

IV-34

効用差を考慮した非集計モデルの集計化手法の提案

名古屋工業大学	学生員	伊熊 竜彦
名古屋工業大学	正 員	松井 寛
名古屋工業大学	正 員	溝上 章志

1. はじめに

交通行動モデルは、サンプルのデータとしての取扱いで非集計型と集計型に分類できる。非集計型モデルは、多様で詳細な要因に対する感度が高いことが実証的にも明らかにされているが、将来予測の際には、説明変数の将来値を個人レベルで予測するのは困難なため一般にはある集計単位ごとに何らかの方法で集計化の作業が必要となる。一方、集計型モデルはサービス要因の変化に対する感度が低いものの、集計単位の説明変数の将来値が得られれば集計単位の選択確率を直接求めることができる。

本研究では、非集計モデルから得られるパラメータを、効用差によって個人をセグメント化した集計データを用いて集計モデルのパラメータに修正する新たな集計型モデルを開発し、その推計精度を従来の手法と比較することによってモデルの有用性を理論的・実証的に検討する。

2. モデルの概要

本モデルは、非集計型モデルから得られる説明変数間の相対的ウェイトを用いて効用を個人ごとに比較可能な同一の尺度に変換し、選択肢間の効用差の大きさによってカテゴリー分けされた個人のグループをひとつの集計データとみなすことによって、各カテゴリーの実績選択確率に推定選択確率が最も適合するように非集計推定パラメータの修正を行うものである。以下に、分担モデルとしてロジット型関数を用いた二項選択問題に関してその手順を述べる。

- (1) 非集計モデルの推定パラメータから任意の説明変数に対する相対的ウェイトを求め、これを用いて効用値をサンプル全体で比較可能な同一の尺度に変換する。
- (2) 各個人について選択肢間の効用差を求め、効用差の最大値と最小値の間をN個に分割したカテゴリーに個人を分類する。
- (3) i番目のカテゴリーにおける選択肢1の選択確率を P_i 、i番目のカテゴリーに属する人数を n_i 、i番目のカテゴリーに属する人のうち選択肢1を選択してい

る人の数を r_i とする。 P_i を式(2)で示すロジット型関数で定義すると、尤度関数Lは次式ようになる。

$$L = \prod_{i=1}^N P_i^{r_i} \cdot (1 - P_i)^{n_i - r_i} \quad (1)$$

$$P_i = 1 / \{1 + \exp(ax_i + b)\} \quad (2)$$

ここで、 x_i はカテゴリーiにおける効用差の代表値である。また、パラメータaは効用差のスケールを変換し、bは効用差の分布形を左右にシフトさせる働きを持つ。

- (4) 最尤推定法によりLを最大にするパラメータa, bを求める。

尚、ネステッド型の選択問題であっても上位レベルの効用の計算に合成変数が導入されるだけであり、同様の手順で非集計パラメータの修正が可能である。

本手法は以下のような特徴を持つ。

- ① 非集計モデルは種々のサービス要因に対する人の評価構造を適切に表現することができるため、推定パラメータから得られる要因相互の相対的ウェイトの信頼性は高いと考えられる。本モデルから得られる修正パラメータにはこの相対的ウェイトがそのまま導入されている。
- ② パラメータ推定時にゾーンペアをセグメントとした集計データを用いるとデータ数が少なくなる場合でも、本モデルでは個人を効用差によってカテゴリー分けしたセグメントをデータとすることができるため、精度に応じたデータ数と特性値を設定することができることから安定したパラメータの推定が可能である。
- ③ ゾーンペアをセグメントとしてデータを集計化することによって起こる問題点、たとえばゾーンペア間特性の平均値分布のかたより、ゾーンペアごとにサンプル数が異なることによるデータの信頼性のアンバランスを比較的少なくすることができる。

