



Title	Study on the Magnetoelectric Effect in Magnetic Oxides
Author(s)	Kita, Eiji
Citation	大阪大学, 1979, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/24560">https://hdl.handle.net/11094/24560</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名・(本籍)	喜 多 英 治
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 4 6 3 1 号
学位授与の日付	昭和 54 年 3 月 24 日
学位授与の要件	基礎工学研究科 物理系専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	酸化物磁性体における電気磁気効果の研究
論文審査委員	(主査) 教授 藤田 英一 (副査) 教授 長谷田泰一郎 教授 吉森 昭夫 助教授 朝山 邦輔 助教授 松浦 基浩 講師 白鳥 紀一

### 論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、二種類の酸化物磁性体 ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) における電気磁気効果 (ME 効果) についての研究を述べるものである。

$\text{Cr}_2\text{O}_3$  における ME 効果の原子論的機構を解明するために、量子干渉計 (SQUID) を利用して電気磁気感受率 ( $\alpha$ ) を精密に測定し、また電場による反強磁性共鳴への影響を研究した。 $\alpha$  測定に用いた SQUID 磁束計の感度は  $10^{-8}$  emu で安定な静的測定が可能となり、 $\alpha$  の符号や直線性が直接確認された。 $\alpha$  は 1.6K から 270 K の温度域で測定された。平行感受率 ( $\alpha_{11}$ ) の極低温での測定値から  $g$  因子の電場依存性は、 $\delta g = -3.5 \times 10^{-8} / 1 \text{ Stat V/cm}$  と得られた。結晶の C 軸に平行は電場による反強磁性共鳴の周波数変化を 4.2K において測定した。共鳴巾は数百 G 以上で静電場によるシフトは観測不可能であるが交流電場による変調法を用いて観測に成功した。平行に電磁場冷却した試料の 24.2GHz での実験から一イオン異方性定数の電場変化は  $-1.1 \times 10^{-6} / 1 \text{ kv/cm}$  であることが判明した。この符号の大きさは  $\alpha_{11}$  の高温側を定性的にも定量的にも説明し得ない。

$\text{Fe}_3\text{O}_4$  の ME 効果を液体窒素温度で測定し低温相での磁気結晶対称性を決定した。その結果、三斜晶であるが (110) 面の鏡映対称性の破れは非常に小さいことが結論付けられた。またパルス電場の印加によりシグナルの位相が反転し電気分極の存在すなわち  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  が強誘電性であることが示唆された。ME 効果の磁化方向依存性と外部磁場変化の実験から磁化の回転による項と非回転による項からの寄与を分離し、回転による機構が主要であることが分った。磁気異方性の電場変化を考えるとにより電気分極の方向を推定した。ME 効果の緩和現場を見付けその緩和時間が  $2 \mu\text{s}$  であることを観測した。誘電率の測定結果は ME 効果の電場方向依存性や緩和現象を裏付け、緩和が主として

エレクトロニックな過程から生ずることを示唆している。

## 論文の審査結果の要旨

常の電氣的・磁氣的特性と異って、電場をかけると磁気モーメントが現れたり、磁場によって電気分極を生じたりする物質がある。これはある種の結晶対称性の欠如によって生じ、電気磁気効果とよばれる。本研究は  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  と  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  について、電場中の弱い磁気発生を SQUID 磁束計によって精密に測定し、また反強磁性共鳴のシフトをこの種では初めて観測し、電気磁気効果の挙動を定量的に求めたものである。 $\text{Cr}_2\text{O}_3$  においては測定結果の解析から電気磁気効果の主な機構、交換相互作用、磁気異方性エネルギー、および  $g$  因子の電場依存性について、それぞれの寄与を分離し、従来の測定や説に対して修正や判定を与えることができた。 $\text{Fe}_3\text{O}_4$  については測定に必要な単結晶構造を作り出す方法を考案し、77K での電気磁気効果の測定から結晶対称性を求め、またこの効果の発生機構を原子論的に解明する事を得た。いずれも学位論文に価する。