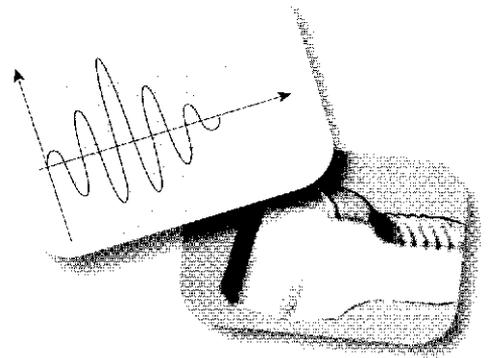


# § 1

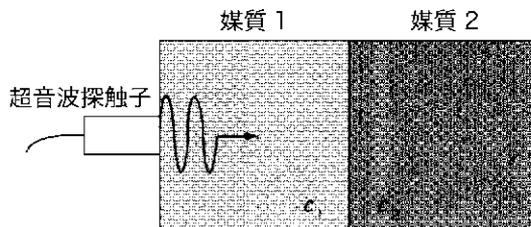
## 音響の原理



**問題 1** 正しいのはどれか。

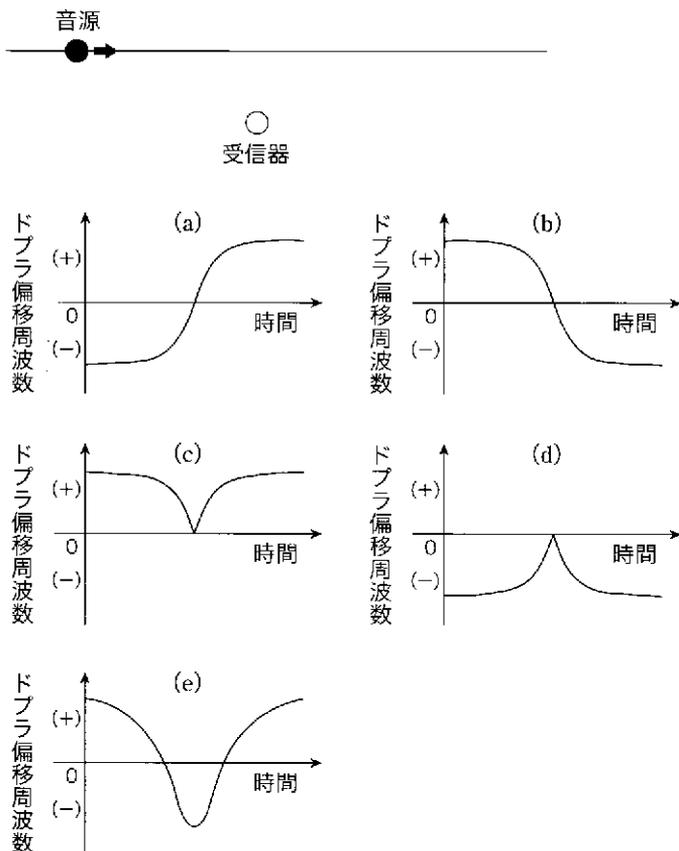
- (1) 振幅が同じであれば連続波の平均電力はパースト波より大きい。
  - (2) 媒質による吸収減衰がない場合でも、球面波の振幅は伝播とともに小さくなる。
  - (3) 媒質中の減衰が大きい場合、境界面での反射係数と透過係数の和は1にならない。
  - (4) 球面波は平坦な境界面に入射しても、入射角が一定でないため屈折は生じない。
  - (5) 波長に比べて小さな音源から発生した音波は、同心球上に広がる。
- a (1),(2),(3)    b (1),(2),(5)    c (1),(4),(5)    d (2),(3),(4)    e (3),(4),(5)

**問題 2** 図のように超音波を送信して反射波を受信した。媒質1と媒質2の密度がともに  $10^3 \text{ kg/m}^3$  であるとき、境界での反射率が最も大きくなる媒質1の音速  $c_1$  と媒質2の音速  $c_2$  の組合せとして正しいのはどれか。



- a  $c_1=1500 \text{ m/s}$ ,  $c_2=1500 \text{ m/s}$
- b  $c_1=1450 \text{ m/s}$ ,  $c_2=1550 \text{ m/s}$
- c  $c_1=1400 \text{ m/s}$ ,  $c_2=1600 \text{ m/s}$
- d  $c_1=1350 \text{ m/s}$ ,  $c_2=1650 \text{ m/s}$
- e  $c_1=1300 \text{ m/s}$ ,  $c_2=1700 \text{ m/s}$

**問題 3** 図に示すように、音源が直線上を一定の速度で移動するとき、図の受信器で検出される信号のドブラ偏移周波数の時間変化として正しいのはどれか。



**問題 4** 超音波の干渉について正しいのはどれか。

- 1) スペックルは超音波の干渉により生じる。
  - 2) リニアアレイ探触子における電子集束は超音波の干渉を利用している。
  - 3) 連続波ドブラ法で用いられる超音波は干渉しない。
  - 4) カラードブラ法では血球エコーの干渉を利用して血流速を求めている。
  - 5) パルスドブラ法におけるエイリアシングは超音波の干渉により生じる。
- a (1),(2)      b (1),(5)      c (2),(3)      d (3),(4)      e (4),(5)

**問題 5** 超音波の非線形作用について正しいのはどれか。

- 1) 超音波の非線形作用を利用したハーモニックイメージングは心腔などの無エコー部の描出に優れる。
  - 2) 送信する超音波の振幅を半分になると、受信される高調波成分の振幅も半分になる。
  - 3) 超音波の非線形伝搬は高音圧ほど音速が遅くなることにより生じる。
  - 4) 一般的なハーモニックイメージングでは、基本波成分より高調波成分の振幅のほうが大きい。
  - 5) 超音波造影剤のマイクロバブルは壊れるときに大きな高調波を放射する。
- a (1),(2)      b (1),(5)      c (2),(3)      d (3),(4)      e (4),(5)

基礎

体表臓器

循環器

消化器

泌尿器

産婦人科

健診

血管

資料

**問題 6** パルス波の伝搬について正しいのはどれか。

1. パルス波の周波数が高いほど波長が短くなる。
2. 同じ周波数のパルス波ではパルス長が短くなると帯域幅が狭くなる。
3. パルス波の周波数が高いほど減衰が小さくなる。
4. 低い周波数のパルス波は振幅が小さい。
5. 周波数依存減衰のある組織を通過するとパルス長が伸びる。

- a (1),(2)      b (1),(5)      c (2),(3)      d (3),(4)      e (4),(5)

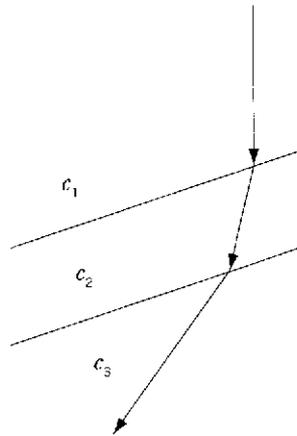
**問題 7** 境界の両側の媒質の特性と音波のふるまいの関係について正しいのはどれか。

- (1) 密度が等しくても音速が異なると、屈折する。
- (2) 密度が等しくても音速が異なると、反射する。
- (3) 音速が等しくても密度が異なると、屈折する。
- (4) 音響特性インピーダンスが等しければ、屈折しない。
- (5) 音響特性インピーダンスが等しければ、反射しない。

- a (1),(2),(3)      b (1),(2),(5)      c (1),(4),(5)      d (2),(3),(4)      e (3),(4),(5)

**問題 8** 図に示すように直線境界をもつ音速  $c_1$ ,  $c_2$ ,  $c_3$  の領域を音波が横切るとき矢印で示すような経路を通過する。  $c_1$ ,  $c_2$ ,  $c_3$  の関係として正しいのはどれか。

- a  $c_1 > c_2 > c_3$
- b  $c_1 > c_3 > c_2$
- c  $c_3 > c_1 > c_2$
- d  $c_3 > c_2 > c_1$
- e  $c_2 > c_1 > c_3$

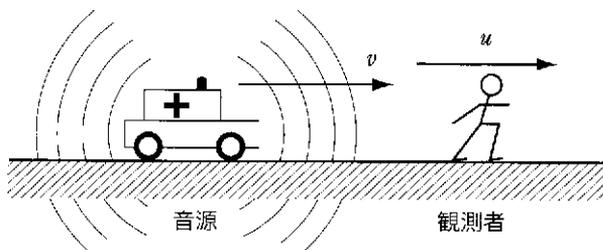


**問題 9** 正しいのはどれか。

- (1) 体内において超音波の伝搬速度は一定である。
- (2) 血流速度を測定するにはスネルの法則を利用する。
- (3) 超音波の減衰は周波数が高いほど大きい。
- (4) 音響特性インピーダンスは媒質の密度と伝搬速度の積で表される。
- (5) 音響特性インピーダンス  $Z_1$  の媒質 1 から音響特性インピーダンス  $Z_2$  の媒質 2 へ超音波が入射したときの反射率は、 $2Z_2 / (Z_1 + Z_2)$  で表される。

- a (1),(2)      b (1),(5)      c (2),(3)      d (3),(4)      e (4),(5)

**問題 10** 図の矢印の向きを正の方向として、音源および観測者がそれぞれ速度  $v$ ,  $u$  で移動している。このときに観測者の聞く音の周波数が最も高いのは、次のどれか。



音源の速度： $v$       観測者の速度： $u$

- |   |           |          |
|---|-----------|----------|
| a | + 50 km/h | - 8 km/h |
| b | - 50 km/h | + 8 km/h |
| c | + 50 km/h | + 8 km/h |
| d | 0 km/h    | + 8 km/h |
| e | + 50 km/h | 0 km/h   |

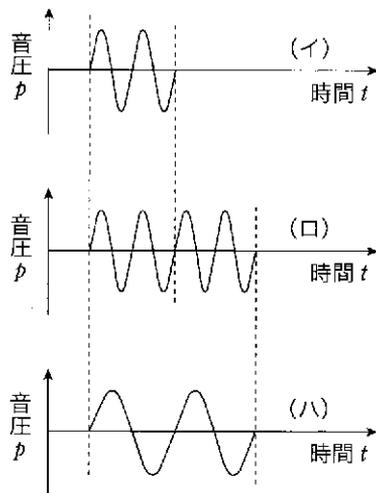
**問題 11** 減衰係数が  $0.5 \text{ dB/cm/MHz}$  の媒質中を、 $2 \text{ MHz}$  の超音波が  $20 \text{ cm}$  伝搬したときの受信波の SN 比は  $10 \text{ dB}$  であった。同じ媒質中を、 $5 \text{ MHz}$  の超音波が  $10 \text{ cm}$  伝搬したときの受信波の SN 比はどれか。ただし、雑音の大きさ、送信音圧や受信感度は周波数によらず一定で、伝搬経路は片道とする。

- a 20 dB      b 15 dB      c 10 dB      d 5 dB      e 0 dB

**問題 12** 図(イ)～(ハ)に示した振幅の等しい超音波送信パルスについて正しいのはどれか。

- (1) (イ) を用いると最も高分解能な画像を得ることができる。
- (2) 繰り返し周波数が同じであれば、平均電力は (ロ) のほうが (ハ) よりも大きい。
- (3) (ハ) が最も減衰する。
- (4) 伝搬速度は、(イ) のほうが (ロ) よりも大きい。
- (5) 周波数帯域幅は、(イ) のほうが (ロ) よりも広い。

- a (1),(2)      b (1),(5)      c (2),(3)  
 d (3),(4)      e (4),(5)



