

画像通信

Vol. 13 No. 1 (通巻24)

目 次

☆ 第27回画像部会(神戸)案内

総 会

特別講演

—— 放射線像についての研究をすすめるための私の考え方 ——

シカゴ大 土井邦雄 教授

☆ 「画像について語ろう」

—— 画像の心理的・主観的評価を考える ——

☆ 第28回画像部会(富山)予告

☆ 画像セミナー開催予告

☆ 画像セミナー(第4回画像リフレッシャー・スクール)講演資料

—— PACSとデジタル画像 ——

大阪医療短大 稲村 清也

1990年4月

社団法人 日本放射線技術学会
画 像 部 会

〒604 京都市中京区西ノ京北壱井町88
二条プラザ内

第28回 画像部会予告

日 時 : 1990年11月9日(金)

場 所 : 富山県民会館

プログラム : ① 教育講演 10:00 ~ 11:30

「画像保管の現状と将来展望」

富山医科薬科大学 倉 西 誠

② 「画像について語ろう」 13:00 ~ 15:00

雑談会

—— アナログ画像 Vs デジタル画像 ——

画像セミナー開催予告

第5回画像リフレッシャー・スクールの画像セミナーを“アナログ画像からデジタル画像へ、その処理と解析”の内容で開催します。

開催日程は8月下旬3日間の予定です。案内の詳細は、おって学会誌に掲載します。

第27回画像部会のご案内

日 時 : 1990年4月4日(水) 15:45~18:30

場 所 : 神戸国際会議場(国際会議室)

プログラム : (1) 総 会 15:45~16:00

役員改選, 事業報告, 事業計画

(2) 「画像について語ろう」 16:00~17:30

座長 国立福知山病院 若 松 孝 司

―― 画像の心理的・主観的評価を考える ――

ROCカーブによる方法

宇部興産中央病院 久 米 祐 司

ハウレットチャートによる方法

日本医科大学付属病院 川 村 義 彦

ランドルト環による方法

神奈川県立ガンセンター 松 浦 博 文

官能検査による方法

奈良県立医科大学付属病院ガンセンター 前 田 要

オブザーバー発言

被写体スペクトルと検出能について

近畿大学付属病院 岡 田 弘 治

(3) 特別講演

17:30~18:30

座 長 大阪医療短大 山 下 一 也

「放射線像についての研究をすすめるための私の考え方」

シカゴ大 土井 邦雄 教授

1989 年度 画像部会事業報告

1. 4月5日 第25回画像部会開催 神戸市ポートピアホテル

15:45～18:15

参加者数 160名

総会開催 1988年度経過報告、1989年度事業計画提案

財務報告

「画像について語ろう・DQEとNEQについて」

その背景と理論 — アナログ系への適用 — 広島大学 小寺 吉衛氏

— デジタル系への適用 — 岐阜工専 藤田 広志氏

2. 8月7,8,9日 画像リフレッシャースクール開催(関西地区大学セミナーハウス)

参加者 計画予定 30名

参加申込み 22名

受講者 16名

講師 画像評価のあれこれ・アナログ画像からデジタル画像まで

藤田 広志氏

コンピュータ支援診断(CAD)システムの初步から理論まで

桂川 茂彦氏

デジタル画像処理・やさしい手法から高度処理へ

永田 武史氏

PACS・画像の管理と未来画像の行方について

稻邑 清也氏

誰でも判るNEQ

畠川 政勝氏

3. 10月13日 第26回画像部会 札幌市教育文化会館

10:00～16:30

参加者 午前 109名

午後 49名

教育講演

(1) コンピュータ支後診断の実際

— 胸部間質性浸潤の定量的特徴抽出と検出 —

岩手医大 桂川茂彦氏

(2) FUNDAMENTAL OF ROC ANALYSIS

CICAGO UNIV. CHARLS E. METZ Ph. D

画像について語ろう・研究発表

(1) 空間周波数領域における放射線画像処理

— 画像端に生じる周期断裂が周波数フィルターに及ぼす影響 —

北大病院 仲知保氏

(2) 骨梁像のデジタル解析 大阪中央病院 石田隆行氏

4. 画像通信発行 4月 Vol 12 № 1 (通刊 22) 31 頁

10月 Vol 12 № 2 (通刊 23) 49 頁

Dr METZ氏講演邦訳 別冊 21 頁

5. 常任委員会開催 4月 5日, 4月 26日, 7月 15日, 8月 7日, 10月 13日

全委員会開催 6月 10日, 2月 17日

6. 第 24 回画像部会講演「CRT 診断について」(高知医科大学教授・前田知穂先生)を学会誌
(45-5, 669-676) に掲載

1990年度 事業計画案

- 1) 1990年4月4日 第27回画像部会総会を神戸で開催
「画像について語ろう」：『画像の心理的・主観的評価を考える』
座長・若松 孝司 (国立福知山病院)
演者・久米 祐司 (宇部興産・中央病院)
川村 義彦 (日本医科大学付属病院)
松浦 博文 (神奈川県立がんセンター)
前田 要 (奈良県立医科大学付属がんセンター)
特別講演：『放射線像についての研究をすすめるための私の考え方』
講師・土井邦雄博士 (シカゴ大学教授)
- 2) 1990年8月 「画像セミナー」開催(予定)
- 3) 1990年11月9日 第28回画像部会を富山市で開催
- 4) 「画像通信」 Vol.13., No.1(4月), Vol.13., No.2(10月)発行
- 5) 常任委員会6回開催(4,6,7,8,10,1の各月)
- 6) 全委員会2回開催(6,2の各月)

視覚評価における R O C 解析の役割と位置付け

宇部興産中央病院中央画像診断室 久米祐司

視覚評価の必要性が論じられてから現在に至るまで多くの知識が蓄積され応用されてきました。同時に、物理的特性においてもその評価方法については数々の提案がなされ研究から臨床へと、次々と応用されているのが、現在の放射線画像評価をとりまく現状ではないでしょうか。そして、現在ではあらゆる研究において、臨床画像を得るために使用した系の物理的あるいは客観的尺度と、実際の臨床画像における病巣（あるいは病変）の検出の良さの程度を定量的に関係付ける試みがされています。そのような状況の中、視覚評価の重要性がますます大きくなっているのも事実です。また R O C 解析の実際については、数多くの研究者が積極的に取り組んでいる事からも、その応用分野が多岐にわたっていると考えられ、評価対象の選択、評定の実施方法、データの処理分析、結果の評価法など、検討しなければならない問題も多くなっています。そこで、今回この場をお借りして、視覚評価の位置付け特に ROC 解析の役割について考えたいと思います。

現在 ROC 解析における、基礎的な方法論および評価方法については、参考となる出典が数多くあり、内容についても詳しく明快な記述がされております。詳しい解析技術の解説はそれら参考文献によるものとし、今回は具体的な評価（「拡大撮影による微小信号の検出能」）を例にとって、実験の流れを追いながら、ROC 解析を考えてゆきたいと思います。会員の皆様の指摘、ご批判をお願いします。

テストパターンを用いた評価

(ハウレットチャートの評価法について)

日本医科大学附属病院 放射線科

○川村 義彦 山岸 一雄 渡辺 典男
小林 宏之 田淵 隆

元第一勧業銀行健康管理室 森 谷 達人

X線写真的画質を考えてみると、それを決定する物理的要因と心理的要因は非常に多く存在することが知られている。そして作成すべき画像がどのような要因が重要であるかは、画像の使用目的あるいは性質によって異なってくると同時に、受け手である人間の視知覚特性の対応によっても異なるのが特徴である。

従って、画像技術にたずさわる我々としては、人間の視知覚あるいはさらに認識・情緒の問題までを考慮して、より人間に密着した立場で技術を追求することが必要となる。

視覚の諸特性を考慮した主観的評価は、実際には容易なものではなく、統一的に万能な評価法が存在するわけではない。目的に応じた条件を設定し、近似的に処理をしなければならないのが実情である。

ここでは主観的な評価の中のテストパターンを用いた評価を取り上げ報告する。一般に臨床X線写真的読影評価は、目的や部位・部分・疾患によりそれぞれ異なったパターン認識が行われているとみなされている。従って、テストパターンは、これらの種々の認識過程を考慮したパターンモデルを提示する必要がある。

本報告では、テストパターンと認識評価について言及し、さらにテストパターンの中のハウレットチャートを取り上げ、

1. ハウレットチャートの沿革・歴史
2. パターンの基本構成
3. パターン認識の分類
4. 極限法による最小視認いき値の測定法
5. 表示法の実際
6. パネルの統計的な選択（分散分析による多人数の試験パネルから精度の高いグループの選択、適切なパネルを選択する方法、パネルの選択と計算法の違いによる最

小視認いき値の差の区間推定の例)

7. データの数と処理の違いによる精度及び実際の測定繰り返し数について
8. 具体的な測定例
9. 技術的な利用法などについて概説する

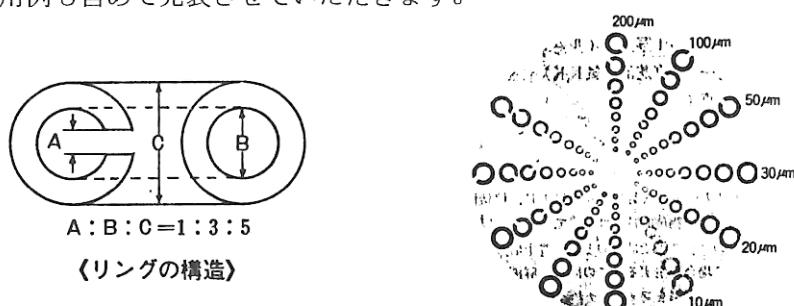
ランドルト環チャートによる主観的評価

神奈川県立がんセンター 松浦博文

X線写真的画質は、コントラスト、鮮鋭度、粒状性の3つの因子でほぼ構成されており、これらの物理特性の測定結果で画像評価することが一般的な方法として進んできた。しかし、X線写真から必要な情報を引き出すのは観察者の視覚であることから、単に物理特性を比較するだけでは画像を評価するのに不十分な場合が生じる。画像評価に数理心理学の導入が進み、観察者の領域まで含めた主観的評価が行なわれるようになってきた。

当施設では主観的評価が簡単に行なえるものが無いものかと研究を重ね、視力測定に利用されているランドルト環を参考にし、燐青銅をフォトエッティングにより厚さ200μm, 100μm, 50μm, 30μm, 20μm, 10μm, それぞれの厚さのものについて、外径7.5cm, 6cm, 5cm, 4cm, 3cm, 2.5cm, 2cm, 1.5cmのランドルト環(C字形)と開口部の無い環(O字形)をアクリル基盤上に配列したもの(ランドルト環チャート)を製作した。構造と配列を下図に示す。

本チャートは厚さと外径に変化を持つ為に、ファントームの厚さを変化させたとしても、いずれかの厚さ、外径の環が微小信号として得られ比較可能となり、観察試料の作成が容易にできる。当日はランドルト環チャートの構成、配列、観察方法、評価方法について使用例も含めて発表させていただきます。



主観的評価（官能検査による方法）

奈良県立医科大学附属がんセンター 前 田 要

現在、診断の領域では画像情報をデジタル化し、階調処理等を行って診断し易い画像を得ることが盛んに行われている。

“診断し易い画像”とは一体どんなものを言うのであろうか？。この魔化不思議なものを見付けるにはどうしたらよいのだろう。

“青い鳥”は自分自身の内にあるように、この解決は、人間そのものの5感に頼ることでできそうである。なぜならば、診断の最終判断は医師の医学的知識に任されるからであり、この点の解析手段として、官能検査を用いる方法は有効な方法であると思われる。

その理由は、官能検査が物理的な測定では測定出来ない心理的要因の測定にあらゆる方面で利用されていることに基づいている。

当然、人間の感覚を測定の道具として使用するため、結果に影響する雑音の大きさが問題となるが、統計的手法を用いることにより、これらの欠点を考慮しても余りある有益な情報を得ることができる。

資料

PACSとデジタル画像

大阪大学 医療技術短期大学部 診療放射線技術学科

稻邑清也

1. はしがき

PACS(Picture Archiving and Communication System for Medical Application)は昨年のRSNA(Radiological Society of North American)の論文発表件数を見ても1昨年の18件から66件に急激している。Radiology誌Nov.1988 Vol.169(p)Suppl.のRSNA Scientific ProgramのSubject indexに納められている“Image,Storage and retrieval”, “Image Transmission”, “Image,display”がいわゆるPACSに関連する項目である。

PACSはこれまでのMRI、CT、超音波の様に診断に強いインパクトを与えて急激な普及が予想されるものではないが、アメリカやヨーロッパでは根強い要求があると考えられる。日本もその影響を強く受けている。

その理由は放射線診断を含めた病院内の診療全般にわたって、長い将来計画をたてようとした時に、組織上、管理上PACSの必要性が必ず浮かび上ってくるからである。

2. PACS開発における技術上のボトルネックは何か。

PACSの目的や必要性を掲げる時は過ぎた。目的が明確で必要性が強く呼ばれ、実用化が期待されながら本格的な登場が遅れているのは何故だろうか。

(1) 高画質のX線フィルム写真の様に大量のデータベースを効率よく扱うソフトがない。

OSは勿論、通信ソフト、データベースソフトなどは既存の基本ソフトでは、スピードの点で不足が生ずるため、改造か作りなおしに迫られる。その開発費は将来のPACSの需要の先行投資としてはかなりの負担となっているのが実状である。

(2) CRT診断に必要な技術が量産レベルで確立されていない。高品位テレビが量産体制に入ったとしてもカラーの動画である。黑白で静止していなければならず、濃度範囲の広い医用画像の表示装置のボトルネックは残光性と高輝度と安定性(寿命)を備えた蛍光塗料とその塗布のための製造技術にあると見る。シャウカステンに匹敵される省スペースのパネル表示などはもっと期待薄と言わねばならない。

(3) 通信プロトコルの整備ができていない。既存のLANプロトコルは医用画像の様に大量のデータを高速で伝送するにはオーバーヘッドが大きすぎる。画像伝送に適した高速のLANプロトコルを作る必要がある。それに多種類で多量の医用画像装置からデータを収集し、画像表示装置にデータを出力するための通信インターフェイスの標準化が普及していない。即ちLANなどのネットワークのノードまたはステーションと画像機器の間のインターフェイス、画像機器同志を接続する時のインターフェイスの標準化が普及していない。

(4) 画像ファイル媒体の問題。これまで集合型光ディスクが有望視されてきたが、メガニカルなシーク時間が長くなることと、媒体の値段が高いことが欠点となっていた。書き替えが出来ない事はデータの永久保存のためにはむしろ長所ともいえる。しか

し、ディレクトリやヘッダの書き替えができず、データそのものも追記ばかりでは光ディスクの媒体が増加する一方であるとの懼れも生じている。

3. デジタル画像の通信の規格化

前述の4つのボトルネックの内、3番目の問題は1つの企業では、如何に開発に熱心であろうと出来ることではない。学界、産業界、行政面が協力しあって解決する必要がある。

(1) ACR/NEMA規格

ACRはAmerican College of Radiologyの略であり、NEMAはNational Electrical Manufacturers Associationの略である。学界と産業界の専門家が対等な立場で協力して作られたデジタル画像の通信規格である。そのタイトルは“ACR/NEMA Digital Imaging and Communications Standard”である。1986年にNEMAより発行されているが、まだ規格化の回復作業も行われている。各個別の規格化(Shadow group)や、データ圧縮の方法論についても討議が進行中である。

試作による検証作業も進行中で1988年のRSNAでもArizona大学や日本からの発表が行われた。1989年2月 Newport BeechでのImagingIIIでも多くの論文が発表されている。

ACR/NEMA規格の基本思想はISO-OSI(International Organization for Standardization-Open Systems Interconnection:国際標準機構-開放型システム間相互接続)にある。

ISO-OSIは一般用通信規格として汎用性と発展性に富んでいるが、医用画像の通信を利用するには更に詳細な取り決めが必要であった。その意味では多岐性と多様性が大いに利用されている。まずOSIの7つの階層モデル(最下層の物理層から最上層のアプリケーション層)の優れた特徴の利用である。各階層の間の通信プロトコルを決めていたため、各階層の内の1つだけを独立に変更して使用できるなどの柔軟性である。通信関係の業界の人的リソース、物的リソースを共有できるという利点もある。

(2) M I P S 規格案

日本では昭和60年に通産省工業技術院の委託を受けた社団法人日本放射線機器工業会が「医用画像処理システムの標準化に関する調査研究委員会」(略称MIPS=Medical Imaging Processing Systems)を発足させた。MIPSでは前述のACR/NEMA規格を日本でも汎用規格として採用、制定する事を勧告している。⁽¹⁾ そして後述のMIPS規格案-87をも発行している。

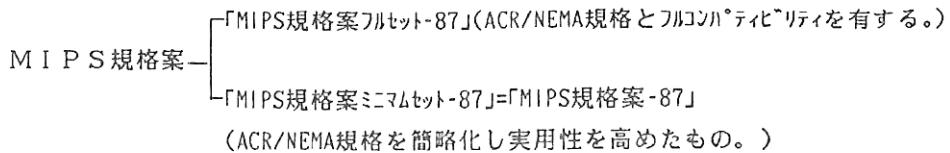
MIPSは標準化本委員会の下にMIPS標準化一分科会と標準化第二分科会がある。第一分科会はMIPS規格案の作成(画像フォーマットの標準化)、第二分科会はソフトウェアの標準化と規格適合性試験の実施を検討する作業を行っている。

昭和62年度のMIPS報告書(昭和63年度3月発行)ではMIPS規格案作成の必要性、ACR/NEMA規格とMIPS規格案の間の相違点、両者間の交信用変換ソフトウェアの検討、規格適合性試験の検討などを行っている。

