

AHP手法を用いた観光客視点での P&R駐車場評価に関する研究

小林 信介¹・宇野 伸宏²

¹京都大学大学院 工学研究科 (〒615-8530京都市西京区京都大学桂)

E-mail:kobayashi.shinsuke.63a@st.kyoto-u.ac.jp

²正会員 京都大学大学院教授 工学研究科 (〒615-8530京都市西京区京都大学桂)

E-mail:uno.nobuhiro.2v@kyoto-u.ac.jp

本研究では、観光地である京都におけるP&R駐車場の利用促進に向けて、P&R利用に肯定的な人の特性について検証した上で、観光客の視点に着目し、AHP手法を用いて、P&Rを利用する際の駐車場の評価指標を提案し、京都における駐車場のP&Rとしてのポテンシャルの評価を行った。京都観光客の特性分析では、数量化理論Ⅱ類を用いることで、P&R利用に肯定的な層として、P&R利用経験がある層、環境意識が高めである層、年齢が30代以下である層、自動車運転頻度が週3日以上である層が挙げられた。AHPによるP&R駐車場評価では、P&R利用に肯定的な層の評価基準の重みを算出し、評価値をGIS上にカラーマップとして落とし込むことで、P&R駐車場の評価をターゲットを絞り、定量的に行うことができることに加え、P&Rとしての駐車場ポテンシャルを視覚的に表現することができた。

Key Words : P&R, AHP, quantification theory type II, Kyoto tourism, GIS

1. はじめに

我が国の代表的な観光都市である京都には、毎年多くの観光客が訪れており、今後も観光客で賑わうことが予想される。一方で、自動車による交通渋滞が問題となっている。特に観光繁忙期には旅行速度の低下も顕著であり、観光客はもちろん、市民生活にも悪影響が生じている。

観光都市における交通渋滞を緩和するため、実施している政策の一つにパークアンドライド (Park and Ride : P&R) がある。例えば、京都市における P&R への取り組みとして、趣旨や対象エリア、駐車場位置、駐車場構造といった要件に合った常設する駐車場の一部を P&R 駐車場として登録し、利用者に向けてウェブサイト上で情報発信を行うことを推進しており、実際多くの民営の駐車場も登録されている。これに加えて、秋の観光シーズンに臨時 P&R 駐車場を設けるといった施策が実施されている。

しかし、我が国の観光都市における駐車場の多くが規模が小さく、入り組んだ場所に存在しているケースも散見される。このような駐車場は、土地勘のない観光客には利用しにくく、P&R 駐車場として認知されにくい可能性も考えられる。交通渋滞緩和方策の一つとして

P&R を推進する上で、地理不案内な観光客の視点で P&R 施設としての条件の明確化や、施策の機能向上に向けた取り組みを進めていくことが求められている。

従来、駐車場がもつ P&R 施設としてのポテンシャルを定量的に評価する基準が存在せず、観光客視点を考慮した形で P&R 駐車場を設置・登録が行われてきたとは言い難い。民間等の駐車場を P&R 駐車場として活用することも重要であることから、自動車を利用して観光目的で都市を来訪する人々の特性について調査を進め、観光客の立場から、P&R 施設としての駐車場のポテンシャルを評価するための方法論を構築することが求められている。

原田ら¹⁾が述べるように、P&R 利用の働きかけは、不特定多数がでなく、混雑する道路網利用者の 1 割程度を目標に転換させる施策と考える。従って、P&R の対象や、規模、取り組み方法において、この「1 割」を見つけ出し、その層の好みを分析し、ターゲットを絞った P&R 施策が効果的であると考えられる。中でも、この「1 割」に該当する可能性が高い、P&R の利用に肯定的な層をターゲットとすることが望ましいと考える。

以上の背景を踏まえ、本研究では、観光客視点での P&R 利用時の駐車場の評価指標を構築するため、階層分析法 (Analytic Hierarchy Process : AHP) を適用する。

AHP は一対比較により、人間の主観を数値化することで、対象者にとっての評価基準の重要度を算出し、選択肢の総合評価を行うことができる意思決定手法である。分析の対象都市は京都市として、最近観光目的で京都市を訪問した被験者に対して WEB アンケート調査を実施して、データを収集した。その際、P&R 利用に肯定的な観光客の特性についても統計的分析した上で、P&R 利用に肯定的な層と肯定的でない層の評価の差異にも着目する。

2. AHP手法と評価基準の設定

(1) AHPの概要

AHP は Saaty T. L.²⁾ が提唱した手法であり、評価基準間の一対比較により、人間の主観的判断とシステムアプローチの両面から、対象者にとっての最適な選択を決定するという問題解決型の意思決定手法である。AHP の長所として、感覚的なものを数値化し、人の感覚を反映できる点、一対比較という被験者への負荷が小さい形式なので、データの入手が容易である点、一対比較の整合性の計算手法が確立している点、グループとしての評価構造を計算可能な一方、個人毎の評価構造を計算することも可能であり、評価の個人差・多様性も検証できる点が挙げられる。

AHP による分析を行うにあたり、問題に対する評価基準の検出を行い、抽出された評価基準を階層構造に分解する。次に、各レベルの評価基準間の一対比較を行い、各レベルの評価基準の重みの計算を行う。また重みの計算を行う際にあいまいさの尺度として、コンシステンシー指数を定義、算出し、基準を満たしているかを確認する。その後、評価基準の重みから階層全体の重みを計算し、目的に対する各代替案の優先度を決定する。

