

## タイムプレッシャーと注意の焦点化が P300およびLRPに及ぼす影響

白石舞衣子・宮谷 真人

(2006年10月5日受理)

The effects of time pressure and attentional focus on P300 and lateralized readiness potential

Maiko Shiraiishi and Makoto Miyatani

The effects of time pressure (TP) and attentional focus on stimulus evaluation and reaction preparation processes were investigated using P300 and the lateralized readiness potential (LRP). Event-related potentials (ERPs) were recorded from participants performing visual discrimination tasks. In this task, participants were presented a series of line pairs and required to judge whether the length of two lines were same or different. TP was manipulated by using moderate or severe response time limits. TP effects on the P300 and LRP latency were compared between two levels of discriminability, which was manipulated by stimulus intensity. The direction of two lines were fixed or randomly changed in each experimental block. In fixed-condition, participants were able to make responses with focusing attention on a specific location in stimulus display. Results indicated that P300 latency and response locked LRP latency were both affected by TP regardless of stimulus intensity. However, attentional focus did not influence TP effects on P300 latency and response locked LRP latency. These results suggest that the durations of both stimulus evaluation process and reaction preparation process were reduced by TP and that participants may use another strategy to adapt to TP other than focusing of spatial attention.

Key words: Time pressure, Event-related potentials (ERPs), P300, Lateralized readiness potential

キーワード：時間的切迫感，事象関連電位，P300，偏側性準備電位

人間は時間的制約を受けながら何か作業をしたり、意思決定したりしなければならない時にタイムプレッシャー（以下TP）を感じる。特に、専門的な職業において、慢性的にTP下での認知活動が行われているとされている（Edland & Svenson, 1993）。現代社会の中で、コンピューターによる制御のように、画面に示される表示をもとに、対応を決めなければならない状況は非常に多いと考えられる。そのような状況に、時間的制約が加われば、示された刺激をいち早く検出し、それが何を伝えているのかを正確に判断し、対応を決めなければならない。しかし、このような一

連の人間の情報処理過程に及ぼすTPの影響については、まだ詳細に検討されていない。

人間の意思決定を支える情報処理過程には、刺激入力から運動反応出力までの情報処理の流れがあるとされ、認知（刺激評価）系と反応（運動出力）系に大別される。Dien, Spencer, & Donchin(2004)は、単純な弁別課題における認知系の処理段階とそれらに関連したERP成分について次のように示している。第1段階は刺激登録（Stimulus registration）の段階で、刺激事象が生じたという単純な登録であり、聴覚および視覚刺激に対して生じる外因性成分であるP1やN1に

反映される。第2段階は刺激選択 (Stimulus selection) の段階で、刺激事象が課題に関連した感覚チャンネルの一部であると、さらなる分析の対象となり、Processing Negativity (PN) が惹起される。第3段階は刺激同定 (Stimulus identification) の段階で、刺激の同一性あるいは刺激のタイプが決定される。この段階と関連する成分として、視覚性の N2や意味的刺激に対する N400、P-SR が挙げられているが、モダリティ間あるいは課題間で共通な ERP 成分は報告されていないようである。第4段階は刺激分類 (Stimulus categorization) の段階で、刺激が課題に関連したカテゴリーに分類された後の過程であり、P300に反映される。

一方、反応系と関連する ERP 成分として、偏側性準備電位 (lateralized readiness potential: LRP) が挙げられる。LRP は反応選択時の左右の運動野の頭皮上 (C3'および C4'。C3'は C3の 1 cm 前などのように定義される。C4'は C3'の対側) から記録された電位を加工したもので、運動準備や運動実行に密接に関連している (Coles, 1989)。さらに、Osman & Moore (1993) によれば、刺激呈示に同期した LRP は運動の活性化開始前の過程を反映し、反応に同期した LRP は運動の活性化開始後の過程を反映する。前者は刺激に対応した反応手の選択段階に関連し、後者は選択された反応手の実際の運動実行段階に関連していると考えられている。このように、TP が情報処理過程のどの段階に影響を及ぼすかについて検討する際には、それぞれの段階に対応した ERP 成分を測定し、検討することが有効であると言える。

