

知っておきたい臨床脳波 成人脳波判読のコツ

人見健文* 本多正幸

〔京都大学大学院医学研究科臨床病態検査学（検査部）* 講師／京都大学大学院医学研究科臨床神経学（脳神経内科）〕

本コンテンツはハイブリッド版です。PDF だけでなくスマホ等でも読みやすい HTML 版も併せてご利用いただけます。

▶HTML 版のご利用に当たっては、PDF データダウンロード後に弊社よりメールにてお知らせするシリアルナンバーが必要です。

▶シリアルナンバー付きのメールはご購入から 3 営業日以内にお送り致します。

▶弊社サイトでの無料会員登録後、シリアルナンバーを入力することで HTML 版をご利用いただけます。登録手続きの詳細は <https://www.jmedj.co.jp/page/resistration01/> をご参照ください。

▶登録手続

1. はじめに——現在の脳波検査に求められているものとは———p2
2. 脳波に関する基本知識の最低限を押さえよう———p3
3. 実際に脳波を判読してみよう———p14
4. 判読結果を脳波レポートに書こう———p70
5. おわりに———p72

▶HTML 版を読む

日本医事新報社では、Web オリジナルコンテンツ
を制作・販売しています。

▶Webコンテンツ一覧

1. はじめに——現在の脳波検査に求められているものとは

ポイント

▶現在の脳波検査とは、「一定の局在同定能力を有する脳の機能検査」である。

1929年にHans Bergerがヒト頭皮上からの脳波記録に成功してから90年以上が経過した。臨床脳波の検査の位置づけは、頭部CT、MRIの実用化前と後で異なると考えられる。1970年代の頭部CT、1980年代の頭部MRIの実用化以前は、脳の画像検査としては脳血管撮影や気脳写くらいであった。そのため、非侵襲的な脳波検査で感度を高めて脳の病変を検出しようという試みがなされていた。

頭部CT、MRIの実用化後には、詳細な脳の形態情報は画像検査によりもたらされるようになった。筆者や読者の多くも頭部CT、MRIの実用化後に医療に携わっていると思う。たとえば脳血管障害を疑わせる急性発症の半身麻痺の患者を診るときには、当然、頭部CTやMRIをまず施行しようとするであろう。最初に脳波検査をしようとする医師はおそらくいないであろう。

では、現在の脳波検査の位置づけとは一体どういったものであろうか。筆者が考える脳波検査とは「一定の局在同定能力を有する脳の機能検査」である。たとえば頭部MRIで右側頭部に陳旧性梗塞巣を有する患者がてんかん発作を繰り返す場合に、「右側頭部がてんかん焦点であるか？」という問題を解決する検査として脳波は有用であると考えられる。また意識障害の患者において、頭部CT、MRIで意識障害を説明できるだけの異常を認めない、あるいはICUなどから画像検査に出棟できない場合には、「意識障害の程度や予後はどうであるか？」という問題を解決する検査として脳波検査は有用であると考えられる。

