

都市内高速道路の料金改定による行動変化の主観的予測と実際の変化と事後認知の分析

An Analysis of Anticipated, Actual and Recognized Changes in Behavior After a Urban Expressway Toll Change

西中卓也*・山本俊行**・北村隆一***

by Takuya Nishinaka, Toshiyuki Yamamoto, Ryuichi Kitamura

1. はじめに

交通混雑に対する解決策として、既存施設の有効利用を含む交通需要管理手法が大きな注目を集めている。交通需要管理手法は需要の抑制という側面を持っているため、全ての交通需要管理施策が地域住民に好意的に受け止められるとは限らない。

このような状況の中で交通需要管理施策を円滑に実施して行くために、対象地域においてどのようなセグメントが実際に影響を受けるのかを把握することはもちろん非常に重要である。しかしながら、施策に対する地域住民の評価は、地域住民がどう影響を受けると認識するかに依存している。

交通需要管理施策実施前の事前評価を考えた場合、個々人は施策実施によって自らが受けるであろう影響を予測（以下では事前予測と呼ぶ）して、その施策を評価すると考えられる。一方、施策実施後の事後評価を考えた場合には、施策評価は実際に受けた影響を認知（以下では事後認知と呼ぶ）し、事後認知に基づいて施策評価を行うと考えられる。ここで、個々人の事前予測や事後認知は実際の行動変化とは一致しない場合がある¹⁾。これまでの交通行動分析においても、利用経験のない交通機関のサービス水準の事前予測は統計的なバイアスを受けること²⁾や、自らが選択した選択肢の属性を他の選択肢より高く評価する傾向のあること³⁾等が確認されている。本研究では、京阪神地域を対象とする阪神高速道路の料金改定に伴う行動変化について、実際の変化と主観的予測・事後認知との関係を把握することを目的とした分析を行う。

2. データの概要

本研究では、平成11年1月に実施された阪神高速道路料金改定の効果の把握を目的として行なわれたパネル調査の一部、及びその他のデータを使用した実証分析を行う。パネル調査は料金改定の事前・事後の2回の調査からなり、事前調査は平成10年12月に、事後調査は平成11年10月に実施されている。事前調査、事後調査ともに郵送で世帯単位で配布し、回収率は世帯単位でそれぞれ9.5%、および12.7%であった。パネル調査では一般的に、2回目以降の回収率は高くなる傾向があるものの、今回の調査ではそのような傾向は見られなかった。低調な回収率の原因としては、事後調査と同時期に他の大規模交通調査が実施されたことが関係しているものと考えられる。各調査ごとの全被験者数はそれぞれ766人、547人で、事前調査・事後調査のパネル回答者は285人となった。

個人生活圏に関する調査項目では、個人の活動を日常活動、非日常活動、業務活動の3つのカテゴリーに分割し、各々の活動について京阪神地域を12に分割した各ゾーンに1ヶ月あたりに訪れる回数（来訪頻度）等を質問している。このうち、本研究では日常活動に関するデータを用いた分析を行っている。

事前、事後調査ともに調査時点での来訪頻度を質問している他、事前調査では阪神高速道路が100円値上げされた場合の各ゾーンへの来訪頻度の変化の事前予測、事後調査では値上げ後の各ゾーンへの来訪頻度の変化の事後認知をそれぞれ質問している。事前調査で設定した100円の値上げは実際の改定金額と同一である。以下の分析では、事前調査と事後調査での調査時点の来訪頻度の差を実際の変化と見なし、事前調査で得られた主観的予測、事後調査で

キーワード: 発生交通, 分布交通, 交通手段選択, 交通行動分析

*学生員 京都大学大学院工学研究科土木システム工学専攻

**正員 修(工) 京都大学大学院工学研究科土木システム工学専攻

***正員 Ph.D 京都大学大学院工学研究科土木システム工学専攻

(〒606-8501 京都市左京区吉田本町

TEL 075-753-5136 FAX 075-753-5916)

