

量子技術を適用した生命科学基盤の創出  
2018 年度採択研究者

2020 年度 年次報告書
------------------

大畠 悟郎

大阪府立大学 大学院理学系研究科  
准教授

量子トモグラフィを用いた密度行列分光法の開発

## § 1. 研究成果の概要

本研究は、非線形分光測定に量子トモグラフィ(QT)の技術を取り入れた新しい分光手法である「密度行列分光法」(DMS)を提案し開発している。2020年度は、主に以下に示す二つの進捗を果たした。

一つ目は時間分解・密度行列分光(TR-DMS)の開発である。前年度より考案・開発してきた四光波混合法と偏光自由度に対するQTを組み合わせた手法をさらに発展させ、密度行列の時間分解測定を実現した。これにより、サブピコ秒から数百ピコ秒の時間領域における測定対象の密度行列の時間変化、量子ダイナミクスの測定が可能になった。典型的な量子性を有するモデル物質・電子状態として半導体 CuCl 中の励起子分子に着目しこれを測定したところ、開発した TR-DMS により量子もつれの時間発展(量子もつれダイナミクス)の測定に初めて成功した。多くの電子物性で現れる指数関数的減衰とは大きく異なる振る舞いが現れ、またさらに温度依存性の測定からも、量子もつれが保たれる様子が見出された。これらの結果は物質の量子物性研究に寄与するだけでなく、量子情報科学的な観点からも興味深い結果が得られたと考えられる。

二つ目は周波数領域(FD)の DMS の開発である。前年度から引き続き開発を行い、今年度は 800nm 波長帯における周波数重ね合わせパルスの生成に成功した。この波長帯は光合成物質によく現れる共鳴エネルギーに対応するものである。この波長域において、スペクトル干渉法(SI)によるリアルタイムの位相スペクトル測定系の構築に加えて、新たに周波数分解光ゲート法(FROG)の系を構築し生成した重ね合わせパルスの周波数-時間プロファイルを明らかにした。また、さらに FD-DMS の原理検証実験の対象として半導体 GaAs 量子井戸の励起子量子コヒーレンスに着目し、重ね合わせパルスを用いた分光測定を開始した。

### 【代表的な原著論文情報】

該当なし