

特集 小児放射線医療における遠隔医療の可能性と問題点

4. フィルムレスPACSの現状の問題点と展望

阿曾沼元博, 樋口幸一¹⁾

国際医療福祉大学 国際医療福祉総合研究所 教授, 富士通(株) 医療統括営業部 画像ソリューション担当¹⁾

Assignments and Future Prospects of Filmless PACS

Motohiro Asonuma, Koichi Higuchi¹⁾

International Research Institute of Health and Welfare

Sales Dept. of Medical Information System, Fujitsu Limited¹⁾

Abstract

In recent years, the rapid advancement of technology and equipment for picture diagnostics has greatly enlarged the data amount of images.

On the other hand, the remarkable progress in computer science enabled the daily use of PACS in radiology.

I hereby discuss the present issues on PACS (especially the needs for quick responses and realizing easy operation environment). Then, I will propose its solution and future prospects.

Keywords : CPR (Computerized Patient Record), PACS

はじめに

我国でも構造改革の一環として医療分野の規制緩和が声高に論じられており、電子カルテシステムやレセプト電算処理の推進など、IT分野の議論も大きく取り上げられている。

かつてPACSは医療情報のデジタル化推進の尖兵であったが、現在は電子カルテシステムの重要な機能の一部として捕らえられる事が多くなりつつある。

近年の画像診断の急速な進歩に伴い、医療現場において画像情報は飛躍的に増大し、電子カルテシステムを構築する上で、如何に画像情報を大量に、そして高速に扱えるかが大きな課題となっている。当然の事ながら画質の高品質化は基本的な課題として永遠のテーマとなっている。更により高度化した診断・治療環境を得るために三次元可視化も重要な課題となっている。

1999年4月に「診療録等の電子媒体による保存について」の3局長通達が当時の厚生省から出されたことで、医用画像の分野においてもフィルムに変わり、電子媒体による保存を行うフィルムレスPACSの導入を目指す病院が急速に増えてきている。現在大学病院をはじめ自治体病院等においても全国20施設程で既にフィルムレスPACSの運用が開始されている。これらの施設では放射線部門だけでなく、病理・内視鏡・生理の各部門で発生する全ての医用画像を対象にしている。

本稿では2001年春に実際に稼動した新築の町立医療機関のフィルムレスPACS構築の実践経験を通じて、システム構築における課題、問題点について論じる事とする。

システム開発の目標と課題

当該医療機関では、システム的には次のこと



Fig.1

が実現されている。

- ①電子カルテシステム及びフィルムレスPACSが日々の診療（外来診察室，病棟）で利用可能。
- ②サーバも含めシステムすべてがWindows NT 4.0で構築されており，従来のUNIXをサーバとしたシステムと比較し低コスト。（Fig.1）
- ③モノクロ高精細CRTを接続したPACSクライアントを各科に配置し，また電子カルテシステムのクライアント上でも画像を参照可能。

しかしシステム構築のプロセスにおいては，以下の課題をクリアする必要がある。

1) システム構築における課題

①高速レスポンスの確保

システムはどんなに機能があっても，レスポンスに問題があると実用的なシステムとはならない。開発サイドが一番神経を使い，技能を凝らす点が高速レスポンスタイムの確保である。しかしながら画像という大量データを扱う事が宿命のPACSではそのブレイクスルーは大きな壁となる。

特に画像の利用範囲が放射線部門内にとどまらず，各科の医師が画像を頻繁に参照する運用としたため，従来型のシステムの様に診断医が使用するワークステーションまで予め画像データを送っておく「プリフェッチ」方式でのシステム構築は困難であると判断した。

②電子カルテ3原則の対応

「診療録等の電子媒体による保存について」の通達において規定されている三原則（真正性，見読性，保存性）に対応する必要がある。

画像及び関連レポートの開発及び運用規定での検討を充分にする必要があった。

③低コストシステム

限られた予算の中で，高品質なシステムを作り，しかも大量データの長期保存を実現する，そして長期間の画像データをモニタで随時参照できる仕組みを作る事が強く求められた。

