

ドローンを用いた撮影調査を通じた高速道路 SA/PA における 大型車の駐車行動の解析と駐車問題の解決策の提案

Analysis of the parking behavior of heavy vehicles at expressway SA/PAs and suggestions for solutions to parking problems by using drone imagery

渡部大輔 (正会員：東京海洋大学), 味水佑毅 (正会員：流通経済大学), 根本敏則 (正会員：
敬愛大学), 兵藤哲朗 (非会員：東京海洋大学), 利部 智 (非会員：公共計画研究所),
田邊 肇 (非会員：多摩ドライビングスクール)

Daisuke WATANABE(Tokyo Univ. of Marine Science and Technology, TUMSAT),
Yuki MISUI(Ryutsu Keizai Univ.), Toshinori NEMOTO(Keiai Univ.), Tetsuro HYODO(TUMSAT),
Tomo KAGABU(PPPS, Inc.), Hajime TANABE(Tama Driving School)

要旨

高速道路の SA/PA では、特に深夜帯において大型車の駐車マスにおける混雑が問題となっている。そこで本研究では、ドローンを用いて SA/PA を上空から動画撮影を行い、流入した大型車の挙動をデータ化した上で、挙動パターン解析を行った。その結果、大型車の駐車マス選択行動から、駐車需要の高まる夕方から深夜にかけて、駐車マス外への駐車や駐車せずに退出する車両が多くみられた。また、トラックよりトレーラーの方が駐車マスを見つけることが難しく、駐車マス不足が顕著であることが分かった。そして、駐車問題について挙動パターン解析に基づいた考察を行い、駐車マスの配置と車両誘導策などの解決策を提案した。

Abstract

At expressway SA/PAs, there is congestion in parking spaces for heavy vehicles including trailers, especially during the late-night hours. In this study, a drone was used to take video images of SA/PAs from the sky, and the behavior of heavy vehicles that entered the SA/PAs was collected as data and analyzed for behavior patterns. From the parking space selection behavior of heavy vehicles at SA/PAs, many heavy vehicles parked outside of parking cells or exited without parking owing to the lack of available cells during the parking demand peak in evening and late-night hours. In addition, trailers had more difficulty in finding parking spaces than trucks, and the shortage of parking spaces was more pronounced. Based on the behavior pattern analysis, we proposed an appropriate solution to the parking problems, such as the arrangement of parking cells and the vehicle guidance strategy.

1. はじめに

近年、平日深夜帯における SA/PA 駐車場の混雑が問題となっている^{1,2,3,4)}。具体的には、午後の早い時間帯に入場した休息目的の長時間駐車の大車 (トラック (単車), トレーラー) により駐車マスが埋まっており、深夜帯に短時間の休憩目的で SA/PA に入場した車両が、SA/PA 内の通路や SA/PA の流入部/流出部に駐車せざるを得なくなっているという問題である。これは、休息目的の駐車のほか、着荷主の到着時間指定に合わせ時間調整目的の駐車が多いため生じている。ドライバーの休憩・休息

機会を確保し、高速道路を安全に走行できるように、SA/PA 駐車場を効率的に運用する必要がある。

高速道路の休憩施設に関しては、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が多く見られる一方、駐車場の混雑問題に関する研究についてはそれ程多く見られない。有賀ら⁵⁾では、ETC Free Flow (ETC/FF) データを活用し、東名・新東名における各 SA/PA の飽和度を駐車マスや駐車時間別に分析することで混雑の原因を明らかにし SA/PA の現状について確認した。なお、ETC/FF データとは、

SA/PA の出入り口に駐車場の混雑状況を把握するための路車間無線通信機器が設置されており、その履歴から個々の ETC 車両における SA/PA 入出時刻や IC 入出時刻が把握できるデータである。小西ら⁹⁾では、東名における足柄 SA（上り）に注目し、ETC/FF データを解析し大型車の渋滞が激しくなる時間帯などを明らかにし、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。有賀ら⁷⁾では、SA/PA 滞在時間モデルと SA/PA 選択行動モデルを用いてシミュレーションを行い、混雑緩和に関する施策の効果や、車両の大型化等の将来の動向を検証した。このほか、兼用マスの導入とその設置比率が 24 時間を通じた駐車場全体の稼働率にもたらす影響を、シミュレーション分析により定量的に検証した岩沢ら⁸⁾や、ETC/FF データと休憩施設の売上データを用いた分析を通じて、休憩施設の利用が、車種、時刻、季節によって異なることを明らかにした呉ら⁹⁾でも、SA/PA の利用状況について言及されている。

