

# 水素分子の光解離で生成する励起原子間の”もつれ”

## Entanglement between a pair of excited atoms produced in the photodissociation of H<sub>2</sub>

東京工業大学 穂坂綱一

“もつれ (エンタングルメント)”とは全体の波動関数が部分系の波動関数の積では表せないことである。近年、“もつれ”を利用した新しい量子技術が発展している。更に最近では、原子やイオンの時空間制御により“もつれた”物質を作る技術が進展しつつある。我々は、分子の光解離を利用した新しい“もつれ”原子ペア生成法を開発している。光解離片ペアは、分子励起状態の対称性を反映し、非局所的な相関、“もつれ”を持つ事が期待される。実証実験のため、Q<sub>2</sub> <sup>1</sup>Π<sub>u</sub>(1)状態経由の光解離で H(2p)ペアを生成し、核間距離~100 μm で 2p→1s 遷移により放出される Lyman-α 光子ペアの放出角度相関関数(Angular correlation function : ACF)を測定した。その結果は当初の予想に反し、以下の2つの事実が判明した[PRA, 90, 043405(2014)]。

H(2p)+H(2p)原子ペアの状態は、予測された“もつれ”状態ではない、

しかし、“もつれ”が解けた状態でもない。

もちろん、H(2p)原子がその寿命内に周囲の H<sub>2</sub> 分子と反応することが無いことは検証している。分子の解離は想像以上に複雑であり、フランクコンドン(FC)領域から核間距離∞に到るまでの間に、対称性の変化や消失がおこっていることを想起させる。

本研究では、FC 領域における電子状態を変えるため、2つのアプローチを用いる。1つは(i)対象を H<sub>2</sub> から HD に変えることで、電子状態に対する原子核の交換対称性の要請を変えることであり、もう1つは(ii)励起エネルギーを変えることで、前駆2電子励起状態を変えることである。

(i) HD では、2つの原子核が異なるため、電子状態の波動関数には原子核の交換に対する制限はない。その結果として、FC 領域における2重縮退した <sup>1</sup>Π<sub>u</sub>(1)状態の波動関数は、H<sub>2</sub> と HD では異なる可能性がある。この違いを反映し H<sub>2</sub> と HD では ACF が異なると予測したが、実測した H(2p) + D(2p)ペア由来の ACF に、H(2p) + H(2p) ペア由来の ACF との違いは見られなかった。FC 領域における波動関数の違いにもかかわらず、ACF が共通という実験結果は、非常に興味深い。

(ii) 次のステップとして、Q<sub>2</sub> <sup>1</sup>Π<sub>u</sub>(1)以外の状態からの“もつれ”原子ペア生成過程を探索している。H(2p)+H(2p)ペアは Q<sub>2</sub> <sup>1</sup>Π<sub>u</sub>(1)状態のみから生成するため、H(2p)+H(3p)ペアを対象とした。波長 121.6 nm の Lyman-α 光子 (2p→1s) と異なり、波長 102.6 nm の Lyman-β 光子 (3p→1s) は選択的検出が難しく、H(2p)+H(3p)ペアの検出自体報告例がなかった。既に H(2p)+H(3p)ペアの検出には成功し、現在、H(2p)+H(3p)ペアを生成する前駆2電子励起状態の特定を行なっている。