

学位論文

個人の不安特性が作業負担時の注意資源配分に及ぼす影響

平成 25 年度

脇坂佳子

武蔵野大学大学院

人間社会研究科人間学専攻博士後期課程

目次

論文の構成.....	1
第1章 序論	
1.1 はじめに.....	2
1.2 作業負荷と作業負担.....	4
1.3 注意資源の配分.....	6
1.3.1 注意資源について.....	6
1.3.2 注意と脳波.....	7
1.3.3 事象関連電位.....	7
1.3.4 P300.....	8
1.4 不安特性.....	12
1.4.1 不安と脳波.....	12
1.4.2 STAI 特性不安.....	14
1.5 情報処理・活動量などの評価指標.....	16
1.5.1 パフォーマンス.....	16
1.5.2 覚醒水準.....	16
1.5.3 自律神経活動.....	17
1.5.4 主観評価.....	18
1.6 本論文の目的.....	19
第2章 個人の不安特性と P300 振幅の関係についての実験（実験 1）	
2.1 はじめに.....	20
2.2 目的.....	21
2.3 方法.....	21
2.3.1 被験者.....	21
2.3.2 実験装置.....	21
2.3.3 実験条件と測定項目.....	21

2.3.4 刺激と課題	22
2.3.5 測定手順.....	23
2.3.6 記録と分析	24
2.3.7 統計解析.....	24
2.4 結果.....	25
2.4.1 ERP.....	25
2.4.2 パフォーマンス	29
2.4.3 主観評価.....	31
2.5 考察.....	34

第3章 弁別課題による作業負担が個人の不安特性と P300 振幅の関係に及ぼす影響についての 実験（実験2）

3.1 はじめに	35
3.2 目的.....	37
3.3 方法.....	37
3.3.1 被験者	37
3.3.2 実験装置.....	37
3.3.3 実験条件と測定項目	37
3.3.4 刺激と課題	38
3.3.5 測定手順.....	39
3.3.6 記録と分析	40
3.3.7 統計解析.....	41
3.4 結果.....	42
3.4.1 ERP.....	42
3.4.2 パフォーマンス	50
3.4.3 主観評価	54
3.5 考察.....	62

第 4 章 二重課題後の作業負担が個人の不安特性と P300 振幅の関係に及ぼす影響についての実験（実験 3）	
4.1 はじめに.....	64
4.2 目的.....	65
4.3 方法.....	65
4.3.1 被験者.....	65
4.3.2 実験装置.....	65
4.3.3 実験条件と測定項目.....	65
4.3.4 リーディング・スパン・テスト（RST）.....	67
4.3.5 P300 測定の刺激と課題.....	69
4.3.6 測定手順.....	69
4.3.7 記録と分析.....	71
4.3.8 統計解析.....	72
4.4 結果.....	73
4.4.1 ERP.....	73
4.4.2 パフォーマンス.....	81
4.4.3 自律神経活動.....	85
4.4.4 AAC.....	92
4.4.5 主観評価.....	95
4.4.6 単語記憶配分率.....	107
4.4.7 RST の評価点と正答試行数.....	109
4.5 考察.....	111
第 5 章 結論.....	113
謝辞.....	116
引用文献.....	117
付録.....	126

論文の構成

本論文は、個人の不安特性が作業負担時の注意資源配分に及ぼす影響を明らかにすることを目的に、全 5 章で構成する。論文の構成は以下の通りである。

第 1 章「序論」では、ヒトの注意と不安の関係について概説し、脳波の P300 振幅が注意資源の配分量を評価する指標として有用であることを述べる。また、既存の研究を参照し、P300 を用いて注意と不安の関係を検討する意義を述べ、本論文の目的を明らかにする。

第 2 章「個人の不安特性と P300 振幅の関係についての実験（実験 1）」では、不安特性と注意資源の配分との関係を明らかにするために、個人の不安特性が P300 振幅に及ぼす影響について検討した。その結果、不安特性と注意資源の間に関連性は認められず、作業負担が大きな課題にて再度検討することが必要であると考えられた。

第 3 章「弁別課題による作業負担が個人の不安特性と P300 振幅の関係に及ぼす影響についての実験（実験 2）」では、作業負担が大きなストループ課題と作業負担が小さなストループ課題を用いて、個人の不安特性ごとに作業負担の違いが P300 振幅に及ぼす影響について検討した。その結果、不安特性の高い人では、作業負担が大きくなると刺激に対する注意資源の配分量が減少することを明らかにした。

第 4 章「二重課題後の作業負担が個人の不安特性と P300 振幅の関係に及ぼす影響についての実験（実験 3）」では、二重課題後の作業負担が、個人の不安特性によって P300 振幅に及ぼす影響について検討した。その結果、不安特性の高い人では、課題の作業負担が大きいと注意資源の配分量が減少することを明らかにした。

第 5 章では、本研究で得られた結果をもとに、作業負担が課せられた場合、不安特性が注意資源の配分に及ぼす影響について総括し、個人の持つ不安特性と注意を向ける時の情報処理機能との関係について述べた。

第 1 章 序論

1.1 はじめに

人の認知処理において、注意の果たす役割はきわめて重要である。人を取り巻く環境には様々な刺激があるが、すべてに反応することは不可能であり、必要な情報を選択する働きが必要となる。生理学における注意とは、多数の情報の中から認知すべき情報を選択する働きのことを言う。御領¹⁾は、注意研究を 3 つの側面に分類できるとし、それらを「注意の選択機能（選択的注意）」、「覚醒水準」、「容量」とした。「選択的注意」に関する研究では、周囲の膨大な情報の中から必要な情報を選択する働きについて、情報処理の段階や選択される要因などが検討されている^{2~4)}。「覚醒水準」に関する研究では、ヒトの活動レベルである覚醒水準が情報処理と関連するとし、覚醒水準が低くなると眠くなり情報処理機能が低下し、覚醒水準が高すぎると興奮のために適切な処理が行えなくなるなどの報告がされている^{5~7)}。「容量」に関する研究では、限られた資源の総量を適切に配分することで処理を遂行できると考え、容量の配分や限界などが検討されている⁷⁾。このように注意に関する研究では、これまでに情報処理や資源をキーワードとして検討が行われてきた。またこの他にも、反応時間に関する研究も多く行われている⁸⁾。反応時間は、脳内で起きている情報処理過程そのものを表す訳ではないが、呈示される刺激を知覚し、識別、反応するまでの一連の情報処理時間を表すことから、注意研究では多く用いられている。その他、不安などのヒトの心理的要因によっても情報処理機能が大きく変化するなどの研究が行われている^{9~11)}。この不安は、記憶・学習の問題と並んで高次脳機能の中でも古くから活発な研究対象となってきた分野であり、情動変化、行動変化、生理学的変化の 3 要素から構成され検討されてきた¹²⁾。選択的注意が働く環境や条件については、これまでの研究で多く取り上げられ、臨床的不安患者を対象に注意の働きを報告した研究も多い^{13~15)}。さらに、健常者を対象にして個人の特性や性格を取り上げ、応答の違いによって個人をカテゴリー化するなどの研究も行われてきた¹⁶⁾。このように注意に関する研究では、注意そのものの機能や容量、注意に影響を及ぼす要因などについて検討されてきた。しかし、ヒトがある物事(事象)に注意を向ける時の情報処理機能と個人の持つ不安特性との関係を、生理心理的評価指標を用いて検討した研究は極めて少ない。もし不安特性の高い人が、適切な情報処理ができないのであれば、生活や仕事を営む上で考慮すべき点が出てくるかもしれない。そこで本論文では、個人の資質である不安特性と選択的注意時の情報処理機能

との関係に焦点を当て検討することとした。

1.2 作業負荷と作業負担

精神的作業において、課題の困難度は、これまでに「作業負荷」という用語で表現されてきた。入戸野¹⁷⁾は、事象に対する注意の配分を検討する場合、これまで多くの研究において精神作業負荷の測定というテーマで扱われてきたと報告している。その実施方法は、二重課題が多く用いられ、注意の配分量を知ろうとする課題を主課題として、平行して別の副課題を行うものである。主課題が難しくなると、そこに向けられる注意の配分量が増えるので、副課題に向けられる注意が減り課題成績が低下すると考えられている。このように、注意の配分量は、精神作業負荷の大きさを反映するものとされてきた。例えば、Wickens ら¹⁸⁾は、二重課題として、聴覚オドボール課題（2種類以上の刺激の呈示割合を変化させる課題）とトラッキング課題（ディスプレイ上のカーソルを標的にできるだけ近づけるように操作レバーを動かす課題）を同時に行い、オドボール課題に対して P300 振幅を測定した（P300 については、次項の「1.3.4」を参照）。実験の結果、オドボール課題のみを遂行しているときに比べて、トラッキング課題が導入されるとオドボール課題の P300 振幅は減衰し、トラッキング課題の作業負荷量を大きくすると P300 振幅がさらに減衰した。この結果は、副課題の困難度を大きくすることによって、主課題への注意の配分が減り、課題の作業負荷量が問題となることを示している。しかし、注意に関する検討において問題となるのは、課題自体の作業負荷ではなく、作業における「負担」の程度である。青木¹⁹⁾は、作業負荷と負担の関係について、作業負荷を「外部からヒトに影響を及ぼし、評価が可能である」とし、作業負担を「作業負荷によって個人の内部に直ちに起こる影響であり、その個人の取り組み方や能力、その時の状態によって変化する」と報告している。これは、負荷は与える側の尺度であり、負担は受ける側の尺度と解釈できる。つまり、作業負荷に対する生体側の処理能力が高ければ作業負担が小さく、処理能力が低い場合では作業負担は大きくなると考えられる。高野²⁰⁾は、与えられた作業負荷によって生じる人間側への影響を作業負担と考えることにより、作業負担は個人の「能力差」を反映するものと提案している。また、個人の作業負担の程度は、その時々の中の状況や脳の神経活動に影響を与えているとしている。神山ら²¹⁾は、作業負担の評価に際しては、外部からの要因である作業負荷の内容、質、量を分析するとともに、対象者である個人の習慣や性格傾向を考慮した生体反応の測定が必要であると述べている。また、作業負担の評価には、事象関連電位を生理機能の側面から検討すべき項目のひとつに挙げている。

以上のことから、作業負荷は、課題に含まれる困難さを評価するものである。しかし、

注意における検討では、個人の取り組み方や能力を考慮した作業負担の評価が必要と考えられる。さらに、個人の作業負担の程度は、注意に影響を及ぼすものと示唆される。人は、同じ作業負荷を与えられても、誰もが同じ作業負担とはならない。従って、受ける側であるヒトの作業負担を評価することは、注意に関する個人差の検討方法として妥当であると考えられる。また、不安特性の違いは、作業負担の変化として反映するものと示唆される。このように、作業負担は、課題に向ける注意の大きさに影響することから、事象関連電位からの評価が可能である²²⁾。

1.3 注意資源の配分

1.3.1 注意資源について

注意には、入力される情報の量と質、および個々の処理能力が大きく関わってくる。Daneman²³⁾ は、情報処理する容量にはある程度限界があるとし、容量的制約から注意を向けるものと無視するものが決定されると考えた。さらに、Kahneman²⁴⁾ は、注意を向けないと実行できない処理に関して、一度に利用できる注意の容量は限られるという「注意の容量モデル」を提案した。そして、同時に実行しなければならない複数の課題が存在する場合には、必要な情報処理が行われて注意が適切に配分されると報告している。Norman と Bobrow²⁵⁾ は、このような注意の容量について「資源」という用語を使用することを提案している。ここでいう資源とは、入力された情報を処理するのに必要なものであり、その量には限界があると想定している。また、資源の投入量を増やすと課題遂行成績は上昇し、練習することによってより少ない資源でも作業成績が向上するようになるとしている。このように、注意資源はその時の状況に応じて限界容量内で適切に配分され、必要な情報処理が行われると報告されている。これらの研究から、人は注意資源の限界内で課題を遂行し、多くの情報処理が必要な場合には、多くの注意資源を消費すると考えられる。しかし、課題の遂行時に個人の持つ注意資源を超える場合には、その処理には十分な注意資源が向けられず課題成績は低下すると考えられる。

Shiffrin と Schneider²⁶⁾ は、課題の遂行に必要な情報処理を、注意の方向とは無関係に自動的に実行される「自動処理 (automatic processing)」と、注意を向けないと実行できない「注意制御処理 (controlled processing)」に分けられると報告した。この考え方では、「自動処理」は意識しなくても実行され、並行して行われる他の作業をあまり妨害することはない。それに対し「注意制御処理」では、容量に限界のある注意資源を使うため、一度に多くの処理は行えず、また処理時間も遅い。しかし、意識的に注意を向けることによって、注意資源を有効に配分し、適切な対応がとれると報告している。

以上のことから、注意とは、多くの情報の中から必要な情報を取捨選択する働きのことを示している。しかし、その実態は、限られた注意資源によって、情報の認知や意思決定を促す働きであり、刺激の評価や認知処理のレベルを示すと考えられる。また、そういった刺激評価や処理レベルに関わる個人の状態は、作業負担と深く関連していると示唆される。従って、注意の機能を評価する際には、その処理が浅いのか深いのかというレベルが問題となり、個人の作業負担の程度を検討する必要がある。本研究で取り扱う注意資源の

配分とは、情報処理レベルを便宜的、合理的に説明するための尺度であり、ヒトの認知処理機能の変化を表現する方法と位置づける。

1.3.2 注意と脳波

ヒトの意識や感情などの心的活動を客観的に抽出する方法として脳波（Electroencephalogram：EEG）がある。この脳波の研究は、Berger²⁷⁾により見いだされて 80 余年の歴史を有する。脳波は、心電図や筋電図などの生体電気活動の中でもきわめて微弱な電気活動である。通常は頭皮上に貼った電極を通して脳細胞群が示すさまざまな電位変化を増幅して記録する。健常な成人の安静時には 8～13Hz（ α 波）、活動時には 13Hz～30Hz（ β 波）の自発脳波が主体となるが、覚醒水準や注意水準によっても様々に変化する。また、視覚や聴覚などの刺激を受けると、それに応じて一過性の電位変動が自発脳波の中に混入する。その一過性の電位変動は、誘発電位や事象関連電位と呼ばれる。

下河内ら²⁸⁾は、認知プロセスにおける「自動処理」と「注意制御処理」について、脳波の誘発電位や事象関連電位との関連を述べている。それによると、誘発電位は感覚刺激に対して短潜時に出現する大脳の受動的反応であり、「自動処理」に関連すると報告している。一方、事象関連電位は心理的な作業負担を課した時に出現する心理過程に関連する比較的長潜時の電位であり、刺激に対するヒトの評価や意思決定を反映し、「注意制御処理」に関連すると報告している。このことから、ヒトの注意について検討するには、長潜時の事象関連電位が有効な評価指標になると考えられる。

1.3.3 事象関連電位

事象関連電位（Event-related potentials：以下 ERP）は、ある事象に関連して生じる一過性の脳電位であり、一連の陽性波と陰性波から構成される。この ERP は自発脳波に比べてきわめて小さな電位変化を示す。そのため刺激を繰り返して呈示し、刺激開始時を基準に脳波を加算平均することによって、S/N 比（信号対雑音比）を向上させ、導出する。ERP は、潜時（出現タイミング）、振幅（振れの大きさ）、測定部位の違いにより種々の脳活動を反映する^{29～31)}。刺激呈示後すぐに現われる短潜時の ERP 成分は、刺激の物理的な強度の影響を強く反映する。一方、長潜時の ERP 成分は、刺激特性よりも被験者の注意や記憶といったより高次の認知活動を反映すると考えられている³²⁾。長潜時の ERP 成分は、実験条件を変えることによって、潜時や振幅を変化させることができ²⁹⁾、積極的に注

意を払って課題を遂行した場合にのみ出現する³¹⁾。短潜時の ERP 成分には N1-P2、長潜時の ERP 成分には P300、N400、CNV などがある。

以上のように、ERP は、刺激に対する一連の情報処理過程を脳の神経活動を介して反映するとされている。ERP の中でも、特に P300 成分は、ヒトが課題を遂行するときに向けられる注意に関連すると言われる²⁸⁾。本研究では、実験操作に対する主な評価方法として P300 を用いて検討した。

1.3.4 P300

P300 とは、刺激呈示後約 300ms に頭頂部で出現する ERP の陽性波のことである。図 1 - 1 に P300 波形の 1 例（被験者 A）を示す。この P300 は、Sutton ら³³⁾によって初めて見いだされ、出現する潜時は情報処理時間、振幅は注意資源の配分に関連すると考えられている。P300 の測定では、低い頻度で出現する刺激（標的刺激）と高い頻度で出現する刺激（標準刺激）をランダムに呈示し、標的刺激に対してのみ反応（例：ボタン押し反応や刺激回数を数えること）を求めることで導出する。この P300 を導出する課題は、オドボール課題と呼ばれる²⁹⁾。オドボール課題は、比較的簡単で負担が小さい弁別課題において、大きな振幅が安定的に得られることから応用研究で用いられることが多い⁷⁾。

Sommer ら³⁴⁾は、刺激に対してどのくらい注意を向けていたかを被験者に主観申告させ、「より注意していた」と答えた刺激には大きな P300 振幅が出現したが、注意をあまり向けない刺激では振幅が減ったと報告している。また、Karis ら³⁵⁾は、単語リスト記憶時に P300 を測定し、そのときの方略（個人的なやり方）を被験者に事後報告させ、主観評価を行った。その結果、再生できた単語の P300 振幅は、再生できなかった単語に比べて大きかった。さらに、記憶方法によって、その潜時と頭皮上分布は異なっていた。つまり、機械的に単純なリハーサル方略（単語を反復して記憶する）を用いた被験者では、単語呈示の 400ms 以降に中心 - 頭頂部で差が生じたが、複雑な意味的方略（単語で物語りや文章などを作って記憶する）を用いた被験者では、500ms 以降に前頭部で差が生じたと報告している。

Ilan ら³⁶⁾は、赤、緑、青、黄の 4 色を用いたストループ課題によって P300 を測定した。ストループ課題とは、「色の名前（単語）」と「文字の色」との組み合わせで構成され、単語と異なる色の呈示によって、その反応が低下するというものである³⁷⁾。Ilan らの実験では、一致条件（単語と同じ色で呈示）、中間条件（関連のない単語に 4 色で彩色

して呈示)、不一致条件(単語と異なる色を組み合わせで呈示)を設定した。その結果、一致条件では P300 振幅がもっとも大きく、中間条件と不一致条件では振幅が小さかった。この結果から、一致条件は、もっとも課題の作業負荷が低く、中間条件と不一致条件では、課題が難しく作業負荷が高かったと考えられる。そのために被験者の作業負担が大きくなり、P300 振幅が小さくなったと推測される。また、矢野ら³⁸⁾は、ストループ課題に赤と青の 2 色を用いて、単語と同じ色、単語と異なる色とする計 4 種類の刺激呈示による P300 の測定を行った。さらに、指定された色に反応する条件と単語に反応する条件の 2 条件を設定した。その結果、色への反応条件では、単語条件に比べて P300 振幅が小さかった。色の処理では、被験者の慣れや方略が生じたために、多くの注意を必要としない自動的な処理が色に対して働き、十分な注意を向ける必要がなかったと矢野らは推測している。

以上の先行研究より、P300 は、反応を求める標的刺激に対しては出現するが、反応を求めない標準刺激に対しては出現しないと示されている。また、P300 振幅は、刺激に大きな注意を向けると増大し、刺激の弁別が難しくなると振幅は減少する。Kok³⁹⁾は、標的刺激の呈示確率が低い場合(10~20%)に P300 振幅が大きくなり、刺激から得られる情報が確かなものである場合にも大きくなると報告している。さらに、P300 潜時は、刺激が処理されるまでの時間と考えられ、標的刺激と標準刺激の弁別と認知処理が容易な場合にはその時間が短縮し、難しい場合にはその時間が遅延すると報告されている。従って、課題に含まれる負荷が大きい場合には、標的刺激の処理が遅れて潜時が遅延し、標的刺激の処理に十分な注意が向けられないために振幅が減少すると示唆される。このように P300 は実験条件によって変化し、その振幅は振り向けられる注意の量に応じて大きくなり、刺激に対する注意資源の配分量を反映した指標とみなすことができる⁴⁰⁾。

P300 の測定では、主観評価を同時に行い、刺激がどのように処理されたかを検討する必要がある。ERP の振幅は、主観やパフォーマンスの指標に比べ、個人差が大きい²⁹⁾。さらに、P300 の個人差は、課題に対する行動目標や課題達成のための方略の違いが関与して、潜時や振幅に影響を及ぼす⁴¹⁾。また、記憶した刺激に対する反応を求められると、P300 振幅は頭頂部でもっとも大きくなると考えられる。このように、各被験者の方略は、頭皮上分布の P300 に影響を及ぼすと考えられることから、測定部位間の検討が必要である。

ストループ課題を用いた先行研究では、単語と異なる色を刺激として呈示されると、その反応が困難となり、課題の作業負荷が大きく過度の作業負担が課せられたことを示して

いる。一方、単語と同じ色の刺激への反応は、容易で課題の作業負担が小さかったと示している。また、色に対する反応が求められると、課題の作業負担は小さく、作業負担への影響はほとんど見られなかったと考えられる。これらのことから、単語に対する反応を求めることは、被験者にある程度の作業負担が課せられ、単語と色が異なる場合は、さらに作業負担を大きくすると考えられる。つまり、課題が比較的簡単で適度な作業負担の場合は、適切に注意資源の配分がされて P300 振幅が大きくなり、作業負担が小さすぎる場合や大きすぎる場合では、振幅が小さくなると示唆される。

以上のことから、個人の作業負担は、認知処理レベルに関する被験者の状態を示しており、その大きさは、P300 振幅に影響を及ぼす。つまり、同じ作業負担の課題を与えられても、個人の処理および方略の違いが作業負担として反映され、そのために費やされる注意資源に影響すると考えられる。従って、注意資源の配分に関する検討では、やや困難な課題や比較的容易な課題を用いることにより作業負担を変化させて、実験操作に対する個人の作業負担の程度を推測することが可能と考えられる。

これまでの研究結果から、P300 にはいくつかの特徴が挙げられる。P300 は、青年期以降、加齢によって潜時の遅延や振幅の減少が認められ、高齢になると急激な遅延が見られる⁴⁾。また、精神医学における臨床事例の多くでは、P300 振幅の減少や潜時の遅延が特徴的とされており、一般的に P300 で得られるデータとは異なる。P300 の測定においては、アーチファクトが容易に混入するために、発話を伴う課題が適応されず²⁹⁾、短時間に連続して測定すると、疲労のために振幅が減少することがわかっている⁴²⁾。また、ERP は、先行研究における測定結果からその再現性が高いとされるものの、数週間後の再測定において結果が若干変化すると報告されている⁴²⁾。

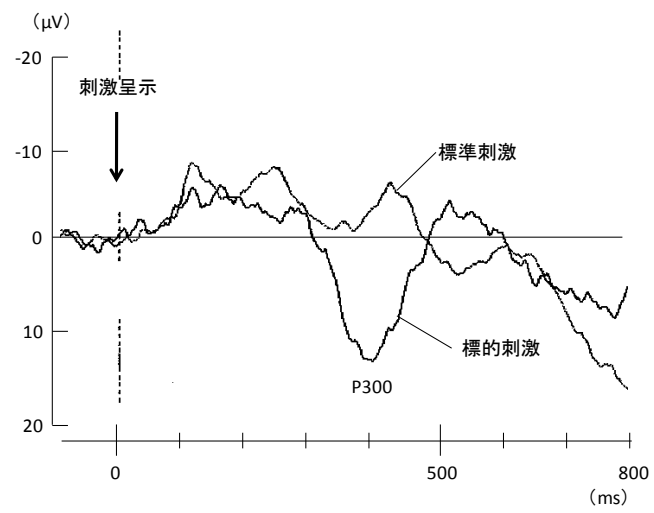


図 1 - 1 被験者 A から得られた P300 波形

1.4 不安特性

宮城¹⁶⁾は、「性格」を個人の独特な行動様式、つまりそのヒトだけがもっている感じ方、考え方、活動の仕方であり、そのときの「場」の状況によっても時々刻々と変化すると述べている。また、性格特性の研究方法としては、刺激に対する反応時間を測定するという実験的な検討や質問紙調査票を用いて段階尺度として表す方法等を挙げている。水口⁴³⁾は「性格特性」について、ある事態や状況を経験することで認知機能が培われ、個人の資質によっても認知機能が異なることから、性格と認知には接点が認められると述べている。さらに、人が情報処理を行う場合、情報を受理し組織化して処理する方法には、個人の性格特性に基づいた共通の特徴が認められるとして、これを人の「認知スタイル」とであると報告している。つまり、さまざまな刺激に対する生理的反応には、個人によって差異が認められる。

田代⁴⁴⁾は、「不安特性」とは、不安への陥りやすさという個人差に関与するものであり、生得性の素質に加えて、後天性の体験や観察といった学習が関与していると報告している。また、Weinberg ら¹⁰⁾は、特性不安が高い人ほど、ストレスが多い実験条件によって状態不安が増加し、パフォーマンスが低下すると述べている。このように、不安特性が高い人では、ストレスがかかる負担により、不安に陥りやすく、その結果、パフォーマンスが低下するといった特徴を示す。

以上のことから、個人の不安特性は、人の認知処理機能の低下と関連性があると示唆され、その特徴は、同じ作業負荷であっても作業負担が大きくなる傾向を有することと考えられる。

1.4.1 不安と脳波

投石ら⁴⁵⁾は、「認知スタイル」の差が性格の違いによって生じることから、ERPにおいて性格による差が生じるのは情報処理過程を反映するからであると報告している。そして、内向性と外向性に関する実験の結果から、ERPは性格の違いに対する感受性が非常に高いとも述べている。これらの報告は、個人の性格特性が状況によって変化し、認知や行動に影響することを示している。以上のことから、ERPは性格特性の違いと状況の変化を捉えることができると考えられる。本田ら¹⁴⁾は、自発脳波の α 波を指標とした研究において、 α 波が外部からの刺激を受けると減衰することに着目し、それが引き起こす注意や不安、緊張などの内的変化に関連があると報告した。しかしながら、個人特性としての「不安」

という心理状態と ERP との関連について検討したこれまでの研究は、主に不安患者を対象としており、CNV（随伴性陰性変動）を用いた検討が比較的多い。CNV とは、ERP 成分のひとつで、予期や期待を反映した電位とされる⁴⁶⁾。先行研究では、CNV 測定中の妨害雑音によって、不安患者の CNV が低下したまま回復しなかったことから、不安患者は妨害に対して過剰な反応が見られると報告されている⁴⁷⁾。一方、P300 を用いた検討では、不安患者と健常者においてその成分には差がなかった⁴⁸⁾ とする報告もあるが、先行研究が少なく、一致した結果は得られていない。

強迫神経症患者の P300 については、弁別課題が難しくなると、健常者に比べて P300 潜時が短いと先行研究で報告されている⁴⁹⁾。Bruder⁵⁰⁾ は、聴覚オドボール課題を用いて、標的刺激と標準刺激の弁別に難易度を設けて実験を行った。やさしい条件では、標的刺激の音を標準刺激に比べて 12 デシベル強くし、難しい条件では、8 デシベルだけ強くした。この結果、患者群と健常者群の P300 を比較したところ、弁別がやさしい条件では両群の P300 振幅と潜時に差は見られなかった。一方、難しい条件では、健常者に比べて患者群の P300 振幅が小さく潜時が短くなったと報告している。さらに、Beech ら⁵¹⁾ は、視覚弁別課題を用いて、同様の実験を行っている。その結果、難しい課題では、強迫神経症患者群の P300 振幅が減少した。

以上のように、先行研究の代表的なものを紹介すると、多くは疾患を中心としたものである。これらの研究は、主に臨床現場で行われたものであり、「症状」としての不安に焦点が当てられている。また、各疾患別の状態像や治療経過の評価が中心であり、ERP 成分に関する研究において、その多くが健常者を不安患者の対照群として扱っている。従って、不安特性の特徴に着目した研究は少ない。わずかにある健常者の研究としては、高不安群と低不安群ごとの ERP を比較したところ、情報処理過程において脳の左右差が生じる現象や、刺激に対する情報処理の切り替え速度が異なるといった報告があるに過ぎない¹⁴⁾。

Eysenck ら¹¹⁾ は、不安特性の高い人では、さまざまなことに注意が向くために、課題遂行に必要な注意資源が不足し、その結果パフォーマンスが低下すると述べている。これは、不安特性の高い人が脳への刺激入力を過少にして、処理レベルを低くするものと推測される。従って、不安特性の高い人では、P300 の測定によってその振幅が減少すると考えられる。このように、個人の不安特性は、注意資源の配分に影響することが先行研究より示唆されている。つまり、不安特性の高い健常者は、課題刺激に対する処理レベルが作業負担やストレスの程度を反映しやすいと考えられる。特に作業負担が大きい場合では、

刺激に対する処理レベルが容易に低下しやすく、適切に注意資源の配分が行われないことが示唆される。

以上のことから、作業負担の程度を考慮して、不安特性の違いが注意資源の配分に及ぼす影響を検討する必要がある。また、健常者における不安特性の特徴は、P300 を指標として説明が可能と考えられる。

1.4.2 STAI 特性不安

丹野ら⁵²⁾は、「不安」を疾病としての不安障害、症状としての不安症候群、気分としての不安気分などを含む広い概念であると報告している。本論文では、不安障害は対象とせず、健常者における一般的な不安を対象とする。

不安を評価する質問紙調査票は種々のものがあるが、STAI (State-Trait Anxiety Inventory) は「状態不安」と「特性不安」の 2 つの尺度から構成され、多くの研究で用いられている^{53~55)}。菅原⁵⁶⁾は、「状態不安」を自律神経の興奮などを伴う一時的または状況的な不安状態とし、「特性不安」はストレス状況に対して状態不安を喚起させやすい傾向にあるといった比較的安定した個人が持つ特性としている。両尺度を平常時とストレス時で比較すると、「特性不安」は状況に左右されず安定した値を示し、「状態不安」は状況によって明らかな変化が認められた。このことから、この検査の妥当性は保証され、不安を評価するのに有用であるとされている。

日本版 STAI の「特性不安」の調査方法は、「ほとんどない」「ときたま」「しばしば」「しょっちゅう」の 4 段階から、「ふだんの気持ち」をよく表す一つを選択して回答する。調査は 20 項目あり、表 1-1 の内容で構成されている。それぞれの回答は 1~4 点として合計得点を算出し、その得点範囲は 20 点（低不安）から 80 点（高不安）となる⁵⁷⁾。このテスト結果の信頼性は高く、一時的なストレスにより「状態不安」の得点が高まったとしても「特性不安」の得点は変化せず、再テストの再現性も高いとされている。以上のことから、客観的な不安の評価に STAI を用いることは妥当と考えられ、なかでも「STAI 特性不安」は、不安に対する個人の持つ特性を捉えることができると考えられる。本論文では、日本版 STAI 状態・特性不安検査⁵⁴⁾を用いて「特性不安」の調査項目から算出された得点を、個人の持つ「不安特性」の程度として扱う。

表 1 - 1 日本版 STAI 特性不安の調査 20 項目 ⁵⁴⁾

1. 気分がよい
2. 疲れやすい
3. 泣きたい気持ちになる
4. 他の人のように幸せだったと思う
5. すぐに心が決まらずチャンス进行失い易い
6. 心が休まっている
7. 落ち着いていて、冷静で、あわてない
8. 問題が後から後から出てきて、どうしようもないと感じる
9. つまらないことを心配しすぎる
10. 幸せな気持ちになる
11. 物事を難しく考えてしまう
12. 自信がないと感ずる
13. 安心している
14. 危険や困難を避けて通ろうとする
15. 憂うつになる
16. 満ち足りた気分になる
17. つまらないことで頭が一杯になり、悩まされる
18. 何かで失敗するとひどくがっかりして、そのことが頭を離れない
19. あせらず、物事を着実に運ぶ
20. その時気になっていることを考え出すと、緊張したり、動揺したりする

1.5 情報処理・活動量などの評価指標

1.5.1 パフォーマンス

パフォーマンスの測定において、中心的な方法となるのが反応時間（Reaction time）である。反応時間は人の精神過程を表す指標として心理学の分野で研究され、人の運動行動や精神過程および情報処理過程を推測する上で有効な評価指標として活用されてきた。反応時間は「外部環境から刺激が呈示されてから反応が生起するまでの所要時間」と定義され、その所要時間には以下の一連の流れが含まれる⁸⁾。まず、感覚受容器を通して刺激情報が入力され、刺激の有無や種類などの判断と分析が行われて刺激の同定処理が行われる。さらに、その処理によって得られた情報は、反応や運動の選択がされ、運動指令として必要な筋群へ伝えられ反応が生起する。反応時間は、これらの情報処理過程を推察する研究方法であり、その過程には刺激に対する意思決定に関連した情報処理が介在する⁵⁸⁾。従って、P300 測定時の反応は、刺激を知覚し、判別・同定して、運動反応を指示するまでの一連の所用時間であるといえる。また反応時間の測定では、判別の正誤も同時に測定できる。課題に集中し、十分な注意が向けられていれば、刺激に対する判別は正しく行われて正答数は多くなる。一方、十分な注意が向けられていなければ、刺激に対する判別は間違い誤答数が多くなる。このように、反応時間は情報処理にかかる時間を、正誤率（正答率、誤答率）は注意散漫な状態を間接的に表す指標になると考えられる。

パフォーマンスは、注意資源が利用できない状況になると、課題に十分な注意が向けられずに低下する。この原因のひとつに不安が挙げられる。Wine⁹⁾ は、不安の喚起によって課題以外に注意が向くことになり、課題遂行に必要とされる注意資源が不足し、パフォーマンスが低下すると報告している。しかし、不安が課題の重要性を認識させ、課題に集中するようになるとパフォーマンスを促進する効果も併せ持つとし、不安とパフォーマンスの関係が単純ではないことを示唆している¹¹⁾。

1.5.2 覚醒水準

大脳皮質の活動水準の評価に最も広く用いられているのが脳波である。脳波は主に大脳新皮質の活動状態を反映し、その活動水準が高いと速波化し、逆に活動水準が低いと徐波化する。開眼や精神活動状態では 13～30Hz の β 波成分が現れ、閉眼安静状態では 8～13Hz の α 波が現れる⁵⁹⁾。覚醒水準がさら低下してうとうとした状態になると、4～8Hz の θ 波から 0.5～4Hz の δ 波が出現する。覚醒水準の評価指標には、 α 波や β 波などが使用され

る。α波減衰テスト（Alpha Attenuation Test：以下 AAT）は、開眼状態と閉眼状態を交互に繰り返させ、その時のα波出現量を算出して覚醒水準の指標とする⁶⁰⁾。この AAT 測定では、閉眼および開眼をそれぞれ 3 回繰り返し、閉眼時のα波パワー値の総和を開眼時のα波パワー値の総和で割り、α波減衰係数（Alpha Attenuation Coefficient：以下 AAC）を算出する（図 1 - 2）。覚醒水準が高い状態では、閉眼によりα波が出現して開眼により抑制されることから AAC は高い値となり、逆に覚醒水準が低い状態では AAC は低い値となる。

覚醒水準は低すぎると、注意レベルが低下し、パフォーマンスは低下する。また、覚醒水準が高すぎても、注意散漫となりパフォーマンスは低下する⁵⁾。最もパフォーマンスが高くなるのは、中程度の時で適切に注意資源が配分されるためと考えられる。このように、覚醒水準は、注意やパフォーマンスと深く関わっている。

$$\alpha \text{ 波減衰係数(AAC)} = \frac{\text{閉眼時 } \alpha \text{ 波総パワー値 (1回目+2回目+3回目)}}{\text{開眼時 } \alpha \text{ 波総パワー値 (1回目+2回目+3回目)}}$$

図 1 - 2 AAC の算出式

1.5.3 自律神経活動

自律神経活動の指標として最も使用されるものは心拍数（Heart rate）である。これは一分間の心臓の拍動回数で表わされる。しかし、詳細な自律神経活動を評価する場合には、心電図の R-R 間隔の変動である心拍変動性（Heart rate variability：以下 HRV）を使用する。HRV の算出では、R-R 間隔の変動を波の変化と捉え、周波数分析して各周波数のパワー値を算出する。そして、低周波数帯域（Low frequency：以下 LF）と高周波数帯域（High frequency：以下 HF）のパワー値を積算する。各周波数帯域は研究者により異なるが、本論文では一般的に使用されている LF を 0.04～0.15Hz、HF を 0.15～0.40Hz とする⁶¹⁾。これらの LF と HF から算出される LF/HF は交感神経活動の評価指標、HF は副交感神経活動の評価指標とされている。

ヒトは不安な状態に陥ると、その状態を乗り越えるために自律神経系や内分泌系などの様々な身体機能が働いて自己を守ると共に、課題解決のために知的機能も働くとされている⁴⁴⁾。このように、自律神経活動と不安状態には密接な関連があると考えられ、不安状態の間接的な評価指標として HRV が使用されている⁶¹⁾。

1.5.4 主観評価

人の主観的な心理状態を測る方法に、Visual Analog Scale（以下 VAS）がある。これは自己評価方法のひとつであり、質問紙を用いて簡便に測定することができる。VAS は長さ 100mm の 1 本の直線の両端に、例えば「まったく疲れていない」－「たいへん疲れている」などと記し、被験者に呈示して「疲労」の程度に相当する部分に線を入れてもらう。この線の位置の長さをミリメートル単位で測り、それを疲労の程度として使用する⁶²⁾。5 件法や 7 件法などの主観評価では 5 つや 7 つしか選択肢がないが、この VAS 法では 100 の選択肢があることになり、質問項目の程度を詳細に導出することができる。このことから、VAS は注意や不安によって生じる疲労感、集中感、達成感などの状態の変化を捉えるのに有用と考えられる。

1.6 本論文の目的

ヒトの注意に関する研究では、刺激の情報処理過程や注意資源の配分など様々な検討がなされてきた^{3,4,18,31,39,63)}。これらの研究から、刺激の量や質によって情報処理が変わり、注意資源の配分を変化させ、パフォーマンスにも違いが生じることなどが明らかになっている。これらの結果を応用して、例えば、救急外来や検査といった複数の処置を同時に行うような医療作業では、重要な測定機器や間違えやすい器材に注意が向きやすいように形、大きさ、デザインなどが工夫されている。このように注意に関する研究の成果は、仕事の上でも日常的に活用されている。

