

II-35 大規模繁華地区を対象とした駐車場整備計画における 回遊行動の計画情報化に関する研究

立命館大学理工学部
(株)長大
立命館大学大学院
立命館大学大学院

正 員 春 名 攻
正 員 吉 岡 正 樹
学正員 宮 原 尊 洋
学正員 ○首藤 顕 仁

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、現状の駐車場整備状況では、地域の活性化を十分に支援する役割は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を一挙に推進するのは不可能な状況でもある。よって、限られた空間を有効に活用して効率的に駐車場を整備したり、整備された駐車場が効率よく利用されるための駐車場運営計画を策定しなければならない。

本研究では、このような視点から、まず駐車場の利用者である、地域への訪問者の回遊行動特性を調査・分析し、これらを計画情報とした効果的で、効率的な駐車場整備計画手法を構築するとともに、その有効性を実証することとした。

2. 訪問者の回遊行動モデルの構築

本研究では、駐車場配置計画モデルの構築にあたって、訪問者の回遊行動を把握することが前提条件であり、取り扱う回遊行動は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。そのとき、駐車場を選択する前提条件として、次のように考えた。すなわち、利用者には、必ず来訪目的があるので、訪問者の滞在地における行動を捉えることが必要であると考えた。しかし、無限ともいえる訪問者の行動を全て把握することは困難である。したがって、ここでは必要最小限に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。

一般に車利用の訪問者は、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。次に、回遊行動としては、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取り上げられているが、本研究では駐車需要は充足させる整備をおこなうということにしているので、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の検討では、全ての訪問者が対象地区を訪れる際に、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た。このため、行動をシミュレートするのに容易となるように、線形モデルを用いることが有効であるものと考えた。また、来訪施設選択の問題として扱わなかったのは、本モデルで算定すべき変数を最初に来訪する施設への訪問者数ではなく、駐車場利用者であると考えたためでもある。

そして、本研究における回遊行動モデルでは、施設間関係ネットワークに利用者群をルートフローとして配分していくようなシステム最適化問題と考えた。そして、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した線形問題として計画情報化をおこない、駐車場整備計画モデルを定式化することとした。

以下に、訪問者の回遊行動モデルの変数についての概要を述べる。まず、回遊行動モデルにおける回遊行動ルートの算定結果は、駐車場配置計画モデルを定式化する際に、計画情報としなければならない。従って、把握しなければならない内容は、同一の回遊行動ルートにおける訪問者数である。しかし、多くの施設が存在する大都市繁華地区では、回遊行動のルートに順序を考慮するならば、回遊行動のパターン数は、極めて膨大な数量となる。しかし、この回遊行動パターンの全てを変数として取り扱うことは、計画論として考えたとき、決して有効なものではない。そこで、訪問者の回遊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。回遊行動のパターン削減に用いた行動特性は、①来訪施設数、②施設間移動時間、③総移動時間、④最長施設間距離の4つである。①～④の行動特性を図-1のように Logistic 曲線に近似した。ここでは、検討対象人数の上限のボーダーラインLを設定することにより、そのパーセンタイル値X_Lを超える回遊行動ルートを削減するものである。また、回遊行動モデルの定式化を図-2に示すようにおこなった。

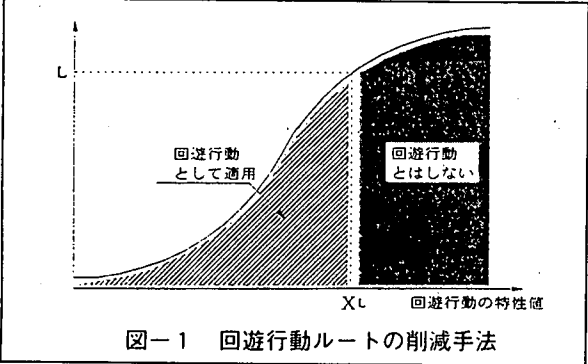


図-1 回遊行動ルートの削減手法

(制約条件)

