

実空間における歩行者・自転車経路選択の 空間的相互依存に関する研究

植村 恵里¹・羽藤英二²

¹学生非会員 東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻（〒113-8656 文京区本郷7-3-1工学部14号館210）
E-mail:uemura@bin.t.u-tokyo.ac.jp

²正会員 工博, 東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻（〒113-8656 文京区本郷7-3-1工学部14号館210）
E-mail:hato@bin.t.u-tokyo.ac.jp

本研究では、札幌市を対象として行ったプローブパーソン調査を用いて、従来なされてこなかった街路ネットワークの観点から、自転車・歩行者の経路選択行動の特性を分析する。また、自転車の経路選択に影響を与える要因として歩行者の存在と信号に着目し、プローブパーソンデータ及びモニタに行ったインタビューを用いることでその影響について探る。これらの分析に基づき、自転車の経路選択モデルを構築し、経路選択における要因を明らかにすることを目指す。

Key Words : pedestrian, cyclist, route choice, signal, velocity

1. はじめに

近年、環境問題や健康志向の影響から自転車の注目度が高まっている。一方で、本来原則として車道を走るべき自転車の歩道走行や、迷惑駐輪といった不適切な利用が問題となっており、歩行者に心理的負担をかける要因となっている。本研究で対象とする札幌市でも、自転車が関係する事故は近年増加傾向にあり、安全対策として自転車レーン設置といった街路再配分が検討されている。そこで再配分を検討するにあたり、歩行者と自転車の街路空間利用の現状及び課題を明確にする必要がある。

自転車に関する既往研究として、諸田ら(2008)¹⁾のアンケート調査を用いた歩車道選択の傾向に関する分析や、轟ら(2004)²⁾のODを特定した実走調査による歩車道選択・経路選択の分析がみられる。しかしこれらに加え、実際の空間・生活の中で、歩行者と自転車が各々どのように行動しているのかについて、街路ネットワークの観点から把握する必要がある。

本研究では、プローブパーソンデータを用いて、メゾレベルでの歩行者と自転車の行動特性に着目した行動分析を試みる。プローブパーソン調査では、広範囲にわたる歩行者・自転車の経路選択や移動速度のデータを大量に取得でき、実生活における両者の行動を細かく分析することが可能となる。更に有志のモニターにデブス

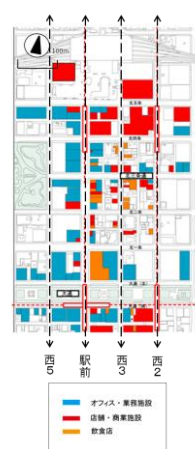


図-1 分析対象地

インタビューを行い、心理的な経路選択要因についても補完する。これにより、札幌市における歩行者と自転車の街路空間における関係性を街路ネットワークの観点から明確にする。

2. 分析概要

(1) 対象地概要

本研究では札幌市の中心部街路ネットワークを対象とし、図-1 で示すエリアを中心部、その周りを周辺部と定

表-1 データ概要

調査概要	
調査期間	9/16～10/28 (32 日間)
モニター数	80 名
トリップ数	歩行者：216 件 自転車内々：16 件 内外：335 件

表-2 基礎集計

	歩行者	自転車
右左折数(回)	2.2	2.6
経路長(m)	329	673/2849
速度(km/h)	5.6	8.2/12.0

(自転車は(内々/内外))

義する。中心部は約 100m 単位の格子状街路網で構成されている。今回は特に札幌駅と大通公園を結ぶ、西二丁目通り、西三丁目通り、駅前通り、西五丁目通りの利用に着目して分析を行う。

(2) 分析データ概要

札幌市で実施したプローブパーソン調査から得られた移動記録データを用いて分析を行った。調査期間は 2010 年 9 月 16 日から 10 月 28 日の 43 日間であり、2 週間ごとに計 80 名のモニターから 3531 件のトリップデータを取得した。モニターの性別は男性 52 名、女性 28 名、年齢構成は 30,40 代が半数を占めており、会社員や主婦層が主な構成員となっている。

(3) 分析手法

a) マップマッチングによる経路特定

分析を行うにあたり、三谷(2005)³⁾のマップマッチングを用いることで、経路を特定した。本研究では札幌中心部での移動に着目するため、歩行者は出発到着地点両方が図-1 に示したエリアに含まれるもの、自転車は平均経路長が長いこと、出発・到着地点の少なくとも 1 つがエリアに含まれるものを抽出した。

b) 街路利用率の算出

竹上・塚口(2006)⁴⁾の研究によると、歩行者は右左折の少ない経路を選択する傾向にある。そこで最短経路が複数存在する格子状街路網での経路選択において、街路単位の選択に着目し、「街路利用率」を算出する。

