

選択肢集合を考慮した歩行者の経路選択行動モデルに関する研究

土木計画学分野 仲村 彩

1. はじめに

経路選択行動に関する諸特性を理解することは、道路空間自体が絶対的に不足している中で、既存のストックを生かした効率的な歩行者空間整備ならびに管理運用を的確に行うためには非常に重要である。特に、駅周辺の中心市街地では、歩行者の発生密度が高く、歩行者交通が幅轄している。このような地区においては、道路容量・安全性のみならず、快適性に対する要望も考慮した道路整備が求められている。

本研究では、経路選択行動モデルの構築を通じて道路整備に関わる要因の効果を明確にする。経路選択要因としては、従来より標準的に考慮されている距離、屈曲回数などに加えて、ともすれば無視されがちな、安心感や心地よさなどと称される、個人的体験や主観的判断に依存した要因についても取り上げる。

また、従来の経路選択行動モデルの多くは、実際に駅周辺利用者が認知している選択肢集合を用いるのではなく、分析者の設定した選択肢集合を用いてモデルが構築されてきたが、選択肢集合の設定方法によって分析結果が大きく異なるといった問題点を有している。そこで、本研究では、経路選択行動モデルに加え、選択肢集合モデルも合わせて構築することで、選択状況の明確化すなわち決定要因分析の精緻化を図る。

2. 経路選択行動モデル

個人が実際に経路選択をするまでのプロセスとして、本研究では図1を仮定する。まず道路ネットワークの中から経路を認知し、またその経路群の中から選択に値する経路をふるい分けして経路に関する選択肢集合が形成される。そしてその中から主経路を選択する。ここで、実道路ネットワークから主・代替経路に属する経路群を抽出するモデルを選別モデル、それらの中から主経路を選択するモデルを選択モデルと名付ける。選別モデルとは、選択肢集合に含まれるか否かを判断するモデルで、判別分析を用いる。選択モデルは、選別モデルで抽出された選択肢集合の中から主経路を選択するモデルである。個人の選択肢集合が決定されれば、ある個人は複数の選択肢(選択肢集合)の中から、効用が最大のものを1つ選択するという仮説が適用できる。ここでは非集計行動モデルの1つである2項口

ジットモデルを用いる。

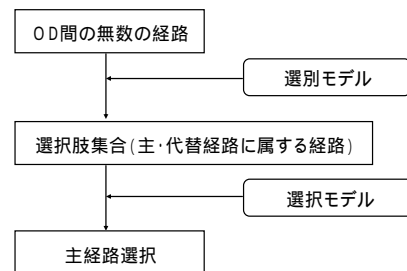


図1 経路選択の流れ

3. 調査対象地区

本研究は仲村(2002)¹⁾と同じく、集客施設も集中する堺市・南海高野線堺東駅周辺を対象とする。交通行動に関するデータは同研究で実施した鉄道駅周辺の通行者への交通行動に対する意識を把握したアンケート調査と、実際の駅までの経路(主経路・代替経路)を記入してもらった白地図データを用いる。

本研究では駅周辺を図2のように6エリアに区切った。これは、経路選択は交通量の多い道路や線路をわざわざ越えて行うことはなく、これらの障害は経路選択の自由度を制限すると考えられるためである。

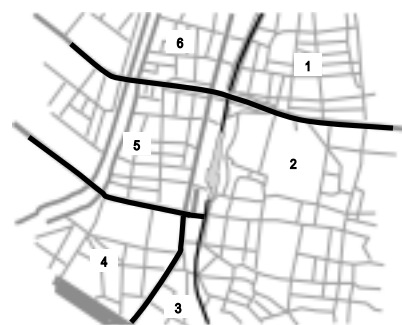


図2 調査範囲

経路選択行動を正確に把握するには、正確に選択肢集合を把握する必要がある。そのための次善策として代替経路を調査した。代替経路とは、主経路の次によく利用する経路のことである。ここでは、主経路との重複率が50%以下のものを指す。重複率とは、主経路と代替経路に共通するリンクの総距離を代替経路の全経路長で除したものである。また代替経路を持つ人とは、代替経路の利用頻度が「半々」「時々」と比較的頻繁に利用している人とした。

