

周辺道路の混雑緩和シミュレーションに基づくイベント施設の駐車場計画

日大生産工(院) ○栗山 陸
日大生産工 岩田 伸一郎

1. はじめに

1.1 背景と目的

一定時間に多数の来場者が移動する大規模イベント終了後には、帰宅時間の予測が困難となるほどの深刻な交通渋滞が発生している。特に駐車場出口や前面道路においてその影響が顕著であり、これに伴い地域住民の生活への支障や、利用者の不満による集客数の減少が懸念されている。そのため、地域住民の生活の改善とイベント文化の持続的発展を両立するには、駐車場および前面道路における混雑緩和は早急に解決すべき課題である。

イベント施設における渋滞は、平常時の渋滞のように道路の交通容量を交通需要が大きく上回ることに加え、施設から流出する歩行者による駐車場から前面道路への出庫の妨げや横断歩道利用者の多さにより青信号中に車両が十分に右左折できないなどの複数の要因が関係して発生している。現在は一部の横断歩道を閉鎖し、歩行者を迂回させることで車両との交錯を防ぐ対策を行う施設も見られる。しかし、このような対応は施設至近部のみを対象として実施されているため、一定の距離をおいて配置されている駐車場では十分な効果が得られていないのが現状である。

交通渋滞への対応として、車線の増設や歩道橋の設置、歩車分離式信号の導入などがあると考えられる。しかし、週に1回や月に1回といった低頻度で開催されるイベントのために恒久的な対策を講じることは、コストや運用の観点から現実的ではない。そのため、イベント開催時のみに実施可能な対応や即時に適応できる方法を模索する必要があると考える。

そこで本研究では、マルチエージェントシステム^{注1)}を用いて、右折レーン長さ、青信号時の歩行者・車両の通行割合、信号間隔をパラメータとしたシミュレーションモデルを構築し、検証を行う。その結果から、右折レーン長さと車両通過割合に基づく適切な信

号間隔や信号間隔と車両通過割合に対応する最適な右折レーン長さなど、単位時間当たりの出庫台数を最大化する条件を明らかにし、イベント施設における駐車場出庫性能の評価指標として提示することを目的とする。

1.2 既往研究のレビューと本研究の位置付け

西原ら¹⁾は、熊本市内の通勤・通学時の交通渋滞を対象に、遺伝的アルゴリズム(GA)を用いて実際の交通網を再現し、交通量に応じた最適な信号制御パラメータを導出した。その結果、信号待ち時間が短縮され、渋滞緩和に寄与することを示している。このことから、交通状況や時間帯に応じた適切な信号計画が重要であると考えられる。

牧野ら²⁾は、愛知県内の交差点を対象に、信号サイクル長の短縮が滞留長および平均所要時間に及ぼす影響について、実証実験とシミュレーションの両面から検証を行った。その結果、信号サイクル長を短縮すると青信号の間隔が短くなるものの、右折待ち車両による直進車の阻害時間が減少し、結果として通過台数が増加することを明らかにした。このことから、右折レーン長さと信号間隔のバランス設定が重要であると考えられる。

このように、交通渋滞緩和に関する既往研究では、GAなどの最適化技術を用いた信号間隔の調整や、日常的な交通状況下で発生する渋滞を対象とした研究が多く見られる。一方で、イベント施設を対象として右折レーン長さや信号間隔に着目し、イベント終了後のような不定期に発生する渋滞を対象とした研究は、現段階ではほとんど見られない。

2. 研究方法

2.1 研究のフロー

第2章では、イベント施設における駐車場計画の基本型を定義し、それを基づいて、対象施設に共通すると考えられる最も簡易的なモデル(以降、「検証モデルI」と称する)を構築する。

