

卒業論文

# テーマパークにおける ショーの与える影響

青山学院大学 理工学部 化学・生命科学科

理論化学研究室

学籍番号 15219002

浅賀駿介

提出日 2023 年 2 月 28 日

## 目次

|       |                         |    |
|-------|-------------------------|----|
| 1     | 背景・目的                   | 2  |
| 1.1   | 背景                      | 2  |
| 1.1.1 | テーマパーク問題                | 2  |
| 1.1.2 | テーマパークのシミュレーション         | 2  |
| 1.2   | 目的                      | 2  |
| 2     | 方法                      | 2  |
| 2.1   | マルチエージェントシミュレーション (MAS) | 2  |
| 2.2   | シミュレーションの設定             | 3  |
| 2.2.1 | 先行研究について                | 3  |
| 2.2.2 | ショーモデルの設定               | 6  |
| 3     | 結果と考察                   | 9  |
| 3.1   | ショー導入前                  | 9  |
| 3.1.1 | 待ち時間の変動                 | 9  |
| 3.1.2 | 体験回数の分布                 | 10 |
| 3.2   | ショー導入後                  | 10 |
| 3.2.1 | 待ち時間の変動                 | 11 |
| 3.2.2 | 体験回数の分布                 | 12 |
| 3.3   | 時間帯の変更                  | 13 |
| 3.3.1 | 早い時間のショー                | 13 |
| 3.3.2 | 遅い時間のショー                | 15 |
| 3.3.3 | 時間帯の変更に関する考察            | 16 |
| 3.4   | 一日に実施する回数と定員の変更         | 17 |
| 3.4.1 | 2回のショー (各回定員 500 人)     | 17 |
| 3.4.2 | 2回のショー (各回定員 1000 人)    | 19 |
| 3.4.3 | 定員の変更                   | 20 |
| 3.4.4 | 定員と体験回数に関する考察           | 22 |
| 3.5   | 魅力度の変更                  | 24 |
| 3.5.1 | 待ち時間の変動                 | 24 |
| 3.5.2 | 体験回数の分布                 | 24 |
| 3.5.3 | 魅力度の変更に関する考察            | 25 |
| 4     | まとめ、今後の展望               | 25 |
| 5     | 参考文献                    | 26 |
| 6     | 謝辞                      | 26 |

# 1 背景・目的

## 1.1 背景

### 1.1.1 テーマパーク問題

シミュレーションを用いてテーマパークの混雑緩和を目指す問題を一般的に「テーマパーク問題」と呼ぶ [1]。現在までに複数の研究例があり、様々な指標を用いてシミュレーションを行い、混雑を緩和する方法が検討されてきた。

本研究では、体験価値を向上させる要素として数値として評価することができる「待ち時間」と「アトラクションを体験した回数(体験回数)」に注目することとした。また、本研究では「ショー」というものを導入している。ショーはアトラクションとは異なり、大人数のゲストに長時間観賞してもらおうものとした。そのようなショーはアトラクションの待ち時間やゲストが体験できるアトラクションの回数に影響を与える可能性があると考えた。

### 1.1.2 テーマパークのシミュレーション

先行研究では、アトラクションごとに設定されているそのアトラクションを体験するために待てる最大時間から現在の待ち時間を引いた値を用いたモデルを作成している。このように設定することで現実のテーマパークの待ち時間の推移の傾向を以前に提唱されていたモデルよりも適切に再現できるようになった。

## 1.2 目的

テーマパークのシミュレーションに対してショーを導入することによる影響を調べ、待ち時間を減少させ、体験回数を増やすことができる条件や設定を調べることを目的とした。

# 2 方法

## 2.1 マルチエージェントシミュレーション (MAS)

マルチエージェントシミュレーション(MAS)とは、各々に定められたルールのもとで同時進行的に複数のエージェントが互いに相互作用を受けながら行動するシミュレーションである。ここでのエージェントとは、人間などの生物の様に周囲の状況やルールに従って自律的に行動する主体のことを指す。

テーマパークのシミュレーションではゲストがエージェントとして行動する。各々に定められたルールとしては、ゲストのアトラクション選択の仕方が挙げられる。

## 2.2 シミュレーションの設定

この節ではテーマパークの設定、ゲストに定めたルールについて述べる。2.2.1 節では清水らの先行研究について説明し、2.2.2 節では先行研究をベースとして改良を加えたモデルについて説明する。この改良はショーの影響を調べるためや現実の状況に近づけるために加えたものであり、改良したモデルを以後は「ショーモデル」と書くこととする。

### 2.2.1 先行研究について

この節では先行研究[2]の概要を説明する。ただし、次節以降との関連性を分かりやすくするために、次節以降の内容と直接関連のある内容のみについて限定して説明する。また、一部の用語を次節で用いる用語に置き換えている。

先行研究では運営時間を 46800s (13 時間) としており、アトラクションの数は 5 つとし、それぞれに体験時間 $s_m$ や収容人数 $c_m$ 、処理効率 $f_m$ を定めている (表 2-1)。また、各アトラクション間の移動時間が決められており (表 2-2)、ゲストの人数は 2000~5000 人でシミュレーションを行っている。

表 2-1 各アトラクションの設定

| アトラクション $m$ | $s_m$ [分] | $c_m$ [人] | $f_m$ [人/分] | 待てる最大時間[分] |
|-------------|-----------|-----------|-------------|------------|
| 待機          | 1~30      | $\infty$  | $\infty$    | —          |
| A           | 5         | 12        | 2.4         | 30         |
| B           | 10        | 16        | 1.6         | 60         |
| C           | 3         | 18        | 6.0         | 90         |
| D           | 2         | 3         | 1.5         | 120        |
| E           | 10        | 32        | 3.2         | 150        |

表 2-2 アトラクション間の移動時間の設定[分]

|       | 目的地 $m$ |    |    |    |    |    |
|-------|---------|----|----|----|----|----|
|       | gate    | A  | B  | C  | D  | E  |
| gate  | 0       | 30 | 40 | 20 | 20 | 30 |
| 出 A   | 30      | 0  | 20 | 20 | 20 | 10 |
| 発 B   | 40      | 20 | 0  | 20 | 40 | 30 |
| 地 C   | 20      | 20 | 20 | 0  | 20 | 20 |
| $m$ D | 20      | 20 | 40 | 20 | 0  | 10 |
| E     | 30      | 10 | 30 | 20 | 10 | 0  |

ゲストは図 1 に従って入園時間と退園時間が決められている。このように設定することでテーマパークが開園したときに多くのゲストが来園し、徐々に来園するゲストは減少し

ていく。そしてある程度の時間が経過すると退園するゲストが現れ始め、閉園が近くなるにつれて増加していく。この傾向は現実のテーマパークの傾向を再現しているため適切であると考えられる。

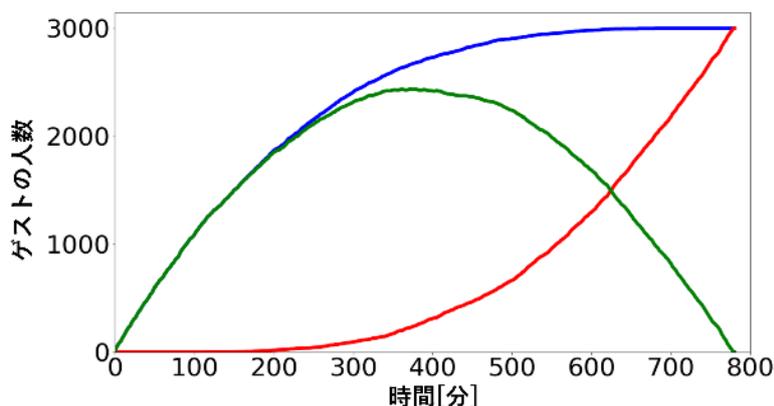


図 1 入退園時刻の設定(入園者数:3000 人)、清水仁, 松林達史, 納谷太, 澤田宏, “遊園地におけるアトラクション選択モデルとそのパラメータ推定手法”, 人工知能学会論文誌, 34(5), pp. wd-B 1-8, 2019.[1]より引用し一部改変  
青線は入園者数の累積、赤線は退園者数の累積、緑線はテーマパーク内に滞在している人数の推移を示す。

アトラクションの体験回数は平均 3 回のポアソン分布(図 2)に従う。

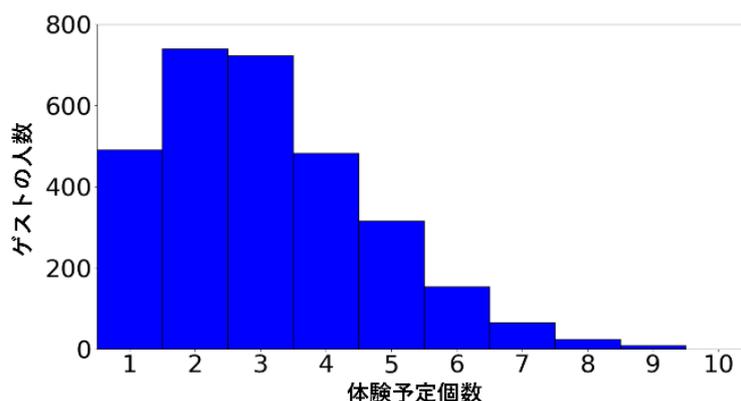


図 2 入園者数が 3000 人の時の体験予定回数の分布、清水仁, 松林達史, 納谷太, 澤田宏, “遊園地におけるアトラクション選択モデルとそのパラメータ推定手法”,人工知能学会論文誌, 34(5), pp. wd-B 1-8, 2019.[1]より引用し一部改変

