

親子連れの混入を考慮した 歩行者流動に関する研究

川原 悠¹・大枝 良直²・大田 夏海³

¹学生会員 九州大学大学院 工学府都市環境システム工学専攻 (〒819-0395 福岡市西区元岡744)

E-mail:kawahara@doc.kyushu-u.ac.jp

²正会員 九州大学大学院 工学研究院 准教授 (〒819-0395 福岡市西区元岡744)

E-mail:oeda@civil.doc.kyushu-u.ac.jp

³非会員 福岡市役所 (〒810-8620 福岡市中央区天神一丁目8-1) .

近年、駅を中心とした地区や、不特定多数の人々などが利用する施設が集中する地区において、面的なバリアフリー化が進められてきた。その結果、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、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の整備が求められており、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だと考えられる。しかし、親子連れの歩行に関する研究は現在のところ多く行われていない。

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」という概念を用いてモデル化し、平面と階段を含んだ空間での親子連れが混在した歩行空間の再現を行った。

Key Words : *Personal Space, Walking Space, a Pair of Parent and Child, Pedestrian Flow*

1. はじめに

平成18年、「高齢者、障害者等の移動等の円滑化の促進に関する法律」（「バリアフリー新法」）が制定された。その結果、従来対象となっていた建築物、公共交通機関、道路に加えて、路外駐車場、都市公園にも、バリアフリー化基準（移動等円滑化基準）への適合が求められるなど、バリアフリー化が促進されてきた。また、駅を中心とした地区や、高齢者や身障者などが利用する施設が集中する地区において、面的なバリアフリー化が進められてきた。これにより、近年では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。

歩行者どうしの衝突や回避などのミクロ的な既存研究として、岡崎（1979）¹⁾は歩行者どうしの歩行ベクトルの交錯を回避するように歩行ベクトルを考えることにより、歩行方向を求めた。親子連れの歩行に関する既存研究として、小塚ら（2003）²⁾は子連れ（ベビーカーや独自で行動しづらい子供を連れている）を対象に、外出時に負担に感じていることについてヒアリング調査を行った。その結果、①場所によってバリアフリー整備状況が違うこと、②電車の乗り換えにおける駅と施設とのつながりが少ないこと、③利用者のことを考えた整備がされて

いないこと、④隙間の整備ができていないこと、⑤車いす専用などの子連れにとって心理バリアがあること、の5つを明らかにした。

群集流動について理解を深めることは歩行空間設計を行う上で重要である。しかし、実際にどのような歩行空間が最もスムーズに群集流動を制御できるかどうかを調べることは非常に難しい。また、階段で群集事故が起こった場合などに、その原因を調べるために事故を再現することは現実的に難しい。なお、群集流動モデルに関する研究は多くなされてきたが、多くの場合は群集流動全体の流れについてのマクロ的な研究であり、個人の挙動について十分考慮されたミクロ的な研究は行われていない。よって、歩行者の流動状態を予測するためには、個人の挙動を考慮したシミュレーションによる手法が有効であると考えられる。

本研究では、個々の歩行者が自分の周囲に他者の存在をどこまで許容するかという「パーソナルスペース」（以下PS）の概念に基づいて、歩行空間における親子連れの基本的な行動をモデル化した。このモデルを用いて、平面と階段を含んだ空間で親子連れが1組混在した歩行空間の再現を、シミュレーションによって行った。

2. 歩行モデルの概要

歩行者・親子連れの歩行モデルでは、そのまわりに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、前方向に長く、横・後方向に短いという卵形で、すべての歩行者・親子連れの周囲に、図-1のような長軸長a、短軸長bの卵形の空間が存在すると仮定し、下記のような歩行行動をとる。

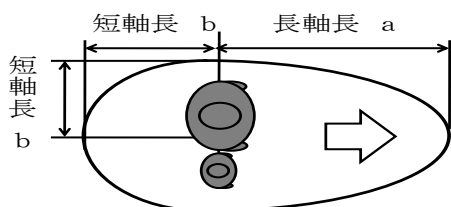


図-1 PSの概略図

歩行者あるいは親子連れが接近し、互いのPSが接触しようとするれば、歩行者あるいは親子連れのどちらか、もしくは両者が、経路を変えてPSを維持しようとする。また、密度が大きくなり、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、それぞれがPSを短縮し、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り停止する。

