

ミニワークショップ
第1回 マルチフェロイック研究会
「酸化物誘電体での電気磁気多重極子の相関現象」

日時：2005年12月12日(月) 10:00～17:10

場所：東北大学・多元物質科学研究所・科学計測研究棟

科研S棟セミナー室(S203号室)(〒980-8577 仙台市片平2-1-1)

世話人：石原純夫(東北大学・理学研究科) ishihara@cmpt.phys.tohoku.ac.jp

有馬孝尚(東北大学・多元物質科学研究所) arima@tagen.tohoku.ac.jp

森茂生(大阪府立大学・理学系研究科) smori@p.s.osakafu-u.ac.jp

プログラムー

10:00～10:05 はじめに (座長：森茂生)

10:05～10:35 森 茂生(大阪府立大学・理学系研究科)

「酸化物誘電体での構造相転移と誘電異常」

10:35～11:05 池田 直(高輝度光科学研究センター)

「 RFe_2O_4 の電荷秩序と強誘電性・磁性の関連」

11:05～11:35 有馬 孝尚(東北大学・多元物質科学研究所)

「ペロブスカイト型マンガン酸化物の構造物性研究」

11:35～12:05 石原 純夫(東北大学・理学研究科)

「マルチフェロイクスにおける磁気フラストレーションと誘電分極の相関」

(昼食)

13:30～14:00 勝藤 拓郎(早稲田大学・理工学部) (座長：石原純夫)

「ペロブスカイト型 $RMnO_3$ の動的比熱と2相共存ダイナミクス」

14:00～14:30 桑原 英樹(上智大学・理工学部)

「斜方晶 $RMnO_3$ 結晶における電気磁気効果」

14:30～15:00 桂 法称(東京大学・工学系研究科)

「マルチフェロイクスにおける電気磁気効果および低エネルギー励起」

(休憩)

15:20～15:50 東 正樹(京都大学・化学研究所) (座長：有馬孝尚)

