

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^{*2}・森山昌幸^{*3}・奥村 誠^{*4}・張 峻屹^{*5}
By Yoriyasu SUGIE, Akimasa FUJIWARA, Masayuki MORIYAMA,
Makoto OKUMURA and Junyi ZHANG

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、観光は地域住民の就業機会の確保や地場産業の育成に貢献しうる基幹産業のひとつとして期待されているとともに、交流人口の増加といった観点からも重要である。このような地域活性化のための観光需要増大に対しては、観光資源そのものの魅力向上のみならず、地域へのアクセスや周遊の利便性向上が必要となる。

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いる。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、一般的な費用便益分析を用いるとその値は低いものとなり、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による所要時間の短縮が、経路変更による当該路線の交通量増加あるいは訪問スポット数の増加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、観光周遊行動を経路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。

ここで、経路及びスポット群選択は双方とも選択肢間に類似性があると考えられるため、階層構造を持つ類似性を考慮した離散選択モデル(Nested Paired Combinatorial Logit model: NPCL model)を提案し、その適用可能性についても検討を行う。

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分析するため、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「経路選択」と選択した経路から立寄り可能な「スポット群選択」からなる段階選択行動をモデル化する。

具体的には、図1に示すようなHOMEを起終点とし重要目的地をCとする日帰りの観光周遊行動を考える。観光周遊行動を重要目的地Cまでの往路{R1, R2, R3}とHOMEまでの復路{R1, R2, R3}の組み合わせとして図2に示すような段階選択として表現する。対象とする観光交通の空間スケールは、域内に点在する観光スポット{A, B, C, D, E}への日帰り可能な周遊圏域とする。

経路選択モデルでは、移動にかかる所要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ログサム変数)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1日の時間制約を考慮して最大3箇所限定する。

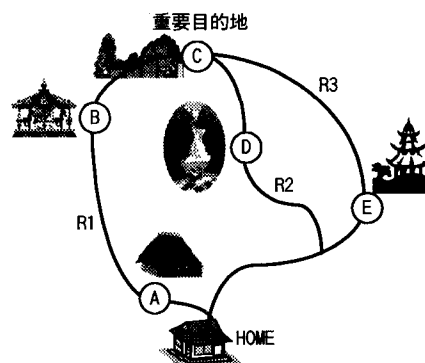


図1 スポットと経路の選択事例

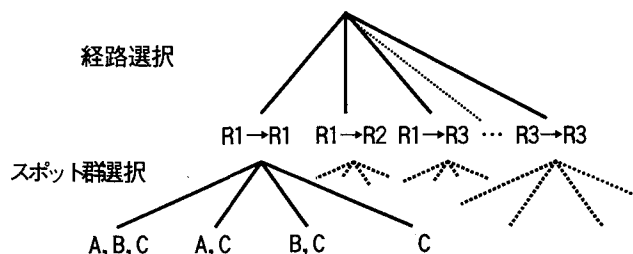


図2 周遊行動モデルのツリー (重要目的地C)

^{*1} キーワード：交通行動分析、余暇、経路選択

^{*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 0824-24-6921)

^{*3} 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)

^{*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)

(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、アンケート調査結果から得た意志決定者の5段階評価値（主観値）に滞在時間を乗じたものを用いる。滞在時間は経路と訪問スポットの決定前に決められるものと仮定し、ここではSP実験で外生的に与えた値を用いる。

各観光スポットはそれぞれ特性を有しており、意志決定者が重要視する属性は、当該観光行動の目的によって異なってくる。また、スポット群という複数スポットの組み合わせを考えると、例えば「見る」という属性を重要視する観光行動では、他の属性の評価が高くて「見る」の魅力が低いスポットは選択されず、逆に他の属性の魅力が低くても「見る」の魅力が高いスポットは選択される。

