

Swit Locoによる Virtual Reality Sickness(VRS)の低減

下山野 伶^{1,a)} 荒川 俊也^{1,b)}

概要：VR(Virtual Reality)が一般普及する上ではVR酔いが大きな障害となっている。本研究では、VR酔いに対してロコモーション的アプローチからこの低減を試みる。特に、座位姿勢での没入体験や前庭覚情報の付与がVR酔いの低減において有効であるというデータを参考に、座位姿勢で用いることのできる泳法動作を模したロコモーションであるSwit Locoを制作し、実験用仮想環境に実装した。そして、スティック型、テレポート型、Swit Locoの三種のロコモーションを用い同一のタスクを行い、その際のVR酔いの度合いとユーザーエクスペリエンスの質をアンケートとシナリオプレイ時間で評価した。実験の結果、Swit LocoはVRS低減度とQoEレベルの双方で優秀な数値を示した。これによりSwit Locoが、VRS低減のために現状最も用いられるテレポート型のロコモーションと比較して、QoEの高さに重きを置きつつも、テレポート型に準ずるVRS低減度を発揮する有用なロコモーションであることが示された。

1. はじめに

仮想環境 (Virtual Environment : VE) に一定時間に曝されると、吐き気や眩暈といったような乗り物酔いに似通った状態を引き起こすのがVR酔い (Virtual Reality Sickness : VRS) である。VR市場は拡大傾向にあり、今後10年で30%程度の成長予測がされている [1]。しかしVR機器のさらなる普及には様々な課題が存在し、その内の一つにVRSのリスクが挙げられる。VRSは、プレゼンス (そこにいるという感覚) に影響することが示されており [2]、ユーザーエクスペリエンスの質 (Quality of Experience : QoE) との間には負の相関関係が示されている [3], [4]。多くの調査においてVRユーザーの約半数がVRSを一度は経験するとされており [5]-[7]、VRユーザーのうち66%以上が、VRSを理由にVRの利用を控えているという調査結果も存在する [6]。このことはVRの普及にとって大きな障害となる。VRSに関してすでに明らかになっていることとして、乗り物酔いを経験している人はVRSも経験する傾向があること [8]、VEへの曝露期間が長くなるにつれて耐性がつくこと [5]、VE内を動き回る際にVRSが特に顕著に表れるということ [9]、座位姿勢ではVRSのリスクを軽減できること [6], [10]、男女の間では明らかに女性の方が酔いやすいこと [6]-[8]、その場で見る方向を変える回転操作時に特に酔いやすいこと [11] 等がある。

これまでの研究の多くでは、VRSはシミュレータ酔い (Simulator Sickness : SS) の一種として扱われてきた [12]。よってその評価方法もSSを評価するためのアンケートであるSSQ(The Simulator Sickness Questionnaire)[13]を流用した分析が主流であった。しかし近年になってVRSをSSと別のものであるという見解が生まれてきており [14]。これによって、よりVRSに焦点を向けたVRSQ(The Virtual Reality Sickness Questionnaire)[15]が作られている。また、VRSの度合いはデバイスの性能によっても左右されるという事実もある [16]。フレーム飛びや低いリフレッシュレート、高い遅延のある環境ではプレイヤーがVRSを発症しやすいことが多くの調査で報告されている。ヘッドマウントディスプレイ (Head Mounted Display: HMD) の性能進化も踏まえ、VRSのより良い低減方法に関して、よりVRSにフォーカスした更なる継続的な研究が必要である。

本研究では、今後のVR市場発展のための課題の一つであるVRSについて、VE内移動時にVRSが発生しやすいということ [1]、座位姿勢ではVRSが低減されるということ [6]を踏まえ、VE内ロコモーションというアプローチからこの低減を試みることを目的とする。ロコモーションによりVRSを低減しようとする試みは多く存在しており、先行のものとしては、テレポート型、ティルト型、TPP型等が挙げられる。このような中で、本研究では実空間側の情報の欠如を感覚不一致の原因と考え、前庭覚情報を増やすべく、泳法動作を模した”Swit Loco”と命名した座位型ロコモーションを制作し、VRSの低減能力を評価する。泳

