

Title	思考活動に伴なう脳波の変化 : 因子分析によるPower Spectrumのパターン分類とLaterality
Author(s)	柏原, 恵龍
Citation	大阪大学人間科学部紀要. 1977, 3, p. 161-179
Version Type	VoR
URL	<a href="https://doi.org/10.18910/3633">https://doi.org/10.18910/3633</a>
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

# 思考活動に伴なう脳波の変化

—因子分析による Power Spectrum の  
パターン分類と Laterality—

柏 原 恵 龍

## 思考活動に伴なう脳波の変化

### —因子分析による Power Spectrum の パターン分類と Laterality—

#### 序

総ての精神現象は脳の機能または活動としてのみ生れ、且つ存在するために、心理現象の研究の本質的課題の一つは脳との結びつきを明らかにすることにある。この脳は対称にみえる左右の半球に分かれているが機能的には対称ではなく、左右非対称性あるいは Laterality を示す。Morgan (1965) は、一般的にいて片方が言語的活動で優位であるのに対して、他方が非言語的知的機能で優位であるように現われると述べている。

この左右差は半球の大きさにもいえ、Geschwind & Levitsky (1968) によると100人の剖検の結果、左の Planum tempolare の大きい人は65%であったのに対して右のそれの大きい人はわずか11%であった。この領域は所謂古典的なウェルニッケの言語野にあたり、その重要さは失語症患者の剖検や皮質刺激によっても明らかにされている。この非対称性は利手や言語の使用による生後の発達とも考えられるが、Witelson & Pallie (1973) によると新生児において既に見られている。解剖的な違いは機能的な違いを推測させるが、Geschwind & Levitsky のこの知見は、半球優位性、或は Broca 以来言われている左半球と言語の結びつきを再認識させてくれる。

しかし Gazzaniga & Sperry (1967) によると、左右の半球の言語的能力の差は言葉による表出機能を除くとそれほど顕著なものではなかった。彼等はきわめて重度なテンカン患者で、もし焦点のある半球から他方の半球へ発作が移行しなければ、たとえ発作は生じても他方の半球によって意識状態が保たれるはずだという仮説のもとに、左右の半球を結合している脳梁その他の繊維を切断した患者を対象にした一連の報告を行なっている (Gazzaniga et al., 1965, 1967), Gazzaniga & Sperry (1967), (Sperry 1968), etc.。切断の結果各々の半球は驚くほどの独立性を持っており、同一人の中に二つの心、或は二つの意識の領域があるように思われた。患者は手術後暫くすると、外見上ほぼ正常人と同じように日常生活を送れたが、しかし特定の実験状況においては半球分離症状が現われ、片方の半球の経験内容は全く他方の半球の意識の外にあるようであった。この心理的な分割は知覚、意志、学習、記憶に関して示され、例えば正常人においては困難である赤と青及び明と暗の弁別反応を、異なった半球に呈示してやると同時に行なうことができた (Gazzaniga & Sperry 1966)。言語に関してだが、Ga-

zzaniga & Sperry(1967) によると従来あまり問題にされなかった右利の患者の右半球にも言語能力があり、話し言葉を理解し、文字を認知し、命名ができ、書字もある程度可能であることがわかった。見出された右と左の半球の間の唯一の大きな違いは、口頭での表出機能が左半球に限られていることであつたが、しかしある患者では右半球でもある程度可能になってきた。個人差、発達段階が大きく関係することは考えられるが、彼らの知見は両半球が各々多くの機能、能力を有し、両側がたいの機能に携わっていることを示している。だが正常人での左利の出現率が数%であるのに、MacRae et al. (1968) は 140 人のテンカン患者のうち 75 人が左利か両手利であつたと報告していること、半球を分離された患者で最初だめであつた言語表出機能が右半球でも可能になったものもいることなどから、これらの患者或は脳損傷の患者では正常者の機能状態とは異なっていることが考えられ、従来の知見がもつぱら脳病理学的な研究にもとづいていることを考えると脳における認知機構の解明には正常者における研究がどうしても要請される。

Ornstein (1971) は、各半球は多くの機能の潜在的能力を有しており、両側がたいの活動に携われるけれども、正常者においては各半球は特殊化されており、左半球は分析的、論理的で、特に言語的、数学的な機能が含まれ、情報の処理は系列的 (serial) に行なわれるのに対して、右半球は空間的、芸術的な感覚、手技、ボディーイメージ、顔の認知などの定位に携わり、より全体的、関係的な、また同時的並列的 (simultaneous) な操作の様相を呈すると言っている。

正常者における情報処理に関係した laterality の研究には、いくらかの変形はあるけれども、聴覚では Dichotic Listening (Kimura, 1961; etc.), 視覚では瞬間露出による認知閾 (Mishkin & Forgeys, 1952; etc.), 反応時間 (Poffenberger, 1912; etc.), 脳の誘発電位 (Eason et al., 1967; etc.) などで行なわれてきた。Dichotic Listening による方法は聴覚神経系における反対側投射の優位性を利用し、左右の耳に同時に異なった内容の刺激を呈示してその内容を再生させるものであり、言語刺激の場合、右耳呈示の方が (Satz, 1968), メロディの場合左耳呈示の方が (Kimura, 1961) よく再生された。視覚認知閾は左半球に投射される右視野、右半球に投射される左視野へ視覚刺激を瞬間露出し、その認知閾から各々の半球の感受性を刺激との関連で取り出そうとするものである。反応時間による方法は刺激を前者と同じ方法で左右の視野に呈示し、右手、左手或は口頭での反応時間を測定するものであるが刺激処理に一次的に関係する半球へ刺激が投射された方が逆の場合よりも速いであろうと考える。誘発電位による方法は被験者の左右の対応する頭皮上の部位に電極を装着し、視あるいは聴覚刺激呈示直後の数 100msec の脳波を、呈示時間を基準にして数十回加算し、刺激に関連した成分のみを取り出そうとする方法である。これらの方法はそれぞれある程度の成果をあげているが、Dichotic listening では同時呈示される刺激の対応づけ、視覚認知閾

