

9. スケジューリングを考慮した観光周遊行動モデルに関する研究 Study on Modeling Tourists' Behavior Considering Scheduling

東京大学大学院新領域創成科学研究科社会文化環境学専攻 56816 有賀 敏典

This research proposes a method for estimating a tourist travel behavior to evaluate alternative behavior plans. A model system of describing touring behavior of single-day sightseeing travel by either private car or public transportation is developed. The system consists of the scheduling model using the utility theory. The total utility of a certain person is assumed to be sum of utility that they could obtain at every tourist attraction. The each utility is estimated from questionnaire survey data on tourists boarding regular sightseeing buses in Nikko area.

1. はじめに

非都市型の観光地域においては、域内公共交通のサービスレベルが高くなく、周遊観光を行ううえで旅行者が観光地域内の公共交通のスケジュールに大きな影響を受けていることが散見される。このような制約を軽減するような、公共交通計画を行うためには、旅行者の観光周遊行動の予測ができるモデルの構築が必要であるが、通勤行動など異なり自由度が大きく複雑なため、公共交通で行う観光周遊行動を、アクティビティ・ベースト・アプローチに基づき旅行の詳細な分析・予測を行った研究は筆者の知る限り少ない。

周遊行動は、観光活動の特徴的な形態であると指摘され、効用理論を用いるものが主流になっている。旅行者は確率効用最大化仮説に基づいて行動するという仮定をした溝上ら¹⁾の研究、旅行者の合理的観光行動を時間制約付き非線形問題として定式化した黒田ら²⁾の研究、実行段階をNested Logit-Modelで周遊行動を表現した森地ら³⁾の研究、周遊行動を多段階選択行動とみなし、各選択を結びつけることによって観光周遊行動をモデル上で表した森川ら⁴⁾の研究などがある。

観光地での滞在時間についての研究もなされており、田村ら⁵⁾は、滞在時間と観光地点の到着時刻に注目し、魅力度に相違があることを示した。藤池ら⁶⁾は比較的滞在時間の短い観光地に関して、滞在時間に対する不効用を定式化した。ま

た、森地らは、ハザード関数の考え方を導入し、滞在時間モデルをワイブル分布で表現した。ある程度の時間そこに滞在しなければ観光活動としての効用が得られない、過剰に長く滞在してもそれに比例して効用を得られるものではない、と仮定をしている。

また近年の情報技術の進歩により、スケジュールの支援システムが開発されており、Ohmoriら⁷⁾によるSMAP-Lや丸山ら⁸⁾によるP-Tourが挙げられる。このようなシステムが普及すれば、旅行者の認知していないが効用の高い代替プランが選択されることも可能になると考えられる。

そこで本研究では、これらの既存研究をもとに、日帰りという時間制約の中で、複数観光地を周遊する際に、総効用が最大になるプランを抽出し、活動場所と活動時間を求める基礎的なモデルを構築した。さらに観光地域として日光をとりあげ、モデルの適用にあたり必要になる効用関数の推定を行った。研究の構成としては、滞在時間を固定した場合の問題点を示し(第3章)、滞在時間を固定しない場合のモデリングを行い(第4章)、モデル構築に必要な効用関数の推定を行い(第5章)、モデルの適用を行った(第6章)。

2. 対象地の設定

対象地の設定にあたっては、比較的滞在時間の短い観光地が複数あり、路線バスのスケジュールの制約が大きいことを考慮し、日光を選択した。

日光は関東地方有数の観光地であり、首都圏の多くの地域から日帰りが可能になっている。旅行者のおよそ8割はマイカーで訪れており、公共交通の利便性は低いと評価されていると考えられる。図1のように国道120号線沿いに、東照宮、輪王寺、二荒山神社、華厳の滝、二荒山中宮祠、立木観音、竜頭の滝など多数の観光地があり、これらの観光地を周遊したいという需要がある。本研究では、徒歩圏の観光地群は一つの観光地として、観光地A(東照宮・輪王寺・二荒山神社)、華厳の滝、二荒山中宮祠、立木観音または竜頭の滝、の4箇所の周遊(全てが必須ではない)をケーススタディする。観光地目的地は、定期観光バスが訪れる、有名観光地を指定した。

