

交通混雑・大気汚染を考慮した最適な駐車場料金と駐車場容量

九州大学 学生会員 佐藤由菜

九州大学 正会員 吉田惇

九州大学 正会員 塚原健一

1. 背景・目的

現在、各地で都市の再開発事業が行われている。中でも、容積率緩和制度を導入した事業では、高層ビルへの来訪者の増加によって道路交通需要も増加し、交通混雑や大気汚染などの外部不経済が悪化するという問題点がある。

福岡市でも「天神ビッグバン」と「博多コネクティッド」という、容積率緩和制度を導入したビルの建て替えを主とした事業が行われており、都心部（天神・博多エリア）での交通量増加が見込まれる。福岡市は、都心部の交通量を抑制するために、フリンジパーキングを行っている。フリンジパーキングの利用者は、都心周辺部の駐車場で車から公共交通機関に乗り換えることで、駐車場料金や公共交通運賃が割り引いてもらえる仕組みになっている。

出口ら¹⁾は、2004年に天神地区で実験的に行われたフリンジパーキングにおいて、利用者に対するアンケート調査を行った。しかし、この論文では、都心部および都心周辺部の最適な駐車場料金や駐車場容量の定量的な分析は行われておらず、現行の料金・容量をどのように調整すれば良いか不明である。

本研究では、福岡市を事例として取り上げ、交通混雑・大気汚染を考慮し、都心部および都心周辺部の最適な駐車場料金と駐車場容量を求め、現行の料金・容量との比較を行う。その際、以下の2つのシナリオについて考える。

(シナリオ1) 料金と容量を同時に最適化する

(シナリオ2) 料金のみを最適化する

シナリオ2では、駐車場を増設できない場合を想定している。

2. モデル

(1)設定

福岡都市圏に住む人を対象とした静学モデルを考え、都心部に訪れる消費者の年間トリップを表現する。異

質な選好をもつ消費者*i*は、買い物や食事など、通勤以外を目的として都心部（天神・博多エリア）に来訪する。この時、消費者は予算制約と時間制約の下で、効用が最大となるように、都心部以外で過ごす余暇時間と、(i)～(iii)のうちどの移動手段を選び、何回都心部へ来訪するのかを決定する。

(i)車で都心部に訪れ、都心部の駐車場に駐車する

(ii)都心周辺部の駐車場まで車で移動して駐車し、公共交通に乗り換えて都心部に訪れる

(iii)公共交通のみで都心部に訪れる

(2)消費者の予算制約

消費者*i*は「車を利用する($\theta^i = 1$)」か「車を利用しない($\theta^i = 0$)」を選択し、さらに車を利用する場合は、「都心部まで車で訪れる($\delta^i = 1$)」か「都心部には車で訪れない($\delta^i = 0$)」を選択する。

$$z^i + \theta^i [\delta^i (\bar{f} \cdot \bar{d}_o^i + p_i) x_i^i + (1 - \delta^i) (\bar{f} \cdot \bar{d}_o^i + p_o + \bar{p}_p \cdot \bar{d}_i^i) x_o^i] + (1 - \theta^i) \bar{p}_p \cdot \bar{d}_i^i \cdot x_p^i = (\bar{w}^i - \tau) L^i$$

ここで、 z^i :合成財(円)、 \bar{f} :燃料代(円/km)、 \bar{d}^i :出発地点から都心部までの移動距離(km)、 p_i :都心部の駐車場料金(円)、 x_i^i :都心部の駐車場を利用する回数(回)、 \bar{d}_o^i :出発地点から都心周辺部の駐車場までの移動距離(km)、 p_o :都心周辺部の駐車場料金(円)、 \bar{p}_p :公共交通の運賃(円/km)、 \bar{d}_i^i :都心周辺部の駐車場から都心部までの移動距離(km)、 x_o^i :都心周辺部の駐車場を利用する回数(回)、 x_p^i :公共交通のみで都心部に行く回数(回)、 \bar{w}^i :賃金(円/h)、 τ :住民税(円/h) L^i :労働時間(h)である。

(3)消費者の時間制約

$$y^i + L^i + \theta^i [\delta^i (T_o \cdot \bar{d}_o^i + T_i \cdot \bar{d}_i^i + T_{wi} + \bar{t}^i) x_i^i + (1 - \delta^i) (T_o \cdot \bar{d}_o^i + T_{wo} + \bar{T}_p \cdot \bar{d}_i^i + \bar{t}^i) x_o^i] + (1 - \theta^i) (\bar{T}_p \cdot \bar{d}_i^i + \bar{t}^i) x_p^i = \bar{M}$$

ここで、 y^i :天神・博多地区以外で過ごす余暇時間(h)、 T_i :都心周辺部から都心部までの車での移動時間(h/km)、

T_{wi} : 都心部の駐車場待ち時間 (h), \bar{t}^i : 都心部での滞在時間 (h), T_o : 出発地点から都心周辺部までの車の移動時間 (h/km), T_{wo} : 都心周辺部の駐車場待ち時間 (h), \bar{T}_p : 公共交通での移動時間 (h/km), \bar{M} : 利用可能な時間 (h) である.

