

Title	Single Crystal Growth and Metamagnetism Based on the Quadrupole Moment in PrCu ₂
Author(s)	Ahmet, Parhat
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39950
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	アヘメト パルハット Ahmet Parhat
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第 12937 号
学位授与年月日	平成9年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 理学研究科物理学専攻
学位論文名	Single Crystal Growth and Metamagnetism Based on the Quadrupole Moment in PrCu ₂ (PrCu ₂ の単結晶育成と四重極子モーメントに基づくメタ磁性)
論文審査委員	(主査) 教授 大貫 惇睦
	(副査) 教授 都 福仁 教授 阿久津泰弘 教授 大山 忠司 助教授 金道 浩一

論文内容の要旨

4f 電子は金属では一般にイオンに局在しているので希土類化合物の磁性は伝導電子を介して磁気モーメント間に作用する RKKY 相互作用によって説明される。その一方で f 電子のもつ多重極子(双極子, 四重極子, 八重極子など)が希土類化合物の物性に大きな役割を果たす場合もあり, 最近多重極子の研究が盛んになってきている。そこでこのような四重極子の研究に適した化合物と思われる常磁性体の希土類化合物 PrCu₂を選び, 四重極子の研究を行った。斜方晶 CeCu₂ 構造を持つ PrCu₂ は 9 重縮退の 4f 準位が結晶場によって 9 個に分裂し, 基底状態がシングレットになっている常磁性体であり, 56mK での核の関与による磁気秩序以外に磁気秩序をもたない。約 8 K では協力的ヤーン・テラー効果による構造相転移を示す。本研究で発見した新しい現象は二つあり, 一つは四重極子モーメントによるメタ磁性, もう一つはヤーン・テラー構造相転移温度の磁場依存性である。

PrCu₂ の単結晶をチョクラルスキー引き上げ法で育成した。得られた単結晶は残留抵抗比が約 200 以上ある純良な単結晶であった。この試料を用いて SQUID による帯磁率の温度変化の測定, 強磁場磁化測定, ドハース・ファンアルフェン効果の実験, 熱膨張, 磁歪測定また超音波による弾性定数の温度変化の測定を行った。

磁化測定では 1.3 K から 50 K の広い温度領域で新しいメタ磁性を見出した。このメタ磁性の転移磁場は温度上昇とともに高い磁場側にはほぼ直線的にシフトする。磁化, ドハース・ファンアルフェン効果及び磁歪測定によってこのメタ磁性は磁化困難軸と磁化容易軸間で磁気異方性軸の転換をもたらすことを観測した。得られた帯磁率の温度変化から結晶場のフィッティングを行い, 結晶場パラメータを決定した。熱膨張係数の解析から四重極子 $\langle O_4 \rangle$ が主な寄与を与えていることがわかった。そこで系の Hamiltonian に四重極子 $\langle O_4 \rangle$ に働く四重極子相互作用を取り入れることによって, メタ磁性の起源を明らかにした。メタ磁性転移では四重極子 $\langle O_4 \rangle$ の符号は負から正に変わる。つまり四重極子 $\langle O_4 \rangle$ はメタ磁性転移によって 90° 回転する。

ヤーン・テラー構造相転移温度は, 印加磁場方向に応じて異方性があることを, 磁場中での熱膨張測定により見出した。弾性定数の温度変化よりヤーン・テラー構造相転移の秩序パラメータが, $\langle O_{xy} \rangle$ であることを確認した。このヤーン・テラー構造相転移温度の磁場依存性は, 四重極子 $\langle O_{xy} \rangle$ の磁場依存性によって説明された。

論文審査の結果の要旨

本研究は斜方晶の結晶構造を持つ常磁性体 PrCu_2 において、純良な単結晶を育成し、帯磁率、磁化及び磁歪の測定を通して、結晶場効果による磁氣的に困難軸の磁化と容易軸の磁化とが変換し合う新しいタイプのメタ磁性を発見した。また、協力的ヤーン・テラー効果に基づく磁場と温度に関する興味ある相図も実験的に作成した。これらの実験結果を結晶場効果、ゼーマンエネルギー及び四重極間相互作用を基にして理論的に解明した。以上のような研究から博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。