高磁場・極低温試験環境

Cryogenics & High Field Test Environment

極低温装置や超伝導を応用した装置を開発するため、以下の装置を用いて、低温・高磁場下における様々な物性の測定等も行っています。



15T 高磁場発生装置

超伝導磁石を用いて15Tの高磁場を発生する事ができる装置です。 1.4Kから室温中での測定も可能です。超伝導線の特性評価や物質 の磁化測定等に使用できます。



1.6T 高均一磁場発生装置

MRI磁石技術を利用した装置で、試料を設置できる空間は直径80 cmもあり、大きな実験装置も設置できます。その中心部での磁場均一度は、直径3 cm・長さ6 cmの円柱状空間で±10 ppmです。



引張・圧縮試験装置

荷重を5トンまで印加可能な引張・圧縮試験装置です。自動制御により、荷重と変位のグラフを測定しながら確認できます。極低温容器を用いる事で、液体窒素(77 K)又は液体ヘリウム(4.2 K)環境下での測定を行う事も可能です。(装置は加速器研究施設が所有、当センターが管理)



低温熱伝導測定装置

材料の熱伝導率を測定できる装置です。1.9 Kから100 Kまで測定可能です。寸法が幅16 mm・長200 mm・厚12 mmまでの試料が測定できます。また自立しない(柔らかい)試料もセットできます。

寒剤供給・教育

Cryogen Supply & Education

KEKでは液化窒素(約-196℃)や液化ヘリウム(約-269℃)といった極低温の寒剤を用いた研究や装置開発が多数行われていますが、超伝導低温工学センターはこれらの極低温実験用に年間で液化窒素約5万烷、液化ヘリウム約10万烷を供給しています。

窒素は空気中に約78%含まれ入手の容易な物質ですが、ヘリウムは非常に希少な資源であるため、使用後のガスを回収し再度液化して供給する「ヘリウムリサイクルシステム」を構築し、資源保護に努めています。

また、極低温の寒剤は凍傷のみならず破裂や酸欠等の事故を起こしかねない危険物であるため、危険性の周知や取扱い上の注意などの安全教育も行っています。





ヘリウム液化機(左)と液化ヘリウム貯槽(右)

毎時300%の液化ヘリウムを製造できる液化機と5,000%の貯槽。 液化機で製造された液化ヘリウムは貯槽に溜められ、そこから運搬用容器に充填して実験室へ運ばれる。



