

Title	精神活動と脳波(3)：アルファ波抑制の型について
Author	谷, 嘉代子 / 佐々木, 伸子
Citation	大阪市立大学家政学部紀要. 20 卷, p.151-157.
Issue Date	1973-03
ISSN	0473-4742
Type	Departmental Bulletin Paper
Textversion	Publisher
Publisher	大阪市立大学家政学部
Description	

Placed on: 大阪市立大学学術機関リポジトリ

Placed on: Osaka City University Repository

精神活動と脳波 (3)

—アルファ波抑制の型について—

谷 嘉代子 佐々木伸子

Mental Activities and Electroencephalograms (3)

—On the Types of Alpha-Waves-Blocking—

By KAYOKO TANI AND NOBUKO SASAKI

精神活動による脳波の変化については、脳波の発見以来の多くの研究者の関心事であった。このテーマに関する歴史は、先に報告した¹⁾²⁾のところでふれなが、外的刺激に反応して変化を示す脳波、アルファ波の現象は、当然多くの研究者をして精神活動中の脳波の実験にむかわせることになった。中でも、計算をしているときに生じる脳波変化については、もっとも多くの文献があり、計算のさいのアルファ波の周波数の変化、周波数の分布図の変化、およびアルファ波の出現量の変化について多くの研究が報告されている³⁾⁴⁾⁶⁾⁹⁾¹³⁾¹⁵⁾。しかし、それらの脳波変化と精神活動を操作的に対応させて、その変化の心理的意味を明かにさせようということになると、両過程に一義的な対応関係を見出すことは簡単にはいかない問題となる。たとえば、そこで課せられる精神作業の内容が、難かしくなればなる程、それに対応する脳波変化が大きく(または小さく)なるかという、必ずしもそのようにはならないのである。脳波活動の心理的解釈に心理的過程としての思考型(視覚型、聴覚型)の概念を入れてみたり²⁾⁵⁾¹⁶⁾、思考過程の中に高次の過程を区別して、特定の脳波変化を説明しようと

する³⁾などがなされている。このように精神活動中における脳波—心理関係は、多くの興味の対象でありながら、明かな説明が得られていないという現状である。

本論文においても、目的とするところは脳波が心理プロセスをモニターするのに適切な方法であることを評価して、精神作業によるアルファ波の変化を組織的に明かにしたいとするものである。とくに今回は、その研究方法、アルファ波変化の表現の仕方を中心的に考え、検討しようとしている。

方 法

被験者：20名の男女学生で、年齢は20才から25才のいずれも健康な成人である。実験について被験者は、大略の内容を知らされており、実験の協力を快諾し、作業ではよい成績を収めることを期待している態度であった。

精神作業：実験に使用された精神作業は、いずれも脳波に変化を結果するような作業がえらばれた。それらの作業は心理的に緊張の程度を異にするよう、また、作業としての種類が違っているように考慮し、次の第1表のような9種の作業とした。作業の種類としては、記憶で

表—1 精神作業の種類

No.	Name of Mental Task	Sort of Task	Limited Time
1.	Calculation : 1 digit	Calculation : Visual	10 min.
2.	Finding Cards	Sensory-Motor : Visual	1 per 2 sec.
3.	Numbers Puzzle : See Fig. 1	Sensory-Motor : Visual	
4.	Listening Numbers	Sensory-Motor : Auditory	1 per sec.
5.	Names (Birds, Fruits)	Recall	
6.	Drawing Map : Japan	Recall : Visual	
7.	Copying Map : Japan	Sensory-Motor : Visual	
8.	Memory Patterns : See Fig. 2	Memory : Visual	10 sec.
9.	Memory Numbers : 2-8 digit	Memory : Auditory	1 per sec.

