

## 駐車場内における流動性の評価\*

### A Study on Efficiency within a Parking Area

佐藤 賢<sup>\*\*</sup>, 吉井稔雄<sup>\*\*\*</sup>, 桑原雅夫<sup>\*\*\*\*</sup>

By Satoshi SATO, Toshio YOSHII, Masao KUWAHARA

#### 1. はじめに

大規模駐車場入口から伸びる待ち行列が渋滞の原因となるなど、駐車場がボトルネックとなり周辺交通状況を悪化させていることがある。これは、単に駐車マスが全て埋まっている場合や発券機等がボトルネックとなっている場合以外に、場内が効率的に使われていないことによる流動性（利用効率）の低下を原因とした場合がある。しかし、駐車場内の流動性を定量的に扱った既存研究はない。そこで本研究では、駐車行動を車両挙動と駐車位置選択行動についてモデル化し、駐車場内の流動性を定量的に評価することを目的とする。

#### 2. 研究の概要

本研究では、まず駐車場内における車両の単純な挙動と、ドライバーの駐車位置選択行動をそれぞれモデル化し、それぞれを場内車両挙動モデル、駐車位置選択モデルと呼ぶ。次に、二つのモデルを併せて駐車場内の車両の動きを再現するシミュレーションモデルを構築し、それを用いて駐車場内の流動性の評価を行う。

図1に研究のフローを示す。ここでいう流動性とは場内の利用効率のことであり、評価指標としては、場内入口のフローレート・平均利用率・待ち行列台数を用いる。

#### 3. 場内車両挙動モデル

ここでは駐車場内における車両挙動を走行・駐車マスへの入出庫に分類しモデル化する。モデル化にあたって、場内走行速度、入出庫にかかる時間の観測を数カ所の駐車場で行った。その結果、走行速度は15km/h、入庫に要する時間25秒、出庫に要する時間5秒という結果を得た。

#### 4. 駐車位置選択モデル

ここでは、ドライバーが駐車場内で駐車位置を選択する際の選択パターンとその決定要因について分析し駐車位置選択モデルを構築する。

##### 4.1 実地調査

駐車位置選択モデルの構築にあたり、東京湾アクアライン海ほたるパーキングエリア下り木更津方面小型車用駐車場において平成10年12月12日(土)に調査を行った。図2に海ほたるパーキングエリアの幾何構造を示す。場内はA~Dのブロックに駐車マスが色分けされており、場内入口において各ブロックの利用率

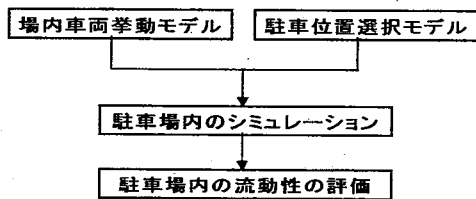


図1 研究フロー

キーワード：交通行動分析、駐車場、シミュレーション

正会員, 工修, 株式会社三菱総合研究所, 〒100-8141 東京都千代田区大手町 2-3-6, Tel 03-3277-0761, Fax 03-3277-3473

正会員, 工博, 高知工科大学社会システム工学科, 〒782-8502 高知県香美郡土佐山田町, Tel 0887-57-2406, Fax 0887-57-2420

正会員, Ph.D., 東京大学生産技術研究所, 〒106-0032 東京都港区六本木 7-22-1, Tel 03-3402-6231, Fax 03-3401-6286

が案内板によって表示されている。

調査内容は、調査員による入出庫車両のナンバー読み取り調査と、ビデオカメラによる場内撮影である。調査は午前8時から開始し、満車の状態になってしばらくたった午前11時で打ち切りとした。その理由は、満車状態では駐車位置選択の自由度が低くなり、空いた駐車マスを見つけるとそこに停めるという行動をとることが予測されるからである。