このようにスポットの組み合わせの魅力は、各属性の魅力の線形和（完全代替性）ではなく、不完全代替性を考慮する必要がある。

本研究では、この問題を考慮するために一般化平均概念¹⁾を適用する。意志決定者 n の観光スポット i の属性 z に対する魅力 $x_{in,z}$ ($z=1,2,\dots,Z$)の一般化平均 $\bar{x}_{in}$ は式(1)で表される。これは各種平均値に加え最小値及び最大値を一般化した式であり、パラメータ α の値によって様々な平均指標をとることができる。

$$\bar{x}_{in} = \left\{ \frac{x_{in,1}^\alpha + x_{in,2}^\alpha + \dots + x_{in,Z}^\alpha}{Z} \right\}^{\frac{1}{\alpha}} \quad (1)$$

また、各々の変数の重要度に変化を持たせたい場合には、式(2)のような加重一般平均式を用いて各々の変数の重要度に差異を表現することができる。本研究ではこの加重一般平均式を用いる。

$$\bar{x}_{in} = \left\{ w_1 x_{in,1}^\alpha + w_2 x_{in,2}^\alpha + \dots + w_Z x_{in,Z}^\alpha \right\}^{\frac{1}{\alpha}} \quad (2)$$

$$\text{st. } \sum_{i=1}^Z w_i = 1$$

3. 階層構造を持つ類似性を考慮した離散選択モデル

(1) IIA 特性緩和に関するレビュー

本研究で構築する観光周遊行動モデルにおいては、経路の選択肢では重複する道路区間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、共に選択肢間に類似性があることを否定できない。

しかしながら、離散選択のモデル化で広く適用されるMNL(Multinomial Logit)モデルでは、IIA(Independence from Irrelevant Alternatives)特性を有しているため、有名な「青バス-赤バス問題」のように、選択肢の特性

に類似性が高い選択肢の選択確率を過大に評価し、それ以外の選択肢については逆に過小に評価する傾向が生じる。

IIA 特性を緩和するためのアプローチとして広く適用されているモデルとしては、NL(Nested Logit)モデルとMNP (Multinomial Probit) モデルが挙げられる。NL モデルは、効用関数の誤差項がすべての選択肢を通じて均一分散であるが一部の選択肢間で非独立であると仮定する。すなわち、異なるネスト内にある選択肢の誤差相関（非観測要因の類似性）の強さをログサム変数のパラメータで計測することができる。同じネスト内の選択肢の誤差相関は0である。

一方、MNP モデルは効用関数の誤差分散がすべて不均一で非独立であると仮定している。この仮定は最も忠実に現実を反映したものと考えられるが、誤差分散と誤差相関のパラメータ推定に要する労力は少なくない。最近になって構造化プロビットモデル²⁾などこの欠点を克服しようとする試みがなされている。

この他にも IIA 特性の緩和を目指した GEV (Generalized Extreme Value) モデルから導出した PCL (Paired Combinatorial Logit) モデル^{3),4)}や CNL (Cross Nested Logit) モデル等多くのモデルが提案されているが⁵⁾、未だ実用化には至っていない。

本研究では、NL モデルのような階層構造を持つ段階選択問題において、選択肢間の類似性を考慮できる NPCL (Nested PCL) モデルを GEV モデルから導出する。NPCL モデルは NL モデルと同様に誤差分散の均一性と非独立性を仮定するが、同一ネスト内の選択肢間についても誤差相関を認める点で、NL モデルより一般性のあるモデルである。もちろんロジットモデルの一種であるため、ログサムのようなロジットモデルが持つ便利な特徴を失わないし、モデル推定のために特別に必要なデータもない。さらに推定がMNP モデルに比べてきわめて容易である。

PCL の適用場面としては本研究で示す事例の他にも、例えば部分的に重複区間のある経路の選択問題や、本来連続量である時刻の離散選択問題⁶⁾などが考えられる。

(2) GEV モデルによる NPCL モデルの導出

$u_1, u_2, u_3, \dots, u_m \geq 0$ の変数に対して関数 $G(u_1, u_2, \dots, u_m)$ が
①非負、②1次同次の関数、③ $u_i \rightarrow \infty$ のときの G の極限は $+\infty$ 、④ u_i の任意の s 個の組合せについて s が奇数の場合非負となり、 s が偶数の場合非正となる s 階の偏導関数を持つ、という4つの条件を満たすとき、意志決定者 n が m 個の選択肢の中から選択肢 i を選択する確率は下式となる⁷⁾。

$$P_{in} = \frac{\exp(v_{in}) G_i[\exp(v_{1n}), \exp(v_{2n}), \dots, \exp(v_{mn})]}{G[\exp(v_{1n}), \exp(v_{2n}), \dots, \exp(v_{mn})]} \quad (3)$$

