

Digital Radiography (DR)を極める【動画編】

ハード&ソフトの進化が築く新時代

企画協力：市田隆雄 大阪市立大学医学部附属病院中央放射線部技師長(副主幹)

フラットパネルディテクタ (FPD) の登場から 10 年、動画 DR システムは、高画質、高速処理を実現する画像処理技術だけでなく、ハイブリッド手術室などの臨床ニーズに応えるハードウェアの進歩が進みました。また、アプリケーションも、ガイド機能などの技術が数多く開発され、検査精度や治療成績の向上に役立っています。さらに、医療被ばく低減技術の開発の重要性は言うまでもありません。そこで、2012年10月号の「DRを極める【静止画編】」に続いて、本特集では、「被ばく低減」「ハイブリッド手術室」「手技支援アプリケーション」「画像処理」「動画ネットワーク」というキーワードごとに臨床と技術両面からご報告いただき、動画 DR システムの新時代を展望します。

Digital Radiography (DR)を極める
動画編

I 総論：動画 DR システムの進化と臨床展開

1. 動画 DR システムの技術の歩みと今後の展望

市田 隆雄 大阪市立大学医学部附属病院中央放射線部

Digital radiology (DR) を“極める”とすることで最も興味深いとされる最新装置の機能について、その使用経験・技術を臨床現場でご活躍の先生方に執筆いただくこととした。現状を述べていただくだけでなく未来的な展望も含めての総論「動画 DR システムの進化と臨床展開」を、まず①脳血管、②心血管、③腹部・四肢血管、④ハイブリッド手術で論述いただき、次に各界の最前線の5分野を、①被ばく低減、②ハイブリッド手術室、③手技支援アプリケーション、④画像処理、⑤動画ネットワークに定めて、最新情報を開示

していただく。本企画の狙いはまさにアップデートを読者に提供し、今後臨床を極めていただくことにある。

このように、最新情報については高名な執筆陣に委ねるとして、筆者は温故知新としての DR の始まりからの今日、そしてその間の技術革新や装置開発について、筆者の経験に即して述べることにしたい。結論としては、最新技術を活用することは大切なことであるが、その最新技術は臨床現場で生まれること、未来的発展もそのような現場活用での延長上で生み出されることを解説したい。

DR の始まり

本特集の趣旨である動画 DR の始まりは、digital subtraction angiography (DSA) と言っても過言ではない。振り返れば、1980年頃の北米放射線学会 (Radiological Society of North America : RSNA) で、研究レベルでの DSA がセンセーショナルに紹介された。当然ながら研究レベルでの技術であり、本邦での活用は先々と見込まれた技術である。ところがいち早い活用が実現した¹⁾。それは、RSNA に出席した医師の山田龍作氏 (以下、山田)

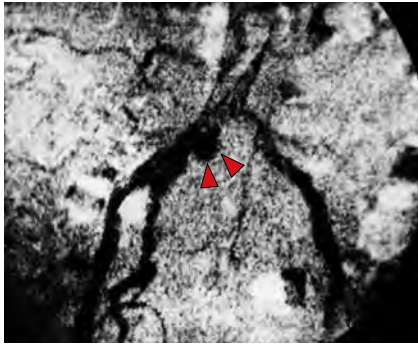


図1 本邦初のDSA
骨盤部のintravenous digital subtraction angiography (IVDSA)にて右総腸骨動脈に動脈瘤(▲)を観察できる。

より、臨床現場で働く診療放射線技師(以下、技師)の工藤弘明氏(以下、工藤)にDSAの存在が知らされて、そのような技術提供ができないかの問いがされたことによる。

当時、工藤は増感紙(スクリーン)-フィルム系での血管撮影での撮影時、心電図波形をX線フィルム上の片隅に記録できるシステムを開発していた。これは、臨床医より血管撮影と同期した心電図波形を知りたいとのニーズがあり、画像メモリを活用してのシステム化であった。また、X線映像信号を標準テレビ信号(national television system committee: NTSC)に変換しての活用をしていた。NTSCは525本系の民生業界のテレビ信号である。X線撮影装置の映像信号形態は各メーカー独自の方式を採用しているため、民生機器のように異種メーカーでの互換性を保持しない。そのため、映像信号は外部出力できないばかりか、それが可能としてもまったく現場レベルでの応用ができない時代であった。それをコンバータを用いてNTSCとして、さまざまな民生機器に出力できる仕様で外部媒体への記録および画像処理を行っていた。

