

# テーマパークの混雑状況に応じた優先搭乗パスの有効性の評価

2015SC012 権田将輝 2015SC025 今村優 2015SC046 木村鴻介

指導教員：河野浩之

## 1 はじめに

近年のテーマパークでは、行楽シーズンやイベントの影響により1日に多くの人を訪れる。実際に東京ディズニーランドでは2018年の11月18日に、ミッキーマウスの誕生日のために、グリーティング施設では660分もの待ち時間が発生し、混雑が発生している。待ち時間の増加により1つのアトラクションにかかる時間が多くなり、複数のアトラクションを回るのは難しくなっている。そのため、来場者は乗りたいアトラクションに搭乗できず、テーマパークに対する満足度が低下するという現象が起きている。またアトラクションの待ち時間に多く時間を費やしてしまうため、食事を思うように取れなかったり、買い物をする時間がなくなってしまうことも満足度低下に影響している。テーマパークでの満足度低下の例として、実際に日本経済新聞での顧客満足度調査において、東京ディズニーリゾートが年々順位を落としてきているという記事がある (<https://www.nikkei.com/article/DGXMZO28886320S8A400C1TJ2000/>)。

テーマパークにおける混雑緩和に関する研究としては、テーマパーク来場者に対する満足度上昇に向けた混雑情報提供法の検討や混雑飽和状態に遊園地における待ち時間削減手法のシミュレーション評価などが挙げられる [1][2]。しかし集団での来場を考慮していなかったり、テーマパークのイベントの有無、個性、満足度を考慮していないことが問題として挙げられる。

そこで本研究では、パレードが行われるテーマパークを想定して優先搭乗パスを導入したモデルにおいて混雑状況を変化させ、優先搭乗パスの有効性を評価する。そのために混雑状態の指標として来場率を定義し、その値を変化させていくことによって混雑状況を実質上変化させていく。テーマパーク内の来場者はマルチエージェント・シミュレータ *artiso*c を用いてシミュレーションを行い、満足度、個性、団体行動、パレード時の行動変化を考慮する。優先搭乗パスの発行条件、使用条件も明らかにする。また、アトラクション退出後に感じられた成果と搭乗前に抱いた期待を式を用いて定量化し差分を得ることで満足度を評価する。優先搭乗パスの有無において平均満足度のグラフを出し、来場率が何倍以上のとき有効となるかを評価する。

本研究は6章で構成されており、構成は以下の通りである。第2章ではテーマパークでの混雑情報提供、混雑緩和に関する先行研究について紹介する。第3章ではテーマパークの混雑状況に応じた評価方法について提案する。第4章ではシミュレーションプログラムの構築内容について説明する。第5章ではシミュレーションソフト *artiso*c の実験結果と考察を述べる。第6章ではまとめとする。

## 2 テーマパークでの混雑情報提供、混雑緩和に関する先行研究

2.1 節では満足度のモデル化の研究について、2.2 節ではリスト作成による評価について紹介する。2.3 節では混雑緩和に関する研究の比較について述べる。

### 2.1 満足度のモデル化

藤野らの研究では、来場者の満足度を高めるための混雑情報提供法を検討している [1]。来場者の満足度を測定するため、アトラクションに対する満足度に違いを持たせる必要があったため、それぞれのアトラクションに人気度というものを設定した。また、来場者に嗜好をもたせそれぞれ個性をもたせた。来場者の満足度は、アトラクション退出後に得られた成果と搭乗前に抱いた期待を定量化し、その差分を得ることで評価するものとした。このモデルでは来場者は全て単独で入場し行動するという条件下で実験を行っている。

### 2.2 リスト作成による評価

清水らの研究では、アトラクションの稼働条件や来場者数の変化に対し混雑飽和の条件について明らかにし、混雑飽和状態においても待ち時間を削減可能な誘導手法を提案している [2]。来場者に体験予定リストを保持させることによって、評価を行っている。来場者がアトラクションの体験を完了していくにつれ、リストからアトラクションが削除されていき、空になった場合は退園する。また、閉園時間になればリストが残っていても強制的に退園するという来場者の設定にしている。最適な巡回ルートと行列上限を探索し、その組み合わせを求めて提案手法とした。

