事象関連電位による認知的葛藤の情報処理過程に関する研究¹

広島大学 岩木信喜・兵庫教育大学 今塩屋隼男²

A study on information processing of cognitive conflict using event-related potentials

Nobuyoshi Iwaki (Department of Psychology, Faculty of Education, Hiroshima University, Kagamiyama, Higashi-Hiroshima 739) and Hayao Imashioya (Department of Psychology, Hyogo University of Teacher Education, Yashiro, Kato-gun, Hyogo 673-14)

This study examined whether cognitive conflict, reported by Eriksen and Eriksen (1974), could be explained by a model of reciprocal inhibition between correct and incorrect response preparation. Subjects responded selectively to a central target letter with flanking compatible (e.g., HHHHH) or incompatible (e.g., SSHSS) noise letters. In the mixed condition all four stimuli were mixed randomly in a block, and in the blocked condition only two stimuli with identical noises were used. The results showed that the reaction times to incompatible stimuli were delayed in the mixed condition compared with that to compatible stimuli, while the delay was significantly reduced in the blocked condition. This blocking effect was also shown on P3 latencies, an event-related potential measure of stimulus evaluation, but not on lateralized readiness potentials (LRPs), a measure of response preparation. Furthermore, irrespective of blocked/mixed conditions, LRPs indicating incorrect preparation were observed. These findings suggest that cognitive conflict could not be explained by the reciprocal inhibition model based on response preparation, but by a model based on stimulus evaluation.

Key words: cognitive conflict, reciprocal inhibition, event-related potentials, lateralized readiness potential, P3.

一連の情報処理の流れに妨害を加えることで、特定の情報処理過程の性質を検討する方法がある。認知的葛藤課題はこの方法を利用する課題の一つである。

Eriksen & Eriksen (1974) の認知的葛藤課題に準拠した研究では、一般に2種類の文字で構成される文字列(例えば, HHHHH や SSHSS) が使用される。被験者は、中央の文字を標的として左右の手指で、例えば“H”に対して左手で、“S”に対して右手で反応する。このような課題では、中央の標的文字とその両側に付随するノイズ文字が同じである一致刺激(HHHHH)に比べ、それらが異なる不一致刺激(SSHSS)の場合に、反応時間(Reaction Time: RT)が遅延する。

Gratton, Coles, Sirevaag, Eriksen, & Donchin (1988) は、この課題下で、RTに加えて運動関連脳電位を測定した。彼らは、第1次運動野上と推定される頭皮上に電極を配置し、左右の手で反応する際の準備状態を測定したのである。その結果、RTが遅延する不一致刺激の試行においては、誤った運動準備がなされていることが明らかとなった。例えば、“H”を

左手、“S”を右手に対応させて、“HSHH”が提示されたとする。被験者は標的“S”に対して右手で反応すべきであるが、相対的に情報量の多いノイズ“H”の影響で左手で反応しそうになる。つまり、Gratton et al. (1988) は、誤った反応準備がプライムされることを示したのである。この反応プライミングを説明する情報伝達様式の議論は未解決であるが(Miller (1988) のレビューを参照)、不一致刺激(例えば、HSHH)に対する誤反応準備は明らかに生じる。この事実から、Gratton et al. (1988) は、反応準備段階において誤った反応準備と正しい反応準備が拮抗し(相互に抑制しあい)、その結果としてRTあるいは筋電位(Electromyogram)の潜時(EMG-RT)が遅延すると考えた(相互抑制モデル)。このような点から彼らは、認知的葛藤が主として反応系に起因すると結論したのである。

ところで、Eriksen & Schultz (1979) は、不一致刺激を使用する事態でも、葛藤が軽減される(RTの遅れが短縮する)条件を発見した。すなわち、ノイズが共通している刺激(例えば、HHHHH と HHAHH)のみを用いるブロック化条件を設定したところ、不一致刺激に対するRTの遅れは大幅に減少したのである。もし誤反応準備が認知的葛藤を引き起こす必要十分条件ならば、不一致刺激を用いてもRTが遅れない条件では誤反応準備が生じないこと、更に正反応の準

