

卒業論文概要書

2023年2月提出

所属学科	応用物理学科	氏名	高橋慎太郎	学籍番号	1Y19B050-9
研究題目	アクティブコード化マスクを用いた コンプトンカメラの試作および検討			指導員	片岡 淳

【研究背景】

放射線のイメージングは宇宙物理のような最先端の科学はもちろん、核医学診断に代表される医療分野や原子力産業など広範な分野においてその必要性が高まっている。広帯域の X 線ガンマ線の同時イメージングを可能とするハイブリッドコンプトンカメラは低エネルギーをピンホールカメラとして、高エネルギーをコンプトンカメラとして撮像する。しかし、ピンホールカメラはその構造上有効面積が微小であるという欠点を持つ。そこで、本研究ではアクティブコード化マスクを用いることにより低エネルギー領域における有効面積を拡大したコンプトンカメラを提案・開発した。

【アクティブコード化コンプトンカメラの開発】

本研究で開発したアクティブコード化コンプトンカメラは2枚の位置有感な放射線検出器で構成される。前段検出器は複数の開口部を持ち、低エネルギー領域においてはアクティブコード化マスクとして機能する。したがって、低エネルギー帯はコード化マスクとして、中高エネルギー帯はコンプトンカメラとして撮像を行うことで低エネルギー領域における有効面積の拡大を図りつつ、広帯域の X 線ガンマ線同時イメージングが可能となる。

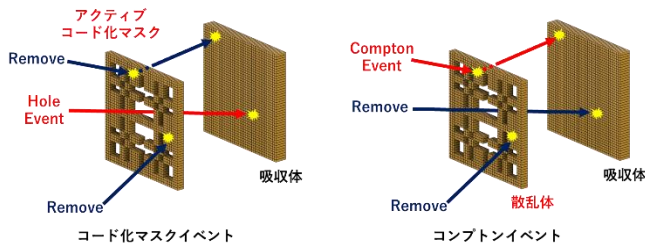


図 1 コード化マスク撮影(左)とコンプトン撮影(右)

コード化マスクを用いた前段の開口率はフレーム部分を含め約 38%であり、開口率約 1%のピンホールカメラに対して有効面積の点で大きなアドバンテージを持つ。前段検出器のマスクパターンは生成が容易で、自己相関関数が平坦なサイドローブを持つ MURA を採用した(図 2)。

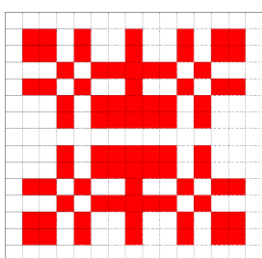


図 2 MURA Rank7 (赤が開口部)

【Geant4 によるシミュレーション】

実機の製作に先立ち、Geant4 を用いて 60keV の平行光線と点線源に対するコード化マスクイメージングのシミュレーションを行なった。なお、点線源についてはカメラを回転させることでサンプリングする周波数空間を仮想的に増やし偽像の低減を試みた。

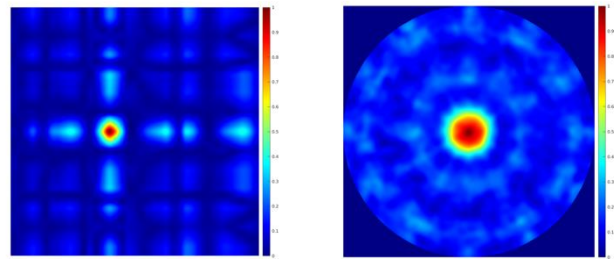


図 3 入射角 5° の平行光線(左)と距離 30cm・視野中心に存在する点線源(右)

【イメージング実証実験】

開発したアクティブコード化マスクを用いて Am-241(60keV) をコード化マスクとして、Cs-137(662keV) をコンプトンモードで撮影した。

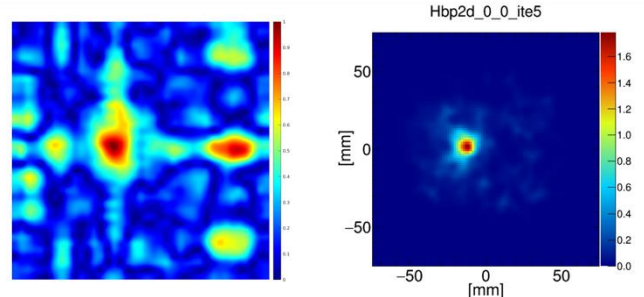


図 4 Am-241: 距離 20cm・視野中心から左に 1cm(左)と Cs-137: 距離 5cm・視野中心から左に 1cm(右)

【まとめと今後の展望】

本研究では、アクティブコード化マスクを用いたコンプトンカメラを提案・開発しシミュレーションと実測において画像再構成を試みた。今後は、点線源における偽像の低減や広がった線源などの撮影を可能とする設計や再構成方法を検討したい。また、雷雲におけるガンマ線バーストのような短い時間スケールの現象の撮影等への応用も検討したい。