





滞在時間による効用の増加を考慮した 観光地選択巡回訪問問題

沼田研究室

4408037

紺野 智之





目次

1. はじめに
2. 本研究で扱う問題
3. 解法
4. 数値実験
5. まとめ





1. はじめに

1. 1. 背景(1)

旅行には、

①個人旅行

旅行者自身が日程、内容などを設定する旅行形態 [1]

②パック旅行

旅行会社が日程、内容などを設定する旅行形態 [1]

	個人旅行	パック旅行
メリット	自由度が高い	旅行計画を立てる 手間がかからない
デメリット	旅行計画を立てる 手間がかかる	自由度が低い





1. 1. 背景(2)

個人旅行者は旅行計画を立てるとき、

- ①観光したい観光地
- ②各観光地を巡回する移動時間
- ③1日に観光可能な時間

を考慮して決定する



**滞在時間によっても効用は変化するので、
観光可能な時間の配分が問題となる**

※ 効用…消費者が財やサービスを消費することによって得る主観的な満足の度合い [2]





1. 2. 本研究の目的

**滞在時間も考慮して、
旅行者にとって効用が大きくなる
旅行計画を策定するための方法を提案する**



2. 本研究で扱う問題

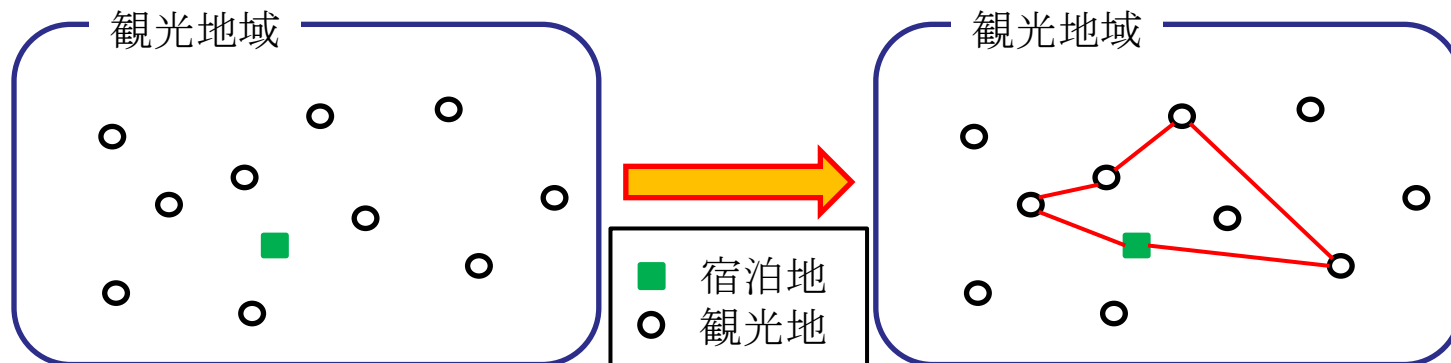
2. 1. 問題の概要

いくつかの観光地が点在する観光地域を対象として、
その中から観光地を選択し巡回することを考える



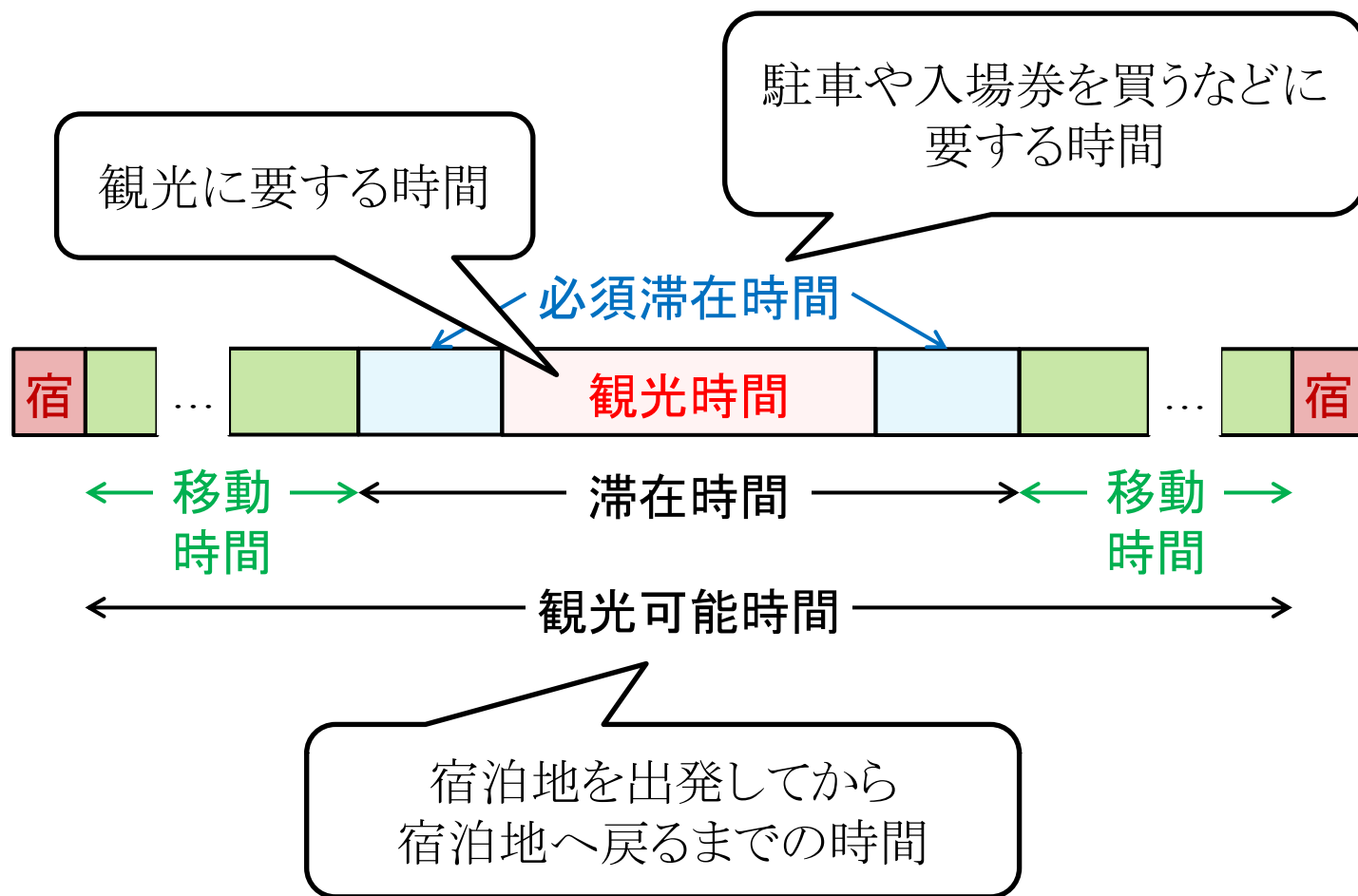
効用が最大となるように、

- ①訪問する観光地と、
- ②その巡回路および
- ③それぞれの観光地での滞在時間を求める



2. 本研究で扱う問題

2. 2. 時間の定義



2. 3. 効用関数の仮定

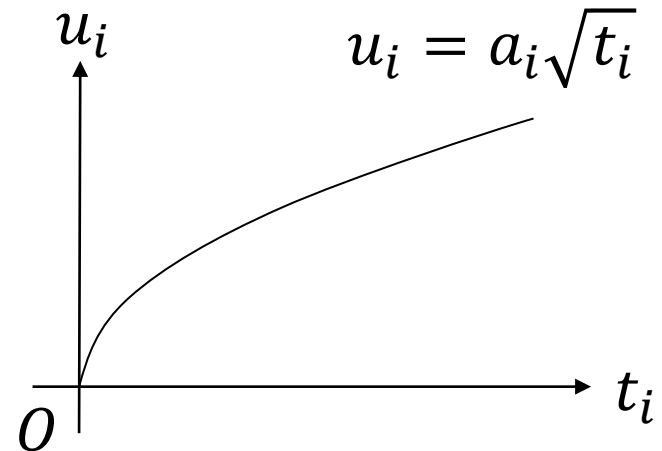
- 効用 u_i は、観光時間 t_i の増加関数であるが、その増加率は t_i が増加するにつれて逡減する
- 効用 u_i は、魅力度 a_i が高い観光地ほど大きい



