

初めての ポータブル脳波

大垣市民病院

医療技術部診療検査科生理機能検査室

後藤開人

発表に関連し、開示すべきCOI関係にある企業などはありません。



- **Part1 脳波計の必要な知識**
- **Part2 検査前準備**
- **Part3 検査時の注意点 ～アーチファクト中心に～**
- **Part4 検査後後片付け**
- **Part5 脳死判定のポイント**

➤ **Part1 脳波計の必要な知識**

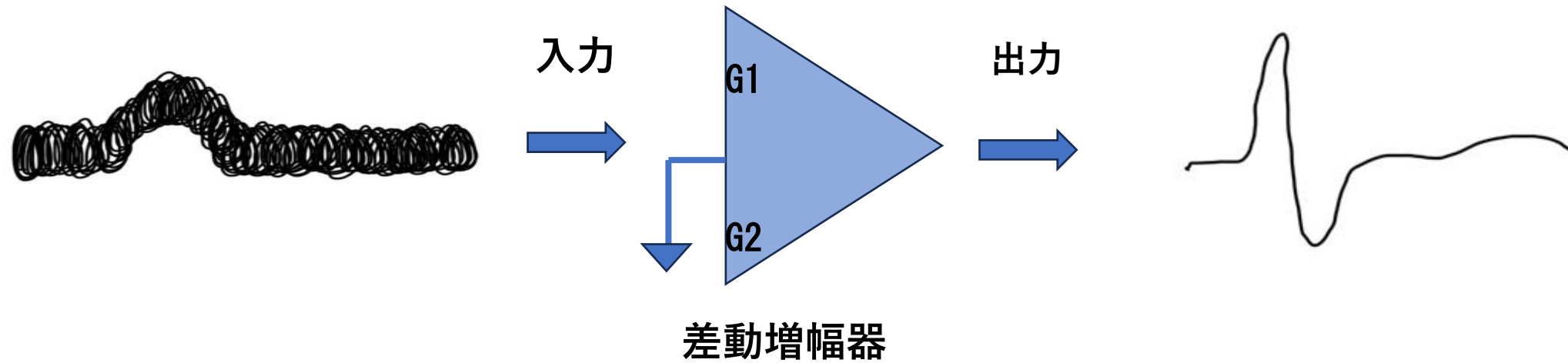
➤ Part2 検査前準備

➤ Part3 検査時の注意点 ～アーチファクト中心に～

➤ Part4 検査後後片付け

➤ Part5 脳死判定のポイント

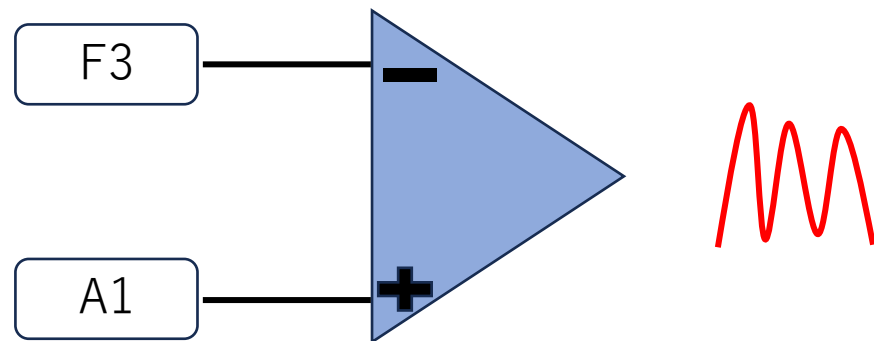
差動増幅器



- 微弱な信号あるため増幅する必要がある。
- 雑音(同相成分)を抑制し、生体信号(差動成分)のみを増幅する差動増幅器が必要不可欠。
- ニュートラル電極(Z)は差動増幅器の基準点に必要。

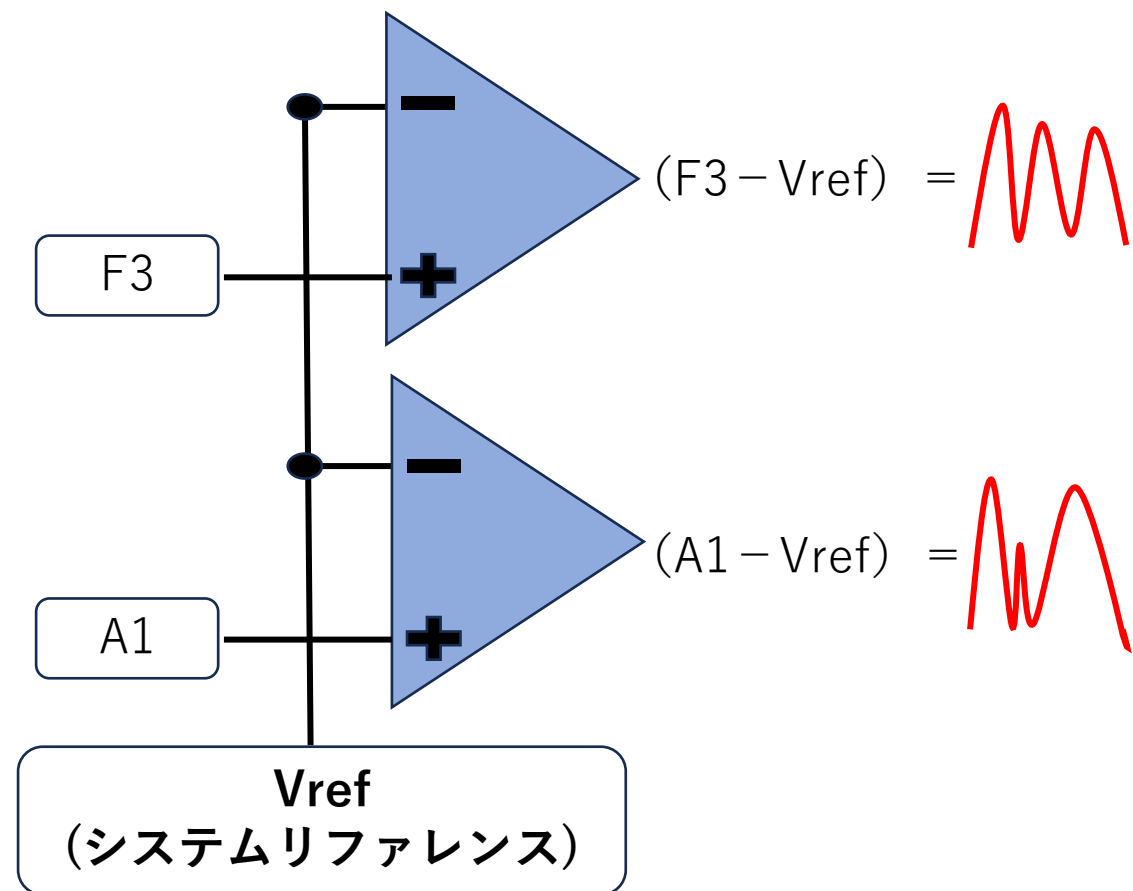
デジタル脳波計の仕組み

【アナログ脳波計】



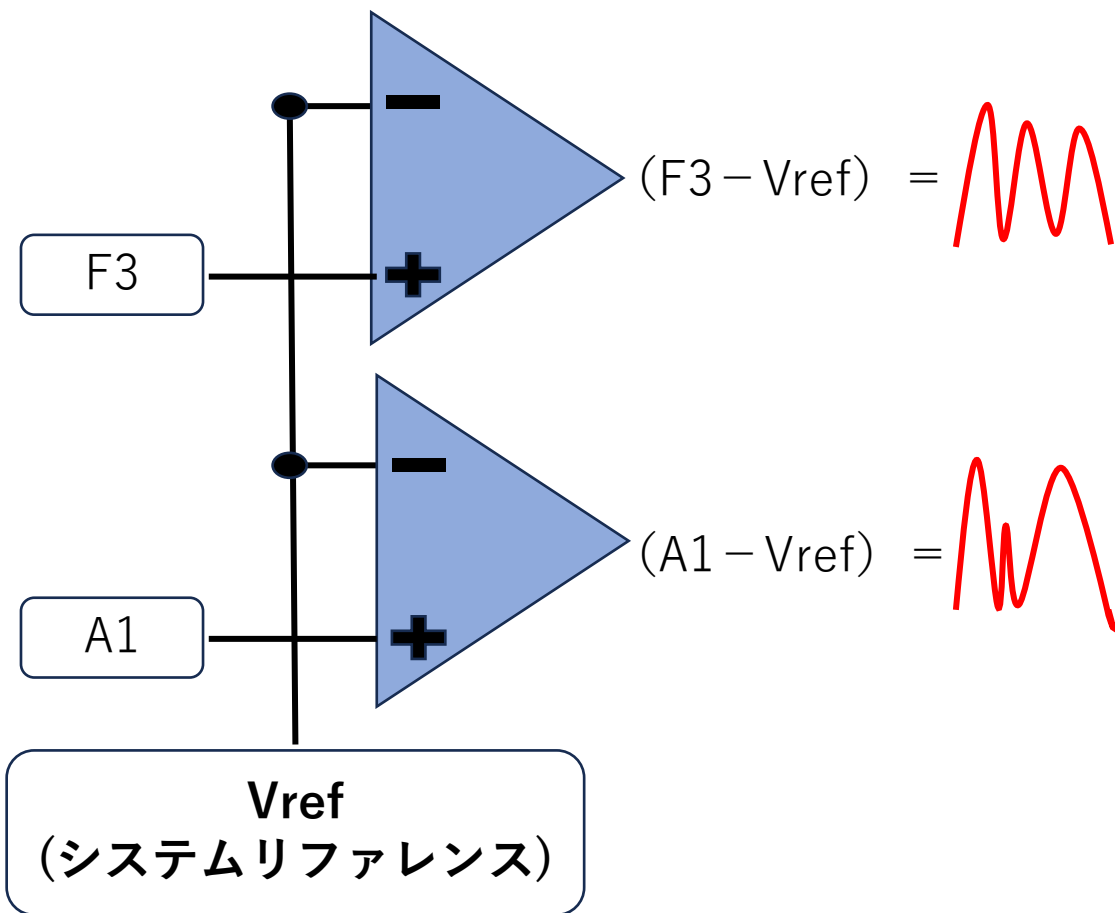
- ・アナログ脳波計はチャンネルの数だけ差動増幅器が必要。
- ・デジタル脳波計は電極の数(電極入力端子と同じ数)だけ差動増幅器が必要。
- ・各電極単位のオリジナルデータを保存することができ、リモンタージュが可能になる。

【デジタル脳波計】

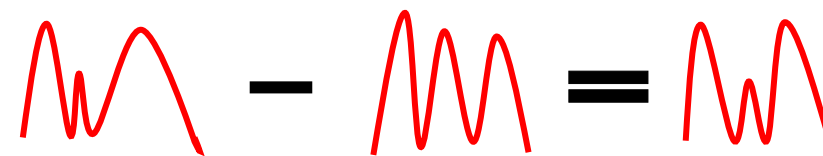


デジタル脳波計の仕組み

【デジタル脳波計】



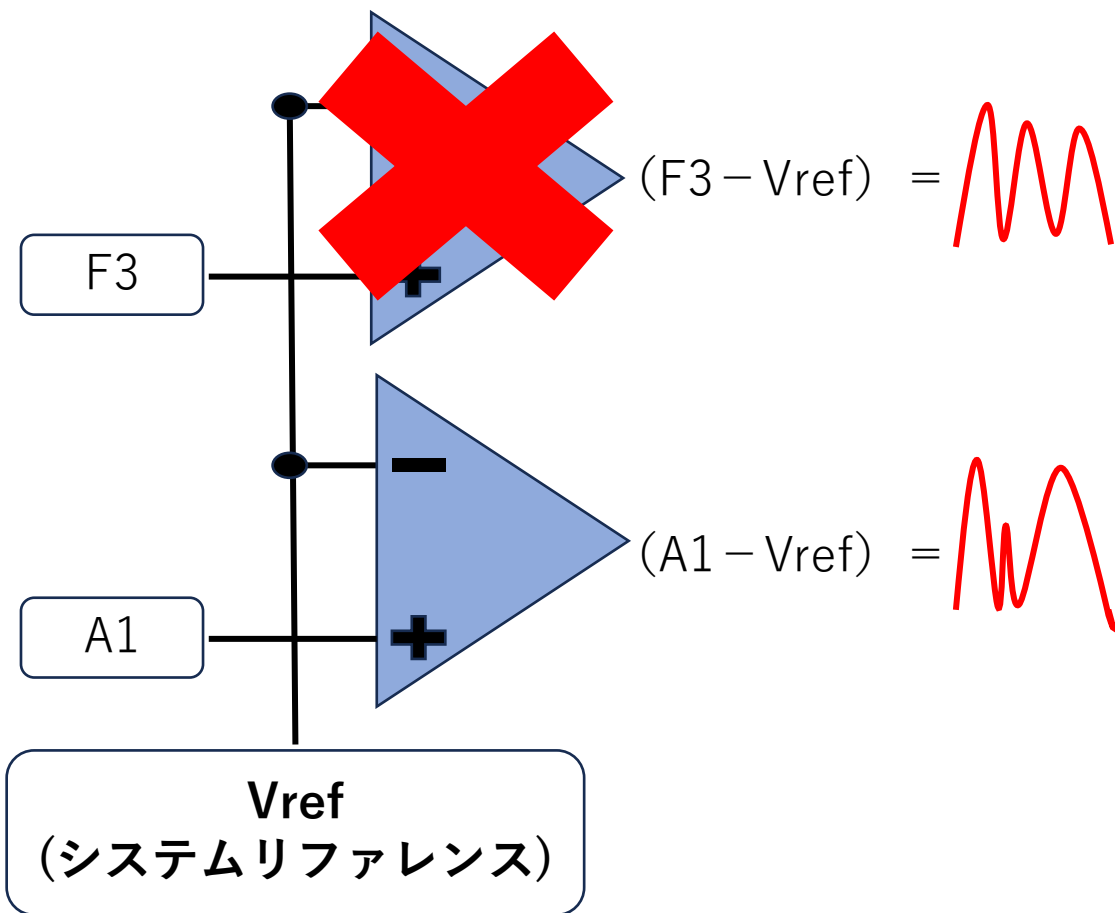
$$(A1 - Vref) - (F3 - Vref) = A1 - F3$$



システムリファレンスの電位は相殺されるため、A1とF3の電位差が記録できる。

デジタル脳波計の仕組み

【デジタル脳波計】



$$(A1 - Vref) - (F3 - Vref) = A1 - F3$$



差動増幅器が故障していても
波形が出てしまう！

システムリファレンス誘導



図2-2 システムリファレンス誘導

臨床神経生理検査の実際
(新興医学出版 引用)

