

東京大学 学生員 原田 昇

1. 分析の目的

鉄道駅・アクセス手段選択行動を多者択一の非集計ロジットモデルで分析し、その構造-選択肢の類似性-と、共通駅による簡略化等分析手法を検討するのが目的である。

2. 分析データとモデル

データは、当研究室と東京都が昭和55年3月下旬に三鷹・調布地区で実施した調査結果の一部を用いる。

分析の対象は、新宿駅を最終駅あるいは通過駅とする人々の経路選択行動であり、経路(選択肢)としては、最大15経路を考えた(図1)。また、選択肢の利用可能性とその変数については、客観的に設定した(表1)。利用バス停は、「駅へのバスルートが通過する最も自宅に近いもの」を指定した。(1)、(2)参照)

モデルは、選択肢の類似性を考慮しないもの(①)と、類似性を考慮する二種類のNLモデル(②と③)である。

$$\textcircled{1} \quad P(s, m) = \frac{e^{\lambda(V_s + V_m + V_{sm})}}{\sum_s \sum_m e^{\lambda(V_s + V_m + V_{sm})}} \quad \begin{array}{l} \text{但し、} s: \text{鉄道駅} \\ m: \text{アクセス手段} \\ V_i: i \text{ に関する変数} \end{array}$$

$$\textcircled{2} \quad P(s) \cdot P(m/s) = \frac{e^{\lambda_1(V_s + \Delta s)}}{\sum_s e^{\lambda_1(V_s + \Delta s)}} \cdot \frac{e^{\lambda_2(V_m + V_{sm})}}{\sum_m e^{\lambda_2(V_m + V_{sm})}}$$

但し、 $\lambda_2 = \frac{1}{\lambda_1} \ln \left(\sum_m e^{\lambda_2(V_m + V_{sm})} \right)$

$$\textcircled{3} \quad P(m) \cdot P(s/m) = \frac{e^{\lambda_1(V_m + \Delta m)}}{\sum_m e^{\lambda_1(V_m + \Delta m)}} \cdot \frac{e^{\lambda_2(V_s + V_{sm})}}{\sum_s e^{\lambda_2(V_s + V_{sm})}}$$

但し、 $\lambda_2 = \frac{1}{\lambda_1} \ln \left(\sum_s e^{\lambda_2(V_s + V_{sm})} \right)$

注>「合成変数の係数」という場合、 λ 比(λ_1/λ_2)を指すこととする。

3. 分析結果

$P(s, m)$ 型モデルの分析(②に1部結果)より、全体の精度が最も良かった、選択肢固有定数を2組(自転車と三鷹駅)含む変数組に限定して比較した(表2)。

選択肢固有定数は、理論的には(選択肢の数-1)を含むこと(Full Constant Model)ができるが、それは推計分母量と実績分母量とを一致させる性質を持つことから、特にその差の大きい選択肢に注目して導入した。また、自転車固有定数の導入により、全体の精度は改善されたが、手段別精度の偏りは大きくなった。

NLモデルを段階的に推計する場合、合成変数を含

むモデルは、選択実績と変数をまとめたおす点とを除けば、通常のロジットモデルと同様に行なえる。変数が V_s, V_m, V_{sm} などのグループに属するかは、その変数が駅や手段について一定かどうかで判断する。

変数別では、鉄道選集は単独では有意とならず、NL1では、アクセス手段の時間変数を細分化することはできなかった。これは、変数組を変えても同様であった。また、手段別の中率はNLモデルの方が偏った。合成変数の係数をみると、NL1、NL2ともに、1と有意差がある(表2右下欄)が、NL2は、0.8558と1より小さく、効用最大化理論と整合性のある形(11)になっている。この分析結果は、アクセス手段間よりも駅間の類似性が強いことを示している。

これは、駅・アクセス手段選択行動に関する通常の分析手順- $P(s) \cdot P(m/s)$; 駅を決めて、同一駅のアクセス手段の競合を分析する-とは異なる分析の必要性を示唆するものとして重要である。