ゲストは図 3 に従って行動する。(1)ゲストは設定された入園時刻に入園をする。(2) 5 つのアトラクションの中から退園時刻までに体験できるアトラクションを候補とし、魅力度  $a_m(t)$  (式①) という値を用いてアトラクションを選択して移動する。(3)ゲストがアトラクションに到着すると、待ち行列に並び始める。(4)順番が来たらアトラクションを体験する。

(5)体験が終了すると、体験予定回数が1減少し、再びアトラクションを選択する。(6)アトラクションが選択できない場合には、「待機」を選択し、30分以内のランダムな時間が経過すると再びアトラクション選択を行う。(7)体験予定回数が0になる、もしくは退園予定時刻になった場合には退園する。

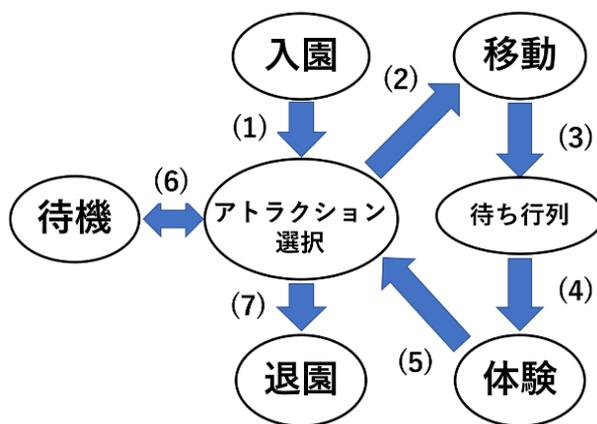


図 3 ゲストの行動

アトラクション選択をする際には、魅力度を用いた選択確率で乗るアトラクションを決定する。その際にアトラクション $m$ の時刻 $t$ における待ち時間を $W_m(t)$ 、待てる最大時間を $\alpha_m$ として魅力度は以下のように定義している。

$$a_m(t) = \alpha_m - W_m(t) \quad \dots\text{①}$$

式①において、 $a_m(t) < 0$ となった際には $a_m(t) = 0$ としている。

そして、選択確率 $\theta_m(t)$ を式②のように定義している。

$$\theta_m(t) = \frac{a_m(t)}{\sum_m a_m(t)} \quad \dots\text{②}$$

$a_m(t)$ の値の大きさだけでアトラクションを選択すると、ゲストは常に魅力度が高いものだけを選び続けるという行動をすることになってしまう。この状態は現実の状況を表しているとは言い難い。実際はその時の疲労などの様々な要因が影響して常に魅力度が最大のアトラクションを選択するとは限らない。そこで②の式を用いてアトラクション選択をすることにより、基本的には魅力度の高いアトラクションが選択されるが、魅力度が低いアトラクションも多少は選択されるようになる。このようなモデルを先行研究では多項線形モデルと名付けた。

多項線形モデルを用いることで、各アトラクションの待ち時間は図 4 のようになり、アトラクションの待ち時間は開園直後に急増した後、混雑がピークの時には変動が小さくなり、閉園が近づくにつれて減少していくという実際のテーマパークの傾向と整合したモデルになっている。

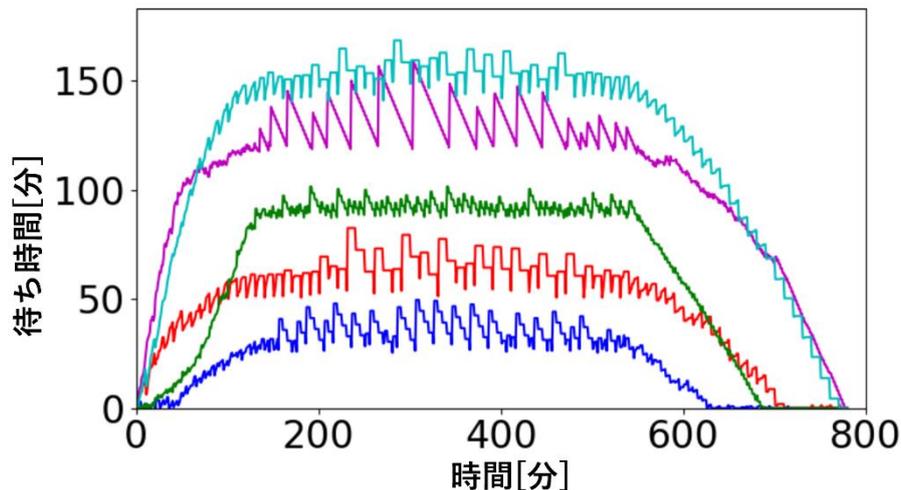


図 4 各アトラクションの待ち時間の推移(来園者数 4000 人)、清水仁、松林達史、納谷太、澤田宏，“遊園地におけるアトラクション選択モデルとそのパラメータ推定手法”,人工知能学会論文誌, 34(5), pp. wd-B 1-8, 2019.[1]より引用し一部改変

## 2.2.2 ショーモデルの設定

### 2.2.2.1 園内の設定

先行研究と同じく運営時間は 46800 秒 (13 時間) としたが、わかりやすさのため時刻表記に直し、開園時刻と閉園時刻をそれぞれ 8 時と 21 時とした。

総来園者数は先行研究の多項線形モデルにおいて、式①をそのまま用いることができる人数である 4000 人とした。

移動時間はアトラクションの体験に使える時間を長くするために表 2-2 の値を $\frac{1}{10}$ 倍にして用いた。

アトラクション数、アトラクションの体験時間、収容人数、処理効率 は先行研究[2]に従った。

### 2.2.2.2 ゲストの設定

先行研究の入園時刻と退園時刻の傾向を再現するために以下の関数を用いた。(x: 時間、 $y_1, y_2$ : 1~4000 までの乱数)

$$\text{入園時刻: } x = -\frac{10 \ln\left(1 - \frac{y_1}{4000}\right)}{0.0009}$$

$$\text{退園時刻: } x = 10 \left( 4680 + \frac{\ln\left(1 - \frac{y_2}{4000}\right)}{0.0009} \right)$$

ゲスト一人ひとりに乱数を振ることで入退園時刻を決定しているため、滞在時間が極端に短いゲストが生じてしまう。そのため、ショーモデルでは「最低滞在時間」を設けること

とした。今回のシミュレーションでは、最低滞在時間を4時間とした。以上の条件でシミュレーションを行うと図5のような結果が得られる。図5からは開園時刻付近で多くのゲストが入園し、時間が経過すると徐々に入園するゲストが減少していること、退園するゲストはある時刻から閉園時刻が近づくにつれて増加していることが読み取れる。この傾向は図1の特徴を再現している。

ショーモデルの改善点として導入した最低滞在時間の影響は、図5の17時に入園者数が増加している部分から読み取れる。この時間以降に入園すると最低滞在時間が確保できないため、17時の時点でまだ入園していないゲストが一斉に入園している。この瞬間には約200人が入園しており、総来園者数の5%に相当する。実際のテーマパークでは夕方からしか入園できない入場券も売られているため、この結果は妥当であると考えている。

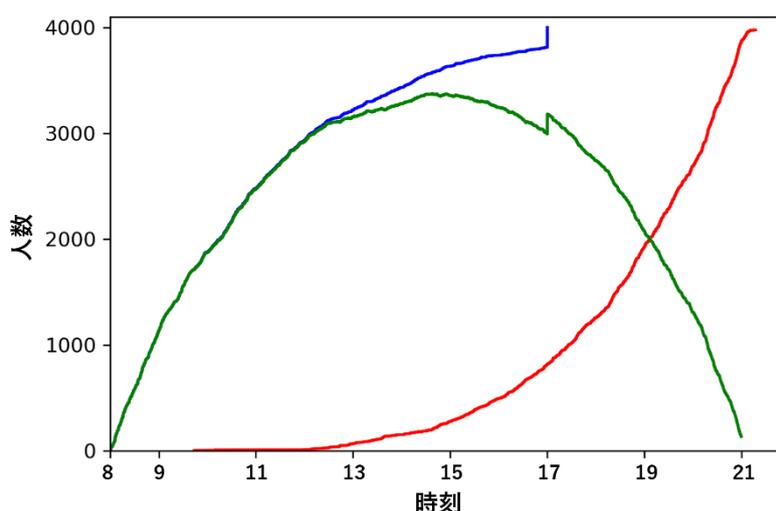


図5 入退園時刻の設定(入園者数:4000人)、青線は入園者数の累積、赤線は退園者数の累積、緑線はテーマパーク内に滞在している人数の推移を示す。

ショーモデルでは体験予定回数を10回に固定した。先行研究では体験予定回数が平均3のポアソン分布に従うが、それでは開園してから早い段階で帰宅してしまうゲストがいることに問題を感じた。現実では滞在時間はもっと長い。そこで、体験予定回数を10回にした。そうすることにより、ゲストの滞在時間を延ばすことができるようになった。その一方で、体験予定回数を10回としたことにより、退園時にアトラクションを10回体験できていないゲストが多くいる状態になっていた(3.1.2)。ただ、この状態にはショーを導入することによる体験回数への影響が見やすくなるというメリットがある。

ショーモデルではグループ行動を取り入れた。現実のテーマパークにおいて、個人で行動するより誰かと一緒に行動しているゲストの方が多いと考えたため、シミュレーションではゲストを1~4人で行動するように設定した。

魅力度や選択確率の算出は先行研究に従ったが、アトラクション $m$ の時刻 $t$ における待ち時間 $W_m(t)$ の算出方法は記述されていなかったため、以下のように定義した。

$$W_m(t) = \frac{Q_m}{f_m} \quad (Q_m : \text{アトラクション } m \text{ の待ち行列にいる人数, } f_m : \text{処理効率[人/分]})$$