- ・日本臨床神経生理学会の検査指針では10秒以上システムリファレンス誘導を記録することが推奨されている。
- ・P4の波形が極めて低振幅となり差動増幅器の故障を発見することができる。

電極接触抵抗

【原理】

- ・微弱な交流電流を流し、その電圧を測定することで抵抗を測定する。

【注意点】

- ・抵抗測定にはZ、C3、C4、A1、A2電極が必要。正しく測定されない。(A1,A2は変更可能)
- ・接触抵抗が高いと差動増幅器の入力に差が生じ交流の原因となる。
- ・針電極では抵抗を測定しない。

- Part1 脳波計の必要な知識
- **Part2 検査前準備**
- Part3 検査時の注意点 ～アーチファクト中心に～
- Part4 検査後後片付け
- Part5 脳死判定のポイント

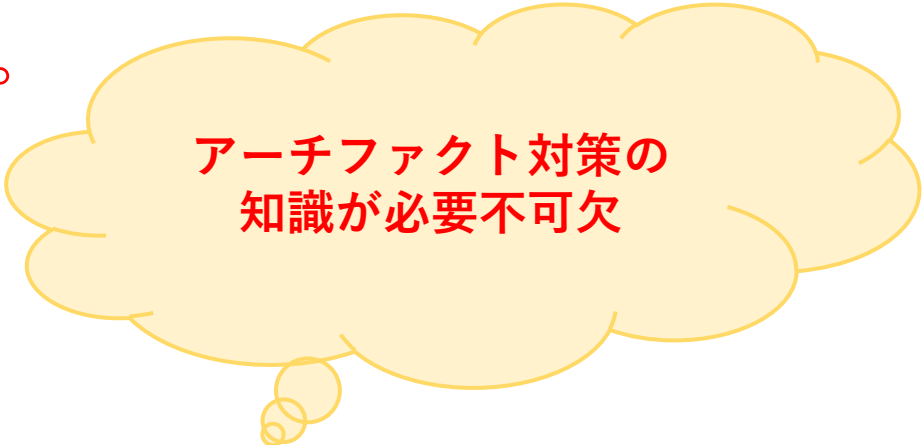
ポータブル脳波のメリット・デメリット

【メリット】

- 患者の急変時でも迅速な対応ができる。
- 検査室までの移動が困難な患者でも検査できる。

【デメリット】

- 電極数が限られ、検査室に比べて情報がすくない。
- 電極の装着が難しい。
- 交流障害などアーチファクトが多く混在する。



アーチファクト対策の
知識が必要不可欠

患者情報を習得する

- 患者情報：年齢、性別、既往歴など
- 主訴：痙攣、意識障害など（エピソードを含めて）
- 薬物情報：鎮静剤、抗不安薬など
- 身体所見：頭蓋骨欠損、脳室ドレーンなど
- 周辺の環境：PCPS、人工呼吸器など
- 直近の様子：看護記録を参考に

患者情報から脳波像をイメージする

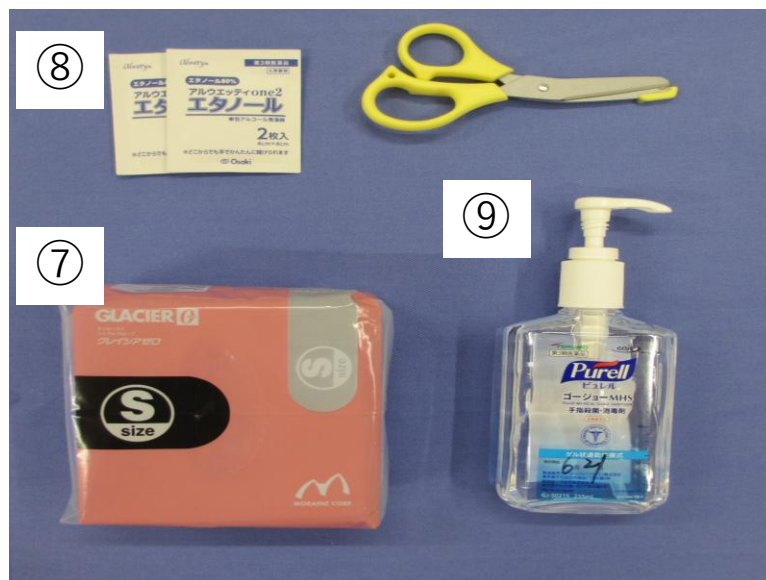
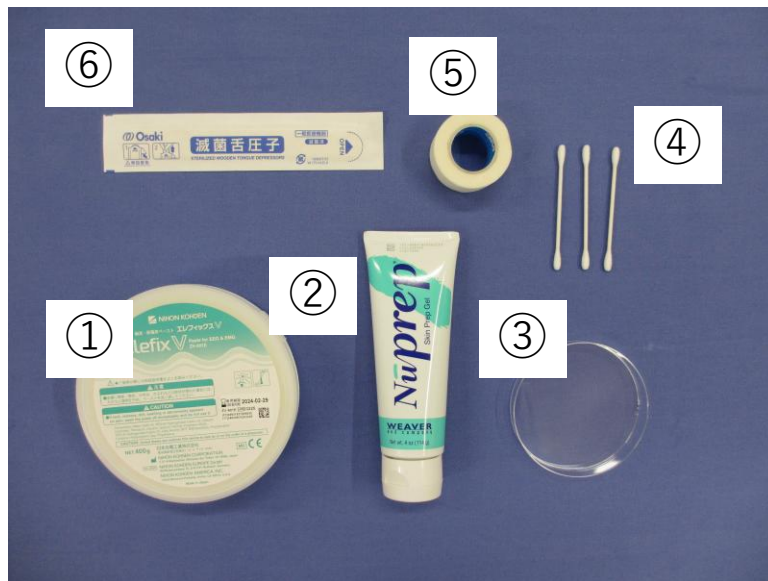
- 痙攣：spike、sharp wave など
- 脳炎：LPDs (PLDEs) など
- 低酸素血症：PD (PSD)、平坦脳波 など
- 硬膜下血腫：限局した徐波、左右差など
- 薬物情報： β 波の混入など



所見が見つけやすい。「脳波」の理解が深まる。



必要な物品の確認



- ①ペースト
- ②研磨剤
- ③シャーレ
- ④綿棒
- ⑤紙テープ
- ⑥舌圧子（ペースト取り分け用）
- ⑦手袋
- ⑧アルコール綿
- ⑨はさみ、アルコールなど

ペーストについて

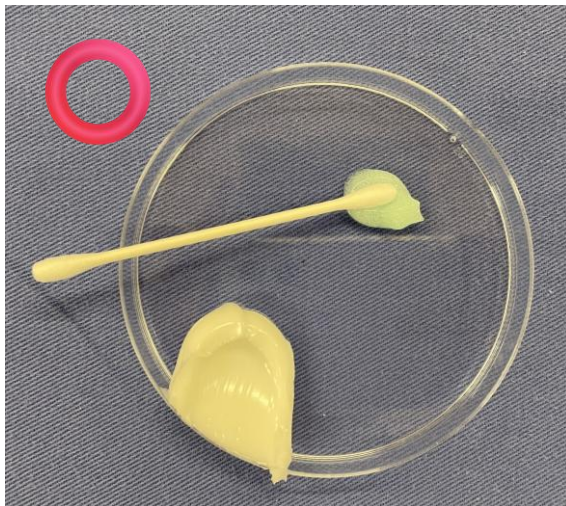
粘度高い



粘度低い



- ・発汗、長時間記録する時は溶けにくい、粘度の高いペーストを使用する。



- ・使用する時は、感染対策のため舌圧子でシャーレに取り分ける。

あると便利なもの

【蒸しタオル】



アルコールと研磨剤を併用すると皮膚が傷つき逆に抵抗が上がることも。アルコールの代わりに蒸しタオルを使用してみる。

- 脱脂され抵抗が落ちやすい。
- カサカサの皮膚が柔らかくなり、肌の弱い人や高齢者に使用すると傷つかない。

- 額、耳朶に使用する。
- 頭皮は髪の毛が濡れてしまうため使用しない。
- 蒸しタオルで拭き乾いた後、研磨剤で擦る。

あると便利なもの

【包帯、三角巾】

頻発している痙攣、体動が激しい患者に使用し、電極が取れないようにする。

①三角巾を頭の下に敷き
コードをまとめる



②頭に三角巾を被せる



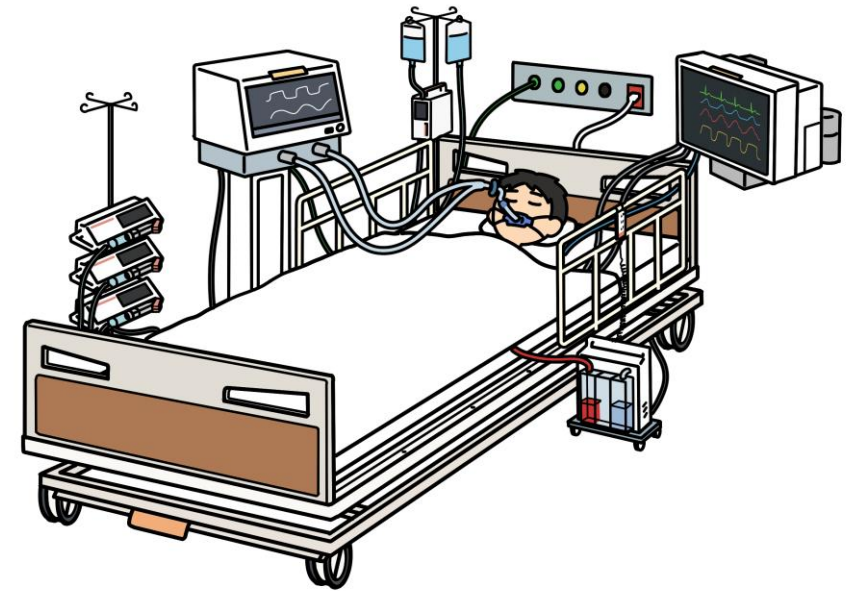
③両端硬く結ぶ



- Part1 脳波計の必要な知識
- Part2 検査前準備
- **Part3 検査時の注意点 ～アーチファクト中心に～**
- Part4 検査後後片付け
- Part5 脳死判定のポイント

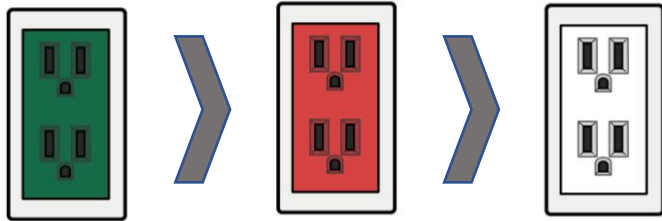
病棟についたら

- 脳波計の設置
- 電極ボックスをベッドサイドに設置
- ペースト、研磨剤を取り分ける
- 意識の確認
- 額・耳朵を蒸しタオルで拭く
- 周辺の医療機器を確認



