

満足度の不確実性に着目した 旅行者の行動シミュレータの開発

沼田 祥太郎¹・奥村 誠²

¹非会員 東北大学大学院 工学研究科 (〒980-0845 仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1, S502b)

E-mail: shotaro.numada.r5@dc.tohoku.ac.jp

²正会員 東北大学教授 災害科学国際研究所 (〒980-0845 仙台市青葉区荒巻字青葉 468-1, S502b)

E-mail: makoto.okumura.b6@tohoku.ac.jp (Corresponding Author)

観光地の持続可能な発展のためには、訪れた旅行者の満足度を高め、再訪・紹介に繋げることが有効である。旅行行動の満足度は、計画段階では想定できない不確実性を持ち、さらに先行活動の影響を受けるため、複雑で定量的な評価が難しい。本研究では旅行行動の不確実性を持つ満足度の蓄積過程を定式化したうえで、それを考慮した意思決定過程モデルを作成した。モデルを用い、旅行者の行動シミュレータを開発し、先行活動の不確実性の影響を受けて行動を変更するという近年の旅行行動の傾向を表すことを確認した。

Key Words: *travel behavior, satisfaction, uncertainty, decision making*

1. はじめに

日本の国内旅行市場は高度経済成長期から大きく成長し、1990年代半ばまで右肩上がりの状態であった。しかしバブル崩壊の1990年代後半からは成長が鈍化し、以降は人口減少に伴い苦境を強いられている。新型コロナウイルス感染症拡大の影響が無い2019年までに絞っても、国内延べ旅行者数は頭打ちとなっている¹⁾。人口減少で市場が縮小している現代において、各観光地がこれから生き残るために旅行者数を維持・増大させようとしても、新たな旅行者を獲得し続けることは難しい。そこでこれからの時代では、一度訪れた旅行者から派生する需要、すなわち旅行者の再訪や、旅行者から他者への紹介といった持続的な需要に目を向ける必要があると考える。旅行者の再訪・紹介意向の形成の要素は観光分野において近年研究が進んでおり、Kozakら(2000)²⁾は、訪れた観光地の満足度が旅行者の再訪・紹介意向に影響するとし、金岡ら(2004)³⁾も、満足度の向上が再訪意向に繋がると指摘している。したがってこれからの時代に、観光地が持続的に選ばれるようにするためには、一時的に多くの旅行者を量的に集めるのではなく、訪れる旅行者がその訪問によって得る満足度を上げることが重要となる。観光地がそのための施策を考えるには、旅行者がいつどのような行動を取り、その結果最終的にどれだけの満足度を得るのかを定量的に評価する必要がある。

旅行行動の満足度を考えるうえで特に考慮すべき点として、旅行行動は不確実性を持つことが挙げられる。日常である生活行動に比べ、非日常である旅行行動では、実際に体験してみないと分からないことが多く、例えば旅行当日その場所の活気や雰囲気は、初めて行く場所では事前に想定しづらい。また、活動の体験による旅行者自身の感想も、当然実行して初めて分かることである。そのため、旅行行動の満足度はこうした不確実性の影響を受けて変動しやすい。また、旅行中の各時点における行動選択などの意思決定において、先行活動の影響を受けることも考慮すべき点である。例えば、郷土資料館で地域の特産品を知ることができたので、次は地場特産品を使った料理が有名なレストランに行くといったように、旅行者は先行活動から良い影響を受ける可能性が高い活動を選択しやすく、またその影響で満足度が上がる可能性がある。すなわち、複数の活動の満足度は、単にそれぞれの満足度の和で求められるのではなく、各活動の取る順番による違いも含めた組合せによっても影響を受ける。加えて、それぞれの先行活動も不確実性を持つため、旅行者の行動選択は、体験の結果を受けて変化し、累積されていく満足度も事前に想定していたものとは異なるものとなる可能性がある。

このことは同時に、旅行行動の満足度を調査によって把握することも困難にする。すなわち、満足度は実際にとった行動の結果によって変化していくため、旅行の最

終段階にならないと正しい値は分からない。しかし、観光地から帰途につこうとしている旅行者に、限られた時間の中で当日のいろいろなタイミングでの行動の満足度や選択を尋ねることは容易ではない。このため、旅行者本人に対する調査に頼らずに、彼らの満足度を把握し、観光地がとりうる対策の影響を定量的に把握する方法の開発が望まれている。

