

# 視覚による情報取得と歩行運動に関する基礎的研究

## A Study on Relationship between Visual Information Acquisition and Pedestrian Behavior

○古川 尚亮\*1, 高柳 英明\*2, 山田 昇吾\*3, 木原 己人\*4  
Takaaki Furukawa \*1, Hideaki Takayanagi\*2, Shogo Yamada\*3 and Tatsuto Kihara \*4

\*1 東京都市大学大学院 環境情報学研究科 博士前期課程  
Graduate School of Environmental and Information Studies

\*2 東京都市大学 都市生活学部 准教授 博士 (工学)  
Tokyo City Univ. Dept. of Urban Life Studies A. Prof. (Dr., Eng.)

\*3 東京都市大学大学院 環境情報学研究科 博士後期課程 修士 (環境科学)  
Graduate School of Environmental and Information Studies, M. Env.

\*4 総合意匠企画きはら 修士 (環境科学)  
General Design Planning KIHARA, M. Env.

**Summary:** Pedestrian flow is important due to overcrowding and increasing population in urban areas. The purpose of this research is to clarify the influence of visual information processing by the pedestrian's near field of vision. Several studies have reported effect of surrounding pedestrians and distances on walking path. We estimate influence of visual information processing from pedestrian's eyesight on walking behavior. In our experiment, subjects were instructed to walk a straight path 10 meters in length and gaze at an object. Objects are set at a constant "gazing angle" with respect to subject's initial front position. Results by video camera showed for 30 and 90 degree gazing angles, although the pedestrians diverged from a straight path, they ended up 0 degrees from starting point; while those in control condition of no object walked a straight path not diverging also ending up 0 degrees from starting point. However, the 60 degree gazing angle condition resulted in a divergence left or right from the straight direction. Statistical analysis revealed the data to be significant. This suggests the optimum gazing angle for pedestrians to obtain information from objects by their near field of vision while walking normally is within 60 degrees.

キーワード: 歩行者; 通路空間; 情報受容; 群衆流動; 群衆シミュレーション

Keywords: Pedestrian; Walking Path; Visual Information Acquisition; Pedestrian Flow; Pedestrian Flow Simulation.

## 1. 序章

### 1.1 研究背景・目的

世界的に急速な都市化が進行する中、特にアジアやアフリカの新興国における都市人口の増加は著しい。日本でも、人口減少や少子高齢化などの社会構造の変化に伴い、都市圏への人口集中は顕著である。混雑した通路空間では、歩行者間の衝突やトラブルが問題視され、その原因の一つとして、通路内に設置された映像表示機器を用いた視覚的情報の提供によって、歩行者の注意力が散漫になることがあげられる(Figure 1)。

本研究は、混雑した歩行通路の安全・快適性を向上させるべく、歩行者の視覚による情報取得と歩行運動の関係の一端を明らかにすることを目的とした。そこで、歩行者の進行方向と注視方向のなす角度に着目し、一定の角度を保ちながら歩行したときの歩行運動の変化に関する実験を行った。また、歩行者が視覚による情報取得をしつつ通常歩行が可能な視野領域を定義し、その視野角

度の推定を試みた。



Figure 1. Visual Information in Walking Path

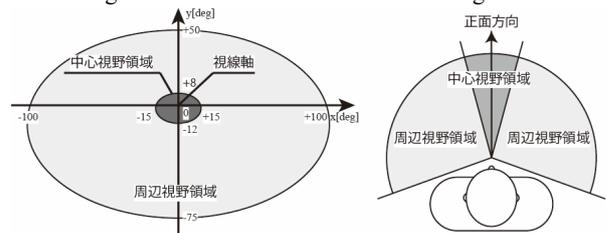


Figure 2. Distribution of Visual Field

## 1.2 研究意義

歩行実験に基づき、歩行者の視覚による情報取得と歩行運動に関する知見を得ることで、建築計画学の分野での貢献が期待されることに意義がある。また、歩行者に対する視覚的な情報の表示手法の検討や高精度な群衆シミュレーションの構築に寄与することが期待される。