あるか、感覚運動的作業であるか、そしてそれは、視覚系に与えられる課題であるか、視覚系に系えられるかの感覚経路を区別して示した。また、作業が時間制約をもつ作業であるかいなかも示した。作業の内容を簡単に説明すると、1の計算作業は1桁の加算作業で、クレペリン作業検査を利用したものである。2のカードさがしは、絵カルタのような小さなカードの中から特定のカードを探し出すもので、2秒に1つカードの名前がよみ上げられる。すなわち、2秒以内に遂行しなければならない作業である。3は、数のパズルで、第1図にあるような図の中から特定の数字を見つけ出す作業で、たとえば、

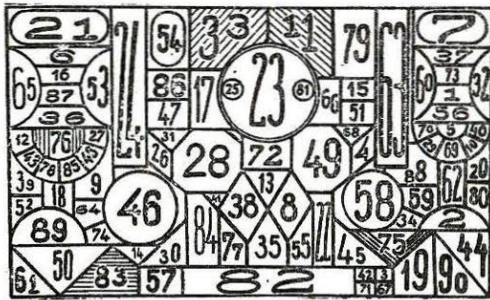


図-1 作業材料(1)

11~29まで順にさがして丸印をつけるよう指示する。4の作業は、秒1コの速さでランダムに聴えてくる数字の系列から、特定のならば数字、たとえば、4701というような数を見つけて反応する作業である。5は、鳥の名前と果物の名前をできるだけ数多く想起して書かせる。6では、日本の白地図を想起して描かせ、7では、白地図の手本を見せてその通り描かせる。8は、第2図にある図を最初は上の2つを10秒間見せて、その直後に想起しかかせ、次に、下の2つをやはり10秒間提示、直後にかかせる。9の作業は、1秒1数字の割合で提示(聴覚的に)する2桁から8桁までの数字の直接記憶である。

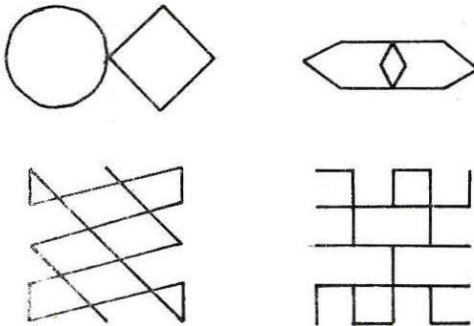


図-2 作業材料(2)

以上の作業を第1表の順序に従って実施した。

脳波などの測定：脳波などの測定は、脳波室において、作業中および休憩中を通じて、連続的に記録した。脳波測定のためには、作業による動作の筋電図をさけて、電極を附置するようにした。電極の位置は、正中線上前頭部、頂点、右中心部、および頭頂部で、MF-V, RC-Pの双極誘導とした。それらの脳波は、同時に周波数分析器により、デルタ波帯域(2-4サイクル)、シータ波帯域(4-8サイクル)、アルファ波帯域(8-12サイクル)、ベータ波1帯域(12-20サイクル)、ベータ波2帯域(20-30サイクル)の5素子の瞬時値と積分値に分析記録した。脳波資料の検討には、MF-V誘導のものを使用した。それは、前頭部脳波が精神活動のさいに、より敏感に反応することによる。

脳波記録とともに心搏数の記録を連続的におこなった。しかし、実験は多くは2名同時に作業させ脳波などの記録も同時におこなったので、心搏数の記録はそのうちの1名についてのみおこなった。また、記録の不完全なものも除くと、心搏数の資料は9名のもののみが検討されるものとなった。これらの資料によって作業別に平均心搏数を算出した。

結 果

精神作業の心理的評価と生理的評価

精神作業は種々なものをえらんだので、そのそれぞれにたいする被験者の主観的なうけとり方を知ることが必要である。そのために、被験者に、もっとも緊張を要した作業から順位づけをするよう指示し、1から9のランキングを得た。さらに、心搏数が心的緊張の一側面となるとの考えから、作業ごとの平均心搏数を求め、心搏数の高いものから作業をならべて、心的評価のランクづけの頻度をとったのが第3図である。この図でみられるように、心理評価で緊張の高い作業と心搏数の高い作業と

