

一般撮影デジタルシステムRadnext α type U による胸部検診での使用経験

Experience of Using General Radiographic Digital System Radnext α type U

松村 正朗 Seiro Matsumura
坂本 佳子 Yoshiko Sakamoto
佐藤 裕子 Yuko Sato

巽 雅代 Masayo Tatsumi
舟山 梨絵 Rie Funayama
草野 國雄 Kunio Kusano

財団法人宮城県予防医学協会 放射線課

高精細FPD搭載X線撮影装置Radnext α type Uを導入し、使用する機会を得た。本装置の操作性と機能性について使用経験を踏まえて評価する。また、簡易的な日常管理の在り方を検討、考察したので併せて報告する。

We could have an opportunity of introducing and using a radiographic system Radnext α type U incorporating high-precision FPD. Evaluation is made on the operability and functional performance based on our experience of using the system. And also, since we examined and studied how the routine control should be in a simple manner, we report also on this point.

Key Words: FPD, DQE, Radnext α type U, Precision Control

1. はじめに

宮城県予防医学協会は、仙台市にあり、県内における学校・地域・職域などで、検査ならびに健診業務を行っており、協会施設と検診車を活用し約10万人をサポートしている。仙台市中心部には健診センターを有し、健診業務のほか年間約1万人の人間ドックを実施している。

当センターでは、放射線部門のデジタル化にあたり、2年前に胃部I.I.-DR-X線TVとWeb対応の画像サーバを導入した。今回、一般X線撮影装置のデジタル化を「Radnext α type U」で実現した。胸部撮影装置のデジタル化は、胃部X線TVの場合より慎重な検討が必要である。第一にアナログに劣らない画質が得られることである。健診センターでは開院以来20年アナログの胸部X線写真での読影が行われてきたが、デジタル画像での診断経験のある読影医はおらず、また全国労働衛生団体連合会による施設評価もあり、よりアナログに近い画質を求め、さらに低被曝線量で撮影する必要があった。これらを加味して選定したのがこの装置である。

導入後8ヶ月が経過し、操作性、機能性、精度管理法について使用経験から報告する。

2. 装置概要

コンセプトは低線量・高画質・高操作性を実現する『ALL

IN ONE FULL DIGITAL SYSTEM』である。

大視野、高精細FPDを搭載し(表1)、FPDサイズは43×43cm、900万画素となっている。そのほか、オートトリミング機能、オートフィルミング機能、統合型ワークステーションによる迅速なプレビュー表示、リモコン遠隔操作が可能であり、制御システムやX線撮影台も新しい考えのシステムである。Radnext α に搭載されるFPDは、I.I.で実績のあるCsIの柱状結晶を前面に貼る間接方式で、光ファイバーを敷き詰めた状態により光の拡散を抑えFPDの基本性能を有効に引き出すことが期待できる。特筆すべきはDQEの値である。フィルムスクリーンやCRに比べ約2倍高い値となるため、半分のX線条件で同等なS/Nが実現できることになる。増感紙と同じ蛍光体を使用している従来型のFPDは、基本的にF/S系と同じDQEまでしか期待できない。この特性は、被曝を抑

表1：FPD仕様

方式	CsI：TI
視野サイズ	43×43cm
ピクセルピッチ	143 μ m
限界解像度	3.5lp/mm
マトリクス数	3000×3000
ADC	14bit
DQE	60%

