

『ワークステーションの最新技術について ~心臓 CT を中心に~』

GE ヘルスケア・ジャパン株式会社 CT 営業推進部

TiP アプリケーショングループ 鈴木 香織

GE のワークステーション、Advantage Workstation(以下 AW)は 1994 年に登場し、MDCT と共に進化して参りました。3D 画像をより早く、正確に作成するため、自動骨削除機能や血管抽出機能などの 3D 作成ツールや自動解析機能が充実し、その精度も年々向上しております。また、2008 年に登場した Auto Launch は、症例を選択してから実際にアプリケーションが起動するまでの時間さえ短縮することで複数症例の 3D 解析を行う場合には、圧倒的な時間短縮が実現可能となりました。

最新バージョンである AW VolumeShare5 Plus XT では CT、MRI、核医学、血管造影など各モダリティに特化したアプリケーションが数多く搭載されました。

特に CT では冠動脈解析専用アプリケーションの機能が強化され、冠動脈解析により一層のスループット向上と、効率的な診断のサポートが期待されます。

本稿では主にこの冠動脈解析専用アプリケーション CardIQ Xpress Reveal の最新機能を紹介したいと思います。

<<冠動脈解析専用ソフトウェア CardIQ Xpress Reveal>>

■冠動脈自動抽出機能 Auto Coronary Analysis の精度の向上

Auto Coronary Analysis は 2008 年 4 月、AW VolumeShare XT にて登場しました。この機能は、プロトコールをクリックするだけで冠動脈のみの 3D(Tree)の表示と中心線のトレースが完了します。

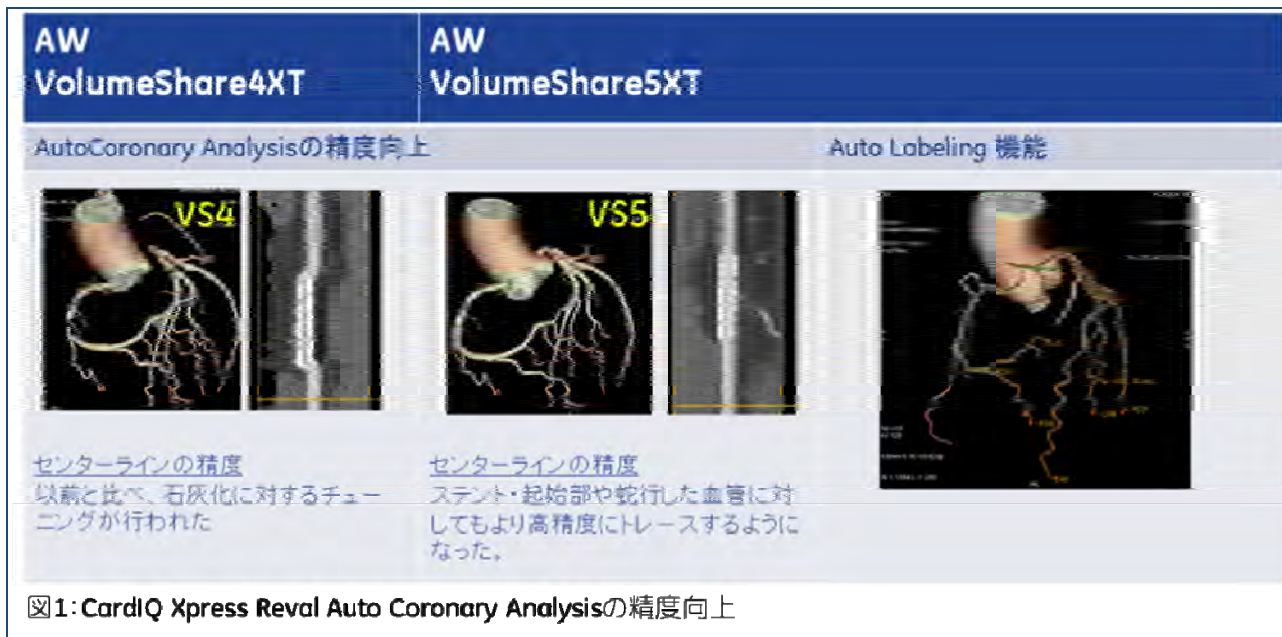
冠動脈処理において、ほとんどの作業の自動化を実現した本機能は、すべての症例で完璧とはいきませんが、編集作業も比較的簡単なため、スループットの向上に貢献し、高い評価をいただきました。

