

視力改善を目的とした VR ゲームの提案

河盛 真大^{1,a)} 井村 誠孝¹

概要: ICT 端末の普及やコロナ禍によるテレワーク機会の増加に伴い、「視力の低下」が現代社会における大きな問題の一つとなっている。ICT 端末の使用による視力低下は、主に眼の毛様体筋が過度の疲労や緊張状態になることで生じる「仮性近視」に分類される症状であるが、この症状は毛様体筋のストレッチにより状態の改善が見込める。本研究では、毛様体筋のストレッチとして効果的な「遠近体操法」「遠方凝視法」「両眼立体視」の三要素を取り入れた VR ゲームを提案・開発する。

1. はじめに

パソコン・スマホ・タブレットなどの ICT 端末の普及やコロナ禍によるテレワーク機会の増加に伴い、「眼精疲労」や「視力の低下」が現代社会における大きな問題の一つとなっている。文部科学省が満 5 歳から 17 歳までの一部を対象に毎年実施している学校保健統計調査によると、裸眼視力が 1.0 未満の者の割合は年齢が高くなるにつれて増加傾向にあり、中学校で過去最多の 60.28 % となった [1]。また、視力の低下は視機能の問題のみに留まらず、「視力が良好であると将来の認知症発症リスクを大きく抑えられる」などの認知機能障害との強い関連性が報告されており [2], [3], [4], [5], [6], 視力を維持・回復・改善する必要性や重要性が高まっている。

ICT 端末の使用による視力低下は、主に眼の毛様体筋が過度の疲労や緊張状態になることで生じる「仮性近視（偽近視，調節緊張症）」に分類される症状である。この症状は、放置し続けると「真性近視（軸性近視）」に進行することもありうる危険な状態であるが、毛様体筋のストレッチにより視力の改善が見込める状態でもある。毛様体筋の緊張をほぐすためには、遠くの 1 点と近くの 1 点を交互に見る「遠近体操法」や遠くの 1 点を凝視し続ける「遠方凝視法」の他、ステレオグラムなどを用いた「両眼立体視」が効果的とされており [7], [8], [9], その中でもヘッドマウントディスプレイ (HMD) を用いた両眼立体視による VR 体験を通じた視力改善効果についての関心が高まっている [10], [11], [12]。

そこで、本研究では、HMD を用いて毛様体筋のストレッチを効果的に行うことを目的とした VR ゲームを提案・開

発する。

2. 関連研究

HMD を用いた両眼立体視による視力改善事例として、Žiak ら [13] と Lee ら [14] は、それぞれ専用の VR ゲームを用いた治療によって被験者の斜視や弱視が改善され、視力が回復したと述べている他、Coco-Martin ら [15] は、VR を活用した臨床研究で考慮すべき重要な要素として「集中的かつ反復的なトレーニング」「複数の感覚を組み合わせた感覚刺激」「モチベーション管理」「患者に応じたカスタマイズ性」の 4 つを挙げている。

Yihua ら [16] は、ハイエンド VR HMD を装着して VR ペインティングアプリを体験した子供の近視と遠視が改善され、視力が向上したと報告している。

塩見 [17] は、両眼立体視により立体映像を注視している際にも、自然視と同様に立体像に追従して水晶体調節と輻輳運動が行われることを明らかにした。これは、HMD を用いた両眼立体視を行っている状態においても遠近体操法や遠方凝視法により毛様体筋のストレッチが可能であることを意味する。

斜視や弱視の改善を目的としたゲームコンテンツが存在する一方で、仮性近視の改善を目的としたゲームコンテンツは例に乏しく、それは HMD を用いた VR コンテンツにおいても同様である。

3. 視力改善を目的とした VR ゲーム

今回作製した VR ゲームのプロトタイプは Unity^{*1}2021.3.23f1 を用いて開発し、商用 HMD Meta Quest 2^{*2}で実行するアプリケーションとして実装した。

