

1. CT技術のCutting edge — Photon-counting CTと dual energy CTを中心に

5) 循環器領域における photon counting detector CTの可能性

角村 卓是 富士フイルムヘルスケア(株)メディカルシステム開発センター

64列CTの登場以降、CTは循環器領域の画像診断に欠かせないものとなっており、その撮影の簡便性と高い形状再現性を生かした冠動脈検査や心筋の機能検査は、生活習慣病である心筋梗塞の予防に威力を発揮している。その後もCTは、循環器領域を中心に検出器の多列化、スキャン速度の高速化と進化を遂げてきた。

そして近年、次世代のCTとして期待を集めているのがphoton counting detector CT (PCD-CT)である。PCD-CTは、検出器に半導体を用いることでX線フォトン1つ1つを個別に計測することが可能であり、従来では得られなかったさまざまな情報が得られると期待されている。

本稿では、富士フイルムヘルスケアのPCD-CTへの取り組みと循環器領域への可能性について紹介する。

■ PCD-CTの原理

現在広く普及しているCTは、検出器にガドリニウムオキシサルファイド (GOS) などのシンチレータを用い、被写体を透過したX線フォトンシンチレータで光に変換してフォトダイオードで検出する。ある一定時間内に検出器素子に入射したX線フォトンエネルギーの積分値が信号値となって出力されることから、エネルギー積分型CT (energy integrated detector CT: EID-CT) と呼ばれる。

一方、PCD-CTは、検出器素子にテルル化カドミウム (cadmium telluride: CdTe) やテルル化亜鉛カドミウム (cadmium zinc telluride: CZT) などの半導体を採用し、X線フォトンが検出器素子に入射した際に発生する電荷をエネルギーごとにカウントする(図1)。このような原理の違いから、PCD-CTは、EID-CTでは失われていたX線フォトンエネルギー情報を利用し、これまでにない情報を提供することができると期待されている。

■ 循環器画像診断への可能性

1. 物質弁別

心臓CT検査の主目的は冠動脈の評価である。心筋梗塞に代表される心疾患は、わが国において死因の第2位となっており、心筋梗塞の原因となる石灰化や冠動脈の狭窄の診断は今後も重要な検査となる。しかし、冠動脈CT検査の難点は、この心筋梗塞の原因となる石灰化と造影剤とが画像上では見分けがつきにくいことである。PCD-CTは、先述したように、X線フォトンエネルギーごとに計測することができるため、造影剤と石灰化のエネルギーごとのX線吸収率の差を利用して、両者を明確に区別することができる。

図2は、血管と石灰化プラークを模したファントム画像である。上段のEID-CTで撮影した画像では、血液と石灰+脂肪のCT値がほぼ同じになっており、画像上では区別することができない。一方、下段のPCD-CT画像では、石灰部分を弁別して除去することにより脂肪

のみが描出され、血液と明確に区別することができる。このように、PCD-CTはより正確な冠動脈の形状診断に役立つと考えられる。

2. 高精細

PCD-CTのもう一つの特徴として、高空間分解能が挙げられる。半導体検出器は、これまでのシンチレータ検出器よりも微細な加工・配列が可能であり、素子の物理サイズは0.3~0.5mmとEID-CTの半分以下となっている。

図3に、3Dプリンタで造形したファントムを、EID-CTおよびPCD-CTで撮影した画像を示す。ファントムの中心部には直径0.3, 0.5, 1.0mmの空洞が上下左右に配列されており、濃度の異なるヨード造影剤が封入されている。EID-CTでは0.3mmの微細な構造は正確に描出されておらず、濃度の濃い部分でかろうじて認識できる程度にとどまっている。PCD-CTではCT値の低下は見られるが、低濃度でも0.3mmの構造物が視認でき、高濃度では構造物の輪郭がはっきりとわかる。心臓用再構成フィルタを

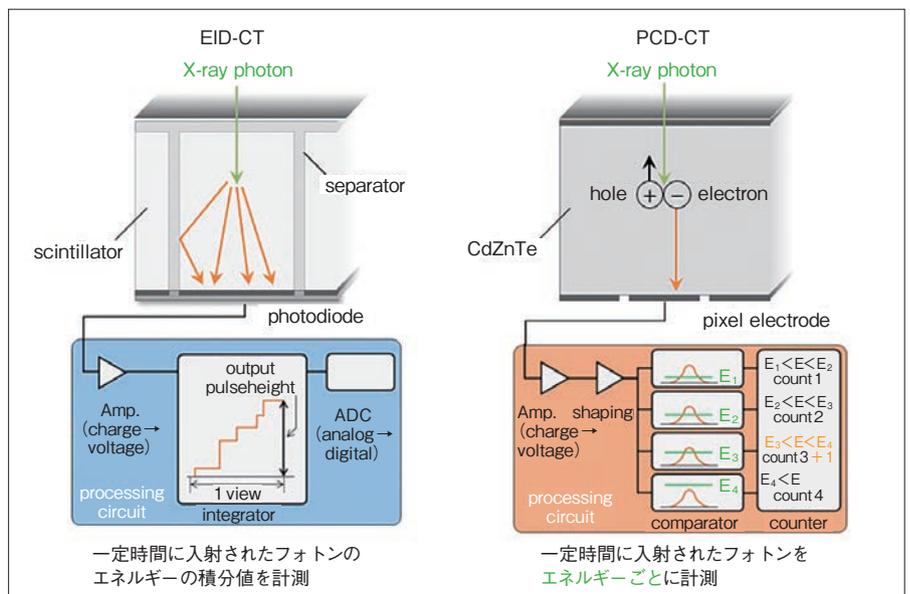


図1 EID-CTとPCD-CTの原理