¹ 日本工業大学

^{a)} 120i105@stu.nit.ac.jp

^{b)} arakawa.toshiya@nit.ac.jp

法動作を用いた狙いは、直感的な動作による前庭覚情報の獲得にある。ユーザーがVRを利用する際、座った状態で利用するシーンが多く見受けられる。座位姿勢でVE内を移動する場合、直感的な動作である歩行動作を行うことは難しく、移動時の感覚の不一致が起きやすい。そこで本研究では、座位姿勢で操作でき、移動時の感覚の不一致を抑えられるような動作として、平泳ぎに近い泳法動作を採用した。また先行研究[11]やVRユーザーのコミュニティにおいて、旋回時にVRSが発生しやすいたことが言及されている。そこでSwit Locoでは、泳法動作による移動機能と旋回機能の両方を提供し、泳法動作が移動時と旋回時の両方においてVRSの低減に有用かを調査する。また、動作の直感性だけでなく、QoEについてもVRSとの関連性が先行研究[3],[4]において示されている。従って、本研究の目的は、水泳動作を模した座位型の移動/旋回ロコモーションであるSwit Locoが、VRSの低減度とQoEをどの程度両立できるかの評価にある。

2. 実験

2.1 実験機材

本実験ではMeta Quest2 (Meta製)をPCに有線接続してPCVR方式として利用した。Meta Quest 2はスタンドアロンVRとしても利用が可能であるが、平均フレームレートやフレーム飛びの有無によるVRSの発生を最小限とするために、出力映像を安定化させる目的でワイヤードPCVR方式を採用した。Meta Quest 2は片目当たり1832×1920 [pix]の液晶ディスプレイを搭載しており、最大リフレッシュレートは72 [Hz]であった。使用PCはCPUがIntel Core i7-12700KF、GPUはRTX3060を搭載し、RAMは16GBを搭載していた。HMDに関して、過度な頭部の締め付けによるVRSの発生を防ぐために、サードパーティー製ストラップへの換装を行った。入力デバイスはMeta Quest 2純正のTouchコントローラーを使用した。HMDはインサイドアウト方式で6DoFトラッキングされており、コントローラーはHMDに搭載されたカメラにより赤外線トラッキングがなされる。コントローラーには上面にボタンが4つとジョイスティック、グリップを握りこむことで入力するグリップトリガ、人差し指で引くことで入力するインデックストリガが搭載されている。本研究で利用したのはジョイスティックとトリガ2種であり、ボタンは利用しなかった。なお、本研究では、実験環境として既存のソーシャルVRサービスであるVRChatを用いた。

2.2 実験環境

本研究で制作したSwit Locoは泳法を模した動きによって移動、旋回を行うロコモーションである。VRSを発症しづらいロコモーションとするために重視したのは、

- 座位姿勢で使用できること

- 動作の直感性
- 前庭覚情報の獲得

の3点とした。姿勢について、座位姿勢ではVRSが低減されることは先行研究[6],[10]において示されている。動作の直感性については、これが高いほど感覚不一致の解消に繋がると同時に、VRSの低減に有効であるプレゼンス[2]が獲得できる。前庭覚情報の獲得がVRSを低減することはこれまでの数多くの研究[17]において示されている。

予備実験として、数人の実験協力者にキャスター付きの椅子に座ってもらった状態で、上半身のみを用いて椅子を移動させるよう指示を与えた。その結果、その多くが平泳ぎのように、腕を振ったその反作用で椅子を動かそうと試みた。Swit Locoのロコモーション方法はこの結果から着想を得ている。実際の動作は、自身を中心軸とした水平円運動で両手を後方に投げ出す動作で前進、前方に投げ出して後退するものとなった。

前進時の動作は平泳ぎに近いものである一方、旋回時の動作は同じく自身を中心軸とした両手の水平円運動であるが、両手を同一回転方向で後方に投げ出すことにより操作する。これより、反作用を意識して手の回転方向と逆方向に旋回するよう設定した。実際の場面においてSwit Locoが常に有効であると、ユーザーの手の動きをロコモーションが占有してしまい、シナリオ内でのタスクの実施を阻害することが考えられる。この動作干渉の対策として、両手のインデックストリガが引かれている間のみ、ロコモーションモードが有効になるよう設定を行った。