しかしながら、やはり自動化の精度向上は、ワークステーションの最大の課題のひとつです。できるだけ編集作業を減らし、完璧な自動化に近づけるために CardIQ Xpress Reveal ではさらなる改善を行いました。

【Auto Coronary Analysis 改善点】

- 静脈の走行も考慮し、冠動脈のみの描出能を向上
- 起始部や蛇行した血管の抽出能の改善
- 石灰化・ステントにおける中心線の抽出能の改善
- ラベリング機能の追加

これらの改善により、今まで中心線を編集せざるを得なかったステント症例や石灰化症例において、編集作業が大幅に減少し、より快適かつ迅速な冠動脈処理が期待できます。(図 1)



■ Plaque ID

心臓 CT の有用性のひとつとして、内腔だけでなく、その周囲の組織の観察も可能なことから、プラークの性状性を予測することが可能であると言われています。実際、プラーク部分の CT 値を計測することにより、およそその性状予測をされているご施設は少なくありません。

AW では従来より、冠動脈に沿って CT 値の分布をカラー表示可能です。これにより、冠動脈周囲の CT 値の分布がより直観的に把握できるため、性状予測の参考として使用されているご施設もありました。しかしながら CT 値という絶対値にて色分けするため、動き、金属、石灰化などによるアーチファクトやビームハードニングによる CT 値のシフトについて考慮する必要があります。また、造影剤の濃度によって、内腔や周囲の CT 値がシフトすることもあり、特に治療効果判定などで経時的に使用する際には造影条件などにも注意が必要でした。現在では出来るだけ症例によって造影効果を一定に保つために、体重ごとに造影剤量を調整すること(たとえば単位体重あたり 350mgI の造影剤を使用し、一定注入時間 12 秒など※)が一般的となっています。※造影条件の詳細はご施設ごとに異なります。

Plaque ID では、血管内腔を抽出し、それ以外をプラークとしたうえで、血管内腔の CT 値を基準としてハードプラークのしきい値が決められるため、造影条件による影響を軽減することが可能です。

また、単純に選択範囲の CT 値の分布を表示しているのではなく、血管内腔を抽出してからのカラー表示のため、血管の走行に沿ったカラー表示を可能としました。

それぞれの色に対する体積結果も表示され、再現性の向上のために、決まった範囲を自動的に着色するモードも備えています。(図 2)



<<モーションアーチファクト・バンディングアーチファクトへの取り組み>>

心臓 CT は、心電図同期下で撮影したデータから最適な心位相を指定し、画像再構成することによって得られます。

その際、冠動脈の動きが早すぎてブレとなったり、心拍の変動などにより、各心拍で使用するデータ間に冠動脈や心臓周囲の位置ズレが生じ、症例によっては読影の妨げになる場合があります。

これらモーションアーチファクトやバンディングアーチファクトを出来るだけ軽減し、診断しやすい画像を撮影し再構成することが心臓 CT において非常に重要になります。

■モーションアーチファクトとバンディングアーチファクトを軽減する工夫

これらのアーチファクトは主に、患者さんの息止め不良によるものと心臓の動きによるものがあります。これらを軽減するためには心臓 CT 検査の前に患者様に検査の内容をよく説明し、息止めをしっかりと行っていただく事、また、息止めの際に心拍がどう変動するかをよく観察することが大切です。

撮影後、最適な心位相を探すことでよりモーションアーチファクトの少ない画像を得られることがあります。60bpm 以下の心拍数の場合には冠動脈がもっとも遅くなる心位相は拡張中期から末期であり、ほとんどが 75%を至適心位相としますが、心拍が高くなるにつれ、収縮期の方が遅くなる場合や、右冠動脈、左冠動脈それぞれ異なる心位相が至適心位相になる場合が多くなります。

このことから、複数の心位相を再構成し、最適な心位相を得ることでモーションアーチファクトの少ない画像を得ることが可能です。(図 3)

