

AeroDR ポータブルソリューションの開発

Development of AeroDR Portable Solution

米山 努*
Tsutomu YONEYAMA

竹村 幸治*
Koji TAKEMURA

儀同 智紀*
Tomonori GIDOU

出口 俊*
Takashi DEGUCHI

要旨

市場におけるX線撮影システムは、CR (Computed Radiography) から、DR (Digital Radiography) へとシフトしており、その技術革新も進んでいる。DRは、高画質化のみならず、耐久性、軽量化、ワイヤレス化などの進化を遂げ、臨床現場においてもDRの持つ自在性、即時性の効果を享受している。

コニカミノルタは2011年に、カセット型DR“AeroDR”を発売し、市場で高い評価を得ている。我々は、AeroDRの自在性、即時性の特徴を最大限に活かせるX線撮影シーンとしてポータブル撮影にターゲットを絞った。そして、そのワークフロー、運用方法を徹底研究することで、新しいシステム構成と更なる機能追加を行い“AeroDRポータブルソリューション”を開発した。

本稿では、ポータブルソリューションを開発するにあたり、施設ごとに要求の異なるシステム構成、ポータブル撮影で新たに発生する特有の課題を、新規開発のAeroDR回診車UFユニットおよびAeroDRカセット、CS-7ポータブルの新機能の採用により解決したので紹介する。

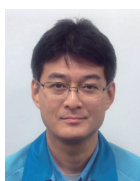
Abstract

Today, the trend continues as the preferred radiographic system shifts from CR (computed radiography) to DR (digital radiography). Technical innovation in DR has brought such advances as high image quality, durability, lightness, and wireless capability, all of which provide for flexible operation and immediate results in clinical practice.

The AeroDR, the DR cassette which Konica Minolta put on the market in 2011, immediately gained a high reputation, and so we expanded on that to develop the AeroDR Portable System. Our focus was on a portable DR system so as to maximize characteristic of flexible utilization and immediate image access which make portable DR so valuable.

By thoroughly studying workflow and operational procedures of the AeroDR Portable System during development, we achieved a new system configuration and additional functions. We dealt with particular issues raised by portable DR, and we solved the problem of different hospitals and clinics requiring different system configurations, by adopting the newly developed functions of the AeroDR portable UF unit, the AeroDR cassette, and the CS-7 portable monitor.

執筆者



米山 努



竹村幸治



儀同智紀



出口 俊

*コニカミノルタエムジー(株) 開発本部

1 はじめに

2000年代初頭にDigital Radiography (以下DR) が市場に登場してから、その技術進歩とともに、臨床現場でのDRシステムの普及は加速している。その流れの中、コニカミノルタは、2011年に軽量、堅牢性に優れた無線カセット型DRであるAeroDRシステムを商品化。CRカセット同等の操作性、作業性は継承しつつもDRの即時性、画質向上、被ばく低減を実現してきた。

一方、臨床現場におけるポータブル撮影では、ポータブルX線装置に一度に搭載し運搬できるCRカセットの枚数に限りがあることから、カセット搬送～撮影～画像確認までのワークフローが煩雑になるという課題があった。そのため、1枚のカセットで複数枚撮影可能となるDRへの期待も高まっていた。しかしながら、ポータブル撮影のDR化にあたり、複数台保有するポータブルX線装置をDRに買い替えるコストや、移動先でのオーダーの取得や画像の転送などポータブル撮影ならではの課題が指摘されていた。

AeroDRポータブルソリューションは、ポータブル撮影の現場を徹底研究し、AeroDRの本来持つ即時性、自在性の特徴をポータブル撮影に活かすシステムとして開発された。さらに、既存のアナログポータブルX線装置を自在にデジタル化することのできるX線自動検出技術「AeroSync機能」の搭載、DRの即時性を病院システム全体へ波及させるRIS/host接続時の「ネットワークエリア切り替え機能」の搭載、などポータブル撮影特有の課題を解決する機能の搭載をすることで、ポータブル撮影シーンの更なる効率化を実現した。

2 ポータブルソリューションシステム設計

2.1 ポータブルシステム基本構成

AeroDRポータブルソリューションは、AeroDRカセット、CS-7ポータブル、AeroDR回診車UFユニットで構成される。これらのユニットは、持ち運び自在の軽量設計になっており、ポータブル撮影装置と組み合わせることで簡単にDR化することが可能となる (Fig. 1)。



Fig. 1 System configuration.