本稿では、現在の頭部CT、MRI時代における脳波判読に関して、様々な脳波所見を提示しながら述べたいと思う。

2. 脳波に関する基本知識の最低限を押さえよう

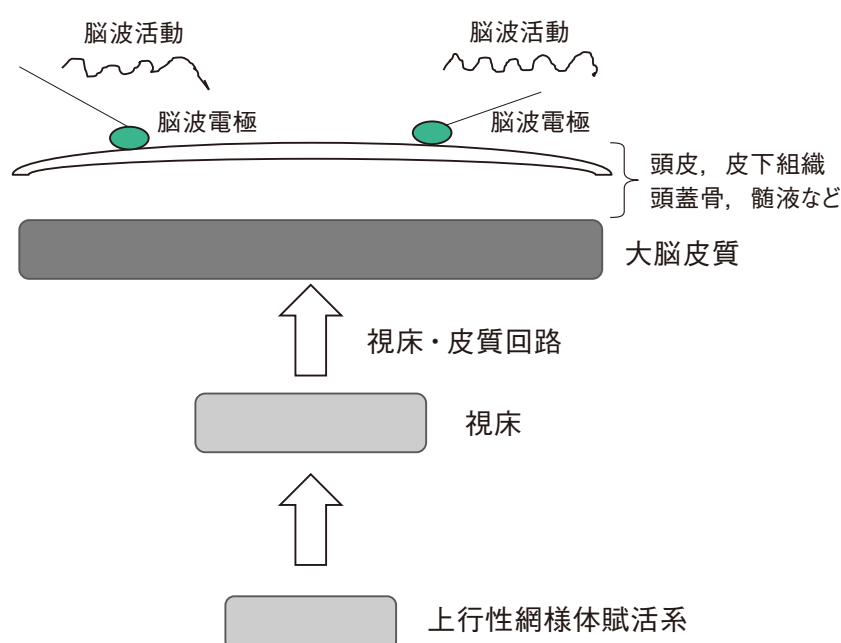
ポイント

- ▶発生機構・電極配置・導出法(モンタージュ)を理解する必要がある。
- ▶デジタル脳波計についても、フィルタやサンプリング周波数などの設定について理解する必要がある。

1 脳波の発生機構の概略

生理学的には、脳波は大脳皮質の錐体細胞群に生じるシナプス後電位 (postsynaptic potential: PSP), 主に興奮性のシナプス後電位 (excitatory PSP: EPSP) の総和とすることができる。脳波のリズム調整には深部構造, 特に視床が強く関与しており(視床・皮質回路), 加えて上行性網様体賦活系が覚醒・睡眠の調整に関与している(図1)。

図1 頭皮上脳波の発生機構の概略図

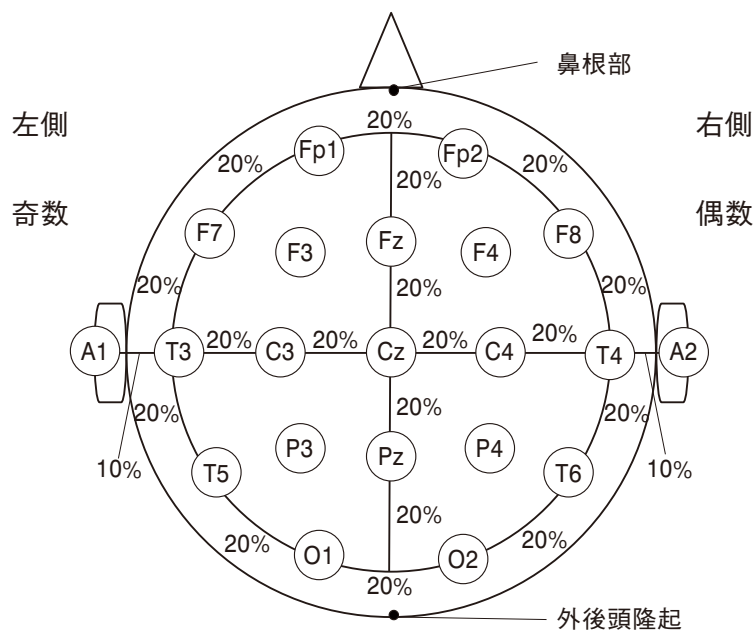


また、頭皮上から記録される脳波は電極近傍の一定領域の大脳皮質の電気活動(一般的には 6cm^2 以上とされる)を反映している。すなわち、それ以下の狭い範囲の皮質の電気活動は頭皮上からは記録されない可能性が高いことを知っておく必要がある。詳細については成書を参照されたい¹⁾。

2 脳波電極の配置

通常の頭皮上脳波の検査における電極配置は、国際10-20電極配置法が最もよく用いられている(図2)。

図2 国際10-20電極配置法



頭を上から見た図。FpzとOzは表示から除いている

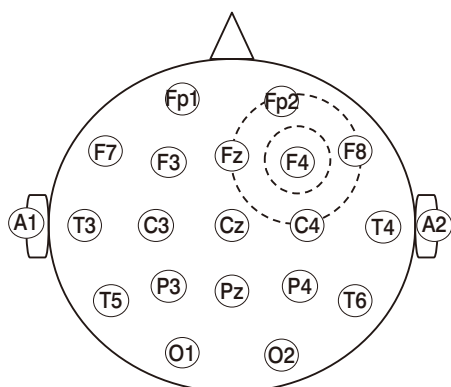
3 脳波の導出法(モンタージュ)

