

観光周遊行動の分析を目的とした目的地・出発時刻同時選択モデルの構築*

Developing a model of time allocation and area selection in tourists' excursion activity.

西野 至^{**}, 藤井 聡^{***}, 北村隆一^{****}

Itaru Nishino^{**}, Satoshi Fujii^{***}, Ryuichi Kitamura^{****}

1. はじめに

(1) 本研究の背景

観光地域における交通行動の分析は、観光地への入り込み需要の推計、地域内 OD 表の作成といった視点から始まり、交通混雑の原因となる交通量の時空間特性など、交通現象の解明へと発展してきた¹⁾。さらに近年では、観光交通に対する交通需要調整施策の効果を予測、検討する必要性の高まりもあって、個人の意思決定構造をよりの確に表現した行動モデル、それも、観光交通において特徴的にみられる周遊行動を対象としたモデルの構築が重要な課題となっている。この認識のもと、目的地の段階的選択行動を再現した Nested Logit モデル²⁾や目的地間の遷移確率を考えたマルコフモデル³⁾が提案されている。また目的地と滞在時間の双方を再現するモデルとして、時間制約下の効用最大化仮説に基づくモデル⁴⁾や、目的地選択と独立な滞在時間分布を仮定したモデル⁵⁾、さらにスケジューリング段階での目的地の組み合わせの決定を仮定した2段階モデル⁶⁾、などが提案されている。

(2) 本研究の目的

そもそも、観光周遊行動に関わる個人の意思決定、すなわち目的地、活動内容、滞在時間、移動手段・経路等の選択は、ある程度は事前に計画されるが、多くは実行段階で決定される、という場合が多いのではないかと推測される。なぜなら、観光行動の多くが非日常的行動であり、選択肢に関する情報を事前に十分得ている可能性が小さいであろうし、行動の自由度が高く事前の計画を実行段階で変更する余地が大きいであろうと考えられるからである。このことは、観光客が周遊行動全体を対象とした最適化行動を行っているとは考え難いことを意味している。しかし、個人が全く「でたらめ」に行動するとも考え難く、実行段階で行われる種々の選択を、それぞれの時点における、何らかの最適化行動であると解釈することは可能であろう。ただし、その際にも、それら一連の選択が互いに全く

独立に行われるとは考え難いため、互いに関連しあっているものとして考える必要があるであろう。

この様に考えると、個人の意思決定構造に着目した行動モデルとしては、周遊行動全体の最適化を仮定したモデルも、種々の選択を個別に扱うモデルも、いずれも適切なモデルとは言い難いように思われる。もちろん、個人の具体的な意思決定のプロセス、すなわちいつどこで何を決めたか、を完全に記述することは不可能である。しかし個人が何らかの意思決定(部分的最適化)を行いながら行動しているのだとすれば、そのプロセスに関する仮説(行動仮説)をおいたうえで実際の行動データに基づく推定をおこなって得られる行動モデルは、必ずしも全ての個人にあてはまるものではないにしても、個人の実際の意思決定構造に関する一つの仮説を提示するモデルとなることが期待できる。これは前述の両モデル、すなわち完全な最適化を考えたモデルと個々の選択の完全な独立性を仮定したモデルの、いわば「中間的」モデルに相当する。そしてこのようなモデルによる仮説の提示を積み重ねていくことによって、個人の意思決定構造の解明、さらにはそれをより適切に考慮した需要解析に基づく政策評価が可能となるものと期待されるのである。

当然ながら、観光周遊行動を行う個人の意思決定のプロセスについてはいくつもの仮説を考えることができようが、本研究では、本稿 3. で述べるように、目的地と出発時刻を同時に、逐次的に選択するという行動仮説の下でモデルを定式化し、そのモデルを京都市で得られた周遊行動データに適合させることとした。

2. データの概要

(1) 調査の概要

本研究では、1996年11月3日に実施された京都市休日交通体系調査のうち、観光地調査のデータを用いる。この調査は市内の主な観光地、鉄道駅、市バス・地下鉄一日乗車券売場、高速道路I.C.および宿泊施設(計103箇所)での調査票手渡し配布/郵送回収という方法で行われた。配布数は26,688件、有効回答数は5,692件(21%)であった。調査項目は、当日の周遊行動(trip diary)、そ

