

## 刺激間間隔 (S1-S1 Interval) と頭皮上緩電位変動

筑波大学大学院 (博) 心理学研究科 篠田 晴男

筑波大学心理学系 吉田 倫幸

Effects of S1-S1 interval on scalp slow potentials (CNV)

Haruo Shinoda and Tomoyuki Yoshida (*Institute of Psychology, University of Tsukuba, Ibaraki 305, Japan*)

The present study was designed to examine the influence of S1-S1 interval on contingent negative variation (CNV). Five students were presented with acoustic stimuli with the S1-S2-MR paradigm in the fixed S1-S1 interval condition and a random interval condition. EEGs were recorded at Cz. The CNV was summated for early half 25 trials for late ones to investigate the temporal change. The CNV amplitude of the late half trials in the random condition markedly decreased compared with the fixed condition. It was suggested that random condition led subjects to decrease vigilance level, because they became to feel effortless in contrast to to the fixed condition in which they needed to make effort to counter monotony.

Key words : CNV, S1-S1 interval, vigilance level.

随判性陰性緩電位変動 (Contingent Negative Variaton : CNV) はある一定の間隔で S1-S2 という二つの感覚刺激を提示した場合 S2 に対する運動反応 (Moter Response : MR), 弁別判断といった要求に応じて S1-S2 間に頭皮上に生起する緩徐な陰性電位である。

通常 CNV の実験パラダイムとしては S1-S2-MR 課題が用いられている。その際前試行の影響、予期に伴う基線の動揺を考慮して、S1-S1 間隔はある程度ランダムな時間間隔 (10秒前後) で提示している。分析は各試行を独立とみなして S1-S2-MR という課題事態に於ける中枢の活動を加算平均法を用いて検討することが一般的である。

従来主として S1-S2 間における心理現象が注目され、S1-S2 間隔を変数とした CNV 波形について種々の検討がなされている。柿木 (1980) は間隔の延長に伴い波形が二相性を示すことを確認している。また S1-S2 間隔を操作した場合、間隔の延長が S1 後の陰性への立ち上がり勾配を緩徐にするという報告もあり (篠田, 1980), その背景には「反応のしや

すさ」が関連することが示唆されている。

一方、各試行ごとの時系列的な波形変化 (たとえば学習課題の遂行過程など) をみるという点から試行ごとに加算平均する方法がとられることもある。この方法の長所は各試行ごとの波形を独立に評価できる点にある。

ところで一般に S1-S2-MR パラダイムではもっぱら S1-S2 間の電位変化について予測・期待・リズムなどの心理作用を反映する指標として注目する傾向がある。しかし、S1-S2 間で切り取られた時間の背景に S1-S1 間隔によって影響を受ける心理的要因が呈示のしかた (呈示間隔等) によりきいてくることも当然予想される。そこで今回、刺激間間隔に着目し、単調な定間隔とランダムな間隔の二条件を設定した。つまり CNV 波形を S1-S2 間の心理作用と S1-S1 間隔で生じる心理作用の重畳したものと仮定して S1-S1 間隔を操作し、CNV への効果について時系列的に検討を試みた。さらにその心理作用の内容 (待時間との関係で生じる反応のしにくさ、単調さによる覚醒低下など) について若干の考察を

試みた。

### 方 法

**被験者** 学生5名(男子4名, 女子1名, 20~26歳)

**刺激** 音刺激は持続時間 50ms, 立ち上がり・立ち下がり時間 0.1ms の純音(1000Hz, 65dB)を用い被験者の正面 1 m に設置されたスピーカから呈示された。音刺激の制御および呈示間隔の制御には、音刺激装置(Nihon-koden SSS-3100)とマイクロコンピュータ(TEAC PS-85)を用いた。

**条件** 定間隔とランダムな間隔の2種類の S1-S1 間隔を設定した。

①定間隔条件(FI)では、S1-S1 間隔を9秒に固定した。②ランダムな間隔条件(VA)では6秒から12秒(平均9秒)の間でランダムに呈示した。ただし、S1-S2 間隔は2秒に固定した S1-S2-MR 課題を用いた。

**脳波記録** 脳波は脳波計(日本電気三栄 1A57)により中心部(Cz)より両耳朶連結を基準電極として時定数3秒で単極導出した。電極は三栄製 Ag-AgCl 電極を使用した。同時に眼球運動をモニタ記録した。運動反応も同時に紙記録した。

**脳波の解析** 脳波データは脳波計より直接 A/D コンバータを介してマイクロコンピュータ(NEC PC-9801F2)にサンプリング間隔 6 ms, 512ポイントの計 3072ms をリアルタイムでサンプルした。FI・VA 両条件とも第一刺激前 500ms 間の平均電位を基線として60試行を加算平均した。さらに60試行を前半30試行, 後半30試行にわけてそれぞれ両条件とも加算平均した。

