

東京ディズニーランドの最適巡回路

2011SE134 小石愛子 2011SE288 山辺有紗

指導教員：佐々木美裕

1 はじめに

東京ディズニーランドは日本で1番年間来場者数が多いテーマパークである [1]。夏休みなど長期休暇のある時期は特に混雑し、待ち時間が400分以上となるアトラクションもある。このように混雑する場合、乗りたいアトラクションやショーを効率的に回らなければ、一日では広いディズニーランド内を回りきることはできない。そこで、東京ディズニーランドにあるアトラクションを効率的にめぐることがないか研究したいと考えた。

2 本研究の目的

本研究の目的を2つ挙げる。第1の研究目的は個人の満足度が最大となるように東京ディズニーランドを開園から閉園まで1日かけて巡回する最適巡回路を求めることである。

第2の研究目的は、東京ディズニーランドの最適巡回路を表示させる iPhone アプリケーション作成を行い、本研究が実際に東京ディズニーランドで利用できるような実用的なものとするのである。

3 モデルの説明

このモデルを考える上で、次の仮定を設ける。

- 開園 8:30 から閉園 21:30 までの 780 分間、東京ディズニーランドのパーク内を巡回する。
 - パーク内で過ごす時間はアトラクション間の移動時間、各アトラクションでの待ち時間・所要時間の合計で表す。
 - 対象人数は1人とする。
 - 園内を歩く速度は分速 80 メートルとする。
 - 開園と同時に入場ゲートを出発し、巡回後の満足度の合計が最大となるように、いくつかのアトラクションを巡り、閉園時間までに入場ゲートに戻る巡回路を求める。
 - このモデルにおいて、昼食、夕食の時間を考慮しない。
 - 入口、出口はアトラクションでないので満足度、待ち時間、乗車時間はともに0とする。
 - 東京ディズニーランドおすすめアトラクションランキング [8] をもとに人気順位 19 位までのアトラクションを研究対象とする。
- 19 のアトラクション、入口、出口に以下のように番号をつける。

- ①入口
- ②シンデレラ城
- ③カリブの海賊

- ④ジャングルクルーズ
- ⑤ウェスタンリバー鉄道
- ⑥ビックサンダーマウンテン
- ⑦蒸気船
- ⑧ビーバーブラザーズ
- ⑨スプラッシュマウンテン
- ⑩ホーンテッドマンション
- ⑪アリスのティーパーティー
- ⑫イツスマールワールド
- ⑬フィルハーマジック
- ⑭プーさんのハニーハント
- ⑮ロジャーラビット
- ⑯ミッキーの家
- ⑰ミニーの家
- ⑱バズライトイヤー
- ⑲スペースマウンテン
- ⑳モンスターズインク
- ㉑出口

19 のアトラクションと入口、出口、それぞれの番号を地図上に示すと図1のようになる。



図1 各アトラクション番号と位置

- 東京ディズニーランド公式ホームページ [6] 載されている東京ディズニーランドの各アトラクションの乗車時間と図1のアトラクション番号との対照を表1にまとめた。

4 定式化

以下に記号を定義する。
 I : アトラクションの集合。

表 1 混雑状況別待ち時間

アトラクション番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
待ち時間 [分]	0	5	15	10	15	4	12	10	10	15

アトラクション番号	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
待ち時間 [分]	2	10	15	5	4	5	5	4	3	4	0

N :アトラクションの数.

w_i :アトラクション $i \in I$ の待ち時間.

r_i :アトラクション $i \in I$ の乗車時間.

O_i :アトラクション $i \in I$ の満足度.

d_{ij} :アトラクション $i \rightarrow j (i, j \in I)$ までの移動時間.

t :開園から閉園までの時間 (営業時間).