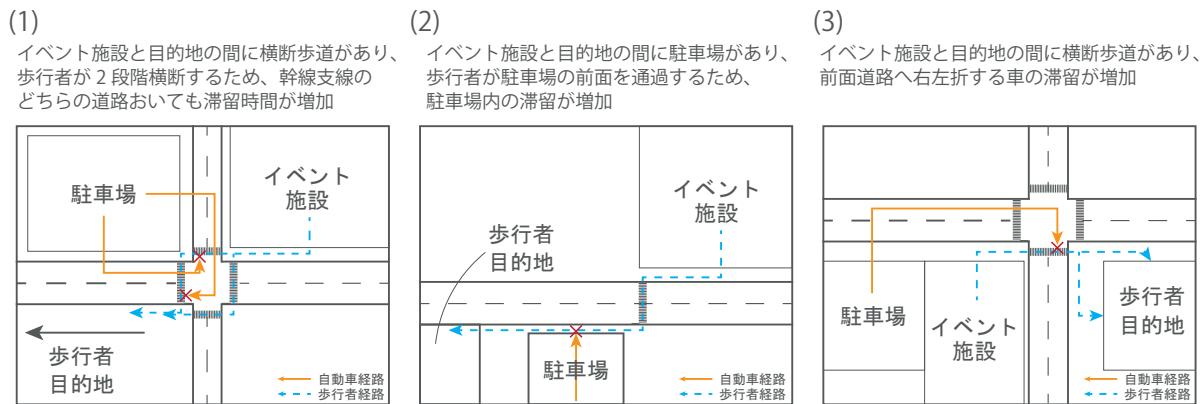


Fig. 1 駐車場配置傾向

第3章では、検証モデルIを用いて、「右折レーンの長さ」および「青信号時における横断歩道通行者と車両の通過割合」をパラメータとして設定し、各パラメーターの変化が出庫台数に及ぼす影響を明らかにする。

第4章では、今後の研究で予定している内容について簡潔にまとめる。

2.2 シミュレーションモデルの定義

2.2.1 事例のモデル化と基本型

検証モデルIを構築するにあたり、日本国内で渋滞が問題となっている大型イベント施設12施設（駐車場は14箇所）（Table.1）を抽出した。これらの事例を分析し、イベント施設・歩行者横断位置・歩行者目的地の3者の位置関係に着目して、駐車場配置の傾向を3つのタイプに分類した（Fig. 1）。

Table.1より、配置傾向(1)および(2)の割合が12/14と高いことが確認された。また、配置傾向(2)および(3)は(1)の要素に含まれていると言えるため、本研究では配置傾向(1)をイベント施設における駐車場配置の基本型と定義して、モデル化を行った。

Table.1 対象施設

施設名	配置	施設名	配置
デンカビッグスワンスタジアム	(1)	フクダ電子アリーナ	(3)
HARD OFF ECOスタジアム新潟	(1)	エコパアリーナ	(3)
カンセキスタジアム栃木	(2)	ノエビアスタジアム神戸	(2)
ケーズデンキスタジアム水戸	(2)	パナソニックスタジアム吹田	(2)
メルカリスタジアム	(1)	ベスト電器スタジアム	(1)
東京ディズニーリゾート	(2)	パークドーム熊本	(2)

2.2.2 パラメーター設定

検証モデルにおける出庫台数および渋滞状況の設定は、2025年7月20日に茨城県鹿嶋市のメルカリスタジアムで開催されたJリーグの試合（観客動員数

33,400人）終了後に、周辺の民間駐車場で実施した現地調査に基づいて行った。調査では、試合終了後の経過時間と出庫台数の関係、ならびに歩行者および自動車の行動特性を観測し、これらのデータをシミュレーション条件の設定に反映させた。

車両エージェントの物理的パラメーターは、渋滞時の走行状況を想定して車体長4m、初速度0km/h、最高速度30km/h、加速度1m/s²に設定した。

2.2.3 検証モデルIの設定

検証モデルI（Fig. 2）では、北から南に進む支線から東西方向の幹線道路へ車両が走行する状況を仮定し、「右折レーン長さ」と「2つの横断歩道を通行する歩行者と車両の通過割合」を変化させて検証を行う。

本モデルは、イベント施設における交通渋滞を対象とした基礎的な検証であり、研究全体の出発点として位置づけられる。交通流や信号制御条件が出庫特性に与える影響を明らかにすることで、後続するシミュレーション分析および渋滞緩和策の検討における前提条件を整備することを目的とする。

