

立命館大学理工学部
前田建設工業株式会社
立命館大学大学院

正 員 春名 攻
正 員 ○河上 徹
学生員 吉岡 正樹

1. はじめに

現在、都市活動全般に障害を与える違法駐車問題が社会問題として大きく取り上げられている。つまり現状の駐車場は、地域の活性化を支援する役割を果たしていない状況にある。しかし、現在の都心部の過密化や地価の高騰などから、大量の駐車容量をもつ駐車場の建設が不可能な状況でもある。そのため、駐車行動の質的な側面を考慮した駐車場配置計画の方法論の構築が望まれている。

本研究では、大規模繁華街における訪問者の駐車行動を考慮した整備計画モデルの構築を行なうこととした。

2. 訪問者の来街行動モデルの構築

本研究では、駐車場配置計画モデルの構築にあたって、訪問者の駐車行動を把握することが前提条件であり、取り扱う駐車行動は単なる駐車場選択行動に留まるものであってはならないとした。つまり駐車場を選択する前提条件として、必ず来訪目的があると考えれば、訪問者の滞在地における行動を捉えることが必然的に必要となる。しかし、無限ともいえる訪問者の行動をすべて把握することは困難であるので、訪問者の行動を簡略化して捉えることでこの問題に対応することとした。

すなわち、訪問者はまず交通手段として利用した車を一時的に保管する駐車場に向かうことになる。そこで、来街行動とは駐車場に自家用車を預ける行為から始まり、駐車場から立ち去る行為までとした。本来、駐車場に自家用車を預ける行為には、入庫待ち時間といった問題が存在し、数多く研究テーマとして挙げられているが、本研究では待ち時間については考慮しないこととした。

なお、本研究での駐車場整備計画における考え方

としては、全ての訪問者が対象地区に訪れる際に、最も抵抗が無い状態で行動するように駐車場を整備することを目的としているため、行動をシミュレートするのに線形モデルを用いることが有効であるものと考えた。そして、ここでは来街行動モデルを来訪者全体の魅力度最大化問題として捉えたとともに、各施設ごとの延べ利用者数を制約条件、各施設の来訪における魅力度を目標関数とする線形計画問題として駐車場整備計画モデルを定式化することとした。

以下に、訪問者の行動モデルの変数についての概要を述べることにする。

来街行動モデルは駐車場配置計画モデルに対応できる形となっていることが必要である。従って、把握しなければならない内容は、同一の来街行動ルートにおける来訪者数であるが、多くの施設が存在する大規模な繁華街では、来街行動のルートの順序を考慮すると、来街行動のパターン数は極めて膨大な数量となってくこの問題に対しては、訪問者の来街行動の特性を明確にするとともに、その特性を分析することにより有意の行動パターンを抽出する基準を作成し、膨大な変数を削減する方法を採用することが有効であると考えた。いま、ここで来街行動のパターン数削減に用いた行動特性を示すとつぎのようである。

- ①来訪施設数
- ②施設間移動
- ③総移動時間
- ④来街行動範囲

(最初に来訪する施設からの徒歩移動時間)

- ⑤滞在時間

①～⑤までの行動特性を図-1のようにLogistic曲線で近似し、ボーダーライン L を設定することにより、そのタイル値 X_L を越える来街行動ルートを

削減する方法を考えた。ここで、横軸は来街行動特性であり、縦軸は計画上考慮する行動の割合とした。

また、ボーダーライン L は、計画変数であり、計画者により決定されるものとした。

来街行動モデルの定式化は図-2に示すようになった。

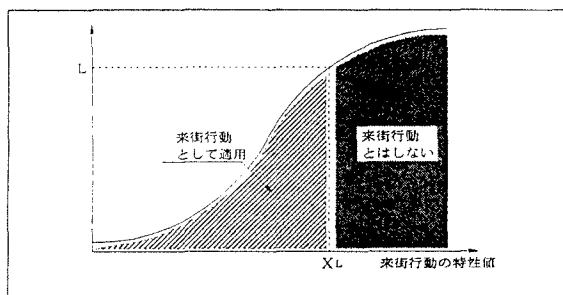


図-1 来街行動ルート削減手法

【与件】

原単位法による商業施設 j ごとの駐車需要台数

Q_j

【来街行動モデル】

(制約条件)

