

一体型システムがもたらす新たな可能性 ～ GEヘルスケア 一体型X線透視診断装置～

梅本直希

医療法人須佐病院 放射線科

Key
Words

◎一体型システム ◎CMOSフラットディテクタ ◎新しい動線

整形外科病院の手術に必須な外科用イメージをこの度16年ぶりに更新した。整形での術中透視では、細かな手先足先のワイヤやスクリューネジの体内留置に対して、外科用イメージによるミリ単位での位置確認がとめられる。それらを高精細に画像確認できることは更新選定にあたり必須条件である。さらに腰椎セメント固定手術において、手術台とCアームとのクリアランス保持や、刻々とセメントが固まる状況下で迅速かつスムーズなCアームの操作性など、手術の進行が以前より悪化することのないようにも考慮が必要である。本稿では最新の外科用イメージの更新導入についてレビューする。

はじめに

手術担当をしている私は外科用イメージ2度目の更新となる。更新前に使用していた装置は比較的コンパクトで取り回しの良いIIタイプのCアーム本体と、画像表示モニタ部が開閉可能でコンパクトに収まるモニタワークステーションとのセット構成による、一般的な分離型タイプの外科用イメージである。オペ室が非常に狭い当院でも、手術時の取り回しの良さと、使用しない時に保管場所を取らないコンパクトタイプとして当時選定した。X線管球は回転陽極タイプで、体圧のある腰椎側面時に画像が悪化しにくいところも特徴であった。しかし、IIタイプのネックである長期使用による輝度劣化が10年を超えるくらいから著しくなり、ケーブル断線や表示モニタの不具合などの経年劣化が重なり更新を余儀なくされた。

最新の機種選定にあたり外科用イメージ各社ベ

ンダのカタログを用意し、術中デモを週替わりで行った。カタログ上の数値やスペックは良く見えても、重要なのは実際の手術現場における操作性や取り回しで、まずは使ってみて当院の手術使用にどれだけ合っているかを検討する。その中で既存装置の後発モデルで、X線透視画像の経年劣化が少なく、高画質が見込めるフラットディテクタ搭載機がベストと選定した。そして既存機とデモ機を手術台に並べて、Cアームサイズや駆動寸法、実際にドクターが見るX線透視画像の新旧比較など、カタログの数値やイメージ写真では想像が難しい情報を、現場での実比較として写真撮影で記録した(図1)。こうすることにより長年使ってきた外科用イメージを基準とした操作性や取り回しの違い、選定過程での見落としや誤算、デモ機搬出後の装置が手元でない状況での考察、また放射線科スタッフやドクターサイドへの説明にも有力になると考えたからである。またデモ期間は短期間であるため、立て続けにあらゆる手術を試せる訳で

