

卒業論文概要書

2024年2月提出

所属学科	応用物理学科	氏名	皆川遼太郎	学籍番号	1Y20B086-9
研究題目	積層シンチレータ検出器を用いた フォトンカウンティング CT の提案			指導員	片岡 淳

【研究背景】

X線CTは非侵襲的に体内の断層画像を構成する技術として医療現場で広く用いられている。しかし従来CTには撮影の際の被曝量が多いことやX線のエネルギー情報が失われてしまうなどといった課題がある。そんな中、近年注目されているのがX線光子をエネルギー別にカウントしてイメージングするフォトンカウンティングCT(PCCT)である。PCCTではX線のエネルギー情報が得られるため従来CTではなし得なかったイメージングや解析が期待できる。現在我々のグループではPCCTの検出器としてYGAGシンチレータとMPPCを組み合わせたものを採用しているが統計量や検出器の特性上、高エネルギー側の感度が低エネルギー側に比べて低いという課題がある。そのため本研究では新たな検出器として積層型の2層検出器を提案し、その有用性について調査した。

【2層検出器の構想】

構想としてはシンチレータとMPPCを組み合わせた検出器を2層用意し、前段(front)では主に低エネルギーX線、後段(rear)では主に高エネルギーX線を検出することにより、1層のみの場合よりも広いエネルギー帯で高感度の検出を実現することを狙いとする。

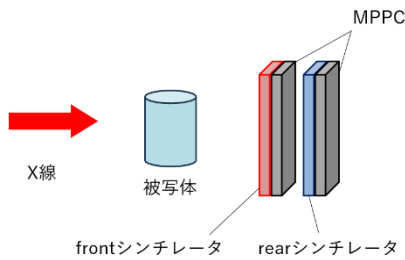


図1 提案する2層検出器の構想

【2層のパラメータ最適化】

2層検出器を設計するにあたり、パフォーマンスを最大にするために最適なパラメータを知る必要があると考えた。そのためGeant4シミュレーション上で2層のシステムを構築し、frontとrearの最適な厚さのバランスを調べた。最適化の際の評価指標としては① frontとrearの実効エネルギーの比較、② Iodine 10mg/mLとAuNP 1mg/mLの濃度推定値の精度の2つを設けた。

- ① 現在既に臨床で使われているDual Energy CTの実効エネルギーの組み合わせと最も近くなったのはdetector 100であった。
- ② 濃度推定値は、Iodine 10mg/mLはfrontが優位だが、AuNP 1mg/mLではrearの方が理論値に近くなった。

以上よりdetector 100 (front 0.5mm, rear 3.5mm)が今回の指標の下では最適と結論付けられた。

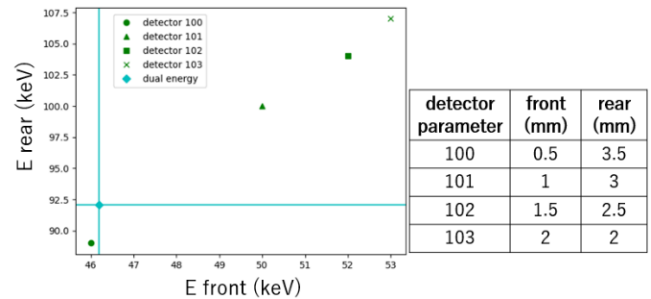


図2 実効エネルギーの比較

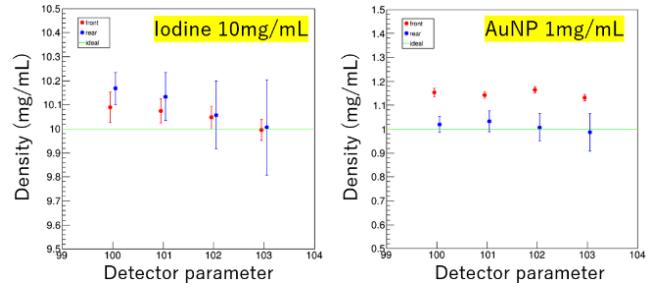


図3 濃度推定の結果

【2層情報の応用】

2層ならではの手法として、frontの情報を参照してrearのデータをシミュレーションベースで補正することで特性X線やエスケープ成分等の影響を低減しCT値の精度を上げられることが確認できた。

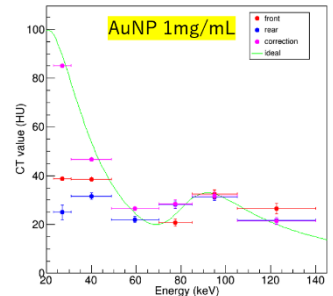


図4 補正前後のCT値の比較

【今後の展望】

PCCTにおいて積層型の検出器を提案し、パラメータの最適化と2層の有用性の調査を行った。今後は2層検出器を実装するために読み出し回路側のシステム開発に注力していきたい。