

自然環境をテーマとしたデジタル刺激による回復効果の検討

心理学科 18HP206 伊藤 馨

(指導教員：長野 祐一郎)

キーワード：自然環境，デジタル刺激，映像，音，没入感

序と目的

近年、HMD などの没入型機器が開発され、より没入感の高い環境を作り出せるようなコンテンツが普及しつつある。コンテンツの盛り上がりも伴い、没入感に関する研究は盛んになった。渡邊・長野・岡ノ谷・川合(2013)では、HMD を用いて参加者の頭部運動がリアルタイムで仮想空間の一人称視点に反映されるという実験を行い、操作性の重要性が高いという結果がみられた。ゲーム課題における没入、すなわちフロー状態に近づくことは、よりリアリティを高める要因として研究が進んでいる。そこで本研究は、仮想空間での操作の有無が感情喚起や没入感に影響するかを検討することを目的とし、自然環境をテーマとしたデジタル刺激の回復効果についても検討することとした。

方法

実験参加者：14 人の大学生が参加した。

実験課題：Unity 上で作成した仮想空間を実験刺激として使用した。

条件：マウスとキーボードで自由に探索できる条件(操作あり条件)と自動で移動する条件(操作なし条件)を設け、参加者を 7 人ずつ配置した。

測定指標：生理指標は心拍数(HR)、皮膚コンダクタンス(SC)、指尖皮膚温(以下、皮膚温)を測定し、心理指標は肯定的感情(Positive Affect 以下 PA)、否定的感情(Negative Affect 以下 NA)、安静状態

(Calmness Affect 以下 CA) の 3 因子からなる一般感情尺度(小川・門地・菊池・鈴木,2000)、没入感尺度(松島・佐藤・春日・橋本,2011)を測定した。

手続き：実験前に基本属性と一般感情尺度への記入を行い、測定器の着用を行った。実験は前安静 3 分、課題 5 分、後安静 3 分で行った。後安静終了後、一般感情尺度と没入感尺度の記入を行った。

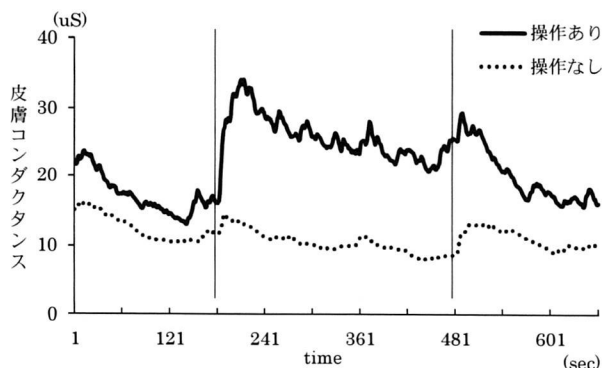


図 1 条件別の SC の推移

結果

生理指標では、HR には条件差がみられなかった。SC では課題期において操作あり条件に有意な上昇がみられた(図 1)。皮膚温では課題が進むにつれて条件に関係なく上昇傾向がみられた。心理指標については、一般感情尺度においては PA の課題期に上昇傾向がみられ、操作あり条件の得点が高いようにみえたが、分析では期間の効果のみが有意であった。CA では、期間の効果が有意、条件×期間の交互作用が有意傾向であった。CA 得点は前安静より後安静が有意に高かったが(図 2)、操作なし条件においては課題期と前安静の間にも有意な差が認められた。

考察

本研究は、自然環境を舞台とした仮想空間での操作の有無が感情喚起や没入感に影響するかを検討することを目的とした。生理指標の結果から、SC と皮膚温の課題期において条件の有意な効果がみられ、自己操作に伴うフロー状態を経験している可能性が考えられた。没入感の影響は末梢に反応が強くみられる傾向があることを示し、一方で生理指標の結果では没入感回復効果を低下させる要因の一つになる可能性が考えられた。心理指標では、操作あり条件において PA の喚起がみられ、没入感の影響がみられていた。CA では、操作なし条件のみ有意に高いことが示されていた。映像を静かに視聴することが回復効果を高める可能性が示された。

本研究の結果からは、操作が無い方が安静感情の喚起に寄与し回復効果が高まるという可能性が示された。しかし、没入感が回復効果に良い効果を与えている可能性も考えられ、今後の発展研究ではさらに没入感に着目して、より良い回復効果が得られるかを検討することが望まれる。

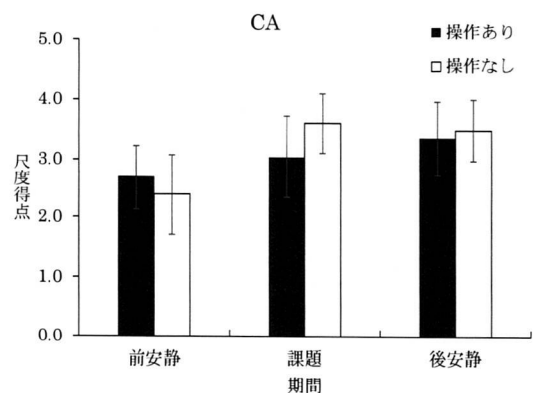


図 2 各期間における条件ごとの CA 得点

自然環境をテーマとしたデジタル刺激による
回復効果の検討

学籍番号 18HP206

氏名 伊藤 馨

指導教員 長野 祐一郎

はじめに

本論文は自然環境をテーマとしたデジタル刺激による回復効果の検討を目的としたものである。研究Ⅰでは「映像」と「音」に着目し、自然環境を映した映像において環境音の有無が回復効果に与える影響について検討することを目的とした。研究Ⅱでは「没入感」に着目し、自然豊かな島を舞台とした仮想空間で操作の有無が感情喚起や没入感に影響するかを検討することを目的とした。研究Ⅰと研究Ⅱを通して、自然環境をテーマとしたデジタル刺激による回復効果について検討することを本論文の総合考察とする。

研究Ⅰ

序と目的

[近年の自然環境の研究]

近年、自然環境にはストレス低減効果やリラックス効果といった回復効果がみられると様々な研究により示されている。自然環境下において視覚、聴覚などの感覚器官を通してストレス軽減効果が得られていることが報告され、特に森林や川といった自然環境は強く影響していると考えられている。森林浴といった自然環境に触れることはストレス解消効果が非常に高いことが示される研究も報告されるようになった。恒次・朴・李・香川・宮崎(2011)は、森林浴を用いた森林セラピーの実験において、森林環境下での各感覚要素の評価が好ましい、快適であるという結果がみられ、森林環境における感覚要素が影響して快適感、鎮静観をもたらすと推測されると述べている。感覚器官を通して快適感や開放感を得られ、蓄積しているストレスから開放されるという過程を経て、ストレス低減効果やリラックス効果につながっていると考えられるのではないかと。しかし、多忙な現代人が自然と触れ合う機会を増やすことは容易ではなく、自然に触れあえないのではそもそも意味がないという問題もあげられる。

[自然環境の回復効果を得ることの簡便化]

その中で本研究では比較的簡単に自然環境による回復効果を得られないかを検討することとした。鈴木・堀(1989)は、森林のスライドを提示し自然に対する好ましさなどの自然に対する評価実験を行い、直接的な自然ではなくスライドという間接的な自然風景の実験刺激において実験した上で回復効果がみられたと述べている。このことは、実物の自然風景を見ずとも間接的な自然風景を作り出せるコンテンツで回復効果がみられることを意味しているのではないかと考えられた。よって、多忙な現代人が実物の自然環境と接する機会を設けるのは厳しいという現状を踏まえたうえで、自然環境の映像や音で同様の回復効果を得られるのかを研究の主題とした。

[映像と音による回復効果]

映像による回復効果については、辻裏・豊田(2013)は、森林映像を用いた心身反応の検証実験を行い、結果として快適性を含む主観評価とリラックス効果につながる項目において回復効果が認められる結果が得られたと述べている。映像による自然の回復効果は実物の自然で得られる回復効果と同様の効果が得られていると考えられる。音による回復効果については、上杉・足達・大曲・鈴木(2002)は、川のせせらぎ、虫の音など 1/f ゆらぎの音はストレス解消の効果があると述べている。つまり自然環境の音は聴覚器官を通してストレス解消効果を有意にもたらし、リラックスにつながっているのではないかとと思われる。上記二つの先行研究から映像と音は有意に回復効果を得られることが示された。

[本研究の目的]

そこで、映像と音を含めた自然環境の回復効果はどの程度効果的であるのかを検討することでより効果的なストレス軽減効果の検証につなげられると考えられる。本研究は、自然環境の映像において環境音の有無が参加者に与える回復効果の変化について検討することを目的とし、自然環境を映した映像というデジタル刺激がもたらす回復効果についても検討する。研究Ⅰの仮説として音有り条件において HR の低下傾向や SC の低下傾向が示され、一般感情尺度の CA において音有り条件の得点が他期間より高くなることが示されると予測した。

方法

実験参加者

都内近郊の大学に所属する大学生 16 名を対象に実験を行った。

実験課題

森林の動画（図 1）と川の動画（図 2）を実験刺激として用いた。



図 1 森林動画の画面



図 2 川動画の画面

条件

各動画に環境音が入っている音有り動画条件と環境音を消し映像のみを提示する音無し動画条件を設けた。

使用機器

映像提示はプロジェクター(Panasonic 製 PT-VW360)で提示し、環境音は卓上スピーカー(JBL 製 Pebbles)を使用した。生理指標の計測のため、自作の心拍計測器、皮膚コンダクタンス計測器を使用した。

生理指標

心拍数(Heart Rate 以下 HR)、皮膚コンダクタンス(Skin Conductance 以下 SC)を計測した。HRに関しては、非利き手の第二指に装着した心拍数測定モジュール SparkFun Pulse Oximeter and Heart Rate Sensor・MAX30101 & MAX32664 (SparkFun 製)を用いて測定し、皮膚コンダクタンスに関しては、長野・永田・宮西・長濱・森田(2019)と同様の測定回路を用いて、小指球および拇指球に電極(日本光電工業製 VitrodeF-150S)を装着し計測した。

心理指標

主観的感情の測定には、小川・門地・菊池・鈴木(2000)の一般感情尺度を用いた。肯定的感情(Positive Affect 以下 PA)、否定的感情(Negative Affect 以下 NA)、安静状態(Calmness Affect 以下 CA)、の3因子からなり、4項目ずつ計12項目を抽出して構成されていた。それぞれについて、「全く当てはまらない:1」から「非常に当てはまる:4」の4件法で評定を行った。

実験スケジュール

始めに、質問紙に参加者の基本属性を記入してもらい、実験前の安静状態の感情状態について回答を求めた。回答後に実験スケジュールの教示をした。教示の際、実験が身体や精神に影響のないことを伝え、参加者からインフォームドコンセントを得た。教示後に実験を開始した。実験は前安静画面、動画1、動画2を2分ずつ視聴した。前安静では何も映っていない黒い画面を表示した。第1試行では森林動画を実験刺激とし、動画1は音有り条件、動画2は音無し条件で視聴した。第2試行では川の動画を実験刺激とし、カウンターバランスをとるために第1試行とは逆の順序の条件で動画を視聴した。各試行の動画2の視聴後に動画1を見たときの感情状態、動画2を見たときの感情状態についてその時の感情状態を想起してもらいながら回答を求めた。実験スケジュールは図3、図4のように実施した。なお、質問の回答はMicrosoft Formsにて質問紙のページを作成し、参加者の持参のスマートフォンでQRコードを参加者に読み込んでもらいスマートフォン上で回答を求めた。