える必要性からCsI-FPD選択の重要な点となった(図1)。

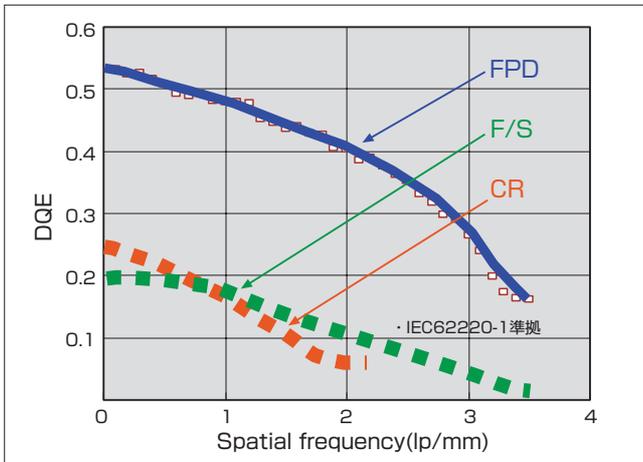


図1：DQE 特性データ

従来、X線制御装置とFPD装置およびCR装置は別々の構成となっていたが、本システムはこれらが一体化したことにより、受像環境と撮影環境を考慮した画像調整が可能である。撮影条件と出力画像の最適化において、本概念が重要な要素であり、日立ではこれを「FAiCE」テクノロジーとして提供している。これは、「Full Automatic Image Control Engine」の略で、最適化の自動処理である。大きくは次の6項目となる。

- ① 機能統合型 インターフェース
- ② リアルタイムγ処理
- ③ ダイナミックレンジ圧縮
- ④ 最適自動露出制御
- ⑤ 自動トリミング
- ⑥ 低線量撮影

機能統合型インターフェースは、「オールインワンコンソール」として従来の複雑化した操作周りを一本化することで、操作性を向上するとともに、オーダー情報と絞り・線質フィルタや撮影位置情報までを管理できるものである(図2)。

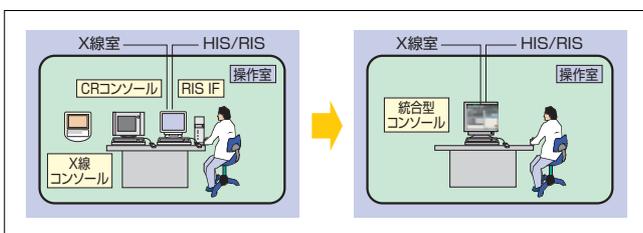


図2：左：従来システム、右：新システム

実際には、受診者情報、検査情報、撮影操作、画像データなどを一つの端末装置で扱い、各データをリンクさせることで検査業務の省力化を実現している。撮影条件には、アームの角度情報・FPD角度・SIDも登録可能で、他の撮影においても部位別撮影条件を選択することで、即時対応が可能となる。撮影台は以下の5つの稼動軸で動く。

- ・アーム上下動 45～170cm
- ・アーム回転 45度～135度
- ・SID前後動 100～180cm

- ・FPD回転 ±45度
- ・X線管スライド ±20cm

新型のユニバーサルアームで構成されコンパクトな設計で、広大な設置スペースは必要ない。本体のほかは60cm×60cmの高圧発生器のみで、FPD専用の制御部や電源ユニットもなく、当施設の狭いスペースでも充分納まり、しかも胸部以外の撮影にも対応できる。床置きであり、天井工事なども不要となった(図3)。



図3：X線室に設置した装置(Radnext alpha type U)

3. 施設運用

当施設における運用は、患者情報用のMWMサーバを設け端末のPCで受診カルテに記載されているバーコードから受診者情報を読み取り、MWMより情報を立ち上げ装置側で情報を取得する。オーダーを選択し撮影となる。曝射後のプレビュー画面が出るまで3.5秒と早く、一人当たりの検査時間を大いに短縮することが可能となった。これは当センターにとって最大の効果と言える。また、管球一体型のユニバーサルアーム採用により、セッティング時間の短縮も図ることができた。管球とFPDは単独で動かすこともでき、撮影時のセッティングの応用も可能である。

4. 精度管理

現時点でFPDシステムにおいて精度管理は一般化していない。従来のF/S系では画質に影響する光カブリ・汚れや傷について鉄1.2mmを使用しテスト曝射を行い、現像後に画質確認を行っていた。装置導入当初はF/S系と同様の方法を用い、撮影モニターやVIEWER上で画像を確認していた。しかし、画像にアーチファクトが発生した場合、均一画像の目視による確認だけでは発見しにくいことが問題としてあがった。精度管理を掲げているもので、最も一般化されている乳房撮影精度管理³⁾の内容を参考にFPD本来の持つ高い性能を維持するための管理方法を検討した。

