

大規模交通ターミナルにおける歩行者の経路選択行動に関する研究

日 翔太¹・安 隆浩²・塚口 博司³

¹学生会員 立命館大学大学院理工学研究科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)

²正会員 立命館大学理工学部 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)

³フェロー会員 立命館大学理工学部 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東1-1-1)

E-mail:tsukaguc@se.ritsume.ac.jp

近年、商業施設の発展に伴い、大都市の交通ターミナルは多層構造化している。そのため、土地勘のない来街者にとって、3次元空間における経路選択を行い、目的地に到達することは容易ではない。大規模交通ターミナル地区であるJR大阪駅周辺地区では、大規模開発あるいは抜本的な機能更新が行われており、JR大阪駅周辺の歩行環境が変化しており、構造が複雑となっている。本研究は、大規模交通ターミナルにおいて、歩行者の経路選択行動特性に関する詳細な実態調査を行い、大規模交通ターミナル地区の特徴である3次元空間における経路選択行動について分析することを目的とするものである。

Key Words : *large transportation terminal, mono level, multi level, shortest path*

1. はじめに

にぎわいのあるまちづくりを行うためには、安全で快適な歩行者空間の整備が重要である。どのような工夫を行えば歩行者流動を円滑にできるか、にぎわいのあるまちづくりのための街路整備はどのように行っていけば良いかといった課題について検討するためには、歩行者の経路選択行動特性の把握が不可欠である。

歩行者空間整備が重要である地区は数多くあり、その特性も多様であるが、大規模な交通ターミナルは主要な対象の一つである。本研究ではJR大阪駅を中心とした交通ターミナル（ここでは大阪梅田ターミナルと呼ぶことにする）を研究対象とした。JR大阪駅周辺地区では2011年のOSAKA STATION CITYの開業、2012年の阪急百貨店のリニューアルおよび再開業、さらに2013年の「うめきた地区」におけるGRAND FRONT OSAKAの開業など、大規模開発あるいは抜本的な機能更新が行われており、JR大阪駅周辺の歩行環境が変化している。さまざまな来街者、地上と地下それぞれに起終点となり得る鉄道駅やその他商業施設等が存在する大規模交通ターミナルでは、土地勘のない来街者が目的地に到達するのは容易でない。そのため、歩行者行動特性が考慮された3次元空間の整備を検討する必要がある。

本研究では、大規模交通ターミナルにおいて多く発生する上下移動を行う歩行者の経路選択行動に着目することとした。大規模交通ターミナルのような地区において、3次元空間の整備方法を検討するためには、平面での経

路選択行動だけではなく、上下移動を含む経路選択行動を把握することが必要である。本研究では、大阪梅田ターミナル地区において歩行者の経路選択行動を実測調査に基づいて詳細かつ正確に把握するとともに、3次元空間における歩行者の経路選択行動のモデル化の方向について検討することを目的とする。

2. 調査対象地区および調査概要

(1) 調査対象地区の概要

図1はJR大阪駅周辺の地上街路網図であり、図2はその地下部分を示している。大阪駅周辺地区では、鉄道駅や大規模な商業施設、オフィスビルなどが多数立地しているため、歩行者が行動する際の起終点となる施設が多い。このため、さまざまな属性の歩行者が通行していると思われる。大阪梅田交通ターミナルは地上空間だけではなく地下空間も大規模であるため、多くの上下移動地点が存在する。このため、大規模交通ターミナル地区の特徴とも言える上下移動を伴う経路選択行動が多数発生している。

(2) 調査の概要

本研究では、歩行者のデータを取得する手段として、調査員が鉄道駅の駅改札口等において歩行者を無作為に選び目的地まで追跡することにより歩行者の歩行経路を把握する方法を採用した。目的地に到達するまでに調査対象区域から外れた歩行者に関しては、次のように

