



脳波検査記録の基礎

国立病院機構 西新潟中央病院 臨床検査科

○霜田 由美子 土田 昌美



内容

1. 脳波の分類
2. 電極の配置と原理
3. 脳波電極の付け方
4. 脳波記録の実際
5. 発作時の対応
6. 最後に

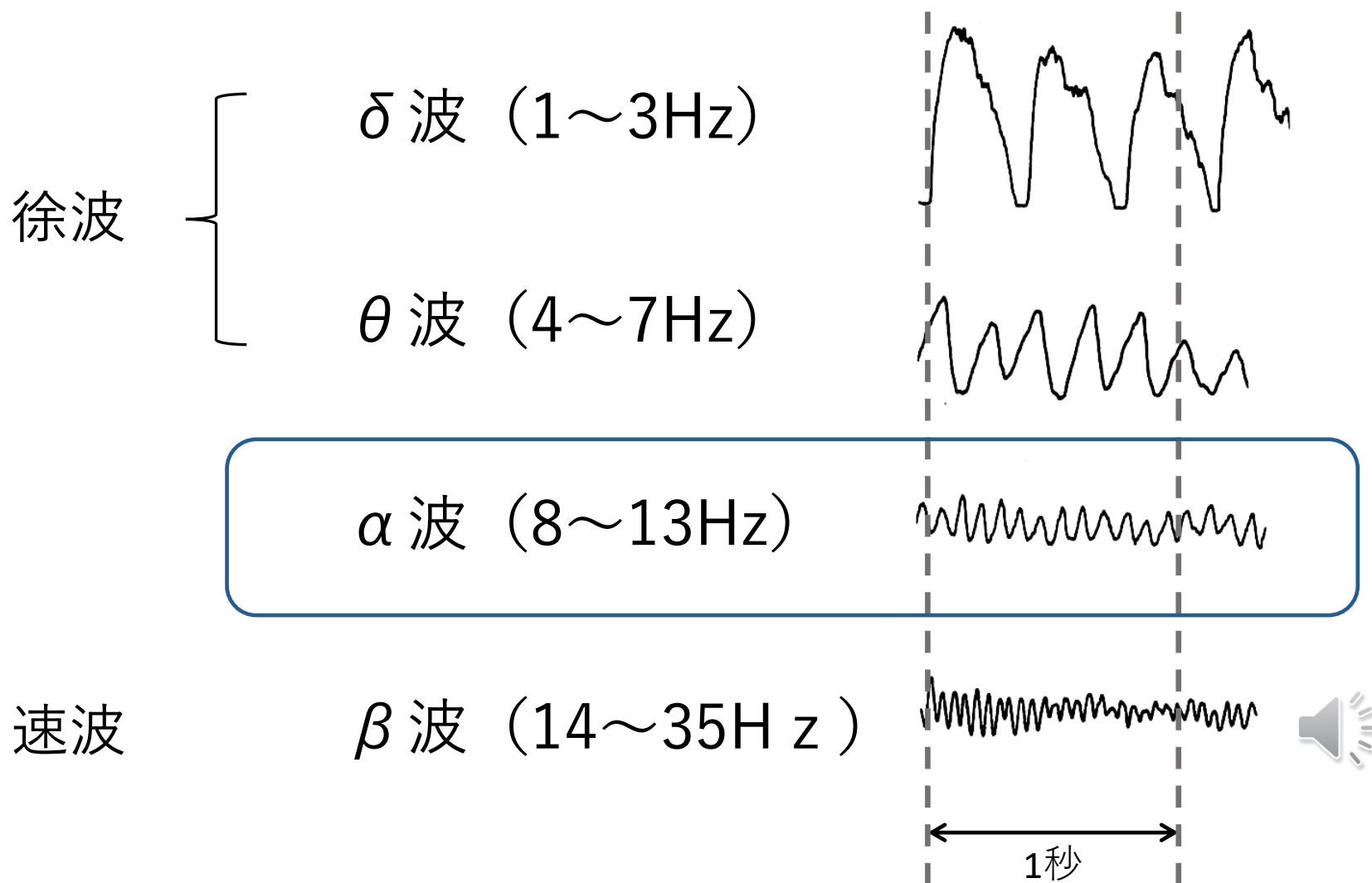


内容

1. 脳波の分類
2. 電極の配置と原理
3. 脳波電極の付け方
4. 脳波記録の実際
5. 発作時の対応
6. 最後に



周波数と律動性波形



てんかん性異常波①

棘波 (spike) と鋭波 (sharp wave)

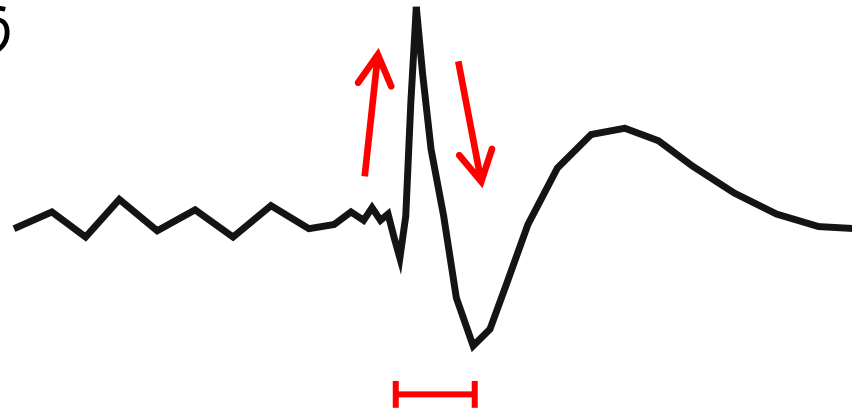
■ 持続時間の違い

20～70ms：棘波

70～200ms：鋭波

■ 左右非対称、立ち上がりが下りよりも急峻

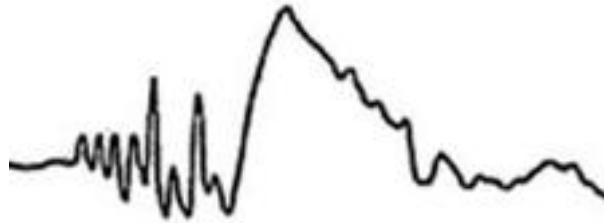
■ 後ろに徐波を伴う



てんかん性異常波②

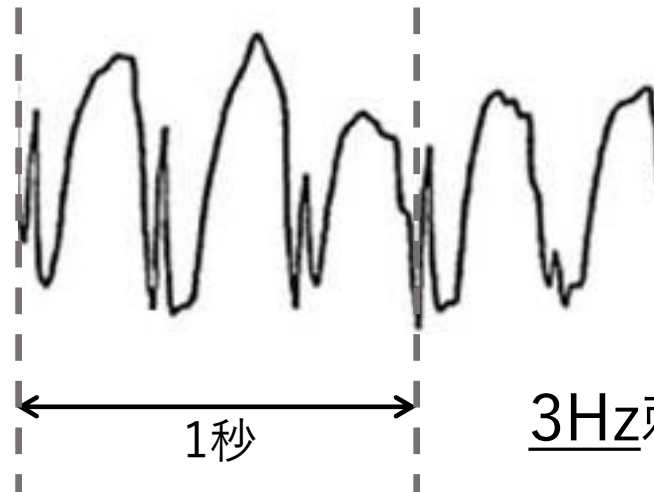
多棘波

棘波が連なった



棘徐波複合

棘徐波が結合した



3Hz棘徐波複合

内容

1. 脳波の分類
2. 電極の配置と原理
3. 脳波電極の付け方
4. 脳波記録の実際
5. 発作時の対応
6. 最後に

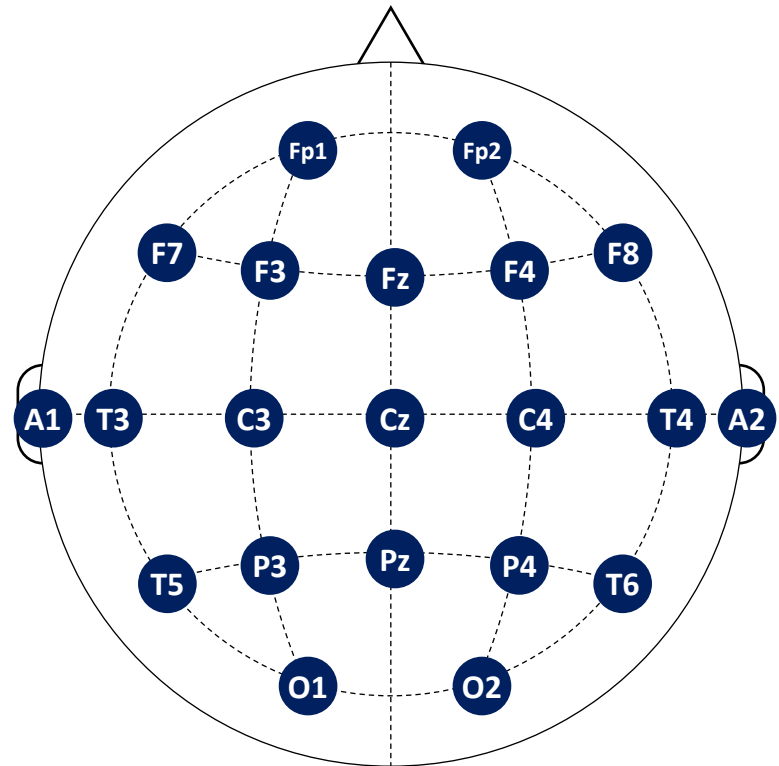


電極の配置

10-20法

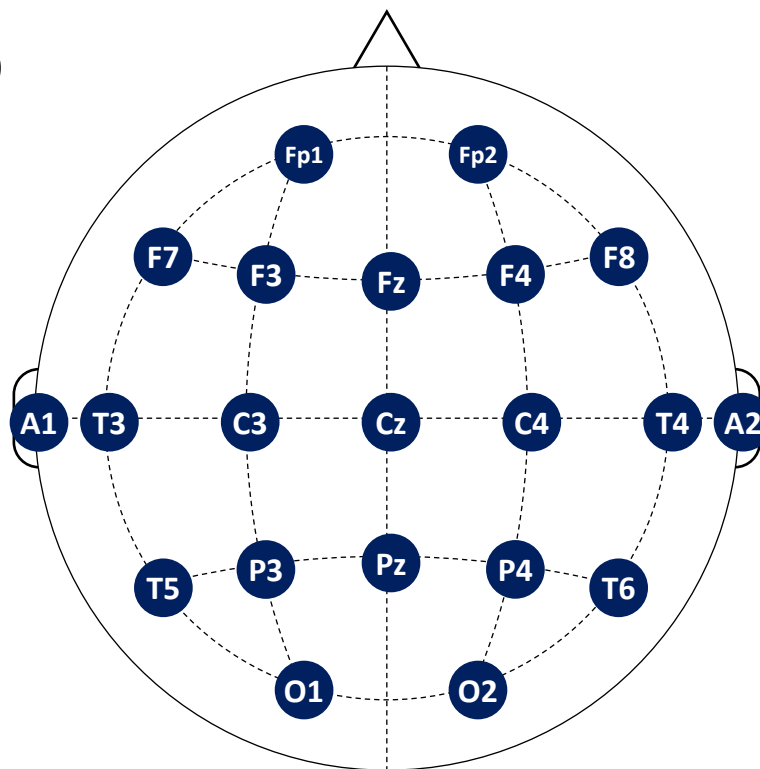
10%と20%の間隔で配置

- 頭皮上に同一部位で、等間隔に電極が配置できる。
- 位置の再現性が高く、繰り返し測定しやすい。
- 頭の大きさや形に合わせて対応できる。



電極の名称

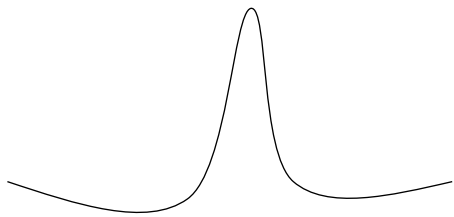
前頭極	Frontopolar (Fp1,Fp2)
前頭部	Frontal (F3,F4)
中心部	Central (C3,C4)
頭頂部	Parietal (P3,P4)
後頭部	Occipital (O1,O2)
頭蓋頂部	Vertex (Fz,Cz,Pz)
側頭部	Temporal
前	anterior (F7,F8)
中	mid (T3,T4)
後	posterior (T5,T6)
耳朵	Auricular (A1,A2)



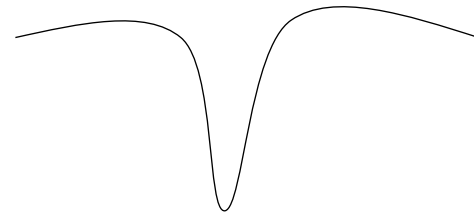
記号に付けられている数字は、奇数が左側、偶数が右側である

導出法

- 差動増幅器にて2点間の電位差を記録している。
- 上向きの波は陰性波、下向きの波を陽性波とよぶ。



上向き = 陰性波

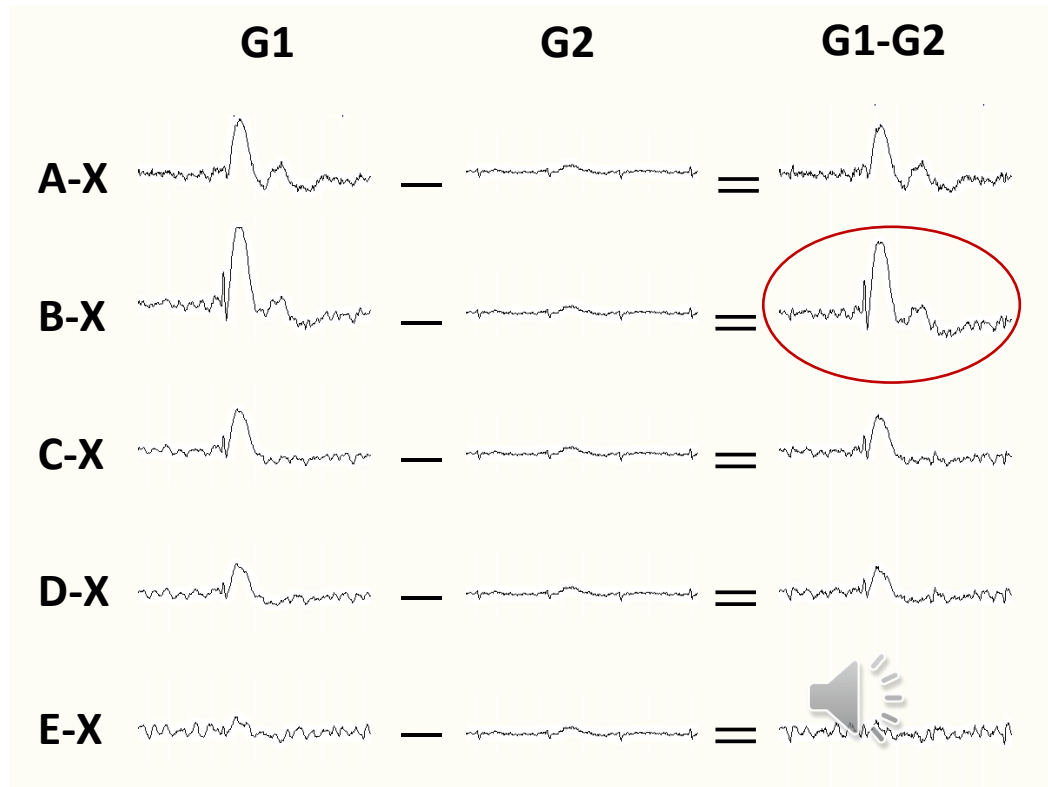
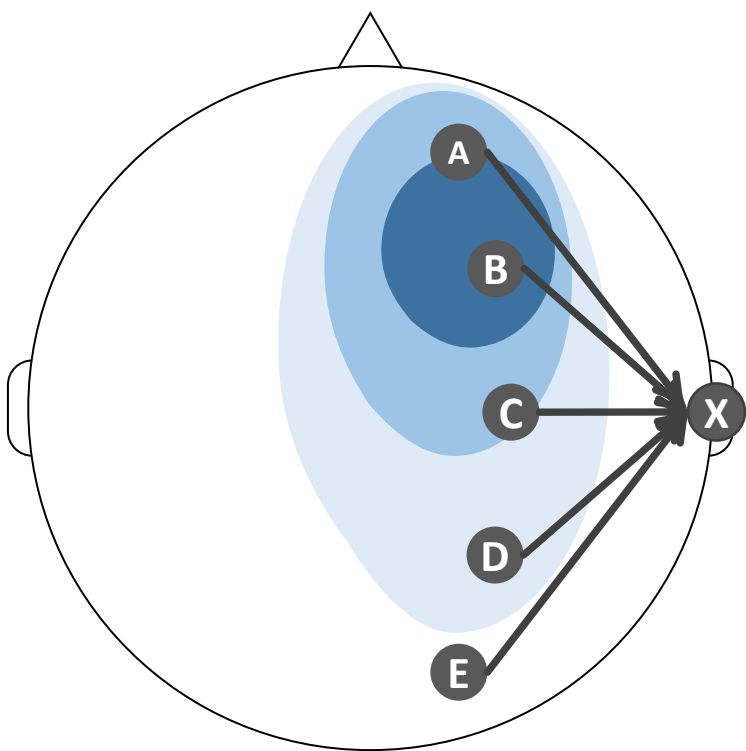