## 1.3 既往研究

建築計画学の分野において、群衆シミュレーションを目的とした歩行者行動モデルの研究が盛んに行われてきた。これは、シミュレーションにおける歩行者の行動を決定するモデルである。歩行者同士の影響による歩行挙動の変化に着目した Social Force Model や物理方程式を用いたポテンシャルモデルが主要なモデルとして挙げられる。歩行者の行動意図や知覚的要因を考慮したモデルなど人間の歩行特性を明らかにするために多くの研究がなされてきたが、シミュレーションの再現性を向上させるためには、歩行者のより詳細な行動要因に関する研究が必要である。歩行者挙動と群衆性状に関する筆者らの既報<sup>文1)</sup>文2)では、群衆内の歩行者挙動に着目し、隣接する歩行者の小集団化による効率的な交差交通流を明らかにした。また、筆者らの既報<sup>文3)</sup>文4)では、歩行者間の相互作用による歩行挙動の変化に基づいた空間評価手法や歩行者間の相互作用に影響を及ぼす歩行領域に関する研究を行っている。各年代における調査によって明らかにされた歩行者挙動の現象とその要因モデルの対応を整理し表に示す(Table 1)。

歩行行動に影響を及ぼす要因の解明や群衆性状の解明に関して研究が行われてきたが、通路内の注視対象物による歩行特性の解明に関して研究の余地がある。よって本研究は、視覚的情報の提供による歩行者の注意力の限定や小集団化した歩行者の交差交通流の効率化といった群衆内における歩行者挙動の現象を来す要因モデルを解明するための基礎的研究と位置付ける。

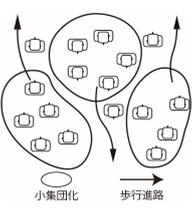
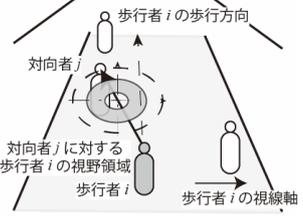
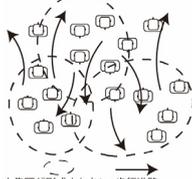
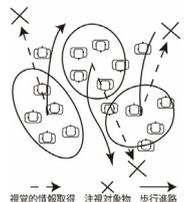
## 2. 近傍視野領域

### 2.1 近傍視野領域の定義

人間の視野領域は、具体的な情報取得(文字や色)が可能な中心視野領域と抽象的な情報取得(物体の有無)が可能な周辺視野領域の2つに分類される<sup>文5)</sup>(Figure 2)。

本研究で近傍視野領域は、歩行状態における視野領域と定義する。近傍視野領域内では、安全な歩行に必要な情報(進行方向や周囲の情報)とその他の情報(掲示物等の情報取得)の取得が可能な視野領域とする(Figure 3)。つまり、近傍視野領域内に注視対象物があるとき、歩行者は注視によって対象物から情報を取得しつつ、通常時と同程度の歩行が可能である。尚、視野の奥行は視力の個人差を考慮し、本研究では扱わないものとする。

Table 1. Positioning of this Research

年代	歩行者挙動の現象	挙動を来す要因モデル
1996~2003年	<ul style="list-style-type: none"> <li>不特定多数による小集団化現象</li> <li>無意識的な効率の良い交差行動</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>近傍視野にて、他者との動的な相対位置を適正に保ち歩行</li> <li>歩行中の注視点Oがぶれないため、近傍視野での動的感受特性が高い</li> </ul> 
2013年~2016年 (電子看板広告普及下)	<ul style="list-style-type: none"> <li>小集団が形成されず、歩行者群流の分散や分離が起こる</li> <li>交差の乱れや衝突が発生する</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>注視点のブレを来す対象物により、近傍視野での動的感受特性が低下する。対象物への注視が思考を伴う視覚刺激である時、更に低下する</li> </ul> 
本研究を通じた解決策	<ul style="list-style-type: none"> <li>注視点の設置による歩行者の注意力が限定される</li> <li>小集団化による交差交通の効率化</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>調査で明らかにする</li> </ul> 