マッチングされたトリップを用いて、前述した 4 つの街路に着目しつつ、以下の式から街路利用率を算出する。

$$P_x(\%) = a_x \times \frac{d_x}{d_{all}} \times 100 \quad (2.1)$$

P_x は街路 x の利用率 (%), a_x は街路 x の利用可能性

(利用可能な場合は 1, そうでない場合は 0), d_x は

街路 x の通過距離 (m), d_{all} は南北移動総距離 (m) を表す。まず、起点ノードと終点ノードを対角線に持つ長方形の範囲に入る街路を利用可能な街路とする(迂回しないことを前提とする)。マッチングから得た実経路における各街路の街路利用率を、各街路の通過距離と全体の移動距離を用いて算出する。本研究では南北移動に着目しているため、分母を南北移動総距離とした。得られた各街路の利用率が最も高い街路を主街路と決定する。

これにより、街路の選択傾向を数値的に確認できる。

また、同方向の移動において一つの街路利用率が高い場合は「直進」、複数の街路利用率が同等



歩行者

自転車

図-2 リンク別通過回数

表-3 自転車の歩道車道選択割合

	駅前通	西三丁目通	西二丁目通
歩道	83%	65%	59%
車道	17%	35%	41%

の値を示す時は「右左折が多い」といった傾向を読み取ることができる。

3. 基礎分析

(1) 基礎集計

表-1, 2に歩行者・自転車各々の集計結果を載せる。自転車に関しては、内々トリップと内外トリップ(出発到着地のどちらかが中心部・もう片方が周辺部に位置するトリップ)の行動特性に分類して集計分析を行った。トリップ数は圧倒的に内外トリップが多い。平均速度に関しても内外トリップの方が内々トリップよりも速いという結果が得られた。札幌中心部は歩行者・自動車など様々な利用者が集積するエリアのため、平均速度が周辺地域より遅くなることがわかる。

(2) 交通手段別の経路選択特性

a) リンク通過回数からみる行動特性

図-2に歩行者・自転車各々の各リンク通過回数を示す。歩行者は駅前通りの選択回数が、自転車は西二丁目通りと西五丁目通りの選択回数が多いことがわかる。また西二丁目通り、西三丁目通り、駅前通りの交差点計9箇所において行ったビデオ撮影から自転車の歩道・車道走行について選択割合を算出したところ(表-3)、全ての街路で半数以上が歩道を選択していることがわかった。ここから、自転車と歩行者の存在が経路選択において互いに影響を及ぼしあう要因になるといえる。

b) マッチング結果からみる行動特性

より細かな経路選択の特徴を把握するため、歩行者・

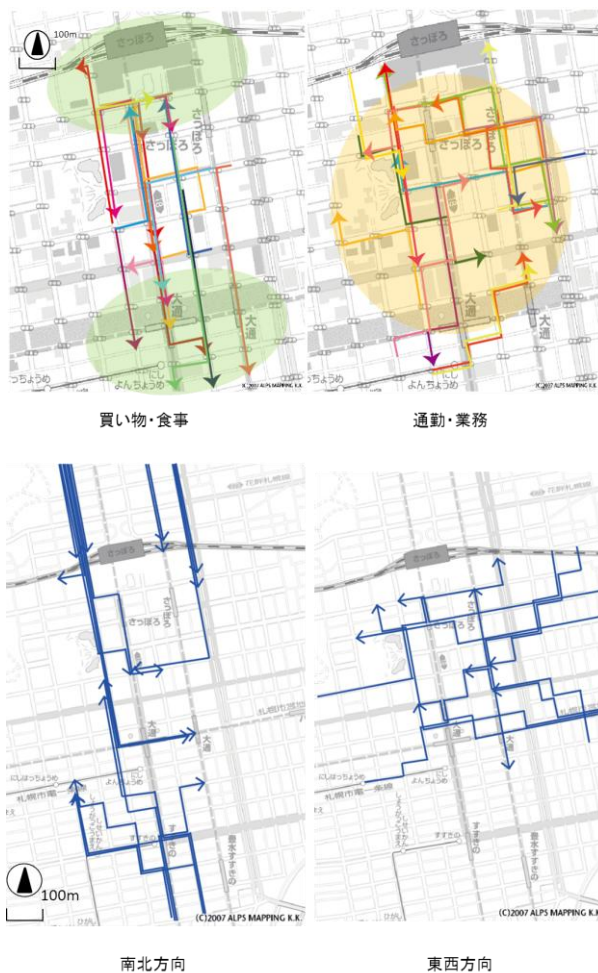


図-3 ランダムサンプリングによるマッチング抽出
(上段：歩行者 下段：自転車)