**手続き** ①被験者の課題は第一音刺激の2秒後に呈示される第二音刺激が聞こえたら直ちに右手の

イッチを押して応答することである。実験時間は約40分であることが実験に先立ち告げられた。②約10分の安静後、アーチファクトが混入していないことを確認し閉眼状態で実験を開始した。

### 結果と考察

50回加算平均した緩電位波形の一例を示したのが Fig. 1 である。S1-S2 間隔が2秒あるため両条件の波形はともに二相性に近いパターンを示している。この例では、VA 条件は FI 条件に比べ二相性が明確である。この傾向は他の被験者の波形にも共通してみられた。この点では柿木(1980)の結果と一致する。しかし、VA 条件での明確な二相性の背景には、中間成分の陽性変位、潜時的には若干遅いといわれる LPC(Late Positive Component: 後期陽性成分)様の成分が重畳している可能性も考えられる。

Fig. 2 は S2 前 500ms 内における基線からの最大振幅をあらわしている。FI 条件における最大振幅が VA 条件にくらべわずかに大きな値を示しているが、標準偏差が大きいため、全試行加算時の最大振幅において、その差は認められない。そこで、Fig. 3 では S1-S2 間における電位変化を 250ms ごとに区切った区間平均電位を示した。

S1 直前の 0-500ms および S2 直前の 1750-2000ms においてほぼ同様な値を示したが 500ms-1750ms の中間成分において FI 条件は VA 条件にくらべ大きな値となった。これは FI 条件が単調なためむしろ VA 条件において安定した陰性変位がみられる

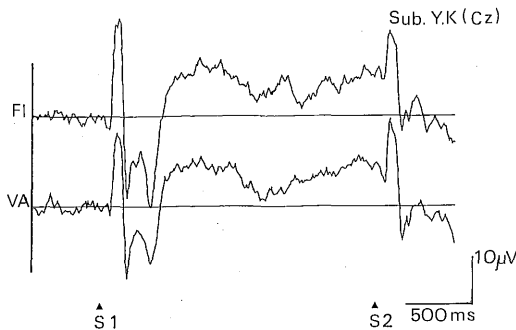


Fig. 1 One sample of slow potentials under FI and VA conditions. Arrows show stimuli.

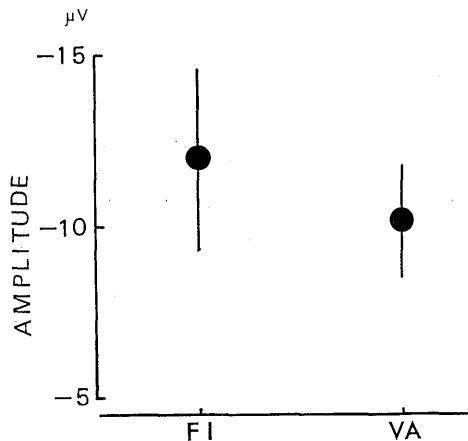


Fig. 2 Maximum amplitude under FI and VA conditions. Vertical lines show 1/2SD.

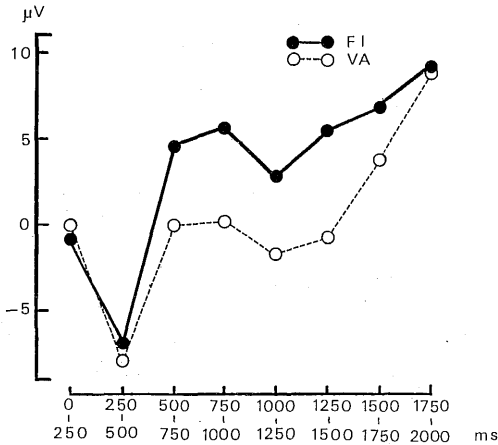


Fig. 3 Averaged amplitude in each 250ms epoch between S1 and S2 stimulus under FI and VA conditions.

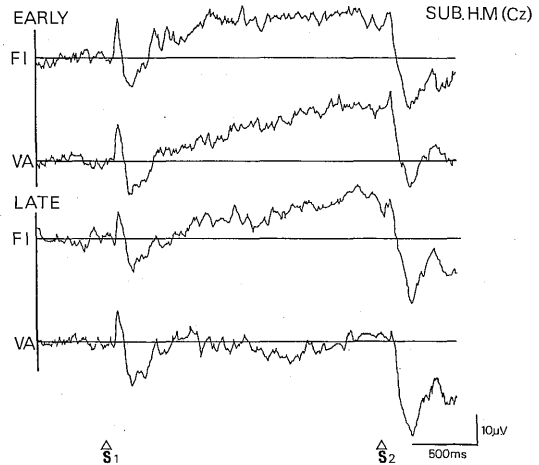


Fig. 4 One sample of slow potentials in early and late half trials under FI and VA conditions. Arrows show stimuli.