一方、大型車に関する駐車に着目した高速道路休憩施設の駐車場の利用状況に関する研究については、以下の研究が挙げられる。山本ら¹⁰⁾では、高速バスを対象として商用車プローブデータを用いて、SA/PA における駐車マスの利用実態を分析した。横尾ら¹¹⁾では、VTR 調査を用いて各駐車マスの利用実態を分析するとともに、大型車の駐車マス増設手法に対する利用者意識を分析し大型車の駐車マス増設手法を比較した。渡部ら¹²⁾では、ダブル連結トラックのプローブデータを用いて SA/PA における休憩の有無や滞在時間を明らかにした上で、休憩施設の通過を余儀なくされたと考えられる事例を抽出し、SA/PA の混雑状況や駐車マスの利用状況、ドライバーへのヒアリング調査を基に駐車できなかった原因の推測と考察を行った。都市間高速道路における休憩行動のモデル化を行った平井ら¹³⁾¹⁴⁾では、モデル化の前提として ETC/FF データを用いて休憩行動を分析し

ており、大型車による長時間休憩、および深夜割引時間帯や業務開始時刻に応じた時間調整の実態を明らかにしている。また、Misui et al.¹⁵⁾では、ETC/FF データを用いて SA/PA における大型車の時間帯別駐車需要を分析するとともに、ドライバーへのアンケート調査を通じて、SA/PA の有料化や高速道路外の休憩施設の利用など交通需要管理施策に対する受容可能性を検証している。しかしながら、SA/PA の駐車場内における大型車の具体的な挙動について分析したものは見受けられない。

駐車場の利用状況の把握に関しては、従来から、ループコイルやエリアセンサーなどを用いた技術開発と導入が進められてきたが、駐車マス以外の通路などのスペースを含めた SA/PA 全体における駐車状況を把握することはできない。また、SA/PA への流入・流出の台数の把握であれば、既存の ETC/FF データを用いることができるものの、SA/PA の駐車場内における駐車状況や具体的な挙動を把握することはできない。それらの課題を解決するために、ドローンを用いて上空から動画撮影することが有効である。一方、ドローン撮影での問題点としては、夜間のような暗い画像での識別が難しいこと、調査において天候の影響やコストがかかることが挙げられる。

本研究では、ドローンを用いて SA/PA を上空から動画撮影を行い、大型車の駐車状況や流入・流出した挙動をデータ化する。そして、同データを用いたパターン解析を行い、適切な駐車マスの配置や車両誘導方策などの駐車問題について解決策の提案を行う。

2. ドローンによる撮影調査

2.1 調査の概要

調査対象の SA/PA としては、大型マスの飽和度（駐車マス数に対する駐車台数の割合）が比較的高く⁹⁾、混雑が著しい東名の足柄 SA（上り線）と新東名の駿河湾沼津 SA（上り線）を選択した。なお、足柄 SA は駿河湾沼津 SA と比べて、表 1 のように約 2.3 倍近い駐車能力を

有している。

調査時間帯は、大型車の利用が多い日曜夜間から平日終日とした。撮影スケジュールは表2のように、2022年12月初旬に、時間帯別の利用状況に応じて、早朝（4～8時）、昼間（11～17時）、夜間（18～翌1時）の3時間帯に、1時間に1回の撮影（15～20分程度）を行った。

SA（上り線）全体を16:9の構図で撮影する

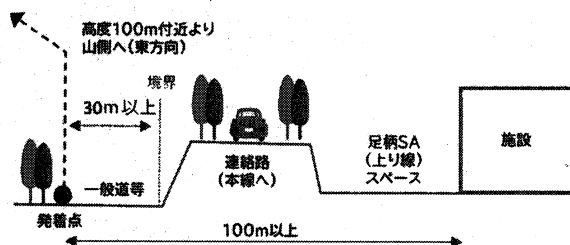
表1 対象SAにおける大型車の駐車容量

	足柄SA(上り)	駿河湾沼津SA(上り)
小型中型兼用マス	72	51
小型大型兼用マス	103	-
大型車マス	142	88
トレーラマス	13	4
（うちダブル連結トラック優先駐車マス）	(5)	(-)
（うちダブル連結トラック予約駐車マス）	(1)	(-)
バスマス	22	8
大型車駐車可能台数合計	352	151

