

# 卒業論文概要書

CD

2013年 1月提出

学籍番号 1Y09B068-2

所属学科	応用物理	氏名	西山 徹	指導員	片岡 淳 印
研究 題目	コンプトンカメラにおけるガンマ線画像再構成法の研究				

## [はじめに]

現在、福島第一原発事故によって飛散した放射線源(主に  $^{137}\text{Cs}$ )の除染が被災地にて行われている。しかし線源位置の特定に用いられているピン・ホール型ガンマカメラは、重厚なシールド部を必要とするため、携帯が困難、有効視野が開口径によって制限されるといった欠点を持ち、効率的な除染作業を行うことが困難となっている。

ピン・ホール型ガンマカメラの後継機として、コンプトンカメラが注目されている。コンプトンカメラは、検出器内部で生じたコンプトン散乱を、コンプトン散乱学に基づいて再構成し、入射ガンマ線の方向を特定するガンマ線可視化技術である。原理上シールドが不要で、広角同時撮影も可能といった利点を持つため、より効率的な線源位置の特定が期待されている。

現在当研究室では、浜松ホトニクス社と共同で、高感度なシンチレーション式コンプトンカメラの開発を行っている。試作機は、魚眼カメラによる可視画像の撮影と、ガンマ線画像の作成も同時に行う。

本研究では、試作機のプログラムにも実装されている、魚眼カメラに合わせたガンマ線画像の再構成法についての研究を行った。

## [画像再構成法]

MLEM法とは、統計的計算を反復することで、確率的に最も確からしい画像を作成する画像再構成法であり、現在PETなどの臨床でも使用されている。本研究では、MLEM法の一つであるList-mode MLEM法を用いて画像再構成を行った。

List-mode MLEM法では、反復計算の度に検出効率 $s_j$ による補正を行う。この検出効率とは、線源位置 $j$ に由来するガンマ線が検出される確率である。

線源位置によらずに、 $s_j$ を全て一定値とする簡略化を行った場合と、Geant4シミュレーションによって算出したものを適用した場合についての画像比較を行った。下の図1にGeant4により導出した検出効率 $s_j$ の分布を示す。視野中心の検出効率が高いことが確認できる。

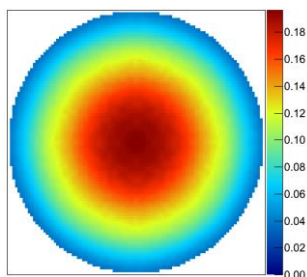


図1.検出効率 $s_j$ の分布

## [Geant4によるテストデータの作成]

実際にプログラムを動作させる際に利用するテスト

データは、Geant4を用いて作成した。シミュレーションにおいては、試作機のジオメトリと読み出し方法の模擬を行った。

## [結果]

カメラの光軸に対して線対称な位置に、2つの $^{137}\text{Cs}$ 点線源がある場合のMLEM画像を図2に、また視野中心と視野端に、同強度の $^{137}\text{Cs}$ 点線源がある場合のMLEM画像を図3に示す。図2と図3のどちらも、左が検出効率の簡略化を行った場合、右がGeant4による $s_j$ テーブルを利用した場合の結果である。

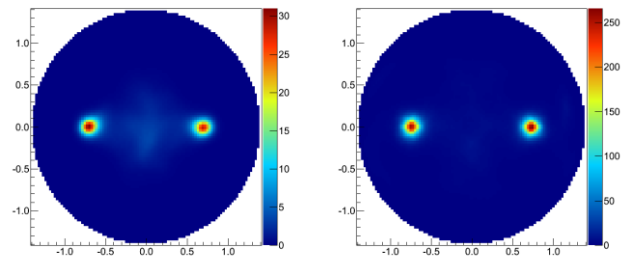


図2.線源位置が左右対称の場合  
(左： $s_j$ を全て一定、右： $s_j$ テーブル使用)

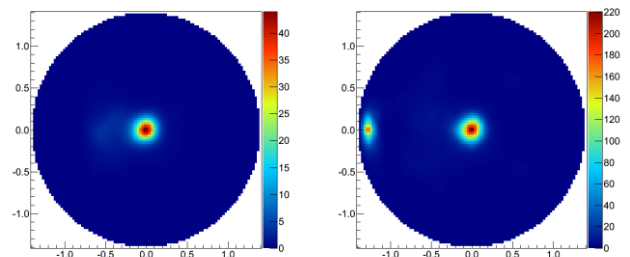


図3.線源位置が視野中心と視野端の場合  
(左： $s_j$ を全て一定、右： $s_j$ テーブル使用)

## [考察]

図2のような、検出効率が等しい場所に線源がある場合、 $s_j$ テーブルを利用することで、視野中心のノイズ成分の低減が生じる。これは後方散乱や、シンチレータ内部での多重散乱によるバックグラウンド成分が、画像再構成により除去されたためだと考えられる。また図3のように、検出効率が極端に異なる場所に線源がある場合、 $s_j$ テーブルを利用しなければ、視野端にある線源を描画することが出来ないと云える。

## [まとめ]

List-mode MLEM法によるコンプトンカメラの画像再構成を行い、高いバックグラウンド除去能力と、検出効率データの重要性を確認した。

今後は、画像再構成に関する更なる研究と、試作機の画像再構成プログラムへのフィードバックを行い、開発を進めていく予定である。