注意は、一般的に不安が高まると散漫状態になり、注意資源が不足し、パフォーマンスが低下すると言われている⁹⁾。従って、不安特性の高い人は、生活や仕事において、作業負担やストレスを受けることにより注意散漫な状態になりやすいと考えられるが、いつも注意散漫状態になっているわけではない。不安特性の高い人が、どのような場合に注意散漫状態となり、またどのような場合にならないのかについては、主に行動としての反応時間に関する研究によってこれまで検討されてきた^{13,64,65)}。しかしながら、作業時間は情報処理時間の結果でしかなく、注意資源や処理レベルそのものを捉えていない。ERPを用いて注意資源の配分量をみることは、刺激に対する脳の活動レベルを直接的に捉えることができるが、不安特性に関してこれまで十分な検討はされていない。つまり、不安特性が高い場合は、注意散漫状態の原因となることが示唆されることから、注意資源の配分に及ぼす影響を検討する必要がある。このことから、健常者に焦点を当てた不安特性の特徴は、P300を用いた検討が可能と考えられ、その意義は大きい。

ERP成分のP300振幅は、先行研究により、呈示刺激に向けられる注意資源の配分量を反映すると考えられる^{18,39,63,66)}。また、反応時間や誤答率、主観的な疲労感、集中感、達成感は、刺激の情報処理時間、注意の散漫状態、作業負担などを間接的に反映すると考えられる。

以上のことから本論文では、P300、反応時間、主観評価などを用いて、個人の不安特性が注意資源の配分に及ぼす影響を、作業負担の程度を考慮して検討することを目的とした。

第 2 章 個人の不安特性と P300 振幅の関係についての実験（実験 1）

2.1 はじめに

植木¹⁾は、適応しにくい環境に置かれた場合や、危機に直面したときに起こる情動反応の 1 つが不安であるとしている。この不安は身体症状を伴うことがあっても本質的には主観的心理現象であり、客観性に乏しいと報告している。田代²⁾は、ヒトが外的刺激（ストレス）を受けた場合、行動するまでの過程に刺激を評価する機能があるとし、不安特性の違いはその評価に影響を与え、不安状態に陥ったり陥らなかったりすると報告している。

健常者を対象とした不安に関する反応時間の研究^{3~5)}では、不安特性の高い人が、不安特性の低い人に比べ、自殺や失敗などの人が忌み嫌うような脅威な単語に対して反応時間が早かった。しかし、中性的な単語では不安特性の高い人と低い人に差はなかったと報告されている。これは、不安を誘発するような刺激の場合、不安特性の高い人では不安状態に陥ることでより注意が向けられ、反応が速くなったためと述べられている。このように不安特性の高い人において、注意の向け方が変わったのは、注意資源の配分が変化したためと考えられる。

注意資源の配分に関しては、これまで P300 を用いた研究が多く行われている^{6~9)}。これらの研究により、P300 振幅は注意資源の配分を反映すると考えられる。しかし、不安特性が注意資源の配分に及ぼす影響に関する研究は、ERP 成分の一つである Nd を用いた検討¹⁰⁾が見られるものの、P300 では極めて少なく、十分に明らかとなっていない。そこで本実験では、個人の不安特性と P300 振幅との関係について検討した。

2.2 目的

本実験の目的は、STAI 特性不安検査から分類される個人の不安特性が、注意資源の配分量を反映する P300 振幅に及ぼす影響について検討することとした。

2.3 方法

2.3.1 被験者

被験者は、大学生および大学院生の計 18 名（男性 3 名、女性 15 名）、年齢は 19～29 歳（平均年齢±標準誤差：21.5±0.6 歳）であった。身体的・精神的自覚症から、健康面が不安定な被験者を除くために、CMI 健康調査を実施した。CMI 健康調査表（Cornell Medical Index-Health Questionnaire）とは、健康に関する自覚症の調査票である^{11,12)}。これは、身体的・精神的異常のスクリーニングテストとして広く用いられ、身体機能と精神症状別に 195 項目の質問から作成されている。得られた判定結果が I および II 領域に属する場合は、心身正常範囲内とされる。今回の被験者は、全員 CMI 健康調査にて I または II 領域にあった。全被験者の利き手は右、自己申告による視力（矯正を含む）は 0.5 以上であった。女性被験者は卵胞期中に測定した。

被験者には、実験前夜に十分な睡眠をとることを指示し、実験開始の 5 時間前からカフェイン摂取、喫煙を禁止した。また被験者には、実験内容および不利益を被ることなく参加を拒否できることを口頭および書面にて説明し、インフォームドコンセントを得てから、承諾書に署名・捺印をしていただいた。

2.3.2 実験装置

ERP 測定には誘発脳波計（日本 GE マルケット SYNAX2100）を使用し、刺激呈示には刺激呈示反応システム（メディカルトライシステム MULTI STM BOX MB-71）と 15 型 TFT 液晶モニター画面を使用した。反応測定には誘発脳波計と刺激呈示システムに接続されたスティック型スイッチを使用した。

2.3.3 実験条件と測定項目

本実験では、不安特性と各測定項目との関係を求めた。不安特性の分類には、日本版 STAI 状態・特性不安検査¹³⁾を用いた。日本版の開発では、東京都内の 25～64 歳の約 900 名（男性約 400 名、女性約 500 名）のサンプルデータに基づいて判定基準が定められている。

サンプルデータからパーセンタイル、平均、標準偏差が求められ、この検査の書式では、高不安者の判定基準値が 75 パーセンタイル以上（平均+1/2 標準偏差）に相当する場合と示されている¹³⁾。その判定基準に従い、特性不安得点が 43 以下の男性と 44 以下の女性（75 パーセンタイル未満：評価段階が低いと普通を含む）を低不安群とし、得点が 44 以上の男性と 45 以上の女性（75 パーセンタイル以上：評価段階が高いと非常に高いを含む）を高不安群として、各測定項目にて低不安群と高不安群を比較した。

測定項目は、P300（振幅と潜時）、反応時間、反応の誤答率、主観評価（疲労感、達成感、集中感）とした。主観評価は、Visual Analog Scale（以下 VAS）を用いて測定した。主観評価の疲労感は課題による疲労の程度を「疲れた」－「疲れなかった」、達成感は課題に対する達成の程度を「できた」－「できなかった」、集中感は課題に対する集中の程度を「できた」－「できなかった」で評価した（p.127：付録 1 参照）。

2.3.4 刺激と課題

実験では、画像刺激を用いたオドボール課題にて ERP 成分の P300 を測定した。画像は、刺激として被験者の負担が小さく、価値観やライフスタイルに依存しないものとした。画像の選定では、(株)リクルート住宅総合研究所が作成した「住みこち心理テスト」¹⁴⁾ の判定方法を用いて、ライフスタイルの嗜好性や強い価値観に偏らないよう配慮した。この心理テストの作成にあたり(株)リクルート住宅総合研究所では、住宅購入者約 3 万人に暮らし方についてのアンケート調査を行い、日本人が共通して持つ価値観を割り出している。その結果、テストの判定では、日本人のライフスタイルの嗜好性が「家族中心的 - 自分中心的」「田舎的 - 都会的」の 2 軸上で表現できると結論付けている。その判定結果は、標本数や統計的手法から妥当性が高いテストとなっている。

34 名のアンケート調査協力者が、48 枚の画像を「家族中心的 - 自分中心的」「田舎的 - 都会的」の 2 項目について 5 件法で評価した。2 項目について「どちらでもない」と回答された画像は、中間的と判定した。中間的画像は、風景、建物、食物、動物等から成り、その中から 6 枚を標的刺激とした。刺激は被験者間でカウンタバランスをとって呈示した。標準刺激は、上記の中間的画像が含まれない 80 枚の画像からランダムに使用した。画像選択反応課題は 1 枚の標的刺激と 3 枚の標準刺激の画像によって構成した。標的刺激は 20 回、標準刺激は 80 回呈示した。刺激呈示間隔は 2,000±200ms、持続時間 500ms とした。また、ダミー課題として、「家族的・自分的・田舎的・都会的」と判定された画像を標的刺

激に使用し、同様の課題を実施した。これは、P300 の測定結果の中から、どの結果が採用されるのかを被験者にわからないようにすることを目的として行った。

P300 の測定では、一般的に高い音と低い音の聴覚刺激が用いられるが、この刺激では視覚刺激に比べて大きな反応となる¹⁵⁾。本実験では、できるだけ刺激自体の影響を抑えるために、視覚的な画像刺激を用い、さらに中間的画像を選定して標的刺激とした。

2.3.5 測定手順

実験は武蔵野大学生理人類学教室の実験室にて、被験者 1 人当たり 2 日間実施し、1 日 3 回課題を行った。計 6 回の課題のうち、中間的画像を標的刺激とする画像選択反応課題は 2 回行い、本実験の記録・分析の対象とした。他の 4 回は、ダミー課題とした。実験では、まず被験者に日本版 STAI 状態・特性不安検査票、主要 5 因子性格検査 (BigFive)¹⁶⁾、タイプ A 行動評定質問紙^{17,18)} を記入させた。ただし、本実験では STAI 特性不安値のみを分析対象とした。調査票への記入後は、実験室内に移動し、被験者を刺激呈示用モニター前にあるオフィスチェアに座らせた。モニターとオフィスチェアの距離は 55 cm とした。各課題では、5 分間の安静後、被験者に標的刺激となる画像を記憶させた。その後、標的刺激に対しては、できるだけ速く正確に、利き手親指でボタン押しをするように教示した。また、標準刺激の画像に対しては、ボタン押しをしないように教示した。課題 1 回の測定時間は 4 分間とし、その間 P300、反応時間、誤答率を測定した。課題終了直後には、VAS を用いて主観評価を 2 分間行った。実験のプロトコルを図 2 - 1 に示す。

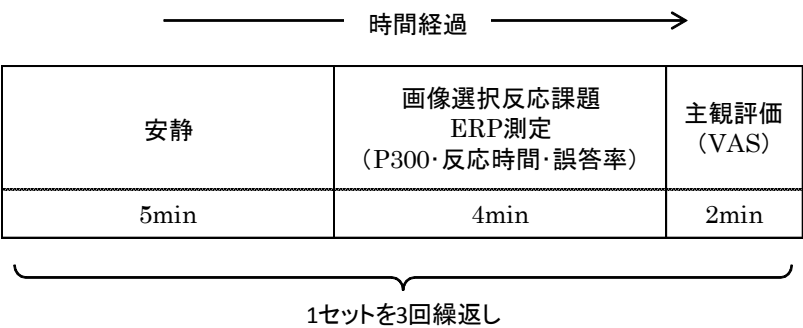


図 2 - 1 実験プロトコル

2.3.6 記録と分析

P300 は、両側耳朶を基準電極とし、国際 10/20 電極法に基づいて頭皮上の Fz、Cz、Pz の 3 部位から導出した。脳波計の時定数は 3.2 秒（ローカットフィルタ 0.05Hz）、ハイカットフィルタは 50Hz とした。電極と皮膚間のインピーダンスは 5k Ω 以下とした。また、P300 の測定と同時に、眼球運動と瞬目によるアーチファクトの有無を確認するため、眼窩高上下縁部に電極を装着して眼球電図（EOG）を測定した。

得られた ERP 波形は、刺激呈示前 100ms から呈示後 900ms までの区間を、アーチファクトの影響が見られる試行と誤反応試行を除外し、被験者、刺激、測定部位ごとに 20 回の加算平均をして求めた。ベースラインは刺激呈示前 100ms 間の平均電位とした。P300 は、標的刺激呈示後 250～500ms に生じる最大陽性波のピークとし、部位ごとに振幅と潜時を求めた。ただし、P300 の測定では、全部位で陽性波が確認できない場合がある。このことから、本実験では中間的画像刺激を用いた 2 回の測定において、Cz 部位で P300 波形が認められれば分析対象とした。

反応時間は、標的刺激に対する刺激呈示後 100～500ms 内のボタン押しを正反応とし、反応時間を算出した。誤答率は、標的刺激に対する無反応と 500ms 以上での反応、標準刺激に対するボタン押し反応を誤反応とし、100 回の刺激提示回数に対する割合を算出した。

2.3.7 統計解析

統計解析では、各測定値（P300 振幅、P300 潜時、反応時間、誤答率、主観評価の疲労感、達成感、集中感）と STAI 特性不安値との関係をみるために相関分析を行い、Pearson の相関係数を求めた。また、有意な相関（ $p<0.05$ ）または相関傾向（ $p<0.10$ ）が認められた測定項目については、近似直線（一次方程式）も算出した。さらに、不安特性の高不安群と低不安群を比較するために、P300 振幅と潜時では、反復測定による二元配置分散分析（対応のある因子と対応のない因子）を行い、Bonferroni 法（測定部位）または対応のない t 検定（高不安群と低不安群）にて事後検定を行った。対応のある因子は Fz、Cz、Pz の 3 水準、対応のない因子は高不安群と低不安群の 2 水準とした。反応時間、誤答率、主観評価の疲労感、達成感、集中感では、高不安群と低不安群を比較するために、対応のない t 検定を行った。すべての有意水準は危険率 5%未満とした。

2.4 結果

2.4.1 ERP

(1) P300 波形

18名の被験者から P300 波形が確認できた。図 2 - 2 には、例として被験者 B の Cz 部位から得られた P300 波形を示す。P300 波形は Cz 部位で 18 名全員に認められ、Fz および Pz 部位では 17 名にのみ認められた。

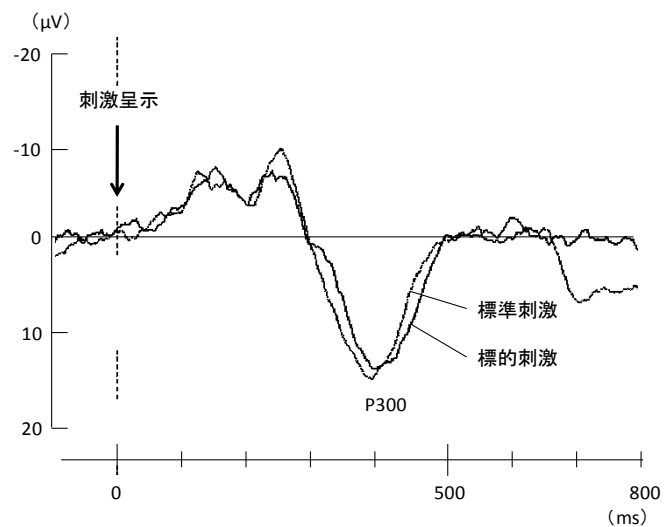


図 2 - 2 被験者 B の Cz 部位から得られた P300 波形

(2) P300 振幅

STAI 特性不安値と Cz 部位の P300 振幅との関係を検討したところ、有意な相関は認められなかった ($n=18$, $r=-0.35$, $p=0.16$) (図 2 - 3)。Fz 部位 ($n=17$, $r=-0.04$, $p=0.87$) および Pz 部位 ($n=17$, $r=-0.12$, $p=0.64$) においても、同様の結果であった。

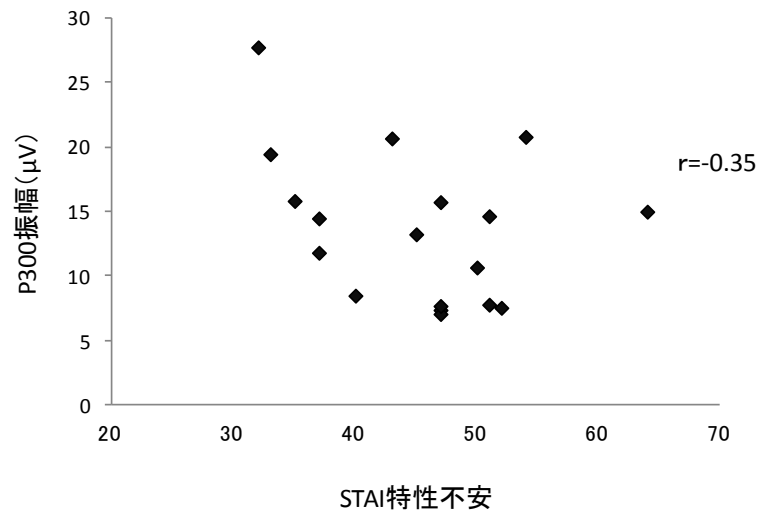


図 2 - 3 STAII 特性不安と Cz 部位 P300 振幅の関係
($n=18$, $p=0.16$)

3 部位において P300 波形が認められた 17 名の被験者に対し、P300 振幅を 7 名の低不安群と 10 名の高不安群に分類し、測定部位と不安特性を要因とした二元配置分散分析にて解析した (表 2 - 1)。その結果、測定部位の主効果 ($F_{(1,20)}=16.90$, $p<0.01$) に有意な差が認められたが、不安特性の主効果 ($F_{(1,15)}=1.85$, $p=0.19$) に有意な差は認められなかった。測定部位と不安特性の交互作用 ($F_{(1,15)}=3.35$, $p=0.07$) は統計的に有意ではなかったが、差のある傾向が示された。

測定部位を比較したところ、Cz 部位 ($p<0.01$) および Pz 部位 ($p<0.01$) の P300 振幅は Fz 部位に比べて有意に高かった (図 2 - 4)。

表 2 - 1 測定部位と不安特性を要因とした P300 振幅の二元配置分散分析表
(低不安群: $n=7$, 高不安群: $n=10$)

変動因	平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
測定部位	175.18	1	132.75	16.90	< 0.001
誤差 (測定部位)	155.51	20	7.86		
不安特性	125.73	1	125.73	1.85	0.19
誤差 (不安特性)	1017.82	15	67.85		
測定部位 x 不安特性	34.73	1	26.32	3.35	0.07

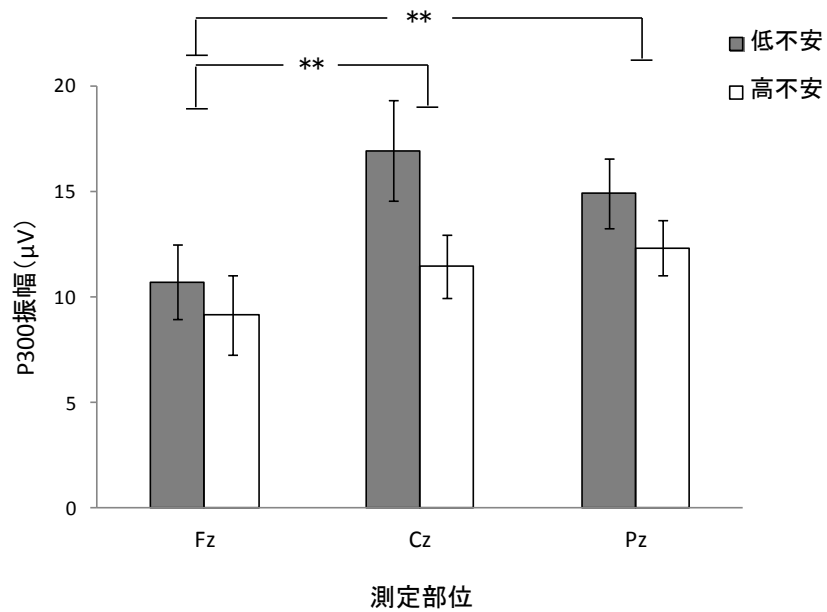


図 2 - 4 測定部位ごとの低不安群と高不安群の P300 振幅
(低不安群:n=7, 高不安群:n=10, 平均値±SE, ** $p<0.01$)

(3) P300 潜時

STAI 特性不安値と P300 潜時との関係を検討したところ、Fz 部位 (n=17, $r=0.01$, $p=0.98$)、Cz 部位 (n=18, $r=-0.05$, $p=0.86$) (図 2 - 5)、Pz 部位 (n=17, $r=-0.02$, $p=0.95$) の全てにおいて、有意な相関は認められなかった。

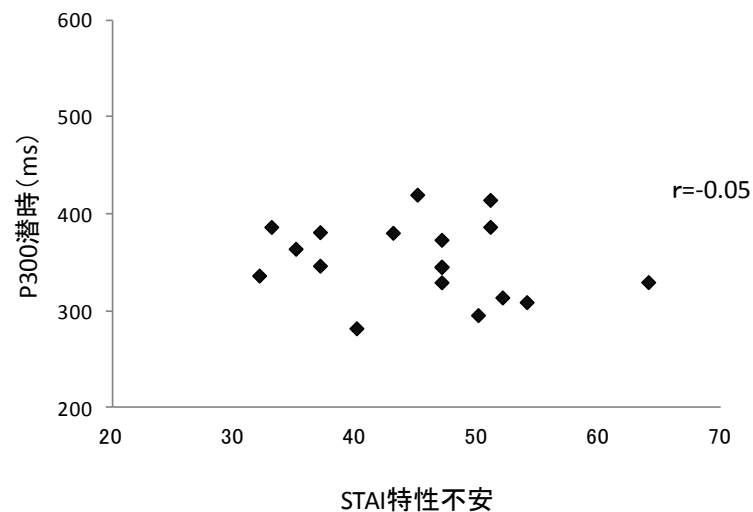


図 2 - 5 STAI 特性不安と Cz 部位 P300 潜時の関係
(n=18, $p=0.86$)

3 部位において P300 波形が認められた 17 名の被験者に対し、P300 潜時を 7 名の低不安群と 10 名の高不安群に分類し、測定部位と不安特性を要因とした二元配置分散分析にて解析した（表 2 - 2）。その結果、測定部位の主効果（ $F_{(1,17)}=1.98, p<0.18$ ）、不安特性の主効果（ $F_{(1,15)}=0.10, p=0.75$ ）、測定部位と不安特性の交互作用（ $F_{(1,15)}=0.40, p=0.56$ ）に有意な差は認められなかった（図 2 - 6）。

表 2 - 2 測定部位と不安特性を要因とした P300 潜時の二元配置分散分析表
（低不安群:n=7, 高不安群:n=10）

変動因	平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
測定部位	300.51	1	263.49	1.98	0.18
誤差(測定部位)	2274.70	17	132.96		
不安特性	152.56	1	152.56	0.10	0.75
誤差(不安特性)	22271.75	15	1484.78		
測定部位 x 不安特性	60.51	1	53.06	0.40	0.56

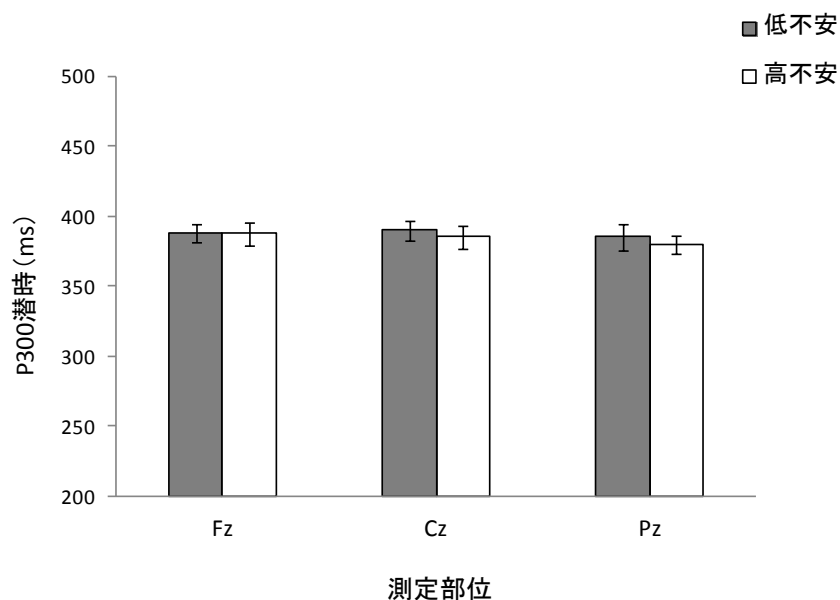


図 2 - 6 測定部位ごとの低不安群と高不安群の P300 潜時
（低不安群:n=7, 高不安群:n=10, 平均値±SE）

2.4.2 パフォーマンス

(1) 反応時間

STAI 特性不安値と反応時間との関係を検討したところ、有意な相関は認められなかった ($n=18$, $r=-0.19$, $p=0.46$) (図 2 - 7)。反応時間を 7 名の低不安群と 11 名の高不安群に分類し、対応のない t 検定を用いて比較したところ、有意な差は認められなかった ($p=0.89$) (図 2 - 8)。

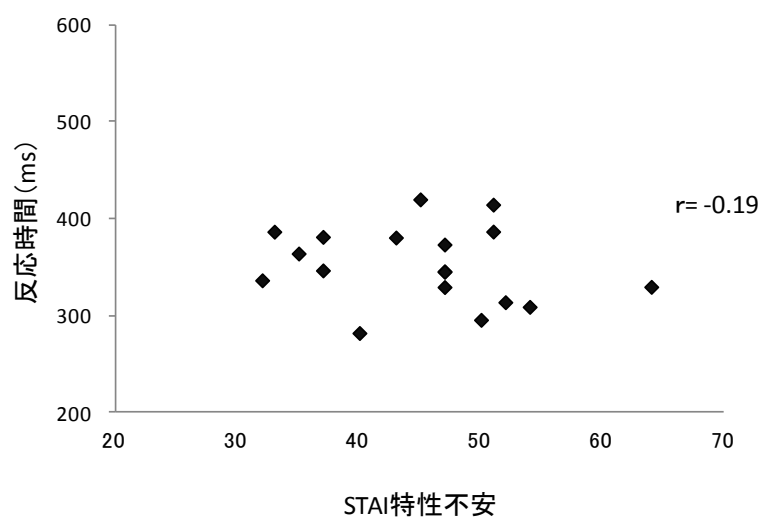


図 2 - 7 STAI 特性不安と反応時間の関係
($n=18$, $p=0.46$)

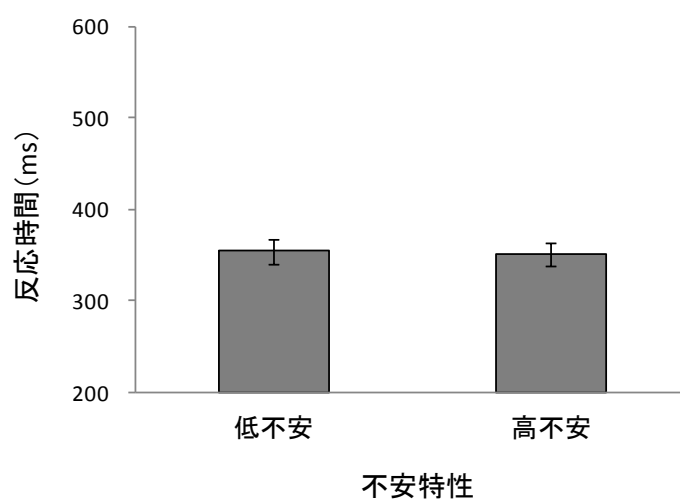


図 2 - 8 低不安群と高不安群の反応時間
(低不安群: $n=7$, 高不安群: $n=11$, 平均値 ± SE)

(2) 誤答率

STAI 特性不安値と誤答率との関係を検討したところ、有意な相関は認められなかった ($n=18$, $r=-0.05$, $p=0.84$) (図 2 - 9)。誤答率を 7 名の低不安群と 11 名の高不安群に分類し、対応のない t 検定を用いて比較したところ、有意な差は認められなかった ($p=0.38$) (図 2 - 10)。

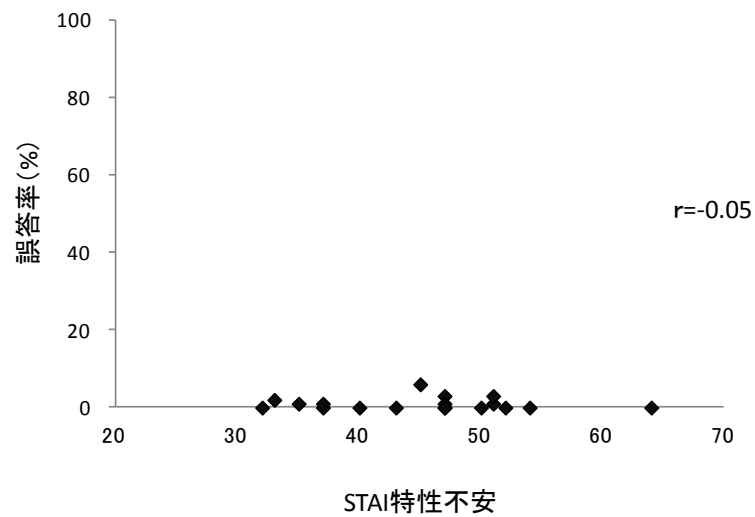


図 2 - 9 STAI 特性不安と誤答率の関係
($n=18$, $p=0.84$)

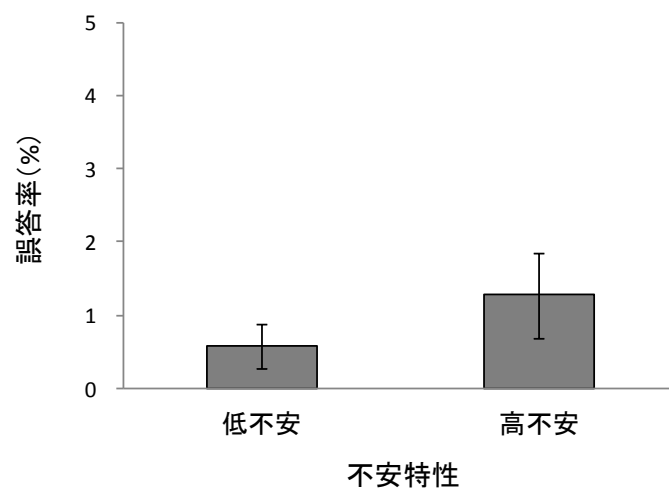


図 2 - 10 低不安群と高不安群の誤答率
(低不安群: $n=7$, 高不安群: $n=11$, 平均値 \pm SE)

2.4.3 主観評価

(1) 疲労感

STAI 特性不安値と主観的な疲労感との関係を検討したところ、有意な相関は認められなかったが ($n=18$, $r=0.42$, $p=0.08$)、正の相関傾向が示された (図 2 - 11)。疲労感を 7 名の低不安群と 11 名の高不安群に分類し、対応のない t 検定を用いて比較したところ、有意な差は認められなかった ($p=0.12$) (図 2 - 12)。

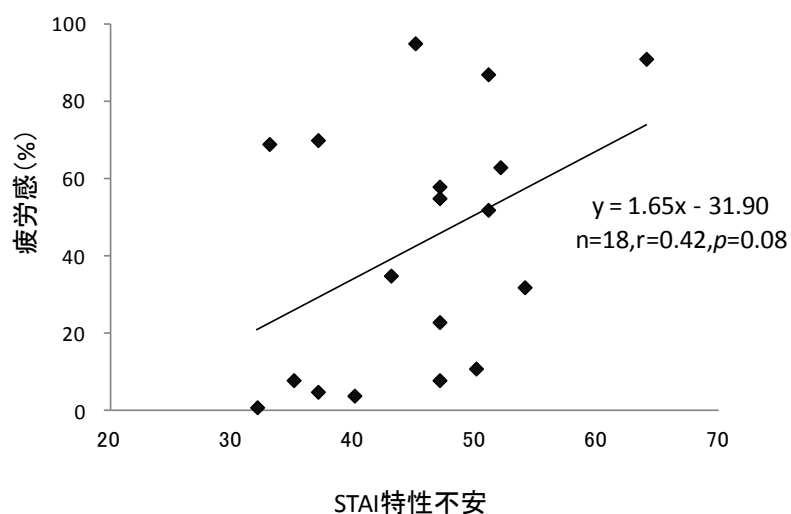


図 2 - 11 STAI 特性不安と疲労感の関係
($n=18$, $p=0.08$)

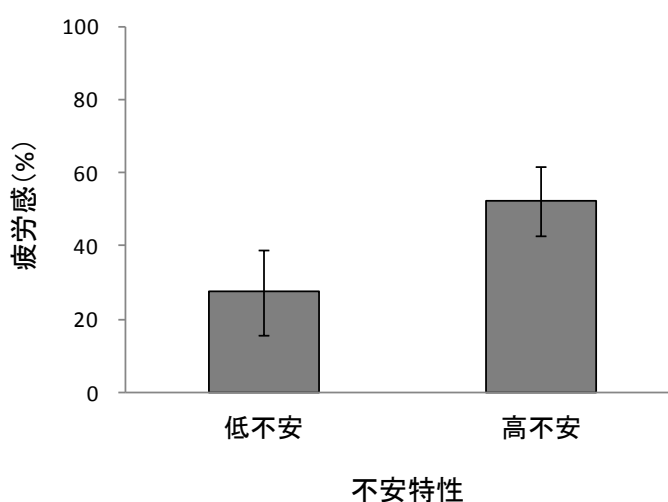


図 2 - 12 低不安群と高不安群の疲労感
(低不安群: $n=7$, 高不安群: $n=11$, 平均値 \pm SE)

(2) 達成感

STAI 特性不安値と課題の達成感との関係を検討したところ、有意な相関は認められなかった ($n=18$, $r=0.06$, $p=0.84$) (図 2 - 13)。達成感を 7 名の低不安群と 11 名の高不安群に分類し、対応のない t 検定を用いて比較したところ、有意な差は認められなかった ($p=0.76$) (図 2 - 14)。

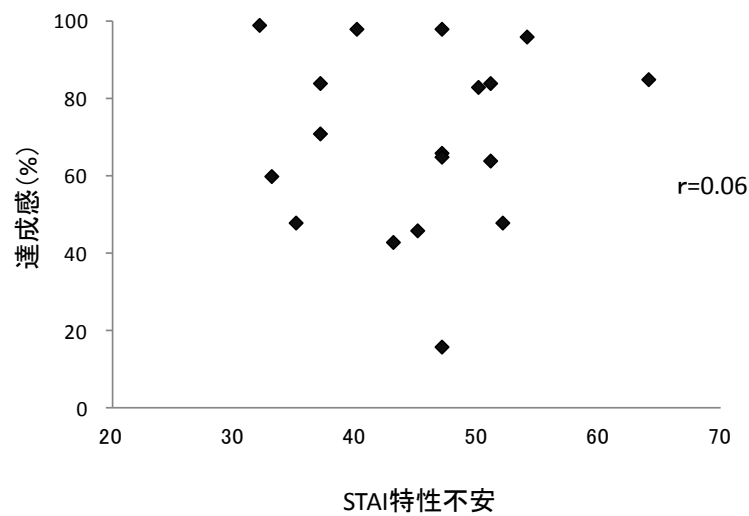


図 2 - 13 STAI 特性不安と達成感の関係
($n=18$, $p=0.84$)

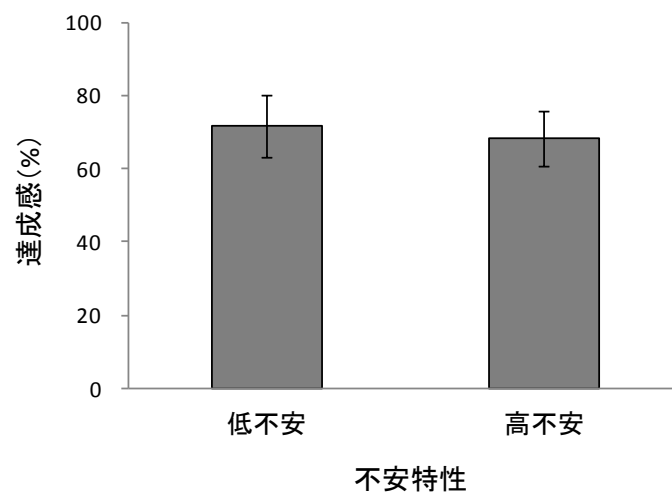


図 2 - 14 低不安群と高不安群の達成感
(低不安群: $n=7$, 高不安群: $n=11$, 平均値 \pm SE)

(3) 集中感

STAI 特性不安値と課題の集中感との関係を検討したところ、有意な相関は認められなかった ($n=18$, $r=-0.15$, $p=0.56$) (図 2 - 15)。集中感を 7 名の低不安群と 11 名の高不安群に分類し、対応のない t 検定を用いて比較したところ、有意な差は認められなかった ($p=0.35$) (図 2 - 16)。

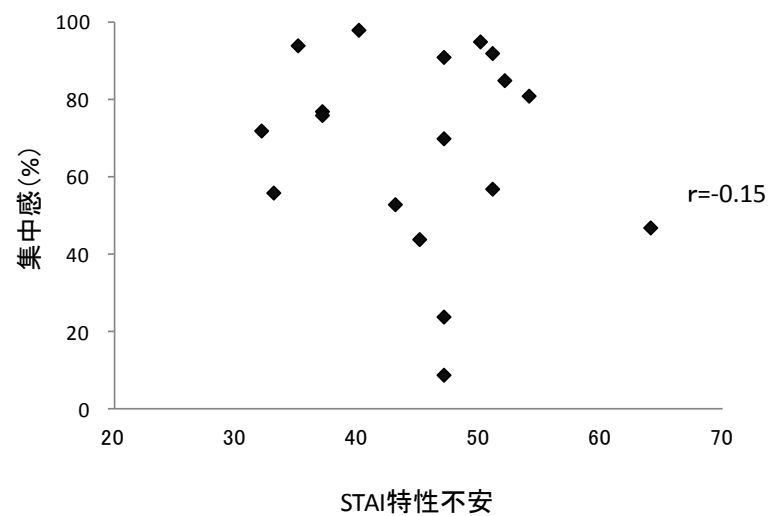


図 2 - 15 STAI 特性不安と集中感の関係
($n=18$, $p=0.56$)

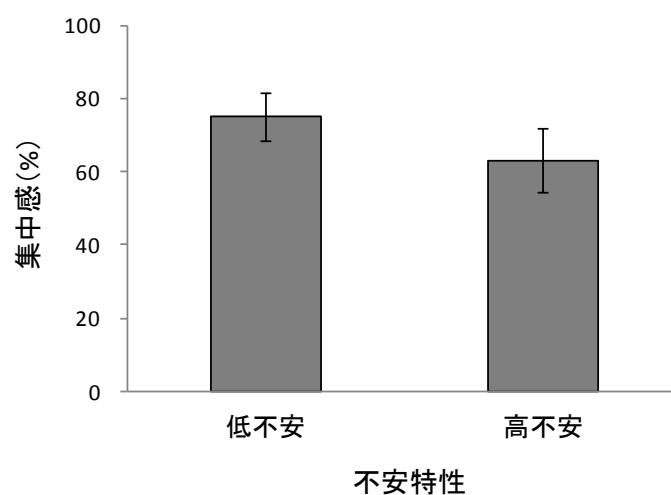


図 2 - 16 低不安群と高不安群の集中感
(低不安群: $n=7$, 高不安群: $n=11$, 平均値 \pm SE)

