
資 料

事象関連電位 P300 を用いた能動的注意制御機能の測定法

朴木 優斗¹⁾・管 思清^{1, 3)}・小口 真奈^{1, 3)}・高橋 徹^{1, 2)}・
仁田 雄介^{1, 3)}・富田 望²⁾・熊野 宏昭²⁾

A method for measuring voluntary attention control with event-related potential P300

Yuto Honoki¹⁾・Siqing Guan^{1, 3)}・Mana Oguchi^{1, 3)}・Toru Takahashi^{1, 2)}・
Yusuke Nitta^{1, 3)}・Nozomi Tomita²⁾・Hiroaki Kumano²⁾

¹⁾ Graduate School of Human Sciences, Waseda University

²⁾ Faculty of Human Sciences, Waseda University

³⁾ Research Fellow of Japan Society for the Promotion of Science)

(Received : April 22, 2020; Accepted: September 02, 2020)

Abstract

Voluntary attention control comprises three components: selective attention, switching attention, and divided attention. These components can be assessed with a questionnaire—Voluntary Attention Control Scale (VACS) —and a behavioral task—Dichotic Listening Task (DLT). Previous studies suggested that VACS is related to depression and anxiety and that DLT is related to social anxiety. However, thus far, no experiments have measured voluntary attention control with physiological indices. Therefore, in the background, a working hypothesis was proposed to measure voluntary attention control using the event-related EEG potential P300, whereas, in this study, an experimental study was performed. Participants (N = 31) performed the Dichotic Listening Oddball Task (DLOT), which was an experimental task that was developed in the present study to measure voluntary attention control with P300. DLOT comprises three conditions: selective attention condition, switching attention condition, and divided attention condition. In the selective and switching attention conditions, the results showed that the P300 amplitude of the attention target is larger than the P300 amplitude of the un-attention target. In the divided attention condition, the P300 amplitude of the two targets that were simultaneously attended, was not significantly different. This study concludes that P300 may be able to observe voluntary attention control. To establish it as a physiological index, it is necessary to study further reliability and plausibility.

Key Words : Voluntary attention control, Event-related potential, P300, Attention resource, Dichotic Listening Task

1) 早稲田大学大学院人間科学研究科 (Graduate School of Human Sciences, Waseda University)

2) 早稲田大学人間科学学術院 (Faculty of Human Sciences, Waseda University)

3) 日本学術振興会特別研究員 (Research Fellow of Japan Society for the Promotion of Science)

【背景】

注意のコントロールは、人間が日常生活において適応的に行動するために欠かせない^[1]。例えば、考えたい事があっても一つの作業に集中したり、考え事をしているも目の前の作業へ注意を切り換えたり、考え事をしながら同時に作業をしたりすることなどが挙げられる。上記のように、意図的に注意をコントロールする能力を「能動的注意制御機能」という。能動的注意制御機能は以下の3つのコンポーネントで構成されている^{[2][3]}。1つの対象へ注意を集中する能力を「選択的注意」、対象から他の対象へ注意を切り換える能力を「転換的注意」、2つ以上の対象へ同時に注意を向ける能力を「分割的注意」という^[2]。能動的注意制御機能の低さは抑うつや不安症状の発症および維持要因と考えられており^[4]、先行研究で明らかになっている^{[3][5][6][7][8]}。

能動的注意制御機能は以下の3つの指標で測定が可能である。第一に、標準化された心理尺度への回答による自己報告を評価する主観指標が挙げられる。主観指標には、Voluntary Attention Control Scale (以下、VACS) があり^[8]、選択的注意、転換的注意、分割的注意の3つの下位因子が簡便に測定可能である。しかし、主観指標の限界点として、回答者の自覚する能動的注意制御機能のみが評価に反映されるという点がある。第二に、実験課題の遂行エラー率や反応時間の行動反応を評価する行動指標が挙げられる。行動指標には、Dichotic Listening Task (以下、DLT) がある^{[7][8][9]}。DLTとは、左右の耳のそれぞれに英語と日本語で数字を呈示し、選択的注意、転換的注意、分割的注意の3条件ごとに注意の方向をコントロールしながら、教示に従い正しい数字のキーを押すといった課題である。行動指標の特徴として、本人が自覚していない能動的注意制御機能が測定可能である。一方、限界点として、パフォーマンスのみが評価されるため、能動的注意制御機能の認知プロセスを測定しているとは限らない点がある。第三に、実験課題遂行に伴った生理的反応を評価する、生理指標が挙げられる^{[7][9]}。先行研究では、DLTを遂行中の脳血流を測定し、脳活動から能動的注意制御機能を測定している^{[7][9]}。生理指標の特徴として、運動制御能力の要因や、能動的注意制御機能を自覚できる程度の個人差による要因が、比較的排除されているという点

