

## 「正常成人脳波の再検討」\*

| 越野好文

| Yoshifumi Koshino

## はじめに

脳波の正常・異常の判定は、発作性異常波や特徴的な三相波など明らかな異常パターンの存在、および通常の脳波を構成する諸要素の正常からの偏位に基づいて行われる。したがって脳波の正常・異常を判定するには、多数の健常者における脳波の各構成要素についての基準が必要である。

本研究が始められたのは1967年からであるが、すでに脳波は脳の活動状態を示す指標として日常の臨床においててんかん性疾患をはじめ、多くの疾患の診断に用いられていた。しかし、明らかな異常パターンは別として、正常からの偏りを判定するための基準となる日本人での基本的なデータは乏しかった。ところで日本では脳波に限らず、基本的な問題が十分に検討されないまま、外国のデータをそのまま使用することが多かった。

本研究は、外国のデータをそのまま用いるのではなく、日本人に対して適切に使用するために、基本に戻って、健常日本人を対象に臨床脳波を詳しく検討した研究である。

## I. 論文の内容

対象は募集に応じた18歳から55歳までの健常志願者350人である。社会的に十分適応し、重篤な頭部外傷・中枢神経疾患・精神疾患の既往・家族歴の認められない人である。中年者においては服薬中の人、高血圧の人を特に注意して除外した。

アーチファクトのために判読が困難な脳波記録や、脳波記録後に精神疾患を発症した人を除いた男性164人、女性155人、合計319人の脳波が検討された。

脳波は当時金沢大学医学部附属病院の中央検査部脳波検査室でルーチンにもちいられていた方法に従って記録された。すなわち新栄電気株式会社KM式脳波描記用電極装置でF<sub>p1,2</sub>, F<sub>3,4</sub>, C<sub>3,4</sub>, P<sub>3,4</sub>, O<sub>1,2</sub>, T<sub>3,4</sub>に電極を固定し、両側耳朶を基準電極とした。全記録時間は20分以上で、閉眼安静時記録を主とし、5回以上の開閉眼試験、3分間の過呼吸試験、光刺激を行った。

13チャンネル日本光電株式会社製ME132Bによって大部分の脳波が記録されたが、一部同社製132A, 132Cも用いられた。時定数0.3, 増幅度7mm/μV, 紙送り速度3cm/secを基本にし、波形の詳細な検討のために適宜6cm/secを用いた。皮膚電気抵抗は20KΩ以下に保つように努力したが、やむを得ない場合は30KΩよりやや高い場合もあった。

脳波と同時に水平方向の眼球運動を記録した。直径5mmの皿状電極に電極糊を満たし、両側外眼角の外方1cmのところを絆創膏固定した。時定数1.5, 増幅度は5mm/200μVで記録した。

脳波をα型脳波, 不規則α型脳波, β型脳波, 不定型脳波および異常脳波に分類し、脳波の構成要素について検討した。α型脳波は、閉眼安静

\*文献1) (本論文・参考文献とも学会会員ホームページに掲載します)

著者所属: 金沢大学名誉教授, 粟津神経サナトリウム顧問

時に8~13 Hzの $\alpha$ 波がみられる脳波である。たとえ $\beta$ 波、 $\theta$ 波が $\alpha$ 波より多くても、安静閉眼時に $\alpha$ 波のみられるものはすべて $\alpha$ 型脳波とした。260記録(81.5%)と大部分が本型であった。不規則 $\alpha$ 型脳波は数个連続して出現している $\alpha$ 波の周波数が3 Hz以上変動するものであり、32記録(10.0%)が本波型であった。 $\beta$ 型脳波は、閉眼安静時に $\alpha$ 律動がみられず、20~30  $\mu$ Vの $\beta$ 波が優勢なもので、13記録(4.1%)が該当した。不定型脳波は20  $\mu$ V以下の低振幅で、種々の周波数の波が不規則に混合し、 $\alpha$ 律動の認められない脳波であり、6記録(1.9%)を占めた。

検討した構成要素項目は、 $\alpha$ 型脳波については、 $\alpha$ 波、徐波および速波の出現量、そして $\alpha$ 律動についてはその分布、後頭優位性、連続性、振幅、振幅の変動、周波数、周波数の時間変動、周波数の部位による差、閉眼直後の促進、振幅の左右差、出現の左右差である。不規則 $\alpha$ 型脳波については、 $\alpha$ 律動周波数の時間変動を除いて、 $\alpha$ 型脳波と同じ項目を検討した。

