

# フジコンピューテッドラジオグラフィ “FCR PICO System” の開発

山田 貞美\*, 鈴木 英幹\*, 青沼 正志\*, 名波 昌治\*

## Development of Fuji Computed Radiography “FCR PICO System”

Sadami YAMADA\*, Hideki SUZUKI\*,  
Masashi AONUMA\*, and Shoji NANAMI\*

### Abstract

Since the introduction on the first generation FCR 101 in 1983, 19 years have passed and about 18,000 sets of equipment have come to operate throughout the world.

A new version of the FCR system that we have developed recently is characterized by a low price and miniaturized machine dimensions compared with the conventional FCR machine, allowing operation in small-size clinics. This version is sold under the name of FCR PICO System in Japan. This system has also acquired popularity as a distributed system within a hospital.

This paper explains main technologies of FCR PICO System which have achieved its attractive features.

## 1. はじめに

FCRは1983年に第一世代機101を発売して以来、19年の歳月が経過し、世界で約18,000台の装置が稼動するに至っている。これまで、他社に先行する技術開発により大中医院を中心に普及率を確実に拡大してきたが、小病院～開業医層に対してはほとんど普及していなかった。

今回、小病院開業医層にとって魅力あるFCRシステムの実現を目的に、従来機に比べて大幅な低価格化、小型化、操作性向上を実現したFCRシステムを開発した。本システムは、国内ではFCR PICO Systemの名称で小病院開業医層に、海外では病院内分散配置システムとして発売以来大変な好評を得ている。

本稿では、このような目的を持って開発されたFCR PICO Systemの主要技術について解説を行う<sup>1)</sup>。

## 2. システムの概要

### 2.1 商品コンセプト

FCR PICO Systemは、加速するIT技術の流れに乗り、

本誌投稿論文（受理2002年11月22日）

\*富士写真フイルム(株)宮台技術開発センター  
〒258-8538 神奈川県足柄上郡開成町宮台798

\*Miyanodai Technology Development Center  
Fuji Photo Film Co., Ltd.  
Miyanodai, Kaisei-machi, Ashigarakami-gun,  
Kanagawa 258-8538, Japan



Photo 1 FCR PICO System

X線画像生成のデジタル化・ネットワーク化を、より自由な形でさらに広い顧客層に提供するため、以下のコンセプトで開発を行なった。

- (1) コンパクト化を徹底して追及し、診療所、病棟、手術室などの狭い空間にも設置可能とする。
- (2) 操作を極力簡単にし、誰にでも扱える快適な操作フローを提供する。
- (3) 画像読取装置、制御装置、ドライ画像記録装置

の機能分離を徹底し、組み合わせの自由度を上げることにより、施設のニーズに沿った運用システムの構築を可能とする。

- (4) DICOMに準拠したオープンネットワークに対応する。
- (5) 少量使用先、複数台使用先でも購入可能な高い経済性を実現する。

## 2.2 商品の構成

FCRは、フィルム/増感紙の代わりに輝尽性蛍光体を樹脂ベースに塗布したイメージングプレートにX線画像を蓄積させ、撮影終了後に画像読取装置にてレーザ光を照射し励起させることで蓄積されたエネルギーに比例した輝尽発光を生じさせ、この光を検出しアナログ電気信号に変換し、さらにデジタル信号に変換する。デジタル信号は、制御装置にてコンピュータ処理により撮影部位に適した画像に再構成している。

生成された画像データは画像記録装置に転送し、再びフィルム画像として出力される。あわせて、画像表示装置のディスプレイ上への表示やファイリング装置への保存を可能としている。

これらの各機能を、使用先のワークフローに合わせて自由なレイアウトで配置できるようにするため、以下の各装置に分割し、ネットワーク接続することでシステムを構成している。

- 1) 画像読取装置(XG-1 RU)
  - 2) 制御装置(XG-1 CL)
  - 3) ドライ画像記録装置(DRYPIX 1000)
- 以下に、各装置ごとの解説を記載する。

## 3. 画像読取装置(XG-1 RU)

### 3.1 小型化技術

画像読取装置は、当社従来機 FCR 5000R に比べて幅(722 550mm)、奥行(717 515mm)と床面積で45%、容積では実に58%の小型化を達成している。このため、設置場所を選ばず、操作者の動線に合わせた最適な配置が可能となっている。装置サイズを小型化するため、次のような技術を新規に開発した。

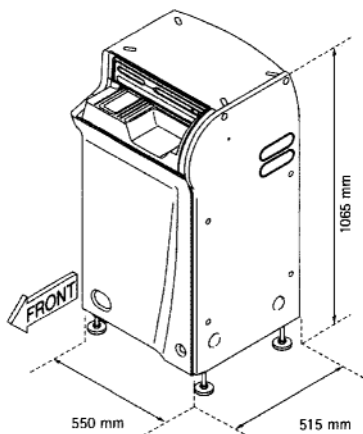


Fig. 1 Image reader XG-1 RU.

