

映像提示条件がゲーム中の心理生理的反応に与える影響の検討

心理学科 11HP103 石川亜由加

(指導教員：長野 祐一郎)

キーワード：没入感, 心拍数, 感情, 競争課題,

序と目的

結果

映像の高画質化、バーチャルリアリティーの進化など、エンターテインメントは我々ユーザーに、より高い興奮と没入感(映像の世界にすっかり入り込んで没頭してしまう様子)を与える。しかし、没入感をどのように高めるかについての研究は数多く行われてきたが(小坂ら,2007;神部,2013)、没入感が高いことが、生理・心理指標にどのような影響を与えるかについての研究は少ない(坂本ら,2012)。よって、高没入コンテンツが人体にポジティブな感情を与えるのかは不明慮だった。そこで本研究では、没入感が生理・心理指標に与える影響をヘッドマウントディスプレイ(HMD)とプロジェクターの比較により検討した。また、刺激として TV ゲームを用いたため、スキルの違いが没入感や生理・心理指標に影響を与えることが考えられる。そこでスキル別に群分けを行い、再度没入感が生理・心理指標に与える影響の検討を行った。

没入感は、HMD 条件の方が PRJ 条件に比べ高い値を示した。HR は、期間の効果のみ有意であり、条件の差は見られなかった。PA、CA についても期間の効果のみ示され、課題期にかけて PA は上昇し、CA は下降したように見て取れた。NA は期間の効果が示され、課題期にかけて上昇が見られた。さらに、条件については有意傾向が示され、PRJ 条件が HMD 条件に比べ NA は高かった。また、PA、NA は HMD 条件が、CA は安静期が最大値を示した。また、群による違いを検討したところ、没入感においては、条件の効果のみ有意傾向であった。HR は期間の効果のみ有意であった。PA と CA については期間の効果のみ有意であった。NA は安静と HMD の間と群の効果が有意であった。また有意差はなかったが、HR と PA においては高スキル群が、NA、CA においては低スキル群の方が高いように見えた(図 1)。

方法

考察

実験参加者：男性 8 名、女性 5 名の計 13 名の大学生(平均年齢は 21.54,SD=0.66)を対象とした。

実験課題：Wii 用ソフト「マリオカート Wii」を使用した。

条件配置：HMD を使用する HMD 条件とプロジェクターを使用する PRJ 条件の 2 つを設けた。

群配置：実験参加者を全課題期における成績の平均が 1~6 位を「高スキル群」、7~12 位を「低スキル群」に振り分けた。

測定指標：没入感は、松島ら(2011)を参考に、「没入感」「迫力」「広がり」「驚き」「違和感」「見やすさ」「揺れ」「疲れ」の 8 項目を用い測定した。生理指標は、心拍数(HR)を測定した。心理指標は、一般感情尺度(小川ら,2000)を使用した。

手続き：生理指標は、前安静期(3分)、課題期(任意の長さ)の 2 期間に渡り測定した。心理指標は、初回の安静前と各課題後に測定した。条件の順序をカウンタバランスし、同手順を繰り返した。

本研究では、HMD はプロジェクターよりも没入感の高い装置であることが確認でき、このことにより本研究の前提条件が満たされた。HR については安静から課題にかけての上昇のみ確認でき、競争課題は HR を上昇させる効果があることが確認できた。感情尺度についても PA、CA において期間による効果が確認できた。競争によってネガティブやポジティブな感情が誘発されたと考えられる。NA についてのみ、群による主効果は有意だった。ゲームに不慣れな人は緊張や疲労を感じやすいことから、低スキル群の得点が高スキル群に比べ高い値であったと考えられる。また、安静から HMD の間は有意だった。これは HMD の装着による不快感が原因であると考えられる。また、PA や CA において、条件の効果は確認できず、HMD とマリオカートの相性が悪かった可能性が考えられた。NA 以外で条件の効果が有意でなかった事も HMD 使用時の映像の乱れなどによる不快感が考えられた。今後の課題として HMD の装着による不快感の軽減について考える必要があるだろう。

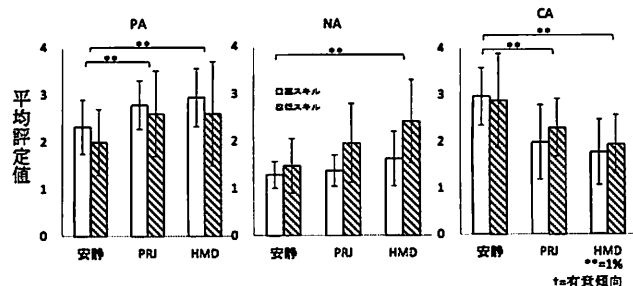


図 1 群別における各感情得点の平均評定値

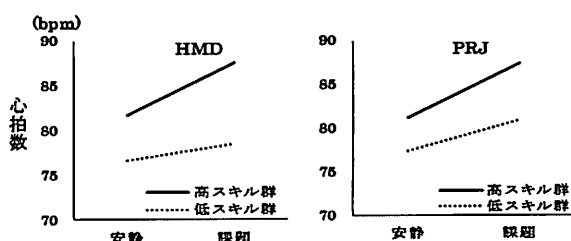


図 2 群別における課題遂行時の条件別心拍数

映像提示条件が
ゲーム中の心理生理的反応に与える影響の検討

学籍番号 11HP103

氏名 石川亜由加

指導教員 長野 祐一郎

序と目的

エンターテインメントは、より高い興奮をユーザーに与えるために、技術の発展や創意工夫に勤め続けてきた。映像技術の研究開発の方向性の1つに、「臨場感の向上」が行われている(井上,2014)。例として、映画を中心としたコンテンツメディアは、プレイヤーやレコーダーの普及とともに、徐々にDVDからブルーレイディスクへの世代交代があげられる(服部・鈴木・菅谷,2011)。ブルーレイは画素数が高いため、DVDに比べ映像に強い立体感を感じる。また、音質においても、よりクリアに収録することが出来るため、作品に臨場感が生まれるようになった。さらに、映像技術においても、コンピューターグラフィック(Computer graphics:CG)が映画だけでなく、テレビドラマやコマーシャルなどに、頻繁に使われるようになった。これにより、妖怪やUMAなど存在しないものから、人体では出来ない派手なアクションをCGによってリアリティあるものに仕上げる事が出来るようになった。さらに、映像出力機器においても、作品への没入感を高めるため、日々研究・開発が行われている。その機器の1つとして、ヘッドマウントディスプレイ(Head Mounted Display:HMD)が注目を浴びている。HMDについて、河合・岩崎・井上・野呂(1999)は、1)視野を覆うことにより、高い臨場感を実現できる、2)インタラクティブな空間情報の呈示が可能である、3)狭いスペースでも個人的に大画面を観察できる、の3点を特徴としてあげている。つまり、HMDは目前にディスプレイを配置する作りとなっているため、狭いスペースであっても簡易的に、まるで映画のスクリーンで映像を見ているような臨場感を味わうことが出来る装置である。また、視野を覆うことによって、周囲からの光が気にならなくなる。このことから、映像により集中出来る作りとなっている。このことから、HMDはユーザーに、より高い没入体験を与えることが出来る装置だと考えられる。このようなHMDの特徴や、映像技術・記録デバイスの進化から、我々がエンターテインメントを楽しみと感じる要素の1つとして、没入感は重要であると考えられるだろう。