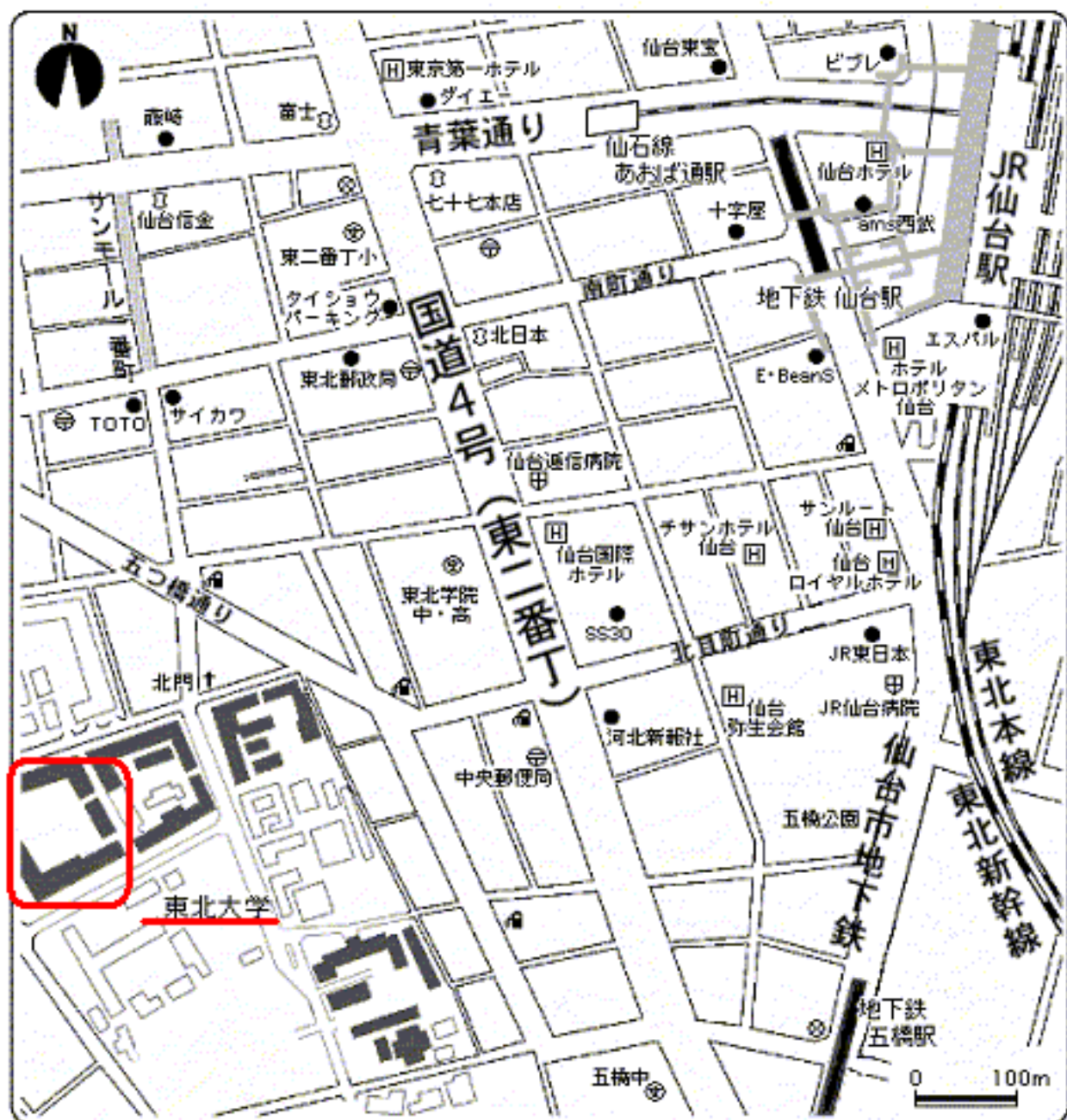
「磁性強誘電体 ビスマス・鉛・3d遷移金属ペロブスカイト」

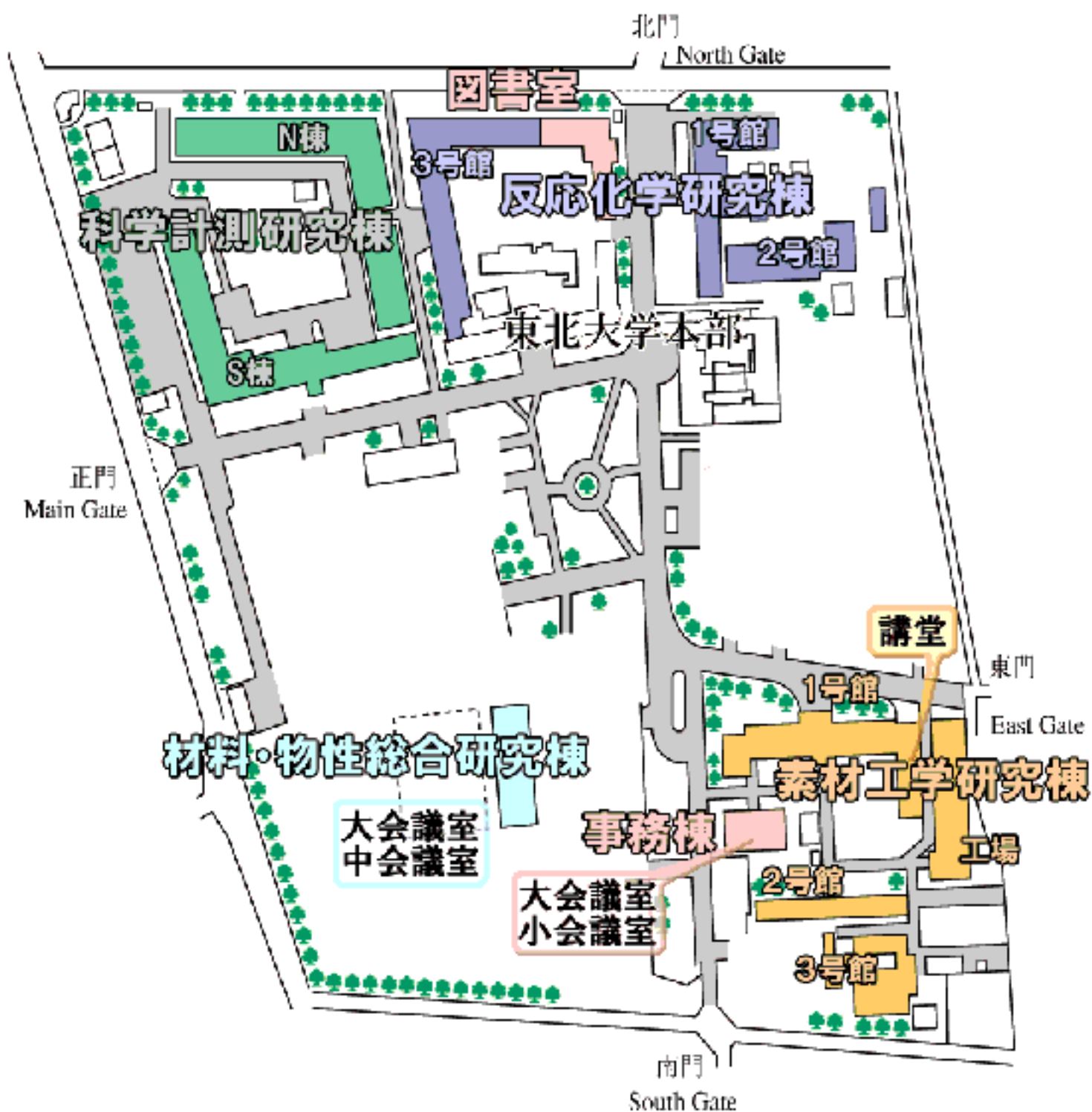
15:50～16:30 野田 幸男(東北大学・多元物質科学研究所)

「 RMn_2O_5 の誘電秩序、磁気秩序および格子変調構造の解明」

16:30～17:10 木村 剛(ルーセントテクノロジー・ベル研究所)