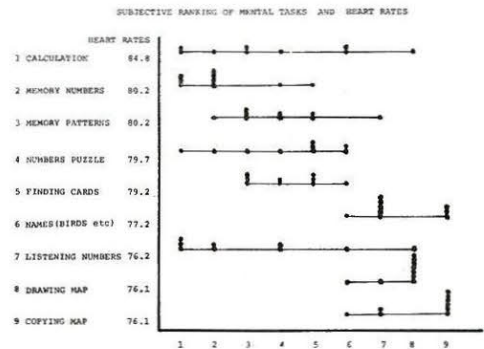


図-3 作業の心理的評価ランキングと心搏数平均

の間に、確かな相関があるとはいえないが、傾向としては、心的緊張の高い作業では心搏数も高いし、心的緊張のランクの低い作業は心搏数も低いのがわかる。ただし、加算作業は、実験手続のうえで、最初に実施した作業であるので、初発作業としての緊張を考慮しなければならないと思われる。これを除外しても、数字記憶、図形記憶、数のパズル、カード発見、数のききとりは、名詞の想起、地図の描写、地図の想起にくらべて心的緊張が高く、心搏数も高い価を示している。作業の種類として、記憶問題、感覚運動問題にわけ、さらにそれらが視覚経路によるものと、聴覚経路によるものとを含むように考えたが、そのような作業の種類のちがいが心的評価や心搏数に直接影響したとはいえないように思われる。むしろ、作業の種類よりは、その作業の実施方法として、時間的制約をどの程度うけたかということが、心的緊張に関係があると思われた。

作業経過とアルファ波変化

作業中の脳波を考えると、作業ごとのアルファ波の出現量を考える方法がとられる。すなわち、作業中に出現するアルファ波の量を、作業ごとに比較することになる。ここでも、同様に作業によるアルファ波の出現量を作業ごとに比較してみた。第4図はランクづけされた作業について、そのときのアルファ波の出現量を描いている。これは3名の被験者についての例であるが、作業ごとでアルファ波が出現する量に差異が明かでない。そこで、作業中に出現するアルファ波の総量を対象としたのでは、作業による心理的变化を見ることはできないと考え、見方をかえて、脳波の変動について、もっと細かく

SUBJECTIVE RANKING OF MENTAL TASKS AND ALPHA COMPONENTS

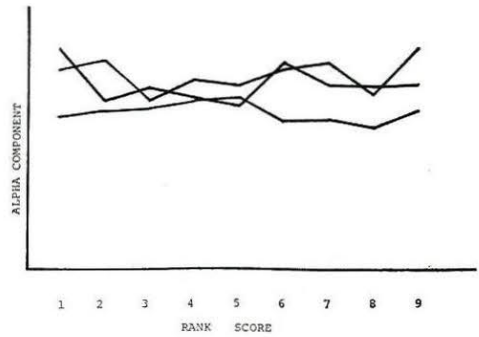


図-4 作業とアルファ波の作業ごと平均

観察することとした。作業のさいの脳波を、作業のはじめから観察すると、第5図にあるように、作業の進行につれて、アルファ波が漸増するのがみられる。作業のはじまりにみられるアルファ波の抑制が、時間経過とともに、アルファ波の再出現となっている。このアルファ波の抑制から再出現までの型が作業によって、異ってくるのではないかという考えである。この観点から、アルファ波の積分値を作業の経過にそって追ってみたのが第6図である。この図にみられるように、アルファ波の出現量の変化の仕方に、平坦な型(第6図左)と、傾斜のある型(右)がある。前者は、かなり緊張の持続の必要な作業であることを意味している(この場合は数字のパズル)。それにたいして後者の傾斜のあるタイプでは、緊張の少ない作業(この場合は地図の模写)のときのアル

