

次世代 PET 装置シミュレーションにおける Geant4 と EGS4 の比較

長谷川智之¹⁾、村山秀雄²⁾

1)北里大学、2)放射線医学総合研究所

次世代 PET 装置 jPET-D4 は、世界で初めて 4 層方式の 3 次元的シンチレーション検出器を搭載した研究用プロトタイプ PET 装置である。平成 17 年度末には完成システムとしてデータ収集が可能となり、現在、性能評価実験を進めている。従来には無い特殊な技術を採用しているため、Monte Carlo シミュレーション法による装置特性の分析と実験結果との比較が重要な役割を果たしている。ここでは、EGS4 と Geant4 (GATE : Geant4 Application for Tomographic Emission) を用いて計算した感度と散乱フラクシオンについて報告する。

jPET-D4 は、合計 256 × 4 個の GSO 結晶素子から成る大きさ約 4.8cm × 4.8cm × 3cm の検出器ブロックを、円周方向に 24 個、体軸方向に 5 列、合計 120 個並べた PET 装置である。体軸方向視野約 26cm に対して、検出器リング径が約 39cm と小さいのが 1 つの特徴である。感度は、PET 装置有効視野の中心に設置した理想的な点状線源から放出された消滅放射線ペアが、どの程度の割合で検出されるかという割合として求めた。散乱フラクシオンは、一様な放射能濃度の水を充填した直径 20cm、長さ 20cm の円筒形状のファントムを有効視野の中心に設置した場合に、計測したデータに含まれるファントムによる散乱線成分の割合として求めた。簡単化のため、検出器カバーや患者ポートカバーなどの周辺物質は無視し、検出器のエネルギー分解能は 511keV に対して 20%、エネルギーウィンドウは 400 - 600keV とした。表 1 に示すように計算結果はお互いにほぼ一致した。絶対値がこの程度の精度で一致していれば、核医学装置の通常のパフォーマンス評価には十分である。

表 1 EGS4 と Geant4 (GATE) で計算した感度と散乱フラクシオン。

	EGS4	Geant4(GATE)
感度	16.8%	16.8%
散乱フラクシオン	37%	37%

GATE を用いる場合には、FORTRAN や C++ など高級プログラミング言語を習得する必要がない。この利点は、近年増加している医療技術系研究者のニーズに適合しており、Monte Carlo 利用者の裾野を広げている。ただし、実際の装置の検出器配置やデータ処理手法があらかじめ GATE の中に定められた枠組みに当てはまらない場合には、Geant4 や EGS4 を用いてシミュレーションモデルを構築する方が得策となる場合がある。また、GATE の計算速度は Geant4 に準じており、EGS4 に比べると遅いのは欠点である。

以上