

Ⅲ 研究・開発における“いま”と“これから”

●次世代装置の開発動向

3) DOI検出器の新しい展開

—クリスタルキューブ検出器とOpenPETの開発

山谷 泰賀 放射線医学総合研究所分子イメージング研究センター

PET/CT装置の実用化や¹⁸F-FDG-PETの保険適用によって、ここ十年でPETの普及は大きく進んだが、装置はいまだPETの潜在能力を十分に生かしきれていない。具体的には、分解能や感度、さらにはコストに課題が残され、次世代機器は世界的な開発競争下にある。三次元放射線位置 (depth-of-interaction : DOI) 検出器は、分解能と感度を両立し、本質的には装置コストの点でも有利な技術であるため、今後、標準的な技術になっていくと予想する。われわれは、世界に先駆けて4層DOI検出器の実用化に成功しているが、本稿では、DOI検出器の次なる展開として現在進めている、次世代DOI検出器「クリスタルキューブ」と診断・治療を融合する開放型PET装置「OpenPET」の開発状況について紹介する。

DOI検出器

従来のPET装置では、装置感度を高めると分解能が低下してしまうというジレンマを抱えていた。これは、診断用としては比較的エネルギーの高い消滅放射線を十分に検出するためには、2~3cm厚ほどのシンチレーション結晶で放射線を可視光 (シンチレーション光) に変換した後、光電子増倍管などの受光素子でそれを電気信号に変換するという2段階方式が適するが、検出器を体に近づけて感度を高めようとする、結晶素子の厚みによって斜め方向から入射する消滅放射線に対する位置精度が劣化してしまうためである (図1 a)。

これを解決する技術がDOI検出器である。放医研では、産学協力体制の下、

4層DOI検出器 (図1 b) を世界に先駆けて開発し¹⁾、頭部用装置「jPET-D4」を試作して効果を実証してきた²⁾。DOI検出器は、体に近づけても位置検出精度が劣化しにくい、感度と分解能をともに高めることができる。分解能が高いほどより小さい病変が検出でき、感度が高いほど、画像の定量性向上に加えて検査時間の短縮や被ばく量の低減に貢献する。また、検出器リング径が小さくなれば使う検出器数が相対的に減るため、DOI検出器は、本質的にはコスト削減にもつながる優れた技術である。現在、この4層DOI検出器は、鳥津製作所を中心にして、乳房専用のPET装置としての実用化が進められている³⁾。

クリスタルキューブ検出器

クリスタルキューブ検出器は、現在開発を進めている次世代のDOI検出器である。二次元検出器に深さ方向のDOI情報を付加するこれまでのコンセプトと大きく異なり、三次元的に等方な高い分解能を実現することで、PET分解能を理論限界まで高めることをめざす。ポイントは、光電子増倍管ではなく、新技術である半導体受光素子を採用したところにある。半導体受光素子と言えば、PET/MRI装置⁴⁾の実現を可能にしたAvalanche Photodiode (APD) が知られているが、われわれは、APDを進化させたSiPM (ガイガーモードAPDとも呼ばれる) に注目した。SiPMは、PMTとほぼ同等の高い増幅率や時間応答特

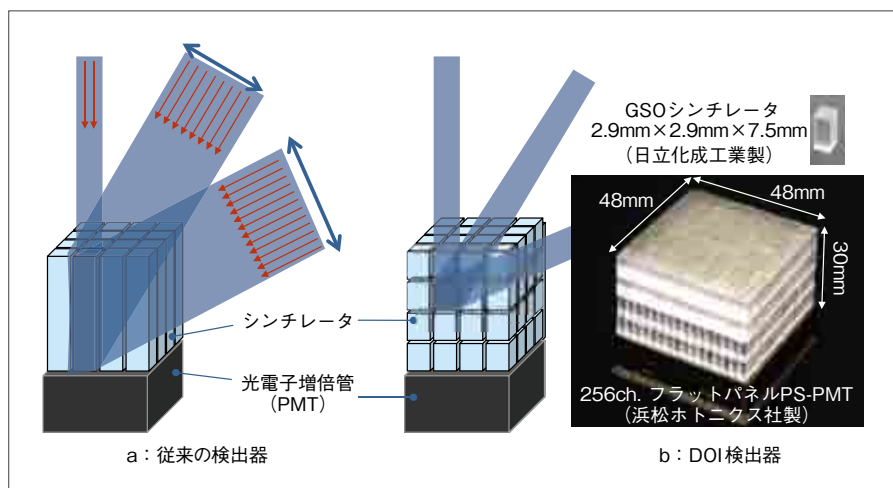


図1 従来のPET検出器 (a) と開発したDOI検出器 (b) の比較

従来の検出器は二次元位置検出であったのに対して、DOI検出器は三次元位置検出であるため、斜め方向から入射する放射線も精度よく検出できる。