ここで、 v は効用の確定項。 G_i は v_i に関する G の1階の導関数である。

仮に関数 G の式形が

$$G = \sum_{i=1}^{m-1} \sum_{j=i+1}^m (1-\sigma_{ij}) \left\{ \exp\left(\frac{v_{in}}{1-\sigma_{ij}}\right) + \exp\left(\frac{v_{jn}}{1-\sigma_{ij}}\right) \right\}^{1-\sigma_{ij}} \quad (4)$$

のとき、この式(4)を式(3)に代入すると以下のモデルが誘導される。

$$P_{in} = \frac{\sum_{j \neq i} (1-\sigma_{ij}) \left\{ \exp\left(\frac{v_{in}}{1-\sigma_{ij}}\right) + \exp\left(\frac{v_{jn}}{1-\sigma_{ij}}\right) \right\}^{-\sigma_{ij}} \exp\left(\frac{v_{in}}{1-\sigma_{ij}}\right)}{\sum_{k=1}^{m-1} \sum_{l=k+1}^m (1-\sigma_{kl}) \left\{ \exp\left(\frac{v_{kn}}{1-\sigma_{kl}}\right) + \exp\left(\frac{v_{ln}}{1-\sigma_{kl}}\right) \right\}^{1-\sigma_{kl}}} \quad (5)$$

式(5)は Chu³⁾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る。この類似性パラメータ σ_{ij} が $0 \leq \sigma_{ij} < 1$ ならば、PCL モデルは効用最大化の枠組みの中にある。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 モデルに帰着する。

同様に、いま、 R 個と C_r 個の選択肢を有する集合から 2 段階の階層構造をもつ選択問題を考えると、 G は以下のように表される。なお、簡単のため意志決定者を表す記述子 n は省略する。

$$G = \sum_{k=1}^{R-1} \sum_{l=k+1}^R (1-\sigma_{kl}) \left\{ \gamma_k \sum_{i=1}^{C_k-1} \sum_{j=i+1}^{C_k} (1-\sigma_{ij}) \left(\exp\left(\frac{v_i}{(1-\sigma_{ij})\lambda_k}\right) + \exp\left(\frac{v_j}{(1-\sigma_{ij})\lambda_k}\right) \right)^{(1-\sigma_{ij})} \right\}^{\frac{\lambda_k}{1-\sigma_{kl}}} + \gamma_l \left\{ \sum_{g=1}^{C_l-1} \sum_{h=g+1}^{C_l} (1-\sigma_{gh}) \cdot \left(\exp\left(\frac{v_g}{(1-\sigma_{gh})\lambda_l}\right) + \exp\left(\frac{v_h}{(1-\sigma_{gh})\lambda_l}\right) \right)^{(1-\sigma_{gh})} \right\}^{\frac{\lambda_l}{1-\sigma_{kl}}} \quad (6)$$

ただし、 $0 < \lambda \leq 1$, $0 \leq \sigma_{ij} \leq 1$

ここで、 σ_{ij} は同一階層内の選択肢 i と j の間の類似性の程度を表す未知パラメータ、 λ はログサム変数のパラメータであり、選択肢の階層間の類似性の程度を表す。 γ はスケールパラメータであり通常 $\gamma = 1$ と仮定する。

式(6)を式(5)に代入して、選択肢 i の選択確率 P_i を条件付き確率 $P_{i|r}$ と周辺確率 P_r の積として表わすと式(7)のように示される。

$$P_i = P_{i|r} \cdot P_r \quad (7)$$

$$P_{i|r} = \frac{\sum_{j \neq i} (1-\sigma_{ij})(Q_{i,j} + Q_{j,i})^{-\sigma_{ij}} Q_{i,j}}{\sum_{q=1}^{C_r-1} \sum_{t=q+1}^{C_r} (1-\sigma_{qt})(Q_{q,t} + Q_{t,q})^{1-\sigma_{qt}}} \quad (8)$$

