

体感型 VR エンターテインメントにおいて 盾型デバイスがゲーム体験に与える影響

平井 颯¹ 井上 亮文²

概要: 体感型 VR ゲームを遊ぶ際に、プレイヤーが専用コントローラを使用することで、プレイヤーのゲーム体験が向上する。従来の専用コントローラの研究は、オフENSIBな武器を題材にしたものが多く、ディフェンシブな武器や防具は少ない傾向にある。ディフェンシブな武器や防具の例としては、鎧・兜・盾といったアイテムが挙げられる。鎧や兜は着装及び着用するものであり、プレイヤー自ら意図的に動かすものではない。対して、盾はプレイヤーが手に持ち、敵の攻撃を身体に当てないようにすることでダメージを軽減したり、あるいは攻撃そのものを弾いて無効化したりする用途が多い。この「主体的に動かす」という特徴は、これまでゲーム体験を向上させてきた銃や剣などと類似する。本稿ではディフェンシブなアイテムの 1 つである盾に着目し、それが機能するゲームの提案とゲーム体験に与える要素を検証する実験について議論する。

1. はじめに

専用コントローラは、ゲームアイテムと同じ形状を持つコントローラである。プレイヤーが専用コントローラを用いてキャラクターを操作すると、プレイヤーの動きとキャラクターの動きが一致する。体感型 VR ゲームを遊ぶ際に、プレイヤーが専用コントローラを使用することで、プレイヤーのゲーム体験が向上する [1]。

現在のゲームには、リアリティを追求するために様々な物理状態^{*1}を持つ多種多様な武器や防具といったアイテムが登場する。それらの形状もまた多種多様である。従来の専用コントローラの研究は、オフENSIBな武器を題材にしたものが多く、ディフェンシブな武器や防具は少ない傾向にある。オフENSIBなものが多い理由は、これまでの体感型ゲームの目的が「プレイヤーが敵を攻撃して倒し、勝利すること」にある。ゲーム中での利用頻度を考慮すると、プレイヤーの意識も高いオフENSIBアクションの再現度を上げることは、ゲームへの没入感を向上させることに繋がる。対して、ディフェンシブなものが少ない理由は、「プレイヤーが敵からの攻撃を防ぐだけでは、敵に勝利することができない」といった、これまでの体感型ゲームの目的に反しているためである。しかし、敵からの攻撃を防

ぎつつカウンターを狙うといった戦略を立てて勝利を目指すプレイヤーは少なからず存在するため、ゲームでの需要がある。ディフェンシブアクションの再現度を上げるためには、再現し過ぎることによってプレイヤーが怪我をする可能性があるといった触覚フィードバックの限界を考慮しなければならない。ディフェンシブな武器・防具が増えることで、仮想世界でヒューマンタイプの主人公が行うアクションが戦略的・多彩になる。

ディフェンシブな武器や防具の例としては、鎧・兜・盾といったアイテムが挙げられる。鎧や兜は着装及び着用するものであり、プレイヤー自ら意図的に動かすものではない。対して、盾はプレイヤーが手に持ち、敵の攻撃を身体に当てないようにすることでダメージを軽減したり、あるいは攻撃そのものを弾いて無効化したりする用途が多い。この「主体的に動かす」という特徴は、これまでゲーム体験を向上させてきた銃や剣などと類似する。本稿ではディフェンシブなアイテムの 1 つである盾に着目し、それが機能するゲームの提案とゲーム体験に与える要素を検証する実験について議論する。

2. VR ゲームと専用コントローラ

2.1 オフENSIBな武器を再現した専用コントローラ

まずは、オフENSIBな武器の形状再現をした専用コントローラの研究を 4 つ紹介する。Kening らが提案した HapTwist は、VR ゲームのための専用コントローラを制作するためのツールキットである [2]。Fukunaga らが提案

¹ 東京工科大学大学院
Tokyo University of Technology Graduate School

² 東京工科大学
Tokyo University of Technology

*1 形状・重さ・大きさを指す。

した SHAPIO は、一列に連結されたモジュールの連結部分を回転させることで立体形状を介した入出力が可能なコントローラである [3]。Krekhov らは、モーター駆動による伸縮機構を用いて、小さいピストルから両手で持つような大きいライフルまで形状を変えることができる自己変形型のコントローラを提案した [4]。Seongkook らの Thor's Hammer は、プロペラの推進力を用いて持ち手に伝わる触覚を 3DOF でフィードバックする手持ちデバイスである [5]。