特に、高没入感が得られるコンテンツとしてTVゲームがあげられる。TVゲームソフトはデジタルコンテンツのなかで、日本が貿易収支において黒字を誇る例外的な分野であることから(馬場,2001)、世界中の注目を集めている。そのTVゲームは近年、目覚ましい進化を遂げている。まず、グラフィックについては、1990年辺りまではドット絵が主流であったが、1995年以降からポリゴン表現が用いられるようになった。さらに、2000年以降には解像度やテクスチャが細かくなった。その結果、ポリゴンによってキャラクターの表情がより細かくなり、3D表現によって、フィールドに奥行きを作れるようになった。この効果により、作品への臨場・没入感が高くなった。また、ゲーム中の没入感を演出する試みとしては、ユーザーがプレイヤーキャラクターやNPCに名前を設定することや、同じゲームで遊んでいるプレイヤーと、通信によって対戦・共闘・データ交換をすることが出来るなどの取り組みが行われている(戸田・岩野・橋田・片寄,2011)。また、ギターやドラムといった、楽器に似たコントローラーを用いて模擬演奏を行うものや、レーシングゲームにハンドル型コントローラーを用いることで、操作をより本物に近づける試みも行われている。このように、ゲームには他のエンターテインメントにはない高没入感を与えるための工夫が施されている。このような背景からも、没入感はユーザーを楽しませるため、エンターテインメントの発展において必要不可欠なものであると考えられるだろう。

しかし、TVゲームにリンクさせ、ゲームへの没入感を高めるプロアファンを円状型に配置した三次元風覚ディスプレイの開発や(小坂・宮下・服部,2007)、テクタイルツールキットと呼ばれる、感触の振動を記憶し再生する装置と3Dプロジェクターを組み合わせた装置によって、視覚・聴覚・触覚に刺激を与え、映像内の出来事を疑似体験させる装置の

開発など(神部,2013)、没入感をどのように高め、発展させるのかについての研究は数多く存在する。だが、没入感が感情に与える影響についての研究は少ない。坂本・浅原・坂下・山下・岡田(2012)は、3DTVを刺激提示装置とした時の、没入感と生理・心理指標の相関関係について、「ホラーアクション」「ドラマ」「音楽」の映像刺激を用いることで検討を行っている。その結果、コンテンツごとの分析から、「不快」「緊張」を感じる「ホラーアクション」においては、映像を流していたほぼ全ての期間から、没入を感じたことが示された。しかし、この研究からは、ポジティブな感情と没入感の関連性については示されなかった。そのため、高没入コンテンツが、人体にポジティブな感情を与えるのかについては不明瞭であった。そこで、本研究ではTVゲームを用い、提示条件(HMDとプロジェクター)によって、主観的な没入感及び感情、生体反応にどのような差が生じるかについて検討を行った。

しかし、本研究において、ゲームに対するスキルの違いが生理・心理指標に影響を与えることが考えられる。和多野(2013)が学生アスリートに行った調査において、高いパフォーマンスは”勝利意欲”や”自信”といったポジティブな指標と強い関連性があることを示した。また、平野・平野・和泉・浪川(2007)は、保健所中堅保健師に行ったインタビューから、自己評価に”自信の無さ”が生じると、「悩み」、「緊張」、「不安」、「苦しさ」といった、ネガティブな感情を抱きやすいことを指摘している。このことから、ゲームの操作能力が低い実験参加者はネガティブな感情を、能力が高い実験参加者はポジティブな感情を抱きやすくなるのではないだろうか。そのため、スキルによる群分けを行い、再度、没入感が生理・心理指標に与える影響を検討する必要性があるだろう。

よって、本研究は 1)没入感が生理・心理的反応に与える影響、2)スキルが没入感や生理・心理的反応に与える影響の 2 点について、検討を行うこととした。

方法

実験参加者

大学生 15 名(男性 9 名,女性 6 名)を実験参加者とした。平均年齢は 21.6 ($SD=0.63$) 歳であった。そのうち、測定データに不備があった 2 名を分析から除外し、計 13 名(男性 8 名、女性 5 名)を分析対象者とした。こちらの平均年齢は 21.5($SD=0.66$) 歳であった。

実験課題

任天堂が 2008 年 4 月に発売した、「マリオカート Wii」(図 1 参照)を使用した。このゲームは、任天堂の看板キャラクターである「マリオ」や、マリオに関連の高いキャラクターが、ドライバーとなって登場しレースの順位を競う、レーシングゲームである。本ゲームの特徴はコース別に用意されている様々な仕掛けと、道中に配置されている「アイテムボックス」である。アイテムボックスにプレイヤーキャラクターが触れると、ランダムにアイテムを入手することが出来る。アイテムを使用することによって、相手への妨害や、自分の走行を有利にすることができる。



図 1 マリオカートのプレイ画面

練習には、本ゲーム中でも難易度の低い「ルイージサーキット」と「モーモーカントリー」を用いた。「ルイージサーキット」は平坦なサーキット場を舞台としたコースであり、障害物があまりない、初心者向けのコースとなっている。「モーモーカントリー」は、牧場をイメージしたコースである。障害物として、コースの途中に牛やモグラが登場することが特徴である。

本実験には、上記 2 コースよりも少し難易度の高い「キノコキャニオン」を用いた。「キノコキャニオン」は道中に置かれたキノコ型の仕掛けが特徴であり、それを踏むと、キャラクターが画面上へ高く飛び上がる仕組みとなっている。また、このステージには、練習に用いたコースにはない、コースアウトが存在する。コースアウトすると、落下した場所から、最下位の状態でレースを再開しなければならない。

生理指標

生理指標については心拍数(Heart Rate:以下 HR)を用いた。HR の測定については長野(2011)に準拠した、自作の心電図アンプを使用した。

心理指標

心理指標については、主観的感情を測定するために一般感情尺度(小川・門地・菊谷・鈴木,2000)を使用した。この尺度については、肯定的感情(PA)、否定的感情(NA)、安静感情

(CA)の3因子からなる24項目に対して、“非常にあてはまる”～“まったくあてはまらない”の4段階の得点を合計したものを測定に使用した。

没入感

没入の程度については松嶋・佐藤・春日・橋本(2011)を参考に、「没入感」「迫力」「広がり」「驚き」「違和感」「見やすさ」「揺れ」「疲れ」の8項目に対して、“-3”～“+3”の両極7段階にて評定を行い、得点を合計したものを測定に使用した。

内省報告

内省報告については「操作は簡単でしたか」「普段ゲームをしますか」「プロジェクターでのプレイは楽しかったですか」「ヘッドマウントディスプレイでのプレイは楽しかったですか」の4項目に対し、“1”～“4”の4段階を使った評定を行った。また、その他に気になったこと、感じたことについて自由記述による内省報告も求めた。

実験条件

HMDを用いて映像提示を行うHMD条件と、プロジェクターを用いて映像提示を行うプロジェクター条件(以下PRJ条件)の2条件を設けた。

刺激提示装置

実験課題は、任天堂製ゲーム機Wiiを用いた。また、操作にはマリオカート専用コントローラーを使用した(図2)。PRJ条件はMITSUBISHI社製プロジェクター(LVP-HC3800)を用いた。プロジェクターは、スクリーンから210cmの場所に設置し、実験参加者の頭部の上から映像を提示した。HMD条件は、ソニー社製没入型HMD(HMZ-T3-H)を用いた(図3)。どちらの条件も、視野角は左右方向に45度であった。また、両条件で使用したオーディオアンプはONKYO社製(ZA-205HDX)であった。スピーカーについても同社製(MODEL D-SX7)であり、実験参加者から180cmの距離に設置して用いた(図4)。



