

階層分析法を用いたテーマパーク候補地の評価

2016SS031 近藤優季

指導教員:福嶋雅夫

1 はじめに

私たちは日常生活の中で何度も選択してきた。最近であれば大学進学の際、大学の知名度や所在地、大学入試の難易度、学ぶ内容などたくさんある項目の評価を考慮し選択した。しかし異なる大学でも同じ程度の評価であった時はどうするのであろうか。大学の雰囲気や判断する人も多いだろう。しかし大学の雰囲気は数値化できない。人それぞれ捉え方は異なっており最終的には自分の直感的判断になる。そのような場合に階層分析法 (Analytic Hierarchy Process) 通称 AHP 法 [2,3,4] は人間の判断をいかに合理的に総合化するかという問題を解決する一つの方法となる。本研究では、階層分析法を用いたテーマパーク候補地の評価を行う。近年テーマパーク業界は6年連続で成長し日本含め世界中に建設されている [1]。しかし一つのテーマパークを建設するには相当の費用がかかるため建設場所の選択を誤ってしまったら取り返しのつかないことになってしまう。このような失敗を避けるためにも建設場所は重要になってくると考える。また、立地場所の選択には気象や人口、その地域の安全性や利便性といった要素がある。本研究ではその中でどの要素に重きを置くか、そしてその結果どの候補地が選ばれるのかを考察する。

2 階層分析法について

階層分析法は科学的な方法で測定できない問題に対して用いられる解法、つまり人間の主観的判断とシステムアプローチからの両面から意思決定における問題の解析を解決する方法である。そのため階層分析法は経済や経営をはじめ、エネルギー、医療、健康、人事評価など多様な意思決定に用いられる。

2.1 階層分析法の計算方法

1. 問題の要素を、最終目標、評価基準、代替案とし、三つのレベルに分け、階層的な構造を考える。一番上の層に最終目標、真ん中の層に評価基準、一番下の層に代替案を並べる。
2. 各評価項目ごとに代替案のあいだで一対比較を行い、一対比較値を決定する。その結果を一対比較行列としてまとめ、その主固有ベクトルを計算することにより各代替案の評価値を決める。さらに整合度を求め、一対比較行列が適切であるかどうか調べる。
3. 本研究において評価基準の重要度は、アンケート調査の結果などをもとに独自の判断で決定する。
4. 最後にそれぞれのカテゴリーにおける各評価基準の重要度を各代替案の評価値に掛け合計することにより、各代替案の総合評価値を決定する。

3 一対比較

階層分析法において重要度の決定に使われるのは絶対評価ではなく一対比較である。一対比較とはある評価対象二つを比較したときにどちらをより好むかを数値で表すことを指す。また一対比較するときにはあらかじめ一対比較値を設定する。一般に、評価対象を $i, j \in \{1, 2, \dots, n\}$ としたとき、パラメーター $\theta > 1$ を用いて、

- i と j が同等なら $a_{ij} = 1$
- i が j より良いなら $a_{ij} = \theta$
- i が j より非常に良いなら $a_{ij} = \theta^2$
- j が i より良いなら $a_{ij} = 1/\theta$
- j が i より非常に良いなら $a_{ij} = 1/\theta^2$

で定まる a_{ij} , $i, j \in \{1, 2, \dots, n\}$ を考え、 $n \times n$ の行列

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & 1 \end{pmatrix}$$

を作る。これが一対比較行列である [2]。ここですべての i, j に対して $a_{ij} = 1/a_{ji}$ が成り立つことに注意する。

4 テーマパーク候補地の評価の設定

- 最終目標 : テーマパーク候補地の評価
- 評価基準 : 気象, 人口, 安全性, 利便性
- 評価項目 : 最高気温, 最低気温, 年間降水量, 都市人口, 年齢層, 犯罪率, 交通事故率, 訪問者数, 就航路線数 (図1参照)
- 候補地 : モスクワ (ロシア), シンガポール (シンガポール), スtockホルム (スウェーデン), トロント (カナダ), ロンドン (イギリス), ニューヨーク (アメリカ合衆国), ソウル (韓国), バンコク (タイ)
 1. 気象に関する評価項目である最高気温と最低気温, 年間降水量については, それぞれの場所によって気温や降水量は違うので, その場所がテーマパークにとって最適かどうかという観点から比較を行う。
 2. 人口については, 都市人口と年齢層を見ることによって, 地元利用者の集客力を評価する。
 3. 安全性に関する評価項目である犯罪率と交通事故率は, その候補地が安全であることが集客力につながると思われ採用する。
 4. 利便性の訪問者数と就航路線数は, もともとその候補地に訪れる人や飛行機が多いほど遠方からの