2.3 実験シナリオの開発

ロコモーション評価のためのシナリオは、VRコンテンツとしてはポピュラーなタイプのシューティングゲームとした。このシナリオVEは9つのエリアによって構成した。各エリアには静止状態のターゲットが4つ設置されており、その全てを破壊することで次のエリアへと進むことができる。これを9エリア分繰り返して、最終エリアに設置されたゴール地点にたどり着いた時点でシナリオ終了となる。このシナリオにおける導線は、Swit Locoに搭載された旋回機能のVRS低減効果を評価する目的で、旋回操作を多く必要とするような曲がりくねった導線に意図的に設定した。またQoEに関わる、繊細な操作が要求されるような場面にも対応できるかという点の評価を目的として、直角の曲がり角と曲線的な曲がり角の両方を備えた。シナリオコースの長さについては、先行研究[18]において119秒のVE曝露時間がVRSの発症に十分であったという記述を参考に、クリアまでに2分程度の時間を要するよう設定した。

本研究において用いた3Dデータおよびアニメーションデータはblender 2.93.18を用いてフルスクラッチを行った。これらのデータを.fbx方式でUnityにインポートし、

Unity 上で UdonSharp スクリプトをアタッチするなどのセットアップを行うことで必要なギミックを実装した。シナリオ内で被験者が用いる銃はコントローラーのグリップトリガを引くことで出現し、グリップトリガを引いたままインデックストリガを引くことで射撃が可能であった。

2.4 実験

VE への曝露期間が長くなるにつれて耐性がつくこと [5]、および、男女の間では明らかに女性の方が酔いやすいこと [6]-[8] を考慮し、実験協力者は、VR 経験のない、または 1 回程度しか経験したことがない、21 歳から 22 歳の男性 10 名とし、VE への曝露初期段階における VRS 低減度を評価した。また、評価については多くの先行研究において採用されてきた SSQ ではなく、VRSQ を採用することでより VRS にフォーカスした実効性を検討した。なお、参加者には実験参加の謝礼として 500 円のクオカードを支給した。実験に先立ち、実験協力者にはこの実験に協力することにより VRS を発症する可能性が高い旨の説明をし、実験の途中で中断が可能であると伝えた。

参加者にはまず、Swit Loco/Stick/Holoport の、3 種類のロコモーションの実施順を割り当てた。シナリオ曝露時間のデータへの影響度を小さくするために、実験協力者によって異なる順番でロコモーションを割り当てた。Swit Loco は 2.2 節において制作したものである。Stick は VRChat におけるベースロコモーションであり、コントローラーの左スティックを移動したい方向に入力することで移動、右スティックを左右に入力することでその方向に旋回を行うものである。Holoport は VRChat が VRS 低減のために用意しているテレポート型のロコモーションであり、左スティックを前入力した状態で任意の地点をポインティングすることにより移動先を指定する。移動先を指定し続けると、自身の視点を現在地点に残したまま、自身のアバターが指定位置に移動していく様子を三人称的に見ることができる。アバターが指定位置に達した際に左スティックの前入力を解除することで、視点がアバターの位置に移動しテレポートが完了する。旋回は Stick と同様に右スティックによって行う。

この後各実験協力者は、自身がこれからプレイするシューティングゲームシナリオのプレイ動画を 2 分程度、2D 映像で視聴した。デモの視聴が終わり次第、実験協力者は HMD を装着し (図 1)、割り当てられた順番で同一のシューティングゲームシナリオ (図 2) をロコモーション別に 3 回プレイした。各回の冒頭 1 分程度、その回に用いるロコモーションの操作説明を行った。シナリオ内で実験協力者が用いるアバターには、VRChat によって提供されているヒト型のものを使用した。

