

商業地区内モールにおける混合交通シミュレーションモデルの検討

*東京海洋大学大学院 学生会員 ○荒木 裕也
 東京海洋大学 正会員 兵藤 哲朗
 東京海洋大学 正会員 高橋 洋二

1. はじめに

歩道には、歩行者・車椅子・自転車・高齢者・台車・乳母車などの多様な交通モードが混在している。特に、人通りが多く種々の交通モードが混在しやすい商業地区内モールにおいては、荷捌き車の路上駐車に加えて、携帯電話を操作したまま歩行する前方不注意者、集団歩行者、さらにティッシュ配りなどの迷惑歩行者が、歩行空間の快適性を低下させる一因ともなっている。しかしその動きの自由度の高さ故、その事象を定量的に示す試みは十分検討されていない。モール内の歩行者などの動きは一種の混合交通であり、その分析方法の援用が考えられる。

そこで本研究では、画像処理技術で交通状況を把握した上で、混合歩行空間を表現するシミュレーション手法を用い、実際の商業地区内モールにおける歩行者の快適性を評価することを目的とする。

2. 分析対象空間の概要

本研究では、東京都町田市の東急百貨店付近のモールを分析対象空間とした(図1)。



図1 分析対象空間の位置

2.1 交通流量の把握

分析対象空間の交通量を把握するために、ビデオ映像から歩行空間内への20分間の流入交通量を目視によりカウントした(表1)。分析対象空間では20分間に計831人の交通流を観測した。

表1 分析対象空間の交通流

	総通過人数(人)	平均交通量(人/分)
歩行者	773	38.65
高齢者	31	1.55
自転車	13	0.65
台車	4	0.2
乳母車	9	0.45
車椅子	1	0.04
全交通量	831	41.55

3. 画像処理によるパラメータ抽出

本研究ではビデオ映像から画像処理によって各交通モードのパラメータを抽出した。その手順は以下の通りである(図2)。

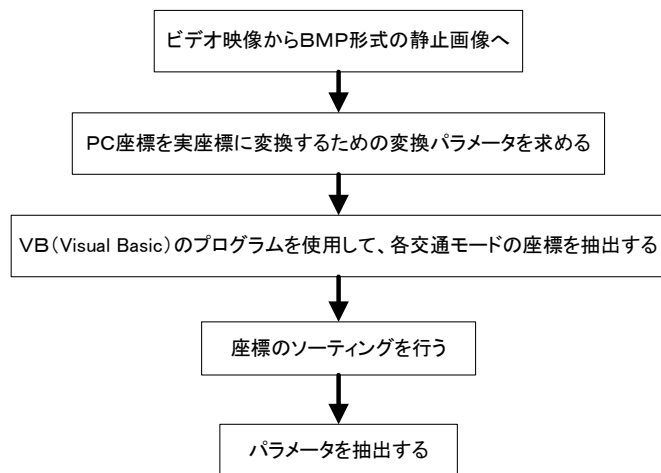


図2 画像処理の手順

(1)ビデオ映像からの静止画像取り出し

20分間のビデオ映像から1秒間隔で静止画を取出し、合計で1200枚の静止画を取り出した。

Keywords: 画像処理、歩行者、交通シミュレーション

*連絡先: yaraki@e.kaiyodai.ac.jp 03-5245-7366

(2) PC座標の実座標への変換

PC 座標と実座標は異なるため、取り出した静止画像の PC 座標を取得し、射影変換式(1)を用いて実座標に変換する必要がある。

$$u = \frac{a_1x + a_2y + a_3}{a_7x + a_8y + 1}, \quad v = \frac{a_4x + a_5y + a_6}{a_7x + a_8y + 1} \quad (1)$$

u, v : 実座標
 x, y : PC座標

実測により求めたポールなどの基準点 2 3 点の座標値を使って最小二乗法で近似して、射影変換パラメータ $a_1 \sim a_8$ を推定した。そのときの残差の標準偏差は 91.2mm と、良好な変換パラメータを求めることができた。求めたパラメータは表 2 の通りである。

表 2 推定された変換パラメータ

係数	推定値	係数	推定値
a_1	2.4047	a_5	14.141
a_2	-1.3802	a_6	-10591
a_3	988.49	a_7	0.00001
a_4	1.3146	a_8	0.00025

(3)パラメータの抽出

得られた座標データを用いて、各交通モードの平均速度と標準偏差、減速時の平均減速率と標準偏差の 2 つのパラメータを抽出した。抽出したパラメータは表 3 の通りである。

表 3 画像処理により得られたパラメータ

	交通モード	平均速度	
		[m/s]	[km/h]
速度	歩行者	1.48	5.3
		標準偏差 0.242 [m/s]	
	高齢者	1.16	4.1
		標準偏差 0.199 [m/s]	
自転車	平均速度	2.84	10.2
	標準偏差	0.932 [m/s]	
乳母車	平均速度	1.22	4.3
	標準偏差	0.268 [m/s]	
減速率	平均減速率(1秒あたり)	60[%]	
	標準偏差	0.167	

