

超偏極 NMR によるリアルタイム計測の定量性

Quantitativity in real-time chemical analysis using hyperpolarized NMR

産総研物質計測標準研究部門¹, 秋田県立脳血管研究センター², 大阪大学大学院医学研究科³

○服部 峰之¹, 中村 和浩², 藤原 英明³, 木村 敦臣³

Research Institute for Material and Chemical Measurement, National Metrology Institute of Japan,

AIIST¹, Akita Research Institute for Brain and Blood Vessels², Graduate School of Medicine,

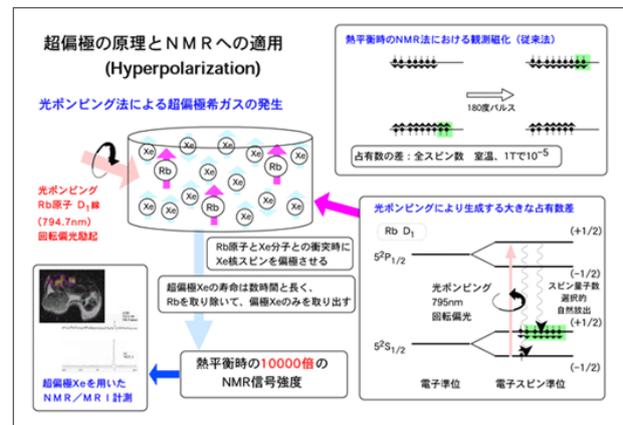
Osaka University³

○Mineyuki Hattori¹, Kazuhiro Nakamura², Hideaki Fujiwara³, Atsuomi Kimura³

E-mail: m.hattori@ni.aist.go.jp

【概要】NMR 計測の飛躍的な高感度化を実現する超偏極を導入するための装置開発を行った。既存の NMR 分析装置や小型 MRI 装置での ^{129}Xe の計測時間の高速化が実現し、数十 ms から 1 秒程度の時間分解で、リアルタイム測定が可能になった。多孔質材料に吸着している Xe の ^{129}Xe NMR の化学シフトと線幅から、細孔径と Xe と細孔との相互作用の解析を行った。従来の NMR が平衡状態にある核スピン磁化を電磁波で操作して生じる信号を解析して分析・定量を行うのに対して、超偏極により誘起される磁化は、熱平衡のもの 10 万倍といった大きな物ではあるが、非平衡状態であり、磁化の生成についても不確かさに関する考慮が必要になる。

【原理と装置】 ^3He , ^{129}Xe の核スピンの $1/2$ の希ガスは、Rb の D_1 線 ($5^2S_{1/2}$ - $5^2P_{1/2}$) を光ポンピングしたアルカリ金属とのスピン交換を行って、NMR 信号を飛躍的に増強できる(右図)。簡便なバッチ式の超偏極キセノンガス製造装置[1]があり、連続フロー生成モード[2]での運用も行える。また、セルや配管等の内壁と衝突によるスピン緩和の発生を抑制して、3~5m



の長距離を送給しても信号強度を低下しないように、生成セルの下流に内径 0.1~1.25mm の極細キャピラリー管を利用して NMR 試料管への導入[3]を行う。

【実験結果】ガスと共存している Rb の吸収線幅は、通常の半導体レーザー(LD)に比較すると 20 倍程度狭いという状況であり、LD の発振線幅を、常圧における Rb の吸収線幅程度まで狭帯域化し、また、波長の長時間安定性も定量性にも効いてくる。体積グレーティング(VHG)で波長ロックの性能を向上し、1.5mm 厚の LDA を 2 個搭載しビームを大面積の照射用に均一化、拡大した光学系を組込み(794.7nm \pm 0.06nm, 54W, アウレアワークス)定量性を向上させた。

【参考文献】[1]大竹紀夫、村山守男、平賀隆、服部峰之、本間 一弘, 特開 2004-262668 号; M. Hattori, et. al., Proc. ISMRM, 1264 (2007). [2]服部峰之、平賀隆、村山守男, 特開 2003-245263 号; M. Hattori, et. al., Proc. ISMRM, 2577 (2010). [3]服部峰之、平賀隆、浅沼達哉, 特開 2006-322802 号.