アトラクション  $m$  に対して待てる最大時間にばらつきを与えた。具体的には正規分布に従い、平均値は先行研究の値にした。標準偏差  $\sigma$  を平均値の  $\frac{1}{6}$  にすることで、99.7%のゲストが平均の  $\pm 1.5$  倍の範囲に収まるようにしている。こうすることで個人の嗜好によるばらつきを表現している。

### 2.2.2.3 ショーの設定

ショーはアトラクションよりも多くの人数を長時間にわたって拘束し続けることができるという特徴があるものと定義する。具体的には、ショー開始まで待つことができる時間を3時間、ショーの公演時間は30分とした。また、ショーにも魅力度を設定しており、(i) ショーの開演3時間前から線形に増加していき、(ii) 公演中の時間帯に最大値をとる。(iii) 終演後には0となる (図6)。定員は来園者4000人に対して1000人とした。

また、ショーはアトラクション何回分に相当する体験になるのかについて、ゲストによって異なると考えたため、ショーはアトラクションの体験回数には含まないこととした。

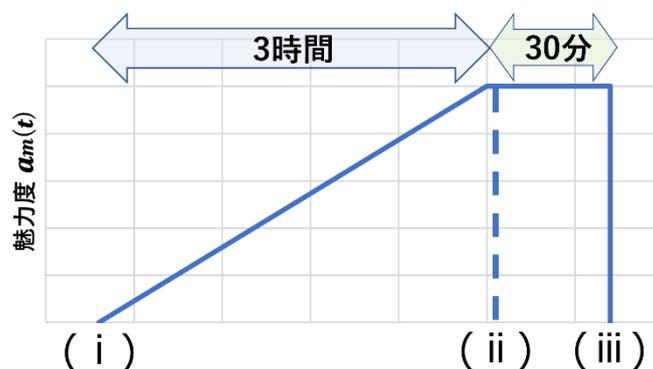


図6 ショーの魅力度の変化

### 3 結果と考察

#### 3.1 ショー導入前

##### 3.1.1 待ち時間の変動

アトラクションの待ち時間の変動を図 7 に示した。

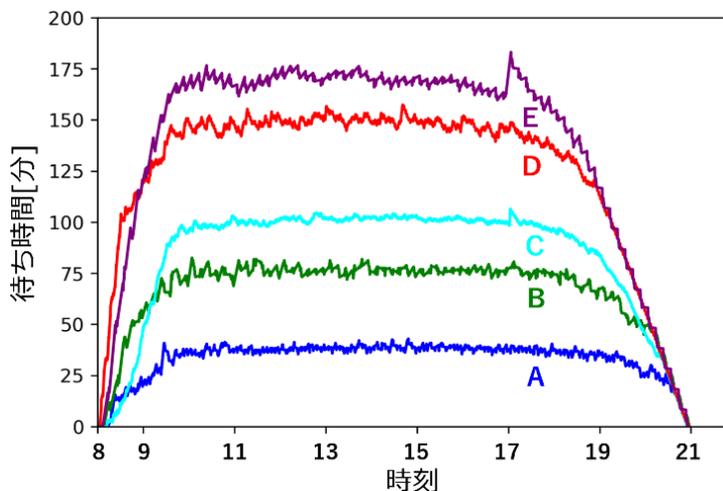


図 7 各アトラクションの待ち時間の変動(ショー導入前)

開園直後から各アトラクションの待ち時間は急激に増加し、10 時ごろに変動が小さくなっている。17 時ごろに待ち時間が上昇しているアトラクションがあるが、これは最低滞在時間を設定する際に、入園時刻が遅すぎたゲストの入園時間を一律「閉園時刻-4 時間」と設定したことに起因している。その時間帯に入園したゲストが一気にアトラクションに移動したためであると考えられる。その後、アトラクションの待ち時間は減少していく。これは、退園するゲストが増加し始めたためであると考えられる。この待ち時間の変動の傾向は先行研究の結果(図 4)と一致している。

待ち時間の変動が安定した状態(10~16 時)において、細かな変動の大きさがアトラクションごとに違いがあるが、これはアトラクションの処理効率と待てる最大時間の最大値(表 2-1)が関係していると考えられる。処理効率が優れているアトラクションほど次々やってくるゲストを効率よく捌くことができるため、待ち行列の長さの変動が小さくなり、待ち時間の変動が小さくなる。また、アトラクションの待てる最大時間が長ければ長いほど、列が短くなった瞬間の魅力度は大きくなり、その分ゲストを引き寄せやすいため待ち時間の変動は大きくなりやすい。

このことから各アトラクションの待ち時間の変動を考察する。アトラクション A と C は他のアトラクションに比べて変動が小さい。アトラクション A は他のアトラクションより処理効率が優れていないが、そもそもの待てる最大時間が短いためゲストが集まりにくいアトラクションであると考えられる。一方アトラクション C は 5 つのアトラクションの中

で一番処理効率が優れているため、待ち時間の変動が小さくなったと考えられる。アトラクション B は処理効率が低く、アトラクション E は処理効率が高いが、待てる最大時間が長いアトラクションであるため、待ち時間の変動が大きくなったと考えられる。アトラクション D は処理効率も低く、待てる最大時間が長いため 5 つのアトラクションの中で変動が大きくなったのだと考えられる。

### 3.1.2 体験回数の分布

ショー導入前において、アトラクションの体験回数は図 8 のようになった。

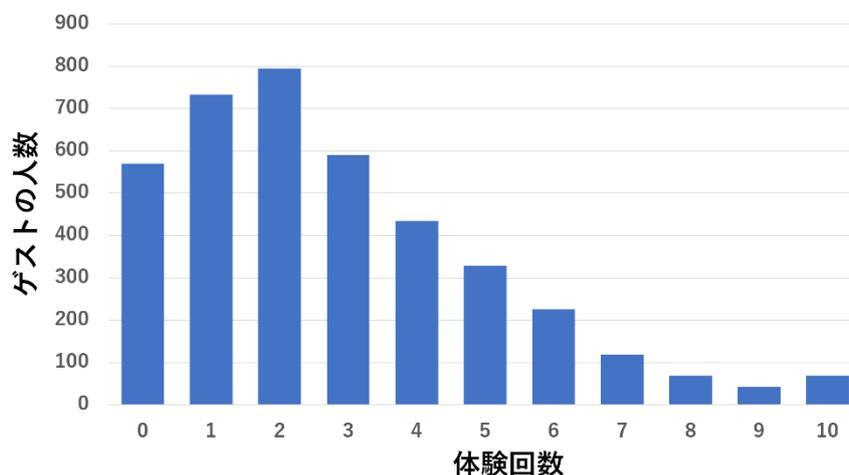


図 8 各体験回数における人数(ショー導入前)

アトラクションの体験回数は 2 回が一番多く、約半分のゲストが体験回数 0~2 回となっており、非常に混雑しているためアトラクションをなかなか体験できずに退園してしまう設定であると考えられる。

## 3.2 ショー導入後

導入したショーは定員が 1000 人で魅力度の最大値は 500 と設定した。(i)ショーは 10 時から並び始めることができるようになり、(ii)13 時に開演して(iii)13 時半に終演する。この時間に設定した理由として、待機を選択するゲストが現れ始めたタイミングと総来園者数がピークに達するタイミングの間でショーの待機から終演までを行うことができるためである(図 9)。このショーを以降「基準のショー」とする。

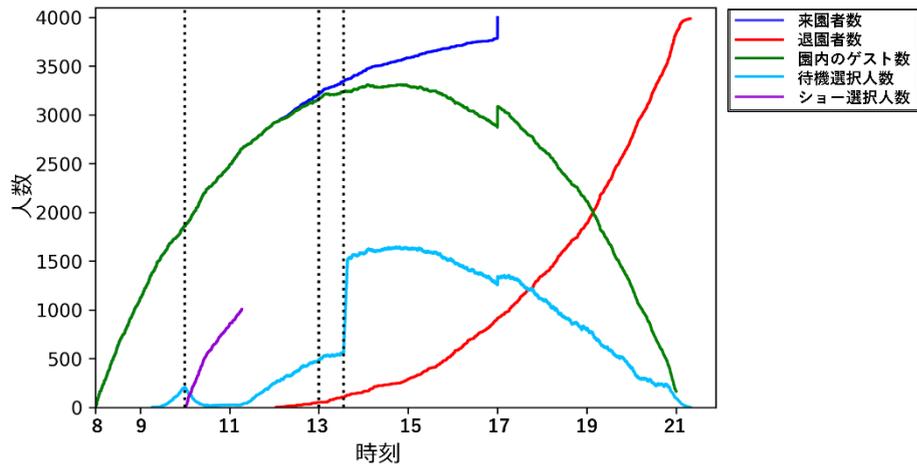


図 9 来園したゲストとショーまたは待機を選択したゲストの推移  
(基準のショー)

紫色の線が 11 時半付近で途絶えているが、これは、ショーを選択した人数がショーの定員に達したことを示している。これ以降、ショーの終演(iii)まで、ショーを選択した人数は一定値 (1000 人) を示す。

