

新型天井走行式管球保持装置 SX-A300の開発

Development of the Ceiling-Running Type X-ray Tube Support System SX-A300

小田 和幸¹⁾ Kazuyuki Oda
大池 篤弘²⁾ Atsuhiro Ooike

大久保 彰¹⁾ Akira Ookubo

¹⁾株式会社日立メディコ XRマーケティング本部

²⁾株式会社日立メディコ XRシステム本部

一般X線撮影装置は、基本的な画像診断装置の1つである。整形外科領域における専門的な検査のみならず、プライマリーケアにおいても大変有用とされている。特に、天井走行式管球保持装置は立位撮影台および臥位テーブルと組み合わせて使用され、さまざまな検査に用いられる。その使用頻度は非常に高く、高い操作性が求められる。

今回、われわれは天井走行式管球保持装置に対するニーズを根本的に見直し、今までにない新しい機能を搭載したSX-A300を開発した。

The general radiography system is one of the basic imaging diagnostic systems. It is considered to be quite useful not only in such special examinations as in the orthopedics area, but also in the primary care. The ceiling-running type X-ray tube support system, in particular, is combined with an upright radiographic stand or a recumbent table for use in various examinations. Its frequency of use is very high and so the high operability is required.

This time, we reexamined the needs for the ceiling running type X-ray tube support system, and developed the SX-A300 equipped with unprecedented new functions.

Key Words: X-ray, X-ray Tube, Ceiling-Running Type, SX-A300

1. はじめに

一般X線撮影装置は、洋の東西を問わず用いられる基本的な画像診断装置の1つである。整形外科領域における専門的



図1：天井走行式管球保持装置SX-A300の外観

な検査のみならず、プライマリーケアにおいても大変有用とされている¹⁾。

特に、天井走行式管球保持装置は立位撮影台および臥位テーブルと組み合わせて使用され、さまざまな検査に用いられる。その使用頻度は非常に高く、高い操作性が求められる。しかし一方では、この装置は成熟した製品であり、マイナーチェンジが繰り返されてきた。

今回、われわれは天井走行式管球保持装置に対するニーズを根本的に見直し、今までにない新しい機能を搭載したSX-A300を開発した(図1)。

2. 開発の背景

一般X線撮影装置の市場に関する各種マーケット調査報告によると、国内・海外ともに拡大する見通しと言われている。

その要因の一つとして、国内および先進国ではフラットパネル検出器(FPD)が急激に展開されてきており、これに伴い更新需要が増えるためと考えられる。また、新興国では経済発展に伴い医療レベルも向上し、農村部における医療施設の新設が進むためと推測できる。

天井走行式管球保持装置の基本要件は、重量物であるX線管球を上下左右前後と回転動作を含め、自由自在に動かすことができ、かつ任意の位置に留置できることである。さらに、これらの動きは軽快な操作で行えることが望まれる。

日立メディコの天井走行式管球保持装置は、従来高級クラスのSX-A200と標準クラスのSX-A8の2機種を販売してきた。これらの機種は、使用される施設の規模や運用法により分けられる。例えば、SX-A200は管球部に液晶ディスプレイが搭載されており、被検者の近くで撮影条件を確認し変更できる。一方、SX-A8は基本機能を重視した製品にまとめている。

今回、国内はもとより新興国を含む海外市場に向け、高い操作性を有するとともに、高性能なベースを共有化し1シリーズで上記の2機種に対応できる天井走行式管球保持装置を新しく開発することとした。

3. 仕様検討

天井走行式管球保持装置は成熟した製品であるが、操作性向上のため初心に立ち戻って検討することとした。画像診断装置では一般にユーザと開発者に接点が少なく、開発対象製品の実使用上のよしあしが開発者自身に分からないことが多かった。特に、一般撮影装置は施設の規模によっても使用頻度や運用方法が異なる。

そこで、大規模病院から小規模病院まで複数の施設より、診療放射線技師を仕様検討ワーキンググループ(以下WG)に加え、開発の最上流から開発者とともに開発を進めてきた。

この結果、天井走行式管球保持装置を使う日常業務の中で苦勞の多いさまざまな状況が分かった。当然ながら、検査部

位は毎回異なること、被検者も小児から老人までで体格も一人ひとり異なることなどから重い管球を上下左右前後に移動して細かい位置決めを行うことは大変な重労働となっていた。これらのワークフローについて分析したコンセプトスケッチを図2に示す。

