CNV (随伴陰性変動) の復帰についての分析

広島修道大学 松田 俊・寺谷美喜子・柿木昇治

ANALYSIS OF RESOLUTION OF CNV

TAKASHI MATSUDA, MIKIKO TERATANI, AND SHOJI KAKIGI

Department of Psychology, Hiroshima Shudo University

The present study was designed to explore the factor affecting the resolution of CNV by using the paradigm in which the attention was experimentally manipulated. The control group ($N=13$) was given an instruction for conducting the ordinary CNV task, while the experimental group ($N=26$) was instructed to direct the attention to the different S_2 durations. The results obtained showed that in the control group the CNV resolution occurred after the S_2 onset, although in the experimental group the resolution occurred after the S_2 offset. Considering the findings of this study and of Kakigi, Matsuda, and Hagino (1978) together, it was suggested that the CNV resolution was initiated by the psychological factor, not depending upon the external stimulus nor the key pressing response.

CNV (contingent negative variation 随伴陰性変動) は, Walter, Cooper, Aldridge, McCallum, & Winter (1964) によって見出された脳の緩徐な陰性電位変動である。CNV を生起させる基本的な実験パラダイムとして単純反応時間課題がある。その課題では, 先行刺激 (S_1) と後続刺激 (S_2) があり, S_2 に対して出来るだけ速く電鍵を押すことが求められている。CNV は, S_1 と S_2 の間に生じる脳波の基線の変化であり, 期待, 意欲, 動機づけ, 注意といった心理要因と対応する神経生理学的指標として注目を集め, 積極的に研究が進められてきた。そこでは, もっぱら, S_1 - S_2 間の陰性変動を研究の対象としてきたが, 若干の臨床面での研究を除いては, S_2 後の CNV の復帰は問題としてとりあげられることはなかった。

CNV の復帰に及ぼす要因として, S_2 に対する誘発電位, 電鍵押し反応, 更に, 電鍵押し反応に伴う心理要因などが考えられるが, 通常の CNV パラダイムでは, これらの要因が重畳するために, 個々の要因を分析することは困難である。この問題を解決するために, 次のようなフィードバック刺激を用いた実験が報告されている。Picton & Low (1971) は, 弁別反応時間課題を用い, 弁別反応の正否を示すフィードバック刺激を S_2 の後に導入した。その結果, 弁別課題が困難になると S_2 後の陰性成分が増加し, フィードバック刺激の後に CNV が復帰することが明らかとなった。また, Weinberg (1973) もフィードバック刺激を導入した事態を設け, CNV は, 被験者がフィードバック刺激を待機している間持続し, その後, 復帰するという結果を得ている。これら両実験の結果から, CNV の復帰は, S_2 に対する運動反応には

依存せず, フィードバック刺激に依存することが示された。これらの実験では, 通常の弁別課題を用いているので, 被験者は自己の弁別反応の正否をフィードバック刺激の提示以前に認知することが可能である。すなわち, 弁別反応の正否についての情報は, フィードバック刺激によってのみもたらされるのではなく, 被験者自身によって前もって認知することが考えられる。そこで, 条件を統制するために被験者に弁別反応の正否の認知を生じさせず, フィードバック刺激にのみ反応の正否の情報を提供させる必要が生じてきた。そのため Kakigi et al. (1978) は, 確率学習事態を導入し, 弁別反応の情報をフィードバック刺激で与え, そのフィードバック刺激の時間位置を3段階に変化させた。確率学習を用いることにより, 被験者は自己の反応の正否についての認知は不可能であり, フィードバック刺激によってのみ正否の情報が与えられた。その結果, CNV は S_2 に対して電鍵押し反応があるにもかかわらず, フィードバック刺激の提示まで持続し, その後, 復帰することが明らかとなった。また, CNV の復帰は, フィードバック刺激の提示位置 (S_2 後, 0.75, 1, 1.5 秒) に対応して生じることが確かめられた。その実験より, CNV の復帰をもたらすのは, S_2 でも S_2 に対する電鍵押し反応でもなく, フィードバック刺激に伴う心理要因, すなわち, 心理的完了感 (psychological state of completion) であることが明らかにされた。

