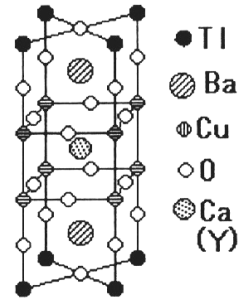


# TI系酸化物超伝導体のNMR縦緩和率 $T_1^{-1}$ の測定

低温物理研究室 A9774020 柿島 彩

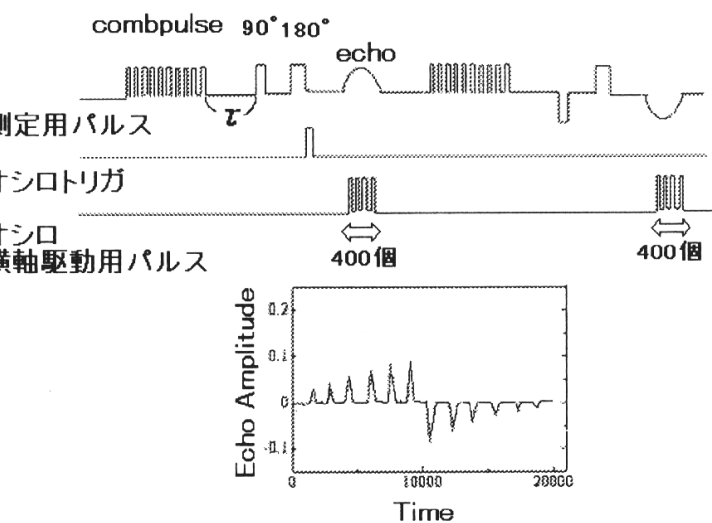
【はじめに】  $TiBa_2Ca_xY_{1-x}Cu_2O_7$  はホールドーピング酸化物超伝導体である(Fig1)。この系では、 $Y^{3+}$ と $Ca^{2+}$ を置換することによりホールがドーピングされ、反強磁性( $x=0$ )から超伝導( $x=1$ )に変わる。しかし境界付近におけるスピンの状態が良く分かっていない。本研究では $T_1^{-1}$ (核スピン-格子緩和率)をはかることにより、Cu-3d電子スピンの動的な性質を知ることが目的とした。 $T_1$ とは、励起された原子核がエネルギーを外部(格子系)に放出し、元の熱平衡状態に戻る時定数のことで、Cu-3d電子スピンによる超微細磁場のゆらぎの強さを与えるものである。



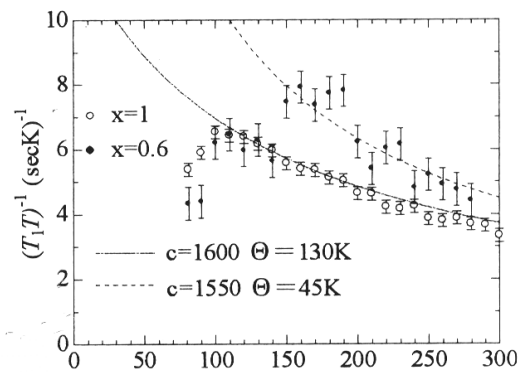
【実験】  $c$ 軸配向をした多結晶試料  $TiBa_2Ca_xY_{1-x}Cu_2O_7$  ( $x=1, 0.6$ )を外磁場約1Tにおいて、80Kから室温までの $T_1^{-1}$ の測定を行った。スピン緩和の測定においては、まずコムパルス(10発)を核スピン系を均一に飽和させる。次に熱平衡状態にどれだけ戻ったかを測るために、時間 $\tau$ 後にスピンエコー法を用いて信号強度の回復を調べた。NMRの信号強度はキュリー則に従い高温できわめて

小さくなるために、平均化回数を増やさねばならない。そこで、効率化を図るためにエコー信号だけを選択的にデジタルオシロに取り込み、 $\tau$ を変えたときの信号をオシロ横軸駆動用パルスを用いて次々にデータを付け加えていく方法を開発した(Fig2)。また、高電圧のパルス印加後に生じるリングングノイズを消すために位相反転法を用いた。位相反転法とは、 $90^\circ$ パルスの高周波位相を反転させると、発生する信号の位相も反転するため、両信号の差を取ることでノイズを消すことができるという方法である(Fig2)。卒研ではそのための装置として励起パルスの位相を反転する高周波スイッチを製作した。

【結果及び考察】  $T_1$ はエコー信号列の強度変化を最小2乗法により $(M_\infty - M_\tau)/M_\infty = e^{-\tau/T_1}$ にフィットさせることにより求めた。ここで $M_\infty$ は $\tau$ が無限大の時の核磁化である。 $(T_1 T)^{-1}$ は高温ではcurie-wise則( $\approx c/(\Theta + T)$ )にしたがっていることがわかる(Fig3)。これは2次元反強磁性ゆらぎの大きな系における特徴的ふるまいであり、 $(T_1 T)^{-1}$ がスタガード帯磁率 $\chi_Q$ に比例していることを示している。温度を下げていくと、 $(T_1 T)^{-1}$ は $x=1$ では100K付近から、 $x=0.6$ では160K付近から急激に落ち込んでいる。この温度を $T_{MAX}$ とすると、 $T_{MAX}$ は $T_c$ よりも高い(Table1)ということから、 $T_c < T < T_{MAX}$ の温度領域で反強磁性磁気励起に、超伝導ギャップとは異なったギャップ的ふるまいが存在するのではないかと考えられる。



【Fig2】測定原理図



【Fig3】 $(T_1 T)^{-1}$ の温度依存性

$x=1$	$T_c \approx 86K$	$T_{MAX} \approx 100K$
$x=0.6$	$T_c \approx 110K$	$T_{MAX} \approx 160K$

【Table1】組成と $T_c, T_{MAX}$