第72回総会学術大会シンポジウム1

開催日：2016年4月16日(土)13:00〜15:00
会　場：パシフィコ横浜会議センター503会議室

ワイヤレスタイプ可搬型FPDの技術的諸問題

1．ワイヤレスタイプ可搬型FPDの変遷と運用面での考察　西端　豊
大阪医科大学附属病院中央放射線部

2．無線LAN(Wi-Fi)の基礎知識と構築・運用上の注意点　小田直之
アライドテレシス株式会社
(現　神奈川県立病院機構)

3．ポータブル撮影対応FPDの有用な使用方法　柳田　智
北里大学メディカルセンター放射線部/
国際医療福祉大学大学院放射線・情報学分野

4．一般撮影部門でのシステム構築―長尺撮影システムを中心に―　工藤禎宏
大阪市立大学医学部附属病院中央放射線部

5．FPDに用いられる技術と新しい画像処理　樫山和幸
大阪府立急性期・総合医療センター医療技術部放射線部門

座長集約　中前光弘
奈良県立医科大学附属病院中央放射線部

一般撮影のディジタル化は，computed radiography(CR)の開発によって始まり三十余年が経ち，2000年頃にflat panel detector(FPD)装置が開発され，弾みがついた．昨今では，検出器の小型化やinformation technology(IT)技術の革新によって，フィルム/スクリーンシステム(F/S)のカセッテサイズまで軽量化され可搬型が登場した．しかし，有線では操作性や衛生面での問題があり，無線local area network(LAN)機能(Wi-Fi)によってワイヤレスタイプ(wireless communication type: WCT)が主流になっている．

WCT可搬型FPDは，稼働2，3年の月日が経ちさまざまな問題点が浮き彫りになってきている．シンポジウムでは，Wi-Fiの特徴を理解し，一般撮影室をはじめ，手術室を含む病室撮影などの場面で注意すべき技術的要因について，会員と情報を共有することを目的とした．

1．ワイヤレスタイプ可搬型FPDの変遷と運用面での考察

西端　豊
大阪医科大学附属病院中央放射線部

はじめに

有線からWCT可搬型が当たり前になり，臨床現場の多くで運用されている．F/SからCRへの移行では，検出器がイメージングプレート(IP)/カセッテに，自動現像機が読取装置に変更されたが，業務運用は大きく変更しなかった．しかしFPDは，発売当初から現在に至るまで形態や機能が段階的に変化し，各段階における運用を見直す必要があった．

1．可搬型FPDの第1段階

初期の可搬型FPDを第1段階とすると，その特徴は制御装置とFPDがケーブルで繋がれていること(有線)であった．

FPDを稼働させるには電力が必要であり，また画像データを収集表示するにもケーブルが必要であった．運用開始前に有線の問題点として，「ケーブルの長さ」「撮影時にケーブルが邪魔になる」が考えられた．

当施設にテスト導入されたFPDは，軽量化されてはいたものの3.8 kgとIP/カセッテの2倍程度であっ

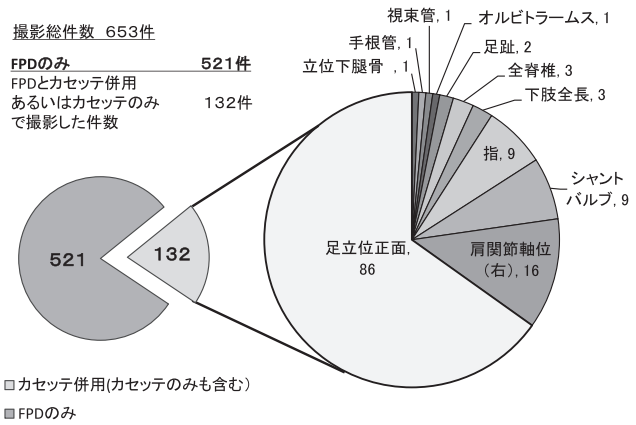


Fig. 1　初期 FPD における撮影内訳

た．メーカからの使用上の注意点や禁忌事項は，水や衝撃に弱く，FPD への点荷重(40 mm×40 mm)が 40 kg，全面均等荷重で 125 kg であった．この事項を踏まえて X 線撮影室 1 室にて field test を約 6 カ月行った結果を Fig. 1 に示す．

全撮影件数の約 80%が FPD 単独で撮影可能であった．IP/カセッテを使用した撮影項目の大半が「足立位正面」であったが，これはカセッテ上に直接起立して撮影するため，荷重制限を考慮して撮影対象から除外したためである．また，分割撮影に対応していないので指，足趾，サイズが半切(14×17 inch)のみであったので四切(10×12 inch)や六切(8×10 inch)対応の撮影補助具での撮影(手根管，視束管)も撮影対象から除外した．しかし，これらの項目は運用変更を行えば FPD での撮影は可能で，対応できない撮影は長尺撮影がほとんどであった．

また，当初懸念されていたケーブルが撮影業務を行ううえで邪魔になるといった事項もさほど気にならず，ケーブルが原因で撮影不可といった事象は皆無であった．

しかし，初期可搬型 FPD 最大の問題点は，X 線管と FPD が 1 対 1 の関係を担保しなければならないことであった．FPD は常に限られた一つの X 線管でしかばく射可能とならず，X 線発生装置に専用の術式コードを必要とした．これは X 線管の Ready 信号を利用する方法を採用したことに起因している．例えば，IP/カセッテと FPD を併用運用すると，一つの X 線管で General と Bucky 連動の術式コードを 2 設定している場合，FPD を追加するためには同数の術式コードも追加する必要があり合計 4 設定しなければならない．これらの問題点を解決すべく可搬型 FPD は第 2 段階に移行する．

2. 可搬型 FPD の第 2 段階

有線の問題は，バッテリの開発によりケーブルが脱着式に変更され，Wi-Fi アクセスポイント(Wi-Fi AP)が採用され，可搬型 FPD という形態が実現した．また，FPD への点荷重(40 mm×40 mm)が 100 kg，全面均等荷重で 150 kg と大幅に改善された．

残念ながらこの段階での field test は当施設の画像処理ワークステーション(WS)の関係で叶わなかったが，先の結果を机上シミュレーションすると，約 93%の撮影が FPD のみで完結する結果となった．また四切や全角(17×17 inch)サイズの追加，蛍光体も酸硫化ガドリニウム[Gd2O2S: Tb(GOS)]に，ヨウ化セシウム(CsI)といった新たな素材も発売され多様化した．

この段階で FPD は，IP/カセッテにより近い運用となったが，最大の問題点である X 線管の制限は未解決であった．

3. 可搬型 FPD の第 3 段階と現在

F/S や IP/カセッテといった検出器は，X 線が到達して構造組成に励起した状態を形成し，励起状態を保持する優れた媒体であり，X 線が検出器に照射される状況さえ担保されれば成立し，X 線管やタイミングに制限は存在しない．しかし FPD の場合は，常に収集モード状態で通電した状態ではバッテリに負荷がかかり，現実的ではない．この解決策として，FPD に到達した X 線を自動で感知検出し画像表示を行う「X 線自動検出技術」が開発され，ようやく X 線管や X 線制御装置に依存しない運用が実現可能となった．

4. 可搬型 FPD の今後

現行の可搬型 FPD は，IP/カセッテと同様の運用が可能となったと述べたが，果たして本当にそういえるのだろうか．

例えば，パントモ撮影は，スリット撮影であるため可搬型 FPD では対応できない．また，長尺撮影では，複数ばく射による FPD 装置はあるが，立位専用装置であったり，撮影時間が最短でも 1 分程度だったり，撮影可能な患者が限定されている．しかし，当施設では多動を伴う疾患患者の全脊椎撮影，ベッド上での臥位撮影，手術室撮影もあり，長尺撮影は多岐に及んでいる．撮影時間 1 分の複数ばく射方式では撮影が成立せず，1 shot 方式の IP/カセッテ方式が必須アイテムとなる．最近 1 shot 方式の FPD 装置が発売されたが，立位撮影が基本であり，可搬型ではない．したがって，まだまだ満足できる長尺システムではない．

可搬型 FPD は現在第 3 段階まで開発がなされてき

た．今後これらへの対応が第4段階として開発されることを切に望む．そうでなければいつまでもIP/カセッテから脱却はできない．

5．最後に

FPDは，さまざまな問題点に対して一つずつ段階を踏んで解決してきたため，各段階で運用を検討する必要性に迫られた．現在市販されているWCT可搬型FPDは，これらの問題点が解決された状態で発売され，IP/カセッテ方式とほぼ同様の運用が可能となった．しかし，すべてのX線撮影において，対応が可能となったわけではない．

「CRでできたことは，すべて対応できるように」なり，単純X線撮影においてIP/カセッテから可搬型FPDにすべて移行できる時代がもうそこまで来ていると願いたい．

2．無線LAN（Wi-Fi）の基礎知識と構築・運用上の注意点

Symposium

小田直之
アライドテレシス株式会社
（現　神奈川県立病院機構）

1．FPDの利用にあたって

FPDやそれを組み込んだ移動型X線撮影装置（P撮影装置）の利用が進んでいる．この利用はWi-Fiが前提となっており，本稿ではWi-Fiの基礎知識と構築・運用上の注意点を解説する．

