

高速道路 SA/PA 駐車場デザイン評価のための マイクロシミュレーション分析

小西 優樹¹・有賀 なつほ²・坂井 孝典³・兵藤 哲朗⁴

¹非会員 鉄道情報システム株式会社 (〒185-8510 東京都国分寺市光町 1-47-4)
E-mail: 非公開

²非会員 東京海洋大学大学院 海運ロジスティクス専攻 (〒135-8533 東京都江東区越中島 2-1-6)
E-mail: m215001@edu.kaiyodai.ac.jp

³非会員 東京海洋大学准教授 流通情報工学科 (〒135-8533 東京都江東区越中島 2-1-6)
E-mail: tsakai2@kaiyodai.ac.jp

⁴正会員 東京海洋大学教授 流通情報工学科 (〒135-8533 東京都江東区越中島 2-1-6)
E-mail: hyodo@kaiyodai.ac.jp

近年、高速道路の SA/PA では、駐車マス不足や不適切な駐車マス利用が問題となっている。今後、ダブル連結トラックなどの長大車両の増大により、SA/PA 内の駐車スペースがさらに逼迫することが懸念されており、今後、より効率的な駐車スペースの運用が求められる。本研究では、デザイン改善が見込まれる足柄 SA (上り) に注目し、ETC/FF データを解析し、トラックの渋滞が激しくなる時間帯などを明らかにした。また、交通シミュレーションソフト PTV Vissim を用いて SA 内の車両の挙動をシミュレートし、駐車場デザイン、動線の設定方法、そして、時間帯別の駐車マスの混在利用方策などの検討を行った。

Key Words: *Microsimulation, Parking lot, Traffic jam, Rest area, Highway*

1. はじめに

(1) 研究の背景と目的

高速道路の SA/PA では駐車マス不足や、不適切な駐車マス利用が近年問題となっている¹⁾。特に、深夜帯の大型車の混雑や、年末年始・ゴールデンウィークの小型車の混雑が問題である。今後、ダブル連結トラックなどの長大車両の増大により SA/PA 内の駐車スペースがさらに逼迫することが懸念されており、より効率的な駐車スペースの運用が求められている。

そこで本研究では、デザイン改善が見込まれる東名高速道路足柄 SA (上り) を対象として、ETC/FF データを分析し、需要特性を明らかにすると共に、交通シミュレーションソフト PTV Vissim を用いて SA 内の車両の挙動をシミュレートし、小型車と大型車の最適な台数比率や、動線の設定方法、そして時間帯別の駐車マスの混在利用方策など駐車場デザインに関する検討を行うことを目的とする。

ETC/FF (ETC Free Flow) データは、SA/PA の出入り口に設置された ETC ゲートによって収集され、それによって SA/PA 内の車両を車種別に把握することができる。

本研究では足柄 SA (上り) で 2019/11/1 から 2021/5/31 の間に取得されたデータを用いる。また、スマート IC について、分析対象 SA/PA にあるスマート IC (駿河湾沼津スマート・静岡スマート・浜松スマート) から高速道路を出た車両については各 SA/PA に駐車することが目的ではない車両が多いことから、分析から除外する。

(2) 既往研究と本研究の位置づけ

高速道路の休憩施設に関しては、様々な研究が行われている。特に、多くの研究が行われているのが、高速道路休憩施設の選択行動モデルや利用特性に関する研究である。松下ら²⁾は、中国地方の休憩施設において利用者意識調査を実施し、休憩施設利用状況、休憩施設選択タイミング、選択利用等について分析を行っている。平井ら³⁾は、休憩行動に影響を与えると想定される休憩施設の属性の分析を行った上で、休憩施設到着時までの交通行動や施設属性等を説明変数とし、施設到達時の行動を被説明変数とした、ETC2.0 プローブデータに基づくモデルの推定を行っている。

しかし、高速道路休憩施設における駐車場の混雑問題に関する研究は、あまり行われていない。藤井ら⁴⁾は、

複数の休憩施設の駐車状況データ，高速道路本線の交通量データを用いて，高速道路休憩施設駐車率を予測するモデルを構築している．しかし，藤井らの研究では，混雑予想モデルを構築することに主眼が置かれているため，混雑の解決策については検討されていない．また，椎野ら⁹⁾は，休憩施設の利用実態を調査した結果を用いて，現在の休憩施設規模の計画の問題点についてまとめた上で，休憩施設の立ち寄り特性に着目して分析及び混雑問題の対策について検討している．

しかし，椎野らの研究は，休憩施設の利用実態を調査した結果からマクロな視点で分析を行っているため，駐車マスの配置や車両の動線といったミクロな視点からの分析は行われていない．よって，本研究では，交通シミュレーションソフト Vissim を用いて，よりミクロな視点から高速道路休憩施設における駐車場の混雑問題について検討を行う．具体的には，現在の駐車場と NEXCO 中日本が検討している新しい駐車場の 2 種類のデザインを Vissim 上で再現し，それぞれの駐車場のデザインについての評価を行う．そして，それらを比較することによって，駐車マスの配置や種類，車両の動線の変更や駐車マスの増加が，駐車場の混雑緩和にどの程度寄与するのか定量的な指標をもって明らかにする．

3. 足柄 SA（上り）の利用特性に関する分析

(1) 時間帯別の流入台数

a) 平日

図-1 に大型車（特大車を含む），中型車，小型車（普通車と軽自動車）別の平日の時間帯別流入台数を示す．

車両別に流入台数のピークを見ると，大型車は 17~4 時，中型車は 11~12 時，小型車は 15 時にピークがあり，すべての車種が混雑しているような時間帯は存在しない．18~5 時に関して，中型車・小型車どちらも流入台数は少なく，深夜における混雑問題は大型車単体によるものがあることが想定される．特に，小型車は流入台数が少ないことから，この時間帯で小型専用マスに大型車・中型車を駐車させる等の対策が有効だと考えられる．

大型車の流入台数は 18~21 時にかけて僅かに少なくなっている．大型車は夕方から深夜にかけてサービスエリアの駐車場を利用する傾向があるが，深夜帯での減少の要因として 18~21 時に走行している大型車が「この時間帯の足柄 SA は駐車できない」と判断し，利用が減少していると推測される．

