

2022 年度
創発的研究支援事業 年次報告書

研究担当者	楊井 伸浩
研究機関名	九州大学
所属部署名	大学院工学研究院応用化学部門
役職名	准教授
研究課題名	MRI・NMR の未来を担う「トリプレット超核偏極の材料化学」
研究実施期間	2022 年 4 月 1 日～2023 年 3 月 31 日

研究成果の概要

核磁気共鳴分光法 (NMR) や磁気共鳴イメージング (MRI) は化学や医療など幅広い分野で利用される技術であるが、核スピンの偏極率が非常に低いことから感度が悪いことが課題となっている。感度を向上させる技術として動的核偏極法 (DNP) があり、中でも光励起三重項の大きな電子スピン偏極を核スピン偏極へと移行する triplet-DNP は室温付近でも核スピンの偏極率を高めることが出来るため注目を集めている。

これまでの triplet-DNP の研究では分子の運動性を止めて偏極移行をするために -150°C 以下の低温条件が必要であった。そこで本研究ではナノサイズの有機結晶内で生成した電子スピンを核スピンへ移し、その結晶内で蓄積した核偏極を水分子へ移す「核偏極リレー」によって、初めて室温で水分子を高偏極状態にすることに成功した (J. Am. Chem. Soc. 2022, 144, 18023-18029)。細胞中のタンパク質の構造変化をリアルタイムで追跡することを可能にする高核偏極水の連続供給システムの開発に繋がると期待される。

更に光励起三重項に加え、光励起一重項から二つの光励起三重項が生成する一重項励起子分裂により生成される五重項状態を偏極源として用いることにも成功した。これまで一重項励起子分裂の応用例としては光エネルギー収支に着目した太陽光発電の高効率化が主流であったが、本研究では一重項励起子分裂により生じる偏極した五重項状態を用い、水分子の NMR 信号強度を向上させる新たな応用を提案した。五重項状態のラビ周波数が三重項状態よりも大きいため、従来法よりも弱いマイクロ波強度で NMR 感度の増大を行うことにも成功した (Nature Commun. 2023, 14, 1056)。