

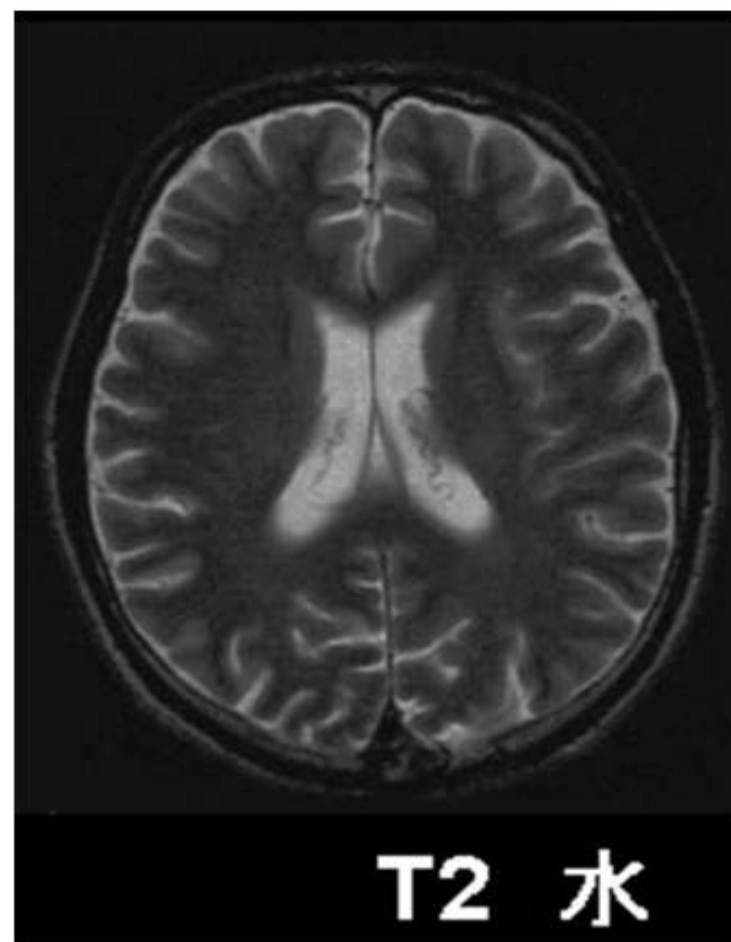
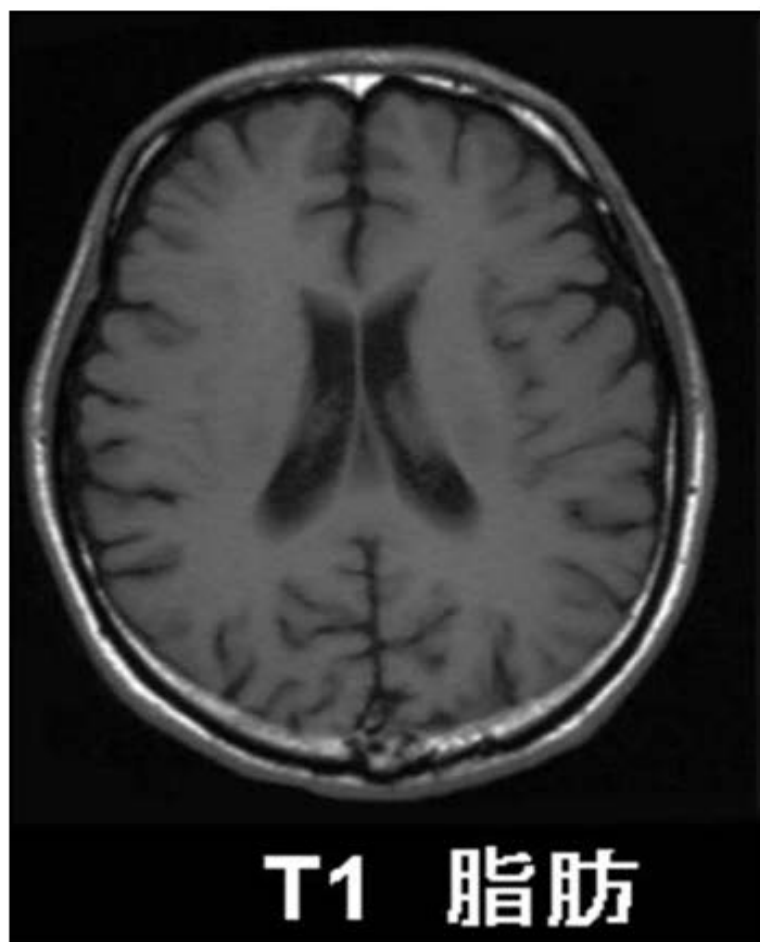
MRI 検査で正しいのはどれか。2つ選べ。

1. 放射線の被曝がない。
2. 核種は水素の原子核である。
3. 骨の内部構造は描出できない。
4. 10 テスラ程度の磁場が用いられる。
5. 心臓ペースメーカーは検査に支障ない。

# 脳のMRI画像

T1強調像      脂肪分布

T2強調像      自由水分分布



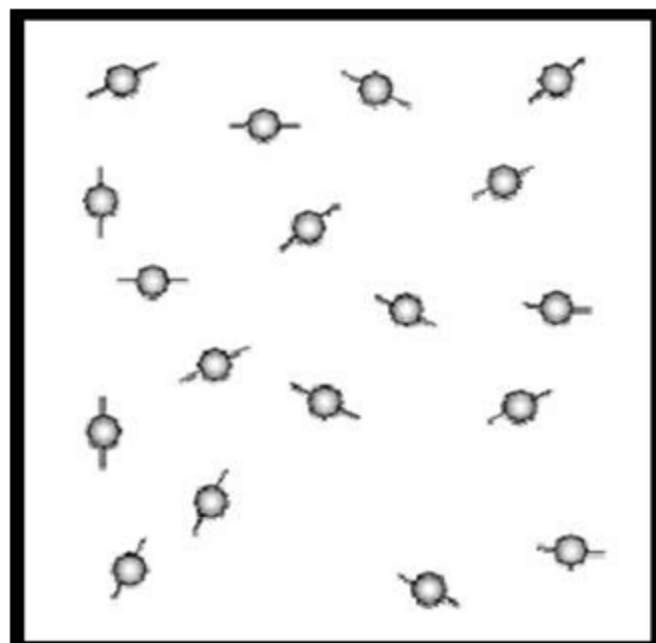


**MRI は骨の内部情報も得られる**

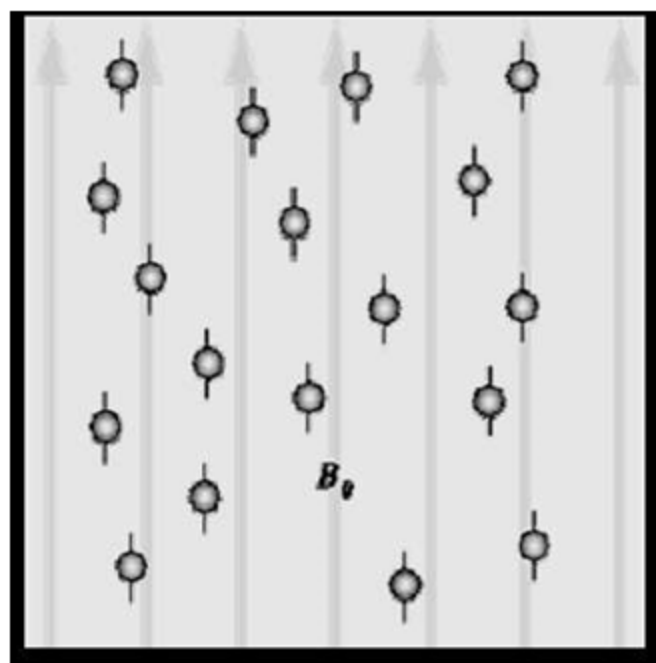
**腰椎の T1 矢状断層像.**

**正常骨髄は脂肪を多く含むので  
T1 像で白くなる。**

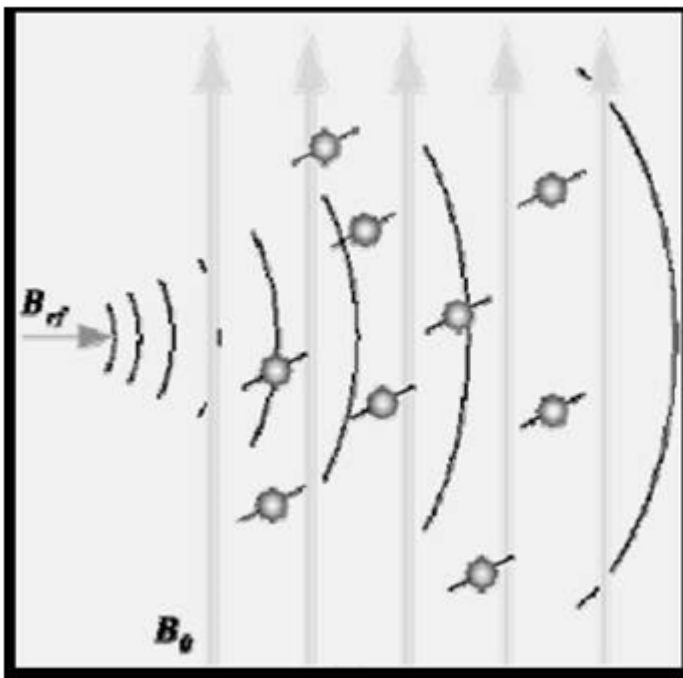
**骨内部の脂肪成分が乏しい椎体  
は、骨粗鬆症 osteoporosis に  
伴う圧迫骨折などの変性変化像。  
(腰椎症)**



