

## Time NMR analysis of hyperpolarized molten cesium salt

Graduate School of Material Science, University of Hyogo Kiyoshi Ishikawa

セシウム(Cs)塩と Cs 金属をガラス容器に封入し、Cs 原子を光ポンピングすると、塩の Cs イオンが核スピン偏極する。核スピン偏極した原子が塩表面に吸着し、核磁気相互作用によりスピン角運動量を移す(**spin-exchange**)ほか、偏極原子がイオンと交換し(**atom-exchange**)塩に取り込まれることによる。低磁場( $\leq 0.1$  T)ではポンピング光の偏光特性が重要だが、高磁場ではゼーマン分裂が大きいので、表面近傍の乱れた偏光でも原子をスピン偏極できる。したがって、Cs 塩の核スピン偏極率は、表面の吸着エネルギー、内部のイオン移動度、スピン緩和時間などを通して温度に依存する。そこで、試料温度を変え、NMR 信号の増大を観測した。ただし、局所レーザー加熱した粉末試料の温度測定は難しい。以前、磁場 0.56 T で、イオンの並進運動による NMR 線の尖鋭化を利用し、試料は温度 400 °C の固体と推定した [1]。今回は、磁場 9.4 T で NMR 周波数の温度依存性 [2] を利用し、試料温度を評価した。

実験では、ガラス容器を入れた NMR プロブの温度を約 100 °C にし、加熱光とポンピング光を照射し、NMR 信号を観測した。レーザー加熱をやめると試料が単調に冷えるが、NMR 周波数は急峻に変化する点がある。このような時間依存性を示すのは、加熱されて溶けた CsCl 塩が固体になり、共鳴周波数が不連続に変化したからである。融点は 645 °C なので、NMR 線の尖鋭化による計算は過小評価だった。光ポンピングにより著しく増大した NMR 信号は、融点の NMR 周波数 52.503 MHz より高温側にある。つまり、これまでに観測した信号増大は、熔融 Cs 塩による。液体中でスピン偏極が成長し飽和するまでのスピン緩和時間は、固体より短い。これを補って余りある、表面におけるスピン注入、液体中のスピン拡散速度が期待できる。一方、固体の信号は少し大きくなり、同じ温度(NMR 周波数)だが光照射のない場合に比べ、線幅が狭い。固体へのスピン偏極注入に特有な表面現象を観測できたのかもしれない。

[1] 固体アルカリ塩の核スピン偏極: スピン移行と角運動量の輸送, 日本物理学会, 20aAJ-6, 9月(2012).

[2] Hyperpolarisation of Cs salts by optical pumping of Cs atoms in a random scattering medium at high magnetic field, K. Ishikawa, Micropor. Mesopor. Mater. 178, 123-125 (2013).