

論文審査の結果の要旨

氏名 望月 健生

希土類、アクチノイド化合物では、局在磁気モーメントの秩序をもたらす RKKY 相互作用と、伝導電子スピンの局在磁気モーメントを遮蔽する近藤効果との競合により、様々な現象が現れる。近藤効果が強い物質では、電子の有効質量が 1000 倍にもなる重い電子状態が見出されている。この時、帯磁率の温度依存性に極大が現れると共に、磁場誘起の磁気モーメントの回復、すなわち“メタ磁性”が観測される。この様な重い電子系物質におけるメタ磁性は、これまで研究されてきた反強磁性状態から強磁性状態へ変化する既知のメタ磁性とその起源は異なり、系統的な研究はこれまであまりなされていない。

本論文では、磁場印加により 2 段のメタ磁性転移を示す CePdAl および、重い電子系メタ磁性体に共通する磁化率の極大を示す UNi₂Al₃ を研究対象物質として、磁化および磁場中比熱測定を中心に実験を行い、メタ磁性の起源について議論している。本論文は 4 章から構成されている。

第 1 章は、本論文の背景として、f 電子化合物およびメタ磁性に関する従来知見、さらに、本研究で対象とする CePdAl および UNi₂Al₃ とその関係物質の実験結果について述べている。

第 2 章は、実験手法についての説明である。それぞれの試料の作製方法、測定用の方位付けおよび測定時の試料セット方法と、パルスマグネットおよび磁場中比熱測定装置についての詳細を述べている。また、第 3 章で行われる結晶場計算についても説明している。

第 3 章では、CePdAl、UNi₂Al₃ および U(Pd,Ni)₂Al₃ について、実験結果とその考察が述べられている。CePdAl については、単結晶試料に対してパルス磁場を用いた磁化測定と磁場中比熱測定を行い、その結果、容易軸である c 軸方向の磁化は 2 段のメタ磁性転移後 40 T 以上で飽和する事および、一段目のメタ磁性転移の磁気モーメントの大きさは、飽和磁気モーメント(1.6 μ_B /Ce)のおよそ 1/3 程度であることを明らかにした。さらに、メタ磁性転移付近の詳細な比熱測定により温度磁場相図を決定した。また、メタ磁性近傍での 3 重臨界点の可能性や量子臨界性について議論し、2 段目の転移には量子臨界性が無いと結論している。さらに 1 段目の転移では重い電子状態が実現していることを示し、特異な磁場誘起相が出現していることを指摘した。

UNi₂Al₃ については、非破壊パルスマグネットを用いた磁化を単結晶に対して 75 T

の磁場まで測定し、70 T 付近の領域において一段のメタ磁性が発現する事を強く示唆する結果を得た。この時、メタ磁性を示す磁場と磁化率の極大温度の比 $B_m/T_{\gamma\max}$ が 0.71 であり、その起源が CeRu_2Si_2 と同様に f 電子の Fermi 面の変化である可能性を明らかにした。このメタ磁性の起源をさらにはっきりさせるため、Pd を Ni で置換した $\text{U}(\text{Pd}_{1-x}\text{Ni}_x)_2\text{Al}_3$ の磁化および比熱の測定を行った。また、本研究により、本物質がこれまでで最大のメタ磁性転移磁場を持つ事を見出した。

4 章では本論文の総括と今後の研究の展望が述べられている。

以上のように、本論文は CePdAl および UNi_2Al_3 を対象に、磁化および比熱測定を行い、重い電子状態の特異なメタ磁性相および遍歴メタ磁性を実験的に示したものであり、学術的に高い意義を持ち、博士学位論文として相応しいと審査委員一同判断する。なお、本論文の 3 章の一部は清水悠晴氏、近藤晃弘氏、中村翔太氏、橘高俊一郎氏、河野洋平氏、榊原俊郎氏、池田陽一氏、石川義和氏および金道浩一氏との共同研究であり、学術誌 *Journal of Physical Society of Japan* に論文掲載が決定しているが、本論文の内容については論文提出者が主体となり実験、解析および考察を行ったものであり、論文提出者の寄与が十分であると判断した。

したがって博士（理学）の学位を授与できると認める。