表 1 に各エリアで代替経路を持つ人数を示す。

表 1 代替経路保有人数

エリア1	エリア2	エリア3	エリア4	エリア5	エリア6
4	15	4	4	11	3

サンプル数がほぼ同数で、駅を挟んで向かい側のエリア 2 と 5 を調査対象地区とする。両エリアの特徴は次の通りである。

エリア 2：駅付近は未舗装の道路や狭い道が多数存在する。区画は不定形であり、主に住宅地である。

エリア 5：バスターミナルが整備されており、開けている。市役所や商店街など、集客施設が多数存在する。区画は定期であり、駅付近は商業地となっている。

この両エリアの比較によって、経路選択行動要因の比較を行っていく。なお、経路選択行動分析は代替経路を持たない人も含めて行う。エリア 2 に代替経路を持たない人 11 人、エリア 5 にも代替経路を持たない人 12 人を加えて、エリア 2 計 26 人、エリア 5 計 23 人で分析していく。

4. 説明変数の候補の決定

実用的なよいモデル式とは、少ない説明変数で精度の高い判断ができるものである。まず、推定作業の簡便化のために、両モデル式に関して意味を持たないであろう説明変数の削除を行う。方法は、アンケート調査で経路選択行動の主観的理由を把握するための質問、1)主経路の選択理由、2)主経路の我慢点、3)代替経路の満足点、4)代替経路を主経路にしない理由、の 4 つの質問の重要度を考慮しながら質問項目の点数付けによる絞り込みを行った。この時、仲村(2002)¹⁾より、経路選択行動には時間を気にする人・時間を気にしない人という大きく 2 タイプに分けられることが明らかになっていることから、項目の削除においてもこの 2 タイプに分けて考えた。

(1) 選別モデル

選択肢集合の決定は選択モデルを作成する上で重要であるが、作業上の 1 段階に過ぎないので、選択モデルほど精緻にする必要は小さい。よって、モデル推定作業の簡便化のために説明変数も少なくするために、質問の絞り込みをきつくしていく。

< 質問の重要度 >

主経路の選択理由 代替経路の満足点

主経路の我慢点 代替経路を主経路にしない理由

質問項目を少なくするために、各質問での 1 位の点数の 2/3 以下を切り捨てし、さらに上位 3 つまでを取

り出した結果、時間を気にする人・気にしない人とともに、次の説明変数が候補として残った。

『距離、信号、踏切、歩道幅員、歩道上通行量』

(2) 選択モデル

選別モデルの場合と同様の方法により絞り込みを行った。ただし、モデルの意図を考慮して絞り込みすぎないようにした。その結果、以下の説明変数が候補として残った。

『距離、信号、踏切、車道幅員、通行車量(排気ガス、騒音)、歩道幅員、障害物、歩道通行者(車)量、照明、外観、沿道商店街』

5. 経路選択行動モデルの推定

4 で得られた説明変数候補を使って経路選択行動モデルを推定していく。本研究は、アンケート調査をもとに分析をおこなっているため、説明変数を取り出す際に、質的変数であるアンケート項目を量的変数に変換する必要がある。実際の分析に用いる説明変数に表記すると表 2 のようになる。

分析する際に、1) エリア別、2) 経路選択行動タイプ別、3) 代替経路の選択理由タイプ別、4) 代替経路の有無別、の 4 つの視点で、選択行動の違いとして現れるか、現れるとするならばどのような点かを見ていくこととする。

分析の基礎となるデータは、白地図に記入してもらった自宅から駅までの経路を用い、主経路以外に代替経路も記入しているサンプルに対しては 3 経路、主経路のみを記入しているサンプルに対しては 4 経路を別途ランダムに加え、各サンプル(人)に対して 5 経路を割り当てた。また、経路属性を与えるための各経路の代表リンクを、経路間の特徴の違いを出すため、各経路間で重複しているリンクは全て除き、残ったリンクの中で、距離が最も長いリンクとした。

