

産婦人科向け超音波診断装置 SONOVISTA GX30 の開発

Development of Ultrasound Diagnostic System SONOVISTA GX30 for Obstetrics and Gynecology

百 武 一 剛*	佐 塚 友 彦**	白 石 貴 彦**
Kazutaka HYAKUTAKE	Tomohiko SATSUKA	Takahiko SHIRAISHI
木 元 貴 士**	酒 井 智 仁**	武 田 義 浩**
Takashi KIMOTO	Tomohito SAKAI	Yoshihiro TAKEDA

要旨

コニカミノルタでは「みえる」、「かんたん」、「つながる」のコンセプトのもと、POC（Point of care. 被験者のすぐ側で行う診療）に適した超音波診断装置を上市し、高精細画像と直感的な操作性により整形外科領域において高い評価を受けている。

一方、産婦人科領域においても、同じコンセプトのもと産婦人科医のワークフローに合致した超音波診断装置の提供により、事業領域を広げようとしている。

今回我々の開発した SONOVISTA GX30 は、コンパクトなボディと多彩なレイアウトに対応可能なフレキシビリティを有する装置であり、狭い内診室でも多様な設置を可能とした。

本稿では、産婦人科医および妊婦にとって価値ある超音波診断装置 SONOVISTA GX30 の実現を可能にした様々な技術について紹介する。

「みえる」というコンセプトに関しては、広視野角で、かつ産婦人科医が最も注目する画像中央部を高画質化する新たな仮想原点法に基づく技術を確立した。また独自開発の画像処理技術により、アーチファクトを抑制しながら、低密度画像を高密度画像にリアルタイムで変換する技術も確立し、診断性能を向上した。

「かんたん」というコンセプトに関しては、コンソール操作、タッチパネル操作での操作性向上、胎児成長の計測の簡易化、胎児画像の直接外部記録の機能が開発された技術となる。この結果、産婦人科領域での現行の超音波診断装置の使い勝手の継承とコニカミノルタらしさを融合し、計測や各種操作の観点で、簡単に使える機能と操作性を実現した。

Abstract

Konica Minolta has placed on the market ultrasound diagnostic system suited for POC (Point of care, diagnosis on the site) under the concept of "Visible", "Easy", and "Connectible", and the system has been highly evaluated in the field of orthopedics for its high-definition image and intuitive operation.

Meanwhile, also in the field of obstetrics and gynecology, we are expanding the business field by providing ultrasound diagnostic system suited to the workflow of obstetricians and gynecologists under the same concept.

We have developed this time the SONOVISTA GX30, which has a compact body and flexibility to fit in various layouts and can be installed flexibly even in a small examination room.

This paper describes various technologies for realizing this ultrasound diagnostic system SONOVISTA GX30, which is valuable for obstetricians and gynecologists and pregnant women.

Regarding the concept of "Visible", we have established a technology, based on a new virtual origin method that provides a wide viewing angle and a high image quality in the center part of the image that obstetricians and gynecologists watches most carefully. In addition, we have independently developed an image processing technology to convert a low definition image into a high definition image while keeping artifacts low, so that the diagnostic performance has been improved.

Regarding the concept of "Easy", We have developed technologies to achieve improvement in operability of a console and a touch panel, easy measurement of fetal growth, and a function for directly storing fetal images on an external recording medium.

As a result, Konica Minolta's identity has been combined with easy operability of currently used ultrasound diagnostic system to achieve easy-to-use functions and easy operation in the field of obstetrics and gynecology from the point of view of measurement and various operations.

