

高速道路休憩施設駐車場における混雑予測モデルの構築

京都大学大学院工学研究科	学生会員	○藤井 篤史
京都大学経営管理大学院	正会員	宇野 伸宏
京都大学大学院	正会員	中村 俊之
中日本高速道路株式会社	正会員	山本 浩司
中日本高速道路株式会社	正会員	高橋 秀喜

1. はじめに

高速道路の休憩施設は、食事、休憩、給油等をする、ドライバーの安全走行を支える重要な施設である。一方近年、休憩施設の魅力向上で、特定の休憩施設に需要が集中し、混雑が発生している。特に週末や祝日には混雑が顕著で、駐車スペースを探す車両が発生し、場内の混雑の影響が本線にまで及ぶことも少なくない。

この対策として、現在、休憩施設誘導情報板により本線上を走行するドライバーに直近と一つ下流側の休憩施設駐車場の混雑状況の情報を提供し、より混雑度の低い駐車場の利用を促している。しかし、本線上でドライバーに提供される誘導情報板の混雑情報と、実際に車両が休憩施設に到着したときの混雑状況に乖離（情報提供の乖離）が生じている。そこで本研究では、休憩施設駐車場の数10分先の混雑状況を予測するモデルを構築することを通じて、利用者に提供する情報の乖離を緩和することを目的とする。

2. 分析対象休憩施設と利用データ

分析対象休憩施設は、図1に示す祝休日には頻繁に混雑が生じ、時として駐車待ち行列が本線まで延伸している新東名高速道路下り線の駿河湾沼津SA、清水PA、静岡SAの3施設である、これらの施設では、空マス情報カメラや、各駐車マスの磁界式の車両検知器による駐車場の混雑状況のデータ収集がなされており、このデータを用いて、現在、休憩施設誘導情報板で、本線走行中のドライバーに駐車場の混雑情報が提供されている。なお、本分析で利用するデータは、3章においては2013年4月1日から7月31日、4章においては2013年6月1日から6月30日とする。

3. 休憩施設駐車場の利用特性に関する分析

図2に、分析対象の休憩施設駐車場の利用特性として、休日における時間帯別の平均駐車率（各休憩施設駐車場の駐車台数を駐車容量で除した割合）を示す。

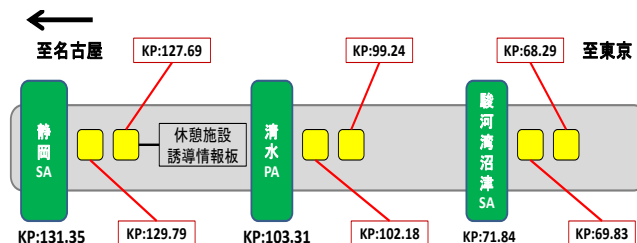


図1 休憩施設と休憩施設誘導情報板位置

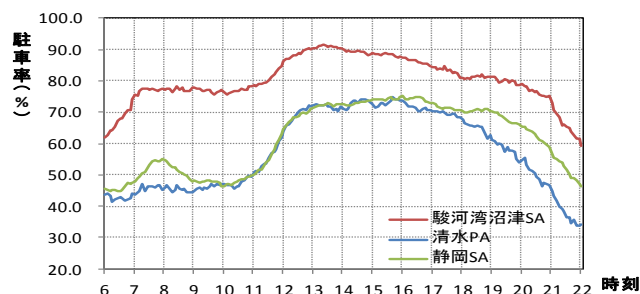


図2 時間帯別平均駐車率（休日）

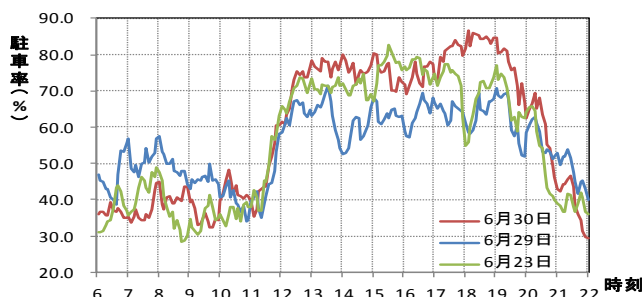


図3 時間帯別駐車率の違い

駿河湾沼津SAでは、昼の12～18時頃に80%以上となり、慢性的な混雑が確認できる一方で、清水PA、静岡SAではともに70%程度にとどまっており、混雑状況に差が生じている。図3に静岡SAにおける6月の同一週の異なる曜日、同一曜日の異なる週の駐車率を示す。混雑時間帯の駐車率に差はあるものの、駐車率が増加し混雑状況に移行し始める時間帯、混雑が緩和解消される時間帯に類似性が確認でき、駐車場の混雑状況には、週末において日単位および週単位で周期性が存在する可能性があると言える。特に前者については、駐車率に関して前週同曜日との類似性が高く、週単位での周期の影響が想定される。

キーワード：高速道路休憩施設、駐車率、情報提供、情報乖離

連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 C1-2-438 E-mail : a.fujii@trans.kuciv.kyoto-u.ac.jp

4. 混雑予測モデルの構築および検証

4.1. モデル構築の概要と説明変数

本研究では、混雑予測モデルを休憩施設誘導情報板による情報提供に適用することを想定し、駿河湾沿津SAの代替である清水PA、清水PAの代替としての静岡SAの駐車率予測モデルを構築する。ここでは休日の静岡SAに関する駐車率予測モデルについて紹介する。