P_j :アトラクション $j \in I$ のダミー変数.

$$x_{ij} = \begin{cases} 1: \text{アトラクション } i \in I \text{ から } j \in I \text{ へ行く.} \\ 0: \text{アトラクション } i \in I \text{ から } j \in I \text{ へ行かない.} \end{cases}$$

以下の記号を用い, この問題を以下のように定式化する. 目的関数の目的は, 訪問するアトラクションの満足度の合計の最大化.

$$\begin{aligned} \max. & \sum_{i \in I} \sum_{j \in I} O_i x_{ij} \\ \text{s.t.} & \sum_{i \in I} x_{ij} \leq 1, j \in I \end{aligned} \quad (1)$$

$$\sum_{j \in I} x_{ij} \leq 1, i \in I \quad (2)$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{j \in I} (d_{ij} + r_i + w_i) x_{ij} \leq t \quad (3)$$

$$\sum_{i \in I} x_{is} - \sum_{j \in I} x_{sj} = 0, s = 2, \dots, N - 1 \quad (4)$$

$$P_i - P_j + N x_{ji} \leq N - 1, i, j = 2, \dots, N \quad (5)$$

$$\sum_{j \in I} x_{1j} = 1, \sum_{i \in I} x_{i1} = 0 \quad (6)$$

$$\sum_{j \in I} x_{21j} = 0, \sum_{i \in I} x_{i21} = 1 \quad (7)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\}, i, j \in I \quad (8)$$

制約条件の説明は以下の通りである.

- (1) アトラクション $i \in I$ が出発点となり, アトラクション $j \in I$ へ移動するかしないかを選択することができる制約.
- (2) アトラクション $j \in I$ が到着点となり, アトラクション $i \in I$ から移動するかしないかを選択することができる制約.

(3) 移動時間, 乗車時間, 待ち時間の合計は営業時間を超えない制約.

(4) 流量保存則.

(5) 部分巡回路除去する制約.

(6) アトラクション番号①をスタートとする制約.

(7) アトラクション番号②をゴールする制約.

(8) バイナリ変数.

5 データの作成

5.1 2つの満足度データ

園内を巡回する人の好みを, ジェットコースターなど激しいライド系アトラクションを中心に巡ることが好きな人と, 比較的穏やかに楽しめるショー系アトラクション中心に巡ることが好きな人との2つの好みに分類して満足度のデータを作成する. どちらかの好みを選擇して園内を巡回する場合でも, 個人のもつ満足度は合計 100 とし, 行きたいアトラクションにこの 100 の満足度から満足度を割り当てる.

ライド系アトラクションとは, ジェットコースターなど激しいアトラクションを指す. アトラクションナンバー 3, 5, 6, 9, 20, 28, 19, 20 のアトラクションと設定する. ショー系アトラクションは, 比較的穏やかに楽しめるアトラクションを指す. アトラクションナンバーは 2, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 16, のアトラクションと設定する.

5.2 満足度の設定

ライド系アトラクションが好きな巡回者が園内を巡回する場合, ライド系アトラクションの満足度は 7 以上に設定し, ショー系アトラクションの満足度は 6 以下に設定する. 同様にショー系アトラクションが好きな巡回者が園内を巡回する場合, ショー系アトラクションの満足度は 7 以上に設定し, ライド系アトラクションの満足度は 6 以下に設定する. アトラクションの好み別の満足度の設定方法を表 2 に示す.

表 2 満足度の設定

アトラクション好み	アトラクションの種類	
	ライド系	ショー系
ライド系が好き	7 以上	6 以下
ショー系が好き	6 以下	7 以上

5.3 3つの混雑状況データ

2014 年 1 月から 12 月の東京ディズニーランド混雑状況の統計データ [5] をもとに東京ディズニーランドの混雑度を, 平均待ち時間が 40 分以上のときは「混雑」, 20 分から 39 分のときは「普通」, 0 分から 19 分のときは「閑散」の 3 つに分類した. 各混雑度における 19 のアトラクションの 2014 年 1 月から 12 月の平均待ち時間を表 3 に示す.

表 3 混雑状況別待ち時間

混雑状況別待ち時間	アトラクション番号									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
混雑状況 [分]	0	23	19	73	20	89	20	30	121	87
普通状況 [分]	0	17	10	48	21	42	18	9	67	47
閑散状況 [分]	0	13	5	17	7	38	20	5	22	23

混雑状況別待ち時間	アトラクション番号										
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
混雑状況 [分]	17	23	25	105	31	79	19	119	104	114	0
普通状況 [分]	10	14	19	72	19	70	8	46	52	69	0
閑散状況 [分]	3	5	15	36	11	43	0	34	41	47	0

