

5. DRシステムにおける被ばく低減技術の 最新動向および将来展望

市川 卓磨 藤田医科大学病院放射線部

職業被ばくや公衆被ばくとは異なり、患者の医療被ばくにおいて線量限度は定めない。これは、国際放射線防護委員会 (International Commission on Radiological Protection : ICRP) によって勧告¹⁾されている一般的な方針である。ただし、正当化・最適化が行われていることが前提となる。また、日本では2020年に医療法施行規則が改正され、医療機関では診療放射線にかかわる安全管理体制を問われることとなった。もちろん、正当化・最適化が求められる。

その中で、最適化はさまざまなガイドラインを参考に、自施設の線量を評価および見直しを行うことを指す。この最適化のツールとしてICRPや国際原子力委員会 (International Atomic Energy Agency : IAEA) は、診断参考レベルを推奨^{2)~5)}している。日本では、2015年に初版となる診断参考レベルが医療被ばく研究情報ネットワーク (Japan Network for Research and Information on Medical Exposures : J-RIME) より発表され、2020年に更新⁶⁾された。

線量の最適化は、合理的に達成可能なかぎり被ばく線量を低減することだが、これは機器の性能や技術によって大きく左右される。本稿では、digital radiography (以下、DR) の線量低減技術や将来展望について紹介する。

DRの進化

2007~2017年の全国調査の結果⁷⁾より、日本のflat panel detector (以下、FPD) の導入率は年々高くなっている。2017年には、68.4%の施設でFPDが導入されており、それから4年経過している現在では、さらに普及が進んでいることが想定される。

しかし、ここ数年におけるDRの被ばく低減に関する技術革新の幅は小さいと認識している。従来使用していたcomputed radiography (以下、CR) からFPDへ進化したことにより、大幅な被ばく低減を実現した。そのため、メーカー各社は被ばく低減技術よりも、ほかの技術に重きを置いていると感じている。

本稿では、当院で使用している富士フィルム社の製品に関して、DRの進化や既存技術について紹介する。

1. 検出器の進化

当院では、富士フィルム社製FPDである「CALNEO Smart (以下、Smart)」を主に使用している。また、2021年度に導入したポータブル撮影装置には、2020年12月に発売開始となったハイエンドモデルである「CALNEO Flow (以下、Flow)」(図1)を搭載している。これら2機種のFPDと、CR (Speedia CS) の物理特性の評価を行った。modulation transfer function (以下、MTF) (図2) と noise power spectrum (以下、NPS) (図3) の結果を示す。CRと比較

し、FPD2機種は鮮鋭性・粒状性共に優れた特性を示した。また、SmartとFlowを比較すると、ややFlowが優れた特性を示した。次に、detective quantum efficiency (以下、DQE) を示す(図4)。FPD2機種はCRと比較し、空間周波数1 cycles/mmでおおよそ2.4倍となった。FlowとSmartを比較すると、わずかながらFlowが高値を示した。

FPD化による物理特性の向上は、さまざまな工夫の賜物である。従来の間接型FPDは、X線入射側に蛍光体、フォトダイオードを蛍光体の後面に配置したpenetration side sampling (PSS) 方式であった。CALNEOシリーズでは、これを逆に配置したIrradiation Side Sampling (ISS) 方式とした(図5)。これにより、X線の減衰・散乱が抑制され、DQEが向上した。さらに、Flowでは、薄膜トランジスタ (TFT) パネルの前面にある基板を従来のガラス基板からフィルム基板に変更した(図6)。フィルム基板に変更することで厚みを薄くすることに成功し、さらにX線の減衰・散乱が抑制され、DQEが向上した⁸⁾。

2. ノイズ抑制処理

人体を透過しFPDに到達したX線は、点や線のような構造の信号を持った情報と、構造情報を持たない散乱線の情報から構成される。これらの情報から構造物のみを抽出してノイズ成分を除去することで、構造物の信号を維持したまま画像の粒状性を改善することが可能とな