

Nested Logit モデルの適用性に関する一考察

広島大学 正 員 杉 恵 類 寧

広島大学 学生員 ○山本英信

1. はじめに

非集計モデルのなかで最も一般的なモデルはロジットモデルであるが、理論的限界があり、また前提条件に対する批判も多く、その対応として種々の改良ロジットモデルが提案されている。そのうちの1つであるNested Logit (NL) モデルは、選択肢の効用を完全に独立であると仮定するロジットモデルと、効用の確率項の相関の導入によって、選択肢の類似性を直接的に扱うプロビットモデルの中間に位置し、IIA特性を緩和したモデルである。NLモデルは、操作性が高く簡潔であるとされているにもかかわらず、実際の適用例は少なく、その実用性はあまり明らかになっていない。そこで本研究は、NLモデルの推定を行ない、ロジットモデルの推定結果と比較することで、その精度・適用性を調べてみたものである。

2. データの概要

本研究で用いたデータは、備後都市圏総合交通体系調査の一環として昭和54年10月中旬から11月初旬に実施された通勤交通のアンケート調査によるものである。この調査の全票1614個のうち本研究で使用可能なのは851個であり、その内訳は表-1の通りである。

表-1 データの概要

全 デ ー タ 数 851			
鉄道・バス・車 すべて利用可能 280 (32.9%)		2つの交通手段が 利用可能 571 (67.1%)	
鉄道orバスが 実線交通手段 74 (8.7%)	車が 実線交通手段 206 (24.2%)	バス・車が 利用可能 525 (61.7%)	鉄道・車が 利用可能 46 (5.4%)

3. ロジットモデルとNLモデルの比較

パラメータの推定を行なう際のモデルの変数組は、各モデルにおいて必ずしも同一なものでなく、目的変数と説明変数間の論理性及び値などを考慮し、最適と思われる変数組を選んだ。推定結果の全てをまとめて示したのが表-2で、モデルの識別を示すAは全データ(851)によるもので、同じくBは鉄道・バス・車すべて利用可能なデータ(280)によるものである。

3-1 ロジットモデルによる推定

交通手段が鉄道・バス・車の3項ロジットモデルとして次式により推定した。

$$P_{ij} = \exp(U_{ij}) / \sum_{j=1}^3 \exp(U_{ij}), U_{ij} = \sum_k \alpha_k X_{ijk}$$

ただし、 P_{ij} :個人 i が選択肢 j を選ぶ確率、 U_{ij} :個人 i の選択肢 j に対する効用、 α_k :パラメータ、 X_{ijk} :個人 i の選択肢 j に対する k 番目の説明要因の値(個人属性とサービス変数)である。交通機関選択に大きな影響を及ぼすと考えられる変数を導入したものがモデルA1・B1で、モデルA2・B2は世帯主・車の有無の個人属性を除いた変数組から成っている。モデルB1は、的中率が95%、 ρ^2 値も高い値となっており適合度は高い。

3-2 NLモデルによる推定

図-1のように2レベルに分け、まずレベル1で2項選択型のロジットモデルから合成変数を作成し、レベル2でこれを公共輸送機関の効用関数として用いると次式のようなNLモデルが成立する。

$$P_{ic} = \exp(U_{ic}) / (\exp(U_{ic}) + \exp(\lambda \ln(\exp(U_{1R}) + \exp(U_{1B}))))$$

図-1 NLモデルの選択ツリー

ただし、 U_{ic} ・ U_{1R} ・ U_{1B} :個人 i の車・鉄道・バスに対する効用、 λ :合成変数のパラメータである。レベル1の推定においては、コストと時間の相関係数が0.66と高いため、両者を別々にした2つの変数組を考えそれぞれについてレベル2の推定を行なった。また、全データを使用する場合は利用不可能な交通手段が含まれているためその場合は効用を $-\infty$ と考え推定を行なった。モデルの識別数1・2がコストを含んだもの、同じく3・4が時

