



日時：平成 8 年 4 月 2 日

会場：国立横浜国際会議場

PACSから医療情報システム構築に至る軌跡

遠山坦彦

高知医科大学附属病院放射線部

Proceeding of PACS and Medical Information System

Yasuhiko Tohyama

Radiology Center, Kochi Medical School Hospital

1. はじめに

高知医科大学は1981年開院以来、病院情報システム(Hospital Information System=HIS)による運用が行われており、その中には放射線部に対するオーダーリングシステムも含まれている。放射線部は開院当初から画像保管・管理システム(Picture Archiving and Communication System=PACS)導入に関して、放射線機器メーカー等と協議を重ねて来たが、近年、放射線部にて発生するCT、MR画像をHISに伝送し、臨床に供与できるシステムを構築した。

この宿題報告は臨床使用を目的としたPACS構築に関与した経験から、臨床システム構築過程における課題解決と発展に向けた提言をまとめたものである。

2. PACSへの期待

PACS^{1,2}は1982年に提唱され、フィルムをベースに確立されている診断形態に代わる診断法として注目を浴び、実用化には下記項目の技術開発が期待されていた。

1. 技術的要因

1. インタフェイス規格の統一
2. 伝送速度等の高速化
3. 画像表示装置の操作の簡便化
4. フィルムに匹敵する表示画像

2. 財務的要因

1. 廉価なシステム
2. 診療報酬への反映

増大する写真保管場所の解決策として高知医科大学もPACSに期待していた。開院以来15年間で発生したX線写真は200万枚を超え、用意した保管室に収容しきれず、貴重な資産を2回にわたり廃棄して凌いでいる現状(Fig.1)である。

PACSには画像データの伝送と、蓄積することの他に病態や経過画像を組合わせて活用することが考えられていた。同じ形態・機能はHISや病診連携の中にも必要であり、PACSすなわち放射線部という概念から医療全体で運用する共通画像データベースという大きなとらえ方に改めたい。

3. PACS構築に関する実験・研究の経緯

我々は1988～1991年にかけてGEネットワーク(Fig.2)と東芝ネットワーク(Fig.3)の2系統を構築し、3つのテーマについて共同研究した。

- ① データベース構築の共同研究
- ② 画像LANを用いた診断シミュレーション
- ③ HISへの画像データ伝送

GEネットワークはCT 2 台、MR 1 台から出た画像データを伝送し、東芝ネットワークはCR画像データを伝送するものである。両者の表示端末は内科診察室に設置(Fig.4)し、診療に供せられた。

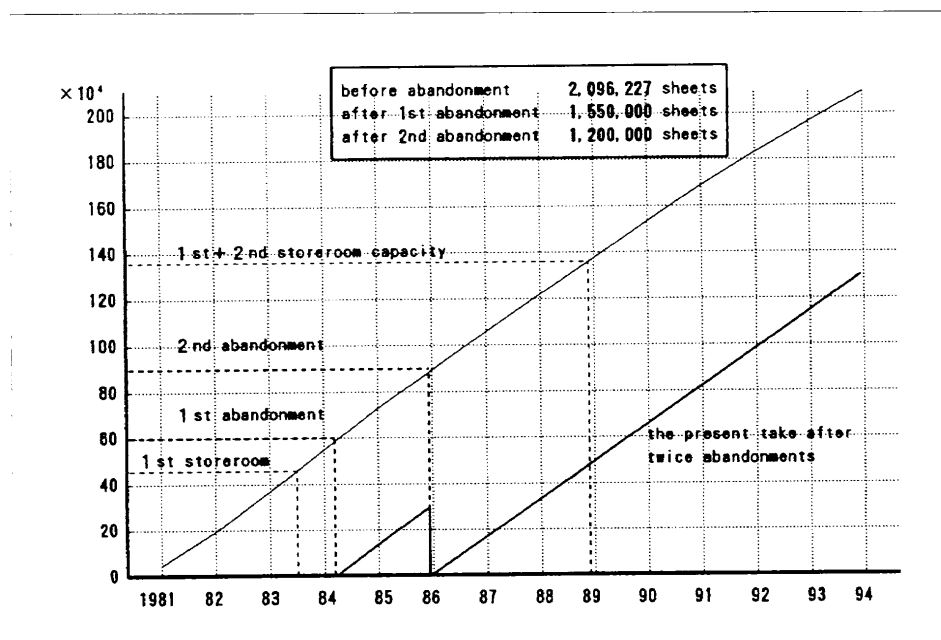


Fig. 1 The number of stored films since the opening of Kochi Medical School Hospital.

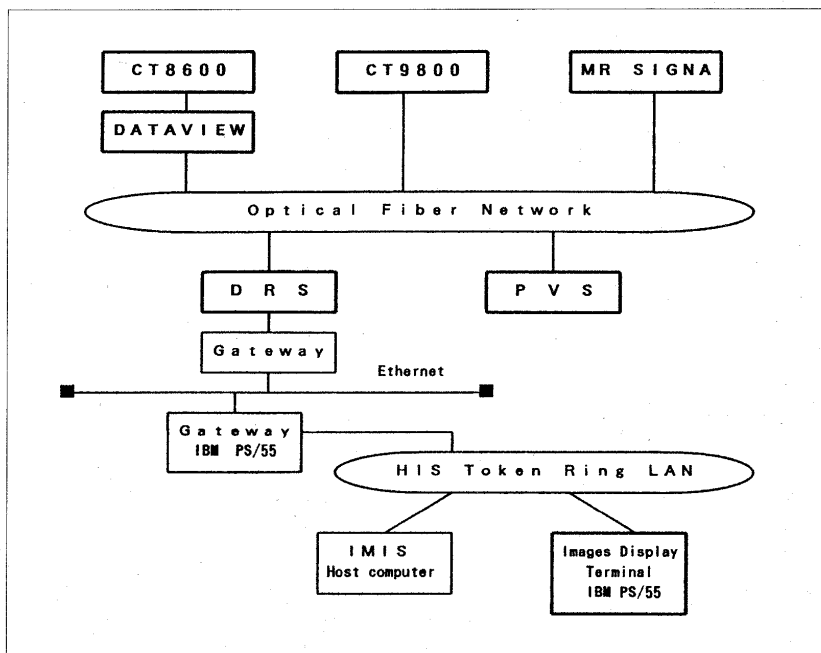


Fig. 2 Developing computer network (GE).