の方法では勿論のことだが反応時間においても刺激呈示時間が眼球運動の潜時以下に押えられるために呈示する刺激が知覚レベルのものに限られる点に大きな制約がある。この時間的制約は誘発電位法でもいえることである。Gazzaniga & Hillyard (1971) によると言語の場合単語レベルの認知は右半球でも可能だが、しかし文法的に高次になると左半球なしには解決できなかったことから、高次な精神活動においては左右差が現われやすいことが考えられる。しかし、高次な課題を課すには時間的制約をはずすことが必要となるが、脳波の周波数の側面からみるとこの問題は解決される。

## 問 題

脳波の左右差は臨床診断のひとつの指標とされているが、多少の左右差は正常者においても無い方が稀である。この左右差は安静状態における $\alpha$ 波の電位が左よりも右の方で大きい形で現われてくる場合が多く(Morgan et al., 1974; Butler & Glass, 1974), Raney(1938) は言語や利手の統制に対する左半球の特殊化の現われと解釈しており, Cornil & Gastautは左利の被験者では右利とは逆の結果を見出している (Butler & Glass, 1974)。しかし利手と $\alpha$ 波の分布に関係を見出せなかった例も多い (Lindsley, 1940; Provins & Cunliffe, 1972; etc.) し、またこの $\alpha$ 波の差が精神活動中には見られないで休息中のみ見出されているという報告もある。

片方の半球に関係の深いと思われる課題遂行中にその半球で $\alpha$ 波の抑制が生じることを報告した例がいくつかある。Butler & Glass (1974) は被験者の安静時に対称であった $\alpha$ 波が、暗算中には右よりも左での抑制が大きくなることを見出し、この結果を言語を媒介にした右利の被験者の左半球の特殊化によって説明した。Doyle et al. (1974) では右/左の脳波の比は空間的、音楽的な課題遂行中よりも言語的、算術的な課題遂行中の方がより高かった。Morgan et al. (1974) も右半球より導出された $\alpha$ 波は、空間課題遂行中よりも分析的課題遂行中の方が有意に多かったといっている。

高次な精神活動である思考中に脳波へ左右差がどのように現われるかをみるには、まず課題の内容と脳の部位を定位しなければならない。課題の選択に当っては因子分析によって精選されてきた知能検査項目の利用が考えられる。因子のはっきりした多くの項目を課し、課題遂行中の脳波を特定の部位より導出して、その脳波を因子分析すれば、課題の因子の違いが脳波上に反映されるものか否かをみることができる。次にテストと同様に脳波にも現われた因子を含む課題を遂行中の被験者の頭皮上の多くの部位に電極を装着し、部位による生理学的なバイアスを除いた上で因子分析をし、出てきた因子を頭皮上の部位に還元して課題毎に比較すれば大脳半球における機能的な部位関係がある程度わかり、左右差もうかがえる

のではないかとと思われる。

この研究ではまずその一段階として個人式知能検査項目の中から言語的、或は非言語的な課題をいくつか選び、各々の課題遂行中の脳波を導出し、脳波を因子分析することによって課題相互の関係が脳波にどのように反映されるかを概観する。しかし課題毎に時間的なずれがあるので、脳波の位相が異なり、そのままでは相関はとれない。そこで各々の脳波を時間領域から周波数領域に変換するために Power Spectrum を求める。その Spectrum 相互の相関をとり、因子分析することによって Power Spectrum のパターン分類をし、同一の課題の脳波は時間的にずれても同一の因子にまとまるものかあるいは解決過程の位相によって全く異なるのか、又安静、言語及び非言語課題遂行中は各々の中に何か共通性がみられるものか否か、左右差は後頭部でも表われるものか、又現われるとすれば課題との関係はどうか、左右差と課題差はどちらが因子上ははっきり表われてくるのか、などを検討する。

## 方 法

**被験者** 心身共に健康で、右手、右眼優位な男子大学生一名

**脳波の記録** 脳波は左右の耳梁を不関電極とし、左右の後頭部  $O_1$  と  $O_2$ <sup>1)</sup> (10—20電極法)より導出し、ポリグラフ (三栄測器製、横型 120) で増幅し、ペン書きすると共に磁気記録をした (TEAC R—351F)。記録中フィルターはOff、時定数は 0.3 秒とされた。データーレコーダーの記録速度は15インチ/sec であった。

**実験手続** 実験は防音、暗室、シールドルーム内で行なわれ、被験者は 30°リクライニングした安楽椅子に座り、教示は全てスピーカーにより聴覚的に与えられた。課題遂行中被験者は閉眼であった。

**課題** 課題は主として知能検査の中から選ばれ、閉眼での実験に使えるように修正された部分もあるが、次の順序で呈示された。(1)語義(一)一国王と大統領の間にある三つの重要な違いは何ですか (鈴木ビネー個人式知能検査第62問、15~16才相当問題)。(2)語義(二)一正反對語の類似点を発見させる問題 (~第71問の眠ると醒める、20~21才相当問題)。回答は各問共、被験者より何らかの合図があってから一括して求められた。(3)想像によって三角形を置きかえる問題 (~第64問を利用、長方形の紙を横にして右上からと左下に引いた対角線を切断し、下の紙を上下反転させて上の紙に、頂点をを右上の角につけるように合わせると、どんな形になりますか、出来あがったら暫くその形をイメージにうかべておいてください、16~17才相当問題)。一定時間後に開眼状態で紙に書かせる。(4)方位をさすこと (~第73問、21~22才相当問題、私は西の方へ 2 km 歩き、右を向き北の方へ半 km 歩きました。そこで再び右に向き、その前方へ 2 km 歩きました。最後にはどの方位をさして歩いていて、出発点から何 km 離れて

