

映像立体視プロジェクションシステムによる歩行者の回避行動に関する研究 ～新しい実験手法の有効性の検討～

A Study using a 3D Image Projection System on Pedestrian Behavior in avoiding Obstacles The Effectiveness of the Experiment Method

建部謙治* 森田敦*
Kenji TATEBE Atsushi MORITA

A method which analyzes pedestrian movement using a 3D Image Projection System is discussed in this paper.
In a distance perception experiment, in the case of man, there was no difference between perception in a picture and in reality.
Distance perception is long, but in the case of women, a person of a picture judges an experiment by a picture to be effective by giving revision value of 0.8.
In an experiment of front evasion distance, the difference was not found in the distance that a subject evaded front by a difference of an obstacle in case of man.
I need to try to examine it about this cause more in future.

1. 序論

1-1 研究の背景

歩行は人間にとって重要な意味を持つものであり、とりわけ都市においてはその機能は重視されなければならない。よって、これからの都市における歩行者空間をより良くしていくためには歩行者の特性や能力についてより深く把握していくことは必要不可欠である。

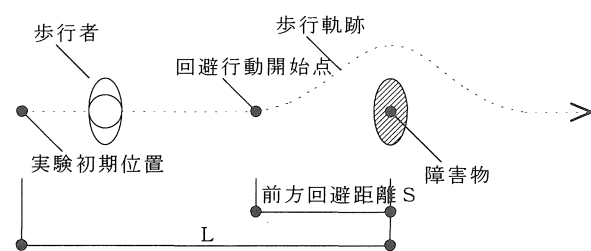


図1 回避行動

本研究で扱う回避行動とは図1のような歩行者の行動で、歩行者は街中のさまざまな環境から影響を受ける。その中で最も影響が大きいと思われるのは回避の対象となる障害物そのものである。この障害物の違いによる影響の程度を前方回避距離によって指標化することで歩行者の行動や能力を把握する。

既往研究には画像処理を利用した研究¹⁾と映像を使った研究²⁾が行われている。画像処理を利用した研究では障害物以外の周辺環境が歩行者に影響している可能性もある。また、必要なサンプル数を得ることは難しい。これに対して映像を使った研究方法ではこれらの問題を解決することができる。映像を使った研究では映像立体視プロジェクションシステム(図2)を使用した。立体映像においても距離感が現実と同じであるかを検討する必要がある。

また、昨年の研究²⁾では映像実験と現実実験とで異なる環境下での実験であった為、回避行動の行われる場所の違い、回避行動に対する意識の違い、被験者の年齢層の違いによる肉体的条件の違いといった問題があった。これらの問題を解決するために、映像、現実とも同一環境下での実験を行う必要がある。

1-2 目的

本研究では映像を使った実験においても現実と同じ距離感が得られるのか、また、距離感と前方回避距離にどのような関係があるのかを検討する。

1-3 用語の定義

- ・回避行動・・・歩行者が進行方向にある障害物に対し、衝突や接触を避けるため進路を変更する行動
- ・回避行動開始点・・・自由歩行から障害物に対して回避行動を行うために進路を変更し始める点
- ・前方回避距離・・・回避行動開始時の障害物と歩行者の間の距離

*愛知工業大学建築学科 (豊田市)

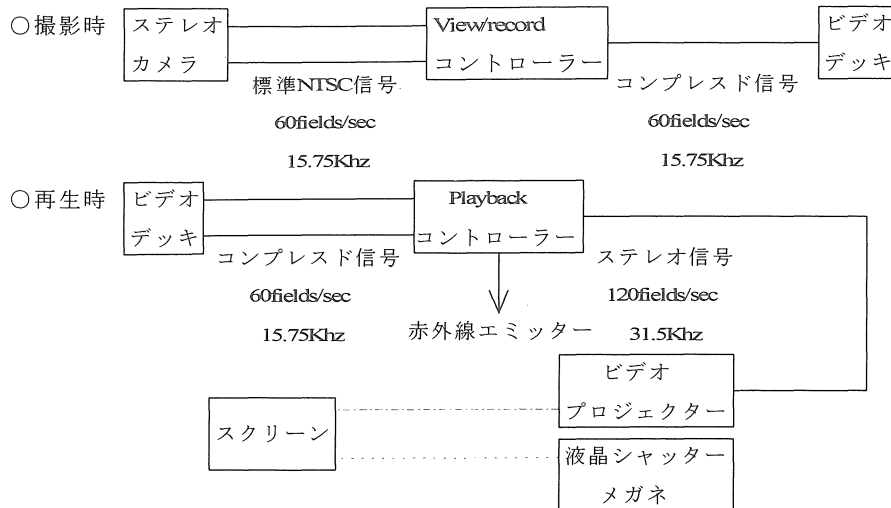
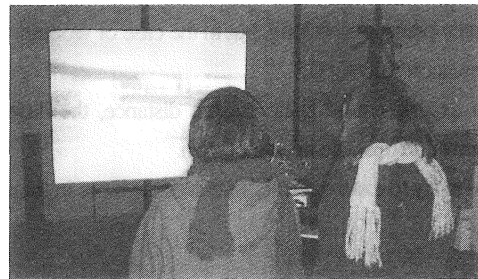


