

Title	Characteristic Electronic Properties of PrRu ₄ P ₁₂ and α -Mn under Pressure
Author(s)	三宅, 厚志
Citation	大阪大学, 2007, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/47323
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について <a>〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏名	三宅厚志
博士の専攻分野の名称	博士(理学)
学位記番号	第 21279 号
学位授与年月日	平成 19 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当 基礎工学研究科物質創成専攻
学位論文名	Characteristic Electronic Properties of $\text{PrRu}_4\text{P}_{12}$ and $\alpha\text{-Mn}$ under Pressure (圧力下における $\text{PrRu}_4\text{P}_{12}$ と $\alpha\text{-Mn}$ の特徴的な電子物性)
論文審査委員	(主査) 教授 清水 克哉 (副査) 教授 北岡 良雄 教授 宮坂 博 教授 三宅 和正 助教授 加賀山 朋子

論文内容の要旨

本博士論文は、特徴的な結晶構造を取り、それに起因する複雑な相互作用により特異な相転移を示す(1)充填スクッテルダイト化合物 $\text{PrRu}_4\text{P}_{12}$ 、(2)単体金属 $\alpha\text{-Mn}$ に着目し、超高压力、極低温下で電気抵抗測定、X 線構造解析、および新たに開発した交流比熱測定により明らかになった特徴的な電子物性について述べたものである。

(1) $\text{PrRu}_4\text{P}_{12}$ は 3 次元のフェルミ面ネスティング特性を持ち、63 K で金属-絶縁体転移に伴い構造相転移を示し、40 K 付近で結晶場準位が変化することが報告されていた。低温・高压下における電気抵抗、磁気抵抗、交流比熱測定により、加圧に伴い低温での結晶場基底状態が変化すること、11 GPa 以上で金属絶縁体転移が抑制され室温から低温まで通常金属の振る舞いを示すことを見出した。これらは最近提唱された反強十六極子秩序が実現していることを支持する結果である。

(2) $\alpha\text{-Mn}$ の磁気モーメントは遍歴傾向のある d 電子からなるにもかかわらず、局在モデルで説明される複雑な磁気構造をとるとされている。本研究で初めて単結晶 $\alpha\text{-Mn}$ を用いた圧力下電気抵抗測定を行い、反強磁性転移の圧力変化を詳細に研究した。2 GPa 付近で臨界現象を観測し、それ以上の圧力で新たな磁気相を発見した。5 GPa でその磁気相が消失し、電気抵抗の温度係数の発散など、量子臨界点を示唆する結果を得た。また、電気抵抗が温度の $3/2$ 乗に比例する反強磁性揺らぎによる非フェルミ液体的挙動が観測された。これらのことから、 $\alpha\text{-Mn}$ は単体金属で初めて Ce 系、U 系などの強相関電子系物質で見られる量子相転移が 5 GPa 付近で実現していると結論した。

論文審査の結果の要旨

本博士論文は、(1)充填スクッテルダイト化合物 $\text{PrRu}_4\text{P}_{12}$ と(2)単体磁性金属 $\alpha\text{-Mn}$ の精密な低温・高压下での結晶構造解析、新たに開発された電気抵抗・比熱の同時測定により、その極限環境下で見出された特徴的な電子物性についてまとめられたものである。

(1) $\text{PrRu}_4\text{P}_{12}$ では圧力下で金属-絶縁体 (MI) 転移が抑えられることを見出し、さらにその起源について言及した。今

まででない 17 GPa、10 K という極限環境下で結晶構造解析を行い、原子座標を求めることに成功した。電気抵抗、比熱測定から、従来の量子臨界点と異なり MI 転移温度が約 60 K という有限のまま、11 GPa 付近で相転移が消失することが分かった。これらはショットキー比熱や磁気抵抗の圧力変化などから、提唱されている反強十六極子秩序の理論からよく説明できることが分かった。このように、今まで謎だった PrRu₄P₁₂ の MI 転移がこれまでにない高次の多極子秩序によるものであると強く支持する実験結果は、今後多極子秩序をはじめスクッテルダイト化合物の物性の理解に大きく貢献するものと期待される。

(2)初めて単結晶の α -Mn での高圧下電気抵抗測定を精密に行い、圧力下で磁気構造が異なると考えられる相を発見した。また電気抵抗の温度依存性から、2 GPa と 5 GPa 付近で臨界現象を観測した。5 GPa が量子臨界点と考えられ、単体金属で観測された例は珍しく古くからの磁性研究に新たな物理的興味が付け加えられる結果である。量子臨界点近傍の物理の研究に新たな知見が得られたといえる。

上記の成果は申請者が独自に開発した実験手法において初めて得られた結果で、今後の研究発展に期待できる。以上より本論文が博士（理学）論文として価値あるものと認める。