

高温超電導 基礎から応用まで

— 将来の鉄道と社会に向けて —

鉄道総研では、高温超電導材料の製作から各種応用へ向けた一貫した研究開発に取り組んでいます。国内外の様々な研究機関と連携し、将来の鉄道や社会に向けた高温超電導の幅広い応用機器開発に取り組んでいます。ここでは、直流電気鉄道のき電システムへの適用を目的とした超電導ケーブルと、高磁場マグネットや材料分析器などへの応用が期待されている超電導バルク材について紹介します。

材料技術研究部 超電導応用研究室 研究室長 富田 優

8kA級鉄道用高温超電導ケーブル試作品（左下）と液体窒素中での通電試験の様子（全体写真）
電流導入部（左上） 電流リード格納用端末容器（右上）

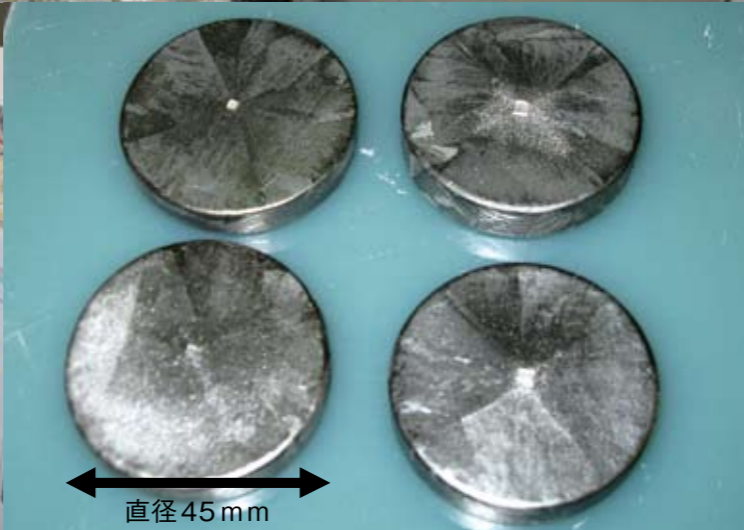




超電導ケーブル試験装置です。装置内部に取り付けられている超電導ケーブルへの通電試験や、冷却試験を行います。また、過電流通電時や液体窒素循環冷却時の挙動を観察するために、中央のステンレス配管の一部をガラス製に置き換えています。

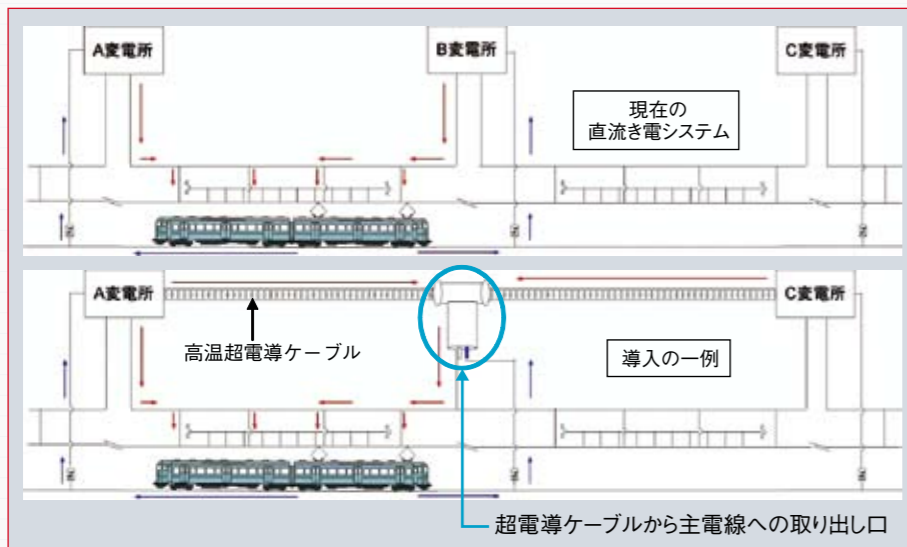


超電導バルク材を原料粉から成型した後、電気炉で焼成し製作しています。超電導バルク材は非常に強力な磁場を発生することができるため、マグネットや材料分析器、回転機器などへの応用が期待されており、それぞれの用途に応じ製作を行っています。



