

## 論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称	博 士 ( 理 学 )	氏名	大石 遼平
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項・2 項該当		
<p>論 文 題 目</p> <p>希土類ハニカム格子化合物 <math>RPt_6Al_3</math> (<math>R = Ce, Nd, Sm, Gd, Tb</math>) の単結晶育成と磁気異方性の研究</p> <p>(Synthesis of single crystals and studies of magnetic anisotropy in the <math>RPt_6Al_3</math> series (<math>R = Ce, Nd, Sm, Gd, and Tb</math>) with a rare-earth honeycomb structure)</p>			
<p>論文審査担当者</p> <p>主 査 教 授 鬼 丸 孝 博</p> <p>審査委員 教 授 松 村 武</p> <p>審査委員 教 授 野 原 実</p> <p>審査委員 教 授 木 村 昭 夫</p> <p>審査委員 准教授 梅 尾 和 則</p>			
<p>〔論文審査の要旨〕</p> <p>希土類を含む金属間化合物では、4f 電子の磁気モーメントと伝導電子のスピンとの交換相互作用を通して多様な物性が現れる。伝導電子のスピン分極を媒介とする Ruderman-Kittel-Kasuya-Yosida (RKKY) 相互作用と伝導電子が磁気モーメントを遮蔽する近藤効果が競合する場合、量子相転移や重い電子状態、非従来型超伝導などの発現が期待される。近年、これらに加えて、希土類サイトの対称性に由来する交換相互作用の競合によって特異な基底状態が形成されることが指摘され、磁気フラストレーションの寄与を解明することが焦眉の課題となっている。</p> <p>本論文の著者は、これまで研究が希少であった希土類がハニカム格子をとる金属間化合物を探索し、三方晶 <math>RPt_6Al_3</math> (<math>R = Ce, Pr, Nd, Sm, Gd, Tb</math>) に着目した。<math>RPt_6Al_3</math> では、<math>R</math> イオンが <math>c</math> 面内でハニカム格子を形成する。最近接と次近接の反強磁性 (AFM) 相互作用が競合する場合、磁気フラストレーションによる非共線的な AFM 秩序や磁気スキルミオンなどの発現が期待される。本論文では、<math>RPt_6Al_3</math> (<math>R = Ce, Nd, Sm, Gd, Tb</math>) の単結晶試料を高周波加熱チョコラルスキー法と封管ブリッジマン法で作製し、電気抵抗、比熱、磁化を測定した。さらに、<math>R = Sm</math> の磁気構造を決定するために、共鳴 X 線回折実験を行った。(以上、第 1 章、第 2 章の内容)</p> <p>第 3 章では、<math>CePt_6Al_3</math> の単結晶を用いた比熱と電気抵抗の測定から、基底状態が常磁性の重い電子状態であることが示された。Pt サイトを Pd で置換した系では、AFM 秩序が発現し、磁気フラストレーションの抑制が示唆された。一方、5d 電子ドープを伴う Au 置換では、近藤温度 <math>T_K</math></p>			

が低下し、磁気エントロピーが回復した。これらの Pd と Au による置換の比較から、 $\text{CePt}_6\text{Al}_3$  の重い電子状態の形成には、近藤効果に加えて磁氣的フラストレーションが関与していることが提案された。

第 4 章では、 $R=\text{Nd-Tb}$  の単結晶を用いた物性測定から、 $R=\text{Nd, Gd}$  では傾角 AFM 構造を、 $R=\text{Sm, Tb}$  では共線的な AFM 構造をとることが明らかにされた。これらの磁気異方性は、結晶場効果でよく説明できる。また、 $R=\text{Nd, Gd}$  の磁気モーメントは  $T_N$  以下で  $c$  面内にあり、弱い強磁性成分を伴う非共線的な磁気構造をとる。その主たる原因として Dzyaloshinskii-Moriya (DM) 交換相互作用をあげ、最近接  $R$  間の midpoint で反転対称性が破れていることから、 $D$  ベクトルの向きが  $c$  軸方向であることを提案した。最後に、第 5 章では本論文のまとめと展望が述べられている。

以上のように、本論文では、これまで研究が希少であったハニカム構造をとる希土類金属間化合物に着目し、 $\text{CePt}_6\text{Al}_3$  と元素置換系の純良結晶の作製と物性測定から、近藤効果と磁気フラストレーションの寄与を明らかにした。さらに、 $R=\text{Nd-Tb}$  の単結晶を用いた物性測定によって、磁気異方性と磁気構造について詳細に調べ、DM 交換相互作用の寄与を捉えた。本成果は、希土類を含む金属間化合物が示す多彩な磁性や特異な金属状態において、近藤効果と RKKY 相互作用の競合だけではなく、磁気フラストレーションと DM 交換相互作用が重要な役割を担っていることを提起するものであり、強相関物理において重要な意義を与える。以上のことから、本論文の著者は博士(理学)の学位を授与するに十分な能力と実績を有するものと認められる。

備考：審査の要旨は、1,500 字以内とする。