1) AeroDRカセット：

14×17インチサイズとしてCR重量の2.2Kgに迫る世界最軽量の2.9Kgを達成している。さらに、ワイヤレス化により、ポータブル撮影において患者ポジショニングをする際、CR同等の作業性を実現している。また、カセットにはリチウムイオンキャパシタを搭載しており、フル充電から40枚以上の撮影が可能となる。バッテリー消耗時もクレードルの急速充電により、数分で撮影が可能となるため、撮影枚数の多い場合においても即時に対応ができる。

2) CS-7ポータブル：

一般撮影におけるコンソールステーションCS-7をタブレット型PCに搭載。タッチパネルでの操作によりベッドサイドでの作業の煩わしさを低減している。また、撮影後、約3秒で画像の確認が可能になるため、患者の体動などの確認と再撮影も即時に行うことができる。CR運用時に必須であった読み取りのための移動が不要となるので、トータルの作業効率を大幅に向上させている。

3) AeroDR回診車UFユニット：

AeroDR回診車UFユニットは、持ち運び可能なケースタイプになっており、内部にIEEE802.11a無線アクセスポイントと駆動用リチウムイオンバッテリーを搭載し、移動先でのAeroDRとCS-7ポータブルとの無線通信連携を可能としている。

外形寸法は、大角サイズCRカセット5枚分より小サイズ(383×383×72mm)にすることで、一般的なポータブルX線装置のカセットボックス内に収納可能なサイズになっている (Fig. 2)。

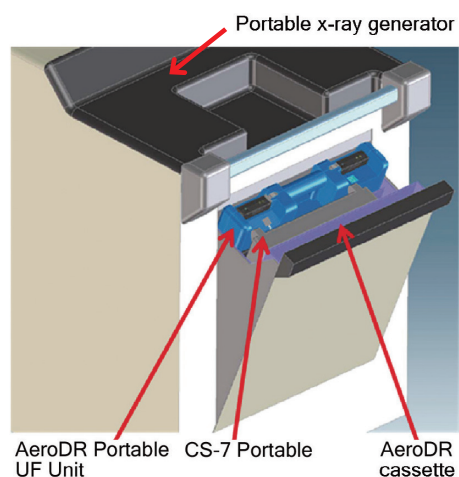


Fig. 2 AeroDR Portable UF Unit incorporated in portable x-ray machine.

2.2 フレキシブルシステム実現技術

病院施設のX線アナログシステムをデジタルシステムに変更するにあたり、一般撮影からポータブル撮影まで施設のすべてのX線装置をデジタル化することが運用上、効率的であり重要である。その中で、複数台所有しているポータブルX線装置をすべてDRで撮影可能とするこ

とは、大きな課題である。また、一般撮影室のX線装置とポータブルX線装置のカセットを共有し、初期投資を低減したいという要望もある。これらの施設の規模に応じた要望に対し、フレキシブルに対応できるシステム構成が必要となってくる。

本AeroDRポータブルソリューションは、この課題を解決すべく、以下の機能を搭載している。

- 1) AeroDRカセットにポータブルX線装置の電気的接続がなくDR化可能とするX線自動検出技術「AeroSync」を搭載。
- 2) CS-7ポータブルに一般撮影とポータブル撮影のカセットを共有可能とする「パネルローミング技術」を搭載。

