

# 第9回全国シネ撮影技術研究会 助成研究発表

〔一般研究〕

## 『デジタルシネの阻害要因（問題点の洗い出し）』

### － 1. フィルムレスとシネレスの検討－

倉敷中央病院 森 分 直 実

頭腹部系のフィルムレス化がスムーズに進んでいる点について、デジタル血管撮影とフィルム血管撮影の長所と短所を表1に示した。

間接撮影であるシネフィルムより空間分解能に関して優れているシートフィルムがなくなりつつある点に注目すると、DSAによるコントラスト分解能重視の傾向にあると思われる。当然、リアルタイムに動画で見れ、透視から撮影がすばやく行える点も重要である。（これに関しては、シネ撮影ではすでにアナログでされていたことである。）

頭腹部系では、DSA主体の検査になっており「DAがコンベンショナルアンギオグラフィに変わりうるか」と言うことだと思われるが、我々の施設では頭部はフィルムと併用しており、画質、診断能に関しては、意見の分かれるところだと思う。しかし、フィルムと併用時の問題として、フィルム撮影とDSAは同時収集できない点がある。血管撮影である以上、造影剤の使用が大前提であり、患者一人当たりの造影剤使用量も限られている以上、DAで診断上問題なければ併用しないほうが、侵襲が少なくすむ。またDSAで撮影すれば、フィルム撮影より少量の造影剤で撮影することができる。この点がシネ撮影に比べてスムーズにフィルムレス化している部分だと思う。これとは逆に、シネ撮影はデジタルシネとシネフィルムが同時収集でき、造影剤の影響もなく行うことができる。アナログVTRに比べ格段の操作性と画質を得ることができ、同時にシネフィルムも解像力を落とすことなく収集できる点が、「シネレス」にならない一番の要因であると思われる。

次にデジタルの利点を、頭腹部、循環器系に分けて表に示した。表2の一番目、二番目は、シネではアナログ時代から行えていたので、デジタルシネの利点はCRTの画質、操作性の向上になる

表1

デジタル血管撮影とフィルム血管撮影の比較

比較項目	デジタル	フィルム
分解能		<
コントラスト		>
動画		>
フィルム資源	少	多
保管	有利	不利
撮影労力		?
現場での診断	同時	現像後
撮影	速	手間
被曝総量		?

表2

### DA, DSAとデジタルシネの利点

頭腹部系-デジタルの利点	循環器系-デジタルシネの利点
◆リアルタイムに動画で見ることができる	◆アナログVTRに比べ画質が向上
◆透視から撮影が早くできる。	◆静止画が向上
◆少量の造影剤で撮影できる。(DSA)	◆再生が早くできる
◆コントラスト分解能が優れている。	◆ロードマッピングが簡単にできる。

と思う。デジタルシネの場合、IVR支援のための意味が強く、診断の目的だけなら従来のシネフィルムで問題ないと思う。その結果としてIVRをしていない施設は、シネレスには、移行しにくくなり、施設間のコミュニケーションを考えると、シネフィルムがないと困難になってくると思う。しかし、シネフィルムの弊害として保管スペースの問題がある。我々の施設では年間5000箱のシネフィルムができており、病歴センターでの保管スペースは2年分が限度で、それ以前のシネフィルムは地下の倉庫に保管されており、再度見る場合は大変な作業になる。現在Totalで8年分保管されており、それ以前のシネフィルムは永久保

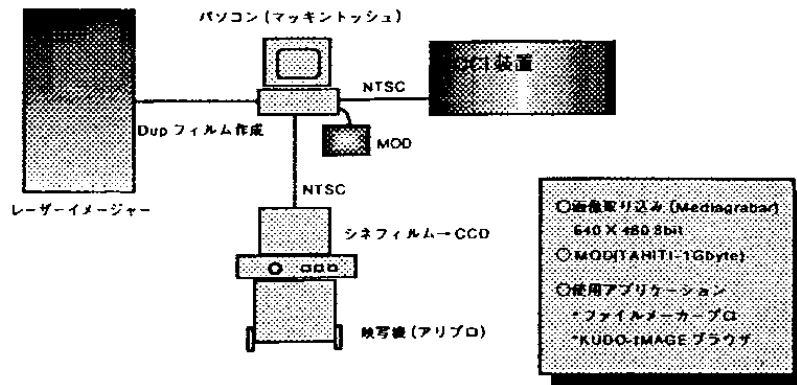


図1

存を別にして、定期的に廃棄するようにしている。廃棄するシネフィルムは静止画で数枚をネガフィルムにし保管していたが、現在パソコンに DCI 画像を NTSC 信号で、1 画像 (640×480×8bit) を静止画で数枚取り込んで、光磁気 Disk に保管するようにしている。

このように、我々の施設でも、徐々にシネフィルムの弊害とともにデジタル化が進みつつある。

次にシネフィルムにならない大きな要因として、デジタル出力が統一されていない傾向にあるが、最近各装置メーカーが、新しい装置に DICOM 規格の出力を推奨しており、CT、MR 等の出力にも DICOM 規格で統一されるであろうと思われる。95 年の ACC の文献 (Catheterization without cine Film) の中に DICOM 規格での、保管について書いていたので、報告する。

この中では、512×512×8bit で臨床上問題ないとのべている。(近い将来高マトリックスな基準が定義される)

30fr/sec での容量で媒体の Capacity として、患者一人当たり 4800fr (1200Mbyte) 必要だとのべている。

CD-R は、一回書きこみの non-erasable メディアであり、リードエラーの割合はほとんどないメディアである。圧縮は JPEG (DICOM 標準) で 1/2 圧縮が loss のない効果的な圧縮である。

データ転送速度は 8fr/sec でバックグラウンドで収集できる。

以上のことが、述べられており、日本でも、

表3

Capacity & Data Rate

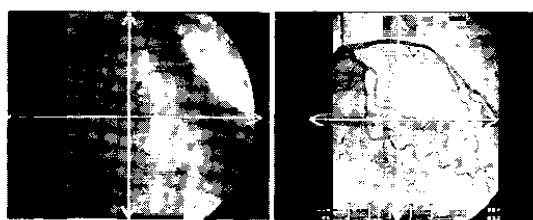
Angiography		
Duration	512×512×8bit	1024×1024×12bit
One Frame	0.25MB	1.5MB
One Second	7.5MB	45MB
One Injection	50MB	300MB
One Minute	450MB	270MB

