

# WEBアンケートに基づいた 一般道沿道施設の休憩機能照査手法の構築

山下 和太郎<sup>1</sup>・柳原 正実<sup>2</sup>・小根山 裕之<sup>3</sup>

<sup>1</sup>学生会員 東京都立大学大学院 都市環境科学研究科 (〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1)  
E-mail: yamashita-wataro@ed.tmu.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 東京都立大学大学院助教 都市環境科学研究科 (〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1)  
E-mail: yanagihara@tmu.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 東京都立大学大学院教授 都市環境科学研究科 (〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1)  
E-mail: oneyama@tmu.ac.jp

一般道では道の駅やコンビニ、ショッピングセンター、公園など多数の施設が長距離トリップ中の休憩などのために立ち寄る施設として利用されている。特に道の駅は、交通ネットワークにおける休憩・時間調整のための停留所としての機能を備える場所であり、適切に配置されることが望まれる。しかしながら、その配置についての議論は少なく、休憩施設として配置するための基準が存在しない。本研究では、一般道における休憩および立ち寄りの候補となりうる施設全体の休憩機能について、旅行者の効用を基準として評価する指標を提案する。提案する指標のパラメータはSP調査に基づいた一度の休憩に対する効用を、トリップ全体の評価指標に拡張するモデルを用いて算出する。また指標の試算結果より、提案する指標の妥当性について議論する。

**Key Words** : road station, roadside facilities, long drive, road network, utility maximization

## 1. 研究背景・目的

従来、我が国における道路整備は、道路網整備や拡充といった通行車両の円滑な走行を支える「ながれ」機能に重点が置かれてきた。このため駐車や休憩といった交通流を支える「たまり」機能の整備は後手に回り、特に一般道では、高速道路のサービスエリアのように一定の間隔で安定したサービスを提供する沿道施設の設置は見られなかった。一方、モータリゼーションの進行や余暇の過ごし方の多様化などにより、「たまり」機能の必要性は顕著なものとなっていた。こうした事情から、一般道において「たまり」機能を提供する施設として、休憩・情報発信・地域連携の3つの機能を有し、円滑な道路交通を支える質の高いサービスを提供する施設として道の駅の設置が提案された。これは、国内はもちろん諸外国にも先例がなく、我が国独自の比較的新しい概念であると言える。

道の駅の設置は、市町村又はそれに代わり得る公的な団体などの施設管理者が国土交通省に申請することで認められる。1993年に第一回登録が行われて以降、2019年6月までには1160もの道の駅が設置され、さらに各地で新設が計画されている。「たまり」機能を支える公共施設

として、それぞれの道の駅が地域性を反映した特色ある施設を整備するなど、駅単位での発展はめざましい。

道の駅の設置位置について、国土交通省「道の駅」登録案内要綱<sup>2)</sup>には、「休憩施設としての利用しやすさや、「道の駅」相互の機能分担の観点から、適切な位置にあること」とある。また、道の駅登録施設の遵守義務として「全体の機能と魅力を高めるため、相互に連携し、協力すること」が謳われている。このように、現状の要綱では整備の方向性として道路ネットワークや他の沿道施設との位置関係などを考慮することが明記されているものの、その内容は抽象的表現で記述されており、道路ネットワーク全体での最適化を意識した具体的指標は示されていない。また、駐車場や便所の容量については、それぞれ20台以上、10器以上と具体的数値で目安が示されているものの、各施設特有の諸条件を考慮した基準ではないため、施設ごとに内容が異なる道の駅に対する適切な指標であるとは言い難い。

また、既存の道の駅について、設置後も継続して効果的な運用を行うためには、何らかの基準に基づき客観的評価を行う必要があると考えられる。しかし、「道の駅」登録案内要綱には既存施設評価に関する具体的な記述は見当たらず、現状のままでは、道路利用者に対して一定