本研究では、旅行者が活動によって得る満足度に着目し、旅行行動における複雑な満足度の蓄積過程を踏まえたうえで旅行者の行動シミュレータを開発する。また、行動を決める意思決定過程は旅行者によって違うと考へ、3つの行動モデルを作成する。

本論文は6章で構成する。まず1章では、本研究の背景・目的について述べた。次いで2章では本研究のアプローチと既往研究について、3章では旅行行動から得られる効用の定式化、4章では意思決定過程のモデル化についてそれぞれ説明する。5章では前章までで述べた旅行行動シミュレータが、不確実性の影響を反映していることを示す。最後に6章は結論とし本研究の成果をまとめ、今後の研究方向を展望する。

2. 本研究のアプローチ

(1) 近年の旅行行動の特徴

近年の旅行行動は、個人の価値観がより強く表れるようになってきている⁴⁾。これまでの旅行行動は、観光地や旅行会社が広告などで発信する一般的・画一的な情報をもとに行われ、団体やグループで行われることも多く、旅行者による行動の違いがあまり見られなかった。しかしインターネットの普及により、旅行者自身で観光地の様々な情報を得やすくなっている。そのうえ、SNSの普及によって個人が簡単に情報発信できるようになり、特定の興味・関心に基づいた観光地の情報や評価を大勢の人へ紹介しやすい環境となった。さらにそれらの情報は、スマートフォンの普及により場所や時間を選ばず得ることができる。現代のこうした状況下で、旅行者は様々な出所の情報を活かし、自身の選好を反映した、これまでよりも主体的・個性的な旅行行動を行う傾向が強まっている。例えばアニメや映画、ゲームといった作品に関係する場所をめぐる、いわゆる「聖地巡礼」のような旅行は、情報ツールの発展とともに盛んになっている。情報化は今もなお拡張しており、これから先、時代が進むにつれ、旅行者はより自身に合った行動を逐次選択するようになると考えられる。

(2) 既往研究とその課題

旅行行動の行動選択、行動時間配分といった旅行者の意思決定を記述するための研究は90年代前半ごろから関心を集めており、主に交通の分野で研究が進められている。森川ら(1995)⁵⁾に基づき、これらの研究を意思決定のタイミングで分類すると、旅行前の計画段階での決定と、旅行中の実行段階での決定の二種類に分けられる。前者については、主に選択の手法についての研究が進んでおり、例えば佐々木ら(2009)⁶⁾は目的地間の組合せによる相互作用を考慮している。後者について、主に訪問順序や滞在時間などの逐次選択手法について研究されており、西野ら(1999)⁷⁾は、行動選択において各活動の時間配分を考慮している。本研究は旅行者が実際に得る満足度について考えるため、後者の実行段階での意思決定に対応する。

これらの既往研究では、広域的な視点から旅行交通需要予測を行うツールの開発をめざして旅行行動を記述するモデルを作成しているため、目的地ごとの訪問数や滞在時間が実データに合致するかを問題としており、旅行者の満足度の蓄積過程に着目した研究は見当たらない。また、実行段階の選択モデルに関する既往研究では、「行動選択の際に不確実性を考慮することが多いのではないか」と指摘している⁷⁾ものの、その不確実性が次の行動選択に与える影響は考察されていない。本研究の行動シミュレータは以上を踏まえ、特に、得られる満足度に不確実性を持つ活動の連鎖の影響を考慮する。

(3) 行動シミュレータの特徴

旅行行動における活動の満足度には、事前に得られる情報でほぼ説明できる部分と、事前に知りえない情報、すなわち不確実性を持つ部分があり、旅行者が実際の活動の結果得る満足度は、これらを合わせたものであると考えられる。そして実際に活動を行った結果明らかになった不確実性は、その後に取りうる活動の満足度や、行動選択にも影響すると考える。

本研究では、旅行者の周遊行動の中での活動に伴う不確実性を持つ満足度の蓄積過程を記述する旅行行動シミュレータを作成する。また、各時点における行動選択・行動時間の決定の過程を意思決定モデルで表す。これらのモデルを用いて旅行者の行動のシミュレーションを行うことを可能とする。