Storage Medium	Maximum Capacity	Data Rate	Replay Rate	
			(Uncompressed)	(2:1 Compress)
5.25inchMO	650MB/side	1.5MB/sec	6 frames/sec	12 frames/sec
3.5inchMO	230MB	1.2MB/sec	5 frames/sec	10 frames/sec
CD-R	682MB	0.9MB/sec	4 frames/sec	8 frames/sec

DICOM 規格の出力を持った装置によって、シネレス化されていく施設も出てくると思われる。

表3のデータ転送速度の比較では、CD-R より MO が速く、さらに表には、出ていないがデジタル VTR が、30fr/sec で、30 コマまでが、リアルタイムに収集でき、非常に有用であるが、長期保存が必須な場合、リードエラーの危険性の高いデジタル VTR には、疑問が残る。長期保存に関しては、数枚の静止画での保存でよい場合、静止画を CD-R に記録し、動画を短期保存として、デジタル VTR に記録すれば、静止画はオンラインに乗せて、ネットワークでの使用も可能になり、デジタル VTR も、有効な保存媒体であると思われる。

つぎに画像収集に含まれるが、我々の施設 (DCI) での収集に関する評価としては、



4:3 透視画像  
1:1 DCI画像

焦点半影:0.8mm 焦点×1.2倍拡大=0.16mm  
5inch/1.2倍拡大でのピクセルサイズ=1.67mm/p

図2

1. 小児科では、パイプライン 60fr/sec は最低限必要だと思われる。
2. TAPVC などの疾患には、(DCI 付属でない) DSA が非常に有用である。
3. コロナリー撮影は 5 inch で撮影しており、ステントの位置確認などには、DCI の方がシネフィルムより把握しやすい。
4. シネフィルムの画角 4:3 に対して DCI は 1:1 の画像であり左右が狭くなっているが、これにより若干ではあるが、高マトリックス化になっており、0.8 の焦点で 1.2 倍拡大の時の半影は、0.16 であり、5inch でのマトリックスサイズは、1.2 倍拡大で、0.167mm/pixel になり、1pixel が半影の大きさを越えないマトリックスサイズである。

5. 拡大して計測する場合、コロナリーの辺縁が、わかりづらい。

将来、512 マトリックスから、1024 マトリックスに移行していくかも知れないが、少なくとも、512 マトリックスが、シネレスを妨げていることはないと思う。大きな視野での撮影を必要とする腹部系の方が 1024 マトリックスは必須であると思う。

最後に、シネレスの阻害要因(シネレスとフィルムレス)と言うテーマから離れたが、IVR 主体の我々施設での検討として、理解いただきたいと思う。

#### 参考文献

日本放射線技術学会雑誌第 49 巻 6 号

Digital Angiography の臨床への適応と限界  
(細矢貫亮)

Digital Angiography は画質・診断能においてフィルム血管撮影に代わりうるか

頭部(小野寺 洋)

AMERICAN COLLEGE of CARDIOLOGY  
[DISC'95]

“Catheterization without Cine Film: The DICOM Standard for Digital Exchange of X-ray Cardiovascular Images.”

〔一般研究〕

『デジタルシネの阻害要因（問題点の洗い出し）』

— 2. 収集について —

三重大学医学部附属病院 牧 浩 昭

はじめに

デジタルシネアンギオについては1990年から1993年にわたり、シネ撮影研究会及び全国シネ撮影技術研究会において4回にわたり取り上げられ、現行のシネフィルム系と比較し、繰り返し論議されてきた。(表-1)

今回、阻害要因(問題点の洗い出し)についてこれら4回を参考に、収集について何が問題点なのかを考えた。

シネ画像のデジタル収集については、一般に、空間分解能(マトリクスサイズ)、時間分解能(フレームレート)、濃度分解能(ビット数)の3要素に分け評価される。

この3要素について、デジタル化の問題点を従来のアナログシネフィルム撮影系と比べ検討した。

1 空間分解能(マトリクスサイズ)について

シネフィルムの空間分解能の表し方については、2000×3000以上、2000×3000程度<sup>1)</sup>、解像度100(Lp/mm)以上<sup>2)</sup>、約116万画素<sup>3)</sup>、200万画素<sup>4)</sup>、などとさまざまな表現がされており、統一

されていない。これはシネフィルムがアナログ系であり、画素と言う考え方をしていなかったためである。

シネフィルムメーカーサイドもシネフィルムの限界解像度や画素数と言う観点からの捕らえ方はしていないのが現状である。デジタルシネの空間分解能をシネフィルムと比べ評価する時、シネフィルムのもつ解像力をどの様に表現すればよいのかという問題点が出てくる。

次に、マトリクスサイズより考えた最大解像力(計算値)と実際にチャートを撮影した時の解像力(実測値)を示す。(表-2)

実測値は当院の2機種(Advantex, DFP2000)及び2施設<sup>5)6)</sup>の値を参考にした。

上段はLp/mmで下段(中段)は1ピクセル当りの幅であり、すなわち解像できる血管径を表している。実測値(1024, シネフィルム)の下段は、解像力(良い方の値)より逆算したピクセル数である。

計算上は、512マトリクス 4.5インチで0.22mm、1024マトリクス 4.5インチで0.11mmの

1990年	シネ撮影研究会(シネの現状と展望)
1991年	全国シネ撮影技術研究会誌 (シネの現状と今後の展望)
1992年	全国シネ撮影技術研究会 (シネフィルム化の現状と展望)
1993年	全国シネ撮影技術研究会 (デジタルシネアンギオの現状と問題点 —その適応と限界について—)

表-1

# 解 像 力

		9 インチ	4.5 インチ
計 算 値	512×512	1.12 Lp/mm 0.45 mm/pi	2.24 Lp/mm 0.22 mm/pi
	1024×1024	2.24 Lp/mm 0.22 mm/pi	4.48 Lp/mm 0.11 mm/pi
実 測 値	512×512	1.1 ~ 1.2 Lp/mm 0.45 ~ 0.41 mm/pi	2.1 ~ 2.2 Lp/mm 0.24 ~ 0.23 mm/pi
	1024×1024	1.6 ~ 2.0 Lp/mm 0.31 ~ 0.25 mm/pi 914×914 pi	2.3 ~ 2.7 Lp/mm 0.21 ~ 0.19 mm/pi 600×600 pi
	シネフィルム	2.3 ~ 2.8 Lp/mm 0.21 ~ 0.18 mm/Li 1270×1270 pi	3.0 ~ 3.5 Lp/mm 0.17 ~ 0.14 mm/Li 816×816 pi