2．統合院内LAN

有線LAN，Wi-Fiから構成される院内情報ネットワークは医療施設の重要なインフラである．しかし，オーダリングや電子カルテを中心としたhospital information system（HIS）系のLAN，radiological information system（RIS），picture archiving and communication system（PACS）を中心としたPACS系LAN，インターネット利用のためのLANと分割されて構築されている例が多い．しかし，これではデスク上に複数のpersonal computer（PC）が並び1台の端末で検査画像やweb上の論文を参照しながらの電子カルテの記載ができず，LAN配線も重複する非効率な状態となる．また，院内に複数のLANがそれぞれ構築されるため，構築・運用費用も増大する．

これをネットワークの仮想化技術の一つであるvirtual LAN（VLAN）を利用して，物理的には単一で論理的に複数に分割された院内LANを構築・運用する．これを統合院内LANと呼ぶ（Fig. 2）．統合院内LANでは，必要な人が必要な情報に院内どこからでも1台の端末で安全に利用できる環境を提供する．

有線LANとWi-Fiの最大の相違点の一つは，利用可能な帯域の確保方法にある．有線LANではLANケーブルを追加すればそれに比例して帯域を増加できる．しかし，Wi-Fiは空間を媒体とする通信のため，システムを追加しても帯域は増えない．病院のような複数のWi-Fi APにより構成されるWi-Fiでは，一つのシステムで全利用可能周波数帯を使用するため，Wi-Fiシステムを複数利用すると，電波干渉による通信障害が発生し，かえって個々の通信速度が低下する．したがって，病院全体で単一のWi-Fiシステムの利用が必須で，有線LAN以上に統合化は不可欠である．

3．無線LANの基礎知識

3-1　使用周波数帯

Wi-Fiは電波通信の一つであるが，その使用周波数は2.4 GHz帯と5 GHz帯に大別される．それぞれ狭い周波数帯であることと，他の電波利用と競合するための問題点を含んでいる．

2.4 GHz帯は，Fig. 3のように2.4～2.4835 GHzを利用し，ほぼ同じ周波数を産業科学医療用（ISM）に割り当てられ，電子レンジや家庭用コードレス電話機などが使用している．数多くの病院で電子レンジ使用中のWi-Fi障害が発生している．

5 GHz帯は，5.15～5.35 GHzと5.47～5.725 GHzで，W52，W53とW56と呼ばれるチャネルセットが利用できる．この周波数帯は，衛星通信や気象レーダ，航空管制レーダなど公共性のより高い分野でも使用されている．W53とW56のチャネルセットは，気象レーダ，航空管制レーダと周波数が重なっており，Wi-Fi APがレーダ波を受信すると一定時間通信を停止し，通信を再開する際のチャネル変更が義務付けられている．これは，DFS（dynamic frequency selection）と呼ばれる．日本は気象レーダに全面的にカバーされ，また多くの国土は航空管制レーダにもカバーされている．レーダはほぼ水平方向から病院に到達するため，

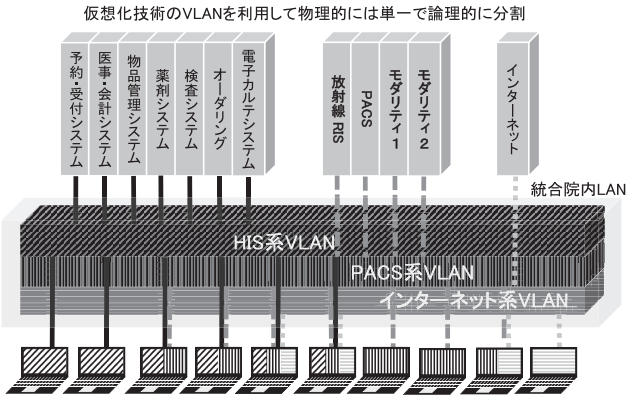


Fig. 2　統合院内 LAN

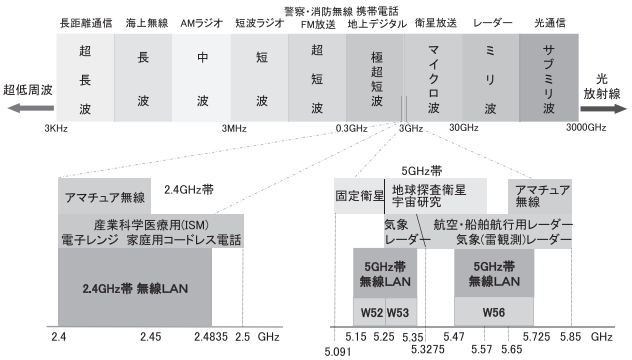


Fig. 3　無線 LAN 周波数帯

電波の透過性の高いガラス窓から侵入し Wi-Fi AP に容易に感知され DFS が働く．したがって，複数チャネルで緻密に設計されている病院で利用できる 5 GHz 帯は W52 の四つのチャネルだけである．W52 は衛星通信と周波数が重複しているが，衛星の電波は高い角度で病院に到達するため，屋根のコンクリートなどで遮蔽され院内にほとんど到達しないので，DFS を考慮する必要はない．

3-2　無線 LAN の通信方式

Wi-Fi は，以下の通信方式により複数ユーザの同時利用や高速化を実現している．

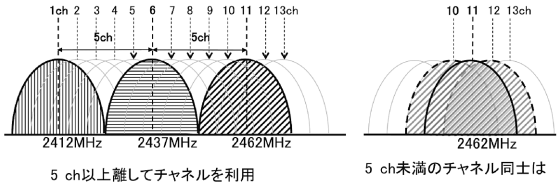
3-2-1　時分割

1 台の Wi-Fi AP と複数端末の通信のため，通信を極めて短い時間に分割して交互に通信する技術である．ユーザは同時に円滑に通信しているように感じられる．

3-2-2　周波数分割

Wi-Fi AP 同士が同じか極めて近い周波数を使用すると，通信を分離して認識できない．電波干渉による通信障害である．一定以上離れた周波数であれば障害を起こさず同時に通信可能である (Fig. 4)．2.4 GHz 帯では，13 あるチャネルのうち 5 チャネル以上離れたチャネルであれば同時に通信可能である．例えば，1，6，11 チャネルの組合せなどである．5 GHz 帯では，チャネルが同時利用可能なだけ離れて設定されている．W52 のチャネルセットでは，最小周波数の 36 チャネルの次は 40 チャネルといった設定である．

2.4 GHz 帯 無線 LAN のチャネル



5 GHz 帯 無線 LAN のチャネル

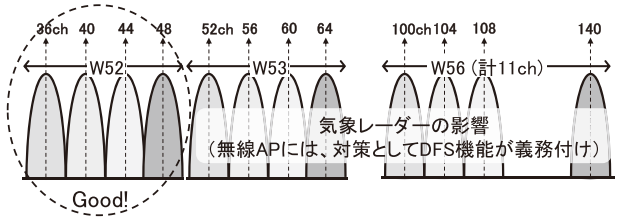


Fig. 4　周波数分割

3-2-3　空間分割 (MIMO: multi-input multi-output)

Wi-Fi AP も端末も複数アンテナを同時に使用し，同じ周波数の通信でアンテナを変えて通信し電波到達の時間差で複数の通信に復元する技術である．ステレオの左右のスピーカの音を二つの耳で聞くと左右の音を分解して聞けることに例えられる．802.11n は最大 4 本，ac では最大 8 本のアンテナを利用できる．

3-2-4　チャネルボンディング

複数のチャネルを一つの通信で利用し高速化する技術である．2.4 GHz 帯の 3，5 GHz 帯 W52 の 4 のみでチャネル設計するため，同時利用可能な通信を減らすチャネルボンディングは利用できない．

3-2-5　無線 LAN 規格

Table 1 に Wi-Fi 規格を整理した．国際標準化団体の Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) で規格化され，802.11b，g，a，n，ac と発展してきた．通信方式の時分割と周波数分割はすべての規格で利用され，n と ac は更に空間分割とチャネルボンディングを利用し高速化している．

4．チャネル設計

電波強度は距離の 2 乗に反比例するため，Wi-Fi AP の近くでは高速で通信できるが遠ざかると通信速度が

Table 1　無線 LAN 規格

IEEE 規格	周波数帯	利用環境	伝送速度(理論値)
802.11b	2.4 GHz 帯	屋内 / 屋外	最大 11 Mbps
802.11g	2.4 GHz 帯	屋内 / 屋外	最大 54 Mbps
802.11a	5 GHz 帯	屋内(W52/W53/W56) 屋外(W56)	最大 54 Mbps
802.11n	2.4 GHz 帯 /5 GHz 帯 両者を使用	屋内(2.4 G/W52/W53/W56) 屋外(2.4 G/W56)	最大 600 Mbps
802.11ac	5 GHz 帯	屋内(W52/W53/W56) 屋外(W56)	最大 6.9 Gbps