「Magnetoelectric and magnetoelastic effects in a triangular lattice antiferromagnet $CuFeO_2$ 」





酸化物誘電体での構造相転移と誘電異常

大阪府立大学・理学系研究科

森 茂生

スピン秩序と双極子秩序が一つの物質中で共存する相共存状態を用いて、電場、磁場などの外場に対する多重強的応答や巨大な電気磁気応答の発現を目指して近年研究が進められてきている。本講演では、強誘電性と反強磁性を併せ持つ六方晶構造を持つ YMnO_3 及び三角格子フラストレーション物質 RFe_2O_4 ($\text{R}=\text{Y}, \text{Lu}$) での構造相転移と磁気・誘電特性の相関について報告する。

(1) Ti-doped YMnO_3 の構造相転移と magnetocapacitance 効果

強誘電反強磁性物質 YMnO_3 は、約 900K で強誘電相転移を起こすとともに、約 70K で反強磁性相に転移し、反強磁性相と強誘電相が共存するマルチフェロイック物質として特徴づけられる。また最近、Mn サイトの一部を Ti で置換した $\text{YMn}_{1-x}\text{Ti}_x\text{O}_3$ において、 $x=0.175$ 近傍で磁気誘電効果などの物性が発現することで注目を集めている[1]。ここでは、(1) $\text{YMn}_{1-x}\text{Ti}_x\text{O}_3$ の Ti 高置換量 ($x > 0.2$) において見出されている菱面体構造のミクロ構造、(2)Ti 置換によって誘起させる構造相転移、および(3)Y サイトの一部を Ca で置換した $\text{Y}_{1-y}\text{Ca}_y\text{Mn}_{1-x}\text{Ti}_x\text{O}_3$ における構造変化について、主に透過型電子顕微鏡を用いて調べた研究成果について報告する。特に、 $x=0.175$ において存在する Mn 三量体構造の構造揺らぎと magnetocapacitance 効果の出現との相関について議論する。[2]

(2) RFe_2O_4 ($\text{R}=\text{Lu}, \text{Yb}$) における構造相転移と電荷秩序現象

三角格子系物質 RFe_2O_4 ($\text{R}=\text{Lu}, \text{Y}$) では、Fe の平均価数が 2.5+ であることから、三角格子上に同数の Fe^{2+} と Fe^{3+} が存在し、電荷フラストレーション緩和に伴う電荷秩序構造を示す。最近の研究から、本系における電荷秩序構造と磁気・誘電特性との相関が指摘されている。[3] 本研究では、 RMnO_3 ($\text{R}=\text{Y}, \text{Lu}$) 及び LuFe_2O_4 の Fe^{2+} の一部を Cu^{2+} で置換した LuFeCuO_4 を取り上げ、磁気・誘電特性の変化について調べるとともに、 Cu^{2+} 置換による電荷秩序構造や局所構造の変化について透過型電子顕微鏡法により調べた結果について報告する。

[1] Y.Aikawa et al., Phys.Rev.B71,184418(2005)

[2] S.Mori, J.Tokunaga, Y.Horibe, Y.Aikawa and T.Katsufuji, Phys.Rev.B (in press)

[3] N.Ikeda et al., Nature 436, 1136-1138 (2005)

RFe₂O₄ の電荷秩序と強誘電性・磁性の関連

高輝度光科学研究センター

池田直

RFe₂O_{4-δ} (R=Y, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) は三角格子面の積み重なった希土類鉄-層状酸化物である。鉄イオンで構成される三角格子平面上の同一のサイトには、同数の Fe²⁺と Fe³⁺が存在する。この Fe²⁺と Fe³⁺の三角格子平面上での電荷フラストレーションにより電荷秩序が発生すると考えられる。共鳴 X 線散乱実験から電荷秩序構造が決められ、Fe²⁺と Fe³⁺の規則配列により鉄イオン上で Polar な電子分布が現れる誘電体であることが判った。この結果はこの物質について見いだされていた誘電体としての性質と矛盾しない¹⁾。

この物質は T_N=約 230K 付近にフェリ磁性転移が存在する。またこの物質は酸素欠損量 δ に依存して、誘電的な性質、磁気転移温度、さらに電荷秩序逐次相転移などが変化する。酸素欠損量 δ は三角格子上の Fe²⁺と Fe³⁺の存在比を決定すると考えられ、そのまま電荷フラストレーションの“程度”を支配している可能性がある。