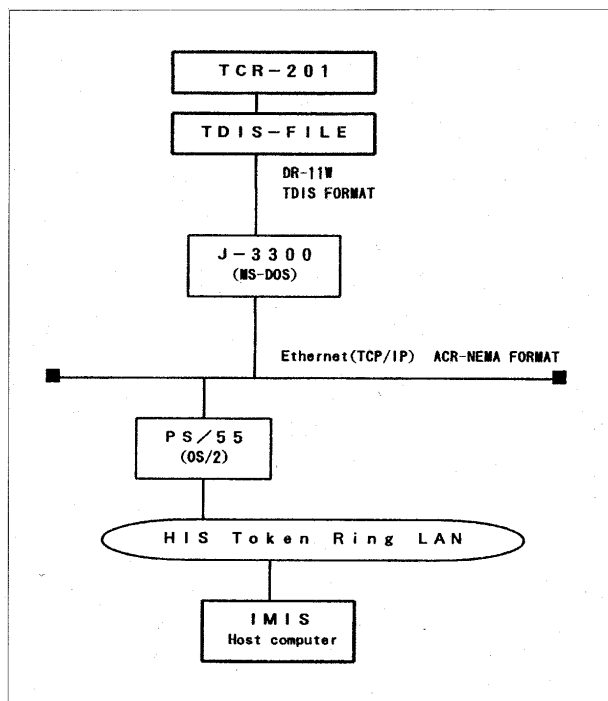


Fig. 3 Developing computer network (TOSHIBA).

この研究は伝送時間の長短を問わず組んだネットワークであり、放射線部PACSとHISのコンピュータが違うことから、通信プロトコール、画像フォーマットの変換に時間がかかり、インタフェース規格標準化の重要性を経験している。データ伝送の成功後は時間短縮に向けた期待に変わったが、研究期限と社会情勢の変化から結論は得られなかった。このネットワーク構成には高知医科大学スペシャルではなく、汎用性のあるもの、他病院にても適用できる普及品にて構成されるよう希望したが、不可能であった。このネットワークから得たまとめを簡条書

きにする。

- ① 画像データが蓄積容量いっぱいになるとシステムが停止する
- ② 画像データ伝送完了を確認する機能が必要である
- ③ スキャン時のFOVが大きいと表示画像が小さくなる
- ④ 伝送画像のW/Lを1画像ずつ設定する手間がわずらわしい
- ⑤ フロッピーディスク等へ画像データをコピーしたい
- ⑥ 診療科別の患者リストの表示が必要である
- ⑦ 実行命令が交錯するとシステムが停止する
- ⑧ 伝送先が起動していないとシステムが停止する

保存不要画像の消去対策が必要で、合理的に運用する組織とソフトを用意しなければならない。また、診察で忙しい医師の負担軽減のため、所見を最も良く表現した画像を送り出そうとしたが、意外に困難であり、現在も解決できていない。

4. CRT表示画像の基本的特性について

PACSを使う医療情報システムはCRT等の画像表示装置で診療されると考える。我々の使用した装置、機器をTable 1に示す。

輝度特性はSMPTEパターンRP-133の持つグレースケールにて測定した。専用測定器の不必要なこのパターンを北米放射線学会が推奨し、日本医用画像工学会もCRTの日常管理に導入するよう勧告^{3,4)}している。CRTの輝度特性はフィルムの濃度特性曲線に該当し、CRT自体のコントラストレベルを変えるとカーブは平行移動(Fig.5)し、輝度レベルを変えてもカーブは平行移動する。腹部CT像のCRT輝度をFig.6に示す。

輝度特性に表示部位を示したのがFig.7である。実

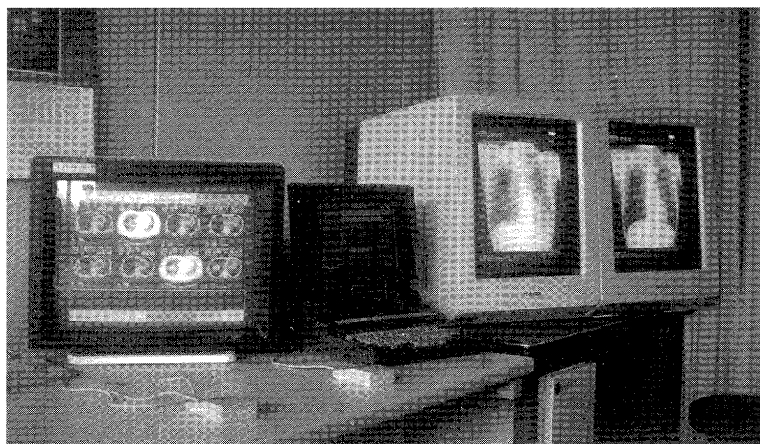


Fig. 4 The each image display terminals of the networks in internal medicine consulting room. The left side is GE's and the right side is TOSHIBA's.

Table 1 List of apparatus.