**問題 13** 図1のような超音波を送信したところ、図2のように歪んだ反射波を受信した。このとき、反射波の説明として正しいのはどれか。

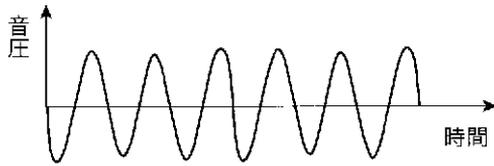


図1 送信波形

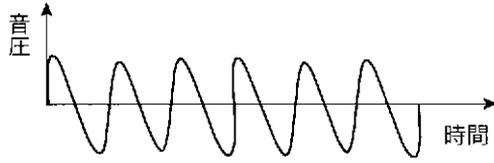


図2 受信波形

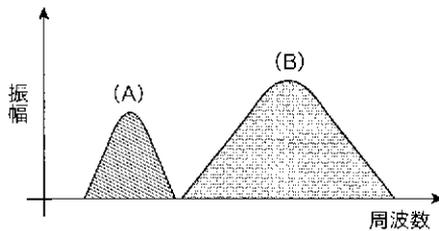
- (1) 中心周波数が低くなっている。
- (2) 非線形効果の影響を受けている。
- (3) 高調波成分を含んでいる。
- (4) ノイズが加わり S/N が劣化している。
- (5) 帯域幅が狭くなっている。

- a (1),(2)      b (1),(5)      c (2),(3)      d (3),(4)      e (4),(5)

**問題 14** 音速 2000 m/s の媒質中を伝搬する音波の波長が 0.5 mm であった。音波の周波数として正しいのはどれか。

- a 0.1 MHz
- b 0.4 MHz
- c 1 MHz
- d 2 MHz
- e 4 MHz

**問題 15** 異なるパルスが図の (A) と (B) のような周波数スペクトルをもつとき、正しいのはどれか。



- (1) 中心周波数は (B) のほうが高い。
- (2) 周波数帯域は (B) のほうが狭い。
- (3) パルス幅は (A) のほうが小さい。
- (4) 振幅は (A) のほうが大きい。
- (5) 距離分解能は (B) のほうがよい。

- a (1),(2)      b (1),(5)      c (2),(3)      d (3),(4)      e (4),(5)

**問題 16** 図のように媒質 1 から媒質 2 へ超音波が入射するとき、入射角  $\theta_1$  と屈折角  $\theta_2$  の関係として正しいのはどれか。

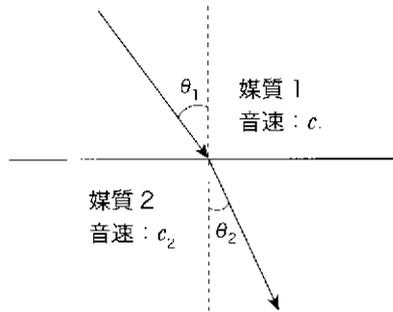
a  $\frac{\sin \theta_1}{c_1} = \frac{\sin \theta_2}{c_2}$

b  $\frac{\sin \theta_1}{c_2} = \frac{\sin \theta_2}{c_1}$

c  $\sin \theta_1 \sin \theta_2 = c_1 c_2$

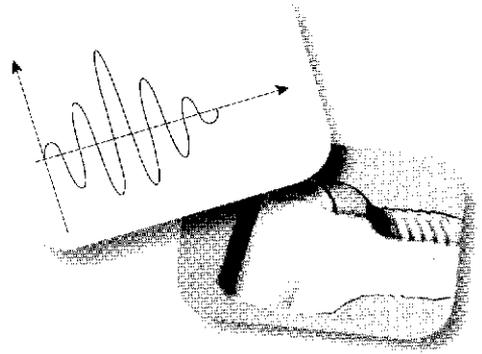
d  $\sin \left( \frac{\theta_1}{\theta_2} \right) = \frac{c_1}{c_2}$

e  $\sin \left( \frac{\theta_1}{\theta_2} \right) = \frac{c_2}{c_1}$



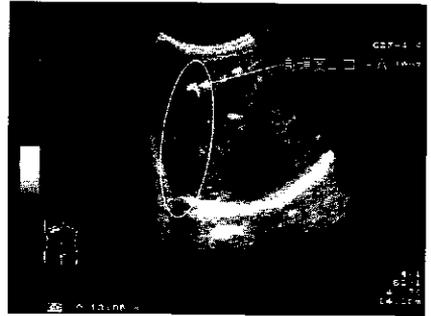
# §2

## 生体の音響特性



**問題 17** 図の診断画像のように高輝度エコー A が得られ、その後方に影が生じた。この原因として最も適切なのはどれか。

- a 高輝度エコー A が得られた領域の吸収減衰係数が非常に大きい。
- b 高輝度エコー A の形状の物質が存在する。
- c 高輝度エコー A が得られた領域に、周囲と音響特性インピーダンスの著しく異なる物質が存在する。
- d 高輝度エコー A が得られた領域の後ろに多数の微小散乱体が存在する。
- e 高輝度エコー A が得られた領域の屈折率は非常に小さい。



**問題 18** スペックルパターンについて正しいのはどれか。

- (1) スペックルパターンは、波長に対して境界面が十分広い場合の散乱により生じる。
- (2) スペックルパターンは、組織の構造と直接的に対応しているものではない。
- (3) スペックルの大きさは、超音波の送信周波数と関係がある。
- (4) 波長より小さな無数の反射体が集合している場合は、反射の影響が小さいためスペックルパターンはほとんど生じない。
- (5) スペックルパターンは組織性状など診断情報とは無関係である。

- a (1),(2)      b (1),(5)      c (2),(3)      d (3),(4)      e (4),(5)

**問題 19** 媒質の音響特性インピーダンスを表す式として正しいのはどれか。ただし、 $c$ 、 $\rho$ 、 $\kappa$  はそれぞれ、媒質の音速、密度、体積弾性率である。

- a  $(\rho c)^{\frac{1}{2}}$       b  $(\rho c)^{\frac{3}{2}}$       c  $\left(\frac{\kappa}{\rho}\right)^{\frac{1}{2}}$       d  $\left(\frac{\kappa}{\rho}\right)^{\frac{3}{2}}$       e  $(\rho \kappa)^{\frac{1}{2}}$

基礎

体表臓器

循環器

消化器

泌尿器

産婦人科

健診

血管

資料

**問題 20** 体表の脂肪層が B モード画像に与える影響について正しいのはどれか。

- (1) 脂肪層の後ろにあるすべての組織の厚さが実際より小さく計測される。
- (2) 脂肪層の減衰は他の軟部組織の減衰よりも大きいので脂肪層の後方は輝度が高くなる。
- (3) 脂肪層の厚さが実際よりも大きく計測される。
- (4) 脂肪層による散乱の影響により画質が低下する。
- (5) 脂肪層からの反射はないので黒く描出される。

- a (1),(2)      b (1),(5)      c (2),(3)      d (3),(4)      e (4),(5)

**問題 21** 正しいのはどれか。

- (1) 音速は骨より筋肉のほうが遅い。
- (2) 骨の背後にある組織の観測はむずかしい。
- (3) 超音波の波長が長いほど生体内での減衰は大きくなる。
- (4) 腸内にはガスが存在するので伝搬減衰が小さくなる。
- (5) 嚢胞内での減衰が周囲組織より小さいと嚢胞の後方のエコーは増強される。

- a (1),(2),(3)      b (1),(2),(5)      c (1),(4),(5)      d (2),(3),(4)      e (3),(4),(5)

**問題 22** 生体組織の減衰係数の大小関係で正しいのはどれか。

- a 軟部組織 > 骨 > 血液
- b 血液 > 軟部組織 > 骨
- c 血液 > 骨 > 軟部組織
- d 骨 > 軟部組織 > 血液
- e 骨 > 血液 > 軟部組織

**問題 23** 超音波周波数 3 MHz で深さ 10 cm まで観察できた。周波数を 5 MHz とした場合、観察可能な深さとして正しいのはどれか。減衰係数は周波数に依存して、単位 dB/cm/MHz を用いて表されるものとする。

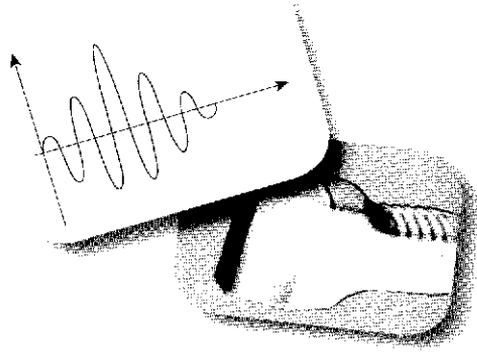
- a 1 cm      b 3 cm      c 6 cm      d 9 cm      e 12 cm

**問題 24** 生体組織中の音速の大小関係で正しいのはどれか。

- a 脂肪 > 骨 > 筋肉
- b 筋肉 > 脂肪 > 骨
- c 筋肉 > 骨 > 脂肪
- d 骨 > 脂肪 > 筋肉
- e 骨 > 筋肉 > 脂肪

# §3

## パルス エコー法



### 問題 25

超音波診断装置において、生体で深さ 15 cm までの反射エコー信号を受信できるように設定した。このとき、1 秒間に送受信できる最大回数として正しいのはどれか。

- a 1000 回      b 2500 回      c 5000 回      d 10000 回      e 20000 回

### 問題 26

正しいのはどれか。

- (1) A モードでは、深さに対する受信エコー振幅を波形として示す。
- (2) B モードでは、反射エコーの強さを輝度変調して画面に表示する。
- (3) M モードでは、臓器の動きを正確に表示するために探触子内の振動子を高速走査する。
- (4) B モードでは、動きのある臓器の画像化は困難である。
- (5) B モードでは、超音波ビームを走査しながら断層画像を得る。

- a (1),(2),(3)      b (1),(2),(5)      c (1),(4),(5)      d (2),(3),(4)      e (3),(4),(5)

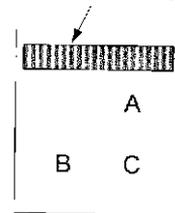
### 問題 27

図に示すように、水中に断面が正方形の 3 つの物体があるとする。これを撮影した B モード画像の説明として正しいのはどれか。

ただし、これらの物体の特性はどれも同じで、超音波の吸収が水よりも大きく、その音速は水よりも遅いとする。

- a すべて正方形の物体として表示される。A が最も明るく表示される。
- b 物体の底辺が下に伸びたように歪んで表示される。B と C は同じ明るさで表示される。
- c 物体の底辺が下に伸びたように歪んで表示される。C が最も暗く表示される。
- d 物体の底辺が上に縮んだように歪んで表示される。B と C は同じ明るさで表示される。
- e 物体の底辺が上に縮んだように歪んで表示される。C が最も暗く表示される。

リニア走査型超音波探触子



### 問題 28

超音波送信繰り返し周波数の設定が 10 kHz のとき、観察可能深度として正しいのはどれか。ただし、生体中の音速を 1500 m/s とする。

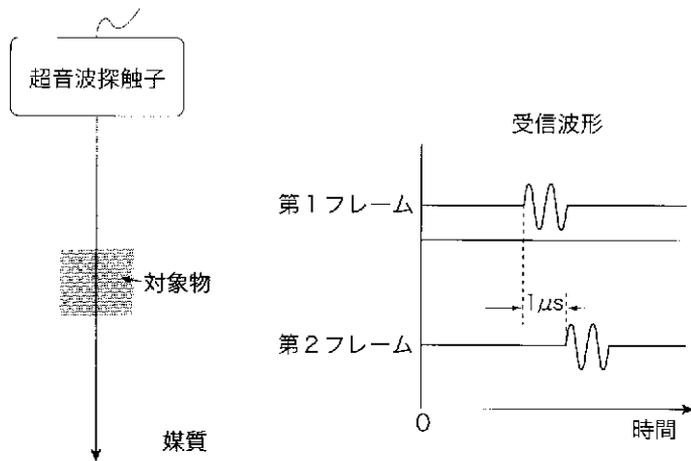
- a 60 cm      b 45 cm      c 30 cm      d 15 cm      e 7.5 cm