以上のサービスを継続して安定的に供給できる保障はない。

このように、道の駅の新設や既存施設の効果的な運用のためには、既存の沿道施設との機能分担、立地条件、道路利用者ニーズなどを正しく反映させ、道路ネットワーク全体を考慮した包括的な検討を行うことが必要である。具体的には、道の駅の設置位置や施設分布・施設内容が休憩目的の施設としてどの程度有用かを把握すること、すなわち広域交通拠点としての性能評価が道の駅の在り方を考える上での重要な側面になると考えられる。

一般道利用者は自動車移動（以下、ドライブとする）の途中で休憩行動を行うにあたり、施設の利用目的や充実度などを考慮して各個人の判断基準で沿道施設立ち寄りの是非を選択していると考えられる。この選択は利用者のトリップの質を左右する重要な要素であり、沿道施設への立ち寄り選択の判断基準（以下、戦略とする）を明らかにすることは道の駅の広域交通拠点としての性能評価に不可欠である。そこで本研究では、Webアンケート調査によって一般道利用者ごとの沿道施設立ち寄り戦略を取得し、戦略・条件ごとの施設利用可能性をモデル化することで、一般道利用者の選択行動に基づき道の駅の広域交通拠点としての評価を行うための指標を構築することを目的とする。なお、一般道利用者が立ち寄り行動を行う場合、その選択肢には道の駅以外の沿道施設も含まれていると考えられるため、道の駅以外で立ち寄り行動の目的地となりうる沿道施設についても合わせて対象とする。

特に、本稿では各施設の広域交通拠点としての評価を行うための基準となる、一般道利用者のトリップ単位の休憩機能評価指標を構築することを目的とする。

## 2. 既往研究

道路ネットワークにおいて道の駅同士の位置関係を考慮した既往研究としては、石井ら<sup>3)</sup>が四国4県を対象として休憩間隔に着目した配置検討を行ったものがある。ここでは運転中90分に一度休憩を取るものとして、必ず90分後に次の休憩施設があるような最適配置の手法を提案しているが、配置に際する条件として隣接道の駅との距離のみを用いており、道の駅の広域交通拠点としての評価に必要な一般道利用者の立ち寄り戦略は考慮されていない。

また、飯田<sup>4)</sup>は和歌山県内に設定したケーススタディ区間を通行する車両に対してアンケートを実施し、沿道施設への評価や立ち寄り目的などを分析している。ここでは他の沿道施設と比較しながら道の駅立ち寄り選択の傾向が明らかにされているが、あくまで休憩行動の全体

的な傾向を見ることに留まっており、他の沿道施設との関係性を考慮した道の駅の広域配置計画に応用することは難しいと言える。

以上より、道路利用者の立ち寄り戦略を取得し他の施設との関係性を含めた道の駅の広域配置計画を検討するという点で、本研究には新規性がある。

また、休憩行動に関して、平井ら<sup>5)</sup>は旅行時間（ETCデータの実績）と走行時間（車両感知器から推定）との差を休憩時間として分析を行っており、「運転から離れて何処かに立ち寄る行動」として休憩の広義の定義を展開し、「連続高速走行の疲労と緊張を解きほぐし、運転者の生理的欲求を満たし、あるいは自動車に対する給油等の必要を満足するもの」を休憩施設としている。本研究においても「立ち寄り」という行動を交通拠点の休憩機能が利用される行動としてとらえて研究を進める。

## 3. Web アンケート調査

### (1) 実施目的

Webアンケート調査は、各一般道利用者が有する沿道施設への立ち寄り戦略に関する基礎的資料を得ることが主たる実施目的である。

具体的には、一般道利用者ごとの

- ・ 仮想状況下における2施設トレードオフ
- ・ ドライブ時の沿道施設立ち寄り戦略

を調査することをWebアンケート調査の目的とする。

### (2) 実施方法

Web アンケート調査は、本研究に必要な基礎的資料が得られるように設計した上で、実施を株式会社クロス・マーケティングへ委託し2019年11月下旬に実施した。日本全国を対象にWeb上で実施し、各種リサーチ会社に登録している一般被験者から回答を得た。