Table 1 Specification of XG-1.

	FCR XG-1	FCR 5000R
サイズ	W550 × D515 × H1065*	W722 × D717 × H1715
フットプリント(m <sup>2</sup> )	0.28	0.5
容積(m <sup>3</sup> )	0.3	0.71
重量	約155kg*	約260kg
電源	AC100V (0.3kVA)*	AC100 ~ 240V (0.8kVA)
IPサイズ	14" × 17" 14" × 14" ① 10" × 12" 8" × 10" ② 24cm × 30cm 18cm × 24cm ①または②を設置時設定	14" × 17" 14" × 14" 10" × 12" 8" × 10" 24cm × 30cm 18cm × 24cm 24cm × 30cmHR 18cm × 24cmHR
フィードサイズ(枚)	14" × 17" 64 14" × 14" 56 10" × 12" 52 8" × 10" 42	14" × 17" 46 14" × 14" 40 10" × 12" 38 8" × 10" 31
使用カセット	カセットC(カセット3Aも可)	カセット3A
ID入力	CL(CR-IR 346CL)	ID-T 741

\*印はXG-1 RU単独の値を示す。

### 3.1.1 光学スキャナユニット

光学スキャナユニットにおいては、スキャナの心臓部品である半導体レーザ駆動部やポリゴンミラーを、従来機に比べさらに小型化したタイプを新たに開発するとともに、レーザ光路基本設計、レンズ・ミラーの構成・配置にさまざまな工夫を凝らすことで、5000R用光学ユニットに比べて約60%に小型化している。

また、従来のデジタル光学ユニットにおいて問題とされていたゴミ付きを防止するため、光路中の上向きの光学部材を排除するとともに、光学ユニットを密閉することでさらにホコリの侵入を防ぐ構造を採用している。この新光学系の開発においては、レーザビームの光路を最新のコンピュータシミュレーション技術を駆使して解析することで、安定した性能を維持できるようにしている。

### 3.1.2 集光ユニット

レーザビームを照射されたIPの輝尽発光をアクリル製のライトガイドで集光させているが、高品位画像を得るためには、途中で光が減衰することなくホトマルチプライヤに到達するようにしなければならない。このため、アクリルのガイド内では光が全反射を繰り返して伝達するように形状を設計する必要がある。

一方、装置の幅を削減するためには、IPの幅寸法内に収容可能な寸法形状としなければならない。しかも、安定して量産可能な無理のない形状でなければならない。これらの制約を満足する形状を、シミュレーションやテストを繰り返すことで見出し、新規に採用した。

この結果、カセット幅に比べてわずかに170mmという装置幅寸法を実現している。

### 3.1.3 IP搬送機構

装置サイズが小型化されると、IPの屈曲に対しては厳しい条件になる。IPは十分な繰り返し屈曲強度を持たせた設計になっているが、IPに与える影響を最小にするため、独自のシミュレーション技術を駆使し、装置内のIP搬送パスの最適化設計を行った。これは、予め測定し

たIPの物性データや搬送パス上の各部品の形状情報を用いて、搬送ローラやガイド板に接触した際に搬送中のIPが受けるエネルギーを計算し、このエネルギーが最小になるように各部品の配置や形状を最適化させる設計手法である。シミュレーション時に品質工学を適用することで、装置使用時の温度環境の変動に対してもロバスト性を高めた配置を得ることができた。

この結果、5000Rに対して、IPへの影響を増大させることなく搬送系の小型化を実現している。実際、IPに対する機械的損傷はほとんど発生せず、実用上影響の無いレベルとなっている。

これらに加えて、消去ユニット、IP位置補正機構、制御基板ラック、電源なども含めて全体的な小型化設計を実施することで、コンパクトな筐体サイズを実現している。

## 3.2 静音・省エネルギー

小型化されたことによって、診察室や小さな部屋への設置の機会が増加することが予想され、設置環境への配慮がより重要になってくる。そこで、画像読取機では内部部品に影響を与えない温度範囲で、消費電力に応じて自動的に冷却FANの回転量を制御し、アイドリング状態での騒音レベルの軽減を図っている。この結果、アイドリング時の騒音は40dB以下と、通常の使用環境ではまったく問題無いレベルを実現している。

