

未来社会創造事業 探索加速型
「地球規模課題である低炭素社会の実現」領域
年次報告書(探索研究期間)

| |
|--------------------|
| 令和2年度 研究開発年次報告書 |
|--------------------|

令和元年度採択研究開発代表者

[研究開発代表者名：雨宮 尚之]

[京都大学大学院工学研究科所属・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]

実施期間 : 令和2年4月1日～令和3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 (国立大学法人京都大学)

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

A. SCSC ケーブルによる POC「低交流損失と高ロバスト性の両立」の実現見通しの見極め

A-1. SCSC ケーブルによる交流損失低減効果の検証

A-2. SCSC ケーブルにおけるロバスト性向上効果の検証

B. 低交流損失と高ロバスト性の両立設計を可能とする大規模数値解析技術の構築

B-1. 交流損失評価のための数値電磁界解析の大規模化

B-2. ロバスト性評価のための熱-電磁界連成解析技術の構築

§2. 研究開発実施の概要

A. SCSC ケーブルによる POC「低交流損失と高ロバスト性の両立」の実現見通しの見極め

具体的な高温超伝導モータに適用するための SCSC ケーブルの仕様を検討した。保護の観点から必要となる銅層厚さを低減できる可能性が見出され、交流損失低減の観点からも意義のある結果が得られた。また、直線状マルチフィラメント線の交流損失特性を測定し、交流損失特性を議論するうえで重要な結合時定数の形状に対する依存性を実験的に明らかにした。加えて、単層の SCSC ケーブルを対象とした交流損失特性を測定し、結合時定数の形状に対する依存性を実験的に明らかにした。

SCSC ケーブルと類似の構造をもつ CORC 導体を対象としたクエンチ・保護特性評価を行い、CORC 導体の銅コアがクエンチ・保護特性に与える影響を実験的に明らかにした。また、直線状マルチフィラメント線のクエンチ・保護特性評価を行い、局所的低臨界電流部を迂回する電流分岐が発生することを実験的に確かめた。

B. 低交流損失と高ロバスト性の両立設計を可能とする大規模数値解析技術の構築

周期対称境界条件が数値電磁界解析に与える影響の対策を検討し、周期対称境界条件を適用した解析を可能にする数値解析技術を構築した。このモデルを用いた SCSC ケーブルにおける電流分布を計算することが可能であることを確認した。また、数値電磁界解析技術を用いて、通電電流と外部印加磁界が同時に存在するような条件で直線状 SCSC ケーブルを対象に 270 万自由度の数値電磁界解析を行った。

銅分流層複合マルチフィラメント線単線の熱解析技術の構築を完了した。線幅方向・長手方向の温度分布を考慮した二次元モデルを構築し、銅分流層複合マルチフィラメント線の厚さ方向に平均した温度依存物性値を使用した。また、熱-電磁界連成解析技術について、上述の二次元モデルと抵抗網モデルを組み合わせることによって実現する方針を決定した。

論文発表：

- [1] Y. Sogabe, Y. Mizobata, and N. Amemiya, “Coupling time constants and ac loss characteristics of spiral copper-plated striated coated-conductor cables (SCSC cables),” *Superconductor Science and Technology*, Vol. 33, No. 5, Art. No. 055008, 2020.

主な招待講演：

- [1] N. Amemiya, N. Wang, M. Chen, M. Shigemasa, Y. Sogabe, S. Yamano, and H. Sakamoto, “Filament decoupling in spiral copper-plated striated coated-conductor cable (SCSC cable),” Wk1MOr5A-08, 2020 Applied Superconductivity Conference (ASC 2020), October 2020, Virtual Conference.
- [2] N. Amemiya, Y. Sogabe, T. Mifune, S. Yamano, H. Sakamoto, and T. Iwashita, “Low AC loss and robust "SCSC cable" concept and initial results of its characterization,” AP7-1-INV, The 33rd International Symposium on Superconductivity (ISS 2020), December 2020, Tsukuba, Japan + Virtual Conference.