(3) MIPS規格案-87⁽¹⁾

昭和62年度の調査研究の成果としてまとめられ、その後のACR/NEMA側の変更に対応して平成元年1月に発行したもので、日本放射線機器工業会に申し込めば有料で入手

できる。これはあくまでも前述のACR/NEMA規格に準拠して作成されたもので、次のような関連性を有している。



上の2つの内後者が本節で述べるものである。前者はACR/NEMA規格そのものである。MIPS規格案-87の必要性は次の通りである。

- (イ) 日本語（漢字、カナ等）の対応など、日本国内での使用に便利にする。
- (ロ) ACR/NEMA規格そのものではいくつかの技術的項目が選択肢を残したままになってしまっており、これらを全て考慮したソフトウェアを開発しようとすると、膨大な工数を必要として実用的とは言い難い。この様な技術的項目とは伝送の手段、誤り制御、フロー制御などがある。
- (ハ) 既に製造されている医用画像機器に通信機能を付加するためにはハード的にもかなり固定化して単純化しなければ標準仕様としてまとめる事が困難である。ましてやソフトウェアを改造にするにあたってはできるだけボリュームの少ないソフトに納めなければならないのでミニマムセットは必須となる。この取り決めが急がれた。

(4) ACR/NEMA規格とMIPS規格案の共通性

殆どが共通である。機能、ハードウェア。ISO-OSIモデルとの関連性は全く同じである。主な性能仕様であるエラー率、データ転送速度（目標最大速度8MB/秒）なども共通である。メッセージの定義の仕方、コマンドの構造は共通であり、細かな取り決めにおいてほんの数個所だけ異なる。

医用画像の表現形式については、画像のIDの仕方において若干の削除項目があることと、部位コードを取り決めていないこと、その他後述の変更の他は同じである。

(5) ACR/NEMA規格とMIPS規格案の相違点

- (イ) カナ文字と漢字の採用（JISX0201、JISX0208）
- (ロ) テキスト（記述情報）オーバレイ画像の削除。ただし付帯情報としての文字情報は残されている。
- (ハ) グラフィック情報（2値化画像）そのものの特別扱いを削除。通常の画像として扱う事は勿論残される。
- (ニ) 処理画像と複合画像の特別扱いの削除。勿論通常の画像として取り扱い可能。
- (ホ)撮影部位コードについては日本医学放射線学界のPACS委員会に検討を依頼しており、IRDコードのそのものの採用はベンディングとした。
- (ヘ) その他技術的に細かな事を決定した。

MIPS規格案の経済性の成果は本当に上がるのかどうか、ACR-NEMA規格によるシステムとの交信に実用性と経済性は充分かなどの問題点について引き続き検討中で

あり、報告書にも中間報告がされている。

(6) M I P S の今後の課題

- (イ) 試作評価試験の推進。規格適合性試験も含めて試作と評価の推進が望まれる。
- (ロ) データ圧縮のハードウェアが市販され、これを装備したシステムが市場に出ているので特に急がれる。
- (ハ) J I S 化への推進
- (ニ) 医学界とのコンセンサス作り

4. ファイル媒体と関連装置の標準化

P H D システムではファイル媒体とその関連装置の規格化は不可欠であろう。P A C S では前述のボトルネックの(4)はあまり検討はされていないが規格化が実現した場合のP A C S へのインパクトは計り知れないものがる。既に普及している磁気ディスク、フロッピーディスク、光ディスク等については遡っての対応は困難を予想されるが、今後の光磁気ディスクなどについては、磁気テープの様な国際基準にもっていく事が強く望まれる。

音楽産業の世界ではC D が見事に標準化が成され功を奏しているので5. 25インチの光磁気ディスクで医用画像の分野での標準化が出来そうにも思える。しかし困難な点も数多く存在するので、筆者は次の様な提案をしたい。

- (1) Physical I / O 即ち物理的なフォーマッティングやプロトコールについては医用画像以前の規格化を待って採用する。即ち光磁気ディスクの業界（例えば光技術振興協会）の規格化を前提とし、なるべく多くの企業参入の土台を前提とする。
但しこの時医用画像にも適用可能なる様にブロック長、レコード長、バケットサイズ等のフレキシブルな対応についてあらかじめ提案書ないし要請書を提出しておく。
- (2) Logical I / O 即ちファイルフォーマット等については前述のM I P S 規格になるべく準拠する。これは医用画像の表現形式や付帯情報の記述方法など決めてなくてはならないものについては既存の取り決めを流用すればよいという単純な理由の他に、通信ソフトへの受渡しの時にフォーマット変換せずに済むという便宜もあるからである。
- (3) 個人の秘密を確保するための方法を同時に検討する。

5. むすび

以上通信とファイルについての標準化について述べたが、C R T 表示や部位コード、その他の標準化など残された課題も多い。識者が一同に集まって真剣に討議する事が必要であろう。

〔参考文献〕 (1) デジタル画像と通信規格 M I P S 規格案-87 1988年3月
社団法人 日本放射線機器工業会

PACSとは？(定義・目的・メリット)

稻邑 清也(大阪大学医療技術短期大学)

1. 定義

PACS は Picture Archiving and Communication System for Medical Application の略であり、言葉通りに訳すれば医用画像、保管・通信システムとなるが、現在は医用画像管理システムという名が通用しつつある。

PACS は MRIなどの様に既に普及していて実体が確立されたシステムでは無く、先端技術を駆使していまだ開発途次にあるシステムであるというのが正確な表現であろう。

PACS を構成する必要な技術要素は既存の先端技術として活用される可能性をもちながらもソフトウェアの開発が行われつつあるというのが実状である。

定義を一言で言わなければならないとすれば次の様になるだろう。

医用画像をデジタル化して伝送し、大容量の記憶装置に蓄え、診断や治療のために医師が

必要とする画像を

必要な時に

必要な場所に

必要な附帯情報と共に

迅速に

送り届け、表示するシステムである。

システムの規模や性格のいろいろ設定できるが、効率よい画像情報管理や総合画像診断の支援を行うシステムと定義づけられる。

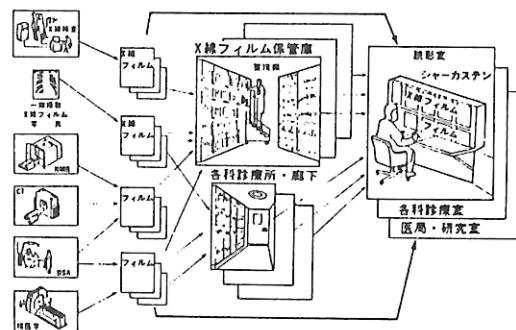
参考のために PACS の現行（導入前）と導入後の1例を第1図にイラストとして示す。

一方システム構成と機能の立場から PACS を定義すると第2図の様に表現されると考えられる。

画像収集は CT、MRI、CR、フィルムディジタイザーなどの医用画像発生装置あるいは診断装置あるいは既存の X 線フィルム画像をデジタル化して収集するサブシステムである。

これらの系の中にも表示装置をもつものやバッファメモリとしての画像保管の機能を持つものもあつてよい、これらは伝送系を経て画像保管のサブシステムに入れられ、あるものは画像処理されて再び伝

PACS (現行の状況)



(PACSの導入後)

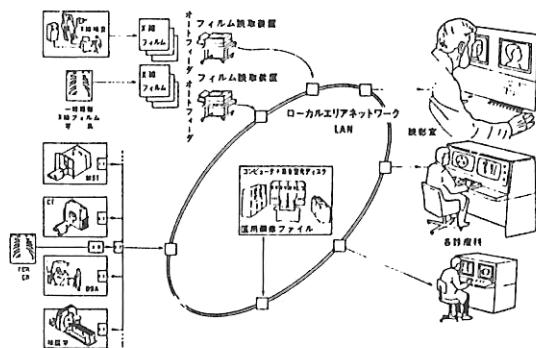


図 1.

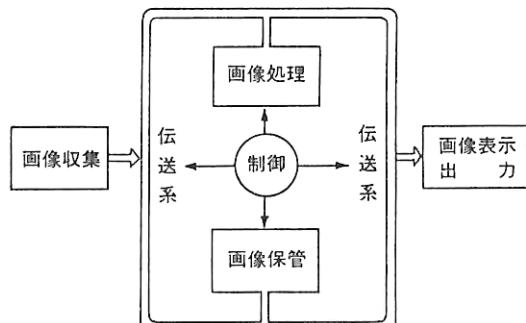


図 2.

PACS とは？

送系を経て画像表示あるいは出力される。

勿論上記の個々の機能や要素の中には制御の機能が含まれるが、全体のシステムを制御する基本ソフトウェアは当然開発されていなければならない。実はこのソフトウェアが、PACS 開発の最難関といえる。

この制御ソフトウェアは

速度
 { 検索速度
 { 収集速度
 { 画像処理速度

と

画質維持
 { 記憶容量
 { 表示品質
 { 収集品質

の相反する要求を満たさねばならない。

2. 目的と期待されるメリット

(1) 画像保存場所の節減

X 線フィルム写真の保管整理棚が多くの床面積を取るために、記憶容量が大きく、記録密度が大きいデジタル記憶媒体を使用して解決を図ることである。集合型光ディスクやデジタルデータレコーダーなどが使用され得る。

(2) コスト低減

ディープフィルムの使用削減、CT 収納 MT の削減などである。フィルムの保管整理やフィルム運搬の入件費の削減も期待される。

(3) 画像の紛失と散逸の防止

全ての画像がデジタル化されて保管されれば、

伝送と表示により貸出しをしなくてもよいのであるからこの問題は解決される。

(4) 画像の検索の迅速化と省力化

X 線フィルム保管整理棚からの取り出し運搬の代りに画像表示端末からの検索と表示を迅速に行わしめる、事務、看護、放射線の職員が本来の仕事をできる比率が大きくなる。

(5) 複数の場所で同時に同一画像を診ることができます。

ネットワークや電話回線によるテレラジオロジーなどで、任意の画像を任意の場所に伝送ができるので、離れた場所でもコンファレンスや検討や診断、治療計画などが可能となる。

(6) 診断情報の抽出・強調

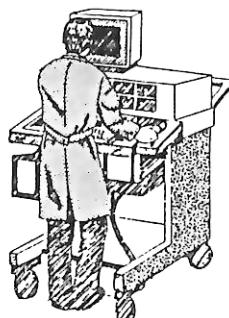
殆んどの画像処理はまだ研究の段階ではあるが視覚性を高めたり、診断し易いように濃度強調、輪郭強調、サブトラクションその他を行う事も既に試みられている。

(7) 総合画像診断

X 線フィルム、CR、CT、MRI、核医学、超音波などの画像をマルチモダリティ総合画像診断として駆使できる様にシステム化する。即ち読影システムをより総合的、多機能化する。

(8) 教育効果

上記の総合画像診断を行える診断医の教育や、ティーチングファイルの作成とその利用などに使用して効果を挙げる。



PACSに関する用語集

分類A. 画像通信に関する用語（アイウエオ順）

1. INS Information Network System の略で NTT の構想によるコンピュータ利用の大規模総合データ通信網。
2. ISO-OSI International Organization for Standardization-Open Systems Interconnection の略で国際標準化機構一開放型システム間相互接続のこと。ACR-NEMA のデジタル画像通信の標準プロトコルの母体となった通信標準。
3. RS-232C アメリカ電子工業会が制定した。データ端末装置の間を接続するためのインターフェイス規格。直列伝送方式。
4. イーサネット Ethernet 複数のコンピュータまたは機器または端末装置間を結ぶ伝送形式の一つで LAN の形式のうちの代表的なものとして普及している。
5. インターフェイス Interface 2つのシステムが相互に接続される接続点。プログラムとプログラム、コンピュータと周辺装置、機械と人間、装置と装置の間も指す。接続上の規則、条件などを意味する事もある。
6. NIU Network Interface Unit の略でネットワークと画像機器の間にに入るユニット。種々のネットワークへ接続するためのプロトコルの変換器である。
7. ACR - NEMA Americal College of Radiology と National Electrical Manufacturers Association の略で、デジタル画像通信規格を両団体が共同で作成している。
8. カラーファクシミリ Color facsimile 色相や彩度の情報も送れるファクシミリ。
9. コンピュータネットワーク Computer Network 複数のコンピュータ間を通信回線で相互に接続した網をいう。
10. コモンキャリア Common carrier 公衆通信事業者。電気通信事業を営む業者の総称。日本では NTT, KDD, 第2電々その他の業者。
11. キャプテン CAPTAIN 大容量の画像情報ファ

イルを持ち、共同利用型で多数の情報提供者に経済的な画像伝送・表示のサービスを提供するシステム。

12. 画素 Picture element 画像をデジタル化する時に、小さな碁盤の目の様な離散的な点と分割するが、これをいう。
13. CATV Community antenna television または Cable television 多目的の有線テレビのこと。双方向の CATV も出てきた。
14. CSMA/CD 方式 Carrier sense multiple access/collision detection system ゼロックスのイーサネット Ethernet で採用されているローカルネットワークの伝送方式、ネットワーク上でデータが衝突した場合は、その衝突を検知し、伝送路が空くのを待って再び送信する方式。
15. スター STAR 中心にあるコンピュータから自転車のスポークの様に四方八方に伸びる様に接続されているデータ通信網の形式。星状ネットワーク。
16. シンク sink 情報を受信する側の装置。
17. 写真伝送 photo telegraphy または photo facsimile のこと。ファクシミリの一種で原画の階調の再現を考慮し、受信記録に写真的手段を用いる。
18. 静止画通信 still picture communication 静止した画像を伝送する。電記回線が使えるまで伝送帯域幅を狭くすることができる。経済的で長距離伝送に向く。
19. 全2重 full duplex 通信端 A, B がある時、どちらからの方向にも通信でき、かつ両方向同時に通信できる方式。
20. ソース 情報を送出する側の装置
21. GPIB General Purpose Interface Bus 並列転送のデータ転送の形式、ハードウェア・ソフトウェアが完備される。RS-232C に比べてデータ転送速度は速いが長距離には向かず、コストも高い。
22. 直列転送 Serial transfer 1本の回線上を順次に転送されるデータの転送形式。
23. 直列伝送 Serial transmission ある信号の集ま

- りを時系列的に 1 つの回路で順次伝送すること。並列伝送と対比される。
- 24. 通信処理 communication processing** 本来の情報の内容や意味を変えずに、プロトコル変換や蓄積等を実現する通信網の機能。
- 25. テレメディスン Telemedicine** 医用情報の通信のために遠距離通信システムを利用する事。コンピュータを利用する情報処理が介在する場合が多い。
- 26. テレラジオロジー Teleradiology** 上記のテレメディスンの内でも特に放射線画像（X 線フィルムなど）を送受信する。これにより遠距離での画像診断を行い、その情報もやりとりする。
- 27. テレラジオグラフィ Teleradiography** 現在は上記のテレラジオロジーとの差異はないと考えられるが、画像のやりとりのみを指すこともある。
- 28. データ転送速度 Data transfer rate** 通信回線で直結されている伝送装置間で伝送される情報の単位時間当たりの平均伝送速度。bit/sec Byte/sec で表わされる。
- 29. トポロジー Topology** 通信ネットワークの形式や構造を指す。スター形、バス形、ループ形、リング形およびこれらの複合形がある。
- 30. NAPLPS** パソコン通信による自然画の送信受信に用いられるプロトコールの一種。
- 31. ネットワーク Network** コンピュータや端末装置を接続するために用いられている機器及び線路等をもって構成される伝送媒体。伝送機器が交換機の様なハードウェアのみではなく、ソフトウェアも指す。
- 32. ネットワークアーキテクチャ Network architecture** 前述のネットワークやコンピュータネットワークの構成において、通信回線によって相互に結ばれる装置どうしが通信をするために取り決める通信規約（プロトコル）の体系。汎用的でかつ論理的に記述されていなければならない。
- 33. ノード node** LAN などのデータ通信システム（ネットワーク）の中において情報処理機能および通信機能を果たしている接続ポイント。データの中継点や送信元や宛先でホストコンピュータ、前置処理装置、遠隔処理装置、端末装置などがノードに相当する。
- 34. パソコン通信 Personal Computer and General Public Telephone Line** パーソナルコンピュータと一般公衆電話回線を用いて不特定多数の加入者同志で通信を行う。ファクシミリと異なる点は 2 者間通信のみならず、センターのパッファを利用してメールボックスや Bulletin Board（掲示板）などの様な機能を出来る。文字データばかりでなく最近はカラーの自然画伝送も低成本で通信できるようになってきた。
- 35. バス Bus** 回線に接続されている多数の任意の始点から多数の任意の終点に対してデータを伝送するための共通の媒体。伝送ハードウェアを指すこともありソフトウェアを含めたものを指す事もある。回路の構造は単純化され、ソフトも汎用化されていなければならない。
- 36. PACS Picture Archiving and Communication System for Medical Application** の事で医用画像保管通信システムの事。最近では医用画像管理システムの方が一般的な名称となりつつある。
- 37. パケット Packet** データ交換あるのデータ通信において装置相互間において伝送される宛先アドレスをつけた約 2000 ピットから成るデータの集団（ブロック）をいう。画像伝送では特に医用画像の場合は 2000 ピットより多くせざるを得ない。
- 38. 光データハイウェイ Optical Fiber Highway** 光ファイバーケーブルによる伝送路で大容量のものをハイウェイという。
- 39. 光ファイバー Optical Fiber** 石英ガラス等で作られた細い繊維状の管で、中をレーザー光線を通して高速通信に使用される。
- 40. 標準インターフェイス Standard Interface** 2 つ以上の異なった形式の構成要素を接続する時に、それらの境界（インターフェイス）を共用される部分として統一したもの。
- 41. 付加価値通信網 Value Added Network VAN** 電気通信事業法に基いて営業する事業者から電気通信回線にコンピュータやパソコンを接続し、伝送や交換を行うのみならず、パソコン相互間の通信を媒介したり、データの符号変換、形式変換、プロトコル変換、情報処理、情報加工と新しい価値の付加などの機能を持たせて、通信・処理サービスを提供するためのネットワークを言う。通常電話回線が使われる。
- 42. プロトコル Protocol** コンピュータ相互間、あるいはコ

ンピュータと端末間で通信を行う際に必要な通信の規約。相互に理解できる内容を表現するためのフォーマット構成、その送信受信の方法手順などの規則。プロトコルは標準化されていなければ広く使うことができない。

