

3P022

## Xeダイマーの光電子光イオン同時計測運動量画像分光法 によるICD過程の研究

(東北大院理<sup>1</sup>・東北大理<sup>2</sup>・理研 東原子分子物理研究室<sup>3</sup>・高エネ研物構研<sup>4</sup>)

○岸本 直樹<sup>1</sup>、常盤 恭樹<sup>1</sup>、多賀 裕登<sup>2</sup>、水野 智也<sup>3</sup>、柳下 明<sup>4</sup>

### Interatomic Coulombic decay of Xe dimers observed by photoelectron-photoion coincidence velocity imaging spectroscopy

(Graduate School of Science, Tohoku Univ.<sup>1</sup>; Faculty of Science, Tohoku Univ.<sup>2</sup>;  
AMO Phys. Lab., Riken<sup>3</sup>; KEK IMSS<sup>4</sup>)

○Naoki Kishimoto<sup>1</sup>, Takaki Tokiwa<sup>1</sup>, Hiroto Taga<sup>2</sup>, Tomoya Mizuno<sup>3</sup>, and Akira  
Yagishita<sup>4</sup>

【序】弱いvan der Waals力で結合した希ガス原子のクラスターの内殻イオン化に続く脱励起過程においては、原子のオージェ過程以外にも隣接した原子との間でクーロン緩和(ICD: Interatomic Coulombic Decay)過程[1]が誘起されることが知られている。希ガス原子のダイマーの光イオン化後、ICD過程を経た終状態では2価の光イオンと1価の光イオンが生成される(図1参照)ため、強い反発力によって解離する(クーロン爆発)。この場合、光電子・光イオンの多重同時計測法を用いると、希ガス原子ダイマーの配向を決定し、電離のサイトを特定した光電子の角度分布の測定が可能である[2]。本研究ではXe原子のダイマーを対象として、シンクロトロン放射光の真空紫外光を用いて inner valence 軌道(4d軌道)からイオン化した光電子と光イオンを同時計測運動量画像分光法を用いて測定し、ダイマーの配向と電離サイトを特定しながら光電子の角度分布を観測した。

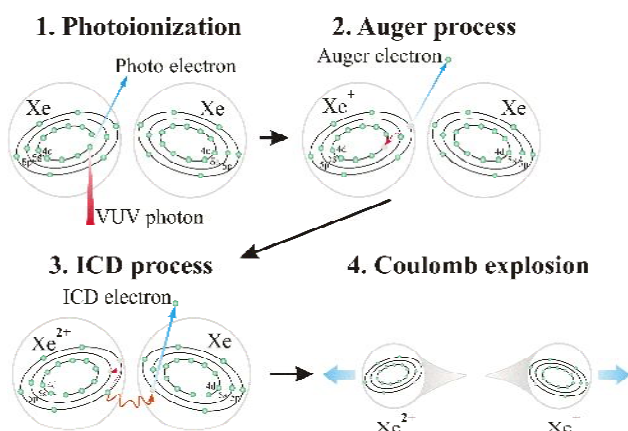


図1. XeダイマーのICD過程の概略図

【実験】高エネルギー加速器研究機構のシンクロトロン放射光施設フォトンファクトリー(KEK-PF)のビームラインBL28Bに、光電子・光イオン同時計測運動量画像分光装置(COVIS)[3]を接続し、試料から放出された電子とイオンの運動量の同時計測を行った。試料のXe原子ビームは、 $-20^{\circ}\text{C}$ に冷却したノズル(オリフィス径:  $50\mu\text{m}$ )から $0.28\text{ atm}$ の押し圧で真空中に導入し、ビームチャンバー(圧力 $5.1 \times 10^{-5}\text{ Torr}$ )からスキマーで切り出してメインチャンバー(圧力 $5.4 \times 10^{-8}\text{ Torr}$ )で励起光と交差させた。励起光には $80\text{ eV}$ 、 $97\text{ eV}$ と $120\text{ eV}$ の直線偏光を用い、Xe原子の4d電子を観測した。光電子と光イオンは、均一電場によって逆方向に導かれ、MCPによって信号増幅後、遅延時間型アノードで時間ならびに位置情報を計測した。ハードディスクに

格納したデータから光電子( $4d^{-1}$ )–光イオン( $Xe^{2+}$ )–光イオン( $Xe^+$ )の3重コインシデンス信号を解析し、Xeダイマーの光イオン化過程の情報を選別して抽出した。

