

## 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。2008年夏，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の建設を行い，現在，ビームラインの調整作業を進めている。BL6U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いる。分光器は，UVSORでは初めての導入となる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複雑な脱励起過程が明らかにされた。これらの実験研究は，現在，SPring-8のBL27SUで行っているが，これをBL6Uがカバーする低エネルギー領域に拡張し，新たな国際共同研究を実施するべく，高分解能電子エネルギー分析装置の開発を開始した。
- c) 国際共同研究の一つの柱として，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研究を継続している。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価電子の三重光電離過程の観測にも成功した。これらの実験研究は，KEK-PFやドイツの放射光施設 BESSYで行われてきたが，2007年度に同様の磁気ボトル型分析器をUVSORに整備し，テスト実験を行ってきた。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継続して行っている。

B-1) 学術論文

Y. HIKOSAKA, P. LABLANQUIE, E. SHIGEMASA, T. AOTO and K. ITO, "Sub-Natural Linewidth Spectroscopy on Core-Valence Doubly Ionized States of OCS," *J. Phys. B* **41**, 025103 (4 pages) (2008).

T. KANEYASU, Y. HIKOSAKA, E. SHIGEMASA, P. LABLANQUIE, F. PENENT and K. ITO, "Auger Decays of 1s Shake-Up and Shake-Off States in N<sub>2</sub> Molecules," *J. Phys. B* **41**, 135101 (6 pages) (2008).

Y. HIKOSAKA, Y. VELKOV, E. SHIGEMASA, T. KANEYASU, Y. TAMENORI, J. LIU and F. GEL'MUKHANOV, "X-Ray Absorption Measured in the Resonant Auger Scattering Mode," *Phys. Rev. Lett.* **101**, 073001 (4 pages) (2008).

**Y. HIKOSAKA, T. AOTO, K. ITO, Y. TERASAKA, R. HIRAYAMA and E. MIYOSHI**, “Threshold Photoelectron Spectroscopy on Inner-Valence States of NO,” *J. Chem. Phys.* **128**, 044320 (6 pages) (2008).

**Y. VELKOV, Y. HIKOSAKA, E. SHIGEMASA, S. GAVRILYUK and F. GEL’MUKHANOV**, “X-Ray Absorption Spectroscopy Measured in Resonant X-Ray Scattering Mode: How Unnatural Is the Resolution beyond the Natural Width?” *Chem. Phys. Lett.* **465**, 153–156 (2008).

**T. KANEYASU, Y. HIKOSAKA, P. LABLANQUIE, F. PENENT, L. ANDRIC, G. GAMBLIN, J. H. D. ELAND, Y. TAMENORI, T. MATSUSHITA and E. SHIGEMASA**, “Mechanisms of Spontaneous Two-Electron Emission from Core-Excited States of Molecular CO,” *Phys. Rev. Lett.* **101**, 183003 (4 pages) (2008).

**Y. HIKOSAKA, T. KANEYASU and E. SHIGEMASA**, “Formation of Metastable Fragments around the Cl 2p Ionization Thresholds of HCl,” *J. Korean Phys. Soc.* **53**, 3798–3801 (2008).

#### B-4) 招待講演

彦坂泰正, 「多電子同時計測による原子分子の多重イオン化の研究」理研シンポジウム「原子衝突から生体分子分析まで広がる化学反応研究の最前線」理化学研究所, 2008年1月.

彦坂泰正, 「PF シングルバンチ運転を利用した原子多重光電離ダイナミクスの研究」第25回PF シンポジウム, 高エネルギー加速器研究機構, 2008年3月.

彦坂泰正, 「多電子同時計測による原子分子の多重イオン化の研究」日本物理学会第63回年次大会, 第2回(2008年)日本物理学会若手奨励賞受賞講演, 近畿大学, 2008年3月.

彦坂泰正, 「磁気ボトル型電子エネルギー分析による原子分子の多重電離の研究」PF 研究会「PF リングのトップアップ・シングルバンチ運転利用研究と今後の発展について」高エネルギー加速器研究機構, 2008年11月.

**Y. HIKOSAKA**, “Electron coincidence study on multiple photoionization dynamics in atoms,” The International Workshop on Photoionization (IWP) 2008, SättraBrunn (Sweden), June 2008.

#### B-6) 受賞, 表彰

彦坂泰正, 日本物理学会若手奨励賞 (2008).

#### B-7) 学会および社会的活動

##### 学協会役員等

日本放射光学会渉外委員 (2005–2006).

日本放射光学会評議員 (2006–2008).

日本放射光学会渉外幹事 (2007–).

##### 学会の組織委員等

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).
- 日本放射光学会学会誌編集委員 (2008-). (彦坂泰正)

#### 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

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

#### B-10) 競争的資金

- 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二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).
- 島津財団研究開発助成, 「超高効率・高分解能電子エネルギー分析器の開発研究」 彦坂泰正 (2008年).

#### C) 研究活動の課題と展望

我々の専用ビームラインとして建設計画を立案した新しいアンジュレータライン, BL6Uは, 当初の予定通り, 2008年の夏期シャットダウン中に, 全てのビームライン構成要素の設置作業が終了した。その後, 光学素子のインストール, 真空系の立ち上げ, 及びインターロック・ビームライン制御系の構築におけるUVSOR 技術職員の献身的な努力の結果, 2008年最後のユーザー利用の週に, 最初のアンジュレータ放射をビームラインに導入することが出来た。今後, 光学系の調整作業を進めながら, 制御系の不具合の洗い出しや, 計測システム及びビームライン全体の整備を進めて行く予定である。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電子分光法によって解明することを計画している。そのために必要となる実験システムの構築を行っている。これにより, SPring-8で行っている300 eV以上の光エネルギー領域での電子分光実験を, 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, 高励起一価分子イオンや二価分子イオンの分光情報を取得する実験手法の開発も併せて行う予定である。