実際に脳波活動を記録する電極を探索電極もしくはは活性電極といい、基準となる電極を基準電極という。導出法(モンタージュ)には大きくわけて2種類ある。

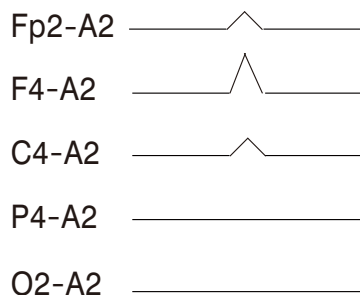
脳波計のGrid1は常に探索電極をつなぐが、Grid2を基準電極につなぐ場合は基準導出法、探索電極につなぐ場合は双極導出法と呼ぶ(図3)。なお脳波波形の表示は上向きを陰性(negative up)で表示する。

図3 基準導出法と双極導出法の違い

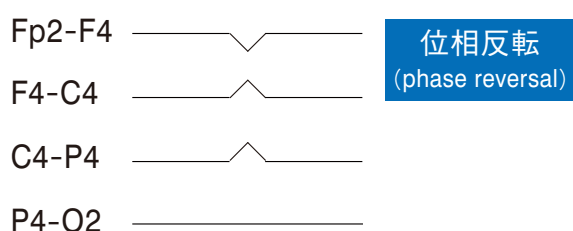
a: 右前頭部のてんかん性放電



b: 基準導出法 (同側耳朶基準電極導出法)



c: 双極導出法 (縦つなぎ)



基準導出法と双極導出法の違いを右前頭部のてんかん性放電を例にして説明する

- a: 仮に、 $F4 = -10$, $Fp2/F8/C4/Fz = -5$, それ以外の電極の活動を0という分布をとるてんかん性放電を認めたとする
- b: 同側耳朶基準電極導出法では、 $Fp2-A2 = (-5) - 0 = -5$ (上向き), $F4-A2 = (-10) - 0 = -10$ (上向き), $C4-A2 = (-5) - 0 = -5$ (上向き), $P4-A2 = 0 - 0 = 0$, $O2-A2 = 0 - 0 = 0$ となり、最大点は最も陰性のF4であるとわかる
- c: 双極導出法では、 $Fp2-F4 = (-5) - (-10) = +5$ (下向き), $F4-C4 = (-10) - (-5) = -5$ (上向き), $C4-P4 = (-5) - 0 = -5$ (上向き), $P4-O2 = 0 - 0 = 0$ と、最大点は位相反転 (phase reversal) を認めるF4であることがわかる

たとえば、右前頭部にF4を最大点とするてんかん性放電を認めた場合 (図3a), 同側耳朶を基準電極として用いた基準導出法では、F4を陰性最大点とする波形が観察される (図3b)。一方、縦つなぎの双極導出法では、最大点は位相反転しているF4で表される (図3c)。基準導出法、双極導出法にはそれぞれ利点、欠点がある (表1) ので、以下に説明する。

表1 モンタージュの利点、欠点

基準導出法 (referential montage)

利点: 広範な分布を把握する

欠点: 基準電極の活性化 (脳波, 筋電図など) で, 分布を見誤る

例: 耳朶電極の活性化

双極導出法 (bipolar montage)