下向き = 陽性波



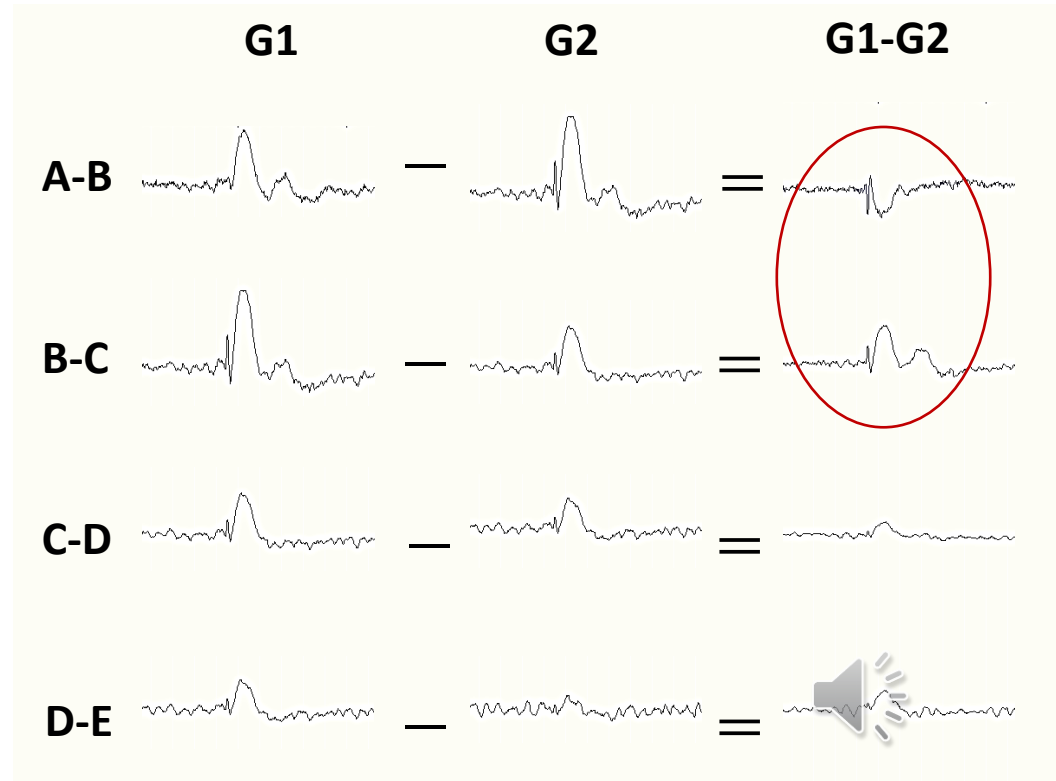
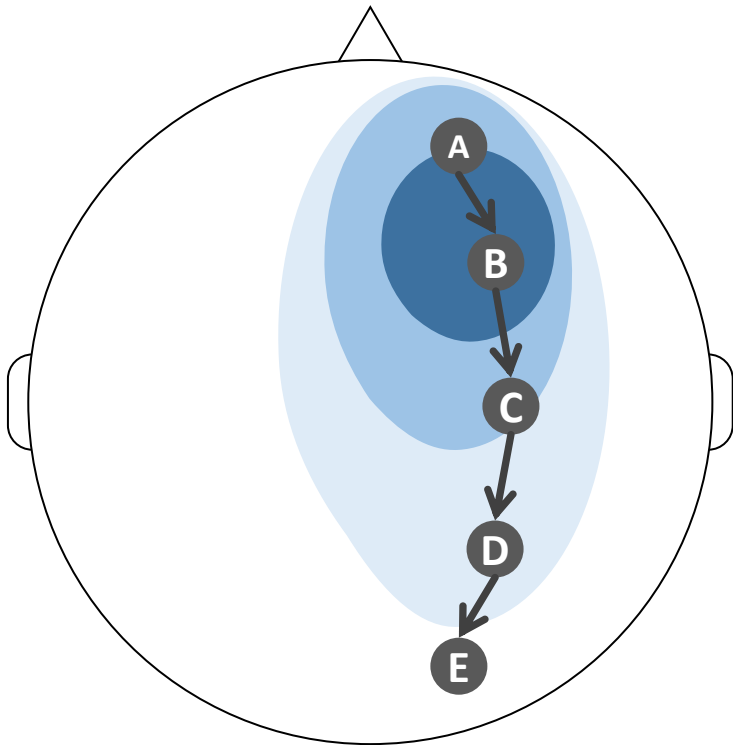
基準電極導出法

基礎波を把握する。左右差、半球性の異常を見つけやすい。
注意点：基準電極（耳朵）の活性化。



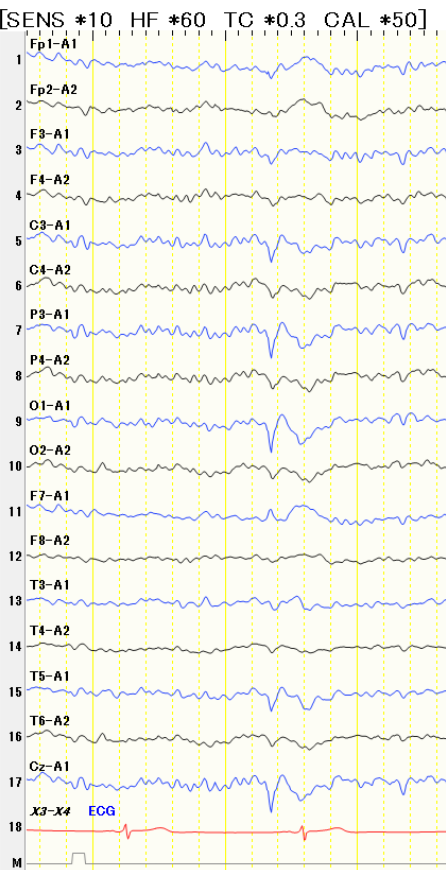
双極導出

位相逆転により、局在性の異常を見つけやすい。

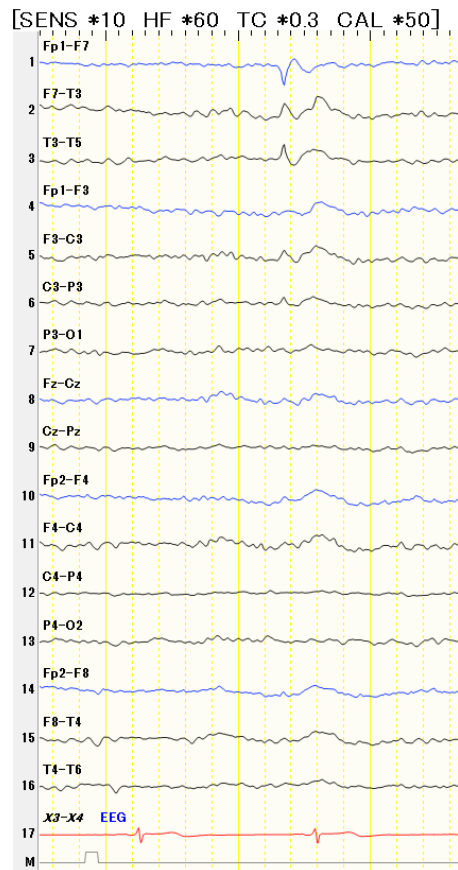


基準電極 (耳朵) の活性化

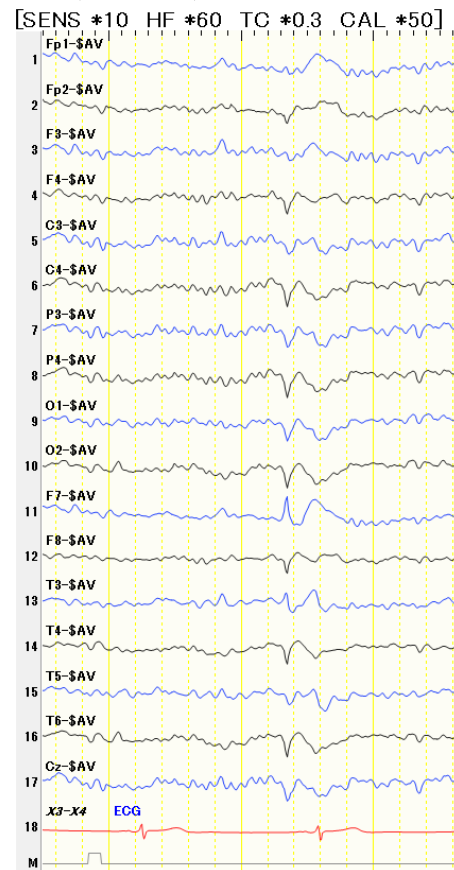
A : 基準電極導出法



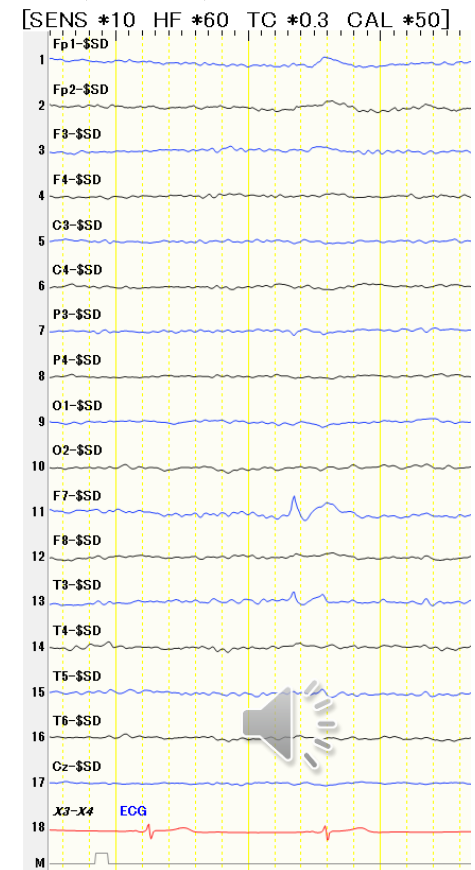
B : 双極導出法



C : 平均電位基準法 (AV法)



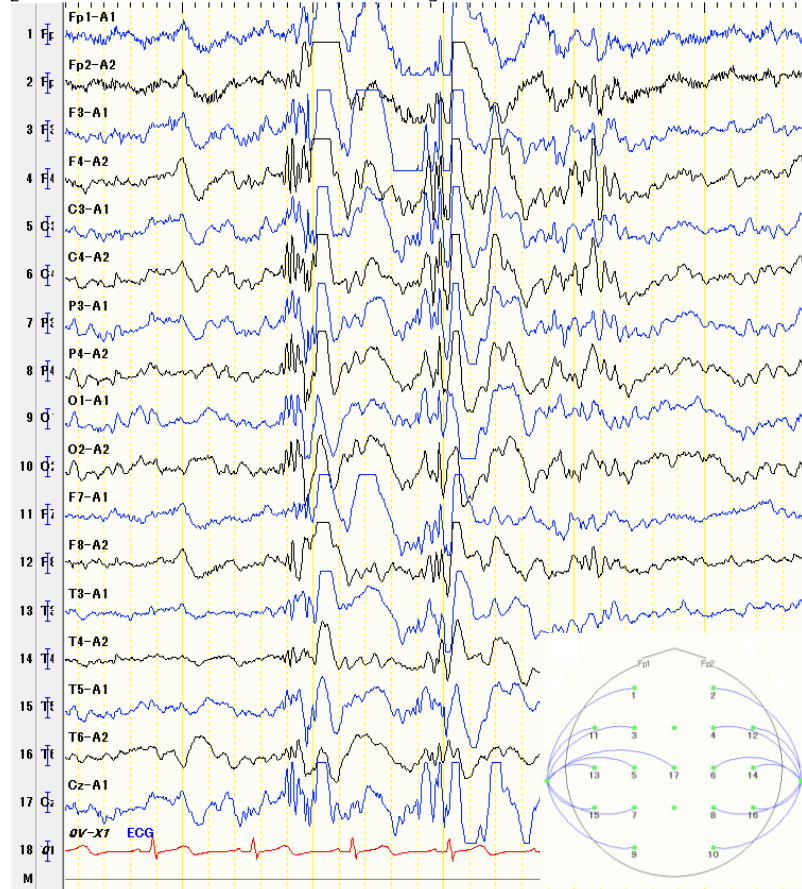
D : 発生源導出法 (SD法)



電位分布 ①全般性 導出法の比較

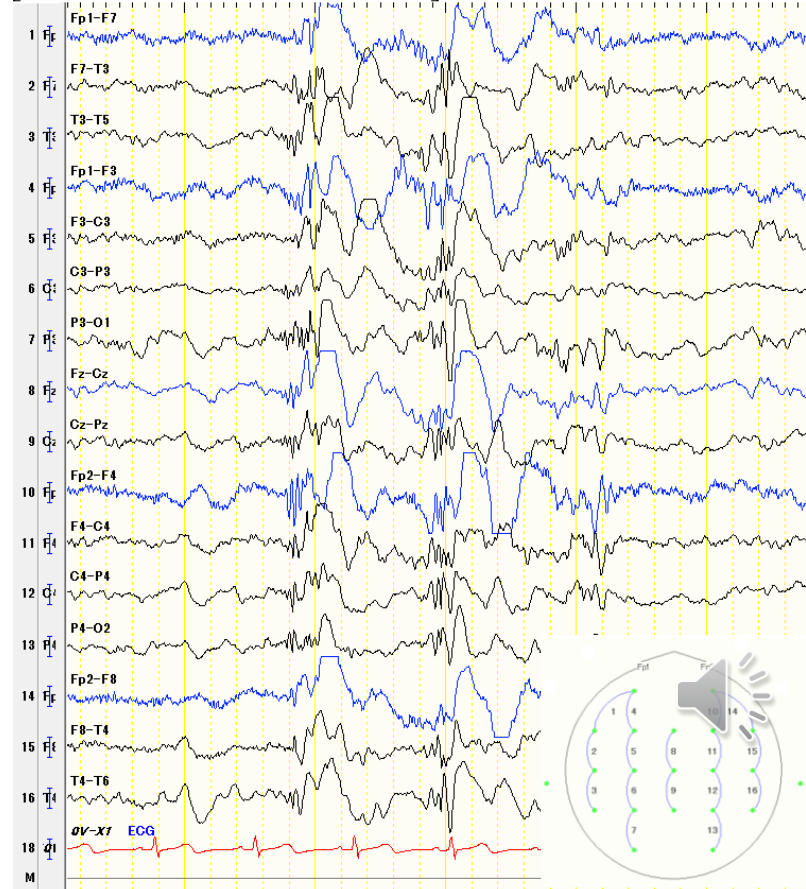
基準電極導出法

[SENS *10 HF *60 TC *0.3 CAL *50]



双極導出法

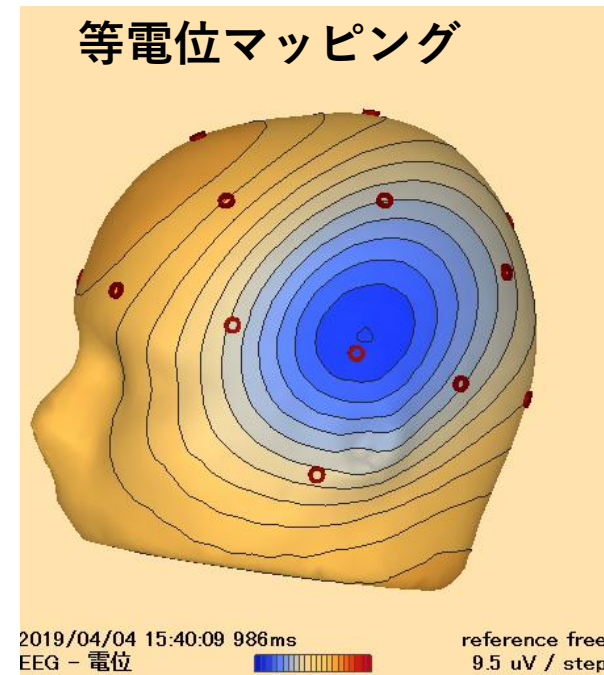
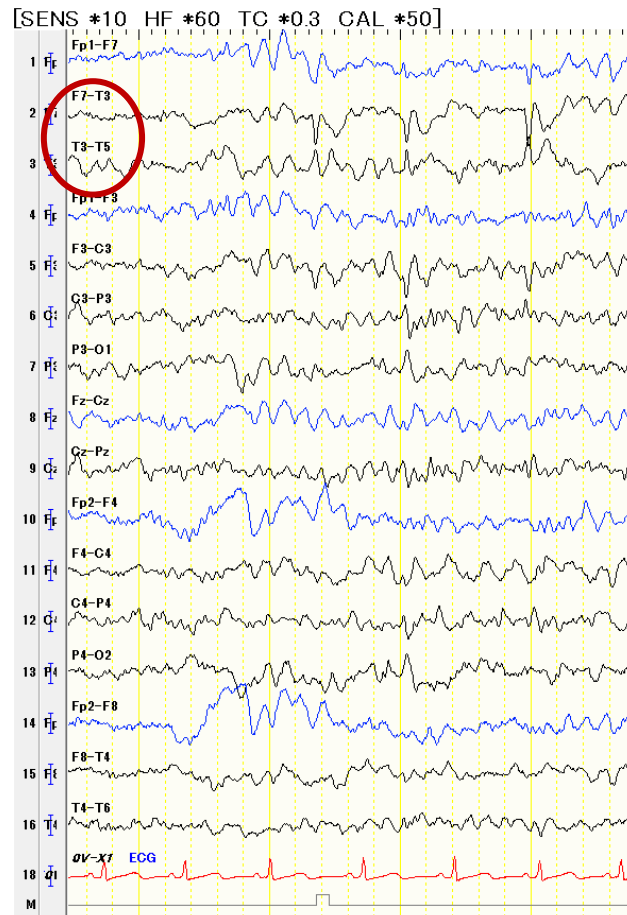
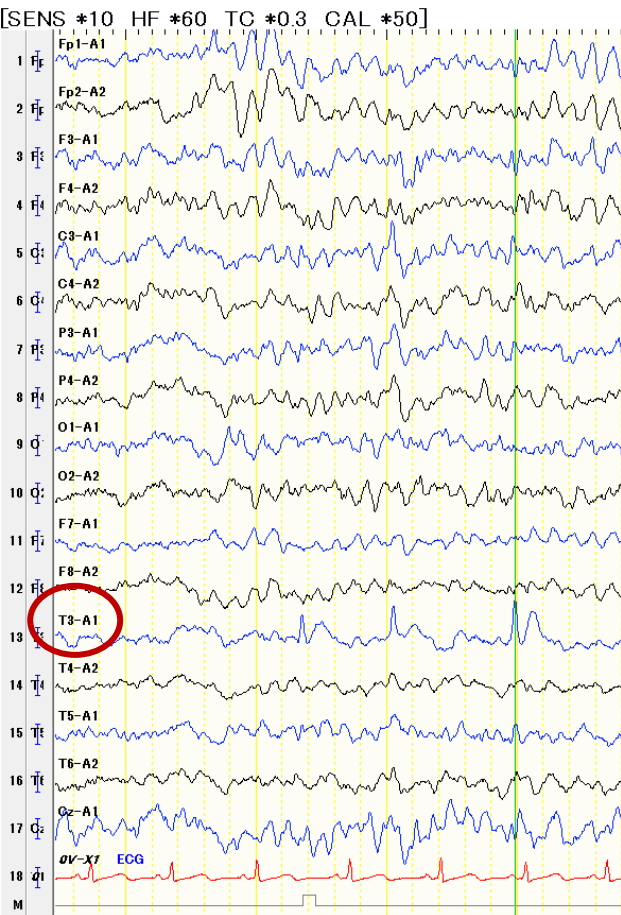
[SENS *10 HF *60 TC *0.3 CAL *50]



