

26aRF-6 高偏極アルカリ塩の核スピンドイナミクス

兵庫県立大学 大学院 物質理学研究科 石川 潔

Spin dynamics of hyperpolarized alkali salt

Graduate School of Material Science, University of Hyogo Kiyoshi Ishikawa

ガラス容器に固体アルカリ塩を入れ、気体のアルカリ金属原子を光ポンピングすると、固体のNMR信号が増大する。偏極原子が角運動量を運び、表面でスピン偏極を移すので、固体に角運動量が蓄積するからである。主な角運動量源は、電子スピン偏極ではなく、むしろ気体原子の核スピン偏極である。スピン偏極が移る場である面積を稼ぐため、石英ガラスウールの表面に塩を生成している。ランダムに光を散乱する媒質中に原子があっても、ゼーマン分裂を利用すれば光ポンピングが可能なことを前回発表した。これまで、偏極Cs原子でCsHやCsDのCsイオンを核スピン偏極してきた。本研究は、多様な固体に応用できる汎用的な偏極法の開発が目標である。しかし、水素化物は解離しやすく、必ずしも汎用性を示すのに最適とはいえない。そこで、安定なイオン結晶であるCsCl(融点646°C)の薄膜をスピン偏極してみた。

実験では、静磁場0.56 T、温度100°C付近でNMR計測した。薄膜の面積が広いため、光ポンピングによる偏極移行法で初めて、塩化物のNMR信号を1桁以上増大できた。NMR信号をモニターしながらレーザー周波数を掃引すると、そのスペクトル形状から、やはり気体原子の核スピン偏極が注入されていることがわかった。つまり、スピン注入は核磁気双極子相互作用に依る。偏極率をさらに向上させるためには、スピン注入・スピン拡散・スピン緩和などのうち、律速過程を特定する必要がある。そこで、偏極の成長や緩和などの時間変化について検討する。

NMR信号が最大になるようレーザー周波数を固定し、RFパルス列でスピン偏極を初期化した後、光ポンピングにより偏極が成長するようすを飽和回復法で観測した。十分に回復したのち光照射をやめると、偏極が熱平衡状態まで緩和する。両者とも時定数は約100秒であり、しかもバルク試料のスピン緩和時間(約800秒)より短い。これらより、薄膜であるため時定数が短くなり、また、薄膜の厚さがスピン拡散長(≤ 100 nm)程度であることがわかった。