

2007年 模試

問題 83 誤っているのはどれか。

- a クラス I の追加保護手段は強化絶縁である。
- b 人体と電源の絶縁抵抗は小さいほどよい。
- c EPR ポイントとシステム内の機器を結ぶ導線の抵抗は高くなければならない。
- d 心カテーテル検査室は高度管理区域になっている。
- e 体内に適用される機器の漏れ電流は $10\ \mu\text{A}$ 以下でなければならない。

1. a、b、c

2. a、b、e

3. a、d、e

4. b、c、d

5. c、d、e

医用電気機器の分類

患者や術者への電流(漏れ電流)を抑制する保護手段。

基礎絶縁 装置内の回路が周囲の構造物と絶縁している。
全ての医用機器に必要な保護手段。

追加保護手段

保護接地 基礎絶縁が破壊しても、漏れ電流がアースに流れるように、アース線(保護接地線)を伴う
3P電源コードを使用。

補強絶縁 基礎絶縁が破壊しても周囲との絶縁が保たれる2重構造になっている。

内部電源 電源にバッテリー、電池を使用
(ただし充電中は内部電源機器とは扱わない)。

クラスⅠ機器 **基礎絶縁** **および** **保護接地**

3Pコンセントによる接地を行って使用する。

クラスⅡ機器 **基礎絶縁** **および** **補強絶縁**

接地は不要。

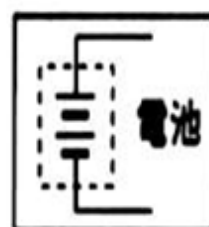
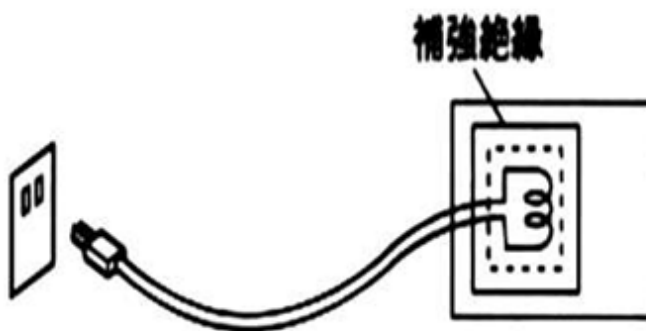
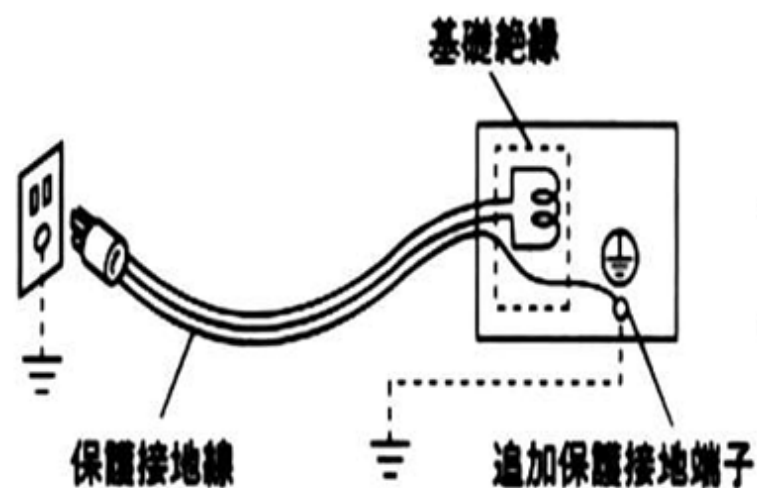
内部電源機器 **基礎絶縁** **および** **内部電源**

充電中は、クラスⅠかⅡの使用法に従う。

クラスⅠ機器 — 保護接地を必要とする

クラスⅡ機器 — 保護接地に依存しない

内部電源機器



電池電源で
フローティングする（ただし
充電しながら使用できる機器
は対象とならない）

ME図記号

漏れ電流による 装着部の分類



B形機器



BF形機器



CF形機器

医用機器のクラス別分類



保護接地（大地）

クラスⅠ機器の

3Pコンセントによる接地



クラスⅡ機器 補強絶縁

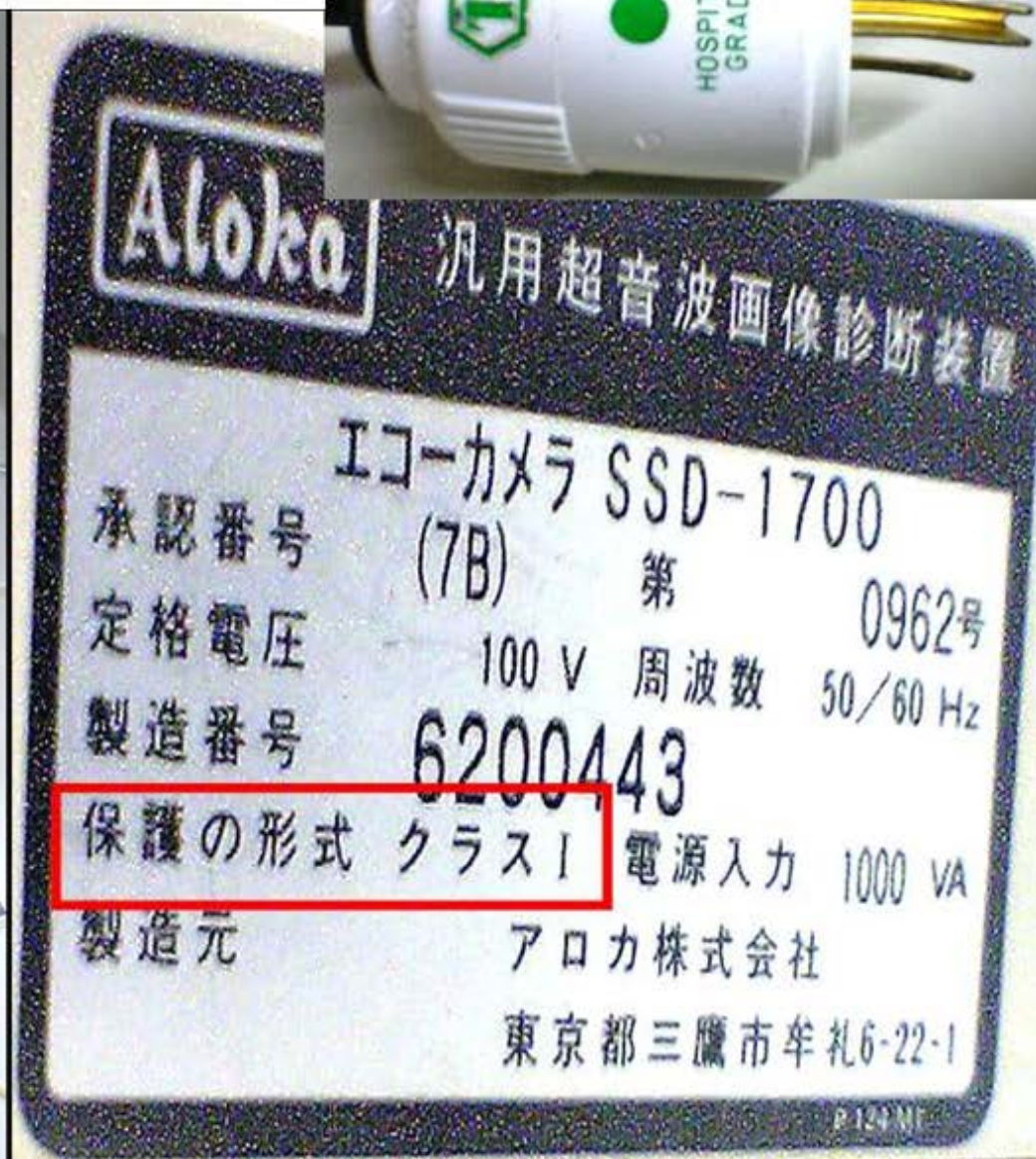


等電位化

EPR(等電位化接地)

システムの接地端子

クラス I BF形 超音波装置



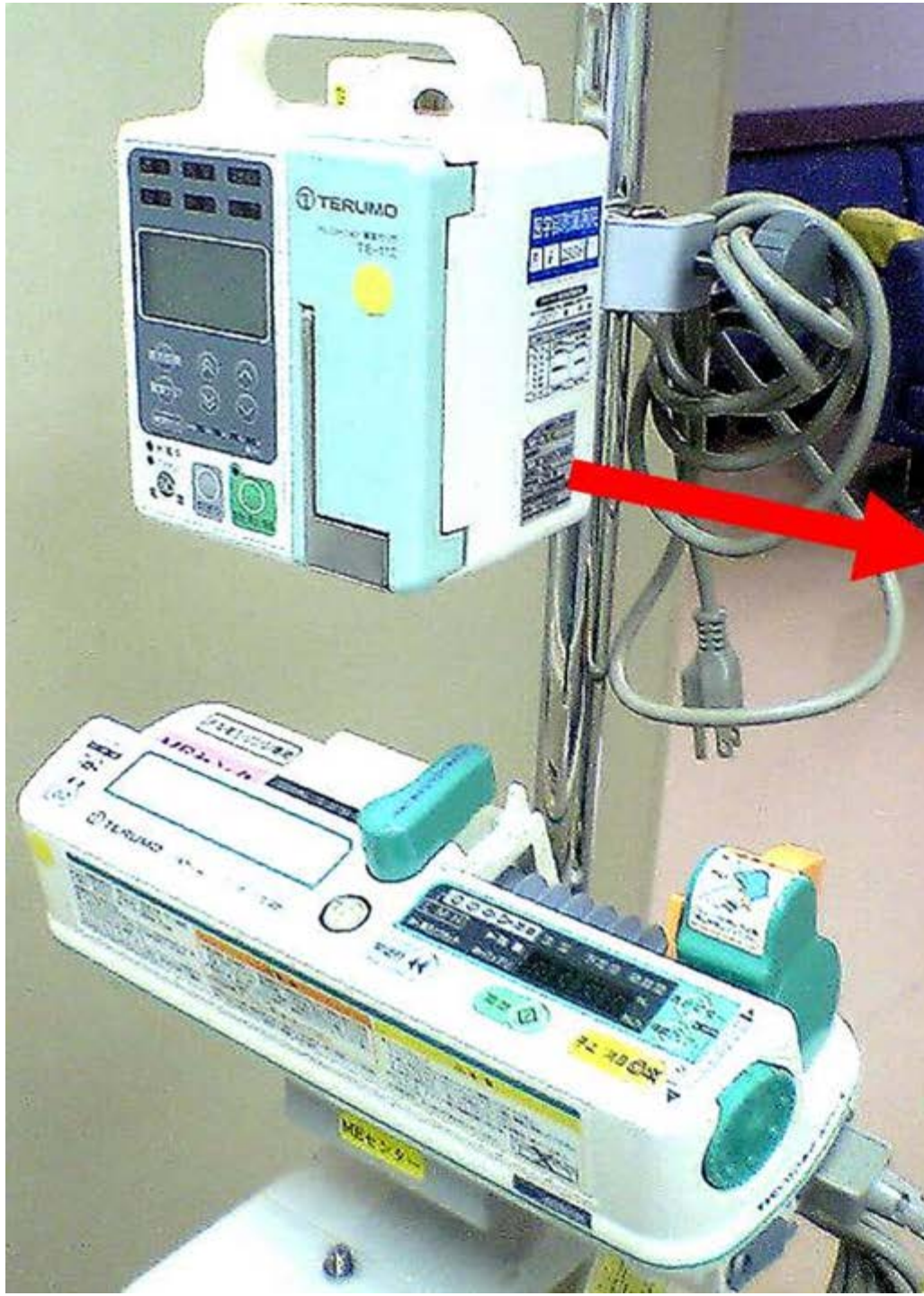
エコープローブ(探触子)

