

高速道路休憩施設駐車場の個別検知データを利用した混雑予測モデルに関する研究

A Study of Prediction of Parking Congestion at Rest Area Using Individual Detection Data

長谷川 真侑*
Mayuki HASEGAWA

*交通マネジメント工学講座 交通情報工学分野

1. はじめに

高速道路利用者にとって、道中で休憩や食事の時間を取り、車両の給油・整備点検等を行うことができるサービスエリア・パーキングエリア等の休憩施設の存在は重要であり、その後のドライバーの安全走行に寄与していることは言うまでもない。一方で、休憩施設の需要は膨らみ、特に休日・祝日には多くの施設で慢性的に駐車スペースの混雑が生じている。この混雑に伴い、希望していた駐車区画に駐車できずに他の区画を探す車両が頻繁に発生し、場内の渋滞が本線にまで延伸してしまう事例も報告されている。このような管理運用上の問題は場内通路上で危険な走行状態を作り出すだけでなく、ドライバーに不必要なストレスを与え、本線走行にも悪影響を与えている可能性が十分にあることから早急な改善が望まれている。これらの問題を解決するための手段として、駐車容量の拡張や駐車スペースの再配置等のハード面での施策がこれまで実施されてきた。

しかしながら、このような施設改良は完成までに長期間を要し、かつその整備費用が多額であることから、ドライバーへの情報提供を中心としたソフト的な手法からも駐車場マネジメントの高度化を進めていくべきであると、倉沢ら¹⁾をはじめ多くの既存研究の著者が示唆している。近年では、車両計測技術の向上を背景に、情報板を用いて車両誘導を行う試みが一部の休憩施設で実施されているが、システム上の制限などもあり、ドライバーに対して適切な情報を提供できていない場面が往々にして見受けられる。本研究では、このような潮流を踏まえた上で、場内および本線上の案内誘導システムの改善を目的に駐車場の混雑予測モデルを構築し、ソフト的な手法からの駐車場マネジメント高度化に向けた知見を得る。

2. 分析対象施設

本研究は、2012年度に供用が開始された新東名高速道路内の清水PAを対象施設としている。同施設では、駐車マス単位で磁界式の車両検知装置を設置しており、車両一台一台のリアルタイムの個別セ

ンシングが可能である。また、場内の各地点にLED情報板を設置し、駐車場の混雑度に応じてその表記を変えることで、車両の誘導を行っている。本研究では、車両の駐車履歴データ等、清水PA場内の各種計測機器で観測されたデータから指標値を算出し、分析を進めている。

3. 駐車場の利用形態の分析

図-2に、下り駐車場の隣接するABブロック、CDブロックの混雑度を占有率なる指標を用いて比較した結果を示す(ブロック配置は図-1参照)。施設に最も近いCDブロックが慢性的に混雑している一方で、隣接するABブロックは占有率の振れ幅が大きく、二つの領域間で駐車需要に差が生じていることが分かる。この他にも、祝日・休日には場内の駐車容量を上回る程の混雑が発生していること、情報板の更新にも数分の遅れが生じていること等、運用上の複数の問題点が統計的分析の結果から明らかとなった。

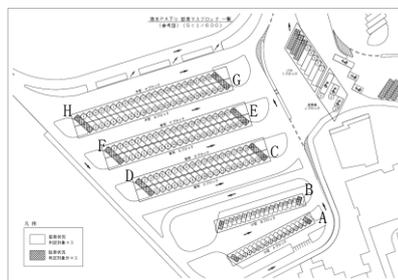


図-1 下り駐車場ブロック配置図

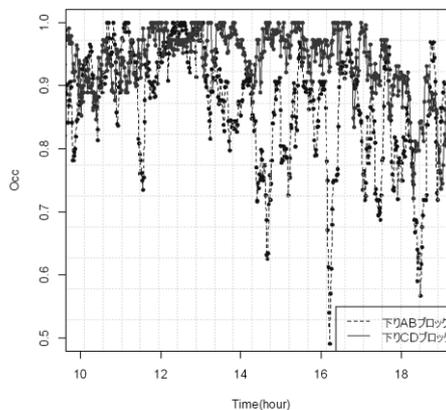


図-2 隣接する駐車区画の占有率の比較

4. 混雑予測モデルの構築および検証

3. での分析結果を踏まえ、本研究では駐車場内の情報提供の改善を模索するひとつの取り組みとして、1) 場内の案内誘導システムに組み込むための短期的な混雑予測モデル、2) 本線走行中のドライバーに情報提供を行うための中長期的な混雑予測モデルの適用を提案した。このうち、まず後者に関しては、季節性を考慮した時系列モデルを用いることで想定するモデルの実現を試みた。

