

京都大学工学部 学生員 ○馬場 悠介
 京都大学大学院 正会員 嶋本 寛
 財団法人 高速道路調査会 非会員 平井 章一

京都大学経営管理大学院 正会員 宇野 伸宏
 NEXCO 中日本株式会社 正会員 山本 浩司
 名古屋電機工業株式会社 非会員 三宅 雅彦

1. はじめに

昨今の高速道路の休憩施設の態様は、利用者のニーズの多様化に応じて変化し充実してきている。それに伴い、利用者の増加や長時間駐車、また施設近傍の駐車場利用の集中のため、駐車場の利用集中および混雑状況の空間的偏りに伴う課題が生じている。また、空き駐車マスを探す車両による混乱や施設近傍の駐車スペースへの需要の集中により駐車エリアからはみ出した車両がランプの路肩などに駐車し、駐車場内のみならず、本線の交通にも影響を及ぼす可能性がある。また、駐車場の構造上、一方通行で一度通り過ぎたら戻れないこともあり、休憩施設駐車場の効率的運用のためには、的確な情報提供・誘導が必要となる。

一方、駐車場の状況は刻一刻変化しており、例えば現時点のブロック単位の満車/混雑/空車を入口部で情報提供しても、当該のブロックに到着した場合には、他の車両により占有されているケースもある。そのため、より実効性の高い情報提供システム導入の基礎研究として本稿では、東名高速道路海老名サービスエリア（以下 SA）（上り）を分析対象地点とし、駐車ブロック単位での混雑度の短期予測モデルを構築する。

2. 分析データ

海老名 SA(上り)は、東名高速道路上り線を走行する場合に終点の東京 IC にいたるまで最後の SA であり、年間約 2000 万人と利用者が多く駐車待ち行列が本線まで延伸することもある。より効率的な駐車場運営を目指し、空車情報収集カメラによる全駐車マスを対象とした空き駐車マスの監視をし、これを基に駐車場入口部に設置された案内システムによって空き駐車マスへの誘導を行っている。分析対象地点の駐車マス配置図を図 1 に示す。分析の便宜上、各駐車列をいくつかのブロックに分割し、このブロック単位で分析を行った。

本分析では、空車情報収集カメラにより、データ更新時間に駐車マスが駐車されているか空いているかの判断をした駐車データを用いる。そこで、予測モデルを構築するため、駐車データから各駐車マスが 5 分間の内に何分駐車されていたかを示す 5 分単位駐車マス占有率を算出した。そして、各駐車マス単位から図 1 に示すブロック単位へと集計した 5 分単位駐車ブロック占有率を用いて、駐車ブロックの混雑度の伝播を確認し、このことを踏まえて予測モデルを構築した。図 2 に示す例では、駐車ブロック C-3, C-4, C-5, C-6 と時間経過とともに混雑が伝播していることが確認できる。

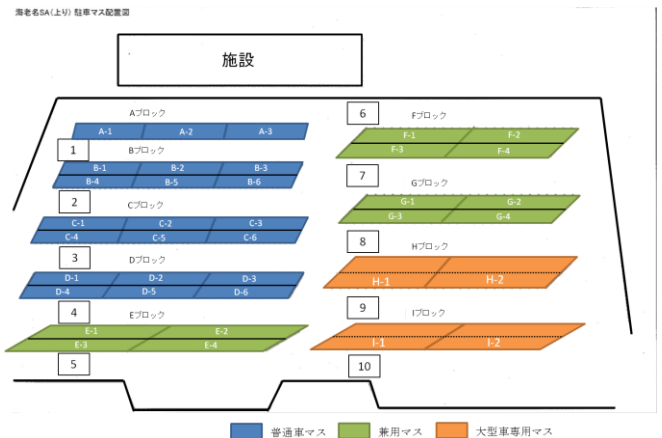


図 1 駐車マス配置図

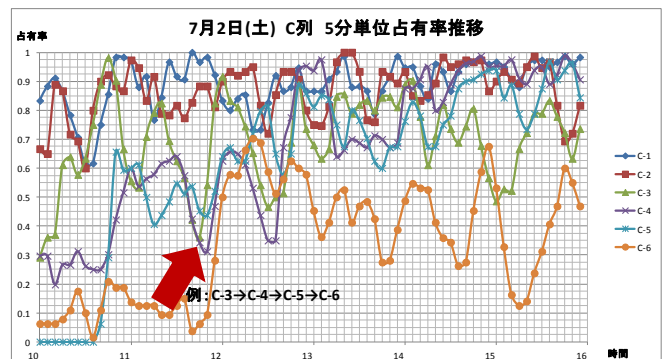


図 2 駐車ブロック単位の混雑度伝播傾向

3. 駐車ブロック予測モデルの構築

3.1. モデル推定ブロックの設定

本分析は、駐車場を効率的に利用することで休憩施設道路上の混雑の解消を目的としているため、利用状況から判断して常に混雑しているブロックではなく駐車場入口や施設から多少離れたブロックの予測モデルを構築し、情報提供を行うことを想定する。そのため、常に混雑状況にあるブロックよりも混雑状況に時間的に変化が顕著なブロックを正確に予測することが重要である。そこで本稿では、占有率予測モデルの一つとして、施設から離れた通路奥側の C-6 ブロックに関する占有率予測モデルの推定結果について紹介する。