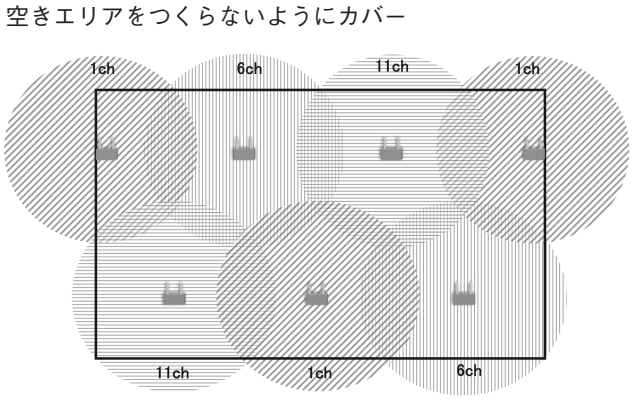


Fig. 5　チャネル設計

低下する．また，一定以上離れると通信できなくなる．見通しのよい場合に一定の通信速度が確保できる範囲は半径 50 m 程度である．このため，病院のような広い範囲をカバーする場合，電波干渉による通信障害を起こさないようにチャネルを変えながら複数の Wi-Fi AP を配置する．この設計をチャネル設計と呼ぶ(Fig. 5)．チャネル設計は，反射，透過，吸収などの電波の性質を考慮する．

病棟では，看護師がカートに載せた端末 PC を Wi-Fi で電子カルテに接続したままナースステーションから病室に移動し利用するため，ナースステーション，廊下と病室を全面的にカバーするチャネル設計が必要である．病室は 1〜2 人部屋の小部屋化が進み，一方で廊下との仕切りは電波を通しやすいカーテンから電波を反射する金属ドアに変化しており，病室の隅々まで Wi-Fi 電波でカバーすることがより困難になってきた．また，廊下は遮るものがないので，離れた場所の同じチャネルの Wi-Fi AP との電波干渉による通信障害が発生しやすい．

更に，近年は建築構造計算技術の進展により，床が薄くなり上下階の電波が容易に到達するようになり，チャネル設計は上下階の使用チャネルも考慮する．新築では波板鋼板による電波遮断も検討したい．このため，病棟を Wi-Fi でカバーしきれない例も多数ある．

これは，Wi-Fi の使用周波数帯の狭さに起因している．数学の 4 色定理は，二次元の地図の塗り分けに必要な色数は 4 色であることを証明している．同時に使用できるチャネル数が 2.4 GHz 帯では三つ，5 GHz 帯では四つであり，上下階からも電波が到達する三次元空間を 3 色または 4 色で塗り分けるのは極めて困難である．

5. 新たな電波干渉源

院内の Wi-Fi は極めて緻密なチャネル設計が必要であるが，近年これに加えて新たな電波干渉源が出現し院内 Wi-Fi に障害を発生させている．それは，FPD を搭載した P 撮影装置，小型超音波検査装置などの医療機器，職員，患者，出入りの協力企業などさまざまな人が持ち込むスマートフォンのテザリングやモバイル Wi-Fi ルータ，患者の携帯ゲーム機などである．Wi-Fi 規格は院内で使用される Wi-Fi と同等の規格なため，この使用には留意する必要がある．

緻密なチャネル設計がされた院内 Wi-Fi に，設計外の Wi-Fi AP または同等の機能を持ち込むと，いずれかのチャネルで障害を発生させる．P 撮影装置は筐体内に Wi-Fi AP を搭載している．小型超音波検査装置を病棟で使用する際に既存とは別に Wi-Fi AP を設置することが多い．スマートフォンのテザリングやモバイル Wi-Fi ルータを使用すると Wi-Fi AP 機能を発揮する．また，携帯ゲーム機は対戦型ゲームで使用する場合，アドホックモードという Wi-Fi AP なしで 2 台のゲーム機が直接通信するが，Wi-Fi AP 同様の影響を生じる．これらにより同一空間に複数の Wi-Fi システムが機能し，既存の Wi-Fi への障害原因となる．

厄介なのは，これらの機器の電源が入っただけの状態では影響は小さく，P撮影装置では画像ファイルの転送，携帯ゲーム機ではゲームソフトのダウンロードなど大きなファイルを転送する場合に病棟のWi-Fiを停止させるような大きな影響を与える．携帯ゲーム機で対戦型ゲームを行う場合，片方のゲーム機にゲームソフトが入っていないと，ゲーム開始前にゲームソフトがあるゲーム機から，ない方にゲームソフトをファイル転送する．このような携帯ゲーム機による院内Wi-Fi障害についてはいくつかの実例報告があった．一般的には院内Wi-Fiへの影響は一時的で看護師が気付かないで終わることが多いと推察される．

6．統合院内無線LAN

新たな電波障害の解決策は，Wi-Fiの統合化である(Fig. 6)．単一のWi-Fiシステムで，VLANを利用して論理的に分割し，看護師はHIS系を，放射線部門はPACS系を，患者にはインターネット・アクセスのそれぞれの利用を実現する．通信帯域はシェアすることになるが，どれか停止するような事態は回避可能である．患者用のインターネット・アクセスは，インターネット契約帯域で制限し医療系の通信への圧迫を避けることが可能である．

また，携帯ゲーム機のアドホックモードは，統合院内Wi-Fiに取り込めないため，対戦型ゲームを利用する場合は休憩室など影響を限定できる場所を指定することが対策と考える．

VLANを利用して無線LANも統合化

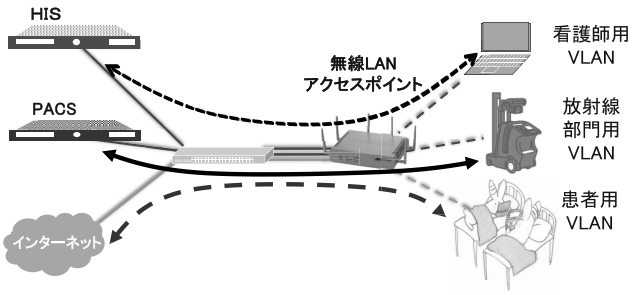


Fig. 6　統合院内無線LAN

7．最後に

Wi-Fiの利用周波数帯域は限られており，院内利用には緻密なチャネル設計と設定が実施されている．このため，FPDを既存Wi-Fiとの調整なしに使用すると電波干渉による障害を発生させる可能性がある．この解決のため院内Wi-Fiの統合化を行い，FPDと他システムとの同時使用可能な環境を整備する必要がある．

3．ポータブル撮影対応FPDの有用な使用方法

Symposium

柳田　智
北里大学メディカルセンター放射線部／国際医療福祉大学大学院放射線・情報学分野

はじめに

1998年にFPDが国内で発売されて以来，一般撮影のディジタルシステムとして，数多くの施設で導入されている．FPDはCRに比べ数多くのメリットを有するが，FPD発売当初は検出器の耐久性や可搬性がないためにP撮影は不可能と考えられていた．しかしながら，技術の進歩により，今日ではWCT可搬型FPDを搭載したP撮影装置が発売されている．

本稿では，有線可搬型FPD，WCT可搬型FPDのP撮影装置の使用経験をもとに，P撮影対応FPDの有用な使用方法と問題点について解説をする．

1．ポータブル撮影対応の有線可搬型FPDとワイヤレスタイプ可搬型FPD

当院で採用しているP撮影対応の有線可搬型FPDは，キヤノン社製CXDI-50Gを搭載した日立製作所製Sirius Star Mobile flexible FPD typeである．蛍光体にはGOSを使用した間接変換方式のFPDである．有線可搬型FPDはCRのP撮影に比べ，「ベッドサイドで画像確認をすることができる」「1回の回診に検査数の制限がほぼない」「カセッテを使用しないので，カセッテの取り違えがない」などのメリットがある一方，「検出器が重い」「ケーブルが邪魔」などのデメリットがある．

また，当院で採用しているP撮影対応のWCT可搬型FPDは，キヤノン社製CXDI-70C Wirelessを搭載した島津製作所製Mobile DaRt Evolution Wireless FPD typeである．蛍光体にはCsIを使用した間接変換方式のFPDである．WCT可搬型FPDは，検出器の軽量化やWi-Fiにより有線可搬型FPDのデメリットを補ったシステムである．