と考えた当初の仮定と反するものであった。VA 条件では S1-S1 間隔が 6-12s の間隔でランダムに提示されたが、6s における波形と 12s における波形に分離・重畳したことを反映したものかもしれない。もしくはいわゆる LPC が (潜時的には遅い成分であるが)、VA 条件では S1 刺激の予測が困難なことから生じ中間成分における陽性変位として反映されたとみることもできるかもしれない。

Fig. 4 は全 50 試行を前半 25 試行、後半 25 試行にわけてそれぞれ加算平均した緩電位変動波形の一例である。FI 条件では後半 25 試行の加算波形において前期成分の振幅低下が認められる。前期成分は定位反応成分と考えられ試行回数にともない刺激が反復提示された結果、慣化に類似した効果が生じたことを反映したものと思われる。一方、VA 条件では後半 25 試行の加算波形における振幅低下は同様に認められるものの、S1-S2 間で波形全体にわたった振幅の低下が顕著である。基線の引き方による見掛け上の低下の可能性もあるため即断はできないが、6-12s の S1-S1 間隔では 9s に固定した FI 条件より、逆にそのランダム性による反応のしやすさ・effortless により覚醒低下が時間経過と共に生じ後半 25 試行における一律な振幅低下を招いたとも考えられる。

このことは前半 25 試行・後半 25 試行加算した波形の最大振幅を示した Fig. 5 においても FI 条件では前半 25 試行・後半 25 試行とも最大振幅において差がみられないのに対し、VA 条件では明らかに振幅の低下が後半 25 試行において認められる。つまり S1

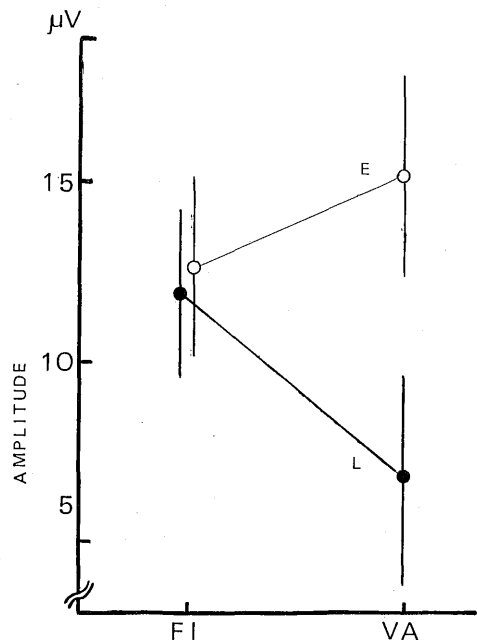


Fig. 5 Maximum amplitude in early and late half trials under FI and VA conditions. Vertical lines show 1/2SD.

-S1間隔の適度なランダム性が、vigilance levelを下げその結果、後半の試行における全般的覚醒低下および振幅低下をきたしたと考えることができる。

Fig. 6は Fig. 3と同様 S1-S2間を250msごとにその電位を平均した区間平均電位を示したものである。全体的な傾向としては、VA条件の後半25試行加算波形を除き類似したパターンである。しかしVA条件の後半25試行加算波形についての区間平均値にみられる全般的な低下は顕著であり、むしろ陽性変位といえるものとなっている。この図からみる限りCNVといえる陰性変位は崩れている。前述したように基線のとり方による見掛け上の陽性変位という可能性をある程度考慮するにしても、なおVA条件ではランダム性による一定電位が期待された。しかし750-2000msでの区間平均でVA条件前半25試行加算波形がFI条件の両波形に比べて大きな値を示した一方で後半25試行加算波形がやはり低い値に終始したことから、むしろ試行の反復に伴う時間経過に依存した形で振幅が低下することが本図において示唆される。その背景には適度なランダム性が一過性のvigilance levelおよび全般性の覚醒低下を招いている可能性が指摘できよう。

ただし、VA条件における振幅低下、陽性変位と同様な傾向について M. Timsit-Berthier, A. Gerono and J. C. Rousseau (1980) はそれを慣化と考え、脳波の周波数分析から、覚醒低下と連動するとは限らない可能性もあることを指摘している。

被験者の内省報告ではFI条件に比べてVA条

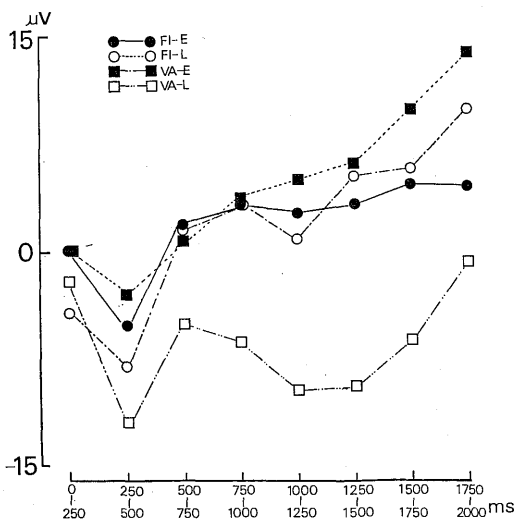


Fig. 6 Averaged amplitude in early and late half trials under FI and VA conditions.