3.2. 被説明変数と説明変数候補の設定

予測モデルを推定するための方法として、重回帰分析を用いる。ここでは、予測モデルで扱う被説明変数と説明変数候補の設定を行う。本稿では予測モデルの被説明変数として、対象ブロック b_i の t 時間帯の占有率 $Occ(b_i, t)$ を用いる。紙幅の制約上、詳細は省くが、被説明変数と説明変数候補の間の相関分析の結果、対象ブロック b_i の占有率には、1 時点前の周囲のブロック b_j ($i \neq j$) の占有率が影響を及ぼすことや、対象ブロック b_i の 1 時点前の増加や減少の傾向が要因となる可能性が高いと考えられる。したがって、説明変数候補として、対象ブロック b_i の $t-1$ 時間帯の占有率 $Occ(b_i, t-1)$ 、周囲のブロック b_j ($i \neq j$) の $t-1$ 時間帯の占有率 $Occ(b_j, t-1)$ と対象ブロックの $t-1$ 時間帯と $t-2$ 時間帯の占有率の差 $\Delta Occ(b_i, t-1, t-2)$ を用いる。

3.3. 平日モデルの混雑度の予測

7月1日(金), 7月4日(月)~7月6日(水)の平日4日間のデータを用いて、対象ブロック b_i の t 時間帯の占有率 $Occ(b_i, t)$ を被説明変数として、ステップワイズ法により、占有率予測モデルの推定を行う。そして、予測モデルのパラメータ推定には利用していない、7月7日(木)のデータを入力値として用い、本予測モデルによりどの程度確からしい占有率の予測が可能かという点について検証する。重回帰分析の結果を表 1 に示す。重回帰分析としての有意確率は 0.000 であり、調整済み R^2 値が 0.932 と良好な値が得られており、C-6 ブロックの占有率を説明する重回帰式として妥当といえる。説明変数は、ステップワイズ法により選択された変数を用いる。標準化係数に着目すると、対象ブロック C-6

ックの占有率 $Occ(C-6, t-1)$ が高いことから、1 時点前の当該ブロックの占有率が説明変数として強い影響を及ぼすと考えられる。

次に、推定した駐車ブロック単位の占有率予測モデルの予測モデルとしての妥当性を検証する。混雑度予測の対象時間帯は、昼食時間をはさみ混雑状況に変化のある 10 時~16 時とする。観測値と平日モデルの予測値のグラフを図 3 に示す。予測対象の C-6 ブロックの 1 時点前の占有率 $Occ(C-6, t-1)$ が、予測モデルの説明変数として強い影響を及ぼすため、全体的に予測値は、観測値より少し遅れて増減する傾向が見受けられた。

表 1 重回帰分析結果

C-6		ステップワイズ法	
R		0.966	
R ² 乗		0.933	
調整済み R ² 乗		0.932	
F 値		1586.818	
有意確率		0.000	

C-6	非標準化係数B	標準偏差誤差	標準化係数ベータ	t 値	有意確率
(定数)	-0.038	0.011		-3.454	0.001
Occ(C-6,t-1)	0.844	0.016	0.844	53.507	0.000
$\Delta Occ(C-6,t-1,t-2)$	0.495	0.035	0.158	14.022	0.000
Occ(C-3,t-1)	0.050	0.010	0.077	5.268	0.000
Occ(D-4,t-1)	0.047	0.017	0.040	2.767	0.008
Occ(A-3,t-1)	0.040	0.015	0.031	2.589	0.010

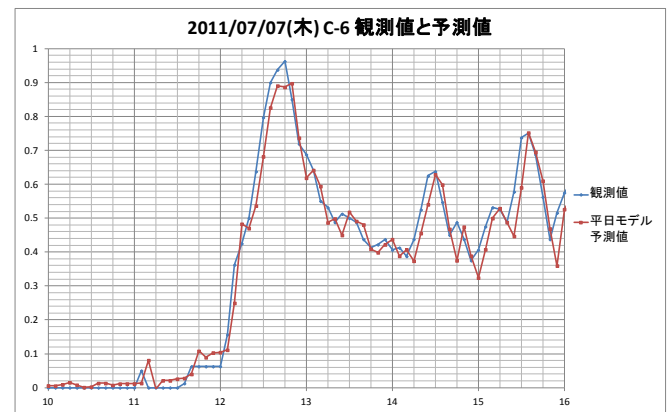


図 3 観測値と平日モデルの予測値の比較

4. おわりに

本稿では、高速道路休憩施設において画像観測された各駐車マスの利用状況データを用いて、駐車ブロック単位での占有率を短期的に予測するモデルを構築した。モデルの推定結果より、予測対象ブロックの 1 時点前の占有率および占有率の時間差が、予測モデルで有意かつ相対的に大きな影響を及ぼしており、わずかなタイムラグはあるものの概ね占有率を的確に予測出ることを確認した。今後、より安定的かつ妥当な占有率予測モデルとするため、推定に利用すべきデータを増加させることが必要である。加えて、より精度の高い個別センシング技術による駐車場利用状況データを活用した案内誘導の可能性についても検討する。