

脳波について

Electroencephalogram

福島美奈子 長谷部ヤエ

Minako FUKUSHIMA and Yae HASEBE

(お茶の水女子大学院 ライフサイエンス専攻)

1.はじめに

我々が日常的に感じているストレスは、健康の維持、増進を抑制する。健康者におけるストレスと脳波の関連性について、脳波を使った例は少なく、その評価法がまだまだ未確立なために、明らかにされていない。脳の活動性の情報は健康状態とも強い相関を示しており、ストレスを反映する指標とされているが、この脳の活動性に関しても明確な評価方法は確立していない。

そこで、まず本稿では、脳の活動性を評価する方法として、EEG (脳波) 変化の計測の仕組みについて述べることにする。

2.脳機能診断法

Table.1 に脳の活動性を評価する方法とその原理を簡単に記す。

Table.1 Diagnostics of brain function

診断法	原理	観察対象
EEG	頭皮上電位分布より脳内信号源を推定	神経細胞活動
MEG	頭皮上磁界分布より脳内信号源を推定	神経細胞活動
fMRI	酸素飽和ヘモグロビン濃度の検出	局所脳血流量
PET	同位元素で標識した物質の断層画像	代謝、局所脳血流量
SPECT	同位元素で標識した物質の断層画像	代謝、局所脳血流量

3..EEG (脳波) について

EEG は electroencephalogram の略で、ドイツの神経生理学者 Hans Berger によって見いだされた。脳波とは 1~50Hz の周波数と約 10~100 μ V の振幅を持ち、電極によって記録される脳の電気活動を示している。非侵襲的であり、MEG (脳磁界計測) や f-MRI (機能的核磁気共鳴画像)、PET (陽電子断層法) などと比較すると、装置

も安価で計測も簡単であり、処理結果も迅速に得られる。現在の様々な物質に対する生理学的影響を評価する研究では、この EEG の変化の評価が主流である。さらに人の主観的評価と対応させ、両者の関係を明らかにすることが主になっている。

4.EEG の測定

電極の配置法

EEG は、頭皮の定められた 12 部位から測定される。測定される部位は F3,F4,C3,C4,P3,P4,O1,O2,F7,F8,T5 であり国際 10-20 システムで定められた部位である。国際 10-20 システムとはカナダの Jasper らにより提唱され、1958 年の国際脳波学会で標準化されたシステムである。Fig.1 に示すように、まず鼻根と後頭極を結ぶ矢状中央線を引き、その中点を頭頂として 10 等分する。また鼻根、左右の耳介前点、後頭極を通る頭蓋の周線を考え、それぞれ両側の周線を 10 等分する。続いて、頭頂を中心として半径が矢状中央線の 1/10 ずつ小さくなる同心円を 4 個描き、各側の頭蓋周線を 10 等分した各点と中心を結ぶ線分を引くと Fig.1 のようになる。両側耳袋に各 1 個の電極 A1,A2 をつける。

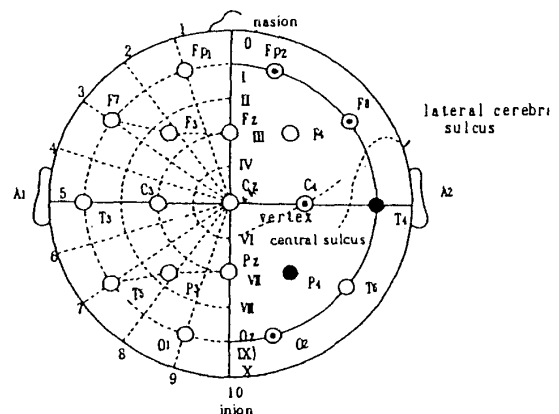


Fig.1 the International 10/20 System

5.EEG のデータ解析

EEG は生医学のソフトウェア (BIMTAS and ATAMAP,Kissei Comtec Instrument) で解析される。ストレス反応のような生理学的実験においては、安静時の脳波パワーに対するストレス時のパワーの変化は、ストレス時の 10 秒毎の時系列に FFT を適用し、そのパワーを推定、各時系列のパワーと安静時のパワーとの平均値の差の検定 (paired-t-test) を行う。脳波を構成する連続波形は周波数により Table.2 のように分類される。また α 波を $\alpha 1$ 波 (8~10Hz) と $\alpha 2$ 波 (10~13Hz) と区別することもある。