本研究の歩行者のPSは劉 (2007)³⁾の研究における歩行者と同様の行動モデルである。

3. PSの測定

(1) 測定実験

PSの測定実験の概要を、表-1に示す。1組の親子連れに手をつないでもらい、親子連れが歩行者1人や障害物を回避するなど、a)、b)の2種類の実験を行った。実験場所は平地と階段の2か所で、ビデオカメラを用いて実験場所を見渡せる場所から撮影した。ビデオより、それぞれの場合における前方距離(回避開始時の両者の前方間隔)や側方距離(すれ違い時の両者の側方間隔)を測定した。

表-1 PSの測定実験概要

日時	2012年12月～2013年1月
場所	九州大学 伊都キャンパス ウエスト2号館2F ロビー付近
被験者	2歳～4歳の子供と親のペア計4組 22歳の大学生1人

a) 親子連れ対歩行者 (3パターン)

親子連れ対歩行者の①すれ違い(片方は直進のみ)、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。また、④親子連れと歩行者を接近させ、お互いが停止したときの前方距離と速度低下の関係を調べた。(図-2参照)

b) 親子連れ対障害物 (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、③親子連れを障害物の前で停止させ、停止したときの前方距離と速度低下の関係を調べた。(図-2参照)

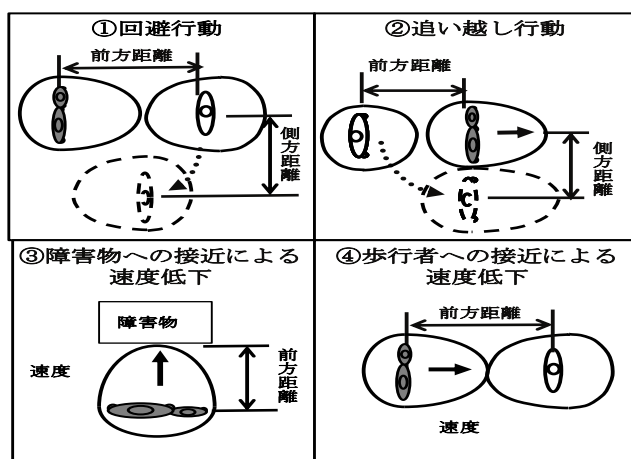


図-2 実験のイメージ図

(2) 測定結果

屋内実験から得られた前方距離・側方距離のデータより、表-2に示すような親子連れに関するPSのデータが得られた。

表-2 親子連れに関するPSの長軸長・短軸長

場所	主体	対象	避ける方法	長軸長(m)	短軸長(m)
平地	親子連れ	障害物	回避	2.67	0.62
		歩行者	すれ違い	0.58	0.29
	歩行者	親子連れ	すれ違い	1.73	0.48
			追い越し	3.13-前の歩行者の短軸長	0.51
階段	親子連れ	歩行者	すれ違い	0.95	0.28
	歩行者	親子連れ	すれ違い	2.30	0.61

表-2より、歩行者が親子連れとすれ違う場合の長軸長・短軸長は、親子連れが歩行者とすれ違う場合のものに比べて、平地、階段ともに大きくなるのがわかる。

また、図-3は親子連れが障害物の前で停止したときの前方距離と速度の関係を表したグラフである。実験では、子供が障害物に対して走る場合と歩く場合の2パターンが観測されたので、それぞれのデータを分けて表す。