次に、代替経路が集中し、その地点以降の経路が共

図1. 選択肢と鉄道所要分・運賃

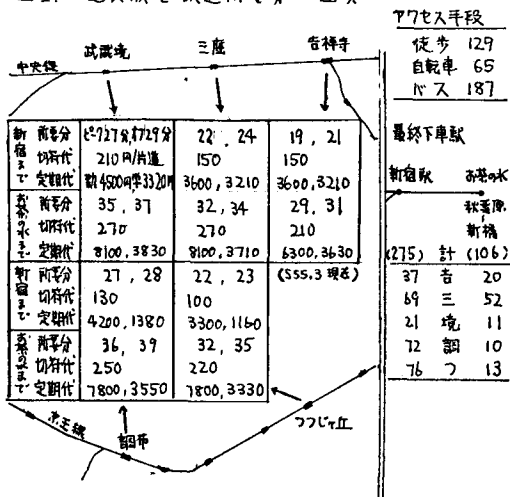


表1. 利用可能でないと判断した基準

徒歩	・道路距離3km以上
自転車	・自転車非所有・自転車に乘れない。
バス	・鉄道駅までのバスルートがない。*

* 自宅から1200m以内のバス停に限定。

通になる「共通駅 (common station)」

による簡略化を適用した。

ロジットモデルは、すべての選択肢の効用に ΔV を加えても選択確率が変化しない。そこで、共通駅に至る部分を取り出して分析するもので、変数設定は簡略化することができる。モデル MS2 では、新宿駅を共通駅としたのであるが、新宿以降のコースト端が経路に關して一率でないために、パラメータが少し異なっている。

次に、利用バス停の設定基準を変更したところ、待ち時間を中心として、バスの時間変数のパラメータが大きく変化した。この点を避けるには、考えられるバス停ごとに経路を設定し、P(SIバス)のモデルを作成することが考えられる。

最後に、的中率指標であるが (表4)、的中数 b の方が、推計確率を行動確率と解釈するならば適切であり、推計確率の変化に連続的に変化する形になっている。

4. おわりに

類似性を考慮したNLモデルにより、アクセス手段間より駅間の類似性が強いことが示された。これは、経路間の競合の強弱に関連していると考えられる。したがって、P(SI徒歩)、P(SI自転車)を最短経路を指定する簡略化も有用であろう。これは、駅競合を徒歩圏、自転車圏とバスを中心とする競合圏と分ける考え方と一致するものである。