接続部位の記号

プローブは、BF形

注意、附属文書を参照
という意味の記号





CF形 クラス I

輸液ポンプ、シリンジポンプ

**点滴、注射の注入速度を
一定に保つ装置。**

テルフュージョン輸液ポンプTE-112
型 式：TE-112

製造番号：

電 源：100VAC～ 50/60Hz

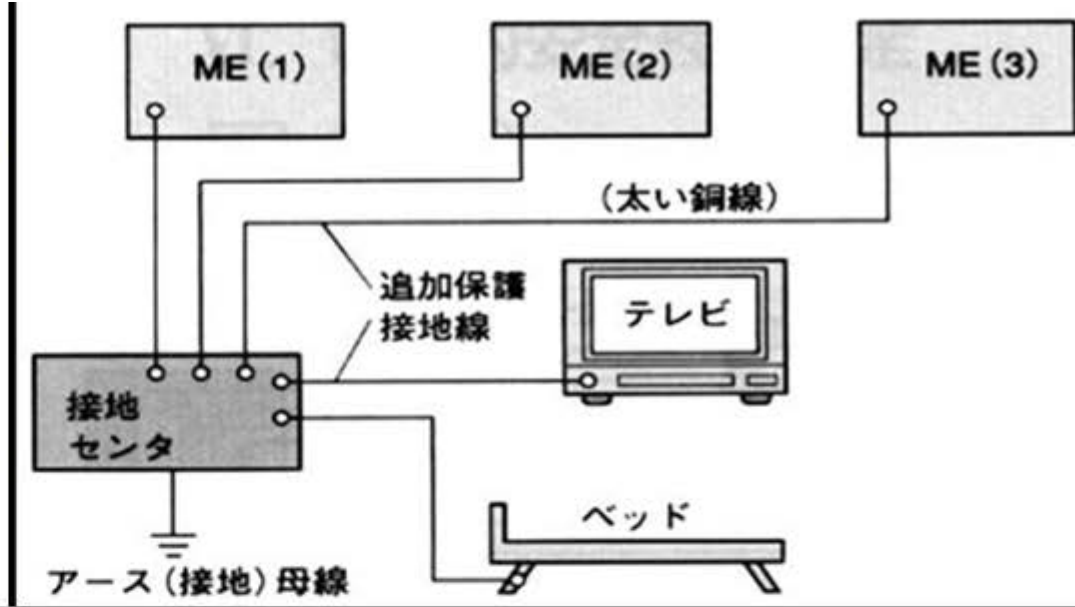
消費電力：16VA

電撃保護：CF形 
クラス I 及び内部電源機器

医療用具承認番号20800BZZ00693

製造元：テルモ株式会社
東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目44番1号

EPR システム (等電位化接地システム) Equipotential Patient Reference System マイクロショック電撃事故を 防ぐシステム



患者が複数の医用機器、テレビ、ベッドなどの金属に触れる可能性のある環境では、それらの機器のアース電圧を同じにすると、電撃事故を防止できる。

同じ接地端子(センタ)に全ての機器やベッドのアースを繋ぐ。アース線も同じ銅線を使う。(0.1 Ω /m 以下の太い銅線)
機器間のアース電位差が10mV 以下になれば、体表抵抗は約1k Ω なので、電撃は 10 μ A 以下に抑制できる。

マクロショック

体表に受ける電撃。

許容電流は、 $100\mu A$ （最小感知電流の10%）

ミクロショック

直接、心臓に流れる電撃。

許容電流は、 $10\mu A$ （心室細動の危険電流の10%）

EPRシステム

機器間のアース電位差が $10mV$ 以下になれば、体表抵抗は約 $1k\Omega$ なので、電撃は $10\mu A$ 以下に抑制できる。

感知電流

体表に流れる電流を感知するときの電流値。

商用交流で 約 1mA が、最小感知電流。

交流の周波数が上がると、電流を感じにくくなる。

(1kHz 以上では 周波数に比例して電撃閾値が上る。)

女性の方が低い電流を感知する(電撃閾値が低い)。

離脱電流

10mA 以上では、筋肉の不随意収縮が生じ、
自らの意思で動けなくなる。これを離脱電流という。

100mA 以上の電流が体表を通ると、心筋に $100\mu\text{A}$
以上の電流が通り、心室細動の危険がある。

医用電気機器の安全基準である JIS T 0601-1 に規定されている「CF 形装着部における単一故障状態での患者漏れ電流-I」の許容値 (mA) はどれか。

- | | |
|---------|--------|
| 1. 0.01 | 4. 0.5 |
| 2. 0.05 | 5. 1.0 |
| 3. 0.1 | |

CF 形機器の正常状態の接地漏れ電流の許容値はどれか。

1. 0.01mA
2. 0.05mA
3. 0.1mA
4. 0.5mA
5. 1 mA

ME機器から漏れる3種類の電流(漏電)

1. 電極(装着部)からの漏れ電流(患者漏れ電流 I)
2. 装置のケースからの漏れ電流(外装漏れ電流)
3. アース電極からの漏れ電流(接地漏れ電流)

漏れ電流の許容値の表

漏れ電流	BF 形		CF 形	
	正常状態	単一故障状態	正常状態	単一故障状態
患者漏れ電流- I	0.1mA	0.5mA	0.01mA	0.05mA
外装漏れ電流	0.1mA	0.5mA	0.1mA	0.5mA
接地漏れ電流	0.5mA	1 mA	0.5mA	1 mA

患者漏れ電流 I は、危険電流の 10% 以下。
故障時は、危険電流の 50% まで許容されている。

外装漏れ電流 は、心臓には流れないので、
すべてのME機器で BF形の患者漏れ電流と同じ。
接地漏れ電流 は すべてのME機器で
0.5 mA 以下。（故障時は 1.0 mA 以下）

病院電気設備で定められている特別非常電源の立ち上がり時間と最小の連続運転時間の組合せで正しいのはどれか。

立ち上がり時間	連続運転時間
1. 0.5 秒以内	10 分以上
2. 10 秒以内	1 時間以上
3. 10 秒以内	10 時間以上
4. 40 秒以内	10 時間以上
5. 40 秒以内	24 時間以上

病院電気設備の安全基準で定められている 特別非常電源の立ち上がり時間は 10秒

	立ち上がり時間 (電圧確率時間)	連続運転可 能な最小時間	用途・適応
一般 非常電源	40秒 以内に自家 発電設備が電圧 を確立	10時間 以上	重要ME機器・ 照明
特別 非常電源	10秒 以内に自家 発電設備が電圧 を確立	10時間 以上	生命維持 装置
瞬時特別 非常 電源	0.5秒 以内に 蓄電池設備が 電圧を確立	10分 以上	手術灯

PC と周辺機器とをつなぐインターフェースでないのは。

1. Bluetooth
2. IEEE 1394
3. RS-232 C<recommended standard 232 version C>
4. SSD<silicon storage device>
5. USB<universal serial bus>

SSDは、ハードディスクの代わりに半導体メモリで構成された記憶装置。読み書き速度が速く、軽量、小型、無音、衝撃に強い等の利点を持つ。



コンピュータの入出力インターフェースの規格はどれか。

1. OS

4. TCP/IP

2. USB

5. IP アドレス

3. HTML

現在は、コンピュータと周辺機器を接続するシリアルバス規格はUSB(USB2,USB3)が普及しているが、

20年ほど前までは、RS 232C, 10年ほど前までは、IEEE1394という規格のコネクタ、バス規格が搭載されたパソコンが多かった。

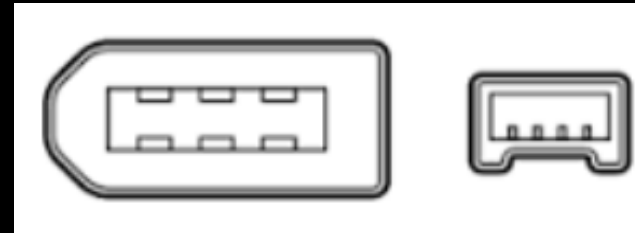
IEEE 1394

アップルが提唱した、コンピュータやAV機器を接続する高速シリアルバス規格。

RS 232C



IEEE 1394



導電率が最も大きいのはどれか。

- | | |
|-------|--------|
| 1. 骨 | 4. 脂肪 |
| 2. 血液 | 5. 骨格筋 |
| 3. 肝臓 | |

導電率（伝導度、導電度） G コンダクタンス

conductance 【名】〔電気〕コンダクタンス、電気伝導度

電気抵抗 R （レジスタンス）の逆数。電流の流れやすさを示す。

組織の食塩 (NaCl) 濃度が高いほど

組織の電気の通りやすさ(導電率)は高い。

血液の NaCl 濃度は高い。

脂肪や空気を含む組織は導電率が低い。

細胞外液の NaCl 濃度は、細胞膜より高い。

細胞膜は、ほぼ絶縁体。

生体組織に 100 Hz の電流が流れたとき
導電率 (mS/cm) が最も大きいのは。

- | | |
|--------|--------|
| 1. 肝 臓 | 4. 脂 肪 |
| 2. 血 液 | 5. 頭蓋骨 |
| 3. 骨格筋 | |

平成25年 国家試験

解答 2

音などの波形データを
電波に加算して
伝送する方法は
2種類ある。

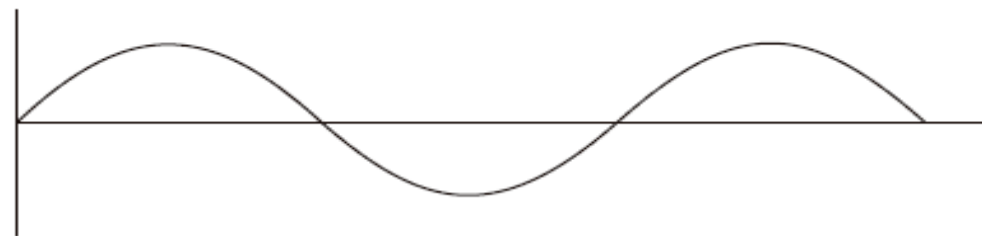
振幅変調 (AM)