### 2.3 混雑緩和に関する先行研究の比較

混雑緩和に関する先行研究の比較を表1に示す。藤野らの研究では、混雑に対する意識や混雑による影響に多様性を持たせることが必要である。また、テーマパークの来場者は通常単独行動ではなく、集団行動であることのほうが多いと考えられるのに加え、パレードなどのイベントの有無を考慮する必要性が考えられる。

清水らの研究では、アトラクションの待ち行列が偏らないように上限を設けているが、実際のテーマパークでは上限が設けられている物はない。また、藤野らと同じくイベントを想定していない。

そこで本研究では、マルチエージェント・シミュレータを利用して、実際のテーマパークで混雑緩和に用いられる優先搭乗パスを導入したテーマパークにおける満足度、個性、来場者の団体行動を考慮したシミュレーションを行い、優先搭乗パスの有効性を評価する。

表 1 混雑緩和に関する先行研究の比較

先行研究	手法	問題点
[1]	満足度をモデル化	集団行動の考慮
[2]	シミュレーションによる評価	個性, イベントの考慮

### 3 テーマパークの混雑状況に応じた優先搭乗パスの有効性の評価方法

3.1 節では、優先搭乗パスの種類について説明する。3.2 節ではパレードの想定について説明する。3.3 節では満足度の観点からの評価について示す。3.4 節では本研究で実装するマルチエージェント・シミュレーター artisoc について述べる。

#### 3.1 優先搭乗パスの種類

来場者はアトラクションに搭乗するために、待ち行列に並ぶ必要がある。待ち行列は人気アトラクションになるほど長くなりより混雑してしまう。そうした混雑を緩和するために優先搭乗パスの実装を想定したシミュレーションを行う。優先搭乗パスを発行した場合としない場合の両者を比較することで、有効性を評価する。また、そのために混雑の指標として来場率を設定できるようにする。

パスにはテーマパークに入園した全員が発券できるパスと、待機している、または搭乗中のアトラクションにトラブルが発生しすぐに再開ができなかった場合に発券されるパスの 2 種類が想定される。入園を条件に発券できるパスは発券したアトラクションでのみ有効であり利用時間も指定されるが、トラブルを条件に発券できるパスはトラブルの度合に応じてどのアトラクションにも有効であるものと、一部のアトラクションを除いて有効であるものがある。本研究では入園を条件に発券できるパスを想定してシミュレーションを行う。

#### 3.2 パレードの想定

人気のテーマパークではアトラクションの他にも様々なイベントがほぼ日常的に開催されており、多くの人で混雑している。イベントが行われる時は来場者は行動を制限される、または来場者自身が混雑により行動を自制するケースが多い。そのためテーマパークの混雑状況に応じた優先搭乗パスの有効性の評価を行うにあたって、イベントの考慮は必要であると考えられる。

テーマパークにおけるイベントにはショーやパレード、花火などが想定される。これらのイベントが行われる時はあらかじめ開催される場所やルートが決められている。ショーでは定員が設けられている場合があり、食事なども取ることができるものもある。パレードではルートによって来場者の行動に制限されることが多い。花火は特別場所が指定されることはないが、よく見える場所には大量の人が殺到することがある。本研究ではパレードが行われる想定で、来場者の歩行ルートを制限したシミュレーションを

行う。

#### 3.3 満足度の観点からの評価

テーマパークでは、人気のあるアトラクションに搭乗したいために長い待ち時間でも行列に並ぶ人がいる場合が考えられる。しかし、その場合では目標のアトラクションに搭乗できても他のアトラクションに搭乗する時間がなくなる。そのため、混雑を緩和するだけでは来場者が十分な満足度を得れるとは限らない。そこで我々は、テーマパークの優先搭乗パスの有効性を評価するにあたって、混雑の緩和を評価するだけでなく、アトラクションの待ち時間を考慮した上で来場者の満足度の観点からも評価する。

#### 3.4 マルチエージェント・シミュレーター artisoc

マルチエージェント・シミュレーターとは、マクロな現象について個々のエージェントの相互作用が積み重なった結果として捉え、その仕組みを解析するのに適した手法である。

artisoc は KK-MAS をプロトタイプとしたものであり、機能が格段に充実している。GUI によるマップ (2D, 3D) やグラフなど出力可能であり、変数や関数名に日本語を利用可能である。そのため高い汎用性を持つ。また、OS に依存しないため使用するパソコンなどを選ばない。人間同士の相互作用をコンピュータ上で再現することでダイナミックに変化する社会現象を分析する社会シミュレータとして適している [3]。