この分析結果から第一次モックアップを製作し、WGメンバーで評価した。評価結果を踏まえ改良を加えて製品設計に入った。完成が近づいた段階で第二次モックアップを作り、二次評価を行い、その評価結果に対しさらに改良を加えて、最終評価でOKとなるまで約3年の開発期間を経て最終製品が完成した。

4. 開発

4.1 操作力軽減化

(1)管球回転バランスの最適化および操作力の調整可能化

操作性の向上を図るべく、各部のバランスを見直した。X線管球部を回転動作させる際に、X線管球へ電源を供給するケーブルは次の支持点までの距離が長いことにより、ケーブル自体の自重が回転動作に影響している点について各部操作力を実測定で確認した。

今回の開発では、ケーブル自重の影響を最小化するために、ケーブル束用カバーチューブの変更(次項)による軽量化、およびケーブル自重を小さくするためのケーブル中間固定点の追加、その改良を考慮し管球回転軸を適切な位置へ移動するなどした。

また、管球回転操作において、45度ずつの角度でクリック感を付けているが、このクリック感の感覚を納入後でも調整可能とすることで多様なユーザーニーズに応えられるように改良した。

(2)ケーブル束用カバーチューブの変更

管球回転の操作以外にも、ケーブル束は装置の移動と同一

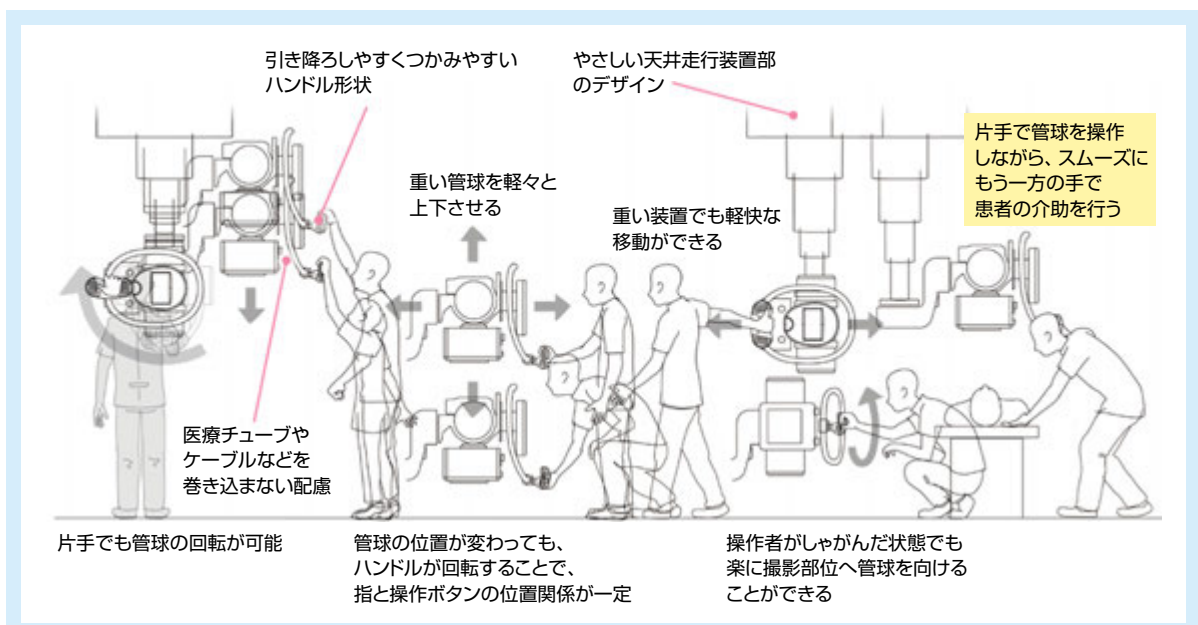


図2：コンセプトスケッチ

範囲を移動するようになっている。これは、天井から吊り下げられたX線管まで高電圧ケーブル(最大15万ボルトの電圧供給用)がつながっているためである。すなわち装置を移動するとケーブル束も付いてくるため、ケーブル束の軽量化は装置全体の操作性に影響する。

今回の開発では、従来約15kgあったケーブルカバーチューブの材質を変更して約1.5kgまで軽量化を行い、合わせて直径も4cm程度に細くし大幅に軽量化した(図3)。

