

超音波の周波数を上げた結果として正しいのはどれか。

- a 透過性は高くなる。
- b 指向性はよくなる。
- c 分解能は高くなる。
- d 減衰は強くなる。
- e 伝播速度は遅くなる。

1. a, b, c

2. a, b, e

3. a, d, e

4. b, c, d

5. c, d, e

音波、超音波の特性

低周波プローブ 5MHz以下



高周波プローブ 5MHz以上

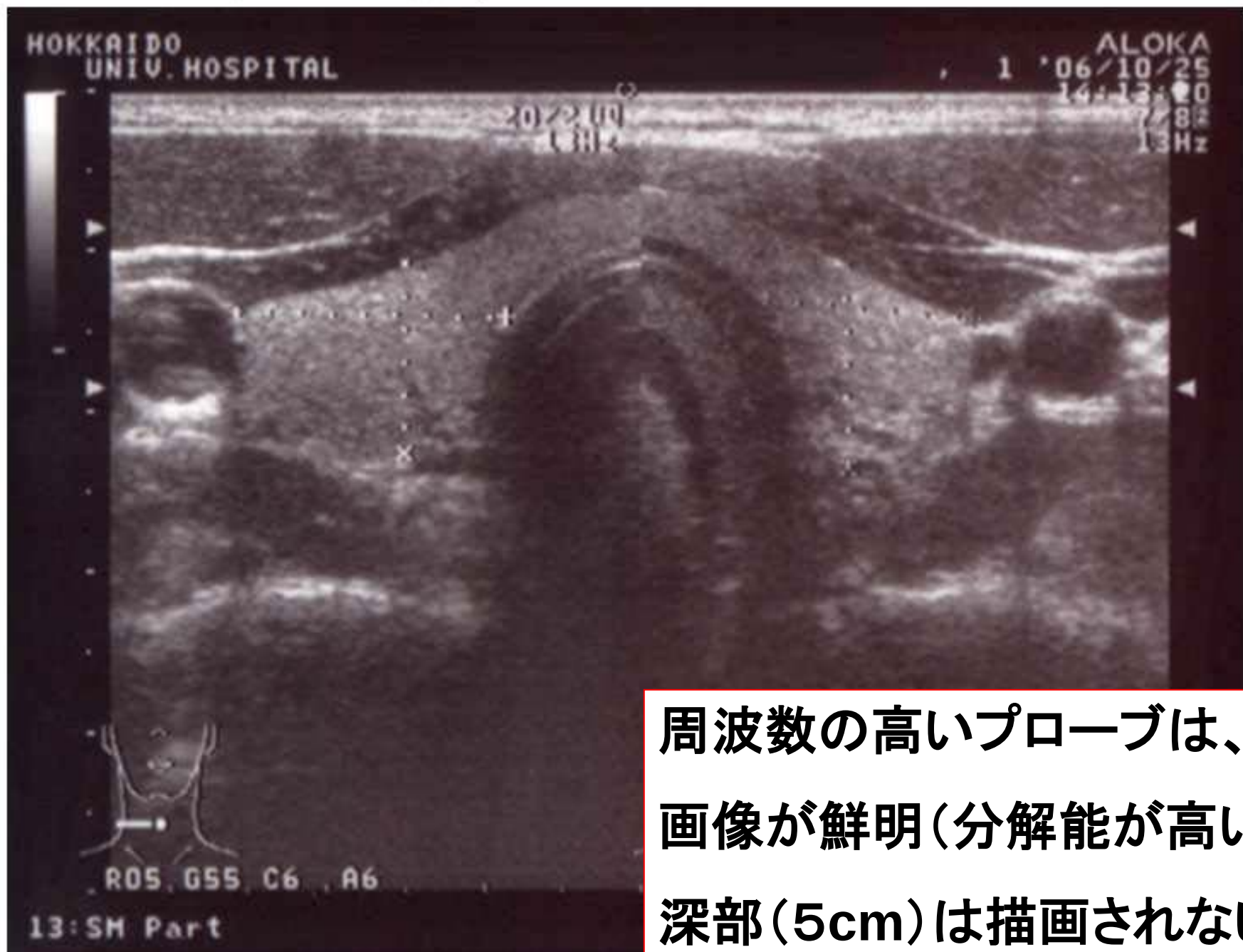


周波数が高いほど、

直進性が増す (指向性が良くなる。)
(画像がきれいになる
＝ 分解能が高くなる)

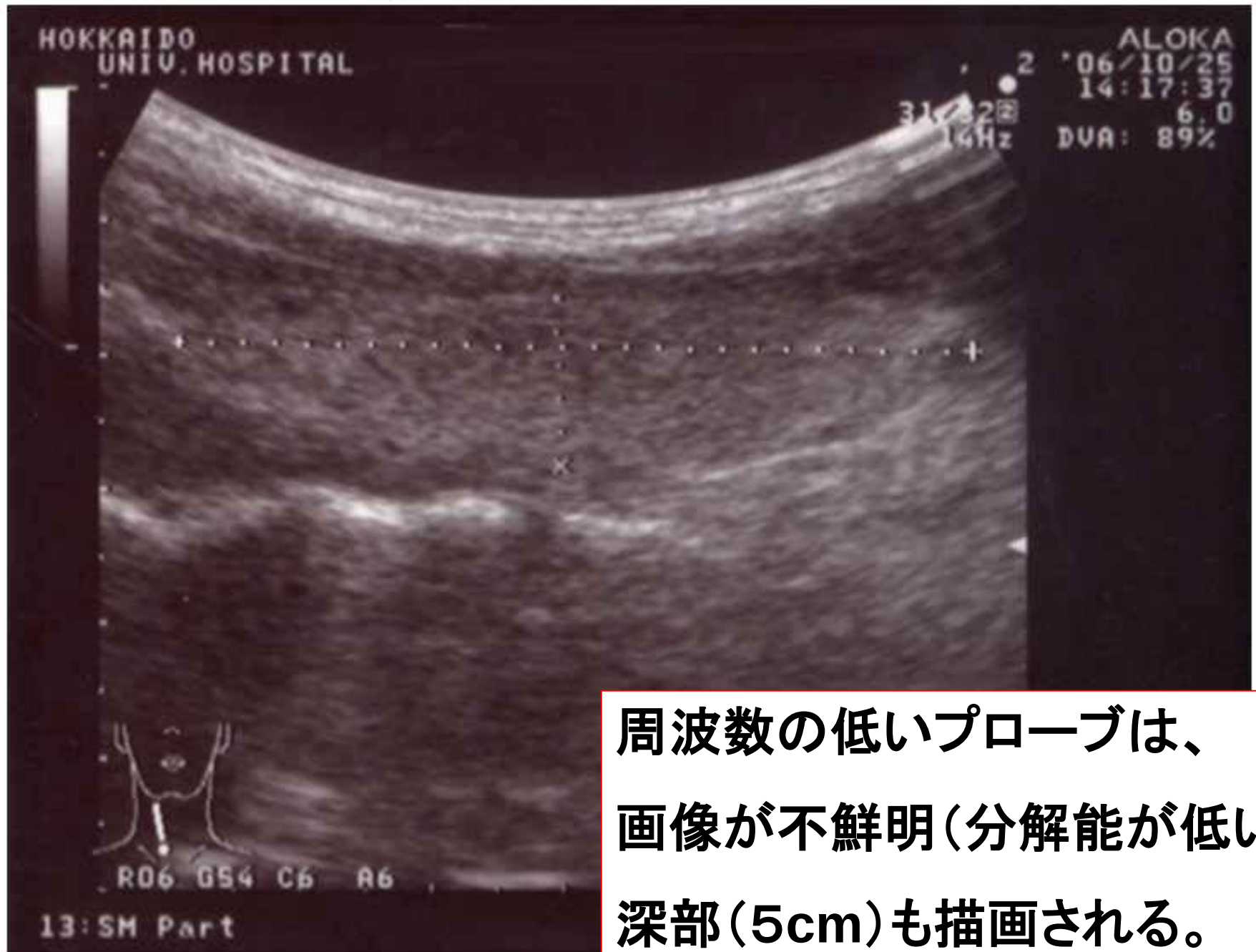
減衰が大きい (透過性が減る。
深部まで届かない。)

正常甲状腺 Axial像(横断面) 7.5MHzプローブ



周波数の高いプローブは、
画像が鮮明(分解能が高い)。
深部(5cm)は描画されない。

正常甲状腺 Longitudinal像(縦断面) 3.5MHzプローブ



周波数の低いプローブは、
画像が不鮮明(分解能が低い)。
深部(5cm)も描画される。

音の周波数と音速は無関係。

音波、超音波は、質量のあるもの（空気や組織など）を媒質として伝わる。

音波、超音波の速度は媒質の堅さや重さで決まる。
（硬度の平方根に比例、密度の平方根に反比例。）

硬い組織ほど超音波速度は速い（骨＞筋肉＞脂肪）

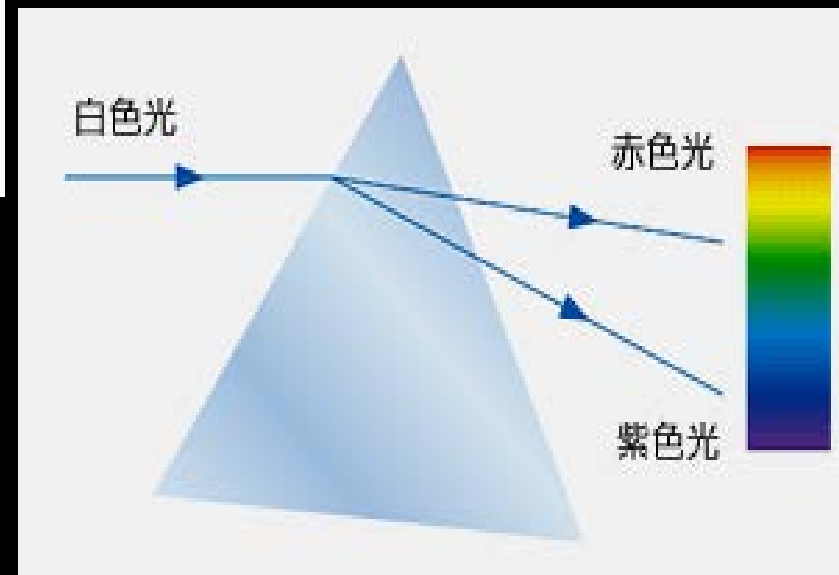
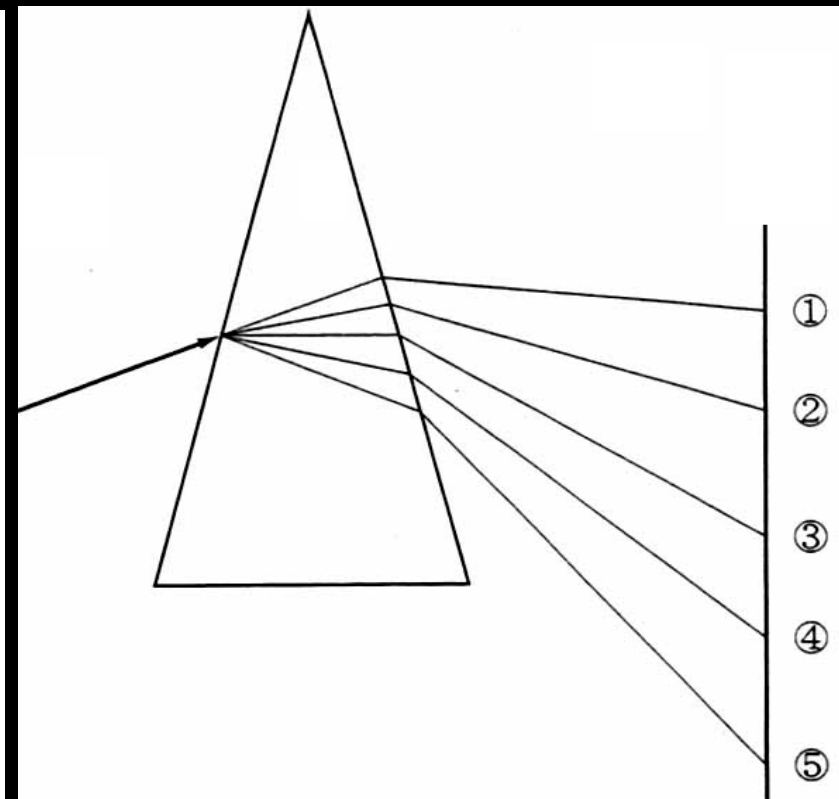
人体内の平均の音波、超音波速度は 1530 m/sec
（空気中では 344 m/sec、水中では 1520 m/sec）

