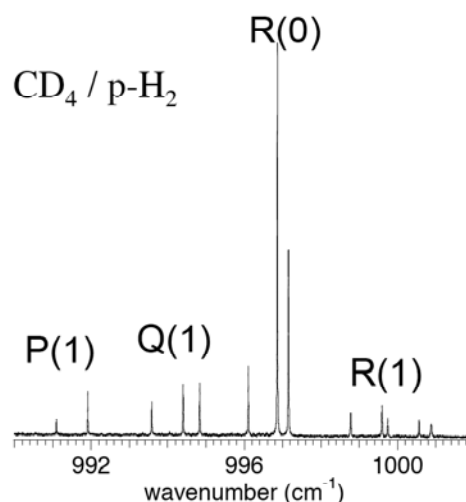


ディビジョン番号	1
ディビジョン名	物理化学

大項目	1. 分子分光学および分子集合体の構造
中項目	1-1. 高分解能分光
小項目	1-1-5. マトリックス中の高分解能分光

概要（200字以内）

固体水素および超流動ヘリウム液滴という量子的な性質を顕著に持つ極低温（1K 以下）の媒質中に原子・分子を捕捉してそれらの分光的性質を調べる超高分解能のマトリックス分光法が約 10 年前に開発され、化学反応における量子トンネル効果の直接観測や、水素分子やヘリウムがもつ量子的な性質に関する微視的研究といった、極低温下の原子・分子の物理・化学的性質の研究に活用されている。



現状と最前線

マトリックス分光法は原子・分子を極低温の固体中に捕捉し、その性質を分光的に調べる手法である。通常の条件下では観測困難な不安定な分子を有効に観測する手法として Pimentel らが 1956 年に提唱し、それ以降ネオンやアルゴンなどの固体を媒質に用いて行われてきた。これに対し 1997 年以降、固体水素および超流動ヘリウム液滴という量子的な性質を顕著にもつ媒質を用いた新しい高分解能マトリックス分光法が開発され、この手法が分子運動と媒質の相互作用、分子の極低温（1K 以下）での振る舞い、化学反応における量子トンネル効果、水素分子やヘリウムがもつ量子的な性質の微視的研究等、これまでに研究手法が非常に限られていた基礎的研究事項の解明に有効な手法であることが示され、脚光を浴びている。固体水素は 14K 以下で存在する水素分子だけからなる結晶で、量子固体の一つである。また、超流動ヘリウム液滴は極低温（ ~ 10 K）かつ高圧（ ~ 20 気圧）のヘリウム気体を真空中に噴出することで生成する十万個程度のヘリウム原子集団の液滴で、超流動の性質を持つ。これらの媒質中では、媒質の顕著な量子性のために、その中に捕捉した分子の回転運動が完全に量子化され、また振動回転の励起状態の寿命が長いこと、振動回転状態の超高分解能分光が可能である。図は固体水素の中のメタン (CD₄) の振動回転遷移であるが、その線幅は気相の分子に比べても 1/100 以下であり、

微弱な相互作用による分裂まで明瞭に観測されている。このような量子性媒質中の分子の振動回転および電子状態の超高分解能分光から、極低温分子の関与する様々な物理・化学的性質の解明が現在行われている。

参考

T. Momose 他, International Review of Physical Chemistry, 第 24 巻, 533 ページ (2005 年)、
J. P. Toennies, A. Vilesov, Angewandte Chemie International Edition, 第 43 巻, 2662 ページ (2004 年)

将来予測と方向性

・ 5 年後までに解決・実現が望まれる課題

水素分子を代表とする分子系での超流動状態の実現と観測。低温固有の化学反応の解明。化学反応における量子トンネル効果の直接観測とその原理の解明。

・ 10 年後までに解決・実現が望まれる課題

量子性媒質に捕捉した原子・分子を用いた、量子情報処理・量子計算技術の開拓

キーワード

分子分光、マトリックス分光、量子固体、超流動

(執筆者： 百瀬 孝昌)