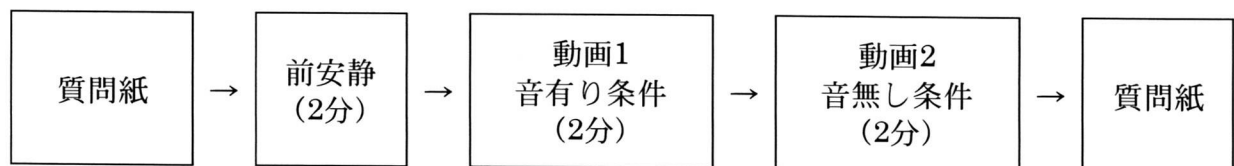


図3 第1試行の実験スケジュール

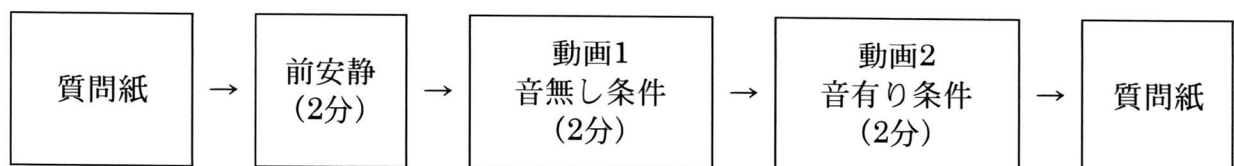


図4 第2試行の実験スケジュール

結果

本実験で得られたデータをもとに、生理反応別に分析を行った。始めに第1試行と第2試行のHRについて各期間に分けて期間ごとに合わせ平均値と標準偏差を算出した。算出したデータをグラフに図示した(図5)。

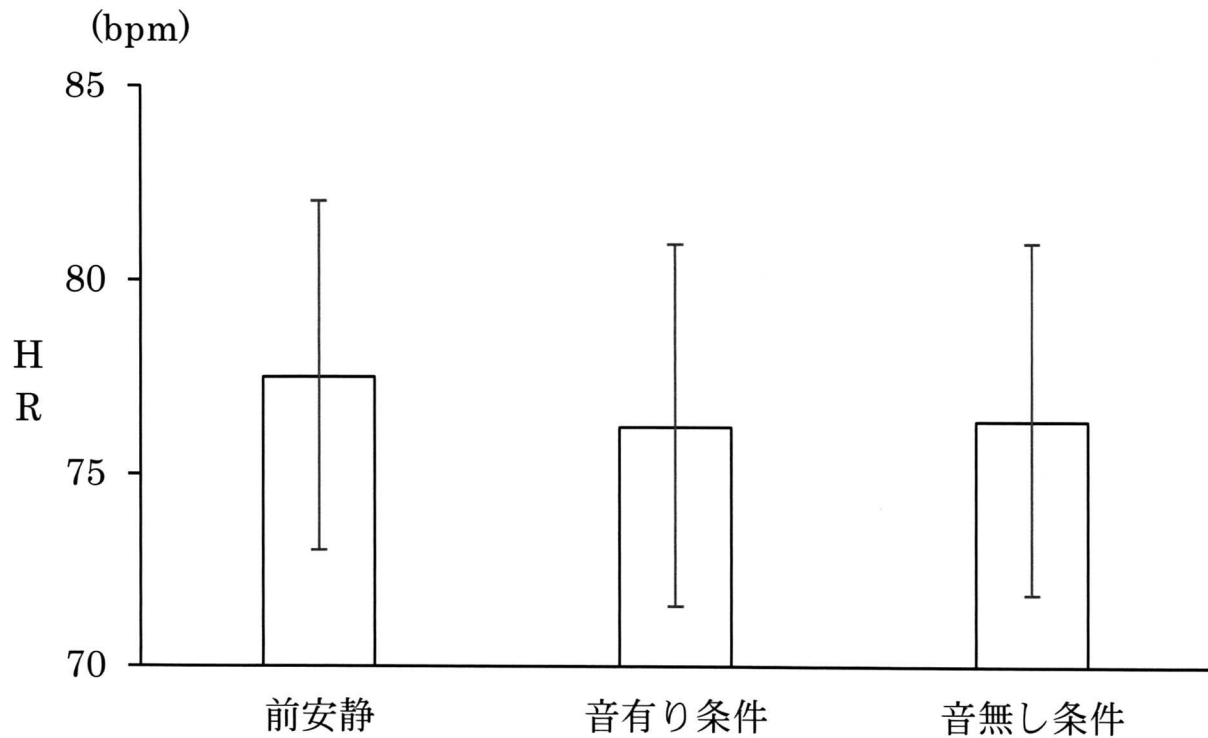


図5 各期間におけるHRの推移

図5より、前安静に比べて音有り条件、音無し条件の平均値はやや下降していることが示され、映像刺激による反応が表れていることが示された。音有り条件と音無し条件を比較すると、平均値に差はみられず条件差は示されなかった。

HRを従属変数として、期間の間に差がみられるかどうかを1要因3水準の参加者内計画の分散分析を用いて分析を行った。分析の結果、期間の主効果は有意ではなかった($F(2,30) = 2.38, n.s.$)。HRの結果からは、条件の差は示されなかった。

次に第1試行と第2試行のSCについて各期間に分けて期間ごとに合わせ平均値と標準偏差を算出した。算出したデータをグラフに図示した(図6)。

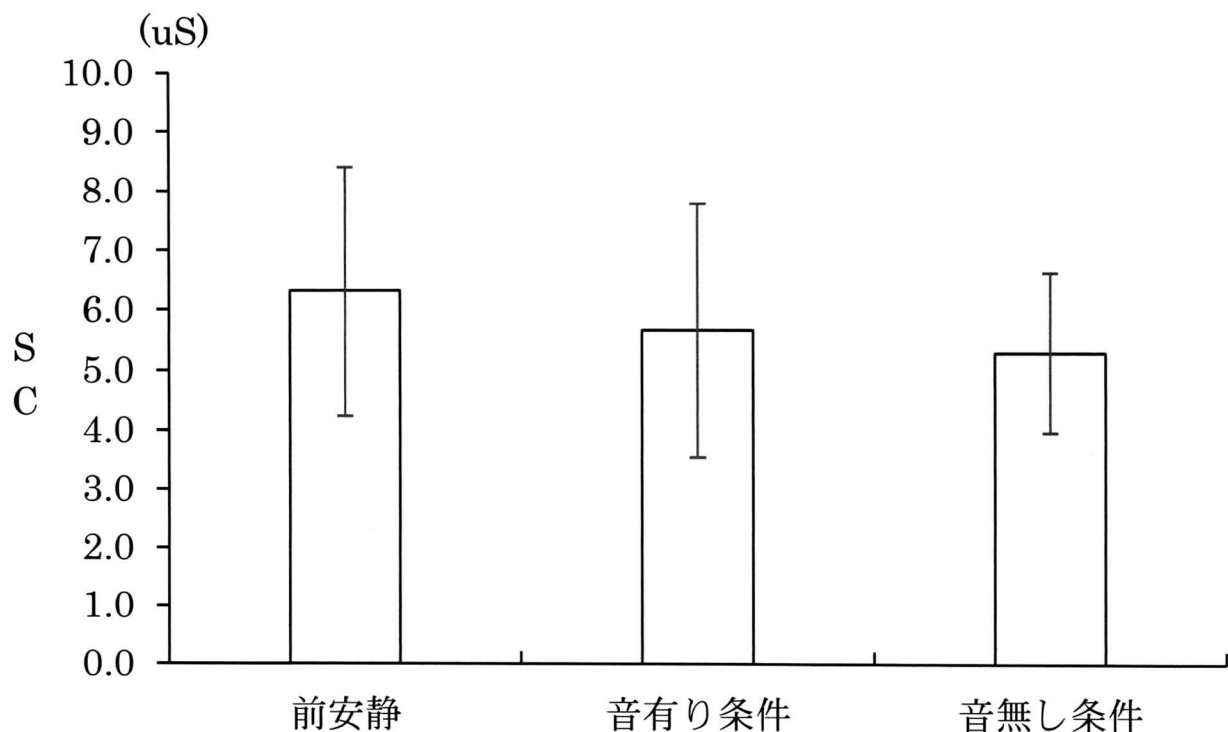


図 6 各期間における SC の推移

図 6 より、前安静に比べて音有り条件と音無し条件の平均値は低いことがみられ、映像刺激の反応は表れていることが示された。音有り条件と音無し条件を比較すると、音有り条件より音無し条件のほうが平均値はやや低いことがみられた。

SC を従属変数とし、期間の間に差がみられるかどうかを 1 要因 3 水準の参加者内計画の分散分析を用いて分析を行った。分析の結果、期間の主効果は有意ではなかった ($F(2,30)=1.12, n.s.$)。SC の結果においても条件差は示されることはなかった。

次に一般感情尺度で得られたデータから、感情状態別に分析を行った。始めに第 1 試行と第 2 試行の PA について各期間に分けて期間ごとに合わせ平均値と標準偏差を算出した。算出したデータをグラフに図示した(図 7)。

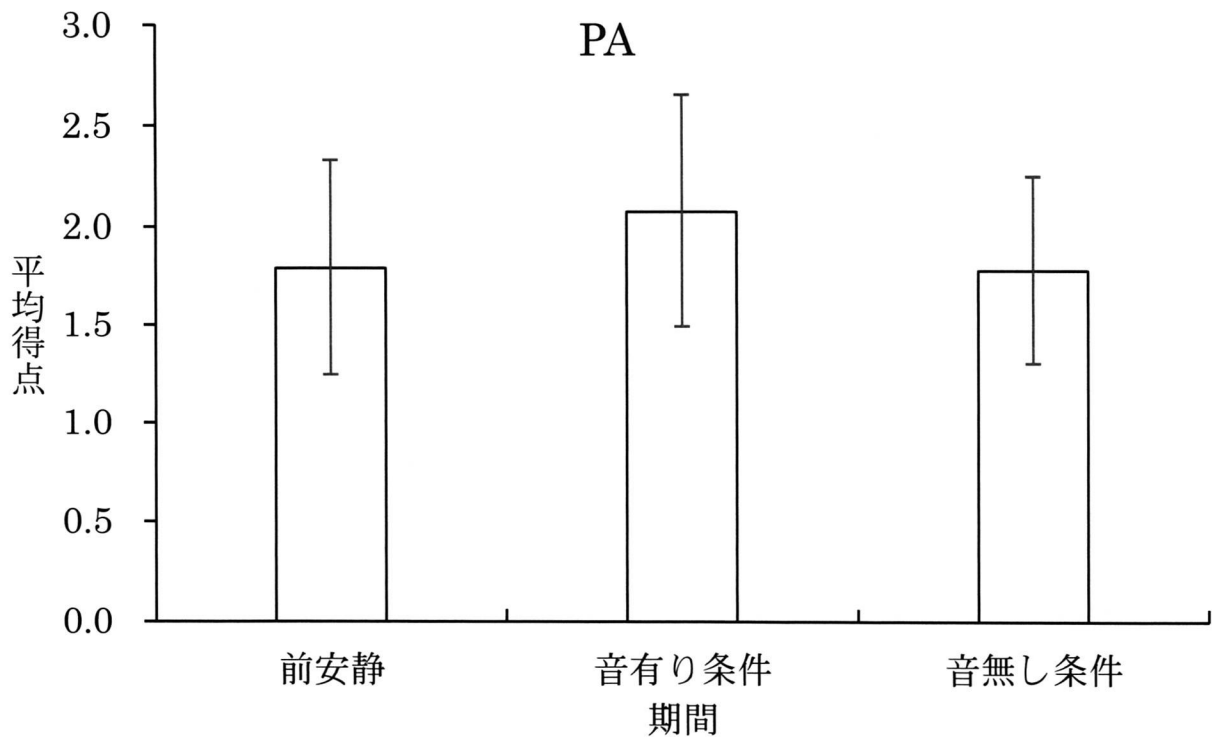


図 7 各期間における PA 得点

図 7 より、PA が最も多く喚起されていたのは音有り条件の期間であることが示された。音無し条件は前安静と比較すると差はなかったことがみられ、PA の喚起は低かったことが見て取れた。

