

外国人観光客に向けた日本旅行の最適経路の提案

2014SS072 佐藤慎也

指導教員：三浦英俊

1 はじめに

日本を訪れる外国人観光客の数は年々増加している中、2020年の東京オリンピックを機にさらに多くの外国人観光客が来ると予想される。そこで外国人観光客が日本に来た際に周遊する観光ルートを提供して、よりたくさんの日本の魅力を感じ取ってもらい帰国してもらいたいと考えている。本研究は外国で販売されているガイドブックの「Lonely Planet」[1]を参考に日本の観光スポットを押さえたネットワーク図を作成し、様々な制約条件のもと観光ルートを提案する。

2 問題の定義

今回取り扱う観光ルートネットワーク図の一部を図1で表示した。さらに今回は問題ごとに出発地のノードと到着地のノードを与える。与える場所としては主に空港のある都市で東京、名古屋、大阪、福岡のいずれかにしていきたい。また各都市において「Lonely Planet」で紹介されているページ数と日本交通社が発行している「旅行年報」に掲載されている「日本国内で行ってみたい地域」において各都市で得られた人数を足したものを魅力度として設定した[2]。基本的には全体を対象とした結果の人数を使って、魅力度を求めているが、「旅行年報」には一部の国においてその国ごとの人数も掲載されているので、その国ごとの魅力度を求めることもできる。

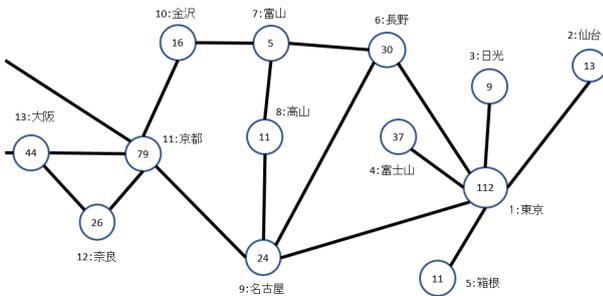


図1 今回取り扱う観光ルートネットワーク図の一部

本研究では1つの都市は1度しか訪れることができないようにしているが、今回取り扱う都市の中にはある都市から次の都市に行く時にいったん東京に戻ってから次の都市に行くものがある。そうするとそれらの都市を観光する時、毎回東京を通過していかなければいけなく、複数回東京を訪れることになってしまう。そこで今回東京に新しく入り口のノードと出口のノードを設けた。これにより東京に隣接する都市はこれらのノードを通過して別の都市に移動することが可能となった。

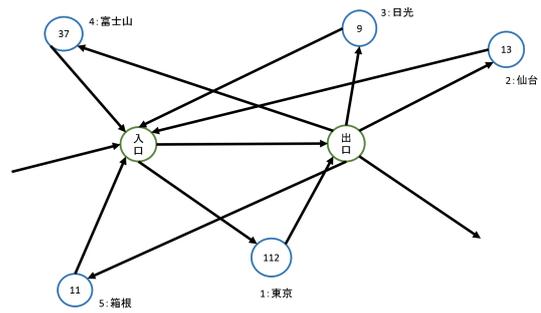


図2 東京を拠点として移動する都市の対処

3 定式化

以下のように記号を定義する。

V_0 : ノード全体の集合

V : 都市の集合

A : 都市の入り口ノードの集合

B : 都市の出口ノードの集合

C : 都市の k 日目の魅力消費ノードの集合

s : 出発地ノード t : 到着地ノード

今回、リンクの種類は5つに分かれる。

1. 都市間の移動 ($i, j \in V$)
2. 入り口ノードから出口ノードへの移動 ($i \in A, j \in B$)
3. 入り口ノードから魅力消費ノードへの移動 ($i \in A, j \in C$)
4. 魅力消費ノードから魅力消費ノードへの移動 ($i, j \in C$)
5. 魅力消費ノードから出口ノードへの移動 ($i \in C, j \in B$)

a_j : ノード j の魅力度

d_{ij} : 都市 i から都市 j までの距離

y_i : ノード i の中間変数 y_j : ノード j の中間変数

D : 総移動距離 N : 旅行日数

K : 旅行中に訪れる都市の数

x_{ij} は基本的には 0-1 変数として以下のように扱う。

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & (\text{ノード } i, j \text{ 間をモデルコースに含める}) \\ 0 & (\text{ノード } i, j \text{ 間をモデルコースに含めない}) \end{cases}$$

入り口ノードから出口ノードに行く時のみ x_{ij} は正の整数変数として扱う。

$$v_i = \begin{cases} 1 & (\text{都市 } i \text{ を訪れた}) \\ 0 & (\text{都市 } i \text{ を訪れない}) \end{cases}$$

