

準安定希ガス原子の脱励起断面積の M_J 及び衝突エネルギー依存性

(阪大院理)○高橋学 大山浩 笠井俊夫

(序) 準安定希ガス原子 Rg は開殻な電子状態にあり、分子間相互作用がその磁気量子数 M_J により大きく異なると期待される。しかしながら、そのような研究例は皆無である。今回、準安定アルゴン原子を CF_3H をはじめとする様々な分子と反応させることにより磁気量子状態およびエネルギー状態による反応性の違いを初めて観測した。この反応系は、イオン対曲面への乗り移りを経た中性解離がメインチャンネルであることが知られている。

(実験) 実験装置の概略を図 1 に示す。パルス放電により生成した準安定アルゴン $Ar(^3P_{0,2})$ を 2000 G の均一磁場をかけた試料セル中で CF_3H と反応させた。反応せずにセルを通過した $Ar(^3P_{0,2})$ の磁気量子状態 (M_J) を不均一磁場で分離し、MCP によって検出した。MCP への各到達時間において、試料ガスの有無による M_J 状態ごとの $Ar(^3P_{0,2})$ 強度の減少から反応断面積の M_J 及び速度依存性を求めた。

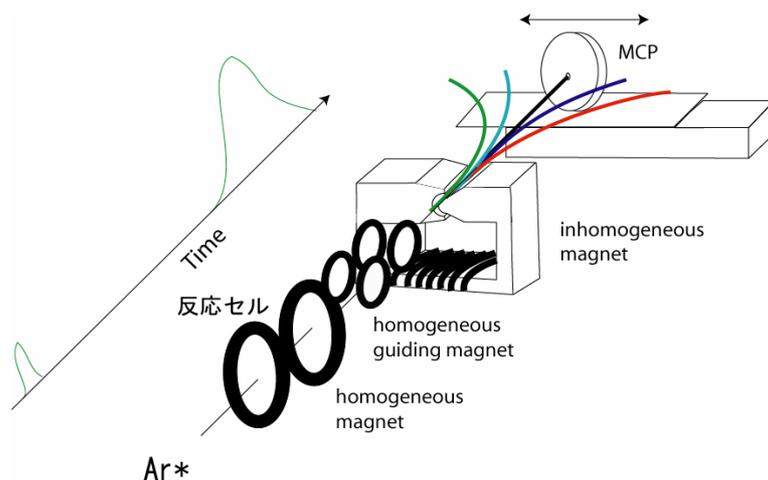


図 1 装置図

(結果と考察) $Ar(^3P_{0,2})$ を CF_3H と反応させた時の結果を図 2 に示す。高エネルギー領域では、各 M_J ごとのピークが重なり解析が困難であるため低エネルギー領域のデータを解析に用いた。反応性の M_J 依存性 (配向依存性) が確認された。加えて、 M_J の絶対値が等しい時、断面積が同じような速度依存性を示し、速度が速くなると反応性が低くなることが確認された。また、 $M_J = 0$ の反応性が他の M_J と比べ著しく低いことがわかった。

以上の結果を、この反応系のメインチャンネルがイオン対曲面への乗り移りおよびそこから逆電子移動を経た中性解離であることをもとに、 $|JM_J\rangle$ 状態を $|LS\rangle$ を基底としてクレプシュゴードン係数をもとに展開し考察した。各 $|JM_J\rangle$ 状態でのポテンシャル曲面の交差の様子を図 3 に示す。

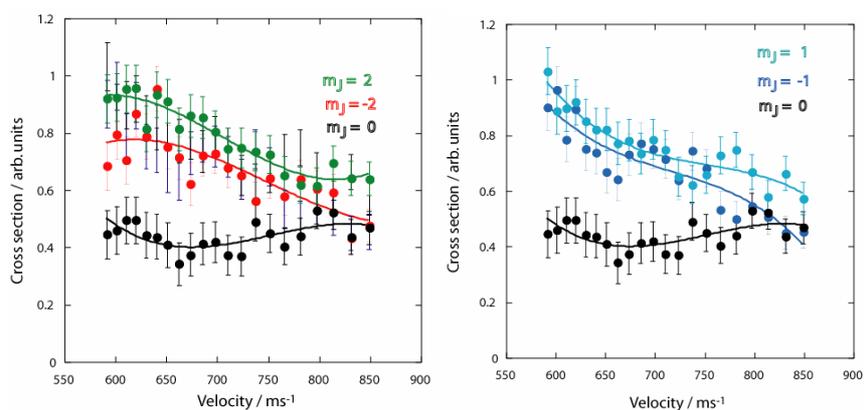


図2 速度依存断面積

$M_J = \pm 2$ の場合、イオン対曲面への交差の際、 $\text{Ar}^+(^2P_{3/2})$ のみと交差できる。この交差では、アルゴンと CF_3H の距離が長いためLS結合の影響があまりなく、反応性の差はあまりないと思われる。しかしながら、ここでの乗り移りの確率が大きな速度依存性をもつため、 $M_J = \pm 2$ の速度依存は似通っていると思われる。一方、逆電子移動に対する交差では、距離が短くなっているためLS結合の影響が大きく $\text{Ar}^+(^2P_{3/2})$ の M_J で乗り移りの確率が変わってくると考えられ、 $M_J = 2$ の反応性が $M_J = -2$ より高くなると思われる。 $M_J = 0$ の場合は、 $\text{Ar}^+(^2P_{1/2})$ のみと交差すると考えられる。 $M_J = \pm 1$ の場合は、 $\text{Ar}^+(^2P_{3/2})$ と $\text{Ar}^+(^2P_{1/2})$ のどちらとも交差可能であり、 $M_J = \pm 2$ と $M_J = 0$ の中間の性質を持つと考えられる。

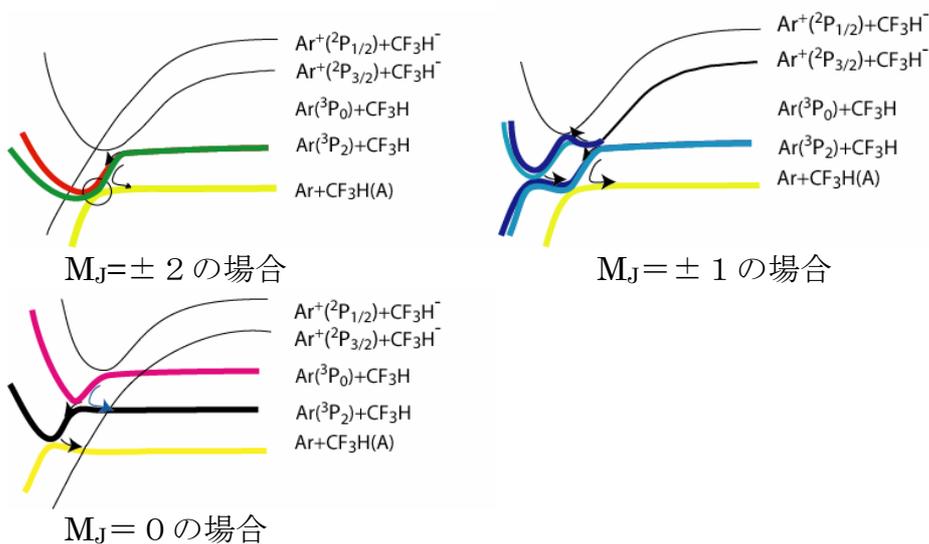


図3 各 M_J 状態でのポテンシャル交差