

フォトンカウンティングCTを用いた循環器疾患の画像評価：臨床応用と今後の可能性

川畑 秀一 大阪大学医学部附属病院医療技術部放射線部門

PCD-CT (photon counting detector-CT) は、次世代のCT装置として脚光を浴びており、シーメンス社製「NAEOTOM Alpha」は、ほかの医療機器メーカーよりもいち早くPCD-CTを臨床機としてリリースした。2022年ITEMにて国内初展示を迎えてから、わずか1年余りでさまざまな施設に導入されている。論文報告や学会報告でも注目され、まさにCTの歴史におけるイノベーションとしてその期待を集めている。

PCD-CTの特徴としては、従来のEID-CT (energy integrating detector-CT) では失われていたX線フォトンが保持するエネルギーを波高パルスとして計測し、個々にフォトン进行をカウントすることで、撮影画像よりスペクトラル解析が可能となっている。X線を直接電流に変換することで電子ノイズが除去されSNRの向上と、検出器に隔壁を必要としないことにより従来のEID-CTよりはるかに高分解能な画像の取得が可能となっている。

従来のCTでも高分解能な画像の撮影は行われてきていたが、スライス厚が薄くなると当然のごとく画像ノイズの影響を受けるため、撮影線量の増加ならびに撮影時間の延長による呼吸や臓器の動きの影響を受けてしまう問題点があった。特に、撮影時間の延長は、心臓などの常に動いている臓器にとってはモーションアーチファクトを発生させてしまうため、循環器領域における高分解能イメージングは臨床的に困難であった。

NAEOTOM Alphaは、PCD-CTの技

術とシーメンスが培ってきたDual Source CT、2つの技術により、高精細な画像を低被ばくで取得でき、2管球による撮影時間の短縮が可能となった。この技術は、これまで循環器領域においては不可能とされていた高分解能イメージングを克服するものであり、近年では、CTによる冠血流予備能比 (FFR-CT) の推進や、日本循環器学会から2022年に新しく「JCSガイドラインフォーカスアップデート版 安定冠動脈疾患の診断と治療」も発表されたことにより、心臓CTファーストが提唱されるなか、PCD-CTの登場により、冠動脈内の狭窄や石灰化のより正確な評価を可能とし、心臓の弁や心筋の微細な解剖学的情報の取得から病変の早期発見を行い、治療戦略のサポートにおける重要な役割を果たすソリューションとなる。

当院では、国内5施設目として2023年2月よりNAEOTOM Alphaの稼働を迎え、現在導入後5か月を経過し、臨床検査においては頭部、胸部、腹部まで、さまざまな撮影領域と検査目的に応じてNAEOTOM Alphaを使って検査を行っている。当院では、心臓CT検査においても循環器医師からのNAEOTOM Alphaでの撮影依頼も求められる。本稿では、循環器領域におけるNAEOTOM Alphaが示す臨床的有用性について、「フォトンカウンティングCTを用いた循環器疾患の画像評価：臨床応用と今後の可能性」というテーマで、NAEOTOM Alphaが持つ技術と臨床画像を紹介する。

NAEOTOM Alphaの技術革新について

循環器領域における撮影において、特にNAEOTOM Alphaは、Dual Source CTとしての高い時間分解能 (ハーフ再構成：66ms) を有しており、管球回転速度も0.25秒/回転にて撮影が可能となっている。高速撮影を可能としていながら、従来のEID-CTと比べて約3倍も空間分解能は向上している。

NAEOTOM Alphaでは、撮影の際に2つの撮影モードがある。まずは、スタンダードモード、これは検出器0.4mmの144素子数を使った撮影で、再構成できる最小スライス厚は0.4mmとなっており、スペクトラル画像の作成が可能となった撮影モードである。次に、Ultra-High Resolutionモード (UHRモード) は、検出器0.2mmの120素子数を使った撮影で、体軸方向のスライス厚は0.2mm、面内の分解能は0.11mmを実現している。このように、使用する検出器のピクセルサイズ (素子のサイズ) がモードで変わることにより、循環器領域でも0.2mmスライス厚の高分解能イメージングとスペクトラル画像を持つ撮影が可能となった。しかし、UHRモードでの撮影はT3Dという従来の積算型のエネルギー画像 (連続スペクトラル画像) となり、現在のソフトウェアのバージョンでは、「Monoenergetic Plus」画像は再構成できない。そのため、当院では2つのモードを使い分けている。通常の心臓CT検査は、スタンダードモードで0.4mmスライス厚の再構成画像で、