

視覚障害児の脳波

藤 田 千 代

I はじめに

視覚障害者の脳波については、ヒトの脳波発見の初期頃より数多くの実験報告がなされてきている。 α 波の出現について、Adrian, 山極一三(1935)¹⁾は、盲者の後頭部よりは導出しえないとしたが、Berger(1935)²⁾は、後天盲3名の脳波を導出し、後頭部より α 波が導出し得たと報告している。この様に α 波の導出と視力障害(先天盲であるか、後天盲であるか)との関係、すなわち後頭葉視覚一次中枢の機能と後頭葉皮質脳波における α 波出現の有無について論じているものが多い。また一方 α 波発生機構に関しての報告も数多くあるが、その多くは身体や心の発育発達と関連したものか、また的知なものに関連があるとしているもの、大脳皮質神経回路網の構成の完成と神経impulsの循環によって脳波の出現が生ずるものである。特に α 波出現については、眼球の動きがその発生原因であるとの極論も報告されている。 α 波は被験者の精神的緊張によって抑制されやすく、また一方後頭葉 α Rythmsの焦点となる部位は、Brodmannの17, 18, areaであって、光刺激に対して特別の感受性を示し、光刺激の反復によってRythmsが形成されると考えられている。Cohn(1949)³⁾は、視覚障害と α Rythmsが関連し、視覚障害によって、 α Rythmsは消失し、視覚回復後にまた α Rythmsが出現すると報告している。ピリヤームイネルによると、 α Rythmsは視覚皮質そのものが損傷による影響を受けた場合のみ、 α Rythmsの消失が認められるとしている。これに対してDレベルは、正常視覚者と比較して視力障害者にも非常に微弱であるが低レベルの α Rythmsが認められたと報告している。著者は視覚障害者の幼児、児童、成年の視覚障害の程度とこれら障害者の生活経験経過中に

において、脳波を導出記録し α 波の形成が、必ずしも光刺激だけによるものでなく、また α 波が視覚障害児でも、頭頂部、側頭部、後頭部から導出されるかを次の様な実験を計画し行い成績をえたので報告する。

II 被験者および実験方法

被験者は東京教育大学教育学部附属盲学校児童および後天盲学生1名、教官1名を選び脳波を導出した。被験者の身体特性は表Iの如くである。

実験法としては、被験者はリオン製防音シールド室内のベット上に仰臥位にし、心身の緊張をとって寝かせ、室内温度は、18°C~20°Cの範囲とした。脳波の導出は直径1cmの皿電極を用い、頭皮をアセトンおよびアルコールでよくふき、電極糊を用い、絆創膏にて、前頭、頭頂、側頭、後頭の各部と、耳たぶおよび鼻尖部に接着固定した。増幅器および記録器は日本光電工業KK製ME-130R脳波計を用い、時定数0.3秒で記録した。同時に出力をTEAC-R-70型Data-Recorderに

表1 被験者の身体特性

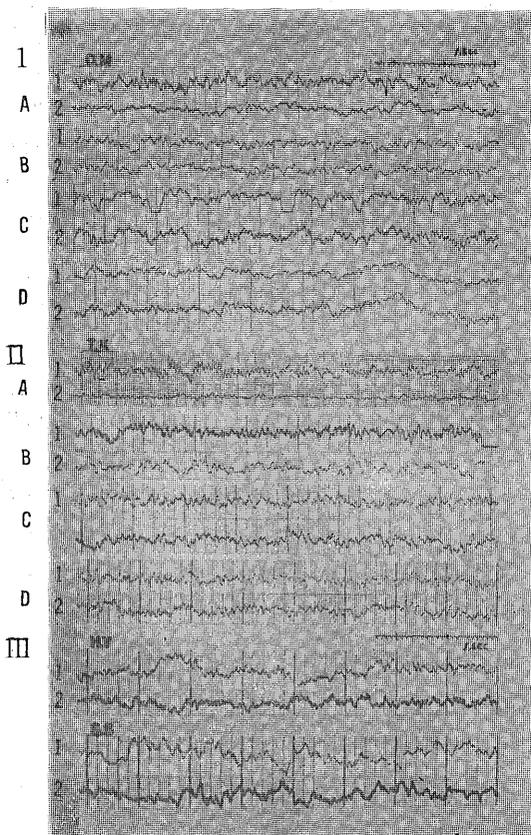
	氏名	視右	力左	疾患名	備考	記録時 年令
1	I. A	10cm	指数	視神経萎縮		7才
2	I. S	0	0	網膜芽細胞腫	無眠球	7
3	I. E	0.01	0	視神経萎縮	左無眼球	7
4	S. Y	0	0	未熟児網膜症	先天	7
5	N. K	0	0	"	先天	7
6	O. M	0	0	網膜細胞腫	2才時失明	11
7	T. K	0	0	"		6
8	K. K	0	0	奇形(小眼球)	12才時失明	21
9	S. Y	0	0	外傷	4才時失明 両眼球摘出	37

