

偏極 Xe で見る溶解現象と偏極移行

石川潔, 今井宏彦, 高木芳弘

姫路工業大学大学院理学研究科, 〒 678-1297 兵庫県赤穂郡上郡町光都 3-2-1

偏極希ガスの偏極率は観測領域の磁場の大きさに依存しないので、低磁場 (低周波) でも磁気共鳴 (MR) 信号を観測できる。また、希ガス原子の核スピン偏極を他分子の核スピンの移すことができれば、多くの分子で MR 信号を増大させることができる。最近の報告 1), 2) では、液体どうして混合すると核スピン間で効率よく偏極が移る。低磁場であればプロトンの信号増大率が大きいので、プロトン偏極率の時間変化や偏極移行効率の官能基依存性を観測できると思われる。今回、多くの分子における偏極移行による MR 信号の増大をめざし、偏極 Xe 原子をエタノールに溶かし、Xe の溶解するようすやプロトンの偏極率の変化を低周波磁気検出した。

実験では、混合比 $[Xe]:[N_2]:[^4He] = 1:1:8$ のガスをレーザー偏極し、約 1% の Xe 核スピン偏極率を得た。磁場は、ダブルヘルムホルツコイルで発生させた 2.7 mT である。エタノールを入れたコールドトラップ型のガラス容器に偏極 Xe を含む混合ガスを流し、 ^{129}Xe と 1H の共鳴信号を 550 回巻コイルで検出しロックイン検波した。

偏極 Xe の信号は大きいので繰返しの平均をしなくてもスペクトルを測定できる。この特徴を生かすと、Xe NMR の実時間計測が可能になる。そこで、偏極 Xe がエタノールに溶けるようすを時間分解して観測した。ただし、Xe の流れ出るガラス管は液に浸っていない、上方からガスを吹きつけている。図 1 に Xe の溶解の時間分解 MR スペクトルを示す。位置分解能を持たせるため、鉛直方向に勾配のある磁場を印加した。もともとエタノールにより高周波側に化学シフトしているの、液体側つまり鉛直下方ほど磁場を大きくすれば、気体のスペクトルと重ならない。ガスを流し始めると図 1(a) のように、まず偏極 Xe ガスが増加し、その後エタノール表面付近に Xe 原子が滞在してから、エタノール内部に溶けていく。特に、表面付近の Xe 原子を観測できている点に注目したい。表面は勾配の方向と直交しているの、表面偏極 Xe のスペクトルは広がらない。熱平衡状態では偏極率が小さいので、表面原子を観測するために活性炭のような固体で表面積を増やす必要があった。偏極 Xe では 1 cm^2 程度の面積でも表面原子を検出できるので、液体表面において図 1(a) のように位置分解能を持たせることができた。文献 3) では溶解した後の偏極 Xe を画像化しているのに対し、我々の実験では、表面と内部を区別し溶解の初期段階をとらえている。次に、

温度を下げて時間変化を観測すると、図 1(b) のように、液体内部に溶ける Xe が見られなかった。

今後は、Xe の核スピン偏極率を上げることと、磁場を均一にしエタノールの官能基ごとの信号強度の変化を観測することが目標である。

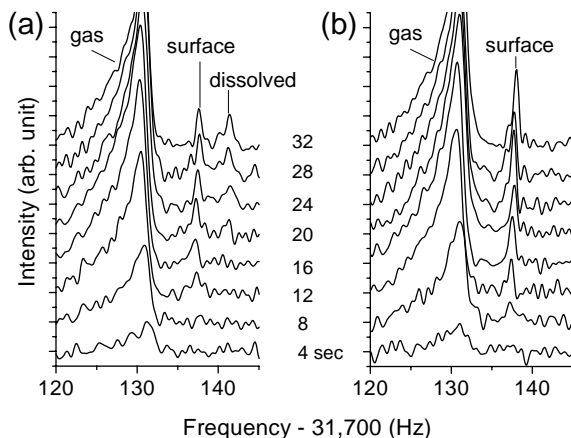


図 1: 偏極 Xe の化学シフトスペクトルの時間変化。偏極 Xe をエタノール上方から吹きつけて磁場 2.7 mT で記録した。(a) はエタノール温度 283K, (b) は 272 K である。(b) では液体に溶けた Xe が見られない。

- 1) S. Appelt, F. W. Haesing, S. Baer-Lang, N. J. Shah, and B. Blümich, "Proton magnetization enhancement of solvents with hyperpolarized xenon in very low-magnetic fields", Chem. Phys. Lett. **348**, 263-269 (2001).
- 2) J. C. Leawoods, B. T. Saam, and M. S. Conradi, "Polarization transfer using hyperpolarized, supercritical xenon", Chem. Phys. Lett. **327**, 359-364 (2000).
- 3) P. Berthault and H. Desvaux: "NMR study of the dissolution of laser-polarized xenon", Eur. Phys. J. D **22** 65-73 (2003).