図2 マリオカート専用コントローラー



図3 HMDと装着例

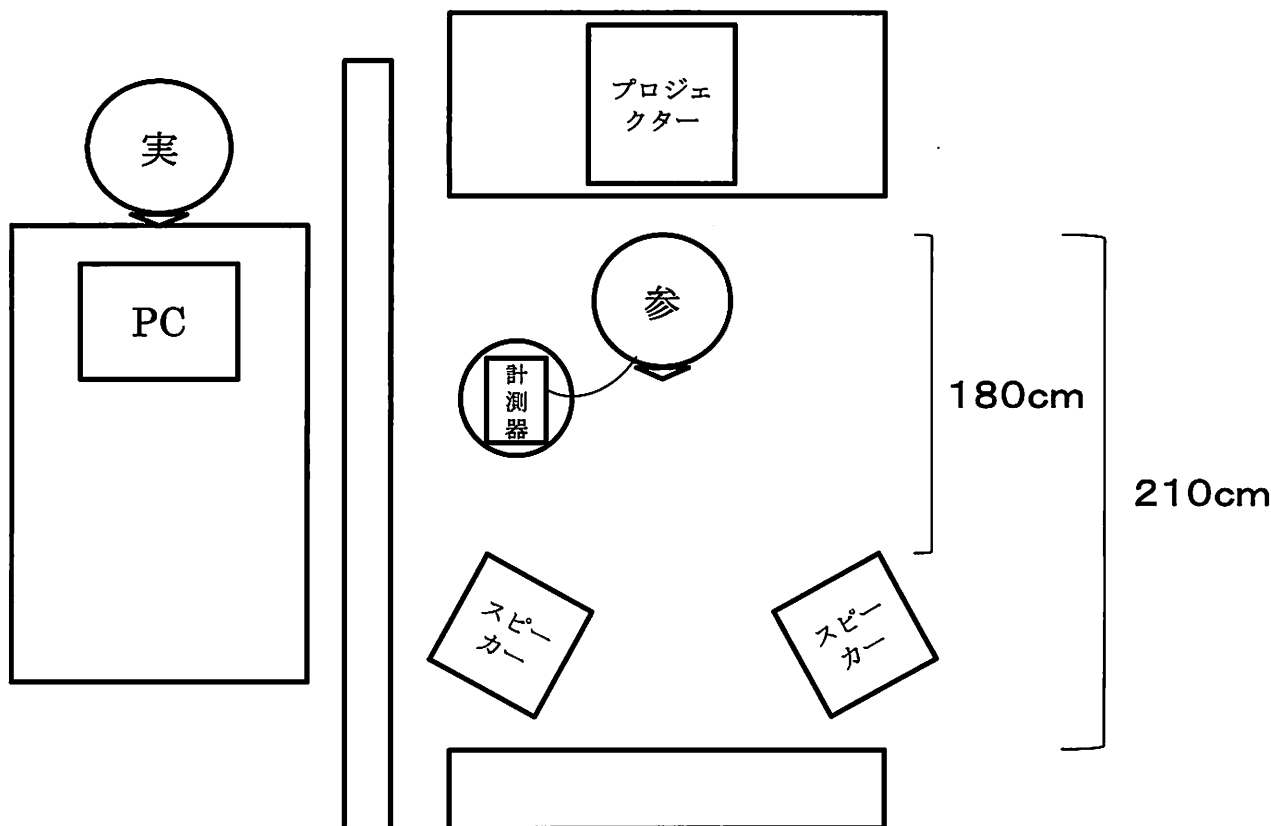


図 4 実験器具および実験者、実験参加者の配置図

手続き

はじめに実験参加者を実験室の入り口付近に設置した席に座らせ、以下の説明を行った。「本研究は没入感と感情の関連性についての検討を行うために実施しております。本実験では、プロジェクターと HMD を使ってゲームをした時の生理、心理指標の計測を目的としております。本実験では課題として、レーシングゲームを行ってまいります。実験を途中で止めることは可能です。もし、途中で気分が悪くなりましたら仰ってください。また、個人データは分析以外では使用せず、分析が終わりましたらすぐに破棄します。」説明後、実験参加者に同意を得た。フェイスシートに現在の健康状態について記入を行った。また、現在の気持ちについて、一般感情尺度を用いた質問紙に記入を行った。

次に、身に着けている貴金属を全て外させ、HR の計測に必要な器具を装着させた。装着完了後、実験参加者をモニター前に用意した椅子に座らせ、専用コントローラーを渡し、プレイヤーキャラクターと使用するマシンを選択させた。選択後、操作について簡単な説明を行い、練習期間に移行した。練習には「ルイージサーキット」を使用した。練習期間中、実験者は実験参加者の側に座り、質問があれば随時答えるようにした。課題期間に移行する際、操作に不安がある様ならばもう一度練習期間を設けることにした。2 回目の練習については「モーモーカントリー」を用いた。練習終了後、コントローラーを回収し、以下の教示を行った。「今から本実験を行います。スケジュールは安静を 3 分取り、そのあとゲームで遊んで頂きます。これを 2 セットで行います。ゲームの成績は本実験とは関係ありません。」

実験者はパーテーションの外に出て、3 分間安静状態と本実験である「キノコキャニオン」プレイ中の心拍数を計測した。課題期間についてはゲームに関しての得意・不得意があるため、完走する時間が異なることが予想された。そのため、時間は定めないようにした。各条件における手順は以下の通りである。

PRJ 条件 :

3 分間の安静状態を計測した後、ゲーム開始画面の状態、実験参加者にコントローラーを渡した。ゲーム終了後、一度計測を終了し、実験参加者からコントローラーを預かった。プレイ中の感情得点、没入感について質問紙への記入を行わせた。

HMD 条件 :

安静前に HMD を実験参加者に装着させ(図 3 参照)、画面のピントを調節させた。その後、装着した状態で 3 分間の安静状態を計測した。安静終了後、コース選択済みの状態で実験参加者にコントローラーを渡した。ゲーム終了後、計測を終了させ、コントローラーを預かった。HMD を外した状態でプレイ中の気持ちについて、質問紙への記入を行わせた。

なお、条件を行う順序については、カウンターバランスを取った。1 つの条件がとり終わると、3~5 分程度の小休憩を取った。2 条件の計測の完了後、内省報告を行うために再度質問紙への記入を行わせた。

スケジュールの予定については以下の図に示した(図 5)。

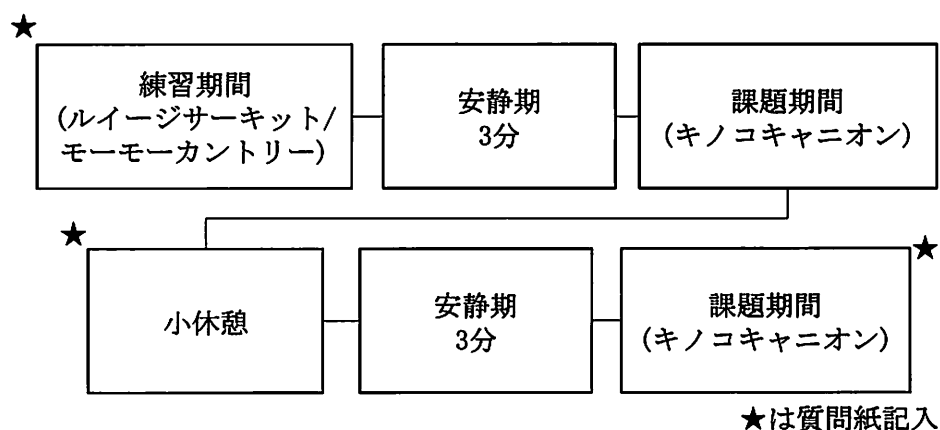


図 5 実験のスケジュール

結果

はじめに、課題遂行時の各条件における没入得点の差を検討するために、各実験参加者全項目における得点の平均値を条件別に算出し以下の図に示した(図 6)。

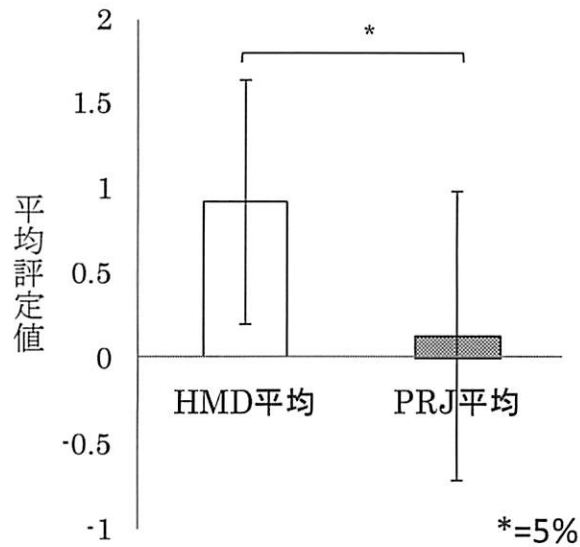


図 6 映像提示条件別の没入感についての平均評定値

全項目における没入得点の平均値に関しては PRJ 条件に比べ HMD 条件の方が高かった。没入得点を従属変数とした時、HMD 条件を PRJ 条件に差があるかについて対応のある t 検定を行った結果、有意な差が認められた($t(12)=2.20, p<.05$)。つまり、PRJ 条件よりも HMD 条件の方が課題遂行時に高い没入感を得られたことが示された。また、これにより本実験の前提条件が満たされたことも確認できた。