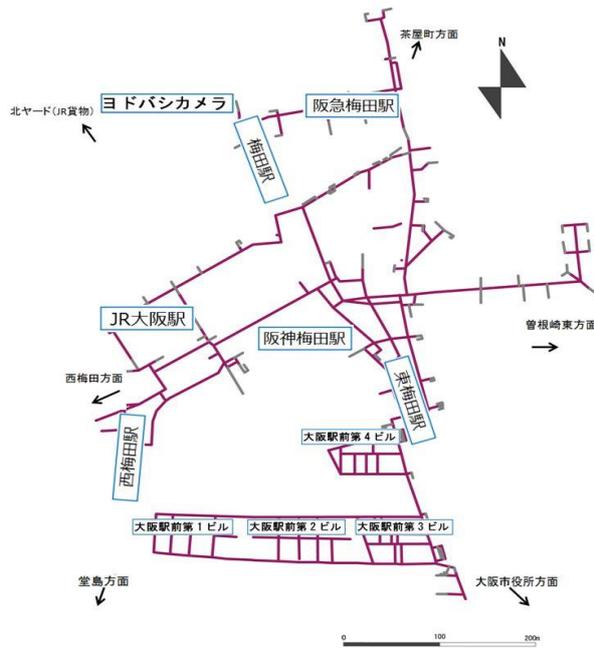


図-1 JR大阪駅周辺地上街路網



図-2 大阪駅周辺地下街路網

対応することとした。すなわち、対象区域の大半を歩行した後に区域外に出た歩行者の目的地は域外に出た地点とした。また、調査開始直後に区域外に出た歩行者は有効なサンプルとしなかった。

調査は2014年9月18日(木)、19日(金)、22日(月)、24日(水)、25日(木)の午前10時から午後5時に実施した。自由度の比較的高い歩行者の行動について分析するために、通勤・通学目的の歩行者ではなく、相対的に自由目的の歩行者が多いと思われる上記の日時に調査を行

った。

今回の追跡調査によって得られた行動データは444サンプルであった。調査では、阪急2Fから南側に向かう歩行者、JR大阪駅から北側もしくは南側に向かう歩行者、東梅田駅から北側に向かう歩行者を主たる対象とした。

3. 3次元経路選択行動の推定方法と下り行動の分析

(1) 分析方針

筆者らは先に、当該交通ターミナル地区において、歩行者の行動の中で、特に「地上→地下(下り行動)」と「地下→地上(上り行動)」の行動に焦点を当てて分析し、経路選択モデルを構築している¹⁾。具体的には、経路選択行動を二段階に分け、第一段階で上下移動地点を推定するために、「上下移動地点推定モデル」を構築した。第二段階として、地上空間では「地上街路網における経路選択モデル」、地下空間においては「地下街路網における経路選択モデル」を用いて、それぞれの空間における利用経路を推定した。

本研究では、第一段階の「上下移動地点推定モデル」に注目し、比較を行うこととした。本研究では、大阪梅田ターミナル地区における歩行者の行動の中で、特に「下り行動」に焦点を当てて分析した。「上り行動」についても分析すべきであるが、広範囲に亘る交通ターミナルにおける追跡調査は容易ではなく、データ取得の効率性を考慮して調査の起点を設定したため、結果として「上り行動」のサンプルが少なくなったため、「下り行動」中心の分析に留めた。

一般に、上下移動を伴う経路選択行動においては、歩行者は上下移動を行う地点をある程度想定してから歩行行動を行っている場合が多いと思われる。そこで、本研究では、歩行者は起点から終点までの一連の経路を上下移動地点の選択も含めて選択していると考え、経路選択行動を分析することとした。

(2) 主要ODペア間の経路選択状況

JR大阪駅(中央口、御堂筋口)とおよび阪急2F改札を起点とするデータの中で、「下り行動」のデータを抽出した結果、表1に示す170サンプルが得られた。表1の下段に示す85サンプルは、上記の170サンプルの中でサンプルが比較的多いODペアを抽出し内数として示したものである。これらのサンプルを対象とし、下り行動を行った歩行者が、どの程度最短経路を選択しているかを把握するため、式(1)によって最短経路選択率を算出し、結果を表1に示す。

$$\text{最短経路選択率} = \frac{\text{最短経路サンプル数}}{\text{サンプル数}} \times 100 \quad (1)$$

表1 最短経路選択率

O	D	サンプル数	最短経路選択数	最短経路選択率
大阪駅中央口	鉄道駅他	37	27	73%
大阪駅御堂筋口	鉄道駅他	34	22	65%
阪急2F	鉄道駅他	99	79	80%
合計		170	128	75%
大阪駅御堂筋口	地下鉄梅田	15	11	73%
阪急2F	地下鉄梅田	38	35	92%
阪急2F	大阪駅	32	18	56%
合計		85	64	75%

当該交通ターミナル地区では、歩行者のおよそ70%~80%が最短経路を選択していることがわかる。これは逆に20数%の歩行者は最短経路を選択していないことを表している。

