

# IVR対応オフセットオープン方式多目的イメージングシステム“CUREVISTA”の開発

Development of Offset-Open Method Multi-Purpose Imaging System “CUREVISTA” Applicable to IVR

原 昭夫<sup>1)</sup> Akio Hara

池田 重之<sup>2)</sup> Shigeyuki Ikeda

<sup>1)</sup>株式会社日立メディコ XRシステム本部

<sup>2)</sup>株式会社日立メディコ 技術研究所

X線システムは1台で多目的に利用できることが望まれ、それぞれの検査において専用システムに匹敵する操作性が要求される。一方、X線の低被曝化を含む安全性の観点から、検査に伴うリスクをできる限り抑える必要がある。

新しく開発したIVR対応オフセットオープン方式多目的イメージングシステムは多目的検査システムとして、最適な操作環境、安全な検査、IVR支援機能のコンセプトでさまざまな機能を実現した。透視撮影台は広いワークスペースと安全な検査環境を提供し、画像処理部は透視撮影および画像処理の完全並行処理を実現し、IVR手技を強力にサポートすることを可能とした。フロントエンドでは強力なDSPを複数搭載し、透視画質の向上だけでなく、新たなアルゴリズムの実現など将来における拡張性を十分確保した。

An X-ray system is desired to be applicable to many purposes by itself and required to have operability equal to the systems exclusive to individual examinations. On the other hand, from the viewpoint of safety including lower X-ray exposure, it is necessary to suppress as much as possible the risks resulted from examinations.

The newly developed offset-open method multi-purpose imaging system “CUREVISTA” applicable to IVR has realized as a multi-purpose examination system a variety of functions on such concept as providing optimum operational environment, safe examination and IVR-supporting function. Its radiographic and fluoroscopic table provides a wide working space and safe examination environment, its image processing unit has realized fluoroscopic and radiographic imaging together with complete parallel processing of these images, and has enabled strong support of IVR techniques. Plural powerful DSPs are incorporated on the front end, which ensures not only improved fluoroscopic image quality but also such a full extendability toward future as the realization of new algorithms.

Key Words: X-ray System, Imaging System, IVR

## 1. はじめに

IVRの普及に伴い、X線透視撮影システムの使用目的が広がってきた。IVRでは内視鏡や超音波装置、ワゴンなどの器材を術者の近くに置いて手技を行うため、広いワークスペースが必要となる。また、X線システムは1台で上部/下部消化管・ERCP・PTCD・整形外科・泌尿器・婦人科・腹部アンギオなど多目的に利用できることが望まれ、それぞれの検査において専用システムに匹敵する操作性が要求される。

一方、X線の低被曝化を含む安全性の観点から、検査に伴うリスクをできる限り抑える必要がある。

今回新しく開発した透視撮影システムは、開発に際し、多目的検査システムとして臨床面での要望事項を精査し、顧客ニーズを満たす製品仕様を決定した。本システムは透視撮影台・高電圧装置・画像処理装置・コンソールなど主要ユニットを一新した。

本稿では、特長的な性能・機能を有する透視撮影台と画像処理部を中心に報告する。

## 2. システムの概要

### 2.1 コンセプト

透視撮影システムの使われ方が前述のように変化してきたにもかかわらず、基本的なスタイルは20年以上大きな変化はなかった。わずかに、平成16年に天井走行式アームレス透視撮影台CONCORD<sup>※1</sup>が独自のコンセプトを持ったシステムであった<sup>1)</sup>。