* キーワード: 交通行動分析, 観光・余暇, 周遊行動モデル

** 学生員, 京都大学大学院工学研究科土木システム工学専攻

*** 正員, 工博, 京都大学大学院工学研究科土木システム工学専攻

**** 正員, Ph.D, 京都大学大学院工学研究科土木システム工学専攻
(〒606 京都市左京区吉田本町, Tel 075-753-5136, Fax 075-753-5916)

の際の意識, および個人属性等である。本研究では主に周遊行動(trip diary)データを用いた分析を行う。

(2) 周遊行動の観測方法

この調査では, 鉄道駅や高速道路の IC, 宿泊施設等を観光開始/終了地点(以下, 入口/出口)の選択肢として, 徒歩範囲を想定した上で複数の観光スポットを含む形で設定した地域(以下, 観光エリア)を目的地の選択肢として, それぞれ被験者に提示した。そして, 観光周遊行動の空間的側面を入口から出口に至る観光エリアのリストという形で, 時間的側面を各観光エリアの出発/到着時刻のリストという形で観測した。

(3) エリア属性等の設定方法

モデル構築に必要なデータとして, まず入口, 出口および各観光エリアの位置データを地図上で読み取り, 地点間の直線距離を算出した。また行動データをもとに地点間の平均速度を推定し, これで距離を除いた値を地点間の所要時間とした。エリア内の観光スポットに関する情報量や評価値などのエリア属性は, 市販の複数のガイドブックの記述をもとに設定した。

3. 観光周遊行動モデルの概要

(1) 行動仮説

既に 1. (2) で述べた考え方に従い, 本研究では, 各観光エリアで実際に行われている可能性が高いと考えられる出発時刻の決定に着目し, かつその決定が目的地の決定と独立に行われることはないであろうとの見込みのもと「個人は各観光エリアにおいて, 次の目的地の選択と出発時刻の決定を同時に行っている」と仮定することとした。さらに, モデル構築のための前提条件として, 入口, 出口の場所および観光開始時刻, 観光終了時刻はあらかじめ決定されているものと想定した。

(2) 問題の定式化

本モデルでは, 前節に述べた目的地・出発時刻同時決定問題を, 式(1)のように定式化する。なお, 式(2)は出発時刻選択に関する時間資源制約を, 式(3)は目的地選択に関するプリズム制約および当日既に訪れた観光エリアには再度訪問しないという制約を, それぞれ表わす。

$$\text{Maximize } U_i(j, t_i, t_j) = UC_i(t_i) + UD_i(j) + UE_i(j, t_j) + e_j \quad (1)$$

$$\text{S.T. } t_i + t_j = T_{OUT} - T_i - \hat{t}_{i-j} \quad (2)$$

$$j \in \{j \mid j \notin S_{past} \wedge \hat{t}_{i-j} + \hat{t}_{j-OUT} < T_{OUT} - T_i\} \quad (3)$$

ここに,

i : 現在地(入り口または現在エリア。入り口の場合は

特に IN と表記)

j : 目的地(次エリアまたは出口。出口の場合は, 特に OUT と表記)

t_i : 現在地での活動時間

t_j : 目的地に到着してから観光終了時刻までの時間

T_i : 現在地への到着時刻

T_{OUT} : 出口への到着時刻(観光終了時刻)

$\hat{t}_{i-j}$: 現在地 i から目的地 j までの所要時間

S_{past} : 当日すでに訪問したことがある観光エリア集合

e_j : 誤差項

$U_i(j, t_i, t_j)$: 個人が現在地 i において, 目的地 j , 活動時間 t_i , t_j を選択した場合に得られると期待する効用

$UC_i(t_i)$: 個人が現在地 i において, 活動時間 t_i の活動を実行した場合に得られると期待する効用(以下, 現在地効用)

$UD_i(j)$: 個人が現在地 i において, 目的地 j までの移動に伴うであろうと期待する不効用(以下, 移動の不効用)

$UE_i(j, t_j)$: 個人が現在地 i において, 目的地 j およびその後の移動や活動に時間 t_j を使った場合に得られると期待する効用(以下, 目的地効用)

