

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

佃 吉央[†] 吉田 裕紀[†] 小枝 正直[†]
Yoshio Tsukuda Yuuki Yoshida Masanao Koeda

1. はじめに

近年、日本では高齢者の転倒事故が増加している。高齢化に伴う筋力低下や歩行障害、視力の衰えなどの要因により歩行時のバランス保持が困難になる。さらに病気や服薬により転倒リスクが高まり、思わぬ場所で事故が発生する。高齢者にとって転倒は大きな事故につながる要因になっている。高齢者の転倒予防の現状と課題 [1] によると高齢者の 1/3 が年 1 度以上の転倒を経験する。転倒の第一原因は不慮の事故で、転倒による骨折などから歩けるようになるまでに時間がかかり、そのまま寝たきりになることも少なくない。転倒による外傷が無くても、精神的な影響から、歩行の自信を無くし、歩行に恐怖心を持つことがある。これを転倒後症候群と呼ぶ。

転倒による恐怖感を緩和するためには、歩行の自信の程度を向上させる必要がある。家族や介護者、医者による説得で、対象者のできないという思い込みを開放させたり、暴露療法（エクスポージャー療法）という治療法がある。エクスポージャー療法とは、恐怖感を抱く患者を恐怖刺激場面に置き、自身の認知や反応に対する不合理性に気付かせることで恐怖場面に慣らし、自己統制感を強化して克服を目指すものである。

エクスポージャー療法には、現実の刺激を用いて行われる in vivo エクスポージャー、患者に想像させた刺激を用いて行われるイメージエクスポージャー、患者に HMD を装着させてコンピュータグラフィックス (CG) 恐怖刺激を与える VR エクスポージャーなどがある。これらの内、in vivo エクスポージャーが最も治療効果は高いが、恐怖場面の設定が面倒である。一方、イメージエクスポージャーでは、恐怖場面の設定は患者の想像に依るため容易であるが、適切な恐怖場面を想像しない可能性がある。そこで、これらの問題を解消できる VR エクスポージャー療法が期待されている。

李ら [2] は、精神科心療内科患者がもつとも回避する地下鉄環境に着目して VR エクスポージャーコンテンツを開発した。結果として、パニック障害の重症度は下がり、回避行動検査も健常者レベルまで改善された。宮野 [3] は、高所恐怖症患者を対象にした高所の全周囲パノラマ動画を提示する VR エクスポージャーシステムを開発した。結果として VR エクスポージャーが恐怖感の低減につながることを示された。竹市ら [4] は、Mixed

Reality(MR) を用いた障害物回避シミュレーション実証実験を行った。MR 条件下と非 MR 条件下で実験を行い、両条件下で障害物の知覚が同じであることを検証した。結果として両条件下で障害物の知覚の等価性が示唆された。

以上より、VR・MR による恐怖症改善が期待できることが示されているが、転倒後症候群を対象とした VR エクスポージャーの研究はなされていない。

そこで本研究では、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を提案・開発し、本システムの評価実験を行った。

2. VR エクスポージャーシステム

本システムは Intel Core i7-7700HQ, 16GB メモリ, NVIDIA GeForce GTX 1070 を搭載した PC(Windows 10) 上で Unity2018.2 を用いて開発をした。ヘッドマウントディスプレイ (HMD) には、HTC VIVE, 両手の 3 次元位置計測には、HTC VIVE コントローラ (以下、コントローラ), 両足の 3 次元位置計測に HTC VIVE Tracker(以下、トラッカー) を用いた。

本システムでは、屋内で高齢者が最も多く転倒事故を起こす [5] 独歩高齢者の居室 (和室) を VR 空間に構築した (図 1)。事故を誘発する要素として文献 [6] を参考に、和室と廊下の間にある (高さ 4cm の) 敷居の段差 (図 2) や、電源コード (図 3)、座布団やこたつの布団 (図 4)、家具などを配置した。本 VR 居室の寸法は 3.64m × 3.64m とし、江戸間 (8 畳間) に合わせている。本システムでは両足のトラッカーの動きに合わせて、下肢の 3D オブジェクト (図 5) を動作させる。



図 1: 転倒予防システム図

[†] 大阪電気通信大学



図 2: 居室と廊下の段差



図 4: こたつと座布団の 3D オブジェクト

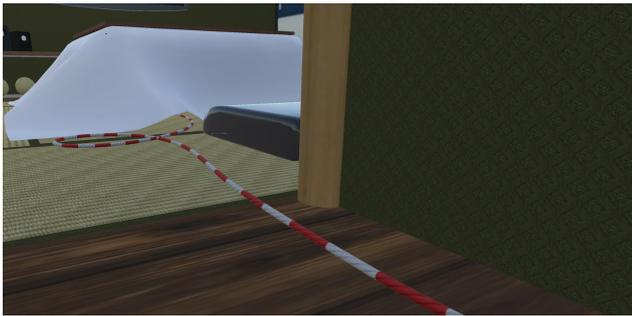


図 3: 電源コード 3D オブジェクト



図 5: 下肢 3D オブジェクト

3. 実験

被験者に HMD, コントローラ, トラッカーを装着してもらい, VR 空間にあるオブジェクトに接触するよう指示した後, 本 VR 空間を 5 分間程度歩かせた. その後,

設問 1: VR 空間がリアルに見えるか

設問 2: 足がリアルに見えるか

設問 3: VR 空間のオブジェクトと正確に接触できるか

設問 4: 歩行時に違和感はないか

の質問項目にそれぞれ 1~5 の 5 段階でアンケート調査した. また感想や意見などを自由記入させた. 被験者は 20 代の男性 (9 名), 女性 (1 名) の計 10 名である. 実験では, VR 空間内には机 1 台と座布団 (4 枚) のオブジェクトのみを配置した.

