

# タリウム系高温超伝導体Tl1212の反強磁性-常磁性相境界におけるNMR

低温物理研究室 A9874010 石田泰宏

## 【はじめに】

典型的な高温超電導体は (Fig1) のようにホール濃度を変化させていくことにより反強磁性→超伝導体→非超伝導金属まで幅広い属性を示す。しかし Tl 系酸化物高温超伝導体 Tl1212 ( $\text{TlBa}_2\text{Ca}_x\text{Y}_{1-x}\text{Cu}_2\text{O}_7$ ) は  $x=0$  (ホール濃度は  $\text{Ca}(2+)$  と  $\text{Y}(3+)$  を置換することで調節される) では絶縁体で  $\text{Cu-3d}$  スピンは反強磁性を示すが、ホールをドーピングして行ってもしばらくは反強磁性相のままで、 $x=0.6$  で初めて超伝導 ( $T_c=110\text{K}$ ) を示し更にホール濃度の上限である  $x=1$  までドーピングを増やしても  $T_c=80\text{K}$  とわずかに下がるだけで依然として超伝導体である。この様に本系では、電子状態の相図が他の系 (Fig1) とはかなり異なっている。

高温超伝導の起源は  $\text{Cu-3d}$  スピンの反強磁性揺らぎと言われている。本研究の目的はこの異常な相図を示す Tl1212 おいて広範囲のホール温度域を占める反強磁性相でのスピンの状態を調べ磁性体としての性質を明らかにすることである。特にこれまで Tl 系の磁性は  $300\text{K}$  までしか測られていないため、より高い温度域について詳しく調べた。

## 【実験】

$300\text{K}$  以上の温度域で使用可能な NMR プローブを開発した。まず、温度を上げるためのヒーターと耐熱構造を持つセラミック製のクライオスタットを製作し真空断熱容器と組み合わせた。また NMR 信号強度は  $1/T$  に比例するため高温では非常に微弱であるので感度を上げるためのプリアンプ冷却装置をペルチェ素子を用いて製作した。

試料は  $c$  軸配向した多結晶試料  $\text{TlBa}_2\text{Ca}_x\text{Y}_{1-x}\text{Cu}_2\text{O}_7$  を用いた。NMR スペクトルの測定は、超伝導マグネットを用いて  $c$  軸に垂直に磁場をかけ、共鳴周波数  $192.27\text{MHz}$  においてスピネコー信号強度をボックスカー積分器で平均化しながら磁場掃引することにより行った。(Fig2) (ピークが2つあるのは同位体 ( $\text{Tl}^{203}, \text{Tl}^{205}$ ) からの信号である)

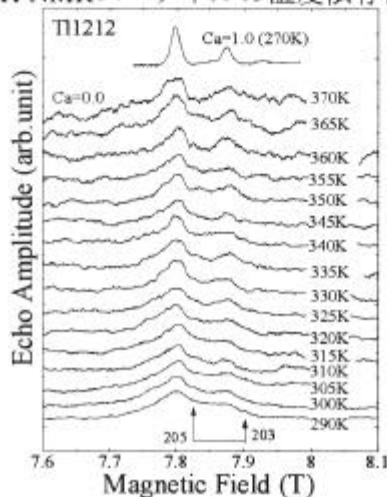
## 【結果及び考察】

(Fig2) に示すように高温側ではピークの幅が顕著に狭くなっていることが分かる。ピークの幅  $\Delta x$  を近似して求め、 $\Delta x$  と  $T$  のグラフ (Fig3) を作った。

$\Delta x$  は試料内で  $\text{Cu-3d}$  スピンが作る磁場の不均一の大きさであり、部分格子磁化に比例していることが分かっている。(Fig3) を見ると  $330\text{K}$  付近より高い温度で  $\Delta x$  が一定値を取っていることが分かる。この一定値が常磁性状態での値と考えると、ネール温度は  $T_N=330\text{K}$  ということが分かる。

また、この図中の曲線は  $\Delta x \propto (T_N - T)^\beta$  において  $\beta=0.5$  とおいたものであり、臨界指数  $\beta$  が約  $0.5$  であることが分かる。この値は典型的なハイゼンベルグ型反強磁性体における値  $\beta=1/3$  とは異なり、分子場近似での値と一致している。詳細はスペクトル測定の精度をもっと上げて議論することが必要と思われる。

(Fig2) Tl-NMR スペクトルの温度依存性



(Fig3) ピーク幅の温度依存性と臨界指数

