

卒業論文概要書

2020年2月提出

所属学科	応用物理学科	氏名	小俣 陽久	学籍番号	1Y16B023-4
研究題目	革新的 X 線ガンマ線カメラによる 広帯域イメージングの提案と実証			指導教員	片岡 淳

【研究背景】

X 線やガンマ線のイメージングは宇宙物理・核医学・環境測定など様々な分野において重要であり、最先端科学を開拓するうえで必須の技術といえる。一方、光子と物質との主要な相互作用は数百 keV 以下で光電効果、数百 keV 以上でコンプトン散乱と異なり、両者を同時にイメージングすることは一般に困難である。本研究では、「高エネルギー帯イメージングに用いられるコンプトンカメラ」と「低エネルギー帯イメージングに用いられるピンホールカメラ」を融合し、広帯域のイメージングを初めて実現可能とする「ハイブリッド X 線ガンマ線カメラ」を考案・開発した。

【ハイブリッドカメラの開発】

考案したハイブリッドカメラは二層の検出器からなり、前段検出器は中央に穴を穿いた構造をもつ。従来のコンプトンカメラとしての撮影に加えて、光電吸収が主要な低エネルギー帯では前段検出器をアクティブシールドとして解析することでピンホールカメラとしての撮影が可能である (図 1)。

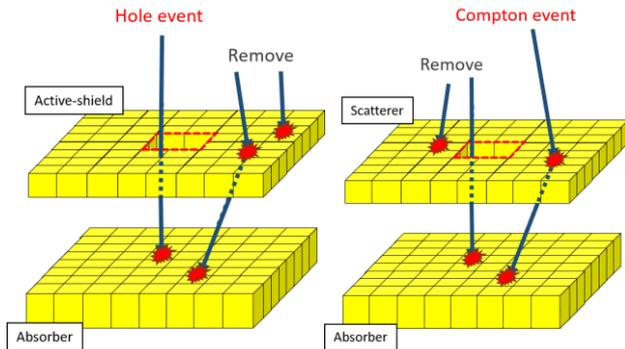


図 1 ピンホール撮影 (左) とコンプトン撮影 (右) 概略

ホール径を最適化されたハイブリッドカメラは、広帯域にわたり高感度と概ね 10° (FWHM) 以下の角度分解能が期待された (図 2)。

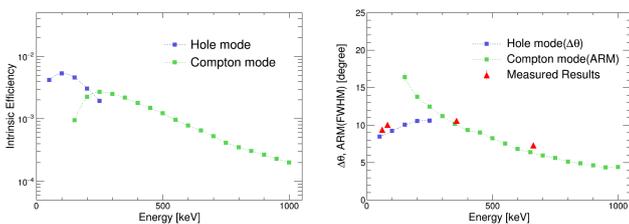


図 2 シミュレーションによるハイブリッドカメラの性能評価 (左) 固有検出効率 (右) 角度分解能

【実証実験】

本実験では、実際にハイブリッドカメラを開発し、広帯域同時イメージングの実証実験として、Cs-137 と Am-241 の同時撮影を行った。同一の測定データから、ピンホール解析によって Am-241 (60keV)、コンプトン解析によって Cs-137 (662keV) を再構成した (図 3)。

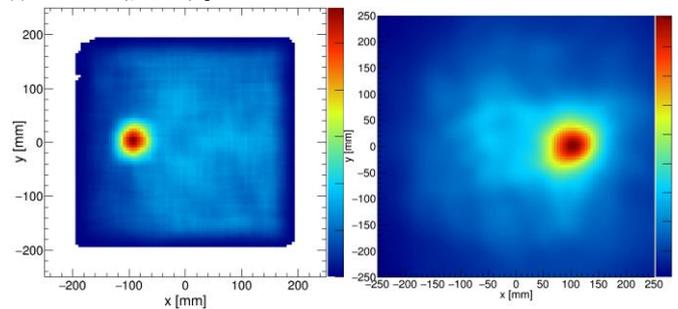


図 3 Am-241 (60keV) と Cs-137 (662keV) の同時撮影 (左) ピンホール再構成 (右) コンプトン再構成

【核医学への応用】

核医学分野への最初の応用として、次世代アルファ線治療薬として注目される At-211 の X 線・ガンマ線同時撮影を行った。小瓶入りの At-211 (4.61MBq) をカメラから 15cm 先平面のカメラ正面と右方 30° に配置しそれぞれ測定を行った。ピンホール再構成 79keV の X 線を、コンプトン再構成で 570keV のガンマ線をそれぞれイメージングした。

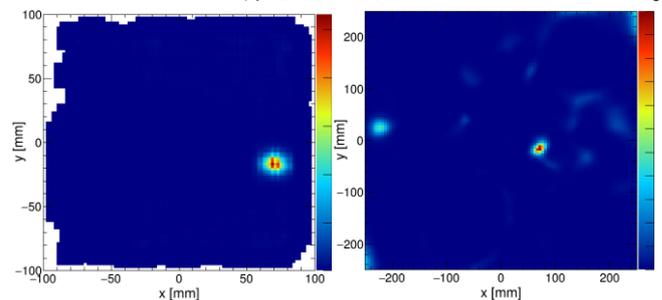


図 4 At-211 (4.61MBq) MLEM 再構成画像 (30°) (左) ピンホール再構成 (右) コンプトン再構成

【まとめと今後の展望】

本研究では、広帯域において高解像度のイメージングが可能なハイブリッドカメラを考案・開発し、シミュレーションと実験によって性能を実証した。今後は、さらに広帯域での感度と解像度の改善を目指し、検出器の構成等を検討したい。また、核医学や環境測定への応用の検証も続ける。