さらに, 現在地効用, 目的地効用, および移動の不効用は, 各エリアの属性やその周辺地域の属性, 個人やトリップの特性, そして, 出発時刻に依存する時間配分パターンに依存するものと考え, 以下のように定式化する。

$$UC_i(t_i) = \begin{cases} 0 & , \text{if } i = IN \\ a \cdot \exp(\mathbf{B}_C \cdot \mathbf{x}_i + \varepsilon_i) \cdot \ln(t_i) + \Gamma_C \cdot \mathbf{x}_i & , \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

$$UD_i(j) = \mathbf{d} \cdot \mathbf{z}_{i-j} \quad (5)$$

$$UE_i(j, t_j) = \begin{cases} 0 & , \text{if } j = OUT \\ a \cdot \exp(\mathbf{B}_E \cdot \mathbf{x}_j + \mathbf{B}'_E \cdot \mathbf{x}'_j + \mathbf{b} \cdot \mathbf{y} + \varepsilon_j) \cdot \ln(t_j) \\ + \Gamma_E \cdot \mathbf{x}_j + \Gamma'_E \cdot \mathbf{x}'_j + \mathbf{c} \cdot \mathbf{y} & , \text{otherwise} \end{cases} \quad (6)$$

ここに,

$\mathbf{x}_i$: 現在地 i のエリア属性

$\mathbf{x}_j$: 目的地 j のエリア属性

$\mathbf{x}'_j$: 目的地 j の周辺地域の属性

$\mathbf{y}$: 個人属性, トリップ属性

$\mathbf{z}_{i-j}$: 現在地 i から目的地 j までの移動抵抗

$\varepsilon_i, \varepsilon_j$: 誤差項

$a, \mathbf{B}_C, \mathbf{B}_E, \mathbf{B}'_E, \mathbf{b}, \Gamma_C, \Gamma_E, \Gamma'_E, \mathbf{c}, \mathbf{d}$

: 未知パラメータおよび未知パラメータベクトル

なお本モデルでは, 目的地のアクセシビリティ指標として,

目的地周辺エリアのエリア属性を各エリアまでの所要時間に応じて加算した値を説明変数に加えた。すなわち、

$$x'_j = \sum_{k \in S} \frac{x_k}{\hat{t}_{j-k}^\alpha} \quad (7)$$

ここに、

- x_k : 周辺エリア k のエリア属性
- $\hat{t}_{j-k}$: 目的地 j から周辺エリア k までの所要時間
- α : 定数 (2.88)⁷⁾
- S : 周辺エリアとして考慮する観光エリアの集合

ここで、本モデルにおけるリズム制約と当日すでに訪れた観光エリアには再度訪問しないという制約を考慮して、集合 S を式 (8) のように設定した。

$$S = \{k | k \in S_{past} \wedge \hat{t}_{i-j} + \hat{t}_{j-k} + \hat{t}_{k-OUT} < T_{OUT} - T_i\} \quad (8)$$

(3) パラメータの推定

本研究では各個人が入口および各観光エリアにおいて、前節で定式化した効用最大化行動を実行していると仮定して、2. (1) の周遊行動データをもとに未知パラメータの推定を行う。その際、その仮定の下で導かれる、

[条件1] 観測された行動の効用は、選択可能な代替的な選択肢の効用よりも大きい、

[条件2] 観測された時間配分パターンにおいては、活動時間 t_i , t_j の限界効用が等しい⁸⁾、

という、2 つの必要条件を用いて、藤井ら⁹⁾と同様に、以下のような段階推定を行うこととした。

1) 活動時間の限界効用に関するパラメータの推定

活動時間の限界効用に関するパラメータ B_C , B_E , B'_E , b を推定するにあたっては、上記 [条件2] に基づいて以下のように条件式 (9c) を誘導する。そして、誤差項 ε_i , ε_j をそれぞれ独立、かつ、誤差分散が等しいと仮定して、重回帰モデルを適用して推定する。

$$\frac{\partial U C_i(t_i)}{\partial t_i} = \frac{\partial U E_i(j, t_j)}{\partial t_j}, \text{ if } i \neq IN \wedge j \neq OUT \quad (9a)$$

$$\Leftrightarrow \frac{\exp(B_C \cdot x_i + \varepsilon_i)}{t_i} = \frac{\exp(B_E \cdot x_j + B'_E \cdot x'_j + b \cdot y + \varepsilon_j)}{t_j} \quad (9b)$$

$$\Leftrightarrow \ln\left(\frac{t_j}{t_i}\right) = B_E \cdot x_j + B'_E \cdot x'_j - B_C \cdot x_i + b \cdot y + (\varepsilon_j - \varepsilon_i) \quad (9c)$$

