

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 の建設を行った。BL6U の性能目標は，30 ~ 600 eV の光エネルギー範囲で，分解能 10000 以上かつ光強度 10^{11} 光子数 / 秒を達成する事であった。入射スリットレス配置の不等刻線平面回折格子を用いた可変偏角斜入射分光器は，低エミッタンス運転時にその威力を発揮する。現在までに，トップアップ運転時には目標値に近い分光性能が得られることが確認されている。2009 年初秋 気体の高分解能光電子分光を行うための実験装置の整備が終了した。引き続き アンジュレータと分光器，及び電子エネルギー分析器を同時に制御するための整備を行いながら，国内外の研究者との共同研究を行っている。
- 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。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，従来，SPring-8 の BL27SU で行われて来たが，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と制御プログラムの開発を行っている。
- 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，近年，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。また，SPring-8 サイトに建設された深紫外の自由電子レーザー施設，SCSS に磁気ボトル型分析器を持ち込んだ共同研究も実施している。

B-1) 学術論文

Y. HIKOSAKA, P. LABLANQUIE, F. PENENT, T. KANEYASU, E. SHIGEMASA, R. FEIFEL, J. H. D. ELAND and K. ITO, "Energy Correlation among Three Electrons Emitted in Triple Photoionization of Ar," *Phys. Rev. Lett.* **102**, 013002 (4 pages) (2009).

Y. VELKOV, Y. HIKOSAKA, E. SHIGEMASA, T. KANEYASU, Y. TAMENORI, J. -C. LIU and F. GEL'MUKHANOV, "X-Ray Absorption Spectroscopy beyond the Natural Width Measured in Partial Auger Yield Mode," *Phys. Rev. A* **79**, 022508 (11 pages) (2009).

Y. HIKOSAKA, P. LABLANQUIE, F. PENENT, P. SELLES, T. KANEYASU, E. SHIGEMASA, J. H. D. ELAND and K. ITO, "Probing the Mechanism of Simultaneous Two-Electron Emission on Core-Hole Decay," *Phys. Rev. A* **80**, 031404(R) (4 pages) (2009).

K. ITO, F. PENENT, Y. HIKOSAKA, E. SHIGEMASA, I. H. SUZUKI, J. H. D. ELAND and P. LABLANQUIE, "Application of a Simple Asynchronous Mechanical Light Chopper to Multielectron Coincidence Spectroscopy," *Rev. Sci. Instrum.* **80**, 123101 (9 pages) (2009).

B-4) 招待講演

Y. HIKOSAKA, "Multi-electron emission on atomic photoabsorption," 11th International Conference on Electronic Spectroscopy and Structure (ICESS-11), Nara (Japan), October 2009.

繁政英治, 「放射光の利用と原子分子科学」新潟大学理学部自然環境科学科主催「放射光による原子分子光電離研究の最前線——日欧の放射光利用研究と国際交流——」新潟大学, 2009年11月.

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, 2009–).

日本放射光学会渉外幹事 (2007–2009).

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, 2009).

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).

第23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 (2009).

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

総合研究大学院大学物理科学研究科，「光化学」2009年7月.

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

科研費基盤研究(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).

科研費基盤研究(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).

文部科学省科研費若手研究(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).

日本学術振興会科研費基盤研究(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).

文部科学省科研費若手研究(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).

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).

(財)大幸財団第19回学術研究助成，「固体表面研究のための新しい電子状態分析法の開発」 彦坂泰正 (2009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進めてきた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，2009年夏には電子分光装置の整備も終了した。UVSOR 技術職員の献身的な支援を受けながら，光学系の調整作業を進め，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行った。性能評価実験の結果，トップアップ運転時には目標に近い性能に達していることが確認された。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実験研究を進める予定であり，そのために必要となる実験システムの構築・整備を現在進めている。これにより，SPring-8では実施出来ない1300 eV以下の低エネルギー領域における二次元電子分光実験をUVSORで展開することが可能となる。また，BL6Uの分光性能を活かした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っている。