

情報担体とその集積のための材料・デバイス・システム
2020 年度採択研究者

2021 年度 年次報告書

荒井 慧悟

東京工業大学 工学院
助教

ダイヤモンド中の電子スピンを用いたマルチモダル量子センサの開発

§ 1. 研究成果の概要

本研究は、申請者がこれまで開発してきたダイヤモンド中の窒素・空孔欠陥(NV センター)をコアとする量子センサで磁場・温度・圧力等のマルチモダル化を実証し、デバイス化・システム化への方針を示すことを目的としている。第二年次(2021 年度)は、前年度に準備したダイヤモンド試料および計測系を用いて、①電流再構成、②圧力計測、③スピンノイズ計測に取り組んだ。これらの取り組みでは、NV センターのマルチモダル化の実証および情報担体としての新たな付加価値の模索に結びつく結果を得ることができた。

- ① 電流再構成:本取り組みは、前年度に着手したラットの心磁イメージングの延長の位置づけである。これまでに、NV センターの2つの共鳴ピークを使用することで磁場と温度の同時測定を可能とする計測系を立ち上げて、ラットの心臓が作る磁場のセンシングに適用した。今年度は、センサをXY 方向に掃引することで得た磁場の2次元画像から、心臓内部の電流をミリメートルスケールの空間分解能で再構成することに成功した。
- ② 圧力計測:本取り組みでは、前年度に立ち上げた計測装置(共焦点顕微鏡、CCD イメージング一体型)に対し、高圧を印加するためのダイヤモンド・アンビルセルを新たに組み入れて圧力センシングを実証した。約 25 GPa までの圧力領域で NV センターの基底状態の周波数を計測し、その変化率が先行研究で報告されている値と整合することを確認した。
- ③ スピンノイズ計測:情報担体としての新たな付加価値として、NV センターはダイヤモンド中のスピン浴のノイズスペクトルをプローブできる可能性がある。本取り組みでは、NV センターおよび環境スピン浴に RF パルスを照射することにより、それらの間の結合を制御し、スピン浴のスペクトルを計測する。さらには、スピン浴のスペクトル制御技術によって NV センターのコヒーレンス時間を延長し、各物理量に対する量子センサとしての感度を向上できると期待している。