2.5 考察

本実験では、個人の不安特性が P300 振幅に及ぼす影響は認められなかった（図 2 - 3）。しかし、主観評価の疲労感では、不安特性が高い人ほど疲労を感じる傾向にあった（図 2 - 11）。この結果は、同じ課題であっても、不安特性の高い人が低い人に比べて、課題から受ける作業負担が大きくなり疲労を感じていたと考えられる。統計的に有意な差はなかったものの、P300 振幅の平均値は高不安群が低不安群に比べて低かった（図 2 - 4）。つまり、P300 振幅を注意資源の配分量と考えるならば、不安特性の高い人は、本実験の課題が作業負担となって疲労が増大し、刺激への注意が散漫となり、注意資源の配分が低下することが示唆される。

また、P300 潜時（図 2 - 6）および反応時間（図 2 - 8）の高不安群と低不安群の値は、いずれも同様の値を示し、個人の不安特性が P300 潜時および反応時間に及ぼす影響は認められなかった。これらの結果は、不安特性の違いが刺激の情報処理時間に影響を及ぼさなかったことを示唆する。先行研究では、ストレスがかかる負担状態によって不安が生じると、課題以外の種々の事に注意が向くことになり、課題遂行に必要とされる注意資源が不足し、反応時間が遅延すると報告されている^{19,20)}。これらのことから、本実験の課題は、注意資源を低下させ、情報処理時間を遅延させるほどの作業負担ではなかったと示唆される。

今回の課題は比較的作業負担の小さな課題であったため、十分な注意散漫状態にはならず、注意資源の配分も有意な低下が生じるほどではなかったと思われる。実際に、注意散漫状態の目安となる誤答率（図 2 - 10）と課題への集中感（図 2 - 16）、注意資源配分の指標となる P300 振幅（図 2 - 4）では、高不安群と低不安群に統計的な有意差は認められなかった。

以上のことから、画像選択反応課題では、個人の不安特性が注意資源の配分量を反映する P300 振幅に及ぼす影響は認められなかった。しかし、注意散漫状態をつくり出すほどの作業負担となる課題を用いれば、不安特性の高い人は、刺激への注意が散漫となり、注意資源の配分が低下する可能性が考えられた。そこで第 3 章では、作業負担が大きくなる課題を用いて、個人の不安特性と P300 振幅との関係について検討した。

第3章 弁別課題による作業負担が個人の不安特性と P300 振幅の関係に及ぼす影響についての実験（実験 2）

3.1 はじめに

P300 振幅は、課題に注意が向けられるほど注意資源の配分が大きくなり、増大すると報告されている¹⁾。また、刺激に対する知覚や中枢神経系の活動量を反映するとも言われている²⁾。入戸野³⁾は、主課題と副課題を同時に遂行する二重課題を行い、副課題の聴覚オドボール課題で測定した P300 振幅が、主課題への関心度や作業負担に関連し、注意資源の配分量を反映すると報告している。沖田⁴⁾は、主課題と副課題の注意資源の配分について、副課題での P300 振幅が主課題の難しさによって減少したと報告している。これは、注意資源が主課題に多く配分され、副課題への配分量が減ったためと思われる。これらのことから、P300 振幅は、刺激に向けられる注意資源の配分量を反映すると考えられる。

P300 を導出するオドボール課題は、複数の刺激を識別（弁別）して反応する弁別課題である。この課題では、標的刺激に注意を向けることで、パフォーマンスが向上するが、弁別が難しくなるとパフォーマンスは低下する⁵⁾。これは、課題の難易度を上げると作業負担が大きくなり、適切に注意が向けられなくなってパフォーマンスが低下するためと思われる。このことから、弁別課題の難易度を上げることで作業負担が大きくなり、注意資源の配分量を示す P300 振幅にも影響を及ぼすと考えられる。

弁別課題には、課題の難易度が高く、パフォーマンスと高い相関を持つストループ課題がある。この課題は、1935 年に Stroop⁶⁾によって発表され、現在でも心理学などの分野で多く用いられている⁷⁾。このストループ課題には、いくつかの実施方法がある。その中のストループ・カラー・ワード課題の実施方法では、例えば「赤」という文字を青色のインクで呈示し、その文字色の「青」を答えさせる。すると、反応時間は青色の青文字を呈示した時に比べて遅くなる現象を生じる。これは、赤という文字と青という色の矛盾する情報を処理する際に葛藤（認知的葛藤）が生じるため、反応が遅延すると考えられている^{6,8)}。この課題は、「文字の色」と「色の名前」との組み合わせで構成され、それらの呈示回数や組み合わせによりパフォーマンスが大きく変化する。このことから、ストループ課題では、容易に被験者の作業負担を変化させることができると考えられる。

ストループ課題を用いた ERP 研究では、これまで認知的葛藤時の情報処理時間について、P300 潜時の視点から多く検討されてきた^{9~11)}。しかし、ストループ課題を用いた注

意資源の配分に関する研究は少なく、また不安特性との関係から検討した研究もほとんどない。

第 2 章の実験 1 では、個人の不安特性が注意資源の配分量を示す P300 振幅に及ぼす影響について検討したが、その影響は確認できなかった。しかし、注意資源の配分が低下するような作業負担の大きな課題であれば、不安特性の高い人は注意散漫状態となり、P300 振幅がさらに低下すると考えられた。ストループ課題は、刺激の呈示方法によって課題遂行者が受ける作業負担の程度を予測できる課題である。このようなことから、本実験では、ストループ課題を用いて、作業負担の違いが個人の不安特性と P300 振幅の関係に及ぼす影響について検討した。

3.2 目的

本実験の目的は、作業負担の大きなストループ課題と小さなストループ課題を用いて、個人の不安特性ごとに、作業負担の違いが P300 振幅に及ぼす影響について検討することとした。

3.3 方法

3.3.1 被験者

被験者は、大学生および大学院生の計 16 名（女性）、年齢は 20～25 歳（平均年齢±標準誤差：21.4±0.3 歳）であった。身体的・精神的自覚症から、健康面が不安定な被験者を除くために、実験 1 と同様に CMI 健康調査¹²⁾を実施した。その結果、今回の被験者は全員 CMI 健康調査にて I または II 領域にあり、問題はなかった。全被験者の利き手は右、自己申告による視力（矯正を含む）は 0.5 以上であった。被験者は卵胞期中に測定した。

被験者には、実験前夜に十分な睡眠をとることを指示し、実験開始の 5 時間前からカフェイン摂取、喫煙を禁止した。また被験者には、実験内容および不利益を被ることなく参加を拒否できることを口頭および書面にて説明し、インフォームドコンセントを得てから、承諾書に署名・捺印をしていただいた。

3.3.2 実験装置

ERP 測定には誘発脳波計（日本 GE マルケット SYNAX2100）を使用し、刺激呈示には刺激呈示反応システム（メディカルトライシステム MULTI STM BOX MB-71）と 15 型 TFT 液晶モニター画面を使用した。反応測定には誘発脳波計と刺激呈示システムに接続されたスティック型スイッチを使用した。

3.3.3 実験条件と測定項目

実験条件は、1 単語 5 色課題と 5 単語 5 色課題のストループ・カラー・ワード課題（以下ストループ課題）とした。1 単語 5 色課題は、1 つの色名单語を 5 種類の文字色（文字の色）で彩色して 5 枚の刺激から構成し、文字色だけが変化した。5 単語 5 色課題は、5 つの色名单語（彩色された文字）をそれぞれ 5 種類の文字色で彩色して 25 枚の刺激から構成し、文字色も色名单語も変化した。前者が作業負担の小さな課題、後者が作業負担の大きな課題とした。また実験 1 と同様に、被験者を日本版 STAI 状態・特性不安検査¹³⁾

を用いて分類した。特性不安得点が 43 以下の男性と 44 以下の女性（評価段階が低いと普通を含む）は低不安群とし、得点が 44 以上の男性と 45 以上の女性（評価段階が高いと非常に高いを含む）は高不安群とし、各測定項目にて低不安群と高不安群を比較した。

測定項目は、P300（振幅と潜時）、反応時間、反応の誤答率、主観評価（疲労感、達成感、集中感、単語－色の注目率）とした。主観評価は、Visual Analog Scale（以下 VAS）を用いて測定した。単語－色の注目率とは、課題で「文字」と「色」に注意を向けたそれぞれの割合とした。例えば、ストループ課題で文字色が呈示されたときに色情報を重視（80%）して判別しているならば、単語 20－色 80%の注目率とした。主観評価の疲労感は課題による疲労の程度を「感じた」－「感じなかった」、達成感は課題に対する達成の程度を「できた」－「できなかった」、集中感は課題に対する集中の程度を「できた」－「できなかった」で評価した（p.128：付録 2 参照）。

3.3.4 刺激と課題

実験では、1 単語 5 色課題と 5 単語 5 色課題にて ERP 成分の P300 を測定した。1 単語 5 色課題は 1 枚の標的刺激と 4 枚の標準刺激、5 単語 5 色課題は 5 枚の標的刺激と 20 枚の標準刺激によって構成した。課題の文字色は、マンセル表色系の色相環¹⁴⁾に基づき、基本の 3 原色に加えてその等距離に位置する色相から 2 色を採用し、色名单語は「あか・あお・きいろ・みどり・すみれ」とした。1 単語 5 色課題時、標的刺激とする文字色は、被験者間でカウンタバランスをとって呈示した。標的刺激は、文字色と色名单語が一致した刺激、標準刺激はそれらが一致しない刺激とした（図 3 - 1）。標的刺激は 20 回、標準刺激は 80 回呈示した。刺激呈示間隔は 3,000±200ms、持続時間 500ms とした。また、ダミー課題として、色名单語に漢字文字「赤・青・黄・緑・紫」を使用し、仮名文字課題と同様に実施した。

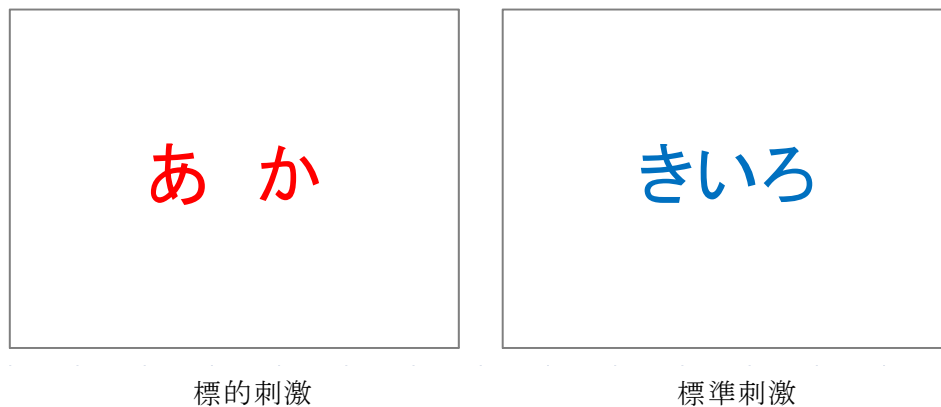


図 3 - 1 スト룹課題の標的刺激と標準刺激の例

3.3.5 測定手順

実験は武蔵野大学生理人類学教室の実験室にて、被験者 1 人当たり 1 日 4 回課題を行った。仮名文字による 1 単語 5 色課題と 5 単語 5 色課題は各 1 回行い、本実験の記録・分析の対象とした。他の 2 回は、ダミー課題の漢字文字による 1 単語 5 色課題と 5 単語 5 色課題とした。実験では、まず被験者に日本版 STAI 状態・特性不安検査票、タイプ A 行動評定質問紙^{15,16)}を記入させた。ただし、本実験では STAI 特性不安値のみを分析対象とした。調査票への記入後は、実験室内に移動し、被験者を刺激呈示用モニター前にあるオフィスチェアに座らせた。モニターとオフィスチェアの距離は 55 cm とした。各課題では、5 分間の安静後、文字色と色名单語が一致する標的刺激の出現に対して、できるだけ速く正確に、利き手親指でボタン押しをするように教示した。また、不一致の標準刺激に対しては、ボタン押しをしないように教示した。課題 1 回の測定時間は 4 分間とし、その間 P300、反応時間、誤答率を測定した。課題終了直後には、VAS を用いて主観評価を 2 分間行った。実験のプロトコルを図 3 - 2 に示す。

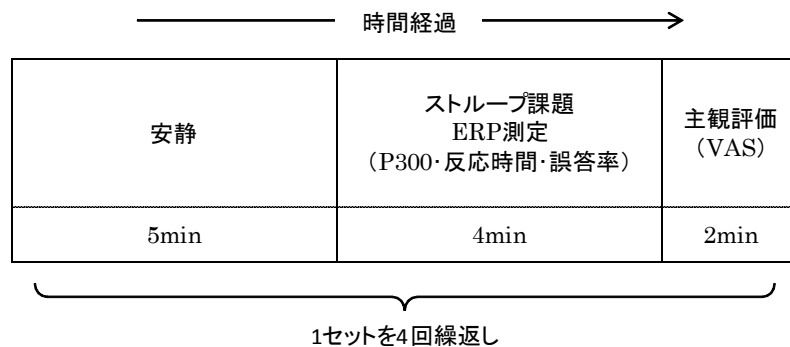


図 3 - 2 実験プロトコル

3.3.6 記録と分析

P300 は、両側耳朶を基準電極とし、国際 10/20 電極法に基づいて頭皮上の Fz、Cz、Pz の 3 部位から導出した。脳波計の時定数は 3.2 秒（ローカットフィルタ 0.05Hz）、ハイカットフィルタは 50Hz とした。電極と皮膚間のインピーダンスは $5k\Omega$ 以下とした。また、P300 の測定と同時に、眼球運動と瞬目によるアーチファクトの有無を確認するため、眼窩高上下縁部に電極を装着して眼球電図（EOG）を測定した。

得られた ERP 波形は、刺激呈示前 100ms から呈示後 900ms までの区間を、アーチファクトの影響が見られる試行と誤反応試行を除外し、被験者、ストロープ課題、測定部位ごとに 20 回の加算平均をして求めた。ベースラインは刺激呈示前 100ms 間の平均電位とした。P300 は、標的刺激呈示後 250～600ms に生じる最大陽性波のピークとし、部位ごとに振幅と潜時を求めた。ただし、P300 の測定では、全ての部位で陽性波が確認できない場合があることから、本実験では 1 単語 5 色課題と 5 単語 5 色課題の両測定において、Cz 部位の P300 波形が認められれば分析対象とした。

反応時間は、標的刺激に対する刺激呈示後 100～600ms 内のボタン押しを正反応とし、反応時間を算出した。誤答率は、標的刺激に対する無反応と 600ms 以上での反応、標準刺激に対するボタン押し反応を誤反応とし、100 回の刺激呈示回数に対する割合を算出した。

3.3.7 統計解析

STAI 特性不安値と各測定値（P300 振幅、P300 潜時、反応時間、誤答率、主観評価の疲労感、達成感、集中感、単語一色の注目率）との関係をみるために相関分析を行い、Pearson の相関係数を求めた。有意な相関（ $p<0.05$ ）または相関傾向（ $p<0.10$ ）が認められた測定項目については、近似線（一次方程式）も算出した。さらに、不安特性の高不安群と低不安群を比較するために、P300 振幅と潜時では、反復測定による三元配置分散分析（対応のある因子と対応のない因子）を行い、Bonferroni 法（測定部位 3 水準）、対応のある t 検定（1 単語 5 色課題と 5 単語 5 色課題の 2 水準）、対応のない t 検定（高不安群と低不安群の 2 水準）にて事後検定を行った。反応時間、誤答率、主観評価の疲労感、達成感、集中感、単語一色の注目率では、高不安群と低不安群を比較するために、反復測定による二元配置分散分析（対応のある因子と対応のない因子）を行い、対応のある t 検定（1 単語 5 色課題と 5 単語 5 色課題の 2 水準）または対応のない t 検定（高不安群と低不安群の 2 水準）にて事後検定を行った。すべての有意水準は危険率 5%未満とした。

本来、5 名未満の被験者では分散分析および t 検定を実施しないが、本実験では被験者数の問題から便宜的に実施した。

3.4 結果

3.4.1 ERP

(1) P300 波形

13名の被験者からP300波形が確認できた。例として、被験者Cから得られた1単語5色課題のP300波形(図3-3)と5単語5色課題のP300波形(図3-4)を示す。1単語5色課題において3部位にP300波形が認められた被験者は13名、5単語5色課題では7名であった。また、両課題にてP300波形が認められた被験者は7名であった。

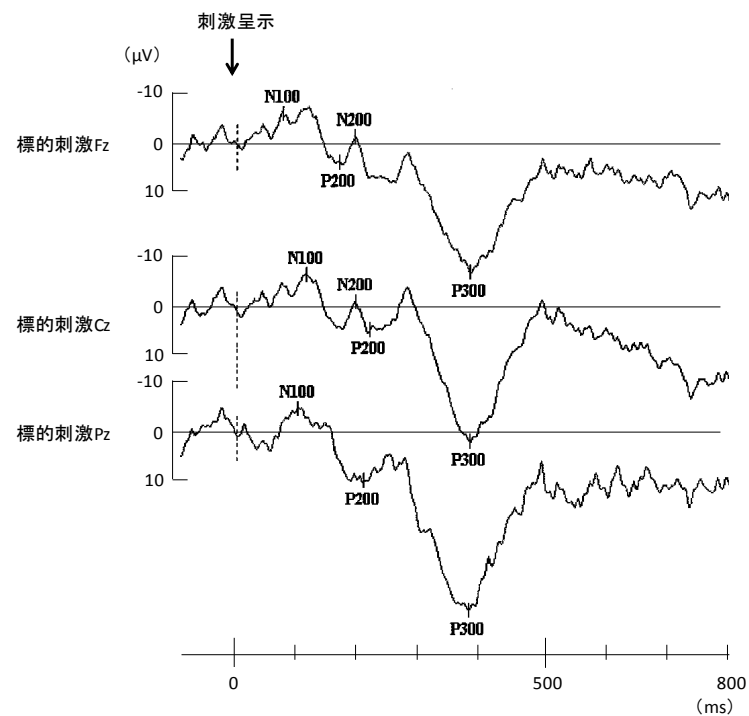


図3-3 被験者Cから得られた1単語5色課題のP300波形

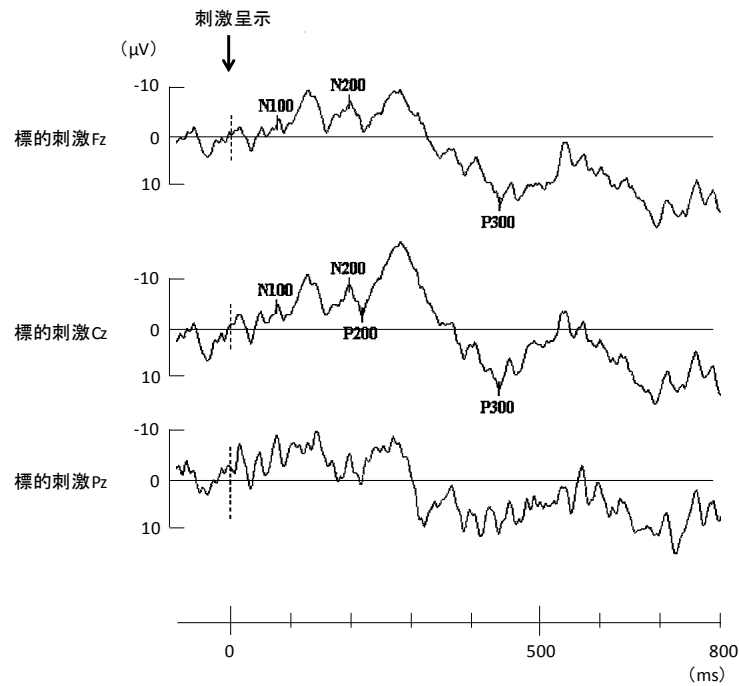


図 3 - 4 被験者 C から得られた 5 単語 5 色課題の P300 波形

(2) P300 振幅

1 単語 5 色課題において、STAI 特性不安値と Cz 部位の P300 振幅との関係を検討したところ、有意な相関は認められなかった ($n=13$, $r=0.14$, $p=0.65$) (図 3 - 5)。Fz 部位 ($n=13$, $r=-0.37$, $p=0.22$) および Pz 部位 ($n=13$, $r=-0.30$, $p=0.33$) においても、同様の結果であった。

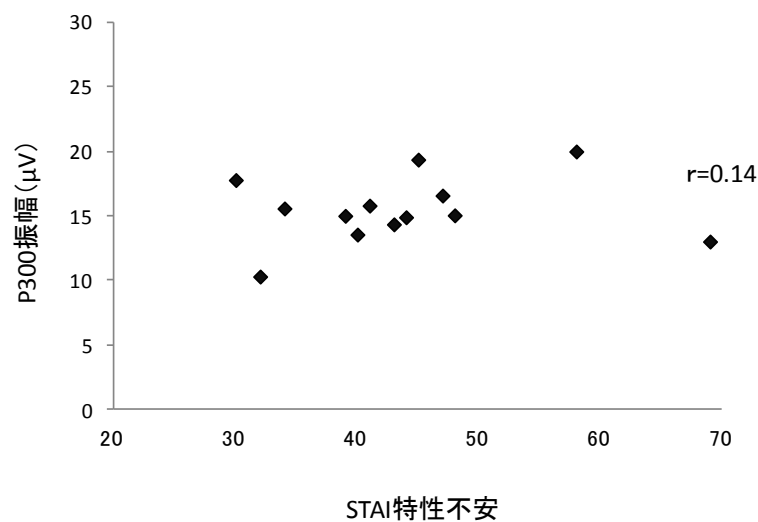


図 3 - 5 1 単語 5 色課題における STAI 特性不安と Cz 部位 P300 振幅の関係
($n=13$, $p=0.65$)

5 単語 5 色課題において、STAI 特性不安値と Cz 部位の P300 振幅との関係を検討したところ、有意な相関は認められなかった ($n=7$, $r=-0.64$, $p=0.12$) (図 3 - 6)。また、Fz 部位においても有意な相関は認められなかった ($n=7$, $r=-0.32$, $p=0.49$)。しかし、Pz 部位では有意な相関が認められ、STAI 特性不安値が高くなるほど P300 振幅は低くなった ($n=7$, $r=-0.81$, $p<0.05$) (図 3 - 7)。

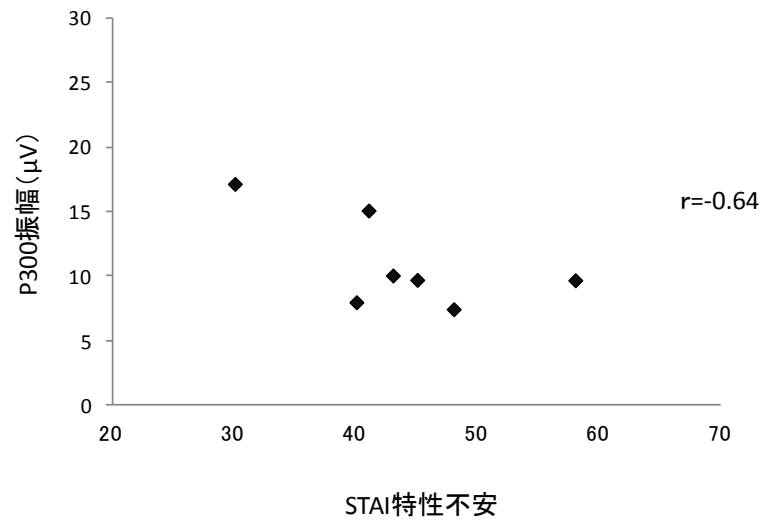


図 3 - 6 5 単語 5 色課題における STAI 特性不安と Cz 部位 P300 振幅の関係
($n=7$, $p=0.12$)

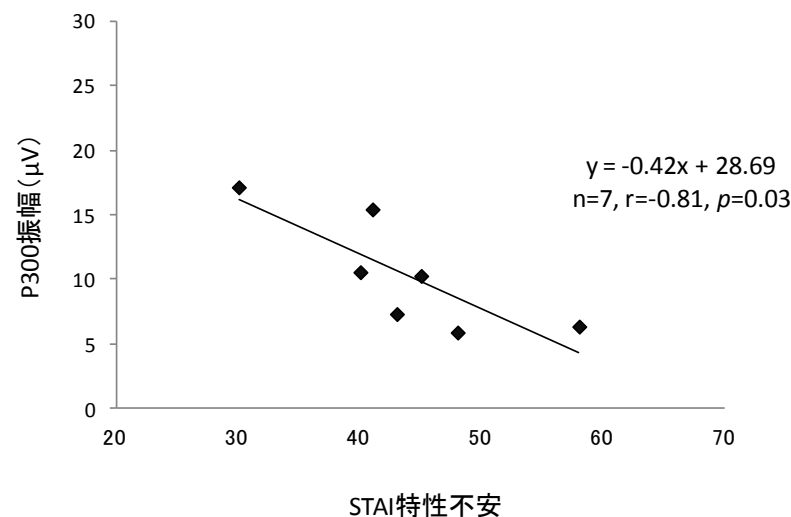


図 3 - 7 5 単語 5 色課題における STAI 特性不安と Pz 部位 P300 振幅の関係
($n=7$, $p<0.05$)

3 部位にて P300 波形が認められた 7 名の被験者に対し、P300 振幅を 4 名の低不安群と 3 名の高不安群に分類し、課題条件、不安特性、測定部位を要因とした三元配置分散分析にて解析した（表 3 - 1）。その結果、課題条件の主効果（ $F_{(1,5)}=40.81, p<0.01$ ）、課題条件と不安特性の交互作用（ $F_{(1,5)}=7.49, p<0.05$ ）、課題条件と測定部位の交互作用（ $F_{(1,5)}=7.89, p<0.05$ ）に有意な差が認められた。それ以外の主効果と交互作用では、有意な差は認められなかった。

各測定部位において低不安群と高不安群ごとに、1 単語 5 色課題と 5 単語 5 色課題を比較したところ、高不安群では、Fz 部位（ $p<0.05$ ）、Cz 部位（ $p<0.01$ ）、Pz 部位（ $p<0.05$ ）において、5 単語 5 色課題の P300 振幅が 1 単語 5 色課題に比べて有意に低かった（図 3 - 8）。一方、低不安群では、3 部位で 1 単語 5 色課題と 5 単語 5 色課題に有意な差は認められなかった。

課題条件ごとに測定部位を比較したところ、1 単語 5 色課題では Cz 部位（ $p<0.05$ ）と Pz 部位（ $p<0.05$ ）の P300 振幅が Fz 部位に比べて有意に高かった。5 単語 5 色課題では部位間に有意な差は認められなかった。

各測定部位の課題条件ごとに低不安群と高不安群を比較したところ、いずれにおいても有意な差は認められなかった。

表 3 - 1 課題条件と不安特性と測定部位を要因とした P300 振幅の三元配置分散分析表
(低不安群:n=4, 高不安群:n=3)

変動因	平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
課題条件	271.55	1	271.55	40.81	0.001
誤差 (課題条件)	33.27	5	6.65		
不安特性	20.33	1	20.33	0.61	0.47
誤差 (不安特性)	167.02	5	33.40		
課題条件 x 不安特性	49.81	1	49.81	7.49	0.04
測定部位	71.07	1	63.77	4.87	0.07
測定部位 x 不安特性	14.64	1	13.14	1.00	0.37
誤差 (測定部位)	73.01	6	13.10		
課題条件 x 測定部位	25.61	1	23.74	7.89	0.03
課題 x 部位 x 不安	5.70	1	5.29	1.76	0.24
誤差 (課題x部位)	16.23	5	3.01		

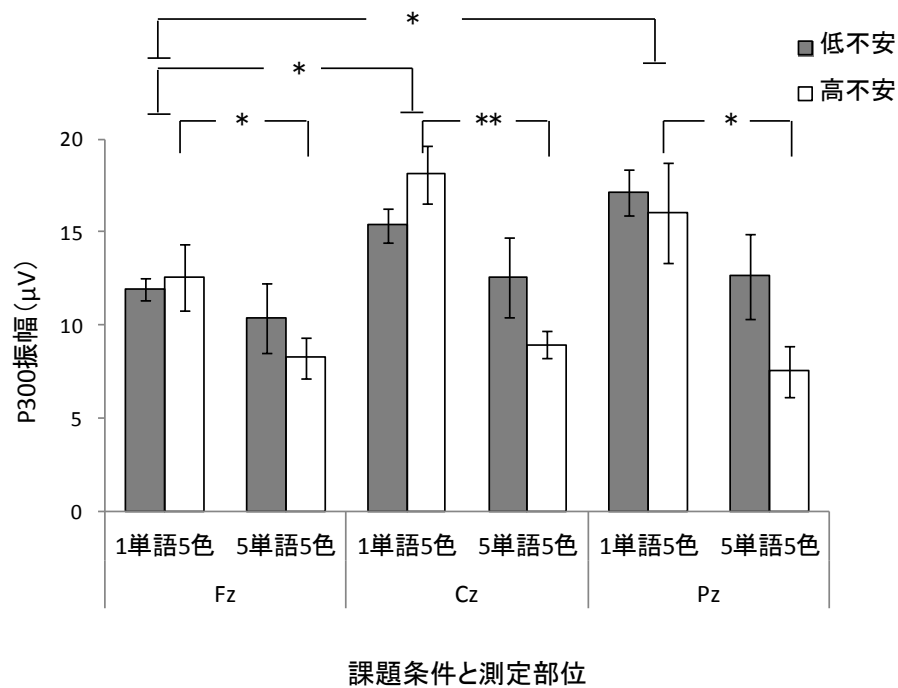


図 3 - 8 課題条件と測定部位ごとの低不安群と高不安群の P300 振幅
(低不安群:n=4, 高不安群:n=3, 平均値±SE, ** $p<0.01$, * $p<0.05$)

(3) P300 潜時

1 単語 5 色課題において、STAI 特性不安値と Cz 部位の P300 潜時との関係を検討したところ、有意な相関は認められなかった ($n=13$, $r=-0.17$, $p=0.58$) (図 3 - 9)。Fz 部位 ($n=13$, $r=-0.05$, $p=0.88$) および Pz 部位 ($n=13$, $r=-0.19$, $p=0.53$) においても、同様の結果であった。

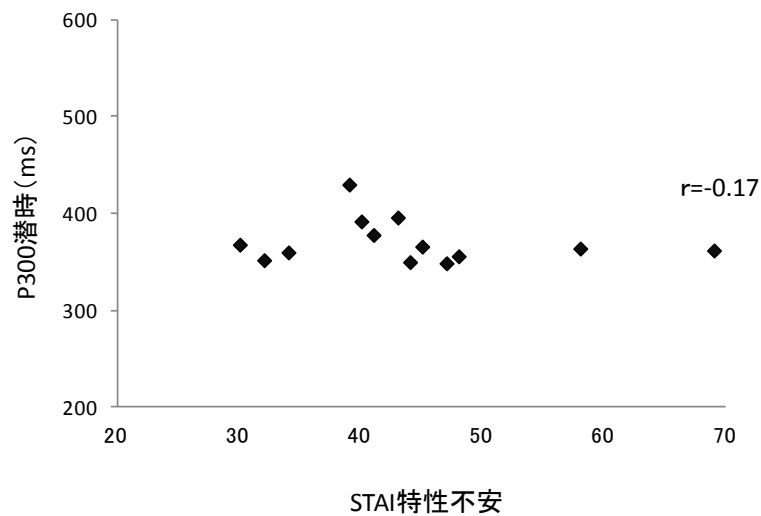


図 3 - 9 1 単語 5 色課題における STAI 特性不安と Cz 部位 P300 潜時の関係
($n=13$, $p=0.58$)

5 単語 5 色課題において、STAI 特性不安値と Cz 部位の P300 潜時との関係を検討したところ、統計的に有意な相関は認められなかったが、相関傾向が示された ($n=7$, $r=-0.73$, $p=0.06$) (図 3 - 10)。また、Fz 部位 ($n=7$, $r=-0.69$, $p=0.09$)、Pz 部位 ($n=7$, $r=-0.67$, $p=0.10$) においても有意な相関は認められなかったが、相関傾向が示された。3 部位とも、STAI 特性不安値が高くなるほど、P300 潜時は短くなる傾向を示した。

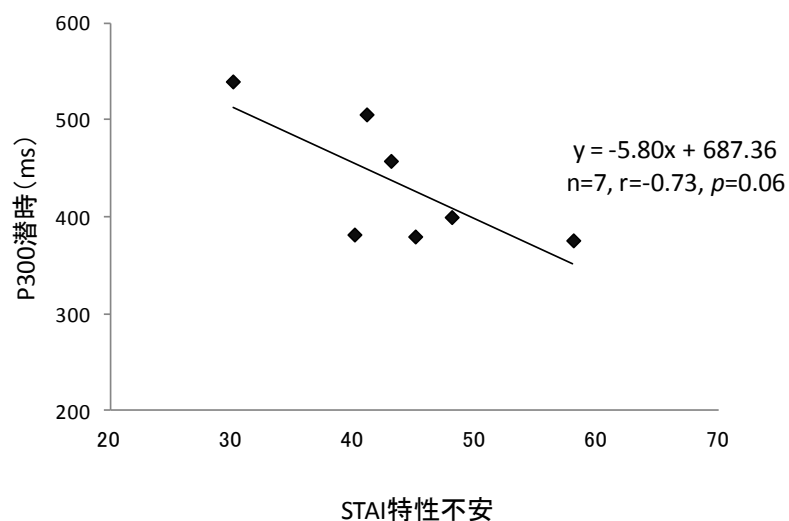


図 3 - 10 5 単語 5 色課題における STAI 特性不安と Cz 部位 P300 潜時の関係
($n=7$, $p=0.06$)

3 部位にて P300 波形が認められた 7 名の被験者に対し、P300 潜時を 4 名の低不安群と 3 名の高不安群に分類して、課題条件、不安特性、測定部位を要因とした三元配置分散分析にて解析した（表 3 - 2）。その結果、課題条件の主効果（ $F_{(1,5)}=5.53$, $p=0.07$ ）に統計的な有意差は認められなかったが、差のある傾向が示された。不安特性の主効果（ $F_{(1,5)}=9.89$, $p<0.05$ ）には有意な差が認められた。その他の主効果と交互作用に有意な差は認められなかった。

各測定部位の課題条件ごとに、低不安群と高不安群を比較したところ、Cz 部位の 1 単語 5 色課題では、高不安群が低不安群に比べて P300 潜時が有意に短くなった（ $p<0.05$ ）（図 3 - 11）。また、Pz 部位の 1 単語 5 色課題においても同様の結果であった（ $p<0.05$ ）。Fz（ $p=0.09$ ）、Cz（ $p=0.09$ ）、Pz 部位（ $p=0.08$ ）の 5 単語 5 色課題においては、統計的に有意な差は認められなかったが、高不安群が低不安群に比べて P300 潜時が短くなる傾向が示された。

表 3 - 2 課題条件と不安特性と測定部位を要因とした P300 潜時の三元配置分散分析表
（低不安群:n=4, 高不安群:n=3）

変動因	平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
課題条件	33744.79	1	33744.79	5.53	0.07
誤差（課題条件）	30493.11	5	6098.62		
不安特性	31873.14	1	31873.14	9.89	0.03
誤差（不安特性）	16118.67	5	3223.73		
課題条件 x 不安特性	12640.03	1	12640.03	2.07	0.21
測定部位	14.62	2	7.31	0.11	0.89
測定部位 x 不安特性	109.48	2	54.74	0.85	0.45
誤差（測定部位）	641.00	10	64.10		
課題条件 x 測定部位	36.40	2	18.20	0.18	0.84
課題 x 部位 x 不安	38.30	2	19.15	0.19	0.83
誤差（課題x部位）	1016.56	10	101.66		

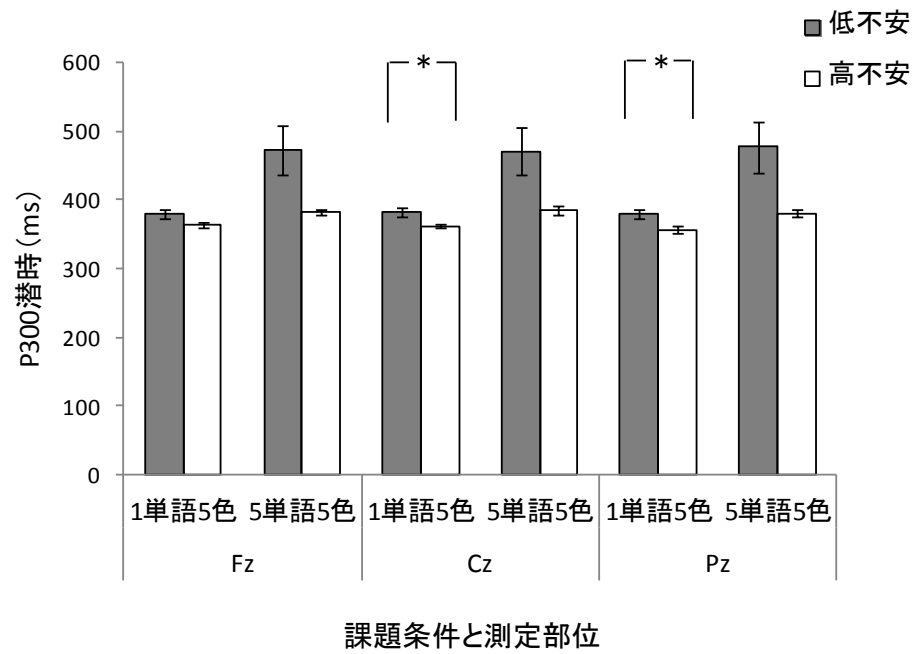


図 3 - 11 課題条件と測定部位ごとの低不安群と高不安群の P300 潜時
(低不安群:n=4, 高不安群:n=3, 平均値±SE, * $p<0.05$)

3.4.2 パフォーマンス

(1) 反応時間

1 単語 5 色課題において、STAI 特性不安値と反応時間との関係を検討したところ、有意な相関が認められ、STAI 特性不安値が高くなるほど、反応時間は長くなった ($n=16$, $r=0.54$, $p<0.05$) (図 3 - 12)。一方、5 単語 5 色課題では有意な相関は認められなかった ($n=16$, $r=-0.13$, $p=0.63$) (図 3 - 13)。