PA を従属変数とし、期間の間に差がみられるかどうかを 1 要因 3 水準の参加者内計画の分散分析を用いて分析を行った。分析の結果、期間の主効果は有意な効果が観察された ($F(2,30)=4.57, p<.05$)。期間の主効果が有意であったため、Holm 法による多重比較を行った結果、音有り条件は前安静、音無し条件より有意に高いことが観察された ($p<.05$)。分析結果から期間の有意な効果が観察され、音有り条件が他期間に比べて有意に高いことが示された。音有り条件と音無しの条件を比較した際にも有意に高いことが示されたのは、映像刺激に音が有ることによる PA が喚起される可能性が示された。

次に第 1 試行と第 2 試行の NA について各期間に分けて期間ごとに合わせ平均値と標準偏差を算出した。算出したデータをグラフに図示した(図 8)。

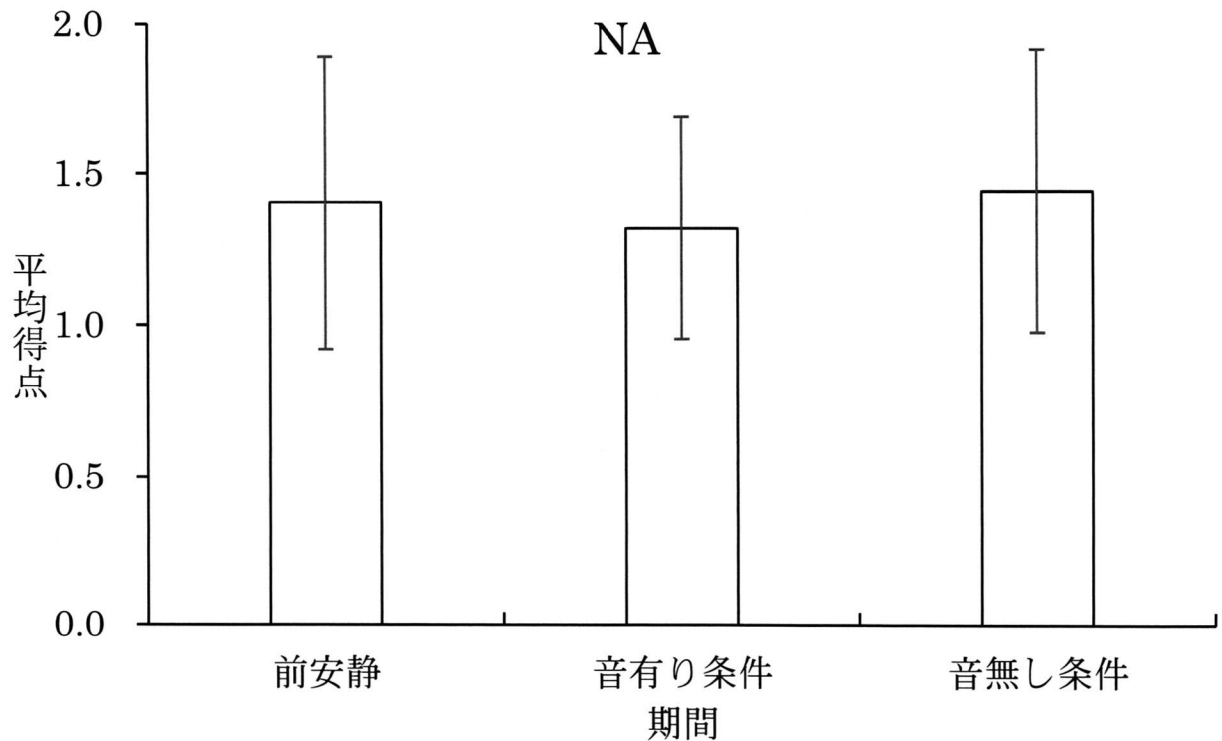


図 8 各期間における NA 得点

図 8 より，期間の間に大きな差は見受けられなかった。音有り条件において，他期間よりやや低いことがみられた。

NA を従属変数とし，期間の間に差がみられるかどうかを 1 要因 3 水準の参加者内計画の分散分析を用いて分析を行った。分析の結果，期間の主効果は有意ではなかった

($F(2,30)=0.73, n.s.$)。条件の間に有意な差がみられず，グラフにおいても差はみられなかったことから，NA の感情喚起に映像刺激が寄与しなかったということが示された。

次に第 1 試行と第 2 試行の CA について各期間に分けて期間ごとに合わせ平均値と標準偏差を算出した。算出したデータをグラフに図示した (図 9)。

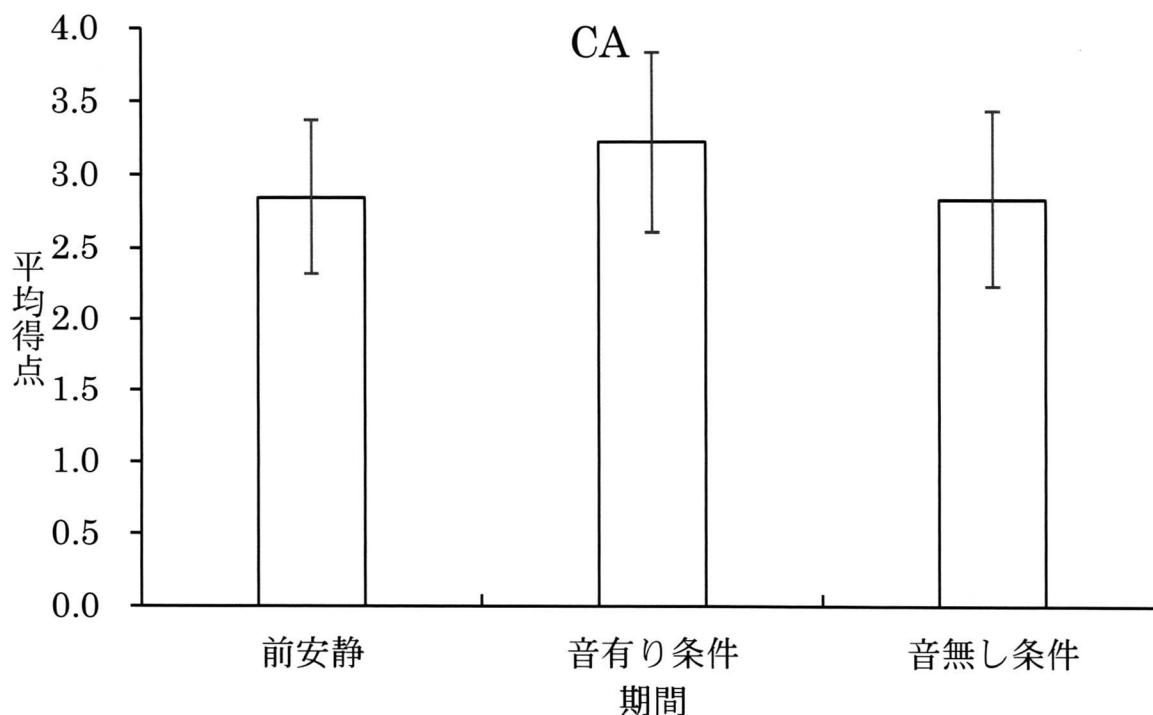


図 9 各期間における CA 得点

図 9 より、音有り条件の得点は前安静と音無し条件に比べて得点が高いことが示され、音無し条件は前安静との差がみられなかった。

CA を従属変数とし、期間の間に差がみられるかどうかを 1 要因 3 水準の参加者内計画の分散分析を用いて分析を行った。分析の結果、期間の主効果は有意な効果が観察された ($F(2,30)=7.07, p<.01$)。期間の主効果が有意であったため、Holm 法による多重比較を行った結果、音有り条件は前安静、音無し条件より有意に高いことが観察された ($p<.05$)。分析結果から、音有り条件は他期間に比べて CA の感情喚起に影響を与えていることが示唆された。

次に内省報告で得られたデータを各試行で分け、結果に関わる報告を要約して取り上げた。第 1 試行では、「音有りでは音無しに比べて飽きずに見ることができた」、「音有り動画は集中して見ることができた」と回復効果がみられている報告がみられた。また、「途中で飛んでくる蜂が気になった」や「鳥の音がうるさく感じた」と映像や音の影響で回復に繋がっていないように思われる報告もみられた。第 2 試行では、「心地よい動画と音で寝そうになった」、「音有りでは臨場感があり、安静した気持ちになった」と回復効果がみられる報告がある他に、「水音が小さいように感じた」と音の影響で回復につながっていないように思われる報告が観察された。また、各試行を通して、「音無し動画では動きが少なくただの絵のように感じた」「音無し動画は映像が代わり映えしないため飽きてしまう」という報告が多く、音有りの報告に比べてリラックスに繋がっているように思われる報告は見られなかった。その他、実験手続きに関する不満点や参加者の疲れによる眠さなどの報告が多かった。

考察

[本研究の目的]

本研究は、環境音の有無によって参加者に与える回復効果がどの程度変化するかを検討することを目的とした。測定指標として HR と SC の生理指標と、一般感情尺度を用い

た心理指標で測定した。仮説として音有り条件において HR の低下傾向や SC の低下傾向が示され、一般感情尺度の CA において音有り条件の得点が高くなることが示されると予測した。

【環境音の有無による生理指標の変化】

生理指標の測定結果から、HR においては、音有り条件と音無し条件において HR の下降がみられていたが、分析結果においては有意ではないことが示された。SC の結果においても、音有り条件と音無し条件において SC の下降傾向がみられたが、分析結果では有意ではないことが示された。辻裏・豊田(2013)は、森林映像の実験刺激を提示したところ、映像提示期間中の HR は前安静に比べて下降していることを示していると報告していた。本実験においても HR は前安静から刺激提示の期間において下降する傾向がみられていたため同様の結果が得られていたと考えられる。SC においても同様に刺激提示期間中は下降傾向がみられていたため回復効果が表れていたことが示唆される。

しかし、音有りと音無しの条件の間に大きな差はみられておらず、分析結果においては有意ではないことが示されていた。条件の効果がみられなかった原因として、実験刺激の提示方法に不備があったと考えられる。本実験の実験刺激の提示として、映像はスクリーンに提示し、音はスピーカーを用いて再生したが、座る位置によってはスクリーンから遠くなり映像が綺麗に見えないことや音が届かず聞こえなかったことが内省報告から示されたため、回復効果が正しく反映されない原因になったと考えられる。また、データ数の少なさも要因として挙げられる。本実験は 16 人の実験参加者に実施したために人数が足りなかったことから有意な結果が得られなかったのだと考えられる。今後発展研究として実施する場合には、音有り条件と音無し条件の 2 群に分けた参加者間計画で実験をすることが望まれる。また、実験環境においては参加する人に正しく刺激が提示されるような環境づくりが求められる。