いますか、自分が歩いているつもりでイメージにうかべながら考えてください)。(5)時計の針を反対にする。(～第58問, 14才相当問題, 今6時22分ですが, この長針と短針を置きかえると何時何分ですか)。(6)加法 二桁と三桁。(7)除法 三桁と二桁で。(8)二桁と二桁。

各問とも被験者より合図があってから回答を求められた。緊張による筋電位などの混入を防ぐために被験者には知能検査より抜き出した問題であることは知らせないで, できるだけ楽な気持で問題に取りくむように教示を与えられた。また, 各々の課題は予期的な緊張を柔らげるために1～2の類似した問題の後に与えられた。問題は閉眼で行なえるものが選ばれたが, 中には視覚的に呈示する刺激を聴覚的に与えられたものもあった。各課題前後には, 身体の力を出来るだけ抜き, 出来るだけ何も考えないように教示した安静条件が入れられ, 前の課題の影響が残らないように考慮された。実験の全体の所要時間は50分程度であった。

**脳波の分析** 磁気テープに記録した脳波は磁気記録再生装置 (TEAC—R400) を使い記録速度の  $\frac{1}{8}$  の3インチ/sec の速度で再生し, 小型電子計算機 (FACOM—U200) により Analog から Digital (A—D) に変換された。A—D 変換は入力レベル (最大入力電圧)  $\pm 5.12V$  で, 低域フィルターは使用しない状態でなされた。変換は 12bit の精度で2チャンネルを同時に (転送速度 0.02ms) 行なわれた。分析時間は5秒間で, この5秒間が各チャンネル 500点に分けられ, これを1ブロックとされた。A—D 変換は原則として課題呈示後2～3秒より被験者の反応があるまでなされたが, 回答の長びいた場合には20秒までとされた。安静条件は全体の実験前後と課題(4)と(5)の間のみが A—D 変換された。A—D 変換後の

表1 課題及びA—D変換されたブロック数

安 静	5	角 度	3
語 義(+)	4	加 法	2
語 義(-)	3	除 法	3
図 形	4	乗 法	3
方 位	3		

データは電子計算機用磁気テープ (IBM 製 800BPI) に書き込まれた。この磁気テープ書込み中はモニターできないので大型電子計算機 FACOM 230-60/75 の X—Y レコーダーにより波形を再生して, 大きく基線の変動があり明らかにアーチファクトの混入していると思われるブロックは除かれた。以後の計算に用いられたのは表1に示された30ブロック, 2チャンネル分の60シリーズである。安静条件5ブロックのうち, 前後の2ブロックずつは実験前と後であり, 1ブロックのみが実験中のものである。各々のシリーズは BMDX 92 を用い, FACOM 230-60/75 を使って有限フーリエ変換によって, 周波数成分に分解され, 積和を求めることによって Auto Spectra, 及びその対数変換値, Cross spectra, Coherency の推定が行なわれた。この Spectrum は周波数 0.0 から 62.5% の間が129に分けられた。推定された

Auto spectra はグラフ出力をすると同時に、各シリーズの間で相関がとられ<sup>2)</sup>、各シリーズを変数として、P 技法の変形により因子分析が主因子法を使って行なわれた。

## 結 果

各周波数毎の平均 Power と標準偏差が表 2 に示された。実際には 129 項、62.5%まで求められたが、比較的標準偏差の大きい部分が含まれる 60 項までが表わされ、今後の分析もこの 60 項が対象にされた。周波数の表示が少数点以下三桁にもなって見にくいけれども、これは分析時間とサンプリングの個数によって決められる。表 2 を見ると平均 Power Spectrum では 25 項、11.719% にピークが見られる。Walsch それに de Lange 達が精神活動中全く  $\alpha$  波の抑制を観察しなかった例を報告している (Livanov, et al. 1973) が、この結果でも課題遂行中の脳波が大半を占めるにもかかわらず、60 シリーズの全てで  $\alpha$  帯域にピークが見られた。課題に対しては答が要求され、完解とはいえない答も 1 ~ 2 あったが、十分考慮のあとがみられたので充分精神活動はなされていたはずである。 $\alpha$  波の抑制が起こらなかったのは不必要な緊張を除くために時間の制限をしなかったこと、練習問題を与えたこと、椅子がリクライニングしていたこと、それに閉眼で導出部位が  $\alpha$  波の優位な後頭部であったこと、それになによりも被験者自身が  $\alpha$  波の優位な被験者であったことから刺激呈示による過度な覚醒反応がみられなかったことによるものと思われる。続いてのピークは 0.488% にみられた。標準偏差は 5 項と 6 項の

表 2 分析された周波数及び 60 シリーズの平均 Power と標準偏差

ITEM	FREQUENCY %	MEAN ×10	SD
1	0.0	30.06	45.90
2	0.488	37.58	44.70
3	0.977	28.21	28.22
4	1.465	26.43	23.79
5	1.953	12.10	25.33
6	2.441	10.48	7.20
7	2.930	8.76	7.93
8	3.418	9.50	7.18
9	3.906	6.34	5.87
10	4.395	4.84	4.00
11	4.883	6.40	3.04
12	5.371	5.00	4.84
13	5.859	4.45	3.32
14	6.348	4.06	2.52
15	6.836	3.74	3.33
16	7.324	4.24	2.25
17	7.812	4.74	3.15
18	8.301	4.47	3.60
19	8.789	6.67	3.45
20	9.277	10.45	4.82
21	9.766	21.66	6.23
22	10.254	48.10	14.19
23	10.742	96.73	45.99
24	11.230	143.50	72.77
25	11.719	69.91	91.35
26	12.207	37.54	55.18
27	12.695	13.24	60.08
28	13.184	6.79	18.39
29	13.672	4.38	3.86
30	14.160	3.20	2.67
31	14.648	2.65	2.48
32	15.137	1.93	1.68
33	15.625	1.54	1.13
34	16.113	1.39	0.98
35	16.602	1.40	0.89
36	17.090	1.47	0.75
37	17.578	1.59	1.01
38	18.066	1.50	0.95
39	18.555	1.25	0.91
40	19.043	1.59	0.67
41	19.531	1.85	1.13
42	20.020	2.01	1.44
43	20.508	2.23	1.22
44	20.996	2.42	1.47
45	21.484	2.83	1.68
46	21.973	3.70	2.18
47	22.461	5.29	2.68
48	22.949	5.25	3.77
49	24.437	3.39	3.56
50	23.926	2.36	2.95
51	24.414	1.84	1.94
52	24.902	1.40	1.92
53	25.391	0.95	1.22
54	25.879	0.57	0.77
55	26.367	0.53	0.43
56	26.855	0.51	0.34
57	27.344	0.48	0.33
58	27.832	0.48	0.33
59	28.320	0.44	0.34
60	28.809	0.41	0.33