ただし

$$Q_{i,j} = \exp\left\{\frac{\mathbf{a} \mathbf{X}_{ir}}{1-\sigma_{ij}}\right\} \quad (9)$$

$$P_r = \frac{\sum_{k \neq l} (1-\sigma_{kl})(D_{k,kl} + D_{l,kl})^{-\sigma_{kl}} R_{k,kl}}{\sum_{g=1}^{R-1} \sum_{h=g+1}^R (1-\sigma_{gh})(D_{g,gh} + D_{h,gh})^{1-\sigma_{gh}}} \quad (10)$$

ただし

$$D_{k,kl} = \exp\left\{\frac{(\mathbf{b} \mathbf{Y}_k + \lambda_k L_k)}{1-\sigma_{kl}}\right\} \quad (11)$$

$$L_k = \ln \sum_{i=1}^{C_k-1} \sum_{j=i+1}^{C_k} (1-\sigma_{ij}) \left[\exp\left(\frac{\mathbf{a} \mathbf{X}_{ik}}{1-\sigma_{ij}}\right) + \exp\left(\frac{\mathbf{a} \mathbf{X}_{jk}}{1-\sigma_{ij}}\right) \right]^{1-\sigma_{ij}} \quad (12)$$

ここで、 $\mathbf{X}$ と $\mathbf{Y}$ は説明変数ベクトル、 $\mathbf{a}$ と $\mathbf{b}$ はそのパラメータベクトル、 L_k はログサム変数。

明らかに式(8)および(10)は式(5)と同じ PCL モデルの式形である。つまり NPCL モデルは、NL モデルの各階層を PCL モデルに置換したものであり、NL モデルの一般式であることがわかる。

4. 観光周遊行動モデルの推定

(1) データの概要

本研究では、島根県中央部の観光圏域(図 3)を対象として、比較的小規模の調査で複雑な特性を有する観光交通のモデル化に必要なデータを抽出するため、観光周遊行動に関する選好意識(Stated Preference, 以下 SP)調査を発地ベースで実施した。SP データは仮想的に設定された状況のもとで意志決定者が表明した選好のデータであり、調査段階で回答者に提示する交通サービス水準を計画者側が自由に設定できるため、存在しない交通システムや交通施策の評価に適している。本研究で用いる交通サービス属性は、経路の所要時間のみとして、現況、全線改良時、中間時の 3 水準を設定した。

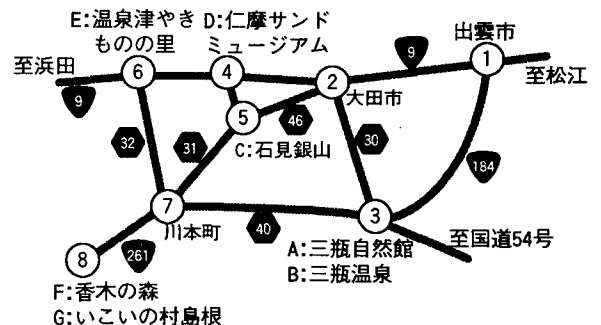


図 3 道路ネットワーク図

表1 調査結果概要

対象地区	島根県松江市・出雲市を中心とする市町村
調査対象世帯	自由に使用できる自動車を所有し、 対象地区への日帰り観光が可能な世帯
調査方法	企業・団体へ訪問留置き
配布数	800
回収数	726 (回収率 90.8%)
有効回答数	680 (有効回答率 85.0%)

表2 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3 経路の選択肢

経路1	①-②-⑤-⑦-⑧-⑦-⑤-②-①
経路2	①-②-④-⑥-⑦-⑧-⑦-⑤-②-①
経路3	①-②-③-⑦-⑧-⑦-⑤-②-①
経路4	①-③-⑦-⑧-⑦-⑤-②-①
経路5	①-③-⑦-⑧-⑦-③-①