電位分布 ②局在性 導出法の比較

基準電極導出法

双極導出法



内容

1. 脳波の分類
2. 電極の配置と原理
3. 脳波電極の付け方
4. 脳波記録の実際
5. 発作時の対応
6. 最後に

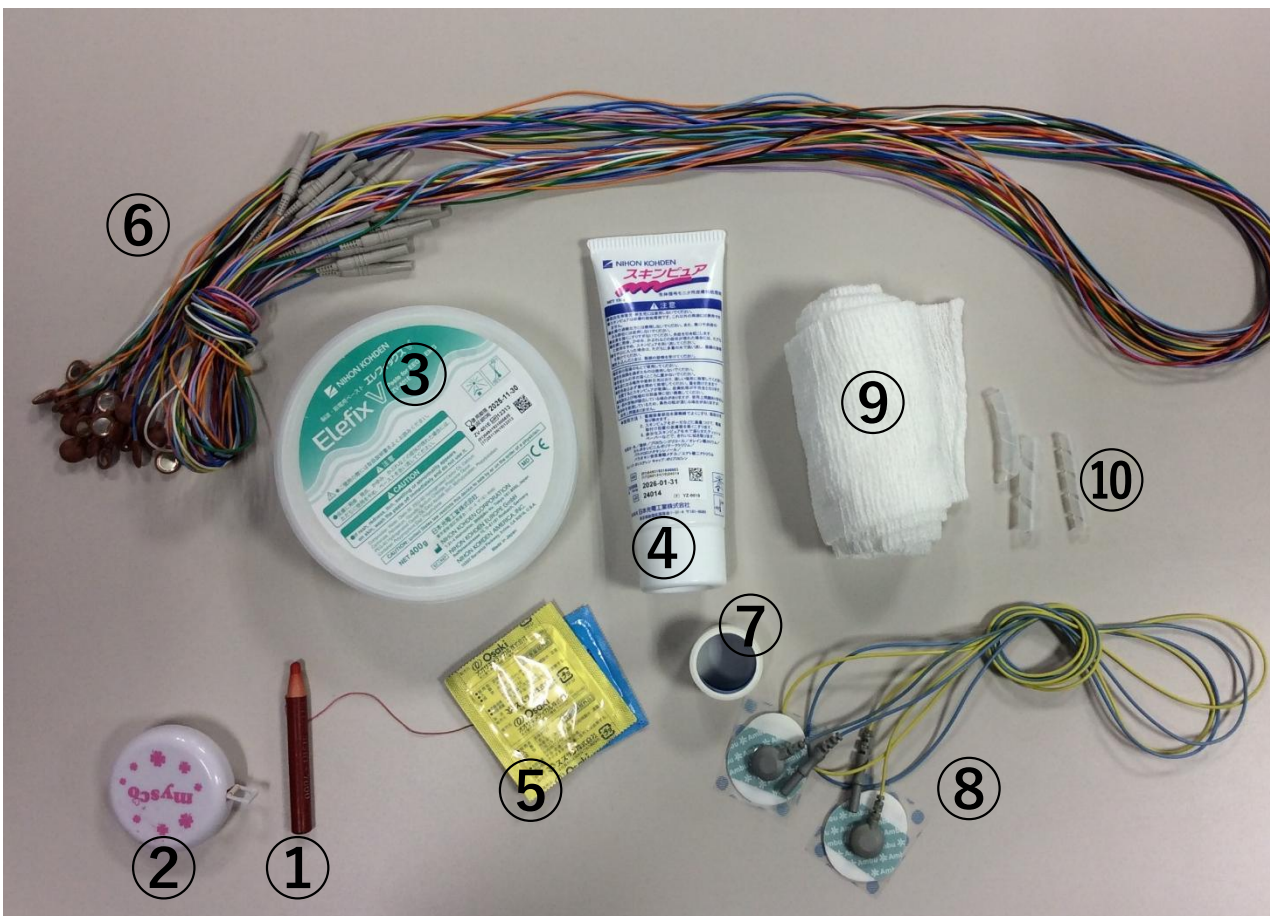


準備するもの

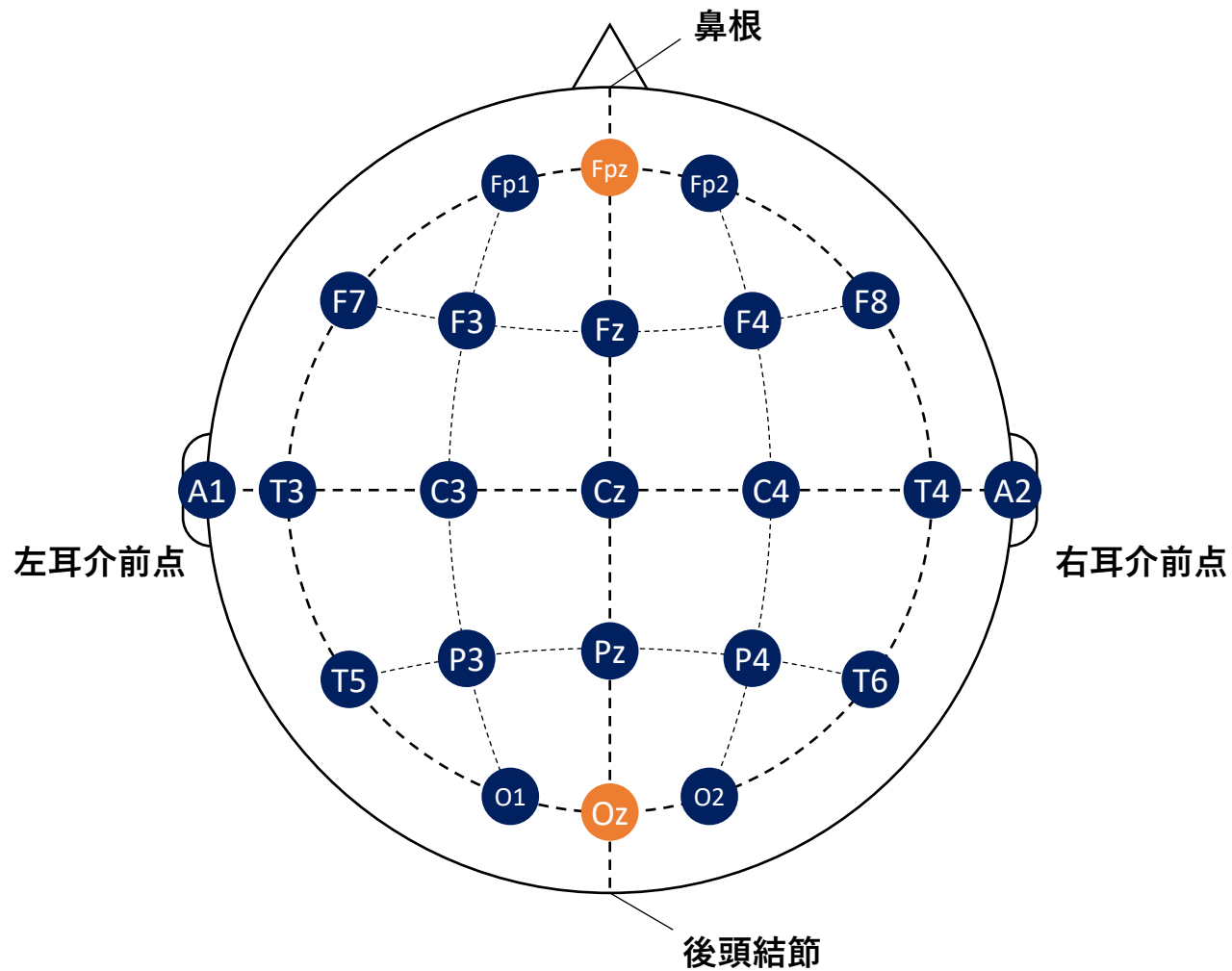
- ① ガラス鉛筆
- ② メジャー
- ③ 脳波用ペースト
- ④ 皮膚前処理剤
 - * 低出生体重児・新生児には使用しない
- ⑤ 酒精綿
 - * もしくはクロロヘキシジングルコン酸塩/綿棒
- ⑥ 脳波電極
- ⑦ テープ
- ⑧ 心電図電極
- ⑨ 包帯
- ⑩ 結束用具 など



など



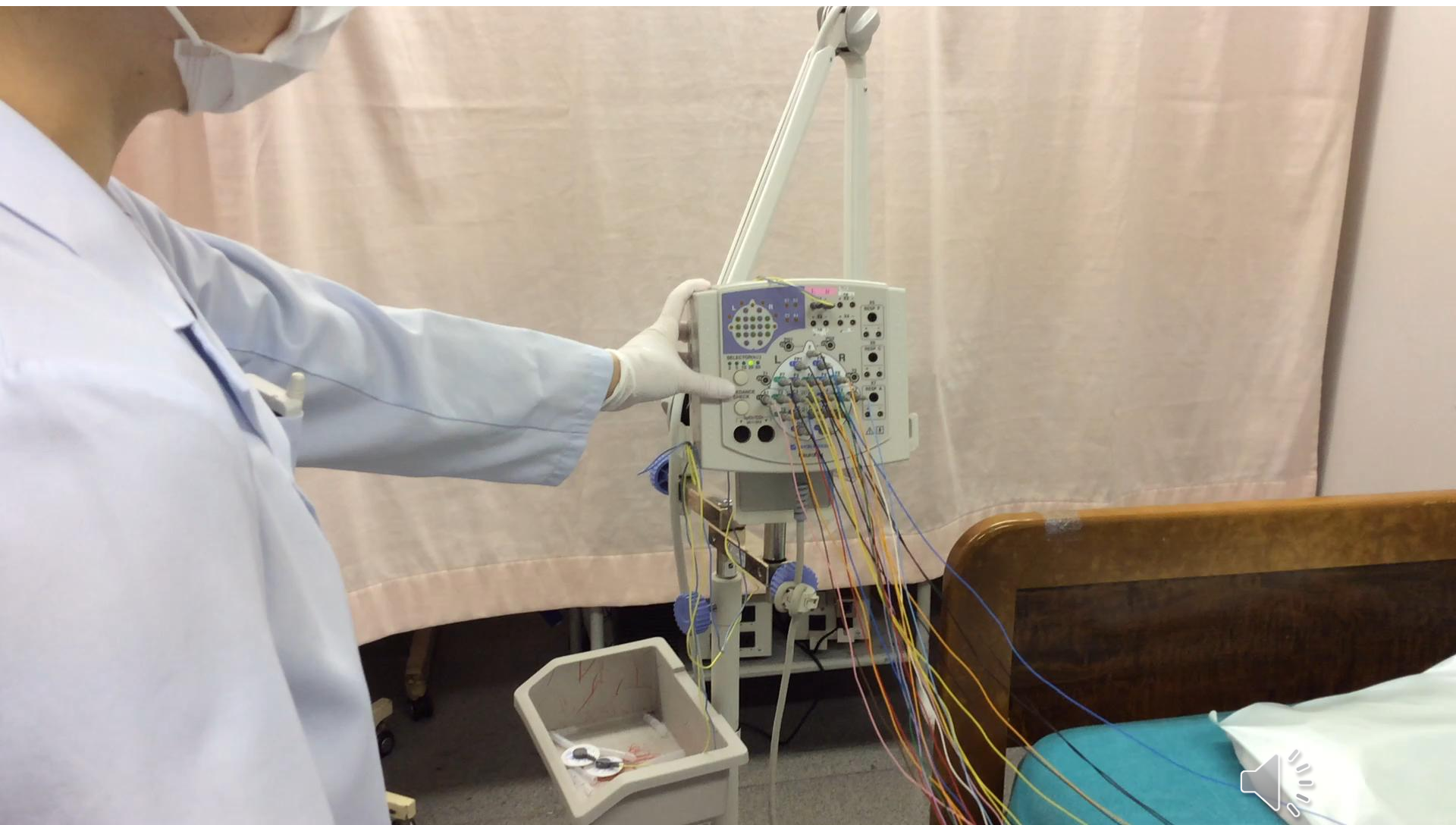
位置決め













内容

1. 脳波の分類
2. 電極の配置と原理
3. 脳波電極の付け方
4. 脳波記録の実際
5. 発作時の対応
6. 最後に



検査の流れと脳波の賦活法

目的：脳波賦活を行う

発作間欠期の脳波記録

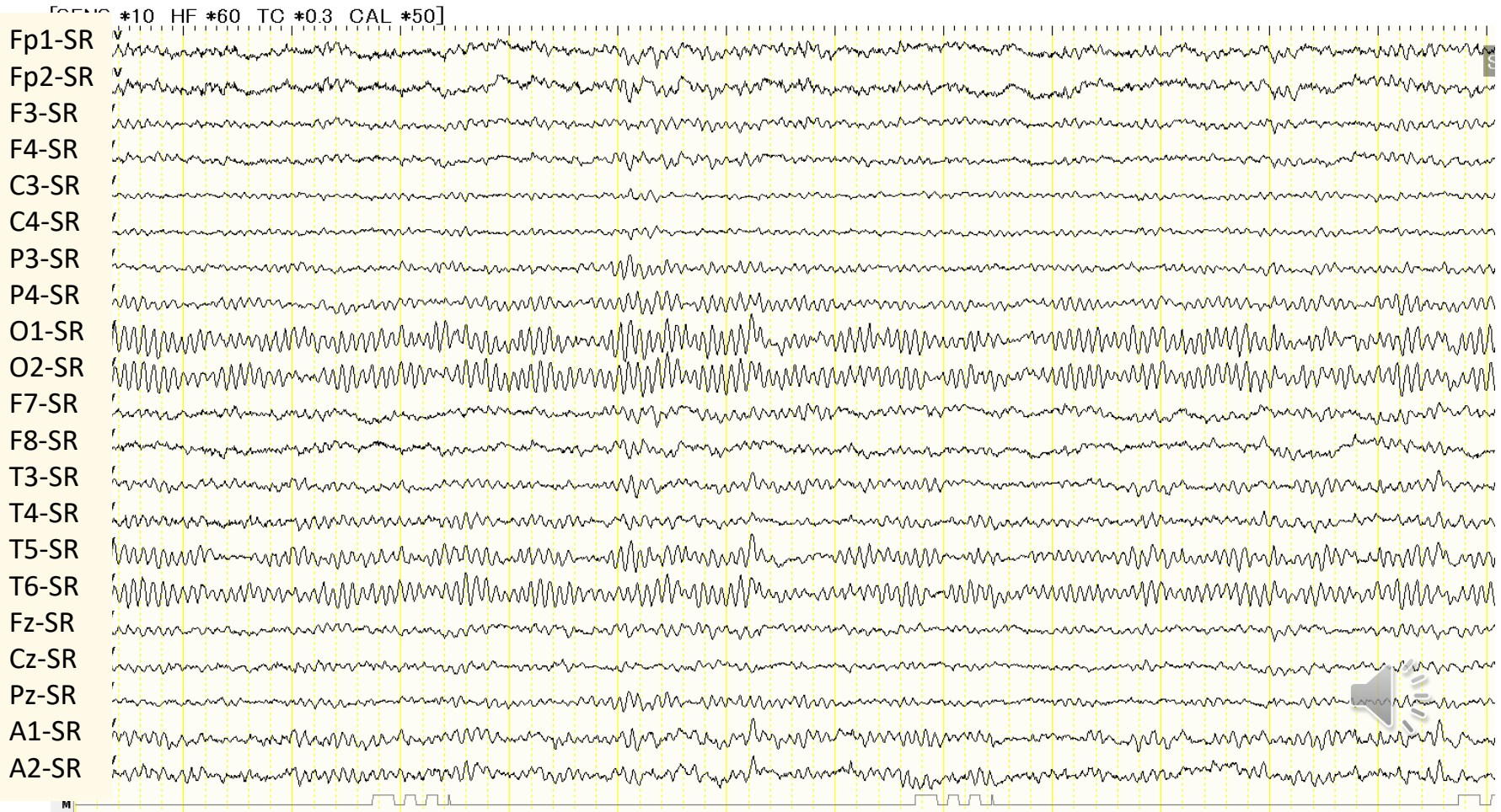
賦活（10分以上）

安静覚醒 ⇒ ①開閉眼 ⇒ ②光刺激 ⇒ ③過呼吸 ⇒ ④睡眠
(2～3分)