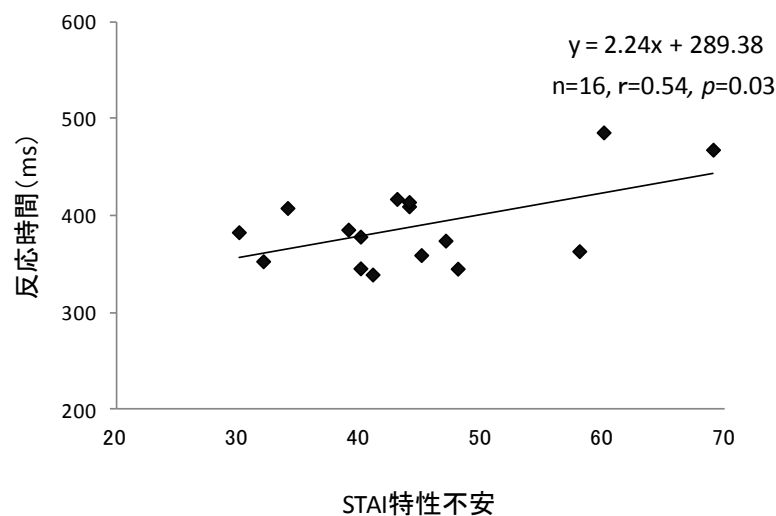


図 3 - 12 1 単語 5 色課題における STAI 特性不安と反応時間の関係
($n=16$, $p<0.05$)

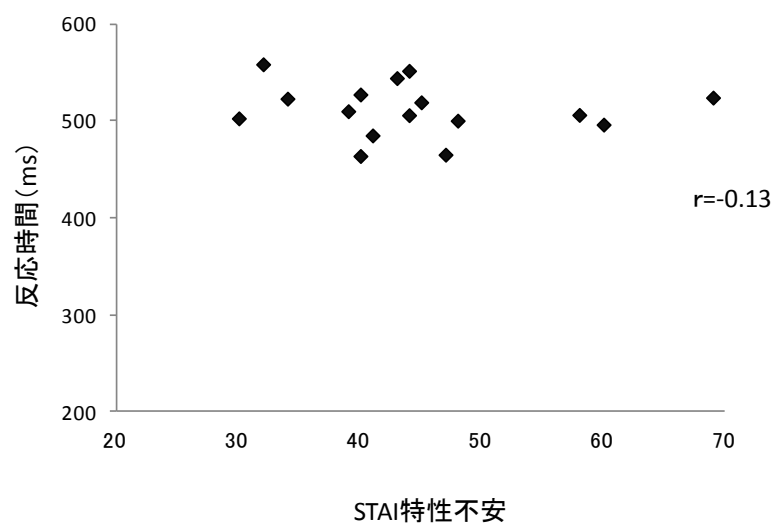


図 3 - 13 5 単語 5 色課題における STAI 特性不安と反応時間の関係
($n=16$, $p=0.63$)

反応時間を 10 名の低不安群と 6 名の高不安群に分類し、課題条件と不安特性を要因とした二元配置分散分析にて解析した(表 3 - 3)。その結果、課題条件の主効果 ($F_{(1,14)}=111.55$, $p<0.01$) に有意な差が認められたが、不安特性の主効果 ($F_{(1,14)}=0.001$, $p=0.98$)、課題条件と不安特性の交互作用 ($F_{(1,14)}=1.96$, $p=0.18$) に有意な差は認められなかった。

1 単語 5 色課題と 5 単語 5 色課題を比較したところ、5 単語 5 色課題の反応時間は、1 単語 5 色課題に比べ、有意に長くなった ($p<0.01$) (図 3 - 14)。

表 3 - 3 課題条件と不安特性を要因とした反応時間の二元配置分散分析表
(低不安群:n=10, 高不安群:n=6)

変動因	平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
課題条件	104919.98	1	104919.98	111.55	< 0.001
誤差(課題条件)	13168.15	14	940.58		
不安特性	0.81	1	0.81	0.001	0.98
誤差(不安特性)	23443.21	14	1674.52		
課題条件 x 不安特性	1845.50	1	1845.50	1.96	0.18

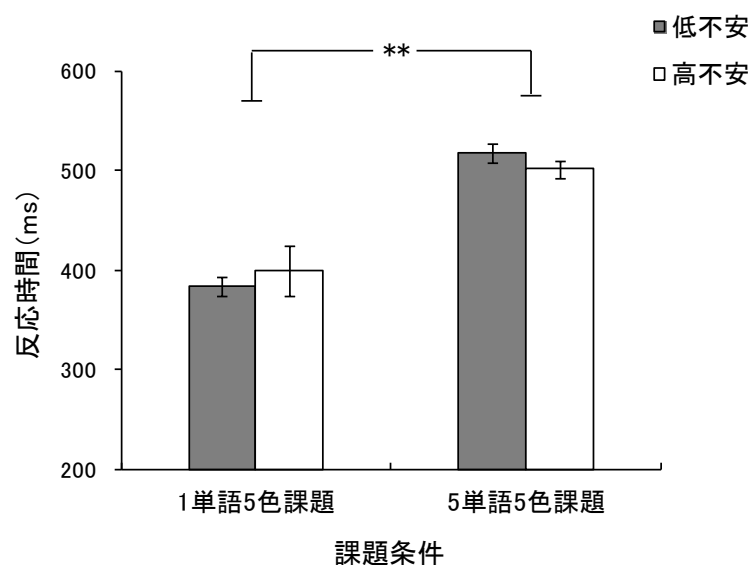


図 3 - 14 課題条件ごとの低不安群と高不安群の反応時間
(低不安群:n=10, 高不安群:n=6, 平均値±SE, ** $p<0.01$)

(2) 誤答率

1 単語 5 色課題において、STAI 特性不安値と誤答率との関係を検討したところ、統計的に有意な相関は認められなかったが、相関傾向が示された ($n=16$, $r=0.46$, $p=0.07$) (図 3 - 15)。5 単語 5 色課題では有意な相関は認められなかった ($n=16$, $r=0.12$, $p=0.66$) (図 3 - 16)。

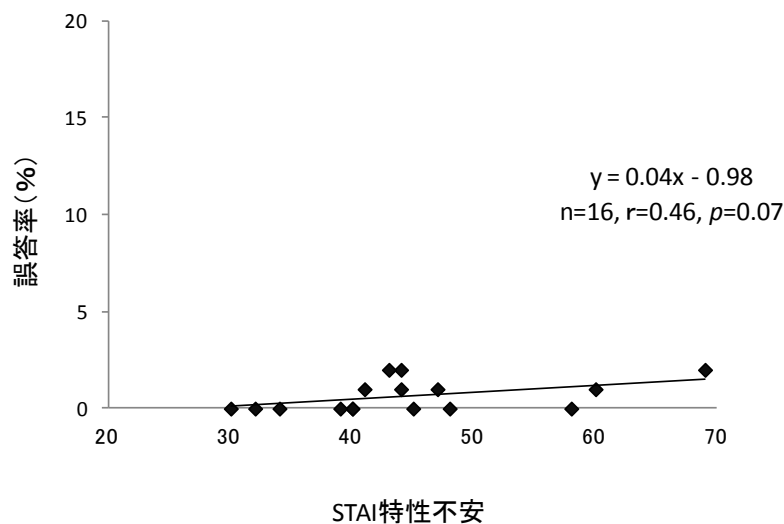


図 3 - 15 1 単語 5 色課題における STAI 特性不安と誤答率の関係
($n=16$, $p=0.07$)

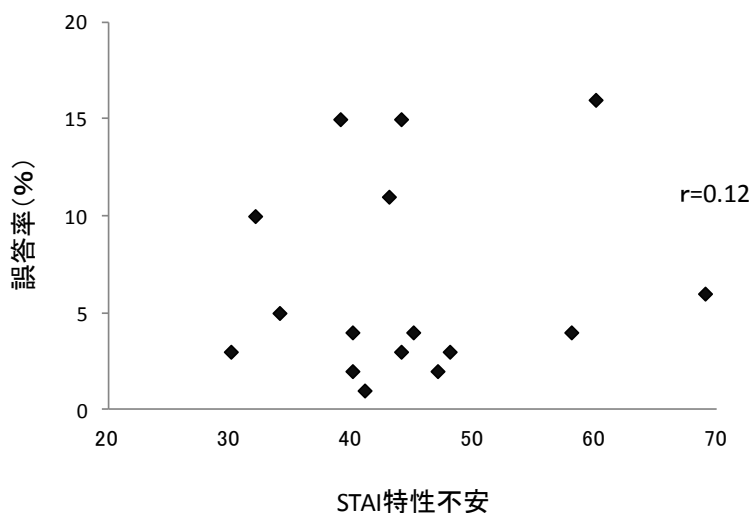


図 3 - 16 5 単語 5 色課題における STAI 特性不安と誤答率の関係
($n=16$, $p=0.66$)

誤答率を 10 名の低不安群と 6 名の高不安群に分類し、課題条件と不安特性を要因とした二元配置分散分析にて解析した（表 3 - 4）。その結果、課題条件の主効果（ $F_{(1,14)}=19.23$, $p<0.01$ ）に有意な差は認められたが、不安特性の主効果（ $F_{(1,14)}=0.12$, $p=0.74$ ）、課題条件と不安特性の交互作用（ $F_{(1,14)}=0.19$, $p=0.67$ ）に有意な差は認められなかった。

1 単語 5 色課題と 5 単語 5 色課題を比較したところ、5 単語 5 色課題の誤答率は、1 単語 5 色課題に比べ、有意に高かった（ $p<0.01$ ）（図 3 - 17）。

表 3 - 4 課題条件と不安特性を要因とした誤答率の二元配置分散分析表
（低不安群:n=10, 高不安群:n=6）

変動因	平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
課題条件	246.53	1	246.53	19.23	0.001
誤差(課題条件)	179.47	14	12.82		
不安特性	1.88	1	1.88	0.12	0.74
誤差(不安特性)	222.00	14	15.86		
課題条件 x 不安特性	2.41	1	2.41	0.19	0.67

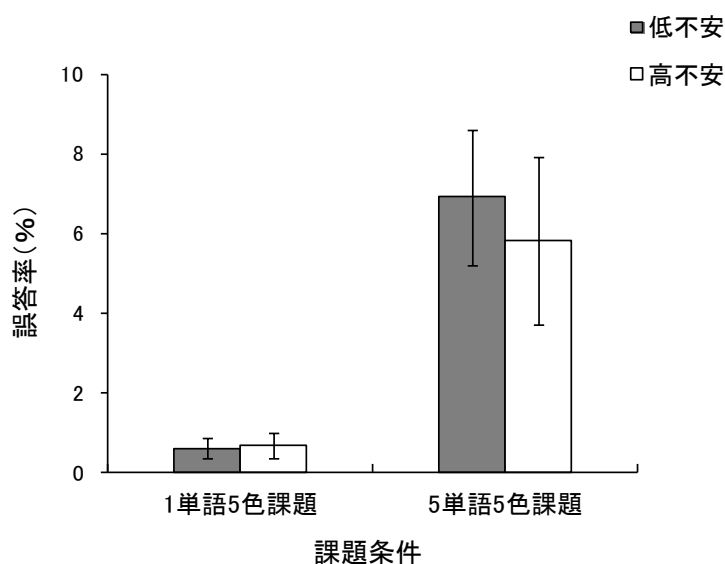


図 3 - 17 課題条件ごとの低不安群と高不安群の誤答率
（低不安群:n=10, 高不安群:n=6, 平均値±SE, ** $p<0.01$ ）

3.4.3 主観評価

(1) 疲労感

1 単語 5 色課題において、STAI 特性不安値と疲労感との関係を検討したところ、有意な相関は認められなかった ($n=16$, $r=-0.05$, $p=0.86$) (図 3 - 18)。また、5 単語 5 色課題においても有意な相関は認められなかった ($n=16$, $r=-0.02$, $p=0.94$) (図 3 - 19)。

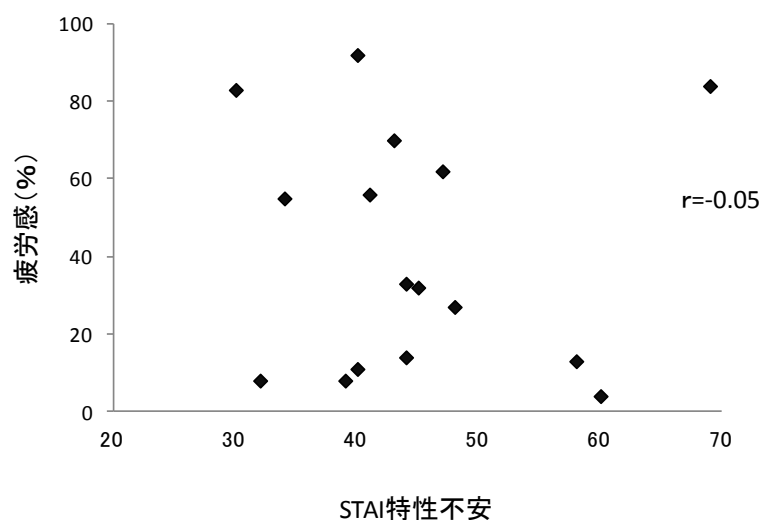


図 3 - 18 1 単語 5 色課題における STAI 特性不安と疲労感の関係
($n=16$, $p=0.86$)

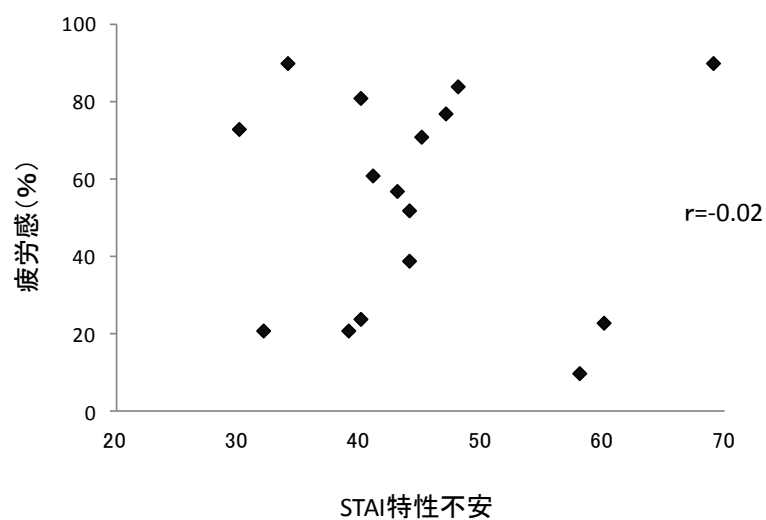


図 3 - 19 5 単語 5 色課題における STAI 特性不安と疲労感の関係
($n=16$, $p=0.94$)

疲労感を 10 名の低不安群と 6 名の高不安群に分類し、課題条件と不安特性を要因とした二元配置分散分析にて解析した（表 3 - 5）。その結果、課題条件の主効果（ $F_{(1,14)}=9.58$, $p<0.01$ ）に有意な差が認められたが、不安特性の主効果（ $F_{(1,14)}=0.002$, $p=0.97$ ）、課題条件と不安特性の交互作用（ $F_{(1,14)}=1.75$, $p=0.21$ ）に有意な差は認められなかった。

1 単語 5 色課題と 5 単語 5 色課題を比較したところ、5 単語 5 色課題の疲労感は、1 単語 5 色課題に比べて有意に高かった（ $p<0.05$ ）（図 3 - 20）。

表 3 - 5 課題条件と不安特性を要因とした疲労感の二元配置分散分析表
（低不安群:n=10, 高不安群:n=6）

変動因	平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
課題条件	1809.63	1	1809.63	9.58	0.008
誤差(課題条件)	2643.87	14	188.85		
不安特性	3.01	1	3.01	0.002	0.97
誤差(不安特性)	22895.87	14	1635.42		
課題条件 x 不安特性	330.01	1	330.01	1.75	0.21

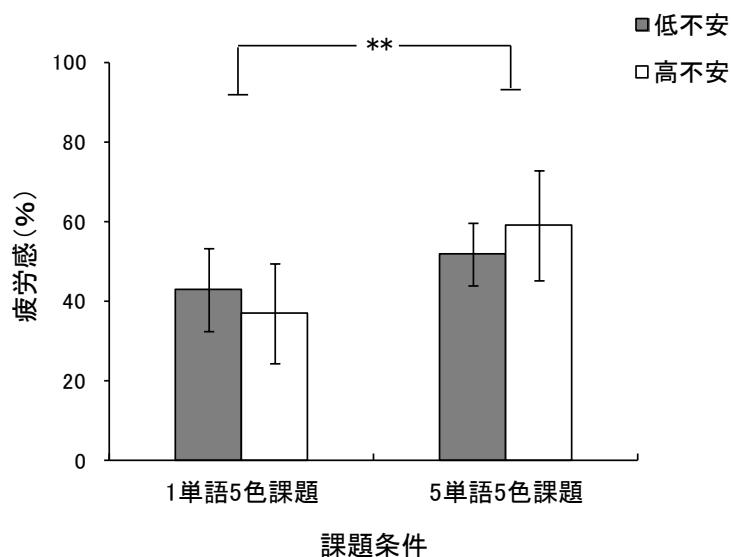


図 3 - 20 課題条件ごとの低不安群と高不安群の疲労感
（低不安群:n=10, 高不安群:n=6, 平均値±SE, ** $p<0.01$ ）

(2) 達成感

1 単語 5 色課題において、STAI 特性不安値と達成感との関係を検討したところ、有意な相関は認められなかった ($n=16$, $r=0.32$, $p=0.22$) (図 3 - 21)。また、5 単語 5 色課題でも有意な相関は認められなかった ($n=16$, $r=0.06$, $p=0.83$) (図 3 - 22)。

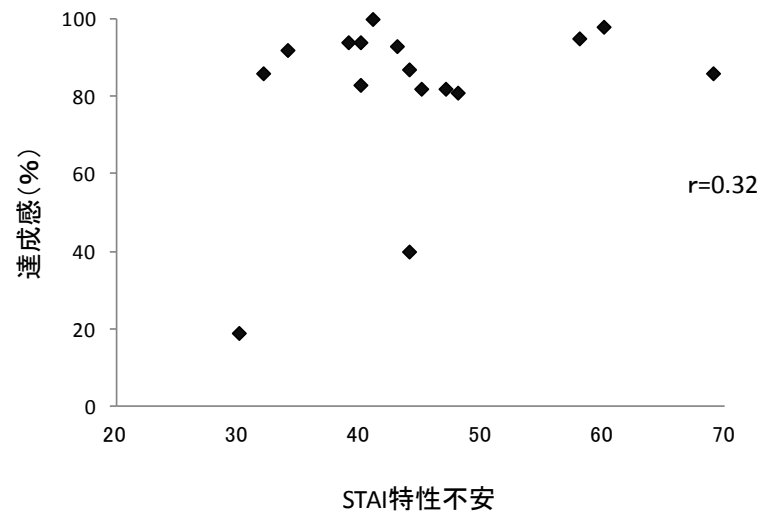


図 3 - 21 1 単語 5 色課題における STAI 特性不安と達成感の関係
($n=16$, $p=0.22$)

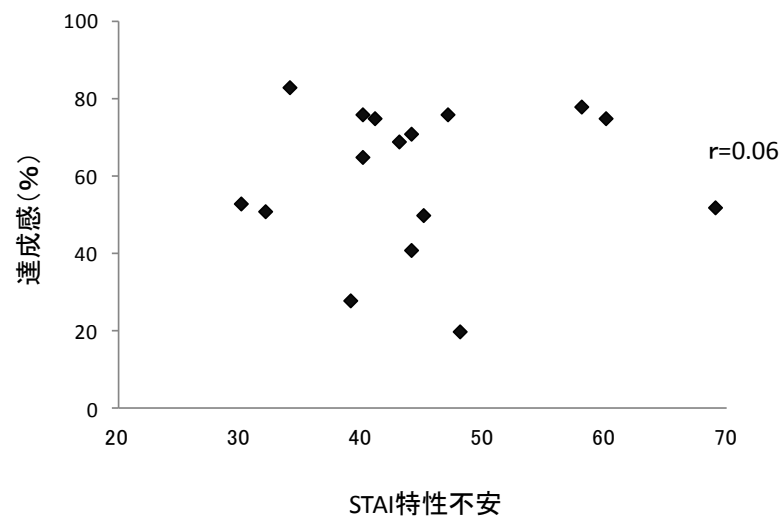


図 3 - 22 5 単語 5 色課題における STAI 特性不安と達成感の関係
($n=16$, $p=0.83$)

達成感を 10 名の低不安群と 6 名の高不安群に分類し、課題条件と不安特性を要因とした二元配置分散分析にて解析した（表 3 - 6）。その結果、課題条件の主効果（ $F_{(1,14)}=14.45$, $p<0.01$ ）に有意な差は認められたが、不安特性の主効果（ $F_{(1,14)}=0.11$, $p=0.75$ ）、課題条件と不安特性の交互作用（ $F_{(1,14)}=0.85$, $p=0.37$ ）に有意な差は認められなかった。

1 単語 5 色課題と 5 単語 5 色課題を比較したところ、5 単語 5 色課題の達成感は、1 単語 5 色課題に比べて有意に低かった（ $p<0.01$ ）（図 3 - 23）。

表 3 - 6 課題条件と不安特性を要因とした達成感の二元配置分散分析表
（低不安群:n=10, 高不安群:n=6）

変動因	平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
課題条件	4042.60	1	4042.60	14.45	0.002
誤差(課題条件)	3917.62	14	279.83		
不安特性	63.80	1	63.80	0.11	0.75
誤差(不安特性)	8152.42	14	582.32		
課題条件 x 不安特性	236.60	1	236.60	0.85	0.37

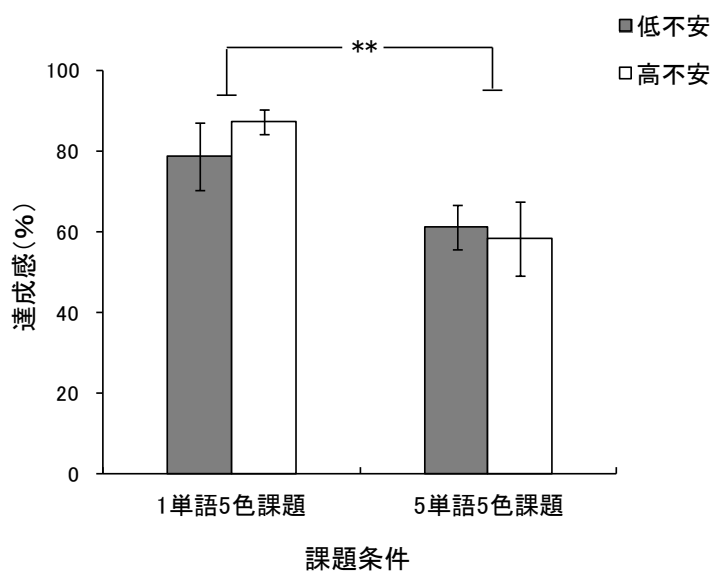


図 3 - 23 課題条件ごとの低不安群と高不安群の達成感
（低不安群:n=10, 高不安群:n=6, 平均値±SE, ** $p<0.01$ ）

(3) 集中感

1 単語 5 色課題において、STAI 特性不安値と集中感との関係を検討したところ、有意な相関は認められなかった ($n=16$, $r=0.41$, $p=0.11$) (図 3 - 24)。また、5 単語 5 色課題でも有意な相関は認められなかった ($n=16$, $r=0.07$, $p=0.81$) (図 3 - 25)。

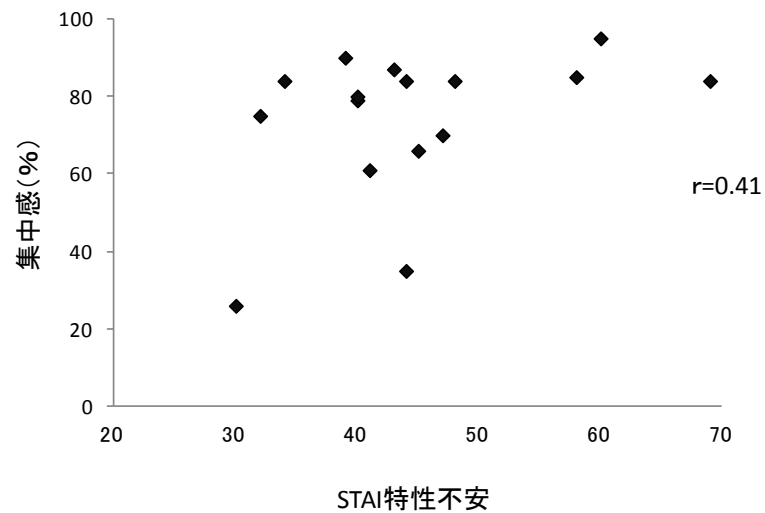


図 3 - 24 1 単語 5 色課題における STAI 特性不安と集中感の関係
($n=16$, $p=0.11$)

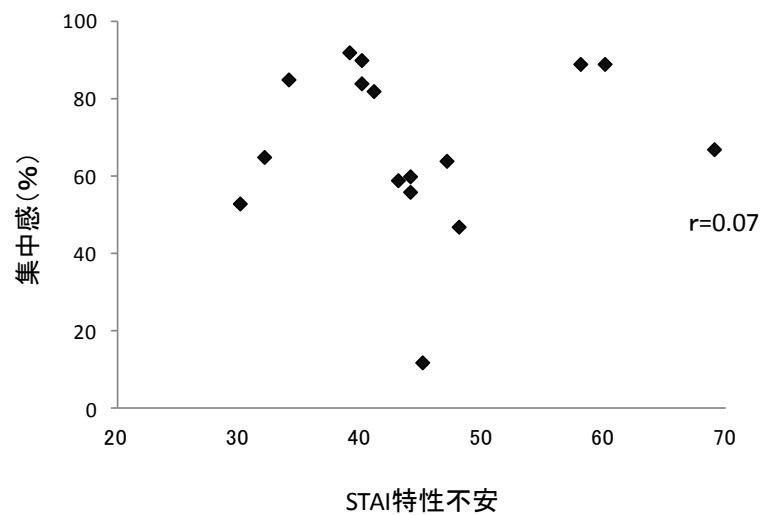


図 3 - 25 5 単語 5 色課題における STAI 特性不安と集中感の関係
($n=16$, $p=0.81$)

集中感を 10 名の低不安群と 6 名の高不安群に分類し、課題条件と不安特性を要因とした二元配置分散分析にて解析した（表 3 - 7）。その結果、課題条件の主効果（ $F_{(1,14)}=2.67$, $p=0.12$ ）、不安特性の主効果（ $F_{(1,14)}=0.001$, $p=0.97$ ）に有意な差は認められなかった。

課題条件と不安特性の交互作用（ $F_{(1,14)}=4.49$, $p=0.052$ ）では統計的に有意な差は認められなかったが、差のある傾向が示された（図 3 - 26）。

表 3 - 7 課題条件と不安特性を要因とした集中感の二元配置分散分析表
（低不安群:n=10, 高不安群:n=6）

変動因	平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
課題条件	531.30	1	531.30	2.67	0.12
誤差(課題条件)	2784.92	14	198.92		
不安特性	0.92	1	0.92	0.001	0.97
誤差(不安特性)	8641.05	14	617.22		
課題条件 x 不安特性	893.80	1	893.80	4.49	0.052

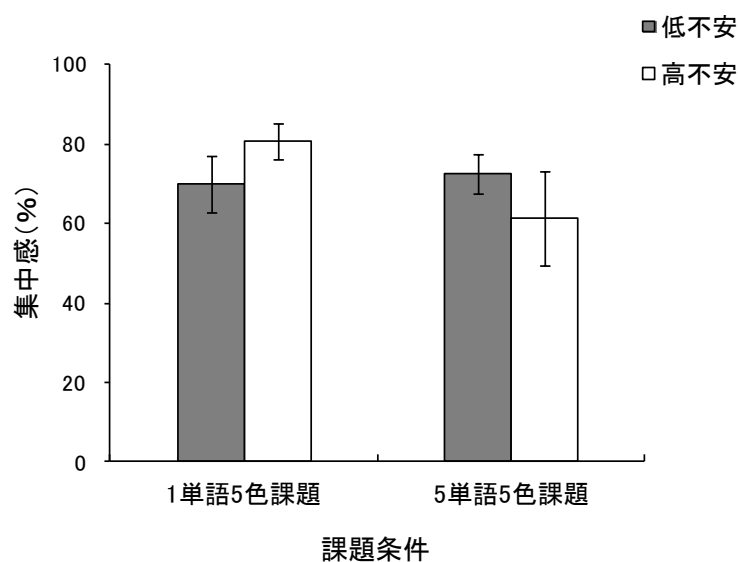


図 3 - 26 課題条件ごとの低不安群と高不安群の集中感
（低不安群:n=10, 高不安群:n=6, 平均値±SE）

(4) 単語一色の注目率

1 単語 5 色課題において、STAI 特性不安値と単語一色の注目率との関係を検討したところ、有意な相関は認められなかった ($n=16$, $r=-0.38$, $p=0.14$) (図 3 - 27)。また、5 単語 5 色課題でも有意な相関は認められなかった ($n=16$, $r=0.05$, $p=0.86$) (図 3 - 28)。

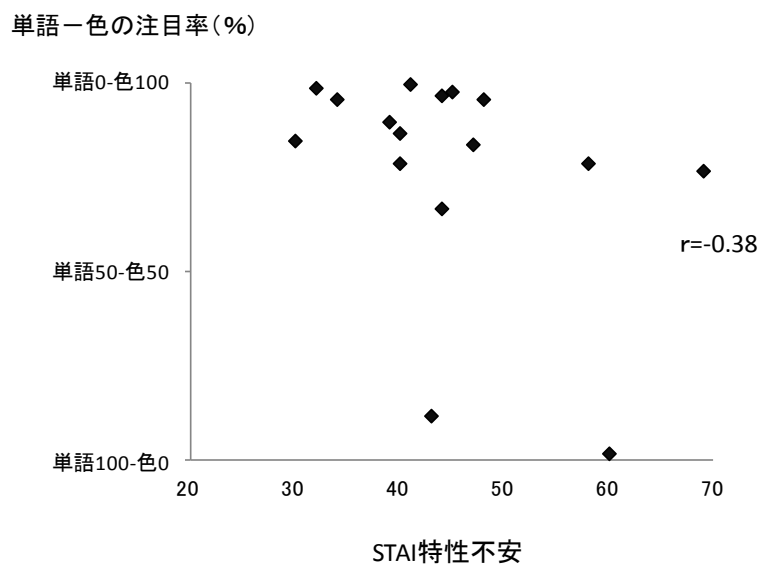


図 3 - 27 1 単語 5 色課題における STAI 特性不安と単語一色注目率の関係
($n=16$, $p=0.14$)

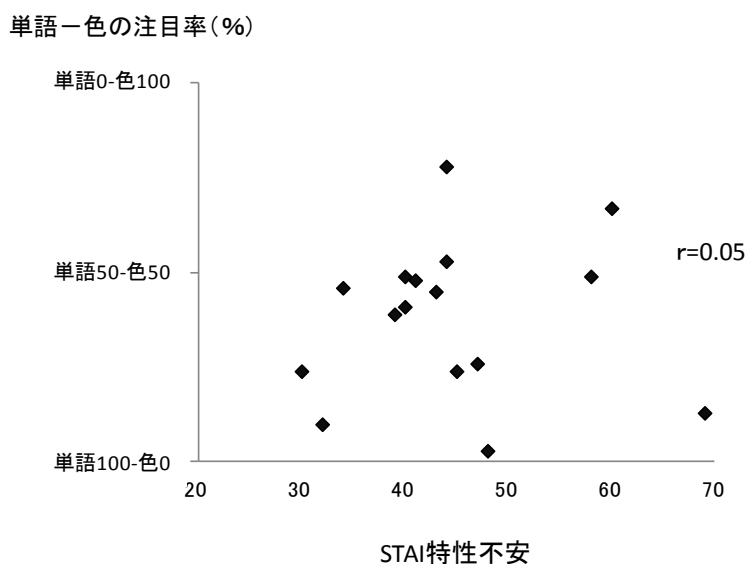


図 3 - 28 5 単語 5 色課題における STAI 特性不安と単語一色注目率の関係
($n=16$, $p=0.86$)

単語一色の注目率を 10 名の低不安群と 6 名の高不安群に分類し、課題条件と不安特性を要因とした二元配置分散分析にて解析した（表 3 - 8）。その結果、課題条件の主効果（ $F_{(1,14)}=12.42$, $p<0.01$ ）に有意な差は認められたが、不安特性の主効果（ $F_{(1,14)}=2.59$, $p=0.13$ ）、課題条件と不安特性の交互作用（ $F_{(1,14)}=0.04$, $p=0.85$ ）に有意な差は認められなかった。

1 単語 5 色課題では刺激に対する注目を文字色に多く向け、5 単語 5 色課題では文字色への注目が減り、色名单語への注目が増えた（ $p<0.01$ ）（図 3 - 29）。

表 3 - 8 課題条件と不安特性を要因とした単語一色注目率の二元配置分散分析表
（低不安群:n=10, 高不安群:n=6）

変動因	平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
課題条件	12070.10	1	12070.10	12.42	0.003
誤差 (課題条件)	13601.12	14	971.51		
不安特性	866.72	1	866.72	2.59	0.13
誤差 (不安特性)	4693.25	14	335.23		
課題条件 × 不安特性	36.85	1	36.85	0.04	0.85

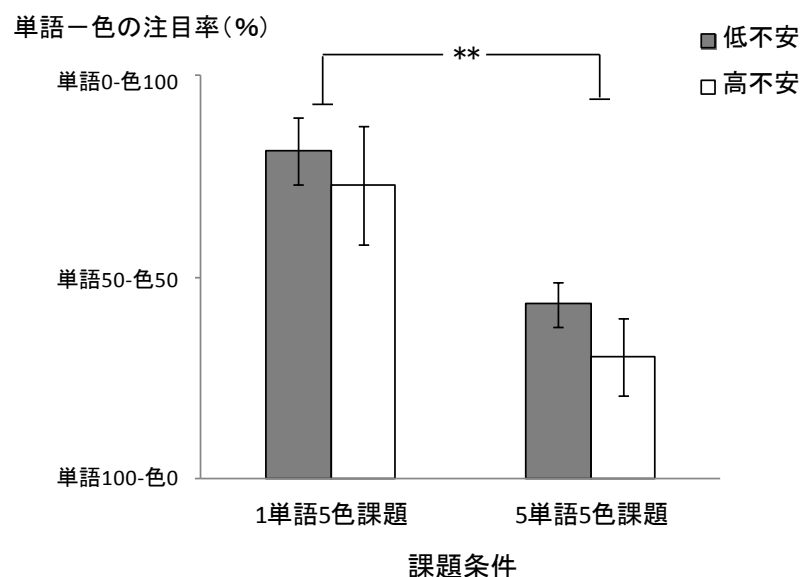


図 3 - 29 課題条件ごとの低不安群と高不安群の単語一色注目率
（低不安群:n=10, 高不安群:n=6, 平均値±SE, ** $p<0.01$ ）

3.5 考察

本実験では、5 単語 5 色課題の P300 振幅が、1 単語 5 色課題に比べて低かった。さらに、不安特性の高い人は不安特性の低い人に比べて、5 単語 5 色課題の P300 振幅がより低下していた (図 3 - 8)。反応時間は、5 単語 5 色課題が 1 単語 5 色課題に比べて遅く (図 3 - 14)、誤答率 (図 3 - 17) および疲労感 (図 3 - 20) は高かった。また、5 単語 5 色課題では文字色と色名单語の両方に注意が向けられていたが、1 単語 5 色課題では主に文字色にのみ注意が向けられていた (図 3 - 29)。反応時間は刺激の情報処理時間、誤答率は注意の散漫状態、疲労感は課題に対する疲労の程度を反映すると考えられる。このことから、5 単語 5 色課題は 1 単語 5 色課題に比べ、刺激の情報量が多く、文字色と色名单語の両方に注意を向けなければいけなかったため情報処理に時間を費やし、注意散漫な状態となるほどの大きな作業負担を生じさせる課題であったと考えられる。一方、1 単語 5 色課題では、平均反応時間が $390 \pm 11\text{ms}$ 、平均誤答率が $0.6 \pm 0.2\%$ となり、実験 1 の画像選択反応課題の平均反応時間 $352 \pm 9\text{ms}$ と誤答率 $1.0 \pm 0.4\%$ と同様の値を示した。このことから、1 単語 5 色課題は、作業負担の小さな課題であったと考えられる。

不安特性の高い人は、作業負担の大きな 5 単語 5 色課題において、作業負担の小さな 1 単語 5 色課題に比べて P300 振幅が低く、注意資源の配分量が少なかった (図 3 - 8)。一方、不安特性の低い人は、不安特性の高い人ほど、課題間の P300 振幅に差はみられなかった。反応時間と不安特性に関する先行研究^{17,18)}では、不安特性の高い人は、注意を多くのものに向けようとし、必要な刺激に対して十分な注意が向けられないと述べられている。このことから、本実験の不安特性の高い人は、多くの刺激情報に注意を向けようとしたために注意散漫状態となり、必要な刺激に対して注意資源の配分量が少なくなったと考えられる。一方、不安特性の低い人は、不安特性の高い人と同様に多くの刺激情報に注意を向けたものの、必要な刺激を素早く選別し、それに多くの注意資源を費やしていたと思われる。

本実験での反応時間は、1 単語 5 色課題と 5 単語 5 色課題の両課題において、不安特性の高い人と低い人の間に差は認められなかった (図 3 - 14)。しかし、1 単語 5 色課題においては、不安特性の高い人ほど反応時間が遅延する傾向がみられた (図 3 - 12)。先行研究¹⁷⁾では、不安特性の高い人の反応時間は、不安特性の低い人に比べて遅くなると報告されている。本実験の 1 単語 5 色課題では同様の結果となったが、5 単語 5 色課題ではその傾向はみられなかった。また、刺激の情報処理時間を反映する P300 潜時においても、5 単

語 5 色課題において不安特性の高い人と低い人に有意な差は認められなかった(図 3 - 11)。これらの結果から、さらなる検討は必要であるが、5 単語 5 色課題は不安特性の高い人と低い人の両方にとって過大な作業負担であり、それが原因で作業時間に差が認められなかったと推察される。

以上の結果から、不安特性の高い人は、作業負担が小さい場合、刺激に対して適切に注意資源を配分できるが、作業負担が大きい場合には、選択すべき刺激以外にも注意が向けられるために、必要とされる注意資源の配分量が低下すると示唆された。これらのことから、不安特性の高い人は、作業負担の大きさにより注意資源の配分量が変化すると考えられる。実験 1 の課題では、作業負担が小さかったため、不安特性の違いにより注意資源は変化しなかった。このことから、同課題に大きな作業負担を課して、実験 2 と同様の結果が得られれば、作業負担の大きさが問題であることを確認できる。そこで、第 4 章では、実験 1 と同様の課題を用いて大きな作業負担を課し、個人の不安特性が注意資源の配分量に及ぼす影響について検討した。