白石・宮谷 (2005) では反応選択課題における TP の効果について、刺激評価過程を反映する P300を指標として検討し、刺激評価が難しい状況下では、TP の影響により P300潜時が短縮し、刺激評価過程が短縮することが示唆された。刺激評価過程が短縮する理由として、刺激の特定の部分に対する注意の焦点化が挙げられる。例えば、TP を強く感じている場合には、文字 “F” と “J” の弁別反応において、参加者は文字の明らかに異なる部分にのみ注意を焦点化することによって、刺激評価を十分に行わなくとも、文字の弁別を可能にしたために、刺激評価過程が短縮した可能性が考えられる。Maule & Edland (1997) によると、TP 下の意思決定では、情報処理の速度やテンポを上げる、より選択的に処理する、優先させる情報処理を変える、意思決定ルールを変更する、といった適応方略が変化すると考えられている。したがって、刺激の異なる部分を選択的に処理するという方略をとる可能性は十分に考えられる。

そこで本研究では、刺激を回転して呈示することに

よって、注意の焦点化を行にくい条件と、刺激を固定して呈示することによって、注意の焦点化を行いやさしい条件を含む課題を用いて、刺激評価が困難な状況下の TP が刺激評価過程に及ぼす影響について検討した。白石・宮谷 (2005) では、視覚刺激として文字を用いたが、文字刺激を回転して呈示すると心的回転が行われ、課題要求が異なるため、本研究では刺激として線分を用いた。

Pfefferbaum, Ford, Johnson, Wenegrat, & Kopell (1983) は、線分の長さの違いを弁別する課題をスピード重視条件および正確性重視条件下で実施した。スピード重視条件では基準時間 (平均 RT - 1 SD) を超えるとフィードバック音が呈示された。その結果、正確性重視条件に比べ、スピード重視条件の方が P300潜時は 40 ms、反応時間は 235 ms 短くなった。このことから、スピード重視の教示によって、反応処理が主に影響され、刺激評価は少し短くなったと結論づけている。また、線分の長さの違いの弁別が易しい条件 (線分の 30% の長さが異なる) よりも難しい条件 (線分の 7% の長さが異なる) において、P300潜時および反応時間が長くなった。しかし、教示と弁別の難易度による交互作用はみられなかった。このように、TP の効果は見られたものの、刺激の弁別の難易度によって、TP 効果が変調するという白石・宮谷 (2005) のような結果は得られていない。本研究において、白石・宮谷 (2005) と類似した事態下で、文字の弁別課題から線分の長さの異同判断課題に課題が変わっても、同様の結果が得られるのかについても検討した。また、LRP を指標として TP が反応準備過程に及ぼす影響についても検討した。

## 方 法

**参加者** 視力 (矯正視力を含む) の正常な右手利き成人 12 名 (男性 4 名, 22-39 歳)。

**刺激** 視覚刺激として回転させた (0, 90, 180, 270 度) 長さの等しい線分対 (2 cm, 視角で 1.2 度) と異なる線分対 (2 cm と 1.4 cm, 視角で 0.8 度) を用いた (観察距離 1 m, Figure 1)。刺激は 26.3 cd/m<sup>2</sup> (易刺激) および 4.5 cd/m<sup>2</sup> (難刺激) の灰色の線分であり、背景 2.2 cd/m<sup>2</sup> の液晶モニターに呈示した。刺激の強度は、白石・宮谷 (2005) および Verleger, Neukäter, Kömpf, & Vieregge (1991) に近似した値に設定した。全ての刺激がランダムに呈示されるランダム条件と、回転角度の等しい刺激のみが呈示される固定条件があった。ランダム条件では、24 種類の刺激をランダムな順序で呈示した (1 ブロック 192 試行)。固定条件では、

