

■ 超音波探触子の性状

超音波探触子の中には多数の超音波振動子（以下振動子とする）が並んでいる。振動子は電圧を加えると体積が変化し、振動する性状を有している（図 1a）。よって電圧を加えると、振動子が振動して、振動子から波動が発生する（図 1b）。また、振動子は、振動させて体積が変化すると電圧を発生する性状を有している。振動子に波動が当たると、振動子が振動して、電圧を発生する（図 1c）。このように電気エネルギーと物理エネルギーを相互変換する性状を「圧電効果」とよぶ。通常、超音波検査では電圧を加えるのは一瞬である。よって振動子には連続した振動ではなく、一瞬の振動が生じる。探触子から一瞬の波動が発生することになる（パルス波）。これを一定の時間間隔で行っている（図 2）。

■ 波動の性状

波動（以下超音波とする）は、同じ性状の媒体の中では、一定の速度で進む。超音波は反射体の部分で、一部は反射して、一部は透過し、そのまま直進する（図 3）。どれだけ反射するかは、反射体の性状による。胆石のようにほぼ 100% 反射するものもあれば、大部分が透過してしまう反射体もある。ここで、振動子より d (m) の距離に反射体が存在すると仮定する。振動子から発射された超音波は、反射体で一部は反射し、一部は透過してゆく。反射体で反射した超音波（反射波）が探触子に戻ると、探触子を振動させて、電圧を

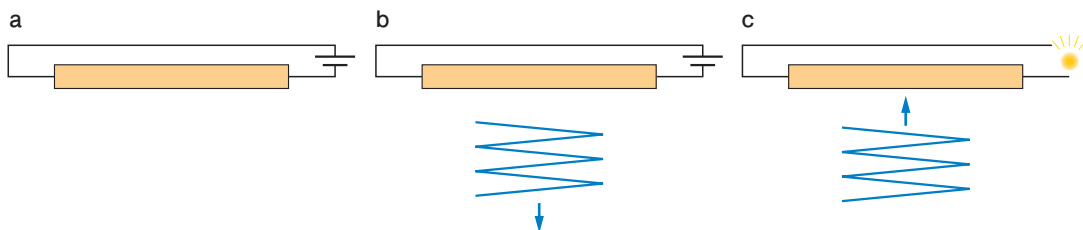


図 1 ■ 超音波探触子と圧電効果

- a：セラミックの一種のジルコン酸チタン酸鉛（PZT）ないしポリフッ化ビニリデンで作った薄い膜。両側に+と-の電圧を加えると、その薄膜は厚さが変わる＝電圧を加えると薄膜は形や厚さに応じて一定の周波数で振動する。
b：振動子に電圧を加えると振動子の体積が変化し、振動する。その結果、超音波を発生する。
c：振動子に超音波が当たり、振動子が振動すると、電圧が発生する。

