



スマートフォンを利用したVR
の視点切り替えの実装と効果について

| | |
|-------|--|
| メタデータ | 言語: Japanese 出版者: 宮崎大学工学部 公開日: 2023-11-01 キーワード (Ja): キーワード (En): Smart phone, Viewpoint switching, VR, VR games, VR sickness 作成者: 別府, 雅敏, 坂本, 真人 メールアドレス: 所属: |
| URL | http://hdl.handle.net/10458/0002000290 |

スマートフォンを利用した VR の視点切り替えの実装と効果について

別府 雅敏^{a)}・坂本 真人^{b)}

Implementation and Effectiveness of Viewpoint Switching in VR Using Smartphones

Masatoshi Beppu, Makoto Sakamoto

Abstract

Since 2016, dubbed the first year of VR, virtual reality (VR) has become familiar. One factor is that streaming services (YouTube, Netflix, etc.) have started offering VR content. Increasingly, people are experiencing VR on their smartphones to experience these services. By using smartphones, VR can now be enjoyed by anyone inexpensively without the need to purchase an expensive, dedicated head-mounted display (HMD). For this reason, there have been numerous studies on VR experiences to date. In particular, There have been various studies on how to reduce VR sickness, which has a negative impact on the VR experience. However, among them, there are only a few examples of studies that focused on the user's viewpoint during the VR experience and studied the effects of the change in viewpoint.

Therefore, this study focuses on the user's viewpoint during the VR experience. Three VR games with the same content but different viewpoints (first-person, third-person, and viewpoint switching) were created, and the effects of the different viewpoints on the VR experience were examined by comparing their completion times and responses to a questionnaire after the VR experience.

Keywords: Smart phone, Viewpoint switching, VR, VR games, VR sickness

1. はじめに

1.1 VR の基礎知識

バーチャルリアリティ (VR) とは、コンピューターを用いて人工的な環境を作り出し、あたかもそこにいるかのように感じさせる¹⁾技術である。日本語では、仮想現実と呼ばれゲームなどの娯楽用 3D コンテンツの他、産業用途では、技術習得訓練や、仮想空間での試作や設備の検証などへの活用が注目されている²⁾。

VR コンテンツを視聴するためには、ヘッドマウントディスプレイ (HMD) と呼ばれる専用の機器が必要である。HMD は、左右の目の視差を用いた立体映像による VR の表示装置の総称²⁾であり、ゴーグルのような形状のディスプレイを両目に覆いかぶせるように頭部に装着する²⁾。多数の会社から様々な種類の HMD が開発され、販売されているが、これらには主に独立して稼働するもの、パソコンに接続した状態で使用するもの、スマートフォンを使用するものなどがある。特に、スマートフォンを使用するものは比較的安価に入手することができ、VR 体験をより身近なものにしている。

1.2 研究背景

近年、ストリーミングサービス (YouTube、Netflix など) が VR コンテンツを提供するサービスを開始し、より身近に VR を体験することが可能になった。これらのサービスは専用の HMD を使用する他にも、スマートフォンを利用し体験することも可能である。そのため、スマートフォンを利用して VR を体験する機会も増加している。ところで、VR 体験には VR 酔いが発生する可能性がある。VR 酔いは、VR 体験に良い影響を与えるものではない。そのため、現在まで VR 酔いの発生を抑制する研究が多く行われている。しかし、それらの研究の多くは専用の HMD を利用した VR 体験についての研究をしたものが主である。そのため、スマートフォンでの V 体験に対して研究を行った例は少ない。