第4章 二重課題後の作業負担が個人の不安特性と P300 振幅の關係に及ぼす影響についての実験（実験3）

4.1 はじめに

作業負担は、課題の困難度が高くなれば、大きくなると言われている。栗盛ら¹⁾は、難しい課題において作業負担が大きくなり、疲労感が増大すると報告している。また、梶本²⁾は、作業負担が大きくなることで、パフォーマンスが低下すると報告している。心理学分野における困難度の高い典型的な課題としては、二重課題と第3章で用いた弁別課題が挙げられる。特に二重課題は、二つの異なる課題を同時に行うため、被験者の負担が大きくなる。その二重課題の一つにリーディング・スパン・テスト（Reading Span Test：以下 RST）がある。RST は、ワーキングメモリ（作動記憶）容量の個人差を評価するとされ、認知心理学の分野にて多くの研究がなされている^{3~6)}。RST では、被験者が順次呈示される文章を一定の速度で朗読し、文中に指定された単語を記憶して報告する。主課題は文章の朗読、副課題は単語の記憶であり、被験者には副課題の単語記憶が大きな負担となる。

RST と P300 に関する研究では、土田⁷⁾が、RST を用いて被験者をワーキングメモリ容量で分類し、その容量が少ない人ほど、反応を求められない標準刺激にも余分な注意を向けていたと報告している。また、入戸野⁸⁾も RST を用いて被験者をワーキングメモリ容量で分類し、容量が少ない人ほど、作業負担の大きい課題では P300 振幅が低く、注意資源の配分量が少なかったと報告している。しかし、RST により課せられる作業負担を利用して、個人の不安特性と P300 振幅の關係について検討した研究はない。

第3章の実験2では、作業負担が大きい場合、不安特性の高い人は注意資源の配分量が低下すると示された^{9,10)}。従って、作業負担の小さかった実験1の画像選択反応課題においても、大きな作業負担が課せられると、不安特性の違いにより注意資源の配分量が変化すると考えられる。つまり、その配分量が変化すれば、作業負担の大きさが不安特性と注意資源の關係に影響を及ぼす要因であると示唆される。しかし、画像選択反応課題（P300 測定）を実施している時には、発話を伴う課題を同時に行えない。このことから、作業負担の大きな二重課題の実施後に、画像選択反応課題にて P300 を測定することとした。そこで、本実験では、二重課題（RST）後の作業負担が個人の不安特性と P300 振幅の關係に及ぼす影響について検討した。

4.2 目的

本実験の目的は、作業負担の大きな二重課題と小さな単一課題を用いて、課題後の作業負担が、個人の不安特性ごとに、P300 振幅に及ぼす影響について検討することとした。

4.3 方法

4.3.1 被験者

被験者は、大学生および大学院生の計 11 名（男性 4 名、女性 7 名）、年齢は 20～25 歳（平均年齢±標準誤差：21.3±0.5 歳）であった。身体的・精神的自覚症から、健康面が不安定な被験者を除くために、CMI 健康調査¹⁾を実施した。今回の被験者は、全員 CMI 健康調査にて I または II 領域にあった。全被験者の利き手は右、自己申告による視力（矯正を含む）は 0.5 以上であった。女性被験者は卵胞期中に測定した。

被験者には、実験前夜に十分な睡眠をとることを指示し、実験開始の 5 時間前からカフェイン摂取、喫煙を禁止した。また被験者には、実験内容および不利益を被ることなく参加を拒否できることを口頭および書面にて説明し、インフォームドコンセントを得てから、承諾書に署名・捺印をしていただいた。

4.3.2 実験装置

ERP 測定には誘発脳波計（日本 GE マルケット SYNAX2100）を使用し、刺激呈示には刺激呈示反応システム（メディカルトライシステム MULTI STM BOX MB-71）と 15 型 TFT 液晶モニター画面を使用した。反応測定には誘発脳波計と刺激呈示システムに接続されたスティック型スイッチを使用した。

課題文の呈示には、カラーコンピューターディスプレイ（株式会社クイックサン Quixun, QT-1005P（AVTP））を使用した。課題文の呈示および切り替えは、ノートパソコン（MacBookPro）を用いて遠隔操作した。

心電図（Electrocardiogram：以下 ECG）測定および α 波減衰係数（Alpha Attenuation Coefficient: 以下 AAC）算出のための自発脳波測定には高感度増幅器（日本光電 AB-611J）を使用し、導出された生体信号を生体情報収録用プログラム（キッセイコムテック株式会社 Vital Recorder）を用いて記録した。

4.3.3 実験条件と測定項目

実験条件は、朗読および記憶の二重課題と朗読のみの単一課題とした。二重課題には日本語版 RST^{4,6)} を用いた。単一課題は、順次呈示される文章を音読する朗読課題とした。前者が作業負担の大きな課題で、後者が作業負担の小さな課題とした。また実験 1 および 2 と同様に、被験者を日本版 STAI 状態・特性不安検査¹²⁾ を用いて分類した。特性不安得点が 43 以下の男性と 44 以下の女性（評価段階が低いと普通を含む）を低不安群とし、得点が 44 以上の男性と 45 以上の女性（評価段階が高いと非常に高いを含む）を高不安群とし、各測定項目にて低不安群と高不安群を比較した。

測定項目は、P300（振幅と潜時）、反応時間、誤答数、心電図、AAC（AAT 時の自発脳波から算出）、主観評価（疲労感、達成感、集中感、単語記憶配分率）、RST の評価点とした。測定した心電図からは、自律神経活動（交感神経活動、副交感神経活動）の指標となる、心拍変動性（Heart rate variability：以下 HRV）の低周波数帯域（Low frequency：以下 LF）および高周波数帯域（High frequency：以下 HF）のパワー値を算出した。LF の周波数帯域は 0.04～0.15Hz、HF の周波数帯域は 0.15～0.40Hz とした。LF/HF は交感神経活動の評価指標、HF は副交感神経活動の評価指標として用いた。LF/HF の値が高いと交感神経活動は亢進し、HF の値が高いと副交感神経活動は亢進していることを示す。AAC は、自発脳波測定から得られる覚醒水準の評価指標であり、実験開始時と終了時に測定することでその変化を評価する。AAC の値が高いと覚醒水準は高く、AAC の値が低いと覚醒水準は低いことを示す。主観評価は、Visual Analog Scale（以下 VAS）を用いて測定した。主観評価の疲労感は課題による疲労の程度を「感じた」－「感じなかった」、達成感、集中感は課題ができた程度を「思う」－「思わない」、集中感、単語記憶配分率は課題に対する集中の程度を「できた」－「できなかった」で評価した（p.129：付録 3 参照）。単語記憶配分率とは、二重課題（RST）遂行時において、単語の記憶と文の読みに対し注意を向けたそれぞれの割合を、「覚える」－「読む」で測定したものである（p.130：付録 4 参照）。この測定では、被験者が副課題である単語の記憶に対して、どの程度の注意を向けたかを把握することができ、RST の評価点に関連する。つまり、単語記憶配分率が低い被験者は、二重課題遂行時に受ける作業負担が大きかったことを示す。RST 評価点の算出方法については、次項の「4.3.4 の (3)」に記載する。

4.3.4 リーディング・スパン・テスト (RST)

(1) 実施方法

RST は、被験者が順次呈示されるカードの文を読みながら指定された単語を記憶し、終了を示す白紙が呈示されると同時に記憶した複数の単語を報告するという朗読と記憶の二重課題である^{4,6)}。実験では、一枚目の文の呈示から単語の報告までを1試行とした(図4-1)。朗読する文の数は2文、3文、4文、5文の4条件とした。記憶する単語は、カード1枚につき1単語とした。例えば、3文条件では、3枚のカードが呈示され、記憶した3つの単語を、終了を示す白紙が提示される度に報告した。試行回数は、2～5文条件ごとに5試行ずつとした。呈示される文の数は、2文条件で10文、3文条件で15文、4文条件で20文、5文条件で25文となり、合計で70文となった(p.131: 付録5 参照)。

文の作成方法は、高校卒業までに学習した文の構造や単語、漢字などの熟知性を考慮し、高等学校の国語の教科書から引用した。各文は、漢字と仮名混じりの文とし、縦13cmと横18cmのカードに1文が1行以内で収まるように20文字から30文字以内で作成した。各文において、記憶する単語には赤い下線を引いた。それらの単語は名詞、動詞、副詞とし、出現する位置は1試行内でランダムになるように配慮した。単語の選定には、1試行内で他のカードの単語と関連性ができるだけなく、音韻的にも類似しないよう配慮した。

RST は、一般的に白紙のカードに文を印字して手作業で行うが、本実験ではカラーコンピューターディスプレイに白紙と文を呈示し、遠隔操作によって実施した。カードは、被験者が1文を読み終わるとすぐに切り替えた。文節の切れ目や強調など不自然な読み方が認められる場合には、試行後、被験者に「一定の速度で読むよう」に注意した。単語の報告にかかる時間は、1語につき5秒とした。これにより、制限時間は2文条件で10秒、3文条件で15秒、4文条件で20秒、5文条件では25秒とし、それらの時間を過ぎると次の試行に進んだ。

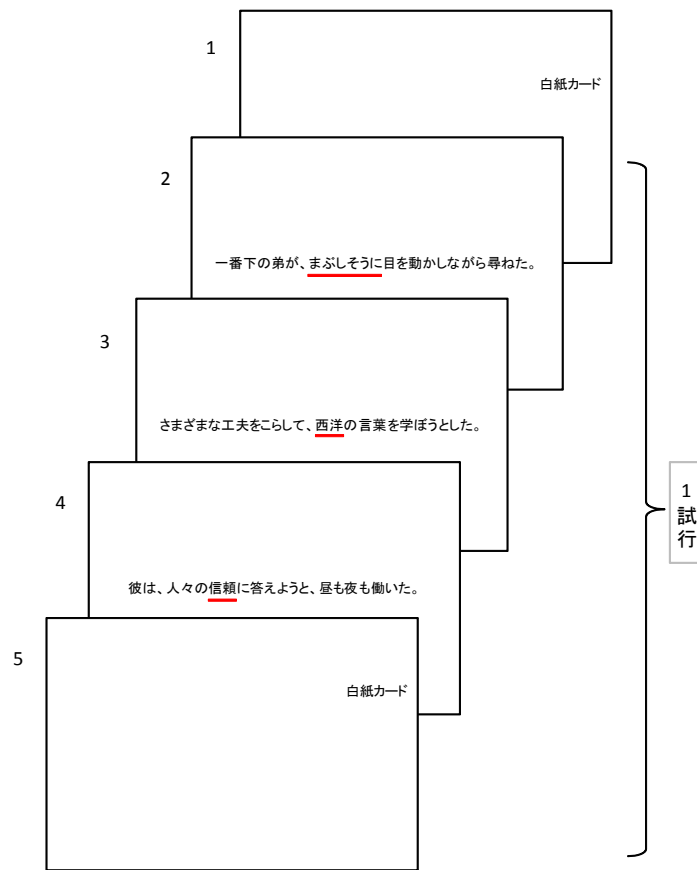


図 4 - 1 3 文条件における朗読文と記憶単語（赤い下線部分）の例

(2) 被験者への教示内容

被験者には、①文の読み方と②単語の報告の仕方について以下の教示をし、徹底させた。

① 文の読み方

- 被験者は、カードが切り替わったら、文をただちに声に出して読む。
- 文を読む速度は、被験者のペースに委ねるが、全体を通して一定とする。
- 声の大きさは、ある程度大きな声で明瞭とし、意図的に小声にはしない。
- 文中には、一箇所だけ単語に赤い下線が引いてあるので、読みながらその単語を覚える。

② 単語の報告の仕方

- 被験者は、白紙が出現したら、文中の赤い下線が引かれた単語全てを口頭で報告する。

- b. 単語の報告順序は、原則自由とするが、最後に呈示された文の単語を最初に報告することだけは禁止する。

(3) 評価点の算出方法

RST の評価点は、各文条件において 5 試行のうち 3 試行の単語全てが回答できた場合、その文条件の点数を獲得し、2 試行の単語全てが再生された場合には 0.5 点を加算して算出した。例えば、4 文条件の 5 試行の内、3 試行が正解であれば、評価点数は 4 点となる。次いで呈示される 5 文条件において、5 試行の内、2 試行が正解すれば、0.5 点が加点されるため、最終的な評価点は 4.5 点となる。しかし、5 文条件にて 5 試行の内 1 試行しか正解できなければ加点はなく、4 文条件の 4 点のみとなる。もし、2 文条件で 2 試行、その次の 3 文条件でも 2 試行のみの正解であった場合、3 試行以上の正解がなかったとして、評価点数は 0.5 点となる。

本実験では、参考データとして、この RST の評価点と各文条件において正解した試行回数を結果に示す。

4.3.5 P300 測定 of 刺激と課題

ERP 成分の P300 測定では、実験 1 と同様の画像を用いて（第 2 章の「2.3.4 刺激と課題」を参照）、画像選択反応課題を行った。課題では、6 枚の中間的画像を標的刺激として、被験者間でカウンタバランスをとって呈示した。標準刺激は中間的画像を抜いた 80 枚の静止画像からランダムに使用した。画像選択反応課題は 1 枚の標的刺激と 3 枚の標準刺激の画像によって構成した。標的刺激は 20 回、標準刺激は 80 回呈示した。刺激呈示間隔は $2,000 \pm 200\text{ms}$ 、持続時間 500ms とした。

今回の実験でも、できるだけ刺激自体の影響を抑えて二重課題と単一課題の影響をみるために、視覚的な画像刺激を用い、さらに中間的画像を選定して標的刺激とした。

4.3.6 測定手順

実験は武蔵野大学生理人類学教室の実験室にて、被験者 1 人当たり 2 日間実施し、1 日は二重課題、もう 1 日は単一課題とした。二重課題と単一課題で呈示する文の数は、同数の 70 文とした。実験では、まず被験者に日本版 STAI 状態・特性不安検査票、主要 5 因子性格検査 (BigFive) ¹³⁾、タイプ A 行動評定質問紙 ^{14,15)} を記入させた。ただし、本実験

では STAI 特性不安値のみを分析対象とした。調査票への記入後は、実験室内に移動し、被験者を刺激呈示用モニター前にあるオフィスチェアに座らせた。モニターとオフィスチェアの距離は 55 cm とした。二重課題および単一課題用ディスプレイは、モニター画面と並列に設置した。

実験のプロトコルを図 4-2 に示す。実験では、6 分間の AAT (AAT1) を実施して AAC 算出のための自発脳波 (AAC1) を測定し、5 分間の安静後、4 分間の画像選択反応課題時の ERP (ERP1) と ECG (ECG1) を測定した。その後、2 分間の主観評価 (VAS1) を行った。次いで 5 分間の安静において、15 分間の二重課題または単一課題を行い、直後に 2 分間の主観評価 (VAS2) を実施した。5 分間の安静後、再度、4 分間の画像選択反応課題時の ERP (ERP2) と ECG (ECG2) を測定し、2 分間の主観評価 (VAS3)、6 分間の AAT (AAT2) による AAC 算出のための自発脳波 (AAC2) を測定した。AAT1 と AAT2 では、安静状態で 1 分間ずつ閉眼と開眼を交互に 3 セット繰り返して自発脳波を測定した。P300 測定時 (ERP1 と ERP2) の画像選択反応課題では、標的刺激となる画像を記憶させ、標的刺激に対して、できるだけ速く正確に、利き手親指でボタン押しをするように教示した。また、標準刺激の画像に対しては、ボタン押しをしないように教示した。ERP1 と ERP2 では、P300 測定と同時に反応時間と誤答数を測定した。VAS1～3 では、疲労感、達成感、集中感の主観評価を実施し、さらに二重課題後の VAS2 においてのみ単語記憶配分率の主観評価も実施した。二重課題時には、RST の評価点算出のため、記憶・報告がされた単語の正解試行数を記録した。

P300 は、本来、課題遂行時に測定するものであるが、本実験では、課題時の朗読によるアーチファクトの混入を避けるため、他の測定項目と同様に課題前後に測定した。

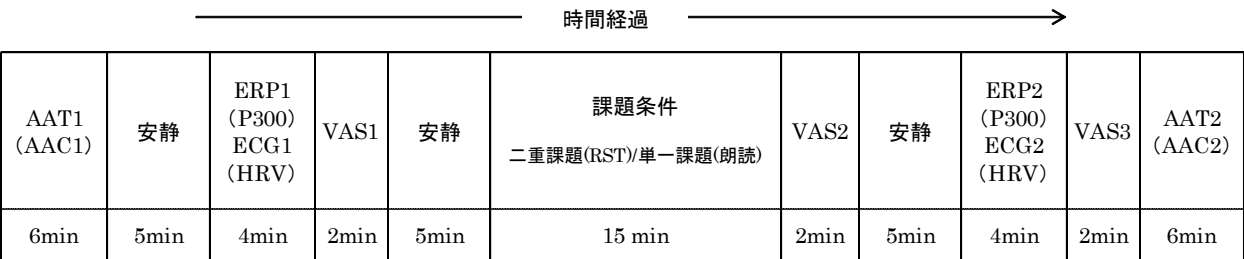


図 4 - 2 実験プロトコル

4.3.7 記録と分析

P300 および AAT の自発脳波は、両側耳朶を基準電極とし、電極は国際 10/20 法に基づき、P300 を頭皮上の Fz、Cz、Pz の 3 部位から、AAT の自発脳波を O1、O2、C3、C4 の 4 部位から導出した。P300 測定における時定数は、3.2 秒(ローカットフィルタ 0.05Hz)、ハイカットフィルタは 50Hz とした。AAT の自発脳波測定における時定数は 0.3 秒 (ローカットフィルタ 0.5Hz)、ハイカットフィルタは 30Hz とした。電極と皮膚間のインピーダンスは 5k Ω 以下とした。また、P300 の測定と同時に、眼球運動と瞬目によるアーチファクトの有無を確認するため、眼窩高上下縁部に電極を装着して眼球電図 (EOG) を測定した。

得られた ERP 波形は、刺激呈示前 100ms から呈示後 900ms までの区間を、アーチファクトの影響が見られる試行と誤反応試行を除外し、被験者、課題、測定部位ごとに 20 回の加算平均をして求めた。ベースラインは刺激呈示前 100ms 間の平均電位とした。P300 は、標的刺激呈示後 250～500ms に生じる最大陽性波のピークとし、部位ごとに振幅と潜時を求めた。ただし、P300 の測定では、全部位で陽性波が確認できない場合があることから、本実験では画像刺激を用いた測定において、Cz 部位で P300 波形が認められた場合は分析対象とした。画像選択反応課題による反応時間と誤答数は、標的刺激に対する刺激呈示後 100～500ms 内のボタン押しを正反応とし、反応時間と誤答数を算出した。

ECG は、CM₅ 誘導 (胸骨上端(-)と胸部誘導 V₅(+)間の電位差) により、時定数 0.3 秒 (ローカットフィルタ 0.5Hz)、ハイカットフィルタ 300Hz にて測定した。得られた ECG 波形は、R 波の間隔を算出して心拍変動性 (HRV) を求め、高速フーリエ変換 (fast fourier transform : 以下 FFT) により周波数分析し、心拍数および LF と HF のパワー値を算出した。

AAT の自発脳波は、閉開眼 1 分毎に FFT 解析をして、 α 波帯域 (8.0～12.8Hz) のパワー値を算出した。その値を元に、図 4 - 3 の式にしたがって α 波減衰係数 (AAC) を算出した。

$$\alpha \text{ 波減衰係数(AAC)} = \frac{\text{閉眼時 } \alpha \text{ 波総パワー値 (1回目+2回目+3回目)}}{\text{開眼時 } \alpha \text{ 波総パワー値 (1回目+2回目+3回目)}}$$

図 4 - 3 AAC の算出式

4.3.8 統計解析

統計解析では、二重課題および単一課題前後の測定値から変化率を算出して分析した。P300 振幅変化率と P300 潜時変化率は、ERP1 の P300 値に対する ERP2 の P300 値の割合を算出した。反応時間についても同様に変化率を算出した。誤答数は、課題前後の測定値に「0」の被験者がいたことから、すべての値に「+1」として、P300 値と同様に変化率を算出した。

心拍数変化率、LF/HF 変化率、HF 変化率は、ECG1 に対する ECG2 の割合を算出した。AAC 変化率は、AAC1 に対する AAC2 の割合を算出した。疲労感、達成感、集中感の変化率は、VAS1 に対する VAS2 の割合を算出して VASII とし、また VAS1 に対する VAS3 の割合を算出して VASIII とした。

STAI 特性不安値と各測定値（P300 振幅変化率、P300 潜時変化率、反応時間変化率、誤答数変化率、心拍数変化率、LF/HF 変化率、HF 変化率、AAC 変化率、主観評価の疲労感、達成感、集中感における VASII と VASIII、単語記憶配分率、RST 評価点）との関係をみるために相関分析を行い、Pearson の相関係数を求めた。有意な相関 ($p < 0.05$) または相関傾向 ($p < 0.10$) が認められた測定項目については、近似直線（一次方程式）も算出した。さらに、不安特性の高不安群と低不安群を比較するために、P300 振幅変化率と P300 潜時変化率では、反復測定による三元配置分散分析（対応のある因子と対応のない因子）を行い、Bonferroni 法（測定部位 3 水準）、対応のある t 検定（二重課題と単一課題の 2 水準）、対応のない t 検定（高不安群と低不安群の 2 水準）にて事後検定を行った。反応時間、誤答数、心拍数、LF/HF、HF、AAC の各変化率では、高不安群と低不安群を比較するために、反復測定による二元配置分散分析（対応のある因子と対応のない因子）を行い、対応のある t 検定（二重課題と単一課題の 2 水準）、対応のない t 検定（高不安群と低不安群の 2 水準）にて事後検定を行った。疲労感、達成感、集中感の VASII と VASIII では、高不安群と低不安群を比較するために、反復測定による三元配置分散分析（対応のある因子と対応のない因子）を行った。この分散分析の要因は、課題条件（二重課題と単一課題の 2 水準）、不安特性（高不安群と低不安群の 2 水準）、測定区間（VASII と VASIII の 2 水準）とした。単語記憶配分率および RST 評価点は、対応のない t 検定（高不安群と低不安群の 2 水準）にて解析した。すべての有意水準は危険率 5% 未満とした。

本来、5 名未満の被験者では分散分析および t 検定を実施しないが、本実験では被験者数の問題から便宜的に実施した。

4.4 結果

4.4.1 ERP

(1) P300 波形

P300 は、二重課題（ERP1、ERP2）において Fz 部位 9 名、Cz 部位 11 名、Pz 部位 11 名、単一課題（ERP1、ERP2）において Fz 部位 9 名、Cz 部位 11 名、Pz 部位 10 名で認められた。図 4 - 4 と図 4 - 5 には、例として被験者 D から得られた単一課題および二重課題後の P300 波形（ERP2）を示す。両課題の 3 部位に共通して P300 波形が認められた被験者は 8 名であった。

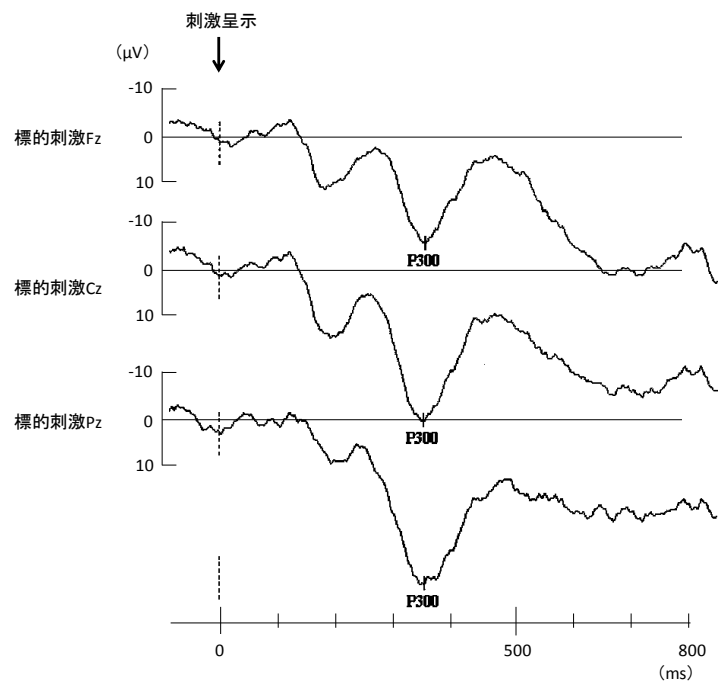


図 4 - 4 被験者 D から得られた単一課題後の P300 波形

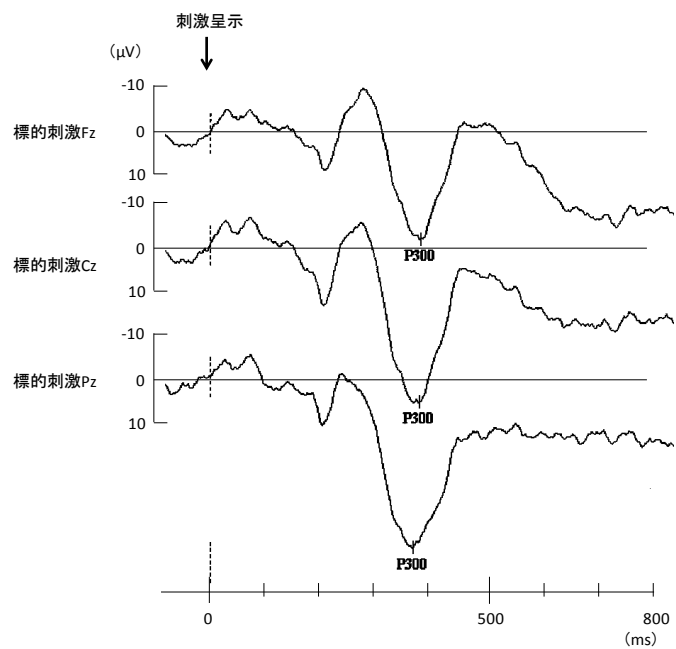


図 4 - 5 被験者 D から得られた二重課題後の P300 波形

(2) P300 振幅

単一課題において、STAI 特性不安値と Cz 部位の P300 振幅変化率の関係を分析したところ、有意な相関は認められなかった ($n=11$, $r=-0.14$, $p=0.68$) (図 4 - 6)。Fz 部位 ($n=9$, $r=-0.45$, $p=0.23$)、Pz 部位 ($n=10$, $r=-0.10$, $p=0.78$) においても同様の結果であった。

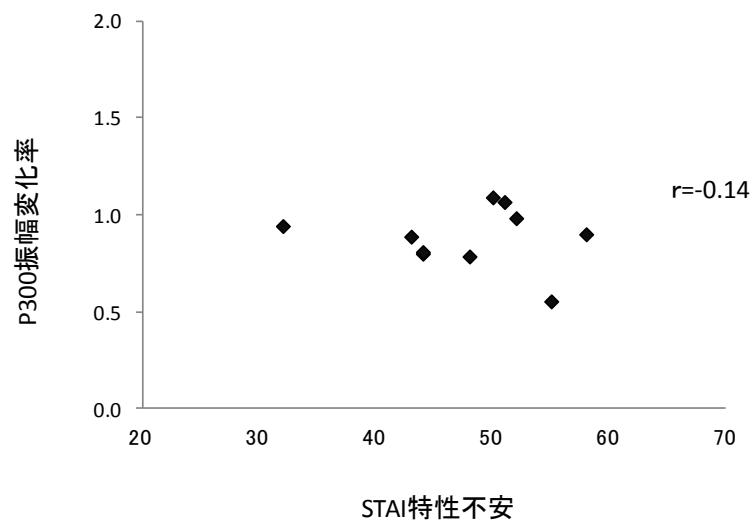


図 4 - 6 単一課題における STAI 特性不安と Cz 部位 P300 振幅変化率の関係
($n=11$, $p=0.68$)

一方、二重課題においては、STAI 特性不安値と Cz 部位の P300 振幅変化率の関係を分析したところ有意な相関が認められ、STAI 特性不安値が高くなるほど P300 振幅変化率は低くなり、1.0 より小さくなった ($n=11$, $r=-0.66$, $p<0.05$) (図 4 - 7)。Fz 部位 ($n=9$, $r=-0.50$, $p=0.17$)、Pz 部位 ($n=11$, $r=-0.55$, $p=0.08$) では統計的に有意な相関は認められなかったが、Pz 部位において相関傾向が示され、STAI 特性不安値が高くなるほど P300 振幅変化率は低くなる傾向が示された。

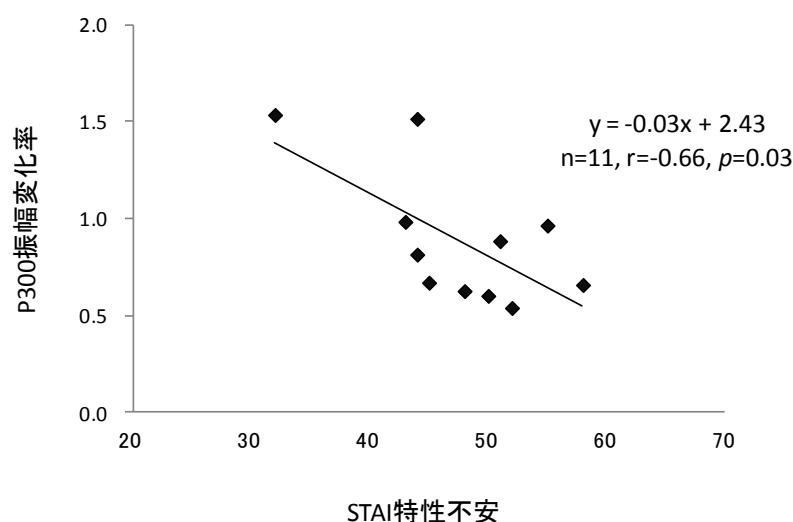


図 4 - 7 二重課題における STAI 特性不安と Cz 部位 P300 振幅変化率の関係
($n=11$, $p<0.05$)

3 部位で P300 波形が認められた 8 名の被験者に対し、P300 振幅変化率を 3 名の低不安群と 5 名の高不安群に分類して、課題条件、不安特性、測定部位を要因とした三元配置分散分析にて解析した。その結果、測定部位と不安特性の交互作用 ($F_{(2,12)}=5.39$, $p<0.05$) に有意な差が認められた。課題条件と不安特性の交互作用 ($F_{(1,6)}=4.21$, $p=0.09$) では統計的に有意な差は認められなかったが、差のある傾向が示された。それ以外の主効果および交互作用では、有意な差は認められなかった (表 4 - 1)。

測定部位ごとに、低不安群と高不安群を比較したところ、Fz 部位において、高不安群の P300 振幅変化率は低不安群に比べて有意に低かった ($p<0.05$) (図 4 - 8)。Cz 部位 ($p=0.51$) および Pz 部位 ($p=0.45$) では、低不安群と高不安群に有意な差は認められなかった。

低・高不安群ごとに測定部位を比較したところ、いずれにおいても有意な差は認められ

なかった。

表 4 - 1 課題条件と不安特性と測定部位を要因とした P300 振幅変化率の三元配置分散分析表
(低不安群:n=3, 高不安群:n=5)

変動因	平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
課題条件	0.46	1	0.46	1.07	0.34
誤差(課題条件)	2.58	6	0.43		
不安特性	0.95	1	0.95	2.42	0.17
誤差(不安特性)	2.35	6	0.39		
課題条件 x 不安特性	1.81	1	1.81	4.21	0.09
測定部位	0.04	2	0.02	0.55	0.59
誤差(測定部位)	0.45	12	0.04		
測定部位 x 不安特性	0.40	2	0.20	5.39	0.02
課題条件 x 測定部位	0.32	2	0.16	1.97	0.18
誤差(課題x測定部位)	0.98	12	0.08		
課題 x 部位 x 不安	0.01	2	0.004	0.05	0.95

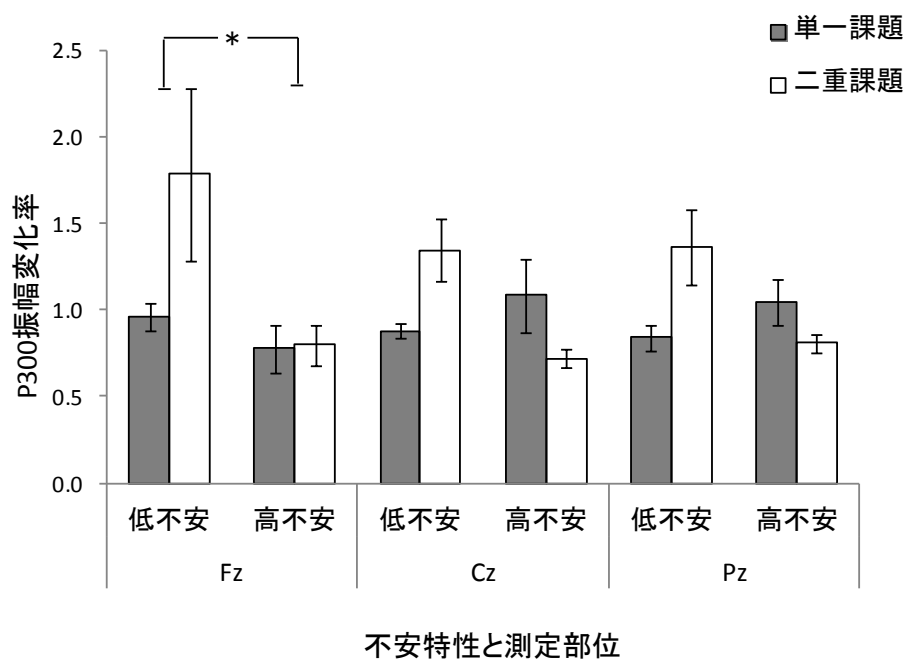


図 4 - 8 不安特性と測定部位ごとの単一課題と二重課題の P300 振幅変化率
(低不安群:n=3, 高不安群:n=5, 平均値±SE, * $p<0.05$)

(3) P300 潜時

単一課題において、STAI 特性不安値と Cz 部位 P300 潜時変化率との関係を検討したところ、有意な相関は認められなかった ($n=11$, $r=0.13$, $p=0.71$) (図 4 - 9)。Fz 部位 ($n=9$, $r=-0.13$, $p=0.74$)、Pz 部位 ($n=10$, $r=-0.10$, $p=0.79$) においても、同様の結果であった。

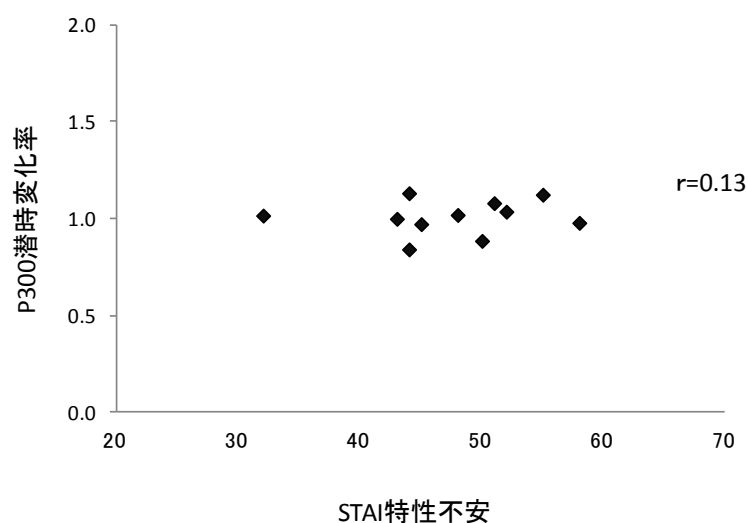


図 4 - 9 単一課題における STAI 特性不安と Cz 部位 P300 潜時変化率の関係
($n=11$, $p=0.71$)

二重課題において、STAI 特性不安値と Cz 部位 P300 潜時変化率との関係を検討したところ、有意な相関は認められなかった ($n=11$, $r=-0.47$, $p=0.14$) (図 4 - 10)。Pz 部位では、有意な相関が認められ、STAI 特性不安値が高くなるほど P300 潜時変化率は低くなった ($n=11$, $r=-0.69$, $p<0.05$) (図 4 - 11)。しかし、近似直線の傾きは-0.004、切片は 1.2 となり、P300 潜時は不安特性によって大きな違いはなかった。Fz 部位では有意な相関は認められなかった ($n=9$, $r=0.27$, $p=0.48$)。

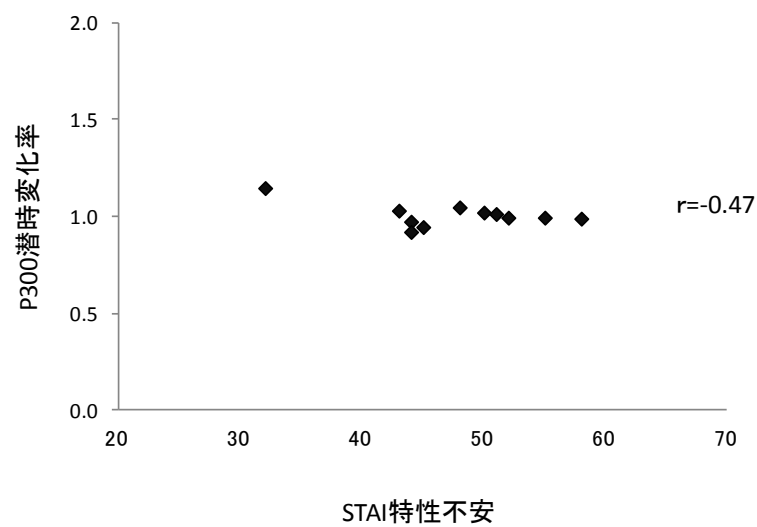


図 4 - 10 二重課題における STAI 特性不安と Cz 部位 P300 潜時変化率の関係
($n=11$, $p=0.14$)

