

京セラドーム大阪から創造する効果的な退場方法

同志社大学 文化情報学部 高島 凌

1 はじめに

1.1 研究背景

人は仕事や勉強の息抜きに娯楽を求める。スポーツ観戦やライブ・コンサートへの参加などもその1つである。球場やスタジアムなどは、近年、主な使用目的であるスポーツがシーズンオフになれば、ライブ・コンサートが行われる場所として使用されている。特に実際にその場所に行って体感するという「生」の体験への消費が増える中で、シーズンオフ以外でもかなりの数のイベントが行われている。つまり、現在では球場やスタジアムなどは、多目的施設として計画され運用されているのが普通となっている。

多目的施設は、人が多く集まる場所であり混雑する場所である。特に退場時には混雑は激しくなる。そのため、多目的施設での退場時の混雑分散を考えることは必要不可欠である。

ここで、イベントにおける退場時の混雑を2つの視点から考える。1つ目はイベントに参加する側の視点である。参加側にとって退場時の混雑は、娯楽で得た楽しいや嬉しいといった晴れやかな気持ちを削ぎ落とすことに繋がり、最大限に娯楽を消費したとはいええない状況が生まれる。2つ目は、イベントを主催する側の視点である。イベント主催者側には、混雑を上手に整理して群衆事故を起こさないようにしなければならないという使命がある。特に2001年に発生した明石花火大会歩道橋事故以来、イベント主催者側にはしっかりとした警備計画を立てる必要性が高まっている。つまり、イベントに参加する側と、主催する側ともに退場時の混雑は避けたいものであるということが出来る。

本研究では、この球場やスタジアムなどの多目的施設における効果的な退場方法をシミュレーションを用いて明らかにする。

1.2 京セラドーム大阪について

本研究はシミュレーションモデル構築のために現地調査を行うことも考慮し、関西に存在する唯一のドーム球場である京セラドーム大阪を例にとる。

京セラドーム大阪（竣工当時：大阪ドーム）は、日本に6つあるうちの3番目にできたドーム球場で1997年3月に完成した。

建設当初からの京セラドーム大阪の最寄り駅はJR西日本の大阪環状線大正駅であり、オープンから5カ月余り遅れて大阪市営地下鉄長堀鶴見緑地線大阪ドーム前千代崎駅（現：ドーム前千代崎駅）が開業した。しばらくはこの2駅とやや離れた地下鉄中央線九条駅が来場者の最寄り駅であったが、2009年に阪神なんば線が全線開通したことでドーム前駅が開業し、ドーム計画段階から考えられていた3つの交通手段が揃う形となった。これにより帰宅者による混雑がある程度緩和されることになった。また、この開業以降、現在も引き続きドーム周辺は再開発がおこなわれており、イオンモールなどの大型商業施設の出店と、歩道幅の拡張なども行われた。

これらのドーム開業後の対応は、京セラドーム大阪が大きな集客施設であることが要因である。表1からも京セラドーム大阪は一度に多くの人員を収容できることがわかる。京セラドーム大阪を他の多目的施設と比較して特異な点は、スタンド収容人数¹と最大収容人数²の差が大きいことである。この約2万人の差は、ドーム運営側（イベント主催者側）にとって、主な使用用途であるプロ野球の試合の時と、ライブ・コンサートなどのイベントで用いる時とで、大阪城ホール1つ分より多くの退場者を一度にさばかなければならないことを意味し、その時行われるイベント内容によって退場計画を変更したり使い分けたりする必要が出てくることを意味する。

表 1: 多目的施設の収容人数

	スタンド収容人数	最大収容人数
京セラドーム大阪	36,146 人	55,000 人
東京ドーム	46,020 人	55,000 人
札幌ドーム	42,270 人	53,738 人
大阪城ホール	11,500 人	16,000 人

2 本研究の目的と意義

本研究では、スポーツやイベントなど様々な使用用途のある多目的施設として、京セラドーム大阪を例にとり、効果的な退場方法を明らかにすることを目的とする。

京セラドーム大阪を選択した理由としては、現地調査が可能であるという点に加えて、多目的施設であること

¹立ち席を含む。

²スタンド席とアリーナ席を足し合わせたもの。

を十分に満たしており、人混みが発生することが見込まれる点と、その人混みが発生した時に一部分に人が集中するという問題を抱えている点が挙げられる。

また、目的を退場方法に絞る理由は、来場者側とイベント主催者側の両者にとって大きな利点を生み出すことになると考えられるからである。来場者側は娯楽で得た心地よい気持ちを削ぎ落とすたくないという意識から、混雑を避けたいと考える。一方、イベント主催者側は群衆事故の危険性を可能な限り排除したいという意識から、来場者側と同じことを考える。つまり、両者ともに混雑を避けたいという考えを持っていると推測可能であるために退場という状況を考えることとした。

また、これらの多目的施設は、その内部については来場者の動線計画³は考えられていることが多いが、外部についてはおろそかになっている点が否めない。その理由は、その施設の持ち物ではないということが最大の要因であると考えられる。ゆえに、本研究では多目的施設（京セラドーム大阪）の外部に限りシミュレーションを行う。