表3 同時に導出された左右脳波の  
Power spectrum 間の相関

	安 静	語義(-)	語義(+)
1	.9244	.8563	.8757
2	.8675	.7754	.9258
3	.8642	.9325	.7822
4	.7442	.9118	
5	.9861		

	図 形	方 位	角 度
1	.7902	.8814	.6025
2	.9888	.9337	.9058
3	.2615	.7553	.8281
4	.9602		

	加 法	除 法	乗 法
1	.9489	.9608	.8573
2	.9073	.9428	.7355
3		.6102	.5016

間に開きがあり、この帯域には GSR 成分その他のアーチファクトの混入が考えられ、フーリエ変換も低周波ほど信頼性の乏しいことから5項までを除くことも考えられたが、ここではこみにして分析された。

60シリーズ相互の間で相関がとられたけれども、表3は同時に導出した右と左の間での相関値を示している。課題間での差よりもブロック毎の差の方が顕著であり、思考過程の位相の変化を思わせる。

主因子分析をし、バリマックス回転後の因子行列を示したのが表4である。各因子が二列に表わされているが、これは左右の比較を容易にするためであって、別々に分析されたことを意味するものではない。因子負荷量が

0.6以上のものを恣意的に**大文字**で表現した。因子は第7まで出された。communality はほとんどが0.9代であり、共通成分が大きな割合を占めていることがわかる。

課題毎にみてゆくと、まず安静状態は第Ⅲ因子に大きな負荷をもち、第Ⅰ因子にもある程度みられた。実験前後の安静条件をみると実験後の第Ⅲ因子への負荷の方が前よりも大きかった。右と左の関係をみると第Ⅱ因子へは相対的にみて右の方が大きな負荷をもっているが、実験中途の安静条件では逆になっている。

語義条件は二課題ともに第Ⅱ因子へ大きな負荷をもっているが、語義の2は第3因子にも負荷をもっている。右と左を比較すると、左の方が大きい負荷をもっているといえる。語義は他の因子への負荷が比較的少ないことも特徴的である。非言語的課題とみられる図形・角度・方向は第Ⅱ因子へまとまった語義とは異なって、Ⅰ、Ⅲ、Ⅱ因子へ分散している。この中で図形は第Ⅰ因子へ大きな負荷をもっており、左から導出したシリーズの方が右からのそれよりも大きかった。角度は第Ⅲ因子へ大きな負荷をもち、それも安静の場合とは逆に左が一貫して大きい。方向の課題はⅡとⅢ因子に2及び3のシリーズが負荷をもっているが、大きく分かれているのが目につく。計算問題は、加法は第Ⅰ因子へまとまっている。除法は第1シリーズは第Ⅲ因子へ、第2シリーズからは第Ⅰ因子へ負荷をもっており、乗法は第Ⅲ因子へ大きな負荷をもっているが、その量は右の方が左よりも大きかった。

表4 因子行列

		I		II		III		IV	
		左	右	左	右	左	右	左	右
安 静	1	4949	5009	3514	4415	5591	<b>6384</b>	3273	0552
	2	5013	1960	1667	1331	4205	<b>6754</b>	<b>7099</b>	<b>6329</b>
	3	3670	<b>7395</b>	3344	1717	<b>7738</b>	5340	1103	0631
	4	2207	4708	2131	4710	<b>6702</b>	<b>7020</b>	1484	1555
	5	0203	0782	0962	0629	<b>9382</b>	<b>9418</b>	0587	0474
語 義 (一)	1	1763	4804	<b>8357</b>	<b>8287</b>	2744	1202	0483	1443
	2	4499	2705	4589	2717	<b>6804</b>	5237	1919	2391
	3	1215	0256	<b>9786</b>	<b>9401</b>	0058	2762	0567	0919
	4	<b>7069</b>	4996	4910	<b>7430</b>	3440	3612	3123	1329
語 義 (二)	1	1696	2499	<b>8741</b>	<b>8683</b>	0803	1452	4166	1294
	2	5437	3580	<b>6637</b>	<b>8341</b>	4042	3567	2851	1351
	3	2753	5074	<b>6869</b>	5278	2913	6536	5565	1376
図 形	1	<b>6479</b>	3238	3286	1405	<b>6426</b>	<b>7116</b>	1847	2449
	2	<b>8952</b>	<b>8585</b>	1465	1647	3720	4379	1744	1617
	3	<b>6459</b>	-0267	5485	1763	4128	2297	2991	0236
	4	<b>9230</b>	<b>8578</b>	2241	3598	2051	1634	2074	2590
方 位	1	5470	<b>6665</b>	2222	1188	<b>7573</b>	4895	2071	4602
	2	4116	5765	2917	0826	<b>8123</b>	<b>7531</b>	3290	1680
	3	3857	4135	2746	3038	<b>7587</b>	2967	3805	<b>7125</b>
角 度	1	0186	-0646	0509	0825	0359	3234	3416	2165
	2	3736	1533	<b>7617</b>	<b>8555</b>	2237	3515	2628	1289
	3	4651	5778	3390	1234	<b>6083</b>	<b>7839</b>	2971	1417
加 法	1	<b>6703</b>	<b>7005</b>	3976	5495	4291	3788	3493	1860
	2	<b>6572</b>	<b>6367</b>	4706	5831	3389	4494	3841	1528
除 法	1	5406	5286	3533	1468	<b>7438</b>	<b>7900</b>	1280	1641
	2	<b>7441</b>	<b>7727</b>	4226	2371	1403	0734	4848	5019
	3	<b>6697</b>	4902	4808	2371	5052	1568	1371	7915
乗 法	1	5497	4362	2267	3399	5956	<b>7422</b>	2984	1362
	2	3833	-0628	3084	1999	<b>6147</b>	<b>6883</b>	4927	5702
	3	3399	<b>6727</b>	3349	4754	1275	5207	<b>8034</b>	0854
%		26.1		22.1		27.7		10.8	