### 3.2.1 待ち時間の変動

基準のショー導入後における各アトラクションの待ち時間の変動は図 10 のようになる。

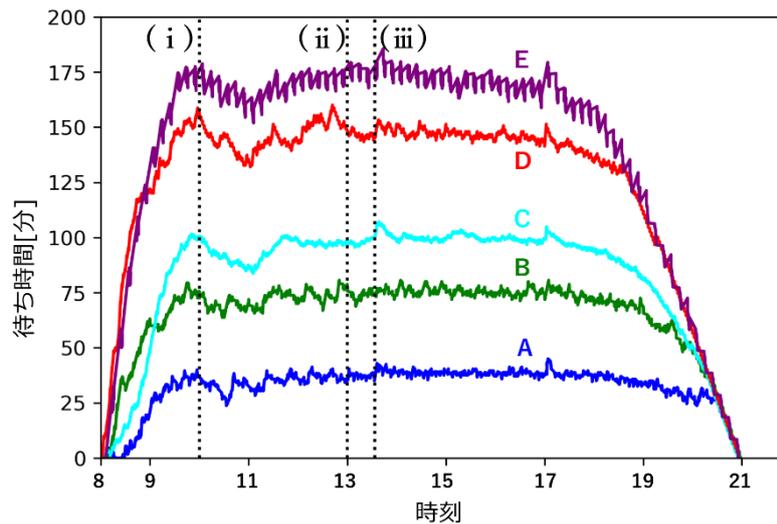


図 10 基準のショー導入後の各アトラクションの待ち時間の変動

図 10 より、ショーが無い場合と比較して、ショーに並んで待つことができる時間帯(10 時以降)にはアトラクションの待ち時間が減少する傾向が見られた。この原因を図 9 を用いて推測する。9 時半ごろから待機を選択したゲストが現れ始めていることから、ゲストにとって各アトラクションの魅力度が 0 になっていることが考えられる。そして 10 時になるとショーに並ぶことができるようになるため、ショーを選択するゲストが現れ始める。それと同時に待機を選択しているゲストが減少する。この時間のアトラクションの魅力度は 0 もし

くは低い値となっており、ショーの魅力度の魅力度は線形に増加している状態であるため、待機を終えたゲストと新しく入園してきたゲストはショーを選択する可能性が高くなっていく。そうするとアトラクションの待ち行列は伸びにくくなる。この間にアトラクションは待ち行列に並んでいるゲストを処理していくことで待ち行列が短くなり、待ち時間が減少する。つまり、ショーを導入することで待機を選択しているゲストを減らし、アトラクションよりショーに並ぶというゲストが増えるため、アトラクションの待ち時間を減少させることができると考えられる。ショーを行っていないタイミングではショーが無い場合との待ち時間の差はほとんど見られなかった。

### 3.2.2 体験回数の分布

基準のショーを行った際の体験回数ごとの人数をショーが無い場合と比較した(図 11)。

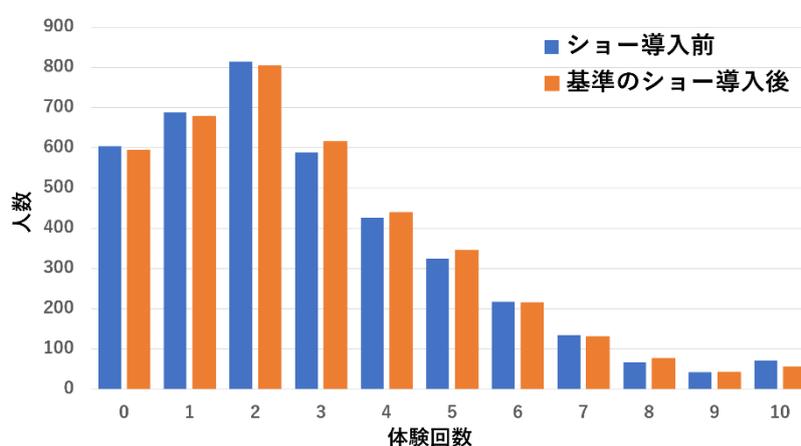


図 11 体験回数ごとの人数の比較(ショー無しと基準のショー)

ショーを導入する前と比較して、体験回数が0~2回の人数がわずかに減少し、3~5回の人数が増加したが、大きな変化は見られなかった。そこで、ショーの影響を詳しく見るために基準のショーを導入した後において、ショーを見たゲストと見ていないゲストに分けて考えることにした。ショーは体験回数に含まないため(2.2.2.3)、ショーを見ることによって長時間拘束されたゲストの体験回数は減少することが想像に難くない。

以上の考察を踏まえて、ここからはショーを見ていないゲストに注目する。ショーを見ていないゲストの人数を各体験回数において割合表示にした。ショー導入前のデータに対しても割合表示に直し、2つのデータを比較すると図 12 のようになった。

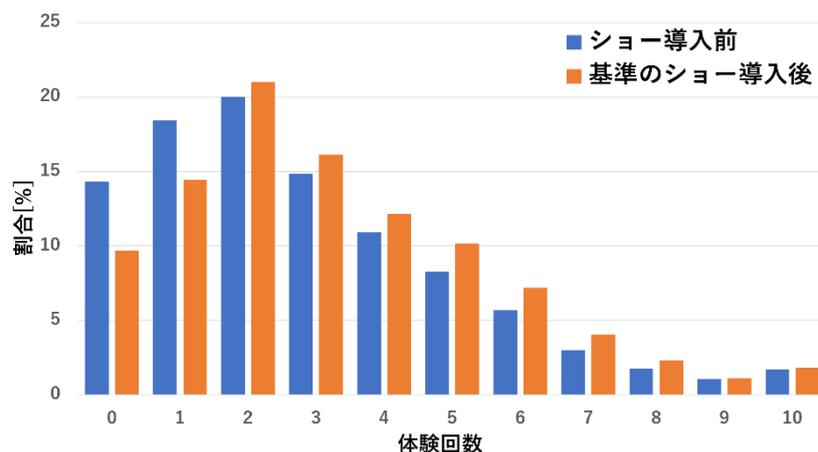


図 12 体験回数ごとの割合の比較(ショー無しと基準のショー)

体験回数が0回と1回のゲストの割合は減少し、2~7回の割合は増加していることが読み取れる。つまり、ショーを行うことにより、ショーを見ていないゲストの体験回数を増加させる効果があると考えられる。これは、ショーを行うことで最大1000人のゲストがアトラクションに並ばなくなり、ショーが稼働している時間帯にアトラクションの待ち時間が減少したことでゲストがアトラクションを体験しやすくなったことが要因の一つである。

次節以降ではショーを実施する時間帯や一日に実施する回数、ショーの魅力度を変えて基準のショーと比較をし、ショーの効果が高くなる条件を調べた。

### 3.3 時間帯の変更

#### 3.3.1 早い時間のショー

この節ではショーを実施する時間帯を早めた結果について述べる。ショーに並ぶことが可能になる時間を開園直後とした。それ以外の設定は変えずに実験を行った。

##### 3.3.1.1 待ち時間の変動

各アトラクションの待ち時間の変動を示したグラフは図13のようになった。図7や図10と比較すると、8時から11時半までのアトラクションの待ち時間が減少していることが読み取れる。これは、(i)の時間帯からショーに並ぶことができるため、アトラクションに向かうゲストの数が減少したことが原因であると考えられる。

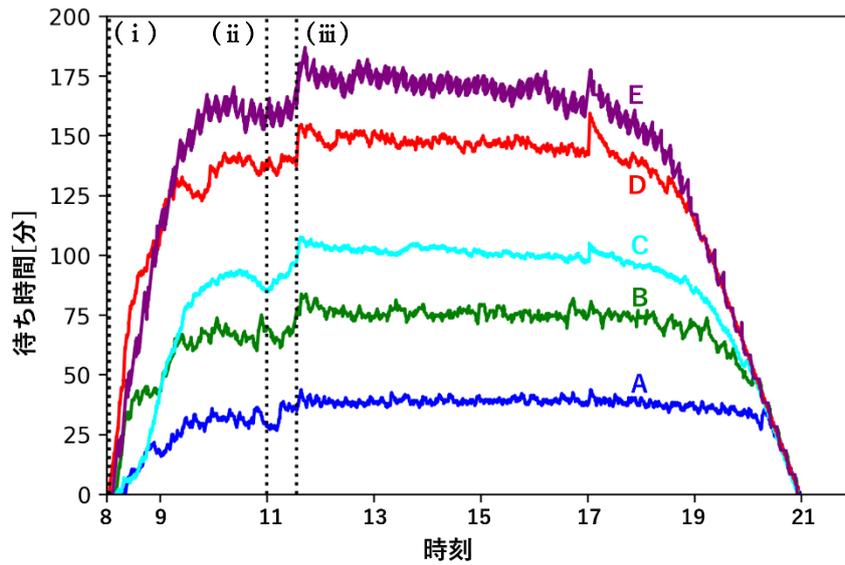


図 13 早い時間のショーを導入した際の  
各アトラクションの待ち時間の変動

### 3.3.1.2 体験回数の分布

早い時間のショーを導入後の各体験回数における割合をショー導入前、基準のショー導入後の結果と比較した。(図 14)

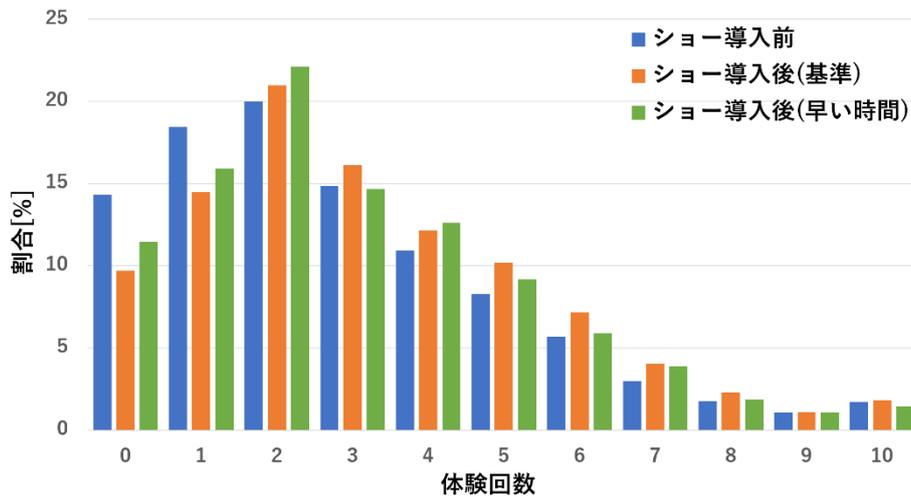


図 14 体験回数ごとの割合の比較(早い時間のショー)