縦幅にデータ加算

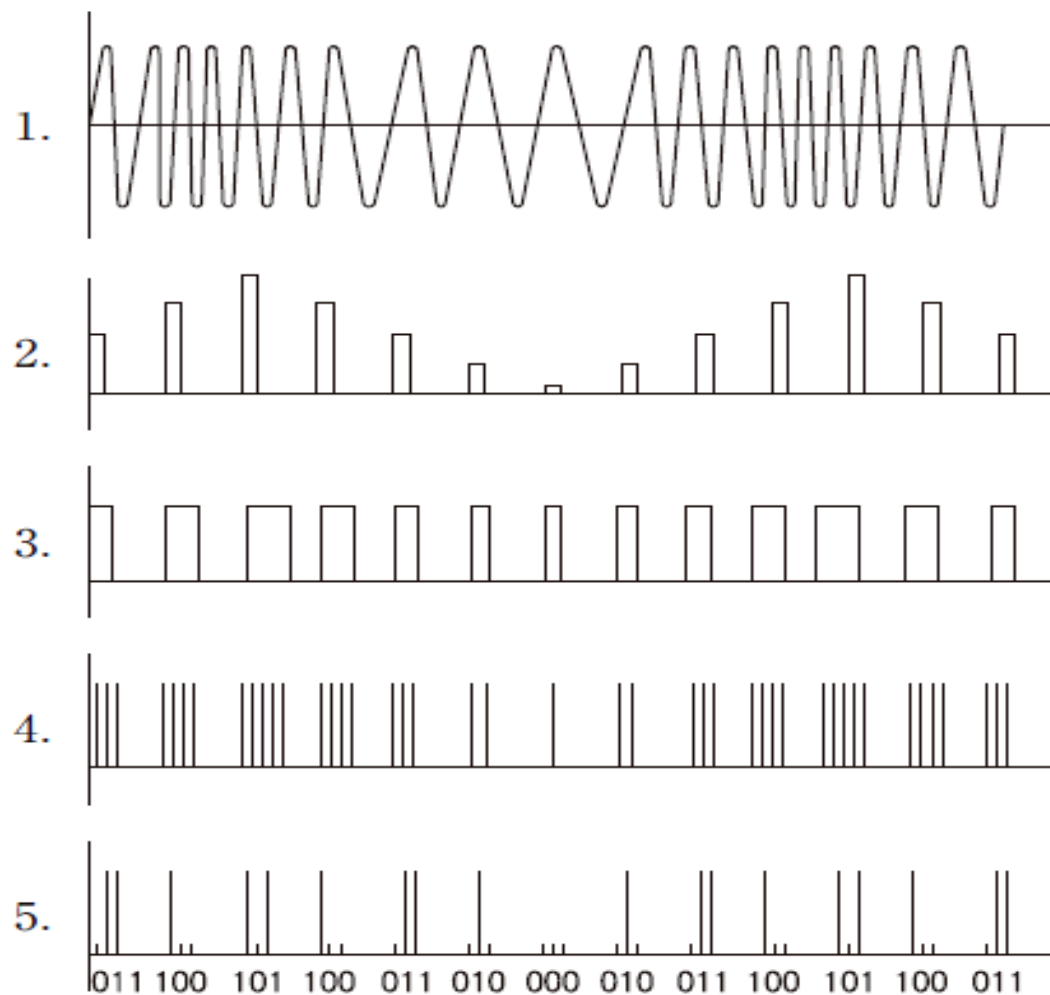
周波数変調 (FM)

横幅にデータ加算

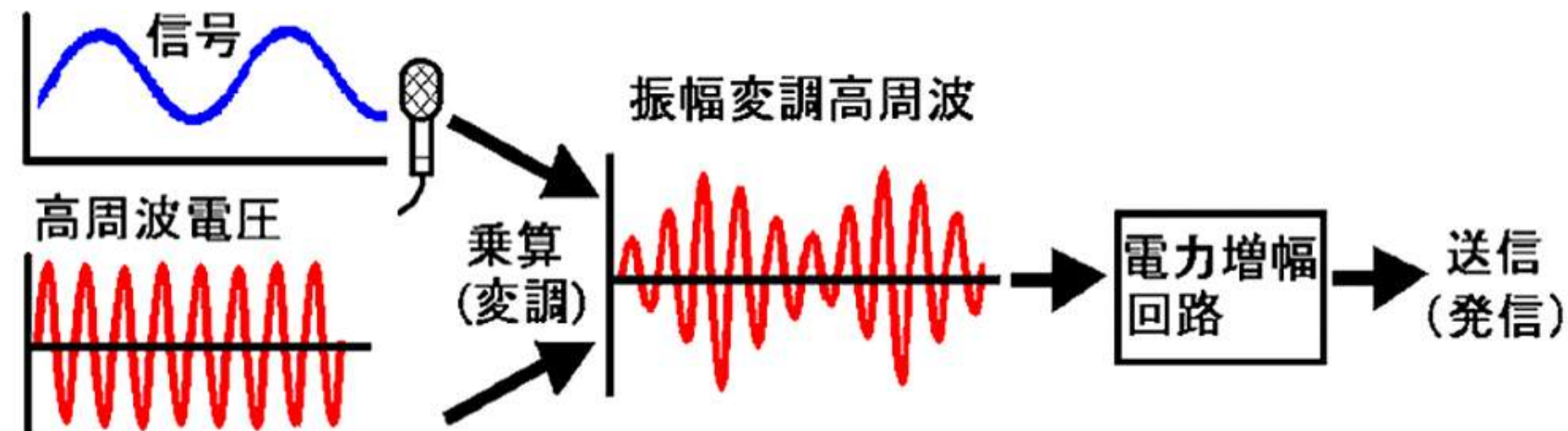
信号波を示す。



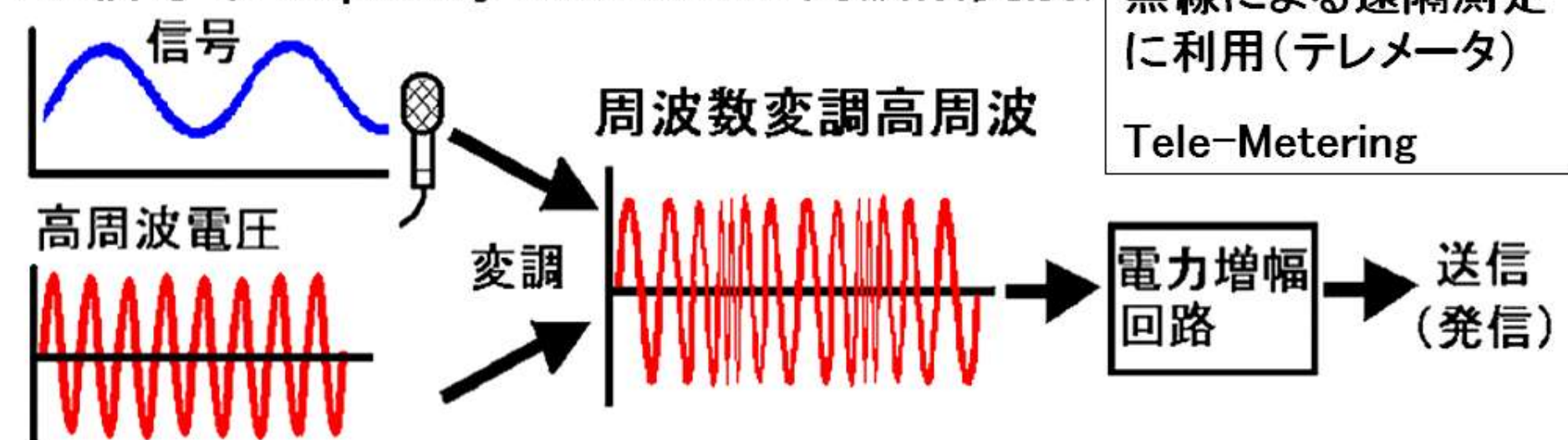
パルス振幅変調 (PAM) はどれか。



AM信号 (Amplitude Modulation 振幅変調)



FM信号 (Frequency Modulation 周波数変調)



振幅よりも周波数のほうが変動幅(ダイナミックレンジ)を大きくでき、
FM変調の方が、信号の波形を歪ませずに伝えられる。

コンピュータシステムにおいて処理要求を一定時間蓄積し、時間や期日を決めた上でまとめて一括処理する方式はどれか。

1. タイムシェアリング処理
2. サブトラクション処理
3. リアルタイム処理
4. オンライン処理
5. バッチ処理

バッチ処理（バッチ：ひとまとめに作業を行うこと。）

夜間などに、まとめて処理時間の長い作業

（データベース更新、集計処理など）を行う場合に適する。

コンピュータの利用効率は高い。

ターンアラウンドタイム（処理に要する時間）は遅い。

リアルタイム処理

ターンアラウンドタイムを速くして

すぐに処理結果を得たい場合に適する。

コンピュータの利用効率は低い。

紙媒体のカルテと比較した電子カルテ導入の効果として誤っているのはどれか。

1. 警告機能によって重大所見の見落としを予防できる。
2. 診療統計情報などの二次利用が容易になる。
3. 医療従事者間での情報共有が容易になる。
4. 検査データの保管スペースを節約できる。
5. 個人情報漏洩の危険性が減る。