以下では表1に示す比較的多くのサンプルが得られているODペア、すなわちJR大阪駅御堂筋口→地下鉄梅田駅、阪急2F→地下鉄梅田駅、阪急2F→JR大阪駅について実際に利用されていた経路特性について調べた。それぞれのODペアに関する経路図は図3、図4、および図5に示す通りである。これらの図において、最短経路は赤線で示されている

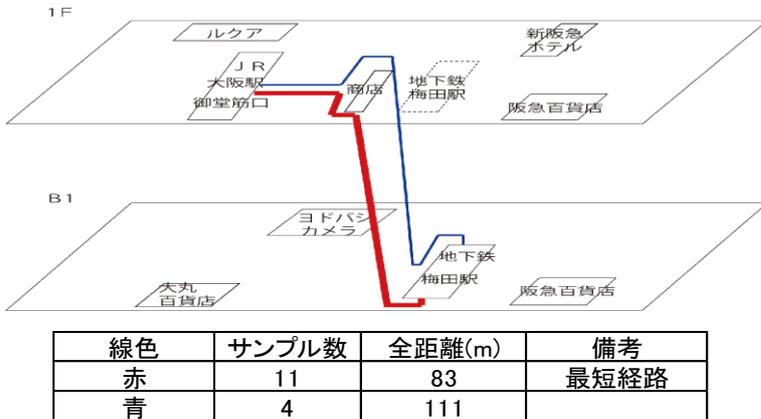


図3 大阪駅御堂筋口→地下鉄梅田駅

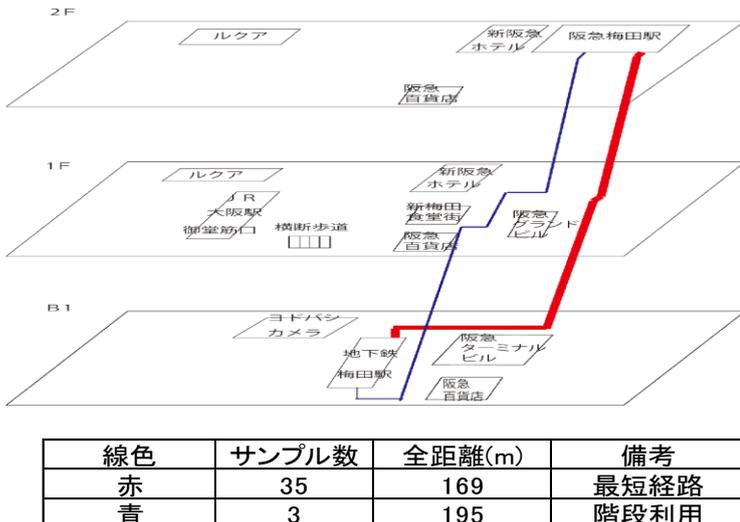


図4 阪急2F→地下鉄梅田駅

図3に示す通り、JR大阪駅御堂筋口→地下鉄梅田駅には利用された経路が2経路存在する。赤線で示した最短経路が約7割の歩行者に利用されており、他の経路の選択率は約3割である。

阪急2F→地下鉄梅田駅にも図4に示すように2つの利用されている経路が存在する。この場合には、ほとんどの歩行者が赤線で示す最短経路を選択している。最短でない経路を選択している歩行者は1割程度である。