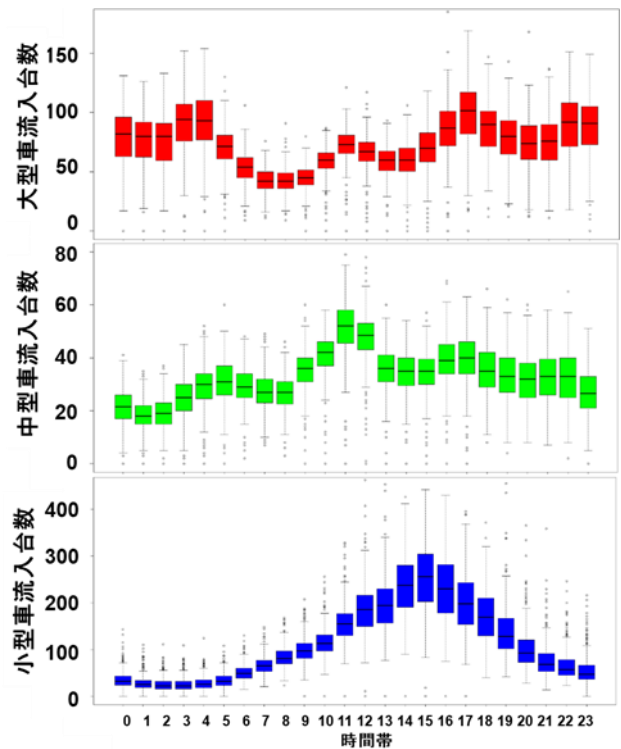


図-1 平日の時間帯別の流入台数
(上:大型, 中:中型, 下:小型)

b) 休日

平日と同様，図-2 に大型車（特大車を含む），中型車，小型車（普通車と軽自動車）別の休日の時間帯別流入台数を示す．

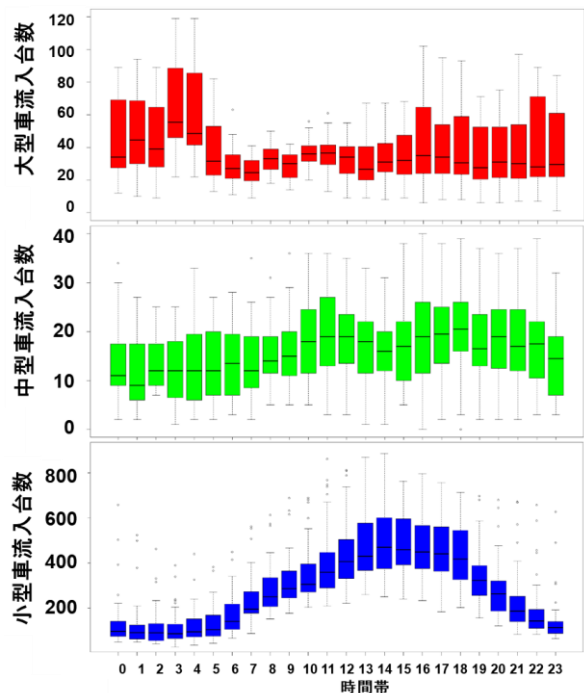


図-2 休日の時間帯別の流入台数
(上:大型, 中:中型, 下:小型)

休日の小型車は平日のような時間帯の傾向が見られる。しかし、流入台数は平均と比べ2倍ほどである。一方、大型車・中型車は平日と比べ流入台数は少なく、時間帯別変化に特徴が見られない。このことから、休日の SA 運用には小型車の利用を理解することが重要である。

(2) 駐車時間に関する分析

ここでは後述する PTV Vissim を用いたシミュレーションで用いる 2020年6月18日(平日)と2019年11月2日(休日)の駐車需要の分析を示す。

a) 平日 (2020/6/18)

図-3に平日の駐車時間累積度数分布(大型車, 流入時刻別)を示す。15~21時に流入する大型車は比較的長時間駐車する傾向があり、約60%が1時間以上駐車、約50%が2時間以上駐車、また約10%は12時間以上駐車することがわかる。以上のことから夕方の時間帯から流入する大型車の約5割は長時間休憩目的で足柄SAを利

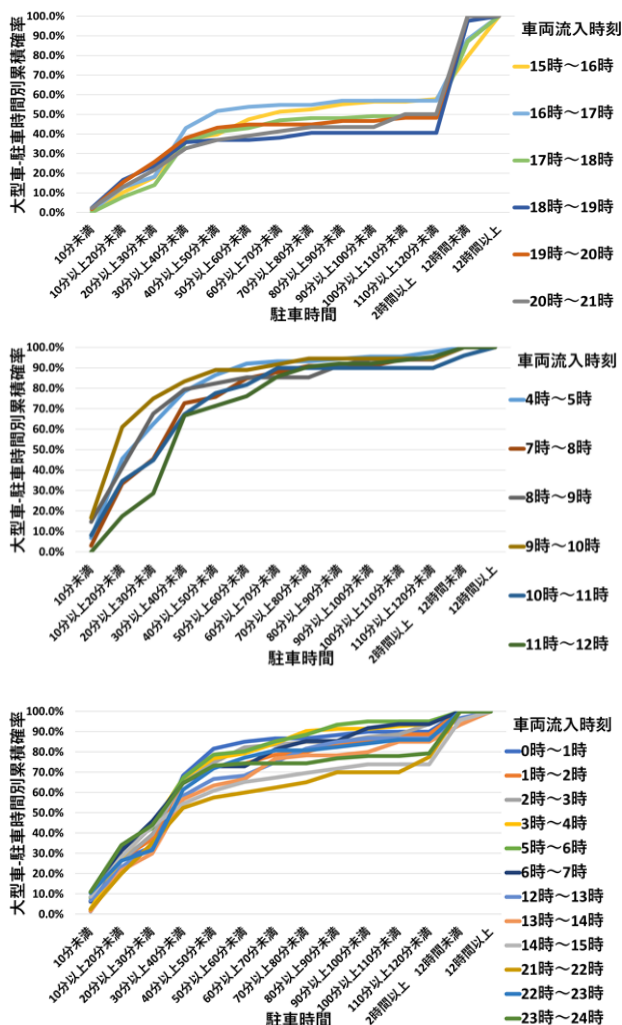


図-3 平日の駐車時間累積度数分布(大型車, 流入時刻別)
(上:長時間駐車時間帯, 中:短時間駐車時間帯,
下:中時間駐車時間帯)

用することが考えられる。4~12時に流入する大型車は比較的短時間駐車する傾向があり、平均50%が30分未満の駐車、約10%は1時間以上駐車となり、長時間駐車の大車は非常に少ないことがわかる。その他の日程では短時間駐車時間帯は6~11時となっていたことから、日程ごとで駐車時間にばらつきがあることも考えられるが、一般的に朝方から12時にかけて利用する大型車は短時間休憩としてサービスエリアを利用する傾向があることがわかる。上記以外の時間帯は30%が30分未満の駐車、約20%は2時間以上の駐車時間であり、上記の2つの経験分布の中間的存在である。また少ないが長時間駐車の大車も存在する。