43. ブロードバンド Broad band 多数の通信回線を確保し、同時に多重通信ができる広い周波数帯域幅をもった周波数変調方式の信号伝播方式。画像通信では同軸ケーブルを用いたものが一般的であり、光通信とは区別されている。

44. マルチメディア通信 Multi media communication 音声、文字、画像などの各種メディアを目的に応じて変換して通信することを言う。

45. MIPS Medical Imaging Processing System 医用画像処理システムの標準化に関する調査研究委員会。日本放射線機器工業会が通産省工業技術院標準部電気規格課より委託を受けて調査研究を行なっている。委員は医学界、工業界、メーカーから成る。ACR-NEMA 規格案をもとにデジタル画像通信の標準プロトコール、インターフェイスの標準化のための活動を行なっている。その原案が発行されそれも MIPS と称している。

46. モ뎀 MODEM modulator 変調器と復調器(demodulator)の両方の機能を備えた“変復調装置”的こと。電話回線によるデータ通信の場合、電話回線とデータ送受信装置の間に取り付ける。

47. ループ Loop ループ状に各端局を結ぶ通信網のトポロジーの一種である。リング Ring と混同される事もある。

48. レスポンスタイム Response time 応答時間のこと。データを要求する操作を行なってから期待するデータの最初の応答が来る迄の時間をいう。

49. ローカルエリアネットワーク Local Area Network : LAN 限られた地域内(例えば病院内)の高速ネットワーク。種々の装置、例えば電話、パソコン、コンピュータ、画像診断装置、画像ワークステーションなどを同軸ケーブルや先ファイバで端局 NIU を同じして接続する。ハードウェアのみならずソフトウェアを含めた通信システム。

分類B 画像保管・画像処理・画像表示に関する用語(アイウエオ順)

1. アーカイビング Archiving “記録の”, “保管

の”, “記録保管用”の意味

2. アプリケーションプログラム応用プログラム 基本ソフトウェアの反対の意味で実際の業務に密着したソフトウェア

3. アレイプロセッサ Array processor 高速演算を可能にするための演算処理方式とそのハードウェア。多数のプロセッサを持っておりそれらの1つ1つの性能を最大限に引き出し、同時に傷かせるために格子状(アレイ状)にプロセッサを並べる。そして並列運転して演算を全てのプロセッサが休みなくやれるようにした。パイプライン方式を取り入れた高速演算装置の1つ。

4. オーバレイ overlay 画像の1部の上に他の画像の1部をもってきて置き換えたり、重ね合わせたりすること。

5. オペレーティングシステム Operating system 計算機プログラムの実行を制御するソフトウェア。資源の管理、ジョブの管理、制御管理、スケジュールの管理、入出力制御、ファイル管理、システムファイル管理など本質的な機能をもつ。全ての応用プログラムはこの“OS”の下で動くようになっている。

6. 階調 Tone, Gradation, Gray scale 濃淡の程度を白から中間調(灰色)、黒へと数値で表現した階層のこと。グレイレベルとも呼ばれる。

7. 階調補正 Gray level correction 入力系により画像を入力する時、その系の性質により階調が原画像と異なる曲線または特性をもって入ることがある。これを補正してもとの特性に戻すこという。濃度値補正とも言う。

8. 解像度 resolution 白と黒の画素を空間上で交互に与え、画素数を次第に減らしていく眼で見て白黒の区別がつかなくなる限界の値。

9. 階層構造 Hierarchy 装置やソフトウェアのモジュール、あるいはある概念などを目的や機能に応じて階層的に上下関係と枝分れをつけて配置していること。これにより全体を1つのシステムとして効果的に運用する。

10. 画質評価 画像処理した結果の画像や、通信された画像とともに画像と比較し、だれだけの忠実性が保たれたか、あるいは損われたかその画質を評価すること。

11. 画像圧縮 Image compression 画像を伝送したり保管するためにデータ量をへらすこと。可逆的方法と非可逆的方法がある。前者は圧縮後のデータから元の画像を数学的処理により完全に復元できる方法。後者は復元後に画質の劣化が起こる。しかし後者の方が圧縮率が上り、伝送や保管には便利である。臨床的なチェックを行う必要がある。
12. 画像処理 Image processing 画像信号をデジタル化してデータ変換、認識、計測、特徴抽出などを行う操作を言う。
13. 画像データベース image database 画像情報を大量に整理・統合・保管し、コンピュータ処理に供することが可能な記憶装置とデータの集合体。ソフトウェアそのものを指すこともある。
14. 画像強調 image enhancement 画像を診断し易いように、画像に含まれる情報を選択的に強調したり、雑音などの好ましくない影響を取り除くなどの処理を行うこと。視覚的により強く訴える。コントラストの強調などの階調変換、微分処理、高域通過フィルタ処理、平滑化（雑音の除去）などの多くの手法がある。
15. ガンマ補正 Gamma correction 受像管の信号電圧 E に対して発光する光の強さ L は
- $$L = k \cdot E^\gamma$$
- という関係式で近似できる。これを両対数グラフで表示すると勾配 γ の直線となる。この γ で規定される表示特性を γ 特性という。画像の入力の時、出力の時、通信の時、表示の時など、 γ の値が元の値と異なることがしばしばあるがその値を補正して元の値に戻すことをいう。
16. 輝度 luminance 人の感じる主観的な明るさとよく対応できる様に視覚刺激の強度のものさし。単位面積当たりの光度を単位とする。 cd/m^2 （カンデラ/平方メートル）、nit（= 1 cd/m^2 ）（ニット）も用いる。
17. グラフィックディスプレイ Graphic display 文字も画像も表示できる CRT 表示装置。人間との対話機能が重視されている。
18. グレイレベル gray level 画像の各画素における明るさ brightness や暗さ darkness を表現する数値のこと。デジタル画像においては 8 ピットで表現する時、白を ϕ 、黒を 255 に対応させ 256 段階に対応させる。1 ~ 254 の値が灰色を示す。階調をグレイレベルの意味で用いる事もある。
19. 高品位テレビ High definition television (HDTV) 現在のテレビの画素の 5 倍の画素をもつ画質を向上させたテレビ。高精細度テレビとも呼ばれる。走査線数は現行テレビの 525 本に対して 1125 本、縦横比は現行の 3 対 4 から 3 対 5 と幅を広くしてある。周波数帯域幅は現行の 4.2MHz から約 7 倍の 30MHz が必要となる。
20. 3 次元ディスプレイ 本来 3 次元の物体を 2 次元表面の上に表示すること。透視法、隠れ線・隠れ面の除去、陰影掛け、動画による立体感など画像処理を工夫して表示している。最近では articulation とか、rendering という言葉も使われる。
21. 細線化 thinning 血管の線にある太さを持った線図形の内、中心のみの線幅 1 画素の心線にまで細める事をいう。
22. CRT cathode ray tube ディスプレイ装置に使用する陰極線管。日本ではブラウン管とも呼ばれている。
23. CRT 表示装置 CRT display CRT（ブラウム管）を使用して画像、文字等を表示する装置。
24. CCD charge coupled device 電荷結合素子のこと。光の強弱の画像信号を電気信号に変換する画像センサーとして使われる。PN 接合の半導体素子に入射する光の強さに比例した電荷を蓄積し、外部からのパルスにより電荷を運び出す。最近は 4000 素子以上のライセンサが作られている。ライセンサーのみならずアレイセンサもありこれはテレビカメラに使用される。
25. 実効スループット 運用してみて始めて測定値として判る実際上の運用効率または伝送スピード
26. 集合形光ディスク装置 光ディスクをジューケーボックスの様に多数枚を 1 つの装置の中に収めておき、必要に応じて自動的に取り出してきて、読み書きステーションを持ってきて読み書きを行い、済むとまた元の位置に戻す装置。
27. テクスチャ Texture 画像においてその中のある要素がある種の規則に従って配列されてできる繰返しパターンをいう。布地などを眺めた場合それに細かい構造と規則性があるが、これが好例である。テクスチャ解析により画像を分類

したり、診断情報を抽出したり、3次元情報を得るためにも利用される。

28. ディジタル画像 画像を標本化(サンプリング)により画素と呼ばれる小さな離散的な点の集まりに分割し、その点における濃淡の値も整数値で表現(量子化)したもの。この標本化と量化2つを同時に行うがこれを画像のデジタル化という。

29. デジタルデータレコーダー Digital data recorder VTR(video tape recorder)において画像信号をデジタル化して記録できるようにしたものがデジタルVTRであるが、これを任意の画像をコード化して記録できるようにしたレコーダー。

30. データフォーマット 画像データの表現形式や構成様式で、記録や通信のために必要な取り決め。

31. 特徴抽出 feature extraction 画像処理をしてある観測されるパターンから、ある特有の性質(=特徴 feature)を具体的に数値化して表現する操作をいう。

32. 2値データ 0か1かの1ビットのみで表わされるデータ。画像では白か黒かで中間の灰色のないデータ。例えばファクシミリの絵や文字が2値データ。X線フィルム写真などは多値データという。

33. ハードコピー hard copy コンピュータからの画像情報などの出力情報を保存しておくために、紙やフィルムなどに記録すること。人間が直接視認できる事が前提。

34. バーコード barcode 太さや間隔の異なる縦線の組合せによるコードで光学的に読み取られる通信媒体。約に印刷されている。

35. パイプライン方式 データを入力すると連続的に演算が実行されて次々と演算結果が出力される処理方式の高速演算の方式。演算の並列実行が可能となる。

36. パネルディスプレイ panel display 奥行きが長く、床面積の大きいCRTディスプレイの欠点をなくし、シャウカステンの様に薄形のディスプレイを実現しようとするもの。液晶、プラズマディスプレイなどが開発されている。

37. 光ディスク装置 レーザービームを円板状のデ

ィスクの表面にあて、作られる円弧上の軌道の反射率を変える物理的変化を与えることにより記録する方式とその装置、読み出す時もレーザービームをあてて反射光の強弱を検知して読む。

38. ファイルディレクトリ file directory ファイルの目録または目次の一種。表として収納されている。ファイルを管理するのに必要な情報を含めている。そのファイルの名前、ファイルの構造、ファイルのサイズ、ファイルのアドレス、収容年月日などが含まれる。ファイルの内容を読んできたり書き替える時は必ずこのディレクトリを読まないといけない。始めて書く時はこれが新しく作られる。ファイルの1つ1つの要素(ブロックなど)の直前にあるものはヘッダと呼ばれ、ディレクトリとは区別される。

39. ファイル構造 file structure ファイル中にあるデータ相互間の関係づけをいう。線形構造、木(tree)構造、ネットワーク構造、階層構造などがある。

40. ファイル媒体 file medium ファイルを記憶している物理的な媒体。光ディスク、磁気ディスク、デジタルデータレコーダー、などである。ハードコピーで使う紙やフィルムなどは記録媒体と云い、ファイル媒体とは区別している。

41. フォーマット FORMAT 入出力させるデータの記述形式あるいは通信させるデータの伝送形式を具体的に取り決める規約のようなもの。一般的にコンピュータの内部や外部でのデータ形式としてのデータフォーマットを指すこともある。

42. ポート baud 変調してデータを送る時の変調のスピードの単位である。例えば0か1を表わすために必要な時間が5 msecかかるとする変調では1秒間に200ビットを送るので200ポートとなる。

43. マルチモダリティ “多機種の”または“多方式”的意味。診断の分野ではCT、MRI、DSA、X線フィルムなど、画像診断装置が多機種にわたること。治療の分野ではリニアックのX線、電子線、小線源など異なった線源のこと。

44. モダリティ Modality “機種”, “方式”, “手法”, “装置形式”的こと。診断の分野ではCT、MRI、超音波など、治療の分野ではリニアック、コバルト、ラジウム針など。

45. メッセージ message 情報の伝達に使用される有限長の文字、数字、記号の組合せである。通信線を経て送られる始めと終りが明確に規定されたデータを言う。コンピュータと人間との間に交わされる会話、たとえばエラーの伝達や注意情報などを指すこともある。

46. メッセージ構造 message structure メッセージをある目的に移送するために定められた符号の配列。一般にヘッダ、テキスト、メッセージ終了表示の3つから成る。ヘッダは次に続くテキストの取扱を受信側に指定するための一連の符号列。宛先とか経路を含む。テキストは伝達すべき情報をそのものを言う。

47. 離散的コサイン変換 Discrete cosine transform 直交変換の1つで、コサイン行列を用いて直交変換を行う。このコサイン行列は

第1行はすべて1

第2行以下は

$$\{\cos(2x+1)k\pi/2N\}$$

($x=0, 1, \dots, N-1$; $k=1, 2, \dots, N-1$)

の要素からなる。処理方式が簡単なため、最近画像処理やその符号化に用いられ始めた。特に画像データ圧縮に効果を示す。

48. レコード長 record length 1つのレコードを構成する文字数や語数。レコードとは構成する文字や語のこと。各レコードで文字数や語数が一定と決められた固定長レコードと、それが異なる可変長レコードがある。後者の場合には文字数や語数がレコード長としてレコード先頭のレコード記述語に記述される。

49. ローカルファイル Local file 端末装置などで使用される局部的なファイル。また病院の各部門毎に設けられる局部的なファイルとも指す。セントラルファイル・セントラルデータベースの反意語。

50. ワークステーション Workstation 画像をデータベースより検索し、ディスプレイしたり画像処理した上でディスプレイする機能を有する操作卓。画像処理において高度の機能をもつ場合、インターフェンス・ワークステーションとも呼ぶ。

(以上)



PACSに関する主たる文献

分類A . PACS全般

- (1) 飯沼武「日本における医用画像管理システムの研究の現状と将来」日本医学放射線学会物理部会誌 Suppl. No. 28, Oct. 1988
- (2) 稲色清也「PACS の技術動向について」日本医学放射線学会物理部会誌 Suppl. No.24 Sept. 1986 pp. 31～56
- (3) 岡部哲夫「医用画像管理システム(PACS)」、最近の医用画像診断装置(木村博一監修) pp. 240-269, 朝倉書店1988
- (4) 稲色清也「PACS の本格化のために、世界の PACS の潮流と日本での課題」新医療1988年9月号 pp. (89) ～(94)
- (5) 岡部哲夫「PACS の技術的展望」放射線科学 vol. 31, No. 8 Jul. 1988. pp. 193～197.
- (6) G.G. Cox, S.J. Dwyer III, A.W. Templeton "Computer networks for image management in radiology : an overview" CRC Critical Reviews in Diagnostic Imaging, Vol. 25, Issue 4, pp. 333-371, 1986
- (7) A.W. Templeton, S.J. Dwyer III, "Implementation of an online and long-term digital management system", Radio Graphics, 5, 121, 1985
- (8) A.W. Templeton, G.G. Cox, S.J. Dwger III, "Digital image management networks : current status", Radiology vol. 169. No. 1, 1988 pp. 193～199.
- (9) D.N. DeSimone et al "Effect of a digital imaging network on physician behavior in an intensive care unit" Radiology vol. 169, No. 1, 1988 pp. 41～44
- (10) HK. Huang et al "Picture archiving and communication system for radiological images: state of the art." CRC Critical Review in Diagnostic Imaging 1988. vol 24. No. 2. pp. 383～427
- (11) R.K. Taira "Design and implementation of

picture archiving and communication system for pediatric radiology. AJR vol. 150. 1988. pp. 1117～1121

- (12) P.S. Cho et al "Clinical evaluation of a radiologic picture archiving and communication system for a coronary care unit." AJR vol. 151. 1988 pp. 823～827
- (13) R.L. Arenson et al "Clinical evaluation of a medical image managenent system for chest images," AJR, vol. 150, 1988 pp. 55～59
- (14) H.K. Huang "Picture archiving and communication system (PACS)" Radiology vol. 165 p. 221
- (15) D.R. Haynor ""Old study" and the correlative study: quantitative implications for PACS" Proc. SPIE vol. 1093 Medical Imaging III paper No. 1093-02 1989.
- (16) J.G. Robertson, et al "Measurment of the diagnostic performance of a multimedia medical communication system" Proc. SPIE vol. 1093 Medical Imaging III paper No. 05 1989
- (17) S.K. Mun et al "Total digital radiology department: implementation strategy and requirements" ibid paper No. 1093-18, 1989.

