

修士論文概要書

Summary of Master's Thesis

Date of submission: 1 / 7 / 2013

専攻名（専門分野） Department	物理学及応用物理学	氏名 Name	伊藤 寿朗	指導員 Advisor	勝藤 拓郎
研究指導名 Research guidance	複雑量子物性研究	学籍番号 Student ID number	5311A006 · 0		
研究題目 Title	RTiO ₃ (R = La, Ce, Pr, Nd)のモット転移近傍における磁気抵抗				

【背景・目的】

GdFeO₃型の歪を持つペロブスカイト型 RTiO₃ (R: 希土類)は各Tiサイトの3d軌道に電子が1つ入ったモット絶縁体であり、結晶形は斜方晶に属している。スピンに関しては、反強磁性相互作用に加えてジャロシンスキー・守谷相互作用により RTiO₃ [R = La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm]のTiのスピンは弱強磁性的に整列することが知られている。文献によると a又はb軸方向のいずれかが、自発磁化が出る方向である[1][2]。またR(希土類)のイオン半径を小さくすることによって Ti-O-Ti の成す角度を 180° から減らすことが出来、それに伴って電子の波動関数の重なりが小さくなる。その結果、モットギャップが大きくなることが知られている。しかし、RTiO₃のスピンと電気伝導の間の相関については研究がほとんどされていない。そこで本研究では RTiO₃ (R : La, Ce, Pr, Nd)の単結晶を作製し、スピンと電気伝導の相関の解明を目標として様々な軸方向に対して磁化測定及び磁気抵抗を測定した。

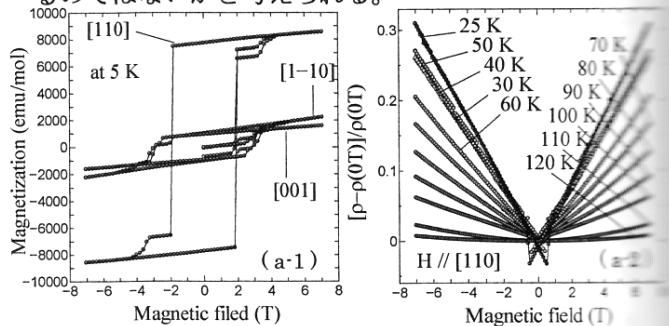
【実験結果・考察】

ここでは全ての試料の、斜方晶におけるc軸方向を立方晶の[001]とし、a, b軸方向を[110], [1-10]のいずれかとする。これは斜方晶のc軸方向のみ分かっており、a及びb軸方向は格子定数がほぼ等しいため回折実験によって区別するのが困難であることによる。

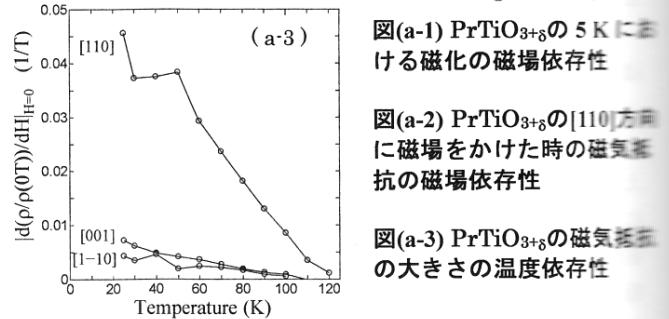
まずT_N = 107 KのPrTiO_{3+δ}の試料の結果について述べる。磁化の磁場依存性(図a-1)では、磁場を[110]方向にかけた時が最も磁化が大きく、それに対して[1-10]や[001]では非常に小さくなることがわかった。これより[110]が自発磁化の出る方向であると考えられる。また磁場下においては正の磁気抵抗を示し(図a-2)、反強磁性転移温度以下で磁気抵抗は磁場(H)の絶対値に比例していることが分かった。さらに磁気抵抗の温度依存性(図a-3)から分かるように磁化が大きく出る[110]軸のみで磁気抵抗が大きくでることがわかった。これらの結果は、磁場によってアップスピンとダウンドラムのフェルミ面の位置が変化することにより、電子のフェルミ速度が変化することに由来すると考えられる。

次にT_N = 126 KのCeTiO_{3+δ}の試料の結果について述べる。[110]軸方向に磁場をかけた時の磁化の磁場依存性(図b-1)では、PrTiO_{3+δ}に比べてM-H曲線

のヒステリシスが非常に小さいことが分かる。次に[110]軸方向に磁場をかけた時の電気抵抗の磁場依存性(図b-2)では磁気抵抗が|H|に比例する成分の他に、0 T付近で急激に減少する成分があることがわかった。これは0 T付近で磁化が正負反転している途中の状態であり、スピンのゆらぎに起因しているのではないかと考えられる。

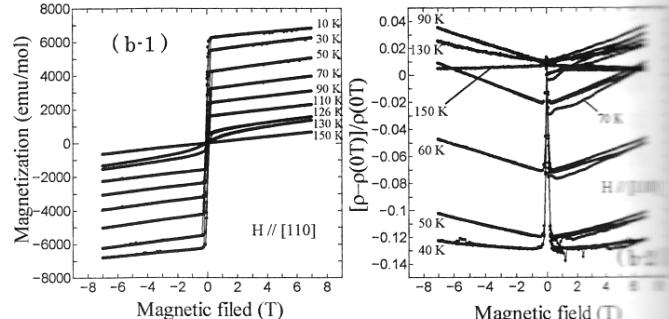


図(a-1) PrTiO_{3+δ}の5 Kにおける磁化の磁場依存性



図(a-2) PrTiO_{3+δ}の[110]方向に磁場をかけた時の磁気抵抗の磁場依存性

図(a-3) PrTiO_{3+δ}の磁気抵抗の大きさの温度依存性



図(b-1) CeTiO_{3+δ}の[110]方向の磁化の磁場依存性

図(b-2) CeTiO_{3+δ}の[110]方向の磁気抵抗の磁場依存性

<研究業績>

日本物理学会 第67回年次大会 27aYF-3 講演

日本物理学会 第68回年次大会 28pXJ-6 講演予定

[1] J.P. Goral *et al*, J. Magn. Magn. Mat. 37 (1983) 320

[2] J.E. Greedan, J. Magn. Magn. Mat. 44 (1984) 302