本システムは、CONCORDのコンセプトを引き継ぐとともにさらに機能向上した、今までにないシステムとして開発した(図1)。そのコンセプトを以下にまとめる。

- ① 多目的検査に対応した最適な操作環境の提供
- ② 検査スタッフと被検者にとって安全な検査の実現
- ③ 充実したIVR支援機能の搭載



図1：CUREVISTAの外観

### 2.2 システムの特長

本システムのコンセプトを実現するため、さまざまな機能を新しく開発した。CUREVISTAの具体的な特長を述べる。

- (1) 多目的検査に対応した最適な操作環境の提供
  - ① 天板周囲のワークスペースが広いいため、器材を近くに置いた検査がしやすい
  - ② 被検者の両側からアクセスできるため、効率よい検査が可能
  - ③ 低い天板高・天板端での透視・撮影が可能のため、術者にとって無理のない状態で検査ができる
- (2) 検査スタッフと被検者にとって安全な検査の実現
  - ① 天板(被検者)を動かすことなく視野の移動が可能のため、被検者の体内に内視鏡などの器具を挿入した状態でも安全に検査を実施できる
  - ② リアルタイム自動画像最適化制御エンジン(FAiCE)により、高画質かつ低被曝を実現した
  - ③ 管球部の照明・ラウンドフォルムなど被検者に安心感を与える機能の搭載

### (3) 充実したIVR支援機能の搭載

- ① フロントエンド部(デジタル透視処理)とバックエンド部(画像観察・後処理)が独立動作するため、高画質透視中でも高速・高性能な後処理が可能
- ② 画像処理部本体がQ/R機能を持っているため、ビューアがなくても他モダリティ画像(CT・MR・CR)を参照画像として表示できる
- ③ 詳細透視モードにより、細いガイドワイヤやマイクロカテーテルの視認性を向上できる

## 3. 主な開発項目

### 3.1 透視撮影台

天板周囲のワークスペース確保のため、従来にない機構である『オフセットオープン方式』(図2)を採用した。これにより、被検者の頭側を左手、足側を右手にした状態で、テーブル奥側を含む腹部から頭部のワークスペースを飛躍的に拡大し、ほとんどの検査に対応できる。また、緊急時における被検者へのアクセスなどがしやすくなる。

#### (1) オフセットオープン方式

オフセットオープン方式は、管球オフセットアーム、天板支持枠オフセットの2種類のオフセット機構からなる。

#### ② 管球オフセットアーム

管球支柱の取り付け位置を通常の透視撮影台のように管球の真後ろではなく、足側にオフセットした位置に取り付け、X線センターに合うようにカーブした支柱とした。

#### ② 天板支持枠オフセット

天板支持枠を被検者頭方向にシフトすることによって、天板奥側のワークスペースの障害となる天板駆動キャビネットを足側に移すことができる。この結果、天板奥側から被検者へのアプローチ性を改善した透視撮影台となった。



図2：オフセットオープン方式

#### (2) 天板固定での視野の縦／横移動

従来の透視撮影台では、被検者が載った天板を動かして視

野の左右方向の移動を行っていた。このため、被検者に器具を挿入している状態で左右動する際に術者も同時に移動する必要があり、さらに器具などが抜けるリスクがあった。今回開発した装置では天板(被検者)を動かさことなく視野の移動を可能とするため、X線管装置とFPDが常時連動する方式とした。I.I.を使用した透視撮影台では、I.I.が大きく映像系の横移動が困難であったが、FPD専用機とすることで映像系の横移動が可能となった。

### (3) 泌尿器科・婦人科検査対応

映像系ストロークを150cmとし、さらに天板両端より10cmの位置から透視撮影可能とした。このため、泌尿器、婦人科系の検査において、泌尿器検査ユニットと組み合わせ術者に無理な姿勢を強いることがなく、専用装置と同等の操作性を確保した。

### (4) 簡易操作パネル

透視撮影台前面に透視台操作ボタンを配置した。操作卓を使わずに透視台の操作を装置サイドで可能とした。簡単な被検者の位置決め、清掃時の透視台移動などに有用である。

## 3.2 画像処理装置

画像処理装置は従来のものからアーキテクチャを大幅に変更し、基本性能の向上はもちろん、IVRに最も求められる信頼性の向上、将来の機能拡張性を合わせて実現した。

### (1) 新型画像処理装置のアーキテクチャ

図3に新型DR画像処理の構成を示す。透視撮影の制御を主に行うフロントエンドと撮影画像の表示、記録、プリントなどを行うバックエンドが、Giga-Ethernet<sup>※2</sup>により接続されている。従来システムはPCにより構成されており、フロントエンド部はPCIバスにより接続され、PCのCPUが撮影の制御の一部を行っていた。検査中は透視および撮影がいつ開始されるかわからないため、撮影された画像に対する画像処理、過去画像の読み出し、プリント作業などを行う場合にはどうしても制約を設けなければならなかった。フロントエンドとバックエンドからなる新たなシステム構成により、それぞれのユニットが自由に仕事を行えるようになり、大幅な性能向上を実現した。