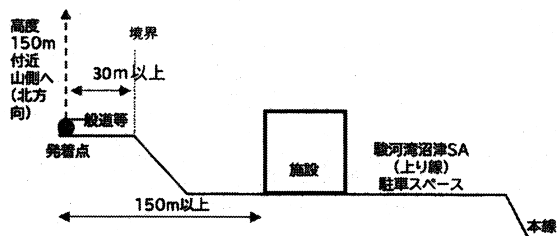
出典：中日本高速道路株式会社提供資料に基づき筆者作成

表2 調査スケジュール（2022年）

対象SA	撮影日	撮影時間	調査ID
足柄SA(上り)	12/4(日)	18時～翌2時	A-1
	12/5(月)	11時～13時	A-2
	12/6(火)	14時～19時	A-3
	12/7(水)	4時～8時	A-4
	12/7(水)	16時～翌3時	A-5
駿河湾沼津SA(上り)	12/12(月)	10時～14時	B-1
	12/12(月)	21時～翌0時	B-2
	12/13(火)	17時～20時	B-3



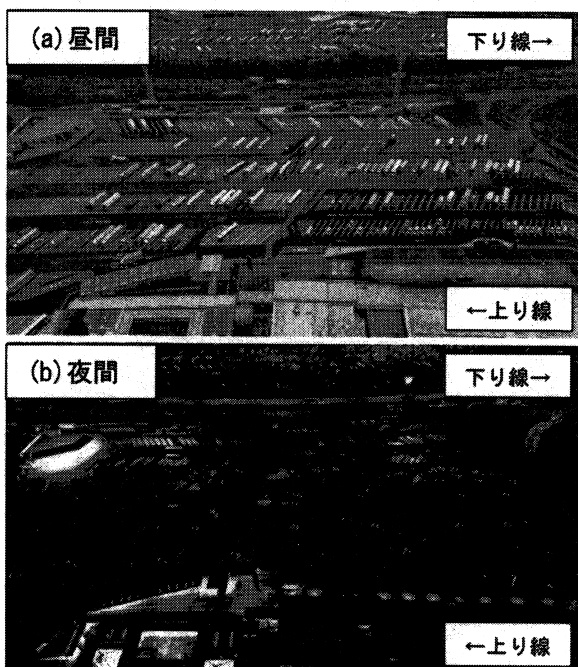
(i) 足柄 SA



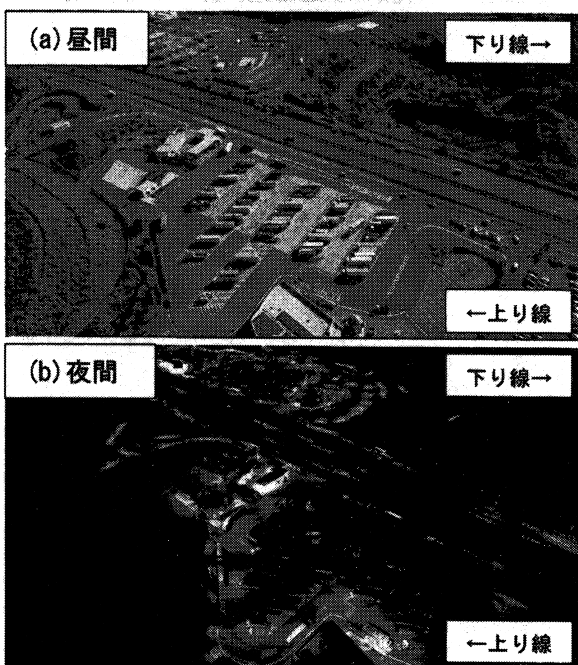
(ii) 駿河湾沼津 SA

図1 撮影箇所（断面図）

ためには、少なくとも高度100m以上、SA敷地から50m離れた場所からの撮影が必要となる。そのため、図1のようにドローンは一般道から発着し、SA敷地外から撮影を行った。なお撮影にあたっては、道路管理者である中日本高速道路株式会社との事前協議、国土交通省東京航空局長より飛行許可を得るほか、関連法令を遵守した上で実施した¹⁶⁾。



(i) 足柄 SA



(ii) 駿河湾沼津 SA

図2 撮影結果（静止画）

両 SA の撮影結果（静止画）を示したものが図 2 である。図からは、昼間、夜間ともに SA 内の駐車マスが画角に収まっている一方で、夜間は照明の光量が十分でなく、一部に判別が難しい箇所があるものの、車両の動きはヘッドライトを用いて把握することが可能である。

2.2 車両挙動のデジタル化

撮影調査を通じて動画データを作成し、各車両の挙動を目視で確認することで、下記のような作業方針に基づき、秒単位でのデジタル化を行った。対象は大型車として、トラック、トレーラー、高速バスに分類した。駐車していた車両が画面外へ移動した場合は退出したものとカウントした。SA 出入口以外の画面枠外から移動してきた車両はカウントしていない。動画開始時に移動中の車両はカウントしていない。そして、移動中に動画終了した場合はカウントしていない。各レコードの順番は、SA に入った時刻あるいは SA から出た時刻の順で並べた。駐車台数は動画開始時点のみ計測、その他は車両の出入り数により推計した。