2. 2. 1 X線自動検出技術「AeroSync」

AeroDRカセットはX線情報を吸収し、可視光に変換するシンチレータ、そこで発生した可視光を電荷に変化させるフォトダイオード/TFTアレイ、読み出しIC等で構成される。ここで、電荷をフォトダイオードに蓄積させるために逆バイアス電圧を印加しているが、この状態が継続すると暗電荷が多く発生し、X線画像のノイズが増加するという課題がある。このため、一般のDR装置ではX線装置とカセット制御装置を電気的に接続し、X線装置側から、X線照射のタイミングを取得している。そのタイミングでカセット側のフォトダイオードに生じた電荷のリセット（掃き出し）を行い、その後の電荷蓄積のタイミングを制御している（X線連動方式）。

今回開発した「AeroSync」は、カセットが照射されたX線を検知して自動的に電荷蓄積過程に移移するX線自動検出機能である。これにより、X線装置との電気的接続および通信を不要とし、X線画像を取得することが可能となった（Fig. 3）。

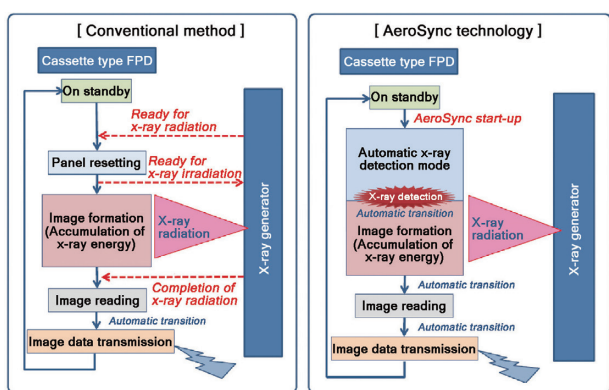


Fig. 3 AeroSync technology.

現在、病院市場で多く使用されているアナログポータブルX線装置には上述のX線照射-カセット制御のためのインターフェイスは、装備されていない。しかし、このAeroSyncを用いることで既存のアナログポータブルX線装置にてDR撮影をすることが可能となる。これによ

り、ポータブルX線装置を複数台保有している場合でも、サービスマンに要請することなくユーザーが、AeroDRカセット、CS-7ポータブル、AeroDR回診車UFユニットの3ユニットを持ち運ぶことで病棟をまたがるポータブルX線装置を即時にDR化することができる（Fig. 4）。



Fig. 4 Usable with various x-ray apparatuses.

「AeroSync」では自動検出モードでの暗電荷の発生を抑えており、余分なノイズを発生することがなく画像を生成している。Fig. 5 に示す通り、X線受像器のノイズ性能を示すDQE（Detective Quantum Efficiency）は従来のX線連動方式と同等な画質性能を有している。

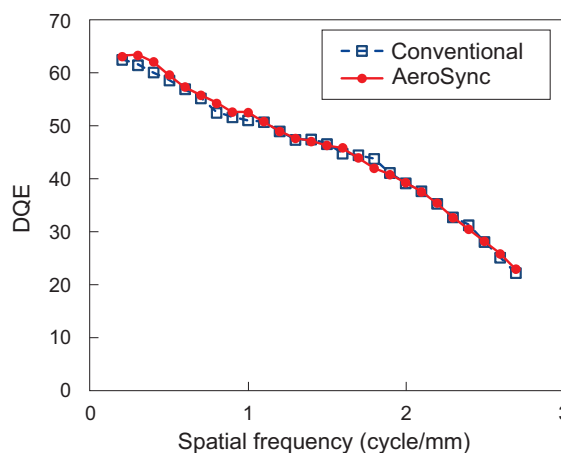


Fig. 5 Comparison of DQEs between AeroSync and conventional x-ray interlocking system.