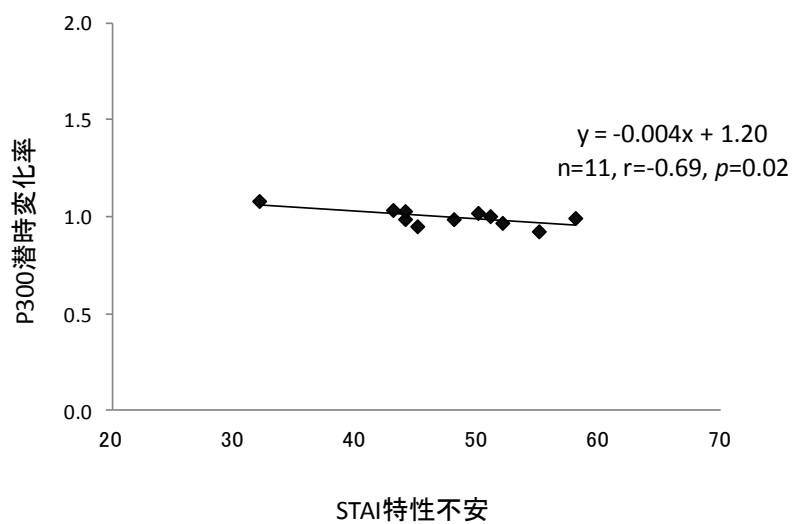


図 4 - 11 二重課題における STAI 特性不安と Pz 部位 P300 潜時変化率の関係
($n=11$, $p<0.05$)

3 部位で P300 波形が認められた 8 名の被験者に対し、P300 潜時変化率を 3 名の低不安群と 5 名の高不安群に分類して、課題条件、不安特性、測定部位を要因とした三元配置分散分析にて解析した。その結果、不安特性の主効果 ($F_{(1,6)}=7.71, p<0.05$) には有意な差が認められた。その他の主効果と交互作用に有意な差は認められなかった (表 4 - 2)。

各測定部位の課題条件ごとに、低不安群と高不安群を比較したところ、Pz 部位の単一課題では、高不安群が低不安群に比べて P300 潜時変化率が有意に低くなった ($p<0.05$) (図 4 - 12)。また、Pz 部位の二重課題においても同様の結果であった ($p<0.01$)。しかし、両課題における高不安群と低不安群の P300 潜時の差は小さく、両群とも課題前後で大きな変化はなかった。Fz 部位の単一課題では、統計的に有意な差は認められなかったが、高不安群が低不安群に比べて P300 潜時変化率が低くなる傾向を示した ($p=0.06$)。Fz 部位の二重課題 ($p=0.76$)、Cz 部位の単一課題 ($p=0.38$) および二重課題 ($p=0.64$) では、有意な差は認められなかった。

表 4 - 2 課題条件と不安特性と測定部位を要因とした P300 潜時変化率の三元配置分散分析表
(低不安群:n=3, 高不安群:n=5)

変動因	平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
課題条件	< 0.001	1	< 0.001	0.02	0.88
誤差 (課題条件)	0.09	6	0.01		
不安特性	0.05	1	0.05	7.71	0.03
誤差 (不安特性)	0.04	6	0.01		
課題条件 x 不安特性	0.01	1	0.01	0.76	0.42
測定部位	0.001	2	< 0.001	0.23	0.80
誤差 (測定部位)	0.03	12	0.002		
測定部位 x 不安特性	0.003	2	0.002	0.78	0.48
課題条件 x 測定部位	0.004	2	0.002	1.65	0.23
誤差 (課題x測定部位)	0.01	12	0.001		
課題 x 部位 x 不安	0.003	2	0.002	1.52	0.26

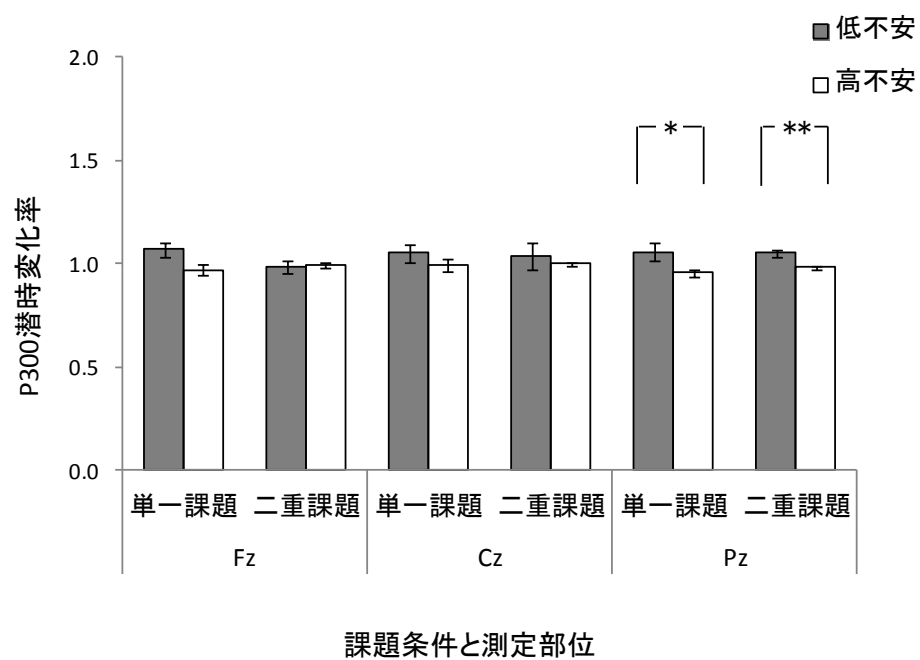


図 4 - 12 課題条件と測定部位ごとの低不安群と高不安群の P300 潜時変化率
(低不安群:n=3, 高不安群:n=5, 平均値±SE, ** $p<0.01$, * $p<0.05$)

4.4.2 パフォーマンス

(1) 反応時間

単一課題において、STAI 特性不安値と反応時間変化率との関係を検討したところ、有意な相関は認められなかった ($n=11$, $r=-0.08$, $p=0.81$) (図 4 - 13)。また、二重課題においても、同様の結果であった ($n=11$, $r=-0.42$, $p=0.19$) (図 4 - 14)。

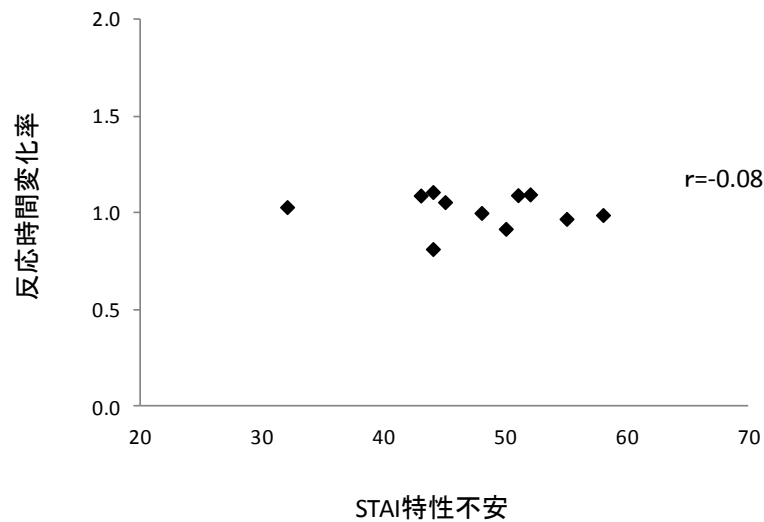


図 4 - 13 単一課題における STAI 特性不安と反応時間変化率の関係
($n=11$, $p=0.81$)

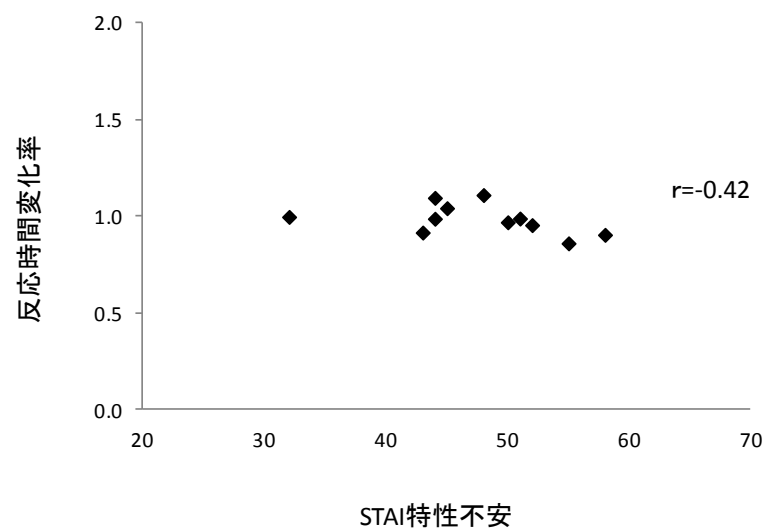


図 4 - 14 二重課題における STAI 特性不安と反応時間変化率の関係
($n=11$, $p=0.19$)

反応時間変化率を 3 名の低不安群と 8 名の高不安群に分類し、課題条件と不安特性を要因とした二元配置分散分析にて解析した。その結果、課題条件の主効果 ($F_{(1,9)}=1.43$, $p=0.26$)、不安特性の主効果 ($F_{(1,9)}=1.71$, $p=0.22$)、課題条件と不安特性の交互作用 ($F_{(1,9)}=0.62$, $p=0.45$) に有意な差は認められなかった (表 4 - 3) (図 4 - 15)。

表 4 - 3 課題条件と不安特性を要因とした反応時間変化率の二元配置分散分析表
(低不安群:n=3, 高不安群:n=8)

変動因	平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
課題条件	0.01	1	0.01	1.43	0.26
誤差 (課題条件)	0.05	9	0.01		
不安特性	0.01	1	0.01	1.71	0.22
誤差 (不安特性)	0.07	9	0.01		
課題条件 x 不安特性	0.004	1	0.004	0.62	0.45

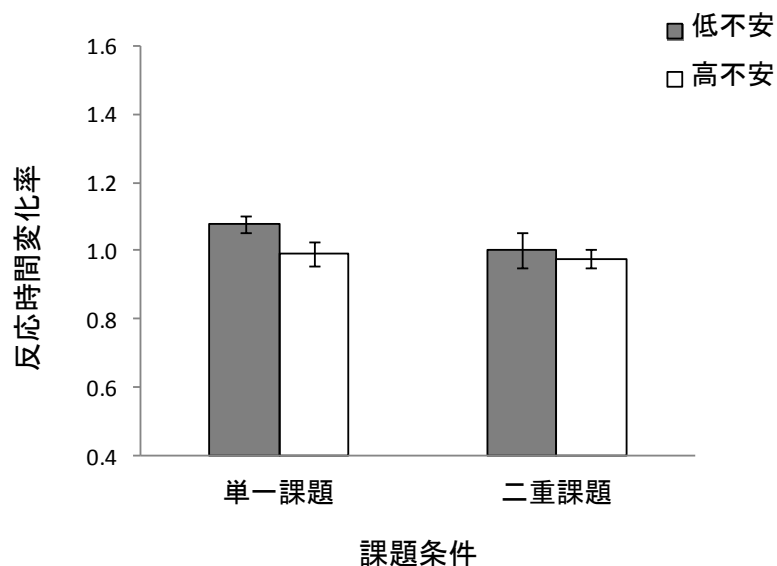


図 4 - 15 課題条件ごとの低不安群と高不安群の反応時間変化率
(低不安群:n=3, 高不安群:n=8, 平均値±SE)

(2) 誤答数

単一課題において、STAI 特性不安値と誤答数変化率との関係を検討したところ、有意な相関は認められなかった ($n=11$, $r=0.30$, $p=0.38$) (図 4 - 16)。また、二重課題においても、同様の結果であった ($n=11$, $r=0.38$, $p=0.24$) (図 4 - 17)。

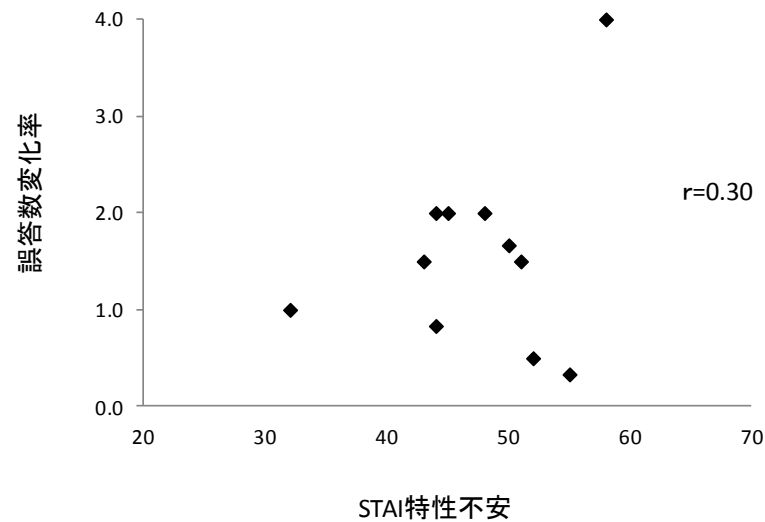


図 4 - 16 単一課題における STAI 特性不安と誤答数変化率の関係
($n=11$, $p=0.38$)

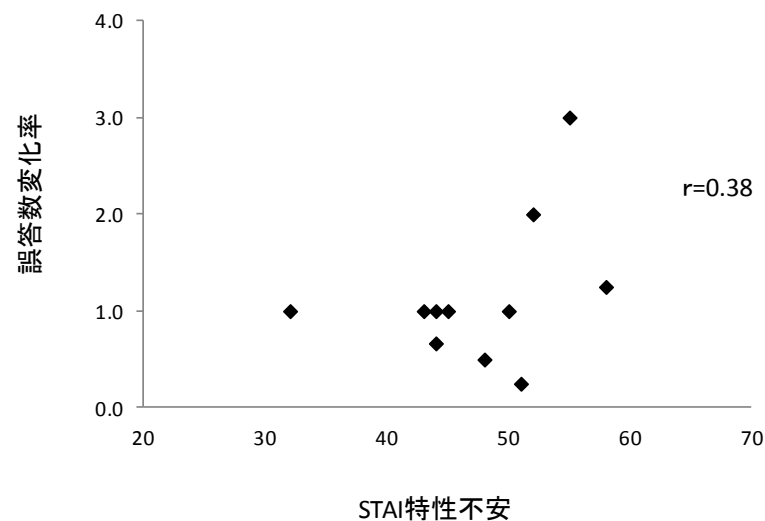


図 4 - 17 二重課題における STAI 特性不安と誤答数変化率の関係
($n=11$, $p=0.24$)

誤答数変化率を3名の低不安群と8名の高不安群に分類し、課題条件と不安特性を要因とした二元配置分散分析にて解析した。その結果、課題条件の主効果 ($F_{(1,9)}=0.48$, $p=0.51$)、不安特性の主効果 ($F_{(1,9)}=2.50$, $p=0.15$)、課題条件と不安特性の交互作用 ($F_{(1,9)}=0.07$, $p=0.80$) に有意な差は認められなかった (表 4 - 4) (図 4 - 18)。

表 4 - 4 課題条件と不安特性を要因とした誤答数変化率の二元配置分散分析表
(低不安群:n=3, 高不安群:n=8)

変動因	平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
課題条件	0.57	1	0.57	0.48	0.51
誤差 (課題条件)	10.66	9	1.18		
不安特性	1.09	1	1.09	2.50	0.15
誤差 (不安特性)	3.92	9	0.44		
課題条件 × 不安特性	0.08	1	0.08	0.07	0.80

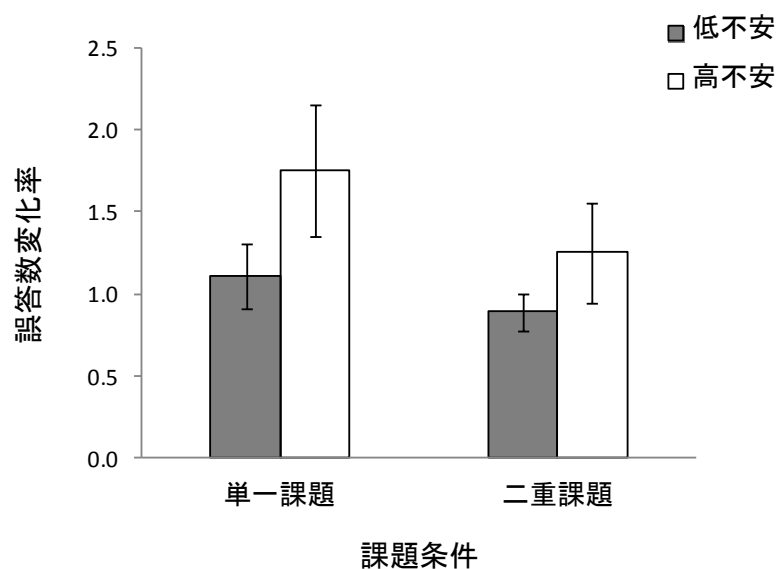


図 4 - 18 課題条件ごとの低不安群と高不安群の誤答数変化率
(低不安群:n=3, 高不安群:n=8, 平均値±SE)

4.4.3 自律神経活動

自律神経活動は、ECG 波形の基線の乱れが大きくて解析できなかった 2 名の被験者を除き、9 名の被験者にて解析した。

(1) 心拍数

単一課題において、STAI 特性不安値と心拍数変化率との関係を検討したところ、有意な相関は認められなかった ($n=9$, $r=-0.01$, $p=0.99$) (図 4 - 19)。また、二重課題においても、同様の結果であった ($n=9$, $r=0.26$, $p=0.51$) (図 4 - 20)。

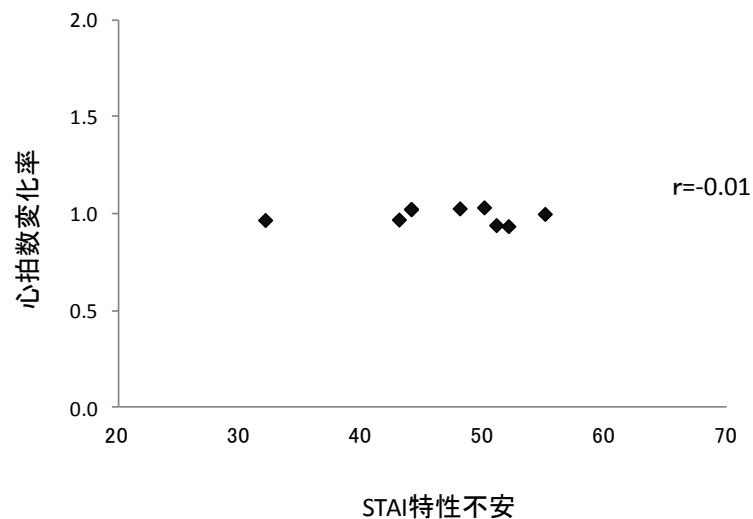


図 4 - 19 単一課題における STAI 特性不安と心拍数変化率の関係
($n=9$, $p=0.99$)

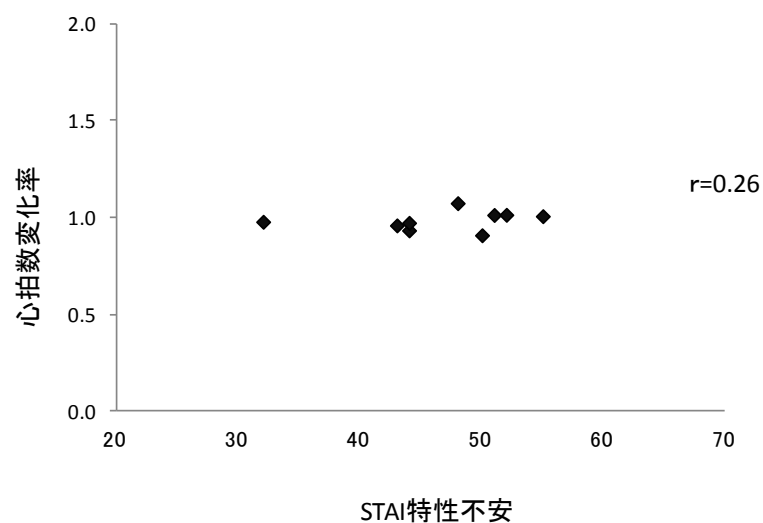


図 4 - 20 二重課題における STAI 特性不安と心拍数変化率の関係
($n=9$, $p=0.51$)

心拍数変化率を 3 名の低不安群と 6 名の高不安群に分類し、課題条件と不安特性を要因とした二元配置分散分析にて解析した。その結果、課題条件の主効果 ($F_{(1,7)}=0.13$, $p=0.73$)、不安特性の主効果 ($F_{(1,7)}=0.50$, $p=0.50$)、課題条件と不安特性の交互作用 ($F_{(1,7)}=0.09$, $p=0.78$) に有意な差は認められなかった (表 4 - 5) (図 4 - 21)。

表 4 - 5 課題条件と不安特性を要因とした心拍数変化率の二元配置分散分析表
(低不安群: $n=3$, 高不安群: $n=6$)

変動因	平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
課題条件	< 0.001	1	< 0.001	0.13	0.73
誤差 (課題条件)	0.02	7	0.003		
不安特性	0.001	1	0.001	0.50	0.50
誤差 (不安特性)	0.01	7	0.002		
課題条件 x 不安特性	< 0.001	1	< 0.001	0.09	0.78

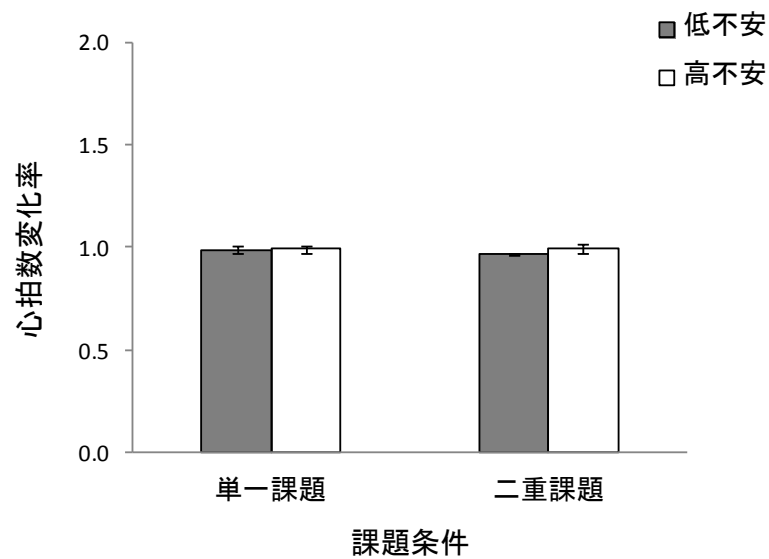


図 4 - 21 課題条件ごとの低不安群と高不安群の心拍数変化率
(低不安群:n=3, 高不安群:n=6, 平均値±SE)

(2) 交感神経活動

単一課題において、STAI 特性不安値と LF/HF (交感神経活動) 変化率との関係を検討したところ、有意な相関は認められなかった ($n=9$, $r=-0.24$, $p=0.54$) (図 4 - 22)。一方、二重課題においては、有意な相関は認められなかったが、相関傾向が示され、STAI 特性不安値が高くなるほど LF/HF 変化率が高くなる傾向を示した ($n=9$, $r=0.61$, $p=0.08$) (図 4 - 23)。

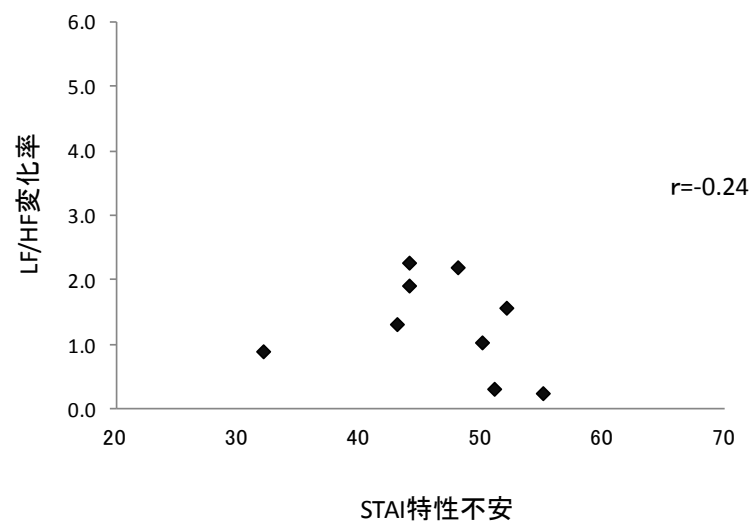


図 4 - 22 単一課題における STAI 特性不安と LF/HF 変化率の関係
($n=9$, $p=0.54$)

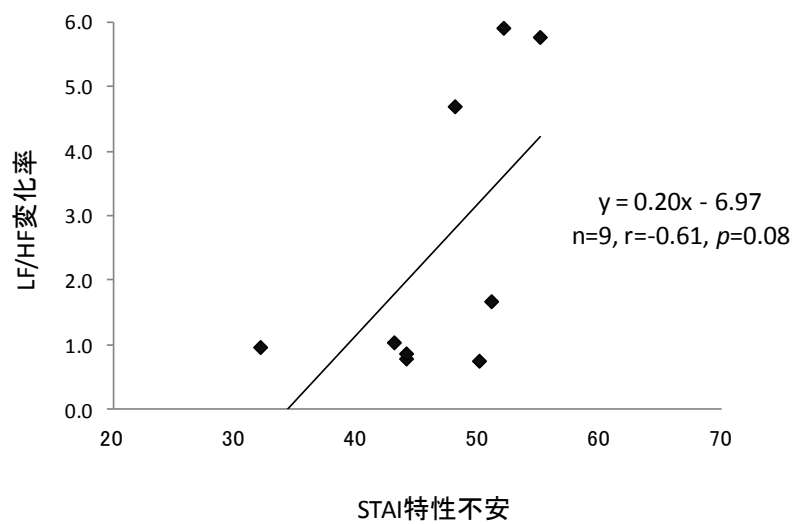


図 4 - 23 二重課題における STAI 特性不安と LF/HF 変化率の関係
($n=9$, $p=0.08$)

LF/HF（交感神経活動）変化率を3名の低不安群と6名の高不安群に分類し、課題条件と不安特性を要因とした二元配置分散分析にて解析した。その結果、課題条件の主効果（ $F_{(1,7)}=0.95$, $p=0.36$ ）、不安特性の主効果（ $F_{(1,7)}=2.06$, $p=0.19$ ）、課題条件と不安特性の交互作用（ $F_{(1,7)}=2.23$, $p=0.18$ ）に有意な差は認められなかった（表4-6）（図4-24）。

表4-6 課題条件と不安特性を要因とした LF/HF 変化率の二元配置分散分析表
（低不安群:n=3, 高不安群:n=6）

変動因	平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
課題条件	2.49	1	2.49	0.95	0.36
誤差(課題条件)	18.23	7	2.60		
不安特性	4.85	1	4.85	2.06	0.19
誤差(不安特性)	16.51	7	2.36		
課題条件 x 不安特性	5.81	1	5.81	2.23	0.18

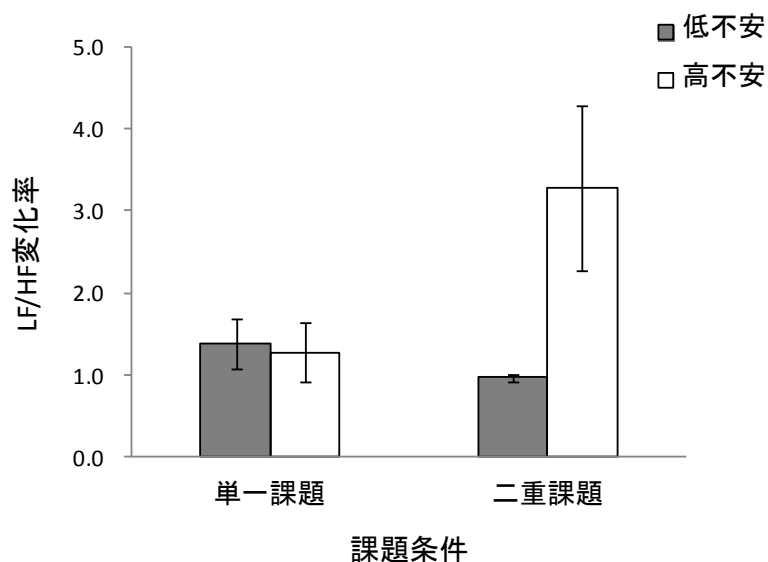


図4-24 課題条件ごとの低不安群と高不安群の LF/HF 変化率
（低不安群:n=3, 高不安群:n=6, 平均値±SE）

(3) 副交感神経活動

単一課題において、STAI 特性不安値と HF（副交感神経活動）変化率との関係を検討したところ、有意な相関は認められなかった（ $n=9$, $r=0.16$, $p=0.69$ ）（図 4 - 25）。また、二重課題においても、同様の結果であった（ $n=9$, $r=-0.34$, $p=0.37$ ）（図 4 - 26）。

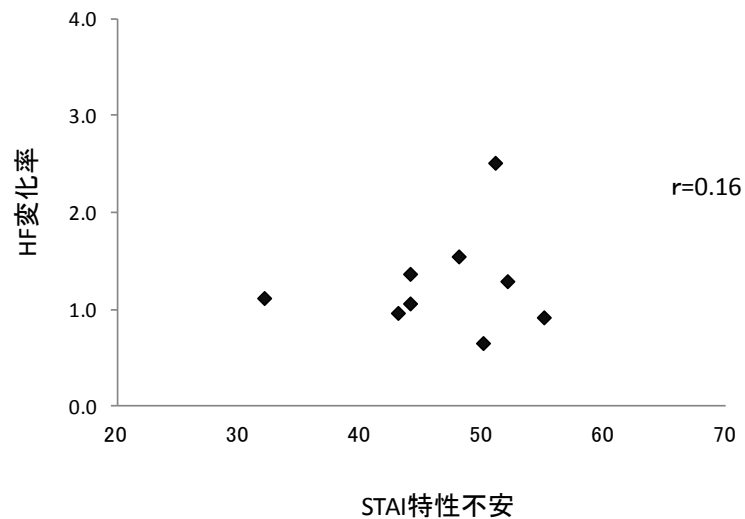


図 4 - 25 単一課題における STAI 特性不安と HF 変化率の関係
($n=9$, $p=0.69$)

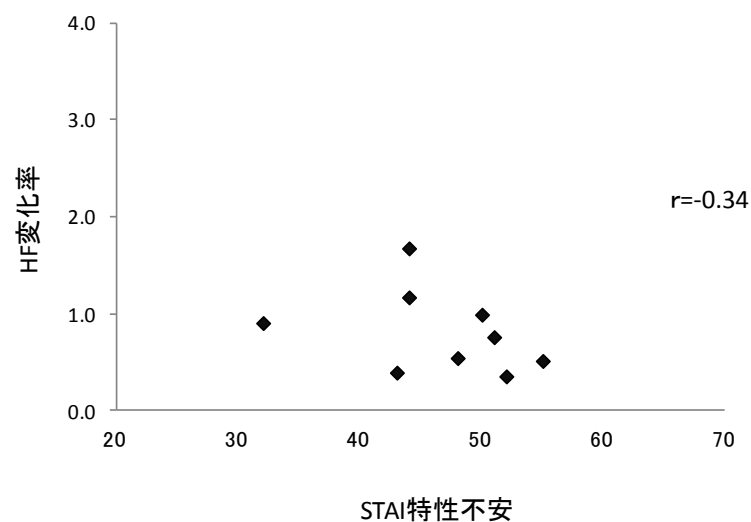


図 4 - 26 二重課題における STAI 特性不安と HF 変化率の関係
($n=9$, $p=0.37$)

HF（副交感神経活動）変化率を3名の低不安群と6名の高不安群に分類し、課題条件と不安特性を要因とした二元配置分散分析にて解析した。その結果、課題条件の主効果（ $F_{(1,7)}=0.95$, $p=0.36$ ）、不安特性の主効果（ $F_{(1,7)}=2.06$, $p=0.19$ ）、課題条件と不安特性の交互作用（ $F_{(1,7)}=2.23$, $p=0.18$ ）に有意な差は認められなかった（表4-7）（図4-27）。

表4-7 課題条件と不安特性を要因としたHF変化率の二元配置分散分析表
（低不安群:n=3, 高不安群:n=6）

変動因	平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
課題条件	0.52	1	0.52	2.13	0.19
誤差(課題条件)	1.70	7	0.24		
不安特性	0.004	1	0.004	0.02	0.90
誤差(不安特性)	1.69	7	0.24		
課題条件 x 不安特性	0.36	1	0.36	1.50	0.26

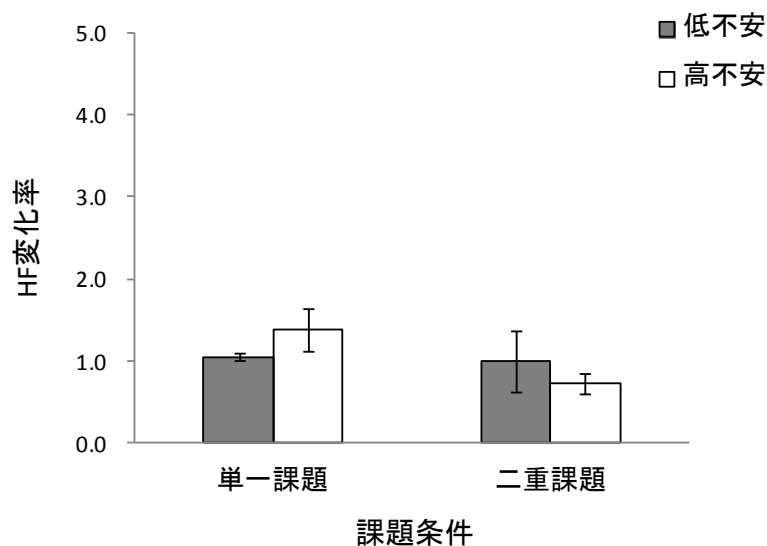


図4-27 課題条件ごとの低不安群と高不安群のHF変化率
（低不安群:n=3, 高不安群:n=6, 平均値±SE）

4.4.4 AAC

単一課題において、STAI 特性不安値と AAC（覚醒水準）変化率との関係を検討したところ、有意な相関は認められなかった（ $n=11$, $r=-0.51$, $p=0.11$ ）（図 4 - 28）。一方、二重課題では有意な相関が認められ、STAI 特性不安値が高くなるほど、AAC 変化率は低下した（ $n=11$, $r=-0.61$, $p<0.05$ ）（図 4 - 29）。しかし、STAI 特性不安値の高い人の AAC 変化率は約 1.0 であり、二重課題前後で大きな変化はなかった。

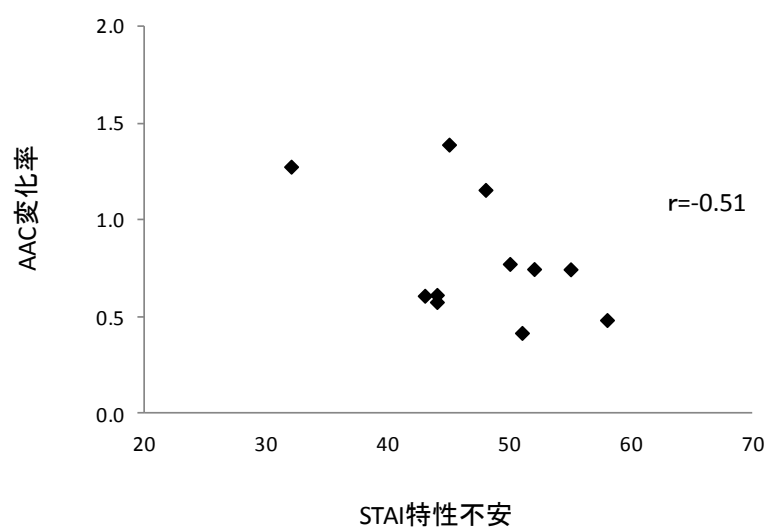


図 4 - 28 単一課題における STAI 特性不安と AAC 変化率の関係
($n=11$, $p=0.11$)

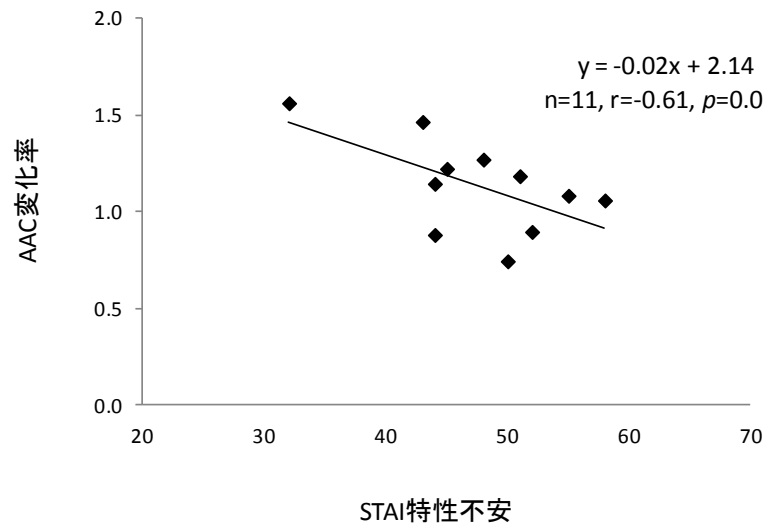


図 4 - 29 二重課題における STAI 特性不安と AAC 変化率の関係
($n=11$, $p<0.05$)

AAC（覚醒水準）変化率を 3 名の低不安群と 8 名の高不安群に分類し、課題条件と不安特性を要因とした二元配置分散分析にて解析した。その結果、課題条件の主効果（ $F_{(1,9)}=16.08$, $p<0.01$ ）に有意な差が認められた。しかし、不安特性の主効果（ $F_{(1,9)}=1.40$, $p=0.27$ ）、課題条件と不安特性の交互作用（ $F_{(1,9)}=2.41$, $p=0.16$ ）に有意な差は認められなかった（表 4 - 8）。

単一課題と二重課題を比較したところ、二重課題の AAC 変化率は、単一課題に比べ、有意に高くなった（ $p<0.01$ ）（図 4 - 30）。

表 4 - 8 課題条件と不安特性を要因とした AAC 変化率の二元配置分散分析表
(低不安群: $n=3$, 高不安群: $n=8$)

変動因	平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
課題条件	0.74	1	0.74	16.08	0.003
誤差 (課題条件)	0.41	9	0.05		
不安特性	0.16	1	0.16	1.40	0.27
誤差 (不安特性)	1.00	9	0.11		
課題条件 × 不安特性	0.11	1	0.11	2.41	0.16