因子負荷量は小数点以下四桁を示してある。

V		VI		VII		h <sup>2</sup>	
左	右	左	右	左	右	左	右
3186	2887	-1292	-1557	2669	1224	9778	9801
-0246	-0462	0187	1495	1354	1242	9793	9529
2614	2990	-1750	-1800	-0463	0480	9588	9898
0080	0477	4309	0620	-1009	0592	7614	9703
2446	2451	-1197	-0955	0826	0493	9744	9711
3838	1030	-1409	0951	0066	0521	9737	9752
1344	3705	1633	5393	-0070	1969	9578	9455
-0446	1090	0330	0395	-0226	-0178	9793	9831
-0701	0181	0679	1224	0136	-0628	9666	9692
-0775	1050	0354	2688	0195	1444	9807	9585
0596	-0169	-0166	1322	0903	-0094	9929	9873
-1147	-0463	-0480	0343	0793	-0064	9641	9858
0158	2620	1049	3288	0499	0436	9886	8697
-0481	0195	0263	1030	-0286	-0367	9956	9946
0939	<b>8868</b>	0247	1218	-0494	0916	9899	8948
0081	1731	0042	-0209	-0576	-0084	9908	9897
-1058	-0170	0795	2167	-0463	0941	9793	9660
-0110	1840	1181	1284	0445	0097	9830	9852
-0182	1574	0965	1296	-0221	1616	9549	9268
1010	5535	1156	-2842	<b>8937</b>	5947	9434	9039
3010	2324	-0710	-0315	1082	1981	9465	9900
-0155	-0818	2112	0485	2542	-0111	8922	9930
-0436	-0714	2042	1278	1070	-0400	9719	9908
0376	0696	1314	0982	1526	0380	9614	9591
0228	-0465	0455	1826	0746	0553	9949	9908
0623	0876	-0073	0772	0161	1866	9914	9591
-0524	0547	1431	-1217	0331	1311	9776	9827
-0029	1812	3350	-0360	2370	1812	9427	9658
-0069	2086	2053	-2420	1667	1624	9315	9729
0932	1209	1553	-0748	-0302	1792	9545	9783
4.0		2.7		3.1			

## 考 察

同時に導出した左右頭皮上脳波の Power Spectrum 間で相関を求めたのが表3である。左右からの脳波は平行系列としてみることができ、その相関値から各々のシリーズの信頼性をみることができる。原積分値に正規分布の仮定ができないので有意性の検定はできないが、相関値は0.5016~0.9888の間であり、図形の3のみがかけ離れて小さかった。これは図形3の右で相対的にみて低周波成分(2%付近)の Power が大きかったためであり、アーチファクトの混入を推測させる。表3のこの相関値は左右の半球が等価な機能状態にあるなら相関が高く、片方の半球の状態を活性化するような課題遂行中には低くなることが考えられる。Raney (1938) がいうようにたとえ安静時に非対称性が現われても、あるバイアスをもって解釈すれば、前述の関係が見出されるのではないかと期待されたが、安静時の相関値は修正平均相関値でみると、加法、除法、図形、語義(-)に続いて五番目と低かった。後頭部は側頭部と比べて左右差の現われ方の少ない部位とも考えられるが、この結果からは安静状態が言語或非言語課題遂行中に比して左右の均衡のとれている状態であるとはいえないし、逆に不均衡な状態であるともいえない。

表3にバリマックス回転後の因子行列が示された。因子は第Ⅶまで出たが意味のあるのは第Ⅲ因子までであろう。前述の図形3の右は第Ⅴ因子に大きな負荷をもっている。0.6以上の因子負荷量をもつものを目安にしてみると課題毎に比較的良くまとまっている。また左右差は比較的表われにくい後頭部より導出されたにもかかわらず、幾つかの課題でうかがわれる。

わかりやすい因子から見てゆくと、第Ⅱ因子には言語課題である語義二題が大きな負荷をもった。他の課題と比較的無関係であることから、第Ⅱ因子は言語に関する因子であろう。もしそうであるなら左半球における言語機能の優位性を反映して、右よりも左への因子負荷量が多くなるはずである。左右を比較してみると語義(-)では4の、語義(=)では2のシリーズ以外は期待された方向であった。この負荷量の左>右も第Ⅱ因子が言語に関する因子であることを示していると言えよう。

第Ⅰ因子へは図形課題がまとまった。非言語的成分の多い課題の内、方位も幾らか負荷を持っているので第Ⅰ因子は非言語的な因子であるとも考えられるが、角度が全く関係なかったこと、及び加法、除法が大きな負荷を持っていることが問題として残る。数は抽象化されたものであり、従来、言語などと関係の深い左半球において優位な機能であると言われていた(Sperry 1968)。しかし Luria (1966) によると数処理は空間概念や空間処理に密接な関係があり、空間関係の認知に右半球の果たす役割も大きいことから、この種の課題では非言語的な因子と関連をもったのかもしれない。しかし何故、乗法が、例外となったかは不明であ

