

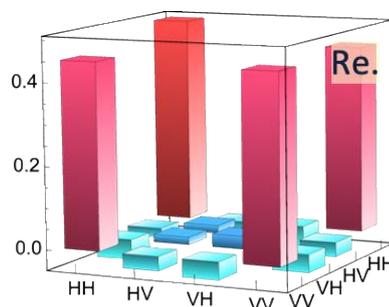
大島 悟郎

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

近年発展の著しい量子情報科学では、電子や光子などの量子状態は「密度行列」と呼ばれる波動関数を拡張した物理表現を用いるのが一般的で、これは量子トモグラフィ(QT)と呼ばれる測定・解析法によって実験的に得ることができます。本研究は、非線形分光測定に QT を取り入れた新しい分光手法である「密度行列分光法」を提案し開発しています。これまで発達してきた分光技術では物質中の量子コヒーレンス等の量子状態については、部分的な情報しか得ることが出来ませんでした。本手法では物質の量子状態をより正確に表現できる「密度行列」を分光測定で直接得ることによって、その量子的性質をより定量的に評価することが可能となります。近年、光合成などの生命現象において、量子的な状態やそれに起因する効果が重要であることが提唱され注目を集めています。本手法の開発によって実験的にそれを確認することを大きな目標としています。



図：開発した四光波混合・密度行列分光法によって得られた、励起子分子に対する密度行列(実部)の測定結果。基底は光の偏光状態としている。

2019 年度は、光合成物質の測定でもよく用いられる非線形分光手法である四光波混合手法と、QT を組合わせた新しい分光手法を新たに考案し開発しました。本手法を検証するために、明確な量子性を有するモデル物質・電子状態として知られる半導体 CuCl 中の励起子分子に対する測定を行いました。その結果、スピン(偏光)に対する電子状態の密度行列の測定に成功し、そこから量子もつれ状態であることも解析から確認できました(図参照)。このことは、開発した測定手法によって、物質中の量子状態を意図した通りに首尾よく測定できていることを示しています。また、より一般的な測定へ展開するために、本年度は周波数領域での密度行列分光に向けた光パルスの開発を継続して行い、これについても本手法に適応できる準備がほぼ完成しました。