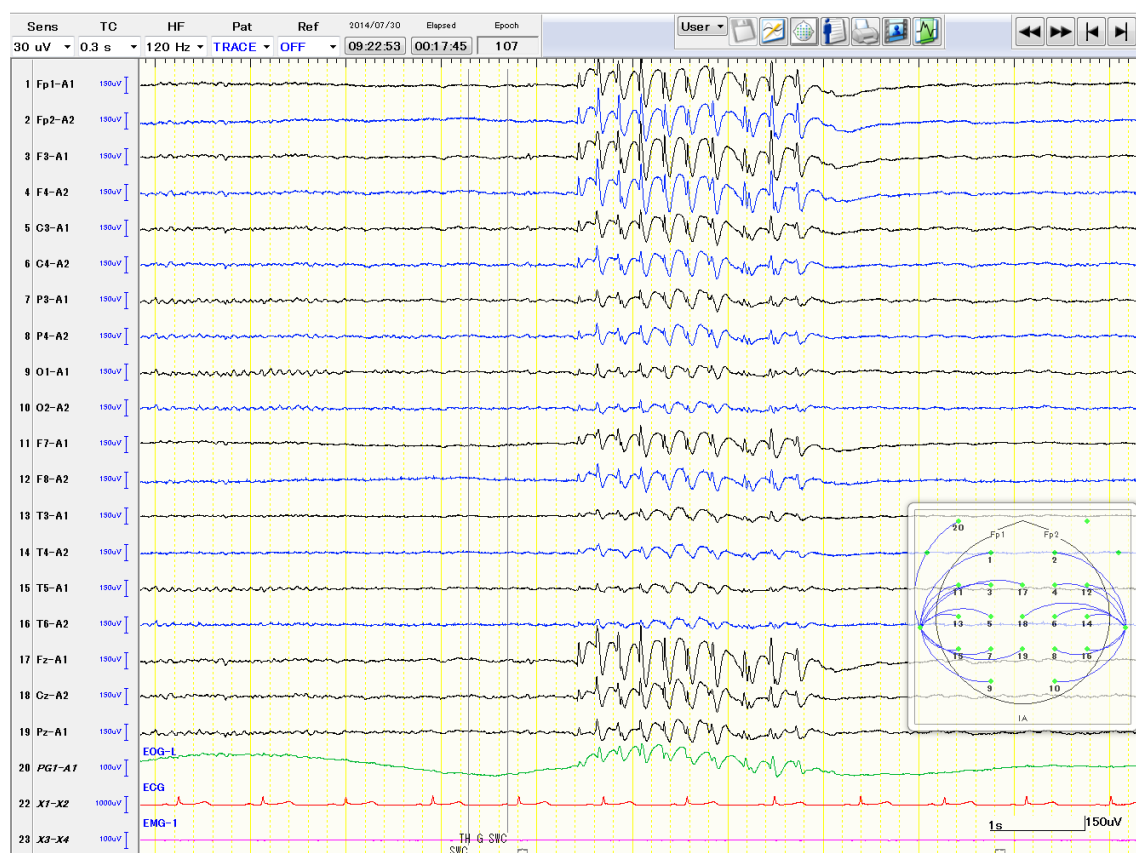
利点: 最大点を変極点 (位相反転) として抽出する

欠点: 全般的, やや断片化した全般的所見の最大点を焦点性と誤判読する

基準導出法の場合に基準電極として用いられることが多いのは, 同側の耳朶電極である。この導出法は半球性, 全般的の徐波や棘波など比較的広い範囲に出現する異常の検出に有用である (図4a)²⁾。ただし, 実際には耳朶の電位は必ずしも0ではない。