④操作性の確保

フィルムにかわり，各科でもモニタを用いた診断が必須となることから，不特定のスタッフが戸惑わずに使用できる操作性を確保する必要があった。

⑤データベースの精度向上

各モダリティから送られてくる画像情報をそのまま取り込んでしまう従来のPACSは，モダリティのコンソールで入力される限られた患者情報に依存してしまい，入力ミスなどによりデータベースの精度が低くなってしまいう問題を含んでいた，必要な画像が検索しても見つからないといった状況が散見されたが，その解決を図る必要が指摘された。

⑥進捗状況の把握

外来でのPACSクライアントの効率的な活用をするため，検査の進捗管理とそのタイムリーな表示などのインフォメーションが必要となった。

⑦システム管理の充実

ペーパーレス，フィルムレス運用の必須条件は，滞りなく，高品質の医療サービスを24時間365日提供出来る事である。そのためのシステム管理を確実に行う必要があった。

以上の課題を解決するためにシステムの，運用的に検討を重ね以下の解決策を提案し対応した。

2) 解決策提案と対応

①高速レスポンスの確保

不特定多数のPCクライアントへ画像データを予め送る方式（プリフェッチ方式）は現実には無理と判断した。理由は50台以上のPCに必要な画像を送る事は時間的に無理があると判断した為である。システムはギガビットイーサを基幹LANに各PCには100Mbpsの送信能力を持つ最新鋭のネットワークを敷設した

が、夜間に翌日分を送る対応でも時間的に無理があると試算した。

従って画像サーバと不特定多数のPCクライアントが必要な時に必要な分だけ画像データをリアルタイムで取得する方法を採用した。

このリアルタイム取得を行う上で、画像通信の標準プロトコルであるDICOM 3.0を用いた場合、通信上のオーバーヘッドがどうしても大きくスピードを速めることが困難であることから、独自の高速通信プロトコルを開発した。

徹底した標準化が叫ばれるこの時代に、逆行する対応と批判を受けることとなるが、エンドユーザの満足度を優先した対応となった。

プロトコルは、画像サーバのディスクアレイ上に格納された可逆圧縮（もしくは非可逆）の画像データをクライアントのメモリヘダイレクトに転送しながら復元、画像表示を行うもので、同時に通信上の余計なオーバーヘッドを省略することにより、スピードを速めることを可能とした。CT等の枚数の多いものであっても即座に表示を開始し、ストレスなく診断できる環境の提供が可能となった。（Fig.2）

②電子カルテ3原則の対応

特に真正性の確保に関しては確定入力が必要となる。電子カルテシステムでは誰が（どのモダリティーが）いつ入力をしたかを確定するための確認入力を行なっている。この確定保存の概念をPACSに導入し、モダリティーから収集した画像（検査時の画像）をそのまま原本とせず、診断時に用いた画像を確定保存することで、どんな状態で診断を行ったか



Fig.2

再現できるような仕組みを構築した。

この確定保存は画像データそのものを書き換えているわけではなく、画像を表示する上での階調値や拡大率、アノテーションやレイアウトなどの情報をfixさせているものであり、確定保存後も階調変更などの処理は可能である。

③低コストシステム

いつの時代も、良い物を安くという市場原理は変わらない。そして我々開発者の永遠のテーマでもある。システムの進歩が非常に早い医用画像の分野では、高機能化に加え診断精度を上げるために年々扱う情報量が激増し、まさに情報爆発の時代を迎えている。

今回は非可逆圧縮画像を活用することで、限りあるハード資源を用いてオンラインで過去5年間の画像をリアルタイムに参照出来るように設計した。収集した画像データは、可逆圧縮（原本）画像で画像サーバのディスクアレイ上に保存され、一定期間経過後は外部媒体であるDVD-Rチェンジャーへ保存される。この可逆圧縮画像とは別に非可逆圧縮画像も生成され、画像サーバのディスクアレイ上に5年間保存される。

各科のPACSクライアントでは、過去画像の参照時にこの非可逆圧縮画像を呼び出すことによって、古いデータであっても即座に表示することを可能とした。また放射線部門のPACSクライアントでは、HISの放射線オーダ情報をもとにDVD-Rチェンジャーから画像サーバ上へ対象患者の過去画像を予め転送することで、過去画像の参照においても可逆圧縮（原本）画像を参照できるようにした。