なお本研究では、旅行者に関わらず旅行開始場所・旅行開始時刻、旅行終了場所・旅行終了時刻は同一であると想定し、それぞれを起点、終点と呼ぶ。旅行者は開始場所から終了場所までの移動に公共交通機関を利用し、各目的地は開始場所と終了場所を結ぶ公共交通機関の線上に存在すると設定する。公共交通機関の時刻表によって移動時刻が制限されるため、旅行者の行動選択は各目

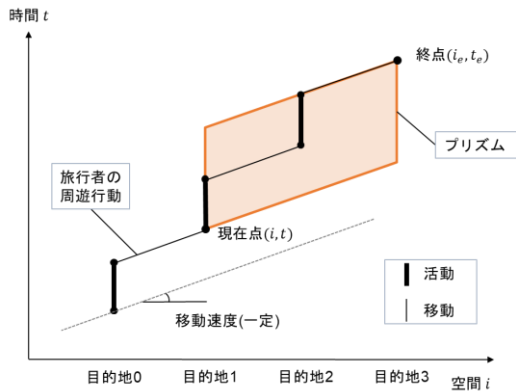


図-1 時空間平面の図

的地の移動可能時刻に逐次行われるものとする。また、簡単のため一度経由した目的地は再度訪れないと設定する。

旅行者の周遊行動の軌跡は時空間領域を用いて表す。本研究では各目的地を空間上の一次元の線上にあると仮定するため、周遊行動は時空間平面内の経路として表現できる。この経路は、ある場所で滞在して行う活動を表す垂直な線分と、それらの場所の間の移動を表す、斜めの線分のつながりである。また、旅行者の将来の行動を評価する概念にプリズムを用いている。プリズムとは、現在点から終点までの時空間の中で、その個人が存在しうる領域のことで、本研究の仮定では、現在点から交通移動速度の勾配で終点方向に伸ばした直線と、終点から逆に同じ勾配で現在点方向に伸ばした直線、および2点の空間上の位置を表す垂線で囲まれる平行四辺形の領域を指す。

3. 旅行行動から得られる効用の定式化

3章では旅行行動から得られる効用の計算手法について説明する。本研究では、行動モデルの表現でよく用いられる確率効用理論に則り、効用の概念を用いて旅行者の満足度を表現する。すなわち、旅行者は取りうる行動に複数の選択肢がある場合、良い高い効用をもたらす選択肢を選ぶと仮定する。

なお、行動は活動と移動に分けられ、目的地に滞在するものを活動、目的地間を動くものを移動としている。本研究では必要移動時間が旅行者や移動のタイミングに関わらず一定であるため、簡単のため移動の効用は0とし、旅行行動の総効用には影響しないものとする。

(1) 旅行行動の定量化

旅行者が取りうる行動を選択する際、各行動の内容や効用の大きさを比較していると考え。その選択を定量

的に表現するため、将来とりうる行動の中で、滞在し行う活動のそれぞれについて活動内容・活動場所・活動種類・開始時刻・終了時刻・平均効用の6項目を用いて表現する。本研究では旅行者が公共交通機関を利用して移動すると仮定しており、行動所要時間も公共交通機関の時刻表に合わせて離散的に与える。なお、同じ活動内容であっても平均効用が所要時間に比例するとは限らない。ここで定義した各活動をまとめたものを活動リストと定義する。

(2) 効用の定式化

旅行者は周遊行動を考える際、自身の嗜好を考慮して選択する。本研究ではそれを表現するため、前節で定義した活動リストの一般的な確定効用に個人別の嗜好を表す項を加えて、個人の確定効用とする。なお個人の嗜好は、活動種類別に存在すると考える。

$$V_a^n = v_a \tau_a + \zeta_a^n \quad (1)$$

V_a^n : 個人 n の活動 a に対する確定効用, v_a : 活動 a の時間あたりの効用, τ_a : 活動 a の所要時間, ζ_a^n : 個人 n の活動 a に対する嗜好

選択行動が活動の場合、個人が実際に得る活動効用は以下の式で求める。

$$U_a^n = R_{B_a^n} V_a^n + \varepsilon_a \quad (2)$$

U_a^n : 個人 n の活動 a による効用, $R_{B_a^n}$: 活動 a に先行する個人 n の行動履歴 B_a^n に基づく補正項, ε_a : 活動 a の確率効用