表 2 判別・選択モデルに用いる説明変数

説明変数	選別モデル	選択モデル	定義	
距離	迂回率	X1	X1	経路長/各サンプルでの最短経路長
	屈折率	X2	X2	屈折回数/各サンプルでの最小屈折回数
	信号	X3	X3	信号数/各サンプルでの最小信号数
車道幅員	車道幅員	X4	X4	代表リンクの車道幅員
	車線数		X5	代表リンクの車線数
通行車両量(排気ガス・騒音)	乗用車		X6	代表リンクの乗用車通行量
	貨物車		X7	代表リンクの貨物車通行量
	二輪車		X8	代表リンクの二輪車通行量
			X9	代表リンクの歩道設置状態
歩道幅員	歩道幅員	X5	X12	代表リンクの歩道幅員
	踏切	X6	X13	代表リンクの歩道設置位置
障害物	段差	X7	X14	代表リンクの歩道上障害物の有無
	有		X15	代表リンクの歩道上障害物の有無
歩道通行者(車)量	歩行者		X8	代表リンクの歩行者通行量
	自転車		X9	代表リンクの自転車通行量
			X10	代表リンクの自転車通行量
照明	個/100m		X11	代表リンクの街灯個数
	本/100m		X20	代表リンクの街路樹本数
外観	沿道街路樹		X21	代表リンクの沿道街路樹本数
	多い		X22	代表リンクの沿道街路樹本数
	少ない		X23	代表リンクの沿道街路樹本数
	アスファルト		X24	代表リンクの歩道表面材料
沿道商店	タイル		X25	代表リンクの歩道表面材料
	土		X26	代表リンクの歩道表面材料
沿道商店	有		X27	代表リンクの店舗の有無
	無		X28	代表リンクの店舗の有無
	有		X29	代表リンクの店舗の設置位置
	連続的		X30	代表リンクの店舗の設置位置

(1) 選別モデル

ここでは、変数選択に変数増加法を用い、その判断としてはP値が0.05以下のもので最良のものを選ぶこととした。このように検討されたP値とそれを与える変数の個数との関係から、タイプ別に特徴を把握していく。(P値はマイナスをつけ、値が高い方がよくなるようにした。)

1) 選別要因分析

図3は、エリア別に見た、変数の個数(変数名)とその時のP値を示している。

エリア2と同様、他の3タイプでも本来経路選択行動に最も影響を与えるX1が影響していることが分かるが、エリア5では碁盤目上のため説明変数としてあまり効力を持たず、特殊なエリアと言える。そこで、X1が妨げられることのないエリア2とエリア5とに分けて、他のタイプ別とのクロスによってどのような特徴が現れるかを検討していく(図4)。これより、エリア2ではP値を最適にするには変数3個まで、エリア5では2個まで考えればよいことが分かった。また、変数の重要度は図5のように示せた。エリア5に関しては、X1, 3が現れにくい点線で囲んだ。

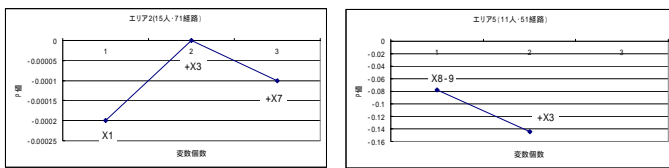


図3 エリア別に見たP値と変数の個数(変数の値)

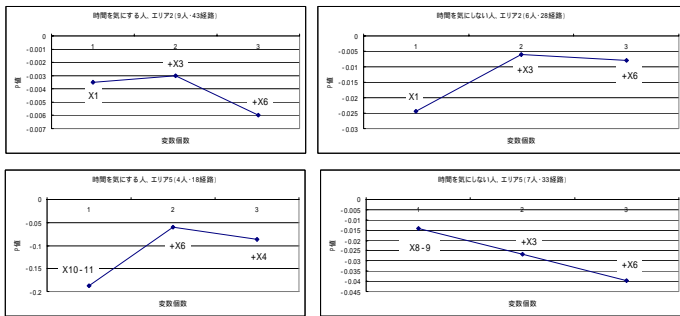


図4 エリア別と代替経路選択理由タイプ別のクロスにおけるP値と変数の個数(変数の値)

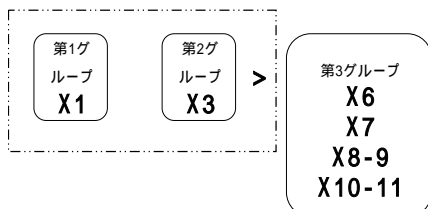


図5 経路選択行動における変数の重要度

2) 判別予測モデル

図4より、各タイプにおいて最良のP値をもたらす判別式が求められたが、判別式構築の簡便化とモデル

適用時の操作性を考慮すると、判別式の一歩化を図っていくことが望ましい。この時、各タイプ別のサンプル数が異なっているため、まとめる際にはエリア2の全サンプルを適用して作成した判別式を適用していく。