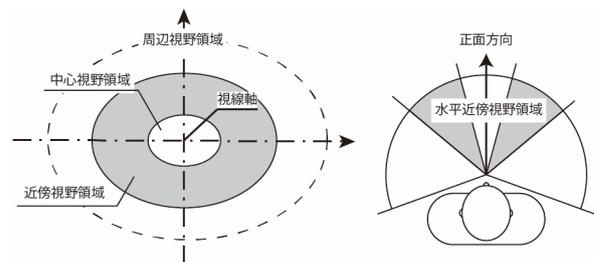


Figure 3. Distribution of Near Visual Field

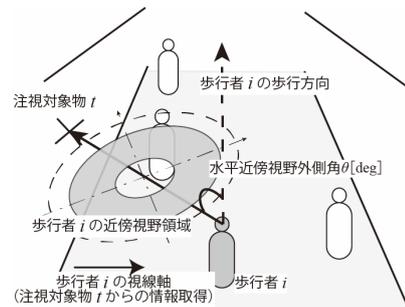


Figure 4. Visual Information Acquisition while Walking

## 2.2 水平近傍視野角の定義

近傍視野領域の水平方向の角度に着目し、歩行者の挙動と視覚による情報取得の関係を基に、水平近傍視野角を定義する (Figure 4)。

### ○ 水平近傍視野内側角

歩行に必要な情報取得のために、歩行者  $i$  の視線軸が進行方向にある状態から、注視対象物  $t$  へ変更される。この時の歩行者の進行方向と注視対象物  $t$  のなす角を水平近傍視野領域の内側角と定義する。

### ○ 近傍視野領域内

注視対象物  $t$  が近傍視野領域内にある時、歩行者は安全な歩行のための情報取得と注視によるその他の情報取得が可能になる。この時、歩行者  $i$  は注視対象物  $t$  から高精度な情報を取得しつつ、通常歩行が可能である。

### ○ 水平近傍視野外側角

歩行者  $i$  の進行方向と注視対象物  $t$  のなす角が大きくなり、歩行者  $i$  は、歩行に必要な情報取得と注視によるその他の情報取得のバランスを保つことが困難になり、歩行者  $i$  は、通常歩行ができなくなることが予想される。この時の歩行者の進行方向と注視対象物  $t$  へのなす角を近傍視野外側角と定義する。

## 3. 実験概要

### 3.1 実験方法

本実験では、歩行者の視覚による高精度な情報収集を再現するために、被験者の歩行中の注視に関して条件を与えた実験を行った。また、条件を与えない歩行を通常歩行とみなした。実験の概要を表に示す (Table 2)。

大学の教室内に水平歩行空間  $5[m] \times 10[m]$  を設け、計測対象区域を  $2[m] \times 10[m]$  とした。それぞれの注視条件の下で、被験者  $P$  に計測対象区域内を直進歩行させる。注視条件は、被験者  $P$  の進行方向と注視点  $T$  の方向のなす角  $\theta$  (以下、注視角度) において、一定の角度にある注視点を注視しながら歩行することとした。注視角度は、 $\theta=30, 60, 90[\text{deg}]$  の 3 パターンである。注視点  $T$  は、実験参加者  $Q$  の頭部の一点とし、被験者  $P$  と注視点  $T$  の注視角度及び距離  $2.5[m]$  を一定に保つために、実験参加者  $Q$  は、被験者  $P$  と同じ速度で直進歩行させた<sup>注1)</sup>。注視点  $T$  は、歩行者の水平近傍視野の角度に着目したため、平均的な眼高と同じ高さ  $1.5[m]$  とした。また、進行方向に対して  $x$  軸の正方向に注視点を設定した。被験者  $P$  の歩行運動を計測するために、観測者  $O$  は被験者  $P$  の後方を追従し、歩行中の踵部の映像をビデオカメラで撮影した。撮影時のブレを抑えるためにジンバル雲台にカメラを設置し撮影を行った。尚、実験参加者年齢  $20 \sim 22$  歳の大学生 5 名であり、身長は日本の平均身長<sup>文 10)</sup>  $\pm 5[\text{cm}]$  以内である<sup>注2)</sup>。よって、各注視条件における歩行と通常歩行とみなした注視点なしの歩行に関して分析を行った。

## 3.2 歩行運動の計測手法

観測者  $O$  が撮影した歩行時の被験者  $P$  の踵部の映像から、踵の接地位置 (S) を同定し、両足の踵の接地位置 (S) の中点を算出する。これを歩行位置 (P) とし、一步毎の歩行位置の移動軌跡を歩行軌跡とみなした。事前に計測区域内の床に貼り付けた印のついたテープにより  $5[\text{cm}]$  単位で計測を行った。このテープは、 $x$  軸方向に  $25[\text{cm}]$  間隔の印がつけられ、 $y$  軸方向に  $50[\text{cm}]$  間隔で貼り付けた。