当院におけるCR，有線可搬型FPD，WCT可搬型

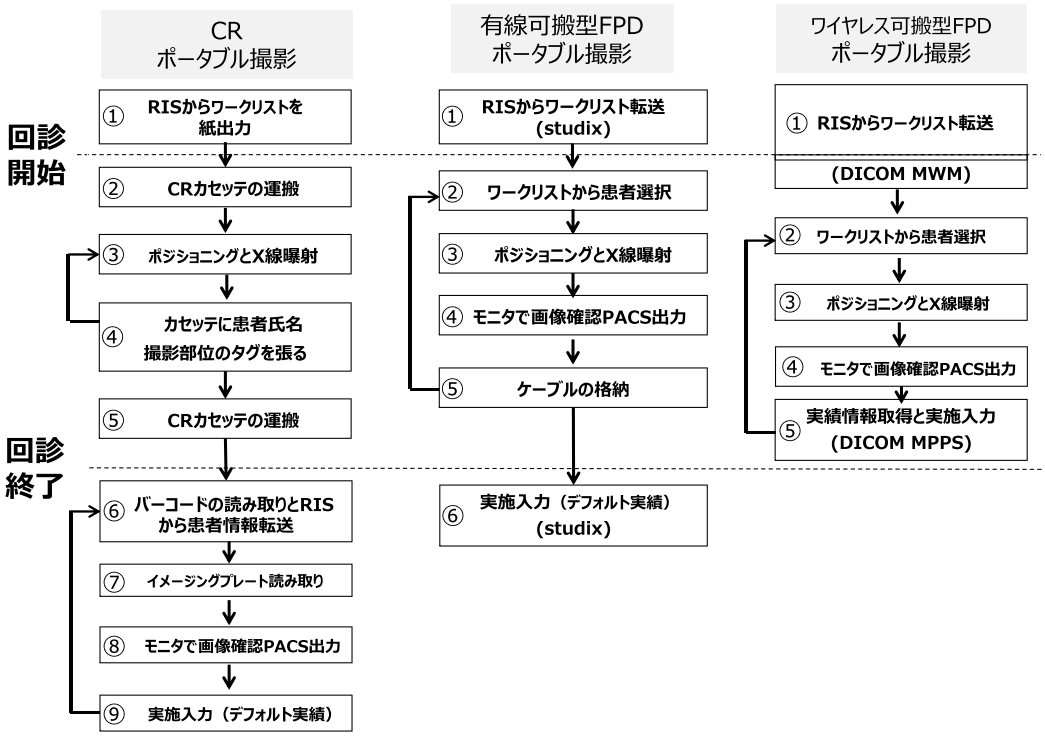


Fig. 7　CR，有線可搬型 FPD，ワイヤレスタイプ可搬型 FPD の回診業務のワークフローの違い

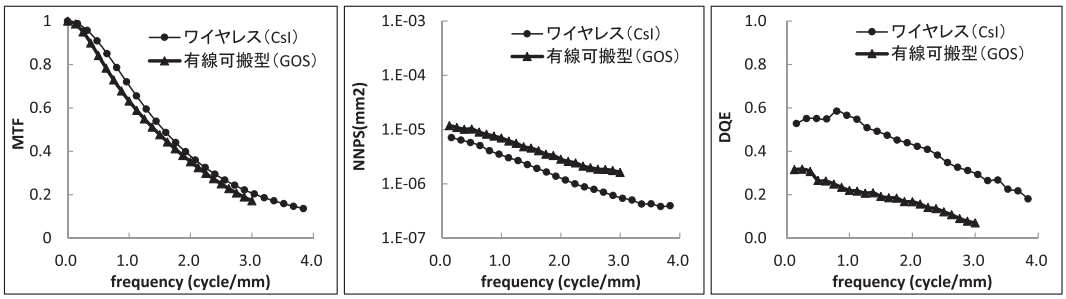


Fig. 8　有線可搬型 FPD（GOS）とワイヤレスタイプ可搬型 FPD（CsI）の物理特性

FPD のそれぞれの P 撮影回診業務のワークフローの比較を Fig. 7 に示す．CR での P 撮影では，あらかじめ RIS からワークリスト（WL）を印刷する必要がある．また，撮影枚数分の CR カセッテを準備して，撮影ごとに撮影した患者，部位を間違えないために患者名，撮影部位を記したタグをカセッテに貼る．更には，回診終了後に，IP の読み取り，画像確認，実施入力の必要がある．このときの，実施入力する撮影条件はデフォルト値となり，実際の実績情報とは異なる．有線可搬型 FPD での P 撮影は，studix といわれるメーカ独自の通信プロトコルにより WL を FPD に取得するために WL の印刷は必要がない．回診開始後は，カセッテの搬送も必要がなく，撮影ごとに現場で撮影画像の確認が行えるが，撮影ごとにケーブルを巻き取る必要がある．回診終了後に実施入力を行うが，ばく射回数以外は CR 同様にデフォルト値が実績情報となる．WCT 可搬型 FPD の P 撮影では，通信プロトコルは異なるが有線可搬型 FPD 同様に MWM により WL を FPD に取得するために WL の印刷は必要がない．また，撮影終了後にケーブルを収納する必要がなく，実施入力も撮影終了後に Digital Imaging and Communication（DICOM）Modality performed procedure step（MPPS）サーバに実際の撮影条件が実績情報として送信されるために，回診終了後には行うことはない．

当院の P 対応の有線可搬型 FPD と WCT 可搬型 FPD で IEC 62220-1-1 に準拠して取得した物理特性の結果を Fig. 8 に示す．Modulation transfer function（MTF）はエッジ法によるプリサンプリング MTF 解析でデータを取得した．Normalized noise power

spectrum(NNPS)は二次元フーリエ変換法による解析でデータを取得した．Detective quantum efficiency(DQE)は，MTF，NNPSの結果より解析を行った．結果から，蛍光体の違いにより全周波数帯域においてWCT可搬型FPDの方が約2倍以上高いDQEを有していることがわかる．当院では現在，有線可搬型FPDに比べWCT可搬型FPDは約1/2の撮影条件で運用を行っている．このことから，今後は防護壁のない病棟P撮影では，CsIを蛍光体として有するFPDを導入することを推奨する．

2. ポータブル撮影対応FPDの有用な使用方法

2-1 既存施設ネットワークとの接続

P撮影対応FPDを有効に使用するためには，P撮影対応FPDとRISやPACSなどの情報システムと常時接続する必要がある．常時接続するためには，情報システムのWi-Fi環境と接続する必要がある．すなわち，P撮影対応WCT可搬型FPDでは，検出器–制御器間と制御器–情報システム間の常時接続した二つのWi-Fi環境が存在することになる．この二つのWi-Fi環境を混線しないように調整することは，WCT可搬型FPDを導入する以前に考えておく必要がある．多くの施設では，医師や看護師がベッドサイドで電子カルテに記録するために病棟にWi-Fi環境が既に整備されている場合が多い．このWi-Fi環境にTagVLANという技術を使い一つのAPに複数のIPアドレスを持たせて複数のネットワークが接続できるような環境にする．このことにより，安価に制御器–情報システム間のネットワークを既存のネットワークを使用して構築することができる．

2-2 RIS端末の携帯(シンクライアント端末の利用)

RIS端末を携帯することにより，P撮影対応FPDを更に有効に使用することができる．例えば，「回診中の追加オーダへの対応」「オーダの詳細なコメント情報の熟知」「過去画像，電子カルテを参照」「実施入力」などを行うことができる．しかしながら，ノートPCをRIS端末として回診業務に携帯することも可能だが，回診車の制御卓にノートPCを置くと，制御卓の表示が見づらくなったり，操作しづらくなったりする．また，ノートPCの落下の恐れもある．当院では，iPad(Apple社製)を利用したシンクライアント端末を用いてこれらの問題を解決して，RIS端末をP撮影回診業務に携帯している．シンクライアントは，クライアント端末(電子カルテ端末，RIS端末)にハードディスクなどの記憶媒体を持たず，central processing unit(CPU)やメモリ，ディスプレイなど最小限のハードウェアを使い，処理はすべてサーバで行い．画面イメージだけをクライアント端末に転送(アプリケーション，OS，ストレージの仮想化)する技術である(Fig. 9)．シンクライアント端末は専用端末以外にもPC，iOSやAndroidのタブレット端末でも利用することが可能である．iPadを使ったRIS端末を携帯することにより，当院では回診中の追加オーダに対応できるほか，回診中にDICOM Modality Worklist Management(MWM)を使った実施入力にも対応することが可能となった．

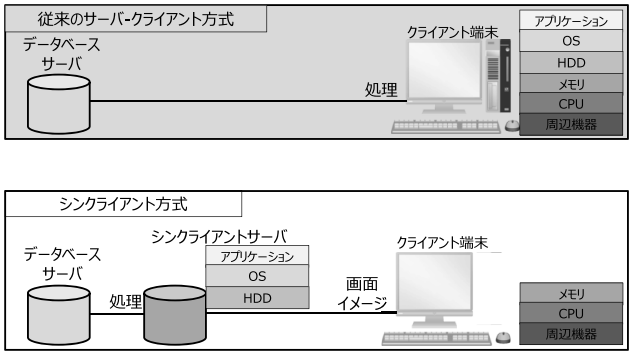


Fig. 9 サーバ–クラアント方式とシンクライアント方式の違い

3. ポータブル撮影対応ワイヤレスタイプ可搬型FPDの問題点

3-1 X線自動検出型システムとX線発生装置–FPD結線型システム

WCT可搬型FPDには，X線自動検出型システムとX線発生装置–FPD結線型システムの2種類のシステムがある．X線自動検出型システムは，X線発生装置とFPD制御器が結線されておらず，X線信号を検出するためにはFPDのいくつか検出器がX線検出素子としてX線を検出して，その信号により全体の検出器の画素素子が電気信号を捉える準備に入る．一方，X線発生装置–FPD結線型システムは，従来の撮影室のFPDシステム同様にX線発生装置とFPD制御器が結線されており，X線発生装置からX線ばく射信号をFPD制御器が受け取り，その信号によりFPD検出器の画素素子が電気信号を捉える準備に入る．X線自動検出型システムのメリットとしては，「複数台のX線発生装置と接続が可能」「X線発生装置を自由に選択することができる」があるが，デメリットとして「誤ばく射の可能性がある(検出器がReadyになる前にばく射)」「プロトコルと撮影条件の

連動ができない［Anatomic program（APR）連動］」「DICOM Tag に正確な撮影条件情報がセットされない」「MPPS で正確な情報を RIS に送信することができない」「低出力装置では X 線自動検出ができないことがある」「強い衝撃により誤動作をすることがある」がある．X 線自動検出型システムを導入する際には，これらのデメリットを十分に周知したうえで導入を検討すべきである．