図4 全般的の脳波異常の導出法による変化

a: 同側耳朶基準電極導出法



全般的の3~4Hzの高振幅棘徐波複合を認める。同側耳朶基準電極導出法では棘徐波複合が頭皮上広く分布していることがわかる

b: 双極導出法

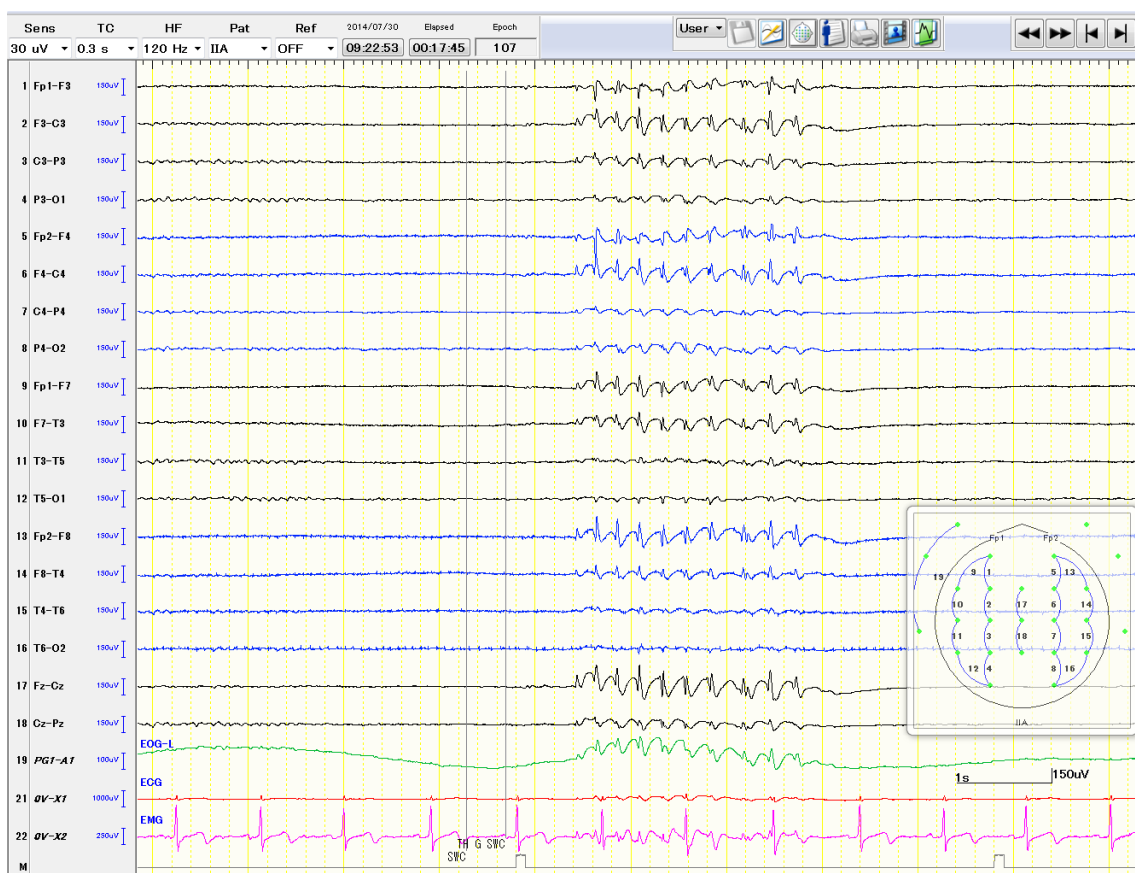


図4aと同じ全般性の3～4Hzの高振幅棘徐波複合だが、双極導出法では位相反転により最大点を抽出するため、両側前頭部の局在性の波形のように見えている (文献2より転載)

