

大学院教育支援機構（DoGS）海外渡航助成金 報告書

Outcome report

計画名 Plan	超伝導コイルの交流損失測定手法に関する研究
氏名 Name	上垣柊季
研究科・専攻・学年 Graduate school/Division/Year level	工学研究科 電気工学専攻 修士1年
渡航国 Country	ニュージーランド
渡航日程 Travel schedule	2023年 9月 9日 ~ 2023年 10月 1日

- ページ数に制限はありません。No limits on the number of pages
- 写真や図なども組み込んでいただいて結構です。You can include pictures or illustrations.
- 各項目について具体的に記述してください。Please fill in each item specifically.
- 日本語または英語で記載ください。Please use Japanese or English.

渡航計画の概要 Outline of the travel plan

超伝導線は電気抵抗がゼロで、極めて高い密度で電流を流すことができるため、超伝導線を集合したケーブルでコイルを製作すると非常に高い磁場を発生させることが可能となる。そのため、超伝導コイルを用いた発電機やモータは効率が高く小型軽量化が可能となる。これらを洋上風力発電や電動航空機へ応用することで、カーボンニュートラルに貢献できると期待されている。しかし、超伝導体に交流電流を通電すると、磁束量子の運動に伴う交流損失が発生する。交流損失は冷却効率の低下につながるため、超伝導体の交流応用のためには、交流損失特性を明らかにする必要がある。

所属する研究室では SCSC ケーブルと呼ばれる超伝導集合導体の研究を行っており、申請者は、この SCSC ケーブルを用いてコイルを製作した際の交流損失特性の評価を研究課題としている。超伝導コイルの交流損失測定法は大きく 2 つの手法が存在する。1 つ目はパワーメータを用いる手法、2 つ目はロックインアンプを用いる手法である。パワーメータ法については、新潟大学福井教授の協力を得て、京都大学にて損失測定実験を行うことができた。

本渡航では、ニュージーランド、ウェリントン・ビクトリア大学ロビンソン研究所の Jiang 博士を訪問し、ロックインアンプを用いた交流損失測定実験を行うことで、交流損失測定法の理解を深める。この実験を通して、ロックインアンプを用いた交流損失測定法の利点・欠点を明らかにし、2 手法の比較を行うことと、測定ノウハウを学ぶことを目的とした。この渡航を通して得た知見をもとに、京都大学にて測定対象に適した交流損失特性評価ができる環境構築を進めることを目標とした。

成果 Outcome

ニュージーランド、ウェリントン近郊に位置するウェリントン・ビクトリア大学ロビンソン研究所に 3 週間滞在し、ロックインアンプ法を用いた交流損失測定実験を行った。

測定対象とする超伝導コイルは薄膜高温超伝導線材を用いたダブルパンケーキコイルとし、新潟大学福井教授の協力で設計、製作した。このコイルには鉄心を組み付けることができるように設計し、超伝導コイル単体の他に、鉄心を組み合わせた際の交流損失測定を行うことができるようにした。渡航に先立ち、この超伝導コイルを用いて、パワーメータ法での交流損失測定実験を行い、渡航先にて比較できるようにデータの整理を行った。

渡航先では、はじめに京都大学での測定結果について説明し、Jiang 博士とディスカッションを行った。ディスカッションをもとに、超伝導コイルに流せる電流値を計測する実験と、ロ

ックインアンプを用いた交流損失測定実験の 2 種の実験を実施した。各実験ではウェリントン・ビクトリア大学ロビンソン研究所の Jiang 博士、Yue 氏に指導、協力いただき、測定対象コイルの実験装置への組付け方、実験装置の使用方法、データの収集方法を学んだ。上手く測定ができないときはディスカッションを通して実験方法の改善を行った。この実験を通して、論文には記載されないようなノウハウを自分の手を動かし実験することで習得することができた。また、得られた損失結果は概ねパワーメータ法での測定結果と一致することを確認した。

今回の渡航を通して、測定手法を獲得するという目的だけでなく、日本国外の研究姿勢を知ることができ、自身の研究活動に対する良い刺激となった。また、苦手意識のあった英語でのコミュニケーションやディスカッションを行うことで、苦手意識を低減することができたほか、自身のキャリアについて考える良い機会となった。

今後の展望 *Prospects for the future*

パワーメータ法での測定結果とロックインアンプ法での測定結果の比較を行い、各手法の利点・欠点を洗い出すことで、測定対象とするコイルに最適な測定方法について検討を進める。また、京都大学にて交流損失特性評価ができるように環境構築を進める。この装置を用いて SCSC ケーブルで作製したコイルの評価を行う予定である。

最後に、快く受け入れていただき、実験環境を提供していただいただけでなく、様々な質問に快く答え、ディスカッションしていただいた、Jiang 博士、Yue 氏をはじめとする Robinson Research Institute の皆様、測定対象のコイルの製作、実験にて協力いただきました新潟大学福井教授、また、このような機会を支援していただいた京都大学大学院教育支援機構の関係者の皆様へ深く感謝申し上げます。