

IV-316 ロードプライシングの評価基準としての公平性基準の適用可能性に関する一考察

京都大学大学院 学生員 柳 時均
京都大学大学院 正会員 山本 俊行
京都大学大学院 正会員 北村 隆一

1. 背景と目的

ロードプライシングは、道路渋滞を緩和するための最も有効な交通需要管理方策との期待が大きいものの、市民との合意がなかなか得られていないことから、実行された例は世界中でも限られている。

市民との合意が得られない最も大きな理由としては、自動車利用者の大多数の効用水準が低下することと共に、ロードプライシングが不公平な政策として認識されていることが挙げられる。従って、ロードプライシングに対する市民からの合意を得るためには、ロードプライシングによる効用水準の低下や不公平感による被害を補償する必要がある、料金収入はそのための財源になりうると思われる。

本研究はこのような背景の下で、仮想状況におけるロードプライシングの影響を、シミュレーション分析によって、効率性基準と公平性基準に基づいて評価し、ロードプライシングの評価基準として公平性基準の適用可能性を検討することと共に、回帰モデルを適用し、料金収入の再配分基準を提案することを目的とする。

2. シミュレーションの内容

1 O-D(8000 人(台)の潜在需要)と 2 経路が与えられており、二つの経路のそれぞれに料金所が設置されるとしよう。人々は次のような三つの選択肢の中で最も効用の高い選択肢を選択することとする。

- 選択肢 1 : 経路 1 を利用して目的地へ行く。
- 選択肢 2 : 経路 2 を利用して目的地へ行く。
- 選択肢 3 : 道路利用をやめて、他の行動を取る。

一方、選択肢ごとの効用関数及び経路の交通量 - 旅行時間関数を次のように設定する。

$$\begin{aligned} U_i(1) &= 100 - \alpha_i t_1 - \beta_i p_1 + \varepsilon_{i1} \\ U_i(2) &= 100 - \alpha_i t_2 - \beta_i p_2 + \varepsilon_{i2} \\ U_i(3) &= c_{i3} + \varepsilon_{i3} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} t_1 &= 10(1 + 0.15(q_1/3000)^4) \\ t_2 &= 15(1 + 0.15(q_2/2000)^4) \end{aligned} \quad (2)$$

$U_i(j)$: 選択肢 j に対する個人 i の効用関数

α_i : 個人 i の旅行時間パラメータ

β_i : 個人 i の料金パラメータ

c_{i3} : 個人 i が道路を利用しない場合の確定効用

t_1, t_2 : 経路 1 と経路 2 の旅行時間

p_1, p_2 : 経路 1 と経路 2 の料金水準

$\varepsilon_{i1}, \varepsilon_{i2}, \varepsilon_{i3}$: 誤差項

q_1, q_2 : 経路 1 と経路 2 の交通量

本研究では、効用関数における三つのパラメータ ($\alpha_i, \beta_i, c_{i3}$) と誤差項の母集団分布に対する様々な設定について操作性の高さからシミュレーションを用いた分析を行った。本稿では、その中の一つとして以下のような設定について最適な料金水準を算出した結果を示す。

$$\begin{aligned} \alpha_i &\sim N(-1.5, 0.12), \quad \beta_i \sim N(-1.5, 0.12) \\ c_{i3} &\sim N(60, 25), \quad \varepsilon_{i1}, \varepsilon_{i2}, \varepsilon_{i3} \sim N(0, 0) \end{aligned}$$

3. 目的関数としての効率性基準と公平性基準

本研究では、ロードプライシングが不公平な政策として認識されている事を考慮し、ロードプライシングの良否の判断基準として厚生経済学上の効率性基準に加えて公平性基準を採用することにした。効率性基準として最もよく用いられるのはバレート基準であり、ロードプライシングによって効用水準の下がった人が一人もない状況として定義される。

一方、公平性基準としては、さまざま基準が提案されているが、本研究では厚生経済学の超公平理論に基づく漸進的な超公平基準 η を採用することにした。本研究では、料金収入による補償を前提としており、それぞれの評価基準による目的関数は次のように定式化することができる。

- 効率性基準による目的関数

$$\max_{p_1, p_2} (S) = \max_{p_1, p_2} \left[\sum_{i=1}^{8000} \delta_{ij} (u_i(j) - u_i(j_0)) / \beta_i + p_1 \times q_1 + p_2 \times q_2 \right] \quad (3)$$

