

IV-20

鉄道経路選択モデルを用いた利用者便益の計測

東京工業大学 正員 岩倉 成志
 東京工業大学 正員 屋井 鉄雄
 JR東海 正員 太田垣 宏司

1. はじめに

首都圏の人口増加、都市域の拡大等により鉄道整備の推進にもかかわらず、所要時間短縮や混雑度低下に代表されるサービスは遅々として改善されない。また工事・計画路線の多くは用地取得の遅延、工事費の増大等により供用が遅れている。効率的なサービス改善を目指す上で、利用者効果の的確な評価や今後、展開されるであろう様々なサービス内容の評価が必要であることは言をまたない。このため本研究ではガンベル分布による離散型鉄道経路選択モデルを用いて利用者便益を貨幣タームで計測する方法についての試案と計測例を示すことを目的とした。

2. 利用者便益の計測法

経路選択モデルを用いた利用者便益の計測は消費者余剰の概念によって、一般化費用により求める方法と最大効用の期待値により求める方法の2通りが考えられる。一般化費用を用いた計測はシヨートカット理論により次式で計測される。

$$B = \frac{1}{2} \sum_{j \in C} (C_j^0 - C_j^1) (Q_j^0 + Q_j^1) \quad (1)$$

ここで、Cは効用関数を費用パラメータにより除して得られる一般化費用、Qは経路毎の交通量である。新規路線が整備された場合(選択肢が増えた場合)の余剰の計測には整備前の一般化費用の初期値設定や選択肢の増加による効用の増大の計測理論等、若干の問題が残る。本研究では最大効用の期待値を用いて効用変化を貨幣換算する方法を2つ提案する。支払い意志額の導出には各選択経路に対して共通の支払い意志額を計測する方法と特定の選択肢に着目して支払い意志額を計測する2通りの方法が考えられる。後者の場合、新規路線や既存路線等のサービス改善がなされた路線の支払い意志額もしくは最も効用の大きい(小さい)路線についての支払い意志額を計測する方法である。

以上の考え方をCV(補償変分)の形で表記する。計測額は等価変分と一致する。離散型選択モデルによる需要関数から得られる最大効用の期待値は式(2)(3)で与えられる。E⁰を改善前、E¹を改善後とすると、

$$E^0 = \ln \sum_{j \in C} e^{V_j^0} \quad (2)$$

$$E^1 = \ln \sum_{j \in C} e^{V_j^1} \quad (3)$$

これを補償変分と考え、各選択肢の共通の支払額を $\Delta \bar{C}$ と定義すれば、

$$E^0 = \ln \sum_{j \in C} e^{V_j^0 + \beta \Delta \bar{C}} \quad (4)$$

となり、支払額 $\Delta \bar{C}$ は次式で示される。 β はモデルの費用パラメータである。

$$\Delta \bar{C} = (E^0 - E^1) / \beta \quad (5)$$

一方、補償変分を特定の路線に着目して考えれば、

$$E^0 = \ln \left\{ \sum_{j \in C_1} e^{V_j^0} + e^{V_{j^1}^0 + \beta \Delta C} \right\} \quad (6)$$

ここで右辺第2項の $V_{j^1}^0$ はサービス改善された経路の効用、またはもつとも効用の大きい経路もしくは小さい経路に設定して計測できる。式(6)を展開して、

$$\sum_{j \in C} e^{V_j^0} = \sum_{j \in C_1} e^{V_j^0} + e^{V_{j^1}^0 + \beta \Delta C} \quad (7)$$

$$\Delta C = \left[\ln \left(\frac{\sum_{j \in C} e^{V_j^0}}{\sum_{j \in C_1} e^{V_j^0}} \right) - V_{j^1}^0 \right] / \beta \quad (8)$$

式(8)によって、支払意志額 ΔC が測定される。

同様にして新規路線が整備された場合のCVの測定は、

$$E^0 = \ln \left\{ \sum_{j \in C} e^{V_j^0} + e^{V_{j^1}^0 + \beta \Delta C} \right\} \quad (9)$$

よって新線整備に対する支払意志額は、

$$\Delta C = \left[\ln \left(\frac{\sum_{j \in C} e^{V_j^0}}{\sum_{j \in C} e^{V_j^0}} \right) - V_{j^1}^0 \right] / \beta \quad (10)$$

である。総便益の計測には式(5)(8)(10)で得られた ΔC に対してOD交通量Qを乗じて算出できる。

$$B = Q \Delta C \quad (11)$$

また式(8)(10)の方法では個別経路の交通量と支払意志額によって算出する方法も考えられる。

$$B = \sum_{j \in C} Q_j \Delta C_j \quad (12)$$

本方法の利用によってネットワーク整備による利用者便益の貨幣タームによる計測が可能になる。

3. 経路選択モデルの構築

平成2年大都市交通センサスから通勤目的のトリップをランダムに1011サンプル抽出したデータを用いている。また別途、首都圏の乗り継ぎ駅を対象に、階段、水平歩行、エスカレーター別に乗り継ぎ時間の実測を行った。表1に示すモデルはいずれも2肢選択で推定した。パラメータの安定性は高く、ラインホールの時間評価値は26.5分/円と妥当な値を得た。また図1に

