



# バーチャル空間での自己身長が 開口の通り抜け行動に及ぼす効果

谷本日向<sup>1)</sup>, 杉本麻樹<sup>2)</sup>, 稲見昌彦<sup>3)</sup>, 北崎充晃<sup>1)</sup>

1) 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, tanimoto@real.cs.tut.ac.jp, mich@cs.tut.ac.jp)

2) 慶應義塾大学 (〒223-8522 神奈川県横浜市港北区日吉 3-14-1, sugimoto@ics.keio.ac.jp)

3) 東京大学 (〒153-0041 東京都目黒区駒場 4 丁目 6-1, inami@inami.info)

**概要:** 開口を通り抜ける時には, 身長・肩幅と開口幅との相対的關係に合わせて適切に肩を回すことが報告されている。つまり, 自己身体の情報を知覚運動行動に適切に反映される。そこで, バーチャル空間内で身体の高さが開口の通り抜け運動に及ぼす効果を調べた結果, 身長が高いときにより大きく肩を回すことが分かった。したがって, バーチャル空間内での身体サイズの変化は開口通り抜け行動に適切に反映されることが示唆された。

**キーワード:** 拡張人間

## 1. 序論

環境にあり, 行為者に特定の知覚や行為を与える情報は“アフォーダンス(affordance)”と呼ばれる[1,2,3,4,5]. アフォーダンスは個体や種に固有のものであり, 行為者と環境との関係で測定される。Warren らは, 開口を通り抜ける際の肩の回転角度を記録することで, 人は自分の肩幅の 1.3 倍の広さの開口に対して肩を回転させ始めること報告した[6,7]. さらに, 遠くから開口を見たとき, 通過可能かどうかという判断は, 静止した状態で片目から得られる情報で正しく行うことができたこと, 通過可能かどうかの判断は視点の高さという情報に基づくということが報告されている[7].

一方で, 異なる大きさの身体に対して身体所有感の錯覚を与えることで, 体が不可視の状態であっても物体のサイズ知覚を変えることができることが知られている[8]. このサイズ知覚の変化は, 仮想の身体に対して身体所有感の錯覚が起きているときに強く現れる。身体所有感(sense of ownership)とは, 「この手や足は自分の身体の一部である」という感覚のことである。この感覚は, 実際には自分の身体ではないものに対しても生じることが示唆されている。例えば, 自分と同期した動作を行うバーチャルな身体を観察し続けることでその身体を自分の身体のように感じる[9], ゴム手袋を触る様子を見せながら, 実際の手に対してゴム手袋と同じ位置に触覚刺激を与えることで, ゴム手袋を自分の手のように感じるといったことが起きる[10].

本研究ではバーチャル空間において被験者の身長と身

体所有感を操作することで, 開口を通り抜ける行動が変わるかを調べ, バーチャル空間においても自己身体の情報を利用されるかを調べることを目的とした。

## 2. 方法

### 2.1 被験者

実験の目的を知らない 40 名の大学生, 大学院生 (全員が男性, 平均年齢 21.9 歳, SD= 1.51) が実験に参加した。被験者は全員裸眼視力, または矯正視力が正常であった。本研究では, 豊橋技術科学大学における人を対象とする研究倫理審査委員会の承認を得て実施された。被験者は, インフォームドコンセントを理解し, 署名したうえで実験に参加した。

### 2.2 装置

モーションキャプチャシステム(Vicon Bonita)とヘッドマウントディスプレイ(Oculus Rift DK2 画面解像度 1920x1080, 水平視野角 90deg, 垂直視野角 110deg, Refresh rate 60Hz)とそれらを制御する PC(DELL XPS 8900(OS Windows 10, メモリ 16.0GB, CPU Intel(R) Core (TM) i7-4790 CPU @3.60GHz, グラフィックボード AMD Radeon Graphics Processor)を用い Unity によって仮想現実空間を構築し被験者に提示した。

