

世帯の構成員間の相互作用を考慮した個人の交通手段選択モデル

熊本大学 学生員 ○神谷 翔
熊本大学 正会員 溝上 章志

1. はじめに

本研究は、高齢化や少子化など、世帯構成の経時的変化に伴う地方の軌道系交通機関の利用需要を予測する手段選択モデルを開発することを目的とする。伝統的な非集計型交通手段選択モデルでは、自らの効用は他者の効用とは独立で、他の世帯構成員の選択結果が自らの選択に及ぼす影響を考慮しないのが一般的であったが、ここでは世帯構成員間の自動車利用に対する競合や相互作用を考慮した個人の交通手段選択モデルを構築する。

2004年10月に熊本電鉄沿線の14,000世帯を対象にして「公共交通の利用実態と意識に関する調査—熊本電鉄の市電乗り入れ・LRT化計画案に対する利用意向」調査を実施した。調査票は世帯票が1部、通勤・通学票と買物・習事票が2通ずつとで構成されている。通勤・通学票、および買物・習事票では、回答者の属性（性別、年齢、住所、職業など）、トリップの現況（始業及び終業時間、出発及び帰宅時間、利用交通手段と経路など）、代替交通手段とその経路について調査している。回収数はそれぞれ3,349, 1,392, 3,395通であった。

2. 構成員間の相互関係を考慮した手段選択モデル

(1) 効用関数の定義

世帯の全構成員にとって自動車が選択肢の一つであるとき、世帯構成員は自らが利用した場合と他者が利用した場合の効用水準を考慮して、最終的に自らの交通手段を選択すると考える。世帯 n の個人 l が自動車($i=1$)を選択する場合は、他の構成員 l' ($l' \neq l$)の自動車に対する効用が相互に影響を及ぼすと仮定し、彼の自動車に対する効用関数を次のように仮定した。

$$U_{1l(n)} = V_{1l(n)} + \alpha \cdot \eta_{l(n)} \cdot V_{1l(n)} \sum_{l' \neq l}^L (\eta_{l'(n)} \cdot V_{1l'(n)}) \quad (1)$$

右辺第1項が当該個人固有の、第2項が自らと他の世帯構成員との相互作用の項である。ここで α は相互作用項の相対的ウェイト、 η_l は世帯の中での構成員 l のウェイトパラメータであり、

$$\eta_{l(n)} = \frac{\exp(u_{l(n)})}{\sum_{l'} \exp(u_{l'(n)})} \quad (2)$$

で定義している。ここで、 $u_{l(n)}$ は個人 l の個人属性による線形関数とした。一方、マストラ選択肢はバス($i=2$)と熊電($i=3$)であり、これらの選択には構成員間の相互依存関係が少ないと考え、通常の線形効用関数を用いた。

(2) 個人の手段選択モデル

選択構造を図-1のような2段階のNL構造と仮定すると、自動車、バス、および熊電の選択確率は

$$P_{1l(n)} = \frac{\exp(U_{1l(n)})}{\exp(U_{1l(n)}) + (\exp(U_{2l(n)})/\lambda) + \exp(U_{3l(n)})/\lambda)} \quad (3)$$

$$P_{il(n)} = (1 - P_{1l(n)}) \cdot \frac{\exp(U_{il(n)})}{\exp(U_{2l(n)}) + \exp(U_{3l(n)})} \quad (i=2,3) \quad (4)$$

で表される。世帯 n の構成員 l ($l=1,2,3$)が選択肢 i ($i=1,2,3$)を選択している($\delta_{il(n)}=1$)ときの同時正規確率は次式で表される。

$$L = \prod_n \prod_l \prod_i P_{il(n)}^{\delta_{il(n)}} \quad (5)$$

3. 世帯構成員の手段選択パターンの選択モデル

上記のモデルでは、個人の効用関数の中で世帯内での構成員間の相互作用は考慮されるものの、構成員 l の交通手段選択は他の世帯構成員 l' の選択とは独立して決定され、構成員全員の手段選択パターンは尤度関数に反映されない。そこで、世帯の全構成員の選択手段パターンを選択肢とする選択モデルを提案する。

世帯 n の各構成員1, 2, 3がそれぞれ交通手段 a, b, c という選択パターンをとる世帯の効用を次式で定義する。

$$V_{abc(n)} = V_{a1(n)} \cdot V_{b2(n)} \cdot V_{c3(n)} \quad (6)$$

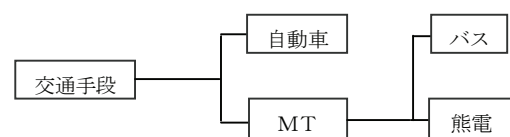


図-1 選択肢ツリー構造

キーワード：世帯内の相互作用、交通手段選択モデル

連絡先：〒860-8555 熊本県熊本市黒髪2丁目39-1, Tel:096-342-3013, e-mail:smizo@gpo.kumamoto-u.ac.jp