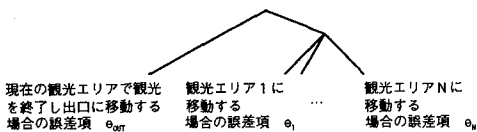


図1 推定計算にあたって仮定した誤差構造

2) 活動時間の限界効用に関係しないパラメータの推定

パラメータ a , Γ_C , Γ_E , Γ'_E , c , d については、1) での推定値を与件として与えた上で、[条件1] から誘導される尤度関数を最大化することで推定する。その際、Nested Logit モデルの考え方を適用して、誤差項 ε_j をガンベル分布と仮定するとともに、その誤差構造を図1の様に仮定する。

4. 結果と考察

本研究では、市内での周遊行動における利用交通手段によって意思決定構造が異なるであろうとの見込みのもと、自動車利用者(自動車と徒歩のみを利用した個人)と公共機関利用者(鉄道、バス、タクシーと徒歩のみを利用した個人)の2つのセグメントを対象として推定計算を行った。推定時に考慮した個人属性、エリア属性、およびトリップ属性は表1に示すとおりである。

活動時間データに基づく B_C , B_E , B'_E , b の推定結果を表2に示す。変数選択はセグメント別に、stepwise 法を用いて行った。活動時間比の対数を被説明変数とするこの重回帰の自由度修正決定係数は0.216, 0.217(前者が自動車利用者、後者が公共機関利用者、以下同様)と十分な適合度が得られたと言え難いものの、パラメータ推定値と式(2), (9)から算定される t_i , t_j の予測値と実測値との相関係数は、 t_i について0.361, 0.468, t_j について0.889, 0.911と、ある程度良好な水準であった。

パラメータ推定値を個別に見ると⁹⁾、自動車利用者、公共機関利用者とも、残り時間の係数が正でありかつ現在地から目的地までの所要時間の係数が負であることから、利用可能な時間が十分にある場合には、目的地以降での観光行動のために目的地以降の行動に多くの時間が配分されている、ということが推察される。

一方、活動箇所数、移動距離については、公共機関利用者では有意な変数として選択されたが、自動車利用者については選択されなかった。また、自動車利用者では目的エリアの属性が有意であったのに対し、公共機関利用者ではむしろ周辺エリアの属性が有意な変数として選択された。これらのことは、公共機関利用者が、より当日の経験に依存し、かつ目的地での活動のみでなくその後の活動も考慮した目的地選択・時間配分を行っている可能性を示唆している。

なお、残りの係数の推定結果については当日発表することとする。

5. まとめ

本研究では観光周遊行動を行う個人に対し、目的地と

表1 推定時に考慮した変数一覧

種別	変数	説明
個人属性	年齢	回答者の年齢(10代から60代以上までの6段階)
	性別	回答者の性別(男性, 女性)
	同伴者	同伴者なし, 家族連れ, その他の別
	旅行日程	日帰り, 泊りがけの別
	観光目的	当日の行動の主な目的(観光以外の目的を含むか, 等)
トリップ属性	来訪頻度	過去5年間の観光目的での来訪回数
	活動箇所数	現在地に到着するまでに訪れた観光エリアの数
	移動距離	現在地に到着するまでの移動距離(目的地間の直線距離の和)
	移動時間	現在地に到着するまでの移動時間
	移動速度	現在地に到着するまでの移動速度(移動距離÷移動時間)
エリア属性	残り時間	現在地に到着した時刻から観光終了時刻までの時間
	観光スポット数	エリア内の観光スポットの数
	平均情報量	エリア内の観光スポットに関する記述量の平均
	平均評価値	エリア内の観光スポットに対する評価値の平均
	最大評価値	エリア内の観光スポットに対する評価値の最大値
現在地から目的地までの所要時間		(目的地のアクセシビリティ指標)
目的地から出口までの所要時間		(目的地のアクセシビリティ指標)