4.1 キャリブレーション

FPD装置のキャリブレーションには、オフセットキャリブレーションとゲインキャリブレーションの2種類がある。

オフセットキャリブレーションとは、装置が起動中に自動的に行うもので、撮影モード選択時および操作ボタン操作時に実施されている。また、撮影モード以外では、2分ごとに加算平均方式(日立方式)で実施されている。このキャリブレーション中は約5秒間の撮影できないタイミングがあるが、運用上問題になることはない。

ゲインキャリブレーションとは、メーカーサービス技術員が調整を行うものである。

4.2 FPD装置始業点検方法

基準画像から点検画像をサブトラクションしたものを管理画像とし、この3つの画像で管理する。基準画像とは、ゲインキャリブレーション後に、現在使用している胸部正面撮影条件で鉄1.2mmを撮影した画像で、この時曝射時間も記録する。点検画像とは、基準画像と同一条件で毎日使用前に撮

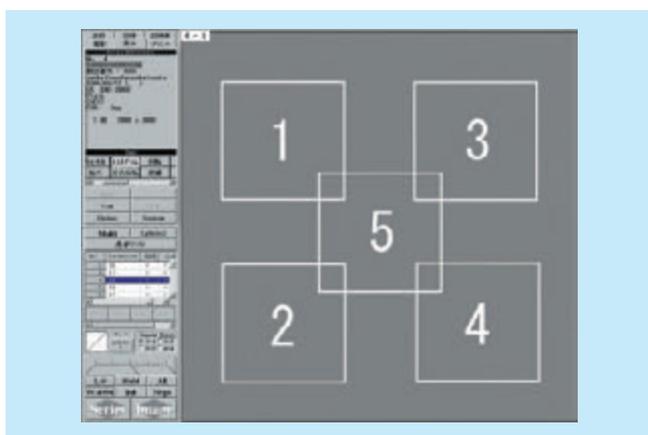


図4：管理画像測定ポイント

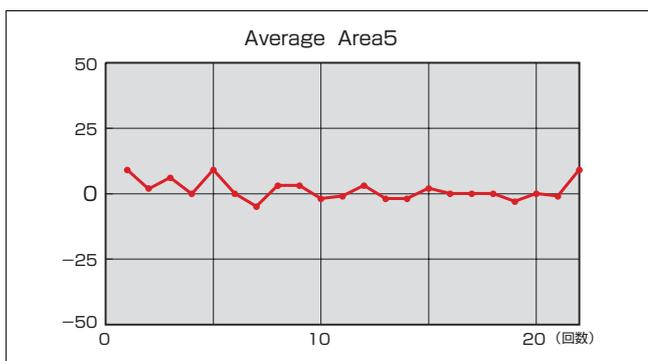


図5：画素値

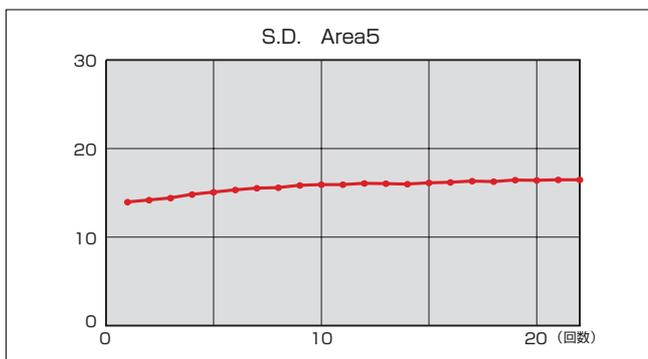


図6：S.D.値

影する画像である。管理画像とは、基準画像から点検画像をサブトラクションした画像である。CLAVIS^{®2} VIEWLIGHTで5箇所のヒストグラムを取り、画素値、S.D.値を用いて管理する(図4、図5、図6)。

画素値はメーカー点検時、-50~50の範囲で調整されているため、この基準範囲内に入っていれば運用上問題なしとした。

S.D.値においては明確な基準が確立されておらず、今後も観察していくこととした。

4.3 FPD装置始業点検治具の考案・作成

FPD画像にアーチファクトが発生した場合、VIEWER上で確認しにくいことから簡易的に確認する方法として始業点検治具を考案した。アーチファクトをすぐに目視確認できるものとして、鉄製5mm角の金属メッシュをアクリル板で挟み込んでFPD全体を覆う点検治具を作成した(図7)。

