The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	Investigation of Methods for High-throughput Positron Emission Tomography
Author(s)	北村, 圭司
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44558
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

氏　　名　北村圭司（きたむらけいし）

博士の専攻分野の名称　博　士（工　学）

学位記番号　第　17984　号

学位授与年月日　平成15年3月25日

学位授与の要件　学位規則第4条第2項該当

学位論文名　Investigation of Methods for High-throughput Positron Emission Tomography
（ポジトロン・エミッション・トモグラフィーの検査効率化手法の研究）

論文審査委員　（主査）
教　授　田村　進一

（副査）
教　授　佐藤　俊輔　　教　授　竹村　治雄

論文内容の要旨

PET（Positron Emission Tomography）装置は生体の機能画像を得る手法として臨床に広く応用されているが、画質がガンマ線の収集カウント数に依存するため検査時間が長いという問題がある。そこで本研究では、PET検査の効率化手法の開発を目的とし、以下の3つの課題に取り組んだ。

まず短時間のトランスミッション収集で吸収補正を行うため、非線形ガウスフィルタによって吸収係数画像のノイズを除去する方法を新たに提案した。このフィルタは、近傍画素間の距離による重み付けと画素値の差による重み付けの両方を用い、後者のパラメータは吸収係数画像のノイズ分布から自動的に推定する。シミュレーションと実測データによって、ごく短時間の収集で得られた吸収係数画像に対しても、境界のエッジを保存した平滑化が可能になり、定量性を維持して画質を改善できることを明らかにした。

また3D連続全身収集法において、メモリの利用効率とデータ処理効率を改善したon-the-fly Fourier Rebinning法を新たに開発した。本手法では、1検出器リング幅ずつベッドを移動させ、対応するリングペアのメモリ位置に計数を加算しながらデータ収集を行い、加算が終了したサイノグラムを順次読み出して平行スライス・データに変換する。本手法を実装し、体軸方向の広い範囲に渡り均一で高い感度が得られることを示した。また大立体角のPET装置においては、収集の加算回数に応じた重み付けを加えた正確なリビング法によって分解能とS/Nを向上できることをシミュレーションによって明らかにした。

さらに高感度で高計数率な次世代PET装置の設計のために、EGS4モンテカルロ・コードをベースにしたPET装置シミュレータを開発した。本シミュレータでは、各検出器のガンマ線計数を求めた後、回路の不感時間を考慮した計数損失モデルにしたがって装置全体の雑音等価計数率を計算する。大面積DOI（Depth Of Interaction）検出器を用いた高い幾何学検出効率の頭部用および全身用PET装置をデザインし、シミュレータによって既存のPET装置と比較して十分に高い感度と計数率が得られる可能性を示した。

本研究で得られた成果をもとに、効率的なPET検査を可能にする装置が実現できるものと期待される。

論文審査の結果の要旨

PET（Positron Emission Tomography）は体内の機能画像を撮影できる検査装置であり、とくに全身腫瘍検査に有効である。本論文は、PET 検査の効率化に関する以下の研究を行ったものである。

(1)PET 検査では、最初に生体の吸収係数を求める必要があるが、その時間短縮のため、本論文では境界のエッジを保存しつつノイズ除去効果の大きいフィルタとして、近傍画素間の距離に応じた重み付けとそれらの画素値の差に応じた重み付けの両方を用いる非線形ガウシアンフィルタを適用し、時間短縮効果が大きいことを実証している。

(2)従来の全身データ収集法では、全身をいくつかに分割して個別にデータ収集と再構成を行うため、そのそれぞれにおいて、中心部と周辺部の間に感度むらが生じる。それに対して本論文では、1検出器リング幅ずつ細かくベッドを移動させる3次元連続データ収集・再構成法を提案している。提案手法を実際の PET 装置に実装し、分解能の低下なく、体軸方向の広い範囲に渡って均一な感度が得られることを示している。

(3)より高感度で高計数率な次世代 PET 装置として、高発光効率と短発光減衰時間をもつ GSO（Gd2SiO5Ce）シンチレータとフラットパネル PS-PMT（位置感応型光電子増倍管）を組み合わせた DOI（Depth Of Interaction）ブロック検出器を被検体を取り囲むように配置した高い検出効率の PET 装置を設計し、また数え落とし軽減のための PS-PMT のアノード信号分割法の提案と最適分割数の検討を行っている。そしてシミュレーションにより、その性能を確認している。

以上のように、本論文は、より高感度で高性能・効率的な PET 装置の開発を行い、実機に搭載・市販してその性能と実用性を確認するとともに、次世代型 PET 装置の提案とシミュレーションを行ったものである。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。