

ボクセルファントム “MAX06”を用いた全身カウンタの計数効率の計算

原子力機構

高橋 聖、木名瀬 栄

Universidade Federal de Pernambuco

Richard KRAMER

[緒言] 国際放射線防護委員会 (ICRP) 2007年新勧告では、内部被ばく実効線量のような防護量は人体断層画像をもとに構築した標準人ボクセルファントムにより導出すると明記された。ICRPが定義する標準人データと等価なボクセルファントムを用いて、全身カウンタ校正など、内部被ばく線量に関する評価パラメータを整備することは、内部被ばく管理上重要である。今回、我々は、合理的な内部被ばく線量評価手法開発の一環として、シミュレーション計算により、ICRP標準人に対する全身カウンタの計数効率を評価した。また、シミュレーション計算の妥当性を検証するため、簡易幾何形状の物理/数学ファントムを用いて、全身カウンタ計数効率を評価し、実測結果と計算結果の比較をした。

[方法] ボクセルファントム： Kramer らによって開発された“MAX06”ファントムを用いた。身長、体重及び各臓器質量は、ICRP 標準人データ(成人男性)と同等のものとなっている。ボクセルサイズは $1.2 \times 1.2 \times 1.2 \text{ mm}^3$ である。全身カウンタ： 原子力機構のストレッチャー式(ベッド型)を評価対象とした。この全身カウンタには、相対効率 80%の高純度 p 型同軸 Ge 検出器を 3 台固定使用しており、内寸約 $200 \times 250 \times 250 \text{ cm}^3$ の重遮蔽体(鉄室)が設置されている。通常の校正は、人体部位を模した 10 個の簡易幾何形状物理ファントム (BOMAB ファントム)を用いて実測により行われている。計数効率の評価： 鉄室のほぼ中央に設置されたベッド上の、仰臥位姿勢とした、ファントム(MAX06、BOMAB)を線源とし、3 台の Ge 検出器のピーク効率を評価した。

[結果] 81keV から 1332keV の光子エネルギー範囲において、計算による BOMAB ファントムの計数効率は、実測結果と良く一致することを確認した。これにより、シミュレーション計算手法の妥当性を検証した。また、MAX06 ファントムの計数効率は、光子エネルギー81keV から 1332keV の範囲において、BOMAB ファントムの計数効率に比べ小さくなることを明らかにした(最大 10%程度)。これは、BOMAB ファントムが必ずしも最適な校正用ファントムではないことを意味すると考える。今後、MAX06 ファントムを用いて、肺や甲状腺などの特定臓器を測定対象にした全身カウンタの校正などを行い、合理的かつ信頼性の高い内部被ばく線量評価手法を開発するとともに、ICRP 標準成人女性に対する内部被ばく線量評価パラメータを整備する予定である。

Reference

ICRP 2007 The 2007 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection ICRP Publication 103 (Elsevier).

ICRP 2003 Basic anatomical and physiological data for use in radiological protection: reference values ICRP Publication 89 (Oxford: Pergamon).

R Kramer, H J Khoury, JW Vieira and V J M Lima; MAX06 and FAX06: update of two adult human phantoms for radiation protection dosimetry, Phys. Med. Biol. 51 (2006) 3331–3346.

S. Kinase, S. Takagi, H. Noguchi and K. Saito; Application of voxel phantoms and Monte Carlo method to whole-body counter calibration, Radiat. Prot. Dosim. 125 (2007) 189-193.