

# 小児超音波検査の みかた，考えかた

改訂2版

市橋 光 編著

自治医科大学名誉教授／茨城福祉医療センター小児科

野中航仁 著

自治医科大学附属さいたま医療センター小児科

# 1

## 超音波の基礎知識

### I ● 超音波による画像表示

超音波 (ultrasound) は、人間の耳に聞こえないほどの高い音程 (周波数) の音波です。人体に対し安全である、生体中を直進する、減衰が小さい、などの特徴を有するために、医用分野での診断ツールとして利用されています。

超音波探触子 (プローブ) の内部には超音波振動子 (ultrasonic transducer) があり、電気信号を超音波信号にして送信し、生体からの反射超音波を電気信号に変換します。送信は、非常に短い時間だけ持続するパルス波を一定時間ごとに繰り返し発射します。ある物体にパルス波が当たると、一部は反射し、残りは透過していきます (図1)。さらに進んで次の物体に当たると、再び一部は反射し、残りが透過します。反射して帰ってくる超音波を、帰ってくる時間を体表からの距離として、振幅を明るさで表示すると B モードが得られます (図2)。これをいくつものビームで行うことにより、断層像を得ることができますし、1 か所の時間的変化を表したものが M モードです (図3)。

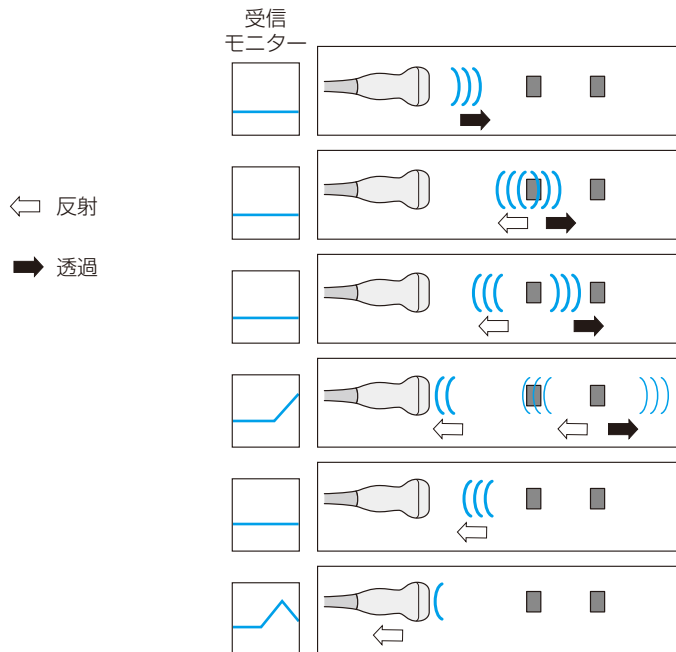
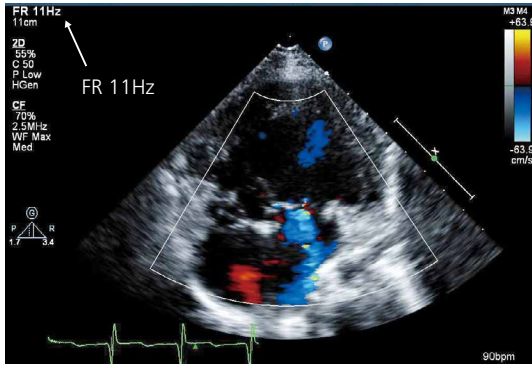
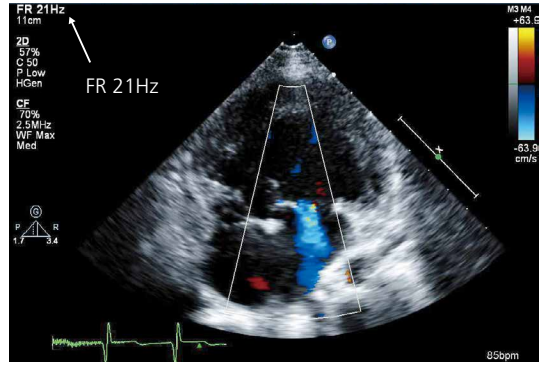