【環境音の有無による心理指標の変化】

心理指標の測定結果から、PA においては、音有り条件が他期間に対して得点が高いことが示され、分析結果においても音有り条件が他期間に比べて有意に高いことが示された。NA においては、期間の間に大きな差はみられず、分析結果においても有意ではなかった。CA においては、音有り条件が他期間に対して得点が高く、分析結果においても音有り条件が他期間に比べて有意に高いことが示された。

同様の結果が得られているかの比較として、齋藤・菅・多田・渡邊(2006)は、様々な色彩のカラー映像を用いてストレス緩和の研究を行った。映像刺激は、桃色、青色、緑色、黄色、赤色の各5色をテーマとした自然風景を撮影したものを使用し、映像評価は主観評価による質問紙と独自に作成したリラックス尺度を用いて実施していた。結果として、緑色をテーマとした自然風景の映像評価は開放感、安らぎなどの形容詞の得点が高く、リラックス尺度においてもゆったりとした気分、爽やかな気分といった因子の得点が高いことが示されていた。青色をテーマとした自然風景の映像評価は爽やかさ、清々しさの形容詞の得点が高く、リラックス尺度においては爽やかな気分、ゆったりとした気分の因子の得点が高かったと報告していた。本実験と比較すると、本実験で用いた映像刺激は森林と川であり先行研究の評価基準で述べると緑色と青色に分類される。先行研究(齋藤ら,2006)の緑色、青色の映像刺激に対する評価と比較して検討すると、ゆったりとした気分や爽やかさといった得点が高いことは安静感情の喚起につながっていることを示し、本実験の CA の得点が高かったことは、用いた映像刺激が緑や青の映像であったことによるものであり、先行研究と同様の結果が得られたことを示したと考えられる。また、開放感の得点も高いことが報告され、PA の得点が高いことの裏付けとして、緑と青の映像刺激による効果ももたらしたものであると考えられる。

しかし、本実験で映像刺激による回復効果が得られた結果が示されたのは音有り条件のみであり、同じ映像刺激を用いた音無し条件では回復効果はみられていなかったことが

PA や CA の結果から示されていた。色彩による効果の要因も回復効果の一つに含まれるが、音による効果の要因も回復効果に多大な影響を与えていることが示されたことを意味している。上杉・足達・大曲・鈴木(2002)によれば、自然音はストレス解消効果をもたらすと述べていることもあり、本実験の結果から環境音の効果はストレスの回復効果や安静感情の喚起をもたらすことが心理指標の結果から示されたのではないかと考える。

【内省報告の結果から考察】

内省報告の結果より、音無し条件に比べて音有り条件では好印象な評価の報告が多いことがみられた。実験刺激の関係上多くなることは予想されるが、実際に音に関する報告数が多いということは、参加者がそれだけ環境音という刺激に着目していることを示し、違和感や不快感などを体験していたのではないかとと思われる。また、それだけ環境音は重要度が高いということが内省報告の結果から示された。環境条件に合った環境音が聞こえることでより強い回復効果が得られるのではないかと考えられる。

【本実験のまとめ】

本実験のまとめとして、実験計画の不備やデータ数の不足など改善点などが明確になる部分も見受けられたが、概ね仮説通りの実験結果となり、さらに条件による差もみられたため意義深い結果が得られたと考えられる。また、研究 I で回復効果がみられていたことは自然環境をテーマとしたデジタル刺激による回復効果が有用であったことを示し、本論文の目的である検討課題に沿った研究ができていたと考える。発展研究として、実際の自然環境に含まれる匂いや風などの様々な五感に働きかける要素を取り入れることでより詳細なデジタル刺激による回復効果の検討が可能であると思われる。

研究Ⅱ

序と目的

【研究Ⅰより】

本論文の目的は自然環境をテーマとしたデジタル刺激による回復効果について検討することであり、研究Ⅰでは、「映像」と「音」に着目し環境音の有無によって回復効果に差が生まれるのかを研究した。研究Ⅱでは、デジタル刺激の中でもゲーム形式の課題を用いて実験することとした。「没入感」について着目し、ゲーム課題における操作の没入感が与える影響について回復効果の反応から検討することを目的とした。

【没入感】

普段、映像作品やゲームなどに没入することはあるだろうか。「没入」という単語の意味は、広辞苑(第6版)によれば「しずみ入ること、おちいること、または、没頭すること」と書いてある。近年では没入型の機器も開発され、ディスプレイ上に存在する自分のキャラが、コントローラーや頭部装着ディスプレイ(HMD)による頭の動き、視線などで操作することができるようになるといった、より没入感が高まる仕組みができています。また、「Oculus Quest」などの没入型機器は比較的安価で手に入れられるものになり、社会で普及が進んだことで没入感を体験できるコンテンツが盛り上がりを見せるようになった。

【生理指標を用いた没入に関する研究】

社会の中でHMDなどの普及が進む変化もあり、「没入」に関する研究は盛んに行われるようになった。没入を生理反応や心理指標など様々なアプローチから分析し、より没入感が高まるのに必要な要因の研究が進むようになった。生理反応という観点では、渡邊・川合(2017)は、自分の手の動きと連動する前腕CGモデルがディスプレイ上に表示し、実験装置側の設定で参加者との動きの一致度を下げると、一致度が高い条件は低い条件に比べて運動主体感が増加したと述べている。また、大森・長野・小林(2013)は、ゲーム課題を用いた課題中のフロー状態の生理反応及び心理的反応を計測するという実験ではゲーム課題に音声を加えることでよりフロー状態に近づくことと述べている。フロー状態とは、チクセントミハイ(Csikszentmihayi, M.)が提唱した理論に基づく状態である。フロー状態とは、遂行している課題に没入し、ある時点から連続した流れとして体験する状態である(Csikszentmihayi, M.1975 今村訳 2000)。没入の程度は様々だが、五感に関わる認知の要素や自律神経の変化といった要素が組み合わさり、環境をよりリアルに感じることでより没入感を高めているというのが先行研究の生理反応の結果から考えられるのではないだろうか。

【心理指標を用いた没入に関する研究】

心理指標を用いた実験として、近藤・長嶺・大村・矢野(2016)は、HMDを用いて運動観察あり、なしの条件を設け、運動想起をさせる実験を実施し身体意識の評価として心理指標の質問紙を使用して分析し、結果として運動観察あり条件にて主観評価が有意に向上していることがみられたと述べている。HMDなどを用いることで運動主体感が高まった結果、参加者が仮想空間に没入して自身の身体の一部と認知し運動想起がしやすくなったことにつながっているのではないかと考えられる。

【操作と没入の関係】

こうした様々なアプローチで没入感を研究している中で、渡邊・長野・岡ノ谷・川合(2013)は、HMDを用いて参加者の頭部運動がリアルタイムで仮想空間の一人称視点に反映されるといふ実験を行った結果、操作に遅延をかけた条件では没入感を大きく阻害する

と述べている。没入感において操作性の重要性は高いと考えられ、操作という要因自体が没入に対して非常に有用であるのではないだろうか。また、近年ではゲームエンジンを用いたコンテンツも一般化しており、自然環境の中をFPS(一人称視点)で操作し探索するというアプリケーションを作成できるようになっている。ただ映像を提示するのではなく自身の操作によって自然環境の仮想空間内を操作でき没入感を高められるのであれば、実際の森林浴の代わりとして回復環境を作成できるのではないかと考えられる。

【本研究の目的】

そのため、本研究ではゲーム開発エンジン「Unity」を用いて自然環境をテーマとした仮想空間という実験刺激を作成し、同じ仮想空間上で操作ができる条件と操作ができず決まったルートで仮想空間を周回する条件を設け、仮想空間での操作の有無が感情喚起や没入感に影響するかを検討することを目的とした。参加者の感情喚起に関しては条件ごとの生理反応の差から考察し、没入感への影響は心理指標の分析から検討する。本実験は没入感が高いほど、回復効果がより強く表れると予想する。そのため、研究Ⅱの仮説として操作あり条件においてHRの低下傾向、皮膚温の上昇傾向がみられ、心理指標においては一般感情尺度のCAにおいて課題期に得点が高くなると予想する。

方法

実験参加者

都内近郊の大学に所属する大学生 14 人を対象に実験を行った。

実験課題

課題となる刺激の作成には、Unity Technologies 社製ゲーム開発エンジン「Unity」を使用した。課題は Unity 上に作成した自然豊かな島というテーマの仮想空間を実験刺激として使用し、条件を設けて島を探索するというものであった。仮想空間の概要は図 10, 11 に表した。



図 10 実験で使った仮想空間の俯瞰図



図 11 実験課題中の画面

条件

「Unity」上で作成した仮想空間をマウス(視点方向操作)とキーボード(移動操作)でキャラクターを自由に動かし探索する条件(以下、操作あり条件)と同じ仮想空間を自動で操作される映像を視聴する条件(以下、操作なし条件)を設けた。各条件に7人ずつ配置した。

使用機器

実験機器はノートPCを用いて実験をする。操作あり条件ではキーボードのWキーとマウスを用いた。生理指標の計測について、HRとSCは研究Iで用いた計測器と同様のものにて測定した。皮膚温の測定には、自作の皮膚温計測器を用いて測定した。

生理指標

HR, SC, 指尖皮膚温(以下、皮膚温)の測定を行った。また、皮膚温については、長野・吉田(2018)と同様のセンサーを用いて、非利き手人差し指より測定した。

心理指標

主観的感情の測定には、研究Iと同様に小川ら(2000)の一般感情尺度を用いた。また、没入感の測定には、松島・佐藤・春日・橋本(2011)を参考に、評価語8項目を用いて測定した。評価語の内容は、「没入感」「迫力」「広がり」「驚き」「違和感」「見やすさ」「揺れ」「疲れ」となり、各項目について、「-3」~「+3」の両極7段階にて評定を求めた。

実験スケジュール

始めに、質問紙に氏名、年齢、性別、実験前の安静状態の感情状態を記入した。記入後に測定器をつけるよう教示した。教示の際、実験が身体や精神に影響のないことを伝え、参加者からインフォームドコンセントを得た。始めにHR, SCの測定器を装着し、その後に皮膚温の測定器を装着した。測定器を装着後、参加者に詳細な実験スケジュールを教示した。始めに前安静を3分間行い、前安静終了後、課題を開始した。操作あり条件では、マウスとキーボードのWキーでUnity上にて作成した仮想空間を5分間自由に探索した。操作なし条件では、視点固定で決められたルートで仮想空間の外周を2周する映

像を5分間静かに視聴させた。課題終了後、3分間の後安静を行った。後安静終了後に、課題中の感情状態、後安静時の感情状態、課題期間中の没入の程度について Forms にて回答を求めた。実験スケジュールは図 12 のように実施した。なお、質問の回答は研究 I と同様の手順で行った。

