

## 演習課題 08 : 超伝導を使った磁場の発生

担当教員 :

高エネルギー加速器研究機構超伝導低温工学センター 中本建志、佐々木憲一、鈴木研人  
高エネルギー加速器研究機構素粒子原子核研究所 槇田康博

よく知られているように“超伝導”には、低温で電気抵抗がゼロになる優れた特徴があります。一般的な銅線では、ジュール発熱による温度上昇のため電流密度が制限されてしまいますが、超伝導線では銅線の 100 倍以上にすることが可能です。また原理的に消費電力（電気代）がゼロであることは大きなメリットになります。このため、高磁場を効率的に発生する方法として、超伝導磁石はとても魅力的です。

KEK でも、J-PARC や SuperKEKB の加速器や検出器の一部として、超伝導磁石が活躍しています。また磁石以外でも、ビームを加速するための高周波空洞に超伝導は応用されています。現在の加速器にとって、超伝導技術は必要不可欠な存在となっています。

さて、最近開発が進んでいる先端材料として高温超伝導線材があります。液体窒素温度（77 K）でも超伝導状態を維持することができ、さらに低い温度では 20 T（テスラ）以上の高磁場を発生することが可能です。こうした優れた性質を持つ高温超伝導線材を使うと、将来の超伝導磁石は今よりもずっと高性能化することができるでしょう。

本演習では、この高温超伝導線材を中心にした実験を行います。まず、はじめに短尺試料を用いて超伝導現象を実際に体験します。普通の銅線と比較して、超伝導線材の特徴を実感出来ると思います。次に実際に超伝導コイルを組み立てて、励磁試験を行います。コイルにはどれだけ電流を流すことができるのでしょうか？ 通電可能な電流に上限がある理由も学習します。なお、実験の他に、LHC アップグレード用モデル磁石の開発現場を見学し、本物の加速器用超伝導磁石を設計する方法や、必要となる要素技術開発について概要を講義します。

本演習では、寒剤（液体ヘリウム、液体窒素）を使用するため、安全に十分注意して作業します。



加速器用超伝導磁石の例。J-PARC T2K ニュートリノビームライン超伝導磁石システムは、30GeV 陽子ビームをニュートリノ生成ターゲットへ導く。



実験で使用する超伝導コイル