

低視野角および低視力状態での VR 空間歩行が衝突に及ぼす影響

袋田 紘平[†] 小枝 正直[‡]

[†] 岡山県立大学大学院 情報系工学研究科 [‡] 岡山県立大学 情報工学部

1 はじめに

現在、高齢化に伴い視覚障がい者数が増加しており、視覚障がい者の QoL 向上のための歩行支援の展開が急速に求められている。しかし視覚障がい者の転倒予知予防の研究を行う際、安全性確保のために試技や実験条件に制限が必要であり、日本に多く存在する和室空間において、視覚障害が障害物の回避に与える影響は解明されていない。そこで本研究では、VR 空間に作成した視覚障がい者が転倒が発生しやすい和室空間を仮想的なロービジョン状態にした被験者に歩行させ、視覚状況と障害物との衝突の影響を調査する。

2 VR 和室歩行システム

VR 和室は、[2] で作成されたものをベースとし、机 1 台、座布団 3 枚、コード、本、A4 の紙、スピーカ、4cm の段差を設置した (図1)。Intel Corei7-11800、64GB メモリを搭載した PC (Windows10) 上で、Unity2021.3 を用いて開発した。ヘッドマウントディスプレイ (HMD) に Meta Quest2、両足の 3 次元位置計測に Meta Quest2 コントローラを用いた。ユーザはコントローラ付きサンダル [1] を履いて歩行することで、VR 空間内の下肢 3D オブジェクト (図2) が現実の足の動きと同期して動作する。VR 空間での視覚障害として、求心性視野狭窄とかすみ目を再現した。通常視野と再現した視覚障害を 図3, 4, 5 に示す。視覚障害の身体障害者障害程度等級表に基づき、かすみ目と視野狭窄の調節を行った [3]。詳細は [4] を参照されたい。

3 歩行実験

3.1 実験概要

男性 4 人 (22 歳, 21 歳, 19 歳, 21 歳), 平均年齢 20.75 歳の本学学生 (仮想ランドルト環視力 0.1 以上) を対象



図1: 転倒が発生しやすい障害物を配置した VR 空間



図2: 下肢 3D オブジェクト



図3: 通常視野

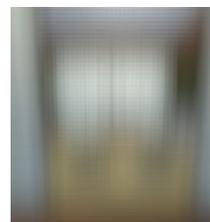


図4: かすみ目

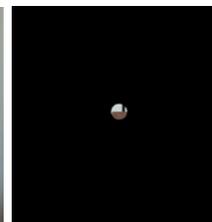


図5: 視野狭窄

とし実験を行った。指示する視野状態を視覚障害の身体障害者障害程度等級表に基づき、求心性視野狭窄 2 級 (条件 1-1), 求心性視野狭窄 3 級 (条件 1-2), 求心性視野狭窄 4 級 (条件 1-3), かすみ目 1 級 (条件 2-1), かすみ目 2 級 (条件 2-2), かすみ目 3 級 (条件 2-3), かすみ目 4 級 (条件 2-4) とした。

まず、条件 1-1 の視野になるよう設定を行った。次に、被験者に HMD とコントローラ付きサンダルを装着してもらい、VR 和室において、廊下から和室に入り、約 1 分間で机を一周して、廊下まで戻るように指示した。歩行中の衝突オブジェクト数と実験後に恐怖感 (1 を ”最も恐怖感がない”, 5 を ”最も恐怖感がある” の 5 段階) のアンケート調査を行った。以降、条件 1-2, 条件 1-3, 条件 2-1, 条件 2-2, 条件 2-3, 条件 2-4 の順で同様の実験を行った。

Effects of collisions on VR space walking under low field of view and low vision conditions

Kouhei FUKURODA[†], Masanao KOEDA[‡]

[†]Graduate School of Computer Science and Systems Engineering, Okayama Prefectural University, Okayama, JAPAN. [‡]Faculty of Computer Science and Systems Engineering, Okayama Prefectural University, Okayama, JAPAN.

表1: 衝突オブジェクト数

	視覚障害 等級	被験者				平均
		a	b	c	d	
視野狭窄	2級	3	5	7	2	4.25
	3級	3	5	6	4	4.5
	4級	1	2	3	0	1.5
かすみ目	1級	1	1	4	2	2
	2級	1	2	3	0	1.5
	3級	0	1	2	4	1.75
	4級	0	0	0	1	0.25

表2: 恐怖感

	視覚障害 等級	被験者				平均
		a	b	c	d	
視野狭窄	2級	5	4	5	4	4.5
	3級	4	2	4	3	3.25
	4級	3	1	3	2	2.25
かすみ目	1級	3	3	4	3	3.25
	2級	2	2	2	2	2
	3級	2	1	2	1	1.5
	4級	1	1	1	1	1