Image display terminal: TOSHIBA TDF-500A, 20inch CRT display matrix; 1536×1024
Digitizer: TOSHIBA TFR-01A
Brightness measure meter: MINOLTA LS-100
CCD camera: IKEGAMI TSUSHINKI 2000, Super Scanner PIC-2300 Matrix; horizontal 2000, vertical 3000
Pattern generator: QUANTUM DATA OPIX imager SMPTE pattern RP-133

線は暗い部屋の輝度特性であるが、破線のスキャン時明室状態ではコントラストの低下した表示像を観察することになる。実験当時のCRTの明るさはシャウカステンの1/10程度で、CRT読影室は調光式照明を必要とし、両者の併用は読影者の負担になると考えられた。画像表示装置には明るく奥行きが小さい、薄型のものが実現すればフィルム保管とともに、名実ともに省スペースのシステムとなる。

4-1 空間分解能特性

CRT表示画像の空間分解能をFunkの細線チャート像を使い識別限界として求めた結果がTable 2である。識別したい細線の60%のサイズでサンプリングしないと識別できず⁵⁾、ナイキスト周波数と合致する。

4-2 画像変調と識別限界

デジタル画像は階調を自由に変換できる⁶⁾特徴がある。バーガーファントム写真をデジタル化した表示画像を使い実験を行った。

階調変調と周波数強調を行った画像をFig.8(a)に、処理法をFig.8(b)示す。周波数強調を行うことによりノイズが目立ち、画像が見にくくなる。

画像変調による識別限界の改善度を放射線技師11名

で判定した結果をFig.9に示す。左から2番目が少し階調を立てたもので、識別点が左上に移っており、オリジナル写真より識別限界の向上を認める。階調を強めるに従いオリジナル写真より識別限界の向上は認められるが、改善状態が平衡状態になり、階調強調には限界点のあることを物語っている。黒化度は0.9で胸部黒化度を意識している。

Fig.10はFig.9の適度な階調変調度を使い、右端は弱い階調変調に加えて高周波強調を少し加えたもので、オリジナル画像と同等か少し悪いぐらいの識別限界に逆戻りしている。次に、写真としては黒すぎる黒化度1.9のファントム画像

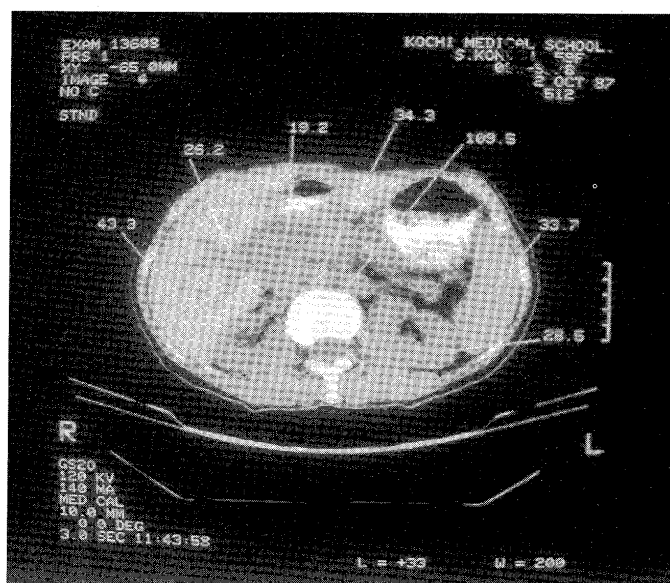


Fig. 6 Brightness of abdominal CT image.

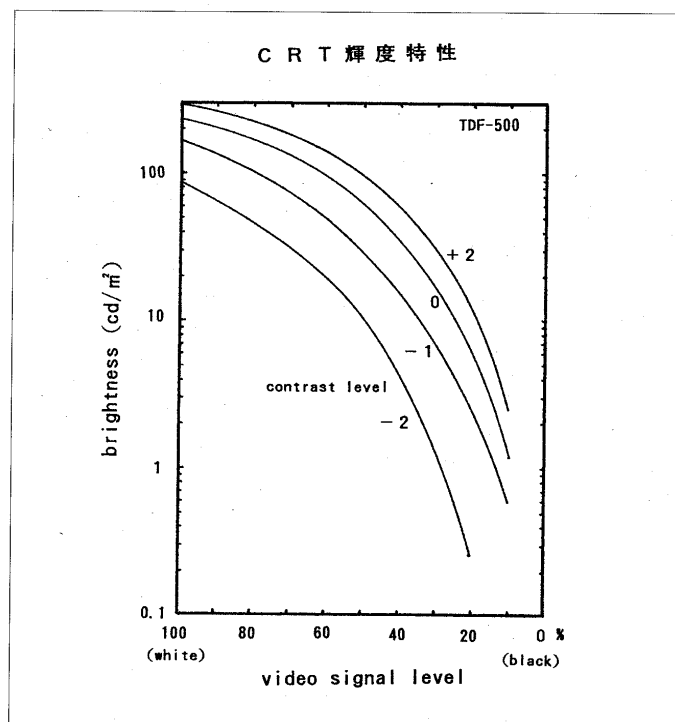


Fig. 5 CRT brightness curves.

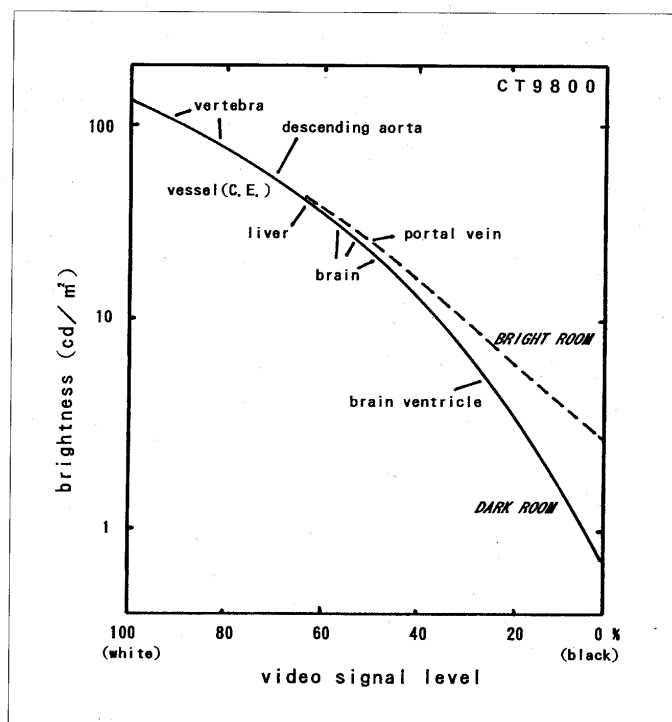


Fig. 7 Brightness level of CT image.