地域内バス運行については、東武バス日光(株)が図2のように4系統のバスを運行している。



図1. 日光における観光地と駅の位置関係

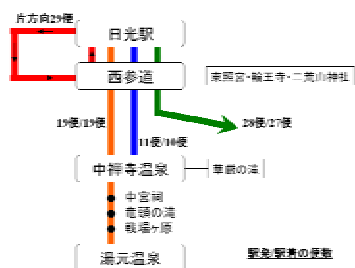


図2. 地域内路線バスの運行形態

3. 訪問観光地および滞在時間を固定した解析

現状のバス運行の場合を解析する。鉄道の発着便にあわせ、日光駅を出発し、東照宮、華厳の滝、竜頭の滝の観光と昼ごはんを食べて、日光駅に帰着する場合を考える。各観光地での滞在時間は、東照宮 120分、華厳の滝 35分、昼ごはん 55分、竜頭の滝 35分と設定した。

バスに乗る場合には、バスが発車するまで、その場で待つことを表現したプログラムを組み、解析を行った。解析結果を、図3、表1に示す。各OD間の時間はバスとレンタカーで同じであるとすると、バスは平均7時間24分要するのに対し、レンタカーは5時間10分で周遊できる結果を得た。

この解析では、訪問観光地と観光地での滞在時間を固定したため、実際には行われている時間があればこの観光地も訪れたいといったような各旅行者の観光地の重要度や、バスの時間に合わせて行動することが表現できない欠点があり、実際の行動に則していない問題がある。

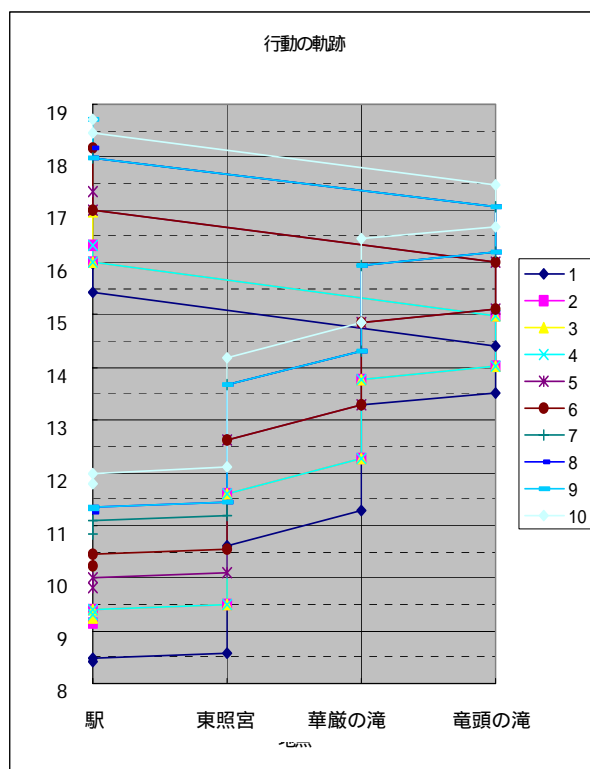


図3. 行動の軌跡

表 1 . 日光駅着，発時刻と所要時間

	日光駅着	日光駅発	所要時間
1	8:24	15:59	7:35
2	9:08	16:20	7:12
3	9:15	16:58	7:43
4	9:19	16:20	7:01
5	9:49	17:20	7:31
6	10:14	18:10	7:56
7	10:51	18:42	7:51
8	11:15	18:10	6:55
9	11:19	18:42	7:23
10	11:48	18:42	6:54
平均			7:24

4 . 滞在時間を固定しない周遊行動モデリング

個人が意思決定を行うときには，図 4 のように様々な条件を考慮して，得られる効用を大きくするように行動すると考えられる．本研究では，最も基礎的な，意思決定が単独で行われ，同時的に行われる場合のモデルの構築を行う．