4．まとめ

P 撮影は手術室での撮影を含め，今後は CR から WCT 可搬型 FPD に移行すると考えられる．WCT 可搬型 FPD による P 撮影への移行をスムースに行うためには，院内のネットワークの環境整備や RIS 端末の携帯できる環境作りが重要である．また，WCT 可搬型 FPD の P 撮影は撮影室での撮影とは異なる問題も存在するので，導入には十分に考慮し WCT 可搬型 FPD 特徴を理解することが重要である．本稿の内容が，今後多くの施設の P 対応 WCT 可搬型 FPD 導入の一助になることを期待する．

4．一般撮影部門でのシステム構築 —長尺撮影システムを中心に—

Symposium

工藤禎宏
大阪市立大学医学部附属病院中央放射線部

はじめに

1998 年に X 線発生装置一体型 FPD が登場し，当院にいち早く導入され稼働した．2012 年 4 月手術室増設に伴い WCT 可搬型 FPD を用いた P 撮影の運用を開始し，その後一般撮影室でも CR 装置の老朽化に伴い 2013 年 3 月より FPD による大幅なシステム更新が完成した．

本稿では，当院の一般撮影部門におけるシステム構成，特徴，オリジナルの立位長尺撮影システムを中心に，導入からの使用経験，今後の課題について解説する．

1．手術室におけるワイヤレスタイプ可搬型 FPD システムの導入

1-1　導入の経緯（背景）

2012 年 4 月に手術室が増設され撮影件数の増加による待ち時間の延長が予想されたが，CR システムではこの問題を解決できないため，WCT 可搬型 FPD を用いた P 撮影装置を導入した．

検出器は，蛍光体が CsI の間接変換方式 AeroDR1417（コニカミノルタ社製）を採用した．サイズは半切で，重量が 2.9 kg（当時は最軽量）の特長を有している．P 装置は，日立製作所製 Sirius Star Mobile に画像診断 WS の CS-7portable（CS-7p）とユニバーサル回診 UF ユニット（Wi-Fi AP と駆動用リチウムイオンバッテリを備える）を搭載することで AeroDR と CS-7p との Wi-Fi 通信連携を可能としている．また，CS-7p の画面により RIS 端末のオーダ情報を取得し，撮影メニューの展開や画像処理，そして画像をサーバに転送することが可能となっている．

1-2　無線 LAN 環境の構築

構築した Wi-Fi 環境を Fig. 10 に示す．手術室の無線サーベイを行い，ほかのシステムと干渉しないチャネル設定を行った．

手術室は全部で 16 室あり，AP は各部屋に設置し設定チャネルは複数のパネルにおける同時運用にも対応するため，セル（電波の届く範囲）を狭く設定した．

1-3　ワークフローの比較

CR と FPD のワークフローを比較した（Fig. 11）．CR ではカセッテを撮影枚数だけ持って行き，撮影→移動→読取作業→画像送信→画像表示の手順となり約 3 分 30 秒必要であった．一方，FPD では読取作業を必要としないため，撮影→画像送信→画像表示の手順となり約 30 秒で画像が確認でき，所用時間を大幅に短縮できた．

1-4　臨床画像での使用経験

術後の胸部や腹部撮影では，残存物の検索やカテーテル，挿管チューブなどのルート確認等が目的となるため，専用処理（画像強調を強く）にて画像転送することで，視認性が向上した．また，術中胆道撮影では，検出器を入れ替える必要がなく複数回の撮影が可能となり，胆管の描出が瞬時に確認できる．膝関節や肘関節など上下肢の術後撮影では，より正確なポジショニ

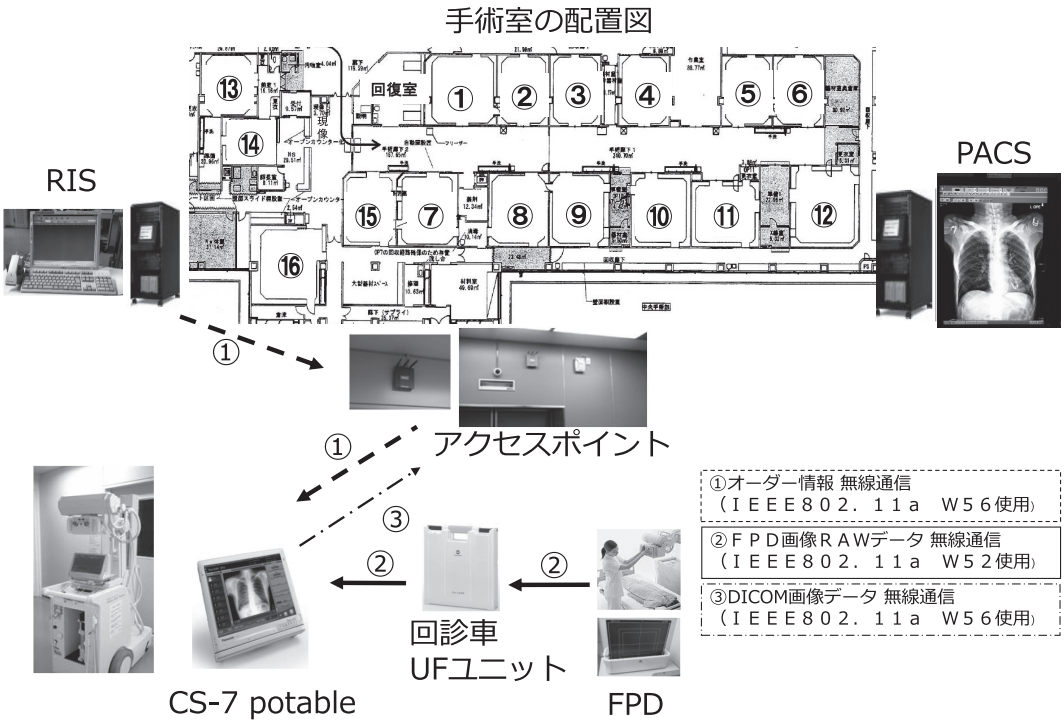


Fig. 10　手術室における無線 LAN 環境の構築

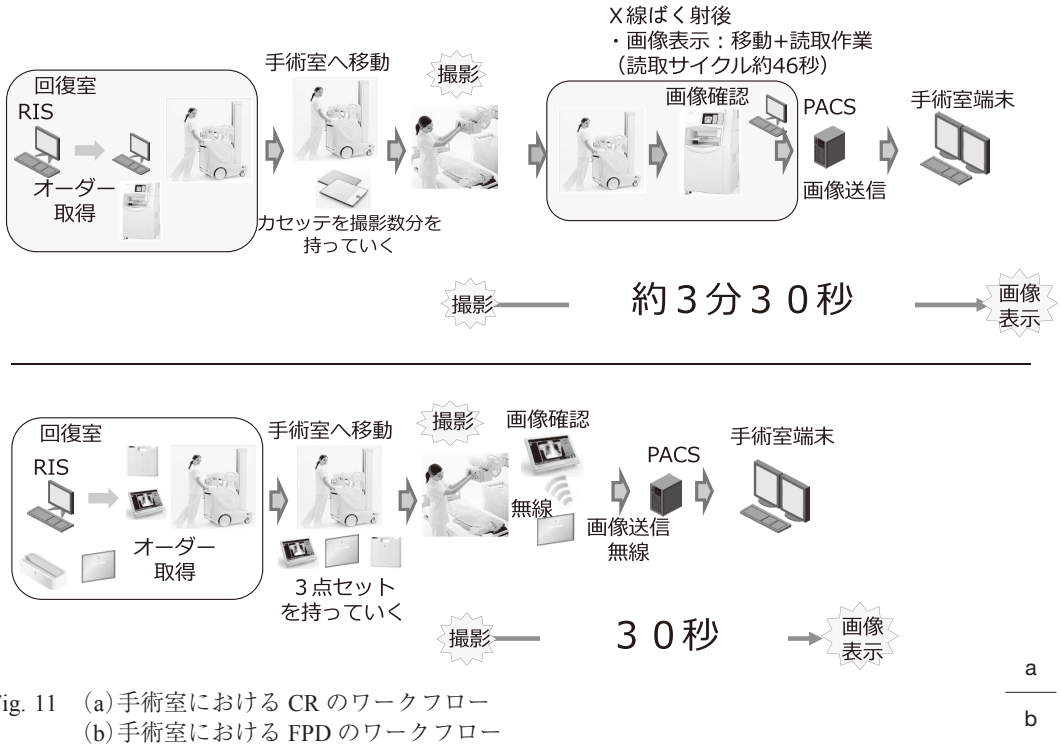


Fig. 11　(a)手術室における CR のワークフロー
(b)手術室における FPD のワークフロー

ングが可能となり，再撮影が必要な場合でも迅速に対応ができて大幅な時間短縮となった．

一方，画像の最終確認は，誤診の可能性を否定できないため小さな CS-7p 画面ではなく，手術室備え付けの高精細モニタ（PACS 転送後の画像）で確認することを徹底している．また，さまざまな医療機器を使用する病院内，特に徹底した安全管理が求められる手術室においては，入念な無線サーベイを行い Wi-Fi 環境を整えているが，突然の無線トラブルや検出器などの故障が考えられるためバックアップの体制を整えておく

Table 2　一般撮影室(8 検査室)のシステム構成

撮影室	用途	発生装置	立位撮影台 臥位撮影台	可搬型	長尺	その他
17	骨・一般	RADSpeed Pro (島津製作所)	AeroDR1717 AeroDR1717	AeroDR 1012	AeroDR 1417	クレードル
18	骨・一般	Radnext80 (日立メディコ)	AeroDR1717 AeroDR1717	AeroDR 1012	AeroDR 1417	クレードル
19	骨・一般	Multix TOP (シーメンス)	AeroDR1717 AeroDR1717	AeroDR 1012	AeroDR 1417	クレードル
20	小児	KXO-50G (東芝メディカル)	FCR	FCR	—	
21	胸腹部	RADSpeed Pro (島津製作所)	AeroDR1717 AeroDR1717	—	—	クレードル
22	胸腹部	DIGITAL DIAGNOST (フィリップス)	DiDi (VR) DiDi (TH)	—	—	
23	乳房	manmorex (東芝メディカル)	—	FCR	—	
24	胸腹・骨	DHF-155H (日立メディコ)	CALNEO-C1417	CALNEO-C1417 +FCR	FCR	

ことも重要であった.