図 14 より、ショー導入前と比較すると体験回数が 0 回と 1 回の割合が減少し、2 回以上においては差がほとんどない、もしくは増加している傾向が読み取れる。この結果から、時間帯を早めたショーには体験回数を増加させる効果があると考えられる。一方で基準のショー導入後の結果と比較すると、体験回数が 0~2 回においては増加し、3 回以降においては 4 回を除いて減少、もしくはほとんど差がないという傾向が読み取れる。つまり、ショーの時間を早めたことにより体験回数を増加させる効果が弱まったと考えられる。

### 3.3.2 遅い時間のショー

この節ではショーを実施する時間帯を遅くした結果について述べる。ショーに並ぶことが可能になる時間を 16 時とした。それ以外の設定は変えずに実験を行った。

#### 3.3.2.1 待ち時間の変動

各アトラクションの待ち時間の変動を示したグラフは図 15 のようになった。

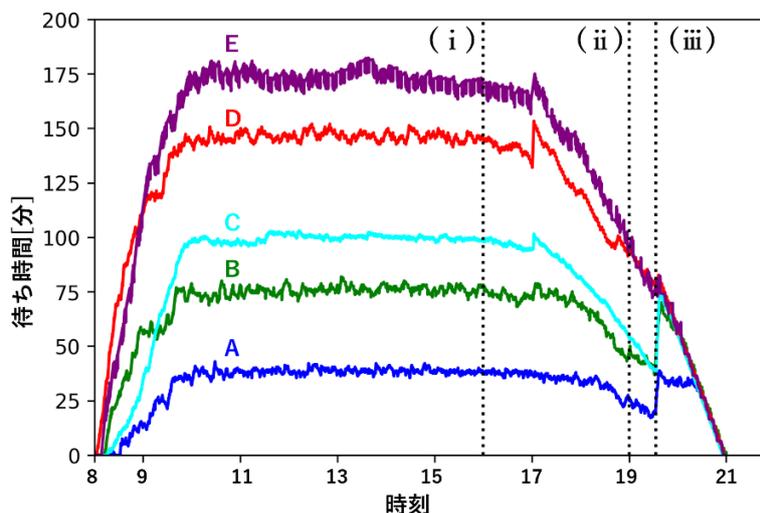


図 15 遅い時間のショーを導入した際の  
各アトラクションの待ち時間の変動

ショーが無い場合の図 7 と比較すると、ショーに並ぶことができるようになる (i) の時間まではほとんど変化は見られない。(i)以降の時間帯では、17 時までは少しずつ待ち時間が減少しているが、それ以降においては各アトラクションの待ち時間が急激に減少している。17 時以降という時間帯は、元々ショーが無い場合においても予定退園時間になるゲストが増加し始める時間帯であり、そこにショーを行うことでより一層アトラクションに並ぶゲストが減少するということが理由であると考えられる。

#### 3.3.2.2 体験回数の分布

遅い時間のショーを導入後の各体験回数における割合を、ショー導入前、基準のショー導入後の結果と比較した(図 16)。

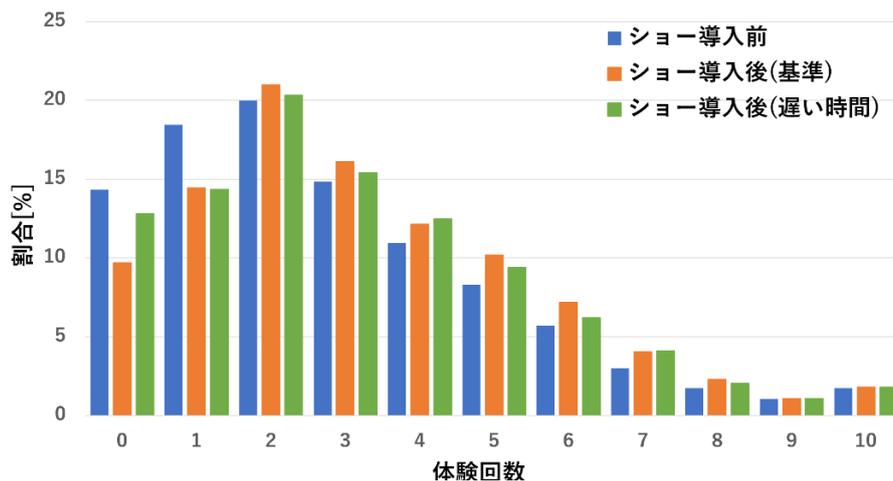


図 16 体験回数ごとの割合の比較(遅い時間のショー)

図 16 より、ショー導入前と比較すると体験回数が 0 回と 1 回のゲストの割合は減少し、2 回以上においてはほとんど変化が無い、もしくは増加している傾向にある。この結果から、ショーの時間帯を遅くしても体験回数を増やす効果があると考えられる。一方で基準のショーと比較すると、体験回数が 0 回のゲストの割合が増加し、1 回以上においては減少、もしくはほとんど変化がないという傾向が読み取れる。つまり、ショーの時間帯を遅くしたことにより、体験回数を増加させる効果が弱まったと考えられる。

### 3.3.3 時間帯の変更に関する考察

早い時間のショーと遅い時間のショーの両方において、体験回数を増やす効果があるものの、基準のショーより効果が薄れた。これについて考察する。

図 7 より、基準のショーでは約 1 時間半で定員に達したのに対して、図 17 を見ると早い時間のショーでは 3 時間半かけて定員に達している。この原因として、早い時間のショーでは開園直後からショーの魅力度が生じており、他のアトラクションの魅力度が 0 ではないため、ショーとアトラクションで競合してしまい、ショーに人が集まりにくくなったことが考えられる。ショーがゲストを集める力が弱まってしまったことで、体験回数を増やす効果が減少してしまったと考えられる。

図 18 より、遅い時間のショーでは定員の人数が集まるまでに 3 時間半かかっており、16 時半ごろまでショーを選択したゲストの人数が一気に増加しているが、その後は緩やかに増加している。このような傾向を示した原因として、ショーをすることで新たにアトラクションの待機列に並ぶゲストが減少して待ち時間も減少したこと、閉園が近づくにつれて退園したゲストがいることでアトラクションに並ぶゲストが減少したことが重なった結果だと推測した。早い時間のショーと同様に、ゲストを集める効果が弱まってしまったことで体験回数を増やす効果が減少してしまったと考えられる。これらのことから、ショーはゲストがある程度入園しており、アトラクションの待ち時間が定常状態に入っているタイミングで実施するとよいと考えられる。

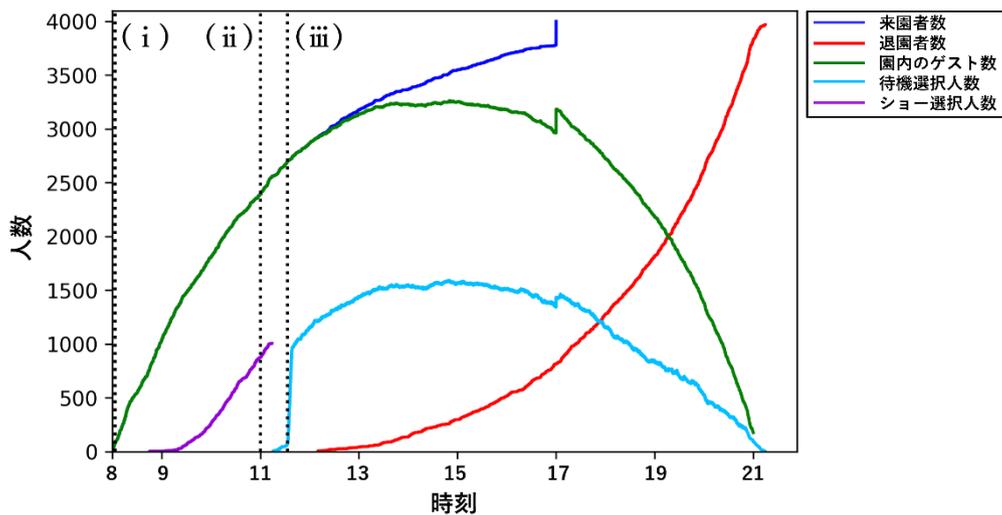


図 17 来園したゲストとショーまたは待機を選択したゲストの推移  
(早い時間のショー)

