

特 集

心臓カテーテル検査の冠動脈造影動画のOn-line network

心臓血管研究所附属病院 放射線部 荒居 広明
上野 孝志

1. 目 的

コンピュータ技術の進歩は目をみはるものがあり、デジタル画像データの高速度通信や大容量のデータの取り扱いや保管等が可能となり、HIS、RISとして浸透しつつある。

当院では、心臓カテーテル室が2室あり、1998年11月の装置更新に伴い、X線シネ撮影の媒体であるシネフィルムを廃止し、動画のデジタル化を計り、冠動脈造影の管理、保管をnetworkのServerにて行うことにした。その際の条件として、

- ① 画質がシネフィルムに劣らないこと。
- ② 見たい検査の動画の検索が容易であること。
- ③ ネットワーク内の各画像観察装置からリアルタイムで動画が再生できること。
- ④ 既存の装置の画像出力（DICOM 3規格のCD-R書き込み）に対応できること。

- ⑤ 経済性に優れていること。
- ⑥ 仕事の効率が向上すること。

を条件とした。

これらの条件と、既存のカテーテル室の装置の接続の要求から、SIEMENS社製のACOM.Netを導入した。このネットワークシステムは心血管造影動画を扱う独立したネットワークである。

2. 検査内容

当院の1998年4月1日から1999年3月31日間のカテーテル検査数は1,430件である。そのうち診断目的のCAG、LVGは1,096件、IVRは335件であった。その他EPSやAblationが76件あった。

3. ネットワークの構成および特徴

ACOM.Netの構成を図1に示す。

第一カテーテル室の操作室にNetworkの核となるACOM.Serverと画像保管装置ACOM.Archiveがある。

第一カテーテル室はバイプレーン、第二カテーテル室はシングルプレーンで撮影速度は15 frame per second (fps) および30 fpsであり、デジタル画像装置HICORで512×512マトリクス8bitでデジタル化された心血管造影はACOM.Motherを経由してACOM.Serverに転送される。そして、PC

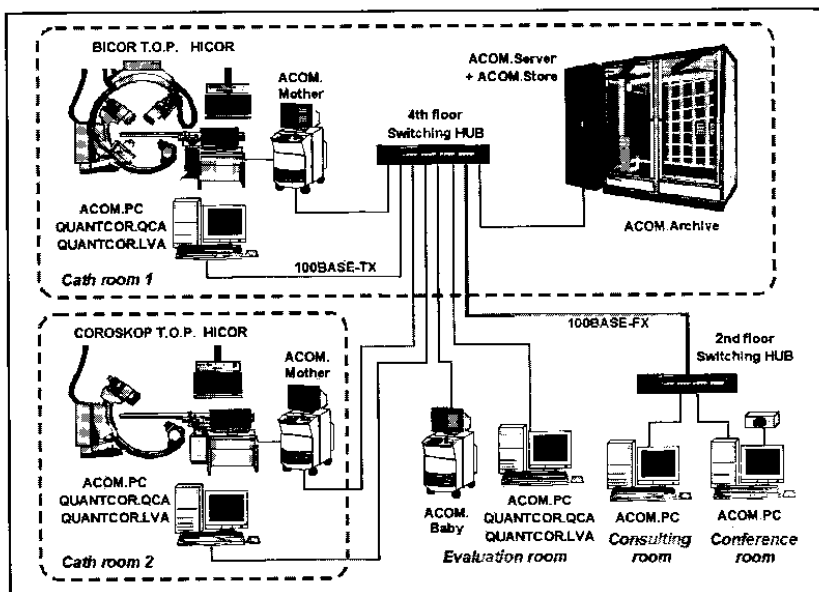


図1 Networkの構成

(Windows -NT) ベースの5台の画像観察装置ACOM.PCと1台の高輝度モニタを有する画像観察装置ACOM.Baby、さらに前出のACOM.Mother 2台が画像観察装置として院内のネットワークが組まれている。

