

22aEB-4 相転移するアルカリ塩の光誘起核スピン偏極

兵庫県立大学 大学院 物質理学研究科

石川 潔

Optical nuclear polarization of alkali salt with the help of phase change
Graduate School of Material Science, University of Hyogo Kiyoshi Ishikawa

光ポンピングによりスピン偏極した原子が、固体表面に吸着しスピン緩和すると、その緩和を補うように、気体中で表面に向かって角運動量の流れが発生する。核スピン緩和時間の長い固体アルカリ塩を偏極気体に接触させると、表面から注入された角運動量が核スピン系に蓄積し、塩のNMR信号が増大する。接触面積を増やすため、石英ガラスウール中に粉末アルカリ塩を分散させ、ガラスウール間隙にある原子をレーザー励起する。エネルギー準位をゼーマン分裂させれば、ランダム散乱光でも原子を光ポンピングできる。これまで、偏極Cs原子を使い、水素化物(CsH , CsD)や塩化物(CsCl)の Cs^+ を核スピン偏極し、偏極アルカリ塩の大量生成をめざしてきた。

実験では、 CsCl とガラスウールを、2 kPaの N_2 ガス、Cs金属と共にガラス容器に封入、温度 100°C に加熱し、静磁場0.56 TでNMR計測した。前回、粉末 CsCl のNMR信号が、見かけ上、熱平衡状態の数千倍になったことを報告した。これは、平均0.1%の核スピン偏極率に相当する。偏極率が非常に高いので、小さなRFパルスで少しずつNMR信号を観測できる。この実時間観測により、スピン偏極の成長が10秒程度で完了することがわかった。熱平衡にあるバルク試料では緩和時間が約650秒なので、光ポンピングによりスピン偏極が速やかに増大したことになる。しかも、成長が速いほど到達する偏極率が高くなるので、単一の増大・緩和機構では説明できない。さらに、増大したNMR信号の線幅は、 100°C における固体の共鳴線より狭い。

これらの結果は、レーザー光により、気体原子が光ポンピングされるだけでなく、結晶温度が上昇しイオンの移動度が増加したことを示している。融点(646°C)を超えるほど塩が加熱されたかは不明である。実験温度から融点までの範囲で、イオンの移動度が5桁も大きくなるからである。つまり、核磁気相互作用によるスピン拡散だけでなく、偏極イオン自体の移動により、粉末 CsCl 塩の表面から内部にスピン偏極が浸透したと結論できる。