

図型追跡時における脳波変動

と C. C. No. について

小 田 豊

I 緒 言

Adey 等 (1961) が猫の弁別行動において行った海馬回脳波の Phase relationships. すなわち, θ -Wave の同定は, 濾波積分回路を通した演算値のパターンにより人間の頭皮誘導 (Gibbs and Gibbs, Scharly) においても証明出来る。この時の脳波変動様式は, 閉眼で比較的安静時 (これは Verbal Pretraining による) に表示される α -band を支柱として左右に分散, 遞減する型の積分値に対して次のような特徴を示す。すなわち

- 1) 一般的に脳波は Suppres される。ただしその Suppres のされ方は最近の生理学的研究によって暗示される抑制現象 (Magun) なのか, 又は従来の研究によって解析されている干渉効果なのか不明である。
- 2) 繰返し刺激, 条件刺激, 少くとも問題解決事態を内包する繰返し刺激一反応系は, α -band の著減で, 運動問題の難易度にもよるが, 大体 40~50%の値が更にその60%前後の減少を示す。
- 3) これに対して θ -band は相対的に増加し, 50~70%の増加が見られる。この点が人間の頭皮誘導における統計量の特徴で, Adey 等が猫で証明した θ -Wave の位相関係同定と異なっている。
- 4) β_2 -band の絶対値は変化しないか, 又は多少増加する傾向が見られる。この試行前後の値を百分比で比較すると 100% 前後の相対的增加となっている。

ここに見られる 4 個の特徴をあげるには, 脳波の誘導時, Gibbs and

Gibbs や Sch warty などが述べている artefact の除去を前提とする。

今回は此の脳波変動を指標としながら、稲葉氏のいう C. C. No. (cybernetical control-ability Number) と tracking 事態とを比較研究した結果について述べてみたい。

Ⅱ C. C. No. について

C. C. No. とは一言でいえば、人間の心身のコントロール能力の良否を表わす数値である。これは稲葉氏（東京大学生産技術研究所）が人間工学、自動制御理論等の上に、まったく新しく誘導された数値であり、人間の制御動作の良否を評価する目安になるところから、これに **Cybernetical Control. ability Number** と名付け、略して C. C. No. と呼んでいる。これは、同じ程度の負荷をもった判断と動作を、繰り返し測って、その平均の所要時間、 T_2 、 T_1 、を算出するものである。しかし実際には判断だけを測ることは出来ないので、

(a) 選別テスト = (判断 + 動作) の応答から $(T_2 + T_1 =) T$ を測る。

(b) 動作テスト = 判断を要しない動作から T_1 を測るという2つのテストを行ない

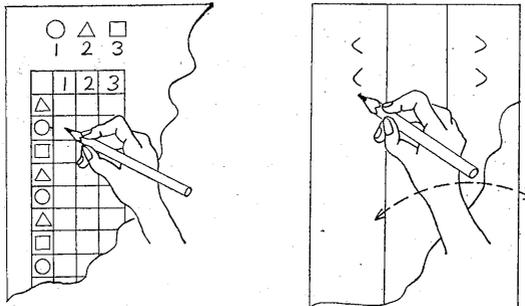
$$C. C. No. = \frac{K}{T} - \frac{K^1}{T^1} \text{に代入して算定する。}$$

実際のテスト法は容易に測定が可能のように図 I のような型で行なわれる。

図 1

(a) 選別テスト

(b) 動作テスト



図型追跡時における脳波変動とC. C. No. について

(a) は選別テストで、○は1、△は2、□は3という対応で、縦ワクの左にランダムに印刷された、○、△、□に応じて、右側に1、2、3の該当するワク内に鉛筆で打点させる。

(b) は動作テストで、2本の平行線を股いで左右の面内に交互に打点する。

これらのテストは、いずれも一回10秒間の時間で、選別3回、動作2回、合せて50秒で終り、C. C. No. は選別の平均打点数と動作の平均打点数で、容易に読み取ることが出来る。