$$\sum_{j=1}^k Q_j = \sum_{i=1}^l q_i$$

$$Q_j = \frac{(\tau \cdot S_j \cdot \eta)}{\lambda}$$

q_i: 回遊ルートiの訪問者
τ: 原単位
S_j: 施設jの延べ床面積
η: 自動車分担率
λ: 台換算係数

(目標関数)

$$\sum_{i=1}^l M_i \cdot q_i \rightarrow \text{Max}$$

$$M_i = \alpha_i \left(\frac{\sum_{j=1}^k a_{ij} \cdot m_j}{\sum_{h=1}^n b_{ih} \cdot t_h} \right) + c$$

$$m_j = \sum_{g=1}^g \exp(\beta_g^j \cdot X_g^j) + c'$$

M_i: 回遊ルートiの魅力度
α_i: 回遊ルートiのパラメータ
a_{ij}: 各ルート対施設としたルート行列Aの構成要素
a_{ij} = (1,0)
m_j: 商業施設jの魅力度
b_{ih}: 各ルート対施設間の距離としたルート行列の構成要素
b_{ih} = (1,0)
t_h: 施設間hの距離
c, c': 定数項
X_{gi}: g番目の説明変数
β_{gi}: 変数X_{gi}のパラメータ

図-2 回遊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地区内総移動時間抵抗を考えた。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。以下、駐車場配置計画モデルを詳述する上で、回遊行動ルートkにおける駐車場の利用時間をT_k、駐車料金を決定する設定された駐車時間をTとする。

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おこなった。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とき、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。

$$\begin{aligned} T_k \leq 45 \text{ のとき} & \quad T = 60 \\ T_k > 45 \text{ のとき} & \quad T = T_k + 15 \end{aligned}$$

地区内総移動時間抵抗については、本研究では回遊行動における消費時間(駐車時間)に対して、移動に要する時間の比率として速度を表現するものとし、抵抗速度と称する。よって、抵抗速度Vは、駐車場と目的施設までの移動距離D_k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。ここで用いる抵抗速度とは次式で表される。

$$V = \frac{D_k}{T_k} = \frac{D_k}{(T_k + T_k)} \\ D_k = f(T_k) = 80(\text{m/分}) \times T_k$$

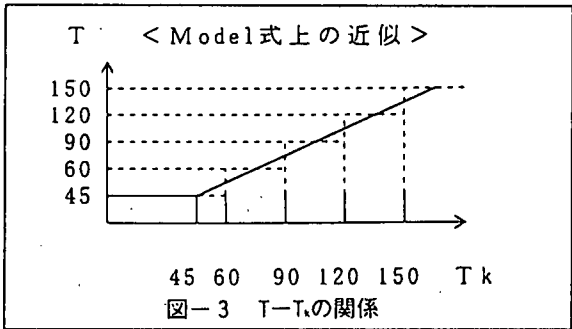
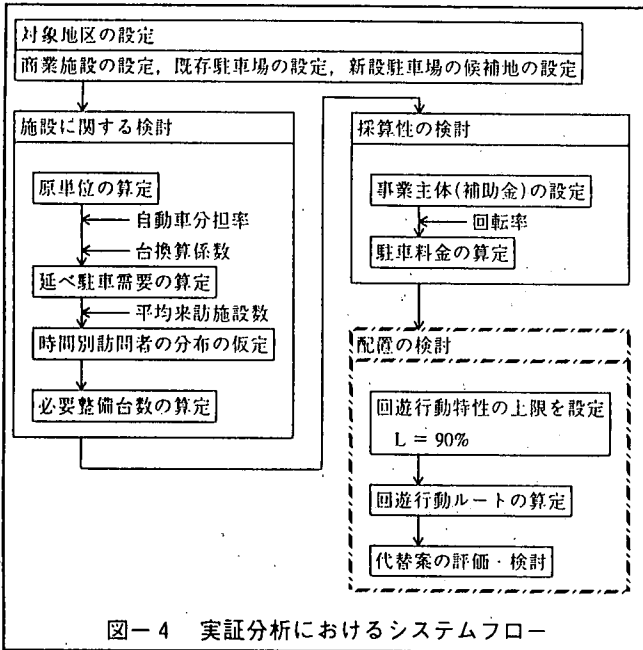