Table.2 the classification of EEG wave

名称	周波数帯域 (Hz)	出現状態
δ 波	<4	入眠、深い睡眠時
θ 波	4~8	眠気、過呼吸、疲労状態、低血糖
α 波	8~13	安静覚醒閉眼時、リラックス状態
β 波	13<	覚醒時で意識が明晰な状態で知的活動をしているときのようなはっきりとした目覚め状態

上記したそれぞれの周波数帯における脳波の活動性をイメージ化したものが t マップである。t マップは t 値とその修正された値から構成されている。t マップによって、脳のどの部位にどのような変化が起きているのかを確かめることができる。t マップを構成するために Fig.2 に示すような格子点が定められている。これらの格子点は測定されない点も存在し、これらは以下のような式で算出される。

- A: (Fp1+F7) / 4 B: (Fp1+Fp2) / 2
- C: (Fp2+F8) / 4 D: (T5+O1) / 4
- E: (O1+O2) / 4 F: (T6+O2) / 4
- Fp1: (F3+F7) / 2 Fp2: (F4+F8) / 2
- T3: (F7+T5) / 2 T4: (F8+T6) / 2
- Fz: (F3+F4) / 2 Cz: (C3+C4) / 2
- Pz: (P3+P4) / 2

さらに、t マップは以下の式によって修正される。

$$V(x,y) = \frac{\sum \sum f(m,n) \sin[\pi(x-m)] * \sin[\pi(y-n)]}{[\pi(x-m) * \pi(y-n)]}$$

F(m,n)は格子点の値である。

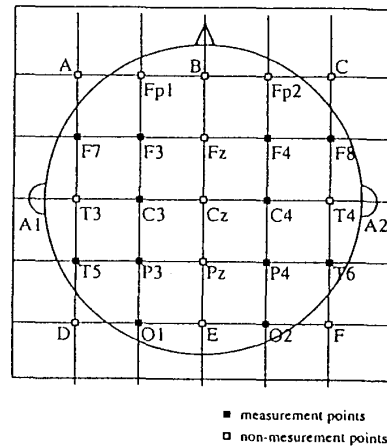


Fig.2 The electrode positions and the lattice points for the t-map

6.主観評価との対応

これまで生理学実験において生理学的指標と主観評価との関係を明らかにすることが行われてきた。脳波と主観評価との関係を示した 1 例として、嗅覚刺激実験¹⁾では、より強く快適と感じた香りに対して、 $\alpha 1$ 波の有意な減衰がみられるが、それほど快適と感じなかった香りに対しては $\alpha 1$ 波の有意な減衰は認められない。このことから、 $\alpha 1$ 波の減衰と快適感との間に関連があると思われる。また、 $\alpha 1$ 波の減衰は左頭頂部と左側頭後部で発生しており、これらの領域は感覚情報を統合する部位であるため、この部位において香りに関する神経活動が発生したと思われる。以上のことから、EEG は人のストレスや快適感の評価方法として優れた指標となり得るのである。

また、人工炭酸泉足浴刺激によって被験者は淡水のそれと異なる主観評価を示すことから、脳の活動性にも変化が見られるか否かを今後検討していく予定である。

<参考文献>

1.Y.Kikuchi:Effects of Inhalation of Oils on EEG Activity and Sensory Evaluation J.of Physiological Anthropology
 2.吉崎昌子：脊髄反射と脳波へおよぼすウォームアップの効果 (1998 年修士論文) 他