

# 道の駅の魅力度に基づくツーリング経路の提案

2017SS084 辻航輝

指導教員：小市俊悟

## 1 はじめに

本研究では、道の駅の魅力的なツーリング経路の提案を目指し、まず、長野県にある道の駅 [1][2] を階層分析法を用いて評価し、魅力値として総合評価値を算出する。次に、幾つかの制約の中で訪問する道の駅の魅力値の和が最大となるような巡回路の作成を行う。

## 2 階層分析法による魅力値の計算

図1の階層構造図を用いた階層分析法を実行し、総合評価値を計算し、それを魅力値とした。表1に上位10位の道の駅の魅力値を示す。

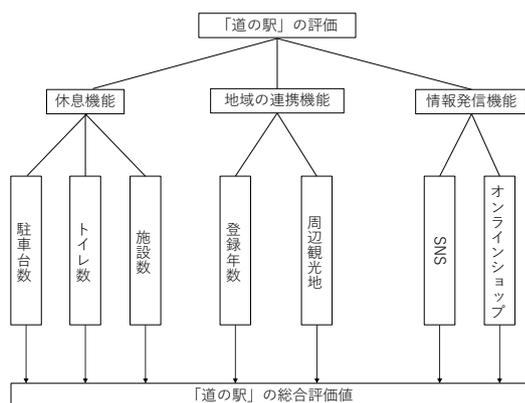


図1 道の駅に関する階層構造図

階層分析法の手順は下記の通りである [3].

- 一つ上の階層で同じ評価項目にまとめられるもの(評価項目もしくは選択肢)の間で一対比較を行い、得られた一対比較値を一対比較行列に格納する。
- 各一対比較行列に対して成分和が1の主固有ベクトルを求める。これが、各評価項目もしくは選択肢の重要度となる。
- 整合度を求め重要度に信頼性があるか調べる。整合度が低い場合は、2に戻ることもある。
- 2により、階層構造図の中のすべての評価項目と選択肢に重要度が付されているので、各選択肢について、それらを階層を上がるときには、乗算し、統合するときには、加算することで、各選択肢の総合評価値を計算する。

表1 上位10位の道の駅の魅力値

大芝高原	7.522	遠山郷	5.913
オアシスおぶせ	6.527	ヘルシーテラス佐久南	5.779
美ヶ原高原	6.523	池田	5.145
小坂田公園	6.481	野沢温泉	5.057
花の駅 千曲川	6.241	雷電くるみの里	5.035

## 3 道の駅に関する時間制約付き魅力値最大巡回路問題

巡回セールスマン問題とは、セールスマンがある都市から出発し、全ての都市を訪問して、出発地点に戻る経路を最短にするような訪問都市の順番を求める問題である [4].

本研究では、この巡回セールスマン問題の考え方を利用して、指定された時間内に、ある道の駅を出発したのち、他の道の駅を訪問・観光し、最初の道の駅に戻るような巡回経路のうち、訪問した道の駅の魅力値の和が最大となるような巡回経路を、魅力的なツーリング経路として求める [5].

## 4 定式化

出発点となる道の駅0はあらかじめ指定するものとし、訪問した道の駅の魅力値に含めないとする。

### 4.1 記号の定義

$V$ : 出発点となる道の駅0を除く道の駅の集合

$V_0$ : 道の駅と出発点となる道の駅0の集合

$A_i$ : 道の駅*i*の魅力値 ( $i \in V_0$ )

$D_{ij}$ : *i*から*j*への移動所要時間 ( $i, j \in V_0$ )

$T$ : 制限時間

### 4.2 変数の定義

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & (i \text{ から } j \text{ へ移動するとき}) \\ 0 & (\text{その他}) \end{cases} \quad (i, j \in V_0)$$

$$y_i = \begin{cases} 1 & (\text{施設 } i \text{ を訪問する}) \\ 0 & (\text{その他}) \end{cases} \quad (i \in V_0)$$

$$r_{ij} = \begin{cases} \text{自然数} & (i \text{ から } j \text{ への枝がツーリング経路上で} \\ & \text{何番目の枝であるかを表す}) \\ 0 & (\text{未使用のとき}) \end{cases} \quad (i, j \in V_0)$$

### 4.3 目的関数

変数  $y_i$  が道の駅  $i$  を訪問したかを表す0-1変数であるため、 $A_i y_i$  の和が(出発点の道の駅0を除いて)実際に訪れた道の駅の魅力値の総和となる。これを目的関数値とす

る. 下記では  $V_0 \setminus \{i\}$  を  $V_0 \setminus i$  と表す.

