

P&R と RP による TDM パッケージ施策の評価法

熊本大学工学部 学生員 内 陽子
 熊本大学大学院 学生員 竹隈 史明
 熊本大学工学部 正会員 溝上 章志

1. はじめに

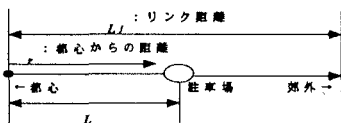
慢性的な交通渋滞に対応するために、各都市で交通需要マネジメント(TDM)施策が数多く検討されている。その中でもロードプライシング(RP)やパークアンドライドシステム(P&R)は、実効性のある施策として導入が計画されている。

従来、これらの TDM 施策は、個別にその需要や効果の検討が行われてきた。しかし、RP で徴収した料金を P&R の駐車場整備に還元するなど、複数の TDM 施策を同時に効率よく導入するほうが効果的であると考えられる。本研究では、線上都市において RP や P&R などの TDM パッケージ施策を組み込んだ評価モデルを構築し、複数の TDM パッケージ施策の導入効果の分析を行う。同時に、TDM 施策を立地までも考慮した都市政策として位置付け、開放・閉鎖両都市における導入効果の特性の比較評価を行う。

2. TDM 施策評価のための都市の基本モデル

本研究では、効用水準 U および世帯の所得 Y を外生的に与えて人口 N の均衡値を内生的に求める開放都市と、都市の人口 N および世帯の所得 Y を外生的に与えて均衡効用 U を内生的に求める閉鎖都市について考える。図一に示す線上都市には以下の5つの仮定が設定される。

- 1) 全ての世帯は同質であり、都心に通勤することによって Y 円の所得を得て、これを単位価格の一般財 z と地代 $R(r)$ の土地面積で代表される住宅財 q の消費、及び通勤費 $D(r)$ の支払いに充てる。
- 2) 世帯の効用 U は、一般財 z と住宅財 q の消費量の関数として $U = u(z, q)$ で表される。
- 3) 一本の道路に沿った単位幅の線上都市を想定する。
- 4) 各地点は都心からの距離 r を唯一の属性とする。
- 5) P&R 駐車場と混雑料金徴収所は都心から L の地点に同時に設置する。



図一 線上都市の設定

以上の仮定のもとで、世帯と政府の行動は以下のように表される。

- i) 世帯：都心に通勤し、所得 Y と地代 $R(r)$ のもとで、効用を最大にするような一般財 z と住宅財の量 q 、および交通手段の選択を行う。

$$\max_{z, q, r} : U = u(z, q)$$

$$s.t. z + R(r) \cdot q + D(r) = Y$$

ここで、通勤費 $D(r)$ は、次式の合成費用で代用する。

$$D(r) = -\frac{1}{\theta} \ln \sum_m \exp(-\theta \cdot C(r)^m)$$

$C(r)^m$: 手段 m の交通費用

- ii) 政府：都市内における総走行時間を最小化するように、P&R 駐車場の位置 L とその駐車容量 C_a を決定する。駐車場整備のための財源は混雑料金と P&R 駐車場料金より調達する。

$$\min_x F = \int_{L_1}^L \{ \sum_m P^m(r) \cdot t^m(r) \} \cdot n(r) dr$$

$$s.t. \int_{L_1}^L P^{P\&R}(r) \cdot n(r) dr \leq C_a$$

$$\int_{L_1}^L \{ P^{C\&R}(r) \cdot n(r) \cdot K_1 \} dr + Q^{P\&R}(r) \cdot K_2 \geq COST$$

このとき、 $P^m(r)$: 地点 r における手段 m の選択確率、 $t^m(r)$: 手段 m の走行時間、 $n(r)$: 人口密度、 $Q^m(r)$: 地点 r における手段 m の総交通量、 K_1 : 混雑料金、 K_2 : 駐車場料金である。

世帯の効用として、コブ・ダグラス型効用関数形を用いると、次式のような最適解が得られる。

- (1) 開放都市

$$z(r) = \left(\frac{a}{a+b} \right) \cdot (Y - D(r))$$

$$q(r) = \left(\frac{a+b}{a} \right)^{\frac{1}{b}} \cdot (Y - D(r))^{-\frac{1}{b}} \cdot \exp\left(\frac{U}{b} \right)$$

$$R(r) = \left(\frac{a}{a+b} \right)^{\frac{1}{b}} \cdot \frac{a}{a+b} \cdot (Y - D(r))^{\frac{a+b}{b}} \cdot \exp\left(-\frac{U}{b} \right)$$

$$n(r) = \left(\frac{a+b}{a} \right)^{\frac{1}{b}} \cdot (Y - D(r))^{-\frac{1}{b}} \cdot \exp\left(-\frac{U}{b} \right)$$