観光時間と効用の関係を

$$u_i = a_i \sqrt{t_i} \quad \dots (1)$$

と仮定する

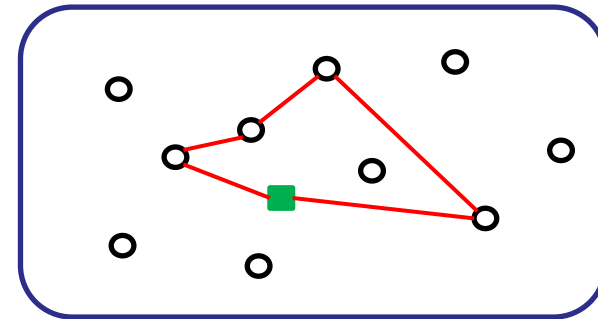


2. 4. 問題設定

- ◆ 事前に把握している
 - ① 観光地間の移動時間
 - ② 各観光地の魅力度
 - ③ 各観光地の必須滞在時間

- ◆ 同じ宿泊地へ戻る

- ◆ 移動手段・・・乗用車



⇒ 非線形混合整数計画問題として定式化できる

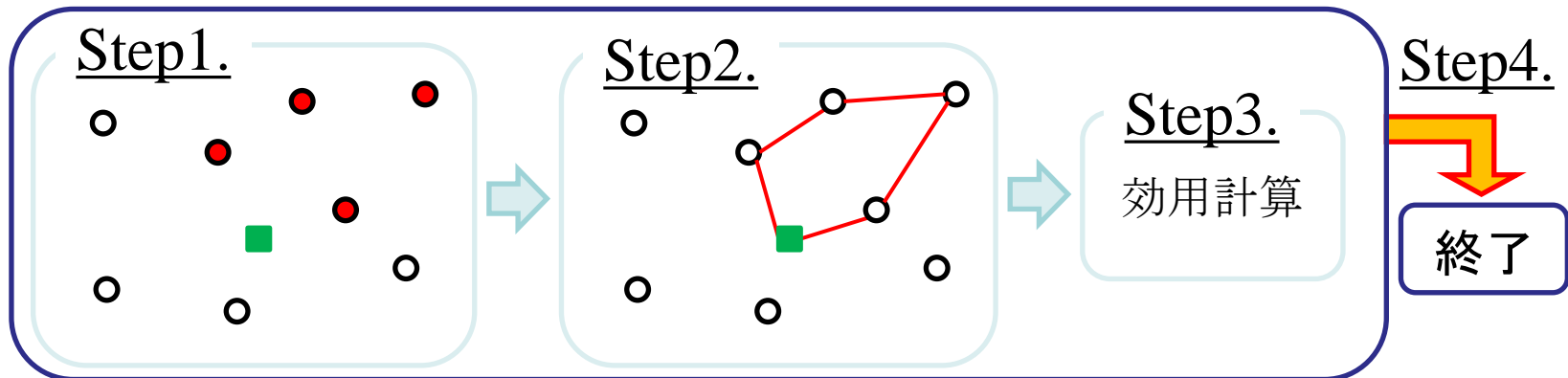
3. 1. 厳密解法の概要

Step1. 観光地を訪問するときの組合せを考える

Step2. それぞれの組合せで最短巡回時間を計算する

Step3. 効用が最大となるように滞在時間を割り当てる

Step4. Step3の中で、効用が最大となるものを選ぶ



3. 2. 発見的解法の必要性

- 観光地の数が少ない場合は有効な解法である
- 観光地の数が増えるにつれて、実行時間が指数関数的に増加

観光地数(個)	実行時間(秒)
8	0.031
9	0.172
10	1.482
11	17.612
12	226.045
13	3153.217



**より多く観光地がある場合においても
解を求められる解法が必要である**

3. 3. 提案解法の概要