効用が最大になるように行動の意思決定がなされることを仮定し，滞在時間を変数とする非線形問題として定式化した．

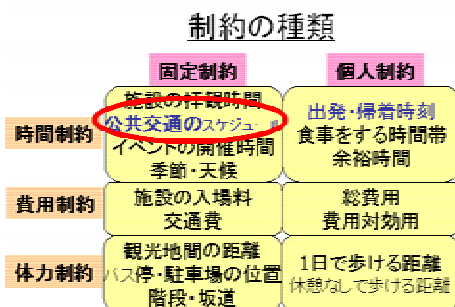
$$\text{Maximize } U^n(S)$$

$$\text{s.t. } C_L(n) = 0$$

S : 観光周遊パターンを表す行列

$U^n(S)$: 個人 n の観光周遊パターン S に対応した効用

$C_L(n)$: 個人 n の観光周遊パターンについての制約条件



特徴: 自由度が高い, 個人制約が曖昧

図 4 . 制約の種類

モデル構築の際用いた仮定

観光地域内の一連の周遊活動で旅行者が得られる総効用には以下の仮定を用いる．また，制約の種類は図 4 に示す．

(仮定) 時間の定義

簡単のため，一連の周遊行動は以下の 2 つの時間から成り立つものとする．

観光地滞在時間...交通機関を下車した時間から再び乗車するまでの時間

移動時間...交通機関で移動に要する時間

交通手段別移動時間の効用は乗車時間にも依存し，観光地別効用は滞在時間にも依存するものとする．余裕時間は実際には必要であるが，今回は考慮しないこととする．また，交通機関は運行スケジュール通りに運行されるものとする．

(仮定) 一連の周遊行動で得られる総効用

一連の周遊行動で得られる総効用は，簡単のため各観光地で滞在することによる効用の和で表せるものとする．

実際には，移動中の窓からの景色や食事による効用や費用・混雑による不効用なども考えられるが，今回は考慮していない．

(仮定) 各観光地での滞在時間に対する効用

実際の観光では，旅行者は自分がある観光地で何分滞在することによってどの程度の効用が得られるかは定かでないが，ここではある旅行者がある観光地で得られる滞在時間に対する効用は既知のものとする．

(仮定) 意思決定

旅行者は，ある時間制約，想定した観光地域内で最も合理的選択をするものとする．また，意思決定は単独で行い，一連の行動は同時選択される．

5. 効用関数の推定

効用関数の関数系に関して、ある程度の時間を滞在しないと効用がほとんど得られない、ある程度の時間を滞在するとそれ以上の効用が得られないという仮定に基づき、観光地の効用関数には図5のような2つの関数系を設定した。また効用関数を求めるために、アンケート調査を行った(表2, 表3)。TMAXは時間制約がない場合に滞在したい時間、TMINは訪れるからには最低でも滞在したい時間、TACTは観光バスの滞在時間、Zは満足度である。推定方針としては、表4のようにアンケート調査にて尋ねた2項目で、効用関数推定を考える。そして、図6のように、TMINを用いた場合と用いない場合の適合性を比べ、また線形型とロジスティック型の適合性を比較する。

図7は希望滞在時間(TMAX, TMIN)のアンケート結果である。これを図8左のような関数系で解析を行った。図7右は横軸に理論上の効用最大値、縦軸に決められた時間内で旅行者が希望する各滞在時間の効用値である。

これより、個人の各観光地に対する重要度は満足度に時間を乗じた値を用いる方が、またTMINを用いず、TMAXのみから段階的に変化させる方が、適合性が高い値が得られた。

また線形型では傾きの大きい観光地に最大の効用を得るまで滞在することになるため、最大効用値の適合性は良くても、各観光地での滞在時間の配分の誤差は極めて大きい。これを改善したのがロジスティック型であり、適合性は改善される。

サンプルや観光地の特性によってもこの傾向は異なる可能性はあるが、このようにして効用関数が求められることを示した。

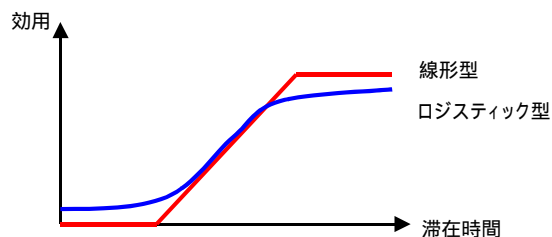


図5. 効用関数の関数系

表2. アンケートの実施内容

場所	日光交通(株)の運行する定期観光バス車内
実施日	2006年12月9日(土)・10日(日)
対象	日光交通(株)の運行する定期観光バスの利用者
配布数	34部
回収数	24部