画像を読取ったIPは、次の使用のため、一様な光を当てて残像を消去させる必要がある。装置の消費電力を減らすためには、消去光量を削減することが有効である。そのため、画像読取機の開発にあわせて消去性能を高めたIP(富士イメージングプレート ST-型)を新規に開発した。これにより、必要な消去光量は5000Rに比べて大幅に低下できている。

さらに、I/O点数の削減や基板回路の工夫なども行うことにより、消費電力をFCR5000Rの約半分に抑えている。

## 3.3 画像安定性の向上

IPは再利用可能だが、何度も使用しているうちにわずかずつ汚れが付着し、やがて出力画像に影響を与えるようになる。ユーザーには定期的にIPのクリーニングをお願いしているが、この手間が減らせれば作業性の向上が図れる。また、装置内はホコリが入りにくいような構造を取っているが、まれに集光ユニットに糸ホコリが付着し、レーザービームを遮断してしまうトラブルがあった。これらの画像トラブルに強いシステムを実現するため、以下のような技術開発を行った。

### 3.3.1 IPの汚れ防止

新たに開発したIPのもう一つの大きな長所は耐汚れ性の改良である。IPの表面に特殊樹脂膜を形成することで、従来IP(ST-VN型)に比べて汚れやホコリなどが付着しにくい特性を付与している。さらに、搬送用ゴムローラには、IPを汚しにくいゴム配合を新規に開発するとともに、搬送時のIPの帯電を抑える構造を採用し、空

気中のホコリなどのIPへの静電付着を減らしている。これにより、IPクリーニング間隔が長くなり、クリーニング作業負荷の軽減を図っている。実際には、定期点検周期である1年間、クリーニング無しで使用されている施設も多く、使用者の負担はほとんど無くなったと言える。

### 3.3.2 集光ユニットクリーニング機能

スキャナには、小型化と同時にFCRで初めて集光系クリーニング機構を搭載した。万一、糸状のホコリなどが付着しても、このクリーニング機構を動作させることによって、制御装置からの簡単な操作だけで、画像読取装置のカバーを開けることなくホコリなどの除去が可能である。

## 3.4 設置作業性の向上

設置作業性の向上も、高い経済性を実現するために必要な要件である。FCR読取機には高精度のスキャナを搭載しており、また、IPの残像消去のため蛍光灯ランプを内蔵している。これらの部材は、従来機では輸送時の振動や衝撃を避けるために、別に梱包していた。このため、設置時には別の箱を開梱し、装置のカバーを開けてこれらの部品を取り付け直す必要があった。

今回は、集光ユニットや消去ランプの固定方法を工夫し、取り外さなくても輸送時の振動や衝撃に耐えられる構造とすることができたため、別梱包部材はゼロとしている。

また、動作時の外部からの振動の影響を避けるため、スキャナユニットは防振構造を取っているが、輸送固定部材の解除作業も装置前面から簡単に行える構造にすることで、設置時の作業はきわめて簡単化することができた。この結果、開梱から電源ONまでに要する時間は従来機に比べて大幅に短縮されており、さらには設置時に機内に入るホコリを減らし、IPの汚れ防止にも役立っている。

## 4. 制御装置(CL)

従来のFCRシステムにおいては、別々の装置(患者ID情報・撮影情報入力装置：IDターミナル、画像処理：読取装置、CRT画像表示装置：HIC)で行っていた次の3つの機能を、本制御装置では一台で行えるようにしている。これにより、低価格化・小型化を実現した。

- ① 撮影情報・患者情報を入力する。
- ② 撮影し画像を生成する。
- ③ 画像を確認・画像を送り届ける。

また、小さい診療所などでは放射線技師がいない場合もあり、撮影後の処理を医師や看護婦が行うケースがある。このような状況に対応するため、本制御装置は高性能でありながらユーザーインターフェースはきわめてシンプルにしており、通常の操作は誰でもできるよう配慮して設計した。これは、銀行のATMのように次に行うべき操作の画面が順番に出てくるもので、それに合わせて患者情報入力/撮影メニュー選択/カセット読取を行えば、全体の操作の流れに不慣れな方にも簡単に操作していただけるものである。

