

電気磁気結合を示す SmMnO₃ の磁場誘起相転移

Magnetic field induced phase transition in SmMnO₃

若林 裕助, 石黒 友貴¹⁾, 稲見 俊哉²⁾

Yusuke WAKABAYASHI, Yuki Ishiguro, Toshiya Inami

¹⁾ 大阪大学 ²⁾ 原子力機構

(概要)

ペロブスカイト型 Mn 酸化物 SmMnO₃ では温度誘起磁化反転現象に関連して誘電率が劇的に変化する。この現象は、磁場印加によって解消される二相共存状態が大きな役割を担っていると解釈されている。この物質の磁場中における単相状態の構造がどのような温度依存性を示すかを明らかにするべく、磁場中 X 線回折実験を行った。その結果、磁気構造と結晶構造に強い相関がある事を示す結果が得られた。具体的な構造を得るために構造精密化を行うべく解析を進めている。

キーワード:

磁場中 X 線回折 電気磁気結合 遷移金属酸化物

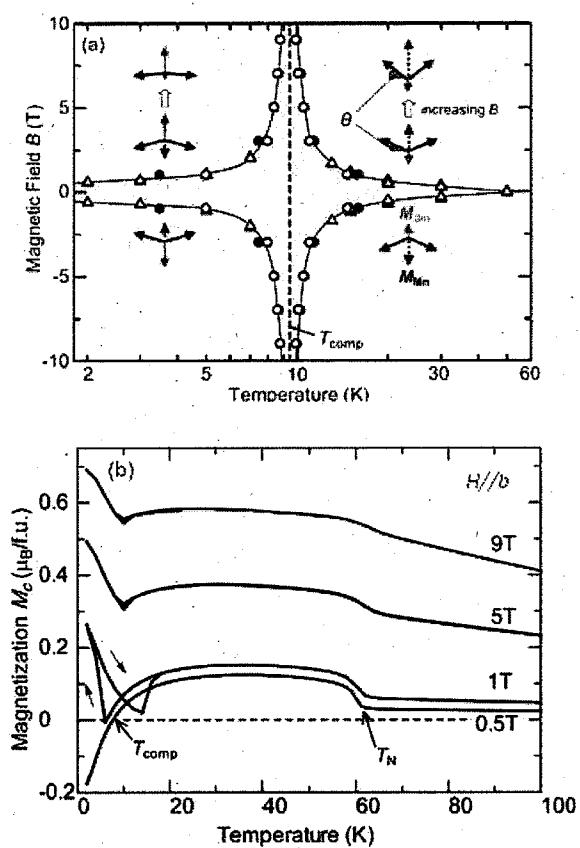
1. 目的

最近我々のグループではペロブスカイト型 Mn 酸化物 SmMnO₃において温度誘起磁化反転現象に関連して誘電率が劇的に変化(0.5K の温度変化に対し誘電率が 14%変化)するという奇妙な誘電性の相関現象を発見した[1]。これは良く似た構造を持つ TbMnO₃ などの、従来から知られているマルチフェロイック Mn 酸化物には見られない、新しい現象である。これまでの研究で、図 1(a)のような温度-磁場相図が得られており、ゼロ磁場はヒステリシス領域の中にあり、様々な特異な現象は相分率の変化で理解できると期待される。そこで、ヒステリシス領域外での構造がどのようにになっているかを明らかにするために磁場中で回折実験を行った。

本研究では、ペロブスカイト構造を持つマンガン酸化物 RMnO₃ (R=希土類金属) のひとつである SmMnO₃ を対象物質とする。RMnO₃ は、1990 年代には電子軌道の自由度の超巨大磁気抵抗効果へ与える影響への興味や、また 2000 年代にはマルチフェロイック物性(磁気秩序誘起の強誘電性)の観点からなど、これまで長いこと研究者の興味を引き付けてきた。前者の研究への代表物質は LaMnO₃ であり、後者の代表は TbMnO₃ や DyMnO₃ などが挙げられる。本研究で対象とする SmMnO₃ は R サイトの原子番号(またはイオン半径)の観点からすると両者の中間に位置する物質であるが、非常に高温(~1300°C以上)から Mn サイトの軌道状態が凍結していて、また強誘電性を示さず所謂マルチフェロイクスではないなど、これまで注目を浴びることのなかった物質である。この物質で見られた奇妙な物性は、図 1(b)に示した磁化の温度依存性である。60K 以下で Mn のモーメントが秩序化し、b 軸(Pnma 表記)に 0.1 μB 程度の磁化を持つキャント反強磁性を示す。そのまま温度を下げていくと 0.5T のデータに見られるように、40K 付近からなだらかに磁化が減少し、補償温度 T_{comp} = 9.4K で磁化がゼロをよぎって反転する。

2. 方法と結果

実験は BL22XU の二軸回折計と超伝導マグネットを用い、b 軸方向に磁場を印加しつつ h01 散乱面内における多数の Bragg 反射の強度を測定した。図 2 に、4T の磁場下で測定した 607Bragg 反射強度の温度依存性を示す。60K におけるネール点で明らかに強度が変化しており、磁性に応じてペロブスカイト構造の歪み量が顕著に変化している事が見て取れる。常磁性相の 80K、反強磁性相の 15K、磁化反転が生じる T_{comp} 以下の温度である 4K の 3 つの温度で多数の Bragg 反射強度を測定し、構造精密化に必要なデータを 4T の磁場下で収集した。現段階では未だ解析が終了していないが、データの質が比較的良好であることは確認済みである。今後、構造精密化を行い、具体的な構造を得る事を目標に解析を進める。

図 1:(a) SmMnO₃ の温度磁場相図

(b) 磁化の温度依存性

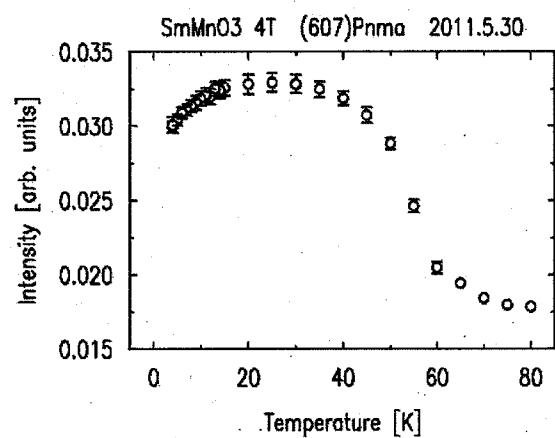


図 2 : 4T の磁場下で測定した 607Bragg 反射強度の温度依存性

3. 引用(参照)文献等

- [1] J.-S. Jung, A. Iyama, H. Nakamura, M. Mizumaki, N. Kawamura, Y. Wakabayashi, and T. Kimura, *Phys. Rev. B* 82, 212403 (2010).