現在、様々な種類の VR 酔い軽減法について研究が進められている。その中で、VR 体験をしている人が VR 酔いをしているかによって軽減処方を適応するかを決定する研究³⁾では、リアルタイムで VR 酔い軽減手法を適応することでも効果を発揮することが確認されている。また、HMD アクショングेमにおける視点切り替えによる軽減手法の研究によって視点を切り替えた場合⁴⁾でも、酔い状態が悪化することがないことが確認されている。しかし、上記の 2 研究は専用の HMD での VR 体験につい

a) 工学専攻機械・情報系コース大学院生

b) 工学基礎教育センター教授

て研究されたものであり、スマートフォンでの VR 体験についての研究が十分になされているとは言えない。また、視点切り替えによる軽減手法⁴⁾では、特定の行動中のみ視点を切り替えるものになっており、ユーザーの VR 体験の状態に合わせて視点が切り替えるものではないといった問題点が存在する。

本研究では、先行研究を踏まえて VR 体験の状態に合わせた視点切り替えシステムを構築し、そのシステムでの VR 酔い軽減効果や操作感、没入感の変化について調べ、視点変更の利点について検証する。そのため、実験としてスマートフォンで VR 対応の簡易的なゲームを開発する。開発したゲームを 1 人称視点と 3 人称視点、視点切り替えの 3 種類で体験し、体験後アンケートに回答する。そのアンケート結果からスマートフォンでの VR 体験における視点切り替えの利点と欠点についての考察を行う。

2. 研究手法

2.1 開発環境

開発環境は、表 1 に示す通りである。

表 1：開発環境

| | 使用した型番 |
|---------|--------------|
| OS | Windows10 |
| Unity | 2021.3.0f1 |
| VR ゴーグル | VRG-M02BK |
| スマートフォン | OPPO Reno5 A |

今回の研究では、専用の HMD は使用せず一般的に使用されている Android 型スマートフォンを利用して VR 体験を提供するものとする。その際にスマートフォンは VR ゴーグルに挿入し、VR ゴーグルとスマートフォンを合わせて使用することで HMD と同様の働きをする。

2.1.1 Unity

Unity とは、Unity Technologies が提供するインタラクティブなリアルタイム 3D (RT3D) コンテンツを制作して動作させるための、世界をリードするプラットフォーム⁵⁾である。月間アクティブユーザーは 28 億人を突破しており、主にモバイルゲームで大きなシェアを持つ。また、スクリプティングには C # が使用される。初版である 1.0 は、2005 年 6 月 28 日に公開され、現在まで改良や機能が追加されている。

2.1.2 HMD

ヘッドマウントディスプレイ (HMD) とは、左右の目の視差を用いた立体映像による VR (仮想現実) の表示装置の総称²⁾である。パソコンに有線接続した状態で使用

するもの、独立して使用できるもの、スマートフォンを VR ゴーグルに挿入して使用するものに大きく分類することができる。

同じ分類の HMD の中でも、Singla らが行った研究⁶⁾からもわかるように VR 酔いが発生しやすいかの違いが存在している。

2.2 実験内容

視点切り替えの効果を観測するため、同様の内容で VR 体験時の視点のみが違う簡易的な VR 型のゲームを作成した。各視点での VR 体験終了後に、アンケートに回答する。課題の達成時間とアンケートの回答の 2 つの視点から、VR 体験における視点切り替えが VR 体験に対して与える影響を考察する。

2.2.1 VR ゲームの概要

制作したゲームは、等間隔に配置された 12 個のオブジェクトを自身のキャラクターを操作することで回収していくという内容である⁷⁾。ゲームを開始すると 5 秒のカウントダウンが始まり、カウントダウンが 0 になるまでキャラクターを動かすことができない。カウントダウンが終わると、時間の計測が始まってキャラクターを移動させることが可能になる。時間の計測は、12 個のオブジェクトをすべて回収すると停止し、記録した時間を画面に表示する (図 1)。これと同様の内容であり、視点がそれぞれ一人称 (図 3)、三人称 (図 4)、切り替えの 3 種類を作成した。視点切り替えでは、一人称視点からゲームが開始され、特定の条件で三人称視点に変更される。視点が切り替わる条件は、キャラクターがステージの壁と接触した時に一人称から三人称に切り替わる。三人称視点の状態、新たにオブジェクトを一つ回収すると一人称視点に切り替わる。視点切り替えで、すべてのオブジェクトを回収した場合、記録された時間とともに、一人称視点から三人称視点に切り替えられた回数も表示される (図 5)。

