

AeroDR カセットのシリーズ化開発

Development of the AeroDR Series of DR Cassettes

伊藤 毅* 角 誠*
Tsuyoshi ITO Makoto SUMI

要旨

X線撮影システムは、CR (Computed Radiography) からDR (Digital Radiography) へシフトしており、当社商品のカセット型DR “AeroDR” は、2011年に半切サイズ(「14×17インチ「AeroDR1417」)を販売して以降、高画質のみならず、DRの利点である即時性において市場で高い評価を得ている。

DRとして、耐久性や軽量化、ユーザーのワークフローを改善するワイヤレス化や、旧来のX線発生器でそのままCRライクに使用可能なX線自動検出技術「AeroSync」などの進化を遂げた。

ここで我々はX線撮影の臨床現場での一般撮影から回診撮影と幅広く展開するAeroDRシステムに対して、撮影現場に最適なサイズのカセットについてシリーズ化開発を行った。広範囲な撮影が要求される立位ブッキー撮影台で活躍する17×17インチの大型カセット(AeroDR1717)、小児や新生児撮影、また整形分野で取り回しやすい10×12インチ(AeroDR1012)の小型カセットを開発し、CRからDRへ完全移行できるDRシステムの提供を可能としたカセットサイズのシリーズ化開発技術について紹介する。

Abstract

Radiography systems today have shifted from CR (computed radiography) to DR (digital radiography). Konica Minolta's first cassette type DR system, the AeroDR1417 (using a 14 × 17 inch cassette), has received high marks from users for its excellent image quality as well as the immediate image access that it provides.

The AeroDR offers durability, lightness, and a wireless method that has improved its users' workflow. The AeroDR also employs AeroSync, an automatic X-ray detection technology by which the AeroDR cassette can be used with an older type X-ray generator in the same manner as in CR.

We have now developed a series of cassette sizes suitable for various radiography locations, so that AeroDR cassettes are now in widespread use, from general radiography for patients in radiography rooms to radiography during a radiologic technologist's round of patient visits. Introduced are the AeroDR1717 (a 17 × 17 inch cassette), which can be used in a standing Bucky imaging bed where radiography of a large body area is required, and the AeroDR1012 (a 10 × 12 inch cassette), for use with infants and children and in orthopedic clinics and hospitals. These three AeroDR cassettes enable a complete shift from CR to a DR systems.

*ヘルスケアカンパニー 開発統括部 デバイス開発部

1 はじめに

2011年に、コニカミノルタは、軽量で堅牢性に優れた無線カセット型のDigital Radiography(以下DR)であるAeroDRシステムを商品化した。Computed Radiography(以下CR)のカセット同等の操作性、作業性を継承し、更にDRの即時性、画質向上、被曝低減を実現してきた¹⁾。

AeroDRのポータブル撮影環境においては、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/DR化する事の出来る、X線の自動検出技術「AeroSync機能」の搭載を行い、CR時代は複数枚のカセットを運搬する必要があった撮影に対して、DRでは1枚で複数患者撮影が可能なポータブル撮影シーンの効率化を実現している²⁾。

今回は「AeroDR1417」の技術を継承しつつ、17×17インチサイズでありながらワイヤレスタイプで、既存のブッキー撮影台でも使用可能とした世界最軽量のカセット型DR「AeroDR1717」と、小児や新生児における小サイズカセット用のブッキー撮影台でも使用可能とした「AeroDR1012」について紹介する。

2 AeroDRカセットのシリーズ化開発

2.1 AeroDRシステムのカセットラインナップ

コニカミノルタは現在3種類のサイズのカセットを展開している。JISサイズである14×17インチ(半切サイズ)、10×12インチ(四つサイズ)と、立位・臥位ブッキーに装着可能な17×17インチのカセットを用意している。



Fig. 1 Three-cassette lineup: 10×12, 14×17, and 17×17 inches.