プリズムによる可視光の分離図を示す。

①から⑤の光の色の順番はどれか。

① ② ③ ④ ⑤

1. 青—紫—赤—黄—緑
2. 赤—黄—緑—青—紫
3. 赤—紫—青—緑—黄
4. 紫—青—緑—黄—赤
5. 紫—緑—青—赤—黄



2009年 国家試験

解答 2

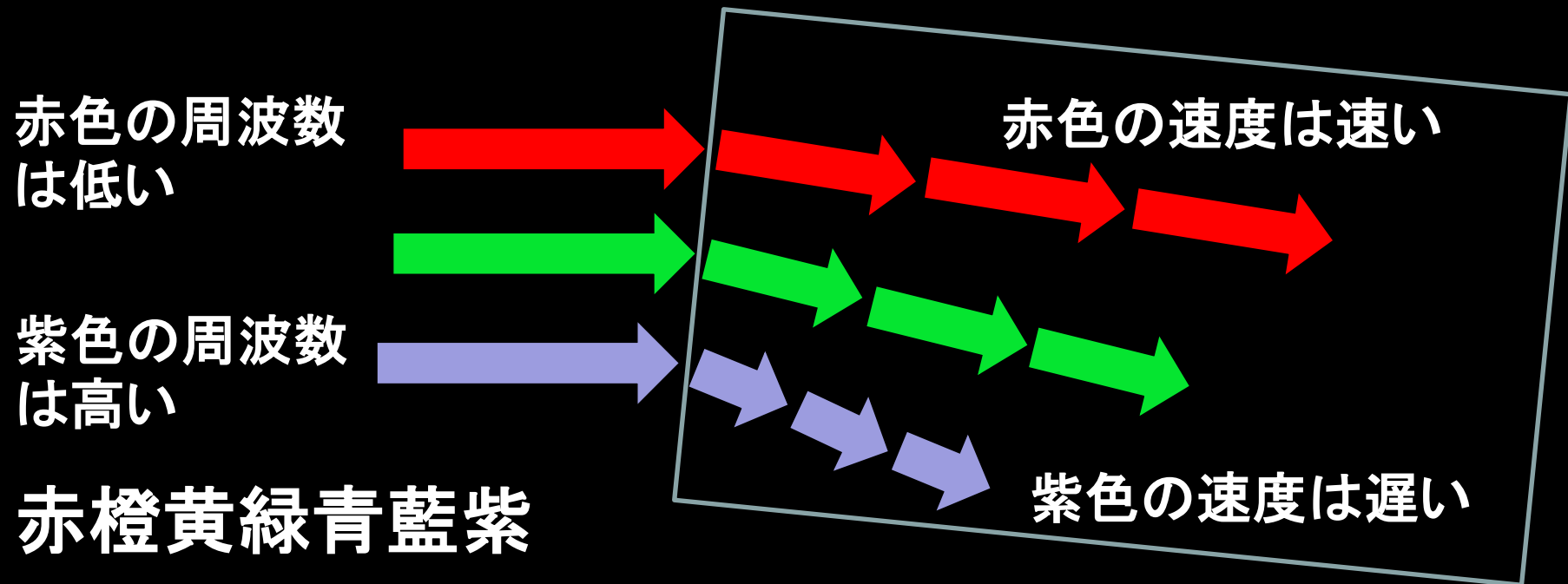
光の周波数と物質中の光速は関係がある。

光（電磁波）は、空間を媒質として伝わる。

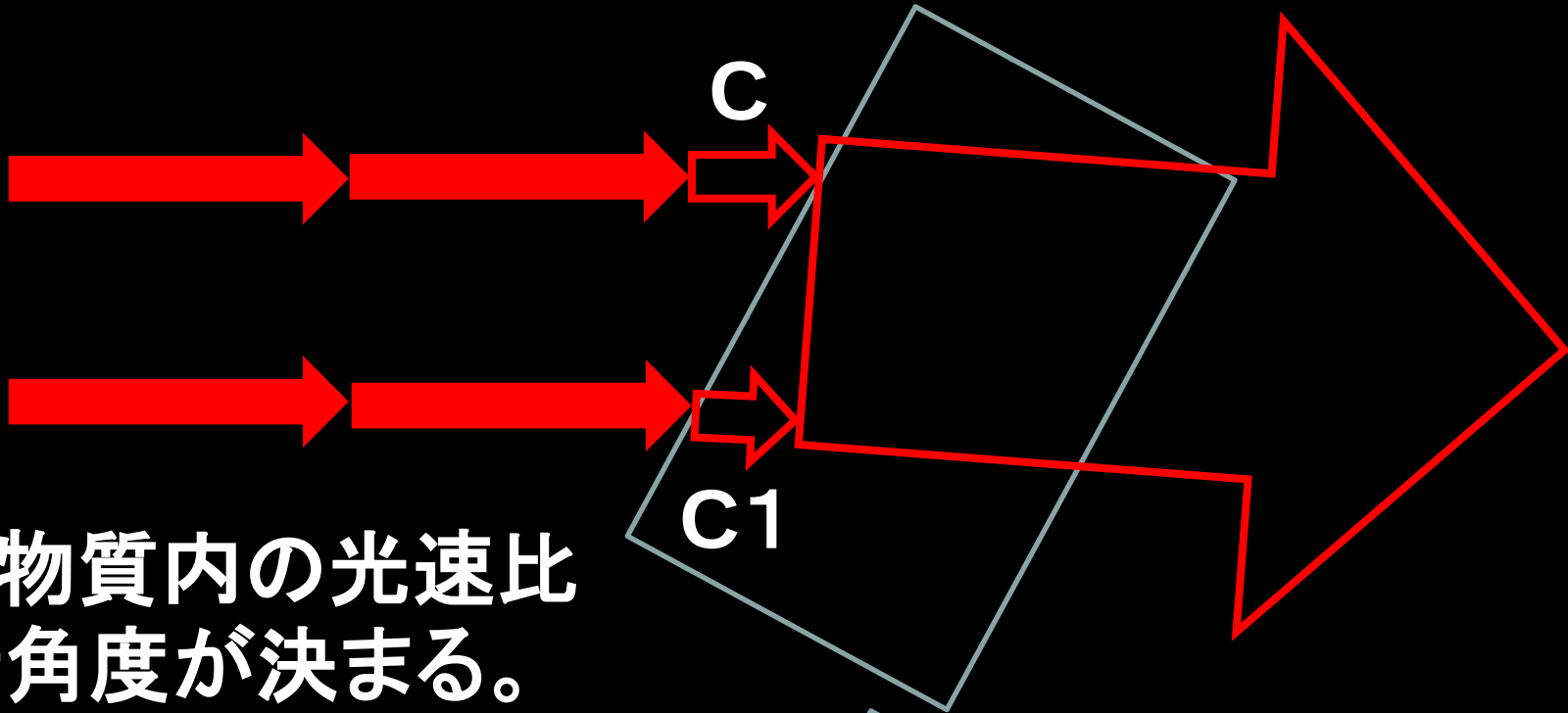
光にとって物質は媒質ではなく、単なる障害物。

特に周波数の高い電磁波ほど障害が大きい。
（電磁波による物質の分極化が電磁波の進行を妨げる）

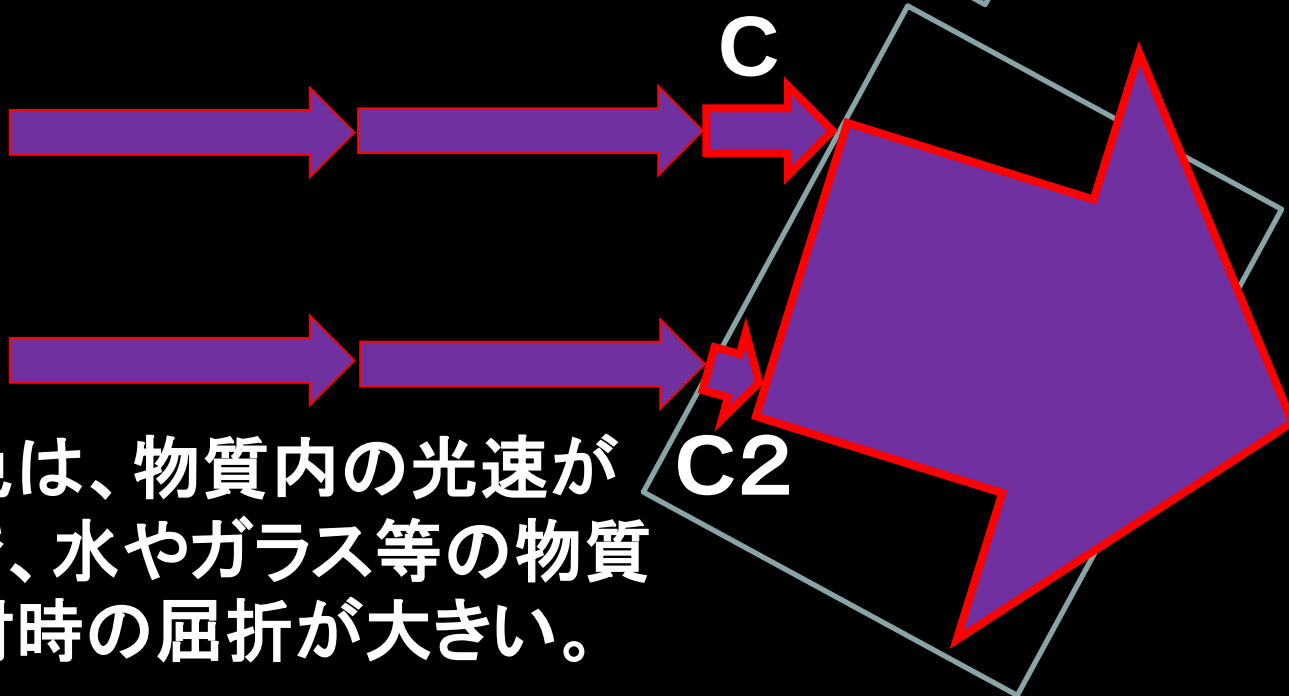
周波数の高い電磁波ほど物質中での速度は遅い。



空中と物質内の光速比
で屈折角度が決まる。



青や紫色は、物質内の光速が
遅いので、水やガラス等の物質
への入射時の屈折が大きい。



超音波ドブラ検査に関係ないのはどれか。

1. パルス
2. カラー
3. 連続波
4. STC(sensitivity time control)
5. 高速フーリエ変換(FFT)

