二重課題事態におけるタイプ A 群とタイプ B 群の 処理資源配分の違いについて

愛知学院大学心身科学研究科

伊藤 史

名古屋学芸大学ヒューマンケア学部

赤嶺 亜紀

愛知学院大学心身科学部

木田 光郎

Type A and Type B differences in processing resource allocation under dual-task paradigm

Fumi Ito

Graduate School of Psychological and Physical Science

Aichi Gakuin University

12 Araiike, Iwasaki, Nissin, Aichi, 470-0195, Japan

Aki AKAMINE

School of Human Care Studies

Nagoya University of Arts and Sciences

57 Takenoyama, Iwasaki, Nissin, Aichi, 470-0196, Japan

Mitsuro KIDA

Faculty of Psychological and Physical Science

Aichi Gakuin University

12 Araiike, Iwasaki, Nissin, Aichi, 470-0195, Japan

Differences between type A and type B participants in allocating processing resources to a task were assessed by measuring two subcomponents of P3: early P3 (peak latency 380 ms) and late P3 (peak latency 520 ms). Type A ($N=18$) and Type B ($N=19$) participants performed a discriminative reaction (reaction time; RT) task under the Stop/NoStop paradigm. Under the RT only condition, participants performed just the reaction time task, whereas under the dual-task condition, they concurrently performed both the reaction time task and a mental counting task. The dual task consisted of two conditions differing in task difficulty. The RT for NoStop stimuli increased under the dual task conditions for both the Type A and Type B groups. However, a decrease in early P3 amplitude due to the dual workload was found only in the Type B group and not in the Type A group. The late P3 amplitude for NoStop stimuli increased under the dual task conditions for both the Type A and Type B groups. These findings are discussed within the framework of the multiple resource model. (*Japanese Journal of Physiological Psychology and Psychophysiology*, 26(3) : 205-215, 2008.)

Key words : Type A behavior, dual task, Stop/NoStop task, early P3, late P3

【要 約】 タイプ A 群とタイプ B 群の課題に配分される処理資源量の違いが、P3 の 2 つの下位成分を測定することによって査定された：初期 P3（ピーク潜時 380 ms）と後期 P3（ピーク潜時 520 ms）。タイプ A 群（ $N=18$ ）とタイプ B 群（ $N=19$ ）は、Stop/NoStop パラダイムを用いた弁別反応（反応時間）課題を遂行した。単一課題条件では、参加者は反応時間課題のみを遂行した。二重課題条件では、彼らは反応時間課題とカウント課題を同時に遂行した。二重課題条件には 2 つの課題条件があり、2 つの課題条件は課題の困難さが異なっていた。両参加者群の NoStop 刺激に対する RT は、二重課題条件下で遅延した。しかし、二重課題条件下における初期 P3 振幅の減衰は、タイプ B 群にのみ認められ、タイプ A 群には認められなかった。両参加者群の NoStop 刺激に対する後期 P3 振幅は、二重課題条件下で増大した。これらの結果は多重資源モデルの枠組みで考察された。

タイプ A 行動パターンは、今からおよそ 50 年前、冠動脈性心疾患（coronary-prone heart disease: CHD）の危険因子として Friedman & Rosenman（1959）によって提唱された性格・行動特性である。その性格・行動特性は、攻撃・敵意、時間切迫・焦燥、競争、達成努力・精力的活動の 4 つの要素を主体としており、これらの特徴をもたない性格・行動特性はタイプ B 行動パターンとして定義される。これまで、タイプ A 行動パターンを示すタイプ A 者と CHD との接点を求めるための医学・生理学的研究が数多く報告されてきた。Lyness（1993）は心臓血管系に関する数多くの研究結果から、タイプ A 者とタイプ B 者の差異は挑戦的事態における心拍数と血圧の反応性の高さにあると論じている。タイプ A 行動パターンがこのような自律神経系の変化を生じさせているとすれば、それを媒介すると想定されるタイプ A 者の心理過程・中枢神経系過程の解明を目的とする研究が必要である。

これまで、タイプ A 者の自律神経系活動の解明を目的とした研究のなかで、二重課題法がよく利用され

てきた。本研究はタイプ A 者の中枢神経系活動に焦点を当てるが、その際の実験パラダイムとしても二重課題法は有用である。二重課題法は質的に異なる 2 つの課題を同時に行わせるパラダイムであり、2 つの課題間でどのように注意（処理資源）を配分して課題を遂行していたのかを調べることができる。二重課題遂行時のタイプ A 者の処理資源量を検討することで、タイプ A 者の心理的活動の特徴を明らかにすることができると思われる。

二重課題遂行時の処理資源量は、事象関連脳電位（event-related brain potential: ERP）の P3 振幅を分析することで検討することができる。ERP-P3 は、ボタン押し反応が求められる標的低頻度刺激に対して、刺激呈示後 300-600 ms 区間に出現する Pz 優勢の陽性電位であり、ボタン押し反応などを求めず、刺激を無視させているときには出現しない。これまで P3 振幅と課題要求との間のシステマティックな関係が示されてきた。つまり、P3 振幅はある課題へ投入した資源量に応じて増大し、反対に同時に遂行している課題へ資源

を配分することによって減衰する (Wickens, Kramer, Vanasse, & Donchin, 1983; Kramer, Wickens, & Donchin, 1985)。