以下に、本制御装置のハードウェア/ソフトウェア/ユーザーインターフェースについて特徴的な点を記述する。

#### 4.1 市販PCの活用

従来、FCRの画像処理やネットワーク処理は専用のハードウェアを開発して行っていた。FCRの画像は3500Pix × 4300Pix × 10Bitという大きなものであり、時間あたり120枚～180枚の画を処理するためには専用のハードウェアを必要としていた。

本制御装置では、大幅な低価格化を実現するために市販のPCをハードウェアとして用いている。OSもWindows2000であり、まさに、オフィス向けのPCをそのまま用いている。ここで問題となるのが巨大な画像の画像処理である。FCRでは、マスク演算を中心に膨大な処理を行って画像を生成しているが、これを市販PCで実用的な時間内に処理することを可能とした。この点については後述する。

一方、市販のPCを使ったが故に、ユーザーインターフェースやネットワーク処理は従来よりも開発しやすいものとなった。

#### 4.2 ソフトウェアの構造

ソフトウェアの全体的な構成はFig. 2に示す。機能単位ごとに独立したプロセスに分け、それぞれがメインプロセスを通してメッセージ交換を行いながら、共同して制御装置の機能を実現している。それぞれのプロセスは独立してデータベース/画像ファイル/画像情報にアクセスできる構成としている。

これにより、画像読取装置からの画像を受け取りながら、それとはまったく非同期にフィルムへの画像プリントやネットワーク接続された画像表示装置などに画像を配信できるようにした。

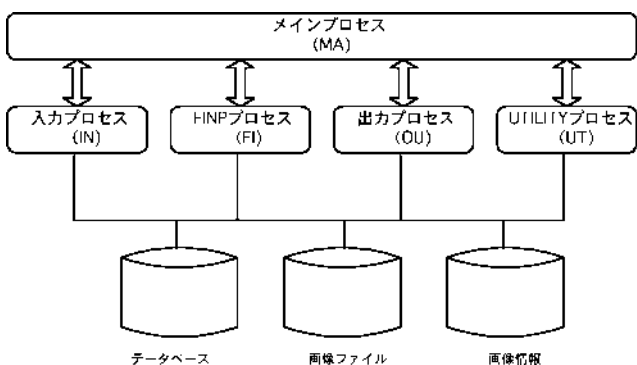


Fig. 2 Software structure of XG-1 CL.

データベースにはMicrosoft社のMSDE (SQL Server 互換のデータベースエンジン)を用いている。このデータベースエンジンは扱いがやや難しいものの、信頼性が高く、複数のプロセスからの同時並行アクセスにも耐えられる構造となっている。トランザクションベースのロールバック機能も強力であり、データベースが破綻するような事故は起きていない。とはいえ、複数プロセス

からの同時アクセスで発生しうるデッドロック状態をデータベースエンジンが自動的に回避してくれるわけではなく、アプリケーション作成上はデータベースのロック/アンロックに細心の注意を払って設計している。

#### 4.3 ソフトウェアの設計・製造技術

開発期間の短縮・品質の向上を目指して、ソフトウェアの設計・製造については徹底したコンポーネント化を行っている。コンポーネントはC++でコーディングし、Microsoft社のコンポーネント化技術であるATLによるCOM化を用いている。これにより、それぞれのコンポーネントの持つ機能やデータを抽象化することができた。コンポーネントの結合ならびにユーザーI/Fの構築には生産性を重視してMicrosoft社のVisual Basicを用いた。

また、市販のソフトウェア部品が活用できる部分は積極的に活用した。高速な画像表示ライブラリ、ボタン操作のアニメーション、リスト表示などに市販のソフトウェア部品を用いている。

#### 4.4 パイプライン処理

本制御装置では、ユーザ操作のレスポンスを上げるために、画像読み取り時に主として画素密度を変換してさまざまな目的の画像を生成している。



Fig. 3 Pipeline of image processing.