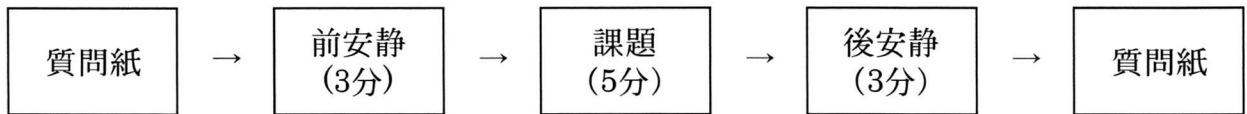


図 12 実験スケジュール

結果

本実験で得られたデータをもとに、HR の平均値を算出し、前安静(0~180 秒)、課題期(180~480 秒)、後安静(480~660 秒)の3つの期間に分けて図に示した(図 13)。

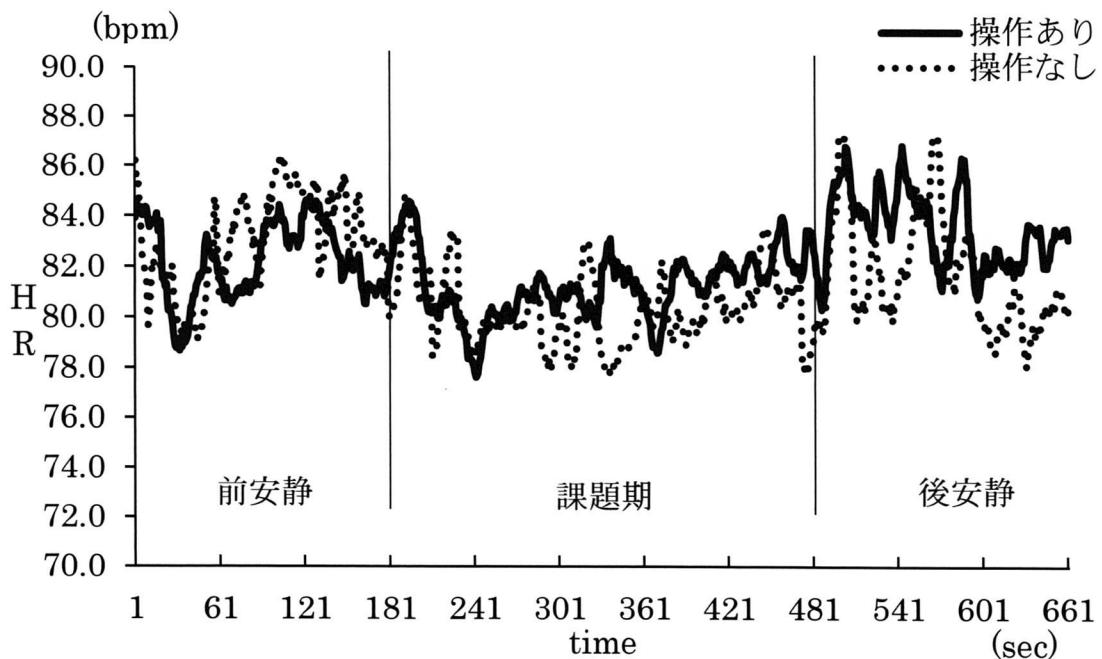


図 13 各試行における条件ごとの HR の推移

図 13 より、条件間では大きな差は観察されなかった。期間で比較すると、課題期は他期間と比べて比較的低い値を示しているように見受けられた。また、課題期直後には両条件で HR の下降傾向が観察されていた。

HR を従属変数とし、2 条件(操作あり, 操作なし)×3 期間(前安静, 課題期, 後安静)の混合計画の分散分析を用いて分析を行った。分析の結果、条件の主効果は有意ではなかった($F(1,12)=0.01, n.s.$)。条件×期間の交互作用は有意ではなかった($F(2,24)=1.38, n.s.$)。期間の主効果は有意傾向が観察された($F(2,24)=3.33, p<.10$)。期間の主効果で有意傾向が示されたため、Holm 法による多重比較を行った結果、どの組み合わせにおいても有意ではなかった($n.s.$)。期間の主効果が有意傾向であったことは各期間の間に有意な差がみられる可能性があることを示していると思われた。

次に SC の平均値を算出し、前安静(0~180 秒)、課題期(180~480 秒)、後安静(480~660 秒)の3つの期間に分けて図に示した(図 14)。

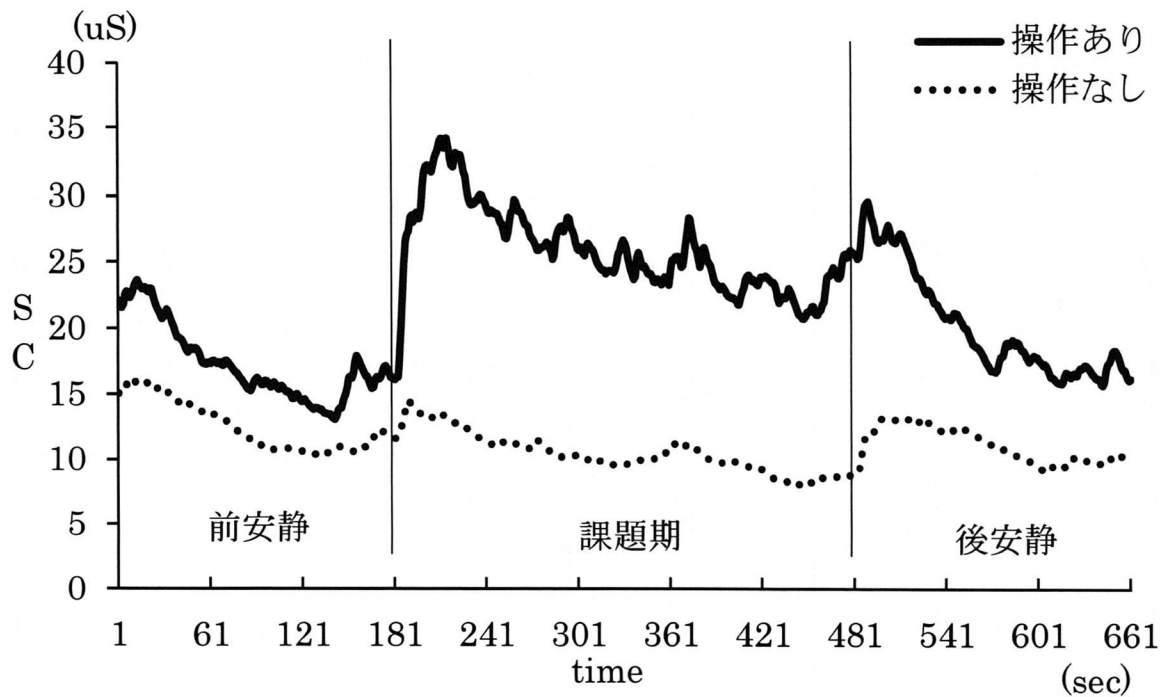


図 14 各試行における条件ごとの SC の推移

図 14 より、条件間では操作あり条件が全期間を通して操作なし条件よりも SC が高いことがみられた。期間で比較すると、操作あり条件では課題期直後に高い上昇傾向がみられ課題期が進むにつれて緩やかな下降傾向がみられた。操作なし条件では操作あり条件のような高い上昇傾向はみられなかったが、期間の進行とともに緩やかな下降傾向がみられたことは操作あり条件と同様の反応がみられていた。

SC を従属変数とし、2 条件(操作あり, 操作なし)×3 期間(前安静, 課題期, 後安静)の混合計画の分散分析を用いて分析を行った。分析の結果、条件の主効果は有意ではなかった($F(1,12)=2.86, n.s.$)。期間の主効果は有意ではなかった($F(2,24)=1.27, n.s.$)。条件×期間の交互作用は有意傾向が観察された($F(2,24)=3.07, p<.10$)。交互作用の効果で有意傾向が示されたため、単純主効果を算出した。その結果、課題期における条件の効果は有意傾向が観察された($F(1,12)=4.03, p<.10$)。操作あり条件における期間の単純主効果は有意な効果が観察された($F(2,24)=4.05, p<.05$)。操作なし条件における期間の単純主効果は有意ではなかった($F(2,24)=0.24, n.s.$)。操作あり条件における期間の間に有意な差があるかを検定するため、Holm 法による多重比較を行った結果、課題期は前安静より有意に高いことが示された($p<.05$)。操作ありの効果は発汗に関して有意な効果がみられることを示していると思われた。

次に皮膚温の平均値を算出した。平均値を算出する際、操作なし条件において測定の不備がみられたため、一人分のデータを除いた 6 人分のデータで算出した。前安静(0~180 秒)、課題期(180~480 秒)、後安静(480~660 秒)の 3 つの期間に分けて図に示した(図 15)。

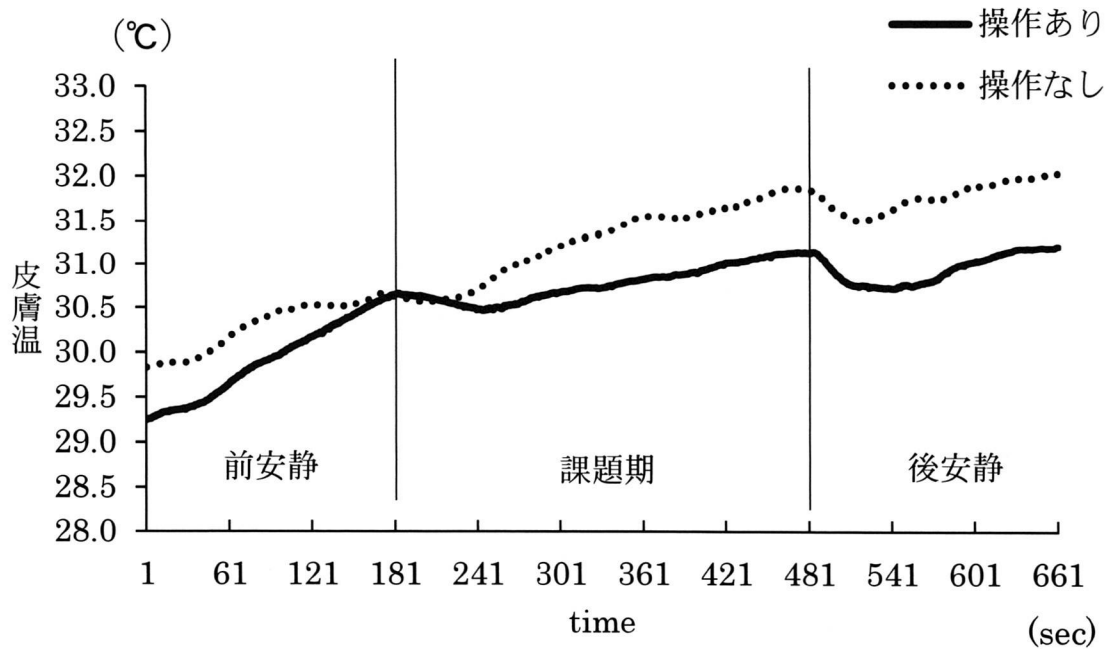


図 15 各試行における条件ごとの皮膚温の推移

図 15 より、条件間では操作なし条件が課題期初期を除いて操作あり条件より皮膚温が高いことがみられた。期間では両条件で前安静から後安静にかけて上昇傾向がみられた。課題期においても課題期直後は緩やかな下降傾向はみられたが、240 秒付近から上昇し続けていることがみられた。