Table 2. Diagram of Walking Experiment

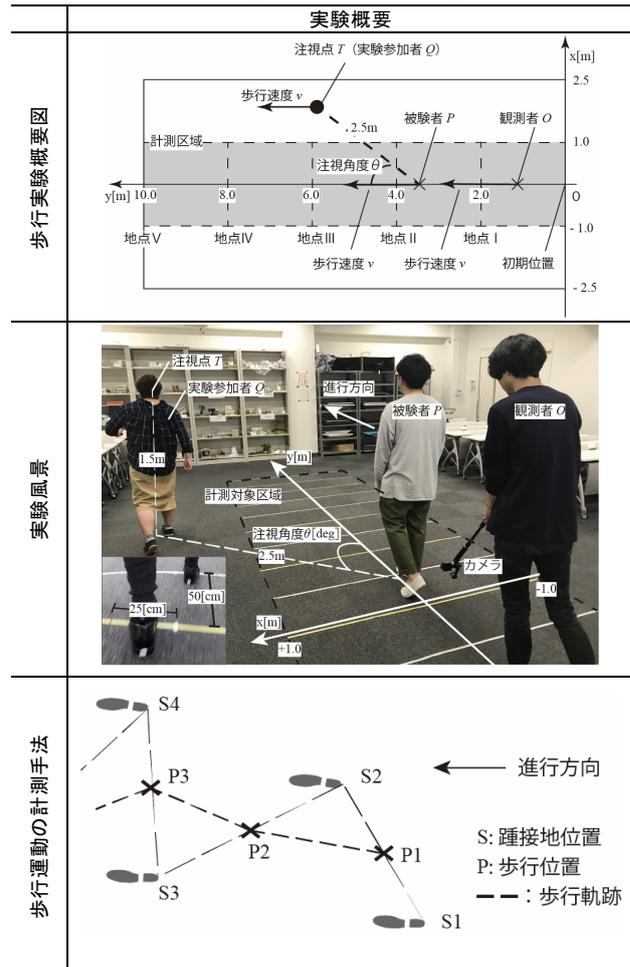


Table 3. Nonbar of Walking trials

被験者	注視点なし	$\theta=30$	$\theta=60$	$\theta=90$	合計
$i_a$	25	25	25	25	100
$i_b$	25	25	25	25	100
$i_c$	25	25	25	25	100
$i_d$	25	25	25	25	100
$i_e$	25	25	25	25	100
合計	125	125	125	125	500

Table 4. Descriptive Statistics about Walking Position

項目	注視点なし	$\theta=30$	$\theta=60$	$\theta=90$
平均[cm]	0.1	0.0	-1.9	-1.5
標準偏差[cm]	4.0	5.1	7.4	7.7
最小[cm]	-12.5	17.5	-30.0	-32.5
最大[cm]	15.0	17.5	22.5	22.5
データ数	625	625	625	625

#### 4. 歩行運動の分析

歩行実験における 10[m]の歩行を 1 試行とし、同被験者の計測区域内での平均歩数と比べ、歩数の差が 2 歩以上の試行は正常時の歩行でないと判断し、分析の対象から外した。分析では、各被験者の慣れを考慮し、各条件下での繰り返し回数が少ない方から 25 回の試行を採用した。分析対象試行回数を表に示す(Table 3)。また、歩数の異なる歩行の比較と初期位置からの歩行距離を推定する為に、各試行の歩数を基に 10[m]を 5 つの地点分け、各地点における数値を抽出した。尚、各地点は歩行開始位置から 2[m]間隔に位置する(以下、地点I~Vとする)。

計測された 500 試行の 5 地点における歩行運動のデータに関して、次の二つの観点から分析を行った。

○ 歩行位置：進行方向に対して左右の移動量の値を用い、各試行における歩行位置を評価する。尚、注視対象物は、歩行開始位置を原点とし x 軸の正方向に位置する。つまり、正の数値は注視対象物の設置方向への移動を表し、負の数値はその逆を表す。

○ 歩行の乱れ：歩行位置のばらつきを示す標準偏差の値を用い、各試行における歩行の乱れを評価する。つまり、数値が小さい場合は直進歩行であり、数値が大きい場合は歩行中に蛇行や偏軌などの歩行に乱れが生じたことを示す。

統計解析に関して、データの分布に正規性が認められた場合は、分散分析を行った。交互作用が認められた場合は、単純主効果検定により主効果を検討した。正規性が認められなかった場合は、ノンパラメトリック検定を行った。また、必要に応じて多重比較を行った。尚、統計検定の多重性を考慮し、 $p$  値を調整した。