デジタル化の記録項目は、次の 4 点である。第一に、録画開始時点での駐車台数として、駐車マス内/外での車種別（トラック、トレーラー、大型バス）の駐車台数を記録した。第二に、SA への流入（入場）時の駐車マス選択行動として、①駐車マスに駐車、②駐車マス外に駐車、③駐車せずに出場、④その他（ガソリンスタンド等）、⑤不明（画面枠外に移動、画面枠外の駐車スペースに駐車またはスマート IC から出場）に分けて、それぞれの台数を記録している。第三に、SA からの流出（出場）時の行動として、①駐車マスから出場、②駐車マス外から出場に分けて、それぞれの台数を記録している。第四に、録画終了時点での駐車台数として、駐車マス内/外での車種別の駐車台数を記録している。

3. デジタルデータに基づく駐車状況の把握と挙動分析

3.1 駐車台数と入場・出場台数率

駐車台数と入場・出場台数率をまとめたもの

が図 3 である。なお、以下の図 3 から 6 においては、表 2 の調査 ID を図の上部に示し、それぞれを縦線で区切りを入れている。ここで、入場台数率とは 1 分当たりの入場台数を、出場台数率とは 1 分当たりの出場台数を表す。

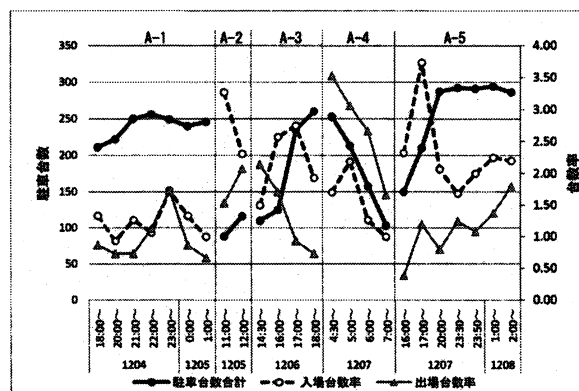
足柄 SA では、A-3 と A-5 の夕方から夜間にかけて、駐車台数は多い状態が続いている。入場台数率については、特に A-5 の夕方から夜間において、出場台数率よりも高い値を維持している。

駿河湾沼津 SA では、表 1 の駐車容量に比べて、駐車台数はかなり低い数値となっている。入場台数率については、B-2 と B-3 の夕方から夜間にかけて高い水準であるものの、駐車容量の大きい足柄 SA よりも低い水準となった。

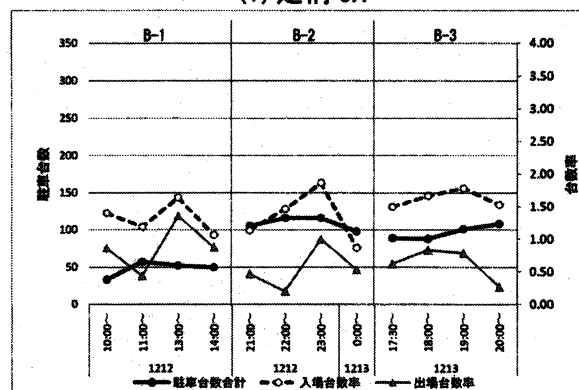
3.2 駐車マスに関する選択行動

(1) SA 入場時の駐車マス選択行動

SA 入場時の駐車マス選択行動をまとめたものが図 4 であり、2.2 節で説明したように 4 つの駐車マス選択行動に分類されている。足柄



(i) 足柄 SA



(ii) 駿河湾沼津 SA

図 3 駐車台数と入場・出場台数率

SA では、夕方から深夜にかけて、駐車マス外に駐車したり、駐車せずに出場する車両が多くみられる。特に A-1 の 18～22 時、A-3 の 17～18 時、A-5 の 20 時以降において、半数以上の車両が駐車マスに駐車できていない。これは図 3(i)で示した入場台数率が出場台数率を大きく上回っており、駐車マスが埋まっている状態であることがうかがえる。一方、A-2 の昼間や A-4 の早朝はほぼ全ての車両が駐車マス内に駐車できている。これは図 3(i)で示した出場台数率が入場台数率を大きく上回っており、駐車マスが空いている状態であることが分かる。