CR時代は、半切/大四つ/四つ/六つ/24×30cm/18×24cm/15×30cmの種類のカセットを提供し、撮影用途で使用するカセットを選択し使用していた。しかし、DRに変わり、カセット単体で読取り機能を持ち、表示の即時性が高く、CRに対して付加価値が高くなる事に反比例して、カセット1枚あたりのコストが高くなるために複数カセットを保持する状況が減少した。そこで、最もさまざまな撮影部位に対応できる半切サイズカセットを他サイズに先駆けて展開した。

しかし大病院では、さまざまな疾病による部位のX線撮影も多く、撮影室が多い為に複数枚のカセットを使用している。複数枚使用する場合に、元来小サイズで撮影

していた部位に対して小サイズのDRを要望されるようになった。特に、既存の小児撮影台や、新生児の保育器などに投入可能なカセットサイズは四つ以下となり、既存の半切DRでは撮影が出来ずに、CRから置き換えができない問題が発生していた。

また可搬型カセットである事やさまざまな撮影形態に対する汎用性としての価値は高かったが、旧来あるCRもしくはDR専用機は17×17インチの大面积を擁しており、半切カセットでの専用機への置き換えが困難であった。

以上の問題に鑑み、コニカミノルタは旧来のカセット型CRから専用機までをDRで置き換え可能とすべく、小サイズ並びに大サイズカセットのシリーズ化を進めてきた。

2.2 AeroDR1417カセットをベースとした技術開発

シリーズ化にあたり、AeroDRシステムの特徴である高画質で軽量である事、コンソールと合わせたユーザー視点の使いやすいワークフローを提供する事を念頭に開発を行った。よってサイズ毎で制御方法が変わらない事を念頭に、画質に影響するシンチレーター、TFTパネル、読出しICは共通思想設計とした。更にリチウムイオンキャパシターを共通で搭載しており、バッテリー劣化を気にすることなく、充電作業が可能で、ブッキー撮影台で常時給電状態での運用も可能である。統一感を持った複数サイズのカセットのシリーズ化を達成している。

2.3 全カセット対応クレードル

カセットのシリーズ化を行うにあたり、全サイズ対応可能なクレードルの開発を行った。大サイズ～小サイズまで使用可能で、かつ既存品のクレードルに対して設置面積を大幅に削減した「AeroDRクレードル2」の商品化を行った。

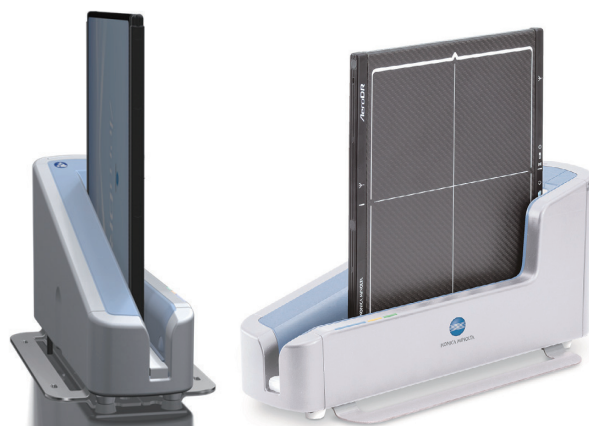


Fig. 2 Newly developed cradle for battery charging accepts any of the three sized cassettes. It is easy to use and securely holds the cassettes.

大サイズのカセットを投入しても安定間のある構造を持たせた設計を行っている。また複数枚カセットを有しているユーザーが併設で設置した場合にもカセット取り出しの配慮を行った設計を行っている。

3 AeroDR1717 (17×17インチカセット)

世界最軽量の17×17インチカセットDRの登場

17×17インチカセットDR「AeroDR1717」の特長としては、以下2点がある。

- ①17×17インチのフルサイズのワイヤレスカセットDRとして、世界最軽量の3.6kgを実現。フルサイズでありながらポータブル撮影で使用可能。
- ②カセット外形サイズはISO4090準拠。よって既存のブッキー撮影台にそのまま装填可能。専用撮影台を使用し、専用機として使用可能。

3.1 17×17インチサイズのポータブル撮影での価値

回診撮影では、身動きのできない患者や、要求どおりの撮影手技を維持できない患者も多く、14×17インチサイズでは再撮影になるケースも多々発生している。また、救急においては全身を撮影するケースが多く、撮影の大画面化は潜在的なニーズとして存在していた。AeroDR1717は、その潜在的ニーズを実現可能にした軽量、かつ無線の特徴と機能を備えたカセット型DRである。

3.2 AeroDR専用撮影台による機能UP

AeroDR専用撮影台と組み合わせて使用することで、AeroDRシステムの特徴である以下の3つの機能を実現できる (Fig. 3)。

1) 有線自動装着機構

撮影台にAeroDRを装填するだけで、AeroDR専用有線ケーブルがカセットに自動装着される (手動でのケーブル装着操作が不要)。

撮影台にAeroDRを装填すると無線通信から有線通信に自動的に切りかえられ、サイクルタイム性能が向上する。

2) 電力自動給電 (常時充電)

撮影台にAeroDRを装填すると、有線ケーブルを通じてカセットに常時電力が供給されるため (充電機能)、カセットをブッキー撮影台に装着したままで使用可能となる。カセットへの常時給電によるバッテリーの膨張や寿命低下は、リチウムイオンキャパシタの特質より発生しにくく、使い勝手を向上している。



Fig. 3 The AeroDR1717 radiographic stand has two functions. When a cassette is inserted, the cassette's battery is automatically charged and wireless communication automatically changes over to wired communication.