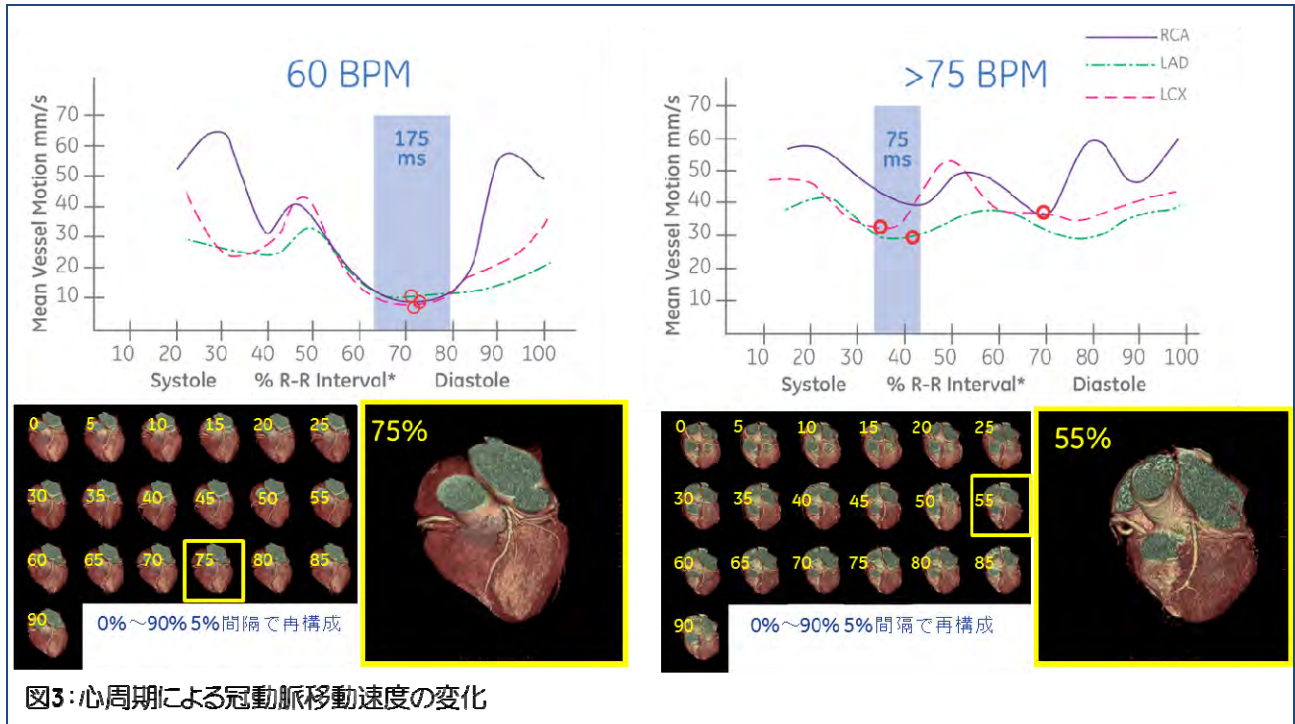


図3:心周期による冠動脈移動速度の変化

しかしながら、複数の心位相を再構成することは時間と手間がかかります。特に右冠動脈と左冠動脈で異なる至適心位相であった場合には2種類の3D解析を行わなければなりません。

そこでGEではこの課題を解決するためにまったく新しいアプローチとして2つの新しい機能をCardIQ Xpress Revealに搭載しました。

■モーションアーチファクトへの取り組み”SnapShot Freeze”

CardIQ Xpress Revealは、前述のとおり従来のバージョンに比べ冠動脈の自動解析精度を向上させました。この高精度な血管認識により実現したGE独自のIntelligence Algorithmから、モーションの形状、方向、強度などをトラッキングすることでモーションアーチファクトを抑制した画像を得ることが可能です。SnapShot Freeze(以下SSF)は、CT側とAW側の2段階の工程があります。

まず、CT側でSSFを有効にした再構成を行うと、指定した心位相の±80msecの3種類の画像が再構成されます。この4次元データをAWへ転送すると、冠動脈が自動認識され、認識された冠動脈の位置情報の変化を基にX-Y-Z方向へボクセルデータがどのくらいの速度でどのくらい移動しているかをベクトル演算します。これによって、目的とする心位相における冠動脈の動き(軌跡および速度)の特徴付けが行われ、その心位相における冠動脈の正確な位置を決定し、動きの補正が完了します。(図4) 実際の計算は5~10分ほどで完了し、患者リスト上に新たなシリーズとして保存されます。また、バックグラウンドでの計算のため、この間も通常どおり、3D画像を作成することが可能です。

