



# 歩行感覚の生成における能動感と受動感に関する研究

## Creation of Walking Sensation with Active feeling

海野みのり<sup>1)</sup>, 清水広一<sup>1)</sup>, 雨宮智浩<sup>2)</sup>, 北崎充晃<sup>3)</sup>, ヤエム ヴィボル<sup>1)</sup>, 池井 寧<sup>1)</sup>,  
Minori UNNO, Koichi SHIMIZU, Tomohiro AMEMIYA, Michiteru KITAZAKI, Vibol YEM, Yasushi IKEI

1) 首都大学東京 (〒191-0065 日野市旭が丘 6-6, {unno,shimizu,yem,ihei}@vr.sd.tmu.ac.jp)

2) 東京大学大学院 (〒113-8654 東京都文京区本郷 7 丁目 3-1, amemiya@vr.u-tokyo.ac.jp)

3) 豊橋技術科学大学 (〒441-8580 愛知県豊橋市天伯町雲雀ヶ丘 1-1, mich@tut.jp)

**概要** : 本研究では, 前庭感覚ディスプレイ(可動座席)による VR 歩行時の歩行感覚, 能動感, 受動感を評価した. 体験条件として, 実写映像提示, 聴覚提示および歩行イメージの有無を設定し, それらが上記の感覚に与える効果を比較した. 実験参加者数が十分ではない段階であるが, 歩行イメージと実写映像提示は, 歩行感覚, 能動感の増加に効果があることがわかった. 聴覚提示は, 能動感の生成にのみ効果があることが推測された.

**キーワード** : 歩行感覚, 能動感, 受動感, 前庭感覚ディスプレイ, バーチャルリアリティ

## 1. はじめに

本研究では, 着座したユーザが歩行運動状態を体験 (以下, 歩行 VR) することを目的としている [1]. 実際の定常な歩行運動は, 継続的な注意を必要としない自動的な繰り返し運動である. このため, 一般的には歩行は能動的だが, 常時, 意識下で制御する運動ではない. ただし, 環境変動と運動誤差に応じた調整は随意で行われる [2] [3]. 先行研究では, 歩行 VR において能動感が高いと歩行感覚も高くなることが示唆された [4]. 現在の歩行 VR では, 受動的運動刺激による体験を対象としているため, 能動感はずしも高くない.

本稿では, 前庭感覚ディスプレイを用いた歩行 VR の生成において, 歩行感覚, 能動感, 受動感が, 映像提示, 聴覚提示, および歩行イメージに依存する効果を述べる.

## 2. 前庭感覚ディスプレイ

本研究で使用した前庭感覚ディスプレイを図 1 に示す. この座席は, リフト, ロールおよびピッチ回転運動を発生する. 歩行感覚に必要な運動提示量は, 調整法によって求められ, リフト振幅 1.26 mm, ロール角度 0.15 度, ピッチ角度 0.13 度を 1 歩分の歩行運動刺激としている.

## 3. 実写映像・聴覚提示および歩行イメージによる歩行 VR の歩行感覚, 能動感・受動感の評価

### 3.1 目的

歩行感覚, 能動感, 受動感が, 実写映像・聴覚提示およ

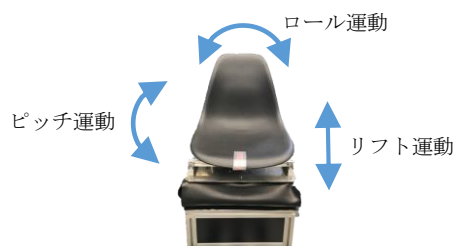


図 1 : 前庭感覚ディスプレイ

び歩行イメージに依存する効果を調査する.

### 3.2 実験参加者

実験参加者は, 学生 9 名 (平均年齢 22.4 歳) である.

### 3.3 実験方法および評価方法

提示刺激は, 常時提示される前庭感覚ディスプレイによる各 30 歩分の運動刺激であり, これに, 実写映像 (あり, なし), 聴覚提示 3 水準 (一定足音, ランダム足音, ホワイトノイズ), 歩行イメージ (あり, なし) の合計 12 条件の刺激を加えたものである. 実写映像提示がなしの場合は, HMD を装着したまま閉眼するよう指示した. 全条件において, 自分の足元の方角を見る姿勢を指示した. 歩行イメージなしの場合は, 妨害課題として, 3 桁の整数から 3 ずつ減算する暗算を, 正確にできるだけ多く行うよう指示した.

