

SPring-8: 高エネルギーX線によるナノ解析ツール

O10

Title SPring-8 enabling nano-analysis with high-energy x-rays

矢橋 牧名 yabashi@spring8.or.jp

理化学研究所

SPring-8 は、1997 年 10 月以来、20 年以上にわたって安定な供用運転を実施してきた。我が国を代表する大型の研究基盤施設として、利用者は延べ 20 万人を超え、57 本のビームラインによって多様な解析基盤を提供しながら、社会の様々なニーズに応え続けている。

SPring-8 蓄積リングは、ビームエネルギー 8 GeV、蓄積電流 100 mA (0.05%以下の電流変動での Top-up 運転)、エミッタンス 2.4 nm.rad で運転されている。2018 年度の蓄積リング総運転時間は 5317 時間、ユーザータイムは 4560 時間(実績値)であった。2019 年度は、運転時間が微減となり、総運転時間 5280 時間(計画)、ユーザータイム 4584 時間(計画)にて運転中である。

2018 年度には、文部科学省による SPring-8/SACLA の中間評価 (5 年毎) が実施された。成熟期を迎えた SPring-8 が、国内外の動向を踏まえながら次の 20 年に向かってどのような取り組みを行なうべきか、真剣な議論がなされた。諸外国では、マルチバンドアクロマツ(MBA)技術に基づいた超低エミッタンスリングが、2020 年の ESRF のアップグレード (ESRF-EBS) を皮切りに続々と実現されていく [1]。また、我が国では、仙台にて 3GeV 放射光施設の建設がはじまり、2023 年から運用が開始される。このような中で、SPring-8 は、施設全体の高度化計画 —SPring-8-II 計画— を見据えながら、具体的なステップを踏んでいく必要がある。

第一のポイントは、国内の放射光施設群の中の SPring-8 の位置づけである。これまで SPring-8 は、我が国唯一の第 3 世代放射光施設として、硬 X 線から軟 X 線まで幅広い波長領域をカバーしてきたが、3GeV 放射光施設が立ち上がると、軟 X 線のアクティビティの重心は自然とそちらに移っていく。したがって、SPring-8 は、高輝度硬 X 線の先端利用に注力していくことになる。特に、30 keV 以上の高エネルギーX線を利用して、工業製品においても外部の「殻」を剥かないそのままの状態でも内部をナノ観察することが期待される。本シンポジウムでも、マイクロビームを利用した 3DXRD[2]等のいくつかの先進的な試みが紹介されるが、これらを本格的に展開していくためには、様々な技術革新が必要となる。このために、現在、ID R&D ビームラインである BL05XU において、大強度の高エネルギーX線向けの基幹光学系のテストベンチを整備しており、2020 年度から運用を開始する。さらに、光学ハッチに空きスペースを設けており、ここに実験装置を持ち込むことにより、大強度高エネルギーX線(~100 keV) の試行利用も可能となる。SPring-8-

II では、光源の水平サイズ低減に伴うアンジュレータスペクトルの純化と、光源の直接結像により、現状と比べて 4 桁以上という極めて高いフラックスをもつ高エネルギーナノビームが利用可能となるが[3]、その手前のステップとして BL05XU での試行利用は極めて重要である。したがって、施設内部にとどまらず、多くの外部の利用者にも参画頂けるようなスキームを検討している。

第二は、既存ビームラインの再編・高度化である。文科省の中間評価でも、ビームラインの所謂「蝸壺化」— ビームライン毎の縦割りの運用体制、装置の老朽化・陳腐化、複数のビームラインに散在する同種の装置 — が大きな問題点としてあげられており、マンパワー・装置の適性な再配置により効率を高めながら性能を向上させていくことが喫緊の課題とされた。共用ビームラインの再編の一環として、核共鳴散乱エンドステーションを現在の BL09XU から BL35XU に移設し、BL09XU を HAXPES 用ビームラインとして整備する検討を行なっている。再編にあたっては、ユーザーコミュニティ SPRUC を通してユーザーとの意思疎通を十分に図っている。

第三は、サステナブルな大型基盤施設の実現である。その一歩として、現在、SACLA 線形加速器から蓄積リングへの電子ビーム入射の R&D を実施している。これにより、SPring-8 の既存の入射器 (1GeV 線形加速器とブースターシンクロトロン) 向けの特高受電設備の老朽化対策を不要としながら、電力量を大きく削減することが可能となる。さらに、このスキームは、SPring-8-II 蓄積リングへの入射システムとしてシームレスに接続可能である。次世代の MBA リングへのビーム入射は難度が極めて高く、諸外国の計画でも様々な苦労がみられるが、SPring-8/SACLA コンプレックスの活用により、高性能・高効率・堅牢な入射システムを構築可能となる。2020 年度から本格的な運用を予定している。

[参考文献]

- [1] M. Yabashi and H. Tanaka, Nature Photon. **11**, 12 (2017).
- [2] Y. Hayashi et al., Science **366**, 1492 (2019)
- [3] M. Yabashi et al., J. Synchrotron Rad. **21**, 976 (2014).