図1 パルス波の反射と透過



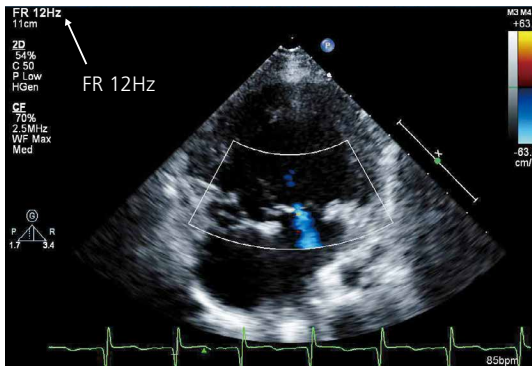
**図 7** カラー Doppler 表示の画角とフレームレート 1

カラー Doppler 表示の画角を大きくすれば、フレームレートは低下します。

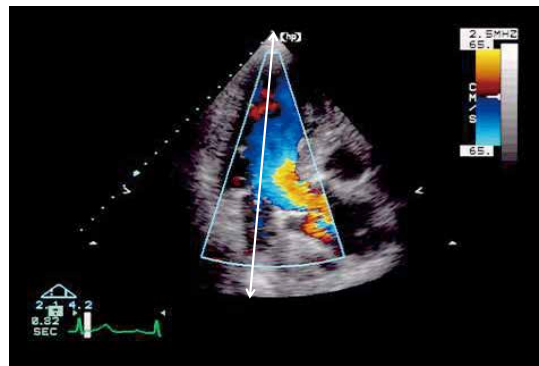


**図 8** カラー Doppler 表示の画角とフレームレート 2

カラー Doppler 表示の画角を小さくすれば、フレームレートは増加します。



**図 9** カラー Doppler 表示の長さ and フレームレート  
カラー Doppler 表示の長さを変えても、フレームレートは変わりません。



**図 10** カラー Doppler 表示の ROI (region of interest)

カラー Doppler は超音波ビーム上のすべての深さの血流速度を計算しています (実線両矢印)。ROI は単にカラーシグナルを示す領域を決めているだけです。

カラー Doppler 法は、パルス Doppler 法を基礎にしています。パルス Doppler 法では、パルス送信から一定時間後の受信信号のみを収集し、1つのサンプルボリューム上の血流速度を測定します。カラー Doppler 法では、超音波上に多数のサンプルボリュームを設定するように多数の受信信号を収集し、さらに超音波ビームを (左右に振る) 走査して、断層像と同様に画像を作ります。サンプルボリュームが1つのパルス Doppler と比べ、膨大な量の情報を処理する必要があるため時間がかかり、リアルタイム性は低下します。そのため、カラー Doppler 法を用いるとフレームレート (1秒間に作る断層像の数) は減ります。カラー Doppler 表示の画角を大きくすれば、さらにフレームレートは低下します (図 7)。そのため、必要最小限の画角にする必要があります (図 8)。

カラー Doppler 表示の面積を小さくするために、画角は変えずに、長さを短くした場合はどうでしょうか。この場合は、フレームレートは変わりません (図 9)。それは、元々カラー Doppler は超音波ビーム上のすべての深さの血流速度を計算しているからで、長さは単にカラーシグナルで示す領域を決めているだけだからです (図 10)。

# 2 脳神経エコー

## A 経頭蓋エコー

成人と比較し、新生児・乳児における経頭蓋超音波検査は日常診療で必須の検査となっています。他の画像検査と比べ、被曝がないこと、鎮静を必要とせずベッドサイドで繰り返し行えること、分解能がよいことなどが利点です。欠点としては、超音波が頭蓋骨を通過すると減衰し明瞭な画像が得られないため、骨のない大泉門、あるいは骨の薄い部位からのアプローチに限られることと、頭蓋骨直下の病変は超音波検査の死角となり観察することができないことがあげられます。

### I ● 検査の適応

大泉門が開大している乳児がよい適応となります。大泉門が閉鎖する幼児以降では断層像での観察は難しくなります。

未熟児や病的新生児では、入院時のルーチン検査として行われます。

髄膜炎や脳炎・脳症では、頭蓋内圧亢進や合併症の評価に有用です。

乳児健診で大泉門膨隆や頭囲拡大を認めた場合、第一選択の画像診断として行う価値があります。

### II ● 検査方法

#### 1 機器の設定

新生児や幼若乳児では5 MHzのプロープを、乳児期後半では3.5 MHzのプロープを用います。頭蓋内への超音波の投入可能な位置は限られているため、探触子が小さく奥行きが扇型に広がるセクタ走査型を用います。大泉門が広く開いている場合は、コンベックス型も用いられます。

