

情報担体とその集積のための材料・デバイス・システム
2022 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

三木 拓司

神戸大学 大学院科学技術イノベーション研究科
准教授

量子環境ノイズ情報を組入れる高忠実度量子制御技術の開拓

研究成果の概要

本年度は、量子ビット近傍の環境ノイズを高精度に取得する極低温量子環境ノイズセンサー回路の開発、および、極低温評価環境の構築を行った。まずは、量子ビットの制御精度に影響を与える環境ノイズとして、温度変化、制御信号誤差、電源電位変動の3種類を選定し、それらを量子ビット近傍にて取得可能な量子環境ノイズセンサー回路の仕様を作成した。本ノイズセンサー回路は、量子ビットが格納される希釈冷凍機内部の100 mK領域に配置されるため、発熱の観点から許容される消費電力が限られている。そこで、回路動作中に定常電流を消費しないアナログデジタル変換アーキテクチャを開発し、シミュレーションにより1 uW以下の消費電力で動作可能であることを確認した。また、信号波形や電源電位変動を高い時間分解能で取得するために、入力容量を大幅に削減するサンプリング回路を開発することで入力信号の広帯域化を図った。さらに、極低温におけるトランジスタ回路の特性は未知であるため、各種回路素子をキャリブレーション可能な構成とした。以上のような回路で構成される量子環境ノイズセンサー回路をCMOSプロセスにて設計し、チップ試作を実施した。試作チップは次年度に製造が完了し、その後極低温環境にて性能評価を実施するが、本年度はその準備段階として、極低温評価に係る測定環境の構築を行った。極低温装置としては、断熱消磁型冷凍機の導入を進めており、本年度は冷凍機の仕様策定と、試作チップを格納するためのサンプルホルダーの設計を行った。また冷凍機の設置環境の整備や、極低温消費電力で動作する量子環境ノイズセンサー試作チップを高い分解能で制御・観測可能な装置の調達等を実施した。さらに、極低温評価に係る各種専用ケーブル・コネクタ類を準備し、次年度に実施する量子環境ノイズセンサーチップの極低温評価に備えた環境構築を行った。