次に、図-4に平日の駐車時間累積度数分布(中型車, 流入時刻別)を示す。16~1時に流入する中型車は比較的長時間駐車する傾向がある。基本的に大型車とほとんど同じような結果で、夕方から深夜0時にかけて長時間駐車する車両が流入する傾向がある。また12時間以上駐車する中型車は0%である時間帯が多いが、0時と16時には約10%が12時間以上駐車している。上記以外の時間帯に流入する中型車は比較的短時間駐車する傾向があり、2時間以上駐車する車両は0~20%と低く、12時間以上駐車する車両は数%ほどであるが15時帯は比較的長時間駐車する車両の割合が多い。

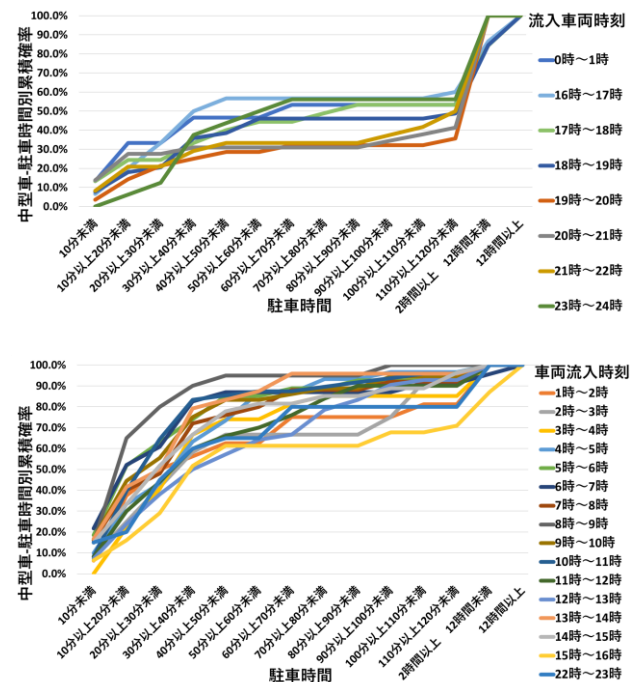


図-4 平日の駐車時間累積度数分布(中型車, 流入時刻別)
(上:長時間駐車時間帯, 下:短時間駐車時間帯)

最後に、図-5に平日の駐車時間累積度数分布(小型車, 流入時刻別)を示す。23~6時に流入する小型車は比較的長時間駐車する傾向があり、約60%が30分未満駐車で

あり、曲線の上方の膨らみがやや小さい形であることや、2 時間以上駐車 of 割合が約 20% も占める時間帯も存在する。これは深夜帯が多く、車中泊等で長時間休憩の利用車が存在することが想定される。また 23-6 時を除き、ほとんどの時間帯で小型車は短時間駐車傾向がみられる。約 70% は 30 分未満駐車，1 時間以上駐車は 10% ほどしかない。また短時間駐車傾向の大型車・中型車と比べて 30 分未満駐車 of 割合が高いことや、分布曲線はより上方に膨らんだ形となっており、小型車はサービスエリア利用の回転率が高いことが考えられる。このように短時間駐車である小型車の傾向を踏まえると、平日の小型車の混雑は深刻ではないことが分かる。

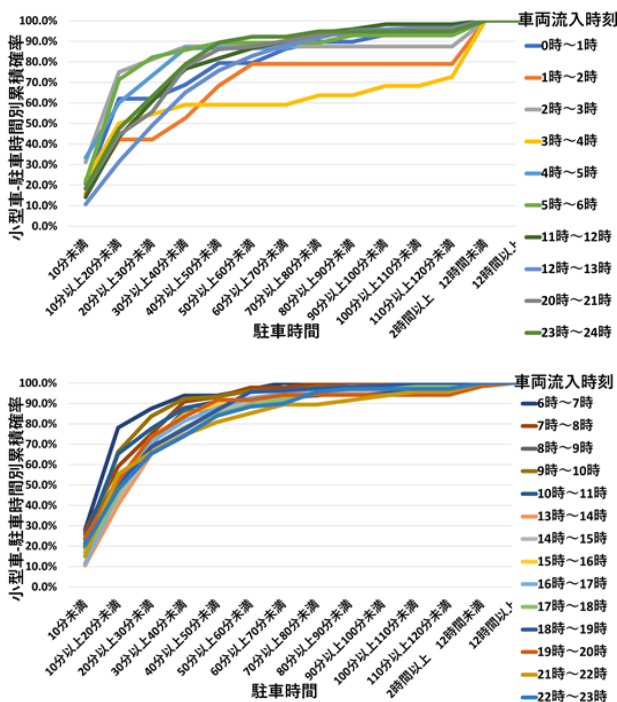


図-5 平日の駐車時間累積度数分布（小型車，流入時刻別）
（上：長時間駐車 of 時間帯，下：短時間駐車 of 時間帯）

b) 休日 (2019/11/2)

図-6 に休日の駐車時間累積度数分布（大型車，流入時刻別）を示す。平日と休日どちらも夕方から深夜にかけて流入する大型車が長時間駐車 of 傾向である。しかし長時間駐車傾向にある時間帯が 16~24 時であることや、2 時間以上駐車 of 割合や約 30%，12 時間以上駐車 of 割合は 5% 未満と長時間駐車 of 割合が平日と比べ小さいことがわかる。これらのことから、休日は平日ほどの混雑は発生しにくくなることが想定される。上記以外の時間帯に流入する大型車は比較的短時間駐車する傾向があり、平均 50% が 30 分未満の駐車，1 時間以上駐車する割合は約 10% で長時間駐車 of 大型車は非常に少ないことも読み取れる。平日と異なる点として、対象時刻が 0~16 時と平日に比べ短時間駐車 of 期間が多いこと等が考えられる。

