

# 休憩時間と移動系アトラクションを考慮した 遊園地の効率的巡回路の生成

2020SS055 尾谷 昂紀

指導教員：小市 俊悟

## 1 はじめに

遊園地は休日に遊びに行く人が多いと思うが、帰る頃には疲れ果ててしまう人もいないだろうか。遊園地を楽しめても疲れが強く残ってしまうと、次の日に影響を及ぼしてしまうと考え、遊園地に行くことを敬遠してしまう人もいだろう。本研究では、体力面を考慮して休憩をはさみつつ、かつ遊園地を最大限満喫するための巡回路をデータをもとに立てられた整数計画問題を解くことで求める。具体的な対象とする遊園地には、様々なデータが得られる東京ディズニーシーを選ぶ。また、ディズニーシーには移動手段として活用できるアトラクションもあり、効率的に回るうえで重要なアトラクションだと考え、そちらも考慮した巡回路を作成する。

## 2 使用するデータ

現在、東京ディズニーシーには30個ほどのアトラクションがあるが、本研究では待ち時間と所要時間がデータとして得られる26個のアトラクションを考える。データとしてアトラクション間の移動時間と各アトラクションの所要時間、満足度を用いる。ここでの所要時間とは、待ち時間と乗車時間の合計を意味する。アトラクション間の移動時間は、移動距離が掲載されているサイト[1]を参考に、移動時間を分速38mで計算して求めている。待ち時間は公式のアプリで調べ、夏休みの昼頃のデータとなっている。満足度は十段階評価で大学生20人程度にアンケートを取り、平均化したものである。

## 3 問題設定

前提として遊園地を楽しむことをアトラクションを楽しむことと定義するので、写真を撮ることやショー、パレードを見ることは対象としない。休憩時間を考慮しながらも最大限楽しむことが目的なので、制限時間内にどのような順番でアトラクションに乗ると回れたアトラクションの満足度の総和を最大化できるのかを考える。それぞれのアトラクションには所要時間があり、アトラクション間の移動時間も含めて制限時間内に収める。ただし、同じアトラクションに何度も乗ることは避けたいので満足度6以上のものは2回まで、6未満のものは1回まで乗れるものとする。休憩時間はそれぞれ11時から12時の間と17時から18時の間の2回に設定する。また、休憩場所となるレストランはそれぞれ指定する。

## 4 定式化

### 4.1 記号の定義

紙面に限りがあるので一部を抜粋して紹介する。下記の $e_1, e_2, f_1, f_2$ は移動系のアトラクションであって、特殊なアトラクションなので別途記号を定義している。詳しくは制約式とともに説明する。

$A_0$ : 入口を含めたアトラクションの集合

$A$ : アトラクションの集合

(満足度6以上は、2つに複製してある)

$m_{ij}$ : アトラクション*i*から*j*までの移動時間

$w_i$ : アトラクション*i*の所要時間

$s_i$ : アトラクション*i*の満足度

$l$ : 昼休憩に利用するレストラン

$e_1$ : トランジットスチーマーライン

(メディテレーニアンハーバー)

$f_1$ : トランジットスチーマーライン

(ロストリバーデルタ)

$e_2$ : トランジットスチーマーライン

(メディテレーニアンハーバー)

$f_2$ : トランジットスチーマーライン

(ロストリバーデルタ)

$T$ : 制限時間 ( $T = 45,000$  秒)

$N$ : 十分に大きな数 ( $N = 100,000$ )

### 4.2 変数の定義

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & (\text{アトラクション } i \text{ から } j \text{ へ移動する}) \\ 0 & (\text{その他}) \end{cases}$$

$$y_i = \begin{cases} 1 & (\text{アトラクション } i \text{ に乗る}) \\ 0 & (\text{その他}) \end{cases}$$

$$b_i = \begin{cases} 1 & (11 \text{ 時前にアトラクション } i \text{ に乗る}) \\ 0 & (12 \text{ 時以降にアトラクションに乗る}) \end{cases}$$

$$c_i = \begin{cases} 1 & (17 \text{ 時前にアトラクション } i \text{ に乗る}) \\ 0 & (18 \text{ 時以降にアトラクションに } i \text{ に乗る}) \end{cases}$$

$t_i$ : (アトラクション*i*の到着時刻)

$r_{ij}$ : (アトラクション*i*から*j*に割り当てられる経路における番号. 使われない時は0)