表-2

解能があることをあらわしている。

実測値の、512マトリクスに注目してみると、9インチで0.45~0.41mm、4.5インチで0.24~0.23mmの解像力であった。最大解像力の計算値とはほぼ同じ値であり、512マトリクスは有効である。

次に、1024マトリクスについて見ると9インチで0.31~0.25mm、4.5インチで0.21~0.19mmである。9インチ、4.5インチ共にそれぞれ計算値の0.22mm、0.11mmまで至ってない。9インチ、0.25mm/piをマトリクス換算すると914×914マトリクス、4.5インチ0.19mm/piでは600×600マトリクス換算の解像力である。シネフィルムも同じようにマトリクス換算すると9インチでは、0.18mm/Lineで1270×1270マトリクス、4.5インチでは、0.14mm/Lineで816×816マトリクスに相当する解像力しかないことになる。シネフィルムでさえ4.5インチにおいて1000本マトリクス換算以下の解像力しか得られていない。これらの結果から現行のシステムにおいて1000本以上のマトリクスサイズにしても、限界の解像度が上がることはないと考えられる。

空間分解能はマトリクスサイズのほか、焦点サイズ、拡大率、I.I.の解像度、散乱線などにより

大きな影響を受けると考えられており、1024×1024マトリクスの計算上の解像力に近づけるためには、I.I.の解像力のアップ、焦点サイズの小型化などが考えられる。<sup>7)</sup>(これはシネフィルム撮影系にも言えることである)

一方、臨床の観点から考えると、冠循環系の微小単位である循環単位は、130μm=3.6Lp/mmと言われている。<sup>8)</sup>また、以前のパネルディスカッションではデジタルシステムにおいて0.1~0.15mmの解像力が必要と述べられている。<sup>9)</sup>0.1~0.15mmとは、換算すると3.3~5Lp/mmとなる。デジタルシステムにおける目標を0.1mmとするならば、シネフィルムにおける限界解像度以上のものを要求していることになり、まず、I.I.の解像力のアップ、焦点サイズの小型化などをはかり、その上で高マトリクス化を進めなくてはならない。よって現時点では1024マトリクスで十分であると考えられる。

先ほどまでは限界の解像力のことについて検討してきたが、見やすさと言う観点から考えるとデジタルシネにおいてはX線TVカメラから表示TVモニタまでの間、いわゆるBlack Box(図-1)となっている箇所の性能、例えばX線TVカメラの変調特性、S/N特性、感度、分光感度・ア

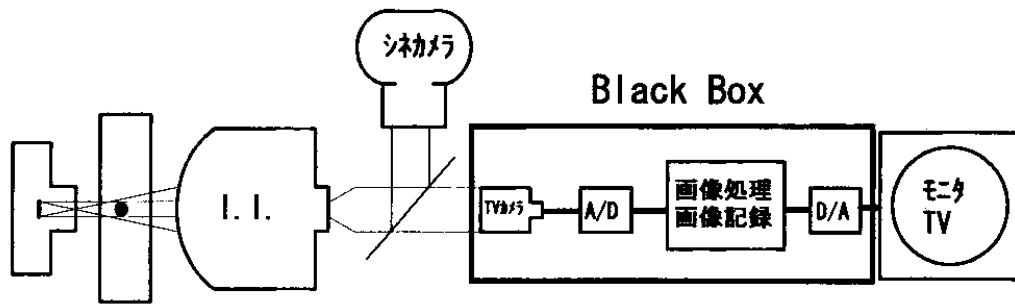


図-1

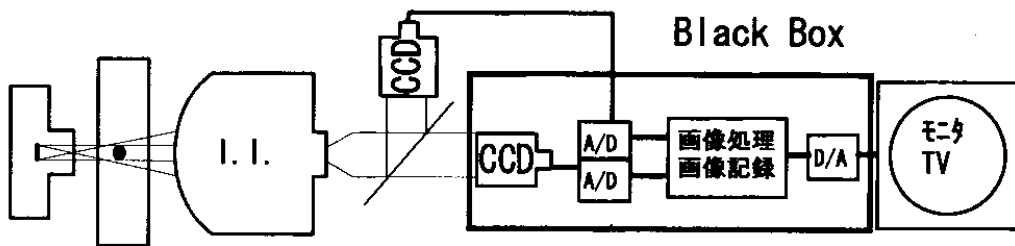


図-2

ンチエリアシングフィルタの設定値・A/Dコンバータ自身の特性などが重要となってくる。

しかし、これらの性能評価方法が確立されていないのが現状であり、BlackBox化されているデジタルTV信号系の評価をすることが可能なのか、また、積極的に取り組んで行くべきなのかという問題が生じてくると思われる。

## 2 時間分解能(フレームレート)について

収集においてデジタル化を最も妨げているのがフレームレートで、以前より繰り返言われていることである。特に、先天性小児心疾患では90F以上(Bi-plane)は必須条件でありこれがクリアできない以上、完全なデジタル化は不可能と思われる。<sup>10) 11)</sup> 60F Bi-plane (512×512)はすでに製品化されており、かなりのコストupを伴うが可能である。

フレームレートは、シネフィルム・デジタルに関係なく患者の心拍数などの状態、被曝、検査目的によって最適なレートが選択されるべきである。これらの方向づけも大切と思われるが、今回は最大のフレームレートについてを考えた。

512マトリクス90Fならば60MHz 10bitクラ

スのA/Dコンバータ<sup>12)</sup>の使用によりナイキストルールをクリアすることは可能と思われる。しかし実用化には、大幅なコストup、表示モニタ等の周辺機器の技術的問題などがあると考えられ、これらをいかにクリアするかであり、今後の発展に期待したい。

また、時間分解能を上げるアイデアとして、CCD(光電変換部と転送部が分離しているのが特徴)カメラを2台用いて<sup>13)</sup>、分光したI.I.出力像を奇数フレーム、偶数フレーム各々のCCDカメラで収集して、2個のA/Dコンバータにて処理し、一つのモニタに表示する方法(図-2)や、サブナイキストサンプリングを用いた標本化の工夫<sup>14)</sup>による早いレートでの取り込みなどの様々な技術的工夫が考えられる。これ以外にも色々なアイデアを出し合い、技術的に可能なかコストupの面と共に考えてみる価値があると思われる。

## 3 濃度分解能(ビット数)について

シネフィルムの濃度分解能の表現については、密度分解能1000以上<sup>9)</sup>、66dB、11bit<sup>9)</sup>などかなりの幅を持った表現がされている。Dmaxを3と考えると、密度分解能1000とは0.003、66dB