更に新しい取り組みとして、PACSクライアントに画像サーバ上の可逆圧縮（原本）画像と非可逆圧縮画像、またDVD-Rチェンジャー上の可逆圧縮（原本）画像を、どの順番で優先表示させるかを柔軟に設定できる機能を用意した。

これにより、過去画像の参照は、圧縮されたものでも構わないという診療科では前述したとおり、非可逆圧縮画像を5年間リアルタイムで呼び出すことができる。また過去画像

も可逆圧縮（原本）画像が必要だということであれば、画像サーバのディスクアレイ上またはDVD-Rチェンジャー上のデータを優先して呼び出すことができる様になった。

この機能は、今後フィルムレスPACSの導入を目指す医療機関において、第一次ステップでは参照画像の表示、第二ステップで原本画像の表示を行うというような、段階的なシステム構築を検討している医療機関には有用な機能であると考えられる。

④容易な操作性の確保

グラフィカルユーザーインターフェースの工夫は勿論の事、階層型のメニューを採用し、よく使う機能について優先して表示できるよう工夫した。このメニューは利用者ID毎の変更（内容）を可能とし、実際に、放射線部門と各科ではそれぞれの操作要求を反映したものとなり、各科のメニューは放射線部門のそれと比較してシンプルなメニュー構成となった。（Fig.3）



Fig.3

⑤データベースの精度向上

HISで入力される画像検査の依頼オーダー情報をRIS経由PACSが受け取り、モダリティから収集した画像データと必ずマッチング（照合）する方法をとった。またモダリティに対しては、RISから依頼オーダー情報をオンラインで渡すことにより、この情報を画像データのヘッダ情報へ付加した形で送信するようにしてもらった。

これにより間違った画像データの取り込みはほとんど発生しないが、モダリティ側の問題で1つの検査を複数のスタディとして扱ってしまうものや、救急などダミーIDによる撮影を行った場合、元の依頼オーダーと不整合な画像データが生じる場合があり、こうした画像データはアラームリストに表示され、前述のマッチング機能を用いて正規の依頼オーダー情報と手動で紐付けできるようにした。

また当該医療機関は一般撮影においてCRとフラットパネルの2種類のモダリティを導入している。一般撮影の依頼オーダーに対して、CRとフラットパネルの両方で撮影するケースもある。この場合、CRとフラットパネル双方から画像データが発生するため、1つの依頼オーダーに対して、正規の画像データが2つ存在することになる。

システム上の不整合はないが、利用者からすれば、1つの依頼オーダーの結果を参照する場合、CRとフラットパネル双方の画像をそれぞれ選択して確認する事は手間であるとともに、画像が撮影されていること自体を見落としてしまうリスクにつながってしまう。この対応としてPACSのクライアントでは、同一オーダーに対する結果が複数ある場合、自動的にそれを表示する仕組みを追加した。（CRの画像を表示させると自動的にフラットパネルの画像も表示される。）

⑥進捗状況の把握

PACSのクライアントに、画像の到着確認機能（検査が完了し、モダリティから画像が収集され、画像サーバに格納され、即座に参照できる状態を確認できる機能—オーダーステータス管理機能の充実）を追加した。

また合わせて、CTやMR等の放射線医が診断を行っている検査については、その診断結果である読影レポートが未作成なのか、未確認（作成中）なのか、確認済みなのかを確認できる、確定状況の確認機能を追加した。これらの情報はPACSのクライアントのモニタ上でリアルタイムで更新されるため、検査の進行状況が確認できる。

特に外来に設置されたPACSのクライアントでは、依頼した検査の結果を待って、すぐに画像を確認したり、患者に対するインフォームドコンセントを行う場合もあるため、そのタイミングをPACSクライアントの画面上で知ることができることは有用であると考えた。

⑦システム管理の充実

システムが安全に安定して稼動することが、どんな高機能なことより重要だと考えている。それを実現するため、当然のことながらベンダーはハードウェア・ソフトウェアの保守を24時間365日提供するとともに、医療機関においてもシステム管理者を取り決めていただき、システムの面倒を見ていただくことをお願いした。