各回の合間には、酔い改善のために 15 分の休憩時間が設けたが、15 分で酔いが改善しない場合は休憩時間を延



図 1 シナリオプレイ中の実験協力者の様子

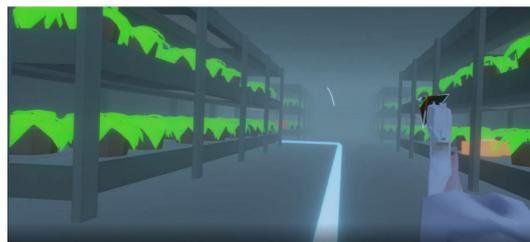


図 2 シューティングゲームシナリオ

長した。実験協力者にはこの間に、各回の体験に関する記憶を忘れないよう、酔いを感じた場面などに関するメモを取ってもらった。実験協力者は合計 3 回のシナリオプレイの後、評価のためのアンケート記入を行った。アンケートは VRSQ と QoE に関するアンケートであり、後者については、「操作に慣れやすい (Q1)」「遊んでいて楽しい (Q2)」「操作が直感的である (Q3)」「体験の質が高い (Q4)」の 4 項目に対して、それぞれ「楽しいと思う」(4 点)-「ややそう思う」(3 点)-「あまりそう思わない」(2 点)-「楽しいと思わない」(1 点)とした 4 点法で回答してもらった。これに加え、参考として、自由記述欄を設けた。

なお、本実験は、日本工業大学人を対象とする研究倫理審査委員会の承認を受けて実施した (NIT 倫審 2023-014 号)。

3. 解析

3.1 シナリオクリアタイム

被験者ごとのシナリオクリアタイムは表 1 の通りとなった。実験協力者 J は Stick ロコモーションを用いたシナリオプレイ中、開始から 104 [sec] の地点で重度 VRS の症状を申告したため実験を中断した。このため、この後の VRS に関する分析では実験協力者 J のデータは省略して検討する。使用ロコモーションごとに集計したものが図 3 である。図 3 から、シナリオクリアに必要とした時間については、その際に使用したロコモーションによって大きく差が出ていることがわかる。すべての実験協力者について Stick が最速であり、Holoport がそれに続き、最も時間がかかったのは Swit Loco であった。特に Swit Loco はシナリオク

表 1 シナリオクリアタイム

Participant No.	Stick	Holoport	Swit Loco
A	112	149	201
B	74	132	192
C	108	192	278
D	102	185	220
E	85	160	193
F	98	151	381
G	117	163	491
H	124	168	202
I	110	156	228
J	104	187	208

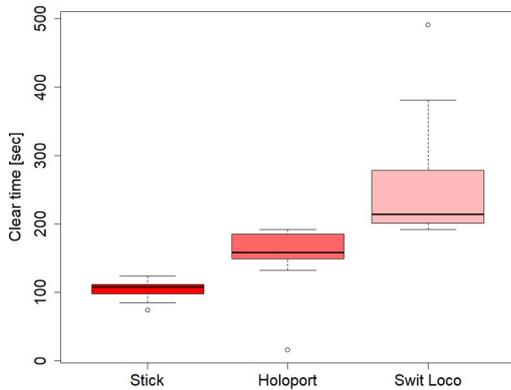


図 3 ロコモーション別シナリオクリアタイム

表 2 VRSQ スコア

Participant No.	Stick	Holoport	Swit Loco
A	15.83	7.50	3.33
B	0.00	3.33	0.00
C	10.83	0.00	4.17
D	7.50	0.33	7.50
E	0.00	0.00	4.17
F	4.17	0.00	7.50
G	7.50	0.00	4.17
H	4.17	0.00	0.00
I	3.33	7.50	7.50

リアタイムの個人差が大きいことが特徴と言えよう。

3.2 VRSQ スコア

実験協力者毎の VRSQ スコアは表 2 の通りとなった。使用ロコモーションごとに集計したものが図 4 である。平均値から、VRSQ スコアは Stick>Swit Loco>Holoport のようになっていることがわかる。Stick の VRSQ スコアのばらつきが非常に大きいこともわかる。また、全ロコモーションに共通して VRSQ スコアが 0 となっている部分が多数見受けられる。