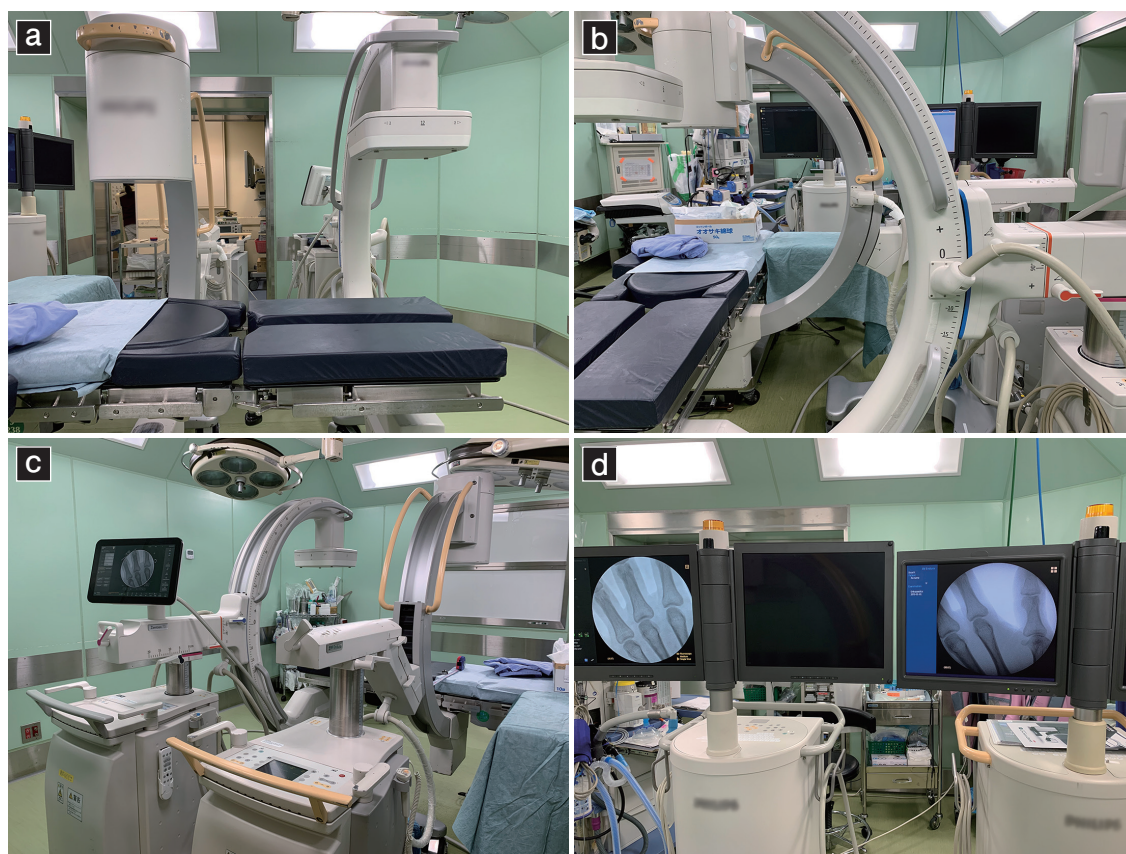


図1 既存機と同メーカー後発機の比較(既存機：I.Iタイプ、後発機：フラットディテクタイプ)

- a 左：既存機 右：後発機
b 奥：既存機 手前：後発機
c、d 左：後発機 右：既存機

はない。この撮影画像をもとに作成した資料は、ベンダカタログと併せて更新の選定にとても有力な資料となった。

数週間が経ち予定していた各社のデモがすべて終わり、この時点でほぼ更新機は決まりドクターサイドとも話を進めていたのであるが、ここにきて当初予定していなかったGEヘルスケア社の営業より是非試しに「一体型タイプ」もデモさせて下さいとの提案があった。一体型タイプはCアーム本体に画面が相乗しサイズが大きくなるので当院には見合わない、当初はカタログすら用意しなかったのであるが、高額な医療装置で今後10年以上は使うことを考慮すると、従来から使ってきた一般的な分離タイプから一度視点を変え、未経験

である一体型タイプも検証するべきと、GEヘルスケア一体型外科用イメージ装置「OEC One CFD」をデモすることになった。

初めての一体型システムのサイズ感

GEヘルスケアのデモ機が到着し、トラックからの搬入作業でそのコンパクトでシンプルな本体に大変驚いた。カタログ写真では少し大きく感じていたが、実物は思っていたより非常に小さく、Cアームサイズは当院の既存機とほぼ同じで、Cアームを載せている機体サイズは既存機より小さい。それにもかかわらず、機体内にワークステーション

