

室内実験による情報提供を考慮した観光期P & B Rの選択行動分析*

Experimental Analysis of Sightseeing Trip for Park and Bus-Ride System under Travel Time Information

柳沢吉保**、高山純一***

By Yoshiyasu YANAGISAWA** and Jun-ichi TAKAYAMA***

1. はじめに

P & B R施策は観光期の渋滞緩和を目的として多くの都市で導入実績があるが、システムが十分に利用されるためには適切な情報提供が必要となる¹⁾²⁾。

公共交通利用情報の提供については、将来的には車載器などを通してより詳細な所要時間情報がリアルタイムに提供される可能性がある。これに対応したより高度な公共交通支援システムを構築するにあたり、所要時間の情報提供時に観光マイカーがP & B Rへ乗り換える要因を明らかにする必要がある。

本研究は2001年に開催予定の第18回石川緑化フェアで実施されるP & B Rに着目し、P & B R選択行動分析を金沢大学の学生を被験者とした室内実験手法を適用して行った。今回はおもに情報の精度に対する所要時間の予測機構と、P & B Rの選択行動分析を行った。

2. 観光行動への室内実験手法の適用

(1) 実験対象地域の設定

第18回石川緑化フェアが2001年9月から11月にかけて金沢で行われる。被験者には緑化フェア開催中のある1日を利用して日帰りで行くことを想定してもらう。観光行動を想定しやすくするため、観光地での具体的なシナリオを設定した。

自宅から目的地までの経路を図1に示す。被験者は自宅から北陸自動車道を利用し、途中金沢西ICで降りてマイカーで緑化フェアに向かい、隣接している兼六駐車場を利用するか、あるいは金沢西ICに隣接している石川県西部緑地公園駐車場(仮)にマイカーを駐車して、そこからバスで目的地に向かうP & B Rシステムを利用する。情報は金沢西IC付近で、目的地までの道路混雑状況と、駐車場の待

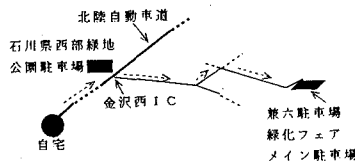


図1 実験ネットワーク

ち時間などの情報が提供されるとする。

(2) 情報提供を考慮した室内実験の手順

室内実験を開始するにあたり、各リンクの自由走行時間と容量、各駐車場の駐車容量などを設定する。①トリップ目的とネットワーク条件を被験者に説明し、実験を開始する。②被験者に目的地への予定(希望)到着時刻、また観光目的を達成させるために必要な観光地での滞在時間と自宅出発時刻を答えてもらう。③目的地までの各経路に被験者の選択した出発時刻に対応した交通量を与え、各リンク所要時間、駐車待ち時間を所要時間関数を与えて算出する。④金沢西ICへの到着時刻を被験者に知らせる。さらに各駐車場までの所要時間、駐車までの待ち時間、駐車場2から目的地までの所要時間とバス乗車待ち時間を情報として提示する。⑤提供した情報項目ごとに、被験者自身が予測する所要時間と選択した経路を回答してもらう。⑥各経路の実所要時間と各駐車場の待ち時間、バス乗車待ち時間を所要時間関数を用いて算出する。⑦被験者の選択した機関について、目的地まで実際にかかった所要時間を知らせる。⑧繰り返し実験を行う場合②へ戻る。

本実験では提供情報と実所要時間のずれが小さい高精度情報とずれの大きい低精度情報の2種類の精度を設定した。また室内実験の1回目を初めて行く場合とし、2回目以降を過去に経験がある場合と同じ被験者に3回繰り返し実験を行っている。

3. 情報提供と観光客の予測所要時間

(1) 情報提供下での所要時間の予測構造

観光客の予測構造を分析するため、本実験で与え

* キーワード:P&BR、交通情報、室内実験、交通行動分析

** 正会員 工博 長野工業高等専門学校 環境都市工学科
〒381-8550 長野市徳間716

*** 正会員 工博 金沢大学工学部土木建設工学科
〒920-8667 金沢市小立野2-40-20

た情報 λ と実所要時間 t との相関 $\rho_{t\lambda}$ と、提供された情報と予測所要時間 μ との相関 $\rho_{\mu\lambda}$ 、予測所要時間と実際に生じた所要時間との相関 $\rho_{t\mu}$ 、さらに前回経験した実所要時間と今回の予測所要時間との相関 $\rho_{\mu t}$ を情報の精度別に検討する。

表1 提供情報と予測所要時間との相関

	高精度		低精度	
	マイカー	P & B R	マイカー	P & B R
$\rho_{t\lambda}$	0.99995	0.99911	-0.08975	0.54417
$\rho_{\mu\lambda}$	0.94162	0.89375	0.34114	0.27014
$\rho_{t\mu}$	0.94193	0.88876	-0.26384	0.15953
$\rho_{\mu t}$	0.62096	0.66123	-0.36106	0.04435