入れ記録し、その記録の一部を TEAC 製実時間
 相関計 (C-100) で自己相関をおよび周波数分析
 器 (F-100) で周波数を分析しこれらを X. Y.
 Recorder で同時記録した。導出は双極誘導、単極
 誘導を用い、局所部位の興奮性を検討した。増幅
 感度は $50 \mu\text{V}/\text{cm}$ または $100 \mu\text{V}/\text{cm}$ を用いた。

III 実験成績

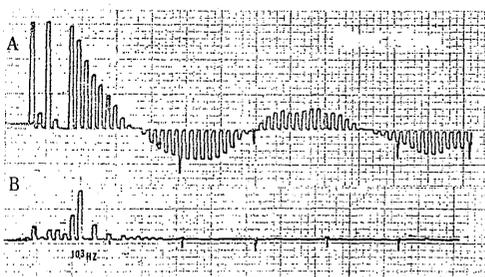
被験者 9 名のうちから、4 名の E. E. G をしめ
 したものが図 1 である。1 は後頭部、2 は後頭部
 の波形である。また 7 名の被験者の、前頭部—頭
 頂部 I, 後頭部—前頭部 II, 前頭部—側頭部 III,
 の各導出脳波を実時間相関計を介して、周波数分
 析を行ったもので、特に自己相関のある部分につ
 いて、分析を行った。この周波数分析の結果を示
 したものが図 2 の I および II である。II は相関図
 形を省略した。また各被験者ごとに出現の周波数
 をまとめたのが表 2 に示してある。