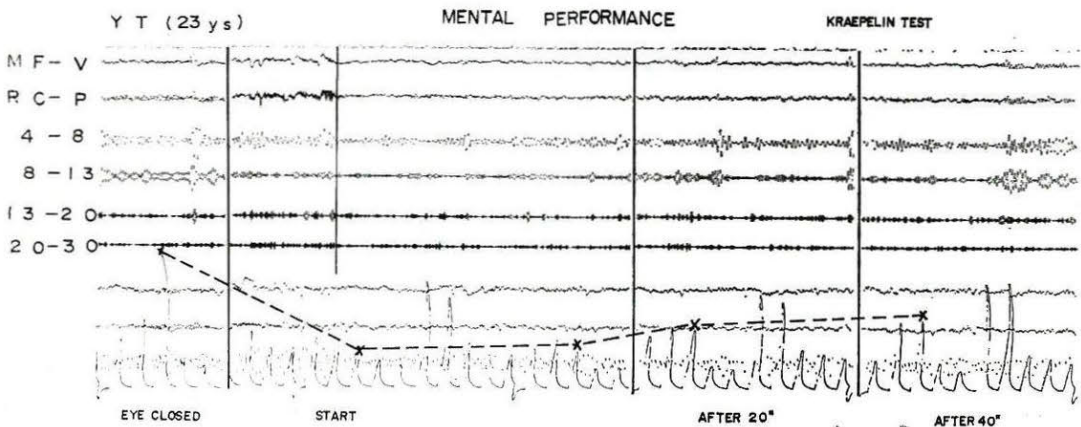


図-5 加算作業中の脳波分析

破線はアルファ波帯域波の積分値をむすんでいる。左はしはの×は閉眼時、次2つは作業開始とつづく10秒間のアルファ波出現振幅。右はしはの×は同様の40秒後のもの。

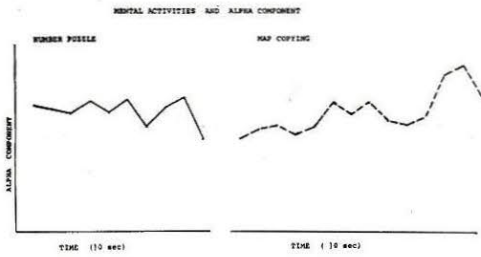


図-6 2つの作業のアルファ波の変化の比較

ファ波であろうと思われる。

さらに、同種の作業であっても、課題の中に何らかの変化刺激が含まれることによって、脳波にも変化がみられることがある。次に示すのは、連続加算作業に、ベルを10秒間ならし、ベルの鳴る間は減算をするよう指示した場合に、連続加算を普通につづけた場合とはちがったアルファ波変化がみられることを現わしている(第7図)。図で実線のカーブは連続加算作業の10秒間ずつの

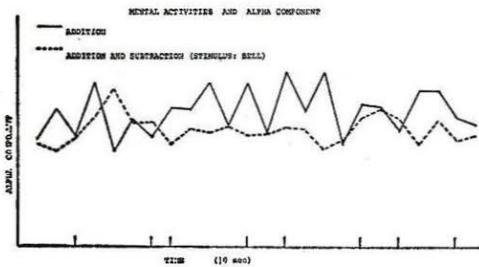


図-7 加算作業と減算を含む作業における脳波変化の比較

積分値の振幅をならべており、点線は、横軸にバアのあるときは減算しているが、その他は加算している作業時のアルファ出現量を示している。この二曲線の比較は、刺激が加わって作業に負荷がかせられると、そうでない場合に比べて、アルファ波はより抑制的となることを意味している。さらに、その抑制のされ方が、刺激提示と関連していることもみられている。

上にのべたように、作業によるアルファ波の変化の相を、時間経過と関連してとらえていくことの必要を考え、次のように表現してみることにした。作業の開始時20秒間の平均値を1とし、それにつづく50秒間の平均値と、さらにそれにつづく50秒間の平均値を求め、最初の20秒間の平均値にたいする比で現わす方法である。作業ごとにその3つのアルファ波変化値を出すことによって、作業開始からどれだけアルファ波が増加したかが表

