

HMD を用いた古典的ゲームの画面拡大による印象調査

野津双葉^{†1} 橋本剛^{†2}

概要：近年、ヘッドマウントディスプレイ（以下 HMD）を用いるコンテンツの普及が進んでいる。現在、HMD を用いた施設や番組など広く認知が進んでいるが、個人レベルでの普及はまだ浸透しておらず、ゲーム業界でも HMD の高コスト問題が挙げられている。そこで、開発コストの低い古典的 2D ゲームに着目し、HMD を用いて 360 度視点のゲームに変更する研究を行ったところ、画面を拡大させて視界を制限することで面白くなることが明らかになった。視界の外を見るために頭を動かす必要性を生み出したことが面白さを増加させる要因の 1 つであると予測したが、どのような要素がどのような面白さにつながるかなど、まだ詳しい仕組みは明らかになっていない。本研究では、画面拡大に着目し、HMD ゲームのより細かな要因について古典ゲーム「マッピー」を用いて調査を行った。これにより、2D ゲームの HMD ゲームリメイクなどにおいて、画面拡大の比率によってどのような印象を与えるか、指標を提案する。

キーワード：HMD, 高コスト問題, 面白さ要因, 画面拡大比率, 印象

Impression study by screen enlargement of classical game using HMD

FUTABANOTSU^{†1} TSUYOSHI HASHIMOTO^{†2}

Abstract: Although HMD(head mounted display) has been widespread in recent years, high development cost is problem. Therefore, focusing on classic 2D games with low development cost and research to change them to games using HMD, it became clear that enlarging the screen and restricting the view make them more interesting than the original games. It predicted that creating a necessity to move the head to see outside the sight was one of the factors that increased fun, but It is not still clear the mechanism with what kind of element is interesting and what kind of fun it is. In this research, focusing on screen enlargement, they investigated more detailed factors of HMD game using classic game "Mappy". Indications on what kind of impression will be given is proposed by the ratio of screen enlargement in HMD game remake of 2D game.

Keywords: HMD, High development cost, Fun factors, Screen Enlargement, impression

1. はじめに

近年、ヘッドマウントディスプレイ（以下 HMD）を用いるコンテンツの普及が進んでいる。HMD とは VR の視覚装置であり、この主な用途はゲームである。2016 年は VR 元年と呼ばれており、2016 年以降、SONY から“PlayStationVR”の発売や、VR 体験施設の登場により以前に比べかなり普及が進んだ。しかし、個人レベルでの普及はまだ浸透しておらず、ゲーム業界でも HMD の高コスト問題が挙げられている。HMD を用いるゲームは 1 人称視点かつ 3D のものが多く、この開発には多くの時間とコストがかかることが多い。

そこで、伊藤らは古典的 2D ゲームに着目し、“Break Out”, “Invader Game”, “Pacman”について HMD を用いて 360 度視点のゲームに変更（以下 HMD 化と称する）した[1]。単純に HMD 化しただけでは面白さを得ることは出来ず、3 ゲームとも画面を拡大させることで面白さが増加した。この結果から、HMD ゲームの面白さは首を動かすことによる新規性が要因であると分析した。

前研究“HMD で遊ぶ古典的 2D ゲームの面白さ要因分析と提案”にて、“マッピー”を伊藤らの研究と同様に画面拡大して HMD 化した[2]。ルールを変更することで、主対象が動的となり、視界の外を見るために頭を動かす必要性を生み出したことが面白さを増加させる要因の 1 つであると予測した。しかし、どのような要素がどのような面白さにつながるかなど、まだ詳しい仕組みは明らかになっていない。そこで、同ゲームにて画面の拡大比率を A（近い）・B（普通）・C（遠い）の 3 種類のゲームを作成したところ、B が一番面白いという評価を得た。つまり、画面拡大比率の違いで面白さに差が生じると分析した。画面拡大に着目し、全実験で拡大比率が 3 種類のみだった比率の制限を無くし、画面拡大比率の一番面白くなる数値を知ることが目的とした。実験を行ったところ、平均値は得られたが、分散が大きく、各拡大比率で印象が異なっていることがわかった。そこで、拡大比率と印象の関係をすることを目的として追加した。調査方法として、ゲームを作成し、印象評価実験を行ったところ、印象によって拡大比率の変化によって変わる印象と変わらない印象があることがわかった。

^{†1} 松江工業高等専門学校
National Institute of Technology, Matsue College.