*ヘルスケア事業本部 ヘルスケア事業部 超音波事業統括部 超音波事業企画部
**ヘルスケア事業本部 ヘルスケア事業部 超音波事業統括部 超音波開発部

1 はじめに

我々は、基盤技術である材料技術を背景に超広帯域高周波リニアプローブを開発し、パナソニックヘルスケア株式会社から譲受した超音波事業と融合して2014年に超音波診断装置SONIMAGE HS1で超音波事業に参入した。SONIMAGE HS1と2018年に発売を開始したSONIMAGE MX1は、「みえる」、「かんたん」、「つながる」のコンセプトのもと、POC領域に適した製品仕様を有しており、高精細画像と直感的な操作性により整形外科、麻酔科領域を中心に高い評価を受けている。

一方、産婦人科領域において、コニカミノルタは2018年1月にシーメンスヘルスケア株式会社より国内経腔超音波事業を譲受し、「みえる」、「かんたん」、「つながる」のコンセプトを有する製品を開発し、産婦人科領域においても事業展開を進めている。シーメンスヘルスケア株式会社は、長年にわたり、パナソニックヘルスケア株式会社と共同して、広視野角・高画質のメカニカル走査の経腔プローブと産婦人科特有の使い勝手に配慮した超音波診断装置を開発し、国内経腔超音波事業で業績を上げてきた会社である。

本稿では、SONIMAGE HS1/MX1開発で培ったテクノロジーと、シーメンスヘルスケア株式会社より譲受した商品企画力により製品化された、省スペース、広視野角・高画質、産婦人科特有の使い勝手に配慮した超音波診断装置SONOVISTA GX30に搭載した技術について紹介する。

2 省スペース

内診とは、女性の膣（ちつ）に、指または専用の器具を挿入して、胎児や膣、子宮口の状態を確かめる産婦人科で行われる診察方法の一種である。内診を行うための診察室は内診室と呼ばれ、狭い部屋の中央に内診台が配置されている。内診室には診察に必要な各種器具も置かれるため、床面積が小さく設置性が良い超音波診断装置が求められる（Fig. 1）。



Fig. 1 Obstetrical and gynecological examination room and internal examination room.

Because various kinds of instruments necessary for diagnosis are placed in an internal examination room, an ultrasound diagnostic system needs to have a small footprint for flexible installation.

また内診室のレイアウトは各病院により千差万別であり、幅・奥行き観点で配置制限がある場合があるので、超音波診断装置の幅、奥行きとも小さいことが望ましい。

2.1 コンパクトボディ

国内では、ほぼすべての産婦人科に超音波診断装置が行き渡っており、産婦人科向け超音波診断装置は買替需要に対応する必要がある。そこで我々は現行機であるSONOVISTA FX PE同等以下の床面積の実現を目標に設定し、開発を進めた。

まず、低重心化により床面積を小さくできるので、電源部を最下段に配置した。次に装置質量の極小化を目的に、SONIMAGE MX1で開発した高密度実装基板を流用することで筐体をコンパクト化し、さらに上部モニターの軽量化を図った。また全体バランスを保つためデザイン部門と何度もアイデア出しとブラッシュアップを繰り返し、コンソール・モニターがバランスの良い位置になるように配慮した。

これらの取り組みにより、下記の通り現行機の床面積に対して同等以下（Table 1）を実現することができた。

Table 1 Footprint of the SONOVISTA GX30.

The housing is made compact, and the center of gravity is lowered, so that the footprint is made equal to or smaller than that of the current models.

	Footprint (cm ²)	Width-depth range (mm)
SONOVISTA GX30	2,065	W 386 x D 535
SONOVISTA FX PE (Current equipment)	2,112	W 389 x D 543

2.2 フレキシビリティ

様々なレイアウトの内診室に対応するため、SONOVISTA GX30はコンソールを左90度、右180度まで回転できる構造とし、幅広い角度にコンソールを配置でき、診察室の限られたスペースにおいて、最適なレイアウトを実現できるようにした。また、座位、立位双方の診察姿勢にも対応できるよう、コンソール・モニターの上下昇降（120mm）も可能とした（Fig. 2）。

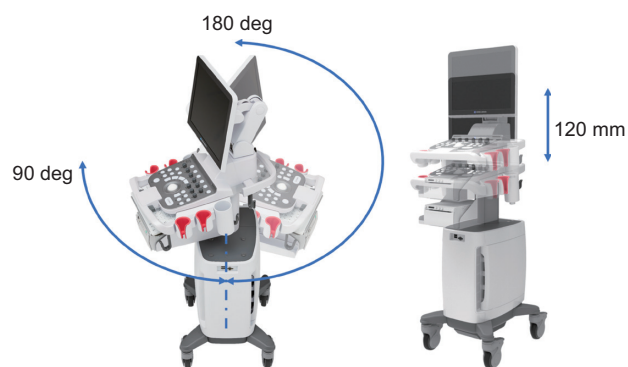


Fig. 2 Movable range of the SONOVISTA GX30.