撮影条件は、胸部正面撮影条件で鉄1.2mmを付加し撮影する。これによりアーチファクトを確認できると考えられる(図8)。



図7：点検治具装着時

図8：点検治具画像

5. 臨床評価

医師4名による解剖学的指標での評価と放射線技師7名による物理学的要素での評価を、同一症例10名でF/S系とFPD画像で行った。

5.1 解剖学的評価

評価方法は全国労働衛生団体連合会の評価基準を参考にした。図9で示す7個が評価項目となる。

解剖学的指標での評価の結果では、肺血管に関しては有意差が認められなかったが、その他の部位に関しては有意差が認められた。この結果はイメージャーに起因するものと考えられる。通常はモニターでの読影を採用している(表2)。

5.2 物理学的評価

物理学的要素での評価の結果は粒状性のみ有意差が見られなかったが、肺野濃度、縦隔濃度、コントラスト、鮮鋭度は有意差が認められた(表3)。

5.3 総合評価

FPD画像は鮮明であり、アナログ画像に劣る点は認められない。透過性が十分にあるが濃度的に問題はなく、平均して

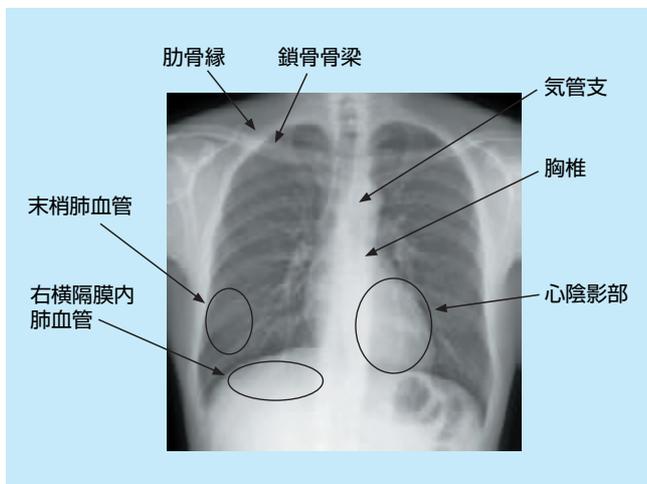


図9：全国労働衛生団体連合会評価項目



図10：FPD画像

表2：解剖学的評価

(n=10)

対象項目	評価部位	FPD	Film
骨格系	肋骨縁	3.85 ± 0.36	2.90 ± 0.55
	鎖骨の骨梁	4.00 ± 0	3.20 ± 0.41
縦隔・心陰影に重なる諸構造	心陰影部の濃度	4.00 ± 0	3.03 ± 0.16
	胸椎	9.90 ± 0.44	8.60 ± 0.93
気道系	気管・主気管支	3.88 ± 0.33	2.98 ± 0.66
血管系I	右横隔膜に重なる肺血管	3.75 ± 0.44	2.63 ± 0.54
血管系II	肺血管	39.63 ± 0.54	32.90 ± 4.62

(P < 0.05、血管系IIのみ有意差なし)

表3：物理学的評価

(n=10)

対象項目	FPD	Film
肺野濃度	6.74 ± 0.50	5.44 ± 1.29
縦隔濃度	2.69 ± 0.58	1.99 ± 0.58
コントラスト	9.31 ± 1.16	6.84 ± 1.36
鮮鋭度	4.66 ± 0.54	3.81 ± 0.55
粒状性	4.51 ± 0.56	4.04 ± 0.65

(P < 0.05、粒状性のみ有意差なし)

所見描出能に優れている。末梢、横隔膜内血管の描出能が高い。縦隔の描出にも優れる。鮮鋭度、コントラストに優れる。全体にFPD画像の方が優れているという結果が得られた。

5.4 FPDとF/Sの画像比較

同一症例におけるFPDとフィルムスクリーン系の画像比較で、心陰影部や右横隔膜内肺血管、末梢肺血管の描出能は、FPDの方が優れていることがわかる(図10、図11)。

