

卒業論文概要書

2019年2月提出

所属学科	物理学科	氏名	木地 浩章	学籍番号	1Y15A019-8
研究題目	次世代カラーX線CT実現に向けたシンチレータの最適化と定量評価			指導教員	片岡 淳

[研究目的・背景]

X線CTは現代医療の根幹をなす重要なイメージング技術である。しかしながら、従来CTの被ばく量は一回当たり10mSvと高く、信号は一定時間積分した電流モードで読み出される。そのためCT画像では正確な物質同定が困難であり、様々なアーチファクトの除去も困難となる。こうした問題を解決するため、個々のX線光子のエネルギーを逐一取得し、多色撮影を可能とするフォトンカウンティングCT(PC-CT)の研究が世界的に進んでいる。一般的にはCdZnTeなど半導体検出器を用いた直接変換型が提案されているが、我々は低コストかつ従来CTのノウハウを最大限に活用可能な、間接型PC-CTシステムの開発を進めている。

本研究ではPC-CTの実用化に向けて蛍光時定数や発光量の異なる様々なシンチレータの比較実験を行った。具体的には、まず各シンチレータのエネルギー分解能とレート耐性を測定した。その後CT撮影により取得した画像とヨードのみを強調させたK-edge imaging画像でそれぞれ定量評価を行い、最適なシンチレータの条件を模索していく。

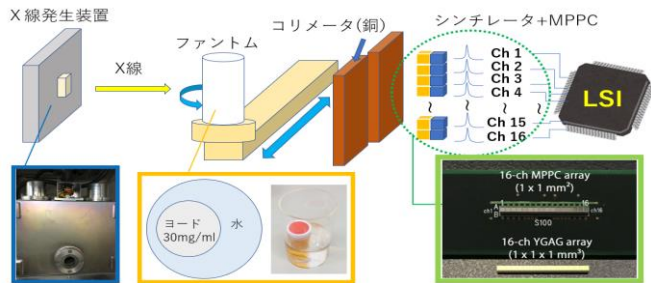


図1 CT撮影セットアップ

[シンチレータの特性一覧]

定量評価を行うシンチレータの特性を表1に示す。

表1 比較するシンチレータの特性

材料コード	SX101	SX102	SX105	SX106
材質	YGAG	GGAG	YGAG 改	GGAG 改
蛍光時定数 [ns]	70	150	50	50
発光出力アレイ [%]	100	125	34	34
残光 [ppm]@3ms	250	150	30	70
密度	5.4	6.5	5.4	6.5

[エネルギー分解能測定]

^{241}Am の60keV光電ピークを16chごとに測定し、各シンチレータのエネルギー分解能を求めた。その時の結果を表2に示す。表より発光量の多いSX101とSX102が良いエネルギー分解能を示していることが分かる。

表2 各シンチレータのエネルギー分解能

	SX101	SX102	SX105	SX106
$^{241}\text{Am}@60\text{keV}$	31[%]	31[%]	42[%]	42[%]

[カウントレート測定]

シンチレータごとのレート耐性を調べた所、蛍光時定数の早いSX105, SX106が $6 \times 10^6 \text{cps/mm}^2$ と高いレート耐性を示した。シンチレータごとの測定結果を図2に示す。

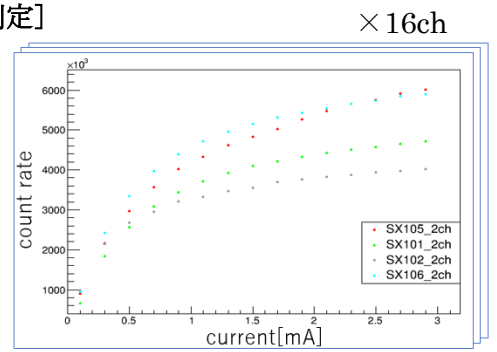


図2 各シンチレータのレート耐性

[CT画像の定量比較]

X線管の管電圧を120kV、管電流0.1mAに設定の下、水中にヨード(30mg/ml)を配置したファントムの撮影を行った。その時のCT画像と数値を図3に示す。エネルギー分解能の良いSX101で取得したCT画像がSN, CNRともに最も良い値を示した。

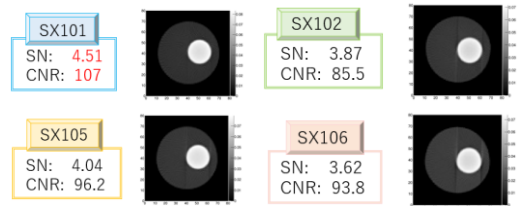


図3 CT画像のSN, CNR比較

[K-edge imaging画像の比較]

ヨードのK-edge(33.2keV)を利用してヨードのみを強調したK-edge imaging画像でも同様に比較した。その時の結果を図4に示す。先ほど同様SX101による画像がSN, CNRともに優れた結果となった。

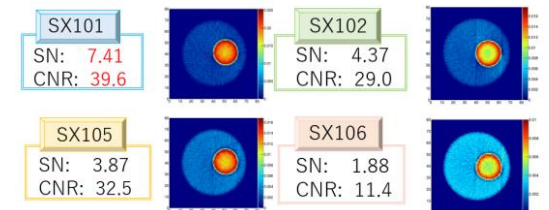


図4 K-edge imaging画像のSN, CNR比較

[まとめと今後の展望]

エネルギー分解能が優れ、蛍光時定数もある程度早いSX101で取得したCT画像、並びにK-edge imaging画像がSN, CNRともに最も優れた値を示していた。

今後も他のシンチレータ(YAP, LYSO, etc)によるCT画像の定量評価を継続して行い、最終的にそれらの結果を日立金属様へとフィードバックすることでフォトンカウンティングに適したシンチレータ素材の開発を行っていく。