分類B . 画像通信, Teleradiology

- (1) 稲邑清也「Teleradiology の現状と動向」映像情報(M) Vol. 19, No. 2. 1月1987 pp. 72～76
- (2) 太田宏 他「画像データ圧縮とその伝送・保管への効果」映像情報(M) Vol. 18, No. 14. pp. 307～311. 1986
- (3) J.R. Cax Jr., G.J. Blaine et al. "Optimization of trade-offs in noiseless image transmission" Proc. SPIE vol. 1091. Medical Imaging III 1989
- (4) R. Martinez et al "Design and performance evaluation of high speed fiber optic integrated computer network for picture archiving communication system" Proc. SPIC vol. 1093 Medical Imaging III paper No. 08 1989

- (5) W.J. Dallas et al "Fiber-optic network system for PACS" Proc. SPIE vol. 1093 Medical Imaging III paper No. 12 1989
- (6) R. Valée et al "Modeling and simulation of multimedia communication networks" Proc. SPIE vol. 1093 Medical Imaging III paper 1093-14 1989
- (7) G.W. Secley et al "Comparison of the Dupont teleradiology system to conventional CT images of the chest" Proc. SPIE vol. 1093 Medical Imaging III 1989
- (8) A.F. White et al "Teleradiology systems practical applications" Proc. SPIE vol. 1093 Medical Imaging 1989
- (9) S.P. Ricca et al "Impact of advanced fiber optic and ISDN technologies on PACS networking" ibid paper No. 1093-19 1989
- 分類C . PACSの経済効果**
- (1) 稲邑清也, 飯沼武「医用画像の保管検索の経済評価法」画像診断 vol. 4, No. 10, 1984.
- (2) S.K. Mun et al "Cost Analysis for the developing digital imaging network" Medical Imaging II, SPIE, Feb. 1988. Newport Beach
- (3) J. Vanden Brink, "Cost analysis of present methods of image management" Proc. SPIE vol. 767 Medical Imaging I 1-6 Fel. 1987. Newport Beach pp. 758~764
- (4) A.O. Saarinen et al "Modeling of the economics of PACS: what is important?" Proc. SPIE vol. 1093 Medical Imaging III paper No.10 1989
- 分類D . 画像処理による診断情報抽出
及び新装置による診断, 画質評価**
- (1) J.C. Wandtke et al "Improved pulmonary nodule detection with scanning equalization radiography" Radiology vol. 169. No. 1 Oct. 1988 pp. 23-27
- (2) H. Vlasbloem. et al "AMBER: A scanning multiple-beam equalization system for chest radiography" Radiology vol. 169 No.1 Oct. 1988. pp. 29~34
- (3) L.J. Schultze Kool "Advanced multiple-beam equalization radiography in chest radiology : a simulated nodule detection study" Radiology vol. 1669 No. 1. Oct. 1988. pp.35~39
- (4) M.L. Giger, K. Doi, H. MacMahon, "Computer-aided diagnosis of pulmonary nodules" Proc. Chest Imaging Conf., Madison, Wi, ed. by W.W. Peppler and A.A. Alter, pp. 135~137, 1988
- (5) M.L. Giger, K. Doi, H. MacMahon, "Computerized detection of pulmonary nodules: preliminary studies with clinical chest images" AJR, 1988
- (6) HP Chan, K. Doi "Monte Carlo simulation in diagnostic radiology." In : Monte Carlo simulation in the radiological sciences. R.L. Morin (ed.), CRC Press Inc., Boca Raton, Florida, pp. 103~191, 1988
- (7) H. Fujita et al "Investigation of basic imaging properties in digital radiography. 12. effect of matrix configuration on spatial resolution", Med. Phys. vol. 15. pp. 384-390, 1988
- (8) K. Hoffmann et al "Image feature analysis and computer-aided diagnosis in digital radiography. 4. automated tracking and computer reproduction of vessels in DSA images." Phys. Med. Biol. 1988
- (9) H. MacMahon, "Digital chest radiography : effect on diagnostic accuracy of hardcopy, conventional video, and reversed grey scale video display format". Radiology, vol. 168 pp. 669~673, 1988
- (10) S. Katsuragawa, "Image feature analysis and computer aided diagnosis in digital radiography. detection and characterization of interstitial lung disease in digital chest radiographs "Med. Phys. vol. 15, pp. 311~319, 1988
- (11) G.F. Powell et al "Localization of inter-rib spaces for lung texture analysis and computer -aided diagnosis in digital chest images" Med. Phys. 1988
- (12) H.P. Chan et al "Computer-aided detection of microcalcifications in mammograms: meth-

- odology and preliminary clinical study." Investigative Radiology, 1988
- (13) K.R. Hoffmann "Three-dimensional reproduction of coronary vascular trees using the double-square-box method tracking. Proc. SPIE 914 : pp. 375~378, 1988
- (14) C.E. Metz "Some practical issues of experimental design and data analysis in radiological ROC studies." Investigative Radiology, 1988
- (15) W. Hillen, "Imaging performance of a selenium-based detector for high resolution radiography" proc. SPIE, vol. 1090, Medical Imaging III, paper No. 32. 1989
- (16) F.P. Ottes. et al "Diagnostic image quality evaluation chain: Applications of the feasible package in practice.", Proc. SPIE, vol. 1093, Medical Imaging III, paper 1093-01, 1989
- (17) D.H. Davies et al "Automatic detection of microcalcifications in digital mammograms using local area thresholding techniques" Proc. SPIE, vol 1092 Medical Imaging III, paper No. 19 1989

分類E. CRに関する論文

- (1) H. Kangaloo et al "Two year clinical experience with a computed radiography system" AJR 1988 ; vol. 151, pp. 605~608
- (2) C. Morioka et al "Receiver operating characteristic analysis of chest radiographs with computed radiography and conventional analogue films" Radiology vol. 169 (P) Suppl. p. 349
- (3) C. Morioka et al "ROC comparison of chest radiographs from computed radiography and conventional analog films" Proc. SPIE vol. 1091, Medical Imaging IV, paper No.19. 1989

分類F. 光ディスクの応用

- (1) N.J. Mankovich, "Operational radiologic image archive on digital optical disks" Radiology, vol. 167 1988. pp. 139~142

分類G. レーザスキャナ, レーザプリンタ

- (1) S.C.B. Lo et al "Performance characteristics

of a laser scanner and laser printer system for radiological imaging" Computerized Radial. vol.10. No. 5, 1986. p. 227

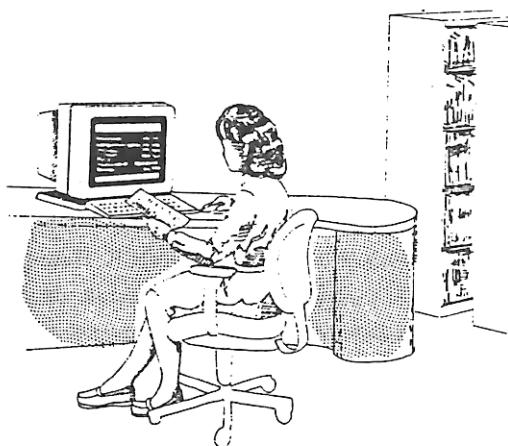
分類H. 画像表示

- (1) D.V. Beard et al "Evolved design of a radiology workstation using time-motion analysis and the keystroke model" Proc. SPIE, vol. 1091, Medical Imaging III paper No. 15. 1989
- (2) R.F. Dillon, et al, "User testing of the image navigation system for a radiological workstation" Proc. SPIE, vol. 1091, Medical Imaging III, paper No. 16. 1989
- (3) H. Rusinek, et al, "Three dimensional rendering of medical images: surface and volume approach" Proc. SPIE, vol. 1091, Medical Imaging III paper No. 23 1989
- (4) S.B. Lo, "Development of pictorial directory workstation for rapid image presentation" Proc. SPIE vol. 1091, Medical Imaging III, paper No. 26 1989
- (5) A. Gamboa-Aldeco, "Workstation design for analysis of soft tissue images from tomographic modalities by clinical application" Proc. SPIE vol. 1091, Medical Imaging III, paper No. 29 1989
- (6) H. Roehrig et al, "Physical evaluation of CRT's for use in digital radiography," Proc. SPIE. vol. 1091, Medical Imaging III, paper No. 30 1989
- (7) J.C. Gee et al "User interface design for a radiological imaging workstation" ibid paper No. 1093-17, 1989

分類I. 画像圧縮

- (1) 寺江聰他「デジタル化 X 線画像の圧縮と許容しうるデータ圧縮率の検討」日本医学放射線学会雑誌第47巻第9号 Sept.1987. pp. 1189-1197
- (2) H.K. Huang et al "Radiological image compression using error-free and irreversible two dimensional discrete-cosine-transform coding techniques." J. Optical Soc. Am. vol. 4. No. 5. 1987. pp. 984~992
- (3) K.K. Chang et al "Radiological image com-

- pression using full-frame cosine transform with adaptive bit allocation" Computerized a Medical Imaging and Graphics. 1988
- (4) B.K.T. Ho et al "High speed image compression system, prototype and final configuration" Proc. SPIE : Medical Imaging II, vol. 914. pp. 786-791, 1988
 - (5) H. Blume "Extension of the ACR-NEMA digital interface communications standard to compression techniques: status report" Proc. of SPIE. Medical Imaging II : vol. 914 part B. pp. 823~826
 - (6) J.R. Abramson et al "Data compression in the PACS environment" Proc. SPIE, Medical Imaging III vol. 1091. 1989
 - (7) S. Lou et al "Comparison of interpolative versus full frame cosine transform image compression on digital chest radiographs", Proc. SPIE vol. 1091, 1981
 - (8) E.A. Riskin et al "Variable rate vector quantization for medical image compression with applications to progressive transmission" Proc. SPIE vol. 1091 paper No. 14. Medical Imaging III. 1989
- 分類J. 標準化
- (1) ACR-NEMA Digital Imaging and Communication Standard, Publication 300-85 NEMA, 1985
 - (2) ACR-NEMA Data Compression Standard, Publication No. "Draft" NEMA, 12/19/1987
 - (3) Y. Wang et al "ACR-NEMA digital imaging and communications standards: minimum requirements" Radiology vol. 166 1988 pp. 529 ~532
 - (4) K.M. McNeill "A fiberoptic PACS network with ACR/NEMA Interfaces" Radiology vol. 169 (p) 1988 Suppl. p. 357
 - (5) M. Osada "Problems of the ACR-NEMA Communication protocole and their solutions" Radiology vol. 169 (p) 1988 Suppl. p. 357
 - (6) H. Blume "Extension of the ACR-NEMA digital interface communications standard to compression techniques: status report" Proc. SPIE vol. 914 Medical Imaging II part B pp. 823-826
 - (7) G.L. Reijns et al "Performance, reliability and hardware implementation aspects of the ACR-NEMA standard for medical image exchange" Proc. SPIE vol. 1093 Medical Imaging III, 1989
 - (8) U.M. Maydell et al "Performance of the ACR/NEMA protocole" Proc. SPIE vol. 1093 Medical Imaging III, 1989
 - (9) 喜多紘一「PACS と規格」日本放射線技術学会雑誌第43巻第10号 昭和62年10月





PACSの現状 —その効用と導入方法—

大阪大学医療技術短期大学部

教授 稲邑 清也

1. PACSの必要性の背景

これまで医用画像のはほとんどは、フィルム写真という形態をとってきました。フィルムは周知のように3つの大きな機能を兼ね備えた優れた媒体です。即ちフィルムはそのものが画像のセンターであり、記憶媒体であり、しかもそれ自身を光にあてるにより表示能力をもっています。この便利さ故に、短所は長い間カバーされました。

ところが医用画像の多様性、多種類性の傾向はもとより、画像の絶対数が増えてきたので、フィルムの管理と保管場所の確保の困難が、その閾値を越えて前へ踊り出てきました。従って迅速で経費のかからない画像保管、通信、表示が必要になってきました。

2. PACSの目的と効用

(1) 画像診断への貢献

第1表にPACSがどのように画像診断へ貢献できるか、その期待をリストアップしました。1.の複数モダリティによる総合画像診断や、2.の過去の画像と現在の画像との時系列的な比較診断については、PACSがなくても既に診断医が実行していると言われるかも知れません。しかしPACSにより、よりやり易く、より頻繁に行えるようにするという期待があります。しかも診断医の経験と能力の発揮のしどころなので、このような新しい付加価値を抽出しての読影や診断については、診断情報がアップされるべきであろうというのが筆者の意見です。これにより、病院でもPACSの設置が容易になるであろうと考えます。

第1表 PACSの画像診断への貢献

1. 複数モダリティによる総合画像診断
2. 過去の画像と現在の画像との時系列的比較診断
3. 計算診断
4. 立体画像の合成と表示
5. 診断情報の抽出

ましてや近年、CR (computed radiography) のように画像センターがフィルムから独立して使われだし、画像の伝送や表示が別物として表舞台に出ざるを得なくなっていました。

これまでの画像を発生する装置やフィルムのメーカーたちも、今やコンピューターと通信の技術的问题を解決していくかなければならない時代になってきました。

一方、フィルムレスの問題についてもアメリカのあるシンクタンクの予想では、1995年には医用画像に占めるフィルムの割合はほぼ半分になるとのことです。ただ医用画像の絶対数が増えるので、フィルムの総数はあまり変わらないとの予想です。

第2表に現在研究段階にある画像処理の診断情報の抽出のテーマを、文献上から挙げてみました。

他に画像認識に関する研究 (Perception study) が主にアメリカで進められており、CRT診断の可能性について地道な追求も始まっています。

第2表 画像処理による診断情報の抽出(研究段階)

部位	診断対象	画像処理
胃	二重造影、病変抽出	輪郭抽出、細線化、他
胸部	ノジュールの検出 肺組織内の浸潤の評価	適合フィルター テキスチュア解析
乳房	微小石灰化の検出	バンドバスフィルタ
心臓	アンギオグラム	相互メディアンフィルタ強調
脳管	血管寸法	スムージングと相互コンボリューション
	血管追跡	エッジング
	血管位置の認識	画像強調・グレイスケール応景path最適化 ダイナミックプログラミング

(2) 画像保管場所の節約

1日に500枚のX線フィルムを撮影する病院では、年間13万枚のボリュームになります。これは上下4段のX線フィルム保管整理棚6基以上を必要とします。しかし、これを光ディスク(2.6GB/枚)にデジタル保管しますと、幅1.8mの光ディスク保管整理棚で上下4段には満たないスペースを占めるだけとなります。年間217枚の光ディスクに入るからです。

またX線CTの画像を収納する磁気テープ(MT)装置の場合ですが、年間12,470スライスの画像はMTで約30巻になりMT保管整理棚3段を占めますが、2.6GBの光ディスク1枚に収納できます。X線フィルムの場合ですと省床面積効果は7.5倍以上あり、CTの場合は計り知れない効果となります。

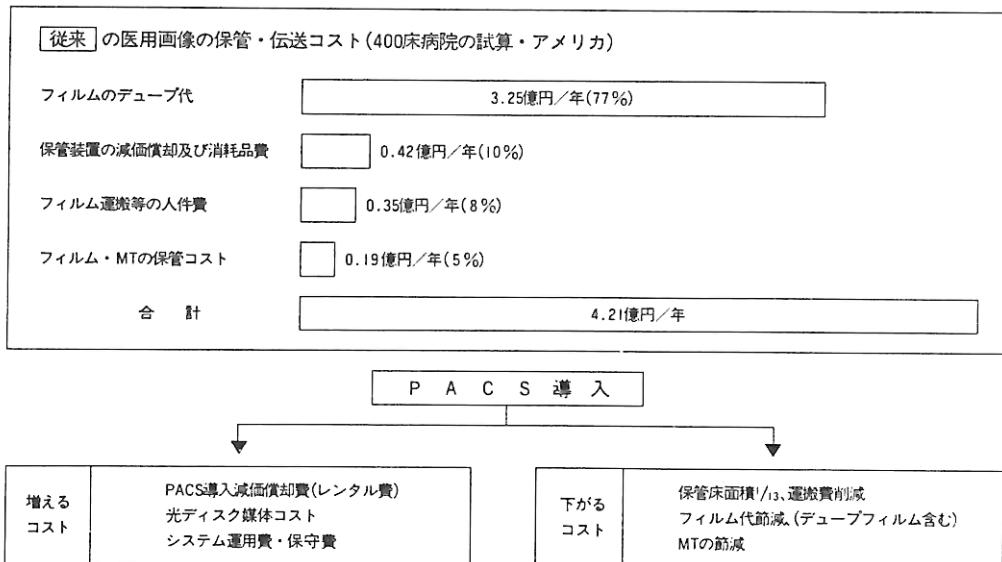
さらにデータ圧縮技術がスピード、画質ともに進歩して実用化させてきているので、省床面積効果はもっと上がることになります。例えば、デジタルVTRをコード化データ記録用に改造したデジタルデータレコーダー(DDR)を用いますと、1巻のレコーダーのリールでは32万枚のX線フィルムが収納できるので、中規模病院から大病院の1年間のX線フィルムをカバーできます。

(3) 画像の紛失と散逸の防止

いったんデジタル化して光ディスクなどに記憶しておくと、誰かいつ検索しても同じものが常に光ディスクに残っているので、紛失や散逸が原理的に起こり得ません。

また病院の中や、外においてさえも、複数の場所で同時に同じ患者の同じ画像を見る能够性があるため、診断に関する相談が、集まらなくてもできるわけです。

第1図 PACSの経済効果



(4) PACSのコストメリット(経済効果)

アメリカにおける平均395床の病院での試算によりますと、医用画像の保管や伝送にかかる経費は年間4億円以上ということです。その内訳は第1図のグラフに示した通りですが、フィルムのデューブ代が3.25億円にも達し、これは日本でも同じと言われています。

さてPACSを導入しますと、経費として下がる分と上がる分があります。第1図に示しますように、下がる分は保管床面積の家賃、またはその床面積を他の機器設置に用いれば診療報酬の増収となります。フィルムの運搬のための入人費削減と、デューブ用フィルム代の削減、磁気テープ等の削減ができます。

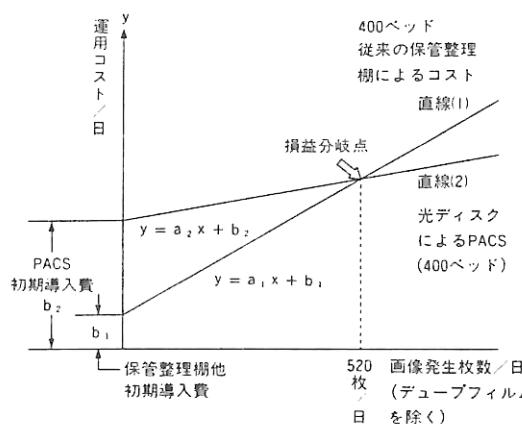
一方、増えるコストではPACS導入の減価償却費、光ディスク媒体コスト、システム運用費、保守費などです。増える分よりも下がる分の方が多ければPACSの経済効果が上がる訳ですが、それを説明しようとしたのが第2図です。

第2図の横軸は1つの病院で1日平均で撮影するフィルムの枚数、いわば画像発生枚数です。それを独立変数xとして、画像の保管・運搬その他にかかる1回あたりの運用コストを縦軸に従属変数yとして取ります。

直線(1)は $y = a_1 x + b_1$ で表現され、 b_1 は従来から使っている保管整理棚の初期導入費または減価償却費またはレンタル費で、画像を発生させない $x = 0$ の場合でもかかります。 a_1 は第1図で述べた従来システムの経費のうち画像発生1枚あたりについてかかる費用で流动費とも呼ぶべきもので、直線の勾配となります。