このような電子の分布で現れる誘電体では、誘電性と d 電子の持つ自由度 (電荷、スピン、軌道) などが、相互に関連する物性が発現する可能性がある。

RFe₂O₄ で見だしている、磁性と誘電性の結合した現象を 2 点報告する。

- A) 酸素欠損が少ない ErFe₂O₄ 多結晶において、室温から 77K まで電場磁場中で冷却し、昇温時に 10kOe の直流バイアス磁場中において、184Hz 振幅 25Oe の交流磁場に同期する交流電気分極を検出した場合、電気磁気信号は 180K 付近で極大となる。このとき直流磁場と分極検出方向は平行であり、交流磁場はそれらに垂直な配置である。この試料の鉄イオン間の電子揺らぎに起因する分極揺らぎの低周波数誘電緩和の特性周波数は、この温度でほぼ 180Hz となることから、分極揺らぎに相関する磁化応答の揺らぎを捉えたものと考えられる。²⁾
- B) LuFe₂O₄ の単結晶について、c 軸方向の焦電気測定からもとめた自発分極の温度変化は、3次元電荷秩序の消失する温度で消滅する。自発分極は磁気転移温度付近で肩を形成し、スピン相関の発達に関連した自発分極領域の大きさの変化があることを示している³⁾。X 線回折による、この磁気転移温度付近での超格子点線幅の観察から、電荷秩序 (正確には電荷秩序に起因する格子歪み) 相関長の温度変化を調べた。これ

によると、電荷秩序領域の三角格子面内の相関長さは、磁気秩序領域で短く、磁気秩序が消失した高温側で相関長が長くなる。上記の高温側で分極量が減少することと考えると、このデータは直感的には判りづらい。この電荷秩序相関長を求めた試料に関する、磁化測定、誘電分散測定、中性子回折実験の結果を見ると、この現象は磁性と電荷秩序（誘電秩序）の競合的側面を表している可能性がある。

- 1) Nature, **436** (2005) 1136. .
- 2) Ferroelectrics, **161**(1994)111.
- 3) J. Phys. Soc. Jpn., **69**(2000)1526.

ペロブスカイト型マンガン酸化物の構造物性研究

東北大多元研 有馬孝尚

1. 研究目的

ペロブスカイト型希土類マンガン複酸化物 $RMnO_3$ が強誘電性を示す機構および強誘電分極が磁場印加によって変化する機構を、構造物性の立場から明らかにする。そのために、中性子回折法による磁気構造の解析と強磁場 X 線回折法による反強磁性変調ベクトルの磁場変化の測定を行った。

3. 実験方法

単結晶試料はフローティングゾーン法で育成した。磁気単位胞が元の単位胞の 3 倍周期となるように組成を調節した $R=(Tb_{0.41}Dy_{0.59})$ について反強磁性常誘電($P=0$)相と反強磁性強誘電($P//c$)相のそれぞれについて、東海村にある研究原子炉 JRR-3M に設置された 4 軸回折計 FONDER を用いて中性子回折実験を行った。また、磁場印加によって強誘電分極が c 軸方向から a 軸方向へフリップする $TbMnO_3$ と、同じ磁場方向で常誘電相から強誘電($P//a$)相へと転移する $GdMnO_3$ について、SPRING8 の BL-22XU において磁場中の放射光 X 線回折実験を行った。

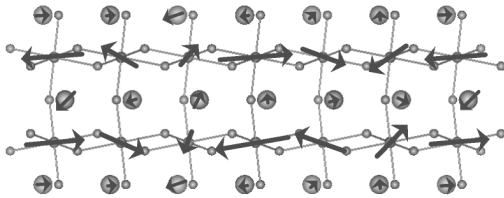


図 1 : $(Tb,Dy)MnO_3$ の強誘電相におけるヘリカルスピン構造 (a 軸投影図)。この図の上下(c 軸)方向に強誘電分極が発生する。

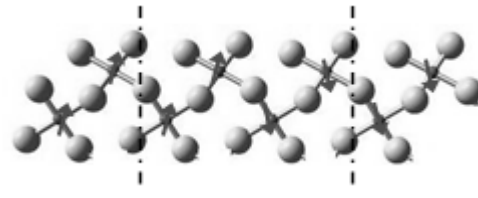


図 2 : $TbMnO_3$ 、 $GdMnO_3$ の磁場誘起強誘電相におけるスピン構造の仮説(c 軸投影図)。この図の上下(a 軸)方向に強誘電分極が発生する。

4. 結果

$R=(Tb_{0.41}Dy_{0.59})$ の場合の中性子回折実験の結果、常誘電相ではサイン波であった Mn のスピン配列が強誘電($P//c$)相においては図 1 に模式的に示すような横滑りヘリカル構造へと変化していることがわかった。この結果から、スピン配列自体が強誘電性を発現するという新奇の強誘電発現機構が確認された。また、 b 軸方向に磁場を印加することによって強誘電分極が a 軸方向を向くと同時に、スピンおよび格子の変調波数が整合波数 $q=1/4$ および $1/2$ へと転移することがわかった。このように、磁場によって磁気構造が変化することによって、磁気構造に起因する強誘電性が大きく影響を受けることが、この系の巨大電気磁気効果の原因である。なお、整合波数 $q=1/4$ の場合は、スピン構造がヘリカルかどうかとは関係なく、整合波数のスピン変調によって a 軸に垂直な b 映進面が消滅し、 a 軸方向に強誘電性が発現したと考えることが可能である。