2. 2. 2 パネルローミング技術

AeroDRシステムでは、一般撮影において、任意の撮影室で利用中のカセットを別の撮影室に移動可能とするローミング技術を搭載している。本ローミング技術をポータブル撮影にも拡大適用し、通常一般撮影室で撮影しているカセットをポータブル撮影で共用することを可能とした。これにより、予算を抑え施設全体のX線装置をDR化する要望に応えている。

ポータブルX線装置に、CS-7ポータブル、AeroDR回診車UFユニットをあらかじめ搭載し、そのシステムにカセット登録用のクレードルを接続する。一般撮影室に登録されているカセットをポータブル撮影用のクレードル

ルに差し込むだけで、システムの連携は完了する。本作業により、AeroDRカセットのみをX線装置間で持ち運ぶので、CS-7ポータブル、AeroDR回診車UFユニットを同時に運ぶよりもハンドリング性を大幅に向上させている。この技術は、もちろん複数のポータブルX線装置にも適用可能である。フロア毎にポータブルX線装置が設置されている場合でも、AeroDRカセットのみを持ち運ぶ事が可能となり、ポータブルX線装置の使用頻度に合わせてパネルを導入可能となる (Fig. 6)。

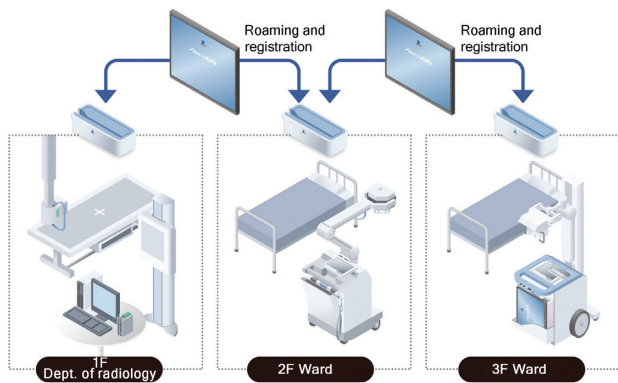


Fig. 6 Roaming technology.

3 ポータブル撮影の運用適正の向上

ポータブル撮影において、DRのメリットである即時性を最大限に活用するためには、撮影シーンの画像確認のみではなく、患者オーダー、画像データ転送時においても効率的に運用できることが重要となる。AeroDRポータブルソリューションでは、施設内をX線装置が移動するというワークフローを考慮し、移動した先でもネットワーク設定など煩雑な作業を発生させない機能を搭載している。これらは、様々な施設の運用に合わせ準備されており、どのような施設においてもその即時性、利便性を向上させている。

3.1 RIS/PACSネットワークエリア切り替え技術

CS-7ポータブルでは、院内の無線LANを通じ、院内に存在するRIS/PACSサーバへDICOM通信にてリアルタイムなオーダー連携/画像の送受信を可能としている。これにより、即時性が増し運用効率が向上する。

しかしながら、大病院など大規模な施設的环境によっては、ネットワークセグメントの異なるフロアをまたがる場合があり、移動先で、RIS/PACSとの通信ができないケースがある。このような場合、DICOMなどのネットワーク設定をサービスマンにより再構築する必要があり、実際の運用に際し障壁となる。

CS-7ポータブルでは、このような課題に対し、ユーザーが、画面上からワンアクションで異なるアドレス体系へ簡単に変更できる「ネットワークエリア切り替え機能」を搭載している (Fig. 7)。

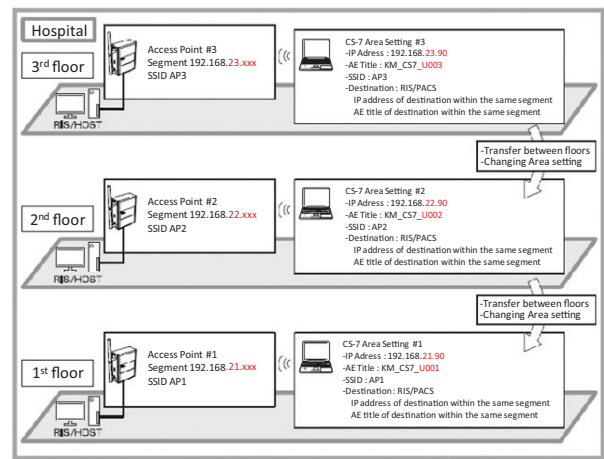


Fig. 7 Network technology: an example of wireless connection.