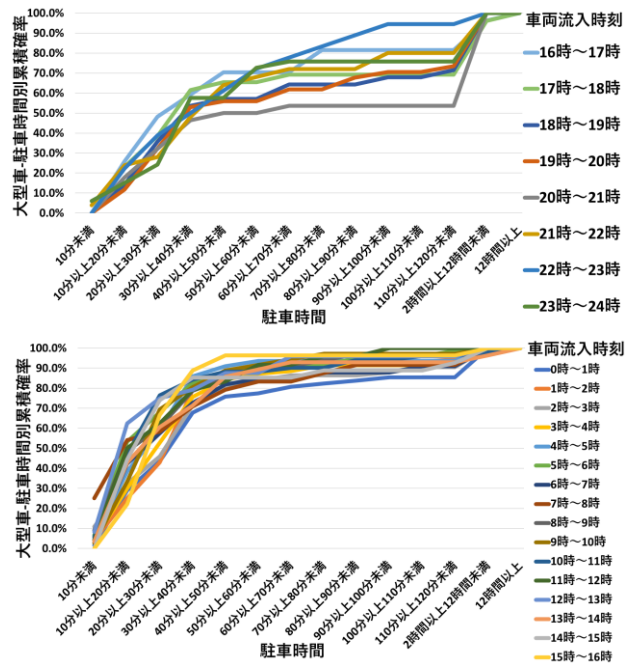


図-6 休日の駐車時間累積度数分布（大型車，流入時刻別）
（上：長時間駐車 of 時間帯，下：短時間駐車 of 時間帯）

図-7 に休日の駐車時間累積度数分布（中型車，流入時刻別）を示す。0~5 時・16~22 時に流入する中型車は比較的長時間駐車する傾向があり，1 時間未満駐車 of 割合は約 60%，また 2~12 時間駐車が多く 12 時間以上 of 駐車がない時刻もあれば，2-12 時間駐車が少なく 12 時間以上 of 駐車が 30% も占める時刻もある。上記以外の時間帯に流入する中型車は比較的短時間駐車する傾向があり，1 時間未満駐車 of 割合は約 80% である。また 1 時間以上 of

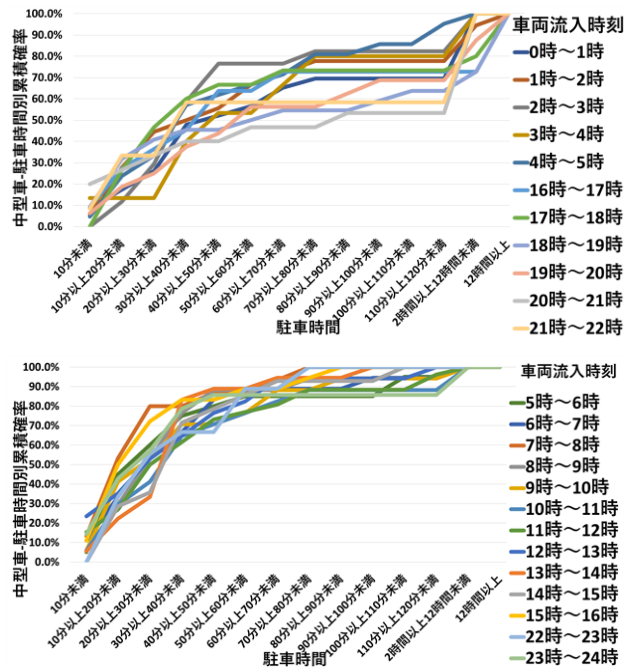


図-7 休日の駐車時間累積度数分布（中型車，流入時刻別）
（上：長時間駐車 of 時間帯，下：短時間駐車 of 時間帯）

駐車時間の分析は、0-5時・16~22時は非常に傾向が捉えにくく、対してそれ以外の時刻の方はわかりやすくまとまっている。加えて平日では短時間駐車のみが多く見られたが、休日では長時間駐車のみが多く見られた。さらに休日の中型車は短時間駐車の対象時刻が多いことから、中型車について休日は短時間駐車への傾向が強いことが想定される。

図-8に休日の駐車時間累積度数分布（小型車，流入時刻別）を示す。21~5時に流入する小型車は比較的長時間駐車する傾向があり、2時間以上駐車する割合が約20%存在していることや、平日と同じく深夜帯が多いことから、平日同様に車中泊等で長時間休憩の利用車が存在することが想定される。また平日に比べばらつきは少なく、よりはっきりとした傾向がでてきていることもわかる。上記以外の時間帯に流入する小型車は比較的短時間駐車する傾向があり、平日の短時間駐車を経験分布に比べて20分以上~50分未満に多少のばらつきが見えるものの、形には違和感はない。また平日と比べ1時間以上駐車は10%ほどしかいないことは共通であるが、30分未満の駐車割合は約70%→約60%に落ち込んでいる。これは休日の利用者として家族を想定した場合、サービスエリア滞在期間が多少長くなること等が考えられる。

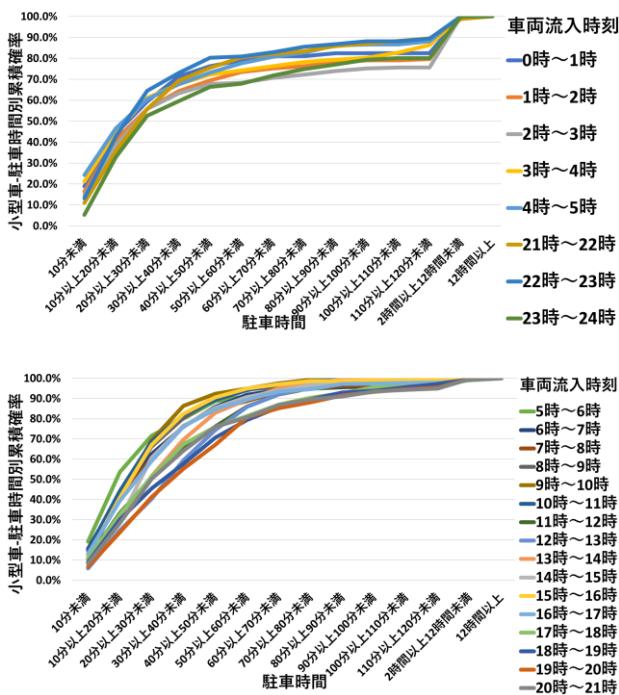


図-8 休日の駐車時間累積度数分布（小型車，流入時刻別）
（上：長時間駐車時間帯，下：短時間駐車時間帯）

4. Vissim を用いたシミュレーション分析

(1) 足柄 SA のデザイン

本研究では、現時点で世界で最も広く用いられている交通マイクロシミュレータの一つである PTV Vissim を用い、現在の足柄 SA のデザインと NEXCO 中日本が検討している将来の足柄 SA デザイン⁶⁾の2種類のデザインの評価を行った。図-9、図-10に、それぞれ現在と将来の足柄 SA のデザイン図を示す。また、表-1と表-2にそれぞれの車種別駐車可能マス数を示す。

将来の足柄 SA（上り）デザインで現在の足柄 SA（上り）デザインと明確に異なる点は、小型中型兼用マスの設置や、小型車の駐車方法の変更、それに伴った小型マスの増設。さらにダブル連結トラックを想定したトレーラーマスの増設である。また、工事前との駐車可能マス数を比べると、中型車は107マス、小型車は73マス増加しているが、大型車駐車可能マスはわずか9マスの増加である。中型車が小型中型兼用マスに駐車することで混雑の緩和は期待できるが、大型車の混雑改善の効果は少ないと思われる。