#### 2 児の体位

仰臥位で行います。啼泣してしまう場合は、抱っこの状態でも可能です。顔を動かすと検査しにくいので、乳児期後半では動画などを兎に見せながら行う工夫も必要です。

#### 3 断層画面の描出方法と正常像

乳児では大泉門が開いているので、そこから超音波ビームを投入することにより、鮮明な画像を得ることができます。新生児、特に未熟児では骨が薄いために、あらゆる部位からの投入が可能です。最も頻用されている大泉門からのアプローチでは、大泉門に置いたプローブを冠状断面では前頭から後頭方向へ、矢状断面では正中から両側頭方向へ連続的に扇状に傾かせて断層像を観察していきます。冠状断面では前から見た図（画面の右が患児の左）、矢状断面では左から見た図（画面の

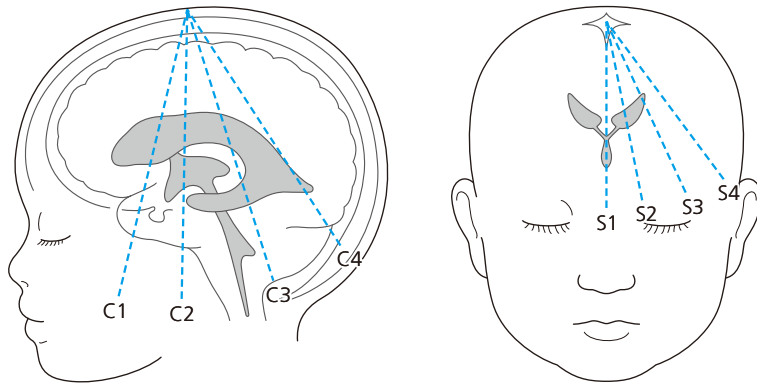


図1 基準断面

冠状断面（左図）

C1: 側脳室前角断面面

C2: 第三脳室断面面

C3: 視床断面面

C4: 側脳室後角断面面

矢状断面（右図）

S1: 第三脳室断面面

S2: 側脳室体部断面面

S3: 側脳室後角断面面

S4: 島断面面

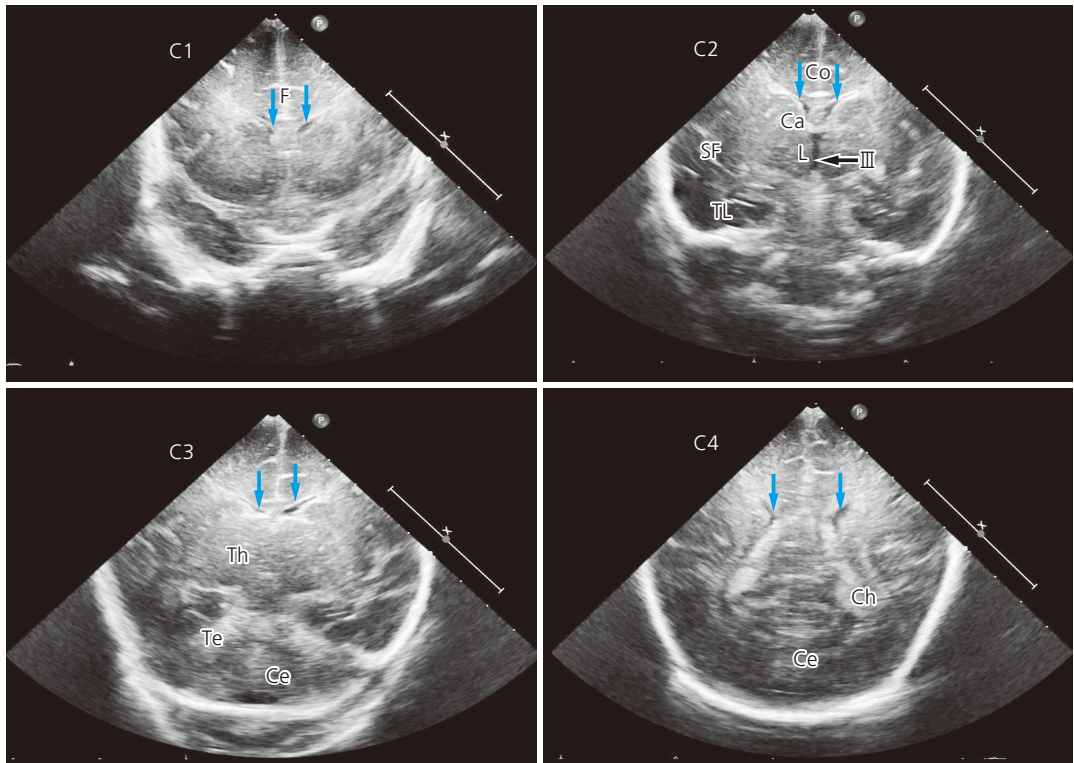


図2 冠状断面（正常像）

Ca: 尾状核, Ce: 小脳, Co: 脳梁, Ch: 脈絡叢, F: 大脳鎌, L: レンズ核, SF: シルビウス溝, Te: 小脳テント, Th: 視床, TL: 側頭葉, III: 第三脳室, 青矢印は側脳室を示します。

右が患児の後ろ) になるように記録します。

### 1. 基準断面

連続的に観察していく断面の中から、基準となるいくつかの断面を設定します<sup>1)</sup>(図1)。基準断面を設定することにより、画像の客観性、再現性が得られるからです。