3 現地の把握

本研究では、現地調査、シミュレーションモデルの構築、シミュレーション結果の分析という3段階で進める。

最初に行う現地調査は、現在の退場状況とその問題の把握が第一の目的であるが、この後に行うシミュレーション実験のために必要となる地理情報の把握などのためにも不可欠なものである。

3.1 現地調査

現在の退場状況の把握とモデル作成のための問題点の抽出のため10月11日（土）に京セラドーム大阪にて現地調査を行った。調査日当日の実施イベントはプロ野球「2014 LAWSON クライマックスシリーズ・パファーストステージ」のオリックスバファローズ-北海道日本ハムファイターズ戦で14時プレイボールであった。

調査項目は、以下の2点である。

1点目は、帰宅ルートである。京セラドーム大阪の内野スタンドの3つの出口（1塁側・中央・3塁側）から主要最寄り駅である阪神電気鉄道なんば線ドーム前駅、大阪市営地下鉄長堀鶴見緑地線ドーム前千代崎駅、そしてJR西日本大阪環状線大正駅の3駅までのルートそれぞれにどのくらいの人の流れがあるかを調べた。

2点目は、退場整理方法の調査である。当日の退場整理を担当されていたオリックスバファローズの職員の方に簡単なインタビュー調査を行った結果、群衆事故を防

³動線とは、来場者が動く経路を線で表したもの。建物を建築する（特に、間取りを設計する）際に考えられなければならない。動線計画は、動線がより機能的になるように交差や長さ、明快さを考慮して設計することである。

ぐためにある程度のルート整理を行っているとの回答を得た。それを図1にまとめた。京セラドーム大阪からの退場の際に発生する問題は、1つのルートに退場者が集中してしまうことであった。図の赤丸は上から1塁側のゲート3、バックネット裏中央のゲート4、3塁側のゲート6の退場口である。右側中央に阪神ドーム前駅、地下鉄ドーム前千代崎駅、右下にJR大正駅方向があり、これらいずれの駅に向かう場合にも、中央にある黄色の2本の矢印で示した道を通る必要がある。つまり、現状では、適切に誘導しなければこのルートに人が集中することになり、主催者側が最も避けたい群衆事故につながる可能性が高まることになる。それを防ぐための対策として、ドーム運営者（イベント主催者）側では、図の黄丸の部分で迂回ルートを設定している。また、黄色の矢印のルートでドーム敷地の2階部分から公道に降りた部分では、片側2車線の道路の1車線分をバリケードで車道から分離し、臨時の歩道を作り、この退場整理は退場口付近に設置してある看板と退場路に複数配置されている警備員が行っている。ただし、この施設に多く訪れたことがある人は、どの道を通れば距離が一番短いかを理解しており、その迂回誘導に完全に従っているわけではないとのことであった。

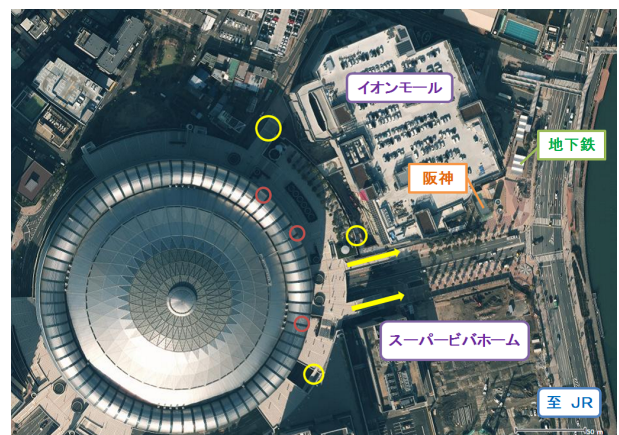


図1: 退場整理図

4 シミュレーション実験

4.1 京セラドーム大阪周辺モデルの作成

本研究では、京セラドーム大阪から、各交通機関へ向かう過程での退場方法を探る。そのため、シミュレーションモデルは、その周辺になるが、ドーム側については内野スタンドの3つの出口、駅側については阪神、地下鉄の駅とその目の前の横断歩道を包括するエリアとする。つまり、主要な交通機関であるJRの駅はこのモデル内には再現しないことになるが、阪神、地下鉄を利用する退場者との交錯が現実的に発生しないと考えられる部分で

あるため、空間から除外しても本研究の目的達成には差し障りはない。

今回製作したモデルの空間は、 x 座標が230、 y 座標が200、レイヤが2で表現される。例えば、レイヤ1は1階、レイヤ2は2階と想定している。

4.2 エージェントの構成

人工社会上で相互作用を生み出すエージェントとその属性決定、ルール設定は以下のとおりである。

4.2.1 退場者エージェント

ホームチーム応援席の「1 塁側」、バックネット裏観覧席の「中央」、ビジターチーム応援席の「3 塁側」(図1の赤丸)の3つの点から発生し、阪神、地下鉄、JRの各交通機関へ向かい消滅する、動作を伴うエージェントである。