自転車のトリップを、歩行者は目的別、自転車は中心部進入方向別（南北・東西）に20件ずつランダムサンプリングを行った。結果を図-3に示す。

歩行者について、買い物・食事といった非義務的な移動目的の場合、駅前周辺と大通南側をを発着地として、主に駅前通りを用いて中心部を南北に直進する傾向が多く確認された。通勤・業務といった義務的な移動目的では、エリア全体において方向転換を頻繁に行い、面的に移動している。これは義務的な移動では時間短縮のために赤信号で右左折を繰り返す行動によると考えられる。

自転車について、北側からの進入では、主に西五丁目通りから中心部進入後、駅前に駐輪するパターンと西二丁目通り・西五丁目通りを主として中心部へ直進的に進入するパターンがみられる。南側からの進入では駅前通りからすすきの以北へ進入し、他街路へ転換（特に西五丁目通りを選択）する傾向が読み取れる。また東西方向からの進入では、南北方向に比べ右左折を繰り返す傾向が多くみられる。これは南北方向に比べ東西方向の街路の特徴に差異が少なく、特定の街路に対する嗜好性が低いことが要因といえる。

表-4 各街路の選択割合（上段：歩行者 下段：自転車）

	西 5	駅前	西 3	西 2
選択回数	15	31	26	17
選択確率	60%	64.9%	66.7%	77.3%
平均街路利用率	66.6%	69.7%	71.9%	64.1%

	西 5	駅前	西 3	西 2
選択回数	46	15	17	19
選択確率	86.8%	42.9%	48.6%	67.9%
平均街路利用率	75.6%	50.3%	51.5%	59.6%

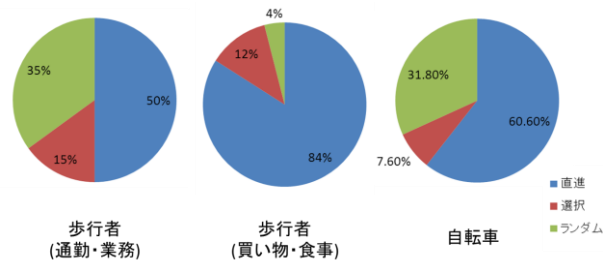


図-4 行動類型割合

c) 街路利用率からみる行動特性

街路利用率を用いた分析結果を表-4に示す。4街路のいずれかを通過するトリップを用いて算出している。ここで選択回数は各街路を主街路として選択した回数、選択確率は選択回数を選択肢に入った回数で除した値を表す。主街路について、歩行者は駅前通り・西三丁目通りの選択回数が多く、平均街路利用率も高い。自転車は西五丁目通りの選択回数が多く、街路利用率も高いことが確認でき、それらの街路を直進する傾向が数値から伺える。図-4に行動類型の内訳を示す。ここで「直進型」は出発地から到着地まで直進するトリップを、「選択型」は直進ではないが一つの通りを主に選択するトリップを、「ランダム型」は特定の街路を選択せず複数の街路を同程度移動するトリップを表す。「選択型」と「ランダム型」の区別は、主街路の利用率に閾値を設定し、65%以上を「選択型」、65%未満を「ランダム型」と分類した。その結果、歩行者の買い物・食事も「直進型」が多く、それに比べ通勤業務型及び自転車は「ランダム型」の比率が高くなっていることがわかる。これはマッチング結果と合致する傾向であり、行動特性について、街路利用率を用いることで数値からも確認することができた。

(3) 自転車の経路選択要因

a) デプスインタビューを用いた分析

図-5にデプスインタビューを行ったモニターのトリップ例を移動手段別に示す。自転車のトリップではまず東西方向に移動し、西五丁目通りを主に利用する傾向にある。徒歩のトリップでは駅前通りの利用や右左折を繰り返す移動がみられる。これらの経路選択について「駅前通りは人が多いので自転車に乗っている時は通りたくな

