

SiPM 用 TOT-ASIC を用いた術中プローブイメージングの研究

Development of A Single Probe Imaging of Laparoscopic Compton Camera

with TOT-ASIC for SiPM

東大工¹ ○小山 晃広¹, 島添 健次¹, 高橋 浩之¹

Univ. of Tokyo¹, ○Akihiro Koyama¹, Kenji Shimazoe¹, Hiroyuki Takahashi¹

E-mail: koyama@sophie.q.t.u-tokyo.ac.jp

緒言

腹腔鏡手術において、従来の内視鏡では光学的な情報しか得られず、表皮下のがん領域を特定することは困難であった。CT や MRI を用いて 3 次元術前画像を取得し、術中にがん領域を可視化、ナビゲーションする技術が提案されているが、術前画像と形態情報が異なることによるミスマッチングが起こる可能性がある。

本稿では悪性腫瘍領域をリアルタイムで診断するために、内視鏡にコンプトンイメージングを応用する手法を考案した。手法の有効性を確認するため、新たな術中プローブを開発し、検証実験を行った。

方法

コンプトン散乱を検出するため、二つの検出器を用いるプローブを考案した (図 1)。GAGG 結晶を散乱体 (10 x 10 x 5 mm³)、及び吸収体 (10 x 10 x 10 mm³) のシンチレータとして使用した。また内視鏡への搭載を考慮し、各検出器には、小型であり、低い電圧で動作する SiPM (KETEK PM6660 6 x 6 mm²) を使用した。

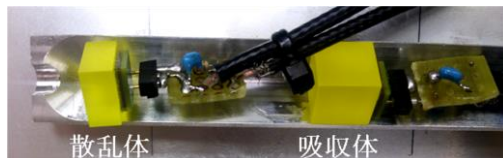


図 1 作成した術中プローブ

検出された信号は、Time-Over-Threshold (TOT)-ASIC を用いて閾値をもとにデジタル信号へと変換し、FPGA を使用して各パルスの時間幅からエネルギー値を算出した。同時検出時の吸収体エネルギー、および散乱体エネルギーを取得した。

実験

考案したプローブを用いて、662keV のエネルギーピーク値をもつ ¹³⁷Cs を計測した。

また、作成したプローブを用いて画像を作成し、有効性を検証した。計測にあたり検出器間の距離は 3 (cm)、また検出器と線源との距離は水平方向に 1 (cm) 離れた。垂直方向にプローブを平行移動し、各位置でのコンプトン散乱時の吸収体エネルギー及び散乱体エネルギーを取得し、線源の存在範囲を表すコンプトンコーンイメージを作成した。

結果

図 2 に作成したプローブを用いて検出された ¹³⁷Cs のエネルギースペクトルを示す。

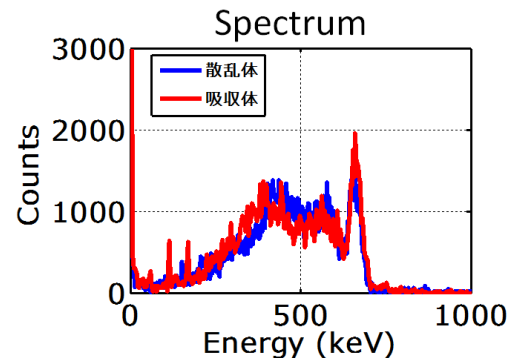


図 2 検出したエネルギースペクトル

また、垂直方向に +6 (cm) プローブを平行移動した場合のコンプトンコーンイメージを図 3 に示す。

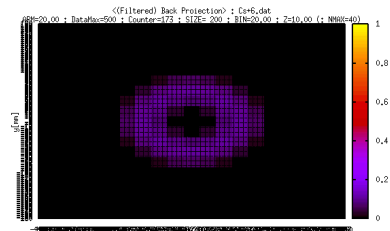


図 3 作成したコンプトンコーンイメージ

考察

図 2 より、測定されたエネルギー値は各検出器とも明瞭なピーク値を持ち、TOT-ASIC を用いた検出システムの有効性が示唆された。また、図 3 より、提案したプローブにより吸収体、および散乱体のエネルギー値からコンプトンコーンを画像化できることが示唆された。今後閾値の調整によるイメージの高精度化および試作したプローブへの光学センサ (POLARIS) による位置および角度情報の付加を行いイメージを構築する。

結言

本稿ではコンプトンカメラを内視鏡へと応用する手法を考案した。検出には SiPM 用 TOT-ASIC を用いたシステムを提案し、結果からその有効性が示唆された。今後はより詳細な検証、およびリアルタイムで線源を追跡できるシステムを開発する必要がある。