3種類の印象“派手さ”“なめらかさ”“複雑さ”が今回の作成したゲームでの印象として挙げられ、“派手さ”“なめらかさ”は拡大比率によって差が出たが、“複雑さ”は差が出なかった。特に“なめらかさ”は印象の大きさの山が2つ見られた。この結果より、ゲームへの影響について考察を行った。

2章では、本研究に関する研究をいくつか挙げ、これらと本研究との違いを示す。3章では、今回作成したゲームの説明をする。4章では、画面拡大比率の一番面白くなる数値を知ることを目的として実験を行った結果とその評価からの考察について述べ、次の5章では、4章からの結果・考察を得て新しく掲げた目的である大比率と印象の関係をすることを目的とした実験を行った結果とその考察を述べる。6章では、今回の実験結果より、HMD化するゲームの画面拡大比率と印象についての関係とゲームへの影響について考察をする。最後に、7章にて本研究のまとめを、8章にて今後の研究での方針を記す。

2. 先行研究

2.1 HMDに関する研究

研究報告用原稿の作成から投稿までの流れは、次の通りである。HMDに関する研究として、河合らによるHMDの視覚機能に与える影響についての研究[3]がある。これは、両眼型のHMDにおいて、平面画像を観察する際にも視覚系の不整合が生じる事について述べ、これを立体映像観察時の視覚負担の要因としている。そこでHMDの光軸の輻角を変化させた際の観察者の視覚負担の調査を行った。この結果として、HMDを用いた立体映像の観察は、生理・心理的な変化の影響源となり得ることと、光軸の輻角を理論的調節距離と一致させた方が、影響は少ないことを示している。また、岩瀬らの長時間のHMD装着作業が平衡機能に及ぼす影響についての研究[4]では、平衡機能に対する3Dゲームへの長時間没入の影響を明らかにすることを目的とした。

また、HMDを用いたアプリケーションの研究として、比嘉らによるHMDを用いた歩行リハビリテーションシステムの基礎研究[5]がある。これでは、継続的なリハビリに対するモチベーションの維持のため、HMDを用いてVRを取り入れた歩行リハビリシステムの構築を目的としている。また、岩間らのARとHMDを用いて災害を疑似体験させる防災教育システムの試作についての研究[6]では、防災教育の多様化としてHMDを用いてAR教材のさらなるリアリティ向上を目的としており、自作のHMDを用いたシステムを試作し、リアルタイム映像に増的な被災状況を映すことで良好な評価を得ている。

ゲーム自体の面白さについてに関して、馬場らによる“ゲームの面白さとは何か:テレビゲームのプレジャビリティをめぐって”の論文がある[7]。ここでは、行動心理

学や認知心理学の研究によって提出された動機付けの理論を援用することで、ゲームの概念的なモデル化を試み、ゲーム各要素に潜む“面白さ”の各要因について考察を行っており、その中でVR技術についての可能性についても述べている。しかし、各要素についての定量的な考察は行っておらず、計測が困難であり、ゲームの面白さ研究について今後の研究が期待される分野と述べている。

これらのように、HMDの身体的影響への改善についての研究や、医療や教育のような他分野におけるシステムの向上を目指すような研究は多く存在するが、HMDを用いたゲームに関する研究は例が少ない。また、ゲームの面白さについての研究例も少なく、今後のゲーム業界での課題であると言われている。次章ではこのことに着目した伊藤らの研究について述べる。

2.2 古典的2DゲームのHMD化に関する研究

伊藤らによる古典的2DゲームのVR化に関する考察⁵⁾では、第1章で述べたように、現在発表されているHMDを用いるゲームが似たような1人称視点の3Dゲームであることに着目し、昔ながらの古典的2DゲームについてHMDゲーム化を行った。この手法について、先行研究では“Break Out”, “Invader Game”, “Pacman”の3つのゲームにおいて、オブジェクトのみを3D化し、HMDゲーム化を行った。さらに、そのプレイ画面を拡大し、画面を絞ることによって大きな画面を見上げる形で従来の2Dゲームにはない面白さを作り出すことに成功した。“Break Out”を例としてこれについて述べる。元のプレイ画面(図1(a))から、カメラのz軸位置を変更することによって、画面内の一部の拡大を行った。その結果を図1(b)に示す。これは、HMD装着時に見えている画面であり、元の画面よりも視野が狭くなったことにより、元では見えていたブロックやバーが見えなくなっている。これにより、ゲームプレイ時にはボールを目で追うために首を動かさなければいけなくなり、首を動かす動作が生まれた。これがアンケートの結果、面白さが増加したことより、HMDゲームの面白さの要因は、首を動かす新規性であると論じた。