次に、オフェンシブな武器の触覚フィードバックの再現をした専用コントローラを 2 つ紹介する。Strasnick らの Haptic Links は、両手それぞれに持つ VR モーションコントローラ同士を統合させる触覚フィードバックツールである [6]。Neung らの ElaStick は、柔軟な物体の動的な触覚反応を表現するためのハンドヘルド型可変スティフネス・ディスプレイである [7]。

以上で挙げた専用コントローラに関する研究は、いずれもゲームアイテムの形状と同じ形状のコントローラを持つことがゲーム体験にポジティブな影響を与えることを示している。しかし、これらはいずれも攻撃を主目的としたアイテムであり、ディフェンシブな武器や防具の要素を含むものではない。

2.2 ディフェンシブな武器や防具

ディフェンシブな武器や防具の例としては、鎧・兜・盾といったアイテムが挙げられる。本稿では盾を用いる。その理由は、盾は主体的に動かして扱うことにある。

盾はプレイヤーが手に持ち、一般的に攻撃を防御したり武器を弾いて隙を作る「パリオ」を行うための防具である。そのため、敵の攻撃を身体に当てないようにすることでダメージを軽減したり、あるいは攻撃そのものを弾いて無効化したりする用途が多い。対して、鎧や兜はプレイヤーが着装及び着用し、敵の攻撃から身を守るための防具である。そのため、プレイヤー自ら意図的に動かすものではない。

また、盾は攻撃面で扱うことができる。図 1 のように盾には、「シールドバッシュ」という盾で敵を殴る攻撃方法や、13 世紀ごろにバックラーという小型の盾とブロードソードを使った「ヨーロッパの古武術」といった「ディフェンシブな武器」としても使用されている。この「主体的に動かす」という特徴は、これまでゲーム体験を向上させてきた銃や剣などと類似する。

2.3 盾に関する専用コントローラの研究

Shigeyama らは、プレイヤーが現実世界で持つグリップ部から伸びる 2 本の腕を開閉させることでゲームアイテムの重量バランスを再現するコントローラ Transcalibur を提案した [8]。Transcalibur は、1 台のハンドヘルドコントローラから重量と角度を動的に変化させることで、VR 内



図 1 シールドバッシュとヨーロッパ古武術

の手持ちオブジェクトの様々な形状の触覚を再現する。

Seungwoo らは、VR 空間内の触覚を再現するプロペラベースの手首装着型デバイス Wind-Blaster を提案した [9]。Wind-Blaster は、手首に装着する 2 つの無人機プロペラを回転させて、触覚フィードバックを発生させるデバイスである。このデバイスは、既存の HTC Vive コントローラと合わせて使用することで、異なる 4 つの武器（銃、盾、剣、魔法の剣）の触覚を強度と時間の変動で再現する。

従来の盾に関する専用コントローラの研究は、「主体的に動かす」という特徴を捉えており、これまでプレイヤーのゲーム体験を向上させてきた。しかしこれらの研究は、盾の物理形状を再現するものではなく、攻撃と同時に盾を扱っていない。それらがプレイヤーのゲーム体験の質に与える影響は明らかではない。

2.4 盾型デバイスの形状再現に関する課題

盾には、丸盾・楕円盾・四角盾・長方盾・逆三角盾などといった様々な形状がある。現実世界でプレイヤーが持っている盾型デバイスと仮想世界でキャラクターが持っている盾の形状は、必ずしも一致するわけではない。例えば、盾が現実世界よりも仮想世界では少し小さい形状だとする。この場合、図 2 のように、現実世界の盾の形状では防げるはずの攻撃が、仮想世界の盾の形状では防げずに貫通することが発生する。また、図 3 のように、仮想世界ではキャラクターが敵に攻撃することができているが、現実世界のプレイヤーは持っている盾と剣が衝突してしまって敵に攻撃することができていない。このように、盾の形状が現実世界と仮想世界の異なることで、プレイヤーはゲーム体験に違和感を持つ可能性がある。盾の形状状態によって、プレイヤーの行動がゲーム体験に影響するのかが不明である。