皮膚温を従属変数とし、2 条件(操作あり, 操作なし)×3 期間(前安静, 課題期, 後安静)の混合計画の分散分析を用いて分析を行った。分析の結果、条件の主効果は有意ではなかった($F(1,12)=0.17, n.s.$)。条件×期間の交互作用は有意ではなかった($F(2,24)=0.27, n.s.$)。期間の主効果は有意な効果が観察された($F(2,24)=8.30, p<.01$)。期間の効果が有意であったため、Holm 法による多重比較を行った結果、課題期は前安静より有意に高いことが示され、後安静においても前安静より有意に高いことが観察された($p<.05$)。条件に関係なく、課題が進むにつれて皮膚温が上昇していることが示された。

次に一般感情尺度で得られたデータから、感情状態別に分析を行った。始めに PA の得点について各期間に分け条件ごとに平均値と標準偏差を算出しグラフに図示した(図 16)。

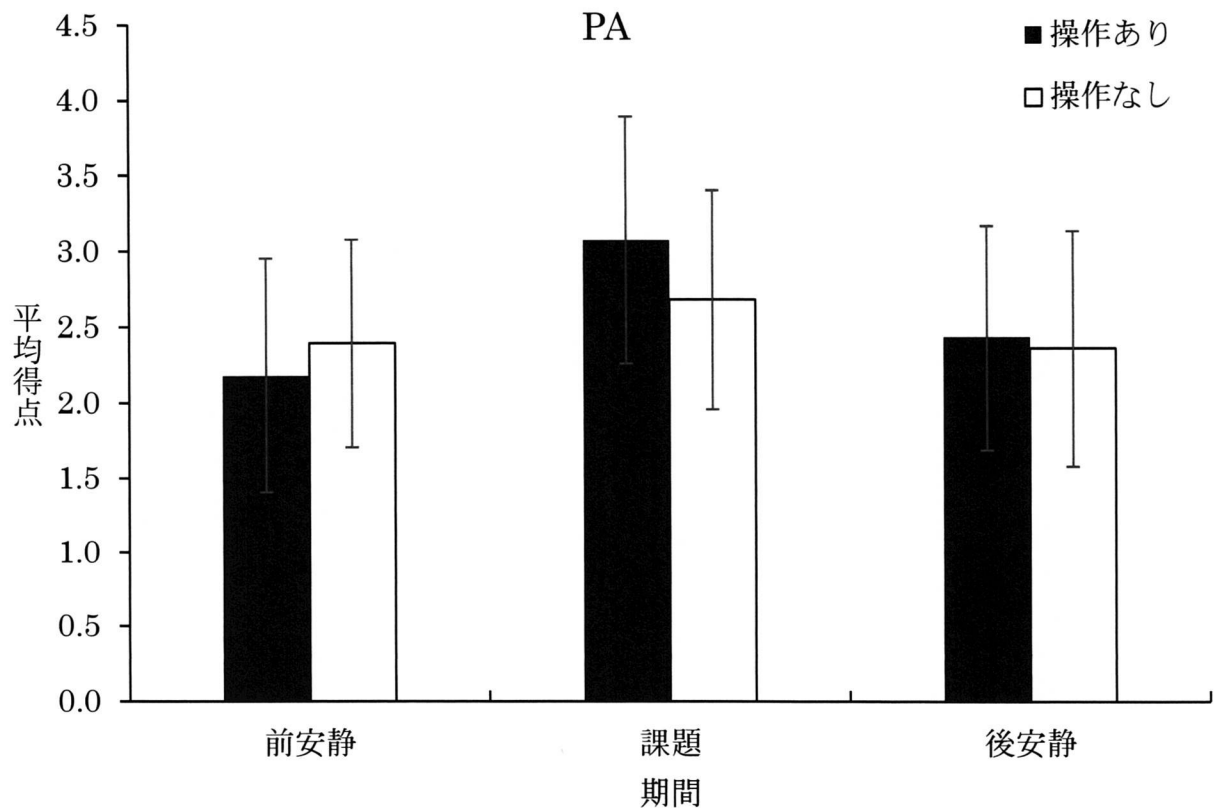


図 16 各期間における条件ごとの PA 得点

図 16 より，課題期において両条件の PA 得点が高いことがみられ，条件間で比較すると課題期において操作あり条件は操作なし条件に比べて PA 得点がやや高いことが示された。標準偏差において大きなバラつきはみられなかった。

PA 得点を従属変数とし，2 条件(操作あり，操作なし)×3 期間(前安静，課題期，後安静)の混合計画の分散分析を用いて分析を行った。分析の結果，条件の主効果は有意ではなかった($F(1,12)=0.08, n.s.$)。条件×期間の交互作用は有意ではなかった($F(2,24)=1.80, n.s.$)。期間の主効果は有意な効果が観察された($F(2,24)=7.69, p<.01$)。期間の効果が有意であったため，Holm 法による多重比較を行った結果，課題期は前安静，後安静より有意に高いことが示された($p<.05$)。条件に関わらず，課題による効果で PA の感情喚起が表れることが示された。

次に NA の得点について各期間に分け条件ごとに平均値と標準偏差を算出しグラフに図示した(図 17)。

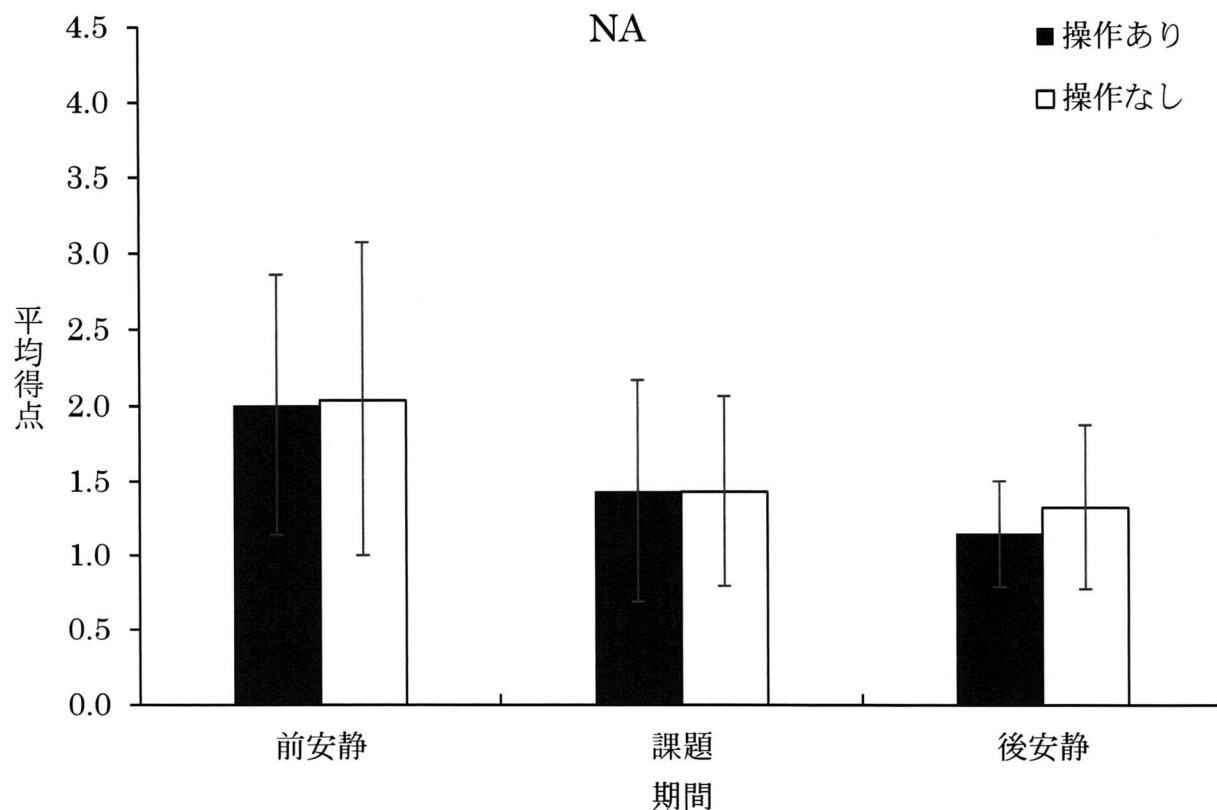


図 17 各期間における条件ごとの NA 得点

図 17 より、前安静において NA の得点が他期間よりも高く、両条件で高いことがみられた。また、後安静が一番 NA が低く、課題による効果が表れていると思われた。標準偏差は前安静において大きなバラつきがみられた。

NA を従属変数とし、2 条件(操作あり, 操作なし)×3 期間(前安静, 課題期, 後安静)の混合計画の分散分析を用いて分析を行った。分析の結果、条件の主効果は有意ではなかった($F(1,12)=0.11, n.s.$)。条件×期間の交互作用は有意ではなかった($F(2,24)=0.23, n.s.$)。期間の主効果は有意な効果が観察された($F(2,24)=17.04, p<.01$)。期間の効果が有意であったため、Holm 法による多重比較を行った結果、前安静は課題期、後安静より有意に高いことが示された($p<.05$)。条件に関係なく前安静において NA の得点が有意に高いことが示され、課題期と後安静において課題の回復効果がみられていると思われた。

