The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	NMR Study of Magnetism and Superconductivity in Heavy-Fermion Systems under Pressure
Author(s)	川崎, 祐
Citation	大阪大学, 2000, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3169506
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏　　名	川　崎　　祐（かわさきゆう）
博士の専攻分野の名称	博　士（理　学）
学　位　記　番　号	第　15543　号
学位授与年月日	平成12年3月24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	NMR Study of Magnetism and Superconductivity in Heavy-Fermion Systems under Pressure （重い電子系化合物における磁性と超伝導の圧力効果のNMRによる研究）
論　文　審　査　委　員	（主査） 教　授　北岡　良雄 （副査） 教　授　天谷　喜一　　教　授　三宅　和正

論　文　内　容　の　要　旨

本研究では磁気臨界領域にある様々な重い電子系化合物においてその磁性と超伝導を核磁気共鳴（NMR／NQR）により調べた。

重い電子系超伝導体 $CeCu_2Si_2$ では磁気臨界A相（低エネルギーのゆらぎを持つ動的磁気秩序）と超伝導が拮抗している。また大きな試料依存性を持ち、ごく僅かな組成比の変化によりその基底状態は静的磁気秩序から異方的超伝導まで変化する。この研究では低温で磁気的A相が支配的な試料に着目し、加圧によりA相から異方的超伝導への遷移領域における磁性と超伝導をCu－NQRにより調べた。

加圧により低エネルギーの磁気ゆらぎの抑制と共に連続的にA相の割合が減少し、バルクの超伝導に変化した。この基底状態の変化は磁気臨界領域で起こり、A相が抑制される過程において T_c～0.65K は変化しない。これらの結果はA相から超伝導への転移が一次転移的に起こることを示唆する。またA相の発達にヒステリシスが観測されないことから、A相と超伝導相のエネルギーは非常に近くほとんど縮退していると考えられる。常圧付近で支配的なA相の低エネルギーゆらぎは静的磁気秩序と超伝導の中間状態であるという可能性が指摘された。

非磁性の典型的な重い電子系化合物 $CeRu_2Si_2$ は低温、H_M～7.7T の外部磁場でメタ磁性的異常を示す。この研究ではRu－NMR／NQRシグナルの観測により、初めてゼロ磁場及び H_M 以上での測定を系統的に行った。その結果、$H>H_M$ で観測された重い電子状態は $H<H_M$ で現れるものとは異なる過程を経て実現していることが示唆され、外部磁場による重い電子状態のクロスオーバーが明らかになった。

反強磁性秩序を示す $CePd_2Si_2$（T_N～10K）、$CeRh_2Si_2$（T_N～36K）は磁気臨界領域近傍にあり、わずかの加圧で磁気秩序が消失し超伝導が出現する。常圧下でのSi－NMRの結果により $CeRh_2Si_2$ の特異な基底状態が明らかになった。

過去の中性子散乱の結果とNMRスペクトルを併せて考えることにより、$CeRh_2Si_2$ の反強磁性状態では異なる Q vectorを持つ2種類のドメインが共存していることが分かった。NMRにより得られた各ドメインでの飽和磁気モーメントは0.36μB、0.22μBで、中性子散乱による1.86μB、1.69μBに比べて一桁も小さい。これは磁気モーメントがNMRと中性子の特性エネルギーの中間程度のエネルギーのゆらぎを持つことを示唆する。これと類似した現象はU系の重い電子系超伝導体 UPt_3 や URu_2Si_2 の秩序状態で観測されていたが、Ce系では初めて見いだされた。

論文審査の結果の要旨

重い電子系超伝導体 $CeCu_2Si_2$ では磁気臨界A相（低エネルギーのゆらぎを持つ動的磁気秩序）と超伝導が拮抗している。また大きな試料依存性を持ち、ごく僅かな組成比の変化によりその基底状態は静的磁気秩序から異方的超伝導まで変化する。この研究では低温で磁気的A相が支配的な試料に着目し、加圧によりA相から異方的超伝導への遷移領域における磁性と超伝導をCu－NQRにより調べた。加圧により低エネルギーの磁気ゆらぎの抑制と共に連続的にA相の割合が減少し、バルクの超伝導に変化した。この基底状態の変化は磁気臨界領域で起こり、A相が抑制される過程において T_c～0.65K は変化しない。これらの結果はA相から超伝導への転移が一次転移的に起こることを示唆する。またA相の発達にヒステリシスが観測されないことから、A相と超伝導相のエネルギーは非常に近くほとんど縮退していると考えられる。常圧付近で支配的なA相の低エネルギーゆらぎは静的磁気秩序と超伝導の中間状態であるという可能性が指摘された。

本研究によって反強磁性と超伝導が近接している系での新しい量子状態が明らかとなり、新超伝導発現機構の解明につながることが示された。

以上の結果は、磁性と超伝導の相互関係についての全く新しい可能性を実験的に示した研究であり、博士（理学）の学位論文として十分に価値があると認めることができる。