図2 映像立体視プロジェクションシステム構成図

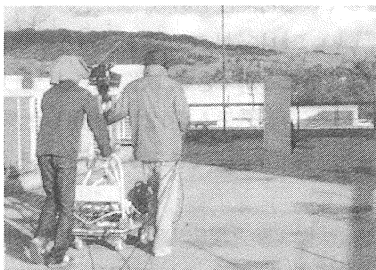
2. 実験方法

2・1 撮影方法

愛知工業大学内2号館屋上にて、ステレオカメラなどの撮影機材を乗せた台車を障害物から30mの地点から自由歩行速度(1.3m/s)になるように動かす、障害物に近づいていく映像を撮影した。同時にカメラの30mの移動時間を測り、時間と距離から実際の移動速度を求めておく。なお、測定合図として台車が障害物から30mの地点を通過する際にライトを点灯させた。



実験風景



撮影風景



撮影機材

被験者にはストップウォッチをライトの点灯でスタートさせ、「距離感の実験」では、5mと感じた時点でストップするよう指示した。10m、15mについても同様に実験を行った。また、「前方回避距離の実験」では、自分ならここで回避するという点(回避行動開始点)でストップするよう指示した。この計測時間とカメラの障害物への接近速度から距離を割り出した。

$$V = L/T [m/s]$$

$$S = L - V \cdot T [m]$$

L[m] 撮影時のカメラの移動距離

S[m] 前方回避距離

t[s] 撮影時のカメラのL[m]の移動

V[m/s] カメラの移動速度

T[s] カメラ移動の所要時間

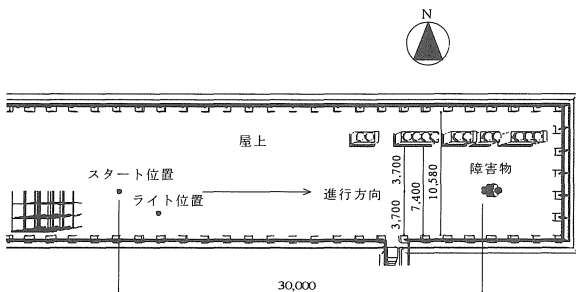


図3 撮影場所

2・2 測定方法

2・2 1 映像実験

撮影した映像を愛知工業大学内7号館計画実験室の映像立体視プロジェクションシステムを使い被験者に、障害物に近づいていく映像を提示した。

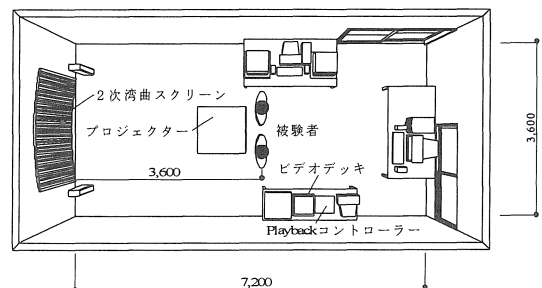


図4 実験場所

2・2・2 現実実験

映像を撮影したのと同じ場所で、被験者に障害物から30m離れた地点より障害物に向かって歩行し、「距離感の実験」では、5mと感じた地点で立ち止まるよう教示した。10m、15mについても同様に実験を行った。また、「前方回避距離の実験」では、自分ならここで回避するという点(回避行動開始点)で立ち止まるよう教示した。被験者の立ち止まった地点から障害物までの距離を前方回避距離として測定した。