ここで、 ε_a は活動 a を行うことで初めて明らかになる値であり、前章で述べた不確実性にあたる。式(2)は個人の活動効用が先行活動の影響を受けるとともに、不確実性の影響も受けることを表す。不確実性の ε_a は正負にまたがる確率分布に従うものとする。すなわち活動を行った結果、事前の想定よりも高い満足を得る場合($\varepsilon_a > 0$)もあるが、混雑や期待外れ、あるいは嫌な経験をしてしまい、事前の想定ほどの満足が得られない場合($\varepsilon_a < 0$)も起こりうることを仮定している。

個人 n が旅行行動全体によって得る総効用は、実行した活動からの効用の総和で表す。ここでは1日単位の旅行行動を想定しているので、当日の全ての活動の効用が減衰することなくそのまま周遊行動全体の評価に繋がると考えた。

$$U^n = \sum_{a \in B^n} U_a^n \quad (3)$$

U^n : 個人 n の対象期間全体の行動履歴から得られる効用, B^n : 個人の対象期間全体の行動履歴

式(2)の補正項 $R_{B_a^n}$ は、先行活動集合と今から取る活動と

の関係によって決まる。ここでは先行活動の1つ1つが、今後取ろうとする活動の効用に影響を与え、それらをかけ合わせたものとして、先行活動集合の影響と考える。

$$R_{B_a^n} = \prod_{b \in B_a^n} r_{b,a} \quad (4)$$

$r_{b,a}$: 先行活動 b による活動 a の補正係数

$$r_{b,a} = C_{g(b),g(a)}(1 + \varepsilon_b) \exp\{-\alpha(t_a^s - t_b^e)\} + 1 \quad (5)$$

$C_{g(b),g(a)}$: 先行活動 b の種類 $g(b)$ と後続活動 a の種類 $g(a)$ により定まる活動種類間の影響力, ε_b : 先行活動 b の確率効用(効用の誤差項), t_a^s : 活動 a の開始時刻, t_b^e : 先行活動 b の終了時刻, α : 減衰定数(正の値)

活動間の影響力 C は、各活動の組合せごとに存在すると考えられるが、全ての活動の組合せに設定すると、膨大な数になってしまう。そこで、活動内容のうち主目的であると考えられるものを活動種類で分類し、その組合せごとに定数で与えることとする。

$t_a^s - t_b^e$ は、先行活動 b 終了からの経過時間を表す。先行活動の影響は、経過時間が長くなるにつれ小さくなるとする。例えば食事をした直後は満腹のため再び食事をとることで得られる効用は低い、時間の経過とともにお腹が減れば食事で得られる効用は上がるといったように、時間が経つにつれ先行活動の与える影響は小さくなると考えられるからである。

4. 行動シミュレータの提案

(1) シミュレータ開発の目的

シミュレータ開発の目的は、旅行行動の効用最大化に基づいた、旅行者の逐次意思決定過程を表現することである。本研究では、旅行者の行動仮説を「旅行者は各時点において、先行活動体験と将来取りそうな活動を両方考慮しつつ、今から取る行動とその終了時刻を逐次選択し実行する」と置く。先行活動体験とは、旅行者がこれまで何をしたかに加え、活動を終えてどう感じたかという二つの要素からなる。後者については実際に活動を行うまでは不明であり活動を終了した時点で初めて分かることと仮定し、本研究では不確実性と表現している。旅行者は不確実性の影響を受け、計画した周遊行動の変更を含めた意思決定を行うと考える。

例えば、「今の活動が思っていたより楽しかったので、次は今と関連した活動を選びたい」と考えて次に行く行動を確定させながら、体験を積み重ねるといった連鎖によって旅行行動の満足度が蓄積されていくと考える。

(2) 意思決定過程の全体像

旅行者は意思決定過程において、自身の嗜好を反映しつつ、将来行う可能性のある活動を想定して、その効用

を事前に評価する。すなわち旅行者は、現在点での各行動選択肢について、将来の活動を加味した期待効用を求め、その値が最も大きい行動を選択すると考える。具体的な評価方法は4.4節にて後述する。このとき、現在点から開始時刻までの間の先行活動を実際に実施した段階で不確実性の値が確定し、その影響を受けてその後の活動の効用が変化して異なる行動が最大効用を与えるようになる、という可能性がある。しかし、途中の活動の不確実性は実施するまでは分からないので、事前に評価する段階では、式(2)において $\varepsilon_a = 0$ として評価を行うこととなる。

