

光化学測定器開発研究部門（極端紫外光研究施設）

繁 政 英 治（准教授）（1999年5月1日着任）

A-1) 専門領域：軟X線分子分光、光化学反応動力学

A-2) 研究課題：

- a) 内殻励起分子の光解離ダイナミクスの研究
- b) 内殻電離しきい値近傍における多電子効果の研究
- c) 電子多重同時計測法による原子分子の多重光電離過程の研究

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 内殻励起分子の解離ダイナミクスの詳細を解明するためには、振動分光が可能な高性能分光器が必要不可欠である。高分解能斜入射分光器を有する新しいアンジュレータビームラインとして、BL6Uの建設計画を策定し、来年度後半からの利用研究開始を目指して物品調達を進めている。このビームラインは、30 ~ 600 eVの光エネルギー範囲で、分解能10000以上を達成する事を目指しており、分光器は不等刻線平面回折格子を用いた可変偏角タイプである。このビームラインでは、主として気体の高分解能光電子分光を行う予定であり、関連する装置の準備も合わせて進めている。
- b) 分子の多電子励起状態の電子構造とその崩壊過程を詳細に調べる実験研究を継続して行っている。具体的には、二次元光電子分光法を用いた共鳴オージェ電子スペクトル及び低速電子スペクトルの光エネルギー依存性の観測である。これらを通じて、二原子分子については、多電子励起状態の崩壊過程における非常に複雑な脱励起過程が明らかにされた。現在、三原子分子へと研究の展開を図っている。
- c) 磁気ボトル型電子エネルギー分析器を利用した、原子分子の多重光電離過程の解明に関する国際共同研究を継続中である。一つの光子の吸収により内殻電子と価電子が同時に放出される過程、或いは光二重電離過程における段階的過程の検出、更には、内殻電子が二つ放出される過程や三重光電離過程の観測にも成功している。最近、同様の磁気ボトル型分析器をUVSORにも整備し、フェムト秒レーザーによる多重電離過程の直接観測を目指して、菱川グループとの共同研究も進めている。

B-1) 学術論文

Y. HIKOSAKA, T. KANEYASU and E. SHIGEMASA, "Ion Pair Formation in the Vacuum Ultraviolet Region of NO Studied by Negative Ion Imaging Spectroscopy," *J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.* **154**, 43–47 (2006).

T. AOTO, K. ITO, Y. HIKOSAKA, E. SHIGEMASA, F. PENENT and P. LABLANQUIE, "Properties of Resonant Interatomic Coulombic Decay in Ne Dimers," *Phys. Rev. Lett.* **97**, 243401 (4 pages) (2006).

Y. HIKOSAKA, T. KANEYASU, E. SHIGEMASA, Y. TAMENORI and N. KOSUGI, "Autoionization Dynamics of Core-Valence Doubly Excited States in N₂," *Phys. Rev. A* **75**, 042708 (5 pages) (2007).

Y. HIKOSAKA, P. LABLANQUIE, F. PENENT, T. KANEYASU, E. SHIGEMASA, J. H. ELAND, T. AOTO and K. ITO, "Double Photoionization into Double Core-Hole States in Xe," *Phys. Rev. Lett.* **98**, 183002 (4 pages) (2007).

- Y. HIKOSAKA, T. KANEYASU, E. SHIGEMASA, P. LABLANQUIE, F. PENENT and K. ITO**, “Multielectron Coincidence Spectroscopy for Core-Valence Doubly Ionized States of CO,” *J. Chem. Phys.* **127**, 044305 (4 pages) (2007).
- T. KANEYASU, Y. HIKOSAKA, E. SHIGEMASA, F. PENENT, P. LABLANQUIE, T. AOTO and K. ITO**, “State-Selective Cross Sections of Multiple Photoionization in Ne,” *Phys. Rev. A* **76**, 012717 (7 pages) (2007).
- Y. HIKOSAKA, P. LABLANQUIE, F. PENENT, T. KANEYASU, E. SHIGEMASA, J. H. D. ELAND, T. AOTO and K. ITO**, “Single, Double, and Triple Auger Decay of the Xe 4p Core-Hole States,” *Phys. Rev. A* **76**, 032708 (6 pages) (2007).
- Y. HIKOSAKA, T. GEJO, T. TAMURA, K. HONMA, Y. TAMENORI and E. SHIGEMASA**, “Core-Valence Multiply Excited States in N₂ Probed by Detecting Metastable Fragments,” *J. Phys. B* **40**, 2091–2097 (2007).
- T. KANEYASU, Y. HIKOSAKA, E. SHIGEMASA, F. PENENT, P. LABLANQUIE, T. AOTO and K. ITO**, “Autoionization of the Ne⁺ Rydberg States Formed via Valence Photoemission,” *J. Phys. B* **40**, 4047–4060 (2007).
- P. LABLANQUIE, T. AOTO, Y. HIKOSAKA, Y. MORIOKA, F. PENENT and K. ITO**, “Appearance of Interatomic Coulombic Decay in Ar, Kr, and Xe Homonuclear Dimers,” *J. Chem. Phys.* **127**, 154323 (9 pages) (2007).

