

氏名	高 嶋 敏 郎 たか ばたけ とし ろう
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	工 博 第 680 号
学位授与の日付	昭 和 55 年 9 月 24 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 5 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 原 子 核 工 学 専 攻
学位論文題目	SUPERCONDUCTIVITY AND LOCAL MAGNETIZATION OF TcFe, RuFe, AND IrFe ALLOY SYSTEMS (希薄合金系 TcFe, RuFe, IrFe の超伝導と磁性)

論文調査委員 (主査) 教授 向坂正勝 教授 兵藤知典 教授 中村陽二

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、金属中の磁性不純物における非磁性状態から磁性状態への遷移過程を明らかにする目的で、希薄合金系 TcFe , RuFe , IrFe を研究対象として選び、超伝導特性及び局所磁化の測定によって研究した結果をまとめたものであって、5章より成っている。

第1章は序論で、磁性の最も基本的な問題である局在磁気モーメントの生成消滅の問題を取り上げ、この問題を解明する上で、非磁性状態から磁性状態への遷移領域にある希薄合金系の実験的研究の必要性が述べられている。

第2章では、金属中の局在磁気モーメントに関する従来の研究を総括したあとで、本研究の二つの相補的な測定手段、即ち、母体金属の超伝導特性に対する磁性不純物の効果、及びメスバウアー効果による内部磁場測定について概説している。

第3章では、まず本研究に用いた試料の作製方法が述べられている。このうち放射性同位元素である Tc 試料については、電着還元法によって、電子の平均自由行程の極めて短い試料の作製に成功している。次に超伝導転移温度と第2臨界磁場、メスバウアー効果による内部磁場の測定装置についてそれぞれ説明し、実験方法の詳細を述べている。

第4章においては、 TcFe の超伝導特性及び Tc, Ru, Ir 中の ^{57}Fe の内部磁場測定の結果が示され、それらの考察がなされている。

Tc の超伝導転移温度 T_0 の、Fe, Co, Mn 不純物による低下の初期勾配は、それぞれ -2.9 , -1.2 , $-0.6\text{K/at}\%$ であり、Fe が最も大きく T_0 を下げる事を見出した。 T_0 の Fe 不純物濃度依存性を最近の理論と比較し、 T_0 の大きな低下は Fe 不純物に伴う局所的なスピンのゆらぎによるものであるとの結論を得ている。さらに、Fe 不純物による Tc の第2臨界磁場の低下が、低温になるにつれて著しくなる事は、大きな外部磁場のもとで、有効な磁気モーメントが誘起されるためと解釈される。

メスバウアー測定によっては、まず Tc 中 ^{57}Fe の零磁場でのスペクトルの解析から、アイソマーシフ

トと四極子分裂の大きさを、はじめて決定した。また Tc, Ru, Ir 中 ^{57}Fe の、温度領域 1.4~290 K, 外部磁場 0~60k Oe での内部磁場の測定から、次の様な知見を得ている。

(1)外部磁場 50k Oe での内部磁場の飽和値は、Tc, Ru, Ir母体の場合、それぞれ -7.3, -1, -9.3k Oe である。これらの値は普通の磁気モーメントを持つ系における値よりもずっと小さく、これらの系が明瞭な磁気モーメントを持っていない事を示している。

(2)Tc, Ir 母体の場合、内部磁場の飽和値は外部磁場にほぼ比例して増加する。このふるまいは、CuFe などの近藤合金系における挙動とよく類似しており、TcFe, IrFe 系と近藤合金系の間には、本質的な差異のない事を示唆している。

(3)Ru 母体の場合、内部磁場の絶対値は 2k Oe よりも小さく、温度及び外部磁場にほとんど依存しない。

(4)上記の三つの観測結果は、Fe 不純物に伴う局所的なスピンの時間的にゆらいでいるという概念に基づいて、申請者が考察したモデルによって定性的に説明できる。

さらに、今回得られた超伝導転移温度の低下と内部磁場の測定結果を、他の4d 遷移金属母体について報告されている結果と比較する事によって、TcFe, IrFe は非磁性状態から磁性状態への遷移領域にあって、共通した特徴を持っている事を明確にした。

第5章は本研究の総括であって、4d, 5d 遷移金属中の Fe 不純物の非磁性状態から磁性状態への遷移領域においては、その超伝導特性、及び局所磁化の温度磁場依存性に対して、Fe 不純物に伴う局所的なスピンのゆらぎが重要な役割をはたしていると結論している。

論文審査の結果の要旨

希薄合金系における局在磁気モーメントの生成消滅の機構は、磁性の最も基本的な問題の一つであるが、非磁性状態から磁性状態への遷移領域にある系の実験的研究は例が少なく、まだ十分系統的に研究されていない段階にある。

著者は、この非磁性状態から磁性状態への遷移過程を明らかにすることを目的として、希薄合金系 TcFe, RuFe, IrFe に注目し、巨視的情報を得るために超伝導特性を、また微視的情報を得るためにメスバウアー効果による内部磁場を、それぞれ測定することにより、これらの系の磁性を研究したもので、次の新しい知見を得ている。

(1) まず Tc の超伝導特性に対する Fe 不純物の効果を調べるために、放射性同位元素である Tc の金属を電着還元法によって作製し、電子の平均自由行程の極めて短い試料を得ることに成功している。Fe 不純物が Mn, Co 不純物よりも著しく Tc の超伝導転移温度を下げることを見出し、転移温度の Fe 不純物濃度依存性を最近の理論と比較することによって、この原因が Fe 不純物に伴う局所的なスピンのゆらぎによるものであることを明らかにしている。さらに TcFe の第2 臨界磁場の温度及び不純物濃度に対する依存性の解析からも、この結論を裏付けている。

(2) Tc, Ru, Ir 中の ^{57}Fe の内部磁場の温度及び外部磁場依存性を測定し、それらの解析から局所的なスピンのゆらぎの機構を微視的な観点から調べている。

(3) Tc, Ru 母体においては、内部磁場の飽和値が、普通の磁気モーメントを持っている系について報

告されている値よりもずっと小さく、しかも飽和値が外部磁場にほぼ比例して増大するという共通の性質のあることを見出している。

(4) 後者の性質が CuFe などの近藤合金系の挙動と類似していることから、局所的なスピンのゆらいでいる系と近藤系の間には本質的な差異のないことを推察している。また Ru 母体においては、内部磁場が小さくかつ温度及び外部磁場にほとんど依存せず、非磁性状態に近いという結果は、この系のスピンのゆらぎの温度が極めて高いことによるものであると解釈している。

(5) これらのことから、 Fe 不純物に伴う局所的なスピンの時間的にゆらいでいるという概念に基づき、内部磁場についてのモデルを考察し、上記の観測結果を定性的に説明することに成功している。

以上を要するに、この論文は、遷移金属を母体とする希薄合金系の非磁性状態から磁性状態への遷移には、不純物に伴う局所的なスピンのゆらぎが本質的な役割をはたしている事を実験的に明らかにしたものであって、学術上寄与するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。