$$\sum_j Q_j = N \sum_k q_k$$

j

$$Q_j = \sum_k q_k^j$$

但し、 $ku \leq X_{lu}$

(目標関数)

$$\sum_{j,k} M_j q_k \rightarrow \text{Min}$$

j, k

$$M_j = \sum_h \exp(\beta h X_h)$$

Subject to

q_k : 来街行動ルート k の来訪者数

q_k^j : 商業施設 j を来訪する q_k

ku : 来街行動ルート k の u 番目の来街行動特性

X_{lu} : u 番目の来街行動特性の上限値

図-2 来街行動モデルの定式化

3. 駐車場配置計画モデルの構築

本研究では、駐車場配置計画問題を多目標計画問題として捉え、計画目標として駐車料金抵抗と距離移動抵抗(運動エネルギー)を考えた。ここで、後述する駐車場配置計画モデルの各計画目標の係数の算出方法について述べることにする。

駐車料金抵抗については、目的施設の利用時間が45(分)であるときを境界として場合分けを行なった。これは、図-3に示すように本来階段式に設定され

ている駐車料金を線形式に置き換えた時、追加料金が加算される時間帯の中心を通るとしたならば、基本時間と交差する時間である。条件式は次のとおりである。

$$\begin{aligned} T_k \leq 45 \text{ のとき} & \quad T = 60 \\ T_k > 45 \text{ のとき} & \quad T = T_k + 45 \end{aligned}$$

このことにより、利用者は利用時間が45分以内であれば、損失する駐車料金を、また45分を超えれば、設定された駐車料金の抵抗を感じていることを意味している。

距離移動抵抗(運動エネルギー)については、駐車場と目的施設までの往復移動距離($2D_{ik}$)を往復徒歩時間($2T_{ik}$)と目的施設の利用時間(T_k)を合わせた駐車場の利用時間(T_a)で除したものを、抵抗速度(v)として用いた。また、 D_{ik} は徒歩速度80(m/分)を用いることにより、 T_k の関数とする。

つまり、ここで用いる抵抗速度とは次式で表され、各記号は図-4に対応している。

$$\begin{aligned} v &= 2D_{ik} / T_a \\ &= 2D_{ik} / (2T_{ik} + T_k) \\ D_{ik} &= f(T_{ik}) \\ &= 80T_{ik} \end{aligned}$$

本来ならば距離移動抵抗(運動エネルギー)を考える際、移動する量や重さを考慮する必要があるが、本研究ではこのことは除外することとする。

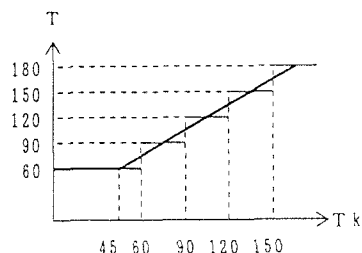


図-3 $T - T_k$ の関係

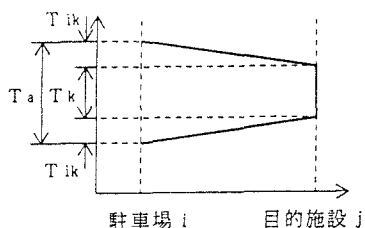


図-4 抵抗速度の定義

4. 利用者への意識調査による配置計画モデル検証

本研究では、駐車配置計画モデルの目標関数の変数間の関係を明確にするため、アンケートによる意識調査を行なった。ここでの調査は、駐車場利用にあたって許容できるものとしたときの変数間の関数を求めるものである。また、駐車場利用の有無を判別する境界値は、回答者全て同値の不満度の値の時であるとする前提としている。さらに、各目標内の変数間を一元的に固定することを目的としているため、駐車料金抵抗に関しては C_i と $(T - T_k)$ 、距離移動抵抗に関しては $2T_{ik}$ と T_k のいずれか一方を設定し、回答者は与えられた条件に対し、駐車場を利用する際の許容条件を数値により記入するものである。