具体例としては、後頭部優位律動 (α 波) や側頭部の徐波や棘波が耳朶に波及する (耳朶の活性化) ことがしばしばみられる (図5a)²⁾。

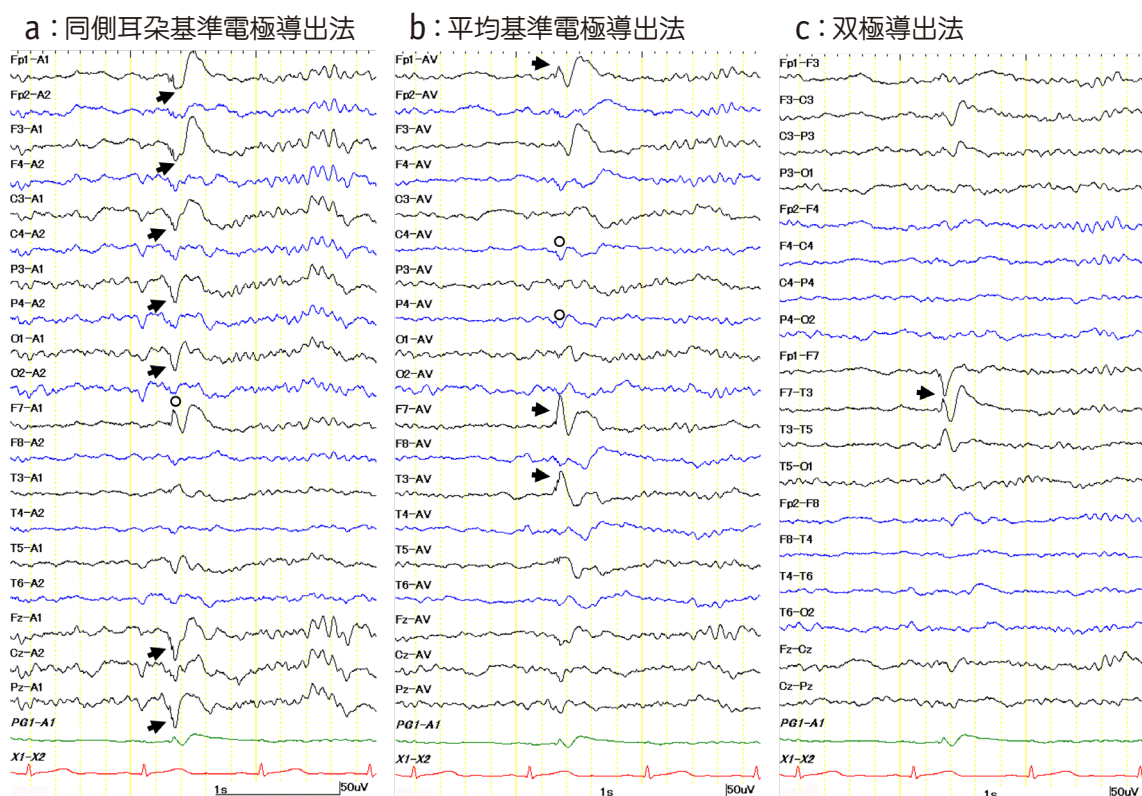
基準電極としては、平均基準電極を用いた導出法も比較的よく用いられる (図5b)²⁾。平均基準電極とは全電極から導出した脳波電位の平均値を基準とする。これにより耳朶電極の活性化による影響を減らし、脳波異常の局在を比較的明確に示すことが可能になり、また基準電極の電位を平均化することで雑音が減り、平均基準電極導出法では波形のS/N比が改善する。

しかし、すべての電極の電位が平均基準電極の電位に影響を与えるため、いずれかの電極にアーチファクト (瞬目アーチファクト) や全般性の活動 (全般性棘波) などの比較的大きな活動が混入した場合には、全導出に影響することを注意する必要がある²⁾。すなわち全般性活動に対して平

均基準電極導出法は不適切である。

双極導出法では、隣接する2つの電極を順次連結して記録するのが一般的である(例:Fp2-F4, F4-C4, C4-P4, P4-O2)。この場合2つの電極間の電位差をみるので、位相反転(phase reversal)により局在性の異常およびその最大点を見出しやすいという利点がある(図5c)²⁾。

図5 左前側頭部の棘波による左耳朵の活性化(左部分てんかん) 20代, 男性



- a: 左半球の広範囲に陽性波が出現している(黒矢印)ように見えるが、これは左前側頭部から出現した陰性棘波が基準電極である左耳朵(A1)にも波及し、基準電極が活性化されたために生じたと考えられる。ただし、最大点である左前側頭部(F7)はA1に比べてより陰性であり、低振幅ながらも陰性棘波を認めている(白丸)
- b: 同側耳朵を基準電極とした共通基準導出法(図5a)に比べて、耳朵電極の活性化による影響を減らすことができるため、左前側頭部に比較的明瞭な陰性棘波を認める(黒矢印)。しかし全電極の電位が平均基準電極の電位に影響を与えるため、C4, P4などでは基準電極の活性化により図5aと同様に陽性棘波を認める(白丸)。たとえば同側耳朵基準電極導出法では左半球の広範囲に下向きの陽性棘波が出現しているように見えるが(図5a)、矢状方向(縦向き)の双極導出法では左前側頭部に陰性棘波が出現しているのがわかる(図5b)。これは左前側頭部から出現した陰性棘波が基準電極である左耳朵(A1)にも波及し、基準電極が活性化されたために生じたものである
- c: 左前側頭部(F7)に陰性の位相反転(黒矢印)を認め、同部位に陰性棘波が出現していることがわかる
(文献2より転載)

ただし、全般性の電位については隣接する2つの電極の電位差が小さいことも多く、その場合には振幅が低下し平坦に近く見える場合がある(図