期待効用は、現在点から行う活動の予想効用と、その行動の終了時点からさらに終点までの時間の中で、取りうる各種の活動によって得られる効用の和として与えられる。個人が将来を概略的に考える場合には、この将来の期待効用を2.3節に示したプリズムを用いて評価することができる。

$$EU_a^n = R_{B_a^n}(V_a^n + P_k^n(i, t)) \quad (6)$$

EU_a^n : 行動 a の期待効用 P_k^n : タイプ k における、行動終了点 (i, t) から終点までのプリズムの期待効用($k = 1, 2, 3$)

(3) 将来活動の評価方法の想定

本研究では、将来の行動の評価方法の違いに着目して、旅行者を3つのタイプに分ける。タイプ1は将来を大雑把に評価するタイプであり「最も効用の高い活動のみ評価し他の活動を考慮しない人」である。タイプ2は将来をある程度想定して評価するタイプであり「ある程度高い効用が期待できる少数の活動を考慮して概略的に評価する人」である。タイプ3は将来とりうる行動を綿密に検討して決めるタイプであり、「将来取りうる全ての活動を考慮し最も効用の高い組合せとなるように計画を立てたうえで決定する人」を想定したものである。現状では、旅行行動を始める段階や途中の段階で、その後に選択できる活動の情報を獲得することは難しいが、今後のインターネットの普及で情報の獲得はさらに容易になるため、タイプ3の人々は徐々に増加すると考えられる。

3タイプのプリズムの期待効用の求め方を示す。

a) タイプ1

活動リストからプリズム内で取れる活動を全て列挙し、最も時間あたり効用の大きい活動の効用をそのプリズムの期待効用とする。

b) タイプ2

以下の手順を踏む。

step1) 活動リストからプリズム内で取れる活動を全て列挙する。活動内容が同じものは最も時間あたり効用の高いもの1つのみを残し、それ以外は除く。

step2) step1 で作成した活動集合のうち、時間あたり効用が活動集合の上位 3 分の 1 となる活動を抜き出す。

step3) step2 の活動の効用を合計し、それらの合計所要時間で割りそのプリズムの平均効用とする。

step4) 平均効用とプリズム滞在時間（プリズムの縦の長さ）の積をプリズムの期待効用とする。

step2 で効用上位 3 分の 1 を抜き出すが、これは平均効用を求める際に選ぶ可能性の低い活動を排除するためである。また、プリズム滞在時間が長いほど将来的に取れる活動の数が多いため、期待効用の値は大きくなる。

c) タイプ 3

旅行者が将来実行しうる全ての活動の情報を保有しており、それらを全て用いて効用の最大化を図るという理想的な状況を考える。このとき、旅行者は行動終了点から終点までのプリズム内にある行動を組合せ、期待効用を最大化する。この値をプリズムの期待効用とする。

最大化した解を得るためには組合せ最適化問題を解く必要があり、また、個々の組合せによって先行活動が異なると以後の活動の効用も異なるものとなるため、単純な関数を用いて最適解を求めることができない。つまり、基本的には組合せを列挙して総当たり式に最適解を探索する必要がある。この総当たりは計算量が膨大になることが予想されるため、本研究では深さ優先の分枝限定法を利用する。

(4) シミュレータ上の行動

旅行者は行動仮説のもとに、各時点において意思決定過程を経て、選択した行動を実行する。以下にシミュレータ上の旅行者の行動について記す。

旅行者は旅行開始前に、4.2 節の意思決定過程を経て、計画を設定する。次に旅行実行段階を考える。旅行者は計画に沿って最初の活動を実行し、結果的に不確実性が確定する。確定した活動の不確実性の影響を考慮し、再度意思決定過程を経て次の行動を選択する。なお、現在点から滞在して選択した活動を行った場合には、その活動時間だけ現在点が移動することとなる。一方、移動すると現在点の場所と時間に変更されることとなる。このような行動過程を起点から終点まで繰り返す。

5. シミュレータの性能確認

(1) シミュレータの性能確認手法

2 章で述べたように、これまでに比べて現代の旅行は、観光地の詳細な情報を簡単に得ることができ、個人の価値観がより強く行動に反映されやすく、かつ個人旅行が増えている⁹⁾。このことから、計画段階での計画を途中で変更する人が増えていると想定できる。本章で

