SACLA における物質科学の動向と展望

Recent results and future perspectives in materials science at SACLA

JASRI¹, 理研², °久保田 雄也^{1,2}

JASRI¹, RIKEN², °Yuya Kubota^{1,2}

E-mail: kubota@spring8.or.jp

SPring-8 Angstrom Compact free-electron LAsEr (SACLA) は日本唯一の X 線自由電子レーザー (XFEL) 施設であり、高いコヒーレンスと強度を持った超短 X 線パルスの生成が可能である。現在、40~150 eV の軟 X 線領域の XFEL が利用できる BL1 と 4~20 keV の硬 X 線領域の XFEL が利用可能な BL2,3 の 3 本のビームラインが同時に稼働している[1, 2]。SACLA の XFEL を用いて、物質科学、化学、生物学、光学といった幅広い研究分野で多くの成果がこれまで報告されている [3]。

本講演では特に、SACLA における物質科学の最近の成果について紹介する。BL1 では軟 X 線領域の XFEL を物質中の元素の吸収端に合わせ、さらに超短パルス性を活かすことで、元素選択的な磁性ダイナミクスの研究が行われている。XFEL と光学レーザーを組み合わせたポンプ・プローブ磁気光学カー効果 (MOKE) 測定から、Au/Fe と Co/Pt 超格子薄膜における磁性状態のフェムト秒ダイナミクスの観測に成功している[4, 5]。一方、BL2, 3 における硬 X 線の XFEL を用いた物質科学では、主に格子や電子秩序の超高速ダイナミクスに注目して研究が展開されている。最近の SACLA での成果としては、絶縁体-金属相転移を示す VO₂[6]や鉄系高温超伝導体 BaFe₂As₂、FeSe を対象としたものがある。また、ダイヤモンド移相子[7, 8]を利用して円偏光 XFEL を発生させることで、X 線磁気円二色性 (XMCD) を利用した 5d 元素の磁性ダイナミクス研究も SACLA の特色を活かした成果として報告されている[9]。さらに、光学レーザーのみならず、強磁場パルスを XFEL と同期し、40 T に迫る高強度磁場環境下での物性探索も SACLA にて進めている。

講演では、上述した成果の詳細を述べるとともに、新しい装置開発も含めた今後の物質科学の展開についても議論する。

[1] T. Ishikawa *et al.*, Nat. Photon. **6**, 540 (2012).

[2] S. Owada *et al.*, J. Synchrotron Rad. **25**, 282 (2018).

[3] M. Yabashi, H. Tanaka, and T. Ishikawa, J. Synchrotron Rad. **22**, 477 (2015).

[4] Sh. Yamamoto, **Y. Kubota** *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **57**, 09TD02 (2018).

[5] K. Yamamoto, **Y. Kubota** *et al.*, arXiv:1910.01556v1.

[6] S. Wall *et al.*, Science **362**, 572 (2018).

[7] M. Suzuki *et al.*, J. Synchrotron Rad. **21**, 466 (2014).

[8] **Y. Kubota** *et al.*, J. Synchrotron Rad. **26**, 1139 (2019).

[9] K. Yamamoto, **Y. Kubota** *et al.*, New J. Phys. **21**, 123010 (2019).