6. 線量評価

現在使用している撮影条件は最適なのか、臨床上読影診断可能な範囲でどの程度まで線量低減が可能であるかを知ることが大変重要である。このためには現在使用している装置の線量を求めることが必要であり、次の線量測定を行った。また、標準線量と低線量における解剖学的指標での評価を行った。

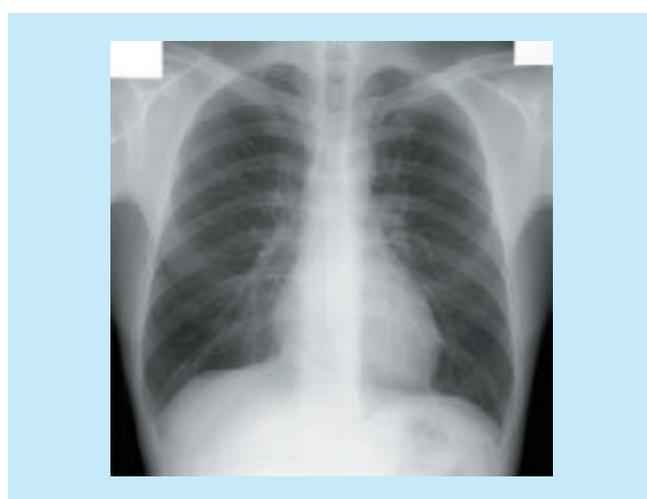


図11：F/S画像

6.1 線量測定

(1) 測定内容

- ① アクリル厚別 Auto撮影
- ② 被写体なしAuto撮影線量
- ③ 水ファントム Auto撮影線量(図12)

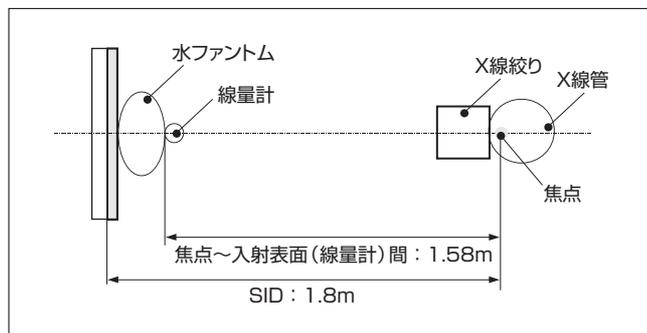


図12：測定方法一例

(2) 使用装置

- X線高電圧装置：DHF-155 50kW-INV
 X線管球装置：UH-6FC-31F (焦点：1.2mm × 1.2mm)
 画像処理装置：DXR-3000F

線量計：Radiation Monitor Controller Mode19015 (Radical Corporation) Chamber Type 10x5-6
 ファントム：JIS Z4915 胸・腹部X線用水ファントム