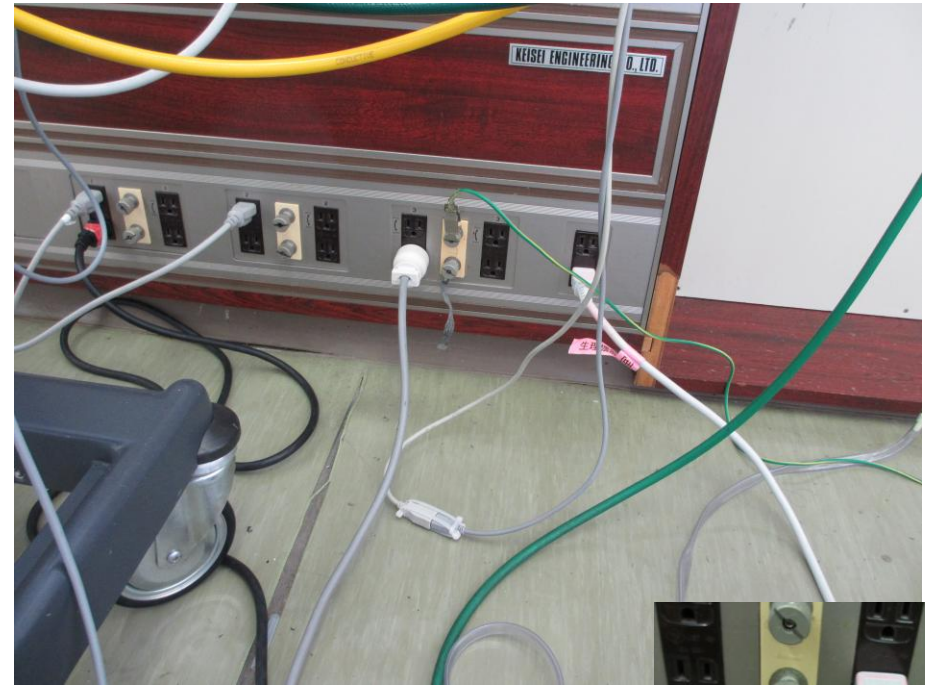
電源・アースの取り方

3Pコンセント



接地されていない機器
(2P)はコンセントから
抜く。

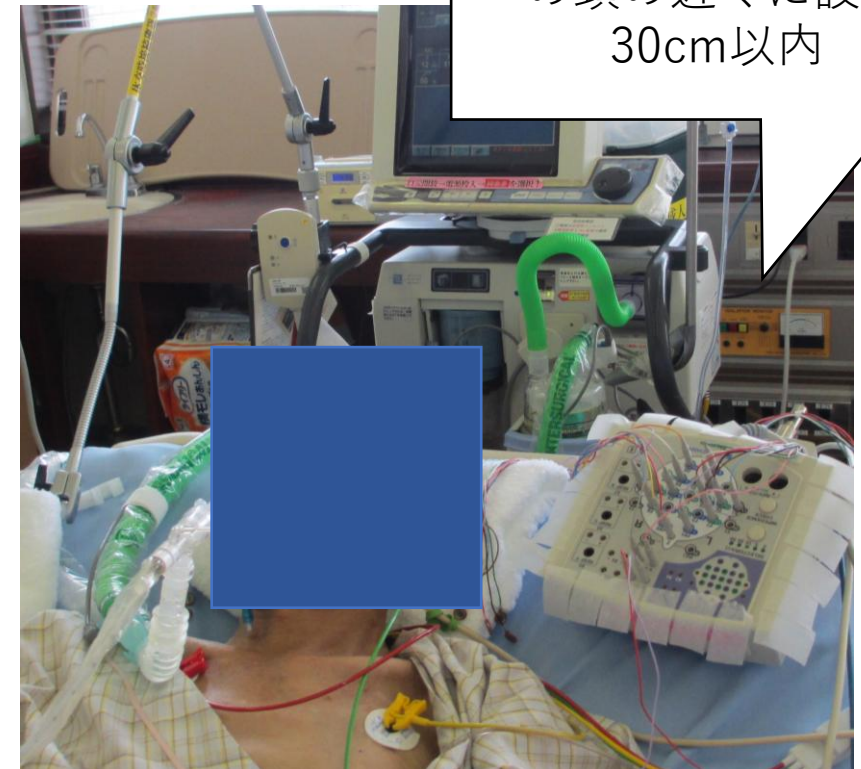
アース線を取り付ける



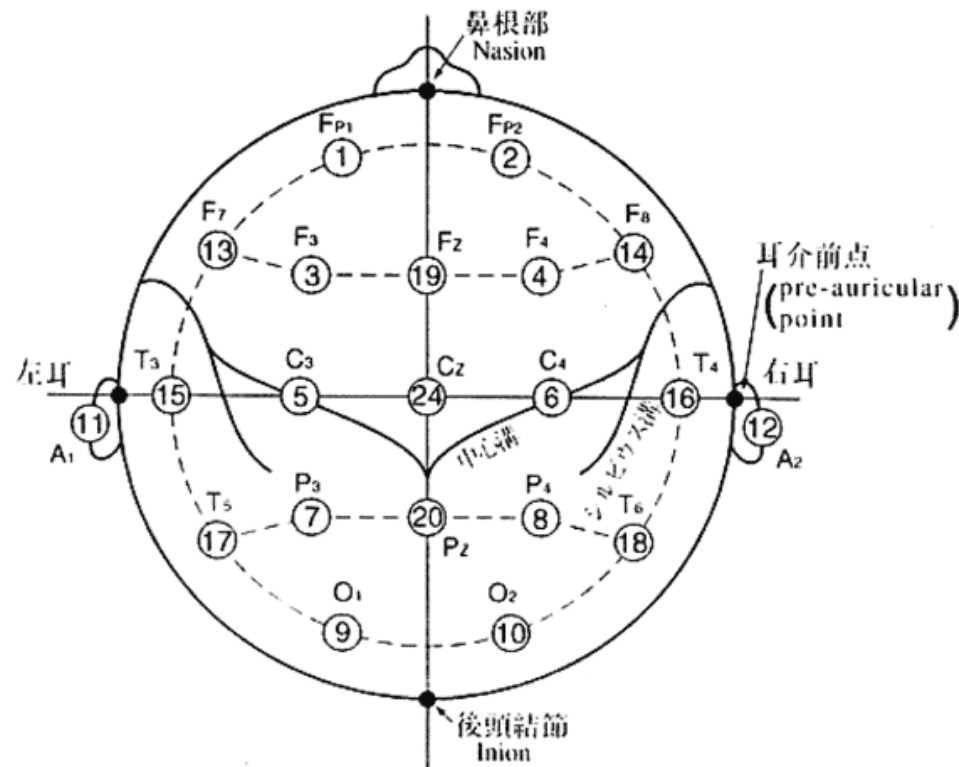
間違えて他の医療機器の
コンセントを抜かないように
印をつけておく。



脳波計・電極ボックスの設置



電極装着時の注意点



- 手術痕や外傷などで電極をずらした場合は、
対側も同様にずらし、レポートに記載する。
- 挿管やドレーンが装着されているときはむやみに動かさない。
Nsに確認し動かしてもらう。
- 減圧（頭蓋骨を外しているところ）は強く抑えない。
- メジャーで測れるなら測って電極を装着する。
普段から正しい位置に電極がつけれるように訓練する。

仰臥位での電極装着方法(Czの決定)



- ・できるだけ患者さんの頭の後ろに立って印をつける。
- ・鼻根部から後頭結節までの距離を測定し中点に印をつける。
- ・頭に沿わせるようにして計測する。
- ・頭が動かせない患者さんは少し持ち上げて計測する。

仰臥位での電極装着方法(Czの決定)

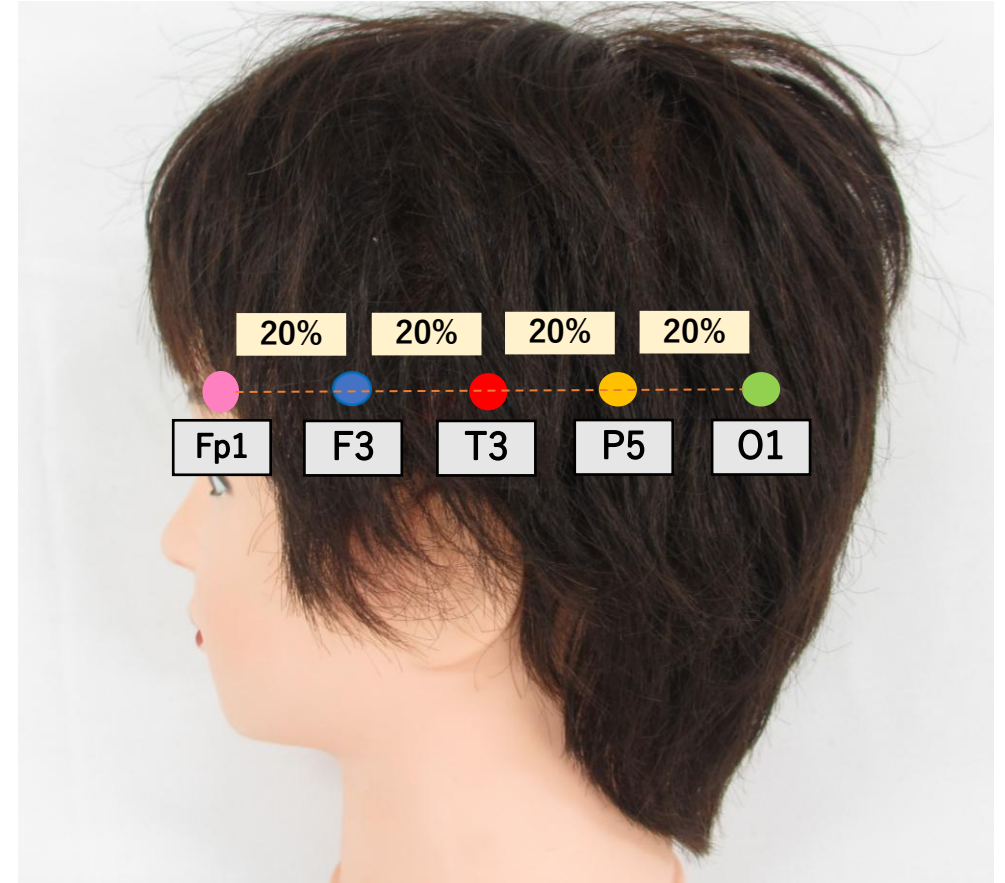


- ・ 先ほど決めた中点を通るように耳介前点から耳介前点の距離を計測する。
- ・ 正中線との交点をCzとする。
- ・ Czがずれると全てがずれてしまう。

仰臥位での電極装着方法（外周線）

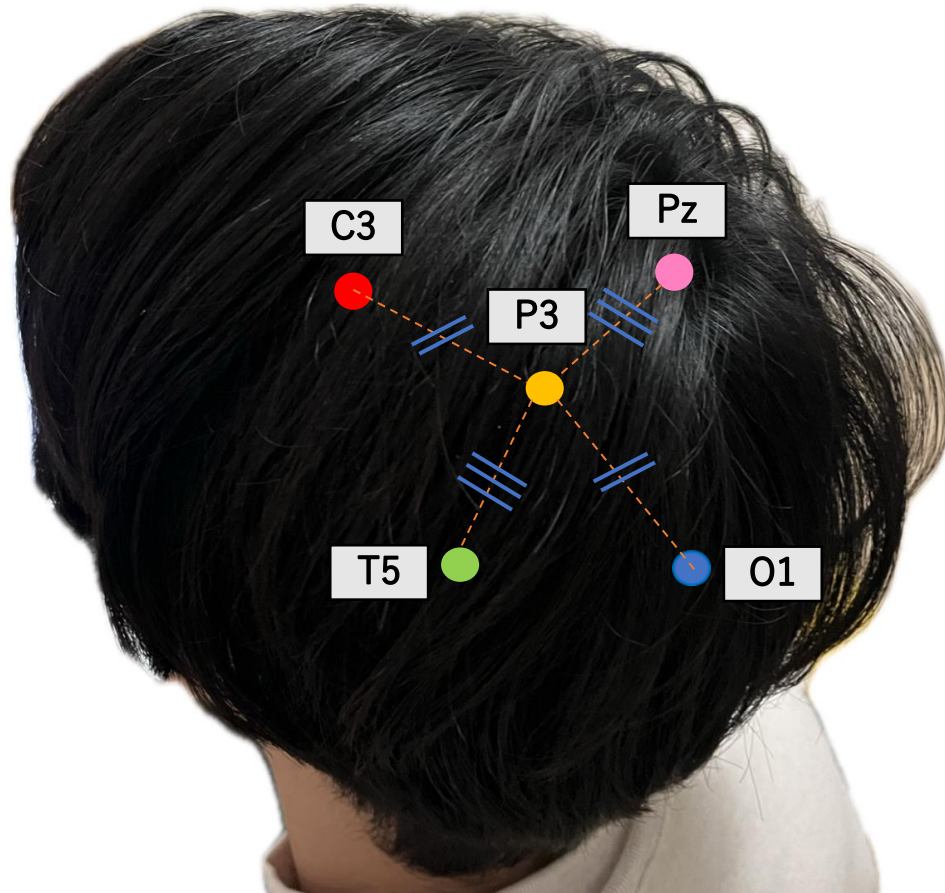


- ・ FpzからOzまでの距離をT3(T4)上を通るように計測する。
- ・ 挿管している場合は看護師さんに動かしてもらう。



- ・ 同じライン上に装着する
- ・ 等間隔に装着する

仰臥位での電極装着方法 (F3,F4,P3,P4)



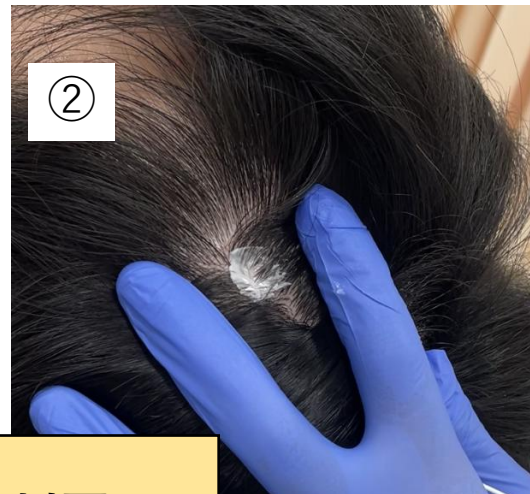
- ・ O1とC3の中点、PzとT5の中点にP3を決める

左右のバランスを見て調節をする

電極装着



- ① 髪毛を左右に分け地肌を露出させる。
- ② 研磨剤で地肌をピンポイントに擦る。

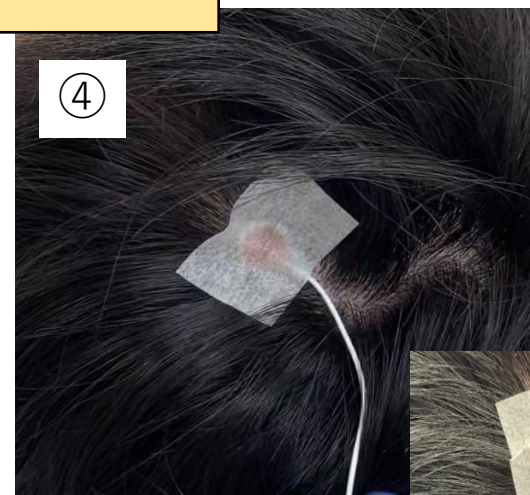


- ③ ペーストを地肌に擦り込ませる
- ④ 髪毛を逆撫でるようにペーストを擦り込ませると分け目が保てる。

接触抵抗 $5K\Omega$ 以下で



- ⑤ ペーストを馴染ませるように装着する。
- ⑥ 電極の周囲に少しはみ出るぐらいで。



- ⑦ 紙テープまたはカット綿で固定する。
- ⑧ 同じ方向に電極を流す。



アーチファクトの種類

アーチファクト

機器外部
(CAL波形正常)

