

IV—14 交通機関選択モデルの地域移転性に関する研究

北海道大学 学生員 ○田 村 亨
北海道大学 正 員 佐 藤 馨 一
北海道大学 正 員 五十嵐 日出夫

1. はじめに

近年、交通施設計画策定のために、パーソントリップ調査に代えて札幌市でいえば小ゾーン単位を3、4地区集めた程度の大きさの中ゾーンを対象に交通実態調査が実施されるようになった。これは、昭和42年以来、わが国のいくつかの都市圏で行われてきたパーソントリップ調査が、あまりに大規模なため多額の費用と労力及び時間を必要とし、省資源時代にはそぐわないものになったからである。また、長期的な交通施設計画とは別に、比較的短期で、その地区に密着した交通施設計画が必要となってきたからでもある。さらに、この最近の調査には、将来の具体的な交通施設計画に対する住民の意識調査も盛り込まれるようになってきた。従来のパーソントリップ調査では、もっぱら現在の交通行動に注目され、これと交通行動を引起す原因となったその時の社会・経済指標とを関連させモデルを構築する。そして、これを用いて交通需要予測を試みるものである。しかし、それはあくまでも過去の行動を引延したものにすぎない。過去には存在しなかった新交通システムなどが導入された場合の予測には、必ずしもあてはまるものとは言えない。交通行動を引起す原因は、時間、距離などの物理的要素だけでなく、運賃や新規さなどに対する価値観のような社会的要素にも大きく依存しているからである。それゆえに、本研究においては、住民の意識調査を盛り込んだ交通調査では、地域によって住民意識がどのように異なるかを明らかにしようとするものである。なお、調査対象地域の差異、及び大量輸送機関のサービス水準の変化が交通手段の選択にどのような影響を与えるかを分析するために、実験計画法による意識調査を用いた。これによって膨大な調査を必要最小限に抑えることができたのである。

2. 実験計画法による意識調査

本研究の目的は、地域特性が交通機関の選択にどのような影響を与えるかを調べることである。このため、実験計画法による意識調査を行い、地域特性、交通目的、交通機関のサービス水準が交通機関選択に与える寄与率を分析した。

実験計画法による意識調査は、従来の意識調査に比べ次のような利点を有している。

- 1) 調査順序をランダム化することにより、調査誤差をよりはっきりさせることができる。
- 2) 要因の効果を逐次的に検討することなく、他の要因の条件が変わっても目的とする要因効果が変化せず、多要因の効果を同時に検定、推定できる。
- 3) 交互作用の効果が検出できる。
- 4) 同じ調査回数で多くの要因に対する効果を精度よく検出したり、推定することができる。
- 5) 計数値など、計量値以外のあらゆる種類のデータについても、計量値と同様なデータの解析が可能である。

実験計画法による意識調査では、交通機関の選択に影響を与えると思われる要因と水準を、あらかじめ決めておく必要がある。本研究においては、表2-1に示す要因と水準を採択した。特に、バスと地下鉄の乗継ぎ、都心

表2-1 要因と水準

要因記号	要因の説明	水準1	水準2	水準3
M	交通目的	通 勤	非通勤	
R	対象地域	白 石	新 琴 似	もみじ台
A	乗継ぎバスの乗車時間	5 分	10 分	15 分
B	バスと地下鉄の乗継ぎ運賃	150 円	170 円	190 円
C	直行バスの運行間隔	15 分	30 分	45 分
D	乗継ぎバスの運行間隔	5 分	10 分	15 分

部への直行バスについては、実現可能な水準を定めている。

さて、これらの要因をすべての水準について組合せると、

$$2 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 \times 3 = 486 \text{通り}$$

となり、この組合せ全部について調査をすることは、非常に多くの労力を必要とする。しかし、実験計画法の直交割付表を利用すれば、労力を省くことができる。なぜならば、関係がうすいと思われる2要因の交互作用や、3次、4次等の高次の交互作用に関する情報を省略して、調査回数を減らすことが可能だからである。