実験参加者は, 最初に周期 1400 ms で実際の直線歩行を 30 歩分行う. これを標準刺激とする. その後, 前庭感覚ディスプレイに着座し, HMD, イヤフォンを装着し, 各刺激

を受けた直後に質問紙にて、歩行感覚、能動感、受動感を回答した。12条件の刺激は、ランダム順で提示した。

評価には、Visual Analogue Scale (VAS) を用いた。VASの両端指定は、歩行感覚では「歩行している感覚はない、実際歩行時と同等の感覚」、能動感では「全くない、自分の意思で身体を動かしている」、受動感では「全くない、自分の意思に関係なく身体が動かされている」である。

### 3.4 実験結果

歩行感覚の評定結果を図2、能動感・受動感を図3に示す。

歩行感覚、能動感、受動感について、多元配置分散分析を行った。その結果、歩行感覚は、歩行イメージに主効果があり( $p=0.0104$ )、映像提示は有意傾向( $p=0.079$ )である。能動感は、歩行イメージに主効果があった( $p=0.0124$ )。受動感は、歩行イメージに有意傾向( $p=0.075$ )となった。

## 4. 考察

実験参加者がまだ少ないため、有意差は歩行感覚と能動感だけに認められたが、以下の傾向が見られた。

歩行感覚は、歩行イメージと実写映像提示の有無では、どちらも、ありの場合に歩行感覚が高くなった。聴覚提示の3条件では、歩行イメージと実写映像提示がともにある場合とない場合は、一定足音、ホワイトノイズ、ランダム足音の順で歩行感覚が高くなったが、どちらかがあり、もう一方がない場合においては大きな差は見られなかった。

能動感と受動感において、歩行イメージと実写映像提示の有無では、ありの場合、能動感が増加し、なしの場合、受動感が増加した。聴覚提示の3条件において、一定足音が最も能動感が高く、受動感が低くなった。ランダム足音とホワイトノイズでは、ランダム足音の方が、能動感が低く受動感が大きくなった。これらのことから、歩行イメージ、実写映像提示、聴覚提示が、能動感・受動感の生成において効果を有すると考えられる。また、歩行イメージあり、実写映像提示なしと歩行イメージなし、実写映像提示ありとでは、前者の方が能動感が高く、受動感が低くなったことから、歩行イメージが実写映像提示より、能動感の向上と受動感の低下に効果があると考えられる。

## 5. 結論

本実験の結果から、歩行イメージと実写映像提示が、歩行感覚、能動感の増加に効果があることがわかった。聴覚提示は、能動感の生成にのみ効果があることが推測される。

本実験は、まだ十分な実験参加者数を得ていないため、明確な有意差が現れていないと考えられる。今後は、さらに実験参加者を増やす予定である。

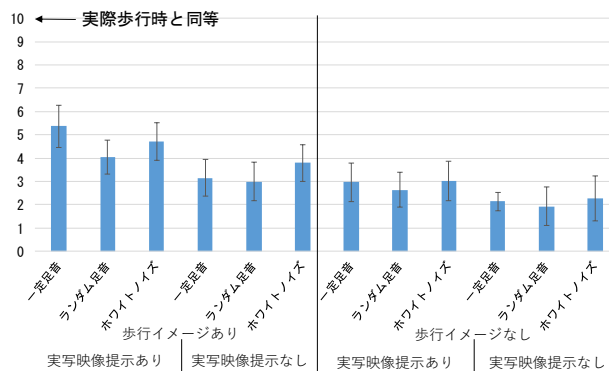


図2：歩行感覚の評定結果 (N=9)

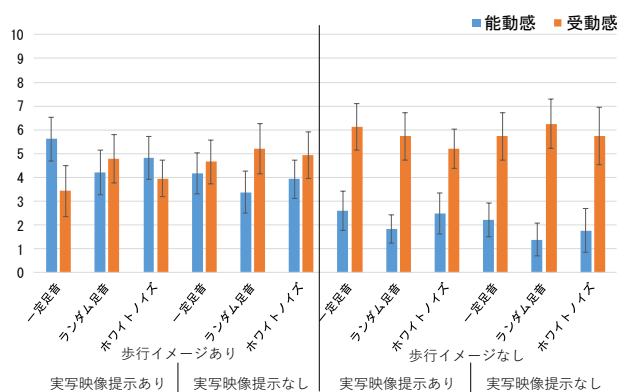


図3：能動感・受動感の評定結果 (N=9)

**謝辞** 本研究は、JSPS 科研費 (JP26240029, JP18H04118)、総務省 SCOPE (191603003)、SCAT, JKA などの支援により実施された。ここに謝意を表する。

### 参考文献

- [1] Ikei, Y., Abe, K., Hirota, K., Amemiya, T., A multisensory VR system exploring the Ultra-Reality. Proc. Virtual System and Multi Media 2012, pp.71-78 (2012)
- [2] Grillner S.: Control of locomotion in bipeds, tetrapods, and fish, In: Handbook of physiology, The nervous system II, ed. by V. Brooks, 1179/1236 Waverly Press, Baltimore, MD (1981)
- [3] Mcfadyen B., Belanger M.: Three-dimensional analysis of human locomotion, John Wiley and Sons (1997)
- [4] 今尾祥吾, 池井 寧, 広田光一, 北崎充晃: 座席駆動タイミング指定時の歩行感覚に関する研究, 日本 VR 学会 2016 年度第 2 回 VR と超臨場感研究会論文集, pp. 27-28 (2016)