現在までのところ、タイプA者の中枢神経系過程の解明を目的とした研究は極めて少ないが、二重課題遂行時のタイプA者とタイプB者のP3振幅を比較し、タイプA者の課題遂行特徴を処理資源の配分量という観点から検討した研究がある (藤井・木田, 1999)。彼らは音刺激を用いた弁別反応課題と、色光刺激を用いたカウント課題で二重課題事態を設定し、弁別反応課題の標的刺激に対するP3振幅を分析した。その結果、タイプA群の標的刺激に対するP3振幅は、全ての課題条件においてタイプB群より大きく、課題負荷量が増加しても変化しなかった。一方、タイプB群の標的刺激に対するP3振幅は、最大の負荷がかかる条件下において減少した。タイプA群のP3振幅の結果が、先ほど述べたWickensら (1985) の仮説に従わなかったことから、彼らはタイプA者が課題負荷量の増加にともない、可能な限りの処理資源を投入して課題を遂行していることを示唆し、この特性がタイプA者の心理的ストレス事態での自律神経系や内分泌系の変化をもたらすのではないかと想定している。また、藤井・木田 (1999) は、課題負荷量の増加によって、タイプA群とタイプB群のメンタルワークロードに対する主観的評価に違いが生じるかどうかを検討するため、課題条件終了ごとに測定されたタイプA群とタイプB群のNASA-TLX得点を比較した。その結果、タイプA群のNASA-TLX得点はタイプB群よりも高く、課題負荷のないControl条件から課題負荷量の比較的小さい単一課題条件にかけて急激な増大が生じていた。一方、タイプB群は課題負荷量の増加によって漸次的に増加した。この結果から、タイプA者はストレス感受性が高いことを示唆している。

藤井・木田 (1999) の研究では、P3を刺激呈示後300-600 ms区間の最大陽性電位として分析していたが、多くの研究者は、P3を単一の陽性波ではなく、複数の電位が重畳した成分であると考えている (例えばKok, 2001など)。Magliero, Bashore, Coles, & Donchin (1984) は、P300潜時が刺激評価時間を反映する指標であることを明らかにするために、刺激マトリックスのノイズ量と、刺激と反応の整合性を操作した選択反応課題を行った。その結果、「ノイズあり」刺激条件に

おいて記録された後期陽性成分には、350 ms近傍に頂点をもつ陽性波と650 ms近傍に頂点をもつ陽性波の2つの陽性波がみられた。しかし、この研究では2つの陽性波を別々に分析していなかった。Falkenstein, Hohnsbein, & Hoormann (1994) は、視覚刺激と聴覚刺激をランダムに呈示する条件下で、単純反応、2肢および4肢選択反応課題を設定し、それぞれの課題条件ごとに、またモダリティ別にERPの後期陽性成分を分析した。その結果、選択反応課題において生じた後期陽性成分には、390 ms近傍に頂点をもつ陽性波 (P-SR) と540 ms近傍に頂点をもつ陽性波 (P-CR) の2つの陽性波がみられた。P-SRは単純反応課題においても出現するが、P-CRは出現しない。P-CRはPz優勢の頭皮上分布を示し、その振幅は2肢選択反応課題よりも4肢選択反応課題で増大した。彼らはP-SRが刺激評価の処理を反映し、P-CRが刺激評価後の処理 (例えば、反応選択の終結、コレクトネスチェックなど) を反映する成分であると推論している。また、2つの陽性波を分離できたのは、選択反応を複雑化したためであると説明している。赤嶺・木田 (2004a) の研究では、画像刺激を用いた弁別反応課題の標的刺激に対するP3を分析し、Pz優勢で380 ms近傍に出現する陽性波 (初期P3) と、Cz, Pz優勢で520 ms近傍に出現する陽性波 (後期P3) を観察した。また、赤嶺・木田 (2004b) の不快情動刺激を用いた研究においても、380 ms近傍 (初期P3) と520 ms近傍 (後期P3) に陽性波が観察され、不快情動刺激に対する後期P3振幅は中性刺激より大きかったと報告している。彼らはFalkenstein et al. (1994) の知見を踏まえ、初期P3はP-SRと類似した成分であり、後期P3はP-CRと類似した成分であると述べている。

伊藤・木田 (2007) は、視覚刺激を使用した弁別反応課題とカウント課題を用いて二重課題事態を設定し、弁別反応課題の標的刺激に対するP3を分析した。その結果、380 ms近傍 (初期P3) と500 ms近傍 (後期P3) に2つの陽性波を観察した。ここで注目すべき結果は、課題負荷量の増加に伴う初期P3振幅と後期P3振幅の変化が正反対の結果を示したことである。初期P3振幅は課題負荷量の増加によって減衰し、後期P3振幅は逆に増大した。しかし、Go/NoGo課題を用いたこの研究の各参加者のERP波形を視察してみると2つのP3が明瞭でない場合が多く、2つのP3を分離す