エリア2

全体の判別式を作成する際に、各タイプで分けた時にP値を最も高くする変数の組み合わせを用いた。時間を気にする人での判別式、気にしない人、気分転換、代替経路有の変数はX1.3, 外的要因の変数はX1, 代替経路無の変数はX1.6.7という組み合わせである。よって、この変数の組み合わせを用いて判別式(~)を作成し、それを各セグメントに適用した(表3)。

その結果、時間を気にする人に関しては、モデル、時間を気にしない人に関してはモデルを用いるべきことが分かった。

表3 エリア2全体とセグメントごとの判別率

判別式	行動タイプ別		代替選択理由タイプ別		代替経路有無別		トータル
	時間を気にする人	時間を気にしない人	気分転換	どの外的要因	代替経路を持つ人	代替経路を持たない人	
判別式 $Y = -3.3332X_1 - 0.2311X_3 + 4.4496$ (と同じ形)	72.10%	71.40%	74.40%	68.80%	71.80%	63.00%	68.00%
判別式 $Y = -3.2004X_1 + 3.8346$ (と同じ形)	67.40%	71.40%	71.80%	65.60%	69.00%	57.40%	64.00%
判別式 $Y = -3.1957X_1 - 0.6001X_6 + 0.3535X_7 + 3.9128$ (と同じ形)	62.80%	82.10%	71.80%	68.80%	70.40%	57.40%	64.80%
判別式 $Y = -3.2515X_1 - 0.2992X_3 - 0.4994X_6 + 0.8838X_7 + 4.3885$ (を合わせた形)	65.10%	82.10%	79.50%	62.50%	71.80%	64.80%	68.80%

エリア5

エリア2と同様に、各タイプで分けた時にP値を最も高くする変数の組み合わせを用いて判別式(G ~ L)を作成し、それを各セグメントに適用した。

その結果、エリア5に関しては、両タイプにおいてモデルL(式1)を用いるべきことが分かった。

$$Y = 0.6249 X_6 - 0.6192 X_8 - 0.2313 X_9 - 0.1301 X_{10} + 0.2033 X_{11} - 0.1026 \dots \text{(式1)}$$

(2) 選択モデル

選別モデルで分けられた3タイプについて、図6に示すように、アンケート結果から得られた選択肢集合を使った選択モデル(アンケート結果式)と、判別式を使って得られた選択肢集合を使った選択モデル(判別結果式)の2つを推定する。アンケート結果式は選択者の実際の経路選択が反映されたもので正しい結果と言える。一方、判別結果式は、一般適用に向けての推定であり、この2つを比較することで、本研究で推定したモデルの妥当性を検討していく。ここで、選択肢集合は、アンケート結果では主・代替経路を、判別結果ではサンプルが選択している主経路が選択肢集合に含まれているもののみ取り出した。その時の3タイプの判別率の中率は約70%であった。

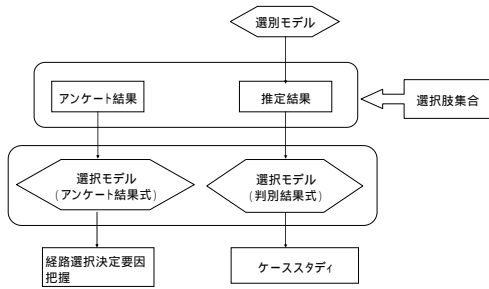


図6 経路選択行動モデル推定

表2の変数を用いて、変数増加法により選択モデルを推定していく。判断値は、モデルの適合度を示すMcFaddenの決定係数²を用いる。図7に²値とその時の変数を示す。表はP値が最も適当になる時の式を示している。表4~5には表のみを示している。

時間を気にしない人・エリア2(図7)では、アンケート結果式より、時間を気にしない人に関するもまず重要視することは所要時間(X29.1.2)であることが分かる。次に照明設備(X20)があげられていることから、時間を気にしない人に関しては照明設備の影響も大きい。また判別結果式より、アンケート結果とほぼ同じ変数が選ばれており、選択肢集合の設定がうまくいっていることが分かる。

時間を気にする人・エリア2(表4)では、アンケート結果式で、時間を気にする人で重要である迂回率(X1)が表れないという意外な結果が得られた。これはX1と相関の高いX29が代わりに表れているからである。

エリア5(表5)では、アンケート結果式より、街路樹(X21)が多い経路、商店(X27)が好まれている。また、歩道・車道ともに通過交通量が適度な経路(X18.9)障害物も多いところが通られている(X15)ことから、人の集まる商店街を通る傾向にあると言える。

