

交通手段選択における非観測要因の考慮方法に関する研究

東北大学工学研究科 学生会員 ○大関 正博
東北大学工学研究科 正会員 奥村 誠

1. はじめに

交通機関整備事業を計画する際に、交通条件の変化によって個人の交通行動がどの程度変化するかを把握することは、政策決定において重要である。個人の交通手段選択には交通条件等の観測可能な要因に加えて、態度や選好などの非観測な要因も影響を与えると考えられている。これらの非観測要因が観測可能な要因にも影響をもたらすことで、観測可能な要因が交通手段選択に与える影響の中には非観測要因の影響が混じることとなり、真の影響を把握できなくなる。

観測可能な要因と非観測要因の影響を分離するための方法について、過去の研究でも扱っている例がある。CaO ら¹⁾(2010)は交通条件以外の個人変数を傾向スコアという一つの変数にまとめ、それが同値の個人の間で交通条件と交通手段選択の関係を確認する傾向スコアマッチングを行った。また大関ら²⁾(2016)は、特定の交通手段に対して指向を持つ個人がその交通手段が便利な地域に住むことで、地域の交通手段の利便性ごとに住み分けが発生し、指向の分布が地域ごとに偏ると仮定して、その分布の偏りを交通手段選択段階に組み込んだモデルを提案した。これらの手法について、精度や有効なケースなどは検討されていない。

本研究では、非観測要因の影響を考慮した手法を東北大学の学生データに対して用いる。その中で手法の精度について検討する。

2. 使用する東北大学の学生データ

本研究では、東北大学が所属教職員、学生に対して行ったアンケート調査のデータを用いる。このデータの内、個人の交通手段に対する態度・選好によって自身の好む交通手段の便利な地域を選択する傾向が強いと考えられる学生のデータを使用する。

3. モデルと結果比較

(1) ベースモデル

アンケート調査の中では、表-1 のような交通に対する意識を尋ねる設問があった。この結果に対して因子分析を行い、交通手段に対する態度・選好とみなせる潜在因子を算出する。非観測要因とみなせる因子得点と、観測可能な要因である交通条件の変数を用いて交通手段選択モデルを推定し、手法の比較の基準となるベースモデルとする。

モデルの構造については、個人*i*が電車・バス・地下鉄を含む公共交通と車・バイク・原付の車両の二項選択を行うロジットモデルを想定する。モデルの構造と効用関数、変数は式(1)~(2)のように設定する。

因子分析の結果は表-2 のようになった。この因子と交通条件(居住地と通学地間の公共交通と車両の所要時間差)を変数として、を推定した。その結果が表-3 である。比較として、因子を用いず交通条件のみで推定したモデルの結果が表-4 である。

表-1 交通に対する意識調査の内容

5(とてもそう思う)~1(全くそう思わない)までで回答
・資源やエネルギー活用のため、極力公共交通や自転車を使うべきである(エネルギー)
・交通事項を防ぐため、極力公共交通を使うべきである(事故防止)
・自転車や徒歩は、金銭的負担が軽く、優れた交通手段である(金銭負担)
・季節や天候に左右されずに、通勤・通学できる交通手段が必要である(天候)

表-2 因子分析の結果

	因子負荷量		共通性
	因子 1	因子 2	
エネルギー	-0.17	0.659	0.568
事故防止	0.131	0.983	0.861
金銭負担	-0.986	-0.101	0.888
天候	-0.152	0.134	0.061
因子間相関	-0.472		

回転方法はプロマックス回転

キーワード 交通手段選択モデル、傾向スコアマッチング

連絡先 〒980-0845 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1 災害科学国際研究所 S-502

$$P_{pi} = \frac{1}{1 + \exp(V_{ic} - V_{ip})} \quad (1)$$

(個人 i の公共交通 p の選択確率)

$$V_{ic} - V_{ip} = \alpha(x_{ic} - x_{ip}) + \gamma f1_i + \delta f2_i + \beta \quad (2)$$

x_{ij} : 個人 i の交通手段 j の交通条件 β : 定数項
 $f1_i, f2_i$: 個人 i の因子 1, 2 ε : 誤差項
 α, γ, δ : 各パラメーター