¹ この論文は、兵庫教育大学大学院の平成5年度修士論文の一部を加筆修正したものである。

² 広島大学教育学部の利島保先生、宮谷真人先生、兵庫医科大学の沖田庸嵩先生、広島大学学校教育部の七木田敦先生に大変貴重な御教示を頂き、心より感謝致します。

備開始時間も遅延しないことが予測される。しかし、これまでにこの点を確認した研究は見られない。

本研究では、RTと2種類の事象関連電位（Event-Related Potential, ERP）を従属変数として用いる。ERPの一つは、1980年代半ば以降に反応準備状態の評価に利用されるようになった偏側性準備電位（Lateralized Readiness Potential, LRP）であり、もう一つはP3である。LRPは、準備電位を加工したものである。準備電位は、四肢などの自発運動に先立って観察される緩徐な陰性波であり（Vaughan, Costa, & Ritter, 1968）、運動する部位の対側頭皮上で相対的にその振幅が大きいという非対象性の分布を示す（Gilden, Vaughan, & Costa, 1966; Kutas & Donchin, 1980）。準備電位をLRPに加工する際に必要なのは、手の運動に特異的な準備電位を、手の運動とは直接関係しない他のERP成分から分離することである。分離すべきERPは大きく二つに分類できる。一つは、両側頭皮上に等しく出現するERPであり、もう一つは、左右の運動とは関係なく片方の頭皮上（例えば、常に左頭皮上）にのみ出現するERPである。これらのERPを相殺することによって、選択的な手の運動準備状態を抽出するのである。具体的な手続きは式(1)に示した。なお、C3'は左運動野の頭皮上、C4'は右運動野の頭皮上と推定される部位である。この詳細については、Coles (1989)を参照されたい。

$$\text{LRP} = [\text{左手運動時の差分電位}(\text{C4}' - \text{C3}') \text{の加算平均波形} + \text{右手運動時の差分電位}(\text{C3}' - \text{C4}') \text{の加算平均波形}] / 2 \quad (1)$$

このようにして得られる平均相対差電位は選択的な手の運動に特異的な電位と考えられ、LRPと命名されている³（Coles, 1989; Gratton et al., 1988）。また、このように反応すべき手の対側の電位から同側の電位を引くという手続きで求められた波形は、正反応準備に伴い陰性方向に、誤反応準備に伴い陽性方向に振れるという性質を示す。本研究では、誤反応準備の有無、および正反応準備の開始時間の変化を評定することにLRPを利用する。

本研究で利用するもう一つのERPは、P3である。P3潜時は、運動関連処理系とは相対的に独立した刺激評価系の働きに関係すると考えられている（Bashore & Van der Molen, 1991; Donchin & Coles, 1988; Kutas, McCarthy, & Donchin, 1977; Magliero, Bashore, Coles, & Donchin, 1984; McCarthy & Donchin, 1981）。本研究では、刺激評価系の処理時間

の変化を評定するためにP3潜時を用いる。

Gratton et al. (1988)の正誤反応相互抑制仮説に従えば、ミックス条件でのRTの遅れがブロック化条件において短縮する際には、誤反応準備が低減して正反応準備（LRP潜時）の遅れが早期化すると予測される。本研究の目的は、この予測の妥当性を検討することにある。また、P3潜時も短縮するか否かを検討することで、反応系以外の刺激評価系がRTの短縮に積極的に関与するか否かを検討する。

方法

被験者 矯正を含め視力正常な健康成人12名（18-33歳）を被験者とした。全員が右利きであった。

刺激 “H”と“S”を用いて5文字で構成した4種類の刺激（HHHHH, SSSSS, SSHSS, HHSHH）を用いた。中央が標的文字、その両側の計4文字がノイズである。標的とノイズとが同じ文字列の場合が一致刺激（HHHHH, SSSSS）、異なる場合が不一致刺激（HHSHH, SSHSS）である。また、ニュートラル条件として標的文字のみの“H”と“S”を用いた。視角は5文字で約2.5度とした。凝視点は約0.1度の視角で、実験中継続して標的文字下部に提示した。