ること、右と左を比べると方位では左<右となるが図形では全て右<左となり、加法、除法では一貫していないことなどからこの因子に関してはなお検討の余地がある。

第IV因子へは安静条件及び方位が大きな負荷をもち、乗法、図形、角度、除法がわずかながら問題解決のある位相で関係している。安静条件では出来るだけ何も考えないようにと教示を与えられたのだが、言葉通り何も考えていないとは思われない。安静の中でも前半の1、2と、後半の4、5では負荷の様子が異なっており、1、2は実験前で、この場合には実験に対する何らかの予期等が働いていることが考えられるのに対して、4、5は実験の終了が告げられた後で、弛緩した状態であろうと思われ、因子負荷量も多い。安静3は方位の3と似た数値を示しており、方位の課題の後効果が続いているとも考えられる。右左の関係をみると、安静では3以外は右>左であった。これは相関値の所で述べたように右半球の $\alpha$ 活動の安定性を示しているのかもしれない。非言語課題と思われる方位では安静と同じ因子に負荷をもちながら右と左の関係は逆になっている。非言語課題である方位では安静の因子に負荷が少ない方が機能していると考えるとつじつまがあう。図形、除法の1、乗法の1と2は安静と同じ右>左となっている。これは最初の5秒間であり呈示された課題に対して十分なセットができていない状態を示しているのかもしれない。

今まで、得られた因子に課題との関係で心理学的な意味づけをしようとしてきた。この場合解析の対象となったデータは脳波のパワースペクトルである。これには心理と生理を密接に結びつける機構が明確であれば問題はないが、不明であればそこに大きな飛躍ができる。因子分析の結果課題にある程度まとまりがみられ、各 Power Spectrum には課題内容と直接結びつく意味が反映されているようにも見えるが、因子の意味づけには順序としては大きな負荷をもったシリーズの課題に求められるのではなくて、そのシリーズのPower Spectrum によるべきものであろう。これは分布に正規性が仮定できず大まかなパターン分類のために因子分析が使われたこの研究の場合欠かせないものである。そこで各因子に持つ因子負荷量の多い順にIからIV因子まで3シリーズずつ、VからVIII因子まで2シリーズずつ重ね書きをしたのが図1～図7である。IからIVまでの各々でピークの位置となる周波数成分は4因子とも重なった。第I因子はピークの部分のみが大きなパワーを持っているが、II IIIは幾分幅があり、IIIはピークに続く点も大きいPower値を示している。第IV因子には低周波成分が大きなPowerを持っている。この第III因子までで各々の因子の最も大きい負荷を持つシリーズの重ね書きをしたのが図8である。因子分析で扱われたのは60項までの数値であり、ピークのみからすべてを論じることは出来ないが、しかし各因子はこのピークの位置によって大きく特徴づけられている。第I因子のピークは11.719(%s)、第II因子は12.207(%s)、第III因子は11.230(%s)と並んでおり、 $\alpha$ 波の帯域の中でIII I IIの順に周波数が高くなっている。Baranovskaya & Homskaya(1973)は精神活動に伴う $\alpha$ 波の変化には、 $\alpha$ 波の抑制のみでな

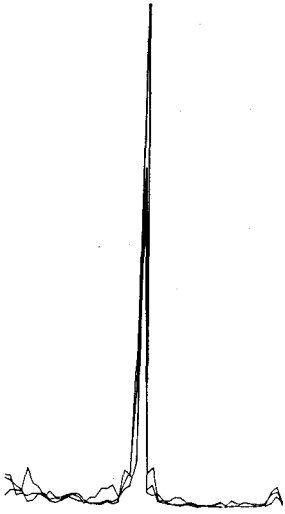


図1 図形-左4、図形-左2、図形-右2のPower Spectrum.

縦はPowerを横は周波数(表2を参照)を示す。ピークの位置は11.719%。

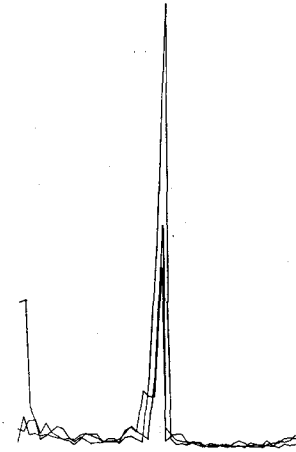


図2 語義(一)-左3、語義(一)-右3、語義(二)-左1のPower Spectrum.

ピークの位置は12.207%。

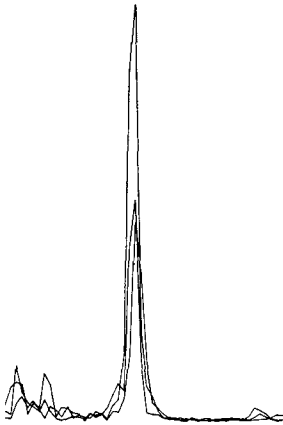


図3 安静-右5、安静-左5、方位-左2のPower Spectrum.

ピークの位置は11.230%。

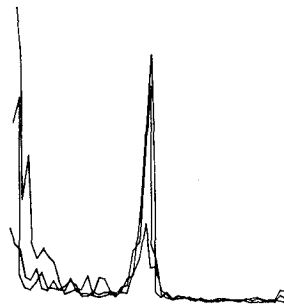


図4 乗法-左3、方位-右3、安静-左2のPower Spectrum.

ピークの位置は11.719%。

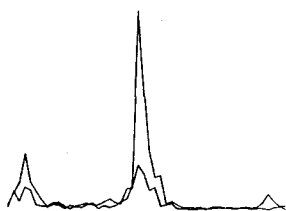


図5 図形一右3、角度一右1のPower Spectrum. ピークの位置は11.230%。

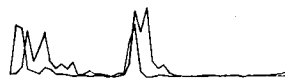


図6 語義(一)一右2、安静一左4のPower Spectrum.

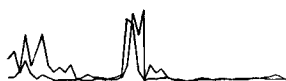


図7 角度一左1、角度一右1のPower Spectrum.

