

他の路上駐車車両に影響される路上駐車行動のモデル分析

A Analysis of On-road Parking Behavior Considering Other on-road Parking Cars*

佐々木邦明**・武井勇人***

By Kuniaki Sasaki**・Hayato TAKEI***

1. はじめに

本稿では、態度行動変容分析の重要なテーマである社会的ジレンマのひとつとして、路上駐車を取り上げる。路上駐車は一般に個人にとっては望ましい行動であるが、各個人がその行動を選択することによって、交通流を停滞させたり、事故の原因になったりするために社会的には望ましくない状態を作るという意味で典型的な社会的ジレンマ現象である¹⁾。

とくに本稿では、これまでの既存研究で指摘されていた既存路上駐車存在による路上駐車行動の変化²⁾に着目する。他者が路上駐車を行うことによって、路上駐車をよくないことであると考えられる規範的意識によって私的利益最大化行動は抑えられている部分があるが、他者がその規範を破ることによって、他の個人の規範的意識を低下させ、路上駐車を見かけ上誘発することが指摘されている。

しかし、路上駐車行動に対しての影響を定量的に把握するには、条件を制約した心理実験などが必要であり、これまでの研究では主にドライバーの意識調査からの定性的把握などが主であり²⁾定量化はほとんど行われてこなかった。そこで本研究は、この効果がどの程度存在するのかについて、定量的に把握することを目的とする。そのために、この要素以外が排除可能な条件下での実験的な調査を行うこととした。そして、その調査データに基づいて、既存路上駐車が、駐車発生にどの程度の影響を及ぼすのかについて定量的に明らかにする。また、その分析結果を用いて、駐車発生確率に潜在的なクラスを

仮定した発生頻度分布モデルを構築し、駐車確率の変動を内生的にモデル化する。

既存の路上駐車の研究では、主に選択行動の枠組みでの駐車場所選択で行われることが多かったが、本研究では、統計的な分布モデルの枠組みを採用した。そして、そのモデルを用いて、状況に応じたシミュレーションを行い、路上駐車行動における既存駐車車両の影響が、どのような結果をもたらすのかについて検討を行う。

2. 路上駐車行動調査

(1) 調査の概要

本研究は特定の条件を満たす道路と沿道施設において調査を行った場合には、実験に近い状態でのデータ収集が可能であると考え、以下の3条件を満たす場所における調査を計画した。

- 必須性の低い駐車が大多数を占めること
- 道路外駐車場への駐車選択が関係しないこと
- 交通流への影響が小さいこと

これらはいずれも駐車行動に影響を与える大きな要因と考えられ、これらの影響を排除することで、分析対象とした既存駐車存在による駐車行動の変化を観測できると考えられる。

このような条件を満たす場所として、山梨県甲府市にある甲府朝日三郵便局前を選択した。甲府朝日三郵便局前の道路概況を図-1に示した。

この郵便局前の通りは、それまでが片側1車線であったのが、片側2車線になっていて、1時間あたりの交通量は、事前の調査で1時間当たり片方向450台と1車線で十分捌くことが可能な交通量である。そのため条件を満たすと考えられる。また、この郵便局には駐車場がなく、車での来訪者は基本的に路肩に駐車することになることから、条件の

*キ-ワ-ズ:社会的ジレンマ, 路上駐車

**正員, 博士(工学), 山梨大学大学院医学工学総合研究部
(〒400-8511山梨県甲府市武田4-3-11TEL055 - 220 - 8671)
sasaki@yamanashi.ac.jp

*** 非会員, 学士(工学)



図 - 1 甲府朝日三郵便局前の状況

を満たしている。また、近隣の沿道は住宅であり、路上駐車する人のほとんどが郵便局を利用している。しかし、この付近(半径 1km 以内)には郵便局が 6 局 (ATM のみを含めると 8) 存在し、それらの郵便局は局前や局横に駐車場を備えているものが 5 局である。これより路上駐車をしてこの郵便局を利用することは必須性が低いと考えられ、条件の満たしやすい。このように提示した条件を満たしやすい状況であることから、この路上を駐車実態調査の対象とした。この場所の駐車可能な区間長は、約 70 m、普通車で約 10 台分である。

(2) 駐車実態の集計結果

路上駐車調査は、2003 年 10 月 17 日(金)、11 月 10 日(月)、11 月 11 日(火)、12 月 11 日(木)の 4 日間行った。調査時間は各日の 10:00~14:00 の 4 時間で、天候はいずれも晴れ~うす曇りであった。図 2 に調査日ごとの駐車台数を示す。この図を見ると月曜日の台数が、他の調査日に比べ多くなった。また、4 日間の平均台数は 72 台であった。