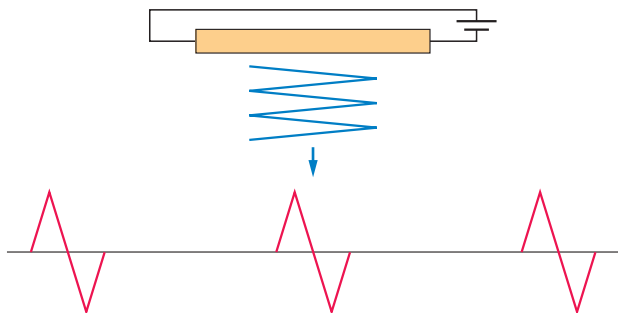
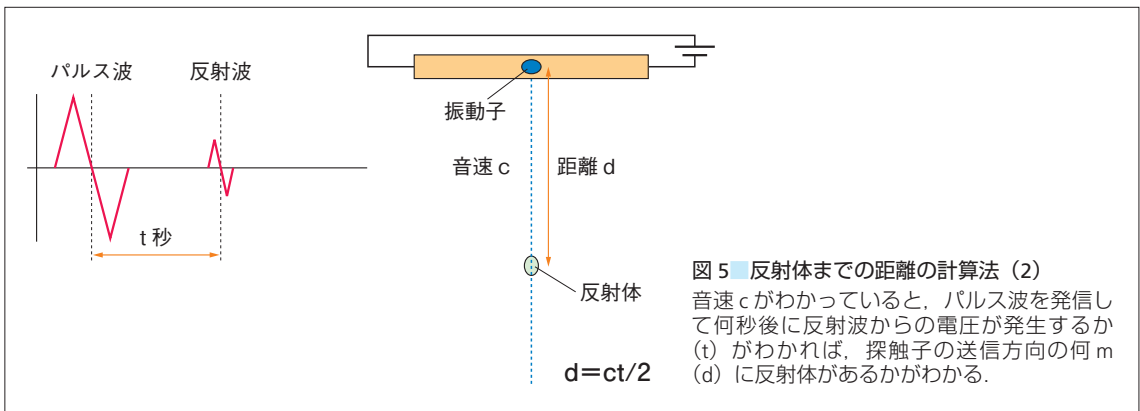
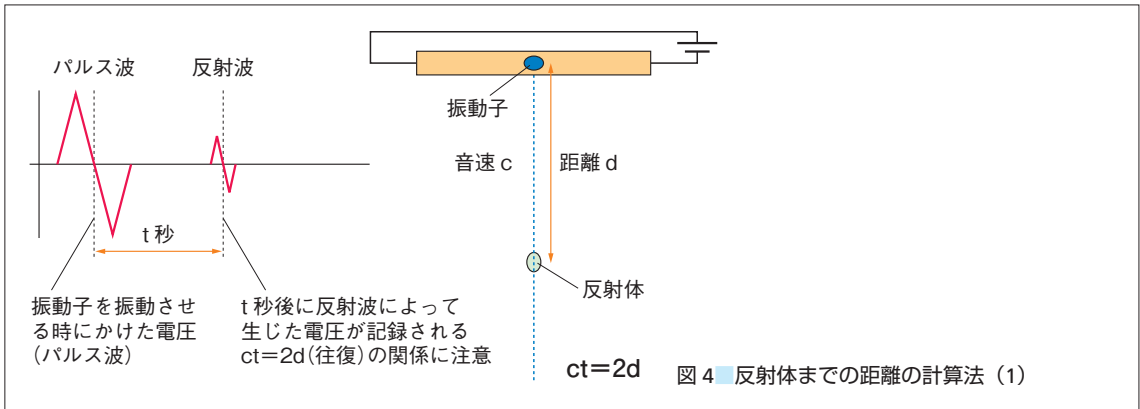
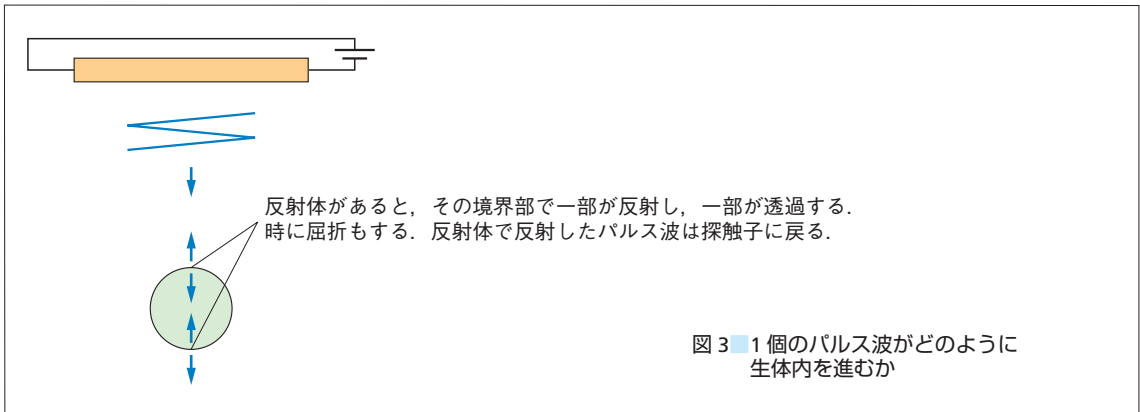