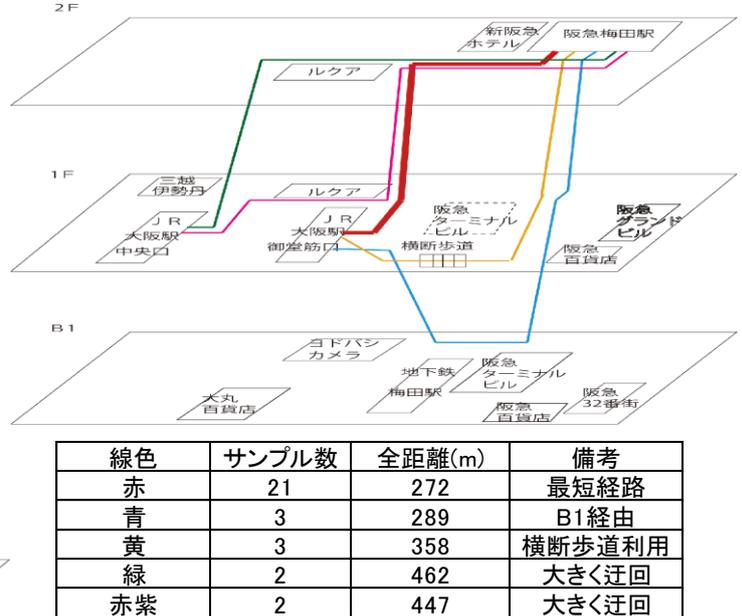


図4 阪急2F→JR大阪駅

阪急2F→JR大阪駅には図5に示すように、5つの選択された経路が存在する。この場合も赤線で示す最短経路が約7割の歩行者によって選択されている。青線の経路と最短経路とは大きな距離差はないが、一旦B1に降りてから再び1階に上がる経路であるから、青色経路を歩行者が避けたのではないと思われる。また黄色の経路は1Fの距離が長く、横断歩道を通過する経路である。このため、信号待ちをしなければならない恐れがある。この経路は、全距離も比較的長いことから、選択されにくくなっていると考えられる。緑と赤紫の経路は終点がJR大阪駅御堂筋口ではなく中央口となっているため、異なるODペアと考えるべきかもしれないが、ルクア（商業施設）沿いを歩行しているため、にぎわいのある経路を選択したのではないかと考えられる。

以上ODペアについて、迂回率を求め表2に示した。ここで迂回率とは、利用経路と最短経路との距離比率である。もっとも、各歩行者が意識的に距離の長い経路を選択しているとは限らないから、「迂回率」という名称にはやや問題もあろうが、本稿ではこの名称を用いることにした。

表2 起点別に見た迂回率

	大阪駅中央口	大阪駅御堂筋口	阪急2F
0.2未満	30	30	88
0.2~0.4	1	4	6
0.4~0.6	4	0	4
0.6以上	2	0	0

筆者らの研究および竹内の研究によれば、地上の街路網においては迂回率は0.2以下となっている²⁾。一方、筆者らの地下街の街路網における経路選択行動に関する実態調査によると、迂回率は1.4以下であった⁴⁾。これらの知見と本研究で得られた迂回率を比較すると、3次元空間における迂回率が大きいことが伺える。このような傾向が生じる原因としては、上下移動が行える地点が限られているため、何らかの理由で最短経路が利用されない場合には迂回が大きくなる可能性が高くなること、3次元空間において歩行者の認知距離と実距離との差が大きいのではないかと考えたことが考えられる。

4. 3次元経路選択行動モデル

(1) 起点から終点までの経路選択を一段階で行う方法

本研究で構築を試みる経路選択モデルは下り行動に関するものであり、具体的には2F→1F、1F→B1、2F→B1の行動における経路選択を対象とする。このような下り行動の中で、起点から終点に向かう経路が複数存在するODペアを取り上げた。当該モデルは3次元空間における経路選択モデルであり、先に述べたように、歩行者は起点から終点までの一連の経路を上下移動地点の選択も含めて選択していると考え、経路選択行動をモデル化することとした。筆者らが先に構築した二段階モデル、すなわち、上下移動地点と移動前後の平面における経路選択行動を分けて考えるモデルと比較することにした。

当該交通ターミナルにおける利用される経路数を調べると、概ね3経路程度であることから、当該モデルの構造は3肢選択ロジットモデルとした。

$$\text{経路 } i \text{ 選択率} = \frac{e^{v_i}}{\sum e^{v_j}}$$

効用関数の説明変数としては、総歩行距離 (m)、起点から昇降施設までの距離 (m)、横断歩道の有無とした。

対象としたデータは、3章で述べた 170 サンプルのうちから、以下の条件を満たすサンプルを抽出してデータセットとした。すなわち、起点から終点への移動可能経路が 3 つ以上存在すること。ただし、移動可能経路が 3

つ以上ない場合は、代替経路として想定できる経路を加えモデル化を行った。なお、ここで用いたデータ数は、2F→1F は 29 サンプル、1F→B1 は 41 サンプルであり、下り行動として扱う場合のデータ数は 70 サンプルである。モデルの推定結果は表 3 に示すとおりである。

表3 一段階モデル

説明変数 ()内はt値	2F→1Fモデル	1F→B1モデル	下り行動モデル
	パラメータ値	パラメータ値	パラメータ値
全距離	-0.04988	0.00099	-0.00279
	(-1.389)	(0.154)	(-0.484)
昇降施設までの距離	0.00384	-0.00295	0.00151
	(1.252)	(-0.508)	(1.008)
横断歩道有無	3.2184	-0.6917	-1.915*
	(1.163)	(-0.723)	(-4.141)
尤度比	0.29	0.1	0.2
的中率	69.0%	73.2%	65.7%
			*1%有意

