

高速道路サービスエリアにおける 駐車場混雑の評価に関する研究

今井 雅貴¹・中村 文彦²・田中 伸治³・有吉 亮⁴

¹学生会員 横浜国立大学大学院 都市イノベーション学府

(〒240-8501横浜市保土ヶ谷区常盤台79-5)

E-mail: imai-masaki-xj@ynu.jp

²正会員 横浜国立大学 理事 副学長 (〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-1)

E-mail: f-naka@ynu.ac.jp

³正会員 横浜国立大学大学院 都市イノベーション研究院 准教授

(〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5)

E-mail: stanaka@ynu.ac.jp.

⁴正会員 横浜国立大学大学院 都市イノベーション研究院 産学連携研究員

(〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5)

E-mail: ariyoshi-ryo-np@ynu.jp

日本道路公団の分割民営化以降、高速道路サービスエリア（以下、SA）では、利用者の多様なニーズを満たすサービスが提供され、SAは休憩地から目的地へと変貌を遂げたと言われている¹⁾。SAが目的地となったことで、混雑時に次のSAを目指さず駐車待ちをする車両が増加し、駐車待ち車両の延伸によって、本線で渋滞が引き起こされる場合もある。こうした問題に対し、駐車場内での空き駐車マス情報提供設備の設置と運用といった対策が行われているが、実際に対策を行った際、駐車場内混雑がどのように変化するかを定量的に評価できる指標は未だ確立されていない。そこで本研究では、集計QKの考え方をを用いて、駐車場内混雑の変化を定量的に評価できる指標の開発を行った。

Key Words : *Macroscopic Fundamental Diagram, MFD, Highway, Rest area, Parking lots*

1. はじめに

(1) 研究の背景

我が国では2005年の日本道路公団分割民営化以降、高速道路サービスエリア（以下、SA）は、休憩など最低限の欲求を満たす休憩地から、利用者の多様なニーズを満たす目的地へと変貌したと言われている。SA自体が目的地となったことで、駐車場の満空情報板が「満」を示していても、次のSAを目指さずに駐車待ちをする利用者が増加し、駐車待ち車両の延伸によって、本線での渋滞が引き起こされる場合もある。また駐車場内では、駐車場の広大化と複雑化により、利用者は駐車エリアを効率的に利用出来ていない。

こうした問題に対し、NEXCO各社は駐車場内、空き駐車マス情報提供設備の設置と運用、駐車場レイアウトの変更といった対策を行い、駐車エリアの効率的（駐車需要が駐車場全体で均一となる）利用を促している。

同時に、既往の研究では、SA利用者が駐車位置を選択する際に、どのような状況下で何を判断材料にしているかを明らかにすることで、NEXCO各社が行っている対策の改良に取り組んできた。

しかしながら、実際にSA利用者が駐車エリアを効率的に利用した際、駐車場混雑がどのように変化するかを、定量的に評価できる指標は未だ確立されていない。

(2) 既存研究の整理

駐車場に関する既存研究では、駐車位置や駐車場を選択する判断基準について明らかにされてきた。

大野ら²⁾は、海老名SA上下線、駿河湾沼津SA下り線、足柄SA下り線において、ビデオ観測やアンケート調査を行った。結果として、SA利用者は駐車位置を選択する際に、「施設との距離」と「駐車完了までの時間」を最も考慮していることを明らかにした。

一方で、道路ネットワークを評価する指標として集計

QKという概念が近年考案され、利用されている。

Geroliminisら³⁾は時々刻々と変化する都市内の交通状態の把握方法として、Macroscopic Fundamental Diagram(MFD)を提案した。更に、吉井ら⁴⁾はMFDの考え方にに基づき、複数リンクから構成されるネットワークエリアのパフォーマンスを表す指標として、集計QKを提案した。