##### 4.1 歩行位置に基づく分析

各試行における歩行位置に関して、「注視条件」による歩行運動を検討する(Table 4)。5 地点における歩行位置のデータは、Levene 検定により各群の等分散性が確認できなかった。(注視点なし;  $F(4, 620) = 8.663, p < .001, \theta=30$ ;  $F(4, 620) = 8.373, p < .001, \theta=60$ ;  $F(4, 620) = 10.914, p < .001, \theta=90$ ;  $F(4, 620) = 14.037, p < .001$ ) Friedman 検定を行った結果、有意水準 5%において、注視条件間の中央値に関して有意な差が確認された( $p < .001$ )。つまり、注視条件間の歩行に関して少なくとも 1 つに差があることが示された。そこで注視条件間の比較として、Scheffe 法による多重比較検定を行った(Table 8)。その結果、注視点なしの歩行と注視角度  $\theta=60, 90$  の歩行、注視角度  $\theta=30$  と  $\theta=60$  の歩行及び注視角度  $\theta=30$  と  $90$  の歩行に関して、有意な差が確認された。一方、注視点なしと注視角度  $\theta=30$  の歩行及び注視角度  $\theta=60$  と  $\theta=90$  での歩行では、有意な差が確認できなかった。歩行位置のデータの性質を考慮し、歩行位置による「歩行距離」に関する検討は、適切ではないと判断した。

##### 4.2 歩行の乱れに基づく分析

各試行の歩行の乱れに関して、「注視条件」と「歩行距離」による歩行運動を検討する(Table 2)。5 地点における歩行位置の標準偏差による歩行の乱れのデータは、Levene 検定により各群の等分散性が確認された。(注視点なし;  $F(4, 620) = 1.945, p = 0.101, \theta=30$ ;  $F(4, 620) = 0.635, p = 0.637, \theta=60$ ;  $F(4, 620) = 1.084, p = 0.363, \theta=90$ ;  $F(4, 620) = 0.721, p = 0.578$ ) データの等分散性が認められ、「注視条件」と「歩行距離」を要因とした繰り返しのある二元配置分散分析を行った(Table 7)。その結果、「注視条件」と「歩行距離」の主効果が有意であった。(注視条件;  $F(3, 1860) = 117.40, p < .001$ , 歩行距離;  $F(4, 1860) = 141.98, p < .001$ )交互作用も有意であった。(交互作用;  $F(12, 1860) = 4.00, p < .001$ ) また、歩行の乱れに関して、注視条件別 5 地点での平均値の推移を図に示す(Figure 5)。

Table 5. Scheffe's Method for the Data of Walking Position

注視条件	$\theta=30$	$\theta=60$	$\theta=90$
注視点なし	$p > .99, n.s.$	***	***
$\theta=30$		***	***
$\theta=60$			$p = .89, n.s.$

n.s.: 非有意, \*:  $p < .05$ , \*\*:  $p < .01$ , \*\*\*:  $p < .001$

Table 6. Descriptive Statistics about Walking Behavior

項目	注視点なし	$\theta=30$	$\theta=60$	$\theta=90$
平均[cm]	2.2	2.5	3.4	3.4
標準偏差[cm]	1.1	1.1	3.4	2.0
最小[cm]	0	0	0	0
最大[cm]	6.3	7.1	10.9	11.9
データ数	625	625	625	625

Table 7. Two-way Analysis of Variance for the Data of Walking Behavior

要因	変動	自由度	分散	F 値	P 値
歩行距離	883.8	4	220.9	117.4	***
注視条件	801.6	3	267.2	142.0	***
交互作用	90.3	12	7.5	4.0	***
繰り返し誤差	4667.2	2480	1.9		
合計	6442.8	2499			

n.s.: 非有意, \*:  $p < .05$ , \*\*:  $p < .01$ , \*\*\*:  $p < .001$

Table 8. Multiple comparison each condition for the Data of Walking Behavior

地点 (距離)	注視条件	$\theta=30$	$\theta=60$	$\theta=90$
地点I (2m)	注視点なし	$p = 0.19, n.s.$	***	***
	$\theta=30$		***	***
	$\theta=60$			**
地点II (4m)	注視点なし	**	***	***
	$\theta=30$		***	***
	$\theta=60$			$p = .45, n.s.$
地点III (6m)	注視点なし	**	***	***
	$\theta=30$		***	***
	$\theta=60$			$p > .99, n.s.$
地点IV (8m)	注視点なし	***	***	***
	$\theta=30$		***	***
	$\theta=60$			*
地点V (10m)	注視点なし	***	***	***
	$\theta=30$		***	***
	$\theta=60$			***