**問題 29** 中心周波数 2.4 MHz の超音波パルスを送信し、深さ 15 cm の位置で反射した超音波を受信したとき、音波伝搬時間として正しいのはどれか。ただし、音速は 1500 m/s とする。

- a 1.6 ms      b 0.8 ms      c 0.4 ms      d 0.2 ms      e 0.1 ms

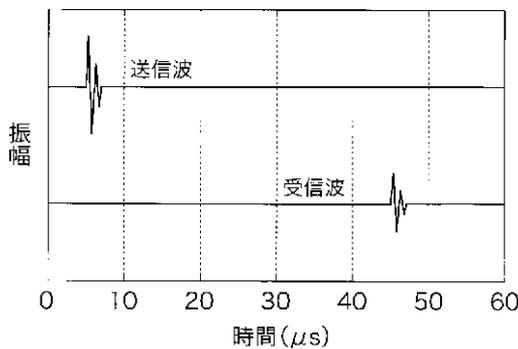
**問題 30** フレームレート 50 Hz で図のように超音波を送受信した。図の矢印で示される超音波ビーム位置に関して、第 1 フレームと第 2 フレームにおいて超音波探触子に近いほうの対象物表面から図のような反射波が得られた。フレーム間で対象物が超音波ビーム方向に移動した距離として正しいのはどれか。ただし、媒質中と対象物中の音速はそれぞれ、1500 m/s と 1600 m/s である。

- a 探触子に 1.5 mm 近づいた。  
 b 探触子に 0.75 mm 近づいた。  
 c 移動していない。  
 d 探触子から 0.75 mm 遠ざかった。  
 e 探触子から 1.5 mm 遠ざかった。



**問題 31** 送信と受信を 1 つの探触子で行うパルスエコー法で、図のような受信波が得られた。探触子から反射体までの距離として正しいのはどれか。ただし、音速は 1500 m/s とする。

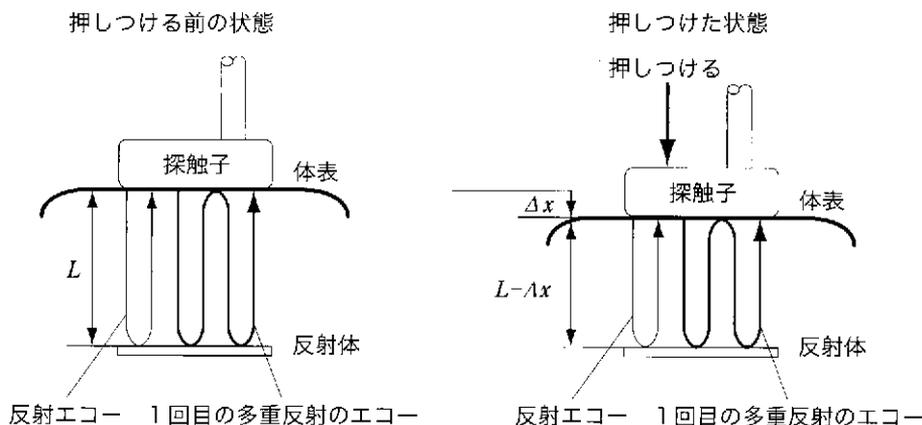
- a 15 mm  
 b 30 mm  
 c 45 mm  
 d 60 mm  
 e 75 mm



**問題 32** 周波数 2 MHz の超音波を用いたときに深さ 10 cm まで観察できた。周波数が 5 MHz の超音波を用いた場合に、観察可能な深さとして正しいのはどれか。ただし、減衰係数は周波数に依存して、単位 dB/cm/MHz を用いて表されるものとする。

- a 1 cm      b 2 cm      c 4 cm      d 8 cm      e 16 cm

**問題 33** 図のように、超音波探触子を押しつけ、体表から反射体までの距離を  $\Delta x$  だけ縮めた。このとき、体表と反射体の間の1回目の多重反射エコーの位置の変化として正しいのはどれか。



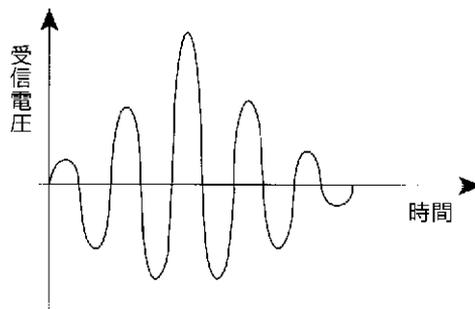
- a  $\Delta x$  だけ上方（探触子側）に移動する。
- b  $0.5\Delta x$  だけ上方に移動する。
- c  $2\Delta x$  だけ上方に移動する。
- d 位置は変わらない。
- e  $\Delta x$  だけ下方に移動する。

**問題 34** できるだけ高いフレームレートで、20 cm の深さまで診断できるようにする場合、超音波の送信の繰り返し周波数として最も適切なのはどれか。ただし、生体中の音速は 1530 m/s とし、生体中を 1 cm 進むために必要な時間は  $6.5 \mu\text{s}$  とする。

- a 2 kHz      b 3 kHz      c 4 kHz      d 5 kHz      e 6 kHz

**問題 35** 超音波探触子から水中に中心周波数 10 MHz の超音波パルスを送信したところ、水中の反射板からのエコー信号として図のような超音波パルスを受信した。このときの超音波探触子の水中における距離分解能として正しいのはどれか。ただし、水中における音速を 1500 m/s とする。

- a 6.00 mm
- b 3.00 mm
- c 1.50 mm
- d 0.750 mm
- e 0.375 mm



**問題 36** パルスエコー法について正しいのはどれか。

- 1) 中心周波数が一定のままパルス幅が広がると、比帯域は小さくなる。
  - 2) パルス中に含まれる波数が一定のとき、中心周波数が高いほどパルス幅は短くなる。
  - 3) パルス幅が一定に保たれていても、パルス繰り返し周波数（PRF）を上げれば距離分解能は向上する。
  - 4) 中心周波数が一定のとき送信パルスの比帯域を小さくすると、距離分解能は向上する。
  - 5) 診断距離を長くするには、パルス繰り返し周波数（PRF）を上げるようにする。
- a (1),(2)      b (1),(5)      c (2),(3)      d (3),(4)      e (4),(5)

基礎

体表臓器

循環器

消化器

泌尿器

産婦人科

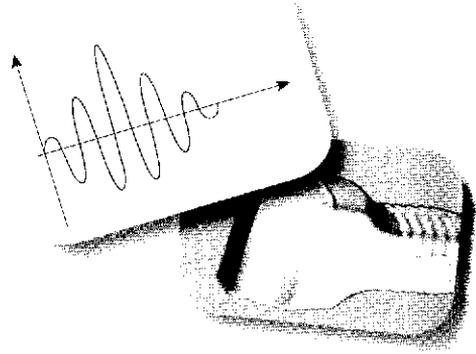
健診

血管

資料

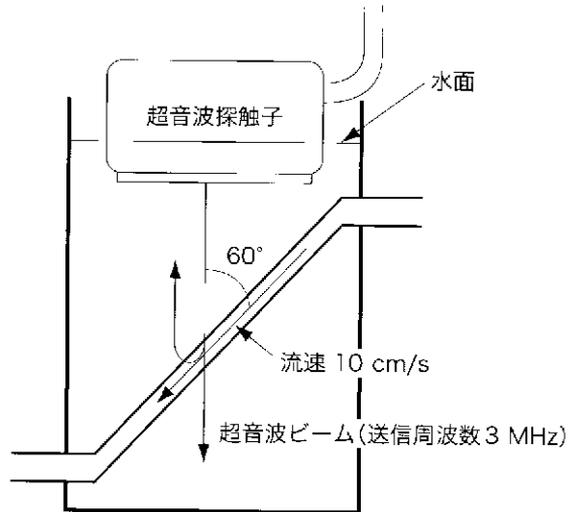
# §4

## ドプラ法



**問題 37** 図のように水中に斜めにチューブが設置してあり、このチューブの中を血液が流速  $10 \text{ cm/s}$  で矢印の方向に流れているものとする。これに対して水面から鉛直下方に  $3 \text{ MHz}$  の超音波を照射する。超音波ビームとチューブ内の流れの方向が  $60^\circ$  の角度をなしているものとする。水中音速を  $1500 \text{ m/s}$  として、このときに生ずるドプラシフト周波数として正しいのはどれか

- a  $2 \text{ kHz}$
- b  $1 \text{ kHz}$
- c  $0.5 \text{ kHz}$
- d  $0.2 \text{ kHz}$
- e  $0.1 \text{ kHz}$



**問題 38** ドプラ法におけるエイリアシング（折り返し現象）について正しいのはどれか。

- (1) 超音波周波数が低いほど起こりやすい。
- (2) 送波繰り返し周波数が低いほど起こりやすい。
- (3) 血流速度が速いほど起こりやすい。
- (4) 超音波の音圧が低いほど起こりやすい。
- (5) 血流と超音波ビームのなす角度が大きいほど起こりやすい。

- a (1),(2)      b (1),(5)      c (2),(3)      d (3),(4)      e (4),(5)

**問題 39** 自動車の速度違反取締りに用いられるドプラレーダの原理は、血流観測に用いられる連続波ドプラ法と同じである。時速  $108 \text{ km}$  でレーダアンテナに近づいてくる自動車からの反射波のドプラ偏移周波数として正しいのはどれか。ただし、レーダ電波の周波数は  $10 \text{ GHz}$  ( $10000 \text{ MHz}$ )、伝搬速度は  $3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$  とする。

- a  $2 \text{ Hz}$       b  $20 \text{ Hz}$       c  $200 \text{ Hz}$       d  $2 \text{ kHz}$       e  $20 \text{ kHz}$

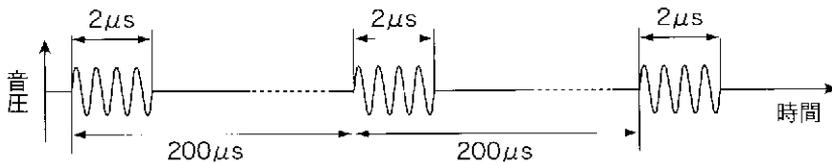
**問題 40** ドプラ法について正しいのはどれか。

- 1) ドプラ法により得られる速度情報は血管中を移動する微小粒子の移動速度である。
  - 2) パルスドプラ法は原理的にエイリアシングの影響を受ける。
  - 3) パルスドプラ法において繰り返し周波数を高くしても観測できる深さは変わらない。
  - 4) 連続波ドプラ法はフォーカス点を移動することにより特定の点のみの血流速度を観察することが可能である。
  - 5) 連続波ドプラ法により得られるドプラ偏移周波数は血流と超音波ビームとのなす角度に依存しない。
- a (1),(2)      b (1),(5)      c (2),(3)      d (3),(4)      e (4),(5)

**問題 41** パルスドプラ法について正しいのはどれか。

- 1) サンプルボリュームを大きくすると、検出されるドプラ信号の帯域は狭くなる。
  - 2) 検出可能な最大速度は、サンプルボリュームの大きさには依存しない。
  - 3) 送信パルスの繰り返し周波数を高くすると、検出可能な最大速度は大きくなる。
  - 4) 送信パルスの中心周波数を高くすると、検出可能なドプラ偏移周波数は高くなる。
  - 5) 送信パルスの繰り返し周波数を高くすると、検出されるドプラ信号の帯域は狭くなる。
- a (1),(2)      b (1),(5)      c (2),(3)      d (3),(4)      e (4),(5)

**問題 42** 図に示す送信波を用いるパルスドプラ法の説明について、正しいのはどれか。ただし、音速は 1500 m/s とする。



- 1) 送信パルスの中心周波数は 2 MHz である。
  - 2) パルス繰り返し周波数は 2.5 kHz である。
  - 3) 最大測定深度は 30 cm である。
  - 4) サンプルボリューム内の血流が速度 1.5 m/s で探触子に近づいている場合、ドプラ偏移周波数は 2 kHz となる。
  - 5) ベースラインシフト機能を使用しない場合、ドプラ偏移周波数が 2.5 kHz を越えるとエイリアシングが生じる。
- a (1),(2)      b (1),(5)      c (2),(3)      d (3),(4)      e (4),(5)

**問題 43** ドブラ法について正しいのはどれか。

- (1) カラードブラ法で血流速を求める場合、角度補正は必要ない。
  - (2) 連続波ドブラ法で血流速を求める場合、角度補正が必要である。
  - (3) 連続波ドブラ法ではエイリアシング（折り返し現象）は生じない。
  - (4) 送信パルスの振幅を大きくするほど、検出可能な最大速度を大きくできる。
  - (5) ドブラ偏移周波数は反射体の速度と送信周波数に依存し、媒質の音速とは関係ない。
- a (1),(2)      b (1),(5)      c (2),(3)      d (3),(4)      e (4),(5)