ヘリウムガス回収用ガスバッグ

実験室で使用された液化ヘリウムは、蒸発してガスとしてゴム製の ガスバッグ (中央の黄色い袋) に回収され、送ガス機で低温センター へ送り返される。

ガスバッグは機構内3カ所のガス回収ステーションと低温センター にあり、回収ガスは不純物を取り除く精製処理を行った後、液化機 で再液化する。

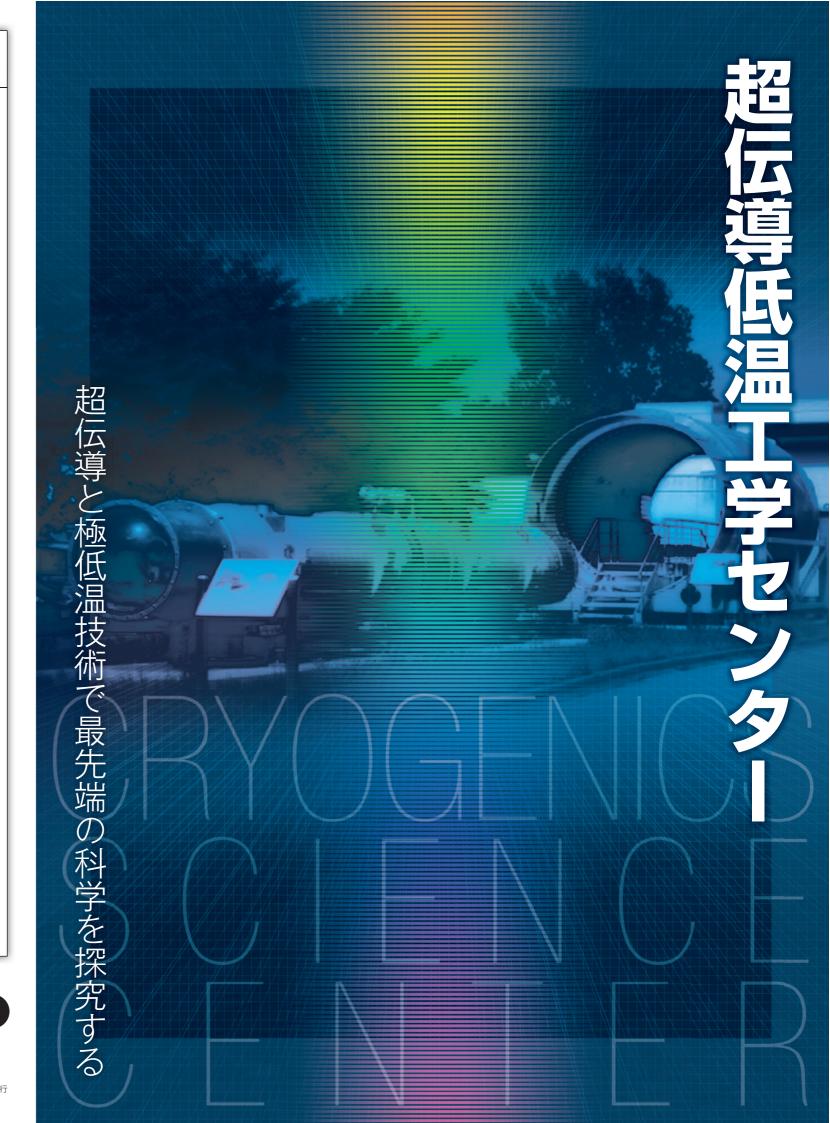
超伝導低温工学センター Cryogenics Science Center

大学共同利用機関法人 高エネルギー加速器研究機構 超伝導低温工学センター

〒305-0801 茨城県つくば市大穂1-1

Tel: 029-864-5635 Fax: 029-864-2801 http://www.kek.jp/ja/activity/arl/teion.html





加速器用超伝導磁石開発

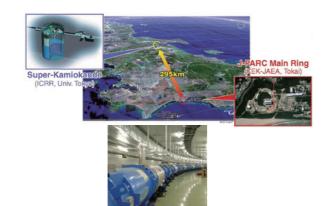
Superconducting Accelerator Magnet Development



超伝導低温工学センターでは、これまでに加速器 用超伝導磁石の研究開発、建設を行ってきました。 特に最近では、CERN-LHC実験でのヒッグス粒 子の発見や、T2K長基線ニュートリノ振動実験 での電子型ニュートリノ出現現象の発見に貢献し てきました。



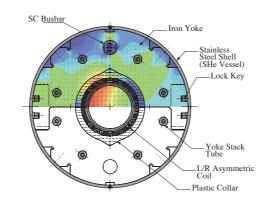
CERN-LHC加速器ビーム最終収束用超伝導四極磁石 (MQXA) 1 mモデルの所内開発



上:T2K実験(東海-神岡間長基線ニュートリノ振動実験) 下:ニュートリノビームラインに設置された機能結合型超伝導磁石



LHCトンネルに設置されたMQXA



T2Kニュートリノビームライン用機能結合型超伝導磁石の断面模式図

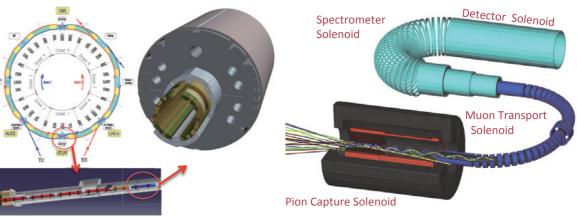
耐放射線超伝導磁石材料研究開発

Radiation Resistant Materials R&D for Superconducting Magnet



大強度ビーム加速器実験では、超伝導磁石も大量 の放射線に曝されます。特にJ-PARCでのミュオ ン実験やLHC高輝度化アップグレードで用いられ る超伝導磁石には>10²¹n/m²、>10 MGyもの 放射線に曝されるため、耐放射線性に優れた超伝 導磁石材料が必要となります。