Web アンケート調査の調査画面は、条件抽出のためのスクリーニングと、スクリーニングで抽出された被験者に対してのみ表示される本調査に大別される。スクリーニングにおけるフィルター条件は以下のように設定した。

#### ◆ 年齢：18歳以上

自身で自動車を運転しうる被験者を抽出するため。

#### ◆ 被験者またはその家族の職業：マスコミ関係、市場調査関係以外

本アンケート調査の実施目的を事前に知り得ない被験者のみを対象とし、回答にバイアスがかかることを防ぐため。

#### ◆ ドライブ目的：過去3年以内に観光目的のドライブ経験あり（運転者・同乗者問わず）

本調査には沿道施設への立ち寄りに関する設問が多く

設定されており、道の駅をはじめとする沿道施設へ立ち寄る可能性のある被験者を抽出する必要があるため。また、観光目的と仕事目的では沿道施設への立ち寄り戦略には違いがあると見て、ここでは観光目的でのドライブを抽出した。

また、回答データの偏りを防ぐこと、本研究の目的に沿うサンプルを得ることを目的として以下の割付条件を設定した。

◆ **性別：1 属性 80%未満**

サンプルが一部の属性に集中し、データの偏りが生じることを防ぐため。

◆ **年齢：1 属性 50%未満**

サンプルが一部の属性に集中し、データの偏りが生じることを防ぐため。

◆ **ドライブ区分：自身で運転・同乗の割合は約 2 : 1**

運転者と同乗者の違いをドライブ区分とする。各ドライブ区分で十分なサンプル数を確保し、どちらについても沿道施設立ち寄り戦略を分析できるようにするため。

◆ **最大ドライブ時間：移動時間が長いものから優先して抽出**

一般に運転時間が長くなるほど沿道施設で休憩立ち寄り行動を行う可能性が高くなると考えられるため。

◆ **一般道ドライブ時間：移動時間が長いものから優先して抽出**

一般に運転時間が長くなるほど沿道施設で休憩立ち寄り行動を行う可能性が高くなると考えられるため。一般道における立ち寄り行動が分析の中心となることから、高速道路のみならず一般道においても長時間運転しているサンプルを抽出しやすくするため。

次に、分析の精度向上を目的として Web アンケートで得られた回答データに以下のような抽出条件を設け、抽出を行った。

◆ **回答の整合性が取れないサンプルの除去**

時間に関する設問で前後の回答が矛盾するものを回答ミスとみなし除去。

◆ **最大ドライブ時間：2 時間以上のサンプルを抽出**

Web アンケート調査の大問 4 (休憩時間・間隔の理想と実態) では 1.5~2 時間ごとに休憩を希望する層が各クラス (後述) で 3~4 割を占め最大の選択率となったことから、少なくとも 2 時間以上のドライブを経験したことがある被験者であれば沿道施設への立ち寄り行動の経験があると期待できるため。また本研究では便宜上 2 時間以上のドライブをロングドライブとして扱う。

以上の条件で収集・抽出された 1684 サンプルの回答データが、本研究で用いる基礎的資料となる。

(3) **質問項目**

設問は「スクリーニング」・「2 施設トレードオフ設問」・「選好を問う設問」の 3 つに大別され、内容は以下の通りである。選択肢はスクリーニングを除き 7 段階選択となっており、具体的な時間を尋ねる大問 4 を除き【必ず A の行動をとる・あてはまる：7~必ず B の行動をとる・あてはまらない：1】としてどの程度あてはまるかを回答してもらった。

なお、モデル推定に用いる「2 施設トレードオフ設問」[大問 1~3]の構築には選好意識データ (Stated Preference) に基づく調査方法 (SP 法) を採用した。これは仮想的な状況下において被験者がどのような判断を下すかを問うものであり、特定施設の影響を排除して立ち寄り戦略を調査できる点、回答データの偏りを減らすことができる点、設問の詳細な設定が可能ある点などで本研究の趣旨に適している。

