



Title	強磁性超伝導体の薄膜及び表面の電磁特性
Author(s)	岡田, 耕三
Citation	大阪大学, 1986, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/35206">https://hdl.handle.net/11094/35206</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、<a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

【4】

氏名・（本籍）	おか	だ	こう	ぞう
	岡	田	耕	三
学位の種類	理	学	博	士
学位記番号	第	7	1	70号
学位授与の日付	昭和61年3月25日			
学位授与の要件	理学研究科 物理学専攻 学位規則第5条第1項該当			
学位論文題目	強磁性超伝導体の薄膜及び表面の電磁特性			
論文審査委員	(主査) 教授 金森順次郎 (副査) 教授 国富 信彦 教授 伊達 宗行 教授 森田 正人 助教授 小谷 章雄			

論文内容の要旨

強磁性超伝導体の表面及び薄膜の静的・動的電磁特性を理論的に研究した。超伝導電子系と磁性を担う局在スピン系間の結合機構として電磁相互作用を考慮した。

まず、強磁性超伝導体の薄膜の磁化過程を計算し、その混合状態に対する表面の効果を調べた。その結果、薄膜の特徴として、特性温度 $T_0$ 以下で薄膜の下部臨界磁場 $H_{c1}$ の値が膜厚に強く依存し、表面での境界条件によってはバルクな系の $H_{c1}$ よりも下がることもあり得ること、また $H_{c1}$ での相転移の次数が膜厚に応じて変化することを予言した。さらに混合状態において、渦糸格子構造の変化に伴い磁化曲線の不連続が発生し得ることを予言した。その他に、マイスナー状態から混合状態へのII/3型相転移の可能性と、自己誘導渦糸状態の可能性も議論した。

以上の結果を導く機構として、以下の相互作用と効果を詳細に考察しそれらの重要性を指摘した。即ち、渦糸と表面からの浸入磁場の相互作用、表面の影響を受けた渦糸間相互作用、そして主に浸入磁場によって誘起される磁化が引き起こす磁化の飽和効果である。これらの機構に対する表面での境界条件の影響も詳しく考察した。

次に、強磁性超伝導体の表面及び薄膜の動的応答を、それらに対する電磁波の反射・透過係数や表面インピーダンスの計算により調べた。その結果、磁気相転移温度近傍においてそれらの物理量に異常が現われることが予言された。また薄膜における反射・透過係数が特異な膜厚依存性を示すことを予言した。

これらの結果は、超伝導電子系、局在スピン系、そして電磁場の結合によって作られる強磁性超伝導体内の規準モードの性質に密接に関係していることを示した。

## 論文の審査結果の要旨

岡田君の論文は、 $\text{ErRh}_4\text{B}_4$ と $\text{HoMo}_6\text{S}_8$ および $\text{HoMo}_6\text{Se}_8$ で代表される強磁性超伝導体と呼ばれる物質の薄膜および表面の静的磁化過程と電磁波に対する動的応答の理論を与えたものである。強磁性超伝導体とは希土類元素の原子の磁気モーメントの整列によって作られる強磁性状態と遷移元素の原子位置に振幅をもつ伝導電子の超伝導状態の競争と部分的共存によって種々の特徴をもった電磁特性を発揮する物質で、1977年の発見以来理論・実験両面で活発に研究されている。これらの物質では温度を下げるとうまず超伝導状態に転移する。超伝導状態では磁気モーメント間の強磁性的相互作用が遮蔽され強磁性とは両立しないので、強磁性状態はより低温で超伝導を破壊して出現する。しかし超伝導電子で遮蔽しきれない相互作用（フーリエ変換したときの短波長成分）があるので、それより高温で空間的に振動する磁気秩序が超伝導と共存する形で出現する。また表面では表面付近に局在する磁気秩序がある温度領域で存在することもこれまでに理論的に予言されている。

岡田君は薄膜および表面の電磁特性を研究したが、薄膜および表面を取り上げた理由は、外部磁場の侵入の仕方が通常の超伝導体と異なる点に着目したからであると思われる。すなわち外部磁場で誘起された磁化が超伝導電子で遮蔽しきれない相互作用によって外部磁場の影響を内部に振動的に伝えるからである。岡田君はゼロ磁場から、外部磁場がかなり強く、量子化された磁束が物質内部に浸入する混合状態までの磁化過程を、表面の存在が超伝導電子による磁気モーメント間の相互作用の遮蔽および磁束間の相互作用におよぼす影響を取り入れて詳細に考察した。その結果磁化過程が薄膜の厚さに強く依存することを結論し、また幾つかの薄膜特有の現象を理論的に予測することができた。電磁波に対する動的応答については、反射、透過係数や表面インピーダンスを計算して、薄膜では反射、透過係数が特異な膜厚依存性を示すことを予言し、またこれらの量が磁気転移温度付近で異常性を示すことを明らかにした。

岡田君の論文は、強磁性超伝導体の特異な物性の一つの側面を解明したもので理論研究としてその成果は高く評価することができ、今後の研究に資するところ大であるので、理学博士の学位論文として十分価値あるものと認められる。