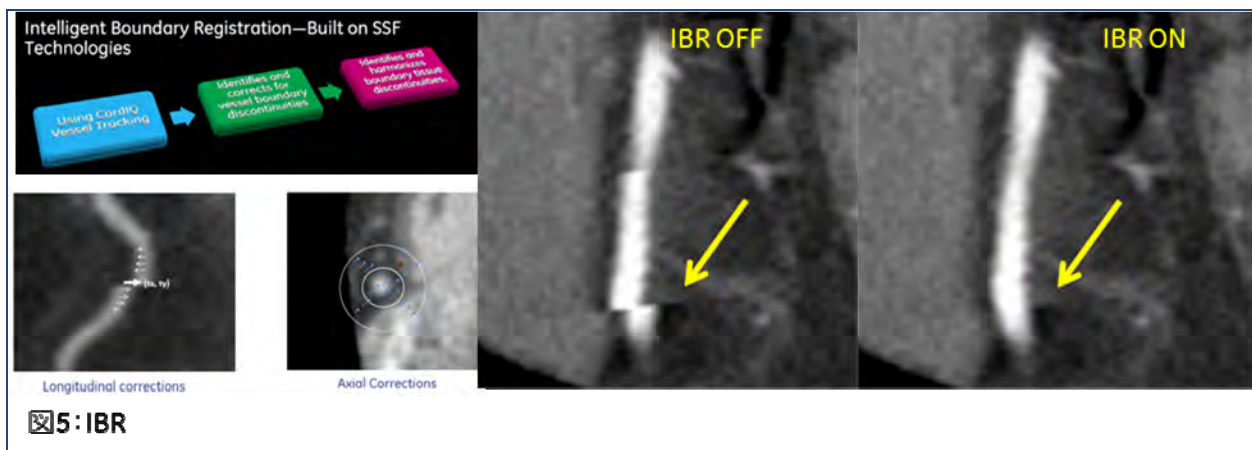


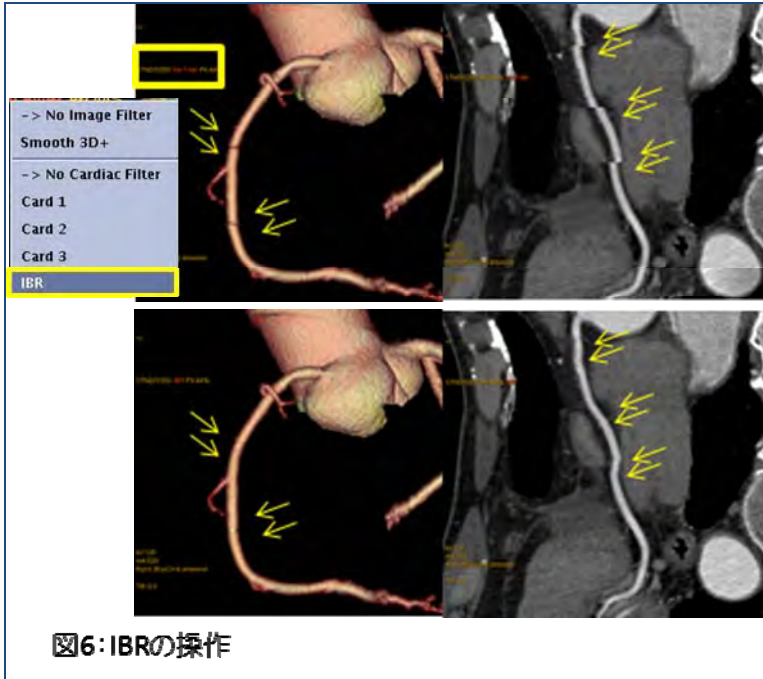
■バンディングアーチファクトへの取り組み "IBR"