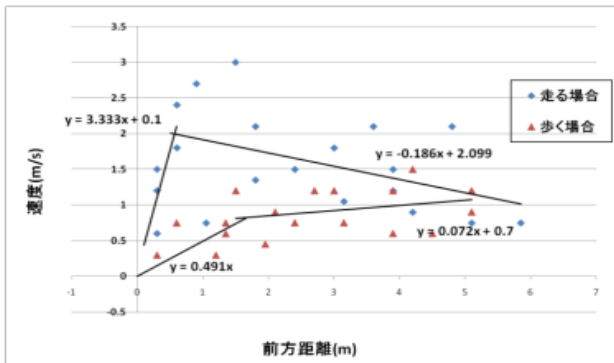


図-3 親子連れの障害物への接近による速度低下

図-3より、子供が障害物に対して走る場合が多く観測された。大人や高齢者では見られなかったことから、走るという現象は、親子連れ特有のものであったと考える。

4. 混合交通シミュレーション

本研究で作成した歩行者・親子連れ混合交通モデルを使い、シミュレーションによって歩行者・親子連れの挙動を再現した。シミュレーションは、劉 (2007)³⁾が行った歩行者のみを対象とした場合と岡村 (2008)⁴⁾が行った歩行者のなかに高齢者が混入した場合と同様の条件で行った。シミュレーションにおいて設定した通路は、幅4mの平面と、スタート地点から20m~30mの位置に下り階段を配置した。スタート地点以前の位置に、初期密度を2人/m²として360人配置し、そのなかに1組の親子連れを混入させる。平面部では平面歩行モデルによって、階段部分では階段歩行モデルによって歩行者・親子連れそれぞれを歩行させる。計算結果としては、親子連れが15, 17, 19, 21, 29, 31mの位置を通過する時間において、それぞれの位置の前後1m、合計2mの範囲での平均密度と平均速度を求めた。

表-3は、シミュレーション開始時点における親子連れ、高齢者の長軸長・短軸長それぞれの最大値を示したものである。これらはPSの測定実験より求められた。

表-3 シミュレーション開始時点における長軸長・短軸長それぞれの最大値 (親子連れ, 高齢者)

	長軸長 (m)	短軸長 (m)
親子連れ	2.30	0.61
高齢者	3.00	0.50

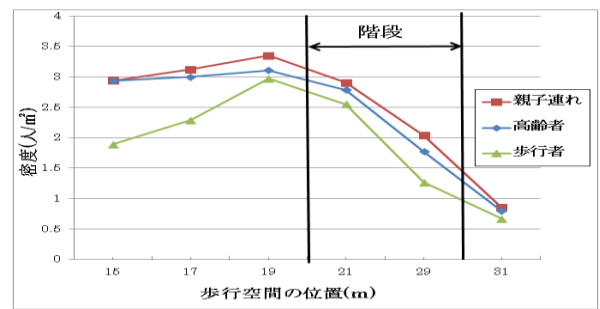


図-4 各位置での密度変化

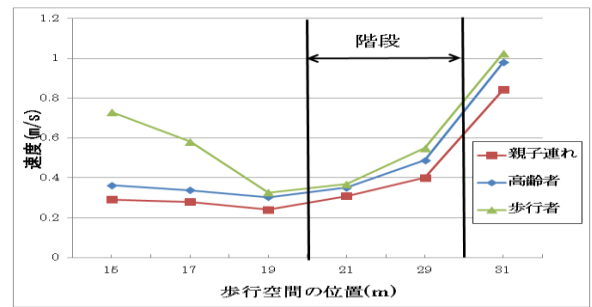


図-5 各位置での歩行速度変化

各位置での密度変化、歩行速度変化を図-4、図-5に示す。図-4、図-5より、同様の条件でシミュレーションを行った劉 (2007)³⁾の歩行者や岡村 (2008)⁴⁾の高齢者の結果と比べて、親子連れが混入した場合の歩行速度が最も小さく、密度は最も高いことがわかる。また、すべての場合においても、階段手前で密度が増加し、歩行速度が低下することから、混雑して転倒などの危険性があることがわかる。