(2) AHPの数学的記述

各レベルの評価基準間の重みの計算以降の AHP の理論について、木下³⁾を参考にしながら述べる。

階層のあるレベルの要素 A_1, A_2, \dots, A_n のすぐ上のレベルの要素に対する重み w_1, w_2, \dots, w_n を求めたい。このとき、 a_i の a_j に対する重要度を a_{ij} とすると、要素 A_1, A_2, \dots, A_n のペア比較マトリックスは $A = [a_{ij}]$ となる。

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & \dots & w_1/w_n \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & \dots & w_n/w_n \end{bmatrix} \quad (1)$$

ただし、 $a_{ij} = w_i/w_j, a_{ji} = 1/a_{ij}, W^T = [w_1, w_2, \dots, w_n]$ ($i, j = 1, 2, \dots, n$) である。この場合、すべての i, j, k につ

いて $a_{ij} \times a_{jk} = a_{ik}$ が成り立っている。これは意思決定者の判断が完全に首尾一貫していることを意味する。

この一対比較行列 A に重みベクトル W を掛けると、ベクトル $n \cdot W$ が得られる。すなわち、 $A \cdot W = n \cdot W$ である。この式は固有値問題として

$$(A - n \cdot I) \cdot W = 0 \quad (2)$$

と変形できる。 $W \neq 0$ が成り立つためには、 n が A の固有値にならなければならない。このとき、 W は A の固有ベクトルとなる。さらに、一対比較行列 A の階数は 1 であるので、固有値 λ_i ($i = 1, 2, \dots, n$) は一つのみが非零の値となる。また、 A の対角要素の和は n であるので、ただ 1 つの零ではない λ_i の値は n となる。つまり、重みベクトル W は A の最大固有値 λ_{\max} に対する正規化した固有ベクトルとなる。しかし、実際の複雑な状況下では W が未知であり、これを実際に得られた一対比較行列 A より求めなければならない。そこで、 A の最大固有値を λ_{\max} とすると、

$$A \cdot W = \lambda_{\max} \cdot W \quad (3)$$

となり、これを解くことで W を求めることができる。AHP は複雑な階層構造を構築する場合もあり、ある一対比較により得られた重みを、順次総合目的から代替案まで掛け合わせていくことにより、総合目的である代替案の優先順位付けをして、選定を行うことができる。

また、状況が複雑になるほど、意思決定者の答えは整合性に欠ける。一対比較行列 A が整合しなくなるにつれて、 λ_{\max} は n より大きくなる。これは、(4)式に示す Saaty の定理より明らかになっている。

$$\lambda_{\max} = n + \sum_{i=1}^n \sum_{j=i+1}^n (w_j a_{ij} - w_i)^2 / w_i w_j a_{ij} n \quad (4)$$

以上から $\lambda_{\max} \geq n$ が成り立ち、等号成立条件は行列 A の整合性が完全に取れているときのみ成立する。Saaty は一対比較行列 A の整合性の尺度として、C. I. 値 (Consistency Index : 整合度) を(5)式のように定義している。

$$C.I. = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (5)$$

行列 A が完全な整合性を持つ場合は、C.I. 値は 0 であり、値が大きいほど不整合度が大きくなる。Saaty は C.I. の値が 0.15 以下であれば、整合性に問題がないと経験

則より提案している。

(3) 絶対評価法

今回用いる AHP の絶対評価法においては、評価基準ごとに設定した評価水準間の一対比較を行う。ある評価基準 i における代替案 j の評価値 a_{ij} を評価基準 i における最大評価値 a_{imax} で割った値を S_{ij} とする。 S_{ij} を新たに評価基準 i における代替案 j の評価値とすると、

$$S_{ij} = \frac{a_{ij}}{a_{imax}} \quad (6)$$

となる。このように評価マトリックス S_{ij} が決定する。

以上より、各評価基準間と各評価基準に関する評価水準間の重み付けが計算された。そして、評価マトリックス S_{ij} が決まった。この結果より、各代替案の総合評価 E_j は次式により求めることができる。

$$E_j = S_{ij}^T W = S_{ji} W \quad (7)$$

AHP の絶対評価法において、評価基準ごとにすべて最高の評価を得た代替案の総合評価値は 1.000 となる。

(4) 順位尺度型 AHP

絶対評価法では、評価基準とその評価水準が多くなれば多くなるほど、莫大な量の一対比較への回答を被験者に求めることとなり、調査の負担が過多となる。評価基準の内容については後述するが、本研究の場合、駐車料金を例にすると、「1000 円」と「700 円」の場合について一対比較を行うことになり、答え難い質問となることが考えられる。

そこで、本研究ではこの各評価基準に関する評価水準の重み付けの部分、鈴木が提案した順位尺度型 AHP⁴⁾ を用いて計算する。順位尺度型 AHP では、一対比較を用いず、以下に示す方法で評価を行う。各評価基準に対する各代替案の評価は、ある評価水準を設定し、それによって評価を行う。まず評価水準を設定し、それを 10 点満点方式で複数の被験者が点数付けを行う。

そして、各評価水準の点数の合計を AP_g とし、最上位の合計点 AP_{max} で各合計点を除した値を CEW_g とすると、

$$CEW_g = \frac{AP_g}{AP_{max}} \quad (8)$$

となる。これより各評価基準の評価水準の重みが計算される。この値は、ある評価基準 i における代替案 j の評価値 S_{ij} として用いることができる。その後は従来と同