この機能は、セグメントの異なるエリア毎にネットワーク設定を事前登録しておき、そのエリア名を移動先で画面上から指定さえすれば、設定を自動的に変更し、通信を再確立してくれる。これにより、CS-7の設定変更画面での変更やアプリケーション再起動のような煩雑な操作が無く、オーダー連携、画像送受信が継続できる (Fig. 8)。

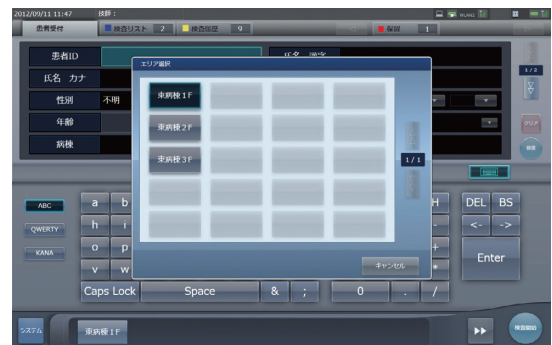


Fig. 8 Changeover screen on the CS-7 portable monitor. Address systems can be changed with a single mouse click.

これらリアルタイムで確実なオンライン運用が実現すると、ベッドサイドにおいてオーダーと患者、画像の紐付けが可能となる。患者ID読み込み用ワイヤレスバーコードにより、リストバンドにある患者IDを読み取ると同時にRISへワークリスト検索を実行し、自動的に撮影画面を展開し、そのまま撮影業務に移行できる。患者取り違い撮影をする心配がなく、安心して利用できる。これら技術により、RISから出力したオーダー用紙とカセットを意識的に紐付けるといった従来のCRカセット運用における煩雑さから解放され、今までの回診業務の作業性を大幅に向上させることが可能となる。

3.2 オフライン運用における自動送受信技術

無線LAN環境においては、常時接続状態であるが、セキュリティを重視している施設においては、有線LANにてオフライン運用するケースがある。この運用では、

回診撮影時は、常時オフライン接続であり (Fig. 9 Case 3)、データ送受信の場所へ移動後に、オンライン接続される (Fig. 9 Case 1)。このように、オンライン・オフラインを組み合わせた運用の場合には、オフライン・オンライン切り替えボタン等を用意することになるが、切替え忘れなどから、送受信エラーメッセージが頻出するなど (Fig. 9 Case 2) 実際の運用に堪えない。このようなケースに対応して、RIS/PACSの接続監視強化と自動送受信技術により、ユーザーに現在の接続状況を意識させることなく、スムーズに送受信することを実現した。この技術は、現在の接続状態 (有線LAN運用や無線LAN運用) に応じて、RIS/PACSの接続状態を常時監視し、エラーメッセージを出すタイミングや、オーダー送受信、画像を送信するタイミングをユーザー運用に合わせて最適に制御するため、ユーザーにとっては全くストレスなく撮影業務が可能となる。

