

# 113. 選択肢集合の形成確率を考慮した商業・業務地の駐車場選択行動に関する分析

Cognition of Parking Lot and Parking Lot Choice Modeling with Choice Set

兵藤哲朗\*・高橋洋二\*・岸井隆幸\*\*・久保田尚\*\*\*・安田勇作\*\*\*\*

Tetsuro Hyodo, Yoji Takahashi, Takayuki Kishii, Hisashi Kubota and Yuhsaku Yasuda

This paper aims to examine effects of parking guidance information which is one of the important factors for parking choice behavior. Because it is assumed that parking users do not always know parking lots around the destination area. So a questionnaire was conducted on drivers who used parking lot in Shibuya-city. By using the data, two models are examined, such as Parking Lot choice model and Parking Lot cognition model. The Parking Lot choice model is disaggregate analysis with distance and parking fee. The Parking Lot cognition model is also constructed using the same data. And each parking lot's share is calculated by a method which considers the probabilistic choice set generation. Some examines show that our model can describe the feasibility of the introduction of Parking Lot Guidance Information system.

**Keywords :** Parking Lot Choice Modeling, Choise Set, Logit model, Parking Lot Guidance Information.  
駐車場選択モデル、選択肢集合、ロジットモデル、駐車場情報提供

## 1. はじめに

商業・業務機能の集積に起因する路上駐車や、交通渋滞への対応策としては、無論一時預かり駐車場の整備が望まれるし、近年では駐車場情報提供システムの拡充も進められ、ある程度の効果をもたらしつつあるといえよう。さらにわが国では、デパートなど商業施設と連動した、駐車場の割引制度といった付加サービスが提供されていることが多い。しかし、こうした割引制度、満空情報という、駐車場利用者に魅力ある情報が、現時点においても、駐車場の案内情報などによって十分提供されているとはいえない。駐車場利用者にとって、より利便性がよいと考えられる、別の駐車場があるにもかかわらず、利用されていない場合も多々見受けられる。原因の一つとしては、自動車利用者が、来街地にある全ての駐車場を認知できず、ごく一部の駐車場の知見に基づいた行動を余儀なくされていることが考えられる。

そこで、本研究では、商業・業務が集積し、駐車場が十分に整備されている、東京都渋谷区渋谷駅周辺地区を例に取り上げ、駐車場の利用率に影響があると考えられる駐車場の認知の効果を定量的に把握する。

## 2. 既存研究のレビュー

駐車場の認知に関するものは、駐車場案内システムによる駐車場選択行動の変化を扱った研究、駐車場案内システムと利用者の利用特性との関係を把握した研究、選択肢集合と選択行動の関係について扱った研究などに大別できる。

駐車場案内システムによる駐車場選択行動の変化に関

する研究は、情報取得前後の比較による行動の変化をロジットモデルにより、定量的に把握している研究<sup>1)2)</sup>や、提供された情報の精度、情報の信頼性が選択行動に与える影響<sup>3)4)</sup>に関する研究が行われている。また満空情報、待ち時間情報といった、情報の内容別の影響についての研究<sup>5)6)</sup>も行われている。

案内システムの利用特性に関しては、駐車場案内システムを利用したか否かを個人属性などから、数量化Ⅱ類により把握した研究<sup>7)8)</sup>、案内情報により駐車場を変更するか否かを個人属性などから把握した研究<sup>9)</sup>がある。

選択肢集合と選択行動の関係についての研究では、買物頻度が多いほど代替駐車場が多いこと<sup>10)</sup>や、駐車場の情報提供による駐車場選択肢集合が駐車場選択行動に大きな影響を及ぼすことを示している研究<sup>11)</sup>、代替駐車場の集合の大きさや個人属性との関係を数量化Ⅱ類により定量的に把握した研究<sup>12)</sup>がある。

これらのことから、駐車場情報提供の影響による、駐車場の選択行動の変化を定量的に把握することは、情報提供の意義を示す上で、重要であるといえ、既存の研究からも、情報提供による選択肢集合の増加が、駐車場の選択行動に影響を与える可能性があることが示唆されており、駐車場の選択肢集合の形成確率を考慮した、駐車場の選択行動を把握することは、意義があるといえる。そこで、本研究では、情報提供により、駐車場の選択肢集合が変化したと仮定し、駐車場の選択行動に与える影響を把握し、選択肢の増加と選択行動との関係を定量的に捉えることを目的とする。そこで、駐車場利用者へのアンケート調査を通じ、認知と選択行動の関係を把握する。

\*正会員 東京商船大学商船学部流通情報工学課程 (Tokyo Univ. of Mercantile Marine)

\*\*正会員 日本大学理工学部土木工学科 (Univ. of Nihon)

\*\*\*正会員 埼玉大学大学院理工学研究科 (Saitama Univ.)