表-1 各目的地での活動内容リスト

効用 種類	目的地0		目的地1		目的地2		目的地3	
	30分	1時間	30分	1時間	30分	1時間	30分	1時間
歴史	4.0	8.0	3.0	8.0	4.0	-	5.0	-
遊び	5.0	-	2.0	-	5.0	8.0	4.0	8.0
自然	4.0	9.0	7.0	-	2.0	-	3.0	6.0
買物	3.0	-	5.0	6.0	5.0	9.0	3.0	-
温泉	3.0	-	6.0	10.0	4.0	-	3.0	-
食事	5.0	7.0	1.0	-	4.0	7.0	6.0	10.0

表-2 活動種類別の先行活動の影響力

		これからする活動 a					
		歴史	遊び	自然	買物	温泉	食事
先行活動 b	歴史	0.6	-0.6	-0.3	0.0	0.0	0.3
	遊び	-0.3	0.3	0.0	-0.3	0.3	0.0
	自然	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.3	0.3
	買物	-0.3	0.0	-0.3	0.0	0.3	0.3
	温泉	0.0	0.3	0.3	0.0	-0.3	-0.3
	食事	0.0	0.0	0.3	0.3	0.0	-0.6

は、前章までで説明した行動シミュレータが、このような実行途中の行動変更を表現できていることを、個人単位のシミュレーションにより確認する。

(2) 仮想シミュレーションの設定

a) 周遊行動の時空間範囲の設定

目的地*i*として 4 か所を考える。目的地間の移動は 30 分ごとに可能となり、隣接する目的地の移動には所要時間 30 分かかると考える。移動は目的地 0 から 3 に向かう方向のみが許されており、戻ることはできない。すべての個人は目的地 0 におり、最終的に目的地 3 に到着しなければならない。開始時刻を $t = 9$ 、終了時刻を $t = 12.5$ とし、各点を (i, t) で表すと、それぞれ(起点) = $(0, 9)$ 、(終点) = $(3, 12.5)$ となる。移動に使う 1.5 時間を除いた旅行者の総可能活動時間は 2 時間となる。

b) 活動内容リストの設定

各目的地で選択可能な活動を設定する。各活動内容の活動種類、所要時間、効用を表-1 に示す。同じ活動種類でも目的地が違うものは別の活動内容として扱う。旅行者の行動選択は各目的地の移動可能時刻に行われるため、表-1 の各活動内容について、活動開始時刻を 30 分刻みで設定する。また、最小活動所要時間を 30 分とし、活動内容によっては所要時間が 1 時間のもも存在する。

したがって、前項で述べた時空間範囲上において、所要時間 30 分のもものは開始時刻別に 4 つ、所要時間 1 時間のもものは開始時刻別に 3 つ存在する。すなわち、今回のシミュレーションの意思決定過程において参照する活動リストには、活動種類が 6 種類、活動内容が 24 種類、活動数が 132 個存在することになる。

c) 活動種類間の影響力の設定

活動種類間の影響力 $C_{g(b),g(a)}$ は表-2 に示すように与える。

d) 個人の嗜好と不確実性の設定

個人による嗜好の違いによって活動種類ごとの効用が個人間でばらつく可能性がある。これを考慮するため、嗜好 ϵ_a を平均 0, 標準偏差 2.0 の正規分布により与える。ただし絶対値の上限を 4.0 と設定して、極端な値が与えられることを防ぐ。

確率効用 ϵ_a は、平均 0, 標準偏差 0.5 の正規分布により与える。ただし、絶対値の上限を 0.9 と設定する。

個人は活動種類別に嗜好を持っており、それに基づき今後の旅行行動を決定する。その際、先行活動の不確実性の影響を受けて計画行動を変更できる場合、不確実性の値次第で行動の変更が起こることを確認する。

(3) 個人ごとのシミュレーション結果の例

個人別のシミュレーション結果の一例を図-3に示す。まず、表-3のような個人の嗜好を持つタイプ1の個人 n_1 を考える。ついで、旅行開始前の事前計画を、全ての不確実性の項を $\epsilon_a = 0$ と設定した計算によって設定した。その結果を図-3の左側に示す。次に、実行段階のシミュ

表-3 個人 n_1 の嗜好

個人 n_1 の嗜好	
歴史	-3.0
遊び	-2.0
自然	-2.0
買物	-3.0
温泉	4.0
食事	-1.0

表-4 個人 n_2 の嗜好

個人 n_2 の嗜好	
歴史	-0.4
遊び	-1.0
自然	1.0
買物	-2.4
温泉	-1.3
食事	0.8

n1, タイプ1

計画		実行	
9:00	移動 (0→1)	9:00	移動 (0→1)
9:30	温泉	9:30	温泉
10:00	移動 (1→2)	10:00	自然
10:30	移動 (2→3)	10:30	移動 (1→2)
11:00	温泉	11:00	移動 (2→3)
11:30	遊び	11:30	温泉
12:00		12:00	食事
12:30		12:30	