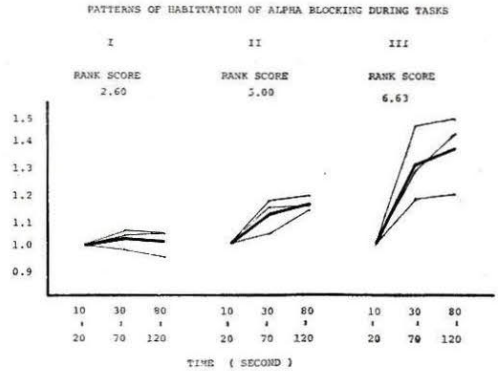


図-8 作業中のアルファ波変化のタイプ

現でき、それが、心的緊張とどのように関わるかを知ることができる。第8図はそれをいくつかの作業で試みた例である。第8図左はしは、作業の時間経過によってもアルファ波の出現量にほとんど変化がみられていない。図の細線は別個の個人の成績であり、太線はその平均である。さらに、図の右はしの場合には、作業開始とともにアルファ波抑制が解除にむかい、作業中もアルファ波がかなり出現していることを示すカーブとなっている。図の中央のは、その中間で、アルファ波抑制が徐々に解消されていることを現わしている。それらに対する心的緊張の評価も、ランキング・スコアがそれぞれ、2.60, 5.00, 6.63となっており、ほぼこれらのアルファ波変化のタイプがランキングにみられる心的緊張を現わすことが明かとなった。

ここにみられるように、アルファ波の変化は、時間的に現わすと型があるように思われる。ただし、ここであげた3種のタイプは、一応の試みであり、今後この種類については、用いられる作業の種類の検討とともに、広範な検討が必要と考えられる。

考 察

この論文のはじめにのべたように、脳波を示標として心理現象をしらべる方法は、きわめて主観的で、きわめて瞬時的な現象をモニターすることができるというメリットがある。とくに、その主観的過程を内省して表出することができにくい場合とか、主体者の精神的未熟さのために、内省や表現がむづかしいという場合などには、有効な観察、研究の方法ということになる。本研究では、精神活動として課題をもつ作業をえらび、その過程がいかに脳波に反映するかについて考えた。従来、多く用いられてきた研究法としては、ある特定の過程における出現アルファ波の量が、他のある過程におけるアル

ファ波の出現量と比較されることによって、その過程の脳波的特徴を明かにするという方法がとられてきている。精神作業中に現われる脳波の変化を考えると、この方法以外のものを考えることが必要ではないだろうか、そして、もしその必要があるとすれば、どのような方法がとられるべきかというのが、この論文での中心的な問題点であった。ここでは、作業のさいの脳波の一般的な変化として観察されるアルファ波の抑制に注目し、その変化を量的変化としてとらえるばかりでなく、質的变化としてもとらえようと考えた。

アルファ波の質的变化という場合に、アルファ波の周波数変化、他の周波数波との関係、あるいはアルファ波の出現部位の分析などが考えられるが、ここでは、それらの要素は今後の問題として、時間的変化をとりあげることとした。ある時間の範囲内でおこなわれる作業であっても、精神緊張に時間的変化があり、精神緊張の程度が、時間的変化の型としてとらえられるのではないかと考えた。すなわち、緊張の高い作業では、初期緊張がより持続的につづき、緊張の低い作業では、初頭の緊張がより早く解消することになるという考えである。この考え方は、アルファ波抑制の *habituation* (慣れ) としてとらえることができる。アルファ波抑制のハピチュエーションとは「新しい刺激によって生じた皮質脳波の脱同期が、繰返される無強化刺激の提示によって、短縮化され徐々に消滅すること」をいい、すでに Morrell など数々^{7) 8) 14)} の文献が、人間についての実験を報告している。ここでは、課題をもつ作業にその考えを適用したのであるが、たとえば、最も精神緊張が高いと心理的評価をうけた作業である「数字の記憶」についてみると、この問題は被験者にいくつかの数字をきかせて、それを記憶させるものである。被験者にとって、それらの数字は記憶するということで強化刺激であり、1つずつの数字は全く新しい刺激であるので、上にあげた *habituation* は生じにくいことになる。それにたいして、クレペリン作業の場合には1桁の加算であるので、作業としては馴れやすいし、今迄に何度も経験しているという点からも慣れやすい。数字はランダムにならべられているので、新しい刺激にちがいないが、加算というメカニズムは一定である。したがって *habituation* は生じやすい。第6図の例についても同様に、数のパズルは、数字が変形して見わけにくい刺激になっているので、新しい刺激の発見ということで *habituate* しにくいのが、地図の模写の場合には見なれている日本地図を見ながらかくことには新しさに対する緊張というものは少ない。第6図のアルファ波