表1 障害物の種類

障害物	大きさ(高さ×幅) [cm]	カメラの速度 [m/s]	備考
人	172×47	1.22	男性
物	170×50	1.18	ダンボール

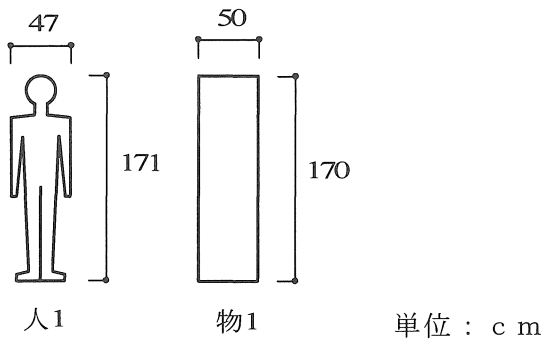


図5 障害物の種類

障害物は人と物の2種類で人は20代前半の平均的な身長・体重の男性とした。物はダンボールを任意の大きさに加工し、布を張り付けた(表1、図5)。

なお、距離感の実験では人のみを使用した。

被験者は20歳前後の男女50人(男25人、女25人)とした。

3. 距離感

3・1 映像実験と現実実験の比較

距離感は映像実験においても現実実験においても、いずれも実距離より長く(表2、図6)、人は障害物との距離を実際よりも近くに感じる傾向があることが分かる。

表2 映像実験と現実実験の比較

実距離		5m	10m	15m
映像	平均値	9.29	14.54	17.79
	標準偏差	2.79	3.23	2.98
	サンプル数	50	50	50
現実	平均値	7.01	12.94	16.23
	標準偏差	1.79	3.16	3.50
	サンプル数	50	50	50

5m、10m、15mの距離感について、平均値で比較してみたところ、5mの場合が映像実験と現実実験との差が2.28m

と最も大きく、10m、15mの場合も差が1.60m、1.56mといずれも映像実験のほうが平均値が大きかった。現実実験に比べ、映像実験のほうが障害物を近くに感じる傾向があり、障害物との距離が近くなるほどこの傾向は強い。

しかし、実距離と心理距離はほぼ比例関係にあると言える。

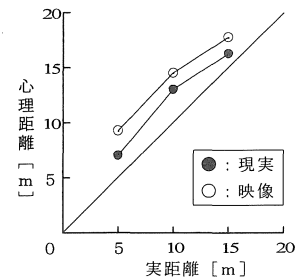


図6 映像実験と現実実験の比較

被験者を男女に分けてみると(図7)女性のほうが現実と比べ、映像実験の障害物を近くに感じていることが分かる。

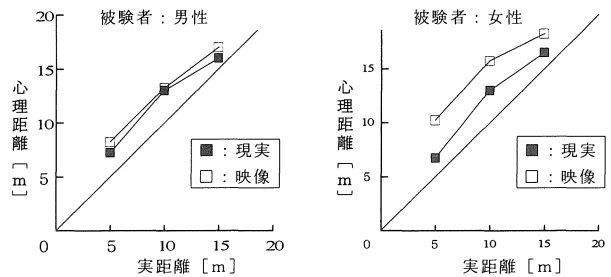


図7 映像実験と現実実験の比較 男女別

3・2 性別による比較

被験者の男女で比べてみると(表3、図8)、現実実験ではほとんど差は見られなかった。しかし、映像実験では女性のほうが5m、10m、15mのすべての距離で平均値が長く、女性のほうが障害物を近くに感じていることが分かる。

表3 男女の比較

		映像			現実		
		5m	10m	15m	5m	10m	15m
男	平均値	8.23	13.27	17.18	7.21	12.94	15.92
	標準偏差	1.85	2.50	2.89	1.72	3.40	3.34
	サンプル数	25	25	25	25	25	25
女	平均値	10.35	15.81	18.39	6.81	12.94	16.55
	標準偏差	3.18	3.42	3.00	1.88	2.97	3.69
	サンプル数	25	25	25	25	25	25

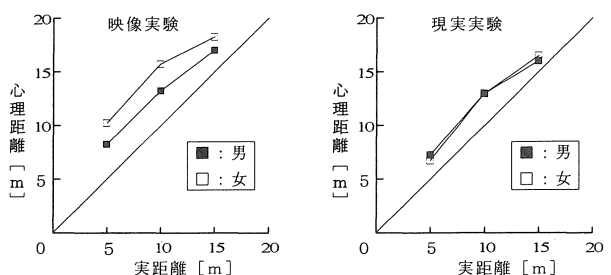


図8 男女の比較

映像の実験では、対象の障害物に近づくほど距離感がつかみにくいという被験者の意見が多い。距離感がつかみにくい状況になると人は実際より障害物との距離を近くに感じる。この傾向は女性に強い。

