

# 琉球大学学術リポジトリ

## ThCr<sub>2</sub>Si<sub>2</sub>型構造をとるEu化合物の価数と磁気状態の微視的解明

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学 公開日: 2018-06-21 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: Higa, Nonoka, 比嘉, 野乃花 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/41485">http://hdl.handle.net/20.500.12000/41485</a>

(様式第5-2号) 課程博士

平成30年 2月 5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 與儀 護  
副査 氏 名 仲間 隆男  
副査 氏 名 辺土 正人  
副査 氏 名 二木 治雄



## 学位（博士）論文審査及び最終試験の終了報告書

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：生産エネルギー工学 氏名：比嘉 野乃花 学籍番号： <span style="background-color: black; color: black;">XXXXXXXXXX</span>	
指導教員名	與儀 護	
成績評価	学位論文 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格	最終試験 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格
論文題目	Microscopic elucidation of valence and magnetic states of Eu compounds with ThCr <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> -type crystal structure (ThCr <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> 型構造をとるEu化合物の価数と磁気状態の微視的解明)	
審査要旨（2000字以内）  最終試験として、2018年2月5日午前10時から90分の論文発表の後に30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説明があった。  論文では、ThCr <sub>2</sub> Si <sub>2</sub> 型の正方晶構造をとる金属間化合物について研究を行った結果をまとめている。希土類元素Eu（ユウロピウム）は価数状態により全く異なる磁気状態を実		

(次頁へ続く)

## 審査要旨

現する。そこで、大きな有効磁気モーメントを有する2価状態 ( $\text{Eu}^{2+}$ ) を取る化合物、非磁性の3価状態 ( $\text{Eu}^{3+}$ ) を取る化合物、そして、中間価数状態 ( $\text{Eu}^{(2+\delta)+}$ ) を取る化合物について、原子核レベルの微視的な研究手法である核磁気共鳴 (NMR) を行い、それらの物質の電子状態を明らかにした。研究成果は次の通りである。

- (1)  $\text{EuCo}_2\text{P}_2$  と  $\text{EuCo}_2\text{As}_2$  において、Eu の価数は2価となり、転移温度 66.5 K および 45 K 以下で反強磁秩序が実現する。これらについて、化合物を構成する全ての原子核 ( $^{153}\text{Eu}$ 、 $^{59}\text{Co}$ 、 $^{75}\text{As}$ 、 $^{31}\text{P}$ ) の NMR 信号の観測に成功し、共鳴周波数やスペクトル形状について詳細な測定を行った。それらの結果について核スピンハミルトニアンの数値厳密対角化によるシミュレーションを行い、磁気モーメントが面内では強磁性的に整列し、面間ではヘリカル構造を取ることを見いだした。また、ヘリカル構造の伝搬ベクトルについても明らかにした。
- (2)  $\text{EuCo}_2\text{Si}_2$  は数少ない Eu の価数が3価となる金属間化合物である。 $\text{Eu}^{3+}$  の特徴は近接した  $J$  多重項 ( $\Delta \sim 500$  K) を有する点で有る。 $^{59}\text{Co}$ -NMR 測定を行い、スピン磁化率に対応するナイトシフトと低エネルギー揺らぎを観測する核スピン-格子緩和時間  $T_1$  の温度依存性を明らかにした。実験結果について  $J$  多重項状態を基本とした解析を行った結果、原子描像に基づく単純な電子状態ではなく、伝導電子との混成が非磁性状態である  $\text{Eu}^{3+}$  においても重要である事を見いだした。この結果は、中間価数状態における特異な電子状態と密接に関連している。
- (3)  $\text{EuNi}_2\text{P}_2$  において、Eu は中間価数状態であり、顕著な温度依存性を示す特徴が有る。また、低温で大きな電子比熱係数を有する重い電子状態が実現する物質である。 $^{31}\text{P}$ -NMR 測定を行い、ナイトシフトと  $T_1$  の詳細な温度・磁場依存性を求めた。実験結果について、価数の変化を考慮に入れたモデルを構築し、解析を行った。その結果、価数揺らぎに起因した核磁気緩和現象や、近藤効果による重い電子状態の形成について微視的な視点から明らかにした。さらに、中間価数状態をとる Eu 化合物に特有とみられるスピン揺らぎを低温・低磁場領域において見いだした。

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。その結果、提出された学位論文は博士の学位論文に相当するものと判断し学位論文の審査を合格とする。また、論文発表会における発表ならびに質疑応答において、申請者は専門分野および関連分野の十分な知識ならびに研究能力を有していることが確認できたので最終試験を合格とする。