

画質と操作性を追求した実用高級超音波診断装置 Xario™ SSA-660A

Xario™ SSA-660A Routine-Examination-Oriented Diagnostic Ultrasound System with Premium Image Quality and Ergonomics

赤間 昭文 佐藤 武史 掛江 明弘

■ AKAMA Terufumi

■ SATO Takeshi

■ KAKEE Akihiro

東芝メディカルシステムズ(株)はルーチン検査を主目的とした、世界最高水準の画質性能を備えた実用高級超音波診断装置 Xario™ SSA-660A を開発した。画質を改善するために、最新かつ当社独自の映像化技術 ApliPure™ 及び Advanced DYNAMIC FLOW™ を備えている。検査の流れを考え操作者にストレスを与えない操作性を実現するために、スイッチの軽快な応答性はもちろん、画質の自動調整機能 QuickScan やリモコン操作機能 IASSIST™ を備えている。また、ベッドサイドや手術場などへの可搬性を重視し、装置をコンパクトにまとめ、移動先で装置がすぐ使えるように起動時間も大幅に短縮した。

Toshiba Medical Systems Corp. has developed the Xario™ SSA-660A diagnostic ultrasound system, aiming for advanced routine diagnosis with uncompromising image quality, excellent ergonomics, and outstanding productivity. These features are realized by our latest original technologies including ApliPure™, Advanced DYNAMIC FLOW™, QuickScan, and IASSIST™.

The Xario™ SSA-660A is highly compact, so the system can be easily moved to the bedside or emergency room and can be ready to start examinations there in only a minute using the standby mode.

1 まえがき

近年の超音波診断装置は、生体内で発生する高調波成分を映像化するハーモニクスイメージングと呼ばれる技術により、画質という基本性能は大幅に向上を成し遂げてきており、各社ともその性能改善にしのぎを削っている。

また、検査効率を上げるため操作性の改善が強く要望されており、重要な購入動機の一つとなっている。



図1. 超音波診断装置 Xario™ SSA-660A — コンパクトなボディに世界最高水準の画質性能と操作性を備えている。

Xario™ SSA-660A diagnostic ultrasound system

更に最近では、職業病とも言われている操作者の腰、肩、ひじなどの痛みの原因となっている身体的ストレスの軽減が求められてきている。

このような状況下で、東芝メディカルシステムズ(株)のフラグシップ Apli™ SSA-770A で培われ、高い評価を受けている映像化技術と操作性を基本的に継承し、更に改善を加え、小型で可搬性に優れた装置 Xario™ SSA-660A を開発した。

開発のポイントを以下に示す。

- (1) 妥協を許さない世界最高水準の画質性能
- (2) 操作者にストレスを与えない操作性
- (3) 優れた可搬性と省床占有面積

超音波診断装置 Xario™ SSA-660A の外観を図1に示す。

2 システムの概要

超音波診断装置は超音波(周波数2~12 MHz)を生体に発し、生体から帰ってくる反射信号を表示することで生体の断層像をリアルタイムで観察することができる。

図2にそのブロック構成を示す。生体へ超音波を送受信するセンサであるプローブ(Transducer)、送受信回路(Digital Beam Former, Digital Receiver)、信号処理・表示回路(Echo Processor, Flow Processor, Digital Scan Converter)と表示器(CRT Monitor)で構成される。

超音波プローブは、診断部位ごとに形状・特性の異なる13種を用意している。プローブの外観を図3に示す。

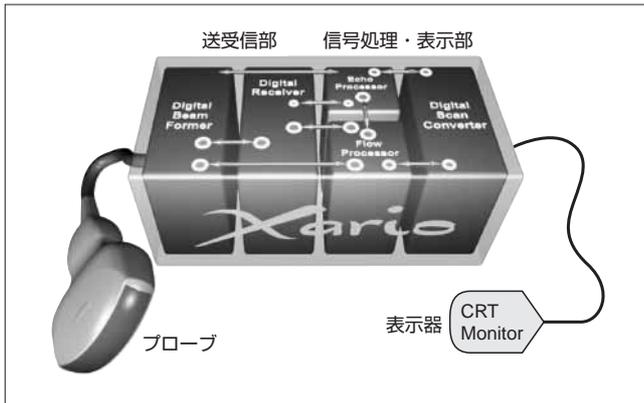


図2. システムのブロック構成 — 生体へ超音波を送受信するプローブ、送受信回路、信号処理・表示回路、表示器で構成される。
System configuration

