

軟X線共鳴散乱を用いた磁性研究の現状

久保田正人、岡本淳、中尾裕則、村上洋一
物質構造研究所 放射光科学施設

軟X線領域の放射光エネルギーを活用することにより、遷移金属酸化物や有機分子材料の研究上重要な、遷移金属酸化物の3d元素サイトの軌道状態や酸素などの軽元素の電子状態を直接捉えることが可能である。代表的な電子物性の実験手法には、光電子分光、MCD、発光分光、並びに軟X線散乱などがある。最近、PFに新たに軟X線共鳴散乱実験装置を建設し、強相関電子系酸化物などの研究を開始した。

軟X線を用いた共鳴散乱（共鳴軟X線散乱）は次の様なメリットがあり、物性研究上
有用な実験手法である。1)外場（電場、磁場）を用いた実験を行なうことが可能であり、
マルチフェロイック材料や巨大磁気抵抗、電荷・軌道秩序などの外場応答による物性の
振る舞いを捉えることが可能である。2)硬X線領域に比べ軟X線領域は、軽元素の散乱
断面積が大きいので、有機材料や生体材料に関する研究に有効である。3)光の平均自
由行程が電子と比べると非常に長いのでサンプル表面の汚染の影響を受けにくい。4)
電子を用いないのでチャージアップといった現象が生じず、局在的な振る舞いを示す絶
縁体材料～遍歴的な金属材料といった幅広い物質を用いた系統的な物性研究が可能で
ある。建設した共鳴軟X線散乱装置により、機能を発現する中心元素サイトにおける電
子状態と構造情報の両者を捉えることができるので、電子物性的、構造物性的な両方の
見地に立ち、研究を遂行していくことが可能である。

今回、軟X線共鳴散乱を用いて、超格子薄膜 $[(\text{LaMnO}_3)_m(\text{SrMnO}_3)_n]$ における磁性の研究を行った。バルク試料においては、ペロブスカイト型マンガン酸化物 LaMnO_3 は、強磁性面がc軸方向に反強磁性的に積層した反強磁性構造(A型)を示す。一方、 SrMnO_3 は、面内、c軸方向共に反強磁性相関を示す(G型)。これら2つの薄膜を積層した超格子薄膜 $[(\text{LaMnO}_3)_m(\text{SrMnO}_3)_n]$ は、積層比を変えることで強磁性相が出現し、バルクとは異なる輸送現象・磁性を示すことが知られている。本研究では、超格子薄膜が示す強磁性発現のメカニズムを解明するために行った、軟X線共鳴散乱実験によるマンガンサイトの3d電子状態、磁性の温度変化に関して、発表を行う。