ただし、女性による映像の距離感については約0.8の補正値をかけることにより、現実の距離感を求めることができる。

3.3 提示の順序による影響

映像実験→現実実験、現実実験→映像実験の2通りの実験提示の順序による比較では、映像実験を先に行ったほうが、映像実験においても、現実実験においても距離感が大きかった(表4、図9)。

表4 実験定時の順序による比較

提示の順番		映像			現実		
		5m	10m	15m	5m	10m	15m
映像→現実	サンプル数	25	25	25	25	25	25
	標準偏差	3.18	3.48	3.09	1.47	3.06	3.73
	平均値	9.82	15.49	18.61	7.47	13.78	17.51
現実→映像	サンプル数	25	25	25	25	25	25
	標準偏差	2.28	2.71	2.67	1.99	3.09	2.77
	平均値	8.75	13.6	16.96	6.55	12.1	14.96

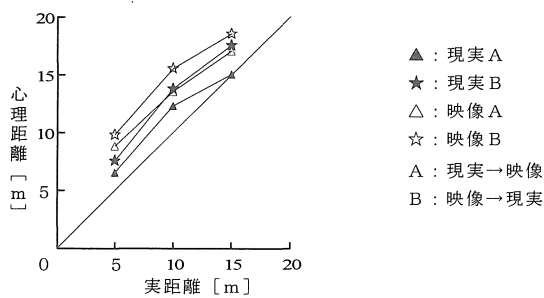


図9 実験提示の順序による比較

有意差検定の結果(表5)、映像実験5mの場合においてのみ、有意差は見られなかった。その他の距離については有意差が見られた。

表5 平均の差の検定

映像			現実		
5m	10m	15m	5m	10m	15m
C	B	B	B	B	A

- A: 危険率1%で有意差あり
- B: 危険率5%で有意差あり
- C: 有意差なし

本研究では将来的には映像実験のみでの研究を行うので、映像を先に示した方の実験結果を使用する事が望ましい。

しかし、現実を先に提示したほうが、心理距離と実距離の誤差が少なくなった。これは、映像が鮮明ではなく、現実を先に示したほうが映像実験での距離感もつかみやすいと推察される。

だが、映像実験と現実実験での提示の順序は共に比例の関係がみられるため、誤差を考慮すれば映像を先に示しても正しい結果が得られるものと判断する。

4. 前方回避距離

4.1 障害物の比較

障害物の違いによる前方回避距離の比較をすると、映像実験でも現実実験でも物より人のほうが長い、映像では0.81m、現実では0.39mと、いずれも僅差である(表6、図10)。

表6 障害物別の比較

種類	映像		現実	
	人	物	人	物
平均値	9.40	8.59	7.54	7.15
標準偏差	4.84	3.81	4.75	5.19
サンプル数	50	50	50	50

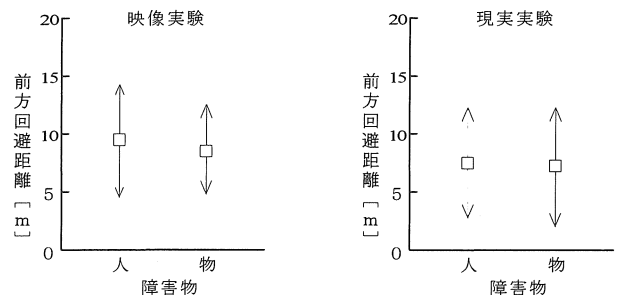


図10 障害物別の比較

4.2 映像実験と現実実験の比較

映像実験と現実実験での前方回避距離を比較してみたところ、障害物が人の場合には1.86m、物の場合は1.44mと、いずれも映像のほうが長いという結果が出た(表7、図11)。

表7 映像実験と現実実験の比較

障害物	人		物	
	映像	現実	映像	現実
平均値	9.40	7.54	8.59	7.15
標準偏差	4.84	4.75	3.81	5.19
サンプル数	50	50	50	50

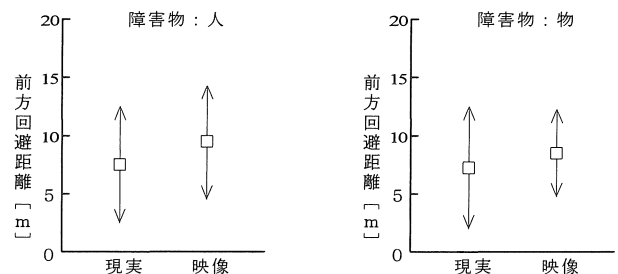


図11 映像実験と現実実験の比較

4.3 男女の比較

被験者の男女で比較してみたところ、映像実験では障害物が人の場合3.80m、物の場合は2.26mで、いずれも男性より女性のほうが前方回避距離は長いという結果が出た(表8、表9、図12、図13)。