## 4 シミュレーションプログラムの構築

4.1 節ではテーマパークの作成とイベント時の概要について、4.2 節では来場者の設定について、4.3 節ではアトラクションの設定について、4.4 節では満足度の評価について、4.5 節では優先搭乗パスの概要と来場者の歩行設定について述べる。

#### 4.1 テーマパークの作成とイベント時の概要

グラフィックアプリケーションである Illustrator[4] を使い、テーマパークを作成する。本研究では図 1 のような 1 ピクセルあたり 5 m とし、200 ピクセル × 200 ピクセルのテーマパークを想定し作成する。テーマパーク内にはアトラクションを 6 つ、ゲートを 1 つ設定する。来場者の入退場はゲートから行う。また、図 1 で斜線部で示された部分が道であり、来場者はその上のみを移動する。本研究におけるテーマパークは、1 時間の時間経過を 720 ステップとする。開園時間を午前 8 時とし、午後 8 時以降の来場者は想定しない。また、午後 10 時をもって閉園とする。

イベント時にはパレードを想定する。道に制限をかける以外の条件は変更しない。図1の赤で塗りつぶされた道は封鎖されていることを表す。パレードを行っている間は、来場者は行動できる道に制限がかかるが、行けなくなるアトラクションは無いものとする。

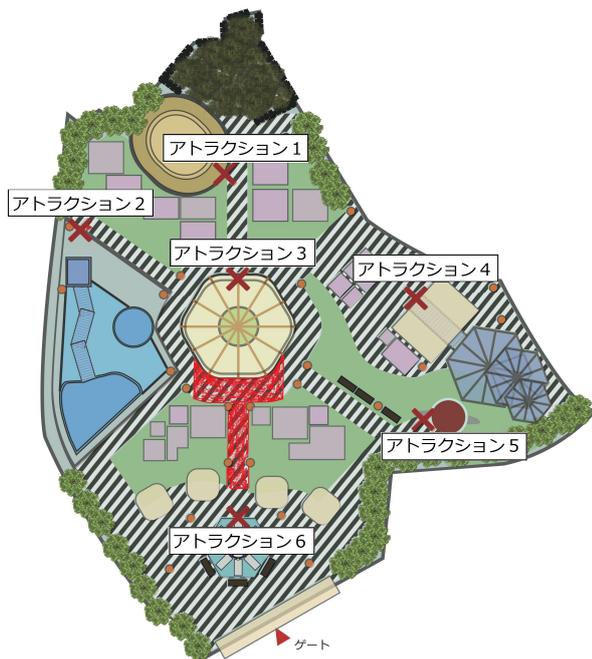


図1 テーマパーク概要図

#### 4.2 来場者の設定

来場者の歩く速さは 60 m/min と仮定し、入場後巡回リストにある全てのアトラクションを回り終えたならばゲートから退場することが出来るものとする。来場者は一度搭乗したアトラクションには搭乗しない。また、来場者ごとの帰宅時間の違いを考慮して来場者が体験するアトラクション数は規定回数を設ける。来場者は携帯端末を所持しており、常にアトラクションの待ち行列人数を把握できるものとする。来場者の行動ルールを step 1 から step 8 に示す。

step 1 来場者の入場。

step 2 アトラクションの人気度を考慮し乱数を用いて巡回リストの作成。

step 3 規定回数体験したかどうか確認。しているなら step 8 へ。していないなら目的地を設定。

step 4 時刻を確認し目的地を設け移動。アトラクションの待ち時間が午後9時を過ぎるようならば step 8 へ。優先搭乗パスを所持している場合は、午後10時を過ぎるようならば step 8 へ。

step 5 アトラクションの待ち行列に登録。優先搭乗パス発行可能かつ待機人数が480人以上なら step 6 へ。優先搭乗パス発行不可もしくは、480人未満なら step 7 へ。