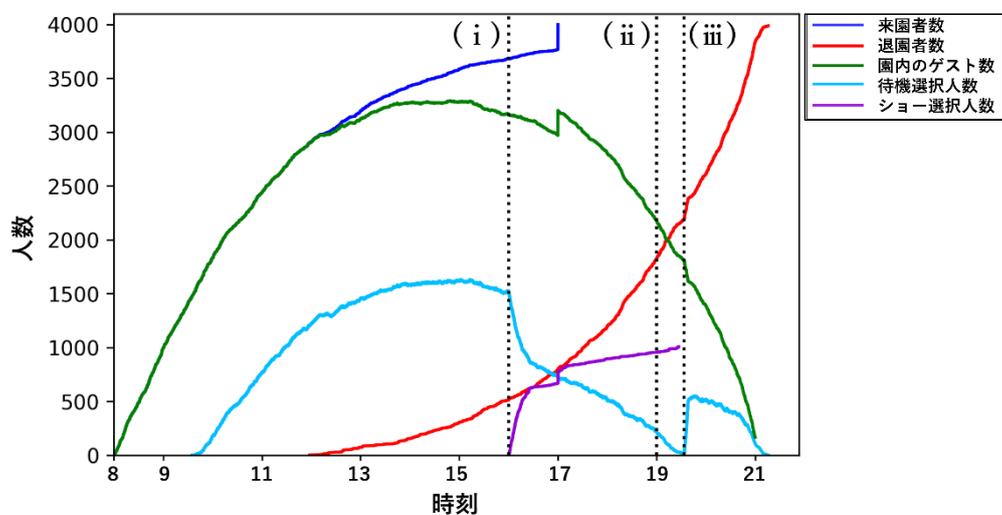


図 18 来園したゲストとショーまたは待機を選択したゲストの推移  
(遅い時間のショー)

### 3.4 一日に実施する回数と定員の変更

この節では一日に実施する回数を 2 回に変更した結果を示す。

#### 3.4.1 2 回のショー (各回定員 500 人)

基準のショーと比較するために、ショーの定員や待ち時間、公演時間を半分にして 2 回の公演をすることで基準のショーの設定と一致するようにした。2 回のショーを行う時間帯は基準のショーの時間帯に 1 回、もう 1 回は遅い時間のショーを実施した時間帯に行うこととした。実際のテーマパークにおいて、昼の時間帯と夜の時間帯にショーを実施することがあるためこの設定とした。

### 3.4.1.1 待ち時間の変動

各アトラクションの待ち時間の変動を示したグラフは図 19 のようになった。

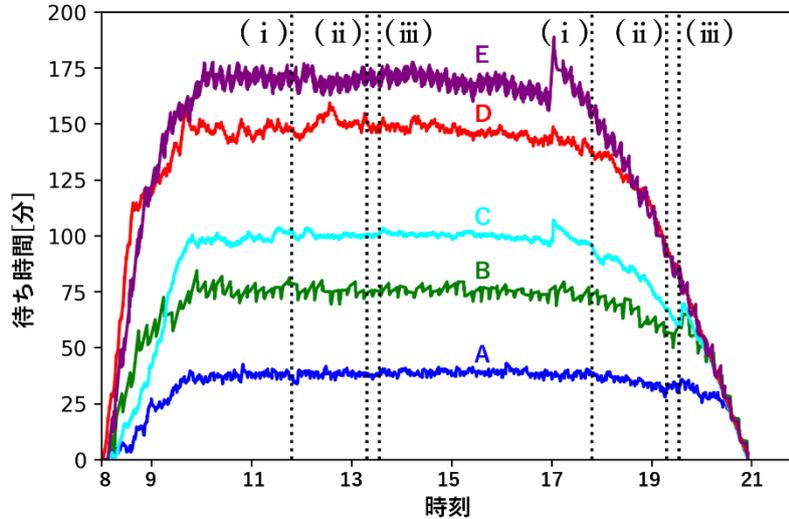


図 19 一日に 2 回のショー(定員 500 人)を導入した際の  
各アトラクションの待ち時間の変動

図 19 より、ショー導入前の結果(図 7)と比較してみると、1 回目のショーではアトラクションの待ち時間がほんの少しだけ減少し、2 回目のショーでは 1 回目のショーよりも減少させる効果が見られた。1 回のショーにおける定員が半分であるため、その時間帯にアトラクションへ向かうゲストの総数を減らしにくくなったことが原因であると推測した。

### 3.4.1.2 体験回数の分布

一日に 2 回のショー(定員 500 人)を導入後の各体験回数における割合を、ショー導入前、基準のショー導入後の結果と比較した(図 20)。

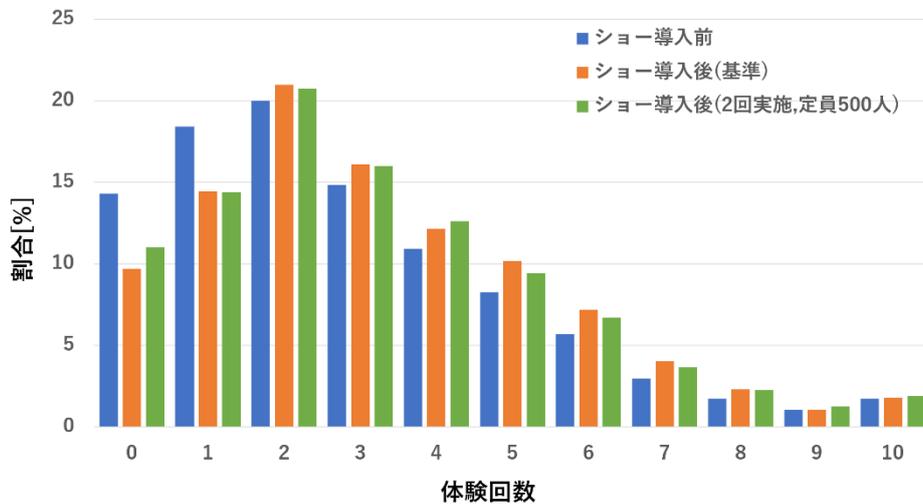


図 20 体験回数ごとの割合の比較(2 回実施, 定員 500 人)

図 20 より、ショー導入前と比較すると体験回数が 0 回と 1 回のゲストの割合は減少し、2 回以上においてはほとんど変化が無い、もしくは増加している傾向にある。この結果から、2 回ショーを実施することで体験回数を増やす効果があると考えられる。一方で基準のショーと比較すると、体験回数が 0 回のゲストの割合が増加し、体験回数が 4 回の場合を除いて 1 回以上においては減少、もしくはほとんど変化がない傾向が読み取れる。つまり、ショーを 2 回に分けたことにより、体験回数を増加させる効果が基準のショーよりも弱まったと考えられる。このような結果になった原因として、1 回のショーの定員が少なくなったことが考えられる。3.4.1.1 節で述べたようにショーの定員が減少することで待ち時間を減少させる効果が少なくなり、体験回数を増加させる効果が弱まると考えた。

そこで、一日に 2 回実施するショー、基準のショーの両方において定員を 2 倍にして実験を行った。

### 3.4.2 2 回のショー（各回定員 1000 人）

この節では 3.4.1 節で用いた設定で定員を 2 倍にして実験を行った結果について説明する。

#### 3.4.2.1 待ち時間の変動

各アトラクションの待ち時間の変動を示したグラフは図 21 のようになった。

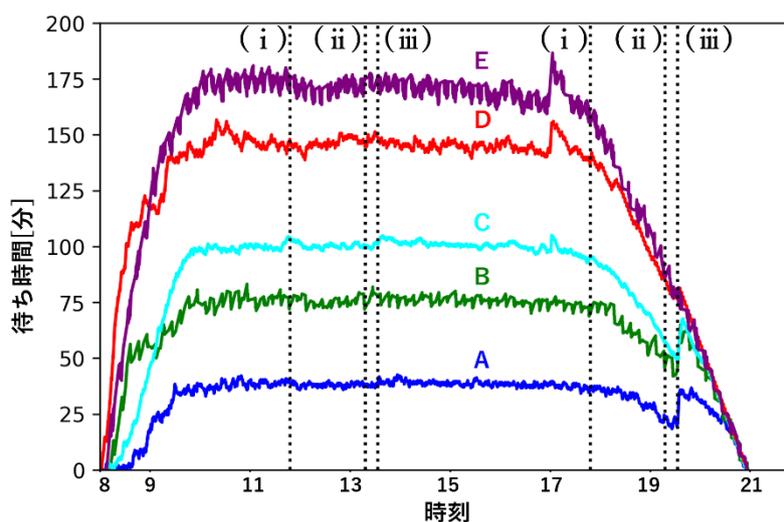


図 21 一日に 2 回のショー(定員 1000 人)を導入した際の各アトラクションの待ち時間の変動

1 回目のショーではアトラクション E の待ち時間が一番減少し、それ以外のアトラクションではわずかに減少する傾向が見られた。2 回目のショーでは定員が 500 人の時(図 19)よりもすべてのアトラクションの待ち時間が減少する傾向が見られた。この結果から、ショーの定員を増加させることで、アトラクションの待ち時間を一時的に減少させる効果が向上すると考えられる。

### 3.4.2.2 体験回数の分布

一日に2回のショー(定員1000人)を導入後の各体験回数における割合を、ショー導入前、基準のショー導入後の結果と比較した(図22)。

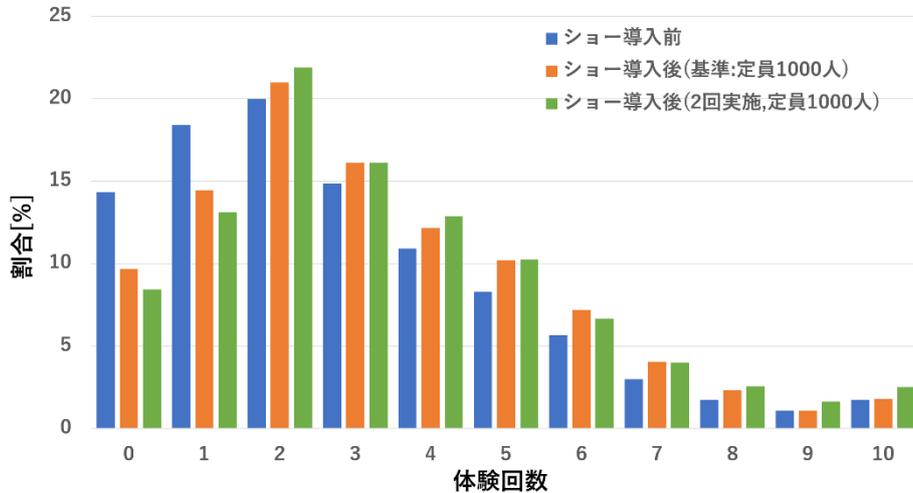


図22 体験回数ごとの割合の比較(2回実施, 定員1000人)