### 4.3 目的関数

満足度の最大化として、変数 $y_i$ と満足度 $s_i$ の積の総和を最大にすることを目的とする。

$$\text{maximize } \sum_{i \in A} s_i y_i$$

#### 4.4 制約式

紙面に限りがあるので一部を抜粋して紹介する。

$$\sum_{j \in A \setminus i} x_{ji} \leq 1 \quad (i \in A) \quad (1)$$

$$\sum_{i \in A} \sum_{j \in A} m_{ij} x_{ij} + \sum_{i \in A} w_i y_i \leq T \quad (2)$$

$$\begin{cases} y_{e_1} \leq x_{e_1 f_1} \\ y_{e_1} + y_{e_2} \leq 1 \\ \sum_{i \in A_0 \setminus \{e_1, f_1\}} x_{if_1} = 0 \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} y_{f_2} \leq x_{f_2 e_2} \\ y_{f_1} + y_{f_2} \leq 1 \\ \sum_{i \in A_0 \setminus \{f_2, e_2\}} x_{ie_2} = 0 \end{cases} \quad (4)$$

$$\begin{cases} 9000 \leq t_l \\ t_l \leq 12600 \\ y_l = 1 \end{cases} \quad (5)$$

$$\begin{cases} t_i \leq 9000 + N(1 - b_i) \\ 12600 y_i \leq t_i + N b_i \\ t_i \leq N y_i \\ t_i + w_i \leq T \end{cases} \quad (i \in A, i \neq l) \quad (6)$$

- (1) 式: 全てのアトラクションは一度までしか利用できない  
(2) 式: アトラクション間の移動時間と所要時間の総和が制限時間 ( $T = 45,000$  秒) を満たす  
(3) 式: アトラクション  $e_1$  からはアトラクション  $f_1$  しか行けず,  $e_1$  以外のアトラクションから  $f_1$  には行けない  
(4) 式: アトラクション  $f_2$  からはアトラクション  $e_2$  しか行けず,  $f_2$  以外のアトラクションから  $e_2$  には行けない  
(5) 式: 11時から12時の間に休憩する  
(6) 式: アトラクション  $i$  には11時より前か12時より後にいる制約

#### 5 計算結果

本研究では, 3通りほどの長さの休憩時間から最適なものはどれかということも考察したが, 本要旨では一番結果の良かった2時間ずつ休憩するとした結果を表5.1に示す. 結果は同じアトラクションに2回連続で乗っていることはあるが, 2回以上は乗れないという制約のために満遍なくアトラクションに乗っていることが分かる. また, 徒歩移動では近くのアトラクションを回り, 大きく移動するときは移動系のアトラクションを活用している. このことから移動系のアトラクションは満足度が高なくても移動手段として有用なことが分かる. 休憩場所を指定したので休憩場所付近のアトラクションを優先的に乗り, 休憩が終

わると次の休憩場所に時間内で移動できそうなエリアまで移動することが分かった. しかし, 休憩場所に遠いエリアにはあまり行かないことがあり少し偏りが出てしまった. また, 満足度を10段階評価にしたことが原因なのか満足度の高いところを並んで乗るより満足度の低いアトラクションをたくさん回ることを優先していることが多かった.

表1 休憩時間2時間ずつのアトラクション巡回路

アトラクション	累積満足度	到着時刻
入口	0.00	9時00分
タートルトーク	7.70	9時10分
タートルトーク	15.40	10時02分
:	:	:
ザンビーニ(昼休憩)	25.00	11時40分
:	:	:
ヴォルケイニア(夜休憩)	63.90	17時30分
:	:	:
海底2万マイル	78.30	20時05分
キャラバンカーセル	81.80	20時54分
入口	81.80	21時16分

#### 6 おわりに

文献[2]を参考にして, 休憩時間と移動系アトラクションを考慮した遊園地のアトラクション巡回路の最適化を整数計画モデルを用いて行った. 休憩時間を3パターン用意し, それぞれの満足度を比較することと, 移動系のアトラクションを活用し最適な休憩時間と経路を見つけ出した. 紙面に限界があるので全ては書けなかったが結果としては2時間ずつの休憩の経路が1時間当たりの満足度が高くなった. 移動系のアトラクションに関しては, 有効に活用してアトラクションを回ることができたので, その特殊性をうまく使うことが出来た. また, 本研究の満足度は一例であり全員に当てはまるものではないが, データの数値を変えることで自分にとっての最適な経路を見つけ出せるので, 応用の効くものだと感じた. 一方で改善点もいくつかある. 休憩場所を決めてしまったことで訪れるアトラクションに偏りが出てしまい全てのエリアを回ることができなかったことや, 満足度のばらつきが少なかったため, 待ち時間の長いアトラクションは満足度が高くて乗らない傾向にあったことである. これらを改善することが出来ればさらに実際的な経路を求めることが出来ると思う.

#### 参考文献

- [1] 「アトラクションの一覧-ディズニー移動時間, 距離, 歩数」 <https://disney.hosuu.jp/attractions.php> (参照2023-9-6)  
[2] 高鈴 颯: 「旅費や休憩時間を考慮した観光地訪問順の最適化」. 南山大学 理工学部 2022年度, 卒業論文, 2023.