

平成27年度(基盤研究(S)) 研究概要(採択時)

【基盤研究(S)】

総合系(複合領域)



研究課題名 実用化へ向けた高解像度 3D カラー放射線イメージング技術の開拓

早稲田大学・理工学術院・教授 かたおか じゅん
片岡 淳

研究課題番号: 15H05720 研究者番号: 90334507

研究分野: 複合領域、人間工芸学、医用システム

キーワード: 画像診断システム、3D イメージング、コンプトンカメラ

【研究の背景・目的】

近年、プロジェクションマッピングやステレオビジョン、プリンタに至るまで、3次元画像処理が大きな注目を集めている。一方で、レントゲン撮影や X 線 CT、空港の手荷物検査に至るまで、放射線イメージングは 2 次元静止画像を基本とし、かつエネルギー情報を持たない。もし放射線の多色(カラー)イメージを高解像度・3次元(3D)でリアルタイムに取得できれば、被写体の立体構造や材質、現象のダイナミクスに至るまで、得られる情報量は飛躍的に向上する。本研究ではこれまで独自に開発したガンマ線可視化技術を応用・発展し、世界に先駆けた 3 つの革新技術を創生する。すなわち A) 超解像度 X 線・ガンマ線イメージング技術 B) 医療用リアルタイム 3D コンプトンカメラの開発 C) 広視野 3D エリアモニタの開発と環境計測への応用を目指す。システム全体を国産ベースで開発し、放射線・医療分野の活性化と産業界への迅速なフィードバックを目標とする。

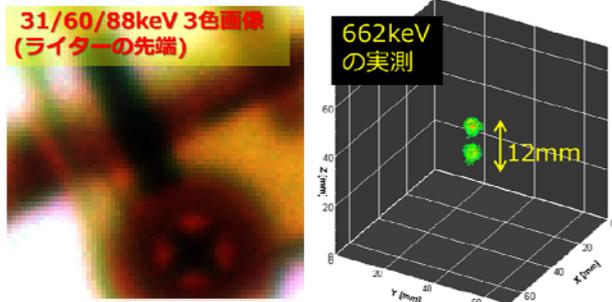


図1(左) 高精細シンチレータで撮影した3色 X 線カラー画像 (右) コンプトンカメラによる 662keV ガンマ線 3D 画像

【研究の方法】

超高解像度 X 線イメージングにおいては、マイクロ・ダイシング技術を用いて数種類の高精細シンチレータの製作を行い、MPPC アレイと接合してプロトタイプ検出器の開発を行う(図1左)。フォトン・カウンティングによる画像 S/N の向上を定量化し、CT 撮影時の被爆量低減を試みる。より高エネルギーのガンマ線では (1) 511keV ガンマ線を出すポジトロン放出核種に限定せず、複数の分子プローブを用いた動的 3D 分子イメージング(図1右) (2) 粒子線治療時における即発ガンマ線を用いた照視野オンラインモニタの確立を目指す。まずは我々のグループで開発したコンプトンカメラを用いて予備実験とシミュ

レーションを重ね、医療用としてさらに小型・軽量・高解像度化したガンマ線カメラの構築を試みる。さらに、同カメラをマルチコプターなどに搭載して環境計測に応用する。福島県下の森林など、調査困難な広域を上空から素早く撮影可能なエリアモニタ、原子炉建屋の調査等にヘッドマウントタイプのガンマ線カメラなど、様々なニーズに応えていきたい。

【期待される成果と意義】

19 世紀の X 線発見以来、「目に見えない放射線を可視化する」技術は人類が挑む永遠のテーマであり、性能・コスト全てを満たす理想的なイメージセンサーへの飽くなき探求が続いている。本研究で開発する装置は、いずれもシンチレータと光半導体増幅素子 MPPC を用いた非常にシンプルかつ安価な構成であるが、独自の手法を取ることでガンマ線の反応位置を 3 次的に 1mm 以下で決定し、また 1MHz 以上の高速動画処理も可能である。この技術は既に PET 装置に応用されている。本提案では装置の簡便さと低コストを活かして複数台、ないしは複数箇所からのリアルタイムによる「3D 多色イメージング」にまで挑戦し、これを医療・環境計測に広く応用する世界初の試みである。

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- J.Kataoka *et al.*, “Recent progress of MPPC based scintillation detectors in high precision X-ray and gamma-ray imaging”, *Nucl. Instr. and Meth. A.*, vol.784, pp.248-254 (2015)
- T.Fujita, J.Kataoka *et al.*, “Two dimensional diced scintillator array for innovative, fine resolution gamma camera”, *Nucl. Instr. and Meth. A.*, vol.765, pp.262-268 (2014)
- J.Kataoka *et al.*, “Handy Compton camera using 3D-position sensitive scintillators coupled with large-area monolithic MPPC-arrays”, *Nucl. Instr. and Meth. A.*, vol.732, pp.404-407 (2013)

【研究期間と研究経費】

平成 27 年度 - 31 年度 112,200 千円

【ホームページ等】

<http://www.spxg-lab.phys.waseda.ac.jp>
kataoka.jun@waseda.jp