4.2.2 退場者の変数・ルール設定



図 2: 目的地変数の示す位置と番号

発生点によりエージェントの行動ルールの細かな設定は異なるが、属性変数は3つとも共通している。どの交通機関を用いるか[交通手段]、地上に降りる点[2階目的地⁴]、地上に降りてから向かう各交通機関の入り口[1階目的地⁵]、ドーム周辺の地理情報(土地勘)を持ってい

⁴ここで示す整数は、図2の青枠で囲まれたもの。

⁵ここで示す整数は、図2のオレンジ枠で囲まれたもの。[交通手段]で「阪神」と指定された退場者エージェントは(1)、(7)のいずれか、同じく「地下鉄」なら(2)、(3)のいずれか、「JR」なら(4)~(6)のいずれかから選択される。

るか[地図情報]、歩くスピード[速度]の7つの変数を持ち、これらの組み合わせで行動パターンが異なる。

また、[交通手段]によりエージェントの表示色が変わる仕様⁶にし、退場状況を観察できるようにした。

4.2.3 退場者の行動方法

退場者エージェントは、目的とする[交通手段]がまず決定される。この決定には、シミュレーション前に artisoc 画面上にあるコントロールパネルで各交通手段の値を入力し、その比率によって決められる発生確率が影響する。

次に、退場者エージェントがとりうるルートである。1 塁側、中央、3 塁側(図1の赤丸)の3つのうちのいずれかから発生し、先に決められている交通手段の駅の出入口(JRの場合は駅方向に向かうマップの端)に向かう。図3、図4、図5に、交通手段別の発生点から目的地までのルートを示した。どこから発生するかによって細かなルートは異なるが、[地図情報]を保持しているか否かで示したルートのいずれを選択するかの確率が異なる。[地図情報]の保持確率についても、シミュレーション実行前にコントロールパネルによって設定する必要がある。

また、退場者エージェントは、退場が可能になってからどの時点で退場を開始するのがよいか探るため、発生時間を6つにわけた⁷。

4.2.4 目的地エージェント

地上に降りる点(2階目的地)、地上に降りてから向かう各交通機関の入り口(1階目的地)の座標を示した静止エージェントである。このエージェントは、自らの位置に近づいてきた退場者エージェントを地上を意味するレイヤに降ろしたり(2階目的地)、数を数えて消失させたり(1階目的地)する。

4.2.5 壁エージェント

退場者エージェントが動く範囲を囲うために設置する静止エージェントである。退場者エージェントはこのエージェントを認識した際に避けて通る。

4.2.6 信号機エージェント

空間の右端に阪神、地下鉄側とJR側を分離する車道を横切るための歩行者用信号機を再現した静止エージェントである。160ステップ(2分)の間に70ステップの青と90ステップの赤の時間が存在する。一部の退場者エージェントは、このエージェントの色を認識することで青信号のほうへ進むなど目的地を定めて動く。

