

パークアンドライドシステム導入によるエネルギー消費削減効果とその社会的費用に関する研究 *

Reduction of Energy Consumption of Mobility into the Center of City by Introducing
Park & Ride system and Responsibility of Its Social Cost

盛岡 通**、城戸由能***、○ 西原達也****
By Tohru MORIOKA、Yoshinobu KIDO and Tatsuya NISHIHARA

ABSTRACT

Recently, the traffic jam and the energy consumption in the center of city is becoming a serious problem because of increasing commerce transports, automobiles from the homes in the suburban areas to the office in the city. The Park and Ride system is expected to control the mobility in the city for mitigation of the traffic jam and for the reduction of the energy consumption.

In this study, a survey was taken from the management sector of parking on the terminal station in suburb resident area. Demands of the parking lots was estimated using Contingent Valuation Method(CVM) and Logistic Model, when the social cost for occupying its land was added to the parking fee. The result shows the demand of present users would drastically decreased by only a little additional fee. Considering the numbers estimated for users waiting, the simulation shows that about ¥1,600 could be added to the present fee which is ¥6,000 per month, when the system maintains the effectiveness that controls the inflow mobiles and to avoid the increasing energy consumption.

1. 研究の背景と目的

(1) 研究の背景

近年のモータリゼーションの急激な進展に伴って、都心部において道路の交通混雑は増大し、さらに朝

* キーワード Park & Ride System、空間占有費、CVM、Social Cost、ロジットモデル、都心流入交通

** 正会員 工博 大阪大学教授
(大阪府吹田市山田丘2丁目1番地)
*** 正会員 工博 大阪大学助手
(大阪府吹田市山田丘2丁目1番地)
**** 正会員 日商岩井株式会社
(東京都港区赤坂2丁目4番地5号)

夕の都市周辺部からの通勤自動車による交通渋滞は年々増加傾向にある。また、都心部での駐車場不足による路上駐車問題も年々その深刻さを増している。

居住地の郊外への拡大は遠距離通勤を増加させているが(図-1)、特に京阪神においては通勤に車を使用する傾向が年々強まっている(図-2)。

都心に車が流入し過ぎることが原因で起こる諸問題と、人口の郊外への移動による遠距離通勤を考えると、パークアンドライドシステム(以下P & Rシステムと略)の導入により無秩序な都心への自動車の流入を抑制し、都心での交通渋滞を緩和するとと

もにエネルギーの過大な消費を削減する効果が期待できる。しかし、過去においてP & Rシステムの導入による成功事例は少ない¹⁾。そこで、本研究では利用率の高い事例をケーススタディとし、P & Rシステム導入による効果を分析する。

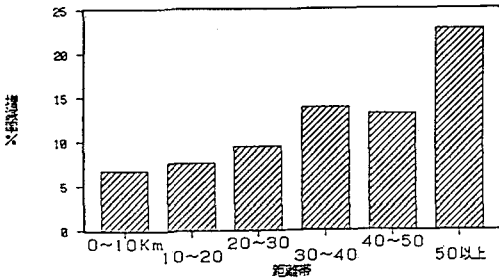


図-1 大阪6区（現在5区）への通勤・通学者²⁾

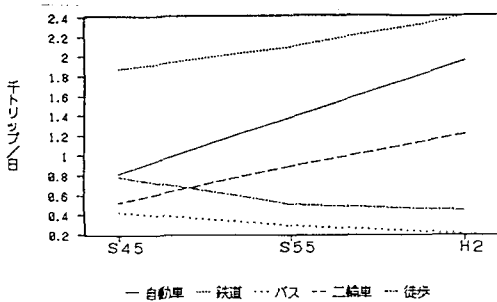


図-2 通勤における交通手段別トリップ数³⁾

(2) 研究の目的

P & Rシステム導入による効果を分析するために、本研究では神戸市営地下鉄名谷駅須磨パティオ駐車場をケーススタディとして、以下の2点を明らかにすることを目的とするアンケート調査およびヒアリングをおこなった。

- 1) 月極駐車料金を政策変数とし、現在のP & Rシステム利用者の駐車場利用に対する需要を予測する。
 - 2) 1)で予測した需要をもとに、月極駐車料金の上昇分を利用者の空間占有費支払い分と考え、空間占有費支払い分と都心部への車流入抑制量、およびエネルギー消費削減量との関係を明らかにする。
2. P & Rシステム導入による効果を推測する際の操作要因