なお、アンケートのサンプル数は、配布サンプル480、有効サンプル416、回収率は86.7%であった。

駐車料金抵抗に関しては、駐車料金に対する抵抗が同一の場合、 C_i と $(T - T_k)$ が反比例の関係にあることから、同一の不満度の際の C_i と $(T - T_k)$ との相乗効果を駐車行動を反映させた関数として求めた。これを C_i と $(T - T_k)$ の平均値とのプロットと推定した傾向曲線を図-5に示している。アンケートによる回答はランダムであった。しかし、回答されたデータは、 C_i と $(T - T_k)$ との2軸間に全くの無相関であるのではなく、限られた範囲内での無相関といえる。そこで、駐車場を利用するかどうか境界線を推定した。この推定曲線は、図-5の破線に相当し、この曲線を境界として、原点側は駐車場を利用する可能性を秘めた範囲であり、原点の反対側は駐車場を利用する可能性がない範囲といえる。次に、距離移動抵抗に関しては、距離移動に対する抵抗が同一の場合、 $2T_{ik}$ と T_k が比例の関係にあることから、同一の不満度の際の $2T_{ik}$ と T_k との相乗効果を駐車行動を反映させた関数として求めた。 $2T_{ik}$ と T_k の平均値とのプロットと推定した傾向曲線を図-6に示している。また、駐車料金抵抗と同様に境界線を推定した。この推定曲線は、図-6の破線に相当し、この曲線を境界として、 T_k 軸の+∞側は駐車場を利用する可能性を秘めた範囲であり、 $2T_{ik}$ 軸側は駐車場を利用する可能性がない範囲と

いえる。

駐車場配置計画モデルの定式化は、図-7に示すとおりである。

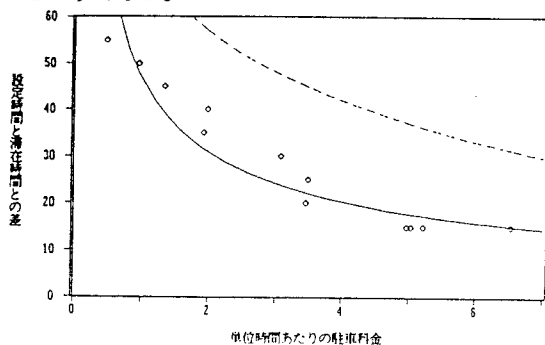


図-5 C_i と $(T - T_k)$ の平均値との関係

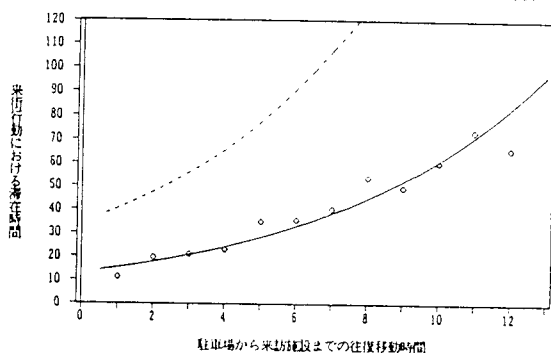


図-6 $2T_{ik}$ と T_k の平均値との関係

5. 大阪ミナミを対象地とした実証分析

大阪ミナミを対象地として、駐車場配置計画に先述したモデル式を適用し、実証分析を行なった。配置計画の代替案とされる立地場所は、堀江公園、道頓堀川、難波センター横とした。また、地方公共団体が、駐車場を整備する場合には、利益の追求は行わない。しかし、多額の建設費用に伴って借入する補助金等の返済は行わなければいけない。本分析では、地方債による融資を受けることとしたが、この場合、100%全額借入できる一方、金利が年5.05%の3年据置き、20年均等返済が融資条件となる。

計算上では、駐車料金を高額に設定することにより、返済を緩和されることが可能である。しかし、駐車場利用に伴う抵抗を鑑みると、駐車料金を高額に設定するにつれ、利用率の低下が懸念される。そこで、本研究では、設定する駐車料金の上限を600(円/時)とし、20年度において投下資本回収がなされ

る台数の組み合わせを代替案とした。

与件となる必要整備台数は、原単位法により1300台と算定された。そこで、駐車料金をパラメトリックに変動させた採算性の結果から、表-1に示すように5パターンの代替案が設定された。