⁶「阪神」は赤、「地下鉄」は緑、「JR」は青で表される。

⁷退場可能になってからすぐ(0分後)から15分後までを3分区分り。0分後、3分後、6分後、9分後、12分後、15分後。

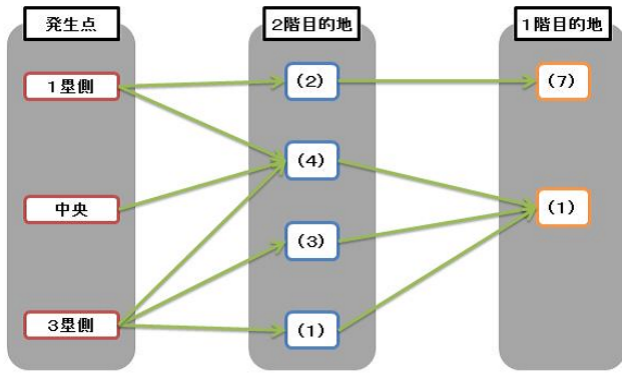


図 3: [交通手段]「阪神」の退場者エージェントがとる変数とルート

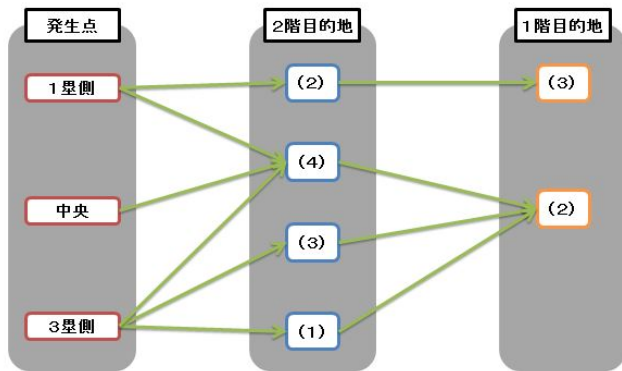


図 4: [交通手段]「地下鉄」の退場者エージェントがとる変数とルート

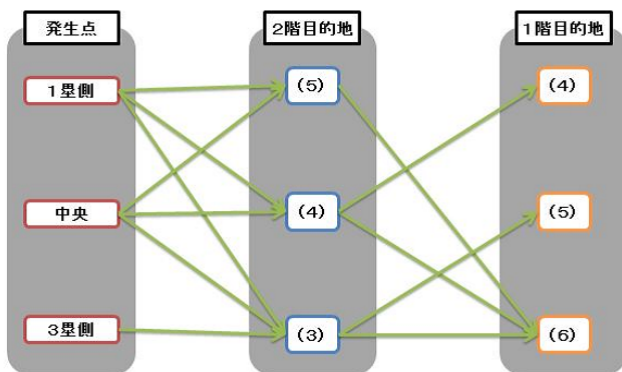


図 5: [交通手段]「JR」の退場者エージェントがとる変数とルート

4.2.7 Universe のルール

あるステップ数の時に退場者エージェントを作り出す。あらかじめ設定した退場開始状況に従って、その発生するタイミングと数が変わる。

4.2.8 Universe に設定した変数

シミュレーションを実行する前に条件設定に用いるための9つと、シミュレーション実行中に一定の目的を達成したエージェントを数えるための2つの、合計11の変数を設定した。条件設定に用いる変数は、コントロールパネルにて変更が可能である。

退場者数設定変数 1塁側、中央、3塁側の3点から発生させる退場者の数を設定する整数型変数である。ただし、ここで設定した数がそのまま発生数とはならない。これは、シミュレーションの開始をその日に行われていたイベントが終了した時点で設定しているためで、終了前に退場してしまう来場者がいることを考慮した。

退場開始状況設定変数 来場者が退場を開始する状況を設定する文字列型変数である。実施イベントを野球に限り、ホームチームとビジターチームがそれぞれ勝利した時と引き分けた時の3パターンを設定した。それぞれの状況で各発生点の発生タイミングと人数の割合が異なる。ライブ・コンサートなどのその他イベントの場合は、退場のタイミングが退場者の発生する3点（図1の赤丸）で異なる引き分けた時を代用する。

交通手段設定変数 退場者が目的とする交通手段の駅を選択する割合を変更できる整数型変数である。阪神、地下鉄、JRの3つに1から10の整数値を選択でき、選択した数をそれぞれを足し合わせた数で割った割合で、その交通手段を利用する退場者が生成される。

情報保持確率設定変数 退場者それぞれが土地勘を持っている退場者の発生確率を変更できる実数型変数である。本研究で用いるモデルは、土地勘を持っていると目的地への最短距離を考えてルートを定めるという設定とした。

エージェントカウント変数 生成された退場者を数える整数型変数と、目的の交通手段の駅（JRの場合は、その方向のマップの端）まで到達した退場者を数える整数型変数を設定した。

4.2.9 人工社会のツリー構造

図6は、前節までに示したエージェントや変数をまとめたツリー構造を示したものである。緑枠で示したもの

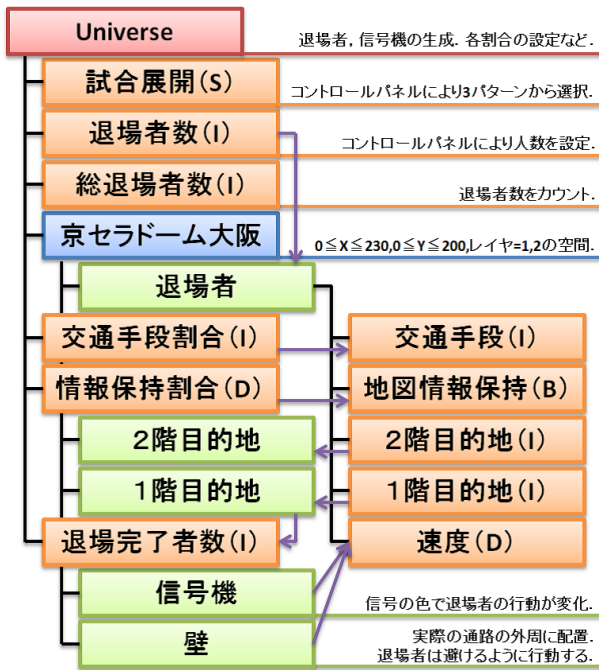


図 6: artisoc で表現される人工社会のツリー構造

がエージェント、オレンジ枠で示したものが変数⁸を表す。また、紫色の矢印は、その始点のエージェント、変数が終点の他のエージェント、変数に影響を及ぼすことを示している。

4.3 シミュレーション実行

前節までに示した内容のシミュレーションモデルを用いて実験を行った。

シミュレーション実行条件は、表 2 のとおりである。

表 2: シミュレーション実行条件

条件名	試合展開	地図情報	実験回数
A	ホーム○	半	10
B	引き分け	半	10
C	ビジター○	半	10
D	ホーム○	全	10
E	引き分け	全	10
F	ビジター○	全	10
G	ホーム○	無	10
H	引き分け	無	10
I	ビジター○	無	10