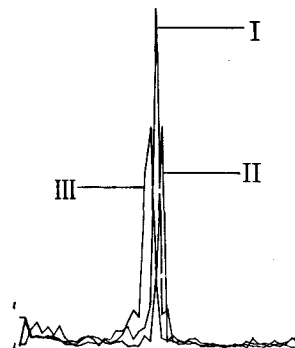


図8 図形一左4(I)、語義(一)一左3(II)安静一右5(III)のPower Spectrum.

く、より高い周波数スペクトルへの移動もあっていっている。もし周波数の高まりが賦活水準のみを意味するならば、得られたこの因子の根拠は課題の質はともかくとして、単に課題の困難さなどによる賦活水準の違いでしかなくなるのではなからうか。語義(一)よりも難しい語義(二)は、語義(一)よりも大きな因子負荷を第II因子に持ち、実験前で比較的賦活水準の高いと思われる安静1、2は安静4、5と異なって一段高い周波数で特徴づけられる第I因子にある程度の負荷をもっている。賦活水準と課題の困難度とは密接な関係があるといわれており、この結果はこのことを推測させる。困難さという点から使われた課題をみるには各問を取り出した知能検査尺度における各課題の配当年齢がひとつの指標になる。語義(一)一16才、語義(二)一20才、図形一17才、方位21才、角度一14才、となっており、21才台の方位が第III因子に入っているのに対して、16才台の語義(一)が最も高周波になる第II因子に大きな負荷をもっている。これらの結果は尺度の年齢段階と周波数の間の直接的な関係を示すものではなかったことから、各々の因子は単に困難度のみでなく課題の内容をも反映しているものと思われる。

次に問題となる点は、この実験での結果はデジタルに処理されており、図8のピークの位置がとなりあっていることである。ある点と次の点の間にピークが来る場合にはきわめて

わずかのちがいでどちらの点にも属し得る。そのためピークの位置の一つのずれは特に大きな意味をもたない場合もある。また逆に Baranovskaya & Homskaya のいうように、多くの人は  $\alpha$  波のほとんどの成分がみられるけれども、一つあるいは二つのレンジの周波数の強化が起って、他の成分が抑制されることもあり、ピークの位置に大きな意味があるのかもしれない。従ってこれらを明らかにするには周波数の幅をさらに細かく分け、ピークの位置が離れるか否かを検討する必要がある。

因子分析の結果は視察的にはきわめてよく似たパターンを示す Power Spectrum 間の違いを明らかにしてくれた。しかし、ここで対象となった被験者の場合には  $\alpha$  帯域に大きなピークのある単純なパターンをしているために、因子分析の結果をもとにパターンの特徴をあげると因子分析の役割は一応終りになる。しかし精神作業中（開眼中では特にそうだが）の Power Spectrum は一般的には複雑なパターンを示すことが多く、特定のサイクルでの特徴だけでパターン間の類似度をいいつくせない場合が多い。このような場合には多変量解析による分類が有効であると思われ、また数値の正規化への努力を払えば数量的な比較もより細かい点まで可能になるのではないかと思われる。

## 要 約

右利の被験者の左右の後頭部より、安静中、語義、図形、方位、角度、加法、除法、乗法など主にビネー式知能検査より選択した課題を遂行中の脳波を導出し、Power Spectrum を求め、Spectrum 間の相関をとり、因子分析をしたところ、三つの因子に大きな負荷がみられた。第一因子には図形、加法、除法が、第二因子には語義が、第三因子には安静時、方位がまとまった。導出部位が後頭部であったにもかかわらず、左右差が安静時、図形、方位などに見出された。この因子に課された課題をもとに意味づけをすることも考えられるが、分析の対象となったのはテスト得点などではなくて、脳波の Power Spectrum なので、各因子に大きな負荷をもつ Power Spectrum の特徴より各因子をみると、第一因子は 11.719%，第二因子は 12.207%，第三因子は 11.230%，の位置にピークを持ち、このピークの位置が各因子の特徴に大きく寄与している。このピークの位置は第三、第一、第二因子の順に並んでいることから、課題個有の特徴というよりも、困難度による一般的な賦活水準でしかないのかもしれない。しかし課された知能検査項目の配当年令とは一致しなかったことから周波数の間隔をさらに細かく分け、困難度、課題の質を組織的に変えて検討する必要がある。

- 注1) 左右差よりも課題相互の関係をみることに重点をおき、各 Power Spectrum の信頼性をみるための平行系列の意味も含めて、左右差が側頭部よりも小さいと思われる後頭部 ( $O_1$  と  $O_2$ ) より導出する。
- 2) Power の積分値は対数にも変換されているので、対数正規分布の仮定のもとに変換値の間で相関をとることが考えられるが、ここでは原積分値によるパターンの分類をしようとして、あえて変換前の値を分析の対象にした。



