

超音波画像診断装置は、実用化されて30年足らずの新しい診断装置である。しかしながらこの診断装置は、人に優しく安全で痛みもなく繰り返し検査ができる診断装置であるため、近年目覚ましく進歩し、今では診断装置としてなくてはならないものになっている。胎児の発育や、子どもからおとなの心臓、肝臓、腎(じん)臓、胆嚢(のう)などの診断、及び血行動態のリアルタイムでの診断など、多くの診断に利用されている。当社では最新のコンピュータ技術をプラットフォームに取り入れ、今まで以上の高分解能・高画質の画像を提供するとともに、形態診断から機能診断まで対応可能な次世代超音波画像診断装置 Aplio<sub>TM</sub> 及び Nemio<sub>TM</sub> を同時に開発した。

It has been only 30 years since the introduction of diagnostic ultrasound system in clinical practice. Diagnostic ultrasound system is a user- and patient-friendly diagnostic imaging method that permits examinations to be performed repeatedly with excellent safety and minimal patient discomfort. It has therefore become an indispensable imaging modality and has undergone remarkable advances. Diagnostic ultrasound system is useful in a wide range of diagnostic applications such as fetal growth assessment; examination of the heart, liver, kidneys, and gallbladder (in both children and adults); and real-time blood flow evaluation.

Toshiba has recently introduced two next-generation diagnostic ultrasound systems called Aplio<sub>TM</sub> and Nemio<sub>TM</sub>. These systems can provide images with greater resolution and higher quality than ever before due to the incorporation of the latest computer technology, and can support both morphological and functional diagnosis.

## 1 はじめに

超音波画像診断装置は、プローブと言われる探触子から1～10 MHz位の周波数の音を生体内に発射し、生体内の反射波を受け取って画像化する装置で、原理は魚群探知機とレーダ技術を組み合わせたような装置である。

超音波の医学への応用研究は、1940年代にかけて日本や欧米での脳疾患診断への研究から始まり、わが国では62年に第一回日本超音波医学研究会が開催され、それから徐々に医学への応用が始まった。その後70年代の電子走査型により二次元断層像や、80年代のカラードップラ法による血流表示を可能にした装置の実用化に伴い、超音波画像診断法は急速に発展し、現在の画像診断装置の位置を確立している。

このように超音波画像診断装置が、他の画像診断装置と比較して、急速に発展した大きな理由は次のとおりである。

- (1) X線のような被曝(ひばく)がなく、安全で繰り返し検査ができる。
- (2) プローブを体に当てるだけで検査ができ、患者に苦痛を与えない。
- (3) リアルタイムでの断層画像や血流の動きを、その場で診ることができる。
- (4) 装置が小型で可搬性に富み、動けない患者のベッドサイドに持ち込みができる。
- (5) 他の診断装置に対して、比較的安価である。

以上のことから急速に超音波画像診断装置の応用範囲が広がり、体全体を診断領域としてカバーすることができている。

超音波画像診断装置は次のように基本となる形態診断から、機能診断をプラス、そして更に治療支援を加え幅を広げていくことになり、今後いっそう発展する画像診断装置である。

70年代：形態診断

80年代：形態診断 + 血流動態診断

90年代：形態診断 + 血流動態診断 + 機能診断

2000年代：形態診断 + 血流動態診断 + 機能診断 + 治療支援  
また、基本となる形態診断の今後の方向はリアルタイム三次元表示で、今までの断面だけ(二次元)の断層画像からボリュームもわかる三次元表示画像になることで、診断能及び診断スピードの大幅な向上が見込まれる(囲み記事参照)。

一方、近年は最新のエレクトロニクス技術を採用することにより、小型、軽量で高性能な装置を開発している。当社も、その中でも最新のコンピュータ技術を駆使し、ネットワーク対応などのデファクトスタンダード化された機能を搭載するとともに研究からルーチン検査まで対応可能な、最高級機の Aplio<sub>TM</sub> と普及機の Nemio<sub>TM</sub> を同時開発した。

