

N-26 ロードプライシングが個人の経路・出発時刻選択に及ぼす影響に関するモデル分析

戸田建設 正 員 吉田 洋 京都大学工学研究科 正 員 藤井 聡
 京都大学工学研究科 正 員 山本俊行 京都大学工学研究科 正 員 北村隆一

1.はじめに

近年、交通需要管理政策についての研究が盛んに行なわれている。そのなかでロードプライシングのもたらす効果についても注目されている。しかし、ロードプライシングは、経路や出発時刻等、様々な影響をドライバーに及ぼすことが予想される。特に、出発時刻の変更は当日の活動時間の変更を意味することを考えると、ロードプライシングは交通行動に加えて生活行動にまで影響を及ぼすものと考えられる。本研究ではこの点に着目し、当日の活動時間の配分に関する意思決定が移動の出発時刻を決定すると捉えた、経路・出発時刻選択モデルを構築する。移動前後の活動の活動時間について、効用理論を用いて連続時間軸上で配分することで、トリップの出発時刻を連続的に予測する事が可能となる。本稿では、そのはじめの試みとして、高速道路利用者を対象としたモデルの構築を図る。

2.混雑料金導入時のドライバーの対応行動についての仮定

本稿では、高速道路に混雑料金が導入された時の当該高速道路利用者の対応行動を分析することを目的とし、その対応行動を以下の6つの選択肢からの離散選択問題として定式化することとした。

- 1.高速道路を利用し、混雑料金実施時間帯に出発する。
- 2.高速道路を利用し、混雑料金実施時間帯の前に出発する。
- 3.高速道路を利用し、混雑料金実施時間帯の後に出発する。
- 4.一般道路を利用し、混雑料金実施時間帯に出発する。
- 5.一般道路を利用し、混雑料金実施時間帯の前に出発する。
- 6.一般道路を利用し、混雑料金実施時間帯の後に出発する。

なお、これ以外にも利用機関の転換、トリップの取りやめといった対応行動も考えられるが、それらの対応行動の選択と、上記の6つの対応行動間での選択は異質なものと考えられるため、本研究では分析の初期段階として、上記の自動車利用を前提とした6対応行動に限定することとした。

個々の対応行動の効用を定式化するにあたり、当該トリップに加えて、その前後の活動についても考慮して、以下のように定式化した。

$$U_i = U_{Ai} + U_{Ti} \quad \dots(1)$$

U_i : 対応行動*i*を実行したときに得られる総効用

U_{Ai} : 対応行動*i*を実行したときの活動に伴う効用

U_{Ti} : 対応行動*i*を実行したときの移動に伴う効用

ここで、活動効用 U_{Ai} を個々の活動*k*に伴う効用の総和という形で式(2)のように定式化した¹⁾。

$$U_{Ai} = \sum_k U_{Aki} \quad \dots(2)$$

さらに、個々の活動の効用を以下のように定式化した²⁾。

$$U_{Aki} = \alpha_{Aki} \ln t_{Aki} = \exp(\beta_A X_{Aki} + \varepsilon_{Aki}) \ln t_{Aki} \quad \dots(3)$$

X_{Aki} : 活動*A_k*に対する説明変数ベクトル

ε_{Aki} : 活動*A_k*に対する誤差項

β_A : パラメータベクトル

t_{Aki} : 活動*A_k*の活動時間

また、トリップの実行に伴う効用 U_{Ti} については、以下のように定式化する。

$$U_{Ti} = \beta_T X_{Ti} + \xi_i \quad \dots(4)$$

β_T : パラメータベクトル

X_{Ti} : 説明変数ベクトル

ξ_i : 誤差項

一方、本研究では、各ドライバーは、以上のように定式化した効用を、以下のように段階的に最大化するものと考えた¹⁾。

- 1) ドライバーはそれぞれの対応行動別に、最大の効用を与える活動時間配分を決定する。つまり対応行動別の移動の出発時刻を決定する。
- 2) ドライバーはそれぞれの対応行動毎に活動効用と移動に伴う効用の和である総効用を算出し、最大の効用を与える対応行動を選択する。

3.パラメータの推定方法

本研究では、大阪湾岸地域居住者を対象としたパネル調査¹⁾の一部として実施された混雑料金導入についてのSP調査のデータを用いた。この調査では、まず被験者が最も最近に行なった高速利用トリップのトリップ属性、そのトリップの直前と直後の活動についてのRP調査を行った。そして、その高速利用トリップ実行時に混雑料金がかけられた場合を想定してもらい、2.で述べた各対応行動のいずれを選択するかを回答を求めた。なお、提示する混雑料金の形態については、混雑料金水準、高速道路短縮所要時間、一般道路増加所要時間、及び、混雑料金実施時間帯の4要因についてそれぞれ4水準を設け、実験計画法³⁾に基づいて設定した。また、個人属性やその個人の平均的な生活パターンについて（起床、就寝等のそれぞれの時刻）も調査した。本研究では、効用関数の各パラメータを、こうして得られたデータに基づいて、かつ、2.で述べた段階的な意思決定過程を考慮した上で、以下の手順にしたがって各パラメータを推定した。