集客力が高くなりやすいと考え、この評価項目にした。

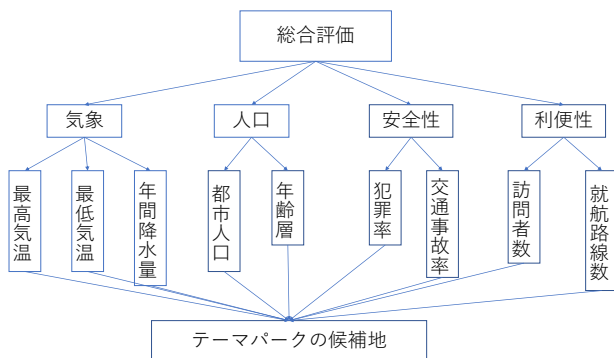


図 1 階層図

5 評価項目ごとの一対比較

- 気象
 - 最高気温 () : 各候補地の夏の平均気温と夏の過ごしやすい気温といわれる気温 (25) との差を計算し、それが 2 以下なら 1, 5 以下なら θ , それ以上なら θ^2 とする .
 - 最低気温 () : 各候補地の冬の平均気温と冬の過ごしやすい気温と言われる気温 (20) との差を計算し、それが 5 以下なら 1, 20 以下なら θ , それ以上なら θ^2 とする .
 - 年間降水量 (mm) : 差が 1000 以下なら 1, 1500 以下なら θ , それ以上なら θ^2 とする .
- 人口
 - 都市人口 (千人) : 差が 1000 以下なら 1, 5000 以下なら θ , それ以上なら θ^2 とする .
 - 年齢層 (千人) : テーマパークを利用する率が高いと言われる 19 歳から 39 歳の層の合計の差が 500 以下なら 1, 700 以下なら θ , それ以上なら θ^2 とする .
- 安全性
 - 犯罪率 (件/10 万人) : 差が 1 以下なら 1, 2 以下なら θ , それ以上なら θ^2 とする .
 - 交通事故率 (件/10 万人) : 差が 5 以下なら 1, 10 以下なら θ , それ以上なら θ^2 とする .
- 利便性
 - 訪問者数 (千人) : 差が 1000 以下なら 1, 10000 以下なら θ , それ以上なら θ^2 とする .
 - 就航路線数 (都市) : 差が 100 以下なら 1, 300 以下なら θ , それ以上なら θ^2 とする .

6 固有ベクトル法

固有ベクトル法では、各評価項目に関する一対比較行列の最大固有値 λ_{max} に対する固有ベクトル、すなわち主固有ベクトル $u = [u_1, u_2, \dots, u_n]^T$ を求め、主固有ベクトルの各成分の値から候補地の重要度を計算する [4] .

7 計算結果と考察

表 1 評価結果

評価項目	気象 (0.2)			人口 (0.1)		安全性 (0.4)		利便性 (0.3)			総合評価値	順位
	最高気温	最低気温	年間降水量	都市人口	年齢層	犯罪率	交通事故率	訪問者数	就航路線数			
ストックホルム	0.18	0.09	0.24	0.04	0.04	0.16	0.20	0.04	0.10	0.296	3	
モスクワ	0.18	0.06	0.13	0.25	0.26	0.03	0.06	0.05	0.27	0.253	6	
トロント	0.18	0.13	0.18	0.13	0.12	0.16	0.18	0.20	0.12	0.347	1	
ロンドン	0.18	0.07	0.13	0.05	0.05	0.14	0.16	0.05	0.12	0.265	4	
シンガポール	0.10	0.24	0.07	0.07	0.19	0.05	0.18	0.18	0.07	0.321	2	
ニューヨーク	0.08	0.11	0.07	0.13	0.05	0.23	0.11	0.10	0.18	0.227	7	
ソウル	0.06	0.06	0.11	0.18	0.16	0.19	0.08	0.06	0.07	0.227	7	
バンコク	0.04	0.24	0.07	0.15	0.14	0.08	0.03	0.32	0.07	0.26	5	

表 1 は、5 節の方法に従って作成された各評価項目に対する一対比較行列の主固有ベクトルの各成分を正規化し、さらにアンケート調査の結果で得た重要度を乗じ、その和を求めたものである。また一対比較におけるパラメータ θ の値は $\theta = 2$ と設定した。評価基準の重要度はアンケート調査の結果を元に (気象, 人口, 安全性, 利便性) = (0.2, 0.1, 0.4, 0.3) とする。

分析の結果、一位がトロントで最下位はニューヨークとソウルとなった。評価基準の重要度を変えても大きく順位が変わったり順位の変化はあまり見られない場合もあった。しかし例えば (気象, 人口, 安全性, 利便性) = (0.4, 0.3, 0.2, 0.1) のときバンコクは最下位であったが、(気象, 人口, 安全性, 利便性) = (0.3, 0.2, 0.1, 0.4) のときバンコクは 3 位となった。これはバンコクの訪問者数が多いため利便性に関する評価基準の重要度が高ければ高いほど総合評価が高くなったことと、安全性の順位は低いものの安全性に関する評価基準の重要度が低かったことが理由であると考察する。

8 おわりに

本研究ではアンケート調査の結果で評価基準の重要度を決定し、総合評価をした。ただし、実際のテーマパーク候補地を決定するには更に多くの評価項目があり、評価基準の重要度も人によって考え方が異なっているため今回は違う結果が出てくるだろう。AHP 法を用いた意思決定について主観的判断を数値化できることが分かり、理解を深めることができた。今後の課題としては、新しい都市のデータを収集し、さらに評価項目を増やして考えていきたい。

参考文献

- [1] 東洋経済新報社, 会社四季報業界地図 2019 年版, 東洋経済新報社, 2018
- [2] 高橋馨郎: 「AHP から ANP への諸問題 1」, オペレーションズリサーチ学会誌, 第 43 号 1 月号, pp.36-40, 1998
- [3] 木下栄蔵, 大屋隆生: 「戦略的意思決定手法 AHP」, 朝倉書店, 2007
- [4] 松井泰子, 根本俊男, 宇野毅明: 「入門オペレーションズ・リサーチ」, 東海大学出版部, 2018