被験者によるもの
(心電図、脈波、筋電図、呼吸、発汗など)

交流障害：ハム
(静電誘導、電磁誘導、漏れ電流)

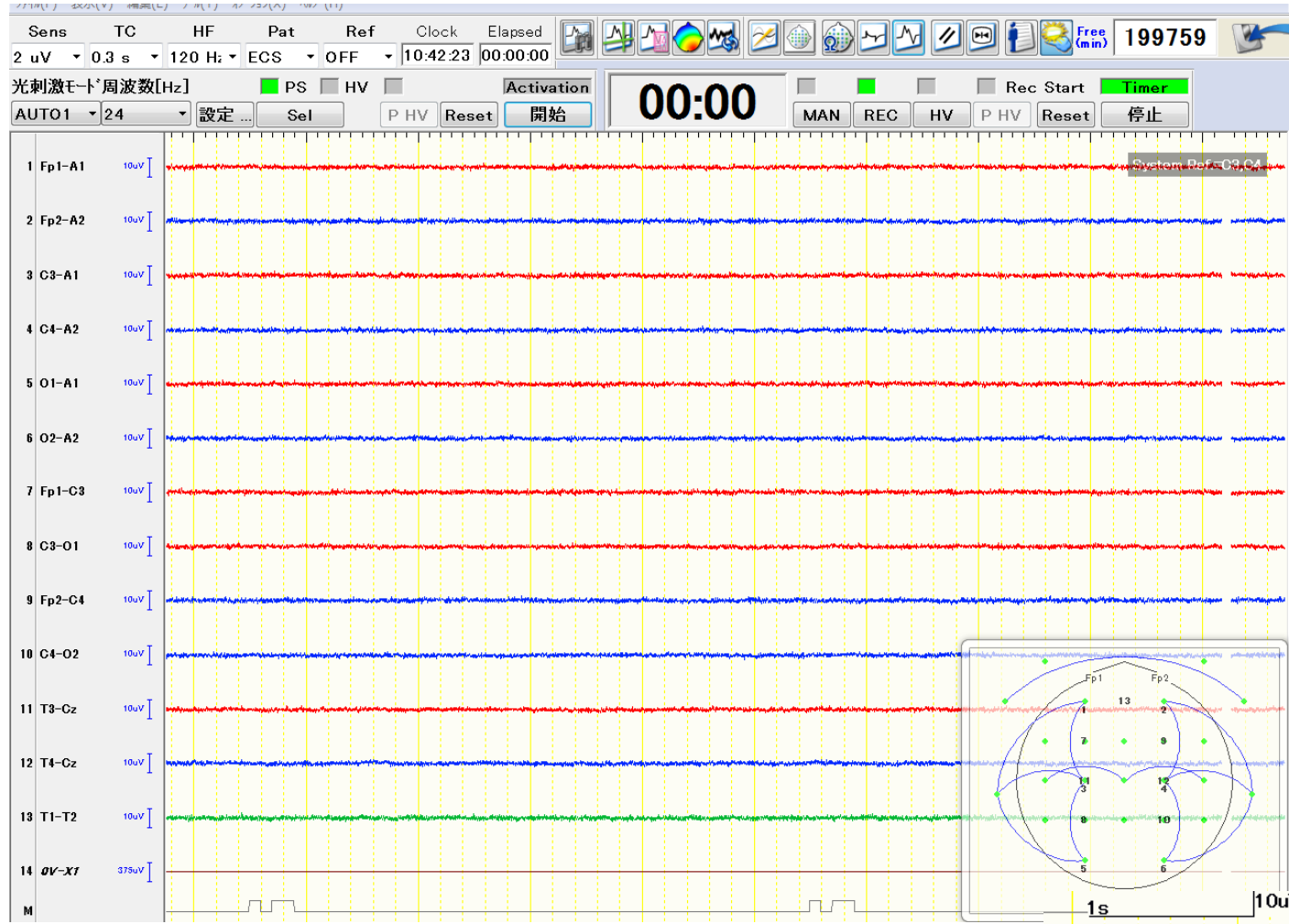
その他の原因
(電極不良、電極リード線不良、静電気など)

機器内部
(CAL波形異常)

トランジスタ、抵抗の雑音、ハンダ付不良、スイッチの接触不良
電源不良、ペン先取り付け不良など

アーチファクトとは脳波記録に混入する、患者の脳波以外の全て信号を指す。

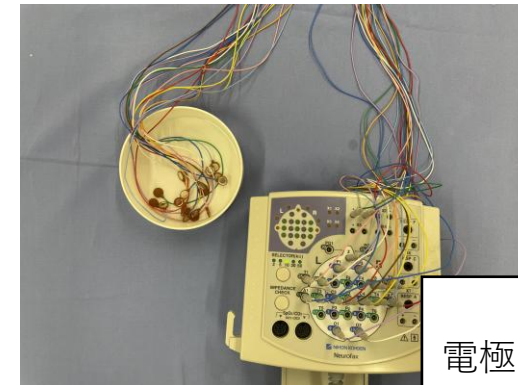
内部雑音



【内部雑音】

1~60Hz の3uVp-p を超える雑音が1秒
当たり1回を超えてはならない。

- ・ 脳死判定などで感度を上げると確認
できる。



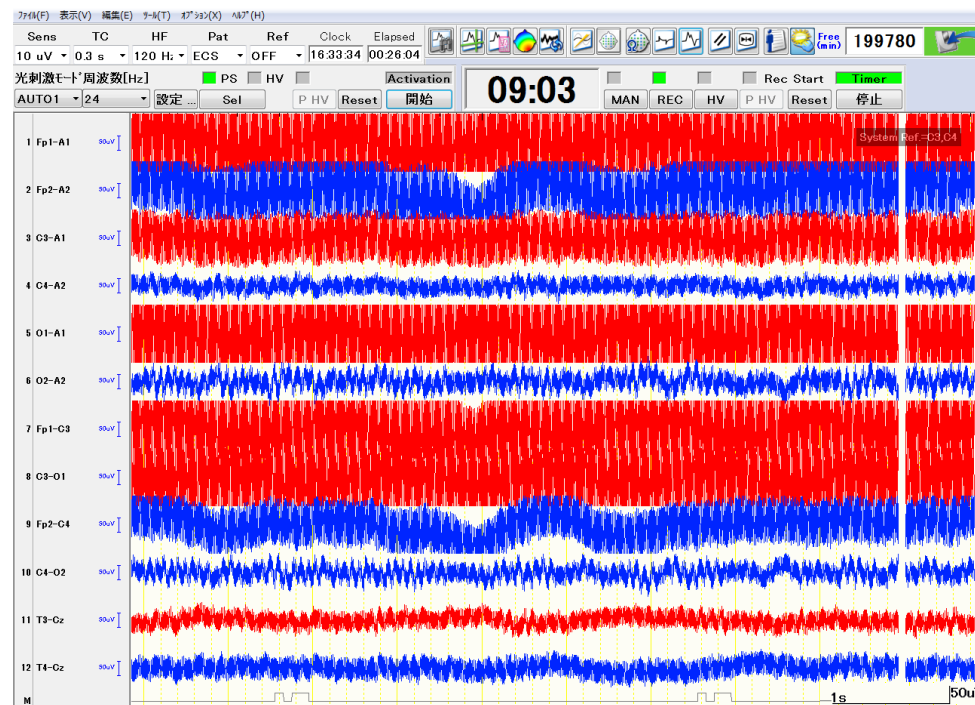
電極を生食に浸しショ
ートさせると確認できる。

交流障害とは

電源コンセント、電源ケーブルから発生する雑音。

(東日本50Hz、西日本60Hz)

(岐阜県は西日本)

