

REGIUS MODEL 170 の開発

The Development of Konica X-ray Direct Digitizer, REGIUS MODEL 170

米川 久* 根木 渉* 手塚 英剛* 渡辺 和彦*
Yonekawa, Hisashi Motoki, Wataru Tezuka, Hidetake Watanabe, Kazuhiko

The Konica REGIUS MODEL 170 has been newly developed as a Cassette type X-ray Direct Digitizer, which was designed for the single slot CR market as well as the multi-slots CR market. The unique two-slots structure was employed for this model: the cassette insert slot with plus one stack function and the cassette exit slot with the stacker which keeps four cassettes at once. The advanced technologies were applied to mechanics, electronics, software and all other components including the X-ray cassette and the phosphor plate. They realized compactness, low cost, high performance, high reliability, and high image quality. The new concept, "Ultimate Resource Sharing" system, gives the best solutions for various system integration requirements. The GUI of the console PC (CS-1) was also totally renewed to improve the usability of operations such as confirmation of patient information, image data handling.

1 はじめに

医療業界がデジタル化、ドライ化、ネットワーク化へ向けて急速な発展を遂げる中、2002年8月、コニカカセットタイプCR (Computed Radiography) の新機種、REGIUS MODEL 170 (以下MODEL 170と呼ぶ) が発売された。本機種は、1999年4月に発売を開始したコニカ初のカセットタイプCR、REGIUS MODEL 150¹⁾ (以下MODEL 150と呼ぶ) の後継機に当たりながら、搭載技術を一新した全く新しいタイプのCRである。超分散処理コンセプトを柱に、1機種で診療所から大病院までをカバーする、小型、低コスト、高速、高画質なオールラウンドタイプのカセットタイプCRとしてお客様より好評を頂いている。

本稿では、MODEL 170システムの全体像や特徴について概説する。

2 CR市場と開発戦略

CR市場は、X線画像の撮影頻度の観点から、大きく2つに分類される。第1の市場は、病院の放射線科のように1日に多くのX線画像を撮影する市場である。第2の市場は、診療所や小規模病院、術場、ICU (Intensive Care Unit: 集中治療室) のように、1日の撮影数がさほど多くない市場である。第一の市場には、カセットを一度に複数枚挿入できる処理能力重視の多スロットタイプCRを、第2の市場には小型で低価格なモノスロットタイプCRを提供するのが、CRメーカーのこれまでの定石であった。

コニカでは、この定石を覆す新タイプのCR開発を目指した。すなわち、モノスロット市場と多スロット市場の

双方を1機種でカバーできると共に、2つ市場のお客様に同時に満足して頂ける商品の開発を目指した。そのためには、多スロットでもなくモノスロットでもない、新しいタイプのCR開発が必要であった。この目標に対して、コニカは、変則2スロットのリーダーモジュールを核とした超分散処理システムにその解を見出した。

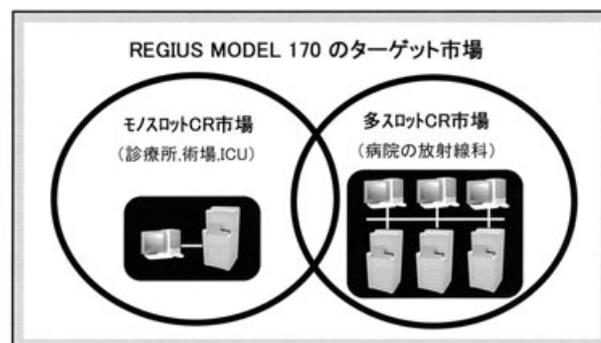


Fig.1 REGIUS MODEL 170 の市場性

3 リーダーモジュールの開発

3.1 変則2スロット

MODEL 170のリーダーモジュール (Fig. 2) には機能の異なる2つの独立したスロットが存在する。撮影を終えたカセットを挿入する投入スロットと、処理後のカセットを排出する排出スロットである。投入スロットにカセットを挿入すると、カセットは装置本体内部に取り込まれ、直ちに次のカセットが挿入可能となる。実質上、投入口が2スロットあるのと同様なこの機能をプラスワンスタック機能と呼ぶ。

