

コインパーキングにおける Revenue Management 手法の適用に関する研究

A Study on Optimization of Parking Revenue Management*

小松 義孝**・兵藤 哲朗***・高橋 洋二****

By Yoshitaka KOMATSU**・Tetsuro HYODO***・Yoji TAKAHASHI****

1. はじめに

Revenue Management (以下 RM と称する) は、施設容量制約下においてマーケットセグメント別に最適価格を提示する事による収益最大化の手法である。アメリカにおいてはすでに航空業界、ホテル業界、レンタカー業界においてその成果をあげているが、有料道路でさえ収益性が望まれる今日、RM の概念を導入すべき適用対象は少なくないであろう。

本研究では、RM の対象として、近年急激に成長しつつあるコインパーキングを取りあげる。その増加要因としては、バブル後の未利用地の増加、IT 化された料金徴収システムの開発などがあるが、コインパーキングは、路上駐車需要を路外に収容するという社会的役割も果たしているといえる。今あるコインパーキングでは、日中の時間帯と深夜の時間帯に分け、料金を変化させる方法が一般的であるが、一方、需要に応じて価格を変化させ他社との差別化を図っている、いわゆる Load Pricing 型の企業も登場しつつある。

『もし、駐車場に一定以上の空ロットがあれば割引適用』という基準がその例であるが、これは明らかに駐車場という容量を、マーケットセグメント別料金体系で配分し、収益を最大化させる RM の実践に他ならない。本研究では、このコインパーキングを例に、割引率と容量配分の閾値について、その理論的最適値について考察することを目的とする。

*キーワード：Revenue Management，最適化，コインパーキング

**学生員，東京商船大学大学院 流通情報工学専攻
(東京都江東区越中島 2-1-6, TEL:03-5620-6492,
E-mail:ykomatsu@ipc.tosho-u.ac.jp)

***正員，工博，東京商船大学助教授 流通管理講座
(E-mail:hyodo@ipc.tosho-u.ac.jp)

****正員，工博，東京商船大学教授 流通管理講座
(E-mail:takaha@ipc.tosho-u.ac.jp)

2. マーケットセグメント別料金体系の一例

ここで、実際にマーケットセグメント別料金体系が適用されているコインパーキングを例にとり、実際のどの程度効果があるのかを見てみる(図1)。これらの資料は猫の目システムを導入しているリプライス(株)からの提供を受けている。

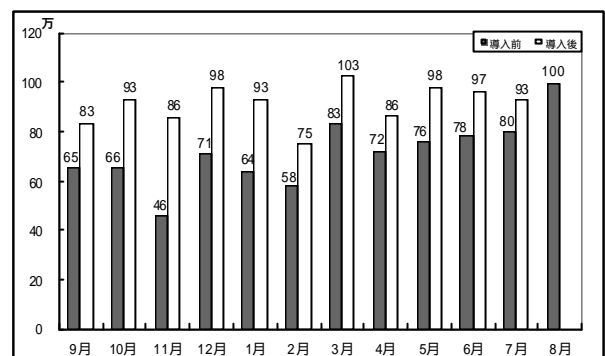


図1：売上比較 (M 市内コインパーキング)

これを見ると、M 市内パーキングでは全ての月において、割引制度導入後の収益が大幅に上がっているのが分かる。もちろん導入前・後の調査年は違うので、他の要因により収益が変動している可能性もあり、断言はできないが、全てではないにしても割引制度導入により幾分かは収益に影響を与えるものと考えられる。

次に、同時期に適用された割引回数を示す(図2)。

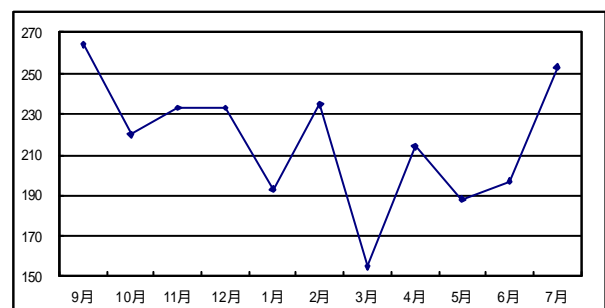


図2：割引適用回数 (M 市内コインパーキング)

