

NanoTerasu 光源の運転状況と展望

量子科学技術研究開発機構 NanoTerasu センター
西森信行

3GeV 高輝度放射光施設 NanoTerasu は軟 X 線からテンダー X 線領域で国内既存施設の 100 倍の輝度を持ち、国内初の MBA (Multi Bend Achromat) ラティスを備えた周長 349m のコンパクト高安定光源として設計・整備され、予定通り 2024 年 4 月 9 日から運用を開始した。運用開始当初の蓄積電流は予定を上回る 160mA であった一方、定格値 400mA に対して 40% であった。輝度は蓄積電流に比例するため、その他ビーム性能が設計通りであれば 40 倍の輝度に相当する。この輝度性能は電子ビームモニタによる確認に加え、SPring-8 から NanoTerasu BL10U に移設されたテンダー X 線タイコグラフィ装置の実験で運用開始直後に実証された¹⁾。この結果から、全ビームラインへ設計通りの高輝度光供給が期待される。実際、2024 年 8 月には、BL02U の RIXS 装置において世界最高エネルギー分解能が達成²⁾され、その他の共用ビームライン BL06U や BL13U でも高性能が報告されている³⁾。

2024 年 7 月 26 日からは蓄積電流を 200mA に引き上げ、従来の 50 倍の高輝度光源として運転継続する一方で、高安定化の実現に注力した。ユーザー運転中のインターロック作動による蓄積ビーム廃棄回数低減のため、機器の誤動作など避けられるビーム廃棄数の削減に取り組んだ。その結果、2024 年度の予定ユーザー運転 3568.5 時間に対し、光源稼働率 99.6%、平均故障間隔 323 時間で実施した。平均故障間隔は 13.4 日で、ユーザーは約 2 週間、光源による中断なく実験継続でき、高効率な実験が可能となる。また、線型加速器や蓄積リング入射部を安定化し、トップアップ入射中断の削減に取り組むことで、蓄積電流値変動の少ない、安定光源の実現にも取り組んでいる。

2025 年度は 4500 時間以上のユーザー運転を予定しており、蓄積電流 200mA で運転を実施している。2025 年 8 月 1 日時点でユーザー運転 1896 時間を光源稼働率 99.5%、平均故障間隔 270 時間であり、2024 年度と同様の安定性を示している。一方で加速器調整運転用の 1500 時間を利用して、定格電流 400mA に向けた取組も継続している。現在、蓄積電流値が 200mA に制限されている原因は、電子ビームが蓄積リング加速空洞内に誘起した加速モードと異なる周波数を持つ有害な電磁波である。これが、電子ビームに作用して電子ビームのエネルギー幅を増加させ、200mA 以上で放射光輝度低下をもたらす。この問題解決のため、2 本の対策を準備しており、7 月には縦 BBF (Bunch-by-bunch feedback) 空洞の試験、9 月には空洞冷却水の精密温度調整試験を予定している。2026 年度に予定している蓄積電流 400mA、ユーザー運転 5000 時間に向けて大電流化と安定化に取り組んでいる。

利用実験の高度化を図るため、リモート実験の実現を目指したリモートアクセス環境の整備や制度設計を進めている。また、情報セキュリティの向上を目的として機器の更新を行うとともに、外部アクセス回線の高速化 (10Gbps 化) も準備している。

参考文献

- 1) N. Ishiguro *et al.*, Appl. Phys. Express **17**, 052006 (2024).
- 2) J. Miyawaki *et al.*, Synchrotron Radiation News **38**, 4 (2025).
- 3) 堀場弘司, 「NanoTerasu 共用ビームラインの現状と展望」, 特定放射光施設シンポジウム 2025.

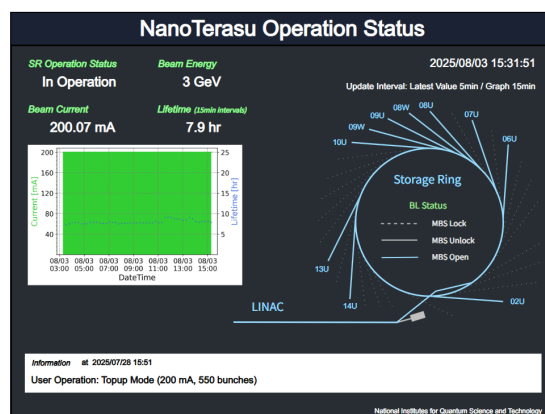


図 1. NanoTerasu 運転状況