

駐車場利用抵抗を考慮した駐車場配置計画モデルに関する研究

A Study on Deployment of Location Model Considering
Resistance Factors in Using Parking Facilities

春 名 攻**、河 上 徹***、吉 岡 正 樹****

By Mamoru HARUNA, Toru KAWAKAMI and Masaki YOSHIOKA

1. はじめに

現在、都市活動全般を阻害す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といえる。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、駐車需要量の充足のみ検討するのではなく、駐車行動といった質的な側面を考慮した効果的な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、駐車場利用者の利用時に受ける抵抗を考慮した整備計画モデルを構築し、大阪ミナミを対象とし実証的検討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、より現実的で効果的な駐車場整備計画をモデル化していくためには利用者の駐車特性に関する要素を内包している必要があると考えた。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す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、最も抵抗がない状態で行動を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、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来街行動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る。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を削減に用いた行動特性を示すつぎの5つである。

- ①. 来訪施設数、②. 施設間移動距離、③. 総移動距離、④. 来街行動範囲、⑤. 滞在時間
- ①～⑤までの行動特性を図-1のようにLogistic曲

* キーワード：駐車場計画、地区交通計画

** 正員 工博 立命館大学理工学部 教授

(〒525 草津市野路町1916 Tel.0775-61-2736 FAX.0775-61-2736)

*** 正員 前田建設工業株式会社

(〒102 東京都千代田区富士見2-10-26 Tel.03-5276-5110)

**** 学生員 立命館大学大学院 理工学研究科

(〒525 草津市野路町1916 Tel.0775-61-2736 FAX.0775-61-2736)

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 XL 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に示すように行なった。

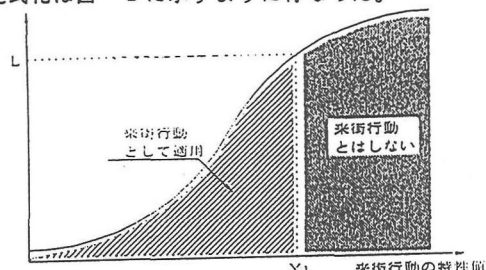


図-1 来街行動ルートの削減手法

【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)
 $\sum_j Q_j = N \sum_k q_k$
 $Q_j = \sum_k q_k^j$
但し、 $ku \leq XL_u$
(目標関数)
 $\sum_{j,k} M_j q_k \rightarrow \text{Min}$
 $M_j = \sum_j \exp(\beta h X_h)$
ただし
 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
 XL_u : 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。ここでは、後述する駐車場配置計画モデルにおける各計画目標の係数を算出する方法について述べることにする。

まず、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、抵抗値算定の場合分けを行なった。これは、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る際に、追

加料金が加算される時間帯の中心にこの線形関数が通るとしたならば、基本時間と交差する時間が45分であることを示している。すなわち、この条件式は次のとおりである。

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

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に、対して抵抗を感じ、45分を超えれば上式で設定された駐車料金に抵抗に対してを感じていることを意味している。

つぎに、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_s)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_{ik} の関数に取り扱うこととした。

つまり、ここで用いる抵抗速度とは次の条件式に表すように定式化した。

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

本来ならば、距離移動抵抗(運動エネルギー)を考える際には、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した。

4. 意識調査にもとづく配置計画モデル検証

本研究では、配置計画モデルにおける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、利用者が駐車場を利用する際の駐車料金、移動距離、駐車時間の各条件のもとでの変数間の関係を求めるものである。また、駐車場を利用するかしないかを判別する境界値は、対象者の全てが同じ不満度を示すと仮定した。さらに、各目標内の変数間の関数を一元的に規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で有効サンプル416であり回収率は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 $(T - T_k)$ の平均値との関係としてプロットと推定した傾向曲線を図-3に示した。また、駐車場を利用するかどうか境界線を推定したところ、この推定曲線は図-3の破線のように示された。すなわち、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を表している。次に、距離移動に対する抵抗が同一の場合、距離移動抵抗に関しては、 $2T_{ik}$ と T_k が比例の関係にある。このことから、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を求め、 $2T_{ik}$ と T_k の平均値とのプロットと推定した傾向曲線を図-4に示した。また、駐車料金抵抗と同様に境界線を推定したが、この推定曲線は、図-4の破線として表わした。つまり、この曲線を境界として、 T_k 軸の $+\infty$ 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を表わしている。