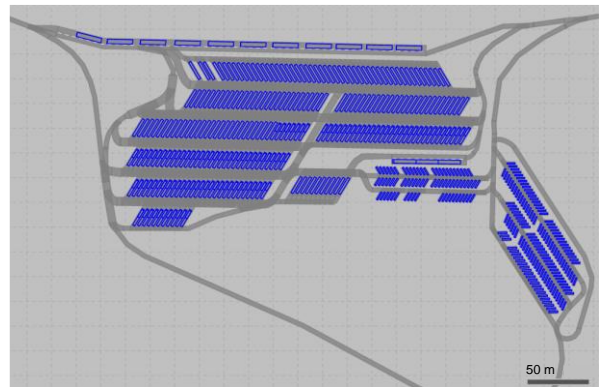


図-9 現在の足柄 SA（上り）

表-1 現在の足柄 SA（上り）の駐車マス数

駐車マス	大型車	中型車	小型車
小型専用マス	0	0	223
大型専用マス	143	143	0
特大車専用マス	11	0	0
バスマス	11	0	0
小型大型兼用マス	104	104	208
駐車可能マス	269	247	431

出典：NEXCO 中日本 ニュースリリース（2020）⁶⁾

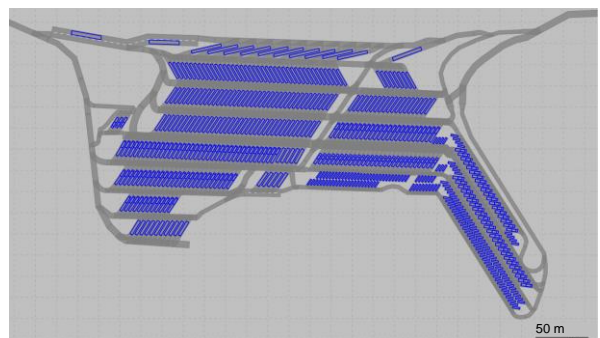


図-10 将来の足柄 SA（上り）

表-2 将来の足柄 SA (上り) の駐車マス数

駐車マス	大型車	中型車	小型車
小型専用マス	0	0	154
大型専用マス	140	140	0
特大車専用マス	13	0	0
バスマス	22	0	0
小型中型兼用マス	0	72	144
小型大型兼用マス	103	103	206
駐車可能マス	278	315	504

出典：NEXCO 中日本 ニュースリリース (2020) ⑨

(2) 時間帯

シミュレーションの実行は 15:00～(39 時間後の) 5:59 まで行う。シミュレーションの評価対象時間帯は 6:00~5:59 の 24 時間であるが、その前に数時間程シミュレーションをする必要がある。これはシミュレーション開始時の駐車マスが空の状態であるためである。シミュレーション対象の時間帯を 6 時からに設定しているのは、朝の 6 時帯は駐車できない車両は発生しにくいからである。

(3) 評価指標

シミュレーション評価では、以下で説明するすべての評価指標において結果の出力を 1 時間ごとに行い、時間帯別の評価を行う。

- ・駐車マスに駐車できない車両台数
- ・車両アクティブ (VehAct) : シミュレーション終了時点でネットワーク内にいる車両の合計数。
- ・車両到着 (VehArr) : すでに目的地に到着しており、シミュレーション終了の前にネットワークから削除された車両の合計数。
- ・停止合計 (StopsTot) : ネットワーク内にいる、あるいはすでに出発しているすべての車両の合計停止回。この中に駐車場における駐車行為は停止合計に含まれない。
- ・停止平均 (StopsAvg) : 停止回数合計 / (ネットワーク内の車両台数+到着した車両台数)
- ・合計遅延 (DelayTot) : ネットワーク内のすべての車両、またはすでにネットワークを離れている車両の遅延の合計。停止標識で停止する時間や、駐車場における駐車時間は合計遅延に含まれない。
- ・遅延平均 (DelayAvg) : 車両ごとの平均遅延。合計遅延 / (ネットワーク内の車両台数+到着した車両台数)
- ・停止遅延合計 (DelayStopTot) : ネットワーク内にいる、あるいはすでに出発している全ての車両の合計停止時間。停止時間=車両が静止している時間 (速度=0)。この中に駐車場における駐車行為は停止合計に含まれない。

ない。

- ・停止遅延平均 (DelayStopAvg) : 車両ごとの平均停止時間。合計停止時間 / (ネットワーク内の車両台数+到着した車両台数)

(4) 駐車ルール

シミュレーションにおける駐車ルールを以下の通り設定する。

- ・駐車マスはエリアごとにグループを分け、グループごとに駐車する優先順位を定める
- ・利用できる駐車マスのうち最も優先順位が高い駐車マスを選ぶ
- ・もし目的の駐車マスが途中で駐車不可になった場合、次の優先順位の駐車マスに向けて駐車する。ただし、すでに選択しているルートによってはそれができない可能性もある。
- ・兼用マスはそれぞれの車両専用マスが満車になった場合、また専用マスが途中で駐車不可になった場合に利用される
- ・これらの駐車ルート決定は SA の入り口で決まるため、サービスエリア内で改めて駐車マスの変更はない

実際のサービスエリアでは、サービスエリア内に入った車両は空いている駐車マスを探しながら自分の駐車するスペースを決めるが、このシミュレーションではサービスエリア入口ですでに自分の駐車スペースを決めている設定となっている。このようにランダム性のある挙動ではなく、効率的にサービスエリアを運用することを前提としてシミュレーションを行う。

(5) 駐車需要シナリオ

分析は 2020/6/18 (平日) ・ 2019/11/2 (休日) ・ 2019/12/29 (年末) の実際の駐車需要を用いて行い、現在・将来デザインのシミュレーション結果を比較する。平日については、大型車の流入台数が 1730 台 (平日平均) 以上、中型車の流入台数が 760 台 (平日平均) 以上、小型車の流入台数が平均前後の日で、緊急事態宣言やまん延防止等重点措置期間(2021 年 4 月~6 月)を除いたものの中から選定した。休日については、小型車の流入台数が 7000 台 (休日平均) 以上で、次の日も休日である日の中から選定した。また、小型車の流入台数が非常に多い日として小型車の流入台数が 10000 台以上の日の中から大型車の流入台数が多い、2019/12/29 を年末のシミュレーション対象として選定した。