図 1



1 後頭部 2 側頭部

図 2-I

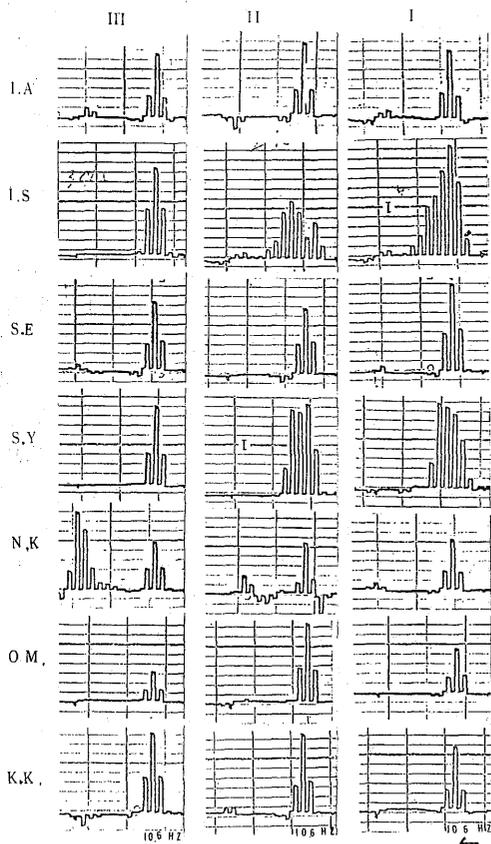


K. K. の側頭部 EEG 分析

A 相関図

B パワースペクトラム

図 2-II



次に α 波の出現頻度と年齢との関係を見るため
 に、図 I に示した各脳波 II III について説明する。

I は O. M. の 5 才 10 月月から 8 才 9 月月までの
 間の脳波記録である。

II は T. K. の 5 才 2 月月から 6 才 3 月月までの
 間の記録の一部である。

表 2 被験者の各誘導における出現周波数

誘導部 被験者	I	II	III
I. A	13.3zH	10.6~13.3Hz	4.2~13.3Hz
I. S	7.9~10.6	5.3~10.6	10.6~13.3
S. E	2.6~10.6	2.6~10.6	2.6
S. Y	1.3~7.9	1.3~7.9	1.3~5.3
N. K	5.3~10.6	7.9~14.4	5.3~10.6
O. M	5.3~10.6	1.3~5.3	10.6
K. K	10.6	10.6	10.6~13.3

ⅢはH. Y. とS. S. のそれぞれ小学校2年生児童の脳波である。

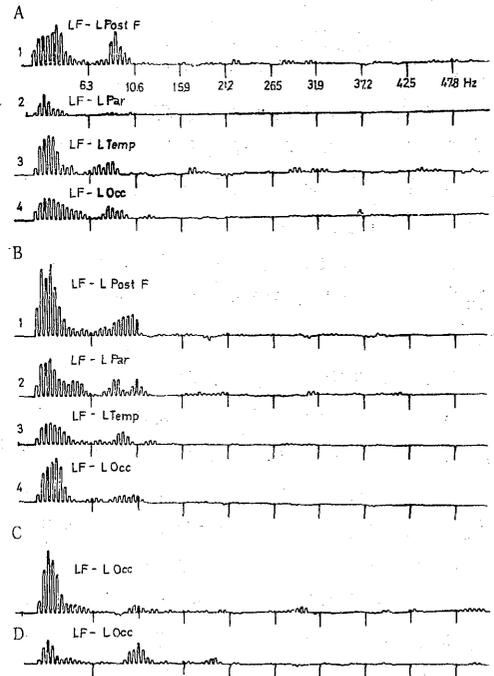
これらの脳波を10秒間について、 α 波の出現頻度を%で示したものが表3である。O. M. の側頭部では α 波帯域波が、経時的に増加している傾向にあるが、後頭の部位では側頭の部位ほどの明らかな増加はみられないが、6.10才から7.10才間の差は明らかな増加を示している。T. K. では幼児部より入学時までの α 波出現の比較であるが、O. M. に比して5.2才で側頭部ですでに後頭部より倍の値を示し、5.8才で最高値を示し、その後は安定しているが、後頭部では5.8才から5.9才までに約2倍の値を示している。H. Y. とS. S. は視覚障害児小学校2年生であり、O. M. との比較の2例であって、ともに側頭の部位に α 波帯域周波数の出現%が、後頭部より高い値を示しているが、O. M. に比べて低い値である。以上の成績から視覚障害児、全盲および光覚程度の者でも側頭部および後頭部より α 波帯域の周波数がえられることを示しているものである。

次に視覚障害児において、側頭部および後頭部から α 波が導出されることから、更に3名のものについて、実時関相関にもとづく周波数分析を行った結果をみると図3に示すごとくである。相関図形は省略した。AはT. K. の5.9才時であり、BはT. K. の6.3才時であって、それぞれ双極誘導であるが側頭前部、頭頂、側頭、後頭(1. 2. 3 4)の分析の結果である。CはO. M. の8.9才時の後頭部脳波である、極めて少ないが α 波の出現があり、DはS. Y. の37才時(両眼摘出)の後頭部脳波である。各分析値において低周波成分が現われているが、これは Recorder および Tape の