The console of the SONOVISTA GX30 can be rotated 90 degrees leftward and 180 degrees rightward, and the console monitor can be moved vertically by 120 mm.

Table 2は、コンソール回転範囲及び上下昇降範囲を、現行機と比較したものである。SONOVISTA GX30は現行機を上回る可動範囲となっており、今まで以上に産婦人科医のユースケースに合わせて、装置の高さや方向を最適な位置に調節できる構造を実現した。

Table 2 Movable range.

We have achieved such a structure that the SONOVISTA GX30 has a larger movable range than the current models such that the SONOVISTA CX30 is more optimally positioned vertically and rotationally than before depending on obstetrician and gynecologist use.

	Swivel range (deg)	Up-down range (mm)
SONOVISTA GX30	270	120
SONOVISTA FX PE (Current equipment)	90	100

3 「みえる」の新技術

SONOVISTA GX30では、膣に経膣プローブ (Fig. 3) を挿入し、超音波診断を行うことができる。様々な部位を診断するには、膣内でプローブを動かすことが必要である。しかしながら、動かすことに対して、被験者・医師ともに大きなストレスを感じていることがわかっている。我々は、左右の卵巣を一括で診断することが可能な220度の広視野角 (Fig. 4) を高画質で表示する技術の開発を目標とした。



Fig. 3 Endovaginal probe to be used with the SONOVISTA GX30.

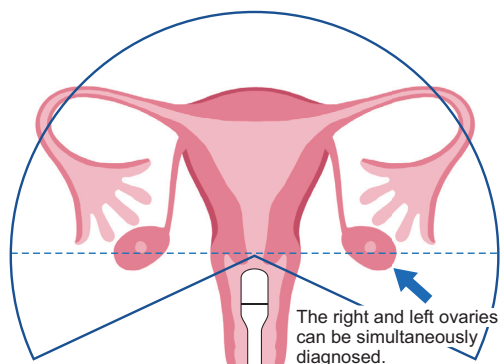


Fig. 4 Effect of a wide viewing angle of 220 degrees, which is a development target.

The right and left ovaries can be simultaneously diagnosed with a wide viewing angle of 220 degrees, which is the development goal.

3.1 広視野角で高画質

広視野角を実現する方法として、プローブの音響素子配置面を大きくする方法がある。SONOVISTA GX30に採用可能なプローブの音響素子数はシステム制約上決まっており、素子数を増やすことはできない。また、音響素子数一定のまま音響素子配置面を広げると音響素子1個当たりの角度が広がり、その結果音響線密度が粗くなるという欠点が生じる。さらに、180度を越えて素子を配置させるプローブは、一般的に作製が非常に困難である。そこで我々は、180度弱の音響素子配置面を有する自社開発コンベックスアレイ型経膣プローブ (Fig. 3) を用いて、超音波ビームを偏向制御する技術により本課題を解決することとした。

視野角を拡大する方式として旧来より仮想原点法が知られている。これはプローブの音響素子面の幾何学的な中心より音響素子面に近い位置に仮想原点を設け、全ビームが仮想原点に集束するようビーム偏向制御を施すことで視野角を拡大する技術である。しかし本技術においては、視野拡大幅が大きくなるにつれて、最も関心度の高い画像中央部のビーム間角度が広くなり、画像端部では狭くなるため、産婦人科医が最も注目する画像中央部の画質が悪いという欠点があった。

そこで、仮想原点移動法を新たに開発した。これにより、座標変換処理における精度確保と演算量低減を果たし、広視野角と高画質を両立することができた。

3.2 さらに高画質化

超音波診断装置では多数の超音波ビームを走査することで画像が生成される。超音波ビームの走査密度を上げることで高分解能な画像を得ることが可能であるが、1フレーム当たりの走査回数が増加することによってリアルタイム性が低くなり、診断に支障をきたす。さらに、超音波ビームの走査方式のうち、コンベックス走査のように、超音波ビームが扇状に走査される場合には、プローブから遠い深部で超音波ビームの間隔が広くなるため、高画質化のためにはその間隔を補うように高密度化が必要である。

