

課題名 (タイトル) :

次世代核医学イメージング装置の開発

利用者氏名 : 福地 知則

所属 : ライフサイエンス技術基盤研究センター 生命機能動的イメージング部門
イメージング応用研究チーム 次世代イメージング研究チーム

1. 本課題の研究の背景、目的、関係するプロジェクトとの関係

PET (Positron Emission Tomography) や SPECT (Single Photon Emission Computed Tomography) に代表される核医学イメージング装置は、臨床診断や薬剤開発からライフサイエンスの基礎実験にまで広く利用されている。これらの装置の性能向上は、そのまま診断精度や実験精度の向上につながるため、より感度・解像度の高い装置の開発が世界中で進められている。また既存の装置のみではなく、新たな機能を持った新しい手法のイメージング装置を創出することは、ライフサイエンス全体に大きなブレークスルーをもたらしたら可能性が高く、強く望まれるところである。我々の研究室においても、従来の装置に新たな機能を追加した装置、や新原理のイメージング装置の開発を進めている。しかしながら、新規の装置の製作には大規模な予算が必要となるため、事前に性能評価をするコンピュータ・シミュレーションは必要不可欠なものとなっている。放射線検出装置の中でも、核医学イメージングのシミュレーションでは、特に高い放射能を扱うため、試行回数の多い大規模なモンテカルロ・シミュレーションを行うためスーパーコンピュータを必要とする。

2. 具体的な利用内容、計算方法

今年度、HOKUSAI 計算機システムにより核医学イメージング装置開発のための大規模なモンテカルロ・シミュレーションを行う準備として、これまでより効率的なシミュレーション用プログラムを開発した。さらに、開発したプログラムによる計算結果の妥当性を、以前の計算プログラムとの比較により検証した。開発のプラットフォームとしてモンテカルロ・シミュレーション・プログラム GATE (Geant4 Application for Tomographic Emission) [1] を使用した。GATE は、主に物理学実験で用いられている物質と放射線の相互作用をトラッキングするモンテカルロ・シミュレーター、

Geant4 [2] をベースとして、核医学イメージング用のシミュレーターに拡張したフリーのソフトウェアである。

すでに、GATE による並列計算用プログラムは開発済みであったが、以前の並列計算プログラムでは、プログラムをスタートした際に、核崩壊による放射線強度の減衰を考慮に入れた上で 1 コア当たりのモンテカルロ試行回数が均等になるように最初に分配して計算を行っていた。しかし、放射線トラッキングの際の相互作用回数や相互作用の種類により、1 イベントの処理に要する時間にはバラつきが生じる。1 コア当たりのイベント処理数は数万～数百万回に上るため処理時間は平均化され、ある程度は各コアの計算終了時間は揃っているが、数パーセントの計算終了時間の違いが発生していた。早く計算が終わったコアの待機時間は、そのまま実行効率を下げることになるため、新たに、1 イベント毎にタスクを分配する並列計算プログラムを開発した。このプログラムでは、メインプログラムが、各コアの計算が終了する度に、随時、次の 1 イベントを分配する。これによりすべてのコアが (最後の 1 イベントの計算時間差を除いて) 同時に計算を終了することになる。

3. 結果

実際の実験結果との比較から計算結果の妥当性が検証済みである既存の並列計算プログラムと同じ条件で、新規に開発した並列計算プログラムにより計算を実行し、計算結果が一致している事を確認した。具体的には、核医学イメージングの代表的なイメージング装置である PET により、100 MBq の放射能 (1 秒間当たり 100,000,000 回の放射線発生イベントが生じる) のプローブのイメージングのシミュレーションを実行した。このシミュレーションによる結果と、以前のプログラムによるシミュレーション結果の比較をおこない、統計誤差以上に優位な違いはないことを確認した。

4. まとめ

HOKUSAI 計算機システムを用いて、核医学イメージング装置開発のための大規模モンテカルロ・シミュレーション用プログラムについて、これまでより効率的な並列計算プログラムを開発した。今年度は、新規に開発したプログラムの動作検証を行いその精度が確認できたことから、今後このプログラムを使用して、次世代のイメージング装置開発のためのシミュレーション進めて行くための準備が整った。

5. 今後の計画・展望

新しく開発した並列計算法により、核医学イメージング用の大規模モンテカルロ・シミュレーションを実行する技術基盤を確立した。従来と比較して、より詳細で精度の高い計算が可能であることから、今後、次世代のイメージング装置の開発を加速し、生命科学および医療創薬の基礎研究から臨床応用までの広い範囲に応用して行くことが期待できる。

[1] J. Agostinelli *et al.*, "Geant4 a simulation toolkit" Nucl. Inst. and Meth. A vol.506, 250 (2003).

[2] D. Strul *et al.*, "GATE (Geant4 Application for Tomographic Emission): a PET/SPECT general-purpose simulation platform," Nucl. Phys. B vol. 125, 75(2003).

平成 27 年度 利用研究成果リスト

【論文、学会報告・雑誌などの論文発表】

該当なし

【国際会議などの予稿集、proceeding】

該当なし

【国際会議、学会などでの口頭発表】

「複数プローブ同時イメージング PET の開発」

福地知則、花田貴寿、宗兼将之、村川由希子、香本祥汰、羽場宏光、渡辺恭良、榎本秀一
日本分子イメージング学会 第 10 回総会・学術集会 東京都 2015 年 5 月 21 日

「複数プローブ同時イメージング PET の開発」

福地知則

第 3 回 メタロミクスサマースクール 神戸セミナーハウス 2015 年 8 月 31 日（招待講演）

【その他（プレスリリース、学術会議以外の一般向けの講演など）】

該当なし