件が反応しやすいという報告が多くその結果としての vigilance level の低下を考えることができるが、覚醒については実験時間が長く両条件ともある程度試行にともない低下したと考えられる。そのため課題遂行に対する effort は FI 条件後半に増大し、その結果が Fig. 6 の FI 条件後半25試行加算平均波形の区間平均が1750-2000ms で前半25試行の値よりわずかに大きくなる形で反映されたとみることもできよう。つまり覚醒は二次的もしくは背景要因として作用し、反応のしやすさ・しにくさ、もしくは課題遂行に要する effort の大小と時間経過にともなった effort の配分という vigilance に関わる要因が強く作用している可能性が高い。

### 全体的考察

FI 条件 VA 条件では CNV 波形の500-1500ms の中間成分において VA 条件で振幅が低く、その理由として6sと12sという S1-S1 間隔にランダムに提示したにもかかわらず分離した形で波形が重畳した可能性が考えられた。この点については6sおよび12sの S1-S1 間隔での CNV 波形を求め両波形をもとにシミュレートする必要がある。一方、VA 条件のランダム提示が S1 に対する刺激予測を困難にさせ、その結果 LPC 様の陽性変位が潜時的には遅い成分ではあるが生じた可能性もあろう。また前半25試行・後半25試行それぞれ加算することで時間経過に伴う変化を検討し、VA 条件の後期25試行加算波形における振幅は全般的に顕著に低下することが認められたが、基線のとりかたという点で検討の余地が残る。この振幅低下の背景には被験者の内省報告と照らし、VA 条件では FI 条件に比べ反応がしやすいことによる effortless を反映した vigilance level の低下が示唆される。逆に FI 条件では単調な課題遂行に対し要する effort が時間経過とともに必要となったこと、既に単調な課題の性質上覚醒の低下に拮抗する課題遂行のための effort が要求されたと考えることが可能であろう。電位の安定には刺激提示の時間的ランダム性に加え適度な vigilance level を保証できるような性質を負荷した課題が要求される。つまり定間隔提示が単純に覚醒を下げるとは考えられないこと、またある程度の時間、継続する課題では、ランダムな刺激の時間的布置に加え、課題の性質（報酬価など）を吟味する必要が示唆された。

### 要約

通常の CNV 課題である S1-S2-MR 間隔では S1

-S2 間隔が問題となる。しかしその背景に S1-S1 間隔がかかわっていることは否定できない。S1-S1 間隔を通常のランダムな間隔と単調な定間隔の二条件設定した。単調さにより覚醒低下を生ずる定間隔条件 (FI 条件) がランダムな間隔条件 (VA 条件) にくらべ振幅が低下することが予想された。結果は FI 条件が VA 条件にくらべ中間成分に限り高くなった。また時間経過にともなう変化をみるため前半25試行・後半25試行にわけて加算した波形をそれぞれの条件で比較したところ VA 条件の後半25試行において顕著な振幅の低下をみた。一方、FI 条件では後半25試行においてむしろ若干の振幅増大をみた。このことから単調な課題遂行に対しては覚醒低下に拮抗する effort が要求され、一方適度にランダムな課題に対しては effortless であり vigilance level の低下が生じたと考えられ仮説とは異なる結論を得た。なお S1-S1 間隔を操作し波形の変化を詳細に検討すること、基線のとりかたについての再検討が課題

としてのこった。今後は MR 終結時点からつぎの刺激入力までの緩電位変動を直接検討する方向で刺激入力前の心理生理的に状態の評価を検討していきたい。

## 引用文献

- 柿木昇治 1980 脳の緩徐な電位変動 (CNV) に関する生理心理学的研究 広島修道大学研究業書 第5号
- 篠田伸夫 1980 ヴィジランス課題における頭皮上緩電位の時間特性 筑波大学人間学類卒業論文
- Timsit-Berthier, M., C., Gerono, A., Rousseau, J. C. 1980 CNV and functional state changes during long-lasting and repetitive recording sessions. *Progress in Brain Research* Vol. 54, Pp. 673-681.