画像読み取り時にこれらの画像を生成するのは、画像読み取りが読取装置のスピードに依存しており、ソフトウェア的に見ると比較的時間余裕があるためである。とはいえ、上図の画像をシーケンシャルに生成しては間に合わないため、読取装置が読み取る画像を順次受け取りながら、複数のスレッドから構成されるパイプライン処理を組んで処理している。

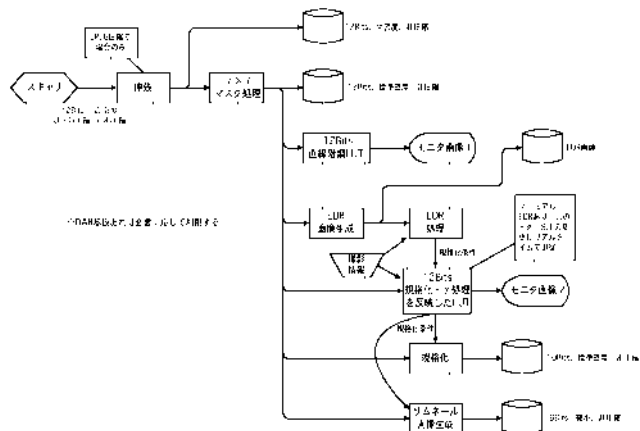


Fig. 4 Block diagram of image processing.

#### 4.5 ソフトウェアによる画像処理

従来、FCRの画像処理は、ビットスライスプロセッサやDSPを用いて行っていた。本制御装置では、市販PCのハードウェアパワー（IntelのPentium III）を高度に活用し、専用のハードを用いることなく、ソフトウェアによってすべての画像処理を行っている。ソフトウェアで処理しても専用ハードと遜色ない処理性能を出すために、次のような点で高度な最適化を行っている。

- ・ キャッシュメモリの使い方
- ・ 端点処理方法
- ・ SSE命令による最適化
- ・ CPU内のパイプライン処理を考慮した分岐制御

最適化を行わない場合と比較して4～5倍の高速化を実現している。

#### 4.6 患者情報の設定

FCRで画像を処理する場合、患者情報を入力する必要がある。従来はIDカードを作成したり、または、キーボードからそのつど入力する必要があった。CLでは従来の方法のほかに、一度でも入力された患者情報を自動的に内部の患者情報データベース（50,000人分）に記憶するようにし、次からは患者ID番号を入力するだけですべての患者情報を引き出せるようにした。これにより、患者情報の入力は大幅に効率化された。

#### 4.7 検査単位での一括登録・処理

従来の装置では撮影メニューをひとつずつ登録する必要があった。たとえば、Fig. 5のように6つの撮影があると、6回の登録作業が必要であった。本制御装置では、撮影オーダを効率的に扱うために、複数の撮影メニューをセットにした「検査メニュー」という概念を導入して作業を効率的に行えるようにした。Fig. 5の場合、「腰椎6方向」という検査メニューを選択すれば、自動的に6方向の撮影メニューに展開される。あとは、画面の指示に従って順番に撮影して読取機の挿入口にカセットを入れるだけで作業が進む。

本制御装置が、従来のIDターミナル/読取機/HI-C655QAの機能の多くを包含したことのメリットのひとつは、撮影オーダ単位での首尾一貫した操作性の提供ができたことである。

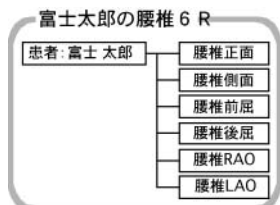


Fig. 5 Example of the menu set.

#### 4.8 画像の確認と調整(画像QA = 画像品質保証)

撮影後の画像確認や調整も検査単位でまとめて行える。FCRは種々の画像処理を行っており、多数の画像処理パラメータを持っているが、開業医層を対象にした

PICO Systemでは、19年の歳月の積み重ねによって最適化されてきた、画像処理パラメータで処理することを基本とし、ユーザーが調整できるのは濃度・コントラスト・回転という基本的な範囲にあえて絞った。FCRはきわめて安定した画像を生成するので、濃度・コントラストの調整も補助的なものである。また、濃度・コントラストの調整は、マウスの動きに合わせてリアルタイムに画面で確認しながら行うことができる。

#### 5. ドライ画像記録装置 (DRYPIX 1000)

XG-1と合わせて、わずかなスペースに設置が可能な、卓上タイプのサーマルヘッド方式のドライプリンタを開発した。大幅な装置サイズの小型化にもかかわらず、処理能力は従来タイプ(CR-DP T)に比べて約20%向上させている。



Fig. 6 Dry image printer DRYPIX 1000.

Table 2 Specification of DRYPIX 1000.