賦活は、安静覚醒時の閉眼状態で明らかでない
異常波の検出や生理的変化の観察が目的



システムリファレンス誘導の確認



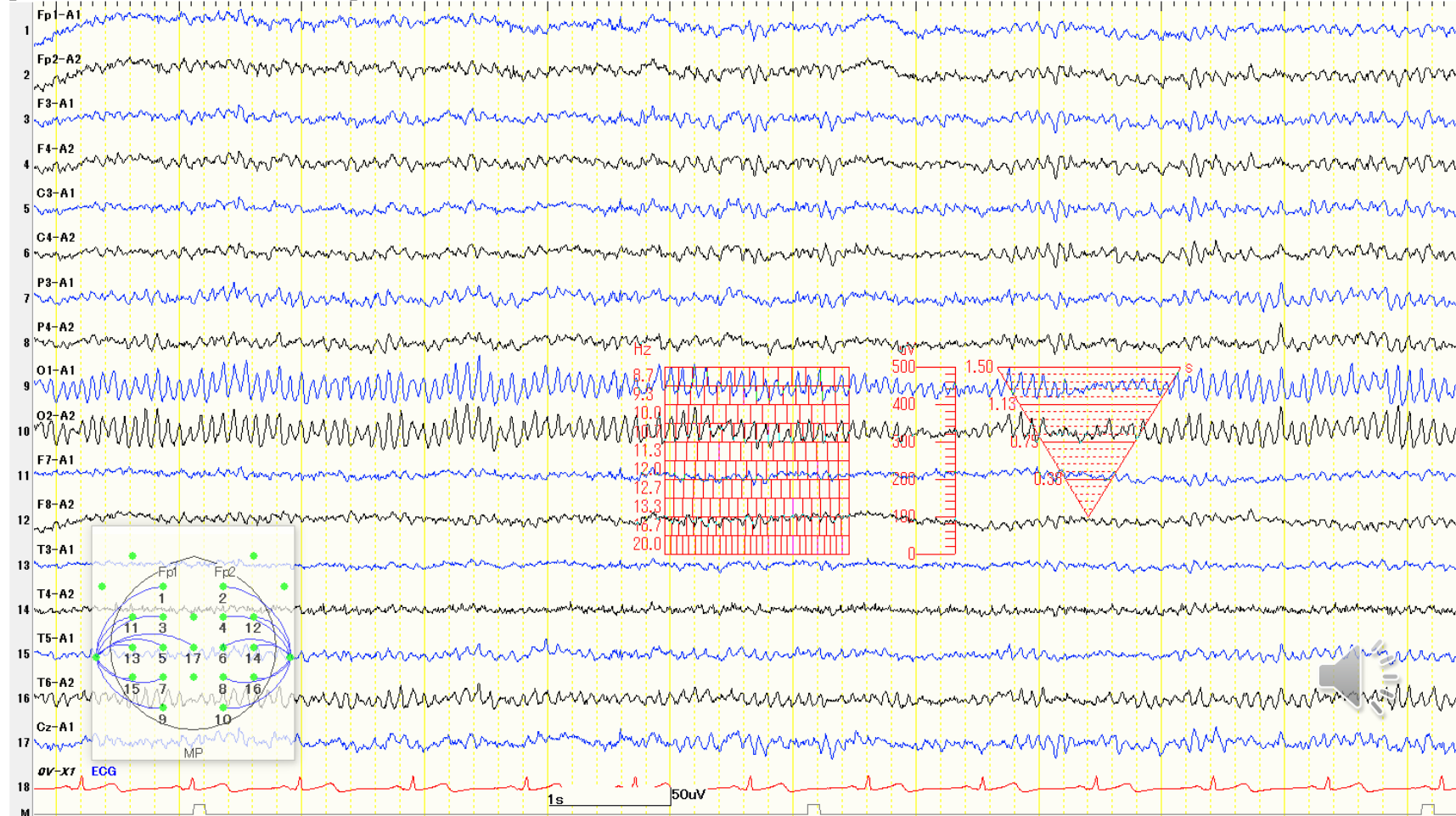
正常脳波 成人の覚醒時

- 安静覚醒閉眼時に後頭部優位に10Hz前後で50 μV の α 波が出現する。
- α 波は開眼で抑制される（ α -blocking）。
- α 波の左右の振幅差は50%以内、周波数差は1Hz以内。
- α 波は正弦波様の波形を示す。
- 明らかな徐波や突発波は出現しない。



成人 安静覚醒閉眼時

[SENS 10 HF 60 TC 0.3 CAL 50]



開閉眼賦活

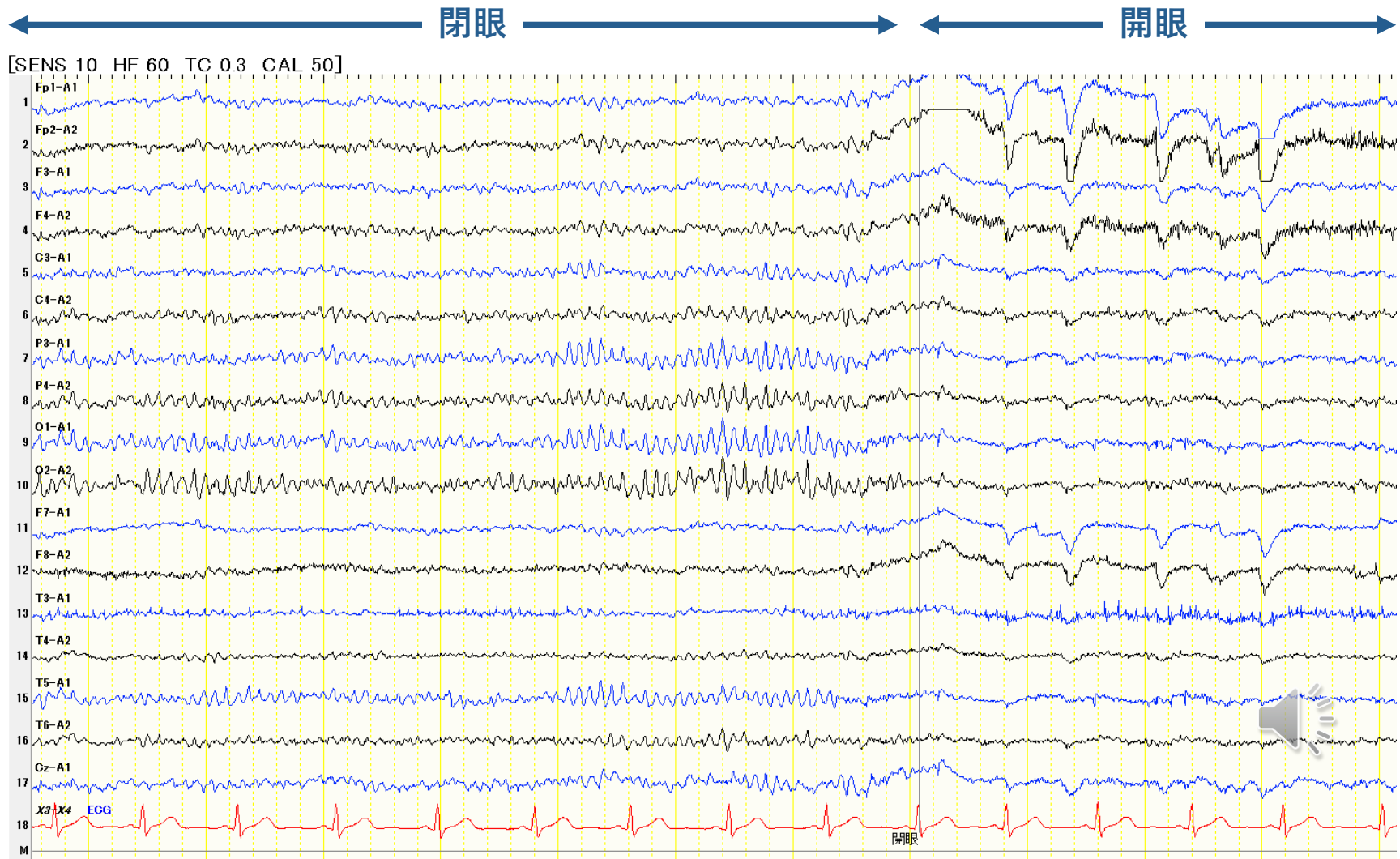
α 波の出現を確認し、開眼させ10秒間1点凝視させる。

- 脳波変化
- ① α 波減衰 (α -blocking)
 - ② 突発波の出現
 - ③ 逆説的 α -blocking



α 波減衰 (α -blocking)

α 波減衰は正常反応



閃光刺激賦活 photic stimulation ; PS

ストロボ스코ープを使用し、覚醒度を上げて行う。眼前15～30cmの距離で、低頻度から高頻度に頻度を段階的に上げ、それぞれ10秒刺激し10秒停止する。

- 脳波変化
- ①光駆動反応（刺激周波数と同期あるいは同調関係にある駆動波の後頭部での出現）
 - ②突発波の観察
光突発反応・光筋原性反応

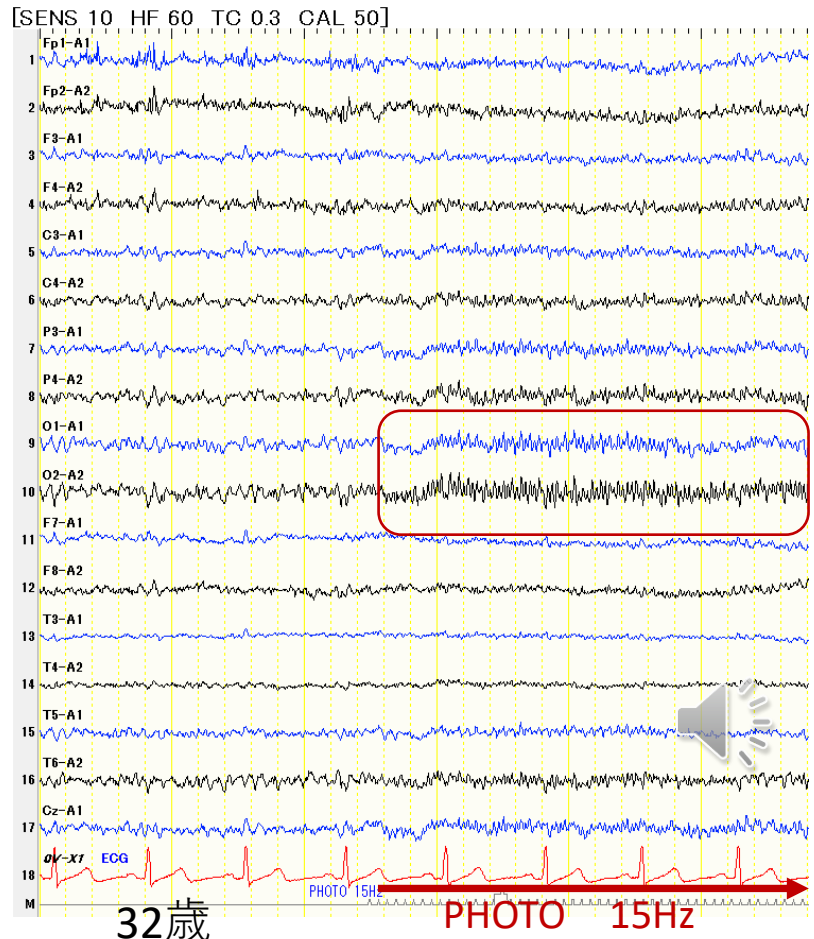
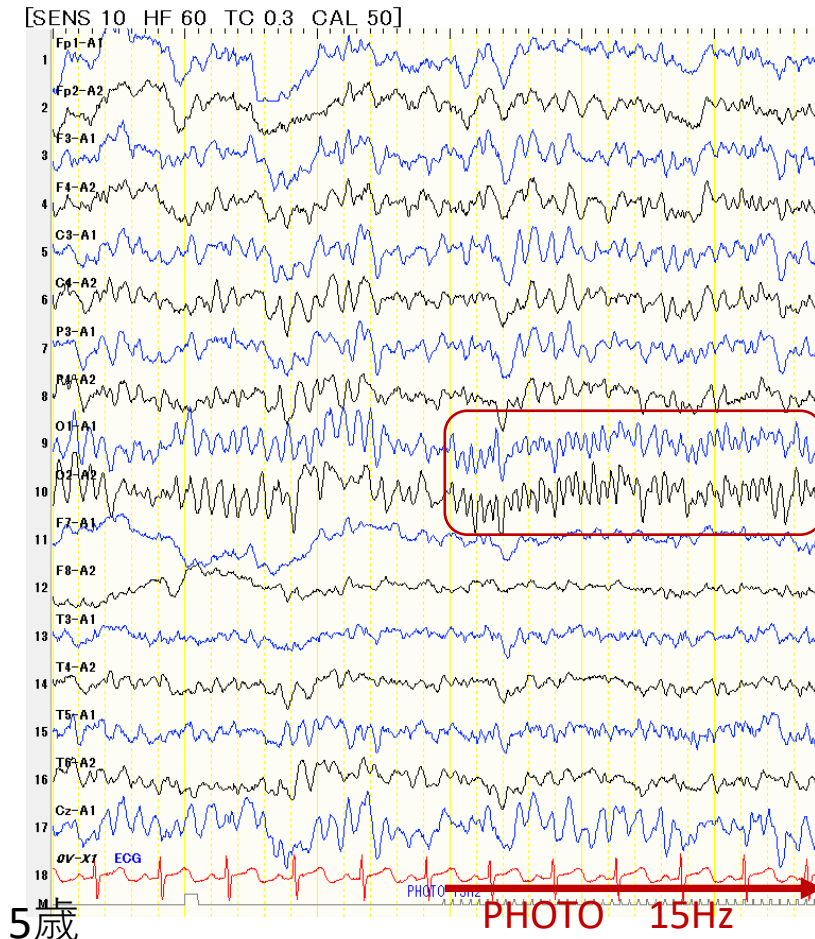


光駆動反応

光駆動反応に病的意義はない。

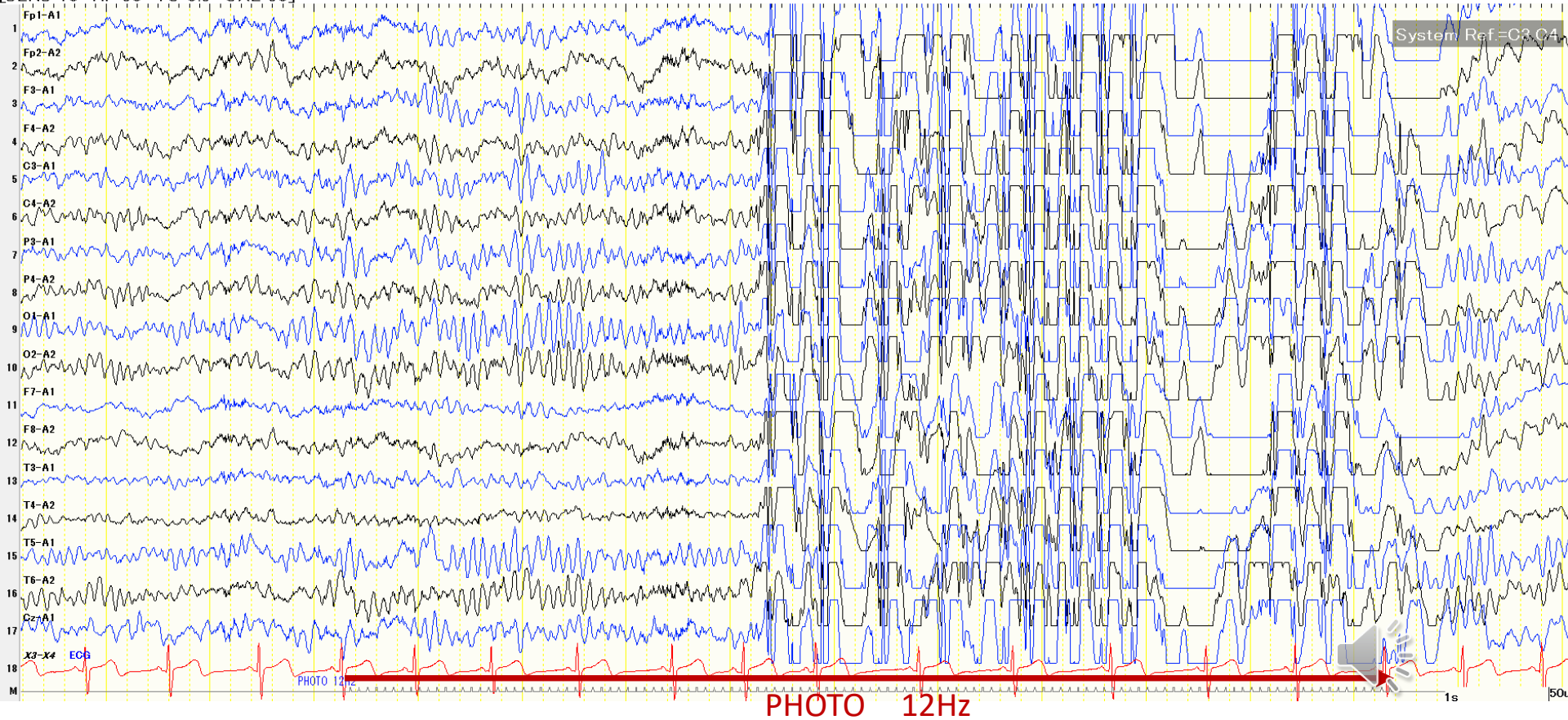
基本同調駆動反応 15Hz閃光刺激

高次同調駆動反応 15Hz閃光刺激



光突発反応

[SENS 10 HF 60 TC 0.3 CAL 50]



過呼吸賦活

Hyper ventilation;HV

軽く閉眼し、1分間に20～30回の割合で3分以上過呼吸を続けさせる。呼吸は吸気より呼気を強くさせ、終了後2分以上記録する。**禁忌：重篤な心疾患・呼吸器疾患や急性期の脳血管障害、もやもや病**