るための課題条件を検討する必要があった。

そこで、本研究では弁別反応（反応時間）課題に Stop/NoStop 課題を使用する。Stop/NoStop 課題とは、“刺激 A には反応するな、A ではない刺激全てに反応せよ”という課題である。我々が日常行っている弁別反応のほとんどが Go/NoGo 型であり、“反応するか否か”の手がかり刺激は、ほとんどの場合、反応する標的刺激となっている。そのため、手がかり刺激に対して“反応しない”ことを要求する Stop/NoStop 課題は、Go/NoGo 課題よりも葛藤が強い。赤嶺・木田（2004a）は、Go/NoGo 課題と Stop/NoStop 課題の違いを検討するため、2 種の弁別反応課題で記録された P3 成分を分析した。各課題条件で記録された平均 ERP 波形をみると、Go 刺激よりも NoStop 刺激において、NoGo 刺激よりも Stop 刺激において明瞭な二峰性陽性電位が観察された。また、Stop 刺激に対する後期 P3 振幅は NoGo 刺激よりも著しく大きかった（Akamine & Kida, 2006）。これらの結果から、課題処理が Go/NoGo 課題よりも難しい Stop/NoStop 課題は P3 を 2 つに分離しやすいパラダイムといえる。

本研究の目的は、Stop/NoStop 課題を用いて二重課題事態を設定し、タイプ A 者とタイプ B 者の課題遂行に対する対処の仕方を、処理資源の配分量という観点から検討することである。また、二重課題事態におけるメンタルワークロードに対する主観的評価について、タイプ A 者とタイプ B 者で違いが生じるかどうかを検討する。

P3 を分析する際、本研究においても P3 に 2 つの下位成分が惹起しているかどうかを確認する。そして、タイプ A 者とタイプ B 者に観察された 2 つの P3 振幅が、課題負荷量の増加によってどのように変化するかを検討することで、タイプ A 者の課題遂行特徴をさらに明らかにする。

方 法

参加者 中野（1995）による“日常行動質問表”を大学生・大学院生 515 名に実施した。そのタイプ A スコア分布（平均 25.42 点、 $SD = 10.61$ 、4 点から 57 点のバラツキをもつ正の正規分布）をもとに、高得点、低得点各 25% 範囲に位置する者のうち、実験協力の承諾が得られた 41 名が本研究に参加した。参加者 41 名の ERP 波形を視察し、 α 波などノイズを多く含ん

でいた 4 名を除き、高得点群 18 名、低得点群 19 名のデータを分析の対象とした。高得点群をタイプ A 群（男性 7 名、女性 11 名：平均 42.72 点、 $SD = 5.62$ ）、低得点群をタイプ B 群（男性 5 名、女性 14 名：平均 12.89 点、 $SD = 2.92$ ）とした。

刺激 下記に示す 2 つの課題で使用する刺激を区別するため、刺激には幾何学図形（三角形、ひし形、五角形、六角形：4 種）と、絵画刺激（女性、木、ライオン：3 種）の 2 カテゴリーからなる視覚刺激を用いた。刺激呈示の制御にはパーソナルコンピューター（NEC PC9821-Xa13）を使用し、刺激は参加者の前方 1m に位置する CRT ディスプレイ（NEC PC-KM173）に呈示された。刺激呈示時間は 500 ms、刺激のオフセット - オンセット間隔は 3500 ms とした。刺激の大きさは横 24.5 cm、縦 17.5 cm に設定した。幾何学図形および絵画刺激の平均輝度はそれぞれ 18.55 cd/m²、64.10 cd/m² であった。

課題 課題は幾何学図形を用いた反応時間課題と、絵画刺激を用いたカウント課題の 2 種類が用いられた。反応時間課題は、“幾何学図形のうち呈示された刺激が菱形であればボタンを押さない、菱形以外の全ての幾何学図形に対して、正確にできるだけ速くボタンを押すこと”が求められる課題であった。この課題では、ボタン押し反応の手がかり刺激は菱形（Stop 刺激）であるが、ボタン押しの対象は三角形、五角形、六角形（NoStop 刺激）である。なお、反応ボタンは右手人差し指で押すように教示した。一方、カウント課題として、“絵画刺激のうち女性の出現頻度をカウントすること”を求める課題（Count1 課題）と、“女性、木、ライオンの 3 種の絵画刺激をそれぞれ別々にカウントすること”を求める課題（Count3 課題）が設定された。

Control 条件（呈示された刺激を見るのみ）が、下記に示す 3 つの課題負荷条件が課されていないときのタイプ A 群とタイプ B 群の ERP を比較するために、また、3 つの課題負荷条件を行う際に生じる刺激に対する新奇性を取り除くために設定された。課題負荷条件は、単一課題条件として反応時間課題のみを遂行する RT only 条件、二重課題条件として反応時間課題と Count1 課題を同時に遂行する RT+Count1 条件と、反応時間課題と Count3 課題を同時に遂行する RT+Count3 条件であった。参加者には RT only 条件において“絵画刺激は呈示されても無視すること”、二

重課題条件において“幾何学図形と絵画刺激に対する課題は別であること”，また“カウント課題遂行時，指を使用しないこと”を教示した。

手続き 実験は遮音室で実施された。先行する課題で注意を向けた刺激を，後に続く課題で無視することが難しいといった履歴効果を取り除くために，全ての参加者がControl条件，RT only条件，RT+Count1条件，RT+Count3条件の順に行った。各課題条件とも4ブロック施行し，1ブロックでの刺激呈示回数は45回であった。4ブロックに含まれる各刺激の呈示回数は，Stop刺激およびNoStop刺激が各45回，絵画刺激が各30回であった。また，1ブロックに含まれる各絵画刺激の呈示回数は5-10回の範囲であった。全ての課題条件において，7種の刺激がランダムな順序で呈示された。ブロック間には約1-3 minの休憩期間を設けた。また，RT only条件とRT+Count1条件の間に約20 minの休憩時間を設けた。各課題条件の終了ごとに，課題遂行に伴うメンタルワークロードに対する主観的評価を測定した。またRT+Count1条件およびRT+Count3条件では，各ブロックの終了ごとにカウント課題の解答を求め，正誤をフィードバックした。