n.s.: 非有意, \*:  $p < .05$ , \*\*:  $p < .01$ , \*\*\*:  $p < .001$

交互作用が有意となったため、Bonferroni 法による単純主効果の検定を行った。「歩行距離」については、いずれの注視条件において、歩行距離の主効果が有意であった（注視点なし； $F(4, 2478) = 11.99, p < .001, \theta=30; F(4, 2478) = 19.08, p < .001; \theta=60; F(4, 2478) = 35.21, p < .001, \theta=90; F(4, 2478) = 63.11, p < .001$ ）。「注視条件」についても、いずれの歩行距離において、注視条件の主効果が有意であった。（地点I； $F(3, 1860) = 8.61, p < .001$ ，地点II； $F(3, 1860) = 20.62, p < .001$ ，地点III； $F(3, 1860) = 29.95, p < .001$ ，地点IV； $F(3, 1860) = 42.57, p < .001$ ，地点V； $F(3, 1860) = 58.58, p < .001$ ）

歩行距離と注視条件の詳しい分析として、「歩行距離」における「注視条件」に関して、Bonferroni 法による多重比較検定を行った(Table 8)。地点Iにおいて、注視点なしと注視角度  $\theta=30$  の歩行では差が有意ではなかったが、その他の注視条件間の歩行の比較では、有意な差が確認できた。地点II及び地点IIIにおいて、注視角度  $\theta=60$  と  $\theta=90$  での歩行の比較では、有意な差が確認されなかった。また、その他の注視条件間の比較では、有意な差が確認された。地点IV及び地点Vにおいては、すべての注視条件間で、歩行に有意な差が確認された。

#### 4.3 相関分析・回帰分析

歩行距離と歩行の乱れの関係进行分析する為、各注視条件における歩数と歩行の乱れに関して相関分析及回帰分析を行った。散布図及び回帰線を図に示す(Figure 6)。相関係数及び決定係数を(Table 9)、回帰方程式を(Table 10)に示す。

歩数と歩行の乱れに関する相関分析の結果、注視点なしの歩行では弱い相関、注視角度  $\theta=30$  と注視角度  $\theta=60$  の歩行では中程度の相関、注視角度  $\theta=90$  の歩行では強い相関が確認できた。

回帰分析の結果、回帰方程式の精度を示す決定係数に関しては、注視角度  $\theta=90$  の歩行のみ、線形近似方程式及び対数近似方程式の精度がやや良い結果となった。注視条件なしの歩行とその他の注視条件下での歩行では、いずれも良い精度とは言えない結果となった。また、線形近似と対数近似の精度に関して、いずれの注視条件下での歩行において、対数近似の方が精度は高いといえる。

#### 4.4 分析結果の考察

歩行位置を基にした歩行運動の分析から、「注視条件」により歩行運動が変化することが示された。注視条件間の比較により、注視点なしの歩行と注視角度  $\theta=30, 60$  の歩行及び注視角度  $\theta=30$  と  $\theta=60$  での歩行では、歩行位置に有意な差が確認され、それぞれ異なる位置を歩行することが示唆された。一方、注視点なしの歩行と注視角度  $\theta=30$  での歩行及び注視角度  $\theta=60$  と  $\theta=90$  での歩行では、歩行位置に有意な差が確認されず、それぞれの歩行位置に差がないことが示唆された。

歩行の乱れを基にした歩行運動の分析では、「注視角度」と「歩行距離」の要因による交互作用が確認された。単純主効果の検定と平均値の推移により、それぞれの要因による主効果が有意に認められ、注視角度が大きくなることと歩行距離が増えることにより、歩行の乱れが大きくなることが推測される。