1-5　まとめ(手術室)

手術室に WCT 可搬型 FPD を導入することによって，画像が瞬時に確認でき迅速な画像転送が可能となり，大幅なワークフローの短縮が実現できた.

2. 一般撮影室におけるワイヤレスタイプ可搬型 FPD システムの構築

2-1　導入の経緯(背景)

複数の CR システムや X 線発生装置の更新に伴い，ワークフローやコストパフォーマンスの観点や被ばく線量の低減などを考慮して，WCT 可搬型 FPD システムを導入した.

2-2　一般撮影室の概要

当院の一般撮影室(8 検査室)のシステム構成を Table 2 に示す．可搬型 FPD を導入したのは，第 21 胸腹部撮影室，第 17，18，19 骨・一般撮影室の計 4 撮影室である.

第 21 胸腹部撮影室では，AeroDR1717(全角)を立位，臥位のブッキーに装填し有線で使用している．第 22 胸腹部撮影室は，フィリップス社製の X 線発生装置一体型で据置型 FPD の Digital DIAGNOST TH(臥位)，Digital DIAGNOST VR(立位)が導入されている．共にサイズは全角で，蛍光体は CsI を採用している．第 23 乳房撮影室は，CR システムを使用している．第 24 撮影室は，胸腹部および骨・一般撮影の補助的撮影室として使用しており，WCT 可搬型 FPD：CALNEO C(富士フイルム社製)の半切(蛍光体は CsI) 1 枚と CR を併用して撮影している.

今回システム更新となった第 17，18，19 骨・一般撮影室は，すべて同じ撮影ができるシステム構成にしており，立位，臥位ブッキーに AeroDR1717 を各 1 枚ずつ装填し有線で使用している．また，立位長尺撮影システムに AeroDR1714 を 1 枚，WCT による使用の AeroDR1012(四切)1 枚，合計 4 枚を導入している．第 20 撮影室は小児専用撮影室だが，繁忙時には大人の撮影にも使用しておりすべて CR で撮影を行っている.

なお，X 線発生装置は，第 17，21 撮影室が島津製作所製 RAD Speed Pro，第 18 撮影室が日立製作所製 Radnext80 に更新したが，第 19 撮影室は，既存のシーメンス社製 Multix TOP を利用している.

2-3　ローミング

WCT 可搬型 FPD の最大の特長は，任意の撮影室で利用中の FPD を別の撮影室に移動して使用できることにある．これは，FPD を移動先の撮影室クレードルに装着すると WS(CS-7)と自動的に FPD を関連づける技術で，簡単に使用可能となる．1 枚の FPD を複数室で共有使用できるため，故障時のバックアップなどに有効である.

例えば，21 胸腹部撮影室にて車イスで胸部坐位撮影

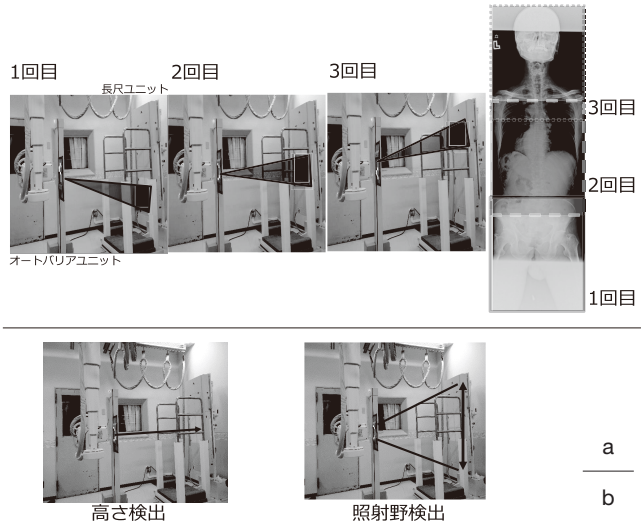


Fig. 12　(a)可搬型 FPD におけるセグメント撮影方式(複数回の分割ばく射)による長尺システム
(b)可搬型 FPD における長尺システムの高さ検出と照射野検出

をする場合，FPD(半切)が必要となる．そこで，骨・一般撮影室から FPD(半切)を取り出し，21 胸腹部撮影室でローミングすることで撮影が可能となる．このようにローミング機能を用いると他検査室の FPD の有効利用ができる．

2-4　可搬型 FPD による長尺システム

当院では，可搬型 FPD を使用した長尺システム(コニカミノルタ社製)を導入した．本システムは，AeroDR1417(半切)が 1 枚可動する長尺ユニットと長尺 X 線オートバリアユニット(Auto Barrier Unit，以下 ABU)で構成されている．既存の X 線管の前に ABU を設置し，複数の分割ばく射をするセグメント撮影方式を採用している．

この方式は，ABU と長尺撮影ユニット内に装填した FPD が，同期して体軸方向に可動し分割撮影を行う(Fig. 12a)．また，既存の X 線管を利用して撮影可能なため，どのメーカでも対応できる汎用性に優れている．しかし，撮影時には長尺ユニットの位置と X 線管位置を ABU に記憶させる「高さ検出」と，決定した照射野範囲からばく射回数を決定する「照射野検出」という作業が必要になる(Fig. 12b)．

一方で，体位の保持が困難な場合など利用できない制限があるため，長尺システムと三協社製の立位撮影台(立位昇降台)を組み合わせたオリジナル立位長尺システムを考案した(Fig. 13)．本システムは，丈夫な特殊形状の大型の手すりを装備し，被検者の安定性，安全性を考慮したシステムになっており，全脊柱正面・

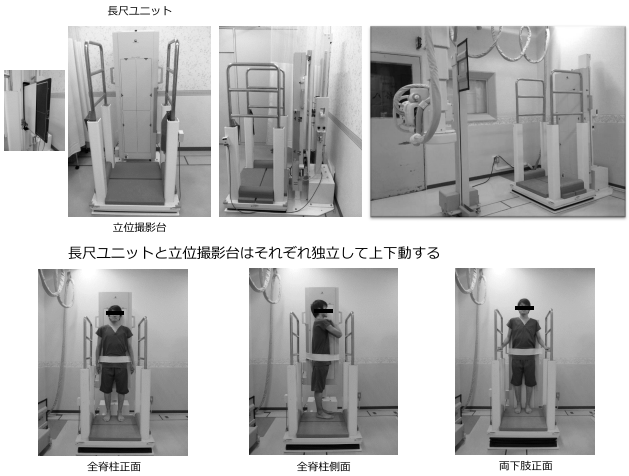


Fig. 13　オリジナル立位長尺システム

側面，両下肢正面などの立位長尺撮影におけるセグメント撮影方式の持つ制限事項を緩和し，体位の固定を容易にした．

2-5　立位長尺撮影のワークフロー

立位長尺撮影のワークフローを比較すると，CR 長尺システム(半切 IP×2)では，ポジショニングに時間を要しないが，撮影後の IP 読取作業に時間を要し長尺画像作成まで約 2 分 20 秒かかった．一方，FPD システム(2 回ばく射)では，「高さ検出」と「照射野検出」の作業が必要となるが，撮影後は瞬時に画像が確認でき長尺画像作成まで約 1 分であり，約 1 分 20 秒の短縮ができた．

2-6　立位長尺撮影システムを用いたその他の撮影

立位長尺システムでは，長尺しか撮影できず使用頻度が低い欠点があった．そこで，FPD が長尺システムの最下部に固定できるように設定を変更し，膝関節立位撮影も対応可能となった．また，立位撮影台の床面(足部)に高発砲ポリエチレンフォームを設置し，溝に FPD を差し込むことにより足部荷重側面(横倉法)も撮影可能にしたことで，使用頻度が上がった．

2-7　まとめ(一般撮影部門・長尺撮影)

当院の一般撮影室 8 部屋における FPD の使用枚数は，各社合わせて 17 枚であるが，可搬型が約 9 割を占めていた．また，骨・一般撮影室の 3 撮影室では，各撮影室に AeroDR1717(全角)2 枚，AeroDR1714(半切)1 枚，AeroDR1012(四切)1 枚，計 4 枚の可搬型 FPD を導入し，撮影の約 3 割を WCT で使用しており，臥位長尺撮影のみ CR での撮影を行っていた．立

位長尺撮影は，オリジナル立位長尺システムを用いることにより素早く正確にポジショニングができ，セグメント撮影方式の持つ制限事項を緩和し，被験者の安定性，安全性を確保できていた．