	DRYPIX 1000	当社従来機：CR-DP T
方式	サーマルヘッド方式ドライプリンタ	
使用フィルム	CR-AT / DI-AT	
フィルムサイズ	B4 / 六切	B4
記録画素サイズ	300 dpi	
記録分解能	12bit	11bit
外形寸法	W487 × D492 × H365	W540 × D660 × H900
フットプリント(m <sup>2</sup> )	0.24	0.36
容積(m <sup>3</sup> )	0.09	0.35
重量	37kg	80kg

#### 5.1 小型化技術

マガジンセット部にセットされたドライフィルムをフィルム取出機構により1枚ずつ取り出し、搬送ローラで搬送中にフィルムの位置を決め、粘着性のあるローラでフィルム上のほこりを除去しながら、上部のサーマルヘッドで画像を記録・排出する構造である。記録後の現像処理はない。サーマルヘッドの直後に濃度計を配置し、全自動で濃度補正を行うため、簡便な操作で安定した濃度を得ることができる。処理の流れはCR-DP Tと基本的に同じであり、感光しないフィルムを用いているため、明室下で容易に取り扱うことができる。

#### 5.1.1 マガジン

ドライフィルムは100枚単位で包装されており、袋から取り出してマガジンにセットする。感光しないため、明室での作業が可能であり、取り扱いが容易である。

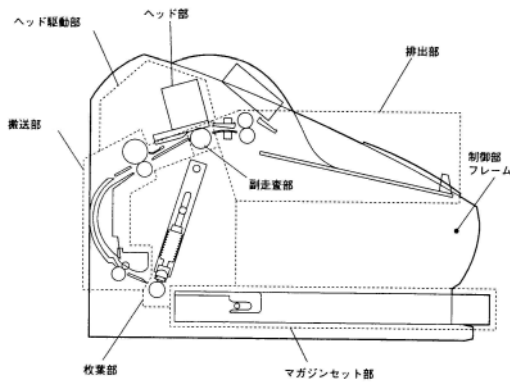


Fig. 7 Film pass in the DRYPIX 1000.

### 5.1.2 フィルム取出機構

電動ポンプを用いないベローズを用いたシンプルな吸着機構を開発し、大幅な小型化と静音化を実現した。

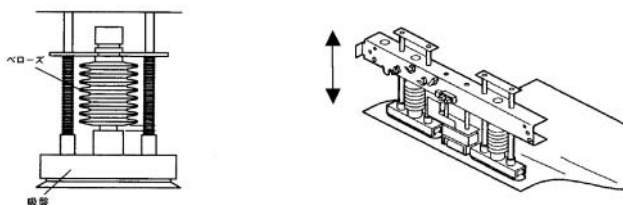


Fig. 8 Structure of the film suction cup.

### 5.1.3 記録機構

サーマルヘッドを用いた感熱記録では、プラテンローラでサーマルヘッドにフィルムを押し付けながら熱を印加して記録する。搬送トルクが大きく変動するため、高トルクで、かつ負荷変動に強い駆動モータが必要である。この条件を満たし、かつ静音化を実現するために、特殊な減速機とブラシレスDCモータを組み合わせた小型の駆動源を開発した。

また、超小型のサーマルヘッド上下動機構を開発し、装置の小型化を実現するとともにサーマルヘッドユニットごと開閉できる機構とした。万が一、装置内でフィルムが詰まっても、ユーザーはフィルムを簡単に除去することができる。

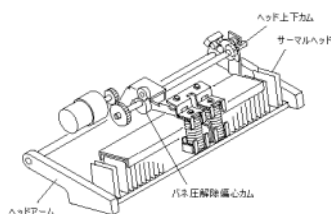


Fig. 9 Thermal head elevation mechanism.

### 5.1.4 内蔵濃度計

光源に高輝度LEDを用いた小型の濃度計を開発し、サーマルヘッドの直後に配置した。フィルムの先端部分に濃度パターンを記録しながら、同時に濃度を自動測定できるため、濃度補正作業を完全自動化でき、作業時

間短縮を実現した。

### 5.1.5 フィルム搬送パスの小型化

前記の小型化技術に加え、3次元CAD(Computer Aided Design: コンピュータ支援設計)を採用し、3次元モデル上でフィルム搬送パスの最適化を図った。同時に、独自のフィルム搬送シミュレーション技術により、フィルムを最も安定に搬送できる条件を見出した。