3. 盾型コントローラを用いた VR ゲーム

3.1 作成する VR ゲームの舞台設定

ゲームの舞台背景は、春秋戦国時代から中世までの中国大陸で、剣・弓矢・盾を使った戦争を想定する。この時代

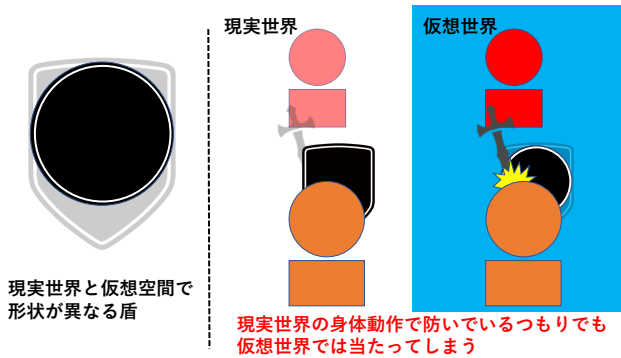


図 2 プレイヤーの防御面での課題

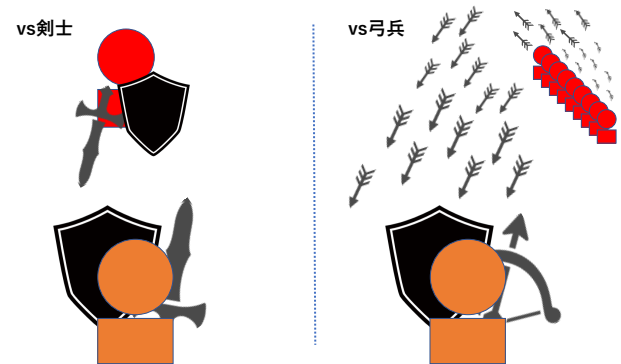


図 4 敵の設定とプレイヤーの視点

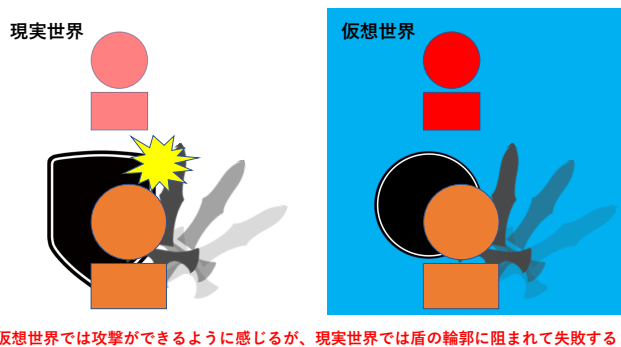


図 3 プレイヤーの攻撃面での課題

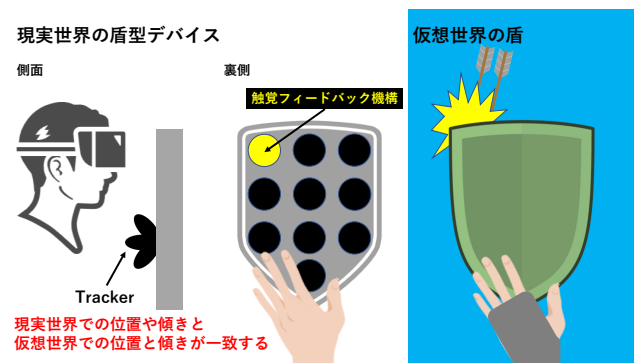


図 5 盾型デバイス

の戦争は、主に剣・弓矢をオフェンシブな武器として用いており、ディフェンシブな武器として盾を用いている。盾は、中世まで兵士に鎧よりも愛される傾向にあった。その理由は、軽くて使いやすいことやコストが安いためである。盾は、軽くて動きやすく保護性能が高い。また、鎧のように兵士の体格によってサイズ調整をする必要がなく、コストがかからないため量産することができた。しかし、火薬武器の発達が進んだ中世以降は急速に衰退した。そのため、中世以降はゲームの舞台として不適切である。

3.2 敵の攻撃に関する設定

図 4 のように、プレイヤーは、一人称視点でゲーム内のキャラクターを操作し、複数の兵士と戦う。兵士の種類は、剣士と弓兵を想定している*2。剣士は約 1 m の剣を使い、弓兵は約 100~300 m の距離から矢を飛ばして、プレイヤーを攻撃する。プレイヤーは盾で敵からの斬撃を受けたり、盾で身を隠し矢の被弾を避けたりする。その中で、プレイヤーは隙を見て片手剣と片手で扱える弓(以下、クロスボウ)を使って敵に攻撃をしなければならない。

3.3 盾型デバイスがゲーム体験に影響する要素

本稿では、動きながら片手で持つ盾を扱う。身を隠すような大きさ・重さの盾は、現実デバイスでも仮想世界の防

*2 この時代に銃士はまだ登場していない。仮に登場しているのなら、銃の射程距離・銃弾の速度・威力を考慮すると、盾は無効でありゲームには適していない。

具でもあまり見られない。また、このような盾の場合は、両手を使わないと扱えないことや主体的に動かすことはできないので、本稿の目的に適していない。

図 5 のように、現実世界にある盾型デバイスの位置や傾きは、仮想世界での位置や傾きと一致する。盾型デバイスの背面には、位置情報を取得できるトラッカーを、正面には敵からの攻撃の触覚フィードバックを再現できる機構を付ける。これにより、プレイヤーのゲーム体験が向上することが期待できる。しかし、現実世界にある盾型デバイスと仮想世界の盾の姿勢が一致したとしても、様々な問題が発生すると考えられる。