表1に調査結果の概要を示す。配布数800部に対して有効回答率85.0%と非常に高い値を示した。これは企業や団体を通じて配布回収したことによる。

表2および3に図3に示したネットワーク上で想定する観光スポットと経路の選択肢を示す。

(2) 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2に示した7箇所のスポットの組み合わせとする。日帰りで訪問可能なスポット数の上限を3箇所、内1箇所は最重要目的地として必ず訪問するものと仮定した場合、組み合わせの数は41通り $(= {}_6C_3 + {}_6C_2 + {}_6C_1)$ だけ考えられる。これらすべてを選択肢とすることは現実的でないので、SP実験では田村ら⁸⁾が指摘しているCapacity制約を考慮して、1人当り最大12通りの選択肢を提示した。

SPデータを用いて重要目的地を香木の森とした場合の観光スポット群選択モデルを推定した結果を表4に示す。また、比較のために類似性を考慮しないMNLモデルの推定結果についても併せて示す。

尤度比では、PCLモデルとMNLモデルがほぼ同じ値となり、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、共に地理的に離れているため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。このような類似性が存在する可能性がある場合には、PCLモデルを適用することが適

表4 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 w_1	0.257 **	0.253 **
×滞在時間		
保養 w_2	0.318 **	0.312 **
体験 w_3	0.293 **	0.297 **
運動 w_4	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		
パラメータ σ_{F-FG}	0.000	0.000
⋮		
σ_{AF-BF}	0.000	0.567
σ_{AF-BFG}	0.000	0.106
σ_{AFG-BF}	0.000	0.000
$\sigma_{AFG-BFG}$	0.000	0.006
σ_{BF-BFG}	0.000	0.000
初期尤度	-2227.5	-2227.5
最終尤度	-912.1	-911.6
自由度調整済み尤度比	0.590	0.589
AIC	935.1	952.6
サンプル数	680	680

A~G: スポット, ** 1%有意

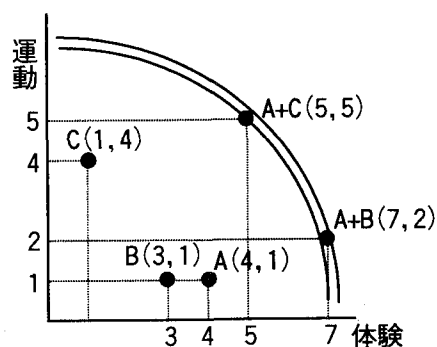


図4 「体験」と「運動」の不完全代替性

切である。

スポット訪問経験では、石見銀山のパラメータのみが有意となり、符号も正である。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持っており、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。

一般化平均パラメータ α に着目すると、1よりも大きな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の関係があり、意志決定者は比較的评价の大きい属性を重視して選択を行うことがわかる。スポットの属性評価のパラメータ(すなわち式(2)の重みパラメータ w_i) は、「運動」を除き全て有意となっており、「保養」と「体験」といった属性が重要視され、「運動」の魅力は相対的に低いことがわかる。

ここで、スポット群の魅力の属性間の不完全代替性について、「体験」と「運動」の2属性を例にあげて説明を行う。図4は一般化平均パラメータが $+1 < \alpha < +\infty$ の場合における等効用線である。「体験」の魅力が高いスポットAに対して、同様に「体験」が高いスポットBと「運動」が高いスポットCとの組み合わせを比較すると、 $\alpha=1$ の場合すなわち2つの属性の線形和(完全代替性)の場合では $A+B=9$, $A+C=10$ となり $A+C$ が選択される。しかしながら α の値が $+1 < \alpha < +\infty$ となり不完全代替性を示す場合には、図から読み取れるように $A+B$ の効用が $A+C$ よりも高くなり、このような場合では $A+B$ が選択される。このように、香木の森を重要目的地とする周遊行動では「保養」「体験」といった属性の評価が高いスポットを比較的重視してスポット群の選択がなされることとなる。

(3) スポット群と経路の階層選択モデルの推定

スポット群選択を下位レベル、経路選択を上位レベルとしたNPCLモデルの推定結果を表5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。