様に、(7)式を適用することで総合評価を求めることができる。

(5) P&R 駐車場評価基準

本研究では観光客が P&R 利用のため駐車場を選択するに当たり、駐車場のサービス水準に関する要因をどの程度重視するの点を一対比較により評価してもらい、これを AHP の入力の一つとして用いる。

本研究では、京都での P&R 駐車場設定の課題であると考え、観光客視点に絞った P&R 駐車場の評価を行う。特に P&R 利用での駐車場立地のポテンシャルを測ることを意図する。ここでは、観光客が自動車で高速道路を利用して京都市まで移動し、その後 P&R 利用にて観光地を訪問する状況を想定する。ただし、自動車を駐車後、公共交通機関に乗り換えた後にどの観光地を訪問するかという点は、その多様性故に追跡は困難なので、本研究では駐車後、公共交通機関に乗り換えるまでの状況で駐車場の評価をしてもらう。

観光目的での P&R 駐車場利用においても、費用と利便性が、その評価を左右する主要因と言える。利便性に関しては、駐車場に辿り着くまで、駐車場自体、駐車後に公共交通機関に乗り換える際の利便性に分類できる。

駐車場に辿り着くまでの利便性を、ここでは駐車場へのアクセス性と呼ぶ。道路網形状が複雑であり、細い道が多く、渋滞も頻繁に起こる京都において、土地勘のない観光客でも利用しやすい駐車場が評価されると考える。駐車場へのアクセス性については、駐車場までの運転距離や見つけやすさが影響すると思われる。

駐車場自体の利便性は、確実に駐車できることが重要であり、駐車場規模が影響すると思われる。

駐車後に公共交通機関に乗り換えるまでの利便性を、駐車後のアクセス性と呼ぶ。駐車後から公共交通機関に乗るまでにかかる時間や労力が小さくてすむ駐車場が評価されると考える。駐車後のアクセス性については、駐車場から公共交通機関までの徒歩時間や、公共交通機関の待ち時間が影響すると思われる。

以上を踏まえて、本研究の P&R 利用時の駐車場評価の基準として、以下の 6 つを設定した。

- ① 駐車料金
- ② 駐車台数
- ③ 高速道路出口から駐車場までの距離
- ④ 主要道路から駐車場までの距離
- ⑤ 駐車場から最寄り駅までの距離
- ⑥ 最寄り駅での電車本数

④について、見つけやすさを左右する要因も多数あるが、評価方法も考えた上で、今回は主要道路からの距離を代表として設定した。アンケートの被験者が理解しやすいよう、主要道路は片側二車線以上の道路とする。⑥につ

いて、各駐車場の最寄り駅における、休日ダイヤの 8～20 時の一時間あたり平均電車本数とする。

(6) 評価基準の階層構造

上記の評価基準を AHP に適用するため、階層構造に分解する。本研究では、図-1 のように評価基準のレベルを設定した。一対比較の対象となる要素が多いほど、ひけ者の回答時に整合性が欠けやすくなるので、③高速道路出口から駐車場までの距離と④主要道路から駐車場までの距離を駐車場へのアクセス性の下の階層、⑤駐車場から最寄り駅までの距離と⑥最寄り駅での電車本数を駐車後のアクセス性の下の階層としている。

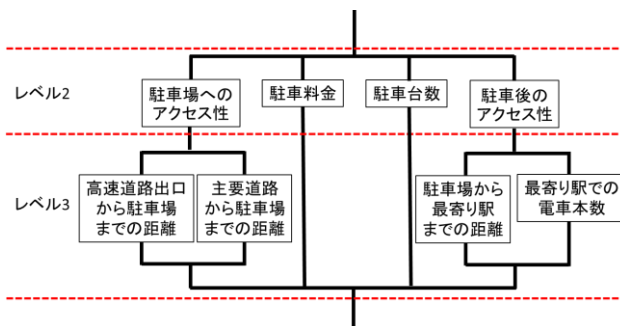


図-1 評価基準のレベルにおける階層構造

3. アンケート調査

(1) アンケート調査の実施方針

AHP による P&R 駐車場評価は、最も最近の京都観光の状況を想定した上で、P&R を利用すると仮定した場合の先述の評価基準の一対比較の回答結果を用いて行う。したがって調査対象者は、まだ記憶の新しい過去一年以内に観光目的で京都を訪問したことがある人、中でも自動車を利用して京都まで来た人、さらにその中でも高速道路を利用して京都まで来た人とした。調査の形式としては、調査会社の登録モニターを対象として、WEB アンケートにより行った。

(2) アンケートの設計

a) スクリーニング調査の設計

調査対象者に対して、スクリーニング調査を行い、本調査回答者を抽出する。スクリーニング調査の質問項目として、最も最近に観光目的で京都を訪れた時期、その際の出発地（都道府県と市区町村）、入洛時の利用交通、高速道路の利用有無の 5 問を設定した。出発地は、スクリーニングの質問項目ではないが、基礎集計に用いた。この結果から、本調査の回答者を抽出した。

b) 本調査の設計

スクリーニング調査により、条件に適した回答者を抽出したが、さらに本調査回答者の年齢層・居住地の属性

について、京都観光総合調査⁵⁾を基に、アンケート回答者の内訳が、実際の京都観光客の内訳と近くなるよう設定した。本調査では、AHP 手法を用いるための評価基準の一対比較の質問、順位尺度型 AHP 手法を用いるための各評価基準の水準毎の点数付けの質問の他、京都に観光目的で来訪する頻度や渋滞に対する意識に関する質問、P&R の認知や利用経験に関する質問、最も最近の京都観光のシチュエーションに関する質問、今後の P&R の利用意向を問う質問、自動車利用における頻度や意識に関する質問を加えた、合計 24 問で WEB アンケート調査を構成した。