謝辞

本研究は、木村宏之、野田幸男(以上東北大多元研)、後藤剛史、山崎裕一、宮坂茂樹、十倉好紀(以上東大工)、坪田雅己、石井賢司、稲見俊哉(以上原研)、村上洋一(東北大理)の各氏との共同研究である。また、木村剛、石原純夫、永長直人の各氏には常日頃からの議論をいただき、ここに感謝する。

マルチフェロイクスにおける 磁気フラストレーションと誘電分極の相関

石原 純夫

東北大学大学院理学研究科物理学専攻

近年のペロフスカイト型マンガン酸化物 RMnO_3 ($R=\text{La, Gd, Tb, Dy}$) におけるマルチフェロイクス現象の発見を契機に、強相関電子系における磁性と電気分極との相関現象が再び注目を浴びている。 RMnO_3 では高温から出現するヤーンテラー歪みを伴った $d(3x^2-r^2)/d(3y^2-r^2)$ 型の軌道秩序により、近接サイト間の強磁性相互作用と磁近接サイト間の反強磁性相互作用が生じる。両者の競争による磁気フラストレーションの結果、A型反強磁性構造とE型反強磁性構造 (up-up-down-down 構造) の中間領域に長距離磁気構造が出現することが明らかになっている。この領域で見出されている自発誘電分極の起源には、磁気フラストレーションや non-collinear な磁気構造が重要な役割を果たしているものと考えられている。

本研究では、 RMnO_3 における磁気フラストレーションと誘電性について理論的に調べた。解析に用いたスピン格子結合モデルでは、強磁性的な最近接スピン間交換相互作用、反強磁性的な次近接スピン間相互作用、単一イオン磁気異方性相互作用、ならびに格子の自由度を考慮した Dzyaloshinski-Moriya 型の反対称性スピン間相互作用が考慮されている。種々の相互作用パラメータやその R イオン依存性 (ボンド角依存性) は p-d 型ハミルトニアンから有効相互作用を見積もることで評価している。このスピン・格子 (電気分極) 結合モデルを数値的に解析することで、その磁性と誘電性について調べた。特に、フラストレーションを緩和するように磁気構造のノード付近で格子歪みが生ずることが見出された。講演では層状三角格子誘電体 RFe_2O_4 のフラストレーションと電子構造についても触れる予定である。

ペロブスカイト型 RMnO_3 の動的比熱と 2 相共存ダイナミクス

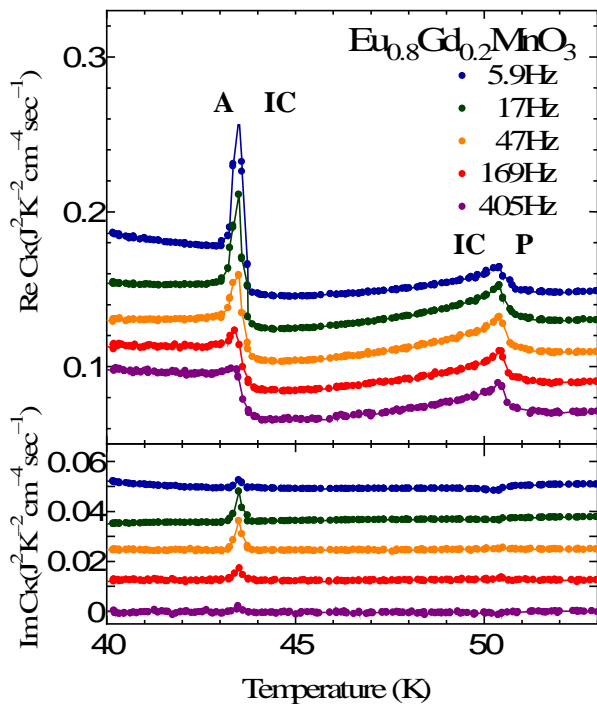
勝藤 拓郎

早稲田大学理工学部 & JST さきがけ

2 相共存状態（あるいは相分離状態）については、遷移金属酸化物について近年研究が進み、特に空間分布に関しては様々な測定手法を用いて明らかにされてきた。一方、そのダイナミクス、すなわち 2 相共存状態が存在するときその間のドメインがどのように動くのかは、系のマクロな物理量を理解する上で非常に重要であるものの、測定の困難もあってあまり明らかにはなっていない。

ペロブスカイト型 RMnO_3 には、希土類が小さいとき、incommensurate AF から A-type AF あるいは lock-in incommensurate AF への order-order 相転移が存在する。我々はこの点に注目し、2 つの order 相の共存状態とそのダイナミクスを明らかにすることを目的として、動的比熱（複素比熱）の測定を行った。その結果 A-type AF と ioncommensurate AF の間の相転移に関して、2 相共存状態に由来する比熱の周波数依存性と比熱の虚部の存在を見出し、それがデバイ緩和で記述できることを明らかにした。さらにその緩和時間が EuMnO_3 から GdMnO_3 に向かって次第に遅くなっていき、 GdMnO_3 では「ほぼ止まった」状態になることも分かった。一方 EuMnO_3 に磁場をかけると、緩和時間が早くなることも見出した。