一方、駿河湾沼津 SA において、B-2 の夜間～深夜、B-3 の夕方において、駐車マス外への駐車や駐車せずに出場する車両が多く見られた。これは、駐車マス外の駐車が多くみられることから、駐車マスがほぼ埋まっている状況であることから、到着した車両が駐車できない状況が継続していることが分かる。

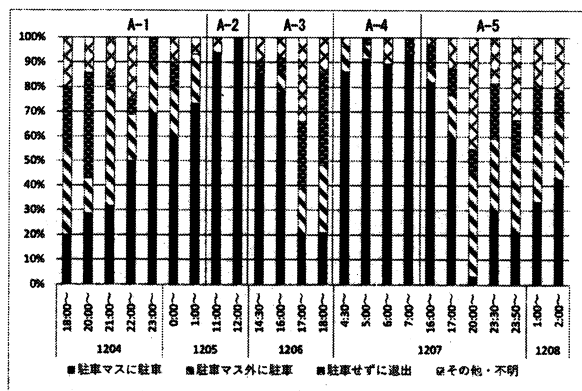
駐車容量との関係性について、いずれの SA

において、図 3 における駐車台数が表 1 の駐車容量より小さく駐車マスに空きがある場合においても、SA 入場時において駐車マス外への駐車行動が見られた。

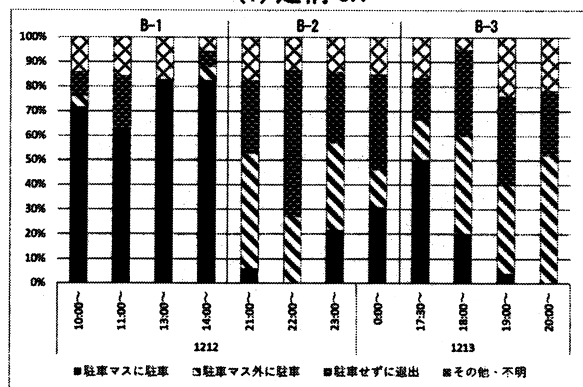
(2) 駐車マス外の駐車割合

駐車マス外の駐車割合を車種別にまとめたものが図 5 である。ここで、駐車マス外の駐車割合とは総駐車台数に占める駐車マス外の駐車台数を表す。足柄 SA において、ほぼすべての時間帯で、トレーラーの方がトラックよりも高く、中でも A-1 の全体、A-3 の 18 時、A-4 の早朝、A-5 の 17 時～深夜にかけて 15%以上という高い割合になっている。このことは、トレーラーの方が駐車マスを見つけづらいことを示唆している。なお、高速バスは全て駐車マスに駐車している。

駿河湾沼津 SA において、B-1 の正午前後ではトラック、トレーラーともに駐車マスに駐車していることが分かる。一方、B-2 の夜間～深夜、B-3 の夕方から夜間において、トラック、

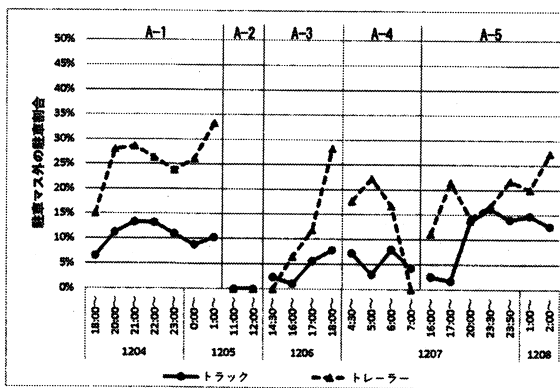


(i) 足柄 SA

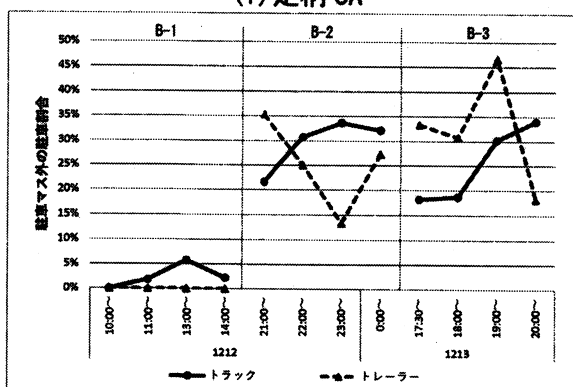


(ii) 駿河湾沼津 SA

図 4 SA 入場時の選択行動



(i) 足柄 SA



(ii) 駿河湾沼津 SA

図 5 駐車マス外の駐車割合

トレーラーとともに概ね 15%以上という高い割合になっている。特に、B-3 の 19 時台においては、トレーラーの半数近くが駐車マス外に駐車していることから、夜間では時間帯によらず駐車マス不足が顕著であることが分かる。

