

Ⅳ Digital Radiographyの将来展望

2. フォトンカウンティングの基礎研究と将来展望

林 裕晃 徳島大学大学院医歯薬学研究部
 勝又 明敏 朝日大学歯学部
 山河 勉 / 山本修一郎 (株)ジョブ

本稿では、一般(単純)撮影領域におけるフォトンカウンティング検出器開発に関する研究を紹介する。われわれは、解析手法の開発(基礎研究)・装置開発・臨床応用といった多分野の共同研究グループで開発を行っており、一般撮影領域のイノベーションを創造したいと考えている。フォトンカウンティング検出器では、各画素にエネルギー弁別能を有するので、検出器に入射した個々のX線のエネルギーを個別に識別できる。その結果、被写体内のX線の減弱という物理現象を方程式に従って解けるので、被写体の実効原子番号を推定することができる。基礎実験を経て試作機の製作を行っている段階だが、多くの基礎検討によって、物質弁別や物質同定が可能であるとの見通しを得ている。X線撮影は、さまざまな領域で広く用いられているため、この検出器開発の波及効果は非常に大きく、今後の診断技術の発展に大きく寄与すると期待している。

◆ フォトンカウンティング検出器と期待される新しい医用画像

まずは、フォトンカウンティングの概念から説明する。図1は、フォトンカウンティング検出器を搭載したラインスキャン型の画像検出器の概念図である。X線を照射しながらラインセンサをコピー機の読み取り装置のように可動させることで、大面積の画像を得ることができる。このセンサは、1画素の大きさが0.2mm程度の直接変換型の半導体検出器

(CdTe系検出器)のユニットで造られており、最大の特徴は、1光子ごとのイベントを個別に処理することができる点である。現在応用されている医用X線検出器の多くは、エネルギー積分型の検出器であり、X線1照射(もしくは決められた時間あたり)のエネルギーの総和を出力する。一方で、フォトンカウンティング型の検出器では、光子1個1個のエネルギーを解析できる。その結果、図1のスペクトルに示したように、低エネルギー・中エネルギー・高エネルギーといったエネルギー帯に対するX線の個数を測定できる。

図2は、フォトンカウンティング検出器で異なる2種類の原子番号Zで構成される仮想物質のX線画像を得た時の概念図である。白黒の従来画像は、物質を透過したX線の総エネルギー量を画像化するため、物質の厚みおよび組成の2つのパラメータによって、画像濃度が

決まる。図2に例示したケースでは、白色で表されている部分に異物らしきものがあることが推定できるが、左上の領域にも白色で表される部分があり、判断を難しくしている。一方、フォトンカウンティング検出器では、白黒の従来画像に加えて、実効原子番号画像を作ることができる。この画像は、物質の組成(実効原子番号)によって色分けされているので、異物領域を明白に同定できる。

◆ 物質同定手法と基礎実験

図3は、われわれの研究グループが提案している実効原子番号を求めるための基礎理論の一部である^{1), 2)}。図の左に示したX線スペクトルは、被写体がない状況と存在する状況に対して、検出器で測定した応答である。これらの情報から、

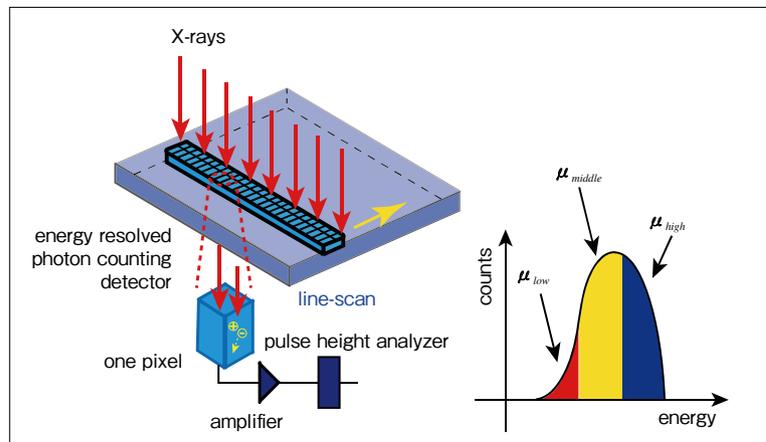


図1 ラインスキャナを用いたフォトンカウンティング画像検出器の概念図