この Kakigi et al. (1978) の実験も含めてフィードバックを用いた実験では, フィードバック刺激それ自体の効果を検討する必要がある。すなわち, 実験事態においてフィードバックという外部刺激を与えており, その刺

TABLE 1
Mean CNV amplitude, area, resolution time and reaction time for each condition

↓ Conditions	Measures →	CNV amplitude	CNV area	Resolution time	Reaction time
Control group	C- 300	10.65 (μ V)	8.25 (μ Vs)	525 (ms)	224 (ms)
	C- 600	8.34	6.94	626	225
	C-1 200	8.13	6.79	470	226
Experimental group	E- 300	9.22	7.30	555	223
	E- 600	9.46	7.62	910	222
	E-1 200	10.33	7.16	1 411	221

激は物理的側面と心理的側面を有する。Kakigi らは、心理的側面を CNV の復帰要因であると考えたが、物理的側面についても検討を加えておく必要がある。そこで、復帰要因が何であるかを S_1 - S_2 以外の新たなフィードバック刺激を用いない事態を設けて確かめたのが本実験である。本実験では、統制群には通常の CNV 事態の教示を与え、実験群には S_2 の持続に注意を向けさせる教示を与え、 S_2 の持続を両群とも 3 段階 (300 ms, 600 ms, 1 200 ms) に変化させた。この教示による条件差により、統制群は S_2 の提示、それに対する電鍵押し反応後に、実験群は S_2 の停止後に CNV の復帰が生じるかどうか検討することを本実験の目的とする。

方 法

被験者 大学生 39 名を被験者として用い、そのうち 13 名 (男子 5 名, 女子 8 名) を統制群に, 26 名 (男子 9 名, 女子 17 名) を実験群に割当てた。

装置 脳波は、 C_z - A_1 より単極導出し、日本光電製チョッパー式直流プリアンプ (RDU-5) により増幅 (1 V/100 μ V) し、垂直の眼電位は、左眼眼窩上下縁部より導出し、日本光電製生体用プリアンプ (RB-5) により増幅

FIG. 1. Experimental conditions for Control group (C-300, C-600, and C-1 200) and Experimental group (E-300, E-600, and E-1 200). MR represents a motor response to S_2 onset.

した。接地電極は、 A_2 とした。すべての電極は、Beckman 製脳波用 Ag-AgCl を電極を用いた。脳波と眼電位は、ペン書き記録すると同時に、DEC 製ミニコンピューター (PDP-11/10) により A/D 変換 (100 サンプル/秒) し、ディスクに記録した。更に、電鍵押し反応の反応時間もディスク記録するようにした。実験刺激は、第 1 刺激 (S_1) と第 2 刺激 (S_2) からなる。両刺激とも 1 000 Hz, 70 dB の音であり、トリオ製オーディオ・ジェネレーター (AG-202 A) により発振させ、リオン製電子スイッチ (SB-10 A) により断続させた。音刺激は、被験者の眼前 100 cm の所に位置するスピーカーにより与えた。刺激の制御は、全てミニコンピューターにより行なわれた。