5. 分析結果と考察

シミュレーションは同様の設定で 30 回繰り返し、それに基づいてデザインの評価を行った。

(1) 駐車できない車両

表-3 に 2020 年 6 月 18 日 (平日) の需要を用いた結果として、時間帯・デザイン別の駐車できない車両台数を示す。

表-3 時間帯・デザイン別の駐車できない車両台数
(2020 年 6 月 18 日 (平日) の需要)

時間	足柄現在デザイン				足柄将来デザイン				足柄現在-足柄将来			
	大型車	中型車	小型車	SUM	大型車	中型車	小型車	SUM	大型車	中型車	小型車	SUM
6~	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
~16												
16~17	25	8	0	33	6	0	0	6	19	8	0	27
17~18	63	26	0	89	45	0	0	45	18	26	0	44
18~19	64	25	0	89	54	0	0	54	10	25	0	35
19~20	46	19	0	65	42	0	0	42	4	19	0	23
20~21	48	25	0	73	41	0	0	41	7	25	0	32
21~22	37	16	0	53	34	0	0	34	3	16	0	19
22~23	52	12	0	64	52	0	0	52	0	12	0	12
23~0	29	6	0	35	27	0	0	27	2	6	0	8
0~1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0
1~2	10	2	0	12	8	0	0	8	2	2	0	4
2~3	3	0	0	3	4	0	0	4	-1	0	0	-1
3~4	2	0	0	2	2	0	0	2	0	0	0	0
4~5	2	1	0	3	1	0	0	1	1	1	0	2
5~6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	382	140	0	522	317	0	0	317	65	140	0	205

小型車は両デザインどの時間帯においてもすべての車両が駐車できていることがわかる。しかし、大型車・中型車は 16 時帯に入った頃から徐々に駐車できない車両が発生する。ピークは両デザイン共に 18 時・22 時にきていることもわかる。

また、将来デザインの場合、駐車できない中型車ほどの時間帯でもない。比べて、大型車は中型車ほど減少しない。総合的には、駐車できる大型車台数を増加させているが、時間帯によっては駐車できない大型車が現在デザインよりも多い時間帯がある。これは、将来デザインの場合 15~20 時に大型車がより多く駐車しているためと考えられる。この時間帯に流入する大型車は長時間駐車傾向があり、15~20 時で現在デザインより約 150 台多く駐車している将来デザインは、その数時間後に、長時間駐車大型車が駐車マスを利用している影響を受けている。大型車の現在・将来デザインの差に着目すると、16 時から徐々に小さくなっている。混雑緩和の大部分は中型車によるもので、中型可能マスが飽和状態になっていないことを考えると、小型中型兼用マスの一部を小型大型兼用マスに変更し、大型車駐車可能マスを増やすことで、駐車できる大型車を増やすことができると見込まれる。

休日需要(2019/11/2)についてシミュレーションした結果、どの場合でも駐車できない車両はなかった。休日は

平日に比べ、大型車の流入台数が少なく、小型大型兼用マス・小型中型兼用マスを小型車が利用できる。加えて、小型車が兼用マスを利用する場合、大型車に比べて 2 倍の駐車スペースを確保できるため、駐車できない車両は発生しなかったと考えられる。これらより、足柄 SA の混雑は主に平日に発生し、特に大型車について問題であることがわかる。

表-4 に 2019 年 12 月 29 日 (年末) の需要を用いた結果として、時間帯・デザイン別の駐車できない車両台数を示す。

表-4 時間帯・デザイン別の駐車できない車両台数
(2020 年 12 月 29 日 (年末) の需要)

時間	足柄現在デザイン			足柄将来デザイン			足柄現在-足柄将来		
	大型車	中型車	小型車	大型車	中型車	小型車	大型車	中型車	小型車
6~	0	0	0	0	0	0	0	0	0
~11									
11~12	0	0	6	0	0	1	0	0	5
12~13	0	0	57	0	0	17	0	0	40
13~14	0	0	74	0	0	37	0	0	37
14~15	0	0	84	0	0	52	0	0	32
15~16	0	0	50	0	0	25	0	0	25
16~17	0	0	31	0	0	12	0	0	19
17~18	0	0	3	0	0	0	0	0	3
18~									
~6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	0	0	305	0	0	144	0	0	161

基本的に休日の中でも年末は大型車・中型車ともに流入台数は少なく、すべての大型車・中型車が駐車でき、かつ、大型車・中型車の兼用マス利用率が低いいため、小型大型兼用マスや小型中型兼用マスは、ほぼ小型車が利用できる。しかし、小型車流入台数が多い時間帯 13~14 時にピークがあり、駐車できない小型車が 12~16 時にかけて増大している。デザイン間を比較すると将来デザインは現在デザインに比べ、小型車が約 160 台多く駐車できる。小型車の駐車時間は基本的に短時間であり、長時間駐車による駐車マス利用の影響で後の時間帯で駐車できない車両が増えることもなく、すべての時間帯において駐車できない車両が少ない。この結果は、小型車の駐車需要が特に大きい年末のシミュレーションであり、混雑の比較的少ない休日であれば、駐車できない車両は発生しないと考えられる。

(2) 渋滞指標

図-11 に時間帯別の車両停止合計 (回) の平均値の差 (現在デザイン-将来デザイン) を需要シナリオ別に示す。

シミュレーションの結果、停止回数がどの需要シナリオ (平日, 休日, 年末) でも将来デザインにおいて大きくなるのが分かる。これは将来デザインでは、小型車が駐車マスから出ていくルートの途中で、駐車する、ま

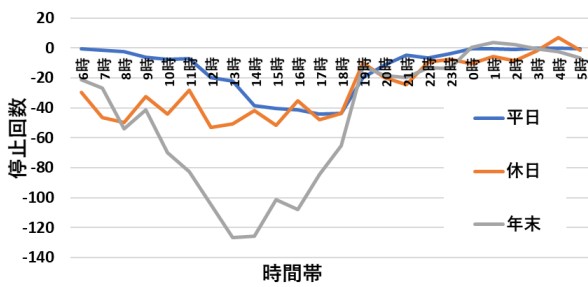


図-11 需要シナリオ別の時間帯ごとの停止回数の差 (現在デザイン-将来デザイン)

た、駐車マスから出ていく他の車両と交錯する頻度が高くなるためである。現在デザインでは小型車が迂回する(他の車両と交錯しにくい)ルートがあり、これにより停止回数が将来デザインよりも少なくなっている。また、停止時間と遅延時間は、小型車の流入台数が多いシナリオほど高い。これは、大型車の駐車時間が不均一であるのに対し、小型車は基本的に1時間未満の駐車時間が多く駐車マスから出ていくタイミングが重なりやすく、加えて、大型車に比べ回転率が高いためである。以上のことから渋滞緩和の対策として、駐車マスから出ていくルートの分散させること(小型車の挙動に注目した駐車案内など)が重要であると考えられる。

