

＜研究室紹介＞

(5) 京都大学 大学院工学研究科 電気工学専攻 雨宮研究室 Applied Superconductivity Laboratory, Department of Electrical Engineering, Graduate School of Engineering, Kyoto University

(1) 研究室スタッフ

雨宮尚之教授、中村武恒准教授、研究員3名、学生14名、事務補佐員

(2) 研究室の簡単な紹介

電気抵抗がゼロであること、高磁界を発生できることという超伝導の2大メリットを上手に活用できれば、電気工学の様々な分野でのイノベーションが期待できます。我々の研究室では、超伝導材料のミクロスケールの電磁現象およびその発現としてのマクロスケールの電磁特性の解明・把握に立脚し、超伝導を使った、エネルギー効率がよく環境に優しくコンパクト・大容量な電気機器の実現、常伝導では実現困難な医療機器の実現などに向けた研究を展開しています。具体的な応用機器の例として、高温超伝導加速器(医療、環境・エネルギー応用)、高温超伝導ケーブル、車載用などを旨とした高温超伝導モータを3本柱として研究を進めているほか、NMR, MRI用マグネットの基盤技術、先進電気機器の研究も進めています。

(3) 特徴ある装置

図1は加速器用マグネットで重要な磁場精度を評価するためのマグネット多極磁場測定用回転ピックアップコイルシステムと伝導冷却マグネットテストベンチ、図2は交流磁界下で交流電流を輸送する高温超伝導線の交流損失を評価できる交流損失測定システムです。図3には、後述するNEDOプロジェクトにおいて開発した20 kW級高温超伝導誘導同期回転機 (HTS-ISM) プロトタイプ機の外観写真を示します。本機によって、車載用HTS-ISMの可能性を実証することに成功しました。これらのほか、薄膜線材の幅方向臨界電流密度分布を評価する磁気ナイフ装置、500 A級伝導冷却高温超伝導コイル特性評価装置と磁場印加用2 T大口径冷凍機冷却マグネット、温度可変超伝導線材特性評価装置と磁場印加用10 T冷凍機冷却マグネット、クラスタ型計算サーバ、各種試験用大電流電源(例:2000 A 可変周波数電源、500 A 高安定度電源)などを用いて研究を進めています。



図1：マグネット多極磁場測定用回転ピックアップコイルシステムと伝導冷却マグネットテストベンチ



図2：交流損失測定システム



図3：20 kW級高温超伝導誘導同期回転機 (HTS-ISM) プロトタイプ機

(4)これまでの成果、最近のトピックス

加速器用高温超伝導マグネットの研究

重粒子線がん治療装置の小型化・高機能化や、暴走の危険を抑え核廃棄物処理にも使える加速器駆動未臨界炉の実現に向けて、加速器用マグネットを高温超伝導化するための研究を推進しています。この研究は、科学技術振興機構の研究成果展開事業「戦略的イノベーション創出推進プログラム」(S-イノベ)に採択されたプロジェクト「高温超伝導を用いた高機能・高効率・小型加速器システムへの挑戦」の一環として、東芝、高エネルギー加速器研究機構、放射線医学総合研究所、日本原子力研究開発機構と共同で実施しているものです。我々の研究室はマグネットの磁場設計、線材磁化と磁場精度、高温超伝導マグネットの安定性の研究などを担当しています。

高温超伝導体の交流損失の研究

交流超伝導電気機器の実現に向けて、交流損失の低減は大きな鍵となります。電磁現象を可視化し交流損失を計算する電磁現象シミュレーション、電気的方法・熱量法による交流損失の実測といったアプローチにより、交流損失の研究を進めています。特に、イットリウム系超伝導電力機器技術開発プロジェクトにおいては、超伝導電力ケーブルの交流損失低減に取り組み、ケーブル構造と線材特性が交流損失特性に与える影響を明らかにし、交流損失に関するプロジェクト目標値達成に貢献してきました。また、最近ではニュージーランドのIndustrial Research Limitedと共同で高温超伝導Roebelケーブルの交流損失についても研究しています。

高温超伝導誘導同期回転機の研究

高温超伝導誘導同期回転機(High Temperature Superconducting Induction/Synchronous Machine: HTS-ISM)の研究開発を実施しています。本回転機は、かご形誘導機の簡易な構造ながら同期トルクを有するなど、既存機に対して様々なメリットを有しています。当研究室では、HTS-ISMの基礎研究を推進するとともに、電気駆動式自動車、発電機、直流電気鉄道、液体水素移送ポンプなど、様々な応用研究開発を実施してきました。特に、車載用HTS-ISMについては、新エネルギー・産業技術総合開発機構の委託事業(平成21年度省エネルギー革新技术開発事業(第二次公募))として研究を推進し、特質すべき成果を上げています。

(5)連絡先、ホームページアドレス等

連絡先(メールアドレス): prof@asl.kuee.kyoto-u.ac.jp(雨宮)、tk_naka@kuee.kyoto-u.ac.jp(中村)

ホームページアドレス: <http://www-lab04.kuee.kyoto-u.ac.jp/>

(6)求人

ポスドク募集中、お問い合わせは雨宮(recruit@asl.kuee.kyoto-u.ac.jp)まで。