

軟 X 線 FEL ビームライン SACLA BL1 について

大和田 成起、矢橋 牧名
(理化学研究所 放射光科学総合研究センター)

1. はじめに

世界初のコンパクト自由電子レーザー (X-ray Free Electron Laser: XFEL)である SACLA[1]は、2011年6月に光子エネルギー10 keV で初のレーザー発振を観測し、2012年3月には、硬 X 線の FEL ビームライン BL3 を軸にユーザー運転を開始した。2015年4月には、2本目の硬 X 線 FEL ビームライン BL2 の利用を開始し、さらに2017年9月からは電子ビーム高速振り分け運転による BL2・BL3 の同時利用が可能になるなど、さらなる XFEL 利用の拡大へ向けた取り組みが続けられている[2]。その一方で、軟 X 線領域の FEL も利用可能とするために、我々は、SCSS 試験加速器[3]を強化しながら SACLA 光源棟へ移設し、軟 X 線 FEL 専用加速器(SCSS+)として整備した。そして2016年6月からは、軟 X 線 FEL ビームライン BL1[4]の本格的なユーザー運転が開始された。本稿では、SACLA BL1 の現状について報告する。

2. 軟 X 線 FEL の構成

2.1. 光源

長尺アンジュレータを収納する SACLA 光源棟内には、BL1 振り分け部に上流約 100 m の空きスペースが存在した。ここに、別の建屋に設置されていた SCSS 試験加速器を移設し(図1)、さらに、3台のCバンド加速ユニットを追加した。この結果、現在は合計5台の加速ユニットで運転しており、最大電子ビームエネルギーは従来の250 MeV から約800 MeV へと増加し、アンジュレータ K 値(1.5~2.1)との組み合わせにより、光子エネルギー($h\nu$)として40 eV~150 eV 程度の範囲が利用可能となっている。

2.2. 光ビームライン

BL1 のビームラインには、光学ハッチ内にガス強度モニターやガスアッテネーター、基本波と高調波を選別するための金属薄膜フィルターなどがインストールされている。これらのビームライン機器は、BL2/3 と同様に実験ステーションから GUI を通じて、各ユーザーが操作することが可能である。

ビームライン最下流部には実験ステーションを設置し、波長可変フェムト秒同期レーザーシステムおよびKB 集光ミラーを基幹実験装置として常設した。金ワイヤーによるナイフエッジスキャン法による測定では、光子エネルギー120 eV における集光ビームサイズは約5 μm (FWHM)となっている。また、FEL と同期レーザーの到着時間ジッターを測定するためのタイミングモニターの開発を進めており[5]、2018年5月には、ビームラインへのインストールとコミッショニングを開始する予定である。

2.3. 光性能

2017年12月現在、電子ビームエネルギー800 MeV、K 値2.1において、パルスエネルギー 約80 $\mu\text{J}/\text{pulse}$ @ $h\nu$ ~100 eV、 $\Delta E/E$ ~2% in FWHM の FEL 出力が得られている。パルスエネルギーは常設のガス強度モニターで計測を行ない、モニターの較正には、産総研で開発された常温型カロリメーター[6]を使用した。

3. まとめと将来計画

SACLA BL1 は、2016年7月より軟 X 線 FEL の利用運転を開始した。本ビームラインの最新の情報は、SACLA

ホームページ(<http://xfel.riken.jp>) を通じて随時発信していくので、参照されたい。

謝辞

本プロジェクトは、理化学研究所放射光科学総合研究センターと高輝度光科学研究センターを中心とするタスクフォースによって実施された。

参考文献

- [1] T. Ishikawa, *et al.*, *Nat. Photon.* **6** (2012) 540.
- [2] T. Hara, *et al.*, *Phys. Rev. Accl. Beams*, **19** (2016) 020703.
- [3] T. Shintake *et al.*: *Nat. Photon.* **2** (2008) 555.
- [4] S. Owada, *et al.*, *J. Synchrotron Rad.*, **25** (2018) 282.
- [5] S. Owada, *et al.*, *J. Synchrotron Rad.*, **25** (2018) 68.
- [6] T. Tanaka, *et al.*, *Rev. of Sci. Instrum.*, **86**, (2015) 093104.

図 1

