

パーソナルスペースを用いた高齢者の自転車挙動についての研究

九州大学工学部 地球環境工学科 学生会員 濱田貴啓
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

近年歩道での自転車と歩行者の事故は増加しており、その中でも高齢者の割合は非常に高いものとなっている。だが現在、歩道の自転車通行に関する整備が進んでおらず、依然として危険である。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が挙げられる。そこで本研究は、高齢者の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、公共空間における自転車の基本的な行動を、パーソナルスペースの概念を用いてモデル化することを目的とする。

2. 走行行動の基本構成

2.1 パーソナルスペースの構成と歩行行動の記述

自転車行動モデルは、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、すべての自転車の周りに図-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、次のように自転車行動を記述する。

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、自転車は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、自転車速度はゼロとなって停止する

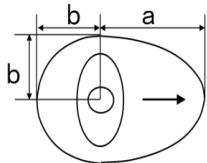


図-1 パーソナルスペース

としたものである。本研究の自転車の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 高齢者の男女10人に自転車に乗ってもらい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1人5回、計50回測定した。

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（3パターン）

自転車対歩行者（歩行者は直進のみ）（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1)と同様に（3）自転車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。

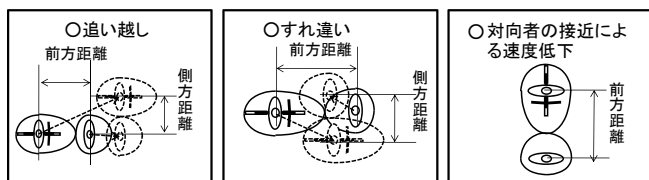


図-2 実験（すれ違い、追い越し、速度低下）

2.3 測定結果

測定は平成22年12月6日、9日の13:00~16:00に1日に5人ずつ行った。表-1は被験者のデータで、表-2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は自転車対障害物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障害物のみを挙げたが、対歩行者、対自転車においても同様の結果が得られた。図中の20代の自転車のPSデータは新谷（2008）²⁾を引用した。

表-1 被験者のデータ

	性別	年齢	頻度	1回に乗る時間	
1	男	79	全くのらない	0	平均年齢 72
2	男	69	全くのらない	0	
3	男	76	週に3回	20分	
4	男	66	週に5回	4時間	
5	男	71	週に1回	30分	
6	男	61	年に2回	30分	
7	女	73	週に2回	20分	
8	女	75	週に1回	30分	
9	女	77	年に5回	10分	
10	女	回答なし	週に3回	40分	

表-2 前方距離と側方距離の測定結果

	対象	避ける方法		平均値(m)	標準偏差
自転車	対障害物	すれ違い	前方距離	3.69	0.92
			側方距離	0.83	0.18
	対自転車	すれ違い	前方距離	7.62	1.22
			側方距離	1.09	0.28
		追い越し	前方距離	3.43	0.49
			側方距離	1.40	0.31
	対歩行者	すれ違い	前方距離	6.60	1.27
			側方距離	1.21	0.20
		追い越し	前方距離	3.85	0.74
			側方距離	1.21	0.29

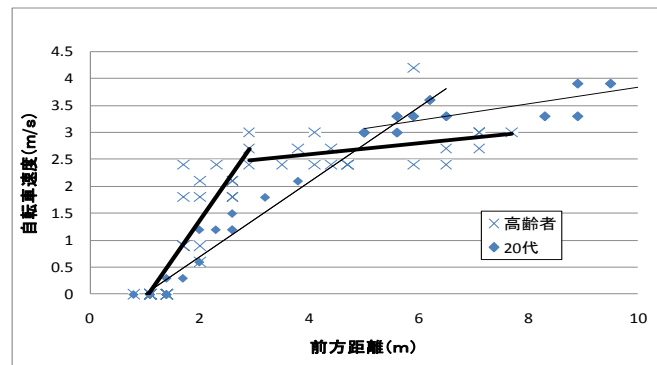


図-3 自転車の障害物への接近による速度低下

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

表-3 高齢者のパーソナルスペースの長軸・短軸

対象	方向	長軸(m)	短軸(m)
対自転車	すれ違い	3.81	0.55
	追い越し	2.75	0.70
対歩行者	すれ違い	3.60	0.92
	追い越し	3.44	0.84
対障害物	回避	3.69	0.83

表-3 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-2 から計算した。

3. 高齢者の自転車に乗った際の PS の差の検定

3.1 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) はすれ違う対象が変化しても平均値は等しい」という仮説のもと、危険率を 5% として、t 検定を行った。

表-4 AとBの長軸・短軸のデータを用いたt検定結果

すれ違う対象		検定結果	
A	B	長軸	短軸
障害物	歩行者	採択	採択
歩行者	自転車	採択	棄却
自転車	障害物	採択	棄却

表-4 より、長軸は、全ての対象において仮説は採択され、短軸は、対障害物に関しては、棄却されることが分かる。よって、高齢者の PS は自転車の長軸はすれ違う対象によつての変化はなく、短軸は障害物の場合と、それ以外の速度を持つ物とに避ける対象を分けて考えればよいことが分かった。

3.2 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」という仮説のもと、危険率 5% で t 検定を行った。

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
対歩行者	すれ違い	追い越し	採択	採択
対自転車	すれ違い	追い越し	棄却	棄却

対歩行者においてはこの仮説は採択され、対自転車においては棄却された。(表-5)

よって対自転車の場合は、すれ違い、追い越しの行動による変化を加えなければならないが、対歩行者ではその変化は必要ないものと考えられる。

3.3 年齢による長軸 (短軸) の変化

帰無仮説: 「自転車の PS の長軸 (短軸) は年齢が変化しても、他の条件が同じなら平均値は等しい」という仮説のもと、危険率 5% で t 検定を行った。

表-6 AとBの長軸・短軸のデータを用いたt検定結果

方向	対象	A	B	長軸	短軸
すれ違い	自転車	高齢者	20代	棄却	採択
	歩行者	高齢者	20代	棄却	採択
	障害物	高齢者	20代	棄却	採択
追い越し	自転車	高齢者	20代	棄却	棄却
	歩行者	高齢者	20代	棄却	採択

表-6 が示すように長軸において仮説は全て棄却され、年齢によって、PS の長軸には変化が現れると考えられる。

4. まとめ

今回の実験により、高齢者は 20 代よりも急に減速することがわかった。また高齢者の自転車の PS と 20 代の PS を比較したところ、長軸は有意な差がみられたが、短軸は殆どの場合で有意な差が見られなかった。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・自転車混合流のシミュレーションを行い道路構造の評価を行う予定である。

最後に、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

- 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
- 2) 新谷栄朗(2008) パーソナルスペースを用いた自転車・歩行者混合交通モデルに関する研究 西部支部発表概要