

## <研究室紹介>

### 独立行政法人物質・材料研究機構(NIMS) 超伝導線材ユニット National Institute for Materials Science Superconducting Wire Unit

#### (1) 研究ユニットの概略

独立行政法人物質・材料研究機構・超伝導線材ユニットでは、エネルギー分野や強磁場分野(各種マグネット)での超伝導応用機器のための超伝導線材とマグネット技術の研究開発応用に取り組んでいます。高温超伝導酸化物をはじめとする超伝導体を実用応用機器につなげていくために、高性能の線材にする技術(線材化)と線材を使いこなす技術(機器応用のための要素技術)を中心として研究しています。ビスマス系酸化物(Bi-2223、Bi-2212)、 $MgB_2$ や $Nb_3Al$ を主な対象として基盤的材料科学(生成反応の化学、原料粉体調整、線材加工プロセス制御)に取り組みながら、線材化して用いることを前提として新規超伝導物質も探索しています。長年にわたってNIMSが開発を進めている強磁場マグネットへの新しい線材の適用をはじめとして強磁場マグネットのための技術の研究も精力的に行っています。

#### (2) 研究ユニットの組織・研究員

超伝導線材ユニットは、次の4つのグループ(主たる研究員)で校正されています。

- 高温線材グループ:  $Bi-2223$ 、 $MgB_2$ を中心とし、鉄系超伝導物質の線材化についても研究しています。(北口 仁、熊倉 浩明、藤井 宏樹、松本 明善、西島 元)
- 強磁場線材グループ: 先進金属系線材として期待される $Nb_3Al$ の実用化に挑戦しています。また、 $Nb_3Sn$ 線材の高性能化にも取り組んでいます。(竹内 孝夫、菊池 章弘、伴野 信哉)
- マグネット開発グループ: 強磁場マグネット技術の研究開発に取り組んでいます。特に、1 GHz 超級NMRやHTS-NMRマグネットの開発を進めています。(木吉 司、松本 真治)
- ナノフロンティア材料グループ: 将来の線材の候補となる超伝導物質の研究を行っています。(高野 義彦、竹屋 浩幸、山口 尚秀)

#### (3) 特徴ある装置

原料粉末合成のための装置、線材試作のための加工装置、様々な熱処理炉、微細組織観察のための装置群、物性測定のための評価装置、線材性能評価のための試験装置群と、一連の研究の様々な局面で活躍する様々な装置を有しています。特に、線材で重要となる通電法臨界電流評価では、磁場温度可変(0~12 T、液体He中~90 K)で600 Aまでの通電試験を行うことの出来る装置(現在、1,000 Aへ向けた増強を準備中)や、磁場印加にHTSコイルを用いるとともに、液体窒素の蒸気圧制御で温度可変とした、液体窒素だけで運転可能な臨界電流評価装置(0~1 T、63~90 K)を有します。

#### (4) これまでの成果、最近のトピックス

新材料の線材化では、 $MgB_2$ 線材の製造法として拡散法を開発しました。 $MgB_2$ の線材化法として主流である粉末法(パウダー・イン・チューブ法)では、線材内部でMgとボロンの原料粉末を反応させて $MgB_2$ を生成させる時の体積減少のため、 $MgB_2$ コアの充填率が50%程度と低く、応用上最も重要な臨界電流密度 $J_c$ が低いことが問題でした。そこで、 $MgB_2$ の充填率を向上させる線材作製法として、Mg拡散法を開発しました。金属管中心に純Mg棒を配置し、Mg棒と鉄管との隙間にボロン粉末を充填して線材に加工します。熱処理によりMgがボロン層に拡散させて形成する $MgB_2$ 層は粉末法で得られる $MgB_2$ コアよりも充填率が高く、世界最高(当時)の $J_c$ が得られました。また、鉄系化合物については、パウダー・イン・チューブ法により線材の試作に成功し、超伝導体粉末の製法の工夫や銀添加により、超伝導体結晶粒の結合性を改善、鉄系超伝導線材としては、世界最高の臨界電流密度を達成しています。 $Nb_3Al$ 線材の開発では、準安定Nb-Al過飽和固溶体が良好な延性をもっていることを発見し、引

抜き加工のみで安定化・線材化できる工業的 Nb<sub>3</sub>Al 製造技術を開発しました。この方法ではフィラメント径を小さくすることができ、耐ひずみ性の向上、交流損失の低減、高安定化が実現できました。

高温超伝導線材の危機応用を実証するための開発として、RE123系コーテッド・コンダクタを用いた高磁場マグネット開発を行っており、超伝導マグネットとしては世界最高記録となる24 Tの発生に成功しました(JST「戦略的イノベーション創出推進プログラム(S-イノベ)」で実施、詳細は本誌前号 FSST NEWS No.131 に記事掲載)。また、Bi-2223線材に関しては、頭部 MRI 画像診断装置用マグネットの開発を京都大学医学部他に協力して行い、MRIに必要な高均一磁場の発生に成功しています(JST「先端計測分析技術・機器開発事業」で実施)。

#### (5) 連絡先、ホームページアドレス

〒305-0047 つくば市千現 1-2-1

物質・材料研究機構・超伝導線材ユニット

ユニット長 北口 仁

[http://www.nims.go.jp/units/u\\_superconducting-wires/index.html](http://www.nims.go.jp/units/u_superconducting-wires/index.html)