図-3 T-T_kの関係

4. 大阪ミナミを対象とした回遊行動ルートの推定

本研究における実証分析の手順を図-4に示す。本研究では、配置計画の検討段階において、訪問者



の回遊行動を計画情報化するために、構築した回遊行動モデルをまず、大阪ミナミを対象として適用することとした。そして、回遊行動ルートを推定し、代替案による行動の比較および検討をおこなった。ここでは、駐車料金、収容台数、商業施設までの移動距離等を決定した3つの代替案を用意した。これらの数値を変数とすることで、既存商業施設の魅力度は変化するが、このことを考え、ここでは、図-1における回遊行動の考慮する水準 L を90%とし、生成された回遊行動ルートを変数として用いた計画モデルを定式化し、最大化問題を解くこととした。

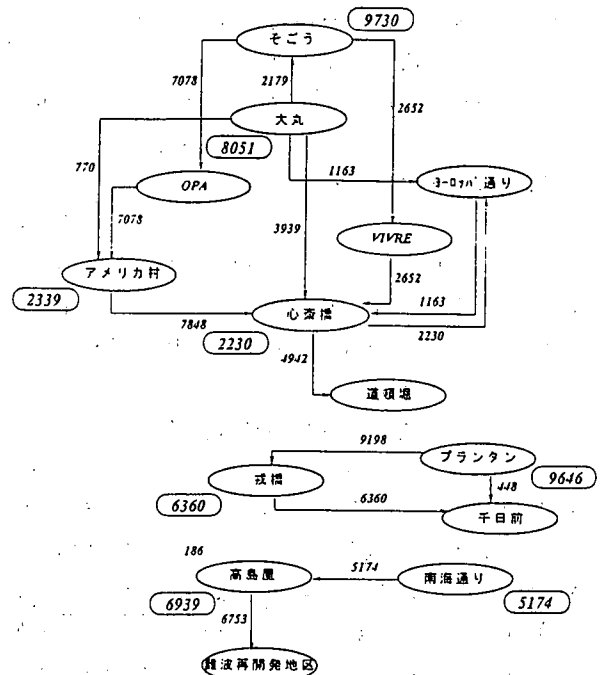
各代替案の回遊行動ルートの推定結果については、平日、休日ともに、ルートの総合魅力度から最も商業施設へ与える効果が大きいと考えられるPATTERN-2における休日の推定結果をとりだし、以下の図-5にまとめた。

ここでは、魅力度の高かった、PATTERN-1とPATTERN-2に注目するが、この2パターンは、計画候補地が堀江公園と道頓堀川の2ヶ所に限られている。つまり、設定された全ての商業施設に対して移動距離に関して同一条件である。また、本分析では、全ての計画駐車場の駐車料金を統一しているため、駐車料金による訪問者の流動の変化は考えられない。さらに、本モデルでは、商業施設の魅力度を説明する各要因間の関係として独立であると仮定しており、それを満たしたものと考えられる。そのため、近隣

に計画駐車場が立地される商業施設に対しては、その収容台数が大規模であればあるほど、魅力度が高まり、最初に訪問されるはずである。

しかし、計算の結果ではアメリカ村の西部に位置する堀江公園に、より多くの整備台数を配分したPATTERN-1の方が、東部に位置するヨーロッパ通りにより良い効果を与えるものとなった。ここで着目すべき点は、堀江公園と道頓堀川に建設する駐車場からヨーロッパ通りまでの徒歩移動時間は、9.36分、4.62分である。つまり、ヨーロッパ通りに対しては、道頓堀川に多く駐車スペースを配分する方が、有効な整備であると考えられる。

さらに、道頓堀川の南部地区に駐車場を多く配分することが、十分有効な計画案であることの理由として、南部では、新たに難波再開発地区に850台の規模の駐車場を設定したために、回遊行動ルートが北部と南部の2分割の傾向がより強くあらわれる結