図-4 に、時系列モデルの一つである季節 ARIMA モデルを 60 分間占有率の予測モデルに適用した結果を示す。同モデルは、直近の過去の観測値や白色雑音に加えて周期的な変動も考慮して先の時系列値を表現する回帰モデルである。結果から、夜間時間帯で予測を大きく外しているものの、特に混雑度が上昇する午前時間帯において、占有率の立ち上がりを捉えられていることが分かる。このため、予測スパンを長く取り、占有率の推移をマクロ的に捉えた場合、周期性に配慮した変数を設けることで先の占有率を予測できる可能性が示された。

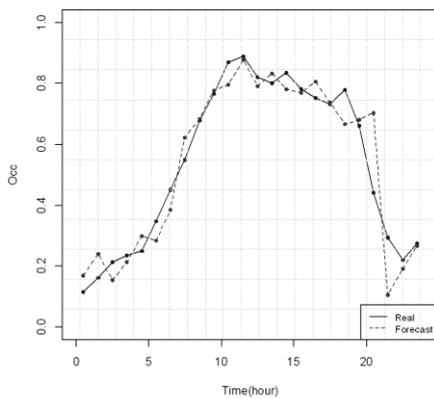


図-3 季節 ARIMA モデルを適用した占有率予測

次に、前者の短期的な混雑予測モデルに関しては、個別検知システムから得られるデータの有用性の検証も兼ね、駐車時間分布を利用した車両台数予測モデルを検証の対象とした。清水 PA では、個々の車両の入庫・出庫時間を正確に得ることができるため、図-4 に示したような駐車時間分布を容易に作成可能である。この分布を利用することで、駐車時間に応じてその後の駐車確率を容易に算出することができる。式(1)に駐車マス i に $t_i(T)$ だけ駐車していた車両が、その後 Δt 後も駐車し続けている確率の算出法を示す。この時、 $F(t)$ は駐車時間分布の累積分布関数を表す。この駐車確率の期待値を求めることで、先の残留車両台数を予測する。

図-5 に同モデルの検証結果の一例を示す。観測

値から集計したヒストグラム (観測分布) および極値分布なる確率モデルから得られた予測値を、残留車両台数の真値と比較している。結果、両モデルで高い予測精度を確認することができた。このため、同モデルを適用することで、その後の車両の減少傾向を捉え、より適切なタイミングで提供情報の更新が行えるものと考えられる。

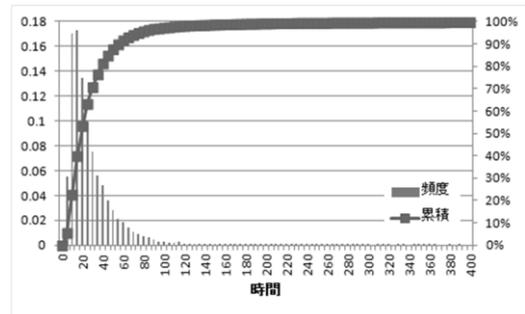


図-4 駐車時間分布

$$P_i(t_i(T), \Delta T) = \frac{1 - F(t_i(T + \Delta T))}{1 - F(t_i(T))} \quad (1)$$

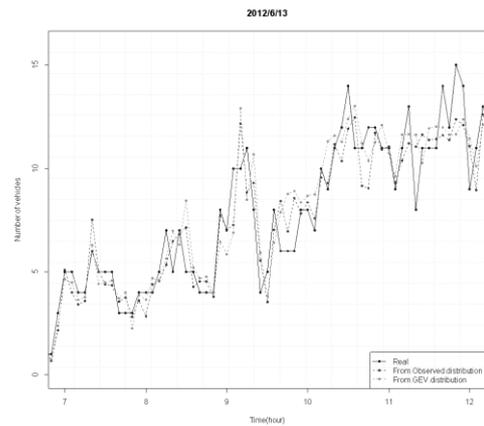


図-5 駐車時間分布を利用した残留車両台数予測

5. おわりに

本研究によって、混雑の周期性を考慮した時系列回帰モデルにより中長期的な混雑予測の適用可能性が示され、駐車時間分布を利用した車両台数予測モデルから短期的な混雑予測を情報提供に反映させられるとの知見を得た。今後は本研究の検証結果をもとに、混雑予測モデルの実務への導入をさらに検討していくべきである。

参考文献

- 1) 倉沢真也, 田中直樹: 休憩施設の混雑と改良 - 東名高速道路 (東京~三ヶ日) の現状 1990.

修士論文指導教員

宇野伸宏准教授, 嶋本寛講師, 中村俊之助教, 山崎浩気助教