が挙げられる。また、生理指標を用いることで、能動的注意制御機能の認知プロセスを可視化し、客観的に評価することができるという特徴もある。さらに、臨床指標との関連性を検討することで、抑うつ及び不安症における心理的症状と、生理学的活動との関連を解明する研究も推進することが可能になる。しかし、先行研究において、能動的注意制御機能を測定する生理指標には、52chの近赤外線スペクトロスコピー (NIRS) を用いており^{[7][9]}、簡便性には欠けると考えられる。そのため、簡便で能動的注意制御機能を測定可能な生理指標は著者の知る限りでは確認されていない。よって、本研究では、先行研究を概説および整理し、生理指標を用いて能動的注意制御機能を簡便に測定するための理論構築をする。さらに、実験課題の考案をし、測定可能かどうかを検討することを目的とする。

はじめに、能動的注意制御機能の概念整理を目的として、注意資源配分量の観点から、以下のように能動的注意制御機能を再考する。注意資源とは、注意をコントロールする際に用いる限られた認知資源のことを指し^[11]、様々な対象へ配分された注意資源を注意資源配分量と呼ぶ。能動的注意制御機能の3コンポーネントを注意資源配分量から再考すると以下ようになる。第一に、選択的注意では、特定の対象には注意資源配分量を増加させ、それ以外の対象には減少させると考えることができる。第二に、転換的注意では、注意資源配分量を増減させる対象を切り換えると考えられる。第三に、分割的注意では、注意資源配分量を同時に複数の対象において増加させると考えられる。

注意資源配分量と関連のある生理指標として、事象関連電位P300と呼ばれる脳波がある^[13]。事象関連電位とは、ある特定の事象に関連して一過性に生じる脳波のことであり^[4]、その一つがP300である^[15]。P300とは、事象からの潜時が約300msで、頭皮上の中心部から頭頂部にかけて出現する陽性波のことである^[16]。P300の測定には、オドボール課題が用いられることが多い^{[16][18]}。オドボール課題とは刺激弁別課題のことであり、2種類以上の刺激を異なる確率で呈示し、呈示確率の低い方にはキー押しなど反応を求め、呈示確率の高い方は無視をする^[16]。P300は、刺激の呈示確率が低いほど高振幅で出現する^[19]。

本研究における能動的注意制御機能を、注意資源配分量の観点から再考した場合、P300を用いて能動的注意制御機能を測定していると推察できる先行研究が存在する。先行研究では、P300振幅を用いて、特定の対象への選択的注意を測定している^[7]。左右から別々に聴覚刺激を呈示し、左右どちらかに注意を向け、反応を求めるオドボール課題を用いた。注意をした方で呈示された聴覚刺激によるP300振幅は、注意をしていない方のP300振幅より大きいことが示された。また、P300振幅による分割的注意も観察されている^[12]。視覚刺激と聴覚刺激の2種類を呈示し、どちらか片方だけに注意を向け反応を求める選択的注意条件と、両方へ注意を向け反応を求める分割的注意条件を分けたオドボール課題を用いた。分割的注意条件の場合、両刺激に対してP300振幅が出現したが、選択的注意条件でのP300振幅よりは小さかった。一方で、P300を用いて、転換的注意を測定した研究は存在しないが、選択的注意の対象を断続的に切り替える状態を作った場合、P300振幅で測定ができると考えられる。

上記のように、能動的注意制御機能を注意資源配分量の理論から整理するとP300を用いて測定できる可能性がある。さらに、P300は脳波であるため、比較的簡便に測定することが可能である。そこで本研究では、DLTとオドボール課題を参考にし、能動的注意制御機能の3コンポーネントをP300から一括測定が可能な課題を作成することとした。また、能動的注意制御機能における生理指標と主観指標に関連性があるかどうかを検討するため、作成した課題の結果と、VACSとの関連性を探索的に検討することとした。