回転角度の等しい刺激のみを、ランダムな順序で呈示し、回転角度ごとにブロック化して呈示した（高 TP 条件では 1 ブロック 144 試行、中 TP 条件では 1 ブロック 96 試行）。なお、長さの等しい線分対と異なる線分対は同数呈示した。刺激の呈示時間は 300 ms、刺激間隔（onset - onset 間隔）は、1 050 - 2 550 ms の範囲でランダムとした。

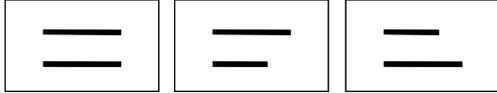


Figure 1. The stimuli used in this experiment.

**課題** 単純反応課題と TP の異なる 2 つの選択反応課題を実施した。単純反応課題ではランダム条件のみを、選択反応課題ではランダムおよび固定条件を実施した。参加者は単純反応課題では全刺激に対し、右のキーを押して反応し、選択反応課題では線分の長さが等しい場合には左のキー、線分の長さが異なる場合には右のキーを押して反応した。参加者には、選択反応課題のランダム呈示条件では、線分の長さが異なる部分が上下左右ランダムに呈示されることを、固定呈示条件では、線分の長さが異なる部分が呈示される位置を知らせた。制限時間を単純反応課題では 400 ms、中 TP 選択反応課題では 550 ms、高 TP 選択反応課題では、練習試行において、各条件での正答率（全試行中制限時間内に正答した割合）が約 60% 以上となった時間とし、それぞれの制限時間内に反応するよう参加者に教示した。制限時間内に反応できなかった時にはフィードバック音で知らせた。

**手続き** 単純反応課題を 1 ブロック、高 TP ランダム課題を 3 ブロック、中 TP ランダム課題を 2 ブロック、高 TP 固定課題および中 TP 固定課題をそれぞれ 4 ブロック実施した。同一課題は連続して実施し、課題の実施順序は参加者間でカウンターバランスした。各課題終了後に主観的 TP 感を測定するための NASA - TLX (芳賀・水上, 1996) を実施した。

**脳波の記録と分析** 銀・塩化銀電極を用い Fz, F3, F4, Cz, C3, C4, Pz, P3, P4, T5, T6, O1, O2 から脳波を、左眼窩上下から垂直 EOG を、左右の眼窩外側縁部から水平 EOG 導出した。左右耳朶にも電極を置き、電位を記録した。電極間抵抗は、5 k $\Omega$  以下であった。脳波と眼電図はデジタル脳波計 EEG - 1100 (日本光電) を用いて増幅した。この脳波計では、記録時の基準電極は C3 と C4 の平均電位、帯域通過周波数は 0.016 - 300 Hz となる。サンプリング周波数は 1 000 Hz であった。

オフライン処理で両耳朶の平均を基準とする電位を計算し、さらに 0.08 - 30 Hz のデジタルフィルターによって処理したデータを分析した。分析区間は刺激呈示前 100 ms から呈示後 800 ms の間とし、刺激呈示前区間をベースラインとして各試行における振幅を算出した。誤反応、制限時間よりも反応時間が長い試行、いずれかのチャンネルで 100  $\mu$ v 以上の振幅を記録した試行を除き、刺激評価の難易度（易刺激、難刺激）と課題（単純、高 TP・ランダム、高 TP・固定、中 TP・ランダム、中 TP・固定）を組み合わせた 10 条件別に加算平均した。また、C3 および C4 の波形から、刺激および反応に同期した LRP を算出した。刺激同期 LRP の分析区間は刺激呈示前 100 ms から呈示後 800 ms の間とし、刺激呈示前区間をベースラインとした。反応同期 LRP の分析区間は反応前 300 ms から反応後 200 ms とし、ベースラインは刺激呈示前区間 100 ms とした。

