

X線磁気円偏光発光を利用した放射光磁気顕微鏡

稲見俊哉、菅原健人、中田崇寛^{*}、阪口友唯^{*}、高橋真^{*}

(量研放射光、^{*}JFE テクノリサーチ)

Scanning magnetic microscope based on x-ray magnetic circularly polarized emission

T. Inami, K. Sugawara, T. Nakada^{*}, Y. Sakaguchi^{*}, and S. Takahashi^{*}

(QST, ^{*}JFE-TEC)

1 はじめに

X線磁気円二色性は、磁化した試料に円偏光X線を入射した際にその吸収量が円偏光の左右に依存するという現象であり、元素選択的な磁化測定が出来ること、微小試料の観察や微小モーメントの検出に適していること、磁気光学総和則が使える場合があることなどから、磁気測定において標準的な手法の一つとなっている。しかしながら、物質透過能の高い硬X線領域においては、3d遷移金属に対して感度が低い(反転比で0.5%以下)という問題が存在していた。薄膜試料等、透過法の使える試料についてはこの問題は改善されてきたものの、バルク測定が必要な対象については、硬X線領域で3d遷移金属に対し大きな反転比を持つ新しい測定手法の開発、測定原理の発見が求められている。

この問題に対し、最近我々はX線磁気円偏光発光という新しいX線磁気分光法の発見に成功した¹⁾。これは、磁化した試料の発する蛍光X線(特性X線)が円偏光を含むという現象であり、蛍光X線の円偏光度から発光領域の磁化(の出射方向成分)を見積もることができる。硬X線領域にある3d遷移金属の $K\alpha$ 発光において20%近い大きな反転比を示すという優れた特徴を持ち、応用研究への発展が期待される。現在、本手法を利用した放射光励起の走査型磁気顕微鏡の開発を進めており、この発表では開発の現状について報告する。

2 結果および考察

開発は大型放射光施設 SPring-8 の量研ビームライン BL11XU で行っている。本手法による磁気顕微鏡の構成図を Fig.1 に示す。入射X線は、まず集光光学系により試料上に集光される。空間分解能はここで決まり、当面は樹脂製屈折レンズを用いた10 μ m集光で開発を進めている。試料からは蛍光X線が発せられ、これを集めて平行化し、後ろの円偏光解析装置に供給する部分が平行化光学系である。Montel型多層膜ミラーで実現され、高効率測定に必須の光学素子である。円偏光解析装置はダイヤモンド移相子とGe(400)エネルギー兼直線偏光分析器からなる。移相子により円偏光と直線偏光の相互変換を行い、続いてエネルギー兼直線偏光分析器でエネルギー分解すると同時に直線偏光度を評価し、ここから円偏光度を得る。得られた円偏光度から発光領域の磁化が求まり、試料を走査することにより、磁化の2次元マップを得る。

試料は、磁区が比較的大きく、また、3d遷移金属元素が主たる磁性を担っているという観点から、方向性電磁鋼板を選んだ。入射X線のエネルギーは17.3 keV、出射角は45度とした。この場合、表面から10 μ m程度の領域の情報を得ていると見積もっている。横65 μ mステップ、縦30 μ mステップで、約3 mm $\times$ 3 mmの領域を走査し、ストライプ状の磁区と複数のlancet磁区を観察することができた。今後は、入射X線のエネルギーを上げたより深部の測定等を検討している。

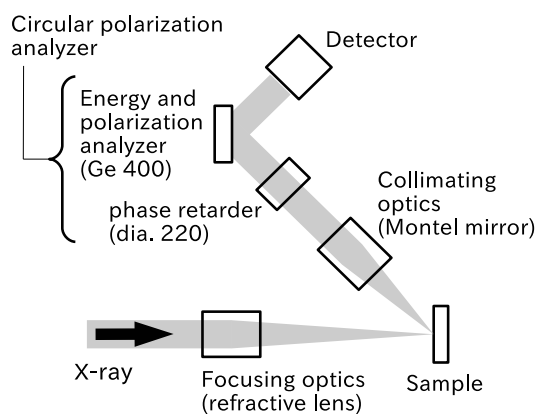


Fig. 1 Top view of experimental layout.

References

- 1) T. Inami: *Phys. Rev. Lett.*, **119**, 137203 (2017).