表 3 10秒間における α 波出現頻度

被験者	性	記録時 年齢	視力	側頭部	後頭部
O. M	♀	5. 10	0	35%	40%
		6. 10		52	47
		7. 10		65	72
		8. 9		75	60
T. K	♀	5. 2	0	65	30
		5. 8		80	35
		5. 9		70	60
		6. 3		75	65
H. Y	♀	8	0	60%	30%
S. S	♀	8	R L S L 0.01	55	38

図 3



再生時におけるノイズによる成分である。

IV 実験成績の考察

図1から考察できることは、側頭部、後頭部より視覚障害においても、安静状態で α 波帯域の周波数の出現があることである。このことをさらに誘導部位ごとにみたのが表2であって、被験者I A. よりN. K. までは7才児、O. M. は11才、K.

K. は21才であり、それぞれの個体差および年齢の差がみられる。すなわち I. A. と I. S. では I II III ともに α 波がみられるが S. E. は I II に α 波が、S. Y. では I II に δ 波 θ 波成分が III では δ 波が、N. K. では I II III ともに α 波成分が出現しており、O. M. では I に θ 波 α 波が II に r 波が III に α 波が、K. K. では I II III ともに α 波が出現しているのがわかる。

表3は、一般人でも4才から11才位の間で α 波が定位されてくることが知られていることから、O. M. と T. K. の側頭部および後頭部の α 波の出現が、発育成長とともにどのように変るかをみたものである。O. M. の場合側頭部では、6.10才の時52%、8.9才で75%、後頭部でも6.10才の時47%、8.9才で60%の値を示し、また T. K. の場合も側頭部で5.2才の時52%、6.3才で75%、後頭部では5.2才で30%が6.3才の時65%とを示している。さらに O. M. の8.9才と比較して、H. Y. の8才時を見ても側頭部で60%、後頭部で30%を、S. S. の8才時では側頭部55%、後頭部38%といずれも O. M. ・ T. K. より低い値をしめしている。この原因は、O. M. , T. K. は共に琴を練習し、一つの課題が完成している時期でもあった。

図3より後頭部のみの α 波の出現を比較すると、Aは T. K. の5.9才の時、後頭部に θ 波が出現しており、Bは、T. K. の6.3才時 α 波がやや出現し、Cは O. M. の8.9才時 α の波帯域全体に出現し、Dは S. Y. の37才時のもので α 波帯域全体に出現がみられている。側頭部や後頭部からこのような α 波帯域周波数成分のものがえられることは単に光だけの因子で α 波が構成されるのではないことを意味するものと思われる。

V 考 察

視覚障害児の後頭部・側頭部から α 波帯域の脳波が導出し得たことは、何をその α 波発生の要因と考えるべきであろうか？ 後頭部 α 波の発生要因としては、光覚・視覚がその要因と考えられてきたが、先天視覚障害児や後天的視覚障害児において後頭部・側頭部からの α 波成分の出現は、単に光受容機構と視能力との関係だけでなく、他の

要因をも考えなければならない。後天視覚障害者では、後頭部の α 波消失が一時期おこることから、その脳波の導出時期が重要であって、正常視能力者においては、光刺激の反復ということがたしかに後頭部視覚第一次中枢の賦活を伴う興奮活動として重要な要因である。弱視者では 50 Lux の低照度下での EEG 導出では、 α 波の抑制は見られず後頭葉 α 波の成因が単に光刺激だけのものではないことを示している。また寿原等⁴⁾は、視覚障害者(全盲)に音刺激を加えると E. E. G に α 波帯域の構成が見られることを報告している。Lindilry (1936)⁶⁾ は発育経過と脳波の出現頻度を報告しており、また Corbin と Bichford (1955)⁷⁾ は各年齢における各周波数の出現電位を報告しているが、これらは視覚正常者についてである。著者は盲児および盲成人の Power-Spectrum を得たのが4図である。(T. K. 59才時。O. M. 8.9才時。S. Y. の37才時の後頭部から誘導)。これら双極誘導であるが α 波帯域の脳波がえられたこと、また側頭部からも図1の如くに α 波の出現が見られることは単に光受容機構のみによって α 波が形成されるものでないことを示唆している。Butler & Glass (1970)⁸⁾ の眼球の動きや眼瞼の動きによって、 α 波の生ずるということを必ずしも否定することはできないが、本実験では無眼球者眼球摘出者においても α 波がえられている。また側頭部の α 波帯域の出現頻度を検すると、側頭部の方が後頭部より優位の傾向にあり、被験者 O. M. および T. K. において側頭部 α 波優位の時期は両者ともに運動能、筋覚、触知覚弁別能が上昇している時であった。特に O. M. の8.9才時と T.