3次元CAD上にて安定なフィルム搬送パスを徹底的に検討し、大幅なコンパクト化を実現した。

## 5.2 サーマルヘッド記録技術

サーマルヘッドを用いた感熱記録方式は、原理は単純であるが、一般的には医用画像診断に使用可能な高画質の画像を得ることはむずかしい。

DRYPIX 1000では、下記の技術を開発し、高画質記録を可能にした。

### 5.2.1 画像補正技術

- ・抵抗補正  
サーマルヘッドの各素子の抵抗値を測定し、抵抗値のばらつきを補正することで濃度ムラを低減した。
- ・ユニフォーミティ補正  
濃度ムラをあらかじめ光学的に高精度に読み取り、ムラのデータで補正することにより濃度ムラを低減した。
- ・黒比率補正  
サーマルヘッド素子のONの数が多い時と少ない時で、配線抵抗による電圧降下量が変化し、濃度ムラが発生する。そこで、入力画像から電圧降下量を予測して補正した。
- ・負荷変動補正  
サーマルヘッドを用いた感熱記録方式では、画像のパターンによって搬送トルクが微妙に変化し、濃度ムラが発生する場合がある。そこで、入力画像から搬送トルクの変化を予測し、記録する画素の前後の画像データを補正することで濃度ムラを低減した。
- ・鮮鋭度補正  
主走査方向と副走査方向で強調度を変えたデジタルフィルタ処理を行い、医用画像として最適な鮮鋭度を実現した。

### 5.2.2 濃度安定化技術

- ・温度補正  
記録直前のサーマルヘッド温度と入力画像のパターンから、記録中のサーマルヘッド温度変化に対する濃度変化の割合を予測して補正し、画像濃度を安定化させた。
- ・濃度補正  
内蔵濃度計で測定した濃度データをもとに、入力画像データを発熱データへ変換する非線形の濃度補正テーブルを求めて補正し、入力画像と記録濃度を対応させた。

### 5.2.3 分散記録技術

CR-DP Tでは1画素(84.7 $\mu$ m)を256階調のパルス8個

で記録し(8分散記録),11ビット(256×8=2048)の記録分解能を実現していた。

DRYPIX 1000では,1画素(84.7μm)を16階調のパルス約260個で記録するように制御方法を改良した(多分散記録)。パルス数を増やして記録分解能を12ビットへ高めるとともに,発熱/冷却の周期を短くし,フィルムに印加する熱エネルギーを平準化することで,記録音を大幅に低減させた。

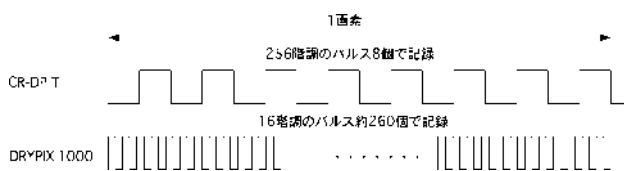


Fig. 10 Pulse chart of the thermal head.

### 5.3 耐久性向上技術

サーマルヘッドを用いた感熱記録は,サーマルヘッドにフィルムを押し付けながら熱を印加する接触記録方式のため,フィルムとの摩擦によりサーマルヘッドの表面が徐々に摩耗していく。サーマルヘッドの摩耗は直接画質性能に影響する。

DRYPIX 1000では,下記の技術を開発し,サーマルヘッドの耐摩耗性を大幅に向上させた。

#### 5.3.1 フィルムの改良

フィルムの表面に新しく開発した表面すべり剤を配合し,サーマルヘッドとの摩擦を低減した。これにより,高画質を維持しながら搬送トルクを抑制し,サーマルヘッドへのダメージを緩和した。

#### 5.3.2 高耐久サーマルヘッドの開発

従来のサーマルヘッドの保護膜表面を超微粒子フィルムで研磨して整形し,その上に高硬度・高耐熱の薄層保護膜を積層した。この保護膜により,熱伝達効率を損なうことなく耐摩耗性を向上させた。

## 6. システムの展開

今回開発したFCRシステムを核に,システムとして,あるいは各機種単体でさまざまな展開を行っており,その状況を紹介する。

### 6.1 システムとして

#### 6.1.1 車載仕様

PICO Systemは,そのコンパクトさ,および設置時作業の簡便さから,バスに搭載して各種検診に用いたいとの要望が寄せられている。この要望に応えるため,輸送振動や結露防止の対策を施した車載仕様機を追加開発している。

#### 6.1.2 動物病院向け仕様

ペットや畜産動物の病気,ケガの診断時もX線撮影は

広く用いられている。問診ができないため,X線撮影による症状の確認は人よりかえって重要である。また,X線量の最適化が難しいため,FCRの特性である濃度安定性が効果を発揮する分野でもある。専門医の協力のもと,PICO Systemを動物向けに画像処理条件を最適化し,さらに,制御装置の機能も動物病院向けに合わせたPICO V Systemを開発し販売を開始した。