各装置の特徴

ACOM.Serverは、カテ室からの画像データを受け取ると共に各端末からのリクエストによる画像転送や、画像保管装置ACOM.Archiveとの画像のやり取りを制御する。ACOM.Serverは2つのCPUを持ち、Windows NT baseで動作する。Main memoryは640 MB、システムのコピーは4 GB×2台、RAID 1のMirroringでバックアップが保証されている。Server内の画像一時保管装置ACOM.StoreのHDDはRAID 5の63 GBが2台と27 GBが1台の合計153 GBの画像用の容量を持ち、DICOM 3規格の可逆圧縮の動画を保存する。これは、当院の平均である一人分の(圧縮済み)画像データ容量約250 MBで換算すると約600人分に相当する。

ACOM.Archiveは、ACOM.Serverに送られてきた画像データを転送して永久保管する。記録媒体には、2.6 GBのMODを654枚持ち、4台のドライブを有する。現在の子供では、MODの入れ替えなしに1.7 TBの容量で約6,800人、約5年分のデータの蓄積が見込まれる。ACOM.Archive内の空き容量がなくなった場合には、MODの交換が可能である。ACOM.

ServerからACOM.Archiveへの画像の転送は設定により夜間に行われ、日中のACOM.Serverの負担を軽減する。

ACOM.Serverには、撮影されたデータと端末からのリクエストによりACOM.Archiveから転送されたデータが次々に蓄積され、約600人分の容量を超えると登録の古い順から上書きされる。

2つのカテール室からの画像データはACOM.Motherを経由してACOM.Serverへ転送される。画像データの転送はSceneごとに行われて、撮影後約2分でそのSceneは端末の観察装置から再生可能になる。また、ACOM.MotherはDICOM 3規格と圧縮率の高い(再生速度が大きい)形式で画像データをCD-Rに記録することが可能である。

動画の観察装置は、最大輝度500 cdのモニタを有するACOM.Mother 2台とACOM.Baby 1台およびPersonal ComputerにViewer Softを組み込んだACOM.PC 5台である。ACOM.PC 2台はそれぞれのカテール室にあり、左心室容量の解析と冠動脈狭窄率の解析用アプリケーションを組み込んで、Viewer Softで選択、表示した画像をそのまま解析に使用することが可能である。そのため、IVR時にOn-lineで血管径や狭窄率を求めることも可能で、ACOM.PC上の解析結果画面を検査室内の透視用のモニタに表示することが可能である。解析用アプリケーションを持つACOM.PCはシネ

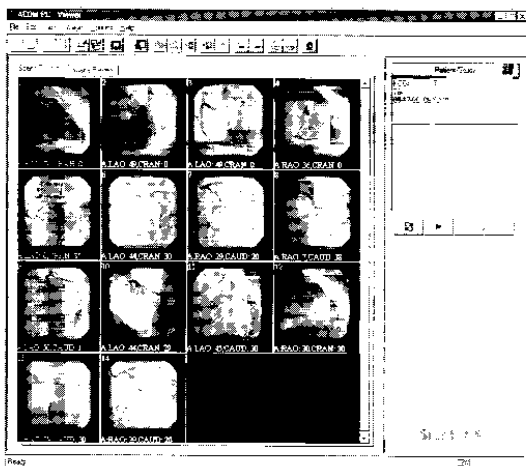


図2 ACOM.PCのScene directory画面

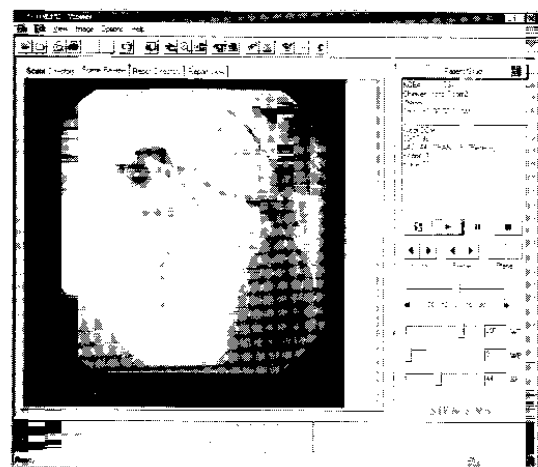


図3 ACOM.PCのViewer画面

解析室にもう1台設置されている。また、他の2台のACOM.PCは異なる階にある患者説明室と大会議室に設置されている。

各観察装置には、Server内のデータベースの検索ソフトがあり、検査施行日、患者名、患者ID、検査No.等による検査の検索が可能である。検査が選択されるとViewer Softが起動して各sceneの中央の画像を並べたScene directoryが開く(図2)、そして全Sceneまたは特定のSceneを選ぶとただちに動画像が再生される(図3)。動画は前進、後進、スピード調整、ECG上のバーによる移動が可能である。また画質(コントラスト、ブライトネス、空間フィルター)の調整が可能である。さらに、CD画像の直接再生も可能である。