そこで、研究“HMDで遊ぶ古典的2Dゲームの面白さ要因分析と提案”より面白さを得ることが出来ると仮定して古典的2Dゲームの中でもスクロールゲームである“マッピー”のHMD化を行った。伊藤らの研究と同様に画面拡大をしてHMD化したところ、面白さを得られなかった。そこで、静的なアイテムを獲得する目的から、動的な敵を捕獲することを目的のルールに変更してみると、面白さを得ることができた。この結果より、画面を拡大して視界が制限されたことで視界外に見るべきものが存在し、頭を動かす必要性を見出したことがHMD化の面白さの要因であると予測した。これより、視界を制限する手段である画面拡大に着目して、面白くなった方のゲームにて画面の拡大比率の違うA(近い) B(普通) C(遠い)の3種類を作っ

た。これらで比較実験を行った結果、Bが一番面白いという結果となった。画面拡大比率の違いによって面白さに差が出ると結論づけた。

先行研究より、画面拡大比率の違いによって面白さに差が出るということがわかったが、先に述べた実験では拡大比率が3種類のみであり、未調査な部分が多々あった。そこで本研究では、画面拡大比率の一番面白くなる数値を知ることが目的とし、HMDゲームでの面白さの細かな要因について調査を行う。

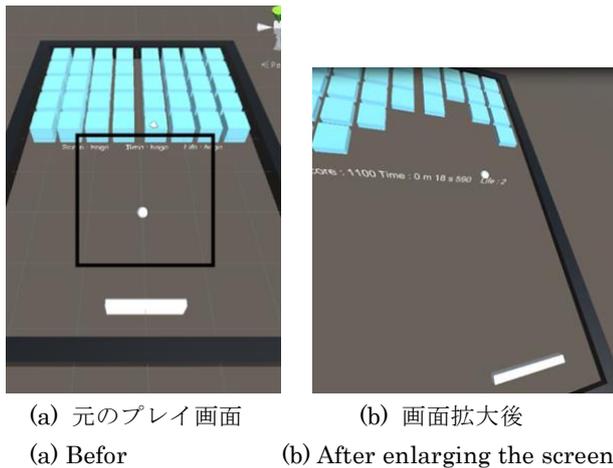


図1 画面拡大による面白さの増加
(Break Out プレイ画面)

Figure 1 Increase fun by enlarging the screen
(A play screen of Break Out).

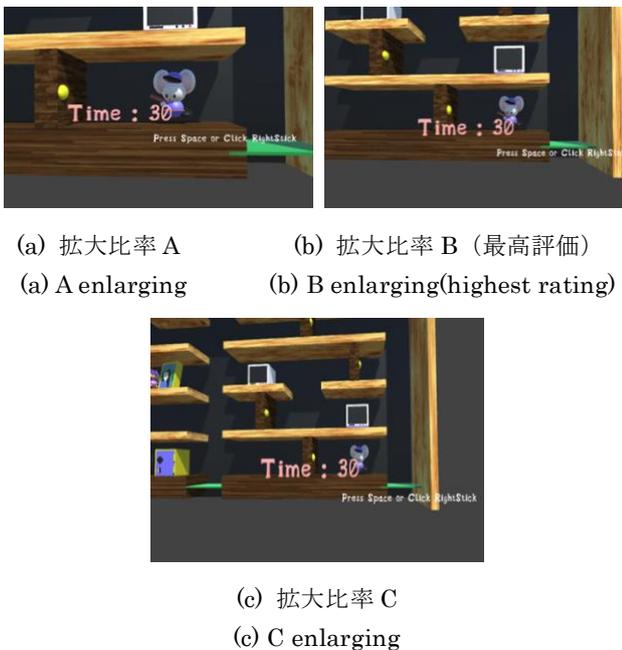


図2 拡大比率3種類のプレイ画面

Figure 2 comparative experiment 3 types of play screen

3. 実装

本章では、今回の実験で作成したゲームの説明を行う。開発環境として、Unityを用いてゲームの作成をし、OculusRiftDK2を適応させることでHMDゲーム化を行った。OculusRiftDK2の設定より、ゲーム内で頭を動かせばその方向にカメラも向くようにした。ここで、本研究においての、HMD化の対象とする2Dゲームの定義について述べる。本来、2Dとは空間の次元が2である2次元空間のことを表し、2Dゲームとは縦と横のみで表すことのできるゲームのことである。しかし、本研究において、HMDゲーム化するうえで奥行を追加し、3D環境にしなくてはならない。そこで、本研究での2Dゲームの定義を、移動が縦と横の2つの次元のみからなるものであることとする。題材としたマッピーにおいても、オブジェクトはHMD化するため奥行を追加した3次元のものであるが、主人公や敵の移動は縦と横の2次元のみであるため、これも2Dゲームとする。