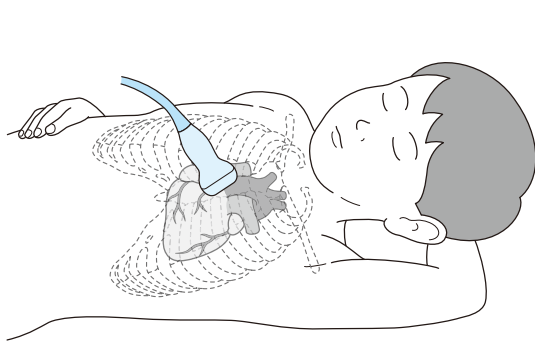


図2 患児の体位

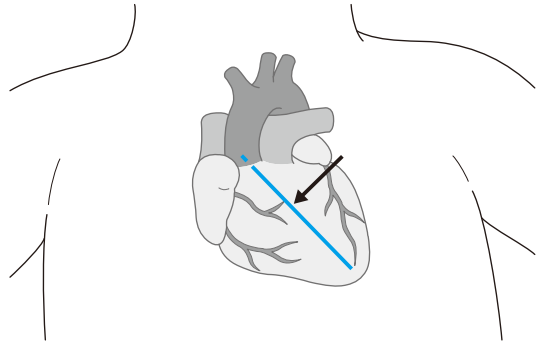


図3-1 胸骨傍アプローチによる左室長軸断面の描出法

青色線はプローブの位置を示します。矢印側から見ている画像を描出します。

アルタイム性)を考慮しなければなりません。フレームレート(1秒間に構築する画像の枚数)を高く設定する必要があります(あらかじめメーカーの人や小児循環器医に相談して、心臓用の設定を作っておくとよいでしょう)。

## 2 児の体位

心臓を胸壁に近づけ左肺を外側に偏位させるために、患児を左側臥位にすると良好な画像が得られます。さらに年長児では、左上肢を上げて左手掌を左側頭部に持っていく体位(図2)をとることで肋間が拡大する効果があります。

なお、心窩部から行う場合は、通常の臥位で大丈夫です。

## 3 基準断層画像の描出方法と正常像

### 1. 胸骨傍アプローチ

胸骨左縁第3から第4肋間にプローブを体の表面に対し垂直に置き、画像を描出します。

#### 1) 左室長軸像

心臓は左胸部にあり、その長軸は体の長軸に対し、45度程度左側に向いています(図3-1)。この誰もが知っている解剖学的知識をイメージして、プローブを回転させて左室長軸に沿うように画像を描出します。断層像は、切った断面を体の左側から覗いている像です。この際、左室長軸方向とプローブの方向が異なっていると、左室腔を斜めに横切ることになり、左室腔が短く描出されます。そのため、左室腔ができるだけ長く描出されるようにプローブを微妙に回転させて向きを決定します。また、プローブが斜めに傾いていると左室の中心断面からずれてしまうので、内腔が小さく描出されます。そのため、左室腔ができるだけ大きく描出されるようにプローブの傾きを決定します(通常は、体表に対し、ほぼ垂直となります)。