次に、各質問項目における実験参加者の没入得点について平均値を算出し、条件別に以下の図に示した(図 7)。

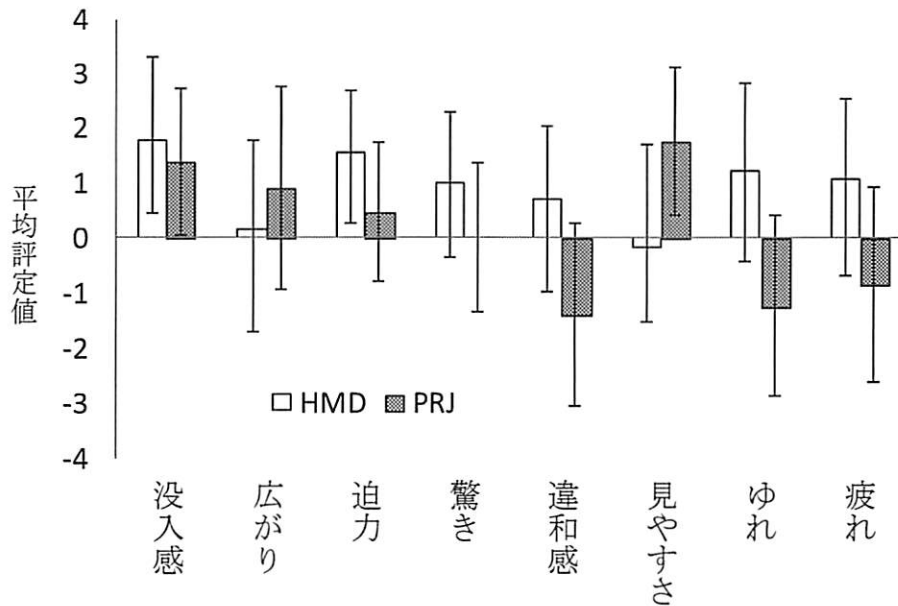


図 7 条件別の没入感に関する項目別平均評定値

個別の項目については全体的に HMD 条件の方が高かった。しかし、「広がり」と「見やすさ」については PRJ 条件の方が高かったことが示された。

各実験参加者の課題遂行時の HR について提示条件別に平均値を算出し、分析を行った。結果については以下の図に示した(図 8)。

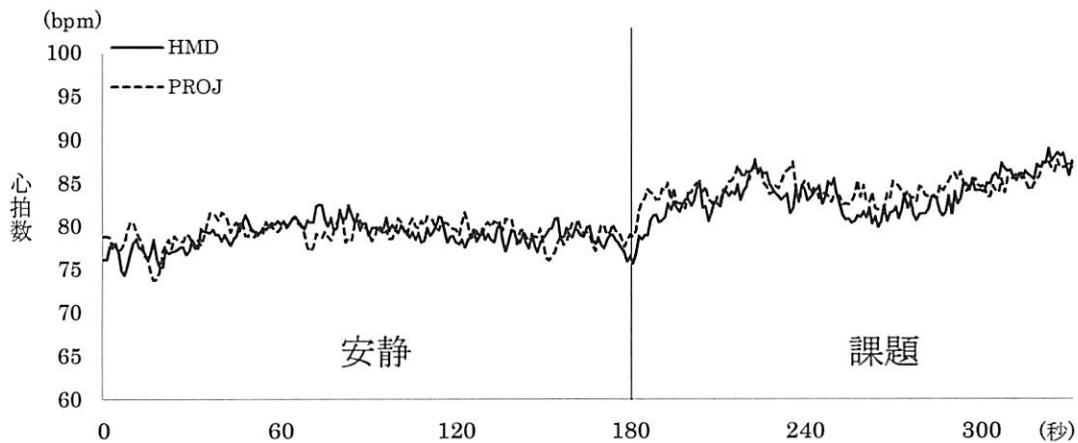


図 8 安静期および課題期の条件別心拍数の推移

両条件とも安静期から課題期にかけて HR は上昇した。条件によって上昇の度合いに違いは見られなかった。映像提示条件の違いが、HR にどのような影響を及ぼすかについて、HR を従属変数として 2(条件:HMD,PRJ)×2(期間:安静,課題)の対応のある分散分析を行った。その結果、期間の主効果のみ有意であった($F(1,12)=10.34, p<.01$)。しかし、条件の主効果($F(1,12)=.43, n.s.$)、条件×期間の主効果($F(1,12)=.46, n.s.$)は有意ではなかった。し

たがって、期間の効果による HR の上昇は認められたが、映像提示条件が HR に及ぼす影響はないことが示された。

次に課題遂行時の各条件における感情得点の差を検討するために、各実験参加者の PA、NA、CA 得点の平均値を条件別に算出し、以下の図に示した(図 9)。

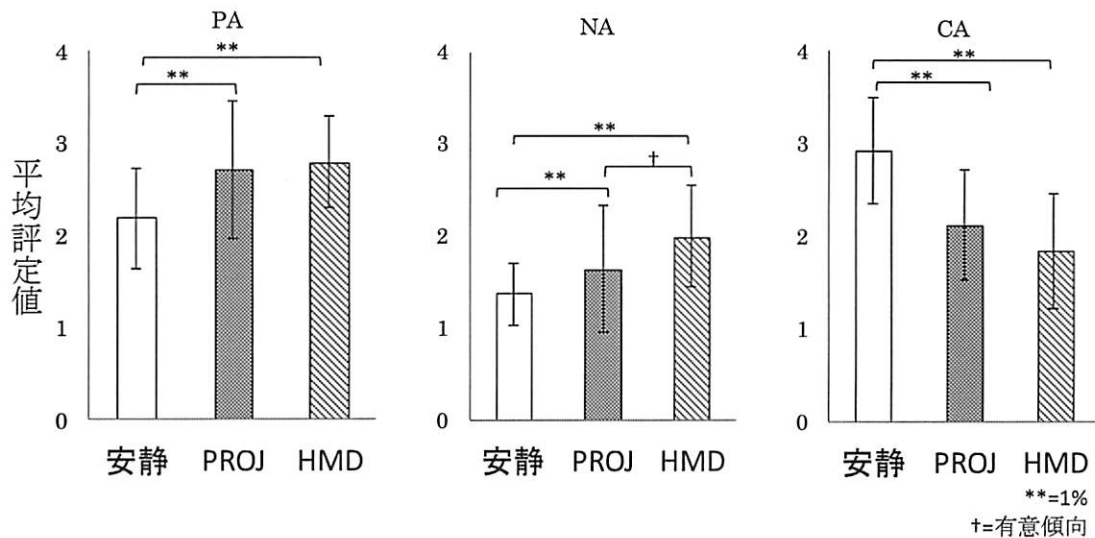


図 9 各条件における感情得点の平均値

PA については各条件とも安静期から課題期にかけて得点は上昇した。各条件の得点の差については HMD 条件が最大値を示しており、PRJ 条件は HMD 条件に比べやや低い値を示していた。映像提示条件の違いが PA にどのような影響を与えるのかを検討するために、PA を従属変数として、1 要因 3 水準(条件:安静、HMD、PRJ)の対応のある分散分析を行った。その結果、条件の主効果は有意であった($F(2,24)=9.66, p<.01$)。条件の主効果が有意であったため、Tukey の HSD 検定によって多重比較を行った結果、安静と HMD の間、安静と PRJ の間に有意な差が認められた(どちらも $p<.01$)。しかし、HMD と PRJ の間には有意差が認められなかった。したがって、安静期から課題期にかけて PA は上昇したが、条件による上昇はなかったことが示された。