の変化の仕方でもそれを裏付けるような型を示している。

アルファ波抑制の *habituation* が生じている事態、新しい刺激が入ると、その *habituation* がくづれる。第7図にみられるベル刺激をとまなうクレペリン作業（1桁加算作業で、ベルが鳴っている間だけ減算とする）のときのアルファ波は、ベル刺激のときに抑制されている。このような *habituation* の抑制は *dishabituation* の現象と考えられている。したがって、*habituation* の生じにくい作業の中には、*dishabituate* する条件を含む作業があると思われる。

アルファ波の変化に働く作業の条件として刺激の新しさ、強化刺激としての価値というようなものが考えられた。今1つの作業面での要因としては、時間的制約があげられる。この論文では、多くの精神作業を用いたが、それらの作業の中で、作業の種類としての、記憶作業か感覚運動作業かという区別や、感覚経路としての視覚作業、聴覚作業という区別は、アルファ波の変化に効果のある要因ではなかった。それよりは、その作業に時間的制約があるかいないかが精神緊張にも脳波変化にも影響することがみられた。このことは、先の精神活動と脳波(2)¹⁰⁾ の論文で、シーター波についてもみられたが、これをアルファ波抑制の *habituation* の観点からみると、時間制限内に果さなければならぬとか、できるだけ早く完成しなければならぬという要求、それ自体が強化的要因となっていることになる。この実験において、作業の時間制限があるかないかが精神緊張と関係し、さらに脳波アルファ波の抑制の *habituate* と関係することが観察されたのは、このことを意味するものと考えられる。

さらに、この論文ではふれなかったが、人間の脳波の変化を考える場合には、脳波の個体差の問題がある。ここで論じたアルファ波の性質にかんしても、アルファ波の非常に少ない被験者については、必ずしもあてはまらない場合もある。というよりは、アルファ波の少なすぎる被験者ではアルファ波の変化を記録することに失敗するのである。われわれの被験者の中にもそのような被験者は全体の約20%含まれていた。このような脳波の個性をどのように取扱うかは残された問題である。われわれは、今後次のような点について、さらに検討を要すると考えているが、そのような基礎的な問題と平行して、これを応用的な臨床面でもすすめていき、年少児の行動観察の1つの方法として、精神障害児の精神緊張や注意集中の研究に適用していくことを考え、すでに試みている¹¹⁾。今後の基礎的な問題点としては、精神作業とし

て実験に用いる作業を心理学的に操作的系統的に運ぶ工夫が必要である。脳波の面では、アルファ波の変化を考へるときに、他の帯域波との関係をも明かにする必要がある、などが大切であると思われる。

要 約

精神活動とシーター波について先に報告したが、今回はアルファ波について周波数分析装置による分析値をもちいておこなった。20名の被験者(大学学生)によって、9種類の作業(計算作業、感覚運動作業、記憶作業)を実施し、その間、脳波と心搏を記録した。

作業のさいにアルファ波抑制が生じ、後にアルファ波が再び出現するのは普通にみられることであるが、時間的にみて、アルファ波の変化の型にはいくつかのタイプがあると思われた。すなわち、比較的早くアルファ波が再出現するものと、再出現が生じにくいものなどで、われわれは、3種類の型を分類することを試みた。それらの型に該当する作業は、内省的な緊張評価においても、それぞれ緊張大、中、小の評価を示した。このようなアルファ波抑制の作業経過中の変化は、アルファ波抑制の habituation であると考え、精神作業と脳波の関係を考へるときに、habituation を生じしめる条件としての刺激の性質(新奇性、強化性)をコントロールすることによって、この問題の検討ができやすくなるものと考えられ、今後の研究がのぞまれる。さらに、この考え方を精神緊張に障害のある子どもの教育の場に適用することも考へるべきと思う。