表-3 ベースモデル推定結果(因子変数あり)

	推定値	標準誤差	P 値
時間差 α	-0.1272	0.0254	<0.0001
因子 1 γ	-0.4547	0.1136	0.0001
因子 2 δ	-0.6329	0.1062	<0.0001
定数項 β	-3.8541	0.7198	<0.0001

表-4 ベースモデル推定結果(因子変数なし)

	推定値	標準誤差	P 値
時間差 α	-0.1404	0.0246	<0.0001
定数項 β	-4.1363	0.6999	<0.0001

(2) 傾向スコア逆数重み付けモデル

傾向スコアはマッチングを行う他にも、最尤法で推定するモデルの尤度関数に逆数として傾向スコアを掛けることで、他の変数の影響を分離することができる。この方法で推定する交通手段選択モデルを傾向スコア逆数重み付けモデルと呼ぶ。

個人 i の傾向スコア PS_i は各個人が居住地 j を選択する確率 $P_i(j)$ と居住地 t の選択確率である $D(t_i)$ を用いて、式(3)のように求められる。 $P_i(j)$ は各個人の性別、因子 1, 2 を変数としてロジットモデルによって求めた。

$$PS_i = P_i(j) * D(t_i) \quad D(t_i) = \begin{cases} 1 & (t_i = j) \\ 0 & (t_i \neq j) \end{cases} \quad (3)$$

$$\max_{\alpha, \beta} \prod_{i=1}^n \frac{1}{PS_i} * \log(P_{pi}) \quad (4)$$

推定するモデルは(1)~(2)のモデルから因子変数を外し、交通条件のみを変数とするロジットモデルである。モデルは最尤推定法により推定し、式(4)のように計算の中の尤度関数に傾向スコアの逆数をかけて推定した。その結果が表-5 になる。比較のために逆数の重みをかけずに推定したモデルの推定結果が表-6 になる。

表-5 傾向スコア逆数重み付けモデルの推定結果

	推定値	標準誤差	T 値
時間差 α	-0.1065	0.0041	-26.0097
定数項 β	-2.908	0.1101	-26.4093

表-6 逆数をかけずに推定したモデルの推定結果

	推定値	標準誤差	T 値
時間差 α	-0.1404	0.0134	-10.4565
定数項 β	-4.1363	0.0569	-72.7149

(3) モデルの結果比較

非観測要因の影響が観測可能要因の影響に混じると、観測可能要因が交通手段に与える影響を過大に推定することになる。表-3,4 のベースモデルの観測可能要因である時間差のパラメーター α は、因子変数を加えた表-3 の結果の方が絶対値では小さくなっているが、標準誤差の範囲に過ぎない。それに対して表-5,6 の傾向スコア逆数重み付けモデルでは、逆数をかけ推定した表-5 の時間差パラメーター α がかけずに推定したものより絶対値で有意に小さく推定されている。この結果から、傾向スコア逆数重み付けモデルでは、非観測要因による交通条件の効果の過大推定が補正できていることが分かった。

4. おわりに

本研究では東北大学の学生の交通行動モデルを推定するにあたって、因子分析の因子を変数として利用したベースモデルと、傾向スコアを求めてそれを利用した傾向スコア逆数重み付けモデルの 2 つのモデルを推定し、比較した。今回のデータの上では、傾向スコア逆数重み付けモデルが非観測要因による過大推定を補正できていることが分かった。

傾向スコアによる逆数重み付けモデルが、他の状況でも過大推定を補正できるのか、また今回因子分析に用いた質問内容の設定や、傾向スコア算出、モデルに用いる変数の選定等が今後の課題となる。

参考文献

- 1) Xinyu (Jason) Cao ・ Zhiyi Xu ・ Yingling Fan: Exploring the connections among residential location, self-selection, and driving: Propensity score matching with multiple treatments, Transportation Research Part A 44 (2010) pp 737-805
- 2) 大関正博・奥村誠・山口 裕通：指向の偏在を考慮した交通機関選択モデル，土木計画学研究・講演集 Vol.53,11-09,2016