

IV-63

料金政策に着目した駐車場の利用挙動分析と計画手法への応用

鳥取大学工学部	学生会員	廣瀬卓己
オリエンタルコンサルタンツ	正会員	後藤忠博
鳥取大学工学部	正会員	喜多秀行

1. はじめに

近年、地方都市においても駐車場不足や駐車待ち渋滞、道路混雑などの問題がしばしば見られ、これらに起因する中心商業地の衰退等も問題となっている。このような問題が発生している原因として、駐車場整備の遅れや駐車場規模の不適切な設定等があげられ、駐車場整備の方法論を確立することの重要性が指摘されている。この理由のひとつとして、駐車場を利用している利用者の挙動があまり明確に把握されていないために利用者の駐車行動を適切にコントロールしようとする考え方がさほど見られないことが指摘できる。つまり、利用者の行動が駐車場の利用挙動の主要な要因となっている。

そこで本研究では、駐車場の利用挙動が駐車料金の影響を大きく受けるにもかかわらず両者の関連性が必ずしも定量的に把握されていないことに着目する。そして、個人の効用最大化行動に基づく滞在時間分布推定モデル¹⁾を援用することによって利用者の駐車時間の変化を内生的に求め、料金が駐車時間に及ぼす影響を算定し、料金設定に応じて利用率や待ち時間がどのように変化するかを推定するモデルを提案する。そして、提案したモデルを用いて社会的余剰最大化の観点から最適な駐車料金と駐車容量を算定する方法についても検討を行う。

2. 駐車料金に着目した利用挙動の分析

本研究では、ある施設等に付置されている単一の駐車場に着目する。当該駐車場への到着台数は非弾力的であるとする。

駐車場に到着した利用客は空きスペースが無ければ待ち、あれば駐車場内で駐車して、用件を終えると退去するような待ち行列システムとして駐車場における利用挙動をとらえることができる。ここで、駐車場に到着する利用客の到着時間の差を到着時間間隔、駐車場内の駐車時間をサービス時間(滞在時間)、駐車場の駐車容量(駐車可能なロットの総数)を窓口数とする。利用客の到着をポアソン到着(M)、サービス(滞在)時間分布を一般分布(G)とし、窓口数(s)が複数の $M/G/s$ 型待ち行列システムとする。

利用客は先着順に空いている窓口に駐車を行い、どの窓口も同じサービス機能を持っている並列窓口とする。待ち行列の数は全体で1本、待ち行列の長さには制約がないとする。

従来は駐車場における滞在時間分布は統計的に推計されてきたが、本研究では限界費用が滞在時間に及ぼす影響メカニズムを明示的に組み込んだ滞在時間分布推定モデルを用い、特定の時間価値分布を仮定することによって得られるものを滞在時間分布として取り扱う。次式はその一例で、利用者の時間価値分布が指数分布、相対的危険回避度が一定な効用関数を有する場合である。限界費用(p)は駐車料金に相当する。

$$g(t) = \beta \lambda' (\psi)^{1-\beta} t^{-\beta-1} \exp(\lambda' p - \lambda' (\psi)^{1-\beta} t^{-\beta}) \quad (1)$$

β : 相対的危険回避度, λ' : 時間価値の平均値,
 ψ : 目的地の魅力, $g(t)$: 滞在時間分布(密度関数)

このような滞在時間分布の算定式を利用し、到着した車の駐車継続時間分布を推定する。こうして、推定した駐車継続時間分布をサービス時間分布とする待ち行列システムにより駐車場の利用挙動をモデル化する。

$M/G/s$ 型のようにサービス時間分布が一般分布で、複数窓口を有する待ち行列システムの平均待ち時間に関しては解析解が得られていないため、本研究では近似式を用いてモデルを構成する。このモデルを用いて料金政策によるサービス(滞在)時間分布の変化を通じて、利用率や平均待ち時間が駐車料金によりどのように変化するのかを分析する。

待ち行列システムの利用率(ρ)は、 $\rho = \lambda / (s \cdot \mu)$ (μ : サービス率, $1/\mu$ = 平均滞在時間) で与えられる。結果の一例を図-1に示す。駐車料金の増加に伴い平均待ち時間と利用率が減少していることが分かり、実際の挙動を良好に記述していると判断できる。

3. 駐車料金と駐車容量の同時決定法

到着率が一定の場合を想定し、駐車場供給費用を駐車料金でまかなうという条件の下で社会的余剰が最大となる駐車料金と駐車容量を算出する。社会的余剰は消費者余剰と生産者余剰の和として定義される。以下では、供給者側の料金収入とサービス供給のための支出が等しくなるような収支均衡条件が成立すると仮定