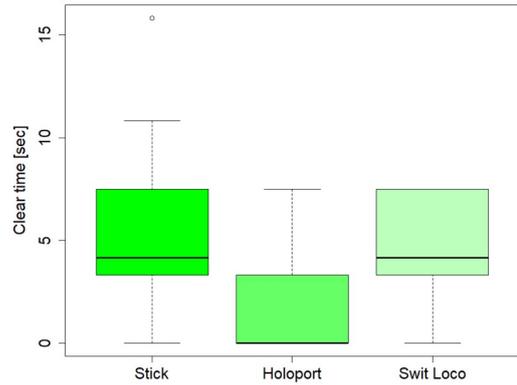


図 4 ロコモーション別 VRSQ スコア

3.3 VRS 低減度

ここまでの議論を踏まえ、VRS 低減ロコモーションのうち Holoport と Swit Loco の VRS の低減度合いを比較するため、ベースロコモーションである Stick における単位時間 (sec) あたりの VRSQ スコアと、Holoport および Swit Loco の単位時間 (sec) あたりの VRSQ スコアの間に有意差が現れるか分析を行った。正規化を行った単位時間 (sec) 当たりの VRSQ スコアは表 3 の通りである。なお、Wilcoxon の符合順位検定を行ったところ、有意水準 5% で、Holoport と Swit Loco は、Stick に比べて有意に高い VRS 低減度をもつことが示された。本研究はサンプル数が少ないため、Cohen の標準偏差による Effect size の評価も行った。その結果、Holoport と Swit Loco は VRS の低減に対して強い効果を及ぼすことが示唆される結果となった。

3.4 QoE に関するアンケート結果

QoE に関する 10 人分のアンケートの結果は表 4 の通りとなった。枠内の数値は回答した人数である。10 人の QoE スコアの合計を、ロコモーションと項目別に算出したものが図 5 である。QoE スコアでは、Stick がどの項目においても最も高いスコアを示している。次にスコアが高く保たれるのは Swit Loco であったが、操作の慣れやすさの項目においては Holoport にわずかに劣る結果となっている。楽しさの項目において、Swit Loco が Stick とほぼ同等のスコアとなっていることが確認できる。

3.5 VRS 低減度と QoE スコア

それぞれのロコモーションの特徴を把握するために、単位時間当たりの平均 VRSQ スコアを縦軸に、QoE スコアの合計を横軸にとった図を作成した (図 6)。この図では、右に位置する程高い QoE スコアを発揮するロコモーションであり、上に位置する程高い VRS 低減度を発揮するロコモーションであると解釈できる。VRS 低減度と QoE スコアの両立という観点であれば、右上に位置するほど優れ

表 3 単位時間あたりの VRSQ スコア

Participant No.	Stick	Holoport	Swit Loco
A	1.00	0.36	0.12
B	0.00	0.18	0.00
C	0.71	0.00	0.11
D	0.52	0.01	0.24
E	0.00	0.00	0.15
F	0.30	0.00	0.14
G	0.45	0.00	0.06
H	0.24	0.00	0.00
I	0.21	0.34	0.23
Average	0.382	0.099	0.117
SD	0.328	0.153	0.088

表 4 ロコモーション別の QoE アンケート集計結果

Rocomotion	Answer	Question			
		Q1	Q2	Q3	Q4
Stick	Think so	10	10	8	9
	Think so somewhat	0	0	2	1
	Do not really think so	0	0	0	0
	Do not think so	0	0	0	0
Holoport	Think so	2	6	2	2
	Think so somewhat	6	1	4	4
	Do not really think so	2	3	3	4
	Do not think so	0	0	1	0
Swit Loco	Think so	1	8	4	4
	Think so somewhat	6	2	4	6
	Do not really think so	3	0	2	0
	Do not think so	0	0	0	0

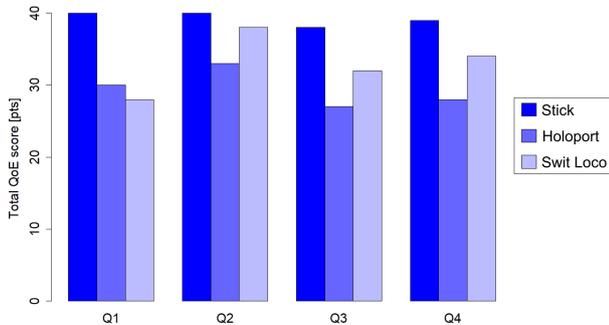


図 5 ロコモーションごとの QoE スコア

たロコモーションであるといえる。Stick は他のロコモーションより高い QoE を発揮しているということがわかる。Swit Loco は Holoport と比較すると、VRS 低減度ではわずかに劣るものの、QoE スコアでは Holoport より優れているといえる。