【方法】

実験対象者及び倫理的配慮 首都圏近郊の私立大学に通う学生を対象に、実験参加の募集を行った。実験参加の同意が得られた34名に対して実験を行い、そのうち脳波解析が不能になる程度にデータ欠損があった者を除いた31名を分析対象とした。性別は男性9名と女性22名、平均年齢は19.9歳であった。実験参加の条件は、24時間以内に薬を服用していないこと、12時間以内にアルコールを摂取していないこと、6時間以内にカフェインを摂取していないこと、右利きであること、健康状態が確認できていること

とした。また、実験参加者には、本実験の参加は任意であり、不参加や中断により不利益は一切生じないこと、及び個人情報厳重に管理することを予め伝えた。なお、本研究は「早稲田大学人を対象とする研究に関する倫理委員会」の承認を得て行われた(承認番号:2018-093)

実験機器 (a)ノート型PC: 実験課題の刺激呈示に用いた。また、聴覚刺激呈示のためイヤホンを接続した。(b)タブレット端末: 心理尺度の回答および実験課題の教示に用いた。(c)生体信号収録装置: 脳波及び眼電位の記録に用いた。本研究では、ミユキ技研の生体信号収録装置Polymate II AP216を用いた。

質問紙尺度 (a)健康アンケートおよびフェイスシート: 実験参加者が実験参加可能であるかを判断するために用いた。フェイスシートは性別、年齢、学年などを確認するために用いた。(b)Voluntary Attention Control Scale (以下、VACS)^[8]: 「選択的注意」、「転換的注意」、「分割的注意」の下位因子から構成され、主観指標としての能動的注意制御機能の測定に用いた。

実験課題 本研究で作成した課題の名称はオドボール課題^{[14][18]}とDLT^{[7][8][9]}を統合させたDichotic Listening Oddball Task (以下、DLOT)とした。実施する実験課題は、「DLOT」と、先行研究で一般的に使用される「オドボール課題」^{[14][18]}の2種類とした。また、詳細をTable. 1に示した。

第一に、DLOTは、生理指標として能動的注意制御機能を測定するために用い、「選択的注意」、「転換的注意」、「分割的注意」の下位指標を測定することを目的として作成した。DLOTの呈示する聴覚刺激には、中心から1000Hz、左のみから2000Hz、右のみから2000Hzの3種類を用いた^[14]。また、音量はすべての実験協力者で同様とした。左右2000Hzの音は条件ごとに反応を求め、標的刺激になり得る刺激で、1000Hzは全条件で反応を求めない標準刺激とした。また、呈示確率はそれぞれ80%:10%:10%とし、合計呈示回数は1試行につき200回とした^[14]。呈示間隔は1.2秒とし、呈示する順序は偽ランダムとした^[14]。実験協力者の手元には左右に対応するキーを置き、左右の人差し指をそれぞれのキーに置き、教示に従ってキー押し反応を求めた。以下に、「選択的注意」、「転換的注意」、「分割

Table. 1 実験課題の詳細

条件	刺激	注意	呈示確率	反応	教示
選択的注意	2000Hz	右耳	10%	右キー	「はじめに指示された方の高い音に注意し、指示された方のキーを押してください。その音以外は無視してください。」
	2000Hz	左耳	10%	左キー	
	1000Hz	両耳	80%	無視	
転換的注意	2000Hz	右耳	10%	右キー	「はじめに指示された方の高い音に注意し、指示された方のキーを押してください。押したらすぐに注意する方向を切り換えてください。また押したら切り換えてください。その繰り返しです。注意している音以外は無視してください。」
	2000Hz	左耳	10%	左キー	
	1000Hz	両耳	80%	無視	
分割的注意	2000Hz	右耳	10%	左キー	「両方の高い音に注意し、鳴った高い音とは逆の方向のキーを押してください。低い音は無視してください。」
	2000Hz	左耳	10%	右キー	
	1000Hz	両耳	80%	無視	
一般的な オドボール課題	2000Hz	両耳	20%	右キー	「高い音が鳴ったらキーを押してください。低い音は無視してください」
	1000Hz	両耳	80%	無視	

的注意」の条件ごとの詳細を記載する。

(a)「選択的注意」条件： 実験協力者には、左右のうち、事前に注意をするよう教示した方向から2000Hzが聞こえてきた際、同様の方向のキーを押すように求めた。また、注意をしていない方向からの2000Hzおよび1000Hzにはキーを押さないよう求めた。本条件では、右に注意する条件と、左に注意する条件を行うため、2試行実施した。