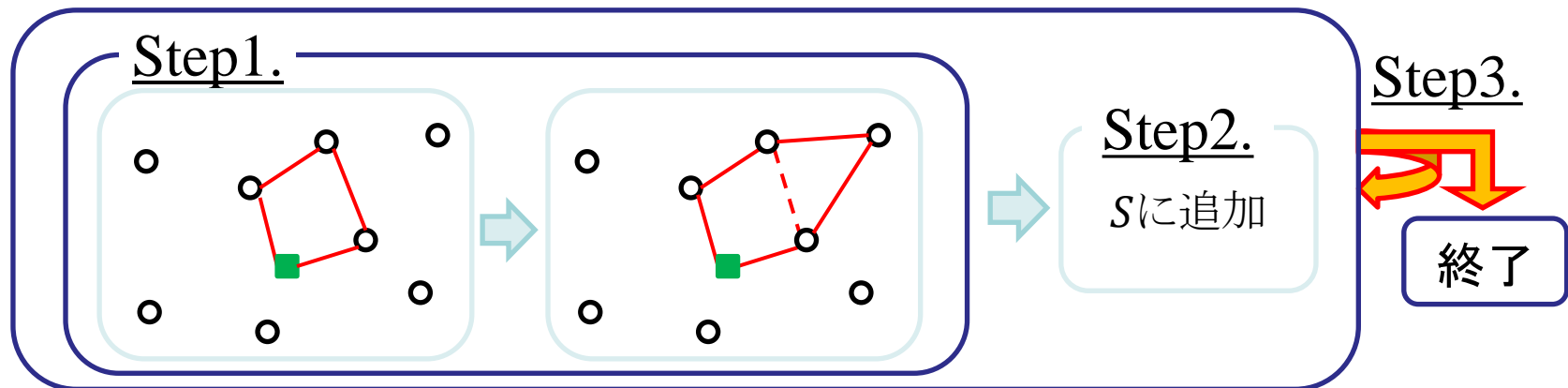
訪問点集合とその訪問順を S で表す.

Step0: S を宿泊地のみからなる集合とする

Step1: 未訪問観光地を1つずつ,
巡回路長の増加が最小となる位置に挿入し, 効用を計算する

Step2: 効用が最大となるものをその位置に置いて S を更新する

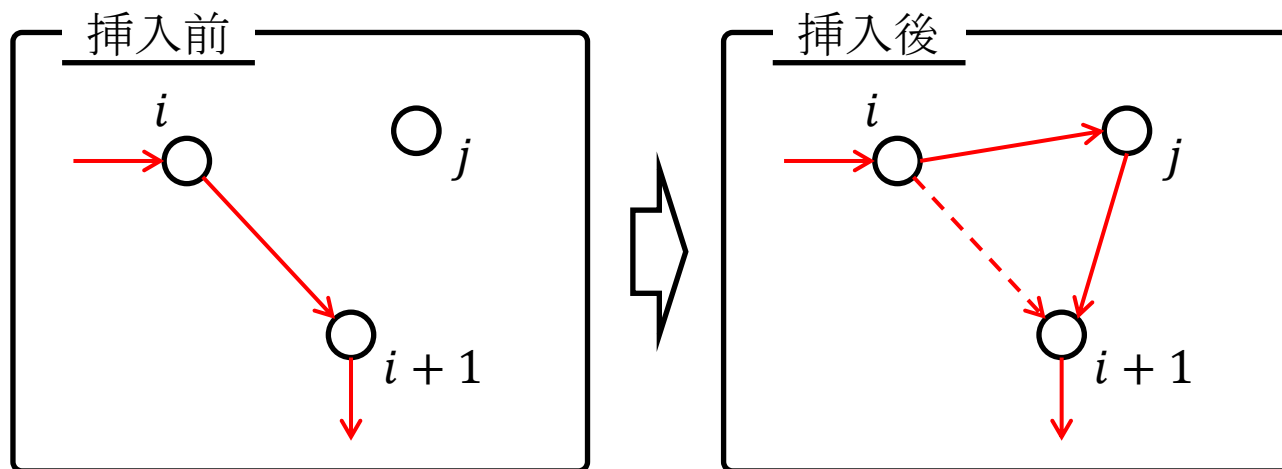
Step3: 効用が増加する限り Step1, Step2 を繰り返す



3. 4. 観光地の追加(1)

① 観光地の挿入

$d(i, j) + d(j, i + 1) - d(i, i + 1)$ が最小となるように観光地*i*を選び、観光地*i*と観光地*i + 1*の間に観光地*j*を挿入する



3. 4. 観光地の追加(2)

② 効用の計算

Lagrangeの未定乗数法を用いるとLagrange関数は

$$\begin{aligned} f(t_1, t_2, \dots, t_n, \lambda) \\ = (a_1\sqrt{t_1} + a_2\sqrt{t_2} + \dots + a_n\sqrt{t_n}) \\ - \lambda(t_1 + t_2 + \dots + t_n - T') \quad \dots (7) \end{aligned}$$