(1) 車による空間占有

現在、日本の経済社会で価格形成に最も影響を与えるものの一つは地価であり、地価によってその土地の生産性が評価される。都心部にあって駐車場以外の用途に用いられれば、その場所の地価に見合った生産性を生むであろう土地に対して、何の生産性も持たない車は土地を占有することに対する社会的費用を支払っていないと考えられる。一方、車の駐車に対する社会的費用を直接利用者に負担させた場合、使用料が高額になり、利用率が減り駐車場サービスは採算がとれなくなる可能性がある。そこで本研究では、車の社会的費用のうち空間占有費を取り上げ、P & Rシステム利用者の空間占有費不払い分を操作要因とした時の都心部への車流入抑制量とエネルギー消費削減量を推測する。ここで、空間占有費の支払いと駐車場サービスにおける採算性を以下のように定義する。

その土地における生産能力を反映する地価から算出したイニシャルコストの年間償却分に、年間のランニングコストを加えた費用を駐車料金からの収入だけで賄うことができれば、駐車場サービスは採算性があるといえる。ここで、地価から算出したイニシャルコストの年間償却分とは、土地を購入した場合は購入費の年間償却分、土地を借りている場合は年間の賃借料を意味する。また、利用者は地価にもとづいた駐車料金を支払うことにより空間占有費を支払っていると考えられる。

(2) パークアンドライド用駐車場における空間占有費

表-1は、本研究でケーススタディとした神戸市営地下鉄名谷駅須磨パティオ駐車場の概要を表し、表-2は駐車場収入の内訳である。

ここで、P & Rシステム利用者の駐車場利用における1ヶ月あたりの車の空間占有費を以下のように定義する。

$$\text{空間占有費} = \frac{\text{駐車場の年間維持管理費} - \text{時間貸し利用による収入}}{\text{年間の月極駐車場利用台数}}$$

上式に表-1、表-2の値を代入すると、8,778円となるため、月極駐車場利用者の1ヶ月あたりの空間占有費不払い分は現状の利用料金との差額をとり、8,800-6,000=2,800円となる。

表-1 須磨パティオ駐車場の概要⁴⁾

開始時期	S52.3
整備主体	神戸市開発局
管理主体	(株)神戸ニュータウン開発センター
利用可能時間	AM6:00～AM9:00
収容台数	2000台(月極900台)
利用料金	1時間 210円 30分毎 50円 月～金 6180円 月～土 7725円 買い物客は3000円購入すると1時間無料
利用状況	平日 4200台/日(月極を含む) 土日、祝日 6400台/日 時間貸し利用平均駐車時間 90分/台

表-2 駐車場収入の内訳⁴⁾

駐車場の年間収入	50,000万円
月極駐車料金による年間収入	6,480万円
時間貸しによる年間収入	43,520万円
駐車場の年間維持管理費	53,000万円

3. P & Rシステム利用者の需要予測

(1) 月極駐車場利用者に対するアンケート調査と調査結果

1993年1月28,29日に須磨パティオ駐車場において、駐車場入り口にてドライバーに直接調査票を渡し郵送にて回収する方法で、駐車場利用者に対してアンケート調査を行った。

質問の内容は以下の4つである。

1)居住地、2)勤務地、3)P & Rシステム利用以前の通勤形態、4)月極駐車場利用に対する支払意思額

アンケート調査の回収率および有効回答回収率を表-3に示す。

表-3 回収率・有効回答回収率(配布数500)

返却数 158	有効回答数 111枚
回収率 31.6%	有効回答回収率 22.2%

回収したアンケートの中で、勤務地が居住区内または隣接する区内にあるものは除外している。

P & Rシステム利用以前の通勤形態に対する質問の回答結果を表-4に示す。また、通勤形態別の居住地から駅まで、および駅から勤務地までの平均距離を表-5に示す。現在、月極駐車場利用者の10%は駐車場周辺の商業施設を勤務地としている人であるので、月極利用900台のうちP & Rシステム利用は800台と設定している⁴⁾。

表-4より、現在のP & Rシステム利用者はP & Rシステム利用以前は車で都心まで行っていた人(以下「車で直接」と略)からの転換者に比べ、駅までバスを利用していた人(以下「駅までバス」と略)からの転換者が多いことがわかる。このことから、P & Rシステム導入において、「都心部流入車抑制効果」よりも「鉄道端末駅周辺地域のバスの需要を奪う効果」の方が大きくなっていることがわかる。