#### 6.1.3 非破壊検査向け仕様

従来から用いられているが,PICO Systemの取り扱いの容易さはX線非破壊検査用途にとっても最適なものである。大線量X線に合わせてスキャナユニットの特性を変更した画像読取装置,および工業検査向けに機能を変更した制御装置により,非破壊検査用のFCRシステムを追加開発している。

### 6.2 制御装置として

制御装置の持っている,患者情報登録~撮影~画像確認~フィルム/ネットワーク出力という一連の機能は,開業医層だけではなく,病院層においても有効なものである。病院層に対しては,本制御装置を下記のように発展させた同様の装置をCR Consoleという商品名にて提供している。

#### ・各種CRとの接続

病院層向けに用意されているFCR-5000シリーズ(カセット機,ビルトイン機,エネルギーサブトラクション処理対応機,マンモ機など)の読取機(しかも,同時に複数台)との接続を可能とした。FCR-5000シリーズには,画像読取機(XG-1 RU)の3倍の180枚/時の処理能力を持つものもあり,種々のソフトウェア的なチューニングによって,読取機の処理能力を落とさないように仕上げている。

#### ・画像処理の拡張

病院向けについては,照射野外の黒化処理/長尺撮影のための画像合成処理/鉛文字を置き換えるための電子的なフィルムマーク処理/エネルギーサブトラクション処理など,さまざまな画像処理を追加している。すべてをソフトウェア処理しているために,機能の拡張は比較的容易である。また,コンポーネント化を推進した結果として,CR Consoleで使用している画像処理コンポーネントを,画像参照端末など他の商品に転用することも可能となっている。

#### ・クラスタリング機能

病院には複数台の読取装置やCR Consoleが導入されるのが普通である。撮影技師も複数名であり,それぞれに責任を持って業務に当たっている。一般的に,CR Consoleは撮影室ごとに置かれ,その撮影室で撮影した画像を扱うようになっていく。ところが次のような場合には,複数のCR Consoleをまたいで画像データを扱う必要が生じてくる。

- ① 撮影手技の都合により,撮影途中で撮影室を替わる。
- ② いくつもの撮影室で撮影した画像を,最終的に上級技師(技師長など)が一括して確認する。

③ フィルム出力やネットワーク出力を集中して行いたい。

これらの要望に応えるために、複数のCR Consoleで画像データを共有する仕組み=“クラスタリング”を搭載した。複数の装置でデータを共有する場合には、“クライアント-サーバ型”の構成を用いることが多い。この構成の場合、サーバに事故が起きるとすべてのクライアントが機能しなくなる。これを避けるためには、サーバに高価なハードウェアを用いたり、サーバ自体を二重化する必要が生じる。CR Consoleでは、コストアップを避けつつ必要な機能を実現するためにPeer to Peerの構成を採用した。すなわち、それぞれのCR Consoleは単独で機能するが、お互いにデータベースを参照しあうことが可能である。Peer to Peerは、複数のPCに対するブロード Queryの発行/マージ処理に複雑さがあるが、Microsoft社が提供する“リンクサーバ”技術をうまく応用することで必要な機能を実装した。加えて、ソフトウェア画像処理が故に実現できた“解像度非依存”処理を用いて、CRTに表示する程度の画素数の画像を用いることで、ネットワーク経由で別PCの画像データをアクセスしてもレスポンス低下が起きないようにしている。

### 6.3 ドライ画像記録装置として

DRYPIX 1000はFCR用にとどまらず、CT/MRなど各種診断機器の出力用プリンタとしてDICOMをはじめ各種アナログ・デジタルI/Fを選択することも可能なため、幅広い用途で使用可能である。

## 7. まとめ

小規模の診療所へFCRのさらなる普及をねらってFCR PICO Systemを開発した。設計のポイントは省スペース、簡単操作、高画質、そして安定した稼働である。

設置面積は同クラスのシステムでは最小を実現し、操作性も誰でも使えるような簡単操作を実現した。今後、さらなる操作性の向上を目指し開発を進めていく。

### 参考文献

- 1) 山田貞美ほか. 富士フィルム メディカル レビュー. No.10, 43-47 (2001)

(本報告中にある“FUJI”、“FCR”、“FCR PICOSYSTEM”、“DRYPIX”は富士写真フィルム(株)の商標です。)