◆ **スクリーニング**

[大問 0]スクリーニング:13 問

- ・個人属性
- ・フィルター・割付条件を設定した設問

◆ **2 施設トレードオフ設問 (7 段階選択)**

[大問 1~3]欲求別(トイレ・食事・仮眠)の 2 施設トレードオフ:59 問

- ・基本的な生理的欲求 (トイレ・食事・仮眠) に対応する 2 施設トレードオフ

(例) 「一般道におけるロングドライブ」中、「そろそろトイレに行きたいが、1 時間程度なら我慢できる」と思ったときを想定してください。

このとき、どちらの行動を、どのくらいの割合で選ぶか最も近いものを答えてください。

- A. すぐそのコンビニのトイレに行く
- B. 20 分先の目的地のトイレに行く

◆ **選好を問う設問 (7 段階選択)**

[大問 4]休憩時間と間隔(理想・実態):4 問

- ・一回当たりの休憩時間
- ・ドライブ中の休憩間隔

(例) 通常、平均してどのくらいの間隔で休憩をしますか。

(回答選択肢) 15 分以下:7 ~ 3 時間以上:1

[大問 5]欲求別の立ち寄り施設の選択:56 問

- ・ドライブ中に生じる欲求を満たすための施設選択行動と選択可能性

(例) 食事をとりたいとき(店内で飲食)、コンビニが近く

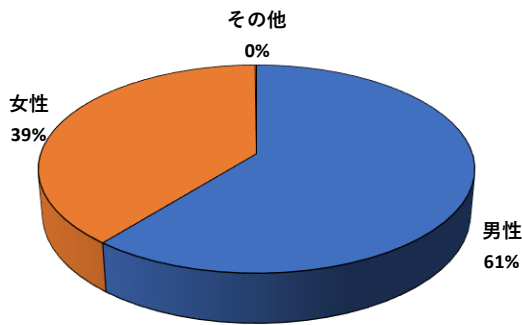


図-1 被験者の性別構成

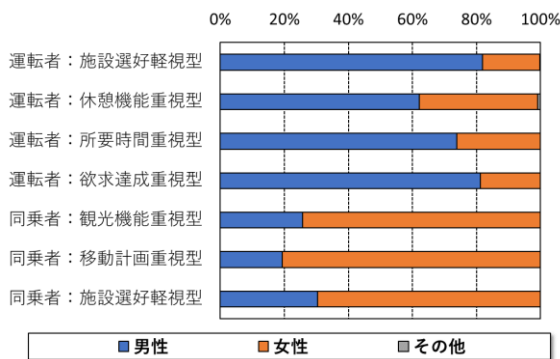


図-2 被験者の性別構成 (クラスター別)

にあれば立ち寄る。

[大問 6] 立ち寄り施設に求める各機能の整備水準: 20 問

・立ち寄る沿道施設を決める際、各施設の整備水準や施設規模をどの程度考慮するか

(例) 食堂・レストランの清潔さを重視する。

[大問 7] ロングドライブ時の行動と傾向: 25 問

・ロングドライブ中に考えることや行動の傾向

(例) 渋滞を避けるために沿道施設に立ち寄る。

[大問 8] コンビニ・道の駅双方への認識: 20 問

・コンビニ・道の駅がどの程度の水準でサービスを提供していると感じるか

(例) 道の駅はトイレが清潔だと思う。

#### (4) 基礎統計

以下に、Web アンケートの集計結果をクラスターごとに示す。クラスターの名称は次の第 4 章で命名するものを用いている。なお、これ以降断りがない限り Web アンケートの回答データは抽出後の 1684 サンプルを指すものとする。

#### a) 性別構成

被験者の性別構成に関する基礎集計結果は、図-1・図-2 のようになった。全体を通して、運転者と同乗者では性別の構成が大きく異なることがわかる。

#### b) 年齢構成

被験者の年齢構成に関する基礎集計結果は、図-3・図-4 のようになった。年齢構成については 50 代以上の回答者は約 60% を占めており、50 代の回答者が 31% と最も多く全体の約 3 分の 1 を占めている。一方で 20 代以下の回答者は全体の 5% にとどまっており、若干回答者の年齢構成に偏りがみられるが、運転免許保有が可能となる 18 歳以降を対象にしたことや我が国全体の年齢構成を考慮するとある程度は許容範囲内であると言える。全体を通して同乗者のほうが年齢層は若いことが読み取れるほか、50 代が多い点ではいずれのクラスターでも共通している。