手続き 1ブロックを88試行とし、ノイズを伴う4種類の刺激をブロック内にランダムに混合するミックス条件を2ブロック、ノイズが共通する2種類の刺激（HHHHHとHHSHH、またはSSSSSとSSHSS）のみを用いるブロック化条件を2ブロック、標的文字のみを提示するニュートラル条件を1ブロック、計5ブロックを行った。3条件の実験順序はカウンターバランスした。各条件を行う前に、16試行の練習を行った。休憩は、原則的に最初2あるいは3ブロックを行った後に15分程度設け、被験者の状態に従って適宜休憩をとった。被験者は、前方に設置された二つのボタンに対し、標的文字が“H”の場合には左手人差し指で左のボタンを、“S”の場合には右手人差し指で右のボタンを押した。

各試行は、はじめCRT上に300 ms間“+”を提示し、続く500 ms間のブランクの後、刺激を提示した。被験者の反応と共に刺激を消去し、次試行までは2000 ms間のインターバルとした。また、被験者の反応が刺激提示後1000 msを超える場合、自動的に次試行へ進むようにした。

被験者は、(a) 中央の標的文字にのみ注意して課題遂行するように心がけること、(b) 刺激が等確率でランダムに出現するために標的文字の予測はできないこと、(c) できるだけ早く正確に課題遂行につとめること、(d) 瞬きをしないようにつとめても我慢できないときは反応後やや間をおいてからすること、の4点を各ブロックの遂行前に教示した。なお、ブロック化条件については、当該ブロック中はノイズが1種類で共

³ De Jong, Wierda, Mulder, & Mulder (1988)は、Gratton et al. (1988)とは独立に、“CMA (Corrected Motor Asymmetry)”と彼らが名づけるLRPと等価の電位を加工、利用して情報の伝達様式に関する問題にアプローチしたが、その後一般的に“LRP”の名称が使用されるようになり現在に至っている。

通であることを、練習試行の際に教示した。

測定条件 脳電位は、導出部位を国際10-20法 (Jasper, 1958) に準拠し、Cz (中心部) の左側約4 cmのC3'と右側約4 cmのC4', およびPz (頭頂部) から両耳朶結合を基準電極として導出し、接地電極をFPz (前額部) とした。時定数は0.3 sとし、高域遮断周波数は100 Hz (ロールオフ -3 dB) とした。電極には銀-塩化銀電極を使用し、電極間抵抗値を原則として5 k Ω 以下とした。眼球電図を右眼窩上下縁部約2 cmより導出して瞬きを監視した。得られた電位は、データレコーダ (TEAC PU-400) に記録した。

データ処理 データは、シグナルプロセッサ7T18 (日本電気三栄製) でオフライン処理した。サンプリング周波数は200 Hzとし、移動平均法を利用して高域遮断周波数29.5 Hzのデジタルフィルタをかけた (ロールオフ -9 dB)。刺激提示時点をトリガーとし、刺激提示前150から提示後800 msを加算平均した。加算平均に際し、眼球電図あるいは脳電位が ± 50 μ V以上を示した場合は、アーティファクトが混入したものとみなして分析から除外した。この加算平均波形におけるP3潜時は、刺激提示後250—500 ms間に出現する最大陽性振幅値を示したポイントの値とした。また、LRPの算出方法はColes (1989) に準拠した。LRP潜時は、基線部振幅 (刺激提示前150 ms間の平均値) から5%水準 (片側) で有意な振幅値に達し、かつそれ以後50 ms間以上その水準を維持している場合に、その水準に達した最初のポイントをLRP潜時とした。データは、各実験ブロックの最初の8試行を除く80試行で、RTが200—1000 ms間

Figure 1. Average reaction times for compatible and incompatible stimuli in each experimental condition.

⁴ 筋電位の立ち上がりを指標とする実験 (Gratton et al., 1988) において、これが200 ms以内である場合には反応の正答率がほぼチャンスレベルになることが知られている。本データ処理においてはこれをRTに適用し、200 ms以内のRT試行は分析対象外とした。