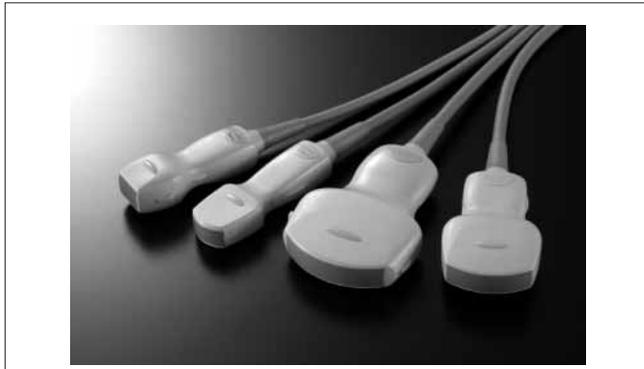


図3. 超音波プローブの例 — 部位ごとに形状・特性の異なる13種のプローブを用意している。左から循環器用セクタプローブ、腹部用コンベックスプローブ2本、産科用高周波コンベックスプローブの例を示す。
Ultrasound transducers

3 世界最高水準の画質性能

画質性能が画像診断機器としてはもっとも重要なファクタであることは言うまでもない。生体内で発生する高調波成分を映像化するPulse Subtraction™ THI (Tissue Harmonics Imaging) 技術は、今やなくてはならない映像化技術の一つになっている。当社は、当社独自の映像化技術であるApliPure™及びAdvanced DYNAMIC FLOW™をこれに組み合わせることで、他社との差異化を行っている。これらの差異化技術について述べる。

最初に断層像のコントラスト(濃淡)分解能と空間分解能を両立させる映像化技術ApliPure™について述べる。

肝臓実質の超音波画像は小さな点状のエコーの集合体で表されるが、これは肝細胞の一つ一つを表しているものではなく、超音波の波長よりも小さな反射体からの反射波や散乱波が干渉したスペckルパターン(干渉模様)であり、これは病変の辺縁、境界、内部構造などをわかりにくくする。これを改善するのに従来から空間コンパウンドがある。空間

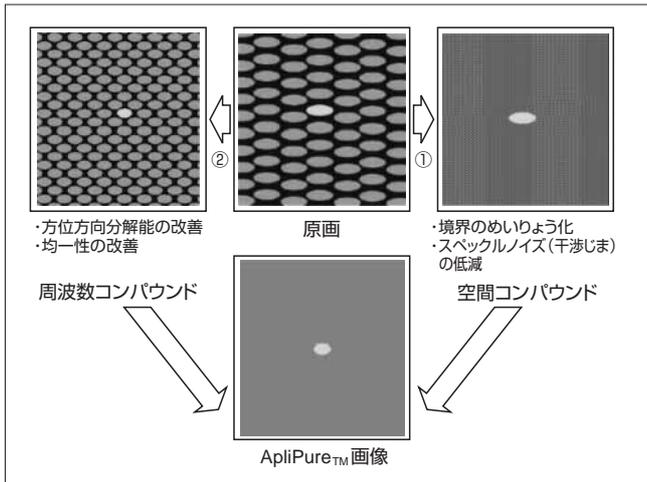


図4. ApliPure™ — ApliPure™は画像の干渉模様を低減し(①)、方位(横方向)分解能を改善する(②)。
Technical outline of ApliPure™

コンパウンドは、複数の異なる方向の信号を平均加算することによりスペckルを平滑化し、微小なコントラスト差の見え方を改善する。また、周波数コンパウンドは低周波数成分及び高周波数成分をそれぞれ信号処理した後、加算することにより方位分解能そのもの及び関心画像領域にわたる分解能の均一性を改善する。

ApliPure™は、当社独自のリアルタイムコンパウンド技術を用いることにより、前述の空間コンパウンドと周波数コンパウンドを複合した技術である。これによって、画像のリアルタイム性や空間分解能を改善しながらコントラスト分解能を向上させることができる。図4にそのイメージ画像を示す。

次に、血流の微細な構造を忠実に再現する映像化技術Advanced DYNAMIC FLOW™について述べる。

従来のカラードップラーは、狭帯域のパルスを何回も繰り返し返して送信し血流を映像化するため分解能が悪く、血流が血管からはみ出して表示されるブルーミング現象が多く見られ、また、リアルタイム性が悪い(フレームレートが遅い)という問題があった。これに対してAdvanced DYNAMIC FLOW™は広帯域信号を用いながら高感度に信号を検出し、少ない繰返し送信回数で血流からのドップラー信号を検出することで高分解能、高フレームレート、低ブルーミングを達成している。