各画像観察装置とACOM.Serverは100MbpsのFast Ethernetケーブルと各階のスイッチングハブで結ばれ、ACOM.Mother、ACOM.Baby、ACOM.PCの動画像の再生はACOM.Serverからの直接再生でその速度は、30fpsで撮影された画像はそれぞれ25、20、11fpsで、また15fpsで撮影された画像はそれぞれ15、15、9fpsである。同一Sceneの繰り返し再生は各装置のメモリ内のデータの再生になり、撮影速度と同じ再生速度になる。

ACOM.Serverにある画像は選択後、ただちに観察可能であるが、ACOM.Archiveのみにある画像は、選択後一括してACOM.Serverに転送後観察可能となるので約6分の待ち時間が必要になる。

ACOM.PC上の血管狭窄率測定のアプリー

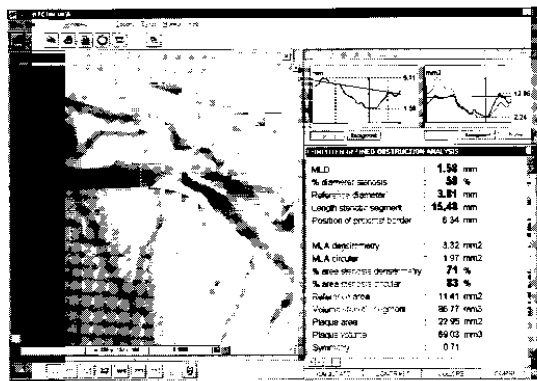


図4 QUANTCOR QCAによる狭窄率解析の例

ションQUANTCOR QCAによる解析画面の例を図4に示す。また、左心室容量の解析アプリケーションQUANTCOR LVAによる解析結果の例を図5に示す。いずれも参考画像と計測結果の印刷出力が可能である。

4. 実 態

Cinefilmは1998年9月に廃止されて自動現像機も撤去された。当初は、カテーテル室で発生した画像データはCD-Rに書き込み、このデータをServerに送っていたが、1998年11月よりOn-lineになった。引き続き2000年3月まではBack-up用にCD-Rに画像を記録、保管する予定である。(この分については保険請求できない)

カルテの心カテレポートには、A4サイズ4分割のハードコピー1枚(LVGの拡張期と収縮期、左右冠動脈の1方向づつ)とOn-lineによる左心室容量の解析の印刷出力紙、IVRでは、施行前後のOn-line QCAの印刷出力を参照して作成したレポートが添付される。

Name	: T S	Sex	: Male
ID	: 6	Age	: 60 years
Date of birth	: 14-3-1939	BSA	: 1.88 m ²
Height	: 165 cm	Heart rate	: 53 bpm
Weight	: 81.00 kg		
Angiography		Analysis	
Physician	:	Auto	:
Institute	: SHINKEN Hosp Room1	Pixel size	: 0.2660 mm
Date	: 11-6-1999	Volume method	: Simpson
II Size	: 17.00 cm	EDV regression	: *0.849-3.920
RAO/LAO	: 30.0 deg	ESV regression	: *0.849-3.920
CRA/CAU	:	Index method	: BSA
Stroke volume : 98.6 ml		EF : 76.0 %	
Stroke vol. index : 52.3 ml/m ²			
Cardiac output : 5.2 l/min			
Cardiac index : 2.8 l/min/m ²			
ED image : (S1:F145)		ES image : (S1:F153)	
ED volume : 129.7 ml		ES volume : 31.4 ml	
EDV index : 68.9 ml/m ²		ESV index : 16.5 ml/m ²	