\*\*\*\*学生会員 東京商船大学大学院商船学研究科流通情報工学専攻 (Tokyo Univ. of Mercantile Marine)

### 3. データの概要

東京都渋谷区 JR 渋谷駅周辺において、2000 年 10 月 10 日～11 月 30 日の間、一般車両の路上駐車削減と貨物車を対象とした荷捌きルールの確立を柱とした交通社会実験が行われた。この期間中 11 月 28 日、29 日、30 日の平日 3 日間、渋谷区渋谷駅周辺の 8 箇所の駐車場（図 1）において、自動車利用者に対してアンケート調査を行った。

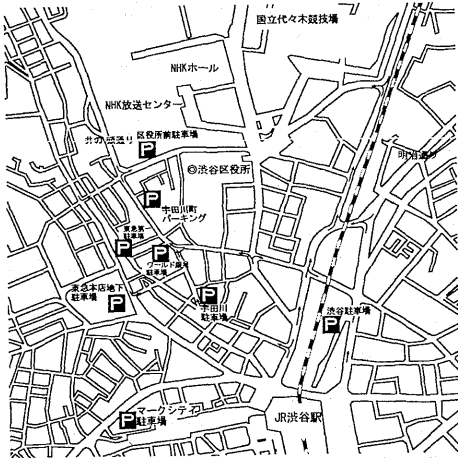


図 1 対象地区

対象とした、各駐車場の概要を表 1 に示す。渋谷区役所前駐車場は、駐車可能台数が最も多く、駐車場割引（特約）がある店舗数が最も多く、次いで渋谷駐車場となっている。その他 5 箇所の駐車場は、専用駐車場となっている。宇田川駐車場は、特約がない駐車場である。

表 1 対象駐車場の概要

駐車場No	駐車場名	駐車可能台数	駐車料金	割引店舗数	無料時間
1	区役所前駐車場	650	200円/30分	6箇所	2000円/1時間 3000円/2時間 30000円/3時間
2	宇田川町パーキング	108	250円/30分	1箇所	2000円/2時間
3	東急第1パーキング	152	300円/30分	2箇所	2000円/1時間 3000円/2時間 30000円/3時間
4	東急本店地下駐車場	267	300円/30分	2箇所	2000円/1時間 3000円/2時間 30000円/3時間
5	ワールド銀泉駐車場	64	300円/30分	1箇所	2000円/2時間
6	宇田川駐車場	23	300円/30分	なし	なし
7	渋谷駐車場	283	300円/30分	4箇所	2000円/1時間 3000円/2時間 30000円/3時間
8	マーケティング駐車場	200	200円/20分	1箇所	2000円/1時間 5000円/2時間

アンケート調査の概要を示す（表 2）。アンケートでは、対象 8 箇所の駐車場出入口において、調査票を手渡し、回収は郵送で行った。

アンケートでは、個人属性、駐車場利用理由、実際に

駐車していた時間、駐車料金をたずねた。対象とした駐車場では、特約があり、実際に支払う駐車料金も、影響を受けると考え、特約店舗での買物金額、それ以外の店舗での買物金額、さらに特約を利用したかどうかの有無に至るまで、詳細に回答してもらった。

また、駐車場の選択行動を把握するために、今回対象

表 2 アンケート調査の概要

調査名	駐車場所アンケート調査
調査日・時	2000 年 11/28～11/30(平日)9:00～17:00
調査対象	駐車場(8 箇所)利用者
調査方法	手渡し、郵送回収
回収票数(回収率)	333 (12.2%)
調査内容	個人属性、駐車場利用理由、駐車時間 駐車料金、買物金額、駐車場の認知 出発前、実際利用駐車場など 駐車場所に関する意識調査