交通機関の選択に関するアンケート項目は、L18 (2×3^7)の直交割付表に従って18種類を作成した。表2-2は、それぞれのアンケート項目が各要因と水準をどのように取り入れているかを示したものである。なお、交通目的と調査対象地域の2要因は、ブロック因子と呼ばれ、アンケート票の作成と配布を指示する因子である。アンケート票には、A票(通勤者用)とB票(非通勤者用)があり、3つの調査対象地域に、各々3種類ずつ、計6種類のアンケート票が配布された。表2-3は、表2-2の組合せに従って作成したアンケート文の1つである。

なお、調査は、昭和55年7月に、集落抽出法により抽出した札幌市の白石、新琴似、もみじ台の3地域1,620世帯を対象に、留置調査法で実施した。その結果3,442票の有効票が回収され、世帯票の回収率は、95% ($1,544 \text{世帯} / 1,620 \text{世帯}$)であった。

3. 調査対象地域の設定と概況

本研究においては、札幌市の白石、新琴似、もみじ台地域を対象にアンケート調査を実施した。対象地域の選定条件と、その理由は以下の2点である。

1. 札幌市の都心部から、5km(白石)、5~10km(新琴似)、10km(もみじ台)の同心円内に各々の地域があること。交通機関の選択が目的地までの所要時間の差によって異なるかどうかを分析するからである。

2. バスと地下鉄の乗継ぎが可能な地域で、さらに都心部への直行バスと競合している地域であること

表2-2 要因と水準の割り付け

要因配号 列番	M	R	A(内)	B(内)	C(内)	D(内)
1	通勤	白石	5	150	15	5
2	通勤	白石	10	170	30	10
3	通勤	白石	15	190	45	15
4	通勤	新琴似	5	150	30	15
5	通勤	新琴似	10	170	45	5
6	通勤	新琴似	15	190	15	10
7	通勤	もみじ台	5	170	45	10
8	通勤	もみじ台	10	190	15	15
9	通勤	もみじ台	15	150	30	5
10	非通勤	白石	5	190	30	10
11	非通勤	白石	10	150	45	15
12	非通勤	白石	15	170	15	5
13	非通勤	新琴似	5	170	15	15
14	非通勤	新琴似	10	190	30	5
15	非通勤	新琴似	15	150	45	10
16	非通勤	もみじ台	5	190	45	5
17	非通勤	もみじ台	10	150	15	10
18	非通勤	もみじ台	15	170	30	15

表2-3 アンケート文

Ⅳ 夏季の通勤・通学時において、各々の交通機関の乗車時間、運行間隔、料金が次のように変化した場合、あなたは何を利用しますか。問1、問2について利用しようと思う交通機関の番号を1つご記入下さい。

- 問1 自宅から都心部へ向かうときの交通機関 () 番
問2 都心部から自宅へ帰るとき交通機関 () 番

	1 自家用車	2 バイク・スクーター	3 直行バス	4 バスと地下鉄の乗継ぎ
乗車時間	60分	60分	60分	バス乗車時間 5分 地下鉄乗車時間 25分 (乗換と時間を含みます)
バスの運行間隔	—	—	45分間隔	10分間隔
料金	—	2,500円	140円	170円

(地下鉄が厚別まで延長されたとして)

表3-1 調査対象地域の概要

地域 項目	白石	新琴似	もみじ台
用途地域	第2種住居地域と住居地域	第1種住居地域	第1種・第2種住居地域
人口	夜間人口、昼間人口とも高い	夜間人口は高いが昼間人口は低い	夜間人口は高いが昼間人口は低い
都心部からの距離	5km以内	5~10km	10km以上
その他	公園が少ない		道路公園と整備されている

と、利用者が大量輸送機関を選択できるということ。Captive層（運転免許証、自家用車をもたないため大量輸送機関を利用せざるをえない人々）をも取り入れた交通機関の選択を分析するからである。

