

ICRU Report95 に基づいた放射線測定器のエネルギー特性試験

Investigation of energy dependence for commercially available dosimeters based on the new operational quantities proposed by the ICRU

*吉富 寛¹, 辻 智也¹, 西野 翔¹, 深見 智代¹, 谷村 嘉彦¹

¹ 日本原子力研究開発機構

放射線管理で用いられる線量計は、実用量に基づいて設計・校正されている。ICRU は、2020 年 12 月に実用量の定義変更を勧告したが、この導入により、線量計のエネルギー特性が変化する可能性がある。そこで、いくつかの市販線量計に対して、新たな実用量に沿ったエネルギー特性試験を行い、その影響を検討した。

キーワード：線量計，実用量，ICRU Report95，エネルギー特性，校正，試験

1. 緒言

放射線管理で用いられる線量計は、その特性が ICRU の提唱する実用量に沿うように設計され、実用量に基づいた値付け（校正）がなされることにより、ユーザーは線量計の指示値（Sv）に、校正で得られた校正定数（Sv/Sv または Gy/Sv）を乗ずることで、実用量（Sv または Gy）に沿った正しい線量測定が可能になる。この実用量の定義変更が ICRU Report 95^[1]において勧告されたことにより、変更後も現行の線量計が引き続き使用できるか、検討しておく必要に迫られている。本研究では、市販線量計について、校正（校正する線種、実用量の種類及びエネルギー）とエネルギー特性（引き続き正しい設計となっているかを確認するための校正とは異なるエネルギーでの線量計応答試験）に焦点をあて、実用量変更に伴う影響を考察した。

2. 市販線量計のエネルギー特性試験

2-1. 新たな実用量に基づく校正場の評価

日本原子力研究開発機構放射線標準施設棟に整備されている代表的な光子、β 線及び中性子校正場について、その詳細なエネルギー分布を評価し、新たな実用量に対応した基準線量を算出した。評価した新たな実用量は、中性子については、実効線量の管理に用いる $H^*(Sv)$ 及び $H_p(Sv)$ 、β 線については、眼の水晶体の線量管理に用いる $D'_{lens}(Gy)$ 及び $D_{plens}(Gy)$ 、並びに皮膚の線量管理に用いる $D'_{localskin}(Gy)$ 及び $D_{plocalskin}(Gy)$ であり、光子についてはこれら全てとした。

2-2. 校正及びエネルギー特性試験

新たな実用量に対応した校正場を利用して、市販線量計の校正を行い、定期的な校正に用いられる線質に対する校正定数を得た。光子に対する H^* や H_p 、β 線に対する D'_{lens} や D_{plens} 、中性子に対する H^* や H_p などでは、現行と比べて校正定数に差異がみられ(表 1 参照)、特に ²⁴¹Am-Be については、他とは異なり現行の $H^*(10)$ に比べて H^* への校正定数は 10%程度増加した。

エネルギー特性については、光子については 33 (keV)から 1250 (keV)まで現行と比較して大きな変化はなかった。しかしながら、光子と β 線を同時に測定する水晶体用の線量計などでは、¹³⁷Cs の γ 線で校正した場合、⁹⁰Sr/⁹⁰Y の β 線による D_{plens} を 2 倍以上過大に応答することが分かった。また、中性子については、エネルギー特性が大きく変化し、²⁴¹Am-Be で校正した線量計は熱中性子に対して 1.9 倍の過大応答を示した。

3. 結論

校正定数の変化は、導入前後でその線量計を用いた測定値にギャップが生じることを示している。また、線種間での応答の違いや、特に中性子線量計についてはエネルギー特性に大きな変化が見られた。このことから、新たな実用量の導入に際しては、どの線種、エネルギーで校正するかなど十分な検討が必要であろう。

本件は、原子力規制委員会「令和 3 年度放射線対策費（新たな実用量への対応に係る線量計の校正及び放射線作業場におけるエネルギー応答に関する調査研究）事業」により得られた成果の一部である。

表 1 現行実用量と新たな実用量に対する校正定数の例

線量計	線種	線質	校正定数（現行）		校正定数（新）	
A(シンチレーション式サーバイメータ)	光子	¹³⁷ Cs	$H^*(10)$:	1.08 Sv/Sv	H^* :	0.90 Sv/Sv
B（水晶体用受動形個人線量計）	β 線	⁹⁰ Sr/ ⁹⁰ Y	$H_p(3)$:	1.08 Sv/Sv	D_{plens} :	0.42 Gy/Sv
C（中性子サーバイメータ）	中性子	²⁴¹ Am-Be	$H^*(10)$:	1.17 Sv/Sv	H^* :	1.27 Sv/Sv

参考文献

[1] International Commission on Radiation Units and Measurements (ICRU). *Operational Quantities for External Radiation Exposure*. ICRU Report95. J. ICRU 20(1) (2020)

*Hiroshi Yoshitomi¹, Tomoya Tsuji¹, Sho Nishino¹, Tomoyo Fukami¹ and Yoshihiko Tanimura¹

¹Japan Atomic Energy Agency.