にあるものを分析対象とした⁴。

結果

反応時間 Figure 1に各条件の平均RTを示した。2 (ブロック化の有無: ミックス条件とブロック化条件) $\times$ 2 (刺激の一致性: 一致刺激と不一致刺激) の分散分析の結果、ブロック化の有無 (377 ms vs. 393 ms; $F(1, 11) = 18.50, p < .01$) と刺激の一致性 (374 ms vs. 396 ms; $F(1, 11) = 53.54, p < .001$) のそれぞれに有意な主効果を認め、交互作用も認めた ($F(1, 11) = 107.22, p < .001$)。交互作用に関する下位検定の結果、ミックス条件では有意な刺激の一致性の効果を認めたが (375 ms vs. 411 ms; $F(1, 22) = 125.18, p < .001$)、ブロック化条件では有意な傾向にとどまった (374 ms vs. 380 ms; $F(1, 22) = 3.56, p < .10$)。また、一致条件では、ミックス条件 (375 ms) とブロック化条件 (374 ms) に差は認めなかったが、不一致刺激では、ブロック化の有無の効果を認めた (380 ms vs. 411 ms; $F(1, 22) = 59.43, p < .001$)。次に、ノイズを伴わないニュートラル条件のRTが他の条件に比べて早いかどうかを t 検定 (片側) で検討したところ、ニュートラル条件とミックス条件の一致刺激 (359 ms vs. 375 ms; $t(11) = 1.77, p < .10$)、およびニュートラル条件とブロック化条件の一致刺激 (359 ms vs. 374 ms; $t(11) = 1.39, p < .10$)、のそれぞれに傾向差が認められた。

LRP Figure 2にLRPの総加算平均波形、Figure 3にLRPの平均立ち上がり潜時を示した。総加算平均波形に示した短い斜め線は、各条件の平均立ち上がり潜時を表している。LRP潜時についてRTと同様の2要因分散分析を行った結果、ブロック化の有無に主効果はなかったが (230 ms vs. 232 ms)、刺激の一致性には有意な主効果を認め (211 ms vs. 251 ms; $F(1, 11) = 13.40, p < .01$)、不一致刺激の場合にLRP潜時が遅延した。交互作用はなかった。従って、ミックス条件での正反応準備の遅れがブロック化条件で短縮することはなかった。また、ニュートラル条件 (219 ms) とミックス条件の一致刺激 (209 ms)、ニュートラル条件とブロック化条件の一致刺激 (213 ms)、それぞれの潜時の間に t 検定 (片側) で有意差は認められなかった。

次に各条件における誤反応準備の有無を検討した。一般に、誤反応準備が正反応準備へと修正される場合、LRPに反映される誤反応準備は小さい (Coles, Gratton, & Donchin, 1988; Gratton et al., 1988; Gratton, Coles, & Donchin, 1992; Osman, Bashore, Coles, Donchin, & Meyer, 1992; Smid, Lamain, Hogeboom, Mulder, & Mulder, 1991; Smid, Mulder, Mulder, & Brands, 1992)。本結果 (Figure 2) では、有効試行の全加算平均波形において誤反応準備 (陰性

方向への大きな振れの直前に生じる陽性方向への振れ)を検出できなかった。そこで, Gratton et al. (1988)の方法を採用し, 加算回数を十分に確保する目的で RT が 350—549 ms の 200 ms 間に入る試行を加算平均した (Figure 4)。その結果, 誤反応準備が

Figure 2. Grand-average lateralized readiness potentials for compatible and incompatible stimuli in each experimental condition. LRPs for neutral condition (thin line) are shown in each panel. Slash lines on each wave indicate the average onset latency. Neutral, compatible, and incompatible stimulus are abbreviated to N, C, and I respectively.

Figure 3. Average onset latencies of lateralized readiness potentials for compatible and incompatible stimuli in each experimental condition.

不一致刺激の場合には顕著に存在し (潜時約 190 ms 付近), 正反応準備の立ち上がり (開始時間) が遅延していた。条件別のそれぞれの波形について, 刺激提示後 5 ms ごとの平均値と基線 (定数=0) との差を片側 5%水準で t 検定した結果, ミックス条件の不一致刺激 (200—239 ms 区間) とブロック化の不一致刺激 (185—244 ms 区間) の波形には誤反応準備が有意に認められたが, 一致刺激の 2 波形には有意な誤反応準備を認めなかった。