次に CA の得点について各期間に分けて平均値と標準偏差を算出しグラフに図示した(図 18)。

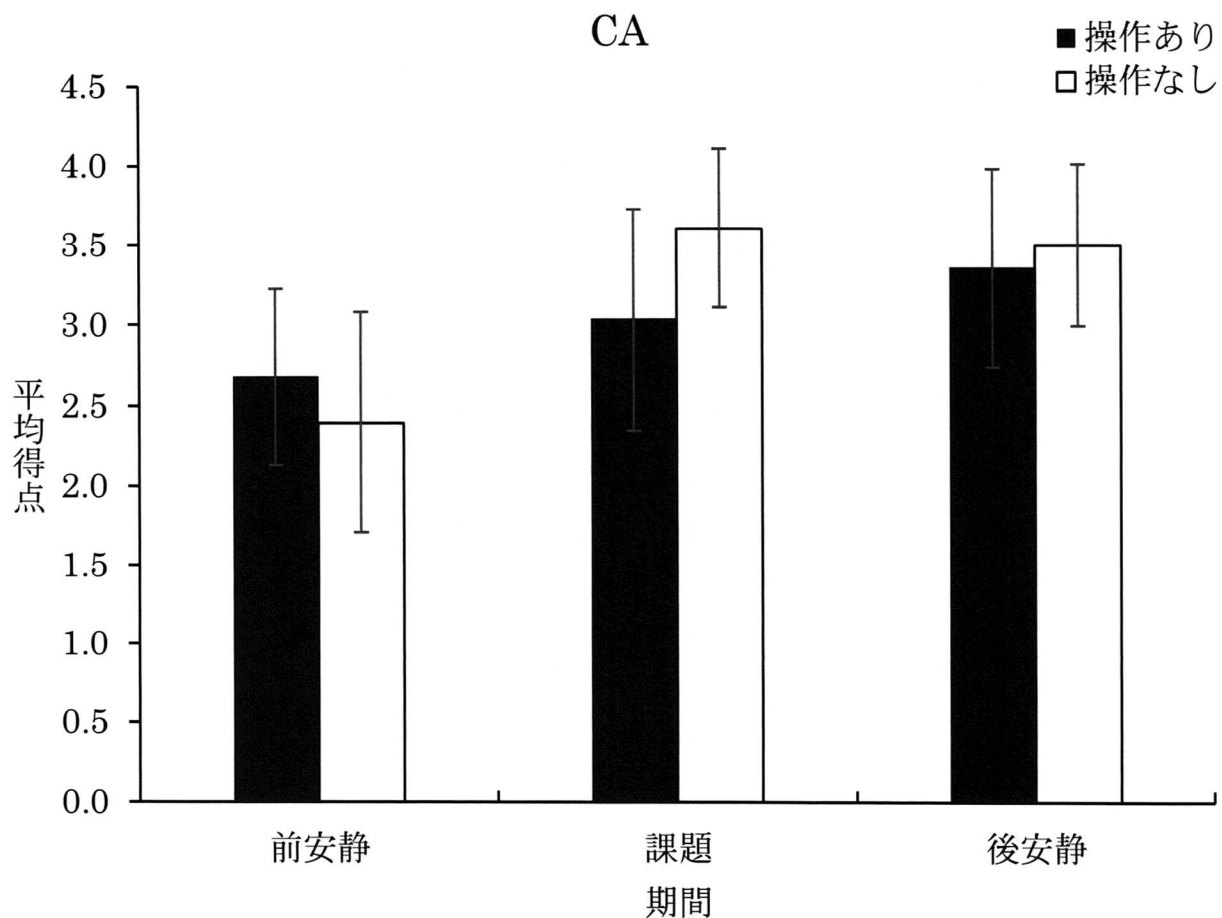


図 18 各期間における条件ごとの CA 得点

図 18 より、課題期において操作なし条件は操作あり条件に比べて得点が高く、課題によって安静感情がより喚起されることが示された。後安静では両条件で得点が 3.5 付近の高い数値を示し、より安定的な感情状態を喚起させたと思われた。標準偏差については大きなバラつきはみられず、比較的一定の値を保っていた。

CA を従属変数とし、2 条件(操作あり, 操作なし)×3 期間(前安静, 課題期, 後安静)の混合計画の分散分析を用いて分析を行った。分析の結果、条件の主効果は有意ではなかった($F(1,12)=0.67, n.s.$)。期間の主効果は有意な効果が観察された($F(2,24)=16.75, p<.01$)。条件×期間の交互作用は有意傾向が観察された($F(2,24)=3.24, p<.10$)。交互作用の効果で有意傾向が示されたため、単純主効果を算出した。その結果、課題期における条件の効果は有意傾向が観察された($F(1,12)=4.17, p<.10$)。操作あり条件における期間の効果は有意な効果が観察され($F(2,24)=4.06, p<.05$)、操作なし条件における期間の効果も有意な効果が観察された($F(2,24)=15.93, p<.01$)。操作あり条件、操作なし条件における期間の間に有意な差があるかを検定するため、Holm 法による多重比較を行った結果、操作あり条件では後安静は前安静より有意に高いことが示された($p<.05$)。操作なし条件では課題期は前安静より有意に高いことが示され($p<.05$)、後安静においても前安静より有意に高いことが示された($p<.05$)。期間の効果が有意であったため、Holm 法による多重比較を行った結果、課題期は前安静より有意に高いことが示され、後安静においても前安静より有意に高いことが観察された($p<.05$)。操作あり条件、操作なし条件ともに後安静は前安静に比べて有意に高いことが示され、操作なし条件においては課題期も有意に高いことが示された。分析結果から、操作なし条件では 1% 水準で期間の有意な効果が観察され、期間の差でみると課題期、後安静において特に上昇傾向が強いことが示された。操作あり条件にお

いても期間の効果があることが示されていることから、本実験の課題は CA を喚起させやすいことが示唆された。

次に没入感についての質問紙の得点について、各質問項目に分けて条件ごとに平均値と標準偏差を算出しグラフに図示した(図 19)。

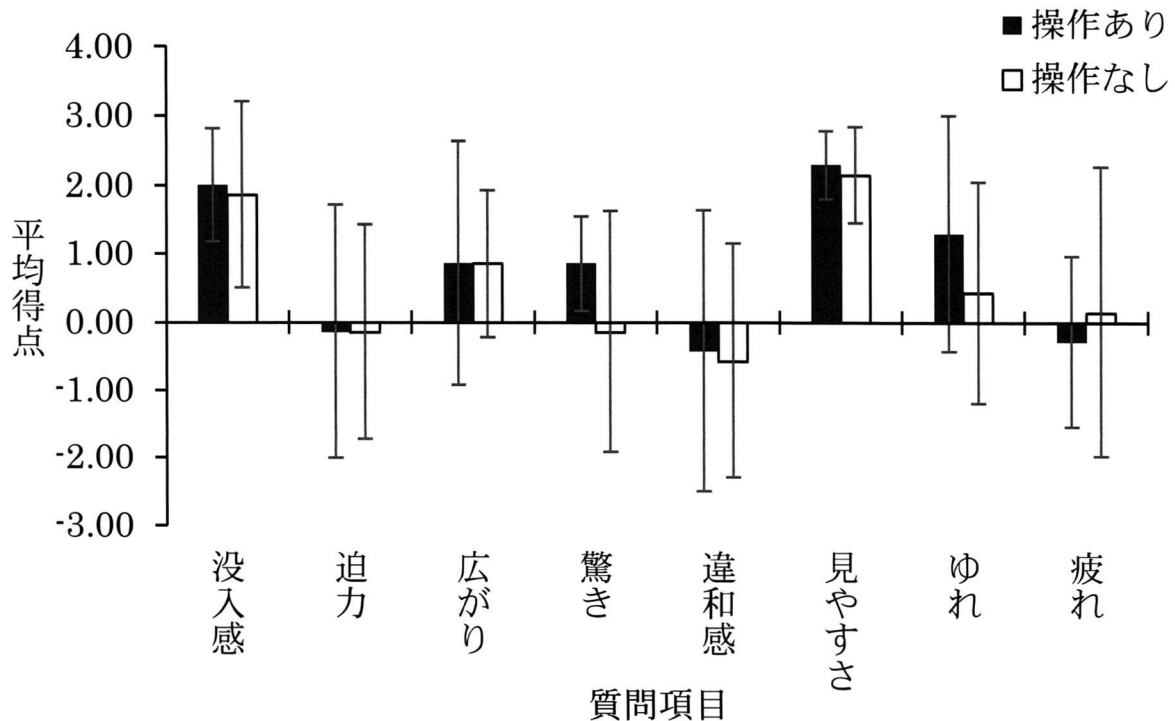


図 19 没入感尺度の項目における得点

図 19 より、没入感項目と見やすさ項目において+方向に得点が高く、没入の程度が高いことが示された。また、条件間別にみると驚き項目とゆれ項目において操作あり条件の得点が+方向に高いことがみられ、操作ありの課題の効果がみられていたと思われる。没入感項目においては条件間で大きな差はみられておらず、また操作なし条件に比べて操作あり条件が高い得点を出していることが観察され、操作あり課題の没入感は操作なし課題に比べてより没入感の高い課題であるということが示された。標準偏差においては見やすさ項目を除く全ての項目において高い傾向がみられデータのバラつきが大きいことが示された。没入感尺度の得点が条件で差があるかを対応のない t 検定を行ったところ、有意ではなかった($t(9) = 0.62, n.s.$)。

考察

[本研究の目的]

本研究は、自然環境をテーマとした仮想空間での操作の有無が感情喚起や没入感に影響するかを検討することを目的とした。方法として、Unity で作成した仮想空間において参加者がキャラクターを操作できる条件とできない条件を設け、生理指標と心理指標を用いて測定を行った。生理指標では、HR、SC、皮膚温を測定し、心理指標は一般感情尺度と没入感尺度を用いて測定を行った。本実験は没入感が高いほど、回復効果がより強く表れると予想したため、仮説として操作あり条件において HR の低下傾向、皮膚温の上昇傾向がみられ、一般感情尺度の CA において課題期に得点が高くなると予想した。

【操作の有無による生理指標の変化】

生理指標の測定結果として、HRの分析結果から期間の効果において有意傾向が観察されるのみであったが、グラフをみると課題期前半に下降傾向が示されているため、その反応が有意だと判別されてしまったのではないかと思われる。

先行研究の結果の比較として、木村(2015)が行った実験を参考にする。木村(2015)が行った実験では、反応速度を要求するゲーム課題においてデジタルゲームが心理的・生理的影響をどのように与えるかを検討する実験を実施し、条件としてスキル学習条件、対戦条件、統制条件を設け、生理指標はHPA系と交感、唾液中コルチゾールと心拍を測っていた。木村(2015)の研究の中で、統制条件の実験課題は複雑な要求がなくのんびりとゲームを楽しめるという条件であり、本実験の操作あり条件の課題もマウスとキーボードのみの簡単な操作の課題で、課題の内容が似ていたため心拍の結果の比較を行った。木村(2015)では、休憩(前)、練習、ゲーム(課題)、休憩(後)というスケジュールで行われ、結果として、休憩(前)から練習の期間にかけてHRの下降傾向がみられ、練習からゲーム期間にかけては下降傾向を示した値から一定の値を保つようになり、休憩(後)においても上昇傾向はみられず練習期間からある程度一定の値を維持した状態であった。

本実験のHRの結果と比較してみると、前安静から課題期にかけて下降傾向がみられている反応や課題期の中で下降傾向を示した値から一定の値を保ち続けている反応は先行研究の結果でみられた反応と同様のものであった。辻裏・豊田(2013)は、森林映像による心身反応への影響を検証する実験において、森林映像を見た条件の結果として森林映像視聴中のHRが低下していることが示され、副交感神経活動が優位な状態が続いたことによる反応であると述べている。本実験においても、課題期においてHRが下降した結果がみられ、副交感神経活動が優位に働いたことによる反応が示されたことを意味していると考え、自然環境映像による回復効果がみられていると考えられる。

また、操作ありと操作なしの条件差がみられなかった要因として、課題の難度が影響していると考えられる。操作あり条件の課題はマウスとキーボードを用いたキャラクターの操作という課題であり、比較的簡単な課題であった。木村(2015)が行った実験では、統制条件に比べて対戦条件やスキル学習条件はゲーム課題時にHRの上昇が示されたことを報告していた。このことは、ゲーム課題の難度が適度に高いことによりフロー状態を経験できることを意味しているのではないかと考えられる。本実験の課題のHRの結果からは、課題の操作難度が簡単であったために操作の有無による没入感の反応より自然環境による回復効果の反応のほうが強く表れたのではないかと思われる。しかし、HRの低下という副交感神経活動が優位に働いていることが観察されたことは、自然環境という仮想空間に参加者が没入したことで得られた反応であるとも考えるのではないか。操作の有無による没入感の違いはHRの結果からはみられなかったが、自然環境を舞台とした仮想空間への没入という本論文の目的の観点でみると没入感は得られていたのではないかと考えられる。

次にSCの結果では、課題期において条件差に明確な違いが示され、分析結果においても課題期における条件の有意な差、操作あり条件において課題期は前安静より有意に高いことも示された。前述したHRの結果とは違い、SCの指標では全期間で条件に明確な差がみられた。本田(2017)は、皮膚電気活動は交感神経系を鋭敏に反映する指標であると述べ、安静時には低下し精神活動が活発になっているときは上昇するとも述べている。操作なし条件の反応については前安静から課題期にかけて発汗量は大きな変化はしておらず、安定した値を保っている。後安静にかけても大きな変化はみられないままであった。この結果は、安静状態にみられる反応であり、自然映像による回復効果によってもたらされた結果であると考えられる。操作あり条件においては、課題期に大きな上昇傾向がみられ緩やかに下降していくことがみられた他、前安静や後安静に比べて課題期に発汗活動は常に強く働いたことが示されていた。操作あり条件における発汗の反応は、操作をすることに