深度感度補正装置 STC

Sensitivity Time Control

深部の感度を上げて調整する。

3.5 MHz

コンベックス型

浅部

深部

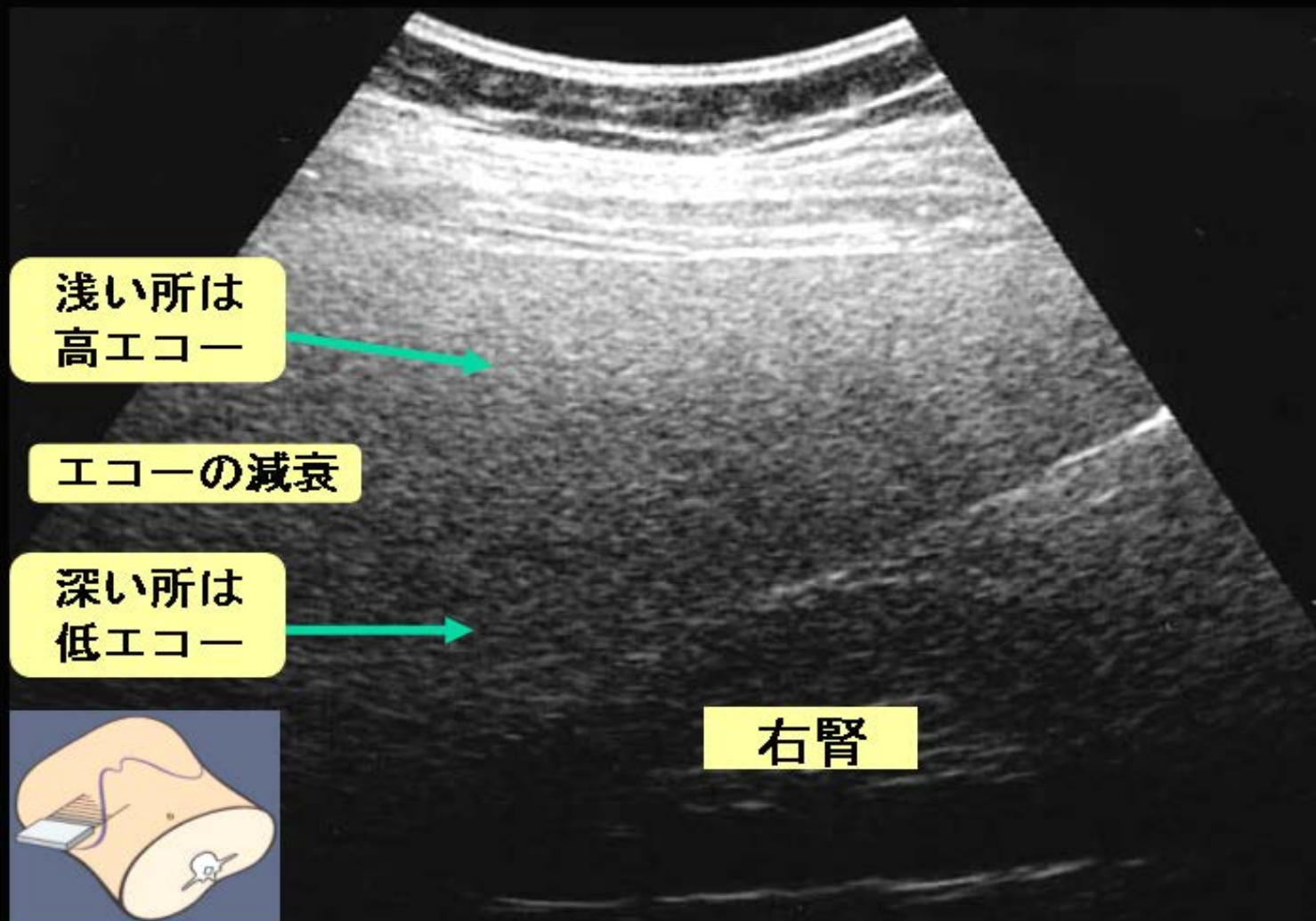
低感度

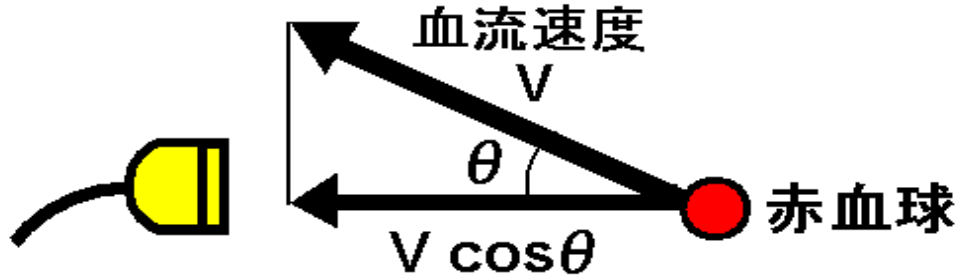
高感度

7.5 MHz

リニア型

STCで深部の感度を浅部と同じにすると、
体表近くは超音波が多く反射され、明るく描画される。
深部では反射する超音波が減少し、暗く描画される。





$$f_2 = \frac{C + V \cos \theta}{C - V \cos \theta} f$$

$$f_2 - f = \frac{C + V \cos \theta - (C - V \cos \theta)}{C - V \cos \theta} f$$

$$= \frac{2V \cos \theta}{C - V \cos \theta} f$$

$$\doteq \boxed{\frac{2V \cos \theta}{C} f}$$

V : 血流速度 1 m/s 以下

C : 体内の音波速度 約1530 m/s

Cの値は体温、個人差で変動する。

よって $C - V \cos \theta$ は、Cとしても

計算結果はほとんど同じ。

カラードップラーエコーで表示される血流速度は θ が 0 と仮定した場合の値なので、

正確に血流を表示したい場合は
プローブの垂線方向を
できるだけ血管走行に近づける。
(できるだけ θ を 0 にする。)



反射超音波 f2 の周波数をフーリエ変換で算出している。

フーリエ変換（FFT : Fast Fourier Transform

高速フーリエ変換）は、波形の中にどのくらいの周波数の成分が含まれているかを分析する計算法。



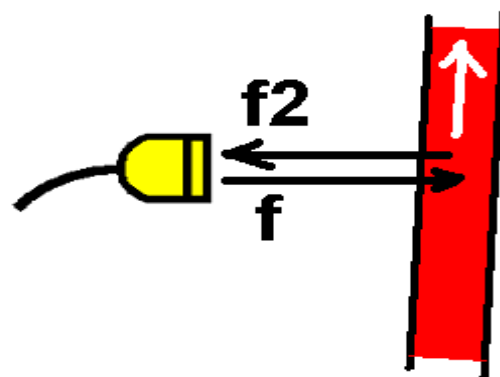
$$f_2 - f = \frac{2V \cos \theta}{C} f$$

$$V = \frac{(f_2 - f) C}{2 f \cos \theta}$$

血管と超音波との角度 θ が 0 に近いほど
血流速度 V は正確に算出できる。

($\theta = 0^\circ$ ならば $\cos \theta = 1$)

角度 θ が 直角に近いほど
血流速度の測定値は不正確。
($\theta = 90^\circ$ ならば $\cos \theta = 0$)



パルスドプラ法（現在主流の方法。画像情報が得られる）

送信と受信は1つの振動子で行う。

送信波をある長さのパルス波（数波長程度）として送り、その反射波がかえってきた後に、次のパルスを送波する
というように、**間欠的に送受波を行う**手法。

この方法では、断層像で任意の位置（血管）で
血流信号をとらえて**血流画像を表示**することができる。

腹部体表などの血流評価は、現在ではほとんど
この方法で検査されている。

連続波



パルス波



問題 26 健常肝実質の超音波伝播速度に最も近い値はどれか

- | | | |
|------------|--------------|--------------|
| 1. 340 m/s | 3. 1,020 m/s | 5. 3,300 m/s |
| 2. 660 m/s | 4. 1,580 m/s | |

水中、人体内の音速は、約 1530 m/sec

(空気中の音速は、約 340 m/sec)

音、超音波は、物質(質量のある物)の振動エネルギー。 硬い物質内ほど速く伝わる。

問題 28 MRI 検査を施行してよいのはどれか。

1. 人工内耳装着
2. 妊娠 34 週の妊婦
3. 硝子体内金属異物
4. 心臓ペースメーカー装着
5. ステンレス製脳動脈瘤クリッピング術後

MRI装置内は強い磁力線があり、金属は磁石になる。

電子機器は故障する危険あり。

磁化した金属は、磁場内で動く危険あり。

(ただし、チタンは磁化しない。チタンクリップはOK)