メンタルワークロードの主観的評価法 主観的評価手法には，現在メンタルワークロード評価に有効なスケールの1つである，米国航空宇宙局のエムズ研究局で開発されたNASA-TLX (Task Load Index) の簡便法 (三宅・神代，1993) を使用した。これは精神的要求 (MD: mental demand)，身体的要求 (PD: physical demand)，時間的圧迫感 (TD: temporal demand)，作業達成度 (OP: own performance)，努力 (EF: effort)，不満 (FR: frustration level) の六つの尺度項目から構成されている。各項目について，低い/高い，または良い/悪いの両極をもつ12 cmの長さの線分上に印をつけさせ，個人ごとに算出された重み付け係数を用いてMEAN AWWL (Adaptive Weighted Workload) SCOREを求めた。各参加者の課題条件ごとに得られるNASA-TLX得点の幅は0点から100点である。

ERPの記録と分析 脳波は国際10/20法に基づくFz, Cz, Pz, Ozの4部位にAg-AgCl電極を装着し，両耳朶結合を基準電極として単極導出した (電極間抵抗は概ね10 k Ω 以下，時定数3 s，高域遮断周波数は30 Hz)。また，まばたきや眼球運動によるアーティファクト混入の監視のため，脳波と同時に右眼窩下部約1 cmに

電極を装着し眼電図を記録した。これらの生体電気信号は刺激呈示のトリガー信号とともにFMデータレコーダ (TEAC XR-510) に記録し，パーソナルコンピューター (NEC PC9801RX) でオフライン処理した。サンプリング間隔2 msでA/D変換し，分析区間は刺激呈示前200 msを含む1000 ms間とした。加算平均処理の際，参加者のボタン押し反応の誤りがあった試行や，分析区間内にまばたきや眼球運動によるアーティファクトが生じた試行は除外した。

本研究では，参加者ごとにNoStop刺激 (三角形・五角形・六角形) に対するERPを課題条件別に算出し，タイプA群とタイプB群のNoStop刺激に対するERPを比較した。またNoStop刺激に対するボタン押し反応の正誤の記録とその反応時間 (RT) をパーソナルコンピューター (NEC PC9821-Xa13) を用いて測定，記録し，タイプA群とタイプB群の各データを比較した。

結 果

統計的検定 RT, NoStop刺激に対する誤反応率，初期P3および後期P3は，参加者群 (タイプA・タイプB) $\times$ 課題条件 (RT only・RT+Count1・RT+Count3)，カウント課題の平均誤反応数は，参加者群 (タイプA・タイプB) $\times$ 課題条件 (RT+Count1・RT+Count3)，NASA-TLX得点は，参加者群 (タイプA・タイプB) $\times$ 課題条件 (Control・RT only・RT+Count1・RT+Count3) の繰り返しのある2要因分散分析を行った。自由度はGreenhouse-Geisserの ε を用いて調整した。多重比較にはBonferroni法を用いた。

NoStop刺激に対するRT Figure 1にNoStop刺激に対する平均RTを示した。タイプA群のRTは全ての課題条件においてタイプB群よりもやや速かったが，タイプA群とタイプB群のRTは課題負荷量の増加に伴って同じように遅延した。分散分析の結果，課題条件の主効果のみが有意であった ($F(2,70)=41.04$, $\varepsilon=.79$, $p<.001$)。NoStop刺激に対するRTは全ての課題条件間に有意な差があり，RT only条件のRTが最も速く，RT+Count1条件，RT+Count3条件の順で遅延した。

反応時間課題とカウント課題の誤反応 NoStop刺激に対する平均誤反応率は，RT only条件，RT+Count1条件，RT+Count3条件の順に，タイプA群は0.0%，0.4%，

0.3%, タイプ B 群は 0.2%, 0.2%, 0.4% であり, カウント課題の平均誤反応数は, RT+Count1 条件, RT+Count3 条件の順に, タイプ A 群は 4 ブロック中 1.0 回と 1.1 回, タイプ B 群は 4 ブロック中 0.7 回と 1.2 回であった。NoStop 刺激に対する誤反応率とカウント課題の誤反応数について分散分析を行った結果, NoStop 刺激に対する誤反応率とカウント課題の誤反応数ともに, 全ての課題条件間に有意な差は認められなかった。タイプ A, B 群ともに反応時間課題の誤反応は少なく, カウント課題の成績も良好であった。

NASA-TLX 得点 Figure 2 は, 課題遂行に伴うメンタルワークロードに対する主観的評価を測定した

Figure 1. Mean reaction time (and SE) for the NoStop stimuli

Figure 2. Mean NASA-TLX score (and SE)

NASA-TLX 得点を示したものである。タイプ A 群とタイプ B 群の NASA-TLX 得点は, Control 条件から課題の導入によって急増し, RT+Count3 条件において最も高かった。分散分析の結果, 課題条件の主効果のみが有意であった ($F(3,105)=47.68$, $\epsilon=.57$, $p<.001$)。Control 条件よりも課題負荷条件の NASA-TLX 得点は有意に高く, また, RT only 条件および RT+Count1 条件よりも RT+Count3 条件の NASA-TLX 得点は有意に高かった。

