

## 高齢者の衝突回避能力の評価における Personal space の有用性

志水宏太郎 (PT)<sup>1)</sup>, 古名丈人 (PT)<sup>2)</sup>, 木原由里子 (PT)<sup>1)</sup>,  
伊藤一成 (PT)<sup>3)</sup>, 田井啓太 (PT)<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> 札幌医科大学大学院 保健医療学研究科

<sup>2)</sup> 札幌医科大学 保健医療学部

<sup>3)</sup> 旭川リハビリテーション病院 リハビリテーション科

<sup>4)</sup> 医療法人豊生会元町ひまわりクリニック通所リハビリテーション

キーワード：高齢者, Personal space, 衝突回避

### 諸 言

歩行中の回避行動では運動機能や視覚などに代表される感覚機能, 注意機能などの認知機能が求められる。特に視覚から得られる障害物の位置や性質などの情報は, 障害物回避の運動プログラムを構築する上で必要不可欠である<sup>1)</sup>。

近年の歩行中における回避行動研究では, これまでに用いられてきた歩行軌跡や空間マージンといった運動学的特徴の他に, “Personal space (以下, PS)” という概念が用いられ始めた<sup>2)</sup>。PS とは, 人が他者に対して取るべき空間的スペースのことを指し, 主に心理学領域で用いられてきた指標である<sup>3)</sup>。この指標は他者の接近を視覚的に捉えることで生まれる距離であることから, 自身が他者を回避する時にも大きく関係することが推察される。しかしながら実際の回避行動でとられる空間マージンと他者の接近に対して受動的に感じる PS との関係性については未だ明らかにされていない。

自身が他者に対して感じる PS が実際の回避行動の運動プログラムを反映している仮説が成り立つのであれば, PS は回避行動のパフォーマンスを予測する指標となりえると考えられる。特に心理学領域で用いられる PS は, 能動的な運動課題が必要とされないため, 比較的安全に測定することができる運動パフォーマンス指標としての役割が期待でき, 高齢者などの身体機能低下を呈する対象にも有効であると考えられる。

そこで本研究では, 若年者と高齢者を対象に, 受動的に感じる PS と実際の回避行動で形成される PS を比較し, 心理学的な測定方法で求められる PS (以下, 心理学的 PS) と実際の回避行動で形成される PS の関係性について検討する。さらに本研究では, 加齢が PS や回避行動時の運動パフォーマンスに与える影響についても明らかにすることを目的とした。

### 方 法

#### 1. 対象者

本研究では, 健常若年者 10 名 (年齢:  $21.6 \pm 1.6$  歳,

身長:  $170.0 \pm 9.9$  cm, 体重  $60.1 \pm 11.0$  kg, 肩幅:  $40.9 \pm 2.2$  cm), 65 歳以上の地域在住高齢者 10 名 (年齢:  $75.7 \pm 5.0$  歳, 身長:  $155.8 \pm 9.2$  cm, 体重:  $57.2 \pm 12.3$  kg, 肩幅:  $41.0 \pm 3.0$  cm) を対象にした。除外基準は, 歩行に重篤な影響を及ぼす整形外科的疾患, 神経学的疾患を有する者とした。本研究は札幌医科大学倫理審査委員会の承諾を得て実施した (承認番号: 28-2-26)。

#### 2. 測定機器および実験環境

心理学的 PS および回避行動時に形成される PS, 回避行動時の運動パフォーマンスの測定には, 三次元動作解析装置 VICON (VICON 社) を用いた。測定に用いた赤外線カメラは 10 台とし, 対象者の両肩峰, 胸骨部, 障害物役の胸骨部には赤外線反射マーカーを貼付した。なおサンプリング周波数は 100 Hz とした。

#### 3. 心理学的 PS の測定

本研究では, 直接法を用いて, 心理学的 PS を測定した<sup>3)</sup>。直接法では, 歩行者が接近し, 対象者が不快と思った距離を求める。歩行者の接近方法は以下の 7 方向とした:  $0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ$ 。試行回数は 3 試行とし, それぞれの 3 試行分の平均値を求め, 各方向から得られた最短距離で構成される三角形の面積の合計値を求めた。

