

量子技術を適用した生命科学基盤の創出
平成 30 年度採択研究者

2018 年度 実績報告書

香川 晃徳

大阪大学 大学院基礎工学研究科 先導的学際研究機構
助教

生体内反応による核スピン量子もつれ生成の検証

§ 1. 研究成果の概要

量子もつれは、コマドリの地磁気の高感度な検知に利用されており、量子生命現象において重要な役割を担っている可能性がある。核スピンは、人体の体温やウェットな環境においても長い量子コヒーレンスを持つことが可能であり、そのような核スピンの量子もつれが人体内で自発的に生成されていれば、長いタイムスケールでの生命現象に量子力学的な効果に関わっていることを示唆できる。本研究は、近年提案された生体反応によって核スピンの量子もつれが生成されるという新現象(QDS: Quantum Dynamical Selection)の実験的検証を目指している(図 1)。QDS 現象を検証するために、動的核偏極(図 2)と核スピンのシングレット状態(量子もつれ状態)の生成に関する 2 つのコア技術を用いる。

動的核偏極は、不対電子スピンを持った分子と興味対象であるターゲット分子を溶媒にドープした試料にマイクロ波を照射することで、核スピンの向きを静磁場に対して揃えることができる手法である。極低温下では電子スピン偏極(スピンの向きが揃った割合)はほぼ 100%であり、そのような条件下で実験を行うことで、熱平衡状態の核スピン偏極を大幅に増大させることができる。動的核偏極によって高偏極化された核スピン状態を用いて酵素反応を行うことができれば、反応を促進することが期待できる。

本年度は、動的核偏極実験系を構築し、4.2K、5 テスラ下で ^{31}P スピンを 2 つ持っているピロリン酸を用いて実験を行った。不対電子スピンを持っているラジカル分子や溶媒の種類を変えながら実験を行った結果、9.2%の ^{31}P スピン偏極を得た。核スピンはスピン格子緩和により、熱平衡状態に戻るため、さらに数倍の ^{31}P スピン偏極が必要であると見積っている。次年度は、4He 冷凍機を導入し、さらに低温下で実験を行うことで、より高い核スピン偏極を得ることを目指す。

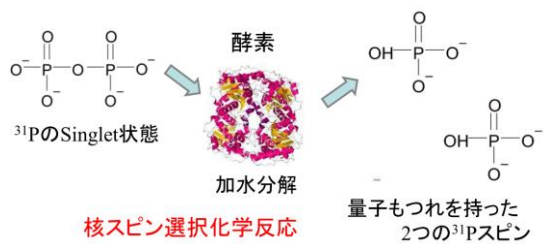


図1 QDS現象

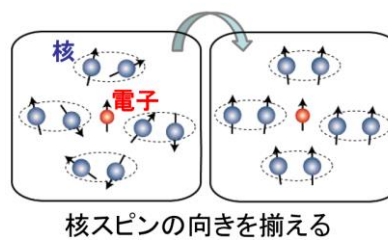


図2 動的核偏極

§ 2. 研究実施体制

①研究者:香川 晃徳 (大阪大学 大学院基礎工学研究科 先導的学際研究機構 助教)

②研究項目

- ・極低温 DNP の装置開発
- ・溶解、転送装置開発
- ・Singlet 状態の生成