なお、調査対象地域における世帯の抽出は、地下鉄駅からバス乗車時間25分以内、5～10分、10分以上の3段階に圏域を設定した。さらに、この圏域内で、バス停留所から200m以内の世帯から抽出した。ただし、もみじ台地域については、昭和57年に地下鉄が延長されると仮定した。従って、もみじ台の世帯の抽出については、地下鉄駅、バス停留所の予定地より計測して行なった。

表3-1は、3つの対象地域の概況を示したものであり、表3-2は、3つの対象地域における現在の主要大量輸送機関の特性を示したものである。この表より、白石、新琴似地域に比べ、もみじ台地域の交通サービスが低いことが分かる。

表3-3は、3つの対象地域ごとにアンケート調査から明らかとなった現在の利用交通機関を示したものである。この表より、自家用車と会社の車の利用率が、通勤目的、非通勤目的の違いにより、大きく異なっていることが分かった。

4. 交通機関選択に関する意識調査の分析

実験計画法による意識調査でとり上げた、地域要因、交通目的、大量輸送機関のサービス水準が、交通機関選択にどのように寄与しているかを調べるため、バスと地下鉄の乗継ぎの利用率を従属変数として分散分析を行った。

表4-1は、18種類のアンケート票に対し、自宅から都心部へ向かうとき「バスと地下鉄の乗継ぎを利用する」と回答した人数とそのときの利用率（利用者数／標本数）を示したものである。

表4-2は、表4-1の利用率を従属変数として分散分析を行った結果である。分析の結果、地域要因の主効果のみが有意水準1%で有意となった。そこで、地域要因が従属変数に対して、どの程度の割合を示しているのかを知るために次式で定義する寄与率を求めた。

$$\rho_A = \frac{A\text{要因の総変動}}{\text{全変動}} = \frac{S_A - \phi_A \cdot V_e}{S}$$

表3-2 対象地域における大量輸送機関の特性

地域		白石	新琴似	もみじ台
バスと地下鉄の乗継ぎ	運賃	150円	170円	170円
	所要時間	20分	36分	42分
	運行回数	558便/日	624便/日	121便/日
都心部への直行バス	運賃	110円	110円	140円
	所要時間	15分	35分	60分
	運行回数	405便/日	208便/日	127便/日

* 地下鉄への乗換の時間と待合時間と合わせて10分と仮定し、都心部までの所要時間。

*** 対象地域の全路線の合計。

*** 都心部までの所要時間。

表3-3 現在利用している交通機関 (本研究で乗客はアンケート調査)

地域 交通目的		白石		新琴似		もみじ台	
交通機関		通勤	非通勤	通勤	非通勤	通勤	非通勤
自家用車・会社の車		41.3%	14.0%	41.5%	13.3%	48.2%	19.0%
バスと地下鉄の乗継ぎ		21.5%	37.8%	33.6%	58.7%	24.9%	53.6%
都心部への直行バス		15.8%	34.0%	7.7%	9.5%	13.4%	24.5%
その他		21.4%	14.2%	17.2%	18.5%	13.5%	29.9%

表4-1 アンケート集計結果

質問文No.	バスと地下鉄の乗継ぎ利用	標本数	利用率(%)
1	79	199	39.7
2	82	208	39.4
3	92	204	45.1
4	122	202	60.4
5	105	191	55.0
6	98	202	48.5
7	143	210	68.1
8	140	213	65.7
9	131	203	64.5
10	53	191	27.7
11	82	183	44.8
12	71	192	37.0
13	113	185	61.1
14	116	179	64.8
15	103	171	60.2
16	116	163	71.2
17	123	167	73.7
18	124	178	69.7

(ただし S_A : A要因の寄与率, S_A : A要因の変動
 S : 全変動, ϕ_A : A要因の自由度, V_e : 誤差の分散)

寄与率の計算の結果、地域要因のみで、全変動の85%が説明されることが分かった。さらに、繰返し誤差や、錯誤、無視された要因の効果などについて、それらの変動の大きさを示す誤差の寄与率は11%と小さな値を示すことが分かった。また、大量輸送機関のサービス水準に関する要因の寄与率が極めて小さくなっている。これは、地域要因による変動があまりに大きかったため、相対的にその寄与率が低下したためと考えられる。