(3) アンケートの集計

スクリーニング調査では 40001 サンプル、本調査では 829 サンプルの結果が得られた。この結果を用いて以降の分析を行う。本調査被験者の属性分布は表-1 の通りである。

表-1 本調査回答者の属性分布

	大阪府	兵庫県	その他 近畿地方	中部 地方
39 歳以下	62	52	73	62
40~64 歳	103	83	124	103
65 歳以上	42	31	52	42

3. 京都観光客の P&R 利用意向に関する特性分析

アンケート調査の結果から、P&R の利用に対して肯定的な京都観光客が有する特徴について、数量化理論Ⅱ類⁹⁾を用いて分析を行う。

アンケート本調査内の「今後の P&R の利用意向を問う質問」の結果から、P&R 利用に肯定的かどうかについて判断する。回答結果のうち、「毎回利用しようと思う」と「時々利用しようと思う」と答えた人を、P&R 利用に肯定的な人、「条件によっては利用するかもしれない」と「利用しようとは思わない」と答えた人を、P&R 利用に否定的な人と判断する。個人属性等は、アンケート調査で集計した結果や、調査会社のモニター登録時の基本情報を用いる。

(1) 目的変数と説明変数の設定

ここでは上記のデータを用いて、P&R 利用に肯定的な被験者の特性を分析するため、数量化理論Ⅱ類を適用する。数量化理論Ⅱ類では、目的変数は P&R 利用意向に「肯定的」か「否定的」かとなる。説明変数の候補を抽出するため、P&R 利用意向と各変数とのクロス集計を取り、相関があるものを抽出した。

抽出された説明変数の候補について、 χ^2 検定を用い

て P&R 利用意向との相関について調べる。独立性の検定を行い、有意水準を 5% として、帰無仮説が棄却された項目を P&R 利用意向と相関がある項目とみなす。これらの χ^2 検定の結果が表-2 である。抽出された説明変数の候補全てで帰無仮説が棄却され、P&R 利用意向と相関があることが示された。

表-2 P&R 利用意向と各説明変数の候補の χ^2 検定の結果

項目	χ^2 値	p 値	相関
年齢	40.781	0.000	あり
職業	21.542	0.003	あり
子供有無	16.036	0.000	あり
観光頻度	7.959	0.047	あり
交通渋滞抵抗	10.564	0.005	あり
P&R 認知	23.404	0.000	あり
P&R 利用経験	186.47	0.000	あり
道迷い経験	25.285	0.000	あり
駐車場の満車経験	14.17	0.002	あり
歩行者による 運転困難経験	8.740	0.003	あり
運転頻度	13.786	0.017	あり
同乗頻度	15.749	0.003	あり
環境意識	47.303	0.000	あり
健康意識	15.536	0.001	あり
交通事故意識	18.167	0.000	あり
費用意識	37.114	0.000	あり

統計的に意味のある形で数量化理論Ⅱ類を適用する上で、相関のある説明変数同士を組み込むことは避けることが望ましいと考えられる。現時点での説明変数も多いので、説明変数同士で相関がある項目は、一つの項目にまとめる。ここでもう一度 χ^2 検定を用いる。各説明変数の候補同士についての独立性の検定を行い、帰無仮説が棄却されなかった項目を、独立性がある項目とみなす。まとめ方は P&R のターゲットとして施策を考える上で、使いやすい項目でまとめるようにしている。

その結果、説明変数間の独立性が担保されたものとして、年齢、P&R 利用経験、環境意識、運転頻度を抽出した。環境意識は、環境への影響を考えたときに自動車の利用を控えようと思うかというアンケート調査での回答結果を利用している。運転頻度とは、日常的な自動車の運転頻度を意味する。

以上より、目的変数を P&R 利用意向、説明変数を年齢、P&R 利用経験、環境意識、運転頻度の 4 つとして、数量化理論Ⅱ類を適用し、P&R 利用意向への影響度について分析する。

(2) 数量化理論Ⅱ類の適用

ここで用いる説明変数について、年齢は 29 歳以下、

30 代、40 代、50 代、60 歳以上の 5 つのカテゴリに分類した。P&R 利用経験は、0 回、1~2 回、3 回以上の 3 つのカテゴリに分類した。環境意識は、高い、やや高い、やや低い、低い の 4 つのカテゴリに分類した。運転頻度は、週 5 日以上、週 3~4 日、週 1~2 日、週 1 日未満、機会がない の 5 つのカテゴリに分類した。

数量化理論Ⅱ類を適用した結果、出力されたスコアとレンジを表-3 に示す。スコアの値について、負の値であれば P&R 利用に肯定的、正の値であれば P&R 利用に否定的であることを示している。レンジとは、各説明変数における、スコアが最大の値と最小の値の差であり、値が大きい説明変数ほど、目的変数への影響度が大きい項目である。レンジが最も大きい項目が P&R 利用経験で、次いで環境意識、年齢、運転頻度となった。