(3) 誘導設定の比較

以上の分析では、効率的にサービスエリアを運用する駐車ルールを設定している。そのため、駐車マスが一つでも空いていれば駐車できる環境であるが、実際のサービスエリアではどの駐車マスが空いているかはわからないため、ルート選択によっては駐車マスが空いていないルートを選んでしまい、駐車できない車両が発生する可能性がある。また、渋滞の評価において、交錯を緩和する車両案内が重要であることがわかった。特に小型車の流入台数が多い日に渋滞が起こりやすくなっていることから、小型車の駐車ルートの誘導が重要である。

本項では、2種類の駐車ルート誘導を想定し、現実に近い車両挙動を実現させるものを**設定A**、効率的でまとまった車両挙動を実現させるものを**設定B**とし、駐車できない車両台数がどう変わるか、また、どちらのルート設定が渋滞の緩和に効果があるか検証する。この分析は、より車両の交錯が起きやすい将来デザインを用いて行う。

a) 駐車ルートの誘導設定

設定Aの特徴は以下の通りである。

- ① 小型車、中型車はルートを確率的に選択

例えば、小型車はより休憩所に近い駐車マスに駐車したくなる傾向があるため、休憩所に近いルート選択の確率を比較的大きな値設定をしている。しかしこの値設定

の参考資料はなかったため、筆者の想定による値設定となっている。

- ②①で選択したルートから駐車できるマスの中で駐車ルートを選択

(3)ではサービスエリアの入り口で駐車ルートが決定されていたが、**設定A**では車両がルート選択をした直後に駐車ルートが決定される。

- ③専用マスが利用可能な状態でも兼用マスが利用できる
- ④選択したルートのより入り口付近に駐車
- ⑤隣り合う駐車をさける

設定Bはこれまでの分析で用いられたものと同様である。**設定A**と異なる点は以下の通り。

- ①サービスエリアの入り口で駐車ルートが決定
- ②専用マスが利用可能な状態でのみ兼用マスが利用可能
- ③サービスエリアの入り口からより離れたマスから駐車する
- ④車両は隣り合って駐車

b) 分析結果: 駐車できない車両

これまでと同様、30回のシミュレーション結果を基に考察を行う。表-5に2020年6月18日(平日)の需要を用いた結果を示す。小型中型兼用マスを設定しているにもかかわらず、**設定A**では駐車できない中型車が発生する。これは、小型専用マスに空きがあるにもかかわらず、小型車が兼用マスに駐車したことで中型車の駐車できるスペースが減少したこと、また、中型車の誘導設定によって、駐車できるマス数が限られたことが要因と考えられる。例えば、大型車の流入するルートと同じルートを通る中型車は、そのルート上で小型中型兼用マスを利用できないため、利用可能な駐車マスが限られ、駐車できないケースが多く発生した。一方、大型車の駐車できない車両台数は**設定B**とあまり変わらない。全体として、先述の現在デザインと将来デザインの比較ほどの差は無いが、**設定B**の方が小型車の誘導設定が効率的で、**設定A**より駐車できない車両は少ない。

表-5 時間帯・誘導設定別の駐車できない車両台数 (2020年6月18日(平日)の需要)

時間	設定A				設定B				設定A-設定B			
	大型車	中型車	小型車	SUM	大型車	中型車	小型車	SUM	大型車	中型車	小型車	SUM
6~16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16-17	7	7	0	14	6	0	0	6	1	7	0	8
17-18	50	21	0	71	46	0	0	46	4	21	0	25
18-19	54	18	0	72	53	0	0	53	1	18	0	19
19-20	42	14	0	56	41	0	0	41	1	14	0	15
20-21	42	17	0	59	40	0	0	40	2	17	0	19
21-22	33	12	0	45	35	0	0	35	-2	12	0	10
22-23	53	9	0	62	53	0	0	53	0	9	0	9
23-0	28	6	0	34	30	0	0	30	-2	6	0	4
0-1	1	1	0	2	2	0	0	2	-1	1	0	0
1-2	8	4	0	12	7	0	0	7	1	4	0	5
2-3	3	1	0	4	3	0	0	3	0	1	0	1
3-4	2	3	0	5	2	0	0	2	0	3	0	3
4-5	1	2	0	3	2	0	0	2	-1	2	0	1
5-6	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	1
計	324	116	0	440	320	0	0	320	4	116	0	120

表-6に2019年12月29日(年末)の需要を用いた結果を示す。設定Aでは駐車できない車両が非常に多い。ピーク時間帯では、設定Bの2倍以上、駐車できない車両が発生し、全体では設定A・B間で約400台の違いがあった。小型車について詳細に見ると、休憩所から離れているルートを通る小型車はほとんど駐車でき、休憩所に近いルートを通る小型車に駐車できない車両が発生している。誘導設定方法にもよるが、駐車マスマデザインからみると休憩所から離れているルートを選んだ車両は、そのルートから利用可能な駐車マスが多い。一方、休憩所に近いルートを選んだ車両は、利用可能な駐車マスが比較的に限られている。このため小型マスに駐車できない、或いは、小型専用マスが空いているにもかかわらず兼用マスに駐車する事例が発生すると考えられる。

表-6 時間帯・誘導設定別の駐車できない車両台数
(2019年12月29日(年末)の需要)

時間	設定A			設定B			設定A-設定B		
	大型車	中型車	小型車	大型車	中型車	小型車	大型車	中型車	小型車
6~	0	0	0	0	0	0	0	0	0
~10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10~11	0	0	2	0	0	0	0	0	2
11~12	0	0	52	0	0	0	0	0	52
12~13	0	0	97	0	0	23	0	0	74
13~14	0	0	106	0	0	39	0	0	67
14~15	0	0	114	0	0	51	0	0	63
15~16	0	0	85	0	0	22	0	0	63
16~17	0	0	73	0	0	13	0	0	60
17~18	0	0	32	0	0	2	0	0	30
18~19	0	0	15	0	0	0	0	0	15
19~20	0	0	1	0	0	0	0	0	1
20~	0	0	0	0	0	0	0	0	0
~6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
計	0	0	577	0	0	150	0	0	427

c) 分析結果：渋滞

ここでは、より渋滞が激しい2019年12月29日(年末)の需要を用いた結果を説明する。図-12に時間帯・誘導設定別の停止回数を示す。混雑時である時間帯11~16時では設定Aの方が停止回数が多く、その他の混雑していない時間帯等では設定Bの方が停止回数が多くなることからわかる。これは、混んでいるSA内で設定Aのように不規則に駐車していく場合、他車両との交錯する確率が高くなるのに対し、設定Bはエリアごとに順番に満車になっていくことに加え、サービスエリアの出口に近い兼用マスから利用するため、交錯を減らすことができると考えられる。(但し、このシミュレーションでは歩行者を考慮していない点を留意する必要がある。)一方、混雑していない場合、設定Bでは他のエリアに余裕ある場合にも、一部のエリアに車両が集中するため、基本的には分散して駐車する方が望ましいと考えられる。