これらの結果と“multiferroic”との関連についても議論したい。



図： $\text{Eu}_{0.8}\text{Gd}_{0.2}\text{MnO}_3$ の動的比熱の周波数依存性。上図は実部、下図は虚部を表す。

斜方晶 $R\text{MnO}_3$ 結晶における電気磁気効果

桑原 英樹, 野田 耕平, 赤木 暢

上智大学 理工学部 物理学科

強相関電子系の新たな興味の一つとして“Multiferroic”物質群が近年注目を集めている。そのような物質群の中でも特に磁性と誘電性の結合、いわゆる電気磁気効果を示す物質は応用上の可能性からも注目されており、盛んに研究がなされている。本研究で注目した $R\text{MnO}_3$ 結晶においては、 R サイト（希土類）イオンのイオン半径の減少と伴に磁氣的フラストレーションが増大し、磁気構造が A -type 反強磁性相 整合・不整合反強磁性相 E -type 反強磁性相へと変化していくことが明らかにされており、特に整合・不整合反強磁性相を持つような領域 ($R=\text{Gd}\sim\text{Dy}$) において巨大な電気磁気応答が観測されている。 $R\text{MnO}_3$ におけるこのような巨大な電気磁気応答は、現象論的に整合・不整合反強磁性相の存在と、希土類イオンの $4f$ モーメントと Mn イオンの $3d$ スピン間の fd 交換相互作用が複雑に絡み合った複雑な磁氣的状態に起因していると考えられているが、その微視的な起源や発現メカニズムには不明な点が残されている。

本研究では R サイトの平均イオン半径が TbMnO_3 とほぼ同じでかつ $4f$ モーメントを持たない $R\text{MnO}_3$ 結晶 $\text{Eu}_{0.595}\text{Y}_{0.405}\text{MnO}_3$ を作製し、その電気磁気物性を調べることで $\text{Mn } 3d$ スピン系のみ寄与を抽出することを試みた。その結果、 $\text{Mn } 3d$ スピン系のみ寄与でも、 a 軸及び c 軸のどちらの方向にも自発電気分極が出現し、さらに TbMnO_3 で見られるような磁場誘起分極フロップが観測されることが判明した。また $(\text{Eu},\text{Y})\text{MnO}_3$ とほぼ同じ格子歪を持ちながら $4f$ モーメントを持つ $\text{Eu}_{0.595}\text{Ho}_{0.405}\text{MnO}_3$ を作製し、 $(\text{Eu},\text{Y})\text{MnO}_3$ の結果と比較することで、この電気磁気効果が $4f$ モーメントの磁性に大きな影響を受けることが明らかになった。これらの結果から得られた知見を基に GdMnO_3 と TbMnO_3 の間でどの様に強誘電相が移り変わっていくかについても相図を交えて議論する。

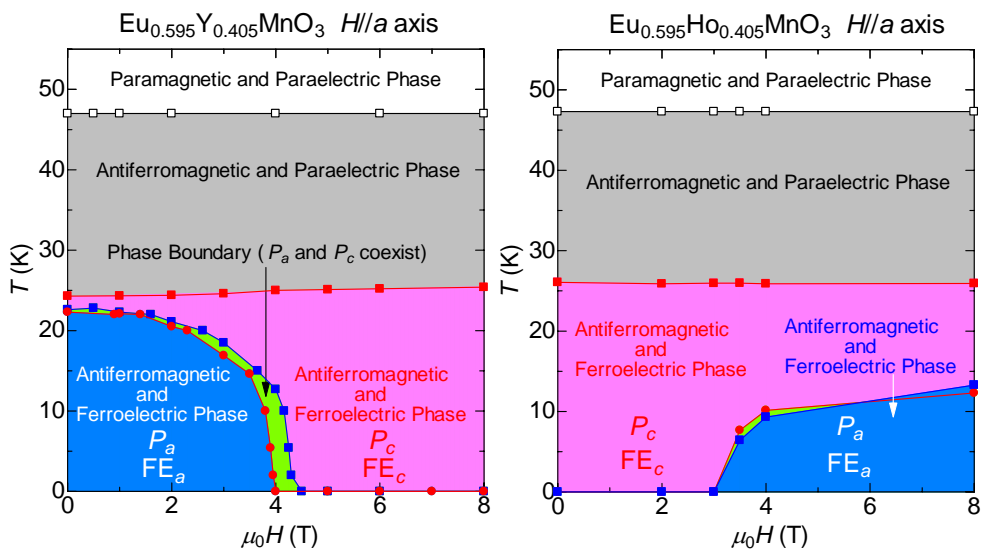


Fig.1 : $(\text{Eu},\text{Y})\text{MnO}_3$ 及び $(\text{Eu},\text{Ho})\text{MnO}_3$ における電気磁気相図 ($H//a$ 軸)