$\beta$ 型脳波と不定型脳波は、 $\alpha$ 律動がないので系統的な検討は行わなかった。 $\beta$ 型脳波は、基本的な $\beta$ リズムの周波数は大部分の例で18~30 Hzの範囲にあり、振幅は40  $\mu$ V以下で、出現量は時間として25%以下が2人、50%以上が3人で、残り8人は25~50%であった。過呼吸で3人、閉眼直後に5人で $\alpha$ 律動が出現した。過呼吸および開閉眼のいずれによっても $\alpha$ 律動の出現をみないのは7人であった。また、不定型脳波では、最高振幅が20  $\mu$ V以下の人が4人、30  $\mu$ V以下が2人であり、周波数の範囲は4~25 Hzにわたる例もあれば、6~18 Hzと比較的狭い例もあった。大部分の例で部位的差が乏しく、全導出ともほぼ類似の波形を示していた。過呼吸(5人)あるいは閉眼直後(3人)に $\alpha$ 律動が出現する例があった。過呼吸および開閉眼のいずれによっても $\alpha$ 律動の出現をみなかったのは1人だけであった。

波形から脳波の正常・異常を判定するが、棘波に類似しているが当時はまだその臨床的な意義が

解明されていない波形がいくつかあった。 $\alpha$ 波は正弦様波形といわれているが、多少変形したものであっても正常範囲に属するものと考えられている。しかし正常・異常の境界は曖昧である。棘波・鋭波の特徴として背景脳波より区別されるという点があるが、臨床で判読する脳波において一応背景脳波とは区別できるが、棘波と断定することが躊躇される形の波がしばしばみられる。本研究では、持続は前後の $\alpha$ 波と同じで振幅だけが高いもの、先端が鋭くとがっているもの、前後の $\alpha$ 波より持続が短いもの、陽性のもの、陰性-陽性、陽性-陰性の2相性のものについて検討した。明らかに脳波が異常であった例を除いた311人のうちの約半数の48.9%にこれらの波形のいずれかが認められた。

当時はまだその臨床的な意義が判明していなかったmuリズムは、特有のアーチ形を示し、F-C導出を中心に出現し、開眼による減衰はなく、手を握る運動で抑制される $\alpha$ 帯域の波であるが、3.8%にみられた。またdiffuse alphaは $\alpha$ 律動に後頭優位性がなく、全導出に同じように分布し、時間的にみた $\alpha$ 波出現率は100%に近く、連続性良好で、周波数の時間的・部位的な変動がなく、振幅の変動も乏しい波形であり、日本でよく研究されていた。Diffuse alphaは3.4%に認められた。

過呼吸に対する反応として、多彩な脳波変化が観察された。 $\alpha$ 型脳波と不規則 $\alpha$ 型脳波で、軽度徐波増加、 $\alpha$ 波増加、 $\alpha$ 波の周波数の乱れ、遅い $\alpha$ 波の出現、速波の増加、振幅の増大、 $\alpha$ 波の減少、傾眠といった変化がみられた。これらの変化より頻度の少ないものとして高振幅徐波の出現、振幅変動の減少、早い周波数の $\alpha$ 波の出現、 $\alpha$ 波振幅の低下、全体としての振幅低下などがみられた。変化が生じなかったのは63人であった。

全対象の2.5%にあたる8人に明らかな異常所見が認められた。高度徐波(4人)、傾眠時の14および6 Hz陽性棘波(2人)、5 Hz棘徐波結合(1人)、phantom spike and wave complex(1

人)である。(なお、傾眠期の14および6 Hz陽性棘波は、現在では明らかな異常とはみなされていない)

18歳から55歳までの成人期の間においても脳波は年齢とともに変化することが示唆された。若年者には $\alpha$ 型脳波が多く、中年者には不規則 $\alpha$ 型脳波が比較的多く、また $\beta$ 型脳波も多くなる傾向があった。 $\alpha$ 律動の周波数は中年者でやや遅くなり、10 Hz以下の $\alpha$ 律動の出現頻度が増加した。 $\alpha$ 律動の振幅変動と左右差も中年者では少なくなった。徐波については、はっきりしたものは加齢とともに減少したが、ごく軽度のものむしろ増加した。速波の量は増加した。 $\alpha$ 律動の出現量も年齢とともに減少し、後頭優位性を保ちながら全導出に出現する例が減少した。Muリズムは若年者に多く、diffuse alphaは中年者に多い傾向がみられた。男女を比較すると、 $\alpha$ 型脳波は男性に多く、 $\alpha$ リズムの振幅は男性に低振幅が多く、女性では高振幅でしかも振幅変動が激しく不規則なものが多かった。また棘波、鋭波に類似する特殊な波形も女性に多いなどの性差がみられた。