放射線部ゲートウェイは約2000枚の画像蓄積が可能で、データフォーマットはACR-NEMAに準拠し、通信プロトコルはTCP/IPである。HIS側のゲートウェイからPACS側のゲートウェイにデータを取りに行き、必要とするデータ変換はHISゲートウェイが受け持ち、変換機能には下記のものがある。

- ① 部位コードのルックアップテーブルで16ビットからHIS向けに8ビット階調に切出す。
- ② データをJPEG方式で1/10に圧縮する。
- ③ ACR-NEMAヘッダからIDSS形式に変換する。
- ④ データ受取りに際してデジッターミナル方式のID番号をチェックする。その他にスキャン部位コードを調べ、間違いは訂正するまで伝送しない。

放射線部ゲートウェイからHISデータベースへ書き込むサイクルタイムはCT1画像35～40秒、HISデータベースからIDSSの画像受取り時間は約2秒である。放射線部PACSとHISの切り分けは両ゲートウェイの間とし、ファイアウォールはPACS側のゲートウェイである。

HISのメインフレームはIBMマシンで、HISに構成されている画像表示端末は各病棟のカンファレンスルームに1台ずつ配備され、画像を参照できる。

HIS側の受信画像は患者ID、検査番号および画像番号を基本検索キーとして持ち、入院患者のみ約3カ月間保存する。所見レポートは画像伝送とは別に患者ID、検査日、検査番号およびCT、MRのモダリティを検索キーとして、半永久的な保存が想定されている。画像とレポートが揃った時点でHIS・LANに解放され、画像表示端末で参照できる。患者と検査を選択後、レポート表示画面から画像を参照する手順で、計

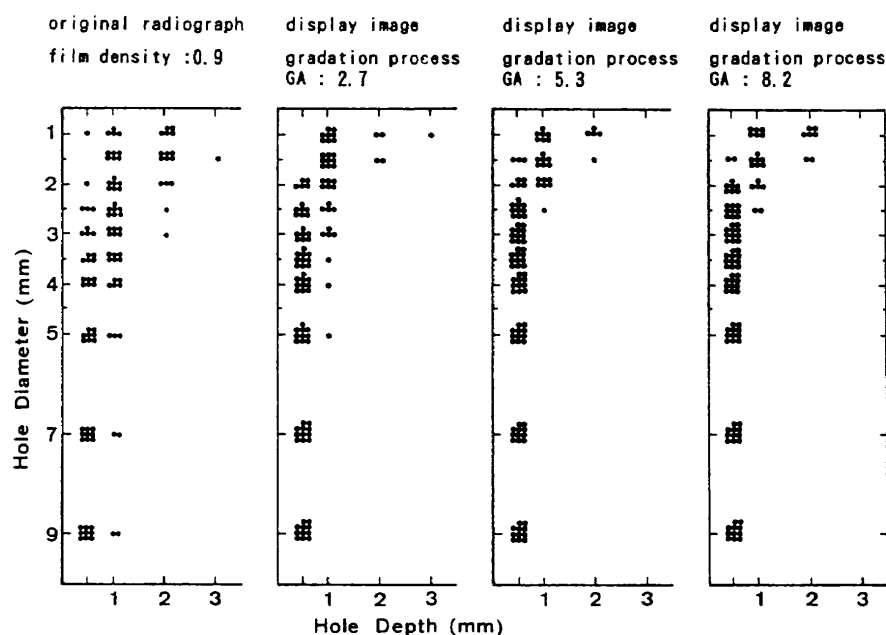


Fig. 9 Identifiable limits in Burger phantom display images.

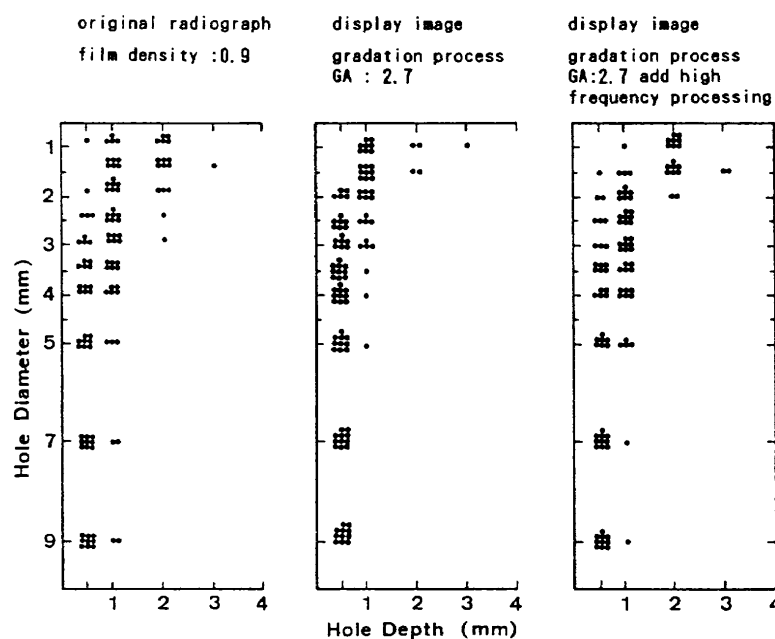


Fig. 10 Identifiable limits in Burger phantom display images.