排出スロットは、処理済みカセットを最大4枚まで保持可能なスタッカ部を有している。スタッカ部に4枚のカセットが貯まるまで、使用者は装置からカセットを撤

* MGカンパニー MG開発センター MIシステムグループ

去する作業に煩わされることなく撮影を継続できる。X線撮影は通常、1検査（1患者）当たり2～4回の撮影を行う場合が多いが、プラスワンスタック機能とスタック機能を最大限に利用すれば、カセットハンドリング回数を最小限に抑えることができる。すなわち、n回の撮影に対して、カセットハンドリング回数を（n+1）回とすることができる。一方複数の挿入スロットを持つCRでは、n回の撮影に対して2n回のカセットハンドリング（カセットの抜き差し）が必要であるため、MODEL 170に採用した変則2スロット構造が作業効率的に優れた方式であることがわかる。

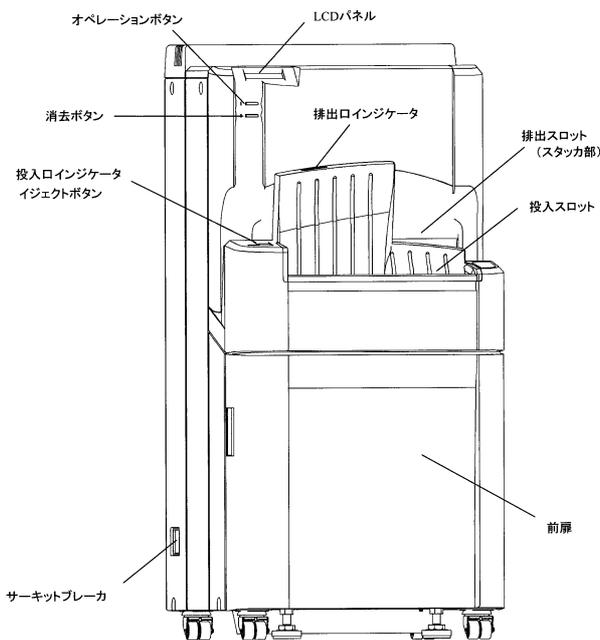


Fig.2 REGIUS MODEL 170 の外観図

3. 2 技術開発

3. 2. 1 要求事項

1機種で全てのCR市場をカバーするためには、多くの要求事項を満たす必要があった。まず、モノスロット市場では、1) 小型であること、2) 低価格であることが求められた。一方、多スロット市場では、1) 高い処理能力、2) 様々なワークフローに適応できるシステムの柔軟性が求められた。また、モノスロット市場、多スロット市場双方の共通事項として、1) 高画質、2) 高信頼性、3) 高い操作性を達成する必要があった。これら全ての要求事項を満足するために、カセット開発、プレート開発を含むリーダーユニット及びシステム全般の技術開発に取り組んだ。読み取り系の大幅なコストダウンを実現したアンモナイト集光管の開発と、高画質化に貢献した新REGIUS プレート (RP-3S) の開発については、本誌に別論文として掲載されているのでご参照頂きたい。ここでは、その他の技術開発の中からの幾つかを抜粋して紹

介を行う。

3. 2. 2 新カセットの開発

変則2スロット構想を実現するためには、新規なX線撮影用カセットの開発が必要であった。コニカは、MODEL 170用カセットRC-110シリーズにフロント板とバック板が分離/合体する新規な構造を採用した。バック板の内面には、新開発の輝尽性蛍光体プレートRP-3Sが張り付けられており、外面には副走査ユニットのマグネット板に磁力で吸着させるための鉄箔が貼り付けられている。フロント板とバック板は、カセット端面に設けられたロック機構をON/OFFすることで分離/合体することができる。また、お客様からの強い要望に答え、CR業界初の大四切りカセットをラインナップに加えた。