得られた事後認知との関係を分析する。

3. 分析の枠組み

(1) 来訪地域・交通機関選択モデル

本研究では、交通サービス水準の変化による来訪行動の効用変化を表す指標を算出するために、来訪地域・交通機関選択モデルを構築する。来訪地域・交通機関選択モデルの構築に際しては、従来の研究⁴⁾に基づき上位レベルに目的地選択、下位レベルに交通機関選択を配したネスティッド・ロジット・モデルの枠組みを適用し、料金改定前の来訪行動データを用いて未知パラメータを推定した。高速道路料金の改定による高速道路からの転換をモデル中で表現するために、交通機関選択レベルの選択肢として、自動車の利用に関して高速道路の利用の有無を別の選択肢として取り扱っている。すなわち、交通機関選択レベルにおいては高速道路利用、一般道路利用、鉄道利用の3選択肢を用いている。

パラメータの推定結果を用いて各ゾーンへの来訪行動の期待効用 EV_i 、および、ゾーンを問わない来訪行動1回の期待効用 EV を以下の式により算出している。

$$EV_i = V_i + \frac{1}{\lambda} \ln \sum_j \exp(V_{ji}) \quad (1)$$

$$EV = \ln \sum_i \exp(EV_i) \quad (2)$$

ただし、 V_i は交通機関によらないゾーン i の確定効用、 V_{ji} はゾーン i に交通機関 j で行くことによる効用のうちで交通機関によって変化する確定効用、 λ はスケールパラメータを表す。

(2) 交通行動変化とその予測・認知に関するモデルの定式化

本研究では同一個人からの繰り返し観測を用い、来訪頻度の実際の変化、事前予測、事後認知のオーダード・プロビット・モデルを構築し、料金改定に伴う各ゾーンへの交通サービス水準の変化、全ゾーンへの交通サービス水準の変化、および料金改定前の交通行動等の影響を分析する。

個人 n に固有で繰り返し観測において変化しない、平均 0、標準偏差 σ の正規分布に従う誤差項 ε_n

を導入したオーダード・プロビット・モデルは以下の式で表される。

$$y_{ni}^* = \beta' X_{ni} + \zeta_n + \varepsilon_{ni} \quad (3)$$

$$y_{ni} = \begin{cases} 1 & \text{if } \mu_0 < y_{ni}^* \leq \mu_1 \\ 2 & \text{if } \mu_1 < y_{ni}^* \leq \mu_2 \\ \vdots & \\ K & \text{if } \mu_{K-1} < y_{ni}^* \leq \mu_K \end{cases} \quad (4)$$

ただし、 y_{ni} は被説明変数、 β は未知パラメータベクトル、 X_{ni} は説明変数ベクトル、 ε_{ni} は標準正規確率分布に従う誤差項を表し、 μ_k は閾値 ($\mu_0 = -\infty, \mu_K = \infty$)、 K は被説明変数のカテゴリー数を表す。式(3)、(4)より ζ_n に関する周辺確率を取ることで、以下の尤度関数を導出し、最尤推定法により未知パラメータの推定を行う。

$$L = \prod_n \int_{-\infty}^{\infty} \left(\prod_{k=1}^K \{ \Phi(\mu_k - \beta' X_{ni} - \zeta_n) - \Phi(\mu_{k-1} - \beta' X_{ni} - \zeta_n) \}^{\delta_{nk}} \right) \times \phi\left(\frac{\zeta_n}{\sigma}\right) d\zeta_n \quad (5)$$

ただし、 Φ, ϕ は標準正規累積分布関数および確率密度関数を表し、 δ_{nk} は $y_{ni} = k$ の時 1、それ以外の時 0 をとるダミー変数を表す。

4. 推定結果

(1) 来訪地域・交通機関選択モデル

来訪地域・交通機関選択モデルの推定結果を表1に示す。表1より、全ての変数の符号が妥当であり、 t 値も十分な値を持っていることから、得られたモデルは十分な精度を持っているものと判断できる。店舗密度が高いほど来訪確率が高くなる他、居住地や勤務地が含まれるゾーンの来訪確率が高くなること、高速道路費用は鉄道費用よりも影響が大きいこと等が示された。

推定されたパラメータを用いて EV_i, EV を算出した。以下の分析では、料金改定に伴う EV_i, EV の変化量(料金改定前-料金改定後)を、当該来訪地域、および全来訪地域への交通サービス水準変化の指標として用いる。