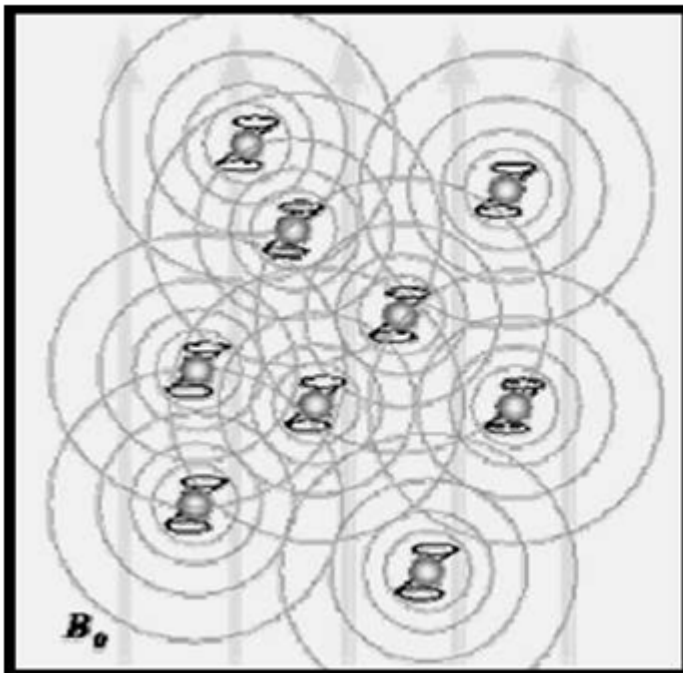
水素原子核は回転している。  
通常は、回転軸は揃って  
いないが、



水素原子核は磁石のような  
性質があるので  
強い磁場（静磁場）をかけら  
ると、回転軸が揃う。



横から 40～60MHz程度  
の電波を当てると、水素原子核  
の回転軸が傾く。(核磁気共鳴)  
電波を止めると傾きが元に戻る。  
倒れかけたコマのような回転  
(才差運動)をして軸に戻る。  
水素原子核は磁石のような  
性質があるので、その運動で  
電波が生じる。(電磁誘導)  
それを測定してMRI画像を作る。





MRIは強い静磁場（0.5から3 テスラ(T)程度）と  
40～60MHz程度のラジオ波を利用する装置。  
放射線は使用していない。

強い静磁場（普通のMRIでは1テスラ(T)程度）  
の中にペースメーカーや時計などを入れると  
電子回路が磁化して故障する危険がある。

強い静磁場の中に金属を持ち込むと、  
強力な磁石になって動くので危険（ハサミ、針など）。

MRI で正しいのはどれか。

1. 核種は炭素の原子核である。
2. 1 テスラは 1,000 ガウスである。
3. 共鳴周波数は磁場強度に反比例する。
4. 使用する電磁波の周波数はラジオ波領域である。
5. 電磁石より永久磁石の方が強い磁場を得られる。

**磁束密度**      磁力線の密度      磁力の強さ

テスラ (記号: T) は磁束密度の単位 (SI単位系)。

$$1 \text{ T} = 1 \text{ V} \cdot \text{s} / \text{m}^2 = 1 \text{ Wb} / \text{m}^2$$

1 テスラは、 $10^4$  ガウス に等しい。

**核磁気共鳴**    Nuclear Magnetic Resonance

高磁場内の水素原子核の才差運動の周波数は  
(ラーモア周波数)、加えられる高周波(ラジオ波)  
の周波数に比例する。



1テスラ (T) は、かなり強力な磁場。

普通の磁石(永久磁石)では実現不能。

強力な電磁石で強力な静磁場を作っている。

強力な電磁石にするために大電流をコイルに流す。

ジュール熱による発熱を避けるため液体ヘリウム

で電磁石の電気抵抗を0にする(超伝導)。コイルを

絶対0度に近い温度( - 272.2 °C)に冷却している。

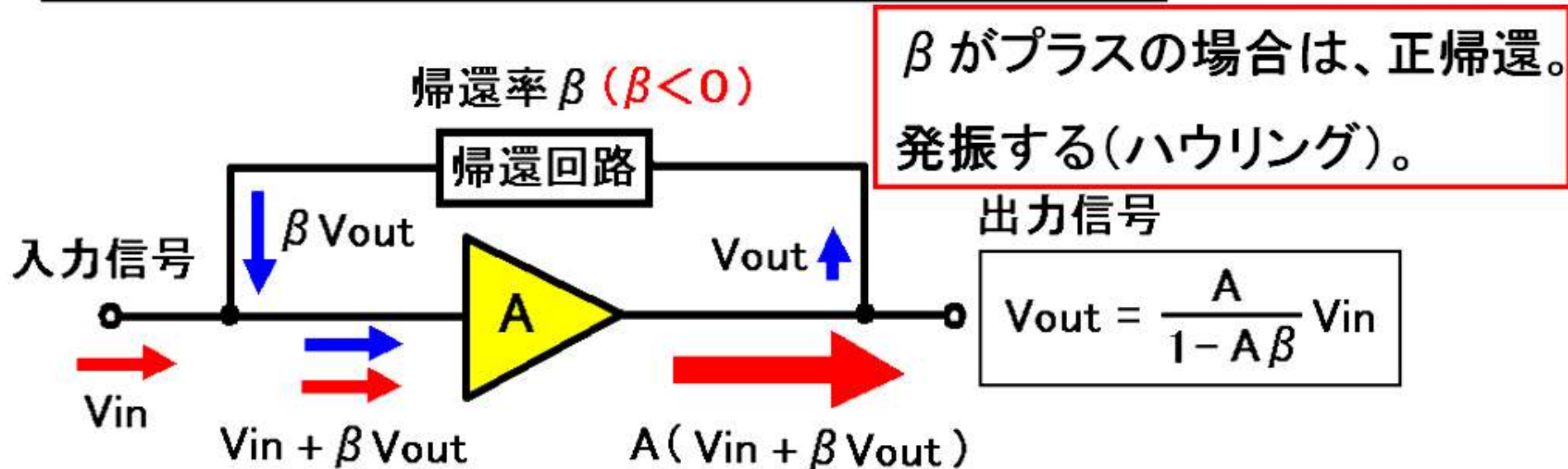
永久磁石を用いた安価なMRIもあるが、

磁場は 0.5 T 程度で、あまり画質が良くない。

誤っている組合せはどれか。

1. 発振器——正帰還
  2. 平滑回路——リップルの減少
  3. テレメータ——変調・復調
  4. 帯域ろ波器——特定周波数信号の除去
  5. フリップフロップ回路——記憶・計数
-

帰還増幅器（帰還率  $\beta$  が負の場合は、負帰還増幅器）



出力電圧  $V_{out}$  の一部(割合  $\beta$ )が、入力電圧に加わる。

増幅率  $A$  の オペアンプに入力される電圧は、 $V_{in} + \beta V_{out}$  になる。

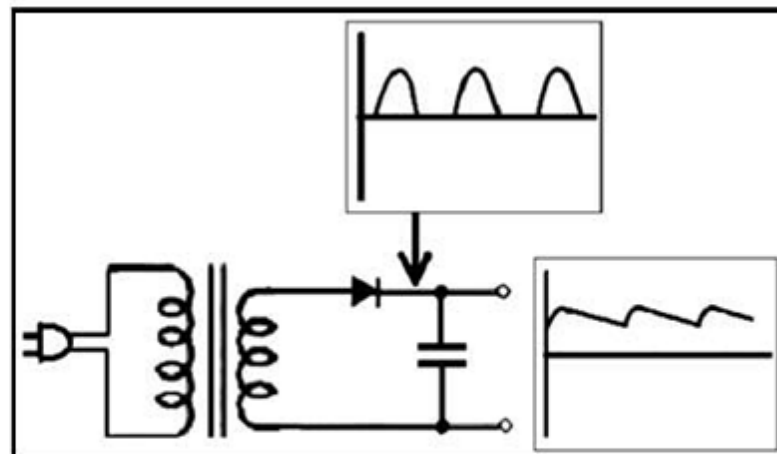
したがって出力電圧  $V_{out}$  は、 $A(V_{in} + \beta V_{out})$  になる。

$V_{out} = A(V_{in} + \beta V_{out})$  より、 $V_{out} = A/(1 - A\beta) V_{in}$  になる。

$\beta$  がプラスの場合は、出力電圧が非常に高くなり、発振の状態になる。  
(アンプのスピーカにマイクを近づけた時などのハウリング現象と同じ。)

