



Title	NMR STUDY OF MAGNETIC SUPERCONDUCTOR RERh4B4 (RE = Rare Earth)
Author(s)	小堀, 洋
Citation	大阪大学, 1984, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/1932
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名・（本籍）	小堀 洋
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 6 4 9 0 号
学位授与の日付	昭 和 59 年 3 月 24 日
学位授与の要件	基礎工学研究科 物理系専攻 学位規則第 5 条第 1 項該当
学位論文題目	磁性超伝導体希土類ロジウム硼化物の核磁気共鳴による研究
論文審査委員	(主査) 教 授 長谷田泰一郎 (副査) 教 授 山田 安定 教 授 久米 昭一 助教授 西田 良男

論 文 内 容 の 要 旨

超伝導と磁氣的秩序が共存，競合する化合物 RERh_4B_4 において，超伝導と磁性の関係を微視的に調べるためにREをNd からLuまで変化させ，系統的に核磁気共鳴（NMR）による研究をおこなった。すなわち，

- 1) 非磁性の化合物 YRh_4B_4 ， LuRh_4B_4 において ^{89}Y ， ^{103}Rh それに ^{11}B の核磁気緩和時間 T_1 を測定し，各サイトにおける伝導電子の状態密度を得た。
- 2) 磁氣的なREを含むすべての RERh_4B_4 において ^{11}B のナイト・シフトを測定し，Bサイトにおける伝導電子のスピン偏極の様子を調べた。そして，REのf電子と伝導電子との交換相互作用の大きさがREにより変化しないという結果を得た。
- 3) SmRh_4B_4 において ^{103}Rh のナイト・シフトを測定し，超伝導を担うRhサイトの伝導電子の偏極の大きさを調べた。
- 4) 磁氣的なREを含むすべての RERh_4B_4 において， ^{11}B の T_1 の測定から i) REサイトにおけるREのf電子と伝導電子の交換相互作用の大きさを調べた。その大きさは，同様な磁性超伝導体Chevrel化合物にくらべて1ケタ大きい値である。ii) RE間のRKKY結合の大きさを得た。iii) REにはたらく結晶場の大きさを得た。この結晶場はii)で求めたRE間の交換相互作用より十分大きく，磁性に大きな影響をあたえている。
- 5) 非磁性の LuRh_4B_4 において超伝導エネルギーギャップ，超伝導状態での磁場の侵入距離を得た。エネルギーギャップは弱結合の $2\Delta = 3.5\text{ kTc}$ に近く，磁場の侵入距離は1000 Åである。
- 6) 反強磁性超伝導体 SmRh_4B_4 において超伝導状態で T_1 の測定をおこない，外部磁場が800 Oe

まではギャップレス状態に近いことをみつけた。

7) $\text{Dy}(\text{Ir}_{0.7}\text{Rh}_{0.3})_4\text{B}_4$ において内部磁場の測定により反強磁性が生じていることを確認し、その磁気構造が $\text{Ho}(\text{Ir}_{0.7}\text{Rh}_{0.3})_4\text{B}_4$ においてみつかった磁気構造と同一の構造であることをみつけた。

論文の審査結果の要旨

超伝導クーパー対は磁場によって破壊されるものであって本来超伝導状態と強又は反強磁性状態の共存は不均質な混合系における可能性以外非常に予期し難い。しかし、 RERh_4B_4 系および REMo_6S_8

(Chevrel 化合物)は全く均質な系であるにも関わらず共存が見出されて実験的・理論的に盛に研究されている。実験的に零の電気抵抗や完全反磁性と反強磁性帯磁率などバルクな量の測定から確実とされているが、この共存状態をミクロに観察して例えば、磁性原子の正にその位置を伝導電子は超伝導状態で走っているのか、それともさけて通っているかを実験的に明かに出来るならば重要な知見となる。本研究は核磁気共鳴の技術を駆使して成功を収めたはじめての実験である。ナイトシフトあるいは緩和時間 T_1 を測定するとそれぞれの原子位置近傍の伝導電子の状態密度あるいはスピン分極を知ることが出来、それを通じて伝導電子と磁性電子の間の相互作用を決定出来たのである。試料として RERh_4B_4 系をとりあげ、まず $\text{RE} = \text{Y}$ (非超伝導) Lu (非磁性, 超伝導) について Y , Rh , B 核の T_1 を測定して各原子位置での伝導電子状態密度を求め RE 位置では小さく Rh 位置では大きくなっていることを明かにした。次に $\text{RE} = \text{Gd}$, Dy , Tb , Ho (強磁性非超伝導) を入れた時の B のナイトシフトを調べて B 位置のスピン分極が RE 位置のスピンのおよそ大きさのみによって決まっていることを見つけた。この準備の上で反強磁性超伝導体 Sm , Rh_4B_4 の Rh 位置での $s-f$ 相互作用の大きさを決定し又 Sm 位置における超伝導エネルギーギャップの非常に小さい値を求めることに成功している。更に B 核の T_1 の解析からクーパー対破壊をひきおこす相互作用場を求め、この値が Chevrel 化合物に比較して一桁程度大きいことを確認した。又、最近関心を集めている新しい磁性超伝導体 Ho (又は Dy) $(\text{Rh}_{1-x}\text{Ir}_x)_4\text{B}_4$ 系での共存をこの NMR 法によって確認した。

これらの結果は、 RE を含む各種の核の NMR を自在に求める高度の技術と注意深い解析によって得られたものであり、磁性超伝導についての重要な寄与であって博士論文に値するものである。