脳波変化

①突発性異常波の誘発とその増強

3Hz棘徐波複合が誘発される場合、欠神発作を誘発して意識消失となることがあり欠神発作の疑いがある症例には有効な賦活である。

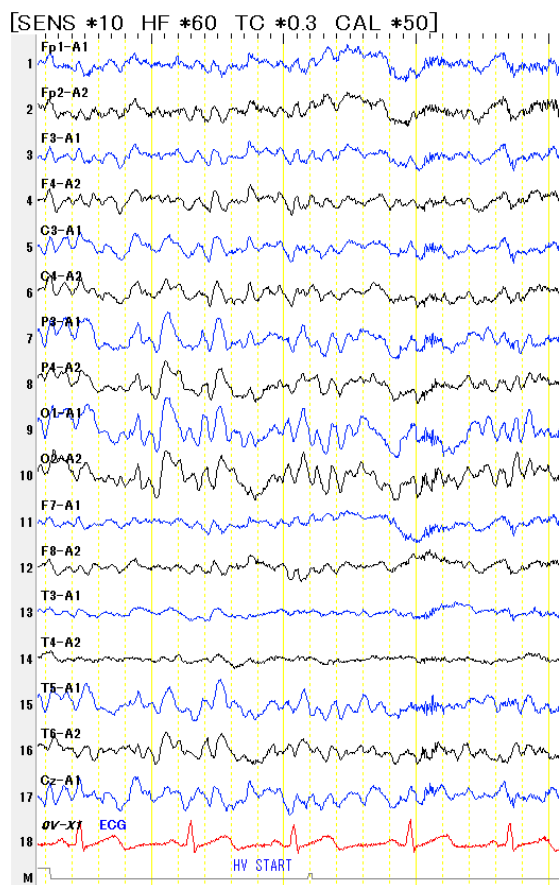


②build up（脳波の徐波化と振幅が増大する現象）の観察

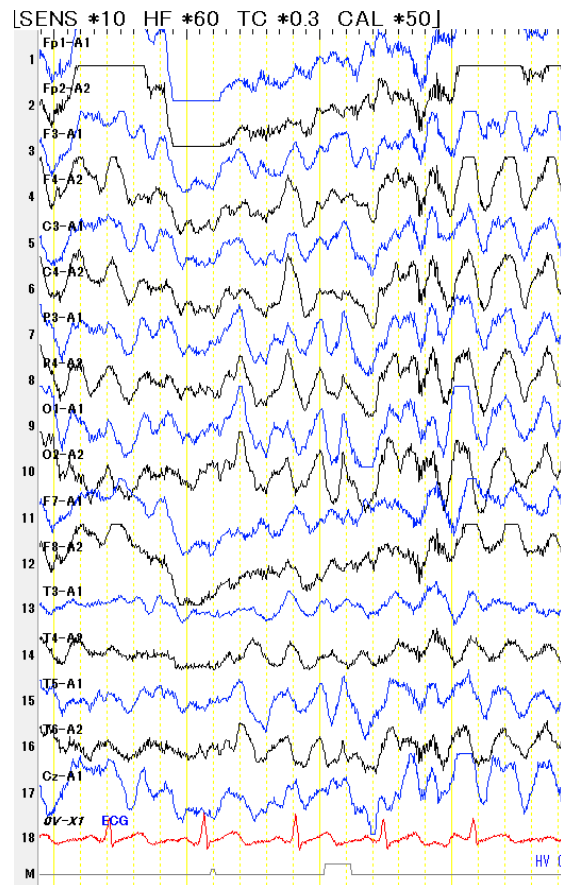
build up

10歳以下の小児では健常者でも著明におこる

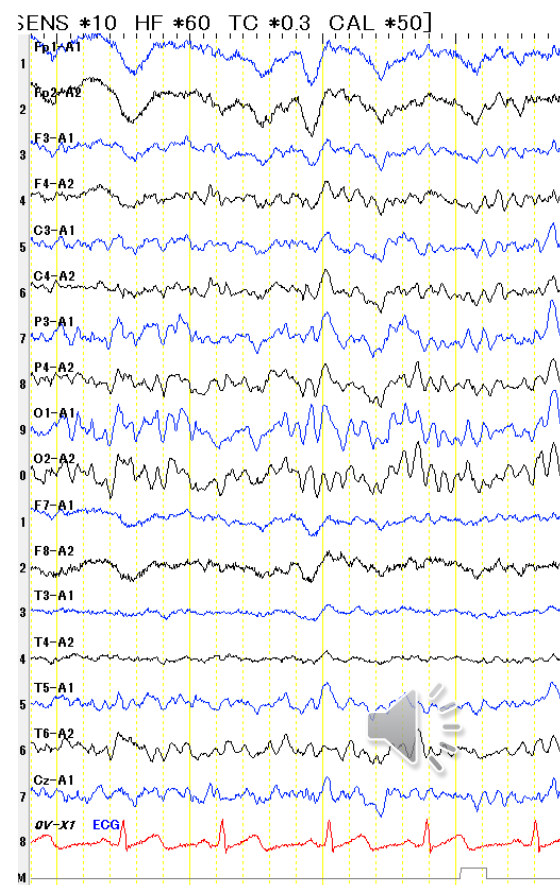
過呼吸開始時



過呼吸開始3分



過呼吸終了30秒



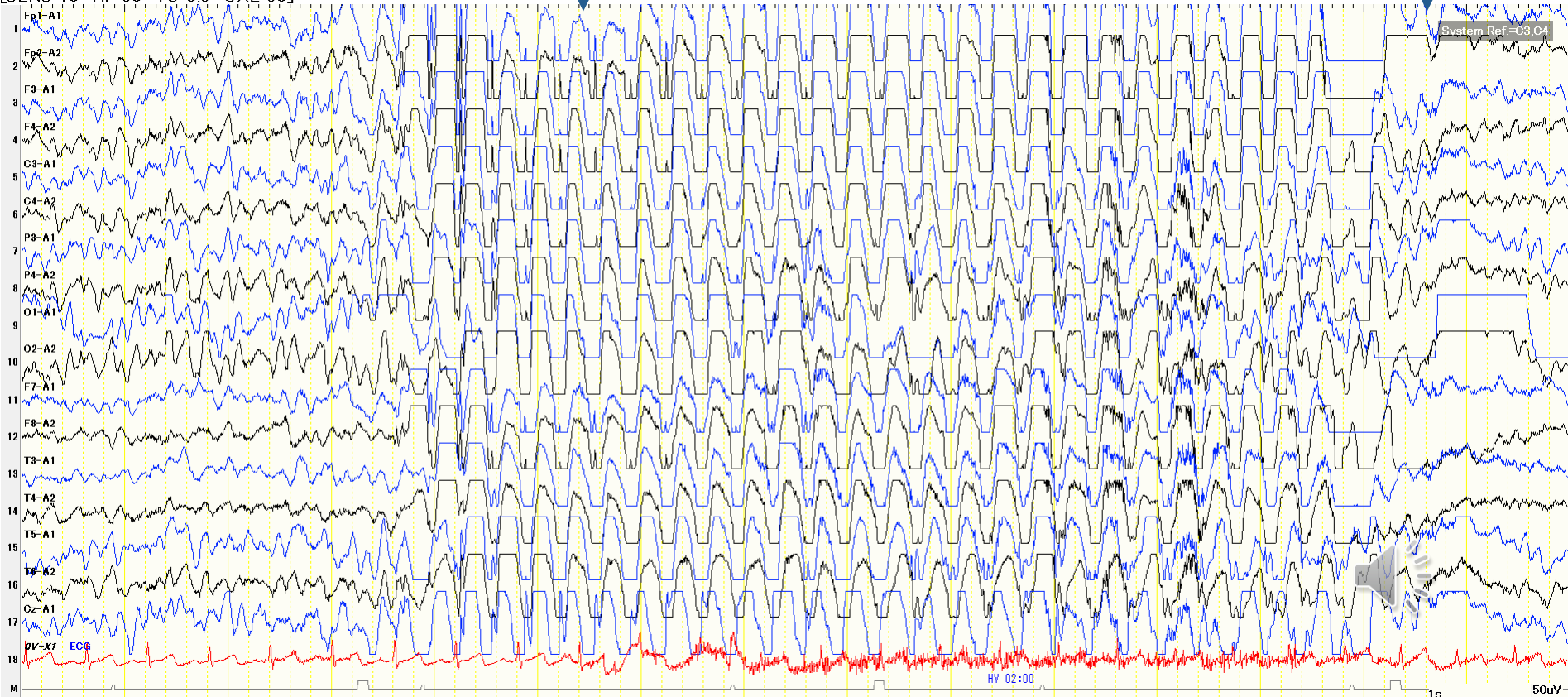
欠神発作

動作停止

「……」

動作再開

[SENS 10 HF 60 TC 0.3 CAL 50]



9歳

技師 「あか あお きいろ」

睡眠賦活 Sleep activation

入眠期を逃さず、異常波の出現率が高まる睡眠段階Stage N1～N2までを中心に行う。自然睡眠と睡眠導入剤を使用した薬物睡眠がある。

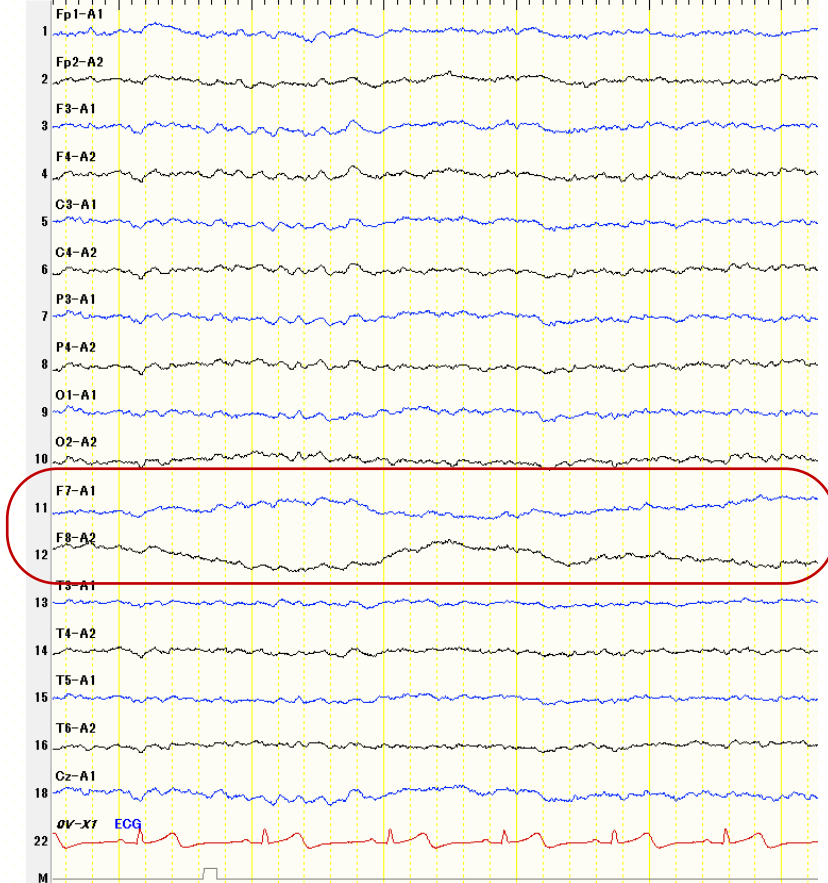
- ①てんかんの診断に有用 異常波の出現率の向上
- ②睡眠の深さに応じて出現する波形を観察



Stage N1 (NREM 1)

- ・ 低振幅で様々な周波数が混在
- ・ 頭蓋頂鋭波
中心・頭頂部優位、0.5秒未満の鋭波

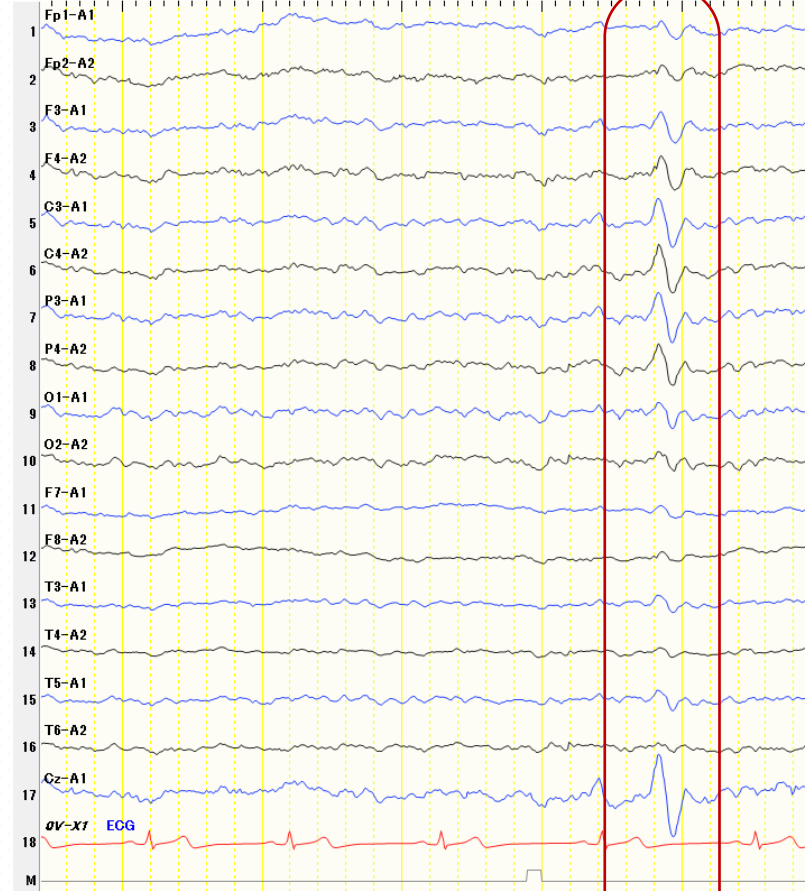
[SENS *10 HF *60 TC *0.3 CAL *50]



21歳

緩徐眼球運動

[SENS 10 HF 60 TC 0.3 CAL 50]



頭蓋頂鋭波

Stage N2 (NREM 2)