3.1 HMD化マッピー

今回作成した、ゲームのHMD化マッピーのゲーム内容について説明する。このHMD化マッピーは1984年にナムコから発売されたマッピーのHMD化を行ったゲームである。本家マッピーは、主人公であるネズミのマッピー(図3)を、左右移動で操作し、ステージ内にあるアイテム(4種類×2つ)を回収するとクリアである。ステージ内には敵であるネコがあり、それらに当たるとライフが1減って初期位置に戻される。ライフは3つで、それが0になるとゲームオーバーとなる。ステージは、5階建ての建物を真横からみた形であり、各フロアで移動が出来る。フロア中にあるドアはスペースで開くことが出来る。フロアは3つに区切られており、その間にあるトランポリンで上下して、他の階へ進める。このトランポリンで移動中は敵とのあたり判定はなく、かつ、上へ上昇しているときのみ左右移動(フロアへ入ること)が可能である。今回作成したHMDマッピーは2.1節で述べたようにルールを変更しており、アイテムの獲得が目的ではなく敵を捕まえるゲームである。敵は1体のみなので、それに触れるとゲームクリアとなる。制限時間は30秒で、それが画面中央に表示されており、0秒になるまでに敵を捕まえなければゲームオーバー。その他、各操作やステージ構成は本家マッピーと同じである。

3.2 実験で用いたゲーム

今回の実験で実装したゲームの説明をする。今回実装したゲームは3つで、全て前節で述べたHMD化マッピーに実験で調査する要素を付け加えたものである。予備実験で用いるゲームについて、HMDマッピーをHMDなしでプレイ出来るゲームを作成した。HMDありのゲームは頭を動かすことで視点移動をするが、HMDなしのゲームは視点移動をコントローラの左スティックで上下左右の移動で行



図3 主人公のネズミと敵のネズミ
Figure 3 The hero's mouse and enemy's cat.



図4 マッピー (ステージ)
Figure 4 MAPPY(Stage).

う。実験1にて用いるゲームについて、画面拡大比率をプレイヤー自身が変更されるようなゲームを作成した。ゲームのメニュー画面にてネズミのマッピーをコントローラの上下で大きさを調整し、決定ボタンを押すとその拡大比率でゲームをプレイすることができる(図5)。実験2で用いるゲームについて、先行研究と同様に、画面の拡大比率が異なるゲームを作成した。今回は5種類用意し、一番小さい拡大比率を1倍とし、それぞれ画面拡大の小さい順から1・3・4・7・20倍となっている(図6)。

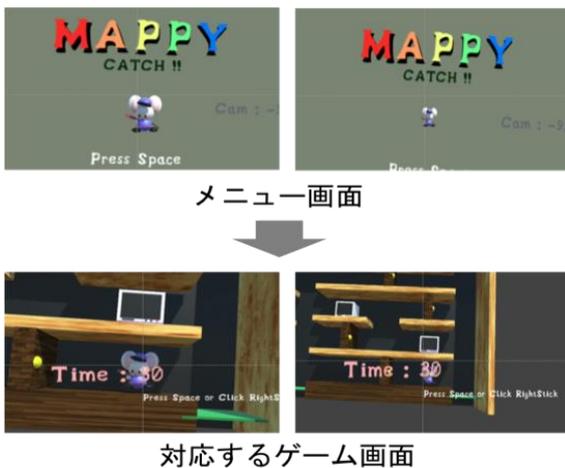


図5 実験1で用いたゲーム画面
Figure 5 The game screen used in Experiment 1.

