

# 数理計画モデルの適用による都市交通管理政策の評価に関する研究

児玉 裕一郎

(埼玉大学大学院政策科学研究科 現所属：広島市)

指導教官 大山達雄 教授

## 1. 研究の目的と枠組み

本研究では、まず、13の大都市における交通量分析を行い、道路混雑による時間損失量がどれほどであるかを示す。次に、現在問題解決の手段として世界的に注目されている「TDM（交通需要マネジメント）」政策の中からP&R（パークアンドライド）政策を取り上げ、P&R政策にとって重要となる交通手段選択に関するモデル分析を行う。さらに利用者全体の通勤に要する時間の短縮化によって効率的な運用を図るという観点から、P&R施設の最適配置とその規模についての数理計画モデルを構築し、そのモデルを広島都市圏に適用することにより、その有効性を示すとともに、時間損失量がどれだけ改善されるのかを評価した。

## 2. 大都市交通量データの定量分析

本分析では、大都市の道路延長と乗用車保有台数との関係、混雑度、旅行速度の特徴を把握する。また、ピーク時間の道路混雑を評価する指標として時間損失量を算定する。時間損失量は、ピーク時間にかかる所要時間から渋滞のない状況時の所要時間を引いた時間とその区間の交通量の積を全区間で加え合わせた指標で表す。単位道路延長あたりの時間損失量を都市間で比較すると、DID区間においては、東京、横浜、名古屋、大阪といった大都市圏の都市に匹敵するほど、仙台市、広島市、福岡市といった地方中枢都市が高い状況である。

## 3. P&R政策と交通手段選択モデル分析

通勤者がどのように交通手段を選択しているかを把握し分析することは、P&R政策を実施する際、いかに公共交通機関を利用させるかという点で重要である。本分析では、交通手段選択に関するモデル分析を行う。

### (1) 交通手段選択のマルコフモデル分析

広島市における利用者の交通手段選択の推移をマルコフモデルを用いて解明し、将来の交通手段選択割合（鉄道、路面電車・バス、自動車、二輪車、徒歩）の予測を行った結果、自動車の交通手段選択割合は、

2000年で47.8%に達することが推測できる。

### (2) ロジットモデルによる交通手段選択モデル分析

P&R利用者の選択要因や需要量を推測するために、モニター調査、SP（Stated Preference）調査の個人データを用いて、P&Rと車との2項選択ロジットモデルを構築する。推計結果から、P&Rを利用する条件として通勤者は市内勤務地の駐車料金とP&R用の駐車料金の差に大きく依存することがわかる。

## 4. P&R施設の最適配置モデル分析

### (1) P&R施設最適配置モデルの構築

本研究における主要課題であるP&R駐車場の最適配置を求めるP&R施設最適配置モデルは、ネットワークを構成する道路、及びP&Rの整備対象地域を分割したゾーン間の交通量（需要）が与えられるとき、駐車場建設コストの制約下で、道路ネットワーク内の総走行時間とP&Rに転換した電車による総走行時間の総和を最小にするようなP&R駐車場の最適配置と駐車場規模を求めることを第一の目的とする。また、P&Rを設置することによって道路ネットワーク全体でどれだけの効果があるかを定量的に計測するとともに、道路ネットワーク内の各道路セグメントの交通量を求め、どの道路セグメントにどれだけの道路渋滞緩和の効果があるかを計測することを第2の目的とする。モデルの定式化において、添字集合を以下のように定義する。

$N$ ：ノード全体の集合  $\{1, 2, \dots, n\}$ ,  $S$ ：交通が発生するノードの集合  $S \subseteq N$ ,  $S_1$ ：交通が発生し、P&Rの対象とするノードの集合  $S_1 \subseteq N$ ,  $S_2$ ：交通が発生し、P&Rの対象としないノードの集合  $S_2 = N - S_1$ ,  $L$ ：リンク全体の集合,  $K$ ：駐車場収容台数案の集合  $\{1, 2, \dots, k\}$

(変数)

#### 1) 0-1整数型変数

$z_{sk}$ ：s 駅に k 収容台数案の P & R 駐車場設置の有無を表す 0-1 整数型変数,  $s \in S_1, k \in K$

$z_{sk}=1$   $s$  駅に  $k$  収容台数案の施設を設置する  
 $z_{sk}=0$   $s$  駅に  $k$  収容台数案の施設を設置しない

2) 連続型変数

$x_s$ : P & R 設置駅  $s$  を利用する車の台数

$$x_s \geq 0, s \in S_1$$

$y_{ij}$ : リンク  $(i, j)$  を流れる総交通流量

$$y_{ij} = \sum_{m \in M} y_{ijm}$$

(制約条件)