- (2) 閉鎖都市

$$z(r) = \left(\frac{a}{a+b} \right) \cdot (Y - D(r))$$

$$q(r) = (Y - D(r))^{-\frac{1}{b}} \cdot \left(\frac{S}{N} \right)$$

$$R(r) = \left(\frac{b}{a+b}\right) \cdot (Y-D(r))^{\frac{a+b}{b}} \cdot \left(\frac{N}{S}\right)$$

$$n(r) = (Y-D(r))^{\frac{a}{b}} \cdot \left(\frac{N}{S}\right)$$

ここで、 $s = \int_L^0 (Y-D(r))^{\frac{a}{b}} dr$ とする。

図-1に示すように、都心からLの地点にP&R 駐車場と混雑料金徴収所を同時に設る。郊外からの需要は地点Lまでは全員マイカーであり、そのままマイカーかP&Rかのいずれかの手段を以下の効用値によるロジットモデルで選択する。

$$V^{CAR}(r) = -B_1 \cdot T \cdot L - B_2 \int_L^0 T(Q) dr - B_3 \cdot K_1 \quad (1)$$

$$V^{P\&R}(r) = -B_1 \cdot A \cdot L - B_2 \int_L^0 T^{BUS} dr - B_3 \cdot K_2 \quad (2)$$

T, A は単位距離当たりの自動車の走行費用とバス料金である。また、 $B_1, B_2, B_3 (\geq 0)$ は走行料金と所要時間と料金を効用に変換するパラメータである。式(1)の第2項のT(Q)はマイカーの走行時間であり、Qは地点rでのマイカーの交通量である。式(2)の第2項のT^{BUS}はバスの走行時間であり一定と仮定している。

3. 両都市におけるTDM 施策の比較静学分析

両都市に対して、道路の交通容量と駐車場料金をそれぞれ増加させた場合の影響を数値計算による比較静学によって分析した結果を表-1に示す。駐車場料金を増加させた場合の宅地面積以外は両都市における違いは見られなかった。しかし、変化率をみると両都市とも、道路の交通容量を増加させた場合の合成費用が相対的に大きかった。これは、容量を拡大すると一時的にマイカーの走行時間や混雑料金が減少する。すると、交通費用も減少するので、結果的に合成費用に影響が及ぶためである。

表-1 開放、閉鎖都市の比較静学

	総走行時間	合成費用	地代	宅地面積	都心における交通量		
					マイカー	バス	P&R
交通容量	- (-)	- (-)	- (-)	+	+	- (-)	- (-)
駐車場料金	- (-)	+	- (-)	+	+	+	- (-)

注) 左の符号が開放都市、右の符号が閉鎖都市を示す。

4. P&R と RP による TDM パッケージ施策の評価

パラメータを設定して、数値解析を行った結果、総走行時間は郊外から都心に向けて減少し、ある地点Lで最小値をとった後増加する凸関数となる。また、合成費用と宅地面積は都心に向かって単調減少し、地代は逆に単調増加となる。

そこで、総走行時間を最小とする地点にP&R 駐車場を設置し、以下の4つの施策に対する都心における各交通量、一般化費用、総走行時間の評価を行う。
 施策1:マイカーとバスを郊外から都心まで走らせる

施策2:P&R システムのみを導入

施策3:RP と P&R を組み合わせて導入

施策4:施策3と同時に都心側道路容量を拡大

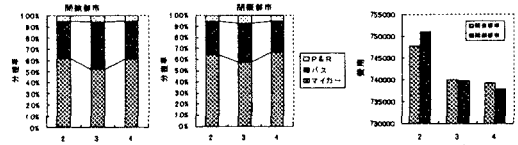


図-2 都心における交通量

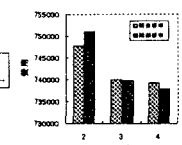


図-3 一般化費用

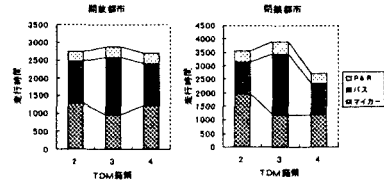


図-4 総走行時間

施策2と3を比較すると、図-2と図-4より両都市において混雑料金を課すことで都心におけるマイカーの交通量が減少し、バスの交通量が増加した。P&Rの交通量に変化がないことから、駐車場より都心側で加わるマイカーの交通量が減少したことになる。また総走行時間の各交通手段の比率も同様に变化した。施策2より3の方が総走行時間が大きくなるのは、バスの走行時間を一定と仮定しているの、バスへ1人加わることによる走行時間の増加率がマイカーよりも大きいためである。両都市を比較すると、閉鎖都市の総走行時間の方が大きい。これは、開放都市では一定の効用水準のもとで都市人口が自由に変化するからで、混雑が生じて効用水準が下がると、効用水準をもとに戻すために都市人口が減少するためである。

次に施策3と4を比較する。道路の容量拡大をTDM 施策と同時に行うことで、両都市とも総走行時間は減少するが、マイカーの交通量は増加してTDM 施策の効果は上がらないという結果が得られた。特に閉鎖都市の場合、容量拡大を行うことでマイカーの交通量は増加するが、都市人口が一定のため、都市人口の流入が自由である開放都市と比較すると減少の割合が大きい。

5. おわりに

バス専用レーンなどの公共交通優先的施策や複数のTDM 施策を同時に行うことは渋滞緩和に有効であることがわかった。また、TDM 対策に加え、道路の容量拡大などのハード面の対策を同時に行うと、マイカーの効用水準が上がるので、TDM 施策の効果は表面的には表れない。