

次世代放射光施設ナノテラスの蓄積リングにおける制動放射線の遮蔽設計

Shielding design for gas bremsstrahlung of the electron storage ring at NanoTerasu

*松田 洋樹¹, 萩原 雅之¹, 竹内 章博¹, 糸賀 俊朗², 小西 啓之¹

¹QST, ²JASRI

東北大学青葉山新キャンパスにおいて整備が進められている 3 GeV 次世代放射光施設ナノテラスは、ビームラインの遮蔽ハッチ（光学ハッチ、実験ハッチ）の内部を除き、実験ホールを管理区域としない国内初の放射光施設である。ナノテラスでは最大 28 本のビームラインが設置可能であるが、2024 年度の運用開始時は 10 本が運用される。残りの 18 本のビームラインは後年整備され、遮蔽壁には貫通孔が予め設けられている。本講演では、後年整備用のビームラインにおけるガス制動放射線の遮蔽設計について報告する。

キーワード：NanoTerasu, ナノテラス, 遮蔽設計, ガス制動放射線, PHITS

1. 緒言

東北大学青葉山新キャンパスに現在建設中であるナノテラス[1]は日本国内初の高輝度中型 3 GeV 級放射光施設であり、2024 年度ユーザー利用開始に向けて整備が進められている。この施設では「ユーザーが放射線業務従事者でなくても可能な限り放射光実験に参加できること」を基本方針として、加速器や放射光ビームラインから実験ホールへの漏洩線量を抑え、実験ホールを非管理区域にすることを目指している。

2. 評価方法

ガス制動放射線は真空パイプ中の残留ガスと電子ビームが相互作用することで発生する光子である。2024 年 4 月の運用開始時に稼働しないビームラインには局所的に遮蔽体を設置し、ガス制動放射線が実験ホール側に漏洩しないように遮蔽する。PHITS [2]を用いてガス制動放射線を発生させて遮蔽計算を実施し、遮蔽体の大きさ及び設置位置の最適化を試みた。

3. 評価結果

蓄積リングのビームライン用放射光取り出し端は偏向電磁石により発生した強烈な放射光を遮蔽するために、水冷式銅フランジを設けて放射光を遮蔽する。一方、ガス制動放射線はフランジにより散乱され下流側に到達する。散乱によりエネルギーが小さくなるとは言え、蓄積リングと実験ホール間の厚さ 100 cm コンクリートだけでは遮蔽できないことが PHITS を用いた詳細計算によって分かった。指向性の高いガス制動放射線を効率よく遮蔽し、実験ホール側の実効線量を基準値以下とするため、銅フランジの下流すぐ側に鉛の局所遮蔽体を設置することとした。理想的にはフランジ下流すぐ側に遮蔽体を設置すべきだが、加速器架台や装置類と干渉するため実際に設置できる領域が限られる。計算ではこの設置条件の制約の下、現実的な局所遮蔽体の大きさ・設置場所を決定した。2023 年 1 月現在、遮蔽体の製作と設置が進められている。



図 1 実際の局所遮蔽体

参考文献

[1] QST, ナノテラス, www.nanoterasu.jp, 2023 年 1 月 4 日訪問

[2] T. Sato, et al., J. Nucl. Sci. Technol., 2018, doi:10.1080/00223131.2017.1419890

*Hiroki Matsuda¹, Masayuki Hagiwara¹, Akihiro Takeuchi¹, Toshiro Itoga², Hiroyuki Konishi¹

¹QST, ²JASRI