なお、LRP 潜時の同定は、ジャックナイフ法 (Ulrich & Miller, 2001) を用いた。ジャックナイフ法に従い、参加者を 1 名ずつ除いた総加算平均波形（本研究では 12 波形）を条件ごとに算出し、条件最大振幅の 1/2 の振幅にあたる時点を潜時とした。分散分析において算出された  $F$  値を（参加者数 - 1）の二乗で割った値を  $F_c$  値とし、 $F$  分布確率を求めた。

## 結果

**主観的側面** 課題における TP 操作の妥当性を確認するために、高 TP 条件および中 TP 条件の NASA - TLX の下位項目（知的・知覚的要求、身体的要求、TP、作業成績、努力、フラストレーション）の得点（0 - 100 点）について、下位項目ごとに  $t$  検定を行った。その結果、身体的要求 ( $t(11) = 3.26, p < .01$ )、TP ( $t(11) = 5.17, p < .001$ )、作業成績 ( $t(11) = 2.89, p < .05$ )、努力 ( $t(11) = 2.72, p < .05$ )、フラストレーション ( $t(11) = 3.23, p < .01$ ) の項目において、中 TP 条件よりも高 TP 条件で得点が有意に高かった。

**行動測定** 各条件の平均反応時間および制限時間を超えた試行の割合を Table 1 に示す。

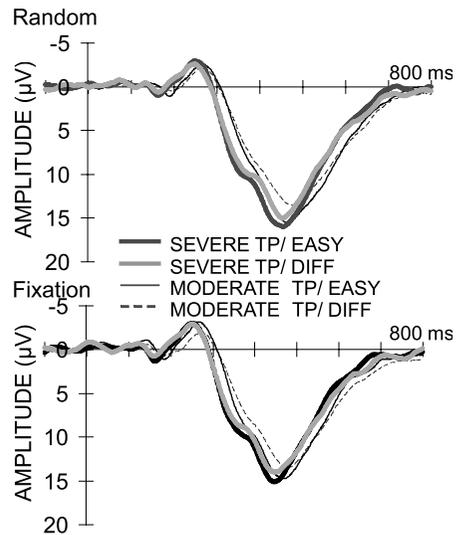
単純反応課題における反応時間について  $t$  検定を行った。その結果、易刺激よりも難刺激に対して反応時間が長かった ( $t(11) = 9.91, p < .0001$ )。選択反応課題における反応時間について、TP（高 TP、中 TP） $\times$  刺激呈示方法（ランダム・固定） $\times$  刺激強度（大・小）の 3 要因分散分析を行ったところ、TP の主効果 ( $F(1, 11) = 70.81, p < .0001$ )、刺激呈示方法の主効果 ( $F(1, 11) = 18.29, p < .01$ )、刺激強度の主効果

**Table 1 Mean reaction times, accuracies, P300 latencies, P300 amplitudes, Stimulus locked LRP latencies, Response locked LRP latencies and proportion of trials over time limits for each stimulus in each task with standard deviations in parentheses**

	Choice reaction under severe TP				Choice reaction under moderate TP				Simple reaction	
	Random		Fixation		Random		Fixation		easy	difficult
	easy	difficult	easy	difficult	easy	difficult	easy	difficult		
RT (ms)	374.4 (27.7)	392.3 (25.6)	362.1 (25.9)	380.7 (24.8)	407.4 (23.6)	433.9 (23.1)	404.4 (20.9)	429.0 (26.5)	270.1 (17.5)	296.2 (20.0)
Accuracy (%)	83.5 (4.8)	78.8 (5.3)	82.1 (5.9)	77.9 (5.6)	89.7 (4.4)	87.2 (7.3)	90.9 (5.0)	87.7 (3.9)		
P300 latency (ms)	450.4 (22.2)	480.1 (37.3)	450.4 (21.8)	470.4 (25.3)	463.5 (21.1)	494.7 (34.8)	456.8 (25.2)	488.0 (27.9)	332.2 (15.0)	373.4 (40.7)
P300 amplitude (μV)	16.8 (5.3)	16.5 (5.5)	16.0 (5.5)	15.8 (4.9)	15.6 (5.4)	14.7 (4.8)	14.9 (4.4)	14.5 (4.7)	10.7 (3.8)	10.1 (3.7)
Stimulus locked LRP latency (ms)	298.4 (2.4)	316.9 (1.8)	290.6 (2.9)	310.9 (1.6)	304.6 (2.3)	326.0 (6.8)	292.8 (3.5)	324.9 (3.2)		
Response locked LRP latency (ms)	-62.5 (1.2)	-64.3 (1.9)	-60.8 (1.1)	-60.5 (1.2)	-72.8 (1.1)	-75.1 (2.4)	-73.2 (1.8)	-74.5 (2.2)		
Proportion of trials over time limits (%)	12.0 (14.6)	22.0 (16.4)	12.1 (8.1)	22.4 (10.4)	4.3 (4.8)	8.6 (6.0)	5.6 (3.1)	9.1 (8.4)	2.8 (3.7)	7.3 (7.0)