**問題 44** ドブラ法において、エイリアシング（折り返し現象）の発生しやすい状況の説明として正しいのはどれか。

- (1) 血流速度が速すぎる。
  - (2) 超音波周波数が高すぎる。
  - (3) 繰り返し周波数が高すぎる。
  - (4) 血流と超音波ビームのなす角度が $90^\circ$ に近い。
  - (5) 超音波強度が大きすぎる。
- a (1),(2)      b (1),(5)      c (2),(3)      d (3),(4)      e (4),(5)

**問題 45** ドブラ法について正しいのはどれか。

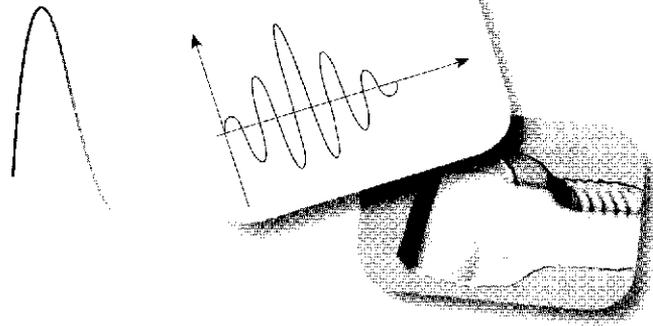
- (1) 物体の移動速度のうち、超音波のビーム方向の速度成分のみ検出できる。
  - (2) 連続波の超音波を使用することはできない。
  - (3) 送信繰り返し周波数が高すぎるとエイリアシングを生じる。
  - (4) 送信する超音波の周波数が高すぎるとエイリアシングを生じることがある。
  - (5) IPRF法はパルスドブラ法の形態である。
- a (1),(2),(3)      b (1),(2),(5)      c (1),(4),(5)      d (2),(3),(4)      e (3),(4),(5)

**問題 46** 正しいのはどれか。

- (1) カラードブラ法における分散表示は、血流速度のバラツキ方を表示している。
  - (2) 連続波ドブラ法では、送信と受信を異なる振動子で行う。
  - (3) 角度補正を行う際、角度の計測誤差が一定でも、超音波ビーム方向と血流方向のなす角が直角に近くなるほど最終的に算出される血流速度の誤差は大きくなる。
  - (4) パルスドブラ法において、超音波の周波数が高いほど、検出可能な最大速度が大きい。
  - (5) 組織などの動きの遅い物体からの不要な反射信号を除去するためには、クラッタフィルタと呼ばれるローパスフィルタが必要である。
- a (1),(2),(3)      b (1),(2),(5)      c (1),(4),(5)      d (2),(3),(4)      e (3),(4),(5)

# §5

## 診断装置



基礎

体表臓器

循環器

消化器

泌尿器

産婦人科

健診

血管

資料

**問題 47** STC の可変幅が 30 dB ある超音波診断装置で、3.0 MHz の探触子を用いて均一な画像表示が得られる深さとして正しいのはどれか。

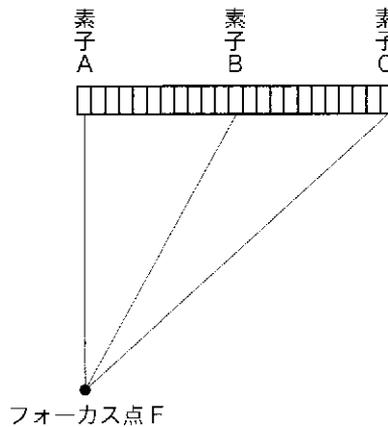
ただし、生体内での超音波減衰を 0.5 dB/cm/MHz とする。

- a 20 cm      b 15 cm      c 12 cm      d 10 cm      e 8 cm

**問題 48** 図に示す電子セクタ探触子において、フォーカス点を F とするために、それぞれの素子 A, B, C のパルスの送波時刻  $T_A$ ,  $T_B$ ,  $T_C$  について正しいのはどれか。

ただし、 $T_A < T_B$  は素子 A が素子 B より早く送波することを示す。

- a  $T_A = T_B = T_C$   
 b  $T_A < T_B < T_C$   
 c  $T_C < T_B < T_A$   
 d  $T_A < T_B = T_C$   
 e  $T_B < T_A < T_C$



**問題 49** 正しいのはどれか。

- (1) 電子走査型探触子では、素子ごとに電気的な遅延をかけることによって超音波を偏向、集束させることができる。
- (2) 直交検波とは、位相の等しい 2 つの参照信号をそれぞれ受信信号と乗算して受信信号の振幅と位相の情報を取り出す方法である。
- (3) カラー Doppler 法において MTI フィルタのカットオフ周波数を上げすぎると、血流速を過小評価することができる。
- (4) 一般に、DICOM 規格に適合した超音波診断装置を、デジタル方式超音波診断装置と呼んでいる。
- (5) 送信時に行う多段フォーカスは、フレームレートを低下させる。

- a (1),(2)      b (1),(5)      c (2),(3)      d (3),(4)      e (4),(5)

**問題 50** ハーモニックイメージングについて正しいのはどれか。

- a 送信周波数と異なる周波数成分を利用する。
- b 周波数の異なった信号を送信し、それぞれの受信信号を加算する。
- c 動いているものからの反射により周波数偏移を生じた信号を用いる。
- d 血流からの反射信号を取り出す。
- e 超音波の透過信号を用いる。

**問題 51** 超音波画像のフレームレートを高くできる方法について正しいのはどれか。

- (1) 超音波の繰り返し周波数を下げる。
- (2) 超音波画像の走査線密度を上げる。
- (3) 観察可能深度を浅くする。
- (4) 有効視野幅を狭くする。
- (5) 超音波の周波数を上げる。

- a (1),(2)      b (1),(5)      c (2),(3)      d (3),(4)      e (4),(5)

**問題 52** カラー Doppler 法で、画面上に臓器エコーによる着色が広範囲にみられたという。このとき、超音波診断装置の調整項目として正しいのはどれか。

- a フレームレート
- b 受信ゲイン
- c MTI フィルタ
- d STC
- e 超音波出力

**問題 53** 超音波の減衰のために、深部ほど B モード像が暗くなり観察しづらいという。このとき、超音波診断装置の調整項目として正しいのはどれか。

- a 受信ゲイン
- b フレームレート
- c STC
- d ブライトネス
- e コントラスト

**問題 54** 電子走査について正しいのはどれか。

- (1) 電子的な手段を用いて超音波ビームを走査する。
- (2) フェーズドアレイ方式は電子走査方式の一種である。
- (3) 探触子先端の音響レンズを用いてダイナミックフォーカスをする。
- (4) モーターで振動子を回転させて超音波ビームを走査する。
- (5) 同時に駆動する振動子の素子数が異なると、指向性も異なる。

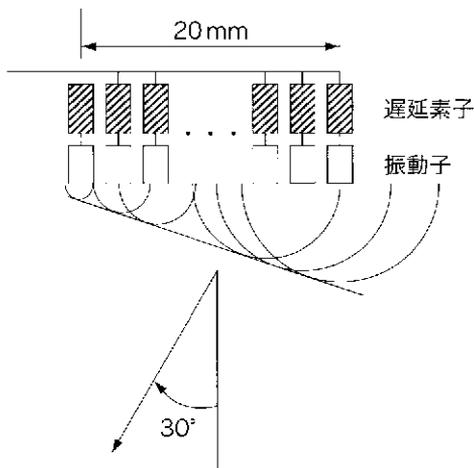
- a (1),(2),(3)      b (1),(2),(5)      c (1),(4),(5)      d (2),(3),(4)      e (3),(4),(5)

**問題 55** 正しいのはどれか。

- (1) STC (TGC) は、深部の周波数特性を調整するための機能である。
  - (2) ゲインを上げると SN 比 (S/N) も向上する。
  - (3) ダイナミックレンジが広いほど、弱い信号から強い信号まで広範囲の情報を表示できる。
  - (4) 超音波を照射すると超音波造影剤の気泡が非線形振動することを利用してコントラストハーモニイメージングを行っている。
  - (5) 対数増幅器では、強い信号に対する増幅率は小さく、弱い信号に対する増幅率は大きい。
- a (1),(2),(3)    b (1),(2),(5)    c (1),(4),(5)    d (2),(3),(4)    e (3),(4),(5)

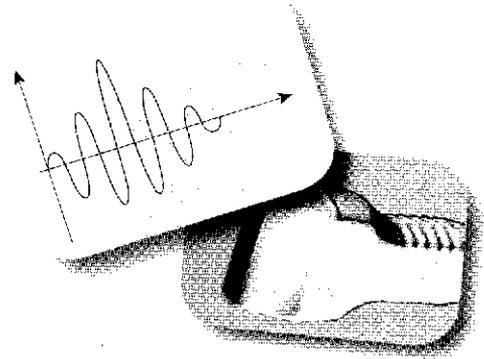
**問題 56** 振動子を複数並べたアレイで構成される電子セクタ装置がある。アレイの開口は 20 mm であり、探触子の鉛直下方向から左へ 30° 方向に超音波ビームを偏向するために振動子アレイに遅延を与えた。アレイ両端の遅延時間の差として正しいのはどれか。ただし、音速は 1500 m/s とする。

- a 0.67  $\mu$ s
- b 1.3  $\mu$ s
- c 6.7  $\mu$ s
- d 13  $\mu$ s
- e 67  $\mu$ s



# §6

## 探触子



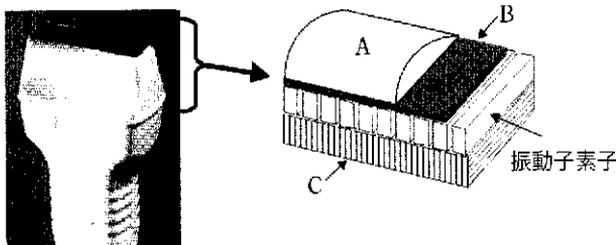
**問題 57** 正しいのはどれか。

- (1) フットプリントの大きい探触子のほうが中心周波数が高い。
  - (2) パルス幅の短い電気信号を振動子に与えると、ほぼ単一の周波数の超音波が発生する。
  - (3) 音の屈折を利用する音響レンズを用いて、超音波ビームを集束あるいは拡散させることができる。
  - (4) 超音波探触子は、振動子の圧電効果を利用して超音波の送信および受信を行う。
  - (5) アレイ探触子は常にすべての振動子を用いて送受信している。
- a (1),(2)      b (1),(5)      c (2),(3)      d (3),(4)      e (4),(5)

**問題 58** 探触子を構成する各要素と、超音波が伝搬する生体を音響特性インピーダンスの低い順に並べると、正しいのはどれか。

- a 生体、圧電素子、音響整合層
- b 圧電素子、生体、音響整合層
- c 音響整合層、生体、圧電素子
- d 圧電素子、音響整合層、生体
- e 生体、音響整合層、圧電素子

**問題 59** 図は一般的なリニア探触子先端の内部構造を模式的に示したものである。各部の説明で正しいのはどれか。



- |   |          |           |           |
|---|----------|-----------|-----------|
| a | A: 音響整合層 | B: 音響レンズ  | C: バックング材 |
| b | A: 音響整合層 | B: 音響レンズ  | C: PVDF   |
| c | A: 音響レンズ | B: 音響整合層  | C: バックング材 |
| d | A: 音響整合層 | B: バックング材 | C: 音響レンズ  |
| e | A: 音響レンズ | B: 音響整合層  | C: PZT    |

**問題 60** 正しいのはどれか。

- (1) PZT, PVDF はともに圧電セラミックスである。  
 (2) PZT の音響特性インピーダンスは PVDF より小さい。  
 (3) 音響整合層は使用する超音波の波長の 1/2 の厚さにすることが望ましい。  
 (4) 一般的な探触子に用いられている凸状の形状をもつ音響レンズの音速は、生体中の音速よりも小さい。  
 (5) バッキング材は距離方向分解能を向上させる。
- a (1),(2)      b (1),(5)      c (2),(3)      d (3),(4)      e (4),(5)

