

論 文 要 旨

論 文 題 目: $Y_{1-x}Er_xT_2$ ($T=Co, Fe$) の磁氣的及び伝導的性質

希土類遷移金属化合物 RCo_2 は、cubic ラーベス相結晶構造をもち R が非磁性的の Y, Lu, Sc においても Co の 3d 電子スピンは揺動状態にある。このため、この RCo_2 化合物は磁場、圧力及び温度の外部パラメータ、交換磁場及び希土類の種類等の内部パラメータの作用により様々な磁氣的性質を示すためこれまで多くの研究がなされてきた。本研究では、 $R=Er$ の $ErCo_2$ および Er を Y で置換し、 Co サイトに働く交換磁場の大きさを変化させた系 $Y_{1-x}Er_xCo_2$ について電気抵抗率、熱電能、熱膨脹測定の測定を行い、局在 4f 電子と遍歴 3d 電子の相互作用および磁氣的状態がどのように変化するかを調べた。

$ErCo_2$ は $T_C \approx 32$ K でヒステリシスを伴ったフェリ磁性—常磁性の 1 次転移を起こすことが知られている。これは、 Er の 4 f 局在モーメントの交換磁場による 3 d 遍歴電子のメタ磁性転移として説明される。電気抵抗率の測定結果より、 $x = 1.0 \sim 0.7$ の化合物においては、磁気転移点において不連続な電気抵抗率が観測された。 $x = 0.6 \sim 0.55$ の化合物では、 Er と Co の磁気転移温度の分裂が観測された。 $x < 0.5$ では、 Co の磁氣的配列は確認されなかった。

$ErCo_2$ とゼロ磁場中ですでに Er と Co の磁気転移温度が分裂している $Y_{0.4}Er_{0.6}Co_2$ について、15 T までの強磁場中で電気抵抗および熱電能を測定した。その結果、 $ErCo_2$ の磁気転移が、磁場の増加に伴い、1 次転移から 2 次転移に変わり、 Er と Co の磁気転移温度が分裂した。これは、外部磁場が加わることにより、転移温度以上の温度でも Er の磁気モーメントが揃えられることで、臨界磁場以上の交換磁場が Co サイトに作用するためである。 $Y_{0.4}Er_{0.6}Co_2$ においては、 Er の磁気転移温度は 5 T までは磁場の増加とともに増加しその後一定の値をとる。一方、 Co の磁気転移温度は 4 T までは磁場とともに増加するが、その後減少して 10 T あたりで消失している。これは、外部磁場が 4T 以上になると、 Co に働く有効磁場が小さくなり、10 T 以上では臨界磁場より小さくなるためである。

これらの測定結果より、 $ErCo_2$ の Co に働いている交換磁場、 Co がメタ磁性転移をおこす臨界磁場、及び Co が磁気秩序を示さなくなる Er 臨界濃度を得ることができた。さらに、 Co を Fe に代えた $Y_{1-x}Er_xFe_2$ の磁氣的及び伝導的特性についての考察も行った。

氏 名 内 間 清 晴

(様式第 5-2号)

2005 年 2 月 24 日

琉球大学大学院

理工学研究科長 殿

論文審査委員

主査 氏名 矢ヶ崎克馬 (印)
 副査 氏名 二木治雄 (印)
 副査 氏名 仲間隆男 (印)
 副査 氏名 (印)

学位 (博士) 論文審査及び最終試験終了報告書

学位 (博士) の申請に対し、学位論文の審査及び最終試験を終了したので、下記のとおり報告します。

記

申請者	専攻名 海洋環境学 氏名 内間清晴 学籍番号 988552J
指導教官名	矢ヶ崎 克馬
成績評価	学位論文 (合格) 不合格 最終試験 (合格) 不合格
論文題目	Magnetic and transport properties of $Y_{1-x}Er_xT_2$ (T=Co, Fe)
審査要旨 (2000 字以内) 最終試験として、20 分の論文発表の後 10 分の質疑応答を行い、その後審査委員会を開催した。 審査委員会ではまず主査から当該論文について、研究の目的、研究手段、実験結果および議論について内容的な説明があった。 当該研究はラーベス相化合物 $Y_{1-x}Er_xT_2$ (T=Co, Fe) の磁性と輸送現象を、4f 局在モーメントと 3d (集団的または局在的) 電子の相互作用との関連において捉えたもので、実験的研究手段と	

(次頁へ続く)

審査要旨

して、磁性、電気抵抗、熱電能を高温領域で ($T=Fe$)、磁場中で ($T=Co$) で測定し、結果を議論したものである。

Co化合物では、Er・4f局在モーメントの整列無しにはCoは磁気モーメントを持ち秩序化することはできず、Coは集団電子モデルで取り扱うことが可能である。Coに働くErからの交換磁場と外部磁場の和が、Coバンドをスプリットさせ、モーメントがもてる臨界磁場より大きい小さいかで、Coの状態が決定し、それに伴い様々な磁性状態が出現することを、実験事実を理論化することにより理解することができた。特に、 $ErCo_2$ の磁気転移点が、磁場中に於いて二つに分離し、磁場増大と共に高温側にシフトする現象を、高温近似を用いたEr常磁性モデルを用いて解明した。二つの転移点のうち、Coの転移点の方がErの転移点より高く、キュリーワイス則によって定量的にも計算することができた。

一方Fe化合物では、Fe間の相互作用がEr間の相互作用より圧倒的に強く、そのためにErが自力で整列できる低温の温度範囲以上では、Erの磁化はFeからの交換磁場を受けた常磁性的な振る舞いとして理解できた。また伝導的側面からは、Feは集団電子モデルによって示すことができた。

上記の基本状態を基礎にして、熱電能、電気抵抗、マグネトレジスタンス等、様々なこの系の物性・伝導特性を第1近似として、定性的ではあるが基本的に解明することのできたものと言える。

その後、審査員の質疑応答がなされ、最終試験、論文の記述、研究についての評価が議論された。結果として、最終試験は合格であり、当該研究がオリジナリティーの伴う学術的に充分価値のある論文であることが評価された。

本論文は博士(理学)の学位に充分かなうものである。