

1. CTによる腹部画像診断の最新動向と未来への展望

3) フォトンカウンティングCTの原理と技術，今後の展望

檜垣 徹 広島大学大学院先進理工系科学研究科



フォトンカウンティング検出器CT (photon-counting detector CT: PCD-CT) は、従来の検出器を備えるCTとはまったく異なるX線計測機構を有しており、次世代のCT装置として長年にわたり研究が進められてきた。理論的には多くのメリットを有するPCD-CTであるが、技術的な問題から実用化への進捗は乏しいものだった。しかし、2021年頃からさまざまなCTメーカーがPCD-CTに関して、以下のように具体的な情報を発信し始めたことで、にわかに実用化が近づいてきたと感じている。キヤノンメディカルシステムズ社は、PCD-CTの実用化をめざして国立がん研究センターと共同研究を開始することを発表した¹⁾。GE社は、シリコンをベースとした半導体検出器を用いたPCD-CTの研究開発を発表した²⁾。また、シーメンス社は米国食品医薬品局 (FDA) からPCD-CTの販売承認を得たと発表し

た³⁾。同社は2022年に入って、日本でも販売承認を得たとして、PCD-CTである「NAEOTOM Alpha」を日本国内でも発表した。

このように、PCD-CTに関する動きは活発化しており、近いうちに身近な施設に導入されたり、学会で初期使用経験の報告を聞いたりすることになるかもしれない。本稿では、来たるべきPCD-CT時代に備え、PCD-CTの原理と基礎、ならびに今後の展望について解説する。

フォトンカウンティング検出器

PCDの最大の特徴は、X線の検出方法の違いにある。従来のX線検出器は、図1 aに示すように、まずGOS (ガドリニウムオキサソルファ) などのシンチレータでX線を受け止め光に変換し、

発生した光をフォトダイオードで計測することで、間接的にX線の強度を計測する。X線のエネルギーが多様であったとしても、単にX線フォトン数に応じた強度の光に変換されるため、エネルギー情報が一緒にたにされ、エネルギー積分型検出器 (energy-integrated detector: EID) と呼ばれる。フォトダイオードから出力された信号はそのまま増幅されるため、特に低線量撮影時などは暗電流などに起因するノイズの影響が相対的に大きくなり、SNRが低下してしまう。

一方のPCDは、図1 bに示すように、半導体にX線が入射した際に生じた電子を直接計測する。電子から得られる信号はX線のエネルギーに依存して変化することから、フォトン数のみならずX線エネルギーの情報も得ることができる。X線のエネルギーは線形的に計測するのではなく、比較器を用いて閾値処理し、

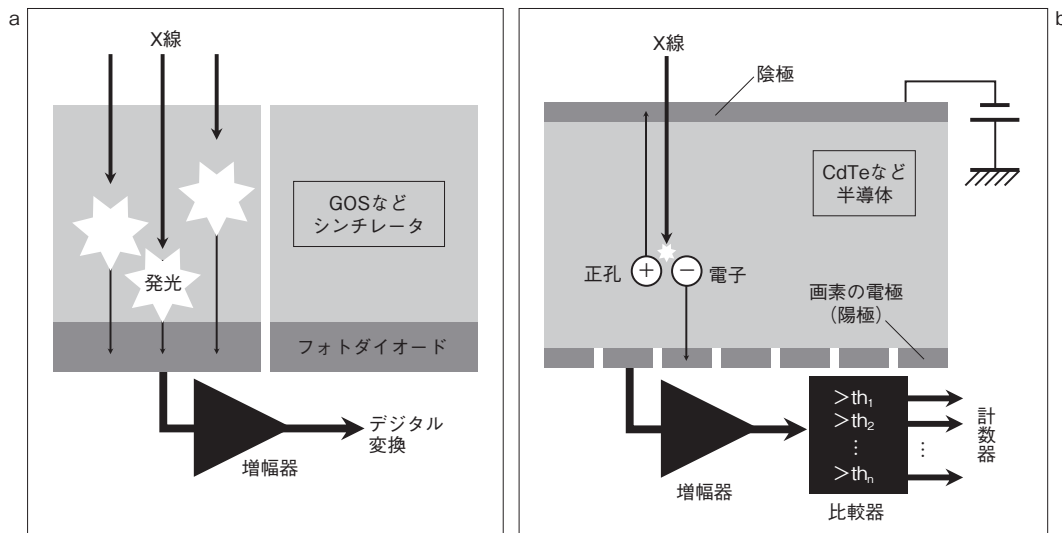


図1 CTのX線検出器
a: エネルギー積分型検出器
b: フォトンカウンティング検出器