5. 交通機関選択に関する地域差の検討

実験計画法による意識調査より、交通機関の選択は対象地域によって異なることが分かった。そこで、対象地域のどのような属性によって、交通機関の選択がなされるのかを分析した。

そこで、地下鉄とバスの乗継ぎについて、住民がどのような利用意識を有しているかを明らかにするため、3対象地域ごとに数量化理論第Ⅱ類分析を行なった。取り上げた要因は、表5-1に示す17要因である。このうちバスと地下鉄の乗継ぎサービスに関する9要因のカテゴリーは、現在のバスと地下鉄の乗継ぎサービスの評価である。分析における外的基準は、今後とも地下鉄とバスの乗継ぎを“大いに利用する”、“利用する”、“利用しない”、“わからない”の4水準の回答である。

表5-1は、3対象地域における各要因の偏相関係数の大きさと判別的中率、相関比を示したものである。相関比からみると、白石、新琴似地域は相関比がともに、0.65を越えており、十分分析に耐え得るモデルであることが分かった。もみじ台地域は相関比が0.48と低くなっている。これは、もみじ台地域に将来地下鉄が延長されるといった期待感とあり、バスと地下鉄の乗継ぎについての意識が、他の地域より複雑な構造を有しているためと考えられる。

次に、判別的中率を調べると、3地域とも、各々の判別的中率が85%を越えており、十分分析に耐え得るモデルであることが分かった。

また、偏相関係数からみて、3地域とも共通して言えることは、バスと地下鉄の乗継ぎの利用頻度が最も大きな値を示していることである。これは、バスと地下鉄の乗継ぎについての利用意識が、利用頻度に依存していることを示すものである。そして、その傾向は、クロス分析の結果より、利用頻度が高いほど、乗継ぎを大いに利用すると回答していることが分かった。

さらに、交通目的の偏相関係数が3地域とも低いこ

表4-2 分散分析

要因	説明	偏平方和	自由度	分散	F ₀	プット	F'	寄与率
M	交通目的	31.52	1	31.52	1.41	•		—
R	対象地域	2755.34	2	1377.67	61.72*		67.13*	85.3
A	繰返し誤差	32.31	2	16.16	0.72	•		—
B	錯誤	35.32	2	17.66	0.79	•		—
C	無視された要因	37.33	2	18.67	0.84	•		—
D	繰返し誤差	71.11	2	35.56	1.59	$S_e=223\%$	1.73	0.9
MxR	交互作用	130.93	2	65.47	2.93	$\phi_e=11$	3.19	2.8
e	誤差	89.28	4	22.32	—	$V_e=20.52$		11.0
計		3183.15	17					100.0

F(1, 4; 0.05) = 7.71
 F(2, 4; 0.05) = 6.94

F(2, 11; 0.01) = 9.20

* 1%有意

表5-1 数量化理論第Ⅱ類による乗継ぎ評価

項目	地域	白石	新琴似	もみじ台
交通、個人・世帯	現利用の交通機関	0.151	0.235	0.184
	交通目的	0.021	0.076	0.005
	性別	0.033	0.012	0.021
	年齢	0.105	0.065	0.108
	職業	0.094	0.131	0.116
	資産の有無	0.014	0.024	0.008
	自動車所有の有無	0.018	0.016	0.031
	乗継ぎ利用頻度	0.240	0.246	0.322
	運賃	0.112	0.064	0.162
バスと地下鉄の乗継ぎサービス	バスの運行回数	0.066	0.128	0.045
	バスの定時性	0.019	0.028	0.084
	バスの乗降時間	0.093	0.030	0.094
	バスの混雑	0.132	0.017	0.054
	バスの始発時刻	0.061	0.044	0.099
	乗り換え	0.127	0.095	0.104
	バスの待ち時間	0.120	0.139	0.057
	乗車時間	0.226	0.199	0.124
	相関比	0.65	0.67	0.48
判別中率	大いに利用	87.0	90.0	88.0
	大いに利用	90.0	92.0	85.0

