

Title	NUCLEAR RELAXATION AND SPECIFIC HEAT STUDIES IN A STRONG ELECTRON-PHONON COUPLING SUPER-CONDUCTOR HfV ₂
Author(s)	岸本, 豊
Citation	
Issue Date	
Text Version	ETD
URL	https://doi.org/10.11501/3054408
DOI	10.11501/3054408
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名・(本籍)	まし 岸	もと 本	ゆたか 豊
学位の種類	工	学	博 士
学位記番号	第	9 5 2 1	号
学位授与の日付	平成 3 年 2 月 26 日		
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当		
学位論文題目	NUCLEAR RELAXATION AND SPECIFIC HEAT STUDIES IN A STRONG ELECTRON-PHONON COUPLING SUPER- CONDUCTOR HfV_2 (強結合超伝導体 HfV_2 における核緩和お よび比熱の研究)		
論文審査委員	(主査)		
	教授	朝山	邦輔
	(副査)		
	教授	吉森 昭夫	教授 天谷 喜一 助教授 北岡 良雄

論文内容の要旨

ラーベス相 C15 化合物 HfV_2 においては、A15 化合物同様に、比較的高い超伝導転移温度 T_c 、高温での電気抵抗の飽和、電子により引き起こされる格子不安定性等、強い電子-フォノン相互作用の影響が見出されている。最近、これらの化合物の性質を“重い電子系”と関連づける TLS (Two Level System) モデルが提唱され、これらの化合物の、超伝導エネルギーギャップが異方的になる可能性が示唆されている。そこで、 HfV_2 における超伝導エネルギーギャップが従来のような BCS 的なものか、それとも異方的なものか、を調べるため、 ^{51}V 核の NMR 核スピン格子緩和率 $1/T_1$ 測定および比熱測定を行なった。

比熱測定から得られた電子比熱係数 γ は、 $47.7 \text{ mJ/mol} \cdot \text{K}^2$ で、典型的弱結合超伝導体 Al の $\gamma = 1.2 \text{ mJ/mol} \cdot \text{K}^2$ に比べ約 40 倍大きい、重い電子系で知られている値、 $\gamma = 1,000 \text{ mJ/mol} \cdot \text{K}^2$ に比べるとかなり小さい。また、低温では比熱の温度 T に対する T^3 依存性がみられる。

他方、 T_1 測定により、充分低温で、 $1/T_1$ が T^5 に比例することが見出された。

低温における、比熱の T^3 則、 $1/T_1$ の T^5 則より、 HfV_2 においては、超伝導エネルギーギャップは異方的で、フェルミ面上で消失点のあることが結論できる。実際、異方的エネルギーギャップモデルのひとつである ABM モデルを使うと、ギャップパラメータ $\Delta(0)/k_B T_c = 0.8 \times 2.014$ のとき、 $1/T_1$ の計算曲線は、実験データに低温部でよく一致することが示された。

また、周波数 12 MHz, 6 MHz, 3 MHz の範囲では、 $1/T_1$ の周波数依存性は、ほとんど見られず、 T^5 直下の、 $1/T_1$ の増大部も、12 MHz, 6 MHz で変わらなかった。さらに、磁場循環法を用いた測定によっても、低温での $1/T_1$ の T 依存性が確認され、また低磁場域での $1/T_1$ の磁場依存性は、電気四重極効果で説明された。

常伝導領域での T_1 測定により、 $1/T_1 T$ は9.4Kから20Kまで一定で、温度上昇とともに減少することが確認された。20Kから100Kまでの $1/T_1 T$ の温度依存性は、幅100K程度の狭い伝導バンドを仮定して説明することができた。

これら、超伝導状態におけるエネルギーギャップの異方性と、常伝導状態における狭いバンド形成は、重い電子系との関連性を説くT L Sモデルを支持するものである。

本研究により HfV_2 において、“やや重い電子”が超伝導に関与していることが示唆された。

論文審査の結果の要旨

ラーベス相C15, A15超伝導体は臨界温度が高く、高温で電気抵抗が飽和し、低温で結晶変態を起こすなど強い電子-格子相互作用の影響が見られる。この強い相互作用のためにイオンの平衡位置に関してダブルポテンシャルモデルが提案されている。この場合電子散乱は形式的に近藤効果に見られるのと同様に記述され、その結果高密度近藤系と同様の減少が期待される。即ち、状態密度の高いコヒーレントバンドがFermi面の所に形成され、種々の物理量はこれと関連づけて議論されている。超伝導に関しては重い電子系と同様に「遅延効果」が有効でなくなるために超伝導エネルギーギャップが異方的になることが示唆されている。本研究は、これらの系が、実際通常のBCS的なものと異なり異方的な超伝導性をもつかどうかを調べるために HfV_2 化合物において比熱とVの核スピン緩和時間 T_1 の測定を行い、ギャップの性質を調べたものである。その結果、比熱は低温で T^3 に比例し、 T_1 は十分低温で T^5 の温度依存性を示すことを見た。この事は、エネルギーギャップが異方的でフェルミ面上の点で消失していることを示している。

この様に、本研究は応用上重要な位置を占めているこれらの系について超伝導の重要な性質を調べたもので、工学博士の学位論文として価値のあるものと認められる。