

香川 晃徳

大阪大学基礎工学研究科
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

本研究では近年提案された生体内反応によって ^{31}P 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)の実験的な検証を目指している。QDS は小分子中の 2 つの核スピンのシングレット状態か、トリプレット状態であるかに依存して、酵素による化学反応が核スピン選択的に起こるという現象である(図 1)。QDS 現象を実験的に検証するために、動的核偏極と量子もつれ状態である核スピンのシングレット状態の生成をコア技術として用いる。

動的核偏極(DNP: Dynamic Nuclear Polarization)は不対電子スピンを持った分子を用いて、興味対象であるターゲット分子中の核スピンの向きを揃える手法である。人工的に作り出した核スピンの向きが揃った状態を用いることで QDS の検証を行う。核スピンの向きを熱平衡状態から大きく変化させるためには、極低温、高磁場下で DNP を行う必要がある。

本年度は、1K 程度で実験が行える 4He 冷凍機を導入し、2 つの静磁場(4.9 T、6.8 T)の大きさで DNP 実験が行える系を構築した。DNP に必要な不対電子スピンを持つ BDPA ラジカルと 2 つの核スピンを持つピロリン酸を DMSO/Sulfolane 溶媒に溶解したサンプルを用いた。先行研究ではより高い静磁場において DNP によって得られる核スピン偏極が高くなっていたが、本実験に適していると考えている BDPA ラジカルにおいては 4.9 T で行った方が高い核スピン偏極が得られることが分かった。これは DNP で用いている電子スピンの遷移確率が高磁場において低下したためだと考えられる。そこで 4.9 T でサンプル作製条件を様々変えながら DNP 実験をおこなった結果、約 50%の ^{31}P スピン偏極が得られた。これは 4.2 K で実験を行った前年度の 5 倍以上に大きな値であり、QDS 検証のための必要な核スピン偏極が得られたと考えられる。

また、サンプル転送を行うための電磁弁を制御する機構や、高分解能な液体 NMR を測定できる実験系を開発した。ラジオ波パルス照射によって、シングレット状態を生成することで核スピン偏極の減少を抑制できることを実験的に示した。

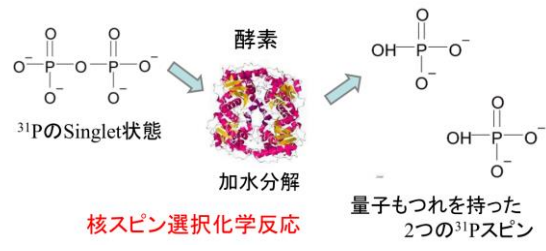


図1 QDS現象