測情報、コメントの保持は可能だが、処理画像の保持と前回画像との比較はできない。

このネットワーク構築の過程で解決を必要とした課題を以下に述べる。

5-1 PACSデータベースと患者情報

患者ID番号とローマ字つづりによる姓名で放射線部PACSのデータベースを構築する。ローマ字つづりには3通り以上の方式(Table 3)があり混乱の原因となる。ID番号が同じで姓名が違くとデータが伝わらな

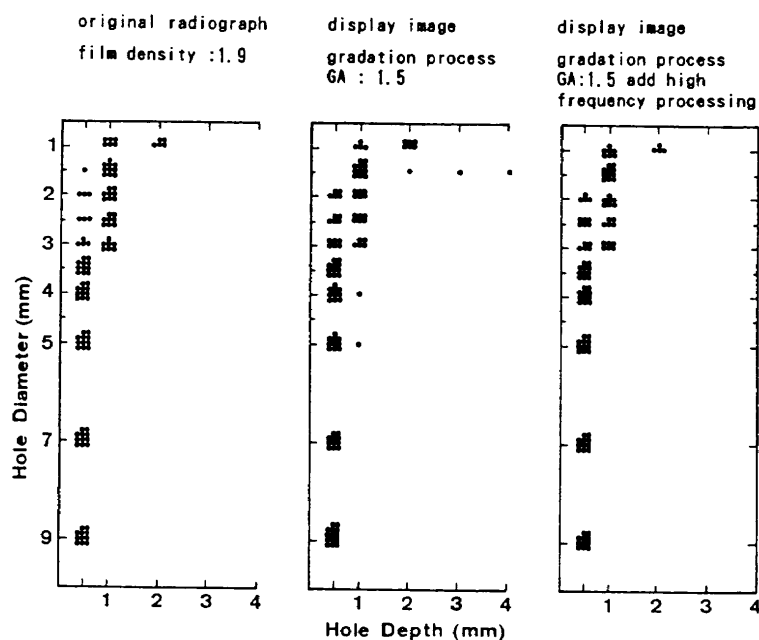


Fig. 11 Identifiable limits in Burger phantom display images.

ったり、間違いになったり、検索に不便が生じ、ローマ字つづりの統一には余分な時間と労力を費やした。

修正へボン式変法とも言える方式を採用し(Table 4), 姓を先に、名の頭文字にピリオドを続ける入力とした。さらに、患者IDは7桁のID番号を使用しており、HIS端末の入力にはハイフンを入力しないが、診察券や画面表示、プリントアウト等では7桁の上3桁目と4桁目の間にハイフンを入れて表示している。ハイフンのある事が番号を覚えるのに都合のよい習慣ができていたがハイフンを入れない入力方式とした。

5-2 画像表示条件(W/L)の伝送方法

高知医科大学では診断した画像または診断に最適な画像をHISに伝えることを原則に考えてきた。表示マ

の画像を表示するが、ネットワークでは1スキャンで1 W/Lの取り扱いになり、2つめのW/Lには再スキャンが必要とされた。コード例をTable 5に示すが、胸部総合コードの540を使うと1スキャンで肺野と縦隔部の画像がHISに伝わる。肺野だけでよければ541の入力である。CTでは概ね読影側の意図する画像が伝えられることになったが、MRIは患者ごとに微細なW/Lを伝える必要があり、改良の必要性を放射線科医師は考えている。

5-3 必要画像のみを伝送する方法

画像データを伝送する際にネットワークの伝送効率や参照する医師の負担軽減を配慮して、必要と思われるスキャン像のみを送りたい。と計画されたが選択基準が困難で、全画像を送ることにした。ネットワークを理由に診断画像数を制限することは本末転倒の発想であったかも知れない。

5-4 レポートの送信方法

送信方法はオンライン方式、オフライン方式いろいろと検討した結果、放射線科医師全員が持っているノート型パソコンを使い、所見をテキスト文で入力し、フロッピーを介してHIS端末から読み込み、送る方式にした。この方式は随時所見を付けられるという便利さがある。

所見レポートを入力するHISの端末画面をFig.13に示す。所見レポートのはじめの部分に患者ID、患者姓名、検査番号、部位名、検査日を付けておき、HISに一旦登録して表示する。表示されたファイルを選択して所見レポートの頭にある患者ID、検査日、検査番号、モダリティ、部位名を()欄に再入

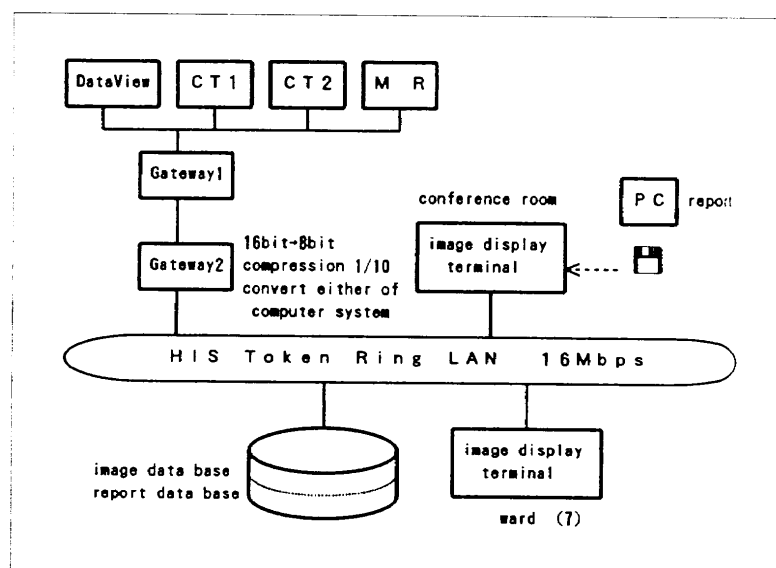


Fig. 12 PACS in 1995

トリクスは512または1024でCT、MRI像の空間分解能の劣化は起らないが、画像階調の持ち方に思想と性能の違いがある。検査装置側は16ビット階調のままに出す設計思想であり、受け取るHIS側は8ビットであった。レーザプリンタに出力する同じ行為で伝送できることを希望したが実現せず、検討の結果、スキャン時に患者付帯情報の一部に部位コードを入力し、HIS側ゲートウェイに持たせた変換テーブルに従い16ビットから8ビットのW/Lを切りだし、伝える方式とした。

胸部CTスキャンの場合、

1 スキャンでデータを取り、診断には肺野と縦隔部

Table 3 Different Roman letters spelling of the same Japanese letters.