とした駐車場 8 箇所それぞれについて、知っているかどうか、出発前に利用しようと考えていた駐車場、実際に利用した駐車場についてたずねている。

回収されたアンケート、すべてを対象に、個人属性及び、目的などを集計した結果は、図 2 の通りである。

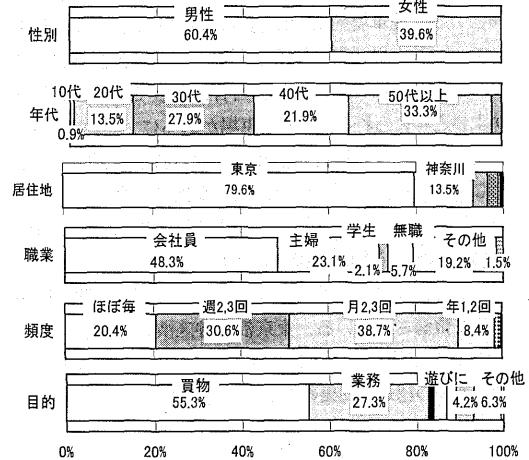


図 2 回答者の属性(総計 333)

今回の調査票設計においては、特に、実際に支払った駐車料金を正確に調べることに配慮した。

その結果、全体の約 6 割が、特約を利用し、利用しなかった約 4 割の利用者を大きく上回り、特約利用の実態が、明らかになった。そのため、時間ごとの駐車料金以上に、駐車場の選択行動には、特約の有無の影響が大きいと考えられる（図 3）。

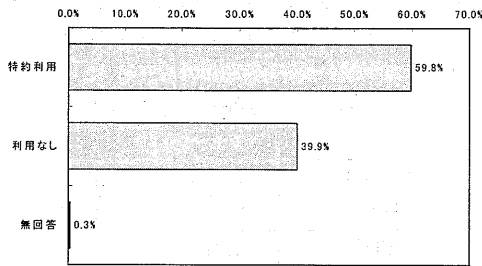


図3 特約の有無

#### 4. 駐車場認知の要因分析

##### (1) 認知に関する要因分析

アンケート回答者に対し、8箇所の駐車場それぞれについて知っているか否かについて回答してもらった結果をもとに、集計を行った。駐車場利用者は、平均約3つの駐車場を認知しているにとどまり、すべての駐車場を認知している回答者は全体の1.1%にとどまった(図4)。

このことから、ドライバーへの駐車場情報の提供は、認知個数、すなわち、選択肢集合の増加を促し、結果としても効率的な駐車場利用を促す効果があると考えられる。

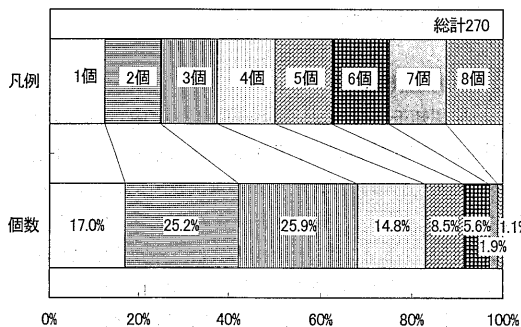


図4 認知の個数

次に、認知個数の差を、渋谷への来街頻度が高いほど、駐車場に対する認知が高いと考え、来街頻度と認知駐車場の個数とのクロス分析により、関係を見る。

来街頻度を、ほぼ毎日と回答している来街者は、約4個(平均3.6)の駐車場を知っている。一方、月2,3回の来街者は約3個(平均2.7)駐車場を知っている。すなわち、来街頻度が多いほど、知っている駐車場が多いといえる。一方で、ほとんど来ない人は、約7割が知っている駐車場が1個であることがわかる。その結果、認知数は、来街頻度が多いほど、増加することがクロス分析より明らかになった(図5)。

そこで、他の要因に関しても駐車場の認知に与えてい

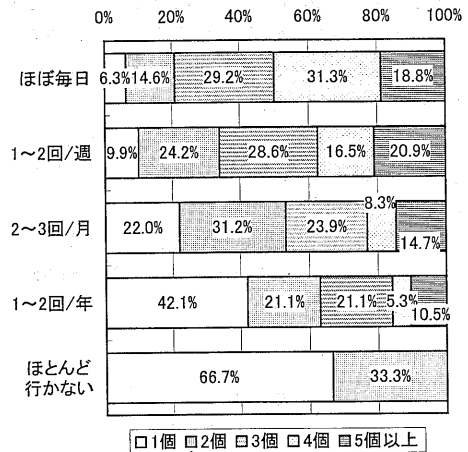


図5 来街頻度と認知個数との関係

る影響を把握するため、数量化I類を用いて分析を試みる。

外的基準を認知数とし、変数として、来街頻度、居住地、目的の3変数によって、分析する。それぞれの変数について、外的基準となる、認知数の平均、件数について、カテゴリー別に把握する(表3)。

