

公共交通指向の偏りを考慮した手段選択モデル

Mode choice model considering deviation of personal orientation to public transportation

大関 正博*

Masahiro OSEKI

*地域計画学研究室（指導教員：奥村 誠 教授）

公共交通への個人の指向の違いは、居住地選択に影響するため、指向の空間的な偏りが発生する（ソーティング）。このような指向の偏りを考慮しないと、手段選択モデルは交通条件による効果を正確に推定できなくなる。本研究では指向の偏りを明示的に組み込んだ手段選択モデルを提案した。仮想的な数値実験と実データを用いた実証分析の結果、提案モデルは指向の偏りを検出するとともに、精度が高くより正確な推定が可能であることを示した。

Key Words : 交通手段選択モデル, 指向, ソーティング

1. はじめに

交通機関整備事業を計画する場合、交通条件の変化によって人々の交通行動がどの程度変化するかを把握することは重要である。交通手段の選択には交通条件の他に、交通手段に対する個人の指向が影響すると考えられる。個人の指向はソーティングと呼ばれる棲み分けにより居住地ごとに偏ることが指摘されており¹⁾、この指向の偏りを考慮しないモデルでは正確な推定ができないという問題がある。例えば自動車指向の個人が集まる地域がある場合、公共交通の利便性向上が行われた場合の機関選択の変化は一般的なモデルでは過大に予測される可能性がある。

このような指向の偏りの問題は既存の研究でも指摘され、解決方法が提案されている。しかし、それらは、指向を表すSP調査データ²⁾、指向と無相関なデータを追加的に調査するものであり、調査コストの増加や回収率の低下が問題となる。

そこで本研究では、指向の居住地ごとの偏りの発生メカニズムを明示的に組み込んだモデルを用いて、指向の偏りを除去する方法を提案する。これにより、上述のような指向に関する追加的な調査を必要とせず、調査が容易な1時点のRPデータのみで推定が可能となる。

2. 指向偏在モデルの提案

まず二項プロビットモデルを考える。交通条件として所要時間 t のみを考える場合の効用関数と選択確率は式(1)、(2)のように与えられる。

$$U_{dif} = -\alpha * (t_{pj}^w - t_{cj}^w) + \beta + \delta \quad (1)$$

$$\begin{aligned} P_j(\text{pub}) &= \Pr(U_{dif} > 0) \\ &= \Pr(\delta > \alpha * (t_{pj}^w - t_{cj}^w) - \beta) \\ &= \int_{-V_{dif}}^{\infty} P(\delta|j) d\delta \end{aligned} \quad (2)$$

$$V_{dif} = -\alpha * (t_{pj}^w - t_{cj}^w) + \beta \quad (3)$$

式(1)は公共交通と車の効用関数の差を示しており、正の時に公共交通を選択する。iが個人、jが居住地、wが勤務地を表しており、 α が交通条件パラメータ、 β が定数項を表している。 δ は誤差項であり、個人の交通手段に対する指向に対応している。

式(2)の $P(\delta|j)$ は居住地ごとの指向の確率密度関数を表している。指向の偏りを考慮せず、式(4)のように居住地に関係なく全体が同一の分布に従うものとし、さらに標準正規分布を仮定することにより単純なプロビットモデルを得る。

$$P(\delta|j) = P(\delta) \quad (4)$$

次に居住地jごとの指向の偏りを考慮する。この場合式(4)の関係が成り立たず、ベイズの定理より

表-1 数値実験の結果

	真値	(ア)単純 プロビットモデル	(イ)指向偏在 モデル
α	0.050	0.0566 (0.000)	0.0499 (0.000)
γ	3.000	-----	2.992 (0.147)
対数 尤度	-----	-22918	-21415

()内は推定値の標準偏差

式(5)が得られる.

$$P(\delta|j) = \frac{P(j|\delta)P(\delta)}{P(j)} \quad (5)$$

ここで $P(j|\delta)$ は指向 δ を持つ個人が居住地 j を選択する確率である. 居住地選択の際, 公共交通への指向が強い個人ほど地域の公共交通の利便性 L_j を強く意識して選択し, その結果として指向の偏りが発生する. このメカニズムを取り込んだロジットモデルは式(6)のようになる.

$$P(j|\delta) = \frac{\exp(\gamma\delta(L_j + \varepsilon))}{\sum_{j=1}^n \exp(\gamma\delta(L_j + \varepsilon))} \quad (6)$$

γ は指向 δ の居住地選択への影響度合いを表し, ε が定数項を表す. γ が0と有意に異なるかどうかを用いて指向の偏りの程度を判定できる.

各パラメーターは最尤推定法を用いて推定する.

3. 数値実験

3居住地, 2目的地の仮想ネットワーク上で, $\gamma = 3.000$ として, 式(1)~(3), (5), (6)に従い指向に偏りのあるデータを発生させる. なお, 本実験では定数項 β , ε の真値を0と設定し, それらを所与として(ア)単純プロビットモデルと考え α のみを最尤推定する場合と, (イ)指向偏在モデルと考え α と γ を同時に最尤推定する場合を比較する.

結果を表-1に示す. (ア)による α の推定値は真値よりも過大推定されている. つまりソーティングの発生下では, 指向の偏りを考慮しない一般的なモデルは交通条件の効果を過大に評価してしまう. 他方(イ)による推定値はいずれも真値に近い. γ が有意に0でないことから, 指向の偏在が存在することを確認でき, さらに α の過大推定を回避できていることが確認できた.

表-2 東北大学職員通勤手段モデルの推定結果

	(ア)単純プロビット モデル	(イ)指向偏在 モデル
α	0.0204 (0.0012)	0.0144 (0.0018)
β	-0.0871 (0.0198)	-0.2134 (0.0951)
γ	-----	1.24 (0.16)
ε	-----	0.27 (1.00)
対数 尤度	-4151.73	-4130.74

()内は推定値の標準偏差

4. 東北大学職員データへの適用

次に東北大学職員の通勤手段データに適用する. 仙台市の大ゾーン31地域に居住し, 仙台市内の5つのキャンパスを勤務地とする職員について, 各居住地と勤務地間の交通所要時間のパラメーター推定を行う. この時, 居住地ごとの公共交通の利便性は各居住地の全住民全目的の公共交通分担率を利用した.

推定結果を表-2に示す. (イ)による推定値と標準偏差から γ が有意であり, 指向の偏在が存在することが確認できる. 指向偏在モデルはより高い精度を得ており, さらに α の推定値も有意に小さくなっている.

5. おわりに

本研究ではソーティングによる指向の偏りを考慮した交通手段選択モデルを提案し, 数値実験と実データによる実証により, その実用性を検証した. ソーティングの発生の有無を調べて一般的な手段選択モデルがもたらす過大推定を回避できることを示した.

今後, 各地域の公共交通の利便性の指標 L_j の適切な選定が本研究の課題である.

参考文献

- 1) 松島格也・小林潔司・福井浩: データ内生性を考慮した交通機関選択モデル, 土木学会論文集 D3, Vol. 69, No. 5, 1_511-1_521, 2013
- 2) 杉恵頼寧・張峻屹・藤原章正: 横断的及び縦断的異質性を考慮した交通選択行動ダイナミックスの表現, 土木学会論文集 No. 765/IV-64, 3-15, 2004

(2015年2月10日提出)