臨床応用としては、通常検査での血流観察と、超音波造影剤を使用したコントラスト応用(造影エコー)がある。

つまり、通常の検査でも血流を高感度に高フレームレートで表示することができ、超音波造影剤を用いれば、更に高感度に増強された血流を表示することができる。特に、日本をはじめ世界中で広く認可されている超音波造影剤Levovist™(注1) (Schering AG, Germany)に最適な映像法である。

(注1) Levovistは、Schering AGの商標。

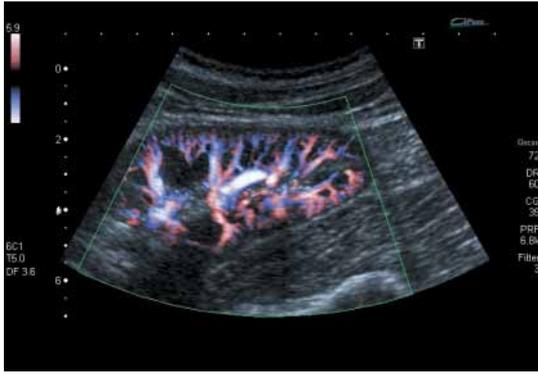


図5. 腎臓の微細な血流を捕らえた画像 — 映像化技術, ApliPure™, Advanced DYNAMIC FLOW™を組み合わせ、断層像と微細な血流表示を示す。

Kidney image showing precise vessel flows

これらの映像化技術 ApliPure™及び Advanced DYNAMIC FLOW™を組み合わせた断層像と微細な血流表示(通常検査での血流観察の例)を図5に示す。

4 操作者にストレスを与えない操作性

操作者に与えるストレスは精神的なものと身体的なものがある。精神的なストレスは、操作スイッチの応答性や操作の簡便さなどが起因する。一方、身体的なストレスは無理な姿勢での長時間にわたる操作に起因する。これらのストレスを低減し検査効率を上げるために開発した、画像の自動調整機能 QuickScanと操作パネルのリモコン操作機能 IASSIST™について述べる。

4.1 ワンタッチで画像の明るさを最適化する QuickScan

病変を検出するためには、画像全体が均一で適切な明るさになるようにゲインを設定し、その画像を観察する。このゲインを最適に設定するには複数のスイッチを調整することが必要で、相応の時間を費やす。また、調整した結果は操作者の経験や技量に依存し、十分に最適化(均一で適切な明るさに)されない場合もある。

そこで QuickScan を使えば、ワンタッチ操作で深さ(垂直)方向にも横(水平)方向にも画像全体の明るさを簡単に最適化(均一で適切な明るさに)できる。

QuickScan は、オペレータがボタンを押すごとに超音波画像を構成する前の生データを CPU に取り込み、図6に示すように、細かく分けられたそれぞれの区画ごとにその区画の信号が生体信号なのかノイズ信号であるのかを識別する。信号が診断に不要なノイズ信号の場合は輝度を抑え、生体信号の場合は輝度を空間的に均一になるようなゲインカーブを計算し、自動設定する機能である。

以下に使用例を示す。意図的に不適切なゲイン設定を作

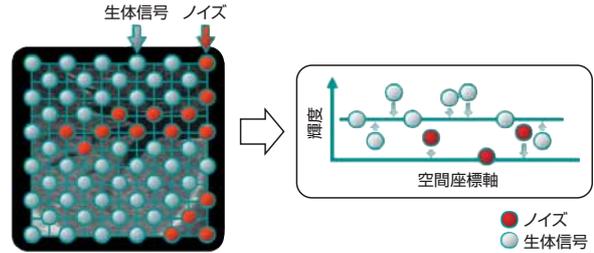


図6. QuickScan — ノイズ信号の輝度は抑え、生体信号の輝度は空間的に均一にする。

Technical outline of QuickScan

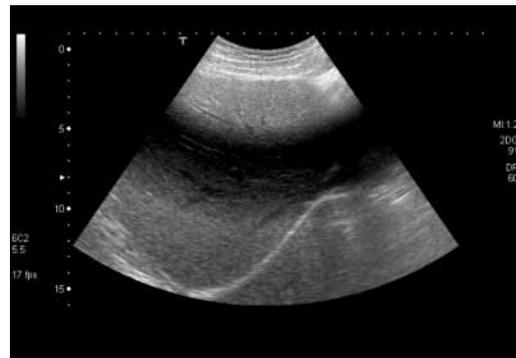


図7. 不適切なゲイン設定 — 浅部と深部が明るすぎ中間部が暗すぎるなど、深さ方向の画像の明るさが不均一で、また適切な明るさでない、不適切なゲイン設定の状態を示す(部位は肝臓)。