SSFは3つの心位相の冠動脈の全ボクセルをとらえて4次的に計算しますが、IBRは、1心位相のバンディング部分のみフォーカスして計算します。

従来のようにバンディングの生じている部分全体を補間する方法ではなく、各冠動脈の走行(トラッキング)から補正を行う範囲を決定し、その周囲におけるデータ間の差異に対しピクセルをシフトする事によってボケが生じることなくバンディングを抑えた画像を得ることが可能となりました。(図5)

冠動脈をトラッキングした後、画面上のアノテーションをクリックするだけで、IBRのオン・オフができるため、オリジナル画像でしっかりと確認し、必要に応じてIBR選択が可能です。(図6)





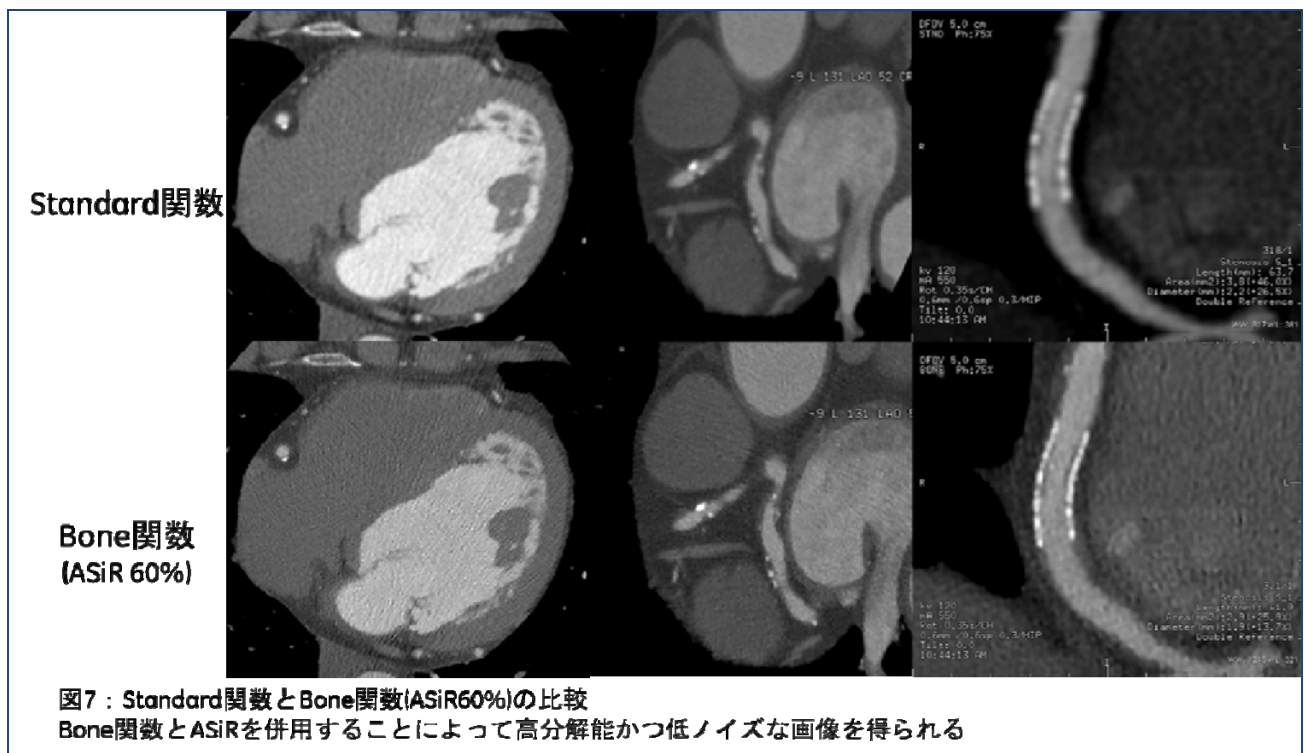
<<CT 装置における心臓 CT の画質向上と被ばく低減について>>

上記のように、モーションアーチファクトやバンディングの補正がワークステーション上で行われることによって評価可能な症例の幅が広がりました。しかしながら冠動脈の診断において石灰化病変の内腔評価やステント内腔評価には空間分解能の向上も課題となります。