¹ 関西学院大学

Kwansei Gakuin University, Sanda, Hyogo, Japan

a) kwmr@kwansei.ac.jp

^{*1} <https://unity.com/>

^{*2} <https://www.meta.com/jp/quest/products/quest-2/>

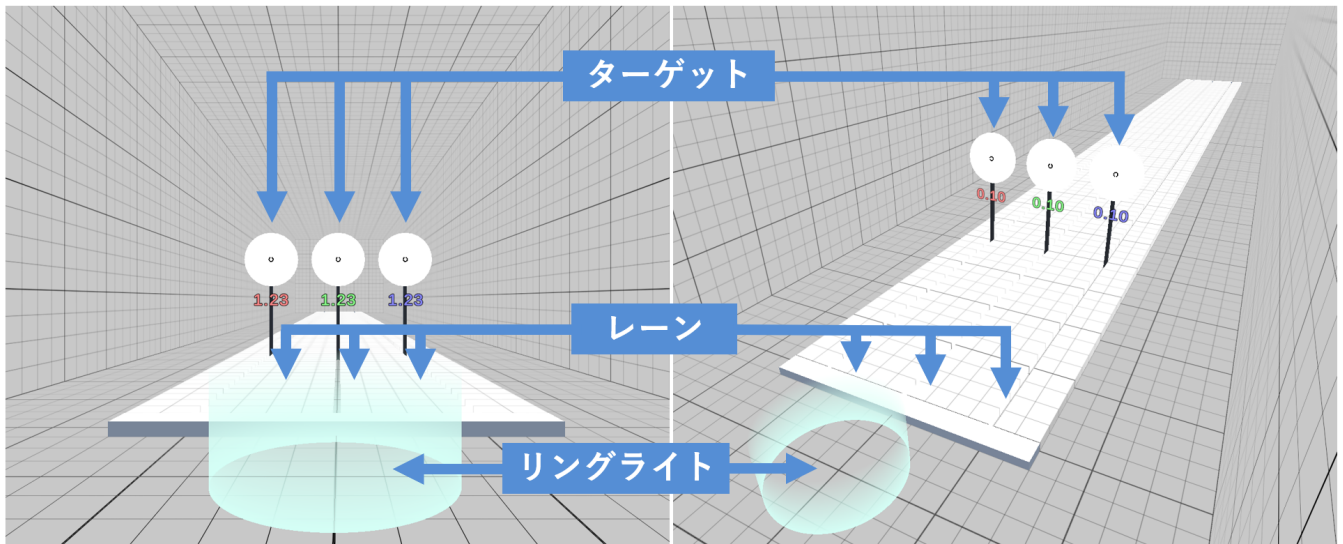


図 1 ゲームの舞台



図 2 ランドルト環

3.1 ゲームのデザイン

以下の指針に基づき、ゲームのデザインを行う。

- 毛様体筋のストレッチを促すため、プレイヤーが遠くの1点と近くの1点を交互に見たり、遠くの1点を凝視し続ける要素を設ける
- HMD を用いた VR 体験に慣れていなくても大きな負荷無くプレイできるように、プレイヤーに複雑な入力操作や激しい身体動作を要求しない
- プレイヤーに反復的なトレーニングやゲームプレイを促すため、プレイヤーの腕前に応じた何らかのフィードバック要素を設ける

3.2 ゲームの説明

3.2.1 ゲームの舞台

ゲームの舞台となるのは、ゲーム内尺度で 6 m × 5 m × 34 m サイズのグリッドルームである (図 1)。グリッドルームにはプレイヤーの立ち位置を示すリングライトの他、1つのターゲットが設置された奥行き 30.5 m のレーンが 3つ並んでいる。ターゲットの中央には直径 75 mm のランドルト環 (図 2) が表示されており、各ターゲットは各レーン上 30 m の範囲内を前後に移動できるようになっている (図 3)。ターゲットがレーン上で到達可能な最前の位置は、リングライトの中心から 1 m の位置である。