Liver image with inappropriate gain setting on purpose

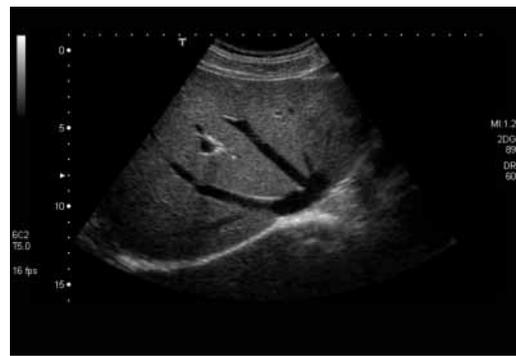


図8. 適切なゲイン設定 — ワンタッチ操作で画像全体が均一で適切な明るさになった、適切なゲイン設定の状態を示す(部位は肝臓)。

Liver image with appropriate gain setting by QuickScan

り出した画像を図7に示す。この状態から、この機能をワンタッチ操作でオンした場合の画像を図8に示す。

4.2 身体的ストレスを軽減する IASSIST™

片手で操作できるスクロールホイール付きの IASSIST™ コントローラを使えば、モード切換えやフリーズなどの基本的な操作が手もとで操作可能である。装置本体の操作パネル



図9. IASSIST™コントローラー—これにより、操作パネルが遠隔操作できる。

IASSIST™ controller



図10. IASSIST™コントローラを使用しない従来例—操作者は左右の手を交差させた無理な姿勢をとらざるをえず、身体的負担が大きい。患者の位置や姿勢も装置に近づくように制約される。

Conventional operation with certain physical stress without use of IASSIST™ controller



図11. IASSIST™コントローラの使用例—右手に持ったコントローラで操作が可能であり、身体的負担は大きく改善される。

Easier operation with less physical stress using IASSIST™ controller

から遠く離れていても、姿勢を崩さずに快適な操作が行える。しかも、Bluetooth™^(注2)方式を採用しているので信頼性が高く、コントローラの向きを気にする必要がない。図9にIASSIST™コントローラを示す。図10にはIASSIST™コントローラを使用しない従来例を、図11には使用例を示す。

5 優れた可搬性と省床占有面積

超音波診断装置の特長の一つに、装置をベッドサイドあるいは手術場に手軽に持ち運べるという点がある。その利点を最大限に生かすために、奥行きを128 cmから81 cmに縮小し、質量を200 kgから150 kgに低減することにより、可搬性を大幅に改善した。また、横幅のサイズを58 cmから54 cmに縮小し、床占有面積としては0.74 cm²から0.44 cm²に40%縮小することにより、検査室や手術場などでの装置の省スペース化に大きく貢献している。

更に、移動先で装置が比較的短時間で使えるように、装置の起動時間を3分間から1分間へ短縮することにより、検査効率を向上させた。

6 あとがき

当社は、独自の映像化技術を駆使することで世界最高水準の画質性能を達成した。操作性についても、精神的、身体的ストレスを操作者に与えることなく、快適な環境を提供できている。今後は、プローブの更なる拡充や臨床アプリケーションソフトウェアの開発で、より多くのユーザーに未永く喜んで使ってもらうためにアップグレードを継続していく。

“Innovation for the customer, Growth with customer”を合いことばに、最先端の医療技術を全世界のユーザーに提供していく。



赤間 昭文 AKAMA Terufumi

東芝メディカルシステムズ(株) 超音波事業部 超音波開発部 参事。超音波画像診断装置のシステム開発業務に従事。
Toshiba Medical Systems Corp.



佐藤 武史 SATO Takeshi

東芝メディカルシステムズ(株) 超音波事業部 超音波開発部 主任。超音波画像診断装置の要素技術開発業務に従事。
Toshiba Medical Systems Corp.



掛江 明弘 KAKEE Akihiro

東芝メディカルシステムズ(株) 超音波事業部 超音波開発部 主任。超音波画像診断装置の画像開発業務に従事。
Toshiba Medical Systems Corp.

(注2) Bluetoothは、Bluetooth SIG, Inc.の商標。