このデータを単位時間(1 分)ごとに次の 1 単位時間に駐車が発生した割合を、存在した駐車台数ごとに示したのが、図 - 3 である。これを見ると 0 台のときと 1 台のときではほぼ倍になっている。4 台以降では小さくなるが、4~5 台であった時間は非常に短い。そこで、0 台のときの駐車発生率 0.22 とそれ以外での駐車発生率 0.36 を検定したところ、5%の危険率で 0 台以外のときが高いという仮説が有意となった。

このデータを単位時間(1 分)ごとに次の 1 単位時間に駐車が発生した割合を、存在した駐車台数ごとに示したのが、図 - 3 である。これを見ると 0 台のときと 1 台のときではほぼ倍になっている。4 台以降では小さくなるが、4~5 台であった時間は非常に短い。そこで、0 台のときの駐車発生率 0.22 とそれ以外での駐車発生率 0.36 を検定したところ、5%の危険率で 0 台以外のときが高いという仮説が有意となった。

続いて、誘発駐車の影響を明確にするため、常に

1 台以上の駐車がある状態を意図的に作り出し、同じ場所の同じ時間帯での駐車行動の観測を行った。調査日時は 12 月 5 日(金)、12 月 8 日(月)、12 月 9 日(火)、12 月 10 日(水)の 4 日間である。天候はいずれも晴れであった。そのときの駐車台数の合計を図 - 4 に示す。このときの 1 日の平均の駐車台数(意図的駐車車両除く)は 86 台であった。通常の調査と比較すると、月曜が他の曜日よりも多いという結果は同一になった。通常調査時と比較すると、意図

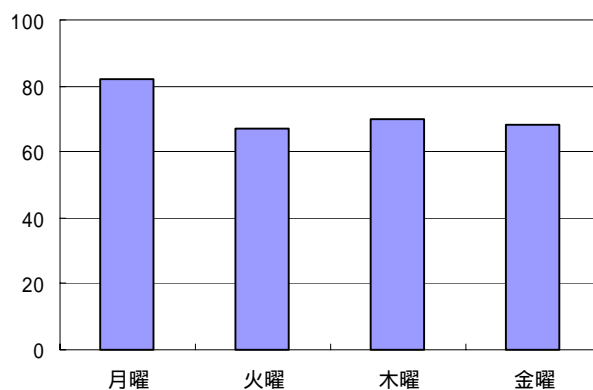


図 - 2 通常調査時の駐車総台数

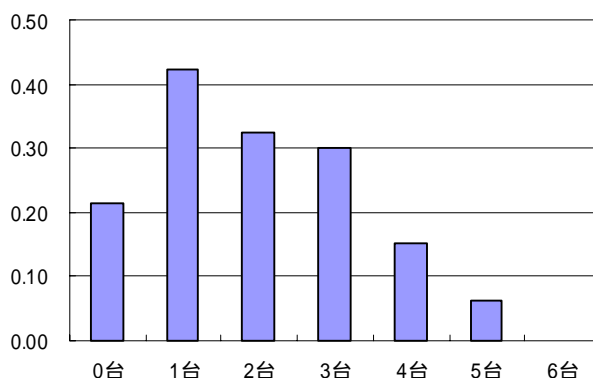


図 - 3 既存駐車台数別単位時間駐車発生割合

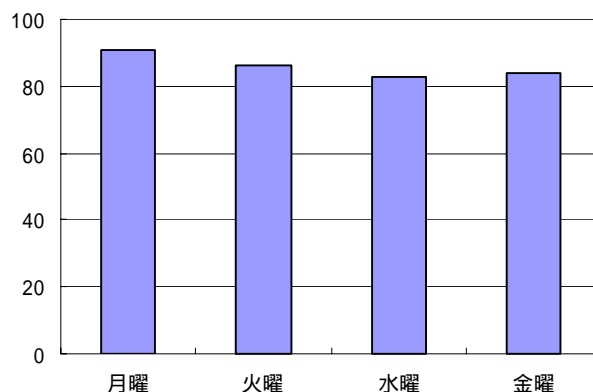


図 - 4 意図的駐車時の駐車台数

的駐車時の平均駐車車両数が多いことを検定したところ、5%の危険率で有意となり、意図的に常に駐車車両を置いた場合は平均値としても増加したといえる。

3. 路上駐車行動変化のモデル化

2のデータを用いて駐車行動記述のモデル化を試みる。本来的には選択モデルの枠組みで記述することが望ましいかもしれないが、本研究では、郵便局前での駐車という限定された条件であり、潜在的な心理要因に着目したことから、そのような調査からは明確なモデルは構築が難しいと判断し、通過台数あたりの駐車発生確率が非常に低いことから、待ち行列モデルの枠組みで、モデル化を行うこととした。待ち行列モデルを用いるために以下の仮定を置く。