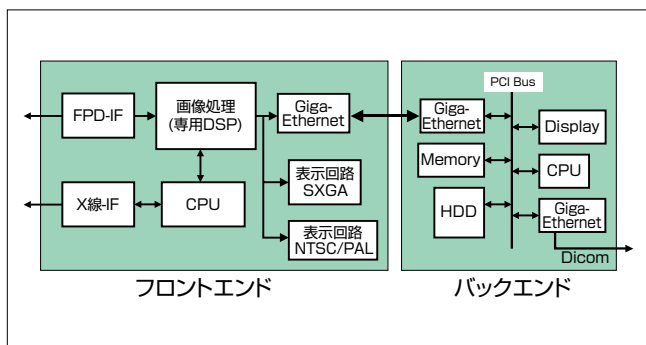


図3：新型DR画像処理の構成

### (2) フロントエンド

フロントエンドは透視撮影に関する制御を全て行うユニットである。フラットパネルディテクタ、X線発生器とのインター

フェースを用いた透視撮影制御、透視画像に対するリアルタイム処理、バックエンドへの画像送信制御などをCPU制御により実施する。

透視画像に関しては、SXGA仕様の表示回路を搭載し、今回新たにNTSC仕様(標準テレビ信号)表示回路も標準装備とし、VTRやDVDレコーダへの記録を可能とした。

画像処理部には今回新たに2種類の新型DSPを搭載し、透視画質の大幅な向上が図れたとともに、開発中の新たな画像処理を今後搭載するだけの十分な性能を持たせることができた。

フロントエンドは電源を含めて独立したユニットとして構成され、バックエンドとはGiga-Ethernetにて接続されているため、バックエンドと離れた場所に設置することも可能である。フロントエンド部の撮影室内配置や操作テーブルの一体化での設置を容易にした。また、PCの筐体内から開放されたことにより、メンテナンス性も大幅に向上した。

### (3) バックエンド

バックエンドはPCから構成されており、PCIバスには標準仕様のボードだけが搭載されている。基本的な機能としては、撮影画像をフロントエンドから取得して表示するとともに、ハードディスクに記録、DICOMフォーマットでのサーバおよびレーザープリンタへの送信などである。撮影制御はフロントエンドが行うため、バックエンドは撮影して得られた画像がGiga-Ethernet経由で送られてくるのを待ちながら、各種並行処理を行うことが可能となった。例えば撮影された画像と過去画像の表示、CTなど他のモダリティの画像表示や検査中のプリント作業も容易に行えるようにした。

また、新たな機能として透視画像の記録を実現した。解像力を落とすことなく、30画像/秒の画像レートにて記録を可能とし、確認画像の代用による被曝低減や嚥下検査への適用を可能とした。

外部とのインターフェースは、Giga-Ethernetおよびシリアルポートだけであり、将来的にバス規格の変更、ハードディスクインターフェースの変更、新しいCPUの搭載などが実施された場合でも容易に追従が可能であり、最新のPCアーキテクチャを組み込み提供することが可能である。

## 3.3 高電圧装置

被曝管理機能の充実が望まれている中、面積線量計の搭載(オプション)はもちろんであるが、搭載しない場合でもNDD法により被曝線量の目安値を表示した。

また、パルス透視時、1パルスの立上がり/立下りが急峻になるように制御している。この結果、画像に寄与せずに術者や被検者の皮膚に吸収されるような軟線を除去することができ、無効被曝の低減を実現した。

