

ファストパスを用いた東京ディズニーランドにおける最適巡回路

2013SE124 森久泰吾 2013SE143 西口和輝

指導教員：佐々木美裕

1 はじめに

1.1 研究目的

東京ディズニーランドには数多くのアトラクションが存在し、訪れた際にはどの順番でアトラクションを廻ればより満足のいく廻り方ができるのかと考えることが多い。一般的に人気のあるアトラクションでは、乗車までの待ち時間が長くなる。また、夏休みのような長期休暇は特に混雑するため、待ち時間が長いアトラクションの乗車を諦めることも考えられる。そこで、東京ディズニーランドの人気アトラクションには、来場客が短い待ち時間でアトラクションに乗車するための工夫として、ファストパスという優先入場案内システムが導入されている。本研究では、このシステムを活用することで来場客がより多くの満足を得られるような巡回路を考える。

1.2 過去の研究

小石ら [5] は、東京ディズニーランドにおいて、満足度が最大になる巡回路を求めるときに、ライド系のアトラクションやショー系のアトラクションなど、来場客の好みに応じた巡回路を求めている。また、その日の混み具合に応じたアトラクションの待ち時間データを用いた巡回路も求めている。さらに、第2の目的として、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、推奨ルートを提案してくれる iPhone アプリを作成している。服部 [4] は、東京ディズニーシーにおいて、ファストパス対象のアトラクションである「トイ・ストーリー・マニア!」のファストパス使用を考慮した巡回路を求めている。時間帯を4つに区切り、各時間帯毎でファストパスを使用して乗車したときの満足度や乗車できるアトラクションの数を比較している。

古澤ら [3] は、ユニバーサル・スタジオ・ジャパンにおいて全てのアトラクションを巡回する問題を巡回セールスマン問題として定式化して解き、その後来場客の得る満足度の最大化を考慮しつつ移動距離も最小化するという問題を2段階モデル用いて求解している。さらに、アトラクション間の移動時間・待ち時間・乗車時間を全て考慮した巡回路を求めるときにダイヤグラムを作成し、制限時間内に満足度の合計が最大になるようなパスをダイヤグラム上で探索している。

2 研究対象の基本情報

2.1 東京ディズニーランド

東京ディズニーランドは、株式会社オリエンタルランドが運営するテーマパークであり、千葉県浦安市に位置している。「夢と魔法の王国」をキャッチコピーとし、“テーマ

ランド”と呼ばれる7つのエリアに分かれており、各テーマに合わせたイメージを持ったアトラクションやレストランなどが配置されている。

2.2 ファストパス

ファストパスとは、短い待ち時間でアトラクションに乗車できる優先入場券のことであり、東京ディズニーランドでは8つのアトラクションが対象となっている。ファストパスを利用することで、待ち時間が通常1時間を越えるようなアトラクションであっても、15分ほどの待ち時間で乗車できる。ファストパスを取得するためには、あらかじめファストパス対象のアトラクションの入場口付近にある発券所へ行く。そして、発券機にその日の入園で用いたパスポートを通すことでファストパスを取得することができる。ファストパスには乗車可能時刻が記載されており、その時刻に再度そのアトラクション行くことにより優先的に乗車することができる。ファストパスを取得してから2時間経過後、新たなファストパスの取得が可能となる。

3 東京ディズニーランドの最適巡回路問題

3.1 問題の条件

問題を考える上で、次に記述する条件を設ける。

- 対象とするアトラクションは計26個とし、それぞれのアトラクションに番号①から㉔を設定する。また、入退場ゲートは番号⑩とする。図1は、アトラクション番号とその位置を示したものである。
- 制限時間は、開園時間である8時30分から、閉園時間である22時までの810分間とする。
- パーク内で過ごす時間は、(アトラクション間の移動時間 + 時間帯ごとのアトラクションの待ち時間 + アトラクションの乗車時間 + 食事休憩の時間)の総和で表す。
- 開園と同時に入場ゲートを出発し、制限時間内に退場ゲートまで戻るような巡回路を求める。
- アトラクション乗車後の現在時刻が、12:00を過ぎた時点と18:00を過ぎた時点で、各1回ずつ60分間の食事休憩をとる。食事場所は直前に乗車したアトラクションの付近とし、そのアトラクションから食事場所への移動時間はかからないとする。
- 同じアトラクションに2回以上乗車しないこととする。
- 取得する順番は所与とする。



図1 アトラクション番号と位置

3.2 ファストパス対象アトラクション

東京ディズニーランドには8つのファストパス対象アトラクションが存在する。表1にその一覧を示す。番号は、本研究で扱うアトラクションに該当するアトラクション番号である。

表1 ファストパス対象のアトラクション一覧

番号	アトラクション名
4	ビッグサンダー・マウンテン
6	スプラッシュ・マウンテン
13	ホーンテッドマンション
16	プーさんのハニーハント
20	バズ・ライトイヤーのアストロブラター
21	スペース・マウンテン
22	スター・ツアーズ: ザ・アドベンチャーズ・コンティニュー
23	モンスターズ・インク “ライド&ゴーシーク!”