する。この場合、生産者余剰はゼロとなるため、社会的余剰は消費者余剰を用いて評価することができる。

ここで、需要 (D) を駐車場利用者が受けた駐車サービスの総量と考えると、駐車サービス需要は、利用率 $\rho = \rho(\lambda, p, s)$ と駐車容量 s の積

$$D = s \cdot \rho(\lambda, p, s) \quad (2)$$

で与えられる。このとき、消費者余剰 $CS(\lambda, p, s)$ は駐車料金が p のもとで以下のように表される。

$$CS(\lambda, p, s) = \int_p^\psi s \cdot \rho(y) dy \quad (3)$$

ただし、駐車場の利用に際して混雑が発生する可能性があり、その場合に利用者は待ち時間による損失を被るためその損失分 (C_w)、

$$C_w = \bar{\epsilon} \cdot \bar{t}_w \cdot \lambda \quad (4)$$

を差し引いておく必要がある。ここに、 $\bar{\epsilon}$: 時間価値の平均値、 $\bar{t}_w$: 平均待ち時間、である。社会的余剰 ($SS(\lambda, p, s)$) は、

$$SS(\lambda, p, s) = \int_p^\psi s \cdot \rho(y) dy - C_w \quad (5)$$

で表される。生産者余剰は、料金収入から費用を引いたものとして表される。料金収入 (I_p) は $I_p = p \cdot \rho \cdot s$ とし、駐車場での可変費用はわずかであることからサービス提供費用 C_s を簡単のため、地代のみと仮定して、

$$C_s(s) = a \cdot \zeta \cdot s \quad (6)$$

とする。ここに、 ζ : 単位面積当たりの地代、 a : 1 台あたり必要駐車面積と表すと、収支均衡条件は、

$$I_p - C_s(s) = 0 \quad (7)$$

と表される。(7) 式の条件の下で (5) 式が最大となる駐車場規模と料金水準を決定することができる。図-2 に示す結果より、到着率が増加すると社会的余剰を最大にするために、駐車容量は増加していることが分かる。

4. まとめ

本研究では、駐車料金を明示的に組み込んだ駐車時間モデルを用いた待ち行列モデルにより、料金政策が利用挙動にどのように影響を及ぼすかを推定するモデルを提案した。また、提案したモデルを用いて社会的余剰の観点から、望ましい駐車料金と駐車容量を算定することが可能となった。

本研究で提案したモデルでは、個人の効用最大化行動に基づく滞在時間モデルを援用することによって利用者の駐車時間の変化を内生的に求め、料金政策によって変化する利用挙動を推定することができた。このモデルは、個人の属性の変化、目的地の用途の変化を

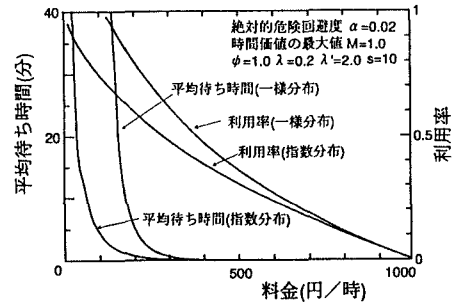


図-1 : 料金と利用率・平均待ち時間の関係

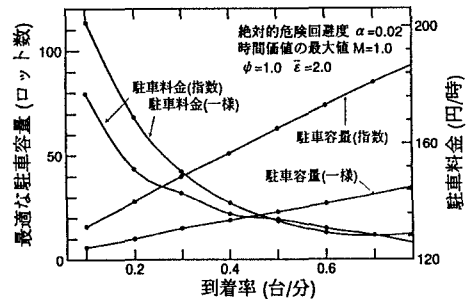


図-2 : 到着率と最適な駐車容量・駐車料金の関係

はじめとする駐車場計画にとって不可欠な要因の変化に伴う利用挙動を見ることができ構造をも有している。また、提案したモデルを用いて社会的余剰の観点から、最適な駐車料金と駐車容量を算定することが可能となった。これによって、利用者の挙動を考慮した駐車場の料金政策や規模決定のひとつのめやすとして評価することができた。

提案したモデルを用いて簡単な数値計算を行い検討した範囲内では、モデルの挙動はほぼ実態状態と一致し、駐車料金が高くなると駐車容量一定の下で利用率・平均待ち時間は減少したり、駐車容量を増やすと駐車料金一定の場合、利用率・平均待ち時間は低下するような知見が得られ、概ね妥当であると認められた。

本モデルには簡単化のための多くの仮定が導入されており、駐車場内の利用客の行動をより明確に表すことのできるモデルづくり、個人属性のパラメータやモデルで用いた近似式についての検討などが必要である。このように今後の課題は残されているものの、料金政策による利用者行動への働きかけを通じて、さまざまな施設に付置する駐車場の整備を行う際のひとつの計画の方向性を示したものと考えられる。

参考文献

- 1) 稲垣香織：ランダム限界効用に基づく滞在時間モデルに関する基礎的研究，鳥取大学大学院工学研究科社会開発システム工学専攻修士論文，1997。