

自転車・歩行者混合交通のモデルに用いる自転車のパーソナルスペースに関する研究

九州大学工学部	地球環境工学科	学生会員	新谷栄朗
九州大学大学院	工学府	学生会員	杉谷亮太
九州大学大学院	工学研究院	正会員	大枝良直
九州大学大学院	工学研究院	正会員	角 知憲

1. 研究の背景と目的

1978年の道路交通法改正から自転車の「歩道通行可」が盛り込まれて以来、自転車利用者の死亡者数が減じたが、一方で歩道では歩行者が自転車により危険にさらされるという状況が起きた。しかし現在、歩道の自転車通行に関する整備が進んでおらず、その状況が改善されていない。

原因として、現状の道路構造に自転車道等を入れる余裕がないこと以外にも、歩道における自転車交通の影響、および改善策の効果を把握できていないことが挙げられる。

そこで本研究は、自転車通行による事故の危険性を考慮した歩道整備および自転車道設計を行うための足掛かりとして、公共空間における歩行者・自転車の基本的な行動を、人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の概念を用いてモデル化し、シミュレーションを行うことで自転車を含む群衆流動を制御する方法を検討する。今回は、その前段階として歩行者・自転車のパーソナルスペースについての測定を行ったのち、それをモデルに組み込むための検討を行うことを目的とする。

3. 歩行・走行行動の基本構成

3.1 パーソナルスペースの構成と歩行行動の記述

著者らがこれまで作成を試みてきた歩行者行動モデルは、次のようなものである。人のまわりにパーソナルスペース（以下PS）と呼

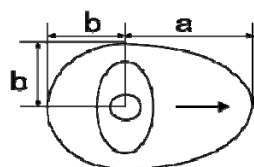


図-1 パーソナルスペース

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、すべての歩行者の周りに図-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、次のように歩行者行動を

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、歩行者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、歩行者は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。本研究では自転車のPSについても歩行者と同様に卵型と仮定し、歩行者と同様の行動を行うとする。

3.2 パーソナルスペースの測定

歩行者のPSについては部分的に劉（2007）¹⁾による研究のデータを引用する。今回行った実験では20代の男女12人を自転車・歩行者として、下記に記す条件下でビデオカメラを用い、4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1パターン30回、合計9パターン270回測定した。

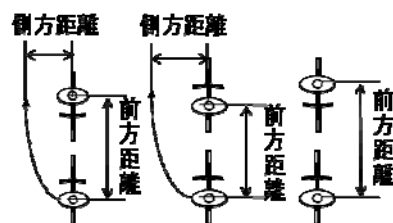


図-2 実験（すれ違い、追い越し、速度低下）

1) 自転車-自転車（3パターン）

自転車同士（片方の自転車は直進のみ）の①すれ違い、②追い越し時の前方距離および側方距離を測定した。また、③自転車同士を正面から接近させ、停止させる実験を行い、前方距離と速度低下の関係を調べた。

2) 自転車-歩行者（4パターン）

自転車対歩行者（歩行者は直進のみ）・歩行者対自転車（自転車は直進のみ）の①②すれ違い、③追い越し（自転車のみ）時の前方距離および側方距離を測定した。また（1）と同様に④自転車・歩行者の前方距離と速度低下の関係を調べた。

3) 自転車-障害物（2パターン）

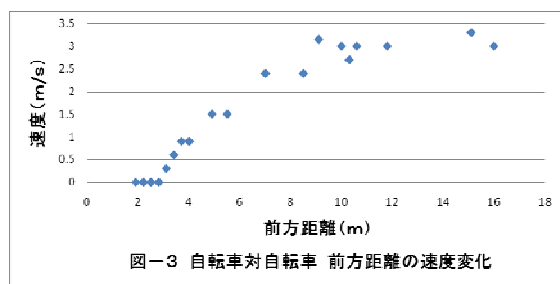
自転車が①障害物を回避する場合の前方距離および側方距離を測定した。また、②自転車を障害物の前で停止させ、前方距離と速度低下の関係を調べた。