電子カルテの弱点は、データを容易にコピー可能で、病院外に持ち出せること。

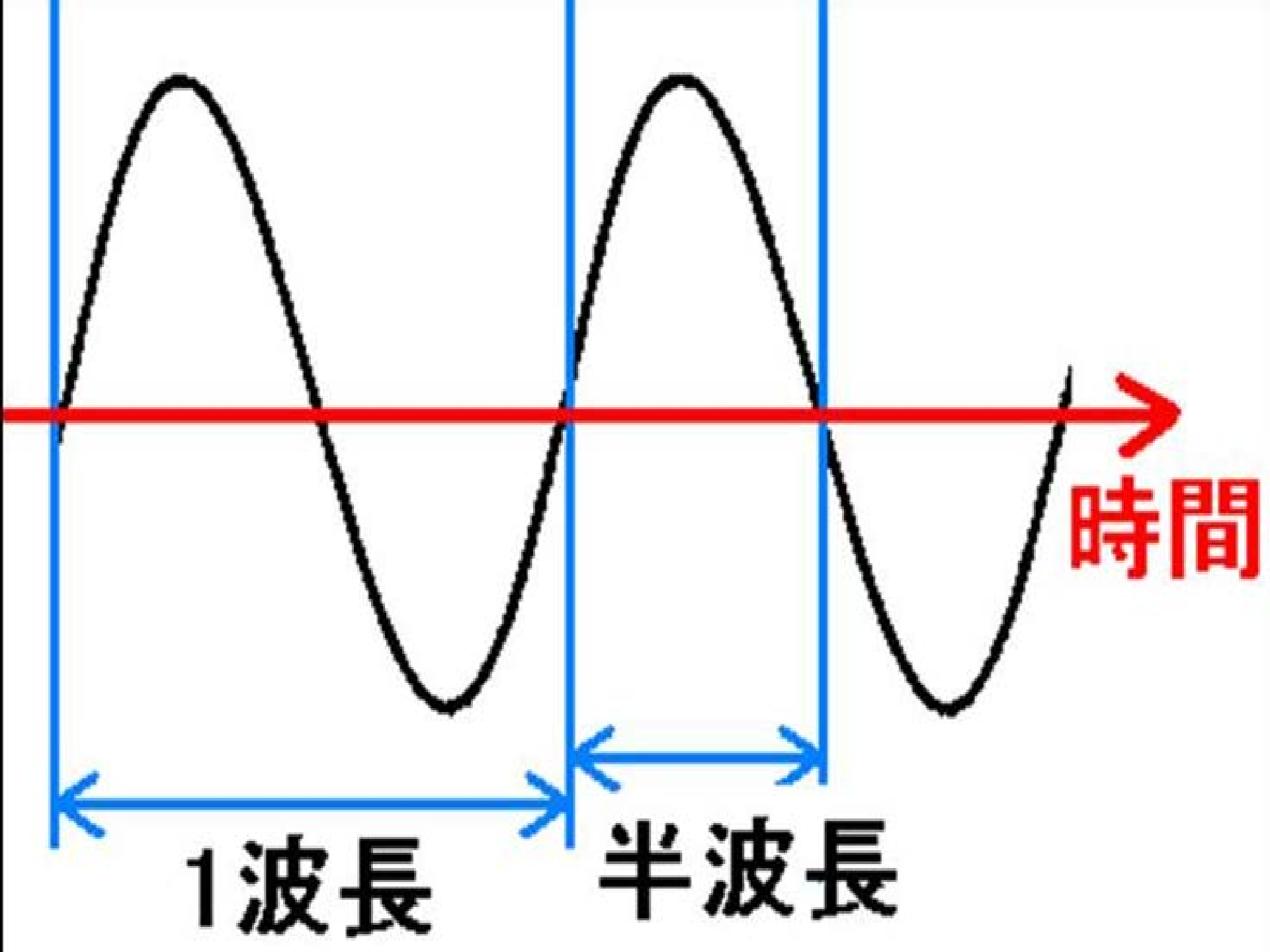
静止画像ファイルの保存に
用いられるフォーマットは。

- | | |
|---------|--------|
| 1. AVI | 4. MP3 |
| 2. CSV | 5. TXT |
| 3. JPEG | |

AVI 動画ファイル、 CSV 表計算ファイル、
MP3 音楽、音声ファイル、 JPEG 画像ファイル
TXT 文字列ファイル

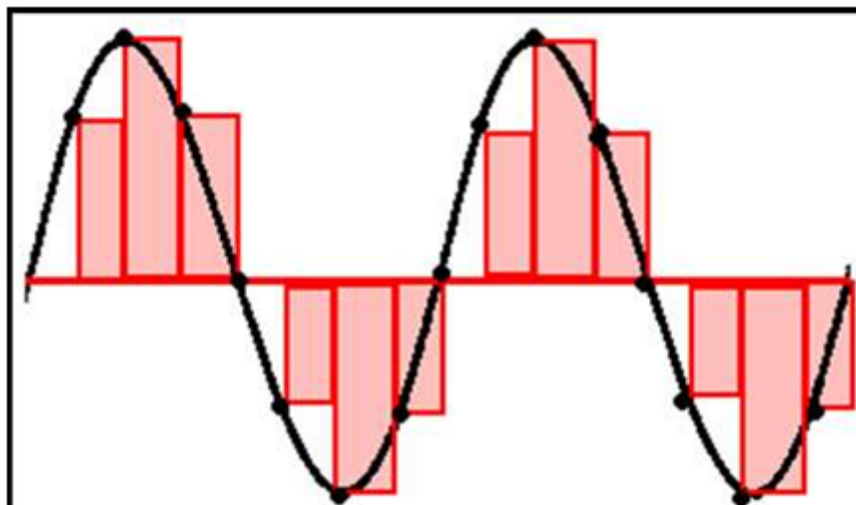
最高周波数成分が 100 Hz である生体信号を AD 変換するのに、理論上使用することができるサンプリング周波数 [Hz] の下限はどれか。

- | | |
|--------|--------|
| 1. 10 | 4. 200 |
| 2. 50 | 5. 500 |
| 3. 100 | |



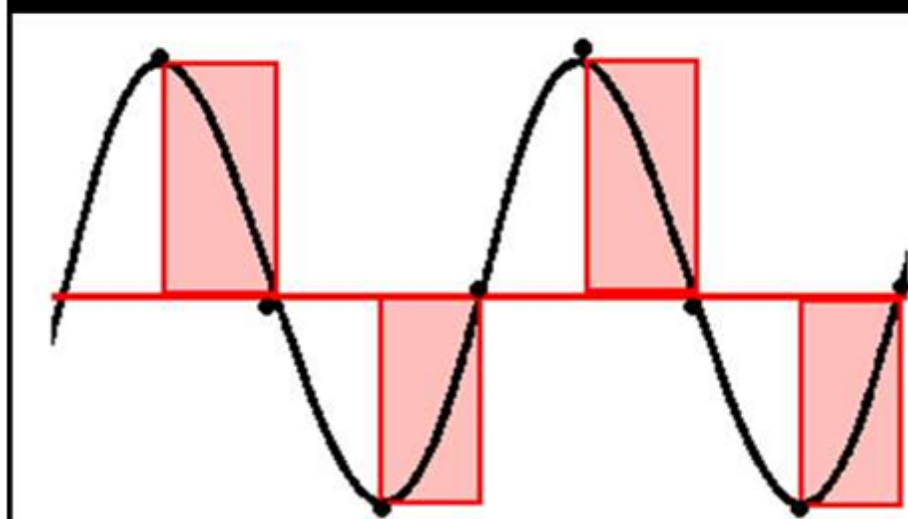
AD変換のサンプリング定理

アナログ波形を崩さずにデジタル信号に標本化するためには
波形の半波長より短いサンプリング間隔にしなければならない。



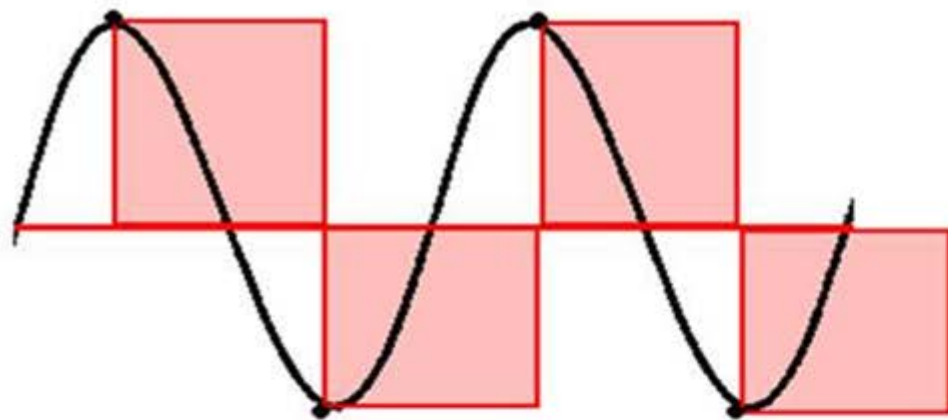
波長を8分割したサンプリング
(信号の8倍の周波数での
サンプリング)