## 平滑回路

脈流信号の、交流成分を除去して直流信号に近づける回路。



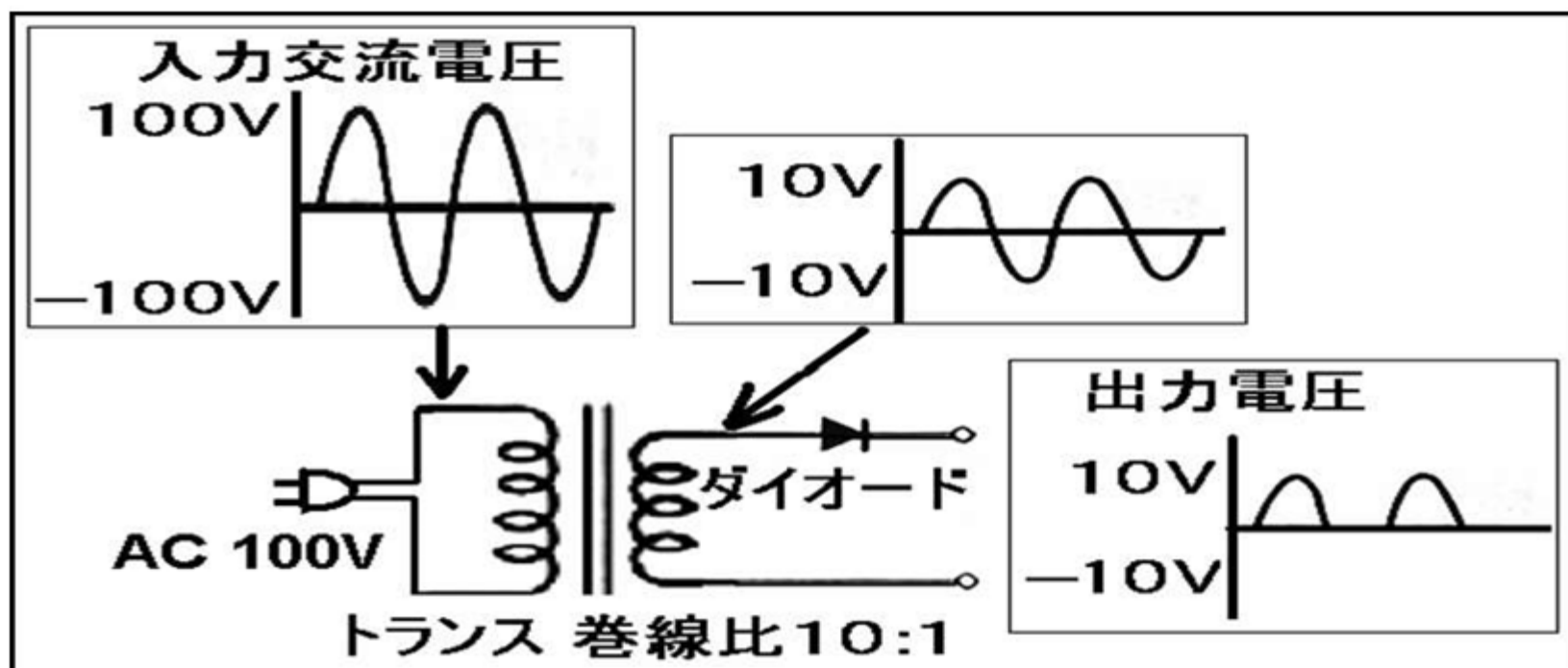
## ろ波(濾波)回路 pass filter

### 低域ろ波回路 low-pass filter

低周波信号を通過させ、高周波を除去する回路

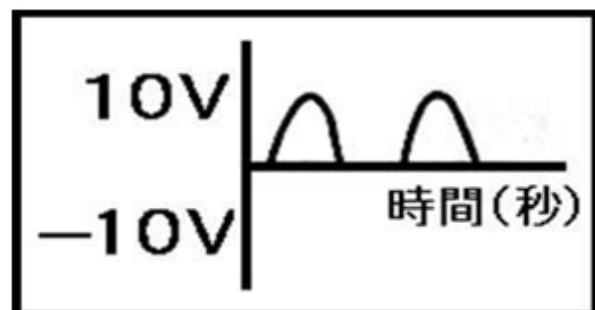
平滑回路は、低域ろ波回路を用いる。





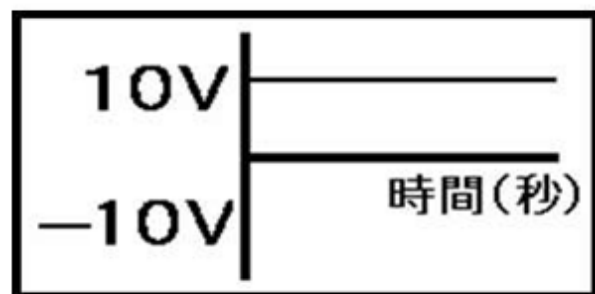
## 最も簡単な電源回路

交流(AC) 100Vから、電子回路を動かすための**直流電圧**を取り出す。  
まず、欲しい直流電圧と同じ電圧の交流をトランスで得る。  
次に、ダイオードを1本つなぐ。  
ダイオードは電流を1方向にだけ通すので、負の電圧は**0V**になる。  
交流の半分だけ取り出す**整流** (交流を直流にする)なので、  
**半波整流**という。



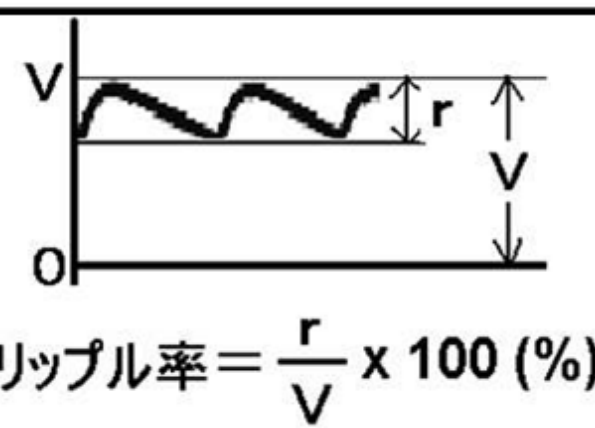
最もリップルの多い脈流

リップル率100%



理想的な直流

リップル率 0%



直流とは、電圧が時間変化しないのが理想。

時間変化する成分を含むので脈流という。

時間変化する成分をリップルという。

リップル成分の割合をリップル率という。

リップル率

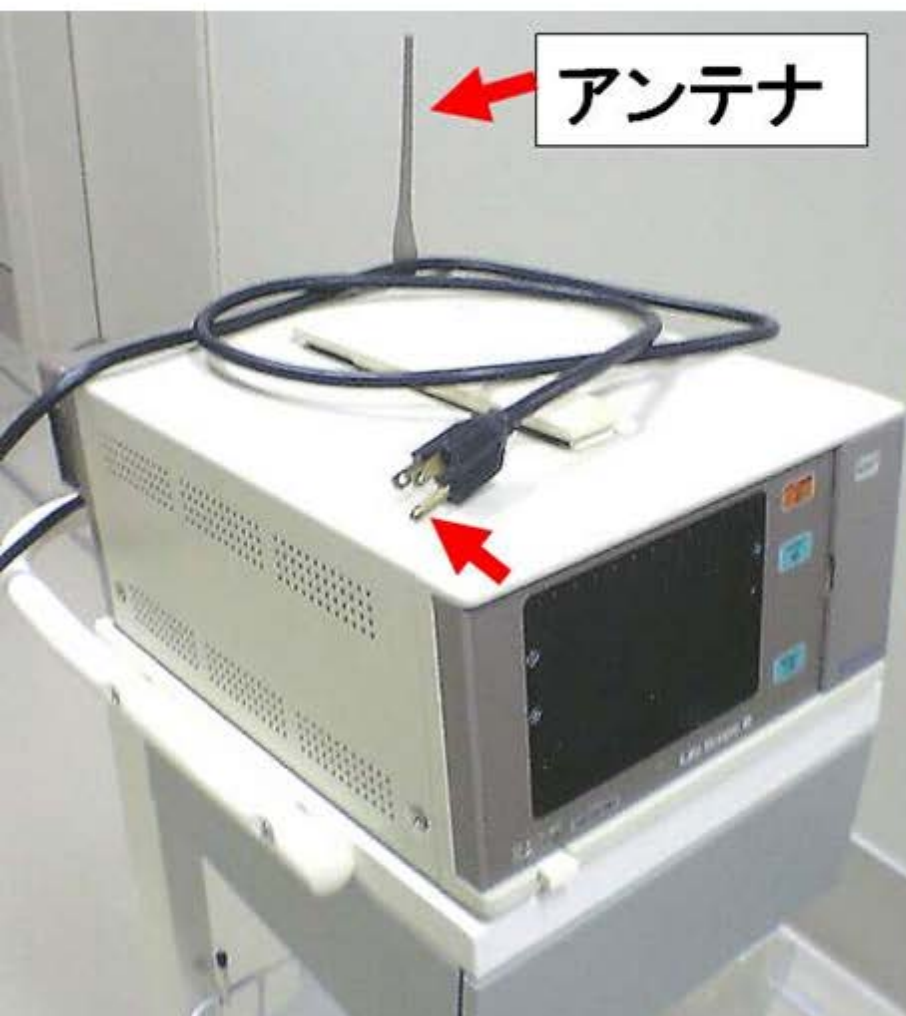
= リップル電圧(r) / 定格電圧(V)

ripple 【名】 さざ波、小波



# 心電計

テレメータ機能付き(心電図をFM電波で送信する)



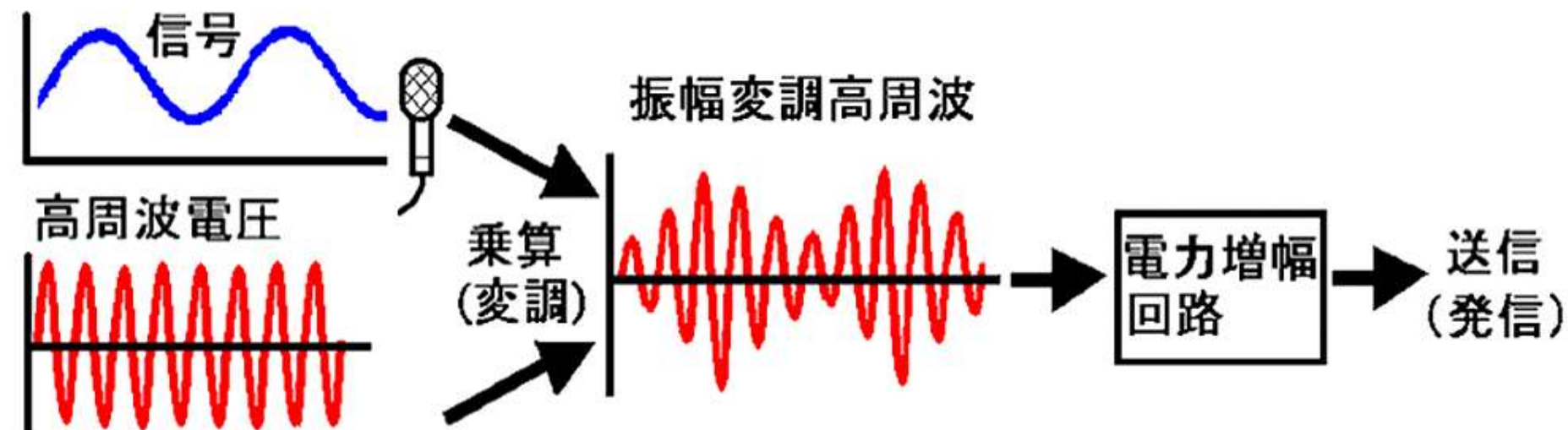
ME機器の電源スイッチは、

ON が I (In)

