

# Y-123 単結晶超伝導体のピーク効果

山浦 俊介 (95232089) / 松下研究室

**1. はじめに** Bi-2212 単結晶超伝導体の場合に低温・低磁界領域で観測される臨界電流密度  $J_c$  の鋭いピーク効果は磁束線格子の三次元から二次元へのクロスオーバーに起因するものと考えられている。一方で Y-123 単結晶超伝導体では高温・高磁界領域でブロードなピークが観測されるが、特に双晶面を含まない単結晶試料では2つのピークが観測されている。この Y-123 超伝導体のピーク効果のメカニズムについては従来から議論されており、その一つとして超伝導体内の酸素欠損のような弱い超伝導相による磁界誘起型のピンニングが挙げられている。しかしこれまでに双晶面をもたない Y-123 単結晶超伝導体における低磁界側のピーク効果はそのような磁界誘起型のピンニングでは説明できないことが明らかになった。本研究では高磁界側を含めた2つのピークについて測定を行い、それらのピーク効果の原因について議論する。

**2. 実験** 試料は引き上げ法を用いて製作した Y-123 単結晶超伝導体で、得られた結晶を1軸圧力下で熱処理を行うことにより双晶面を取り除いた。これを長さ 1.2 mm 幅 1.2 mm 厚さ約 0.7 mm 程度に切り出した。c 軸は広い面に垂直に配向し、臨界温度  $T_c$  は 93.5 K であった。測定には Campbell 法と SQUID 磁力計を用いた。Campbell 法において直流磁界および 35.0 Hz の微小交流磁界 (振幅  $b_0$ ) を c 軸方向に印加したが、反磁界係数の影響を軽減するためにこのような試料を2つ c 軸方向に積み重ねて測定を行った。交流磁界に対する応答をピックアップ・コイルを用いて測定した。測定された交流磁束の振幅  $\Phi$  と  $b_0$  の関係から交流磁界の侵入深さ  $\lambda'$  を求め、この  $b_0$ - $\lambda'$  曲線の傾きから臨界電流密度が、またその結果をさらに解析することにより磁束線に関する変位-復元力特性が得られる。

**3. 結果及び検討** 図1に Campbell 法によって得られた臨界電流密度の磁界依存性を示す。図1において 75~79 K の温度において臨界電流密度に p1 と p2 で示される2つのピークが見られる。高温になるにつれ低磁界側のピーク磁界は低磁界側に、高磁界側のピーク磁界は高磁界側にシフトしており、低磁界側のピークは 84 K 以上で消失する。高磁界側のピークは 80 K 以上の高温では不安定となり測定することができなかった。また、図2、図3に 75 K における相互作用距離  $d_i$  と Labusch パラメータ  $\alpha_L$  を示す。図中のドットは実験結果を表し、実線はピーク効果がなく、点欠陥がピンとして働くと仮定した場合の理論結果  $d_i \propto B^{-1/2}$ 、 $\alpha_L \propto B\gamma^{1/2}$  を表す。ただし  $\gamma$  はピン力密度の磁界依存性を表すパラメータである。図2で  $d_i$  は両方のピーク磁界近傍ではピークをもって大きくなっている。一方、図3で  $\alpha_L$  も2つのピーク磁界近傍で大きくなっている。これは、高磁界側のピーク効果の原因が Bi-2212 と同様に磁束線格子の状態が変化し、かつピンニングが強くなっていることであることを示唆している。よって、ピーク効果の原因として  $\alpha_L$  と  $d_i$  の増加が同時に説明できる disorder transition が考えられる。

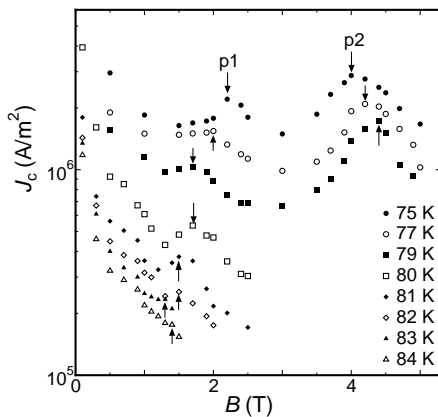


図1 Y-123 単結晶超伝導体における臨界電流密度の磁界依存性

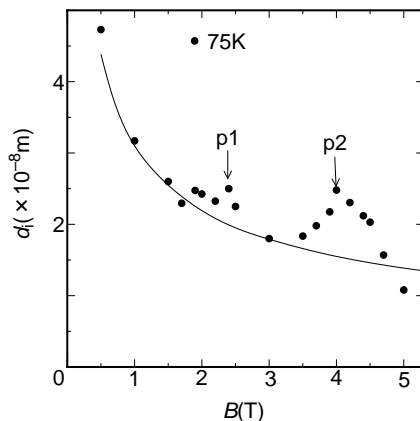


図2 75 K における相互作用距離の磁界依存性

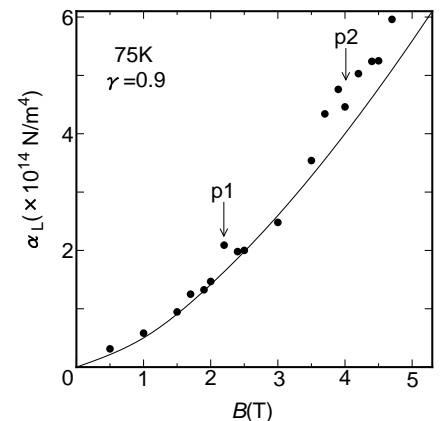


図3 75 K における Labusch パラメータの磁界依存性