

メスバウアー分光法を用いた磁性薄膜のキャラクタリゼーション

— 放射線源実験と放射光実験 —

壬生 攻

名古屋工業大学大学院工学研究科

k_mibu@nitech.ac.jp

原子核によるガンマ線の共鳴吸収スペクトルより原子核を取り巻く電子の状態を探ることができるメスバウアー分光法は、薄膜の表面磁性や界面磁性の測定手段として有効に用いられてきた。最近のスピン트로ニクス発展に伴い、その役割はますます大きなものになっている。我々のグループでは、密封放射線源を用いた ^{57}Fe 核および ^{119}Sn 核メスバウアー分光法により、スピン트로ニクス関連物質の局所磁性の研究を行っている。中心テーマは、伝導電子のスピン分極度が高いホイスラー合金薄膜の研究で、薄膜成長を原子層レベルで制御することによって $L2_1$ 型ホイスラー合金やそれに類似した構造をもつ新規合金の薄膜を作製し、メスバウアー分光法を用いて結晶の規則度の評価や界面磁性の解明を行っている。また、強磁性絶縁体障壁用の酸化鉄薄膜や、各種垂直磁化膜の局所磁性の研究も進行中である。

メスバウアー分光法を単結晶基板上に作製された薄膜試料やナノ構造体試料に適用するのには、いわゆる散乱配置での測定が不可欠である。しかしながら、通常実験室で利用される放射線源とガス比例計数管を用いた内部転換電子検出法では、試料環境に対する制約が多く、低温や磁場中・電場中など特殊環境下での測定が困難になってくる。これらの問題を克服する測定手段として、放射光メスバウアー分光法（放射光核共鳴散乱法）の利用が有望である。

放射光を用いた核共鳴散乱法として物質の磁性を調べる上でこれまで主流になってきた実験方法は、パルス X 線を入射したのち試料中の原子核により共鳴散乱される X 線を「時間スペクトル」として測定する方法である。試料の原子核準位に磁気分裂がある場合、副準位間の遷移エネルギーに対応した波長の異なる X 線が散乱されるため、散乱強度を時間に対してプロットした時間スペクトルには X 線の干渉による“うなり”パターンが現れ、そのうなり周期から原子核副準位の分裂幅（すなわち内部磁場）を調べることができる。しかしながら、薄膜試料やナノ構造体試料では一般に原子核の環境に不均一性があるため、干渉パターンが複雑化し、詳しい解析が困難になることが多い。これに対して、放射光を用いて密封放射線源実験と同様に「エネルギースペクトル」を測定する方法が開発されつつある。この方法を用いると、時間スペクトルの解析が困難な試料に対しても比較的容易に解析ができるため、薄膜やナノ構造体の磁性研究にきわめて有効な測定方法であると期待されている。

なお、スピン트로ニクス関連諸薄膜の研究は、田中雅章氏（名工大）、浜屋宏平氏（九大）、喜多英治氏・柳原英人氏（筑波大）、高梨弘毅氏・水口将輝氏（東北大）、角田匡清氏（東北大）、その他多くの方々との共同で行なわれている。放射光核共鳴散乱の研究は、瀬戸誠氏・小林康浩氏・北尾真司氏（京大）、依田芳卓氏（JASRI）、三井隆也氏・増田亮氏（JAEA）らの多大な御協力のもとで行われている。ここに感謝の意を表す。