とは0.0015の濃度差が表現できることになり、いずれにしろ濃度計の性能をはるかに越えた値である。アナログのシネフィルム濃度に対して、デジタル化した濃度分解能という表現を用い、比較すること自体に意味があるのかどうかという問題が出てくる。

一方、人間の視覚的識別能とCRTの輝度分解能の点から考えると8bit(256階調)あれば問題ないものと考えられているが、画像処理の精度向上、計算誤差、静止画像とした時のS/Nの問題などから10bitは必要であると言われている。<sup>10)</sup> また、最近S/N比70dB、2500:1などの高S/N TVカメラが開発されており、これらを有効的に使うには、理論上12bitのA/Dコンバータが必要と思われる。しかし、サンプリングレートは10bitの約半分<sup>11)</sup>に落ちてしまい、S/Nを取るかサンプリングレートを取るかで、現時点ではサンプリングレートが優先されるべきで10bitで十分であると思われる。

#### 最後に

シネフィルムの撮影に長年携わってきた我々は、シネフィルム—現像系については総合的な評価法を作り出し、臨床現場に提供してきた。

しかしデジタルシネTV系においては、評価法が全く確立されていない状態である。また、かなりの部分がBlack Box化されており、このような現状において、デジタルTV系の収集について単体で評価するのは困難であると思われる。

デジタルTV信号系の総合的な評価法を確立することが、今後のもっとも大きな課題となり、それによりシネレスのための新たな画質バランスを見出していくことができると考えられる。

- 1) 久米 清: シネフィルムレス化の現状と今後の展望、全国シネ撮影技術研究会誌 No3, 41, 1991
- 2) 藤本 祐一: CCDカメラの開発の現況と医療への応用について、全国シネ撮影技術研究会誌 No4, 68, 1992
- 3) 佐々木 玲一他: テレビジョン、コロナ社 11, 1989
- 4) 大沢 章久: ハイビジョン技術と医療応用への検討課題、INNERVISION (5.3), 5, 1990
- 5) 加賀 勇治: シネフィルムレス化の現状と展望(特に Interventional Radiology への応用について)、全国シネ撮影技術研究会誌 No4, 93, 1992
- 6) 鍋倉 良三: デジタルシネアンギオの現状と問題点(先天性心疾患とデジタル画像の取り込み技術について)、全国シネ撮影技術研究会誌 No5, 93, 1993
- 7) 水谷 宏: 後天性心疾患におけるデジタルシネアンギオ装置について、全国シネ撮影技術研究会誌 No5, 97-100, 1993
- 8) 中澤 靖夫: 冠動脈のパターン変化と示現能、シネ撮影研究 No6, 3, 1990
- 9) 全国シネ撮影技術研究会・パネルディスカッション: シネフィルムレス化の現状と展望、全国シネ撮影技術研究会誌 No4, 80-84, 1992
- 10) 鍋倉 良三: デジタルシネアンギオの現状と問題点(先天性心疾患とデジタル画像の取り込み技術について)、全国シネ撮影技術研究会誌 No5, 95, 1993
- 11) 花山 正行他: デジタルシネアンギオの現状と問題点(アンケート調査より)、全国シネ撮影技術研究会誌 No5, 89-90, 1993
- 12) ANALOG DEVICES: CONVERTER DATA BOOK 4-5, 1993/1994
- 13) 江藤 良純他: テレビ信号のデジタル回路、コロナ社 37-45, 150-153, 1992
- 14) 山田 謙一 各種画像装置の実際 2.DSA、INNERVISION (5.9), 49, 1990

〔一般研究〕

『デジタルシネの阻害要因（問題点の洗い出し）』

－ 3. 画像の後処理における問題点について－

滋賀医科大学附属病院 横田 豊

はじめに

心血管撮影分野における画像処理で、後処理についての役割を機能別に分けると、1. 画像観察支援、2. 画像解析、3. カテ検査データ管理、に大別できる。これらの後処理機能について、現状の装置でデジタルシネ一本化に励行されたとき、具体的に一体どのような不都合な問題をきたすのか考察した。使用した装置は当施設で1991年設置のフィリップス社 DCI を中心について行った。

1. 画像観察支援

画像をリアルタイムに [エッジ強調・濃度強調・画像拡大・サブトラクション・反転] 処理し、画像の観察度を向上でき得るのは、従来までのフィルムシステムにみられない、デジタルシステムの最大の特長である。撮影後リアルタイムにモニタ表示された画像には、イメージプロセッサを介してオートマチックですでに適宜処理されているが、現在の装置では、観察画像において適正に撮影収集された画像では再処理の必要がないほどレベルアップされてきており、救急における IVR など緊急対応にも優位になっている。

ただ、ここで観察画像については、撮影収集過程の [I.I.・TVカメラ系・マトリックス・ビット数・造影剤] などの制約で後処理の限界幅が左右されるので、これらの因子が変化すれば、後処理機能のレベルも変わる。

いずれにしても、この分野におけるさらなる発展を期待するも、デジタルシネ化に阻害する問題にはならないであろう。

2. 画像解析

画像解析の正確度に寄与する要因は、①画像歪の補正・②画像のパターン認識・③計算アルゴリズム・の確立に大きく影響される。

①の画像歪の補正については、幾何学的歪（撮

影系）及び光学的歪（I.I.～モニタ）が含まれる。

②の画像のパターン認識については、読みとり画像の質にも影響されるが、最終的に解析処理者の認識において人為的誤差が含まれる。③の計算アルゴリズムでは、①及び②の結果情報について各種計算法で計算され、誤差については補正係数で処理し、総合的に3次元要素の距離計算・狭率率・容積量・などの真値に近い値を2次元画像より求めているものである。

ここで、DCI内蔵の解析ソフトで処理した左心室容量解析の信頼度についての例を示す。

Fig.1は1解析者（検査～解析の経験15年循環器内科医）によって、検査患者4名（A, B, C, D）についての左室容量解析を、シネフィルム系とDCIとの2通りずつを同一手順で行った結果の比較である。シネフィルム系解析に比し、DCIでは総じて低い値になっている。ただ、臨床例での測定値は元の真値が未知数であるから、この結果だけではシネフィルム系に誤差が大きいのか、DCIに誤差が大きいのか判明しないが、歴然としているのは同一データに対し解析装置によって結果が異なる不都合な事実である。