4 記号の定義

以下に解法の記述に用いる記号を定義する。

- A : アトラクションの集合
- B : すでに行ったアトラクションの集合
- \bar{B} : まだ行っていないアトラクションの集合
- m_j : アトラクション $j \in A$ の満足度
- M : アトラクションの満足度の合計
- t : 現在の時刻
- d_{ij} : アトラクション $i \in A$ からアトラクション $j \in A$ までの移動時間
- w_{jt} : 時刻 t におけるアトラクション $j \in A$ の待ち時間
- r_j : アトラクション $j \in A$ の乗車時間
- s_1 : 昼食休憩をとる時刻
- s_2 : 夕食休憩をとる時刻
- R : 休憩時間

5 解法

第3節の問題を、本研究では貪欲算法を用いて求解する。貪欲算法とは、解を段階的に構築していく際に、常にその段階で最善と思われるものを取り入れていく方法である。一般に、このような単純な方法では問題の最適解が構築できる保証はないが、ある問題に対しては実際に最適解を効率的に得ることができる [2]。

5.1 次に行くアトラクションの決め方

巡回路を求めるとき、現在地 $i \in A$ から次に行くアトラクション $j \in \bar{B}$ を決定するためのルールとして以下の2つを考える。

ルール1

アトラクション $j \in \bar{B}$ の満足度 m_j の値を比較し、満足度の一番高いアトラクションへ行く。

ルール2

現在地 $i \in A$ から次に行くアトラクション $j \in \bar{B}$ への移動時間と $j \in \bar{B}$ での待ち時間を考慮した満足度の大きいアトラクションへ優先的に行く。

5.2 貪欲算法 (ファストパスなしの場合)

アトラクション番号0をスタート地点とし、閉園時間になるまでアトラクションを巡回する。次に行くアトラクションは前述のルール1またはルール2のどちらかに従って選択する。ただし、アトラクション乗車後、制限時間内にゲートへ戻る事が可能なアトラクションが1つもない場合はそのままゲートへ戻る。制限時間内であれば前述のルール1またはルール2のどちらかに従いアトラクションを巡回する。

貪欲算法 (ファストパスなし)

(ステップ0: 初期化) $B := \phi, \bar{B} := A, M := 0, t := 0, i := 0.$

(ステップ1) $j' \in \arg \max_{j \in \bar{B}} \{m_j \mid t + d_{ij} + w_{j(t+d_{ij})} + r_j + d_{j0} \leq L\}$ となる j' を選びステップ2へ。そのような j' が存在しないとき、ステップ3へ。

(ステップ2) $t := t + d_{ij'} + w_{j'(t+d_{ij'})} + r_{j'}, M := M + m_{j'}, \bar{B} := \bar{B} \setminus \{j'\}, B := B \cup \{j'\}, i := j'$ と更新し、ステップ1に戻る。このとき、 $t \geq s_1$ であれば、 $t := t + R, s_1 := \infty$ と更新し、 $t \geq s_2$ であれば、 $t := t + R, s_1 := \infty$ と更新する。更新後、ステップ1に戻る。

(ステップ3) $t := t + d_{i0}, M$ が総満足度である。

5.3 貪欲算法 (ファストパスありの場合)

第4節で定義した記号に加え、以下の記号を定義する。

- K : 取得するファストパスの枚数
 f_k : k 回目に行くファストパス対象のアトラクション番号 $f_k \in A$
 L_{f_k} : k 回目に取得するファストパスの対象アトラクションに乗車する時刻

K 個のアトラクションを取得する問題を考える. 1 枚目のファストパスは入園直後に取得し, k 枚目 ($k = 2, \dots, 8$) のファストパスは, $k - 1$ 枚目のファストパス対象アトラクションに乗車した直後に取得するものとする. ファストパス取得後, 乗車時刻までの間は, 他のアトラクションに行くか, 他のアトラクションに行く十分な時間がない場合は, 周辺で待機するものとする. 現在時刻が指定された乗車時刻になった場合, 再び k 枚目のファストパスを取得したファストパス対象アトラクションへ戻り乗車する. ファストパスを使用してアトラクションに乗車した後は, 制限時間内であれば前述したルール 1 またはルール 2 のどちらかに従い, アトラクションを巡回する. 次に行くアトラクションを決めたとき, 直前に乗車したアトラクションから次にいくアトラクションへの移動時間を現在時刻に更新した時刻が制限時間を越えてしまう場合, ゲートへ戻り終了する.