盾には、丸盾・楕円盾・四角盾・長方盾・逆三角盾などといった様々な形状がある。現実世界でプレイヤーが持っている盾型デバイスと仮想世界でキャラクターが持っている盾の形状は、必ずしも一致するわけではない。まず、前述 2.4 節の図 2、図 3 のように、攻撃面と防御面でプレイヤーにとって不利な事象が発生する可能性がある。これ以外にも、図 6 のように、仮想世界の盾のエッジで敵の攻撃を受けたとする。このとき、現実世界の盾型デバイスの大きさが仮想世界の盾の大きさよりも小さいと、触覚の発生位置にズレが生じる。その結果、プレイヤーは現実世界において、仮想世界の被弾位置よりも内側に矢が当たったような感覚を得る。

図 7 のように、盾を使って敵の攻撃を防ぎ続けると、盾が部分的に損傷し形状が変わる、あるいは全損する恐れが

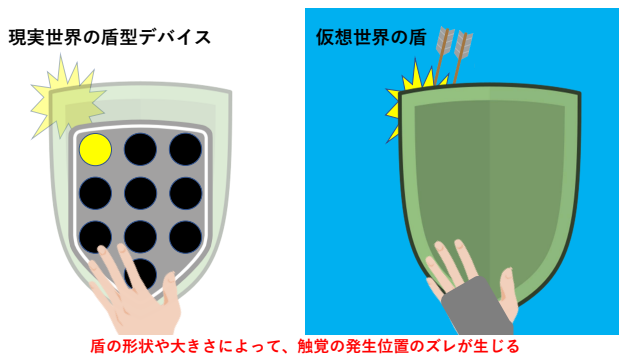


図 6 敵からの攻撃の触覚フィードバック

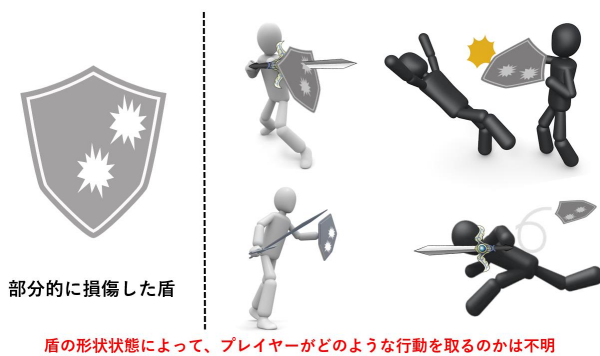


図 7 損傷した盾を扱うプレイヤー

ある。このような盾の状態によって、プレイヤーが持つ盾やオフェンシブな武器の扱い方が変わると考えられる。例えば、プレイヤーは持っていた盾を捨ててオフェンシブな武器で無理矢理敵からの攻撃を受けることや、故障した盾の隙間からオフェンシブな武器を通して攻撃するといった行動が考えられる。また、プレイヤーが持つ丸盾は、部分的に損傷し扇形の盾になった時、シールドバッシュをする可能性も考えられる。つまり、盾の形状状態によって、プレイヤーがどのような行動を取るのかは不明であり、その行動がゲーム体験にどのように影響するのか明らかではない。

以上で挙げた盾型デバイスの課題は、いずれも盾の形状が現実世界と仮想世界の異なることで、プレイヤーはゲーム体験に違和感を持つ可能性がある。盾の形状とプレイヤーの行動がゲーム体験にどのように生じるのか調査する必要がある。

4. ゲーム内容および実験の手順

被験者は、3章で提案した内容を取り入れた体験型 VR ゲームをプレイしてもらう。実験の手順を以下に示す。(1) 遠距離の弓兵と戦闘を行う。(2) 剣士と近接戦闘を行う。(3) ゲーム体験の質に関するアンケートに回答してもらう。(4) 盾型デバイスを作成するためのアンケートに回答してもらう。

