

道路整備が観光周遊行動に及ぼす影響の分析 *1

Influence of Road Improvement on Touring Behavior

杉恵 頼寧*2 藤原 章正*3 奥村 誠*4 張 峻屹*5 森山 昌幸*6
By Yoriyasu SUGIE, Akimasa FUJIWARA, Makoto OKUMURA, Junyi ZHANG
and Masayuki MORIYAMA

1. はじめに

近年観光活動の振興は、我が国の経済力に見合った豊かさやゆとりを実感できる社会を実現する上で、その役割が重要視されている。特に、過疎化が進行する中山間地域においては、観光は基幹産業のひとつとして期待されているとともに、次期全総のキーワードである「交流人口」の観点からも重要である。

この観光活動に大きな影響を与える道路の整備計画においては、昨今の公共事業削減の中、効率的な投資を行っていく上で整備プライオリティの客観的評価が求められており、その手法の一つとして費用便益分析が挙げられる。しかしながら、平日の交通量が少ない中山間地域の観光道路では、現行の費用便益分析を用いるとその値は低いものとなる。このような地方部の道路計画では、シビルミニマムの観点からのネットワーク配置論に加えて、道路整備が地域振興に与える影響を考慮する必要がある。

本研究ではこの地域活性化という視点からの観光交通計画に焦点を当てており、観光地域内の複数の観光スポットを有機的に連絡する周遊道路ネットワークの整備が、経路変更による当該路線の交通量増加あるいは観光需要の誘発といった観光周遊行動に及ぼす影響について明らかにすることを目的とする。具体的には、観光周遊行動をルート選択と観光スポット群選択という2段階の階層構造を持つ意志決定問題として捉えたモデルを構築して分析を行う。

2. 観光周遊行動モデルの構築

(1) モデルの概要

本研究では、周遊条件を改善した場合の観光目的地群選択の変化に着目しており、モデリングはある重要目的地（当該観光周遊行動で必ず訪問する観光スポット）に対する「ルート選択」と選択したルートから立寄り可能な「スポット群選択」からなる段階選択行動で表現した（図1）。また、対象とする観光交通の空間スケールは、日帰り可能な観光圏域内に点在する観光スポットへの周遊行動とした。

ルート選択モデルでは、移動にかかる所用時間と経路の持つ魅力（観光スポット群モデルから導出される logsum 変数）を説明変数とする。また、観光スポット群選択モデルでは、スポット群の魅力度、自宅滞在時間（余裕時間）、各スポットへの訪問経験ダミーを説明変数とする。また日帰り観光での訪問スポット数は最大3箇所限定する。

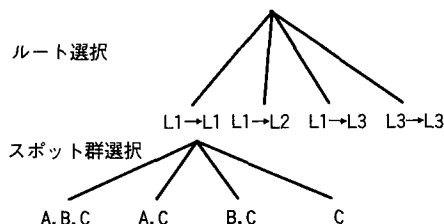


図1 周遊行動モデルのツリー（重要目的地C）

(2) 観光スポット群の魅力度

本研究では、各観光スポットが固有に有する観光資源の特性を考慮するために、魅力度として、①見る、②保養、③体験、④運動といった4つの属性ごとに、調査結果からの行動者の5段階評価値（主観値）に滞在時間を乗じたものを用いている。また、スポット群という複数スポット組み合わせ時における属性間の不完全代替性を一般化平均概念¹⁾を適用して考慮する。本研究では、式(1)に示す加重一般平均式を用いる。

*1 キーワード：交通行動分析，観光・余暇，NPCL モデル

*2 正員，工博，広島大学大学院国際協力研究科
(東広島市鏡山 1-5-1 TEL&FAX 0824-24-6919)

*3 正員，工博，広島大学大学院国際協力研究科
(東広島市鏡山 1-5-1 TEL&FAX 0824-24-6921)

*4 正員，工博，広島大学工学部
(東広島市鏡山 1-4-1 TEL&FAX 0824-24-7827)

*5 正員，工博，パシフィックコンサルタンツ
(多摩市関戸 1-7-5 TEL 0423-72-6006)

*6 正員，工修，森山地域計画研究所
(出雲市渡橋町 327-1 TEL&FAX 0853-22-9690)

$$\bar{X} = \{w_1 X_1^\alpha + w_2 X_2^\alpha + \cdots + w_n X_n^\alpha\}^{\frac{1}{\alpha}} \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad (2)$$

