

# 超電導線材の電流輸送特性の広範な 実用環境下における精密計測と 性能制限因子の非破壊検出に関する研究

■ 工学部 電気工学科 教授 井上 昌睦

○ 研究分野：超電導工学

○ キーワード：超電導、電流輸送特性、非破壊検査、強磁場、極低温

## I 研究概要

銅などの従来材料の100倍以上の電流を損失無しに流すことができる超電導材料は、電力機器や電力輸送システムへの適用により、環境調和型電力システムの構築や低炭素化社会の実現に大きく貢献するとして、その実用化に向けた研究が進められている。特に、超電導“線材”は広範な電力機器・システムに用いられる主要材料であることから、国内外で開発に取り組まれている。なかでも、希少で高価な液体ヘリウムを使用することなく超電導現象を発現できる高温超電導線材には大きな期待が寄せられている。

本研究室では高温超電導線材の電磁気特性の精密評価と特性向上のための性能制限因子解明を行っている。

### 1. 高温超電導線材の広範な実用環境下における電流輸送特性評価

液体ヘリウムフリー環境は、すなわち、動作温度の選択肢が広がることを意味している。従って、動作温度の選定、機器の最適化においては、広範な温度における特性の把握が必要不可欠となる。また、超電導の優位性を活かした磁場中応用では磁場特性も重要となる。このような極低温かつ強磁場における電流輸送特性の精密計測に取り組んでいる。

### 2. 高温超電導線材の性能制限因子の非破壊検出に関する研究

高温超電導線材は金属元素以外を含む複数の元素から構成されており、均一かつ長尺な線材を形成することは容易ではない。一方、線材は一次元の電気伝導体のため局所的な欠陥が線材全体の性能低下を引き起こすことになる。そこで、線材の性能制限因子となる局所欠陥の非破壊検出にも取り組んでいる。現在は、電磁気的手法やX線CTなどを用いた複合評価を行っている。

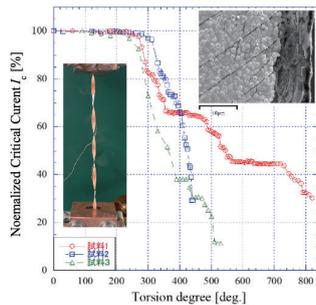


図1：高温超電導線材のねじりによる破壊試験の測定例

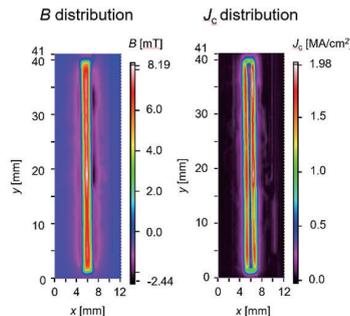


図2：磁気顕微鏡による線材内部の磁場及び臨界電流密度分布観察

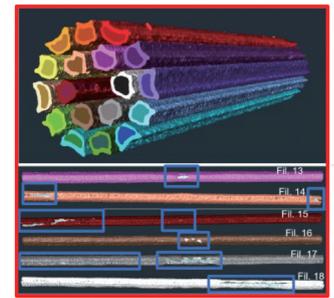


図3：X線CTにより超電導線材内部のフィラメント構造を可視化した例

最近の研究プロジェクト

- ・ 科研費：基盤研究 (B)(22H02021) 代表、基盤研究 (S)(19H05617) 分担、基盤研究 (B)(22H02019) 分担 など
- ・ NEDO：航空機用先進システム実用化プロジェクト「次世代電動推進システム研究開発」(R1～)再委託 など

## I 利点特徴

- ・ 広範な温度、磁場における通電試験を実現
- ・ 局所欠陥を伴う材料の局所電磁気特性と非破壊内部構造観察の複合評価

## I 応用分野

現在は、超電導材料の通電特性試験、局所電磁気特性評価、非破壊検査を行っているが、他の電気・電子材料への応用も可能である。

