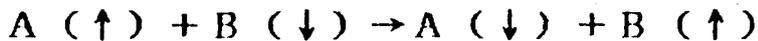


5. 選択的反射を用いた⁸⁵Rb-⁸⁷Rb間のスピン交換の検出

小林 克行

スピン交換衝突とは、2つの原子AとBが衝突により互いにその電子スピンを交換する現象を言う。



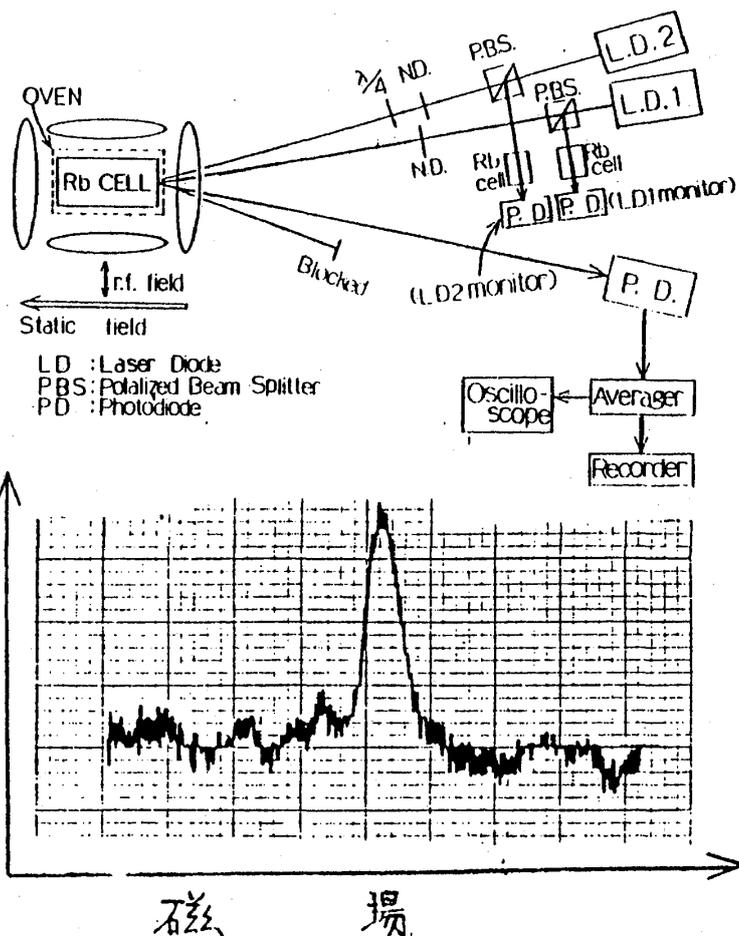
光ポンピングにより一方の原子Aをスピン偏極させ、衝突を通して他の原子Bの電子スピンを偏極させる。

従来、この現象の検出はB原子にrf磁場を印加して、スピン交換によって生成されたB原子のスピン偏極を崩し、もう一度起こるスピン交換によるA原子のスピン偏極の変化を観測する「2次的」な方法であった。今回、直接B原子のスピン偏極の変化を観測する「1次的」な検出を初めて行った。また従来はスピン交換の検出には透過光を用いていた。しかし、スピン交換の頻度を上げるためには、高温にして気体原子の密度を上げる必要がある。ところが高密度になると、光の吸収が非常に大きくなり検出のために透過光は利用できない。本研究では、選択的反射(Selective Reflection)を用いることによって高密度での検出を可能にした。現在のところ使用したセルの限界から測定した温度は190℃(密度 $10^{15}/\text{cm}^3$)が上限であるが、セルの材質を変えることによってはるかに高い温度での測定も可能である。本研究は、検出の方法が「1次的」であることと、高温において測定できるという2つの点で従来の方法より優れており、大きな信号を得ることができる。

⁸⁵Rbと⁸⁷Rbの封入されたセルに、2本の半導体レーザー(LD1, LD2)の光を入射させる。(図1) LD1は⁸⁵Rbに、LD2は

^{87}Rb に共鳴させておく。LD 2 を円偏光にすると、 ^{87}Rb はスピン偏極され、スピン交換により ^{85}Rb にもスピン偏極がつけられる。ここで、 ^{87}Rb のゼーマン副準位間隔に共鳴する rf 磁場を加えて ^{87}Rb のスピン偏極を崩す。このとき生じる ^{85}Rb のスピン偏極の変化を直線偏光で入射させた LD 1 の反射光強度を見ることによって検出することができる。(図 2)

この他に LD 1, LD 2 ともに円偏光にして ^{85}Rb と ^{87}Rb の両方をスピン偏極しておき rf 磁場を印加して ^{85}Rb のみスピン偏極を崩し、スピン交換により ^{87}Rb のスピンが ^{85}Rb に移る現象も検出した。



上 【図 1】
実験の配置図

下 【図 2】
170℃での実験結果