## 3.4 絞り

被曝低減用線質改善フィルタを3種類具備しており、モード別に自動切り換えを可能にした。ハレーション防止用濃度補償フィルタは、回転および左右単動動作を可能とした。

また、左右、上下の絞り羽根は単独で動作を可能とし任意の大きさの視野で透視撮影を可能とした。これにより、微妙な位置決めが必要な場合でも視野の調整を迅速に設定できる。

### 3.5 遠隔操作卓

図4にCUREVISTAの遠隔操作卓の外観を示す。X線発生器、透視撮影台、透視・撮影の制御を行う液晶タッチパネル、透視、撮影画像を表示する2台の液晶ディスプレイが搭載されている。IVRの手技を強力にサポートし、操作室への設置を容易にするために遠隔操作卓と画像処理を一体化した。操作卓内部には、画像処理のフロントエンド、バックエンド、透視撮影台の操作回路、無停電回路を含めた電源回路、シールドトランスを最適配置した。

2台の液晶ディスプレイはそれぞれ以下の機能を有する。左側のディスプレイは透視画像と撮影画像を切り換えて表示し、消化管検査では術者は視野の移動無しに透視画像と撮影画像を観察することが可能である。右側のディスプレイは参照画像を主に表示する。過去画像、他モダリティ画像を表示することが可能である。消化管検査では常に最新の撮影画像を表示させながら透視を行うことも可能である。

なお、木目を残した木製天板を選択できるようにしたことにより、操作室のイメージアップを目指した。

### 3.6 近接操作卓、モニタ台車

近接操作卓(図5左)は、視野移動部・天板起倒部・画像表示部などをブロックに分けて5つのユニットを連結させる方式とした。

LCD専用モニタ台車(図5右)は2台または1台のLCDモニ



図4：スマートコンソール

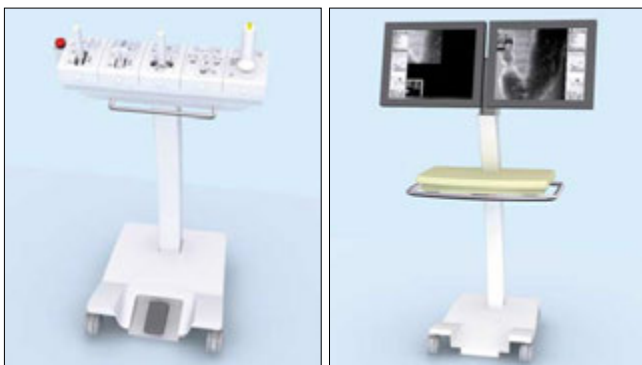


図5：近接操作卓とモニタ台車

タの取り付けが可能である。また、キーボード台には、DR操作用キーボード・マウスのほか、操作者用マイクの設置が可能である。

## 4. まとめ

新型IVR対応オフセットオープン方式多目的イメージングシステムは、最適な操作環境、安全な検査、IVR支援機能のコンセプトで新しく開発したさまざまな機能を実現した。

- (1) 透視撮影台は、管球オフセットアーム、天板支持棒オフセットのオフセットオープン機構と天板固定での視野移動機能などにより、広いワークスペースと安全な検査環境を提供する。
- (2) 画像処理部は、フロントエンドとバックエンドという新しいアーキテクチャの採用により、透視撮影および画像処理の完全並行処理を実現し、IVR手技を強力にサポートすることを可能とした。フロントエンドでは強力なDSPを複数搭載し、透視画質の向上だけでなく、新たなアルゴリズムの実現など将来における拡張性を十分確保した。

以上のように今回開発したCUREVISTAは、従来にも増してよりIVRなど透視撮影台の回りのアプローチに気を配った製品であり、使い勝手、安全性に配慮した装置となっている。画像処理については、汎用性を実現したバックエンドとともに更なる高画質化、低被曝化を実現すべく開発を進め、提供していきたい。今後も、より良い製品をより多くのユーザーに提供できるよう努力していく所存である。

※1 CONCORDは株式会社日立メディコの登録商標です。

※2 Ethernetは富士ゼロックス株式会社の登録商標です。

## 参考文献

- 1) 小川謙三, ほか: FPD搭載天井走行式アームレス透視台を使用して. MEDIX, 41: 21-23, 2004.