NA については各条件とも安静期から課題期にかけて上昇した。上昇の仕方については HMD 条件が最大値を示していた。PRJ 条件については安静期にかけての上昇が見取れたが、HMD 条件よりも少ない上昇だった。映像提示条件の差が NA にどのような影響を与えるのかを検討するために、NA を従属変数として、PA と同様に分散分析を行った。その結果、条件の主効果は有意であった($F(2,24)=7.67, p<.01$)。条件の主効果が有意であったため PA と同様に多重比較を行った結果、安静と HMD 条件の間には有意な差が認められた($p<.01$)。また、HMD と PRJ の間には有意傾向が認められた($p<.10$)。安静と PRJ 条件の間には有意ではなかった。したがって、NA は HMD 条件においてのみ安静期から課題期にかけて上昇したことが確認できた。

CA については安静期から課題期にかけて大きく下降した。下降の度合いに関しては、HMD 条件が一番大きく、PRJ 条件と比較すると若干大きく下降したように見取れた。映像提示条件の差が CA にどのような影響を与えるのかを検討するために、CA を従属変数として、PA、NA と同様に分散分析を行った。その結果条件の主効果は有意であった($F(2,24)=28.94, p<.001$)。条件の主効果が有意であったため PA、NA と同様に多重比較を行った結果、安静と HMD の間、安静と PRJ の間には有意差が認められた($p<.01$)。しか

し、HMDとPRJの間には有意差が認められなかった。したがって、CAは安静期から課題期にかけて下降するが、条件による下降はなかったことが示された。

次に、スキルが没入感や生理・心理的反応に与える影響についての検討を行うために、実験参加者の群分けを行った。群分けについては、HMD条件、PRJ条件のそれぞれの順位から平均値を算出し、1～6位だった者を「高スキル群」、7～12位だった者を「低スキル群」とした。群分けした結果、高スキル群は7名(男性3名、女性4名)、低スキル群は6名(男性2名、女性4名)となった。

高スキル群と低スキル群の群分けが妥当であるかを検討するために、アンケートの回答得点を群別に以下の図に示した(図10)。なお、以下の図では「プロジェクターは楽しかったですか」を「PRJは楽しかったですか」、「ヘッドマウントディスプレイは楽しかったですか」を「HMDは楽しかったですか」に表記を変更した。

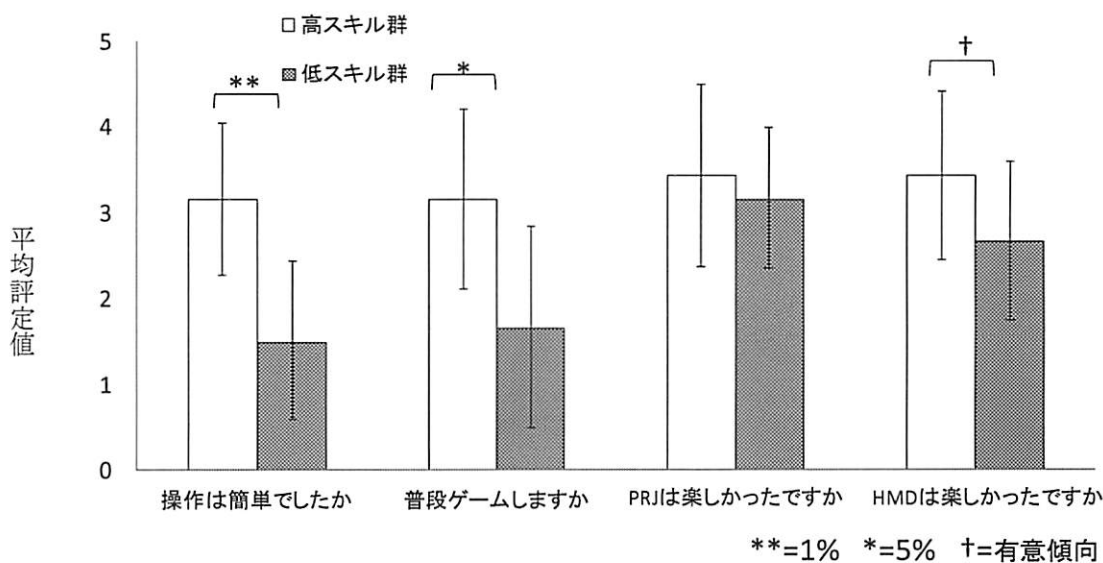


図10 独自のアンケートにおける各項目の平均評定値

アンケートの項目については、全体的に高スキル群の得点が高かった。特に、「操作は簡単でしたか」と「普段はゲームをしますか」については、高スキル群の得点は低スキル群のおよそ2倍であった。条件別にゲームは楽しかったのかについては、PRJ条件については、低スキル群が高スキル群に比べ少し低い値を示していた。HMD条件については、低スキル群は高スキル群よりも低く、その差はPRJ条件よりも大きかった。

順位による群分けについて妥当性があるかをアンケートの得点を従属変数として対応のないt検定を行った。その結果、「操作は簡単でしたか」「普段ゲームしますか」で有意な差が認められ(順に、 $t(11)=4.70, p<.01$; $t(11)=3.07, p<.05$)、「HMDは楽しかったですか」は有意傾向($t(11)=2.02, p<.10$)、「PRJ楽しかったですか」は有意でなかった($t(11)=0.98, n.s.$)。

操作は簡単でしたかにおいて有意差が認められた。このことから、スキルによる群分けは妥当であることが示された。

条件別の没入得点についてスキルによる差があるのかを検討するために、同様の群分けを行い、全項目における得点の平均値を群・条件別に算出し、以下の図に示した(図 11)。

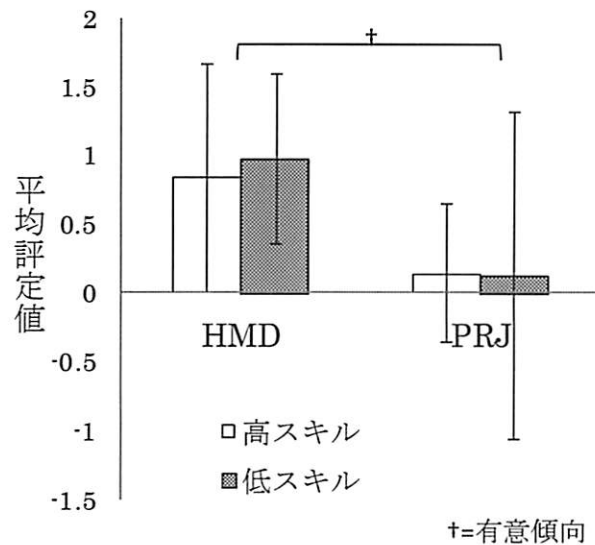


図 11 群・条件別の没入得点の平均評定値

高スキル群、低スキル群ともに PRJ 条件に比べ HMD 条件の得点がとても高かった。群による違いについては、HMD 条件においては高スキル群に比べ低スキル群の得点が高かった。PRJ 条件については、群による差はほぼなかった。スキルや映像提示条件の違いが、課題遂行時の没入感にどのような影響を与えるかについて検討を行うために、没入得点を従属変数として 2(群:高スキル、低スキル)×2(条件:HMD,PRJ)の 2 要因混合計画による分散分析を行った。その結果、条件の効果のみが有意傾向であった($F(1,11)=4.53, p<.10$)。したがって、PRJ 条件に比べ HMD 条件の方が課題への高い没入感が得られたことが示された。また、没入感の得られ方についてスキルの違いは関与しないことも示された。

