

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～2017年9月30日）*¹）

A-1) 専門領域：原子分子分光，光化学反応動力学

A-2) 研究課題：

- a) 角度分解高分解能電子分光法による内殻励起原子分子の電子緩和過程
- b) 極紫外光渦による原子分子の光イオン化ダイナミクス
- c) 短波長強レーザー場中の原子分子過程
- d) 内殻励起分子に特有な光解離ダイナミクス

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) BL6U は、40～400 eV の光エネルギー範囲において、分解能 10000 以上かつ光強度 10^{10} 光子数/秒以上の性能を有しており、低エネルギー領域における世界最先端ビームラインの一つである。2009年初秋以降、気体の高分解能電子分光を行うための実験装置の整備を進め、高分解能二次元電子分光実験が定常的に行えるようになった。アンジュレータの偏光方向に対して電子エネルギー分析器を回転させることにより、電子放出の偏光依存性に関する情報も取得可能である。原子や分子の内殻電子励起状態や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協力研究として継続して行っている。
- b) 円偏光アンジュレータ放射の高次光は、光渦の性質を持ち合わせていることが知られている。螺旋波面の構造に応じて、光に軌道角運動量が付与されるので、原子分子との相互作用において、通常の電子遷移とは異なる選択則に従うものと考えられる。真空紫外領域に於いて、二台のアンジュレータから放射された光ビーム同士の干渉を観測する実験を行い、理論計算とよく一致する結果が得られた。引き続き、光渦と原子の相互作用を直接観測する手法の開発を進めている。
- c) 日本の X 線自由電子レーザー（XFEL）、SACLA 及びその試験加速器である SCSS において、X 線や極端紫外領域の強レーザー光に曝された原子分子及びクラスターの挙動について、発光分光法に基づく実験研究を進めている。一昨年度から運用を開始した SACLA の BL1 において、我々が開発した極紫外発光観測装置を持ち込みビームライン下流に放射される極紫外領域の発光の観測を試みた。現在、データ解析を進めている。
- d) 内殻励起分子の光解離ダイナミクスについて、我々が開発した電子・イオン同時計測装置を利用した実験を独自の研究及び協力研究として進めている。メチル基を含む小さな分子に関して、内殻イオン化後に高効率で生成されるオージェ終状態としての二価分子イオン状態が、高効率な結合組み換え反応を引き起こし、 H_3^+ イオンをサイト選択的に生成することが明らかになった。

B-1) 学術論文

J. R. HARRIES, C. OHAE, S. KUMA, K. NAKAJIMA, T. TOGASHI, Y. MIYAMOTO, N. SASAO, H. IWAYAMA, M. NAGASONO, M. YABASHI and E. SHIGEMASA, “Single-Atom Response of Helium Atoms to Pulses from an EUV Free Electron Laser: Implications for the Subsequent Development of Superfluorescence,” *Phys. Rev. A* **94**, 063416 (9 pages) (2016).

T. KANEYASU, Y. HIKOSAKA, M. FUJIMOTO, T. KONOMI, M. KATOH, H. IWAYAMA and E. SHIGEMASA, “Limitations in Photoionization of Helium by an Extreme Ultraviolet Optical Vortex,” *Phys. Rev. A* **95**, 023413 (7 pages) (2017).

T. KANEYASU, Y. HIKOSAKA, M. FUJIMOTO, H. IWAYAMA, M. HOSAKA, E. SHIGEMASA and M. KATOH, “Observation of an Optical Vortex Beam from a Helical Undulator in the XUV Region,” *J. Synchrotron Radiat.* **24**, 934–938 (2017).

H. IWAYAMA, C. LÉONARD, F. LE QUÉRÉ, S. CARNIATO, R. GUILLEMIN, M. SIMON, M. N. PIANCASTELLI and E. SHIGEMASA, “Different Time Scales in the Dissociation Dynamics of Core-Excited CF₄ by Two Internal Clocks,” *Phys. Rev. Lett.* **119**, 203203 (5 pages) (2017).

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, 2010–2011, 2012–2014, 2015–2017).

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, 2012).

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).

第24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 (2010).

第25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 (2011).

第30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 (2016).

第33回化学反応討論会実行委員 (2016).

文部科学省, 学術振興会, 大学共同利用機関等の委員等

日本学術振興会特別研究員等審査会専門委員 (2014–2015).

東京大学物性研究所共同利用施設専門委員 (2005–2006).

(財)高輝度光科学研究センター利用研究課題選定委員会選定委員 (2007–2009, 2013–2015).

(財)高輝度光科学研究センター利用研究課題選定委員会分科会委員 (2011–2012).

公益財団法人高輝度光科学研究センター・SACLA 利用研究課題審査委員 (2016–2017).

学会誌編集委員

Proceedings of 11th International Conference on Electronic Spectroscopy and Structure, Special Issue of Journal of Electron Spectroscopy and Related Phenomena, Elsevier, Guest Editor (2010).

Synchrotron Radiation News, Correspondent (2001–2017).

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 (2010–2012). (岩山洋士)

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–2017年3月.

B-10) 競争的資金

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).

科研費基盤研究(B), 「短波長自由電子レーザーによる軟X線超蛍光の観測」, 繁政英治 (2014年–2016年).

松尾学術研究助成, 「極端紫外レーザー光によるクラスター発光分光分析」, 岩山洋士 (2010年).

科研費若手研究(B), 「自由電子レーザー励起によるレーザープラズマ光源の研究開発」, 岩山洋士 (2012年–2013年).

科研費若手研究(B), 「高温ガスセルを用いた振動励起した分子の光電子分光法の開発」, 岩山洋士 (2016年–2018年).

C) 研究活動の課題と展望

繁政の退職に伴い, 専用ビームラインBL6Uでの原子分子関係の協力研究や国際共同研究は実施が不可能となった。グループが所有する実験装置については, 引き続き利用可能なので, 共同研究者の方々には, 軟X線が供給可能な施設ビームラインにおいて実験研究を継続していただければ幸いである。アンジュレータやFELを利用することが前提となる難易度の高い実験研究については, 他施設を利用しながら継続することになる。

*) 2017年9月30日退職