( $F(1, 11) = 148.44, p < .0001$ ), および TP × 刺激強度の交互作用 ( $F(1, 11) = 21.34, p < .001$ ) が有意であった。高 TP 条件よりも中 TP 条件で固定呈示条件よりもランダム呈示条件で、刺激強度が大きく弁別が易しい条件よりも難しい条件で、反応時間が長かった。TP による反応時間の短縮 (TP 効果) は、弁別が易しい条件よりも難しい条件で大きかった。反応時間にみられる TP 効果が、制限時間 (高 TP 条件: 各条件での正答率が約 60% 以上となった時間, 中 TP 条件: 550ms) を設定し、それ以上時間がかかった試行を分析から除外したために生じたものであるかどうかを検討するため、制限時間を超過した試行も合わせて同様の 3 要因分散分析を行ったところ、制限時間超の試行を含まない分析と同様の結果が得られた。すなわち、TP の主効果 ( $F(1, 11) = 16.84, p < .001$ ), 刺激呈示方法の主効果 ( $F(1, 11) = 6.77, p < .05$ ), および刺激強度の主効果 ( $F(1, 11) = 119.43, p < .0001$ ) が有意であった。選択反応課題における各条件の正答率 (制限時間内の反応数に対する正答の割合) を Table 1 に示す。TP × 刺激呈示方法 × 刺激強度の 3 要因分散分析を行ったところ、TP の主効果 ( $F(1, 11) = 28.71, p < .0001$ ) および刺激強度の主効果 ( $F(1, 11) = 20.20, p < .001$ ) が有意であった。中 TP 条件よりも高 TP 条件で、刺激強度が大きく弁別が易しい条件よりも難しい条件で、正答率が低かった。

**ERP** Figure 2 に単純反応で得られた 2 波形 (Pz) を重ね書きして示した。Figure 3 に、選択反応課題で得られた 4 波形 (Pz) を重ね書きして、刺激呈示条件別に示した。全部位および全条件において、刺激後



**Figure 2. Grand average of ERPs at Pz plotted with overlapping waveforms for the severe TP and moderate TP conditions and for the easy and difficult stimuli. Waveforms for the random and fixation conditions are shown at the top and bottom.**

300–500 ms 付近で最大振幅を示す陽性電位が出現した。この陽性電位は Pz で優勢であり、出現潜時や頭皮上分布から P300 であると考えられる。

P300 が最も顕著に出現した Pz 波形について、刺激後 300–600 ms 区間で最大の陽性電位を示した点を P300 頂点とし、その潜時と振幅を条件別に測定した