以上の記号を使い、この問題の定式化を以下に示す。
 今回解く問題は出発地、到着地を決めたのち、決められた制約条件のなか、与えられたネットワーク図から最大の魅力度を消費できるような観光ルートを選ぶ。また今回の問題では1日に訪れることができるの都市は1つだけで、訪れたら1日その都市に滞在するものとする。魅力度が20以上ある都市に関しては20ずつで分割を行い複数のノードを作成した。そしてその都市を訪れば、その都市に設定されている魅力度の1日分を消費したものとする。

観光ルートを求める数理計画問題は以下の通りである。

目的関数

$$\max. \sum_{i \in V_0} \sum_{j \in V_0} a_j x_{ij}$$

制約条件

$$\sum_{j \in V_0} x_{ji} \leq 1 \quad (i \in V_0 \setminus \{s, t\}) \quad (1)$$

$$\sum_{j \in V_0} x_{ij} \leq 1 \quad (i \in V_0 \setminus \{s, t\}) \quad (2)$$

$$\sum_{j \in V_0} x_{ij} = \sum_{j \in V_0} x_{ji} \quad (i \in V_0 \setminus \{s, t\}) \quad (3)$$

$$\sum_{j \in V_0} x_{sj} = 1 \quad (4)$$

$$\sum_{i \in V_0} x_{it} = 1 \quad (5)$$

$$\sum_{i \in V_0} \sum_{j \in V_0} d_{ij} x_{ij} \leq D \quad (6)$$

$$\sum_{i \in V_0} \sum_{j \in V_0} x_{ij} \leq N \quad (7)$$

$$\sum_{j \in V_0} x_{ji} = v_i \quad (i \in V) \quad (8)$$

$$\sum_{i \in V} v_i \geq K \quad (9)$$

$$y_i - y_j + (|V| - 1)x_{ij} \leq |V| - 2 \quad (10)$$

$$1 \leq y_i \leq |V| - 1$$

x_{ij} は入り口ノードから出口ノードへ行く時は正の整数変数、それ以外は0-1変数。 $v_i \in \{0, 1\}$

制約条件は以下の内容を表す。

- (1) から (5) s から t に至る制約
- (6) 旅行中の総移動距離の制約
- (7) 旅行日数の制約
- (8) v_i は都市 i を訪れたら1, 訪れなければ0となる
- (9) 旅行中に訪れる都市の数の制約
- (10) 部分巡回路を除去する制約

4 実行結果

今回、問題を解くにあたっての制約条件は以下のものとする。

- ・総移動距離は1500km以下 ($D=1500$)
- ・旅行日数は12日以下 ($N=12$)
- ・旅行期間中に5都市以上は訪れる ($K=5$)

また、今回は中国人観光客に向けた観光ルートを導くため、魅力度を中国人観光客に対応したものを使用する。上記の制約条件をもとに問題を解くと図3のような結果が得られた。

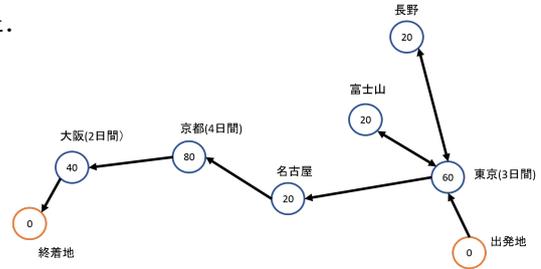


図3 中国人観光客に向けた、東京出発、大阪到着の観光ルート

求める魅力度の最大値は240となり、今回の観光ルートはまず東京を3日間観光し、次に富士山、長野、名古屋を1日ずつ、京都を4日間そして最後に大阪を2日間観光し終了となる。また総移動距離1077km、旅行日数12日、訪れる都市6つとどれも制約条件が満たされている。

5 おわりに

今回、一部を除いて全国を対象としたネットワーク図を作成して、定式化を行ったうえで観光ルートを求めていった。魅力度を求めるにあたって外国人のデータを使うことで、より外国人観光客に向けたものとして問題を解くことができたと感じた。また訪れる都市の数も旅行日数に対して半分以下の制約とすることにより旅行での移動の負担を抑えることができたと思い、少しは観光ルートとして無理のないものに近づけたと思う。しかし、今回観光日数はトータルの魅力度に比例しないこともあり、必ずしも魅力度の高い都市は多くの日数観光し、魅力度が小さい都市は少しの日数観光するとはいかないこともある。今後の課題としては今回作ることができなかった都市のノードやさらに制約条件を加えていき、より現実味のあるツアーを導いていければいいと考える。

参考文献

- [1] Chris Rowthorn, Ray Bartlett, Andrew Bende et. al. : lonely planet Japan. Lonely Planet, 2015
- [2] 日本交通社 : 旅行年報2016 第2編 訪日外国人旅行 訪日旅行に対する意識
https://www.jtb.or.jp/wp-content/uploads/2016/10/nenpo2016_2-2.pdf, 2017年10月閲覧