ここに x : 魅力度, w_i : 重みパラメータ
 α : 一般化平均パラメータ

(3) 階層構造を持つ類似性を考慮した離散選択モデル

本研究で構築する観光周遊行動モデルにおいては、ルートの選択肢では重複するリンク及び同じスポット群を含み、スポット群では共通するスポットを含んでおり、共に選択肢間の類似性を無視できない。そのため、以下に示す NPCL(Nested Paired Combinatorial Logit)モデル²⁾を適用して推定を行う。

NPCL モデルでは、スポット群選択肢 i の選択確率 P_i をルートの選択確率 P_{Bk} とその条件付き確率 $P_{i|Bk}$ との積として以下のように表わされる。

$$P_i = P_{i|Bk} P_{Bk} \quad \text{ただし, } i \in B_k \quad (3)$$

$$P_{i|Bk} = \frac{\sum_{j \in B_k} (1 - \sigma_{ij}) \{Q_{i,j} + Q_{j,i}\}^{-\sigma_{ij}} Q_{i,j}}{\sum_{q=1}^{n-1} \sum_{r=q+1}^n (1 - \sigma_{qr}) \{Q_{q,r} + Q_{r,q}\}^{-\sigma_{qr}}} \quad (4)$$

ここで

$$Q_{i,j} = \exp \left(\frac{\bar{X}_{ik}}{(1 - \sigma_{ij})} \right) \quad (5)$$

$$P_{Bk} = \frac{\sum_{i \in B_k} (1 - \sigma_{ki}) \{R_{k,ki} + R_{i,ki}\}^{-\sigma_{ki}} R_{k,ki}}{\sum_{g=1}^{K-1} \sum_{h=g+1}^K (1 - \sigma_{gh}) \{R_{g,h} + R_{h,g}\}^{-\sigma_{gh}}} \quad (6)$$

ここで

$$R_{k,ki} = \exp \left(\frac{\beta Y_k + \lambda_k L_k}{(1 - \sigma_{ki})} \right) \quad (7)$$

$$L_k = \ln \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n (1 - \sigma_{ij}) \left\{ \exp \left(\frac{\alpha X_{ik}}{(1 - \sigma_{ij})} \right) + \exp \left(\frac{\alpha X_{jk}}{(1 - \sigma_{ij})} \right) \right\}^{1 - \sigma_{ij}} \quad (8)$$

なお σ, β, λ は未知パラメータである。

式(4)および式(6)は Chu^{3), 4)}によって提案された PCL モデルの式形である。PCL モデルは選択肢のペアごとの類似性を考慮することにより、MNL モデルの IIA 特性を緩和するものであり、 σ_{ij} は選択肢 i と選択肢 j 間の類似性を表わすパラメータであると解釈でき、 $0 \leq \sigma_{ij} < 1$ を満足する。もし全ての ij ペア間の類似性パラメータが $\sigma_{ij}=0$ であるならば、PCL モデルは MNL モデルとなる。

つまり NPCL モデルは、式(4)の条件付き確率および式(6)の周辺確率が PCL タイプの NL モデルであり、ログサム変数は(8)式で表わされる。

3. 観光周遊行動モデルの推定

本研究で用いたデータは、島根県中央部の観光圏域を対象として 1997 年 8 月に実施したルートおよびスポット群選択に関する SP 調査から得た。

(1) 観光スポット群選択モデルの推定

スポット群の選択肢は、表 1 に示すスポットの組み合わせとする。上述の SP データを適用した観光スポット群選択モデル（重要目的地：香木の森）の推定結果を表 2 に示す。また、比較のために類似性を考慮しない MNL モデルについても併せて推定を行う。

表 1 対象スポット

A 三瓶山	B 三瓶温泉	C 石見銀山
D 仁摩サント・ミュージアム	E 温泉津やきもの里	
F 香木の森	G いこいのむら島根	

表 2 スポット群選択モデル推定結果

説明変数		MNLモデル	PCLモデル
一般化平均	α	1.319	1.351
スポット評価	見る	0.257 **	0.253 **
× 滞在時間	保養	0.318 **	0.312 **
	体験	0.293 **	0.297 **
	運動	0.132	0.138
自宅滞在時間	1箇所訪問	-0.398 **	-0.114
	2箇所訪問	0.041	0.266
	3箇所訪問	0.136	0.302
スポット訪問経験	三瓶山	0.434	0.355
	三瓶温泉	-0.065	-0.068
	石見銀山	0.659 **	0.670
	仁摩サント	-0.456	-0.308
	やきもの里	-0.033	-0.066
	いこいの村	-0.229	-0.233
定数項	const. F-G	-6.060 **	-5.497 **
	∴		
	const. B-F-G	-3.056 **	-2.951 **
類似性	σ F-FG	0.000	0.000
パラメータ	∴		
	σ AF-BF	0.000	0.567
	σ AF-BFG	0.000	0.106
	σ AFG-BF	0.000	0.000
	σ AFG-BFG	0.000	0.006
	σ BF-BFG	0.000	0.000
初期尤度(α)		-2227.5	-2227.5
最終尤度		-912.1	-911.6
尤度比(α)		0.590	0.589
サンプル数		680	680