**問題 61** 探触子に使用される振動子の材料について正しいのはどれか。

- (1) PZT よりも PVDF のほうが音響特性インピーダンスは高い。  
 (2) PZT よりも PVDF のほうが電気音響変換効率は低い。  
 (3) PZT よりも PVDF のほうが周波数帯域幅を広くできる。  
 (4) PZT は圧電セラミックスである。  
 (5) PVDF は圧電セラミックスである。
- a (1),(2),(3)      b (1),(2),(5)      c (1),(4),(5)      d (2),(3),(4)      e (3),(4),(5)

**問題 62** 探触子の特徴として誤っているのはどれか。

- a シングルエレメント探触子はメカニカルセクタスキャンに用いられる。  
 b アニュアラレイ探触子は、同心円状に分割された振動子からなり、多段フォーカスが可能である。  
 c リニアアレイ探触子は、短冊状の振動子が複数個並べられており、電氣的に駆動する部分を移動させて画像を得る。  
 d 電子セクタ探触子は、短冊状の振動子が複数個並べられており、位相制御によりビームを扇状に振ることができる。  
 e コンベックス探触子は、電子セクタ探触子と基本的には同じ構成である。

**問題 63** 探触子を構成する圧電振動子、音響レンズ、音響整合層を、音響特性インピーダンスの高い順に並べると、正しいのはどれか。

- a 音響レンズ > 音響整合層 > 圧電振動子  
 b 音響レンズ > 圧電振動子 > 音響整合層  
 c 圧電振動子 > 音響レンズ > 音響整合層  
 d 圧電振動子 > 音響整合層 > 音響レンズ  
 d 音響整合層 > 圧電振動子 > 音響レンズ

基礎

体表臓器

循環器

消化器

泌尿器

産婦人科

健診

血管

資料

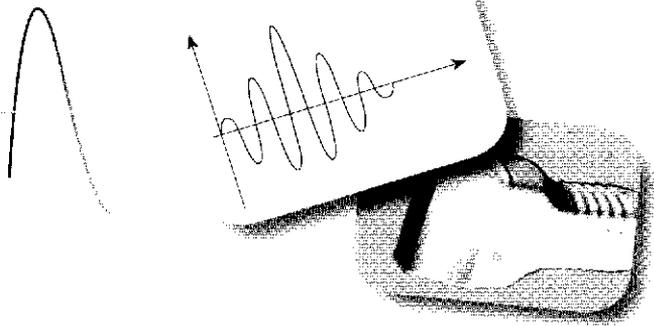
**問題 64** 電子走査式探触子における音響レンズの果たす役割として誤っているのはどれか。

- a 振動子を保護する。
- b スライス方向の音響焦点を形成する。
- c 体との音響的な密着をよくする。
- d 水分を吸収して音波の減衰を少なくする。
- e 身体と振動子との電氣的絶縁を強化する。

**問題 65** グレーティングローブの発生に直接関係するパラメータとして正しいのはどれか。

- (1) 超音波ビームの偏向角度
  - (2) 送信繰り返し周波数
  - (3) 超音波の振幅
  - (4) 超音波の波長
  - (5) アレイ探触子を構成する振動子の間隔
- a (1),(2),(3)    b (1),(2),(5)    c (1),(4),(5)    d (2),(3),(4)    e (3),(4),(5)

## §7

診断装置の  
操作運用

**問題 66** 正しいのはどれか。

- a 超音波診断装置を移動して使用する場合はアースをとる必要はない。
- b 探触子の音響レンズが少しはがれていたが、正しく機器のアースをとれば安全は確保されている。
- c 誤って探触子本体を床面に落としてしまったが、画像の劣化はわずかなので消毒してそのまま使用している。
- d 超音波診断装置にアース付き3極電源プラグを用いているときは、背面に付いている補助設置端子はノイズが増えるので使用してはいけない。
- e 超音波診断装置を使用中に異臭を感じたら、装置の電源をOFFにして、すぐに専門知識をもつものに連絡する。

**問題 67** 探触子と生体の間に塗るゼリーの目的について正しいのはどれか。

- (1) ゼリーによって探触子と生体を密着させ、超音波による振動をおさえてブレを防止する。
- (2) 探触子と生体の間の空気をなくすことで、超音波をスムーズに入射させる。
- (3) 生体の上で探触子をなめらかに移動させる。
- (4) 分解能を向上させる。
- (5) 探触子の発熱から生体を保護する。

a (1),(2)      b (1),(5)      c (2),(3)      d (3),(4)      e (4),(5)

**問題 68** 探触子の取り扱いについて正しいのはどれか。

- (1) 検査を行う前に音響レンズやケースに亀裂や損傷がないかを確認する。
- (2) 探触子の患者接触面には、強い衝撃が加わらないように十分注意する。
- (3) 消毒可能な探触子であっても、一般にコネクタ部を消毒液に浸してはならない。
- (4) 超音波診断用ゼリーは蒸発してしまうので、検査終了後も拭き取る必要はない。
- (5) 探触子の表面温度が通常より高くても、画像に異常がなければ使用可能である。

a (1),(2),(3)      b (1),(2),(5)      c (1),(4),(5)      d (2),(3),(4)      e (3),(4),(5)

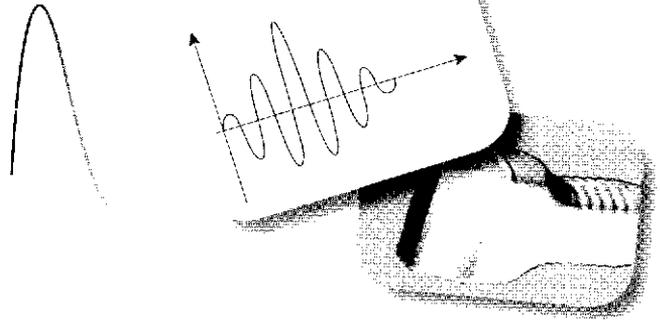
**問題69** 病室に超音波診断装置を移動して使う際に正しいのはどれか。

- (1) 病棟のコンセントに3P端子がなければ3P-2P変換プラグを用いる。
  - (2) ディスプレイの明るさを調節し、見た目だけでなくプリンタなどへの記録の時の画像の輝度が検査室での記録と同じようにする。
  - (3) 事前に病室の電源容量が十分足りているか病室の管理者に確認する。
  - (4) パネルのゲインを調節して画像の輝度が検査室での検査と同じになるようにする。
  - (5) 電源コードの長さに余裕がないときは2Pの延長コードを使用し余裕をもたせる。
- a (1),(2)      b (1),(5)      c (2),(3)      d (3),(4)      e (4),(5)

**問題70** 正しいのはどれか。

- (1) ディスプレイのブライトネスとコントラストは、画像に応じて変えるべきである。
  - (2) ビデオプリンタの画像が明るすぎたので、診断装置のゲインつまみで明るさを調整した。
  - (3) 部屋の明るさが変わったので、ディスプレイのコントラストとブライトネスを再調整した。
  - (4) 1枚のCD-ROMに記録できる画像の枚数は、画像の種類や、画質、圧縮率によって異なる場合がある。
  - (5) ディスプレイとビデオプリンタでは、 $\gamma$ 特性が異なるため画像が一致しない場合がある。
- a (1),(2),(3)      b (1),(2),(5)      c (1),(4),(5)      d (2),(3),(4)      e (3),(4),(5)

## §8

安全性・  
保守管理

**問題74** 探触子の取り扱いについて正しいのはどれか。

- (1) 探触子は、コネクタ部も薬液に漬けて消毒する。
  - (2) 探触子の滅菌には、120～130℃のオートクレーブ滅菌法が適している。
  - (3) 検査終了後は超音波診断用ゼリーをきれいに拭き取っておく。
  - (4) 探触子の患者接触面は機械的に弱いので、取り扱いに注意が必要である。
  - (5) 洗浄によって取れない汚れは、有機溶剤を用いて除去する必要がある。
- a (1),(2)      b (1),(5)      c (2),(3)      d (3),(4)      e (4),(5)

**問題75** 診断装置を設置する上で適切なのはどれか。

- (1) 設置時に施設管理者から配電図を取り寄せた。
  - (2) コンセントと装置の間に安定化電源装置を介した。
  - (3) 2P コンセントしかないので、2P-3P 変換プラグを使用し、アース線を部屋にあった水道の配水管につないだ。
  - (4) 消費電力が1500 VA と書いてある装置2台を、壁の100 V、15 A と書かれた2口コンセントの上と下につないだが、動いたのでそのまま使用した。
  - (5) 木体に接続する記録装置類の電源プラグを、すべて装置本体のコンセントにつないだ。
- a (1),(2),(3)      b (1),(2),(5)      c (1),(4),(5)      d (2),(3),(4)      e (3),(4),(5)

**問題76** 超音波診断装置の取り扱いについて正しいのはどれか。

- (1) 同じメーカーの装置であっても、初めて使用する機種の場合は、必ず取扱説明書を読んでから操作する。
  - (2) 電気メスなど、強力なノイズ発生源となりやすい機器との同時使用は、極力避ける。
  - (3) 装置本体のアース端子を正しく接続しているのに、アース付き3Pの電源プラグを、3P-2Pの変換アダプタを用いて、アースなしで使用している。
  - (4) 移動時に本体のカバーが破損し、外れたが、画像は通常通り表示されるので、そのまま使用している。
  - (5) 消費電力の大きい装置が接続されている系統の電源コンセントを使用すると、ノイズの影響を受けることがある。
- a (1),(2),(3)      b (1),(2),(5)      c (1),(4),(5)      d (2),(3),(4)      e (3),(4),(5)

**問題73** メカニカルインデックス (MI) について正しいのはどれか。

- (1) 造影エコーのために考案された指標である。
  - (2) 電子フォーカスの焦点の音圧を表した指標である。
  - (3) 装置としての最大許容値は 1.9 である。
  - (4) 周波数に依存して変わる指標である。
  - (5) 複合モード時はそれぞれのモードの MI のなかで一番大きなものがその時の MI となる。
- a (1),(2),(3)    b (1),(2),(5)    c (1),(4),(5)    d (2),(3),(4)    e (3),(4),(5)

**問題74** 超音波診断装置の安全性について正しいのはどれか。

- (1) サーマルインデックス (TI) は生体組織の温度を 2℃上げる超音波強度をさす。
  - (2) メカニカルインデックス (MI) は超音波の周波数変化を表す指標である。
  - (3) メカニカルインデックス (MI) は波形の負圧の大きさを周波数の平方根で割ったものである。
  - (4) ARALA とは診断情報をできるだけ得つつ、超音波の照射強度をできるだけ低くするということである。
  - (5) SPITA は超音波の強度を表す指標で、空間平均時間ピーク強度のことである。
- a (1),(2)    b (1),(5)    c (2),(3)    d (3),(4)    e (4),(5)

**問題75** 超音波診断装置の取り扱いについて正しいのはどれか。

- (1) 初めて使用する装置だが、どの装置の機能も類似なので取扱説明書を読む必要はない。
  - (2) 装置を移動する際、搭載されている機器が多少ぐらついていたが、平坦な通路の移動であるため、そのまま搬出した。
  - (3) 電源ラインからノイズが侵入していると思われたため、別系統のコンセントに接続し直してみた。
  - (4) 電源投入時に異臭を感じたので、すぐに装置の主電源を切り、担当者に連絡した。
  - (5) 探触子の音響レンズが少しはがれていたが機器のアースを正しくとっていたので、そのまま使用した。
- a (1),(2)    b (1),(5)    c (2),(3)    d (3),(4)    e (4),(5)

**問題77** 超音波出力の安全性の指標のうち温度上昇の指標のサーマルインデックス (TI) は、その対象組織により算出式が異なる。サーマルインデックス (TI) の算出式として定義されている対象組織として正しいのはどれか。

- (1) 骨
  - (2) 軟部組織
  - (3) 頭蓋骨
  - (4) 皮膚
  - (5) 血液
- a (1),(2),(3)    b (1),(2),(5)    c (1),(4),(5)    d (2),(3),(4)    e (3),(4),(5)