マルチフェロイクスにおける電気磁気効果および低エネルギー励起

東京大学工学系研究科 桂 法称

要旨：

我々は論文[1]において、ノンコリニアな磁気秩序により空間反転対称性が破られているスパイラルスピン系において、結晶場の効果と相対論的効果であるスピン・軌道相互作用をともに考慮することによって自発的に有限の（電子密度分布による）電気分極が得られることを示し、その具体的な表式を与えた。この結果は、マルチフェロイクスのような磁気秩序と電気分極を同時に併せ持つ物質群発現のマイクロなメカニズムのひとつの候補と考えられる。

また上記の結果から、我々はスピン系と（電子密度分布による）電気分極に応答する格子歪みの自由度のみによって書かれた現象論的なハミルトニアンを仮定し、このモデルにおける低エネルギー励起を調べた。この結果、低エネルギーにおいてスピン波と分極波の結合した新しい素励起が存在することが確認された。

以上は電子自由度に関して絶縁体的な場合を中心に議論を進めてきたが、電子が動ける二重交換相互作用的な場合についても、結晶場とスピン・軌道相互作用の両方を考慮して有効的な（タイト・バインディング）ハミルトニアンを導出し、その性質を調べた。このとき、電子が Γ_8 とよばれる既約表現に属する場合には一般には非整合なモデルとなることを示した。このことは磁場による局在・非局在転移の制御を示唆し、この系における特異な電気伝導性が期待される。

[1] H. Katsura, N. Nagaosa & A. V. Balatsky, Phys. Rev. Lett. 95, 057205 (2005).

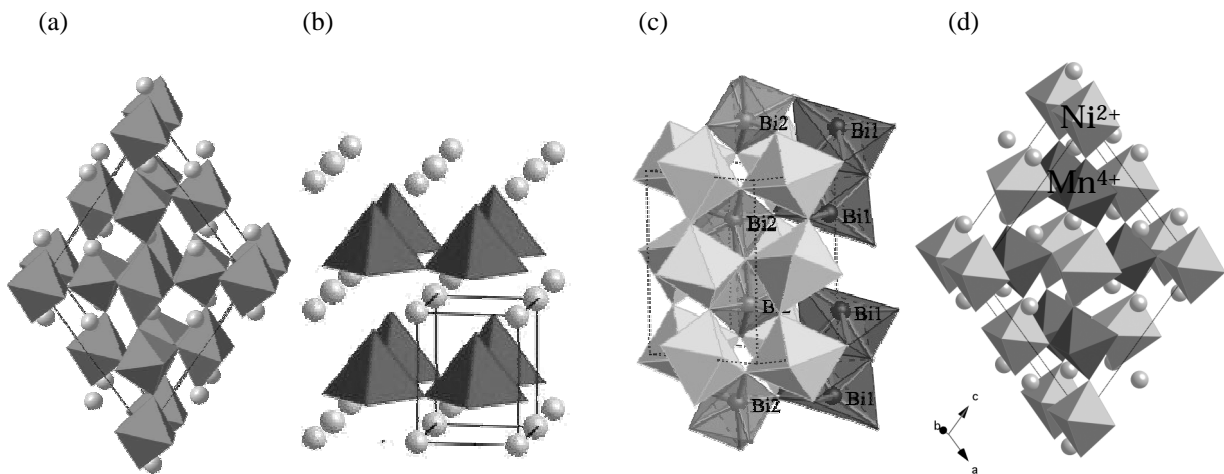
磁性強誘電体 ビスマス・鉛・3d 遷移金属ペロブスカイト

京都大学化学研究所 東 正樹

磁性強誘電体の候補物質として、ビスマス・鉛と、磁性を持つ遷移金属元素を組み合わせた酸化物（代表的な物としてはペロブスカイト）が考えられる。3 価のビスマス・2 価の鉛は強い共有結合性のために酸素を引きつけようとするし、また、 $6s^2$ の孤立電子対が立体障害として働くため、歪んだ結晶構造を安定化する傾向がある。実際、ペロブスカイト $PbTiO_3$ は非磁性であるものの代表的な強誘電体であるし、 $BiFeO_3$ は $T_N=643$ K、 $T_C=1103$ K の反強磁性強誘電体、高圧下で合成される $BiMnO_3$ は強磁性 $T_C=110$ K の強磁性強誘電体であることが知られている。

これら以外の $BiMO_3$ ($M:3d$ 遷移金属) 高圧合成によって得ることができる。我々はその結晶構造と物性調べた。その結果、 $BiCrO_3$ が $BiMnO_3$ と同じ構造を持つ反強磁性強誘電体であること、 $BiCoO_3$ が $PbTiO_3$ 型構造を持ち、 $120 \mu C/cm^2$ もの誘電分極が期待できること、 $BiNiO_3$ においては、Bi の価数が不均化した $Bi^{3+}_{0.5}Bi^{5+}_{0.5}Ni^{2+}O_3$ という酸化状態が実現しており、加圧・昇温・ Bi^{2+} の La^{3+} 置換によって絶縁体・金属転移を起こすことなどを見いだした。さらに、酸素を挟んで直線的に配置された、 e_g 電子を持つ磁性イオンと持たない磁性イオンの間には強磁性的な相関が働くことに着目して、 $Ni^{2+} (t_{2g}^6 e_g^2)$ と $Mn^{4+} (t_{2g}^3)$ が岩塩型に規則配列したダブルペロブスカイト、 Bi_2NiMnO_6 を合成、これが 140K に強磁性転移温度、485K に強誘電転移温度をもつ強磁性強誘電体であることを確認した。

