

**ワークショップ**

**(株) 日立メディコの FPD における被ばく低減技術**

(株) 日立メディコ 技術研究所  
池田 重之

1. はじめに

日立メディコでは1998年より FPD システムの開発を開始し、2001年10月に消化管検査、2002年1月に DSA 血管撮影における臨床評価を世界に先駆けて開始し、同年10月に世界初の透視対応 FPD 搭載 DR システムの販売を開始した。FPD システムの技術課題は透視画質の改良であり、言い換えれば被ばく低減の実現である。ラインノイズの低減、DRC 処理によるコントラスト改良などは、画質を維持しながら被ばく低減を実施するものでありその効果は非常に大きい。本発表では直接的に被ばくを低減する項目に絞って説明を行う。パルス透視における高圧ケーブル残留電荷による波尾切断技術、線質フィルタによる皮膚線量低減、2005年より臨床評価を開始した任意視野技術について簡単に以下説明する。

2. 波尾切断技術による被ばく低減

FPD はその構造上データ読み出し時に X 線を入射することは好ましくなく、必然的にパルス透視が必要となる。パルス透視では X 線遮断後に高圧ケーブルの残留電荷により発生する波尾が被ばくを増加させるといった問題が発生する。日立では半導体スイッチを用いて残留電荷を消失させる波尾切断ユニットを開発して製品投入している。ファントムを用いてその効果を測定したので以下説明する。図1は実験した系を示す。アクリル20cmを X 線管球と検出器の間に配置し、アクリル透過線量(A点)とアクリル入射線量(B点)を測定した。波尾切断ユニット装着前と装着後に透過線量が同等になるように X 線条件を調整して入射線量を測定した結果を表1に示す。管電圧はなるべく変化させないように調整した。波尾切断ユニット搭載により 17.5% の被ばくを低減できる。

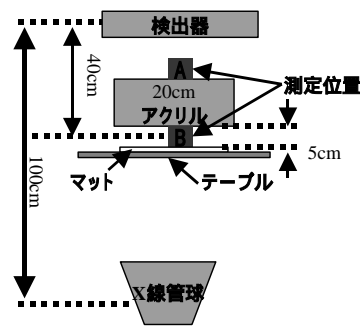


図1 実験系

|      | 管電圧  | 管電流  | 照射時間 | A (m R/m in) | B (R/m in) | 比率    |
|------|------|------|------|--------------|------------|-------|
| 切断なし | 88kV | 20mA | 5ms  | 130          | 7.5        | 100%  |
| 切断あり | 90kV | 12mA | 5ms  | 130          | 6.19       | 82.5% |

表1 波尾切断ユニットの効果

3. 線質フィルタによる被ばく低減

Cu 挿入による被ばく低減を実現している。透視時に挿入し、撮影時は退避する機構を設けている。3種類の厚さの異なる Cu プレートを通りユニットに搭載して切り替え可能としている。図1で示した系での Cu による被ばく低減効果の実験結果を表2に示す。0.1mm 挿入にて 22.5%、0.2mm では 36.8% 被ばくを低減できる。

| Cu厚さ   | 管電圧  | 管電流  | 照射時間   | A(mR/min) | B(R/min) | 比率    |
|--------|------|------|--|-----------|----------|-------|
| なし     | 90kv | 12mA | 5ms  | 130       | 6.19     | 100%  |
| 0.05mm | 93kv | 25mA | 5ms  | 130       | 5.10     | 82.4% |
| 0.1mm  | 88kv | 32mA | 5ms  | 130       | 4.80     | 77.5% |
| 0.15mm | 90kv | 32mA | 5ms </td <td>130</td> <td>4.36</td> <td>70.4%</td> | 130       | 4.36     | 70.4% |
| 0.20mm | 93kv | 32mA | 5ms  | 130       | 3.91     | 63.2% |

表 2 線質フィルターによる被曝低減効果

4. 任意視野透視撮影技術による被ばく低減  
 上下左右の羽根が単独で動作する X 線絞りを開発し、FPD 検出領域の任意の位置を画像化できる任意視野技術の開発を行っている。図 2 に任意視野のコンセプトを示す。

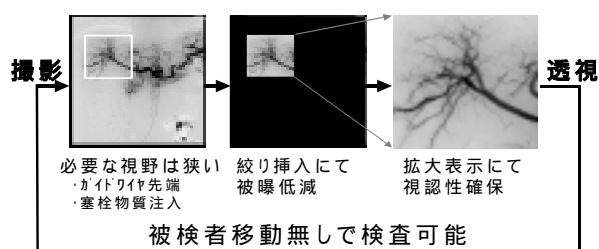
FPD はイメージインテンシファイア (以下 I.I.) の様なズーム機能がないため、透視時のカテーテル先端を画像処理にて拡大して表示している。従って、検出器の中央部にカテーテルの先端を移動する必要がなく FPD のどこに視野があっても拡大画像を表示できる。16 インチ I.I. を用いても原理的には可能であるが、I.I. は周辺部での歪、輝度低下という課題があり検討する者が居なかった。40cmx30cm という大視野の FPD の開発に着手した時に、この大視野を透視に活かす方法を検討する中で生まれたコンセプトである。