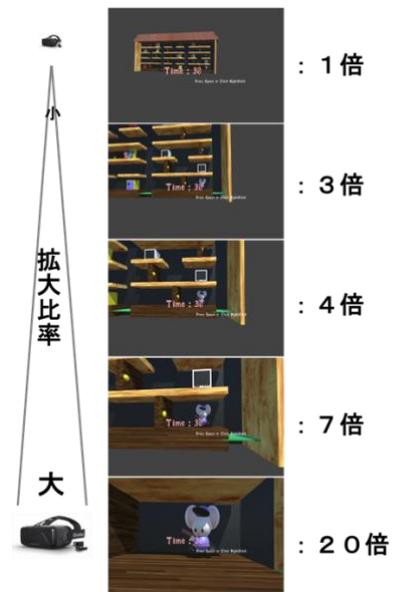


図6 実験2で用いた各拡大比率のゲーム画面
Figure 6 The game screen of each expansion ratio used in Experiment 2.

4. 実験1 最適拡大比率調査

4.1 実験方法

予備実験・実験1では松江高専の学生20人を被験者とする。事前準備として、HMD未経験者については本実験のゲームプレイ前にHMDを用いたゲームをプレイさせる。予備実験として、HMDを用いるゲームと用いないゲームでの面白さの比較実験を行い、HMD有り無しどちらの方が面白かったかアンケートをとったところ、HMDありの方が面白いという評価を得た。このことからHMDでの画面拡大手法は面白さに関係すると考え、実験を行う。

実験1として、画面拡大比率の一番面白くなる数値を知ることが目的として拡大の制限なしで最適拡大値調査を実施する。画面の拡大比率をプレイヤー自身が操作できるようにして、どの拡大値が一番面白かったか好みの数値とそれに対するコメントを書いてもらう。

4.2 実験結果・考察

アンケートから得た最適拡大比率値のプロットを図7に示す。平均は9.14倍であったが、標本分散は132.81と大きな数値となった。被験者が好みとした拡大比率にばらつきがあったため分散が大きくなったと考えられる。被験者のコメントを見ると、同じゲームでも被験者によって印象が異なっていたが(表1)、拡大比率ごとにある程度似た印象が記述されていた。1番面白いとされる拡大比率の調査が目的であったが、拡大比率によって異なった面白さを見出していることがわかった。そこで、次に拡大比率によって印象がどのように変化するかを調査する実験を行う。

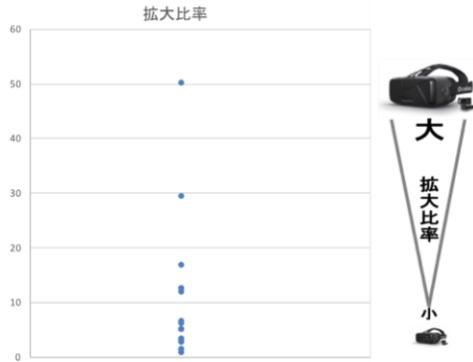


図7 アンケート結果での拡大比率の分布図

Figure 7 Distribution map of questionnaire expansion ratio

5. 実験2 拡大比率ごとの印象調査

5.1 実験方法

実験2では松江高専の学生23人を被験者とする。画面拡大比率と印象との関係を調査するため、拡大比率の異なる5つのゲームで印象評価実験を行う。印象調査方法として、拡大値1・3・4・7・20倍の5つの拡大比率についてSemantic Differential(SD)法にて17個の形容詞対からなる7段階評価のSD法で印象調査を行う。どの形容詞が印象を与えているのか、どんな印象があるのかなど調査するため、主成分分析を行う。その結果より、拡大比率によって印象に差があるのかなど、画面拡大比率と印象との関係を調べる。実験結果より主成分分析と因子分析を行った。

5.2 結果

因子分析結果にて因子負荷量の大きい形容詞対が、第1～3主成分で別の形容詞対の負荷量が大きかったため、第3主成分までを採用した。結果を以下に示す。

表2に第3主成分までの因子分析結果を示す。因子負荷量の大きかった形容詞対から、第1主成分を“派手さ”(派手な-地味な、動的な-静的な、など)第2主成分を“なめらかさ”(柔らかい-硬い、なめらかな-粗い、健康的な-不健康ななど)第3主成分を“複雑さ”(規則的な-不規則的な、まとまった-ばらばらな)と名付ける。主成分分析の結果を図8に示す。図8(a)のx軸は第1主成分の派手さ得点、(a)のy軸、(b)のx軸は第2主成分のなめらかさ得点、(b)のy軸は第3主成分の複雑さ得点であり、各得点をプロットする。プロットの色の違いは拡大比率ごとに分類(1倍:橙/3倍:青/4倍:緑/7倍:緑/20倍:桃)する。図はRのggbiplot関数を用いて作成した。同関数のCircleオプションを用いて拡大比率ごとの相関円をプロットと同色で円を描く。図9にこの主成分得点を箱ひげ図で表す。表3は各拡大比率間での有意差検定の結果を示す。第1・2主成分(派手さ・なめらかさ)得点はホルム法にて各拡大比率にp値5%で