- 紡錘波spindle

周波数11~16Hz（多くは12~14Hz）

持続時間は0.5秒以上

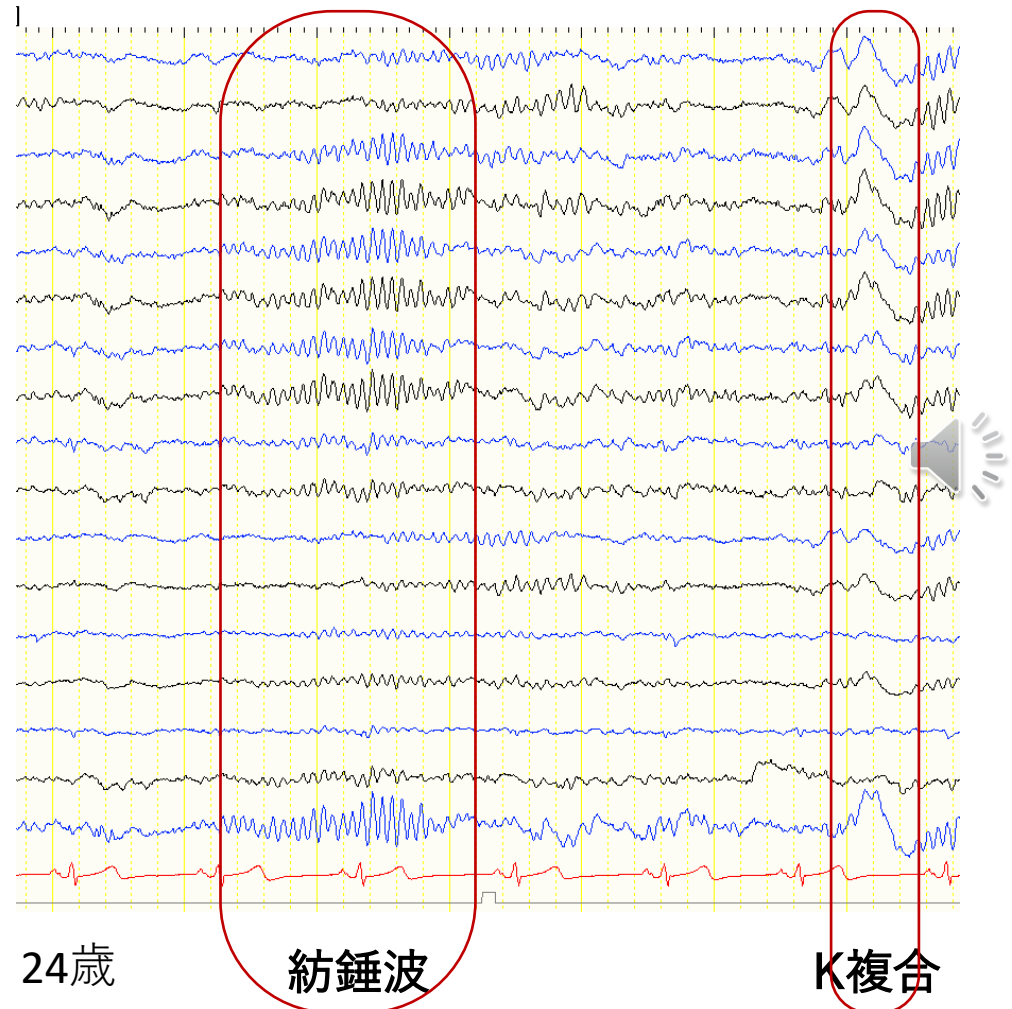
中心部優位

- K複合 K complex

明瞭な陰性鋭波と直後の陽性成分からなる

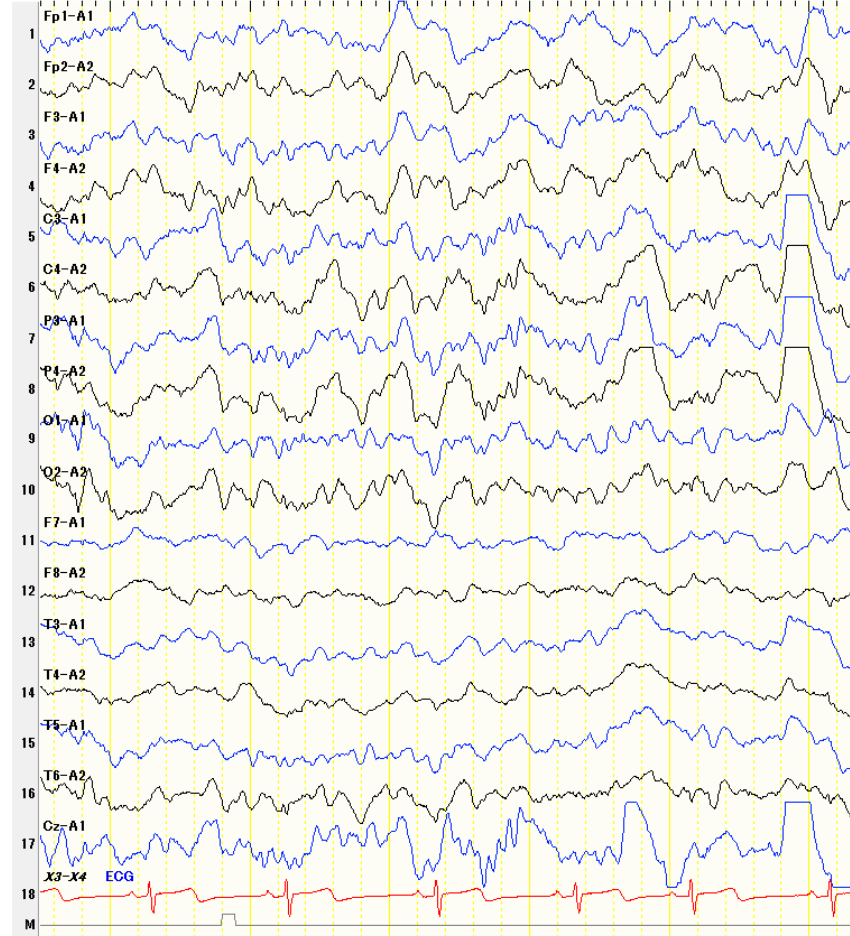
総持続時間は0.5秒以上

前頭部優位

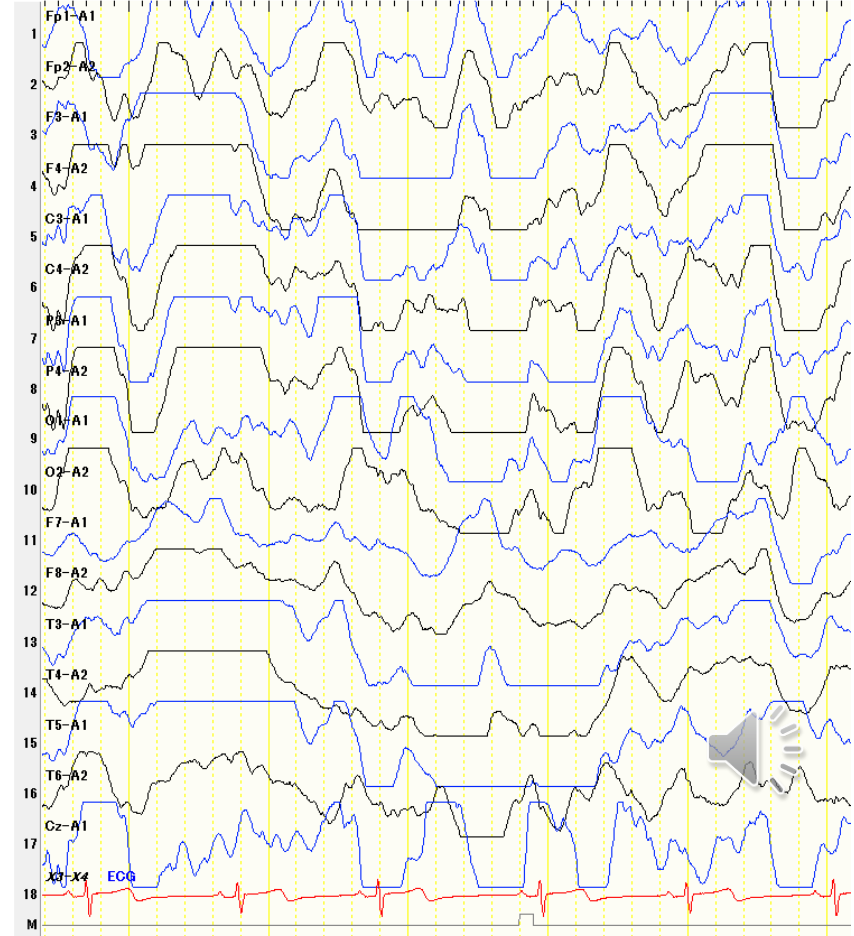


Stage N3 (NREM 3) ・ 0.5~2Hz、75 μ V以上の徐波が20%以上

[SENS *10 HF *60 TC *0.1 CAL *50]

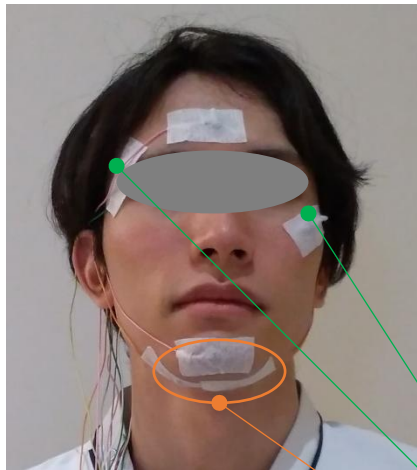


[SENS *10 HF *60 TC *0.3 CAL *50]

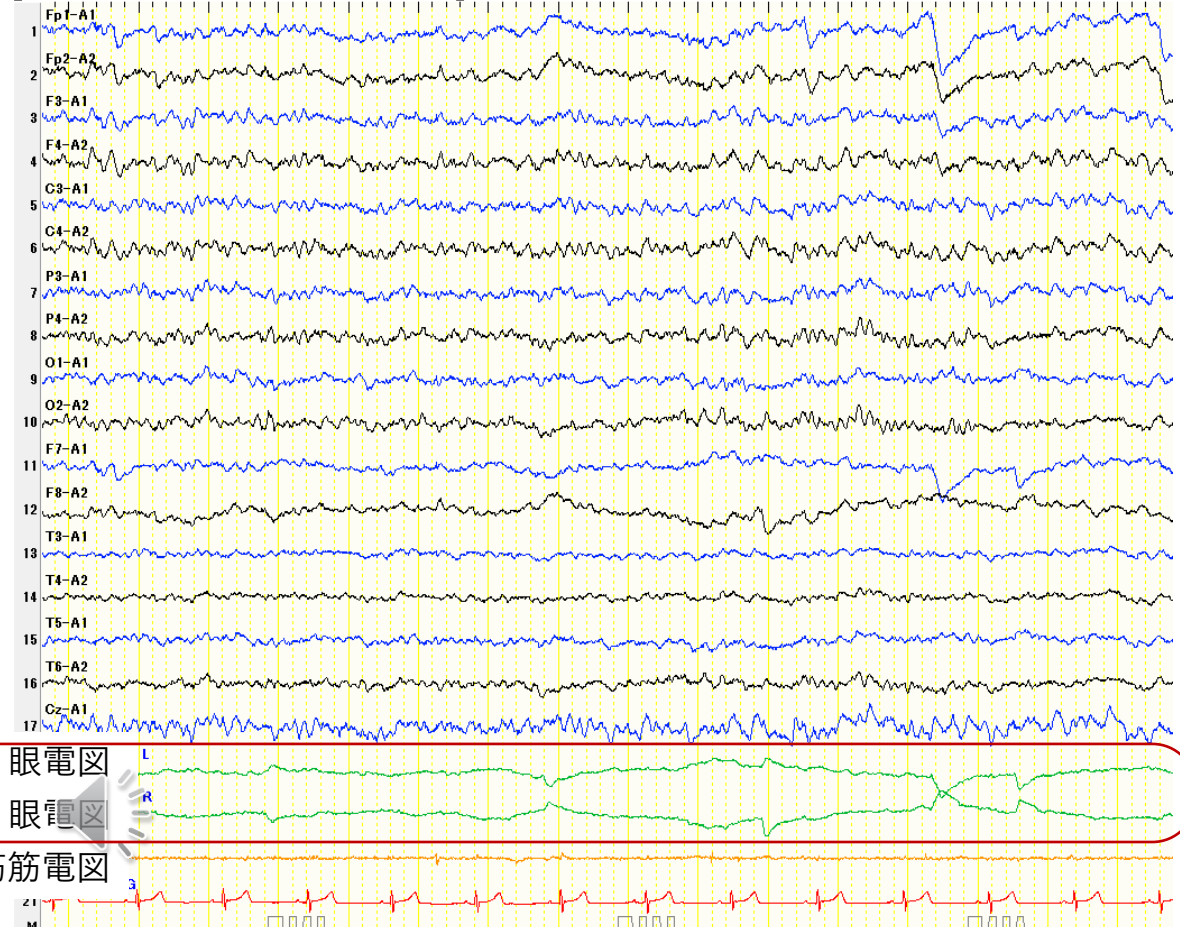


Stage R (REM)

- ・ 低振幅で様々な周波数が混在
- ・ REM (rapid eye movement)；急速眼球運動
- ・ 筋電図が最低レベル



[SENS *10 HF *60 TC *0.3 CAL *50]



左 眼電図

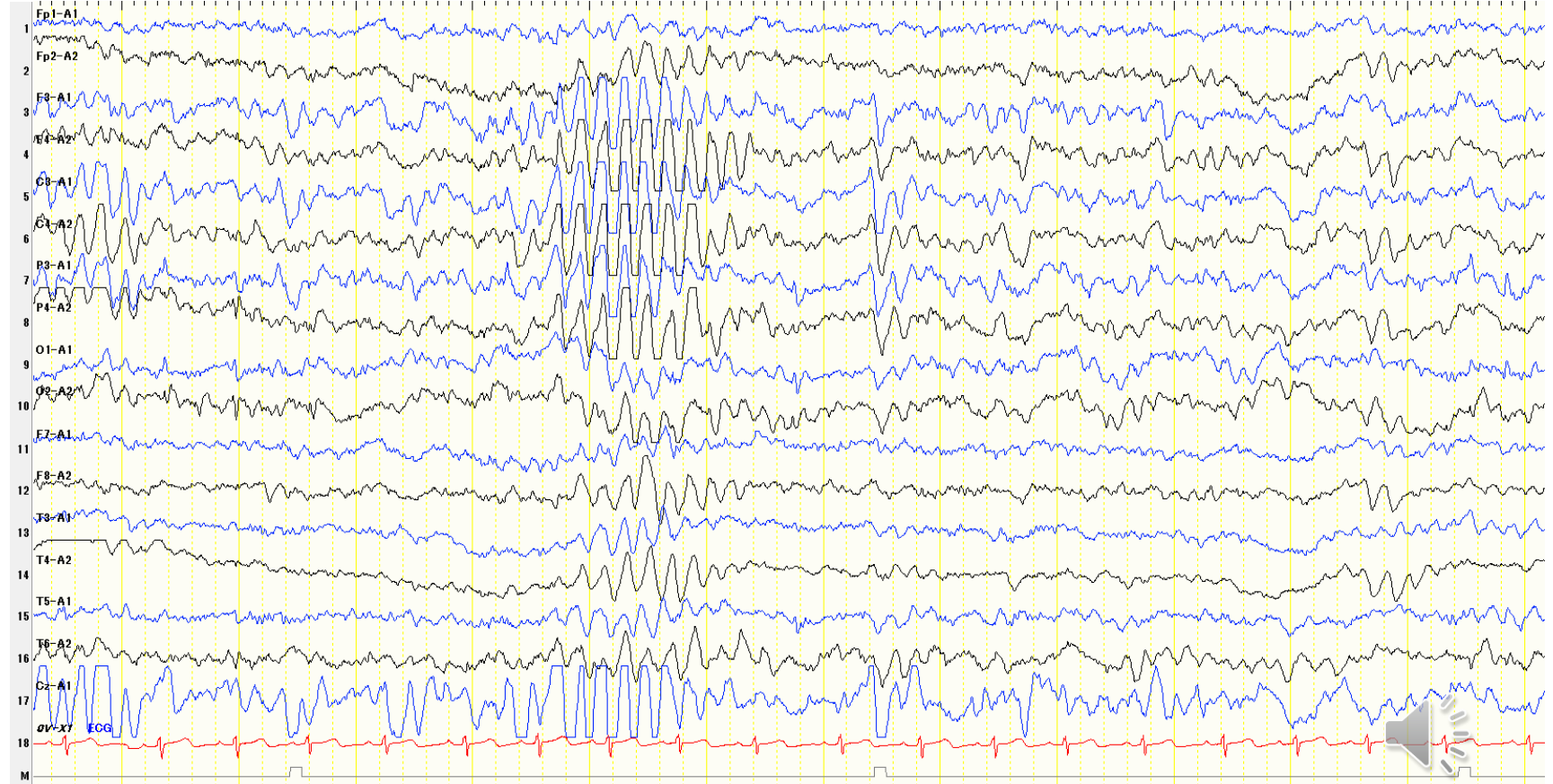
右 眼電図

頤筋筋電図

入眠期過同期

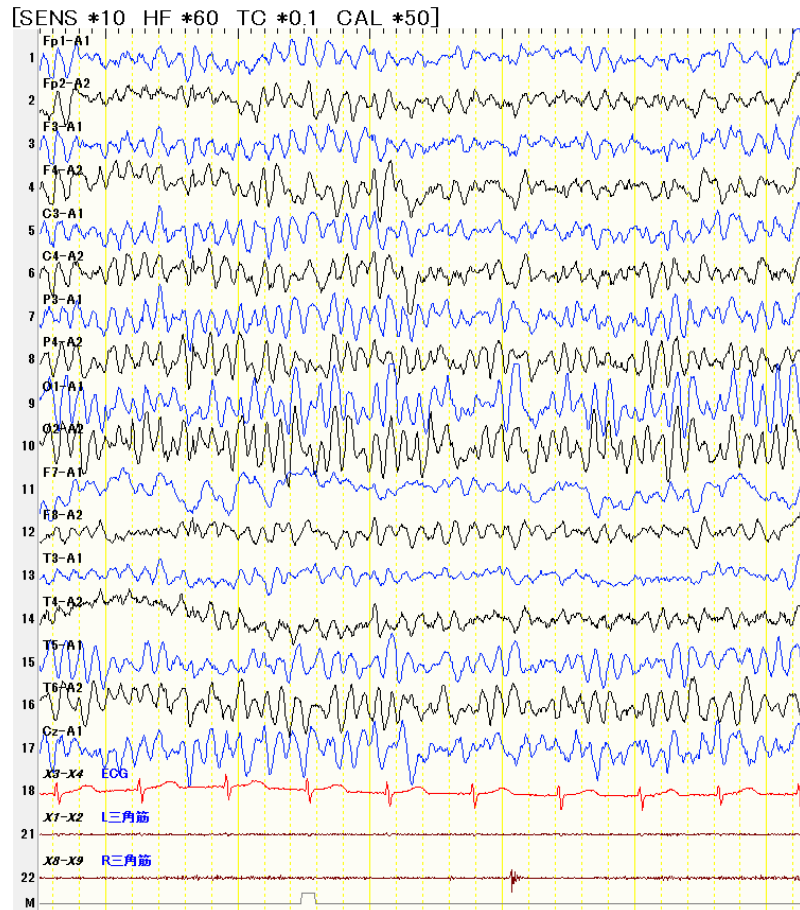
乳児期から小児期全般に見られる

[SENS *10 HF *60 TC *0.1 CAL *50]