(3)支柱バランス用ワイヤーロープ部の最適化

天井走行式管球保持装置は、強力なスプリングを天井走行台車に納め、伸縮によって変化するスプリングの力を一定になるような機構を作り、ワイヤーロープで伸縮する支柱を支える構造になっている。

今回の開発では、ワイヤーロープがプーリーに巻きつく際の曲げおよび伸ばしによって発生する抵抗を最小にすることを重点にした。細いワイヤーロープをできるだけ大きな曲げ半径を持つプーリーで走行させることで、支柱上下操作に必要な力の低減ができる。ただし、装置に収まる大きさに最適化することが重要であり、その最適化においては自己回帰型の計算手法を用いた。結果的には上下ストローク延長に伴うバネの強化、バネの強化に伴う一部のワイヤーロープ直径の拡大などの効果で従来装置と同等なレベルとなった。

(4)天井走行ローラーの幅広化による面圧の低減

天井走行部はアルミ素材によって製造されたレールとほぼ同等の硬さを持つローラーによって走行/保持されている。ローラーおよびレールの寿命を延ばし性能を維持するには、ローラーとレールとの間の面圧を減らす必要がある。

今回の開発では、ローラー幅を従来比1.5倍に拡大した。これにより接触面積は24%増え、面圧は20%低減した。これにより、動き出し力の低下も期待される。

4.2 長ストローク化

従来装置の150cmのストロークに対し、天井高さは270~280cm程度が想定されていた。従来装置ではX線焦点位置は最も下げた状態で、床上35cm~45cmとなる。この状態だと下肢(脛)の撮影に対し余裕がない。

今回の開発で、天井高さを280cmと設定した場合、床上30cmまでのストロークを計画した。床からの最大高さは195cmで、ストロークは165cmとなる。このように構成することにより、最も高い位置でも従来装置と変わらない位置でありながら、最も低い位置では従来装置よりも15cm下に伸び、実用性が増すことになる。

4.3 静音化

従来装置では、装置を動作させる際にバネを使用してブレーキ板から電磁ブレーキを垂直に1~2mm離しており、ブレーキを掛ける際には電磁ブレーキがその吸着力で移動して吸着するという構造を採っていた。このような構造を採ると、電磁ブレーキと鉄板が吸着して衝突する際に衝撃音(騒音)が発生する。

今回の開発では、ブレーキの吸着/退避での移動を極小化して、ブレーキの移動に伴う衝撃音の発生を極力抑え込む方針とした。具体的には、従来装置の動作時での電磁ブレーキの退避量をなくし、常時非常に弱いバネで鉄板側に押しつけることでブレーキと鉄板の距離を0に近づけた。

4.4 ワンハンド操作器

従来装置にはない新しい操作器として提案するものである。従来必要になっていた両手での操作を一部片手で効率良く代替しうるものとして開発した。片手での動作や操作ボタンの配置などを考慮し、立位撮影台に対する上下操作と臥位撮影台を想定した天井走行動作(前後左右動作)を標準として設定した。