一人称、三人称、切り替えのすべてのゲームで頭を動かした方向に視点が移動する。キャラクターの移動方向は、視点の方向によっては変化せず、常に前後左右は固定されている状態での操作となっている。

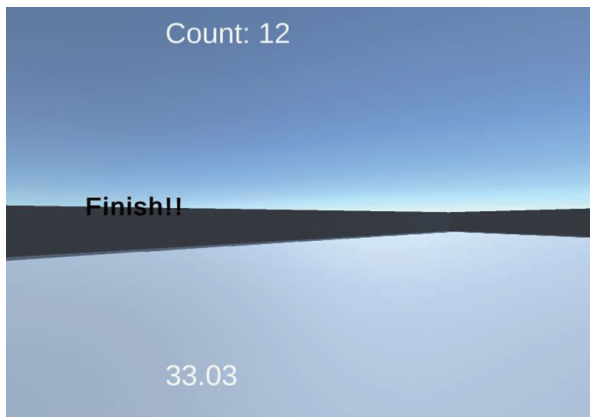


図 1：一人称終了時

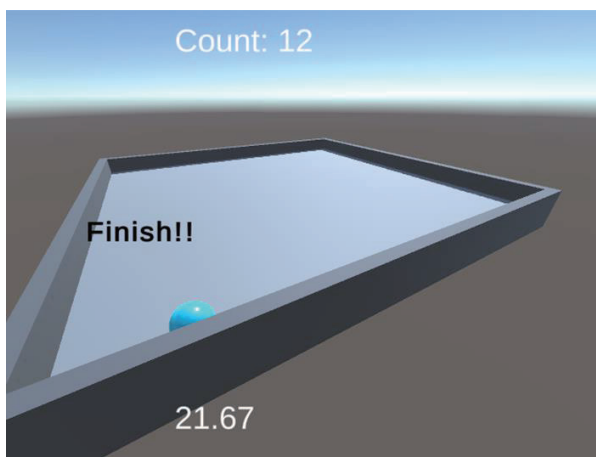


図 2：三人称終了時

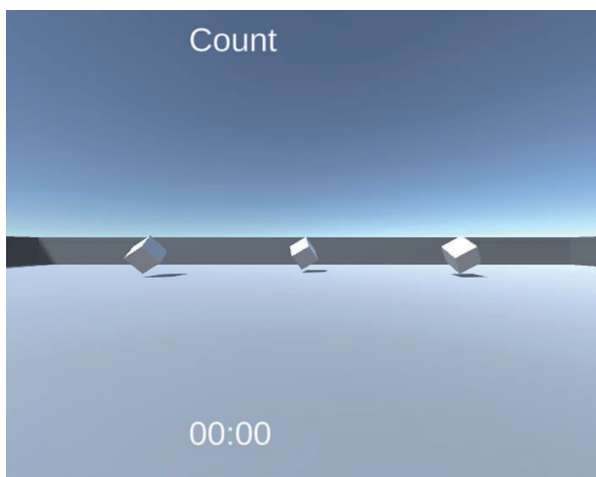


図 3：一人称視点

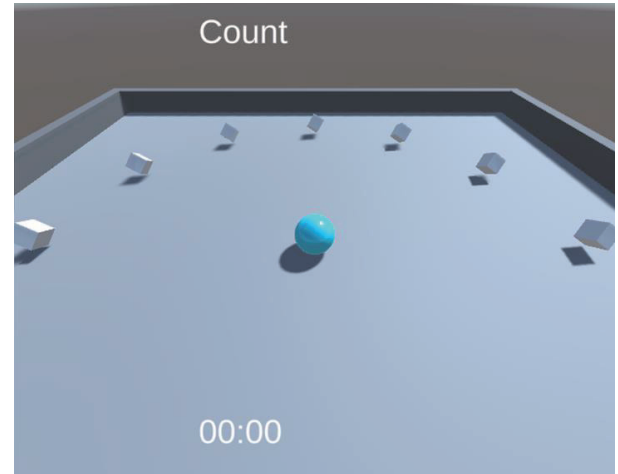


図 4：三人称視点

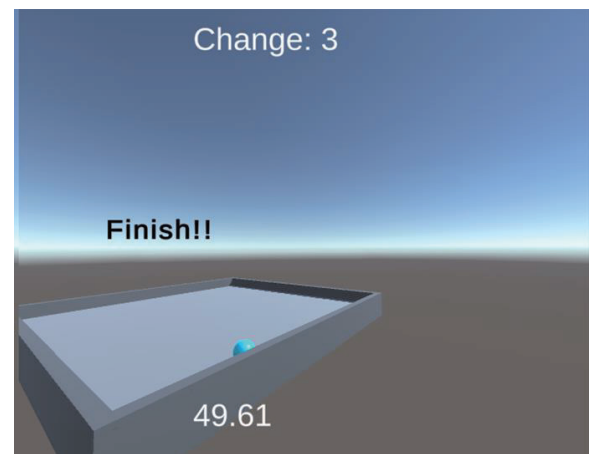


図 5：切り替え終了時

2.2.2 プログラム

今回作成した VR ゲームで使用したプログラムの機能についてまとめる。Unity で使用するため、言語は C# で記述されている。

CameraController.cs

カメラの位置を指定した物体に追従するようにするプログラム。作成したすべての VR ゲームで同じプログラムを使用している。今回の実験では、プレイヤーである球体の動きに合わせてカメラを動かすために使用した。

GyroScript.cs

カメラの向きをスマートフォンに動きに合わせて変更するプログラム⁸⁾。作成したすべての VR ゲームで同じプログラムを使用している。

Rotator.cs