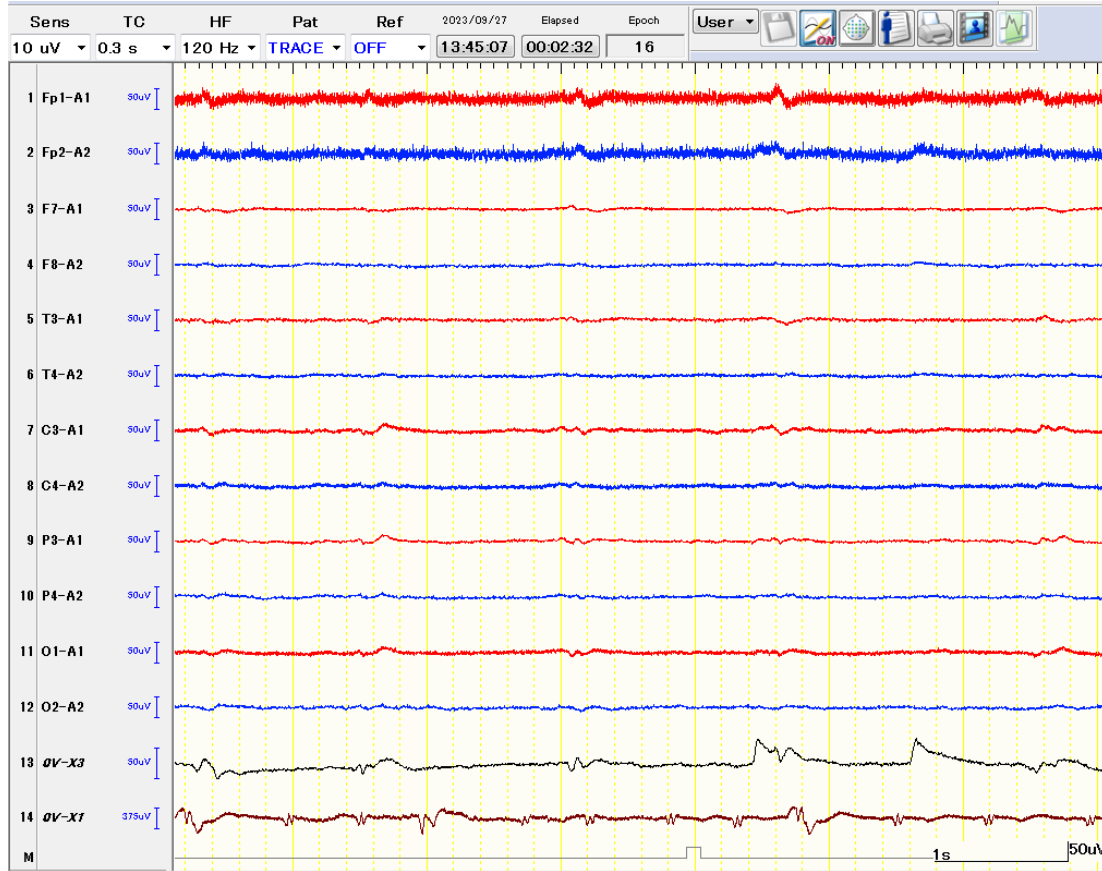


交流障害の原因となるもの

- 人工呼吸器
- 生命維持装置 (PCPS、ECMO)
- 輸液ポンプ
- 電気毛布など

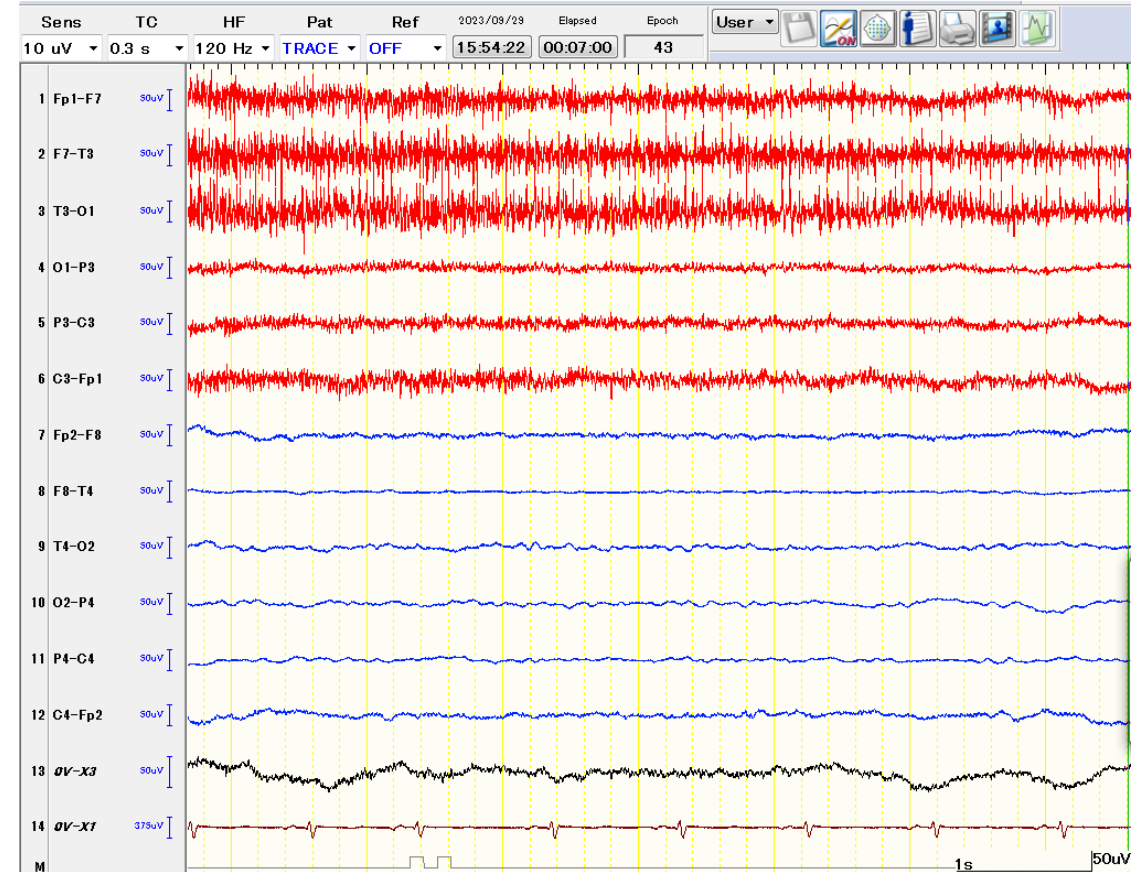


交流



- 振幅が一定である。
- 規則正しく混入する。

筋電図



- 振幅がばらばら。
- 不規則に混入する。
- 棘波に似ている。

交流障害

■ 漏れ電流

電灯線などから漏れた電流が、壁面ベッド患者-増幅器を通して記録に混入するもの。

→ベッドを壁面から離す。脳波計を含む周辺機器を等電位接地(EPRシステム)して対策する。

■ 電磁誘導

電源や電灯線から磁力線が生じる環境下に、電極リード線などの別の回路が存在すると、電流が混入する。

→電極のリード線を束ねて開口面積を狭くし、入力箱の位置を変える。

■ 静電誘導

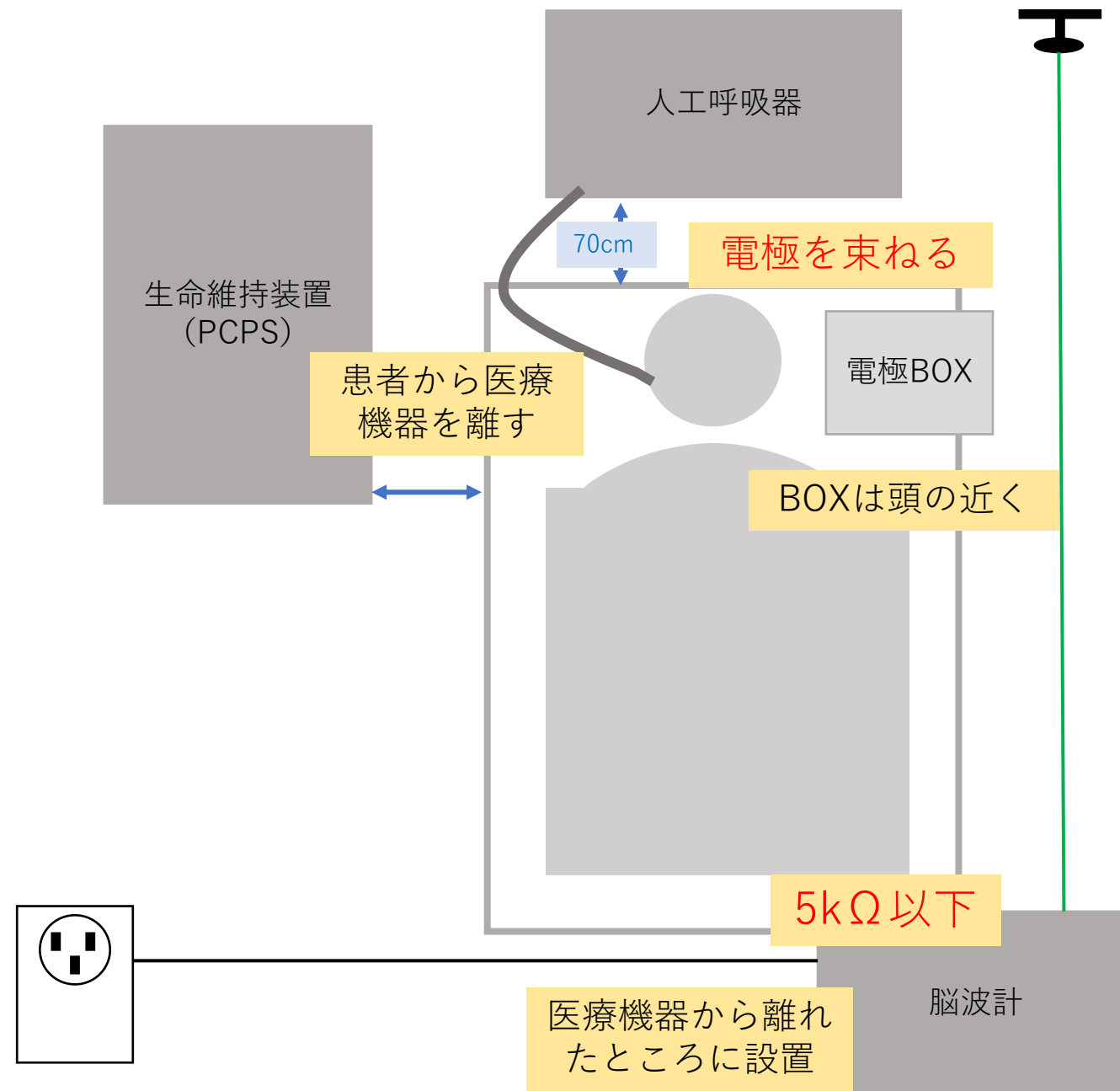
電灯線、医療機器電源部から患者に静電容量を通じて流れる電流。患者と接地間の抵抗があるほど混入が大きくなる。

→原因となる電灯線や機器類をできるだけ離す。

交流対策

- ✓ バッテリー駆動する。電源コードを抜く。
- ✓ 電極と点滴チューブが重ならないように。重なってしまう場合は、チューブの下を通す。
- ✓ アースに設置する。
- ✓ 医療機器を患者から離す。
(脳死判定では70cm以上)
- ✓ ACフィルタをONにする。
- ✓ ベッドを壁から離す。

見た目が綺麗なら交流
障害もすくない！！



バッテリー駆動にする

バッテリー
ON

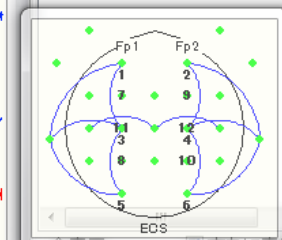
バッテリー
OFF

【交流障害】

電源コンセント、電源ケーブルから
発生する雑音。
バッテリー駆動で解決。

イベント名	積算時間
REC START ECS C/S	0000:00:00
A1+A2 OFF	S 0000:00:01
PAT ECS EEG	S 0000:00:05
IMP CHECK ON	S 0000:00:26
IMP CHECK OFF	S 0000:00:32
IMP CHECK ON	S 0000:00:42
IMP CHECK OFF	S 0000:00:49
IMP CHECK ON	S 0000:01:06
IMP CHECK OFF	S 0000:01:13
IMP CHECK ON	S 0000:01:52
IMP CHECK OFF	S 0000:02:04
IMP CHECK ON	S 0000:02:47
IMP CHECK OFF	S 0000:03:06
IMP CHECK ON	S 0000:03:35
IMP CHECK OFF	S 0000:03:46

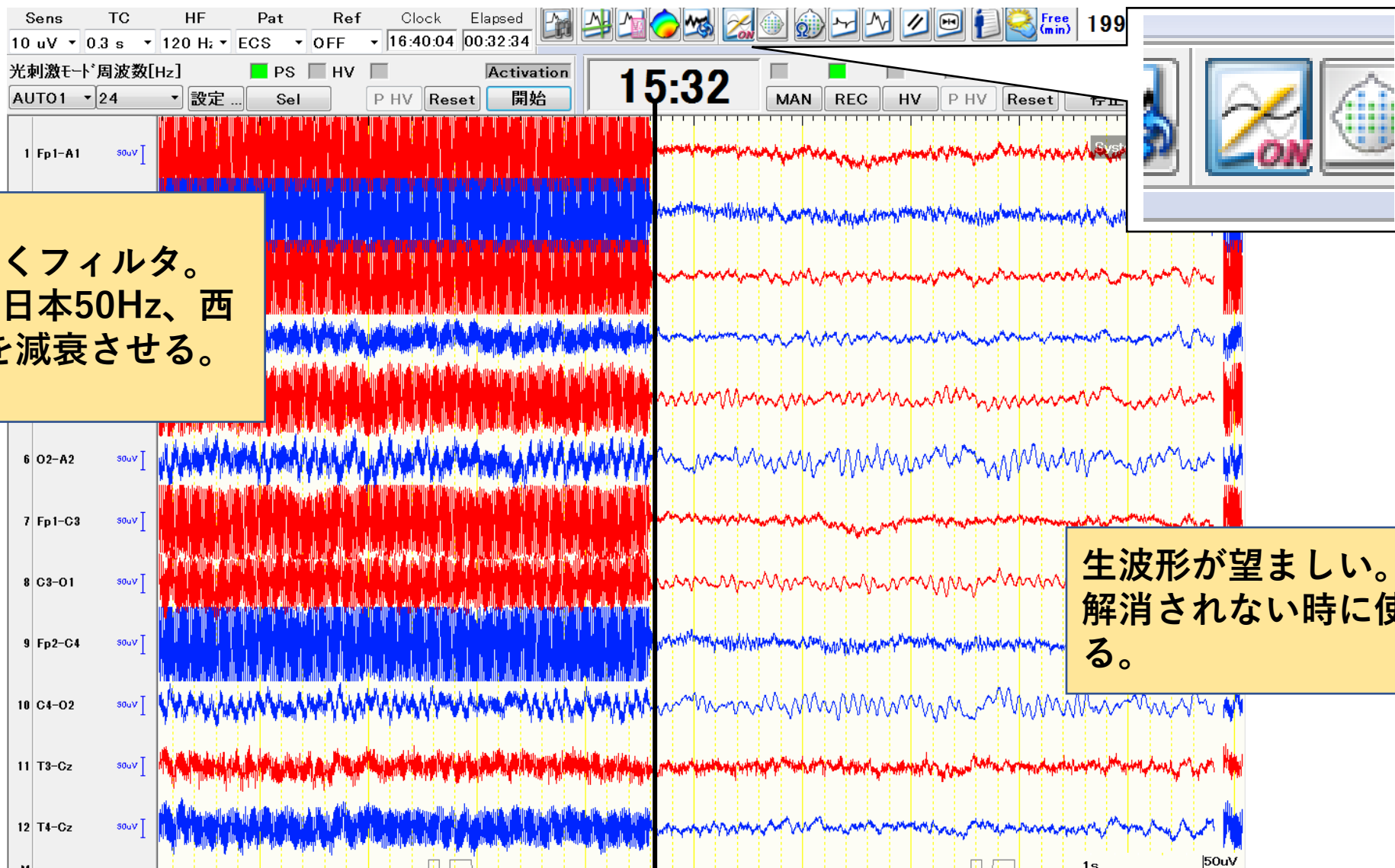
バッテリー駆動にして、
電源コードをコンセント
から抜くと良い。



全表示
再生波形
スナップ
イベント選択...
設定...



