

Digital Radiography (DR)を極める 静止画編

—ワイヤレスFPD & 新アプリが拓く新時代—

企画協力：田中利恵 / 真田 茂 金沢大学医薬保健研究域保健学系

フラットパネルディテクタ (FPD) が市場に登場して10年以上が過ぎ、臨床現場にも本格的に普及してきた。この間、静止画システムから始まったFPDは、動画システムへと発展したほか、間接変換と直接変換の多様なパネルが生まれ、さらには軽量化やワイヤレス化などの技術進歩と、それに伴うアプリケーションの開発によって、臨床現場に変革をもたらしてきた。一方で、被ばく低減など線量管理の重要性も高まっており、最適線量での撮影を行うための指標としてEI (線量指標) 導入の取り組みも進んでいる。そこで、本特集では静止画編として、最近のFPDシステムの技術の進歩と臨床現場における広がりについてワイヤレス化とアプリケーションを中心に取り上げ、デジタルX線新時代の現状を明らかにする。



Digital Radiography (DR)を極める 静止画編

I 進化し続ける FPD システム

1. FPDはdigital radiography (DR)に何をもたらしたか

— 21世紀とともに歩む歴史

田中 利恵 / 真田 茂 金沢大学医薬保健研究域保健学系

本誌での flat panel detector (FPD) に関する特集は、2001年、2003年、2007年に続きこれで4回目である。いずれの企画も、据え置き型のFPDシステムに関することが主であった。2001年は新しいFPD技術について、2003年は動画対応FPDについて、そして2007年はアプリケーションがテーマであった^{1)~3)}。その後のFPD開発は、ワイヤレス化、薄型・軽量化、検出器サイズの拡充、耐久性強化、コスト削減など、コンピュータドラジオグラフィ (computed radiography : CR) を目標に行われ、いずれの目標もほぼ達成できたと言える。本稿では、「FPDはdigital

radiography (DR) に何をもたらしたか」に主眼を置いて、これまでの進化の流れと今後の課題を、技術と臨床応用の両面から総括する。

FPDシステム技術の進化

FPDの研究起源は1950~60年代にさかのぼる。現在のように二次元でX線を検出するようになったのは90年代で、98年ごろからX線検出方式の異なる2タイプのFPD (間接変換方式FPD、直接変換方式FPD) の販売が始まった。導入にあたり高い関心を集めたのは、X線

変換方式の違いによる特性の違いや、スクリーン-フィルム系 (S/F系) またはCRと比較した画質やワークフローの優劣についてだった。

1. 間接変換方式か？ 直接変換方式か？

一般的に直接変換方式は鮮鋭度に優れ、間接変換方式は粒状性に優れている⁴⁾。また、間接変換方式の中でも、蛍光体にCsIを採用しているタイプは量子検出効率 (detective quantum efficiency : DQE) が高く、Gd₂O₂Sを採用しているタイプと比べ50%の線量低減が可能で



図1 ラインナップがさらに充実した可搬型FPD
RSNA 2009のキャンノンブースにて

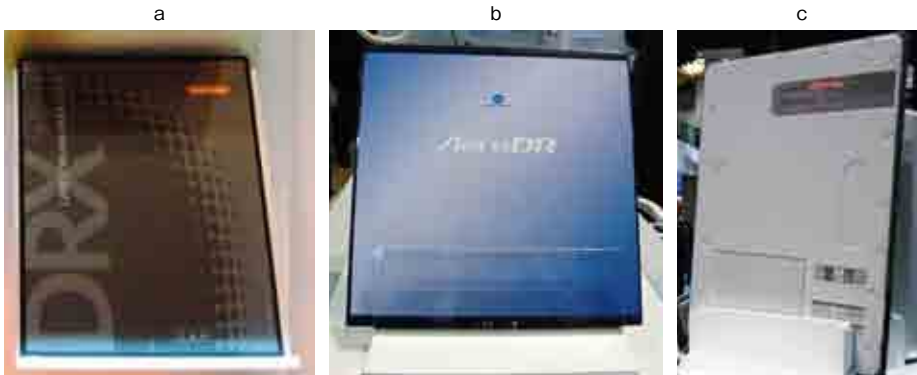


図2 RSNA 2011で展示されていたワイヤレスFPD

a: ケアストリーム社製「DRX-X1」
b: コニカミノルタ社製「AeroDR」
c: 富士フイルム社製「CALNEO flex」
いずれもFDA認可、日本国内薬事承認済み
(2012年2月時点)

ある^{5),6)}。さらに、FPDの利用によって日本放射線技師会のガイダンスレベルの1/4まで線量低減が可能であるとの報告もあり、被ばく線量低減への期待は大きい⁷⁾。ただし、いずれのタイプも、低管電圧で感度が低下する特性があり、撮影条件設定時には考慮が必要である⁸⁾。しかし、最終的にユーザーが取り扱う画像は、さまざまな画像処理(補正処理、階調処理、周波数処理)が加えられたものであるため、FPDの物理的画質特性のみで議論するのは臨床的にあまり意味がない。すなわち、物理的画質特性を把握した上で、画像処理を含めたトータルな画質に注目し、目的に合った画像を提供すべきと考えられる。被ばく線量評価の新しい指標(exposure index: EI)の導入や、FPDシステムにおける被ばく低減の取り組みも進みつつある。その最新動向は、本特集Ⅱ章(14~24頁)を参照いただきたい。

2. 動画対応FPDの開発

2002年に動画対応FPDが製品化されると、LL-X線TVとの置き換えが進ん

だ。FPDシステムの薄型でコンパクトな設計は、有効空間の増加と作業効率の向上をもたらした。低い位置まで寝台を下げるのが可能になり、被検者が安全に検査を受けられるようになった。また、広い撮像視野を提供するFPDは、腹部血管系interventional radiology (IVR)を中心に、頭部血管IVRから整形領域に至るまで、広範囲な臨床使用を可能にした。歪みのない画像は、血管計測の精度向上をもたらした。これらの操作性の向上は、撮影回数や時間の削減をもたらした。患者被ばく線量の低減をも可能にした。また、コーンビームCTへの搭載や、各種動態機能解析^{9)~15)}への応用により、利便性の向上と情報量の増加に大きく貢献した。

3. 可搬型FPDの開発

可搬型FPDの販売は2001年に始まり、それまでFPDでは撮影不可能であった部位や方向の撮影を可能にした。また、ポータブル撮影装置に可搬型FPDを搭載したシステムも販売され、ベッドサイドでの撮影も可能となった。この可搬

型FPDの登場により、FPDだけですべての撮影に対応できるようになった。当時の可搬型FPDは、検出器サイズが23cm×29cmと小さく、一般的なカセット約2枚分の重量があった。その後、2009年には動画対応のパネルもラインナップに加わり、現在では、さまざまなサイズの可搬型FPDが商品化されている^{16),17)}(図1)。また、当初は200 μ mだったピクセルサイズも、いまでは150 μ m程度になった。そして近年、ワイヤレスFPDが開発され、DRによる運用形態の“理想”をついに実現した。CRとのポータブル化の時代を迎えようとしている。

4. ワイヤレス化と薄型・軽量化

2012年9月現在、ワイヤレスFPDはすでに数社から販売されている(図2)。例えば、コニカミノルタ社製「AeroDR」は重量2.9kgと、同社のカセット+イメージングプレート(IP)の重量2.2kgに比べ0.7kg差まで迫った。これは「カセット」なのか? それとも「ワイヤレスFPD」なのか? もはや見分けがつかない^{16),17)}。また、最新のモデルでは、X線