酸化物超伝導体のTc近傍の複素交流帯磁率

阪府大工　　野口　悟、奥田喜一

一連の酸化物超伝導体の電気的、磁気的性質を解明する手段として複素交流帯磁率 $\chi(\omega,T) = \chi'(\omega,T) - j\chi''(\omega,T)$ の測定を行った。図１にその測定例を示す。バルク試料ではTc以下で χ'' のピークが観測され、それに対応して χ' が２段の反磁性を示す。これらは超伝導粒界における弱いジョセフソン結合によるバルク効果である。一方、試料を粉末にし、アルミナ粉と混合することによって粒界を切り離すとこのような異常は観測されない。これらの測定結果に対し、我々は以下に述べる２つの観点から解析を試みた。

先ず、粉末試料の χ' の温度依存性からロンドン方程式から導出される関係式を用いて磁場侵入度 $\lambda(T)/\lambda(0)$ を求め、これを BCSギャップパラメータを用いて理論的に計算される値と比較した。その結果、ほとんどの試料について、Tc近傍でやや不一致が見られるものの全体的には良く一致した。ただし、銅の一部を他の遷移金属で置き換えた系についてはあまり良い一致が得られなかった。そこで銅置換系を除くLSCO系、YBCO系、 BSCCO系について横軸を $1/\lambda^2(0)$ にとり縦軸をTcでプロットした結果を図２に示す。明らかに一連の銅酸化物超伝導体のTcは $1/\lambda^2(0) = 4\pi n_s e^{*2}/m^* c^2$ と強く相関していることが指摘できる。なお、横軸の大きなエラーバーは顕微鏡で観測した試料粉末の大きさに分布があることによる。

次に、バルク試料に見られる χ'' ピークの交流磁場振幅及び周波数依存性の測定を行った。その結果はAnderson-Kimによるフラックスクリープモデルで良く説明できる。即ち、ピーク温度 T_P、磁場振幅 h_0 とすると $1 - T_P/T_c$ は h_0 の 2/3乗に比例し、その傾きは粒界結合の強い試料ほど小さくなる。また T_P の周波数依存性は熱活性型であり、$1/T_P$ vs. log f プロットから活性化エネルギー U_0 ～2.9eV （YBCO系）と評価された。

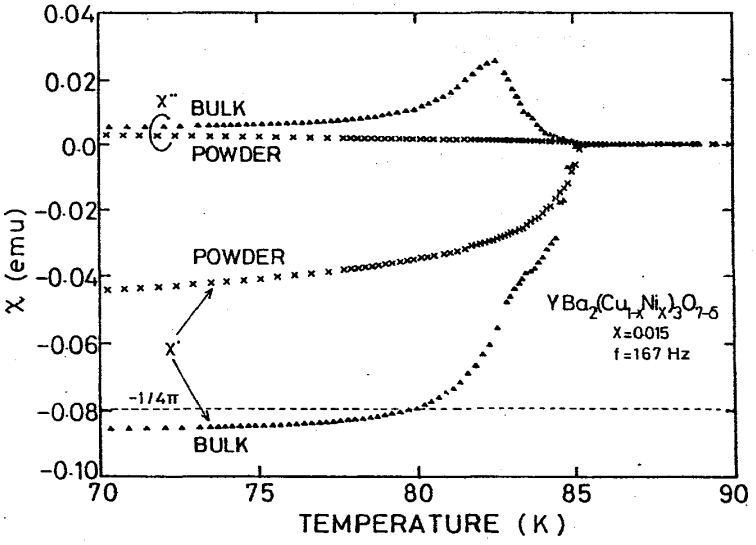

図１

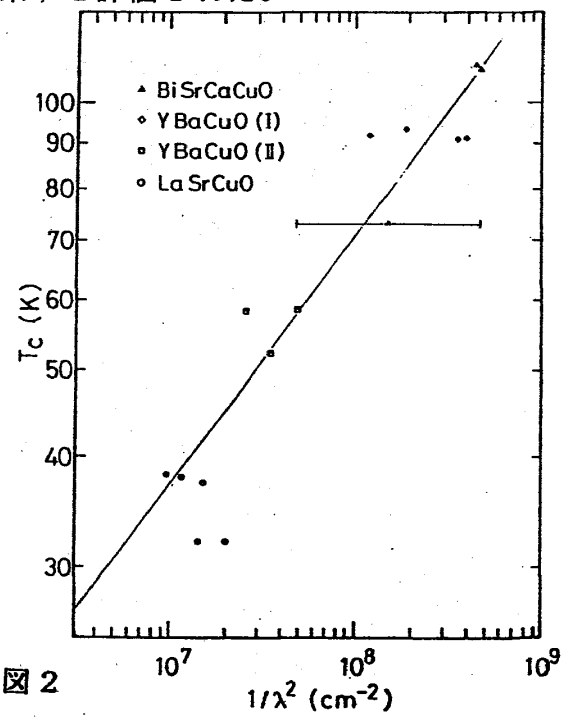

図２