3.2.2 ゲームの仕様

実際のゲームプレイ時の様子を図 4 に示す。プレイヤー

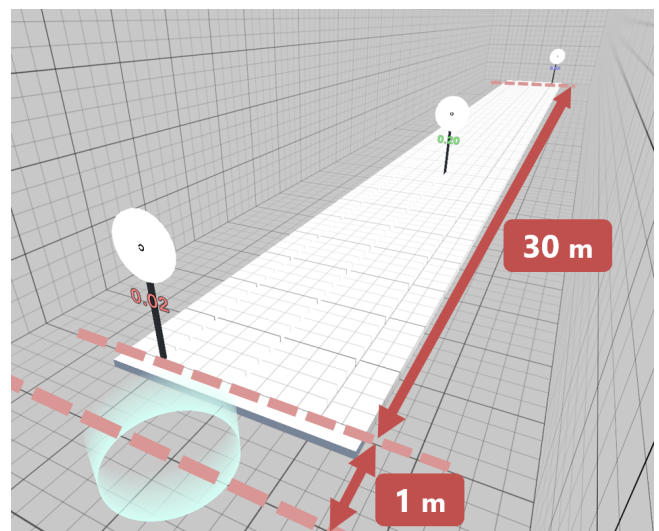


図 3 ターゲットの移動可能範囲とレーン位置

は Meta Quest 2 のコントローラを 1つまたは 2つ使用してゲームをプレイする。ゲームが始まると、「制限時間」「Lv (レベル)」「Score (スコア)」が UI として表示され、時間経過と共に各レーン上のターゲットがプレイヤー (リングライト) の方向に迫ってくる。各ターゲットの下部には、ターゲットに表示されているランドルト環のサイズとプレイヤーとの距離に対応した小数視力の値が小数第二位まで表示されている。

コントローラのトリガーボタンを入力すると、ゲーム空間内で最後にトリガーボタンを入力した方のコントローラからレーザーポインタが射出され続ける。このレーザーポインタをターゲットまたはレーンに照射すると、照射されているターゲットとレーンのペアがエイム状態になる。エイム状態のターゲットはアウトラインが表示され、レーンはハイライト表示される。エイム状態のターゲットに表示されているランドルト環に対し、いずれかのコントロー

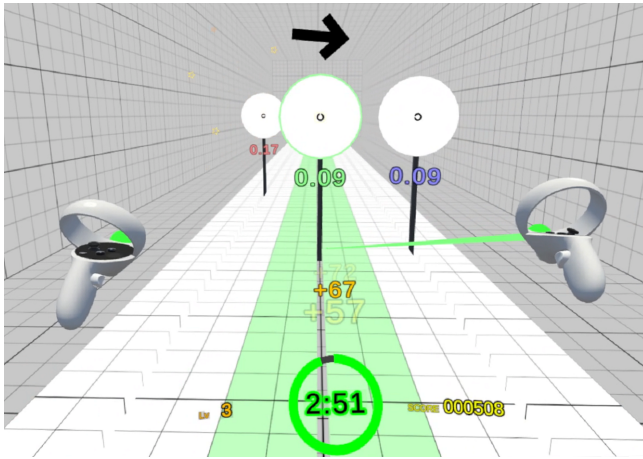


図 4 ゲームプレイ中の様子

ラスティックキーから方向入力操作を行うと、入力した方向とランドルト環の切れ目のある方向（上下左右の全4パターン）に応じたリアクションがエイム状態のターゲットに発生する。発生するリアクションは「Hit」「Combo」「Miss」の3パターンのいずれかであり、入力した方向がランドルト環の切れ目のある方向と一致していれば Hit または Combo が、そうでなければ Miss が発生する。各リアクション毎に発生する効果は以下の通り。

Hit (ヒット)

エイム状態のターゲットを奥へ押し返す。ゲーム内の状況に応じたスコアが加算される。前回の Hit が現在エイム状態のターゲットに発生していた場合、代わりに Combo が発生する。

Combo (コンボ)

エイム状態のターゲットを Hit 時よりも強い力で奥へ押し返す。ゲーム内の状況に応じたスコアが加算される。

Miss (ミス)

何も起こらない。

ゲームプレイ中は Hit と Combo の発生回数に応じてレベルが増加し、レベルが増加するとターゲットの接近速度が速くなる他、Hit または Combo 発生時のターゲットを押し返す力が強化される。ターゲットがレーンの最前位置に到達するとレベルは減少し、ターゲットが最前位置に留まり続けていると経過時間に応じてさらにレベルが減少する。

Hit または Combo 発生時に加算されるスコアは、その時点での各ターゲットの内、「一番遠いターゲットを除いた2つのターゲット下部に表示されている小数視力を足し合わせた数値」に「その時点でのレベルの値×100」の数値を乗算した値である。そのため、プレイヤーが制限時間内で可能な限りのスコア獲得を目指す場合、一つのターゲットのみを奥へ押し返し続けることは避け、全てのターゲットを満遍なく順繰りに注視しながら奥へ奥へと押し返し続けるプレイを要求される。この仕組みにより、ゲームプレ