表1より提供情報と予測所要時間は情報の精度が高いほど相関も高いことがわかる。ドライバーは提供された情報の精度を学習・考慮した所要時間の予測を行っていることが分かる。前回の実所要時間と今回の予測所要時間は情報が高精度であっても相関は低くなった。観光行動は機関、出発時刻、経路など選択肢が多様であり、しかも同一の観光地へのトリップ回数も限られていて経験も少ない。また観光は日常のトリップと比較しても不確定な部分が多いことを認識し、前回の所要時間はあまり考慮していないものと考えられる。

(2) 予測所要時間のモデル化

先に検討した予測所要時間と情報との相関を考慮した所要時間の予測モデルをいくつか提示し、予測構造について検討する。

【予測モデル1】予測式は(1)式に示すとおりで、情報所要時間を説明変数とする。情報にのみ依存している観光客の予測構造と考えられるが、本モデルで、1回目と2回目以降の情報への依存性を情報精度別に、機関ごとに分析することができる。

$$\mu = a + b \lambda_i \quad (i:\text{機関}) \quad (1)$$

【予測モデル2】予測式は(2)式に示すとおりで、前回の予測所要時間と今回の情報所要時間を説明変数とする。観光客が情報提供前に知覚していた所要時間 μ^- は、提供情報 λ が与えられることによって、予測所要時間 μ が更新されると考えられる。対象地域の交通状態についてある程度経験を持っている観光客の予測構造と考えられる。経験による予測所要時間と新しい情報のどちらに重みを置いて新たに予測を行っているか、情報精度別に機関ごとに検討す

ることができる。

$$\mu_i = a + c \mu_i^- + b \lambda_i \quad (i:\text{機関}) \quad (2)$$

【予測モデル3】観光客は予測所要時間と情報所要時間にばらつきがあると知覚し、それぞれの周辺確率密度が $N(\bar{\lambda}, \sigma_\lambda)$ と $N(\bar{\mu}, \sigma_\mu)$ に従うと仮定すると、情報 λ が与えられたときの予測所要時間 μ の条件付き確率密度の期待値と分散は(3)式となる。

$$E(\mu|\lambda) = \bar{\mu} + \rho \cdot (\sigma_\mu / \sigma_\lambda) \cdot (\lambda - \bar{\lambda}) \quad (3)$$

予測所要時間の条件付き期待値(3)式は、予測所要時間と提供情報がともに実所要時間に基づいているので、 $\bar{\mu} = \bar{\lambda}$ 、 $\sigma_\mu = \sigma_\lambda$ と仮定すると(4)式のように表すことができる。

$$E(\mu|\lambda) = \bar{\mu} + \rho \cdot (\lambda - \bar{\mu}) \quad (4)$$

ここで予測所要時間の平均値は前回の予測値 μ^- とする。ドライバーの予測所要時間は予測と情報の相関 b からなる情報提供後の条件付き予測所要時間の期待値に従った予測を行うと仮定すると、(5)式で表すことができる。

$$\mu = \mu_i^- + b \cdot (\lambda - \mu_i^-) \quad (i:\text{機関}) \quad (5)$$

(3) モデルパラメータの推定結果と考察

予測モデル1の1回目と2回目以降の精度別のモデルパラメータを表2に示す。

表2 予測モデル1の推定結果

CAR	1回目	2回目	
		高精度	低精度
定数	10.1142	8.1215	51.8635
infor	0.6805	0.8814	0.0693
寄与率	0.6419	0.5883	0.0472
P&BR	1回目	2回目	
		高精度	低精度
定数	20.1551	13.1496	20.3895
infor	0.4713	0.7891	0.5940
寄与率	0.6681	0.9278	0.0467

情報所要時間... infor

マイカーの予測所要時間に関しては道路混雑状況の分からない1回目の方が情報に従っていることが寄与率から分かる。2回目以降は高精度情報であっても寄与率が下がることから、被験者は他の要因も考慮している可能性がある。P & B Rは高精度情報が提供された場合の2回目は、情報の寄与率が大きくなる。公共交通はマイカーほど被験者にとって身近でなく、過去の経験を考慮しにくいことから、より強く提供情報に従って予測を行っていると考えられる。低精度の場合はいずれの機関についても被験者は情報に従った予測を行わない。

予測モデル2、3のマイカーの1回目と2回目以

降の精度別モデルパラメータを表3に、P & B Rのモデルパラメータを表4に示す。

表3 マイカーのモデルパラメータの推定結果

高精度	est'	infor	(infor-est')	寄与率
モデル2	0.2026 (1.7965)	0.7756 (5.6227)		0.6971
モデル3			0.8199 (8.3568)	0.8515
低精度	est'	infor	(infor-est')	寄与率
モデル2	0.9222 (10.1445)	-0.0022 (-0.0445)		0.8169
モデル3			-0.0267 (-0.5728)	0.0242