現在では、各社低被ばく技術として逐次近似を応用した画像再構成法（GE では、AiNR、ASiR、ASiR-V）が可能となっています。

逐次近似画像再構成法は、ノイズ低減効果もあるため、一般的に使用されている Standard 関数ではなく Detail や Bone 関数と ASiR を併用することによってより高分解能かつ低ノイズの画像を得ることが可能となりました。（図 7）

また最近では、造影剤低減も考えて低管電圧との組み合わせ撮影法も検討され始めています。



<<新たな領域での活用>>

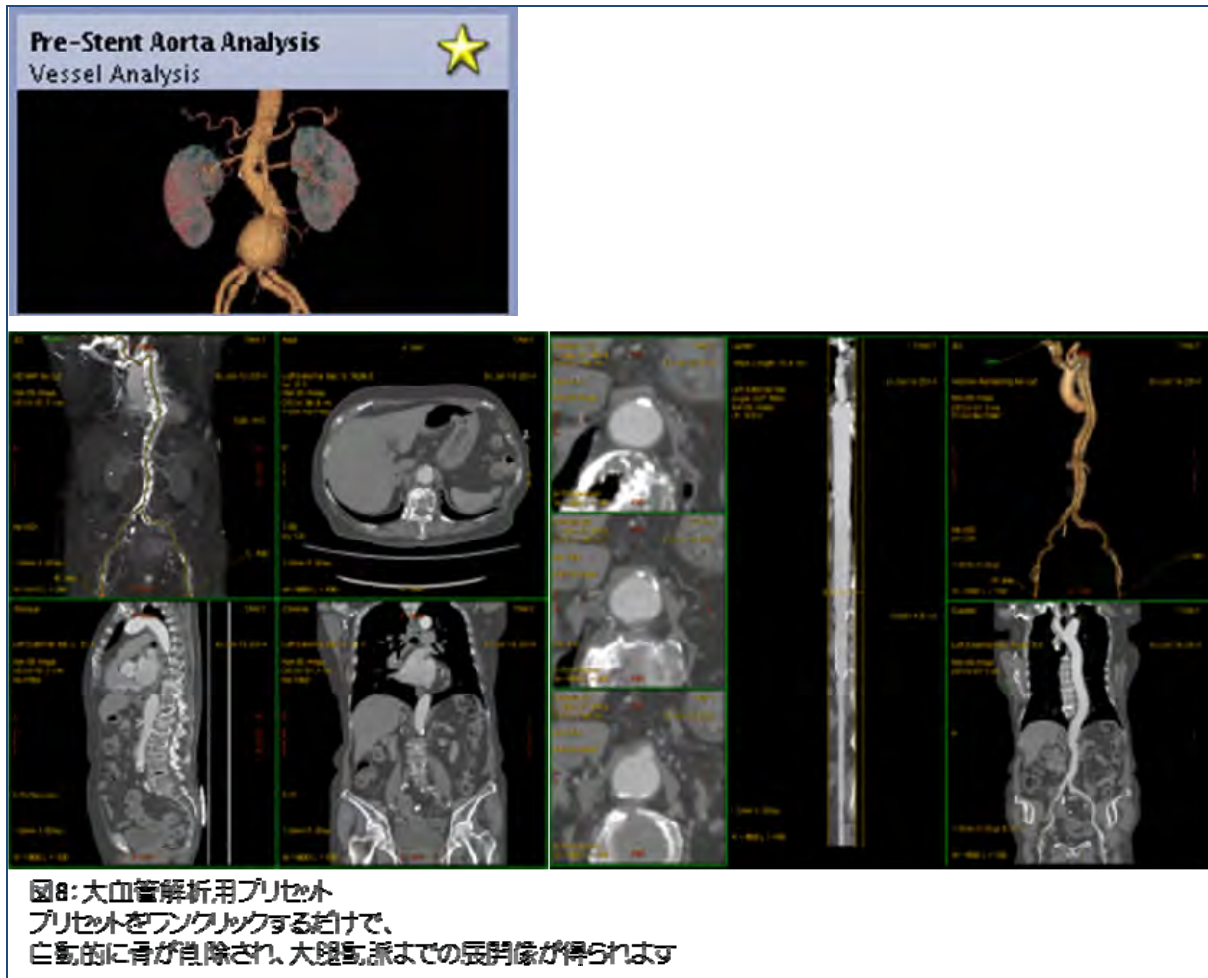
■TAVI/TAVR への活用

経カテーテル大動脈弁留置術(TAVI)や経カテーテル大動脈弁置換術(TAVR)とは、外科的な大動脈弁置換術において高齢やリスクが高く外科手術の適応とならない患者さんに対し、カテーテルを用いて大腿動脈あるいは胸壁から人工弁を留置する手技です。近年、デバイスの改良、経験や知見の蓄積により、安全性も向上し日本でも注目されるようになってきました。