図 4

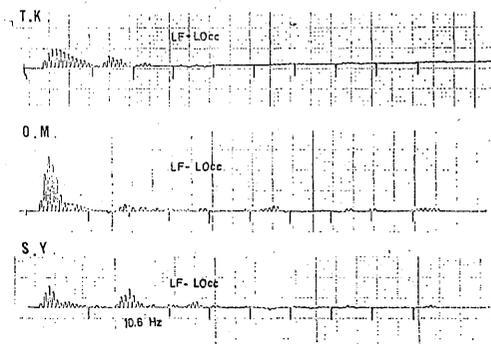
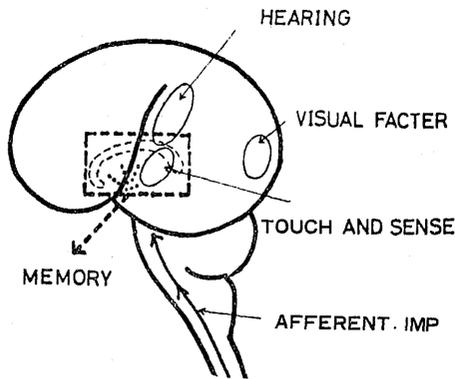


図5 α 波形成機構



K. 5. 8才時は琴の練習を始め、曲が暗符で演奏できる時期でもあった。また両者は点字習得の前後においても側頭部 α 波の出現の変化が見られた。もし脳波の周波数、および電位が発育と共に固定化されていくものであるならば、そこに脳の機能として知覚認知の過程や記憶との間に脳波形成特に α 波帯域の完成と関係があるものであろうと推論するわけである。

図5に示す如く、側頭部位は触知覚、聴覚の第一次中枢であり、求心性 impulses によって賦活され、知覚から認知過程へと発展する中での一つの興奮が、この周期性を形成するのではないだろうか。Eccles⁹⁾によれば大脳皮質神経網環による一つの反回抑制回路によるところの興奮 Rhythms の形成が知られているが図5から考察するならば、側頭部は視覚過程の伝導系およびその一次中枢ではなく、触知覚、主として皮膚感覚、体制感覚の知覚認知の伝導および中枢として知られていることから、側頭部の α 波は意識下での興奮レベルによる周期性電位発生ではないかと考察した。O. M., T. K.において特に現われる側頭部 α 波は、安静状態での脳波の導出ではあっても触知覚認知、筋覚を琴の演奏を通して、聴覚からもフィードバックされて構成されたものと思われる。また、 α 波の Biofeed back として実験を行なった際 α 波を意識して出現した被験者の内省報告の多くは、呼吸や完成された動作、運動様式の imagination である。(未発表)また、後頭部に出現する α 波は後頭部に何等かの神経機能の再生がおこったものであるのか、単に側頭部からの波