3．最後に

今回，当院における可搬型FPDの導入と経緯ならびに一般撮影部門でのシステム構築・立位長尺撮影システムを中心に紹介した．

各撮影室に可搬型FPDを複数枚配置することでスループットが向上し，ワークフローの改善が可能となった．FPDを用いた立位長尺撮影では，画像特性（広いダイナミックレンジと高いDQE）に優れていたが，セグメント方式の採用による複数ばく射による体動への対策が必要であった．

5．FPDに用いられる技術と新しい画像処理

Symposium

樫山和幸
大阪府立急性期・総合医療センター医療技術部放射線部門

はじめに

1983年に富士フイルム社からCR（FCR）が発売され，更にWCT可搬型FPDの登場により一般撮影室だけではなく，救急・病室・手術室撮影等への運用が容易に行え，今後ますますFPD導入が加速していくと考えられる．

今回，WCT可搬型FPDで用いられているX線自動検出技術や新しい画像処理（散乱線除去，体動検出）技術について，臨床での適応を解説する．

1．X線自動検出機能（Smart Switch）

発売初期のFPDは，X線発生装置とFPD制御装置をケーブルで接続し，X線の発生と同期して画像を取得する必要があった．しかし，X線発生のタイミングを同期させるためのインターフェイスがないP装置などのX線発生装置も多く，実際の運用面においてCRからFPDへ移行困難な場合があった．これらの問題を解決する技術としてX線自動検出機能が開発された[1]．

FPDは，X線を光に変換する蛍光体層と光を電気信号に変換するフォトダイオードTFT（薄膜トランジスタ）が一体となった構造である．X線自動検出機能では，TFTにX線検出素子を配置し，FPD自らがX線照射の開始を高感度，高速に検出して画像を取得する．しかし，画像取得するためにはFPDにある閾値以上のX線が照射される必要があり，X線到達線量は患者の体格やX線発生装置の出力に依存する．したがってP装置などの低出力装置では，X線信号を検出する閾値を低く設定するが，患者の体動によるFPDの衝撃やほかの周辺装置からの外乱ノイズによって誤検出が起きやすくなる．そのため閾値を超えた信号が，X線信号かX線以外のノイズかをX線判定アルゴリズムによって高速，高精度で判定し，FPDへのX線到達線量がわずかであっても高いX線検出感度とノイズによる誤検出防止を実現した．

このX線自動検出機能によって，従来の有線FPDのケーブルによるハンドリングの悪さは解消され，WCT可搬型FPDは，P装置や既設のX線装置でもCRカセッテと同様な扱いが可能となった．

2．体動検出技術

X線撮影業務では，画像を撮影するだけではなく読影に適した画像を撮影できているか確認すること（一次検像）で画質を担保しなければならない．一般撮影領域でFPD化が進むことで撮影効率が向上し，撮影者は目視によってポジショニング不良，線量の過不足，異物の混入，体動の有無等を評価し，その場で再撮影の可否を判断する機会が増えている．しかし，P撮影では，解像度の低いモニタで画像を確認しなければならない場合があり，画像を拡大しなければ，体動による画質の低下（ボケ）を見つけにくくなる．体動検出技術は，体動による画質低下の可能性を検出して警告することで，画像の確認業務を効率化するための技術である[2]．

2-1　体動検出の原理

体動による画質低下は，被写体が動いた方向の鮮鋭度の低下という形で画像に描出される．体動検出技術は，被写体内の骨格構造の境界等，体動の有無を評価するためのエッジを画像内の局所的な濃度変化と被写体構造の形状に基づいて検出し，測定したエッジの鮮鋭度をあらかじめ設定している閾値と比較し，鮮鋭度が閾値より低い場合に「体動あり」と判定する．体動を検出した場合，撮影画像上に確認を求める警告マー

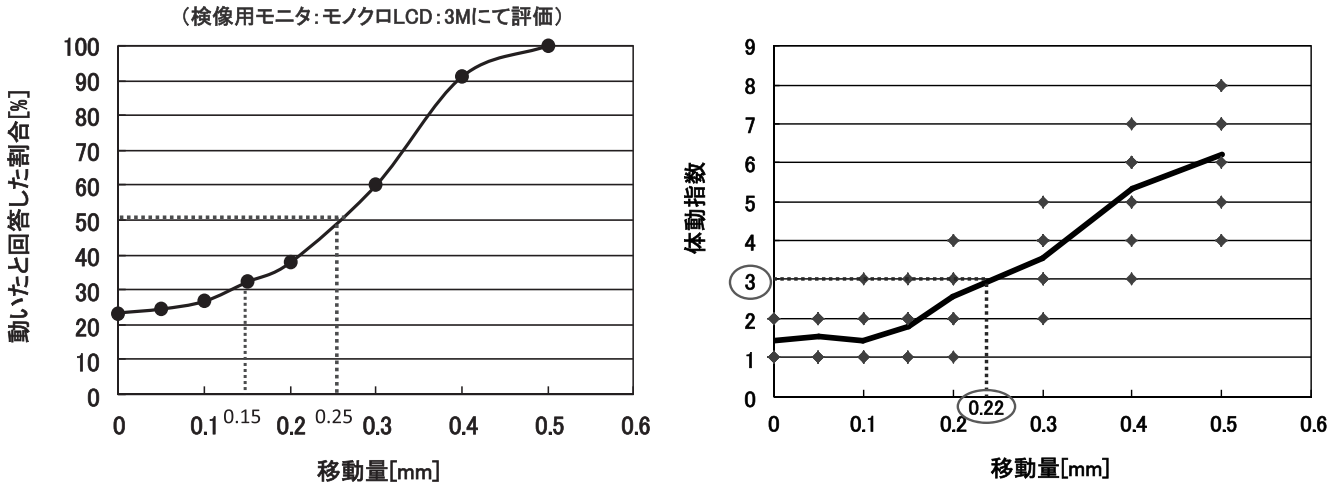


Fig. 14　(a)胸部ファントムの動き認識割合
(b)胸部ファントムのおける体動検出ソフトの判定結果

a　b

クが表示される．

2-2　ファントム実験と臨床画像の評価

胸部ファントムをX線CTの撮影テーブルに配置し，テーブルスピードを変化させた．胸部ファントムの移動方向は，左右・上下・斜めの3種類とし，カセッテ型FPDを用いて各条件につき3回ずつ撮影した．得られた試料72画像を検像用モニタ（モノクロLCD：3 M）にランダムに表示し，観察者10名でボケを感じるか否かを評価した．

胸部ファントムの動きに対する観察者の認識割合を示す（Fig. 14a）．胸部ファントムの移動量が0.15 mmを超えたあたりからボケを認識する観察者の割合が徐々に増加した．また，観察者の50％以上がボケと認識する移動量は0.25 mmであることが示された．次に体動検出を用いた結果を示す（Fig. 14b）．胸部ファントムを用いた結果では，体動検出の検出指数3で「体動あり」と警告が表示される移動量は0.22 mmとなった．観察者の動きに対する認識割合が50％を超える移動量は0.25 mm以上であり，体動検出は人間とほぼ同等，もしくはそれ以上の精度で体動を認識することが可能である．

実際に画像を拡大して体動があると認められた4例を含む臨床画像約4000枚に対して体動検出に適用した結果，4例すべて（胸部Pが2例，小児撮影が1例，腰椎側面が1例）を検出できた．体動検出技術を用いることで，縮小表示で視認困難な体動でも，警告後にpixel等倍表示を用いれば，体動によるボケを撮影時に即時確認でき，時間が経ってからの再撮影（再呼び出し）を低減できる．また，さまざまな撮影シーン・部位において，撮影時の画像確認を効率化でき，臨床において有用であると考える．

3．散乱線除去処理（Virtual Grid技術）

一般的に，散乱線除去を行う場合に散乱線除去用グリッド（グリッド）が使用される．しかし，撮影系の幾何学的な配置に直交関係が成立しない場合は，グリッドによるアーチファクトが診断の妨げとなる．このため病室撮影においてグリッドを用いない施設が多く，散乱線による画質低下を許容し運用されている．散乱線除去処理は，散乱線の影響で画質が低下した画像から散乱線による画質劣化の影響を除去することで画質を改善する技術である[3]．

3-1　散乱線除去処理の原理

散乱線は，画像のコントラスト低下と粒状の増加を引き起こす．この両方を改善するために散乱線除去処理では，「コントラスト改善処理」と「粒状改善処理」から構成されている．コントラスト改善処理では，入力画像から散乱線を推定し，グリッドに近い比率で散乱線成分を低減することで画像コントラストを改善する．粒状改善処理は，散乱線が被写体構造の情報をほとんど含まない点に注目し，画像上で被写体構造に無関係な粒状成分を抽出して低減する．その結果，画像中の構造解明度を改善する．

3-2　ファントム実験と臨床画像の評価

コントラストファントム（1 cm厚のPMMAに1辺が2 cm角で深さ1 cmの穴をあけた）を9.5 cmおよび14.5 cmのPMMAの間に挟み，管電圧を80 kV，