直線(2)は $y = a_2 x + b_2$ で表現され、 b_2 はPACSのレンタル費、 a_2 はPACSの運用費で、画像発生枚数あ

第2図 PACSの経済効果



たりのものです。 a_2 が a_1 より少なくなることが当然期待され、直線(2)の勾配が小さければ必ず2つの直線が交わります。その交点が損益分岐点であり、その時の x よりも多い画像枚数を発生させる病院であれば、PACSの経済効果が出ることになります。

種々の仮定をして数値を代入してみると、400床クラスの病院で1日520枚以上の画像を発生させれば、PACSの導入の効果が出ると計算されました。

はたしてこの理屈通りにうまくゆくものかどうか怪しいものだと思われる方も少なくないでしょう。PACSの導入によって増える経費は他にないのでしょうか。何か落し穴があるような気がします。PACSに画像を入力するための人員が増えたり、システムの設計やソフト開発のための要員の人工費が増えたりすることが、足を引っ張ることになるかも知れません。

第3表 PACS経済効果を大きくするには

1.	初期導入費を少なくする—— 減価償却費またはレンタル費を少なくする ○機器のコストダウン——メーカーの努力 ○システム運用の工夫——ユーザーの努力 (端末台数の過剰を抑制)
2.	消耗品の低価格化——メーカーの努力 ○画像収容媒体の低価格化 ○圧縮比を高める
3.	機器の自動化・操作性向上——メーカーの努力

第3表に、PACSの経済効果を大きくするにはどうしたらよいかリストアップしてみました。中でも私が重要と考えるのは、メーカーとユーザーの双方の努力によるハードとソフトの標準化です。高精細度の画像表示端末装置など医用にしか用いられない特殊な装置で、しかもいくつものメーカーが別々に開発して製造していたのでは、いつまでたっても価格は下がりません。

ソフトについても個々の病院に共通に使えるソフトをできるだけ多くして、余分な開発費を抑えた方が得策です。そのためにはユーザー側でも運用の工夫をして、できるだけ特殊な一般性のないソフトを強調しないことが必要です。あとで述べますように、病院内のコンセンサスを取る時には、レイアウトや運用時間について事前の調査をよくして端末装置の配備の工夫をし、稼動率を上げて不要な台数を削減することも必要です。第3表の最後に述べた機器の自動運転化、操作性向上などがキーポイントになるかも知れません。

3. 外国におけるPACSの状況

第4表 PACSの海外における状況

番号	病院名	CPU	フィルム入力	CR	CRT	媒体	圧縮	運用範囲	LAN
1.	UCLA カリフォルニア大 ロサンゼルス校	VAX 11/750 2台	レーザ スキャナ	○ FCR	2000本 クラスも	光ディスク	開発中	小児放射線 CCU	
2.	ミシガン州立大学		×	×	500本	80MB, 300MB 磁気ディスク		3病院間CT 画像伝送 (ケーブルテレビ)	
3.	アメリカ陸軍 DIN - Digital Image Network		○	○ PCR	500本	集合型 光ディスク		ワシントン大 ジョージタウン大 ジョージワシントン大	IEEE 802.4 LAN
4.	ジョージタウン大	VAX	レーザ スキャナ		1000本	集合型 光ディスク	DPCM 開発中	大学病院と 同大画像処 理センター間	スター型40MbPS 光ファイバー電話 回線も使用
5.	L.W.Blake 記念病院		○	○ PCR		光ディスク			

第4表に5つの病院の例を文献上の調査からリストアップしました。検討中や計画中、研究中のものを含めれば、文献上では30を超えます。詳しくは文献(1)に紹介されています。

4. 日本におけるPACSの状況

第5表に4つの病院をリストアップしました。ローカルファイリングシステムなどのスタンダードアローンのシステムの導入実績は、現在50台を超えると予想されます。日本では国産7社と輸入2社が、このようなシステムを販売しています。

第5表 PACSの日本における状況

番号	病院名	CPU	フィルム入力	CR	CRT	媒体	圧縮	運用範囲	LAN	企業
1.	京大	マイクロVAX		×	1000本 ノンインターレース	集合型 光ディスク	×	放射線部内	リング型 10Mbps	日立 メディコ
2.	高知医大	TDIS-File -500	レーザスキヤナ方式	○ TCR	1635本 インターレース	光ディスク	○	放射線部内	×	東芝
3.	富永記念 病院	パナファコム ST-1200オフィス コンピュータ	×	×	1000本 ノンインターレース	集合型 光ディスク	×	病院内	× 但し光ファイバー使用 の伝送系GPIB	富士電機
4.	北大	MS-4100	CCD 方式	○ FCR	1000本	集合型 光ディスク	○	放射線 将来は整形外科と総合外科	バス型 LAN Branch4680	日本電気

介されているので、読者の中にはご存知の人もおられるでしょう。

北大病院が外来診療棟及び病棟の改築に伴い、文部省から正式に昭和63年度よりPACSの予算(レンタル費)を認められましたので、日本での本格的なPACSの普及に明るいきざしが見え始めました。

5. PACSの導入方法

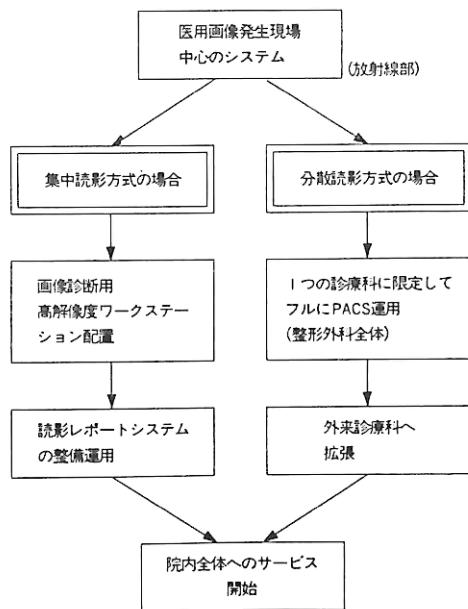
(1) PACS導入の手順

第6表に導入の手順を示しました。病院内の他の情報処理システムの導入と共通するところが多いのですが、PACSの場合、特に端末台数が膨れ上がることに留意しなければなりません。単なる各科へのアンケート調査で端末台数を決定しますと、システムの初期導入費が高額になってしまいます。

第6表 PACS導入の手順

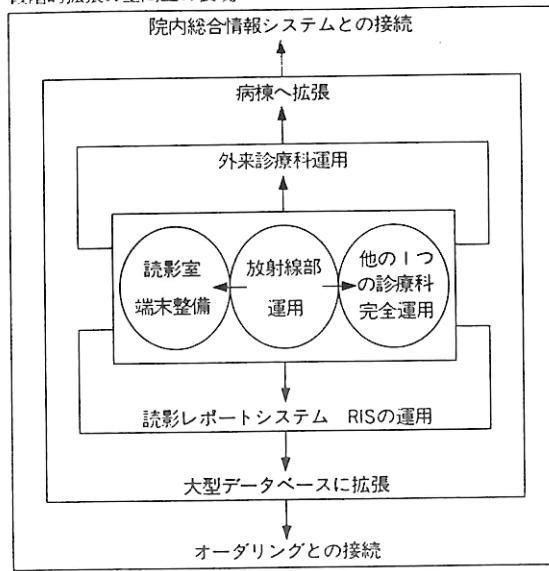
1.	現状調査、導入委員会選出、コンセンサス、画像発生枚数、読影状況タイム・スタディ、シャウカステン稼動状況、その他現状システム分析、院内コンセンサス。
2.	画像入力機器、診断装置の接続計画
3.	診断用表示端末、その他CRT表示端末接続計画
4.	端末台数配置計画(レイアウト)
5.	システム設計(伝送系を含む)
6.	導入タイムスケジュール、予算請求。
7.	機種決定、据付計画
8.	管理責任者、運用委員確保
9.	オペレータ教育
10.	試運転 → 評価 → 本稼動

第3図 システム規模の段階的拡張
運用拡張タイムスケジュールの立て方

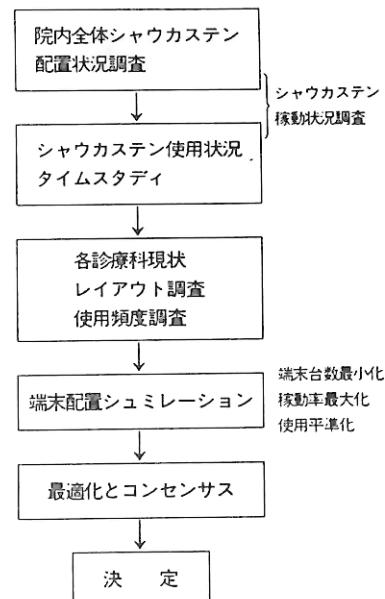


第4図 システム規模の段階的拡張

段階的拡張の空間上の表現



第5図 PACS端末の配置スケジュール



(2)導入の段階的拡張

PACSの導入は小規模から大規模へ段階的に拡張する方法と、いきなり病院全体の運用を行う一挙実施の方法があります。できれば後者の方が望ましいのですが、病院内のコンセンサスを獲得するのに時間を要することが予想されるので、前者になることが多いでしょう。

第3図にシステム規模の段階的拡張について案を示しました。ここで集中読影方式とは、放射線部の読影室で各科からの依頼に応じて読影し診断レポートが発行される方式で、読影室の高品質追求に応じる必要があります。

分散読影方式とは各科の依頼に応じ、放射線部では撮影しますがそれを各科へ伝送し、各科で読影する方式です。実際には両者的方式がミックスされた運用が多いと考えられますので、第3図を参考にして下さい。

欠かせないのは読影レポートシステムの運用です。

第4図には段階的拡張の空間上の表現を示しました。真ん中の左側が集中読影方式の場合であり、右側が分散

読影方式の1例です。長期間のPACS運用の成功の実績が上がれば、オーダリングシステムを始めとする病院総合情報システムとの接続が当然考えられます。

第7表に段階的拡張の留意点をリストアップしました。分散データベースはLANの運用により効率を上げることはできますが、スピードの低下を招かぬように注意する必要があります。集中データベースは、画像ファイルの他に検索専用ファイルを持つことにより、スピードアップが図れます。

いずれの方式もスピードの低下に最も注意すべきで、予約方式等の積極的な運用上の工夫により、実質的なスピードアップを図ります。

(3)端末装置の配置

病院内で稼動率を高くし、使用頻度を平準化するべく端末を配置します。海外でも、シミュレーションスタディにより適正配置をする試みがなされています。院内のコンセンサスが得られるように手順を考えたのが、第5図です。

<あとがき>

今回はPACSのメリットや導入手引きなどについて述べました。PACSはMRIなどのように、新しい診断上の画像を提供するシステムではなく地味な裏方的なシステムなので、早いピッチで普及するとは思えません。しかし、あらゆる意味で病院の設計、運用上で考慮せざるを得ない側面をもっています。次回には、もっと具体的に述べることとします。

第7表

PACSシステム規模の段階的拡張——その留意点

1.	ファイル媒体の共通化 媒体を移行できるように設計しておく。
2.	データベース・ソフトの共通化 端末の変更や伝送系の変更に耐え得るように。
3.	分散データベースのままか、分散——集中の切換えか、早いうちに決定必要。



シリーズ「PACS」――――――――――――

②

PACSを支える諸技術 —その現状と問題点—

大阪大学医療技術短期大学部

教授 稲邑 清也

1. PACSを支える技術要素

PACSは先端技術、いわゆるハイテク(hight technology)に支えられています。それぞれの技術要素はかなりの高レベルに至っているのですが、大規模PACSがまだ普及していないのは、これらの高度な技術を組み合わせるのに大規模でかつ高度なソフトウェアの開発が必要であるからです。標準化などの問題もあります。

PACSが如何に先端技術に関連しているかは表1を見れば判ります。ソフトウェアを除くほとんど全ての技術要素に光技術が関連しています。逆に言って、現在のオプトエレクトロニクスの進展がPACSの開発と普及を促していると言えるでしょう。

今回はこれらハイテク要素の現状を考察し、画質向上とスピードの両立が鍵と言われるPACS実現の問題について考えてみたいと思います。

表1 PACSとオプトエレクトロニクス

	技術要素	光技術	光以外
1	センサー	光センサー CCD, レーザー	X線センサー 半導体センサー
2	メモリ	光ディスク 光テープ 光カード	磁気記憶
3	通信	レーザー 光ファイバー 光ダイオード	同軸ケーブル
4	コンピュータ	光コンピュータ	
5	表示	液晶	CRT
6	出力	レーザースキャナー	
7	ソフトウェア		

2. 医用画像のデジタル化

(1) Computed Radiography

FCRが先に世に出ましたが、コダック社は重要な基本特許を有しており、開発に成功して臨床評価中です。Applied Radiology誌・本年2月号に紹介されています。これまでのCR(例えばFCR)は画素数2,048×2,048で濃度データ8ビットでしたが、コダックのCRは4倍画素の4,096×4,096で、濃度データも12ビットを有しています。サンプリングピッチ100ミクロンで、1ミリ当たり5ラインペアの空間分解能を有することになります。

現在のX線フィルム写真の画質に匹敵させるには、これだけの空間分解能と濃度範囲と濃度分解能が必要とされており、臨床評価の発表が待たれます。日本での臨床実験も間近でしょう。スピードとの両立が課題です。

(2) X線フィルムのデジタル化

レーザースキャナー方式では現在、4,000×4,000マトリクスで12ビットクラスまで実現しており、濃度範囲も3.5Dまであり、4.0Dも夢ではないとされています。速度は30秒の読み取り時間が実現されています。モアレや縞

模様などの画質のむらが、どんな場合でも出ないようにする品質の安定化と低価格化が課題です。

CCD(charge coupled device電荷結合素子)によるX線フィルムのデジタル化は、濃度範囲がレーザースキャナー方式より劣り、3.0D位までが限界ですが、構造が単純で安定性があり、低価格であるため、診断のついたフィルム写真のファイリングに使用されつつあります。また空間分解能は4,000×4,000までは実現していますし、臨床画像で3.0D以上まで焼き付けられているX線フィルムも少ないため、ほとんどの画像入力をカバーする能力をもちます。構造が単純なため、フィルムのID情報の自動入力や、人手を省くための自動入力にも貢献しています。

アメリカのある調査会社の予測では、医用画像の中で占めるフィルムの割合は、現在の98%から1995年には58%に落ちるとのことですが、医用画像全体が増え続けるため、フィルム枚数そのものは減らないとしています。

そのため安定動作と高速化もさることながら、自動化的促進と操作性の向上が要求されます。特に自動入力に

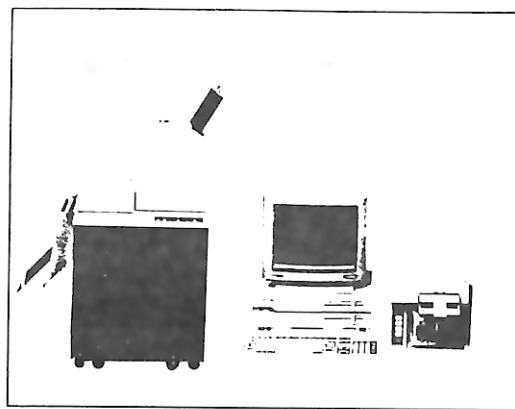


写真1
コダック・ナガセ株が日本電気株と協同開発した
オートフィーダーとバーコード読み取り装置付き
X線フィルムディジタイザ（左）。
（右）はバーコード発行システム。

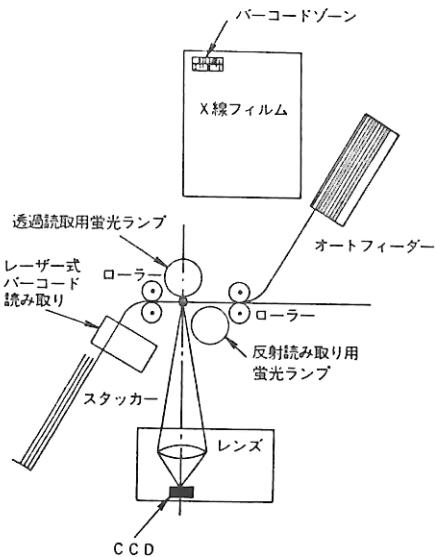


図1 オートフィーダー及びバーコード読み取り付きX線フィルムディジタイザ

おいては、フィルムの属性情報の入力が緊急の課題です。コダック・ナガセ株では、写真1のようなオートフィーダーとバーコード読み取り装置を内蔵したX線フィルム読み取り装置を製品化しています。その構造の概容を図1に示します。連続100枚のフィルムの自動入力が可能です。

またフィルムばかりでなく、カルテや心電図などの通常のドキュメントを反射式で読み取れるのも、CCD方式の特徴と言えましょう。

将来は、フィルムに焼き付けられた文字や、貼られた紙に書かれた文字を読み取る装置の開発が待たれます。フィルムに属性情報を焼き付ける既存の装置が流用できます。

3・記憶媒体

(1) 光ディスク

その原理はすでに紹介されているので省きます。カラオケなどに使用されているのはアナログ方式で、PACSに用いられるのはデジタル化された画像データを符号化（コード化）して焼き付けています。そのため高画質の記憶が可能ですが、現在書き込みと追加記憶ができますが、消去してそこに書き込むことはできません。

12インチ直径の光ディスクは2.4GBから3.6GBまでのデータを記憶できます。X線フィルムだと圧縮技術（後述）を用いれば4,000枚は収容できるところまでています。

(3) デジタル化画像のオンライン入力

CT、MRI、CR、その他のデジタル化画像をオンラインで入力することは技術的には困難なことではありませんが、ハードウェアとソフトウェアの標準化が重要となります。PACSの構築にとって、ユーザーが安いコストでどのメーカーの診断装置でも容易に接続できることは不可欠です。インターフェイスの標準化の活動が行われていますが、その早急な実施が課題となります。

その他、イメージインテンシファイア(I-I)からの画像のデジタル化や、DRAMやCCDなどを用いて直接X線の透過をセンスしてデジタル化する技術が現われ始めていますが、いずれも問題点が多い状態です。

「ジュークボックスタイプ」の集合型光ディスクだと96GBまで可能で、10万枚の画像をファイルできます。この欠点は、やはり機械的に検索している時間が長いことで、磁気ディスクなどを上手に併用する工夫が必要です。

