらに研究を進め、多層膜の面内磁気構造を支配するメカニズムに関する理解を深めることが重要である。