(3) SA 出場時の行動

SA 出場時の行動をまとめたものが図 6 であり、2.2 節で説明したように 2 つの駐車マス選択行動に分類されている。足柄 SA において、A-1 の 20~21 時、A-3 の 18 時、A-5 の 20 時~深夜にかけて、半数以上の車両が駐車マス外から出場している。駿河湾沼津 SA において、B-2 の 21~23 時、B-3 の 19~20 時にかけて、半数以上の車両が駐車マス外から出場している。

このように両 SA ともに、特に 19 時台から 20 時台にかけて駐車マス外からの出場が多くみられている。これは図 4 に示した SA 入場時の駐車マス選択行動において、駐車マス外への駐車への比率が高い時間帯と一致している。これは、夕食のような短時間駐車の車両が、駐車

マスを見つけられず、駐車マス外に駐車しているものと考えられる。

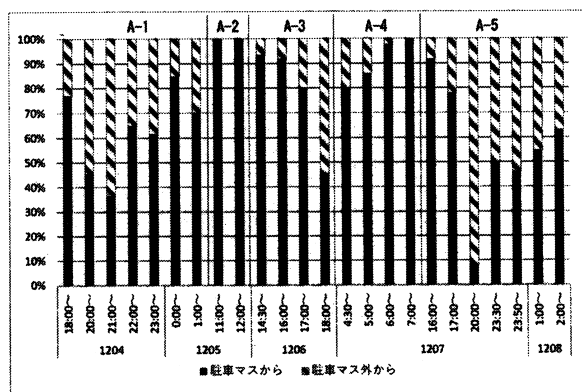
3. 3 トラック挙動のパターン解析

撮影された動画を用いて各車両の挙動に関する典型的なパターンを抽出し、3 種類のトラック挙動パターンが明らかとなった。

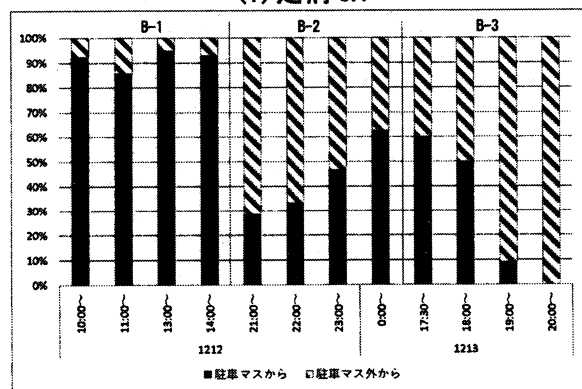
第一が、空き駐車マスの通過や特定の通路における後退の発生であり、その主な原因として、照明の光量不足が挙げられる。足柄 SA (上り線) における場内の暗さは、図 7 のように下り線との違いから明らかである。光量不足により空き駐車マスを発見しづらくなり、特に図中の斜線部において特に暗くなっており、空き駐車マスを見逃して通過、あるいは矢印の方向へと後退する車両が散見された。

第二が、特定の通行順路の発生であり、その主な原因として、駐車マス外の駐車車両の問題が挙げられる。足柄 SA (上り線) では、図 8 の A~E 地点に駐車マス外の駐車車両がいるため、図中の矢印のような特定の通行順路で SA 内を通行する車両が多く見られた。特定の通行順路において空き駐車マスが見つけれればよいが、上述した照明の光量不足と相まって空き駐車マスを通り過ぎてしまい、そのまま出場するか、加速車線に駐車する車両も目立った。なお、駐車マスが空いていても図 8 の C~E 地点に駐車マス外の駐車車両がいると、ドライバーに「この先は空いていない」と感じさせてしまい、矢印のような特定の通行順路を通過する車両が多くなるとも考えられる。

第三が、バス専用マス等への不適切駐車であり、その主な原因として、誘導員による監視の有無とドライバーのマナー問題である。バス専用マスや身体障害者用マスは商業施設に近い場所に位置しており、バスや歩行者の誘導目的で、主に週末の一般車が利用する時間帯に誘導員が配置されている。こうした誘導員が配置されていない場合は、まだ明るい時間帯でも、バス専用マス用カラーコーンを無断で移動させたり、カラーコーンがない方向から後退で駐車する大型車が多くみられた。このような監視の