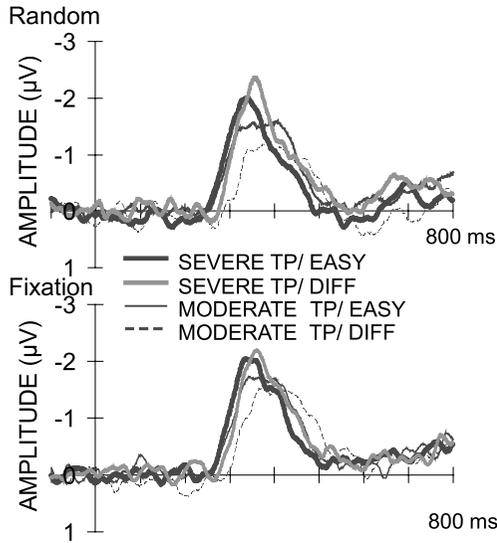


Figure 3. Grand average of the Stimulus locked LRPs plotted with overlapping waveforms for the severe TP and moderate TP conditions and for the easy and difficult stimuli. Waveforms for the random and fixation conditions are shown at the top and bottom.

(Table 1)。単純反応課題における P300 潜時について  $t$  検定を行ったところ、刺激強度が大きく弁別が易しい条件よりも難しい条件で、P300 潜時が長かった ( $t(11) = 3.41, p < .001$ )。P300 振幅について同様の分析を行ったが、有意な結果は得られなかった ( $t(11) = 1.51, n.s.$ )。選択反応課題における P300 潜時について TP × 刺激呈示方法 × 刺激強度の 3 要因分散分析を行ったところ、TP の主効果 ( $F(1, 11) = 10.01, p < .01$ )、刺激呈示方法の主効果 ( $F(1, 11) = 5.95, p < .05$ )、および刺激強度の主効果 ( $F(1, 11) = 52.77, p < .0001$ ) が有意であった。高 TP 条件よりも中 TP 条件で、固定呈示条件よりもランダム呈示条件で、刺激強度が大きく弁別が易しい条件よりも難しい条件で、P300 潜時が長かった。なお、P300 潜時については、制限時間を超えた試行を含めた分析は行わなかった。本実験では制限時間を超えた時点でフィードバック音を呈示しており、P300 の出現時間帯にフィードバック音による ERP が重複して惹起されるため、適切な分析が行えないためである。

P300 振幅について同様の分析を行ったところ、TP の主効果 ( $F(1, 11) = 16.51, p < .01$ ) が有意であり、中

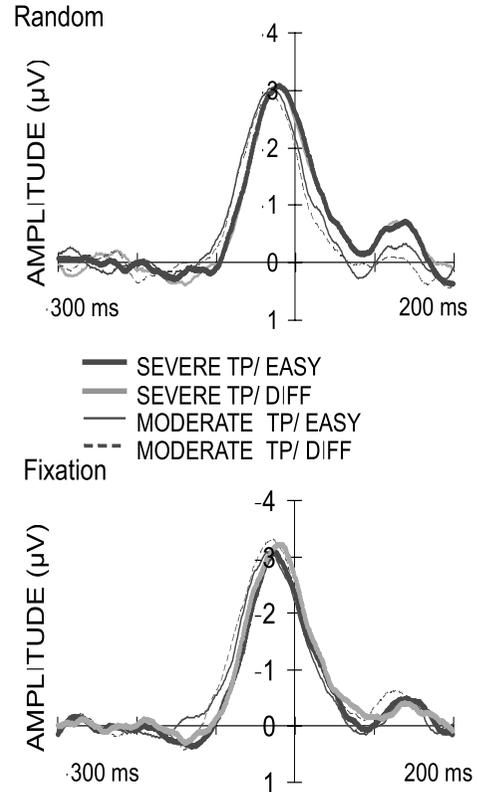


Figure 4. Grand average of the Response locked LRPs plotted with overlapping waveforms for the severe TP and moderate TP conditions and for the easy and difficult stimuli. Waveforms for the random and fixation conditions are shown at the top and bottom.