最近は5インチ（1GB）の光ディスクも現われております。救急用PACSには重用されそうです。

将来は12インチタイプで8GB、5インチタイプで2GBまでいくと予想されます。集合型も現在の2.7倍の256GBのものの試作が進んでいます。これが商品化されれば、大病院の3年間分の画像データを集中ファイルすることも可能となります。

(2) 光磁気ディスク

書き替え可能な光磁気ディスクは、すでに5.25インチの小型ですがオリンパス光学から発売されています。ただ記憶容量は0.24GBと少ないため、救急医療PACSやPHD用として注目されることとなりましょう。

コダック／バーベイタムの共同開発による光磁気ディスクは3.5インチ、65MBで1988年の第4四半期に量産されるとのことです。コダック社ではドライブ装置も販売する予定です。⁽¹¹⁾ (コダック社は12インチ光ディスクの実績はすであります。)

(11) 日経エレクトロニクス 1988. 2-8. P.125

将来の大容量化や高速化の努力がされており、5年後には1GBの12インチタイプの出現が期待されます。

(3) デジタルVTR (デジタルデータレコーダー)

もともとテレビ放送用のスタジオ機器として製品化されたものですが、これを大容量バッファを装備して信頼性を高めた上で、符号化されたデジタル画像を磁気テープに記憶できるようにしたものです。1巻のリールで約16万枚のフィルム画像を収納でき、画像1枚当たり収納コストは最も安価であり有利です。スピードの点でもテープでの記憶密度が高いため、少し巻き戻しすることにより2、3日前の画像にアクセスできるので、むしろ光ディスクより有利なのです。

写真2に製品の外観を示します。

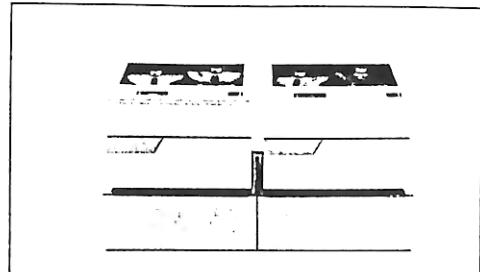


写真2 デジタルデータレコーダー
(デジタルVTR) の例

(4) 光テープ、光カード

70mm幅2,400フィートの光テープに5ミクロン径の穴で記憶し、50GBの記憶容量をもつものが試作されました。しかし、医用画像への応用はまだです。光カードは携帯性で有利ですが、まだ容量が少なく、画像には向かないといわれています。

(5) 磁気ディスク

画像ワークステーションのバッファメモリとして安価で大容量、しかも書き替え自由な高速の磁気ディスクは重要な存在です。パソコンに接続できる20Mバイトで3万円台のハードディスクも出現しています。PACSの画像端末にICメモリとともに使用され、連用上レスポンスタイムの短縮化に貢献しましょう。

4. LAN (local area network)

PACSでの画像伝送には種々のタイプのLANの使用が考えられていますが、現在実用化されているのは10Mbpsのケーブル型バスタイプ LAN (Ethernet)のみです。PACS以外の分野ではループ型(30Mbps, 100Mbpsなど)が実用化されているのに、画像伝送用にはなぜもっと使用できないのでしょうか。

それは、ハードウェアとしての光ファイバケーブルや端局は充分な性能をもっているのですが、LANとして動作するためのソフトウェアの開発が遅れているからです。医用画像1枚のデータ量が、他の分野のデータ量に比べてはるかに大きいため、エラー処理方法やデータ分割方式を考えなおさねばなりません。その他、医用データ特有の問題があり、LANをドライブするソフトはほとんど始めから開発せねばならないとも言われています。

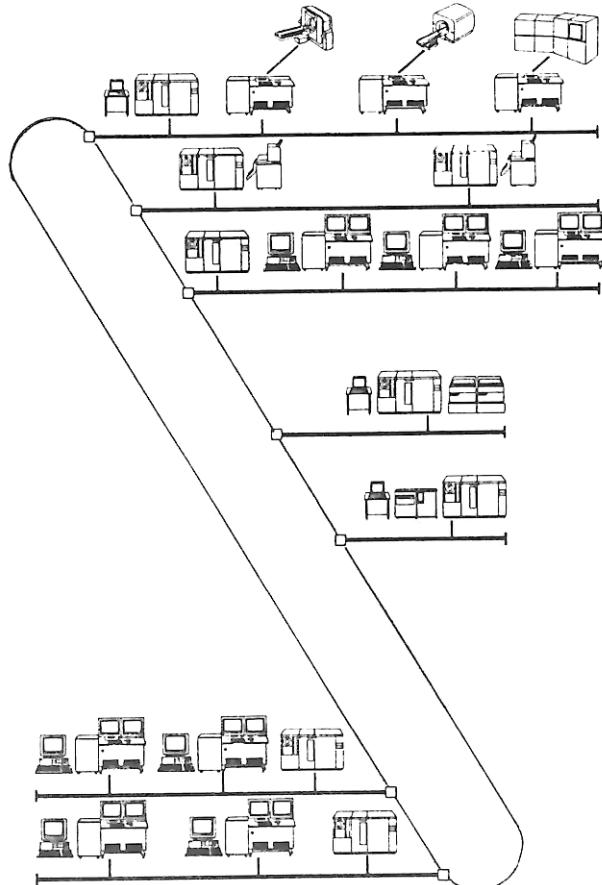
しかし逆に大容量の医用画像を多くの端末に効率よく伝送するには、種々のLANの技術で既存のもののが応用しかありません。100Mbpsのループ型LANを2重3重に使用できる技術も進んでおり、有望です。100Mbpsのループ型幹線LANにEthernetやトーカンリング方式などの支線LANを使用する方法が

普及するでしょう。筆者もこの方式で多くの病院にプロポーズしてきていますが、他の文献でもこれを予想しています。Ethernetの廉価版の商品化も相次いでおり、標準化(IEEE802.3)も進んでいるので、Small PACSに普及していくことでしょう。

光ファイバーそのものの伝送速度は400Mbpsから1Gbpsまでのものが現われています。しかしLANを医用画像伝送に用いるには、LANプロトコルと呼ばれ、LANを駆動する基本ソフトの開発ないしは改良が必要であり、PACSのソフト開発のかなりの割合を占めます。ソフトウェアの最適設計技術も進んできたので、近い将来、効率的なLANプロトコルがPACS用として出現することが期待されます。しかし悩みは大容量の幹線 LANの標準化が進んでいないため、1社だけのソフトとなってしまい、独占化と高価格が懸念されます。しかしPACSの普及につれて、ソフト開発費の回収とソフト改良のピッチが上がることが予想され、おそらく5年後あたりから急激にコストダウンできるものと筆者は考えます。

図2に幹線型LOOPタイプLANにブランチタイプ支線LANを配した典型的な例を案例として示します。

図2 <中規模PACSへの拡張例>



5. 電話伝送・パソコン通信

コダック エクタスキャン イメージ トランミッショニング システムのように、医用画像の電話伝送用の製品はアメリカではTeleradiology用商品として実績をもっていますが、日本ではまだ普及に至っていません。MediFile-1000による群馬大学での高解像度の画像の電話伝送は実現していますが、多くのユーザ間のネットワークには至っていません。TDISによる衛星通信による医用画像伝送実験など華々しいデモはありますが、草の根的な普及はみられません。電話伝送のための自動送信、自動着信のためのソフト開発、操作簡便化の開発が待たれます。ファクシミリと同じような手軽さで使用できることが望されます。

最近ではVAN、BBS、パソコン通信で、医用画像

のような自然画の電話伝送のソフトがパソコンにかかるようになります。モデムを買いボードをパソコンにつけ通信ソフトを買って装備し操作すれば、画像を電話回線で送信受信できます。

しかし問題は、ソフトウェアを操作する手順が標準化されておらず時間もかかるので、パソコン好きのマニアに限られてしまい、多忙な医療の現場では使いこなせません。操作簡単な標準化された手順の自動送信受信用ソフトを開発した企業が先手を取ることとなりましょう。高画質でない医用画像の伝送需要が意外に大きいのと、病院に多くのパソコンが普及しているため、将来爆発的な売れ行きとなるかもしれません。VANやBBSの利用がまず考えられるでしょう。

6. 画像圧縮

X線フィルム写真を含めた医用画像の圧縮技術は、

世界でも日本が最も進んでいます。2次元離散型cos

変換による非可逆データ圧縮のアルゴリズムを、プリント基板1枚にハードウェア化し、ローカルファイリングシステム MediFileやPACS(NEPACS)の端末に装備する商品化が、すでに成されています。ハードウェアは圧縮と復元の両方を、1Mピクセル(1ピクセル当たり8ビット～16ビットとして1MB～2MBのデータ)で、0.95秒以下のスピードでやってしまいます。2,000×2,000の4Mピクセル(4MB～8MB)では、3.8秒以下です。

臨床評価も進んでおり、画質として許容できる画像の圧縮率は、単純撮影では約15：1以下、造影検査では約8：1以下と考えられると結論しています。(北大)このデータ圧縮の方法は、前述のようにDiscrete cosine transform (DCT) ののですが、その中でもBBA(blocked bit allocation) の方法を取っ

ています。北米放射線学会(RSNA)でも、1986年と1987年の2回にわたり発表して反響がありました。

アメリカでもUSCのDr. Huangらが同じDCTでFFBA(full frame bit allocation) の方法でハードウェア化の研究を進めています。

画像圧縮は伝送時間を短縮し、画像記憶枚数を増加できるので、PACSのキーテクノロジーの内でも重要な技術です。各研究機関や企業も巨額な開発費をかけているだけに、製品化された場合の中味の公開には、積極的ではありません。従ってPACSのインターフェイスの標準化に支障が出ることが予想されるので、対策が必要です。

ACR-NEMAディジタル画像の伝送規格作成作業には、画像圧縮の対策も検討されています。

7. 画像表示技術

(1) CRT表示の分解能の向上

1,000×1,500から2,000×2,000へマトリクス数を増大させるには、当然走査線本数を増大させ、水平方向分解能を増大させねばなりません。すると当然、装置の周波数帯域幅の限界にぶつかりコストアップにつながります。これを避けるには、X線フィルム画像は静止画であることを利用して、毎秒のフレーム数を下げる考えられます。そのためには長残光性の螢光塗料を用いて、画面のちらつきを防止せねばなりません。しかも白色高輝度でγ特性の優れた螢光体の開発がキーポイントとなります。

CRT表示に有利な開発方向は、高速画像処理と高速画面切り換えです。低価格大容量半導体メモリを利用して高速画像メモリを多数枚分装備し、画像の局所拡大、スクロール、瞬時のページングをやらせます。もちろんCRTの台数を増やすことも必要ですが、熱と騒音の対策も解決せねばなりません。

読影室を暗くすることなく、充分な濃度範囲のCRT表示を得るには管面の輝度を上げなければなりません。残光性長く白色高輝度CRT螢光塗料の開発が急がれます。

(2) 輝度むらと経時変化の防止

製造技術の改善と、定期的な較正を行う必要があります。

(3) 省床面積化

走査線本数を増加させると奥行きがどうしても長くなりますので、パネルディスプレイの出現が待たれます。しかし現在のところ、高輝度高分解能のパネルディスプレイは現われていないので、その開発を急ぐ必要があります。

(4) 3次元表示技術

カラー動画表示により、また多彩なソフトウェアの開発により、魅力的な立体表示が可能となっています。操作の単純化が今後の課題です。

(5) フィルムへの焼き付けハードコピー

レーザビームスキャナ方式の開発により、高分解能化が進展しています。4,000×4,000で8ビット階調で、フィルムに焼き付けられるので、通常の直接撮影のフィルムとほぼ変わらない画質が得られます。画像処理した結果も焼き付けられるので、コストダウンと省床面積化が進めば、CRTの高速化と相補って、画像表示出力系としてまとまった機能を実現することとなりましょう。

CRT診断のみを追求するのではなく、フィルムハードコピーを上手に取り入れた運用へと自然に落ち着くことが予想されます。

8. 音声入力・画像処理・ソフト技術・標準化の諸問題

紙面の都合上詳述できませんが、いずれも重要なキーテクノロジーです。例えば音声入力はPACSの表示端末で読影したら、その結果を入力するのに是

非必要な技術で、ユーザーから期待が寄せられています。インターフェイスの標準化もPACSの普及やユーザーの便益に大きな影響力をもちます。

あとがき

以上のようにPACSは多くの技術要素を総合的に結集させ、ソフトウェアにより統合する、まさに学際的で

マルチな技術集合であることが判つていただけたことだと思います。

次回は最近のトピックスについて述べてみます。



稻邑 清也 先生(大阪大学医療技術) 短期大学部 教授) に聞く

このRAD誌上にて、稻邑先生には過去2回にわたって、PACSについての解説をしていただきました。すなわちその1として、PACSの現状（その効用と導入方法）、その2としてPACSを支える諸技術（その現状と問題点）についてです。今回は第3回目として、少し趣向をかえて、このシリーズの解説者である稻邑先生に直接インタビューし、PACSをめぐる諸問題についていろいろとお話を承ろうと思います。

RAD

PACSは、従来の医療機器とは大分違う点がいろいろあるように思います。この点からご説明ください。

稻邑 今までの診療放射線科においては、そこで何が高い医療機器を買う場合は、例えばそれがCTとしますと、その購入に脳外科が絡むという事情があったにしても、脳外科と診療放射線科がうまく話し合がつけば、ほぼ院内で購入のコンセンサスを得ることが可能でした。

ところが、PACSの場合にはそういうわけにはまいりません。PACSとは病院内のはほとんど全ての科にまたがる問題ですから、コンセンサスは院内全体でPACSを欲しているということが絶対に必要です。要するに、病院内での人間関係がうまくとれているところでなければ、PACS導入は成功しないでしょう。

実は現在、国立大学関係では北大がPACS導入のための予算を文部省より認められ、その実施作業に入っている唯一の大学です。北大の関係者の方たちは、PACSについていかに学内でコンセンサスがとれているかということを、積極的に文部省に説明されたと聞いています。これが文部省に評価されたのだと思います。PACSの導入を進めていくと、病院内部の人間関係が表に出てくるシステムだと思います。この点が、従来の放射線機器とは非常に違う点だと思います。実際に予算申請をしたとしても、院内でもうよくコンセンサスがとれているかどうか、若いお医者さんがオペレーションをしてくれるかどうか、そういうことについても予算をつける側は調査



しているようです。そういう情報は、メーカーの方にビンビン伝わってまいります。

この意味から、PACS導入に関してキーを握るのは、放射線技師の方たちだと思います。この方たちがPACSに対してどういう考え方、動き方をしているかということは、大変大事だと思います。なぜならば、放射線技師の方たちが将来PACSの画像入力オペレーターになる可能性が強いからです。放射線技師の人たちがPACS導入の最初から参画することが、きわめて大事なことです。自分たちは、単に機械を動かす労働力にすぎないという意識ではなくに、自分たちもこのシステムの受益者になるんだ、という期待感を最初から持たれることで、システムの最初から参画することが大切なポイントです。現状はこうだから、こういうふうにしていきたいということを、技師さんたち自らの頭で考え自分たちで提案していく、自分たちの将来のイメージをキチッと頭に描くということから、PACSというシステムは始まると思います。そういうことをせずに、ある人が一つのシステムを考え、これをメーカーにまとめさせ、提案書を出して文部省から予算を取ってそれを上意下達式にやらせるというのでは、このシステムは必ずしもうまく動きません。日常の放射線の診療業務を実際にやっている放射線技師さんたちが、自らの職場をこういうふうにしてい

くんだ、ということを考え、自分から提案していかないと駄目ではないかと思います。

そういう点では、PACS導入が成功するかどうかは放射線科内での人間関係が非常に重要になると思います。特に放射線技師さんたちをまとめる上での技師長の人格、能力が大きくなるのをうなぎます。技師長のもとに放射線技師の皆さんについていくような職場でないと、PACSはうまくいかないように思います。

RAD

PACSを導入する場合、それをうまく運営できるかどうかの条件として、放射線科内の人間関係がきわめて大事であるというご指摘をいただきました。これ以外に、大事であると考えられる条件がございますか。

稻邑 PACS導入の必要条件として、職場での人間関係を申し上げましたが、もう一つ大きなポイントがあります。それはやはり、PACSに対する大きな動機、強い需要です。

北大の場合を考えてみると、PACSに対しての強いニーズがあるのです。北大では現在、どちらかというと「分散読影方式」をとっていると思います。要するに放射線科で撮影された画像は、各科にディストリビュート(配達する)する必要性がある体制なのです。ということは、撮影依頼をした科が自分のところで写真を読影したいという動機があるわけです。撮影依頼した写真はなるべく早く自分たちのところへ持ってきてほしい、という強い要請なのです。

その他、画像を転送してほしい、転送する必要性のある場面としては、救急とか手術とか、さらにはICUというところなどが考えられます。

RAD

PACSを導入する上には、手順があるように思うのですが、この点についてご説明ください。

稻邑 一番大事なポイントは、やはりPACS導入とともに病院の画像の運用が変わりますから、新しい病院のレイアウトとそこに従事する人の動線をキチッと予測して、その計画を立てていくことだと思います。そのためには、現在の状況をよく把握しておく必要があります。例えば、GIをやる人がその読影をGI検査室でやるのか、それとも別の読影室でやるのかという問題があります。その人が現在どうしているのかを、タイムスタディとフロアスタディをすればいいわけです。それをやらないと、

GI室にも読影室にも、両方にワークステーションが必要だということになります。そうなると、それだけ床面積が余分に必要になります。しかも二つのワークステーションを置いたとなると、その稼働率は半分になります。