人数規模 5000 人とし、5 : 2 : 3 (1 塁側 : 中央 : 3 塁側) の比率⁹で発生点を分散した。また、[地図情報] は、その情報を持つ退場者の発生確率が 0 % (「無」), 50 % (「半」), 100 % (「全」) で表現している。

⁸(I) は Integer, (D) は Double, (S) は String, (B) は Boolean を示す頭文字で、それぞれ整数型、実数型、文字列型、ブール型を表す。

⁹1 塁側、バックネット裏、3 塁側内野席のスタンド収容人数とホームチーム側、ビジターチーム側などの条件を考慮し、設定した。

表 2 に記載していない交通手段の選択割合は、1 : 2 : 3 (阪神 : 地下鉄 : JR) の比率¹⁰とした。

また、このシミュレーションの 1 回の試行は、1 階目的地エージェントが退場者エージェントを捕らえた時点でその退場者を退場完了者とし、退場完了者が総退場者の 9 割に達した時点で終了するものとし、全退場完了者の発生点、交通手段、通ったルート、[地図情報] の有無、発生時間、。

5 シミュレーション結果

シミュレーションの結果は以下の表 3 のとおりである。

表 3: 条件別退場完了時間と退場完了者数

条件名	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	6回目	7回目	8回目	9回目	10回目	平均	総退場者数
A	39.03	40.00	38.79	40.03	39.50	38.96	39.25	40.00	39.80	39.21	39.46	3915
B	36.20	36.46	35.54	36.14	35.61	36.80	36.73	35.99	34.91	36.18	36.06	4050
C	31.89	32.35	32.09	36.13	32.60	32.09	33.29	32.48	31.69	31.83	32.64	3825
D	35.66	35.74	35.86	35.26	35.83	37.19	36.01	35.73	35.79	35.90	35.90	3915
E	39.76	38.68	40.05	40.65	39.51	40.56	39.64	40.75	40.11	40.48	40.02	4050
F	36.21	35.98	37.11	37.79	36.61	37.00	36.69	37.41	37.29	36.96	36.91	3825
G	44.16	43.55	42.64	43.15	42.15	42.85	44.13	43.83	43.13	42.75	43.23	3915
H	44.74	44.25	45.04	43.01	44.24	42.89	44.00	43.99	44.96	42.71	43.98	4050
I	41.15	41.28	41.25	40.18	40.99	41.38	40.98	39.75	40.44	42.36	40.97	3915

ここに示した退場完了時間は、試行停止条件である総退場者数の 9 割が退場を完了するのにかかったステップ数を実際の分単位に変換したものである。その変換式は以下のとおりである。

$$\text{ステップ数} \times 0.75 \div 60$$

これは現地調査で計測した所要時間と artisoc で示されたステップ数から導き出した。この式に当てはめると、現実世界の 1 分は artisoc 上では 80 ステップで表されることとなる。

5.1 土地勘を持った人の割合による差異

条件 ABC, 条件 DEF, 条件 GHI はそれぞれ土地勘を持った人の発生確率が 50 %, 100 %, 0 % で設定している。

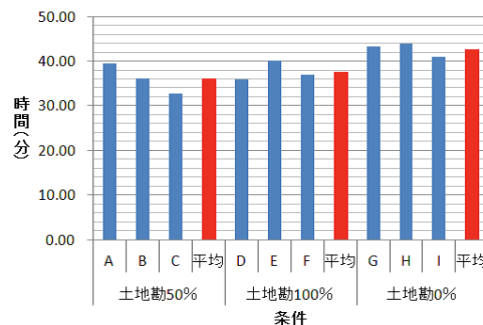


図 7: 土地勘発現条件別でみる平均退場完了時間

¹⁰大阪府統計年鑑と現地調査の結果を考慮し、設定した。

図7より、土地勘を持った人の発生確率が50%の条件が一番平均退場完了時間が短かった。100%条件と0%条件との差はそれぞれ約2分と約7分であることがわかる。

5.2 退場開始状況による差異

条件 ADG, BEH, CFI は、退場開始状況がそれぞれホームチーム勝利時¹¹, 引き分け時(その他イベント終了時も含む)¹², ビジターチーム勝利時¹³で設定している。

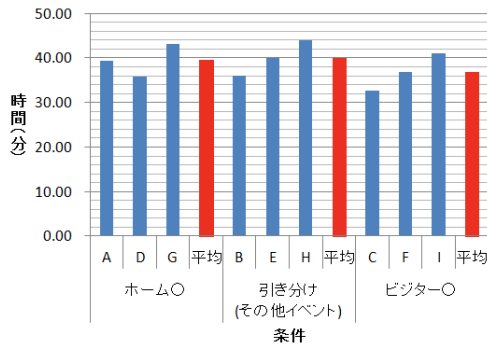


図8: 退場開始状況別でみる平均退場完了時間

図8より、ホームチームが勝利した場合と引き分けた場合にはほぼ差はないが、その両者よりビジターチームが勝利した場合は9割が退場完了するまでに要する時間が数分短いことがわかる。