手続き 被験者に電極を装着後、脳波に眼電位の混入を防ぐための眼球運動の統制と電鍵押し反応の馴致のための練習試行 (10—20 試行) を与えた。その後、本実験に入った。被験者は、教示内容の違いによって、統制群と実験群に分けられた。統制群については、 S_2 に対して出来るだけ速く運動反応を行なわせるという反応時間課題の一般的教示を与えた。一方、実験群については、 S_2 の持続に、特に、注意を向けさせるために、一般的教示に加えて、正しく電鍵を押すと音 (S_2) が直ちに消えるが、押し方に問題があると音は長く持続するという教示を与えた。実験群では、 S_2 の持続は、電鍵押し反応の正否のフィードバックとなり、 S_2 の終了まで注意を持続させるようにした。実際には、 S_2 の持続は、被験者の電鍵押し反応に依存せず、あらかじめ決められた刺激系列に従って異なる S_2 の持続を無作為な順序で与えた。本実験で用いた刺激・反応条件は、Fig. 1 に示す通りである。実験課題は、単純反応時間課題であり、統制群、実験群とも S_2 の開始に対して出来るだけ速く電鍵押し反応を行なわせた。 S_1 の提示時間は、100 ms であり、 S_2 の提示時間は、300 ms, 600 ms, と 1 200 ms の 3 種類ある。この S_2 の提示時間により、統制群は、3 条件 (C-300, C-600, C-1 200) となり、また実験群も 3 条件 (E-300, E-600, E-1 200) となる。 S_1 と S_2 の刺激間隔

は、1,500 ms. 試行間隔は、平均 12 秒. 各条件の試行回数は、20 回であり、両群とも各条件を無作為な順序で与えた.

結果の処理 脳波に眼電位が混入した試行、脳波の基線が著しく偏位した試行、及び電鍵押し反応の反応時間が極端に短い試行と長い試行をミニコンピューターにより自動的に除去し、残りの試行の結果を処理した. 脳波は、加算平均し、渡辺製 X-Y レコーダー (WX-432) で

アナログ記録すると同時に、DEC 製プリンター (LA-36) で印字記録した. 更に、加算平均した脳波から、 S_1 前 200 ms 間の平均電位を基線として CNV の振幅 (基線と S_2 前 200 ms 間の平均電位との差)、面積 (S_1 提示後 500 ms から S_2 までの陰性電位の積分値)、基線への復帰時間 (S_2 後、陰性電位が基線に戻るまでの時間) を算出した.

結 果

統制群と実験群の全被験者の平均 CNV 曲線を条件別にして Fig. 2 に示す. 統制群の 3 条件についてみれば、 S_1 と S_2 間の陰性電位 (CNV) の生起、及び S_2 後の陰性電位の減少 (CNV の復帰) とも同じような反応傾向がある. 一方、実験群では、CNV の生起については各条件とも殆ど差が生じていないが、CNV の復帰は、各条件の S_2 後に生じ、 S_2 の持続が長ければ、それだけ CNV の復帰が遅くなることが明らかである. 次に、各条件の CNV の振幅、面積、復帰時間と電鍵押しの反応時間の平均値を Table 1 に示す. これらの測定値の中で、CNV の振幅、面積、反応時間には、条件間で統計的な差は見られなかった. これに対して、CNV の復帰時間は、統制群においては差がみられなかったが、実験群の条件間で差が認められた ($F=4.51$, $df=2/50$, $p<.05$). この結果より、実験群の復帰時間は、 S_2 の持続時間の関数として増大することが明らかとなった. Fig. 3 は、各条件の CNV の生起と復帰を比較するために 100 ms 毎の平均反応をプロットしたものである. 統制群では、CNV の生起と復帰は、各条件とも同じような傾向

FIG. 2. CNV tracings averaged across all subjects for each condition.

FIG. 3. Superimposed CNV changes from base line for three conditions in Control group (left) and Experimental group (right).