問題 28 健常者の MRI で T_1 強調像と比べ T_2 強調像で高信号になるのはどれか

- | | |
|--------|--------|
| 1. 椎 体 | 4. 腎 臓 |
| 2. 胆 嚢 | 5. 肝実質 |
| 3. 脾 臓 | |

MRI 画像は、 ^1H (水素原子核)の分布図。

T_1 強調像は、炭素元素と結合したH(主に脂肪)の分布図。

T_2 強調像は、酸素元素と結合したH(主に H_2O)の分布図。

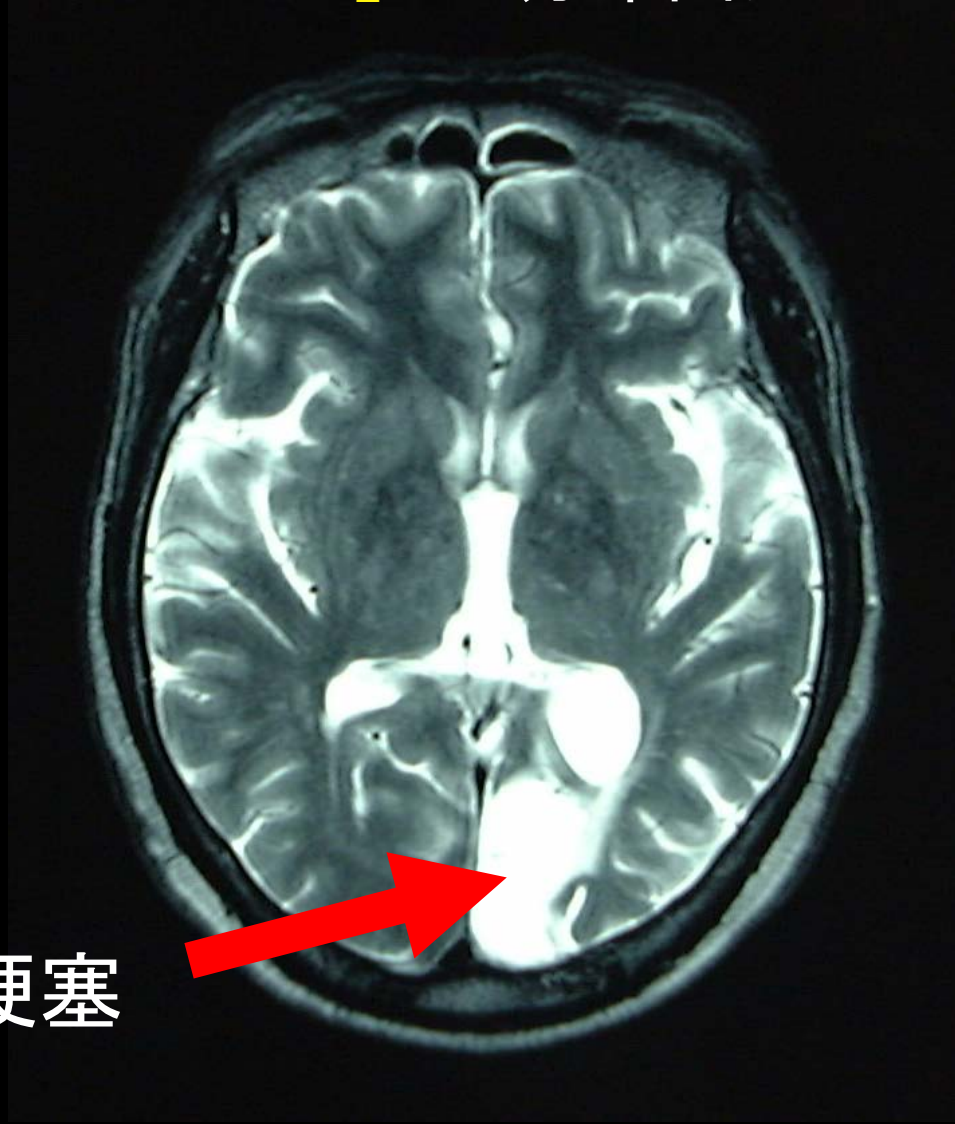
T_2 像が高信号(白く描画)＝水分が多い部位。

(梗塞、壊死、血液、髄液、尿、胆汁など)

T1強調像 CH 分布
主に脂肪の分布図。



T2強調像 OH 分布
主にH₂Oの分布図。



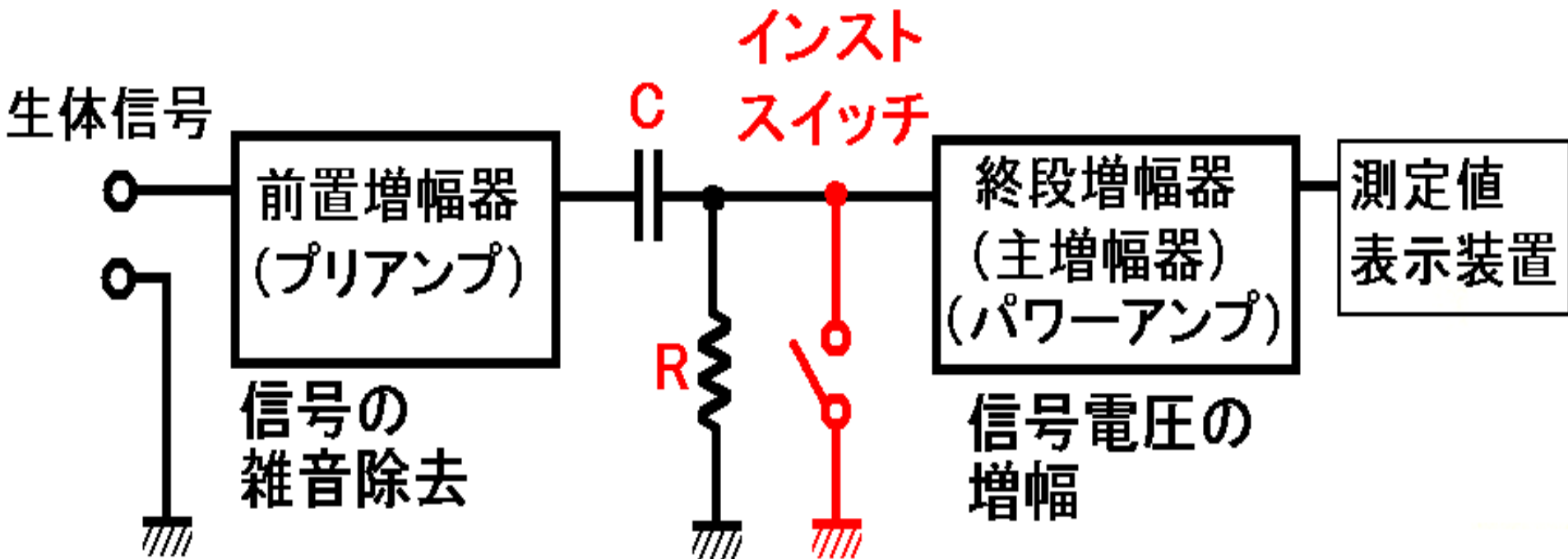
脳梗塞

生体用増幅器のインスト(リセット)スイッチの機能はどれか。

- a 低域通過フィルタの時定数を減少させる。
- b 高域通過フィルタの電荷を放電させる。
- c 時定数回路の出力電圧を0Vにする。
- d 総合利得を0dBにする。
- e 帰還率を0dBにする。

- | | | |
|---------|---------|---------|
| 1. a, b | 2. a, e | 3. b, c |
| 4. c, d | 5. d, e | |

心電計や脳波計などは
前置増幅器と終段増幅器で構成される。
2つの増幅器の間には、低周波遮断フィルタが入っている。
検査時に、測定中の波形の基線に変動を認める場合、
CR回路のコンデンサに残留電荷がたまっている場合があります、
この残留電圧を0にリセットするのが、インストスイッチ。



心電計や脳波計に時定数回路が用いられる主な理由はどれか。

1. 交流障害(ハム)を軽減させるため
2. 弁別比を向上させるため
3. 患者が電撃を受けないようにするため
4. 一定間隔の刻時パルスが発生させるため
5. 基線動揺を軽減させるため



5

時定数回路 = CR 回路の抵抗出力 = 低周波遮断フィルタ

商用交流雑音(ハム)を抑制する手段

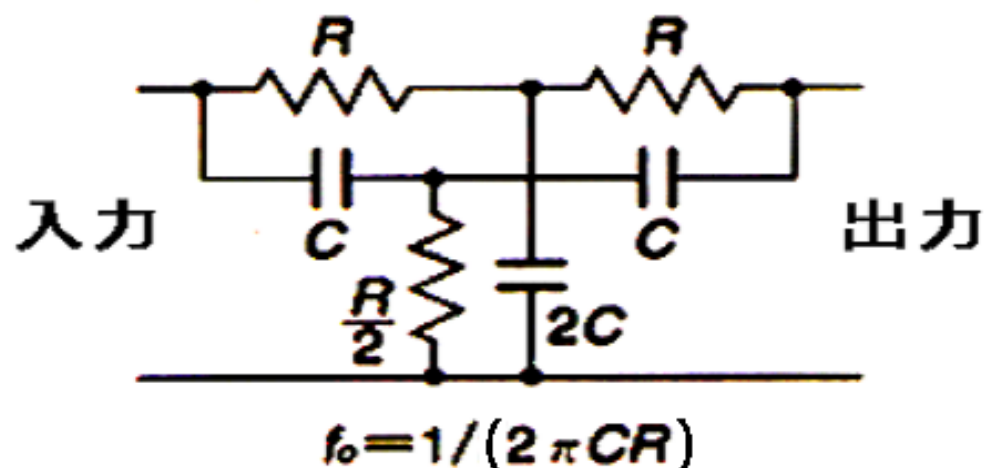
1. 検査時の工夫

(アースの接続、電源コードを被検者や装置から離す、など)

2. 回路の工夫 (差動増幅回路、**帯域除去フィルタ**(BEF))

帯域除去フィルタ Band-Elimination Filter (BEF)

商用交流雑音(ハム)が発生する 50 または 60 Hz の信号だけ除去するフィルタ。



CR結合回路の時定数(τ time constant)

$$\tau (\text{sec}) = C(\text{F}) \times R(\Omega)$$

$$\text{遮断周波数}(\text{Hz}) = 1 / (2\pi CR)$$

(抵抗電圧では、低周波遮断周波数)

(コンデンサ電圧では、高周波遮断周波数)

一般的に、抵抗電圧を使って

低周波遮断フィルタ(=微分回路)として

利用する場合が多い(時定数回路)。

(測定したい波形よりも緩やかな波形(ドリフト)を除去する)

心電計や脳波計に CR結合回路が利用されている。

心電計の時定数は 3秒 (教科書的には 3.2秒以上)