4. 考察

4.1 VRS 低減効果

これまでの議論で、本研究において制作した Swit Loco は VRS 低減性能においてテレポート型のロコモーション

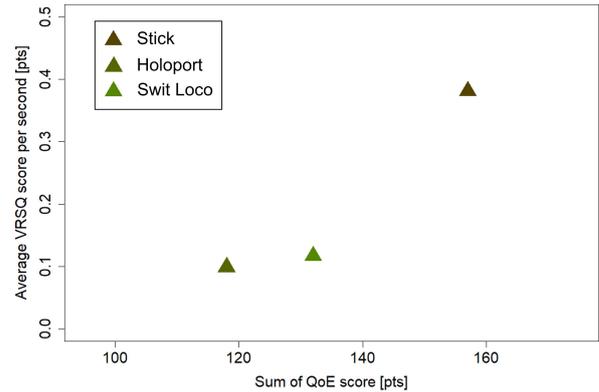


図 6 ロコモーション毎の単位時間当たり平均 VRSQ スコアと QoE スコアの合計の関係

ンであった Holoport に近い性能をもっていると考えられる。しかし、Swit Loco の場合のシナリオクリアタイムが Holoport よりも長い点に着目する。特に一部のデータでは平均値の 2-3 倍近いクリア時間を要している。これについては 2 つの捉え方がある。一つは VE 曝露時間が圧倒的に長いにも関わらず、VRSQ スコアを比較的強く抑える性能を有するというもの、もう一つは Swit Loco の移動性能が Holoport に対して大きく劣っていたために平均移動速度が低くなり、これによってベクションの発生量が抑えられていたというものである。この場合、Swit Loco の加速度や最大速度等を調整し、移動性能を他のロコモーションと同程度まで増加させた際にどのような結果が表れるかについては今後検証の必要がある。しかし、クリアタイムが 2-3 倍になったのは 2 例のみであり、この 2 例は外れ値として考えることも可能だろう。

4.2 QoE スコアについて

QoE の観点では、ほとんどの項目において Swit Loco が Holoport より上回った。しかし、操作への慣れやすさという点においては Holoport に劣る結果となった。これについてはいくつかの原因が考えられる。一つは推進力減衰の強さである。減衰の強さは固定倍率であったが、違和感を受けづらい減衰の強さに大きな個人差があったと考えられる。Swit Loco 使用中の実験協力者からは、「扱いやすい」「楽しい」といった肯定的な意見と、「意図していない速度で移動、旋回してしまう」「自分のコントロール下にならないような感覚がする」という否定的な意見の両方が挙げられた。また、旋回時の操作について、旋回したい方向に対して逆の動作を行ってしまう被験者が数人見受けられた。Swit Loco のロコモーション性能については、個々に対するパーソナライズが必要であると示唆される。

4.3 Swit Loco の特徴

マトリックス図を見ると、VRS 低減性能と QoE のレベルの間には、ある程度のトレードオフの関係が成り立っていることが見て取れる。このような中で Swit Loco は Holoport と同等といえる VRS 低減度を持ちながら、Holoport より高い QoE スコアを得られるロコモーションであるといえる。操作方法やロコモーション性能に関していくつかの課題が存在するものの、VRS をロコモーションによって低減するという試みの上では、有用なアプローチであるといえるだろう。

5. まとめと今後の展望

本研究では水泳動作を模した Swit Loco を、VRS 低減ロコモーションであるテレポート型と比較し、VRS 低減ロコモーションとしての Swit Loco の有用性を検証した。

実験の結果、Swit Loco はテレポート型のロコモーションに近い VRS 低減性能を示し、QoE の観点においてはテレポート型より優れる数値を示した。このことから Swit Loco は、テレポート型のロコモーションに比べて得られる QoE の高さに重きを置きつつも、テレポート型に準ずる VRS 低減度を発揮するロコモーションであることが示唆された。本研究において Swit Loco が示した結果により、座位姿勢でのロコモーションの一案として泳法動作という選択肢が提供される。特に、水中や無重力空間というコンテキストを持った VE 上では、より高い説得力を持ったロコモーション動作になり、さらに高い QoE と VRS 低減効果を発揮することが考えられる。

しかし、本研究では、泳法動作による前庭覚情報がどの程度生じていたのかについて定量化を行っていない。そのため、前庭覚へ与えられる情報量と VRS の低減度合いの関連についてはさらなる研究の余地が存在する。また、より多くのユーザーに受け入れられやすい泳法型のロコモーションの性能調整について、より多くの実験協力者を対象とした調査が必要である。

