

[原著] 松本歯学 19: 35~39, 1993

key words: dental image processing — image archiving —
magneto optical disc — image work station

歯科口腔領域放射線像とカラー画像のための 小型画像処理システムの開発

滝沢正臣, 丸山 清, 馬瀬直通, 長内 剛,
深沢常克, 児玉健三

松本歯科大学 歯科放射線学教室 (主任 丸山 清 教授)

A Desk-Top Image Archiving/Processing Workstation for Oral Radiology and Color Images

MASAOMI TAKIZAWA, KIYOSHI MARUYAMA, NAOMICHI MASE,
KATASHI OSANAI, TSUNEKATSU FUKAZAWA and KENZOH KODAMA

*Department of Dental Radiology, Matsumoto Dental College
(Chief: Prof. K. Maruyama)*

Summary

The Department of Dental Radiology of Matsumoto Dental College is presently in the process of a new type of compact image archiving/processing system. The system consists of a personal computer, an image scanner with transparent unit for film scanning, an off-line CT image archiving through a floppy disk reader, a precision image display with full-color, a video printer and a high density 3.5 inch magneto-optical disk system. The system supports various image processing abilities which including frequency domain analysis and color processing. Our emphasis is on quality over speed and operation has also been tested and approved by dental radiologists and by the commercial availability of a system capable of an acceptable performance.

緒 言

医用画像のうち放射線画像の保管は、これまで主としてフィルムによって行われてきたが、CTやMRIなどの放射線検査の普及に伴って撮影件数は急速に増加し、人手による撮影済みフィルムの保管と管理が限界に達している施設が増加しは

じめた。1982年に Dwyer, Templeton¹⁾により提唱された PACS (Image Archiving and Communication System) は、診療施設における新しい画像保管の可能性を開くものとして注目された。PACS では、画像は電子的に保管され、必要な場所に迅速に画像を提供できる利点とともに、3次元などの画像処理が必要に応じて即時的にできるため、単に人手によって保管され、検索するこれまでの方法に比べて診療効率や画像の利用率

(1993年3月5日受理)

が向上する可能性があり、実用化への検討が多くなされてきた。しかしながら、すでに10年を超える年月が経過しているにもかかわらず普及はあまり進んでいない。この原因としては、PACSに関連する要素技術の未成熟があろうが、なによりシステム構築が複雑で高価になることがあげられる。このため、特に近年、性能向上が著しいパーソナルコンピュータを中心としたシステムとネットワークとにより簡易なPACSを構築する方法が提唱された²⁾。この場合でも、画像の入力部分には、高価なフィルムディジタイザーを使わざるを得ないため、結果として大型のシステムになってしまうこと、画像処理に限界があることなどの問題もあった。また、歯科領域の場合、サイズ上の問題から画像入力が円滑にできない問題点もあった。

我々はこれらの問題を解決し、歯科用X線写真を高分解能で保管すると共に、CT像や超音波像、病理写真や解剖図譜などのカラー像をも高精度で保管し、観察できる小型画像処理／保管システムの開発を試みたのでシステムの構築を中心に報告する。

方法と装置

システムは、パーソナルコンピュータ (PC,

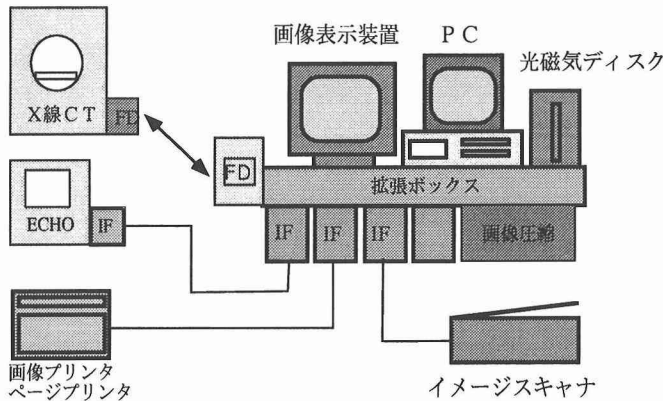
PC9801FA, NEC)と画像入力、出力、光磁気ディスク (MOD)を用いた保管装置、の各周辺装置で構成される (図1)。

