

卒業論文概要書

2019年2月提出

所属学科	応用物理	氏名	西 郁也	学籍番号	1Y15B060
研究題目	コンプトンカメラ画像における領域別スペクトル抽出法の提案			指導員	片岡 淳 印

【研究背景】

X線・ガンマ線天文学において、視野内にある関心領域(Region Of Interest: ROI)について、その局所的なスペクトルを得る手法が一般的に行われている。このスペクトル抽出法によって、各領域における放射線の強度比較や、線源および放射線発生機構の差異を捉えることができる。コンプトンカメラ画像において従来から行われているイメージング手法は、特定のガンマ線エネルギーに対してその空間分布を取得するというものであり、スペクトル抽出法については原理的に困難と言われていた。

そこで本研究では、コンプトンカメラ画像に対するスペクトル抽出法の適用方法を考案し、それを実測に基づいて検討した。

【点線源2種におけるスペクトル抽出】

本実験ではまず、コンプトンカメラを用いて ^{137}Cs (0.83MBq)と ^{22}Na (0.48MBq)点線源を同時にイメージングした(図1左)。コンプトンカメラ画像における2点の収束に対して、各ROIのスペクトルを抽出した(図1右)。ここではコンプトンコーンがあるROIを通るとき、そのROIから放出されたガンマ線によるイベントと見なした。さらに、両方のROIを通るコンプトンイベントを除去する処理により、各スペクトルのコンタミネーションを解消することに成功した。

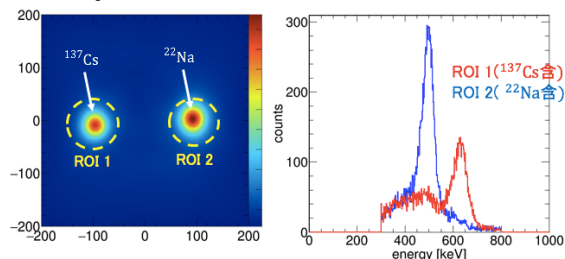


図1 スペクトル抽出結果

本研究ではさらに、抽出スペクトルに対して、エネルギーとROIの位置における検出効率の補正を行い、ガンマ線発生量の定量化を検討した。100keV毎の検出効率分布を補間することで、連続的なエネルギーの補正を可能とした。補正後における両スペクトルのピーク部分は理論値と

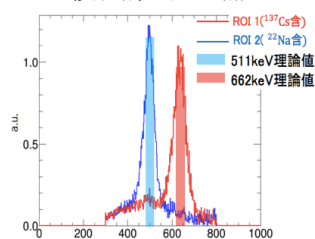


図2 相対強度の算出

エラーの範囲で合致し、相対強度の算出に成功した(図2)。

【3D画像におけるスペクトル抽出】

軽量かつ高感度なコンプトンカメラを用いれば、線源の周囲から測定することで、高精細な3D線源分布を取得できる。本実験では ^{137}Cs と ^{22}Na 点線源について3D画像を作成し(図3左)、3次的にROIを選択することで、2D画像と同様な精度でスペクトル抽出を施すことに成功した。

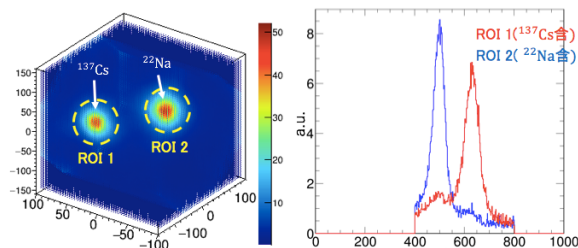


図3 3D画像におけるスペクトル抽出結果

【散乱線の増加検証】

^{137}Cs 点線源を2箇所、一方についてはPE材を挟んで測定を行った。各線源位置にROIを取り、スペクトル抽出した結果を図4に示す。PE材を介することで662keVのガンマ線が多く散乱し、他方のROIより低エネルギーの成分が増倍している様子を、2つの抽出スペクトルの対比によって捉えることができた。

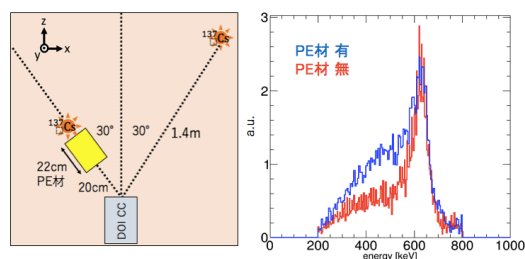


図4 散乱線の強度比較

【まとめと今後の展望】

本研究では、2種類の点線源を捉えたコンプトンカメラ画像において、領域別スペクトル抽出法を適用した。その結果、各線源から放たれるガンマ線スペクトルを分離し、その上で線源強度の相対比の算出に成功した。今後は、分子イメージングや天体観測への応用に向けて、大きさ・形を持つ線源に対するスペクトル抽出の妥当性を検証していく。