とから、通勤目的の交通と非通勤目的の交通との間には、バスと地下鉄の乗継ぎについての利用意識にあまり差がないことが分かった。

偏相関係数からみて、バスと地下鉄の乗継ぎ利用意識に地域差があると考えられるバスと地下鉄の乗継ぎサービスのうち、特に顕著な差を持つと考えられる総乗車時間、運賃、乗継ぎバスの運行回数について、クロス分析によりその傾向を検証した。

表5-2は、地域別総乗車時間の評価を示したものである。この表より、白石、新琴似地域ではほぼ半数の者が「適当な総乗車時間」と回答しているのに対し、もみじ台地域では「総乗車時間が長い」と回答した者が68%もいることが分かった。表5-3は、地域別運賃の評価を示したものである。この表より、3地域とも運賃が「適当と思う」と回答した者がほぼ半数いることが分かった。表5-4は、地域別乗継ぎバスの運行回数の評価を示したものである。この表より、白石、新琴似地域に比べ、もみじ台地域で「運行回数が少ない」と回答した者が多くなっていることが分かる。

以上、数量化理論第Ⅱ類による分析と、クロス分析の結果をまとめると、次のごとくである。

1) バスと地下鉄の乗継ぎ利用意識から、地域とは無関係に成立する傾向として、利用頻度が高いほど、バスと地下鉄の乗継ぎを大りに利用すると回答している。また、利用意識が交通目的の導いによって大きく異ならないことが分かった。

2) バスと地下鉄の乗継ぎ利用意識に地域差が認められるのは、総乗車時間、乗継ぎバスの運行間隔などのサービス要因についてである。総乗車時間に関しては、表3-2の地域のその物理的特性から、総乗車時間が40分を越えると不満が増加することが分かった。(しかし、運賃や乗継ぎバスの運行間隔などについては、物理量と意識量との関係が不明確であり、今後の研究の課題である。

3) もみじ台地域においては、近い将来地下鉄が延長され、便利になるであろうという期待感が、交通機関利用意識に影響を与えていると考えられる。このことは、地域の特性を単に空間的に捉えることなく、時間的にも捉える必要性のあることを示している。

6. 意識調査によるモデルの構築と対象地域

これまでの分析より、対象地域によって交通機関の選択意識が異なることが明らかとなった。しかし、今回の調査対象地域の設定が正しいものであつか否かの検証がなされていない。そこで、ある1つの調査対象地域について交通機関の選択意識を聞き、そのデータより交通機関選択モデルを構築してみることにした。対象地域はもみじ台地域であり、先の調査と同じ世帯を対象に、再度アンケート調査を実施した。調査は、表2-2に示す18種類のアンケート票を用い、全この種類を対象世帯にランダムに配布した。そして、回収票のデータより、

表5-2 地域別 総乗車時間評価 (%)

地域	短い	適当と思う	少し長い	長い	わからない
白石	20	60.5	16.6	10.4	10.5
新琴似	1.1	51.8	26.0	11.7	9.4
もみじ台	7.1	22.1	67.6	3.0	0.2

表5-3 地域別 乗継ぎ運賃の評価 (%)

地域	安い	適当と思う	少し高い	高い	わからない
白石	3.6	44.4	28.9	15.7	7.4
新琴似	5.3	51.0	25.2	9.1	9.4
もみじ台	2.7	46.5	30.8	13.8	6.2

表5-4 地域別 乗継ぎバス運行回数の評価 (%)

地域	適当と思う	やや少ない	少ない	わからない
白石	47.3	27.9	15.0	9.8
新琴似	31.5	38.4	21.9	8.2
もみじ台	7.8	30.0	60.1	2.1