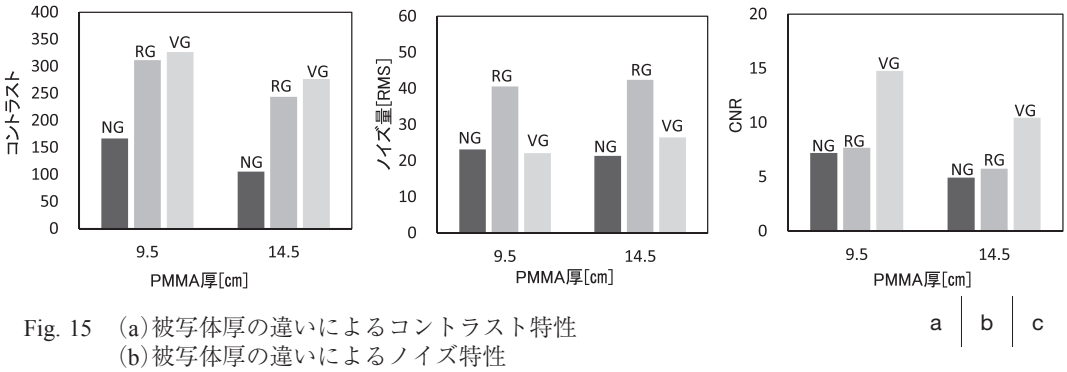


Fig. 15　(a)被写体厚の違いによるコントラスト特性
(b)被写体厚の違いによるノイズ特性
(c)被写体厚の違いによる CNR の比較

撮影線量はファントムの背面線量が 1 mR となる撮影条件を設定し，グリッドなし(NG)とグリッドあり(RG)の画像を撮影した．得られた NG 画像に対して仮想格子比を 6：1 相当に調整した散乱線除去処理(VG)を適用した．得られた画像について，コントラストファントムの 2 cm 角の穴部分(0 cm 厚)と，それに隣接する 2 cm 角の領域(1 cm 厚)の画素値平均を D_0，D_{10}，標準偏差を SD_0，SD_{10} として，コントラスト特性($C = D_0 - D_{10}$)，ノイズ特性[$N = (SD_0 + SD_{10})/2$]，コントラストノイズ比(CNR=C/N)を求めた．

CDRAD ファントムも同様に 9.5 cm および 14.5 cm の PMMA で挟んだ．X 線管電圧は 80 kV，撮影線量はファントムの後ろ側で 1 mR を 100%とし，100%線量，50%線量，25%線量を設定し，NG と RG の画像を撮影した．得られた NG 画像に対して仮想格子比を 6：1 相当に調整した VG 処理を適用した．得られた CDRAD ファントム画像を解析ソフト(Artinis Medical System 製：V2.1)で解析，CD 曲線と IQFinv を求めた．

まず，コントラスト特性は，PMMA 厚が増すとすべての画像で低下するが，NG 画像は RG 画像および VG 画像と比べて最も低かった(Fig. 15a)．また，VG 画像は RG 画像と比べてコントラストが高かった．次に，ノイズ特性は，RG 画像でグリッドの使用により到達線量が減少しノイズ量が顕著に高くなっていた．VG 画像は，RG 画像よりもノイズ量が優れており，NG 画像とほぼ同等であった(Fig. 15b)．CNR は，PMMA 厚が増すと全画像で低下した．しかし，VG 画像は，ほかに比べて顕著に高い値を示した(Fig. 15c)．

最後に PMMA 厚 9.5 cm での IQFinv の結果を示す(Fig. 16)．横軸はファントム透過前後の線量差を吸収線量として表示している．同一の吸収線量で撮影した際，VG 画像では，ほかより高い IQFinv を示し，視認性が顕著に改善した．PMMA 厚 14.5 cm でも同様の傾向であったことから，VG 処理はグリッドと同等以上に画質を改善する効果が得られることが確認できた．

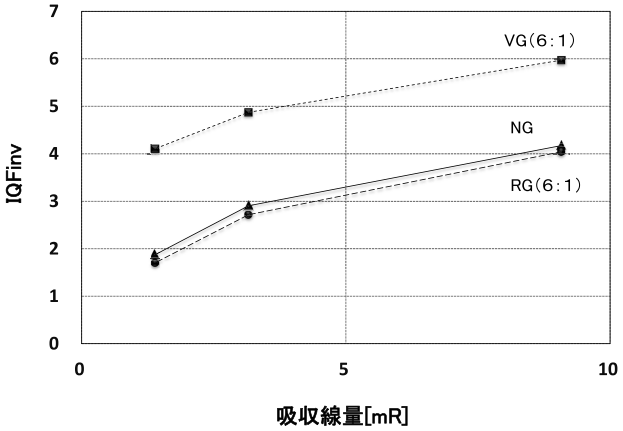


Fig. 16　PMMA 厚 9.5 cm における IQFinv の比較

VG 導入前後で撮影された患者(6 症例)の胸部画像を対象として，医師(3 名)による視覚評価を行った．評価法は，胸部の解剖学的指標と物理的因子を評価する京都大学法(Table 3)を用いて，RG 画像を基準とし NG 画像および VG 画像について優劣を評価した[4](5 点：優れている，4 点：少し優れている，3 点：RG と同程度，2 点：少し劣っている，1 点：劣っている)．

臨床画像の評価結果を示す(Fig. 17)．RG 画像および VG 画像は，すべての項目において NG 画像より評価が優れていた．VG 画像は肺野末梢側，肺野縦隔側，縦隔部の描出が RG 画像より評価が優れていた．コントラスト，鮮鋭性においては，VG 画像は，RG 画像より評価が優れていたが，粒状性は同程度であった．胸部臨床画像において，VG 画像は，RG 画像とほぼ同等の評価が得られることが確認できた．今後は，頭頸部や四肢骨関節まで適用範囲を拡大できる可能性が示唆

Table 3　臨床画像評価(京都大学法)における評価部位と項目

	評価部位	評価項目 1	評価項目 2	評価項目 3
解剖学的指標	肺野部末梢側	右上肺 S2 の末梢血管の分解能	右下肺 S8 肋骨横隔膜末梢血管の分解能	
	肺野部縦隔側	左上肺血管の分解能	右下肺血管の分解能	気管支の追跡
	縦隔部	気管左右主気管支の追跡	縦隔部各境界線	心陰影の分解能
物理的因子	鮮鋭度	鎖骨骨梁と肋骨の辺縁		
	粒状性	肩甲骨下部軟部組織		
	コントラスト	全体の濃度バランス		

された.

4. 最後に

WCT 可搬型 FPD で用いられている X 線自動検出技術や FPD だから可能となった新しい画像処理(散乱線除去，体動検出)技術について解説した．また，臨床での適応について基礎実験の結果を紹介し，その有用性を示した.

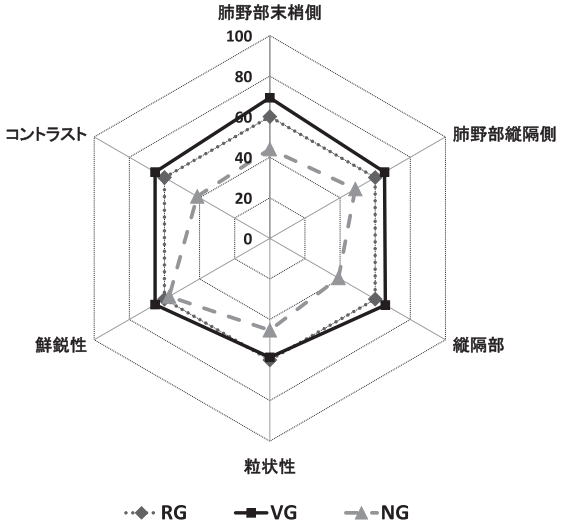


Fig. 17　胸部臨床画像における視覚評価の結果

座長集約

Symposium

中前光弘
奈良県立医科大学附属病院中央放射線部

FPD を可搬型にした最も大きな技術は，Wi-Fi でありその特性を正しく理解していないと，運用上支障をきたす場合がある．WCT 可搬型 FPD は，有線を経て導入時期によってさまざまな問題点を抱えていることも明らかになった.

しかし，2016 年 12 月現在で半切タイプは 2.5 kg まで軽量化が進み，短所であった防水性能についても IPX6 に準拠し，高い抗菌性能まで有している．ある装置では，FPD に内蔵メモリを搭載し 100 画像の撮り溜めが可能となった．救急や在宅医療，災害現場などでの使用を視野に入れて開発されている.

一方で，可搬性と経済性ではまだまだ CR が優位であることに間違いはないが，バッテリ性能の向上と長寿命化，表示速度の高速化によって，作業効率や大幅なスループットの向上が期待され，FPD に特化した画像処理技術も開発が進んでいる.

各社が技術力を駆使して開発した装置を“正しく使いこなす技術力”をわれわれが身につけて，診療に立ち向かうためにも，このシンポジウムが読者の一助となることを期待している.

参考文献

1) 榎本　淳，小田泰史．X 線自動検出機能「Smart Switch」の感度向上技術．富士フイルム研究報告 2014; 59: 10-12.
2) 特集 2 FUJIFILM DR の高画質を支える画像処理技術，FUJIFILM Medical A to Z，2014; 17: 15-21.
3) 川村隆浩，内藤　慧，岡野佳代，他．新画像処理「Virtual Grid 技術」の開発：X 線検査の画質と作業性の向上．富士フイルム研究報告 2015; 60: 21-27.
4) 山田勝彦，他．4)京都大学(胸部疾患研究所)評価法．日本放射線技術学会 編．臨床放射線技術実験ハンドブック(上巻)．通商産業研究社，東京，1996: 242-248.