物体を回転させるプログラム。今回の実験では、回収目標のオブジェクトを回転させるために使用した。作成したすべての VR ゲームで同じプログラムを使用している。

PlayerController.cs

プレイヤーキャラクターを操作するプログラム。一人称視点と三人称視点では同様のプログラムを使用しているが、視点切り替えのみプログラム内部に視点を切り替えるプログラムが追加で記載されている。

また、キャラクターの操作以外にも画面に表示するものの制御と時間計測も行っている。

2.2.3 アンケートの概要

アンケートは Google Forms で作成し、それぞれのゲームをしたのちに体験した VR の種類に合わせたアンケートに回答してもらう。アンケートは、性別・年齢・没入感・VR 酔いをしたか・操作感はどうだったか・クリアタイムについて質問をする。また、視点切り替えを体験した後のアンケートは それらに追加して、視点を切り替えた回数についても質問する。没入感については 5 段階、VR 酔いと操作感については 4 段階で評価をしている。

2.2.4 実験手順

実験は下記の手順で行った。

1. 今回体験してもらう VR ゲームのルールと操作方法の説明をする
2. スマートフォンをあらかじめ挿入した VR ゴーグルをバンドと焦点を調節して装着して椅子に座ってもらう
3. 一人称視点の VR ゲームを体験してもらい、その後一人称視点用のアンケートに回答してもらう
4. 三人称視点の VR ゲームを体験してもらい、その後三人称視点用のアンケートに回答してもらう
5. 視点切り替えの VR ゲームを体験してもらい、その後視点切り替え用のアンケートに回答してもらう