Ⅲ Tracking における脳波変動と C. C. No. について

図2 →

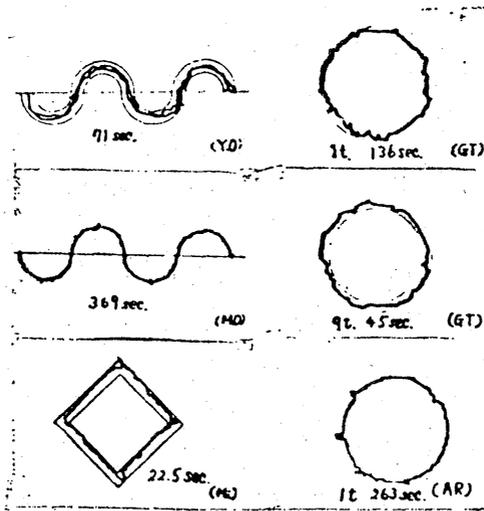


図2は Coordinating Tester の上におかれた各種図型の追跡である。被験者は教示により不安を抱かないように、大学生を選んだ。追跡図型として、周の長さが $4\pi\text{cm}$ となるような正方形、菱形、円型を用いた。

ここではまず、追跡する図型が簡単である場合は追跡に要する時間が短いことに気付く。すなわち、図を正方形、菱形、円型とならべると此の順

序に多くの時間を要している。(表1参照)

表1

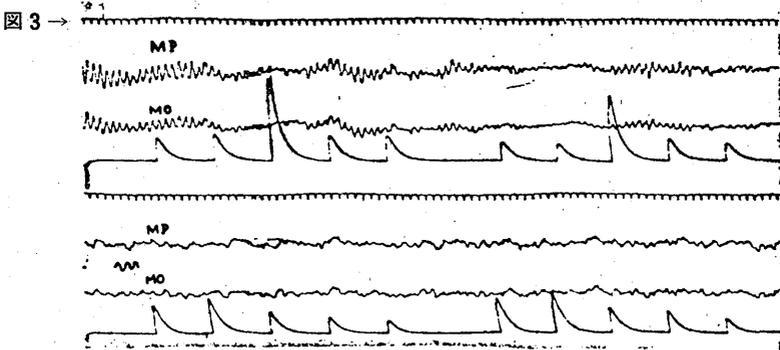
		左	右			左	右			左	右	
α	□	対照値	49.3	46.3	θ	対照値	26.3	25.5	β_2	対照値	3.8	3.3
	α	減少値	30.3	29.1		增加值	12.8	14.3		增加值	3.2	3.1
		〃率	62%	63%		〃率	49%	56%		〃率	85%	95%
	◇	〃値	28.9	28.5		〃値	14.4	15.8		〃値	4.0	4.0
		〃率	59%	62%		〃率	55%	62%		〃率	107%	123%
	○	〃値	33.2	30.2		〃値	18.2	20.0		〃値	4.8	3.8
		〃率	67%	65%		〃率	69%	78%		〃率	129%	115%

この動作の構成要素は左右の手の使用の有無，操作ハンドルの回し方が時計の針と同じ方向と、それと反対方向との4つからなる。正方形では左手だけで時計の針と反対方向に回すと左から右へと追跡動作が出来、次に右手だけを時計の針と同じ方向に回すと下から上へと正方形の一边の追従ができることとなる。菱型では左右の両手が回し方を固定して同一速度で行うと45°の斜辺がきれいに追従できる。正円型では両手を同時に使用するが、何れか一方の手の回し方に重みをかけねばならぬ。すなわち、方向を常に変えねばならない。この4個の動作要素を組み合わせた運動問題であるから、組合せの仕方に動作の難易度が生じるのである。次に注目すべきことは、繰返し実験における追跡された図の形である。すなわち、図示されている正円の追跡は1回目の鋭角的、かつジグザグな粗協応動作に比べて第9回目に行なわれたものはスムーズであり、追跡距離も短いことを示す精緻化された図型である。

これに対して C. C. No. の運動型態は3cmの間隔を打点する、いわゆる反射化動作と、○、△、□の3つの型を弁別し、該当する場所をチェックする弁別事態を含む連続動作である。稲葉氏はこれを時間的に分類し、

