

## 【助成 41-40】

### 高齢者の下向き歩行を脱却させる VR システムの開発

代表研究者 東京都立大学 教授 樋口貴広

共同研究者 東京都立大学 客員研究員 佐藤和之

共同研究者 東京都立大学 博士後期課程 脇遼太郎

#### 〔研究の概要〕

高齢者が抱える歩行中の安全上の問題として、足元に視線が落ちることで、先の進路認識が難しいという点がある。本研究では、バーチャルリアリティ(VR)技術を応用し、先の進路認識を定量的に評価するシステムの開発を行うことを目的とした。本研究の成果は以下の3つであった。第1に、開発したVRシステムの課題中の歩行特性は、実環境下の歩行特性と遜色ないことを確認した。第2に、接地のためのターゲットを消去するという本システム独自の方法を用いて、若齢者がある程度遠くを見ていることを明らかにした。第3に、従来は動作解析を用いて測定してきた歩行速度や歩行中の頭部角度を、動作解析を用いずにVRシステムだけで測定できることを確認した。

#### 〔研究経過および成果〕

安全な歩行には、視覚情報を用いて先の進路認識を行うことが重要である。加齢や疾患により生じる歩行中の問題の一つとして、足元に視線が落ち、歩行中の進路認識が困難になることが指摘されている。歩行中のバランスを確保しつつ、いかにして視線を遠方に向ける促しをするかが、歩行支援の専門家の課題の一つとなっており、研究者としてはまずどの程度先を認識しているのかを定量化することがミッションとなっている。

従来、歩行中の進路認識の評価には視線計測が用いられてきた。しかしながら視線計測は視線の中心位置が正確に特定できるものの、本当にその視線位置が認識対象とは言えないという問題があった。そこで本研究では、歩行路に等間隔で配置された赤、青、黄の3色の四角形のうち、指定された1色(ターゲット)を連続で踏み続ける Multi-Target Stepping Test (MTS 課題)(Yamada et al, 2011)を、VR上で再現し

(VR-MTS 課題)、歩行中に先のターゲットを遮蔽する手法を考案した(図1)。この手法であれば、どの程度先のターゲット隠蔽を認識できているかを定量的に評価可能である。



図1. VR-MTS 課題

第1実験として、VR-MTS 課題の課題中の歩行特性が、実環境の MTS 課題と遜色ないかを検討した。VR 環境下で歩行を行う際には、実環境より歩行速度が遅くなるなど一部 VR 環境特有の歩行特性がみられる。そのため、MTS 課題の重要な特性である「指定された色により歩行を調整する」という点が、VR 環境においても同様にみられるかについて健常若齢者 15 名を対象に調査した。その結果、課題遂行時間と頭部屈曲角度において、ターゲットの色による測定指標

の変化が実環境・VR環境で同様に認められた(図2)。これらの結果より、VR環境下においても実環境のMTS課題の評価課題として重要な特性を反映していることが明らかになった。

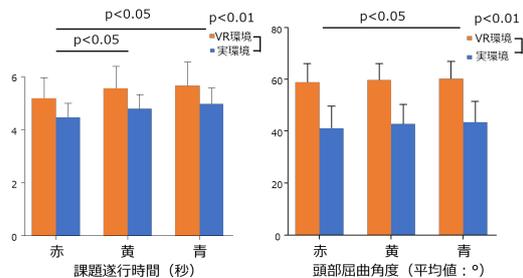


図2. 第1実験結果

第2実験として、VR-MTS課題にターゲットの隠蔽操作を行い、健常若齢者がどの程度先のターゲット隠蔽に対して認識可能であるのかを検証した。実験条件としては、課題中にあるターゲットを踏むとその1~3列先の四角形が隠蔽される実験条件(1・2・3列先隠蔽条件)と隠蔽が見られない条件(隠蔽なし条件)の全4条件を用いて健常若齢者13名の行動特性を比較した。その結果隠蔽なし・1列先・2列先隠蔽条件ではターゲットを踏み外しは見られなかったが、3列先隠蔽条件では69.2%の対象者が1度はターゲットを踏み外す結果となった(図3)。これらの結果より、健常若齢者はVR-MTS課題にておおよそ2列先まではターゲットの隠蔽を認識できることが明らかとなった。

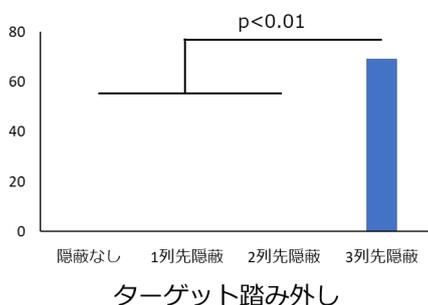


図3. 第2実験結果

第3実験として、ゲームエンジン Unity を用いて

VR-MTS課題を測定するシステムの精度検証を行った。本検討は健常若齢者1名を対象にVR-MTS課題を6試行実施した際の測定指標を動作解析とUnityを用いて測定し、2条件の測定値の誤差を平均絶対誤差(Mean Absolute Error: MAE)を用いて算出した。その結果、課題遂行時間のMAEは0.06秒、頭部屈曲角度のMAEは1.63°であり、非常に誤差が少ない結果となった(図4)。これらの結果より、今まで数千万規模の装置で測定していたものを、70万程度のコストで測定できること、また様々な場所でデータ計測が可能となった。今後は高齢者など先の進路認識が困難になる方に対し、VR-MTS課題を応用していく。

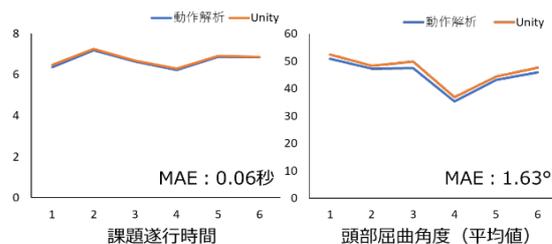


図4. 第3実験結果

[学会発表・現在投稿中の論文]

- 脇遼太郎・佐藤和之・山田実・樋口貴広 . 第44回臨床歩行分析研究会定例会, 2024年3月3日, 愛知.
- 脇遼太郎・山田実・樋口貴広 第22回日本神経理学療法学会学術大会, 2024年9月29日, 福岡.
- 脇遼太郎・山田実・樋口貴広 第29回日本基礎理学療法学会学術大会, 2024年10月13日, 東京.
- Waki R, Sato K, Inoue J, Yamada M, Higuchi T. How far along the future path do individuals recognize the path for stepping on multiple footfall targets? a new evaluation method under virtual reality, 投稿中.