ここで方程式を考えてください。左辺に読影する人間かける読影時間をおきます。右辺にワークステーションの台数かける稼働時間数をおきますと、この左辺と右辺がイコールになれば理想的です。ところが、自分のところのここにも置け、あそこにも置けということで、便利だから置けというふうになると、右辺が大きく増えてきます。そういうふうにならないように、現在、読影する人が何人いて、その人が何時間病院に滞留していて、その人がシャーカステンに向かって実際に読影している時間が何時間なのか、この人かける時間数というものを全部足し算していくわけです。この現状調査を、まずキチッとしたなければいけないと思います。このスタディをやることによって、現在病院にばらまかれているシャーカステンがどの程度の稼働率で、誰が読影しているかがよくわかります。もしこれをですね、アンケート形式で調査をやったとしますと、このところにも置け、あそこにも置いたほうがいい、ということになって、床面積は必要以上の要求数になっていく不都合が出てまいります。

そういう意味で、この調査はアンケートでは駄目でして、必ずタイムスタディによって現状を調べ、定量的にチェックしていかねばなりません。そこで初めて、あーこんなことをやっていたのか、ということに気がつくわけですね。それによって、さらにPACSの動機が深まるということもあると思います。

RAD

画像を転送するニーズというものは、具体的にどんなところにあるのでしょうか。

稻邑 実はこの間も、画像転送のニーズに関して分析をしてみました。アメリカのある雑誌に、アメリカのテ



レラジオグラファーの広告のコピーが載っておりました。これには、“Move image, not the doctor.”というのがありました。要するにDoctor(医者)を動かすのではなくて、イメージを動かしてみろということなのです。これはPACSのなかなかいい点を押された言葉だと思います。これを私が“ちょっと修正してみたのですが、“Move information, not the image.” イメージを動かすのではなくして、インフォメーションを動かしてください、ということです。インフォメーションとは、読影されたインフォメーションです。読影された、または抽出されたインフォメーションを動かせば、画像を動かさなくてもいいし、医者を動かさなくともいいという意味です。医者はあるところで読影して、読影したものを動かせば医者も動かなくていいし、画像も動かさなくてもいいというわけです。患者さんにとって最終的に必要な医療情報だけのこと足りるのであれば、それにこしたことはありません。これが一番安上がりで、一番簡単な方法のはずです。ところがそうはいかなくて、どうしても画像を動かさなくてはいけない、根本的につきあたる需要があるのであります。それは、次の六つぐらいが考えられます。

第一は、お医者さんの得意・不得意の差です。どんな画像を持ってきても読影できる人と、そうでない人がおります。この差がある以上は、画像を動かさざるを得ません。ある画像をよく読めないお医者さんは、画像を動かして読めるお医者さんのところにその画像の読影を依頼する以外にありません。

二番目の点は、総合画像診断がどんどん広がってまいりまして、二つ以上の画像診断の方式をかみ合わせながら読影しなければ、やっていけないような時代になりつつあります。ですからレベルの高い放射線科医でしたら、どのようなモダリティーを持ってきてもですね、例えば

CTであれ、MRIであれ、それらの画像全てを読める力を持っております。こういう訓練を放射線科の若い医師たちは勉強しているわけです。一つところに画像を集めるのは、今まででしたらフィルムでやっていましたけれども、緊急に読まなくてはいけない時に、あっちからも、こっちからも急に画像を集められませんから、やはり画像は一つのところに、マルチモダリティーの画像として集めるという素朴な要求が出てくるわけです。

第三番目の理由は、病院の経営の中にいつも見え隠れするのですが、写真の保管の問題です。フィルムというものが、いつまでたってもあいう状態で院内に滞留していることに対して、どこでもが重荷になってきています。そこで病院を改築する時に、この問題解決のためにコンピュータ室も欲しい、フィルムの保管庫も欲しいという申し出を出します。ところが予算をつける側は、だんだんと二つは認められないという方針を打ち出してきております。

次の四番目は、救命と救急です。救急医療とPACSというものは余り問題にされていなかったのですけれども、今後は問題になりそうです。昨年11月25、6日に大阪府の千里救命救急センターにおいて、救急医学会の国際学会が開かれました。そのテーマ展示のテーマが「救急医療における画像通信」というテーマとして、このテーマを中心に講演と展示が行われました。

五番目として、離島問題とか遠隔地の問題からPACSの必要性があります。この問題は、かなり大事な問題だと思います。二つの例を申しあげます。

一つは、稚内と旭川医科大学の間で考えられるケースです。稚内で患者さんが倒れた時、旭川医科大学まで患者さんを運ぶのに4時間ぐらいかかるそうです。その時稚内で撮られた写真を患者さんが旭川の病院に来るまでに病院に送っておけば、患者さんが到達する前に、どういうふうに処置したらいいかということが検討できますから、その準備と手配をして病院側は待ち構えておれます。こういう効果があります。

それともう一つは、患者さんを運ばなくてもいい場合があります。実は、患者さんを運ぶとかえって問題になるケースがありまして、脳内出血なんかはその典型的な例です。実際に、患者さんを病院へ運ぶ途中で亡くしてしまうというケースがあったのです。あの地方は、冬などは寒いところですから、そういう場合には画像だけを送って、患者さんを動かさないで「こういう処置をしなさい」と指示すれば、死なさなくても済んだ例があったということなんです。旭川医科大学の先生からうかがった話です。遠隔地にしろ、離島の場合にしても、画像診

断によってその処置が左右されることがあるわけですから、かなりクリティカルな性格が強い問題です。

第六番目の例としては、医学生の卒業後のアフターケアの問題があります。大学の医学部を卒業して、父親の病院を継いでせっかくX線の診断機械を購入したけれども、肝心のその写真の読影が充分にできないという問題があります。この場合、その医師は例えば自分の卒業した大学に患者を送りたいと、長電話をするわけです。その電話を受ける母校の先生も長電話をされるとかなわないですから、ともかく早く画像を送りなさい、診断してあげますということを言って、救ってあげることができます。この場合には、教育実習とコンサルタントをしてあげているわけです。

しかし残念なことに、現在では撮影する側だけにしか診療報酬は請求できないという医療制度になっていて、コンサルタントはしてやるけれども、金はもらえないというチョットとおかしい状態になっているわけです。ですから高度の読影とコンサルタントという医師の知的能力に対して、報酬を払えるような医療システムをこれからつくっていく必要があると思います。そのような知的レベルの高い能力を持った医師は、それによって所得も高くなるという仕組みをつくっていかないといけないと思います。この技術そのものは「テレラジオグラフィー」と呼ばれるのですが、良質の画像を電話回線を通して早く相手方へ送れる技術が確立いたしますと、医師同士のコミュニケーションが非常にうまくいくということ、さらには今指摘しました教育問題がうまくいくことが指摘されております。この新しいシステムが本当に根づくようになりますと、社会的にかなり大きなインパクトを与えるものになるのではないかと思います。ですからそういう実績を一つ一つつくっていって、いずれは医療に関する法律を変えていく方向につなげるべきだと思います。そしてこのような実績をつくっていくためにも、メーカーはいいものをつくるなければいけませんし、医師の方もこういう点を助けてほしい、こういうことを任すからやってくれ、というふうに胸襟を開いてくれなければ駄目だと思います。この問題に関しては、皆さんがあれづつ歩調をあわせて、「今度は右足を出しましょう」と言って右足を出し、「今度は左足を出しましょう」というふうに、やれるところから実績をあげ、一步一步確実に前に進んでいかざるを得ないだろうと思います。

RAD

PACSは、診療報酬請求に直接関与する機械でないという点で、病院内ではなかなか取りあげてもらえないと



いうハンディがあるのでないでしょうか。

稻邑 確かに、その点は重要なポイントです。今病院の中では診療報酬請求に直接タッチしない、すなわち収入に関係しないような職種は、ほとんど認められていない現状です。例えば看護婦にしても、診療放射線技師にしても、衛生検査技師にてもですね、全て診療報酬請求に直接タッチできる直接業務です。それで月給をもらっているという立場です。ところが間接業務、例えば研究活動をやっている人ですね、朝の8時から夕の5時まである研究に従事して月給をもらっているというのは、国立大学関係では教官だけです。ですから教官以外で、例えば診療放射線技師が文部省からお金をもらって研究活動をしたいと思いましても、それは大変厳しいことです。しかし、直接診療報酬請求に貢献しなくとも、無駄な経費をダウントさせるとか、病院の効率を向上させるとか、患者のためになるサービスをするとか、経費節約によって病院に貢献するという人は、人事面でも充分に評価されるべきだと思います。そういう評価方式を、病院は今こそつくらなければいけないと思います。これから事務長は、そういう日で医療システムを考えていかなければいけないと思います。メーカーならコストダウンは、エンジニアでは熟練に値します。これと同じように、病院においても事務長あたりがいつも業務内容をウォッチングしていくまして、コストダウンに貢献したスタッフに対しては「よくできました」と言って、評価する仕組みにしなければいけないのでです。この時に、診療の質を落とさず経費削減がされていなければなりません。この時にこそPACSが必要ではないかと思います。

(聞き手・編集 柳沼 豊
石川 氏雄)
取材日・昭和63年10月27日)



PACSの将来 世界のPACS 日本のPACS

大阪大学医療技術短期大学部

教授 稲邑 清也

1. PACSの最近の動向

毎年11月末から12月初旬にかけてシカゴで開催される北米放射線学会 (RSNA=Radiological Society of North America) の74th Scientific Assembly and Annual Meeting, 1988年では、表1に示されるようなPACS関連の発表があった。Radiology誌November 1988 Vol. 169 (P) supplementのSubject indexには発表論文をキーワードで検索できるが、ここではPACSというキーワードは設けていない。表1の3種類がこれに該当する。

RSNAは、応募論文のうち一定レベル以上のものしか発表を許さないので、表1のように1987年と1988年の論文の数を勘定してみることも、最近の動向の把握に役立つと考えられる。

画像の蓄積と検索に関しては2.4倍の24編に、画像伝送に関しては3倍の12編に、画像表示については7.5倍の30編に、総数では3.7倍の66編に増えている。如何にPACS関連の研究の層が増え、成果が上がりつつあるかをうかがい知ることができる。

図1は、毎年2月にアメリカ西海岸Newport Beachで開かれているSPIE (International Society for Optical Engineering) が主催するPACS関連のシンポジウムの論文の数の変遷を示す。この国際シンポジウムは、PACSという名が初めて使われ始めた1982年のPACS-Iから通称PACS-IVを経て、5回目以降Medical Imaging-Iとして受け継がれ、今年はMedical Imaging-IIIとして開催されたものである。1昨年から昨年にかけて2倍近い演題数の伸びがあり、昨年から今年にかけては65%増の件数となった。これらは

・画像の生成 Future Potential of the Several Candidate Signals for Medical Imaging
及び Medical Image Formation

・Image Processing

などの基礎研究の発表111編に加え、PACS関連の
・画像の収集と表示 Image Capture and Display
・PACSのシステム設計と評価 PACS System Design and Evaluation

などの発表142編から成っている。

さてその内容はどうであろうか。図2は、PACS関連のみの発表件数（講演とポスター発表）の分析である。昨年の1988年では、PACSのシステム設計と評価に関しても30件であったものが、今年は52件に増え、しかも内容的には設計よりも評価の方が、上回ることとなった。

ワークステーションの設計方法や評価に関する発表も多い。またPACS設計のための基礎調整 (time studyや業務分析、レイアウトスタディなど) の発表も新しい傾向である。

図3は、発表者の所属の調査結果である。以前からもPACSを熱心に研究開発している大学から、今年多くの論文が出ている。昨年にUCLAが10件、アリゾナ大学が14件、ノースカロライナ大学が9件であった。このように主たる大学からの発表が集中する傾向は、研究費予算の集中を表わしているようである。アメリカでは政府からの研究費は人件費が80%近くも含まれているので、予算が多く獲得できれば優秀な人を集めることができるので、優れた研究ができる、発表も多くなる。

以前 New York大学でPACSの研究開発をしていたDr.Horiiは、Georgetown大学に移籍してDr.Munのもとで研究をさらに発展させている。UCLAからも、Georgetown大学へDr.Choが移って画像圧縮の研究を続けている。今年はGeorgetown大学が発表件数でトップになった所以である。

2. アメリカのPACSの臨床試験とそのゆくえ

表2・aと表2・bに、アメリカでPACSの臨床試験と評価を行っている主な3つの大学病院の状況をまとめた。

(1) Bowman Grey

最初に挙げたWake Forest大学のBowman Grey

表1 RSNAにおけるPACS関連発表件数

項目	年	1987	1988
Image, storage and retrieval		10編	24編
Image, transmission		4編	12編
Image, display		4編	30編

図1 SPIE主催Medical ImagingIIIの論文発表件数

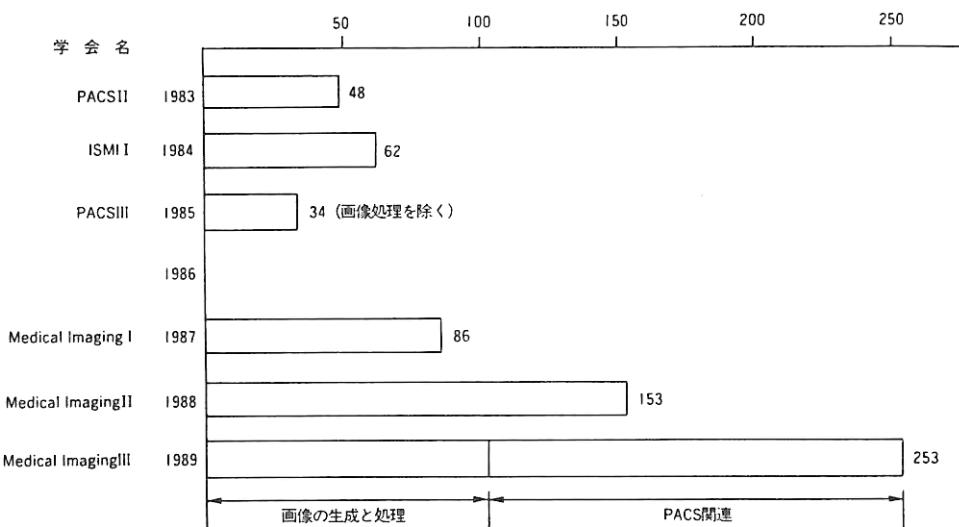


図2 Medical ImagingIII (1989) 演題分類

(画像生成と画像処理は除く)

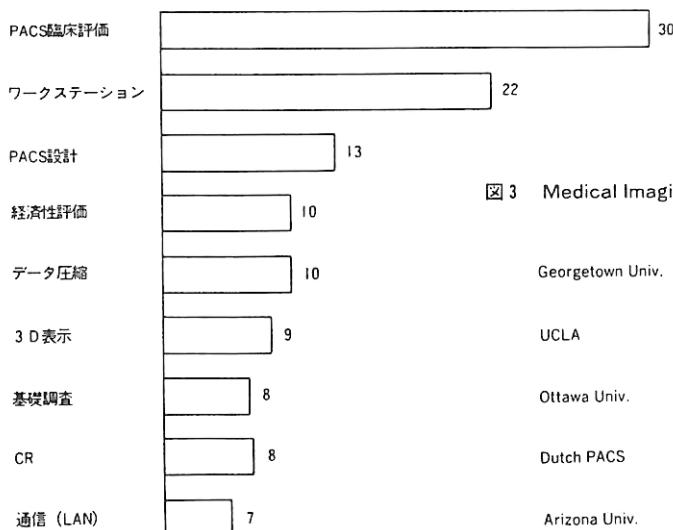
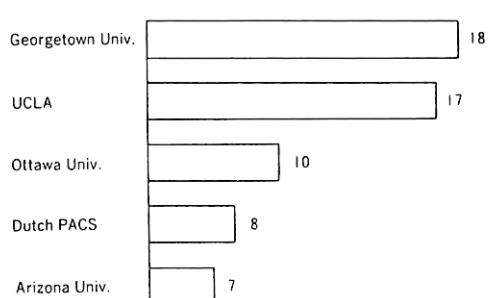


図3 Medical ImagingIII (1989) 発表者

(但しPACS関連)



School of Medicineでは、最も地についた確実な歩みをしているようである。1981年から始まったRIS (Radiological Information System) の開発からPACSへと進展し、フィルムレス計画を打ち出して将来計画につなげている。HIS (Hospital Information System)との接続やRISとの接続の強化についても、またオーダリングとの接続についても運用開始年次計画を打ち出している。特にフィルムレス計画については具体的で、1988年の11月には、特別な場合を除いて超音波画像のフィルムへの焼付けは行わず、1989年3月からは完全にフィルム廃止のことである。またICU(Intensive Care Unit)の病棟ではCR化 (Computed Radiographyの使用に移行)し、CTとMRIについてもフィルムへの焼付けは次第に廃止する計画をもっている。院内のサービス範囲も、画像診断の中核である放射線部門の外に前述のICU、小児放射線、神経外科の外来、整形外科の外来へと広い範囲に亘っている。従って画像表示端末は13台にし、集合型光ディスクと光ネットワークを使用してソフトウェア開発も急いでいる。入力する画像のモダリティは、表2・bに掲げているようにデジタル画像が主であって、フィルム入力端末は1台である。フィルムのデジタル化は、本格的に取り組むことを避けていくように思える。

CRT診断への移行計画については、1988年の7月から開始しており、1992年末には50%とすることがあるから、フィルムはそのまま診断に用いる計画であると解釈できる。これは他の2つの大学も同じである。

すなわち、アメリカではX線フィルムそのものはフィルムレス化の計画には組み入れず、超音波を含めて、ほとんど全てのデジタル化画像についてフィルムレス、CRT診断の運用の方向に着実に向かっていると考えられる。

(2) Georgetown

Georgetown大学ではTeleradiologyにも力を入れており、19.2Kbpsの電話回線を使用して画像の伝送テストを行っている。Dr.Munの話だと、最近ようやく納得のいく成果が出始めており、アメリカの陸軍、空軍に対しても報告とデモを行い、さらに完成させるための研究開発を促進させることである。Georgetown大学でCRT診断については神経放射線、腹部、一般撮影、超音波とも臨床的には受け入れられており、1次診断は可能であると強気の姿勢である。フィルムのデジタル化率も3台をもち、力を入れている。しかし今のところ、フィルムによる臨床診断システムは続行しており、PACSと並行しているようである。