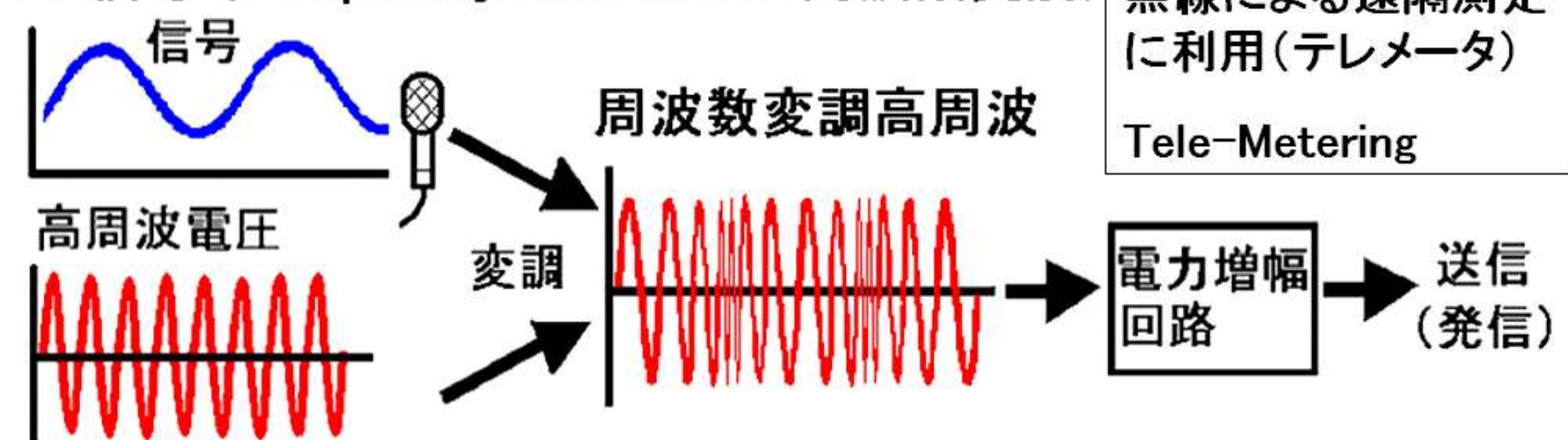
OFF が O (Out) と表示



## 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。

# 商用交流雑音(ハム)を抑制する手段

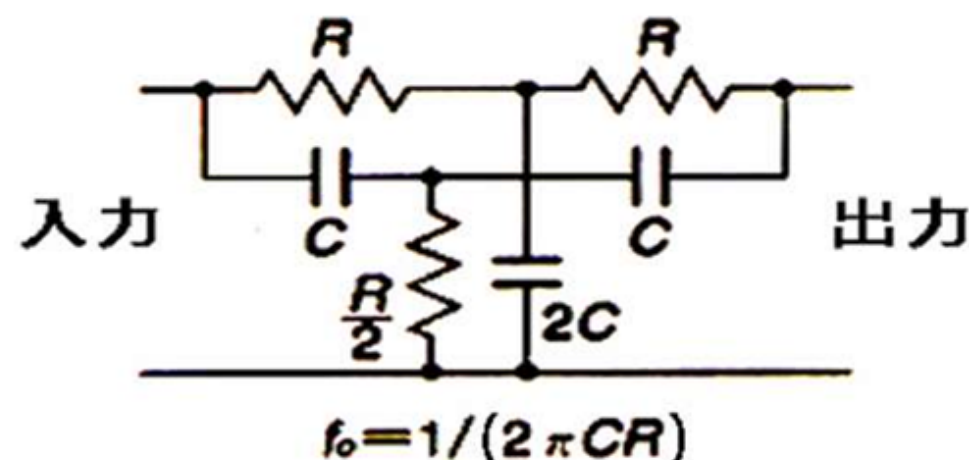
## 1. 検査時の工夫

(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。



出力／入力比





# RSフリップフロップ 回路

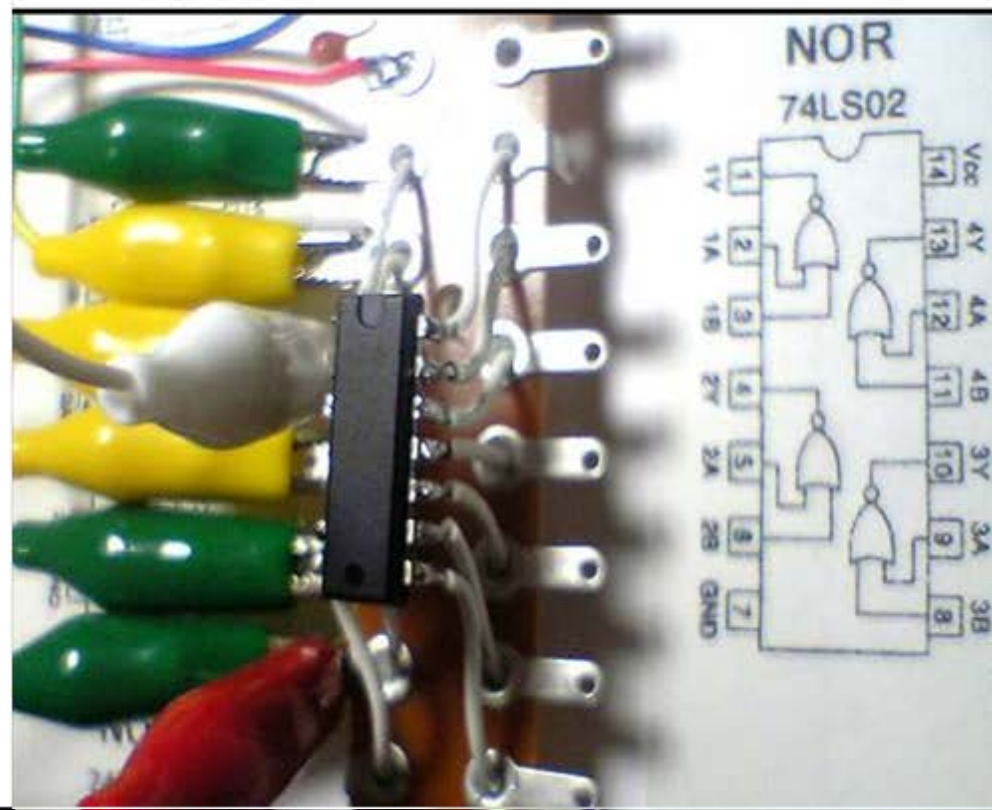
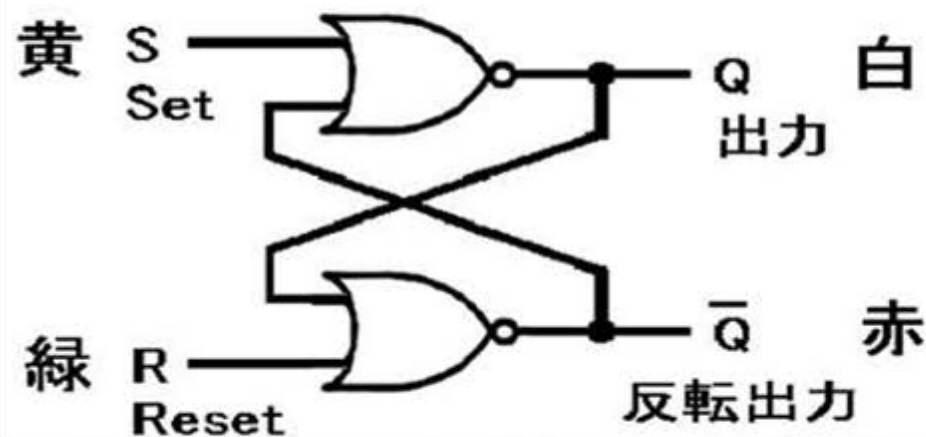
フリップフロップは記憶回路。

NOR 回路を2個使って  
RSフリップフロップ回路  
(Reset-Set Flip-flop)  
を作成する。

黄の入力を Set 入力、  
緑の入力を Reset 入力、  
白の出力を Q 出力、  
赤の出力を  $\bar{Q}$  出力に  
つなぐ。

記憶回路 (メモリ)

RS フリップフロップ Flip-flop circuit



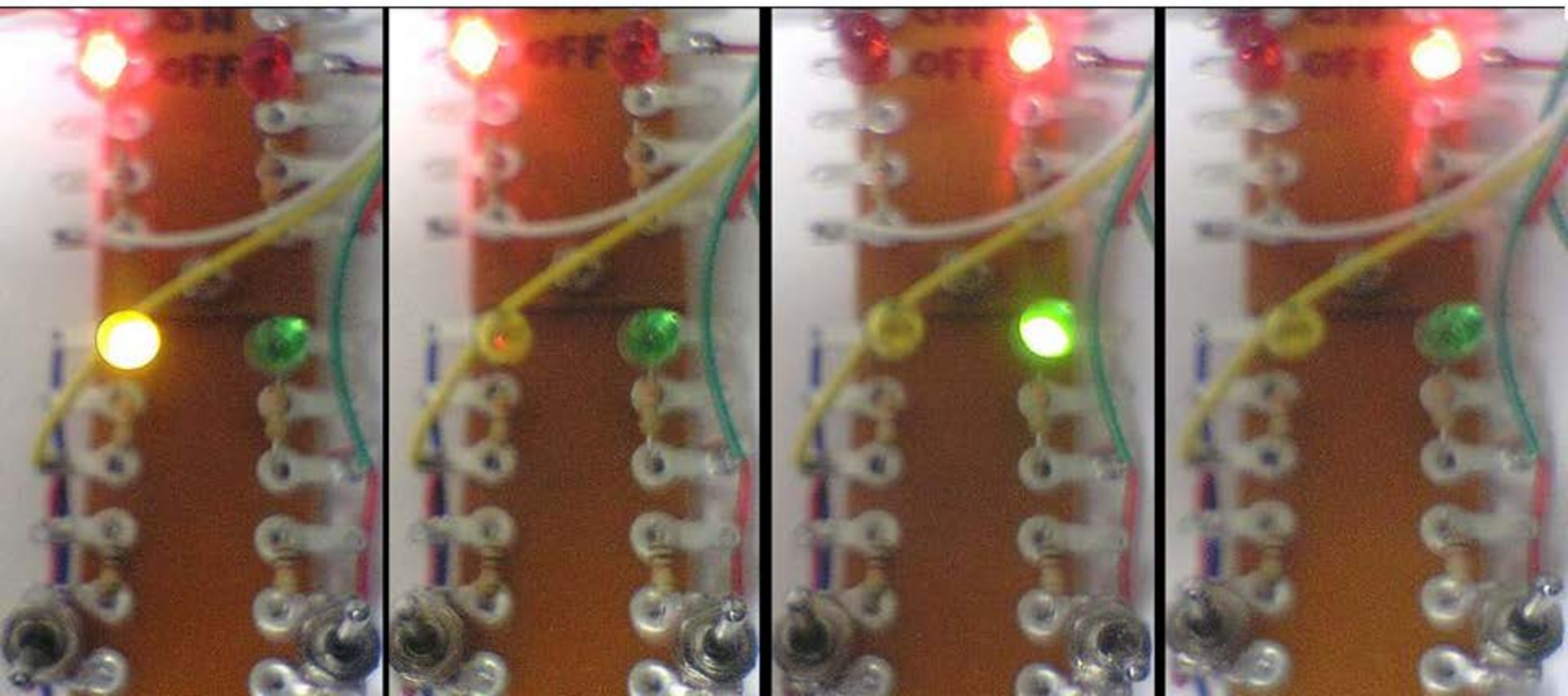
黄を ON にする。白が ON になる。

黄を OFF にしても、白の ON が保持される。

黄を OFF にして 緑を ON にすると、

白が OFF になって 赤が ON になる。

緑を OFF にしても 赤の ON が保持される。





基本論理回路とは異なり、フリップフロップ回路  
(双安定マルチバイブレータ回路)は  
2つの入力信号の組み合わせが同じでも  
同じ出力には定まらない。

過去の操作の影響を受ける。

回路が、過去の操作を記憶していることを意味する。  
パソコンのメモリには、この回路が数億個入っている。  
フリップフロップによって、メモリ回路（記憶回路）  
が作成されることを理解して下さい。