(a) 交通流量保存則

$$\sum_{i \in A(j)} y_{ji} - \sum_{i \in B(j)} y_{ij} = \begin{cases} OD_s - x_s & (j=s) \\ 0 & (j \neq s) \end{cases}$$

$$i, j \in N, m \in M$$

$OD_s$ :  $s$  地域から発生する OD 交通流量(台)

(b) 費用予算上限制約

$$\sum_{s \in S} \sum_{k \in K} C_s K_{sk} z_{sk} \leq B \quad s \in S_1$$

$C_s$ :  $s$  駅前の 1 台あたり駐車場整備単価

$K_{sk}$ :  $s$  駅の P & R 駐車場収容台数

$B$ : P & R 整備予算上限

(c) 容量制約

$$x_s \leq \sum_{k \in K} K_{sk} z_{sk} \quad s \in S$$

(d) 収容台数案制約

$$\sum_{k \in K} z_{sk} \leq 1 \quad s \in S$$

(e) 駐車場限界容量制約

$$\sum_{k \in K} K_{sk} z_{sk} \leq M_s \quad s \in S_1$$

$M_s$ :  $s$  駅前の駐車場整備限界容量

(f) 総設置駅数上限制約

$$\sum_{s \in S} \sum_{k \in K} z_{sk} \leq R \quad s \in S_1$$

$R$ : P & R 駐車場の総設置駅数

(目的関数)

対象とする道路ネットワーク内を移動するすべての車両の総走行時間と P & R に転換した通勤者の電車での総走行時間の総和を最小とする。

$$\text{Minimize} \quad \sum_{(i,j) \in L} \sum_{m \in M} b_{ijm} y_{ijm} + \sum_{s \in S} A_s x_s$$

$$b_{ijm} = \frac{f_{ij}(a_m) - f_{ij}(a_{m-1})}{a_m - a_{m-1}}, 0 \leq y_{ijm} \leq a_m - a_{m-1}$$

$A_s$ :  $s$  駅から都心まで電車での所要時間

$f_{ij}$ : リンク  $(i, j)$  の総走行時間関数

(2) 予算上限制約のパラメトリック分析

予算上限制約のパラメトリック分析では, A, F, G の 3 駅に集中的に整備することが効率的であることがわかり, また, 総設置数は 2 から 4 施設に絞ることが適当であることがわかる。

表 駐車場整備制約条件

駅	限界容量(台)	予算上限値(百万円)					
		50	100	150	200	250	300
A 阿品	500	200	450	500	500	500	500
B 五日市	300	0	0	0	0	0	0
C 大塚	300	0	0	0	0	0	150
D 高取	300	0	0	0	200	250	300
E 可部	300	0	0	50	50	250	250
F 狩留家	300	250	200	300	300	300	300
G 下深川	300	0	0	200	300	300	300
H 八本松	300	100	250	300	300	300	300
I 瀬野	300	0	0	50	50	100	300
J 呉ポートピア	500	0	0	0	0	0	0
合計	3400	550	900	1400	1700	2000	2400

5. ロジットモデル結合型最適施設配置モデルによる P & R 政策分析

ロジットモデル結合型最適施設配置モデルによる P & R 政策分析では, P & R 施設最適配置モデルで得られる新規施設の最適利用者数が, 交通手段選択モデルにおいて推計される P & R 計画選択確率に基づく利用者数の推計値と整合的であるようにモデルを改良する。

(1) ロジットモデル結合型最適施設配置モデルの構築

モデルの定式化において, 添字集合, 変数, 制約条件(a)~(f), 目的関数は, P & R 施設最適配置モデルと同様である。

(g) 需要制約

$$x_s \leq \alpha OD_s P_s \quad 0 \leq \alpha \leq 1 \quad s \in S_1$$

$$U_s = \theta_1 + \theta_2 UN_s + \theta_3 CHU_s + \theta_4 SHA_s + \theta_5 HI_s + \theta_6 TIME_s$$

$$P_s = \frac{1}{\exp(U_s) + 1} \quad \alpha: \text{P \& R 認知度}$$

(2) 数値結果

最適基準解分析では, A, D, G, H, I の 5 つの駅に配置することが最適であることがわかる。また, P & R 施設を設置しない時間損失量と比較すると, 6%の改善率が期待でき, P & R 駐車料金は, 4,000 円程度にすることが効果的であることが言える。

主要参考文献

[1] 大山達雄, 『最適化モデル分析』, 日科技連出版社, 1993  
 [2] 転馬潤, “整数計画法による土地利用と道路網の同時最適化モデルに関する研究”, 埼玉大学大学院政策科学研究科修士論文, 埼玉大学, 1989.