

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 11905 号
------	---------------

氏 名 高橋 時音

論 文 題 目

全方向ガンマ線コンプトンイメージング法の開発と応用
(Development of 4π Field of View Gamma-ray Compton Imaging
Method and Its Application)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	教授	井口 哲夫
委員	名古屋大学	教授	曾田 一雄
委員	静岡大学	教授	青木 徹
委員	名古屋大学	准教授	富田 英生
委員	名古屋大学	准教授	渡辺 賢一
委員	東京都市大学	教授	河原林 順

論文審査の結果の要旨

高橋時音君提出の論文「全方向ガンマ線コンプトンイメージング法の開発と応用」は、近年、放射線を用いた医療、環境放射線モニタリング、核セキュリティ等の分野での活用が広まりつつある軽量、高感度、広視野を持つコンプトンイメージング方式のガンマカメラ開発の中で、全方向に視野をもつガンマ線イメージング手法の高度化を図ったもので、主にシンチレータを用いた3次元位置敏感型検出器からなる全方向ガンマカメラシステムを構築し、シミュレーションと実験を通じた原理実証を行うとともに、コンプトンイメージング法固有の空間的な信号対雑音比の改善と角度分解能を向上させる新たな逆投影法を考案、応用実証した成果をとりまとめ、以下の全5章から構成されている。

第1章では、本研究の背景と動機として、ガンマ線コンプトンイメージングの既存手法の現状レビューとともに、その拡張方式である全方向ガンマ線イメージングの原理、応用可能性、および解決すべき課題が示され、本研究の着眼点や目的について述べている。

第2章では、全方向ガンマ線イメージングのための3次元位置敏感型検出器として、GAGG(Ce)シンチレータスタック型検出器とピクセル型CdTe半導体3次元アレイ検出器に基づくプロトタイプシステムを構築し、そのハードウェアとソフトウェアの動作原理や基本特性をモンテカルロシミュレーションおよび基礎実験により明らかにしている。特に、各検出器要素の位置分解能やエネルギー分解能、またガンマ線入射方向が最終的に得られるガンマ線イメージングに与える影響が詳細に評価され、全方向に対して ^{137}Cs 等の数百keV領域のガンマ線源の飛来方向の特定が可能であることを実証するとともに、全方向ガンマカメラのシステム設計に有益な多くの知見を与えている。

第3章では、本研究で新たに開発したコンプトン散乱角によるイベントの振り分けを利用した重みづけ逆投影法について述べている。具体的には、ガンマ線検出のイベント毎に、算出されるコンプトン散乱角の大きさ別に2グループに分けると、それぞれのグループ別の逆投影時に雑音成分の現れ方に違いが生じることを利用し、これら2つの逆投影図をお互いの重み係数とみなして掛け算する手法で、簡便・迅速に信号成分を強めながら雑音成分を除去するアイデアである。実際、前章で得られた2種類の全方向ガンマカメラの測定結果に本手法を適用した結果、顕著に信号対雑音比の改善と角度分解能を向上させることに成功している。

第4章では、上記全方向ガンマカメラの具体的な応用例として、医療用サイクロトロン施設現場等での放射性物質分布の迅速マッピングが検討されている。実際、名古屋市市内での医療用サイクロトロン施設における壁等の放射化分布測定に適用したところ、通常のサーベイメータを用いて測定した空間線量率分布と妥当な一致を示すとともに、核種弁別のマッピングも可能など、本手法の有効性が実証されている。

第5章では、本研究で得られた成果の総括とともに、本手法の最適化や拡張に向けた今後の展望について述べている。

以上のように、本論文は、3次元位置敏感型検出器を用いた全方向ガンマカメラシステムの原理実証、およびそのハードウェア構成とデータ処理がガンマ線イメージング性能に与える影響をシミュレーションと実験の両面から詳細に検討するとともに、信号対雑音比の改善と角度分解能を向上させる重みづけ逆投影法を新規考案し、実際に放射性物質が分布する現場への適用により、本手法の有効性を実証したもので、今後さらなる発展が見込まれる全方向ガンマ線イメージング技術の改良や応用展開に対し、多くの有益な成果・知見を得ていることから、学術上および工業上寄与するところ大である。よって、本論文提出者の高橋時音君は、博士(工学)の学位を受けるに十分な資格があるものと判定した。