超音波の周波数を上げた結果で正しいのはどれか。

1. 透過性は高くなる。
2. 指向性は良くなる。
3. 分解能は低くなる。
4. 減衰は小さくなる。
5. 伝播速度は低下する。

# 超音波画像（US、エコー）

数100万ヘルツ程度の高周波音波を体表から体内に通し、その反射音の分布像を画像化する。

音は重さ（密度）の変化するところで大きく反射するので、臓器の形状などの断層像が画像化される。

音、超音波は、重さ(質量)のある物体を振動させて進む。

質量の低い部位(空気などの気体)は、超音波をほとんど通さないので、気体の存在する部位の先は、エコー画像は見えない(真っ黒を示す)

重さの変化しない部位(水、血液などの液体)では、音は反射しないので、エコー画像は真っ黒(無エコー)を示す。

気体、液体による無エコーは原因が違うことに注意。





**3.5 MHz  
コンベックス型**

**7.5 MHz  
リニア型**



周波数の高いプローブ(7.5MHz以上)は、  
分解能の高い鮮明な画像が得られるが、  
深部まで超音波が届きにくい。  
撮像範囲が狭い。

周波数の低いプローブ(5MHz以下)は、  
分解能の低い粗雑な画像だが、  
深部まで超音波が届きやすく、  
撮像範囲が広い。

SI 単位で正しい組合せはどれか。 2 つ選べ。

1. 温度 ————— K

2. 熱量 ————— J

3. 圧力 ————— mmHg

4. 質量 ————— g

5. 放射能 ————— Ci

## 国際単位系 SI単位

The International System of Units、略称SI

**MKS**単位系(長さの単位にメートル(**m**)、質量の単位にキログラム(**kg**)、時間の単位に秒(**s**)を用い、この3つの単位の組み合わせで作られたいろいろな量の単位。

ジュール J, ワット W,  
ベクレル Bq, グレイ Gy など.

( mmHg、 g、 Ci など は SI単位ではない。)



## 放射能の強さの単位 Bq (ベクレル)

Bq は SI単位系

1秒間に1個のガンマ線や電子線などが出る  
(1秒間に1個の原子核が崩壊する)放射能の強さ

1ベクレル(Bq) = 1 decay per second (dps)  
(decay : 崩壊、壊変)

Ci (キュリー)は、昔の放射能の単位。

ラジウム1gの放射能 =  $3.7 \times 10^{10}$  Bq

## エネルギーの大きさの単位 J (ジュール)

J は SI単位系

$$1\text{ J} = 1\text{ W} \times 1\text{ s} = 1\text{ N} \times 1\text{ m}$$

Cal (カロリー)は、SI単位ではない。

$$1\text{ cal} = 4.19\text{ J}$$

1g の水の温度を1°C上げるエネルギー。

## 圧力の大きさの単位 mmHg

(水銀柱ミリメートル、ミリエイチジー、略称 トル Torr)

血圧など、生体内の圧力を表す単位として  
医療分野で多用される圧力の単位。  
SI単位系ではない。

圧力の SI単位は、Pa(パスカル)

$$1\text{Pa} = 1\text{ N} / \text{m}^2$$

$$1\text{ mmHg} = 133.3\text{ Pa}$$

水銀を1mm 押し上げる圧力。

## 温度の単位 K (ケルビン kelvin)

K は、メートルやキログラムや秒の MKS 基本単位と次元が異なる単位だが、国際単位系の基本単位 (SI 単位系) とされている。

すべての分子の運動が停止する絶対零度を 0 ケルビン (K) と定義。

$^{\circ}\text{C}$  (セルシウス度、摂氏) は  $\text{K} - 273.15$

K は、温度の単位。

$^{\circ}\text{C}$  は、水が凍る温度を基準とした 温度の尺度。



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。

複数のハードディスクを組み合わせて信頼性を高めるのはどれか。

- |             |        |
|-------------|--------|
| 1. IEEE1394 | 4. SSD |
| 2. RAID     | 5. USB |
| 3. RS-232C  |        |

IEEE1394, RS-232C は、10～20年前まで普及していたUSBのような端子(PCと他機種をつなぐポート)。USBは現在USB3.0が普及(青ポート)。5G bit / sec USB2.0(黒ポート)の10倍の速度でデータを送れる。SSD(solid state disc)はメモリを用いた記憶装置。HDD(Hard Disc)と比べデータの移動が速く、衝撃に強く、静か。

## 第19回 第1種ME試験問題

RAID (Redundant Arrays of Inexpensive Disks)

についての説明を100字程度で記入せよ。

**Redundant** : くどい、繰返しの多い、冗長な

**Array** : 配列

**Inexpensive** : 手頃な、安価な

パソコン、サーバ等にて、複数台のハードディスクを組み合わせて仮想的な1台のディスクとして運用し、保存データの冗長性を向上させる技術。

特殊な装置を使わず、汎用のディスクで信頼性や高速化の向上を実現する。

# RAID (レイド) の種類

## RAID 0    ストライピング (信頼性は向上しない)

ハードディスクのデータ転送を高速化する方法。  
複数のディスクに同時並行にデータ転送を行う。

## RAID 1    ミラーリング (高速化はしない)

2台のハードディスクに同じデータを保存し、冗長性を向上させて耐障害性を高める。欠点は保存データ量が半減する。

## RAID 10    RAID 0 と RAID 1 を組合わせたもの

## RAID 5    パリティ生成 (高速化、信頼性向上)

データからパリティ(誤り訂正符号)を生成しデータとともに複数のディスクに分散して記録する。

どれか1つドライブが破損しても、パリティ内の情報からデータ復旧が可能。保存データ量も RAID 1 より多くなる。



増幅器の時定数で誤っているのはどれか。

1. 微分(CR)回路で決められる。
2. 低域遮断周波数が規定される。
3. 過渡応答に関与する。
4. 基線動揺の抑制に効果がある。
5. 脳波計では通常 3 秒である。

**CR結合回路の時定数 ( $\tau$  time constant)**

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

$$\text{遮断周波数 (Hz)} = 1 / (2\pi CR)$$

**(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**

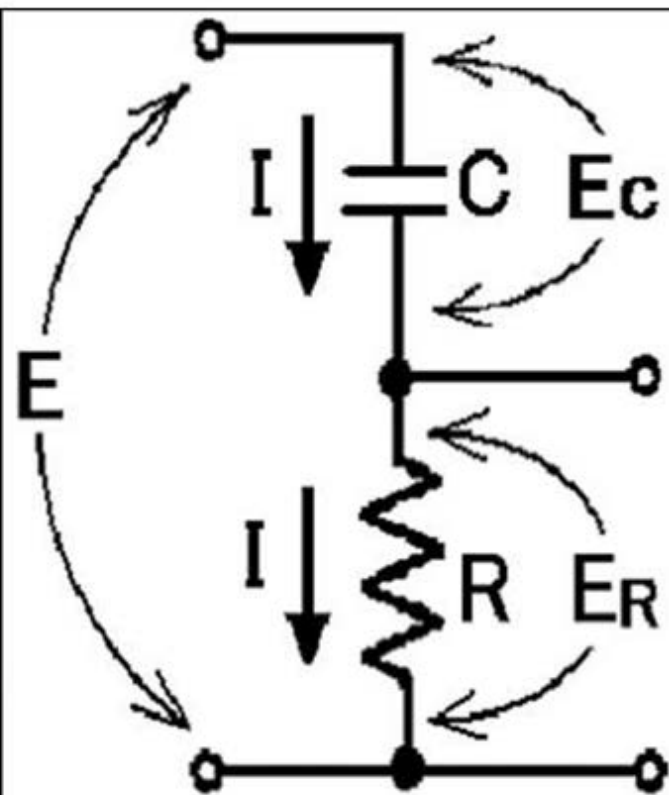
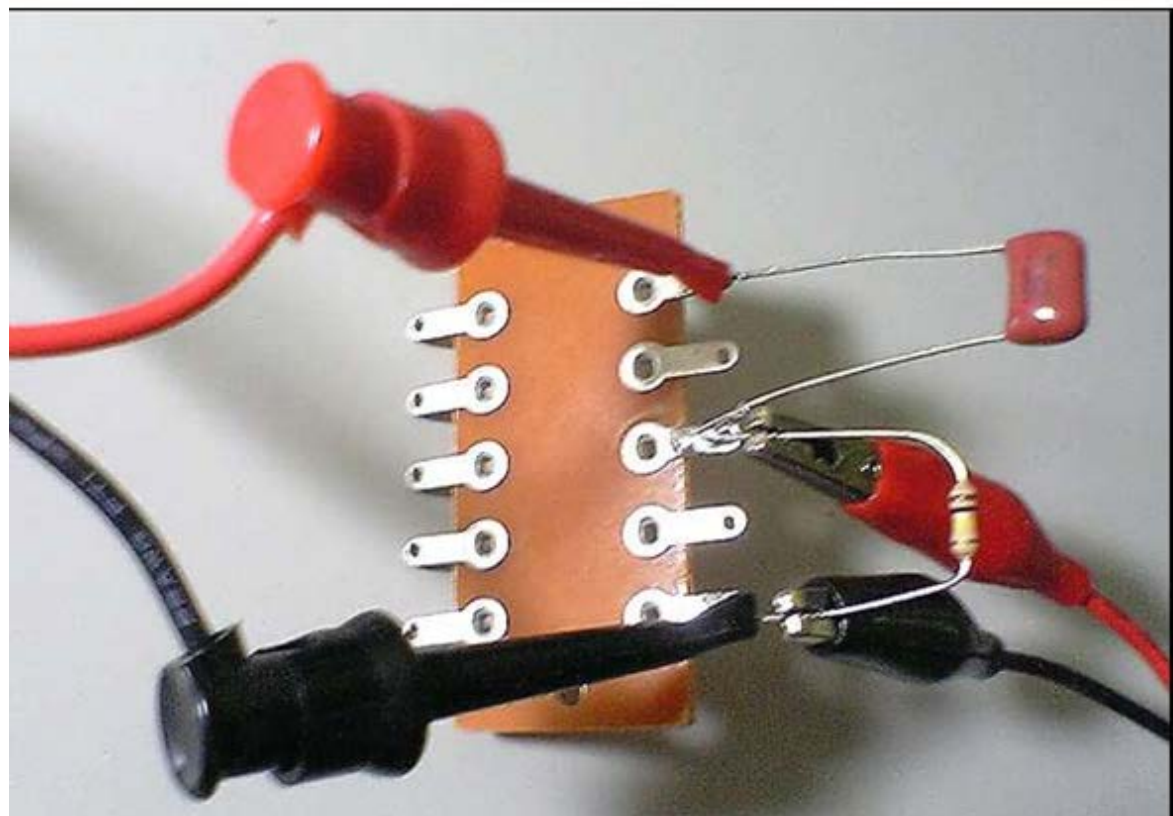
**利用する場合が多い。**