かなりアナログ波形の形状を
保った標本化ができています。



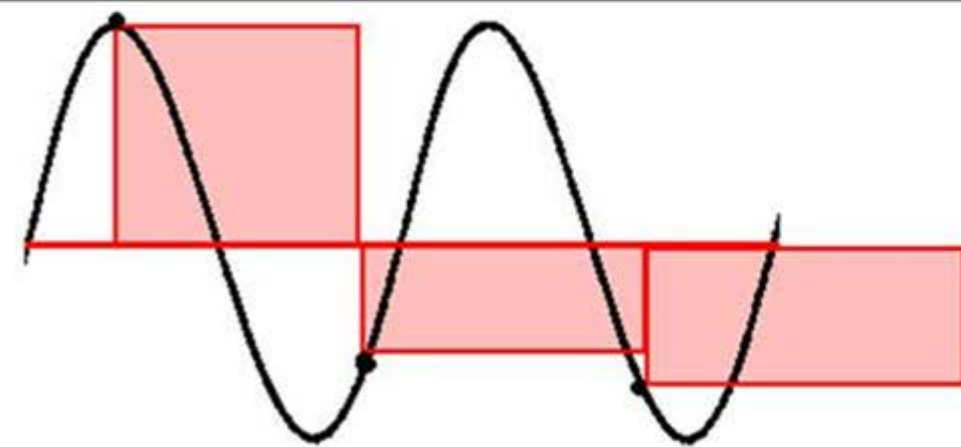
波長を4分割したサンプリング
(信号の4倍の周波数での
サンプリング)

アナログ波形の波長はわかるが、
形状があまり保たれていない
標本化がされている。



波長を2分割したサンプリング
(信号の2倍の周波数での
サンプリング)

アナログ波形の波長はわかるが、
形状が保たれていない標本化が
行われている。



半波長をこえたサンプリングでは
(信号の2倍より低い周波数での
サンプリング)

アナログ波形の波長も、形状も
わからない標本化がされている。

最低でも、もとの信号の波長、周波数が判る標本化をしないと、
デジタル変換の意味が無い。

AD変換のサンプリング間隔は、データ波長の半分以下の時間にする
(データ周波数の2倍以上の周波数でサンプリングする)。

アナログ信号をデジタル信号へ変換するとき、
サンプル値の最大値と最小値の間を
一定の幅で分割することを示すのはどれか。

- 1. 正規化
- 2. 標準化
- 3. 標本化

- 4. 量子化
- 5. コード化

測定される物理量が起電力に変換される
トランスデューサはどれか。2つ選べ。

- | | |
|----------|-------------|
| 1. 熱電対 | 4. ストレンゲージ |
| 2. サーミスタ | 5. ポテンシオメータ |
| 3. ホール素子 | |

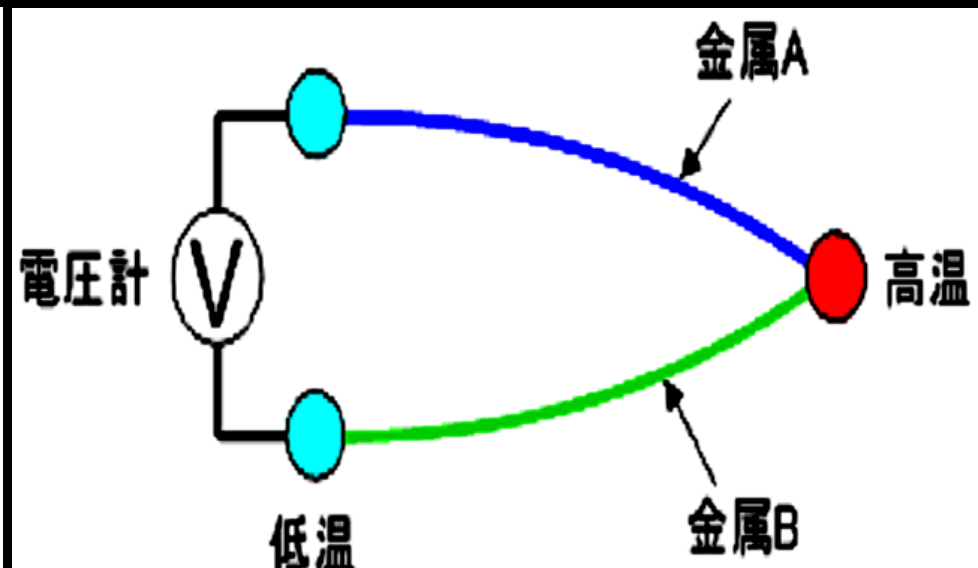
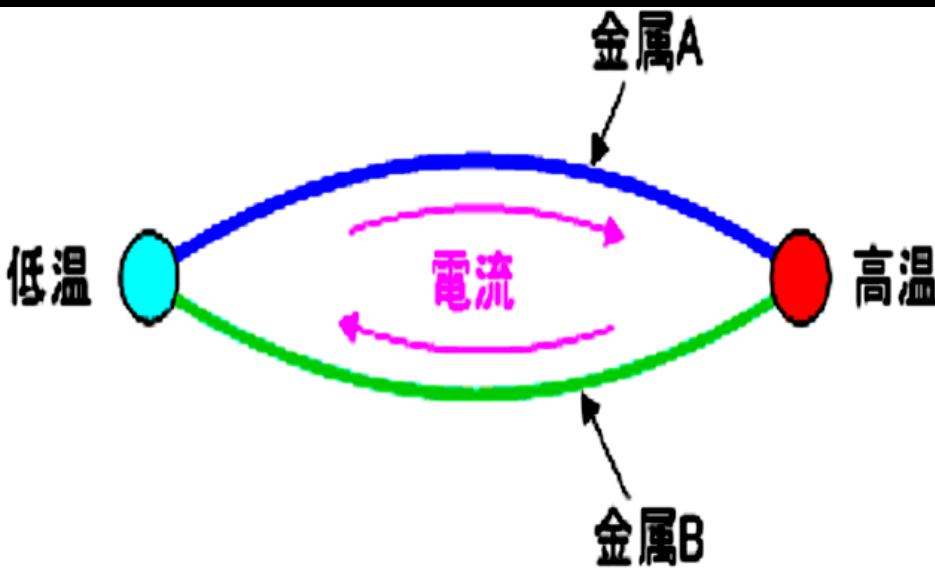
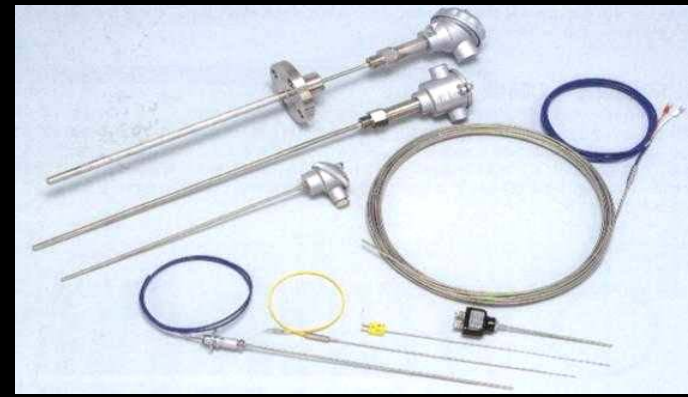
測定対象の物理量変化に対応した起電力を利用したセンサはどれか。2つ選べ。

- | | |
|-----------|-------------|
| 1. 圧電素子 | 4. ホール素子 |
| 2. CdS セル | 5. ストレインゲージ |
| 3. サーミスタ | |

熱電対

異なる材料の2本の金属線を接続して1つの回路をつくり、
ふたつの接点に温度差を与えると、回路に電圧が発生する。
(ゼーベック効果)

片端を開放すれば、温度を電位差で検出できる。
この現象を利用した温度計を熱電対という。



サーミスタ

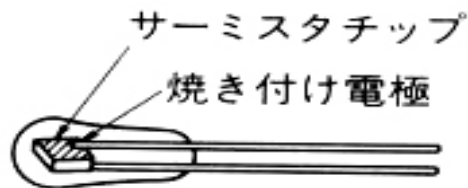
半導体の温度特性を利用した温度センサ。

温度が上昇すると抵抗値が下がる。(上がる製品もある)

体温計、呼吸モニタ、電子部品(CPUなど)の温度センサ

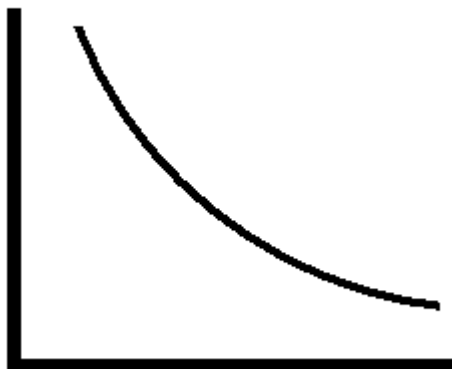


回路記号



チップ形

抵抗 Ω



温度 $^{\circ}\text{C}$



サーミスタ

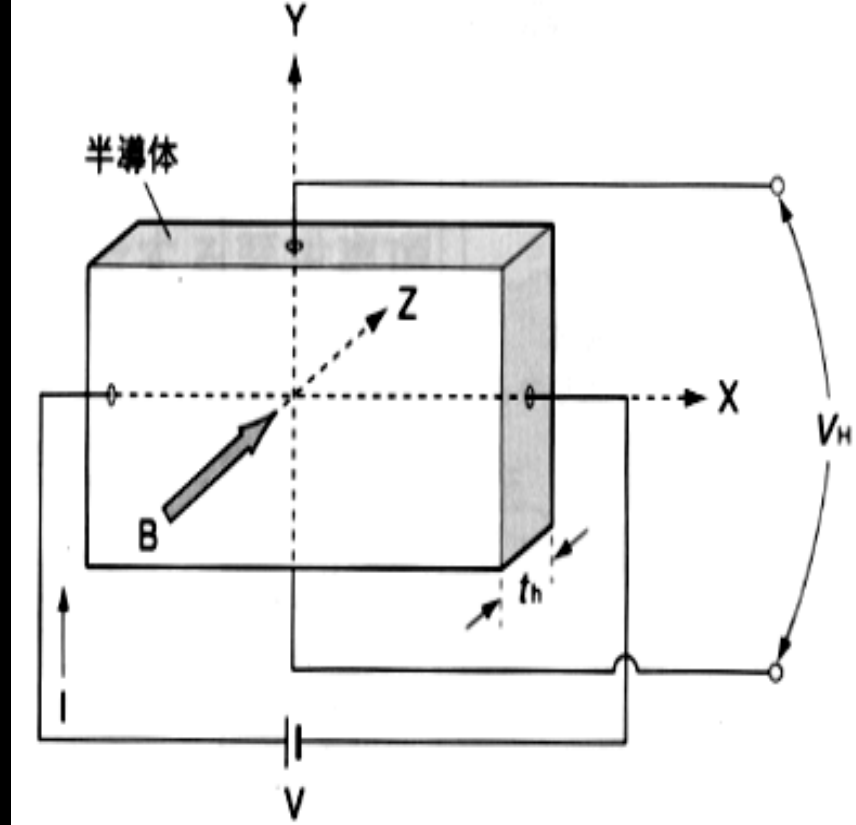
サーミスタ温度計



磁気センサ

ホール効果

電流を流した物体に電流と直行する磁場をかけると、電流と磁場に直行する方向に別の電場が発生する。



ホール素子

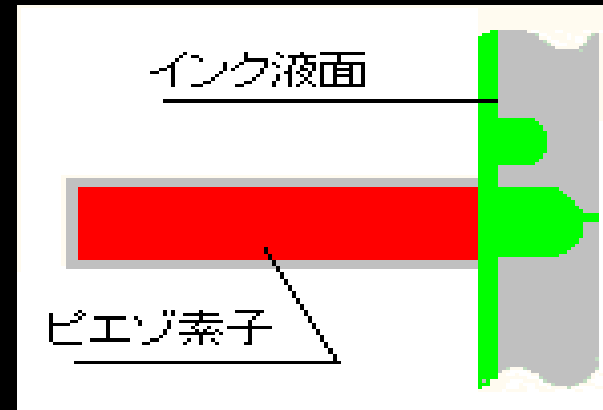
この現象を半導体の中で行うと、半導体に加わった磁力を測定するセンサを作ることができる。
磁場計測用のトランスデューサ。