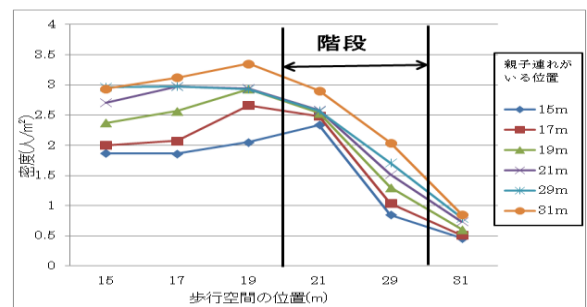


図-6 親子連れの混入を考慮した密度変化

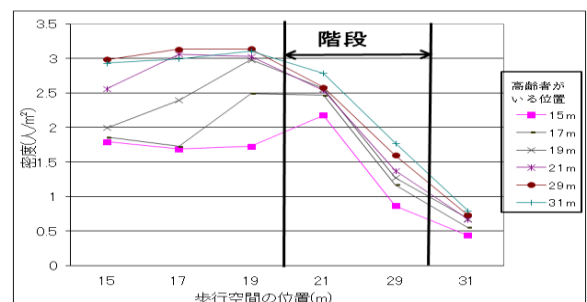


図-7 高齢者の混入を考慮した密度変化

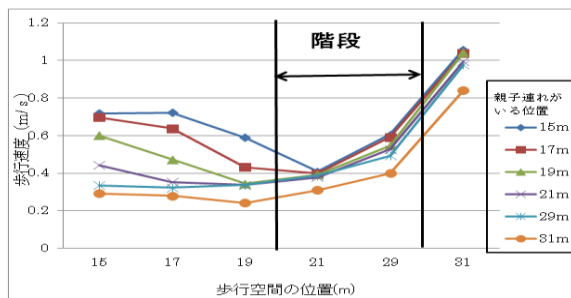


図-8 親子連れの混入を考慮した歩行速度変化

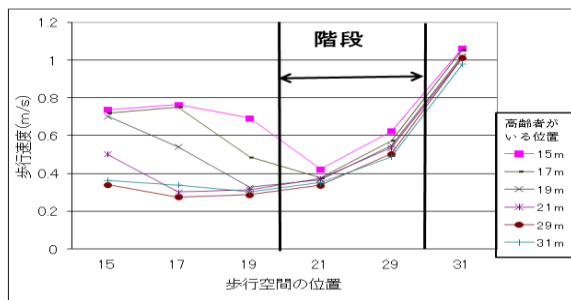


図-9 高齢者の混入を考慮した歩行速度変化

図-6～図-9は、15、17、19、21、29、31mの地点に親子連れまたは高齢者が混入した場合の、それぞれの地点での平均歩行速度と平均密度の変化を示したものである。

図-6、図-7からわかるように、親子連れが混入した場合の平均密度は高齢者が混入した場合の平均密度より高くなるのがわかる。また、図-8、図-9を比較すると、それぞれの地点において、親子連れが混入した場合の平均歩行速度は高齢者が混入した場合の平均歩行速度より小さいことがわかる。

5. まとめ

本研究では、親子連れの歩行行動を測定することにより、PSを用いたモデル化を行った。このモデルを使い、下り階段を含む歩行空間でシミュレーションを行った。シミュレーションの結果より、親子連れの混入を考慮した場合の密度の増加、歩行速度の低下やその伝わり方などが定量的に表すことができた。今後は、子供の年齢によって異なると考えられる歩行特性（年齢別のPSなど）を考慮に入れ、このモデルを拡張していく。

謝辞：本研究は平成21年度財団法人三井住友海上福祉財団の研究助成を得て実施したことを記して謝意を表します。

参考文献

- 岡崎甚幸：建築空間における歩行のためのシミュレーションモデルの研究 その1 磁気モデルの応用による歩行モデル，日本建築学会論文報告集，Vol.283，pp.111-119，1979.
- 小塚勝紀，新崎淳史，波床正敏：子連れ移動者の視点から見た交通バリアフリーの課題抽出，土木計画学研究・講演集，Vol.28，CD-ROM，2003.
- 劉建宏：パーソナルスペース概念を用いた公共空間における歩行者の群集流動に関する研究，九州大学博士学位論文，2007.
- 岡村洋一郎：高齢者の混入を考慮した階段のある歩行空間における群集流動に関する研究，九州大学修士論文，2008.

(2014.?? 受付)

A Study on the Walking Space of the Pedestrian Flow with a Pair of Parent and Child

Yu KAWAHARA, Yoshinao OEDA and Natsumi OTA

In recent years, the impediment removals around the area are promoted in the district around the station and the facilities which elderly people and physically handicapped people gather. In consequence, well-maintained walking spaces are increasing, and opportunities for people with various physical conditions such as elderly people, physically handicapped people and a pair of parent and child are increasing. Because of this, the maintenance of the safe walking space for a pair of parent and child is needed, and we need to estimate the pedestrian flow to design the walking space properly. However, the studies about a pair of parent and child walking are not carried out so much.

In the study, basic actions of a pair of parent and child in the walking space are modeled using a concept of 'Personal Space', and we duplicate the walking space with flat and stairs including a pair of parent and child in the walking space.