1)重回帰モデルの枠組みに基づく活動効用についての β_A の推定;各ドライバーは、各活動の活動時間を最適に配分していると考え、以下の重回帰式が誘導される。上述の調査で得られた、移動の直前直後の活動についてのデータを用いて、式(5)に基づき、 β_A を推定する。

$$\ln(t_{Aki}/t_{Aki}) = \beta_A(X_{Aki} - X_{Aki}) + \varepsilon_{Aki} - \varepsilon_{Aki} \quad \dots(5)$$

2)対応行動別の活動時間配分の特定;対応行動別の活動時間配分を特定するにあたり、配分対象となる活動として、図1に示した4つの活動を設定した。そして、1)の推定結果、ならびにRP調査時の時間配分結果を用いて、 $\alpha_{Aki}(\forall k, i)$ を求めた。一方で、それぞれの活動に配分できる総時間(図1に示した時間 FT)を求めた。そして、 FT_i を α_{Aki} に基づいて、その対応行動をとることを前提とした上で、活動効用が最大となるように各活動に配分した²⁾。

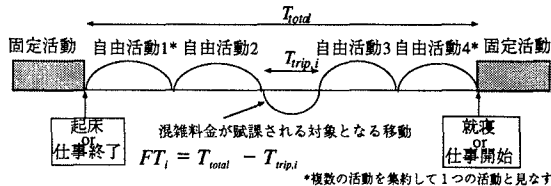


図1 分析対象とする活動群

3)ロジットモデルの枠組みに基づく移動効用についての β_r の推定;それぞれの選択肢に対応した活動時間配分による活動効用 U_{Ai} を式(2)、および、1)の推定結果に基づいて算定する。なお、 U_{Ai} のランダム性を考慮するためには、多重積分が必要であり、推定計算が極めて困難となるが、これを回避するためにInstrumental Variableの考え方に基いて、 U_{Ai} の期待値を用いることとした。そして上述のSPデータからロジットモデルの枠組みで β_r 、ならびに、1)で推定した U_{Ai} のスケールパラメータ μ を推定する。

4.パラメータの推定結果

3.1)で述べた方法に基づいて β_A を推定した。推定結果については紙面の都合上省略するが、外出先からの立ち寄り在宅活動については、活動に費やす時間は短くなる、趣味・スポーツ活動また、交際・訪問活動については、ともに活動に費やす時間は長くなる等の結果が示された。

5.経路・出発時刻選択モデルの推定結果

次に3.3)で述べた方法に基づいて β_r 、 μ を推定した結果を表1に示す。表1より、非就業者の活動効用については活動効用の高い選択肢を選択する傾向がある一方で、就業者については活動効用が選択行動に対してあまり影響を及ぼしていないことが分かる。また、就業者のみの所要時間のパラメータ値が負になっていることから、就業者は非就業者に比べ、移動の所要時間がより短い選択肢を好むことがわかる。これらから、就業者は活動から

得られる効用よりも、移動の所要時間を重視して対応行動を選択していることがわかる。混雑料金については、いずれの個人も抵抗感を持っていることが示されている。そして、各選択肢における定数項のパラメータ値の符号はすべて負になっている。特に、高速道路、一般道路ともに、混雑料金実施時間帯の終了後に出発時刻を変更する選択肢については、絶対値が大きく、非常に選択されにくいことが示されている。さらに、就業者は非就業者よりも、出発時刻は変更せずに一般道路へ迂回する選択肢を好むことがわかる。このことから、就業者は非就業者に比べ、活動の出発時刻を変更することに対する抵抗が大きいことが伺える。

表1 経路・出発時刻選択モデルの推定結果

説明変数	選択肢	Coef.	t値
活動効用(μ)	共通	0.0534	1.55
就業者*活動効用	共通	-0.0514	-1.48
所要時間	共通	-0.0065	-2.08
就業者*所要時間	共通	-0.0151	-2.77
30歳代*所要時間	共通	-0.0113	-2.12
女性*所要時間	共通	-0.0064	-1.57
個人収入700万円以上*混雑料金	共通	0.0011	1.69
混雑料金	1	-0.0022	-4.88
就業者ダミー	4	0.913	2.22
定数項	2	-2.47	-8.94
	3	-4.14	-9.10
	4	-1.16	-3.20
	5	-1.76	-5.09
	6	-4.88	-4.72
サンプル数	409	L(0)	-732.8
		L(C)	-349.5
R-square	0.43	Adjusted R-square	0.42

5.まとめ

本研究では、ロードプライシングを実施した場合における経路や出発時刻の選択を考慮した個人の交通行動についての分析を行なった。その際、活動の時間配分の意思決定が、出発時刻を決定するとの観点から、出発時刻選択をモデル化した。今後の課題としては、活動順序の組み替えの考慮や固定活動の内容の詳細な検討などが考えられる。

最後に、調査、および資料の提供にご協力頂いた阪神高速道路公団に対して深甚な謝意を表します。

参考文献

- 1)藤井聡, 北村隆一, 瀬戸公平: 生活行動に伴う個人の効用を考慮した生活行動-交通行動モデルシステムの開発, 土木学会論文集, -印刷中-, 1997
- 2)Kitamura, R., et al.: A Discrete-Continuous Analysis of Time Allocation to Two Types of Discretionary Activities Which Accounts For Unobserved Heterogeneity, Transportation and Traffic Theory, pp.431-453, 1996
- 3)Permain, D., et al.: Stated Preference Techniques -A Guide to Practice-, Steer Davies Gleave and Hgue Consulting Group, 1991