AC（ハムフィルタ）フィルタ



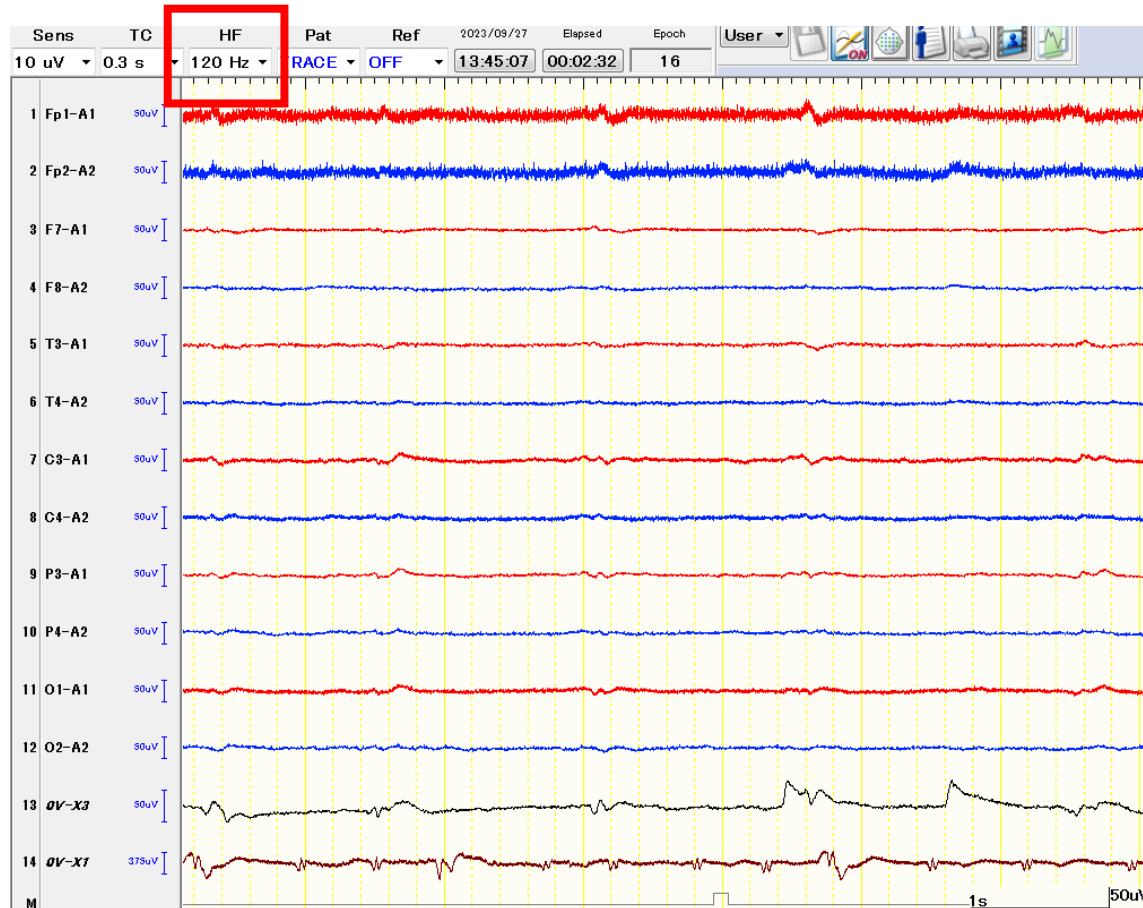
【ハムフィルタ】
交流障害を取り除くフィルタ。
特定の周波数（東日本50Hz、西
日本60Hz）成分を減衰させる。

生波形が望ましい。交流が
解消されない時に使用す
る。

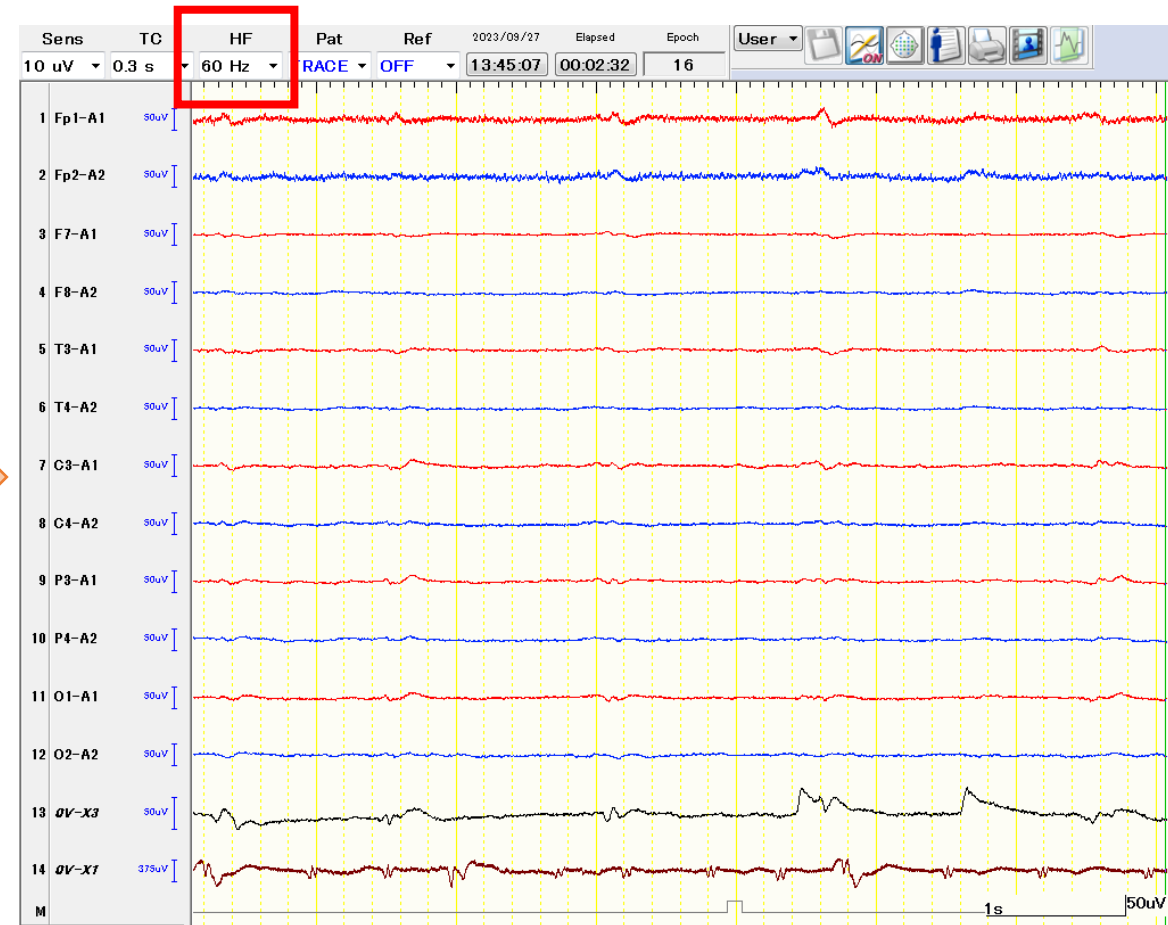
■ 高域遮断フィルタ (Hi cut filter)

- 信号が持つ高い周波数成分を減衰させるフィルタ。
- 遮断周波数はそれ以上の周波数成分をカットするという意味ではなく、
その周波数で振幅が70%減衰する。
- 筋電図など高い周波数に有効。

高域遮断フィルタ (Hi cut filter)



HCF 120Hz



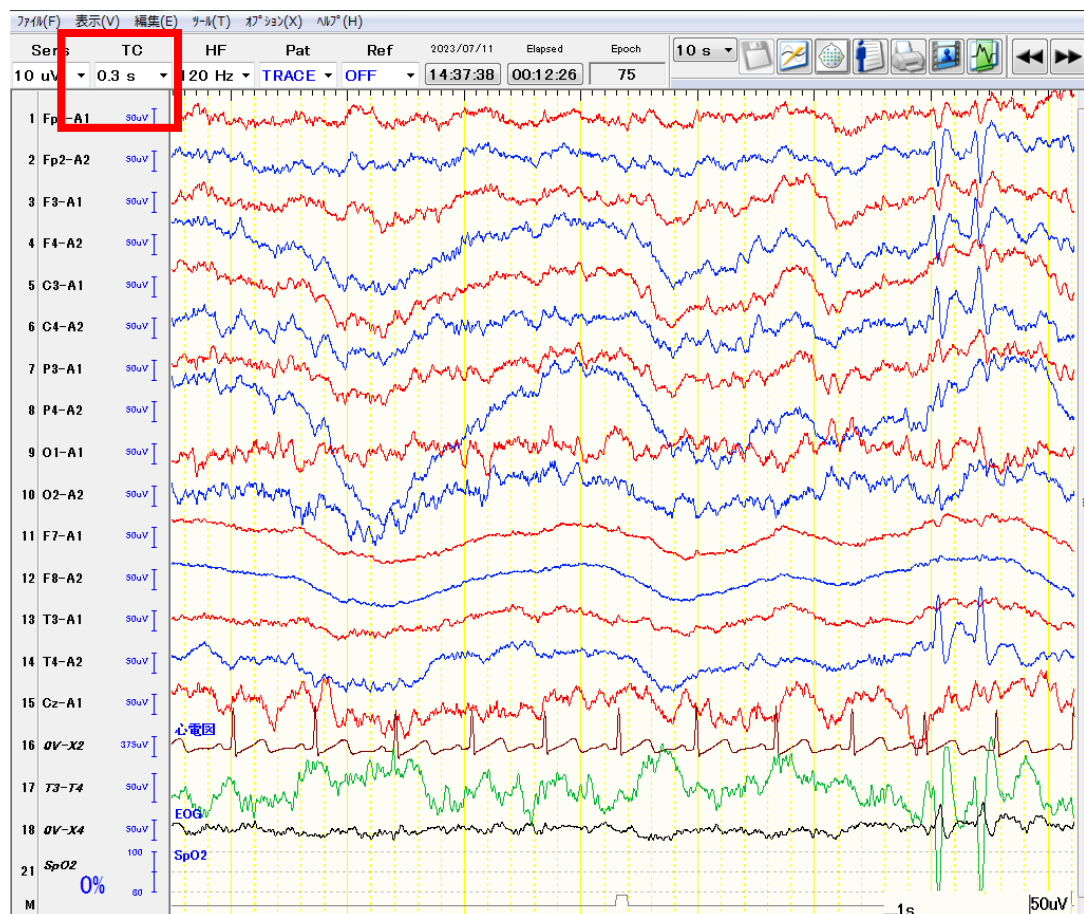
HCF 60Hz

低域遮断フィルタ（Low cut filter）と時定数（秒）

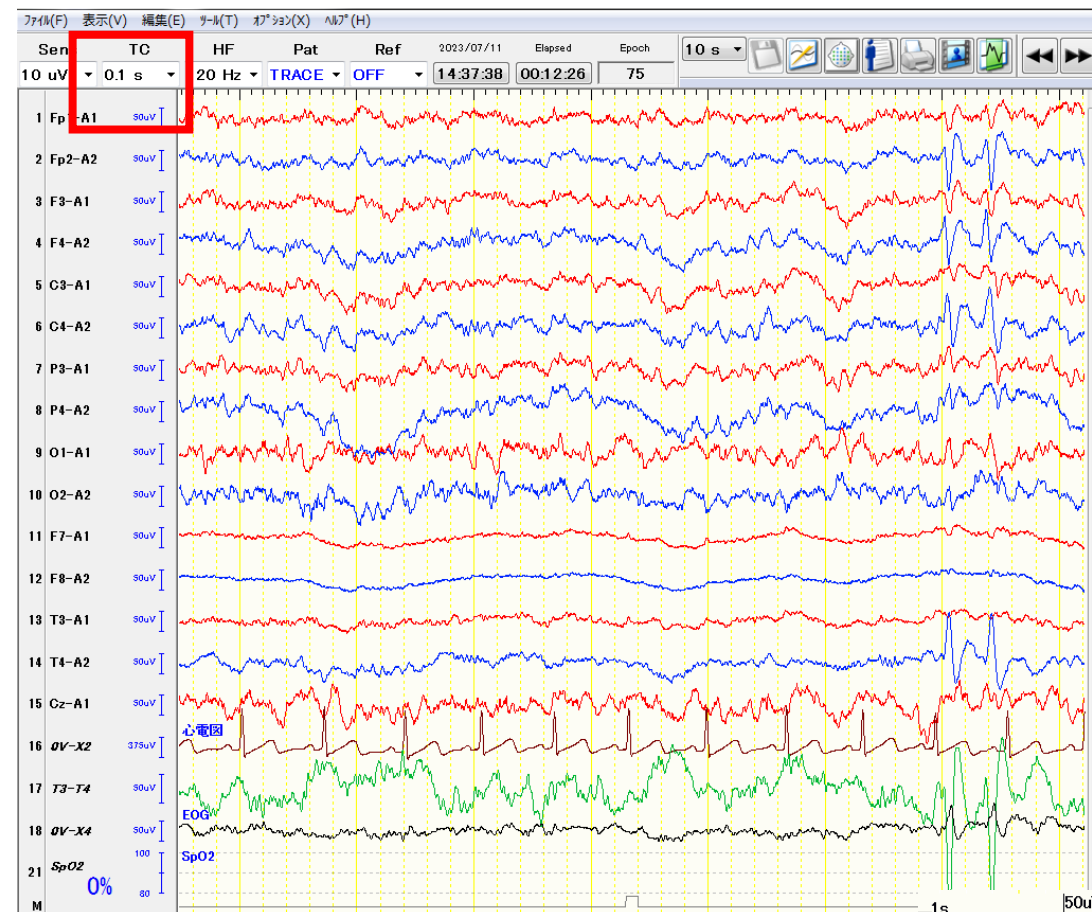
- 信号が持つ低い周波数成分を減衰させるフィルタ。
- この周波数で平坦部の70%の振幅に減衰する。
- 脳波計では低域遮断周波数を時定数（秒）で表す。
- 発汗、体動などによるゆっくりした雑音を取り除く。

時定数（秒）	低域遮断フィルタ(Hz)
0.003	53
0.03	5.3
0.1	1.6
0.3	0.53
0.6	0.27
1	0.16
2	0.08

低域遮断フィルタ (Low cut filter) と時定数 (秒)



TC : 0.3s
≡ LCF 0.53Hz



TC : 0.1s
≡ LCF 1.6Hz

アーチファクトの種類

アーチファクト

機器外部
(CAL波形正常)

被験者によるもの
(心電図、脈波、筋電図、呼吸、発汗など)

交流障害：ハム
(静電誘導、電磁誘導、漏れ電流)

その他の原因
(電極不良、電極リード線不良、静電気など)

機器内部
(CAL波形異常)