図-3 個人 n_1 (タイプ1) の旅行計画と実行した行動

実行済み		ϵ_a
9:00	移動 (0→1)	-
9:30	温泉	0.80
10:00		

計画変更無し		別案	
10:00	移動 (1→2)	10:00	自然
10:30		10:30	
期待効用	19.46	期待効用	20.68

図-4 活動実行後の計画変更のイメージ

n1, タイプ2

計画		実行	
9:00	移動 (0→1)	9:00	移動 (0→1)
9:30	温泉	9:30	温泉
10:00	移動 (1→2)	10:00	自然
10:30	移動 (2→3)	10:30	移動 (1→2)
11:00	温泉	11:00	移動 (2→3)
11:30	遊び	11:30	温泉
12:00		12:00	食事
12:30		12:30	

n1, タイプ3

計画		実行	
9:00	遊び	9:00	遊び
9:30	移動 (0→1)	9:30	温泉
10:00	温泉	10:00	移動 (0→1)
10:30	移動 (1→2)	10:30	温泉
11:00	移動 (2→3)	11:00	自然
11:30	温泉	11:30	移動 (1→2)
12:00	遊び	12:00	移動 (2→3)
12:30		12:30	

図-5 個人 n_1 の別タイプでの旅行計画と実行した行動

n2, タイプ1

計画		実行	
9:00	移動 (0→1)	9:00	移動 (0→1)
9:30	自然	9:30	自然
10:00	移動 (1→2)	10:00	移動 (1→2)
10:30	移動 (2→3)	10:30	移動 (2→3)
11:00	食事	11:00	食事
11:30	自然	11:30	自然
12:00	歴史	12:00	歴史
12:30		12:30	

n2, タイプ2

計画		実行	
9:00	移動 (0→1)	9:00	移動 (0→1)
9:30	移動 (1→2)	9:30	移動 (1→2)
10:00	移動 (2→3)	10:00	移動 (2→3)
10:30	食事	10:30	食事
11:00	自然	11:00	自然
11:30	遊び	11:30	自然
12:00		12:00	歴史
12:30		12:30	

n2, タイプ3

計画		実行	
9:00	自然	9:00	自然
9:30	食事	9:30	食事
10:00	移動 (0→1)	10:00	移動 (0→1)
10:30	自然	10:30	自然
11:00	移動 (1→2)	11:00	移動 (1→2)
11:30	移動 (2→3)	11:30	移動 (2→3)
12:00	食事	12:00	食事
12:30		12:30	

図-6 個人 n_2 の各タイプの旅行計画と実行した行動

レートを行う。最初の活動 a_1 を実行した結果不確実性の項が $\epsilon_{a1} = 0.80$ と確定したとする。このとき、将来の評価値である期待効用 EU_a^n の値は、計画をそのまま実行すると 19.46 だが、次の行動を「自然」に変更する場合には 20.68 となる。そのため、旅行者は将来の評価値が大きい後者の行動を選択し、行動の変更が起こる(図-4)。

個人 n_1 がタイプを 2, 3 として意思決定を行う場合の計算を実施した結果を図-5に示す。タイプ1と同様に行動の変更が起こったが、詳細は異なる。

さらに、嗜好が以上とは異なる表4のような個人 n_2 について、タイプ1からタイプ3の状況下でのシミュレートを行った結果を図-6に示す。タイプ1, 2では実行の途中で行動の変更が起こった。表4に示したように、自然や食事への強い嗜好を反映して当初の旅行計画は先の個人 n_1 のものとは異なり、温泉に代わってこれらの活動が組み込まれている。さらに実行段階で、時間の切り上げなどの行動変更が生じている。一方、タイプ3では旅行計画通り実行している。これは、不確実性の影響を考慮しても行動を変更するメリットが無い場合には、当初の計画をそのまま実行することを表している。

以上の結果から、本研究で開発したシミュレータでは、個人ごとの思考の違いを反映して異なる行動をとること、先行活動の不確実性の影響を受けた行動変更が、異なる嗜好を持つ個人でも起こりうることを確認した。

