

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、木村、石川)、東北大・理(村上、松村、奥山)、東北大金研(藤田)、KEK・物構研(澤、若林、佐賀山、垣内)、東大・工(十倉、宮坂、後藤、藤岡、山崎)、東大・先端(宮野)、早稲田大・理工(勝藤、鈴木)

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-16A1, 4C

2005 年度の研究進捗状況

超伝導磁石と横振り 2 軸回折計を組み合わせた強磁場 X 線散乱測定システムを構築し、磁場強度 0~8 テスラ、温度 2~60K の範囲での測定を行うことに成功した。このシステムを BL-16A1 において用いることで、いくつかの物質の磁場誘起相転移を対象に構造物性研究に取り組み始めたところである。課題開始から実質的にはまだ 4 ヶ月ではあるが、現段階で下記のような成果を得ている。

- 1) **磁場誘起の強誘電相転移を示す斜方晶マンガン酸化物 $TbMnO_3$, Dy_xMnO_3 , $(Eu,Y)MnO_3$**
TbMnO₃ の c 軸方向に磁場を印加すると、強誘電相から常誘電相への転移が起きる。これまでの無磁場下での放射光 X 線回折実験の結果、強誘電相では不整合長周期反強磁性(波数 Q)に伴って超格子構造(波数 2Q)が見られることがわかっている。本年度磁場下での実験を行った結果、この超格子構造が誘電的転移に伴い消失することがわかった。磁化曲線の測定結果を考慮すると、常誘電相では A 型反強磁性であると考えられる。すなわち、本系では不整合長周期磁気秩序が強誘電を発現していると考えてよい。一方、DyMnO₃ の a 軸方向に磁場を印加した場合は、強誘電相の自発分極が c 軸方向から a 軸方向へとフロップする。同じように a 軸方向に磁場を印加しても、Eu_{1-x}Y_xMnO₃(x=0.30, 0.40)の場合は自発分極が a 軸方向から c 軸方向へとフロップするという違いを有する。これらの転移に伴う超格子構造の変化について測定したところ、これらの磁場誘起分極フロップ現象の場合には、超格子の位置はあまり変化しないことがわかった。すなわち、磁気構造の変調波数は変わらない。分極がフロップするためには、波数を保ちながら磁気構造が何らかの変化を起こすと推測される。
- 2) **巨大磁気抵抗を示すペロブスカイト型マンガン酸化物の薄膜**
適当な格子定数を有するペロブスカイト型酸化物の(110)基板上に成長させたペロブスカイト型マンガン酸化物薄膜は、基板から受ける格子のクランプが弱いために鋭い金属絶縁体転移を示すことが可能となる。本年度は、SrTiO₃ の(110)基板上に成長させた Nd_{0.5}Sr_{0.5}MnO₃ 薄膜について巨大磁気抵抗発現に伴う構造変化を研究した。その結果、3T より低磁場では軸長の温度変化に異常が観られる温度より 10 K 前後低温で超格子反射が出現するのに対し、磁場を上げていくと、軸長の温度変化と超格子発現が同時に起きるようになる。これは、低磁場側では強磁性金属相から一旦 A 型反強磁性 2 次元伝導相を通して最終的に電荷・軌道整列相へと転移するのに対し、強磁場下では強磁性金属相から直接電荷・軌道整列相へと転移することを強く示している。また、軸長から判断する限り相転移はかなりシャープに起こり、最近言われているような 2 相共存下のパーコレーション的な巨大磁気抵抗現象とはかけ離れた結果であった。
- 3) **四極子秩序を示す TbB_2C_2** についても研究を行い、結果をまとめているところである。さらには、磁場印加相転移を示すいくつかの物質について、無磁場下での予備実験を BL-4C で行った。この結果を参考にして、来期以降磁場下での実験を行う予定である。