よって、効用が最大となる観光地*i*の観光時間*t_i*は、

$$t_i = \frac{a_i^2}{a_1^2 + a_2^2 + \dots + a_n^2} T' \quad \dots (8)$$
$$(T' = t_1 + t_2 + \dots + t_n)$$

となるので、これを観光地*i*に割り当てる

3. 5. 提案解法の計算時間と精度

提案解法の計算時間

厳密解法と比べて、
極端に短くなる

観光地数(個)	実行時間(秒)
10	0.001
30	0.016
50	0.032
100	0.047

提案解法の誤差

観光地の数が10ヶ所するとき、
厳密解法との誤差率は1.12%

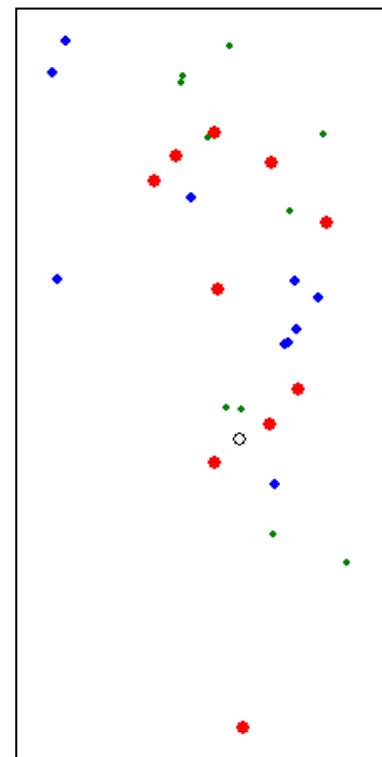
⇒ 観光地の数が少ない場合は精度も良好

4. 1. 実験の概要

- 京都の名所である観光地を候補点とする問題を、提案解法により求める

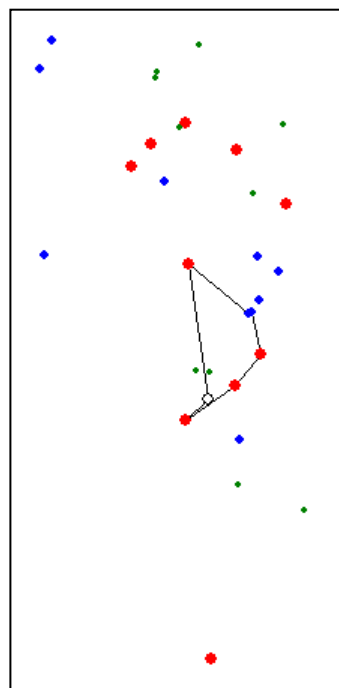
問題設定

順位 ^[4]	魅力度	必須滞在時間
1位 ~ 10位	3	15
11位 ~ 20位	2	15
21位 ~ 30位	1	15

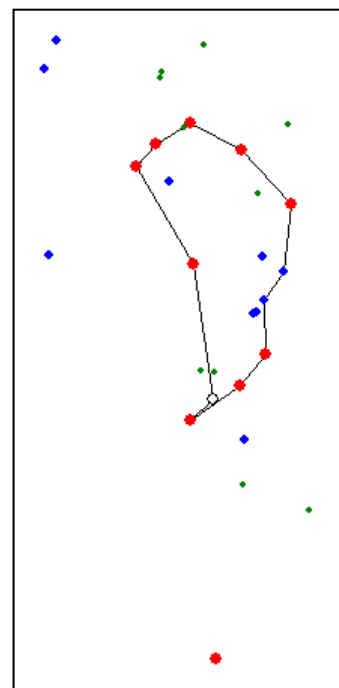


4. 2. 結果と考察(1)

- 観光可能時間が長いときのほうが、距離が遠くても魅力の高い観光地にも訪問する



観光可能時間:240分



観光可能時間:420分

4. 2. 結果と考察(2)

- 魅力が高い観光地に長く滞在する

観光可能時間:240分

魅力度	選択観光地数	滞在時間(分)
3	4	38
2	2	31
1	0	-

観光可能時間:420分

魅力度	選択観光地数	滞在時間(分)
3	9	35
2	2	29
1	0	-

人間の行動

- ✓ 時間があれば少し遠くても
魅力のある観光地へ行きたい
- ✓ 魅力のある観光地は長く滞在したい

4. 2. 結果と考察(2)