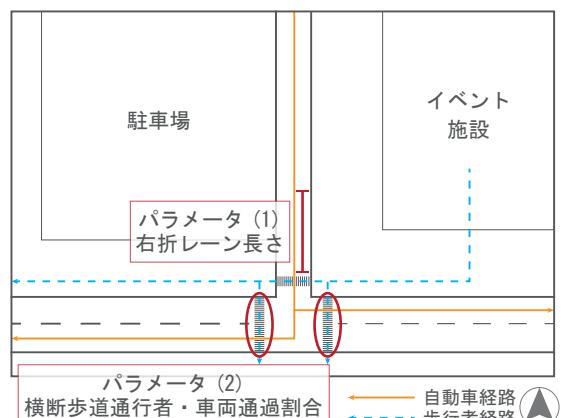


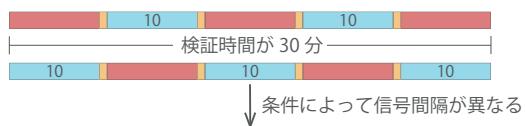
Fig. 2 配置モデルI

2.3 検証方法

右折レーン長さを 20m、30m、40m、50m の 4 種類に設定し、10m 刻みで変化させる。また、横断歩道における歩行者と車両通過割合を (歩行者:車両) = (6:4)、(7:3)、(8:2)、(9:1) の 4 パターンとし、これらの条件下で青信号の間隔を 10 秒から 120 秒まで 10 秒刻みで変化させて検証を行う。

本研究では、単位時間当たりの出庫台数を最大化するための最適条件を明らかにすることを目的とする。検証において単位時間を設定した場合、青信号の時間が条件ごとに異なり、評価軸を統一できない。また、観測開始時の信号状態（赤信号または青信号）が結果に影響を及ぼす可能性も考えられる。これらの影響を排除するため、本研究では、対象道路における青信号の累計時間が 30 分に達した時点をシミュレーションの終了条件とした。青信号の累計時間を一定の 30 分とする（以降、「青信号 30 分固定条件 (Fig. 3)」と称する）ことで、すべてのシミュレーション条件において青信号の総時間を統一でき、出庫台数を公平に比較することが可能となる。したがって、本設定により、信号条件による偏りを抑制し、純粋に交通流特性に基づく出庫性能の評価が可能になるとと考えられる。

○単位時間 30 分



○青信号 30 分固定条件

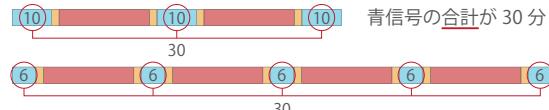


Fig. 3 青信号 30 分固定条件

3. 検証モデル I の結果と考察

3.1 歩行者・車両割合別の検証結果

各条件において検証を行い、その結果を右折レーン長さ 20m、30m、40m、50m の 4 種類でグラフ化し、傾向を分析した (Fig. 4 ~ 7)。

全てに共通して、車両通過割合が大きいほど出庫台数が増加した。これは、歩行者の通行割合が相対的に減少することによる影響と考えられ、両者のバランスが取れた通過割合を計画することの重要であると考えられる。

また、出庫台数が最大となる範囲は、車両通過割合が大きい条件ほど青信号間隔の短い側へとシフトする傾向が見られた。具体的には、車両通過割合が 1 ~ 3 割では、グラフは右肩上がりで、出庫台数が最大値に達した後はおおむね横ばいとなった。一方、車両通過割合が 4 割では、グラフは右肩下がりで、その後も緩やかな減少傾向を示した。