スキルの高低と映像提示条件が、没入感に与える影響を各質問項目の平均評定値から検討を行った。まず、HMD条件における項目別没入得点について、群別に平均値を算出し、以下の図に示した(図12)。

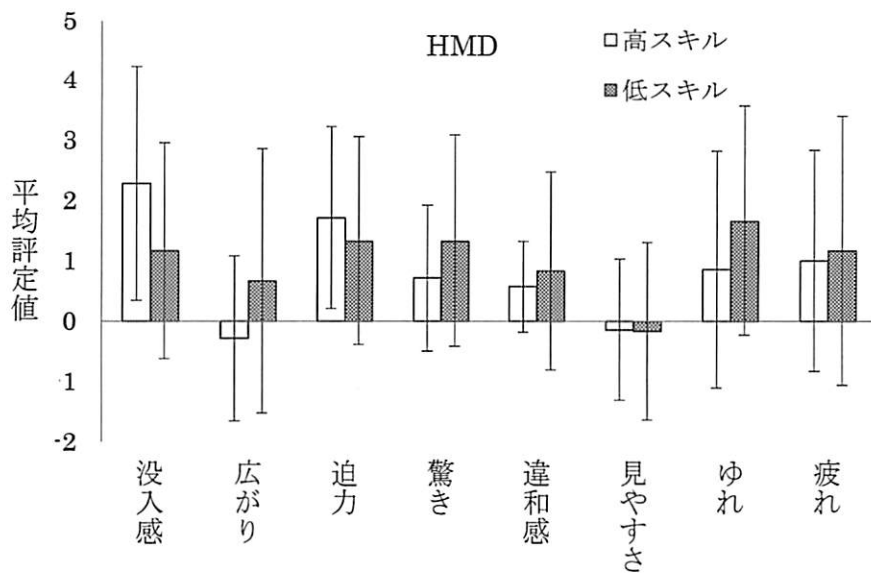


図12 群別のHMD条件における各項目の平均評定値

まず、HMD条件については、高スキル群の広がり、と、両群の見やすさにおいてマイナスであった。それ以外は全てプラスであった。得点の差については、没入感、迫力のみ低スキル群に比べ高スキル群の方が高かった。また、高スキル群は没入感、低スキル群はゆれにおいて最高値を示した。

次に、PRJ条件における項目別没入得点について、群別に平均値を算出し、以下の図に示した(図13)。

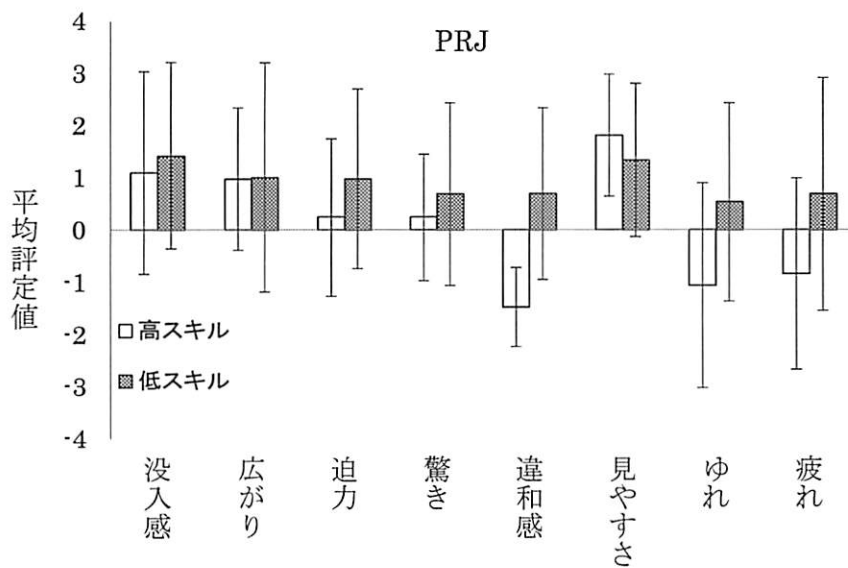


図13 群別のPRJ条件における各項目の平均評定値

高スキル群において違和感、ゆれ、疲れの3項目のみマイナスを示した。それ以外の項目については、両群ともにプラスであった。群間の差については、違和感、ゆれ、疲れの3項目において低スキル群は高スキル群によりも高かった。驚き、迫力についても、上記3項目ほどではないが低スキル群の方が高い得点であったことが見て取れた。また、高スキル群では見やすさが、低スキル群では没入感が最高値を示していた。

次に、各実験参加者の課題遂行時における生体反応についても同様の群分けを行い、高スキル群、低スキル群の課題遂行時のHRの平均値を算出し、条件別に以下の図にまとめた(図14)。

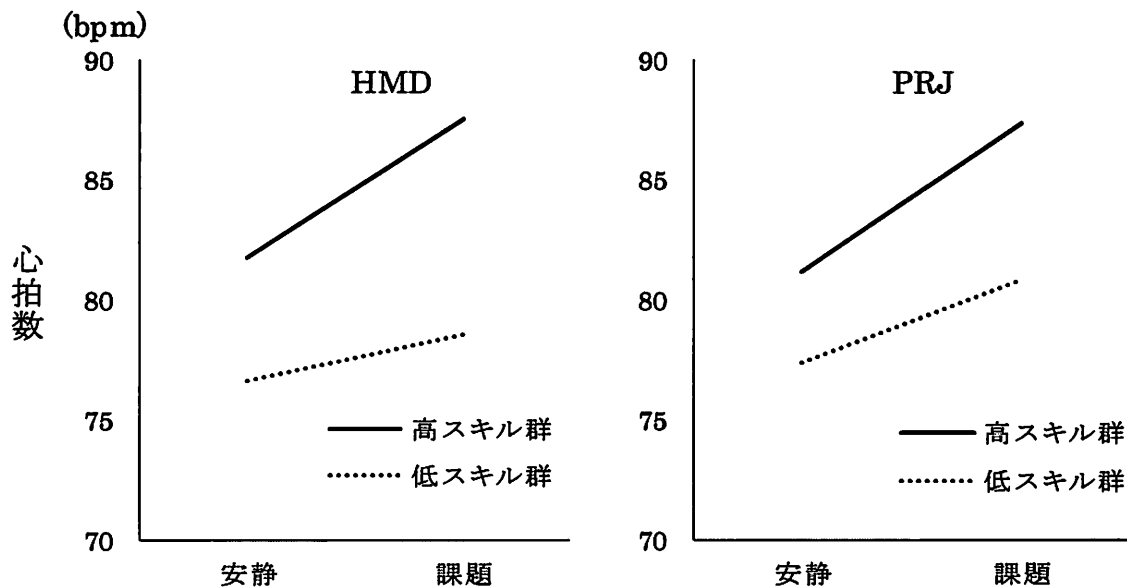


図14 群別における課題遂行時の条件別心拍数の推移

どちらの群も安静期から課題期にかけて、HRの上昇が見て取れた。上昇については、どちらの条件においても、低スキル群よりも高スキル群の方が大きかった。高スキル群については両条件において大きい上昇が見られたが、PRJ条件よりもHMD条件の方が大きく上昇していた。低スキル群については両条件における上昇は少ないが、PRJ条件の方が上昇しやすいようだった。

スキルによる違いが課題遂行時の HR どのような影響を与えるのか、映像提示条件の違いによってどのような影響を受けるのかを検討するため、2(群:高スキル、低スキル)×2(条件:HMD、PRJ)×2(期間:安静、課題)の混合計画による分散分析を行い、その結果を表に示した(表 1)。

表 1 群×条件×期間の混合計画による分散分析の結果

効果	df効果	df誤差	F	p	結果
群	1	11	2.570	0.137	ns
条件	1	11	0.589	0.459	ns
期間	1	11	10.075	0.009	**
群×条件	1	11	1.544	0.240	ns
群×期間	1	11	1.455	0.253	ns
条件×期間	1	11	0.478	0.504	ns
群×条件×期間	1	11	0.182	0.678	ns