(3) 研究の目的

SA駐車場ごとの容量の比較評価、またSA駐車場における混雑緩和施策の効果の評価を行う為、駐車場混雑を定量的に評価できる指標の開発を行う。

具体的には、駐車場の容量及び混雑によるその低下量を表すアウトプットが得られるように留意し、ネットワーク評価の手法を駐車場内の経路へ適用する。

2. 研究手法

本研究では駐車場内の経路を、1つのネットワークとして扱い、そのネットワークの混雑を評価する。

しかしながら、研究の背景で述べたように駐車場の広大化と複雑化が進む中、駐車場内のすべてのノードとリンクに対して評価を行うことは極めて非効率である。

そこで本研究では、任意のネットワークエリア（ネットワーク内に定義する分析対象となる領域）に対して利用でき、ノードの評価を必要としない集計QKをネットワーク評価の手法として採用した。

(1) 集計QK関係

複数リンクから構成されるネットワークエリアの交通状態量として、集計交通流率Qと集計交通密度Kを定義し、両状態量間に存在する関係を集計QK関係とする。

集計交通流率Q [台・km/h] は、道路ネットワークエリアに内包される全てのリンクについて、リンク単位で算定される単位時間あたりの車両台キロを合算した値、集計交通密度K [台/エリア] は、エリア内に存在する全ての車両台数と定義する。

定義より、集計交通流率Q及び集計交通密度Kは、ネットワークエリア内のすべてのリンクの性質が等しいとき、以下の式によって求めることができる。

$$Q = \frac{(\text{エリア内総走行台キロ})}{(\text{観測時間})} \quad [\text{台} \cdot \text{km/h}] \quad (1)$$

$$K = \frac{(\text{エリア内総走行台時})}{(\text{観測時間})} \quad [\text{台/エリア}] \quad (2)$$

(2) 正規化集計QK関係

異なるネットワークエリアの集計QK関係の比較を行うためには、得られた値を正規化する必要がある。

集計QK関係で定義された値は、いずれもネットワー

クエリアの大きさ（総延長）に依存しているため、ネットワークエリアの大きさが異なる集計QK関係を比較する際には、式(1)と式(2)で得られる値をエリア内ネットワーク総延長で割った値を利用することが望ましい。

$$Q' = \frac{(\text{集計交通流率}Q)}{(\text{エリア内ネットワーク総延長})} \quad [\text{台/h}] \quad (3)$$

$$K' = \frac{(\text{集計交通密度}K)}{(\text{エリア内ネットワーク総延長})} \quad [\text{台/km}] \quad (4)$$

本研究においては、式(3)と式(4)によって得られる値を、それぞれ正規化集計交通流率Q'と正規化集計交通密度K'と定義し、両状態量間に存在する関係を正規化集計QK関係とする。

(3) 総走行台キロと総走行台時の算出

対象となるSA駐車場でネットワークエリアを定義する。定義したネットワークエリア内をビデオカメラで撮影し、流入車両が駐車を完了するまで、或は駐車車両が退出するまでの走行時間と走行距離を観測する。

(映像解析技術の発達と共に、SA駐車場において常時撮影されているビデオデータから自動で駐車場混雑の評価が行われることを想定している。)

(4) 利用するビデオデータ

2013年11月22日(土)、23日(日)の清水SA下り線のビデオデータを試験的に分析した。また、清水SA下り線のビデオデータでは渋滞時のデータが得られなかったため、三連休で多くの利用者が望める2015年1月11日(日)に、駐車場内混雑が本線に影響を与えている海老名SA上り線でビデオ観測を行い、データを分析した。

清水SA下り線は大型車32台、小型車179台分の駐車場を持つ。本研究では、駐車場全体をネットワークエリアと定義し、その総延長はおおよそ1660mである。

海老名SA上り線は大型車89台、小型車442台分の駐車場を持つ。本研究では、乗用車専用マス及び乗用車大型車兼用マスをネットワークエリアと定義し、その総延長はおおよそ2079mである。事前調査から、海老名SA上り線における渋滞が乗用車に起因するものであることが分かったため、こうしたネットワークエリアを定義した。