### 2.3 刺激

実験は仮想現実空間内に作られた 15[m]四方, 天井までの高さ 10[m]の広さの部屋で行われた。

被験者の動作は仮想現実空間内の人型 3D モデルと同期させられた。人型 3D モデルには, アジア系の成人男性

Hyuga TANIMOTO, Maki SUGIMOTO, Masahiko INAMI, and Michiteru KITAZAKI

の見た目をしたものが使用された。3Dモデルの体型はそれぞれの被験者の体型に合わせて変形させられた。具体的には、3Dモデルの胴体(首の付け根から足の付け根まで)の長さ、肩幅、上腕と前腕の長さ、大腿部と下腿部の長さを変えられた。3Dモデルの身長は仮想現実空間内において、190[cm]あるいは150[cm]であった。どちらの時も体型は同じだった。どちらの大きさのモデルから得られる視覚情報も、眼間距離が65[mm]である場合のものだった。

仮想現実空間内において、被験者には扉のように縦に長い矩形型の開口の空いた壁が提示された。壁は幅5[m]、高さ5.2[m]、厚さ0.1[m]であった。開口部は幅35~80[cm]、高さ2.2[m]で、下端が床につくように壁の中心部に取り付けられた。開口の幅は35[cm]から80[cm]まで5[cm]刻みに10通り用意された。

## 2.4 手続き

実験は2日に分けて行われた。半数の被験者は初日に身体所有感の学習を行い、2日目に身体所有感の学習を行わずに開口の通り抜けを行った。残りの被験者は逆の順番で実験を行った。

全ての被験者に対して最初に開口の通過を行う際の教示と練習が実施された。ここで、被験者には最初に開口の設置位置と反対方向を向いて立ち、合図の後でその場で振り返り、その後開口に向かって真っ直ぐに歩き始めること、歩行は普段通りの速度で行うこと、開口にぶつからないように自然に体を傾けて通り抜けを行うことが指示された[図1]。練習で10回の通り抜け運動を行った後、本番に移行した。

本番では、ランダムな順番で提示される異なる横幅を持った開口に対する通り抜け運動を20回(各幅に対して2回ずつ)行いアンケートを取る、という一連の流れが4回繰り返された。

4回の繰り返しの間、半数の被験者には190[cm]、150[cm]、150[cm]、190[cm]の順番で仮想身体の身長が与えられた。残りの被験者にはカウンターバランスをとる順番で身長が与えられた。

身体所有感の学習を行う被験者は4回の繰り返しのそれぞれの前に身体所有感の学習を行った。身体所有感の学習は、仮想現実空間内に設置された、被験者の全身を映す鏡の前で両手両足の近くに現れるボールを触る、という運動を5分間続けることで行われた。

## 3. 結果

### 3.1 肩の回転量の変化

身長の変化と身体所有感の学習の有無という2つの要因が開口を通過する際の肩の回転量にどのような影響を与えるのかを調べた。

被験者が開口の真下において肩を回転させる量は、開口の幅ごとに有意に異なり、開口が狭くなるほど大きくなった(35[cm]>40[cm]>…>75[cm]>80[cm])、それぞれ $p<.05$ 。身長が190[cm]の時は、150[cm]の時に比べて有意に肩の回転量が大きかった( $F(1,39)=130.3238$ ,  $p<.00001$ ,