キーワード：ロードプライシング、公平性

〒606-8501 京都市左京区吉田本町, Tel. 075-753-5136, Fax. 075-753-5916

- 公平性基準による目的関数

$$\max_{p_1, p_2} E = \max_{p_1, p_2} \left(\sum_{i=1}^{8000} (u_i(\Delta x_i) - \max_k u_i(\Delta x_k)) \right) / \beta_1 \times q_1 + p_2 \times q_2 \quad (4)$$

j : ロードプライシングの施行後の選択肢

j_0 : ロードプライシングの施行前の選択肢

$\delta_{ij} : u_i(j) - u_i(j_0) < 0$ 場合には 1, その以外には 0

Δx_i : ロードプライシングによる個人 i の財(時間, 料金, 道路利用)の変化量ベクトル

4. 分析結果と補償基準モデルの提案

効率性基準による目的関数を適用した場合のシミュレーションによる目的関数値を図-1に示す。また、二つの目的関数を最大にする経路ごとの料金水準を表-1に示す。

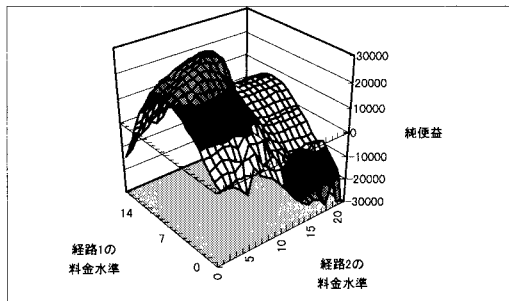


図-1 効率性基準を適用した場合の目的関数値

表-1 目的関数ごとの最適な料金水準

経路	効率性基準			公平性基準		
	料金水準 (円)	交通量	旅行時間 (分)	料金水準 (円)	交通量	旅行時間 (分)
1	1,223	3,369	12.39	1,569	2,791	11.12
2	742	2,090	17.68	1,206	1,284	15.38

表-1より、二つの基準によるロードプライシングの最適な料金水準を比較すると公平性基準の方がより高いことが分かる。

次に、目的関数を最大にする料金水準が賦課されたとき、個々人にはどれくらいの被害が生じるのかを、効率性基準と公平性基準に基づいて算出し、それを次のような回帰モデルとして表すことにした。

$$y_i = \sum_{m=1}^M \theta_m x_{im} + \varepsilon_i \quad (5)$$

y_i : 個人 i の被害の大きさ

θ_m : m 番目の説明変数の回帰係数

x_{im} : 個人 i の m 番目の説明変数

ε_i : 誤差項

このモデルは、ロードプライシングによる被害を補償する際に基準として用いることができる。ここでは比較のために、効率性基準の目的関数を最大にする料金水準を賦課した時の両基準によるモデルの推定結果を表-2に示す。

表-2 個人属性による補償金の回帰モデル

説明変数	効率性基準による被害の回帰モデル		公平性基準による被害の回帰モデル	
	回帰係数	t 値	回帰係数	t 値
定数項	19.836	71.86	80.371	101.01
α	-7.643	-132.81	-13.73	-82.77
β	6.941	120.23	-1.924	-11.57
c_3	-0.217	-52.95	-0.757	-64.18
モデル全体	標本数	8000	標本数	8000
	F 値	11832	F 値	3232
	R ²	0.861	R ²	0.583

注) α , β , c_3 : それぞれ、効用関数における時間パラメータ, 料金パラメータ, 道路を利用しない場合の効用水準

効率性基準によるモデルはお金を大事にするほど被害が大きくなるが、公平性基準によるモデルでは、お金に対する態度(料金パラメータ)の影響は小さいものの、時間を大事にするほど被害が小さくなることが分かる。

5. まとめ

本研究では、ロードプライシングに対する一般市民の否定的な認識の原因が、効用低下と不公平感にあると考え、それぞれの被害を補償する形として目的関数を提案した。そして、仮想的な状況を対象としたシミュレーション分析を行った結果、それぞれの被害を補償できるロードプライシングの形態が存在することが確認された。そして、最適な料金水準の下で各々の被害の大きさを算出し、個人属性を説明変数とした回帰モデルを推定した。これまで被害の補償は概念的にしか取り扱われていないが、本回帰モデルは、料金収入による実際的な補償を念頭に置いた場合に役立つものと考えられる。

一方、より精密にロードプライシングによる影響を把握するためには、道路を利用しない場合の行動を知る必要があるものと考えられる。

参考文献 1) William J. Baumol, Superfairness-Theory and Application, The MIT Press, 1987.