3. 2. 3 カセット搬送機構と副走査機構の開発

カセット開発とリンクして、装置内でカセットを搬送/副走査する機構の開発を行った。MODEL 150では装置内でプレートを平行移動する機構が用いられたが、MODEL 170ではカセットを回転搬送する機構を採用した。また、MODEL 150では輝尽性蛍光体プレートを固定して光学読取系を副走査させたがMODEL 170では光学読取系を固定し、輝尽性蛍光体プレートをバック板ごと副走査する機構を採用した。これにより、大幅なコスト削減を図ると共に、副走査性能を改善することに成功した。

3. 2. 4 ユーザトラブルシュート機構の開発

MODEL 170では、CR業界初のユーザトラブルシュート機構を搭載した。読み取り中にカセットジャムが発生した場合、装置前面の前扉を開放することで、お客様が迅速かつ安全にジャム処理を実施することができる。複写機ではおなじみの機構だが、CR装置ではこれまで実現されていない。理由は、高価な輝尽性蛍光体プレートにダメージを与えることなく安全にかつ容易にジャム処理できる機構の構築が困難だったためである。MODEL 170では、構想段階からこの機構の開発にチャレンジし実現に成功した。ジャム処理に要する時間（装置の復帰時間を含む）は約1分と非常に短い。この機構の開発により、ジャム発生による撮影業務の中断（サービスマンが到着するまでの間、X線撮影を行うことができない）という最悪事態を、MODEL 170では回避することができる。

3. 3 動作原理

Fig. 3を用いてMODEL 170リーダーモジュールの動作原理について説明する。投入スロットから装置内部に取り込まれたカセットは①、回転搬送機構により副走査ユニットまで搬送され、バック板外面の鉄箔を介して副走査ユニットのマグネット板に吸着される②。この後、カセットのロック機構をOFFして、フロント板とバック板を分離する③。バック板は垂直方向上側に副走査され、この過程でバック板に添付されている輝尽性蛍光体プレートからレーザー走査によって画像情報が読み出される④。次に、バック板は垂直方向下側に搬送され、

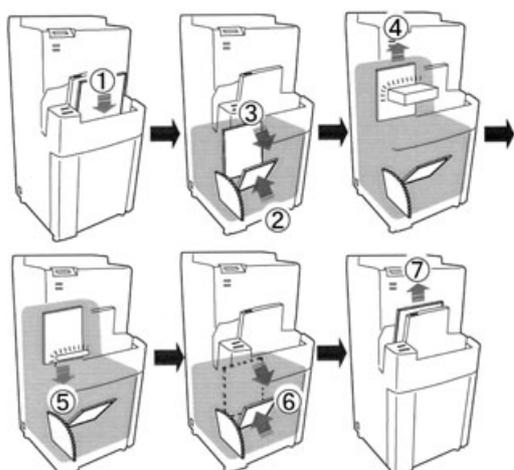


Fig.3 動作原理

この間にハロゲンランプ照射による輝性蛍光体プレートの残像消去が行われる (⑤)。残像消去が完了すると、バック板とフロント板が合体され、排出位置まで回転搬送される (⑥)。その後、カセットは排出スロットから装置外側へと排出される (⑦)。

3. 4 主な仕様

Table 1 にMODEL 170の主な仕様を示す。装置サイズは幅580mm、奥行き580mm、高さ1230mmとコンパクトに仕上げた。カセットフィードロードサイクルタイム(カセットの挿入から排出までの時間)は大角サイズを標準解像度で読み取った場合約40秒であり、世界最速を誇る。また、1時間当たり約90枚の処理能力は、小型機ながら、大型機を凌ぐパフォーマンスを提供する。

Table1 REGIUS Model 170 の主な仕様

項目	仕様
撮影サイズ	半切、大角、大四切、四切、六切、18x24(マンモ)、他
画素サイズ	2種類(87.5/175μm)
最大画素数	4020x4892(14"x17")
階調数	4096階調(12 bit)
処理能力	約90枚/h(大角/175μm)
カセットフィードロード時間	約40秒(大角/175μm)
スロット数	挿入x1(プラス1スタック) 排出x1(4枚スタック)
入出力I/F	Ethernet 100base TX (x1)
外形寸法	580(W) x 580(D) x 1230(H)mm
重量	約170Kg
電源/消費電力	AC100V (50/60Hz) / 約1.1kW
環境条件	温度：15～30° C 湿度：40～80%(結露無きこと)