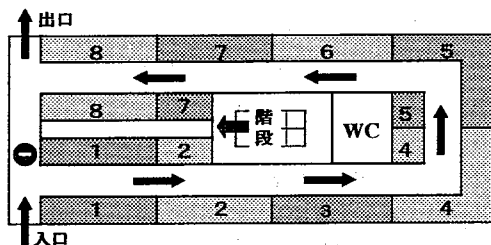


図2 海ほたるパーキングエリア幾何構造図

表1 ブロックとマス数

案内板表示のブロック	A		B		C		D	
分析に用いるブロック	1	2	3	4	5	6	7	8
駐車マス数	31	23	23	21	21	23	23	32

## 4.2 調査結果

本研究では、表1にあるように全体を1～8の計8ブロックに分割し、ドライバーはブロック単位で駐車位置を選択するものと仮定し分析を進める。

調査当日の1～4ブロックと5～8ブロックにおける利用率の推移をそれぞれ図3および図4に示す。図3から、入口から近い1ブロックと、上層の商業施設に登る階段に近い2・3ブロックの利用率が早い時間から高いことがわかる。1～3ブロックがいっぱいになると4ブロックの利用率が高くなってくる。その後、5～8ブロックの利用率も上昇し始める。1～4ブロックと同様に、入口側の5ブロックおよび階段に近い6・7ブロックから利用率の上昇が始まる。しかし、もっとも奥にある8ブロックは調査終盤まで他のブロックに比べ利用率が低い。以上より、ドライバーは入口および階段に近い駐車位置を好み、奥のブロックは利用されにくい傾向にあるといえる。

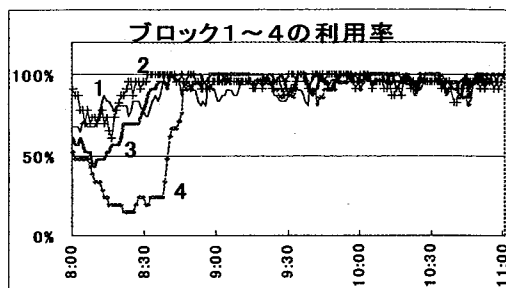


図3 ブロック1～4の利用率

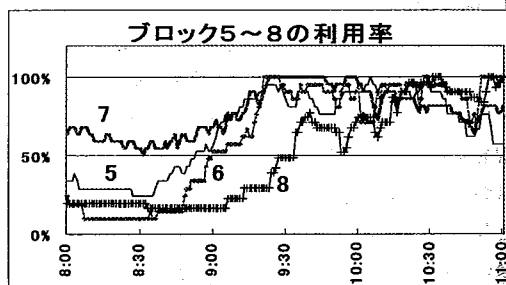


図4 ブロック5～8の利用率

## 4.3 駐車位置選択パターンの整理

次に、駐車位置選択モデルを構築するにあたり、駐車位置選択パターンの整理を行う。本研究では、現実的に考えうるものとして以下の3つの駐車位置選択パターンを考慮する。

1. 入場後に、全場内から駐車位置を選択する。
2. 場内を進むごとに、現在のブロックと次のブロックとで2者択一のブロック間比較を行い、進行ごとにその選択を繰り返す。
3. 2と同様、車路を進むごとに選択を繰り返すが、現在のブロックに駐車するか否かは現在のブロックの状況のみに依存する。

パターン1は、入場後に、空いている駐車位置等の場内状況をすべて把握できる場合に成立する。ただし、案内板の有無、ドライバーの視野、利用経験等の条件に大きく依存する。パターン2と3は、随時駐車位置の候補を更新していくという点で共通している。しかし、パターン2は2つの駐車ブロックを比較対象としているのに対し、パターン3では現在いるブロックを選択するか先のブロック群へ進むかを比較対象として

いる点でパターン2と異なる。

#### 4.4 駐車位置選択モデルの構築

駐車位置選択を説明する変数には様々なものが考えられるが、本研究ではブロック単位での選択を仮定しておくことから、各ブロックから目的地までの距離（本研究では商業施設へ登る階段までの距離）・各ブロックの利用率・全体の利用率・通過ブロック数の4つを使用する。以上の説明変数を用いて、駐車位置選択行動を4.3で整理した3つの駐車選択パターンごとにロジットモデルにより構築した。その中でもっとも良好な説明力を示したのはパターン3であった。以下にモデルの構造を示す。このモデルでは、選択肢共通変数として目的地までの距離を採用している。現在のブロックを選択しないで先のブロックへ前進する場合にはブロックj(j=i+1)から階段までの距離を変数として用いる。また、その他の変数は現在ブロックの選択肢固有変数として採用する。ブロック利用率をブロックの混雑度とし90%以上を1、以下を0、全体利用率を全体の混雑度とし75%以上を1、以下を0とする。