及性のものなのかは本実験からは判断しえなかった。感覚の統合部であるとされる間脳では諸核で各種感覚系路同志の干渉が知られており、2種以上の異なる刺激に応ずる neuron が存在しても不思議ではない。また視床が皮質に対しても中継所としての役割だけでなく連合核としての調整的作用も行っている。視床核は特定の皮質へ線維を送ると同時にその部位は附近から皮質視床枝を逆に向け、視床皮質の間に交互作用を行っている。McCulloch (1942)¹⁰⁾は皮質の各部分のお互いの間のストリキニーネによる誘発電位の発生をしらべ第19領野は皮質全体から impulses をうけ、第18領野は第17領野から impulses をうけているとしている。このことから、第18および第19領野は第17領野と密接な連絡があり、同時に他の皮質領野や皮質下の領野とも連絡していることが知られている。Penfield & Rasmussen (1952)¹¹⁾ Meyer & Yates (1955)¹²⁾ によって側頭葉の一部にも後頭葉とともに視覚による記憶や認知に関する領野のあることが報告されている。

またサルでは、腕に対応する感覚領を破壊しても感覚機能はある程度回復してくる。これは腕一皮質とこれに投射する視床中継核において、側枝と介在 neuron による他の領域へのう回路の促進形成によって腕の感覚 impulses が運動領に連絡することが Glee (1953)¹³⁾ によって報告されている。図4の3は眼球摘出者の脳波であって、このように α 波が出現することは、視覚の代償的触知覚行動が、皮質一皮質間興奮波及によるものかまた皮質下核を介してのものなのかは明らかではないが、後頭部 α 波の成因の一要素として、代償的触知覚能の向上や、筋覚・体制感覚の記憶等が関与することが、その構成の説明となるものと考察した。

まとめ

- 1 視覚障害児の側頭部、後頭部から α 波を導出し得た。
- 2 眼球摘出視覚障害者からも α 波を導出し得た。
- 3 触知覚認知能の向上に従って側頭部 α 波の出現が固定化される傾向である。

4 後天視覚障害者で完全失明33年後において
 α 波が導出された。

本研究は第10, 11回大会日本特殊教育学会においてその一部を発表している。

文 献

- 1) Adriam, E. D. & 山極一三 (1935) Brain, Vol. 58, No. 323.
- 2) Berger, R. (1935) Arch, pschiatr, Vol. 103, No. 445.
- 3) Cohn. R. J. (1978) Neuro physiol, Vol. 11 No. 1.
- 4) 寿原健吉等 (1971) 東京教育大学教育学部紀要 Vol. 17.
- 5) 寿原健吉等 (1972) 東京教育大学教育学部紀要 Vol. 18

- 6) Lindsbry (1938) 新脳波入門より (南山堂)
- 7) Corbin, H. D. E. and Bichjord, R. G. (1955) Electroenceph. chin Neuro physiol Vol. 7 (p. 15—28)
- 8) Butler, S. R. & Glass. (1970) Nature, Vol. 288 (p. 11—11)
- 9) Eccles, J. C. (1951) E. E. G. and clin Neuro physiol, Vol. 3 (p. 449—464)
- 10) McCulloch. (1942) 新生理より Biol Symposia Vol. 7.
- 11) Penfield. W. & Rasmussen T. (1952) The cerebral cortex of man, Macmillan, N. Y.
- 12) Meyer, V. & yates. A. J. (1955) J. Newal Neurosurg psychiat, Vol. 19, No. 44.
- 13) Glees, P. (1953) 新生理より Mschr, Psychiat Neural Vol. 125.

Summary

The EEG in the Visually Handicapped

Chiyo Fujita

The author led and analyzed the EEG of occipital and temporal regions in the visually handicapped. The analysis was done with regard to 1) counting the Alpha wave in ten sec, and 2) the data recorded in DATA-RECORDER (TEAC, R-70) by use of real-time digital CORRELATION-RECORDER (C-100) and spectorum ANALYZER (F-100). Subjects consisted of the congenital and acquired blind children and the acquired blind adults.

The findings were as follows :

1. The Alpha wave was led from temporal and occipital regions in the visually handicapped children.
2. The Alpha wave was also led from the person who lost both eye balls.
3. There is a tendency of the Alpha wave of temporal region to be fixed in accordance with the improvement in ability of recognizing the tactile perception.
4. In the case of one blind, the Alpha wave was found even after 33 years of total blindness.