3. 分析結果

(1) 清水SA下り線

初めに、清水SA下り線の2013年11月22日の11時から14時、23日の11時から13時の5時間分について5分間隔で集計を行った。

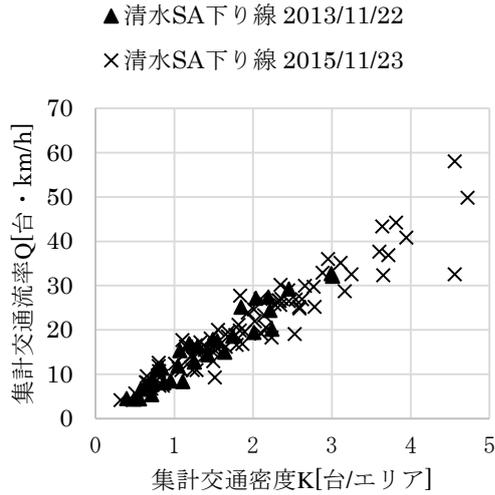


図-3 清水SA下り線の集計QK関係

図-3で示したように、集計QKから右肩上がりの直線に近い形が得られた。横軸が集計交通密度Kを、縦軸が集計交通流率Qを表しているため、右肩上がりの直線は駐車場内が自由流であることを表しており、ビデオデータに対応していた。また23日(×)の方が、22日(▲)よりQとKが高い値を示し、これも実際に多くの車両が23日にSAを訪れた事実に対応するものであった。

この分析では、渋滞流における結果を得ることが出来なかった。

(2) 海老名SA上り線

渋滞流における結果を得るため、海老名SA上り線の2015年1月11日の8時から16時の8時間をビデオカメラで撮影した。サンプル数の多さから、代表した一部の観測時刻で5分間の観測と集計を行った。

表-1 海老名SA上り線集計QK

観測時刻 (観測終了時刻)	集計交通密度 Q [台/エリア]	集計交通流率 K [台・km/h]
09:55(10:00)	5	80
10:55(11:00)	10	90
11:55(12:00)	17	144
13:55(14:00)	18	159
15:00(15:05)	21	185
15:15(15:20)	24	244
15:20(15:25)	29	214
15:25(15:30)	44	161
15:30(15:35)	51	119
15:35(15:40)	66	74

表-1で示したように9時55分から1時間おきに観測を行い、渋滞が始まりほとんどの車両が停止した状態となる15時15分から15時35分までの時刻で追加の観測を行った。12時55分の観測については、車両に光が反射し、観測が行えなかった。

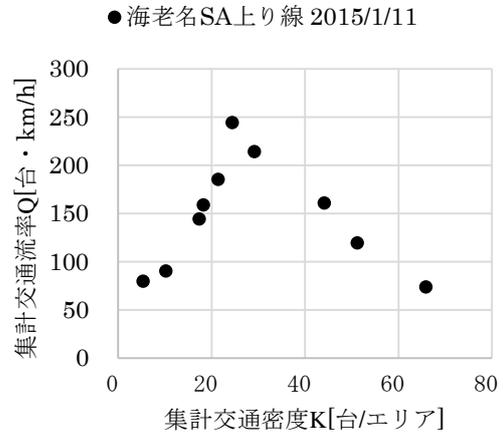


図-4 海老名SA上り線の集計QK関係

図-4で示したように、集計QKから上に凸の曲線に近い形が得られた。横軸が集計交通密度Kを、縦軸が集計交通流率Qを表しているため、上に凸の曲線は駐車場内で渋滞が発生したことを表しており、ビデオデータに対応していた。

