

建設省 正員 澤田 和宏
北海道大学 学生員 田村 亨
北海道大学 正員 五十嵐 日出夫

1. はじめに 近年、交通機関選択モデル構築のため非集計モデルに関する研究が数多くなされてきた。このモデルを用いることの利点は種々挙げられているが、未に残されている問題も少なくはない。そこで本研究では、現状の解析における①個人々人の被験者で効用が違ふと思われるのに、対象集団全体で図1の $G(x)$ にあたる1本の関数しか作っていない、②個人属性をモデルに取り込むことが利点に挙げられているが、この属性に関する変数の取り扱い方が曖昧である、③個々のデータに基づいて計算された非集計値である確率の意味が不明確であり、それ故に計画情報として必要な集計値に転換する妥当な手続きが確立されていない、という点を問題点として取り上げ、それらを解決するために効用観関数を提唱する。この効用観関数の定義は「現象や行動を規定するある要因に対して、個人の有する価値意識を表わした関数」となり、結局図1の $G(x_1)$ から $G(x_n)$ までの各々の関数を指す。

$$\begin{aligned} G_1(x) &= \alpha_1 + \sum_j \beta_j x_{1j} \\ G_2(x) &= \alpha_2 + \sum_j \beta_j x_{2j} \\ &\vdots \\ G_n(x) &= \alpha_n + \sum_j \beta_j x_{nj} \end{aligned}$$

$$G(x) = \alpha + \sum_j \beta_j x_j$$

但し、 $G(x)$ はロジットモデル $P_k = \frac{1}{1 + e^{-G(x)}}$ における
 $G(x) = \alpha + \sum_j \beta_j x_j$ である。
 P_k : 交通機関 k の選択確率、 x_j : 選択要因
 α : 定数、 β_j : 要因 j のパラメーター、 n : 要因数

2. 調査法と効用観関数の性質

個人ごとに関数を求めるため、ひとりに複数の質問を行わなければならない。本研究では実験計画法で用いられる直交表を利用して要因と水準を設定し、ある条件を表わすデータセットとして被験者に質問を行った。非集計モデルとしては、ロジットモデルを用い、3要因(乗車時間、運賃、アクセス時間)、3水準による直交表を使用した。パイロット・データによる解析の結果、実際に効用観関数が求まり、その性質が明らかになった。被験者1, 2, 3の効用観関数は以下の通りである。

図1 従来の非集計モデルの解析方法

表1. 個人の推定値と実現値

No.	被験者 1		被験者 2		被験者 3	
	推定値	実現値	推定値	実現値	推定値	実現値
1	0.00000	0	1.00000	1	0.00000	0
2	0.00000	0	1.00000	1	0.00000	0
3	1.00000	1	1.00000	1	0.00000	0
4	0.00004	0	0.00000	0	0.00000	0
5	1.00000	1	1.00000	1	0.00000	0
6	0.00004	0	1.00000	1	1.00000	1
7	1.00000	1	0.00000	0	1.00000	1
8	0.99992	1	0.00000	0	1.00000	1
9	1.00000	1	1.00000	1	1.00000	1

表2. 論理矛盾のある効用観関数

データ番号	外的基準	効用観値	推定値	適性
1	0	-4.5853	0.01010	0
2	0	-1.8398	0.13708	0
3	1	0.9056	0.71211	0
4	0	-2.3104	0.09026	0
5	1	0.4350	0.60707	0
6	0	0.2843	0.57061	X
7	0	-0.0356	0.49110	0
8	1	-0.1863	0.43356	X
9	1	2.5591	0.92819	0

被験者1; $G(x) = -143.97 - 6.86x_1 - 0.30x_2 + 7.41x_3$
被験者2; $G(x) = 34.56 + 8.30x_1 - 0.91x_2 + 1.55x_3$
被験者3; $G(x) = -104.27 - 13.89x_1 - 0.77x_2 - 8.56x_3$
但し、 x_1 : 乗車時間差、 x_2 : 運賃差、 x_3 : アクセス時間差
効用観関数の性質としては以下の3点が挙げられる。

①推定値と実現値が非常によく合っていて、モデルの説明力が高い(表1参照)。

②質問項目として与えられたデータセットに対して、被験者が矛盾のある反応をした場合には、①で示唆した性質が消え、

曖昧な推定値を与え、説明力が著しく低くなる(表2参照)。

④与えられたデータセットの全てに対して、外的基準がひととおりの場合、すなわち被験者に効用観が無いと思われるデータに対しては、各説明変数のパラメータが0.0になり論理性を有する。但し、定数項が存在するので、推定値は①で述べたように実現値を説明する。

