

2001S2-002 「強相関電子系における電荷・スピン・軌道・格子秩序の研究」

代表者： 村上洋一（東北大学大学院理学研究科）

1. はじめに

本S型課題は、98S2-001「強相関電子系における電荷と軌道秩序の直接的観測」をより発展させるためのものである。98S2-001では、主として、放射光X線を利用した電荷・軌道秩序観測手法の開発に重点をおいた。それに対し、本課題ではさらにスピンや格子の秩序にも注目し、これらの自由度が複合的に関連した新しい秩序状態の探索やその相転移現象の研究へと対象を広げることを試みる。

また、本研究は物構研ネットワーク型プロジェクト研究「強相関電子系の超構造とその新奇物性発現機構の解明」(代表者：KENS・新井正敏)の一環として行われる。このプロジェクトでは、中性子散乱実験や μ SR 実験を組み合わせることにより、放射光実験だけでは知り得なかった実験事実を発見し、電子相関に関する新しい物理概念の構築を目指す。

2. 研究の目的

1) 共鳴X線散乱法を利用して上記の多重自由度の秩序状態を観測する実験手法を開発する。特に、高圧や強磁場下のような極限条件下での共鳴X線散乱法を確立する。

2) 開発された共鳴X線散乱手法を用いて、現在、進歩の目覚ましい電荷・スピン・軌道・格子秩序系の新奇物性発現機構の解明を行う。

3. 研究期間

2001年4月～2004年3月までの3年間

4. 研究グループ

東北大・理・金研(村上、廣田、松村、中尾、武田、石原、遠藤)、筑波大・物質(有馬)
原研・関西研/JASRI(稲見、石井、大和田、水木、大隅)、中央大・理工(佐藤)
KEK・物構研(澤、若林、戸田、新井、門野、伊藤)、都立大・理(青木、神木、岩佐)
東大・工/CERC(十倉、田口、宮坂、熊井、和泉、久保田)、大阪大・基礎工(今田)
広島大・先端物質科学(伊賀)

5. 2001年度の進捗状況

1) RTiO_3 (R=Y, Sm, Gd, Nd, La)における軌道秩序と磁気秩序の関連を研究した。強磁性から反強磁性に変わる Sm と Gd の間で、軌道秩序の対称性の大きな変化はないことを明らかにした。一方、Y から La へと希土類イオンを変化させることにより、軌道秩序状態は弱まっていくことを見いだした。

2) 層状ペロブスカイト $\text{Nd}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_4$ におけるホール高濃度領域試料 ($x=0.67, 0.75$) において、その電荷・軌道秩序状態を明らかにした。

3) 2層状ペロブスカイト $\text{La}_{2-2x}\text{Sr}_{1+2x}\text{Mn}_2\text{O}_7$ におけるホール高濃度領域試料 ($0.5 < x < 0.6$) において、A-type 反強磁性相と CE-type 反強磁性相の共存状態に関して、共鳴・非共鳴X線散乱と中性子回折実験より、なぜ共存するのか・どのように共存しているのか、ということに関する重要な知見を得た。

4) $\text{Pr}_{1-x}\text{Ca}_x\text{MnO}_3$ において、低温での電荷・軌道秩序状態に磁場を印加することにより、それらの秩序状態の融解現象を共鳴X線散乱により観測することに成功した。

5) DyB_2C_2 の反強四重極秩序と磁気秩序に関して、多くの逆格子点の共鳴X線散乱を観測することにより、定量的議論を行った。

6) 高圧・低温の極限条件下での共鳴X線散乱法の開発に成功した。 他