各項目の結果に着目すると、年齢が若い人ほど P&R 利用に肯定的な傾向であり、中でも 30 代以下であれば、P&R 利用に肯定的な傾向を示す。

P&R 利用経験については、利用経験が多い人ほど P&R 利用に肯定的な傾向であり、中でも 1 回でも P&R 利用経験があれば、P&R 利用に肯定的な傾向である。

環境意識については、環境への意識が高い人ほど P&R 利用に肯定的な傾向であり、中でも、環境意識が高い、やや高いであれば、P&R 利用に肯定的な傾向である。

運転頻度については、運転頻度が高い人ほど P&R 利用に肯定的な傾向であり、中でも、運転頻度が週に 3 日以上であれば、P&R 利用に肯定的な傾向である。

表-3 数量化理論Ⅱ類の適用結果

要因	カテゴリ	スコア	レンジ
年齢	29 歳以下	-0.539	0.775
	30 代	-0.372	
	40 代	0.107	
	50 代	0.196	
	60 歳以上	0.236	
P&R 利用経験	3 回以上	-1.482	2.049
	1~2 回	-0.518	
	0 回	0.567	
環境意識	高い	-0.487	1.022
	やや高い	-0.104	
	やや低い	0.455	
	低い	0.535	
運転頻度	週 5 日以上	-0.157	0.583
	週 3~4 日	-0.015	
	週 1~2 日	0.112	
	週 1 日未満	0.336	
	機会がない	0.426	

(3) 分析精度

数量化理論Ⅱ類の分析精度において、実績値とサンプルスコアとの相関比や、判別率の中率が用いられる。

今回の分析における相関比は 0.288 であった。数量化理論Ⅱ類の分析精度の基準としては、0.5 を用いられることが多く、相関比の観点からは今回の分析精度は高い結果となってしまった。

今回の分析における判別率の中率は 74.9% であった。ここで言う判別率の中率とは、実績値とサンプルスコアによる判別予測の一致率である。判別率の中率の基準は 75% とされており、僅かに届かなかったものの、P&R 利用に肯定的か否かとの関係の深い要因の抽出には有用と考えている。

4. AHP 手法を用いた P&R 駐車場評価

(1) 対象サンプルの選定

AHP 手法を用いて P&R 駐車場評価を行うが、ここからは、被験者個人の回答内容を踏まえて、評価基準同士の一対比較の回答内容の整合性が高いサンプルのみを用いる。整合性の判断については、AHP 手法の中で算出される C.I. の値で判断する。本研究では、以下の二条件のいずれかに当てはまるサンプルを対象サンプルとした。

- ① C.I. が 0.15 以下であるサンプル
- ② C.I. が 0.30 以下かつ各評価基準の水準の点数付けの質問の回答に矛盾がないサンプル

一対比較の回答の整合性を確認する基準として、C.I. は 0.15 が用いられることが多いが、①のサンプルだけでは、個々人の評価の多様性に着目して分析するに足るサンプル数が得られなかった。C.I. 値の増加に伴う一対比較の回答内容の不整合の状況に着目したところ、C.I. が 0.15 を上回っていても、一定の範囲内であれば必ずしも被験者が乱雑に回答した訳ではないと判断された。基準とする C.I. の値を増加させて対象サンプルを変化させて AHP の計算を試験的に行い、C.I. が 0.15 とした時の AHP の計算結果と比較したところ、C.I. が 0.30 を超えたあたりで、基準の計算結果との差が大きくなっていくことが確認された。そこで、今回は②のサンプルも、対象サンプルとすることにした。

各評価基準の設定水準に対する点数付けの質問では、合理的に判断すれば点数が単調に減少するように設問を設定した。しかし、今回のアンケート調査では、WEB アンケート調査システムの都合上、どの回答項目も 1 点から 10 点を選択できるようになっているため、回答される点数の大小関係で、矛盾が生じる可能性も否定できないので、表-4 の例において、 $10 \geq A \geq B \geq C \geq D \geq E$ を満たすサンプルを、上で言う評価基準の評価水準の点数付けの質問の回答に矛盾がないサンプルと定めることとす

る。これらの条件で選定された、432 サンプルを用いて以降の分析を行う。

表-4 評価水準の点数付けの例

徒歩時間 (分)	0	3	5	8	10	15
点数	10	A	B	C	D	E

(2) 評価基準の評価水準の重みの設定

AHP で評価値を算出するにあたり、まず評価基準の設定水準の平均点数を、アンケート調査の点数付けの質問の結果から計算する。この平均点から、順位尺度型 AHP の理論に沿って、評価基準の各水準の重みが求められ、各水準に対する重みの値を直線をつないだグラフから評価基準の各水準に対する重みを算出する。駐車料金と駐車台数の場合のグラフを図-2 と図-3 に例示する。いずれについても同じように単調減少のグラフとなる。本研究における各水準の重みは、このサンプル全体での平均を採用し、評価の多様性を検証するためサンプルを分類して AHP を適用する際も、各水準の重みは不変であるとする。

