

1. 研究の背景と目的

近年、歩行空間の整備が進み、高齢者や身障者、親子連れなど様々な身体特性を持つ人々が、同じ歩行空間を共有する機会が増えている。それに伴い、親子連れに対して安全な歩行空間整備が求められていて、歩行空間の適切な設計のために歩行者流動を予測することが必要と考えられる。そこで本研究では歩行空間における親子連れの基本的な行動を、パーソナルスペースの概念を用いてモデル化を行い、混雑した平地歩行中及び階段昇降中の安全を確保することを目的としている。

2. 歩行行動の基本構成

2.1 パーソナルスペースの構成と歩行行動の記述

親子連れの歩行モデルは、人のまわりにパーソナルスペース（以下PS）と呼ばれる目に見えない空間を想定する。本研究で用いるPSは、前方が長く、横、背後が短いという卵形で、すべての親子連れの周りに図-1のような長軸長 a 、短軸長 b の卵型の空間（PS）が存在すると仮定し、次のように歩行行動を記述する。

それぞれPSを持つ2人が接近し、互いのPSが接触しようとするれば、2人のいずれか、もしくは両者が、経路を変えてPSを維持する。また、密度が大きくなって、どう経路を選択しても初期のPSが維持できなくなることがある。その場合、親子連れはPSを短縮して、同時に歩行速度を減少させる。PSが人体の寸法ぎりぎりまで短縮した場合には、歩行速度はゼロとなって停止するとしたものである。本研究の歩行者のPSは劉（2007）¹⁾の研究の歩行者と同様の行動モデルである。

2.2 パーソナルスペースの測定

今回行った実験では、2歳から4歳の子供と親のペア5組がそれぞれ手をつないでもらい、22~24歳の大学生5人を歩行者に見立てて、1)と2)の実験を行った。実験場所は平地と階段の2か所で、下に記す条件下でビデオカメラを用い、実験場横の建物の2階の高さから撮影

し、それぞれの場合における前方距離、側方距離（図-2参照）を測定した。測定は平成24年11月28日、12月5日、10日、17日に行った。

1) 親子連れ-歩行者（2パターン）

親子連れ対歩行者の（1）回避（歩行者は直進のみ）
（2）追い越し（歩行者が追い越す）時の前方距離および側方距離を測定した。

2) 親子連れ-障害物（2パターン）

親子連れが（1）障害物を回避する場合の前方距離および側方距離を測定した。また、（2）親子連れを障害物の前で停止させ、前方距離と速度低下の関係を調べた。

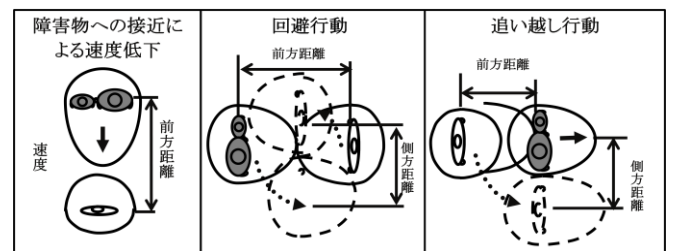


図-2 実験（すれ違い、追い越し、速度低下）

2.3 測定結果

表-1は測定実験により得られた前方距離、側方距離のデータで、図-3は親子連れ対障害物の前方距離と速度の関係を表したグラフで、子供が障害物まで走る場合と歩く場合の2パターンを観測したので、それぞれのデータを分けて表す。

表-1 前方距離と側方距離の測定結果

場所	対象	避ける方法		平均値(m)	標準偏差
平地	対障害物	回避	前方距離	2.67	1.13
			側方距離	0.62	0.39
	対歩行者	回避	前方距離	1.16	0.40
		追い越し	側方距離	0.57	0.13
階段	対歩行者	回避(昇)	前方距離	3.13	1.18
			側方距離	1.03	0.23
		回避(降)	前方距離	1.04	0.39
			側方距離	0.30	0.06
階段(踊り場)	対歩行者	回避(昇)	前方距離	0.95	0.51
			側方距離	0.26	0.05
		回避(降)	前方距離	0.83	0.35
			側方距離	0.39	0.09
階段(踊り場)	対歩行者	回避(昇)	前方距離	0.93	0.22
			側方距離	0.38	0.07