を示したが、実験群では、CNV の生起と S_2 後 500 ms (S_1 後 2000 ms) までの復帰には差がなく、 S_2 後 600 ms から復帰において条件差が生じることが明らかとなった。

考 察

CNV は、通常の単純反応時間課題では、 S_2 に対する電鍵押し反応後、急速に基線に復帰する。この現象と同じように、本実験の統制群においても各条件で S_2 の持続時間が異なるにもかかわらず、 S_2 に対する電鍵押し反応後、急速な CNV の復帰が生じた。一方、 S_2 の持続に注目させる教示を与えた実験群では、CNV の復帰は、 S_2 の停止に依存して生じた。Kakigi et al. (1978) は、確率学習事象を用い、反応の結果をフィードバック刺激で与える条件を設定し、CNV の復帰は、 S_2 によっても、また、電鍵押し反応によっても生じず、フィードバック刺激によって生じることを確かめた。その実験では、Picton & Low (1971), Weinberg (1973) の実験と同じく、フィードバック刺激を用いているので、フィードバック刺激の外在的効果 (extrinsic effect), すなわち、フィードバック刺激の物理的効果を検討する必要が生じた。そこで、フィードバック刺激を用いない条件を設定するために、教示と S_2 の持続時間を変数とした実験条件を組んだ。本実験で得られた統制群と実験群の結果から、CNV の復帰は、単に S_2 の停止にのみ依存しないことが明らかとなった。なぜならば、統制群の 3 条件は、 S_2 の持続時間が異なるにもかかわらず、CNV の復帰時間には差が生じなかったからである。また、CNV の復帰は、 S_2 に対する電鍵押し反応に依存しないことが本実験の結果より確かめられた。なぜならば、各条件の電鍵押し反応時間に差がないにもかかわらず、実験群の S_2 の長い条件 (E-600, E-1200) の復帰時間は、他の条件に比べて有意に遅延したからである。Kakigi et al. (1978) は、CNV の復帰要因を心理的完了感によると述べているが、本実験においても教示内容から考えて、統制群では、電鍵押し反応後に、実験群では、 S_2 停止後に課題が完了し、心理的完了感が生じたと考えるのが妥当であろう。次に、本実験の教示効果を考えてみたい。ここでは、 S_2 の持続に注目させるために実験群の教示を用いたが、その教示が一般的動機づけを高め、更に、CNV の復帰に影響する可能性を想定することができる。しかしながら、統制群と実験群の CNV の振幅、面積に差がなく、また、反応時間にも差がみられなかった

ので、一般的動機づけの高まりが CNV の復帰にのみ影響するとは考え難い。

CNV の復帰は、精神病との関係でとりあげた研究がある (Tismit-Berthier, Delaunoy, Koninckx, & Rousseau, 1973; Dongier, Tismit-Berthier, Koninckx, & Delaunoy, 1973)。それらの研究では、精神病患者の CNV の復帰は、正常者と比べて遅く、症状の改善に対応して CNV の復帰が速くなると報告している。我々の研究から、CNV の復帰は、いわゆる、心理要因によることが明らかとなってきたので、精神病患者の CNV の復帰の遅延には、心理要因が関与すると考えられる。今後は、CNV の陰性変動と同様に、CNV の復帰についての基礎研究を拡充すると同時に、臨床方面への適用が望まれる。

引 用 文 献

- Dongier, M., Tismit-Berthier, M., Koninckx, N., & Delaunoy, J. 1973 Compared clinical significance of CNV and other slow potential changes in psychiatry. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **33**, Supplement. 321-326.
- Kakigi, S., Matsuda, T., & Hagino, G. 1978 Factors affecting the resolution of contingent negative variation (CNV). *Japanese Psychological Research*, **20**, 187-190.
- Picton, T. W., & Low, M. D. 1971 The CNV and semantic content of stimuli in the experimental paradigm: Effects of feedback. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **31**, 451-456.
- Tismit-Berthier, M., Delaunoy, J., Koninckx, N., & Rousseau, J. C. 1973 Slow potential changes in psychiatry. I. Contingent negative variation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **35**, 355-361.
- Walter, W. G., Cooper, R., Aldridge, V. J., McCallum, W. C., & Winter, A. L. 1964 Contingent negative variation: An electric sign of sensorimotor association and expectancy of the human brain. *Nature*, **203**, 380-384.
- Weinberg, H. 1973 The contingent negative variation: Its relation to feedback and expectant attention. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **33**, Supplement, 219-228.