表3. 調査票内容

個人属性	性別、年齢、職業、居住地、免許の有無、マイカーの保有、日常の交通手段
旅行内容	同行者、宿泊地、過去の訪問回数
観光のベース	各観光地の満足度、各観光地での時間が許せば滞在したい時間、各観光地での訪れるからには最低でも滞在したい時間、決められた時間の最適配分
支払い意思	様々な公共交通のプランに関する支払い意思
SP調査	様々な公共交通のプランとマイカーとの選考意識

表4. 推定方法

効用関数の要素	アンケート調査で尋ねる項目
その観光地にどれだけ行きたいか(重要度)	各観光地での満足度
その観光地にどれだけ滞在したいか(時間特性)	各観光地での時間制約がない場合に滞在したい時間(TMAX)、各観光地での訪れるからには最低でも滞在したい時間(TMIN)

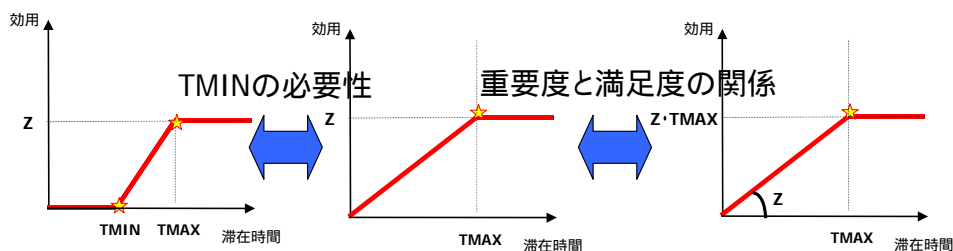


図6. 推定方針