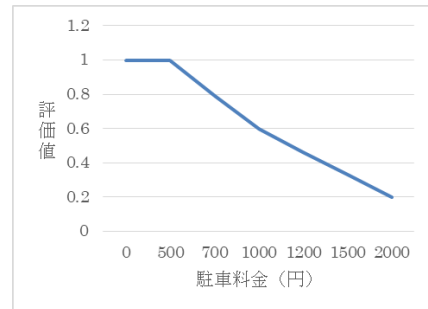


図-2 駐車料金の各水準の重み

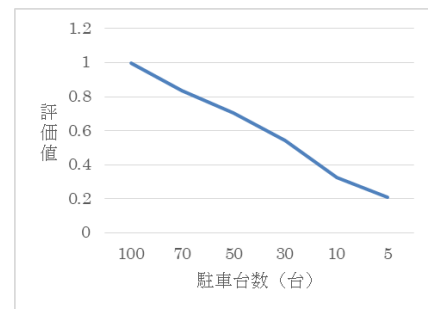


図-3 駐車台数の各水準の重み

(3) サンプル全体の評価

今回分析対象とした 432 サンプル全体での P&R 駐車場評価基準の重みを算出する。その結果が表-5 である。駐車料金の重みが最も大きく、次いで駅距離、駐車台数、高速距離と道路距離、電車本数という重みの大きさの順番となっている。中でも、駐車料金の重みが頭一つ抜けている。ただし、この結果は全サンプルの平均的な結果であり、実際の個々人の評価とは異なるものと考えられ

る。そこで以降では、グループとしての評価構造を計算可能な一方、個人毎の評価構造を計算することも可能であるという AHP の長所を活かし、詳しい分析を行っていく。

表-6 サンプル全体での評価基準の重み

評価基準	駐車料金	駐車台数	高速距離	道路距離	駅距離	電車本数
重み	0.312	0.172	0.118	0.118	0.186	0.095

(4) P&R 利用に肯定的な層の評価

数量化理論Ⅱ類による分析の結果、P&R 利用経験がある層、環境意識が高めである層、年齢が 30 代以下である層、運転頻度が週 3 日以上である層が、P&R 利用に肯定的な傾向を有することが分かった。先述したように、P&R 利用促進に向けた働きかけは、不特定多数を対象に行うものではなく、混雑する道路網利用者の 1 割程度を目標に、混雑エリアの外縁部の駐車場と公共交通の利用に転換させる施策と考えている。そこで、P&R 利用に肯定的な層を、確実に取り込む施策を行う方が効果的であると考え、当該層の評価について分析を行う。

P&R 利用意向に影響を及ぼす要因であるが、P&R 利用経験は「あり」と「なし」、環境意識は「高い」と「低い」、年齢は「30 代以下」と「40 代以上」、運転頻度は「週 3 日以上」と「週 2 日以下」に分類した。AHP で各評価基準の重みを計算した結果が、表-7 から表-10 である。全体的に項目毎、分類毎に大きな差は見られないが、確認できる特徴について簡単に述べていく。

P&R 利用経験について、「なし」のグループでは、駅距離よりも駐車台数に重きを置き、電車本数よりも高速距離や道路距離に重きを置いている。すなわち、自動車利用などの利便性に重きがあるが、「あり」のグループでは、駐車台数よりも駅距離に重きを置き、高速距離、道路距離、電車本数は同程度の重みとなり、評価基準間の重みの順位の変動が見られる。

年齢について、「40 代以上」のグループでは、駐車台数と駅距離に同程度の重きを置いているが、「30 代以下」のグループでは、駐車台数よりも駅距離すなわち駐車後のアクセス性に重きを置いており、評価構造に差異が見られる。

表-7 P&R 利用経験で分類したグループの評価基準の重み

P&R 利用経験	票数	駐車料金	駐車台数	高速距離	道路距離	駅距離	電車本数
あり	154	0.318	0.155	0.109	0.106	0.205	0.108
なし	278	0.308	0.181	0.123	0.124	0.176	0.088

表-8 環境意識で分類したグループの評価基準の重み

環境意識	票数	駐車料金	駐車台数	高速距離	道路距離	駅距離	電車本数
高い	297	0.299	0.181	0.118	0.116	0.187	0.100
低い	135	0.342	0.153	0.116	0.122	0.182	0.084

表-9 年齢で分類したグループの評価基準の重み

年齢	票数	駐車料金	駐車台数	高速距離	道路距離	駅距離	電車本数
30 代以下	131	0.358	0.148	0.113	0.107	0.191	0.084
40 代以上	301	0.293	0.183	0.120	0.122	0.183	0.100

表-10 運転頻度で分類したグループの評価基準の重み

年齢	票数	駐車料金	駐車台数	高速距離	道路距離	駅距離	電車本数
週 3 日以上	280	0.307	0.173	0.122	0.121	0.183	0.094
週 2 日以下	152	0.322	0.169	0.109	0.113	0.191	0.096

(5) P&R 駐車場の評価の視覚化

前項では P&R 利用に肯定的な層の P&R 駐車場の評価基準の重みを算出したが、P&R 利用時の駐車場評価を、実際の地図上に落とし込むことで可視化し、P&R としての駐車場ポテンシャルが、都市内のどの場所で大きくなるかを分かるよう可する。そこで、算出した P&R 駐車場評価基準の重みをもとに、GIS 上に P&R 利用時の駐車場評価を色で示してカラーマップとする。