1) 2冊のガイドブックの評価(星の数およびアルファベット, 各4段階)を加算し, 0から6までの7段階の評価値を設定した。

表2 活動時間の限界効用に関するパラメータの重回帰モデルによる推定結果

定数項	個人属性	自動車利用者 (N=339)			公共機関利用者 (N=1595)		
		係数(標準偏回帰係数)		T値	係数(標準偏回帰係数)		T値
	年齢	-0.36	0.000	-0.96	1.08	0.000	5.00
	同伴者なし(ダミー)	0.092	0.097	1.97			
	来訪頻度				0.18	0.052	2.32
	活動箇所数				-0.077	-0.071	-3.08
	移動距離				0.19	0.19	6.33
	残り時間				-0.018	-0.090	-3.09
	現在エリアの属性				0.003	0.38	14.79
	観光スポット数				-0.009	-0.099	-4.22
	平均情報量	-0.20	-0.12	-2.41			
	目的エリアの属性						
	観光スポット数	0.013	0.14	2.76			
	最大評価値	0.095	0.12	2.40			
	周辺エリアの属性						
	観光スポット数				10.58	0.18	2.70
	平均情報量				-236.64	-0.35	-3.32
	平均評価値				512.63	0.61	5.19
	最大評価値				-145.90	-0.52	-3.64
	現在エリアから目的エリアまでの所要時間	-0.020	-0.21	-4.24	-0.014	-0.12	-4.70
	目的エリアから出口までの所用時間				-0.013	-0.11	-3.96
	自由度修正済み重回帰係数			0.216			0.217

出発時刻を同時に、逐次的に選択するという行動仮説の下でモデルを定式化し、京都市で得られた周遊行動データへの適合を試みた。活動時間の限界効用に関するパラメータの推定結果は必ずしも十分な説明力を持たなかったが、自動車利用者と公共機関利用者で時間配分に影響する要因が異なることを示唆する結果が得られた。

今後、本モデルをもとにしたシミュレーションによって観光客の行動特性の再現が可能となれば、観光交通を対象とした各種交通施策について、個人の意思決定プロセスをより適切に考慮した影響評価を行うことが可能となるものと考えられる。但しその際には、鉄道・道路等のネットワークデータをもとにした、より詳細な所要時間、料金等の設定、および手段選択や経路選択の考慮といった本モデルの拡張が必要となる。

一方、本研究で仮定したような個人の意思決定プロセスを直接実証するようなデータは得られていない。従って今後は実際の活動場面における個人の意思決定プロセスを把握するための、様々な方法による調査、研究が必要となるものと考えられる。

謝辞

最後になりましたが、データをご提供いただいた京都市および休日交通体系委員会、ならびに研究遂行に有益なご助言をいただいた山梨大学の西井和夫先生に深謝の意を表します。

注

- a) 式(9c)より、係数が正の変数の値が増加すると、現在場所の活動時間比率が小さくなり、次の場所以降の時間比率が大きくなる。

参考文献

- 岡本直久: 観光周遊行動分析に関する一考察, 東京工業大学土木工学科研究報告, No.52(12), pp.39-47, 1995.
- 溝上章志, 森杉 芳, 林山泰久: 広域観光周遊交通の需要予測モデルに関する研究, 土木計画学研究・講演集, No.14(1), pp.45-52, 1991.
- 西井和夫, 古屋秀樹, 坂井努: トリップチェーンアプローチによる観光周遊行動の時空間特性, 土木計画学研究・講演集, No.16(1), pp.173-178, 1993.
- 黒田勝彦, 山下智志, 赤倉史明: 時間制約を考慮した観光地周遊行動モデルの開発と道路網整備の評価, 土木計画学研究・講演集, No.16(1), pp.293-298, 1993.
- 森地茂, 兵藤哲朗, 岡本直久: 時間軸を考慮した観光周遊行動に関する研究, 土木計画学研究・論文集, No.10, pp.63-70, 1992.
- 森川高行, 佐々木邦明, 東力也: 観光系道路網整備評価のための休日周遊行動モデル分析
- 石上肇, 藤井 聡, 北村隆一: 個人の交通行動を考慮したアクセシビリティに基づいた都市モデルの構築, 土木学会第 50 回年次学術講演会講演概要集第4部, pp.490-491, 1995.
- Kitamura, R.: A Model of Daily Time Allocation to Discretionary Out-of-home Activities and Trips, *Transportation Research*, 18B, pp. 255-266, 1984.
- 藤井 聡, 門間俊幸, 北村隆一, 藤井宏明: ランダム効用理論に基づく生活行動シミュレーションモデルの構築, 土木計画学研究・講演集, No. 20(2), pp. 189-192, 1997.