表1 アンケートのコメント抜粋

Table 1 Questionnaire comment excerpt

被験者 No	拡大比率	コメント	印象
1	0.80	全体が見れて戦略練りやすい	拡大比率大 =戦略性 難易度易
7	2.95	全体が見えて簡単	
11	5.05	最適な視野を確保できる	拡大比率中 =最適な視野 酔いの除去
12	5.05	気持ち悪くならない程度に遠くした	
16	12.51	実際に歩き回っているような臨場感	拡大比率小 =臨場感
20	50.09	相手の位置が分かりにくくなり難易度が上がった	リアリティ 難易度難

有意差が部分的にあり、第3主成分(複雑さ)得点はフリードマン検定よりp値5%で優位差はなかった。

次に各印象について結果をまとめる。派手さ成分について、図9を見てみると第1主成分得点は拡大比率と派手さ得点が比例の関係にあった。これより派手さについては、拡大比率が大きくなるほど派手さ得点も大きくなっていることがわかる。また、図10より3-7倍については隣り合う2つに優位差はなかった。なめらかさ成分について、箱ひげ図より拡大比率と得点は比例していないことが見て取れ、1・7・20倍でなめらかさ得点大、それ以外で得点小となっていた。複雑さ成分については、拡大比率での印象の差は全体的になかった。これらについて、次節でゲームへの影響について考察を行う。

5.3 考察

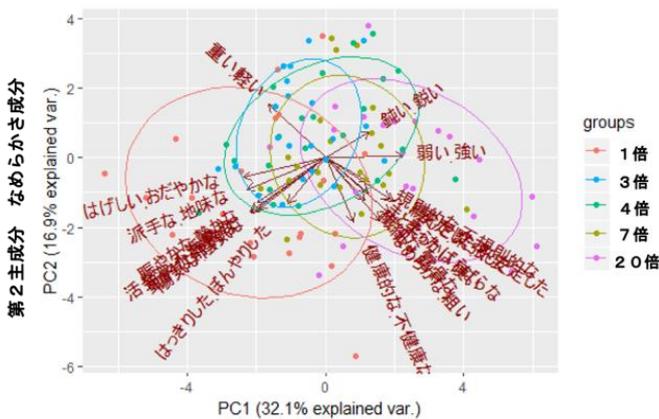
拡大比率と印象の関係について、今回用いたゲームでは、派手さ・なめらかさ・複雑さの3つを印象として挙げたが、印象によって差があるものとないものがあることがわかった。

各印象のゲームへの影響について、派手さについて、拡大比率が大きくなれば派手さ得点も大きくなっていることから、ゲームに派手な印象を持たせたいときは拡大比率を大きくすることが効果的であると考えられる。真ん中の拡大比率には有意差が見られなかったことから、極端に拡大した方が効果的と考える。ホラーゲームでの迫力を出したい場面などで拡大比率を大きくする手法(図11)が今回のようなアクションゲームでも有効かもしれない。なめらかさについて、主成分得点の山が2つあった。なめらかさは、因子分析より負荷量の大きい因子は“柔らかい-硬い”“な

表 2 各形容詞対の因子負荷量

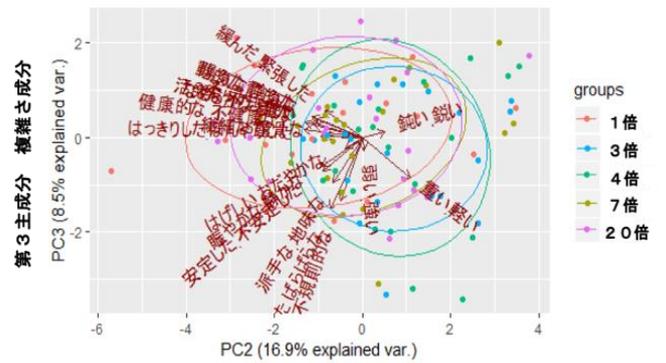
Table 2 Factor load of each adjective pair.