情報所要時間… infor、前回予測所要時間… est'

予測モデル2のマイカーのパラメータ値とt値から、高精度情報提供時には予測所要時間は過去の予測よりも提供情報に依存していることが分かる。低精度情報の場合は、情報よりも過去の予測所要時間に依存していることが分かる。予測モデル3の高精度情報の寄与率が高いことから、情報所要時間と前回の予測所要時間のずれを考慮した予測を行っていると考えられる。

表4 P & B Rのモデルパラメータの推定結果

高精度	est'	infor	(infor-est')	寄与率
モデル2	0.2139 (1.6209)	0.7756 (5.6227)		0.8521
モデル3			0.7659 (5.4912)	0.7700
低精度	est'	infor	(infor-est')	寄与率
モデル2	0.3948 (0.0076)	0.8043 (0.0155)		0.1233
モデル3			0.2360 (0.5815)	0.2559

情報所要時間… infor、前回予測所要時間… est'

P & B Rの場合は、予測モデル2の寄与率の大きさから、所要時間の予測はマイカーよりも情報に依存していることが分かる。また低精度情報であっても、過去の予測よりも提供された情報の方が所要時間の予測に寄与していることがパラメータ値とt値よりわかる。予測モデル3においてもマイカーと比較して寄与率が低下しているのは、過去の予測所要時間は考慮せず情報に従っていることが分かる。被験者にとってP & B Rの所要時間は予測しにくい機関であることが考えられる。

4. 情報提供を考慮したP & B R選択行動の分析

(1) 観光スケジュールを考慮した効用関数

マイカーとP & B Rの選択にあたり、各機関の情報提供後の目的地までの所要時間tの比較を行って

いる。さらに情報提供後の所要時間にもとづく目的地への到着時刻 $\hat{t}^i$ と、事前スケジュールにもとづく希望到着時刻 $\hat{t}^i$ とのずれも大きな要因と考えられる。到着時刻のずれは以下に示すように2つの考え方を用いる。1つは(6)式に示すように、希望到着時刻に対する早着時間と遅着時間を考慮する場合である。

$$S_i = \begin{cases} \gamma_1 \cdot (\hat{t}^i - t^i) & ; \hat{t}^i \geq t^i \\ \gamma_2 \cdot (t^i - \hat{t}^i) & ; \hat{t}^i < t^i \end{cases} \quad (6)$$

あるいは、あらかじめ早着は正の効用、遅着は負の効用として、(7)式のようにおく。

$$S_i = \gamma_1 \cdot (\hat{t}^i - t^i) \quad (7)$$

さらに各機関固有の利便性に関する定数効用 β を考慮する。以上より、機関選択に関する効用関数は(8)式となる。

$$V_i = \beta + \alpha \cdot t + S_i \quad (8)$$

(2) モデルパラメータの推定結果と考察

観光客が情報提供後に見積もる機関選択の効用関数については、所要時間が提供情報に基づくか、あるいは情報提供後の予測所要時間に基づく場合の2通りが考えられる。そこで所要時間を提供情報と予測所要時間の2通りに分けて、ロジットモデルを適用してパラメータの推定を行う。1回目の実験で、提供情報と被験者の予測に基づく推定結果を表5に示す。各モデル構造とも収束した場合のみ示す。

表5 1回目の情報と予測に基づく推定結果

情報	β (マイカー)	α	γ_1	γ_2	γ_3
構造1	0.9361 (0.9167)	-0.0370 (-1.4601)			
構造2	0.9361 (0.9167)				0.0370 (1.4601)
予測	β (マイカー)	α	γ_1	γ_2	γ_3
構造1	0.1259 (0.9275)	-0.1431 (-1.0211)			
構造3	2.5225 (1.3037)		0.0393 (0.2166)	-0.2849 (-1.4049)	
構造4	1.8827 (1.0805)	1.0354 (0.0124)			1.1968 (0.0143)
構造5	2.5190 (1.2988)	1.0786 (0.0103)	1.1180 (0.0107)	-1.3630 (-0.0130)	

() t 値

モデル構造1より所要時間パラメータに関しては所要時間に情報を用いたほうがt値がやや大きいことから、提供された情報に基づいた機関選択を行っていることが分かる。また予測所要時間を用いた場合のモデル構造3より、スケジュール遅れも考慮した機関選択を行っていることも分かる。とくに遅れ

時間パラメータに関する t 値が大きく、希望到着時刻への遅れが選択行動に大きく影響していることが分かる。早着時間は正の効用となるが、遅れ時間パラメータの大きさと比較すると、選択行動にあまり大きな影響は与えない。また推定結果で特徴的なところはマイカー一定数が大きく、観光客は基本的にマイカー効用が高いと考えていることが分かる。