TP 条件よりも高 TP 条件で P300 振幅が大きかった。

刺激および反応に同期して算出した選択反応課題時の LRP の総加算平均波形を呈示条件別に Figure 3 および Figure 4 に示す。刺激同期 LRP 潜時について、TP × モダリティ × 刺激強度の 3 要因分散分析を行ったところ、刺激強度の主効果のみが有意であり ( $F(1, 11) = 29.97, p < .001$ )、刺激強度が大きく弁別が易しい条件よりも難しい条件で、刺激同期 LRP 潜時が長かった。

反応同期 LRP 潜時について、同様の分析を行ったところ、TP の主効果のみが有意であり ( $F(1, 11) = 22.49, p < .001$ )、中 TP 条件よりも高 TP 条件で、反応同期 LRP 潜時とキー押し反応との時間間隔が短かった。

## 考 察

本研究では注意の焦点化によって、刺激評価が困難な事態下の刺激評価過程と反応準備過程への TP 効果がどのように変化するかを検討した。まず、NASA-TLX による主観的側面の評価において、TP の項目得点が中 TP 条件よりも高 TP 条件で高かった。このことから、参加者は、中 TP 課題よりも高 TP 課題においてより強く TP を感じており、TP の操作は妥当であったと言える。同時に、参加者は中 TP よりも高 TP 課題において、身体的要求、作業成績、努力、フラストレーションといった他の精神的負荷もより強く感じていたことが示された。

単純反応課題および選択反応課題の両方において、刺激強度が大きい刺激よりも小さい刺激に対して反応時間と P300 潜時が長くなった。これは、白石・宮谷 (2005) と同様の結果であり、刺激強度の低下によって知覚的符号化が難しくなり、P300 潜時が増加したと考えられる (Verleger et al., 1991)。よって、実験で用いた刺激強度の操作は、従来の研究結果と本実験の結果を比較する上で適切であったと考えられる。

選択反応課題において、TP の増加に伴って反応時間が短くなった。この TP 効果は、制限時間を超過した試行を含めた分析でもみられたことから、制限時間の操作の結果として、分析した試行に反応時間の短い試行が多く含まれていたから生じた擬似的な効果ではなく、TP の増大により、参加者が意図的に速く反応しようとした結果であると考えられる。

次に、白石・宮谷 (2005) で得られた、TP の効果と刺激評価の困難度の関係について見てみると、P300 潜時において、TP と刺激強度の交互作用が得られず、刺激評価が困難な場合に刺激評価過程が短縮することはみられなかった。Pfefferbaum et al. (1983) と課題や TP の操作方法が異なるものの、同様の結果が得られた。しかし、TP の主効果は得られており、参加者の主観的 TP 感によって、刺激評価過程が短縮したと考えられる。

本研究で、白石・宮谷 (2005) と同様の TP と刺激強度の交互作用が得られなかった理由として、課題難易度の違いが考えられる。白石・宮谷 (2005) では、アルファベットの聴覚刺激および視覚刺激の弁別を行った。一方、本研究では、視覚刺激のみの弁別 (線分の長さの異同判断) を行った。Falkenstein, Hohnsbein, & Hoormann (1994) は、聴覚と視覚の両方のモダリティに注意を分配しなければならない時は、そうでない時よりも課題が困難であると述べている。さらに、高 TP 条件での制限時間が異なっていた。白石・宮谷

(2005) では 400 ms であったが、本研究では練習における正答率 (全試行中制限時間内に正答した割合) が 60% 以上になるよう設定した。反応時間や正答率、P300 潜時、制限時間を越えた試行の割合を比較すると、白石・宮谷 (2005) よりも本研究の課題の方が容易であったと推測される。課題遂行に最も関連した処理過程に対する課題要求が増すと、TP の影響が顕著に現れる可能性が示唆されている (白石・宮谷, 2005) ことから、課題要求の違いによって、TP 効果の現れ方が異なったのではないかと考えられる。

本研究の目的である、注意の焦点化の影響について見てみると、刺激を回転して呈示した場合よりも、固定して呈示した場合に RT、P300 潜時および LRP 潜時が短くなったことから、弁別に必要な刺激の差異を同定しやすい場合には、反応選択が容易になったと考えられる。しかし、TP 効果は刺激呈示方法によって変調しなかったことから、TP による刺激評価過程の短縮は、刺激への注意を焦点化することによって、刺激評価過程が途中で打ち切られたために生じているとはいえず、参加者はその他の方略で TP に適応している可能性が示唆された。