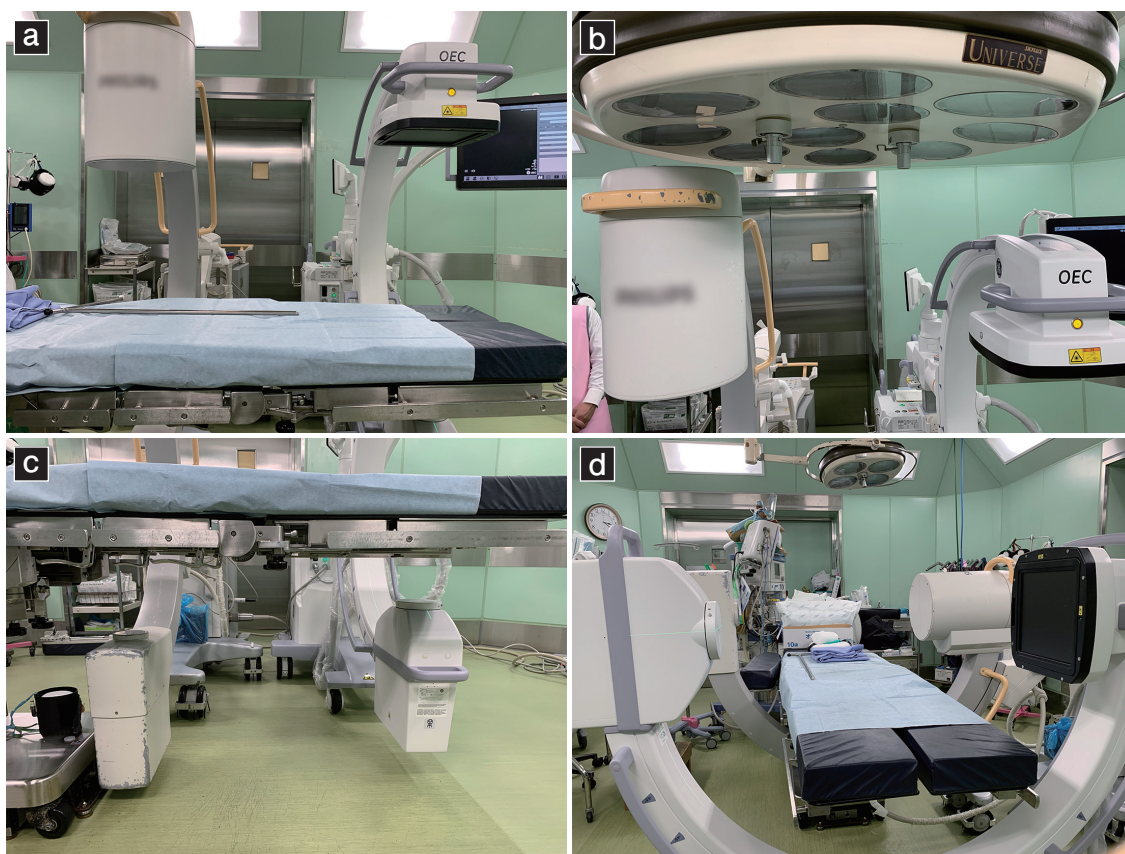


図2 既存機とGE機の比較

a～c 左：既存機 右：GE機

d 奥：既存機 手前：GE機

最低地上高で手術台とのクリアランス、無影灯との干渉具合、側面時の最低ポジション

部とUPSまで搭載されていることに愕然とした。時代の進歩というべきだろうか、今あるモニタワークステーションにどれだけの部品や機材が入っているのかと疑問に思うほどであった。

モニタ部は27インチで大きくもなく小さくもない適度な画面サイズに、あえて4K解像度でタッチパネルを載せてくるという、ここにもメーカーの画質にこだわった意気込みが感じられた。当院スタッフも初めて見る一体型タイプの外科用イメージで、表示モニタが載っている分を考慮しても、さほど重さを感じさせない本体で、移動の操作性は従来タイプと同様であった。一体型はCアーム本体のみなので装置搬入から手術室までの移動がとても簡単である。実機を見たこの時点で、一体

型タイプの外科用イメージは革新的なシステムになり得るかもと思った。

X線透視性能

既存の装置は9インチのIIタイプで、スリムではあるが円筒状で縦長の大きいものである。GEデモ機のX線受光部はフラットディテクタタイプで、視野サイズが21 cmを確保してあるのに受光部外寸がとてもスリムな、いわゆるスリムベゼルに作られており、既存 IIと比較して、縦方向の大きさがなくなったためコンパクトに思った(図2)。視野サイズについて9インチ IIは直径で22.26 cmであ