表1 来訪地域・交通機関選択モデル

変数名	パラメータ	t 値
上位レベル		
店舗密度 (店舗数/Km ²)	2.58E-03	19.07
距離 (km)	-1.06E-02	-2.75
居住ダミー	1.59E-01	2.96
職場ダミー	3.72E-01	6.45
地域ダミー (神戸市西部)	-2.31E-01	-3.61
地域ダミー (西神)	-2.00E-01	-2.39
地域ダミー (北神)	-8.54E-01	-8.12
地域ダミー (明石・加古川)	-6.22E-01	-7.43
地域ダミー (阪神間臨海部)	-6.32E-01	-7.72
地域ダミー (阪神間内陸部)	-5.66E-01	-4.87
地域ダミー (東大阪)	-9.93E-01	-7.98
1/λ	9.64E-01	9.01
下位レベル		
高速時間 (分)	-3.30E-02	-8.36
鉄道時間 (分)	-2.08E-02	-5.29
鉄道費用 (円)	-6.71E-04	-2.89
高速費用 (円)	-1.60E-03	-8.30
鉄道ダミー	-1.13E+00	-12.03

サンプル数 813, L(0) = -9907, L(β) = -7885, $\chi^2 = 4043$

(2) 来訪頻度の事前予測, 実際の変化, 事後認知に及ぼす影響の分析

来訪頻度の事前予測, 実際の変化, 事後認知に影響を及ぼす要因としては, (1)で推定した当該来訪地域, および全来訪地域への交通サービス水準変化の他に, 料金改定前の交通行動習慣が考えられる。ここでは, 料金改定前の通勤交通手段, および自由活動目的外出時の利用交通機関を説明変数として導入し, 事前予測, 実際の変化, 事後認知に及ぼす影響を検討する。

(a)事前予測

各来訪地域への来訪頻度の増減に関する事前予測について, 減少 (Y=0), 変化無し (Y=1), 増加 (Y=2) を被説明変数とするモデルの推定結果を表2に示す。表2よりサービス水準に関する指標としてEV変化量のパラメータが有意に正の値となっている。この結果は, 来訪行動自体の期待効用が減少する場合には, 当該ゾーンへの来訪行動はそれほど減少と予測しないことを意味する。事前予測においては, サービス水準変化の影響は他地域と比べた相対的变化に大きく影響を受ける可能性があるのではないかと推測される。

また料金改定前の自由活動時の高速道路利用が有意であり, 符号はマイナスである。このことは自由

表2 事前予測

変数名	パラメータ	t 値
定数項	1.48	
EV 変化量	80.09	2.07
高速利用経験	-1.13	-2.14
μ_1	17.44	2.12
σ	4.97	2.41
サンプル数 222, L(0) = -153.9		
L(β) = -70.0, $\chi^2 = 167.8$		

表3 事前予測と実際の変化のずれ

変数名	パラメータ	t 値
定数項	0.93	
事前予測	-0.85	-2.10
高速利用経験	0.27	1.69
μ_1	0.97	12.08
σ	7.23E-11	0.00
サンプル数 188, L(0) = -207.6		
L(β) = -187.3, $\chi^2 = 40.8$		

活動時の利用交通機関が高速道路であるならば「減少」と予測する傾向にあることを示しており, 高速道路利用者は当該ゾーンへの交通サービス水準の低下とは独立に頻度減少の予測を行っている可能性があると考えられる。また, 非観測異質性の標準偏差 σ の推定値は有意に正の値を取っており, 事前予測に関する個人間の悲観測異質性の存在が確認された。

(b)事前予測と実際の変化のずれ

予測と実際の変化のずれに関するモデルの推定結果を表3に示す。

被説明変数である予測と実際の変化のずれは

Y=0 : 予測<実際 (実際は予測ほど減少しない)

Y=1 : 予測=実際 (予測と実際の変化が一致)

Y=2 : 予測>実際 (実際は予測以上に減少する)

である。

表3より, 予測と実際の変化のずれに関しては「予測」が有意な要因となっており, パラメータの符号はマイナスである。これは予測で「減少する」と答えた者は, 実際は予測ほど減少しないという傾向が強いことを示すものである。この結果より, 「料金が値上がりする」ということに対して予測時に過剰反応を起こしている可能性があると考えられる。