そこで、容量が既知の大小様々な左室模擬ファントムを使ってDCI装置で撮影／解析した。結果をFig.2に示す。容量が160mlで既知量と解析値とが一致するが、それから大小になるにしたがって誤差が大きくなっている。

DCI内蔵の解析ソフトでは1パターン of アルゴリズムのみが固定されていて（Dodge's法）、ユーザの希望する計算式を使った計算処理や、また補正係数を使っての計算処理を行うことも不可能である。患者によって心臓形態が変異な、また大きさも小児から成人まで大小に亘った、立体容積を2次元画像から計算処理して近似値を求めるには、統計的な補正計算が必要である。従って、上述したような画像解析の正確度に影響する要因



## 解析機能ソフトの信頼度

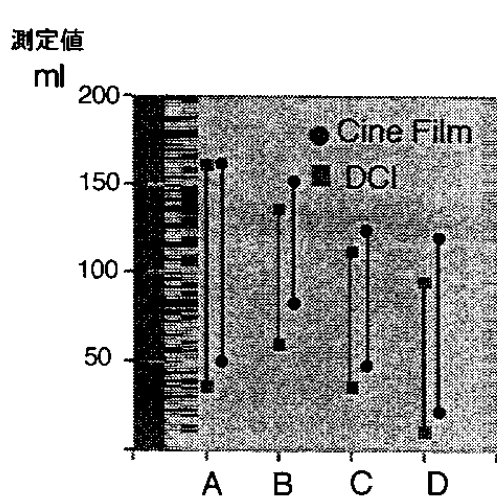


Fig.1 解析ソフトの比較

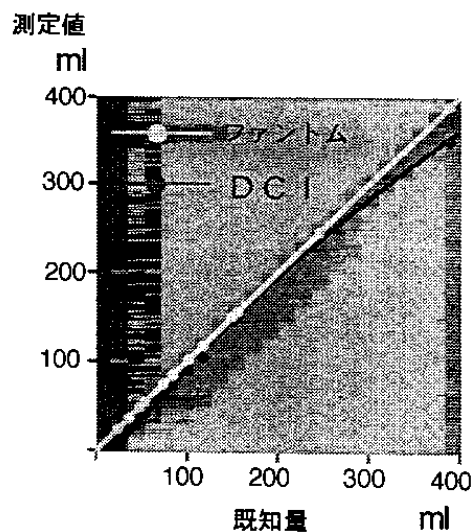


Fig.2 既知容量ファントムの測定

に対し、適切に対処でき得るような機能をもったシステムを設けなければ、測定対象となる解析値の信頼性に欠ける問題点が残る。

### 3. カテ検査データ管理

最近では、カテ検査の圧データをパソコンを利用して管理されている施設も少なくない。

従来、シネフィルムシステムではその性質上シネフィルムとカテ検査データとの別管理を余儀なくされる。

一患者ごとの検査の画像をも含め、圧データ、心電図波形までを、分散せず一元管理を要求されるなかで、デジタルシネでは機能的にその可能性が十分うかがえる。現時点では、ポリグラフからの出力機能はあるが、DCI側で入力機能を備えているのは、一本の心電図波形のみである。

ポリグラフ-DCIのオンライン化を計り、[画像、圧データ、複数の心電図波形、]など収集し、心カテデータの一元管理をも行える心カテデジタルシステムの構築を期待したい。

〔一般研究〕

『デジタルシネの阻害要因（問題点の洗い出し）』

－ 4. データ保管について－

大阪市立総合医療センター 福西 康 修

エレクトロニクスが急速な進歩を遂げている現在、医療技術にも日々新たな技術が導入されつつある。血管造影撮影の分野においてもカットフィルムでの連続撮影から今ではDSAが主流となりデジタルデータであることが、画像診断においても多大な利点となっている。しかし、心大血管においては一部DSAが使用されるものの、シネフィルムによる撮影が当初と変わらず使用されている。その原因として、シネフィルムが非常に優れたメディアであることも一つの理由と考えられる。そこで今回、デジタルシネへの移行を阻害している要因について、データの保管面からシネフィルムとの対比を行いながら調査を行った。

し今ここで冠状動脈の診断に許容できるマトリックスサイズを1024×1024×12bitとすると1コマは約2MBとなる。またシネフィルム1缶600feetはコマ数に変換すれば約10000コマである。標準的な冠状動脈の診断撮影を200feetとすると1検査は約3000コマ程度でありそのデータ量は約6GBにもなる。しかしマトリックスサイズを512×512とし、階調を8bitとすれば1コマは0.25MBであり、1検査は750MBとなる。一般的なJPEGの可逆圧縮1/2を用いれば、平均的な1検査のデータ量は1024マトリックスで約3GB、512マトリックスで約400MBとなる。これらのデータ量を1メディアに余裕をもって記録することが可能でなければならない。

【シネ画像のデジタル化とそのデータ量】

保管を考慮するためにはI.I.の出力をどの程度の精度でA/D変換するかを考慮しなければならない。シネフィルムはその1コマのデータをデジタルデータに換算すると約2000×3000以上の莫大なデータとなり、非常に高画質である。<sup>1)</sup>しか

【各種メディアとその性能】

保管媒体としてシネフィルムを評価し、現在考え得る代用となるメディアについて比較を行った(fig.1)。シネフィルムはメディアとして非常に大切な要因である世界的な統一規格であること、

コンベンショナル-シネ

35mmシネフィルム

- 高画質  
2000×3000画素
- 世界統一規格
- 安定性高
- 容積・重量大

デジタルシネ

アナログ

**S-VHS Laser disk**  
低画質 リアルタイム

デジタル

**CDR MOD OD**  
記憶容量小 安定性高

**Digital VTR (S-VHS, D2)**  
**8mmCAD HIT-HST**  
記憶容量大 安定性低

- 計測 画像処理 通橋
- 経年変化なし 省スペース

メーカーごとにバラバラ

fig.1 シネフィルムと各種のメディア

また良好な現像処理さえ行われていれば保管媒体としても非常に安定した媒体であることなどがその利点としてある。しかしその反面、多数のシネフィルムは保管上、かなりのスペースを必要とし、その重量も非常に大きくなるのが問題となっている。

対してデジタルシネでは大別して、まず2種類の方法が考えられる。1つは、撮影検査中は高速ディスク等に収集したデジタルデータを用いて再生・画像処理・計測等を行い、撮影終了後は撮影時にアナログで同時録画したビデオテープ（S-VHS）やレーザーディスクを保管しておく方法である。画像データの転送は必要としないが、この手法による保管画像は現在500本系の低画質な画像であり診断に用いるには問題がある。しかしデジタルでの保管は経年による画像の劣化を伴うことなく、省スペースでありかつ通信により診断に必要な以前との比較つまり Follow up を容易にすることが可能である。ゆえにその長所をいかすためにもデジタルでの保管は必須であると考えらる。