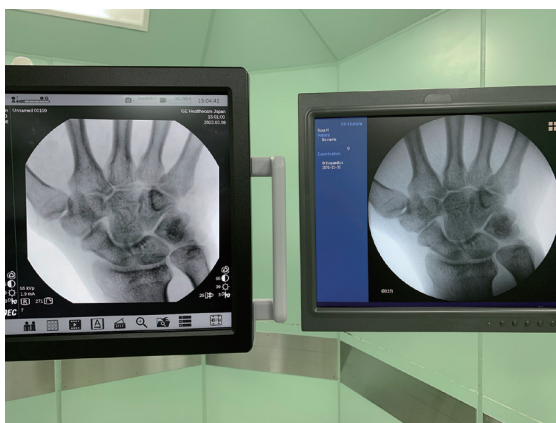
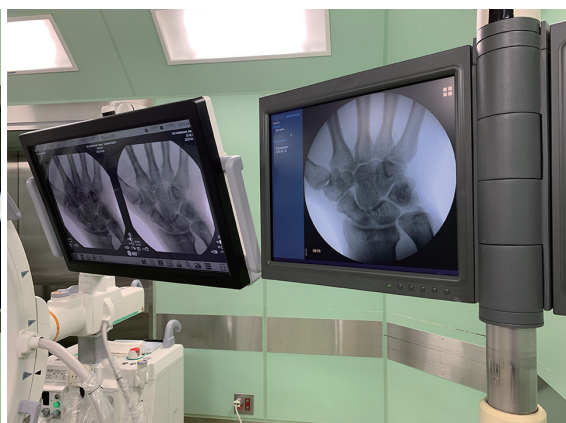


図3 受光部サイズによる拡大比較とチルト機能モニタ

るが、このフラットディテクタは21cmと少し小さくなる分、透視画像でわずかな拡大となるはずである。しかし実際手根骨などで大きさを比較しても、拡大はほとんど気にならないレベルで問題なかった(図3)。次に気付いたのは、X線曝射後から画像表示までの応答性である。これまでIIタイプしか使ったことがなかったので、曝射スイッチを押すとすぐさま透視画像が表示されるのが普通と思っていた。今回の更新デモで先にほぼ決定していたメーカの機種はフラットディテクタ搭載機であったが、応答性に若干のタイムラグがあり、フラットディテクタは高画質化のトレードオフでそこは妥協が必要と考えていた。しかし、GEヘルスケアのデモ機の応答速度は、IIタイプとほぼ同じで非常に速い応答性を備えていた。これは数年前から登場し始めたフラットディテクタには受光素子にアモルファスシリコンが使われていたが、最新モデルはCMOSモデルへと進化し、応答性が格段に速くなっただけでなく、低線量で高解像な画質が得られるよう技術進歩したためである。カタログに高速表示と記載されていた通り、実践のデモでも曝射後から瞬時に画像が表示され、一定の長い間隔の連続透視ではない、単発のワンショット透視時が多い場面においてとても有効性があつた。画像表示までのタイムラグがないということは、スムーズな手術進行にはとても重要で、手術のテンポが乱れることなく透視のサポートができる。



これが既存IIタイプより遅れるとなると、今までスムーズにサポートできた同様の手術が、更新したにも関わらず悪くなったとなりかねない。手術を執刀するドクターが曝射する場合でも、放射線技師が曝射する場合でも、スイッチを押してすぐに見る、見せられる速い応答性はとても気持ちが良く、非常に重要だと感じた。

重要視している操作性

コンパクトで軽量のフラットディテクタのため、Cアーム自体もスリムにでき、X線管球とディテクタの回転操作がスムーズで軽く取り扱いができた。しかしながら、27インチモニターが載っているためアーム前後への出し入れは多少重く感じる。前後する際にモニターも一緒に前後するため、現場では无影灯や支柱台等への干渉に注意した操作が必要になる。それにしても、モニターワークステーションがないことのメリットは大きいと思った。以前は手術時には手術台の近くを、未使用時でも手術室入口周辺を狭くしていたモニターワークステーションであったが、それが無くなるとスペースを非常に有効に使える上、圧迫感が軽減されたすっきりとした手術室になった。そして一番の発見が、Cアーム本体の配置位置や手術台への侵入経路に新しい使い方が生まれたことである。術中でも可動モニ