NoStop 刺激に対する ERP Figure 3 はタイプ A 群とタイプ B 群の各課題条件で記録された平均 ERP 波形である。NoStop 刺激に対するタイプ A 群とタイプ B 群の ERP を視察すると, 刺激呈示後 90 ms 近傍と 130 ms 近傍に 2 つの頂点振幅をもつ陰性電位 (N1) が出現した。N1 に続いて, 180 ms 近傍に陽性電位 (P2), 230 ms 近傍に陰性電位 (N2) が出現した。その後,

Figure 3. Grand mean ERPs elicited by NoStop stimuli for each group

各部位、各課題条件によって異なるが、380 ms 近傍と 520 ms 近傍に陽性電位が観察された。

NoStop 刺激に対する P3 従来、P3 は刺激呈示後 300-600 ms 区間に出現する最大陽性電位として定義されている。その基準に基づいて、参加者ごとに P3 の頂点潜時を求めた（Oz に関しては、電位の頂点が明瞭でない参加者が少なからずいたため、以下の分析から除いた）。Figure 4 はタイプ A 群とタイプ B 群を合わせた 37 名の P3 頂点潜時の分布を示したものである。Figure 4 に示したように、P3 頂点潜時は個人差が著しく、刺激呈示後 380 ms 近傍に P3 最大振幅を示す群と 520 ms 近傍に P3 最大振幅を示す群に二分された。RT only 条件では 380 ms 近傍に最大振幅を示す参加者が多く、二重課題条件では 520 ms 近傍に最大電位を示す参加者が多かった。この傾向はタイプ A 群とタイプ B 群に共通して認められた。

各参加者の ERP を視察すると、タイプ A、B 群ともに刺激呈示後 300-600 ms 区間に頂点の同定可能な 2 つの陽性波を示す参加者がいたが、全ての参加者の ERP において二峰性の陽性電位が同定可能であったというわけではない。しかしながら、二峰性の陽性電位が明瞭ではない参加者の ERP には多くの場合、350-400 ms あるいは 500-550 ms の区間、すなわち二峰性の陽性電位をもつ参加者が示したいずれか一方の頂点近傍に段丘状の電位変動が生じていた。このような各参加者の ERP 視察に基づく、P3 の出現潜時に大きな個人差が生じたとみなすよりも、この区間に出現する陽性電位は 2 種の陽性波から構成されていると

考えることの方が理にかなっているように思われる。おそらく、参加者によって P3 潜時が異なるのは、2 種の陽性波の一方が増強（もしくは減弱）したことによるものであり、また、段丘状の電位変動は一方の陽性波の勢力に押されて変形した、他方の陽性波の痕跡と推測できる。したがって、ここでは刺激呈示後 380 ms 近傍に頂点をもつ陽性電位を初期 P3、520 ms 近傍に頂点をもつ陽性電位を後期 P3 と呼び、350-400 ms および 500-550 ms の区間平均電位をそれぞれの振幅値とした。

今回、各参加者の ERP 波形を視察すると、P3 が Pz 優勢の陽性電位であるため、Pz における 2 つの P3 はどちらか一方の陽性波が大きく出現し、2 つの陽性波が明瞭でない場合が多く、二峰性の陽性電位は Cz において確認されることが多かった。そこで、以下の分析は、Cz における初期 P3 振幅値と後期 P3 振幅値に対して行われた。

NoStop 刺激に対する初期 P3 Figure 5 は Cz における初期 P3 と後期 P3 の平均振幅値を示したものである。タイプ A 群の NoStop 刺激に対する初期 P3 振幅は、単一課題条件から二重課題条件になると幾分減衰する傾向を示したが、タイプ B 群の初期 P3 振幅は課題負荷量の増加に伴って顕著に減衰した。分散分析の結果、課題の主効果 ($F(2,70) = 14.85, \epsilon = .97, p < .001$) と参加者群×課題条件の交互作用 ($F(2,70) = 3.49, p < .05$) が有意であった。参加者群×課題条件の交互作用について、プールした誤差項を用いて単純主効果の検定を行った結果、タイプ B 群における課題条件の効果が

Figure 4. Distribution of NoStop-P3 peak latency in RT only task condition among 37 participants.

Figure 5. Mean early P3 and late P3 amplitude (and SE) at Cz for NoStop stimuli.

有意であった ($F(2,70) = 25.15, p < .005$)。タイプ A 群の NoStop 刺激に対する初期 P3 振幅は、課題条件間に差はなかったが、タイプ B 群の初期 P3 振幅は単一課題条件よりも二重課題条件で小さく、二重課題条件間に差はなかった。

NoStop 刺激に対する後期 P3 NoStop 刺激に対する後期 P3 振幅は、タイプ A、B 群ともに RT only 条件より RT+Count1 条件において顕著に増大し、RT+Count1 条件から RT+Count3 条件になるとき幾分増大する傾向を示した。分散分析の結果、課題条件の主効果 ($F(2,70) = 16.17, \epsilon = .94, p < .001$) のみが有意であった。NoStop 刺激に対する後期 P3 振幅は、単一課題条件よりも二重課題条件で大きく、二重課題条件間に差はなかった。