B-2) 国際会議のプロシーディングス

- T. KANEYASU, Y. HIKOSAKA and E. SHIGEMASA**, “Development of Auger-Electron-Ion Coincidence Spectrometer on Decay Dynamics of Core-Excited Molecules,” *AIP Conf. Proc.* **879**, 1793–1796 (2007).
- E. SHIGEMASA, T. KANEYASU, Y. TAMENORI and Y. HIKOSAKA**, “Photoelectron Recapture through Post-Collision Interaction in N₂,” *J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.* **156-158**, 289–293 (2007).
- Y. HIKOSAKA, T. KANEYASU, Y. TAMENORI and E. SHIGEMASA**, “Negative Ion Formation Following Inner-Shell Photoexcitation in CO₂ Studied by Velocity Imaging Spectroscopy,” *J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.* **156-158**, 284–288 (2007).
- T. KANEYASU, Y. HIKOSAKA and E. SHIGEMASA**, “Electron-Ion Coincidence Spectrometer for Studies on Decay Dynamics of Core-Excited Molecules,” *J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.* **156-158**, 279–283 (2007).
- T. GEJO, M. MACHIDA, K. HONMA, E. SHIGEMASA, E. NAKAMURA, N. KOSUGI and Y. TAMENORI**, “The Vibrational Structure of a Conjugate Shake-Up Satellite Band in the C 1s Core-Level Photoemission of CO,” *J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom.* **156-158**, 274–278 (2007).

B-4) 招待講演

- 彦坂泰正, 「分子内殻領域の多電子励起状態の分光と崩壊ダイナミクス」原子分子の内殻励起および軟X線実験技術共同SPRING-8研究会, 高輝度光科学研究センター, 2007年2月.
- 金安達夫, 「多電子同時計測法を用いた多重イオン化過程の研究」原子分子の内殻励起および軟X線実験技術共同SPRING-8研究会, 高輝度光科学研究センター, 2007年2月.
- T. KANEYASU**, “Multi-Electron Spectroscopy for Double Photoionization Study of Atoms and Molecules,” International Symposium on (e,2e), Double Photoionization and Related Topics, Königstein (Germany), August 2007.

B-7) 学会および社会的活動

学協会役員、委員

日本放射光学会渉外委員 (2005–2006).

日本放射光学会評議員 (2006–).

日本放射光学会渉外幹事 (2007–).

学会の組織委員

日本放射光学会年会放射光科学合同シンポジウム組織委員 (1999–2001).

第13回日本放射光学会年会放射光科学合同シンポジウム実行副委員長 (1999).

第13回日本放射光学会年会放射光科学合同シンポジウムプログラム委員 (1999).

第19回日本放射光学会年会放射光科学合同シンポジウム実行委員 (2005).

SRI06 シンクロトロン放射装置技術国際会議プログラム委員 (2005).

第22回化学反応討論会実行委員 (2006).

第20回日本放射光学会年会放射光科学合同シンポジウムプログラム委員 (2006).

第21回日本放射光学会年会放射光科学合同シンポジウムプログラム委員 (2007).

第2回 AOFSSR (放射光研究アジア - オセアニアフォーラム) プログラム委員 (2007).

学会誌編集委員

Synchrotron Radiation News, Correspondent (2001–).

日本放射光学会学会誌編集委員 (2005–2006).

その他

東京大学物性研究所共同利用施設専門委員 (2005–2006).

B-8) 大学での講義、客員

総合研究大学院大学物理科学研究科, 「光化学」 2007年 7月 23日–25日.

名古屋大学小型シンクロトロン光研究センター, 客員准教授, 2007年 9月–.

B-10) 外部獲得資金

基盤研究(B)(2), 「内殻励起分子に特有な分子構造変化を伴う緩和過程の研究」 繁政英治 (2000年–2002年).

基盤研究(B), 「分子の内殻電離しきい値近傍における多電子効果の研究」 繁政英治 (2003年–2005年).

若手研究(B), 「同時計測法で探る分子 2 価イオン状態の解離ダイナミクス」 彦坂泰正 (2004年–2005年).

松尾学術研究助成, 「分子クラスターを用いたイオン - 分子反応の立体ダイナミクスの解明」 彦坂泰正 (2006年).

基盤研究(B), 「多重同時計測法で探る内殻励起分子の超高速緩和ダイナミクス」 繁政英治 (2007年–2008年).

若手研究(B), 「分子配向を制御した低速イオン - 分子反応実験」 彦坂泰正 (2007年–2008年).

若手研究(B), 「多電子相関解析で探る原子分子の多重電離ダイナミクス」 金安達夫 (2007年–2008年).

C) 研究活動の課題と展望

我々のグループでは、放射光を利用した開発要素の強い研究や予備的な実験は UVSOR の BL4B で集中的に実施し、分解能や光強度が必要な実験に関しては、他施設を含めたアンジュレータビームラインで適宜行う方針で研究を進めて来た。しかし、

現状ではビームタイムの確保や効率的な装置の運用が難しい。そこで、2008年度後半からの利用開始を目指して、我々が主として利用する新しいアンジュレータライン，BL6U の建設計画を立案した。現在，ビームライン構成要素の調達が進んでおり，2008年8月末にはビームラインの建設が終了する予定である。このビームラインでは，分子の多電子励起状態の電子構造とその崩壊過程を二次元光電子分光法によって解明するという研究を中心に行いたいと考えている。これにより，現在 SPring-8 で行っている研究を低エネルギー領域に拡張することが可能となる。また，BL6U の分光性能を活かして，高励起一価イオン状態や二価イオン状態の分光情報を取得する実験手法の開発にも取り組んで行きたい。