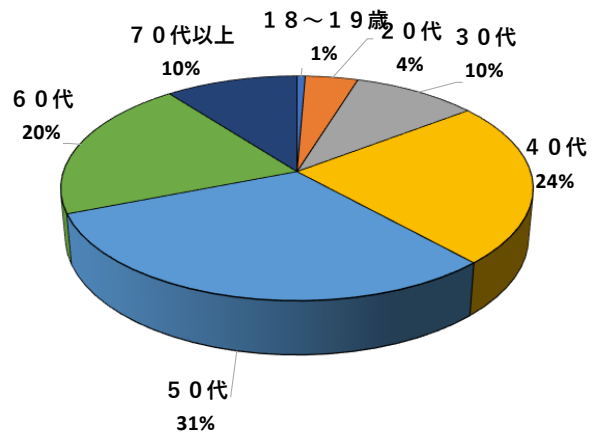


図-3 被験者の年齢構成

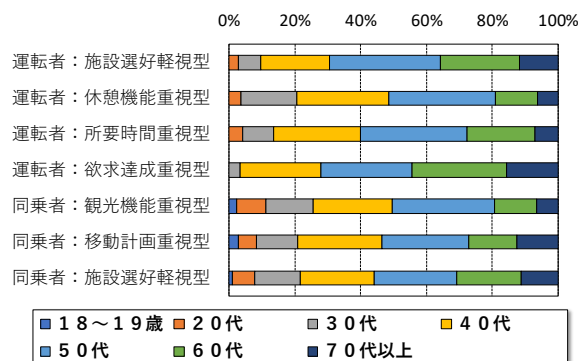


図-4 被験者の年齢構成 (クラスター別)

c) 居住地構成

被験者の居住地構成に関する基礎集計結果は、図-5・図-6 のようになった。地域別で見ると関東地方が最も多く約 4 割を占めた。各クラスとも、おおむね我が国の人口比に準ずるような形で居住地が分布していることがわかる。

d) 職業構成

被験者の職業構成に関する基礎集計結果は、図-7・図-8 のようになった。全体の構成では会社員が約 40% を占め最も多くなっているが、クラス別で見ると同乗者には主婦・主夫とパート・アルバイトの層が多くなっている点が特徴的である。

e) 自動車保有状況の構成

被験者の自動車保有状況構成に関する基礎集計結果は、図-9・図-10 のようになった。軽自動車も含めた保有者は全体の約 80% であったが、同乗者に注目すると非保有者の割合が運転者の場合と比較し高くなっていることがわかる。