イを通してプレイヤーの毛様体筋のストレッチを促す他、プレイヤーの腕前に応じたフィードバック要素として総獲得スコアの項目を設けることでプレイヤーに反復的なトレーニングやゲームプレイを促すことを意図している。

4. おわりに

本研究では、HMD を用いて毛様体筋のストレッチを効果的に行うことを目的とした VR ゲームを提案・開発した。今後は、眼科医の監修のもと、開発した VR ゲームを通じてその視力改善効果の検証および継続的な評価を行う予定である。

参考文献

- [1] 総合教育政策局調査企画課：学校保健統計調査，文部科学省（オンライン），入手先（https://www.mext.go.jp/b_menu/toukei/chousa05/hoken/1268826.htm）（参照 2023-07-27）。
- [2] Lee, C. S. et al.: Association Between Cataract Extraction and Development of Dementia, *JAMA Internal Medicine*, Vol. 182, No. 2, pp. 134–141 (2022).
- [3] Varadaraj, V. et al.: Association of Vision Impairment With Cognitive Decline Across Multiple Domains in Older Adults, *JAMA Network Open*, Vol. 4, No. 7, p. e2117416 (2021).
- [4] Chang, C.-W. et al.: Visual Function and Visual Perception among Senior Citizens with Mild Cognitive Impairment in Taiwan, *Healthcare*, Vol. 10, No. 1, p. 20 (2021).
- [5] Mine, M. et al.: Association of Visual Acuity and Cognitive Impairment in Older Individuals: Fujiwara-kyo Eye Study, *BioResearch Open Access*, Vol. 5, No. 1, pp. 228–234 (2016).
- [6] Rogers, M. A. M. and Langa, K. M.: Untreated Poor Vision: A Contributing Factor to Late-Life Dementia, *American Journal of Epidemiology*, Vol. 171, No. 6, pp. 728–735 (2010).
- [7] 仲上紀政：近視 遠視 弱視はこれで治せる，大泉書店（2008）。
- [8] 東京視力回復センター：眼科医による視力回復の見解，東京視力回復センター（オンライン），入手先（<https://www.tokyo-shiryoku.co.jp/training/konkyo.shtml>）（参照 2023-07-27）。
- [9] 岡 義隆：自宅で視力回復？眼のためにできるトレーニング5つのやり方，先進会眼科（オンライン），入手先（<https://senshinkai-clinic.jp/blog/sightrecovery-training/>）（参照 2023-07-27）。
- [10] 久保田瞬：VR を 5 ヶ月毎日続けて視力が回復 詳しく話を聞いてみた，Mogura（オンライン），入手先（<https://www.moguravr.com/vr-eyesight/>）（参照 2023-07-27）。
- [11] MoguLive 編集部：VR ヘッドセットを毎日利用して視力が回復したユーザーに詳しい話を聞いてみた，Mogura（オンライン），入手先（<https://www.moguravr.com/vr-headset-user-vision-recovery/>）（参照 2023-07-27）。
- [12] バーチャル美少女ねむ：VR で視力が回復する！？メタバース住人何%の効果を実感？原理や可能性まとめてみた，（オンライン），入手先（https://note.com/nemchan_nel/n/n69de2f181bf7）（参照 2023-07-27）。
- [13] Žiak, P. et al.: Amblyopia treatment of adults with

dichoptic training using the virtual reality oculus rift head mounted display: preliminary results, *BMC Ophthalmology*, Vol. 17, No. 1, p. 105 (2017).

- [14] Lee, H.-J. and Kim, S.-J.: Effectiveness of binocularity-stimulating treatment in children with residual amblyopia following occlusion, *BMC Ophthalmology*, Vol. 18, p. 253 (2018).
- [15] Coco-Martin, M. B. et al.: The Potential of Virtual Reality for Inducing Neuroplasticity in Children with Amblyopia, *Journal of Ophthalmology*, Vol. 2020, p. e7067846 (2020).
- [16] Yihua, B. et al.: Experiment Report on the Impact of Long-Term Use of Virtual Reality (VR) Head-Mounted Displays on the Vision of Pre-teen Users, Technical report, Advanced Innovation Center for Future Visual Entertainment in Beijing, Beijing Institute of Technology, Beijing Blue Focus E-Commerce Co., Ltd. (2017).
- [17] 塩見友樹: 立体映像の視機能への影響に関する人間工学的研究, 博士論文, 名古屋大学 (2013).