3. 結果・考察

3.1 結果

宮崎大学工学部に在籍する 20 代の男性 12 名を対象に実験を行った。

3.1.1 没入感・VR 酔い

没入感は、とても良かった・良かった・普通・悪かった・非常に悪かった の 5 段階で評価している。VR 酔いについては、かなりした・した・ほとんどしなかった・し

なかったの 4 段階で評価している。没入感はとても良かったを 5、非常に悪かったを 1 とし、VR 酔いはかなりしたを 4、しなかったを 1 と数値に置き換えて記述する。また、没入感とは VR の世界観にどこまで集中できたかを指している。今回のゲームの場合、自分がキャラクターとなってオブジェクトを回収していると感じることができたかについて回答している。被験者にランダムな番号を割り当てそれぞれのアンケートに対する回答を以下の表 2 および表 3 にまとめた。

没入感

表 2 : 没入感

| 被験者 | 一人称 | 三人称 | 切り替え |
|-----|-----|-----|------|
| 1 | 5 | 5 | 5 |
| 2 | 4 | 4 | 4 |
| 3 | 4 | 4 | 4 |
| 4 | 4 | 4 | 4 |
| 5 | 3 | 3 | 3 |
| 6 | 4 | 5 | 5 |
| 7 | 4 | 3 | 4 |
| 8 | 5 | 2 | 4 |
| 9 | 5 | 3 | 4 |
| 10 | 3 | 5 | 3 |
| 11 | 4 | 3 | 3 |
| 12 | 4 | 4 | 4 |

VR 酔い

表 3 : VR 酔い

| 被験者 | 一人称 | 三人称 | 切り替え |
|-----|-----|-----|------|
| 1 | 3 | 1 | 3 |
| 2 | 1 | 1 | 3 |
| 3 | 3 | 1 | 3 |
| 4 | 2 | 2 | 2 |
| 5 | 2 | 1 | 2 |
| 6 | 1 | 1 | 1 |
| 7 | 3 | 3 | 3 |
| 8 | 1 | 1 | 1 |
| 9 | 1 | 1 | 1 |
| 10 | 3 | 1 | 3 |
| 11 | 2 | 2 | 3 |
| 12 | 1 | 1 | 1 |

3.1.2 クリアタイム

各 VR ゲームで、すべてのオブジェクトを回収するまでに経過した時間を 小数第二位まで記録した。クリアタイムはすべて秒である。一人称視点から三人称視点に切り替わった回数も同時に記録している (表 4)。

表4：クリアタイムと切り替え回数

| 被験者 | 一人称 | 三人称 | 切り替え | 回数 |
|-----|-------|-------|-------|----|
| 1 | 54.00 | 28.10 | 50.50 | 5 |
| 2 | 43.65 | 20.00 | 48.82 | 3 |
| 3 | 51.02 | 22.45 | 43.79 | 4 |
| 4 | 52.62 | 15.54 | 54.77 | 3 |
| 5 | 52.16 | 15.78 | 45.84 | 5 |
| 6 | 62.19 | 14.62 | 54.07 | 2 |
| 7 | 56.72 | 17.70 | 57.70 | 7 |
| 8 | 91.42 | 39.67 | 60.50 | 5 |
| 9 | 44.43 | 19.32 | 38.83 | 1 |
| 10 | 58.65 | 15.05 | 45.42 | 5 |
| 11 | 61.35 | 34.53 | 53.40 | 3 |
| 12 | 64.40 | 23.80 | 51.50 | 5 |

3.2 その他

ここでは、アンケートに設けた自由記述欄に記載された内容について各視点ごとにまとめる。記載されている内容を原文の状態に記載している（表5～表7）。

一人称視点

表5：一人称視点に対する自由記述

| |
|----------------------------------|
| 難しかった。バックの加速で目が疲れた |
| 操作を理解するのに少々時間がかかった |
| とにかく操作が難しかった |
| 向いた方向と操作方向が一致していないので直感的な操作が難しかった |

