

2. 3D/4D エコーを極める

3) 消化管の3D/4D エコー ——原理から臨床応用まで

長谷川雄一／浅野 幸宏 成田赤十字病院検査部生理検査課

近年、高速画像処理技術の進歩により、消化器領域疾患においても3D表示、時間軸を含めた4D表示、それらのボリュームデータから得られる再構成断層像が臨床の場に応用されており、特に消化管の分野では、管腔内を表現することができる、いわゆる“virtual endoscopy”の応用も始まっている。

そこで本稿では、超音波診断装置による3D表示に関する基本知識を整理し、代表的疾患の3D画像を提示することで、臨床的意義を念頭に置きつつ消化管疾患の3D診断について、臨床現場の最前線からその有用性と魅力に迫ってみたい。使用装置は、東芝社製「Aplio 80」「Aplio XG」および「Aplio 500」である。

3D表示を得る

1. 三次元データの取得と4Dプローブ

開発当初の3Dイメージングは、プローブを手動で移動させながらボリュームデー

タを記録し、三次元構造として作成するものであった(Fusion 3D)。三次元データを取り込む場合には、正確な位置情報が必要であるため、現在では振動子の機械的揺動を制御可能な4Dプローブが開発されている(図1)。この4Dとは、ボリュームデータを次々に生成してリアルタイムに表示する技術であり、三次元情報に時間情報を加えた意味で“4Dイメージング”と表現されている。

このプローブには、通常の二次元画像に使用される1列の振動子が内蔵されているが、スキャン断面を移動させるために振動子を揺動するよう、モーターなどの機構も含まれているため、従来型のプローブに比べ大型化は避けられない。構造的には、超音波をプローブ外部に送信するために振動子は液体の中で揺動し、揺動する角度や速度などについては、診断装置でコントロールしている。したがって、受信データは三次元的な位置情報とともに得られ、診断装置内で正確な三次元画像として再構成が可能となっている。

2. 三次元情報の表現(レンダリング)

通常使用するディスプレイは、いわゆる二次元の平面ディスプレイであるから、立体的に表現できるわけではない。三次元データをいかに効果的に表現するかがポイントとなる。物体や図形に関する情報としての数値データを計算によって画像化することをレンダリングと言い、手法としては、代表的なものとしてサーフェスレンダリングとボリュームレンダリングに大別できるが、超音波診断装置ではボリュームレンダリングが用いられている。

臨床的に用いている、いわゆる“サーフェスレンダリング”は、サーフェスモードと表現するのが正確で、サーフェスモードにおいては、ボリュームレンダリングの厚み方向の情報を利用して、表面がより自然に表現できるように平滑化処理を行っている。一般的なサーフェスレンダリングは、表面の情報だけをを用いてボリューム像を構築する技術で、ゲームソフトなどの世界で用いられているものである。

ボリュームレンダリングは、ボクセル(図2)という立方体の集まりを使って表示される。例えば、図3のような胃のボリュームデータ(=ボクセルデータの塊)が、小さい無数のブロックでできていると仮定する。この場で視点と光源を決めると、胃の見え方が決まる。この状態では、胃の表面しか見えないが、ここで手前からブロックを徐々に透明化していくと、胃内部の構造が透けて見えてくる。このような透過による三次元情報の表現



a: 4D プローブの外観

b: 断層像用プローブPVT-674BTの画像

c: 4D プローブPVT-575MVの画像

図1 4Dプローブの外観とファントム画像

aは4Dプローブの外観で、b, cは、断層像用プローブのPVT-674BTと4DプローブPVT-575MVのファントム画像の比較である。従来の断層像用プローブ(b)と遜色のない感度と画質が4Dプローブ(c)にも求められるわけであるが、Bモード画質は、ほぼ同等のクオリティを保持している。