- 滞在時間による効用の増加を考慮することで、より有効に観光可能時間を割り当てられる

滞在時間一定

魅力度	選択観光地数	滞在時間(分)
3	9	41
2	0	-
1	0	-

滞在時間による効用の増加を考慮

魅力度	選択観光地数	滞在時間(分)
3	9	35
2	2	29
1	0	-



5. まとめ

- 滞在時間も考慮して、効用が最大となる旅行計画を立てる方法を提案した
- 仮定した効用関数は旅行者の感覚に近いモデルとなっている
- 滞在時間を考慮に入れて旅行計画を立てることの有用性が示された

今後の課題

- 観光地が多い場合における提案解法の精度
- 観光地を訪問する時間帯によって効用が変化することなどを考慮していない



参考文献

- [1] ツーリズム・マーケティング研究所,
<http://www.tourism.jp/>
(最終閲覧日 2011/12/16).
- [2] デジタル大辞泉,
<http://kotobank.jp/dictionary/daijisen/>
(最終閲覧日 2011/12/16).
- [3] 加藤直樹(2008),
数理計画法, コロナ社, 221pp.
- [4] Web-Town 京都 Kyoto,
<http://219.166.9.186/>
(最終閲覧日 2011/12/16).



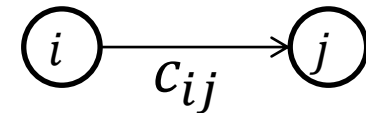
ご清聴ありがとうございました





1. 記号の定義(定数)

- 0 : 宿泊地
- i : 観光地 ($i = 1, \dots, n$)
- a_i : 観光地 i における魅力度



- c_{ij} : 観光地 i から観光地 j への移動時間
- T : 1日の観光可能時間
- q_i : 観光地 i における必須滞在時間



2. 記号の定義(変数)

- t_i : 観光地*i*における観光時間
- u_i : 観光地*i*で得られる効用
- $x_{ij} = \begin{cases} 1 : \text{観光地}i\text{から観光地}j\text{へ直接移動する} \\ 0 : \text{それ以外} \end{cases}$
- $y_i = \begin{cases} 1 : \text{観光地}i\text{を訪問する} \\ 0 : \text{それ以外} \end{cases}$



3. 目的関数

- 効用の最大化を目的とする

$$\text{maximize } \sum_{i=1}^n u_i = \sum_{i=1}^n a_i \sqrt{t_i} \quad \dots (2)$$



4. 制約条件(1)

- 観光時間, 必須滞在時間と移動時間の合計は観光可能時間以内である

$$\sum_{i=1}^n t_i + \sum_{i=1}^n q_i y_i + \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n c_{ij} x_{ij} \leq T \quad \dots (3)$$

- 宿泊地からはいずれか1つの観光地を訪問し, 宿泊地へはいずれか1つの観光地から戻る

$$\sum_{j=1}^n x_{0j} = 1 \quad \sum_{h=1}^n x_{h0} = 1 \quad \dots (4)$$

4. 制約条件(2)

- 観光地*i*を訪問するときは、
観光地*i*からはいずれか1つの観光地を訪問し、
観光地*i*へはいずれか1つの観光地から訪問される

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = y_i \quad \sum_{h=1}^n x_{hi} = y_i \quad i = 1, \dots, n \quad \dots (5)$$

- 部分巡回路除去制約

$$\sum_{i,j \in S} x_{ij} = |S| - 1 \quad , \forall S \subset \{1, 2, \dots, n\} \quad \dots (6)$$

5. まとめ

$$\text{maximize } \sum_{i=1}^n u_i = \sum_{i=1}^n a_i \sqrt{t_i} \quad (2)$$

$$\text{subject to } \sum_{i=1}^n t_i + \sum_{i=1}^n q_i y_i + \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n c_{ij} x_{ij} \leq T \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{0j} = 1 \quad \sum_{h=1}^n x_{h0} = 1 \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = y_i \quad \sum_{h=1}^n x_{hi} = y_i \quad i = 1, \dots, n \quad (5)$$

$$\sum_{i,j \in S} x_{ij} = |S| - 1, \forall S \subset \{1, 2, \dots, n\} \quad (6)$$