

研究計画

1) 研究目的および意義

水素は「次世代クリーンエネルギー」として期待され、近年急速に関心を集めている。水素の有力な貯蔵法の1つとして、液化貯蔵がある。ただし、ここで「水素のオルソ・パラ転換によるボイルオフ」が問題となる。水素分子にはオルソ・パラと呼ばれる2種類の核スピン異性体が存在し、水素が液化する極低温ではオルソ→パラという転換が数日の時間スケールで生じる。上記の「転換によるボイルオフ問題」とは、転換時に放出する熱によって液体水素の一部が気化して失われてしまうことを指す。液化前にオルソ→パラの転換を促進することでこの問題は回避できるが、肝心な水素の転換機構については、未だ十分な理解が得られていない。私達のグループでは、これまで水、アンモニア、メタン分子の核スピン転換を測定してきた。この実績を活かし、本研究では不活性媒質中に分離した水素分子の核スピン転換を測定する。媒質の生成条件を変え、さらに重水素を用いて同位体効果を調べることにより、水素の核スピン転換機構を明らかにすると共に、その効率を高める方法を探索する。

2) 研究内容および方法

実験は全て超高真空環境下で行う。金基板上に二酸化炭素の凝縮層を生成し、媒質として用いる。凝縮層内の電場によって分極した水素の赤外吸収を検出し、その強度の時間変化から核スピン転換率を求める。凝縮速度と凝縮時の基板温度を系統的に変えることにより、転換率の電場強度依存性を明らかにする。これにより、近年提唱された、水素の核スピン転換は磁場のみならず電場によっても加速するというモデルを検証する。回転定数が水素の半分である重水素を用いた実験も行うことにより、転換に伴う回転エネルギーの散逸過程の解明を目指す。

既存の転換理論によると、電気・磁気多極子相互作用を及ぼさない不活性媒質中では水素の核スピン転換は起きないとされている。しかし、多原子分子を用いた私達の過去の研究は、分子内の磁氣的相互作用が転換を引き起こす可能性を示唆している。よって、不活性媒質である希ガス凝縮層内で水素の転換が観測されれば、従来の理論体系を覆す大きなインパクトを与えると期待される。ただし、希ガス固体内では水素は電気双極子を持たず、私達がこれまで用いてきた赤外吸収分光法では検出できない。そこで、ラマン分光測定系を既存の装置に増設する。

3) 研究スケジュール

- 7月 実験準備（赤外吸収分光の光軸調整、超高真空環境の作成、冷却試験）。
- 8-9月 二酸化炭素凝縮層中の水素の核スピン転換を測定し、結果の解析、考察を行う。
- 10月 研究成果をまとめ、欧米の学術誌に論文を投稿する。
- 11-12月 二酸化炭素凝縮層中の重水素の核スピン転換を測定し、結果の解析、考察を行う。
- 1-3月 ラマン分光測定系の増設。

4) その他（文理融合、大学間連携等について特筆すべき点があればご説明ください）