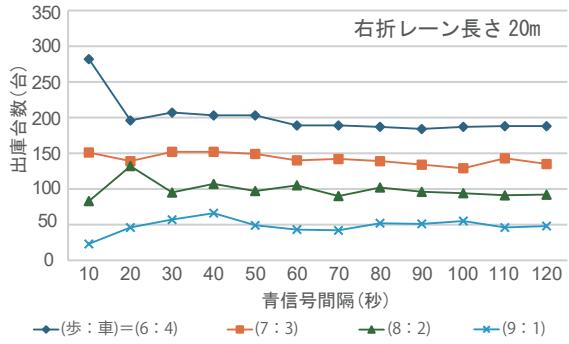


Fig. 4 通過割合別の出庫台数 1

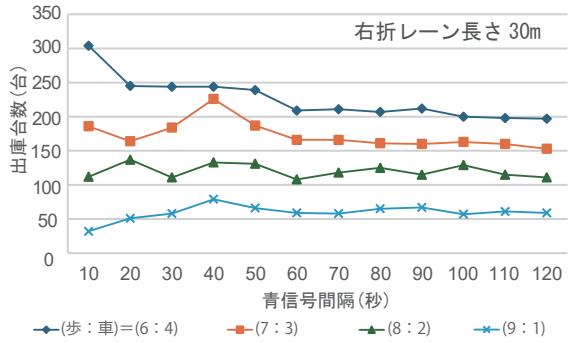


Fig. 5 通過割合別の出庫台数 2

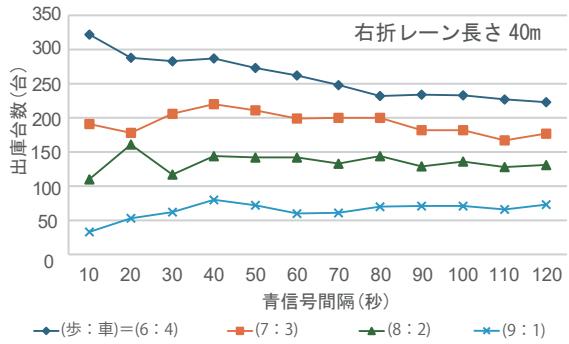


Fig. 6 通過割合別の出庫台数 3

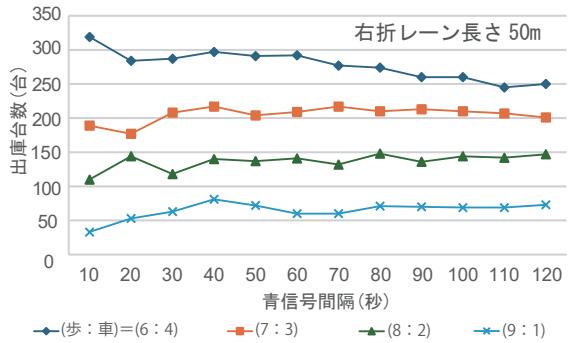


Fig. 7 通過割合別の出庫台数 4

3.2 右折レーン長さの違いによる検証結果

次に、横断歩道における歩行者・車両の通過割合（「歩行者：車両」 = 「6 : 4」、「7 : 3」、「8 : 2」、「9 : 1」）ごとに結果をグラフ化し、傾向を分析した (Fig. 8 ~ 11)。

4種類のグラフに共通して、青信号間隔が40秒付近に近づくにつれて出庫台数の増加率が最大となり、30～50秒の範囲で最も出庫効率が高い傾向が確認された。

また、出庫台数の増加幅は右折レーンの長さが長いほど大きくなる傾向を示した。一方で、車両通過割合が小さくなるにつれて、右折レーン長さの違いによる出庫台数の変化率は減少し、特に40mおよび50mの条件では、ほぼ同等の値を示した。