圧力センサ 歪みゲージ（ストレインゲージ）

ピエゾ素子 ピエゾ効果（圧電効果 piezo-electric effect）

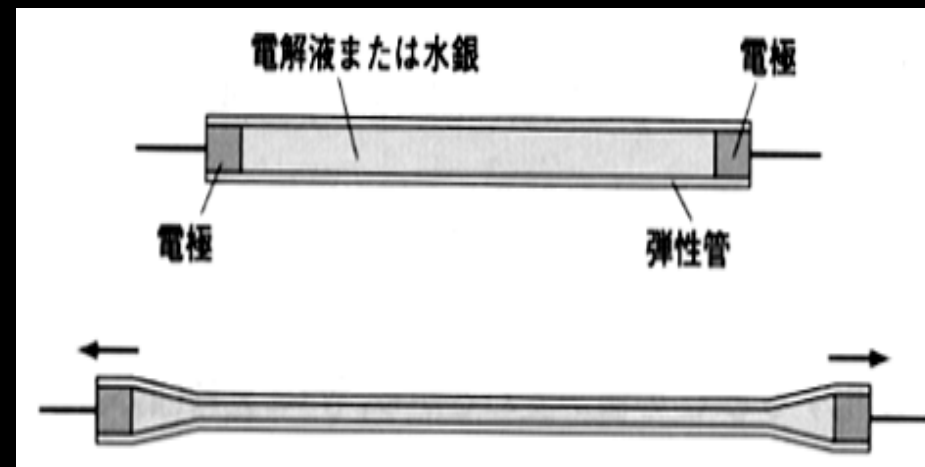
電圧をかけることにより、ある方向に伸びる材料。
逆に圧力をかけて変形させると電圧が生じる。

シリコンゴム、セラミックスが使われる。
血圧センサ、微小駆動装置
（インクジェットプリンタなど）、
電子ライターの点火などに利用される。



抵抗線ストレインゲージ

シリコンゴム管に電解液を封入した
チューブ。
引っ張ると電気抵抗が大きくなる。
呼吸センサなどに利用。



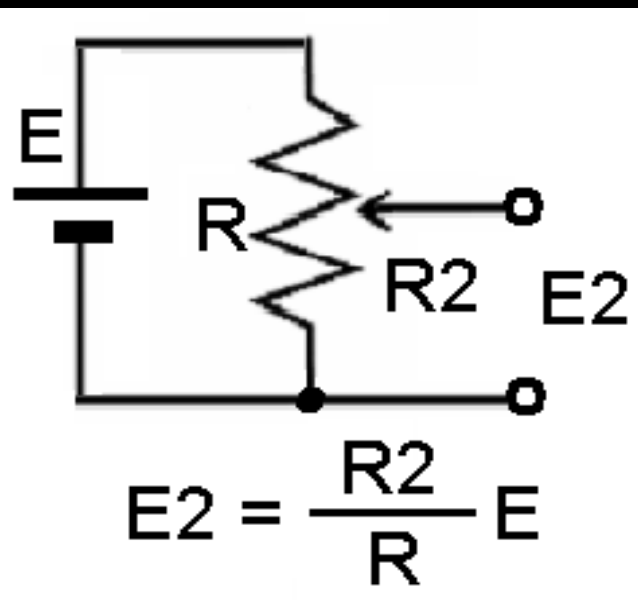
ポテンショメータ

potentiometer【名】〔電気〕電位差計、分圧器.

potential【形】〔物〕位置の meter【名】計量器

ジョイスティックなど、位置の情報を、可変抵抗器で読み取るセンサ。

位置情報を抵抗値や電圧で出力。



増幅器の時定数で誤っているのはどれか。

1. 回路の抵抗値と静電容量の積に等しい。
2. 低域遮断周波数が規定される。
3. 基線動揺の抑制に効果がある。
4. 商用交流雑音を軽減させる。
5. 過渡応答に関与する。

商用交流雑音を除く回路は、差動増幅回路。

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。

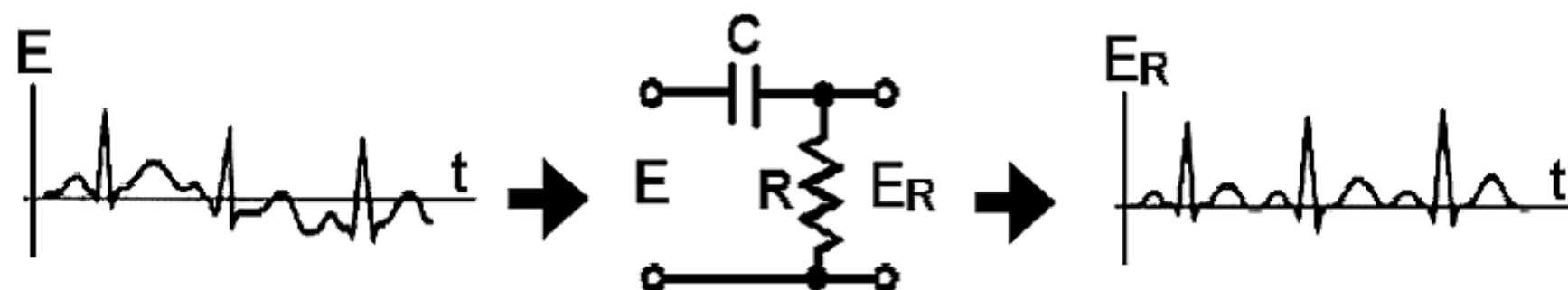
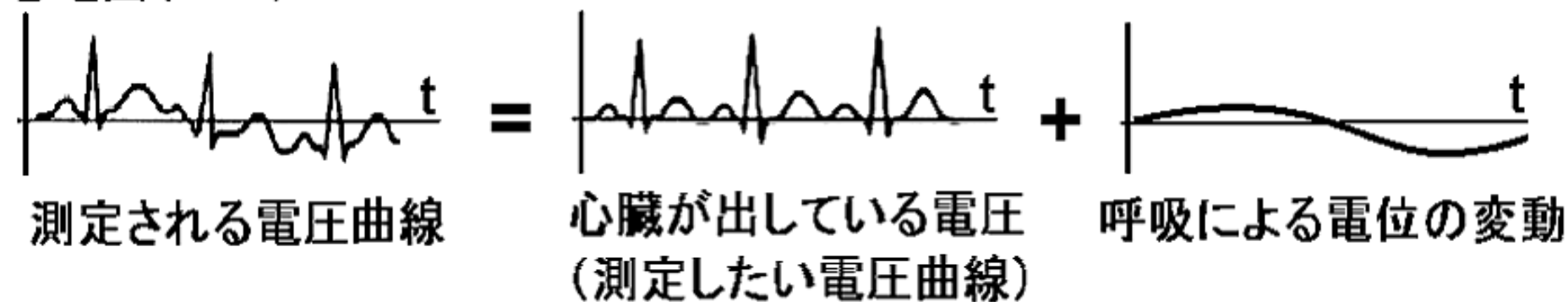
1. 交流障害(ハム)を軽減させるため
2. 弁別比を向上させるため
3. 患者が電撃を受けないようにするため
4. 一定間隔の刻時パルスが発生させるため
5. 基線動揺を軽減させるため



5

時定数回路 = CR 回路の抵抗出力 = 低周波遮断フィルタ

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)

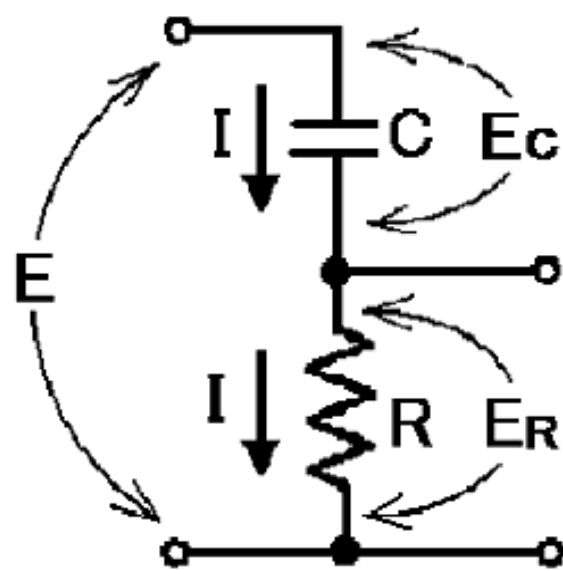
測定値そのままでは、基線動揺(基線変動)が認められる。

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 E の周波数が $f = 0$ (直流) のときは、コンデンサ C に電流が通らないので出力電圧 E_R は 0。

入力 E の周波数が極めて高いときは、コンデンサ C のインピーダンスは、ほとんど 0 なので、出力電圧 E_R は入力と同じになる。



したがって、CR結合回路の抵抗の電圧 E_R は、入力信号の低周波成分を遮断する機能をもつ。(低域フィルタ、低周波フィルタ)