(b)「転換的注意」条件： 実験協力者には、左右のうち、事前に注意をするよう教示した方向から2000Hzが聞こえてきた際、同様の方向のキーを押すように求めた。その後、押したら素早く、注意を他方へ切り換えるように求めた。また、注意をしていない方向からの2000Hzおよび1000Hzにはキーを押さないよう求めた。本条件では、右から注意し始める条件と、左から注意し始める条件があるため、2試行実施した。

(c)「分割的注意」条件： 実験協力者には、左右両方へ注意を向けるよう教示し、どちらか一方からでも2000Hzが呈示された場合、その方向とは左右反対のキーを押すように求めた。左右の音を区別し、能動的に注意を分割しているかを確かめるためという意図と、作業が単調になり、左右どちらにも注意を向けていない状態を避けるためである。本条件は、(a)、(b)とは違い、左右音の偏りはなく、1試行のみ実施した。

第二に、オドボール課題は、P300の操作チェック及び、オドボール課題によるP300振幅と分割的注意のP300振幅を比較するために用いた。実験協力者には2000Hzにのみ、キーを押すように求め、1000Hzは押さないように求めた。中心1000Hzと中

心から2000Hzの2音を呈示確率80%:20%で、合計200回、間隔を1.2秒で偽ランダムに呈示する課題を1試行実施した。

実験手順 ①健康アンケートの回答、②実験内容を口頭説明・文書によるインフォームドコンセント、③質問紙尺度の回答、④実験課題の説明、⑤生体信号収集装置の装着、⑥実験課題を実施（容易な課題から実施し、「オドボール課題」→「選択的注意条件」→「分割的注意条件」→「転換的注意条件」に統一した。それぞれの条件の直前には、該当する条件の教示と練習課題を実施。）⑦図書カード1,500円分の謝礼受け渡し。

脳波の記録と解析 脳波の記録と解析は先行研究^[4]および誘発電位測定指針案^[21]を参考にした。電極の入力インピーダンスは300GΩであるため、実験協力者の電極インピーダンスは50kΩ以下になるよう調整した。電極位置は国際式10-20法に基づいたPzとした。また、サンプリング周波数は200Hz、ローカットフィルタ1.0Hz、ハイカットフィルタを30.0Hzに設定した。P300の記録には加算平均法を用いた。P300振幅は、刺激呈示後から250msから600msまでの頂点電位と、刺激呈示前-100msから0msの平均電位の差と定義した。

仮説 DLOTの選択的注意、転換的注意、分割的注意の各条件において、P300振幅が先行研究^[2]^[7]と同様に表れ、注意資源配分量の理論と一致しているという仮説を立て、具体的には以下の3つとした。第一に、「①選択的注意および転換的注意条件において、注意している聴覚刺激によって出現したP300振幅の方が、注意していない聴覚刺激によって出現したP300振幅よりも有意に大きい」とし

た。第二に、「②分割的注意条件において、注意している聴覚刺激によって出現したP300振幅と、それと同時に注意している聴覚刺激によって出現したP300振幅には、有意な差がない」とした。第三に、「③一般的なオドボール課題のP300振幅の方が、分割的注意でのP300振幅よりも有意に大きい」とした。一般的なオドボール課題と分割的注意条件は、反応を求める刺激の呈示確率は20%と同様である。そのため、P300振幅の大きさを決める要因は注意資源

