

8. $\text{Pb}_3\text{Mn}_7\text{O}_{15}$ 単結晶の電気磁気効果

島田 康 弘

序. $\text{Pb}_3\text{Mn}_7\text{O}_{15}$ は、 Mn^{2+} と Mn^{4+} が共存する酸化物で、①空間群 $\text{Cmc}2_1$ または Cmcm に属する。②ネール点が 69 K の寄生強磁性体である。③ 290 K に誘電率の異常がある、といわれている。もしこれらが事実であれば、磁気秩序と誘電的秩序の共存する系として興味深い。この点を確かめるために、単結晶を作成して磁気測定および電気磁気効果の測定をおこなった。さらに電気磁気効果の測定から磁気対称ができれば、既知の結晶構造から、磁気構造についての情報を得ることができると期待される。

実験方法. PbO とフラックスとして $1100-600^\circ\text{C}$ の範囲で単結晶を作成した。単結晶から得た粉末試料を用いて、ファラデー法により、磁場 $2-9\text{ kOe}$ で 4.2 K から 77 K の範囲での磁化測定をした。単結晶の (0001) 面に電極をつけた断面積 3.0 mm^2 厚さ約 1.2 mm のコンデンサー型にした試料を用い、交流法で電気磁気効果と測定した。この試料に 250 V で $120-180\text{ Hz}$ の交流磁場をかけ、 $[0001]$ 方向に生じた電気分極 P とロックスビーを検出した。このとき (0001) 面内に $0-15\text{ kOe}$ の静磁場を加えた。これが試料と単一磁区にするのに十分な強さが明らかでない。

結果 i) 弱い強磁性の消失する温度は $48 \pm 3\text{ K}$ である。これは従来報告されている 69 K よりも低い。

なお、 69 K 付近には磁化の温度変化の異常は見られなかった。

ii) 交流磁場と $[0001]$ 方向にかけた場合の電気磁気効果について以下のことがわかった。

①電気磁気効果によると考えられる電気分極 P は、冷却時、 77 K において、電場を $1.5\text{ kV}/(\text{試料厚})$ をかけて、12時間放置した時に、はっきりあらわれた。②冷却時の電場を逆転させることにより、 P の符号が反転した(図1)。以上の結果はこの結晶が極性であり、かつその方向が低温で加えられた電場によって逆転することを示す。(したがって、可能な空間群は $\text{Cmc}2_1$ である。③ P は温度の上昇と共に減少し、 50 K 付近で消滅した(図2)。この温度は自発磁化の消失する温度と一致すると考えている。④ P を静磁場の方向 θ の関数と考えれば、 $\sin\theta, \sin 3\theta$ 成分が主成分である。なお、交流磁場を (0001) 面内にかけた場合の電気磁気効果については、はっきりしたデータは得られていない。

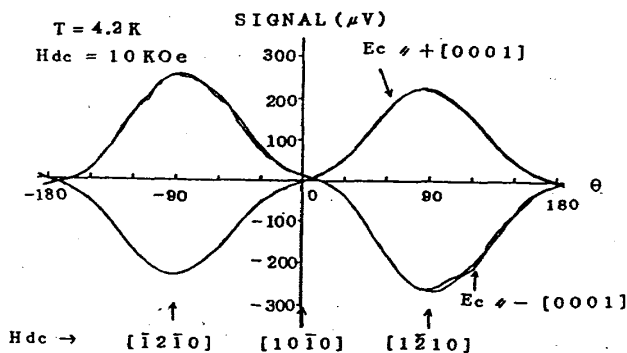


図1 電気磁気効果による信号の静磁場と $[10\bar{1}0]$ 方向のなす角 θ に対する依存性

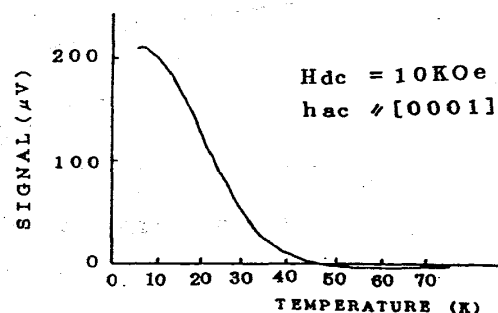


図2 電気磁気効果による信号の温度依存性