P3 潜時 Figure 5 に ERP の総加算平均波形, Figure 6 に平均 P3 潜時を示した。RT と同様の分散分析の結果, ブロック化の有無 (370 ms vs. 392 ms; $F(1, 11)=9.27, p<.05$) と刺激の一致性 (370 ms vs. 392 ms; $F(1, 11)=9.47, p<.05$) のそれぞれに有意な主効果を認め, 交互作用も認めた ($F(1, 11)=8.04, p<.05$)。交互作用に関する下位検定の結果, 刺激の一致性の効果はミックス条件に認めたが (374 ms vs. 410 ms; $F(1, 22)=16.97, p<.001$), ブロック化条件では認めなかった (365 ms vs. 374 ms)。また, 一致条件ではミックス条件 (374 ms) とブロック化条件 (365 ms) に差を認めなかったが, 不一致条件ではブロック化の有無の効果を確認した (374 ms vs. 410 ms; $F(1, 22)=16.70, p<.001$)。つまり, ミックス条件で遅延した不一致刺激に対する P3 潜時がブロック化条件で短縮するという結果であった。また, ニュートラ

Figure 4. Grand-average lateralized readiness potentials for compatible and incompatible stimuli with reaction times between 350 and 549 ms in mixed (upper panel) and blocked (lower panel) conditions.

ル条件とミックス条件の一致刺激 (337 ms vs. 374 ms; $t(11)=4.03, p<.01$), ニュートラル条件とブロック化条件の一致刺激 (337 ms vs. 365 ms; $t(11)=4.15, p<.01$), それぞれの間に t 検定 (片側) で有意差を認めた。

考 察

Gratton et al. (1988) は, 認知的葛藤を左右の手の反応準備の相互抑制 (reciprocal inhibition) という考え方で説明し, 葛藤の所在を反応系に求めた。認知的

Figure 5. Grand-average ERPs recorded at Pz for compatible and incompatible stimuli in each experimental condition. ERPs for neutral condition (thin line) are shown in each panel.

Figure 6. Average P3 latencies for compatible and incompatible stimuli in each experimental condition.

葛藤に誤反応の抑制過程が介在するという仮説を提示したのは Eriksen & Schultz (1979) であり, Coles, Gratton, Bashore, Eriksen, & Donchin (1985) と, Eriksen, Coles, Morris, & O'Hara (1985) は誤反応の存在を手の反応に伴う筋電図を指標として検討した。しかし, 脳内に生じる誤反応準備を取り出して相互抑制モデルを検討したのは, Gratton et al. (1988) が初めてである。

Gratton et al. の観点から言えば, ブロック化条件では RT 遅延の原因たる誤反応準備の影響力が低下したのであるから, 遅延していた正反応準備がより早く開始する (LRP 潜時が早期化する) 結果になると予測された。しかし, 本実験結果における (a) 刺激の一致性の効果がブロック化条件の LRP 潜時に認められたこと, (b) 不一致刺激の LRP 潜時にブロック化の効果を認めなかったことの 2 点は, 彼らのモデルに基づく予測に反する結果であった。一方, Gratton et al. (1988) は, 正反応 LRP 潜時と EMG-RT とがよく相関していることから, 正反応準備へと修正される直前の誤反応 LRP の場合, RT の分散が大きい場合には平均化された誤反応 LRP 振幅がより小さくなって不明瞭になると考えた。そこで彼らは, 刺激提示後 150—199 ms, 200—249 ms という具合に EMG-RT レンジが 50 ms ごとの区間を設け, 各々の区間について, EMG-RT がその区間に該当する試行のみを加算平均した。その結果, 誤反応準備が比較的良好に同期して加算され, 明瞭に観察された。本分析では, 加算回数を確保する目的で RT が 350—549 ms 区間に入る試行のみを加算平均した。その結果, 不一致刺激の RT が一致刺激とほぼ同程度であるブロック化条件において, 不一致刺激の波形に明らかな誤反応準備を認めた。この結果も誤反応準備を認知的葛藤の必要十分条件とする考え方には合わなかった。以上より, 誤反応準備は, 認知的葛藤に関与する可能性は残されているが, 少なくとも必要かつ十分な条件ではなく, 認知的葛藤の原因を反応系にのみ求める考えは不十分と考えられる。なお, ブロック化条件の一致刺激の波形で観察される 100 ms 過ぎと 200 ms 手前のディップらしきものは, (a) 基線 (定数=0) との差の検定で有意ではなかったこと, (b) 変動の大きかった 2 名の被験者データが影響したこと, (c) 基線の変動と比べても大差はないこと, の 3 点から, ノイズの範囲内であると判断した。