無限母集団

客の到着単位を車とする

先着順のサービス順序

待ち行列モデルでは通常到着分布、サービス分布にそれぞれポアソン分布、指数分布が用いられる。しかし、今回は既存駐車との関連性を考慮したため、単純なランダム到着ではなく、窓口に来る客に2種類の客があり、それぞれの種類の客が特定の分布に従って到着する超ポアソン分布³⁾を採用することとする。超ポアソン分布の式を下に示す。

$$a(t) = 2\alpha^2 \lambda_1 e^{-2\alpha\lambda_1 t} + 2(1-\alpha)^2 \lambda_2 e^{-2(1-\alpha)\lambda_2 t} \quad (1)$$

ただし

α : 0台の時間帯の割合

λ_1, λ_2 : 各状態での駐車確率(台/分)

t : 発生間隔(分)

これは、既存駐車があるかないかで駐車確率が変化することを表す。また、サービス分布は(2)式に示すように通常の数分布を用いた。これは、実際上サービス時間が既存駐車車両の有無によって変動するとは考えづらいからである。

$$a(t) = \lambda e^{-\lambda t} \quad (2)$$

これらの仮定より導き出される理論分布と実際の駐車発生間隔度数分布を図5に示した。この結果を見ると、1分以内のときの度数が理論値と大きく

ずれているが、それ以外はよくフィットしている。この2つの分布に対して、平均値を等しいという帰無仮説に対する分散分析を行った。その結果、帰無仮説は棄却できなかった。

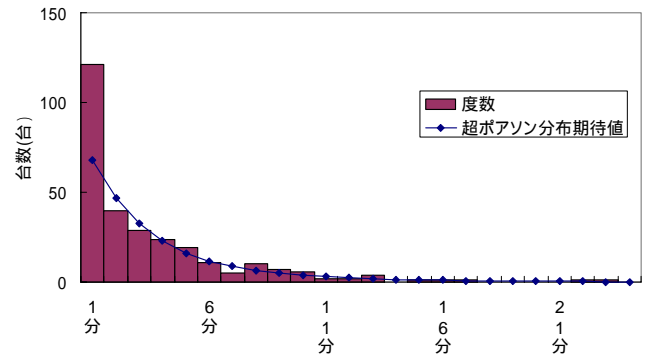


図 5 発生間隔度数と超ポアソン分布の期待値

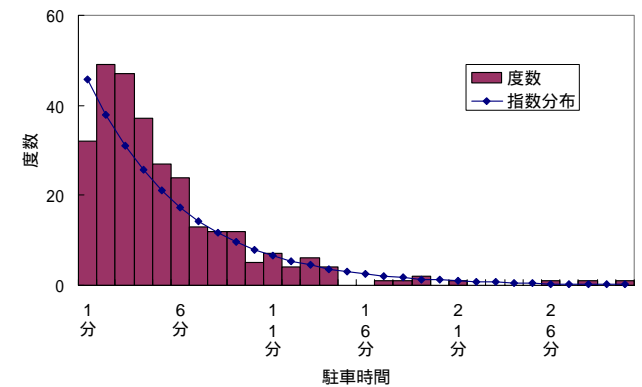


図 6 駐車時間分布と指数分布の期待値

サービス時間と理論的指数分布を図6に示した。この図から、1分で過大評価、2分~7分で過小評価になっている。それ以外の部分では、比較的良好にフィットしている。同じく、両者の平均値は等しいという帰無仮説を立てて分散分析を行った結果、帰無仮説は棄却できなかった。そこで、この分布に従ったシステムでの分析を行うこととした。

2つの分布に従った待ち行列の状態方程式の解は(3)式のように得られる³⁾。

$$v_0 = \frac{1}{2} + \rho - \sqrt{\frac{1}{4} - \rho(1-\rho)(1-2\alpha)^2} \quad (3)$$

