Osaka University Knowledge Archive

Title	NMR Study of High Tc Superconductor : Tl2Ba2CuO6+y
Author(s)	Fujiwara, Kenji
Citation	大阪大学, 1991, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3054390
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

【60】

氏名・(本籍)	藤原賢二（ふじわらけんじ）
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 9775 号
学位授与の日付	平成3年3月26日
学位授与の要件	基礎工学研究科 物理系専攻 学位規則第5条第1項該当
学位論文題目	NMR Study of High T_c Superconductor（高温超伝導体のNMRによる研究）
論文審査委員	(主査) 教授 朝山 邦輔 (副査) 教授 西田 良男　教授 天谷 喜一　助教授 北岡 良雄

論文内容の要旨

$Tl_2Ba_2CuO_{6+y}$（Tl 2201相）は，CuO_2 面にドープされたホール濃度が多いことから“heavy-doped”系の典型的超伝導物質として注目を集めている。CuO_2 面にドープされるホールが多くなると，それだけ Cu スピン間の反強磁性相関は弱められるであろう。そのような状況下での Cu のスピンダイナミクスを調べることは，それ自体大きな意味をもっている。又，従来から問題とされてきた，Cu の反強磁性ゆらぎが超伝導発現の起源か否かという点について，Tl 2201相の研究は新たな知見を与えてくれる可能性がある。

Tl 2201相の T_c の異なる3つの試料（T_c＝72, 40, 0 K）を用意して，^{63}Cu 核のNMR，NQR，及び ^{205}Tl 核のNMRを行った。試料は，いずれも良質の多結晶試料である。NMRに際して，粉末試料を配向させることにより，c 軸に垂直，あるいは平行な方向のナイトシフト，核磁気緩和時間（T_1）の厳密な測定が行われた。以下，^{63}Cu の結果について述べる。

^{63}Cu の $1/T_1$ は，全ての試料において常伝導状態の広い温度範囲で T_1T = const. の関係を満足する。これほど広い温度範囲で T_1T = const. が成立するという結果は，Tl 2201相が最初である。c 軸と平行方向に磁場をかけると T_c は大きく減少する（例えば，T_c＝72Kから55Kまで減少する）が，そのときやはり T_c 以上で T_1T = const. が成立する。T_1T = const. の関係は，Cu のスピン励起のエネルギースペクトルが連続的であることを意味しており，Tl 2201相はフェルミ流体の描像で理解することができる。なお，Cu の $1/T_1$ は，$YBa_2Cu_3O_7$ と同じ程度に増大を受けているが，その値の大きさは，ドープされたホールの濃度にはあまり依存していない。これは，“light-doped”であるLSCO系超伝導体の Cu の $1/T_1$ がホール濃度の増加により著しく抑えられるという結果とは対照的である。この違いは，

Tl 2201相ではドーピングされたホールの濃度の増加によりCuスピンの反強磁性相関が弱められているということを反映していると思われる。

超伝導となる試料において^{63}Cuのナイトシフトから見積られた，スピン帯磁率（χ_s）のT_c以下での温度依存性はギャップを大きくとったＢＣＳモデル（$2\Delta = 4.4k_BT_c$）で説明可能である。これは，$YBa_2Cu_3O_7$におけるCuO_2のCuのＮＭＲから得られた結果と一致している。これに対して，$1/T_1$は，ＢＣＳ超伝導体に特有のT_c直下での増大が見られず，T_c以下で急激に減少する。この異常な振舞いは，種々の高温超伝導体で共通に観測されている。T_c以下でのT_1の振舞いがＢＣＳモデルによって説明できるのかどうか理論的裏付けが待たれるところである。

果たして超伝導発現の機構を安易に反強磁性相関に求めて良いかどうかは微妙な問題である。それは今後の課題ではあるが，“heavy-doped” 超伝導体の特徴はほぼ明らかになったと考えている。

論文審査の結果の要旨

高温酸化物超伝導体の発見以来，多くの努力にも拘らず，未だ超伝導発現の機構が不明であるのみならず常伝導状態の記述についても一致した見解が得られていないのが現状である。ＮＭＲは常伝導及び超伝導状態における電子状態について微視的な情報を与える有力な手段である。高温銅酸化物超伝導体の基本は反強磁性絶縁体であり，これにホールを添加すると反強磁性相関が弱まり超伝導が現れ，更に過剰にホールを加えると常伝導金属状態へ移る。本論文における$Tl_2Ba_2CuO_{6+y}$系は種々の高温超伝導体中で，いわゆる「ヘビードープ」領域にある物質で，この系についてのＮＭＲの研究は世界的にみても初めてのものである。本研究では，常伝導および超伝導状態で^{63}Cuおよび^{205}TlのＮＭＲを行いスピン格子緩和時間・T_1，ナイトシフトを測定したもので，得られた重要な結果は以下の通りである。

常伝導状態における$1/T_1$は，他の系と同様スピンのゆらぎの効果により強く増大しており，また超伝導臨界温度・T_cが72Ｋから０Ｋまで変わるのにも拘らずT_1のホール濃度依存性は小さい。T_1は広い温度領域でT_1T＝一定則を満たし高温で飽和の傾向がある。T_c以下のT_1は通常のＢＣＳ超伝導体とは異なる温度依存性を持つが，その振舞いは，La系，Bi系，Ｙ系（T_c＝92Ｋ）等と同じであり，超伝導の性質がこれらと同じであることを示している。これらの結果は，高温超伝導体の常伝導状態は，一般的にFermi流体で記述するのが適切である事を強く示唆している。

ナイトシフトの測定から，一様帯磁率は常伝導状態では温度変化せず，T_c以下ではエネルギーギャップ$2\Delta = 4.4kT_c$のｓ波対を支持する結果を得ている。その他，T_1の異方性がホール濃度とともに減少する事など重要な結果を得ており，酸化物高温超伝導体において「ライトドープ」系から「ヘビードープ」系へ統一的描像を得るための極めて重要な情報を与えており，博士論文として価値あるものと認められる。