それぞれ運動時間と判断時間にしてている。

図3は Sign Curve 追跡時の脳波変動である。



上段の Control が α -Wave を主成分とするパターンに対して下段は、これより徐波成分を主体にしたパターンに変わっている。図中 MP, Mo はそれぞれ頭部皮膚の運動領域—頭頂部, 運動領域—後頭部を結んだ双極誘導を意味している。

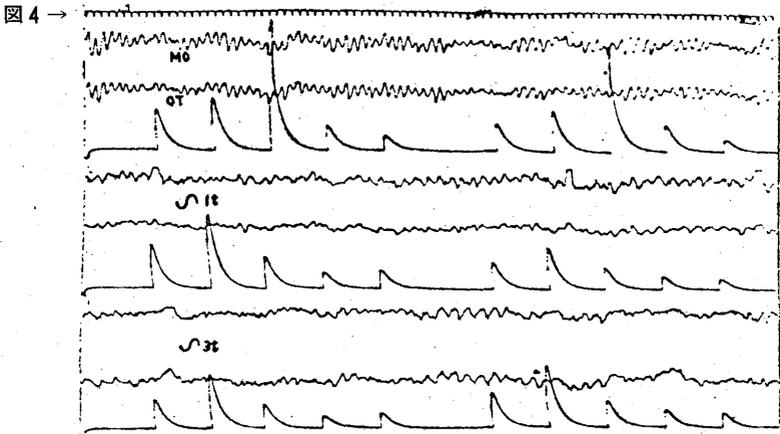


図4は同じく Sign Curve の追跡であるが, Sign wt の変動部分 wt を正円と同じくしたもので, 運動形態としては最も難度の高いものである。

ここでは図3の θ -band に対して、その Amplitude が一層高くなっていること、および第一 trial から θ -Wave が typical に見られ、下段の第3 trial では Mo (運動領域～後頭部)、OT (後頭部～側頭部) ともに θ -Wave 化していることが注目される。そして、これらの双極誘導において積分値の大きさが場所により、時間により異っていることは、Adey 等の脳波からすれば海馬回における繰返し刺激が変調され、その変調波型が、さまざまな領域に Project されて統合し、問題解決への脳内過程がある (パブロフ説によれば拡大集中の工程をたどる) ことになるという興味あるデータである。

図5→

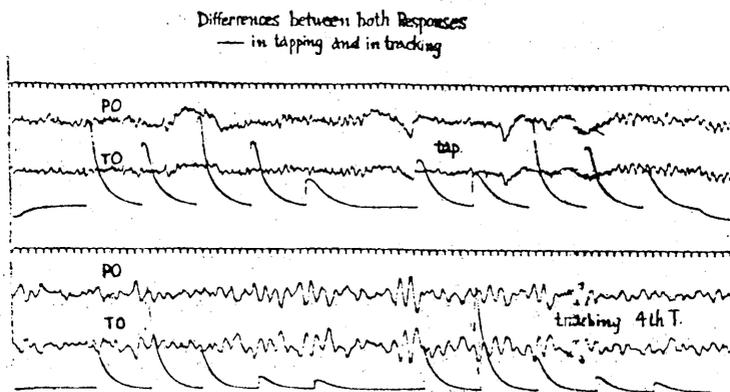


図5は C. C. No. を求める手続きとしての運動時間測定中の脳波 (上段) と追従動作を行った時の脳波の比較である。上段の Tapping においては脳波自体の基線が相当動揺しているから、 α -band が P.O (頭頂部～後頭部)、TO (側頭部～後頭部) とも高いので、この点は削除して考察しなければならないが、注目すべきは脳波の中央部および右側に typical な α -Wave が出現している現象である。積分値の方も α -band の積分値が主成分となったパターンであるが、このような Tapping は α -Wave

の出波を前提として、 α -band を主成分とする積分値パターンであることから、いわゆる反射動作であると位置づけられてよい、時実氏による脊髓化現象と呼ばれるものである。これに対して下段の記録は（菱型の図型を追跡したときの脳波であるが）Typicalな θ -Waveを表わした例である。この θ -Waveを図4の θ -Waveと比較すると、後者ではWaveの頂上および谷で、いわゆるInterferenceが見られる。つまり θ -Waveにも猫の海馬回に電極を直接的にあてた時のPhase relationshipsとは完全には一致していない。この干渉はしたがって脳の層構造に基づく、それぞれの機能間の干渉、かかるDesynchronzationが起ることは容易に推定されるものである。