このとき、各世帯で考えうるすべての交通手段選択パターン $K_{(n)}$ の中からパターン k ($k = \{a, b, c\}$) が選択される ($\delta_{k(n)} = 1$) 確率は以下ようになる。

$$q_{k(n)} = \frac{\exp V_{k(n)}}{\sum_{K_{(n)}} \exp V_{k'(n)}} \quad (7)$$

このときの尤度関数は以下となる。

$$L = \prod_n \prod_{k \in K_{(n)}} q_{k(n)}^{\delta_{k(n)}} \quad (8)$$

4. モデルの推定結果と考察

モデルの推定に用いるサンプルは利用可能な自動車を1台、保有している世帯主、配偶者、その他で構成される3人世帯のデータである。表1に各モデルの推定結果を示す。右側が効用関数の中で世帯構成員間の相互作用を考慮したモデルであり、左側が通常のモデルである。また、それぞれに対して、構成員間の選択が世帯内で独立なモデルと構成員の手段選択パターンを選択肢としたモデルを推定している。前者では、選択肢ツリー構造の違いによって ML と NL を推定したので、総数6のモデルが推定されている。

効用関数の中で世帯構成員間の相互作用を考慮したモデルはそうでないモデルに比較して全てのモデルで尤度比、的中率などの適合度指標値が大きい。また、効用項の各説明変数の t 値も概ね大きく、統計的に有意、かつ符号条件も論理的であることから、世帯での交通手段選択には世帯構成員間の相互作用が働いているといえる。NL モデルは λ の値も合理的であり、尤度比から見ても、

ML モデルよりも良好である。構成員の手段選択パターンの選択モデルは、選択肢の数が多いために、他のモデルと比較して尤度比、および選択パターンの的中率は低い。しかし、構成員のいずれかの選択結果が実績と一致した延べ数の的中率は他と比較してそれほど差はない。

効用関数の中で世帯構成員間の相互作用を考慮したモデルの効用関数の中の構成員間のウェイトについては、その説明変数の符号がモデルによって異なる。想定される年齢や通勤・通学ダミー、免許保有ダミーのパラメータの符号は構成員の手段選択パターンの選択モデルが尤もらしい。相互作用項のウェイトは負符号となっており、他の構成員との相互依存関係によって自らの効用は低下するという結果になった。

本研究の目的には、最右列の効用関数の中で世帯構成員間の相互作用を考慮した構成員全員の手段選択パターンを選択するモデルが理想的であるが、NL モデルも実用的である。

5. おわりに

交通手段を選択する際には、1)世帯内の構成員の相互依存関係が影響を及ぼし、それは自らの効用を低下させること、2)年齢が高く、通勤・通学目的トリップを行う構成員ほど、世帯内での効用は高くなること、3)選択肢ツリー構造は段階的であること、4)構成員の手段選択パターンの選択モデルも適用可能性はかなり高いことほどが明らかになった。構成員間の相互作用を考慮した世帯内の意志決定に特化したデータを収集するための調査が必要である。

表1 各モデルの推定結果

説明変数	モデル	世帯内の構成員間の相互作用を考慮しないモデル						世帯内の構成員間の相互作用を考慮したモデル					
		構成員の選択が世帯内で独立なモデル				全構成員の手段選択 パターンを選択 モデル		構成員の選択が世帯内で独立なモデル				全構成員の手段選択 パターンを選択 モデル	
		M Lモデル		N Lモデル				M Lモデル		N Lモデル			
		パラメータ	t 値	パラメータ	t 値	パラメータ	t 値	パラメータ	t 値	パラメータ	t 値	パラメータ	t 値
●効用項													
所要時間		-0.084	-5.92	-0.029	-2.21	-0.028	-8.66	-0.103	-6.65	-0.034	-2.58	-0.033	-10.5
料金		-0.008	-3.73	-0.030	-2.10	-0.008	-4.87	-0.014	-4.36	-0.005	-2.48	-0.014	-6.76
自動車ダミー		-4.310	-6.17	-1.945	-2.98	-3.467	-5.99	-4.545	-4.59	-1.143	-1.59	-2.694	-2.39
バスダミー		-0.674	-3.17	-0.094	-1.69	-0.959	-6.54	-0.398	-1.57	-0.013	-0.26	-0.069	-4.02
●構成員間のウェイト													
年齢								-0.077	-1.08	-0.073	-1.38	0.014	1.05
通勤・通学ダミー								0.544	1.36	-0.309	-0.84	1.995	2.92
世帯主ダミー								3.831	2.35	2.054	1.11		
配偶者ダミー								1.561	0.84	3.955	2.30		
免許保有ダミー												1.313	2.01
● α (相対的ウェイト)								-0.354	-1.31	-3.768	-0.90	-1.346	-1.13
● λ (ネスティッドパラメータ)				0.150	2.16					0.142	2.45		
サンプル数		197		197		61		181		181		56	
尤度比		0.248		0.336		0.218		0.298		0.422		0.246	
的中率		0.731		0.787		0.397	0.786		0.766			0.383	
						0.731						0.703	

注)的中率のうち、上段は世帯ごとの手段選択パターンが実績と一致した世帯数の比率を、下段は構成員のいずれかの選択結果が実績と一致した延べ数の的中率を表す

注) 的中率のうち、上段は世帯ごとの手段選択パターンが実績と一致した世帯数の比率を、下段は構成員のいずれかの選択結果が実績と一致した延べ数の的中率を表す