



|              |  |
|--------------|--|
| Title        | $\mu$ SR study on Fermi and non-Fermi liquid states in Ce (Ru $1-x$ Rh $x$ ) $2$ Si $2$  |
| Author(s)    | 山本, 良之   |
| Citation     | 大阪大学, 1999, 博士論文   |
| Version Type |  |
| URL          | <a href="https://hdl.handle.net/11094/41556">https://hdl.handle.net/11094/41556</a>  |
| 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">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について |

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

|               |   |
|---------------|---|
| 氏 名           | 山 本 良 之   |
| 博士の専攻分野の名称    | 博 士 (理 学)   |
| 学 位 記 番 号     | 第 1 4 3 8 6 号   |
| 学 位 授 与 年 月 日 | 平成 11 年 3 月 25 日  |
| 学 位 授 与 の 要 件 | 学位規則第 4 条第 1 項該当<br>理学研究科物理学専攻  |
| 学 位 論 文 名     | $\mu$ SR study on Fermi and non-Fermi liquid states in Ce $(\text{Ru}_{1-x}\text{Rh}_x)_2\text{Si}_2$<br>( $\text{Ce}(\text{Ru}_{1-x}\text{Rh}_x)_2\text{Si}_2$ におけるフェルミ及び非フェルミ液体状態の<br>$\mu$ SR による研究) |
| 論 文 審 査 委 員   | (主査)<br>教 授 都 福仁  |
|               | (副査)<br>教 授 河原崎修三 教 授 大貫 慎睦 教 授 宮下 精二<br>教 授 三宅 和正  |

## 論 文 内 容 の 要 旨

重い電子系金属間化合物  $\text{Ce}(\text{Ru}_{1-x}\text{Rh}_x)_2\text{Si}_2$  の単結晶試料を作成し、低温におけるフェルミ液体状態及び非フェルミ液体的振舞いについて巨視的（帯磁率、磁化、電気抵抗）、微視的（ $\mu$  SR）な測定手段で研究を行った。

$\text{Ce}(\text{Ru}_{1-x}\text{Rh}_x)_2\text{Si}_2$  は Rh 濃度  $x$  を変化させる事により様々な基底状態が現れる。 $\text{CeRu}_2\text{Si}_2$  ( $x = 0$ ) の常磁性状態から Rh をドープする事により、 $0.03 < x < 0.4$  でスピン密度波 (SDW) 状態が現れ、 $0.4 \leq x \leq 0.5$  で再び常磁性状態となり、 $0.5 < x$  で反強磁性状態が現れる。このため、常磁性-磁気秩序相臨界濃度が  $x_c = 0.03$ , 0.4, 0.5 と 3 つこの系には存在する。近年、多くの試料で常磁性-磁気秩序相臨界点で非フェルミ液体的な振舞いが観測されているため、この系は非フェルミ液体的振舞いを研究するのに適した試料である。

$x = 0.03$  では電気抵抗、帯磁率の測定からフェルミ液体的な振舞いが低温で見られたが、ゼロ磁場 (ZF)- $\mu$  SR の測定からは試料体積中の約 20% に小さなモーメントをもった磁気秩序が約 2 K で現れ、残り 80% は常磁性のままミュオンスピンの緩和率が 30 mK まで  $T^{-0.3}$  の温度依存性をもって発散していく事が明らかになった。この振舞いは、短距離磁気秩序の相関が温度ゼロの磁気転移に向かって発達していく事を示しており、磁気不安定点での Self Consistent Renormalization (SCR) 理論で良く説明される。

一方、 $x = 0.4, 0.5$  は低温で電気抵抗が  $\rho = \rho_0 + A T^{1.6}$  ( $x = 0.5$ ), 帯磁率が  $\chi = \chi_0 (1 - (T/T_0)^a)$  ( $a = 1/2$  ( $x = 0.4$ ),  $1/3$  ( $x = 0.5$ )) の非フェルミ液体的振舞いを示す。ZF- $\mu$  SR の測定では両方の試料でミュオンスピンの緩和率が 2 K で増加し、約 0.7 K でほぼ一定になる振舞いが観測された。これは、短距離磁気秩序の相関長が約 0.7 K で有限の値で止まっていることを示唆する。また、縦磁場 (LF)- $\mu$  SR の測定により、最低温 (300 mK) で非常に小さなモーメント ( $10^{-3} \mu_B$ ) が有限サイズのクラスターをつくり、相関時間  $2 \mu\text{s}$  でゆっくりと揺らいでいることが明らかとなった。これらの結果は、最近 Castro Neto らによって理論的に提案された非フェルミ液体的振舞いに対する Griffiths 相のモデルで理解されるものと考えられる。

以上の研究の他に  $\mu$  SR の利点を生かして、 $\text{Ce}(\text{Ru}_{1-x}\text{Rh}_x)_2\text{Si}_2$  ( $x = 0.05$ ) の SDW 転移における臨界緩和の研究、及び  $\text{CeRh}_2\text{Si}_2$  ( $x = 1$ ) の基底磁気構造の研究を併せて行った。

## 論文審査の結果の要旨

$Ce(Ru_{1-x}Rh_x)_2Si_2$  混晶の磁性の研究を低温の量子効果に注目して行った研究である。常磁性と磁気オーダー相との境界は  $T = 0$  の量子相転移になり、この臨界点で観測される比熱の  $-1nT$  的な発散が量子相転移の臨界現象との指摘がある。

山本 良之君は  $Ce(Ru_{1-x}Rh_x)_2Si_2$  では  $x = 0.03, 0.4, 0.5$  の 3 個所で臨界点 ( $T = 0$ ) が有ることに注目し、それぞれの臨界点の磁性を比較することにより、 $-1nT$  の非フェルミ的現象は量子臨界現象ではなくむしろ Griffiths 相的な状態であることを示した。この研究成果は博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認められる。