(3) 清水SA下り線と海老名SA上り線の比較

図-3と図-4で得た値を、それぞれのエリア内ネットワーク総延長で割って正規化し、比較を行った。

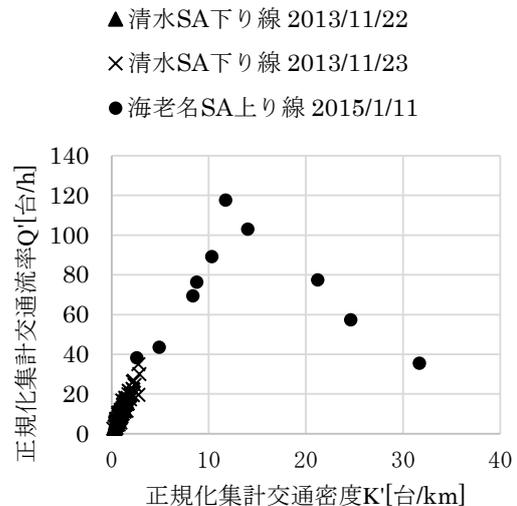


図-5 清水SA下り線と海老名SA上り線の正規化集計QK関係

4. 考察

全体を通して、SA駐車場内の経路を、1つのネットワークとして定量的に表現することが出来た。

(1) 最大集計交通流率と最適集計交通密度について

道路におけるQK関係については、最大交通流率はその道路の容量と同義であり、その時の交通密度を最適交通密度と呼ぶ。また、最大交通流率と最適交通密度が大きいほど、多くの流入車両を捌けることを表している。

同様に、集計QK関係についても、最大集計交通流率と最適集計交通密度が大きいほど、ネットワークが多くの流入車両を捌けることを表している。

図4からは、海老名SA上り線における最大集計交通流率と最適集計交通密度を求めることが出来るが、図3からは、清水SA下り線の最大集計交通流率と最適集計交通密度を求めることは出来ない。

このことから、本研究における手法では、最大集計交通流率と最適集計交通密度を求めることが可能だが、渋滞発生時のデータが必要であることが分かった。

(2) 正規化集計QK関係が同じ線上にある場合について

ほとんど全てのSA駐車場について、同じ線上に正規化集計QK関係がある場合、ある任意のSA駐車場について、最大の正規化集計交通流率 Q^* が著しく低い時にそのSA駐車場で運営に問題が発生していると考えられる。

すなわち、SA駐車場が正常に運営されている基準となる正規化集計QK関係が一意に決まる場合、その基準を用いて、運営に問題が発生しているSA駐車場を抽出することが可能である。

本研究においては、清水SA下り線と海老名SA上り線の正規化集計QK関係を比較した図-5から、両正規化集計QK関係が同じ線上にある可能性を示せた。

5. おわりに

考察から、本研究で用いた手法によってSA駐車場の容量を定量的に示し、それによってSA駐車場の混雑がどの程度であるかの評価が可能であることを示唆できた。

しかし、SA駐車場ごとの容量の比較評価、またSA駐車場における混雑緩和施策の効果の評価を行うためには、まだまだ多くのサンプルを用いて、本研究の手法が有意な手法であるのか検証していく必要がある。

また、より駐車場の混雑状態を評価できる指標とするためには、SA駐車場の入口待ち時間や駐車マス占有率など、駐車場の混雑状態を表す他の指標との関係を明らかにしなければならない。

謝辞：清水SA下り線のビデオデータの提供、及び海老名SA上り線でのビデオ観測調査の協力をNEXCO中日本にいただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 関東財務局・経済調査課：変貌するサービスエリア～高速道路会社の取り組み～、経済調査レポート、2013.
- 2) 大野慎也, 田中伸治, 中村文彦, 王鋭: 高速道路サービスエリアにおけるドライバーの駐車マス選択挙動の解明, 第46回土木計画学研究発表会・講演集, CD-ROM, 2012.
- 3) 吉井稔雄, 塩見康博, 孫瀟瀟, 北村隆一: 集計QKを用いたエリア流入制御手法, 第37回土木計画学研究発表会・講演集, CD-ROM, 2008.
- 4) Geroliminis N. and Daganzo C.F., Macroscopic modeling of traffic in cities, 86th Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington D.C. 2007.

(2015. 7. 29 受付)

A STUDY ON EVALUATION OF CONGESTION ABOUT PARKING LOTS AT REST AREAS ON THE HIGHWAY

Masaki IMAI, Fumihiko NAKAMURA, Shinji TANAKA, Ryo ARIYOSHI

After Japan Highway Public Corporation was privatized, in rest areas on the high way, various comacial facilities was built. So people got to wait in the case of parking lots congestion at a rest area. And it makes traffic jam on the highway.

In response to this problem, highway companies do measures such as guidance and introduction by the electical information board to solve the problem. But they have no method to evaluate measures.

So this study is intended to make the evaluation method using the concept of Macroscopic Fundamental Diagram.