**問題 78** 超音波の音響的な安全性について正しいのはどれか。

- (1)  $I_{SPTA}$  は音場中の音の強さの平均値を時間平均したものである。
  - (2) サーマルインデックス (TI) は生体組織の温度上昇に関する超音波出力の指標である。
  - (3) メカニカルインデックス (MI) は生体に対する機械的な作用を表す超音波出力の指標である。
  - (4) メカニカルインデックス (MI) は波形の正圧の大きさを周波数で割ったものである。
  - (5)  $I_{SPTP}$  は音の強さに比例し、周波数に反比例する。
- a (1),(2)      b (1),(5)      c (2),(3)      d (3),(4)      e (4),(5)

**問題 79** 超音波の音響的安全性について正しいのはどれか。

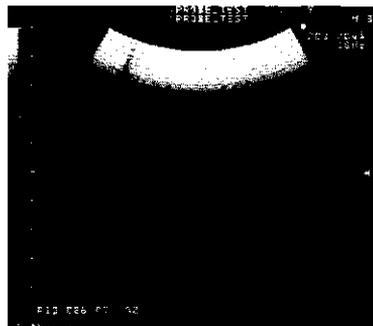
- (1) サーマルインデックス (TI) とは、生体のある組織の温度を 1℃ 上げるのに必要な音の強さを示す。
  - (2) メカニカルインデックス (MI) とは、キャビテーションなどの生体に対する超音波の機械的作用に関する指標である。
  - (3) 音圧値が同じであれば、超音波周波数が高いほど、MI 値は低くなる。
  - (4) SPTP は、音の強さが音場中で最大値、あるいは指定した領域中で極大値をとる点での音の強さの時間平均値を示す。
  - (5) 超音波の繰り返し周波数を高くしても、SPTA は変わらない。
- a (1),(2)      b (1),(5)      c (2),(3)      d (3),(4)      e (4),(5)

**問題 80** 正しいのはどれか。

- a 超音波診断装置を移動して使用する場合はアースをとる必要はない。
- b 探触子の音響レンズが少しはがれていたが、画像の劣化がないので、そのまま使用している。
- c 患者に接触する探触子の表面は、37℃ 以下になるよう設計されている。
- d 超音波診断装置にアース付き 3P 電源プラグが付いているときは、背面に付いている補助接地端子はノイズが増えるので使用してはいけない。
- c 患者漏れ電流とは、診断装置の患者の体に接触する部分と接地との間に患者を経由して流れる電流のことである。

**問題 81** 写真はコンベックス探触子のゼリーを拭い、空中に放置した状態の画像である。装置の状態として考えられるのはどれか。

- a 機器および探触子とも正常である。
- b 機器の設定が正しくない。
- c 探触子の一部が破損している。
- d 表示装置 (モニタ) が破損している。
- e 送受信回路の一部が破損している。



**問題 32** 探触子の消毒と滅菌について正しいのはどれか。

- (1) 術中や穿刺に使用した探触子は、まず血液や体液を洗い流し、しっかり拭きとってから消毒や滅菌をする。
  - (2) 探触子の先端に傷があるが、画像に影響していないときは薬液に漬けて消毒し使用する。
  - (3) 探触子の滅菌には120～130℃のオートクレーブ滅菌法が適する。
  - (4) エチレンオキサイドガス滅菌を行う場合は、設定温度は60℃以上でなくてはならない。
  - (5) 消毒や滅菌のできない探触子を術中などで使用する場合には、滅菌されたバルンをかぶせ使用する。
- a (1),(2)      b (1),(5)      c (2),(3)      d (3),(4)      e (4),(5)

**基礎**

**問題1** 正解：b

- (1)：振幅が同じであれば連続波の平均電力はパルス波より大きい。
- (2)：媒質による吸収減衰がない場合でも、球面波は伝搬とともに拡散して振幅が小さくなる。
- (3)：媒質中の減衰が大きい場合でも、境界面での反射係数と透過係数の和は1になる。
- (4)：球面波が平坦な境界面に入射する場合でも、屈折の法則は成立する。
- (5)：波長に比べて十分に小さな音源から発生した音波は、球面波とみなせて同心球状に拡がる。

**問題2** 正解：e

音響特性インピーダンス  $Z_1 = \rho_1 \times c_1$  (密度  $\rho_1$ , 音速  $c_1$ ) の媒質と音響特性インピーダンス  $Z_2 = \rho_2 \times c_2$  (密度  $\rho_2$ , 音速  $c_2$ ) の媒質の境界における反射率  $R$  は、以下の式で表せる。

$$R = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1} = \frac{\rho_2 \times c_2 - \rho_1 \times c_1}{\rho_2 \times c_2 + \rho_1 \times c_1} = \frac{c_2 - c_1}{c_2 + c_1}$$

ただし、この問題では、媒質1と媒質2の密度は等しいので、 $\rho_1 = \rho_2$  である。  
したがって、音速  $c_1$  と  $c_2$  の差が大きいほど反射率が大きい。

**問題3** 正解：b

ドブラ効果とは、音源が受信器に近づいているときには、受信器で検出される信号の周波数が音源の周波数よりも高くなり（ドブラ偏移周波数が+になる）、音源が受信器から遠ざかるときには、受信器で検出される信号の周波数が音源の周波数よりも低くなる（ドブラ偏移周波数が-になる）現象である。

**問題4** 正解：a

- (1)：スペckルは、波長よりも小さな間隔で存在する多数の散乱体によって散乱された超音波の干渉によって生じる。
- (2)：リニアアレイ探触子における電子集束は、探触子中の使用する多数の振動子素子の各素子が超音波を送信または受信するタイミングをコントロールして干渉を利用して目標とする点で超音波

ビームを集束する方法である。

- (3)：連続波ドブラ法で用いられる超音波も条件次第で干渉する。
- (4)：カラードブラ法では、血球エコーの干渉ではなく、ドブラ効果を利用して血流速を求めている。
- (5)：パルスドブラ法におけるエイリアシングは、超音波の干渉ではなく、ドブラ偏移周波数がパルス繰り返し周波数の半分の周波数を越えたときに起こる折り返し現象のこと。

**問題5** 正解：b

- (1)：超音波の非線形作用を利用したティッシュハーモニクイメージング (THI) では、高調波で形成されるサイドロープレベルが基本波のサイドロープレベルより小さいので、無エコー部の描出に優れる。
- (2)：送信する超音波の振幅を半分にしても、受信される高調波成分の振幅は半分にならない。
- (3)：超音波の非線形伝搬は高音圧ほど音速が速くなることにより生じる。
- (4)：一般的なハーモニクイメージングでは、基本波成分より高調波成分の振幅のほうが大きいとは限らない。
- (5)：超音波造影剤のマイクロバブルは壊れるときに大きな高調波を放射する。

**問題6** 正解：b

- (1)：パルス波の周波数が高いほど波長が短くなる。
- (2)：同じ周波数のパルス波ではパルス長が短くなると帯域幅が広がる。
- (3)：一般的には、パルス波の周波数が高いほど減衰が大きくなる。
- (4)：パルス波の周波数と振幅は無関係。
- (5)：周波数依存減衰のある組織を通過すると、周波数の高い成分ほど減衰が大きいため、帯域が狭くなり、パルス長が伸びる。

**問題7** 正解：b

- (1)：密度が等しくても音速が異なると境界に斜め入射した超音波は屈折する。
- (2)：密度が等しくても音速が異なると音響特性インピーダンスも異なり反射する。
- (3)：密度が異なっても音速が等しいと屈折はしない。
- (4)：音響特性インピーダンスが等しくても音速

が異なれば屈折する。

(5)：音響特性インピーダンスが等しければ反射しない。

**問題 8** 正解：d

この問題は屈折の問題である。超音波の入射角と屈折角の間にはスネルの法則が成り立つ。

$$\frac{\sin(\theta_1)}{c_1} = \frac{\sin(\theta_2)}{c_2}$$

上式は、音速  $c_1$  の媒質 1 と音速  $c_2$  の媒質 2 の境界面に入射角  $\theta_1$  で斜め入射した超音波は、角度  $\theta_2$  で屈折することを示している。このとき、入射角や屈折角は、超音波の進行方向と境界面のなす角ではなく、超音波の進行方向と境界面の法線（垂線）のなす角であることに注意しなければならない。また、境界面の法線（境界線）と超音波の進行方向のなす角度が大きければ、媒質の音速も大きい。この問題の場合は、 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 、 $\theta_3$  と次第に角度が大きくなるので、媒質の音速も  $c_1$ 、 $c_2$ 、 $c_3$  の順番で次第に大きくなる。

**問題 9** 正解：d

- (1)：体内において、超音波の伝搬速度は、生体組織の種類や温度によって異なる。
- (2)：血流速度を測定するには、スネルの法則ではなくドブラ効果を利用する。
- (3)：一般に超音波の減衰は、周波数が高いほど大きい。
- (4)：音響特性インピーダンスは、媒質の密度と伝搬速度の積で表される。
- (5)：音響特性インピーダンス  $Z_1$  の媒質 1 から、音響特性インピーダンス  $Z_2$  の媒質 2 へ超音波が入射したときの反射率は、 $2Z_1 / (Z_1 + Z_2)$  ではなく、 $(Z_2 - Z_1) / (Z_2 + Z_1)$  である。

**問題 10** 正解：a

音源と観測者が互いに接近しているときに、観測者の聞く音の周波数が最も高く聞こえる。図の矢印の向きを正の方向とすると、音源の速度  $v$  が正で、観測者の速度  $u$  が負のときに、両者は互いに接近していることになる。

**問題 11** 正解：d

減衰係数が 0.5 dB/cm/MHz の媒質中を 2 MHz の超音波が 20 cm 伝搬したときの減衰量は 20 dB である。このときの受信波の SN 比は 10 dB であった。一方、同じ媒質中を 5 MHz の超音波が

10 cm 伝搬したときの減衰量は 25 dB である。このときの減衰量は、前者 (2 MHz、伝搬距離 20 cm) に比べて 5 dB 大きい。したがって、S/N は前者 (2 MHz、伝搬距離 20 cm で、減衰量が 20 dB) より 5 dB 小さくなるので、5 dB である。

**問題 12** 正解：b

- (1)：(イ) は最もパルス幅が短く、最も高分解能な画像を得ることができる。
- (2)：繰り返し周波数が同じであれば、(ロ) と (ハ) の平均電力は同じ。
- (3)：(ハ) は中心周波数が最も低いので、最も減衰が小さい。
- (4)：伝搬速度は波形には依存しない。
- (5)：パルス幅の短い波形ほど周波数帯域幅は広い。(イ) のほうが(ロ)よりもパルス幅が短いので帯域幅が広い。

**問題 13** 正解：c

- (1)：波形が正弦波 (図 1) から N 字形波形 (図 2) に変形しているので、図 2 のほうが多量の高調波を含み中心周波数が高くなっている。
- (2)：波形が正弦波 (図 1) から N 字形波形 (図 2) に変形しており、音圧が高いほど媒質の音速が速い非線形効果の影響を受けているときに生じる特有の現象。
- (3)：波形が正弦波 (図 1) から N 字形波形 (図 2) に変形しているので、図 2 のほうが多量の高調波を含んでいる。
- (4)：ノイズは加わっておらず、S/N は劣化していない。
- (5)：高調波を含んで帯域幅は広がっている。

**問題 14** 正解：e

音速  $c$ 、波長  $\lambda$  と周波数  $f$  の間には以下の関係がある。

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

よって、周波数は 4 MHz となる。

**問題 15** 正解：b

- (1)：中心周波数は (B) のほうが高い。
- (2)：周波数帯域は (A) のほうが狭い。
- (3)：帯域幅が広いほどパルス幅は短い。(A) のほうが帯域幅が狭いので、パルス幅は長い。
- (4)：振幅は (A) のほうが小さい。
- (5)：帯域幅が広いほど距離分解能がよい。(B)