4. 実験結果

アンケート結果の表 1 と図 7 に示す. 設問 1 の平均は 3.1 で, ある程度リアルに提示できていることが分かる. 設問 2 の平均は 4.2 で, 被験者は足がリアルに見えることが分かる. 設問 3 の平均は 1.6 で, VR 空間の 3D オブジェクトと正確に接触できていないことが分かる. 実際, 本システムの接触判定処理には問題があり, 状況によっては足が 3D オブジェクトをすり抜けた

り, 3D オブジェクトが意図しない動作をすることあった. 設問 4 の平均は 1.5 で, 多くの被験者が歩行時に違和感を感じていることが分かる. これも設問 3 の問題によるものと考えられる.

また自由記入では, 歩行可能範囲が狭いという意見が多かった. これは実験環境が狭く障害物があったことが原因であると考えられる.

5. 終わりに

本研究では, 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を開発した. 高齢者が最も多く屋内で転倒事故を起こす和室を模した VR 空間を作成し, さらに転倒を誘発する各種オブジェクトを多数配置した. HMD を装着して VR 空間内を歩行可能にして被験者実験を行った. 今後, VR 空間内の 3D オブジェクトの接触判定の改善や, 高齢者での実験を行う予定である.

参考文献

- [1] 大高 洋平: 高齢者の転倒予防の現状と課題, 日本転倒予防学会誌 1 巻 3 号 pp.11-20, 2015.
- [2] 李在麟, 河合隆史, 太田啓路, 吉田菜穂子, 井澤修平, 野村忍, イームズダグラス, 山崎恵, 貝谷久宣: パニック障害治療用地下鉄 VR コンテンツの開発とその治療

表 1: アンケート結果

被験者	VR空間がリアルに見えるか	足がリアルに見えるか	物体と正確に接触できるか	歩行時に違和感が無いか
A	5	4	3	5
B	3	4	1	2
C	3	4	2	1
D	3	4	1	1
E	3	4	1	2
F	3	4	2	1
G	2	5	2	1
H	3	5	2	1
I	5	4	2	3
J	4	3	3	4
平均	3.1	4.2	1.6	1.5

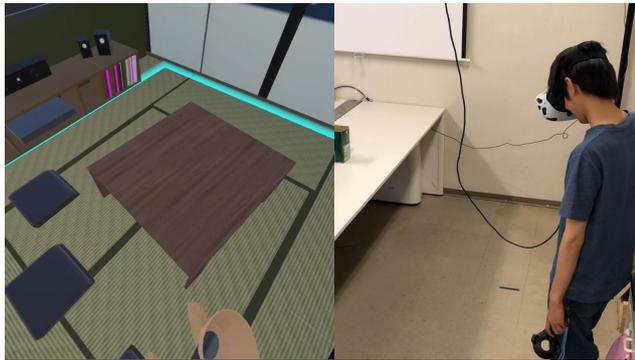


図 6: 実験時の様子

効果の検討, 人間工学第 43 巻 特別号 pp.262-263, 2018

- [3] 宮野秀一: 全周囲パノラマ動画を利用した VR エクスポージャー療法-高所恐怖症の 1 症例-, VR 医学 第 13 巻 1 号, pp.1-10, 2015.
- [4] 竹市博臣, 石井智康, 野田茂穂, 姫野龍太郎: 複合現実技術 (MR) を用いた転倒予知予防技術開発フェーズビリティスタディ, 第 23 回日本バーチャルリアリティ学会大会論文集, 21D-2, 2018.
- [5] 独立行政法人国民生活センター: 医療機関ネットワーク事業からみた家庭内事故-高齢者編-, 2013 年 3 月 28 日, http://www.kokusen.go.jp/pdf/n-20130328_3.pdf.
- [6] 鈴木みずえ, 浜砂貴美子, 満尾恵美子: 高齢者の転倒ケア 予測・予防と自立支援のすすめ方, 医学書院, 2001.

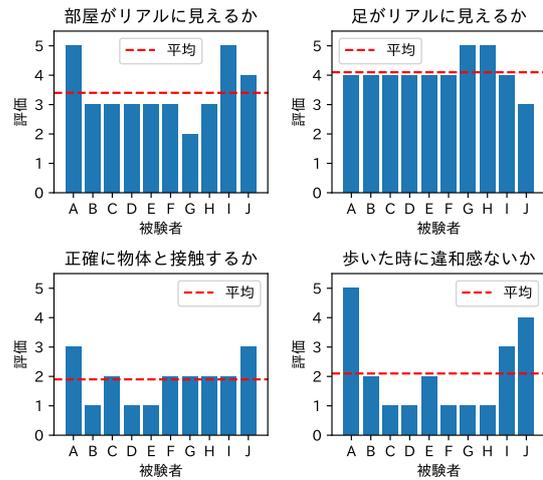


図 7: 実験結果