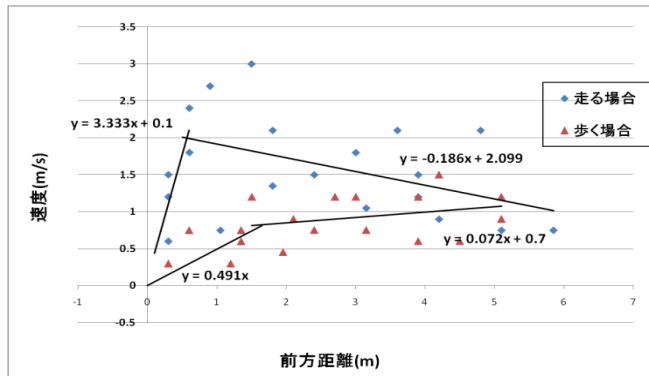


図-3 親子連れの障害物への接近による速度低下

図-3 より子供が障害物に対して走る場合、急激に減速して停止することが分かる。

図-4 と図-5 は階段での回避行動における長軸長 a 短軸長 b の平均値の取り方を示す。測定実験の結果より親子連れのパーソナルスペースのデータが表-2 のように得られた。

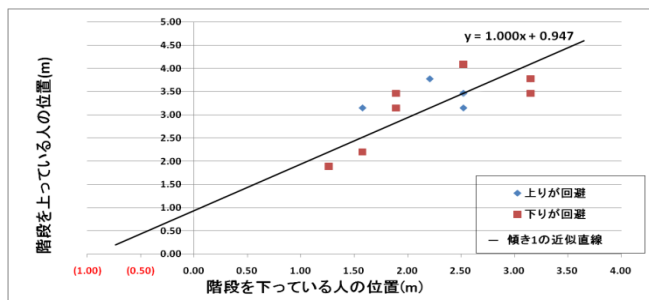


図-4 回避行動における長軸長 a の平均値の取り方

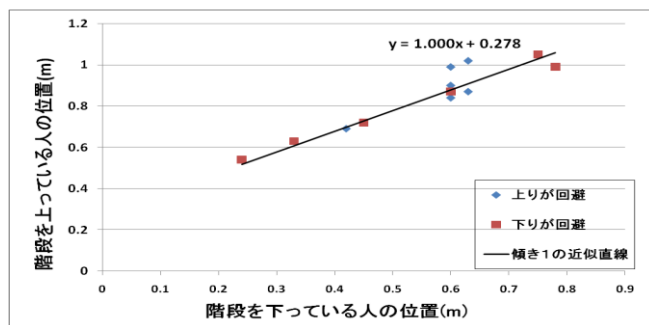


図-5 回避行動における短軸長 b の平均値の取り方

表-2 親子連れのパーソナルスペースの長軸・短軸

場所	対象	避ける方法	長軸(m)	短軸(m)
平地	対障害物	回避	2.67	0.62
		追いつき	0.58	0.29
	対歩行者	追いつき	2.61	0.52
階段	対歩行者	回避	0.95	0.28
階段(踊り場)	対歩行者	回避(昇)	0.42	0.20
		回避(降)	0.47	0.19

表-2 の長軸の長さは劉 (2007) ¹⁾ の研究の歩行者の PS データをもとに表-1 から計算した。表-2 より、親子連れが歩行者に対して回避行動を行う場合の長軸は短いことが分かる。

3. 親子連れの PS の差の検定

3.1 階段の上り、下りによる長軸(短軸)の変化

帰無仮説:「親子連れの回避の PS の長軸(短軸)は階段の上り、下りで平均値は等しい」という仮説のもと危険率 5% で t 検定を行った。

表-3 長軸・短軸のデータを用いた t 検定結果

場所	避ける方法	検定結果	
階段	回避	長軸 採択	短軸 採択

表-3 より、仮説は長軸、短軸両方に関して採択されることが分かる。よって、親子連れの PS は階段で歩行者を回避する場合、上り下りでの PS の形状は等しいと考えられる。

3.2 避ける対象による長軸(短軸)の変化

帰無仮説:「親子連れの PS の長軸(短軸)は回避する対象が変化しても平均値は等しい」という仮説のもと、危険率 5% で t 検定を行った。

表-4 長軸・短軸のデータを用いた t 検定結果

場所	回避対象		検定結果	
平地	A	B	長軸	短軸
	歩行者	障害物	棄却	棄却

表-4 より、長軸、短軸どちらも全ての対象において仮説は棄却されることが分かる。よって、親子連れの PS は回避する対象によって分けて考えればよいと考えられる。

4. まとめ

今回の実験により、子供の行動には差異があることが分かった。子供が走ると急激に減速することや、親子連れが歩行者を回避する場合、狭い間隔で避けることから、群衆の中に親子連れが含まれると、危険なケースがあると考えられる。そこで今後は得たデータをもとにシミュレーションを行いモデルの検証を行った後、歩行者と親子連れの混合流のシミュレーションを行い、平地および階段を含む道路構造の評価を行う予定である。

参考文献

- 1) 劉建宏(2007) スペースの概念を用いた公共空間における歩行者の群衆流動に関する研究 九州大学博士学位論文