abst-A07

特定放射光施設 NanoTerasu の役割と展望

量子科学技術研究開発機構　NanoTerasu センター

高橋正光

3GeV 高輝度放射光施設 NanoTerasu は日本で初めてマルチベンドアクロマートラティスを実装した低エミッタンス放射光源として、2024 年 4 月に運用を開始した。図 1 に示すように、NanoTerasu では現在 10 本のビームラインが運用中で、1 本が建設中である。NanoTerasu の整備においては、長らく国内に存在しなかった軟 X 線向け高輝度放射光源への期待を受け、第一期の共用ビームライン 3 本はすべて軟 X 線ビームラインとし、しかも世界最先端の性能をコンセプトに設計・整備された。これらのビームラインは、したがって、他施設ではできない研究に対し、国内での研究基盤を提供するものである。しかしながら、これら 3 本の共用ビームラインのみでは、特定放射光施設として幅広い分野の研究に活用されるために不十分なのは明らかである。そのため、施設設置者である量子科学技術研究開発機構（QST）では、共用ビームライン 11 本の計画的な増設を進めていくこととしており [1]、その嚆矢として、2024 年度から、エネルギー範囲 2-20keV の X 線回折ビームラインの建設が始まっている。

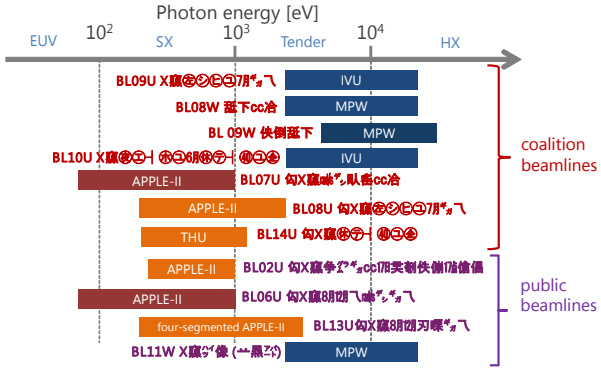

図 1.　NanoTerasu のビームラインポートフォリオ。光源には真空封止アンジュレーター(IVU)、多極ウイグラー(MPW)、APPLE-Ⅱ、、ツインヘリカルアンジュレーター(THU)が使われている。

一方で、NanoTerasu に求められる役割には、3GeV 高輝度光源の潜在力を十全に発揮させるための放射光技術の開発も含まれている。具体的には、NanoTerasu の最も得意とする軟X線からテンダーX線にわたる領域の分光や偏光制御の技術である。既存の共用ビームラインにおいても、この点に関する先進的な取り組みはすでに開始されている。BL13U で採用されている四分割 APPLE-II アンジュレーターは、タンデムに並べられた独立な 4 台のアンジュレーターからの放射光を重ね合わせることによって、自由度の高い偏光制御を実現するものである。NanoTerasu に設置される APPLE-II アンジュレーターでは、単独では円偏光が 1 次光の範囲の 1keV 程度以下に限定されるのに対し、BL13U では、直線偏光の高次光の重ね合わせにより、円偏光の利用を 3keV まで広げることができる [2]。低エミッタンスのリングにおいては、偏光制御を光源の操作で実現することはビームの安定性の点で課題があること、また、軟X線からテンダーX線領域では高効率の位相素子が未開発であることから、この領域での偏光制御は重要な開発課題である。分光においても、効率、分解能、耐熱負荷などの要請を満たす光学素子の開発が求められる。

利用分野の点でも、軽元素を得意とする NanoTerasu の特性から、高分子、生命科学、農学、医学などへの応用を担う役割が期待されるところである。そのために求められる技術基盤としては、硫黄、リンなどの元素をカバーするテンダーX 線利用に加え、不均一試料に適用するためのイメージング技術などが想定される。

NanoTerasu においては、これらの課題を解決することによって、軟 X 線からテンダーX 線にわたる放射光利用の未開拓領域を発展させ、国内外の 3GeV 級施設への展開を可能にするとともに、硬 X 線に強みのある SPring-8 と相補的・協創的な放射光利用基盤を提供したい。

参考文献

1)　https://www.mext.go.jp/content/20240517-mxt_kibanken01-000035956_02.pdf

2)　K. Inaba et al., in preparation.