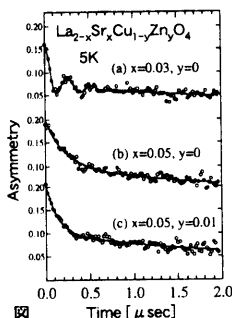


24aPS-21 $La_{2-x}Sr_xCu_{1-y}Zn_yO_4$ の
アンダードープ領域における μ^+ SR

東理大理工、KEK 中間子^A、理研^B 石黒知也、新免浩、平井学、
新井重一郎、渡邊功雄^B、永嶺謙忠^{A,B}
 μ^+ SR Study in Underdoped $La_{2-x}Sr_xCu_{1-y}Zn_yO_4$
Dept. of Phys., Science Univ. of Tokyo, KEK-MSL^A, RIKEN^B
T.Ishiguro H.Shinmen, M.Hirai, J.Arai, I.Watanabe^B and K.Nagamine^{A,B}

前回までに我々は $La_{2-x}Sr_xCuO_4$ の μ^+ SR 測定より次のことを明らかにしてきた。(1) $x=1/8$ 付近で超伝導が最も抑制される $x=0.115$ を中心にして Tc より低温で静的磁気秩序が観測される。(2)Cu を Zn で 1% 置換すると $x=0.11$ の試料に対しては磁気転移温度が上昇し、 $x=0.125$ に対しては磁気秩序が誘起される。今回我々はこの Zn 置換効果が $x=1/8$ 付近特有のものなのかどうかを調べるため、 $La_{2-x}Sr_xCu_{1-y}Zn_yO_4$ ($y=0, 0.01$) の低 Sr 濃度領域 ($x=0.03, 0.05$) の μ^+ SR の測定を行った。試料は固相反応で作製した多結晶で X 線回折により単相であることを確認した。

図に (a) $x=0.03$ ($y=0$)、(b) $x=0.05$ ($y=0$)、(c) $x=0.05$ ($y=0.01$) の試料に対する 5K における μ^+ SR スピン緩和の時間スペクトルを示す。 $x=0.03$ の Zn なしの試料($y=0$)では 7K でスペクトルに周期成分があらわれ始め、5K では (a) に示すように完全な周期振動となる。それに対し 5K における $x=0.05$ の試料では (b) に示すように周期成分が見られないが 4K 以下で観測される。以上よりこの濃度領域では、 μ^+ SR から見ると少なくともミクロな領域で Cu スピンは転移温度以下で整列し、その温度は Sr 濃度に依存しているといえる。このような系に Zn を 1% ドープしても (c) に示すように $y=0$ に対するスペクトル (b) との違いは見られなかった。この結果より、この濃度領域での Zn 置換効果は $x=1/8$ 付近のそれとは異なっている。つまり Zn 置換効果は $1/8$ 付近に特有なものである。



24aPS-22

μ^+ SR による、Bi 系、Y 系及び La 系の $\frac{1}{8}$ 問題の研究

理研^A、東北大院工^B、高エネ機構中間子^C、東大理^D
渡邊功雄^A、阿子島めぐみ^B、青山雅志^B、小池洋二^B、大平聖子^{A,C,D}、
髭本巨^C、永嶺謙忠^{A,C}

μ^+ SR studies on the $\frac{1}{8}$ problem in Bi-, Y- and La-systems

RIKEN^A, Tohoku Univ.^B, KEK-MSL^C, Univ. of Tokyo^D
I.Watanabe^A, M.Akoshima^B, M.Aoyama^B, Y.Koike^B,
S.Ohira^{A,C,D}, W.Higemoto^C, K.Nagamine^{A,C}

我々はこれまでに、Zn で Cu サイトを置換した Bi-2212 系にたいして μ^+ SR 測定を行い、Bi-2212 系にも、いわゆる「 $\frac{1}{8}$ 問題」が存在することを示してきた^{1,2}。これまでの結果から、この「 $\frac{1}{8}$ 問題」は、La 系に特有な問題ではなく、CuO₂ 面を有する酸化物高温超伝導体における一般的な性質である可能性が考えられる。そこで、今回は、Y 系についても同じ視点から Zn で Cu サイトを置換して、系内にピン止め中心を生成させた試料について μ^+ SR 測定を行うことを試みた。また、最近 Cu サイトを、Zn または Ga で置換した La 系において、ホール濃度が $\frac{1}{8}$ よりも高濃度ドープ領域においても何らかのスピンの秩序状態が存在しているという指摘がなされている³。現在のところ、小さくはあるが確実に輸送現象に異常が観測されているため、「 $\frac{1}{8}$ 問題」との関連があるかどうかは興味ある問題である。そこで、Y 系の測定に加えて、Cu を Ga で 1% 置換した La 系においても、Cu スピンの磁気的状態を調べるために、 μ^+ SR 測定を試みた。測定は、高エネルギー加速器研究機構内の中間子科学施設において行った。測定した温度範囲は、Y 系が 2 K まで、La 系が 21 mK までである。

ゼロ磁場測定の結果から、両系において、低温でミュオンスピンの緩和が早くなる現象が観測された。これは、Cu スピン間の磁気的相関が強まり、Cu スピンの揺らぎが遅くなってきていることを示している。Y 系において酸素濃度を調整してホール濃度を変化させた測定を行った結果、ホール濃度が $\frac{1}{8}$ のところにおいて、特に異常が強いことが明らかになった。この結果は、Bi 系同様に Y 系にも $\frac{1}{8}$ 問題が存在する可能性を示している。また、La 系の高濃度ドープ領域においてもミュオンスピンの緩和異常が観測されていることから、何からのスピンの秩序状態が発生していることを表している。

参考文献

- 1) I. Watanabe et al., Physica B259-261, 557 (1999).
- 2) I. Watanabe et al., to be published in Phys. Rev. B.
- 3) N. Kakinuma et al., Phys. Rev. B59, 1491 (1999).