上述のように、本手技では、大腿動脈からアプローチすることが主であるため、大動脈・大腿動脈の形状を事前に把握していることが重要です。また、大動脈弁の石灰化の程度や弁輪面積、円周計測を事前に行う事で治療のストラテジーの指標となるため、術前 CT として、心電図同期下での胸部撮影および非心電図同期下での大腿動脈までの血管撮影を行い、この CT 画像を用いて大動脈・大腿動脈の形状、大動脈弁の評価を行うことが重要です。

【大動脈・大腿動脈評価】

大動脈および大腿動脈の評価は VR 像、MIP 像、血管の CPR、直行断面像で行っています。AW では、大血管解析用のプリセットを選択することで、骨が削除された MIP 像、VR 像、さらに CPR、直行断面像を自動的に得ることが可能です。(図 8)

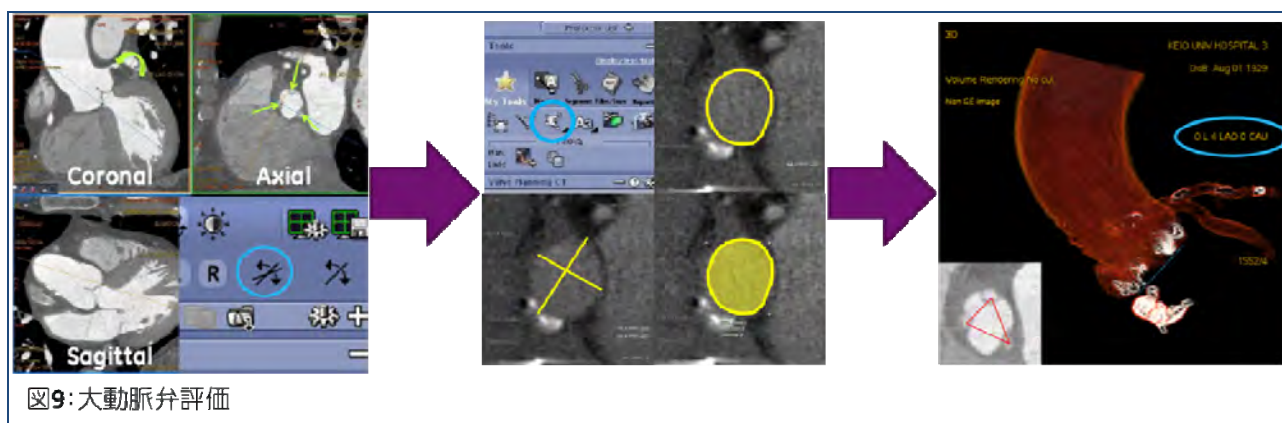


【大動脈弁評価】

ダブルオブリークで各冠尖の下端(ヒンジポイント)が同一スライスに表示されるような角度を描出させ、円周、面積、短軸・長軸径の計測を行います。

また、ヒンジポイントを結んだ線が VR 上で平行になるような角度(Perpendicular View)を確認し、この確度を実際の透視時に使用することが可能です。(図 9)

AW に Synchro3D というオプションソフトを搭載することで血管造影装置にこの角度情報を送る事も可能です。



<<ネットワーク型 ワークステーションの普及>>

3D や 2D の画像処理が当たり前となり、ワークステーションが欠かせなくなった昨今では、診断科の先生方だけではなく、診療科の先生もワークステーション機能を求めるご施設や、教育用に複数のワークステーションを準備するご施設も増えてきました。

2010 年に登場したネットワーク型の AW、AW Server は、シンクライアント技術を用いることによって、サーバー本体で大量のデータを処理し、結果のみをクライアント PC で参照するといった、いわゆるクライアントサーバー型を採用しているため、クライアントコンピュータに過度なスペックの必要がなく、院内のあらゆる PC からアクセスして身近で手軽に AW 機能を使用することができます。