4. 混合交通シミュレーションによる分析

混合交通シミュレーションを用いて歩行空間を分析するため、幅員 10 m ・長さ 25 m の歩行空間内に、ポールに見立てた現実に存在する障害物を配置して町田の歩行空間を再現した (図 3)。

さらに、設定した歩行空間に流す交通流を、目視でカウントした表 1 の交通流をもとに表 4 のように設定した。

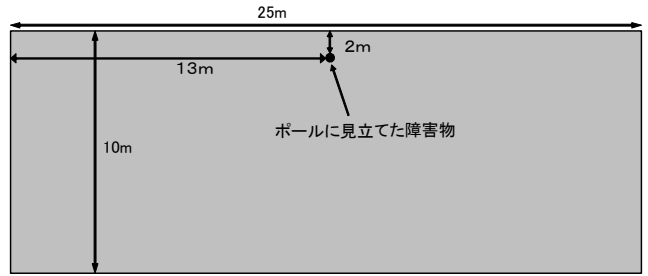


図 3 設定した歩行空間

表 4 歩行空間内の 10 分間の交通流

時間(分)	歩行者	高齢者	自転車	台車	乳母車	車椅子
1	36	2	0	0	1	0
2	48	1	2	0	0	0
3	33	3	2	0	0	0
4	40	2	0	0	0	0
5	36	3	1	0	0	0
6	45	0	1	0	1	0
7	40	2	1	0	0	0
8	24	0	0	1	1	0
9	35	1	1	1	0	1
10	70	2	0	0	2	0
計	407	16	8	2	5	1

4. 1 シミュレーションのアルゴリズム

使用した混合交通シミュレーションのアルゴリズムは以下の通りである (図 4、図 5)。

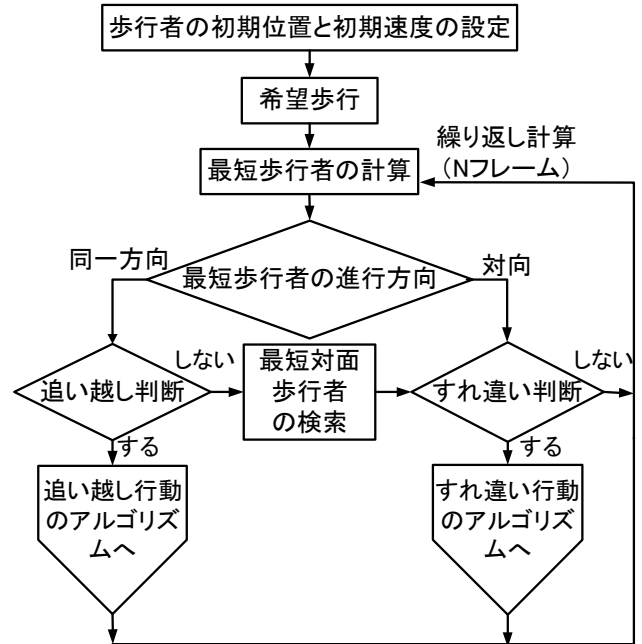


図 4 シミュレーションの基本アルゴリズム

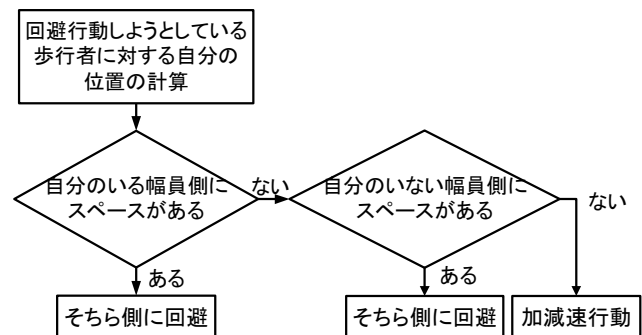


図 5 すれ違い・追い越し判断のアルゴリズム

上記アルゴリズムに基づく混合交通シミュレーションを用い、歩行空間における歩行者の快適性を評価する。本研究では評価指標として、歩行者の「①左右回避回数」「②加減速回数」「③PS (パーソナルスペース) 進入回数」を算出することとした。①は左右、②は前後への障害回避挙動、そして③は回避しきれず PS (半径 40cm の人体円を仮定) への進入により快適性が損なわれる事象を代表すると考えた。

4.2 シミュレーションの感度分析

(1) 交通量増加の影響

表 4 の交通流を初期設定とし、初期設定交通量に対して歩行者・高齢者の人数を各々 20 人ずつ 100 人まで増加させ、混合交通シミュレーションを実行し、歩行者のコンフリクト回数を算出した(図 7、図 8)。実行したシミュレーションは歩行者の初期位置を 50 回変えて、その平均値を算出している。