ここから分かるように、毎月 150 ~ 250 回の割引適用が行われている事になる。この中には、1 時間以内に出て行き、最終的に無料だった人も含まれているがその人数は定かではない。割引に魅せられて来車した車が、

長時間滞在する事がこの制度の一つの狙いである。

3. 駐車場ロット最適配分モデル

本モデルを構築するにあたり、まず始めに単純なモデルを作り、その後それを発展させるという考えの元、いくつかの前提条件を作った。

(1) 前提

時間帯ごとの平均到着台数は既知とし、平均滞在時間は密度関数が $f(t) = m \cdot e^{-mt}$ の指数関数に従い、各時間帯により平均滞在時間が変化することは無いと仮定した。

各時間帯での車の到着の仕方は独立である。つまり、駐車場の混み具合で到着台数が変化することは無い。満車にならない限り到着した車は必ず駐車する。

同時に2台以上の車は来ないものとする。通常、偶然もしくは知人と一緒に来た場合には同時刻に2台以上来車することは起こりうるが、モデル簡素化の為にこのように仮定した。

(2) 需要が定常状態でのモデル式

需要が24時間一定(=)でどの時間帯に來ても料金が均一(割引適用時を除く)の時を考える。平均滞在時間を $1/m$ 、駐車場ロット数を L とし、利用台数が L_2 台以下の時間帯に入庫した車については、駐車場料金を一定時間 (DST とする) まで無料とした時の最適ロット数を求める。

駐車場ロットが全て利用されている(満車の)確率(以後これを「呼損率」よ呼ぶ)は、アーランの呼損式 (Erlang Loss Function) より、

$$\bar{P}\left(L, \frac{1}{m}\right) = \frac{\left(\frac{1}{m}\right)^L}{\sum_{n=0}^L \frac{\left(\frac{1}{m}\right)^n}{n!}} \quad (1)$$

で表す事ができる。ここで $\frac{1}{m}$ は「呼量(アーラン)」と称されている。

本システムを前提とすると、割引適用時と非割引適用時で当然平均到着台数と平均滞在時間は異なることになる。そこで、非割引適用時を状態1、割引適用時を状態2と定義し、時間当たりの駐車場料金を $fare$ とすれば、定常状態においては時間当たりの料金収入は次の式で与えられる。

$$R = \left(1 - \bar{P}_2\left(L_2, \frac{1}{m_2}\right)\right) \times I_2 \times \left(\frac{1}{m_2} - DST\right) \times fare \\ + \bar{P}_2\left(L_2, \frac{1}{m_2}\right) \times \left(1 - \bar{P}_1\left(L_1, \frac{1}{m_1}\right)\right) \times I_1 \times \frac{1}{m_1} \times fare \quad (2)$$

ここで、 $\left(1 - \bar{P}\left(L, \frac{1}{m}\right)\right)$ は割引サービスが適用される確率を表している。

(3) 需要の変動を考慮したモデル式

ここでは、(2)のモデル式を発展させるために必要な考えや注意点を述べる。通常駐車場では、昼間と比較した時、深夜の平均到着台数というものは少ないが、平均滞在時間は逆に長くなるというようにそれらの考慮すべき変数 t , $\frac{1}{\mu_t}$ の値はそれぞれの時間帯で異なる

と考えられる。よって(2)で求めた呼量の部分を各時間帯で求めなければならない。

時刻を表すサフィックスを t 、定式化で仮定する時間間隔を Δt とした時、駐車した車の滞在時間は Δt を越えて、次の時間帯まで残留することがあるため、式は各時刻単独で考えることはできず、事前時刻 $(t-1)$, $(t-2)$, ... の時刻 (t) への「残留(積み残し)」分を扱わなければならない。

ここで、一定時間の無料時間(DST)があるため式が更に複雑になる。というのも、例えばDSTを1時間とした時、40分駐車した車も10分だけ駐車した車も同じ無料になるため、無下に平均滞在時間からDSTを減じることができないためである。よってDST以上駐車する車の到着確率と滞在時間を求める必要がある。

以上の事を考慮し、作られたモデル式により、料金収入が最大となるパラメータ(サービス条件)を見つけることができる。

4. 結論と課題

(1) 結論

以上を考慮して作ったモデル式では、まだいくつかの問題点があり実際に適用するには至っていない。その最も大きな理由として、アーラン式で求めた呼損率に問題がある事が挙げられる。現段階でのアーランの呼損式では、安定状態の呼損率が求められ、過渡状態

