

## 2005S2-003 「放射光X線回折による磁場誘起相転移の研究」

**実験組織** 研究代表者 有馬孝尚(東北大学多元物質科学研究所)

東北大・多元研(野田グループ)、東北大・理(村上グループ)、KEK・物構研(澤グループ)、東大・工(十倉グループ)、東大・先端(宮野グループ)、早稲田大・理工(勝藤グループ)

**課題有効期間** 2005年10月～2008年9月までの3年間

### 研究目的

強磁場下での非共鳴および共鳴X線散乱手法を用いることにより、さまざまな磁場誘起相転移現象に伴う結晶構造・電子構造・スピン構造の微小な変化を検出し、相転移機構を明らかにする

**実験ステーション** BL-3A, BL-4C

### 2007年の研究進捗状況

下記に2007年に行った研究による代表的な成果を記す。

#### 1) 反強磁性と強誘電性の共存する物質の磁気構造の磁場変化

$\text{MnWO}_4$  は、Mn ネットワークの幾何学的なフラストレーションのため、長周期反強磁性磁気秩序を取る事が知られている。この系のスピン系と格子系の結合を調べるために、超格子反射の強度と位置の磁場効果を測定した。その結果、磁気変調の2倍の伝播ベクトルを持つ超格子が主に交換磁歪によって発生すること、および磁場によって磁気構造が変化する様子がわかった。

#### 2) スピネル型酸化物における磁場誘起軌道相転移と巨大磁歪

スピネル型クロム酸化物  $\text{FeCr}_2\text{O}_4$  は、四面体サイトの  $\text{Fe}^{2+}$  に軌道の自由度があり、およそ 140K 以下で共同ヤーンテラー歪みによって正方晶へ転移する。また、Cr サイトを V で置換した  $\text{FeV}_2\text{O}_4$  は、八面体サイトの  $\text{V}^{3+}$  も軌道の自由度を有するため、大変複雑な逐次構造相転移を示す。これらの物質に磁場を印加することで構造相転移が誘起されるとともに、巨大な磁歪が確認できた。

#### 3) コバルト酸化物系のメタ磁性転移と磁気・格子結合

カゴメ格子が積層した構造を持つ  $\text{SrCo}_6\text{O}_{11}$  では磁場を c 軸方向に印加すると、磁化に 1/6, 1/3 プラトーが出るとともに、大きな磁気抵抗を伴う。そこで、磁気秩序パターンの変化に伴う巨大なひずみが温度と磁場の関数として期待できる。反強磁性秩序に伴って面内の格子定数が伸びて面間が縮む変化が観測されたが、低温で磁場印加によって反強磁性秩序を壊すメタ磁性転移を起こしても温度変化誘起相転移の場合ほど大きな格子変化が観測されなかった。

#### 4) 二重層状マンガン酸化物系の電荷ストライプと磁場効果

$\text{PrSr}_2\text{Mn}_2\text{O}_7$  は  $\text{MnO}_2$  の二重層をもつ物質で、130K 以下で各面内では強磁性的にスピンが揃って層間では反強磁性になる。この物質の低温での電気抵抗は、この磁気構造には珍しくかなり絶縁的となる。放射光 X 線回折によって散漫散乱の観測に成功し、絶縁性の起源が電荷ストライプの短距離相関にあることが明らかになった。磁場効果も観測したが、強度に変化は見られなかった。

### 発表論文 (2007)

- T.Arima, Y.Yamasaki, T.Goto, S.Iguchi, K.Ohgushi, S.Miyasaka and Y.Tokura, "Spin-Lattice Coupling in Ferroelectric Spiral Magnets: Comparison between the Cases of  $(\text{Tb,Dy})\text{MnO}_3$  and  $\text{CoCr}_2\text{O}_4$ ", *J. Phys. Soc. Jpn.* **76**, 023602 (2007).
- T. Suzuki, M. Katsumura, K. Taniguchi, T. Arima, and T. Katsufuji, "Orbital Ordering and Magnetic-field Effect in  $\text{MnV}_2\text{O}_4$ ", *Phys. Rev. Lett.* **98**, 127203 (2007).
- T. Arima, Y. Watanabe, K. Taniguchi, M. Watanabe and Y. Noda, "Effect of Mn-substitution on magnetic and structural properties in  $\text{FeCr}_2\text{O}_4$ ", *J. Mag. Mag. Mat.* **310**, 807 (2007).
- Y. Yamasaki, S. Miyasaka, T. Goto, H. Sagayama, T. Arima, and Y. Tokura, "Ferroelectric phase transitions of 3d-spin origin in  $\text{Eu}_{1-x}\text{Y}_x\text{MnO}_3$ ", *Phys. Rev. B* **76**, 184418 (2007).
- S. Miyasaka, T. Yasue, J. Fujioka, Y. Yamasaki, Y. Okimoto, R. Kumai, T. Arima, and Y. Tokura, "Magnetic Field Switching between the Two Orbital-Ordered States in  $\text{DyVO}_3$ ", *Phys. Rev. Lett.* **99**, 217201 (2007).