AW Server の最大のメリットは、画像処理に必要な画像データを共有し、一括管理できることです。たとえば、放射線科の AW Server クライアントコンピュータで処理した画像を途中保存(Save State)することで、院内のほかのクライアント PC から起動して、処理された画像を動かして観察したり、編集したりすることが可能なため、画像処理における役割分担も円滑に行えます。(図 10)

また、複数台のワークステーションを所有した場合、一方は新しいバージョン、もう一方は古いままというようにバージョンの違いが生じてしまうことがあります。

AW Server は将来バージョンアップをした場合にも、Server 本体のバージョンアップのみで各クライアントが新しいバージョンの AW Server を使用することができるため、経済的にも有効にお使いいただくことができます。

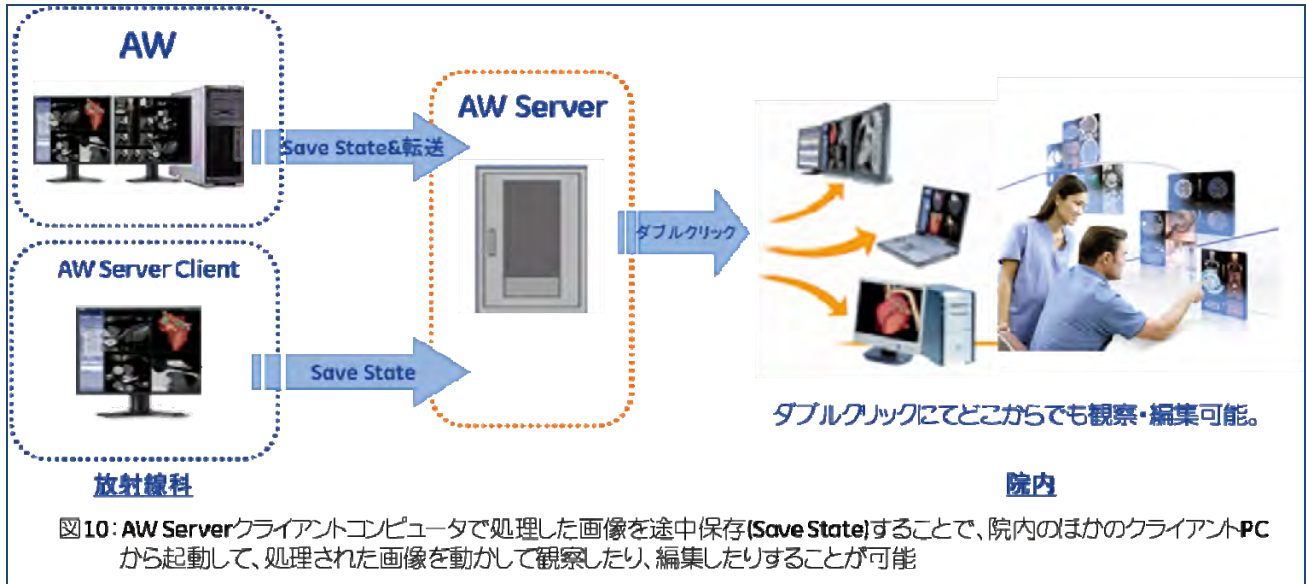
このように、AW は、スタンドアローンである AW VolumeShare シリーズにおいて、単に 3D を作成するだけでなく、画像診断撮影装置の進化に合わせ、あらゆる診断、治療の場面を想定し進化し続けています。

また、これら洗練されたアプリケーションをいつでもどこでも提供できる環境を AW Server が実現しました。

画像診断撮影装置、ワークステーション、PACS システム、あらゆるジャンルの機器が進化、発展してい

く中、そろそろそれらを横串で繋ぐアプリケーションも重要になってきています。

今後も GE は、それぞれの機器において開発、改良がなされ、AW、AW Server は、その発展と共に進化するだけでなく、それらを繋ぎ、提供する役割を担っていきます。



アドバンテージワークステーション 医療機器認証番号 20600BZY00483000

AW サーバー 医療機器認証番号 22200BZX00295000

[JB27801JA](#)