脳波の構成要素の恒常性をみるために約1年後に34人について再記録を行った。全項目の判定が一致したのは12人で、残り22人には何らかの変化がみられた。しかし変化のあった項目はもっとも多い人で4項目であり、大部分の人は1~2項目に過ぎず、1年間では脳波に著しい変化は生じないことが示された。

## II. 本論文と関連した研究

基本から検討するという理念に基づいた研究をいくつか行ってきた。脳波判読に大きな影響を与える基本的な要因として、意識水準、年齢、そして精神科では向精神薬がある。それぞれについての研究を紹介する。

### 1. 意識水準

意識水準が脳波におよぼす影響については、覚醒時や睡眠時の脳波研究に比較して、その移行期

であるごく軽い眠気の時期についての研究は遅れていた。その理由は、この時期には短時間の間に多彩な脳波変化が生じ、パターン化が困難だったことがあげられる。この問題に対してボストンのマサチューセッツ総合病院の Santamaria, J. と Chiappa, K.H. は、水平と垂直の眼球運動およびトランスデューサーを用いて記録した眼瞼・眼球の運動の助けを借りて傾眠期にみられる脳波変化をまとめ上げた。すなわち傾眠に向かうと、覚醒眼球運動である大きな瞬きと迅速な眼球運動が消失し、小さく迅速な眼瞼・眼球運動、次いで緩徐眼球運動が出現する。この時期 $\alpha$ 波はなお存続しているが、周波数や振幅、そして出現部位も変化することをみだし、 $\alpha$ 波の消失が傾眠の始まりであるという従来の考えを訂正した。この結果は“The EEG of Drowsiness, Demos, 1987”にまとめられた。われわれは1992年に「傾眠脳波」と題して創造出版(東京)から翻訳出版した<sup>4)</sup>。

われわれは軽い傾眠を考慮することの重要性を事象関連電位の研究で示した。事象関連電位、特にP300は認知機能を反映する生理学的指標として、認知症や統合失調症などについて広く研究されている。認知機能は、意識状態、知能、注意力、判断力などいろいろな因子の影響を受ける。他方、P300は、覚醒時に比較して、睡眠中は潜時は延長し、振幅が低下するなどの変化を生じる。われわれは $\alpha$ 波が存続している軽い傾眠時に、刺激音の弁別に関しては覚醒時と正答率は変わらず、行為の面では影響がなかったけれども、P300は完全な覚醒時に比較して潜時が長く、振幅が低いことを報告し<sup>6,7)</sup>、覚醒時のP300を研究するときには、 $\alpha$ 波の消失した古典的な傾眠だけでなく、SantamariaとChiappaの指摘する軽い傾眠も注意深く除外する必要があることに注意を喚起した。すなわち意識水準の変化は軽度なものであっても認知機能に影響を与えることからP300の研究では意識水準を確実にコントロールことが前提になることを明らかにした研究で、基本的な視点に立った研究のひとつである。

## 2. 脳波分析

脳波には莫大な情報が含まれている。視察的判読ではそのごく一部しか利用できない。コンピュータ技術の発展により大量のデータの保存、再生、定量的処理が可能になった。そしていろいろな脳波解析手法が開発され、活発に脳波研究が行われている。ところでひとつ気がかりなことがある。それは研究の対象によって解析する脳波は異なるが、どの部分を解析するか、そして解析する時間をどのようにして決定するかというもっとも基本的な問題がきちんと考慮されているかどうかということである。

まず、解析する部分についてであるが、定量脳波を用いて基準になる脳波と研究対象になる脳波を比較するには、それらの脳波を記録したときの意識水準が同一に保たれていることが前提になる。たとえば覚醒時の安静閉眼状態の定量脳波を研究する場合は、意識水準の異なる軽い傾眠期の脳波が解析する脳波に混入することを防ぐ必要がある。解析部分の選択にあたりこのような点に十分配慮されているだろうか？