$$\max. \sum_{i \in V} A_i y_i$$

#### 4.4 制約式

$$\sum_{i,j \in V_0} D_{ij} x_{ij} + 1800 \sum_{i \in V_0} y_i \leq T \quad (1)$$

$$\sum_{j \in V_0 \setminus i} x_{ij} = y_i \quad (i \in V_0) \quad (2)$$

$$\sum_{j \in V_0 \setminus i} x_{ji} = y_i \quad (i \in V_0) \quad (3)$$

$$y_0 = 1 \quad (4)$$

$$r_{ij} \leq (n+1)x_{ij} \quad (i, j \in V_0) \quad (5)$$

$$\sum_{j \in V_0 \setminus i} r_{ij} - \sum_{j \in V_0 \setminus i} r_{ji} = y_i \quad (i \in V_0) \quad (6)$$

$$\sum_{j \in V_0 \setminus 0} r_{0j} = 1 \quad (7)$$

$$\sum_{j \in V_0 \setminus 0} r_{j0} = \sum_{i \in V_0} y_i \quad (8)$$

$$r_{ij} \geq 0 \quad (i, j \in V_0) \quad (9)$$

(1) 式: 道の駅  $i$  から道の駅  $j$  への移動時間と, 道の駅  $i$  での休憩・観光時間 (1800[秒]) の総和が制限時間  $T (= 43200$  [秒]) を満たす制約

(2) 式: 頂点  $i$  から頂点  $j$  へ出ている枝は 1 本であるという制約

(3) 式: 頂点  $j$  から頂点  $i$  へ入ってくる枝は 1 本であるという制約

(4) 式: 道の駅 0 を訪問するという制約

(5) 式: 利用した枝だけ,  $r_{ij}$  にツーリング経路上の枝番号を与えるという制約

(6) 式: 頂点  $i$  から出ている枝のツーリング経路上の枝番号と, 頂点  $i$  へ入ってくる枝のツーリング経路上の枝番号の差が 1 もしくは 0 となる制約 (頂点  $i$  を訪れていれば 1 となり, 訪れていなければ 0 となる)

(7) 式: 出発点から頂点  $j$  への枝のツーリング経路上の枝番号は 1 であるという制約

(8) 式: 頂点  $j$  から出発点へ戻ってくる枝のツーリング経路上の枝番号が, 訪問した頂点の数と等しくなるという制約

(9) 式: ツーリング経路上の枝番号  $r_{ij}$  は非負であるという制約

## 5 計算結果

gurobi 9.0.1 を用いて, 上記の制約式を満たす関数を解いたところ, 最大値が 60.691 となった. そのときのツーリング経路を表 2 に示す.

表 2 ツーリング経路

順序	道の駅	魅力値	移動時間 [秒]
1	オアシスおぶせ (出発点)	0	0
2	上田 道と川の駅	3.542	2577
3	雷電くるみの里	5.035	1628
4	みまき	4.846	504
5	マルメロの駅ながと	4.859	940
6	小坂田公園	6.481	2999
7	アルプス安曇野ほりがねの里	3.577	1549
8	安曇野松川	4.164	800
9	池田	5.145	387
10	白馬	3.373	1579
11	ぼかぼかランド美麻	4.847	1537
12	中条	3.689	681
13	信州新町	3.168	256
14	オアシスおぶせ (終着点)	6.527	1669
	計	60.691	18,895

## 6 おわりに

表 1 に示した道の駅の魅力値が上位の道の駅を紹介する web ページなどを見ると, キャンプ場やコテージなどの宿泊施設や, アスレチック公園や温泉などのレジャー施設が併設されていたりと, 近年の道の駅のトレンドを備えている駅がランクインした印象である.

表 2 に示したツーリング経路を見ると, 訪れた道の駅が長野県北部に集中していることが分かる. これは長野県北部にあるオアシスおぶせを出発点に選んだからだと考えられる. 長野県全域でツーリングすることを考えると, 制限時間を倍以上に増やすことや, 最南端にある道の駅を出発点, 最北端にある道の駅を終着点とするなど, 長野県を縦断する制約を追加する必要があるように思われる.

## 参考文献

- [1] 道の駅 公式ホームページ 全国「道の駅」連絡会 (2020/05/16 アクセス).  
<https://www.michi-no-eki.jp>
- [2] 道の駅 公式ホームページ 道の駅-国土交通省 (2020/11/25 アクセス)  
<https://www.mlit.go.jp/road/Michi-no-Eki/list.html>
- [3] 森雅夫・松井知己:『オペレーションズ・リサーチ』. 朝倉書店, 2011.
- [4] 福島雅夫:『数理計画入門』. 朝倉書店, 2017.
- [5] 加藤優依: 滞在可能時間を考慮した旅行計画問題. 南山大学理工学部卒業論文, 南山大学理工学部, 2018.