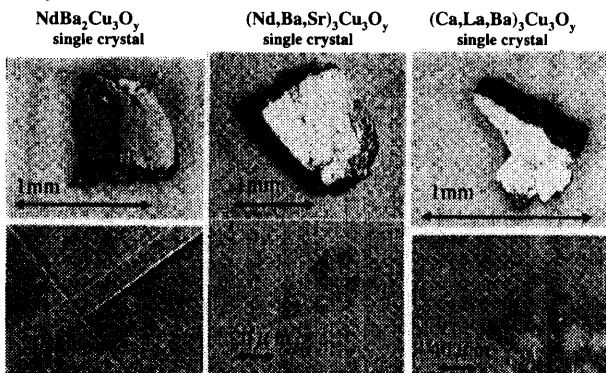
24aPS-24

TSFZ 法による無双晶 123 系高温超伝導体単結晶の育成

東北大工 赤川綾子、野地尚、佐藤将志、小野泰弘、佐藤秀孝、小池洋二
Growth of un-twinned single crystals of the 1-2-3 type cuprate by the TSFZ method
Graduate School of Engineering, Tohoku University
H. Akagawa, T. Noji, M. Sato, Y. Ono, H. Sato, Y. Koike

高温超伝導体において、 $YBa_2Cu_3O_7$ などの結晶構造が斜方晶のものは一般に双晶構造をとり、その双晶構造は物性研究において障害となる場合がある。

そこで我々は $YBa_2Cu_3O_7$ と類似の結晶構造を持ち、無双晶であることが期待される $(Ca,La,Ba)_3Cu_3O_7$ (CLBCO) と $(Nd,Ba,Sr)_3Cu_3O_7$ (NBSCO) の単結晶の育成を TSFZ 法で試みてきた。現在のところ均質性にはまだ問題があるが、 $1 \times 1 \times 0.2 \text{ mm}^3$ 程度の単結晶が得られている。酸素アニール後の単結晶について粉末 X 線回折で構造解析を行った結果、CLBCO は正方晶であることがわかった。一方、NBSCO は斜方晶であるが、その斜方晶性は非常に小さく、 $YBa_2Cu_3O_7$ の 5 分の 1 以下であることがわかった。偏光顕微鏡による観察では CLBCO、NBSCO ともに双晶構造はみられなかった(写真参照)。また、これらの単結晶は超伝導を示し、Tc は 50~74K であったが、この値は多結晶試料に比べて低いことがわかった。組成ずれやサイト間置換が起こっていることなどが Tc 低下の原因であると考えられる。単結晶の精密な構造解析を行ったので、この問題をふまえて報告する予定である。



24aPS-25

$Bi_2Sr_2CaCu_2O_{8+\delta}$ 単結晶における置換効果 III
金材研 茂筑高士、藤井宏樹、平田和人

Atomic Substitution Effect in $Bi_2Sr_2CaCu_2O_{8+\delta}$ Single Crystals III
NRIM T. Mochiku, H. Fujii and K. Hirata

TSFZ 法による $Bi_2Sr_2CaCu_2O_{8+\delta}$ 単結晶育成において、単結晶種を用いて、核発生数を抑制し、結晶粒の成長方位を揃えることで、高品質でかつ大型の単結晶を容易に育成することに成功した。この方法は、従来単結晶育成が難しかった、希土類元素等の置換を施した単結晶には、非常に効果的であり、各種の希土類元素を置換した $Bi_2Sr_2CaCu_2O_{8+\delta}$ 単結晶を育成してきたことは、すでに報告済みである。本講演では、これらの単結晶の磁気特性を SQUID より測定したところ、置換する元素の種類によって、不可逆磁場が変化することを見いだしたので、報告する。

育成した単結晶は、Ca サイトを 5% 希土類元素で置換した $Bi_{21}Sr_{19}Ca_{0.95}Ln_{0.05}Cu_2O_{8+\delta}$ ($Ln = Yb, Y, Nd, Pr$) と、Sr サイトを 5% La で置換した $Bi_2Sr_{1.95}La_{0.05}CaCu_2O_{8+\delta}$ 、および、Cu サイトを Ti で置換した $Bi_2Sr_{1.9}Ca(Cu_{1-z}Ti_z)O_{8+\delta}$ ($z = 0.01, 0.02, 0.05$) である。磁化の磁場依存性から求めた不可逆磁場を整理してみると(図 1)、いずれの置換を施した単結晶も Tc に近い高温側ではあまり変わらないのに対し、低温側では、特に、La と Ti を置換した単結晶の不可逆磁場が向上しているのがわかる。希土類元素を置換した単結晶の Tc は 90 K 程度であるが、Ti を置換した単結晶の Tc は、置換量に関わらず、80 K 程度で転移幅は広い。EDX による組成分析によると、いずれの単結晶も仕込組成に近い置換が実現している。

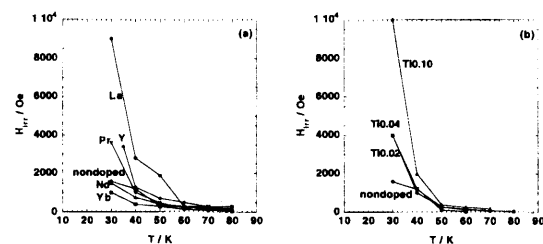


図 不可逆磁場の温度依存性。(a)希土類置換、(b)Ti置換。