(2) P & Rシステム利用者の需要予測

P & Rシステム利用者のシステム利用に対する需

表-4 P & Rシステム利用前後での交通形態の変化

P & R利用前	車で直接	駅までバス	駅まで徒歩	駅まで二輪	その他
回答数(人)	17	57	7	9	21
割合	15.3%	51.3%	6.3%	8.1%	19%
利用台数(台)	122	410	50	65	153

(総利用台数は800台とした)

表-5 P & Rシステム利用前の通勤形態別の居住地から駅までおよび駅から勤務地までの距離

	車で直接	駅までバス	駅まで徒歩	駅まで二輪	その他
居住地→駅	2.5Km	2.4Km	1.2Km	2Km	5.7Km
駅→勤務地	12Km	18.7Km	18.8Km	11.7Km	15.1Km
居住→勤務地	14.5Km	21.1Km	20Km	13.7Km	20.8Km

要を予測するにあたり、CVM(contingent valuation method)の単純質問法を用い、P & Rシステム利用者の駐車料金に対する支払い意思(WTP: Willingness to pay)をたずね、その結果をロジスティックモデル(logistic model)で回帰した。

ロジスティックモデル(ロジットモデル)とは二値間の関係をロジット曲線に回帰させたものであり、正規分布の累積曲線の形とよく似ており、投薬量と反応、毒性と死亡率などに用いられるほか、学習理論や消費者行動の研究、販売促進の研究にも利用されている。⁵⁾

ロジスティック曲線は次のような式で表すことができる。

$$y = \frac{e^{A + BX}}{1 + e^{A + BX}}$$

この関数は $y' = \ln\left(\frac{y}{1-y}\right)$ の変数変換により $y' = A + Bx$ という単純な線形式に変換したのち回帰分析をおこなう(A、Bは回帰係数)。今、xを月極駐車料金W、yを駐車場を利用する人の割合P、その割合の変換値をP'とし、uを擾乱項とすると全ての駐車料金Wについて次式で表される関係が成り立つ。

$$P' = A + B \cdot W + u$$

uが正規分布に従うと仮定すれば、加重最小自乗法によってA、Bを決定できる。

本来、ロジスティックモデルによって表現される関係は刺激と反応を表す二値間の関係であるので、CVMは市場における個人的選択に最も近い状況を設定させる単一価格提示法によって行われるべきだが、アンケートをする母数に限りがあり、郵送による回収率もあまり期待できなかったので、今回は単

純質問法を用いて駐車場利用者のWTPを測定した。

CVMの結果をロジスティックモデルで回帰したものが図-3である。

図-3より、駐車料金が少しでも上がると、現在のP & Rシステム利用者の利用率は急激に減少することが予測される。

(3) 月極駐車場利用予約者を考慮した際の需要予測

現在、須磨パティオ駐車場では、月極駐車場利用の空きを待っている人(以下「利用待機者」と略)が200人ほどいるが、それらの人が新規で利用できるようになるのは1カ月につき10～15人程度である⁴⁾。このような状況から月極駐車料金を上げた際に発生する駐車場の空きスペースに「利用待機者」が入ることを予想して次の仮定を設ける。

(仮定1) 「利用待機者」の駐車場利用に対する需要は現在のP & Rシステム利用者の需要と同じとする。

(仮定2) 利用待機者の通勤形態の構成比は、現在のP & Rシステム利用者のP & Rシステム利用前と同じである。

(仮定1)、(仮定2)のもとで、駐車料金を上げた際の「利用待機者」の予測利用台数とそれに現在のP & Rシステム利用者の予測利用台数を加えたものを表-6に示す。この値をもとに、「車で直接」からの転換台数、「駅までバス」からの転換台数および総利用台数をグラフにしたものが図-4、利用者全体に占める「駅までバス」からの転換者の割合を表したものを図-5、「車で直接」からの転換者の割合を表したものを図-6に示す。ただし、図において「現状」とは空間占有費不払い分が2,800円の時の値である。

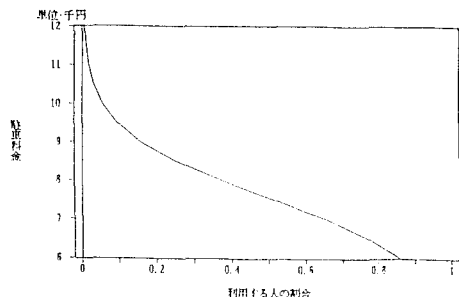


図-3 駐車場利用者の需要

表-6 P & Rシステム利用前の通勤形態別予測利用台数(台)