(i) 足柄 SA



(ii) 駿河湾沼津 SA

図 6 SA 出場時の駐車マス

目があるか否かで、ドライバーのマナー違反の行動は顕著に現れている。

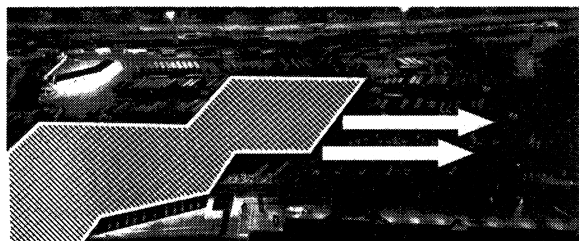


図7 夜間照明の光量不足（足柄SA）

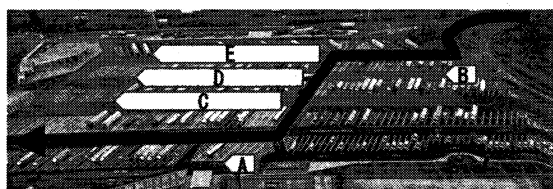


図8 特定の走行順路（足柄SA）

4. 地上での駐車マスの利用状況の観察

補完的に行った地上でのSA/PA内における駐車マスの利用状況に関する観察において、大型車による駐車マスの不適切駐車が確認できた。両SAで共通して観察された事象としては、複数の小型車マスをまたいだ駐車、トラックによるトレーラーマスやバス専用マスへの駐車、トレーラーによる複数の大型車マスをまたいだ駐車、路肩や通路上での駐車などがある。

なお、業種による挙動の違いとしては、宅配便や路線便、生鮮食品などの業種の車両は短時間の駐車である一方で、重量品輸送や特殊輸送系の業種の車両は長時間の駐車が観察できた。

また、車種による挙動の違いとしては、トラックよりもトレーラー（建築系、重機系幅広車、積載車）に、夕方の早い時間帯から駐車する傾向が見られた。このことから、トラックはコンビニや道の駅の駐車場を利用することも可能である一方で、トレーラーは駐車できる場所が限られるため、確実に駐車できる時間帯からSA/PAに入場し、休息することが運行計画に含まれていることが推測できる。

5. 駐車マスの配置と車両誘導方策の提案

これまで、3章でのドローン撮影動画からの

解析と4章での地上からの利用状況の観察から、SA/PAにおける駐車マスの利用状況の特性を把握した。その特性を踏まえて、駐車マスの配置と車両誘導方策の提案を行う。

3.1節の駐車台数に関して、夕方の17時頃から増加し始め、深夜には非常に駐車台数が多い状態が続いていることから、深夜時間帯における大型車の駐車マスが不足していることを確認した。これは、小西ほか⁹⁾でのETC/FFデータによる分析において、足柄SA（上り線）における平日の大型車の流入台数のピークが17～4時に見られ、夜間に混雑する傾向が見られたことと同じ結果であるが、本研究ではトレーラーの駐車マス不足が顕著であることが明らかになった。

これまで通路などへの違法な駐車は駐車場の容量不足によって生じていると考えられていた。一方、3.2節(1)でのSA入場時の駐車マス選択行動の分析結果より駐車場に空きスペースがあっても、駐車マス外への駐車行動があることが明らかになった。その対策としては、現状のパトロールカーによる駐車マス外の駐車車両の移動指示に加えて、空きスペースがある状態で2時間以上駐車の場合は、警察と相談して駐車違反を適用できるようにするなど違法駐車に対して罰則を科すことが考えられる。それ以外の同情する余地のある場合は、注意をして次回からそのような行動を慎むように促すなどの措置を講じることが考えられる。

そして、3.2節(2)の駐車マス外の駐車割合に関して、特にトレーラーの駐車マス選択行動に問題が見られた。このことから、トレーラーマスの比率を現状の10%以下（足柄SA（上り線）：約9%、駿河湾沼津SA（上り線）：約5%）の状況から、少なくとも20%以上に増やす必要性が指摘できる。

3.2節(2)のSA出場時の駐車マス選択行動において、夕食等を目的とする短時間駐車の車両に対しては、高速道路調査会⁴⁾において休憩目的用の60分限度の短時間限定駐車マス（商業地隣接）が提案されており、本調査の結果から

も有効な対策であると考えられる。

3.3 節でのトラック挙動のパターン解析において確認したように、照明の光量の増強はもちろんのこと、ドライバーへのより正確な空車情報の表示、誘導員によるトラックやトレーラーを対象した誘導が必要である。そして、トラックとトレーラーの車種別に誘導路を設定した上で、トレーラーが駐車しやすい場所への駐車マスの配置と、駐車マス外での駐車がしづらい駐車マスの配置が重要である。そのため、構内での事故増加につながらないように配慮した上で、通路幅をあえて狭め、駐車マス外の駐車ができなくすることが考えられる。

