

フェリ磁性体 LiFe_5O_8 における x 線磁気カイラル効果久保田正人^a、有馬孝尚^{a,b}、金子良夫^a、何金萍^a、干秀珍^a、十倉好紀^{a,c}^a 科学技術振興事業団、^b 筑波大学、^c 東京大学背景

強磁性体で、光の伝播ベクトルと磁化の方向が平行の時に、右回り円偏光と左回り円偏光で屈折率や吸収係数が異なることが知られている。また、可視光領域においては、カイラリティー構造(右手系と左手系)を持つ物質に関する光物性が数多く研究されてきた。最近では、時間反転対称性の破れも同時に伴う磁気カイラル効果の観測が、Rikken らにより反強磁性物質や常磁性物質において行われた。これに対して、x 線領域においてはほとんど研究報告がなされてこなかった。本研究では、x 線の波数ベクトルの方向に対して磁気モーメントの向きを反転した際に吸収端近傍のエネルギースペクトルが変化する(磁気カイラル効果)という特異な現象を、強磁性体において初めて測定することを目的とする。

x 線磁気カイラル効果は、放射光 x 線のエネルギー可変性を用いることにより、反転対称性の破れたサイトの磁気状態を知るための全く新しい元素選択的なスペクトロスコープとして捉えることができる。しかも x 線領域では、電気双極子遷移と電気四重極子遷移は 1s のコア状態からの遷移であるので、測定したスペクトルから信頼性の高い情報が得られる。従

って、強磁性体・半導体ヘテロ接合の様なデバイスにおいて、材料の種類によらず電子状態を知る上で、重要な実験手段となる可能性がある。

磁気カイラル効果は、電気四重極子遷移と電気双極子遷移の干渉項として観測されるので、角振動数の大きな x 線領域の方が可視光より有用である。放射光 x 線の利用により、磁性イオンの K 吸収端付近で電気磁気効果に対応する物理量が共鳴増大を起こして測定されると期待される。

実験結果

実験に用いた LiFe_5O_8 は磁気転移温度が 900K で、磁化飽和磁場は 0.3 T である。磁気カイラル効果を観測するために、室温で電磁石を 10Hz で磁場反転させながら透過測定を行った。SPring-8 で実験を行うことにより、エネルギースペクトルにおけるエネルギー分解能の向上が期待できる。また、アンジュレータービームラインでの輝度の高い x 線を用いることによ

り統計精度を挙げられる。入射 x 線エネルギーは Fe K 吸収端 (～7.11 keV) 近傍のエネルギーを用いた。磁場変調のシグナルを参照信号として、これに同期するシグナルのロックイン検出を行った。(印加磁場は<111>方向である。)まず、移相子変調を用いて右円偏光と左円偏光による吸収強度の差(磁気円二色性)を測定した。この際、磁場の方向を反転させ、同様の測定を行った。その結果、Fe の K 吸収端近傍でメインエッジ以上のエネルギー領域までのスペクトルを得た。次に直線偏光をサンプルに入射させ、磁場変調のシグナルを参照信号とするロックイン検出を行ったが(図参照)、今回の測定ではシグナルを観測することができなかった。最後に磁気カイラル効果が観測されなかった要因を考えてみる。吸収スペクトル強度と比較して、磁気円二色性の強度は4桁落ちで、自然せん光性も約3-4桁落ちであった。従って、予想されるマグネットカイラル効果の強度は、約7-8桁落ちであり、通常のロックイン検出法による吸収強度の測定は困難であったと考えられる。信号を検出するためには、屈折率の測定が有効かもしれない。

図説明文

x 線の進行方向と磁場の印加方向は平行である。電磁石により、磁場の印加方向を変え、a)と b)での透過強度の差を測定する。