都心部を走行する車の台数は x_i^i の総和であり, これを X_i とする. 道路は交通量が増加すると混雑し, 車両の走行速度が減少する. したがって, 都心部に車で行く際にかかる移動時間 T_i^i は, X_i によって定義される. 同様に T_o^i は $X_i + X_o$ によって定義される.

$$\begin{aligned} T_i &\equiv T_i(X_i), & \frac{dT_i}{dX_i} &> 0 \\ T_o &\equiv T_o(X_i + X_o), & \frac{dT_o}{d(X_i + X_o)} &> 0 \\ X_j &= \sum x_j^i \quad (j = i, o) \end{aligned}$$

駐車場の待ち時間は, 交通量が増加すると増加し, 駐車場容量が増加すると減少する. したがって, 駐車場待ち時間 T_{wj} は交通量 X_j と駐車場容量 C_j によって定義される.

$$T_{wj} \equiv T_{wj}(X_j, C_j) \quad C_j (j = i, o)$$

(4) 効用関数

車の利用で損なわれる環境品質 E は道路の交通量に伴って減少する. 消費者の効用関数は準線形形式で表されると仮定する.

$$\begin{aligned} U^i &= u^i(x_i^i, y^i, E) + z^i \\ E &\equiv E(X_i + X_o) < 0, & \frac{dE}{d(X_i + X_o)} &< 0 \end{aligned}$$

上式の U^i は, $\theta^i = 1, \delta^i = 1$ の場合を表しており, $\theta^i = 1, \delta^i = 0$ で x_i^i は x_o^i に, $\theta^i = 0$ で x_i^i は x_p^i に置き換えられる. 消費者 i は, 予算制約と時間制約のもとで, 効用関数が最大となるように, どの手段で何回都心部を来訪するのか, また, 都心部以外で過ごす余暇時間を選択する.

(5) 交通手段の選択

効用関数から求めた需要関数を, 効用関数に代入した間接効用関数は以下である.

$$\begin{aligned} V^i &= \theta^i [\delta^i v_{11}(p_i, T_i, T_o, T_{wi}, E, \tau) \\ &\quad + (1 - \delta^i) v_{12}(p_o, T_o, T_{wo}, E, \tau)] \\ &\quad + (1 - \theta^i) v_2(\bar{p}, E, \tau) \end{aligned}$$

消費者は, $v_{12}^i < v_{11}^i$ の時, $v_2^i < v_{11}^i$ ならば車のみで移動することを選び, $v_{11}^i < v_2^i$ ならば公共交通のみで移動することを選ぶ. また, $v_{11}^i < v_{12}^i$ の時, $v_2^i < v_{12}^i$ ならば都心周辺部まで車で移動し残りは公共交通で移動するこ

とを選び, $v_{12}^i < v_2^i$ ならば公共交通機関のみで移動することを選ぶ.

(6) 福岡市の財政制約

$$\bar{H}_g = R_g$$

福岡市の支出 \bar{H}_g は, 公共交通機関の運賃による収入と住民税収の和 R_g ($\equiv \sum_{i=1}^N [\theta^i (1 - \delta^i) \bar{p}_p \cdot \bar{d}_i \cdot x_o^i + (1 - \theta^i) \bar{p}_p \cdot \bar{d}_i \cdot x_p^i + \tau L^i]$) によってまかなわれている.

(7) 駐車場運営会社の財政制約

$$H = R$$

駐車場の運営会社は, 駐車場の維持管理費と増設費用の和 H を, 駐車場料金収入 R ($\equiv \sum_{i=1}^N \theta^i [\delta^i p_i x_i^i + (1 - \delta^i) p_o x_o^i]$) によってまかなう.

(8) 社会厚生最大化

社会厚生を効用の総和で定義し, 社会厚生が最大となる時の駐車場料金・容量を求める.

(シナリオ 1) 2つの財政制約のもとで, 社会厚生が最大となる時の駐車場料金・容量を同時に求める.

$$\max_{p_i, p_o, C_i, C_o} \sum_{i=1}^N V^i \quad \text{s.t. } \bar{H}_g = R_g \text{ and } H = R$$

(シナリオ 2) 駐車場容量は現行の値で固定し, 2つの財政制約のもとで, 社会厚生が最大となる時の駐車場料金を求める.

$$\begin{aligned} \max_{p_i, p_o} \sum_{i=1}^N V^i \quad \text{s.t. } \bar{H}_g = R_g \text{ and } \bar{H} = R \\ \text{given that } C_i = C_{i\text{now}} \text{ and } C_o = C_{o\text{now}} \end{aligned}$$

3. 結果

現在, モデル式を解き, それぞれのシナリオにおける最適条件を導いている. その後は, 導いた最適条件を用いて, 最適な駐車場料金・駐車場容量を数値的に求める. 数値計算では, 交通需要関数の特定化, 各パラメータの設定 (駐車場需要の価格弾力性など) を行う. 最終的に, 最適化した駐車場料金・容量と現行の値との比較を行う.

参考文献

- 1) 出口敦, 有馬隆文, 趙世晨, 吉田宏幸, 名古屋泰之, 高崎繁行. 福岡市天神地区における社会実験とフリンジ駐車場システムの評価. 2005, 都市・建築学研究九州大学大学院人間環境学研究会紀要, 第8号, p1-8.