PCL モデルと MNL モデルの尤度比はほぼ等しく、本データを使用したモデルの比較では、PCL モデルの統計的優位性は確認できなかった。しかしながら、スポット群間の類似性パラメータが高い値を示した選択肢ペアは、共に周遊行動を行いにくい位置に存するといった共通点を有しており、類似性の存在は否定できない。このような類似性を考慮する場合では、PCL モデルを適用する必要がある。

一般化平均パラメータ α は、1 よりも大きい値を示していることから、スポット群が持つ魅力の属性間には不完全代替性を持ち、重み w_i の大きい属性だけを重視して選択を行う傾向があることがわかる。具体的に香木の森を重要目的地とする周遊行動では「保養」「体験」といった属性に特化したスポットを重視してスポット群の選択がなされることとなる。

スポット訪問経験では、石見銀山のみが有意となり、パラメータ値も正である。このことから、石見銀山は複数回の訪問でも満足できる魅力を有しており、リピーターが多い観光スポットであることが確認できる。

(2) 経路選択モデルの推定

経路選択モデルの推定結果を表3に示す。

尤度比では、NL モデルと NPCL モデルがほぼ同じとなり、本データを使用したモデルの比較では、NPCL モデルの統計的優位性は確認できなかった。

表3 経路選択モデル推定結果

説明変数	NLモデル	NPCLモデル
経路所要時間	-0.547 *	-0.518 *
ログサム		
変数		
L1	0.387 **	0.362 **
L2	0.419 **	0.389 **
L3	0.410 **	0.390 **
L4	0.449 **	0.421 **
L5	0.295 *	0.273 *
定数項		
C2	-3.047 **	-2.848 **
...		
類似性		
パラメータ		
σ_{12}		0.520
σ_{13}		0.007
...		
σ_{25}		0.353
σ_{34}		0.464
σ_{35}		0.032
σ_{45}		0.069
初期尤度	-1094.4	-1094.4
最終尤度	-908.5	-908.3
尤度比	0.167	0.164
サンプル数	680	680

1～5：ルート ** 1%有意, * 5%有意

各ログサム変数のパラメータ値は 0 から 1 の間にあり、本モデルの階層構造は妥当であることが確認される。

ルート 1 の所要時間の他の各ルートの選択確率に対する交差弾力性を見ると、IIA 特性を緩和した NPCL モデルでは類似性の高い選択肢ほど弾力性値は高くなることが確認できる。

表4 交差弾力性（ルート1の所要時間）

	類似性 パラメータ	NPCLモデル 弾力性	NPCL(全 $\sigma=0$) 弾力性
ルート2	$\sigma_{12}=0.520$	1.157	1.052
ルート3	$\sigma_{13}=0.007$	1.051	1.052
ルート4	$\sigma_{14}=0.020$	1.058	1.052
ルート5	$\sigma_{15}=0.215$	1.123	1.052

4. 道路整備が観光周遊行動に及ぼす影響分析

当圏域の道路ネットワークの状況は、南北方向には国道 184 号、国道 375 号、国道 261 号を有するが、東西方向には海岸沿いの国道 9 号があるのみであり、中山間地域における東西幹線道路の整備が急務となっている。また本来国道を補完して圏域内のネットワークを形成する機能を持つ主要地方道や一般県道の整備率も低く、急峻な地形、脆弱な地質構造からその整備は遅れている。このうち、島根県では三瓶山と香木の森をリンクするルートである(主)川本波多線(県道 40 号)を重点整備路線として設定している。また、出雲市と三瓶山をリンクする国道 184 号は治水事業の関連で大規模な整備事業が進捗中である。

