

Whole Gamma Imaging 4号試作機のシミュレーション設計

Design and simulation of the 4th whole gamma imaging prototype

千葉大¹, 量研機構² ○(B)菊地 智也¹, 田久 創大², 菅 幹生¹, 田島 英朗², 山谷 泰賀²

Chiba Univ.¹, QST², °Tomoya Kikuchi¹, Sodai Takyu², Mikio Suga¹, Hideaki Tashima²,

Taiga Yamaya²

E-mail: tomoya.0106.aptx@chiba-u.jp

Whole gamma imaging (WGI) は PET とコンプトンカメラを組み合わせた新しい画像化技術である。PET リングに散乱検出器リングを挿入し、2 種類の画像化方法を 1 つのシステムで実現する。本研究では、WGI 3 号機 (田久ほか応物 秋 2020 9a-Z14-4) からの感度と角度分解能 (Angular resolution measure, ARM) の向上を目的に WGI 4 号機を設計し、シミュレーションにて性能を予測した (Figure 1 (a))。WGI 3 号機から 4 号機への主な変更点を Table 1 に示す。散乱検出器のシンチレータをエネルギー分解能の高い GAGG に変更し、かつ結晶サイズを小さくすることで角度分解能の向上を図った。吸収検出器のシンチレータも密度の高い LGSO に変更し、かつリング数を 6 リングに増やして感度向上を図った。散乱検出器については厚みを 15 mm に固定し、1 層・2 層・3 層の depth-of-interaction (DOI) 構造の 3 種類の散乱検出器を比較した。線源は 909 keV のガンマ線と陽電子を放出する ⁸⁹Zr 点線源を用いた。

感度と角度分解能の評価結果を Figure 1 (b) と (c) に示す。横軸はリング中心からの半径方向オフセット位置を示している。WGI 4 号機の感度は、DOI 数によって変化しなかった。WGI 3 号機と比べ、視野中心で約 3 倍の感度が得られた。1 層 DOI の WGI 4 号機の角度分解能は、全ての位置で WGI 3 号機よりも劣

っていた。2 層 DOI WGI 4 号機の角度分解能は、視野中心で約 4.2 度、視野端に進むと約 6.4 度に劣化した。3 層 DOI WGI 4 号機の角度分解能は、視野中心で約 4.0 度、視野端に進むと約 5.7 度に劣化した。2 層および 3 層 DOI 散乱検出器で構成される WGI 4 号機は、WGI 3 号機より優れたコンプトンイメージング感度と角度分解能を達成可能と考えられる。

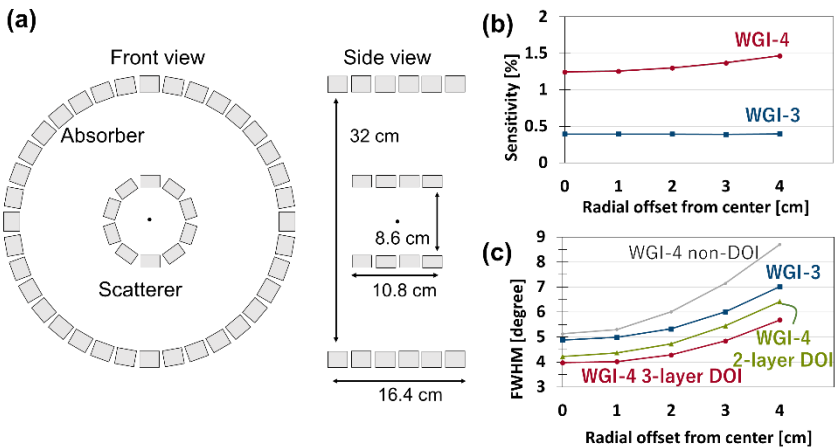


Figure 1 Illustration of the simulated WGI-4 (a). Simulation results; Compton imaging sensitivity (b) and ARM (c).

Table 1 Major changes between 3rd WGI and 4th WGI .

		3 rd WGI		4 th WGI		
		GSO		LGSO		
Absorber (PET ring)	Scintillator	GSO		LGSO		
	Size [mm ³]	2.9 × 2.9 × 7.5		3.0 × 3.0 × 20		
	Crystal block	16 × 16 × 4-layer		8 × 8 × 1 (non-DOI)		
	No. of detectors	40 det. × 4 rings		36 det. × 6 rings		
Scatterer	Ring diameter	66 cm		32 cm		
	Scintillator	GSO		GAGG		
	Size [mm ³]	2.9 × 2.9 × 7.5		1.5 × 1.5 × 15	1.5 × 1.5 × 7.5	1.5 × 1.5 × 5
	Crystal block	(7 × 7) + (8 × 8)		16 × 16	16 × 16	16 × 16
		: 2-layer		× 1 (non-DOI)	× 2-layer	× 3-layer