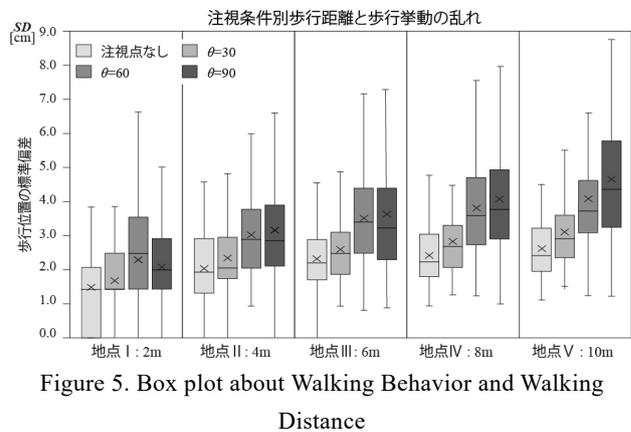


Figure 5. Box plot about Walking Behavior and Walking Distance

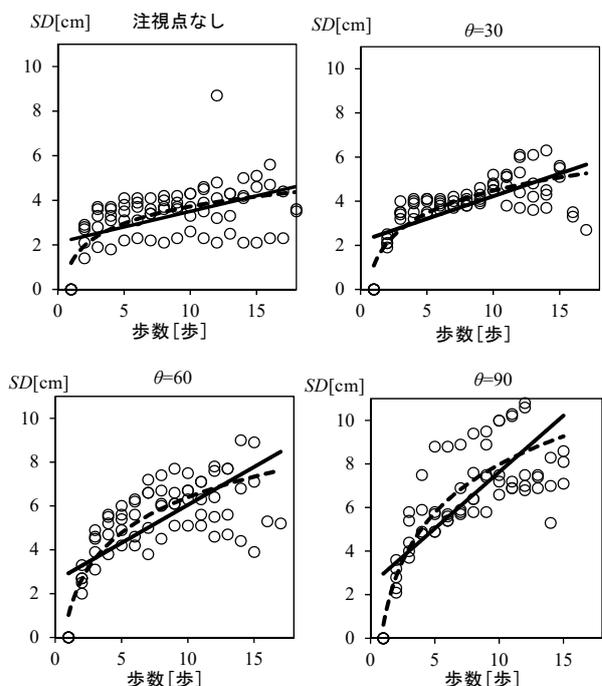


Figure 6. Scatter Plot about Steps and Walking Behavior

Table 9. Correlation Coefficient and Determination Coefficient about Steps and Walking Behavior

近似	係数	注視点なし	$\theta=30$	$\theta=60$	$\theta=90$
線形近似	相関係数	0.49	0.67	0.68	0.76
	決定係数	0.24	0.44	0.46	0.69
対数近似	決定係数	0.39	0.69	0.63	0.70

Table 10. Regression Equation about Steps and Walking Behavior

注視条件	線形回帰方程式	非線形回帰方程式
注視点なし	$y = 0.1399x + 2.1016$	$y = 1.1005\ln(x) + 1.19$
$\theta=30$	$y = 0.2046x + 2.1798$	$y = 1.4736\ln(x) + 1.083$
$\theta=60$	$y = 0.3441x + 2.5864$	$y = 2.3182\ln(x) + 1.0375$
$\theta=90$	$y = 0.5181x + 2.4475$	$y = 3.1929\ln(x) + 0.6197$

注視条件間の多重比較分析により、注視角度  $\theta=30$  での歩行では、歩行距離が 2[m]程度ならば、注視点なしと同程度の歩行の乱れであると示唆され、歩行距離が 2[m]を超えると、歩行に乱れが生じると考えられる。また注視角度  $\theta=60$  及び  $\theta=90$  での歩行では、歩行開始直後から歩行に乱れが生じると推測される。また、歩行距離が 4-6[m]の区間では、それぞれの歩行の乱れが同程度であることが示された。その他の比較により、歩行距離と注視条件の違いによって歩行の乱れが異なることが示唆された。

歩行距離と歩行の乱れに関して相関分析と回帰分析を行った。注視点なしの歩行では弱い相関、注視角度  $\theta=30$  と注視角度  $\theta=60$  の歩行では中程度の相関、注視角度  $\theta=90$  の歩行では強い相関があることが確認できた。つまり、注視角度が大きくなるにつれ、歩行距離と歩行の乱れの関係が強くなることが示され、これは、歩行の乱れに基づく分析結果に即している。回帰分析により算出された回帰方程式を用いることは、注視角度  $\theta=90$  の歩行を除き、精度が低く不適切であることが分かった。また、回帰式の精度を表す決定係数が対数近似の方が直線近似よりも大きいことから、歩行距離が増えることによって歩行の乱れが大きくなり続けるのではないことが推測される。これは、歩行者の歩行に必要な情報が不足し、注視条件に反して歩行空間の情報を取得することによって歩行中に歩行の乱れが補正されたと考えられる。