居住地別では、都内、都外に分けて、検討した。渋谷区は、新宿区、目黒区、世田谷区などと隣接し、そうした地域からの来街者がより認知数が高いと仮定し、認知数の平均を求めたところ、都内からの来街者では、平均3.1に対し、都外からは平均2.5であった。同様に、目的別に、買物目的と買物目的以外(業務目的、通院など)に分類し検討した。買物目的では、平均3.2に対し、それ以外の目的では平均2.8であった。このことより、来街頻度、居住地、目的の変数それぞれにおいて、認知数との関連があると考えられる。

表3 認知数との関係

項目名	カテゴリー名	件数	平均
全体		270	3.0
来街頻度	ほぼ毎日	48	3.6
	1~2回/週	91	3.3
	2~3回/月	109	2.7
	1~2回/年	19	2.3
	ほとんど行かない	3	1.3
居住地	都内	216	3.1
	都外	54	2.5
目的	買物目的	159	3.2
	それ以外	111	2.8

数量化I類の結果より、来街頻度が多いほど、係数が

高く、認知している駐車場の数が多いことがわかる。居住地別では、都内からの来街者で認知数が多く、目的別にみても、買物目的のほうがより、認知している駐車場の数が多いということがいえる。

また、範囲をみると、来街頻度(1.927)、居住地(0.437)、目的(0.253)、の順に、認知数にわずかながら影響を与えていることがわかる(図6)。

しかし、決定係数は0.106と低かった。そのため、来街頻度、居住地、目的から、認知数そのものを正確に把握することは困難であるといえる。

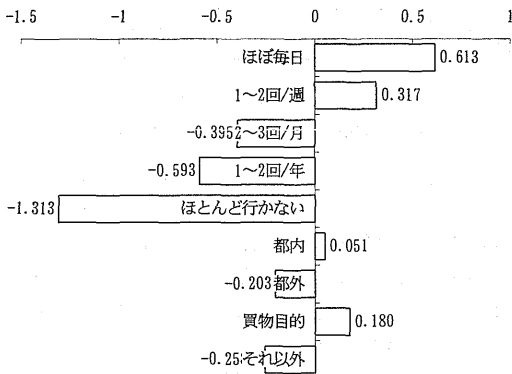


図6 数量化I類の総認知個数分析結果(パラメータ値)

## (2) 駐車場認知モデルの構築

認知数の総和を十分な精度で把握することはできなかったが、個々の駐車場認知の有無を個人毎に把握することができれば、情報提供の方法も含め、駐車場ごとの利用率を高める政策分析の一助となり得る。

そこで、さらに認知に与える影響を、個々の駐車場を認知しているか否かという選択モデルを通じて分析する。駐車場を認知しているということは、駐車場の場所、すなわちデパートなど目的地との位置関係や、駐車場と目的店舗との割引関係、及び単位時間あたりの駐車料金を認知しているということであるといえる。個人の選択行動モデルとしては、本来認知していない駐車場に駐車料金などの変数を入れることに問題があろう。しかし、ここでは、認知の有無を判別する、集計的な判別関数として2肢選択モデルを構築する。そこで、駐車料金、目的地までの直線距離(地図上より計測。目的店舗が複数の場合は、平均の直線距離を用いた。)目的店舗との特約関係の有無をダミー変数とした、駐車場の認知モデルを構築する。

駐車場の認知確率を求める駐車場認知モデルを、回答に欠損値がない、270サンプルより、認知-非認知の2肢のロジットモデルとして構築した。

一個人あたり、8つの駐車場の認知の有無を判別するため、サンプル数は全部で2160(270×8駐車場)である。

その結果、距離および特約ダミーのt値が共に大きく、尤度比も比較的高い良好な結果が得られた(表4)。

表4 認知確率モデル推定結果

	パラメータ(t 値)
料金(円)※	-0.00005793 (-1.1)
距離(m)	-0.002939 (-9.9)
特約ダミー※	0.5896 (4.5)
駐車場1ダミー	1.5355 (7.5)
駐車場2ダミー	0.2939 (1.8)
駐車場3ダミー	0.3354 (2.1)
駐車場4ダミー	1.6223 (9.1)
駐車場5ダミー	-2.9288 (-8.3)
駐車場6ダミー	-0.7641 (-4.4)
駐車場7ダミー	0.1196 (0.6)
尤度比	0.2217
的中率	74.4%
サンプル数	2160 (=270×8)