考 察

RT と NASA-TLX 得点 タイプ A 群とタイプ B 群の RT は、課題負荷量の増加によって遅延した。この結果は、反応時間課題へ投入される処理資源量が、カウント課題の導入やカウント課題が難しくなることによって減少し、反応時間課題遂行が困難になったために生じたと考えられる。また、課題遂行に対する主観的ストレス感を測定した NASA-TLX 得点は、タイプ A、B 群ともに課題負荷量の増加によって高くなった。藤井・木田 (1999) の研究において、タイプ A 群の NASA-TLX 得点はタイプ B 群よりも有意に高く、Control 条件から単一課題条件にかけて急激な増大が生じていた。一方、本研究ではタイプ A 群とタイプ B 群に差が認められなかった。タイプ A 者の自律神経系活動を検討したこれまでの研究において、必ずしもタイプ A 者とタイプ B 者に違いが生じているわけではない。山崎 (1998) は、研究結果のくい違いに関して述べられたいくつかの研究をまとめ、タイプ A 者とタイプ B 者の差は、課題が簡単すぎず、難しすぎず、中程度の難易度であるときに生まれると論じている。本研究と藤井・木田 (1999) の研究を比較すると、藤井・木田 (1999) の研究では弁別反応課題に聴覚刺激、カウント課題に視覚刺激が用いられ、2つの課題にモダリティの異なった刺激が使用された。一方、本研究では反応時間課題とカウント課題の両方で視覚刺激が用いられた。本研究では2つの課題に同じモダリティの刺激が使用されたため、藤井・木田 (1999) の研究よりも刺

激の弁別が困難になっている。また、藤井・木田 (1999) の研究では Go/NoGo 課題を用いたが、本研究では Stop/NoStop 課題を用いることで課題遂行に対する葛藤状態を強くした。本研究は藤井・木田 (1999) の研究よりも課題遂行が難しかったと考えられる。タイプ A 群とタイプ B 群の NASA-TLX 得点に差が生じなかったのは、課題遂行の難しさが増大したためかもしれない。しかしながら、タイプ A 者とタイプ B 者が意識レベルで感じるストレスに違いがなくても、中枢神経系の活動は異なっていた (タイプ A 群の初期 P3 振幅は課題負荷量が増加しても維持、タイプ B 群の初期 P3 振幅は単一課題条件よりも二重課題条件で小さかった)。タイプ A 者は意識している以上のストレスを感じている可能性がある。

NoStop 刺激に対する 2 つの P3 反応時間課題の NoStop 刺激に対して、刺激呈示後 380 ms 近傍に頂点をもつ陽性電位と、520 ms 近傍に頂点をもつ陽性電位が出現した。2つの陽性電位は、その出現潜時から、Falkenstein et al. (1994) によって報告された P-SR と P-CR、あるいは赤嶺・木田 (2004a, 2004b)、Akamine & Kida (2006) によって報告された初期 P3 と後期 P3 に類似した成分とみなされる。初期 P3 は従来 P3b と呼ばれている成分と同じ成分であり刺激評価の処理に関連し、後期 P3 は刺激評価後の処理 (反応選択の終結・コレクトネスチェック) に関連するものと推測される。

初期 P3 振幅と RT タイプ A 群の NoStop 刺激に対する初期 P3 振幅は課題条件間に差がなく、課題負荷量が増加してもその振幅は維持されたが、タイプ B 群の初期 P3 振幅は単一課題条件よりも二重課題条件で小さくなった。初期 P3 振幅において認められたタイプ A 群とタイプ B 群の差異は、RT only 条件における初期 P3 振幅の大きさが、タイプ A 群とタイプ B 群で異なっていたために生じた可能性がある。つまり、RT only 条件におけるタイプ A 群の初期 P3 振幅はタイプ B 群よりも小さく、そのため課題負荷量が増加しても初期 P3 振幅の減衰が抑制された。一方、タイプ B 群は RT only 条件の初期 P3 振幅が大きかったため、課題負荷量が増加することによって、そこから減衰しやすかったと考えることができる。

しかし、藤井・木田 (1999) の研究では、RT only 条件において高振幅を示していたタイプ A 群の P3 が、

課題負荷量の増加によってそこから減衰することはなかった。一方、タイプB群のP3振幅はRT only条件下で低振幅を示していたにもかかわらず、二重課題条件になるとそこからさらに減衰した。このことから、初期P3振幅に認められたタイプA群とタイプB群の差異は、RT only条件における初期P3振幅の大きさの違いが影響したのではなく、課題負荷量の増加による初期P3振幅の変化の仕方が、タイプA群とタイプB群で異なっていたために生じたと考えることができる。