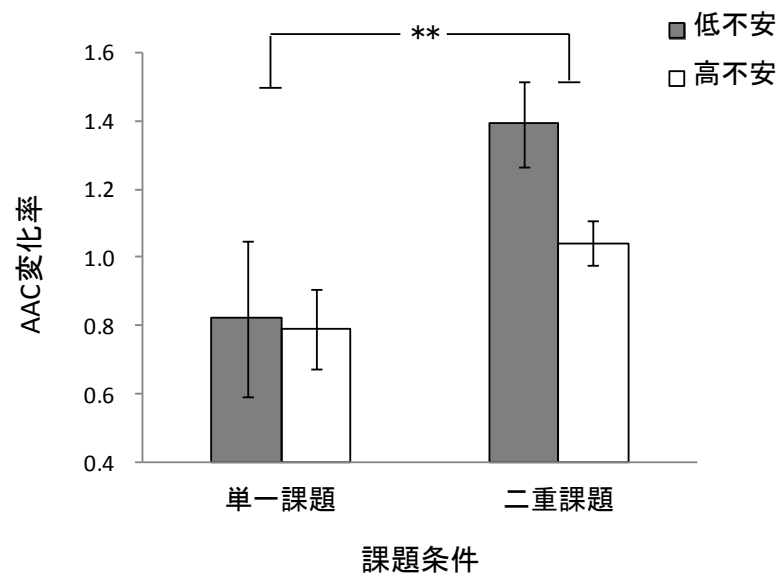


図 4 - 30 課題条件ごとの低不安群と高不安群の AAC 変化率
(低不安群:n=3, 高不安群:n=8, 平均値±SE, ** $p<0.01$)

4.4.5 主観評価

(1) 疲労感

VASⅡ（VAS1 に対する VAS2 の割合）において、STAI 特性不安値と疲労感変化率との関係を検討したところ、単一課題（ $n=11$, $r=-0.45$, $p=0.17$ ）（図 4 - 31）に有意な相関は認められなかった。二重課題においては、有意な相関が認められ、STAI 特性不安値が高くなるほど、疲労感変化率は低下した（ $n=11$, $r=-0.69$, $p<0.05$ ）（図 4 - 32）。しかし、STAI 特性不安値の高い人の疲労感変化率は約 1.5 であり、二重課題前に比べてわずかに疲労感が増えている程度であった。VASⅢ（VAS1 に対する VAS3 の割合）において、単一課題（ $n=11$, $r=-0.29$, $p=0.39$ ）（図 4 - 33）、二重課題（ $n=11$, $r=0.07$, $p=0.84$ ）（図 4 - 34）に有意な相関は認められなかった。

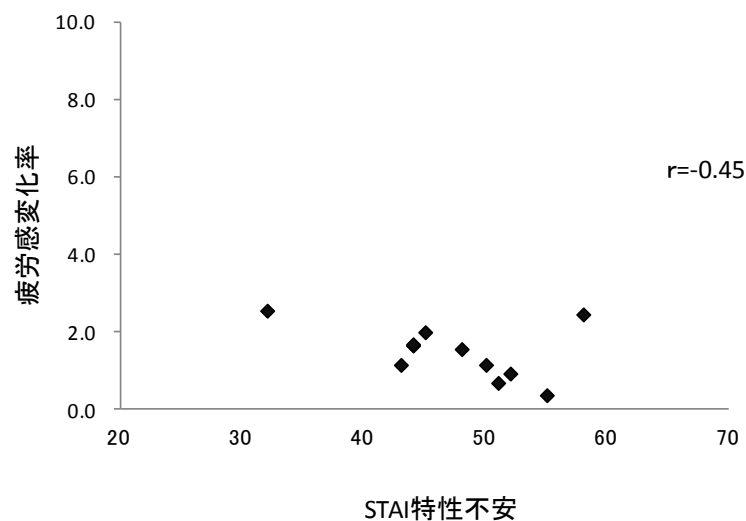


図 4 - 31 VASⅡ 単一課題における STAI 特性不安と疲労感変化率の関係
($n=11$, $p=0.17$)

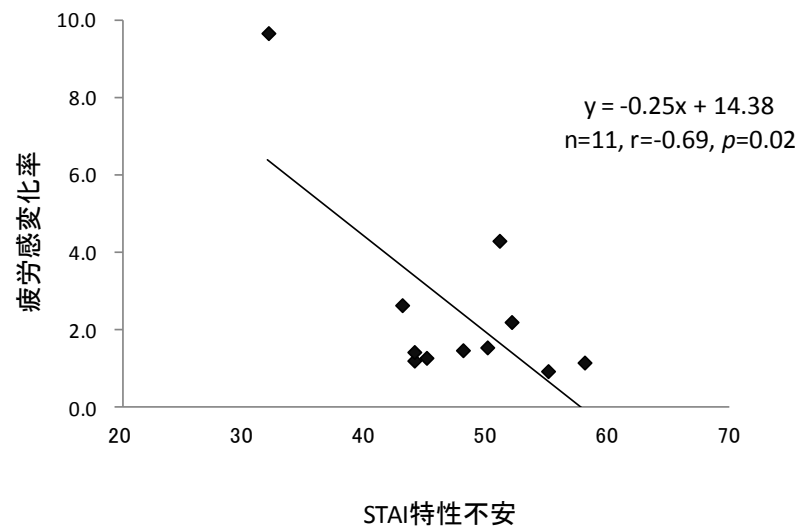


図 4 - 32 VASⅡ二重課題における STAI 特性不安と疲労感変化率の関係
($n=11$, $p<0.05$)

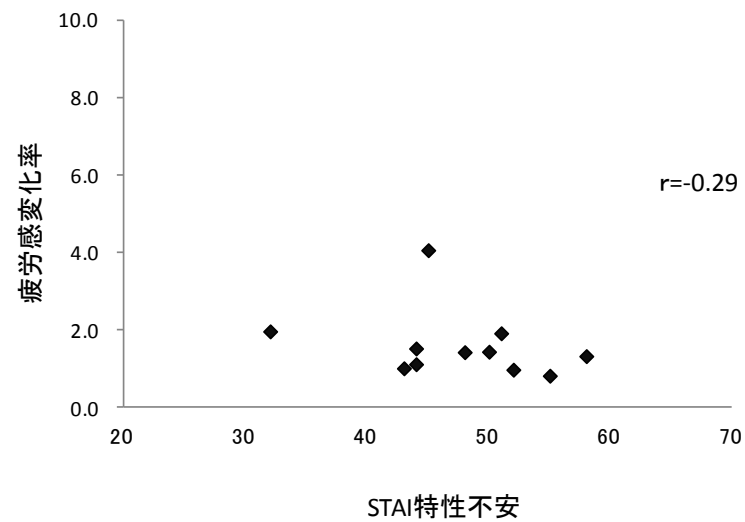


図 4 - 33 VASⅢ単一課題における STAI 特性不安と疲労感変化率の関係
($n=11$, $p=0.39$)

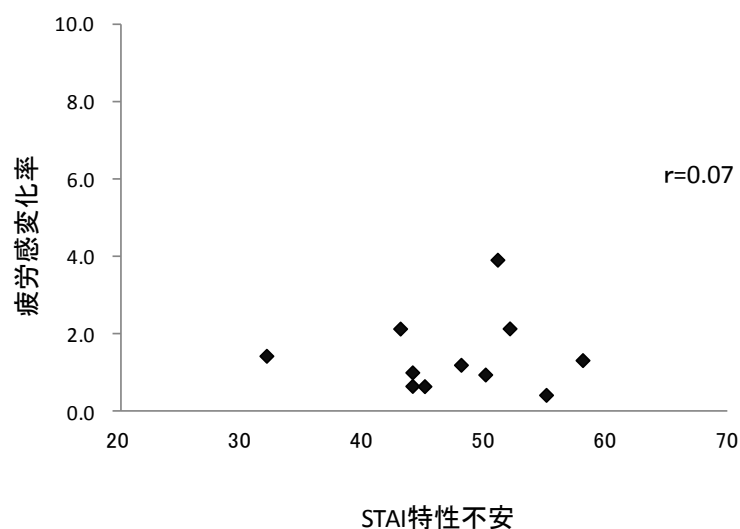


図 4 - 34 VASⅢ二重課題における STAI 特性不安と疲労感変化率の関係
($n=11$, $p=0.84$)

疲労感変化率を 3 名の低不安群と 8 名の高不安群に分類し、課題条件、不安特性、測定区間を要因とした三元配置分散分析にて解析した。その結果、課題条件の主効果 ($F_{(1,9)}=2.29$, $p=0.16$)、不安特性の主効果 ($F_{(1,9)}=1.79$, $p=0.21$) に有意な差は認められなかった (表 4 - 9)。測定区間の主効果 ($F_{(1,9)}=5.08$, $p=0.051$)、測定区間と不安特性の交互作用 ($F_{(1,9)}=4.99$, $p=0.052$)、課題条件と測定区間の交互作用 ($F_{(1,9)}=4.54$, $p=0.06$) は統計的に有意でなかったが、差のある傾向が示された。その他の交互作用に有意な差は認められなかった (図 4 - 35)。

表 4 - 9 課題条件と不安特性と測定区間を要因とした疲労感変化率の三元配置分散分析表
(低不安群:n=3, 高不安群:n=8)

変動因	平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
課題条件	5.21	1	5.21	2.29	0.16
誤差(課題条件)	20.51	9	2.28		
不安特性	5.09	1	5.09	1.79	0.21
誤差(不安特性)	25.62	9	2.85		
課題条件 x 不安特性	4.29	1	4.29	1.88	0.20
測定区間	6.65	1	6.65	5.08	0.051
誤差(測定区間)	11.77	9	1.31		
測定区間 x 不安特性	6.53	1	6.53	4.99	0.052
課題条件 x 測定区間	5.99	1	5.99	4.54	0.06
誤差(課題x測定区間)	11.88	9	1.32		
課題 x 測定 x 不安	2.03	1	2.03	1.53	0.25

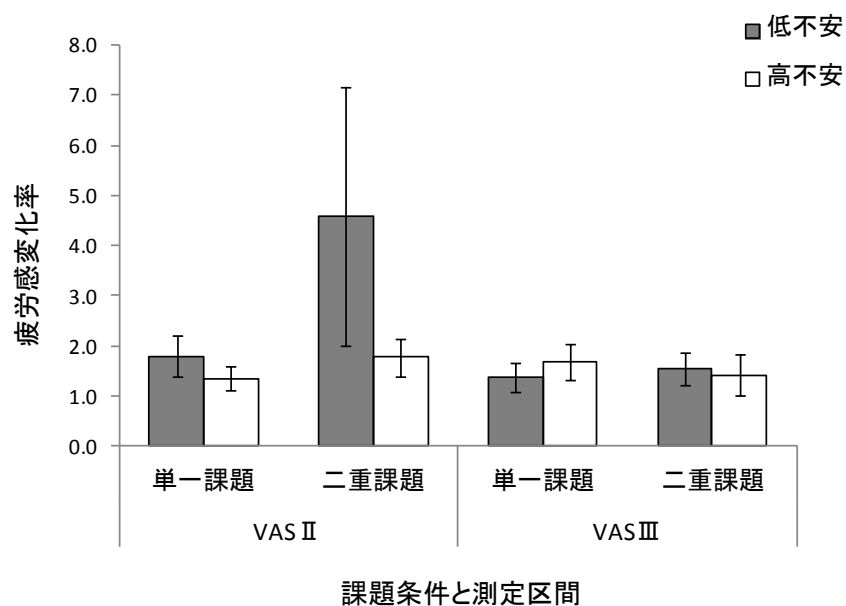


図 4 - 35 課題条件と測定区間ごとの低不安群と高不安群の疲労感変化率
(低不安群:n=3, 高不安群:n=8, 平均値±SE)

(2) 達成感

VASⅡにおいて、STAI 特性不安値と達成感変化率との関係を検討したところ、単一課題 ($n=11$, $r=0.36$, $p=0.28$) (図 4 - 36)、二重課題 ($n=11$, $r=-0.06$, $p=0.87$) (図 4 - 37) に有意な相関は認められなかった。また、VASⅢにおいても、単一課題 ($n=11$, $r=0.21$, $p=0.53$) (図 4 - 38)、二重課題 ($n=11$, $r=0.09$, $p=0.79$) (図 4 - 39) に有意な相関は認められなかった。

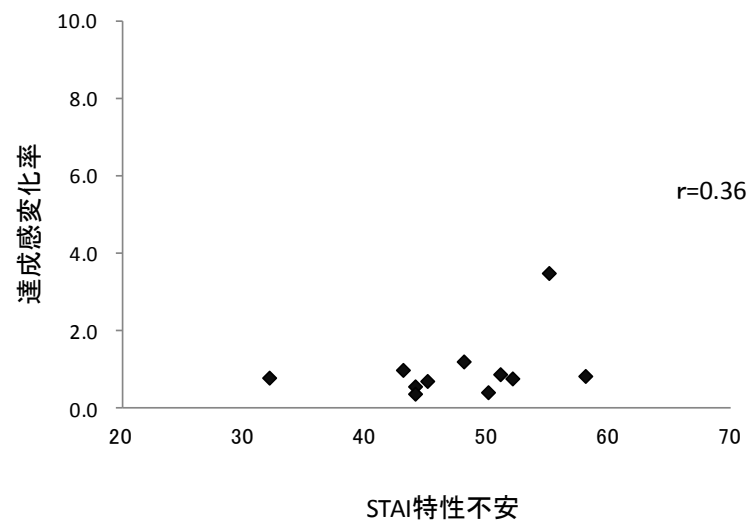


図 4 - 36 VASⅡ 単一課題における STAI 特性不安と達成感変化率の関係
($n=11$, $p=0.28$)

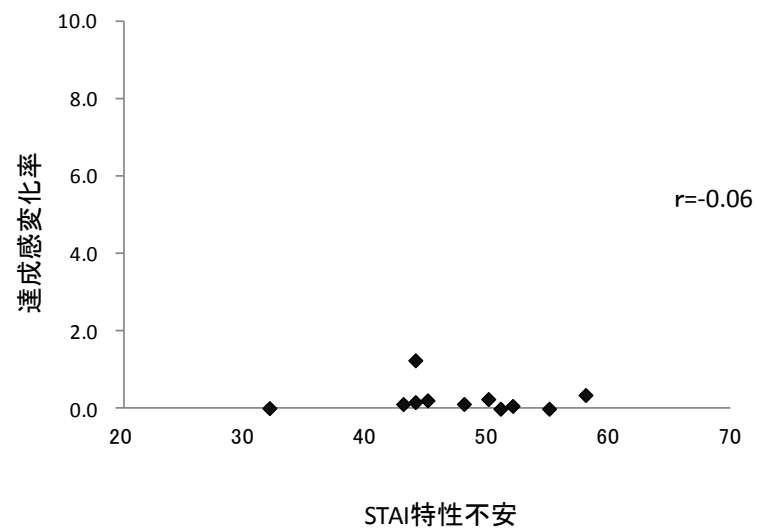


図 4 - 37 VASⅡ二重課題における STAI 特性不安と達成感変化率の関係
($n=11$, $p=0.87$)

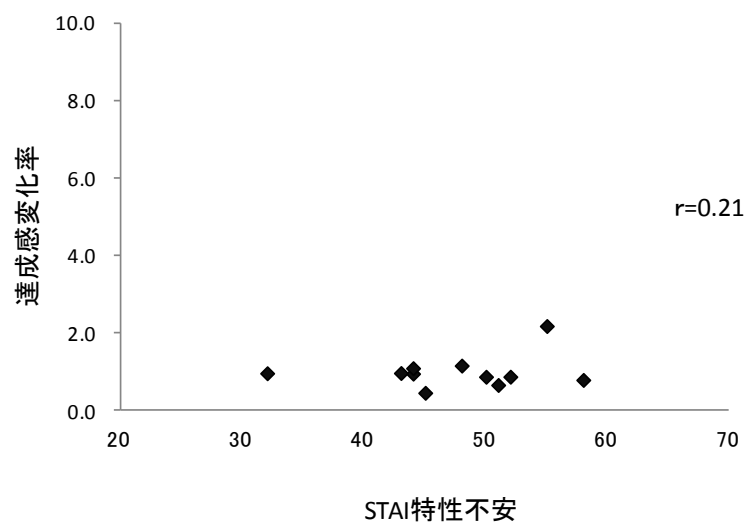


図 4 - 38 VASⅢ単一課題における STAI 特性不安と達成感変化率の関係
($n=11$, $p=0.39$)

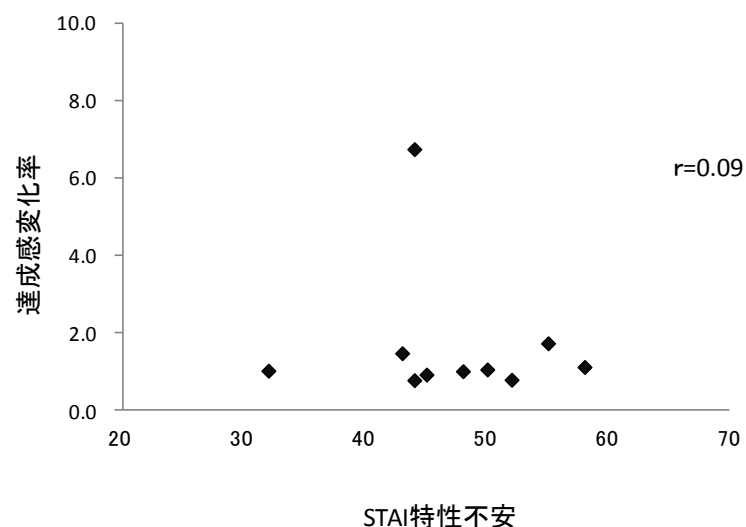


図 4 - 39 VASⅢ二重課題における STAI 特性不安と達成感変化率の関係
($n=11$, $p=0.79$)

達成感変化率を 3 名の低不安群と 8 名の高不安群に分類し、課題条件、不安特性、測定区間を要因とした三元配置分散分析にて解析した。その結果、測定区間の主効果 ($F_{(1,9)}=4.43$, $p=0.06$)、課題条件と測定区間の交互作用 ($F_{(1,9)}=3.78$, $p=0.08$) は統計的に有意でなかったが、差のある傾向が認められた (表 4 - 10)。その他の主効果と交互作用に有意な差は認められなかった (図 4 - 40)。

表 4 - 10 課題条件と不安特性と測定区間を要因とした達成感変化率の三元配置分散分析表
(低不安群: $n=3$, 高不安群: $n=8$)

変動因	平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
課題条件	2.64	1	2.64	0.65	0.44
誤差 (課題条件)	36.77	9	4.09		
不安特性	0.24	1	0.24	0.07	0.80
誤差 (不安特性)	31.39	9	3.49		
課題条件 x 不安特性	1.10	1	1.10	0.27	0.62
測定区間	13.67	1	13.67	4.43	0.06
誤差 (測定区間)	27.80	9	3.09		
測定区間 x 不安特性	0.37	1	0.37	0.12	0.74
課題条件 x 測定区間	11.89	1	11.89	3.78	0.08
誤差 (課題x測定区間)	28.30	9	3.14		
課題 x 測定 x 不安	< 0.001	1	< 0.001	< 0.001	1.00

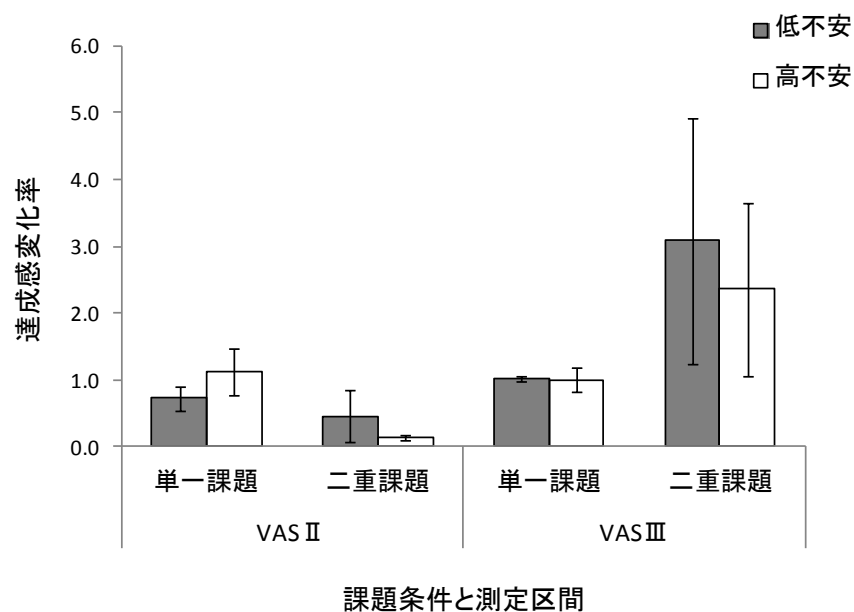


図 4 - 40 課題条件と測定区間ごとの低不安群と高不安群の達成感変化率
(低不安群:n=3, 高不安群:n=8, 平均値±SE)

(3) 集中感

VAS II において、STAI 特性不安値と集中感変化率との関係を検討したところ、単一課題 (n=11, $r=0.22$, $p=0.52$) (図 4 - 41)、二重課題 (n=11, $r=0.16$, $p=0.63$) (図 4 - 42) に有意な相関は認められなかった。また、VAS III においても、単一課題 (n=11, $r=-0.20$, $p=0.56$) (図 4 - 43) および二重課題 (n=11, $r=0.17$, $p=0.62$) (図 4 - 44) に有意な相関は認められなかった。

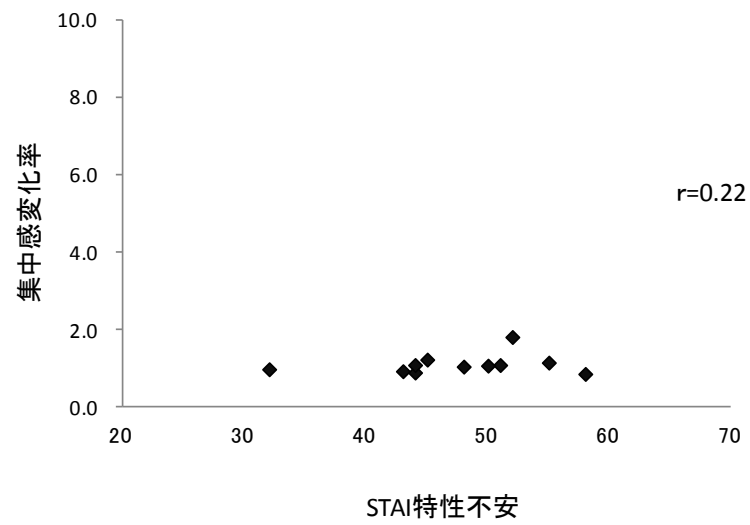


図 4 - 41 VAS II 単一課題における STAI 特性不安と集中感変化率の関係
($n=11$, $p=0.52$)

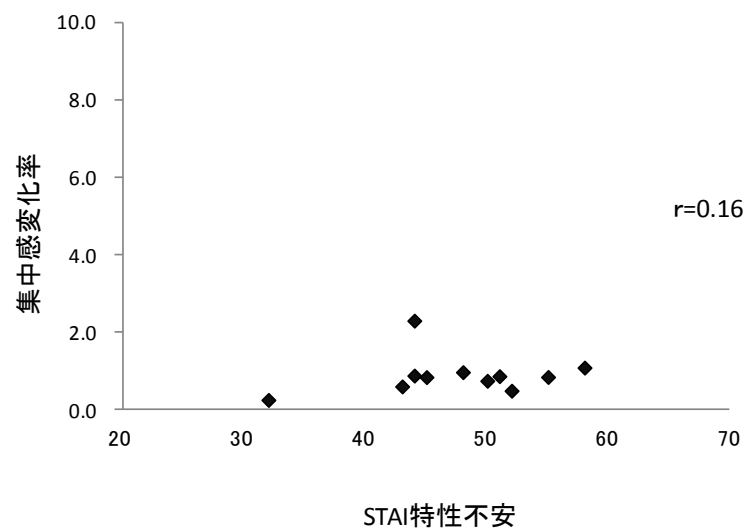


図 4 - 42 VAS II 二重課題における STAI 特性不安と集中感変化率の関係
($n=11$, $p=0.63$)

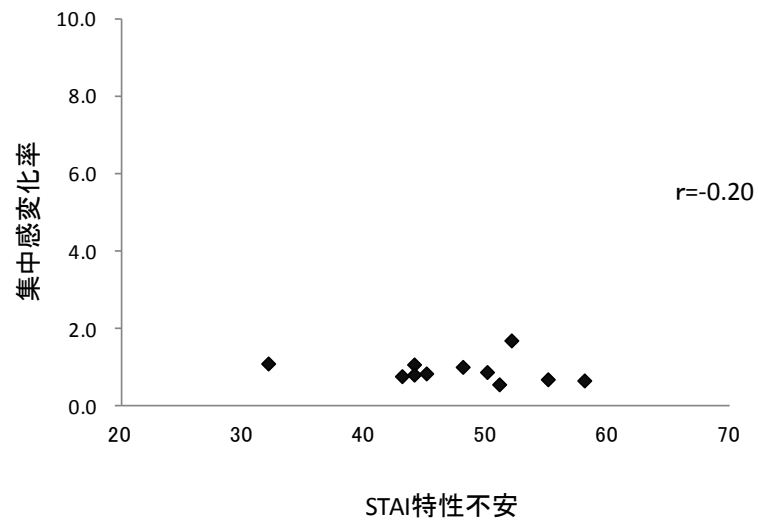


図 4 - 43 VASIII 単一課題における STAI 特性不安と集中感変化率の関係
($n=11$, $p=0.56$)

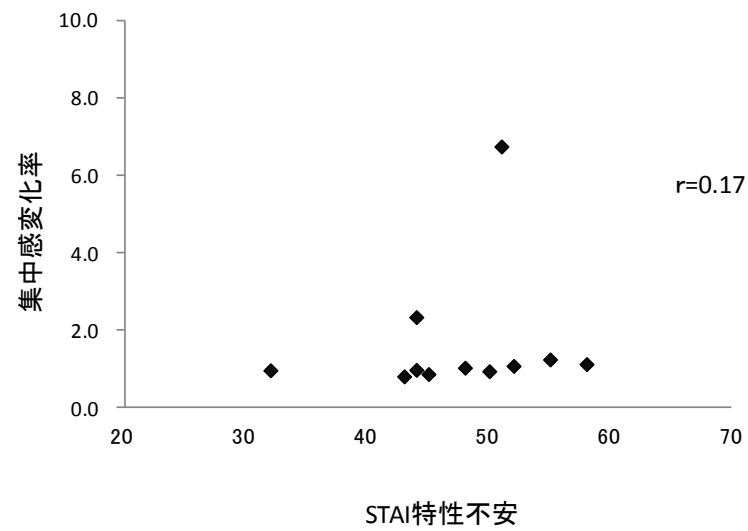


図 4 - 44 VASIII 二重課題における STAI 特性不安と集中感変化率の関係
($n=11$, $p=0.62$)

集中感変化率を3名の低不安群と8名の高不安群に分類し、課題条件、不安特性、測定区間を要因とした三元配置分散分析にて解析した。その結果、課題条件の主効果 ($F_{(1,9)}=0.48$, $p=0.51$)、不安特性の主効果 ($F_{(1,9)}=0.07$, $p=0.79$)、測定区間の主効果 ($F_{(1,9)}=0.64$, $p=0.45$) に有意な差は認められなかった (表 4 - 11)。また、各交互作用にも有意な差は認められなかった (図 4 - 45)。

表 4 - 11 課題条件と不安特性と測定区間を要因とした集中感変化率の三元配置分散分析表
(低不安群:n=3, 高不安群:n=8)

変動因	平方和	自由度	平均平方	F 値	有意確率
課題条件	0.60	1	0.60	0.48	0.51
誤差 (課題条件)	11.32	9	1.26		
不安特性	0.07	1	0.07	0.07	0.79
誤差 (不安特性)	8.24	9	0.92		
課題条件 x 不安特性	< 0.001	1	< 0.001	< 0.001	1.00
測定区間	0.46	1	0.46	0.64	0.45
誤差 (測定区間)	6.46	9	0.72		
測定区間 x 不安特性	0.12	1	0.12	0.17	0.69
課題条件 x 測定区間	1.30	1	1.30	1.44	0.26
誤差 (課題x測定区間)	8.12	9	0.90		
課題 x 測定 x 不安	0.27	1	0.27	0.30	0.60

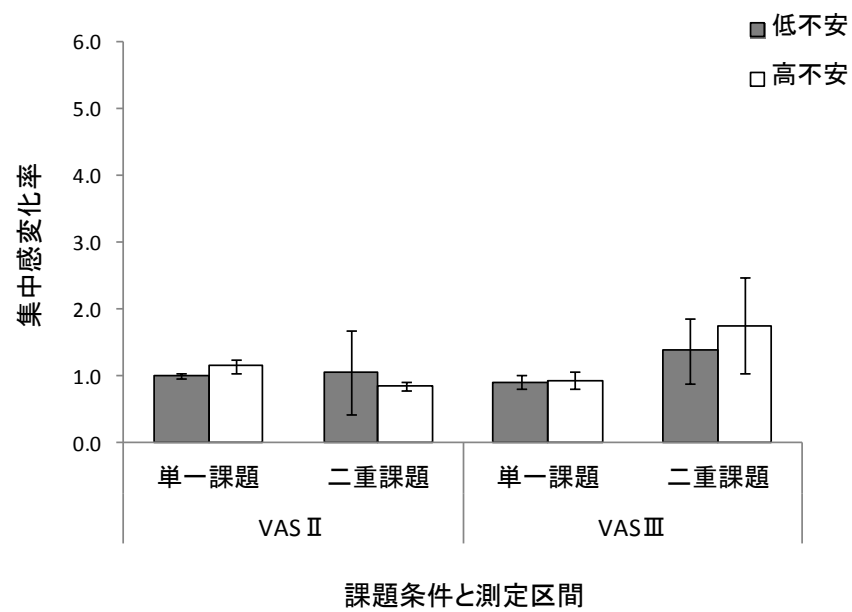


図 4 - 45 課題条件と測定区間ごとの低不安群と高不安群の集中感変化率
(低不安群:n=3, 高不安群:n=8, 平均値±SE)

4.4.6 単語記憶配分率

二重課題において、STAI 特性不安値と単語記憶配分率との関係を検討したところ、有意な相関が認められ、STAI 特性不安値が高くなるほど、単語記憶配分率は低くなった ($n=11$, $r=-0.65$, $p<0.05$) (図 4 - 46)。また、単語記憶配分率を 3 名の低不安群と 8 名の高不安群に分類し、対応のない t 検定を用いて比較したところ、有意な差は認められなかった ($p=0.16$) (図 4 - 47)。

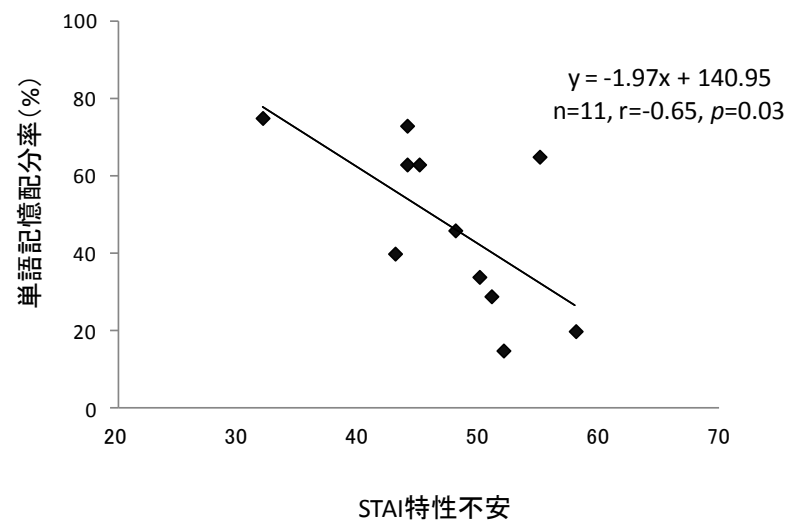


図 4 - 46 二重課題における STAI 特性不安と単語記憶配分率の関係
($n=11$, $p<0.05$)

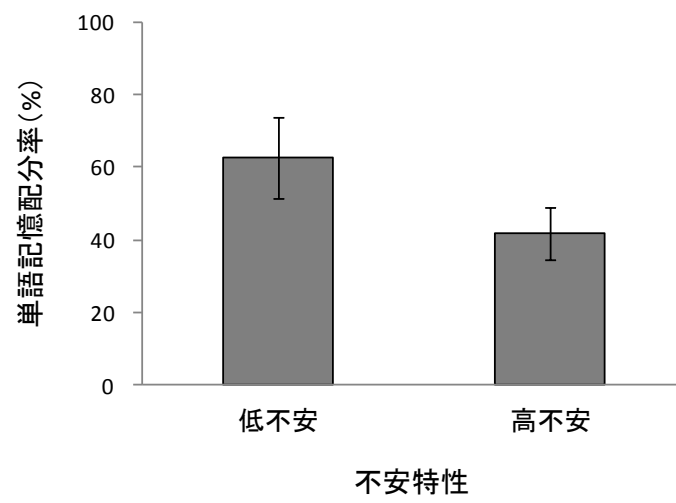


図 4 - 47 低不安群と高不安群の単語記憶配分率
(低不安群:n=3, 高不安群:n=8, 平均値±SE)

4.4.7 RST の評価点と正答試行数

二重課題における平均正答試行数は、2 文条件で 4.0 ± 0.4 、3 文条件で 1.5 ± 0.3 、4 文条件で 0.5 ± 0.2 、5 文条件で 0.1 ± 0.1 であった。11 名の平均 RST 評価点は 2.0 ± 0.3 であった。

STAI 特性不安値と RST 評価点との関係を検討したところ、有意な相関は認められなかった ($n=11$, $r=-0.40$, $p=0.23$) (図 4 - 48)。RST 評価点を 3 名の低不安群と 8 名の高不安群に分類し、対応のない t 検定を用いて比較したところ、有意な差は認められなかった ($p=0.31$) (図 4 - 49)。

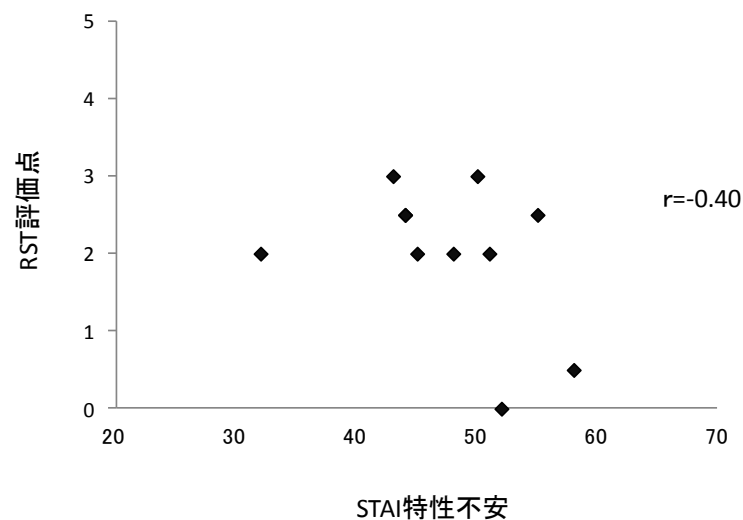


図 4 - 48 二重課題における STAI 特性不安と RST 評価点の関係
($n=11$, $p=0.23$)

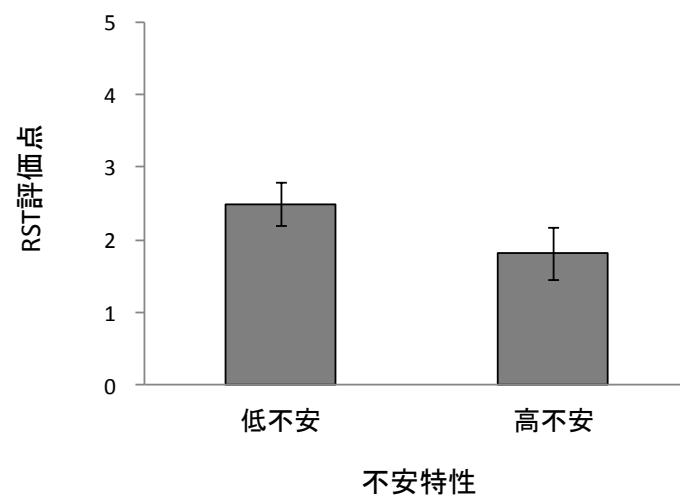


図 4 - 49 低不安群と高不安群の RST 評価点
(低不安群:n=3, 高不安群:n=8, 平均値±SE)

5. 考察

本実験では、二重課題における P300 振幅変化率が不安特性の高い人ほど低下し、課題後の P300 振幅が課題前に比べて小さくなった（図 4 - 7）。P300 振幅は注意資源の配分量を反映することから^{16,17)}、不安特性の高い人では、二重課題の影響により注意資源の配分量が低下したと考えられる。また、二重課題において不安特性の高い人は、RST 評価点に関連する単語の記憶に対して、十分な注意が向けられていなかった（図 4 - 48）。これは、主課題である文の読みに多くの注意資源を費やしたために、単語の記憶にあまり注意が向けられず、二重課題の作業負担が大きかったことを意味する。さらに、不安特性の高い人ほど、二重課題後の交感神経活動が課題前に比べて亢進した（図 4 - 23）。交感神経活動はストレスや負担感が高まると亢進する¹⁸⁾。これらのことから、不安特性の高い人では、二重課題の作業負担が大きく、その影響により作業負担が継続して注意資源の配分量が低下したと考えられる。一方、単一課題において、不安特性の高い人と低い人では、注意資源の配分量（図 4 - 6）と交感神経活動（図 4 - 22）に差はなかった。

本実験の二重課題と単一課題を比較すると、二重課題では単一課題に比べて、覚醒水準が高くなった（図 4 - 30）。覚醒水準は、脳の活動レベルを表すもので、注意やパフォーマンスに関連すると報告されている¹⁹⁾。このことから、二重課題は、脳の活動レベルを高めるほどの作業負担の大きさであったと考えられる。また、本実験では、二重課題において RST の平均評価点が 2.0 ± 0.3 となり、大学生の平均値と言われる約 $3.0^{4)}$ よりも低かった。この結果は、本実験における被験者にとって、課題が難しかったことを示している。しかし、二重課題と単一課題直後に測定した疲労感（VAS II）では、被験者間のばらつきが大きく、両課題間に有意な差が認められなかった（図 4 - 35）。二重課題と単一課題の両課題では、主課題として朗読を確実にを行うことを課しており、どちらにも同様の疲労が生じていたと推測される。加えて、二重課題では朗読に重点を置いた人も多かった。これらの理由から、両課題の疲労感には差が生じなかった。

以上のことから、本実験のように発話が含まれた課題では、作業負担の指標となる疲労感に差が生じないものの、脳の活動レベルや評価点から課題間の作業負担に違いが見られた。つまり、二重課題は、単語の記憶と報告を課したことによって作業負担の大きな課題であった。一方、朗読のみの単一課題は、二重課題に比べて作業負担の小さな課題であったと考えられる。