step 6 優先搭乗パスを発行し step 3 へ。

step 7 自分の番がくるまで待機しアトラクションに搭乗。step 3 へ。

step 8 目的地をゲートに設定し、帰宅。

#### 4.3 アトラクションの設定

藤野ら [1] の研究を参考にし、各アトラクションにはそれぞれ人気度を設ける。各アトラクションで来場者の集まりを待ち行列、来場者がアトラクションに拘束される時間を拘束時間、アトラクションに収容されている来場者の集まりを収容者、アトラクションが収容できる最大の来場者数を最大収容人数とする。収容者が拘束時間を超えていないのであればそのまま現状を維持するが、拘束時間を超えている場合開放をする。次に待ち行列の中に優先搭乗パスを所持かつ利用可能な来場者がいるのか確認し、いるならば収容し優先搭乗パスを無効にする。いないのならば優先搭乗パスを所持していない来場者を収容する。各アトラクションの来場者の収容と開放のルールを step 1 から step 6 に示す。

step 1 拘束時間の確認。来場者の拘束時間が過ぎているなら step 2 へ。過ぎているのならば step 3 へ。

step 2 収容者の開放。

step 3 収容人数の確認。最大収容人数を超えているなら step 6 へ。超えていないのならば step 4 へ。

step 4 待ち行列で優先搭乗パスを所持かつ利用可能な来場者がいるなら収容し優先搭乗パスを無効にし step 3 へ。いないのならば step 5 へ。

step 5 優先搭乗者以外の入場者を収容し step 3 へ。

step 6 状態を維持し step 1 へ。

#### 4.4 満足度の評価

本研究では優先搭乗パスの有効性を評価するために、アトラクション退出後に感じられた成果と搭乗前に抱いた期待を式を用いて定量化し差分を得ることで満足度を評価する。この満足度の式 (1) は藤野らの研究に倣い、混雑情報から得られる、アトラクション  $A_i (i = 1, 2, 3, 4, 5, 6)$  の優先搭乗パス無の待ち行列人数を  $R_{1i}$ 、アトラクション  $A_i$  に対する期待の度合いを  $E_i$ 、アトラクションについた時の優先搭乗パスの有無により来場者が実際に並ぶ待ち行列人数を  $R_{2i}$ 、 $A_i$  の魅力度を  $F_i$ 、 $A_i$  に対する人気度を  $G_i$  とし以下のような式で示す。またこの式は、来場者が混雑情報を所持していることを前提としている時のみ使用できる式である。

$$S = F_i - \epsilon R_{2i} - (E_i - \delta R_{1i}) \quad (1)$$

( $\epsilon$  と  $\delta$  は 0~1 の任意の係数)

ここで  $E_i$  は  $G_i$  に 0.0 から 1.0 の乱数を乗算した値とした。

#### 4.5 優先搭乗パスの概要と来場者の歩行設定

来場者は混雑しているアトラクションに到達すると、優先搭乗パスを発行することが出来る。優先搭乗パスを取得した入場者は利用可能な時間になるまで、自由に他のアトラクションを訪問することができる。本研究では1時間以上の待ち時間が発生する待機人数が480人以上である時に優先搭乗パスを発行できるものとする。また発行直後からステップ数をカウントし、ステップ数が720ステップになると利用が可能になるものとする。ここでステップ数とはそれ以上分割できない、意味のある処理単位のことを示す。また、優先搭乗パスは1つしか所持することができない。

来場者の移動規則として、前回の場所を記憶させ、その場所にはすぐには戻らないこととする。目的とするアトラクション、ゲートに対し優先方向と設定し、その優先方向が道でなかった場合記憶を保持し、最もレベルの高いストックされている優先方向に移動する。

### 5 実験結果と考察

今回の実験において6つのアトラクションの内、アトラクション1の人気度を0.2、アトラクション2,3は0.175、アトラクション4,5,6は0.15とした。そのため人気度の和は1になる。アトラクションの拘束ステップ数は6つとも15ステップで設定し、最大収容数は10と設定した。これにより1時間あたりの処理人数は2880人となる。また、満足度の式における $F_i$ は $(E_i+0.0925 \sim E_i+0.1875)$ とする。 $\epsilon$ は0.0003、 $\delta$ は0.0003とした。来場率毎の優先搭乗パスの有無による平均満足度の差を図2に示す。なお、2倍以上の来場率は現実的想定と異なるため考慮しない。