NoStop刺激に対するRTは、タイプA、B群ともにRT only条件よりもRT+Count1条件、さらにRT+Count3条件と課題負荷量の増加に伴って有意に遅延した。タイプB群のRT結果は、処理資源の配分量を反映する初期P3振幅の結果と対応していた。つまり、タイプB群にみられた課題負荷量の増加に伴うRT遅延は、反応時間課題に投入された処理資源量の減少によるものといえる。しかしながら、タイプA群のRTと初期P3振幅の結果は、二重課題事態で想定されている処理資源配分の考え方と合致しない。課題負荷量の増加に伴ってRTは遅延するがP3振幅は変化しないという結果は、これまでも報告されており(Wickens, Isreal, & Donchin, 1977; Isreal, Chesney, & Donchin, 1980), 入戸野(2006)は多重資源モデル(Wickens, 1984)の枠組みを採用することで合理的に説明できると論述している。多重資源モデルでは、処理の次元に刺激の符号化・評価(知覚-中枢段階)と反応選択・実行(反応段階)を想定し、それぞれが異なる資源を使用していると考えられる。そして、初期P3振幅が知覚-中枢資源から配分される処理資源量を反映し、RTが知覚-中枢資源と反応資源の両方から配分される処理に関連していると想定すれば、タイプA群とタイプB群で示された課題負荷量の増加に伴うRT遅延は以下のように説明できる。タイプB群のRT遅延は知覚-中枢段階の処理資源が減少したことによって、もしくは知覚-中枢段階と反応段階の両方の処理資源が影響したことによって生じたと考えることができる。一方、タイプA群のRT遅延は反応段階の処理資源が減少したことに起因したものと想定できる。二重課題事態におけるタイプA群とタイプB群の処理方略の違いは、並行して処理しなければならない課題に対して、どの段階の処理資源を配分するかにある。タイプB群の処理方略、すなわち課題負荷量の増加によって知覚-

中枢段階の処理資源をカウント課題へ配分するという想定は初期P3振幅の減衰から示唆できる。しかしながら、タイプA群の処理方略、すなわち課題負荷量の増加によって反応段階の処理資源をカウント課題へ配分するという想定は、多重資源モデルの枠組みを採用することによって示された仮説であり、現在それを裏づけるデータはない。今後、この仮説をどのようにして検証していくか課題である。

タイプA群は負荷量が増加しても知覚-中枢段階に多くの処理資源を投入するといった課題遂行特徴をもっている。タイプA群がもつこの課題遂行特徴は、タイプA行動パターンの4つの要素と関連していると考えられる、自らストレスの多い生活を選択して、ストレスを多く取り入れるといった特徴(野村, 1999)と関連しているのかもしれない。

初期P3と後期P3 NoStop刺激呈示後520 ms近傍に頂点をもつ後期P3振幅は、タイプA、B群ともに単一課題条件から反応時間課題とカウント課題を並行処理しなければならない二重課題条件になると顕著に増大し、カウント課題が困難になると、その振幅はさらに増大する傾向を示した。この結果に、タイプA群とタイプB群の差は認められなかった。

藤井・木田(1999)の研究ではP3潜時について述べられていないが、彼らが示したERP波形を視察すると、潜時約350 ms近傍が刺激呈示後300-600 ms区間の最大陽性電位となっていた。つまり、彼らの研究で認められたタイプA群とタイプB群のP3振幅の違いは、本研究の初期P3振幅に認められたと考えられる。2つの研究結果から、タイプA群とタイプB群の違いは、刺激評価系の処理に投入される資源量に認められ、後期P3が反映する処理には認められないことが示唆された。

後期P3の出現要因とその働き 本研究で示された後期P3の結果は、Go/NoGo課題を用いた先の研究(伊藤・木田, 2007)と同じ結果であった。課題負荷量の増加に伴う後期P3振幅の変化は、初期P3振幅の変化と全く異なっていた。このことから後期P3成分に反映される処理機能は初期P3成分に反映される処理機能と異なった資源を使用していることが推測された。

後期P3成分に関する報告は非常に少ないが、従来の研究から後期P3振幅に影響すると思われる要因をまとめると次のようになる。単純反応、2肢および4

肢選択反応課題を用いた Falkenstein et al. (1994) の研究では、反応選択が難しくなると P-CR (後期 P3) が増大し、P-SR (初期 P3) と P-CR を明瞭に分離することができる。Go/NoGo 課題と Stop/NoStop 課題を用いて不快情動刺激の認知処理過程を検討した赤嶺らの一連の研究では、Go 刺激、NoStop 刺激いずれの場合も中性刺激に比べて不快情動刺激に対する後期 P3 振幅は大きく (赤嶺・木田, 2004b), また NoGo 刺激に比べて Stop 刺激に対する後期 P3 振幅は著しく増大した (Akamine & Kida, 2006)。今回の二重課題事態で示された後期 P3 振幅の結果を含めて、いずれの場合も課題処理における負荷量の増加が後期 P3 振幅の増大に関与している。

ヒトが課題を遂行するときの処理過程に知覚処理系、反応処理系およびそれら 2 つを監視するための監視制御系が想定されている (入戸野, 2005)。後期 P3 が Falkenstein et al. (1994) や赤嶺・木田 (2004a) によって示唆されているように、反応選択の終結やコレクトネスチェックの処理を反映しているとすれば、後期 P3 は監視制御系と関連した処理を反映しているのかもしれない。しかし、今後、後期 P3 振幅の増大が監視機能の強化を反映した活動であるかどうかさらに検討する必要がある。

P3 を 2 つに分ける妥当性について 本研究においても、P3 を刺激呈示後 300-600 ms 区間の最大陽性電位として同定し、その潜時と振幅について初期 P3 および後期 P3 と同様の分散分析を行った。P3 の同定は振幅の大きかった Pz において行った (Table 1 参照)。

Table 1.
Mean P3 latency and mean P3 amplitude (and SD) at Pz for NoStop stimuli

		RT only	RT+Count1	RT+Count3
latency	Type A	467.0	510.9	527.3
		(89.3)	(35.7)	(54.5)
	Type B	440.6	499.7	536.0
		(73.9)	(42.4)	(33.5)
amplitude	Type A	13.28	15.20	16.71
		(5.66)	(5.51)	(5.97)
	Type B	15.38	17.45	18.74
		(3.26)	(4.96)	(5.29)