**1%で有意

混合計画による分散分析の結果、期間においてのみ有意差が認められた。しかし、それ以外についての有意差は認められなかった。

次に、HR と同じように両群の安静期、PRJ 条件、HMD 条件における PA、NA、CA の平均値をそれぞれ算出し、以下の図にまとめた(図 15)。

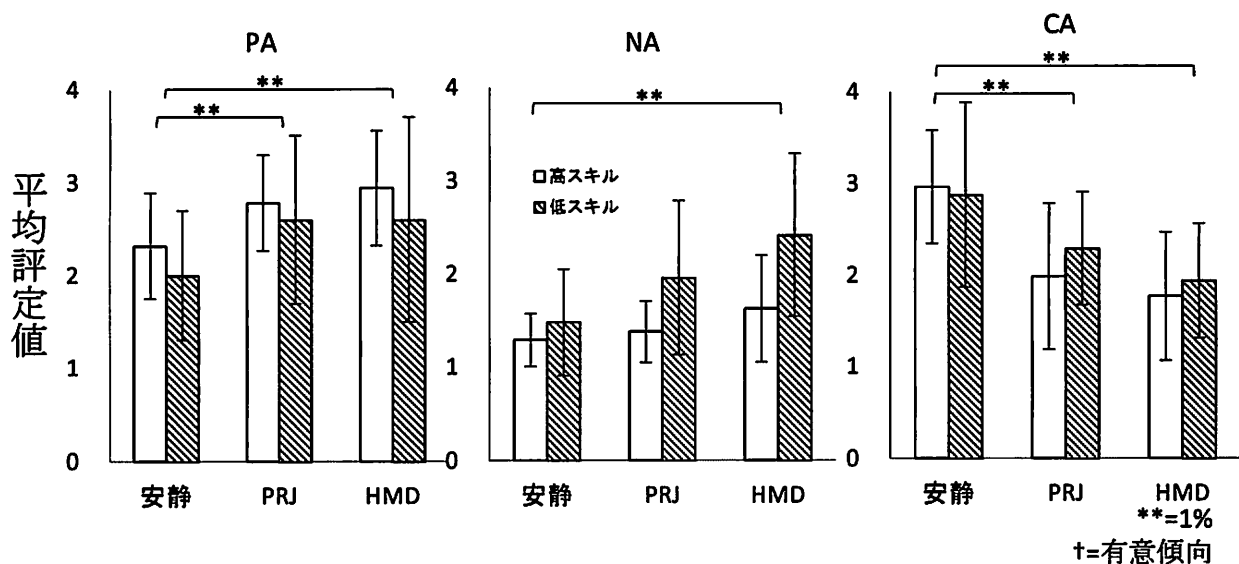


図 15 群別における課題遂行時の条件別感情得点の平均評定値

PA については、両群とも安静期から課題期にかけて上昇した。各群における上昇の程度については、高スキル群は PRJ 条件に比べ HMD 条件にかけて大きく、低スキル群は同等であった。得点については全期間を通じ、高スキル群の方が高いように見えた。スキルの違いや映像提示条件の違いが感情得点へどのような影響を与えるかの検討を行うべく、PA を従属変数として、2(群:高スキル、低スキル)×3(条件:安静、HMD、PRJ)の 2 要因混合計画による分散分析を行った。その結果、条件の効果は有意であった($F(2,22)=8.97$, $p<.001$)。条件の効果があったため、Tukey の HSD 検定によって多重比較を行った

結果、安静と HMD の間、安静と PRJ の間に有意な差が認められた（どちらも $p < .01$ ）。しかし、HMD と PRJ の間には、有意な差は認められなかった。したがって、PA は両群とも安静期から課題期にかけて上昇したが、映像提示条件による差はなかったことが示された。

NA については、まず低スキル群は安静期から課題期にかけて上昇したことが確認できた。また、HMD 条件においての低スキル群の得点が最大値を示していた。高スキル群に関しては、安静から HMD 条件にかけての上昇が見て取れたが、低スキル群ほど大きくはなく、安静期から PRJ 条件にかけての上昇については少なく、大きな差はないように見えた。PA と同様に検討を行うべく、NA を従属変数として同様の分散分析を行った。その結果、群の効果は有意であった ($F(1,11)=6.97, p < .05$)。また、条件の効果についても有意であった ($F(2,22)=8.88, p < .001$)。条件の効果が有意であったので、同様に多重比較を行った。その結果、安静と HMD の間に 1%水準で有意な差が認められたが ($p < .001$)、安静と PRJ 条件、HMD 条件と PRJ 条件の間には有意な差は認められなかった。したがって、NA は安静と HMD 条件にかけて上昇し、上昇の仕方は高スキル群に比べ、低スキル群の方が大きかった。

CA については全体的に安静期から課題期にかけて下降した。下降の程度については、両群とも HMD 条件において最大値を示した。また、全体的に低スキル群に比べ高スキル群の下降が大きく、両条件においては低スキル群に比べ低い値を示していた。PA、NA と同様に検討を行うべく、CA を従属変数として同様の分散分析を行った。その結果、条件の効果は有意であった ($F(2,22)=27.97, p < .001$)。条件の効果が有意であったため、同様に多重比較を行った結果安静と HMD の間、安静と PRJ の間に有意な差が認められたが、HMD と PRJ の間には有意な差は認められなかった。したがって、安静期から課題期にかけて CA は下降したが、条件の違いや群による効果はなかった。

考察

全体における没入感の平均評定値については、PRJ 条件よりも HMD 条件の方が高い値が示された。また、群における没入感の平均評定値については、条件においては有意傾向が示された。また、個別の項目に関しての分析では、HMD 条件の「没入感」、「迫力」の得点が、PRJ 条件に比べ高いように見えた。「没入感」が高かったことについては、HMD はプロジェクターとは違い、視野を黒いゴムで覆う作りをしているからであると考えられる。視野をゴムで覆うことによって、視界にはディスプレイの画面以外入ってこなくなる。そのため、一層課題に集中して取り組めたからだと考えられる。「迫力」については、本研究で使用した HMD が、透過型ではなく没入型であったためだと考えられる。没入型 HMD は、左右の目に別々の映像を映し出している。これにより、HMD は出力された映像をより立体的に表示することが出来る。このような特徴から、プロジェクターに比べて、HMD を使用した場合においては映像に迫力があると感じたのだろう。

HR については条件の効果は認められず、期間の主効果のみ有意であった。このことによって、安静期から課題期にかけて HR が上昇したことが示された。本実験で用いた TV ゲームは、CPU との競争の要素を含むものであった。競争課題時には安静時よりも高い HR を示し(長野,2004)、TV ゲームを用いた競争課題においても、同様の結果が得られている(Ravaja, Saari, Turpeinen, Laarni, Salminen, & Kivikangas, 2006)。これらのことから、本実験で得られた HR の上昇は、競争課題により起きたのではないかと考えられる。両群の HR については、有意差が認められなかったが、p 値は 0.14 であり(表 1 参照)、高スキル群の方が高い値を示しているように見て取れた(図 10 参照)。アンケートの「操作は

簡単でしたか」という回答において、高スキル群は低スキル群よりも高い値を示していたことから(図 13 参照)、高スキル群はゲーム課題中、キャラクターを自身の思うように操作することができたと考えられる。参加者の努力の程度に応じて課題成績が変化する場合、心拍数の上昇が生じるとされていることから(Obrist,1981)、本研究においても同様の反応が生じたのだろう。