注) ()の数値はt値

表 3 に示すように妥当なモデルの構築には至っていないと言わざるを得ないであろう。もっとも、十分な t 値は得られていないものの、横断歩道の通行が避けられている傾向は認められる。なお、表 3 に示すモデルでは明確にはなっていないが、表 1 に示すように 3 次元空間における経路選択においても 3/4 程度のトリップでは最短経路が利用されていることは確認しておきたい。

(2) 起点から終点までの経路選択を二段階で行う方法¹⁾

先に述べたように、筆者らはすでに本稿で対象とした大規模交通ターミナルにおいて、経路選択モデルを作成している。このモデルの特徴は、3次元の経路選択現象を上下移動地点の選択と上下移動前後の平面における移動に区分してモデル化していることである。ここでは、第一段階となる上下地点の選択モデルを掲載する。表 5 に示すモデルは、尤度比、t 値等から見て妥当なモデルとなっていると言えよう。

表 5 に示す通り、全歩行距離および地上歩行距離のいずれもパラメータの符号が負である。これより距離が短い経路、地上よりも地下の通行が多い経路が選択されていることがわかる。地上の通行を避ける傾向は、地上では道路横断が必要となることが多いことも影響していると思われる。また、昇降施設の種類は階段が 0、エスカレータが 1 のダミー変数で表されており、エスカレータが選択されていることがわかる。

表5 地上→地下モデル（二段階モデルの一部）

説明変数 ()内はt値	地上→地下モデル パラメータ
全歩行距離 (m)	-0.0219* (-2.30)
地上歩行距離 (m)	-0.00565* (-2.95)
昇降施設の種類	1.54** (2.16)
尤度比	0.15
的中率(%)	76.5

注) **5%有意、*1%有意

5. まとめ

本稿では、大規模交通ターミナルである大阪梅田ターミナル地区を対象として歩行者の追跡調査による詳細な経路選択データを取得した。そして、そのデータに基づいて3次元空間における経路選択行動の特性について分析し、経路選択行動のモデル化を試みた。

筆者らはすでに当該ターミナル地区において、経路選択行動を上下移動地点の選択と上下移動前後の平面における経路選択行動に関するモデルを構築している。本稿では、上記のように二段階に分けて経路選択を分析するのではなく、起点から終点までの経路を一段階で推定するモデル化を試みた。二段階モデルの作成に使用したデータセットと一段階モデルのために新たに取得したデータセットは同一ではないから断定することはできないが、前章で述べた通り、結果として、二段階に分けてモデル化した方が良好なモデルが構築できるようである。その理由に関しては今後さらに詳しく考察することにした。

なお、大規模交通ターミナル地区において歩行者の行動特性について分析する際に、検討しておくことが望ましいと思われる事項をいくつか挙げておきたい。

(a) 本研究では、歩行距離は地図上で実測した。このようにして求められた距離は若干の誤差が含まれるものの、実距離を表す値である。歩行者の経路選択行動に直接影響を与えるのは認知距離であるが、本研究では歩行者の3次元空間における認知距離については分析していない。平面における経路選択と比べて非常に複雑である3次元空間における実距離と認知距離の関係は改めて分析しておくべきであろう。

(b) 大規模交通ターミナル地区は商業施設等が集積している地区でもある。このため、地区の「賑わい」状況について検討するためには経路沿道の施設立地状況をモデルに反映させることが必要である。このため、大小様々な商業施設の立地状況を客観的に表す指標についても検討することが望ましい。もっとも、大規模交通ターミナルにおいては、ほとんどの経路沿道に商業施設が立地しているから、指標の作成について十分に吟味する必要があるであろう。

参考文献

- 1) 塚口博司, 柴田裕基, 平田秀樹, 安隆浩: 大規模交通ターミナル地区における歩行者の3次元経路選択行動分析、土木学会論文集D3 Vol.69, No.2,135-145, 2013.
- 2) 竹内伝史: 歩行者の経路選択性向に関する研究、土木学会論文集、No.259、91-101、1977.
- 3) 竹上直也・塚口博司: 空間的定位置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、No.807、77-86、2006.
- 4) 塚口博司・大橋祐貴: 大規模地下街における歩行者の経路選択行動分析、土木計画学研究・論文集、Vol.25 No.3、615-621、2008.