次に、完全なデジタルでの保管に対応するメディアとしては、まずOD, MOD, CDRがある。これらのメディアは保存媒体としては省スペースであり、非常に安定した媒体である。またテープへのデジタルデータ保管は記憶容量が非常に大きく、転送速度も高速であるものの、長期にわたる保管の安定性および安全性ではOD等に比較して劣り問題がある。

記憶容量についての比較を行うと (fig.2)、5インチのOD, MOD, CDRはフォーマット形式によって各社多少の差があるものの、すべて約650MB程度である。HST (ハイスピードテープ)を含め、1G以下の記憶容量では、1024マトリックスを用いるためには、可逆的な圧縮をかけたとしてもシネフィルムに置き変わるメディアとしてはかなり容量不足である。しかし、512×512×8bitのマトリックスを用いれば容量的には充分実用可能である。テープを媒体とするものは容量が非常に多く、1024マトリックスを用いても数回にわたるデータを収録可能であるなど充分な実用域であると考えられる。

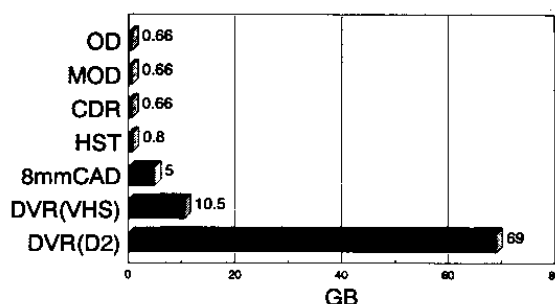


fig.2 各種メディアと記憶容量

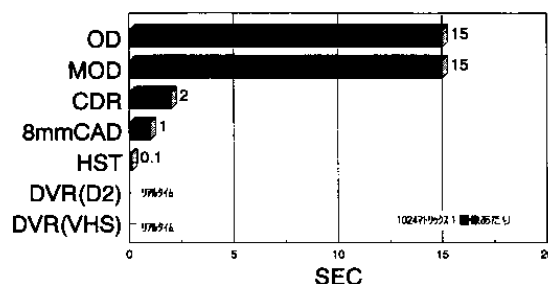


fig.3 各種メディアと転送速度

1024マトリックス1画像あたりの転送速度を比較してみると (fig.3)、OD, MODは転送速度が遅く事実上現段階では問題がある。CDRでは転送速度は2秒以下となり、さらにテープを媒体とするメディアでは理想的な姿であるリアルタイムのものがあ、それ以外でもかなりの高速性があるためバックグラウンドでの転送処理を行えば問題ないものと考えられる。メディアの性能としては安定性とスピードを兼ね備えたCDRが有望である。同様に安定性があり、IS&C等で認められたODなどの改善も必要と考えられる。

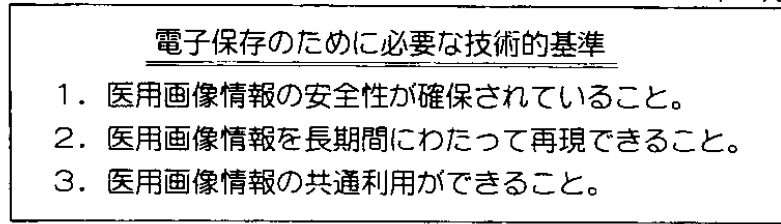
1024マトリックスで考える限り、MOD, OD, CDRでは記憶容量が小さく不十分である。また画像データ転送速度も遅く問題があり、実用的にはデジタルテープしか不可能である。しかし、512マトリックスであれば性能的には可能であり、安定性、安全性、汎用性、ランダムな読み出しといった点でもCDR等は非常に良好である。

#### 【共通利用と各種のスタンダード化】

メディアの共通性と言う点で、考慮が必要な事柄に、1994年11月に策定された共通規格1がある。

厚生省

1994年3月



医用情報システム開発センター 1994年11月

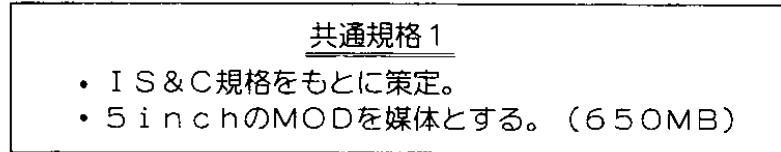


fig.4 共通規格1の策定とその過程

これは昨年3月、厚生省より通知された「電子保存のために必要な技術的基準」という基準に基づいて作成されたものである (fig.4)。フィルムによる保存と電子媒体による保存を比較した場合、フィルムでは画像が現像されたフィルムを診断に用い、その原本がそのまま保存・利用されるので、診断に用いた画像との同一性が保証され3原則が満たされる。電子媒体では、画像化するためのデータを電子的に記録、保存し、検索の都度、画像として復元することになるので、記録および復元のためのデータ処理が適切であることが必要である。この3原則は電子媒体の場合には核心的な問題であり、医用画像情報を扱う機器では十分な配慮が必要となる。電子保存における3原則の意義は大きく、これが満たされることによりフィルム媒体にはない電子媒体の多くの特徴を活かすことが可能になり、今後の診療の効率化、高度化に大きな波及効果をもたらすものと考えられる。<sup>3)</sup>

この原則に基づき医療情報システム開発センターが昨年11月に策定したものが共通規格1である。この共通規格1では従来からあった5inchの光磁気ディスクを媒体にするIS&C規格をもとにして策定されている。ここに指定された光磁気ディスクは今や2GBのものが実用化されようとしているのに対し、660MBのものだけが指定されていることや、世界的に進みつつあるDICOM規

格との媒体保存の不整合性等が問題となっている<sup>3)</sup>。

DICOMとはアメリカ放射線学会(ACR)とアメリカ電気機器工業会(NEMA)が提携した結果である (fig.5)。当初、ACR/NEMA規格として出版されていたが、1994年にACR/NEMA.v2.0が大きく改訂されDICOM.v3.0と名称が変わった。DICOMでは異なったメーカーの機器間で画像を転送する技術や画像のデータフォーマットの標準化のために、画像転送をする時のデータフォーマットや手順を定めているものであり、保存媒体に関する指定はない。しかし、ACR/NEMAの日本版の規格であるMIPSをもとにしてIS&Cでは保存媒体が5inchの光磁気ディスクという指定がなされている。<sup>3) 4)</sup>

