

修士論文概要書

Summary of Master's Thesis

Date of submission: 01/08/2015

専攻名 (専門分野) Department	物理学及 応用物理学	氏名 Name	西山 徹	指 導 教 員 Advisor	片岡 淳 印 Seal
研究指導名 Research guidance	放射線応用 物理学研究	学籍番号 Student ID number	5313A064-4 CD		
研究題目 Title	高感度携帯型コンプトンカメラにおける性能向上手法の検討				

1. 研究背景

2011年の福島第一原発事故により飛散した放射性物質(主に ^{137}Cs と ^{134}Cs)の除染は未だ大きな社会問題である。当研究室では福島県下での効率的な除染を推進するため、ガンマ線可視化装置の一種であるコンプトンカメラの開発を浜松ホトニクス社と共同で行ってきた。コンプトンカメラは、内部で生じたコンプトン散乱をコンプトン運動学に基づいて再構成することで、ガンマ線の到来方向を特定する。特徴として最大 4π の広い視野を持つこと、またコリメータやシールドを必要としないため軽量の装置開発が可能である。内部で生じたコンプトン散乱を再構成するには、正しく反応順序を特定する必要があるため、反応順序の誤認は再構成画像上のノイズ増大に繋がる。

本研究では、現状のコンプトンカメラの構成に大きな変更を加えることなく、反応順序の決定精度を向上させることで、画像上のノイズを低減させる手法を新規に開発した。Geant4シミュレータを用いた新規手法の検討や、実験室と屋外で実施した実験結果について報告する。

2. 新規画像ノイズ低減用シールドの検討

検出器間にシールドを配置することで反応順序の決定精度、Sequence Reconstruction Accuracy(以下SRA)向上を目指した。本手法は、シールドによって低いエネルギーの散乱ガンマ線が優先して阻止されることで、低エネルギーを測定した検出器が先に反応した確率が高くなることを利用している。本研究では、材質(Sn,Cu,Pb,W)と厚みを変化させた場合のシールドの最適化を行った。その際、シールド未装着時の値で規格化された感度にSRAを乗算したindex-Parameterを最大化するよう最適化を行った。

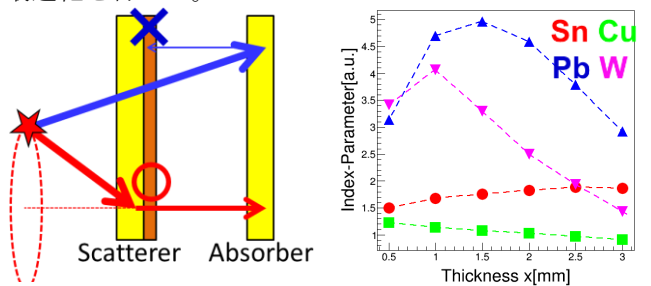


図 1. シールド概念図 図 2. シミュレーション結果

3. シールドの最適化結果と評価試験

今回実施した最適化では、Pb1.5mm厚が最適であるという結果を得た。本シールドでは視野中心において、約20%の感度低下と引き換えに6倍のSRA向上が期待される。

• 実験室系における比較実験

実験環境において、実機を用いた最適化したシールドの性能評価実験を実施した。視野内に1つの ^{137}Cs 線源を配置し、実際に画像再構成を行い、シールド有無の比較を行った。視野内の全域において画質の改善を確認し、画質の改善は下図3のような視野端に線源が存在する場合において、特に顕著であった。

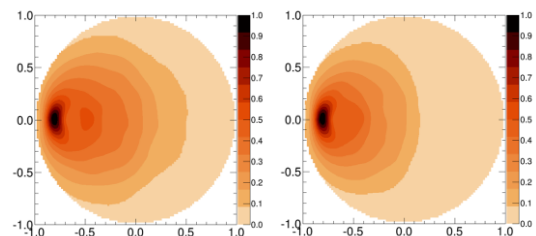


図 3. 視野端における実測定の再構成画像 (左:シールド無し、右:シールドあり)

• 福島県におけるフィールド試験

福島県浪江町において、最適化シールドを装着したコンプトンカメラを用いたフィールド試験を行った。画像再構成の結果、サーベイメータを用いた事前調査で見つかった、視野中心付近に存在する2つのホットスポットを正しく描画できている様子を確認できた。

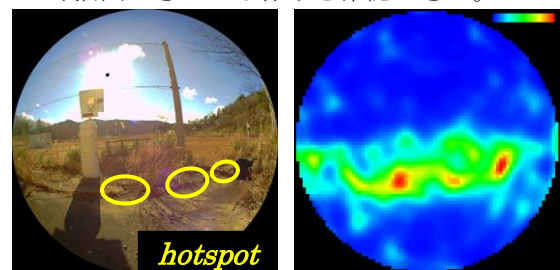


図 4. 実地試験における再構成画像 (左:可視画像、右:ガンマ線画像)

4. まとめと今後の展望

本修士論文で新規に画像ノイズ低減用シールドを提案し、開発した高感度コンプトンカメラにおける性能向上を確認した。今後は同時に開発した高解像度タイプのカメラにも本シールドを適用することで、更なる性能向上を目指していく。

【研究業績リスト】

- (1) [国際会議 口頭発表] T.Nishiyama et al., "Current Status and Optimization of Handy Compton Camera Using 3D Position-Sensitive Scintillators", IEEE(2013), N11-2.
- (2) [国際会議 ポスター発表] T.Nishiyama et al., "A Novel Compton Camera Design featuring a Rear-panel Shield for Substantial Noise Reduction in Gamma-ray Images", PSD-10(2014), 31.