

論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨の公表

学位規則第 8 条に基づき、論文の内容の要旨及び論文審査の結果の要旨を公表する。

○氏名	AMINA Abdelsamea Abozeed Farghaly (あみーな あぶでる - さみあ あぼじど ふあるぎり)
○学位の種類	博士 (理学)
○授与番号	甲 第 1230 号
○授与年月日	2018 年 3 月 31 日
○学位授与の要件	本学学位規程第 18 条第 1 項 学位規則第 4 条第 1 項
○学位論文の題名	Electronic States of the First Order Ferrimagnet ErCo ₂ Studied by Polarization Dependent Hard X-Ray Photoemission Spectroscopy (偏光依存硬 X 線光電子分光による一次フェリ磁性転移を示す ErCo ₂ の電子状態の研究)
○審査委員	(主査) 今田 真 (立命館大学理工学部教授) 池田 浩章 (立命館大学理工学部教授) 滝沢 優 (立命館大学理工学部准教授)

<論文の内容の要旨>

本論文はフェリ磁性体 ErCo₂ の電子状態を研究対象とし、はじめに ErCo₂ の一次の磁性転移および関連物質の諸物性の概観、光電子分光法の原理、光電子分光実験手法および電子状態の理論解析手法について述べた後、本論ではまず価電子帯光電子分光実験とバンド計算による電子状態の研究、次に内殻光電子スペクトルの偏光及び試料角度依存性の測定とスペクトル計算による電子状態の異方性の研究について述べたものである。

ErCo₂ の価電子帯については、高輝度硬 X 線光源を用いたバルク敏感かつ高分解能な光電子分光測定を通して、キュリー温度の上下での価電子帯電子状態の変化を解明し、さらに常磁性状態における価電子帯光電子スペクトルの偏光依存性を解明した。理論面では、バンド構造計算を ErCo₂ のフェリ磁性相(菱面体構造)と常磁性相(立方晶)の両相について行ない、光電子励起確率の元素及び軌道依存性を考慮して理論スペクトルを得た。理論が実験の偏光依存性の特徴をよく再現したことに基づいて、実験との比較を通して理論の定量的検証を行ない、従来の理論が Er 5d バンドや Co3d バンドを正確に計算できていないことを明らかにした。

電子状態の異方性については、Er 3d_{5/2} 内殻光電子スペクトル(XPS)を偏光と結晶方位の

両方を変化させて観測することで、本質的な偏光依存性を抽出することに成功した。さらに理論計算を通して、結晶場効果で $\text{Er } 4f$ 状態に発生する異方性のうちの 4 次の多極子成分が偏光依存性に反映されていることを見出しかつ実験スペクトルを定量的に再現することで、4 次の多極子の期待値を求めた。

<論文審査の結果の要旨>

本論文の特色は第一に、1 次のフェリ磁性転移という特異性を持つ ErCo_2 について、近年実用化された高分解能かつバルク敏感な可変偏光硬 X 線光電子分光法を用いて実験的に研究したことである。第二の特色は、遍歴電子と局在電子の両方が磁気モーメントを担うことに着目して、電子状態の遍歴的な側面を価電子帯光電子分光で、局在的な側面を内殻光電子分光で研究したことである。

本論文において高く評価される点は、実験結果を理論計算と定量的に比較することで、本質的に新しい次の二点の知見を得たことである。(1)従来手法で行なったバンド計算が ErCo_2 の電子状態、特に $\text{Er } 5d \cdot \text{Co } 3d$ バンドを十分正確には再現していないことを明らかにした。(2)内殻光電子スペクトルの偏光依存性を定量解析することで希土類 $4f$ 軌道の 4 次の多極子を定量決定する手法を開発し、 ErCo_2 中の Er の持つ 4 次の多極子の値を実験的に求めた。今後の課題として挙げられる(a)実験結果と電子相関を考慮した電子状態計算とを比較することで ErCo_2 の 1 次のフェリ磁性転移の起源をきちんと解明すること、(b) 4 次の多極子の定量決定を他の希土類化合物にも応用するとともに、6 次の多極子を決定する手法を開発することについても、本論文の成果を更に発展させることで解決が期待される。

以上の論文審査と公聴会での口頭試問結果を踏まえ、学位審議委員会は一致して、本論文は博士学位を授与するに相応しいものと判断した。

<試験または学力確認の結果の要旨>

本論文の主査は、学位申請者が本学大学院理工学研究科基礎理工学専攻博士課程後期課程在学期間中に、研究指導を通じて日常的に研究討論を行ってきた。また、本論文提出後、主査および副査はそれぞれの立場から論文の内容について評価を行った。

本論文の公聴会は、2018 年 2 月 5 日 (月) 13 時 00 分～14 時 40 分に、理工学部の物理演習室 1 において行われた。公聴会では、学位申請者による論文要旨の説明の後、審査委員は学位申請者 AMINA Abdelsamea Abozeed Farghaly に対する口頭試問を行った。各審査委員および公聴会参加者より、実験的に不純物の有無を確認するための ESCA 測定時の偏光についての質問、内殻光電子スペクトルの偏光依存性から多極子を定量決定する手法が他の物質にも適用できるかについての質問、バンド計算上の課題が判明したことで 1 次磁性転移の起源についての従来の説明は変更が必要ないのかなどの質問がなされたが、い

ずれの質問に対しても学位申請者の回答は適切なものであった。審査委員は論文内容および公聴会での質疑応答を通して、学位申請者が十分な学識を有し、博士学位に相応しい学力を有していると確認した。

以上の諸点を総合し、学位審議委員会は、学位申請者に対し、本学学位規程第 18 条第 1 項に基づいて、「博士（理学 立命館大学）」の学位を授与することが適当であると判断する。