

卒業論文概要書

CD

2018年 1月提出

学籍番号 1Y14B087-1

所属学科	応用物理学科	氏名	丸橋 拓也	指導員	片岡 淳 印
研究 題目	マルチチャンネル MPPC を用いた X 線 CT の構築と評価				

[研究背景・目的]

X 線 CT は現代医療・診断技術の根幹をなす優れたイメージング技術である。従来 CT の多くはシンチレータとフォトダイオードを用いた電流モードの積分型であるため、個々のパルスを分離できずエネルギー情報を失う。また 1 回の検査での被ばく量は 10mSv にも達する。これに対し、フォトンカウンティング CT (PCCT) は個々のパルス信号を読み出すことで、エネルギー情報を取得 (パルスモード) する。閾値より低いノイズの影響を軽減できるため、従来 CT では不可能であった物質同定や低被ばく化が期待されている。世界的には、CZT など半導体を用いた直接検出型 PCCT の検討が進んでいるが、我々は技術展開の容易さやコストの軽減から、MPPC と高速シンチレータを用いたフォトンカウンティング CT に挑戦している (単素子評価については Morita et al. 2017, NIM-A で報告済み)。

本研究では、より実践的な PCCT を構築するため、16ch の 1 次元 MPPC アレイと新規開発の高速アナログ集積回路を組み合わせ、図 1 のシステム全体の定量評価を行った。まず開発した LSI 単体の性能評価、続いて全体におけるエネルギー分解能やレート耐性などを調べた。また、電流モードとパルスモードそれぞれについて CT 画像を取得し、両者のコントラストを比較した。

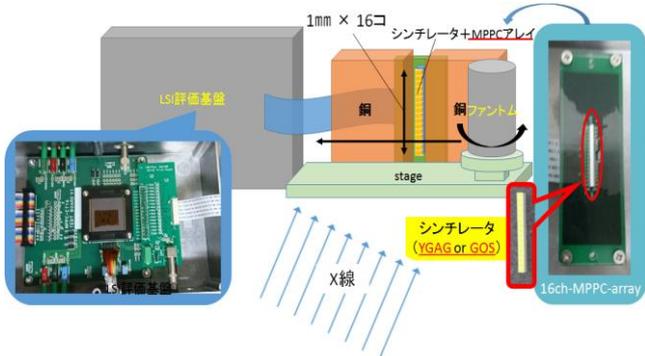


図 1 CT 撮影セットアップ

[定量評価 1: エネルギー分解能]

^{241}Am からの 60keV ガンマ線を用いて、開発したシステムのエネルギー分解能を測定した (図 2)。その結果、31% (FWHM) であった。このことから、パルスモードの閾値間隔を 20keV と設定すれば、4 つのエネルギー帯で独立に CT 画像を得ることができ、被写体のエネルギー情報を得ることができる。

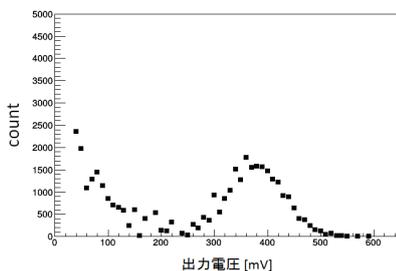


図 2 ^{241}Am スペクトル (ch0)

[定量評価 2: レート耐性]

CT では撮影時間の短縮と高画質を得るために、高いレートでの X 線照射が不可欠となる。開発した LSI のレート耐性を実測したところ、管電圧 150kV に対し 5MHz/mm² であった。結果を図 3 に示す。

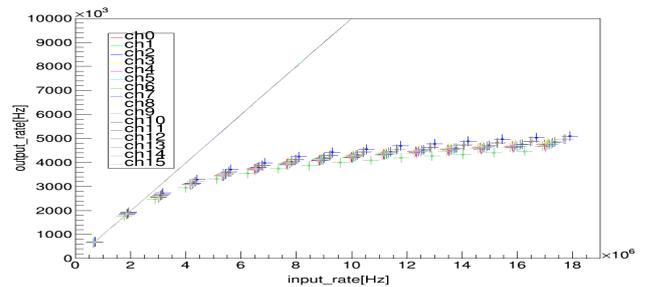


図 3 X 線のカウントレート

[電流・パルスモードの CT 画像取得]

X 線管の管電圧 120kV、管電流 0.3mA の下、電流・パルスモードで 16ch-CT 画像をそれぞれ取得し、3 次元再構成に成功した。結果を図 4 に示す。

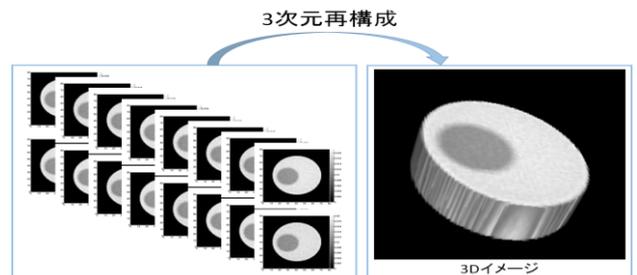


図 4 16ch-CT 画像と 3D 画像

得られた画像を比較すると、パルスモードの方が電流モードより水とアルコールのコントラスト比が大きく良好な結果となった (図 5)。また低エネルギーのみに限定した画像でも、コントラストは強調されている。

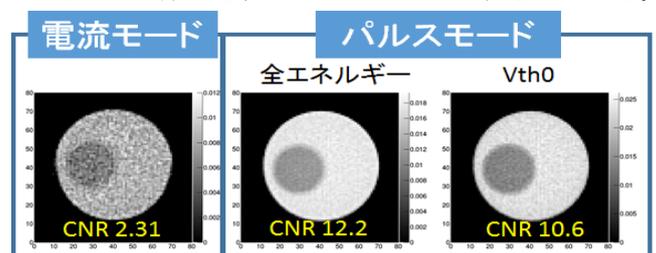


図 5 CT 画像の比較 (ch0)

[まとめと今後の展望]

本研究ではマルチチャンネル MPPC を用いた X 線 CT システムの構築と評価を行い、16ch-CT 画像の取得に成功した。今後は、このシステムで物質同定や造影剤 CT (K-edge imaging) に取り組む。また現在のチャンネル数 16 から 64 に増やすことで、より被写体の広い範囲を一度の CT 撮影で撮像できるようにしていく。