

希ガス原子と極性二原子分子による基底状態 Li 原子のデコヒーレンス

兵庫県立大学 大学院 理学研究科
石川 潔

Ground-state decoherence of lithium atoms by diatomic polar molecules and noble-gas atoms

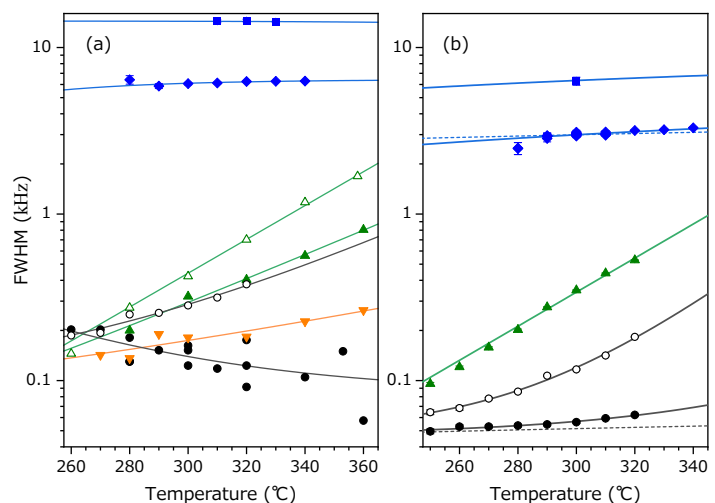
Graduate School of Science, University of Hyogo
Kiyoshi Ishikawa

ガラス容器中で LiCl 粉末と Li 金属を 400 °C でベークしたのち希ガスを封入し、基底状態 Li 原子のスピンの緩和を調べた。実験の温度領域 (250–360 °C) では、蒸気 LiCl 分子が有意に発生し、Li 原子と衝突する。以前、光ポンピングによるアルカリ金属 (Cs) 原子の核スピン偏極を、塩 (CsCl など) に注入する際、表面近傍で必ず起きるであろう極性分子との衝突によるスピンの緩和を評価できなかった。低磁場におけるスピンの緩和過程のあるものは、高磁場では結合していない電子と核の間で、電子スピン偏極を同原子の核へ移す偏極移行過程になる。この偏極移行を促進する衝突緩和を設計し、原子が角運動量を失わず固体表面に達し、表面における固体への効率的なスピン偏極移行を実現させたい。Li 金属の蒸気圧は他のアルカリ原子より低いので、原子分光に適した密度で蒸気 Li 原子と蒸気 LiCl 分子が共存し、アルカリ原子と極性分子の衝突によるスピンの緩和を調べられる。

実験では、希ガス (Ne, Ar, Xe)^{*1} 中の基底状態 ⁷Li 原子の超微細準位 CPT (Coherent Population Trapping, $\Delta F = 1, \Delta m_F = 0$) と磁気副準位共鳴 (Free Spin Precession, Free Induction Decay, $\Delta F = 0, \Delta m_F = 1$) を観測した。図 1 は、それぞれの線幅の温度依存性を示す。Ne ガス中では、原子衝突によるスピンの緩和が小さく、拡散した原子の壁での緩和が現れている。また、LiCl 粉末を追加したときの緩和の増加も顕著である。Ar ガス中では、低温側で急速に緩和が減少する。Xe ガス中では、どちらの線幅も温度に依存せず広がっている。講演では、2 種類の線幅とその温度依存性に注目し、LiCl 分子や希ガス原子との衝突による相互作用と Li 原子のスピンの緩和について議論する。

図 1. (a) CPT 共鳴と (b) 磁気副準位共鳴の線幅の温度依存性。

- ▼ Ne (0.24 amg, 25.8 kPa),
- Ne (0.032 amg, 3.5 kPa),
- Ne (0.033 amg, 3.6 kPa) + LiCl,
- ▲ Ar (0.041 amg, 4.5 kPa),
- △ Ar (0.039 amg, 4.2 kPa) + LiCl,
- ◆ Xe (0.023 amg, 2.5 kPa),
- Xe (0.049 amg, 5.4 kPa).



*1 He 原子はガラスをよく透過するので、緩衝ガス密度変化を抑える必要があるとき、He ガスは使われない。