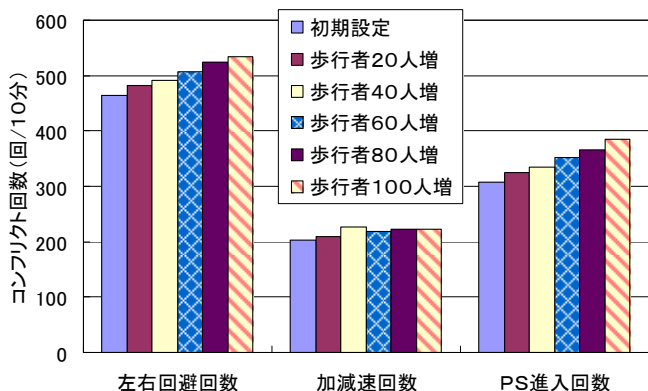


図 6 歩行者増加の影響

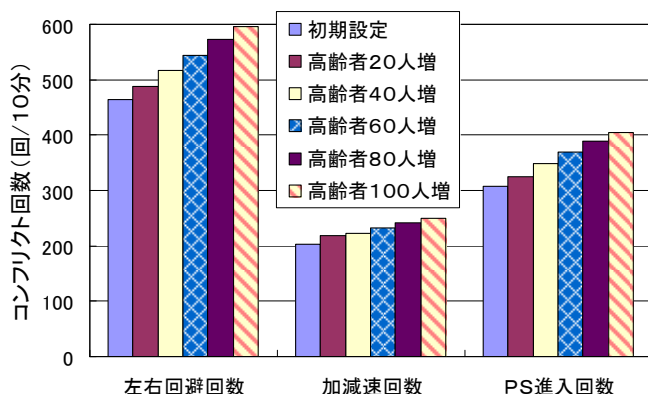


図 7 高齢者増加の影響

図 6、図 7 のように歩行者・高齢者の数を増加させていくと、それに伴って歩行者のコンフリクト回数に増加が見られた。このことから、交通量が増加

することで歩行者の快適性は減少するといえる。

(2) 雨天時の影響

雨天時、傘を使用することで 1 人当たりの歩行スペースは広くなり、歩行者の挙動も変わってくる。そこで、初期設定の人体円 40cm を 60cm に変えることで傘の直径を人体円のサイズに見立てて混合交通シミュレーションを実行し、雨天時における歩行者のコンフリクト回数を算出した(図 9)。

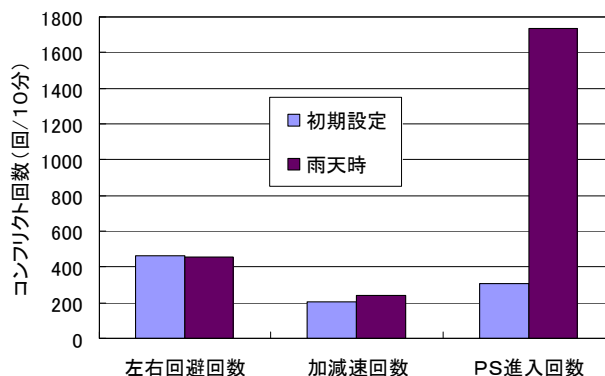


図 8 雨天時の影響

図 8 を見ると、人体円が 40cm から 60cm と 1.5 倍に変化すると、歩行者の PS 進入回数は約 6 倍にまで増加する。これより、雨天時に歩行者が傘を指すことで歩行者の快適性は極端に悪化するといえる。

4.3 モール上の様々な移動体による影響

路上駐車、前方不注意者、横一列歩行者、ティッシュ配りといった、現実によく存在する種々の主体が歩行空間に混在する場合の歩行者快適性を分析するため、各設定について混合交通シミュレーションを実行し、歩行者のコンフリクト回数を算出した(図 11)。各条件の詳細な設定は表 5 の通りである。

表 5 シミュレーション実行時の各条件設定

条件	設定	
路上駐車	全幅2m・全長4mの荷捌き車 図9の位置に配置	
迷惑歩行者	前方不注意者	直前まで回避行動を取らないパラメータ設定 歩行者→前方不注意者
	横一列歩行者	5人並列歩行 歩行者→横一列歩行者
	ティッシュ配り	自ら歩行者に近づくアルゴリズム設定 図10の位置に2人配置
	迷惑歩行者混在混入	上記3つの迷惑歩行者を同時に混在