よって精神活動が活発になり発汗活動の亢進をもたらしているのではないかとと思われる。本実験の課題は簡単な課題とは言え操作をしながらキャラクターを動かすものであり、それなり集中することが必要である。操作をする手掌に反応が表れるのは交感神経活動が優位に働いていることを示し、ゲーム課題に集中しフロー状態を経験していることにつながると考えられる。HRの結果と合わせて考察すると、精神的には安定的な感情が喚起されている一方で操作も行う必要があるために、手掌の発汗活動に強い反応がみられたのではないかとと思われる。

次に皮膚温の結果では、グラフでは操作なし条件が操作あり条件に比べて平均的に高く、分析結果においては、課題期と後安静が前安静に比べて有意に高いことが示された。長野(2017)は、ストレスからの開放は、交感神経活動を低下させ、末梢の皮膚温を上昇させると述べている。条件に関わらず課題期から皮膚温は上昇傾向がみられ、有意に上昇していることが示されていた。このことは、副交感神経活動が優位に働いたことによる皮膚温の上昇がみられたことを意味し、回復効果が表れている結果となった。条件別にみると、操作なし条件においてはグラフのデータからSCと同様に自然環境の映像を見ることによって回復していると考えられる。しかし、操作あり条件においては、操作なし条件に比べ皮膚温の上昇が緩やかであった。このことは、没入感による影響が回復効果を強めているとは限らないということが結果から示されたのではないかと考えられる。操作あり条件は操作なし条件に比べて回復効果の影響は強くなかったという結果は、SCの結果と同様に操作に集中したことによる反応、つまりフロー状態を経験していたことによる影響ではないかと考える。

本実験の課題は、末梢の反応に強く没入感の影響が表れていることが示された。HRの反応は条件によって反応の差は大きく表れなかったが、SCと皮膚温においては課題期において特に条件の差が表れていた。このことは「自然環境を舞台とした仮想空間の課題における操作の有無の没入の反応の違い」という本実験の目的から考察すると、回復効果もみられたがフロー状態による反応もみられていることに繋がり、自然環境という仮想空間に没入している、つまり没入感が高いことを示しているのではないかと考えられる。しかし、生理反応の結果では、操作なし条件のほうがSCの低下や皮膚温の上昇がみられたこともあり、回復効果は操作なし条件のほうが大きかったと思われる。没入感が高いことは回復効果を高める要因の一つになるとは一概には言えないのではないかと生理反応の結果から示された。

[操作の有無による心理指標の変化]

心理指標の測定結果として、PAでは、課題期に両条件で得点が高くなる傾向がみられ、分析においても課題期は前安静、後安静より有意に高いことが示された。NAでは、両条件で課題期、後安静の期間において得点が下がる傾向がみられ、分析結果においても前安静は課題期、後安静より有意に高いことが示された。CAでは、課題期、後安静の期間で高い上昇傾向がみられ、特に操作なし条件においては大幅な上昇がみられていた。分析結果においても課題期、後安静は前安静に比べて有意に高いことが示された。交互作用の効果では、操作あり条件における後安静は前安静に比べて有意に高いことが示され、操作なし条件における課題期、後安静は前安静に比べて有意に高いことが示された。

いずれの感情状態においても課題期、後安静の期間においては、前安静との有意な差がみられていた。辻裏・豊田(2014)は、森林映像視聴による気分の分析の実験において、森林映像視聴群の結果は視聴前と視聴後で快適やリフレッシュ、鎮静的などの感情喚起が有意に示されていたことを述べている。本実験の結果と比較すると、PAやCAにおいては課題期、後安静において有意に上昇していることがみられ、先行研究と同様の結果となったことが示された。また、NAの結果については、辻裏・豊田(2013)は、森林映像視聴による主観的評価の実験において、緊張-不安の項目が視聴前に比べて視聴後は有意に得点が下がっていることが示されたことを述べている。本実験の結果においても、NAの結果

は課題期、後安静の期間において有意に低いことが示され、先行研究と同様の結果が得られたことが示された。どの感情状態においても回復効果はみられていることが明らかとなった。条件別でみると、NAの結果は条件による差は大きくなかった。PAについては、課題期において操作あり条件の得点が操作なし条件に比べて差が開いていたが有意な結果は得られていなかった。大森・長野・小林(2013)は、ゲーム課題を用いた没入状態の心理的・生理的反応計測という実験において、課題期におけるPAの得点が増加する傾向がみられたが、有意な結果は示されなかったと報告している。本実験の結果と比較すると、期間の効果では有意な効果が観察されていたが、交互作用の有意な効果は示されていなかったため、概ね同様の結果となったと思われる。有意が示されなかった原因として、データ不足やゲーム課題の難度が低かったことが挙げられる。CAについては、課題期において操作なし条件が操作あり条件に比べて高いことがみられ、課題期において条件の効果は有意な差が観察されていた。操作なし条件では、ただ仮想空間の自然映像を眺めるという課題であったので、落ち着いて映像を視聴したことによる安静感情の喚起であると考えられる。操作をするという行為はPAの感情喚起につながり没入感を高めていることが結果から示されたが、同時にCAの課題期の結果からは操作あり条件より操作なし条件の得点が高いことも示され、没入感の高さは回復効果に影響しているとは限らないという結果となった。

次に没入感尺度のグラフの結果では、没入感項目、見やすさ項目において+方向に高い得点がみられ、条件の差もわずかに見受けられたが、分析の結果からは有意な差はみられなかった。標準偏差もどの項目においてもバラつきが多い傾向がみられ、本実験の課題に対する正当な評価にはなりえない尺度であったと思われる。今後の課題としては、状況ごとの没入感を測定できる心理指標を検討することが望まれる。

【今後の課題】

本実験の目的では、仮想空間における操作の有無による感情喚起への影響について検討するものであった。当初の予測としては、没入感が高いほど回復効果も強くなると予想したが、得られた結果からは予測とは異なる結果になったことが示された。操作をすることで没入感の影響を受けている結果も見受けられたが、没入感が高いことが回復効果を強くするとは限らなかった。分析結果からも同様の結果になっていたため、本研究の結果からは没入感の影響が回復効果を強めるとは限らないという結論になると考えられた。発展研究としては、課題の操作の難度を向上させより没入感を高めさせることで操作あり条件と操作なし条件の比較研究の結果に違いが表れるのではないかと考える。また、本実験で用いた心理指標の没入感尺度は本実験には不向きな尺度であったことが結果から示された。ゲーム課題中の没入感に関して正当な評価が可能な尺度の作成及び測定を実施することが望まれる。

総合考察

本論文は研究Ⅰと研究Ⅱを通して、自然環境をテーマとしたデジタル刺激による回復効果が得られたのかを検討することを目的とした。研究Ⅰでは映像と音に着目し自然環境の映像において環境音の有無が参加者に与える回復効果の変化について検討した。研究Ⅱでは没入感に着目し自然豊かな島を舞台とした仮想空間で操作の有無が感情喚起や没入感に影響するかを検討した。結果として、研究Ⅰ、研究Ⅱで用いた自然環境をテーマとしたデジタル刺激による回復効果はみられていたと言える結果であった。デジタル化が進む社会でこうしたデジタル刺激による効果がみられたことは、多様なリラックスコンテンツの発展を後押しする点で意義深いものであると考えられる。また、本研究で用いたデジタル刺激は非常に簡素なものであったため、高品質な刺激を利用することでより強い効果がみら

れるのではないかとと思われる。今後の発展として、より没入感の高い刺激を用いた際の回復効果について研究すること、さらには回復効果を正確に測定することができる指標を検討することが求められる。

引用文献

- Csikszentmihalyi, M. (1975). *Beyond Boredom and Anxiety: Experience Flow in Work and Play*. Jossey · Bass Inc. (M, チクセントミハイ 今村浩明訳(訳) (2000) 楽しみの社会学 改題新装版 新思想社)
- 本田麻子(2017). 発汗 堀忠雄・尾崎久記(監) 坂田省吾・山田富美男(編) 生理心理学と精神生理学 第I巻 基礎 207-210. 北大路書房
- 木村知宏(2015). 反応速度を要求するデジタルゲームが感情経験に与える影響 デジタルゲーム学研究 7(2),23-33.
- 近藤敏之・長嶺伸・大村優慈・矢野史郎(2016). 没入型ヘッドマウントディスプレイの認知心理学実験への活用事例 日本神経回路学会 23,3,87-97.
- 松島一浩・佐藤美恵・春日正男・橋本直己(2011). 室内空間における魚眼レンズを用いた没入型映像呈示の検討 映像情報メディア学会誌, 65,1011-1015.
- 長野祐一郎(2017). 体温 堀忠雄・尾崎久記(監) 坂田省吾・山田富美男(編) 生理心理学と精神生理学 第I巻 基礎 214-222. 北大路書房
- 長野祐一郎・永田悠人・宮西祐香子・長濱澄・森田裕介 (2019). IoT 皮膚コンダクタンス測定器を用いた授業評価 生理心理学と精神生理学 37, 17-27.
- 長野祐一郎・吉田椋 (2018). 低コスト生体計測器を利用した心身相関体験プログラムの実施 生理心理と精神生理学 36, 53-61.
- 小川時洋・門地里絵・菊池麻美・鈴木直人(2000). 一般感情尺度の作成 心理学研究 71,241-246.
- 大森駿哉・長野祐一郎・小林剛史(2013). 没入状態の心理的・生理的反応計測-ゲーム課題没入時の検討- 日本心理学会大会発表論文.
- 齋藤ゆみ・菅佐和子・多田春江・渡邊映理(2006). カラー映像によるストレス緩和の研究 京都大学医学部保健学科紀要 健康科学 (2),1-7.
- 新村出(編) (2008). 広辞苑(第6版) 岩波書店.
- 鈴木修二・堀繁(1989). 森林風景における自然性評価と好ましさに関する研究 日本造園学会研究発表論文集-7- 52(5),211-216.
- 恒次祐子・朴範鎮・李宙営・香川隆英・宮崎良文(2011). 森林セラピーの心理的リラックス効果-全国19森林228名参加者の結果より- 日本衛生学雑誌 66(4),670-676.
- 辻裏佳子・豊田久美子(2013). 森林映像の心身反応に関する基礎的検証 日本看護技術学会 12,2,23-32.
- 辻裏佳子・豊田久美子(2014). 森林映像視聴による気分からの反応の分析 福井県立大学論文集 43,27-45.
- 上杉一秀・足達義則・大曲和寛・鈴木昭二(2002). シューマン共振効果によるストレス解消のための音楽生成装置の開発 国際生命情報科学会誌 20(1),202-207.
- 渡邊翔太・川合伸幸(2017). 前腕CGモデルと実際の行為が質的に異なっても運動主体性は誘発されるが身体所有感の生成には完全な一致が必要 認知科学 24,2,185-195.
- 渡邊翔太・長野祐一郎・岡ノ谷一夫・川合伸幸(2013). 仮想空間における没入感の定量化手法の提案-仮想空間内での身体移動のずれが没入感に及ぼす影響 日本認知科学会大会発表論文集 31,92-95.