この事は電子カルテシステムやPACSを運用する上で、今後必須条件となろう。

病院で独自の要因を揃え、対応する事は事実上現在では不可能であるため、多くの医療機関がアウトソーシングしている。

ソフトウェアの面では、各種のモニタリング（監視）機能を用意し、例えば「いつ、誰が、どのデータにアクセスしたか」といったアクセス状況の監視や、画像データを保存するための媒体の残りがどのくらいなのかといった媒体監視などを複雑なコマンドを叩かなくても確認できるようにした。また画像診断において一番直接的に関わり、最も重要な部分であるディスプレイのキャリブレーションなどもユーザー自身でも行えるよう教育を行った。

3) システム稼動後に認識した課題

こうした十分な検討を重ね、システムが稼動し約1年が経過した。この稼動経験から得られた課題を2点述べたい。

まず第一点は操作性の問題である。上記のよ

うに利用者毎にメニューを登録できるような仕組みや、グラフィカルユーザーインタフェースなど工夫を行ってきたが、ディスプレイ上に表示された画像を本当に自由に操れるといったところまで辿りつけていない。(フィルムの場合は手にとって、必要なところに配置する、近づけて見る、翳して見るなどの直感的な動きができるが、その感覚をCRT環境下で実現する事は難しい、しかし、現場のユーザの真のニーズはそんなところにある)。

特に今回のように、放射線部門のみならず複数の診療科で使用する場合は、誰でも直感的に操作可能とすることや、機能の名称の表現も含め、まだまだ満足度向上の観点から多くの改良の余地があることを改めて痛感した。

第二点はディスプレイの精度管理の問題である。この点についても上記のようにキャリブレーションに対する教育など行ってきたが、本当にきちんと精度が保たれているディスプレイで診断されているのかという不安は常に現場に存在する。今後の課題ではあるが、キャリブレーション等の実績をシステム上で管理し、未実施のディスプレイに対してアラームを通知するなど、保守も当然ながら、なかなか判断しづらい「精度」も含めてシステムの一部として考えることが必要であると思われる。

IDやパスワードなど利用者権限を管理しログインしないとシステムが利用できないと同様、デバイス(この場合はディスプレイ)が利用できる状態にない(精度が低い、精度管理されていない)場合は、システムが利用できないなど安全面での更なる措置が必要であることを痛感した。

特に今回のシステム構築のようなPACSのクライアントを多くの診療科に展開するようにシステムではすべてのユーザがこうしたデバイス(ディスプレイ)に対し、注意を払って利用しているわけではないのでなおさらである。

PACSの今後の展望： 診療画像情報システム確立へ

今後、高度のIT技術を駆使した電子カルテシステムの導入を検討している医療機関では、画像検査業務の効率化やDRG/PPS導入に向

けてのコスト削減への取り組み、またEBM(Evidence Based Medicine)の確立、医療過誤防止への対応(Safety Management)等多くの課題克服が課せられている。

情報システム面での対応も、フィルム診断が困難な高度撮影装置MDCTなどの導入など、新たな装置環境への対応として、①効率的な読影手段・高速な画像表示の提供、②確実な電子保存、コスト削減、③画像検査業務の効率化、④EBMのための情報管理、⑤Safety Managementの支援、⑥画像検査における実施情報の会計システムとの確実な連携による手間をかけずに確実な請求機能の実現など、多岐に渡る課題解決を迫られている。

PACSを手がけるベンダー全ての共通した課題であり、またその対応策だと思うが、富士通での取り組みを一例として紹介し、今後の展望の概説としたい。

今後システム開発ベンダーが目指すものは以下の通りである。

1) チーム医療の推進

画像検査業務における診療医師(=主治医)と検査部門・診断医の間で検査を依頼する、画像を見る、所見を書く所見を確認する、カンファレンスを行うといった、一連のやり取りを電子ネットワーク化(画像・レポート)し、ネットワーク上でいつでも、どこでも複数の医療スタッフが活用できるようにすること、いわゆるメディカル・ユビキタス環境の整備である。

2) 確実・安全な画像保存とコスト削減

従来のフィルムと比較し、DVD-Rオートチェンジャーなど大容量ストレージ製品を使用して電子保存することにより、体積で1/1000~4000のスペースで保存が可能となった。フィルム代、現像機器及び薬品、搬送機器、人件費などのコストの削減を実現するとともに、患者へフィルムを持たせるなどの患者へのストレスを緩和する。また、一般的に2%は確実に見つからないと言われる、フィルムの紛失(重要な症例ほどなくなる)も防止すること。