$$\text{遮断周波数} = 1 / (2\pi \times 3) = 0.05 \text{ Hz}$$

0.05 とは 約 $1/20 = 3/60$ 。

1分に3回以下の振動しか示さない緩い波は、心臓からの信号ではなく、呼吸等によるドリフト雑音なので、CR回路(時定数回路)で除去する。

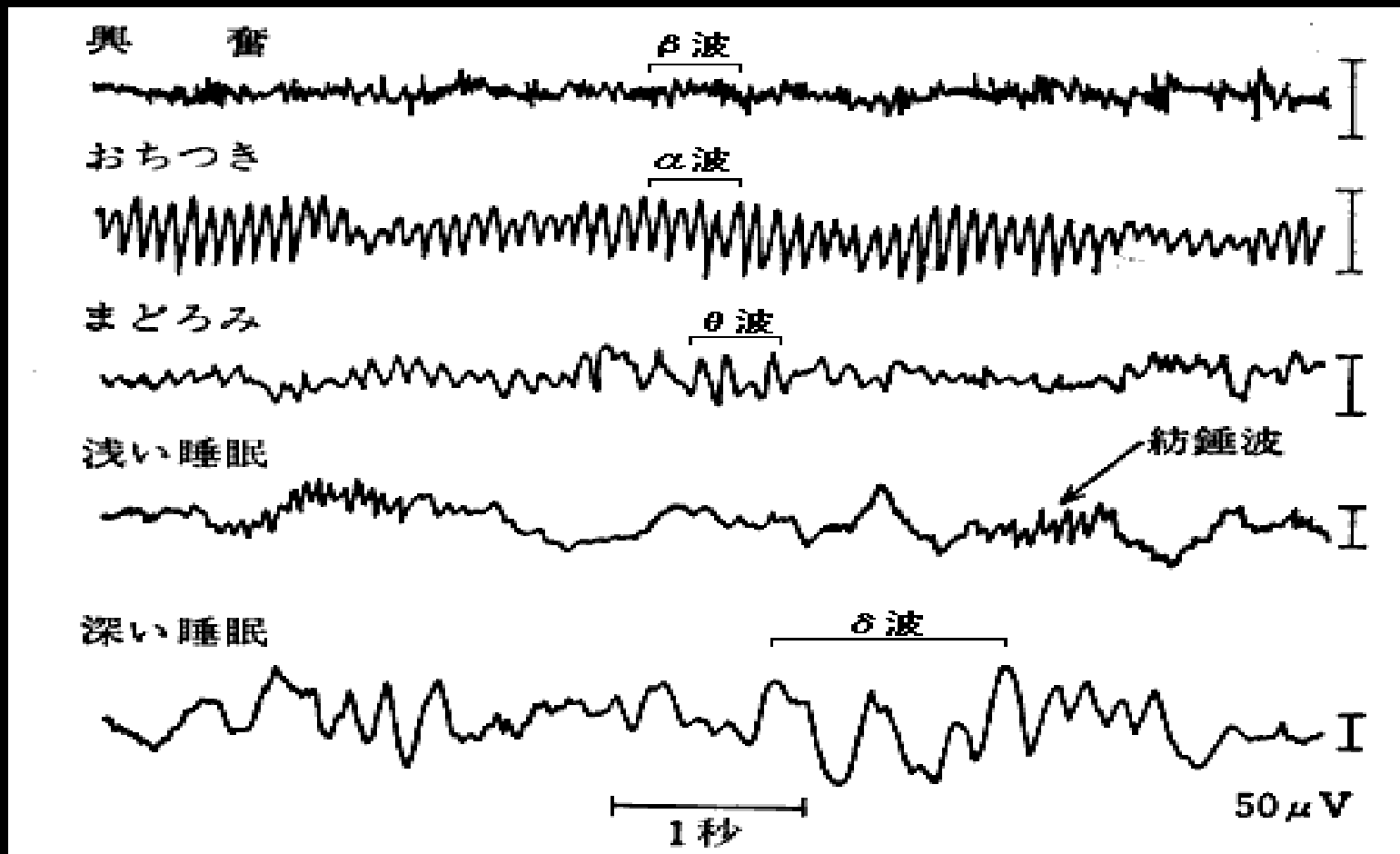
脳波計の時定数は、0.3 秒

$$\text{遮断周波数} = 1 / (2\pi \times 0.3) = 0.5 \text{ Hz}$$

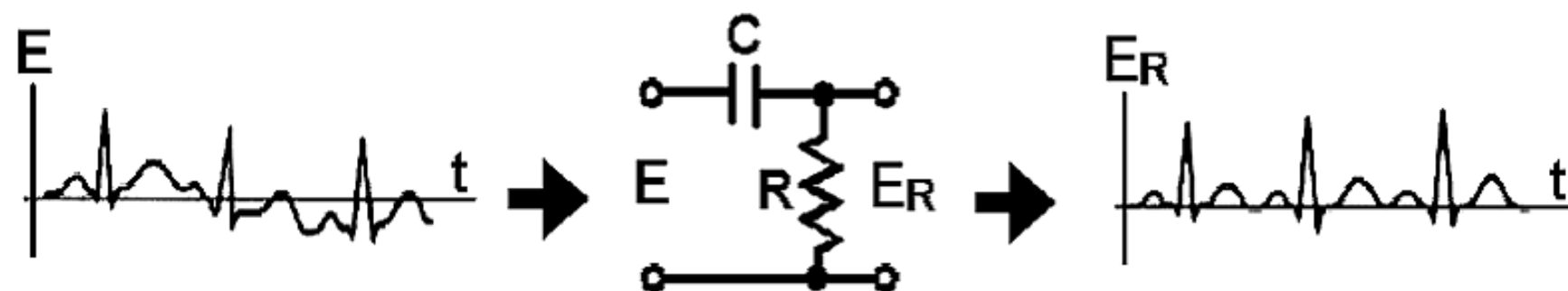
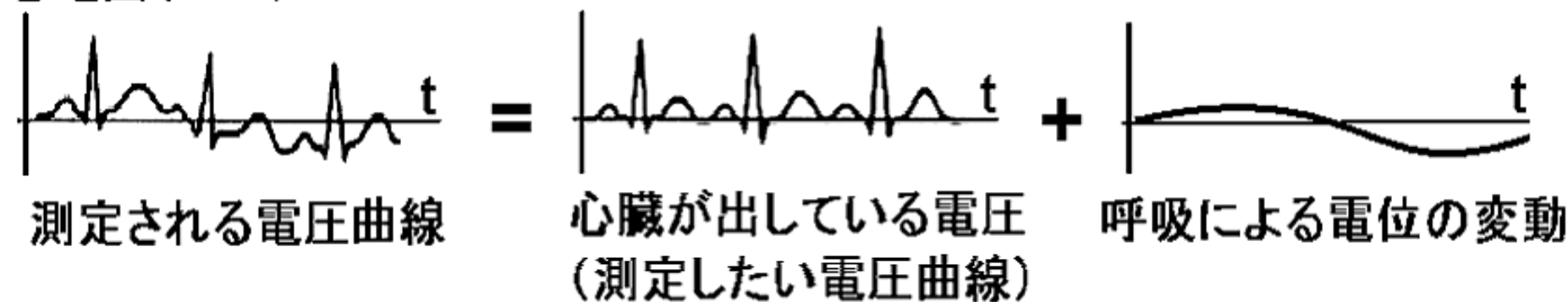
0.5 とは $1/2 = 30/60$ 。1分間に30回以下しか振動しない緩い波は、脳波ではないので除去する。

脳波の種類

- δ(デルタ)波 0.5~4Hz 未満 ぐっすり寝ている時に現れる。
- θ(シータ)波 4~8Hz 未満 とろとろと眠くなって来た時に現れる。
- α(アルファ)波 8~13Hz 未満 脳の休めている部位に現れる。
- β(ベータ)波 13~40Hz 未満 精神活動している部位に現れる。



心電図 (ECG)



心電図などでは、呼吸による電位変動が低周波雑音として加わっているので、
(心臓と電極との距離が呼吸で変動するため)

測定値そのままでは、基線動揺(基線変動)が認められる。

このような低周波ノイズを、**ドリフト雑音**という。

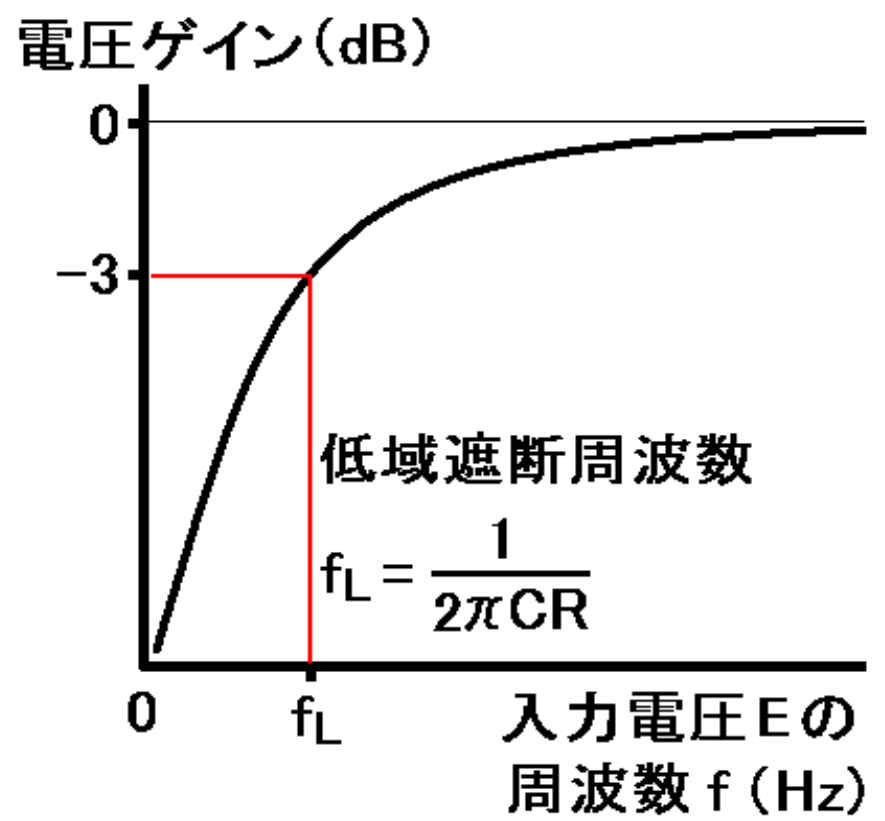
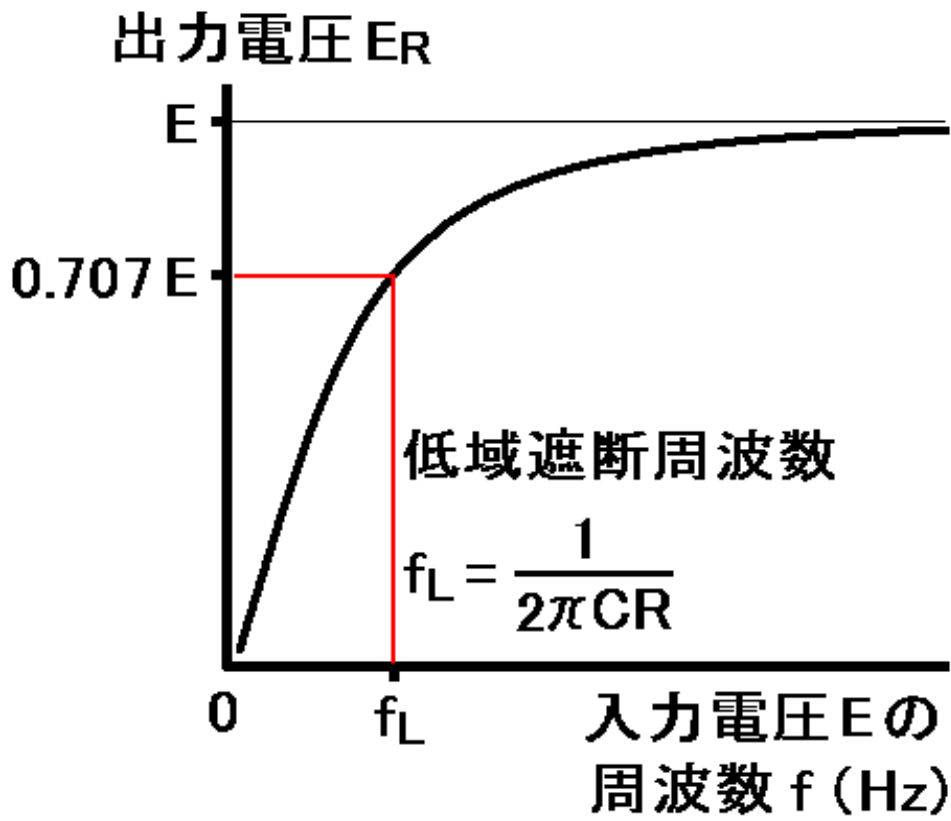
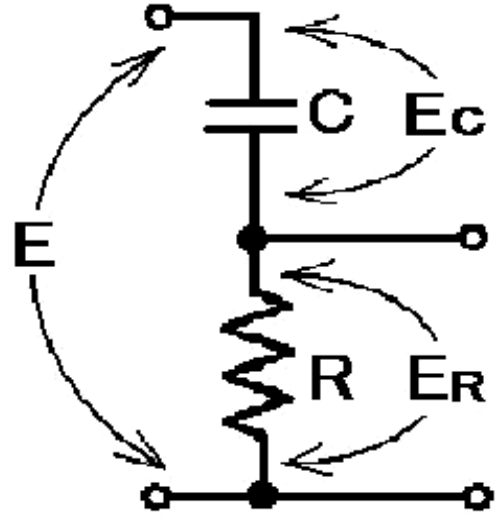
適切な時定数のCR結合回路を入れて 抵抗電圧を取り出すと、

