

卒業論文概要書

CD

2017年 1月提出

学籍番号 1Y13A047-0

所属学科	物理学科	氏名	望月 早駆	指導員	片岡 淳 印
研究題目	MeVガンマ線イメージングに向けた新型コンプトンカメラの検討				

[研究背景・目的]

1~10MeVのガンマ線は、様々な物理計測分野で重要なエネルギー帯である。たとえば、放射線治療の際に励起原子核から放出される4.4MeVの即発ガンマ線は、高精度治療モニタへの応用が期待されている。また、宇宙物理においても星の元素合成で放出される核ガンマ線、またブラックホールのHawking放射など、未だ解明されない様々な物理を含んでいる。しかしながら、MeVガンマ線領域において高い空間分解能をもつイメージング装置は、未だ存在しない。

MeV領域のガンマ線イメージングに最適な技術として、コンプトンカメラが挙げられる。当研究室では、これまでも福島調査や医療用のコンプトンカメラを開発してきたが、いずれも1MeV以下を主体としたもので、より高いエネルギーの使用には様々な困難が伴う。たとえば、カメラを構成する散乱体もしくは吸収体内部で起こる多重散乱イベントや、吸収体で全吸収されず一部のエネルギーが逃げてしまうエスケープイベント等の割合が増加し、正しい画像が得られないことが想定される。本研究では1~10MeVガンマ線イメージングを目標に、ストリップ読み出しが可能なMPPCアレイを新規開発し、多重散乱・エスケープイベントを効率的に排除する方法について検討した。

[シミュレーションによる各イベントの割合評価]

はじめに、Geant4シミュレーションを用いてエスケープイベント、多重散乱イベントの発生割合を求めた。図1に示すGAGG結晶からなるコンプトンカメラに複数のエネルギー(662keV,1332keV,4.4MeV,10MeV)のガンマ線を打ちこんだ際のエスケープイベント、多重散乱イベントの割合を図2に示す。

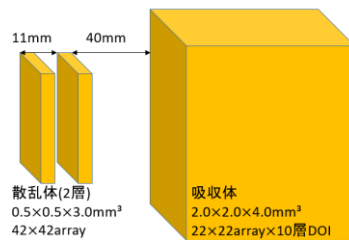


図1 コンプトンカメラ概略図

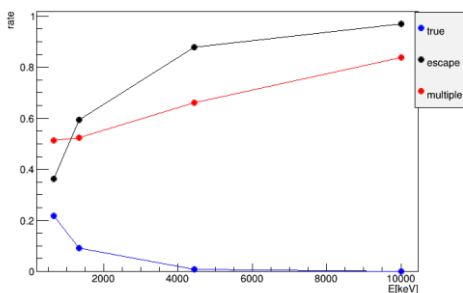


図2 エスケープイベント、多重散乱イベントの割合とエネルギーの関係

エスケープイベントと多重散乱イベントの割合は高エネルギーほど高くなるのが確かめられた。これに

ともない、多重散乱もエスケープもしない正規イベントの割合は著しく低下し、MPPCアレイを重心演算で読み出す、現状のコンプトンカメラではイメージングが難しいことが判明した。

[エスケープイベントの識別]

エスケープイベントを検出しかつ排除する方法として、図3のようにBGOブロックを吸収体後方に配置した。全エスケープイベントに対するBGOでの検出率を各エネルギーについて求めた。この結果よりBGOを置くことで20-30%の割合でエスケープイベントを検出可能だと分かった。

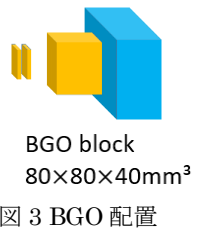


図3 BGO配置

続いて¹³⁷Cs (662keV),⁶⁰Co (1332keV)の密封線源を用いて、シミュレーション同様のジオメトリにおける実機測定を行った。散乱体、吸収体のコインシデンスイベント数に対するBGOでエスケープが検出されたイベント数の割合を図4に示す。結果は実験とシミュレーションで概ね一致し、実験においてもエスケープイベントの排除が可能であることを示せた。

[多重散乱イベントの識別]

ストリップ読み出し型のMPPCアレイを開発し、シンチレータの上下で直行させることで多重散乱への感度を持たせた。MPPCからx,y方向のストリップ上に信号読み出しを行い、各々のMPPCから算出される反応位置を比較することで多重散乱イベントの判定を行った。¹³⁷Cs,⁶⁰Coの密封線源を用いた実験・シミュレーション双方により、多重散乱イベントを排除可能であると分かった。



図4 MPPC8×8ch(散乱体)

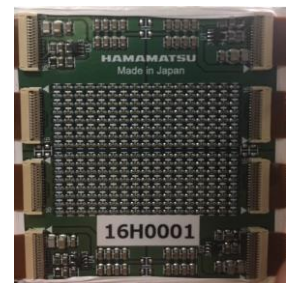


図5 MPPC16×16ch(吸収体)

[まとめと今後の展望]

本研究の結果より、多重散乱イベント及びエスケープイベントを一定の割合で取り除くことが可能であることを示すことができた。今後はより最適な排除方法を目指しBGOのサイズや配置、多重散乱の判定アルゴリズムについて検討しコンプトンカメラとして動作させることを目指していく。