料金	総台数	車で直接	バス	二輪	徒歩	その他
6,000円	800	122	410	65	50	153
6,500円	773	119	394	63	49	148
7,000円	656	104	334	52	41	125
7,500円	516	87	264	40	31	94
8,000円	373	69	192	27	21	64
8,500円	250	52	130	16	13	39
9,000円	157	37	83	9	7	21

注) 太線枠が現状値

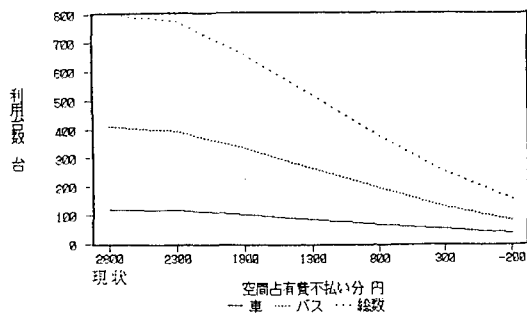


図-4 利用者の空間占有費不払い分と予測利用台数

図-4より、次のことがわかる。

- ・空間占有費不払い分を500円程度利用者に負担させても利用台数はそれほど変わらない。
- ・「車で直接」からの転換者に比べ「駅までバス」からの転換者は個人の負担額が増えるにつれて利用をやめる人が多い。

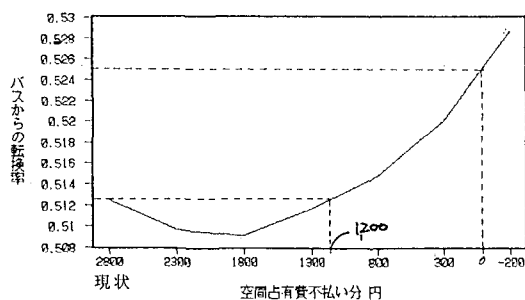


図-5 「駅までバス」からの転換者の全体に占める割合

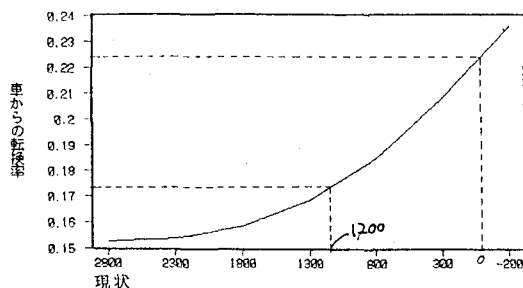


図-6 「車で直接」からの転換者の全体に占める割合

図-5、図-6より、次のことがわかる。

- ・空間占有費不払い分が1,200円程度（空間占有費不払い分の利用料金への上のせが1,600円程度）なら「駅までバス」からの転換者の全利用者に占める割合は現状よりも低い。
- ・この時、「車で直接」からの転換者の全体に占める割合は17.3%と現状（15.3%）よりも高い。

4. P & Rシステム導入による車流入抑制効果およびエネルギー消費削減効果

P & Rシステム導入による社会的負担軽減効果を考えるにあたり、駐車場利用者1台あたりの空間占有費不払い分を操作要因として用い、社会的負担軽減効果として、次の2点を考える。

1) 都心への車流入抑制量

2) P & Rシステム利用者の通勤形態の変化によるエネルギー消費削減量

1)に関しては、「車で直接」からの転換者数を都心への車流入抑制量とし、2)に関しては、表-5と表-6の値を用いてP & Rシステム利用者のシステム利用前後での利用交通機関のエネルギー消費量の差を算出した。また、エネルギー消費量は表-4、表-5の値をもとに各交通機関の走行時のエネルギー消費を考え、各交通機関の走行エネルギーは表-7の値を用いた。図-7は、都心への車流入量抑制台数と利用者1人あたりの空間占有費不払い分との関係を表し、図-8は、エネルギー消費削減量と利用者1人あたりの空間占有費不払い分との関係を表したものである。

表-7 輸送機関別エネルギー消費原単位⁶⁾

車	506.5 kcal/人・キロ
バス	174.2 kcal/人・キロ
電車	100.5 kcal/人・キロ

（ただし、電車はJR 104、民鉄 96.9 の平均）

図-7、図-8より、以下のことがわかる。

- ・空間占有費不払い分を利用者に1ヵ月あたり500円程度負担させても、車流入抑制量とエネルギー削減量は現在とそれほど変わらない。
- ・空間占有費不払い分が2,300円を下回ると車流入抑制量とエネルギー削減量は減少する。
- ・車流入抑制量の減少は一定であるが、エネルギー消費削減量は空間占有費不払い分が800円を下回る