6. おわりに

(1) 本研究の成果

本研究では、旅行者は各時点で先行活動体験と将来取りうる活動を考慮しながら行動選択するという仮説のもと、活動によって得られる効用を定式化し、かつ旅行者の意思決定過程を現状・理想でそれぞれモデル化し、行動シミュレーションを行った。

本研究の貢献としては、旅行者が活動で得る効用が不確実性を持ち、その連鎖によって、逐次的に行動選択を行うという論理に基づいた、旅行者の効用を定量的に評価する手法を構築したこと、その結果、旅行者は、活動の実行によって確定した不確実性の影響を受けて、計画とは異なる行動に変更する可能性があることを示し、近年の旅行行動の傾向を表現できたことが挙げられる。

(2) 今後の課題・展望

本研究では、旅行者が得る総効用の値についての分析を行っていない。今後は、行動を変更できる場合とできない場合の総効用の比較や、活動種類や選択肢数といったシミュレーション条件を変えた場合の総効用の分析を行い、これらが総効用に与える効果を定量的に評価することが望まれる。

効用を求める式について、全ての旅行者に対し同じ式を使った。しかし、同じ旅行者でも、初めての訪問と二度目以降の訪問では実際得た経験による不確実性の差があると考えられる。また、旅行者に同行者がいる場合、他人との相互作用や、他人からの情報の影響を考慮する必要がある。

また、本研究で立てた行動仮説は、行動原理としては自然なものであるが、旅行行動において実証されているわけではないため、それを確認するための実証研究が必要となる。また、シミュレータ内で置いたパラメータの同定も必要である。しかし 1 章で述べたように、旅行者の行動選択の過程と活動の満足度を逐次尋ねるのは難し

く、正確に数値化することも難しい。本研究に用いるデータを収集するには従来のアンケートではなく、例えば心拍数や体温など、人体から直接数値化して得られるデータのような新しい手法の確立が必要であると考えられる。データによって本研究のモデルの推定が可能となった場合、具体的な地域を対象とする政策分析に応用できると考える。

参考文献

- 1) 観光庁：令和 3 年版観光白書について（概要版），2021 . <https://www.mlit.go.jp/common/001408385.pdf> (参照 2022-03-05)
- 2) Kozak M., Rimmington M. : Tourist satisfaction with Mallorca, Spain, as an off-season holiday destination, *Journal of Travel Research*, 38, 260-269, 2000
- 3) 金岡省吾, 市村 恒士, 富田 将義, 黒澤 和隆：自然体験型余暇活動におけるリピート意向と満足度に関する要因分析, *環境情報科学論文集 Vol.18* pp.207-212, 2004.
- 4) JTB：進化し領域を拡大する日本人の国内旅行（2019），2019 . <https://press.jtbcorp.jp/jp/2019/09/20190925-sokenkokunairyokou.html> (参照 2022-03-05)
- 5) 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.
- 6) 佐々木 邦明, 原 民輝, 西井 和夫：選択肢集合形成のプロセスモデルを用いた観光地間の魅力の相互作用に関する分析, *土木計画学研究・論文集 Vol.26* pp.483-488, 2009.
- 7) 西野 至, 藤井 聡, 北村 隆一：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 *Vol.19* pp.681-687, 1999.
- 8) リクルート：じゃらん宿泊旅行調査（2019），2019. <https://jrc.jalan.net/wp-content/uploads/2019/07/90cd98b39dc3871ef6fba4148436792b.pdf> (参照 2022-03-05)

(Received March 6, 2022)

(Accepted March 6, 2022)

DEVELOPMENT OF TOURIST'S BEHAVIOR SIMULATOR FOCUSING ON UNCERTAINTIES IN SATISFACTION

Shotaro NUMADA, Makoto OKUMURA

For sustainable development of tourist destinations, it is effective to increase the satisfaction of tourists, leading to revisits and referrals. Satisfaction with travel behavior is complex and difficult to evaluate quantitatively because it is subject to uncertainties in satisfaction that cannot be revealed at the planning stage and is further influence to the following activities. In this study, we formulated an accumulation process of satisfaction in travel behavior with considering uncertainties, and created a decision-making process model. Using the model, we developed a traveler behavior simulator and confirmed that it can represent the concurrent change of further activity plan based on the satisfaction revealed as the result of the prior activity.