

# 卒業論文概要書

2021年 1月 29日提出

|      |                                       |    |       |      |            |
|------|---------------------------------------|----|-------|------|------------|
| 所属学科 | 応用物理学科                                | 氏名 | 増渕 美穂 | 学籍番号 | 1Y17B086-0 |
| 研究題目 | 広域 X 線ガンマ線撮像による<br>2 光子同時イメージングの提案と実証 |    |       | 指導員  | 片岡 淳       |

## 【研究背景】

医療現場において、放射線の可視化技術は、検査や放射線治療時のモニタリングなどに不可欠な技術である。正確な診断のためには、ノイズやアーチファクトが少なく、S/N の良い画像であることが求められる。しかし、実際には1つの光子でイベントを重ねていくとアーチファクトが生まれ、S/N が低減する。S/N の向上を図るため、2光子同時イメージングが着目されている。

一般に、核種は軌道電子捕獲や内部転換をして、特性X線を放出し、ガンマ壊変によりガンマ線を放出する(図1参照)。2光子同時イメージングとは、一度の崩壊で複数の光子を放出する核種を対象としたイメージング手法であり、特定のエネルギーの組み合わせが特定の時間差以内に検出されたイベントのみを再構成に用いる。

特性X線と核ガンマ線はエネルギーが異なるため、一つの可視化装置で同時にイメージングすることは困難である。故に、現在行われている2光子同時イメージングは、特性X線は使わず、ガンマ線のみを使っている。そのため、対象となる核種が限られ、また、検出効率が低くなる。そこで本研究では、広域イメージングが可能なハイブリッドコンプトンカメラで2光子同時イメージングを試みた。

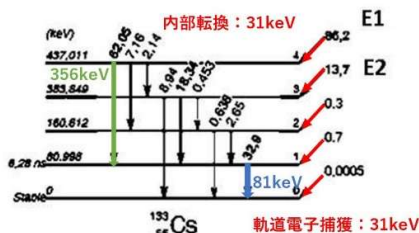


図1  $^{133}\text{Ba}$  の崩壊図

## 【2光子同時放出核種の検討】

まず、同時に放出される光子のペアを二台のシンチレーション検出器によって確認した。検出器で±50ns以下の時間差で検出されたイベントのペアの二次元ヒストグラムを図2に示す。縦軸と横軸はそれぞれの検出器で検出された光子のエネルギーである。31keV-31keV、31keV-81keV、31keV-356keV、が同時に放出されていることを確認した。31keV-31keV は軌道電子捕獲による特性X線と内部転換による特性X線である。31keV-81keV、31keV-356keV は特性X線と核ガンマ線である。

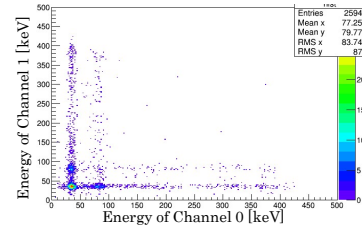


図2  $^{133}\text{Ba}$  の二次元エネルギーヒストグラム

スペクトル測定により、崩壊図通り、特性X線と核ガンマ線が同時に放出されていることが確認できた。

また、核医学で実際に使用されている  $^{67}\text{Ga}$  と  $^{111}\text{In}$  についても二次元ヒストグラムを用いて崩壊図の確認ができた。

## 【2光子同時イメージング】

$^{133}\text{Ba}$  に対し、二台のハイブリッドコンプトンカメラを用いて 31keV-31keV のイメージングを行った。イメージングに用いるイベントの選別に際し、二台のカメラでの検出時間差の条件をかけた場合の結果(上)と、かけていない場合の結果(下)を図3に示す。図の左側が生成画像で右側が生成画像を横軸に射影した結果である。

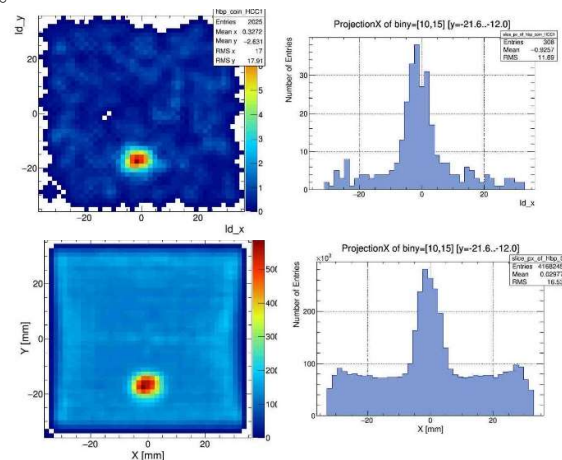


図3  $^{133}\text{Ba}$  のイメージング結果 (上: 提案手法, 下: 従来手法)

同時に放出されたイベントのみを使うことで、S/N は改善し、 $\sigma (= S/N)$  は、2.9 から 13.2 となった。(S: 信号の高さ、N: ノイズの高さ)

## 【まとめと今後の展望】

2光子同時イメージングによって、生成画像のS/Nの向上を確認した。

今後は、3D イメージングや、複数線源がある時のイメージングにも挑戦したい。