Japanese letters (カタカナ)	① the Cabinet Notification (1954.12. 9)	② modified the Hepburn system	③ Japanese style
シ	SI	SHI	SI
チ	TI	CHI	TI
ツ	TU	TSU	TU
フ	HU	FU	HU
ワ行	WA I U E O	— — — — —	WA WI WU WE WO
ザ行	ZA ZI ZU ZE ZO	ZA ZI ZU ZE ZO	ZA ZI ZU ZE ZO
ダ行	DA ZI ZU DE DO	DA JI ZU DE DO	DA DI DU DE DO
シャ行	SYA SYU SYO	SHA SHU SHO	SYA SYU SYO
チャ行	TYA TYU TYO	CHA CHU CHO	TYA TYU TYO
ジャ行	ZYA ZYU ZYO	JA JU JO	ZYA ZYU ZYO
ヂャ行	ZYA ZYU ZYO	JA JU JO	DYA DYU DYO

Table 4 Style of Kochi Medical School Hospital Radiology center.

遠山 坦彦 (トオヤマ ヤスヒコ) 0018101 TOHYAMA Y.	
① way of spelling ン and オー	② N=ん M use befor B, P, M
三愛 ○ SAN-AI	新堀 SHIMBORI
× SAN AI	本間 HOMMA
× SANAI	③ ッ, ツ is same spelling
大内 ○ OH-UCHI	別役 ○ BETCHAKU
× OHUCHI	× BECCHAKU
input patient ID	
○ 0018101	
× 001-8101	

Table 5 An example of chest region Window/Level preset for CT (to IDSS).

code	region	Window	Level
540	chest general	1200 & 300	-700 20
541	lung	1200	-700
543	mediastinum	300	20
545	heart and vessel	300	30
547	breast and soft tissue	300	10

力・確認し、所見データベースへ登録する。

画像レポート参照画面がFig.14である。画像を見るためには画面右下に表示している指示に従い画像表示を要求する。Fig.15が表示画像で、4画像表示以外に1画像とその拡大像や20画像マルチ表示も可能である。

5-5 まとめ

放射線部PACSのデータベースはID番号と姓名の両方を照合する。HIS転送時にはHIS側ゲートウェイで7桁のID番号をチェックし、部位コード有無もチェックする。部位コードは画像のW/L切り出しに必要で、コード無しの場合もエラーとなる。2カ所でチェックされ情報伝達ができなかった調査結果がTable 6で、6.8%のエラーは多過ぎると思っている。修正には純正情報の確認後、手作業で行うシステム特有の非生産的な作業があり、改善の

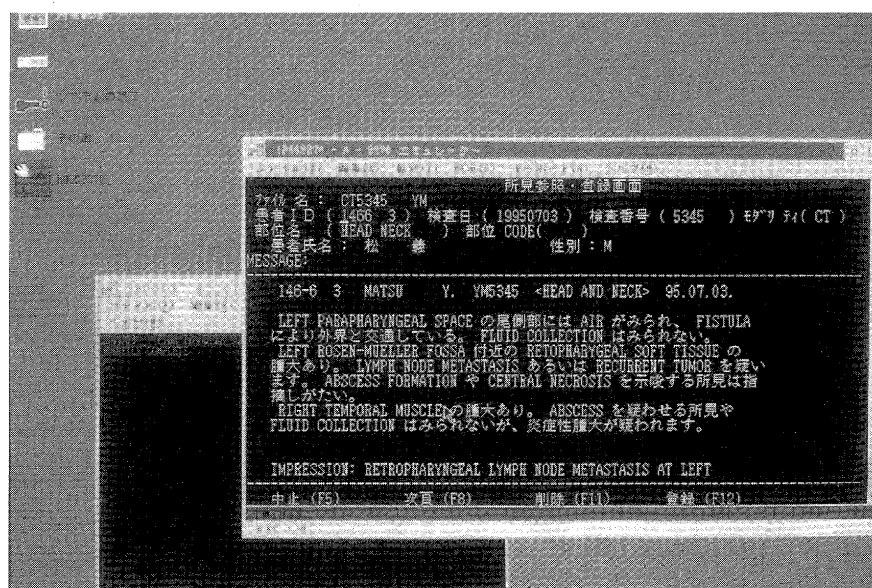


Fig. 13 Input window for the report.

必要性を強く感じる。

患者姓名の入力エラーを根本的に防ぐ方法は各種あ

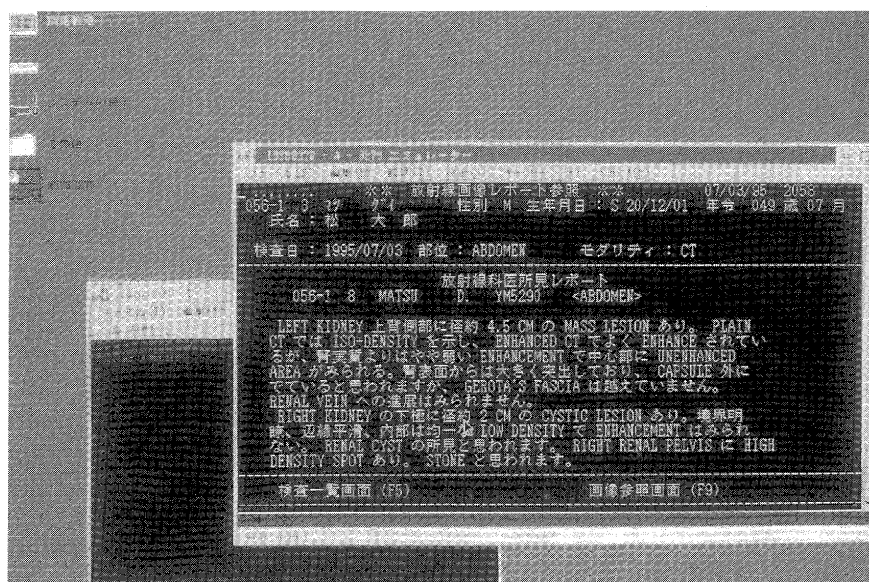


Fig. 14 Reports reference window and for the image findings.