3.3 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ある。また、図－3 は自転車対自転車の前方距離と速度の関係を表したグラフである。前方距離と速度の関係は対自転車のみを挙げたが、対歩行者、対障害物においても同様の結果が得られた。

表－1 前方距離・側方距離の測定結果

				平均値(m)	標準偏差
自転車	対障害物	回避	前方距離	5.98	1.44
			側方距離	0.83	0.22
	対自転車	すれ違い	前方距離	12.28	1.77
			側方距離	1.20	0.28
		追い越し	前方距離	3.75	0.62
			側方距離	1.18	0.22
	対歩行者	すれ違い	前方距離	8.70	1.40
			側方距離	1.26	0.24
歩行者	対自転車	追い越し	前方距離	5.06	1.27
			側方距離	1.18	0.19
歩行者	対自転車	すれ違い	前方距離	10.37	2.41
			側方距離	0.93	0.16



測定実験の結果より歩行者・自転車のパーソナルスペースのデータが次の表－2、3 のように得られた。

表－2 自転車のパーソナルスペースの長軸・短軸

		長軸(m)	短軸(m)
対障害物	回避	5.98	0.83
対自転車	すれ違い	6.09	0.6
	追い越し	3.16	0.59
対歩行者	すれ違い	5.7	0.98
	追い越し	4.65	0.77

表－3 歩行者のパーソナルスペースの長軸・短軸

		長軸(m)	短軸(m)
対障害物	回避	2.8	0.5
対自転車	すれ違い	4.28	0.33
対歩行者	すれ違い	3	0.42
	追い越し	1.5	0.41

ここで歩行者対歩行者、歩行者対障害物のデータは劉（2007）¹⁾ のデータを引用した。

4. 自転車の行動における長軸・短軸の差異の検定

4.1 避ける対象による長軸・短軸の変化

帰無仮説：「自転車の PS の長軸（短軸）は避ける

対象が変化しても平均値は等しい」という仮説をたて、危険率 5% で t 検定を行った。長軸に関してはすべての対象において仮説が採択された。短軸に関しては対歩行者と対障害物では仮説は採択されるが、対自転車では仮説は棄却された（表－4）。

よって PS のモデルでは自転車の長軸は避ける対象による変化はないものと考え、短軸については対自転車の短軸とそれ以外の場合の短軸とで分ける方法が必要であると考えられる。

表－4 AとBの長軸・短軸データを用いたt検定結果

	A	B	長軸	短軸
すれ違い	対障害物	対自転車	採択	棄却
	対自転車	対歩行者	採択	棄却
	対歩行者	対障害物	採択	採択

4.2 すれ違い・追い越しによる長軸・短軸の変化

帰無仮説：「自転車の PS の長軸（短軸）は対象を避ける方法（すれ違い・追い越し）が異なっても平均値は等しい」という仮説をたて、危険率 5% で t 検定を行った。長軸においてはこの仮説は棄却されたが、短軸においてはこの仮説は採択された（表－5）。

よって PS のモデルでは自転車の長軸はすれ違い、追い越しの行動による変化を加える必要があると考えられる。短軸についてはその変化は無いものとする。

表－5 AとBの長軸・短軸のデータを用いたt検定結果

	A	B	長軸	短軸
対自転車	すれ違い	追い越し	棄却	採択
対歩行者	すれ違い	追い越し	棄却	採択

5. まとめ

今回の測定実験により自転車および歩行者の PS のデータを得た。それにより、ある行動における PS の長軸・短軸は同じものとみなせることがわかった。

今後は得たデータをモデルに組み込み妥当性を検証し、シミュレーションを実施する。

最後に、本研究は平成 20 年度文部科学省科学研究費補助金（課題番号：19360233）を得て実施したことを記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 劉建宏（2007） パーソナル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