

岐阜県 正員 新藤 透 名古屋大学 正員 河上 省吾

名古屋大学 正員 広畠 康裕 名古屋工業大学 正員 溝上 章志

1. はじめに

名古屋圏の交通は自動車中心の体系となっており、そのために道路の渋滞や事故の発生などの問題が深刻化している。これらの問題を解決するには、公共交通機関の充実が不可欠であり、そのための施策として鉄道端末バスサービスの改善が考えられる。サービス改善計画のためには、人のサービス要因に対する評価構造を定量的に把握し、サービス特性や利用者の各種属性の変化による需要の予測モデルが必要である。我々は、利用手段を換える場合の転換抵抗は無視できず、交通サービスに対する評価構造はそれまでの行動結果によって異なるという仮説に基づいた非集計転換モデルによる実証的検討を行ってきた。¹⁾

本研究では、端末手段としてバスと車が利用可能な複数の鉄道駅がある場合に、人がいかなる判断で駅と端末手段の組み合わせを選択するか²⁾をアンケート調査の分析と非集計駅・端末手段同時選択モデルの作成により明らかにし、その結果を鉄道端末バス輸送システムの需要予測手法として導入するものである。

2. 調査結果の分析とデータの作成

アンケート調査は図-1に示す名古屋市の東部に隣接する日進・東郷の両町域のうち鉄道駅から半径 500 m 以内を除く地域で、昭和58年11月に名古屋市内への通勤通学者を対象として実施された。配布世帯数 1,011世帯に対して回収世帯数は 879世帯、86.9%の回収率であった。

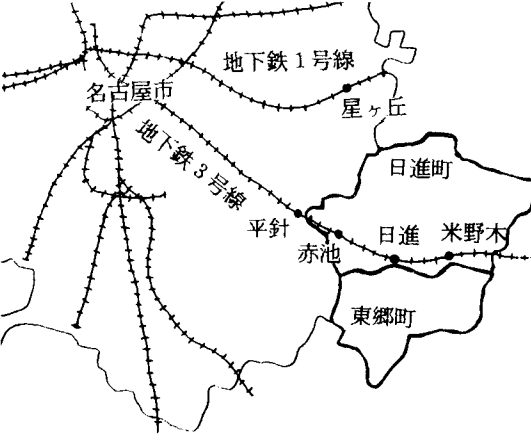


図-1 調査対象地域

表-1 選択肢と利用実績

選 択 肢	利用実績	利用可能人数	利用率	平均アクセス時間
B	日 進	20	116	17.24
&	赤 池	27	88	30.68
R	星ヶ丘	100	171	58.48
	平 針	15	31	48.39
	米野木	15	43	34.88
小 計	177	449	39.42	26.85 (10.06)
P	日 進	34	92	36.96
&	赤 池	29	166	17.47
R	星ヶ丘	5	69	7.25
	平 針	8	30	26.67
	米野木	21	81	25.93
小 計	97	438	22.15	10.95 (4.94)
小 計	274	887	30.89	

以後の分析のために、アンケート回答結果から、①現利用選択肢と回答された代替選択肢のサービス特性値は回答値を用い、②無回答の代替選択肢については同一ODペアサンプルのサービス特性値の平均値で代用するという方法で、データを作成している。表-1に、駅別端末手段別利用実績、平均アクセス時間を示す。その結果、①アクセス時間最大のB&Rによる星ヶ丘への利用者が36.5%で最も多く、利用率も高い。②B&Rの平均アクセス時間はP&Rの2倍以上であり、分散もP&Rに比べてかなり大きい。③3号線沿線に居住しているにもかかわらず、1号線の星ヶ丘駅へアクセスしている利用者が多く存在する等が分かり、駅と端末手段選択には、アクセス時間だけでなく、その他のアクセスサービス要因、及び端末駅の魅力度、端末駅以降目的地までの鉄道サービスレベル等が重要な要因となっていることが分かる。

3. 駅・端末手段同時選択モデル

駅・端末手段同時選択モデルとして、個人 n の、互いに独立な駅・端末手段の組み合わせ選択肢 i ($i \in J_n$)に対する効用を V_{in} としたとき、個人 n が選択肢 i を選択する確率 P_{in} が $P_{in} = e^{V_{in}} / \sum_{j \in J_n} e^{V_{jn}}$ で表されたとしたMNLモデルと、選択肢相互の類似性を考慮したNLモデルを作成する。NLモデルは、類似性の大きさによって駅と端末手段選択肢を段階に分けたモデルであり、端末手段 (m) と駅 (s) の同時選択について、手段間よりも駅間の類似性が強い場合には、選択確率 $P(m,s)$ は次式で表される。

$$P(m,s) = \frac{e^{\lambda_1 V_{s|m}}}{\sum_s e^{\lambda_1 V_{s|m}}} \cdot \frac{e^{\lambda_2 (V_m + \Lambda_m)}}{\sum_m e^{\lambda_2 (V_m + \Lambda_m)}}$$

$$\text{ただし、 } \Lambda_m = 1/\lambda_1 \cdot \ln(\sum e^{\lambda_1 V_{s|m}}) \\ 0 < \lambda_2 \leq \lambda_1$$