Fig. 15 CT image displays.

Table 6 Pick out error cases on gateway.

The number of examination in term	843
1. Spelling error of patient name	18
2. The errors in spelling	14
3. Mistake of patient name	8
4. Input error of patient ID	7
5. Forgot region code input	6
6. Input error region code	1
7. Cancel error for another examination	1
8. Other	1
Total	57 (6.8%)

ろうが、下記の様な装置側の機能改善に期待したい。

- ①入力されるあいまい情報を検査装置で適正化する機能を持たせる
- ②HISから検査装置に直接受信する

- ③診察券の情報を検査装置に読み込む

- ④患者の持つ光カード等の共通媒体から検査装置に読み込む

①の装置側であいまい情報を適正化する機能には、技師・医師の院内約束と同様に業界の統一が必要である。②はHISから直接オンラインで患者情報を装置に取り込む方式として、オーダーリングシステムを発展させる方式である。③は診察券に情報を持たせていれば、診察券から読み込む方式である。以上の3案は装置の機能開発と安くない費用の負担が共通課題であるが、医療情報システムの将来構想や診療形態と関連させて総合的に考えると、④の患者個人持ちの光カードやICカード等を一つの情報源として、共通利用する考えは③とも共通し、病診連携等の地域医療ネットワークにも適用でき、医療データベースの統一と共通利用の点から優れている。

6. 高知医科大学の画像・医療情報伝送システムについて

6-1 画像伝送時間

高知医科大学の診療はX線写真を搬送する現状にあり、X線写真は1患者1袋の態勢で、全写真の入ったマスター袋をテレリフトで搬送している。この時間がネットワークによる画像伝送速度の判断基準になるものと考える。10kg搭載可能なテレリフトで受け渡しした時間をTable 7に示す。放射線部から送り出しに6～7分、返送に12～13分という所用時間は1枚の写真であっても、

数100枚以上の写真でもこの時間である。CRTの画面展開に2秒が待時間の限界と仮定して、12分を2秒で割ると360画像に換算され、CT画像は半切に12コマ写し込んでおり、半切30枚分に換算できる。テレリフトは一度に30枚以上の写真搬送が可能で、効率的であり、画像伝送はよほど速くないとスピード効果を強調できない。返却不要のメリットがあるものの、画像の伝送時間は決して早いとは言えない現状で、さらに短くする対策が継続研究されている。

6-2 高知医科大学の最新画像情報伝送システム

1996年から使用するネットワークをFig.16に示す。前年より改善した点は

- ①MR 2台、CT 2台から出る画像データをスイッチングハブによるLAN形態にして、三次元処理可能な画像処理ワークステーションを追加し、随時MR・CT画像の処理を行えるようにした。ゲートウェイを含めて放射線部PACSの中は、ほぼ

DICOM仕様である。

- ②放射線部PACSには約75GB、3 カ月以上の画像データ保存を可能にした。
- ③ゲートウェイを2 系統にして伝送速度の向上とゲートウェイのダウン対策を講じるとともに、16 ビットから8 ビット階調の切出しを容易にする機能追加を試みた。
- ④レーザイメージャ3 台をイーサネットを使ってネットワーク構成にして、MR 2 台、CT 2 台、血管撮影装置 2 台、US 1 台、さらにデジタルX線テレビ画像を自在にプリントできるシステムにした。レーザイメージャ間はDICOMが間に合わず ACR-NEMA Ver.2で、装置とレーザイメージャ間の通信はビデオ信号による運用である。

7. 今後の展望

放射線部ネットワーク構築はCT, MRから始まったばかりで、ネットワーク化の容易なものから拡大が図られる予定である。経験から得た課題解消策とともに、今後の展望を明るくするには課題が多数ある。

- ①性能アップの容易なシステム構築の研究
- ②グレードアップ、再投資に伴う費用の準備
- ③放射線部ネットワーク管理
要員の確保
- ④情報とシステムの安全管理
- ⑤臨床使用に容認されるCRT
画像の選別
- ⑥CRT診断法へ向けた処理法の
確定
- ⑦策定されつつある医療の将来像との整合性

コンピュータの歴史を見ると陳腐化するサイクルタイムが極端に短く、性能アップの容易なシステム構成とともに継続的な財政投資を配慮する必要がある。システムの安定運用、データの安全管理にネットワーク管理専任者が必須である。

X線写真とCRT表示画像が同じ性能と考えられるものを選別と、CRT診断の有効性⁹⁾を見極め、PACS化、ネットワーク化による恩恵を現実のものとした。伝送画像にはティーチング画像、レファレンス画像だから、という診断画像より劣化した画像という響きを持って使われ、PACS構築の合意を得るため努力している者にはいささか気になる表現がある。教育、臨床ともに最良画像を提供できることが最善であり、発信側発想

Table 7 Radiograph package forwarding time by telelift.

consulting rooms ← radiology center →		wards
average		average
6 minute		13 minute 32 sec.
max. 24 minute		max. 58 minute
min. 1 minute		min. 4 minute
consulting rooms ← radiology center →		wards
average		average
6 minute 45 sec.		11 minute 55 sec.
max. 19 minute		max. 22 minute
min. 2 minute		min. 2 minute

