

放射光軟X線磁気円二色性によるスピントロニクス材料研究

Synchrotron X-ray magnetic circular dichroism studies of spintronic materials

○中村 哲也¹、鈴木 基寛¹ (1. 高輝度セ)

°Tetsuya Nakamura¹, Motohiro Suzuki² (1.JASRI/SPRING-8)

E-mail: naka@spring8.or.jp

スピントロニクス材料分野で注目される電圧効果等の機能は、多くの場合に界面における新奇構造を起源として発現すると考えられているが、それらの磁気物性を直接的に観察する実験技術は少ない。その背景には、磁性を担う界面の体積が微小であるために、SQUID など従来の磁化測定技術では感度が不足するという問題がある。また、体積の大部分を占める基板などの磁性による影響も測定結果の解釈を困難にしている。界面の磁性を解析する実験手法として、近年、放射光 X 線磁気円二色性 (XMCD : X-ray Magnetic Circular Dichroism) がスピントロニクス材料研究に活用されている。XMCD は元素固有の吸収端 (例えば、Fe L_3 吸収端 : $\hbar\nu = 707.9$ eV) で観測されるため「元素選択性」を有することを特徴とし、したがって、目的の磁性元素が界面にのみ分布する試料では、その局所的な磁性の選択的評価が可能となる。

SPRING-8 の共用ビームライン BL25SU には、最大印加磁場 1.9 T の電磁石を備えた XMCD 装置を設置しており、試料温度条件 (約 6 K ~ 700 K) に対応するほか、一般的な軟 X 線 MCD 測定法である全電子収量法に加えて、透過法や蛍光法などが利用できる。特に最近では、磁性層が表面から数十 nm の深さにあるようなスピントロニクス材料での測定ニーズが増しており、検出深さが 50 nm を超える「蛍光法」を適用した電圧印加条件下のオペランド XMCD 測定環境も整備されている (図 1)。さらに、硬 X 線ビームライン BL39XU では、Pt や Ir の L 吸収端における XMCD を高感度に測定できる特徴があり、対象元素によって軟 X 線と相補的に使い分けることができる。

一方、界面磁性をより高精度に評価する技術や微細加工した素子単位での測定技術の更なる開発が求められている。SPRING-8 においても軟 X 線、硬 X 線ともにビーム径 100 nm の集光ビームを用いた顕微 XMCD 計測技術が確立しているが、近い将来、10 nm 以下の集光ビームを用いる際には微弱信号の検出方法などが課題である。そのため、集光 X 線ビームとプローブ顕微鏡を組み合わせた計測システムの検討を進めている。講演では、反強磁性体/強磁性体界面での非補償スピンの観測や、Fe 超薄膜の電界効果の測定など最近の研究成果を紹介しつつ、XMCD 測定技術の開発とスピントロニクス材料研究への展開について述べる。

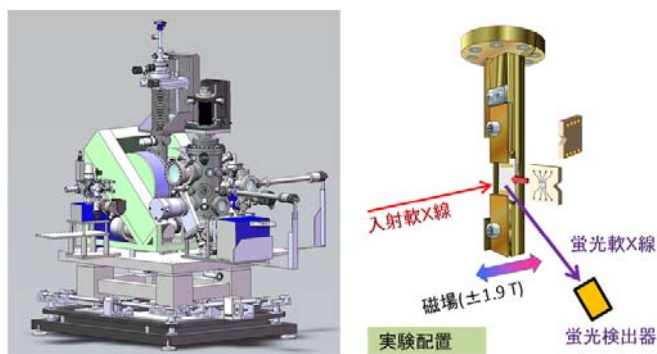


図 1 BL25SU の電磁石式軟 X 線 MCD 測定装置 (左) と、
蛍光法による XMCD 測定の実験配置 (右)