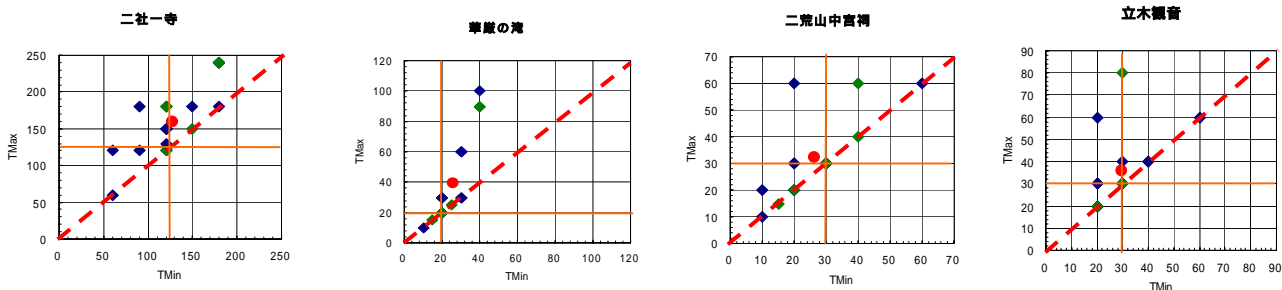


図7．各観光地でのTMAX, TMINの分布

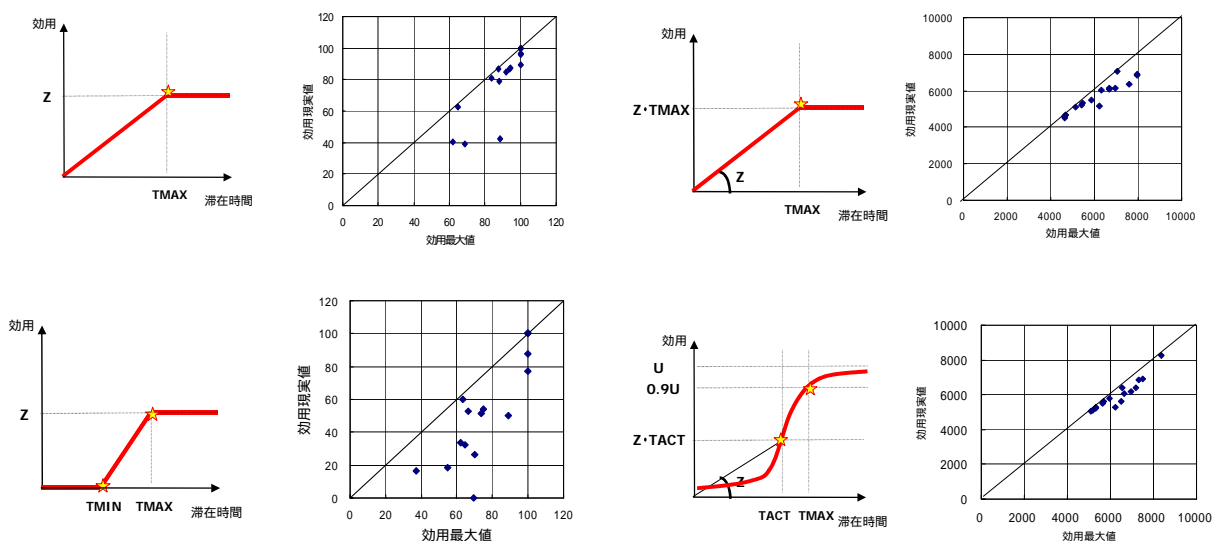


図8．各関数のモデルの適合性

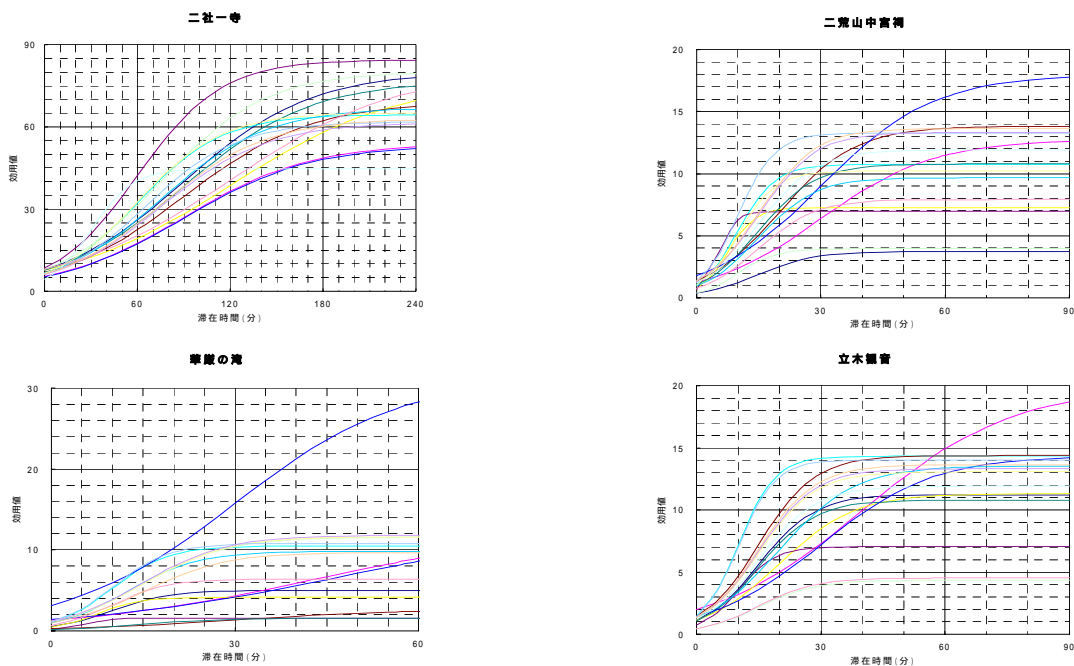


図9．推定された効用関数

6. モデルの適用

第5章で求めた効用関数を用いて、アンケート調査の回答者が、路線バスを用いた場合に、どのような行動を行うか推定する。東京都内から特急電車を利用し、図10のように華厳の滝、中宮祠、立木観音、二社一寺の観光を行い(全てが必須ではない)、また特急電車を利用して帰ることを想定する。ここでは、日光駅出発時刻と到着時刻を、特急電車が複数発着し、実際に利用客が多いと思われる時間帯を想定し、それぞれ9時26分、16時16分とする。

