

サンプル消費バイアスを修正した転換モデルによる TFP の有効性の評価

熊本大学 学生員 前田莉花
熊本大学 正会員 溝上章志

1.はじめに

公共交通の利用促進するため、自発的な行動変容を促すモビリティ・マネジメント（以下、MM）が導入されている。MM の代表的な方法の中でも、個別的に複数回のやり取りを通じて対象者の行動変容を促すトラベル・フィードバック・プログラム（以下、TFP）は有効とされている。

本研究では、熊本県荒尾市で行われた高齢者を対象とした MM における TFP の有効性の分析を行う。ここでは、従来は定性的、集計的に行われてきた TFP の有効性の評価を、定量的、さらにサンプル離脱によるバイアスを修正した非集計型転換モデルを推定することによって行う。

2.TFP におけるサンプル継続のモデル化

(1)サンプル離脱によるバイアスの修正

2018 年 10 月から健康づくり活動に参加する 65 歳以上の高齢者 540 名に対して、Wave-0 の事前調査から Wave-4 の長期利用実態調査までのフルセット TFP を実施した。各 Wave において配布した資料と主な質問項目を表-1 に示す。

TFP のサンプル数の変化を図-1 に示す。TFP において、転換行動をモデル化する場合、離脱者が発生し wave が進むにつれ、サンプルの属性や行動結果に偏り、つまり消費バイアスが生じてしまうことが課題として挙げられる。TFP は同じ対象者に対して継続的に調査を行っていくため、一種のパネル調査といえる。そこで、パネル調査における消費バイアス修正法を TFP の有効性を検証する際にも適用する。

今回は、消費バイアス修正法の一つとして、バイアス修正項を説明変数に導入して TFP に継続して参加するのか否かを二項ロジットモデルで推定する方法を用いた。これは、 $t+1$ 時点の調査を継続する人は $t+2$ 時点の調査を継続しやすいバイアスが働くと仮定し、 $t+1$ で継続しているという条件での継続に関する誤差項の期待値、同じ条件での離脱に関する誤差項の期待値から得

られる消費バイアス修正項を説明変数に導入する方法である。推計には最尤推定法を用いる。最終的に消費バイアスを修正した効用関数は次式となる。

$$U_{in}^{t+2} = V_{in}^{t+2} + \gamma_{ip} (\frac{P_{n,np}^{t+1}}{1-P_{n,np}^{t+1}} \ln P_{n,np}^{t+1} + \ln P_{n,p}^{t+1}) + v_{in}^{t+2}$$

ここで γ_{ip} は $t+2$ 時点の選択肢 i に対する効用関数の消費バイアスパラメータ、 $P_{n,np}^{t+1}$ は $t+1$ で離脱する確率、 $P_{n,p}^{t+1}$ は $t+1$ で継続する確率である。

表-1 TFP 実施フロー

調査名(調査時期)	配布資料	質問内容
Wave-0 事前調査 (2018.10)	・事前調査票	・基本情報 ・主な外出行動
Wave-1 情報提供 (2018.12)	・情報提供冊子 ・行動プラン表 ・お試し乗車券 ・公共交通マップ ・転換目標調査票	・現在の行動について代替手段を提案した行動プランに対して、どのくらい転換できるか(目標転換率)
Wave-2 事後調査 (2019.2)	・事後調査票	・情報提供資料の評価・感想 ・wave-1 で提案した代替交通手段にどのくらい転換したか(実質転換率)
Wave-3 フィードバック調査 (2019.6)	・フィードバック冊子 ・フィードバック調査票	・フィードバック冊子の感想 ・公共交通の利用状況(短期転換率)
Wave-4 長期利用実態調査 (2019.12)	・長期利用実態調査票	・免許返納状況 ・公共交通の利用状況(長期転換率)

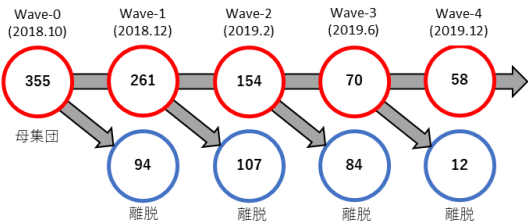


図-1 TFP の各 wave ごとのサンプル数の変化

(2)消費バイアスを修正した継続モデル

Wave-0～Wave-1 から wave-3～wave-4 までの消費バイアスを修正した継続モデルを表-2 に示す。バイアス修正項のパラメータの符号が正になっていることから、調査を継続した人は次調査も継続しやすいバイアスが働いている。各 Wave の継続の特徴として、Wave-1 では男性と年齢が若い人が、Wave-2 では頻繁に行う行動回数が多い人が、Wave-3 では将来の移動を自動車以外に考えている人や、最寄りバス停までのアクセス距離