※ 特約がある場合、ダミー変数は1、料金は特約料金を考慮した。(駐車場番号は、表1に対応)

※ 料金、距離等の全ての変数は、認知している選択肢に属している。

※ 駐車場8ダミーを0に固定。

## 5. 駐車場選択モデルの構築

駐車場認知モデルを構築したデータと、同一のデータを用いて、駐車場選択モデルを非集計ロジットモデルにより構築する。そこで、駐車場の選択要因を把握するため、駐車場利用理由(複数回答)をみる。

駐車場の利用理由では、選択方式による回答であり、主な理由としては、「目的地に近い(68.5%)」、「いつも利用している(62.2%)」、「駐車場割引が利用できる(50.7%)」が挙げられた。一方で、駐車場案内板をみて駐車場を変更した利用者は、1.1%と低い結果となった(図7)。

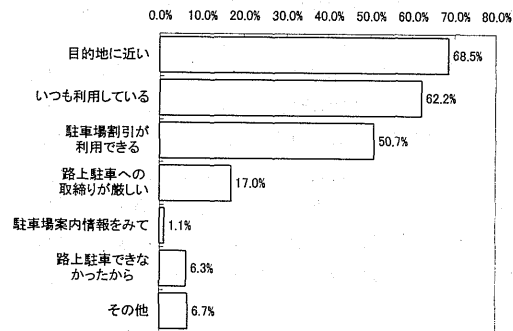


図7 駐車場選択理由

また、分析対象とするデータを対象に、各駐車場におけるシェアを求める(図8)。アンケートでは、専用駐車場である、東急本店地下駐車場が最も多く、次いで区役所前駐車場となっている。こうしたことから、駐車場料金に特約利用が与える影響の大きさを伺うことができる。

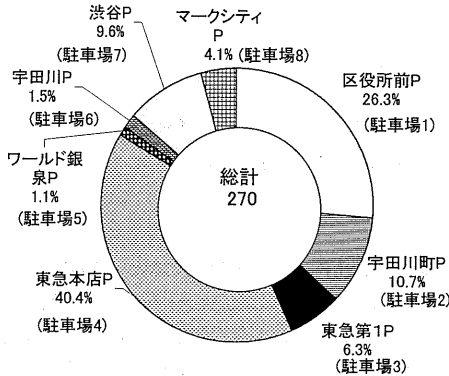


図8 各駐車場のシェア

駐車場の選択肢集合に関しては、アンケート回答者の認知を考慮し、限定した選択肢集合を用いた。パラメータの推定結果を表5に示す。各変数のパラメータは、マイナスとなっており、距離、駐車料金は共に、駐車場利用の抵抗となっており、符号条件は問題ないといえる。また、共通変数である、駐車料金、目的地と駐車場の直線距離のt値は、ともに妥当な値であり、尤度比、及び的中率も十分な値を示している。なお、このモデルには、特約ダミーは、入っていない。一方で、認知確率モデルでは、含まれている。これは、目的地における特約の有無が認知段階に強く関係すると思ったためである。

表5 駐車場選択モデル推定結果

	パラメータ(t 値)
料金(円)	-0.002340 (-4.5)
距離(m)	-0.008852 (-7.1)
駐車場1定数項	0.007227 (0.9)
駐車場2定数項	0.09029 (1.2)
駐車場3定数項	-0.007773 (-1.1)
駐車場4定数項	-0.003112 (-0.4)
駐車場5定数項	0.05338 (0.1)
駐車場6定数項	-0.3965 (-0.5)
駐車場7定数項	1.4928 (2.0)
尤度比	0.3862
的中率	80.0%
サンプル数	270

※ 料金は特約料金を考慮した。(駐車場番号は、表1に対応)