形容詞対	因子負荷量		
	PC1(*)	PC2(**)	PC3(***)
柔らかい-硬い**	-0.427	0.616**	
緩んだ-緊張した	-0.481	0.48	-0.152
弱い-強い	-0.657	0.169	0.14
はっきりした-ぼんやりした	0.363	0.238	
なめらかな-粗い**	-0.319	0.667**	
鈍い-鋭い	-0.385		
はげしい-おだやかな*	0.756*		
活発な-不活発な*	0.779*	0.298	-0.173
陽気な-陰気な	0.658	0.287	-0.208
派手な-地味な*	0.805*	0.412	
動的な-静的な*	0.79*	0.347	-0.237
賑やかな-静かな	0.694	0.194	0.212
重い-軽い	0.396	-0.579	0.277
繊細な-露骨な	-0.209	0.405	
健康的な-不健康な	-0.123	0.527	
規則的な-不規則的な***	-0.267	0.268	0.438***
安定した-不安定した	-0.473	0.525	0.3
まとまった-ばらばらな***	-0.27	0.344	0.592***
主成分寄与率	0.32104	0.16946	0.08548
累計寄与率	0.32104	0.4905	0.57598



(a) 第1・2主成分得点

(a) 1st and 2nd principal component scores



第2主成分 なめらかさ成分

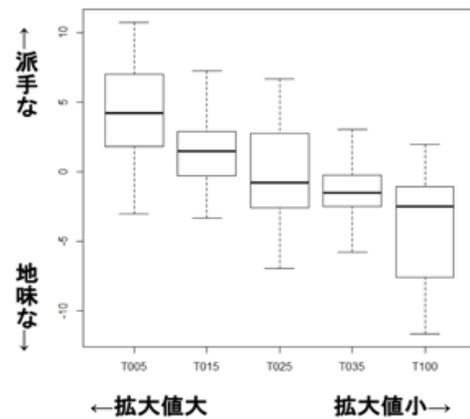
(b) 第2・3主成分得点

(b) 2nd and 3rd principal component scores

図 8 主成分分析結果得点散布図

Figure 8 Principal component analysis result Score plot.

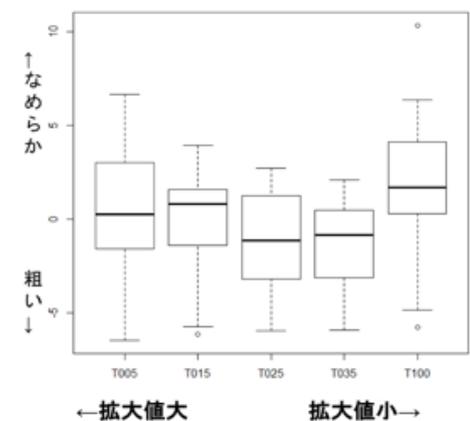
第1成分 派手さ成分



(a) 第1主成分 (派手さ)

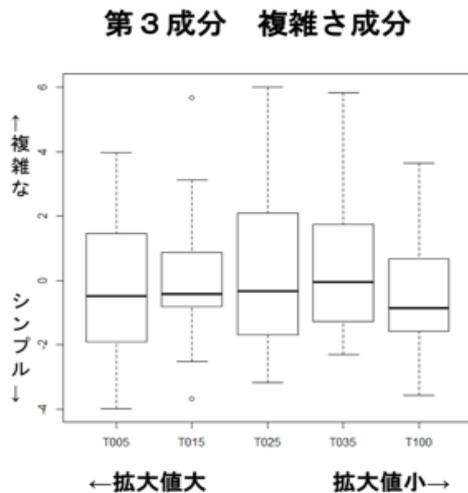
(a) 1st Principal Component (Fancy)

第2成分 なめらかさ成分



(b) 第2主成分 (なめらかさ)

(b) 2nd Principal Component (Smoothness)



(c) 第3主成分

(c) 3rd Principal Component (complexity)

図9 主成分得点箱ひげ図

Figure 9 Main Component Scoring Box Beard Chart.

表3 各主成分での各拡大比率間有意差

Table 3 Significant difference between each expansion ratio in each principal component.