の呼損率を求める事ができないからである。例えば時刻 t における呼損率は、時間間隔 Δt の間に起こり得る呼損率を求めなければならないのだが、アラン式で導き出した答えは平均到着確率が、平均滞在時間が $\frac{1}{\mu}$ のまま、 t 以上時間が過ぎ、安定状態に入った時の呼損率であるためである。よって、 t の間の呼損率を求めるようにアラン式を改善する必要がある。

ここで、それを確かめるためのプログラムを組み、 $\lambda = 15$ 、 $\frac{1}{\mu} = 2$ と仮定した(24 時間一律)時の呼損率を図 3 に表した。ここで見ると 1 時~3 時の間は過渡状態、4 時以降は安定状態と言える。アランの呼損式では、この安定状態としての呼損率(0.38)が得られる。

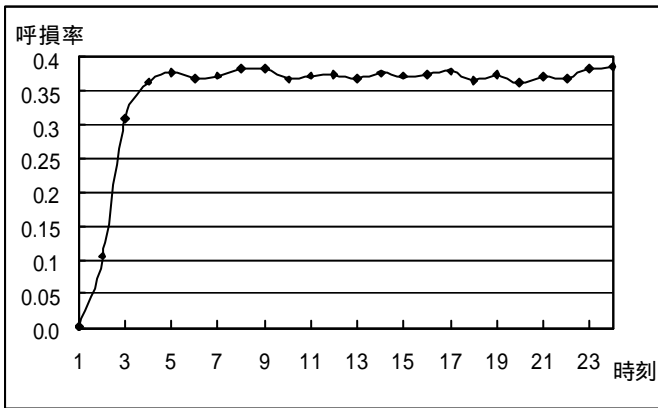


図 3：過渡状態と定常状態

また他にも、式簡略化の為に 3.(1) で挙げたような多くの仮定を置いている事も理由として挙げられる。

(2) モデル式の更なる発展に向けて

今までに述べたように、まだ今の段階では現状を再現する事すら困難な状態である。しかし、それができたと仮定した時の、その後の更なる発展に向けての考えを少し述べておきたい。今までの考えの他に、次に挙げるようにパラメータを更に細かく見ていく事で、更なる収益向上が期待される。

(a) 駐車場のロット配分 (L_{1t}, L_{2t})

上記の例では、割引サービスを受ける台数に上限 (L_2) があったが、この値次第で収入は異なる。適用事例の企業では、この上限値が時間帯で変化する事は無いが、時刻別に上限値をきめ細かく設定すれば当然

収入は増加することになる(設定値を L_2 ではなく L_{2t} にする)。

(b) 割引(無料)時間 (DST), 料金 ($fare$)

適用事例の企業では、割引サービスを受ける車は「一定時間無料」という設定を行っている。この変数も変化させれば、収入増を図ることも可能であると考えられる。更にこれを時刻別に無料時間を変える (DST_t を考える) こともあり得るし、「無料時間」を設定するのではなく、割引サービス時の時間当たり料金を変化させる ($fare_t$ を考える) こともあり得る。しかし割引のサービス水準は、到着台数および滞在時間に影響を与える。すなわち、

$$I_t = f_t(DST_t, fare_t)$$

$$1/m_t = g_t(DST_t, fare_t)$$

なる需要関数 ($f_t(\cdot), g_t(\cdot)$) を別途推定する必要がある。ただし、ここで注意しなければならないのは、あまりにも頻繁に割引料金を変化させても利用者に混乱を与えるだけになってしまうので、季節ごとの設定に留めるなどする必要はある。

謝辞：リブライス(株)には、同社の提唱する猫の目システムの考え方やデータの提供などを快く承諾していただいた。ここに感謝の意を示しておきたい。

参考文献

- 1) Robert G. Cross : 著 水島温夫 : 訳 『RM~収益管理のすべて~』
- 2) Peter P. Belobaba : 『Airline Yield Management An Overview of Seat Inventory Control』
- 3) Peter P. Belobaba : 『Application of A Probabilistic Decision Model to Airline Seat Inventory Control』