## 6. 選択肢集合の形成確率を考慮した感度分析

商業・業務地における駐車場の選択行動において、駐車場の認知確率が大きな影響を与えることはこれまでの分析で概ね明らかとなった。駐車場選択モデルでは、これは選択肢集合の形成のあり方を直接左右することになり、同選択確率算出の大きな要因でもある。また、駐車場選択および個々の選択肢認知確率(ここでは選択肢集合への包含確率とみなす)モデル双方にロジットモデルを用いた場合、両者を統合した包括的分析方法論を援用することができる。そこで、構築された駐車場選択モデルと駐車場認知モデルを組み合わせ、下記式で選択肢集合形成確率を考慮した駐車場選択確率を推計する(森川他(1991))。

$$P(i) = \frac{\sum_D \pi(D) \cdot P(i|D)}{(1 - \pi(D = \phi))}$$

$$P(i|D) = \frac{\exp[V_i - \ln(q_i)]}{\sum_{j \in D} \exp[V_j - \ln(q_j)]}$$

$$\pi(D) = \prod_{j \in D} q_j \prod_{j \notin D} (1 - q_j)$$

$P(i)$ : 駐車場選択確率、 $\pi(D)$ : 選択肢集合Dの形成確率、 $q(i)$ : 選択肢認知確率、 $\phi$ : 空集合

(なお、本分析では選択肢数が8なので、Dの要素は $2^8=256$ 存在する。)

このモデル式を用いて、まず、各々の駐車場が、何らかの情報提供により、得られたサンプル(270サンプル)全員がその駐車場を100%認知するケースの同駐車場選択確率の変化を算出する( $q(i)=1$ と置く)。8つの駐車場別に、各駐車場が100%認知された場合の結果を、表6に示す。認知確率の向上により、選択肢数が増え、それに伴う選択確率の変化を定量的に把握することができる。

表6 認知確率=1と想定した場合の選択確率の変化

選択肢	1	2	3	4	5	6	7	8
P(現況)	0.211	0.126	0.099	0.330	0.022	0.042	0.125	0.045
P(q=1)	0.264	0.210	0.137	0.373	0.150	0.096	0.229	0.088
q(現況)	0.663	0.370	0.463	0.748	0.033	0.185	0.307	0.238

次に、認知率の増加による駐車場選択確率の変化と、料金の値下げに伴う、駐車場選択確率の変化についての分析の比較を行う。例として、駐車場1を取り上げ分析を行う(図9)。単純に、駐車場1の認知確率を増加させると、駐車場の選択確率は、概ね0.26付近まで漸近的に増加することがわかる。一方、認知確率を現況で固定し、料金の値下げに対する感度を見ると、その変化率は認知率変化に比べ大きいことがわかる。

この感度分析(認知率0.3の10%増加とは $0.3 \times 1.1 = 0.33$ )からみると、認知率を10%増加させた場合と、料金を20%値下げした場合、共に駐車場の選択確率が現状より6%増

加し、両者が同等の効果であることが見て取れる。同様に図9の、駐車場選択確率の約17%増の箇所からは、駐車料金の60%の値下げと、認知率の30%増加が等価であることが確認できる。

駐車場の選択確率を約2割増加させるために駐車料金を60%下げるとは、現実的に難しいと考えられる。しかし、駐車場の案内情報などの拡充により、認知率を30%増加させることは情報機器の進展などから、より現実的な政策であると判断できよう。このことから、料金の値下げによる効果以上に、認知率の増加を促すような方策のフィージビリティの高さが確認できる。自動車利用者によっては、案内情報による情報提供を参照しないことが考えられる。しかし案内情報を、積極的に活用するような、特約対象店舗の拡充やITをつかった案内情報の伝達を向上させることによって、実現させることができると考えられる。

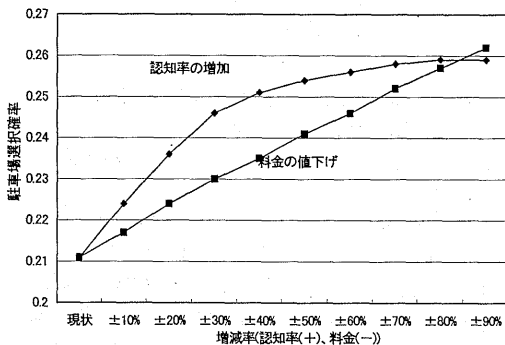


図9 駐車場1の感度分析

最後に、各々の駐車場が全てのサンプルにとり「特約」利用ができるケースを考える。特約利用により、I. 選択確率式においては料金低下の効果、そしてII. 認知確率式においてはそれに加え「特約ダミー」値が変化する、すなわち目的地の特約駐車場として十分認知される効果の