#### 4. 回避行動時の PS 測定

本研究では, 静止する人に対する回避行動を計測した。歩行路は全体で 10 m とし, 開始地点から 6 m 正面前に静止する人を障害物役として配置した。障害物役は全対象者間で統一した。対象者に対しては「普段通りの速さで正面の人を避けてゴール地点まで歩いて下さい」と教示を行った。なお回避する方向は左右の二方向とし, それぞれ 3 試行ずつ実施した。PS を算出するため, 対象者と障害物役の位置関係が,  $0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ$  の位置関係における最短距離を算出し, それぞれの最短距離から構成される三角形の面積の合計値を PS として定義した。

#### 5. 回避行動の運動パフォーマンスの測定

本研究では, 障害物役を通過する際の体幹の回旋角度と空間マージンを算出した。体幹の回旋角度は, 両肩峰に貼付された赤外線反射マーカーの前後および左右の座標から算出する。また通過時の空間マージンに関しては, 対象者の胸骨に貼付されたマーカーと障害物役の胸骨マーカーの左右方向の座標の差を求めた。

#### 6. 統計学的解析

PS については, 2 要因 (PS の測定方法 × 対象者集団) の反復測定分散分析を実施した。また回避行動の運動パフォーマンスの比較には, 2 要因 (回避方向 × 対象

者集団) の反復測定分散分析を実施した。なお有意水準は 5% とした。またすべての統計学的解析には SPSS Statistics 21 (IBM 社) を用いた。

**結 果**

1. 心理学的 PS と回避行動時の PS の比較

心理学的 PS と回避行動時の PS の結果は図 1, 図 2 に示した。

2 要因の反復測定分析の結果, PS の測定方法におい

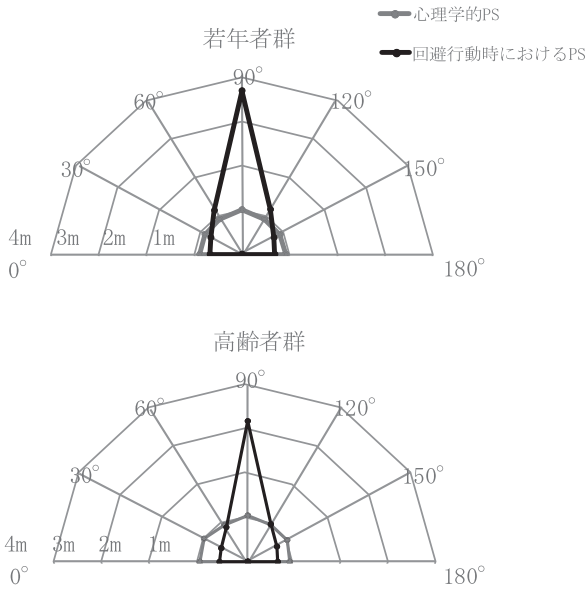


図 1 各角度における心理学的 PS および回避行動時における PS の概要

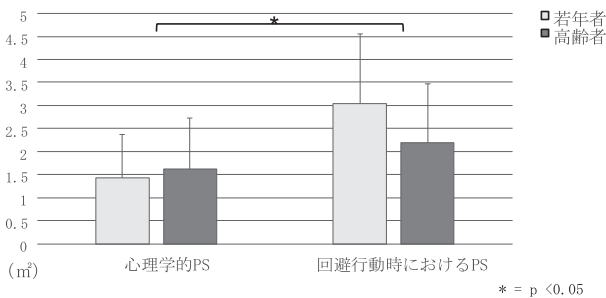


図 2 各年齢群における受動的 PS および回避行動時における PS

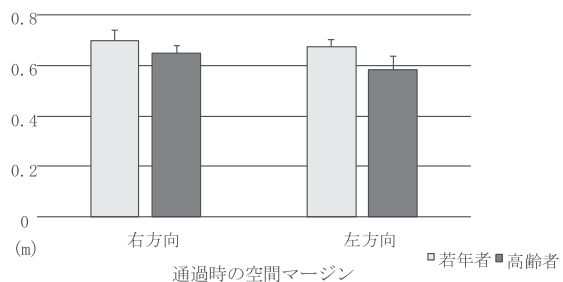
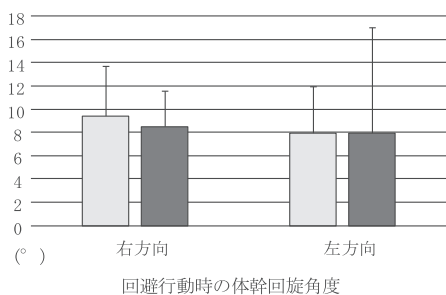