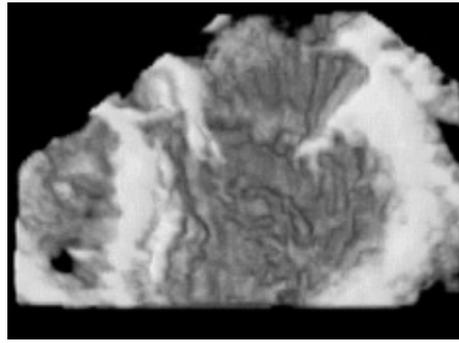
## 2 Aplio<sub>TM</sub>, Nemio<sub>TM</sub> の開発

### 2.1 Aplio<sub>TM</sub> のコンセプト

この装置は、当社の超音波画像診断装置のステータスと

## 期待される，リアルタイム三次元超音波診断装置

超音波診断装置の創世期には，一本の超音波ビームによる線上での動き(Mモード)で診断が行われていた。その後，超音波診断装置は超音波ビームをスキャンすることにより面を構成し，断層像(Bモード)により形態を診断することで，大幅に診断能と診断スピードが向上した。当然のことながら次のニーズは面からボリュームでの診断により，更なる診断能や診断スピードの向上と，腫瘍血流評価，虚血心筋評価，定量化及び治療支援と広がりを持っていく。しかしながら，三次元表示するには数十枚の断層像を同時に撮る必要があり，超音波には音速という物理的な制約から，今までの延長上ではリアルタイムでの三次元画像の構築はできず，何らかのプレ



心臓の三次元イメージ図 将来はリアルタイム三次元画像が多く使われる。

ークスルーが必要になっている。

当社では，二次元アレープロブ(従来品と比較し2乗の素子数)とその送受信方式に超高速並列同時処理技術を取り入れて，実用

可能な大きさとコストを見極めながら，音速の壁を克服した，リアルタイム三次元表示画像を高画質で提供できるように研究開発中である。

して位置づけた最高級機で，現在最先端に位置づけられるシステムプラットフォームを含め，基本性能とアドバンス技術を両輪に下記四つの基本開発コンセプトの下，開発した(図1)。

- (1) Navigation(操作性): 検査の流れを妨げないオペレーションを実現するため，トラックボール中心とした操作を徹底追求し，ほとんどの操作を片手で意のままにできるようにした。また操作パネルは，患者の体格や診る部位によってモニタとともに自由に移動できるスイングトップ機構を採用し，あらゆる検査位置に対応可能に



図1 .Aplio<sub>TM</sub>の外観 患者に威圧感を与えない優しいデザインである。Aplio<sub>TM</sub> diagnostic ultrasound system

し，検査時のストレスをミニマイズしている(図2)。

- (2) Visualization(画質): 生体内は患者の体格や年齢によって見えにくい状況も多々あり，これらをより見やすく(診断しやすく)することが超音波画像診断装置のアドバンス技術となっている。Aplio<sub>TM</sub>はこれらのソリューションとして，当社独自の三つの技術を用意した。その一番目がパルスサブトラクション方式のTHI(Tissue Harmonic Imaging)で，生体の超音波伝播(でんぱ)の非線形性を利用して，今までにない高感度，高コントラスト画像を実現した。図3はその断層像である。

二番目の技術が広帯域ドップラ技術による高分解能

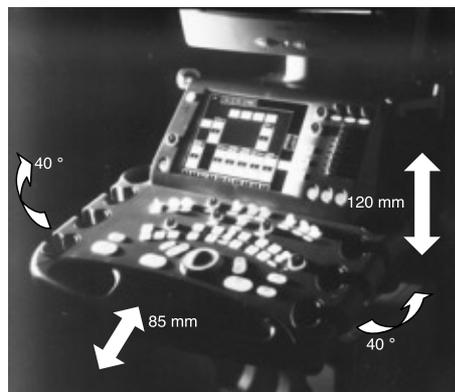


図2 .操作パネル 操作パネルは，検査位置に合わせて，前後，上下，左右に移動可能にし，無理のない姿勢で検査ができる。図中の数値は可動距離と角度を示す。

Operating panel



図3 . 頸(けい)動脈 / 甲状腺のTHI画像 超音波伝播の非線形を利用したノイズの少ない高画質を実現している。  
Tissue harmonic imaging (THI) images of carotid artery and thyroid



図5 . 頸動脈のFusion 3D 頸動脈の断層像と血流の相互関係を一目で診断可能である。  
Fusion 3D image of carotid artery