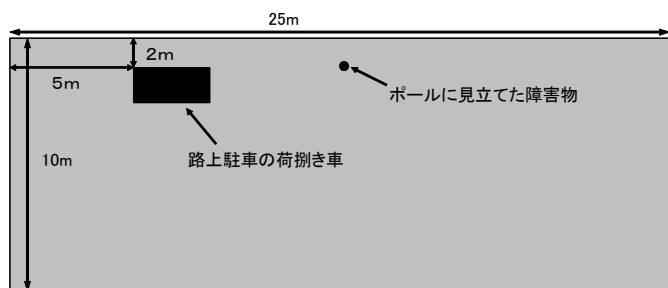


図 9 設定した路上駐車の位置

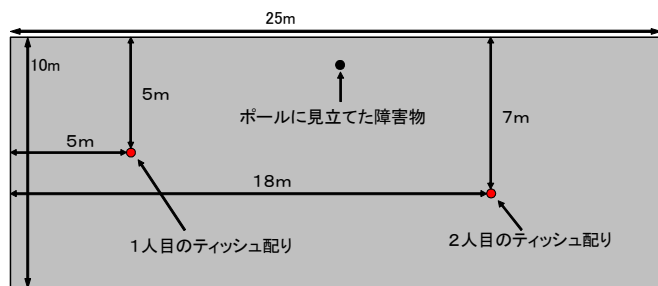


図 10 設定したティッシュ配りの位置

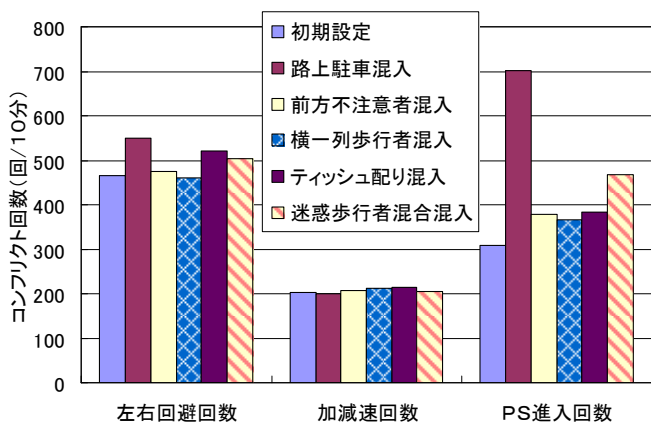


図 11 コンフリクト回数の比較

図 11 より、まず、初期設定と路上駐車混入時を比較すると、歩行者の左右回避回数と P S 進入回数に大幅な増加が見られる。特に P S 進入回数の増加は著しいことがわかる。

次に、初期設定と前方不注意者・横一列歩行者・ティッシュ配りといった迷惑歩行者の混入を比較すると、その全てで P S 進入回数の増加が見られる。また、ティッシュ配りの混入に関しては、左右回避回数の増加も見られることから、ティッシュ配りなどの、歩行者に自ら近づいてくる者を歩行者が左右への回避でかわそうとすることがわかる。

そして、前方不注意者・横一列歩行者・ティッシュ配りの 3 つの迷惑歩行者を同時に混在させたときを見ると、迷惑歩行者を個別に混入したときよりも

P S 進入回数の増加率が大きい。実際の商業地区では、こういった迷惑歩行者は同時に混在しているため、歩行者にとってはかなり不快であるといえる。

また、全体のコンフリクト回数を比較したときに、路上駐車を混入したときの指標値が突出している。このことから、路上駐車の混入は最も歩行者の快適性を低下させることがわかる。

5. おわりに

本研究では、混合交通シミュレーションを用いて、交通量の増加や雨天時、さらには路上駐車や迷惑歩行者の存在といった、実際の商業地区内モールにおいて歩行者の快適性を損なう要因となりえる様々な状況を設定し、混合交通シミュレーションを実行することで、商業地区内モールにおける歩行者の快適性を評価することができた。これらの結果から、具体的にはモール内における路上駐車排除、歩行ルートの設定など、諸々の歩行空間アメニティ向上策の効果を明らかにすることができると考えられる。もちろん、評価尺度は提示した 3 種類に限られており、そもそも歩行者行動を直線・一定速度歩行を理想とするなど、前提条件の一般性には問題があろう。しかし、特段の測定装置を用いることなく、安価なビデオ画像取得からシミュレーション実施に至る一連のプロセスを提示し得たことには意義があると考えている。

今後は、駅や大規模商業施設といった大規模な交通流への適用や、自動三輪や電動自転車など歩行空間における新たなモード混入の影響などについて検討していきたいと思っている。

なお分析実施に際しては東京都市圏交通計画協議会ならびに町田市との協力を得た。関連各位に謝意を表する次第である。

参考文献

- 1) 谷口 慶治：画像処理工学 基礎編、共立出版、pp49-52、1996。
- 2) 杉谷芳宏、原田昇、大森宣暁、円山琢也：マルチエージェント・シミュレーションによる歩行者自転車道の評価、第 25 回交通工学研究発表会論文報告集、pp.213-216,2005。