

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 号
------	---------

氏 名 椎 野 貴 之

論 文 題 目

Study on Quantum Criticality in a Dilute Kondo System

(希積近藤系における量子臨界性の研究)

論文審査担当者

主 査	名古屋大学大学院理学研究科	教 授	理学博士	佐 藤 憲 昭
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	教 授	理学博士	伊 藤 正 行
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	教 授	博士(工学)	谷 山 智 康
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	教 授	理学博士	河 野 浩
委 員	名古屋大学大学院理学研究科	准教授	博士(理学)	榎 互 介

論文審査の結果の要旨

別紙 1-2

近藤効果は、希薄磁性合金において伝導電子が持つスピンと磁性不純物が担う局在スピンの間の交換相互作用に起因して発現する現象であり、多体電子論の典型問題として多角的に研究が進められてきた。その結果、高エネルギー極限において自由度を持っていた局在スピンの、低エネルギー極限において伝導電子スピンとのシングレット束縛状態を形成することにより、その自由度を失う現象であることが明らかとなった。

金属の基底状態はフェルミ液体論によって記述され、近藤効果の基底状態もまたフェルミ液体である。近年、1ケルビン以下の極低温領域においてもフェルミ液体論に従わない、すなわち非フェルミ液体的な現象が希土類金属化合物等において発見され、物性物理学のトピックスとなっている。特に、近藤格子系 $\text{CeCu}_{6-y}\text{Au}_y$ の特異組成 ($y = 0.1$) において観測される非フェルミ液体は、その起源としての量子臨界現象（絶対零度近傍の量子揺らぎによって引き起こされる物理量の発散現象）とともに大きな興味を集めているが、未だ謎に包まれたままである。

申請者は、 $\text{CeCu}_{6-y}\text{Au}_y$ における非フェルミ液体の起源の解明を目指し、その極低温物性研究を行った。その結果、以下の成果を得た。(1) 母体となる近藤格子系 $\text{CeCu}_{6-y}\text{Au}_y$ の Au 濃度 y を変えた試料を合成し、その一様磁化率の温度依存性を測定した。その結果、量子臨界点 ($y = 0.1$) だけでなく、それを含む有限のパラメータ領域 ($0.1 \leq y \leq 0.8$) において、非通常の臨界指数を有する磁化のスケールリング則などが現れることを発見した。(2) 単サイトの揺らぎとサイト間相関のある揺らぎを分離することが重要であると考え、非磁性元素 La による Ce 希積系 $\text{Ce}_x\text{La}_{1-x}\text{Cu}_{6-y}\text{Au}_y$ ($y = 0.38$) を合成し、種々の物理量の温度依存性を測定した。その結果、 $x = 0.05$ 以下の希積近藤領域において、一様磁化率が上記と同じ臨界指数をもって温度降下とともに発散的に増大する振る舞いを発見した。また、電気抵抗や比熱に、通常の希積近藤系とは異なる温度依存性が発現することを見出した。これらの物理量の異常な挙動から、希積近藤系 $\text{Ce}_x\text{La}_{1-x}\text{Cu}_{6-y}\text{Au}_y$ ($x \leq 0.05$) において、シングレット束縛状態の形成に伴う局所フェルミ液体ではなく、非通常型の量子臨界状態が発現している可能性を指摘した。さらに、Ce 原子の f 電子に起因する比熱成分が Ce 濃度 x でスケールされることから、この量子臨界現象が単サイト効果であることを示すとともに、実験で得られた臨界指数を理論モデルと比較することにより、量子臨界性が価数揺らぎによって誘起されている可能性を指摘した。(3) Ce 原子濃度 x を 0.02 に固定し、Au 原子濃度 y を外部パラメータとして変化させたとき、低温物性がどのように変わるかを調べた。その結果、近藤格子系 $\text{CeCu}_{6-y}\text{Au}_y$ と同様に、希積近藤系 $\text{Ce}_{0.02}\text{La}_{0.98}\text{Cu}_{6-y}\text{Au}_y$ においても有限のパラメータ領域に非フェルミ液体状態が現れることを見出した。また、臨界指数の y 依存性が近藤格子系と希積近藤系で同様であることなどから、この単サイトの量子揺らぎが、本研究を動機づけた近藤格子系 $\text{CeCu}_{6-y}\text{Au}_y$ における非フェルミ液体挙動においても重要な役割を担っている可能性を指摘した。

これらの成果は、希積近藤系 $\text{Ce}_x\text{La}_{1-x}\text{Cu}_{6-y}\text{Au}_y$ において従来型とは異なる起源を持つ非フェルミ液体あるいは量子臨界性が発現することを明らかにしたものであり、高く評価される。参考論文は、近年話題となっているスピントロニクス、ワイル半金属、および準結晶に対する近似結晶の強相関効果に関する基礎研究を推し進めたものであり、価値あるものである。以上の理由により、申請者は博士(理学)を授与されるに相応しいと認められる。