三人称視点

表6：三人称視点に対する自由記述

| |
|--|
| 酔いはなく一人称の時よりやりやすかった。 |
| 操作感についてはPCゲームに慣れているかどうかの影響されていると思う |
| 玉そのものになったというより玉を操作している感覚の方が近い |
| 操作がしやすいと言うより操作に慣れた感じがする |
| 覗き込む視点が周りを見渡す際に動かし安くなった |
| 三人称視点の方が一人称に比べやりやすかった。慣れもあると思うが、クリア時間も大幅に早まった。 |

視点切り替え

表7：視点切り替えに対する自由記述

| |
|--|
| 一人称の場合は自分の位置が分かりにくかったが、3人称切り替えができることでやりやすかった。 |
| いきなり視点が変わるのでVR酔いしやすいように感じた、壁にぶつかって俯瞰的に見た時に今いる場所が分かるのが面白いと思った |

| |
|----------------------------------|
| コツがいる、三人称にしてから隣を取ってみたい攻略法がありそう |
| とにかく一人称が操作しにくい |
| 視点切り替えが起こった際に自身の位置がとっさに把握出来ず苦勞した |
| 視点切り替えのタイミングで図形感覚の認識がズレて酔いやすかった |

4. 考察

実験結果より、一人称視点でのクリアタイムより三人称視点でのクリアタイムが短い結果となった。また、一人称視点と視点切り替えの間にクリアタイムの大きな差は無い結果となった（図6）。ここで、短縮した時間に着目すると一人称視点と三人称視点とのクリアタイムの差が大きいほど、一人称視点を視点切り替えに変更した場合短縮できる時間が大きくなっている。一人称視点と三人称視点とのクリアタイム差と一人称視点と視点切り替えとのクリアタイムの差の相関係数は0.64となっており、正の相関があると言える（図7）。

上記より、一人称視点と三人称視点との操作精度に大きな差がある人ほど視点切り替えは有用であると考えられる。ただし、必ずしもクリアタイムが短くなるとは言えないので注意が必要である。

切り替え回数と一人称からの短縮時間の相関係数は0.18であり、相関関係は存在しないと考えられる。また、切り替え回数と三人称視点からの増加時間でも同様に相関関係は存在しないとと言える（図8）。

VR酔いについては、三人称視点が一番VR酔いをしないという結果となった。しかし、一人称視点と視点切り替えの間にVR酔い発生の大きな差は無い。このことから、視点切り替えはVR酔いに対して大きな影響を与えることはないと言える。

没入感に関しては、一人称と視点切り替えとの間に大きな差は認められず、三人称と視点切り替えでは視点切り替えの方が優位のスコアを示した。よって、一人称視点と視点切り替えのは三人称視点でのVR体験と比べて没入感が高いと言える。

以上の結果より、VR映像などの没入感を重視するVRコンテンツでは一人称視点でのVR体験が優れており、VRゲームなどのVR酔いが高い確率で発生する可能性があるものは三人称視点でVRコンテンツを提供することにより、より良いVR体験を提供することができると考えられる。

