

光化学測定器開発研究部門（極端紫外光研究施設）

岩 山 洋 士（助教）（2010年4月1日着任）

稲垣 いつ子（事務支援員）

石原 麻由美（事務支援員）

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) 液晶相物質の軟X線共鳴散乱法の開発
- b) X線自由電子レーザーを用いた溶液光学反応のフェムト秒実時間観測手法の開発

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 液晶分子は分子が凝集し集団となることで複屈折などの機能を有する材料であり，分子1個の性質を調べただけではその機能・物性解明には不十分である。特にスメクチック相を示す液晶分子はメゾスコピック領域である数 nm ～ 100 nm 程度の空間スケールで分子配向に構造を持っており，その構造を明らかにすることが液晶相物質の誘電率などの物性を理解する上で重要である。このようなメゾスコピック領域の構造測定としX線小角散乱が考えられるが，非共鳴におけるX線散乱は電子密度の変調に敏感であるが，分子配向の変化に対しては感度が弱い。一方共鳴散乱は内殻電子の遷移先の非占有軌道と入射光偏光ベクトルとの角度に強く依存し，分子配向に敏感な散乱である。そのため，共鳴散乱は，メゾスコピック領域の分子配向構造を調べる上で極めて有用であるが，液晶分子は主に軽元素の炭素，酸素，窒素原子で構成されており，そのK殻吸収端は軟X線領域であるため，軟X線を用いる必要がある。本年度は，軟X線共鳴散乱法を実現すべく，装置開発を行った。装置の立ち上げでは，共同研究者らと共にキラルスメクチック液晶を用いて，数 nm から 10nm の周期構造に由来する回折像の観測に成功し，本軟X線共鳴散乱法が液晶におけるメゾスコピック領域の構造を明らかにするうえで有用な測定方法であることを示した。
- b) X線自由電子レーザー SACLA BL1 を利用した液体試料用のポンプ・プローブ法による時間分解・透過型軟X線吸収分光器の開発を提案し，2020年度 SACLA 基盤開発プログラムに採択され研究を進めている。化学反応の多くは溶液内で起こり，また光合成をはじめとした光化学反応また生命現象は細胞液内でおこることを考えると，固相・気相に加え液相を研究対象に加えることは重要である。特に，軟X線領域は生命において重要な炭素，窒素，酸素元素のK殻吸収端を含む。本年度は，溶液試料を用いた透過型軟X線吸収分光を実現すべく，20 から 2000 nm の範囲で液体試料厚を調整可能な液体セルを開発し，SACLA BL1 にて水および酢酸溶液の軟X線吸収スペクトルを計測した。今後，同期光学レーザーと組み合わせることで，ポンプ・プローブ法による時間分解軟X線吸収スペクトルを実現し，溶液の光化学反応を明らかにする。

B-1) 学術論文

H. IWAYAMA, M. NAGASAKA, I. INOUE, S. OWADA, M. YABASHI and J. R. HARRIES, "Demonstration of Transmission Mode Soft X-Ray NEXAFS Using Third- and Fifth-Order Harmonics of FEL Radiation at SACLA BL1," *Appl. Sci.* **10**, 7852 (7 pages) (2020).

T. KANEYASU, Y. HIKOSAKA, M. FUJIMOTO, H. IWAYAMA and M. KATOH, “Polarization Control in a Crossed Undulator without a Monochromator,” *New J. Phys.* **22**, 083062 (8 pages) (2020).

M. NAGASAKA and H. IWAYAMA, “Photoelectron Based Soft X-Ray Detector for Removing High Order X Rays,” *Rev. Sci. Instrum.* **91**, 083103 (7 pages) (2020).

A. FERTE, J. PALAUDOUX, F. PENENT, H. IWAYAMA, E. SHIGEMASA, Y. HIKOSAKA, K. SOEJIMA, K. ITO, P. LABLANQUIE, R. TAIEB and S. CARNIATO, “Advanced Computation Method for Double Core Hole Spectra: Insight into the Nature of Intense Shake-up Satellites,” *J. Phys. Chem. Lett.* **11**, 4359 (11 pages) (2020).

Y. HIKOSAKA, H. IWAYAMA and T. KANEYASU, “Zeeman Quantum Beats of Helium Rydberg States Excited by Synchrotron Radiation,” *J. Synchrotron Radiat.* **27**, 675 (6 pages) (2020).

B-7) 学会および社会的活動

学会の組織委員等

第 32 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 (2019).

日本物理学会領域 1 運営委員 (原子・分子分科) (2018–2019).

学会誌編集委員

日本放射光学会誌編集委員 (2010–2012, 2018–2020).