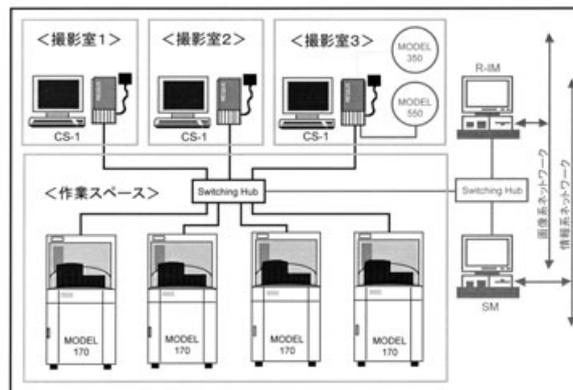


Fig.4 n:m接続システム

4 システム開発

4. 1 基本モジュール

MODEL 170では、MODEL 150に内蔵されていたPC部をリーダー本体から分離し、CS-1と呼ばれるREGIUSシリーズ共通のコンソールとして独立させた。MODEL 170システムは、このCS-1とリーダーモジュールをネットワーク接続することで構築される。リーダーモジュール側では、コニカで初めて実装に成功したLinux OSが、TCP/IPプロトコルでの通信を強力にサポートする。

4. 2 2つのカセット登録方式

MODEL 170では、カセット登録方法を2パターン用意した。MODEL 150で定評のある後登録方式(読取時登録)に加え、新たにバーコード登録による前登録方式(撮影時登録)を可能にした。後登録方式では、リーダーモジュールとCS-1の接続形態が1:1接続に限定されるが、前登録方式では、複数のCS-1(n台)の各々に対して複数のリーダーモジュール(m台)を対応づけて接続可能なn:m接続システム(Fig. 4)を提供する。

4. 3 リーダーセレクトフリー

患者登録や画像確認を各撮影室毎に独立して行うことができれば、作業効率は飛躍的に向上する。この観点から、CS-1は1撮影室に1台ずつ設置することを基本とする。一方、リーダーモジュールは、お客様のワークフローに合わせた作業動線上の最適な位置に最適な台数を設置する。例えば、撮影数の少ない撮影室では、2撮影室でリーダーモジュール1台、撮影数の多い撮影室には1撮影室1台、さらには、リーダーモジュールを2台並べて実質上4スロットの超高速処理システムを構築することも可能である。何れの場合も、任意のリーダーモジュールで読み取った画像は、常にカセットが登録されたCS-1上にリアルタイム表示される(リーダーセレクトフリー)。

4. 4 マルチリーダーコントロール

CS-1は1台で、最大16台のリーダーモジュールを制

御できる他、REGIUS立位専用機 (MODEL 350) や臥位専用機 (MODEL 550) を最大2台まで制御することができる。複数台のリーダーを1台のCS-1で制御することができるため、リーダーの種類や台数によらず、患者登録や画像確認作業を常に同じCS-1上の画面で実施できる。

4.5 超分散処理システム

変則2スロットのリーダーモジュールをお客様の要望に合わせて自由なレイアウトで配置し、任意のCS-1上から任意のリーダーモジュールを制御可能とすること、及び、後登録システムと前登録システム、1:1接続システムから、n:m接続システムに至るまで、お客様のニーズに合わせたシステム運用を提供できること。これがコニカが提案する超分散処理システムである。超分散処理システムの実現は、小型、高速、低コストを満足する変則2スロットのリーダーモジュールと高速ネットワーク技術の組合せでこそなせる技。大型で高価な多スロット機や、小型だが処理能力が低くカセットを1枚ずつしか扱えないモノスロット機では、コニカの提唱する超分散処理システムを構築することはできない。