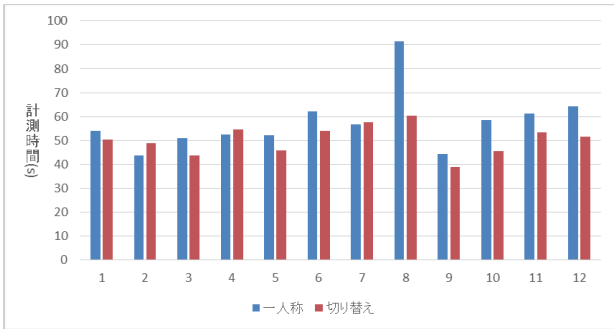


図 6：一人称と切り替えの時間比率

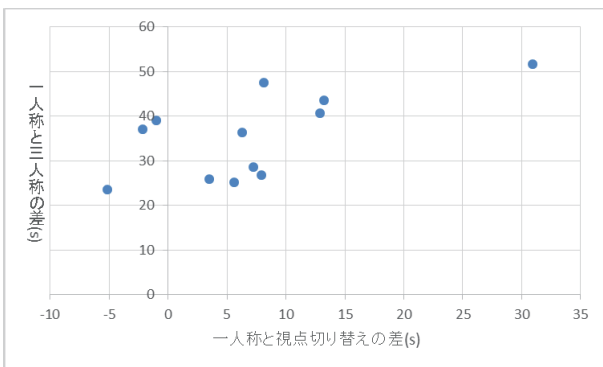


図 7：一人称と三人称の差と一人称と切り替えの差

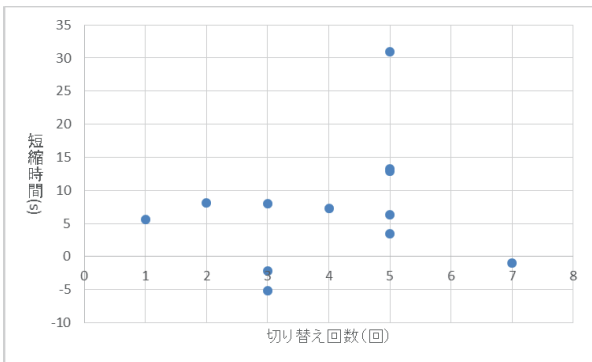


図 8：三人称と切り替えの時間増加と切り替え回数の関係

5. おわりに

本研究では、VR 体験において視点切り替えシステムの構築とその優位性について考察した。結果としては、視点切り替え機能を利用することで、一人称視点と比べて没入感を現象させることなく操作制度を上昇させることに成功した。そのため、VR ゲームなどの没入感を維持しつつ操作制度も向上させなければならない VR コンテンツには、視点切り替え機能が有効であると言える。

しかし、今回行った実験では対象者に偏りがあり、一般的に同様の結果が得られるかは未知数である。また、今回使用した VR コンテンツは短時間のものであり、より長時間の実験では異なる結果が得られる可能性もある。この 2 つの点は今後の課題となる。

最後に、本研究を行うにあたり貴重なご意見を頂いた坂本研究室、ならびに実験に協力して頂いたすべての皆様に

深く感謝の意を表する。

参考文献

- 1) Goo 辞書, バーチャルリアリティー <https://dictionary.goo.ne.jp/word/バーチャルリアリティー/#jn173010> (2022-12-22).
- 2) KEYENCE, HMD, Iot 用語辞典 <https://www.keyence.co.jp/ss/general/iot-glossary/hmd.jsp> (2022-12-22).
- 3) JuHye Won, MS; Yoon Sang Kim, PhD A New Approach for Reducing Virtual Reality Sickness in Real Time: Design and Validation Study JMIR Serious Games, 2022, vol. 10, iss. 3, pp. 1-10.
- 4) 湯川智浩, 林篤司, 岩下志乃, HMD アクションゲームにおける視点切り替えによる酔い軽減手法 ヒューマンインタフェース学会論文誌, 2015, 17, 1, p. 441-444.
- 5) Unity Technologies, 当社について <https://unity.com/ja/ourcompany> (2022-12-22).
- 6) Singla A, Fremerey S, Robitzka W, Raake A, Measuring and comparing QoE and simulator sickness of omnidirectional videos in different head mounted displays, 2017 Ninth International Conference on Quality of Multimedia Experience (QoMEX), 2017, 10. 1109/qomex. 2017. 7965658.
- 7) NO システム, NO ライフ, Unity でミニゲーム「玉転がし」を作成 <https://nosystemnolife.com/unity-rollaball/> (2022-12-5).
- 8) FREE SWORDER, 【メモ】Unity で作ったゲームをスマホ VR に対応させる方法 <https://freesworder.net/unity-smartphone-vr/> (2022-12-5).