が短い人が、Wave-4 は運転免許証を保有していない人やフィードバック冊子の中の高齢者事故免居返納に関心がある人が継続する傾向にある。

3. 転換モデルによる TFP の有効性の評価

次に、TFP の有効性を消耗バイアスを考慮した公共交通機関への転換モデルを推定することによって検証する。ここでは、Wave-2 での代替交通手段への転換モデルを推定する。このとき、Wave-2 まで TFP に参加したサンプルだけによる転換者の有無の回答であるため、選択結果に偏りが生じている。ここでは、バイアス修正項を説明変数に導入するバイアス修正法、継続モデルのパラメータから求めた参加確率の逆数を用いて、参加確率が大きいほど推定量に与える影響を小さくするような重みを尤度関数に掛け合わせて推定する WESML 法 (Weighted exogenous sample maximum likelihood estimator) により、継続モデルを用いてバイアスを修正した転換モデルを推定した。

バイアス修正を行わない通常の二項ロジットモデルに加えて、両転換モデルの推定結果を表-3 に示す。すべての変数の符号条件は 3 つのモデルとも論理的である。変数について見ていくと、現在の移動が自動車ではない人が、wave-2 の配布資料である動機付け冊子や公共交通マップを高く評価した人が転換しやすい傾向にある。また、バイアス修正法では、バイアス修正項のパラメータの符号が正になっていることから、wave-2 の被験者は公共交通への転換が起こりやすくなるバイアスが生じていることが分かる。WESML 法では、他と比

べて、すべての変数の t 値が改善されている。よって、継続モデルでは消耗バイアス修正項を導入したモデル、転換モデルでは WESML 法を適用したモデルが良好である。

4. おわりに

本研究では、TFP の効果をサンプル消耗バイアスを修正した転換モデルによって定量的に評価した。TFP の wave が進むたびに TFP への消耗バイアスを考慮した継続モデルが必要であり、かつ各 wave での手段転換モデルにもサンプル消耗バイアスを考慮する必要があることが明らかになった。こうした知見は MM において、TFP を効果的かつ効率的に行っていくために重要である。

表-3 転換モデル

説明変数		二項ロジット	バイアス修正法	WESML 法
		パラメータ	パラメータ	パラメータ
転換	年齢	0.0541 (1.38)	0.0887 (1.87)	0.0669 (2.84)
	現在の移動 (自動車=1)	-1.28 (-2.93)	-0.956 (-1.94)	-1.22 (-4.83)
	将来の移動 (自動車=1)	-0.509 (-1.11)	-0.681 (-1.42)	-0.576 (-2.13)
	最寄りバス停までの アクセス距離(m)	-0.387 (-0.82)	-0.362 (-0.76)	-0.470 (-1.67)
	動機付け冊子 (高評価=1)	1.22 (1.51)	1.24 (1.53)	1.04 (2.35)
	公共交通マップ (高評価=1)	1.66 (1.78)	1.74 (1.83)	1.56 (3.07)
	バイアス修正項	-	1.56 (1.37)	-
	定数項	6.19 (1.90)	7.40 (2.14)	6.94 (3.55)
	尤度比 的中率	0.289 0.75	0.299 0.74	0.291 0.74
	非 転換			

参考文献

- 1) 杉恵順章, 藤原章正, 山根啓典, 選好パネルデータに潜在する消耗バイアスの修正, 土木計画学研究・論文集, No.11, pp311-318, 1993

表-2 バイアスを修正した継続モデル

説明変数		Wave-0～wave-1 継続モデル		Wave-1～wave-2 継続モデル		Wave-2～wave-3 継続モデル		Wave-3～wave-4 継続モデル	
		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
継続	性別(男性=1)	0.528	1.04	-0.691	-1.18	-0.681	-0.84	-	-
	年齢	-0.0271	-1.06	-0.00814	-0.28	-	-	-	-
	運転免許証(有=1)	-0.142	-0.42	-	-	-	-	-2.37	-2.28
	現在の移動(自動車=1)	-0.229	-0.71	-	-	-	-	-	-
	将来の移動(自動車=1)	0.186	0.65	0.0307	0.093	-0.506	-1.25	-	-
	最寄りバス停までのアクセス距離(m)	-0.0945	-0.48	-0.0293	-0.12	-0.526	-1.50	2.26	1.39
	頻繁に行う外出行動数	-	-	0.213	2.11	-	-	0.267	0.84
	所要時間差(分)	-	-	-0.0219	-1.13	-	-	-	-
	動機付け冊子(高評価=1)	-	-	-	-	0.597	0.84	-	-
	バス停時刻表(高評価=1)	-	-	-	-	0.528	0.80	-	-
	行動プラン表(高評価=1)	-	-	-	-	0.485	0.74	-	-
	個人カルテ(関心あり=1)	-	-	-	-	-	-	-1.73	-1.82
	バスの割引サービス(関心あり=1)	-	-	-	-	-	-	-2.10	-1.70
	高齢者事故免居返納(関心あり=1)	-	-	-	-	-	-	2.52	1.96
離脱	バイアス修正項	-	-	1.69	0.77	0.655	0.74	0.77	0.71
	定数項	-3.29	-1.60	-2.01	-1.03	0.281	0.26	-2.58	-1.16
	尤度比	0.178		0.062		0.115		0.491	
	的中率	0.74		0.60		0.68		0.84	
サンプル数		302		220		133		57	