

## V 核医学診断装置のベネフィット&amp;ポテンシャル

# 1. 半導体検出器搭載 SPECT による 心筋虚血評価の実際

## —これまでの使用経験と将来展望など

蟹沢 充\*1/井口 信雄\*2/鈴木 康裕\*1

\*1 榊原記念病院放射線科

\*2 榊原記念病院循環器内科

これまで広く使用されてきた SPECT 装置は、1950 年代に Hal Oscar Anger 博士によって考案されたヨウ化ナトリウム (NaI) 結晶を用いた検出器を搭載した SPECT 装置 (一般にアンガー型と呼ばれる) であった。その後、半世紀以上にわたってこのアンガー型 SPECT 装置が使用されてきたが、ガンマ線を光に変換し、それを増幅しながら電気信号に変換してその信号の計測、位置検出を行いデータ出力するという基本的構造に大きな変化は見られていなかった。2000 年代に入り登場した半導体検出器を搭載した SPECT 装置は、ガンマ線を直接電気信号に変換して、その信号を計測することでデータ出力できるものであり、“the first significant advancement in nuclear cardiology in 50 years” と言われるほどの革命をもたらした。日本では、GE 社が 2010 年 11 月に日本初となる半導体検出器を搭載した心臓専用 SPECT 装置「Discovery NM 530c」を発売し、その後 2012 年 3 月に Spectrum Dynamics Medical 社製心臓専用半導体 SPECT 装置「D-SPECT」を、日本 1 号機として当院において導入した。2019 年 4 月現在、日本では 18 施設でこの D-SPECT が稼働している。

本稿では、この半導体検出器搭載 SPECT による心筋虚血評価の実際について、これまでの使用経験と有用性、将来の展望などについて述べてみたい。

### 虚血性心疾患における 心筋 SPECT 検査の エビデンス

心筋 SPECT 検査の最大の利点は、非侵襲的に心筋血流を半定量的に解析できることである。負荷時の心筋血流が正常であれば、年間心イベント率は 1% 未満であり、血流低下範囲が広がるほど心イベント率が増加すると言われている<sup>1)</sup>。また、虚血心筋量が 5% を超える場合には、早期に血行再建術をした方が予後良好であるとの報告<sup>2)</sup>や、血行再建術にて虚血心筋量を 5% 以上減少できた群はそうでない群に比べ予後が良好であったとの報告<sup>3)</sup>がある。このような虚血に関する機能的情報は、冠動脈 CT 検査や冠動脈造影検査などから得られる解剖学的情報では知ることができない。つまり、心筋 SPECT 検査で心筋虚血評価を血行再建術前後に行うことが、予後予測の観点からは非常に重要であるということが示唆される。

### 心臓専用半導体 SPECT 装置の 基礎とメリット

現在、日本では、心臓専用半導体 SPECT 装置に関しては先に述べた 2 機種が市場に投入されている。このうち当院で導入した D-SPECT (図 1) について述べていく。

D-SPECT は、テルル化亜鉛カドミウム (CdZnTe) 半導体を用いた検出器を搭載した心臓専用の SPECT 装置である。特徴としては、検出器のピクセルごとに放射線を同時に多方向から検出することができるように、心臓を取り囲むように L 字型に配列された 9 個の検出部 (縦に配列された 4 枚のピクセル型検出器が 1 つの検出部を構成) がそれぞれ独立して回旋動作を行い撮像する機構を搭載している。また、コリメータとして鉛ではなくタングステン製を用い、検出器のピクセル型構造にマッチするように正方形格子状に並ぶ平行多孔型コリメータ (parallel hole collimator) を採用したことによって幾何学的効率 (コリメータ感度) を上昇させることに成功した。これらにより、検出器自体の感度 (放射線検出効率) は従来の NaI 結晶を用いた検出器とほぼ同等であるものの、D-SPECT はアンガー型 SPECT 装置に比べ 10 倍のシステム感度を実現した<sup>4)</sup>。また、検出器のピクセルごとに放射線を同時に多方向から検出することができるため高密度サンプリングが可能であり、正確な位置検出ができることから空間分解能も 2 倍に向上した。これにより、アンガー型 SPECT 装置でしばしば問題となっていた部分容積効果が改善され、本来の形態に近い画像を得ることができるようになった (図 2)。さらに、半導体検出器はガンマ線を直接電気信号に変換できるため変換効率が高く、エネルギー分解能も 2 倍に向上している。これ