低周波成分が遮断されて、基線が平坦化する。

入力電圧 E の周波数が $f_L = 1/(2\pi CR)$ のとき、

出力電圧 E_R との比は、 $\frac{\text{出力電圧}}{\text{入力電圧}} = \frac{E_R}{E} = \frac{1}{\sqrt{2}} (=70.7\%)$

dB であらわすと、ゲイン $G = 20 \log_{10} \frac{1}{\sqrt{2}} = -3 \text{ dB}$
($\log_{10} 2 \doteq 0.3$)

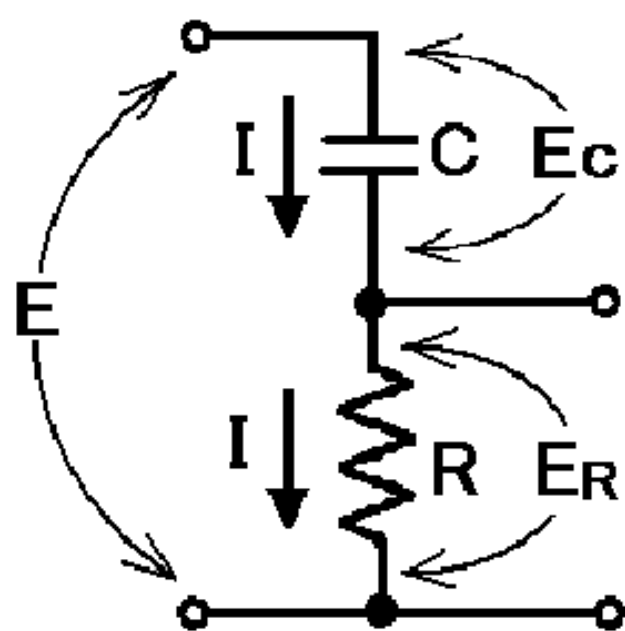


$$E_R = E e^{-\frac{1}{CR}t}$$

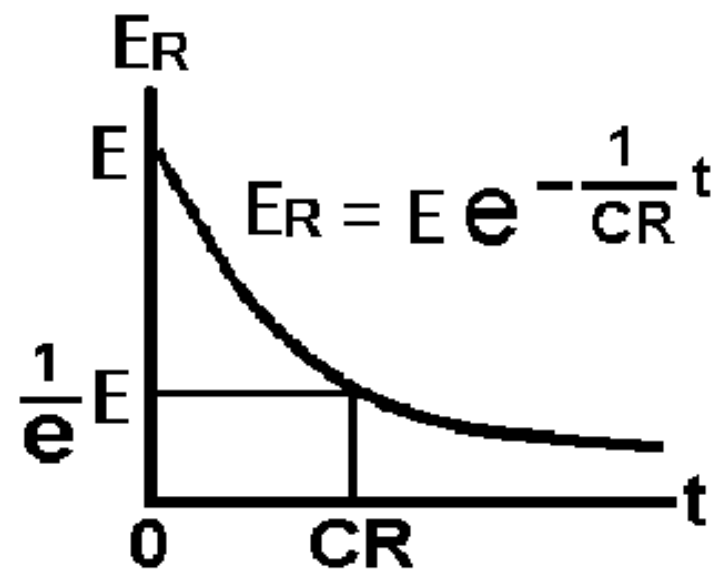
CR結合回路の式

CとRの積を、時定数 τ (タウ) という。

時定数 $\tau = CR$ (単位は秒)



F(ファラッド) x Ω (オーム)
= sec(秒)



τ 秒後の E_R の値は、
初期値の $1/e$ (37%) になる。
($e \doteq 2.718$ 、 $1/e \doteq 0.37$)

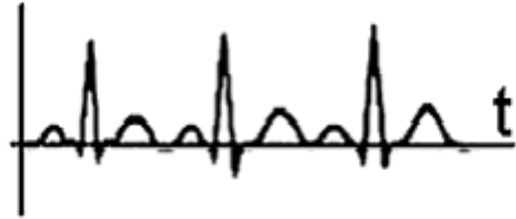
低周波遮断回路 = 細かい振動を通す
 = 変動成分を抽出
 = 変化量の抽出 = 微分

心電図 (ECG)



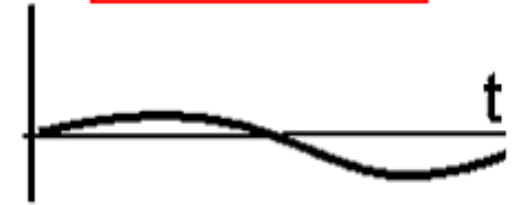
測定される電圧曲線

=



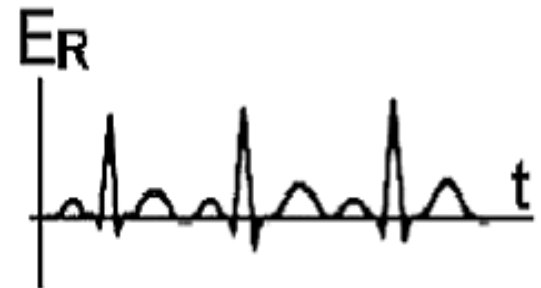
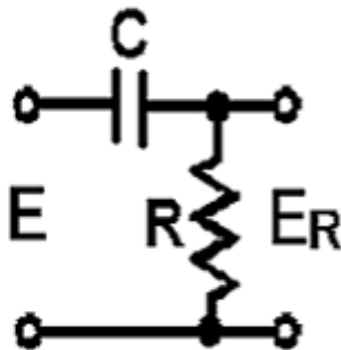
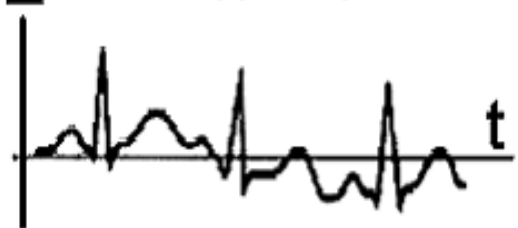
心臓が出している電圧
(測定したい電圧曲線)

+



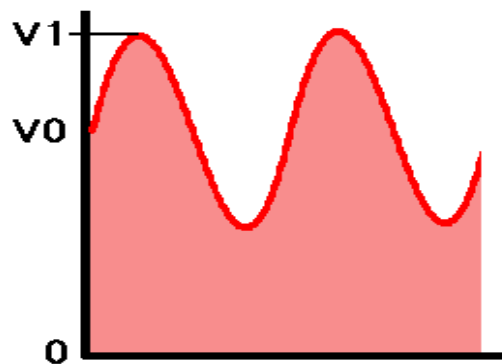
呼吸による電位の変動

E 基線動揺

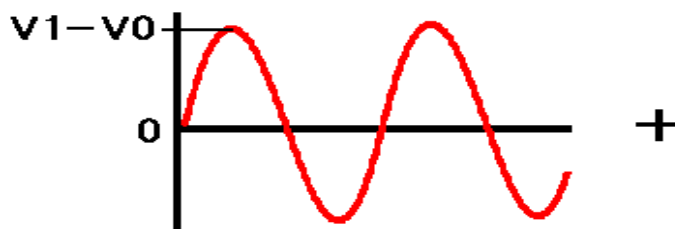


高周波遮断回路 = 緩い振動を通す
 = 変化の乏しい成分を抽出
 = バイアスの抽出 = 積分

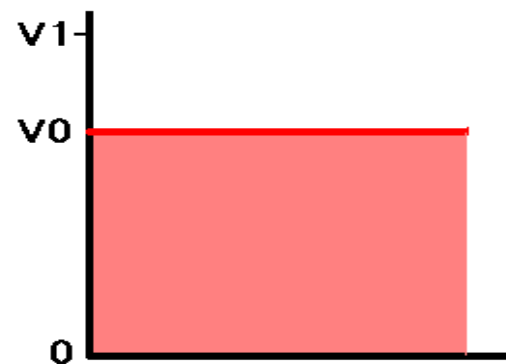
脈流電圧信号



交流電圧成分

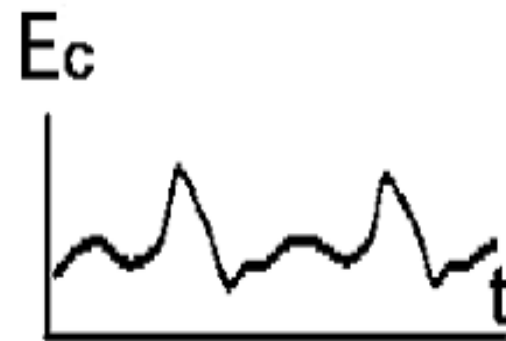
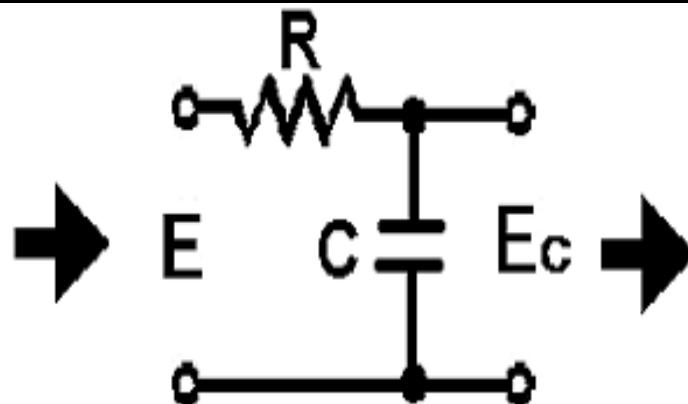
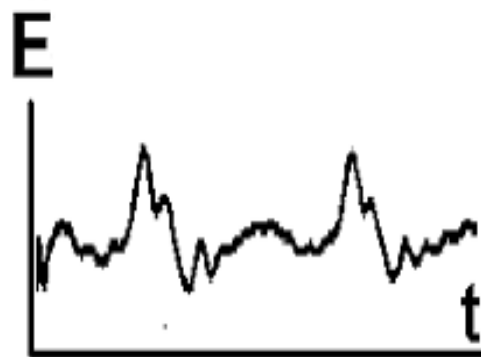


直流電圧成分
(バイアス電圧)