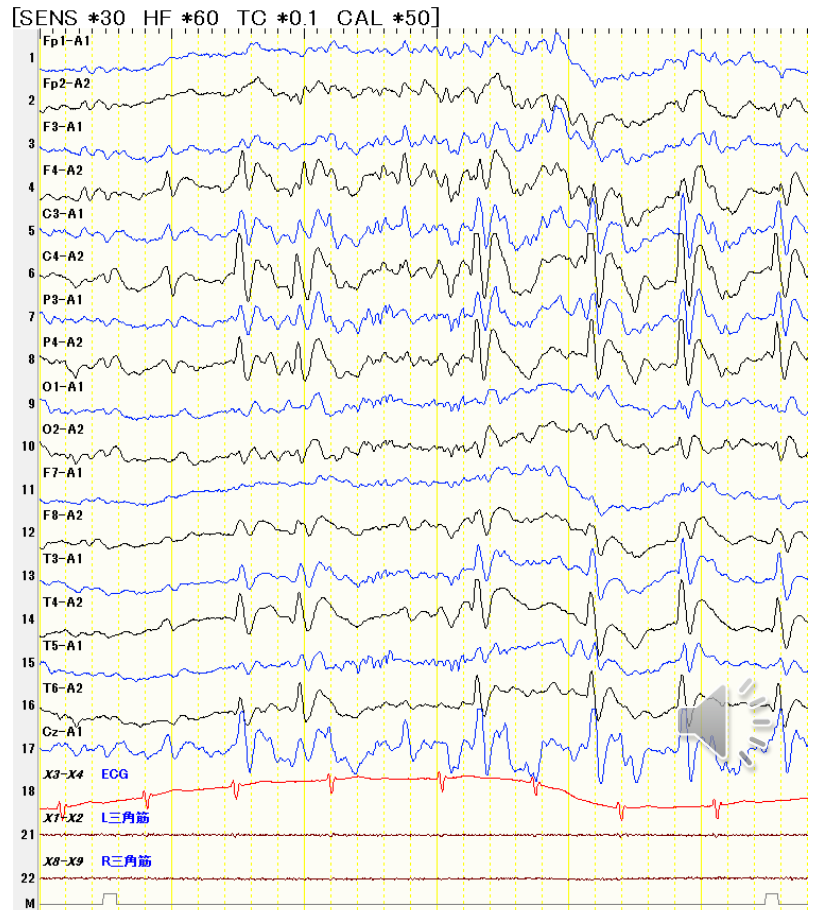


覚醒時に出現しなかった異常波が入眠期で出現した症例

覚醒



睡眠



小児の脳波検査の注意点

■検査を成立させる工夫

室温を低めに設定

家族の協力を得て、迅速に電極を装着・固定
装着に時間をかけすぎず、患児の負担を抑える

■記録時の注意点

体動・啼泣・発汗などのアーチファクトに注意
覚醒期と睡眠期を記録

過呼吸賦活では、風車などを用いて協力を得る



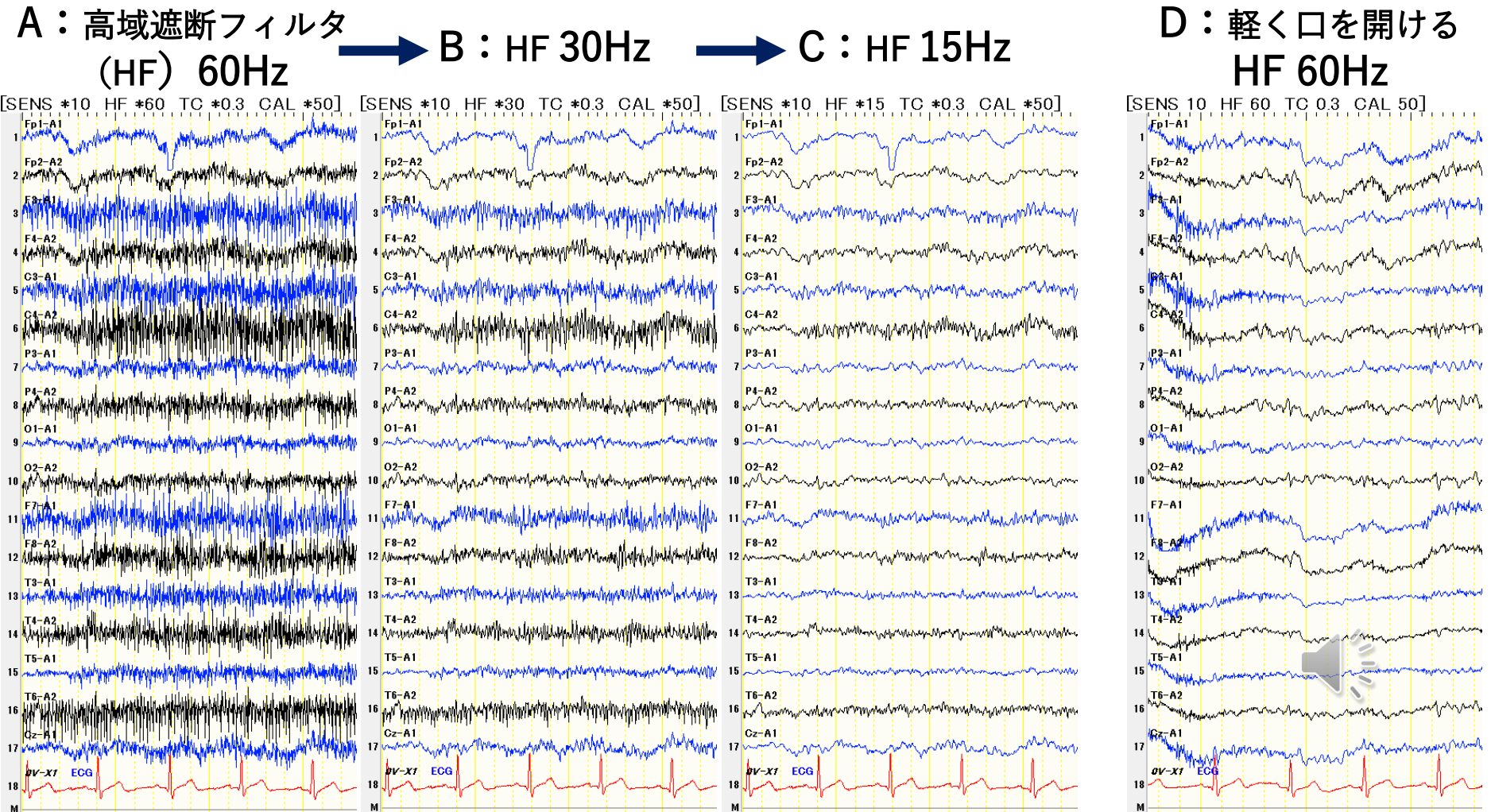
**「また検査を受けても大丈夫」と思ってもらえる
ような、嫌な思いをできるだけ残さない検査を
心がけることが大切です。**

アーチファクトの種類

1. 患者由来：筋電図、心電図、眼球運動、発汗、脈波
2. 電極由来：電極の装着不良、断線、リード線の揺れ
3. 環境由来：交流障害(漏れ電流、静電誘導、電磁誘導)、静電気

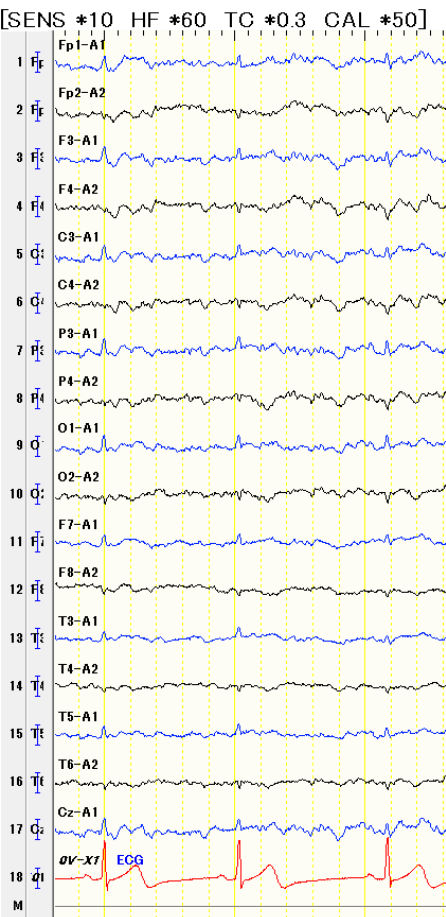


筋電図

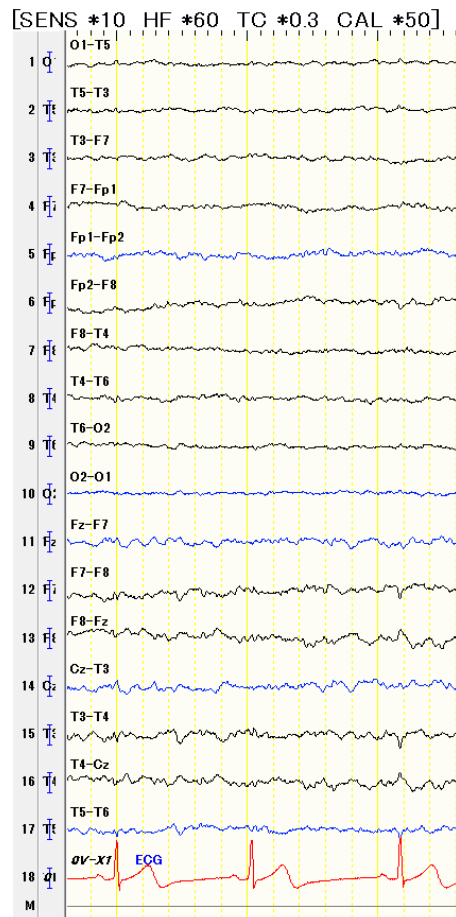


心電図

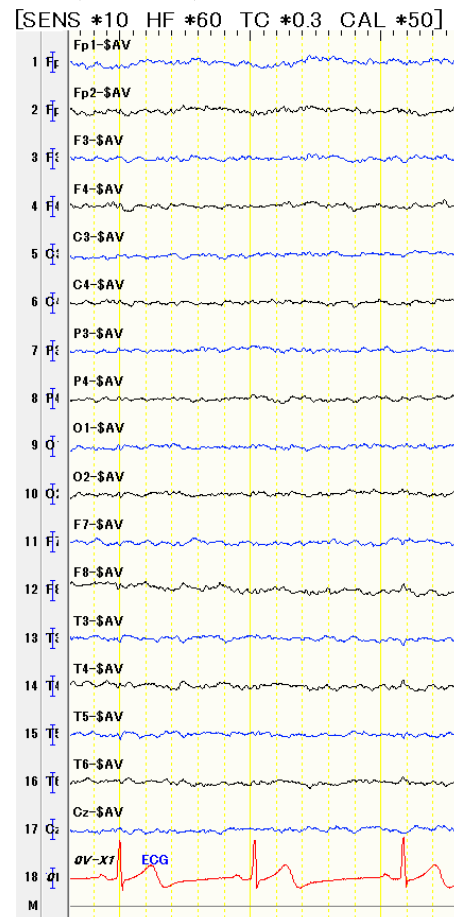
A：基準電極導出法



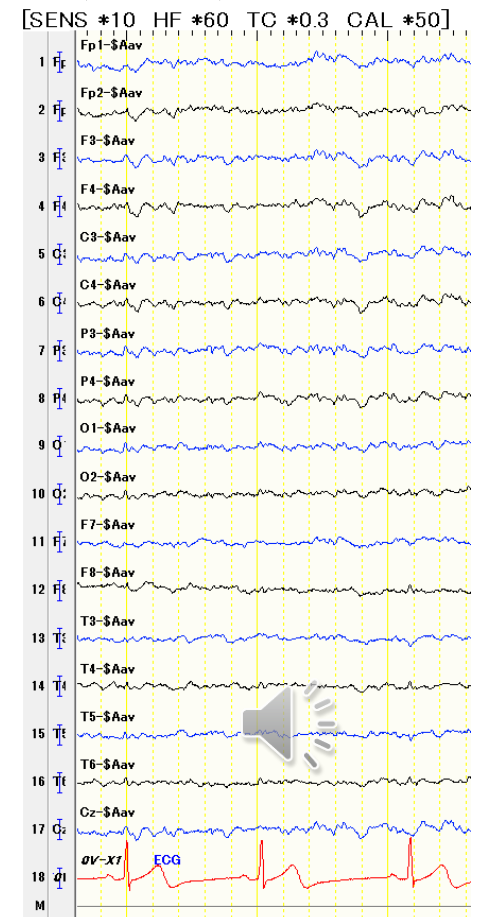
B：双極導出法



C：平均電位基準法
(AV法)

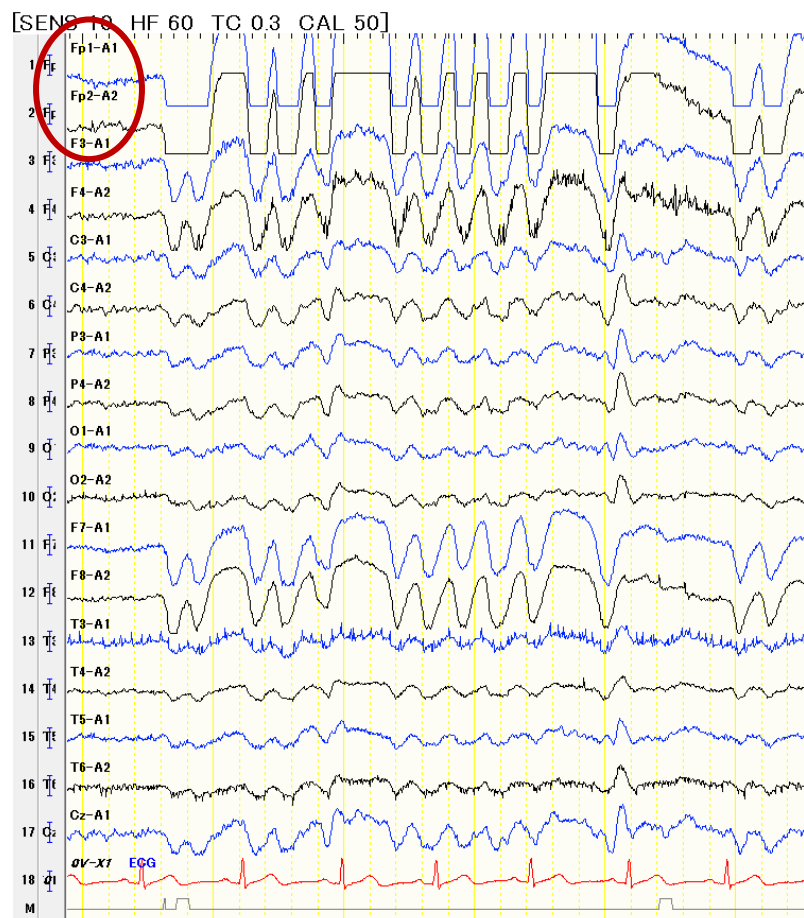


D：両耳平均電極法
(Aav法)

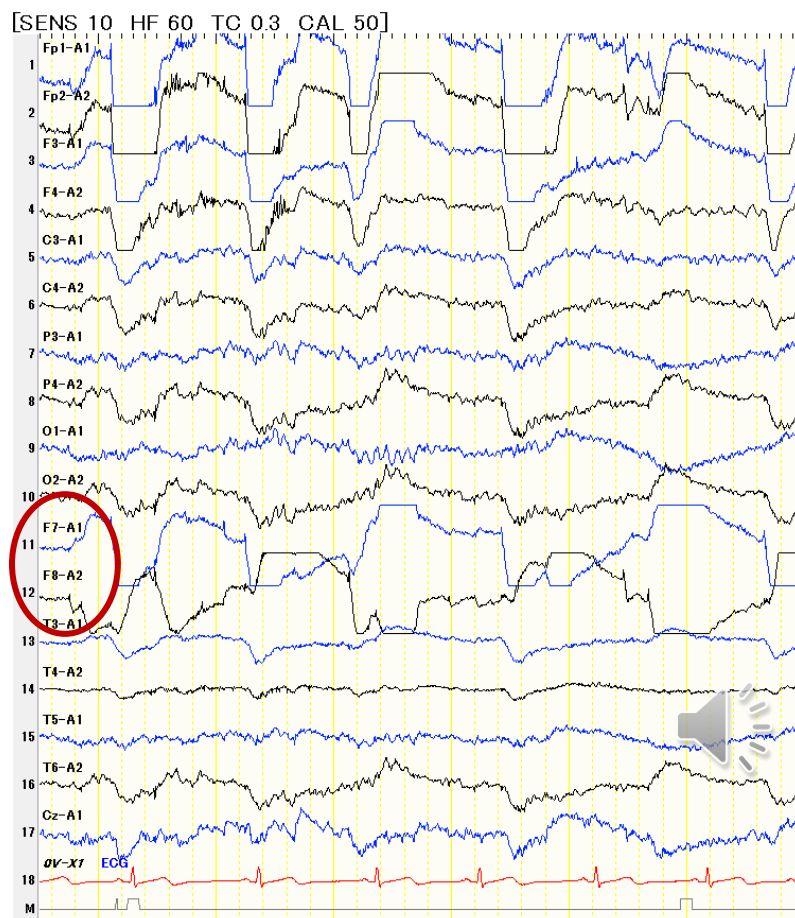


眼球運動

開眼 眼球の上下の眼球運動



開眼 眼球の左右への水平運動



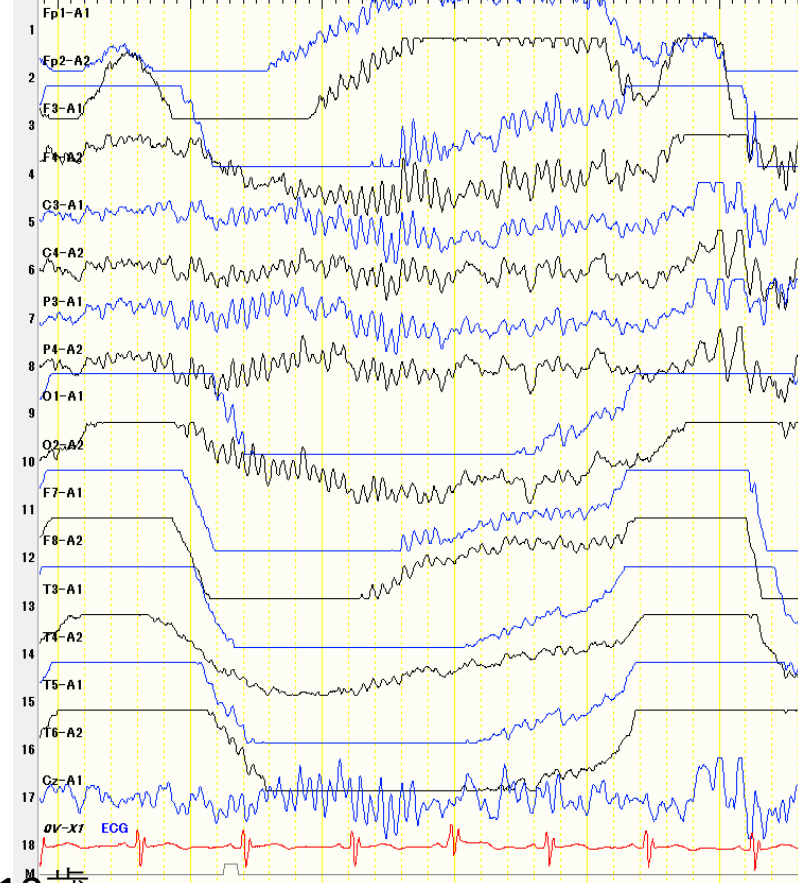
温熱性発汗

時定数 0.3秒

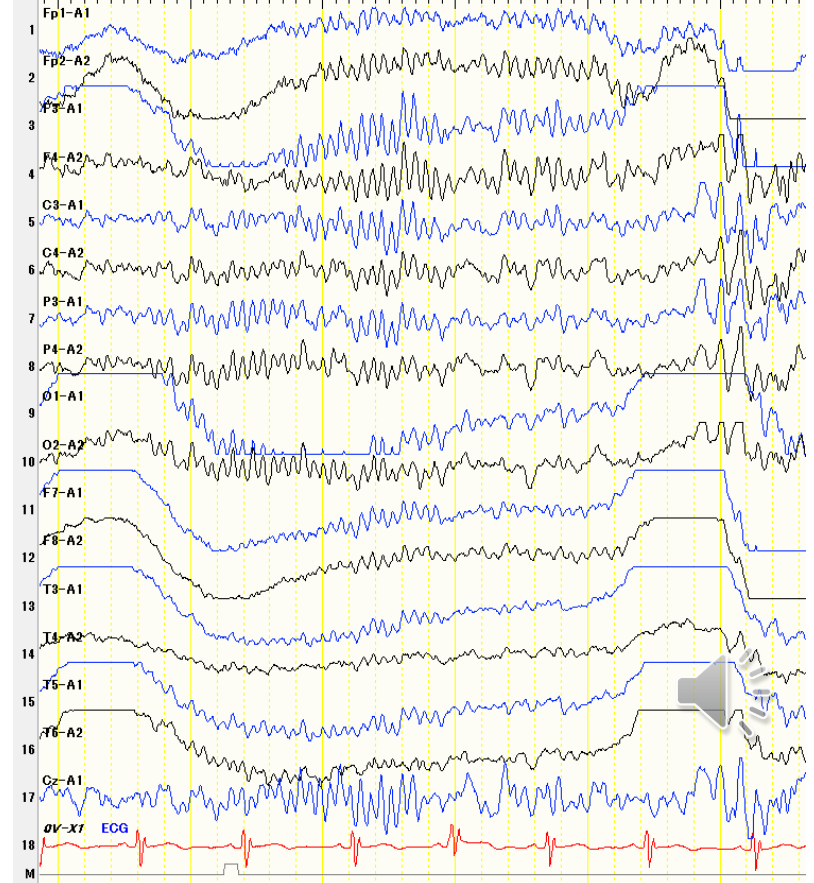


時定数 0.1秒

[SENS *10 HF *60 TC *0.3 CAL *50]