アンケート結果(n=10)

	係数	t値	P値
X29	50.76648	7.55E-08	1
X1	-50.7653	-1.83501	0.0664
X2	3.73024	1.804753	0.0711
C	45.02262	1.809803	0.0703

的中率
100%

判別結果(n=7)

	係数	t値	P値
X29	167.1731	7.95E-07	1
X1	-27.2271	-0.6502	0.4501
X26	16.08354	0.844709	0.3983
X20	-5.59109	-0.771248	0.4406
C	40.66159	0.899153	0.3688

的中率
最終的中率
100% 70%

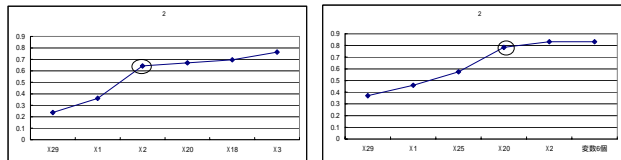


図7 時間を気にしない人・エリア2の選択モデル結果

表4 時間を気にする人・エリア2の選択モデル結果

アンケート結果式(n=15)

	係数	t値	P値
X25	-8.07599	-1.54176	0.1231
X29	43.14829	5.68E-08	1
X21	0.760475	1.39659	0.1625
X15	4.678558	1.212755	0.2252
X7	1.740213	1.209596	0.2264
C	-0.6416	-0.74764	0.4547

的中率
100%

判別結果式(n=10)

	係数	t値	P値
X1	-30.8504	-0.69573	0.4866
X13	-40.6563	-0.91111	0.3611
X3	3.324248	0.807948	0.5432
X7	76.20605	8.59E-07	1
C	31.9164	0.727885	0.4667

的中率
最終的中率
100% 66.70%

表5 エリア5の選択モデル結果

アンケート結果式(n=21)

	係数	t値	P値
X21	7.185412	0.017676	0.9859
X4	-3.79083	-1.42572	0.1539
X27	16.87562	0.00679	0.9346
X24	38.1888	0.010312	0.9918
X18	-33.4101	-0.00902	0.9928
X9	54.7002	0.002537	0.998
X15	21.37301	0.005218	0.9958
C	-16.137	-0.00436	0.9965

的中率
90.40%

判別結果式(n=14)

	係数	t値	P値
X1	-28.3126	-1.84224	0.0654
X18	2.133929	1.348892	0.1774
X2	0.425628	1.259559	0.2078
X3	0.466743	1.368273	0.1712
X15	-1.05715	-0.65902	0.5099
X28	-1.41499	-1.16658	0.2434
C	29.59621	1.774466	0.076

的中率
最終的中率
71.40% 47.60%

6. ケーススタディー

5で推定されたモデル式を使って、仮想的な歩道整備が経路選択行動に与える変化をみることで推定モデルの特徴を検討した。仮想方法は、各エリアで代表リンクとなっているリンクの該当属性値を操作した。その結果、平均20~30%の人が経路変更を行った。このことから、歩道の施設整備は歩行者の経路選択を変更する大きな要因であることが確認できた。図8-左のように施設整備したところ、整備箇所を選択する人が増えた。しかし、既に交通量の多い経路の改良を行うと、それを避ける人が出て来た(図8-右)。そこで、よい歩行空間と考えられる整備をむやみに行うのではなく、このような動きも含めて検討した整備をしていく必要があり、動きの把握としてこの経路選択行動モデルは有効であると言える。



図8 施設整備箇所

7. まとめ

本研究は選択肢集合の設定も含めた経路選択行動モデルの推定を目的とした。

経路選択行動モデルは、エリア2では時間を気にする人・しない人という経路選択行動タイプ別に分け、エリア5ではタイプ別に分けずに、推定できた。

経路選択行動モデルより、経路選択には、時間を気にしない人・エリア2では時間以外に照明設備が、時間を気にする人・エリア2についても時間以外に歩道設置場所や沿道樹木が関係していることが分かった。また、エリア5では、街路樹、商店街が関係していることが分かった。また、ケーススタディーの結果、施設整備改良によって20~30%の人が経路変更を行うことが確認でき、整備後の動きの把握として経路選択行動モデルが有効であると言えた。

参考文献

- 1) 仲村彩(2002): 歩行者系道路の施設整備と交通手段・経路選択行動に関する研究、大阪市立大学工学部土木工学科卒業論文