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。

スポット群モデルと同様、類似性パラメータは有意とならなかったが、経路間の類似性パラメータが比較的大きな値を示した経路1と経路2は、共に観光周遊行動を行いにくい位置にある三瓶山地区を含まないという共通点を有しており、類似性の存在は否定できない。このように選択肢間に類似性が存在する可能性がある場合には、NPCLモデルを適用することが妥当であろう。

次に、表5に示した類似性を考慮したNPCLモデルと類似性を考慮しないNPCLモデル(すべての類似性パラメータ $\sigma=0$) から求められる交差弾力性を比較する(表6)。各経路の選択確率における経路1の所要時間の交差弾力性を見ると、類似性の高い選択肢ほど表5に示したNPCLモデルの交差弾力性値は高くなることが確認できる。

5. 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号を有するのみであり、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。

表5 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	Const. R2	-3.047 **	-2.848 **
	Const. R3	-3.543 **	-3.542 **
	⋮	-3.973 **	-3.833 **
類似性	σ_{12}	0.000	0.520
パラメータ	σ_{13}	0.000	0.007
	⋮		
	σ_{25}	0.000	0.353
	σ_{34}	0.000	0.464
	σ_{35}	0.000	0.032
	σ_{45}	0.000	0.069
初期尤度		-1094.4	-1094.4
最終尤度		-908.5	-908.3
自由度調整済み尤度比		0.167	0.164
AIC		919.5	929.3
サンプル数		680	680

1~5: 経路, ** 1%有意, * 5%有意

表6 交差弾力性(経路1の所要時間)

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

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連結する経路である(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、出雲市と三瓶山を連結する国道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について分析する。

表3に示した経路の選択肢に対して、各ケースでのサービス水準をNPCLモデルに代入しサンプル数え上げ法により経路選択率を求める。図5に結果を示す。

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%を超えていた最短経路となる経路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%および

43.0%となり、約 5～7%程度の行動者がより多くの観光スポットを訪問することができる周遊経路に転換することが予測される。

次に、訪問スポット数の変化に着目する。図6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。これは道路改良により周遊条件を改善することによって、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、この値は総発生需要の増加ではなく、個々の行動者の訪問スポット数の増加を示したものである。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考えられる。

6. 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をモデリングするために、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) を構築した。島根県中央部を対象とした観光周遊行動の事例研究の中でSPデータを用いてNPCLモデルを推定した結果、経路選択とスポット群選択ともに選択肢間の類似性の存在を否定できないことが明らかになった。このことは従来の NL モデルで観光周遊行動の需要分析を行った場合には誤った分析結論を導く可能性があることを意味している。

本研究のもう一つの特徴として、観光スポットの属性の魅力の計測法として一般化平均概念を導入した。本分析では、一般化平均パラメータの推定値は1より大きな値を示した。観光スポットの魅力属性が複数存在する場合には、属性の魅力の間に常に完全代替性が成立するとは限らないことから、従来のような線形式ではなく本研究で用いたような加重一般平均式を適用することが妥当であると考えられる。

最後に、本研究で提案した NPCL モデルを用い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、重要目的地の決定モデル、出発及び帰宅時刻や訪問スポットでの滞在時間を決定するための時間配分