図4 一体型タイプによる新しいモニタ配置

タがCアーム右へでも左へでも自由に移動ができ、宙に浮いているために以前ではできなかった手術台の真上や、Cアームのフラットディテクタ上横部に載せたポジションといった新しい配置が可能となった(図4)。

モニタワークステーションがないことでCアーム本体からの接続ケーブルもなくなり、手術台周辺にスペースが確保され、Cアーム本体の侵入経路も自由になったことは、手術手技における透視確認にも新たなアプローチが実現する可能性を感じた。

画像表示モニタ性能

CMOSフラットディテクタの解像度は高くても、表示モニタがチープだと持てる性能を発揮できないのは宝の持ち腐れになる。モニタは27インチで4K解像度パネルとなっているので、被写体ブレのない透視画像では骨梁がとても綺麗である。CMOSフラットディテクタの受光画素数は225万画素であるため、フルHDモニタ(約207万画素)では表示しきれない。4K(約829万画素)モニタだとオーバースペックと感じられるが、アイコンやステータス表示を除いても、ライブビュー表示エリアでは高画素として表示させることができ、無駄のないベストな4Kタッチパネルモニタである。

手元の操作パネルもタッチパネルで、シンプルにスマートフォン時代に沿ったピンチアウト、二本指での移動などで画像を直感的に操作できる。また、技師やスタッフはCアーム本体の真横に立って操作するため、手元モニタサイズがあまりに大き過ぎるのは確認がしづらくなる。適度なiPadサイズで見やすく押しやすいと思った。細かなところであるが、ライブ透視中でも拡大縮小や画像回転がリアルタイムにできるというのは、搭載されているPC性能も妥協を許さない仕様に感じた。

表示4Kモニタを1基のみとして、ソフト上でライブビューとストックビューの2面を同時表示させるのは、画像確認時に目線の移動が少なく済む。モニタ画面淵のみブラックで統一しているところも見やすさにこだわった作りだと思う。外部モニタへの出力は2K、4K両対応のディスプレイポートが1つあり、接続モニタが1基でもライブとストックを2面表示が可能である。

一体型システムの考察

一体型タイプでもすべての手術に有効に対応できるとは言いきれない点がある。それはモニタが限られた可動範囲にしか配置できないため、Cアーム本体と手術台をまたいだモニタ配置や、ドクターが座って手術する形態によっては必ず見やすい位

置への配置ができない場合がある。しかしながら外部出力でのセカンドモニタを準備することで解決できる。Cアーム本体から映像ケーブル1本で透視画像を別モニタへと複製できる。これは外部出力のある分離型タイプの外科用イメージでもできることであるが、ワークステーションを手術室内へ配置する必要がある、本体ケーブル接続も含めて結果として場所と手間がかかる。しかし一体型タイプだからできるシンプルな構成では、Cアーム本体とセカンドモニタのみで、一体型特有の懸念点を排除できる。有線による映像配信が現状メーカ仕様となるが、将来的にはこちらもワイヤレス化することでさらに利便性が上がると思う。遅延のないフットスイッチにPACSへの画像配信もWi-Fiによるワイヤレス配信、必要なケーブルはCアーム本体からの電源コードのみ。実にシンプルで手術室内のケーブル配線類をより少なくでき、安全性向上にも寄与できるシステムである。

GEヘルスケアの一体型システムは、家電製品の

ようにコンセントへケーブルだけを繋ぎ、電源を投入しわずか1分以内で透視画像をドクターへ提供できる、簡単ですばらしく機動性の良いシステムである。従来の分離型タイプより自由度が上がり、今までにない新しい動線で進入や配置ができるため今後の新しい術式にも自在に対応できる可能性がある。

最終の追加デモで「GEヘルスケア OEC One CFD」がドクターや手術スタッフにとっても好印象になり、選定当初とは裏腹に予想もしなかった展開で決定になった。導入後数ヶ月が経過したが、いまだに院外ドクターやインプラント立ち合いスタッフ、手術認定講習の参加ドクター等、多くの方に絶賛される。そして現場では手術チームの作業効率が高くなり、手術の精度と安全性を向上させる重要な役割を果たしている。これから外科用イメージの更新を検討されている病院スタッフの方へ、一体型システムの選定参考になれば幸いである。