のほうが帯域幅が広いので、距離分解能がよい。

**問題 16** 正解：a

この問題は、音速の異なる2つの媒質の境界に斜め入射した場合に生じる屈折に関する問題である。屈折は、次式のスネルの法則に従う。

$$\frac{\sin(\theta_1)}{c_1} = \frac{\sin(\theta_2)}{c_2}$$

**問題 17** 正解：c

高輝度エコー A の付近には、周囲と音響特性インピーダンスが大きく異なる物質が存在する。この場合、超音波はこの物質の表面で反射されるため、物質の上表面に相当する位置に高輝度の画像が表示される。しかし、物質の上表面で超音波のほとんどが反射されるため、物質の上表面の高輝度エコー A より下部には超音波が進行できないので、音響的な陰（音響陰影、アコースティックシャドウ）ができてしまう。

**問題 18** 正解：c

- (1)：スペckルパターンは、波長に比べて十分に小さな多数の散乱体が波長よりも小さな間隔で集合している場合の散乱波の干渉により生じる。
- (2)：スペckルパターンは、散乱組織の構造と直接的に対応しない。
- (3)：スペckルパターンの大きさは、超音波の送信周波数と関係がある。
- (4)：スペckルパターンは、波長より小さな無数の反射体が集合している場合に生ずる。
- (5)：スペckルパターンは散乱組織の構造と直接的には対応しないが、組織性状など診断情報とは無関係でない。

**問題 19** 正解：e

媒質の音響特性インピーダンスは、密度  $\rho$ 、音速  $c$  を用いて次式のように表される。

$$z = \rho \times c$$

また、音速は、体積弾性率  $\kappa$  と密度  $\rho$  を用いて次式で表される。

$$c = \sqrt{\frac{\kappa}{\rho}}$$

音響特性インピーダンスの式のなかの音速に、上式を代入すると以下のようになる。

$$z = \rho \times c = \rho \times \sqrt{\frac{\kappa}{\rho}} = \sqrt{\rho \times \kappa} = (\rho \times \kappa)^{\frac{1}{2}}$$

**問題 20** 正解：d

- (1)：脂肪層の音速は超音波診断装置の設定音速である 1530 m/s よりも遅いが、この影響で脂肪層より後ろにあるすべての組織の厚さが実際より小さく計測されることはない。
- (2)：脂肪層の減衰は他の軟部組織の減衰よりも大きくはない。
- (3)：脂肪層の音速は超音波診断装置の設定音速である 1530 m/s よりも遅いため、脂肪層の厚さが実際よりも大きく計測される。
- (4)：脂肪層による散乱の影響により画質が低下する。

**問題 21** 正解：b

- (2)：骨の背後はアコースティックシャドウの影響で観測がむずかしい。
- (3)：超音波の波長が長いほど周波数が低く、生体内での減衰は小さい。
- (4)：腸内にはガスが存在するので伝搬減衰が大きくなる。
- (5)：嚢胞内での減衰が周囲組織より小さいと嚢胞の後方のエコーは増強される。

**問題 22** 正解：d

生体組織中の減衰係数は大体以下のものである。

骨	： 3 ~ 13 dB/cm/MHz
筋肉	： 1.5 ~ 2.5 dB/cm/MHz
軟部組織	： 約 1 dB/cm/MHz
脂肪	： 約 0.6 dB/cm/MHz
血液	： 0.1 ~ 0.2 dB/cm/MHz

**問題 23** 正解：c

この媒質の減衰係数を  $a$  dB/cm/MHz とし、周波数 5 MHz における観察可能深さを  $D$  cm とする。超音波周波数 3 MHz で深さ 10 cm まで観察できたというが、このときの減衰量は次のようになる。

減衰量 dB =  $a$  dB/cm/MHz  $\times$  3 MHz  $\times$  10 cm  
周波数を 5 MHz とした場合も、上記と同じ減衰量になるまでは観察可能なので、次式が成り立つ。

減衰量 dB =  $a$  dB/cm/MHz  $\times$  5 MHz  $\times$   $D$  cm  
上記の2式より、次式が成り立つ。

$$a \text{ dB/cm/MHz} \times 3 \text{ MHz} \times 10 \text{ cm} = a \text{ dB/cm/MHz} \times 5 \text{ MHz} \times D \text{ cm}$$

**問題 24** 正解：e

生体組織中の音速は大体以下のようである。

骨：3000～4000 m/s 程度

筋肉：1540～1585 m/s 程度

脂肪：1450～1476 m/s 程度

**問題 25** 正解：c

深さ 15 cm まで観測する場合、超音波は 30 cm (0.3 m) 伝搬する。これにかかる時間は

$$\frac{0.3\text{m}}{1500\text{m/s}} = 2 \times 10^{-4}\text{s}$$

となる。1秒間では

$$\frac{1}{2 \times 10^{-4}\text{s}} = 5000$$

回の送受信が可能である。

**問題 26** 正解：b

Mモードでは振動子を固定してパルスを送受波する。これにより固定したビーム軸上の臓器の時間変化が観察できる。

**問題 27** 正解：c

物体の音速が水よりも遅いので、物体内の伝搬は水の場合より時間がかかる。伝搬時間が長くなると、診断装置はその領域をより長く表示する。したがって物体の底辺が下に伸びたように表示される。また物体内の超音波の吸収のために、物体Cに到達する超音波はBの場合よりも減衰している。したがってBよりもCは暗く表示される。

**問題 28** 正解：e

送信繰り返し周波数が 10 kHz のとき、1回のパルス送受波にかけられる時間は 0.1 ms となる。この間に超音波が伝搬できる距離は 15 cm で、これが往復の距離となるので、観測可能深度はその半分の 7.5 cm である。

**問題 29** 正解：d

深さ 15 cm で反射するときの往復の伝搬距離は 30 cm で、これにかかる時間は 0.2 ms となる。伝搬時間は音速と伝搬距離で決まり、周波数は関係ない。

**問題 30** 正解：d

伝搬時間が 1 μs 長くなっているの、伝搬距離は 1.5 mm ほど長くなっている。したがって、対象物は遠ざかっており、その距離は伝搬距離 1.5 mm の半分の 0.75 mm となる。対象物表面から

の反射波を問題としているので、対象物の内部の音速は関係ない。

**問題 31** 正解：b

伝搬時間は 40 μs なので、伝搬距離は 60 mm である。したがって、反射体までの距離はその半分の 30 mm となる。

**問題 32** 正解：c

減衰係数が dB/cm/MHz で表される場合、dB で表された減衰量が距離と周波数にそれぞれ比例することを意味する。周波数が 2 MHz から 5 MHz へと 2.5 倍になり、減衰量を同じとするならば、距離は 1/2.5 倍 (4 cm) になる。

**問題 33** 正解：c

図では、探触子を押しつけた状態で、探触子と反射体の距離が Δx だけ短くなっている。したがって反射エコーは Δx ほど上方に移動する。一方、多重反射する超音波は、反射体と探触子の間を 2 往復しているの、探触子を動かした影響も通常の反射エコーの 2 倍になる。

**問題 34** 正解：b

20 cm の深さまで見る場合、超音波は最大 40 cm 伝搬する。これにかかる時間は、40 cm × 6.5 μs/cm = 260 μs となる。送信繰り返し周波数が 4 kHz の場合には、送信繰り返し周期は 250 μs であり、これでは不足する。送信繰り返し周波数が 3 kHz ならば送信繰り返し周期は 333 μs であり、20 cm の深さまで観測可能となる選択肢のなかでは最も高いフレームレートとなる。

**問題 35** 正解：e

距離分解能は空間的パルス長の半分になる。中心周波数 10 MHz の超音波の周期は 0.1 μs で、波長は 0.15 mm である。図の波形では、パルス長は 5 周期分なので空間的パルス長は 0.75 mm となり、距離分解能はその半分となる。

**問題 36** 正解：a

パルスの帯域幅はパルス長で決まり、パルス長が長いほど帯域幅は小さくなる。比帯域は帯域幅を中心周波数で割った値である。距離分解能はパルス長で決まり、パルス繰り返し周波数には依存しない。すなわち、パルス長が短いほど帯域幅は大きくなり、距離分解能は向上する。

**問題 37** 正解：d

ビーム軸方向の速度成分は  $10 \text{ cm/s} \times \cos(60^\circ) = 5 \text{ cm/s} = 0.05 \text{ m/s}$  となる。このときのドプラシフト周波数は  $200 \text{ Hz}$  である。

**問題 38** 正解：c

(2)：エイリアシングはドプラシフト周波数が送波繰り返し周波数の半分の周波数を超えると生じる。

(1), (3)：ドプラシフト周波数は血流速度と送波周波数に比例する。

(4), (5)：送波音圧はエイリアシングとは関係せず、血流とビームのなす角が大きいとビーム軸方向の速度成分は小さくなる。

**問題 39** 正解：d

時速  $108 \text{ km}$  は  $30 \text{ m/s}$  である。

ドプラ偏移周波数は  $\frac{2v}{c} \cdot f_0$  であるから、

$v = 30 \text{ m/s}$ ,  $f_0 = 10 \times 10^3 \text{ Hz}$ ,  $c = 3.0 \times 10^3 \text{ m/s}$  を代入すると  $2 \text{ kHz}$  となる。

**問題 40** 正解：a

超音波ドプラ法で計測できるのはビーム軸方向の速度成分であり、送波の形態（連続波かパルス波か）にはよらない。連続波ドプラ法は距離分解能はなく、距離分解能を有するパルスドプラ法では送波パルスの繰り返し周波数により観測深度が決まる。

**問題 41** 正解：c

パルスドプラ法で検出できる最大のドプラシフト周波数は送波パルスの繰り返し周波数で決まり、ドプラ偏移周波数は速度のビーム軸方向成分と送波周波数により決まる。サンプルボリュームを大きくすると、より広い領域からのエコー信号を得ることになるので、領域内の流速が一様でない場合はドプラ信号の帯域は広がる。流速のばらつきが小さい場合でも、サンプルボリュームを大きくすることでドプラ信号の帯域が狭くなることはない。

**問題 42** 正解：b

正弦波 4 サイクルの信号長が  $2 \mu\text{s}$  なので中心周波数は  $2 \text{ MHz}$  で、反射体速度が  $1.5 \text{ m/s}$  のときのドプラ偏移周波数は  $4 \text{ kHz}$  となる。またパル

ス繰り返し周期が  $200 \mu\text{s}$  なのでパルス繰り返し周波数は  $5 \text{ kHz}$  である。このときの最大測定深度は  $15 \text{ cm}$  となり、パルス繰り返し周波数の半分の周波数 ( $2.5 \text{ kHz}$ ) までのドプラシフト周波数が検出可能である。

**問題 43** 正解：c

超音波ドプラ法で検出できるのはビーム軸方向の速度成分であるから、送波の形態や表示形式によらず角度補正は必要である。

**問題 44** 正解：a

血流と超音波ビームのなす角が  $90^\circ$  に近くなると、ビーム軸方向の速度成分は小さくなり、検出される速度も小さくなる。超音波強度は、エイリアシングの発生とは関係がない。

**問題 45** 正解：c

HPRF は送波パルスの繰り返し周波数を高くしたパルスドプラ法である。送波繰り返し周波数を高くすると観測可能な深度が小さくなるが、この関係を無視して深部まで観測可能としている。このためにサブゲートが生じ、複数の場所の速度情報を同時に検出してしまふ（空間分解能に曖昧さが生じる）。

**問題 46** 正解：a

(2)：連続波ドプラ法では超音波が常に送信されるため、受信のための振動子が送信とは別に必要になる。

(5)：クラッタフィルタは、遅い物体からのドプラシフト周波数の低い信号成分を抑制し、高い周波数の信号成分を通過させるのでハイパスフィルタになる。

**問題 47** 正解：d

超音波の減衰が  $0.5 \text{ dB/cm/MHz}$  なので、 $3 \text{ MHz}$  では  $1 \text{ cm}$  あたり  $1.5 \text{ dB}$  の減衰になる。STC の利得可変幅が  $30 \text{ dB}$  あるので、これでカバーできる伝搬距離は  $\frac{30 \text{ dB}}{1.5 \text{ dB/cm}}$  で  $20 \text{ cm}$  となり、深さにすると  $10 \text{ cm}$  となる。