画像入力装置：X線写真は、最大400DPI (Dot per inch)の分解能をもつイメージスキャナ (JX320, SHARP)の透過型ユニットを用いて、モノクロームで最大256階調でデジタル化される。入力可能なフィルムサイズは6ツ切 (25×20cm)までである。口内法のフィルムは単独に、またホルダーにセットされたままで入力できる。カラーフィルム画像は最大A4判が入力可能である。印画紙や印刷された資料は透過型ユニットを使わず反射光で入力されるが、フルカラーの場合1画素が最大1670万色 (24 bit)である。

CT画像は、X線CTスキャナ (TCT-60A, 東芝)で撮影され、フロッピーディスクに記録された画像データをオフラインのかたちで読み込む。この場合はCT値が保存されるため、フィルムに記録されたCT像を入力する方法と異なりハンスフィールド (HU)値を直接計測できる。また必要により画像の再構成やカラー変換が可能である。

超音波像は、超音波診断装置と直接接続し、検査中にフリーズした静止画をオンラインでシステムに入力できる。最短記録間隔は約1秒である。

画像出力装置：保管された画像は大型のCRT



a. 全体のブロック図



b. 装置の写真 (一部)

図1：開発されたシステム

モニタ上で表示し、観察される。このため、高精細の画像表示用メモリ(GP1122N, FORCE, ノンインターレース)と21インチ大型CRT(CM-8125 M, 日立, 図1 b, 上)が使われている。一度に観察できる画面の大きさは1024×780であるが、最大2048×2048までの画像が表示用メモリ上に書き込まれるために、画面のスクロールによって広い領域の観察ができる特徴がある。表示された画像はハードコピーすることが可能である。

保管装置：X線写真では、6ツ切のサイズで240DPIで読み込んだ場合、2500×2000画素程度、5MBにもなるため容量の大きい外部記憶装置が必要である。このため、我々は、最近開発された高記録密度の3.5インチの光磁気ディスク(Magneto-optical disk, MOD, NMO-230 Nakamichi)を採用した。片面で256MBの容量をもっており、1枚のディスクに、平均1MBの画像を250画像以上保管できる。

画像処理：信州大学と松本歯科大学の協力により開発したもので、MODのデータ転送速度の測定では、表1のような結果を示した。画像の入力、観察、解析の各部から構成されており、画像の選択は、キーボードによる操作を極力避け矢印キーで行うよう配慮されている。ソフトウェアはC言語(MSC7.0/C++, Microsoft)で作成されたが、1部はアセンブラで記述されている。

結 果

図2に本システムのメニュー画面を示した。画像入力及び画像選択、階調処理やスクロール、画

表1：倍密度3.5インチ 光磁気ディスクの書き込み/読みだし速度

媒体/転送方向	所用時間	平均転送速度
HD → HD	5.09 sec	205 kB/sec
HD → MOD	8.05	129.5
HD → RAMD	3.58	291
MOD → HD	5.19	201
MOD → RAMD	4.28	244
MOD → MOD	10.33	101

使用機器 PC-9801FA, MS-DOS 5.0, 単純X線像(1MB)

MOD：光磁気ディスク(3.5 inch, 256MB, NMO230)

HD：磁気ディスク(240 MB, LHD-S240HP)

RAMD：メモリディスク

像処理の選択がこの画面上で行われる。図3には透過型イメージスキャナによって入力されたパノラマX線像の例を示した。イメージスキャナによる画像の入力速度はPCとの接続インターフェースによって左右される。現在はGPIB(General purpose interface bus)で接続されているため、6ツ切サイズで約5分を要した。入力時間短縮のため、SCSI(Small computer system interface)への変更を検討している。図3 aの上は原画像、下は原画像に周波数処理を行ったものを示した。また、図3 b上には、咬合法X線写真と口内法との2画像の複合表示の例を、下には口内法のX線写真の高精細表示の例を示した。

CTスキャナからシステムに入力されCRT上に表示された画像の場合、ウインドウレベルなどの調整はCTと同様にできるが、必要によって特定のCT値や領域のカラー表示が可能なことである。これにより特定のCT値の領域を観察することや、3次元表示の際の奥行き表現能力が高まる可能性がある。

CRTへの画像の表示は速い方がよいが、本システムで、画像を東芝形式から標準形式に変換するためのディスクからの読み込み速度は、320×320画素のX線画像データで約2分17秒であった。しかし、表示速度は約4秒であった。これまでのPACSでの経験や希望から1画像あたり10秒以内がよく、20秒程度までが許容できるとされている。

図4に病理画像の表示例(信州大学中央検査部症例, malignant melanoma)を示した。このように歯科口腔領域の悪性疾患に関連する画像の総合的な保管と表示が容易である。