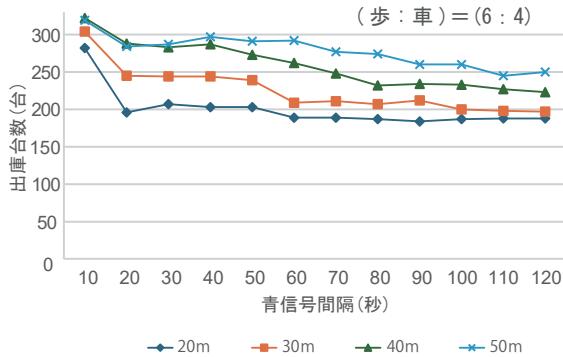


Fig. 8 右折レーン長さと出庫台数 1

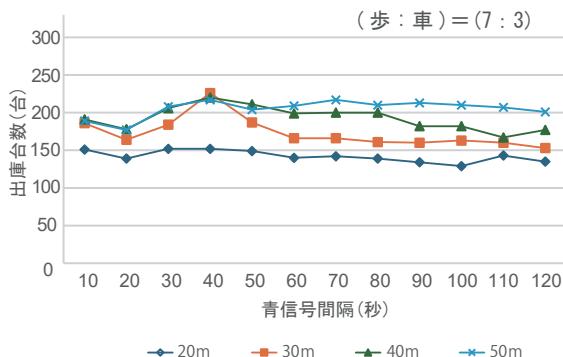


Fig. 9 右折レーン長さと出庫台数 2

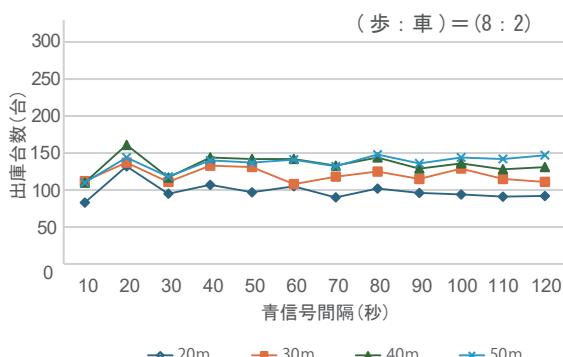


Fig. 10 右折レーン長さと出庫台数 3

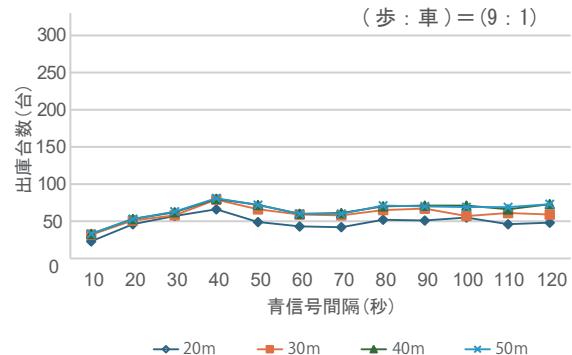


Fig. 11 右折レーン長さと出庫台数 4

3.3 検証モデル I の考察

車両の出庫割合が少ない1～3割と4割でグラフの傾向に大きな変化が見られたことから、歩行者の割合が多いイベント施設における駐車場計画では、渋滞が深刻な道路の信号間隔を過度に短く設定せず、40秒付近に設定することが望ましいと考えられる。

さらに、車両出庫割合が小さくなるにつれて右折レーン長さによる出庫台数の変化率が減少する傾向が確認されたことから、イベント施設における駐車場計画では、右折レーンを30m以上に延長しても出庫効率の向上効果は限定的であるといえる。

4. 今後の研究計画

今後の研究では、検証モデルIに対して南北方向道路の右折・直進割合や駐車場出口位置の設定などのパラメーター条件を追加した検証モデルIIを構築し、第3章と同様の手法で検証を行っていく。これにより、追加パラメーターが出庫台数に及ぼす影響を明らかにし、より実際の交通状況に近い環境下での検証を進める。また、得られた結果から、混雑状況の緩和とこれからのイベント施設の駐車場計画の評価指標を明らかにしていく。

参考文献

- 1) 西原稔貴, I Gede Pasek Suta Wijaya, 内村圭一, 上龍剛, 杉谷浩, 石垣信一:「現実道路交通網モデルによる交通渋滞緩和シミュレーション」 電気関係学会九州支部連合大会講演論文集, 2012卷, 03-2P-04.
- 2) 牧野修久, 小林圭, 池水丈明, 中村英樹, 鈴木弘司, 井料美帆, 柿元祐史:「信号交差点が連続する補助幹線道路における信号サイクル長短縮効果の実証実験」 交通工学論文集, 第7卷, 第2号(特集号), B_6-B_13.

注釈

- 注1) 本研究では、車両をエージェントとして設定し、交通流の挙動を再現するためにAnyLogic (The AnyLogic Company社)を使用した(使用バージョン: AnyLogic 8.9.6)。