5.4 6つの巡回路

この3つの混雑状況とライド系、ショー系どちらかのアトラクションを巡るかの、2つのアトラクションの好み、以上2要素を軸に考え、6つの巡回路を提案し、それぞれ番号をつける。6つの巡回路を表4に示す。

表 4 6つの巡回路

アトラクションの好み	混雑状況 (混雑/普通/閑散)	巡回路番号
ライド系アトラクションを好む	混雑	巡回路 1
	普通	巡回路 2
	閑散	巡回路 3
ショー系アトラクションを好む	混雑	巡回路 4
	普通	巡回路 5
	閑散	巡回路 6

6 実行結果

計算実験には IBM ILOG CPLEX(以下 CPLEX) を使用した。使用したコンピュータの CPU は Intel Core i5 2.67GHz、メモリは 2.0GB である。

6.1 巡回路 1

求める6つの巡回路のうち、平均待ち時間40分以上の混雑する園内で激しいライド系アトラクションを中心に回る場合、巡回路1の結果を示す。前述したモデルで計算をした結果、満足度80、所要時間771分(内、移動時間29分、待ち時間655分、乗車時間80分)、アトラクションの数は11個という結果になった。巡回路はアトラクション番号①→②→③→⑤→⑥→⑧→⑨→⑩→⑪→⑮→⑲→⑳→㉑である。

6.2 6つの巡回路の実行結果

6つの巡回路のうちアトラクション好きの巡回者が園内を巡った場合の混雑状況別満足度、所要時間、巡ったアトラクション数を表5に、ショー系アトラクション好きの巡回者が園内を巡った場合の混雑状況別満足度、所要時間、巡ったアトラクション数を表6にまとめた。

7 iPhone アプリケーションの作成

iPhone アプリケーション(以下アプリ)とはアップル社が製造しているスマートフォンで iPhone の OS「iOS」で

表 5 ライド系アトラクション好き

混み具合	満足度	所要時間 (移動時間/待ち時間/乗車時間)[分]	巡った アトラクション数
混雑	80	771(29/655/80)	11
普通	100	699(34/532/100)	16
閑散	100	648(35/325/138)	17

表 6 ショー系アトラクション好き

混み具合	満足度	所要時間 (移動時間/待ち時間/乗車時間)[分]	巡った アトラクション数
混雑	91	748(28/663/117)	14
普通	98	719(31/549/98)	17
閑散	100	528(32/347/149)	18

動作するアプリケーションである。iPhone のオリジナルのモデルは 2007 年に発表され、最新モデルの iPhone6/Plus は 2014 年に発売されている。日本でのスマートフォン OS 別販売シェアでは 69.1 %も獲得している [2]。iPhone の日本での高いシェア率に基づき、本研究の第二の目的である東京ディズニーランドを訪れる人々に OR を身近に感じてもらうため、手元で利用でき普及率の高い iPhone アプリとして制作する。また完成したものは実際に端末で使えるようリリースし、apple に承認されることを目標とする。また、アプリは Objective-C または Swift という言語を使用し制作される。本研究において、アプリは iPhone アプリケーション作成ツール Xcode を用い Objective-C を用いて作成する。本研究で作成するアプリは、マップ表示、リアルタイム待ち時間表示、おすすめルート表示の主に3項目で構成される。この3項目は、アプリ表示画面のツールバーにてどのページを表示するか選択することができる。

7.1 マップの表示

本研究で作成したアプリのスタート画面は東京ディズニーランドシンデレラ城前広場を表示する。アプリ上で示されるマップを図2のようにアプリ上で表示する。

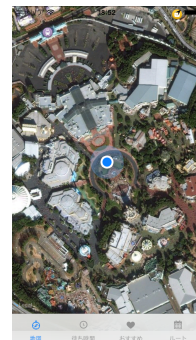


図 2 マップの表示

ディズニーランドの緯度経度は、緯度 35.633161 経度 139.880183 であり、その位置を中心に表示している。青い

点は現在位置を表しており、画像はシュミレータのため、現在位置を緯度 35.633371 経度 139.880183 と定め表示している。表示するマップタイプは航空写真と地図上の情報を載せているハイブリットタイプを採用し、見やすくしている。現段階ではマップをアプリ上に表示することのみになっている。