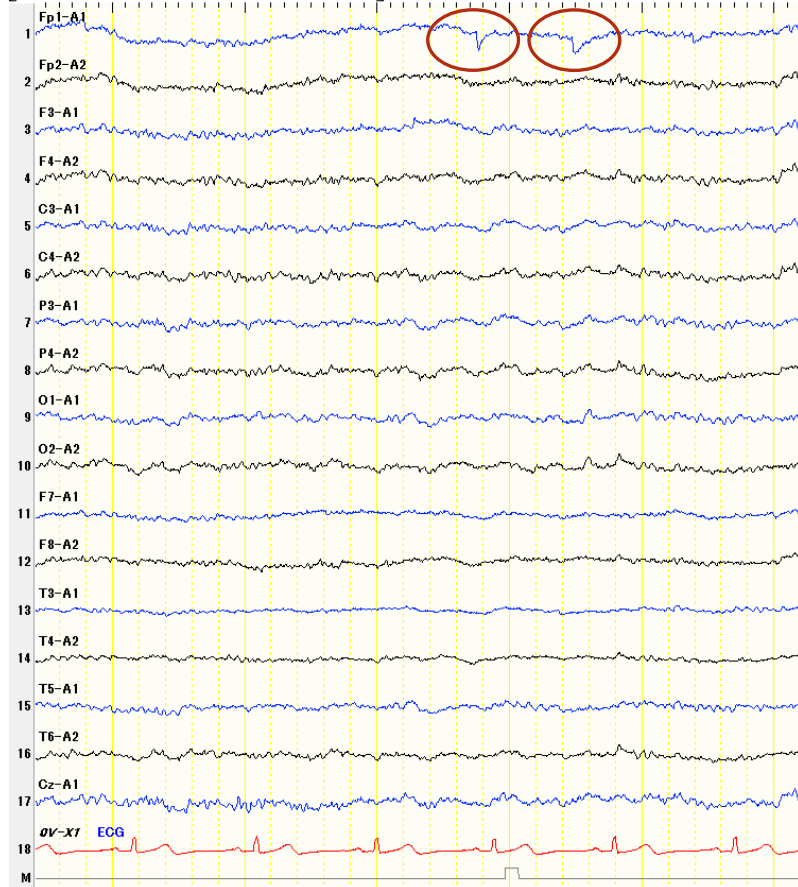
[SENS *10 HF *60 TC *0.1 CAL *50]



電極由来

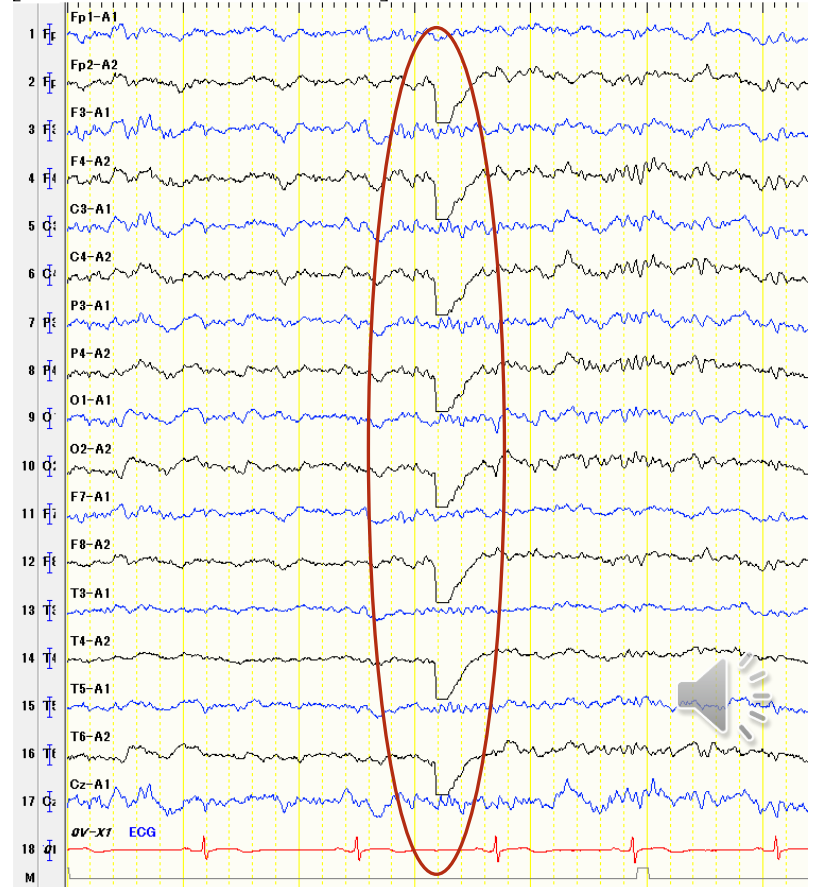
Fp1電極由来

[SENS 10 HF 60 TC 0.3 CAL 50]



A2電極由来

[SENS 10 HF 60 TC 0.3 CAL 50]

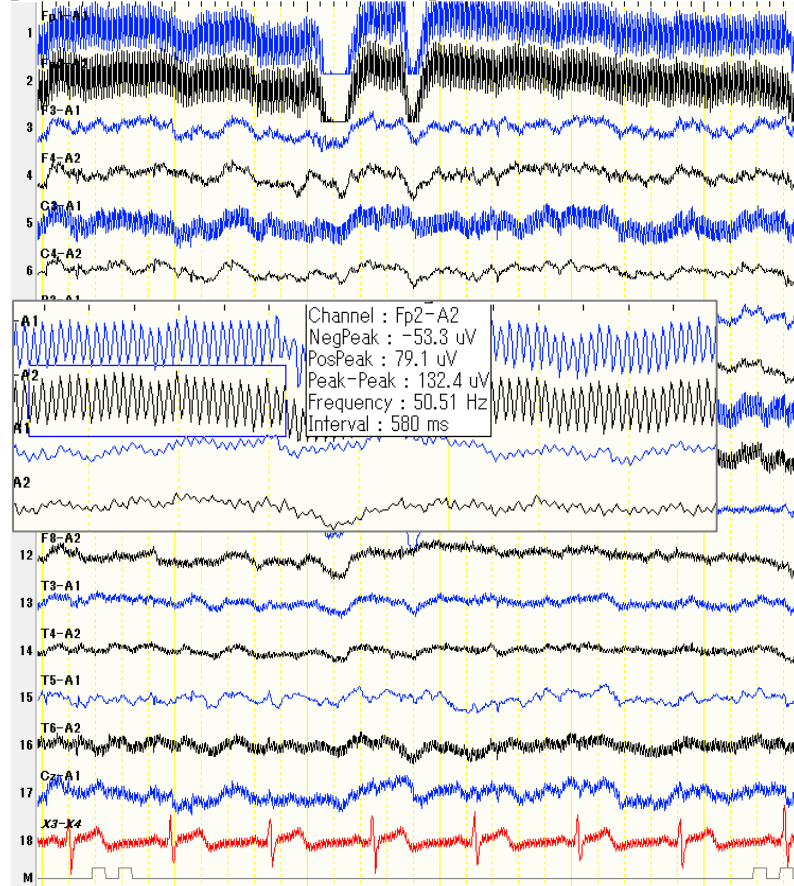


交流障害

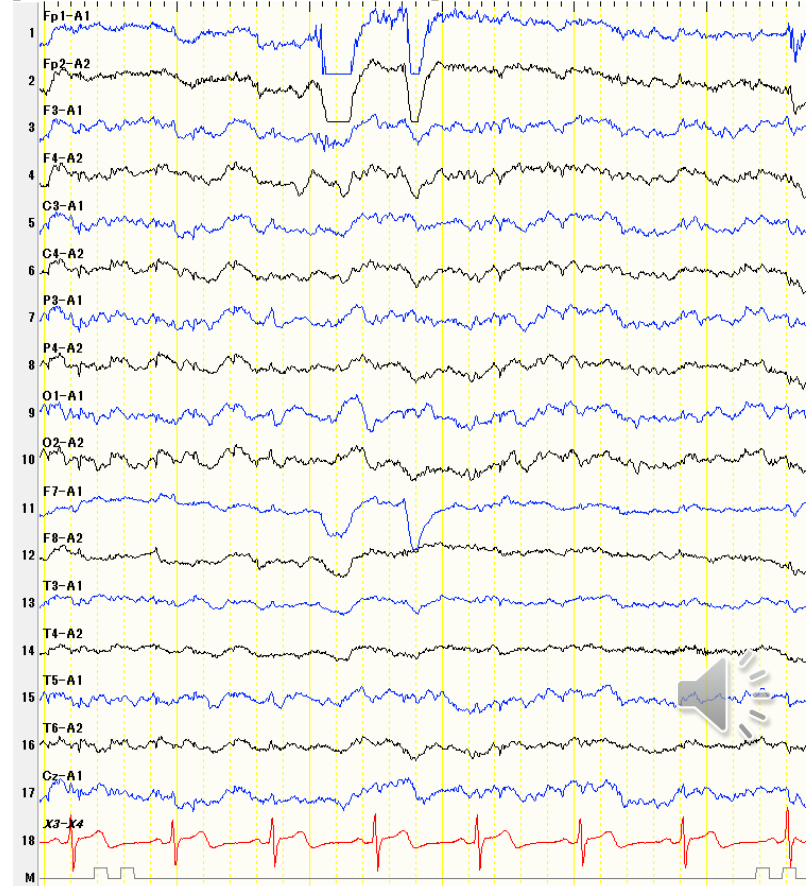
- ①周辺機器はバッテリー駆動に切り替える。
- ②電極のインピーダンスはなるべく小さくする。
- ③電極のリード線を束ねる。
- ④交流除去フィルタを使う

交流除去フィルタOn

[SENS *10 HF *60 TC *0.3 CAL *50]

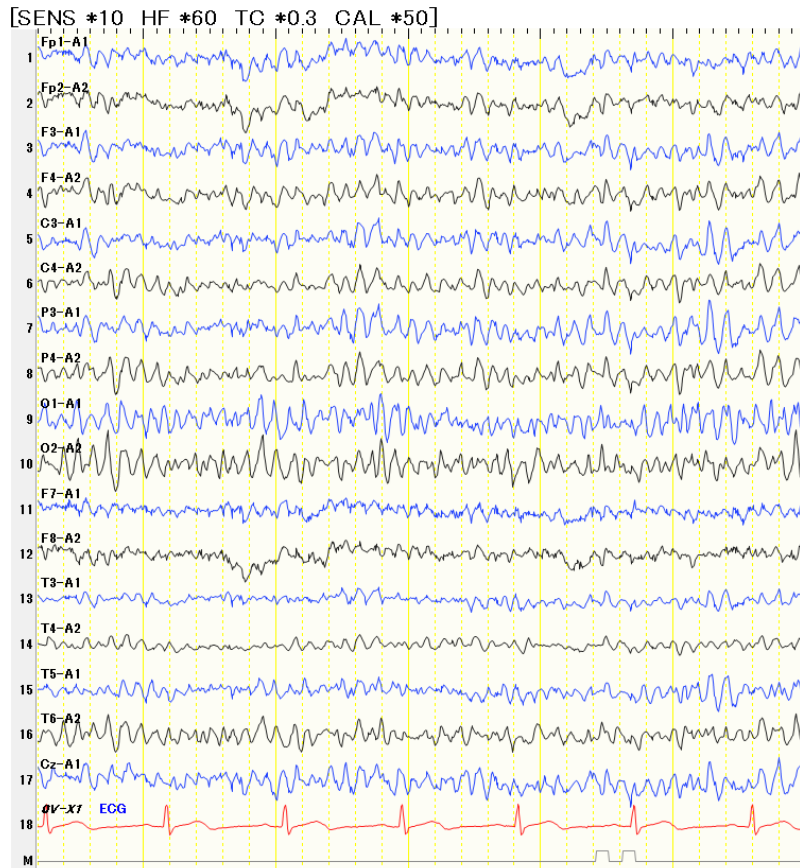


[SENS *10 HF *60 TC *0.3 CAL *50]

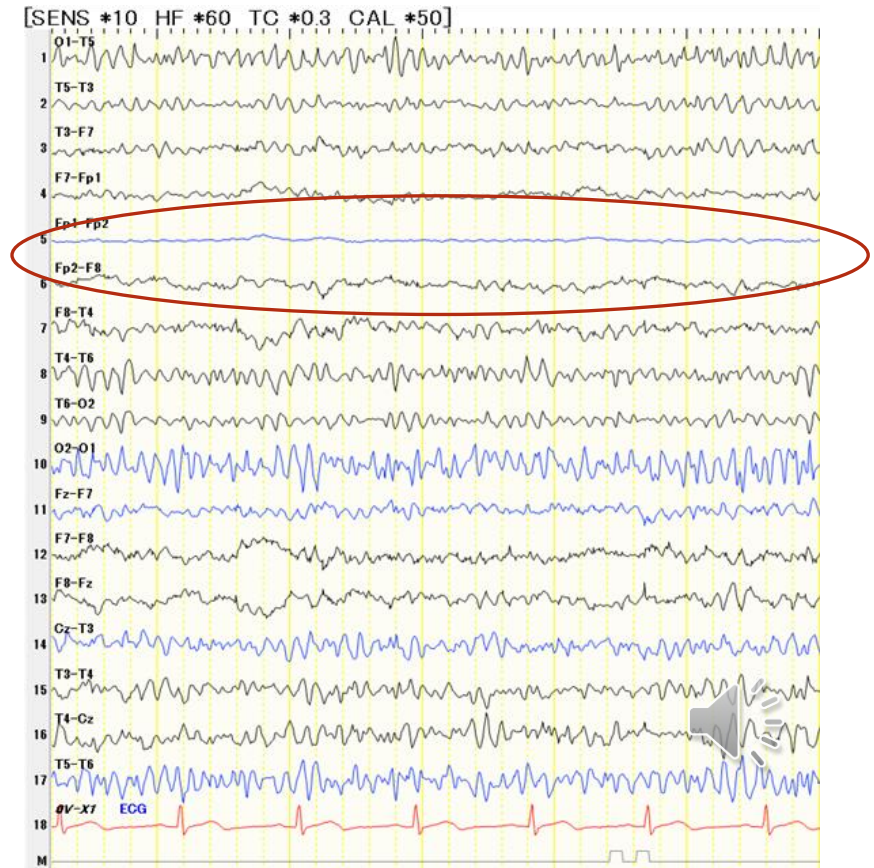


その他 電極間の距離が不適切

基準電極導出法



双極導出法



内容

1. 脳波の分類
2. 電極の配置と原理
3. 脳波電極の付け方
4. 脳波記録の実際
5. 発作時の対応
6. 最後に



脳波検査中のてんかん発作時への対応

1 安全確保

- ・安全に注意しながら記録を続ける。
- ・けがの原因となるものから遠ざける。
- ・応援者を呼ぶ。

2 記録の継続

- ・布団をはぎ、全身が見えるようにする。
- ・記録の邪魔にならない。カメラを適正な位置に設置する。

強直間代発作の場合、間代相に移行したら側臥位にして誤嚥を防ぎ医師に連絡する。

2分以上のけいれん、いつもより頻回に発作を繰り返す場合、いつもより長く続く場合などには医師に連絡する。

3 観察（記録）

- ・発作症状をビデオで記録する。
- ・物品（時計など）を呼称させる。
- ・単語（りんごなど）を覚えておくよう指示し、発作が終わった後で記憶を確認する。

認する。

- ・もうろう状態の場合無理に抑制はしない。

身体をお

回復し、
を続ける。
有無を確

内容

1. 脳波の分類
2. 電極の配置と原理
3. 脳波電極の付け方
4. 脳波記録の実際
5. 発作時の対応
6. 最後に



患者・家族の
理解と協力

検査精度
の確保

検査中の
継続的な
観察

適切な診断と
最適な医療へ

患者に寄り
添う対応

不安の
軽減

安全な検査



<引用・参考文献>

- ・ JAMT技術教本シリーズ神経生理検査技術教本
- ・ 臨床脳波学第5版
- ・ 電気生理検査技術者のための脳波計取扱の実際
　　<デジタル脳波計対応>
- ・ 臨床神経生理学**43**巻**1**号
　　デジタル脳波の記録・判読指針



ご視聴ありがとうございました

霜田 由美子 土田 昌美