(c)事後認知

各来訪地域への来訪頻度の増減に関する事後認知について, 減少 (Y=0), 変化無し (Y=1), 増加 (Y=2) を被説明変数とするモデルの推定結果を表

表4 事後認知

変数名	パラメータ	t 値
定数項	2.91	
実際の変化	0.28	1.29
EV 変化量	-21.10	-1.97
μ_1	3.10	2.71
σ	0.92	1.20
サンプル数 86, $L(0) = -94.48$		
$L(\beta) = -62.22, \chi^2 = 64.52$		

表5 実際の変化と事後認知のずれ

変数名	パラメータ	t 値
定数項	-0.08	
EV _i 変化量	-5.49	-1.64
EV 変化量	12.35	1.30
μ_1	0.77	5.38
σ	0.46	1.29
サンプル数 86, $L(0) = -94.48$		
$L(\beta) = -91.66, \chi^2 = 5.65$		

4に示す。表4より、「実際の変化」の符号はプラスであり実際の行動が減少すれば認知も減少すると考えられるものの、t値は低く（ $t=1.29$ ）有意とは言えない。一方、サービス水準の変化の指標としてEV変化量のパラメータが有意に負の値をとっており、EV変化量が大きくなれば「減った」と認知している傾向が見て取れる。このことから個々の地域への実際の行動変化よりも、全地域的な交通サービス水準の低下が事後認知に強い影響を与えている傾向があることが分かる。

(d)認知と実際の変化のずれ

認知と実際の変化のずれに関するモデルの推定結果を表5に示す。

被説明変数である認知と実際の変化のずれは

$Y=0$: 認知<実際（実際は認知している以上に
来訪している）

$Y=1$: 認知=実際（認知と実際の変化が一致）

$Y=2$: 認知>実際（実際はしているほど来訪して
いない）

である。表5より、サービス水準の変化の指標としてEV_i変化量のパラメータが有意であり負の値となっている。すなわち当該ゾーンへの来訪行動の効用の低下が大きい場合、実際よりも来訪頻度の減少を過剰に認知している傾向があることを示している。すなわち、事後認知においては、「料金が高くなったのだから来訪していないはずだ」という思い込みが

存在しているものと推測される。

4. おわりに

本研究では、料金改定における実際の来訪頻度の変化、来訪頻度の変化に対する事前予測・事後認知の形成に、いかなる要因が影響を与えているかに焦点をあてた分析を行った。

モデルの推定結果より、事前の予測時には、料金改定前の日常活動目的時の自動車利用率が高いほど来訪頻度の減少を予測する傾向が強く、個人間の非観測異質性も予測に影響していることが示された。

また、実際の来訪頻度の変化は実際のサービス水準の変化以上に料金改定前の予測や日常活動目的の自動車利用経験に影響を受けること、事後認知は当該来訪地域に関わらず、全地域的なサービス水準の変化が強い影響を与えている可能性があること等が示された。今後は、構造方程式モデル等を適用することによって、影響要因の直接効果と間接効果について更に分析を深める必要等があるものと考えられる。

最後に、本研究で用いたデータの収集に際しては、阪神高速道路公団および株式会社都市交通計画研究所の全面的な協力を得た。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) Svenson, O.: The Perspective from Behavioral Decision Theory on Modeling Travel Choice, In Gärling, T., Laitila, T. and Westin, K. (eds.) Theoretical Foundations of Travel Choice Modeling, Elsevier, Amsterdam, The Netherlands, pp. 141-172, 1998.
- 2) 藤井聡・中野雅也・北村隆一・杉山守久：認知所要時間の形成プロセスに関する実証的研究，土木計画学研究・講演集，No. 22(1)，pp. 393-396, 1999.
- 3) 森川高行・佐々木邦明：主観的要因を考慮した非集計離散型選択モデル，土木学会論文集，No. 470/IV-20，pp. 115-124, 1993.
- 4) 藤井聡・木村誠司・北村隆一：選択構造の異質性を考慮した生活圏推定モデルの構築，土木計画学研究・論文集，No.13，pp.613-622, 1996.