

準安定フラグメント検出に基づく 水素分子2電子励起状態の対称性分離分光

小田切丈¹、熊谷嘉晃²、田邊健彦¹、中野元善¹、鈴木功³、河内宣之¹

¹東京工業大学・院理工、²東京工業大学・理、³高工研物構研/産総研

電離連続状態に埋もれた水素分子2電子励起状態の生成・崩壊ダイナミクスを明らかにするため、2電子励起状態から解離生成する準安定水素原子の検出による、以下のような対称性分離分光¹⁾を新たに考案し、確立した。直線偏光による直線分子の光励起では、 Σ - Σ 、 Σ - Π 遷移は、それぞれ、偏光方向に対して平行、垂直な分子軸配向で最も起こりやすい。この性質を利用すれば、光解離における Axial recoil 近似のもと、空間の一方向にて解離フラグメントを検出することにより、 Σ 、 Π 対称性を分離することができる。このような原理に基づき、水素分子 (H_2 、 D_2) からの準安定水素原子 $H(2s)$ 、 $D(2s)$ 生成の断面積曲線(断面積 vs 入射光子エネルギー)を、 Σ 、 Π 状態それぞれに対して得ることに成功した。これは2電子励起状態に対して行われた初めての対称性分離分光実験である。

実験は BL28B にて行った。 $H(2s)$ 、 $D(2s)$ フラグメントは、電場によりそれぞれ $H(2p)$ 、 $D(2p)$ 状態と Stark mixing させ、mixing 状態から放出された Lyman- α 光子として検出した。電場は、入射光と水素分子との衝突領域から 10cm 離れた位置に局所的にかけられており、電場印加領域と Lyman- α 光子検出器は、放射光の光軸まわりに回転させることができる。

結果を図1に示す。水素分子の基底状態は $X^1\Sigma_g^+$ であるので、入射光の偏光方向に対し、水平、垂直方向に解離する準安定水素原子の生成断面積曲線は、それぞれ、 $^1\Sigma_u^+$ 、 $^1\Pi_u$ 2電子励起状態に由来する。図1の4つの断面積曲線の強度は大まかに比較可能である。 H_2 、 D_2 とも、準安定水素原子生成は、もっぱら $^1\Pi_u$ 状態を経由して起こることが図1よりわかる。

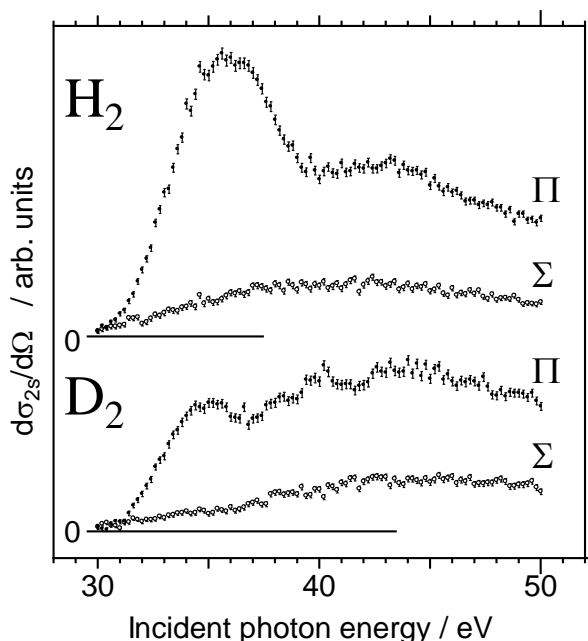


図1 入射光の偏光方向に対し水平(O)、垂直(●)方向で測定した H_2 、 D_2 からの準安定水素原子生成断面積曲線。

1) E.Shigemasa et al. Phys.Rev.A 45 (1992) 2915