

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

研究成果: 下記に本研究課題による代表的な成果を記す。

1) マルチフェロイクにおける磁場誘起強誘電相転移に伴う磁気構造変化の研究

斜方晶 $R\text{MnO}_3$ および MnWO_4 は、低温で反強磁性と強誘電性が共存するマルチフェロイク物質として注目されている。これらの系に数テスラの磁場を印加して強誘電相転移を起こさせて、それに伴ってどのように超格子反射の位置と強度が変化するかを研究した。その結果、磁気構造がどのように変化するかを明らかにした。

2) マンガン複酸化物薄膜における磁場誘起絶縁体金属転移に伴う電荷・軌道整列の変化の研究

マンガンの平均価数が 3.5 に近いペロブスカイト型マンガン酸化物では、電荷と軌道が空間的に整列して絶縁体化する(電荷・軌道整列)し、この電荷・軌道整列相に磁場を印加すると整列が破壊されて金属化し、その結果巨大磁気抵抗効果が発現することが知られている。このようなマンガン酸化物を薄膜にすると単結晶と異なる振る舞いが見られる。強磁場下の薄膜試料の X 線回折実験で複数の軌道秩序相の体積分率や相関長を調べることにより、単結晶と薄膜における磁場効果の違いの起源を明らかにした。

3) ペロブスカイト型バナジウム酸化物におけるメタ磁性転移に伴う軌道整列パターンの変化の研究

DyVO_3 におけるメタ磁性転移に伴う空間群の変化を調べることにより、軌道構造が磁場印加に伴って転移していることを明らかにした。

4) 電気四極子相を示す 4f 電子系における磁場誘起多極子秩序転移の研究

CeB_6 および TbB_2C_2 について強磁場下での共鳴磁気散乱の測定を行い、磁場によって磁気八極子が誘起される様子を観測した。

5) スピネル型酸化物における巨大磁歪の微視的起源の研究

スピネル型酸化物 FeCr_2O_4 、 FeV_2O_4 、 MnV_2O_4 について強磁場 X 線回折実験を行い、巨大な磁歪の起源を磁場誘起の軌道構造相転移と軌道整列相の多ドメイン状態の磁場による整列という二通りの起源に大別するとともに、軌道整列相の軌道配列パターンを特定した。

発表論文 (2008 年分)

- Y. Tokunaga, T. J. Sato, M. Uchida, R. Kumai, Y. Matsui, T. Arima and Y. Tokura, “Versatile and Competing Spin-Charge-Orbital Orders in the Bilayered Manganite System $\text{Pr}(\text{Sr}_{1-y}\text{Ca}_y)_2\text{Mn}_2\text{O}_7$ ”, Phys. Rev. B **77**, 064428 (2008).
- K. Taniguchi, N. Abe, H. Sagayama, S. Ohtani, T. Takenobu, Y. Iwasa and T. Arima, “Magnetic-Field Dependence of the Ferroelectric Polarization and Spin-Lattice Coupling in Multiferroic MnWO_4 ”, Phys. Rev. B **77**, 064408 (2008).
- T. Katsufuji, T. Suzuki, H. Takei, M. Shingu, K. Kato, K. Osaka, M. Takata, H. Sagayama and T. Arima, “Structural and Magnetic Properties of Spinel FeV_2O_4 with Two Ions Having Orbital Degrees of Freedom”, J. Phys. Soc. Jpn. **77**, 053708 (2008).
- Y. Yamasaki, H. Sagayama, N. Abe, T. Arima, K. Sasai, M. Matsuura, K. Hirota, D. Okuyama, Y. Noda, and Y. Tokura, “Cycloidal Spin Order in the a-Axis Polarized Ferroelectric Phase of Orthorhombic Perovskite Manganite”, Phys. Rev. Lett. **101**, 097204 (2008).