図22より、ショー導入前と比較すると体験回数が0回と1回の割合が減少し、2回以上において増加している傾向にある。この結果から、基準のショーと同じ定員のショーを2回実施することで体験回数を増やす効果があると考えられる。また、ショー導入後と比較すると、体験回数が0回と1回の割合が減少し、2回以上においてほとんど差が無い、もしくは増加している傾向にある。つまり、基準のショーと同じ定員のショーを2回実施することにより、体験回数を増加させる効果が基準のショーよりも向上したと考えられる。10回のシミュレーションを実施したところ、1回でもショーを見たゲストは平均1490人となっており、基準のショーよりも多くのゲストがショーを見ていることがわかった。よって、ショーを見た人数とショーが体験回数を増加させる効果には正の相関関係があると考えられる。

### 3.4.3 定員の変更

この節では基準のショーの定員だけを2倍にしたショーの結果を示す。

#### 3.4.3.1 待ち時間の変動

各アトラクションの待ち時間の変動を示したグラフは図23のようになった。

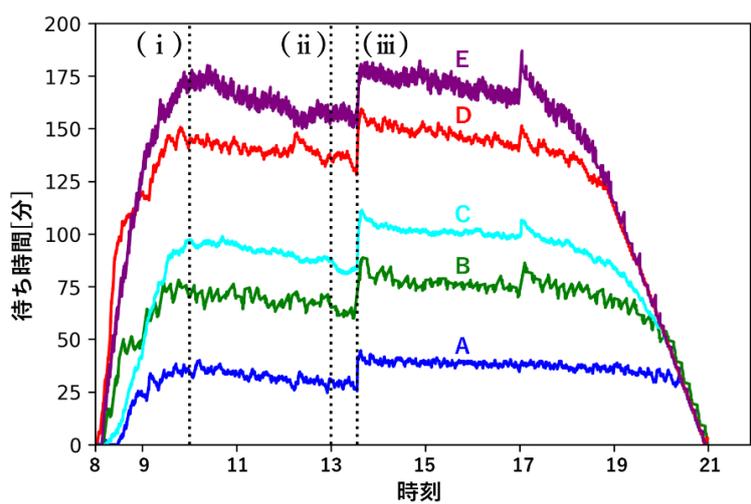


図 23 定員が 2000 人のショーを導入した際の  
各アトラクションの待ち時間の変動

図 23 より、(i)~(iii)の時間帯ではアトラクションの待ち時間が大きく減少していることが読み取れる。ショーの定員が 2000 人まで増えたことにより、アトラクションに対して待てる最大時間が比較的長いゲストもショーに並んだために待ち時間が大きく減少したと考えられる。

### 3.4.3.2 体験回数の分布

定員を 2 倍にしたショーを導入後の各体験回数における割合を、ショー導入前、基準のショー導入後の結果と比較した(図 24)。

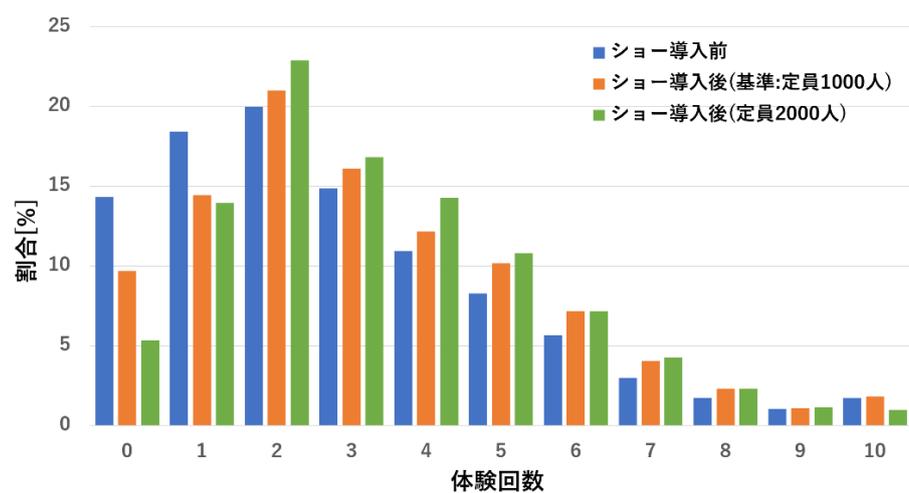


図 24 体験回数ごとの割合の比較(定員 2000 人)

図 24 より、ショー導入前と比較すると体験回数が 0 回と 1 回の割合が減少し、2 回以上において体験回数が 10 回を除いて増加している傾向にある。この結果から、定員を 2 倍にした基準のショーを実施することで体験回数を増やす効果があると考えられる。また、ショー導入後と比較すると、体験回数が 0 回と 1 回の割合が減少し、2 回以上において体験回数が

10 回を除いてほとんど差が無い、もしくは増加している傾向にある。つまり、基準のショーと同じ定員のショーを 2 回実施することにより、体験回数を増加させる効果が基準のショーよりも向上したと考えられる。

#### 3.4.4 定員と体験回数に関する考察

3.4.1.2 節にて、合計したショーの定員が同じという条件においてショーは 2 回に分けない方が体験回数を増加させる効果が高まったと述べた。3.4.2 節、3.4.3 節のどちらもショーの合計定員は 2000 人であるためこちらの結果についても比較をする。

ショーを 2 回に分けた場合と一度だけ実施した場合で体験回数ごとの割合を比較した。

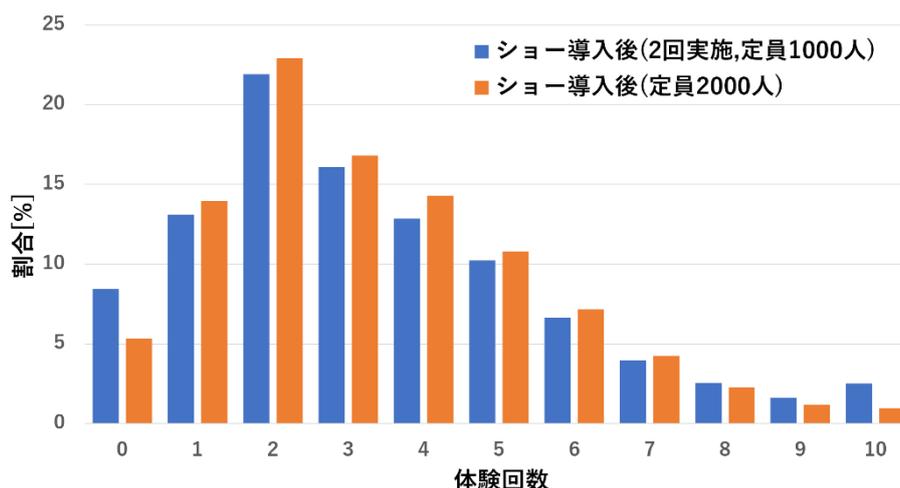


図 25 体験回数ごとの割合の比較(ショーの合計定員 2000 人)

図 25 より、体験回数が 0 回のゲストの割合は定員 1000 人で 2 回実施するときよりも定員が 2000 人のショーの方が低い。さらに、体験回数が 1~7 回のゲストの割合は定員 1000 人で 2 回実施するときよりも定員が 2000 人のゲストの方が高い。この部分だけに注目するとショーは分割せずに行うのが体験回数を増やす効果が向上していると考えられるが、8 回以上においては 2 回に分けた方の割合が高くなっている。この結果が得られた要因として定員 2000 人のショーを実施した場合において、待ち時間が長いアトラクションに並んだゲストが多いためであると考えられる。

図 23 より、定員 2000 人のショーが実施されることで一度大きくアトラクションの待ち時間が減少する。その時間帯においてはアトラクションに対して待てる最大時間が平均付近のゲストでも魅力度が生じる。その時に生じる魅力度は定常状態において待ち時間が長いアトラクションほど大きな値になりやすい。

極端な例を一つ挙げると、仮にアトラクション E に対して待ち時間が 175~200 分までなら待って乗る (この待ち時間を許容できるのはゲスト全体の約 13.5 %) と考える一方で、アトラクション A に対しては 40~45 分待ってでも乗りたい (この待ち時間を許容できるのはゲスト全体の約 2.4 %) と考えるゲストがいたとする。このゲストはゲスト全体の中でも

アトラクション A に対する待ち時間の許容レベルが極めて高い例である。そのゲストが定員 2000 人のショーを実施しているテーマパークを訪れ、(ii)の時間にアトラクション選択を行ったとする。このタイミングでのアトラクション E の待ち時間は約 150 分、アトラクション A の待ち時間は約 30 分とすると、アトラクション E に対する魅力度は 25~50、アトラクション A に対する魅力度は 10~15 となり、選択確率としてはアトラクション E の方が高くなってしまふ。そこでアトラクション E に並ぶと 2 時間半待つことになるため、アトラクション体験終了後はショーも終了している。そのため、アトラクションの待ち時間は再び長くなっており、待機を選択してしまう可能性が高くなる。この例から、1 回のショーの実施には、ショーが無い場合に比べて体験回数 0 または 1 回のゲストの割合を減らす効果があり、全体的な体験回数を増加させる効果があるが、9 回や 10 回体験できるゲストを増やす効果はないと考えられる。逆にショーの実施が、待ち時間が長いアトラクションにゲストを引き付けやすくなると考えれば、9 回や 10 回体験できるゲストを減らしてしまう可能性がある。

