The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Novel Phase Diagram of Antiferromagnetism and Superconductivity in CeIn3 and CeRhIn5 Probed by a 115In-NQR Study under Pressure
Author(s)	川崎, 慎司
Citation	大阪大学, 2004, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/45037
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

【4】

氏　　名	川　崎　慎　司（かわさきしんじ）
博士の専攻分野の名称	博　士（理　学）
学　位　記　番　号	第　18829　号
学位授与年月日	平成16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	Novel Phase Diagram of Antiferromagnetism and Superconductivity in $CeIn_3$ and $CeRhIn_5$ Probed by a ^{115}In-NQR Study under Pressure （圧力下 ^{115}In-NQR で調べた $CeIn_3$ と $CeRhIn_5$ の反強磁性と超伝導の新奇な相図）
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　北岡　良雄 （副査） 教　授　三宅　和正　　教　授　清水　克哉

論　文　内　容　の　要　旨

1979年の重い電子系超伝導体 $CeCu_2Si_2$、その後の銅酸化物高温超伝導体の発見により、電子格子相互作用を媒介としたBCS超伝導以外の、強相関電子系を舞台とした異方的超伝導に注目が集まっている。特にCe系反強磁性圧力誘起超伝導体において、異方的超伝導が反強磁性磁気臨界点（量子臨界点［QCP］）近傍において観測されており、これらの超伝導が磁気臨界現象によって誘起されているということが示唆されている。

今回我々は、Ce系の中でも最近発見された $CeIn_3$（P_c=2.5 GPa、T_c～200 mK）及び $CeRhIn_5$（P_c=1.6 GPa、T_c=2 K）に注目し、それぞれの圧力誘起超伝導現象及びそれらの普遍性を探るために、低温高圧下のNQR測定を行った。結果を以下にまとめる。

$CeIn_3$

1. 圧力誘起超伝導がバルク性を持つことを初めて確認した。
2. $CeIn_3$ の圧力誘起反強磁性－常磁性転移は一次転移であり、QCPが存在しないことを見出した。また臨界圧力近傍で反強磁性と超伝導が微視的に共存していることを見出した。
3. 一次転移圧力領域では反強磁性相と常磁性相の相揺らぎが示唆され、その揺らぎが反強磁性状態でのスピン密度の揺らぎを誘起し、それぞれが超伝導に寄与していると考えられる。

$CeRhIn_5$

1. 核磁気緩和率（T_1）の温度依存性より、1.2 GPa以上で銅酸化物高温超伝導体で見られる擬ギャップと同様な振る舞いを観測した。これは $CeRhIn_5$ が他の強相関電子系と普遍的性質を持つ可能性を示唆する。
2. 1.6 GPaにおいて、反強磁性と超伝導の単相での微視的共存を T_1 の温度依存性より確認した。
3. $CeIn_3$ と異なり反強磁性－超伝導転移においてQCP特有の振る舞いが確認された。

両物質の磁性－超伝導臨界現象の違いは T^*（重い電子状態のバンド幅）の圧力依存性の大きな違いによって決定づけられていると考えられる。

重い電子系における反強磁性－超伝導転移に特徴的な圧力相図を、微視的な観点からそれぞれの物質において得ることに成功した。

論文審査の結果の要旨

1979年の重い電子系超伝導体 $CeCu_2Si_2$、その後の銅酸化物高温超伝導体の発見により、電子格子相互作用を媒介としたBCS超伝導以外の、強相関電子系を舞台とした異方的超伝導と磁性との関係に注目が集まっている。特にCe系反強磁性体の圧力誘起超伝導体において、異方的超伝導が反強磁性磁気臨界点（量子臨界点）近傍において観測されており、これらの超伝導が磁気臨界領域で誘起されていることが示唆されている。川崎君は、最近発見された $CeIn_3$（P_c=2.5 GPa、T_c=200 mK）及び $CeRhIn_5$（P_c=1.6 GPa、T_c=2 K）に注目し、それぞれの圧力誘起超伝導現象及びそれらの普遍的性質を探るために、低温高圧下のNQR実験を行った。以下に研究成果を纏める。

$CeIn_3$

1. 圧力誘起反強磁性－常磁性転移は一次転移であり、量子臨界点が存在しないこと、また臨界圧近傍で反強磁性と超伝導が微視的に共存していることを見出した。
2. 一次転移圧力領域では反強磁性相と常磁性相の相揺らぎが示唆され、その揺らぎが反強磁性状態でのスピン密度の揺らぎをも誘起し、それぞれが超伝導に寄与していることを示唆した。

$CeRhIn_5$

1. 核スピン格子緩和率（T_1）の温度依存性より、1.2 GPa 以上で銅酸化物高温超伝導体で見られる擬ギャップと同様な振る舞いを観測し、$CeRhIn_5$ の超伝導発現機構が他の強相関電子系と普遍的性質を持つことを示唆した。
2. 1.6 GPa において、反強磁性と超伝導の単一相での微視的に共存することを世界に先駆けて発見した。
3. $CeIn_3$ と異なり磁気臨界点が存在することを示唆した。

両物質において圧力誘起反強磁性－超伝導転移が一次転移起こる場合（$CeIn_3$）と2次転移（$CeRhIn_5$）で起こる場合の相図を完成させ、これまでに例を見ない磁性と共存して超伝導が発現する異なる舞台を世界に先駆けて発見した。これらの研究は、世界的にも初めての成果であり、博士（理学）の学位論文として価値のあるものと認める。