配分量となる。よって、オドボール課題と比較して、分割的注意は注意する対象が課題のルールと左右別々の音に増えることで、注意資源配分量が減少すると考えられる。

【結果】

結果の概要 DLOTおよびオドボール課題によるP300の波形をFig. 1に示し、振幅の平均値のグラフをFig. 2-1～2-4に示した。全て実験協力者

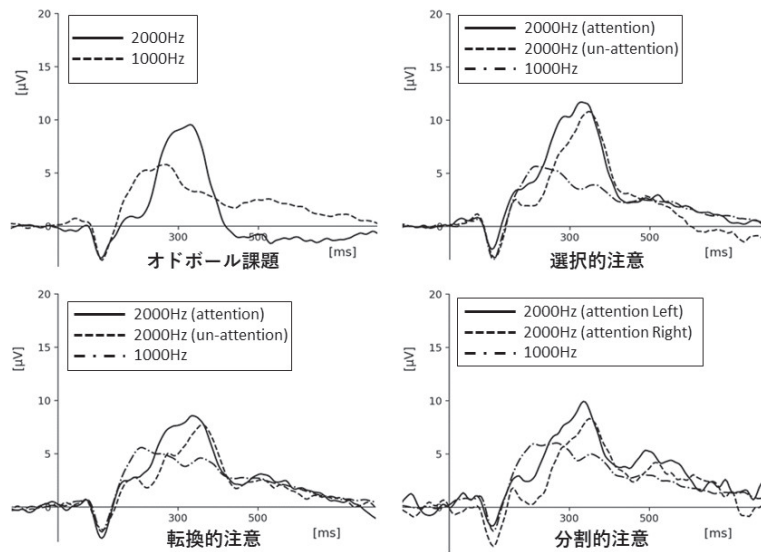


Fig. 1 オドボール課題およびDLOT各条件のP300波形

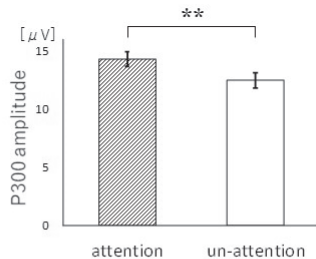


Fig. 2-1 選択的注意のP300振幅差

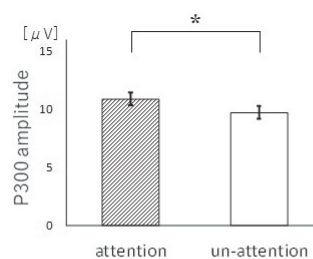


Fig. 2-2 転換的注意のP300振幅差

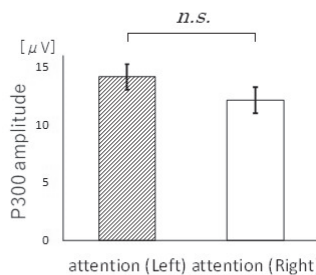


Fig. 2-3 分割的注意(左右別)によるP300振幅差

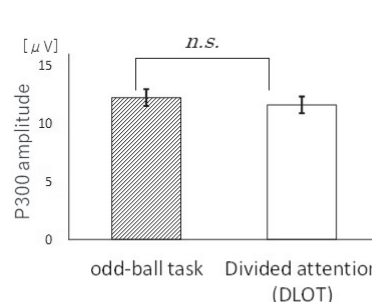


Fig. 2-4 オドボール課題と分割的注意(左右合算)によるP300振幅差

Fig. 2-1, 2-2: 選択的注意および転換的注意条件では、注意している聴覚刺激によって出現したP300振幅 (attention) の方が、注意していない聴覚刺激によって出現したP300振幅 (un-attention)よりも有意に大きかった。Fig. 2-3: 分割的注意条件において、左右それぞれ、右へ注意している聴覚刺激によって出現したP300振幅 (attention (Right))とそれと同時に左へ注意している聴覚刺激によって出現したP300振幅 (attention (Left))には有意な差がなかった。Fig. 2-4: 一般的なオドボール課題のP300振幅 (odd-ball task) と、分割的注意でのP300振幅 (Divided attention (DLOT))には有意な差はなかった。

Note: エラーバーは標準誤差, $p < .01^{**}$, $p < .05^{*}$

の総加算平均によるものである。また、統計解析は、仮説の検証においては、有意水準は.05とし、対応のあるt検定を実施した。

また、DLOTの結果と、VACSを比較する際には、有意水準は.05として順位相関分析を実施した。その際、DLOTのP300振幅の標準化は、「オドボール課題の2000Hzに対するP300振幅」で、「DLOTの各条件のP300振幅」を、実験参加者個人ごとに割ること計算された。

操作チェック 第一に、課題の正答率について、すべての実験協力者が95%を超えていたため、課題の認知負荷は適切であった^[14]。第二に、注意している聴覚刺激によるP300振幅が、左右の耳で同程度かどうかを検討した。選択的注意、転換的注意において左右2000HzによるP300振幅に差があるかどうかを検討したところ、どちらも有意差は見られなかった（選択的注意： $t(30)=1.499, p=.114$ ；転換的注意： $t(30)=1.788, p=.084$ ）。