3) 検査業務の効率化

予約からインフォームドコンセントまでの一連の業務をサポートし、複雑な予約業務のサ

ポートや、患者誘導・コントロールによる効率化、また撮影室内の技師業務の支援により検査全般を効率化しコストの削減と患者アメニティの向上の推進。

4) EBMの実現

検査の全工程における情報をEvidenceとして蓄積し、「科学的根拠に基づく医療」行為の実現を支援。誰がどんな行為を行ったか、どこまで確認したかといった管理の実現。

蓄積されたデータベースを価値あるものとするために、データマイニング手法を積極的に活用し、情報活用の精度を高める環境の整備を行う。

5) Safty Managementの導入

検査の予約や受付段階における禁忌やアレルギーなどのチェックや、他検査状況の確認、撮影室における患者確認など検査工程での医療過誤防止の支援を行う。また電子カルテシステムとの連携による同意書や検査説明書の出力画像やレポートを用いた検査結果説明などIC（インフォームドコンセント）を支援する。

6) 効率的な画像診断の実現

近年の高度撮影装置の出現は多量の画像データをもたらし、現実的にはモニタによる画像診断が不可欠となっておりディスプレイによるフィルムに変わる効率的な画像診断の実現。（フィルムを袋から探す、シャーカステンにかける袋にしまうといった作業の開放と時間短縮、シネなどの表示方法による診断時間の短縮など）また、各種画像との比較（マルチモダリティや過去検査）や画像処理を行うことも可能とし、より精度の高い画像診断の環境を提供する。（Fig.4）

7) 会計システムとの確実な連携

技師による実施行為の入力により、会計に必要な情報が作成され、病院情報システムへ送信し、まるめや加算・置き換えなども自動化し、専用クラークなしでミスなく診療報酬の算定を行い、請求漏れ等の防止を支援する。

8) 広域利用環境の整備

更にブロードバンド時代に相応しい、広域ネットワークの活用による遠隔医療情報交換の実現も大きな課題である。患者を中心に医療情報を管理し、患者のために効果的に情報を活用

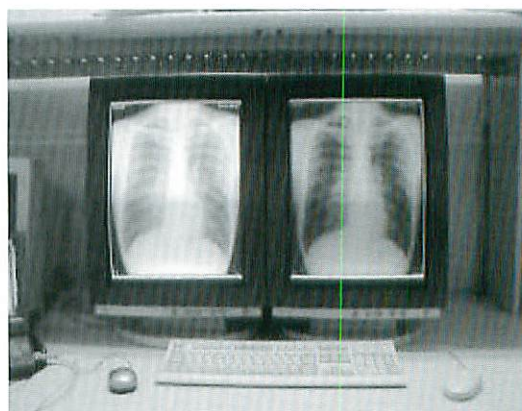


Fig.4

する仕組みづくりが必要となる。

実現には多方面の規制緩和や医療機関や医療従事者の人々の意識改革が必要であろう。

技術的にネットワークを作る事は、意外とたやすいが、組織の壁や人間の意識の壁を取り払うのは容易ではない。

患者の不安と苦痛をすばやく取り払い、患者中心の医療の実現を図るための努力は多くの医療機関で始まっている。そのためには価値ある情報データベースの実現が必須であり、それを活用する情報環境の整備が重要となる。

患者中心の医療実現のために、今まさにITの有効活用が必要なのである。

筆者（阿曾沼）は3月、米国の医療機関における医療の質の評価や患者満足度向上を目的とした多くの取り組みを見てきた。ピッツバーグ、セントラ、ヘンリーフォード、インターマウンテンなど、有力な医療ネットワークの実態を見てきた。

感じたことは、我国の情報化のプロセスと違い、目的意識をもち、目標を定めて議論し、結果の評価を行ないながらシステム化が行なわれていることである。我国のように比較的公的予算が下され、システムを入れて動かす事が、とすると目的化し、総花的に網羅的に、満遍なく各部門にシステムが導入されている環境と、一線を画している。

この見学記は時を改めて整理し、ご報告したいと考えている。