$$U_i = \theta_1 X_{i1} + \theta_2 X_{i2} + \theta_3 X_{i3} + \theta_4 X_{i4}$$

$$U_j = \theta_1 X_{j1}$$

$U_i$ : 現在ブロックiを選択した場合の効用

$U_j$ : 先のブロックjへ進む場合の効用

$X_{i1}$ : 現在ブロックiから目的地までの距離(m)

$X_{j1}$ : 先のブロックjへ進む場合の目的地までの距離(m)

$X_{i2}$ : 現在ブロックiの混雑度(1 or 0)

$X_{i3}$ : 場内全体の混雑度(1 or 0)

$X_{i4}$ : 現在ブロックiまでの通過ブロック数

$\theta_k$ : 各パラメータ

以上のモデルの計算結果を表2に示す。説明変数は場内全体の混雑度がT値が5%有意水準で棄却されるが、その他変数は符号も矛盾せず採用される。 $\rho^2$ 値は0.21、的中率は0.73と3パターンのなか最も良く、モデルの説明力としても良好な結果を得ることができた。

表2 計算結果

初期尤度	1017.54006	1017.54006	
尤度	810.80711	803.56023	
パラメータ	$X_1$ :目的地までの距離(m) (T値)	-0.010567 (-3.33492)	-0.14329 (-6.13056)
	$X_2$ :各ブロック混雑度 (T値)	-0.10926 (-4.72251)	-1.12001 (-8.70009)
	$X_3$ :場内全体の混雑度	-0.10872 (-0.06178)	-
	$X_4$ :通過ブロック数 (T値)	0.25220 (6.90693)	0.22455 (6.10811)
$\rho^2$ 値	0.21114	0.21029	
的中率 (サンプル数)	0.74387 (1092/1468)	0.73910 (1085/1468)	

調査対象とした海ほたるパーキングエリアも同様に、商業施設に付置される大規模駐車場や高速道路のサービスエリアの駐車場と同様に全体の利用状況等が把握しにくい。そのため、ドライバーにとって入場した時点で、全ての駐車位置を同時に比較し選択するのは難しい。実質、ドライバーは駐車場で駐車位置を現在位置周辺（現在ブロック）で探索し、そして効用が高い駐車位置が発見できなければ前進するという行動を繰り返しているものと考えられ、本研究ではそれを確認した。

#### 4.5 モデルの検証

4.4で得られた駐車位置選択モデルを用いてシミュレーションを行い、各ブロックの利用率を観測値と比較することでモデルの再現性を検証した。その結果、全体的に良い再現性を得られた。そのうちブロック3の再現性を図5に示す。ただし、入口から遠いブロックになると再現性が多少落ちてくる傾向が見られた。ブロック8の再現性を図6に示す。更にモデルの再現性を高めるためには、アンケート調査等を行い各ドライバーの属性や駐車位置の嗜好などを考慮する必要がある、今後の課題とする。