(3) UCLA

UCLA (University of California, Los Angeles)では少しニュアンスが異なり、1次診断には使用せず、(すなわち、1次診断は従来のフィルムのまま)とし、ICU／CCUなど (CCU=Coronary Care Unit) でカンファレンスに使用している。

図4は、UCLAを訪問した時に頂戴した論文集に掲載されているシステム構成図を拝借したものである。最初から臨床の完全運用を狙ったものではなく、研究開発用に機器を寄せ集めて接続したものであるためか、バラバラでまとまりがなく、中央のデータベースに受け持ちのコンピュータや中央管理の仕組みが取られていない。

Vax11/750が2基、SunのEngineering Work Stationが5基、パソコン2基がそれぞれ分散処理的に使用されている。画像ファイルも集合型光ディスク3基が分散ファイルとして接続されている。

しかしKodakの集合型光ディスク (Kodak 6800 Model B)が最も大きく、論文によると超音波画像、CT、MRIの画像のセントラルファイルとして、データ管理ホストコンピュータと称するSUNのコンピュータ (EWS)に接続して運用するための研究開発を続けている。

KodakのEktascan Laser Printer ("KELP")もホストコンピュータにじかに接続し、フィルム焼付けによるデジタル画像の2次流通のテストを行う。

この部分の機能のみ図4から抜き出して書かれたのが図5の構成図である。入力系と出力系にそれぞれ1本ずつのEthernetバス型LANを用いている。プロトコルはいずれもTCP/IPを用いている。図4と図5を見比べてみると、どの機器がどのような役割のために接続されているかが判り、面白い。超音波、CT、MRIとともに "Reformat Node"と称して、画像の付帯情報を一元化されたフォーマットに統一してセントラルファイルに入れる作業をするための処理装置を、LANに直接接続している。これらはパソコンであったり、SUNのEWSであったりする。京大病院でも同じようにフォーマットコンバータを使用しているが、CTやMRIに直列に接続して光LANに送り込んでいるのとは異なり、並列接続である点が興味深い。

(4) 将来のゆくえ

以上からうかがえることは、やはりX線フィルムのデジタル化は避け、デジタル画像を中心化してセントラルファイルとして画像表示端末も増設していくこうとする方針である。しかも3大学に共通しているのは、超音波画像を入力することに真正面から取り組んでいることである。特にUCLAでは、入力のスピードアップを図るため特別

表2・a アメリカの主たるPACS導入病院の状況（その1）

項目 病院	院内サービス範囲	HISとの接続	RISとの接続	オーダリングとの接続	Tele-Radiology	フィルムレス計画
Bowman Grey School of Medicine, Wake Forest Univ.	放射線 成人ICU 小児放射線 神経外科外来 整形外科外来	1989	1981 ↓ 1989 1989	1989	—	US: 1989 CR CT, MRI
Georgetown University	神経放射線 ICU 治療 救急	—	パソコン 3台で	—	40Mbps 光ファイバー 19.2Kbps	CR
UCLA	小児放射線 ICU/CCU 神経放射線 胸部レトゲン (1989)	—	—	—	—	—

表2・b アメリカの主たるPACS導入病院の状況（その2）

項目 病院	光ディスク	光ネットワーク	画像圧縮	画像表示端末	画像入力端末	CRT診断	入力モダリティ
Bowman Grey School of Medicine, Wake Forest Univ.	4 GB ↓ 集合形 89GB (1989)	40Mbps	1/3 (進行中)	6台(1988) 13台(1989)	5台(1988)	1988.7 開始 ↓ 1992 50%	CT 4台 MRI 2台 US 3台 CR 1台 フィルム 1台 循環器 1台 DSA 2台 核医学 4台
Georgetown Univ.	集合形 89枚	ATTの スターLAN	—	4CRT 4台 ICRT 5台	5台	神経放射線 腹部 一般撮影 US (一次診断は) 可能	CT 1台 MRI 1台 US 3台 フィルム 3台 KDD 1台
UCLA	集合形 6.8GB× 100枚 (1989)	Broadband. Ethernet.	進行中	CCU 1台 (3CRT) MID 3台 (4CRT) 2CRT 1台 // 1台	MID 5台	not primary diagnosis	MRI 2台 CT 2台 US 6台 KDD CR(CCU)

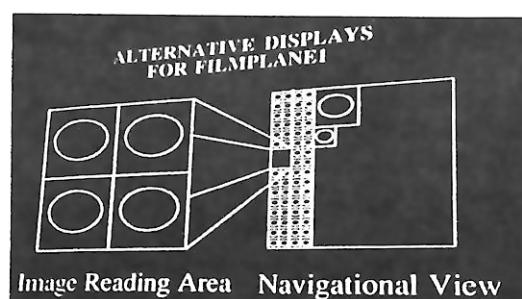
写真1 Navigation View (右側CRT) と
その読影用画像表示 (左側CRT)

Image Reading Area Navigational View

の工夫をしている。すなわち、超音波診断装置に内蔵されている画像のディジタルフレームメモリとパラレル転送のレジスタを使用するとかえって遅いため、ビデオ信号を取り込んでA/D変換し、画像をフリーズするタイミングの信号を診断医が足踏みスイッチを踏んで送るという仕組みである。

日本では超音波と核医学の画像の入力は後回しにしているのとは異なる点である。

次にRISとの接続に力を注ぐであろうこと、集合型光ディスクを使いこなすのに時間をかけるであろうことが挙げられる。

いずれにしろ全般的にみて、PACSは有効か否かの白黒の決着を早くつけるということではなく、着実な開発を長い時定数で模索しているようである。医学物理学者が、研究開発に重要な役割をはたしているばかりか主導権を握っている所が多い。臨床医も研究開発に協力して時間をかけることを厭わないようである。しかし裏を返せば、PACSの日常運用に関しては依然厳しい眼でチェックしており、真に使用に耐え得るまでは全面運用を判断しないということでもある。もちろん部分的な運用は開始している。

3. 基礎的な研究開発とそのゆくえ

前述のMedical Imaging-IIIではPACSの画像表示ワークステーションや伝送系、画像圧縮、インターフェイスの標準化などの、基本設計に関する研究開発が逆に増えてきているのに注目したい。

(1) 画像表示ワークステーションの研究開発

North Carolina大学のD.V.Beardらは“Evolved design of a radiology workstation using time motion analysis and keystroke model”という演題の発表の中で、いわゆるタイムスタディ(彼らの表現ではtime-motion study)による定量的なデータ収集と、それによる最適設計の重要性を訴えている。

画像表示ワークステーションを最適設計にもっていくには“Iterative Development”(反復式開発方法)を実効するべきだとし、それは設計、プロトタイプ製作、評価の3段階で、ユーザーが実際の仕事に用いることによって設計資料としてフィードバックすることであるとしている。しかし、この複数のプロトタイプを製作し実験することは多くの時間と金がかかるので、何かよい解決方法を見出す必要がある。すなわち“time motion study”によって設計を分析的に評価することであり、“Keystroke model”によって

- ・一連の作業task(例えば読影作業)を作業分析し、subtaskに分割していく。
- ・各subtaskの所要時間を測定または決定する。

- ・全作業時間を計算によって求める。

などのstudyを実行することである。

例えばCRT表示装置(キーボードやマウス付)が2台あるとした時、それぞれのワークステーションの機能に対する操作手順を想定または実験により求めて、上記のstudyを行う。この時、例えば右側のCRTには

- ・navigation view(写真1参照)
- と称して、1人の患者について撮影して全ての画像を写

真1に示すようにたくさん並べて表示し、その中から読影したい一連の画像を写真1のように選んで、隣りのCRTに拡大表示する方法を取る。

実例として、1人の患者について以前に読影した腹部のCRT像40枚と、今日撮影した40枚の腹部のCRT像40枚の2セットについて、読影を進める作業分析とタイムスタディを行っている。217秒のNavigation studyを実測している。

他にもWorkstationの最適設計のための資料収集の発表が数多くあり、基本的なフィロソフィーは現実の読影状況(シャウカステンによる読影状況)の把握と、これをCRTにもっていった時の最適所作へのアプローチ方法の模索にある。

(2) CRの臨床評価

Kodak社がPittsburg大学でGEと協力して、いわゆるKCR (=Kodak Computed Radiography)、正式名称はStorage Phosphor Imagingのテストを行っていたが、昨年12月のRSNAで臨床写真とともに発表している。胸部レントゲン写真の正面像と側面像について、従来のフィルム写真とCRをレーザープリンタに焼付けた写真についての比較を行っている。特に胸部側面像の写真については、4000×5000×12ビットの情報量だけあって、詳細さにおいてCRの方が優れているとの評判である。

8人の診断医により胸部の11症例の予備検討を行った結果、Quality, Resolution/sharp, Ability to displayの3項目全てについて従来のX線フィルムよりもCRの方が評価が高く、また1枚のフィルムにCRを4画面焼付けた縮小版でも、従来のX線フィルム写真よりも高い評価が得られたと発表している。

しかしArizona大学で行った気胸の検出の臨床評価では、他のメーカーのCRと通常のX線フィルム写真と

図4 カリフォルニア大学ロサンゼルス校のPACS (出所は本文参照)

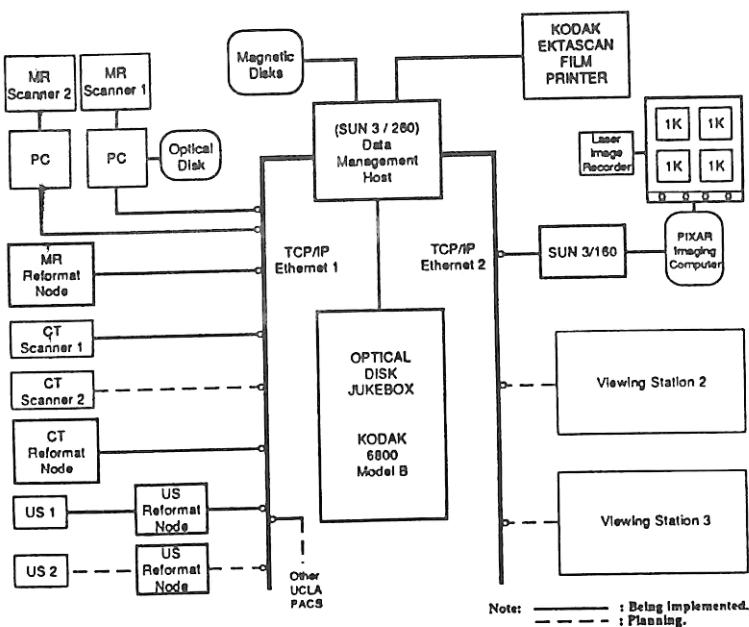
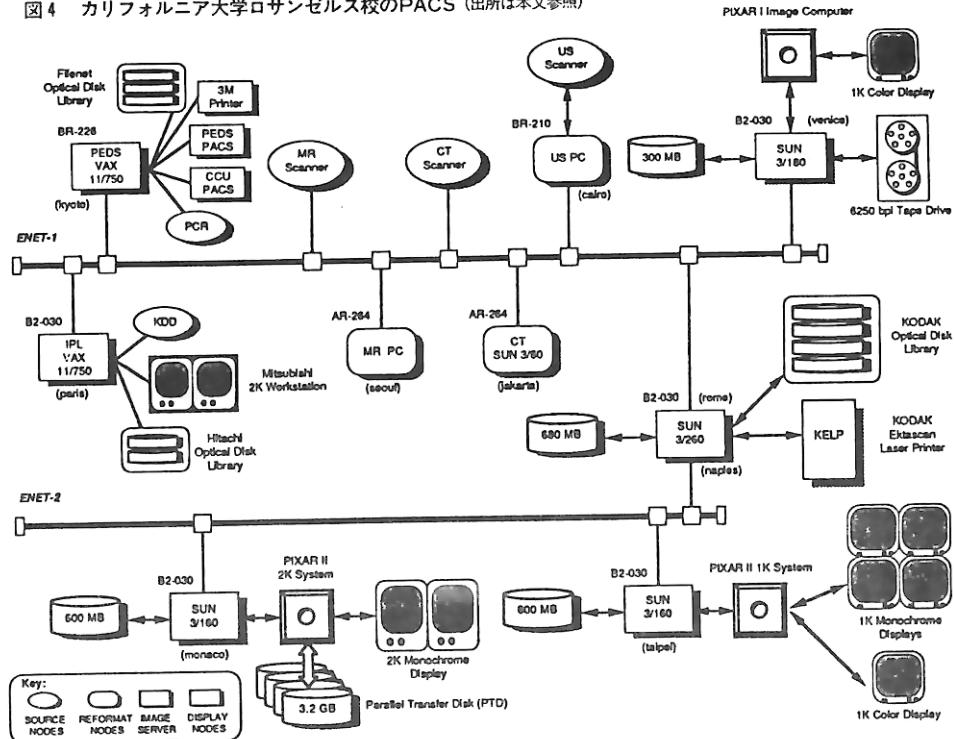


図5 カリフォルニア大学ロサンゼルス校における超音波、CT、MRI画像のセントラルファイルシステム。左側は画像収集系ネットワークで右側は画像出力系ネットワーク。KODAKの集合型光ディスクとレーザープリンタが使用されている。

の比較において、前者より後者の方が劣るとの結論を出している。

CRについては物理的な定量的データの積み重ね臨床評価について、もっと研究が行われていく気配である。

(3) その他の基礎研究のゆくえ

画像データ圧縮については、Discrete Cosine Transformが主流である。日本では、Block Bit Allocation法でハードウェアによる高速化で実用化してしまっているのに比し、アメリカではFull Frame Bit Allocation法でハードウェア化をまだやりつつある。最近は7秒までこぎつけたが、日本(例えばNEC)の1秒に比べれば遅い。多層プリント板とLSI化で商品化すれば、3秒以下のスピードとなるはずである。しかし彼らの偉いところは、圧縮しない画像との比較において、必ず評価尺度を客観的に確立して説得力を持たせて行っている点にある。例えば圧縮した画像としない画像を、subtractionとその増幅(強調)により比較する方法や、S/N比の変化

を定量表現してグラフに表わす等のやり方である。いきなり臨床評価にもついて白黒の決着をつけるなどの性急な方法は取っていない。

他にACR/NEMAによるディジタル画像の通信プロトコルの試作ないし、伝送系のスピードのシミュレーションや、新しい画像伝送方式の提案などである。

しかし筆者の考えるところでは、画像データをLANにて効率的に高速伝送するための基本ソフトウェアの研究がまだ緒についていない。これまでのLANの通信プロトコルでは、オーバヘッドが重くて効率が悪いので、OS(オペレーティングシステム)まで遡って改良開発しなければならないかもしれません。

アメリカといえどもPACSに使用しているコンピュータはVAX-11/750クラスか、SUNやMacintoshのようなEngineering Workstationクラスである。本格的な大型コンピュータを用いたシステム作りについても、これから課題となろう。

4. 日本の将来のPACSのゆくえ

シリーズの①にても報告したように、日本では京大などで実験システムが評価をしながら実な歩みを見せている。その後も筆者は京大のPACSを見学する機会があったが、100Mbpsの2点間光通信の採用や、MRI、CT、DSAの本格的な入力、光磁気の接続、6面CRTと3面CRTによる画像ワークステーションの接続など、規模の拡張が行われている。

北大でも実験ではない、いきなりの臨床運用をめざしたシステムとして稼動開始が計画されている。

日本でのハードウェアやソフトウェアの技術力は海外に比べても劣っていないし、むしろ優れている点も多い。しかし現実には前述のように、臨床評価の手法やレベル、基礎研究の層の厚さと充実においては、日本より優っていると言わざるを得ない。従ってアメリカでの基礎研究の成果をよく勉強して取り入れると同時に、日本の病院の特徴をとらえた現状調査をやり、システムの最適設計にもっていくことが必要である。すなわち

- (1) X線フィルム写真のシステムへの組み込み
- (2) 放射線部門以外の他科での読影への対応

などである。

また技術的には次に力点を置いて開発を進めるべきと考える。

- (3) 画像機器や画像表示装置のシステムとの接続に関する通信プロトコルの標準化。例えばACR/NEMAまたはMIPS規格などの、ディジタル画像通信のインターフェイスの標準規格の推進と実行。
- (4) 光磁気ディスク等の有望な新しい画像ファイル媒体と、その関連装置のシステムへの取り組みとファイルフォーマットの標準化。
- (5) 大型コンピュータを用いて本格的な高速LANを稼動する場合の、効率のよい通信プロトコルの開発と基本ソフトウェアの研究開発。

以上の方向の成果と海外の成果とを組み合せれば、将来的の日本でのPACSの進展がかかると考えられる。

＜あとがき＞

PACSは、これまでのCTや超音波やMRIのように、画像診断に強いインパクトを与えて急速な普及が予想されるものではない。しかし本稿で報告したように、欧米では基礎研究も臨床試験研究も盛んになってきている。日本も、その影響を強く受けつつあるのは否めない。その根本理由の1つは、放射線診断を含めた病院内の診療

全般に亘って、将来計画をたてる時に組織上、管理上、PACSの必要性が必ず浮かび上がってくるからである。

これから長い研究開発と臨床へのトライアルが続くことになるが、読者諸兄と共に勉強を続けて見守っていきたいものと考える。

(※今回をもちまして相島先生のシリーズ「PACS」は終了です。)

あとがき

アナログ画像からデジタル画像にわたっている我々の放射線画像の研究は、これまでシカゴ大 土井教授による数多くの研究論文に、常に大きな影響を受けてきたことは周知である。今回の、先生の教育講演は、我々にとって画像研究のテーマの取り上げ方やその進め方、考え方の基本を勉強する絶好の機会です、多数の参加を期待しています。

第4回画像リフレッシャー・スクールの画像セミナーにおける大阪医療短大 稲邑先生の講演テーマ“PACSとデジタル画像”の講演資料を掲載します。参考になれば幸いです。

会費を納めて下さい。

1,000円です。

学会事務局宛お願いします。

1990年4月1日発行

(社)日本放射線技術学会

画像部会々長 山下一也

〒604 京都市中京区西ノ京北壱井町88

二条プラザ内

TEL (075)801-2238