**(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)**

# 矩形波に対する CR結合回路の抵抗電圧

発振器の出力を、CR結合回路の両端につなぐ。

抵抗両端の電圧を、オシロスコープの CH1 につなぐ。

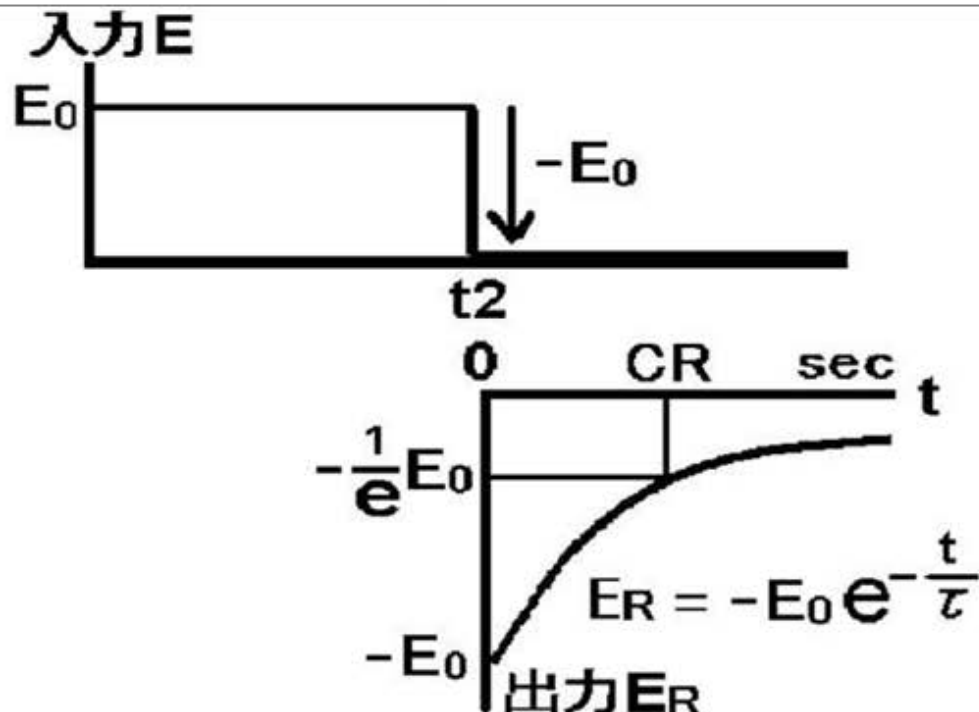
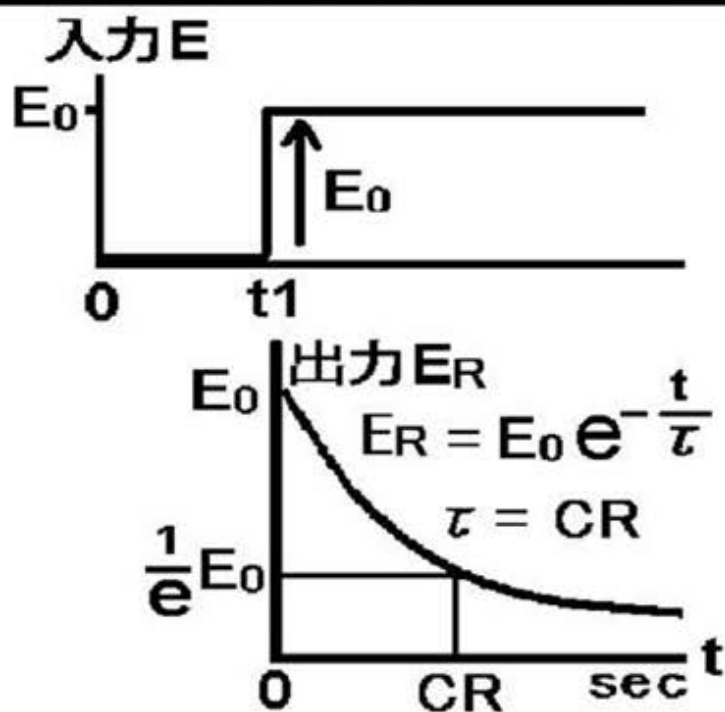
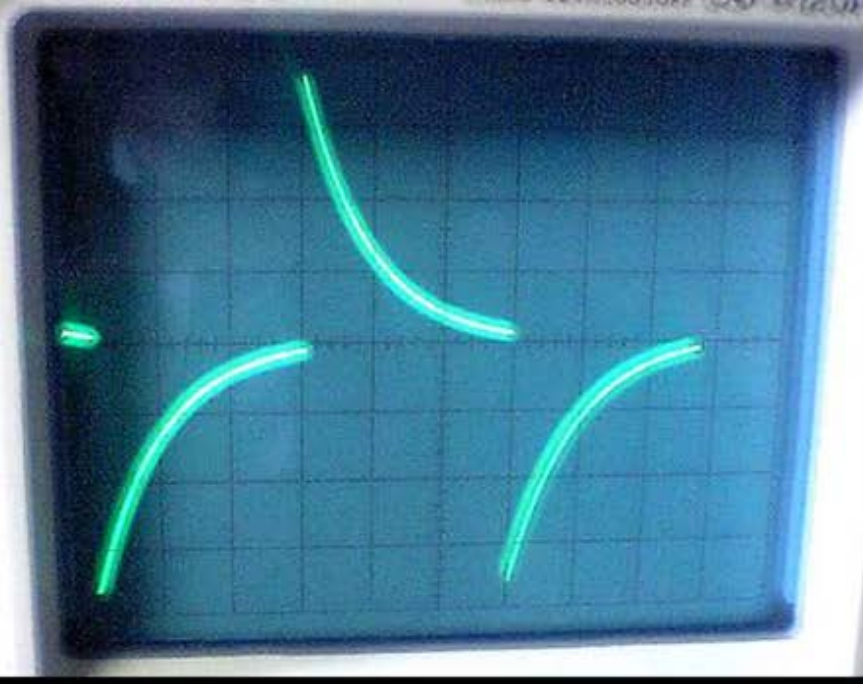




矩形波などの、急激な入力  
電圧変動に伴う出力電圧の  
変動の様子を、

**過渡応答、過渡現象**という。

時定数で過渡応答の大きさ  
(長引く程度)が決まる。



心電計や脳波計にも 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  $1/20 = 3/60$ 。 1分に3回以下の振動しか示さない緩い波は、ドリフト雑音なので測定しない。