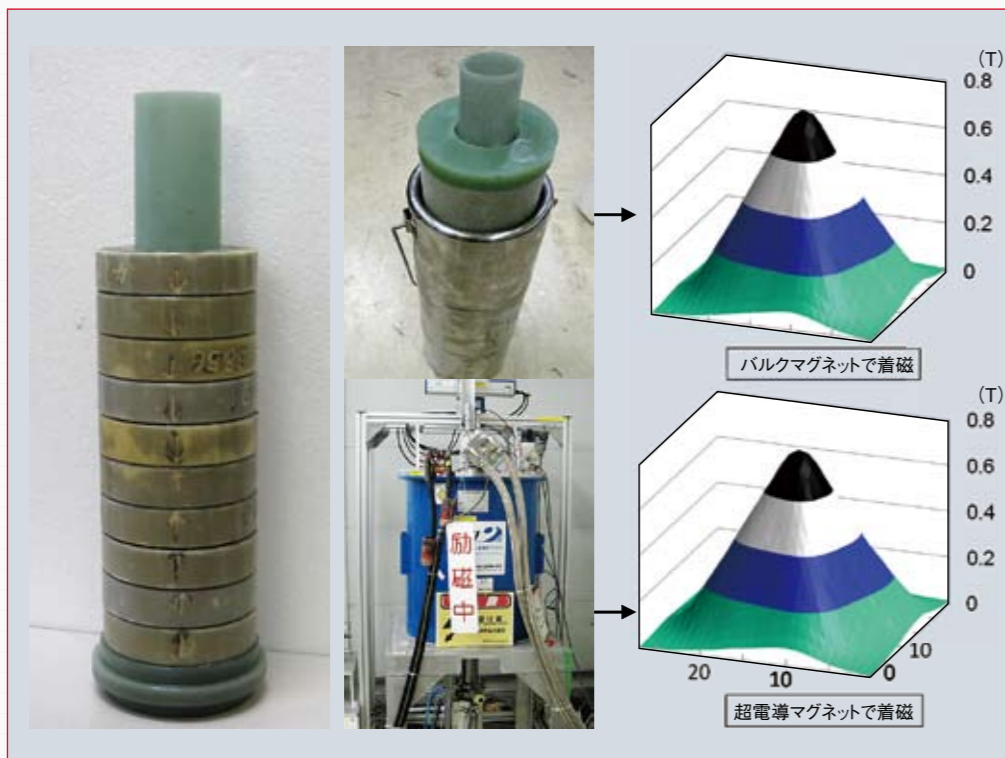
①超電導ケーブル試験用端末容器の組み立て作業。②超電導ケーブルの組み立て作業。③④所内で製作した超電導バルク材を用いた浮上デモ。⑤10T超電導マグネット（ボア径100mm）による実験風景。⑥大型5T超電導マグネット（ボア径400mm）による実験風景。

解説 高温超電導ケーブルの開発



鉄道の送電線(き電線など)への応用を目指し通常時連続運転で使用を想定した大容量の超電導ケーブルの開発を進めています。超電導材料の物性上、非常に低い抵抗で大きな電流を運ぶことができるため、電圧降下の低減と同時に変電所の削減が期待できます。また、導体層とシールド層の両層同時通電により漏洩磁場の低減も確認しています。

解説 小型超電導マグネットの開発



市販の超電導マグネットは、ニオブチタン(NbTi)やニオブスズ(Nb₃Sn)などの金属系超電導線材で作られているため、液体ヘリウム温度(4.2K)までの冷却が必要となり、大がかりな装置となります。そこで、超電導バルク材を使用して、材料分析器をはじめ幅広い磁場発生分野で活用できる可搬式の小型超電導マグネットを開発しました。性能確認試験の結果、従来の超電導マグネットと同等の磁場を発生できることを確認しました。

解説 部外研究機関との連携



マサチューセッツ工科大学

超電導線材の巻線化技術と小型NMR(核磁気共鳴)装置開発を目指した共同研究



日本科学未来館

超電導バルク材による新規展示物の開発協力など(右は、毛利衛館長)



大強度陽子加速器施設

中性子回折による超電導バルク材のひずみ測定

挑戦する仲間たち

超電導ケーブルの鉄道事業への実用化を目指すとともに、社会から要求されている各種超電導応用機器の開発を進め、日夜挑戦し続けています。

本研究内容の一部は、国土交通省補助金、および(独)科学技術振興機構の戦略的イノベーション加速事業の支援により実施しています。