1992年に発足したアメリカ心臓学会(ACC)において、Inter change mediaの調査がなされ、安定したメディアでありかつ安価なCDRが評価されスタンダード化された。記憶容量、転送速度の面で問題があるものの、今後の技術開発によりリアルタイムの転送等の実現が予想されている。ただし、画像は512×512×8bitで考慮されている。

**【デジタル保管のメディアに必要な条件】**

デジタルシネを進めるにあたり、保管がその要

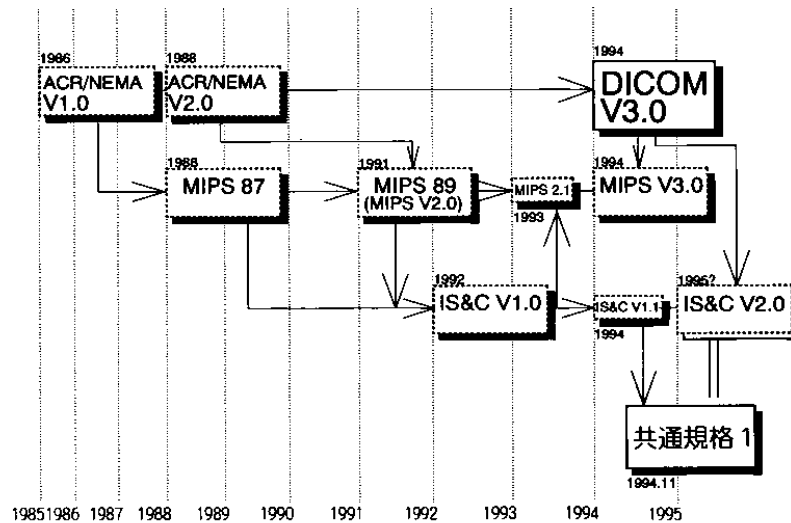


fig.5 DICOMと日本国内の規格  
(その変遷と関係)

因から除外されるためにはどのようにあるべきかを考慮した。

1. 全ての装置メーカーに共通し、かつ安定性、安全性が高いこと。
2. 1つのメディアが充分コンパクトであり、省スペースであること。
3. シネプロジェクターに相当するような観察装置として、一般的なコンピューターやプレーヤーなど種々の機器に対応し、汎用性が高いこと。
4. 1つのメディアは1検査分以上の記憶容量があり、理想的には画像以外の生体データ等も同時記録されていることが必要である。またそのためには適切なデータ圧縮(可逆性)も必須条件であると考えられる。
5. 複数のシリアル画像が簡易的でランダムに観察可能であり、再生・解析が容易であること。
6. メディアへの転送はリアルタイムの記録が理想であるが、メモリーや高速ディスクを介して

のバックグラウンド処理でも実用的であると考えられる。読み出しに関しても同様である。

以上のような条件を満たすものとして、CDR, MOD, OD等が妥当と考えられ、特に安価なCDRは有力である。しかし画像データを1024マトリックスで考えた場合には記憶容量や転送速度に不足が生じ問題となる。

#### 参考文献

- 1) 電子計測出版社：医用画像システム実用ハンドブック,
- 2) 医療情報システム開発センター：医用画像情報の電子保存のあらまし(第1版), 1994. 5
- 3) 日本保健医療情報システム工業会：DICOM, 1995. 2
- 4) 日本放射線機器工業会：デジタル画像と通信規格(MIPS規格案-89), 1991. 3

〔一般研究〕

『デジタルシネの阻害要因（問題点の洗い出し）』

－ 5. 観 察 系 －

松山赤十字病院 水 谷 宏

1. 目的

1992年4月に「シネフィルムレス化の現状と展望」と題して行われた、全国シネ撮影技術研究会のパネルディスカッションでは、シネフィルムレスへの移行は目前に来ている様に思われた。

実際、かなりの施設でフィルムレスが実現したことも事実である。しかし、私の所属する施設でもそうであるが、デジタルアンギオシステムを持つ施設の多くで、まだデジタルとシネフィルムの同時収集を行っており、シネフィルムを取り外すことが出来ない。

では、なぜシネフィルムレスへ移行することが出来ないのかという問題点について、観察系という観点から報告する。なお、ここで言う観察とは、心カテ室における検査中以外の観察を指す。

2. 観察機に必要とされる条件

観察機に必要とされる条件は、必要な場所で、目的にあった画質で観察することが出来ることである。

また、ある記録媒体を持って、他の施設に行っても容易に観察することが可能であるように、記録媒体および観察機の形式が統一され、普及することも重要な条件である。そのためには、コストも重要な条件となってくる。

3. シネプロジェクタの特長

シネフィルムの観察機は、シネプロジェクタである。シネプロジェクタは、非常に優秀な観察系であるので、以下にその特長を列記し、シネフィルムレスの観察機に要求される条件を検討する。

- ①シネフィルムの規格が統一されているため、どのメーカーのシネフィルムであっても、すべての種類のシネプロジェクタで観察できる。
- ②シネフィルムはもともと解像力が非常に高い。
- ③正逆方向に速度も自由に变化させて観察するこ

とができる。また、長時間静止させて観察することも可能である。

- ④シネプロジェクタは、すでに多くの施設に設置されており、シネフィルムさえ持っていけば、他の施設でも容易に観察することができる。
- ⑤シネプロジェクタ1台で、小規模の観察から、スクリーンに投影する大規模の観察まで、カバーできる。
- ⑥価格が400万円から800万円程度であり、低価格のものなら、比較的手頃な値段である。

4. シネフィルムレスシステムに要求される条件

シネフィルムレスにおける観察系は、再生機とテレビモニタから構成される。また、大規模な施設で再生する場合には、ビデオプロジェクタを使用してスクリーンに投影する必要がある。

ここで、シネフィルムレスシステムにおける、観察にはどのような種類があり、どのような条件が必要であるかを考えてみると、以下に示すような項目が挙げられる。

- ①狭率率などを計測する場合は、デジタルで1024マトリックスの画像が最適であると考えられる。
- ②主治医などが行う少人数での検査結果の評価や、家族への説明等の、比較的小規模で行われる観察においては、大きな画面は必要ではない。高画質であればNTSCの525本の画像でも良いと考える。
- ③研究会や大人数のカンファレンス等で観察する場合は、プロジェクタを用いて、スクリーンに投影する必要がある。この場合の画質は、35mmのシネフィルム程度の解像力が必要となり、ハイビジョンの画像が必要となる。