この代替案の策定方法としては、ある1箇所の計画候補地の整備可能台数を固定し、他の駐車場へは整備可能台数に比例配分した状態で、採算性が見込めるように、最低の駐車料金を算定するものである。但し、駐車料金が600(円/時)とした場合においても、採算が見込めないならば他の駐車場の整備台数を変動させることとした。しかし、このような手段を用いても返済が不可能な場合もある。そのような場合には、先に固定した整備台数を減少させることとする。つまり、上記の代替案は、各計画候補地の整備台数を経営可能な限界状態に設定したものである。そして、駐車場利用者の配分結果を受けて、L字型効用関数を用いることにより代替案の評価を行なった。ここでは、駐車場利用者配分結果から各代替案の達成水準を算出する。各代替案は、達成水準の値によって評価するのではなく、各目標の許容水準と満足水準の差に対する満足水準からの乖離の割合によって評価を行なうこととした。

また、達成水準の結果を示すと、表-2のとおりである。この結果からみると、平日、休日ともにパターン2が最適配置代替案となる。パターン2は難波センター横に整備を図るより、堀江公園の地下に整備を図るほうが経営上も有利であると判断された。

6. おわりに

本研究では、駐車場選択の発端となる来街行動の分析を行なった。そして、大規模繁華街の訪問者の来街行動を予測した上で、総括的に整備代替案を評価することができた。今後の課題としては、駐車場整備後の将来的な駐車需要変化に対応した駐車場整備モデルの確立が必要である。

【参考文献】

- 1) 日本交通政策研究会：都市における駐車問題と駐車場整備方策に関する研究、1993.12
- 2) 吉川和宏・春名攻：MIN-MAX計画モデルによる2、3の地域計画問題の実証的分析、1980.1、土木学会土木計画学研究発表会講演集

(制約条件)

$$\sum_k q_k = \sum_{i,k} x_{ik}$$

$$U_i \geq \sum_{i,k} x_{ik}$$

(目標関数)

1) 総駐車料金抵抗最小化

$$\sum_{i,k} \{S(C_i, T_k) x_{ik}\} \rightarrow \text{Min}$$

$$S(C_i, T_k) = \alpha F(C_i) (T - T_k) + \beta$$

$$F(C_i) = C_i^{0.598}$$

但し、 $T_k \leq 45$ のとき $T = 60$

$T_k > 45$ のとき $T - T_k = 15$

2) 総移動距離抵抗最小化

$$\sum_{i,k} \{W(T_{ik}, T_k) x_{ik}\} \rightarrow \text{Min}$$

$$W(T_{ik}, T_k) = \gamma \left[\frac{1}{1 + \left[\frac{T_k}{G(2T_{ik})} \right]} \right]^2 + \delta$$

$$G(2T_{ik}) = \exp(0.154 \times 2T_{ik})$$

(目標の均衡のとれた向上を満たすための

制約条件)

$$U_C \leq \sum_{i,k} S(C_i, T_k) x_{ik} \leq L_C$$

$$U_E \leq \sum_{i,k} W(T_{ik}, T_k) x_{ik} \leq L_E$$

$$\frac{y_C}{\phi_C} = \frac{y_E}{\phi_E}$$

Subject to

x_{ik} : 駐車場 i を利用し、来街行動ルート k を来訪する利用者数

U_i : 駐車場 i の収容台数

T_k : 来街行動ルート k の滞在時間

T_{ik} : 駐車場 i から来街行動ルート k まで徒歩移動時間

$\alpha, \beta, \gamma, \delta$: パラメータ

U : 満足水準

L : 許容水準

y : 満足水準からの乖離

図-7 駐車場配置計画モデルの定式化

表-1 計画代替案の整備台数パターン

	整備 力所	駐車 料金	計画立地場所		
			堀江公園	道頓堀川	難波センター横
パターン-1	3ヵ所	600	285 (台)	605 (台)	410 (台)
パターン-2	2ヵ所	460	285 (台)	1015 (台)	-
パターン-3	2ヵ所	490	128 (台)	1172 (台)	-
パターン-4	2ヵ所	560	-	1172 (台)	128 (台)
パターン-5	2ヵ所	600	-	1038 (台)	262 (台)

表-2 LPによる達成水準結果

代替案	平日		休日	
	CHARGE	ENERGY	CHARGE	ENERGY
パターン-1	49134.336	243.347	117901.337	1421.286
パターン-2	47536.868	203.839	113958.290	813.774
パターン-3	47929.873	237.285	114788.274	970.271
パターン-4	48717.882	369.975	116777.529	1956.105
パターン-5	49132.936	394.073	117859.454	2053.145

CHARGE: 駐車料金抵抗($\times 100$)

ENERGY: 距離移動抵抗($1/100$)