であり、これは合成変数とよばれる。以上の式の効用 V には線形関数を仮定する。つまり、個人 n 、選択肢 i の交通サービス要因や個人属性 k の特性値を X_{ikn} とすると、 $V_{in} = \sum_k \theta_k X_{ikn}$ 、 $V_{s|m} = \sum_k \beta_k X_{ik}$ 、 $V_m = \sum_n \theta_n X_{mn}$ である。

4. モデルの適用結果

表-1に示した選択肢と利用実績サンプルを用いてパラメータの推定を行った結果が表-2である。表-3の $P(s)P(m|s)$ 型NLモデルとは、駅間よりも端末手段間の類似性が高いとしたものであり、 $P(m)P(s|m)$ 型NLモデルは駅間の類似性の方が高いとしたモデルである。ここでは、モデル間の特性比較を行うために両モデルで同一の変数を採用する。MNLモデルでは10選択肢中、現利用選択肢を含めて2つ以上の利用可能選択肢を持ち、それらの説明変数の値が不明でないサンプルを用いている。 $P(s)P(m|s)$ 型NLモデルでは下位レベルでは、同一駅に対して2つ以上のアクセス手段を持つサンプル、上位レベルでは2つ以上の駅に対して1つ以上の端末手段が利用可能であるサンプルを用いているため、上位、下位のモデルでサンプル数に差が生じている。 $P(m)P(s|m)$ 型NLモデルについても同様のことが言える。

表-2の結果から、MNLモデルに関しては、アクセス所要時間に比較して代表手段所要時間が約2～3倍効用に影響すること。P&Rダミーが負となり、他の変数が全て同一ならばB&Rよりも効用が低いこと。車の所有はB&R利用の効用を低下させることがわかる。

駐車料金に対する t 値が低いものの、 ρ^2 値、的中率ともかなり高く、予測モデルとして有用であると言える。

NLモデルに関しては、両モデルともパラメータの符号が非論理的になるものがあること。 $P(s)P(m|s)$ 型NLモデルよりも $P(m)P(s|m)$ 型NLモデルの方が的中率、 ρ^2 値がともに高いことがわかる。、 $\lambda_2/\lambda_1 = 1$ なる帰無仮説に対する λ_2 の t 値は、 $P(s)P(m|s)$ 型では有意とはならず、MNLモデルと同一でないとはいえない可能性が存在する。よって、原田²⁾同様、端末手段間よりも駅間の類似性の方が高い。

MNLモデルとNLモデルを比較すると、符号条件の論理性、的中率ともMNLモデルが上回り、NLモデルを適用した有用性が見出されないように見える。この原因として以下のような理由が考えられる。①使用したデータに、個人の回答値と平均値とが混在しているため。②選択肢間に効用の差が余りないような選択問題の場合、選択肢ツリーを2層構造にした効果よりも最尤推定法を2度適用する誤差の方が卓越するため。③手段乗り継ぎトリップを、単に、駅、端末手段の2層選択ツリーに構成したため。④レベル間のサンプル集合の相違によるモデル全体の推定バイアスが生じるため。しかし、 $P(m)P(s|m)$ 型NLモデルでは選択肢間類似性が現れていることから、単に的中率等からだけでモデルの良否を判定することには問題があると思われ選択肢間に明らかな類似性の違いがあり、個人の選択肢集合に片寄りが少ないような場合に適用するべきであると考えられる。

1)河上、広畠、溝上；鉄道端末バスサービスの改善計画のための交通需要予測モデルの開発と適用、土木計画学研究論文集、No.2, pp.53-60, 1985

2)原田、太田；Nested Logitモデルの多次元選択への適用性一駅・アクセス手段同時選択の場合一、交通工学、Vol.18, No.6, 1981

表-2 モデルの推定結果

	P(S)P(m S)型NLモデル				P(m)P(S m)型NLモデル				MNLモデル	
	P(m S)		P(S)		P(S m)		P(m)		β	t
	β	t	$\lambda_2 \theta$	t	β	t	$\lambda_2 \theta$	t		
車の所有	-1.440	-3.561					-1.680	-4.538	-1.212	-2.348
駅ダミー 日進			0.517	1.441	0.813	1.470			0.860	1.048
〃 赤池			0.512	1.245	1.019	1.846			0.972	1.165
〃 星ヶ丘			0.722	1.610	1.267	1.925			0.778	0.889
〃 平針			1.126	1.974	2.799	3.198			4.026	2.845
P&R ダミー	-2.363	-4.972					-1.827	-5.408	-1.487	-1.175
アクセス所要時間	-0.023	-1.006			-0.047	-2.166			-0.023	-1.125
代表手段所要時間			-0.050	-4.534	-0.057	-4.432			-0.066	-4.409
バス 運行間隔	-0.080	-3.187			0.016	0.549			-0.067	-2.148
駐車料金	0.008	1.103			0.005	0.571			-0.013	-0.771
λ_2			0.85559				0.5169			
$t(\lambda_2/\lambda_1=0)$			4.642				2.882			
$t(\lambda_2/\lambda_1=1)$			0.781				2.693			
サンプル数	176		211		169		232		245	
ρ^2	0.163		0.237		0.211		0.147		0.279	
的中率		41.23				52.16			76.58	