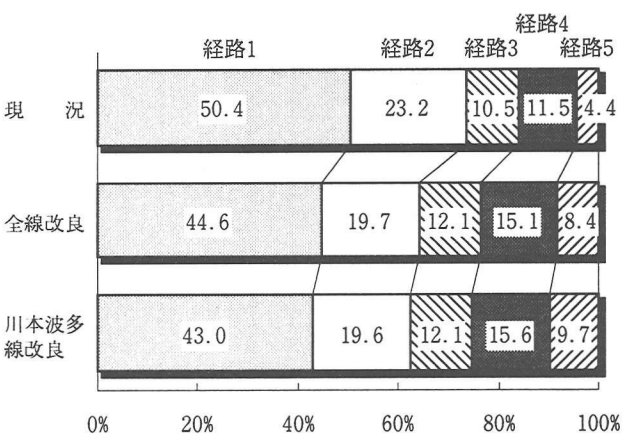


図5 経路選択の変化

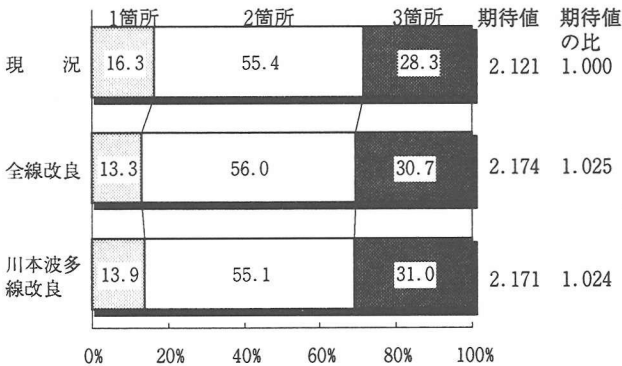


図6 訪問スポット数の変化

モデル、観光地の魅力向上に伴う新規観光需要の予測モデルなど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。

本研究で使用した SP データを収集するにあたり、島根県土木部道路建設課の桜井久生氏、堀江広人氏、市川淳氏には多大な御協力を頂いた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 森地茂, 目黒浩一郎, 小川圭一: 一般化平均概念を用いた交通情報提供の影響分析手法に関する研究, 土木学会論文集, No.555, IV-34, pp15-26, 1997.
- 2) 屋井鉄雄, 中川隆広, 石塚順一: シミュレーション法による構造化プロビットモデルの推定特性, 土木学会論文集, N0.640, IV-41, pp11-21, 1998.
- 3) Chu, C.: A paired combinatorial logit model for travel demand analysis, Proceedings of the Fifth World Conference on Transport Research, Vol.4, Yokohama, pp295-309, 1989.
- 4) Koppelman, F.S. and C.H.Wen: The paired combina-

- torial logit model; properties estimation and application, Technical Paper, Department of Civil Engineering, Northwestern University, Evanston, Illinois, 1996.
- 5) Baht, C.: Recent Methodological advances relevant to activity and travel behavior analysis, Resource papers, IATBR, 1997.
- 6) 神田佑亮, 藤原章正, 杉恵頼寧: 選択肢間の類似性を考慮した離散選択モデル, 土木学会中国支部研究発表会概要集, pp505-506, 1999.
- 7) 佐野紳也: 質的選択分析—理論と応用, (財)三菱経済研究所, pp80-111, 1990.
- 8) 田村亨, 千葉博正, 大炭一雄: 滞在時間に着目した観光周遊行動の分析, 土木計画学研究・講演集, No. 11, pp471-478, 1988.

道路整備が観光周遊行動に及ぼす影響の分析

杉恵頼寧・藤原章正・森山昌幸・奥村誠・張峻屹

本研究は観光地域の道路整備に伴う観光周遊行動の変化について分析するための新しい手法を提案する。従来の離散選択モデルを基礎として、経路選択モデルとスポット群選択モデルからなる階層構造モデルを開発する。具体的には通常の Nested Logit モデルの各段階の IID 誤差構造を緩和した Nested PCL (Paired Combinatorial Logit) モデルを導出する。島根県中央地域における経路と訪問スポット群の選択文脈で得た SP データを用いて Nested PCL モデルを推定し、シミュレーション分析を行った結果、道路整備により観光需要が若干増大することが確かめられた。

Influence of Road Improvement on Touring Behavior

By Yoriyasu SUGIE, Akimasa FUJIWARA, Masayuki MORIYAMA,
Makoto OKUMURA and Junyi ZHANG

This paper proposes a new approach analyzing changes in touring behavior by road improvement in the touring area. A hierarchical structural model consisting of route choice and multi-spot choice models is developed based on conventional discrete choice models. A nested PCL (Paired Combinatorial Logit) model is derived in order to relax IID error structure in each stage of the ordinal nested logit model. The Nested PCL models are estimated using SP data obtained in the context of route and multi-spot choices in Shimane Central area. It is confirmed that road improvement increases the travel demand in tourism by a series of simulation studies.