	回遊行動における来訪順序	人数		回遊行動における来訪順序	人数
ROUT-1	①→②→④→⑦	7078	ROUT-9	⑦→⑤	2230
ROUT-2	①→⑤→⑦→⑧	2652	ROUT-10	③→⑥	6360
ROUT-3	②→①	2179	ROUT-11	①→③	9195
ROUT-4	②→⑦	1649	ROUT-12	①→⑧	448
ROUT-5	②→④→⑦	770	ROUT-13	②→③	5174
ROUT-6	②→⑤→⑦	1163	ROUT-14	③	186
ROUT-7	②→⑦→⑧	2290	ROUT-15	③→④	6753
ROUT-8	④	2339			

図-5 PATTERN-2休日における回遊行動

果となったことが挙げられる。

道頓堀川床地下に駐車場を建設することで、膨大な建設コストが強いられ、高額な駐車料金を設定せざるを得なかったが、ルートの総合魅力度は高い値を示して、南部に位置する商業施設からの多くの訪問者が集中する結果となっている。これは、既存駐車場が北部に多く存在する一方で、ミナミの拠点である道頓堀や高島屋などの駐車ニーズの高い施設が密集しているためと考えられた。

5. 大阪ミナミを対象とした駐車場配置計画モデルによる実証分析

回遊行動ルートの利用者数を変数とし、駐車場配置計画モデルを用いることで、最適代替案の評価・検討をおこなうこととした。

まず、地区内総移動時間抵抗に関しては、徒歩移動時間を固定し、走行時間の係数を変化させることで3パターン設定した。さらに、回遊行動ルートへの駐車場利用者配分を総移動時間抵抗モデルを用いておこなった。ここで、駐車場配置計画モデルの定式化を図-6にまとめた。

次に、LP による各代替案の達成水準の結果を表-1にまとめる。この結果から、平日においては、PATTERN-2 が最適代替案とされるが、休日においてはL字型効用関数を用いて計画モデルの評価関数を定式化した。

計画モデルによる分析の結果、次のようなことが明らかとなった。すなわち、平日では PATTERN-2 が最適解として求められた。また、休日では PATTERN-3 が最適代替案となった。適切な駐車施設の提供を図ることによって、大阪ミナミへの集客力が低下するのを妨げるという観点から、最終的な計画としては休日での最適代替案としては PATTERN-3 を採用することとした。

表-1 LPによる達成水準結果

代替案	平日		休日	
	CHARGE	TIME	CHARGE	TIME
PATTERN-1	19582.9	21206.0	23656.0	27415.6
PATTERN-2	18373.4	19872.0	23046.1	28391.5
PATTERN-3	19163.3	20176.0	24032.7	26380.8

CHARGE : 駐車料金抵抗
TIME : 地区内総移動抵抗

制約条件

$$\sum_k qk = \sum_{(i,k)} X_{ik}$$

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

目標関数

$$\frac{Y_c}{\Psi_c} = \frac{Y_E}{\Psi_E} \rightarrow Min$$

1) 総駐車料金抵抗最小化

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

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

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

ただし、 $T_1 \leq 45$ のとき $T = 60$
 $T_1 > 45$ のとき $T - T_1 = 15$

2) 地区内総移動時間抵抗最小化

$$\sum_j \sum_k \sum_i \{W(T_{ik}, T_k, T_{ji}) X_{ik}\} \rightarrow Min$$

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

$$G(T_{ik}) = 10.8809 \times T_{ik}$$

図-6 駐車場配置計画モデルの定式化

6. おわりに

本研究では、訪問者の回遊行動を調査・分析し、これを計画情報として取り込むことにより、駐車料金抵抗と地区内総移動時間抵抗の2つの抵抗をL字型効用関数を用いて一意的な代替案を決定する駐車場配置計画モデルとして定式化しモデル分析をおこなった。なお、本研究における回遊行動モデルでは、リンクを施設間1リンクとして捉えた。しかし、実際には、施設間には複数のリンクが存在しているため、今後は、リンクに条件を設定することによって回遊性に関して現象再現性を高めていくことを考えている。

【参考文献】

1) 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分析, 1980.1, 土木学会土木計画学研究発表会講演集
2) 吉岡正樹：来訪者の回遊行動を考慮した大都市繁華地域の駐車場整備計画に関するシステム論的研究, 1997.3, 立命館大学大学院修士論文