【結果と考察】励起エネルギー120 eVの直線偏光を試料ビームに照射して放出された電子のうち、光イオンとの同時計測信号の画像を図2に示す。外側の円環状の信号がXe(4d)の光電子に対応しており、電子運動エネルギーは52.43 eV( $^2D_{5/2}$ )と50.47 eV( $^2D_{3/2}$ )である。中心付近の信号には電子運動エネルギーの低いオージェ電子やICD電子などが含まれている。

図3に、分子座標系における光電子( $4d^{-1}$ )–光イオン( $Xe^{2+}$ )–光イオン( $Xe^+$ )の3重コインシデンス信号から抽出した4d光電子の角度分布(MFPAD)を示す。ICD過程を経て解離した光イオン( $Xe^{2+}$ )–光イオン( $Xe^+$ )のベクトル相関から、4d光電子が放出される際の放射光の偏向ベクトルとダイマーとの相対配向を決定して、光電子の散乱角度分布を議論することが可能になった。高速の電子緩和過程によって、4d光電子が左側のXe原子から放出された情報が保たれているために、MFPADの左右の非対称性が生じているものと考えられる。

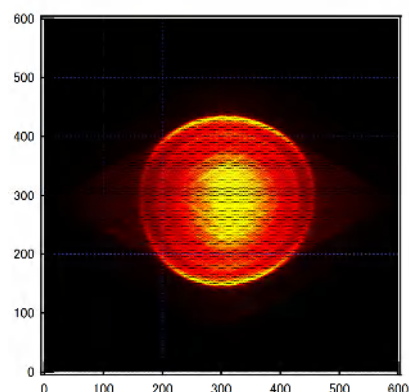


図2. 励起エネルギー120 eVの直線偏光によってXeビームから放出された電子の画像。光イオン( $Xe^{2+}$ )とのコインシデンス信号で、外側の円環がXe 4d光電子に対応する。

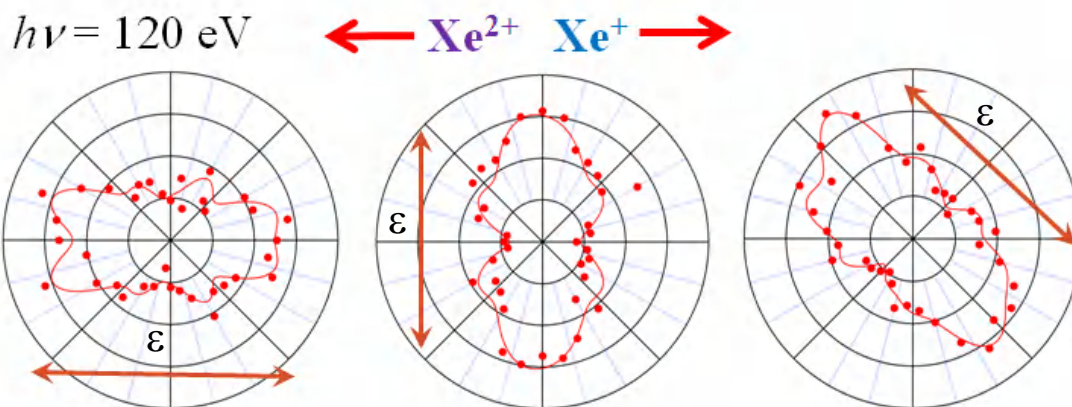


図3.  $Xe^{2+}$  (左側) と  $Xe^+$  (右側) に解離する配向に対応する4d光電子の角度分布(MFPAD)。両矢印は放射光 (励起エネルギー120 eVの直線偏光) の偏光ベクトルを示す。

(参考論文)

- [1] L.S. Cederbaum, J. Zobeley, and F. Tarantelli, *Phys. Rev. Lett.* **79**, 4778 (1997).
- [2] M. Yamazaki, J. Adachi, Y. Kimura, A. Yagishita, M. Stener, P. Decleva, N. Kosugi, H. Iwayama, K. Nagaya, and M. Yao, *Phys. Rev. Lett.* **101**, 043004(2008).
- [3] 例えば A. Yagishita, J. Adachi, and M. Yamazaki, *J. Phys. Conf. Ser.* **212**, 012010(2010)など.