5.3 選択するルートによる差異

図3, 図4, 図5で示した通り、退場者の選択するルートは多岐にわたる。よって、発生点と目的とする交通手段の出入口([1階目的地])が同一の場合について条件ABCを用いて分析した。ただし、[2階目的地]までの選択できるルートが1種類の場合は、分析対象から除外した。

5.3.1 1 塁側からの退場者エージェント

阪神 1 塁側からの阪神利用者は[2階目的地]の「2」を通過して[1階目的地]の「7」に向かうものと同じく「4」を通過して「1」に向かうものの2つに分けることができる。

この2種類のルートについて平均退場時間を、退場開始状況ごとに分けて示したものが図9, 図10, 図11である。グラフの横軸は退場を開始した時のステップ数を示している。

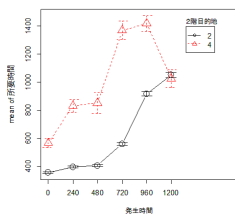


図9: ホーム○

退場開始状況がどの場合でも、基本的にはグラフの黒で示された[2階目的地]の「2」を通過して[1階目的地]の「7」に向かうルートを選択すると目的地にたどり着くまでの所要時間を短くすることができる。ただし、ビジターチーム勝利時には、試合終了から6分後¹⁴に退場を開始した場合、グラフの赤で示された[2階目的地]の「4」を通過して[1階目的地]の「1」に向かうルートにおいて、試合終了直後に退場を開始した時よりも所要時間が短くなる程の時間の分岐点が確認でき、同時にグラフの黒で表されたルートよりも所要時間が短いことが読み取れる。

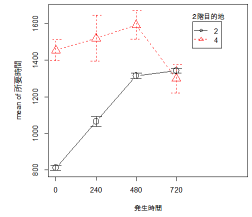


図10: 引き分け

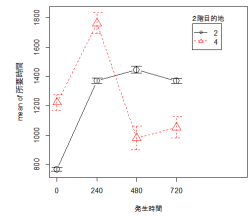


図11: ビジター○

地下鉄 地下鉄利用者は[2階目的地]の「2」を通過して[1階目的地]の「3」に向かうものと同じく「4」を通過して「2」に向かうものの2つに分けることができる。

阪神と同様、図12, 図13, 図14に結果を示す。グラフの黒で示された[2階目的地]の「2」を通過して[1階目的地]の「3」に向かうルートを選択すると目的地にたどり着くまでの所要時間を短くすることができるのがほとんどであることがわかる。全ての条件について試合終了後から時間がたてば時間の分岐点が確認されるが、ビジターチーム勝利時は、グラフの赤で示された[2階目的地]の「4」を通過して[1階目的地]の「2」に向かうルートにおいて大きな時間の分岐点が確認され、試合終了時点から3分後¹⁵以降に退場開始した場合、速く目的地に到達できることが読み取れる。

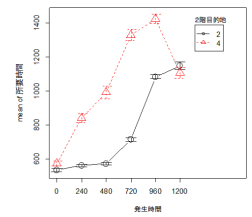


図12: ホーム○

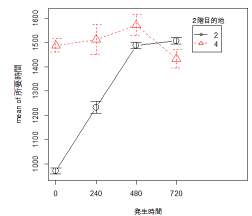


図13: 引き分け

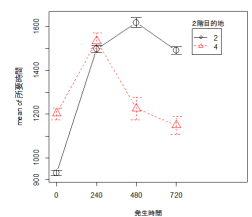


図14: ビジター○

JR JR 利用者は、[1階目的地]として「4」、「5」、「6」の3つをとりうるが、最も多く選択される「6」のルートについて分析する。

1 塁側から退場した場合、[1階目的地]「6」に到達するまでに[2階目的地]の「3」、「4」、「5」の3つのルート

¹¹表8では「ホーム○」と表記。

¹²表8では「引き分け(その他イベント)」と表記。

¹³表8では「ビジター○」と表記。

¹⁴発生時間 480 ステップ。

¹⁵発生時間 240 ステップ。

選択することができる。

同様の内容を以下の図 15, 図 16, 図 17 に示す。

ホームチーム勝利時は, どのルートも試合終了 12 分後から 15 分後にかけて時間の分岐点が確認できるが, それまでは所要時間は徐々に増え, また, ルート別の所要時間もほぼ同じであることがみとれる。

引き分け時は, グラフのそれぞれ赤と緑で示された [2 階目的地] 「4」, 「5」を通るルートで大きな時間の分岐点が確認できる。ただ, 試合終了直後は [2 階目的地] 「4」のルート, 3 分後はグラフの黒で示された [2 階目的地] 「3」のルートが最速となるなど, 退場を開始する時間によってどのルートが最速なのか異なる結果がみてとれる。

ビジターチーム勝利時は, どのルートでも比較的早い段階で大きな時間の分岐点が確認できるが, その時間が同一である。また, グラフのそれぞれ赤と緑で示された [2 階目的地] 「4」, 「5」を通るルートが比較的短い所要時間である。