以上より、歩行者が進行方向と注視方向のなす角度が 60 度の注視対象物を注視しながら歩行では、通常歩行とみなした注視点なしの歩行と比べ、歩行運動に変化が生じることが明らかになった。よって、本研究で定義する水平近傍視野の外側角は、60 度未満であると推測される。

## 5. 結章

### 5.1 本研究の成果

本研究で得られた成果を以下にまとめる。尚、水平方向の視野角度に関して、歩行者の進行方向と注視方向のなす角を注視角度とした。

○ 進行方向に対して水平方向 30 度の位置にある注視点を注視しながらの歩行では、歩行距離が 2[m]以上の時に注視による歩行運動への影響があらわれ始める。

○ 進行方向に対して水平方向 60 度の位置にある注視点を注視しながらの歩行では、注視対象物のない歩行と比べ、明らかな差が確認された。

○ 本研究で定義する近傍視野領域の水平外側角は、進行方向に対して 60 度未満であると示唆された。

○ 歩行距離と歩行の乱れに関して、注視角度が大きくなるにつれ、歩行距離と歩行の乱れの関係が強くなることが示された。

### 5.2 本研究の総括と今後の展望

本研究では、歩行者の視線からの情報取得による歩行

運動の変化に関する歩行実験を実施し、歩行運動特性の解明を試みた。統計解析により、歩行中の注視と歩行運動の関係を見出し、本研究で定義した近傍視野領域に関する知見を得ることができた。しかし、非常に限定的な条件下での歩行実験であることや少数の実験参加者によるデータの偏りに関しては疑問の余地がある。今後の展望として、実験設定の再検討に加え更なる歩行特性の解明のために歩行者の視線計測を用いた歩行実験を行うこととする。

### 【注釈】

注1) 各実験における注視条件角を保つために、被験者の歩行速度を考慮した実験参加者の選定、事前の歩行実験の練習及び実験中の口頭により実験参加者への指示をした。

注2) 実験参加者である大学生は、本研究で対象とする駅構内通路の利用者の成人と同程度の運動能力を持つものとみなした。また、眼高の高さを揃えるために、身長による被験者の選定を行った。

### 【参考文献】

- 1) 佐野友紀・高柳英明・渡辺仁史、歩行領域モデルを用いた群集交差流動における集団化現象の解析、日本建築学会第 23 回情報システム利用技術シンポジウム論文集[論文]、p. 157-162、2000. 12
- 2) 高柳英明、佐野友紀、渡辺仁史：群集交差流動における歩行領域確保に関する研究－歩行領域モデルを用いた解析－、日本建築学会計画系論文集、66(549)、pp. 185-191、2001. 11
- 3) 高柳英明、山田昇吾、柴原寛子、菅原将太：Traj-Scalar 法による歩行空間の局所混雑の可視化に関する研究、日本建築学会技術報告集、第 22 巻 52 号、pp. 1067-1071、2016. 10
- 4) 高柳英明：全天球動画画像解析による歩行者の全周異型回避領域の算出に関する研究日本インテリア学会論文報告集第 28 号、pp. 71-76、2018. 3
- 5) 社団法人日本建築学会編：設計資料集成 - 人間、丸善株式会社、pp58-61・126-133、2003. 1
- 6) 佐野友紀、高柳英明、渡辺仁史：空間-時間系モデルを用いた歩行者空間の混雑評価、日本建築学会計画系論文集、第 555 号、pp191-197、2002
- 7) 中野隆史、田中一成、吉川眞：駅空間における群集流動解析、地理情報システム学会講演論文集、2007. 10
- 8) 柳沢豊、山田辰美、平田圭二、佐藤哲司：視線に基づくサブゴール決定過程を取り入れた歩行者モデル、情報処理学会論文誌 47(7)、pp2160-2167、2006. 7
- 9) 浅野美帆、桑原雅夫：先読み行動を考慮した歩行者交通流シミュレーション、東京大学生産技術研究所、生産研究 59(3-1)、38-41、2007
- 10) 厚生労働省：平成 26 年国民健康・栄養調査報告 pp194-195、2014. 3
- 11) 畑田豊彦：視覚表示装置の見やすさ、産業技術総合研究所人間福祉医工学研究部門編-人間計測ハンドブック、朝倉書店、2003
- 12) 南武俊介、高橋伸、田中二郎：公共大画面への注視情報取得システム、情報処理学会シンポジウムシリーズ 1 号、pp. 222-229、2008