図11のようにバスの乗り継ぎパターンを全て計算し、効用値が最大になるものを抽出するプログラムを組み、解析を行った。解析結果を図12に示す。

7. おわりに

本研究では、滞在時間を固定した場合の問題点を示し、滞在時間の変動を考慮した基礎的な周遊行動モデルを提案した。また個人の観光地毎の効用関数を推定した。今後の課題としては、図13のように、グループの意思決定や逐次意思決定へのモデルの拡張や、効用関数を精度よく求める調査手法の開発などが挙げられる。

- 1) 溝上章志, 森杉壽芳, 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, vol.14, No.1, pp.45-52, 1991. 森杉壽芳, 林山泰久, 平山賢二:「集計Nested Logit-Modelによる広域観光行動予測」, 土木計画学研究・講演集, vol.8, pp.353-358, 1986.
- 2) 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モデルの開発と道路整備の評価」, 土木計画学研究・講演集, vol.16, No.1, pp.293-298, 1993.
- 3) 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分析」, 土木計画学研究・論文集, vol.10, pp.63-70, 1992.
- 4) 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」, 土木計画学研究・論文集, vol.12, pp.539-547, 1995.
- 5) 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, vol.11, pp.471-478, 1988.
- 6) 藤池浩二, 中本隆, 角知憲:「目的地滞在時間が短いクリエーションの行動の時刻決定モデルの作成」, 土木学会論文集, -16, No.440, pp.177-180, 1992.
- 7) Ohmori, N. N. Harata and K. Ohta: Two Applications of GIS-Based Activity-Travel Simulators. In Timmermans H. (ed.), Progress in Activity-Based Analysis, pp.415-435, Elsevier, Oxford, 2005.
- 8) 丸山淳史, 柴田直樹, 村田佳洋, 安本慶一, 伊藤実:「P-Tour: 観光スケジュール作成支援とスケジュールに沿った経路案内を行うパーソナルナビゲーションシステム」, 情報処理学会論文誌, vol.45, No.12, pp.2678-2687, 2004.

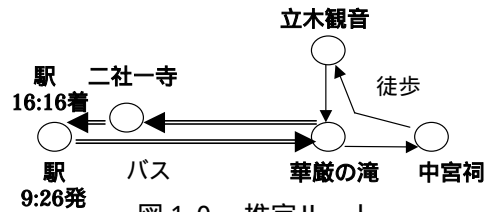


図10. 推定ルート

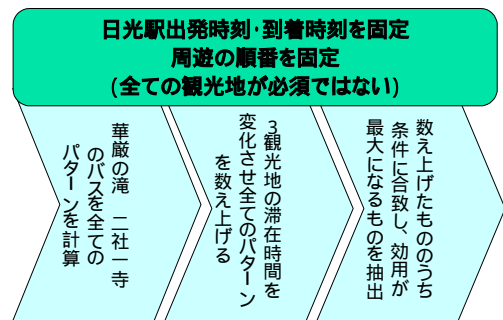


図11. 推定方針

行動予測(現状のバス運行の場合)

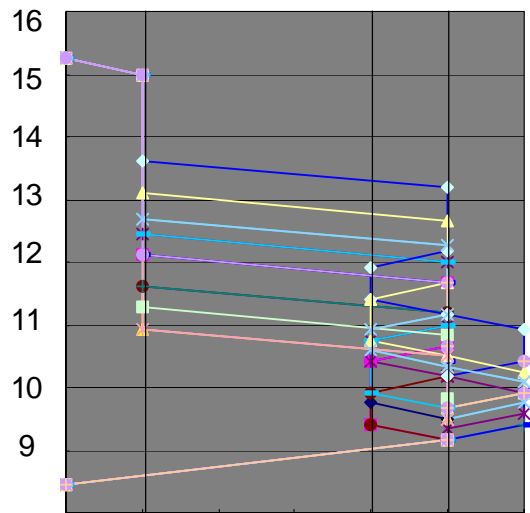


図12. 推定結果

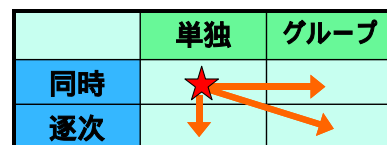


図13. 今後の発展性