

Title	Novel Superconducting Phenomena in Magnetically Ordered States — ⁷³ Ge-NQR Study under Pressure —
Author(s)	原田, 淳之
Citation	大阪大学, 2006, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/47344
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	はら だ あつ し 原 田 淳 之
博士の専攻分野の名称	博 士 (理 学)
学位記番号	第 20702 号
学位授与年月日	平成 18 年 9 月 27 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	Novel Superconducting Phenomena in Magnetically Ordered States — ⁷³ Ge-NQR Study under Pressure— (磁気秩序と共存する新奇な超伝導現象—圧力下 ⁷³ Ge-NQR による研究—)
論文審査委員	(主査) 教授 北岡 良雄 (副査) 教授 宮坂 博 教授 清水 克哉 教授 三宅 和正 助教授 河野 浩

論 文 内 容 の 要 旨

[概要]

この 20~30 年の間に非 BCS 型超伝導である高温超伝導体や Ce 系化合物重い電子系超伝導体が磁気秩序相近傍で発見され、超伝導の発現機構の多様性が期待されている。これらの系では、格子振動を媒介とし発現する BCS 型超伝導とは異なり、超伝導の発現において磁性の担う役割の重要性が指摘されている。これまでの Ce 系化合物重い電子系超伝導体が磁気臨界点近傍で見られたのに対し、本研究では磁気臨界点から離れ磁性が依然、強固な状況で超伝導が生じる UGe₂ (強磁性体)、CeNiGe₃ (反強磁性体) について圧力、極低温の複合極限下で核磁気共鳴法 (NQR) をおこなった。

当研究から UGe₂ は強磁性と超伝導がマイクロに共存する、つまり強磁性と超伝導は共にウラン-5f 電子が担っているということがわかった。磁性と超伝導は相反するものと思われていたので大きな驚きである。また $1/T_1$ の解析の結果、超伝導状態では強磁性的な超伝導が生じていることを示唆する結果が得られた。この $N_T(E)$ の急激な変化が磁化の増大や超伝導の発現に関わるものと考えられる。その $N_T(E)$ の急激な変化により縦方向のスピ密度揺らぎを生み、超伝導を媒介していると期待される。

CeNiGe₃ では、高圧下 NQR 測定により反強磁性と超伝導のマイクロな共存を初めて実証した。驚くことに磁性の強まる高圧下で超伝導の発生が見られ、それは超伝導ギャップにノード (節) を持つ異方的超伝導であることがわかった。 T_2 測定により反強磁性相ではスピ密度揺らぎと思われる異方的な揺らぎの異常な発達が見られ、それが超伝導と関わりを持つと考えられる。磁気臨界点から離れ磁気秩序と共存する場合は、このスピ密度揺らぎにより超伝導が引き起こされる可能性があることを当研究により明らかにした。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

多体電子系で強く電子が避けあっている効果が新奇な現象を引き起こす「強相関電子系」における「特異な超伝導

現象の研究」が現代物性物理学の中心的な課題として活発な研究が世界的に進行している。中でも、重い電子系では圧力によって物性を容易に制御することができ、磁気秩序が消失する磁気臨界点近傍で超伝導が発現することが明らかにされている。

ごく最近、強磁性体 UGe_2 、および反強磁性体 CeNiGe_3 で圧力誘起超伝導が磁気臨界点とは関係なく、それぞれの磁気秩序相内で発現することが発見された。本学位論文では、これらの物質における磁性と協奏的な超伝導現象の発現機構を明らかにすべく、極低温・高圧下の複合極限下での核四重極共鳴手法 (NQR) を用いて、以下のような独創的な結果を挙げた。① UGe_2 では強磁性と超伝導がミクロに共存して、強磁性と超伝導は共にウラン-5f 電子が担っていること、②核スピン-格子緩和率 $1/T_1$ の測定から、超伝導状態では強磁性磁化方向に平行な電子スピンのペアを組む強磁性的超伝導が生じていること、③強磁性磁化方向に平行なスピンバンドの状態密度の急激な変化により縦方向のスピン密度揺らぎが生まれ、超伝導を媒介していること、④ CeNiGe_3 では、反強磁性と超伝導がミクロに共存していること、⑤核スピンスピン緩和率 $1/T_2$ の測定から、加圧下の反強磁性相で異方的なスピン密度揺らぎの発達を観測し、この圧力誘起磁気特異性が超伝導の発現と密接に関連すること、を示した。

本研究によって磁気秩序と共存する新奇な超伝導現象は、強磁性および反強磁性磁気モーメント密度揺らぎにより誘起される可能性があることが明らかとなり、これまでに例をみない新奇な超伝導発現機構の解明につながると期待でき、本研究は博士 (理学) の学位論文に値すると認められる。