表1は、MODに関して、画像サイズが1MBの

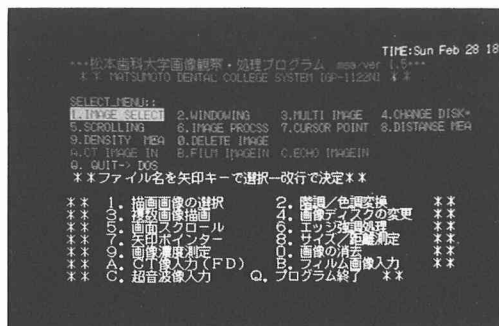


図2：システムのメニュー(PCの画面)

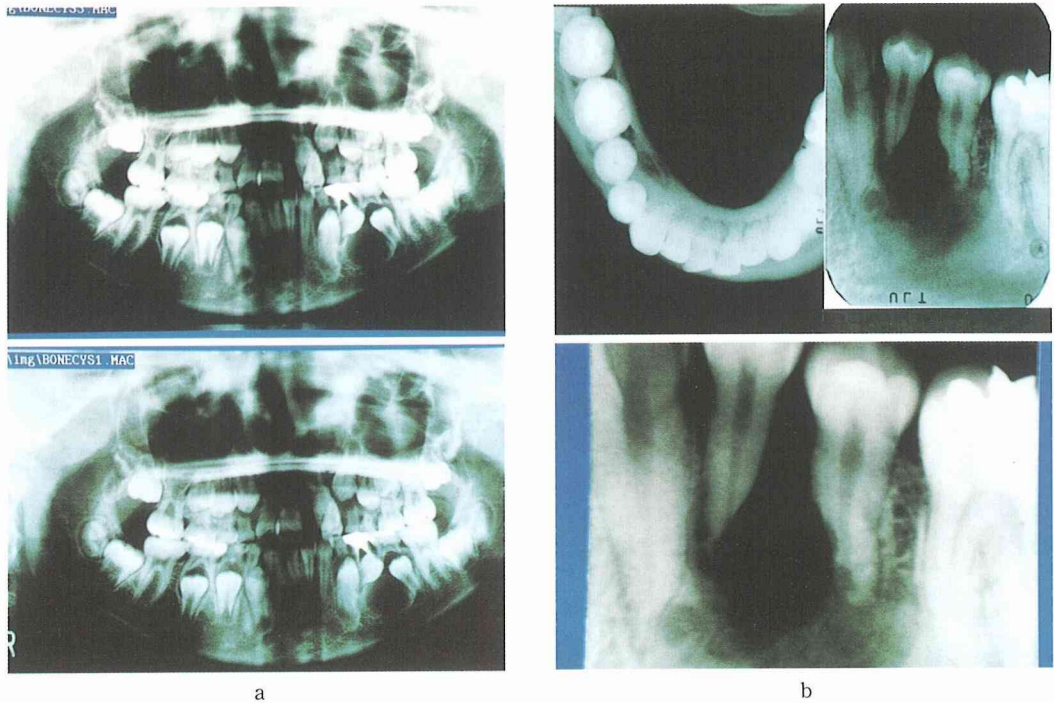


図3：システムに入力された臨床例

- a. Bone cyst (200 DPI, 1920×1008画素, 1/2縮小表示), 上 原画像, 下 画像処理後
 b. Ameloblastoma, 上 複合画像表示 下 口内法の高精細表示 (600 DPI, 724×964画素)

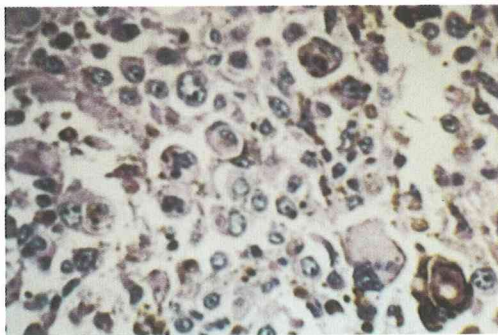


図4：病理像の保管例(信州大学病院検査部症例)：
 Malignant melanoma (150 DPI, 685×470画素)

ファイルの入出力を用いて、MODの書き込み、読み出し速度を測定したものである。特に読み出し速度では磁気ディスクに比較してもそれほど劣らない性能を示しているが、書き込み速度はやや遅いという結果を示した。