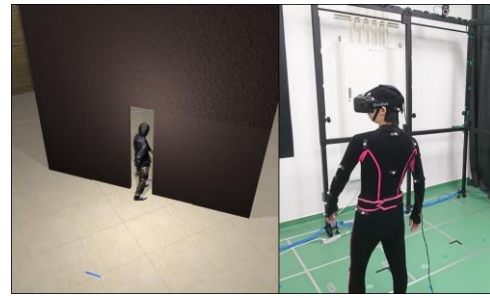


図1 実験の様子

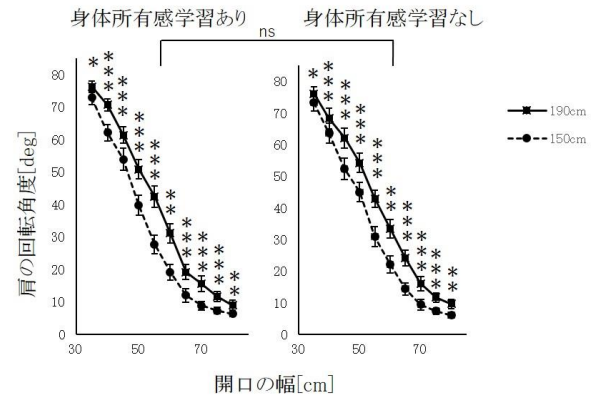


図2 肩の回転量と身長、身体所有感の学習の有無との関係

$\eta^2=0.7697$ ). 開口幅ごとの単純主効果を調べたところ、すべての開口幅において、2身長間の肩の回転量に有意な差があった(35[cm]:  $F(1,39)=7.0614$ ,  $p<.05$ ,  $\eta^2=.1533$ , 40[cm]:  $F(1,39)=30.1483$ ,  $p<.00001$ ,  $\eta^2=.4360$ , 45[cm]:  $F(1,39)=34.9019$ ,  $p<.00001$ ,  $\eta^2=.4723$ , 50[cm]:  $F(1,39)=56.0884$ ,  $p<.00001$ ,  $\eta^2=.5899$ , 55[cm]:  $F(1,39)=51.0547$ ,  $p<.00001$ ,  $\eta^2=.5669$ , 60[cm]:  $F(1,39)=8.5771$ ,  $p<.001$ ,  $\eta^2=.1803$ , 65[cm]:  $F(1,39)=43.3324$ ,  $p<.00001$ ,  $\eta^2=.5263$ , 70[cm]:  $F(1,39)=23.5078$ ,  $p<.00001$ ,  $\eta^2=.3761$ , 75[cm]:  $F(1,39)=22.4108$ ,  $p<.00001$ ,  $\eta^2=.3649$ , 80[cm]:  $F(1,39)=10.9236$ ,  $p<.001$ ,  $\eta^2=.2188$ , 図2).

身体所有感の学習の有無によって肩の回転量に有意な差が出ることはなかった( $F(1,39)=0.2139$ ,  $p=.6463$ ,  $\eta^2=.0055$ , 図2).

## 4. 考察

バーチャル空間での身長を変えることで、開口を通り抜ける時の肩を回す行動に有意な変化が見られた。身長を高くすると、大きな身体が開口の門にぶつからないようにより大きく回転させることが示された。これらは実空間で行われた先行研究[7]の結果と一致する。ただし、事前に行った身体所有感の学習のありなしの効果はなく、新しい身体所有感の学習・獲得がなくとも、通り抜け課題での身体サイズ情報の利用がみられた。したがって、バーチャル空間における視点の高さや歩いている時の視野の変化が、開口幅と自己身体のサイズの関係の知覚や利用に貢献することが示唆された。

謝辞 本研究は、JST ERATO JPMJER1701 (稲見自在化身

体プロジェクト)の補助を受けて実施された。

#### 参考文献

- [1] Gibson, J. J. 1966 The senses considered as perceptual systems. Boston. Houghton Mifflin.
- [2] Gibson, J. J. 1977 The theory of affordances. In R. E. Shaw & J. Bransford (Eds.), *Perceiving, acting, and knowing: Toward an ecological psychology*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates. Pp. 67-82.
- [3] Gibson, J. J. 1979 *The ecological approach to visual perception*. Boston: Houghton Mifflin.
- [4] Gibson, J. J. 1986 *The ecological approach to visual perception*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- [5] Turvey, M. T., Shaw, R. E., Reed, E. S., & Mace, W. M. 1981 Ecological laws of perceiving and acting: In reply to Fodor and Pylyshyn 1981. *Cognition*, 9, 237-304.
- [6] Warren, W. H. 1984 Perceiving affordances: Visual guidance of stair Climbing. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10, 683-703.
- [7] Warren, W. H., & Whang, S. 1987 Visual guidance of walking through apertures: Body-scaled information for affordances. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 13, 371-383.
- [8] Björn van der Hoort & H. Henrik Ehrsson, 2014 Body ownership affects visual perception of object size by rescaling the visual representation of external space, *Attention, Perception, & Psychophysics*, 76 1414–1428
- [9] Gonzalez-Franco, M., Perez-Marcos, D., Spanlang, B., & Slater, M. 2010 The contribution of real-time mirror reflections of motor actions on virtual body ownership in an immersive virtual environment, 23 *Proceeding of IEEE Virtual Reality 2010*, 111–114
- [10] Botvinick M., Cohen J., 1998 Rubber hands ‘feel’ touch that eyes see, *Nature*, 391, 756.