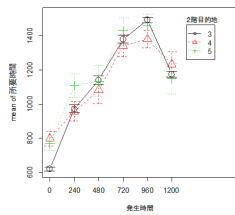


図 15: ホーム○

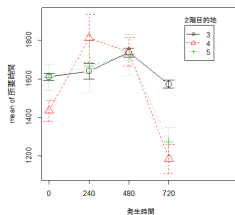


図 16: 引き分け

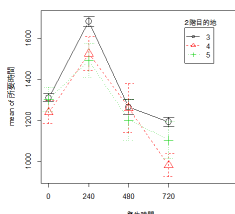


図 17: ビジター○

5.3.2 中央からの退場者エージェント

JR 中央からの JR 利用者は, [1 階目的地] の「6」までは 1 塁側からと同様の 3 つのルートが存在する。

図 18 より, ホームチーム勝利時は迂回路であるグラフの緑で示された [2 回目的地] の「5」を通るルートが若干遅い。

引き分け時は図 19 に示された通り, 試合終了直後に退場を開始した場合はグラフの赤で示された [2 回目的地] 「4」のルートが最速だが, 3 分後は時間の分岐点が確認できるグラフの黒で示された [2 回目的地] 「3」のルートが最速となる。それ以降は再びグラフの赤で示された [2 階目的地] 「4」を通るルートを選択すれば最速で目的地に到達することができる。

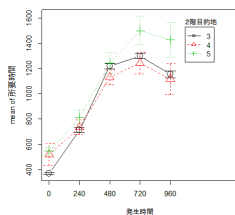


図 18: ホーム○

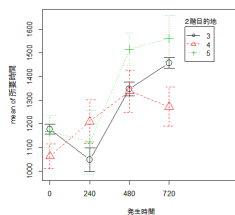


図 19: 引き分け

また, 図 20 より, ビジターチーム勝利時はグラフの赤で表された [2 階目的地] の「4」を通るルートを選択すると目的地までの所要時間が短くなるのがわかる。

そして, この場合, 試合展開がどうなったとしてもグラフの緑で示された [2 回目的地] の「5」を通る迂回路は最速経路とならないことがわかる。

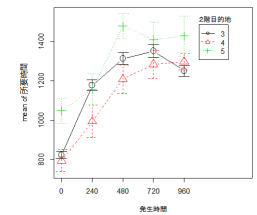


図 20: ビジター○

5.3.3 3 塁側からの退場者エージェント

阪神・地下鉄 3 塁側からの阪神利用者, 地下鉄利用者は, それぞれ [1 階目的地] の「1」, 「2」に向かうまでにとともに [2 階目的地] の「1」, 「3」, 「4」を通る 3 つのルートが存在する。

図 21, 図 22, 図 23, 図 24 より, ビジターチーム勝利時を除いて, グラフの黒で表された迂回路として設定されている [2 階目的地] の「1」を通ると最速となることが読み取れる。

また, 図 25, 図 26 より, ビジターチーム勝利時は, 試合終了直後から 3 分後までは迂回路を選ばなくても短い所要時間で目的地に到着することができるが, それ以降はホームチーム勝利時や引き分け時と同様に迂回路を選択するのが最速となる。

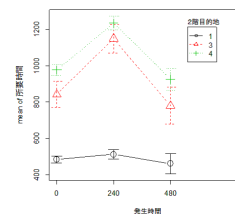


図 21: 阪神 ホーム○

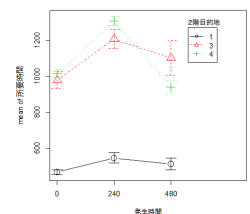


図 22: 地下鉄 ホーム○

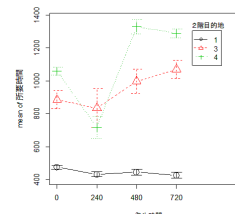


図 23: 阪神 引き分け

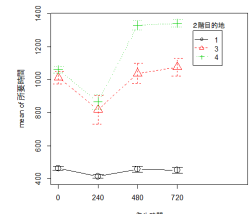


図 24: 地下鉄 引き分け

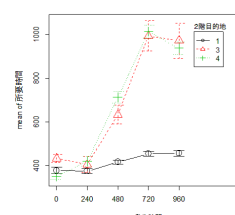


図 25: 阪神 ビジター○

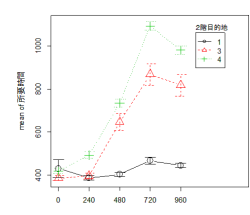


図 26: 地下鉄 ビジター○

6 考察

6.1 退場者の土地勘面

野球やライブ・コンサートの観客として京セラドーム大阪のいわゆるリピーターとなり、周辺の土地勘を持っている人は、自らの退場口から目的とする交通手段の駅の入出口までの最短ルートは既知のことと思われる。その条件の下でシミュレーションを行ったが、土地勘を持っている人の発生確率が50%の場合が一番スムーズに退場者は流れ、次に100%の場合、最後に0%の場合と続く。