ある周波数から急に通り難くなる周波数を、遮断周波数という。

E_C と E_R が同じ大きさになって、出力 E_R が入力の $1/\sqrt{2}$ 倍になる周波数 f_L を、CR結合回路の低域遮断周波数 (Low cut-off frequency) という。

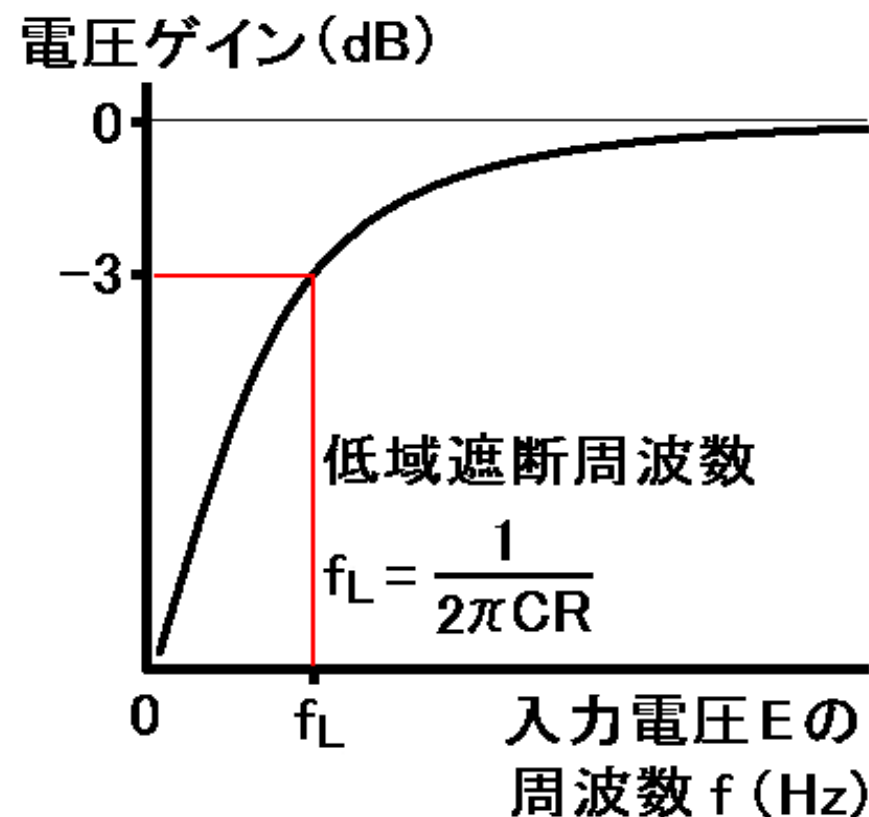
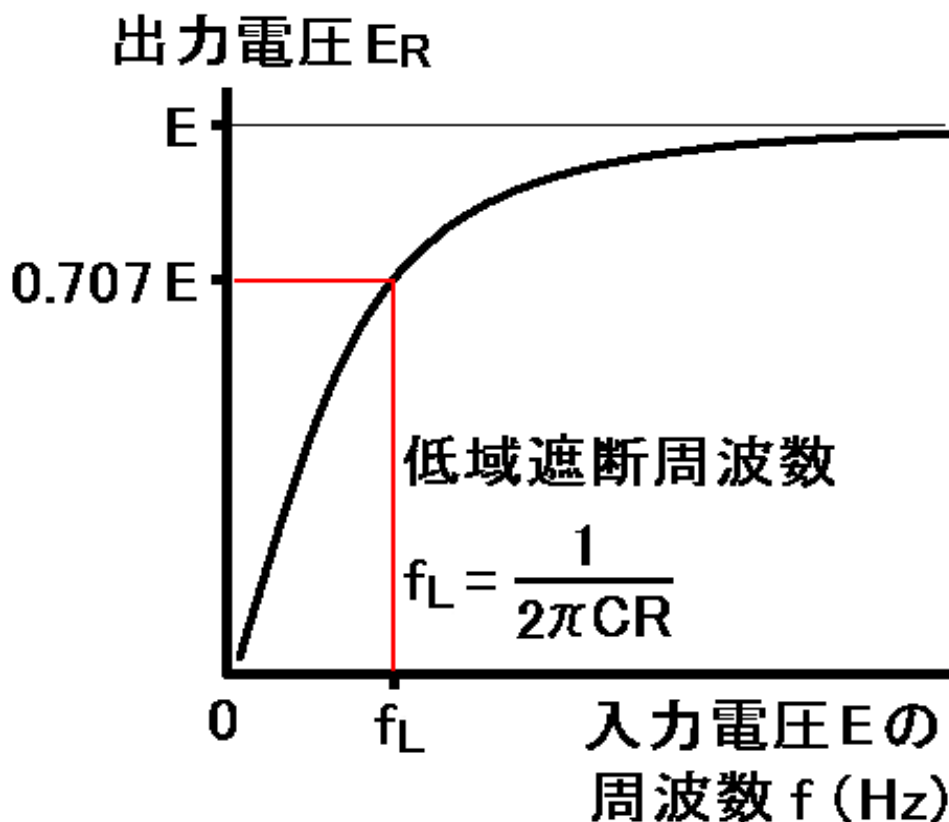
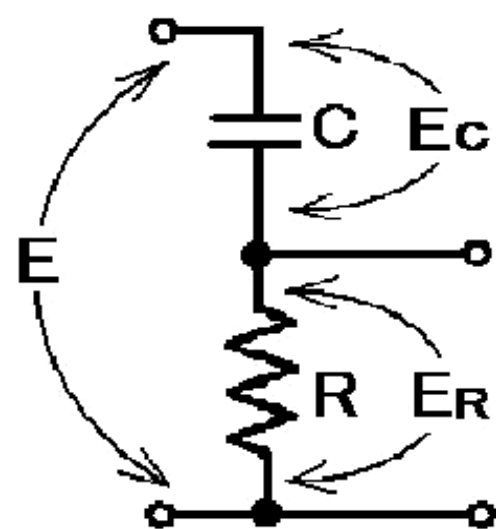
$$E_R = I_m R, \quad E_C = \frac{I_m}{\omega C} \quad \text{なので、} E_C = E_R \quad \text{となるときは、} \omega = \frac{1}{CR} = \frac{1}{\tau}$$

$$\text{低域遮断周波数 } f_L = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi CR} = \frac{1}{2\pi\tau}$$

入力電圧 E の周波数が $f_L = 1/(2\pi CR)$ のとき、

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

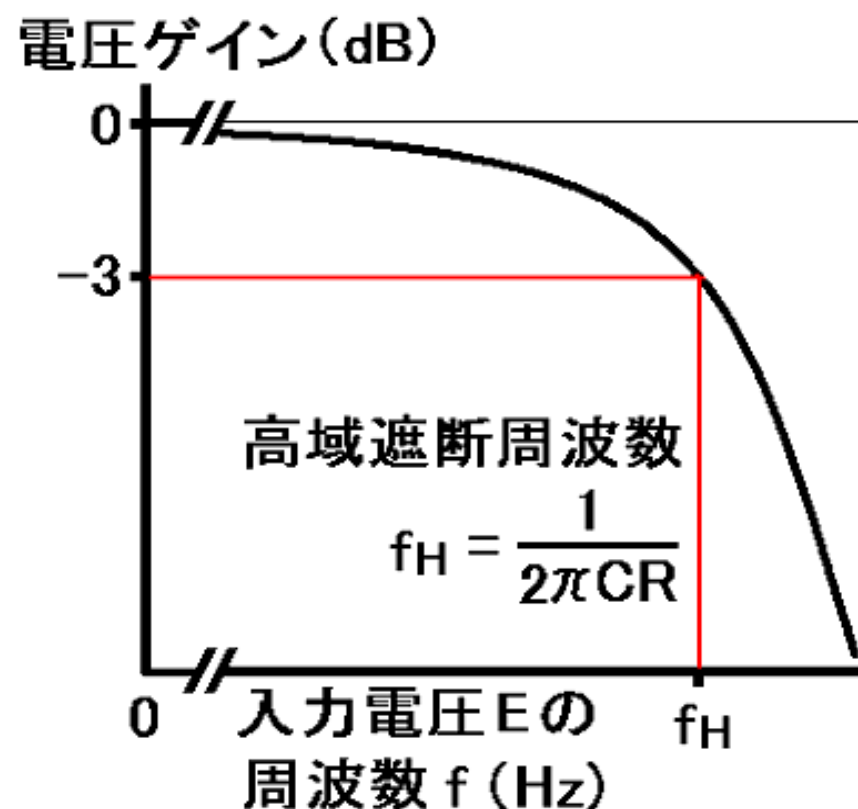
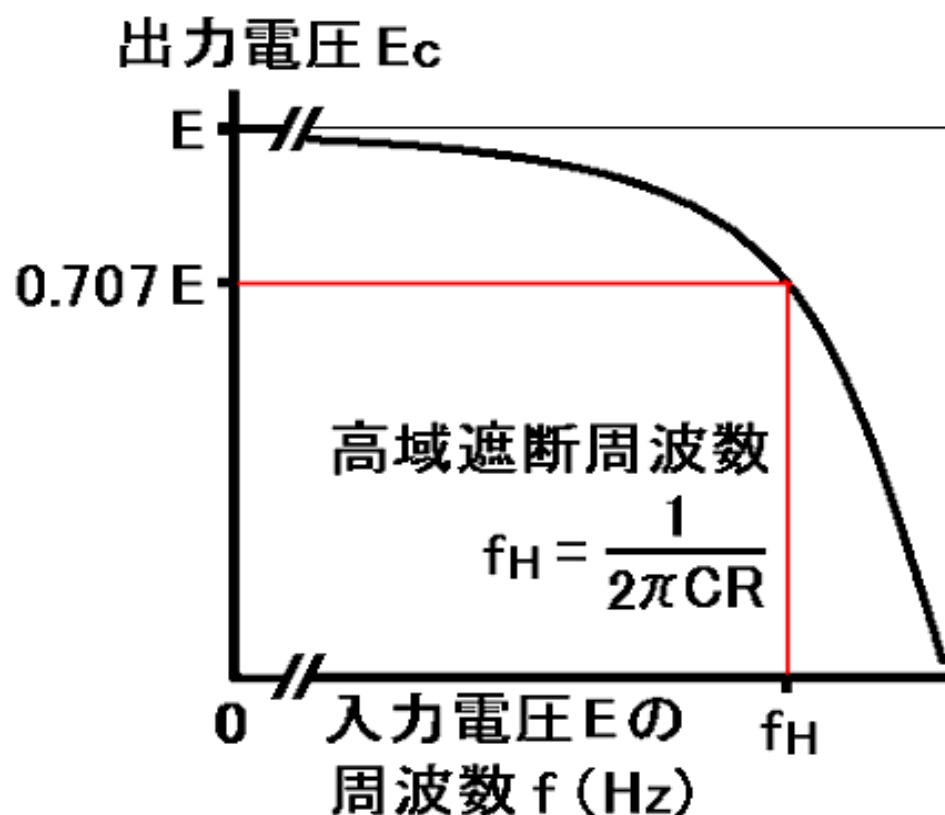
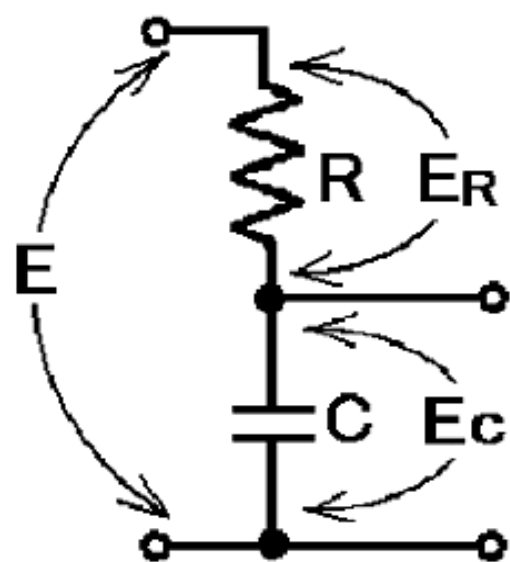
dB であらわすと、ゲイン $G = 20 \log_{10} \frac{1}{\sqrt{2}} = -3 \text{ dB}$
($\log_{10} 2 \doteq 0.3$)