その結果、P3 潜時および P3 振幅は、課題条件の主効果 ($F(2,70) = 21.53$, $\varepsilon = .75$, $p < .001$; $F(2,70) = 15.77$, $\varepsilon = .92$, $p < .001$) のみが有意であった。NoStop 刺激に対する P3 潜時は、全ての課題条件間に有意な差があり、RT only 条件の P3 潜時が最も速く、RT+Count1 条件、RT+Count3 条件の順で遅延した。一方、P3 振幅は単一課題条件よりも二重課題条件で大きく、二重課題条件間に差はなかった。

藤井・木田 (1999) が示した ERP 波形を視察すると、課題負荷量が増加しても P3 潜時は変化していないように思われる。この結果は本研究で認められた P3 潜時の結果と一致しなかった。また、P3 振幅についても彼らの結果と一致しなかった。この違いは、本研究の後期 P3 振幅が課題負荷量の増加によって増大したために生じた可能性がある。つまり、課題負荷量の少ない RT only 条件では初期 P3 が P3 として同定されるが、課題負荷量の増加によって後期 P3 成分が P3 として同定される場合が多くなり、本研究で認められた P3 潜時の遅延と P3 振幅の増大が生じたのではないかと推測された。この結果からも、P3 を 2 つに分けて分析したことは妥当であったと思われる。

引用文献

- 赤嶺亜紀・木田光郎 (2004a). Go/NoGo 課題と Stop/NoStop 課題における P3 の下位成分 生理心理学と精神生理学, **22**, 225-236.
- 赤嶺亜紀・木田光郎 (2004b). 不快情動刺激に対する ERP・P3 [抄録] 生理心理学と精神生理学, **22**, 183.
- Akamine, A., & Kida, M. (2006). Subcomponents of the P3 complex of event-related brain potentials to NoGo and Stop stimuli. *Bulletin of The Faculty of Psychological & Physical Science*, **2**, 33-38.
- Falkenstein, M., Hohnsbein, J., & Hoormann, J. (1994). Effect of choice complexity on different subcomponents of the late positive complex of the event-related potential. *Electroencephalography & Clinical Neurophysiology*, **92**, 148-160.
- Friedman, M., & Rosenman, R. H. (1959). Association of specific overt behavior pattern with blood and cardiovascular findings. *Journal of the American Medical Association*, **169**, 1286-1296.
- 藤井稔子・木田光郎 (1999). タイプ A 行動特性と認

- 知処理過程—二重課題遂行時の事象関連脳電位 心理学研究, **70**, 293-300.
- Isreal, J. B., Chesney, G. L., & Wickens, C. D. (1980). P300 and tracking difficulty: Evidence for multiple resources in dual-task performance, *Psychophysiology*, **17**, 259-273.
- 伊藤史・木田光郎 (2007). 二重課題事態における処理資源の配分について—初期P3と後期P3の分析 愛知学院大学心身科学部紀要, **2**, 45-51.
- Kok, A. (2001). On the utility of P3 amplitude as a measure of processing capacity. *Psychophysiology*, **38**, 557-577.
- Kramer, A. F., Wickens, C. D., & Donchin, E. (1985). Processing of stimulus properties: Evidence for dual-task integrality. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, **11**, 393-408.
- Lyness, S. A. (1993). Predictors of differences between Type A and B individuals in heart rate and blood pressure reactivity. *Psychological Bulletin*, **114**, 266-295.
- 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.
- 三宅晋司・神代雅晴 (1993). メンタルワークロードの主観的測定法—NASA-TLX得点とSWATの紹介および簡便法の提案 人間工学, **29**, 399-408.
- 中野啓子 (1995). 女性を対象としたType A行動パターン測定法—日常行動質問表の作成 心理学研究, **66**, 121-126.
- 入戸野宏 (2005). 心理学のための事象関連脳電位ガイドブック 北大路書房
- 入戸野宏 (2006). 画像に対する注意を測る—事象関連脳電位を用いたプローブ刺激法の応用例 生理心理学と精神生理学, **24**, 5-18.
- 野村 忍 (1999). タイプA行動パターン 中島義明・安藤清志・子安増生・坂野雄二・繁榊算男・立花政夫・箱田裕司 (編) 心理学辞典 p.557.
- Wickens, C. D. (1984). Processing resources in attention. In R. Parasuraman & D. R. Davies (Eds.), *Varieties of attention*. Orlando, FL: Academic Press. pp. 62-101.
- Wickens, C. D., Isreal, J., & Donchin, E. (1977). The event related potential as an index of task workload. In A. S. Neal & R. F. Palasek (Eds.), *Proceedings of the Human Factors Society 21th annual meeting*. Santa Monica: Human Factors Society. pp. 282-286.
- Wickens, C. D., Kramer, A. F., Vanasse, L., & Donchin, E. (1983). Performance of concurrent task: A psychophysiological analysis of the reciprocity of information-processing resources. *Science*, **221**, 1080-1082.
- 山崎勝之 (1998). ストレス関連性格の生理心理学的研究 山崎勝男・藤澤清・柿木昇治 (編) 新生理心理学3—新しい生理心理学の展望 北大路書房 pp. 22-31.