6. まとめ

本論文では、特に深夜帯において大型車の駐車マスにおける混雑が問題となっている高速道路の SA/PA を対象として、ドローンを用いて SA/PA を上空から動画撮影を行い、流入した大型車の挙動をデータ化した。SA/PA における大型車の駐車マス選択行動から、駐車需要が高まる夕方から夜間にかけて、駐車マス外への駐車や駐車せずに退出する車両が多くみられることが分かった。また、トラックよりトレーラーの方が駐車マスを見つけることが難しく、駐車マス不足が顕著であることが分かった。そして、各車両の挙動パターン解析を行い、照明の光量不足、駐車マス外の駐車車両、誘導員による監視の有無とドライバーのマナー問題が原因であることが明らかとなった。その上で、駐車マスの配置と車両誘導方策などの駐車問題について、挙動パターン解析に基づいた考察を行い、違法駐車に対する罰則、トレーラーマスの拡大、照明の光量増強、誘導員の配置などの適切な解決策を提案した。

謝辞

本研究を進めるにあたり、調査にご協力頂いた関係各位に厚く御礼申し上げます。なお、本研究は 2022 年度の国土交通省・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) 根本敏則：物流から見た高速道路の SA・PA への期待，道路，981，pp.8-13，2022.
- (2) 花田大輝，上水一路，山本隆：休憩施設における大型車駐車エリアの混雑対策の取り組み，交通工学，58(1)，pp.44-47，2023.
- (3) 山本隆：物流インフラの拡充の意義と課題—高速道路の SA・PA に今後求められる計画論—，計画行政 46(3)，pp.9-14，2023.
- (4) 高速道路調査会「高速道路等における大型車長時間駐車対策に関する調査研究委員会中間報告書」，2023.
- (5) 有賀なつほ，兵藤哲朗，高速道路 SA/PA の駐車場利用特性の分析，交通工学研究発表会論文集，41，pp.573-578，2021.
- (6) 小西優樹，有賀なつほ，坂井孝典，兵藤哲朗，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，土木計画学研究・講演集，65，pp.1-10，2022.
- (7) 有賀なつほ，兵藤哲朗，坂井孝典：シミュレーターを用いた高速道路 SA/PA の駐車需要分散施策の評価，交通工学研究発表会論文集，43，pp.727-734，2023.
- (8) 岩沢誠，田中伸治，松行美帆子，有吉亮，池谷風馬：高速道路休憩施設駐車場における兼用マスの導入効果に関する研究，土木学会論文集 D3，78(5)，I_727-I_739，2023.
- (9) 呉菲，日比野直彦，森地茂：ETC フリーフローデータおよび休憩施設の売上データを用いた高速道路休憩施設の特性把握，土木学会論文集 D3，74(5)，I_947-I_957，2018.
- (10) 山本隆，宮本宏隆，馬屋原敦，竹澤弘平，森北一光，伊藤義道：休憩施設におけるバス駐車マスの利用実態とライジングボラードを活用したバス専用化に関する研究，交通工学論文集，8(2)，pp.B_15-B_20，2022.
- (11) 横尾和彦，吉川貴信，田地峻，今代稔，片岡裕子，中林悠，石田貴志：休憩施設における大型車の駐車マス増設手法の比較検証，交通工学研究発表会論文集，43，pp.715-721，2023.
- (12) 渡部大輔，西宮悠生，兵藤哲朗：プローブデータを用いた高速道路におけるダブル連結トラックの休憩行動に関する分析，交通工学研究発表会論文集，43，pp.723-726，2023.
- (13) 平井章一，Jian XING，堀口良太，宇野伸宏：ETC データに基づく都市間高速道路におけるマクロ休憩行動モデルの構築，土木学会論文集 D3，72(5)，I_661-I_671，2016.
- (14) 平井章一，Jian XING，堀口良太，宇野伸宏：都市間高速道路における長時間休憩に対応した総休憩時間推定モデルの構築，土木学会論文集 D3，73(5)，I_621-I_631，2017.
- (15) Yuki MISUI, Toshinori NEMOTO, Takao GOTO, Tomo KAGABU : Demand analysis of large-truck parking at expressway rest areas in Japan, ITS World Congress 2022 Conference Proceedings, 2022.
- (16) 国土交通省航空局：無人航空機（ドローン、ラジコン機等）の安全な飛行のためのガイドライン，2021.