超伝導低温工学センターでは、素粒子原子核研究 所や日本原子力研究開発機構(JAEA)、京都大 学原子炉実験所と協力して、耐放射線材料の開発 とその耐放射線性能評価を行ってきました。



大強度陽子ビーム実験建設計画と耐放射線超伝導磁石 左: CERN-LHC高輝度化アップグレード向けビーム分離用超伝導双極磁石 右: J-PARC COMET実験向けパイオン捕獲超伝導ソレノイド



京都大学原子炉実験所中性子低温照射ビームライン と超伝導線試料

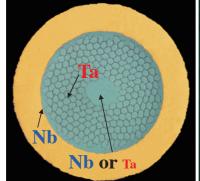


高磁場超伝導磁石技術開発

High Field Superconducting Magnet Technologies



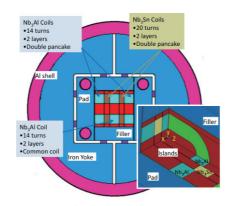
将来に向けた研究開発として、高磁場超伝導磁石 技術の開発を推進しています。物質・材料研究機 構(NIMS)と協力して、加速器応用に向けた急 速急冷法Nb3AI超伝導線材の開発を行ってきまし た。線材の性能検証や磁石製作技術の確立のため に、小型高磁場磁石の研究も進めています。並行 して、先端超伝導線材が応力・歪みに対して依存 する特性を解明するために、様々な基礎研究を行 っています。



Nb₃Al超伝導線断面写真



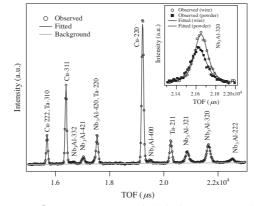
NIMSと共同開発した急速急冷法 急速急冷法Nb3AI線材を用いた 小型超伝導コイル



13 T級小型超伝導磁石模式図



J-PARC MLF BL-19中性子ビームライン『匠』と低温引張り装置 運転時の超伝導磁石を模擬した環境(極低温、応力下)で超伝導体



J-PARC『匠』で測定した、急熱急冷Nb3AI超伝導体の 中性子回折ピーク。各条件下での格子定数を測定すること で超伝導体の内部歪みを決定できる。

超伝導 ·極低温先進技術

Advanced Technologies of Superconductivity and Cryogenics

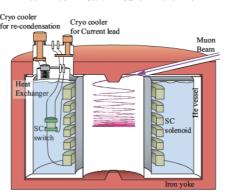


超伝導低温工学センターでは、様々な精密物理実 験のために超伝導・極低温の先進技術開発を行っ ています。

超精密磁場電磁石

実施しているJAEA(高崎) v線照射設備

素粒子・原子核・物性実験で必要とされる高精度な超伝導電磁石システム の開発研究を進めています。特に、ミューオン物理における異常磁気能率 の検証実験(g-2)やミュオニウムの微細構造定数測定実験では非常に高い 均一度の磁場を必要とし、開発支援を行っています。これらにより素粒子 の標準理論を越えた新しい物理が拓ける可能性があります。



超低温・超伝導エレクトロニクス

液体ヘリウム温度(4.2 K)以下の超低温やSQUIDなどの超伝導エレクト ロニクスを用いた物理実験システムの開発を行っています。特に、宇宙マ イクロ波背景放射偏光望遠鏡のために、SQUIDや超伝導TESボロメータを 用いた超低温システムの開発支援を行っています。この望遠鏡により、イ ンフレーション宇宙論を検証できる可能性があります。



超低振動冷却技術

東京大学宇宙線研究所神岡宇宙素粒子研究施設に建設中の大型 極低温重力波望遠鏡KAGRAの建設支援を行っています。本も ンターで開発した超低振動パルス管冷凍機システムを搭載した 大型クライオスタットや熱輻射低減技術、極低温鏡懸架シスラ ムなど、世界に類を見ないオリジナル技術で研究を支えていま す。KAGRAが完成すると、7億光年先の重力波を観測できる ようになります。