3) カセットのオートトラッキング機能

CS-7と組み合わせることで、カセットの所在を自動追跡しコンソール表示に反映させるオートトラッキング機能やオートフォーカス機能を持つ。



Fig. 4 The location of an AeroDR1717 cassette is automatically tracked by the CS-7 portable control station.

4 AeroDR1012 (10×12インチカセット)

世界最軽量の10×12インチカセットDRの登場

10×12インチカセットDR「AeroDR1012」の特長としては、以下3点がある。

- ①10×12インチサイズのワイヤレスカセットDRとして、世界最軽量の1.7kgを実現。
- ②小児用ブッキーや新生児用の保育器など、小サイズカセット対応のトレイで使用可能とする、ISO4090準拠の10×12インチの外形サイズを達成。
- ③小サイズカセットの撮影シーンを考え、堅牢性の実現と新生児撮影での短時間露光の対応。



Fig. 5 World lightest (1.7 kg) 10×12 cassette: the AeroDR1012.

4.1 小サイズ化に伴う技術開発

14×17インチカセットに対して、10×12インチカセットは、面積比で約半分である。よってDR機能を構築する為の各種制御基板やキャパシタを半分の面積に詰め込む必要が生じる。機能/性能は同等で小サイズカセットに詰め込む為、基板の小型化の開発と、基板間配線の徹底的な見直しを行い基板間の短縮を図り、機能性能を犠牲にすることなく小型カセットの開発を行った。

4.2 落下強度を上げる開発

小サイズの10×12インチについては、整形分野においてスカイライン撮影方法等で、患者にカセットを持ってもらい撮影する手技がある。大サイズのカセットに対して、小サイズカセットは重量も軽く取扱い安い為、自由な取り回しが出来る反面、使用時にカセットを落下させてしまう危険があると考えた。使用される想定シーンについてカセットを落下させても問題無い堅牢性を持たせる為に、落下強度を上げる検討を行った。

落下高さを75cmと仮定した時に、カセットにかかる衝撃は14×17インチサイズで約500～1000G程度になる。落下時の内部構造への衝撃吸収については、緩衝材および受圧面積の最適化を行い内部構造への衝撃を吸収させている。

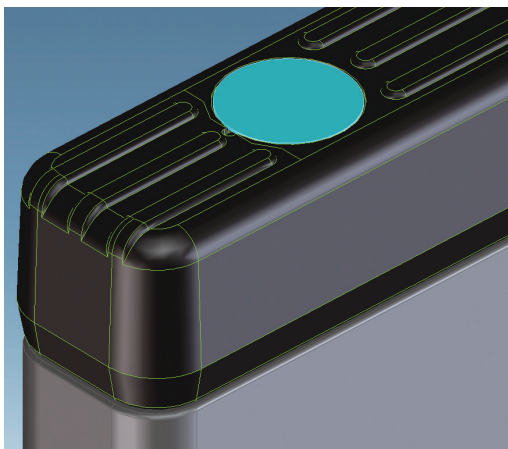


Fig. 6 The conventional corner shape of the protection cover for the 14×17 cassette.

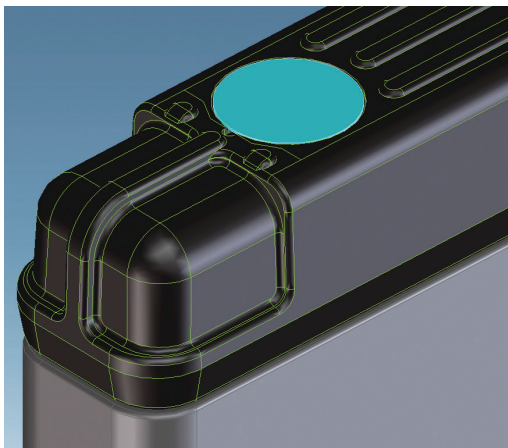


Fig. 7 The new corner shape of the protection cover for the 10×12 cassette.