な血流画像のAdvanced Dynamic Flow である。これも当社独自のデジタル処理技術のDIO(Digital Image Optimizer)とAIP(Adaptive Image Processing)技術により、感度を維持しながら、高分解能の血流画像を診ることを実現している。Advanced Dynamic Flowの画像を図4に示す。



図4 . 転移性肝癌のAdvanced Dynamic Flow画像 当社独自のデジタル処理技術により高分解能の血流画像を実現している。  
Advanced dynamic flow image of liver cancer

三番目の技術が高速Fusion 3Dである。平面だけでは把握できない、疾患部位の大きさや形状、そして血流との関係をより客観性の高い形態表示を行い、血管と臓器の位置関係や腫瘍(しゅよう)と腫瘍血管の相互関係を一目で高速に表示を可能にした。その代表的な画像フォーマットを図5に示す。

- (3) Quantification(計測): 確定診断するのに欠かせないのが、各画像情報からの計測機能である。Aplio™は各部位に応じた計測機能を取りそろえるとともに、各ユーザーが独自に行うものも取り入れられるプラットフォームにしており、研究からルーチン検査に幅広く使えるようになってきている。また、レポート機能も標準装備してお

り、画像とともに電子保存が可能である。

- (4) Communication(データ通信): 超音波画像と他の画像診断装置(X線,CT(Computed Tomography),MR(Magnetic Resonance)など)との画像比較を行い、より確かな診断をすることが求められているなか、Aplio™は医用画像データ通信規格のDICOM3.0(Digital Imaging and COmmunication in Medicine3.0)により、他の画像診断装置とのデータのやり取りを容易に可能にした。また、ネットワーク対応もされており、Webを通じたデータのやり取りも可能になっている。

## 2.2 Nemio™の開発コンセプト

この装置は、普及機クラスの超音波画像診断装置のデファクトスタンダードをねらった装置で、ルーチン検査に特化し、画質や使い勝手、コストに妥協せず、次の四つの基本開発コンセプトの下に開発した。

- (1) Premium Compact(小型化): 超音波画像診断のルーチン検査の機能が、この装置Nemio™に集約されている。48 cm(幅)× 79 cm(奥行)のサイズに各種記録器(VCR,プリンターなど)やデータマネジメントユニットをオールインワンで収納可能にし、病棟間の移動やベッドサイドの移動が、看護婦ひとりで対応可能になっている。
- (2) Premium Multi-System(多機能): クリニックから大型病院の専科対応まで幅広いシステム構成が可能で、かつこれ1台で循環器から腹部、産婦人科領域まで、超音波画像診断のほぼすべてのルーチン検査が可能システムになっている。また、購入後もシステムアップグレードが可能になっているため、むだのないシステム構成を購入時に組むことが可能になっている。
- (3) Premium Performance(高性能): フルデジタルシステムならではの並列処理(最大4並列)によるリアルタイム性の向上や、データマネジメントユニットによる、最高級機しか成しえなかった断層像と血流画像のFusion3D、生体内の動きの状態を映像化するTDI

( Tissue Doppler Imaging ) , 幅広い断層像を診る Panoramic View などの搭載( オプション )で ,より詳細な診断が可能になっている( 図6 )。

また , 診断部位に応じたプローブも多種用意されており , かつ他機種との互換性も考慮されているため , たいへんコストパフォーマンスに優れた装置になっている( 図7 )。

(4) Premium Workflow( スループット ): 操作パネルのキー配置は , ユーザーにとって , ルーチン検査のスループットを左右する重要なファクターになっている。この Nemio<sub>TM</sub> はキー配置がプログラマブルになっており , ユーザーにとってもっとも使いやすい配置に置き換え可能で , これによりもっともスループットの良いキー配置を可能にしている。