CR結合回路のコンデンサ電圧 E_c は、
入力信号の高周波成分を遮断する機能をもつ。
(高域フィルタ、高周波フィルタ)

$$\text{高域遮断周波数 } f_H = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi CR} = \frac{1}{2\pi\tau}$$

(High cut-off frequency) ($\tau = CR$)



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 $1/20 = 3/60$ (60秒間で3回の振動)

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結合回路(時定数回路)で除去する。

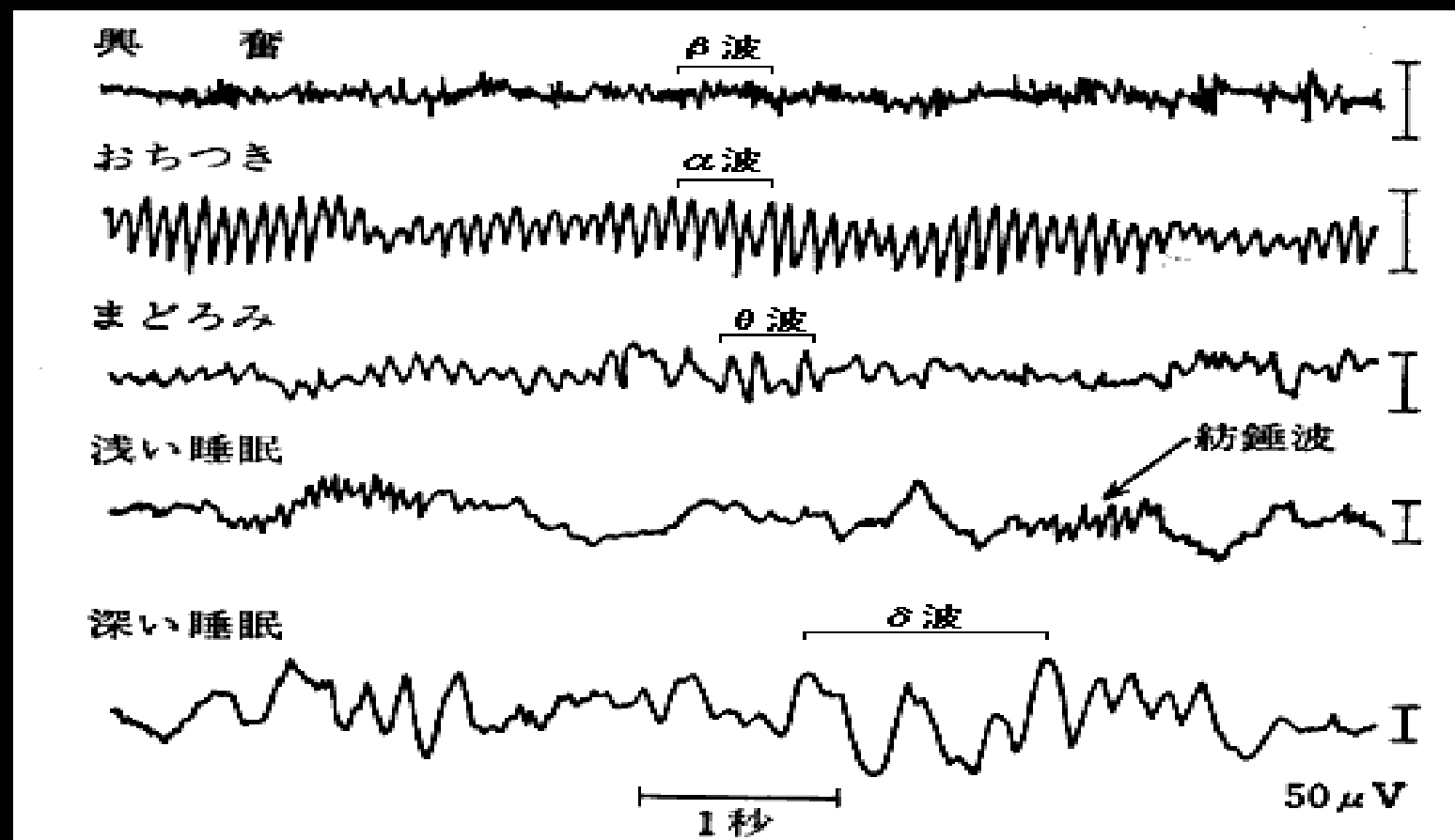
脳波計の時定数は、0.3 秒

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

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。



脳波周期が θ 波であるのはどれか。

1秒間 は 1000 ms

1. 50 ms	= 1秒間で 50ms は20回	= 20 Hz	β 波
2. 120 ms	= 1秒間で 120ms は約8回	= 約 8 Hz	α 波
3. 240 ms	= 1秒間で 240ms は約4回	= 約 4 Hz	θ 波
4. 550 ms	= 1秒間で 550ms は約2回	= 約 2 Hz	δ 波
5. 730 ms	= 1秒間で 730ms は約1.3回	= 約 1.3Hz	δ 波

脳波の周波数	熟睡状態	デルタ波	δ	約 2 Hz
	軽眠状態	シータ波	θ	約 5 Hz
	安静状態	アルファ波	α	約 10 Hz
	活発状態	ベータ波	β	約 20 Hz

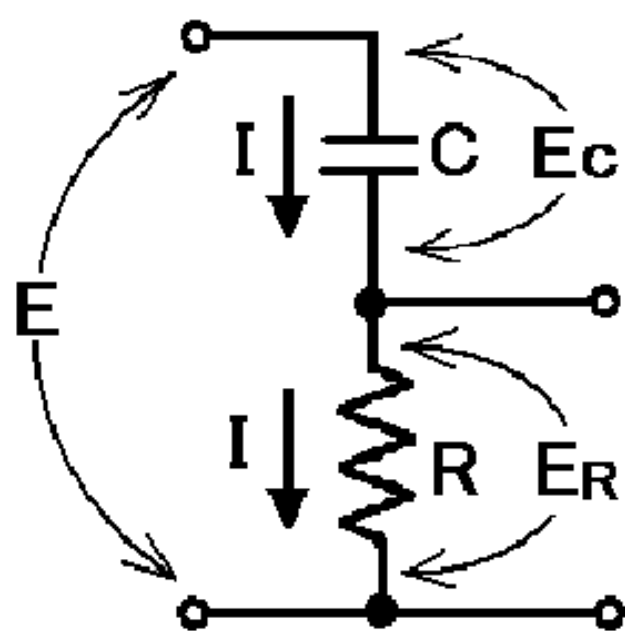
昏睡、爆睡状態でも 0.5Hz (2秒で1回振動) 以下の脳波は無い。
0.5Hz 以下の交流信号は、CR結合回路で脳波信号から除去する。

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

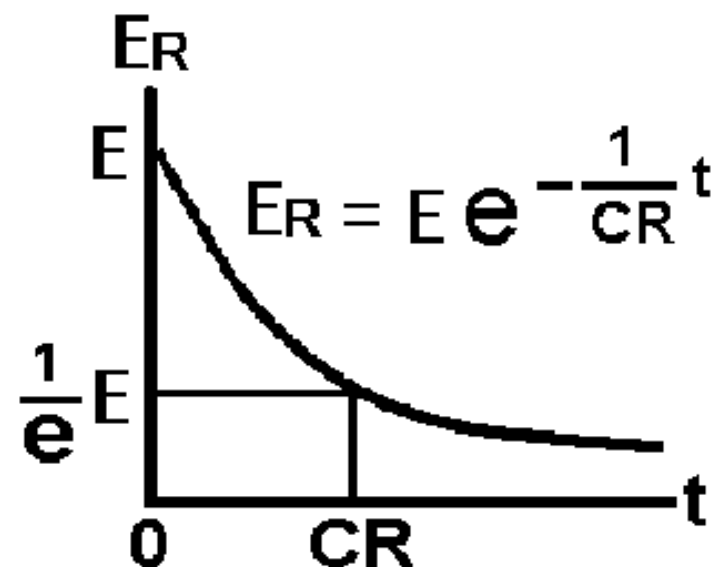
CR結合回路の式

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。
($e \doteq 2.718$ 、 $1/e \doteq 0.37$)