The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	NMR Study in High Temperature Superconductors. (YBa2 Cu3 O6+x and La2-x Srx CuO4 Systems)
Author(s)	石田, 憲二
Citation	大阪大学, 1992, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/37933
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

【33】

氏　　名	石　田　憲　二（いし　だ　けん　じ）
博士の専攻分野の名称	博　士（理　学）
学位記番号	第　10283　号
学位授与年月日	平成4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	NMR Study in High Temperature Superconductors.（$YBa_2Cu_3O_{6+x}$ and $La_{2-x}Sr_xCuO_4$ Systems）（高温超伝導体$YBa_2Cu_3O_{6+x}$, $La_{2-x}Sr_xCuO_4$ 系の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　那須　三郎 助教授　三宅　和正

論文内容の要旨

酸化物高温超伝導体は今までのＢＣＳ理論の概念では考えられないような高いTcを持つため，その超伝導発現機構について関心を集めている。我々は高温超伝導体が発見されて以来微視的立場から重要な情報が得られるＮＭＲ（核磁気共鳴法）を用いて発現機構の解明に努めている。我々はCuO_2面のCuとＯサイトのＮＭＲを中心に行なって来た。なぜならすべての銅酸化物超伝導体に共通に含まれており，最近では2次元CuO_2面自身超伝導になるという報告もなされているからである。

$La_{2-x}Sr_xCuO_4$系の高濃度領域においてCuの緩和時間（T_1）を測定することにより，Cuサイトでは Cu－3ｄホールのスピンゆらぎによって緩和が支配され，強い反強磁性スピン相関が存在することを示した。このスピン相関はSr濃度（ホール濃度）をふやすと弱まり，Tcの減少の様子に似ている。この結果は，TcとCuO_2面のCuの反強磁性相関とは，何らかの関係があることを示している。

$YBa_2Cu_3O_7$についてCuサイトをNi，Znで置換した系について，CuのＮＭＲ，ＮＱＲを行った。Ni，ZnはともにCuO_2面に置換するがTcの減少は非磁性であるZnの方が磁性不純物Niより急である。$YBa_2(Cu_{1-x}Zn_x)_3O_7$のCuのナイトシフトとT_1の測定より，Zn濃度がふえるにつれ，フェルミエネルギー近傍に残留状態密度が，超伝導状態においても存在することを示した。超伝導状態のナイトシフトとT_1の温度依存性は超伝導ギャップが線で消失するｄ波超伝導のエネルギーギップに残留状態密度を考えあわせれば，定性的にも定量的にも説明可能である。この超伝導ギャップはすべての高温超伝導体にあてはまると考えられ，高温超伝導体は“重い電子系”で見られたｄ波超伝導体であると考えられる。

またZnを置換した場合，Zn近傍のCuO_2面の反強磁性相関は弱められており，この効果によって，Znだけに見られたTcの大きな減少が引き起こされているものと考えられる。

これらの実験を通して，高温超伝導体は超伝導ギャップが異方的なd 波超伝導体であり，超伝導発現機構にはCuO_2面の反強磁性相関が密接に関係しているものと考えられる。

論文審査の結果の要旨

本論文は酸化物高温超伝導体（$(La,Sr)_2CuO_4$，$YBa_2Cu_3O_{6+x}$系の^{63}Cu, ^{17}O NMRの結果をまとめたものである。

まず，La系のCuのNQRの信号の検出に成功し，T_1を測定した。Y系についてのT_1はすでに測定があり1／T_1は反強磁性的スピンのゆらぎにより強く増強され，T_c以下の温度依存性はBCS超伝導体と著しく異なっている。La系においては反強磁性的スピンのゆらぎはさらに大きく，T_c以下の振舞いはY系と同じである。T_c以下の振舞いはCooper対がd波とすれば都合がよい。一方，磁場侵入長その他の物理量の温度依存性はs波対を支持し世界的にもs波対説が優勢で，T_1の異常もs波対の立場で説明しようという努力がなされている。引力の原因が格子振動や電子の電荷のゆらぎの場合にはs波対が，またスピンが原因の時はd波対をつくりやすいので，s かd かを判定することは超伝導発現の機構を探る上で極めて重要となる。

本論文では更にY系にZn，Niを不純物として加えNMRを行った。とくに非磁性Znを添加するとCuのT_1の振舞いはT_c近傍であまり変わらず，低温でTに比例する項が現れる。またナイトシフトのT→0での残留値が増大する。これらの結果はd波対の非磁性不純物によるギャプレス状態を考慮すると説明できる事を示した。

このモデルではs波対を支持する磁場侵入長の温度依存性も説明できる。また，Zn添加によりT_cは大きく下がるがこれは非磁性不純物によるd波の対破壊によると考えられる。またZn添加によりスピンのゆらぎが，減少することを観測しており，このこともスピンのゆらぎが引力の原因であるという考えを支持している。

以上の研究は，d波対の可能性を強く示唆するもので高温超伝導の発現機構の研究に重要なインパクトを与えるもので博士（理学）の学位論文として価値あるものと認められる。