

PHITS を用いたガス制動放射線の圧力依存性の研究

Research of gas pressure dependence of gas bremsstrahlung by using PHITS

*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現在建設中の 3 GeV 次世代放射光施設ナノテラス(NanoTerasu)ではビームラインの遮蔽ハッチ内部を除き実験ホールを管理区域に設定しない。従ってガス制動放射線の遮蔽が遮蔽設計上重要になるが、本講演では放射線源である制動放射線のガス圧力依存性などに関して報告する。

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

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

ガス制動放射線は加速器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。PHITS [2]を用いてガス制動放射線を生成できるが、残留ガス圧力が極めて低い(1×10^{-7} Pa オーダー)ためガス圧力をスケールリングして計算しない限り有限時間で十分な統計量の光子を発生させることができない。EGS4 を用いた先行研究 [3]によると、1 Pa オーダー程度まで圧力をスケールリングしても制動放射線エネルギースペクトルに変化は見られなかった。そこで EGS5 が実装されている PHITS を用いてガス圧力条件を変えて光子を生成し、光子数やエネルギースペクトルだけでなく角度等の分布もサーベイした。

3. 評価結果

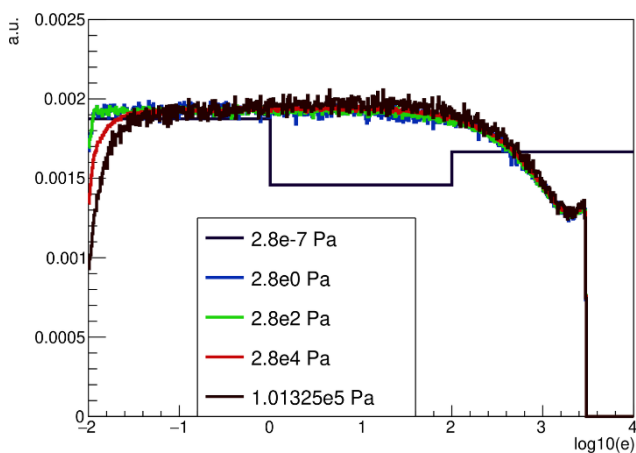


図 1 各圧力における光子エネルギースペクトル。横軸：光子エネルギーMeV の常用対数

計算の結果、100 Pa オーダーまでは各種スペクトルに特段の変化は見られなかったが、100 Pa 以上ではスペクトルに変化が見られた。EGS5 の制動放射イベントのみ増幅するオプションを加えた PHITS を用いて計算しスペクトルを比較したが、各スペクトルに変化はなく指定した増幅数で光子が正しく増幅されていることも分かった。

参考文献

- [1] QST, ナノテラス, www.nanoterasu.jp, 2022 年 6 月 21 日訪問
- [2] T. Sato, et al., J. Nucl. Sci. Technol., 2018, doi:10.1080/00223131.2017.1419890

[3] Y. Asano, et al., SPring-8 におけるガス制動放射線の評価, JAERI-Research 99-022

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

¹QST, ²JASRI