5. シネフィルムレスシステムにおける記録系

5-1 デジタルVTR

デジタルの記録系として現在最も普及している

と思われるのは、デジタルVTRのD2フォーマットである。D2VTRにはL, M, Sのカセットがあり、それぞれ208分、94分、32分の録画が可能である。

録画の方式としては、NTSC信号をADコンバートし、デジタルとして記録する方法が一般的だが、シリアルデジタルインターフェース機能を持つ、オプション基盤を装着することによって、シリアルデジタル入出力が可能となる。

デジタルVTRの問題点は、価格が1000万円程度と非常に高価であり、多くの場所に設置することが困難である点が挙げられる。

### 5-2 オプティカルディスク

オプティカルディスクには、NTSCのビデオ信号を記録し、オートリピート再生やエンドレス再生が可能なものも有る。しかし、この場合も1024マトリックスには対応していない。また、本体自体は200万円から300万円程度だが、ディスクカートリッジは、追記型の場合で、動画で60分、静止画で10万8千駒の容量のものが6万円程度し、コストが高くなることも問題である。

### 5-3 デジタル・ビデオ・ディスク (DVD)

DVDは、最近東芝やソニーから規格が発表され話題を呼んでいる。この規格はCD-ROMと同じ大きさのディスクに、約10ギガバイトのデータを記録することができる。以下にASCII, Vol.17, #7 JULY 1995から引用し、この規格をささえる主な技術を示す。

- ①約635nmの短波長レーザ技術と、開口数(ビームを絞り込める度合い)の大きいレンズ技術
- ②2面記録技術「薄型ディスクの両面張り合わせ」と「2層記録」の2方式がある
- ③MPEG 2による、より高い情報圧縮技術

Table.1に東芝方式とソニー方式のそれぞれの規格を示す。

この規格は、家電用を主に考えた規格であるが、近い将来にデジタル系の大容量記憶媒体として、製品化されると考えられる。

また、さきごろISOとIECが国際規格として承認したMPEG 2は、通信・放送メディアにも対応する事が出来る規格である。11種類の解像力に対応できるMPEG 2は、1920×1080ドットという解像力まで電送することが可能となった。また、次世代のテレビと目されるハイディフィニッションテレビジョンの規格としてアメリカやヨーロッパでの採用も決まっている。

Table.1 DVDの規格

	SD規格	HDMCD規格
陣営	東芝, 松下 等	ソニー, フリップ'ス
ディスク直径	12cm	12cm
ディスク厚み	0.6mm×2	1.2mm
記憶容量	約5 GBytes×2 ディスク張り合わせで 両面記録で2倍容量に	約3.7GBytes×2 2層記録方式で2倍 容量に
レーザー波長	635nm	635nm
開口数	0.6	0.52
動画圧縮方式	MPEG 2 (MP@ML)	MPEG 2 (MP@ML)
トラック幅	0.725μm	0.84μm

UPLINK April/1995

ASCII, Vol. 19, #7 July 1995 より

この規格が現状のまま、シネフィルムレスシステムに適応できるとは思えないが、今後これらの技術は急速に発展すると考えられ、我々が必要とする性能が満足されるようになれば、非常に有望であると考えられる。

#### 5-4 ハイビジョンのアナログVTR

ハイビジョンの画像は、35mmのシネフィルムの画像に匹敵すると言われており、シネフィルムレスシステムに適していると考えられる。

##### 5-4-1 UNIH1フォーマット

UNIH1フォーマットに基づくハイビジョンVTRの規格は、NHKの指導のもとに主要メーカーが共同で開発したもので、ハイビジョンの利用分野を放送用にとどまらず、ひろく一般展示用、編集用にと拡大することをテーマに開発されたものである。

1/2インチカセットを使用し、取り扱いが容易であるが、価格が800万円程度と高く、普及には問題がある。

##### 5-4-2 W-VHS

日本ビクターが最近開発したハイビジョン対応の業務用のW-VHS規格のビデオは、膨大な情報量を持つハイビジョン信号を、デジタル処理で2分割する2トラックパラレル記録方式を採用し、高密度記録・再生を実現したものである。帯域圧縮をおこなうことなく、ハイビジョンのベースバンド信号をダイレクトに記録再生する。

また、W-VHSカセットにはICを搭載することが可能であり、内容のデータや、頭出し情報を書き入れるもので、採用されれば操作性が非常に向上すると考える。

また、価格も90万円程度と非常にリーズナブルである。

シネフィルムレスシステムにおける記録媒体としては、現状ではW-VHSが最も適していると考えられる。

##### 5-4-3 W-VHSの問題点

W-VHS規格のビデオを採用するには以下のような問題点がある。

①スローや高速、さらにはシャトル再生での画像

乱れやノイズを極力低減する必要がある。

②X線曝射と連動して記録をする際に必要な機能として、長時間の一時停止機構や、スイッチを押してから録画開始までの時間を短くし、0.5秒以内とする必要がある。

③オートリピート再生機能が必要。

④テープ残量を表示し、警報を発する様な機構が必要である。

⑤デジタルアングリオシステム自体も、ビデオ再生を意識した画像作りをすることも必要になってくる。

## 6. 理想的なシネレスシステム

現状ではW-VHSが、最適な観察機であると述べた。しかし、狭帯域率の測定等を行うには、1024マトリックスのデジタルデータが必要であると考えられる。そこで、この問題を解決するためには、ワークステーションを利用し、デジタルデータを転送して処理するのが理想的であると考えられる。

現状における、理想的なシネフィルムレスシステムとしては、W-VHS規格のビデオをX線曝射と連動して記録し、解析に必要な1~2心拍分の画像データを、ワークステーションに転送して、処理するのが、最も現実的であると考えられる。

すべての処理を、1024マトリックスのデジタルデータを用い、低コストで効率よく行えることが出来れば理想であると考えられるが、技術的や価格面的な面を考慮すると、当面は上に述べたシステムで行かざるを得ないのではないかと考える。

しかし、デジタル技術の進歩には目を見張る物がある。特にDVDは、あと2年もすれば青色レーザー技術により記憶容量がさらに4倍になるという観測もあり、この動向には注目をする必要があると考えられる。数年後にはデジタルで、すべて置き換えることができるのではないかとこの予測もできる。

デジタル技術の進歩があまりにも速いため、このあたりの見通しをたてるのが困難なことが観察系の問題点であるとも言える。