皆が土地勘を持っていると、それぞれの最短の動線が一度交錯してしまえば、その後に続く人たちも次々と交錯点に押し寄せてしまい、解消するのに時間がかかった。しかし、その場合よりも1人も土地勘を持ち合わせていない0%の場合の方が約5分遅れをとっていることがわかった。これは、周りの人が全て異なる道を選択するために自分の進むべき道の選択が難しくなっていることと、退場者の大きな流れができないためスムーズな歩行が妨げられていると考えることができる。人は見ず知らずの土地に行った場合、そこに人が多く集まる場所であればある程その流れについていってしまうものである。ただ、多く集まっていたとしてもその中に土地勘のある人が一定数いなければ流れに乗ることもできないだけではなく、その前に流れが発生しないことがわかった。

この結果は逆に考えると、人の流れを作り出せば退場完了時間を短くすることが可能であることを示唆している。

6.2 退場開始状況面

退場開始状況別の結果から、ビジターチーム勝利時が一番退場完了までに要した時間が短いことがわかった。これは、シミュレーションモデルの人数設定が1塁側に比べて3塁側に少なくしていたこと、勝利チーム側の退場量を試合終了直後は少なくしていたことなど、退場者の流れ方が影響したと考えられる。

6.3 退場ルート面

シミュレーション結果から、目的地までのルートで明らかに速いルートもあれば、条件次第で速くなるルートもあるという結果が得られた。特に、JR利用者は、どのルートを選択しても所要時間に大差はないが、混雑を避けるという点においては試合終了直後に退場を開始すべきであるといえる。3塁側からの阪神・地下鉄利用者については、試合展開がどうなるうとも迂回路を選択することで混雑が避けられ、そればかりかゆっくりと退場準備をすることさえ可能になることがわかった。また、時間の分岐点はそのルートで退場者量がピークに達したことが示唆され、この時間の分岐点が早い段階で観察され

るようであれば、退場開始時間早々に帰ろうとせず、しばらく待ってからの退場で混雑を避けることができる。

次に、主催者側は、退場を開始する状況によって退場路の案内方法を変えることでスムーズな流れを作り出すことができるだけでなく、群衆事故の危険性を減らすことができると考える。特に、迂回路については、現状では絶対従わなくてもよい退場路案内によって誘導が行われているが、状況によっては強制的に迂回させるという仕組みを実施することが安全かつ速やかに退場させることも考える必要があるだろう。また、時間の分岐点はそのルートへ退場者が多く流れていることが推測できるため、群衆事故の危険性が増しているともいえる。その前後において別のルートへ案内することでそれを回避することが可能になると考える。

7 おわりに

本研究では、人が多く集まる多目的施設として京セラドーム大阪を選定し、効果的な退場方法を考えた。それぞれの条件下で適切な退場方法を退場者側、イベント主催者側の双方の視点から示すことができたと思う。

そして、本研究で構築したモデルは、退場者の選択する交通機関の比率を変更できるようにしている。イベント開始前に各交通機関の出入口前で人数をカウントすればその当日に限りなく近い状況でシミュレーションを行うことができ、その結果を利用することで退場時のルート案内や警備計画を練るツールにも使用できると考えられる。

しかし、本研究を通して、以下の3つの面で新たな課題もみられた。

土地勘保有率面での分析では、土地勘を持っていないでも強制的に流れを作ることで退場時間が削減できるのではないかとこの示唆に止まった。モデルを改良することでこの点についても考察していきたいと考える。

また、退場開始状況については、本研究では3パターンを用いた。そこには含まれないどちらかのチームが大勝した場合や野球以外のイベント時の退場状況を探ることで、より多面的に退場という現象を観察できるだろう。

次に、ルート設定の面に関しては、現在の退場状況に大きく変わらない形で人工社会に京セラドーム大阪周辺の空間を作り出したため、現状から考えられることまで論じている点が否めない。ある交通手段を目的とする人を強制的に迂回させたり、現に存在する構造物に新たに加えたり消したりすることにより、京セラドーム大阪に最適な空間を示すこともシミュレーションならば十分可能である。

本研究だけでなく、以上のような視点から更なる考察も含めれば、京セラドーム大阪からの人々ができれば避

けたい退場時の混雑に迫ることができ、その緩和に繋げることができれば幸いである。

本研究での結果は、京セラドーム大阪だけには留まらないと考えている。退場方法の検討という面からみれば、人が集まる全ての場所において応用可能である。また、球場・スタジアムに限定したとしても、プロ野球チームが12球団、プロサッカーチームが51クラブ存在することを考えても応用可能な範囲は広い。災害などの非常時の想定も必要だが、日常的に発生する群衆事故などの危険を防止することや混雑のような人が不快感を蓄える事象から避ける方法などでの使用が増えていくことを期待したい。

参考文献

- [1] 山影進 『人工社会構築指南』(書籍工房早山, 2011年)
- [2] 兼田敏之 『artisocで始める歩行者エージェントシミュレーション』(書籍工房早山, 2008年)
- [3] 天野郡寿: “都市のまちづくり: 大阪ドームとその周辺” (国際文化学研究: 神戸大学国際文化学部紀要, 10:1*-17*, 1998年)
- [4] 『生活空間の体験ワークブック』(日本建築学会, 2010年)