この断層像では、左室とそこから出る大動脈、その下に見える左房、大動脈弁と僧帽弁の動きを確認できます(図3-2)。左室の上方は右室であり、右室拡大があると左室は細長くなり、慣れればこの断層面でも左室と右室の大きさのバランスを判定できます。大動脈のValsalva洞径と左房径は正常では年齢を問わずほぼ等しいので、左房拡大を評価できます。

#### 2) 右室流出路像

左室長軸像が描出される位置で探触子を時計方向に45度回転させると得られます(図4-1)。こ



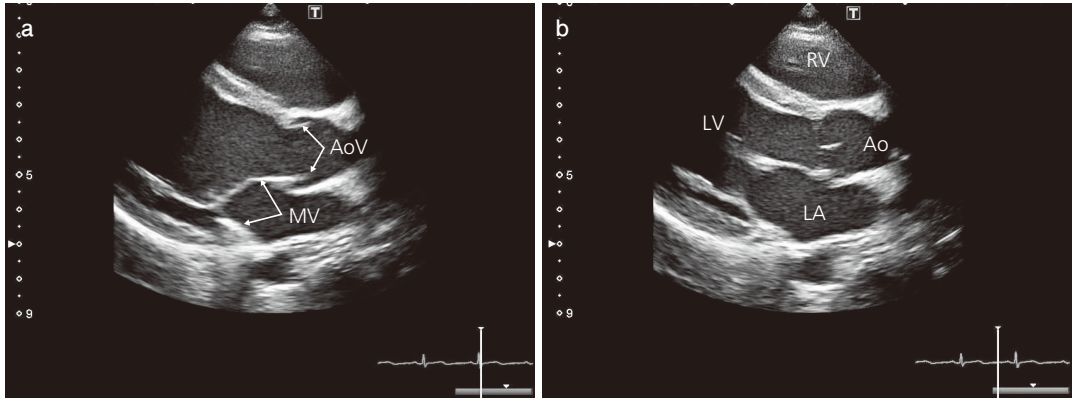


図 3-2 左室長軸断面像

Ao: 大動脈, AoV: 大動脈弁, LA: 左房, LV: 左室, MV: 僧帽弁, RV: 右室

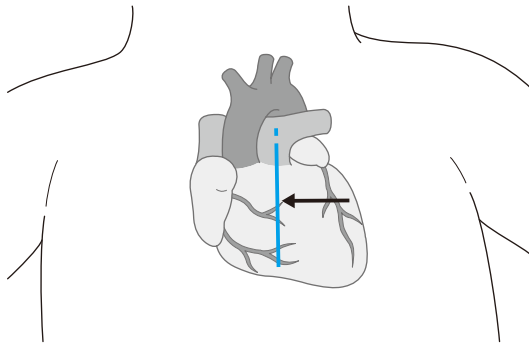


図 4-1 胸骨傍アプローチによる  
右室流出路断面の描出法

青色線はプローブの位置を示します。矢印側から見ている画像を描出します。

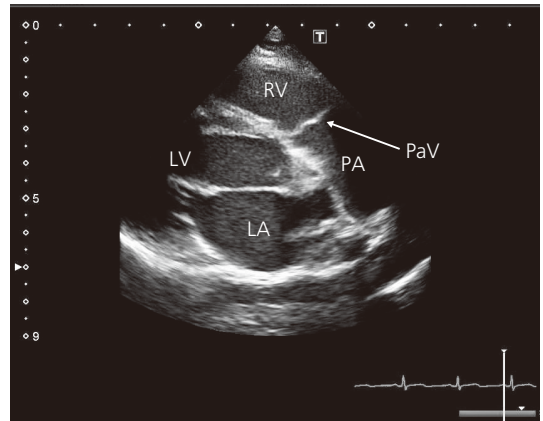


図 4-2 右室流出路断面像

LA: 左房, LV: 左室, PA: 肺動脈, PaV: 肺動脈弁, RV: 右室

の断層像では、右室流出路から肺動脈にかけて観察できるので、この部分の狭窄病変の有無を判断するのに適しています（図 4-2）。

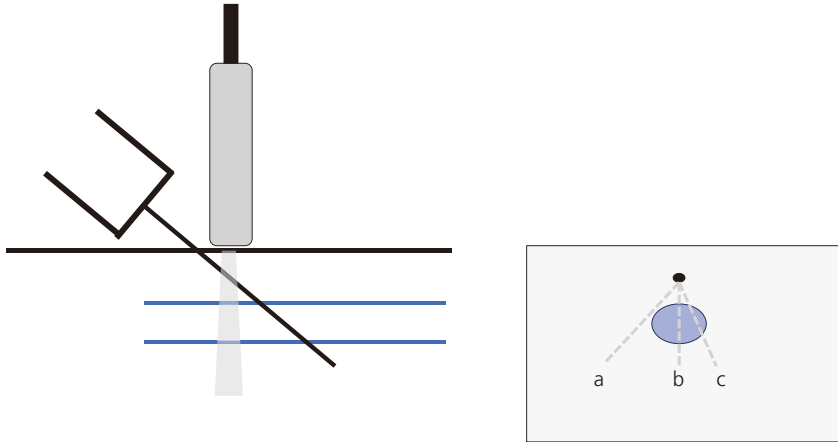
### 3) 大動脈基部短軸像

右室流出路像が描出される位置で探触子を時計方向にさらに 45 度（左室長軸像からは 90 度）回転させると得られます（図 5-1）。

この断層像で確認することは、3つあります。

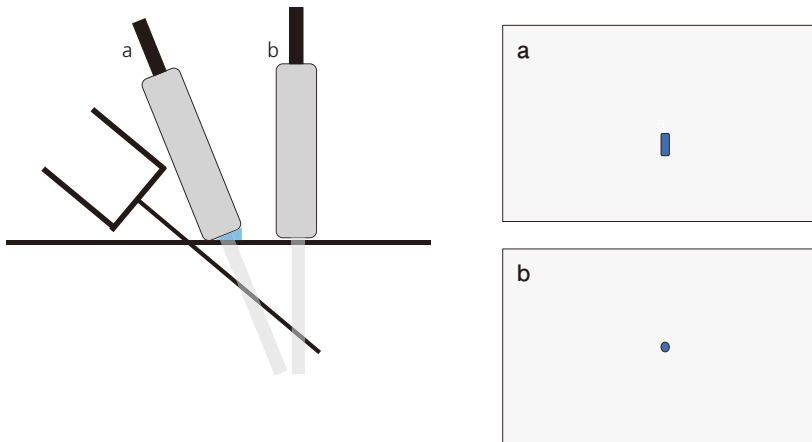
- i) 大動脈弁が 3 弁あること（図 5-2）
- ii) 左右の冠動脈の走行と太さ（図 5-3）