=

+



臨床検査としてデジタル記録する場合、必要なサンプリング周波数が最も高いのはどれか。

- | | |
|--------|--------|
| 1. 心電図 | 4. 筋電図 |
| 2. 心音図 | 5. 脳 波 |
| 3. 脈 波 | |

生体信号をデジタル記録する場合、最も高いサンプリング周波数が必要となるのはどれか。

- | | |
|--------|--------|
| 1. 脳 波 | 4. 心音図 |
| 2. 脈 波 | 5. 心電図 |
| 3. 筋電図 | |

主な生体信号の周波数

心電図 0.05 ~ 100 Hz

(時定数 $\tau = 3$ 秒) ($1/2\pi\tau = 0.05$ Hz)

脳波 0.5 ~ 60 Hz

(時定数 $\tau = 0.3$ 秒) ($1/2\pi\tau = 0.5$ Hz)

筋電図 5 ~ 2000 Hz

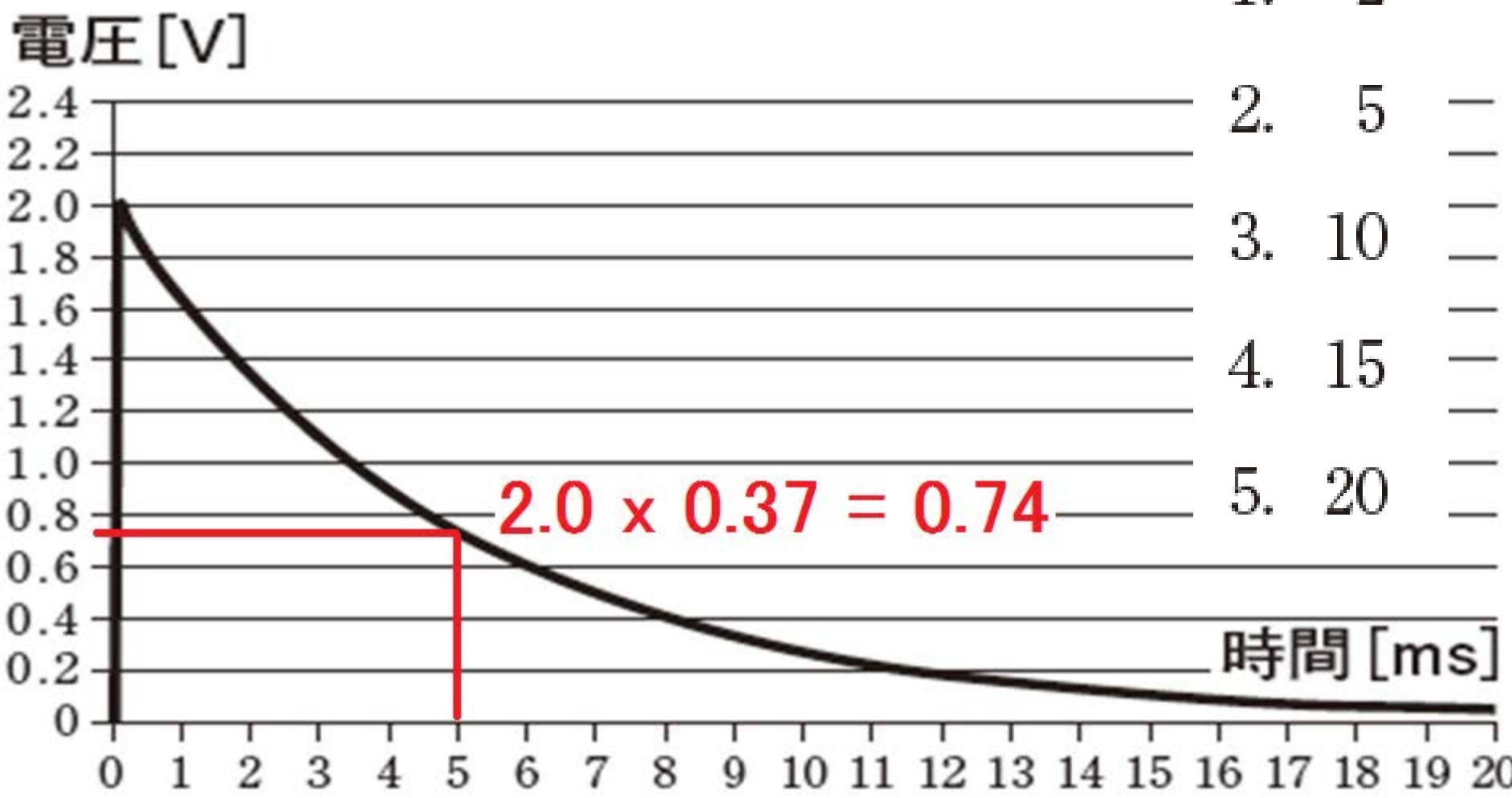
(時定数 $\tau = 0.03$ 秒) ($1/2\pi\tau = 5$ Hz)

心音図 20 ~ 600 Hz

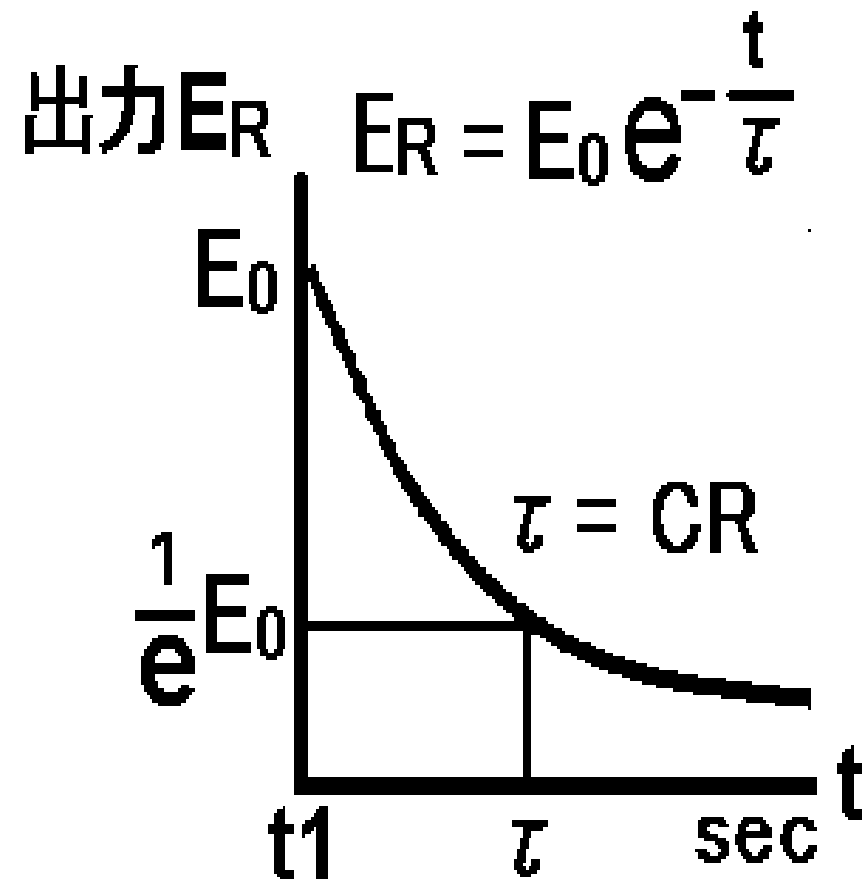
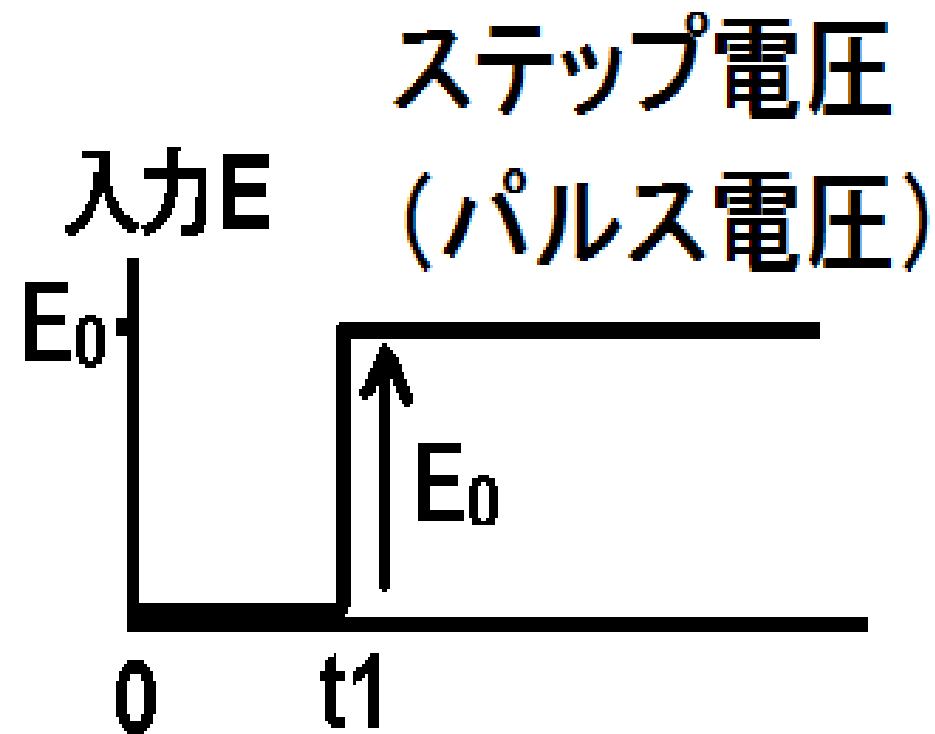
眼振図 0.05 ~ 20 Hz

CR 結合回路(微分回路)に 2 V のステップ電圧を入力したときの出力波形を図に示す。
この回路の時定数[ms]はどれか。

- 1. 2
- 2. 5
- 3. 10
- 4. 15
- 5. 20



電圧の急激な上昇 E_0



$$1/e = 0.37$$

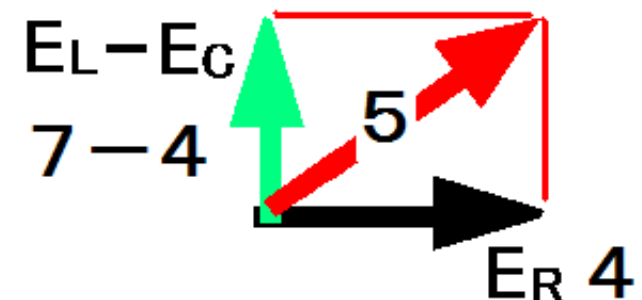
RLC 直列回路のインピーダンス $[\Omega]$ は。
 ただし、抵抗器の抵抗値は $4\ \Omega$ 、
 誘導性リアクタンスは $7\ \Omega$ 、
 容量性リアクタンスは $4\ \Omega$ とする。

