The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Studies on the magnetoelectric coupling in transition-metal oxides
Author(s)	井山, 彩人
Citation	大阪大学, 2014, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/34509
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

様式３

論　文　内　容　の　要　旨

氏　名　（　井　山　彩　人　）	
論文題名	Studies on the magnetoelectric coupling in transition-metal oxides （遷移金属酸化物における電気磁気結合の研究）

論文内容の要旨

本論文は、下記に示す三種類の遷移金属酸化物における電気磁気効果および磁気誘電効果といった電気磁気結合に関する研究について述べるものである。

１次のME効果を示すCr_2O_3の単結晶を育成し、磁場中誘電率、電気分極、さらに電場中磁化の測定を行った。実験の結果、誘電率はネール温度において発散型の異常を示し、また磁場によって誘起された電気分極は電場によって反転できることがわかった。同様に、電場によって誘起された磁化は磁場によって反転できることもわかった。この実験結果をらせん磁気秩序由来の強誘電性を示すマルチフェロイック物質として知られている$TbMnO_3$の誘電率、電気分極の振る舞いと比較、および対称性の議論をすることによって、これら２つの電気磁気結合が包括的に議論できることを示した。

また、以前から１次のME効果を示すことが知られていた$FeSb_2O_4$の単結晶を水熱合成法により育成し、はじめてその物性測定を行った。その結果、以前の粉末中性子回折の結果から提案されていた磁気構造と整合するME効果が観測されたが、同じく磁気構造から期待されるスピン秩序誘起の自発分極は実験の精度の範囲内で観測されなかった。この実験結果は、この物質の持つ特異な擬１次元的な結晶構造を考慮することによって理解できることを示した。

最後に、$SmMnO_3$における従来にはない磁気誘電効果の起源を解明するために、強磁場中での誘電率・磁化の測定と、単結晶中性子回折を行った。強磁場中での測定の結果から、35 Tに至る強磁場に至るまで、弱磁場(～ 8 T)と同様な磁気誘電効果が観測されたが、磁化は15 Tを境に、弱磁場と強磁場では低温の振る舞いが異なることがわかった。これらの結果は、SmとMnの相互作用、ゼーマン効果、および有限温度の効果を考慮することによって理解できることを示した。また、中性子回折の結果から、この系の磁化の主要な寄与であるMnの弱強磁性の成分の温度変化が明らかになり、磁気誘電効果が観測される際に生じるであろうと考えられてきた急激な弱強磁性成分の変化、すなわちMnの磁気モーメントのキャント角の変化が明瞭に観測され、従来の説を裏付けた。

様式7

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏　名　（　井　山　彩　人　）			
論文審査担当者		（職）	氏　名
	主 査	教 授	木 村 剛
	副 査	教 授	鈴 木 義 茂
	副 査	教 授	北 岡 良 雄
	副 査	教 授	花 咲 徳 亮

論文審査の結果の要旨

本論文は、遷移金属酸化物における電気磁気結合現象のうち、印加電場（磁場）に比例して磁化（電気分極）が発現するという１次の電気磁気効果および磁場の印加によって誘電率が変化するという磁気誘電効果に関する研究についてまとめたものである。本論文の内容を要約すると以下のとおりである。

（１）第１章では、序章として、１次の電気磁気効果、マルチフェロイクス、磁気誘電効果など本論文研究が対象とする現象・物質に関するこれまでの研究の沿革を整理したうえで、研究の目的を述べている。
（２）第２章では、研究手法の説明を行い、本研究で対象とした物質の単結晶育成およびその物性測定に関する手順および原理を述べている。測定手法として、巨視的測定手法（磁化測定・誘電率測定）と微視的測定手法（中性子線回折測定）といった多角的な物性測定を行っている。
（３）第３章では、１次の電気磁気効果を示すCr_2O_3単結晶試料に対する磁場中での誘電率・電気分極の測定と、電場中での磁化の測定結果を示し、この物質が室温において磁場中で強誘電的な振る舞いをし、電場中で強磁性的な振る舞いをすることを明らかにしている。
（４）第４章では、これまで報告例のない$FeSb_2O_4$単結晶試料の電気磁気効果の測定結果を示し、観測された１次の電気磁気効果が、同物質の持つ特異な擬１次元的な結晶構造を考慮することによって理解できることを示している。
（５）第５章では、顕著な磁気誘電効果を示すことが知られている$SmMnO_3$に対して超強磁場下における磁化および磁気誘電効果の測定を行った結果を示し、同物質における超強磁場下で観測される磁気誘電効果について議論している。
（６）第６章では、$SmMnO_3$の中性子散乱測定の結果を示し、この系において観測される磁気誘電効果の起源を明らかにしている。

以上のように、本論文研究では、１次の電気磁気効果および磁気誘電効果という遷移金属酸化物における電気磁気結合の従来知られていない特徴またその起源を明らかにするといった成果を挙げている。これらの結果は、今後の同研究分野のさらなる展開につながるものと認められる。よって本論文は博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。