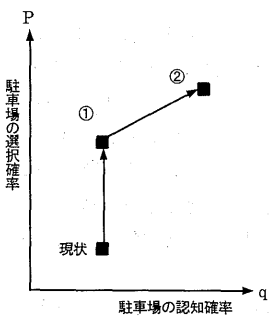


図10 感度分析の概略

二つに結果を分離できる。図11は各駐車場の推計結果であるが、現況から駐車場選択確率が向上する効果(①)と、認知率向上の効果(②)の2段階の確率変化を示している(図10)。情報提供や費用低減策など、両段階に効果が分離されることが見て取れる。

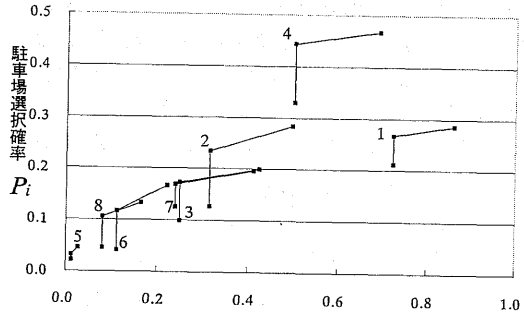


図11 特約導入による選択確率の変化

## 7. おわりに

本分析では都市内の駐車場利用で重要な役割を果たす情報提供などに着目し、選択肢認知プロセスを考慮した分析を試みた。特に既存の選択肢集合形成確率を考慮した分析方法論により、単に駐車場選択行動に止まらない、駐車場認知という本質的な行動を取り込んだ分析の有効性を示し得たと考える。また認知を左右する政策は情報提供に限らない。感度分析で扱ったように、特約範囲の設定も実効性の高い政策であり、個別商業施設の戦略も考慮した、地域全体の駐車場運用方針の必要性が確認できたと思う。

謝辞：本分析にあたり、渋谷地区交通需要マネジメント社会実験推進協議会のメンバーの方々には、資料の提供をはじめアンケート調査にご協力いただいた。ここに記して感謝いたします。

### <参考文献>

- 1) 倉内他(1996):駐車場案内システム導入によるドライバーの駐車行動変化の実証的分析、第31回日本都市計画学会学術研究論文集、pp.457-462
- 2) 古矢他(1996):案内情報提供下での駐車場選択行動のシミュレーション分析、土木計画学研究・講演集 No.19(1)、pp.529-532
- 3) 目黒他(1992):交通情報提供に着目した交通行動の基礎的分析、土木学会第47回年次学術講演会、pp.424-425
- 4) 兵藤他(1996):駐車場情報提供システムを考慮した交通行動モデルの検討、土木計画学研究・論文集 No.13、pp.855-860
- 5) 朝倉他(1993):交通情報提供の効果計測のためのモデル分析：駐車場情報を例に、土木計画学研究・講演集 No.16(1)、pp.41-47
- 6) 黒木他(1999):ドライバーの提供情報への信頼度を考慮した駐車行動に関する研究、土木計画学研究・講演集 No.22(1)、pp.323-326
- 7) 大石他(1992):駐車場案内システムの評価に関する研究、土木学会第47回年次学術講演会、pp.660-661
- 8) 伊他(1994):多摩センター地区における駐車場案内システムの導入効果及び評価に関する研究、第29回日本都市計画学会学術研究論文集、pp.283-288
- 9) 藤本他(1994):駐車場案内情報システムに対する利用者意識の特性分析、土木学会第49回年次学術講演会、pp.384-385
- 10) 室町他(1991):情報案内を考慮した駐車場選択モデルに関する研究、土木計画学研究・講演集 No.14(1)、pp.139-146
- 11) 室町他(1991):情報提供による駐車場選択行動変化のモデル分析、土木学会論文集 No.470/IV-20、pp.145-154
- 12) 吉田他(1994):駐車場案内システム有効利用のための基礎的検討、土木学会第49回年次学術講演会、pp.380-381
- 13) 森川他(1991):定量的観光魅力度と選択肢集合の不確実性を考慮した観光目的地選択分析、土木計画学研究・論文集、No.9 pp.117-124