と減少度合いが大きくなる。

- ・空間占有費不払い分が0円の時、車流入抑制量は現在の36%（44台）、エネルギー消費削減量は現在の65%（527kWh/月）となる。

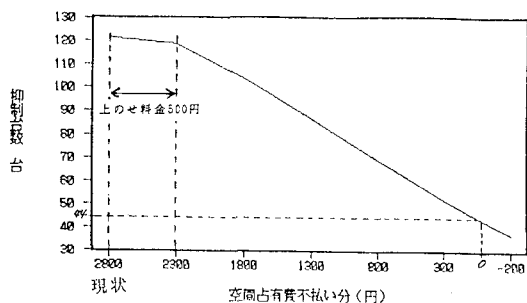


図-7 利用者の空間占有費不払い分と都心部への車流入抑制効果

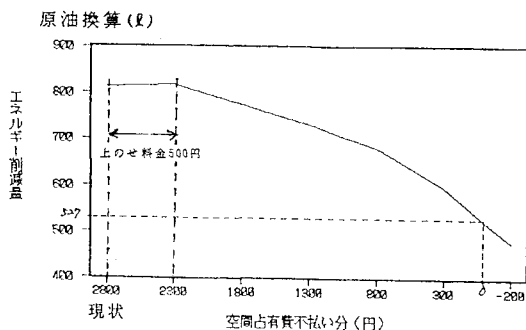


図-8 利用者の空間占有費不払い分とエネルギー消費削減量

5. 結論および考察

(1) 結論

本研究では、文献や利用者に対するアンケート調査およびヒアリング調査から以下の点がわかった。

- 1) 車での遠距離通勤が増加傾向にある。
- 2) P & Rシステムの導入の成功事例は少ない。
- 3) 「駅までバス」を利用していた人のP & Rシステムへの利用転換が以外と多い。

また、本研究での分析により次の2点を明らかにした。

- 1) P & Rシステム本来の目的ではない「駅までバス」からの転換を増加させずに駐車料金に転嫁できるのは1ヶ月につき1,600円程度である。

- 2) 都心部への車流入抑制効果とエネルギー消費削減効果を確保しつつ駐車料金に転嫁できるのは1ヶ月につき500円程度である。

(2) 考察

本研究の分析により、駐車料金を500円/月程度上のせしてもP & Rシステム導入による都心部への車流入抑制効果とエネルギー消費削減効果が期待できることがわかったが、それでもなお利用者の空間占有費不払い分が2,300円/月程度ある。従来のP & Rシステムの利用者不足の原因は、支払う駐車料金に比べ受け取る便益が少ないと利用者が考えたためと思われる。現在のようにモータリゼーションが進んだ社会の中で、P & Rシステム利用者に対し駐車料金だけの社会的費用負担には限界があるため、自家用車の都心部流入を抑制するための並列的に他の政策を導入することが望まれる。たとえば、都心部へ向かうバイパスの通行料金（現在片道400円）を値上げすることにより、都心部へ向かう自家用車利用者に社会的費用の一部を負担させることは可能である。都心あるいは途中経路での社会的費用の内部化として、都心駐車料金のアップ、都心駐車場への課税、違法駐車の前罰強化、Road Pricingなどによる都心流入道路の料金アップなどが考えられ、他の代替施策としてシンガポールのような都心流入車制限の法制化などが考えられる。

謝辞

アンケート調査に協力してくださった駐車場利用者の方々、ヒアリングをおこなう際に協力してくださった（株）神戸ニュータウン開発センターの方々、心より感謝いたします。

参考文献および注釈

- 1) トヨタ交通環境委員会：都市圏経営とP & Rシステム：1987
- 2) 総務庁統計局：第42回日本統計年鑑：1992
- 3) 第3回京阪神パーソントリップ調査：1990
- 4) (株)神戸ニュータウン開発センターでのヒアリング結果を参考にした。
- 5) S. チャタジー、B. プライス：回帰分析の実例 佐和隆光、加納悟 訳：新曜社 1984
- 6) 運輸省運輸政策局情報管理部：運輸関係エネルギー要覧、平成3年度版：1991