PA については、全体・群の両方において期間の効果のみ有意であった。本研究で用いたレーシングゲームは、パズルやシュミレーションゲームといった他ジャンルと比べ、プレイ中に楽しい気分を獲得しやすいとされている(白井・小池・佐藤,2001)。このことから、本実験においても同様の効果が得られたと考えられる。また、条件による効果については確認できなかった。任天堂の調査によると、日本における Wii のユーザー層は 7~15 歳と 35 歳~45 歳の 2 世代において高い値を示していた。このことから、Wii は親子をターゲットとして開発されたプラットフォームであると考えられる。また、マリオカートは、1 つの Wii で最大 4 人まで同時に対戦することができる。このことから、マリオカートは、友達や家族と一緒に遊ぶことに重点をおいたゲームであると考えられる。一方 HMD は外からの情報を一切受け付けず、映像に集中することが出来る装置である。よって、大勢で遊ぶことを想定して作られたマリオカートと、一人で集中して鑑賞を行うことに特化した HMD では、相性が悪かった可能性が考えられるだろう。しかし、両群の PA については有意差が認められなかったが、全体的に高スキル群の方が高いように見て取れた(図 13 参照)。また、「普段ゲームをしますか」において、高スキル群は高い値を示した。普段ゲームで遊んでいる人は、あまり遊ばない人に比べ「活力」が高くなることから(清水・梶村,2000)、高スキル群の PA は、低スキル群に比べ高い値を示したと考えられる。また、条件による主効果については、いずれの分析においても確認できなかった。しかし、高スキル群において、HMD 条件は高い値を示した。「HMD は楽しかったですか」について、高スキル群が高い値を示していたことから、HMD は上級者向けデバイスであると考えられる。

NA については、期間の主効果は有意であった。競争はネガティブ感情をもたらすとされているため(Martens,1975)、本研究においても、同様に NA の上昇が示されたのだと考えられる。しかし、全体的に NA は PA に比べ低い値を示した。競争はネガティブ感情だけでなく、ポジティブ感情も誘発することから(Cooke et al,2011)、ゲームを行うことは、映像を見るだけに比べて(坂元ら,2012)、ポジティブ感情を誘発させやすいものであった可能性が考えられる。また、全実験参加者における条件の効果については、有意傾向であった(図 8 参照)。13 人中 4 人の実験参加者が「ピントが合わない」「頭がクラクラする」「映像が乱れる」といった、HMD を使用した時の違和感、及び不快感を報告している。HMD を使用した際の不快感が、PRJ 条件に比べ HMD 条件の NA が高くなった原因だと考えられる。全体において、HMD 条件の項目別没入得点のうち「違和感」、「揺れ」、「疲れ」の 3 項目は PRJ 条件に比べ高く、また「見やすさ」においては低い値を示していた(図 9 参照)。また、本実験における 13 人の実験参加者のうち、HMD を利用したことがある参加者は 3 人であった。他 10 名は初めての使用であったため、普段見慣れている PRJ 条件に比べ NA が上昇したと考えられる。また、群の主効果は有意であった。「普段ゲームをしますか」において、低スキル群が低い値を示していた(図 9 参照)。低スキル群は日頃ゲームをしないため、ゲームで遊ぶことによって疲労や緊張が高まり(清水ら,2000)、高スキル群よりも高い NA が示されたと考えられる。また、低スキル群の NA において、HMD 条件は高い値を示しているように見て取れた。達成に関連した感情において、どのような感情が喚起されるかは、得られた結果に対する原因帰属のあり方によって大きく左右されることから(Weiner,1977)、低スキル群は順位が低かったことについて、HMD が原因であると考えたのではないだろうか。

CAについては、全体・群において期間の主効果が認められた。TVゲームを行うと活力や緊張、疲労の上昇が見られることから(清水ら,2000)、安静期から課題期にかけての下降は妥当だと考えられる。また、条件については、全体・群のどちらにおいても有意差は認められなかった。しかし、HMDが高い値を示しているように見て取れた。没入感に関する個別の質問項目である「疲れ」において、HMDは全体・高スキル・低スキル群で高い値を示していた。また、「ゆれ」についても、高い値を示しているように見て取れた。さらに、内省報告において「頭がクラクラする」という回答があった。立体映像観察後は特に眼が疲れることなどから(河合ら,1998)、HMDでの映像視聴はプロジェクターに比べ疲れやすいことが示された。

本研究では、HMDはプロジェクターよりも没入感の高い装置であることが確認できた。このことにより、本研究の前提条件が満たされた。HRについては、安静期から課題期間にかけての上昇のみ確認できた。このことから、競争課題はHRを上昇させる効果があることが確認できた。感情尺度についても、PA、NA、CAの3項目の全てにおいて、期間による効果が確認できた。競争はネガティブ感情だけでなく、ポジティブ感情も誘発することから(Cooke et al,2011)、本研究でも同じような効果が生じたのだろう。また、NAについては、全実験参加者の条件の効果において有意傾向が確認できた。これについては、HMDの装着による不快感が原因であると考えられる。また、NAにおける群による主効果も有意であった。ゲームに慣れていない人が、ゲームで遊ぶと緊張や疲労を感じやすいことから、低スキル群の得点が高スキル群に比べ高い値を示したと考えられる。しかし、PAやCAにおいて、条件の効果は確認できなかった。このことについては、HMDとマリオカートとの相性が悪かった可能性が考えられるだろう。また、HR、PA、CAにおいて、条件の効果が認められなかった原因については、高没入感を楽しむよりもHMDを使用した場合に生じたピントのズレや、映像の乱れによる不快感の方が優ってしまったのではないだろうか。このことから、今後の課題としてHMDの装着による不快感の軽減について考える必要があるだろう。

引用文献

- 馬場靖憲 2001 日本のTVゲームソフト産業 Techno marine : bulletin of the Society of Naval Architects of Japan : 日本造船学会誌 861, 227-231
- 服部正勝・鈴木博・菅谷誠一 2011 HDD,ODD,及びSSDの技術動向 東芝レビュー 66(8),30-35
- 井上哲理 2014 知っておきたいキーワード没入型ディスプレイ 映像情報メディア学会情報誌 66(4),321-323
- 神部勝之 2013 高臨場感技術の応用展開に向けて 映像情報メディア学会技術報告 37(46), 27-30
- 河合隆史・岩崎常人・井上哲理・野呂影勇 1999 ヘッド・マウント・ディスプレイの視機能に与える影響 日本バーチャルリアリティ学会論文誌 4(1), 275-280
- 小坂崇之・宮下芳明・服部進実 2007 没入型三次元風覚ディスプレイの開発と評価 インタラクシオン 2007 論文集, 105-112
- Martens, R. 1975 The process of competition. Martens, R. (Ed.), Social Psychology & Physical Activity. Harper & Row, New York
- 松嶋一治・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提示の検討 映像メディア学会誌 60(7),1011-1015

長野祐一郎 2004 競争型鏡映描写課題における心臓血管反応 生理心理学と精神生理学, 22, 237-246

Obrist, P.A. 1981 *Cardiovascular Psychophysiology: A Perspective*. New York: Plenum Press

Ravaja, N., Saari, T., Turpeinen, M., Laarni, J., Salminen, M., & Kivikangas, M. 2006 Spatial presence and emotions during video game playing: Does it matter with whom you play? *Presence*, 15, 381-392

坂本清美・浅原重夫・坂本誠司・山本久仁子・岡田明 2012 生理心理計測による3DTV視聴時の感情状態推定の試み 電子情報通信学会技術研究報告. HIP, ヒューマン情報処理 112(46), 121-126

清水圭介・梶村憲之 2000 テレビゲームが子供たちに与える心理的影響 教育実践学研究, 山梨大学教育学部附属教育実践研究指導センター研究紀要 6, 101-111

白井暁彦・小池康晴・佐藤誠 2001 コンピューターゲームの興奮度定量化(1) 主観評価を使用したゲームジャンルの分類 ゲームプログラミングワークショップ 2001 論文集, 14, 33-40

和多野大 2013 学生トライアスリートの競技心理特性に関する研究-日本学生トライアスロン選手権を主題として- 独立行政法人国立高等専門学校機構沖縄工業高等専門学校紀要 7, 45-52.

Weiner, B. 1977 Attribution and affect: Comments on Sohn's critique. *Journal of Educational Psychology*, 69, 506-511