他方, Eriksen & Schultz (1979) は, ブロック化の効果を “チェック操作 (check operation)” という処理内容を仮定して解釈している。チェック操作とは, 課題遂行に必要な反応が 2 種類以上ある場合, 準備している反応が正しいか否かを入力情報をもとにチェックし, 必要ならば当該反応準備を抑制して正反応へと修正する処理のことである。本課題の場合, このチェ

ック操作において対象となる反応準備状態は、葛藤を明瞭に引き起こすミックス条件では2(反応=HあるいはS)×2(抑制=SあるいはH)の4通りである一方、刺激として例えば“HHHHHとHSHH”を与えたブロック化条件では2(反応=HあるいはS)×1(抑制=Hのみ)の2通りである。従って、ブロック化条件ではチェック操作における処理負荷が相対的に小さいため、それに応じてRT遅延が短縮したと説明できる。但し、ここでは逐次的な系列処理を前提とはしないが、本実験に関する限りにおいて処理負荷の増大は処理時間の増大を伴うと考えられる。このチェック操作との関係で、次にP3潜時の結果について考察する。

序論で述べたように、P3潜時は反応過程とは相対的に独立した刺激評価系に関連すると推定されている。本結果では、不一致刺激に対するRTとP3潜時は、ミックス条件では遅延したがブロック化条件においては有意には遅延しなかった。つまり、RTの変化とP3潜時の変化は概ね共変の関係にあったと考えられる。このことは、RTの短縮には、反応系とは相対的に独立した刺激評価系が積極的に関与することを示唆している。刺激評価系には、刺激のコード化に始まり、刺激の処理が完了して意思決定されるところまでの複数の処理が含まれている。P3潜時は、この複数の処理の中でも上記のチェック操作に要する時間と関連するように思われる。すなわち、不一致刺激でかつミックス条件というRTが遅延する条件では、刺激評価系におけるチェック操作の処理負荷が相対的に大きい。そのため、チェックに要する処理時間が延長し、それを反映してP3潜時も遅延する。一方、不一致刺激でかつブロック化条件というRT遅延が短縮する条件では、チェック操作の処理負荷が相対的に小さい。そのため、チェックに要する処理時間が短縮し、それに伴ってP3潜時も短縮すると考えることができる。

次にニュートラル条件では、他の2条件の一致刺激と比べてRTが早い傾向を示したが、LRP潜時に差はなかった(Figure 2)。LRP潜時の結果は、刺激が5文字でも1文字でも形態処理に要する時間には差がなかったことを示唆している。RTの傾向をチェック操作で解釈する上ではP3潜時が重要である。ニュートラル条件は、それ自体独立したブロックとして行われたために誤反応準備がプライムされることはない。従って、誤反応を抑制する必要があるために、ここで言うチェック操作の相対的処理負荷は最小と考えられる。この条件のP3潜時は他の条件のどの刺激よりも有意に早かった。これは、チェック操作に要する時間とP3潜時が関連するという考えに矛盾しない結果であった。

ところで、Gratton et al. (1988) は、LRPには反応閾があり、LRPがそれを越えた時点で反応が出現

すると考えている。しかし、本実験のブロック化条件では、LRP潜時が一致刺激よりも不一致刺激が遅かったにもかかわらず、RTにはその条件差が認められなかった。これは、反応の閾値一定説(fixed-criterion hypothesis)に明らかに矛盾する結果であるが、これをどう考えればよいであろうか。この点について、Gratton et al.の実験結果の分析は、反応閾値の有無を検討するには、不十分であったことを指摘しておきたい。彼らは、本実験と同じ刺激を用いて認知的葛藤課題を行った。そして、反応区間を150—199 ms, 200—249 ms, 250—299 ms, 300—349 msの四つに分け、各試行をそのEMG-RTが該当する反応区間に分類した。そうしたところ、EMG-RTとLRP潜時が正の相関を示し、四つの反応区間のLRP振幅は一定であった。このような点から、彼らは、運動の準備過程には閾値があると判断し、同時に、Grice, Nullmeyer, & Spiker (1982)の閾値変動説(variable-criterion hypothesis)を退けた。しかし、Gratton et al.の結果には、刺激評価系の処理時間の分析が含まれていなかったことに注意すべきである。本実験結果から明らかなように、P3が反映する刺激評価系の処理時間は刺激一致性の影響を受けて、RTと共に変動している。彼らの実験においても、もしEMG-RTとLRP潜時とP3潜時の三者が相関していたならば、たとえP3が反映する処理過程がEMG-RTの決定因であっても、LRP潜時が相関して変動することから、EMG-RTに対応するLRP振幅が表面的に一定となっていた(閾値があるように見えた)可能性がある。

