

## 審査の結果の要旨

氏 名 マリク アザル フセイン

本論文の内容は、 $\gamma$ 線画像の取得において強力な装置であるガンマカメラを対象として、医用画像計測、環境放射能計測などにおいて、定量性を持たせた新しい放射能イメージングシステムを構築することを目的とした研究である。

申請者の博士論文は7章からなる。まず第1章は序論であり、従来の放射線イメージングが相対的な情報を得ることを目的としており、このため、放射能計測においても、放射線源の形状などの把握には優れるものの、定量性の必要とされる放射能濃度分布などの応用には十分とはいえなかった。本研究においては、定量的放射能イメージングにより、血管中の放射能濃度や、環境中の放射能濃度分布などの計測を実現することを目指すことが述べられている。第2章は本論文で用いた電子・光子モンテカルロ輸送計算コード EGS5 の概要について説明するとともに高純度 Ge 検出器によるスペクトル測定システムの評価を併せて行い、結果を示している。第3章は、小型・高分解能の陽電子放射撮像装置 (PET) を用いて、血管のイメージングを行い、血管中の放射能濃度分布を求めようとする手法に関して議論を行っている。現状の PET 装置では、空間分解能が 5mm 程度とよくないが、高精細なシンチレータを用いた空間分解能 1mm 程度の高分解能 PET 装置を用いることで、手首付近の数 mm 程度の血管画像を得、血管中の放射能濃度とその時間変化を測定し、核医学画像診断を行う際の基礎データとすることが考えられる。

第4章は、まず、東京大学において開発された LuAG:Pr シンチレータを用いた PET 装置の構成と性能について紹介し、小動物用、また部位別の PET として、計測対象に近接配置して用いることで、装置の有する高分解能の特徴を發揮することができることを示した後、血管イメージングによる血中放射能濃度の計測性能に関して検討を行っている。本章では、東京大学において開発された高分解能 PET モジュールを被写体を挟み対向配置し、モジュール数に関しても 2 個・4 個など必要なだけ数だけ組み合わせることで、視野および不感領域が変化するとともに、放射能の検出感度がどのように変るかについて定量的な検討を行い、4 個のモジュールを利用した場合、閾値を高め の 350keV にとった場合においても k Bq あたり 0.83cps の計数効率などの性能が得られている。第5章は、実際に PET 装置と円筒型のファントムを用いて行った実験の内容

について議論しているものである。小型の PET としても利用可能な 8 検出器モジュールを用いて、得られた実測データの説明とその解釈を展開している。

第 6 章は、環境放射能計測に用いられる化合物半導体 (CdTe) を用いたピンホール型のガンマカメラにおいて、コリメータ径と画像分解能および検出効率の間の関係に注目して設計計算を行った結果を議論しているものである。医療用に開発された CdTe アレイ型検出器は、イメージング性能に優れるとともに、単一光子計数とエネルギー弁別が可能である。本章ではこの CdTe アレイを用いた環境中の定量的放射能イメージングを目指した設計計算を行っている。定量的放射能計測としては、統計的に意味のある計数値に到達しなくてはならないため、コリメータ径を広くとり、イメージング性能を多少犠牲にして、計数効率を優先させたパラメータが望ましいとの結果を得ている。

第 7 章は結論であり、本研究の内容を総括して、得られた結果のとりまとめを行い、イメージング性能を活用しつつ、定量的な放射能分布を計測することが可能であるとしている。

このように、従来の放射線イメージングにおいては、相対的な情報を得ることに注力するあまり、放射線源の形状などの把握には優れるものの、定量性の必要とされる放射能濃度分布などの応用には十分ではなかったのに対して、本研究では、十分に高い定量性が得られるように検出器システムの設計を行うことで、実用的な計測時間内で十分高い統計精度を得ることができ、定量的放射能イメージングが可能となり、血管中の放射能濃度や、環境中の放射能濃度分布などの計測が実現されることを示している。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。