予測モデルの構築には重回帰分析を採用し、被説明変数に、現時点からみて15分先の静岡SAの駐車率 $Occ(SZ,t+3)$ を用いることとした。これは仮に制限速度で、自動車が対象区間を走行した場合、清水PAから静岡SAまで約15分程度の時間を要するためである。

なお事前に時間帯別に被説明変数と説明変数候補に関して相関分析を行っており、時間帯により相関の強弱・正負が異なる説明変数候補が存在することが明らかになった。そこで、本研究では有意な影響を及ぼす説明変数候補に類似性がみられる6～10時、10～14時、14～18時、18～22時の時間帯に分け、ステップワイズ法を用いて説明変数を選択しモデルを推定している。

その上で説明変数として、当該施設の現時点の駐車率 $Occ(SZ,t)$ 、1週間前の駐車率 $Occ(SZ\ 1week\ before,t+3)$ 、1日前の駐車率 $Occ(SZ\ 1day\ before,t+3)$ 、上流側に位置する清水PAの駐車率 $Occ(SM,t)$ 、静岡SAの本線上流側地点(KP:105.67)の交通量 $Traffic\ Volume(105.67,t)$ が選択している。

4.2. 混雑予測モデルの分析結果

表1に示すように、重回帰分析としての有意確率は1%未満であり、10～14時の時間帯は調整済み R^2 値が0.905と高く、予測モデルとしての適合度は高いと言える。説明変数に着目すると、現時点の駐車率 $Occ(SZ,t)$ が説明変数として強い影響を及ぼすことが確認できる。加えて1週間前同曜日の駐車率 $Occ(SZ,1week\ before,t+3)$ も有意な影響を及ぼす可能性が示された。

また、推定したモデルによる駐車率の予測結果と、実際に観測された駐車率を比較して、その精度を検証する。予測値と実測値のグラフを図4に示す。混雑状況に移行し始める時間帯、混雑が緩和解消される時間帯の駐車率は精度良く予測できているが、混雑時間帯の増減傾向は正確に捉えられておらず、また、当該施設の現時点の駐車率が、予測対象時点の駐車率予測に強い影響を及ぼしているため、全体的に予測値は、実

表1 重回帰分析結果 (10～14時)

	標準化されていない係数	標準化係数	t値	有意確率
	B	ベータ		
(Constant)	-2.553	1.830	-1.396	0.163
$Occ(SZ,t)$	0.568	0.032	17.753	**
$Occ(SZ\ 1week\ before,t+3)$	0.206	0.025	0.203	8.104 **
$Occ(SZ\ 1day\ before,t+3)$	0.120	0.022	0.122	5.559 **
$Occ(SM,t)$	0.152	0.027	0.156	5.587 **
$\Delta Occ(NM,t-4,t-5)$	0.177	0.084	0.030	2.108 *
$Traffic\ Volume(105.67,t)$	0.024	0.012	0.035	2.030 *

調整済み R^2 乗 : 0.905
F 値 : 759.535**

** . 1%有意
* . 5%有意

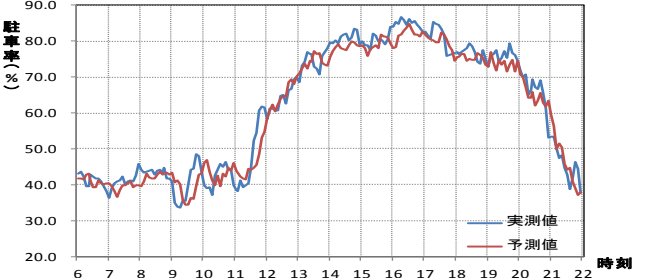


図4 実測値と予測モデルの予測値の比較

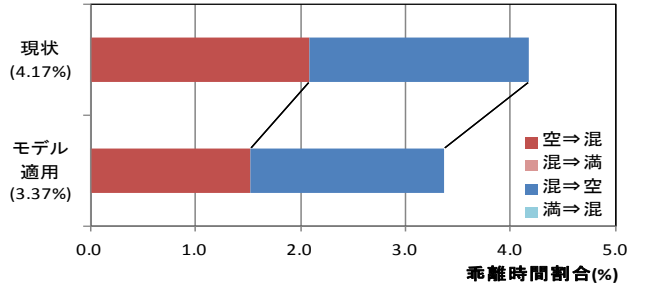


図5 現状とモデル適用時の情報乖離率

測値よりも遅れて増減する傾向が見受けられた。

4.3. 情報乖離率の改善効果

構築したモデルによる予測値を、休憩施設誘導情報板による情報提供に適用した場合、提供情報と実際の駐車場混雑状況との乖離が、どの程度改善されるかを検証する。本研究では、駐車場の混雑状況の判定基準を、駐車率が70%未満を”空車”、70%以上90%未満を”混雑”、90%以上を”満車”とした。検証の結果を図5に示す。1日の中での情報乖離率は、予測モデルを適用することで0.8% (約13分) 改善することが確認できた。

5. おわりに

本研究では、複数の休憩施設の駐車データを用いて、休憩施設の駐車率を予測するモデルを構築し、車両誘導システムに適用することで、情報の乖離がある程度改善されることが明らかになった。しかし、混雑する時間帯の駐車率の増減傾向が正確に捉えられていない、全体的に予測値が実際値よりも遅れて増減するなど情報乖離の改善が必要である。更なる改善には、本研究では考慮していない、非線形性を考慮したモデルの構築など、モデル自体の改善を進めていく必要がある。