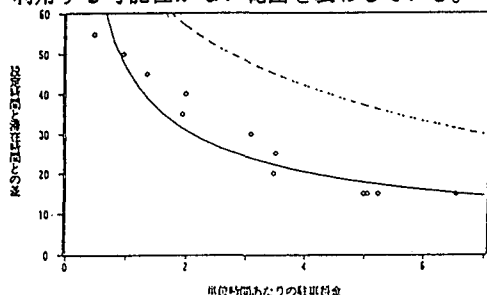


図-3 C_i と $(T - T_i)$ の平均値との関係

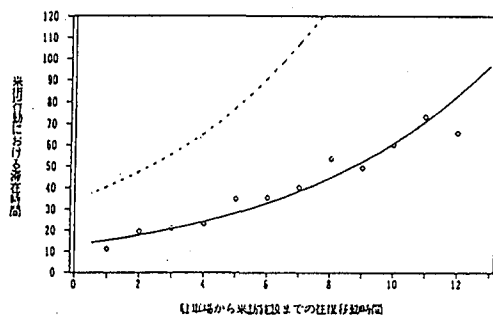


図-4 $2T_{ik}$ と T_k の平均値との関係

以上のような考え方にもとづいて定式化した駐車場配置計画モデルを図-5に示した。

(制約条件Ⅰ)

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

$$U_i \geq \sum_k x_{ik}$$

(制約条件Ⅱ)

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

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

$$\frac{yC}{\phi C} = \frac{yE}{\phi E} = \lambda$$

(目標関数)

$$\lambda = \min$$

ここで

(1) 総駐車料金抵抗最小化のための評価尺度

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

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

$$F(C_i) = C_i^{0.55}$$

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のための評価尺度

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

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

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

ただし

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-5 駐車場配置計画モデルの定式化
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。実証分析の手順については、図-6に示すとおりである。ここでは、平日、休日別に、大阪ミナミにおける最適駐車場整備代替案を評価することとした。

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ならない。本分析では、地方債による融資を受けることとしたが、こ

6. おわりに

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。また、抵抗の変化に対応した駐車場配置計画モデルを作成し、モデル分析を行うことにより、利用駐車場の変化をシュミレートすることができた。

【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

表-1 計画代替案の整備台数パターン

	整備 場所	駐車 料金	計画立地場所		
			堀江公園	道成堀川	難波センター横
ﾊﾞｰﾅｰ-1	33所	600	285 (台)	50 (台)	410 (台)
ﾊﾞｰﾅｰ-2	22所	460	285 (台)	1015 (台)	—
ﾊﾞｰﾅｰ-3	23所	490	128 (台)	1172 (台)	—
ﾊﾞｰﾅｰ-4	23所	560	—	1172 (台)	128 (台)
ﾊﾞｰﾅｰ-5	23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
A' 7-1	49134.336	243.347	117901.337	1421.286
A' 7-2	47536.868	203.839	113958.290	813.774
A' 7-3	47929.873	237.285	114788.274	970.271
A' 7-4	48717.882	369.975	116777.529	1956.105
A' 7-5	49132.936	394.073	117859.454	2053.145

CHARGE : 陸軍料金抵抗{×100}
ENERGY : 陸軍移動抵抗{÷100}

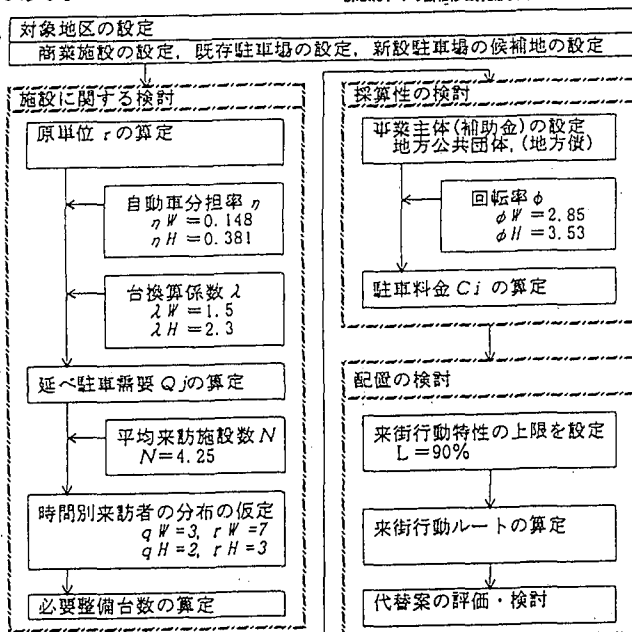


図-6 実証分析におけるシステムフロー

本研究では、駐車場選択の発端となる来街