トランジスタ、抵抗の雑音、ハンダ付不良、スイッチの接触不良
電源不良、ペン先取り付け不良など

アーチファクトとは脳波記録に混入する、患者の脳波以外の全て信号を指す。

■ その他アーチファクト

【水枕】



- ・水枕の軽い揺れにより、あたかも全般的の律動異常様のアーチファクトが混入する。
- ・頭皮が濡れてしまう。



タオルを入れて後頭部付近に筋電図が混入しないように。

賦活

【呼名】



- 電極BOXにアーチファクトが入らないように。

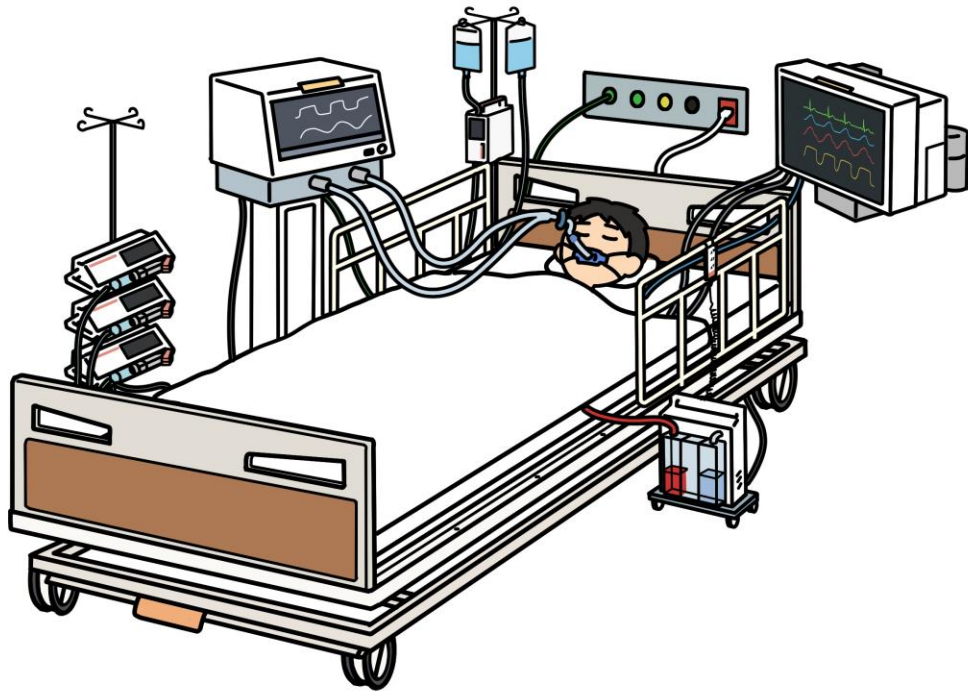
【痛覚】



- 脇腹(乳頭の横)の肉をつまむ。

- Part1 脳波計の必要な知識
- Part2 検査前準備
- Part3 検査時の注意点 ～アーチファクト中心に～
- **Part4 検査後後片付け**
- Part5 脳死判定のポイント

後片付け



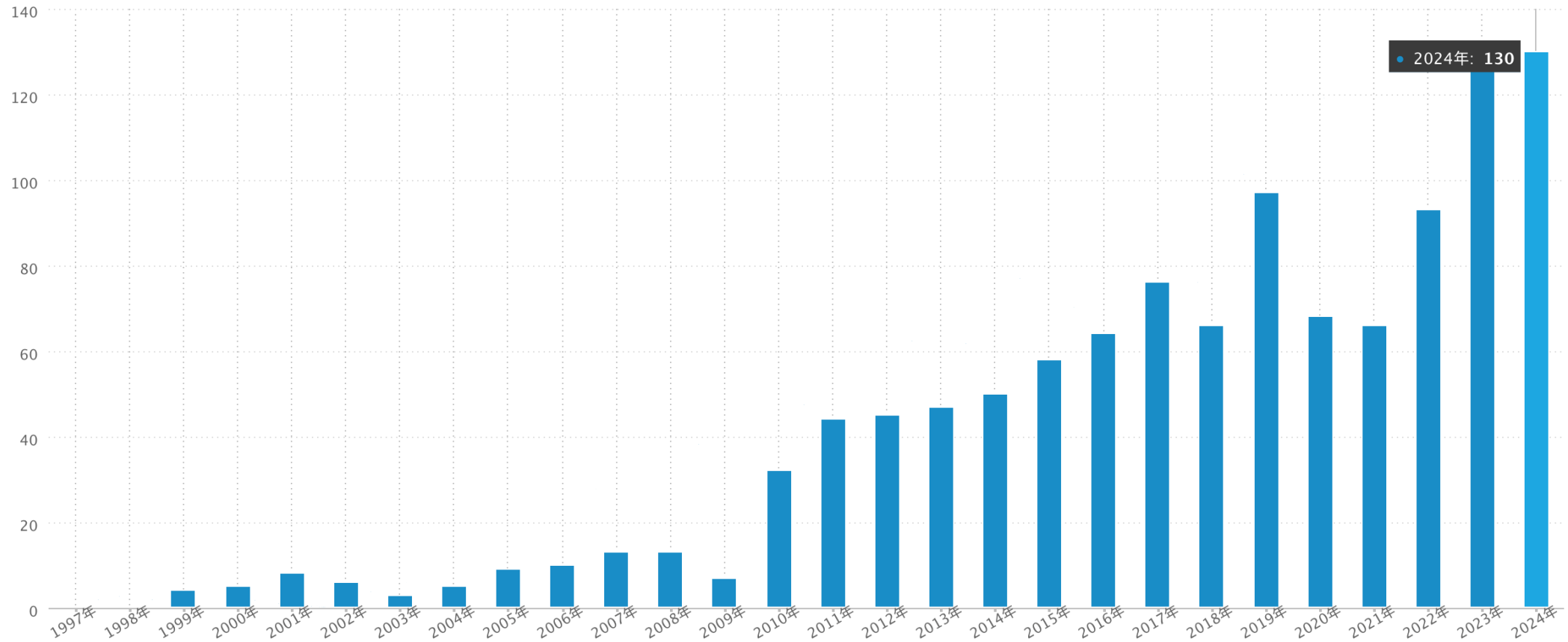
- 入力BOXから電極を外す。
(ペーストがついた手でBOXを触らない)
- 電極を外し、可能な限りペーストを拭き取る。
- まくら、布団を元の位置の戻す。
- 着衣が乱れていないかチェックする。

ご家族がみて不快に
ならないように!!

- Part1 脳波計の必要な知識
- Part2 検査前準備
- Part3 検査時の注意点 ～アーチファクト中心に～
- Part4 検査後後片付け
- **Part5 脳死判定のポイント**

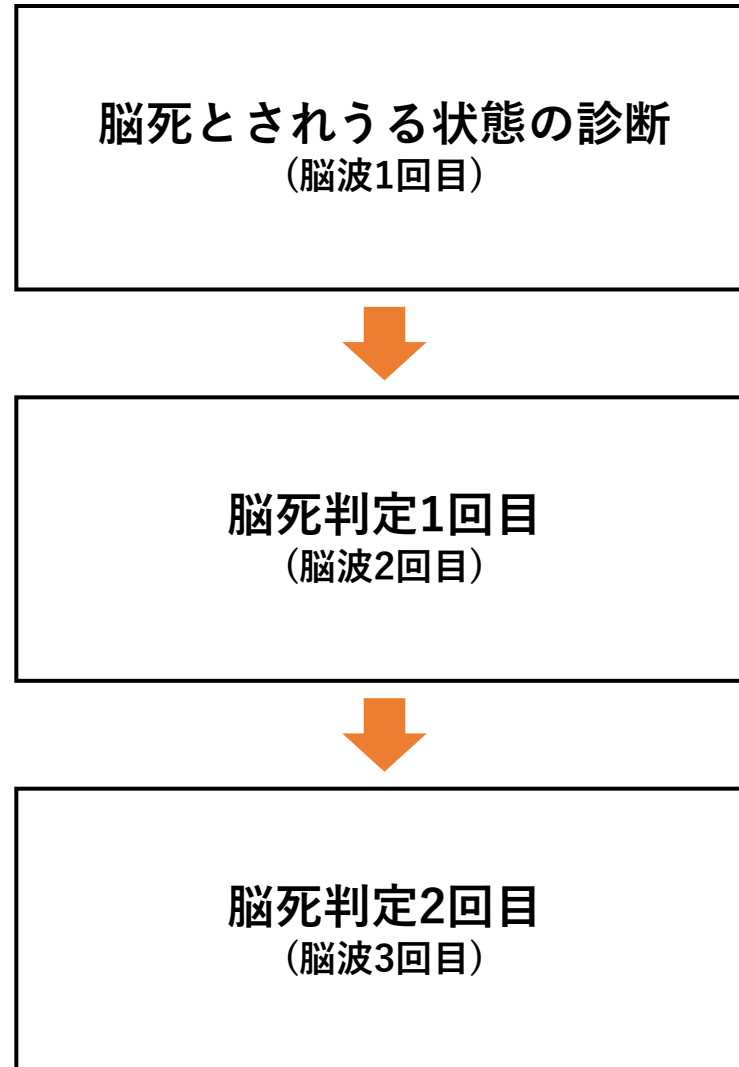
脳死下臓器提供

N=1,150



日本臓器移植ネットワークより引用

脳死判定の流れ



最低でも
脳波は3回測定することになる。

6歳以上は6時間あける
6歳未満は24時間あける

脳死とされうる状態

	脳死とされうる 状態の診断	法的脳死判定
感度	高感度記録を含むことが望ましい	高感度記録のみでよい
記録時間	規定ない	連続15分以上
刺激	必須ではない	拍手、顔面への痛み刺激
補助検査	判断に迷う場合はABRの実施が望ましい	規定なし

脳死とされうる状態の診断に明確な規定はない。

ポイント

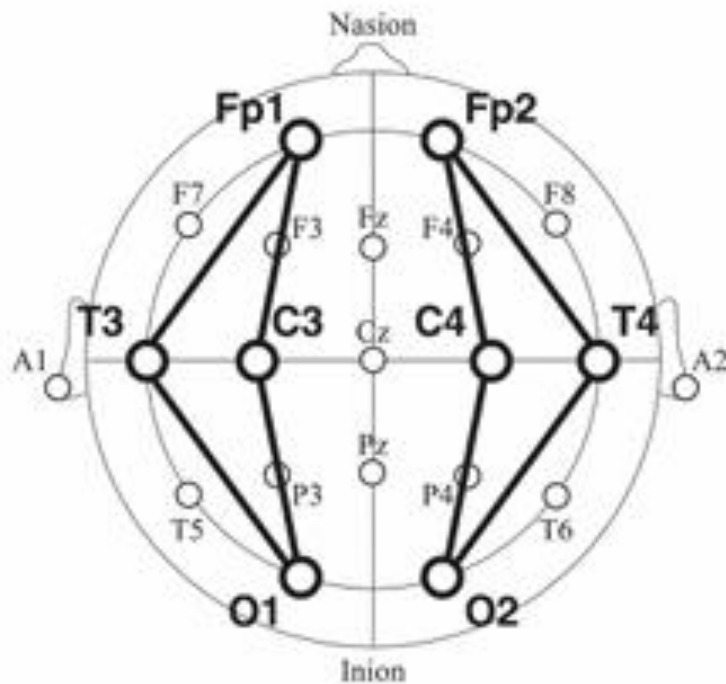
【ポイント】

脳死とされうる状態の脳波は法的脳死判定と同じ条件で行う。

- ・ 法的脳死判定(本番)に残存脳波が証明されることを防ぐ。
- ・ 時間的に余裕があがあることが多く、抵抗や測定の流れを練習できる。
- ・ 本番への対策が練れる。
- ・ ABRも実施する。

脳死判定のモニタージュ

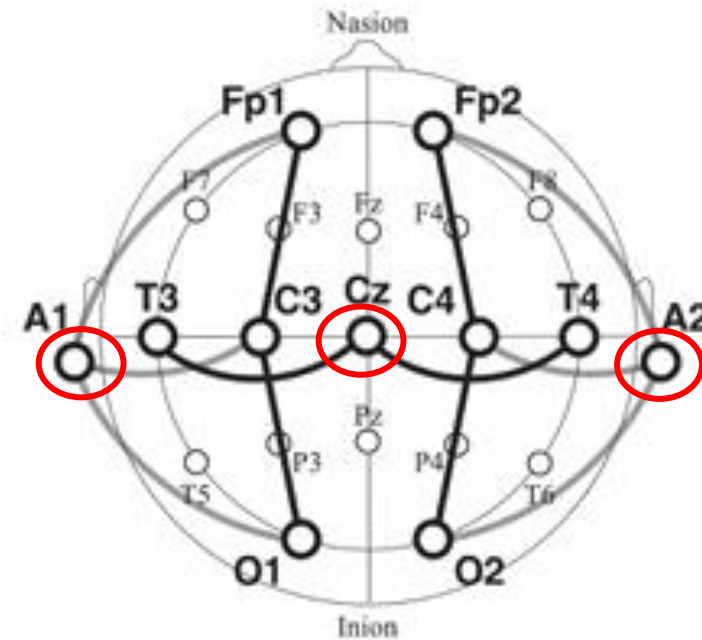
推奨モニタージュ



- 1) Fp1-C3
- 2) C3-O1
- 3) Fp2-C4
- 4) C4-O2
- 5) Fp1-T3
- 6) T3-O1
- 7) Fp2-T4
- 8) T4-O2