図 2 にシステム構成を示す。任意視野を実現する為に新たに開発した部分は、新型 X 線絞り、任意視野操作器、フラットパネルインターフェース及びソフトウェアである。主な開発項目について簡単に説明する。

図 4 に新型 X 線絞りを示す。任意視野を実現するために新たに開発したものである。

標準 X 線絞りは上下、左右の絞り羽根が連動して中央まで挿入することができるが、それぞれ 75% まで挿入できる機構とすることにより周辺まで任意の視野を設定できるようにした。

図 5 に画像処理と X 線制御を示す。画像処理では、FPD の出力画像においてどの領域が有効画像であるかを知るために絞り位置情報を支持器から入手することで算出し、その領域を切り出した後に拡大表示する。絞り羽根の位置が同じでも X 線焦点と FPD の距離が変化すると視野サイズが変わるので複雑な補正処理が必要である。



メモリ機能にてオートポジション動作  
 (無効被曝無し、リファレンス自動選択)

図 2 任意視野のコンセプト

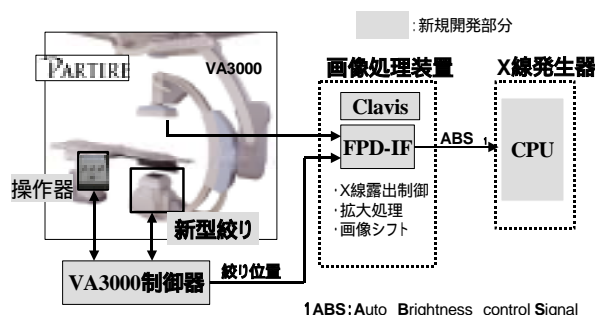


図 3 システム構成

また、透視X線制御を行うためのABS (Auto Brightness Signal) 信号を有効視野の画像データからリアルタイムに算出してX線発生器に出力する。ジョイスティック操作にて自由に移動する視野に追従してリアルタイム処理を行うために、ハードウェアも新たに開発した。

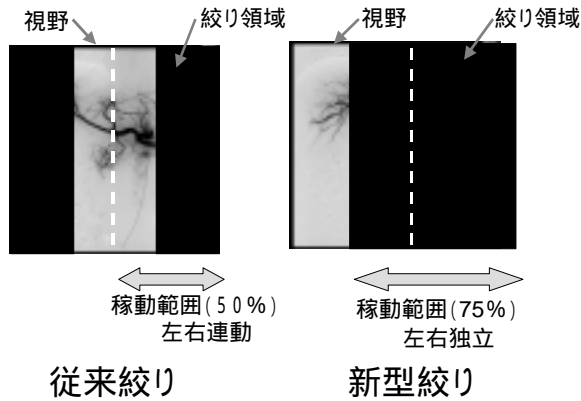


図4 新型X線絞り

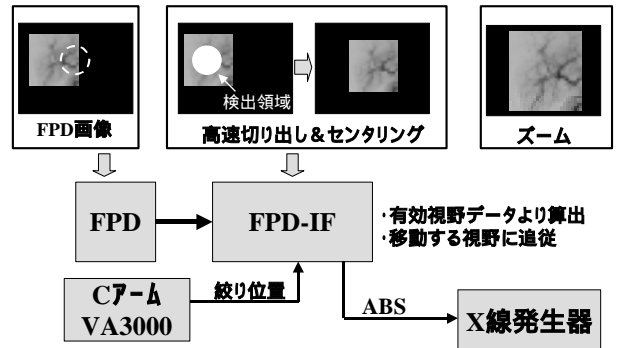


図5 画像処理とX線制御

2005年7月よりゲートタワーIGTクリニック殿にて臨床評価を開始した。主に肝血管塞栓術に使用しており、被験者を動かさずIVRを実施できるため被験者の安全性が向上し、検査効率がアップすると共に被ばく低減が期待できる。面積線量計を装着し、必要最小限の視野に絞って透視撮影することによる被ばく低減効果の定量化を行っている。血管撮影のカテーテル操作時に特に有効であるが、非血管系のIVRにも適用拡大予定である。

### 5. まとめ

回路技術による波尾切断、線質フィルタによる被ばく低減、そして照射領域を最小にする任意視野技術などシステムで被ばく低減に取り組んでいる。今後は画像処理によるノイズ低減処理やX線条件を含めた被ばく低減システムのインテリジェント化が重要である。