仮説の検証 仮説①について、選択的注意および転換的注意条件では、注意している聴覚刺激によって出現したP300振幅の方が、注意していない聴覚刺激によって出現したP300振幅よりも有意に大きかったため、仮説は支持された（Fig. 2- 1；選択的注意： $t(30)=2.805, p=.009, d=.504$ ；Fig. 2- 2；転換的注意： $t(30)=2.130, t(30)=.875, p=.041, d=.383$ ）。仮説②について、分割的注意条件において、注意している聴覚刺激によって出現したP300振幅と、それと同時に注意している聴覚刺激によって出現したP300振幅には、有意な差がなかったため、仮説は支持された（Fig. 2- 3； $t(30)=1.832, p=.077$ ）。仮説③について、一般的なオドボール課題のP300振幅と、分割的注意でのP300振幅には有意な差はなかったため、仮説は支持されなかった（Fig. 2- 4； $t(30)=.875, p=.388$ ）。

主観指標と生理指標との関連性 能動的注意制御機能における主観指標と生理指標との関連性の検討を目的とし、VACSの下位因子と、標準化したDLOTの各条件のP300振幅において順位相関分析を実施した。結果、標準化したDLOTの3条件と、VACSの3つの下位因子の全ての組み合わせにおいて、有意な相関関係および、相関係数.200以上の値は見られなかった。

【考察】

本研究では、注意資源配分量とP300から構築された測定方法をもとに、実験的検討をした。まず、選択的注意および転換的注意については、P300振幅を用いて測定することができた。選択的注意条件においては先行研究^[17]と同様の結果が得られたが、課題の最中に選択的注意を切り換えるような転換的注意条件においても、P300振幅で測定できる可能性が示唆された。転換的注意を、P300から測定した研究は本研究が初めてであり、P300の新たな知見になったと考えられる。また、分割的注意においても、注意を向けた対象と同時に注意を向けた対象によるP300振幅に有意な差が見られなかったため、分割して左右の聴覚刺激に対して同程度に注意資源配分をしていた可能性が示唆された。しかし、一般的なオドボール課題におけるP300振幅を比較した際、有意な差は見られなかった。そのため、先行研究^[12]とは異なる結果となった。しかし、先行研究^[12]では、視覚と聴覚という異なるモダリティで分割していたため、注意資源配分の負荷が大きく、明確に差が現れたと考えられる。また、実験協力者からは「一般的なオドボール課題は簡単すぎた」や「分割的注意条件は難しかった」という主観的報告があった。先行研究でも、覚醒度の高さはP300振幅の大きさに影響することが報告されている^[18]。そのため、従来であれば分割的注意の際は注意資源配分量が減少するはずであるが、課題の難易度による認知的負荷の相違点から、一般的なオドボール課題より、分割的注意条件の方で、覚醒度が高まったと考えられる。

一方で、主観指標と生理指標との関連性の検討では、VACS^[8]とDLOTの有意な相関関係は見られなかった。そのため、「主観的な能動的注意制御機能が高いほど、P300振幅が大きい」といった関連性は示されなかったため、DLOTは主観的な能動的注意制御機能とは別の注意資源を測定している可能性がある。注意資源は多重の層に分かれており、行動指標で得られる反応時間と、P300で得られる振幅では異なる層の注意資源を反映しているという先行研究がある^[20]。具体的には、刺激の符号化など、知覚-中枢レベルで用いる「知覚-中枢資源」と、刺激に対して反応および入力する際に用いる「反応資源」とは区別され^[20]、知覚-中枢資源のみを反映してい

るのがP300振幅であり、知覚-中枢資源および反応資源の両方を反映しているのが反応時間である^[10]。先行研究^[8]によると、DLTとVACSとの間に、同様のコンポーネント同士で有意な相関関係があったため、VACSは行動指標との関連性があると推察できる。つまり、VACSの測定値は反応資源による能動的注意制御機能を反映し、DLOTの測定値は知覚-中枢資源による能動的注意制御機能を反映している可能性がある。

本研究には以下の限界点と今後の展望が挙げられる。第一に、DLOTの信頼性および妥当性の検証までには及ばず、開発のみにとどまった点である。能動的注意制御機能を客観的に測定している先行研究が少ないため、本研究では、いくつかの実験課題と理論から推測し、演繹的にDLOTの作成を行った。そのため、今後は、測定結果の妥当性を示すことに加えて、再検査信頼性を実施することや、DLOTの改訂を繰り返す必要があると考えられる。第二に、DLOTの分割的注意条件では「左右の音のどちらにも注意資源配分を行っていない」という可能性を棄却できていない点である。本研究では、「注意に向けた対象によって出現したP300振幅と、それと同時に注意に向けた対象によって出現したP300振幅には、有意な差がなかった」ために、分割的注意を測定できたとしている。そのため、今後は「どちらにも注意資源配分を行っていない」条件を設定して比較し、実際に注意資源を配分しているかどうかの操作チェックも必要であると考えられる。