先行研究では、不安特性が高い人は、課題以外の種々の事に注意が向くことになり、課

題遂行に必要とされる注意資源が不足し、反応時間が遅延すると報告されている^{20,21)}。しかし、本実験では、二重課題と単一課題の両課題において、不安特性の高い人と低い人で差はなかった（図 4 - 15）。本実験の平均反応時間（ERP2）は、二重課題後において不安特性の高い人が $367 \pm 10\text{ms}$ 、不安特性の低い人が $370 \pm 24\text{ms}$ 、単一課題後において不安特性の高い人が $353 \pm 11\text{ms}$ 、不安特性の低い人が $370 \pm 24\text{ms}$ であった。実験 1（第 2 章）の画像選択反応課題では、不安特性の高い人が $351 \pm 13\text{ms}$ 、不安特性の低い人が $354 \pm 14\text{ms}$ であった。本実験の反応時間は実験 1 と比べて、若干の遅延が見られるものの、いずれもほぼ同様の値を示している。また、P300 潜時（図 4 - 12）の高不安群と低不安群の変化率は、いずれも同様の値を示し、個人の不安特性が P300 潜時に及ぼす影響は認められなかった。これは、実験 1 と同様に、不安特性の違いが、刺激の情報処理時間に影響を及ぼさなかったことを示唆する。これらのことから、二重課題は作業負担の大きな課題であったが、その影響は課題後の P300 測定時には幾分緩和されたために、パフォーマンスを低下させるほどではなかったと考えられる。一方、単一課題では、注意資源の配分量とパフォーマンスのどちらにも影響を及ぼすほどの作業負担ではなかったと考えられる。

以上のことから、不安特性の高い人では、二重課題によって大きな作業負担が課せられ、課題時に生じたその負担感が P300 測定時にも継続された。そのために注意散漫状態となり、刺激に対して適切な注意資源の配分ができなかったと考えられる。この結果は、同じ画像選択反応課題を用いた実験 1 と異なった。また、本実験のプロトコルでは、二重課題後の P300 測定直前に安静時間を設けたことで、作業負担が P300 への影響を弱めた可能性も考えられる。しかし、本実験の結果では、安静時間を挟んでも、当初の予想どおり二重課題による作業負担の影響が継続して、注意資源の配分に変化が見られた。一方、単一課題では、作業負担が二重課題に比べて小さかったため、P300 測定において、注意資源が適切に配分されたと考えられる。また、不安特性の低い人では、両課題ともに、注意資源が適切に配分されたと考えられる。したがって、不安特性の高い人は、作業負担が小さい場合には注意の向け方に問題を生じないが、作業負担が大きくなると注意散漫状態となるために、注意資源の配分が適切に行われず、必要な情報に十分な注意を向けられなくなると示唆された。不安特性の低い人は、作業負担が大きくなっても、作業負担が小さいときと同様に、注意資源の配分を適切に行い、必要な情報に注意を向けることができると示唆された。

第 5 章 結論

本論文では、個人の不安特性が作業負荷時の注意資源配分に及ぼす影響について検討した。以下では、各章の要約を述べ、本論文で得られた結果を総括し、今後の課題についてまとめた。

第 1 章では、ヒトの注意と不安について概説するとともに、それらに関する課題の作業負荷と負担の関係、注意資源と ERP、不安特性と反応時間の研究を紹介した。個人の作業負担の程度は、注意に影響を及ぼすと考えられ、ERP による検討が可能と考えられた。また、不安特性の違いは、作業負担の変化として反映すると示唆された。

不安特性については、これまで主に行動としての反応時間に関する研究によって検討されてきた。反応時間の先行研究では、不安特性の高い人が、ストレスがかかる負担により、不安に陥りやすく、パフォーマンスが低下するといった特徴を示すとされている。しかし、作業時間は情報処理時間の結果でしかなく、注意散漫状態そのものを捉えたものではない。不安特性は、人の認知処理機能の低下と関連性があり、同じ作業負荷であっても、作業負担が大きくなる傾向を有すると先行研究で示されている。ERP の P300 振幅は、注意資源の配分量を評価する指標として有用であり、人の注意の向け方や散漫状態を脳の活動レベルから直接的に捉えることができる。しかし、P300 測定による注意と不安特性の関係については、健常者を対象としてこれまで十分に検討されていない。不安特性の高い人は、課題刺激に対する処理レベルが作業負担やストレスの程度を反映しやすいと考えられる。特に大きな作業負担が課せられると、刺激に対する処理レベルが容易に低下し、適切に注意資源の配分が行われないと示唆された。

そこで本論文では、健常者の不安特性の特徴に着目し、作業負担の程度を考慮して、不安特性の違いが注意散漫状態の原因となる注意資源の配分に及ぼす影響を検討することを目的とした。

第 2 章では、STAI 特性不安検査から分類される個人の不安特性が、注意資源の配分量を反映する P300 振幅に及ぼす影響について検討した（実験 1）。P300 は、課題による作業負担を抑えるために、価値観やライフスタイルに依存しない中間的画像による画像選択反応課題を用いて測定した。その結果、画像選択反応課題では作業負担が小さかったため、個人の不安特性が注意資源の配分量を反映する P300 振幅に及ぼす影響は認められなかつ

た。しかし、注意散漫状態をつくり出すほどの作業負担となる課題を用いれば、不安特性の高い人は、刺激への注意が散漫となり、注意資源の配分が低下する可能性が考えられた。

第3章では、作業負担の大きな5単語5色のストループ課題と作業負担の小さな1単語5色のストループ課題を用いて、個人の不安特性ごとに、作業負担の違いがP300振幅に及ぼす影響について検討した（実験2）。ストループ課題は、刺激の呈示方法によって課題遂行者が受ける作業負担の程度を予測できることから使用した。その結果、作業負担が小さい場合、不安特性の高い人は、刺激に対して適切に注意資源を配分できるが、作業負担が大きい場合には、選択すべき刺激以外にも注意が向けられるために、必要とされる注意資源の配分量が低下すると示された。これらのことから、不安特性の高い人は、作業負担の大きさにより注意資源の配分量が変化すると考えられた。実験1の画像選択反応課題では、作業負担が小さかったため、個人の不安特性により注意資源の配分量に差はなかった。しかし、画像選択反応課題時に大きな作業負担を課せて配分量に差が生じれば、不安特性の高い人は、作業負担の大きい場合に注意散漫状態となり、注意資源の配分量が低下することを確認できると考えた。

第4章では、作業負担の大きな二重課題と小さな単一課題を画像選択反応課題の前後に実施し、それぞれの課題がP300振幅に及ぼす影響について、個人の不安特性ごとに検討した（実験3）。二重課題には、順次呈示されるカードの文を朗読しながら、指定された単語を記憶して報告するリーディング・スパン・テスト（RST）を用いた。単一課題には、朗読課題を用いた。その結果、不安特性の高い人では、二重課題によって大きな作業負担が課せられることで、P300測定時に注意散漫状態となり、必要な刺激に対する適切な注意資源の配分量が低下した。一方、不安特性の低い人では、二重課題と単一課題の両課題において、注意資源の配分量は低下しなかった。これらのことから、作業負担の大きさは、注意資源の配分量を変化させる要因であると考えられた。

以上の研究結果より、注意資源の配分量は、不安特性が高い人ほど少ないのではなく、作業負担が大きくなった時に、不安特性の高い人は注意資源の配分量が低下することが明らかになった。これは、不安特性の高い人が、注意資源の配分を適切に行えずに注意散漫状態となり、本来向けるべき刺激に対して注意資源を確保できなかったためと思われる。

一方、不安特性の低い人は、作業負担が大きくなっても、注意資源の配分量は低下しなかった。これは、不安特性の低い人が、注意資源の配分を適切に行い、本来向けるべき刺激に対してその資源を確保していたためと思われる。

反応時間においては、実験 1～3 のいずれにおいても、不安特性の高い人と低い人で差はなく、同様の値を示した。先行研究では、不安特性が高ければ、課題以外の種々の事象に注意を向けることになり、課題遂行に必要とされる注意資源が不足し、反応時間が遅延すると報告されている。これは、今回の課題が、反応時間を遅延させるほどの過大な作業負担を生じさせてはいなかったことを示唆する。このことから、反応時間に影響を与えないほどの作業負担であっても、脳内の注意資源の配分は変化していると考えられた。

これらの結果は、例えば医療の場に当てはめることができる。医療従事者は、注意を集中させなくてはならない処置に遭遇することは多い。そういった処置は、素早い判断が要求され、複雑であったり困難であったりと、負担の大きな作業である。不安特性が高い人は、処置に際して注意散漫となり、混乱して作業を滞らせてしまうかもしれない。そのような事態を避けるためには、作業の手順を事前に確認することや、繰り返し訓練するなど、あらかじめ作業負担を小さくする対策を考えておく必要がある。

本研究における実験で、課題として用いた作業負荷の範囲は、先行研究において使用された範囲内であり、P300 も先行研究と同様の出現をしていたと言える。しかし、P300 の測定にはいくつかの留意点が挙げられる。被験者が遂行すべき課題に積極的に参加をしなければ、P300 は出現しないと先行研究で報告されている¹⁾。また、過度の疲労状態では、適切に P300 のデータを得ることができない。さらに、覚醒水準が低すぎるまたは高すぎる状態では、注意レベルが低下傾向を示す²⁾。注意資源が適切に配分されるには、覚醒水準が中程度であることと考えられている。これらのことから、測定時の状態には一定の基準を満たす必要がある。

今後の研究については、不安特性をテーマとして扱う際、状態不安の測定も検討に加えることで、不安と注意の変化をさらに詳しく把握できると考えている。また、課題の種類によっては、P300 が適応できない場合や、他の指標による検討を考慮するほうがよい場合もあると思われる。さらに、不安特性の高い人がどの程度の作業負担において注意散漫となり、注意資源の配分量が低下するのか。一方で、不安特性の低い人においても、どの程度の作業負担を課せると、不安特性の高い人と同様に注意資源の配分量が低下するのか。個人の性格や課題内容とともに、さらなる検討をしていく必要があると考えている。

謝辞

本研究を実施し、学位論文をまとめるにあたり、指導教員として多大なご指導ご鞭撻をいただきました武蔵野大学人間科学部の橋本修左教授に心より感謝を申し上げます。長年にわたり、常に研究を支えてくださり、貴重なご助言を数多くいただきました。ありがとうございました。

また、本学位論文の審査にあたり、研究のあり方をご指導ご指摘いただきました武蔵野大学人間科学部の小西啓史教授、小西聖子教授に心より感謝申し上げます。

独立行政法人労働安全衛生総合研究所の岩切一幸主任研究員には、日頃より研究へのご助言や論文作成に多くのご支援をいただき、学位論文の審査においてもご指導いただきました。深く感謝申し上げます。

独立行政法人電子航法研究所の塩見格一上席研究員には、課題の作成やプログラムのご提供をいただきました。心よりお礼申し上げます。

武蔵野大学人間科学研究所の立川公子客員研究員と中崎恭子客員研究員には、共同研究者としてさまざまなご援助をいただき、また支えていただきました。心よりお礼申し上げます。

共同研究者の梅宮まりえ氏、青柳まゆり氏、また、武蔵野大学人間科学部橋本ゼミのみなさまにも多くのご支援をいただきました。ありがとうございました。さらに、実験の被験者として快く参加していただきました武蔵野大学をはじめとする学生諸氏に心より感謝いたします。

最後に、長年にわたり学業を続ける機会を与えてくれた家族に心よりお礼申し上げます。

平成 25 年 3 月

脇坂佳子

引用文献

第 1 章

- 1) 御領謙. 注意研究の変遷. サイコロジー, 4: 12-18, 1983
- 2) Duncan-Johnson, C. C., Donchin, E.. On quantifying surprise: The variation of event-Related Potentials with subjective probability, Psychophysiology, 14: 456-467, 1977
- 3) Duncan-Johnson, C. C., Donchin, E.. The P300 component of the event-related brain potential as an index of information processing, Biological Psychology, 14(1-2): 1-52, 1982
- 4) 下河内稔, 投石保広, 楊井一彦, 他. P300 の基礎. 神経進歩, 32: 149-162, 1988
- 5) Tecce, J. J.. Contingent negative variation (CNV) and psychological processes in man. Psychological Bulletin, 77(2): 73-108, 1972
- 6) 神川康子, 梁瀬度子, 堀浩. 睡眠時間の短縮に伴う脳幹賦活性の変動(1)開眼後 α リズム再現時間(ReAT)による脳幹賦活レベルの検定. 臨床脳波, 34(11): 727-732, 1992
- 7) 片山順一. 注意と事象関連電位(ERP). 柿木昇治, 山崎勝男, 藤澤清(編), 新生理心理学(2)生理心理学の応用分野. 北大路書房, 10-17, 1997
- 8) 田島誠. 反応時間. 山崎昌廣, 坂本和義, 関邦博(編), 人間の許容限界事典. 朝倉書店, 445-448, 2005
- 9) Wine, J.. Test anxiety and direction of attention. Psychological Bulletin, 76(2): 92-104, 1971
- 10) Weinberg, R. S., Hunt, V. V.. The interrelationships between anxiety, motor performance and electromyography. Journal of Motor Behavior, 8(3): 219-224, 1976
- 11) Eysenck, M. W., Manuel, G.C.. Anxiety and performance: The processing efficiency theory. Cognition and Emotion, 6(6): 409-434, 1992.
- 12) 丹生谷正史. 不安の神経生物学的側面. 臨床精神医学, 21(4): 626-632, 1992
- 13) MacLeod, C., Mathews, A.. Anxiety and the allocation of attention to threat. The Quarterly Journal of Experimental Psychology A: Human Experimental Psychology, 140: 653-670, 1988
- 14) 本田秀夫, 平松謙一, 丹羽真一. 不安と脳波・事象関連電位. 臨床精神医学, 21(4):

641-650, 1992

- 15) 上田紋佳. 不安認知における記憶バイアス—脅威刺激の強度の観点からの提案. 心理学評論, 54(4): 412-435, 2011
- 16) 宮城音弥. 性格研究の方法論. 詫摩武俊(編), 性格. 日本評論社, 1-14, 1998
- 17) 入戸野宏. 映像に対する注意を測る—事象関連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(1): 5-18, 2006
- 18) Wickens, C., Kramer, A., Vanasse, L., Donchin, E.. Performance of concurrent tasks, a psychophysiological analysis of the reciprocity of information-processing resources. Science, 221(4615): 1080-1082, 1983
- 19) 青木和夫. ISO/TC159 におけるメンタルワークロードの概念と定義および設計の指針. 人間工学, 29(6): 339-342, 1993
- 20) 高野研一. 精神作業負荷, 覚醒度およびストレスの相互関係とモデル化. 人間工学, 29(6): 369-374, 1993
- 21) 神山昭男, 斎藤和雄. 生体負担の測定と評価をめぐって. 人間工学, 29(6): 343-348, 1993
- 22) 芳賀繁. メンタルワークロードの測定と注意リソースの測定. 人間工学, 29(6): 349-352, 1993
- 23) Daneman, M., Carpenter, P.. Individual differences in working memory and reading. J verbal learn verbal behav, 19(4): 450-466, 1980
- 24) Kahneman, D.. Attention and effort. Englewood Cliffs, 1973
- 25) Norman, D. A., Bobrow, D. G.. On data-limited and resource-limited processes. Cogn Psychol, 7: 44-64, 1975
- 26) Shiffrin, R. M., Schneider, W.. Controlled and automatic human information processing. II. Perceptual learning, automatic attending, and a general theory. Psychol Rev, 84: 127-190, 1977
- 27) Berger, H.. Uber das Electrenkephalogramm des Menschen. Archiv fur Psychiatrie, 87: 527-570, 1929
- 28) 下河内稔, 投石保広. 事象関連電位が反映する脳の情報処理過程. 医学のあゆみ, 158: 103-106, 1991
- 29) 入戸野宏. 心理学のための事象関連電位ガイドブック. 北大路書房, 2005

- 30) 入戸野宏. 工学心理学における事象関連電位の利用と展望. 生理心理学と精神生理学, 23(2), 67-68, 2005
- 31) 沖田庸崇. 事象関連電位と認知情報処理—選択的注意の問題を中心として—. 心理学研究, 60(5): 320-335, 1989
- 32) 沖田庸崇. 事象関連電位. 藤澤清, 柿木昇治, 山崎勝男(編), 新生理心理学(1)生理心理学の基礎. 北大路書房, 104-123, 1998
- 33) Sutton, S., Braren, M., Zubin, J., John, E. R.. Evoked potential correlates of stimulus uncertainty. *Science*, 150: 1187-1188, 1965
- 34) Sommer, W., Matt, J., Leuthold, H.. Consciousness of attention and expectancy
- 35) Karis, D., Fabiani, M., Donchin, E.. 'P300' and memory
- 36) Ilan, A. B., Polich, J.. P300 and response time from a manual Stroop task. *Clin Neurophysiol*, 110: 367-373, 1999
- 37) Stroop, J. R.. Studies of interference in serial verbal reactions. *J Exp Psychol*, 121: 15-23, 1992
- 38) 矢野岳美, 松永勝也. ストループ課題における情報処理過程の検討—P300 成分と反応時間を指標として—. 脳波と筋電図, 22(4): 332-338, 1994
- 39) Kok, A. On the utility of P3 amplitude as a measure of processing capacity, *Psychophysiology*, 38: 557-577, 2001
- 40) Salil, H. P., Pierre, N. A.. Characterization of N200 and P300. Selected studies of the Event-Related Potential. *Int J Med Sci*, 2(4): 147-154, 2005
- 41) 脇坂佳子, 橋本修左. 課題遂行方略の差異が ERP 波形におよぼす影響に関する検討. 日本生理人類学会誌, 17(1): 31-36, 2012
- 42) 林田征起, 平松謙一. ERP の判定と正常値. 加我君孝, 古賀良彦, 大澤美喜雄, 他(編), 事象関連電位(ERP)マニュアル—P300 を中心に—. 篠原出版, 21-35, 1995
- 43) 水口禮治. 認知のしかたとパーソナリティ. 心の科学, 20: 61-67, 1988
- 44) 田代信維. 不安—その起源と意義—. 臨床精神医学, 21(4): 479-487, 1992
- 45) 投石保広, 松田俊. 性格と ERP 内向性と外向性との比較. 臨床脳波, 36(11): 706-710, 1994

- 46) Walter, W. G., Cooper, R., Aldridge, V. J.. et al. Contingent negative variation: An electric sign of sensorimotor association and expectancy in the human brain. *Nature*, 25(203): 380-384, 1964
- 47) McCallum, W. C., Walter, W. G.. The effects of attention and distraction on the contingent negative variation in normal and neurotic subjects. *Electroencephalography & Clinical Neurophysiology*, 25(4): 319-329, 1968
- 48) Chattopadhyay, P., Cooke, E., Toone, B., Lader, M. H.. Habituation of physiological responses in anxiety. *Biological Psychiatry*, 15(5): 711-721, 1980
- 49) Towey, J. P., Bruder, G., Hollander, E., Friedman, D., et al. Endogenous event-related potentials in obsessive-compulsive disorder. *Biological Psychiatry*, 28(2): 92-98, 1990
- 50) Bruder, G. E.. P300 findings for depressive and anxiety disorders. *Annals of The New York Academy of Sciences*, 658: 205-222, 1992
- 51) Beech, H. R., Ciesielski, K. T., Gordon, P. K.. Further observations of evoked potentials in obsessional patients. *The British Journal of Psychiatry*, 142: 605-609, 1983
- 52) 丹野義彦, 森脇愛子. 不安症状のアセスメント. 氏原寛, 岡堂哲雄, 亀口憲治, 他(編), 心理査定実践ハンドブック. 創元社, 474-479, 2006
- 53) Spielberger, C. D., STAI manual for the State-trait anxiety inventory. *Self-Evaluation Questionnaire*, 1-24, 1970
- 54) Spielbawrger, C. D.. 水口公信, 下仲順子, 中里克治(構成), 日本版 STAI 状態・特性不安検査使用手引. 三京房, 1991
- 55) Piotrowski, C., Lubin, B.. Assessment practices of health psychologists: Survey of APA Division 38 clinicians. *Professional Psychology: Research and Practice*, 21(2): 99-106, 1990
- 56) 菅原健介. 不安. 松井豊(編), 心理測定尺度集Ⅲ—心の健康をはかる〈適応・臨床〉. サイエンス社, 176-202, 2001
- 57) T. P. ホーガン. 臨床で用いられるツールと技法. 繁榊算男, 椎名久美子, 石垣琢磨(訳), 心理テスト—理論と実践の架け橋—. 培風館, 368-396, 2010
- 58) 正木宏明. 脳内情報処理と脳波. 荒木雅信, 上勝也(編), 動きを生み出すところとから

- だのしくみ—スポーツの神経科学—。あいり出版, 126-140, 2004
- 59) 藤澤清. 脳波. 藤澤清, 柿木昇治, 山崎勝男(編), 新生理心理学(1)生理心理学の基礎. 北大路書房, 90-103, 1998
- 60) Stampi, C.. The alpha attenuation test. *Work Stress*, 9: 368-376, 1995
- 61) 榛葉俊一, 仮屋暢聡, 石井朝子, 他. ストレスと自律神経—心拍変動解析による不安・抑うつの評価. *精神医学*, 49(11): 1173-1181, 2007
- 62) 小谷泰則. やる気—「やる気」を脳波で科学する. 山崎昌廣, 坂本和義, 関邦博(編), 人間の許容限界事典. 朝倉書店, 305-310, 2005
- 63) 沖田庸崇. ERP 研究に役立つ心理実験パラダイム(II). *臨床脳波*, 34(5): 334-339, 1992
- 64) 藤原裕弥, 岩永誠. 不安における注意の処理段階に関する研究. *行動療法研究*, 34(2): 1010-112, 2008
- 65) 大友和則, 上野真弓, 松嶋隆二, 他. 高不安者における選択的注意と注意の解放の困難さ—ドット・プローブ課題を用いて. *パーソナリティ研究*, 16(2): 253-255, 2008
- 66) Kok, A.. Event-related-potential (ERP) reflections of mental resources: a review and synthesis. *Biol Psychol*, 45(1-3): 19-56, 1997

第2章

- 1) 植木昭和. 不安の脳神経機構. *臨床精神医学*, 21(4): 651-659, 1992
- 2) 田代信維. 不安—その起源と意義—. *臨床精神医学*, 21(4): 479-487, 1992
- 3) MacLeod, C., Mathews, A.. Anxiety and the allocation of attention to threat. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology A: Human Experimental Psychology*, 40: 653-670, 1988
- 4) 藤原裕弥, 岩永誠. 不安における注意の処理段階に関する研究. *行動療法研究*, 34(2): 1010-112, 2008
- 5) 大友和則, 上野真弓, 松嶋隆二, 他. 高不安者における選択的注意と注意の解放の困難さ—ドット・プローブ課題を用いて. *パーソナリティ研究*, 16(2): 253-255, 2008
- 6) Wickens, C., Kramer, A., Vanasse, L., Donchin, E.. Performance of concurrent tasks, a psychophysiological analysis of the reciprocity of information-processing resources. *Science*, 221(4615): 1080-1082, 1983
- 7) 入戸野宏. 映像に対する注意を測る—事象関連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(1): 5-18, 2006
- 8) 伊藤史, 赤嶺重紀, 木田光郎. 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. 生理心理学と精神生理学, 26(3): 205-215, 2008
- 9) 杉本史恵, 野村重弓, 片山順一. 肩への電気刺激に対する P300 を指標とした無関連プローブ法の検討. 生理心理学と精神生理学, 29(1): 13-19, 2011
- 10) 林田征起, 森由紀子, 丹羽真一. 不安と選択的注意. 臨床脳波, 42(7): 438-443, 2000
- 11) 金久卓也, 深町建, 野添新一. コーネル・メディカル・インデックス その解説と資料 日本版. 三京房, 2001
- 12) 鎌田穰. CMI 健康調査表. 氏原寛, 岡堂哲雄, 亀口憲治, 他(編), 心理査定実践ハンドブック. 創元社, 462-469, 2006
- 13) Spielbewrger, C. D.. 水口公信, 下仲順子, 中里克治(構成), 日本版 STAI 状態・特性不安検査使用手引. 三京房, 1991
- 14) (株)リクルート住宅ディビジョンカンパニー住宅総合研究所. 住みこち心理テスト GUIDE BOOK. (株)リクルート, 2005
- 15) 沖田庸崇. 事象関連電位と認知情報処理—選択的注意の問題を中心として—. 心理学研究, 60(5): 320-335, 1989
- 16) 村上宣寛, 村上千恵子. 主要 5 因子性格検査ハンドブック—性格測定の基礎から主要 5 因子の世界へ—. 学芸図書, 2008
- 17) 瀬戸正弘, 長谷川尚子, 坂野雄二, 上里一郎. 「日本的タイプ A 行動評定尺度(CTS)」開発の試み. カウンセリング研究, 30(3): 3-10, 1997
- 18) 瀬戸正弘, 長谷川尚子, 坂野雄二, 上里一郎. 日本的タイプ A 行動評定尺度. 松井豊(編), 心の健康をはかる「適応・臨床」. サイエンス社, 77-81, 2001
- 19) Wine, J.. Test anxiety and direction of attention. Psychological Bulletin, 76(2): 92-104, 1971
- 20) Weinberg, R. S., Hunt, V. V.. The interrelationships between anxiety, motor performance and electromyography. Journal of Motor Behavior, 8(3): 219-224, 1976

第 3 章

- 1) Wickens, C., Kramer, A., Vanasse, L., Donchin, E.. Performance of concurrent tasks, a psychophysiological analysis of the reciprocity of information-processing

- resources. *Science*, 221(4615): 1080-1082, 1983
- 2) Kok, A.. On the utility of P3 amplitude as a measure of processing capacity. *Psychophysiology*, 38: 557-577, 2001
- 3) 入戸野宏. 映像に対する注意を測る—事象関連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, 2006
- 4) 沖田庸崇. ERP 研究に役立つ心理実験パラダイム(Ⅱ). *臨床脳波*, 34(5): 334-339, 1992
- 5) 大岸通孝. 視覚弁別課題における空間的注意効果. *金沢大学教育学部紀要*, 52: 1-18, 2003
- 6) Stroop, J. R.. Studies of interference in serial verbal reactions. *J Exp Psychol*, 121: 15-23, 1992
- 7) 石王敦子. ストループ干渉に関する認知心理学的研究. 風間書房, 1998
- 8) 嶋田博行. ストループ効果—認知心理学からのアプローチ—. 培風館, 1994
- 9) Ilan, AB., Polich, J.. P300 and response time from a manual Stroop task. *Clin Neurophysiol*, 110: 367-373, 1999
- 10) Warren, LR., Marsh, GR.. Changes in event related potentials during processing of Stroop stimuli. *Int J Neurosci*, 9: 217-223, 1979
- 11) Duncan-Johnson CC., Kopell, BS.. The Stroop effect: Brain potentials localize the source of interference. *Science*, 214: 938-940, 1981
- 12) 金久卓也, 深町建, 野添新一. コーネル・メディカル・インデックス その解説と資料 日本版. 三京房, 2001
- 13) Spielbewrger, C. D.. 水口公信, 下仲順子, 中里克治(構成), 日本版 STAI 状態・特性不安検査使用手引. 三京房, 1991
- 14) 日本色彩研究所. カラーコーディネーターのための色彩科学入門. 日本色研事業株式会社, 2000
- 15) 瀬戸正弘, 長谷川尚子, 坂野雄二, 上里一郎. 「日本的タイプ A 行動評定尺度(CTS)」開発の試み. *カウンセリング研究*, 30(3): 3-10, 1997
- 16) 瀬戸正弘, 長谷川尚子, 坂野雄二, 上里一郎. 日本的タイプ A 行動評定尺度. 松井豊(編), 心の健康をはかる「適応・臨床」. サイエンス社, 77-81, 2001
- 17) Weinberg, R. S., Hunt, V. V.. The interrelationships between anxiety, motor performance and electromyography. *Journal of Motor Behavior*, 8(3): 219-224, 1976

- 18) Wine, J.. Test anxiety and direction of attention. *Psychological Bulletin*, 76(2): 92-104, 1971

第 4 章

- 1) 栗盛静江, 岡龍雄, 柿崎敏雄. 精神作業による負担と疲労の評価 2 11 時間の非規制計算作業負荷実験. *産業医学*, 36: 9-15, 1994
- 2) 梶本修身. 疲労の定量化法. *医学の歩み*, 204(5): 377-380, 2003
- 3) Daneman, M., Carpenter, P.. Individual differences in working memory and reading. *J verbal learn verbal behav*, 19(4): 450-466, 1980
- 4) 苧阪満里子, 苧阪直行. 読みとワーキングメモリ容量—日本語版リーディングスパンテストによる測定. *心理学研究*, 65: 339-345, 1994
- 5) Baddeley, A.. The episodic buffer: a new component of working memory?. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11): 417-423, 2000
- 6) 苧阪満里子. 脳のメモ帳 ワーキングメモリ. 新曜社, 2002
- 7) 土田幸男. ワーキングメモリ容量の個人差と視覚 3 刺激オドボール課題における注意の捕捉の関係. *生理心理学と精神生理学*, 26(3): 217-228, 2008
- 8) 入戸野宏. ワーキングメモリ容量: 認知パフォーマンスの個人差の源泉. *人間科学研究*, 1: 1-13, 2006
- 9) 脇坂佳子. ストループ課題の難易度が注意に与える影響. *武蔵野大学大学院人間社会・文化研究*, 3: 101-108, 2009
- 10) 脇坂佳子, 橋本修左. 難易度の異なるストループ課題が P300 におよぼす影響—1 単語 5 色課題と 5 単語 5 色課題の比較—. *日本生理人類学会誌*, 17(1): 23-30, 2012
- 11) 金久卓也, 深町建, 野添新一. コーネル・メディカル・インデックス その解説と資料 日本版. 三京房, 2001
- 12) Spielbewrger, C. D.. 水口公信, 下仲順子, 中里克治(構成), 日本版 STAI 状態・特性不安検査使用手引. 三京房, 1991
- 13) 村上宣寛, 村上千恵子. 主要 5 因子性格検査ハンドブック—性格測定の基礎から主要 5 因子の世界へ—. 学芸図書, 2008
- 14) 瀬戸正弘, 長谷川尚子, 坂野雄二, 上里一郎. 「日本的タイプ A 行動評定尺度(CTS)」開発の試み. *カウンセリング研究*, 30(3): 3-10, 1997

- 15) 瀬戸正弘, 長谷川尚子, 坂野雄二, 上里一郎. 日本的タイプ A 行動評定尺度. 松井豊 (編), 心の健康をはかる「適応・臨床」. サイエンス社, 77-81, 2001
- 16) Wickens, C., Kramer, A., Vanasse, L., Donchin, E.. Performance of concurrent tasks, a psychophysiological analysis of the reciprocity of information-processing resources. *Science*, 221(4615): 1080-1082, 1983
- 17) Kok, A.. Event-related-potential (ERP) reflections of mental resources: a review and synthesis. *Biol Psychol*, 45(1-3): 19-56, 1997
- 18) 榛葉俊一, 仮屋暢聡, 石井朝子, 他. ストレスと自律神経—心拍変動解析による不安・抑うつの評価. *精神医学*, 49(11): 1173-1181, 2007
- 19) Tecce, J. J.. Contingent negative variation (CNV) and psychological processes in man. *Psychological Bulletin*, 77(2): 73-108, 1972
- 20) Weinberg, R. S., Hunt, V. V.. The interrelationships between anxiety, motor performance and electromyography. *Journal of Motor Behavior*, 8(3): 219-224, 1976
- 21) Wine, J.. Test anxiety and direction of attention. *Psychological Bulletin*, 76(2): 92-104, 1971

第 5 章

- 1) Duncan-Johnson, C. C., Donchin, E.. On quantifying surprise: The variation of event-Related Potentials with subjective probability. *Psychophysiology*, 14: 456-467, 1977
- 2) Tecce, J. J.. Contingent negative variation (CNV) and psychological processes in man. *Psychological Bulletin*, 77(2): 73-108, 1972

付録

課題終了後アンケート

今の課題で、ご自身が感じたところに縦線を1本記入してください

1. 課題に集中できましたか？

できない できた

2. 課題後疲れを感じましたか？

感じた 感じなかった

3. 課題はよくできたと思いますか？

できない できた

課題終了後アンケート

今の課題で、ご自身が感じたところに縦線を1本記入してください

1. 課題に集中できましたか？

できない |-----| できた

2. 課題後疲れを感じましたか？

感じた |-----| 感じなかった

3. 課題はよくできたと思いますか？

できない |-----| できた

4. 課題を行うにあたり色と文字どちらに注意を向けていましたか？

色 |-----| 文字

課題終了後アンケート

今の課題で、ご自身が感じたところに縦線を1本記入してください

1. 課題に集中できましたか？

できない できた

3. 課題を終えて、疲れを感じましたか？

感じなかった 感じた

4. 課題はよくできたと思いますか？

思わない 思う

課題終了後アンケート

今の課題で、ご自身が感じたところに縦線を1本記入してください

1. 課題に集中できましたか？

できない |-----| できた

3. 課題を終えて、疲れを感じましたか？

感じなかった |-----| 感じた

4. 課題はよくできたと思いますか？

思わない |-----| 思う

5. 文章を読むことと単語を覚えることのどちらに重点をおきましたか？

読む |-----| 覚える

リーディング・スパン・テスト 70 文の例

1. 彼女は多くの先生に初めて接し、多くの新鮮な講義を聞いた。
2. 彼はこれまでの日本における解剖学の歴史を切々と説きだした。
3. 学年試験のあと私は田舎へ行ってひと夏遊んだ。
4. クラスの委員長が私の下宿へ来てノートを見せてくれと言った。
5. 昔は鏡は人間を超えた力を持つとされていた。
6. 今まで人類の歴史の中でおもしろいことはたくさんあった。
7. 人間は別に進歩も発展もしないものだということを理解した。
8. かつての古典の時代のほうが、はるかに様々なものを生み出した。
9. 少女は友達を求めながら、なかなかクラスに溶け込めなかった。
10. 自分が近づいていったら友達のよいところが見えてきた。
11. 広い門の下には、この男のほかにだれもいない。
12. 夕暮れになるとカラスがどこからか、たくさん集まってきた。
13. その学生は友達の誕生祝いに出かける支度をしていた。
14. 自然界には、何万という鳥類や動物の種類がある。
15. 情報量の過度な増加は、情報の有用性の減少につながる。
16. ことばで思いを正確に伝えることはたやすいことでない。
17. 道なりに右に曲がると、そこが病院の正門です。
18. 父はいつも早口でしゃべるから話が聞き取りにくい。
19. 彼は倫理観、生命感あふれる作風を特徴とする。
20. 彼女の作品には働く女性の立場からの、生活に根ざした詩が多い。
21. その道が歩きづらいのは数知れない、たくさんのどんぐりのせいだ。
22. 弟はいつもいちばん背の低い子どもであった。
23. 現実逃避のいちばん簡単な方法は映画を見ることであった。
24. 翌朝ホテルの人の指示に従って、島の最も景色のよい所へ行った。
25. 新聞やラジオのニュースを聞いたたびに、ますます逃亡したくなった。
26. その人は留学生に毎週中国語を教えるように頼んだ。
27. 説得力のないわたしの主張は必ず相手の意見に負けてしまう。

28. その問題では社会現象をも考慮の対象にすることが望ましい。
29. 自然科学は、19世紀初頭になって初めて成立した。
30. しかるべき判断を下すための能力が、私たちには必要だ。
31. 人間は、自分が手に入れたものをどこまでも守り抜こうとする。
32. 現代文明はあらゆる技術によって維持されていると言える。
33. 彼は試合の楽しさや、健康のためのスポーツのことを話した。
34. 日常的に目にしているものが社会の現実そのものである。
35. 私は向かい合う相手に気持ちよく話してもらえるように心がけた。
36. メモや録音は許可をもらってから行うようにした。
37. 発表に要する 時間を確認しながら、前もって 練習しておくといふ。
38. 祖父にはこれまで 登山服の持ち合わせがなく、ドテラ姿であった。
39. 青年は、先週ある娘さんとお見合いすることになっていた。
40. 寝る前に、カーテンをそとと開けてガラス窓越しに山を見た。
41. 月のある夜は山が青白く、水の精みたいな姿で立っている。
42. 私がそばを通っても、彼は振り向きもせず熱心に花を摘んでいる。
43. 母は、おじぎをするのも忘れて、しばらく果然と庭を眺めていた。
44. 帰りに、娘さんが、バスの発着所まで送ってきてくれた。
45. 色の白い子が、にこにこ笑いながら、私の方へやってきた。
46. 月は、山々の後ろから、三分の一ほど顔を出している。
47. はがきに切手をはって、スポンと郵便箱へ投げ込んだ。
48. 台所から、美味しそうないいにおいがぷんぷんしている。
49. 彼があんまり紳士ふうでりっぱなのですっかり驚いた。
50. そこでみんなは青いりんごの皮をむき始めた。
51. 農夫は夜にはすっかりくたくたになって、何も考えなくなかった。
52. 書き上げた作品は一人ひとりにとって大切な作品だ。
53. 何を拘束と感じるかはみんな違って、決して一通りじゃない。
54. 労働は心身の消耗であるため、余暇が必要だと考えられている。
55. スーパーマーケットは、買い物の時間を短縮する役割を果たした。
56. 現代人たちは忙しくなり、時間の余裕を失ってきた。
57. 想像力は人生を深め、より楽しいものにする。

- 58. 感情や考えを言葉で表現することは、楽しい。
- 59. 読書は、古今東西の偉人に意見を求めるようなものだ。
- 60. 短歌を鑑賞し、表現から情景や心情を想像した。
- 61. 詩歌の印象的な表現に込められた意味を考える。
- 62. 夫が車椅子に乗るようになってから、12年が過ぎた。
- 63. 電車に乗り遅れたので母に車で送ってもらった。
- 64. 日本について学ぼうとする外国人の存在は貴重である。
- 65. 彼はぶっきらぼうだが、根はいいやつだと思う。
- 66. 公園で昼寝をしていたら、大きな蜂に刺された。
- 67. 小学生たちは、元気に夏休みの一日一日を過ごしていた。
- 68. 物事に対する自分の心の動きに注意深く目を向けよう。
- 69. ドライアイスは冷凍食品を冷やすのにちょうどよい。
- 70. 突然の知らせに二人は声も出ず、座り込んでしまった。

※以上の 70 文は 1 例であり、この他 4 パターンを作成した。