2 回目以降の高精度情報提供時の情報と、被験者の予測に基づく推定結果を表 6 に示す。

表 6 高精度情報提供時の情報と予測に基づく推定結果

情報	β (マイカー)	α	γ_1	γ_2	γ_3
構造 1	55.9182 (0.0106)	-0.0370 (-1.4601)			
構造 2	0.4771 (0.6875)				0.0901 (0.3128)
構造 3	3.1428 (1.5928)		-0.0813 (-1.5051)	-0.2338 (-1.7541)	
予測	β (マイカー)	α	γ_1	γ_2	γ_3
構造 1	6.9405 (0.8913)	-0.4151 (-0.8702)			
構造 2	6.9393 (0.8906)				0.4150 (0.8695)

() t 値

高精度情報提供時は所要時間パラメータの t 値が低く、早着や遅着時間に関するパラメータの t 値が高いことから、スケジュール遅れが機関選択に大きく影響していると考えられる。高精度情報が提供された場合、観光客は情報を信頼して行動できるため、観光スケジュールを重視した行動を行っていると考えられる。遅着パラメータが負であることから、希望到着時刻への遅れは不効用となるが、早着時間もわずかであるが不効用となっている。したがって事前の希望到着時刻を重視して、観光スケジュールをより厳密に考えた行動をすると考えられる。ただしこの場合でもマイカーの定数に関する効用は大きく、マイカー利用を基本として考えていることが分かる。

2 回目以降の低精度情報提供時の情報と、予測に基づく推定結果を表 7 に示す。

低精度情報提供時の実験では、とくに自動車の混雑を起こしやすくした。その結果、より混雑が小さい P & B R を選択する被験者が多く、マイカー利用定数の効用が負となっている。所要時間に情報を用いたケースでは、早着・遅着時間のパラメータも得られたが t 値が低く、スケジュール遅れが低精度情報提供時には選択行動に大きく影響しなかった。低精度情報の場合は観光スケジュールまで厳密に考え

た行動ができずに、所要時間の短い機関だけを評価した選択を行っていると考えられる。

表 7 低精度情報提供時の情報と予測に基づく推定結果

情報	β (マイカー)	α	γ_1	γ_2	γ_3
構造 1	-1.1790 (-0.8641)	-0.0333 (-0.6498)			
構造 2	-1.1790 (-0.8641)				0.0333 (0.6498)
構造 3	-1.1733 (-0.9384)		0.1630 (0.3823)	-0.0177 (-0.5139)	
構造 5	-1.1733 (-0.9384)	0.4542 (0.0068)	0.6172 (0.0093)	-0.4719 (-0.0071)	
予測	β (マイカー)	α	γ_1	γ_2	γ_3
構造 1	-1.7389 (-1.5135)	-0.0388 (-0.5690)			
構造 2	-1.7389 (-1.5135)				0.0388 (0.5690)

() t 値

5. おわりに

今回の室内実験で得られた結果は、所要時間の予測については、(1) 初回の実験では情報の精度がわからないので、所要時間の予測は提供情報に大きく依存する。(2) 2 回目以降は情報の精度を学習している。(3) 高精度情報提供時において、マイカーは前回の予測所要時間と提供情報との差を考慮に入れた予測を行っている。P & B R ではマイカーよりも情報に従った所要時間の予測を行っている。

P & B R の選択行動について、(4) 初回の実験では、平均所要時間よりも提供情報に基づいた機関選択を行っている。(5) 機関選択では、所要時間の大きさよりも事前に計画した希望到着時刻に対する遅れが大きく影響している。とくに高精度情報が提供されている場合、希望到着時刻を重視した行動をとっている。ただし低精度情報では、スケジュールまで考えずに所要時間の大きさで機関選択を行う可能性が高い。(6) マイカー一定数が大きいことから、観光客は基本的にマイカーを利用する。ただし被験者は、情報の精度や道路混雑状況を学習し、マイカー利用による消費時間が大きいと、P & B R 利用へ転換する。

<参考文献>

- 1) 高山、横山、永田、川上：観光地における P & B R 実施時の情報提供に関する研究—金沢市における事例研究—、土木計画学研究・論文集、No.14、pp.943-952、1997 年 9 月
- 2) 中村、牧村、佐藤：ダイナミックパーク&ライドの導入可能性に関する実証的研究—金沢市をケーススタディとして—、高速道路と自動車、第 41 巻、第 4 号、pp.16-24、1998 年 4 月
- 3) 宇野、飯田、久保：旅行時間情報提供下での逐次経路選択行動に関する実験分析、土木計画学研究・論文集、No.14、pp.923-934、1997 年 9 月