

## 極限環境を用いた超伝導体の臨界状態の解明

- 磁場中の高温超伝導体の理解はどこまで進んだか —  
(基礎研究から応用研究を目指して)

門脇 和男 (筑波大学物質工学系 教授)

### 1. 材料物性基礎研究の素材としての単結晶

高品質、大型単結晶は基礎物性研究には必要不可欠であるが、最近、特に応用研究に向けて、さらに大型化、高品質化が望まれ、現在、右の写真のような大型高品質の  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$  (Bi2212)の単結晶を得ることができるまで進歩した。品質は世界最高級、大きさも世界最大級であり、中性子回折、光電子分光、STM、AFM、遠赤外分光、プラズマ共鳴など多種多様な物性測定に用いられ、そこで得られた多くの成果は我々の単結晶の質の高さを保証している。

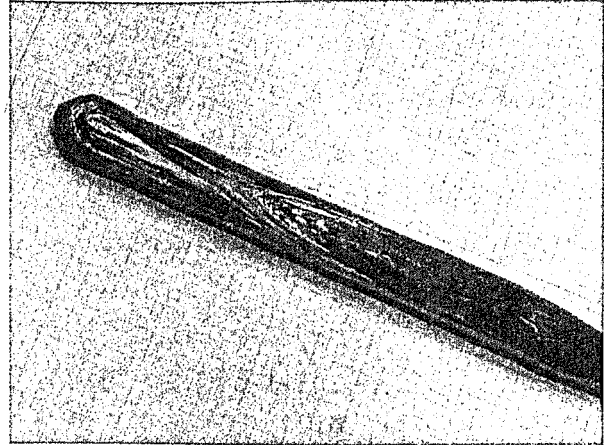


図. 単結晶  $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_{8+\delta}$

単結晶育成技術の改良や、その他の材料の開発現状と新しい試みなどを紹介する。

### 2. 高温超伝導体の磁束状態—基礎知識はどこまで深まったか?—

高温超伝導体の磁束状態は従来の第2種超伝導体とは大きく異なった特異な性質を示す。これはコヒーレンス長が短く、結晶構造が2次元的な層状性を持つことに起因している。広い磁場、温度領域にわたって存在する磁束液体状態、そこから1次の相転移を伴う磁束線格子融解現象を経て真の超伝導状態が実現する。良質単結晶 Bi-2212系を用いた研究から、磁束液体状態が単一相ではなく、2相存在することが最近の新しい発見である。また、磁場が ab-面付近でスケーリング則に従わないこと、ab-面内から  $0.1^\circ$  以内で2次転移へ移行するが、 $T_c$ 以下 1K程度で、再び1次の相転移として復活すること、など多くの新しい事実が発見されてきた。これは実用化の基点となる重要な基礎理解である。

### 3. 電磁波とジョセフソン磁束の強い結合状態

強い層状性のある超伝導体を層に平行な磁場中に置くと磁束が層間に閉じこめられ、ジョセフソン磁束が発生する。このような状態でのジョセフソンプラズマは強くジョセフソン磁束系と結合し、磁束系の自由度を取り込んだ新しいプラズマができることを Bi-2212系で実験的に見出した。また、この逆プロセスも可能であり、現在検証中である。