図 3 回避行動時の体幹回旋角度および通過時の空間マージン

て有意な主効果が認められ ( $F = 11.86, p = 0.0030$ ), 心理学的 PS よりも回避行動時に形成される PS の面積が大きいことが示された。一方で, 年齢群の主効果 ( $F = 0.52, p = 0.48$ ) および, PS の測定方法と年齢群との交互作用 ( $F = 2.65, p = 0.12$ ) は認められず, 加齢に伴う PS の面積の差はないことが示された。

2. 回避行動時の体幹回旋角度および通過時の空間マージン

体幹回旋角度および空間マージンの結果は図 3 に示した。

2 要因の反復測定分散分析の結果, 体幹回旋角度における年齢群 ( $F = 0.023, p = 0.88$ ) および回避方向 ( $F = 0.28, p = 0.60$ ) の有意な主効果および交互作用 ( $F = 0.060, p = 0.81$ ) は認められなかった。

通過時の空間マージンでは年齢群 ( $F = 0.80, p = 0.38$ ) および回避方向 ( $F = 3.13, p = 0.094$ ) の有意な主効果および交互作用 ( $F = 0.66, p = 0.43$ ) は認められなかった。

**考 察**

本研究で測定された各 PS の特徴としては, 心理学的 PS が円形であり, 回避行動時に形成される PS は楕円状であり, 先行研究と同様の形状の PS の結果が得られた<sup>2)3)</sup>。また本研究では, 2 つの異なる方法で測定された PS の面積は年齢差を問わず差があることが認められた。また PS の形状の特徴として, 前方に形成される PS に大きな差があり, 前方に対する PS は必ずしも回避行動を反映しない可能性が示唆された。

これらの差を生じさせた要因には, 回避する環境の特徴が挙げられる。本研究では一名の静止した人を配置した。その結果, 歩行者は衝突を避けるため早い段階で歩行路を変更する戦略が選択されたと推察される。先行研究においても単一の停止する物体の回避行動は 4.5 m 手前からと早い段階から開始することが示され, 本研究においても同様の結果が得られた<sup>4)</sup>。

一方で側方に形成される心理学的 PS に関しては, 実際の回避行動よりも大きくなる傾向は示されたが, PS の形状については, 両者とも類似しており, 心理学的

PS は回避行動時の側方空間マージンの傾向性が示された。そのため、歩行の際には、歩行者が他者に対して不快と感ぜない範囲で回避行動をとる可能性が明らかになった。

年齢差による影響については、本研究ではいずれの PS の条件、および通過時の回避行動戦略において差が認められなかった。その要因として挙げられるのは、本研究でリクルートした高齢者群の特徴である。高齢者の視空間認知機能は跨ぎ動作など回避行動の戦略に影響することはすでに明らかにされている<sup>5)</sup>。したがって加齢に伴う身体機能低下により、選択される回避行動のルートや戦略は異なるといえるが、本研究の対象者は運動機能や認知機能が比較的保たれ、かつ視覚にも異常がない高齢者を対象にしたため、PS の形状や回避行動戦略にも差が生じなかった可能性が考えられる。

したがって本研究からは、側方に形成される心理学的 PS については、実際の回避行動の傾向をある程度反映することが明らかになり、身体機能が保たれた健常高齢

者であれば若年者と同様に PS が形成されることが示された。

## 文 献

- 1) Patla AE, Vickers JN: Where and when do we look as we approach and step over an obstacle in the travel path? *Neuroreport*. 1997; 8: 3661-3665.
- 2) Gérin-Lajoie M, Richards CL: The circumvention of obstacles during walking in different environmental contexts: a comparison between older and younger adults. *Gait Posture*. 2006; 24: 364-369.
- 3) Zakay D, Hayduk LA, *et al.*: Personal space and distance misperception: Implications of a novel observaion. *Bulletin of the Psychonomic Society*. 1991; 30: 33-35.
- 4) Fajen BR, Warren WH: Behavioral dynamics of steering, obstacle avoidance, and route selection. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*. 2003; 29: 343-362.
- 5) Chapman GJ, Hollands MA: Age-related differences in visual sampling requirements during adaptive locomotion. *Exp Brain Res*. 2010; 201: 467-478.