脳波計の時定数は、0.3 秒

$$\text{遮断周波数} = 1 / (2\pi \times 0.3) = 0.53 \text{ Hz}$$

0.5 とは  $1/2 = 30/60$ 。 1分間に30回以下しか振動しないような緩い波は、脳波ではないので測定しない。



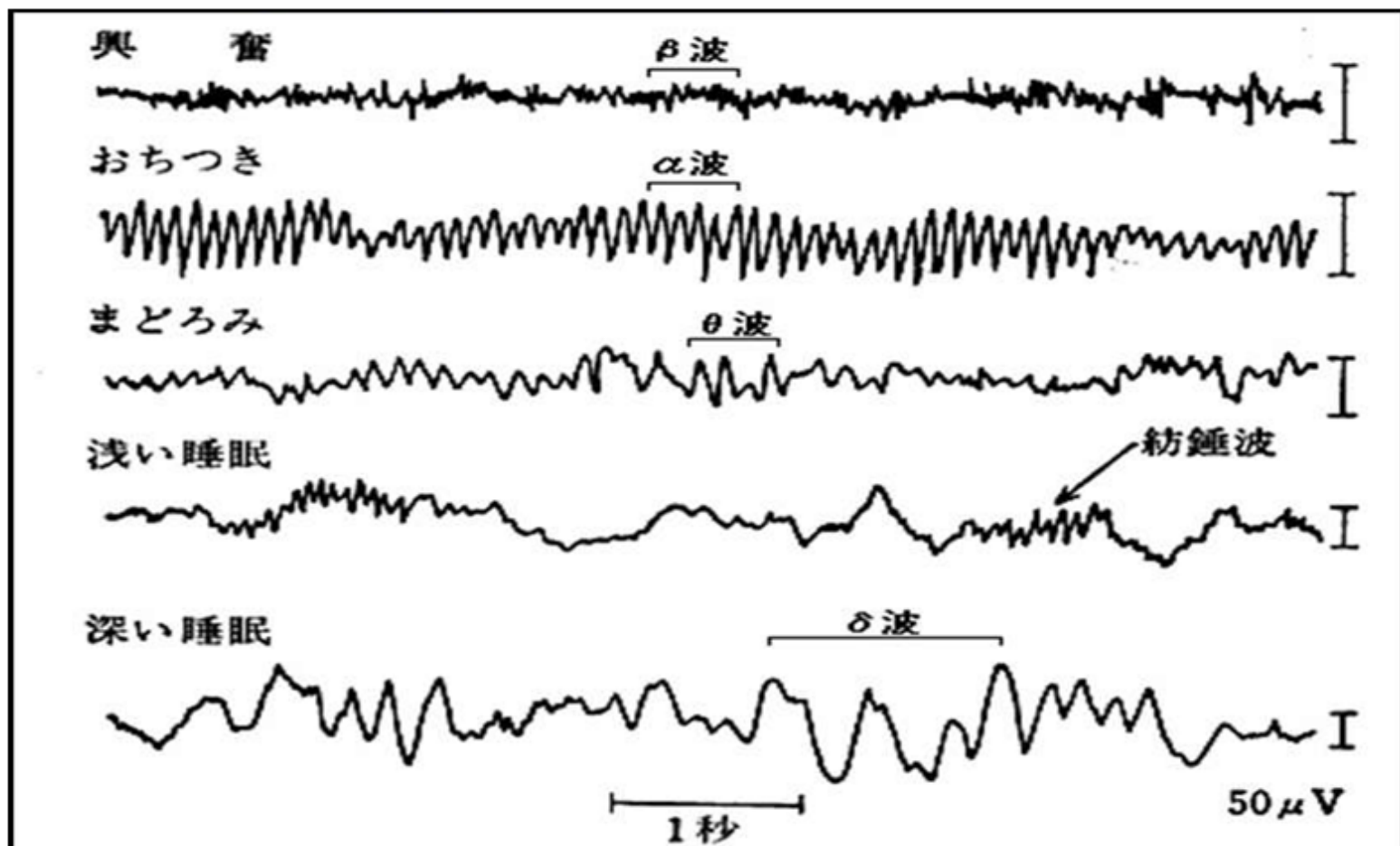
# 脳波の種類

$\delta$  (デルタ)波 0.5~4Hz 未満 ぐっすり寝ている時に現れる。

$\theta$  (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。

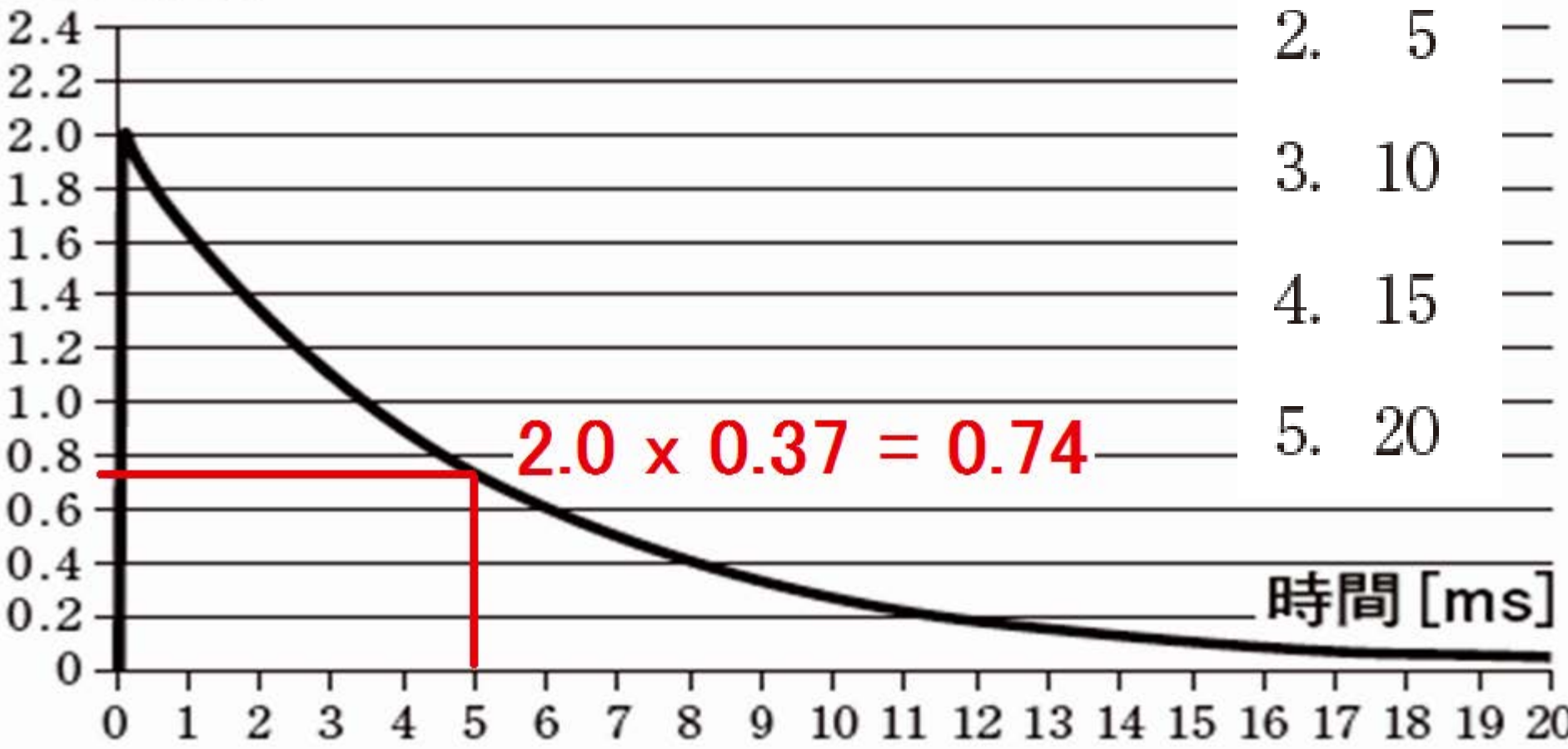
$\alpha$  (アルファ)波 8~13Hz 未満 脳の休めている部位に現れる。

$\beta$  (ベータ)波 13~40Hz 未満 精神活動している部位に現れる。



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。

電圧[V]

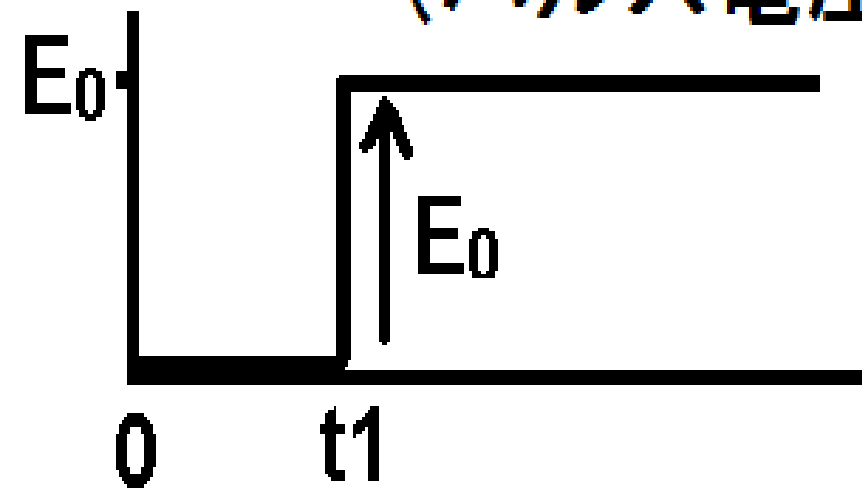


- 1. 2
- 2. 5
- 3. 10
- 4. 15
- 5. 20

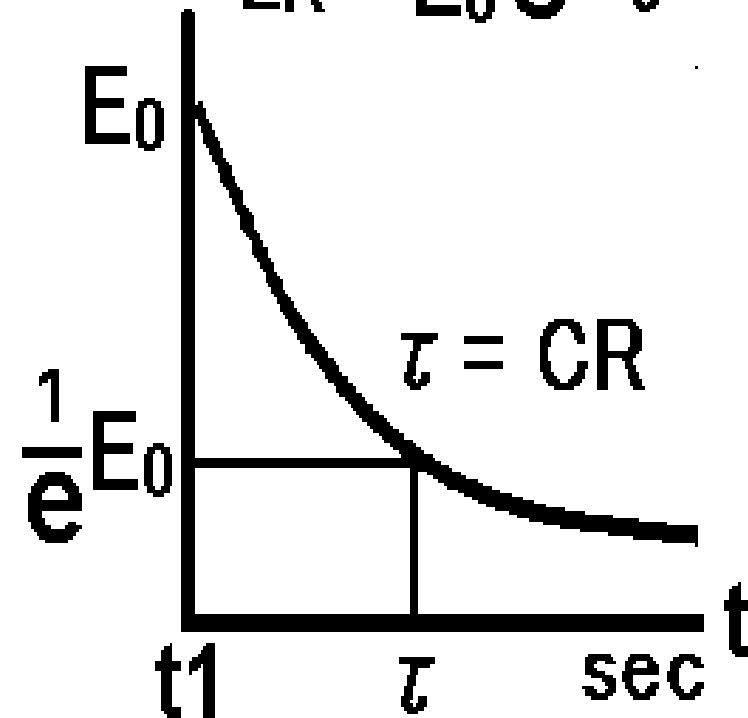
電圧の急激な上昇  $E_0$

ステップ電圧  
(パルス電圧)

入力  $E$



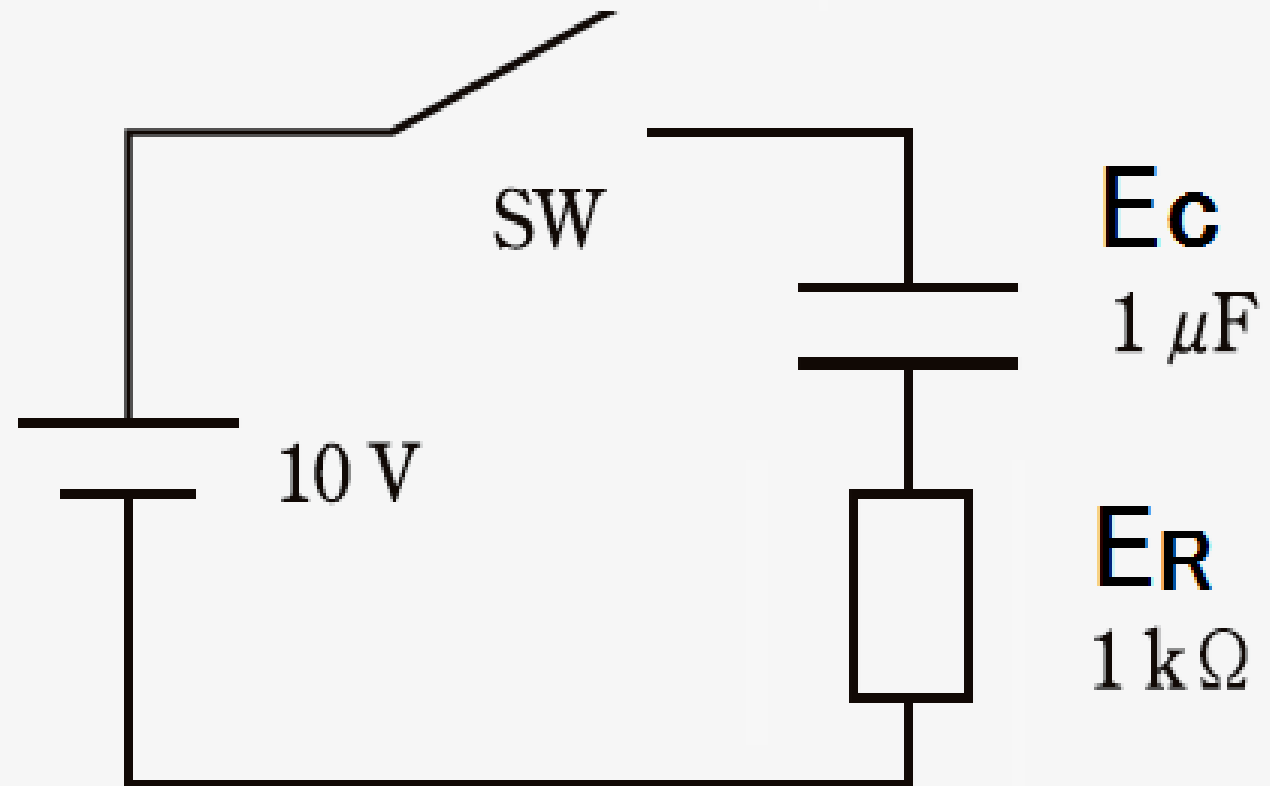
出力  $E_R$   $E_R = E_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$



$$1/e = 0.37$$

図のような CR 直列回路がある。SW を閉じた瞬間から 2.0 ms 後に回路を流れる電流 [mA] はおよそいくらか。ただし、初期状態でのコンデンサ両端電圧は 0V とし、自然対数の底  $e$  の逆数を 0.37 とする。

