

2. 偏極原子状水素

新 井 敏 一

水素原子は自然に存在する最も質量の小さい原子である。このため絶対零度におけるゼロ点運動エネルギーが大きく、原子間のファン・デル・ワールス引力に打ち勝つので固体はもちろん、液体にもならないことが予想されている。したがって低温・高密度で安定に保持できればド・ブROI波長が原子間距離に比べて大きくなる領域では水素原子系は量子気体としての興味深い性質を示す。とくにこれはボーズ粒子系であるので、有限温度でボーズ・アインシュタイン凝縮 (BEC) をおこすだろうと考えられる。

しかし、水素は通常は分子 (H_2) として存在するもので、原子状態のものは再結合 ($\text{H} + \text{H} \rightarrow \text{H}_2$) の機構がはたらいて不安定である。原子状水素の安定化のために、

- ① 電子スピンを偏極させて再結合を防ぐ。

(このため偏極原子状水素, $\text{H}\downarrow$ とよばれる。)

- ② 試料室内壁を超流動ヘリウム膜でおおうことで吸着を最小限におさえる。

という方法がよくとられている。

我々も BEC を目標にした $\text{H}\downarrow$ 研究の第一歩として上記の方法で $\text{H}\downarrow$ を低温で生成・安定化することに成功した。5 T の磁場中で温度 500 mK, 密度 10^{16} 個/ cm^3 の $\text{H}\downarrow$ を 1.5 時間以上にわたって安定に保持することができた。検出方法は、試料室内のボロメタに熱を加えて局所的にヘリウム膜をとばし、そこに吸着された $\text{H}\downarrow$ が再結合したときに発生する熱を利用した。

この密度で BEC をおこさせるには 0.1 mK 以下まで冷却する必要があり、目標にはおよばなかったけれども、研究の足掛かりは築くことができた。