6.2 結果

(1) アクリル厚別 AUTO 撮影結果

表4の結果から近似式を作成し(図13)、水ファントムのアクリル換算値を算出した結果、アクリル厚10.4cmとなった。

標準体型の撮影時間を平均すると15msとなり、アクリル厚8cmに相当することがわかる。

表4：アクリル厚別 AUTO 撮影結果

SID：180cm

アクリル厚(cm)	R kV	R mA	mAs	ms
5	140	320	3	9
10	140	320	7	20
15	140	320	15	48

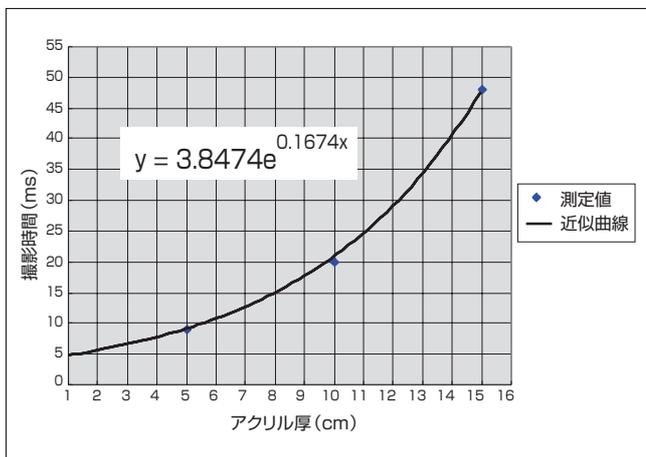


図13：近似曲線

(2) 吸収線量

被写体なしAuto撮影線量、水ファントムAuto撮影線量の測定結果より空中照射線量²⁾³⁾を求め、換算式により後方散乱を含むアクリル厚8cm換算の入射表面吸収線量を求めた(表5)。現在使用している撮影条件でDensityタップ0の場合を標準線量とし、Densityタップをひとつ下げごとに線量のmAs値が10%低下する設定とした。吸収線量も約10%ずつ低下している。

表5：吸収線量

Density Tap	吸収線量 Dm	入射表面線量 D1 (X _{air} からの換算)	入射表面線量 D2 (Rからの換算)
0	218.10	218.10	205.67
-1	198.21	198.21	180.15
-2	177.85	177.85	167.40
-3	152.52	152.52	142.75

6.3 線量低減の評価

標準線量と低線量における解剖学的指標での視覚評価の検討を医師4名により行った(表6)。

表6：解剖学的視覚評価

(n=200)

	肋骨線	鎖骨の骨梁	心陰影部の濃度	胸椎	気管・主気管支	横隔膜に重なる肺血管	肺血管
標準線量	3.91±0.29	3.64±0.48	3.75±0.44	9.50±0.96	3.86±0.35	3.74±0.44	39.62±0.49
90%	3.87±0.34	3.64±0.48	3.63±0.51	9.26±1.12	3.84±0.37	3.55±0.50	39.57±0.52
80%	3.95±0.22	3.70±0.46	3.59±0.55	9.36±1.06	3.84±0.37	3.46±0.50	39.34±0.62
70%	3.90±0.30	3.64±0.48	2.96±0.51	8.68±1.48	3.70±0.48	3.08±0.49	39.00±1.26

(P<0.05 赤字は有意差あり)

標準線量に対し線量90%の場合は横隔膜に重なる肺血管に有意差が認められ、80%の場合は心陰影部・横隔膜に重なる肺血管・肺血管に有意差が認められた。70%の場合は心陰影部・胸椎・気管支・横隔膜に重なる肺血管・肺血管に有意差が認められた。以上のことから、10%低減の場合は横隔膜下の描出率に有意差が認められたが、右肺野の下縁の描出能に差があるだけで肺血管の描出能には差がない。臨床上では標準線量と同等と考えられる。線量を低減するに従い心陰影部および腹部領域の描出が低下するが、画像情報としては持ち合わせているため、モニターでのW/Lの調整で標準線量と同等の画像が得られる。

現段階でも被曝線量はガイドライン⁴⁾以下に抑えて撮影を行っているが、さらに線量を低減させることが可能であると考えている。したがって、低線量における画像処理を自動で行えるようメーカーに要望する考えである。

7. 結語

FPD搭載装置は、一般撮影や透視の分野で活用が広がっていくものと思われる。ユーザーはどのように管理する必要があるのか、またどのような撮影条件が最適なのかを追求していくことが要求されている。FPDの管理について今後も追跡し、劣化状態の把握などの報告をしていく考えである。

最後に、本原稿は日本放射線技術学会第33回秋季学術大会ランチョンセミナーで講演した内容を記載した。

※1 Radnext、※2 CLAVISは株式会社日立メディコの登録商標です。

参考文献

- 1) 日本放射線技術学会撮影分科会・編：乳房撮影精度管理マニュアル(改定版). 放射線医療技術学叢書, (14-2), 日本放射線技術学会, 1999.
- 2) 前越久 監修, Seltzer, S.M., Hubbell, J.: 光子減弱係数データブック. 放射線医療技術学叢書, (11)日本放射線技術学会, 1995.
- 3) 日本放射線技術学会 監修, 放射線技術学シリーズ 放射線計測学, (株)オーム社, 2003.
- 4) 社団法人日本放射線技師会 医療被ばくガイドライン委員会・編：医療被ばくガイドライン(患者さんのための医療被ばく低減目標), (株)医療科学社, 2002.