- 1) 0.63
- 2) 0.74
- 3) 1.4
- 4) 2.1
- 5) 3.7





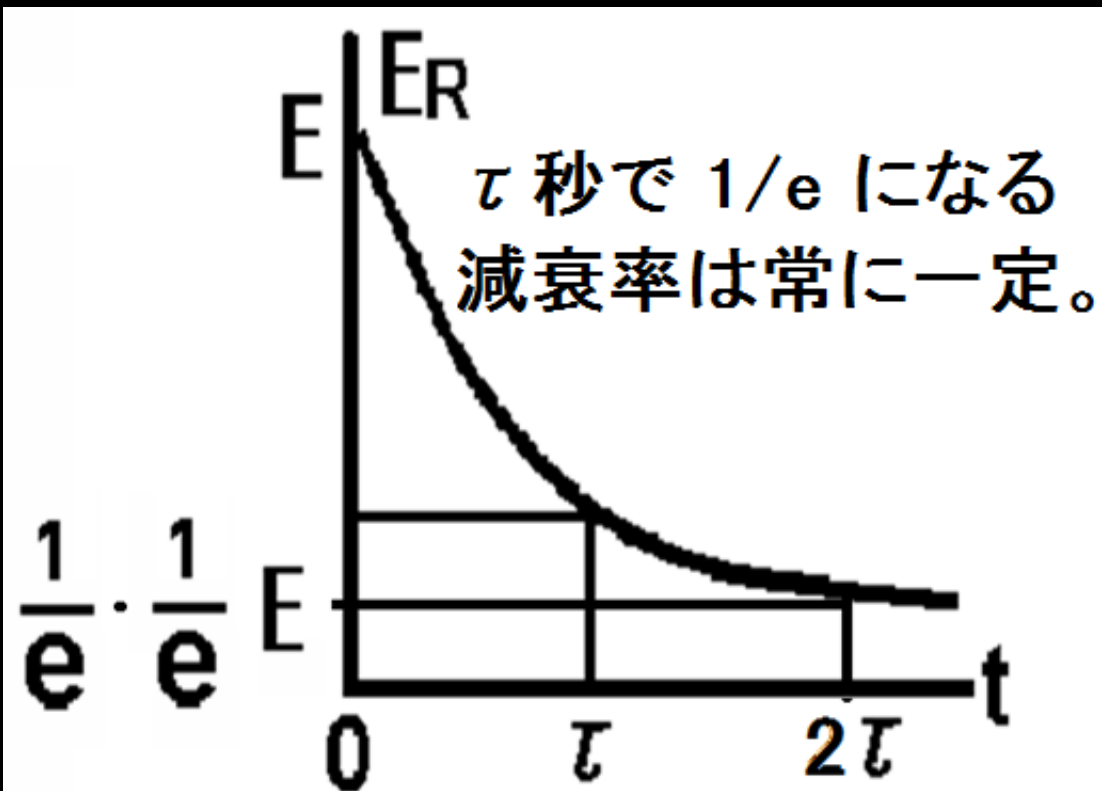
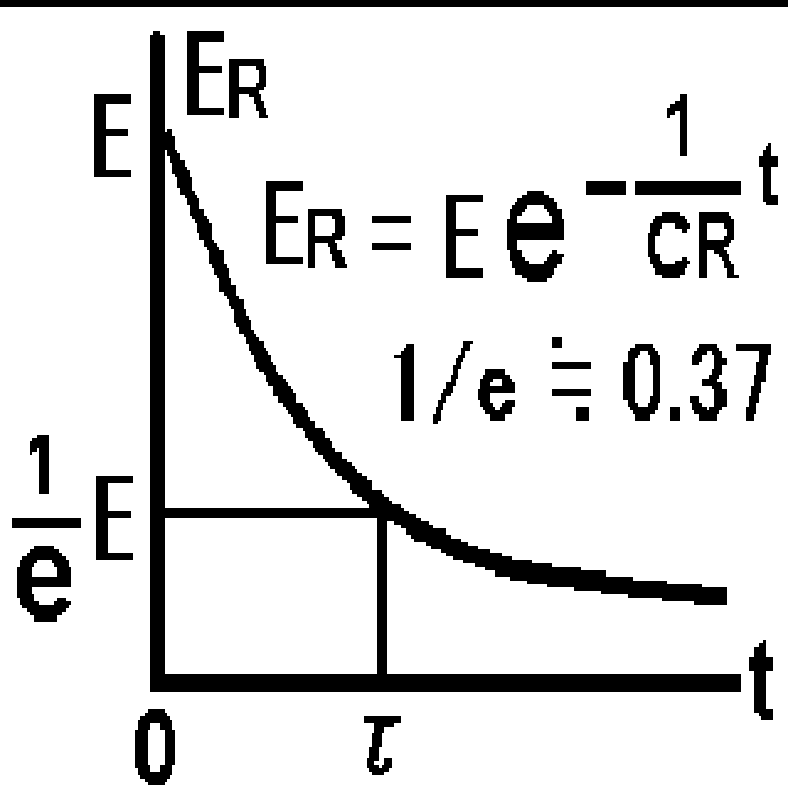
CR回路の時定数  $\tau$  は  $1\mu\text{F} \times 1\text{k}\Omega = 1(\text{ms})$

スイッチを閉じると抵抗およびコンデンサの両端電圧は上昇する。

スイッチを閉じた瞬間の抵抗電圧は  $10(\text{V})$

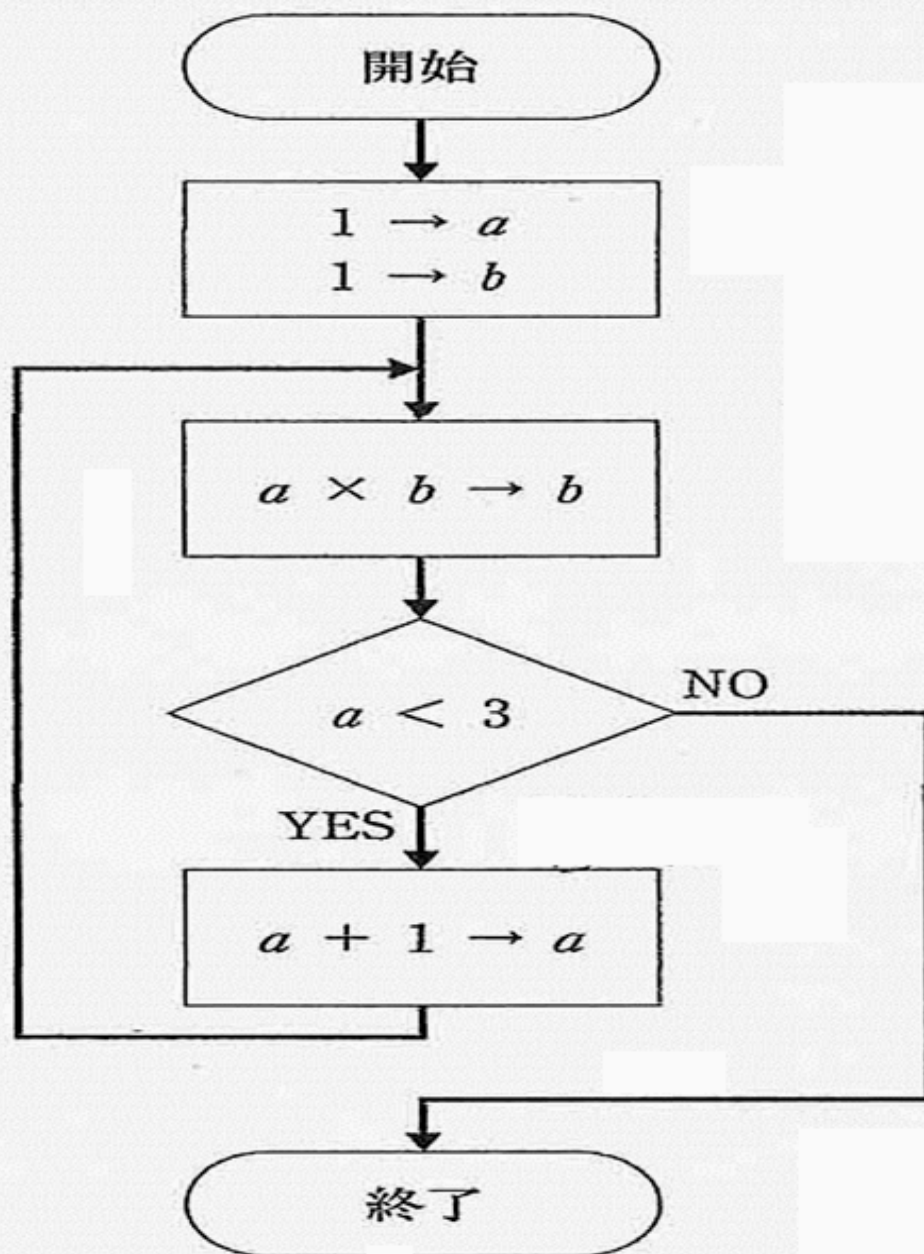
2ms後の抵抗電圧  $E_R$  は  $10 \times 0.37 \times 0.37 = 1.369(\text{V})$

抵抗電流は  $1.369(\text{V}) / 1000(\Omega) \doteq 1.4(\text{mA})$



次のフローチャートを開始から終了まで実行したとき、 $b$ の値はどれか。

1. 1
2. 2
3. 3
4. 6
5. 24



開始直後は、 $a=1$ ,  $b=1$  になる。(→は代入を示す)

[ ループ1回目 ]

$a \times b$  は 1 になり  $b=1$  になる。  $a$  は 1 のまま。

$a$  は 3未満 なので YES の矢印を進む。

$a+1 \rightarrow a$  で、 $a$  に 1 が増加され、 $a$  は 2 になる。

[ ループ2回目 ]

$a \times b$  は  $2 \times 1$  で、 $b$  は 2 になる。  $a$  は 2 のまま。

$a$  は 3未満 なので YES の矢印を進む。

$a+1 \rightarrow a$  で、 $a$  に 1 が増加され、 $a$  は 3 になる。

[ ループ3回目 ]

$a \times b$  は  $3 \times 2$  で、 $b$  は 6 になる。  $a$  は 3 のまま。

$a$  は 3未満 ではないので NO の矢印を進む。

終了。  $b$  は 6 の値で終了。