## 文 献

- Baranovskaya, O. P. & Homskaya, E. D., 1973, Changes in the electroencephalogram frequency spectrum during the presentation of neutral and meaning stimuli to patients with lesions of the frontal lobes. In Pribram, K. H. & Luria, A. R. (Eds.) *Psychophysiology of the frontal lobes*. Academic Press, Pp.71-88.
- Butler, S.R. & Glass, A., 1974, Asymmetries in the electroencepharogram associated with cerebral dominance. *Electroencepharography and Clinical Neurophysiology*, 36, 481-491.
- Dimond, S.J. & Beaumont, J.G., 1972, A right hemisphere basis for calculation in the human brain. *Psychonomic Science*, 26, 137-138.
- Dolce, G. & Waldeier, H., 1974, Spectral and multivariate analysis of EEG changes during mental activity in man. *Electroencepharography and Clinical Neurophysiology*, 36, 577-584.
- Doyle, J. C., Ornstein, R. & Galin, D., 1974, Lateral specialization of cognitive mode: II EEG frequency analysis. *Psychophysiology*, 11, 567-578.
- Eason, R.G., Oden, B.A. & White, C.T., 1967, Visual evoked cortical potentials and reaction time in relation to site of retrieval stimulation. *Electroencepharography and Clinical Neurophysiology*, 22, 313-324.
- Galín, D. & Ornstein, R., 1972, Lateral specialization of cognitive mode: an EEG study. *Psychophysiology*, 9, 412-418.
- Gazzaniga, M.S., 1970, *The bisected brain*. Appleton-Century-Crofts.
- Gazzaniga, M.S., Bogen, J.E. & Sperry, R.W., 1965, Observations on visual perception after disconnection of the cerebral hemispheres in man. *Brain*, 88, 221-236.
- Gazzaniga, M.S., Bogen, J.E. & Sperry, R.W., 1967, Dyspraxia following division of the cerebral commissures. *Archives of Neurology*, 16, 606-612.
- Gazzaniga, M. S. & Hillyard, S. A., 1971, Language and speech capacity of the right hemisphere. *Neuropsychologia*, 9, 273-280.
- Gazzaniga, M. S. & Sperry, R. W., 1966, Simultaneous double discrimination response following brain bisection, *Psychonomic Science*, 4, 261-262.
- Gazzaniga, M.S. & Sperry, R.W., Language after section of cerebral commissures. *Brain*, 90, 131-148.
- Geschwind, N. & Levitsky, W., 1968, Human brain: left right asymmetries in temporal speech region. *Science*, 161, 186-187
- Glanville, A.P. & Antonitis, J.J., 1955, The relationship between occipital alpha activity and laterality. *Journal of Experimental Psychology*, 49, 294-299.
- Ishihara, T. & Yoshii, N., 1972, Multivariate analytic study of EEG and mental activity in juvenile delinquents. *Electroencepharography and Clinical Neurophysiology*, 33, 71-80.
- 伊藤隆三, 1966, 知能テスト, 井村恒郎 他編 異常心理学講座 第二巻 みすず書房』 pp.208-257.
- Kimura, D., 1961, Cerebral dominance and the perception of verbal stimuli. *Canadian Journal of Psychology*, 15, 166-177.
- Kimura, D., 1961, Some effects of temporal lobe damage on auditory perception. *Canadian Journal of Psychology*, 15, 156-165.
- Livanov, M.N., Gavrilova, N.A. & Aslanov, A. S. 1973, Correlation of biopotentials in the frontal parts of the human brain. In Pribram, K.H. & Luria, A. R. (Eds.) *Psychophysiology of the frontal lobes*. Academic Press, pp.91-107.
- Luria, A.R., 1966, *Higher cortical functions in man*. Traustock Publications. London.
- MacRae, D.L., Branch, C.L. & Milner, B., 1968, The occipital horns cerebral dominance. *Neurology*, 18, 95-98.
- Mishkin, M. & Forgays, D.G., 1952, Word recognition as a function of retrieval locus. *Journal of Experimental Psychology*, 43, 43-48.
- Morgan, C.T., 1965, *Physiological Psychology*, McGraw Hill.
- Morgan, A.H., McDonald, H. & Hilgard, E., 1974, EEG alpha: Lateral asymmetry related to task and hypnotizability. *Psychophysiology*, 11, 275-282.
- Morrell L.K. & Salay, J.G., 1971, Hemispheric asymmetry of electrical responses to speech

- stimuli. *Science*, 174, 164-166.
- Moscovitch, M., 1976, On the presentation of language in the right hemisphere of right handed people. *Brain and Language*, 3, 47-71.
- Ornstein, R.F., 1972, *The psychology of consciousness*. Freeman and company.
- Poffenberger, A. J., 1912, Reaction time to retinal stimulation with special reference to the time lost in conductions through nerve centers. *Archives of Psychology*, 23, 1-73.
- Raney, E.T., 1939, Brain potential and lateral dominance in identical twin. *Journal of Experimental Psychology*, 124, 21-39.
- Robbins, K. & McAdam, D.W., 1974, Interhemispheric alpha asymmetry and imagery mode. *Brain and Language*, 1, 189-193.
- Satz, P., 1968, Laterality effects in Dichotic listening. *Nature*, 218, 277-278.
- Sperry, R. W., 1968, Hemispheric deconnection and unity in conscious awareness. *American Psychologist*. 23, 723-733.
- 谷喜代子, 1968, 思考時の脳波研究, *心理学評論* 151, 179-195.
- Witelson, S.F. Pallie, W., 1973, Left hemisphere specialization for language in the newborn. *Brain*, 96, 641-646.
- Zülch, K.J., Creutzfeldt, & O. Galbraith, G.G. (Eds.), 1975, *Cerebral localization*. Springer-Verlag.

EEG CHANGE ACCOMPANIED WITH MENTAL  
ACTIVITY —FACTOR ANALYTIC STUDY OF  
POWER SPECTRUM AND LATERALITY DIFFERENCE—

ERYU KASHIHARA

EEGs were recorded over left and right hemisphere (occipital) of a dextral subject with eye closed during one's going through in rest, definition of word, construction of figure, orientation of direction, cognition of angle, addition, division, multiplication. The tasks were mainly selected out of Suzuki-Binet intelligence scale. The EEGs were converted into power spectrums and factor analysis was carried out on the power score. As the result of factor analysis of power spectrum, three significant factors were extracted.

The first factor—related to construction of figure, addition and division.

The second factor—related to word definition.

The third factor—related to rest with eye closed and orientation of direction.

In spite of occipital recordings, left-right asymmetries were found in rest with eye closed, construction of figure and orientation of direction.

Though we might consider the factor with reference to the task, the scores to be analyzed were not the scores of mental test but power spectrum of EEG. So we should characterize the factor by the power spectrums.

The first factor—have special reference to the 11.719c/s.

The second factor—have special reference to the 12.207c/s.

The third factor—have special reference to the 11.30c/s.

The peak position in power spectrum was taken higher in order of the third, the first and the second factor. The factor might not imply the character of task but the general activation level with the difficulty to perform the task. But the relation among factors was not coincident with the difficulty level of the item in original intelligence scale. It is necessary to test the relations between the position of peak and the kind of task systematically in relation to difficulty and substance.