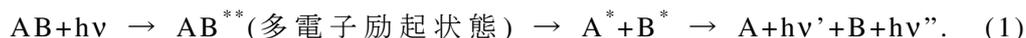


# 光子対生成で探る分子の多電子励起共鳴

東京工業大学・大学院理工学研究科化学専攻 小田切丈

真空紫外域に存在する分子多電子励起状態は、平均場近似とBorn-Oppenheimer近似の破綻を含む系であり、その生成と崩壊は、少量量子多体系の理解を目指す原子分子科学における重要な研究課題の一つである。最近我々が開発した“( $\gamma$ ,  $2\gamma$ )法”は、分子による光子1個の吸収に始まり光子対生成に至る以下の過程の断面積を、2光子同時計数により測定する方法である<sup>1)</sup>。



この方法により、分子多電子励起状態をイオン化連続状態の”海”の中から実験的に抽出できる。また、 $A^*$ と $B^*$ の量子状態を特定できるため、多電子励起状態ダイナミクスの解明に威力を発揮する。

実験にはBL20Aの3m直入射分光器を用いた。直線偏光した入射光の電場面内に対向して設置した2つの光子検出器により、(1)式の $h\nu'$ と $h\nu''$ を同時計数する。

結果の一例として、図1に $H_2$ の1光子吸収に伴うライマン- $\alpha$ 光子対の生成断面積を入射光子エネルギーの関数としてプロットする(◆)<sup>1)</sup>。実線は、光吸収による $H_2$ の2電子励起から解離に至るまでのダイナミクスを半古典論で近似した理論的断面積曲線である。 $H_2$ の2電子励起状態のうち、2つのH(2p)原子に解離し、かつ基底状態から光励起が許されるのは、 $Q_2^1\Pi_u$ 状態であることを考慮すると、ライマン- $\alpha$ 光子対生成の中間状態とは、 $Q_2^1\Pi_u(1)$ 状態であり、その崩壊ダイナミクスが、意外にも半古典論でよく記述されることが明らかとなった。2電子励起 $H_2$ 分子は、すべての電子が励起した状態として極めて興味深い。その量子ダイナミクスの一端を、( $\gamma$ ,  $2\gamma$ )法により初めて具体的かつ詳細に明らかにすることができたことの意義は大きい。

さてライマン- $\alpha$ 光子対状態には、中間状態 $Q_2^1\Pi_u(1)$ 状態から導かれるH(2p)原子のエンタングルメントが転写される。その結果、2光子角度相関関数が複雑な形状を示すことを理論的に示した<sup>2)</sup>。(  $\gamma$ ,  $2\gamma$  )法におけるこのような2光子角度相関関数には、ダイナミクスのプローブとしての可能性も期待できる。講演においては、 $N_2$ <sup>3)</sup>と $O_2$ の結果も報告する。

最後にこのような大きな成果は、PFリングの優れた安定性とBL20Aにおける非常に低い高次光レベルに負うところが大きいことを強調したい。

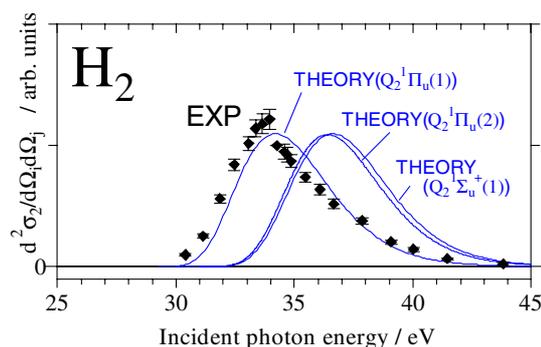


図1  $H_2$ の1光子吸収に由来するライマン- $\alpha$ 光子対生成の断面積 対 入射光子エネルギーのプロット。実線は理論計算による断面積。 $Q_2^1\Pi_u(1)$ 状態に起因する理論的断面積曲線は34eVで実験に合うように規格化し、それ以外の曲線はピーク高さをそれに合わせた。

<sup>1)</sup>T. Odagiri *et al.*, *J. Phys.* B37 (2004) 3909;日本物理学会誌 61(9) (2006) 671.

<sup>2)</sup>H.Miyagi *et al.*, *J. Phys.* B40 (2007) 617.

<sup>3)</sup>M. Murata *et al.*, *J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.* 144-147 (2005) 147; *J. Phys.* B39 (2006) 1285.