3. モデルの適用結果

本モデルの予測精度を検証するために、名鉄K線・I線経路選択問題を対象にして非集計二項ロジットモデルを適用し、本手法により非集計パラメータの集計

パラメータへの修正を行った。非集計モデルの適用結果を表1に、効用差に基づいてカテゴリー化したデータと集計型モデルへの修正結果を表2に示す。集計型モデルに関しては、非集計パラメータはパラメータa, bによって集計パラメータへ統計的に有意に修正されていること。各セグメントにおける推定選択確率と実績選択確率との適合性は高く、集計レベルでも誤差の少ない推計値を与えるパラメータへ修正ができたこと。K線利用者のサンプルがI線利用者のサンプルの2倍以上もあるため、非集計モデルと同様にパラメータは全体的にK線を高く評価するように推定されていることがわかる。

4. 集計化手法の推計精度の比較・検討

本研究で開発した集計化手法、ゾーンペアを集計単位とした従来の集計型モデル、平均値法とモーメント法による非集計モデルの集計化手法の4手法により各ゾーンペア間の手段別交通量を推計し、各手法の適合度を4種類の指標によって比較する。各適合度指標の計算結果を表3に示す。相関係数は実績値と推計値との線形性の強弱を表しており、分担率・交通量ともに本モデルによる推計値が実績値と最も強い線形関係を示していることがわかる。 χ^2 値は交通量で重みづけされた各ゾーンペアの推計誤差の和であり、K線では集計型モデルの推計誤差が最も小さくなっているものの、逆にI線では集計型モデルの推計誤差が最も大きくなっており、全体的にみると本モデルの推計誤差が最も小さいと判断できる。RMS値は誤差の平均値を0とした場合の誤差の標準偏差であり、この指標では両交通手段ともに本モデルの推計精度が最もよいといえる。

表2 集計型モデルへの修正結果

カテゴリー	代表値	人数	小牧線 選択者数	実績値	推計値
$-55.0 \leq \Delta C < -40.1$	-49.21	5	5	1.000	.993
$-40.1 \leq \Delta C < -25.2$	-30.78	11	11	1.000	.977
$-25.2 \leq \Delta C < -10.3$	-15.95	34	33	.971	.942
$-10.3 \leq \Delta C < 4.6$	-2.26	43	38	.884	.868
$4.6 \leq \Delta C < 19.5$	12.56	46	32	.696	.712
$19.5 \leq \Delta C < 34.4$	25.88	25	10	.400	.506
$34.4 \leq \Delta C < 49.3$	40.49	11	3	.273	.280
$49.3 \leq \Delta C < 64.2$	56.90	9	1	.111	.116
$64.2 \leq \Delta C < 79.1$	69.97	7	2	.286	.053
$79.1 \leq \Delta C < 94.0$	81.46	2	0	.000	.025

5. まとめ

各サンプルの効用が適切に評価された場合、効用差に基づく集計パラメータへの修正手法を用いたモデルの実績再現性は高いことが推定精度の比較から示された。しかし、調査地域におけるゾーン間集計化需要の予測を行う場合には、操作性、精度に関しても平均値法と大差はない。今後は、本手法の利点、非集計データの分布特性と各集計化手法の適用性との関係を明らかにする必要がある。

【参考文献】 1)河上・磯部：集計型交通手段別分担率モデルの適合性の比較・検討，土木学会論文報告集第337号 2) Aggregate modal split models; Traffic Eng. & Cont. 21(1), pp7-13, 1980

表1 バイナリロジットモデルの推定結果

変数	β	t
小牧ダミー	1.741	4.199
総所要時間	-0.06576	-5.166
時間変動	-0.00280	-0.169
待ち時間	-0.01778	-0.853
徒歩時間	-0.06236	-2.030
ρ^2		0.39437
的中率	小牧	94.1%
	犬山	57.6%
	全体	83.1%
サンプル数		195 (136-59)

表3 適合度指標 (小牧線)

指標	分担率の 相関係数	交通量の 相関係数	χ^2 値	RMS値
モデル				
修正集計型	78.3	98.1	82.3	32.465
集計型	77.3	97.8	81.0	44.894
平均値法	78.2	98.0	86.9	32.999
モーメント法	75.8	93.4	330.8	57.658
	($\times 10^{-2}$)	($\times 10^{-2}$)		(%)

	a (= λ)	b (= $\lambda \delta$)
パラメータ	0.06611	-1.734
t_0	6.280	-6.861
t_1	88.69	—
ρ^2	0.3864	
サンプル数	193	