

2009S2-008 (構造物性ユーザーグループ)

共鳴軟・硬 X 線散乱を相補的に用いた構造物性研究

実験組織

研究代表者: 物質構造科学研究所、構造物性研究センター 中尾裕則

実験グループ: 構造物性研究センター G (KEK)、山田 G (産総研)、

岩佐 G・有馬 G (東北大)、宮坂 G (阪大)、

寺崎 G・勝藤 G (早大)、花咲 G (岡山大)、田口 G (理研)

実験課題有効期間: 2009年10月～2012年9月

実験ステーション: BL-3A, 4C, 8A, 8B, 16A, 2A

研究目的:

共鳴 X 線散乱 (RXS) 手法は、入射 X 線のエネルギーとして特定の元素の吸収端を選択することで狙いの元素の電荷・軌道などの情報が得られる手法として確立してきた。そこで本研究課題では RXS 手法による研究を発展させて、硬 X 線領域だけでなく、軟 X 線領域での RXS 実験を相補的に行う。そのために既存の BL-4C, 3A における RXS 実験を行うだけでなく、PF BL-16A において立ち上げられてきた軟 X 線回折装置を高度化し、軟 X 線領域での RXS 実験の実施を目指す。結果として物性の鍵を握る原子の電子状態や、その変調構造を解明することができる。

主な研究対象である強相関電子系では、電子の局在状態と遍歴状態の狭間で、通常の金属では見られない高温超伝導、巨大磁気抵抗効果といった特徴的な物性が頻繁に発現する。例えば、強相関電子系で発見された超伝導体は、スピン・電荷の秩序状態が抑制され消失する量子臨界点近傍に一般に位置していることが知られている。従って、局在性と遍歴性の競合した電子状態の研究が、新奇物性発現メカニズムの解明の上で極めて重要となる。そこで、硬 X 線・軟 X 線を組み合わせた RXS 実験により、これまで注目して来た局在性の強い電子 (遷移金属 $3d$ 電子, 希土類 $4f$ 電子) だけでなく、遍歴性の強い電子 (酸素 $2p$ など) 状態を区別して捉えることを目指す。結果として、局在的電子だけでなく遍歴的電子も含めた新たな秩序状態、つまり '軌道混成秩序状態' を解明でき、遍歴性と局在性の狭間で出現する新奇な物性発現機構に迫れるものと期待される。

2009 年後期研究進捗状況:

初年度は、軟 X 線領域での RXS 実験に必須である軟 X 線回折装置を高度化を行うとともに、強相関電子系に対して硬 X 線・軟 X 線を利用した共鳴 X 線散乱実験を開始した。以下に、具体的な実験対象を示す。

1. 人工超格子 $[(\text{LaMnO}_3)_m(\text{SrMnO}_3)_m]_n$ の巨大磁気抵抗効果。
軟 X 線を用いた RXS による、人工超格子の磁気構造の決定。
硬 X 線を用いた RXS による、人工超格子中の Mn 価数分布の決定。
2. Co 酸化物における Co^{3+} スピン状態の研究
 $\text{La}_{1.5}\text{Ca}_{0.5}\text{CoO}_4$ の共鳴軟 X 線磁気散乱の研究。
3. 充填スクッテルダイトにおける p - f 混成効果の研究