まず、P&R 駐車場評価を GIS で表現するにあたり、各評価基準の設定方法について述べる。今回の GIS で表現する P&R 駐車場評価は、場所に着目した、P&R 利用時の駐車場ポテンシャルをカラーマップで表現するものである。その際、GIS 上の情報だけでは決定できない、駐車料金と駐車台数の評価値はある仮定した値で固定とし、高速距離、道路距離、駅距離、電車本数の 4 つの評価値の大きさが場所によって変動することで、各場所の P&R としての駐車場評価値に差が生じるものとする。GIS でのカラーマップの表現方法として、指定した範囲を 10 m × 10 m のメッシュで区切り、各メッシュの中心点を代表的な点とし、それぞれの距離を測る際に用いる。高速距離、道路距離、駅距離に関して、今回は簡単のため、直線距離を用いる。高速距離について、評価水準の重みを計算する際に、高速道路を降りてからの運転時間（以降「運転時間」と略記）に変換しなければならないが、直線距離であることを考慮し、時速 25 km で走行した時にかかる時間とした。道路距離について、基本的には片側二車線以上の道路を主要道路としているが、道路

の存在場所，市民や観光客の各道路の利用実態も踏まえて，片側一車線の道路を主要道路とみなして指定している箇所もある．駅距離について，評価水準の重みを計算する際に，徒歩時間に変換しなければならないが，分速 80 m で歩行した時にかかる時間とした．電車本数について，評価水準の重みを計算する際に，電車待ち時間に変換しなければならないが，休日ダイヤの 8~20 時の 1 時間あたり平均電車本数を今回の評価基準である電車本数としているので，60 分を電車本数で割った値とした．

適用例として京都市の山科エリアにおいて，P&R 利用経験があるグループの評価値と，P&R 利用経験がないグループの評価値をカラーマップに落とし込んだ結果が図-4 と図-5 に示す．今回は駐車料金が 700 円，駐車台数 30 台と仮定した．各カラーマップに存在する黒い点は，京都市に P&R 駐車場として登録されている駐車場の位置である．全てのカラーマップにおいて，評価値の上限値を 0.860，下限値を 0.560 とし，0.020 毎の 15 段階に色を分けている．一つの目安として，評価値が 0.800 を超えていれば，P&R として好ましいと考える．

山科エリアは京都市山科区に位置し，山科駅周辺とその南部のエリアであり，高速道路出口として，名神高速道路京都東 IC が近くに存在する．またエリア内では，東西方向に JR 琵琶湖線と湖西線，京阪京津線，山科駅の西から南方向に地下鉄東西線が走っている．山科駅に JR 線，京阪線，地下鉄線が集まっているが，今回は最も電車本数の多い，JR 線の電車本数を採用して評価値を算出した．このエリア内において，主要道路の基準として設けた片側二車線以上の道路は，国道 1 号しか存在しないが，京都東 IC から真っ直ぐ山科駅近くに続く三条通りと，山科駅から南へ伸び，宇治方向へ向かう際に利用すると考えられる京都外環状線も片側一車線ではあるが，山科エリアにおける主要道路としてみなしても良いと判断し，駐車場へのアクセス評価の基準とする主要道路に加えている．

評価値は 0.740 から 0.800 に多く集積しており，0.800 を超える場所も多数存在している．中でも，電車本数が非常に多く地下鉄烏丸線で，京都外環状線に繋がっている山科駅周辺は，特に高い評価値となっている．京都外環状線沿いで，電車本数もやや多い東野駅も高い評価値となっている．P&R 利用経験の有無で比較した際には，P&R 利用経験があるグループの方が，山科駅や東野駅の周辺の評価値が高くなっていることが分かる．一方で，四宮駅南部の三条通りに着目すると，P&R 利用経験がないグループの方が，三条通り近くの評価値が高くなっていることが分かる．

