

非集計モデルによる交通経路選択に関する一考察

京都大学工学部 正員 小谷 通泰
京都大学大学院 学生員○山中 英生
電 通 正員 窪田 雅彦

1 はじめに 本研究は、公共交通機関利用者の経路選択問題に非集計ロジットモデルの導入を試みたものである。なお、ロジットモデル式は表-1に示すもので、モデル作成のためには、表-2に示すようなデータが必要となる。

2モデル作成の手順 本研究で作成するモデルは表-3に示すように、公共交通機関(バスと地下鉄)利用時の経路(交通手段とルート)選択モデルであり、図-1に示す作業手順により作成した。

《調査の実施》 基礎調査としては、表-4に示す ①定期乗利用状況調査 ②アンケート調査を実施した。前者は、各利用者の選択経路および個人属性のサンプルデータを得るため、また後者は、利用者の考えている代替経路を明らかにするため実施したものである。《代替経路設定基準の作成》バス経路などでは、利用者の代替経路には、非現実的な乗り換え、迂回経路も多数考えられるが、実際には、経路のサービス特性について許容範囲を設けて代替経路を設定する必要がある。そこで、アンケート調査より、次の方法で代替経路の設定基準を作成する。まずアンケート被験者のOD間を連結している1回乗り換えまでの経路（連結経路）を全て列挙する。次に、連結経路のうち、被験者が想起した経路（想起経路：これ又被験者が考える代替経

定期利用状況調査	
（乗入）定期乗入回数	乗入回数
・対象	市営バス 81年6～7月発行
・サンプル	乗入回数2000（全1000）
	乗入回数に設定した乗入回数
・サンプル数	2654
・データ	利用経路（乗入回数）
	利用回数

路と見なす)と想起しない経路との間で、サービス特性の差を判別分析し、設定基準を作成する。〈モデル式の推定〉モデル式は次の手順で推定する。まず、定期利用者に対して連結経路を列挙しサービス特性を推定、さらに上記の基準により代替経路を設定する。そしてモデルに導入する変数を選定し、モデル式を推定する。なお、連結経路の列挙やサービス特性の推定(表-5参照)は、ネットワークのデータをもとに、電算機を

表-1 モデル式

$$P_n(i) = \frac{\exp(V_{in})}{\sum_{j=1}^J \exp(V_{jn})} \quad V_{in} = \sum_{k=1}^K \beta_k X_{jnk}$$

$P_{ni}(i)$: 個人 n が経路 i に選ばれる確率 V_{ni} : 個人 n の経路 i の効用
 J_n : 個人 n の代替経路数 X_{jnjk} : 変数(サービス特性・個人属性) β_k : パラメータ

表-2 モデル作成に必要なデータ

- ① 各利用者の選路経路とそのサービス特性
- ② 各利用者の個人属性
- ③ 各利用者の代替経路群とそのサービス特性

表-3 定期券利用状況調査による経路選択モデル

1. 対象地域：京都市 2 トリップ目的：通勤・通学
3. 内容：バス・地下鉄利用のルート選択（1回乗り換えまで）
4 トリップ内容 自宅最寄バス停(地下鉄駅)→目的地バス停(地下鉄駅)

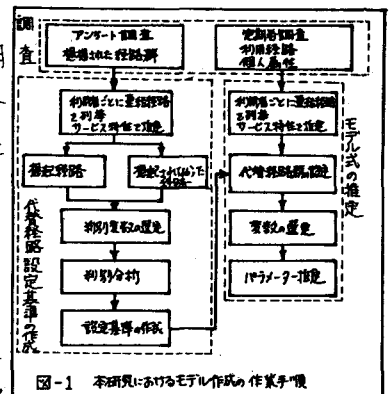


図-1 本研究におけるモデル作成の作業手順

表-4 調査の概要

定期利用状況調査		アンケート調査	
（前年度）東京圏内定期乗車人員 77.4 万人、利用路線（駅数）	（乗車エリア）に対して知っている路線 17 路線	（乗車エリア）に対して知っている路線 17 路線	
・定期乗車 8 割（74 万人）	・利用路線 10 割（70 万人）	・質問 「あなたに、市バスと定期乗車は、	
・ラッピング 乗車券 20 割（全 11 箇所）		どちらが乗り入る場合に、知っている路線	
乗車エリアに設定した至近の駅まで乗車可能		とまで上げて下さった（1 割の乗り換え）	
・ラッパル 26.54		・効果 乗車券にはラッパルが得られる	
・ラッパル 利用路線（乗車エリア）		・効果 ラッパルには、半径 200m 以内で乗車	
利用路線 10 割（70 万人）		エリアよりラッパルラッピング	
利用目的 特・性別 調査		・ラッパル 322（回収率 88%）	

表-5 サービス特性の推定

サービス特性		推定・算定方法
時間	所要時間	乗車時間 + 待合時間 + 乗込・乗降時間
	乗車時間	Σ (バス内所要時間) (乗客77人×)
	待合時間	利用区間の乗客数 × 待ち時間
	乗込・乗降時間	乗降2地点の乗降人数 × (1/2)
	非常急行時間	乗降2地点の乗降人数 × (1/2) × (乗客時間 - 乗車時間) / 所要時間
乗車時間率	待合時間 / 所要時間	
	乗込・乗降時間 / 所要時間	
乗り換え回数		直通 = 0 バス・バス乗り換え、バス・徒歩乗り換え = 1
距離		Σ バス内所要時間
折返し回		ルートに於て 75%以上の折返し回2回以上
乗車速度		距離 / 所要時間
乗車密度		定額 1乗客 / 2500×2(乗客) (乗客時間×)