以上の課題を解決するために我々はiXRET (eXtended Resolution Enhancement Technology) を開発した。iXRETでは、低密度な超音波ビームの走査で得られた受信信号から、独自に開発した画像処理技術によって、従来行われていたマルチ受信ビーム形成等に伴うアーチファクトの抑制と高密度走査への解像度復元を、リアルタイム性を犠牲にすることなく、2倍の走査密度で得られた受信信号と同等の信号を得ることを可能にしている。

Fig. 5は胎児の画像であり、下部画像は胎児頭部を拡大した画像である。左画像 (Fig. 5(a)) に比べて右画像 (Fig. 5(b)) の方が、頭蓋が明瞭に表現されていることがわかる。iXRETはBモード画像のみならず、Color Flowモード画像 (Color Doppler/Power Doppler/Simple Clear Flow (SCF)) にも適用することが可能である。

Fig. 6 は子宮血流をカラーで表した画像であるが、左画像 (Fig. 6(a)) に比べて右画像 (Fig. 6(b)) の方が血流が細かく表現されており、リアルタイム性を維持しつつ高密度な画像を表示できている。

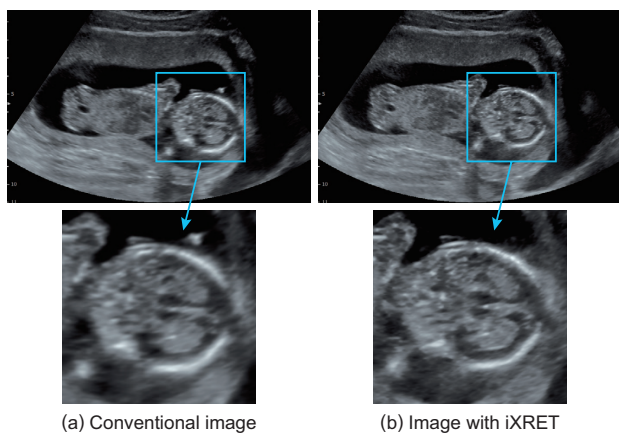


Fig. 5 Difference in B-mode image quality of a fetal brain between with and without iXRET (eXtended Resolution Enhancement Technology). Fig. 5(b) shows a fetal cranium more clearly with iXRET applied than Fig. 5(a).

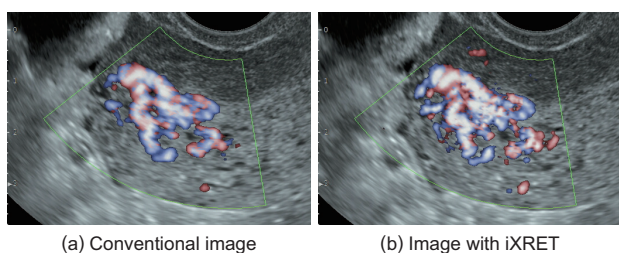


Fig. 6 Difference in quality of color flow mode images between with and without iXRET. Fig. 6(b) shows a blood flow in more detail with iXRET than Fig. 6(a).

4 「かんたん」の新技術

産婦人科では超音波診断装置は必須のツールであり、ルーチンワークで使われている。そのため使い勝手が非常に重要である。我々が長年培ってきた産婦人科分野での超音波診断装置の使い勝手の継承とコニカミノルタらしさを融合し、計測や各種操作、画像保存の観点で、簡単に使える機能・操作性を実現した。

4.1 コンソール操作とタッチパネル操作

前述したように、産婦人科において超音波診断装置はルーチンワークで使われている。しかし超音波診断装置は各メーカー・装置により使い勝手に差がある。

我々は、現行機までに何十年に渡って培ってきたコンソール上のキー配置と機能割り当てを継承するだけでなく、SONIMAGE HS1, SONIMAGE MX1で培ったタッチパネル操作機能を SONOVISTA GX30 に搭載することで、新たに使い始めるユーザーでも直感的な操作を可能にした (Fig. 7)。本機能は、今までタッチパネルに慣れていなかった産婦人科医の間でも好評を博している。



Fig. 7 Operation on console and touch panel of SONOVISTA GX30.

