

銅酸化物高温超伝導体 Bi2212 Bi2201 単結晶試料の中性子線結晶性評価による育成パラメーターの最適化と軸調整

Crystal alignment and optimization of crystal growth of high-Tc superconductor Bi2212 and Bi2201 with using neutron diffraction

松浦 直人

Masato MATSUURA

大阪大学大学院理学研究科

昨年度に引き続き、多目的単色熱中性子ビームポート (T2-3-2) を用いて高温超伝導体 Bi2212 のシングルグレイン単結晶を厳選した。得られた 0.7cc の良質単結晶試料を用いて 5G にて実験を行い、Bi2212 のレゾナンスピークが常伝導相でも擬ギャップ温度付近まで残る事を明らかにした。

キーワード : 高温超伝導、大型単結晶、レゾナンスピーク

1. 目的

単結晶、特に大型の単結晶育成は育成方法の改良や育成パラメーターの最適化に非常な苦勞を伴う事が多い。大型単結晶化する事により、物性研究のみならず産業への応用上でも非常に大きな利点がある結晶は少なくないが、育成パラメーター数が多い場合や、最適条件のパラメーター領域が非常に狭い場合は、その条件を見出す事は非常に困難である。表面のみの結晶性評価に限られる x 線に対し、中性子線は電氣的に中性であるため結晶内部に侵入して、結晶全体の結晶性を評価することが出来る。研究の目的は、まず第 1 に中性子散乱を用いた結晶性の評価と育成パラメーターの最適化により大型単結晶を得るモデルケースを構築する事である。第 2 に、得られる大型単結晶を用いて、これまで単結晶育成の困難さからあまり研究の進んでこなかった高温超伝導体について磁気励起のデータを得る事である。

2. 方法

FZ 炉で育成した Bi2212 単結晶試料ロッドは、様々な方向を向いた無数のグレインを含んでいる。このままでは回折実験においてシグナルが Q 空間に広がってしまい、十分な S/N 比が得られない。一方で Bi2212 単結晶試料は c 方向の劈開性が非常に強く、かみそり等、先が鋭利なもので軽くたたたく事で容易に劈開する事ができる。この性質を利用して、シングルグレイン結晶を取り出し、得られた複数のシングルグレイン単結晶試料の軸方向を合わせる事で試料体積を増やす。

3. 研究成果

昨年度、上記の方法で合計 1cc の単結晶試料を得たが、それらはまだマルチグレインを含む物であった。今年度さらに試料を厳選し、0.7cc の良質単結晶試料を確立した。その試料を用いて、Bi2212 のわずかにオーバードープよりの最適ドープ組成 ($T_c=90$ K) について、特に常伝導相におけるスピン揺らぎに着目して、中性子非弾性散乱実験を行った。その結果、 T_c 以下で enhance されるレゾナンスピークを 34meV に観測し、更に、 T_c 上の 100 K においても大きなレゾナンスピークが残る事を発見した。更にレゾナンスピークは温度上昇と共に擬ギャップ温度 200 K に向けて徐々に強度が減少する事が明らかになった。

4. 結論・考察

このレゾナンスピークの温度変化は擬ギャップ温度以下で不完全なスピンギャップが生じる事で説明される。また、このようなレゾナンスピークの温度特性は YBCO の underdope 組成に似ている。擬ギャップの相図も、Bi2212 の optimum 組成は、 T_c より高温に T^* があるという点で YBCO の underdope 組成に似ており、高温超伝導体のスピン揺らぎの温度特性は擬ギャップ温度の違いで統一的に理解できる事を示唆している。

5. 引用(参照)文献等