

Title	NMR study of the anisotropic gapped state in CeNiSn and CeRhSb
Author(s)	中村, 浩一
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	http://hdl.handle.net/11094/39796
DOI	
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

氏名	中村浩一
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第 12548 号
学位授与年月日	平成8年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科物理系専攻
学位論文名	NMR study of the anisotropic gapped state in CeNiSn and CeRhSb (CeNiSn 及び CeRhSb における異方的ギャップ状態の NMR による研究)
論文審査委員	(主査) 教授 朝山 邦輔 (副査) 教授 菅 滋正 教授 三宅 和正 助教授 北岡 良雄

論文内容の要旨

高濃度近藤格子系では各格子点に f 電子が周期的に配列しており、f 電子間に非常に強い相関をもつ。近藤半導体はこうした強い電子相関の影響を受けた非常に狭い混成ギャップを持つバンド絶縁体と見ることが出来る。Ce 系近藤半導体 CeNiSn 及び CeRhSb は低温で数 K のギャップを持つと考えられているが、CeNiSn における NMR 測定の結果から異方的な V 字型ギャップ状態の存在が明らかになった。しかし、未だそのギャップの形成の起源などについて解明されていない。こうした異方的なギャップ状態を理解するために、本研究においては CeNiSn のギャップに対する磁場効果及び不純物効果について、さらに CeNiSn と同じ結晶構造を持つ CeRhSb のギャップ状態を NMR/NQR を用いて微視的な観点から調べた。

まず、CeNiSn において低温でのスピン-格子緩和率が温度に比例することから、V 字型ギャップの内部に状態密度が存在する事が明らかになった。また、CeRhSb においても CeNiSn と同様な緩和率の温度変化が観測された。これらの事実からギャップ内部にわずかに状態密度を持つ異方的な V 字型ギャップ構造が CeNiSn と CeRhSb において共通に存在していることが初めて明らかになった。

次に、CeNiSn の低温での緩和率には磁場に伴う増大が見られたが、これはフェルミ面近傍での状態密度の増大を示している。このギャップ内の状態密度は磁場の増大に伴い異方的なギャップ構造を強く反映した変化を示すことが明らかになった。これらは up-及び down-spin を持つ準粒子の状態密度の磁場による相対シフトによって理解される。

さらに、CeNiSn における不純物及びドーブされたキャリアは緩和率及び残留ナイトシフトの増大を引き起こす。不純物を置換した系での緩和率の温度変化の解析の結果、フェルミレベル付近に生じる状態密度は置換した不純物のキャラクタに依って異なった増大の仕方を示すことが明らかになった。Ce 原子の La 原子による置換及び Ni 原子の Co 原子による置換は共に混成バンド内の有効電子数を減少させるが、これにより系は非磁性のフェルミ液体状態へと変化する。一方、Ni 原子の Cu 原子による置換は有効電子数を増加させるが、これにより系は反強磁性状態へと変化する。この場合ギャップ幅の減少が起こるが、これは反強磁性相関の増大によりギャップの不安定化が引き起こされたためであると考えられる。

論文審査の結果の要旨

CeやSm, Ybを含む化合物において4f電子は高温で局所的に振舞い、低温では伝導電子との混成により大きな有効質量をもって結晶内を遍歴する。その基底状態は常磁性、反強磁性、超伝導、半導体など多彩な様相を呈し、現在世界的にも最も活発に研究されている課題の一つである。

CeNiSn, CeRhSbはともにフェルミ面に半導体的な小さなギャップを持ち、CeNiSnにおいては状態密度はV字型をもつ特異な系である。

本研究は、CeNiSnについてSnのNMRを行い、このV字型ギャップの性質を調べ、また、CeRhSbについてSbのNMRによりそのギャップの型をしらべ、それらの生成機構を明らかにしようとするものである。

CeNiSnおよびこれに不純物を添加した系について15mKの超低温領域までのスピン格子緩和率、ナイトシフトを測定し以下の結果を得た。

(1) 純粋な系でもV字型の底に有限な状態が存在する。

(2) 高磁場8T下の T_1 の振舞はこのV字型状態密度が磁場によりゼーマンシフトしその結果有効状態密度が増加することにより、よく説明できる。

(3) Ni位置のCo置換やCe位置のLa置換はともに有効電子数を減少させフェルミ面の所の有限な状態密度(残留状態密度)を増加させる。一方、Ni位置のCu置換は有効電子数を増大させやはり残留状態密度を増大させるが、この場合ギャップの大きさを減少させる。これは反強磁性的相関を増大させることによりギャップの不安定性を引き起こすものと考えられる。残留状態密度は不純物濃度の平方根に比例して増大する。

CeRhSbにおいても同様のV字型ギャップと有限の状態密度が存在する事を発見した。

これらの結果はf-s混成の異方性によりギャップ内に状態密度が現れ、これがV字的に近似されるという最近の理論的モデルと矛盾しない。

以上、本研究はV字型ギャップ生成の起源を探るのに重要な情報を与えており、博士論文としての価値があると認められる。