

ALCA-Next

「未来本格型」領域

2024 年度 年次報告書

2024 年度採択

[研究開発代表者名:雨宮 尚之]

[京都大学大学院工学研究科 教授]

[研究開発課題名:低交流損失と高ロバスト性を両立させる高温超伝導技術]

主たる共同研究者:

[野中 利昭 (東芝エネルギーシステムズ株式会社パワーシステム事業部
エキスパート)]

[福井 聡 (新潟大学自然科学系 教授)]

実施期間 : 2024 年 4 月 1 日～2025 年 3 月 31 日

§1. 研究開発実施体制

(1) 研究開発代表者グループ(京都大学)

- ① 研究開発代表者: 雨宮 尚之 (京都大学大学院工学研究科 教授)
- ② 研究項目
 - ・SCSC ケーブル技術の研究開発
 - ・SCSC ケーブル作製技術の向上と長尺ケーブル供給
 - ・コイル特性評価
 - ・SCSC ケーブル及びコイルの解析・設計

(2) 東芝共同研究グループ(東芝エネルギーシステムズ株式会社)

- ① 研究開発代表者: 野中 利昭 (東芝エネルギーシステムズ株式会社パワーシステム事業部 エキスパート)
- ② 研究項目
 - ・コイル化技術の研究開発
 - ・技術実証コイルの設計と作製

(3) 新潟大学共同研究グループ(新潟大学)

- ① 研究開発代表者: 福井 聡 (新潟大学自然科学系 教授)
- ② 研究項目
 - ・SCSC ケーブル及びコイルの解析・設計

§2. 研究開発成果の概要

ロバスト性を保持しながらの低交流損失性、大電流容量、全方向に曲げられる良好な巻線性、という長所を有する高温超伝導集合導体 SCSC ケーブル (Spiral Copper-plated Striated Coated-conductor cable) により、カーボンニュートラルな未来社会に向けて社会実装が期待される交流(変動励磁)高温超伝導応用電気機器の実現を本研究開発の目的とする。

本年度は、ケーブル構成・線材構成が交流損失やケーブリングによる臨界電流低下、曲げ特性に与える影響を実験的に調査し、曲げ半径 25 mm までの平面曲げでは、直線状態の場合に比べて通電特性がほとんど劣化しないことを様々なケーブルで確認した。また、交流通電時に、電流と電圧の位相差がクエンチ検出に使える可能性を見出した。将来の SCSC ケーブルの電気機器応用に向けて、SCSC ケーブルの巻線性評価を進め、小コイルを試作し劣化なく通電可能であることを確かめるとともに、SCSC ケーブルコイルの交流損失測定手法に関する検討を行い、電力計を使用した方法と電流・電圧波形の FFT 解析から交流損失を計算する方法の比較を行い、いずれの方法でも交流損失が測定可能であることを確かめた。SCSC ケーブルで巻いたコイルの交流損失を数値電磁界解析によって求めるため、解析モデルにおける各種簡略化手法の妥当性について検討するとともに、交流通電中の保護特性評価を行うための熱・電磁界連成解析モデルについての検討を行った。SCSC ケーブルの高出力回転機への適用に関する検討として、ハルバッハ構造の永久磁石界磁と SCSC ケーブルを用いた空心電機子巻線を組合わせた航空機用大容量同期電動機の電磁設計について検討した。

【代表的な原著論文情報】

1. Y. Sogabe and N. Amemiya, “Effect of dynamic resistance reduction in spiral copper-plated multifilament coated conductors,” *Superconductor Science and Technology*, Vol. 38, No. 1, Art. No. 015002, 2024.
2. H. Uegaki, Y. Sogabe, S. Fukui, and N. Amemiya, “AC Loss Measurements of Coils Wound With Spiral-Coated-Conductor Cables,” *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, Vol. 35, No. 5, Art. No. 5901405, 2025.
3. I.S.P. Peixoto, Y. Sogabe, J.F.P. Fernandes, S. Vaschetto, and N. Amemiya, “Mitigation of Superconducting AC Losses in Axial Flux Synchronous Machines With Multifilament Coated Superconductors,” *IEEE Transactions on Applied Superconductivity*, Vol. 35, No. 5, Art. No. 5901505, 2025.