**問題 48** 正解：c

各素子から送波されたパルスが同時刻にフォーカス点に到達するように送波時刻を設定する。すなわち、フォーカス点から最も離れた素子の送波が

最初で、フォーカス点に最も近い素子の送波が最後となる。

**問題 49** 正解：b

直交検波はドブラシフトを検出するための処理で、位相が90°ずれた2つの参照信号を受信信号と乗算する。また、デジタル方式超音波診断装置とは、ビームフォーミングを含めた信号処理のほとんどをデジタル処理する装置のことであり、DICOMは診断装置で得られる画像などのデータを異なる機器で共有するための規格であり、診断装置内部の信号処理方式とは関係ない。

**問題 50** 正解：a

ハーモニックイメージングは、超音波が非線形媒質中を伝搬する際に生じる高調波を用いた映像法である。ドブラ効果とは異なるので、動いていない反射体からも送波とは異なる周波数のエコーが得られる。

**問題 51** 正解：d

フレームレートを高くするには、1枚の画像(1フレーム)の生成にかかる時間を短くする。このためには1画像を構成する超音波ビームの数を減らし、送波パルスの繰り返し周期を短くする。

**問題 52** 正解：c

動きの遅い臓器エコーを除去し、臓器の動きよりも速い血流エコーを抽出するのがMTIフィルタである。

**問題 53** 正解：c

深度ごとのゲインを設定するのがSTCの役割である。受信ゲインを大きくすると浅い部分の利得も大きくなり、飽和する可能性があるので、この場合は適切ではない。

**問題 54** 正解：b

ダイナミックフォーカスとは、焦点位置を動的に変える方法である。音響レンズを用いると焦点の位置はレンズの形状で決まるので、焦点位置を変えることはできない。

**問題 55** 正解：e

SN比とは、信号の大きさと雑音の大きさの比である。理想的な増幅器では、ゲインを上げると信号が大きくなるが、雑音も同様に大きくなるので

SN比は変わらない。実際の増幅器では増幅器自体も雑音を発生するので、ゲインを大きくするとSN比は低下する。

**問題 56** 正解：c

アレイの開口は20mmであり、アレイ両端の遅延時間の差を $\Delta L$ 、音速を $c$ とすると、左端の振動子が駆動されて超音波パルスを放射するとき、右端の振動子から放射された超音波パルスはすでに、振動子から距離 $\Delta L - c \times \Delta t$ の位置まで進んでいる。このとき、超音波ビームの進行方向を探触子の鉛直下方向から左へ30°方向とすると、次式が成り立つ。

$$\Delta L = c \times \Delta t = 20 \text{ mm} \times \sin 30^\circ$$

上式から、遅延時間 $\Delta t$ を計算すると、正解は「c: 6.7 $\mu$ s」である。

**問題 57** 正解：d

(1)：原理的には、フットプリントと中心周波数は無関係である。ただし、中心周波数の低い探触子のほうが大型なのでフットプリントは大きくなる傾向にある。

(2)：パルス幅の短い電気信号を振動子に与えると、パルス幅の短い超音波パルスが発生し、このようなパルスの周波数スペクトルは広く、多くの周波数成分を含んでいる。

(5)：アレイ探触子は、目的に応じてすべての振動子を使用して超音波を送受信することもあれば、一部の振動子を選択的に使用して超音波を送受信することもある。

**問題 58** 正解：e

生体と圧電振動子の音響特性インピーダンスは大きく異なるので、圧電振動子を直接、生体に押し当てて超音波を送信しようとしても、両者の境界で超音波エネルギーの大部分が反射されて、効率よく生体に超音波を放射することができない。PZTなどの圧電セラミックス振動子の音響特性インピーダンスは生体の音響特性インピーダンスよりも20~30倍程度大きい。そこで、生体と圧電振動子の中間の音響特性インピーダンスを有する音響整合層を介在させることで、効率よく生体に超音波を放射させるようにしている。

**問題 59** 正解：c

超音波探触子の基本構造は、バックリング材(背板ともいう)の上に圧電振動子を接着し、その上に

音響整合層、さらにその上に音響レンズを装着した積層構造となっている。バックング材は圧電振動子を支持する機能と、圧電振動子から背面に放射されて音響的雑音の原因となる不要な超音波を吸収して熱エネルギーに変換することで減弱させる吸音材としての機能を兼ね備えている。圧電振動子と生体組織の音響特性インピーダンスが大きく異なるために反射によって生体組織中に超音波を効率よく放射できない。この反射を低減するために、生体組織と圧電振動子の間に両者の中間の音響特性インピーダンスを有する音響整合層を配置する。また、スライス方向の分解能を改善するために、音響整合層の表面に生体組織に近い音響特性インピーダンスを有する材料（シリコンゴムなど）でできた音響レンズを装着してある。

なお、PZT（ジルコン酸チタン酸鉛）は代表的な圧電セラミックス製の振動子材料で、PVDF（ポリフッ化ビニリデン）は代表的な高分子圧電膜製の振動子材料である。

**問題60** 正解：e

- (1)：PZTは圧電セラミックスであるが、PVDFは高分子圧電膜である。
- (2)：PZTの音響特性インピーダンスはPVDFより大きい。
- (3)：通常、音響整合層は使用する超音波の波長の1/4の厚さにすることが望ましい。
- (5)：バックング材は、圧電振動子の背面から放射される超音波を吸収して、圧電振動子の振動をダンピングする（抑制する）ことにより帯域を広げ、距離方向分解能を向上させる。

**問題61** 正解：d

- (1)：PZTよりもPVDFのほうが音響特性インピーダンスが低い。
- (2)：PZTよりもPVDFのほうが電気音響変換効率が高い。
- (5)：PVDFは高分子圧電膜である。

**問題62** 正解：e

e：コンベックス探触子は、短冊状の振動子が凸面状に複数個並べられており、リニアアレイ探触子と同様に電子スイッチで使用する振動子を順次切り替えることでビームを扇状に走査する。

**問題63** 正解：d

〔問題59の解説〕参照。

**問題64** 正解：d

音響レンズは、水分を吸収してしまうと音速や密度などの物性値が変化して、音響定数も不安定となるので、水分を吸収させるようなことはない。

**問題65** 正解：c

**問題66** 正解：e

超音波診断装置は患者を危険から保護する手段を二重に備えている。アースが接続されていなかったり、探触子の音響レンズがはがれていたりすると、保護手段の1つが失われていることになり、もう1つの故障で患者が危険にさらされる。単に機器が動作すればよいということではなく、常に二重の保護手段を有効にしておくことが非常に重要である。

**問題67** 正解：c

探触子と生体の間に空気があると、音響特性インピーダンスの大きく異なる媒質が生体の前に入ることになり、超音波の多くがここで反射してしまう。ゼリーは探触子と生体の間の空気を追い出すために用いる。水でもこれに近い効果はあるが、探触子のすべりや扱いやすさの優れたゼリーが使用されている。

**問題68** 正解：a

探触子の患者接触面は比較的軟らかい材料で作られているので、損傷しないように注意が必要である。またコネクタ部（電極部分）には薬液を付着させてはならない。

**問題69** 正解：c

診断装置を移動した場合に問題となるのは、電源とアースの確保、周囲の明るさの変化、および物理的安定性である。周囲の明るさが変化した場合には、ディスプレイの見え方が変化するので、ディスプレイの輝度やコントラストを調整する。

**問題70** 正解：e

ディスプレイのブライトネスとコントラストは周囲の明るさに応じて調整し、診断装置のゲインは観測対象に心じて調整する。

**問題71** 正解：d

- (1)：消毒するためとはいえ、探触子のコネクタ

部を薬液に漬けてはいけない。

(2)：120～130℃のオートクレーブ滅菌法を用いて探触子の滅菌をすると、探触子が壊れてしまう。

(3)：検査終了後に超音波診断用ゼリーをきれいに拭き取っておくことは当然のことである。

(5)：探触子の汚れを除去するために有機溶剤を用いると、ケースや音響レンズなどの樹脂部分が壊れてしまうおそれがある。

**問題72** 正解：b

(3)：超音波診断装置を使用するときは、きちんと接地配線の工事を施した部屋の3Pコンセントに直接、超音波診断装置の3Pの電源プラグを接続して使用しなければならない。

(4)：2口コンセントに書かれている電流容量は、2つのコンセントの合計の許容電流である。たまたま動いたとしても危険である。

**問題73** 正解：b

(3)：装置本体のアース端子は、電源ケーブルのアース線に問題が生じた場合にも事故を起こさないように使用する保護接地線なので、電源プラグの3Pプラグは、きちんと接地配線を施した3Pコンセントに接続しなければならない。これを怠って、保護接地線を使用しても本末転倒である。

(4)：本体のカバーが破損した場合、きちんと修理を完了させてから使用しなければならない。

**問題74** 正解：e

(1)：超音波が生体に及ぼす機械的作用の指標である。

(2)：超音波の負のピーク音圧を周波数の平方根で除した指標である。

**問題75** 正解：d

(1)：サーマルインデックス(TI)は、生体組織の温度を1℃上げる超音波出力を基準とした場合に評価対象とする超音波出力がその基準値の何倍かを示す。

(2)：メカニカルインデックス(MI)は超音波の生体に対する機械的作用を表す指標である。

(5)：SPTAは超音波の空間ピーク時間平均強度を表す指標である。

**問題76** 正解：d

(1)：はじめて使用する装置を使用する場合には、

必ず取扱説明書を読む必要がある。

(2)：搭載されている機器が多少ぐらついている場合は、危険なので必ず修理しておかなければならない。

(5)：探触子の音響レンズのはがれは、診断画像の品質だけでなく電気的安全性にも悪影響を及ぼすおそれがあるので、メーカーの修理を受けた後でなければ使用してはならない。

**問題77** 正解：a

サーマルインデックス(TI)の算出式として定義されている対象組織は、軟部組織(TIS)、骨(TIB)、頭蓋骨(TIC)である。

**問題78** 正解：c

(1)： $I_{SPTA}$ は音場中の音の強さの最大値を示す点において時間平均したものである。

(4)：メカニカルインデックス(MI)は、波形の負圧のピーク値を周波数の平方根で割ったものである。

(5)： $I_{SRTT}$ は音場中の音の強さの最大値を示す点における時間的的最大値を示したものである。

**問題79** 正解：c

(1)：サーマルインデックス(TI)とは、生体のある組織の温度を1℃上げるのに必要な音の強さを基準にした評価対象の音の強さである。

(3)：MI値は以下の式で定義されているので、音圧値が同じであれば、超音波周波数が高いほど低くなる。超音波パルスの負の音圧ピークを $p_-$ 、周波数を $f$ とすると、MI値は以下の式で表される。

$$MI = \frac{p_-}{\sqrt{f}}$$

(4)：SPTPは、音の強さが音場中で最大値、あるいは指定した領域中で極大値をとる点での音の強さの時間的な平均値ではなく最大値を示す。

(5)：超音波の繰り返し周波数を高くすると音の強さの時間的な平均値は大きくなるので、SPTAも大きくなる。

**問題80** 正解：e

a：超音波診断装置を移動して使用する場合でも、患者や操作者の安全を確保するためと安定した超音波診断画像を得るためにアースをとる必要がある。

- b: 探触子の音響レンズが少しはがれていた場合は、画像の劣化がなくても、メーカーによる修理が完了する前に使用してはいけない。
- c: 患者に接触する探触子の表面は、41℃以下になるよう設計されている。

**問 81** 正解: c

探触子の一部が破損して、その部分からは超音波が放射されないので、Bモード画像上の左側に黒い影となって現れている。

**問 82** 正解: b

- (2): 探触子の先端に傷がある場合は、必ずメーカーの修理を受けてから使用しなければならない。
- (3): 探触子の滅菌に120～130℃のオートクレーブ滅菌法を用いると壊れてしまうおそれがある。
- (4): 探触子の温度を過度に上昇させると性能劣化の原因となる。また、残留ガスが問題視されるようになり、近年ではエチレンオキサイドガス滅菌からプラズマ滅菌に移行する傾向がある。