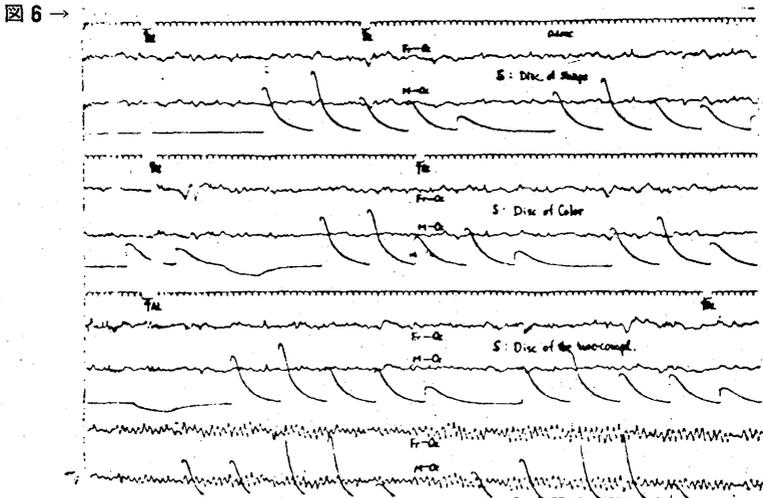


図6は型、色、両者の組み合わせによりC. C. No.の原法より少しく細分して検討したものであるが、その際、試行の始めのinstruction時に θ -Waveの出現があることをみたので、提出した所見である。これが単純なtappingでは余り認められなかったので、一応参考資料とすることに止める。ただ刺激の質量の差異があるにもかかわらず同様な波型が再現さ

れることは注目される。

図7→

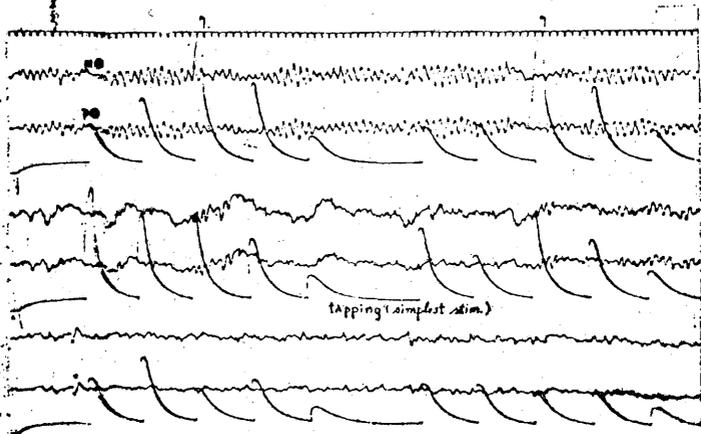
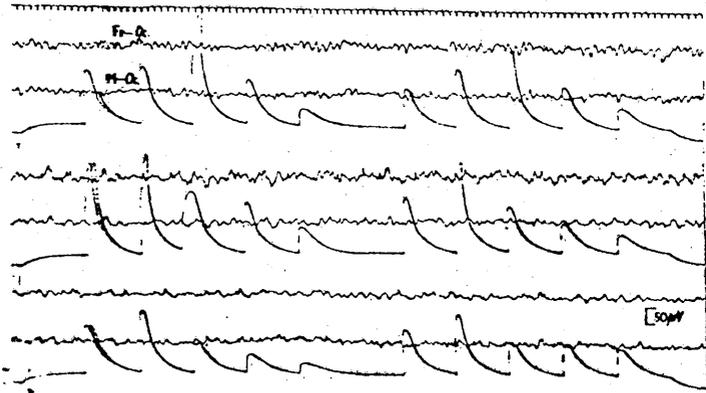