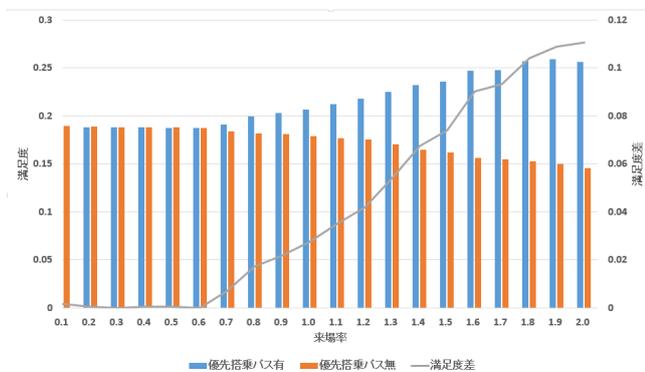


図2 来場率毎の優先搭乗パスの有無による平均満足度差

図2より、来場率0.1倍から0.6倍の範囲では優先搭乗パスの有無による平均満足度の差は、1%未満なので乱数による誤差だと考えられる。来場率0.7倍時に優先搭乗パス有無による0.0132の平均満足度の差が生じた。また、0.7倍以降は優先搭乗パス有の方が高くなることが確認された。これは本研究における優先搭乗パスの有効性が見られたからであると考えられる。優先搭乗パス無の場合では、来場率が高くなるほど平均満足度の低下が見られた。

図3に優先搭乗パスの有無の平均満足度のグラフを示

す。図3の(1)は優先搭乗パス有、(2)は優先搭乗パス無の

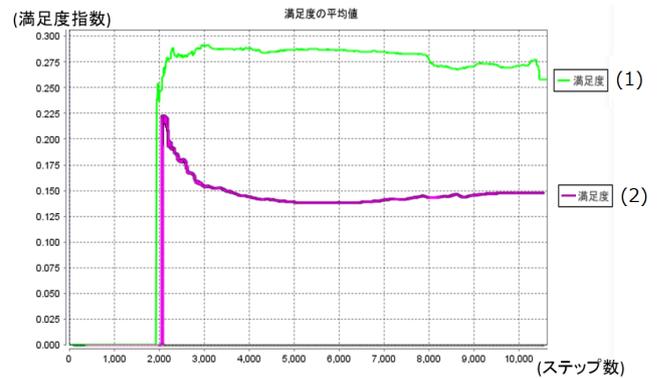


図3 優先搭乗パスの有無の平均満足度

グラフである。優先搭乗パス有の場合のほうが全体的に満足度の平均値が一定であるといえる。優先搭乗パス無の場合では、早い段階で退園する来場者の満足度が最も高いが、そこから徐々に降下する。この理由としては、極端に人気のあるアトラクションに来場者が集中するからだと考えられる。しかし、優先搭乗パス有の場合では人気度に関係なく極端な来場者の集中の軽減がみられた。しかし、本研究ではテーマパークの閉園時間による優先搭乗パスの消化不良で退園する来場者もみられ、満足度の低下が確認された。

### 6 おわりに

優先搭乗パスを導入したテーマパークにおいて、優先搭乗パスの有効性を検討した結果、来場率0.7倍以降ならば優先搭乗パスの有無による満足度の差が生じ、優先搭乗パスの有効性が確認された。

今後の展開としては、優先搭乗パス有の場合において、優先搭乗パスを使用せずに退園してしまう来場者が見られるため、優先搭乗パスの発行の調節を検討する必要がある。

### 参考文献

- [1] 藤野直輝, 小島一晃, 田和辻可昌, 村松慶一, 松居辰則, “テーマパーク来場者に対する満足度向上に向けた混雑情報提供法の検討,” 第29回人工知能学会全国大会論文集, 1D2-4, pp.1-4, 2015.
- [2] 清水仁, 松林達史, 納屋太, “混雑飽和状態の遊園地における待ち時間減少手法のシミュレーション評価,” 人工知能学会論文誌, Vol.32, No.5, AG16-F, 2017.
- [3] 構造計画研究所, “artisoc 4.0 - MAS コミュニティ - 構造計画研究所,” <http://mas.kke.co.jp/modules/tinyd0/index.php?id=13>, 参照 Nov.12, 2018.
- [4] Adobe, “Illustrator CC とは?,” <https://www.adobe.com/jp/products/illustrator/beginner.html>, 参照 Nov.12, 2018.