文 献

- 1) Adrian, E.D. & Mathews, B.H. : The Berger rhythm: *Brain* LVII 355-85 (1934)
- 2) Barrett, P.E. : Use of the EEG in the study of imagery. *Brit J. Psychol.* 47 : 101-114 (1956)
- 3) Costello, C.G. & McGregor, P. : The relationships between some aspects of visual imagery and alpha rhythm. *J. ment. Sci.* 103, 786-795, (1957)
- 4) Creutzfeldt, O., Grunewald, G., Simonova, O., & Schmitz, H. : Changes of the basic rhythms of the EEG during the performance of mental and visiomotor tasks, edited by Evans,

C.R. "Attention in Neurophysiology". Butterworths London 1969

- 5) Drever, J. : Further observations on the relation between EEG and visual imagery. *Amer. J. Psychol.* 71 270-276, 1958
- 6) Esser, R. A. & Bickford, R. G. : Observations on simultaneous recordings of individual frequencies in the alpha band. *EEG Clin. Neurophysiol.* 2, 231-232, 1950
- 7) Morrello, F. : Some electric events involved in the formation of temporary connections, edited by Jasper, H.H. "The reticular formation of the brain." Little Brown, Boston, 1958
- 8) Morrello, L. & Morrello, F. : Periodic oscillation in the habituation curve of electrographic activation. *EEG Clin. Neurophysiol.* 12, 757, 1960
- 9) Mundy-Castle, A. C. : The EEG and mental activity. *EEG, Clin. Neurophysiol.* 9, 643-655, 1957
- 10) 谷嘉代子・小畑典子・中井モト子・西岡扶子 : 精神活動と脳波(2), 本紀要18巻, 41-48, 1970
- 11) 谷嘉代子 : 幼児の遊戯行動の脳波的研究, 日本応用心理学会大会論文集, 39回, 29-30, 1972
- 12) 谷嘉代子 : 思考の脳波研究, 心理学評論15巻, №2, 179-195, 1972
- 13) Toman, J. E. P. : The EEG during mental effort. *Fed. Proc.* 2, 49, 1943.
- 14) Voronin, L. G. & Sokolov, E. N. : Cortical mechanisms of the orienting reflex and its relation to the conditioned reflex. *EEG Clin. Neurophysiol.* Suppl. 13, 335-346, 1960
- 15) Walter, R. D. & Yeager, C. L. : Visual imagery and EEG changes. *EEG Clin. Neurophysiol.*, 8, 193-199, 1956.
- 16) Walter, W. G. : Normal rhythms their development, distribution and significance, Edited by Hill, D. "Electroencephalography" Macdonald, London, 1950.

Summary

This paper was intended to relate mental activities with the changes of scalp EEG. 20 subjects were recorded EEG and EKG during performing nine kinds of mental tasks such as calculation, sensori-motor

performance and memory with different degree of attention needed. EEG records were analyzed into 5 bands (delta, theta, alpha, beta 1 and beta 2), and the alpha component was examined related to mental task. The different kind of mental tasks produced the different patterns of the changes of alpha component. There were found 3 types of the changes : 1, the alpha component began to appear very soon after the start of task and then increasing ; 2, the alpha component brought out not soon but afterwards increasing ; 3, the alpha waves scarcely appeared and after that increased little. These types corresponded roughly to the ranking scores rated by subjects according degree of attention needed. The changes of alpha wave caused by mental tasks were regarded as the habituation of alpha blocking occurred by the start of task, and therefore the types of changes were discussed from point of the view, that is, psychological conditions on which the habituation of alpha blocking brought out.