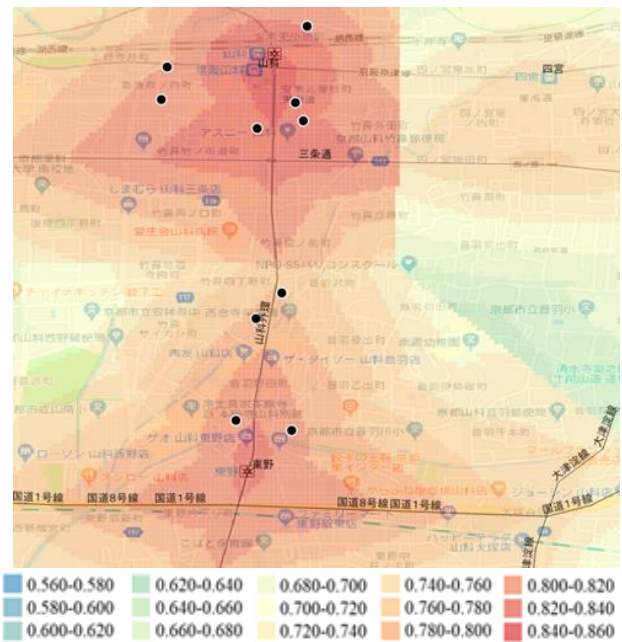


図-4 P&R利用経験ありのカラーマップ

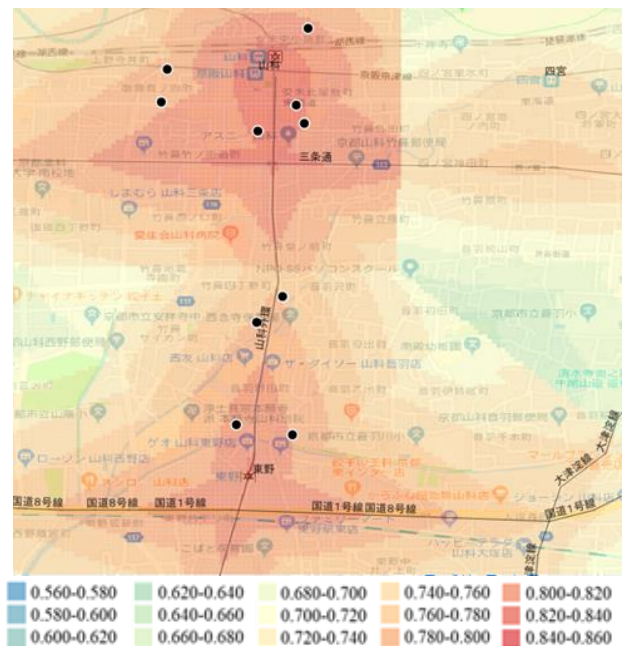


図-5 P&R利用経験なしのカラーマップ

(6) 考察

P&R 利用経験の有無による評価基準の重みの差は，数値上ではあまり大きな差は見受けられなかったが，重みの順位の変動は見られた．カラーマップとして表現した際には，評価の出方に小さくはあるが差異が見られた．P&R 利用経験がある層の方が，駐車後のアクセス性の高さに重きを置くこともあり，電車本数が多い駅周辺の評価値が高く，主要道路に近い場所の評価値が低くなる傾向が示された．これは先に述べた，P&R 利用経験がない層では，電車本数よりも道路距離に重きを置いているが，P&R 利用経験がある層では，道路距離，電車本

数は同程度の重みとなっているという、評価基準の重みの増減と順位の変動によるものであることが考えられる。

5. まとめと今後の課題

本研究では、観光客視点による P&R 利用時の駐車場評価を行うため、AHP 手法による駐車場評価基準の重みの算出法を提案した。また P&R 利用に肯定的な層の特徴について分析を行うために、数量化理論Ⅱ類を適用した。そして、京都市を対象としてケーススタディを行い、P&R 利用に肯定的な層と肯定的ではない層の間の P&R 利用時の駐車場の評価の差異について分析した。加えて、駐車料金および駐車場の規模は仮定の値とした上で、駐車場評価の空間的分布を GIS 上で可視化することを試みた。

京都観光客の特性分析では、クロス集計、 χ^2 検定、数量化理論Ⅱ類を用いることで、P&R 利用に肯定的な層として、P&R 利用経験がある層、環境意識が高めである層、年齢が 30 代以下である層、自動車運転頻度が週 3 日以上である層が挙げられた。中でも、P&R 利用経験が P&R 利用意向に及ぼす影響が大きいことが明らかになった。

次に AHP を用いて P&R を利用するにあたっての駐車場評価を行った。P&R 利用に肯定的な層の評価基準の重みを算出し、評価値を GIS 上にカラーマップとして落とし込むことで、P&R 駐車場の評価をターゲットを絞り、定量的に行うことができることに加え、P&R としての駐車場ポテンシャルを視覚的に表現することができた。これは新規に P&R 駐車場を設定する際の指針とすることができる。また、既存の駐車場の改善の方向性を検討する上でも有用と考えられる。このように、AHP

を用いた P&R 駐車場評価を定量的に算出する手法を用いることで、観光地である京都における P&R 促進に繋げることができる。

本研究で考えられる課題を以下に述べる。

今回の研究において、評価の対象は駐車場に自動車を停めて、公共交通に乗り換えるまでとしており、その後の目的地までにかかる費用や時間、乗換の回数を評価に組み込むことはできていない。これらについても、P&R 駐車場評価に組み込めるようにすることが必要である。

本研究では、観光客視点に着目した評価を行ったが、実際に効果的な P&R 施策とするには、行政側、駐車場運営管理者等の面からの考慮も必要である。具体的には、P&R 駐車場までの道中に交通渋滞区間がないか等である。これら観光客の以外の視点についても考慮した上で P&R 駐車場設定を行うことができるようにする必要がある。

参考文献

- 1) 原田昇：マーケティングの視点から考える成功する失敗するパークアンドライド，社団法人交通工学研究会 TDM 研究会，2002.
- 2) Saaty T.L.：The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, 1980.
- 3) 木下栄蔵：よくわかる AHP 孫子の兵法の戦略モデル，オーム社開発局，2006.
- 4) 鈴木聡士：順位尺度型 AHP による交通案内表示の評価に関する研究—高齢者の交通行動特性を対象として—，第 34 回日本都市計画学会学術研究論文集，1999.
- 5) 京都観光総合調査平成 30 年（2018）.
- 6) 林知己夫，数量化—理論と方法，朝倉書店，1993.

(?)

STUDY ABOUT P&R PARKING LOTS' EVALUATION USING AHP FROM TOURIST PERSPECTIVE

Shinsuke KOBAYASHI and Nobuhiro UNO

The purpose of this study is to investigate characteristic of tourists who are positive to use P&R and to make evaluation index of Kyoto's parking lots as P&R by tourist perspective using AHP for promoting P&R in Kyoto. On investigation of Kyoto tourists' characteristic by quantification theory type II, it is revealed that having P&R experience, having high environmental awareness, being under 30 years old and driving more than three days a week are characteristic of tourists who are positive to use P&R. On evaluation of P&R parking lots by AHP, it becomes possible to evaluate P&R parking lots quantitatively focusing on tourists who are positive to use P&R and to visualize parking lots' potential as P&R.