示すターミナル内での乗り換え抵抗についてもエネルギー消費量との比較¹⁾からみて良好なパラメータ推定結果を得られたと考える。但し混雑率については過小推定となっており、詳細な検討が必要である。

4. 利用者便益の計測例

前節のモデル02を用いてターミナル内の乗換混雑の改善、所要時間短縮による利用者便益の計測例を示す。乗継ターミナルを比較的流動量の多い表2の4駅について見た。ラッシュ時の乗換時間を昼間時の程度にまで改善した場合である。モデル02の時間評価値により算出した改善効果は茅場町駅で年間23.2億円、日本橋駅で57.8億円程度の利用者便益が発生することがわかる。次に仮想的な1ODペアを設定し、計測方法による便益額の相違を簡単にシミュレートした。OD量を3万人に固定し、2経路に設定した。経路1、2の所要時間は50、55分である。図2は経路2の所要時間を短縮させた場合の利用者便益を計測方法別に算出した結果である。方法1がショートカット理論による計測、方法2が式(5)、方法3が式(8)による計測値である。方法1と2の間にはシミュレーション設定値内では大きな差は見られないが、効用差が大きくなるとかい離する傾向にある。これは方法1が方法2の近似解となっているためと考えられる。一方、計測法3は経路2を基準として支払意志額を計測し、全体のOD交通量と経路2の交通量を乗じた計測値を示した。他の2方法に比べ計測値がかい離幅が大きいことがわかる。

5. おわりに

理論的妥当性やハンドリングの簡便さから離散型選択モデルの運用は不可欠であると考えられる。高密度な鉄道ネットワークが推進される首都圏において、その外部性から広く波及する便益を補足することは今後さらに重要性を増す。本研究では利用者便益の計測法についての試案を提示した。方法論によっては便益額が安定的に算出されない点など今後、方法論自体の特性や精度の点をさらに言及する必要がある。最後にセンサデータの提供をいただいた運輸省、(株)ライテック関係各位に謝意を表します。

[参考資料]

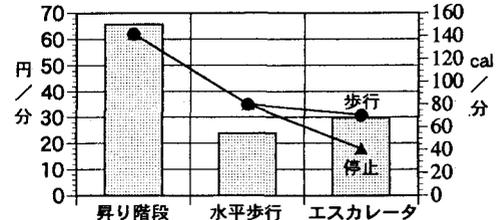
1) (財) 運輸経済研究センター：

スムーズに乗継げる公共交通；昭和54年3月

表1 経路選択モデルの構築結果

説明変数	model-01	model-02	model-03
サインール費用 (円)	-0.00424 (-3.27)	-0.00464 (-3.62)	-0.00474 (-3.69)
アクセス時間 (分)	-0.158 (-7.72)	-0.159 (-7.75)	-0.161 (-7.79)
ウレシ時間 (分)	-0.195 (-7.71)	-0.192 (-7.60)	-0.192 (-7.58)
サインール時間 (分)	-0.124 (-8.90)	-0.123 (-8.88)	-0.125 (-8.94)
乗換時間 (分) [昇り階段]		-0.305 (-4.29)	-0.296 (-4.13)
乗換時間 (分) [水平+降り階段]		-0.111 (-3.41)	-0.109 (-3.35)
乗換時間 (分) [総歩行時間]	-0.196 (-3.57)		
乗換時間 (分) [エスカレータ]	-0.124 (-3.46)		
待ち時間 (分)	-0.181 (-4.05)	-0.212 (-6.09)	-0.206 (-5.88)
乗換回数 (回)	-0.00630 (-0.37)		
混雑率 (%)			-0.00201 (-1.25)
尤度比 的中率 標本数	0.207 70.0 1011	0.210 70.6 1011	0.211 70.7 1011

* 混雑率：混雑率180%を閾値とする



■ 時間評価値 (円/分) ● エネルギー消費量 (cal/分)

図1 モデルによる評価値とエネルギー消費量との比較
表2 乗換ターミナルの利用者便益の計測結果

乗換ターミナル	乗換人数 (人/日)	改善前->改善後(秒)	利用者便益 (億円/年)
茅場町駅	138,834	340->200	23.2
飯田橋駅	46,176	590->375	14.8
日本橋駅	155,305	250->75	57.8
表参道駅	97,312	217->118	11.5

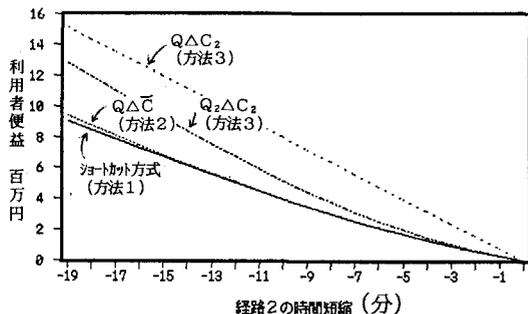


図2 方法論別による時間短縮効果の比較