(a) 第1主成分 (派手さ)

(a) 1st Principal Component (Fancy)

	3倍	4倍	7倍	20倍
1倍	0.00224	0.00224	0.00047	9.80E-05
3倍	-	0.10026	0.00925	0.00011
4倍	-	-	0.10026	0.00224
7倍	-	-	-	0.00224

※多重比較検定 (ホルム法) $p < .05$

(b) 第2主成分 (なめらかさ)

(b) 2nd Principal Component (Smoothness)

	3倍	4倍	7倍	20倍
1倍	0.0024	0.013	0.2457	0.9609
3倍	-	0.9609	0.1247	0.1006
4倍	-	-	0.1349	0.1006
7倍	-	-	-	0.8212

※多重比較検定 (ホルム法) $p < .05$

(c) 第3主成分 (複雑さ)

(c) 3rd Principal Component (complexity)

フリードマン検定にて
 $p > .05$ で全体に差なし

めらかな-粗い”の2つであった。これらが、4.2節で述べた拡大比率によって異なった面白さを見出していること

主な要因である可能性がある。複雑さについて、拡大比率間で全体的に差が見られなかったことから、シンプルなゲームでも、今回のような画面拡大でのHMD化にてシンプルさを失わずに面白さを得ることができると考えられる。

予測

派手さ：画面拡大によって迫力増す



敵を拡大することで迫力が増す

図11 ホラーゲームでの画面拡大手法

Figure 11 Screen expansion method in horror game.

6. まとめ

今回の実験にて、先行研究で面白さを得た画面拡大に着目し、研究を行った。先行研究では拡大比率が3種類のみだったことに着目し、今回は比率の制限を無くすことで画面拡大比率の一番面白くなる数値を知ることが目的とし、最適拡大比率調査を行った。実験を行ったところ、被験者の好む拡大比率値の平均は得られたが分散が大きく、各拡大比率で印象が異なっていることがわかった。そこで、拡大比率と印象の関係を知ることが目的とし、拡大比率ごとの印象調査を行った。印象評価実験を行ったところ、印象によって拡大比率の変化によって変わる印象と変わらない印象があることがわかった。3種類の印象“派手さ”“なめらかさ”“複雑さ”が今回の作成したゲームでの印象として挙げられ、“派手さ”“なめらかさ”は拡大比率によって差が出たが、“複雑さ”は差が出なかった。“派手さ”では拡大比率を大きくすれば印象の主成分得点も大きくなる比例関係にあったが、“なめらかさ”は主成分得点の大きくなる山が2つあり、これが4.2節で述べた拡大比率によって異なった面白さを見出していること的主要原因である可能性がある。これを構成する主な因子は“柔らかい-硬い”と“なめらかな-粗い”の2つであり、ゲームを作成する際、これらの因子のゲームへの影響を意識する必要が重要であると考えられる。

7. 今後の方針

今回は1種類のゲームでしか調査を行っていないので、他のゲームでも画面拡大比率によってどのような印象が与えられるか調査を行い、その結果より、実際に低コストの面白いゲーム作成に繋げていきたい。今回指標となり得る要素は拡大比率のみであったため、他の要素について調査をしたい。

参考文献

- [1] 伊藤直紀, 橋本剛. VR 技術を加えた古典的 2D ゲームに関する考察. エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2016 論文集. 2016, vol. 2016, p. 62-67.
- [2] 野津双葉, 橋本剛. HMD で遊ぶ古典的 2D ゲームの面白さ要因分析と提案. エンタテインメントコンピューティングシンポジウム 2017 論文集. 2017, Vol. 2017, p. 228-231.
- [3] 河合隆史, 岩崎常人, 井上哲理, 野呂影勇. 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. 1999, no. 4-1. p. 275-380.
- [4] 岩瀬弘和, 村田厚生. 長時間の HMD 装着作業が平衡機能に及ぼす影響. 電子情報通信学会論文誌. 2002, no. 85(9), p. 1005-1013.
- [5] 比嘉妃菜子, 山田孝治, 遠藤聡志. ヘッドマウントディスプレイを用いた歩行リハビリテーションシステムの基礎研究. ロボティクス・メカトロニクス講演会講演概要集. 2015, no. 2005(0).
- [6] 岩間智視, 角川隆英, 遠藤聡志, 光原弘幸, 井若和久, 上月康則, 田中一基. AR と HMD を用いて災害を疑似体験させる防災教育システムの試作. 電子情報通信学会技術研究報告. 2014, no. 113(377), p. 1-6.
- [7] 藤江清隆, 馬場章. ゲームの面白さとは何か: テレビゲームのプレジャラビリティをめぐる. 日本バーチャルリアリティ学会誌. 2004, no. 9(1), p. 15-19.