表-2 ロジットモデルのパラメータ (t値) と適合度

モデル タイプ 説明 変数	多項ロジットモデル				N L モ デ ル									
					レベル 1		レベル 2							
	N=280		N=851		N=74		N=280				N=851			
	NL-A1	NL-A2	NL-B1	NL-B2	NL-C	NL-T	NL-A1C	NL-A2C	NL-A3T	NL-A4T	NL-B1C	NL-B2C	NL-B3T	NL-B4T
定 数 項					-3.188	-0.466	1.235	0.666	1.679	1.052	1.800	1.184	1.803	1.210
世帯主か どうか	-1.141 (2.2)		-0.828 (2.1)				-0.572 (2.3)		-0.429 (2.0)		-0.366 (1.9)		-0.231 (1.4)	
車の有無	-3.098 (4.8)		-4.067 (9.0)				-1.449 (4.6)		-1.461 (5.5)		-1.888 (9.1)		-1.850 (10.0)	
通勤距離 (100m)	-0.005 (1.6)	-0.006 (2.0)	-0.007 (3.0)	-0.005 (2.7)	0.028 (1.6)	0.011 (2.6)								
コ ス ト (100円)	-0.842 (4.9)	-0.777 (6.1)	-0.914 (7.3)	-0.880 (9.9)	-4.592 (2.6)		-0.145 (2.5)	-0.194 (4.1)	-0.171 (3.0)	-0.203 (4.6)	-0.295 (6.1)	-0.346 (9.1)	-0.270 (5.8)	-0.324 (9.2)
総所要時間 (分)							-0.034 (3.5)	-0.026 (3.1)	-0.015 (2.1)	-0.007 (1.1)	-0.031 (4.6)	-0.022 (3.8)	-0.012 (2.2)	-0.001 (0.3)
乗車時間 (分)	-0.040 (2.6)	-0.037 (2.7)	-0.026 (2.1)	-0.026 (2.5)		-0.035 (1.7)								
アクセス時間 (分)	-0.070 (2.1)	-0.064 (2.2)	-0.017 (0.7)	-0.032 (1.5)	-0.257 (2.0)	-0.091 (2.4)								
エグレス時間 (分)	-0.070 (2.9)	-0.065 (3.0)	-0.058 (2.9)	-0.047 (2.7)	-0.109 (1.8)	-0.058 (1.6)								
運行本数 (本/時)	0.215 (1.7)	0.168 (1.6)	0.256 (4.0)	0.227 (3.9)	0.261 (0.5)	0.027 (0.2)								
乗換回数 (回)	-0.557 (1.7)	-0.400 (1.3)	-0.891 (3.1)	-0.653 (2.6)	-1.205 (1.3)	-1.095 (2.7)								
タミー (鉄道)	-2.822 (3.2)	-1.932 (2.5)	-3.491 (4.9)	-2.415 (4.1)										
タミー (バス)	-2.748 (3.1)	-1.847 (2.5)	-3.394 (5.6)	-2.205 (4.6)										
入							0.196 (5.0)	0.181 (5.7)	0.344 (3.8)	0.317 (4.1)	0.163 (7.0)	0.154 (8.0)	0.374 (5.5)	0.350 (6.2)
変数の数	11	9	11	9	6	6	5	3	5	3	5	3	5	3
ρ^2 値	0.740	0.684	0.810	0.734	0.925	0.636	0.765	0.701	0.639	0.558	0.865	0.806	0.822	0.755
的中率 (%)	90.7	88.2	95.0	93.0	100.0	91.9	94.3	92.7	91.1	89.3	96.0	94.1	93.9	92.2

注) () 内はt値で符号はパラメータの符号と同じ

間を含んだものである。入の値は、[0, 1] の範囲内にあり、効用最大化理論との整合性が保たれている。全体的に、 ρ^2 値・的中率とも高い値が得られた。なお、レベル2の ρ^2 値は $1 - (L_1(\hat{\theta}) + L_2(\hat{\theta})) / (L_1(0) + L_2(0))$ として求めた (ただし、各尺度のサフィクス1・2は図-1のレベルを表わしている)

さらに、全データを用いた時の各交通機関別の的中率を比較したものが表-3である。これを見ると、車の的中率は両モデルで全く一致しているが、鉄道・バスでは若干NLモデルの方が良くなっている。

4. まとめ

ロジットモデルとNLモデルの推定結果を比較してみると、データが280の時、つまり鉄道とバスの両交通機関が利用可能で合成変数が有効に作用している状態においてはNLモデルの適合度が勝っていた。しかし、全データを用いた時は、はたきりした差は得られなかった。これは、全データ851個のうち、合成変数が有効に作用しているのが280個と全体の3割の部分にしかすぎず、残りの7割近くの部分においては、車とバスあるいは鉄道の2つの選択肢しかなく、単なる2項ロジットモデルと同じような働きしかなかったためと考えられる。つまり、このような状態のもとでNLモデルを交通政策の評価などに用いた場合、ロジットモデルと比較して必ずしも高い適合度は期待できないと思われる。しかし、NLモデル自体の適合度は高く、3つの交通機関が競合している特定の地域ではその適合度はかなり良いものと考えられる。

表-3 各個人の選択確率を集計した結果

		推 定 値			
		鉄道	バス	車	計
調 査 値	鉄 道	56 (6.6%) 59 (6.9%)	2	11	69
	バ ス	4	72 (8.5%) 78 (9.2%)	16	92
	車	6	4	680 (79.9%) 680 (79.9%)	690
	計	66	78	707	851
		65	82	704	

注) 上段: 多項ロジットモデル (B1)
下段: NLモデル (B1)