外装の破壊については、点で受ける角落下の影響が大きい。AeroDRカセットの外装はカーボンにて筒型構造を取っており、長辺側に対してキャップをする形で樹脂性の保護カバーを配置している。カセット本体へ衝撃を伝達する事なく、樹脂性の保護カバーが変形する事で衝

撃吸収する構造を検討した。Fig. 6の14×17インチサイズカセットの保護カバーの角形状に対し、Fig. 7の10×12インチカセットで採用された形状を取る事で、凹みによる衝撃吸収並びに、落下シミュレーションを駆使し、保護カバーが破損し内部が露出しない設計を行った (Fig. 8)。

患者が持つ可能性が高く、落下の危険性が高い、取り回しがし易い小サイズの10×12インチカセットに本技術を採用した。

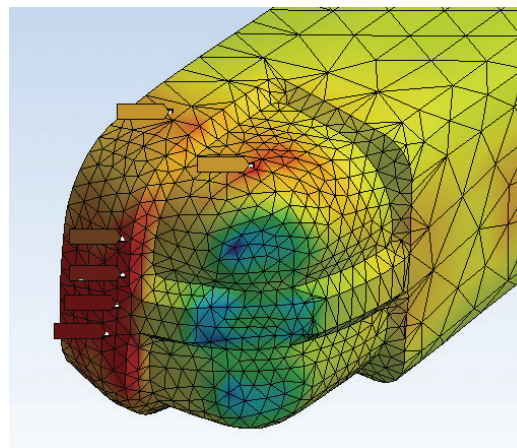


Fig. 8 The newly designed protection cover for the 10×12 cassette.

Dropping a cassette on its corner can cause great damage. Based on simulation of such a drop, the choice of resin and of an optimal protection cover shape and design allows absorption of the shock of a fall.

4.3 新生児撮影における短時間露光対応

新生児撮影において、(1)被曝線量低減、及び(2)体動防止、の2点より短時間露光が望まれている。新生児撮影は、多くがNICU等の新生児用の保育器等のベット側での回診車による撮影となる。現在使用している回診車で撮影する要望が高く、X線の自動検出技術「AeroSync機能」を使用した撮影を提供している。

AeroSync機能においてX線を検出する為の最小時間が当初5ms以上必要であった。例えば200mAの管電流で撮影を行う場合は、5msの制約では1mAs程度の線量となる。(なおmAs値とは、「mAs値=X線管電流(mA)×時間(s)」である。)

実際に新生児撮影において代表的な線量は、約50～60kV、1～2mAs程度である。しかし多くの回診車は、一般X線装置と異なり、管電流と照射時間の設定が出来ずmAs値の設定となる。ハイパワータイプの回診車では、300～400mA程の管電流を流す事ができる。仮に400mAの管電流では、1mAsの線量の照射時間が2.5msとなり、既存のAeroSync機能では対応が出来なかった。

今回検出アルゴリズムの見直しを行い改良する事で、AeroSync機能での検出最短時間を従来の半分以下まで短縮できた。ハイパワータイプの回診車においても使用可能となり、撮影時の被曝低減に貢献している。

5 まとめ

14×17インチ（半切）サイズから始まり、17×17インチの大サイズと、10×12インチの小サイズと3サイズのカセットのシリーズ化を行った。このシリーズ化により、撮影現場に最適なサイズを選択する事が可能となった。

X線撮影の臨床現場において、一般撮影から回診撮影と幅広く展開する事を可能にし、広範囲な撮影が要求される立位ブッキー撮影台では大型カセットが活躍し、小児や整形分野では、取り回しのしやすい小型カセットが活躍する。特に小児や新生児の分野では、被曝線量の低減のために、X線自動検出技術である AeroSync 機能についても性能向上を行い、撮影現場で実際に使用可能な形態での商品提供を可能とした。

今後コニカミノルタは、AeroDRシステムの利便性と自在性の良さを更に追求し、臨床現場に価値ある商品を展開し医療に対して貢献を果していく。

●参考文献

- 1) 徳弘 修, 儀同智紀, 榎野昭雄: コードレスカセット型DR “AeroDR” の開発, KONICA MINOLTA Tech. Rep., Vol.8, 96-100 (2011)
- 2) 米山 努, 竹村幸治, 儀同智紀, 出口 俊: AeroDRポータブルソリューションの開発, KONICA MINOLTA Tech. Rep., Vol.10, 71-75 (2013)