3 代替経路の設定基準の作成

被験者の O

表-6 判別分析の結果

()内は標準化された係数

変数 (基準化の値)	変数の平均値 と標準偏差	判別関数 $Z = \sum_{i=1}^3 a_i X_i$		
		係数1	係数2	係数3
乗り換え回数差 ($X - X_{min}$)	0.9325 0.5083	-2.97218 (-0.8445)	-1.46857 (-0.4124)	-1.37544 (-0.3862)
所要時間比 (X / X_{min})	1.2667 1.5641	-0.86506 (-0.3508)	-0.39019 (-0.1582)	-0.29246 (-0.1187)
待ち時間率の比 (X / X_{min})	2.1086 1.5641	-0.27507 (-0.1938)	-0.19913 (-0.1416)	-0.19086 (-0.1357)
折れ曲り回数差 ($X - X_{min}$)	2.6809 1.7819			-0.13954 (-0.2414)
バス・地下鉄利用の (地下鉄利用の割合)	0.8747 0.1368		-2.33397 (-0.7752)	-2.36480 (-0.7854)
合成変数のグループ別平均値		1.52484 -0.14147 0.82250	2.35142 -0.21816 0.66089	2.42023 -0.22455 0.64785
ウェルファイトの 群 中 等		71.2	86.3	87.0

D間の連結経路を、想起経路と想起されない経路に分け、この2群をサービス特性により判別分析した結果を表-6に示す。なお、各被験者によって連結経路群が異なるため、判別関数中の変数は、最小値との比(迂回率)や、最小値との差の形で基準化している。また、この結果は、表-5に示した変数を基準化し、変数間の関連を分析した上で、ウィルクスの Λ を基準として選択投入したものである。表に示すように、乗り換え回数差や、バスとバス・バスと地下鉄の乗り換えを区別するダミー変数が大きな判別要因であることがわかる。この中で最も Λ の有意な関数3について、合成変量を横軸にとり、連結経路と想起経路の累積度数を示したのが図-2である。この図から、想起経路の90%を含むような合成変量の値(90パーセンタイル値:-4.4)を設定基準とすると、連結経路の27%が代替経路となることがわかる。

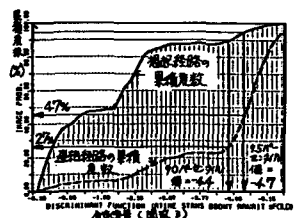


図2 判別関数による想起経路の累積分布

表-7 モデル式の推定結果

変数	単位	種類	パラメータ推定値 (β)				()内はt値	
			所要時間ベースモデル				乗車時間ベースモデル	
			T-1	T-2	T-3	T-4	VT-1	VT-2
所要時間	分	共通	-0.2820 (17.2)	-0.3055 (17.6)	-0.3070 (17.2)	-0.3096 (17.7)		
乗車時間	分	共通					-0.2957 (15.9)	-0.2857 (16.2)
待ち時間	分	共通					-0.3628 (12.7)	-0.4159 (13.7)
非乗車時間率	%	共通		-0.0503 (6.2)	-0.0472 (5.8)	-0.0567 (6.9)		
乗車速度	m/分	共通	0.01795 (9.2)	0.00588 (2.7)	0.00468 (2.1)	0.00349 (1.5)	0.01353 (6.5)	0.00494 (2.2)
乗り換え回数	回	共通	-2.2690 (19.1)	-3.0278 (4.5)	-3.1822 (16.0)	-3.0812 (0.4)	-2.9091 (20.9)	-4.0333 (14.9)
折れ曲り回数	回	共通			-0.1348 (4.0)			-0.1417 (4.2)
地下鉄利用ダミー	ダミー	個人属性	2.1664 (11.7)	2.3999 (12.3)	2.9844 (11.4)			1.8307 (10.0)
乗客ダミー (乗客利用)	ダミー	個人属性				-0.8493 (1.7)		
乗客利用ダミー (乗客利用)	ダミー	個人属性				-0.8536 (4.5)		
変数数			3	5	6	7	4	6
R^2 (変数比による)			0.4719	0.5027	0.5055	0.5062	0.4817	0.4946
過半数 (最大変数による)			70.3	71.9	72.9	72.2	71.3	69.8

4 モデル式の推定結果

表-7

は、上記の90パーセンタイル値を用いて定期券調査データに対して代替経路を設定し、モデル式を推定した結果である。表中に示すモデルの変数中では、サービス特性については表-5の変数の関連分析より、また個人属性については地下鉄利用とのクロス分析より、それぞれ選定したものである。また、この結果は、いくつ

かの変数の組み合わせのうち、パラメーターの符号、t値、および $\bar{P}^2$ 値により、有意性の高いモデルを示している。推定されたモデルは、所要時間と非乗車時間率を組み合わせたモデル群と、それらの代りに乗車時間と待ち時間を用いたモデル群に分けられるが、前者の方が全般的に $\bar{P}^2$ 値が高い。また、個人属性を導入したT-4では、乗り換え回数のt値が低く問題が残っている。この中では、T-3が最も有意なモデルと考えられる。

5 おわりに

バスと地下鉄利用に関する経路選択問題へ非集計モデルを適用した例について説明したが、作成したモデルの詳細については講演時に述べる。なお、本モデルは参考文献2)に示す京都市のバス系統網の改善効果予測に用いている。また、代替経路の設定基準の作成方法や、モデル式の変数の導入方法などには改良の余地が残されており、今後の課題とした。参考文献 1) 太田・原田：非集計行動モデルの研究の現状と課題 土木研究所研究発表会講演集 1982.1

2) 天野・小谷・山中：電算機を用いたバス系統網の改善効果予測のモデルについて 本講演集