7.2 ディズニー公式サイトでの待ち時間表示

東京ディズニーランド公式サイト [6] では、営業時間中リアルタイムでアトラクションの待ち時間を配信している。本アプリ上で公式サイトへインターネットを通じアクセスすることで常に最新の情報を取得することができる。ツールバーに進む、戻る、更新ボタンを設置し、スムーズに情報を閲覧できるよう工夫している。

7.3 最適巡回路の表示方法

2.3 節で記述した 6 つの巡回方法を選択するページを表示し、6 つの選択肢から 1 つを選択すると、最適巡回路を表示する画面が表示される。

最適巡回路はアプリ上で計算し最適巡回路最適巡回路マップを表示するのではなく、CPLEX であらかじめ導き出した最適巡回を示した東京ディズニーランドの最適巡回路マップを 6 つの案に対応するよう表示させる。最適巡回路は東京ディズニーランドのマップ上に赤い矢印で示す。

8 考察

6 つの巡回方法の結果を表 7 にまとめた。混雑時は、ショー系アトラクションを中心に巡った方が満足度が高く、巡ったアトラクション数も多くなった。同じ混雑具合でもこのような差がでたのは、表 8 を参考にすると、混雑時はライド系のアトラクションの平均待ち時間は 84 分ショー系アトラクションの平均待ち時間は 38 分となった。ライド系アトラクションの平均待ち時間が長くなりライド系を中心に巡回した場合、待ち時間もその分多くかかるため、時間内に満足に巡回できなかつたのではないかと考えられる。待ち時間が 20 分以下の場合、ライド系アトラクション、ショー系アトラクションどちらの好みの場合でも時間内に十分アトラクション間を巡回することができた。

表 7 6 つの結果比較表

巡回路	満足度	所要時間 (移動時間/待ち時間/乗車時間)	巡った アトラクション数
1	80	771(29/655/80)[分]	11
2	100	699(34/532/100)[分]	16
3	100	648(35/325/138)[分]	17
4	91	748(28/663/117)[分]	14
5	98	719(31/549/98)[分]	17
6	100	528(32/347/149)[分]	18

表 8 混雑時のライド系ショー系アトラクションの平均待ち時間

混雑時	ライド系アトラクション平均待ち時間	84[分]
	ショー系アトラクション平均待ち時間	38[分]

9 おわりに

第 1 の研究目的は東京ディズニーランドを開園から閉園まで 1 日かけて巡回して個人の満足度を最大化させる巡回路を CPLEX を用いて巡回セールスマン問題として求めることであったが、好みや混雑状況に合わせて、満足度が最大となるように東京ディズニーランドを開園から閉園まで 1 日かけて巡回する最適巡回路を求めることができた。

また第 2 の研究目的は東京ディズニーランドの最適巡回路を表示させる iPhone アプリケーション作成を行い、本研究が実際に東京ディズニーランドで利用できるような実用的なものを目指すことであった。

CPLEX によって導き出された結果を好みに合わせ iPhone アプリに表示し、推奨ルートを現地で参考にすることができ、またインターネットを通じて現在の待ち時間や現在地が分かるようになった。これによって第 2 の目的を達成することができたと考えられる。

参考文献

- [1] Judith Rubin : 「TEA/AECOM 2013 Theme Index & Museum Index : The Global Attractions Attendance Report」, http://www.aecom.com/deployedfiles/Internet/Capabilities/Economics/_documents/ThemeMuseumIndex_2013.pdf
- [2] カンタージャパン, <http://www.kantar.jp/>
- [3] 野中さつき : 「東京ディズニーシーにおける最適巡回路」. 2013 年度南山大学卒業論文, 2014.
- [4] オリエンタルグループ 東京ディズニーリゾート入場者数データ, <http://www.olc.co.jp/tdr/guest/>
- [5] 東京ディズニーランドディズニーシー混雑予想カレンダー, <http://www15.plala.or.jp/gcap/disney/realtime.htm>
- [6] 東京ディズニーランド公式ホームページ, <http://s.tokyodisneyresort.jp/tdl/>
- [7] 東京ディズニーランド混雑月ランキング, <http://tdlfun.com/ranking/>
- [8] 東京ディズニーランドおすすめアトラクションランキング, <http://tdrnavi.jp/park/tdl/attraction/>