

研究成果報告書

(国立情報学研究所民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		強誘電性と(反)強磁性が共存するマルチフェロイック物質を用いた自発磁化の電場コントロール			
研究テーマ (欧文) AZ		Control of spontaneous magnetization by electric field in ferroelectric- (anti)ferromagnetic multiferroics			
研究氏 代 表 名 者	カタカナ CC	姓)キムラ	名)ヒロユキ	研究期間 B	2007～ 2009 年
	漢字 CB	木村	宏之	報告年度 Y	2009
	ローマ字 CZ	Kimura	Hiroyuki	研究機関名	東北大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		東北大学多元物質科学研究所・准教授			
<p>概要 EA(600 字～800 字程度にまとめてください。ワープロ作成原稿の切り貼りで結構です。)</p> <p>電気磁気効果 (ME 効果), 即ち磁場誘起による電気分極或は電場誘起による自発磁化, を示す物質は古くから存在していたが, その効果の大きさは, 実用化するにはあまりにも小さすぎた。しかし最近, 極めて大きな ME 効果(Colossal Magnetoelectric effect; CME effect) を示す RMnO_3 や RMn_2O_5 (R は Bi,Y,希土類) という物質が発見され, 基礎科学, 応用科学の両面で大きな注目を浴びている。これらの系の特徴は, 強誘電転移温度と磁気秩序転移温度が極めて近く, また磁気伝播ベクトルの変化が誘電率, 電気分極の変化に密接に対応していることである。しかしながら, CME 効果の起源, 即ちスピンと電気分極 (原子変位) の相互作用の起源はまだ明らかにされていない。</p> <p>これまでの研究で, 磁場誘起誘電転移は, 磁気相転移によって引き起こされる事が分かって来た。この系は結晶構造に起因する多数の競合する磁気相互作用が存在する。その為複数の磁気基底状態がエネルギー的に拮抗し, 複雑な磁気相転移を示す。前年度の研究で, 圧力により HoMn_2O_5 の磁気相転移が制御でき, その結果誘電相転移が誘起される事を見いだした。今年度はこの物質の圧力下中性子回折を用いて, この系の微視的磁性の温度—圧力相図の詳細を調べる事と, 圧力誘起磁気秩序相における磁気・結晶構造解析を行った。更に金属材料研究所強磁場センターのマグネットを用いて, TmMn_2O_5 の磁場中誘電測定を行った。</p> <p>HoMn_2O_5 を用いて静水圧力下における磁気伝播ベクトルの測定を行った。この実験は金属材料研究所所有の中性子散乱装置 AKANE を用いて行われた。その結果, 圧力により, 格子不整合磁気相—格子整合磁気相の相転移が誘起される事を見いだした。さらに得られた圧力—温度相図は, 誘電性に関する圧力—温度相図と相境界が完全に一致する事や, 以前に得られている磁場—温度相図に極めて類似している事も発見した。この結果は, この系の磁気基底状態の起源や, CME 効果の起源を解明する上で重要な情報である。更に圧力下結晶構造解析を行って圧力下での原子位置, 原子間距離, 結合角を詳細に求めた結果, 圧力誘起磁気秩序相転移において重要な寄与をする磁気相互作用が, どの原子間で働いているかを明らかにすることができた。この結果は, この系の電気磁気効果の微視的起源を明らかにする上で, 圧力が非常に重要なツールで有る事を示している。</p> <p>TmMn_2O_5 を用いて磁場中の誘電測定を行った。その結果 0.6T という小さな磁場で電気分極の向きが a 軸 b 軸へと回転する事を発見した。この系で磁場誘起分極回転が発見されたのは世界で初めてであり, 4 状態メモリー実現の可能性という観点でも, 応用的に非常に重要な結果である。</p>					
キーワード FA	multiferroic	Polarization flop	neutron diffraction		

(以下は記入しないでください)

助成財団コード TA						研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC						シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入して下さい）									
雑誌	論文標題 GB	Magnetic-Field-Induced Polarization Flop in Multiferroic TmMn_2O_5							
	著者名GA	M. Fukunaga et al.	雑誌名GC	Phys. Rev. Lett.					
	ページGF	077204	発行年GE	2	0	0	9	巻号GD	103
雑誌	論文標題 GB	Magnetic-Field-Induced Magnetic Phase Transitions Associated with Ferroelectricity in Multiferroic ErMn_2O_5							
	著者名GA	H. Kimura et al.	雑誌名GC	J. Phys. Soc. Jpn					
	ページGF	034718	発行年GE	2	0	0	9	巻号GD	78
雑誌	論文標題 GB	Pressure-induced commensurate magnetic order in multiferroic HoMn_2O_5							
	著者名GA	H. Kimura et al.	雑誌名GC	J. Phys. Soc. Jpn					
	ページGF	063704	発行年GE	2	0	0	8	巻号GD	77
図書	著者名HA								
	書名HC								
	出版者HB		発行年HD					総ページHE	
図書	著者名HA								
	書名HC								
	出版者HB		発行年HD					総ページHE	

欧文概要EZ（ワープロ作成原稿の切り貼りで結構です。）

Multiferroic RMn_2O_5 (R = rare-earth, Bi, Y) is well known as an antiferromagnetic, ferroelectric material showing a colossal magnetoelectric (CME) effect. This system has a rich variety of dielectric responses induced by the application of magnetic field, of which behaviors strongly depend on the type of rare-earth ions. Recently, we have found that in TmMn_2O_5 , electric polarization flops from b-axis to a-axis with decreasing temperature under zero-magnetic field. Previous report on TmMn_2O_5 shows that the polarization along b-axis was induced by applying magnetic field. These facts indicate that the polarization flop from a-axis to b-axis can be induced by magnetic field in this material. To confirm this polarization flop, we conducted polarization measurement under magnetic field, resulting that the polarization flop occurs around $H = 0.6$ T as magnetic field is applied parallel to c-axis. We also found the electric polarization flop from b-axis to a-axis in YbMn_2O_5 , which occurs at $T = 4.2$ K under $H = 1.75$ T as well as at $T = 5.5$ K under $H = 0$ T. Neutron diffraction measurements for TmMn_2O_5 and YbMn_2O_5 showed that the magnetic phase transition concomitantly takes place at the transition of polarization flop. We also discovered the Microscopic magnetic phase boundaries completely agree with dielectric phase boundaries in temperature-Magnetic field phase diagram, suggesting that the flop of electric polarization is triggered by magnetic phase transition.