

3A08

水素分子の光解離により生成する Lyman- α 光子ペアの角度相関関数

(東工大院化学¹⁾, 産総研²⁾, 高エネ機構物構研³⁾, 上智大理工⁴⁾)

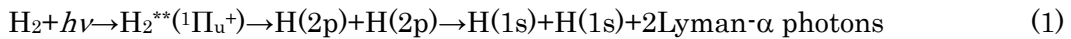
○仲西 祐子¹⁾, 穂坂 綱一¹⁾, 向後 陵子¹⁾, 中野 元善¹⁾, 熊谷 嘉晃¹⁾, 椎野 健一¹⁾,
鈴木 功^{2),3)}, 小田切 丈⁴⁾, 北島 昌史¹⁾, 河内 宣之¹⁾

Angular correlation of a pair of Lyman- α photons produced in the photodissociation of H₂

(Tokyo Tech¹⁾, AIST²⁾, KEK-PF³⁾, Sophia University⁴⁾)

○Yuko Nakanishi¹⁾, Kouichi Hosaka¹⁾, Ryouko Kougo¹⁾, Motoyoshi Nakano¹⁾,
Yoshiaki Kumagai¹⁾, Kenichi Shiino¹⁾, Isao H. Suzuki^{2), 3)}, Takeshi Odagiri⁴⁾,
Masashi Kitajima¹⁾ and Noriyuki Kouchi¹⁾

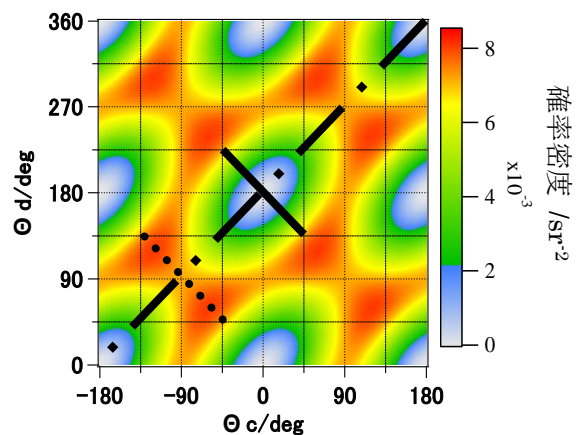
[序]我々のグループは、2 電子励起状態を経由する水素分子の光解離により、H(2p)原子ペアが生成することを確かめた[1]((1)式参照)。ここでは Lyman- α 光子ペアの同時計数測定がなされた。



さらに対称性に基づく考察から、その H(2p)原子ペアが(2)式の量子もつれ状態にあると予測した[2]。rは核間距離である。

$$\begin{aligned} |^1\Pi_u^+; r \rightarrow +\infty\rangle = \frac{1}{2\sqrt{2}} & \left(|2p_1^a(1)\rangle \otimes |2p_0^b(2)\rangle + |2p_1^a(2)\rangle \otimes |2p_0^b(1)\rangle - |2p_0^a(1)\rangle \otimes |2p_1^b(2)\rangle - |2p_0^a(2)\rangle \otimes |2p_1^b(1)\rangle \right. \\ & \left. - |2p_{-1}^a(1)\rangle \otimes |2p_0^b(2)\rangle - |2p_{-1}^a(2)\rangle \otimes |2p_0^b(1)\rangle + |2p_0^a(1)\rangle \otimes |2p_{-1}^b(2)\rangle + |2p_0^a(2)\rangle \otimes |2p_{-1}^b(1)\rangle \right) \quad (2) \end{aligned}$$

量子もつれ H(2p)原子ペア生成のプロブとなるのが、放出される Lyman- α 光子ペアの角度相関関数(ACF)である。本グループの Miyagi らは、(2)式の量子もつれ状態の原子ペアに対して ACF を計算した[2]。それは図 1 に示すような強い角度異方性をもつ。その後 Jänkälä ら[3]も過程(1)により生じる Lyman- α 光子ペアの ACF を計算したが、そこに現れる異方性は、Miyagi ら[2]の予測よりもかなり弱い。ただし Jänkälä ら[3]も、Miyagi ら[2]と同様に、量子もつれ H(2p)原子ペアを考えている。我々のグループは、量子もつれ H(2p)原子ペア生成の検証とこれら二つの理論予測の検証を目的として、ACF を実測した[4,5]。ただし二つの光子検出器は、