【引用文献】

- [1] 河原純一郎・横澤一彦. (2015). シリーズ統合的認知1 注意：選択と統合. 勁草書房.
- [2] Matthews, G., & Wells, A. (1994). Attention and emotion (Classic edition) : A clinical perspective. Psychology Press.
- [3] 今井 正司・今井 千鶴子・金山 裕介・熊野 宏昭.(2011). 能動的注意制御機能のコンポーネントと臨床症状との関連. 日本認知・行動療法学会発表論文集, 37, 296-297.
- [4] 松浦 隆信・亀山 晶子・坂本 真士. (2011). 過度な注意の持続と不安・抑うつとの関連. パーソナリティ研究, 20 (1), 32-40.
- [5] Ólafsson, R. P., Smári, J., Guðmundsdóttir, F., Ólafsdóttir, G., Harðardóttir, H. L., & Einarsson, S. M. (2011). Self reported attentional control with the Attentional Control Scale: Factor structure and relationship with symptoms of anxiety and depression. *Journal of anxiety disorders*, 25 (6), 777-782.
- [6] Judah, M. R., Grant, D. M. M., Mills, A. C., & Lechner, W. V. (2014). Factor structure and validation of the attentional control scale. *Cognition and Emotion*, 28 (3), 433-451.
- [7] Tomita, N., Imai, S., Kanayama, Y., & Kumano, H. (2019). Relationships between cortically mediated attentional dysfunction and social anxiety, self-focused attention, and external attention bias. *Perceptual and motor skills*, 126 (6), 1101-1116.
- [8] 今井 正司・熊野 宏昭・今井 千鶴子・根建 金男.(2015). 能動的注意制御における主観的側面と抑うつ及び不安との関連. 認知療法研究, 8, 85-95.
- [9] Tomita, N., Imai, S., Kanayama, Y., Kawashima, I., & Kumano, H. (2017). Use of multichannel near infrared spectroscopy to study relationships between brain regions and neurocognitive tasks of selective/divided attention and 2-back working memory. *Perceptual and motor skills*, 124(3), 703-720.
- [10] Hallett, P. E. (1978). Primary and secondary saccades to goals defined by instructions. *Vision research*, 18 (10), 1279-1296.
- [11] Kahneman, D. (1973). Attention and effort (Vol. 1063). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- [12] Falkenstein, M., Hohnsbein, J., Hoormann, J., & Blanke, L.(1991). Effects of crossmodal divided attention on late ERP components. II. Error processing in choice reaction tasks. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*, 78 (6), 447-455.
- [13] Kok, A.(2001). On the utility of P3 amplitude as a measure of processing capacity.

- Psychophysiology, 38 (3), 557-577.
- [14] 入戸野 宏.(2005). 心理学のための事象関連電位ガイドブック. 北大路書房.
- [15] Sutton, S., Braren, M., Zubin, J., & John, E. R. (1965). Evoked-potential correlates of stimulus uncertainty. *Science*, 150(3700), 1187-1188.
- [16] 入戸野 宏. (2006). 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.
- [17] Smith, D. B. D., Donchin, E., Cohen, L., & Starr, A. (1970). Auditory averaged evoked potentials in man during selective binaural listening. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 28 (2), 146-152.
- [18] Polich, J.(2007). Updating P300: an integrative theory of P3a and P3b. *Clinical neurophysiology*, 118 (10), 2128-2148.
- [19] Squires, K. C., Wickens, C., Squires, N. K., & Donchin, E. (1976). The effect of stimulus sequence on the waveform of the cortical event-related potential. *Science*, 193 (4258), 1142-1146.
- [20] Wickens, C. D. (1984). Processing resources in attention. In R. Parasuraman, & D. R. Davies(Eds.), *Varieties of attention*. Orlando, FL: Academic Press, pp. 63-101.
- [21] 脳波筋電図学会・誘発電位の正常値に関する小委員会: 誘発電位測定指針案 (1997年改訂). (3) 短潜時体性感覚誘発電位. *脳波と筋電図* 25: 8-10