次に、脳波は時々刻々と変化する脳の活動を記録したものであるが、覚醒水準などの内的因子や音・光などの外的刺激からも影響を受ける。さらに脳波記録には瞬目、体動、筋電図などのアーチファクトも混入する。定量脳波では、脳活動によって生じる変動である脳波を平均化する。本来の脳活動以外の眠気や外的刺激に対する反応として生じる変動は除外する必要がある。本来の脳活動の変動を平均化するためには、分析に用いる時間は長い程よい。しかし、分析時間が長くなると本来の脳活動以外のいろいろな要因による変動の混入が多くなるので、これらの混入を防ぐためには分析時間は短い方がよい。それで定量分析にもっとも適した分析時間は研究目的によって異なってくる。分析時間の長さは、定量脳波を研究するときの基本条件のひとつである。分析時間についての検討は十分ではない。われわれは定量脳波の基本となる分析時間の長さについて検討した。そして、たとえば通常の安静閉眼時脳波の基礎波の定

量分析の場合には、5秒間を1エポックとして、8エポック、すなわち40秒間を分析するのが最適なことを示した<sup>5,11)</sup>。これらの研究も基本を重視する研究のひとつである。

## 3. 向精神薬の影響

脳波検査を受ける精神科患者の大多数が何らかの向精神薬を服用している。したがって脳波判読にあたっては薬物による脳波変化の知識が不可欠である。向精神薬による脳波変化としては基礎波の速波化、徐波化、振幅の増減、規則性の変動など背景活動の変化と、棘波や棘・徐波複合などの突発性放電の出現が主なものである。臨床の現場ではともすると向精神薬が脳波におよぼす影響に十分な注意が払われていないことが少なくない。これまでに、われわれは向精神薬による脳波変化についての総説をいくつか発表してきている<sup>2,3,8,9,10)</sup>。

## おわりに

脳波は臨床における基本的な検査のひとつとして確立されているが、精神科医は以前ほどには脳波に関心を持っていないのではないかと危惧している。脳波の判定・判読は難しいと敬遠する人も多い。脳波の判読には、パターンを認識するトレーニングが必要であるが、このトレーニングにはそれなりの時間が必要である。といっても脳波判定の自動化は困難である。また、きちんと記録された脳波の判読はそれほど難しいことではないにしても、脳波を記録することはアーチファクトとの戦いともいわれるように、きちんとした脳波を記録することは容易ではない。特に時々刻々と変化する脳波を臨床応変に過不足なく記録するには、記録方法マニュアルを超えた熟練の技を要する。きちんと記録された脳波は臨床医に多くのことを語ってくれる。

最後に臨床脳波の判読と脳波研究について考えていることを記して稿を終わる。

1. 臨床脳波の判読にあたっては、本論文で示した脳波の構成要素を漏れなく押さえる習

慣を身につけることが大切である。そして年齢・意識状態・薬物の影響—とりわけ軽い傾眠—に注意を怠らないようにする。

2. 定量脳波や事象関連電位などの研究では、軽い傾眠を含めた意識水準のコントロール、および明らかにしたいテーマに合わせて脳波解析部分の選択や解析に用いる時間などの基本条件を、きちんと定めることが大切である。

#### 文 献

- 1) 越野好文：正常成人脳波の再検討。精神経誌, 72: 1051-1088, 1970
- 2) 越野好文：薬物の影響。臨床精神医学, 17: 895-903, 1988
- 3) 越野好文：向精神薬による脳波変化。精神科治療学, 4: 327-339, 1989
- 4) 越野好文訳：傾眠脳波。創造出版, 東京, 1992
- 5) Koshino, Y., Murata, T., Oomori, M., et al.: The choice and length of an epoch for quantitative EEG analysis. Brain Topography, 3: 232-233, 1990
- 6) Koshino, Y., Nishio, M., Murata, T., et al.: The influence of light drowsiness on the latency and amplitude of P300. Clin Electroenceph, 24: 110-113, 1993
- 7) 越野好文, 大森晶夫, 西尾昌志ほか：ごく軽い眠気による P300 の変化。臨床脳波, 35: 792-796, 1993
- 8) 越野好文, 大塚良作：向精神薬と脳波(1)。臨床脳波, 16: 55-64, 1974
- 9) 越野好文, 大塚良作：向精神薬と脳波(2)。臨床脳波, 16: 117-128, 1974
- 10) 越野好文, 大塚良作：向精神薬と脳波(3)。臨床脳波, 16: 184-193, 1974
- 11) 大森晶夫, 越野好文, 村田哲人ほか：定量脳波における分析時間の検討。臨床脳波, 33: 262-267, 1991