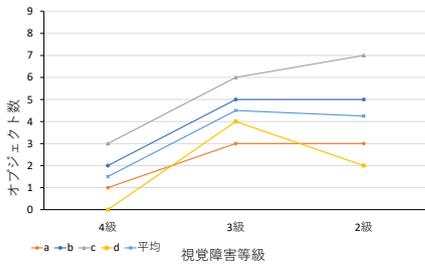


図6: 視野狭窄状態での衝突オブジェクト数

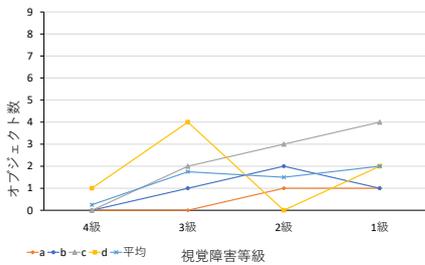


図7: かすみ目状態での衝突オブジェクト数

3.2 考察

実験結果を表2, 1, 図6~9に示す。かすみ目と求心性視野狭窄を加えた状態での恐怖感の平均は、どちらも等級が上がるにつれて上昇した。これは、視界の制限により環境の確認と視覚による情報収集が困難になり、転倒が発生しやすい要素への衝突リスクが高まると認識するため、恐怖感が増したと推測される。また、衝突オブジェクト数の平均は、求心性視野狭窄の2級および3級が、求心性視野狭窄4級やかすみ目に比べて多かった。これにより、恐怖感が増したと推測される。また、衝突オブジェクト数の平均は、求心性視野狭窄の2級および3級が、求心性視野狭窄4級やかすみ目に比べて多かった。これにより、恐怖感が増したと推測される。また、衝突オブジェクト数の平均は、求心性視野狭窄の2級および3級が、求心性視野狭窄4級やかすみ目に比べて多かった。これにより、恐怖感が増したと推測される。

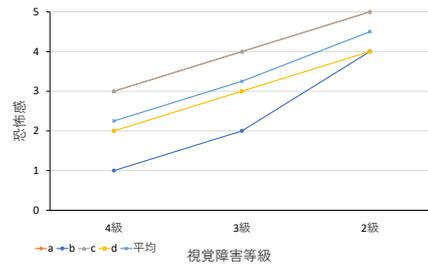


図8: 視野狭窄状態での恐怖感

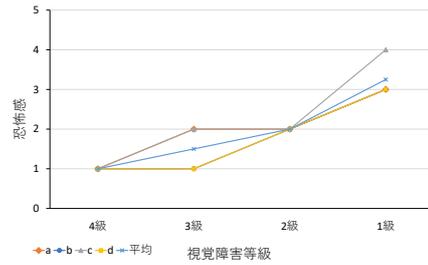


図9: かすみ目状態での恐怖感

Marronらは、様々な眼疾患を持つロービジョン者を対象とした実験を行い、歩行パフォーマンスと視野の広さとの相関性が高い一方、視力との相関性は低いと報告している [5]。また Duaneらは、視野の広さが歩行パフォーマンスに影響を与えると報告 [6] しており、今回の我々の実験結果と一致している。しかし、求心性視野狭窄の1~3級、かすみ目の1~4級の順に実験を行ったため、順序効果による慣れやオブジェクトの位置の把握があった可能性も考えられる。

4 おわりに

本研究では、低視野角および低視力状態でのVR空間歩行が衝突に及ぼす影響の調査を行った。視界の制限により不安や恐怖感が高まる可能性と転倒に至る足元の問題は、視力低下よりも視野の狭窄がより強く影響することが推測された。今後は、低視野角および低視力状態が及ぼす歩容の変化を調査していきたい。

参考文献

- [1] Oculus Quest2 コントローラー穴あきサンダルアタッチメント, <https://protopedia.net/prototype/2660>.
- [2] 佃ら, “転倒後症候群の改善を目的としたVRエクスポージャーシステムの開発”, IPSJ 関西支部大会, G-46, 2019.
- [3] “視覚障害者認定基準の手引き”, <https://protopedia.net/prototype/2660>.
- [4] 袋田ら, “VRによる視野狭窄・ぼやけの視覚障害シミュレーションと段差またぎ動作への影響”, VRSJ28, 3B1-10, 2023.
- [5] J. A. Marron et al., “Visual factors and orientation-mobility performance”, Am J Optom Physiol Opt, 59(5), pp. 413-426, 1982.
- [6] D. R. Geruschat et al., “Traditional Measures of Mobility Performance and Retinitis Pigmentosa”, Optom Vis Sci, 75(7), pp. 525-537, 1998.