

Title	Two-Channel Kondo Effect in Real Metals
Author(s)	Kusunose, Hiroaki
Citation	大阪大学, 1997, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3129136
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	楠 瀬 博 明
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第 13237 号
学位授与年月日	平成9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	Two-Channel Konodo Effect in Real Metals (実金属における二チャンネル近藤効果)
論文審査委員	(主査) 教授 三宅 和正 (副査) 教授 朝山 邦輔 教授 吉田 博

論文内容の要旨

重い電子系のような強相関電子系に関するもっとも重要な課題は、高エネルギーのインコヒーレントな状態が低エネルギーの物理にいかんにか反映しているかを明らかにすることである。この問いに対するもっとも典型的な解答は、近藤効果すなわち局在した磁気的モーメントが周りの伝導電子によって遮蔽される現象である。遮蔽の過程は、一般に不純物の原子内構造とリガント伝導電子との混成に依存する。

二チャンネル近藤問題は、フェルミ液体的な普通の近藤効果とは対照的に非フェルミ液体的振る舞いをするところから、近年非常に興味を持たれている。非フェルミ液体的振る舞いの起源は、次のようなモデルの特質による：(1)局所的な内部自由度、(2)二つ以上の伝導電子の散乱チャンネル。これらの二つの性質は繰り返して起こる過剰遮蔽を引き起こし、その結果、局所的内部自由度は基底状態であっても消滅しない。

現実の金属においてこれらの特徴を持つ系は二チャンネル近藤モデルで記述可能なものの候補と成り得る。実際、ウランの重い電子系や縮退した電子気体が二準位の系と相互作用しているような系は、二チャンネル近藤モデルに焼き直すことが可能であるとの提案がなされている。この論文における研究を通して、A15 化合物のような強結合電子格子系に対するモデルが二チャンネル近藤モデルの別の候補と成り得ることを示した。また、二チャンネル近藤モデルに基づき、磁気的な帯磁率に非フェルミ液体的な振る舞いが生じるための新しい機構を提唱した。以下に結果をまとめる。

まず、電子格子系に対し最小限のハミルトニアン（アインシュタインフォノンが伝導電子と相互作用している系）から出発して、二チャンネル近藤モデルに繰り込まれることを示した。ここで、局所自由度はイオン振動と対応する伝導電子の電荷分極であり、二つの散乱チャンネルは伝導電子のスピンから生じている。繰り込みの過程を調べることでより異常な振る舞いが観測可能かどうかの条件を求めた。近藤温度にあたるクロスオーバーのエネルギースケールが繰り込まれたフォノン振動数（擬スピンに対する磁場）より大きいというのがその条件である。この条件はA15 のような電子格子結合が強くバンド幅が狭い物質に適している。

次に、二チャンネル近藤モデルに対し、実金属では存在するが無視されてきた伝導電子に対する相互作用の効果を議論した。新しく導入した相互作用の従来の固定点に対する関連性を数値繰り込み群の方法によって調べた。その結果、電子正孔非対称な相互作用のみが関連していることが明らかとなった。結果として得られた固定点の相互作用を解析すると、新しい相互作用によって局所的なチャンネルの自由度が発生した結果、チャンネル帯磁率が非フェルミ液体的と

なることが示唆される。帯磁率のスペクトル強度を計算することによってこの事を直接に示した。現実の二チャンネル近藤モデルにおいては、電荷分極の一般化帯磁率が異常性を示すと同時に磁氣的な帯磁率が非フェルミ液体的な異常を示すことになる。

論文審査の結果の要旨

本論文は現実の金属における二チャンネル近藤効果に関する問題を繰り込み群の方法を用いて理論的に研究した結果をまとめたものである。

二チャンネル近藤効果とは、局在した磁氣的モーメントを遮蔽する伝導電子のチャンネルが2ヶあるために生じる効果であり、通常の近藤効果とは異なり非フェルミ液体的振る舞いを示すため、近年非常に興味を持たれて活発な研究が展開されている。非フェルミ液体的振る舞いの起源は、次のようなモデルの特質による：(1)局所的な内部自由度、(2)2ヶ以上の伝導電子の散乱チャンネルの存在。これら二つの性質は繰り返し起こる過剰遮蔽を引き起こし、その結果、局所的な内部自由度は基底状態であっても消滅しない。

現実の金属においてこれらの特徴を持つ系は二チャンネル近藤モデルで記述可能なものの候補と成り得る。実際、ウランの重い電子系や縮退した電子気体が二準位の系と相互作用しているような系は、二チャンネル近藤モデルに焼き直すことが可能であるとの提案がなされている。本論文における研究を通して、A15化合物のような強結合電子格子系に対するモデルが二チャンネル近藤モデルの別の候補と成り得ることが示された。また、二チャンネル近藤モデルに基づき、磁氣的な帯磁率に非フェルミ液体的な振る舞いが生じるための新しい機構が提唱された。

まず前半の部分では、電子格子系の性質を保つ最も簡単なハミルトニアン（アインシュタイン振動子が伝導電子と相互作用している系）は、二チャンネル近藤モデルに繰り込まれることが示された。ここで、局所自由度はイオン振動と対応する伝導電子の電荷分極であり、2ヶの散乱チャンネルは伝導電子のスピンのみから生じている。繰り込みの過程を調べることで異常な振る舞いが実際に観測可能かどうかの条件が求められた。近藤温度にあたるクロスオーバーのエネルギースケールが繰り込まれたフォノン振動数（擬スピンに対する磁場）より大きいというのがその条件である。この条件はA15のような電子格子結合が強くバンド幅が狭い物質に有利である。

後半の部分では、二チャンネル近藤モデルに対し、現実の金属では存在するが無視されてきた伝導電子に対する相互作用の効果が議論された。新しく導入した相互作用の従来固定点に対する関連性を数値繰り込み群の方法によって調べた結果、電子正孔非対称な相互作用のみが関連していることが明らかとなった。結果として得られた固定点の相互作用を解析すると、新しい相互作用によって局所的なチャンネルの自由度が発生した結果、チャンネル帯磁率が非フェルミ液体的となることが示された。現実の二チャンネル近藤モデルにおいては、電荷分極の一般化帯磁率が異常性を示すと同時に磁氣的な帯磁率が非フェルミ液体的な異常を示すことになる。

以上、本論文は二チャンネル近藤効果の問題に関して独創的な新しい知見を加えたもので博士（理学）論文として価値のあるものと認められる。