4.2 計測の簡易化

産科では、胎児の成長具合を確認するため定期的に胎児の各部位を計測し、計測結果を統計データと比較している。たとえば妊娠初期には、胎嚢 (Gestational Sac : GS) の長さを測定し、成長の正常性を確認する。胎嚢を測る場合、「距離」の計測ツールを選択して距離を測定、その後にGSに値をインプットして統計データと比較するといった使い方がある (Fig. 8(a))。またGSを最初を選択してから距離を測定し、統計データと比較するといった使い方もある (Fig. 8(b))。SONOVISTA GX30では、どちらの方法でも計測ができるよう対応し、多くの産婦人科医の使い方をカバーした (Fig. 8)。また胎児の成長に関する指標はタッチパネルでの選択だけでなく、コンソール上のキーに割り当てられるようにすることで、計測機能を簡単かつ素早く起動できる特徴を現行機から継承した。

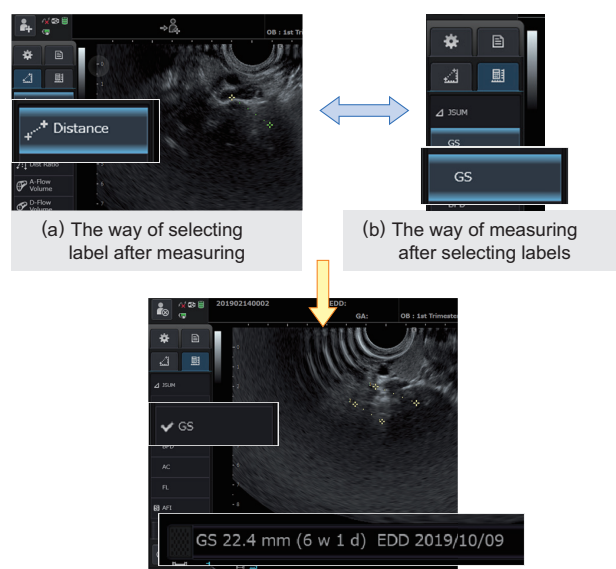


Fig. 8 Two measurement modes of SONOVISTA GX30.

- (a) A fetal sac length (distance) is first measured, and a fetal sac label is then selected.
- (b) A fetal sac label is first selected, and a fetal length is then measured.

The both modes are available with SONOVISTA GX30 to cover many obstetricians' and gynecologists' ways of use.

4.3 胎児画像の直接外部記録

産科は他の診療科と違い、病気ではなく赤ちゃんが生まれるうれしい出来事を見守る診療科である。そのため診察した静止・動画像を妊婦に提供することも多く、そのサービスの有無が病院の人気を左右することもある。

SONOVISTA GX30では胎児画像を直接SDメモリーカードに保存可能とし、妊婦に喜ばれる機能を提供することができた。本機能は我々がエンドユーザーとの「つながり」を実感することができる数少ないツールの一つである。今後も市場の声を聴きながら、より価値ある機能を開発していきたい。

5 まとめ

コニカミノルタの超音波診断装置SONIMAGE HS1/MX1のテクノロジーと、シーメンスヘルスケア株式会社より譲受したSONOVISTA FX PEの商品力とブランド力を継承し、省スペース、広視野角・高画質、産婦人科特有の使い勝手に配慮した超音波診断装置SONOVISTA GX30を開発した。

SONOVISTA GX30を上市し、産婦人科医に使っていただく中で、今回開発した機能以外でも操作性を向上するアイデアを頂いている。産婦人科医のルーチンワークがさらに高効率となるよう、操作性の改善を続けていく。また超音波診断装置は、画像を見て診断を行う装置である。産婦人科医が今より診断しやすく、妊婦にもわかりやすい画像になるように改善を続け、産婦人科医、そして妊婦にとってより価値のある超音波診断装置へと進化させていきたい。