- iii) 肺動脈が左右均等に分かれること（図 5-4）

これらを同一の断面ですべて確認することはできません。プローブの傾きや回転を微妙に回転させながら 1 つずつ確認していきます。冠動脈も左右同時に描出できない場合が多いので、片方ずつ明瞭に描出します。



**図 12** 点状エコーと針先の関係

画像からは針が血管の真上であり、これから針を進めていけば血管を穿刺できるように思いますが、実際にはすでに血管を突き破ってしまったり (b, c), 穿刺方向が異なり血管を穿刺できていない (a) 場合もあります。



**図 13** プロブの傾きと針の描出

穿刺する針となるべく平行にプロブを傾ける (a) と、針が点状よりも長く描出されますが、傾けることによって皮膚からプロブの前方が浮いて (青色)、画像をきれいに描出できない可能性も出てきます。

なった場合は、食道が気管と同様の気道のエコーとなります (double tracking sign)。食道挿管に対する超音波検査の感度は 0.93、特異度は 0.97 と高い値が得られています<sup>1)</sup>。

血管穿刺では、穿刺する部位から針を進める方向へわずかに離れた部位にプロブを置きます。血管を短軸で観察していると、針が進んでくると点状に画面に映ります。しかし、画像上の点状エコーだけでは必ずしも針先とは限りません (図 12)。画面上で針を確認したらプロブを先に動かして、点状エコーが消える直前が針の先端です。必ず針の先端を確認しましょう。穿刺する針となるべく平行にプロブを傾けると、針が点状よりも長く描出されますが、傾けることによって皮膚からプロブの前方が浮いて画像をきれいに描出できない可能性も出てくるので、自分がやりやすい傾きでよいと思います (図 13)。また、血管と同様、プロブを動かしながら針先を追っていく際に、針の位置が左右にずれる場合は、針の侵入方向とプロブの動かす方向が一致していないので、