実験の手順 (1) について、主に被験者は遠距離にいる

弓兵からの攻撃を盾で防ぐ。また、被験者は弓兵のところへ向かいつつ、弓兵にクロスボウで攻撃する。一定の距離を進んで弓兵を一定数倒すと、実験の手順 (1) は終了となる。実験の手順 (2) について、被験者は主に剣士からの攻撃を盾で防ぎつつ、片手剣で攻撃する。図 6 のように、プレイヤーに違和感を確実に感じてもらうため、敵はプレイヤーが避けにくい攻撃を連発する。実験の手順 (3) について、ゲームプレイ中の没入感を主観的に計測するためのアンケートである Jennet らの Immersive Experience Questionnaire を採用し、これをゲーム体験の質と定義する [10]。被験者には、31 種類の質問を 7 段階のリッカート尺度 (1:まったく同意しない-7:とても同意) によって解答を行ってもらう。解答の総計が Immersive (没入感) のスコアとなる。実験の手順 (4) について、このアンケートは、盾型デバイスの物理パラメータに求められる要件を分析し、新たなコントローラを開発するために必要不可欠である。

盾型デバイスと盾の「形状に差がある場合」と「大きさに差がある場合」の 2 種類の比較実験を行う。両実験で被験者は、現実世界と仮想世界で形状あるいは大きさが異なる盾を使用してもらう。例えば、現実世界のプレイヤーが四角い盾を持っているが、仮想世界のキャラクターは丸い盾を持っている状態である。現実世界の盾の例として、ティッシュ箱、段ボール、ペールの蓋や傘などを想定する。また、現実世界の武器は、コントローラに拡張パーツを取り付け、片手剣やクロスボウを再現する。このようないびつな盾と武器を用いて、被験者はどのような行動をするのか検証する。また、その盾がゲーム体験にどのような影響があるのか調査する。

5. おわりに

本稿ではディフェンシブなアイテムの 1 つである盾に着目し、それが機能するゲームの提案とゲーム体験に与える要素を検証する実験について議論した。今後の課題として、盾を活かしたゲームの実装と実験を行う。実験結果から、盾型のコントローラの物理パラメータに求められる要件を分析し、新たなコントローラを開発する。

謝辞 本研究は JSPS 科研費 20K12128 の助成を受けたものです。

参考文献

- [1] Daniel Pietschmann, Georg Valtin, and Peter Ohler. The effect of authentic input devices on computer game immersion. In *Computer Games and New Media Cultures*, pp. 279–292. Springer, 2012.
- [2] Kening Zhu, Taizhou Chen, Feng Han, and Yi-Shiun Wu. Haptwist: creating interactive haptic proxies in virtual reality using low-cost twistable artefacts. In *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, p. 693. ACM, 2019.

- [3] 福永健竜, 梶山隼, 井上亮文. 変形コントローラによるゲーム体験の質の向上. 情報処理学会論文誌, Vol. 62, No. 1, pp. 53–63, jan 2021.
- [4] Self-Transforming Controllers for Virtual Reality First Person Shooters. Andrey krekhev, katharina emmerich, philipp bergmann, sebastian cmentowski, jens krüger. In *CHI PLAY '17: Proceedings of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play*, pp. 517–529. CHI, October 2017.
- [5] Geehyuk Lee Seongkook Heo, Christina Chung and Daniel Wigdor. Thor’s hammer: An ungrounded force feedback device utilizing propeller-induced propulsive force. In *CHI '18: Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, No. 525, pp. 1–11. CHI, April 2018.
- [6] Evan Strasnick, Christian Holz, Eyal Ofek, Mike Sinclair, and Hrvoje Benko. Haptic links: Bimanual haptics for virtual reality using variable stiffness actuation. In *CHI 2018/SIGCHI 2018*. ACM, April 2018.
- [7] Myung Jin Kim Andrea Bianchi Neung Ryu, Woojin Lee. Elastick: A handheld variable stiffness display for rendering dynamic haptic response of flexible object. In *UIST'20: Proceedings of the 33rd Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology*, pp. 1035–1045. UIST, October 2020.
- [8] Jotaro Shigeyama, Takeru Hashimoto, Shigeo Yoshida, Takuji Narumi, Tomohiro Tanikawa, and Michitaka Hirose. Transcalibur: A weight shifting virtual reality controller for 2d shape rendering based on computational perception model. In *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '19, pp. 11:1–11:11, New York, NY, USA, 2019. ACM.
- [9] Myung-jin Kim Seungwoo Je, Hyelip Lee and Andrea Bianchi. Wind-blaster: a wearable propeller-based prototype that provides ungrounded force-feedback. In *ACM SIGGRAPH 2018 Emerging Technologies*, No. 23, pp. 1–2. ACM, August 2018.
- [10] Charlene Ianthe Jennett. *Is game immersion just another form of selective attention? An empirical investigation of real world dissociation in computer game immersion*. PhD thesis, UCL (University College London), 2010.