図 2 ■ パルス波の発生

超音波検査の場合、加える電圧は一瞬である。すると一瞬だけ振動波が発生する（パルス波）。この一瞬の加電を一定の間隔で行うことにより、一定間隔のパルス波が出現する。



発生する。探触子から反射体までの距離 d (m) と、パルス波を出した時間から反射波の電圧が発生するまでの時間 t と、媒体内での超音波の速度 c の間には $ct=2d$ の関係がある (図4)。ここで、 t 秒の値がわかったら、超音波が媒体を進む音速 c さえわかれば、 $d=ct/2$ で、振動子の下どれくらいの距離 (d) に反射体が存在するかがわかる (図5)。探触子には、多数の振動子が並んでいるが、この作業を順次行って作られた画像が超音波画像である (図6, 7)。

■ 大きな仮定

人体では、超音波が進む音速はどのようなになっているのだろうか。先達の研究により、生体内を超音波が進む音速 c は、1530 m/秒前後ということがわかっている。もちろん生体内でも音速は異なる。骨の中では

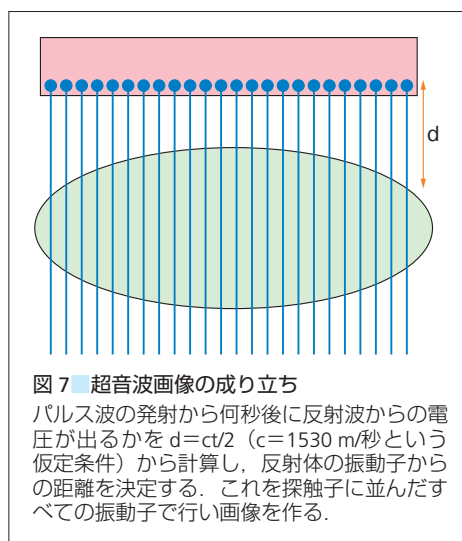
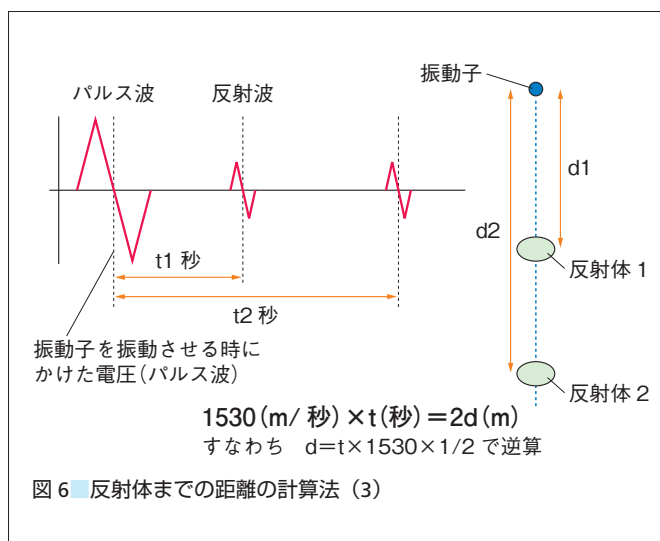


表1 ■生体内の各媒体内での超音波の音速 c
(竹原靖明. 超音波の原理と読影の基礎知識.
In: 竹原靖明, 監修. 腹部エコーのABC. 東京: 医学書院; 1991. p.1-22¹⁾)

空気	330 m/秒
水	1480 m/秒
脂肪	1400~1479 m/秒
脳	1510~1565 m/秒
腎臓	1558~1568 m/秒
血液	1571 m/秒
頭蓋骨	4080 m/秒
肝臓	1550~1607 m/秒

重要な点：超音波検査の場合、生体内の音速 c は 1530 m/秒 と仮定して画像が作られている。

非常に速いし、脂肪の中では遅い。しかし、それをわかった上で、生体内で平均して 1530 m/秒 で進んでいると仮定している（表1）¹⁾。その上で作成した画像が超音波画像である。

すなわち以下の3点を覚えておけば、その後の知識は芋づる式に覚えることができる。

Point

- ① 振動子は電圧をかければ振動し、超音波を発生する。逆に超音波が振動子に当たり、振動子を振動させると、電圧が発生する。
- ② 超音波画像は生体内で超音波が速度 $c = 1530 \text{ m/秒}$ で進むという仮定で作られている。
- ③ 基本は簡単で、「 $ct = 2d$ 」という関係式さえ覚えておけばよい。

■文献 1) 竹原靖明. 超音波の原理と読影の基礎知識. In: 竹原靖明, 監修. 腹部エコーのABC. 東京: 医学書院; 1991. p.1-22.