反応準備過程における TP の影響について見てみると、刺激同期 LRP 潜時は TP の影響を受けなかった一方、反応同期 LRP 潜時は、中 TP 条件よりも高 TP 条件で短くなった。このことから、刺激が呈示されてから、運動準備が活性化するまでの時間は TP によって短縮せず、運動準備が活性化してから実際に反応が実行されるまでの時間が TP によって短縮したと推測できる。

本研究では、刺激弁別のための刺激間の差異に注意を焦点化することが、TP に適応するための方略としてとられているのかを検討することであったが、その可能性を示唆する結果は得られなかった。TP 効果に対する注意の焦点化の影響をとらえるには、いくつかの改善点が必要であると考えられる。まず、刺激の呈示方法についてである。本研究のランダム条件では、TP に適応するのに注意の焦点化が有利に働く場合と不利に働く場合が混在していた可能性が考えられる。本研究では、線分の長さが異なる部分が、ブロック中同じ位置に呈示されるか、4つの位置にランダムに呈示されるかによって、注意の焦点化の行い易さを操作した。しかし、例えば、手がかりによってあらかじめ注意の焦点化を誘導する条件とそうでない条件を設けて、同じブロック内で注意の焦点化の効果を評価することが可能になると考えられる。その際、注意の過程を反映する N1-P2 成分を測定することによって、刺激評価過程以前における TP 効果と注意の焦点化の関

係を明らかにすることが必要であると考え。

## 【引用文献】

- Coles, M. G. H. (1989). Modern mind-brain reading: Psychophysiology, physiology, and cognition. *Psychophysiology*, **26**, 251-269.
- Dien, J., Spencer, K. M., & Donchin, E. (2004). Parsing the late positive complex: Mental chronometry and the ERP components that inhabit the neighborhood of the P300. *Psychophysiology*, **41**, 665-678.
- Edland, A., & Svenson, O. (1993). Judgment and decision making under time pressure: Studies and findings. In O. Svenson & A. J. Maule (Eds.), *Time pressure and stress in human judgment and decision making*. New York: Plenum Press. pp.27-40.
- Falkenstein, M., Hohnsbein, J., & Hoormann, J. (1994). Time pressure effects on late components of the event-related potential (ERP). *Journal of Psychophysiology*, **8**, 22-30.
- 芳賀 繁・水上直樹 (1996). 日本語版 NASA - TLX によるワークロード測定: 各種室内実験課題に対するワークロード得点の感度 人間工学, **32**, 71-79.
- Maule, A. J., & Edland, A. C. (1997). The effects of time pressure on human judgement and decision making. In R. Ranyard, W. R. Crozier, & O. Svenson (Eds.), *Decision making: Cognitive models and explanation*. London: Routledge & Kegan Paul, pp.189-204.
- Osman, A., & Moore, C. M. (1993). The locus of dual-task interference: Psychological refractory effects on movement-related brain potentials. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **18**, 1292-1312.
- Pfefferbaum, A., Ford, J., Johnson, Jr. R., Wenegrat, B., & Kopell, B. S. (1983). Manipulation of P3 latency: Speed vs. accuracy instructions. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **55**, 188-197.
- 白石舞衣子・宮谷真人 (2005). タイムプレッシャーが弁別難易度の異なる弁別反応時の P300 と LRP に及ぼす影響 生理心理学と精神生理学, **23**, 227-236.
- Ulrich, R., & Miller, L. (2001). Using the jackknife-based scoring method for measuring LRP onset effects in factorial designs. *Psychophysiology*, **38**, 816-827.
- Verleger, R., Neukäter, W., Kömpf, D., & Vieregge, P. (1991). On the reasons for the delay of P3 latency in healthy elderly subjects. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, **79**, 488-502.