考 察

小塚ら⁴⁾によれば、CTの日本での設置台数は

9000台、MRIは2,000台に達するとされている。これらの画像のほとんどは現在でもフィルムに記録され保管されている。しかしながら、放射線画像だけをみても、600床の施設で発生する年間10万画像を超えるフィルムの保管とその検索は容易ではない。1980年代の後半から現在まで、多くの施設が放射線画像の電子的な保管による省力化や省保管スペース、保管コストの低減を目的としたPACSの検討を進めてきた。中でも北海道大学病院では、フィルムレスの診療を基本思想とした病院規模のPACSを進めている⁵⁾。また、大阪大学病院でも移転に伴ってPACSの導入を計画している⁶⁾。しかしながら、このような大規模のシステムでは巨額の費用がかかり、システム導入や運用コスト面から運営が困難になる可能性もある。このことから現在まで、部分的なPACS運用がなされているにすぎない⁷⁾。

このような問題点を考えたとき、PCなどをベースとした小規模のPACSを構築し、これを次第にグレードアップすることがより現実的と考え

られ、いくつかのシステムが現実に運用している。Takizawa & Sone は、PC をベースとし、これで LAN (Local area network) を構築して放射線像を多目的に利用するハイブリッド型のネットワークを運用して成果をあげている²⁾。このようなコンパクトなシステムは、特にデータ数の比較的小さい歯科口腔領域での利用に適していると考えられる。

最近の PC は性能の向上が著しく、現在では従来困難とされた高精細医用画像の処理が可能までになっている。また、大容量の記録メディアのコストも下がり、トータル的には数年前の大型コンピュータの機能に迫っている。

本研究は、このような背景と、これまで PACS の対象外であった歯科口腔領域画像の保管や、画像処理の可能性について検討を行ったものである。従来歯科領域では、画像サイズが比較的小さいのと、CT などの検査が比較的少なかったため PACS の必要性はあまりなかった。しかし、現在では画像の時系列的な観察の必要性も多くなり、また、CT の利用、撮影方向の増加、3次元構成、画像計測や解析の要請はこれまでに強く強くなっている。しかしながら、経済性が高くしかも機能の高いシステムはこれまで存在しなかった。本システムの開発により、CT 画像と X線写真、超音波像との直接的な対比や1600万色のカラー像の保管、各種の画像処理が可能となり、歯科口腔領域の放射線診断精度の向上に寄与できるものと考えられる。問題点として、本システムでオリジナル CT 画像の変換と読み込みにやや時間がかかっているが、これは8インチのフロッピーディスク装置が低速なためである。現在では8インチ装置は改良される状況にはないのでやむをえないものと考えられる。

本システムでは、大容量の MOD を採用したため、ディスク1枚当たりの保管枚数が飛躍的に向上したこと、持ち運びが容易な3.5インチサイズの

ため、医師別、患者別、疾患別などに保管ディスクを分類して使用することが可能となった。これまで問題であった MOD 装置の互換性は、ISO 規格の装置が増加しているためこれまでの128 MB のディスクも併用可能であり、今後は問題がないと思われる。

結 論

歯科口腔領域での放射線画像とカラー像の保管と画像処理を行うことのできる小型の PACS 装置を開発した。本システムの利用によって、歯科口腔領域の放射線画像と病理などのカラー像を MOD に保管/観察し、必要により画像処理や計測が可能となるため、歯科放射線診療や研究、教育の進展に役立つものと考えられる。

文 献

- 1) Templton, A. W. and Dwyer, III, S. J. (1982) A peripheralized digital image management system: Perspective, *AJR* **139**: 979-984.
- 2) Takizawa, M. and Sone, S. (1991) Practical mini-PACS based on a hybrid video and digital network. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, **36**: 119-127.
- 3) Takizawa, M. and Ando, Y. (1992) User and manufacturers requirements for IMAC standardization in Japan. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, **37**: 247-252.
- 4) Kozuka, T. (1992) Medical economy and its impact of PACS. Third Nordic-Japan PACS Symposium, Osaka.
- 5) 入江五郎 (1989) 北海道大学病院の PACS システム. *新医療*, **16**: 25-55.
- 6) Kondoh, H. and Ikezoe, J. (1992) Planning of PACS in Osaka University Hospital. Third Nordic-Japan PACS Symposium, Osaka.
- 7) Taira, R. K. and Mankovich, N. J. (1988) Design and implementation of a picture archiving and communication system for pediatric radiology. *AJR* **150**: 1117-1121.