1. 2 3. 7 5. 15

2. 5 4. 11

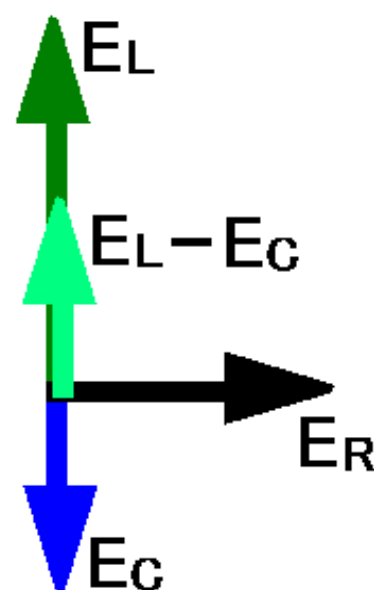
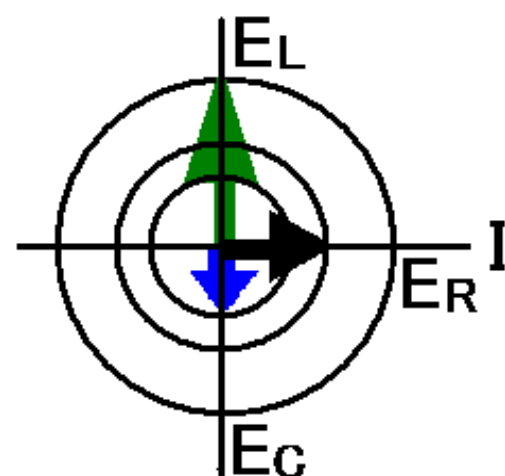
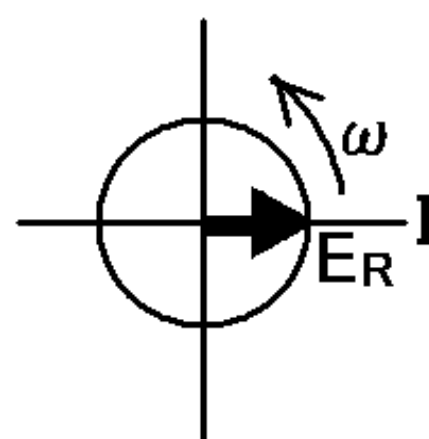
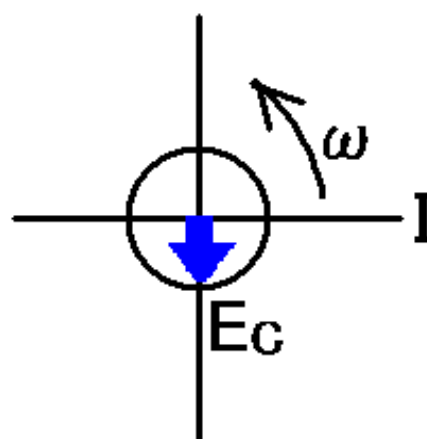
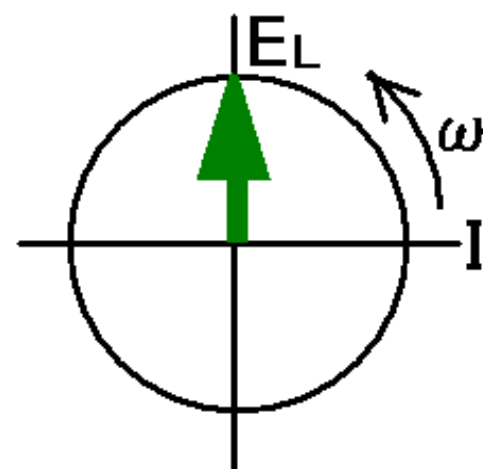
電圧のベクトル和

$$\sqrt{E_R^2 + (E_L - E_C)^2}$$



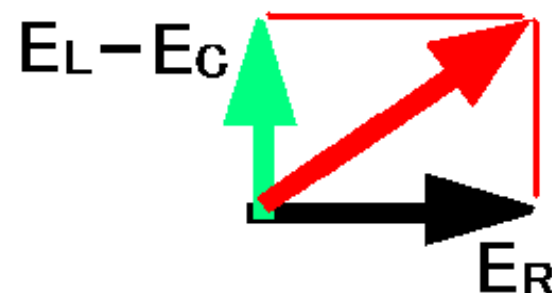
LCR直列回路に流れる交流電流 I を、円運動の射影と考えると、

E_L は 90° 進んでいる。 E_C は 90° 遅れている。 E_R は 電流と同じ位相。



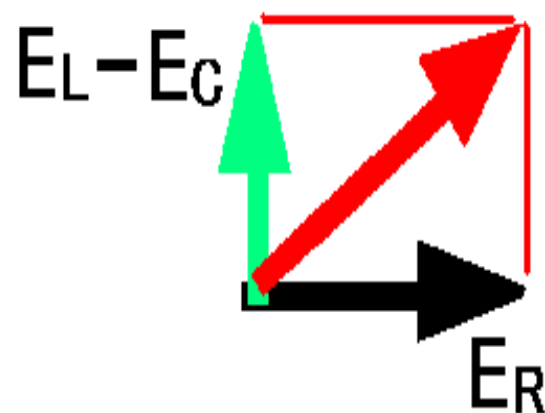
電圧のベクトル和

$$\sqrt{E_R^2 + (E_L - E_C)^2}$$



電圧のベクトル和

$$\sqrt{E_R^2 + (E_L - E_C)^2}$$



$$E_R = I R$$

$$E_L = I \omega L$$

$$E_C = I / \omega C \quad \text{を代入すると}$$

$$E = I \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

LCR直列回路のインピーダンス Z は、

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}$$

個人情報保護について誤っているのはどれか。

1. 個人情報には患者氏名が含まれる。
2. 臨床検査技師は法による守秘義務が課されている。
3. 患者から採取した検体は個人情報として取り扱う。
4. 患者は診療録開示請求により本人の診療録を閲覧できる。
5. 臨床検査終了後の残余検体は研究目的ならば自由に利用できる。

ネットワーク情報システムの脆弱性の原因となるのはどれか。

1. MAC アドレスによる機器認証
2. プロキシサーバの設置
3. ファイアウォールの設置
4. ファイル共有ソフトの導入
5. パスワードの定期的な変更

ファイル共有ソフト Peer to Peer技術(P2P)にて、対等の者(Peer、ピア)同士が通信するソフト。Winnyなど、インターネットで不特定多数の利用者とファイルをやり取りするソフトウェア。PC上の個人情報、ユーザが意識しないうちに、漏洩する可能性がある。

ネットワーク情報システムの脆弱性の原因となるのはどれか。

1. MAC アドレスによる機器認証
2. プロキシサーバの設置
3. ファイアウォールの設置
4. ファイル共有ソフトの導入
5. パスワードの定期的な変更

ファイル共有ソフト Peer to Peer技術(P2P)にて、対等の者(Peer、ピア)同士が通信するソフト。Winnyなど、インターネットで不特定多数の利用者とファイルをやり取りするソフトウェア。PC上の個人情報、ユーザが意識しないうちに、漏洩する可能性がある。

情報セキュリティにおいて「フィッシング」を説明するのはどれか。

- 1) 架空の Web サイトや偽サイトに誘導し、ユーザの情報を不正に取得する。
- 2) コンピュータにウイルスを感染させ、ネットワークを介して外部から不正に操作する。
- 3) ファイル共有ソフトを利用している PC を感染させ、PC 内部の情報の漏洩をはかる。
- 4) キーボードの入力操作を自動的に記録・送信して、パスワードなどを盗み出す。
- 5) PC に不正なプログラムを常駐させ、データや PC 操作の情報を取得する。

フィッシング Phishing (ハッカーが fishing から作った造語)

インターネットの WWW や Eメール等を使った詐欺の一種。

偽のウェブサイトへ誘うメールを送り、クレジットカード番号、預金口座、IDやパスワードなどを獲得する不正行為。

伝送速度 1 Gbps のネットワークで、
1 枚 2 Mバイトの画像を送信する。
1 秒間に送信できる画像数はどれか。

- | | | |
|-------|--------|--------|
| 1. 50 | 3. 124 | 5. 500 |
| 2. 62 | 4. 250 | |

1G(ギガ)bps (bits per sec)= 1000 M ビット/秒

2M(メガ)バイト = 16 M ビット (1 バイト = 8 ビット)

$$1000 / 16 = 62.5$$

2進数 1001101110101101 を
16進数に変換したのはどれか。

- | | |
|---------|---------|
| 1. 137D | 4. 9BAD |
| 2. 4DD5 | 5. 9BBD |
| 3. 4DED | |

2進数を4桁ずつに区切る。 0000~1111

(10進数では 0~15 16進数では 0~F

4ビットデータ 情報量は $2^4 = 16$)

1001 は16進数で 9、 1011 は16進数で B、
1010 は16進数で A、 1101 は16進数で D

16進数 2進数を簡潔に表現した表記法

IPアドレスや MACアドレスなど、コンピュータをシステムが認識する識別番号などの基本は2進数である。

(コンピュータシステムにとっては、2進数が便利)。

たとえばコンピュータシステムは **00 0A 7E 5C 52 F6** と16進数で記述された MACアドレスを、以下のように認識している。

0000 0000 0000 1010 0111 1110 0101 1100 0101 0010 1111 0110

しかし、人間が2進数を正確に入力するのは困難。

そこで、コンピュータシステムでは、記述の長い2進数を縮めて記述できる16進数を用いることが多い。

4桁の2進数を 0～9、A～F の1文字で表現できる。

10進数	16進数	2進数	2進数(4桁表示)
0	0	0	0000
1	1	1	0001
2	2	10	0010
3	3	11	0011
4	4	100	0100
5	5	101	0101
6	6	110	0110
7	7	111	0111
8	8	1000	1000
9	9	1001	1001
10	A	1010	1010
11	B	1011	1011
12	C	1100	1100
13	D	1101	1101
14	E	1110	1110
15	F	1111	1111

公開鍵暗号システムを用いて A さんが B さんに通信文を送る方法はどれか。

1. A さんは A の暗号鍵で暗号化し、
B さんは A の暗号鍵で復号する。
2. A さんは A の暗号鍵で暗号化し、
B さんは A の復号鍵で復号する。
3. A さんは B の暗号鍵で暗号化し、
B さんは A の復号鍵で復号する。
4. A さんは B の暗号鍵で暗号化し、
B さんは B の復号鍵で復号する。
5. A さんは B の暗号鍵で暗号化し、
B さんは B の暗号鍵で復号する。

公開鍵暗号化方式について正しいのはどれか。

- 1) 暗号化と復号化を同じ鍵で行う。
- 2) 複数相手とのやり取りでも自分の秘密鍵だけを管理しておけばよい。
- 3) 秘密鍵が漏れた場合、共通鍵暗号化方式に比べ解読される危険性が高い。
- 4) 暗号化と復号化の処理は共通鍵暗号化方式に比べ高速である。
- 5) 相手ごとに鍵を用意する必要がある。

共通鍵暗号方式 (Common key cryptosystem)

暗号化と復号に同じ(共通の)鍵を使う方式。

共通鍵を不正に知られると傍受される危険あり。

公開鍵暗号(化)方式 (Public key cryptosystem)

暗号化と復号に別の鍵を使い、暗号化の鍵を公開する方式。

受信者は、公開鍵と対になる復号鍵を密かに持っている。

暗号が不正傍受されても復号鍵を知らない者は復号できない。