交通機関選択要因の検討と、バスと地下鉄の乗継ぎサービス水準の変化による利用率の変化を推定することにした。

表6-1は、18種類のアンケート票に対し、自更から都心部へ向かうとき「バスと地下鉄の乗継ぎを利用する」と回答した人数とそのときの利用率を示したものである。

表6-2は、表6-1の利用率を従属変数として分散分析を行った結果である。分析の結果、交通目的、乗継ぎバスの乗車時間、バスと地下鉄の乗継ぎ運賃の3要因が、有意水準5%で有意となった。また、誤差の寄与率は、25.6%であり、この種の調査としては、さほど大きな値とは言えない。

表6-3は、実験計画法による意識調査の結果を、数量化理論第I類に適用し、バスと地下鉄の乗継ぎサービスが最良のとき（乗継ぎバスの乗車時間 5分、乗継ぎ運賃 150円、乗継ぎバスの運行間隔 5分）と、最悪のとき（乗継ぎバスの乗車時間 15分、乗継ぎ運賃 190円、乗継ぎバスの運行間隔 15分）のバスと地下鉄の乗継ぎ利用率を交通目的別に推定したものである。推定値と、表3-3に示すもみじ台の現在の交通機関利用率と比較してみる。もみじ台では、現在、バスと地下鉄の乗換えを利用している者が、通勤目的で24.9%、非通勤目的で53.6%

%である。これより、もみじ台まで、地下鉄が延長されるとすると、乗継ぎ利用者が大幅に増加されることが分かった。

以上の分析より、少なくとも今回調査を行なった各対象地域では、意識調査によるモデル（本研究で取り上げたモデル）が有効であることが分かった。

7. おわりに。

本研究より、意識調査を盛り込んだ交通調査は、地域の具体的な交通施設計画に関する情報を得るためのものであり、地域ごとに調査を行うべきことが明らかとなった。このことは、ある地域で作られた交通機関選択モデルをそのまま他の地域へ適用することが出来ない（地域移動性がない）ことを意味する。また、意識調査による交通機関選択モデルの構築においては、少なくとも、今回の調査対象地域の設定が正しかったと考えられる。今後は、交通計画における意識調査法の課題点（回答誤差、サンプル数など）について解明して行く所存である。

表6-1 アンケート集計結果

質問NO.	バスと地下鉄の乗継ぎ利用者	標本数	利用率(%)
1	44	65	67.7
2	46	72	63.9
3	43	72	59.7
4	51	75	68.4
5	48	78	61.5
6	54	81	66.7
7	58	78	74.4
8	47	82	57.3
9	38	75	50.7
10	41	52	78.8
11	43	55	78.2
12	44	61	72.1
13	45	58	77.6
14	50	70	71.4
15	43	59	72.9
16	49	69	71.0
17	41	71	57.7
18	45	68	66.2

表6-2 分散分析

要因	説明	偏差平方和	自由度	分散	F ₀	F _{0.01}	F _{0.05}	寄与率
M	交通目的	317.56	1	317.56	25.69*		19.92*	28.3
A	乗継ぎ時間	197.75	2	98.88	8.00**		6.20**	15.6
B	乗継ぎ運賃	264.37	2	132.19	10.69*		8.29**	21.8
C	乗継ぎ間隔	33.75	2	16.88	1.37		1.06	—
D	乗継ぎ時間	124.25	2	62.13	5.03	S _e =127.32	3.90	8.7
MxA	交互作用	53.38	2	26.69	2.16	df=8		—
e	誤差	74.14	6	12.36	—	df=15.4%		25.6
計		1065.19	17					100.0

F(1,6;0.01)=13.74 F(1,8;0.01)=11.26
F(2,6;0.01)=10.92 F(2,8;0.01)=8.65
F(2,6;0.05)=5.14 F(2,8;0.05)=4.46

* 1%有意
** 5%有意

表6-3 利用率の推定値

サービス水準	通勤	非通勤
最良のサービス水準	74.5%	82.9%
最悪のサービス水準	52.6%	61.0%

参考文献

り札幌市：都市内公共交通機関乗継ぎシステム策定調査 昭和55年。

②田村亨，佐藤馨一，五ノ嵐出夫：累積法による交通機関選択モデルの構築に関する研究，第回国土計画学会研究発表会，昭和56年1月。