表8 男女の比較 映像

障害物	人		物	
	男	女	男	女
被験者				
平均値	7.50	11.30	7.29	9.89
標準偏差	3.34	5.39	3.18	4.00
サンプル数	25	25	25	25

表9 男女の比較 現実

障害物	人		物	
	男	女	男	女
被験者				
平均値	5.54	9.54	6.83	7.48
標準偏差	3.19	5.25	5.28	5.19
サンプル数	25	25	25	25

現実実験では障害物が人の場合は4.00m、物では0.65mで、いずれも男性より女性のほうが前方回避距離が長いという結果が出た。しかし、検定の結果、障害物が物の場合は男女間で有意差は見られなかった。

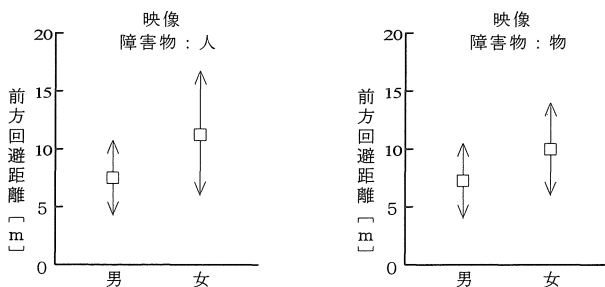


図12 男女の比較 映像実験

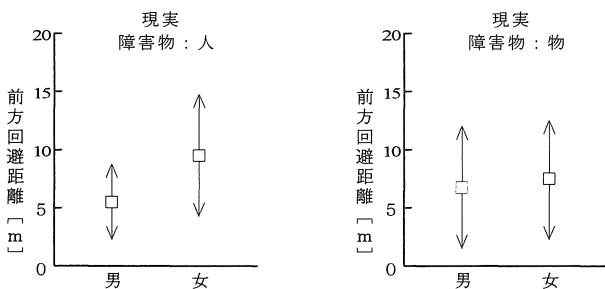


図13 男女の比較 現実実験

5. 考察

5・1 障害物が人と物の比較

障害物が人と物で前方回避距離を比較してみると、僅差ながら人のほうが前方回避距離が長いという結果が出た。人の場合については前方回避距離が長いグループと短いグループの2つに分かれる。この原因を被験者の話などから考察すると、障害物が人

の場合は予測のつかない動きをする可能性があり、そのために早くに回避行動を始める人と、相手が人なので自分が避けなくても相手が避けてくれると考え、その分回避行動が遅くなる人がいるためだと考えられる。

5・2 映像と現実の比較

映像実験と現実実験では映像実験のほうが前方回避距離が長い。これは距離感の実験から映像のほうが現実より障害物を近くに感じるという結果が出ており、そのために映像のほうが早くに回避を始めるためだと考えられる。

5・3 男女の比較

映像実験における障害物が人と物、現実実験での障害物が人の場合は、女性のほうが前方回避距離が長いという結果が出た。女性は男性に比べて障害物を近くに感じ、早めに回避行動するためだと考えられる。

現実実験においては男女間に距離感の差はみられない。そのため障害物が物の場合は前方回避距離にも差がみられなかったと推測される。しかし、障害物が人の場合は、この障害物が男性であったため、威圧感などの何らかの心理的作用が女性のほうにより強く現れたのではないかと推察される。

6. 結論

距離感と前方回避距離の2つの実験により以下のことが明らかになった。

- ・人は映像実験、現実実験とも、実際よりも障害物との距離を近く感じる。
- ・立体映像においては男性より女性のほうが障害物の距離を近く感じる。
- ・距離感と前方回避距離には相関がある。
- ・男性は映像実験と現実実験との間にほとんど差が見られない。
- ・女性は映像実験の方が現実実験より距離感が長い。映像による距離に約0.8をかける事により現実実験による距離感を得ることができる。

よって、映像による実験は有効であると判断する。

今後は距離感、前方回避距離における男女差についてさらに詳しく調べる必要がある。

参考文献

1) 建部謙治: 回避行動開始点の判定と前方回避距離、歩行者の回避行動に関する研究(II) 日本建築学会計画系論文集 第465号 pp.95~104 1994. 11
 2) 森田敦、建部謙治 映像立体視プロジェクションシステムを用いた歩行者の回避行動に関する研究 日本建築学会学術講演梗概集 E-1 2000.10 pp.1057~1058 2000.10

(受理 平成13年3月19日)