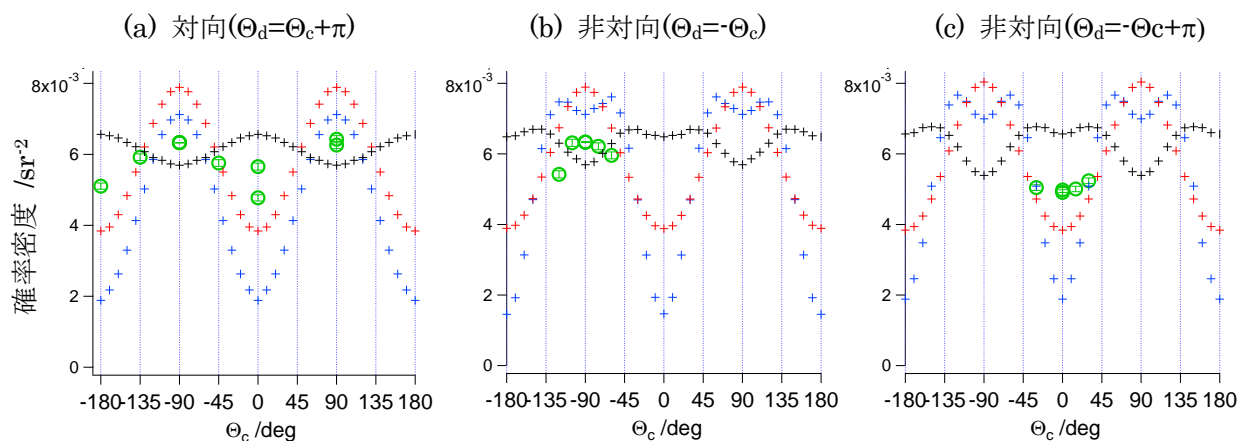


(図1)Miyagi らによる ACF の理論予測[2]。入射光に直交する平面における ACF を示す。 Θ_c と Θ_d は、入射光の偏光ベクトルから測った Lyman- α 光子放出方向の角度。

入射光に直交する面内で互いに向かい合う配置(対向配置, 図 1 の $-\cdot-\cdot-$, $\Theta_d=\Theta_c+\pi$)に限られていた。そこで今回は、対向配置に加えて、図 1 の $\cdots\cdots$ ($\Theta_d=-\Theta_c$)と $—$ ($\Theta_d=-\Theta_c+\pi$)の配置においても、ACF を測定した。

[実験] 実験は、KEK-PF のビームライン 28B にて行った。水素ガスを満たしたガスセル内に(圧力 10 mTorr)、入射光子エネルギー33.66 eV、直線偏光度 100%の放射光を導入し、過程(1)により発生した Lyman- α 光子ペアを 2 個の光子検出器 c と d で同時計数した。2 個の光子検出器はともに入射光軸に直交する面内に置かれ、入射光軸を回転軸として独立に回転する。それらの角度 Θ_c と Θ_d は入射光の偏光ベクトルから測る。2 光子同時計数率を水素ガス圧で規格化し、 Θ_c と Θ_d の関数としてプロットしたものが ACF である。

[結果]測定された ACF を図 2 に示す(\bigcirc)。 (a),(b),(c)はそれぞれ対向($\Theta_d=\Theta_c+\pi$)、非対向($\Theta_d=-\Theta_c$)、非対向($\Theta_d=-\Theta_c+\pi$)の配置における ACF である。



(図 2)ACF の実験結果(\bigcirc)と 3 種類の理論予測($+$, $+$, $+$)

青のプラス($+$)は、Miyagi ら[2]による ACF の理論予測であり、赤のプラス($+$)は Jänkälä ら[3]による ACF の理論予測である。一方、黒のプラス($+$)は、(2)式を左から 2 項ずつ区切り、各項に対して Lyman- α 光子ペアの ACF を Miyagi らと同じ手法で計算した結果である。これら 3 つの理論予測は、検出器の角度分解能でコンボリュートされている。Miyagi らと Jänkälä らは、どちらも量子もつれ H(2p)ペアを考えた。しかし、Miyagi らは、量子光学の 2 光子相関関数に基づいて ACF を計算したが、Jänkälä らは、けい光放出の双極子モーメントに基づいた。けい光強度の求め方が異なる。図 2 から分かるように、実測 ACF は、Miyagi ら[2]による予測($+$)とも、Jänkälä ら[3]による予測($+$)とも一致しない。しかしどこで山になり、どこで谷になるかは、両者と一致する。しかし黒のプラス($+$)とは、それも一致しない。以上のことから、解離生成する H(2p)ペアが(2)式の量子もつれ状態にあると推測している。しかしなぜ実測 ACF が理論予測(図 2 の $+$ と $+$)と一致しないかは不明である。3 つの配置における ACF が得られたことにより、これまでよりも厳しく理論を検証することができるようになった。

[1] T. Odagiri *et al.*, *J. Phys. B* 37, 3909 (2004), [2] H. Miyagi *et al.*, *J. Phys. B* 40, 617 (2007), [3] K. Jänkälä *et al.*, *J. Phys. B* 43, 065104 (2010), [4] T. Tanabe *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* 103, 173002 (2009), [5] T. Tanabe *et al.*, *Phys. Rev. A* 82, 040101(R) (2010).