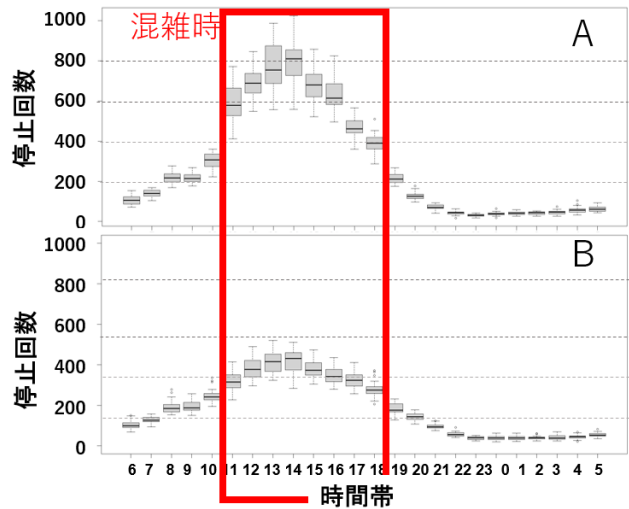


図-12 時間帯・誘導設定別の停止回数
(2019年12月29日(年末)の需要)

また、その他の評価指標について、設定Aが設定Bよりも総停止回数は多くなるが、停止時間合計は設定Bが値は多くっており、ここから、1停止回数当たりの停止時間が設定Bの方が長いことがわかる。このことは、設定Bにおいては、SA内の車両の流動性が悪いことを示している。例えば、先頭の車両が停止した場合、後続車両も連続して停止、また、その付近の駐車マスから出ようとする車両も停止するという現象が確認できた。

6. 結論

本研究ではPTV Vissimを用いて、足柄SAをケーススタディとして、SA内の車両挙動のシミュレーションにより駐車場のデザインと誘導設定に関する分析を行った。平日の混雑に関しては深夜帯に大型マスの混雑が激しいことに加え、ほとんどが大型車の影響であることから、小型中型兼用マスの増設による大型車の混雑緩和の効果は薄く、大型車駐車可能マスの増加が課題解決に重要であることが明確になった。また、平均的な休日に関してほとんど問題はないが、年末などの繁忙期のみ、小型車の混雑が発生することがわかった。このことは、日本の高速道路におけるSA/PAのデザイン検討の際に、車両別の需要特性を把握することが極めて重要であることを示唆している。また、年末は大型車・中型車の利用が少ないことに加え、小型車の混雑は大型車・中型車の利用が少ない11~18時であることから、利用されていない大型マスに小型車を駐車させる等の方策が有効であることが示唆された。

車両の交錯とそれに伴う遅延については、回転率の高い小型車の影響が大きく、駐車場を出る際に時間的・空間的に分散するようにすること、また、小型車の駐車案内を適切に導入することが重要であることが分かった。

シミュレーションでは、混雑している時間帯のみで駐車案内の効果が確認できたため、小型車が混雑時間帯のみ駐車案内をすることで、駐車できない車両を減らすとともに交錯も減らすことができると考えられる。

今後は、より精度をあげた Vissim シミュレーションの再現する必要がある。今回は Vissim を用いたサービスエリアのシミュレーションは初の試みでありさらに精度をあげた Vissim の評価が期待できる。例えば、今回は小型車・中型車・大型車の 3 種類の車両別に分析を行うことで、駐車できない大型車に焦点を当てた。今後はバスやダブル連結トラック等も考慮したシミュレーションを期待できる。また本研究の考察で「大型駐車可能マスの増設」が重要であることがわかった。このような改善点を考慮したデザインの検討を行い、新たなデザインの評価も期待できる。さらにサービスエリア利用料金を考慮したシミュレーションや、対象サービスエリアや対象日程を拡大したシミュレーションも期待する。

付記：本研究は国土交通省・新道路技術会議プロジェクト「ダブル連結トラックおよび貨物車隊列走行を考慮した道路インフラに関する技術研究開発」の成果の一部であることを付記しておく。

参考文献

- 1) 東日本高速道路株式会社, 中日本高速道路株式会社, 西日本高速道路株式会社 (2021) : 休憩施設における駐車マス拡充の取り組みについて, 2021 年 4 月 28 日
- 2) 松下剛, 熊谷孝司, 野中康弘, 石田貴志 : 高速道路の休憩施設選択要因に関する基礎分析, 土木計画学研究・講演集, Vol.44 (CD-ROM) , 2011
- 3) 平井章一, XING Jian, 甲斐慎一郎, 堀口良太, 宇野伸宏 : ETC2.0 プローブデータに基づく都市間高速道路の休憩施設選択行動モデルの構築, 交通工学研究発表会論文集, Vol.37 (CD-ROM) , 2017
- 4) 藤井篤史, 宇野伸宏, 中村俊之, 山本浩司 : 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, 交通工学論文集, 第 1 巻, 第 2 号, pp.A_197-A_206, 2015,
- 5) 椎野修, 日比野直彦, 森地茂 : 高速道路休憩施設の立寄り特性と混雑対策, 第 43 回土木計画学研究発表会・講演集, Vol.43 (CD-ROM) , 2011
- 6) NEXCO 中日本～ニュースリリース (2022/1/21 閲覧)
https://www.c-nexco.co.jp/corporate/press-room/news_release/4883.html

EVALUATING DESIGN OF EXPRESSWAY SERVICE AND PARKING AREAS USING MICROSIMULATION

Yuki KONISHI, Natsuho ARUGA, Takanori SAKAI and Tetsuro HYODO

In recent years, the shortage of parking spaces and inappropriate use of parking spaces at expressway rest area have become a problem. In addition, it is feared that the increase in the number of high capacity vehicles, such as double trailer trucks, will put further pressure on the parking space in the rest area, and more efficient operation of the parking space is required in the future. In this study, we focused on the Ashigara rest area (upstream), where design improvements are expected, and analyzed the ETC Free Flow data to identify the time of day when truck congestion becomes severe. In addition, the behavior of vehicles in the rest area was simulated using traffic simulation software, and the design of the parking lot, the method of setting the flow line, and the mixed use policy of the parking lot according to the time of day were examined.