

氏名(国籍)	ドウ ハイ フック (ベトナム)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第3407号		
学位授与年月日	平成16年3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	工学研究科		
学位論文題目	Study on Magnetism and Superconductivity of Rutheno-Cuprate $\text{RuSr}_2\text{RECu}_2\text{O}_8$ (RE=Rare Earth Element) and the Related Compounds : Materials Aspect of Superconductivity (ルテニウム-銅物質 $\text{RuSr}_2\text{RECu}_2\text{O}_8$ (RE = 希土類元素), および関連化合物の 磁性と超伝導の物質的側面) 		
主査	筑波大学教授	理学博士	門脇和男
副査	筑波大学教授	理学博士	松本秀樹
副査	筑波大学教授	工学博士	瀧田宏樹
副査	筑波大学教授	博士(理学)	掛谷一弘

論文の内容の要旨

超伝導体は磁場中では超伝導状態を形成する為に必要な Cooper-pair が破壊されるため、超伝導は抑制される事が知られている。強磁性と超伝導は同じ理由で2つの秩序状態は同時に共存できないとされてきた。様々な物質で強磁性と超伝導の共存について調べられてきたが、理論的には、共存の可能性を指摘する説もあるが、実験的にはこれまでのところ、その事実は確認されていない。強磁性に対して、反強磁性では共存が可能であり、多くの場合、実験的にもこの事実は確立している。Do, Hai Phuc 君はこの問題を、高温超伝導と強磁性が同時に発現可能な系として $\text{RuSr}_2\text{RECu}_2\text{O}_8$ 系 (RE = Gd の場合、(反)強磁性転移点 136K, 超伝導転移点 45K) に着目し、Ru の反強磁性 (あるいは僅かな強磁性成分を持つ反強磁性) 状態がゼロ磁場では超伝導と共存し、高磁場中では磁場誘起された強磁性 Ru 磁気モーメントが超伝導状態と共存している事を明らかにした。また、この物質は特に超伝導状態を実現するためには高温における酸素雰囲気中で数週間の熱処理が必要であり、極めて合成が難しいが、ねばり強く実験を繰り返し、RE が Gd (これは 1999 年に既に発見されていた) 以外に、さらに合成が困難な RE = Sm, Eu を世界で初めて超伝導化した。(反)強磁性転移点はそれぞれ、146K, 136K であり、超伝導転移点は (抵抗ゼロ点) それぞれ 12K, 17K である。これらの物質の電気的、磁氣的性質も系統的に測定し、高磁場では Gd の場合と同様に誘起強磁性状態と超伝導の共存が確認された。特に、RE = Eu の場合、磁性元素は Ru のみであるので強磁性状態が正確に求まり、Ru 原子は約 $1\mu\text{B}$ の磁気モーメントを持つことが明らかにされた。そのほか、2.1GPa までの高圧中での電気抵抗の測定、低温から常温までの幅広い温度領域での比熱の測定、55T までの強磁場中での磁化測定など、幅広い研究を行い、この物質の電気的、磁氣的特性を実験的に明らかにし、超伝導状態が (誘起) 強磁性秩序状態と共存することを確立した。

これまで多くの研究は多結晶体での実験であり、単結晶による実験はない。詳細な物性実験には単結晶が必要不可欠である。このような観点から、Do, Hai Phuc 君はこの困難な物質の単結晶育成を目指して、高

温における相図を示差熱分析装置 (DSC) や急冷法, 浮遊帯熔融法により, EPMA を用いて詳細な分析を行い, $\text{RuSr}_2\text{GdCu}_2\text{O}_8$ 相の析出反応過程をほぼ明らかにした。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は新しい磁性超伝導物質である $\text{RuSr}_2\text{RECu}_2\text{O}_8$ 系において, 超伝導と磁場誘起強磁性が同一物質中で共存する事を, 詳細な電氣的, 磁氣的, 熱的な研究を通して明確に実証した研究として高く評価される。また, 合成が極めて困難なこの物質に於いて, RE = Sm, Eu の場合, 世界で初めて合成に成功し, RE = Gd の場合, 高温におけるこの物質の相図を決定したことは, この分野における今後の研究発展に対する極めて重要な貢献として高く評価される。

よって, 著者は博士 (工学) の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。