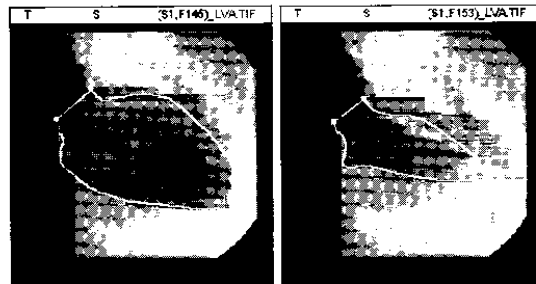


図5 QUANTCOR LVAによる左心室容積計測の例

異なる端末から同時に同一データを再生しても再生速度は落ちない。再生の開始を5秒ずらす、また同時に3カ所から再生しても再生速度は落ちなかった。

5. デジタル画像のネットワーク化のメリット

1) シネフィルムに劣らない画質、動画の観察

ネットワーク内の画像は全て可逆圧縮であり、各観察装置で原画に復元して表示される。また、ACOM.Mother、ACOM.Babyは最大500cdの輝度モニタを持ち、毎秒120 fieldsのフリッカレス表示、画像表示部は944本の走査線を持ち、DICOM 3規格の512×512マトリクス画像のpixel間を補間して表示する。そして、階調処理、空間フィルター処理、リカーシブフィルター処理が適宜施され、画像診断はシネフィルムからモニタへ支障なく移行できた。また、ACOM.PCのモニタは、コンピュータ用のカラーモニタで最大100cdの輝度であるが、明るさ、解像度、コントラストとも観察に十分適した画像が得られる。大会議室では、ACOM.PCの画面をプロジェクターを介して投影してカンファレンスで使用している。

2) 被曝線量の低減

シネカメラを外すことにより1パルスあたりの入射X線量が17cm視野で19 μ R/pから10 μ R/pへ約47%低減された。

3) 経済性

シネフィルムを廃止したことにより、現像液や定着液、その他の消耗品が不要になった。また、現像処理や編集作業に費やされた時間から解放され、自動現像機のメンテナンスなども不要になった。

4) 画像記録媒体の保管場所の軽減

シネフィルムは編集後保管用の箱に入れ可動式書庫に保管していた。これは奥行き70cm高さ2.3m幅1.9mの一台で800人分収納できるが1年分には不十分であった。一方、ACOM.Archive(奥行き80cm高さ1.95m幅1.6m)では増設なしに約5年分のデータの格納が可能である。

5) QCA、LVAのOn-line化

血管の狭窄率の測定や左心室の駆出率測定をOn-lineでDigital画像を用いて解析することができる。それゆえ、IVR中のバルーンサイズの決定など瞬時に対応できる。

6) 病院間での取り扱い

DICOM規格が普及し、画像観察装置が普及するとCDによる画像の受け渡しが可能になる。また、他の施設でACOM.PCが設置されていれば電話回線により動画像の転送が可能となるため、病院間でのネットワークも可能となる。(ACOM.Tele PC)

7) Networkの管理

Networkは巨大なコンピュータであり、その運用上いろいろなトラブルが発生する。これらのトラブルを円滑に処理するため、またNetworkが順調に稼働していることを常に把握するためにNetworkの管理者を設ける必要があると考える。

6. 今後の課題

- 動画像観察装置のServerからの直接再生速度の向上。
- DICOM規格の画像フォーマットが変更された時の対応。
- 記録媒体の進歩への対応。次々に開発される大容量で安価なHDDやMOD等の媒体への対応。
- 解析Dataのネットワークへの保存。
- 他のネットワークとの接続の可能性。

今後院内にHISやRISが採用された場合、端末からの動画像または、静止画像の閲覧の可能性。

7. まとめ

当院の心血管造影動画像のデジタルネットワークシステムはシネフィルムにとって替わり順調に運営されている。高画質で劣化のないこと、検索の容易なこと、動画像の取り扱いが簡易なことなどの特徴により、今後各施設で確実に普及していくと思われる。Serverや各端末のアプリケーションの改善をメーカーにフィードバックしてより操作性の良い装置を目指して行きたい。