ここから状態確率 p_n が以下ようになる。

$$p_n = v_0^{n-1} \cdot p_c \quad (n \geq c) \quad (4)$$

$$\rho = \frac{\alpha\lambda_1 + (1-\alpha)\lambda_2}{c\mu} \quad (5)$$

となる．ただし

v_0 : 状態方程式の解

ρ : 平均的窓口利用率

μ : サービス率

である．

ただし n が c (窓口数)より小さい場合の p_c について

は，別途以下の漸化式から求めることとなる．

$$2c\rho[n\{1-2\alpha(1-\alpha)\}+2\alpha(1-\alpha)c\rho]p_n \\ = (n+1)[(n+2c\rho)p_{n+1}-(n+2)p_{n+2}] \quad (6)$$

$$(0 \leq n \leq c-2)$$

$$2c\rho[(c-1)\{1-2\alpha(1-\alpha)\}+2\alpha(1-\alpha)c\rho]p_{c-1} \\ = c[(c-1)+c(2\rho-v_0)]p_c \quad (7)$$

この p_n を用いて，来訪車両が 0 台の状態（既存
駐車のない状態）に通過する確率は

$$q_0 = \frac{n+1}{c\rho} p_1 \quad (8)$$

で表すことができる．

ここで，先の調査より計算された 0 台のときの単位時間(1分)当たりの駐車確率は 0.22，既存駐車がある場合の駐車確率は 0.36 であることを考えると，駐車率の比は $14/36=0.3888$ となり，0 台の時間帯に通過した潜在的駐車客の約 39%が駐車を断念することになる．これをこのモデルの中で表現すると

$$Q_0 = 0.39 \frac{n+1}{c\rho} p_1 \text{ となる．}$$

これまでに構築した待ち行列モデルを用いて，0 台の時間帯に駐車を考えていたドライバーが駐車を断念する確率を計算する．それぞれ必要な値を全サンプルから求めると，窓口数は通常調査の最大駐車台数 5 台より $c=5$ とする．到着率は，0 台の時の駐車確率を総サンプルより $\lambda_1=0.22$ とし，それ以外のときの駐車確率は $\lambda_2=0.36$ となる．サービス率 $=\mu$ 0.194．これらを用いて(5)式より $\rho = 0.353$ となる．0 台の時間帯が，240 分中 66.5 分であるから， $\alpha = 66.5/240=0.28$ ，この結果から， $v_0 = 0.399$ となる．また，漸化式より， $p_c = 0.021$ ， $p_1 = 0.326$

が求まる．これらを用いて，既存駐車台数が 0 台のときに駐車が可能なドライバーが到着する確率 q_0 は， $q_0 = 0.1846 \dots$ となり，既存路上駐車台数が 0 台のためにドライバーが駐車を断念する確率 Q_0 は， $Q_0 = 0.072$ で与えられる．

以上のように超ポアソン分布を仮定する待ち行列モデルを構築することで，既存駐車の有無により，ドライバーの意思決定が変化する確率が計算できる．ここから駐車状態の変化についての計算が可能であるが，これはあくまで期待値的な値を計算したものになり，平均的な挙動だけが可能になる．今回の分析では駐車需要自体がそれほど大きくない場所での調査であったため，静的な状態が得られたが，状況によっては，駐車車両の存在が他の駐車車両を招き，その結果としてシステムが定常的な状態にならない可能性がある

4．おわりに

本研究では，路上駐車行動を数理的モデルのひとつである，待ち行列モデルの枠組みで，既存駐車の有無による行動変化を取り込んだモデルシステムの構築を行った．しかし，本文で述べたように，システムの挙動をみるためには，このモデルを用いたシステム全体のシミュレーションなどが必要となってくる．そこで，今後いくつかの状況を想定し，駐車状態の変化をシミュレーションの枠組みを援用して，既存駐車の有無によって変化する駐車行動を内生化した路上駐車発生現象を分析する予定である．これらの結果については講演時に示すこととする．

参考文献

- 1) 竹内大一郎・室町泰徳・原田昇・太田勝敏：社会的ジレンマからみた路上駐車問題に関する研究、土木計画学研究・講演集 vol.26 講演番号 178、2002．
- 2) 豊田剛・嶋田嘉昭・川上洋司・本田義明：沿道施設に誘発される路上駐車発生現象に関する研究、土木計画学研究・講演集 No18(1)、pp. 337-340、1995．
- 3) 西田俊夫：待ち行列理論と応用、朝倉書店、1971