今後は、多者択一モデルの特性を生かす分析方法をさらに検討する必要がある。

表2. 非集計ロジットモデルの代表例

モデルの種別		駅・アクセス手段同時選択モデル P(m,s)			段階モデル P(s)-P(m s)		段階モデル P(m)-P(s m)	
		ms1	ms2	ms3	NL1		NL2	
パラメータ (土曜・日・祭日)	所要時間	-0.3608 (-14.4)	-0.3564 (-14.5)	-0.3365 (-14.4)	-0.3061 (-10.4)		-0.3650 (-5.6)	
	1/101 傾度	1.825 (4.9)	1.751 (4.8)	1.960 (5.4)	2.965 (6.6)			1.312 (4.7)
	乗車時間	-0.4931 (-9.6)	-0.4897 (-9.7)	-0.4524 (-9.7)	-0.3316 (-6.4)		-0.6862 (-5.3)	
	駅への乗換待ち時間	-0.1823 (-2.7)	-0.1828 (-2.7)	-0.1845 (-2.9)	-0.3316 (-6.4)		-0.1933 (-1.8)	
	固有定数	-2.174 (-5.4)	-2.136 (-5.4)	-2.016 (-5.1)	-1.878 (-4.0)			-1.042 (-5.8)
	バス停への徒歩時間	-0.8373 (-9.4)	-0.8451 (-9.4)	-0.4703 (-9.2)	-0.1696 (-5.6)			
	バス停への待ち時間	-0.06892 (-2.7)	-0.07134 (-2.8)	-0.2687 (-5.3)	-0.1696 (-5.6)		-0.08131 (-2.6)	
	乗車時間	-0.2912 (-8.7)	-0.2954 (-8.8)	-0.2620 (-8.5)	-0.1696 (-5.6)		-0.3512 (-7.8)	
	駅への乗換待ち時間	-0.1823 (-2.7)	-0.1828 (-2.7)	-0.1845 (-2.9)	-0.1696 (-5.6)		-0.1933 (-1.8)	
	コスト	-0.008665 (-2.6)	-0.006706 (-2.3)	-0.006375 (-1.8)	-0.02264 (-4.9)			-0.006246 (-2.5)
費用	乗車時間	-0.3510 (-4.6)	-0.3571 (-4.7)	-0.3038 (-4.1)	-0.3255 (-5.0)		-0.5421 (-5.4)	
	待ちと乗換待ち時間	-0.2185 (-2.5)	-0.3119 (-2.8)	-0.2652 (-2.6)	-0.3124 (-3.2)		-0.3163 (-2.4)	
	コスト	-0.008665 (-2.6)	-0.006706 (-2.3)	-0.006375 (-1.8)	-		-	
	三鷹駅固有定数	0.6905 (3.3)	0.7598 (3.7)	0.6610 (3.2)	0.7830 (4.0)		0.9133 (3.8)	
合計変数					1.575 (11.4)		0.8558 (10.0)	
A								
χ ²		0.5965	0.5958	0.5721	0.3951	0.7189	0.7141	0.4086
的中率 (%)	徒歩	76.0	76.0	76.7	80.0		83.7	
	自転車	23.1	23.1	24.6	27.7		16.9	
	バス	72.2	72.2	63.6	61.5		70.1	
	計	65.1	64.8	61.4	60.0		65.1	
備考		比較の対象とした基本モデル		共通駅を考えたもの	A の係数は 1 に対する定値			
					4.16 (= $\frac{1.575 - 1}{1.575 / 11.4}$)			
					1.68 (= $\frac{0.8558 - 1}{0.8558 / 9.963}$)			

表3. 選択実績と的中数

選択肢	選択肢の駅・アクセス手段	選択実績 (A)	選択肢の利用可能数	モデル P(m,s) (MS1)		モデル P(s)-P(m s)		モデル P(m)-P(s m)	
				的中数 a	的中数 b	的中数 a	的中数 b	的中数 a	的中数 b
吉祥寺	徒歩	6	77	2	2.2	2	1.9	2	2.2
	自転車	47	310	0	0.2	0	0.1	0	0.2
	バス	47	378	36	24.4	26	19.4	40	26.1
三鷹	徒歩	41	157	32	26.8	32	24.7	36	25.2
	自転車	11	310	0	1.8	1	2.0	0	1.9
	バス	69	378	54	37.6	51	34.6	49	36.9
武蔵境	徒歩	17	149	14	11.0	12	11.2	15	10.3
	自転車	6	310	0	0.6	0	0.8	0	0.6
	バス	9	273	1	2.2	2	2.4	1	2.3
調布	徒歩	28	122	21	18.6	21	17.6	24	18.4
	自転車	27	310	7	9.6	8	9.4	5	9.2
	バス	27	338	18	11.7	9	9.1	15	10.5
771 江	徒歩	37	127	29	25.6	31	24.4	31	25.0
	自転車	17	310	8	6.7	9	6.5	6	6.1
	バス	35	190	26	21.1	27	19.8	24	20.2
計		281	3739	248	200.0	231	184.0	248	195.1

注) 1. "的中数 a", 推計確率最大、選択肢と選択実績と一致するもの。

2. "的中数 b", $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i$, $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n$ - 選択実績, P_i - 推計確率。

参考文献 (1) 原田 太郎 "選択肢相互の類似性を考慮した非集計行動モデルとその適用" 1940-402, (3) F. Le Clerc. "A model for multimodal trips". 1966年, p93-P115. *Survey of Highway*
 1966年 第2次交通調査報告書, 国土省 国土院
 (2) 原田 太郎 "鉄道駅・アクセス手段選択行動の分析", 1974年 日本交通学会 第24回大会論文集
 (3) 日本交通学会 "非集計行動モデルの交通計画への適用に関する研究(Ⅱ)". 1974年, p201-206.
 (4) 国土院 国土院 "非集計行動モデルの交通計画への適用に関する研究(Ⅱ)". 1974年, p201-206.