と受信側の合意のもとに歓迎されるシステム構築に配慮したい。

8. おわりに

真に必要なシステムであれば普及と発展はCTやMRの例が証明している。医療の地域性は解消されたと思われず、例え大都会に住んでいても最高水準の医療を受けたいと願うのは市民共通の願いであ

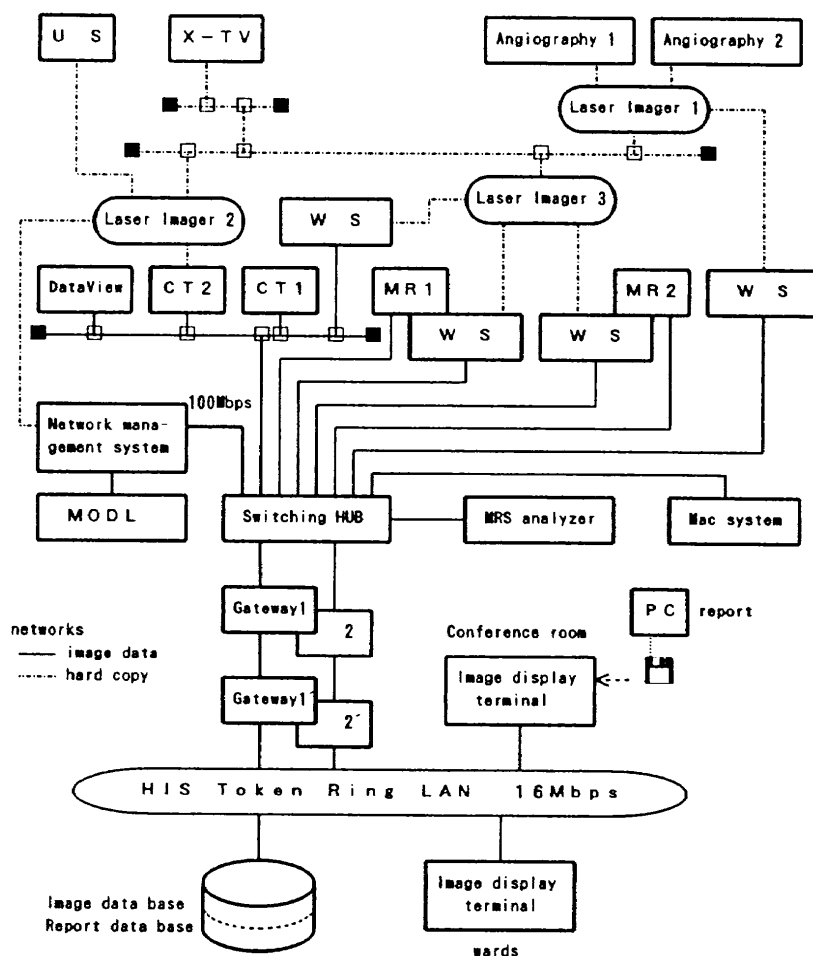


Fig. 16 PACS in 1996

る。医療環境に恵まれない人にも医療情報システムの発展は欠かせないものとする。

一般社会のコンピュータ化趨勢は医療にも影響し、PACSから医療情報システム構築へ向けた動き^{10,11)}となっている。医療情報システムは発展途上にあり、その発展はシステムを活かそうとする人の意識程度にかかっている。PACS構築から臨床運用までの過程で数々の課題に直面し、対策を講じてきた。それらを基に将来展望の考察を交えて宿題報告とした。

謝 辞

高知医科大学放射線部PACS構築に尽力された前田前教授のご努力に感謝と敬意を申し上げます。引続き発

展に向けられた吉田教授をはじめ、医学情報センタースタッフの皆様、放射線部・放射線科スタッフの皆様の努力にも感謝申し上げます。放射線部ならびに大学の要請に応じて、たび重なる協議を通じていろいろな情報と知識を提供頂いた業界各社に感謝申し上げます。中でも、GE横河メディカルシステム社の財部氏、湊氏と会社の方々、東芝ならびに東芝メディカルの東氏、海野氏、因幡氏に代表される会社の方々には各種研究に協力頂いたことも併せて厚くお礼を申し上げます。

今後のシステム構成に関して別途いろいろとご指導願っている方々にもお礼を申し上げ、宿題報告の機会を頂いた各位に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 日本放射線技術学会専門委員会PACS班編：画像の保管・管理システム，(1990)。
- 2) 日本PACS研究会編集委員会：PACSハンドブック'89。日本PACS研究会，(1989)。
- 3) 日本医用画像工学会CRT標準パターン基準作成委員会：医用画像表示のための標準パターンCSP勧告。Med. Imag. Tech., 5(4), 394-416, (1987)。
- 4) 日本放射線工業会：医用画像表示用パターン。Med. Imag. Tech., 7(4), 447-453, (1989)。
- 5) 遠山坦彦，赤木直樹，久保嘉彦，他：デジタル画像の画像処理と画質変化—デジタル化のマトリクス数およびピクセルサイズ—。日放技学誌，43(12)，1728-1733，(1987)。
- 6) 遠山坦彦，赤木直樹，小原秀一，他：デジタル画像の画像処理と画質変化—階調処理と見やすさ—。Med. Imag. Tech., 4(4), 361-367, (1986)。
- 7) 前田知穂：PACSの実際。Med. Imag. Tech., 6(1), 2-8, (1988)。
- 8) 浅田尚紀，田中雅人，英保 茂，他：CRT表示による画像診断のための画像改善処理。Med. Imag. Tech., 6(3), 311-317, (1988)。
- 9) 中野善久，小森 優，湊小太郎，他：PACSの開発—とくにCRT診断の有効性について—。Med. Imag. Tech., 5(4), 360-363, (1987)。
- 10) 医療情報システムの動向'95—情報インフラによる医療変革の時代へ—V病院における医療情報システムの現況。INNERVISION, 10(7), 95-125, (1995)。
- 11) 特集電子カルテ始動／多彩なPACS。新医療，22(9)，40-87, (1995)。