この点を明らかにするためには、独立変数が反応過程にのみ影響して刺激評価系には影響しない状況を作る必要がある。その上で、RTが異なる条件間でLRP振幅が一定であるか否かを検証せねばならない。本実験はEMG-RTを利用していないためにGratton et al.との厳密な比較はできないが、本実験のブロック化条件は上の状況を近似的に実現していたと考えられる。そして、本結果は反応の閾値一定説を支持しなかったのである。そこで、現時点で二つの可能性が考えられる。一つは、Grice et al. (1982)の閾値変動説であり、もう一つは、チェック過程での意思決定に要する時間が変動すると考える説明である。部分情報が意思決定過程に影響してRTを遅らせ得ることは、Miller, Schaffer, & Hackley (1991; 実験6を参照)が明らかにしている。これを考慮すると、本結果からは閾値変動説に関しては積極的なことは言えないが、少なくとも第三の可能性として、チェック過程での意思決定に要する時間がRTの変動因となり得ることが指摘できる。

なお、本実験結果は、Gratton et al. (1988)の正誤反応相互抑制モデルを支持しなかったが、反応プライ

ミングを説明するメカニズムとして彼らが考えている情報の連続的伝達様式という考えには矛盾していなかったことを指摘しておく。情報の連続的伝達は、不完全ながらも自動的に生じるため (Coles, Gehring, & Donchin, 1992), 反応プライミングは回避困難と考えられている。本実験での刺激について言えば、位置よりも形態の処理が早く進行し、形態情報が反応準備系に先に到達するが、ノイズの数は標的文字の4倍であることから、このノイズの形態情報が反応準備にバイアスをかけることになる。このように、プライミングの自動性を考慮すると、たとえRTが短縮するブロック化条件でも、不一致刺激を用いる限り、ノイズに依存して誤反応準備が生じると予測される。本実験は情報の伝達様式を検討する課題事態ではないので積極的なことは言えないが、本結果は少なくともこの予測に矛盾するものではなかった。

要 約

(1) 本研究は、Eriksen & Eriksen (1974) が考案した認知的葛藤課題について、反応系に原因を求める正誤反応相互抑制モデル (Gratton et al., 1988) の妥当性を精神生理学的指標を用いて検討した。

(2) 実験は選択反応課題であり、中央の標的文字とその両側にあるノイズが同じ文字列である一致刺激 (HHHHH, SSSSS) と、異なる不一致刺激 (SSHSS, HHSHH) を用いた。そして、それらをすべて1ブロック内に混合するミックス条件と、1ブロック内で用いる刺激をノイズ部分が共通する二つの刺激 (例えば、HHHHH と HHSHH) に限定するブロック化条件、標的文字のみを提示するニュートラル条件、の3条件を設定した。

(3) その結果、不一致刺激に対するRTはミックス条件では一致刺激よりも遅かったが、ブロック化条件ではその遅延が有意に減少した。また、刺激評価系の指標であるP3潜時はRTと同様の傾向を示したが、反応準備系の指標であるLRP潜時にはブロック化の効果を認めなかった。

(4) 従って、認知的葛藤の所在を反応準備系におく正誤反応相互抑制モデルは支持されず、刺激評価系の関与が示唆された。そこで、刺激評価系と反応準備系との情報コミュニケーションを考えるEriksen & Schultz (1979) のチェック操作の考えが本結果の解釈として適合することを指摘し、チェック操作に要する時間とP3潜時との関係にも言及した。

引用文献

Bashore, T. R., & Van der Molen, M. W. 1991. Discovery of the P300: A tribute. *Biological Psychology*, **32**, 155-171.

Coles, M. G. H. 1989. Modern mind-brain reading: Psychophysiology, physiology, and cognition. *Psychophysiology*, **26**, 251-269.