一方で 2 回ショーを実施した場合は、1 回目のショーではアトラクション E の待ち時間が、定員 2000 人のショーほどではないが減少している。そのため、一時的にアトラクション E にゲストが並びやすい状態になったが、他のアトラクションの待ち時間はほとんど減少しておらず、定常状態を維持しているように読み取れる。また図 26 より、この状態においては待機のゲスト数が減少しているため、待機明けのアトラクション選択においてアトラクションに魅力度が生じたタイミングで選択をすることができる可能性が高くなっている。そのため、体験回数を増加させる効果が生じていると考えられる。また 2 回目のショーは閉園が近づいているタイミングであるため、予定退園時刻の関係で退園するゲストがいる状態である。ゲストの総数が減少している時間帯において、ショーにゲストを集めることで全てのアトラクションの待ち時間を減少させている。よって、アトラクションの魅力度が生じやすく、体験回数を増加させる効果が向上すると考えられる。

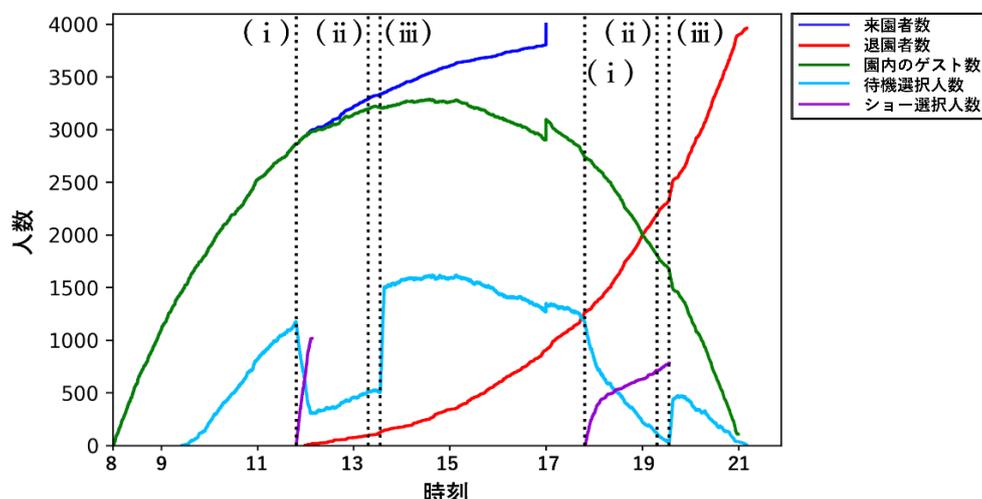


図 26 来園したゲストとショーまたは待機を選択したゲストの推移  
(2 回実施, 定員 1000 人)

### 3.5 魅力度の変更

魅力度の最大値を 9000 まで引き上げた結果を示す。9000 という値はアトラクション E の待てる最大時間の平均値と一致している。

#### 3.5.1 待ち時間の変動

各アトラクションの待ち時間の変動を示したグラフは図 27 のようになった。図 10 と比較すると、魅力度の最大値が 9000 のショーは (i) から急激にアトラクションの待ち時間が減少している。これは、ショーの魅力度が線形に増加していく設定になっているため、基準のショーよりも短時間でより多くのゲストをショーに引き付けたことに起因していると考えられる。

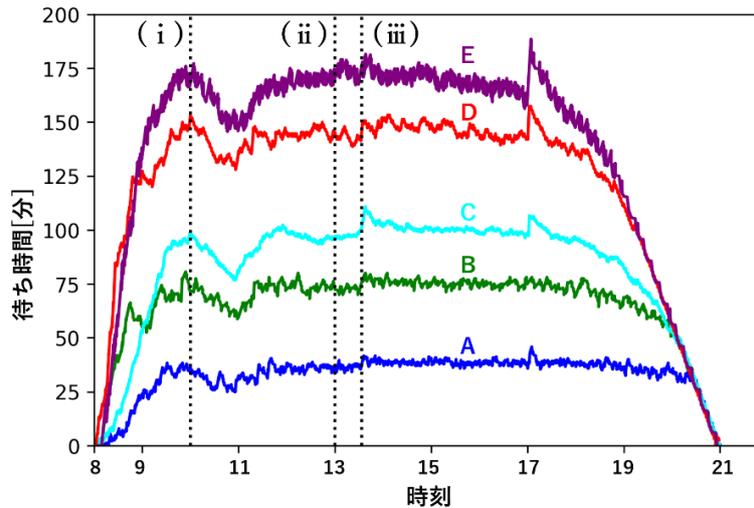


図 27 魅力度が 9000 のショーを導入した際の各アトラクションの待ち時間の変動

#### 3.5.2 体験回数の分布

魅力度の最大値を 9000 にしたショーを導入後の各体験回数における割合をショー導入前、基準のショー導入後の結果と比較した(図 28)。

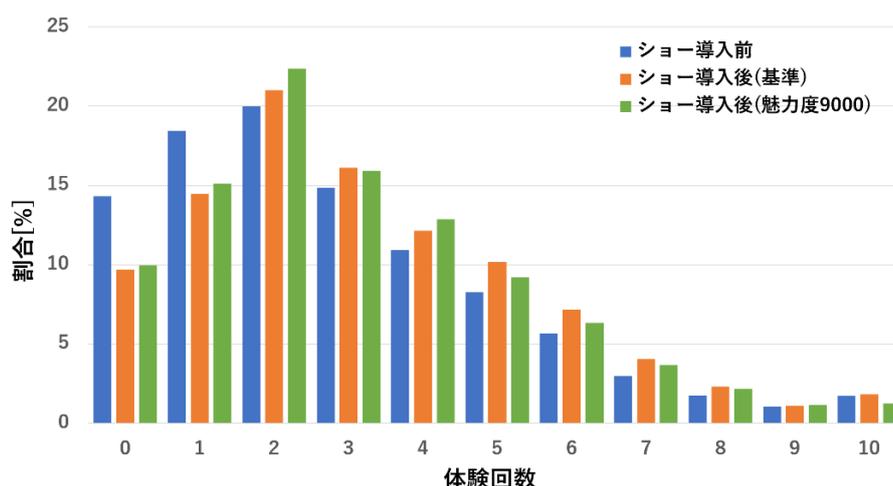


図 28 体験回数ごとの割合の比較(魅力度 9000)

ショー導入前と比較すると、体験回数が 0 回と 1 回のゲストの割合は減少し、2 回以上においてはほとんど変わらない、もしくは増加している。この結果から、魅力度の最大値を 9000 まで引き上げることはアトラクションの体験回数を増加させる効果があると考えられる。一方で基準のショーと比較すると 0~2 回と 4 回の割合が増加し、それ以外はほとんど変化が無い、もしくは減少している傾向がある。よって、基準のショーより効果が若干弱まっていると考えられる。

### 3.5.3 魅力度の変更に関する考察

このような結果になった原因として、アトラクションの待ち時間を基準のショーよりも大きく急激に減少させてしまったことが考えられる。3.4.4 節で述べたように、アトラクションの待てる時間の平均値が長いほどショーによって待ち時間が減少したときにゲストを引き付けやすくなる。待ち時間が長いアトラクションに並ぶことは、体験回数という指標ではマイナス要素となってしまう。

## 4 まとめ、今後の展望

本研究では、どのようなショーを実施すればアトラクションの待ち時間を減少させ、ゲストの体験回数を増加させることができるかを明らかにすることを目的として、テーマパークに様々な設定のショーを導入したマルチエージェントシミュレーションを行った。

本研究の結果より、ショーをゲストの人数がピークに達していないときに行うと効果が弱まること、ショーの定員を増やすことでショーの効果が向上すること、ショーを 2 回実施するよりも 2 回分の定員を一度に参加させられるショーを一回行う方が体験回数を増やす効果が高いことが判明した。よって、アトラクションの体験回数を増加させる条件としては、ピーク時にできるだけ多くのゲストが参加できるショーを行うことが重要であると考えられる。

今後の展望としては、3.4.4 節において、あるアトラクションへの許容レベルが高いゲストであっても元々の待てる最大時間の値に影響を受けて別のアトラクションを選択しやすいという問題を改善することやもっとショーの条件を細かく設定して実験を行うこと、体験回数や待った時間、乗りたかったアトラクションに乗れたかなどを加味した「満足度」を指標にしたモデルを作成することでより現実に近いシミュレーションを行い、体験価値の向上の条件を調べていくことが挙げられる。

## 5 参考文献

[1] H. Kawamura, K. Kurumatani and A. Ohuchi, "Modeling of theme park problem with multiagent for mass user support", International Workshop on MultiAgents for Mass User Support, pp. 48–69, Springer, 2003.

[2] 清水仁, 松林達史, 納谷太, 澤田宏, "遊園地におけるアトラクション選択モデルとそのパラメータ推定手法", 人工知能学会論文誌, 34(5), pp. wd-B 1–8, 2019.

[3] 清水仁, 松林達史, 藤野昭典, 澤田宏, "テーマパーク問題の新展開", オペレーションズ・リサーチ: 経営の科学, 66, pp. 6-11, 2021.

## 6 謝辞

本研究を進めるにあたり、株式会社 NTT データ数理システムには、シミュレーションソフトである S4 Simulation System を貸与頂きました。厚く御礼申し上げます。