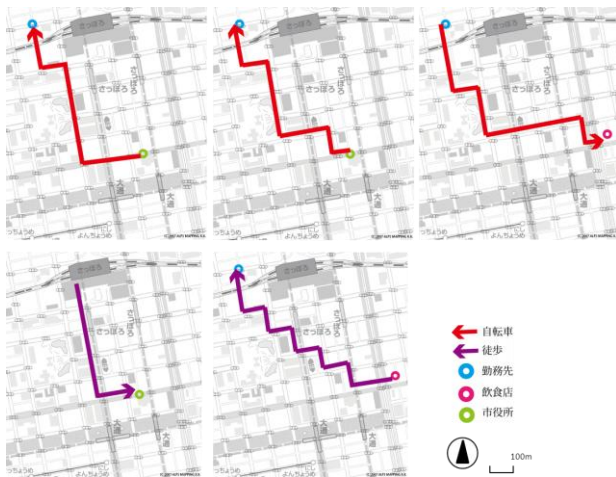


図-5 モニターのトリップ例

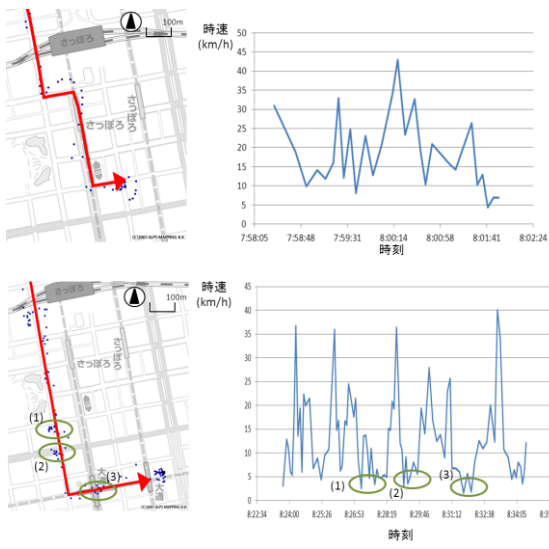


図-6 自転車のトリップ例・走行速度変化グラフ

「車道は東京と比べ走りにくい」ことが理由と述べており、自転車の経路選択に歩行者が影響を及ぼしていることが確認できた。

b) 走行速度を用いた分析

前述の分析により、自転車の行動特性として直進を好むパターンと右左折を繰り返すパターンが確認できた。両者のパターンについて、図-6に測位点の距離と取得時刻から算出した走行速度の変化グラフと共に例を示す。

これらを比較すると、直進型では途中で測位点が重な合う箇所が数か所見られる。これは重なっている地点が交差点付近でもあることから、赤信号により止まっている現象を表すと推測できる。速度グラフからも、測位点が重なっているところは5km/h以下になっている様子がわかる。一方で、街路を変更しているトリップでは到着地点を除き、全体的に走行速度が10km/hを上回っている。札幌の交差点は歩車分離型信号が採用されていることもあり、4街路の交差点では80秒から90秒赤信号が続くことがわかっている。その為、少なくとも一度は赤信号に遭遇する確率は非常に高い。このことから、街路変

更しているトリップはその地点で赤信号に遭遇し、赤信号を避けて方向転換しているのではないかと推測できる。

4. モデル推定

以上の分析結果を用いて、自転車の経路選択モデルをMNLを用いて構築する。交差点に到着するごとに経路を選択する逐次的な経路選択モデルを考え、選択肢集合は直進、右折、左折の3肢とする。選択に影響を与える要因として、歩行者交通量や信号による影響、また竹上・塚口らによる方向保持性・目的地志向性は自転車移動にも当てはまると推測でき、これらの影響を考慮した変数をモデルに組み込む。これにより、自転車の経路選択における要因を推定することが可能となる。

推定結果は発表時に報告する予定である。

5. まとめと今後の課題

本研究では、プローブパーソンデータを用いることで、従来なされてこなかったメゾスケールから自転車・歩行者の経路選択行動を分析した。そこから得られた自転車の経路選択要因として、歩行者交通量と信号現示の影響があることを明らかにした。更に前者はデプスインタビューを用いた分析から、後者は走行速度を用いた分析から確認できた。

但し歩行者と自転車の歩道における関係性をより明らかにするには、メゾスケールからのアプローチには限界がある。今後の課題として、街路空間における歩行者と自転車の錯綜をミクロスケールで分析し、融合することが挙げられる。

【参考文献】

- 1) 諸田, 大脇, 奥谷: 自転車と歩行者の混在状態下における通行快適性に関する調査, 土木計画学研究論文集, Vol. 37, 2008.
- 2) 轟修, 松村暢彦: 実走調査による自転車の経路選択等の傾向に関する分析, 土木計画学研究講演集, Vol. 30, 2004.
- 3) 三谷卓摩: プローブパーソン型交通情報発信システムの適用可能性に関する研究, 愛媛大学博士課程学士論文, 2005.
- 4) 竹上直也, 塚口博司: 空間的定位に基づいた歩行者の経路選択行動モデルの構築, 土木学会論文集, Vol. 62, No. 1, pp. 64-73, 2006.