貪欲算法 (ファストパスあり)

(ステップ 0: 初期化) $B := \phi, \bar{B} := A, M := 0, t := 0, i := 0, k := 1, j' = f_k.$

(ステップ 1) $t := t + d_{if_k}, L_{f_k} = t + d_{if_k} + w_{f_k t}, i := f_k, k := k + 1$ と更新し, ステップ 2 へ.

(ステップ 2) $t + L_{f_k} > L$ ならば, ステップ 4 へ. そうでなければ, $j' \in \arg \max_{j \in \bar{B}} \{m_j \mid t + d_{ij} + w_{j(t+d_{ij})} + r_j + d_{jf_k} \leq L_{f_k}\}$ となる j' を選びステップ 3 へ. そのような j' が存在しないとき, ステップ 4 へ.

(ステップ 3) $t := t + d_{ij'} + w_{j't} + r_{j'}, M := M + m_{j'}, \bar{B} := \bar{B} \setminus \{j'\}, B := B \cup \{j'\}, i := j'$ と更新し, ステップ 2 に戻る. このとき, $t \geq s_1$ ならば, $t := t + R, s := \infty$ と更新し, $t \geq s_2$ ならば, $t := t + R, s := \infty$ と更新する. 更新後, ステップ 2 に戻る.

(ステップ 4) $j' := f_k, t := \max\{L_{f_k}, t + d_{if_k}\}, M := M + m_{f_k}, \bar{B} := \bar{B} \setminus \{f_k\}, B := B \cup \{f_k\}.$ と更新する. $k \leq k - 1$ ならば $t := t + d_{f_k f_{k+1}}, i := f_{k+1}, k := k + 1$ と更新し, ステップ 2 へ戻る. $k \geq k - 1$ ならばステップ 5 へ.

(ステップ 5) $j' \in \arg \max_{j \in \bar{B}} \{m_j \mid t + d_{ij} + w_{j(t+d_{ij})} + r_j + d_{j0} \leq L\}.$ となる j' を選びステップ 6 へ. そのような j' が存在しないとき, ステップ 7 へ.

(ステップ 6) $t := t + d_{ij'} + w_{j't} + r_{j'}, M := M + m_{j'}, \bar{B} := \bar{B} \setminus \{j'\}, B := B \cup \{j'\}, i = j'$ と更新し, ステップ 5 に戻る. このとき, $t \geq s_1$ ならば, $t := t + R, s_1 := \infty$ と更新し, $t \geq s_2$ ならば, $t := t + R, s_2 := \infty$ と更新する, 更新後, ステップ 5 に戻る.

(ステップ 7) $t := t + d_{i0}.$ 総満足度は M である.

6 計算実験

6.1 データの作成

アトラクションの待ち時間

ディズニーランド混雑予想カレンダー [1] には, その日のディズニーランド内全てのアトラクションの, 開園から閉園までの 30 分毎の待ち時間が掲載される. 2016 年 7 月 1 日から 7 月 31 日までの 31 日間の待ち時間のデータを取り, 8 時 30 分から 22 時まで 30 分毎の待ち時間の平均を算出し, 各アトラクションの待ち時間として用いる.

アトラクション間の移動時間

各アトラクション間を移動する際にかかる時間を求めるために, 東京ディズニーランドの地図上でキルビメーターを使用してアトラクション間の距離を計測し, 歩行速度を分速 50m として移動時間を算出する.

アトラクションの乗車時間

各アトラクションの乗車時間は, 東京ディズニーランド・アトラクション一覧 [6] にて掲載されている乗車時間を用いる. ファストパスを使用してアトラクションに乗車する際の待ち時間は全て 15 分と設定する. また, ファストパスの取得から 2 時間経過した後, そのファストパス対象のアトラクションに再び訪れて乗車することとする.

各アトラクションにおける来場客の満足度

東京ディズニーランド人気アトラクションランキング 2017[7] を元に 26 個のアトラクションの満足度を決定する. 表 2 は計算実験で用いた全アトラクションの満足度を示したものである. アトラクション番号 ⑩ は入退場ゲートを示し, その満足度は 0 とする.

