

審査の結果の要旨

氏名 上ノ町 水紀

本論文は、時間情報を活用し、検査及び治療の両面において有用である、多核種の同時撮像を可能とする新しい核医学イメージング法の研究を行ったものであり、従来の単一核種を用いた診断法と比較して、高い診断精度や、治療時の定量評価が期待できるものであり、7章から構成されている。

第1章は序論であり、核医学における放射線イメージングとその臨床応用について概観した後、内用療法 of 最近の状況について記述し、治療と診断を融合するセラノスティクスに向けた研究動向の詳細を示している。その後、多核種同時イメージングが腫瘍の性質に関する情報を与えるものであるなど、その重要性について示し、本研究では多核種同時イメージングを実現するために、新たな多核種撮像手法の提案、実証研究を行い、その手法の有用性を示すことを目的としたことが述べられている。

第2章は核医学イメージングに関連する原理やシステム構成などの基本事項についてまとめられており、コンプトンイメージングの基礎となるコンプトン散乱など検出器物質との相互作用の物理的な側面から、PET(Positron Emission Tomography)などのシステム構成、再構成手法などの詳細までを示している。

第3章はコンプトンイメージングについて、その原理についてまとめ、エネルギー分解能、検出器の位置分解能、ドップラー効果が角度分解能に与える影響について示している。また、PET との同時撮像における同時計数の影響についても議論している。

第4章は、従来単一光子放出核種として扱われていたもののうち、In-111 や Lu-177 などのように複数の γ 線を続けて放出する核種について、PET のように、これら複数の γ 線の同時計数を行うことで、時間情報を用いたイメージングが可能になることに注目し、整理を行っている。この場合、複数本の γ 線は PET とは異なり、ある角度をもって放出されるため、2台のコンプトンカメラを用いる手法が考えられる他、コリメータを利用したイメージングについても提案

しており、その有用性を検討するとしている。

第5章はコンプトン-PET ハイブリッドカメラの開発について述べている。構成要素となるシンチレータ・光検出器・信号取得システム・データ処理法などの詳細を示した後、実際に構築したシステムにおける角度分解能などの装置性能評価結果を求めている。更に、F-18 と In-111 を用いた PET とコンプトンカメラの同時撮像実験をマウスを用いて実施した結果、コンプトン-PET ハイブリッドカメラの高い性能が示された。また、治療用の核種である At-211、F-18、In-111 を同時撮像し、3つの核種が分離して計測されることを示している。

第6章は単一の核種から2本の γ 線を放出するような核種を対象として、2光子同時計測法を適用し検証を行った結果について示している。まず、K-43 から放出される 617 keV、373 keV の2本の γ 線を2個のコンプトンカメラを用いて同時に撮像した結果を初めて示している。次に、共に2本の γ 線を放出する診断核種の In-111 と治療核種の Lu-177 の2つの核種を用い、パラレルホールコリメータを用いて、これらのイメージングを試みた結果、核種を分離して計測することに成功したことを示している。

第7章は結論であり、本研究において多核種撮像に取り組み、コンプトン-PET ハイブリッドカメラにおいては、F-18 と In-111 を用い、マウスの撮像に成功したこと、At-211 と F-18 の同時撮像に成功したことなどの成果を得たことが示されている。また、二光子同時計測法の検証としては、K-43 のイメージングに成功したほか、二光子放出核種である In-111 と Lu-177 の同時測定でこれらを分離することまで成功している。

質疑では、PET 画像とコンプトン画像の差異の原因、偶発同時計数の影響、エネルギー分解能と画像との関連、同時計数によりイベント数が少なくなることの問題などの質問がなされ、論文の内容についての確認が行われた。

以上のように、本論文は新しい核医学イメージング技術を開発して多核種同時撮像に取り組み、その有効性を示すところまでを行ったものであり、当該分野の進展に寄与するところは少なくない。

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。