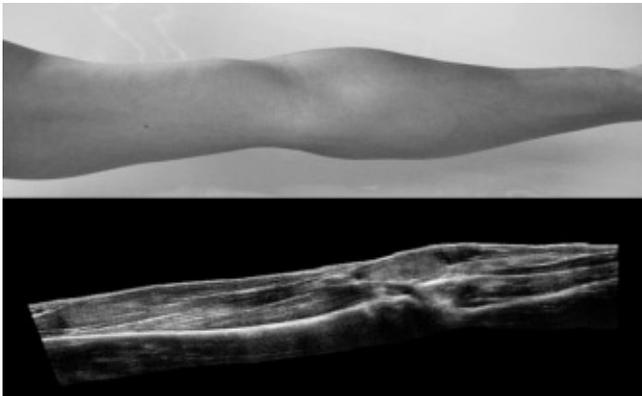


図6 . Panoramic View による腕の画像 幅広い断層像を見ることができる。  
Image of arm by panoramic view

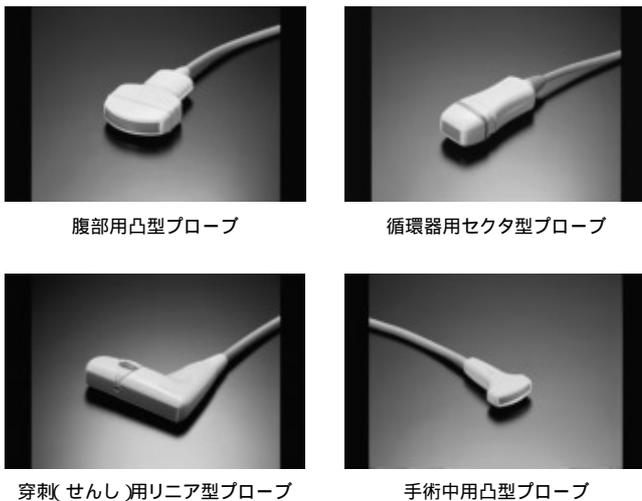


図7 . 対応プローブの一部 診断部位に応じたプローブが多種用意されている。  
Available probes

### 3 Aplio<sub>TM</sub> , Nemio<sub>TM</sub> の主な仕様

今回開発した Aplio<sub>TM</sub>/Nemio<sub>TM</sub> は , 世の中でデファクトスタンダードになっているパソコン技術を使用し , オープンソフトウェアのプラットフォームにしているため , 今後のアップグレードはソフトウェア中心で行うことができる。主な仕様を表1に示す。

表1 . 超音波画像診断装置 Aplio<sub>TM</sub>/Nemio<sub>TM</sub> の主な仕様  
Main specifications of Aplio<sub>TM</sub> and Nemio<sub>TM</sub> systems

項目	Aplio <sub>TM</sub>	Nemio <sub>TM</sub>
走査方式	セクタ式電子走査 コンベックス式電子走査 リニア式電子走査 オプリーク式走査	
モード	B , M , PWD , CWD , CDI	
周波数切換え (種)	10	5
視野深度 (cm)	28	24
モニタ	17インチ SVGA	15インチ VGA
質量 (kg)	200	125

PWD : Pulsed Wave Doppler  
CWD : Continuous Wave Doppler  
CDI : Color Doppler Imaging  
SVGA : 800 × 600 画素  
VGA : 640 × 480 画素

### 4 あとがき

医用機器メーカーとして , 社会に貢献していくことが企業としての責務と考えている。そのなかで当社は , 真のお客さまの声をとらえ , かつそれを搭載したアドバンス技術を早く , 安く市場に出すことにより社会に貢献できると思っている。今回開発した2機種はそれを目指し , アドバンス技術に開発の優先度を置き開発を実施した。お客さまの声は , 企画段階からユーザーであるメディカルドクター , 臨床検査技師にも参画してもらい , 何が重要で , 力点をどこに置いて開発するかという重要な意見を常に確認しながら開発した。今回開発された新しいアドバンス技術は , ユーザーに学会などで発表を行ってもらい , 当社はそれによる技術の良さをアピールし , ユーザーはそれによる医学的価値を見だし , お互いにメリットのある関係を保ちながら互いに成果を出してきている。今後のアップグレードやリアルタイム三次元表示に向けて , ユーザーと協力して , 真に価値ある超音波画像診断装置とそれに伴うシステムソリューションを提供していきたい。



原 喜芳 HARA Kiyoshi  
医用システム社 医用機器・システム開発センター 超音波開発部長。超音波画像診断装置のシステム開発に従事。日本超音波医学会会員。  
Medical Systems Research & Development Center