以上のような背景から、ここでは①現況ネットワーク、②全線改良時、③現況に加え(主)川本波多

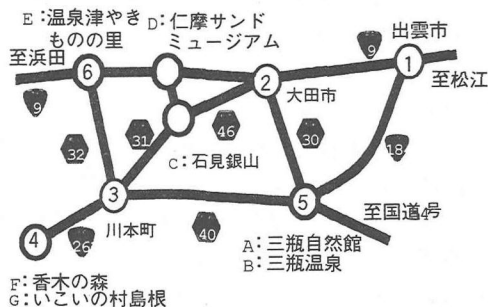


図2 道路ネットワーク図

線および国道 184 号のみ改良時の 3 ケースを対象として観光周遊行動の変化を分析する。

表 4 に示すルートを選択肢に対して、各ケースでのルート選択結果を図 3 に示す。

表 4 ルートの選択肢

ルート 1	①-②-③-④-③-②-①
ルート 2	①-②-⑥-③-④-③-②-①
ルート 3	①-②-⑤-③-④-③-②-①
ルート 4	①-⑤-③-④-③-②-①
ルート 5	①-⑤-③-④-③-⑤-①

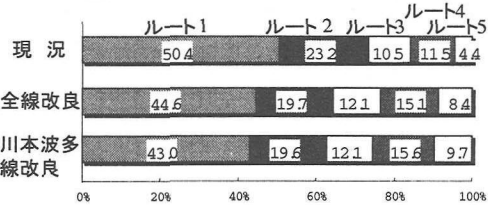


図 3 ルート選択の変化

香木の森を重要目的地とする観光では、現況では分担率が 50%を超えていた最短ルートとなるルート 1 が、全線改良時および川本波多線改良時ではそれぞれ 44.6%、43.0%となり、より多くの観光スポットを周遊できるルートに転換することがわかる。

次に、訪問するスポット数の変化に着目する。図 4 は、各ケースにおけるスポット群選択結果を訪問スポット数ごとにまとめたものである。現況に対する期待値の比を見ると、全線改良時 1.025、川本波多線改良時 1.024 となる。これは周遊条件を改善することにより、全スポットで計約 2.5%の入込み客数が誘発されることを表している。ただし、この値は発生に対する影響は考慮したものではない。実際には周遊条件が改善されることにより観光圏域としての魅力が向上して、発生段階での誘発があると考えられるため、より多くの入込み客数の増加が見込まれることとなる。

また、全線改良時と川本波多線改良時での影響の差は、ほとんどない。このことから、当圏域での観光周遊行動において当路線が持つ役割は大きく、かつ重要である。当圏域では投資効率の悪い山岳道路の整備が多いとともに、公共事業の削減が叫ばれ事業の重点化が求められている中では、当路線への重点投資が効率的であるといえる

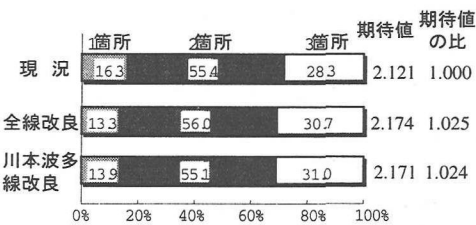


図 4 訪問スポット数の変化

5. おわりに

本研究では、経路選択と観光スポット群選択からなる観光周遊行動モデルを構築し、階層構造を持つ類似性を考慮した離散選択モデル (NPCL モデル) を適用した。島根県中部を対象とした SP データを用いた推定結果から、モデルの妥当性が確認できた。

また、本モデルを適用したシミュレーション結果から、観光地圏域内の道路整備による周遊条件を改善することにより、観光需要の誘発が期待できることが明らかになるとともに、重要路線への重点投資の有効性を示すことができた。

今後は、重要目的地や出発及び帰宅時刻を決定するスケジューリングモデルやスポットでの滞在時間モデルを組み込むことによって、本研究の分析評価を一層現実的なものにする必要がある。

参考文献

- 1) 杉恵頼寧他：主観評価値を用いた観光スポット群選択行動の分析、第 50 回 土木学会中国支部研究発表会発表概要集、1998
- 2) 杉恵頼寧他：Nested paired combinatorial logit model－観光周遊行動モデルを対象として－、土木学会第 53 回年次学術講演会講演概要集、1998
- 3) Chu,C. : A paired combinatorial logit model for travel demand analysis, Proceedings of the Fifth World Conference on Transportation Research, Vol.4, Yokohama, pp295-309, 1989
- 4) Koppelman,F.S. and C-H Wen : The paired combinatorial logit model; properties estimation and application, Technical Paper, Department of Civil Engineering, Northwestern University, Evanston, Illinois, 1996