- ・電極数が少ない。
- ・A1、A2がないため、抵抗測定の設定を変更する必要がある。

当院のモニタージュ

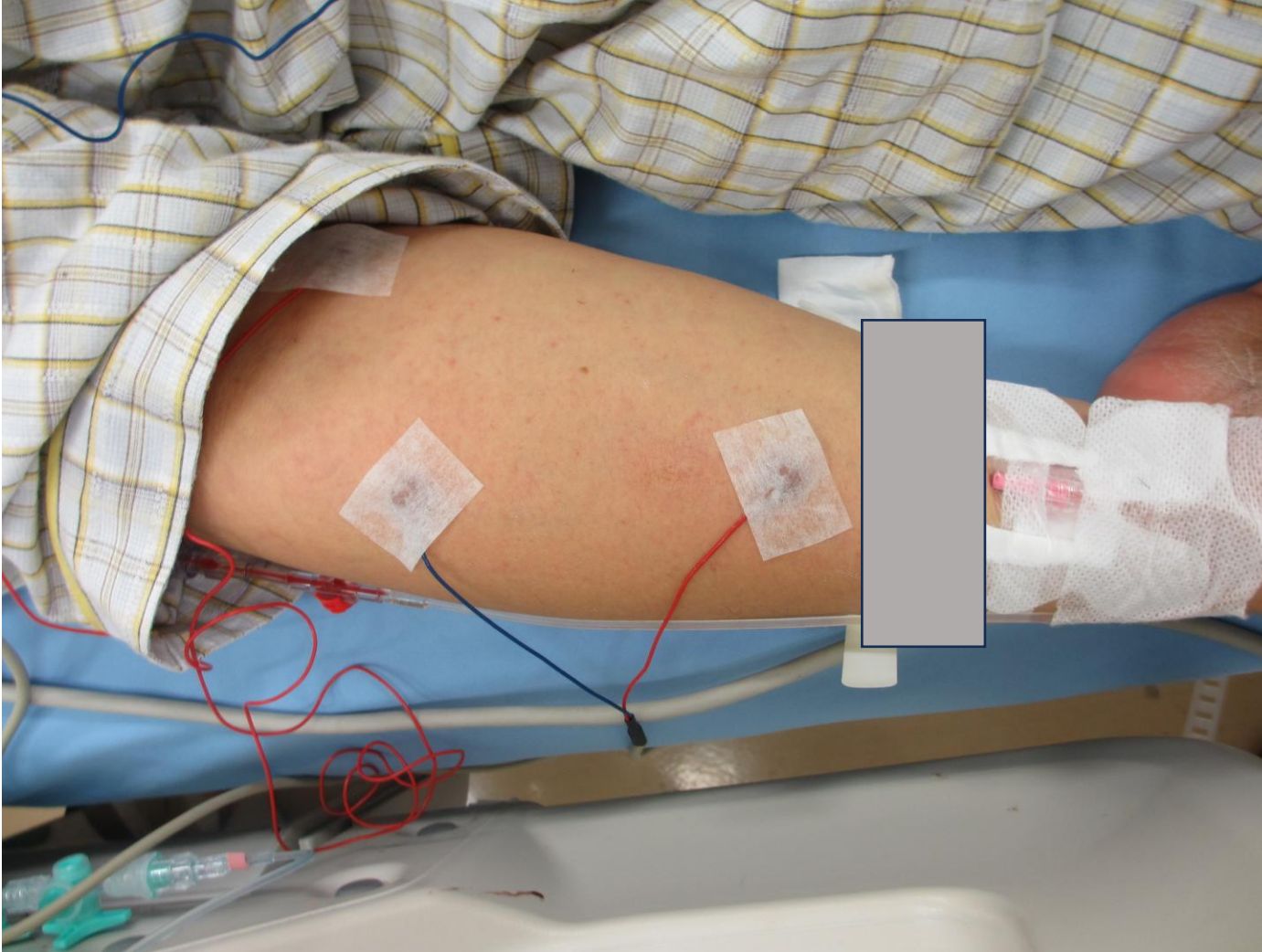


単極双極併用

- 1) Fp1-C3
- 2) C3-O1
- 3) Fp2-C4
- 4) C4-O2
- 5) T3-Cz
- 6) Cz-T4
- 7) Fp1-A1
- 8) Fp2-A2
- 9) C3-A1
- 10) C4-A2
- 11) O1-A1
- 12) O2-A2

- ・電極数が多い。
- ・ABRを測定するのに有効。

電極装着(頭部外電極)



- ・頭部外電極の装着には時間がかかる。専属でやる人を決めるとよい。
- ・おしぼり等で皮膚を柔らかくしてから擦ると落ちやすい。
- ・腕の内側が抵抗が落ちやすい。
- ・皮膚を引っ張りながら擦る。

測定時

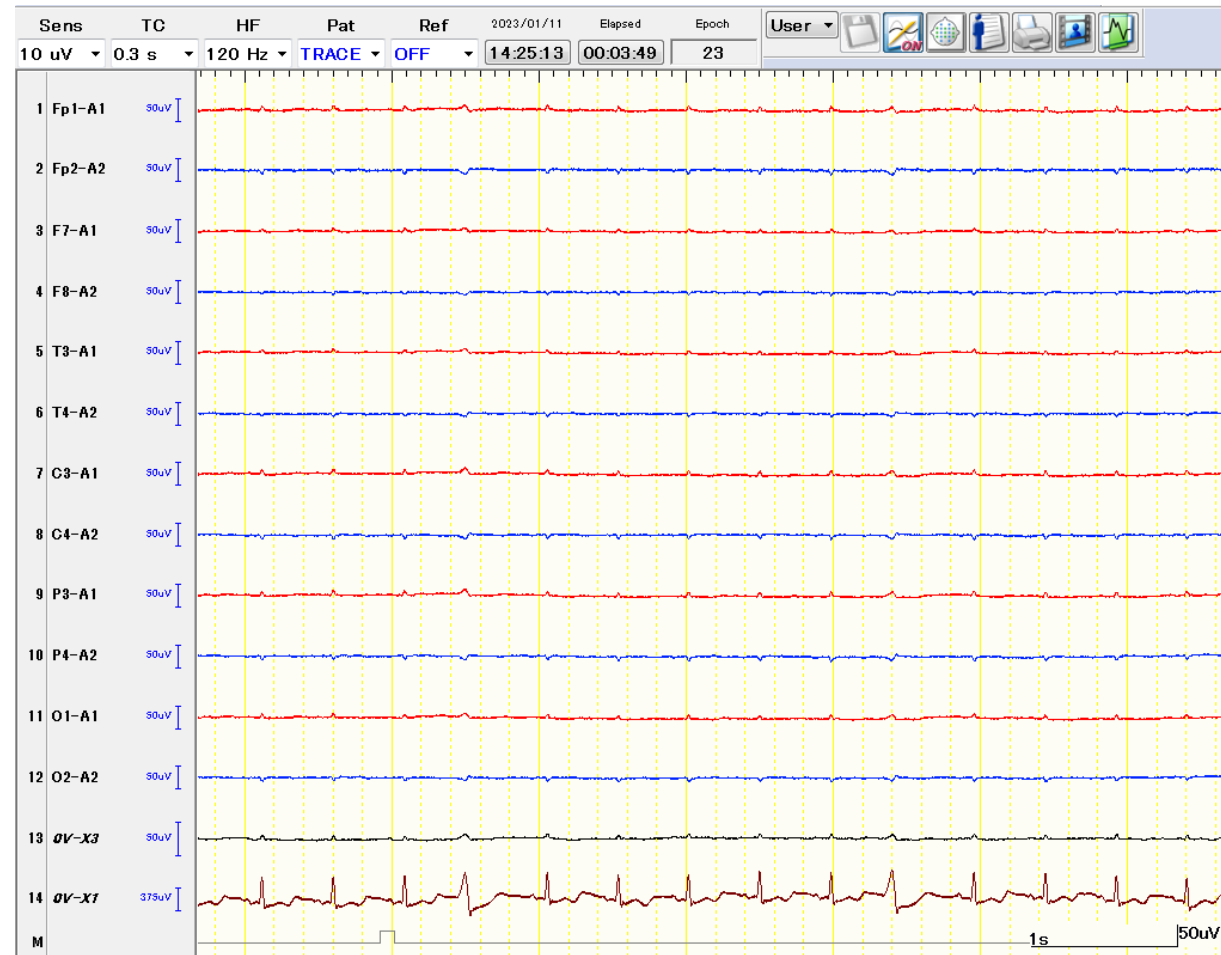


- ・できるだけ個室で測定し、閉ざされた空間で測定する。
- ・空調はOffにする。
- ・連続で15分以上記録する。記録を止めないように。

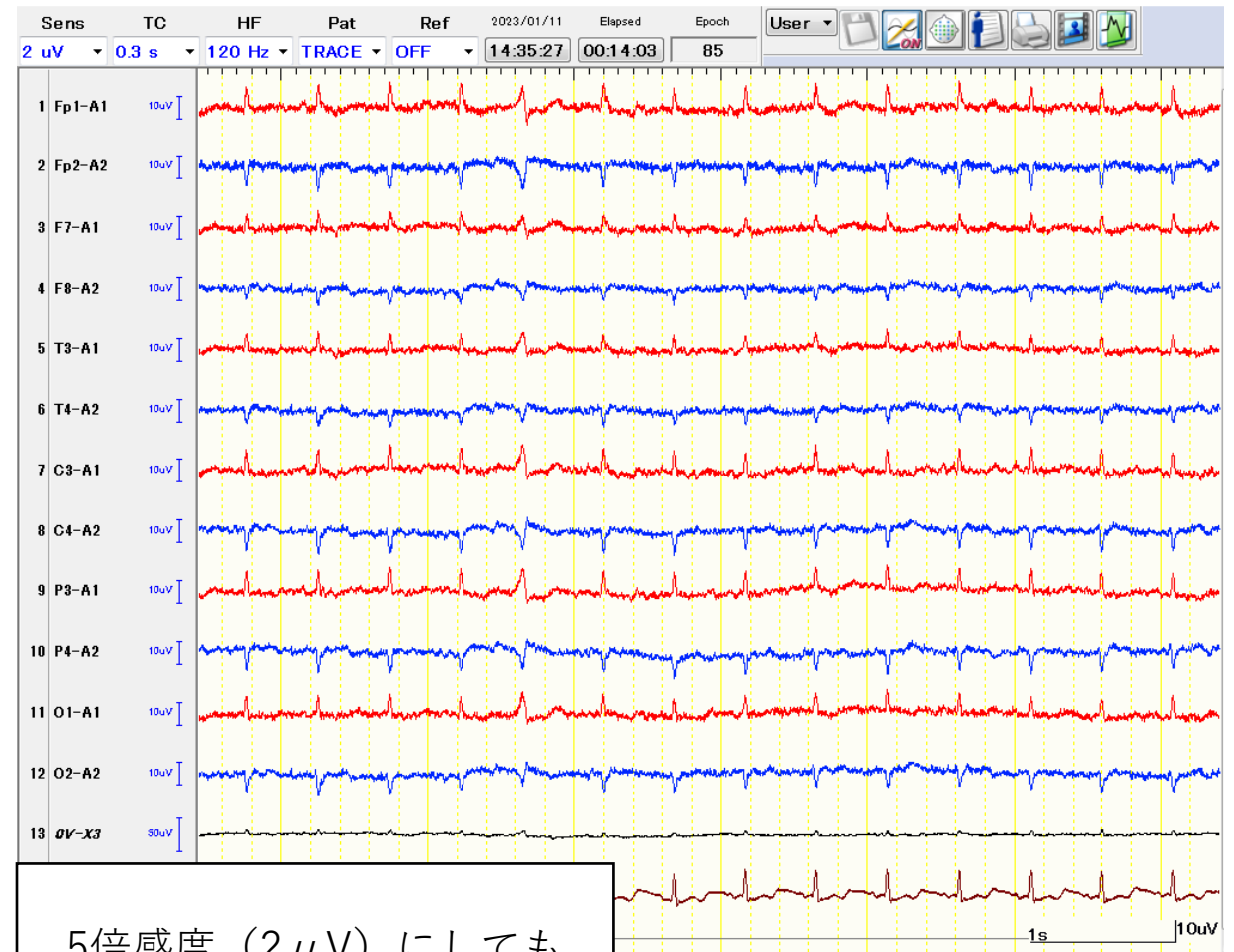
脳死判定のポイント

ECI

- 71歳 女性 低酸素脳症 平坦脳波



Sens:10 μ V

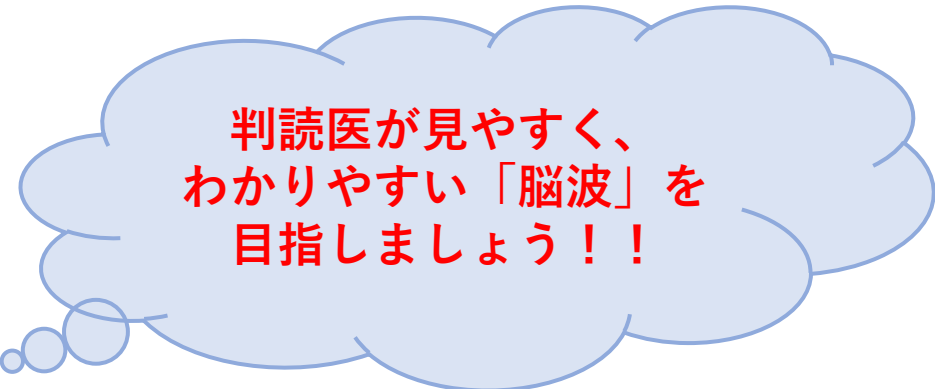


5倍感度 (2μ V) にしても
心電図の混入のみ。

Sens:2 μ V

まとめ

- 使用している機械の性能を理解する。
- アーチファクトに対する知識を習得し、見やすい波形を提供する。
- 時間が許すまでアーチファクト除去に全力を注ぐ。
- 取りきれなかったアーチファクトは原因を追究し、次の検査に生かす。



判読医が見やすく、
わかりやすい「脳波」を
目指しましょう！！