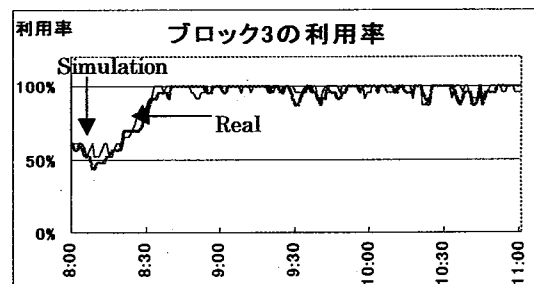


図5 ブロック3の再現性

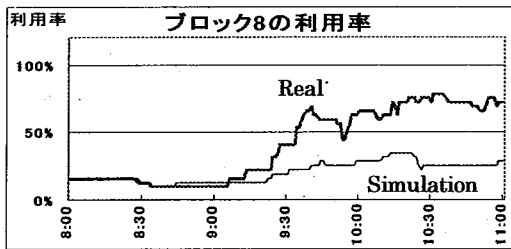


図6 ブロック8の再現性

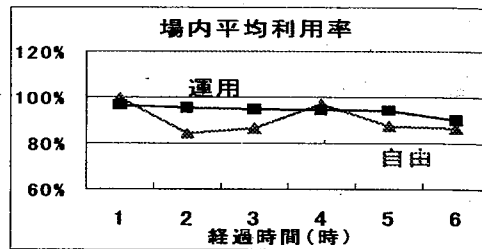


図7 入口のプロローレート

## 5. 駐車場内の流動性評価

### 5.1 場内再現のシミュレーション

次に、車両挙動モデルと駐車位置選択モデルを組み合わせ、海ほたるパーキングエリアを対象とした場内シミュレーションモデルを構築する。シミュレーションでは、場内の車両は追従走行するものとし、入出庫する車両により車路が閉塞された場合は停止し待ち行列をつくることとする。また、場内が満車になった場合は場外に待ち行列をつくることとする。各車両の駐車時間は、観測結果にもとづく各駐車時間の出現確率をもとにランダムに与える。

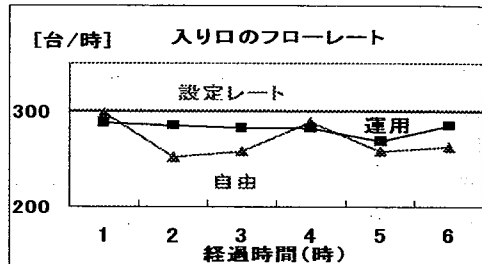


図8 場内平均利用率

### 5.2 場内流動性の評価

以上のシミュレーションモデルを用いて、ドライバーが自由意思で駐車位置選択を行う場合と、奥から順に詰めて駐車させるという運用策を行った場合との場内流動性を比較評価する。評価指標には場内入口のプロローレート (台/時)・平均利用率 (%)・待ち行列台数 (台)を用いる。駐車需要を 50 台/時ずつ増やしていくと、自由意思駐車の場合、駐車需要 250 台/時まではさばけるが 300 台/時で容量超過となり、階段や入口周辺が混雑したり、場外に待ち行列が発生してしまう。駐車需要 300 台/時における、自由意思駐車と運用時との流動性比較を図 7・8・9 に示す。入口のプロローレートをみると、運用時は設定レートに近く変動が少ない。これは、運用策により入口や階段付近の混雑が緩和されているからだと考えられる。運用時の場内平均利用率は安定していて、自由意思駐車の場合よりも高い。これは、運用によって、場内が効率的に使われていることを示している。また、場外にできる待ち行列も運用時には減少する。車両の発生時間および滞留時間を

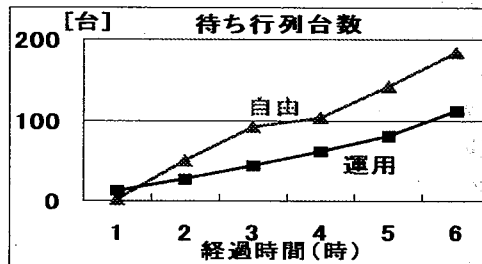


図9 待ち行列台数

条件内でランダムに与えている関係上、自由意思駐車の場合でも状況が好転する場合もあるが、場内流動性改善に対して場内運用策は有効であることが示された。

## 6. まとめ

本研究では、幾何構造がシンプルな海ほたるパーキングエリアを対象として、ドライバーの駐車挙動の観測結果より駐車位置選択モデルを構築し、そのモデルの再現性を検証した。続いて場内での走行と駐車マスへの入出庫挙動を加えて構築した駐車場内車両挙動シミュレーションモデルを用いて場内運用策の有効性を示した。本研究は、ケーススタディであるので、その他の幾何構造の違いを取り込むなどのモデルの一般化が今後の課題である。

### <参考文献>

- [1] 「駐車場設計・施工指針」 建設省