表 2 各アトラクションにおける来場客の満足度

番号	0	1	2	3	4	5	6
満足度	0	120	150	50	140	250	230
番号	7	8	9	10	11	12	13
満足度	90	20	260	30	70	80	200
番号	14	15	16	17	18	19	20
満足度	210	160	220	130	100	240	190
番号	21	22	23	24	25	26	
満足度	170	180	110	60	40	10	

6.2 実行結果

$R = 60, s_1 = 210(12:00), s_2 = 570(18:00)$ と設定して計算実験を行った. また, $K = 2, 3$ とした. $K = 2$ のとき, 巡回路は ${}_8P_2 = 56$ 通り, $K = 3$ のとき, ${}_8P_3 = 336$ 通りである. すべての組み合わせについて巡回路を求め, 最も満足度の高いものを選んだ実行結果を表 3 に示す. 丸で

囲った数字はファストパス対象のアトラクションである。

表 3 実行結果

枚数	ルール	巡回路	満足度
0	1	0-9-5-19-6-16-14-13-23-22 -20-15-2-4-17-1-21-0	2960
0	2	0-9-4-14-15-13-12-17-18-1-2 -26-25-24-23-22-21-20-19 -16-5-0	3170
2	1	0-⑤-9-19-⑤-⑥-16-⑥-14-23 -14-13-23-22-20-15-2-4-17-1 -21-18-7-0	3150
2	2	0-⑤-4-14-15-9-12-⑤-⑥-13 -1-⑥-2-3-21-23-17-18-19-16 -22-20-24-0	3250
3	1	0-⑤-9-19-14-⑤-⑥-23-⑥-⑬ -22-⑬-20-15-2-4-17-1-21-18 -18-7-12-11-0	3320
3	2	0-⑤-4-14-15-9-12-17-⑤-⑥ -1-⑥-⑬-18-21-2-3-⑬-23-16 -19-20-0	3410



図 2 巡回路 6 の経路

巡回路 1～巡回路 6 を比較した結果、ファストパスを 3 枚使用し、ルール 2 に従ったことにより得られた巡回路 6 が、最も高い満足度を得る結果となった。巡回路 6 の経路を図 2 に、時刻表を表 4 に示す。赤の矢印はファストパス対象外のアトラクションに乗車しに行く際の経路、黄色の矢印はファストパスを取得しに行く際の経路、青色の矢印はファストパスアトラクションに乗車しに行く際の経路を表す。

7 おわりに

実行結果の中には、ファストパスを取得する巡回路であっても、ファストパスを用いない場合よりも総満足度が低くなるものもある。その原因として、時間帯によっては

表 4 巡回路 6 の詳細

番号	到着時刻	乗車時刻	出発時刻
0			8 : 30
5	8 : 42	ファストパス取得	8 : 42
4	8 : 44	8 : 44	9 : 00
14	9 : 03	9 : 08	9 : 18
15	9 : 21	9 : 24	9 : 26
⋮	⋮	⋮	⋮
16	19 : 29	20 : 04	20 : 09
19	20 : 13	20 : 51	21 : 01
20	21 : 11	21 : 36	21 : 40
0	21 : 44		

ファストパスを使用しなくても、15 分以内の待ち時間で乗車できるファストパス対象アトラクションも存在するということが考えられる。また、総満足度が比較的高い巡回路では、ほとんどが同じアトラクションのファストパスを取得していた。そのため、実際に東京ディズニーランドを訪れる際は、取得するファストパスの場所や順番はあらかじめ決めておくとうまいだろう。

本研究では東京ディズニーランド人気アトラクションランキング [7] を元に満足度を設定したが、ショーを重視する人や、キャラクターグリーティングを重視する人など、好みに応じたデータも考慮することでより良い結果が得られると考える。また、ショー・パレードが行われる時間帯に封鎖される通路が存在するため、アトラクション間の移動時間が長くなるアトラクションがある。ショー・パレードが行われる時間におけるアトラクション間の移動時間も考慮することで、より現実的な巡回路を求めることができるだろう。

参考文献

- [1] 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/>
- [2] 福島雅夫：『新版 数理計画入門』, 朝倉書店, 東京, 2011.
- [3] 古澤祥多, 橋本有香, 中嶋大輔：USJ における最適巡回路, 南山大学 2007 年度卒業論文, 2008.
- [4] 服部有紗：東京ディズニーシーにおけるファストパスの効果-トイ・ストーリー・マニア! を例として-, 南山大学 2012 年度卒業論文, 2013.
- [5] 小石愛子, 山辺有紗：東京ディズニーランドの最適巡回路, 南山大学 2014 年度卒業論文, 2015.
- [6] 東京ディズニーランド アトラクション一覧, <http://www.tokyodisneyresort.jp/attraction/lists/park:tdl>
- [7] 東京ディズニーランド 人気アトラクションランキング 2017, <http://tdrnavi.jp/park/tdl/attraction/>