参考文献

- [1] Mogura VR: 世界の XR 市場規模は約 1.8 兆円、今後も年 30%以上の成長予測 IDC(online), 入手先 (<https://www.moguravr.com/idc-worldwide-augmented-and-virtual-reality-spending-guide/>) (2023.12.21).
- [2] Jerome, C.J.; Witmer, B. Immersive Tendency, Feeling of Presence, and Simulator Sickness: Formulation of a Causal Model. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. 2002, vol. 46, pp. 2197-2201.
- [3] Somrak, A.; Humar, I.; Hossain, M.S.; Alhamid, M.F.; Hossain, M.A.; Guna, J. Estimating VR Sickness and user experience using different HMD technologies: An evaluation study. *Future Generation Computer Systems*. 2019, vol. 94, pp. 302-316.
- [4] Yildirim, C. Cybersickness during VR gaming under-

mines game enjoyment: A mediation model. *Displays*. 2019, vol. 59, pp. 35-43.

- [5] James, Bourne: VR motion sickness survey reinforces gender gap(online). 入手先 (<https://www.virtualreality-news.net/news/2020/jul/06/vr-motion-sickness-survey-women/>) (2023.12.21).
- [6] Gitnux: The Most Surprising Vr Motion Sickness Statistics And Trends in 2023(online). 入手先 (<https://blog.gitnux.com/vr-motion-sickness-statistics/>) (2023.05.01).
- [7] Meeri, Kim. Cybersickness: Why People Experience Motion Sickness During Virtual Reality(online). 入手先 (<https://insidescience.org/news/cybersickness-why-people-experience-motion-sickness-during-virtual-reality/>) (2023.12.21).
- [8] Howord, M.C.; Zandt, E.C. A meta-analysis of the virtual reality problem: Unequal effects of virtual reality sickness across individual differences. *Virtual Reality*. 2021, vol. 25, pp. 1221-1246.
- [9] Takahashi, Y.; Murata, A. Change of equilibrium under the influence of VR experience. *Proceedings 10 th International Workshop on Robot and Human Interactive Communication*. 2001, pp. 642-647.
- [10] Zielasco, D.; Riecke, B.; To sit or not to sit in vr: Analyzing influences and (dis) advantages of posture and embodied interaction. *Computers*. 2021, vol. 10, no. 6, p.73.
- [11] Gerard, L.; Alun, E; Josep, B. Simulator sickness and presence using HMDs: comparing use of a game controller and a position estimation system. *Proceedings of the 20th ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology*. 2014, pp. 137-140.
- [12] 田中信壽. VR 酔い対策の設計に求められる知見の現状. *日本バーチャルリアリティ学会論文誌*. 2005, 10 巻, 1 号, pp. 129-138.
- [13] Kennedy, R.S.; Lane, N.E.; Berbaum, K.S.; Lilienthal, M.G. Simulator Sickness Questionnaire: An Enhanced Method for Quantifying Simulator Sickness. *The International Journal of Aviation Psychology*. 1993, vol. 3, iss. 3, p. 203-220.
- [14] Stanney, K.M.; Kennedy, R.S.; Drexler, J.M. Cybersickness is Not Simulator Sickness. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*. 1997, vol. 41, pp. 1138 - 1142.
- [15] Kim, H.K.; Park, J.; Choi, Y.; Choe, M. Virtual reality sickness questionnaire (VRSQ): Motion sickness measurement index in a virtual reality environment. *Applied Ergonomics*. 2018, vol. 69, p. 66-73.
- [16] John, P.; Andrew, R. An Analysis of Longitudinal Trends in Consumer Thoughts on Presence and Simulator Sickness in VR Games. *Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*. 2019, pp. 277-285.
- [17] Weech, J.; Moon, J.; Troje, N.F. Influence of bone-conducted vibration on simulator sickness in virtual reality. *PLoS ONE*. 2018, vol. 13, no. 3, e0194137.
- [18] Vailland, G.; Gaffary, Y.; Devigne, L.; Gouranton, V.; Arnaldi, B.; Babel, M. Vestibular Feedback on a Virtual Reality Wheelchair Driving Simulator: A Pilot Study. *Proceedings of the 2020 ACM/IEEE International conference on human-robot interaction*, 2020, pp. 171-179.