山田からの問いについて、工藤は前記したメモリとNTSCを連携させることを発案した。外部信号として自由に処理できる環境にあった映像信号を2系列準備して、おのおのメモリに記録するのである。この2系列は、一方を陰画像としてのマスク画像、他方を陽画像としてサブトラクションのための血管陰影画像とした。次に、双方をスーパーインポーズすることで、DSAが完成する(図1)。1981年には、装置としてシステム化がさ

れた。まるで米国のシリコンバレーでの起業のように、ある起業メーカーとの共同装置開発となる。前述したRSNAでの新装置は、まだ厚生省(現・厚生労働省)に薬事承認される段階でなかったため、ここに本邦初のDSA装置が誕生したことになる。その頃は富士写真フィルム(現・富士フィルム)による「FCR(Fuji Computed Radiography)」が開発されて臨床展開がされた時期で、静止画像としてのFCR、動画像としてのDSAがセンサーショナルに登場したのである。

やや壮大な話をすれば、ノーベル医学生理学賞を受賞したCTの発明は1972年のEMI社、ハンスフィールドらによる。この装置はある意味、ノーベル賞の受賞定義を変えたと言える。かねてからのノーベル賞はまったくの新規物が対象であった。ところがCTは既存物の複合装置である。その既存物とは、複数方向からの投影像をフーリエ変換して三次元空間内で信号同定できる概念、および画像メモリである。もちろん多彩な技術・機能が新規採択されたが、基本部分はこの2点に限られる。ところでDSAもサブトラクションという既存のアイデア、そして既存の画像メモリを使用した複合装置である。新開発としての革新的技術と評価されたが、非常にシンプルな内容とも評することができる。臨床現場でのニーズを察知すること、つまり医学、放射線技術学(電気工学、写真工学、画像工学など、診療放射線技師養成機関での教科科目)の双方のニーズを技師が備え、根拠を有する画像を読む力を持つことが肝要である^{2),3)}。これにより、驚くような技術供与が可能になったことをここでは紹介した。

さらなる技術的展開と臨床応用の模様

このような経験により、当院では、医師と技師の連携でさまざまな技術展開が始まった。その中の例を挙げれば、デバイスとしてのガイドワイヤ開発(1985年科学技術振興機構・井上春成賞受賞のスーパーセレクトィブワイヤ)や各種システムなどであるが、本特集に準じるDRに絞って、特に筆者の得意とする腹

部領域でのその後を紹介する。

DSAは、従来のコンベンショナルなX線フィルム画像に比較して濃度分解能に優れて重宝された。ただし、こゝで言う“濃度分解能に優れ”は、この時代での意味である。先に記した第一世代CTと今日のCTの違いと同様である。このDSAは、1978年に世界初として山田により始められていた肝がんのtranscatheter arterial embolization (TAE)施行に適用された^{4),5)}(図2)。肝がん治療では門脈の開存把握が重要であるが、DSAはintra arterial digital subtraction portography (IADSP)で門脈を良好に描出し、また腫瘍の存在診断にも有利に働いた(図3)。そして、その後、装置の高画質化が進みintra arterial digital subtraction angiography (IADSA)の観察にも有効に使用されることになる。つまり、それまでは撮影後にフィルム現像時間を要していたが、DR化でリアルタイムに入手でき、素早く腫瘍存在が同定できて、迅速にTAE施行がされたのである。DSAはDRの動画像の進歩に重要な技術となった。

また、DSAの本開発以外に新規開発された高精度のX線検出器であるimage intensifier (I.I.)に着目することで画質改善を導いた⁶⁾。そのI.I.は、上部消化管での装置販売シェアを獲得するための新企画品であった。一般的なI.I.に比し高価格であるために、血管撮影領域には使用される予定はなかった。しかし、画質改善には、I.I.が重要な位置を占めることをメーカーに説明し、その理解を導くことで、新血管撮影装置が開発された。当時、画質改善には撮像管が重要と考えられており、撮像管に代わるCCDカメラが新規発表されて、技術分野でのトレンドとなっていた。つまり、X線検出器であるI.I.には、さほどの注目がなかったのである。このI.I.の特筆すべき改良箇所は、従来20mm程度であった二次蛍光面を60mmに拡大したことである⁷⁾。この類の技術革新が評価されたことで、その後さらに高精細な画像構築のために二次蛍光面が70mmの新型I.I.の開発が行われ、臨床装置に搭載された。結局、このような潮流の下、X線撮影装置メーカーの大手3社が二次蛍光面を拡大さ