3. ケース・スタディによる検証

札幌市北区屯田地区においてアンケート調査を行い、効用観関数の有効性の検証を行った。この地区から都心部までの通勤・通学交通において考えられる交通機関は、自家用車、直行バス、地下鉄とバスの乗継ぎの3つである。本研究では表3に示したように、L型直交表に基づいて乗継ぎシステムの条件を変化させ、調査を行い、[A] case: 乗継ぎ-直行バス, [B] case: 乗継ぎ-自家用車の各々のバイナリ-形式について解析した。

結果の一部を、従来の解析法によるものを比較して表4に示してある。ここで注目すべきは、効用観関数という意識によってできたモデルに現状の説明変数値を入れても、十分説明力を有しているということである。むしろ、現状の値から作った従来の方法によるものの方が、現状を説明できていないことがわかる。

最後に、集団としての分担率を計算したものを表4に示す。効用観関数に基づく方法では、推定した α と β を足し合せて分担率を出した。

4. 結論

独自の質問形式を開発したことによって、各個人ごとに効用観関数を求めることができ、その結果、個人の選択行動における意志決定が確率的に行われていないことが検証できた。また、個人属性を説明要因として直接モデル式の中に取り込んでいた従来の解析法に対して、本研究では個人ごとに関数を求めるためにこれを外的因子として取り扱うことができたように、最後に集計化を試みたが、効用理論からアプローチする場合には依然として残る問題があり、その意味で非集計モデルのひとつの限界を示し得たと考える。今後の課題としては、信頼性の高いデータを効率的に採取するための技術をアンケート調査法を中心として研究していくことと、個人の属性や意識と効用観関数における各パラメータとの関係を調べていくことが挙げられる。

表3. 乗継ぎシステムの水準割付け

要因	乗車時間 (分)	運賃 (円)	アクセス時間 (分)
No. 1	20	170	5
No. 2	20	220	10
No. 3	20	270	15
No. 4	35	170	10
No. 5	35	220	15
No. 6	35	270	5
No. 7	50	170	15
No. 8	50	220	5
No. 9	50	270	10

表4. 効用観関数のパラメータと各方法による推定値の違い [A] case

方法	効用観関数による方法				推定値	型	従来の方法	推定値	型	実現値
被験者	α	β_1	β_2	β_3						
A-1	87.34	0.00	0.00	0.00	1.000	○	0.623	○	1	
A-2	87.34	0.00	0.00	0.00	1.000	○	0.614	○	1	
A-3	87.34	0.00	0.00	0.00	0.000	○	0.528	×	0	
A-4	0.17	-0.86	-5.10	0.13	1.000	○	0.989	○	1	
A-5	1.79	-0.66	-3.79	-0.20	0.000	○	0.673	×	0	
A-6	-113.98	-5.80	-5.23	-1.20	1.000	○	1.000	○	1	
A-7	10.00	-2.40	-3.59	-0.19	1.000	○	0.678	○	1	
A-8	-4.59	-0.66	-3.79	-0.20	0.000	○	0.491	○	0	
A-9	-61.02	-2.40	-3.59	-0.19	0.000	○	0.002	○	0	
A-10	-17.51	-0.66	-3.79	-0.20	0.000	○	0.877	×	0	
A-11	25.89	-2.40	-3.59	-0.19	1.000	○	0.432	×	1	
A-12	87.34	0.00	0.00	0.00	1.000	○	0.710	○	1	
A-13	80.63	-2.18	-3.52	-0.65	1.000	○	0.991	○	1	
A-14	5.48	-0.66	-3.79	-0.20	0.000	○	0.491	○	0	
A-15	-64.40	-2.08	-3.07	0.29	1.000	○	0.809	○	1	
A-16	32.62	-0.78	-4.58	-0.57	1.000	○	0.782	○	1	
A-17	-61.80	-2.40	-3.59	-0.19	1.000	○	0.830	○	1	
A-18	30.66	-0.99	-5.45	-0.29	1.000	○	0.784	○	1	
A-19	55.38	-0.00	-0.01	-0.63	1.000	○	0.988	○	1	
A-20	36.23	-3.30	-5.13	-0.26	1.000	○	0.710	○	1	

表5. 諸方法による分担率の比較 (%)

方法	効用観関数に基づく方法	個人の確率を平均する方法	説明変数の平均値を代入する方法	集計モデル (Mortimer法)	実際の値
ケース					
A	70.0	68.8	78.8	69.9	70.0
B	60.0	60.3	68.2	82.5	60.0