一方 $PbMO_3$ については、 $PbTiO_3$ の他には正方晶反強磁性体の $PbCrO_3$ の合成が報告されているだけであった。我々はこちらについても物質探索を行い、 $PbVO_3$ と $PbMnO_3$ がどちらも $PbTiO_3$ を持つことを明にした。特に前者については $102 \mu C/cm^2$ もの誘電分極が期待できる。 $PbMnO_3$ は 8GPa で合成したところ 6h のヘキサゴナルペロブスカイトで、それを 15GPa 1000 で再処理することでペロブスカイト相が得られた。さらに合成圧力を上げることで、 $PbFeO_3$ を得ることができるかもしれない。



図：(a) $BiCrO_3 \cdot BiMnO_3$ 、(b) $BiCoO_3 \cdot PbVO_3$ 、(c) $BiNiO_3$ 、(d) Bi_2NiMnO_6 の結晶構造

RMn₂O₅の誘電秩序、磁気秩序および格子変調構造の解明

東北大学多元物質科学研究所

野田幸男

RMn₂O₅(R=希土類,Y)は、磁気秩序と強誘電秩序が同時に起こるマルチフェロイック物質として知られている。早大の近グループによる誘電率、焦電気、電気磁気効果の測定から、(1)反強磁性相転移温度($T_{N1} \sim 45\text{K}$)以下の非常に近い温度で、誘電率の発散と共に、*b*方向に弱い自発分極を伴う強誘電相転移($T_{C1} \sim 40\text{K}$)が起こること、(2)更に低温($T_2 \sim 20\text{K}$)で、誘電率、自発分極の弱い異常を伴う相転移が起こること、が明らかになっていた。最近になり、外部磁場で電気分極の反転が起こるなどの巨大な電気磁気効果が存在することが分かり、応用の観点からも注目を浴びて、Nature や PRL に最近急に多くの論文が載りだした。本公演では、最近の我々のグループ(木村、小林、大澤、福田、鎌田、近、池田、若林)によるRMn₂O₅の磁氣的、誘電的、構造的を紹介する。

磁気構造と磁気伝搬ベクトルに関しては、中性子4軸回折装置FONDERを使用して非常に明確になってきている。物性測定に関しては、誘電的測定の方が簡単なので、外部磁場に対する電気分極や誘電率の測定が最近多く行われている。構造的な研究は、実質的にはほとんど行われてこなかったが、放射光を使用した実験により徐々に進展している。理論的側面からは、Katsura *et al.*が、Dzialoshinski-Moriya相互作用の逆プロセスによる「磁気秩序誘起による電気分極発生」という論文を出し、最近になり有馬グループがTbMnO₃の磁気構造をFONDERで解明してこの理論を実験的に証明した。理論の本質は、transverse spiral spin orderingが発生するとMn原子を繋いでいるO原子が変位して、 $P = A r_{ij} \times (\mathcal{S}_i \times \mathcal{S}_j)$ で分極が発生するというものである。この理論を検証するには、(1)詳細な磁気構造の決定、(2)磁気秩序と格子変調秩序の関係を明確にすること、(3)詳細な構造解析による原子変位の解明、が必要である。本公演では、現時点で何が明確になり、さらに必要な実験が何であるかを議論する。

(参考文献)

- ・東北大学修士論文：平成13年度 福田義和、平成15年度 大澤利洋
- ・S. Kobayashi et al : J. Korean Phys. Soc. **46**(2005)289.
- ・S. Kobayashi et al : J. Phys. Soc. Jpn. **74**(2005)468.

Magnetoelectric and magnetoelastic effects in a triangular lattice antiferromagnet CuFeO_2

Tsuyoshi Kimura

*Bell Laboratories, Lucent Technologies, 600 Mountain Avenue, Murray Hill, NJ 07974,
USA*

Magnetoelectric and magnetoelastic effects related to a phase transition into noncollinear magnetic phase have been investigated for single crystals of CuFeO_2 with a frustrated triangular lattice. CuFeO_2 exhibits several long-wavelength magnetic structures related to the spin frustration, and it is found that finite electric polarization, namely inversion symmetry breaking, occurs with noncollinear but not at collinear magnetic phases. This result demonstrates that the noncollinear spin structure is a key role to induce electric polarization, and suggests that frustrated magnets which often favor noncollinear configurations can be plausible candidates for magnetoelectrics with strong magnetoelectric interaction.

This work has been done in collaboration with J. C. Lashley, A. P. Ramirez, F. Ye, Y. Ren, Q. Huang, J. A. Fernandez-Baca, P. Dai, and J. W. Lynn.