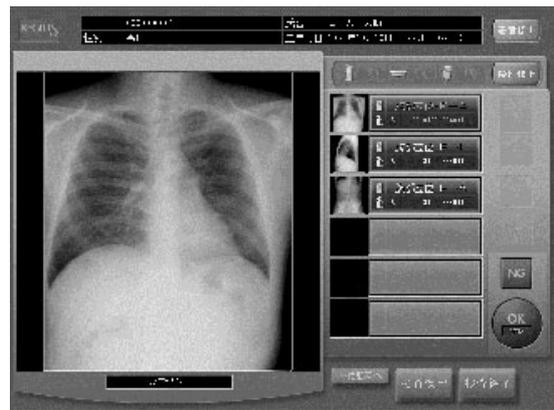
5 操作画面

REGIUSシステムで撮影業務を行う中で、使用頻度の最も高いのがCS-1の操作画面である。MODEL 170の開発に伴い、この操作画面も一新し、新しいGUIが誕生した。GUIの開発に当たっては、直感的でシンプルな操作性を追求した。また、後登録、前登録、1:1接続、n:m接続、分散処理向け、集中処理向けなど、あらゆるモードに対応できるだけでなく、何れのモードにおいても、同じ画面構成、同じ操作性を実現できるように、機能と画面の最適化を行った。また、画像確認が効率的に行えるように、読み取り表示画面として、従来型の1画面表示 (Fig. 5 (a)) と、CS-1で新規採用した4画面表示 (Fig.5 (b)) の2種類を用意した。

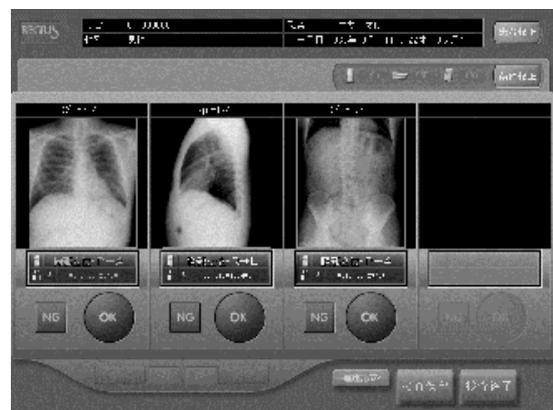
6 高速画像表示へのこだわり

自由な装置レイアウトが提供できても、撮影から画像確認までの時間を短縮できなければ快適な作業環境を提供できるとは言えない。MODEL 170では、リーダーモジュールでの高速画像読み取りと高速カセットハンドリングにより、サイクルタイムの大幅な短縮を実現した。また、画像情報に対する信号処理とCS-1への画像転送を並行して行うように設計を行った。その結果、カセットの挿入から画像表示完了までの時間は、大角サイズを標準解像度で読み取った場合で約25秒、高精細で読み取った場合で約35秒まで短縮された。また、1台のCS-1に対して複数のリーダーモジュールから同時に画像転送が発生しても、画像転送速度は殆ど低下することなく、CS-1

上に複数の画像をリアルタイムに表示することができる。



(a) 1画面表示



(b) 4画面表示

Fig.5 読み取り表示画面

7 まとめ

以上、REGIUS MODEL 170システムについて概説した。MODEL 170の開発に当たっては、構想段階から、開発部門、営業部門、商品企画G、デザインG、サービス部門、生産部門でプロジェクトチームを組み、「お客様に喜んで頂ける商品の開発」を目標に徹底した議論を展開した。その想いは、MODEL 170システムの至る所に具現化できたと確信している。

8 謝辞

MODEL 170の開発に当たり、開発プロジェクトのメンバーとしてメイン基板のASIC開発、ファームウェア開発を担当して頂いた中央研究所DSGr.の中山勉さん、小柳仁さん、エレキ/ファームウェア開発全般で技術指導を頂きました同部署の高桑誠さん、その他関係された多くの関係部署の皆様、関連会社の皆様に感謝致します。

●参考文献

- 1) 石光義幸、中澤正行, Konica Tech. Rep., 13, 15 (2000)