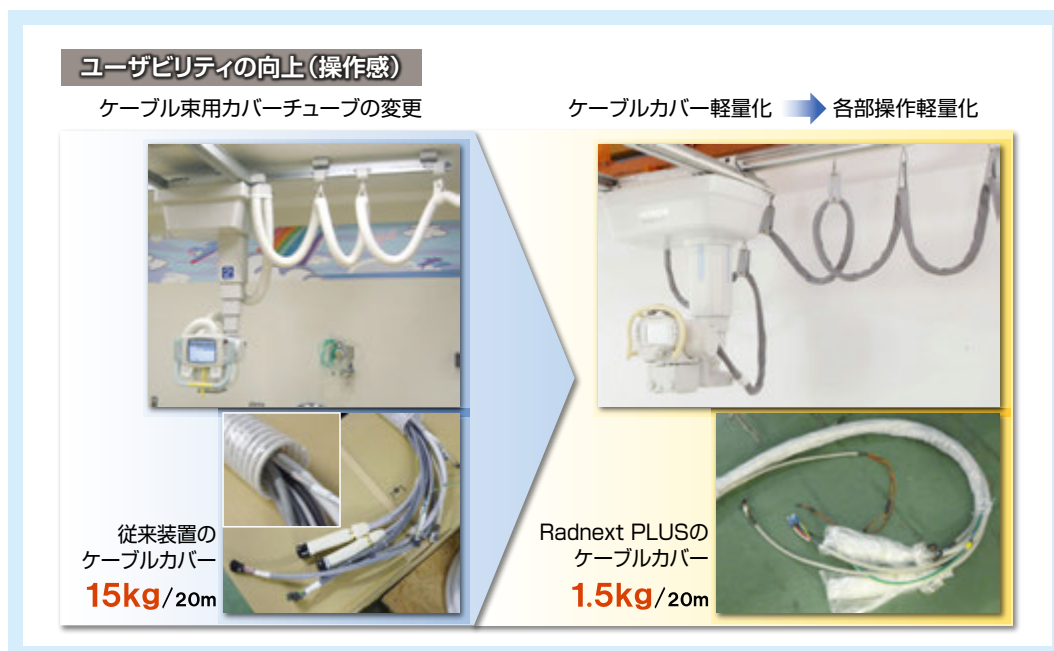


図3:新しいケーブルカバーチューブ

また、右手と左手双方での操作を考慮し、ボタン配置はシンメトリカルとした。基本的な操作性は大型パネル部にしっかりと持たせ、さらにワンハンド操作器はプラスアルファの操作性を提供するものである。

5. 評価

新型天井走行式管球保持装置SX-A300は、2012年1月より販売を開始した。この装置の主な特長は以下の4点である。

- ① ブレーキ電磁ロックの静音制御
- ② 大型ハンドルと大型スイッチの搭載
- ③ 独自のワンハンド操作器の搭載
- ④ 上下動ストローク 1650mm

これらの特長についてユーザからの主なコメントを示す。

(1) ブレーキ電磁ロック静音化

従来の装置では、ポジショニングの際、電磁ロック音が検査室内に響くことにより次のような弊害が発生していた。小児に対する検査では、やっとのことで位置決めができたと思ったら、電磁ロック音が検査室に響いて、泣き出してしま



図4：操作パネル



図5：ワンハンド操作器

う場合があった。同様に、認知症の被検者は電磁ロック音に驚いて、天井を見上げるなど動いてしまうことがあった。また、微妙なポジショニングでは、何回も続けて電磁ロック音が鳴るため、被検者からクレームを言われることがあった。

新型天井走行式管球保持装置SX-A300ではこれらの弊害が大幅に緩和され、被検者に安心して検査を受けてもらえる。

(2) 大型スイッチ

- ・スイッチに割り当てられた動作を複数同時に行いたい場合があるが、2種類のスイッチを同時に押すことができ、便利である。
- ・スイッチに割り当てる動作を指定できるので、1つのスイッチでも複数の動作をコントロールできる(図4)。

(3) ワンハンド操作器

- ・管球を天井側に退避しているとき、ワンハンド操作器が下方に配置されているので小柄な人でも操作しやすい。
- ・大まかな移動であればワンハンド操作器を握って片手で対応できる。
- ・ストロークが伸びたことにより、立位で脛を撮影するために管球を回転させた状態で下方に移動させるときでも、ワンハンド操作器が回転するので楽な姿勢で位置決めできる(図5)。

6. 機械工業デザイン賞

SX-A300は第42回機械工業デザイン賞「日本力(にっぽんぶらんど)賞」を受賞した。評価のポイントは「手動で、素早く、軽やかに、静かに」のデザインコンセプトをもとに、操作性に優れたワンハンド操作器などの開発によりトータルバランス性能を実現したことであり、これらの機能特性を生かして日本のモノづくり力を世界に向けて発信している点である。

7. まとめ

新型天井走行式管球保持装置SX-A300は、大規模病院から小規模病院まで複数の施設から診療放射線技師に関段段階から参画していただき、基本コンセプトを練り上げてきた。そして、2度のモックアップ製作と最終試作機による確認会を経て、約3年の開発期間を要して完成した。その独自の特長は、ブレーキ電磁ロックの静音制御やワンハンド操作器など、ユーザからも高い評価を得た。

今後も、常にユーザニーズを取り込み、機能向上や操作性のさらなる改良に向けて継続して取り組んでいく所存である。

参考文献

- 1) 日経メディカルオンライン 2011.8.8
日経メディカル臨時増刊 2011年夏号「医療機器医師調査」Vol.1