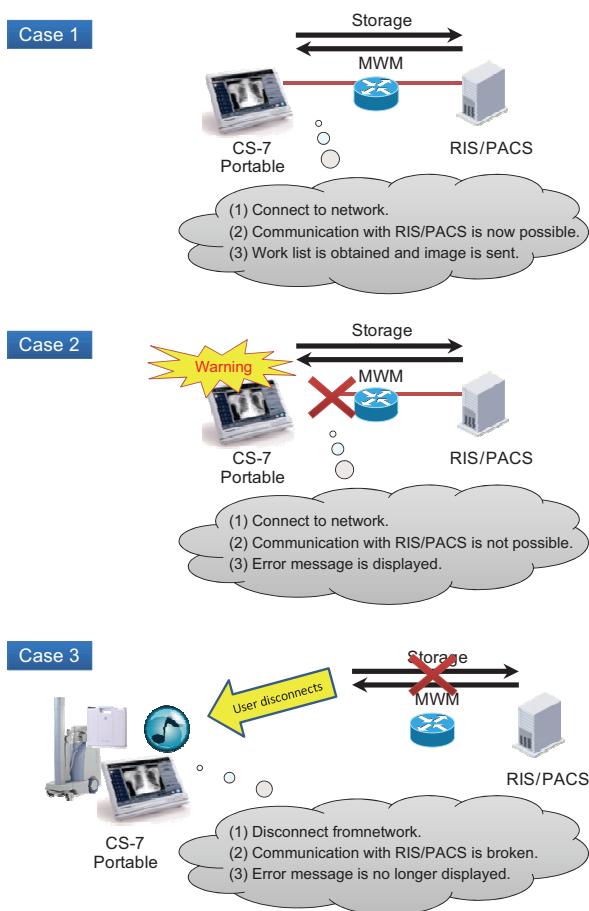


Fig. 9 Auto-communication with RIS/PACS.

3.3 無線Autoチャンネル (CH) 切替技術

ポータブル撮影では、複数の病床を移動しながら撮影をするため、無線の電波干渉状態が変化し、安定した送受信が得られないケースが発生する。この場合、電波干渉を避けて最適な通信環境を実現するためには、エリアごとにAeroDRポータブルシステムで使用する無線のCHを切り替える必要がある。

しかしながら、各移動先で干渉状態が少ないCHへ設定を変更するためには、エリア毎に設定すべきCHを回診作業者自身が記憶し、都度変更する必要が出てくる。このようなケースを想定し、CS-7ポータブルでは、ワンアクションで最適な無線CHを設定する「無線Auto CH切替機能」を搭載している。この機能は、予め施設環境を考慮した無線サーベイを行い、使用可能なCHを複数設定しておく。エリア変更時に、オートCH切替を実施することにより、その場で利用可能な電波状況を瞬時に検出し最適な電波状態を自動的に選択する。これにより、近傍CHの電波干渉を回避し、エリア毎に設定するCHを意識することなく、簡易に最適な無線状態を選択することで、他無線システムへの影響を低減し、自システムの安定した通信環境を確保し、画像転送エラー等のリスクを最小化することが可能となる。

4 まとめ

移動を伴うポータブル撮影は、施設により様々な構成、運用が存在し、お客様の要望も異なる。手術室、救急外来、ICUなどの使用シーンも様々である。AeroDRポータブルソリューションは、これらの多様なニーズを想定したフレキシブルなシステム構成を用意し、大病院からクリニックまで導入施設の規模によらず、ポータブル撮影のDR化を可能とした。さらに、最先端技術のX線自動検出技術AeroSyncを開発し、ポータブル撮影現場を、大幅にコストを抑えつつデジタル化することを実現した。また、撮影時のDR化のみならず、オーダー～撮影～画像転送まで、DRの即時性を追求するアプリケーションを付加することで、施設全体の真の作業効率を向上することができた。

今後、コニカミノルタでは、AeroDRの利便性、自在性の良さを如何なく発揮できる新たなるシステムを追求することで、医療の質を向上するのみならず、臨床現場の生産性の向上に貢献していきたいと考えている。

●参考文献

- 1) 徳弘 修, 他: コードレスカセット型DR“AeroDR”の開発, KONICA MINOLTA Tech.Rep., 8 (2011)
- 2) 西島 裕一, 他: カセット型DR“AeroDR”の特徴を最大限に活用した次世代コンソールステーション“CS-7”の開発, KONICA MINOLTA Tech.Rep., 9 (2012)