図7は、Tapping の繰返しにおける脳波の変動である。運動領域と後頭部、頭頂部と後頭部の双極誘導で、上から安静時、第1回目、第3回目の脳波であるが、中段の第1回目の Tapping では α -Wave が中央より、やや左側と右側に顕著である。基線の振動が強く、これが α -band の優位となった原因であることは、下段のそれに比べて著しく大きいことから明らかである。下段の記録は Mo, Po のうち運動領域—後頭部の双極誘導において θ -band が主成分となっていることを示す。つまり繰返し実験では、繰返しそのものが θ -band の出現の強化となっている。C. C. No. の原法では10秒と規定しているから、運動時間の測定には影響がないかも知れぬが、このことは弁別事態を含む稲葉氏のいう判断時間と比較するときに重要な意味をもつものと思われるのである。

図8は形の弁別、色の弁別を行ったときの 前頭部—後頭部、運動領域—後頭部の双極誘導結果である。このときは、上段の対照値に比べて θ -Wave の表われ方、及び θ -band の著しく大きいことが特徴である。

図 8 →

Change of Brain-Waves Patterns in the Response
Against the combined Stimulus
(shapes and colors)



繰り返し実験では下段の記録であるが、中段の record と同様に θ -band を主成分としながら、その高さが逓減している。このように θ -Wave の出現状態は、かなりまちまちであるから、Sampling を増して大雑把な位置づけをすることが、今後の課題であろう。

図 9 →

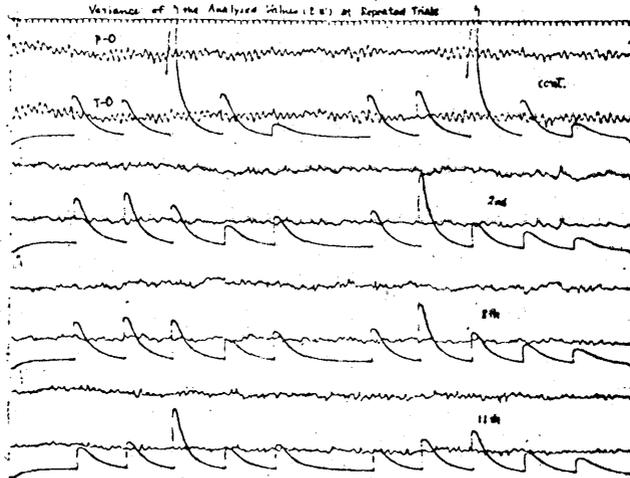


図9は原法の形(○:△:□)の弁別時における繰返し実験時の脳波変動である。大まかな傾向をのべると対照値に対して、 θ -band が試行回数を増すと逓減する傾向を示し、10回前後の試行の後に、逐時 Suppress された条件のもとに α -Wave が次第に復活する。すなわち、一応の弁別事態が起ると必ずといってよい程、 θ -Wave が著明になる。たまたま Typical な θ -Wave が visualize されない時でも analyzer による演算値は θ -Wave が高くなっていることはまちがいない。そしてこのことが稲葉氏のいう判断時間測定時に証明される。 β_2 -band は、この状態でやや高いが、不変であって、積分値をパーセントに変換すると一般的な脳波の Suppression のために比較的増加するにすぎない。すなわち、繰返しを除くと C. C. No. における商は、 θ -band の出現率と運動時間測定時にみられる α -band の出現率との比になる。ここでは Tracking における脳波の変動様式と基本的には変らないと指摘することである。

IV 考 察

従って、C. C. No. における脳波変動様式を比較、考察すると、いわゆる運動時間は図5に示されるごとく、 α -Wave の出現を前提として α -band を主成分とするパターンと位置づけられ、一方、○:△:□の図型の弁別は一応 θ -band を主成分とするパターンであるとされる。このことは前者で後者のときに要した時間を割った商の統計的なパターンから適性検査として用いられる C. C. No. は脳波所見から見るととき興味あるテストとして考えられる。

—以上—

参 考 文 献

- | | | |
|------------------|-------------|------|
| 「自動制御入門」 | 稲 葉 正太郎 | 1967 |
| 「C. C. No. について」 | 稲 葉 正太郎 | 1968 |
| 「臨床脳波学」 | Schwab R. S | 1955 |
| 「図型追跡と脳波分析値」 | 萩 原 仁 | 1967 |
| | 小 田 豊 | |