Coles, M. G. H., Gehring, W. J., & Donchin, E. 1992. Response activation and verification: A psychophysiological analysis. In G. E. Stelmach & J. Requin (Eds.), *Tutorials in motor behavior II*. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B. V. Pp. 779-792.

Coles, M. G. H., Gratton, G., & Donchin, E. 1988. Detecting early communication: Using measures of movement-related potentials to illuminate human information processing. *Biological Psychology*, **26**, 69-89.

Coles, M. G. H., Gratton, G., Bashore, T. R., Eriksen, C. W., & Donchin, E. 1985. A psychophysiological investigation of the continuous flow model of human information processing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **11**, 529-553.

De Jong, R., Wierda, M., Mulder, G., & Mulder, L. J. M. 1988. Use of partial stimulus information in response processing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **14**, 682-692.

Donchin, E., & Coles, M. G. H. 1988. Is the P300 component a manifestation of context updating? *Behavioral and Brain Sciences*, **11**, 357-374.

Eriksen, C. W., Coles, M. G. H., Morris, L. R., & O'Hara, W. P. 1985. An electromyographic examination of response competition. *Bulletin of the Psychonomic Society*, **23**, 165-168.

Eriksen, B. A., & Eriksen, C. W. 1974. Effects of noise letters upon the identification of a target letter in a nonsearch task. *Perception & Psychophysics*, **16**, 143-149.

Eriksen, C. W., & Schultz, D. W. 1979. Information processing in visual search: A continuous flow conception and experimental results. *Perception & Psychophysics*, **25**, 249-263.

Gilden, L., Vaughan, H. G., Jr., & Costa, L. D. 1966. Summated human EEG potentials with voluntary movement. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **20**, 433-438.

Gratton, G., Coles, M. G. H., & Donchin, E. 1992. Optimizing the use of information: Strategic control of activation of responses. *Journal of Experimental Psychology: General*, **121**, 480-506.

Gratton, G., Coles, M. G. H., Sirevaag, E. J., Eriksen, C. W., & Donchin, E. 1988. Pre- and poststimulus activation of response channels: A psychophysiological analysis. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **14**, 331-344.

Grice, G. R., Nullmeyer, R., & Spiker, V. A. 1982. Human reaction times: Toward a general theory. *Journal of Experimental Psychology: General*, **111**,

- 135-153.
- Jasper, H. H. 1958 The ten-twenty electrode system of the International Federation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **10**, 371-375.
- Kutas, M., McCarthy, G., & Donchin, E. 1977 Augmenting mental chronometry: The P300 as a measure of stimulus evaluation time. *Science*, **197**, 792-795.
- Kutas, M., & Donchin, E. 1980 Preparation to respond as manifested by movement-related brain potentials. *Brain Research*, **202**, 95-115.
- Magliero, A., Bashore, T. R., Coles, M. G. H., & Donchin, E. 1984 On the dependence of P300 latency on stimulus evaluation processes. *Psychophysiology*, **21**, 171-186.
- McCarthy, G., & Donchin, E. 1981 A metric for thought: A comparison of P300 latency and reaction time. *Science*, **211**, 77-80.
- Miller, J. 1988 Discrete and continuous models of human information processing: Theoretical distinctions and empirical results. *Acta Psychologica*, **67**, 191-257.
- Miller, J., Schäffer, R., & Hackley, S. A. 1991 Effects of preliminary information in a Go versus No-go task. *Acta Psychologica*, **76**, 241-292.
- Osman, A., Bashore, T. R., Coles, M. G. H., Donchin, E., & Meyer, D. E. 1992 On the transmission of partial information: Inferences from movement-related brain potentials. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **18**, 217-232.
- Smid, H. G. O. M., Lamain, W., Hogeboom, M. M., Mulder, G., & Mulder, L. J. M. 1991 Psychophysiological evidence for continuous information transmission between visual search and response processes. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **17**, 696-714.
- Smid, H. G. O. M., Mulder, G., Mulder, L. J. M., & Brands, G. J. 1992 A psychophysiological study of the use of partial information in stimulus-response translation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **18**, 1101-1119.
- Vaughan, H. G., Jr., Costa, L. D., & Ritter, W. 1968 Topography of the human motor potential. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **25**, 1-10.

——1996. 2. 9 受稿, 1997. 1. 11 受理——