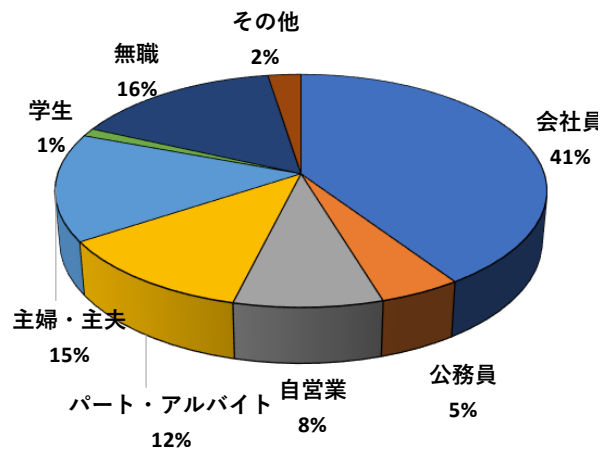


図-7 被験者の職業構成

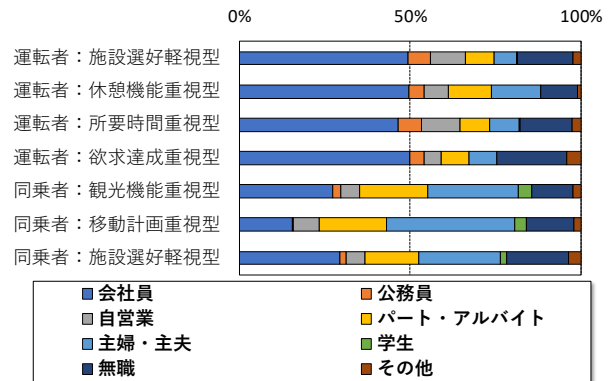


図-8 被験者の職業構成 (クラス別)

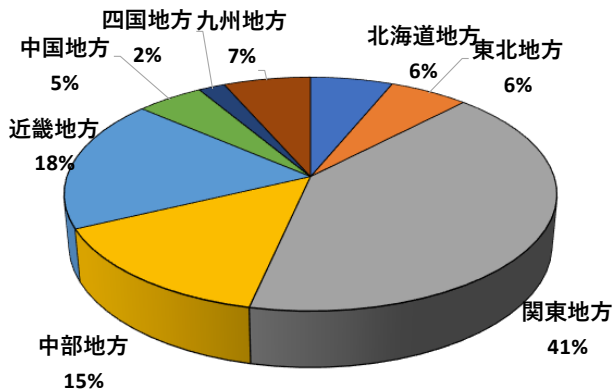


図-5 被験者の居住地構成

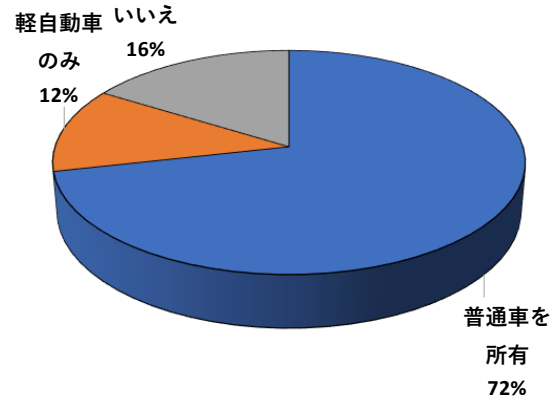


図-9 被験者の自動車保有状況の構成

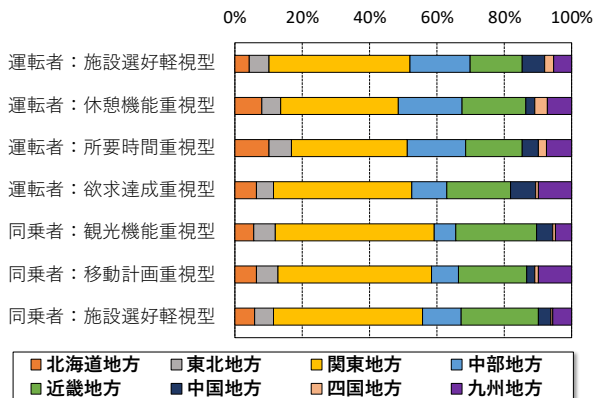


図-6 被験者の居住地構成 (クラス別)

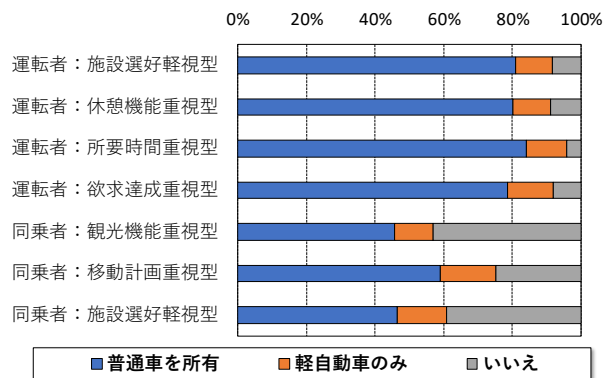


図-10 被験者の自動車保有状況の構成 (クラス別)

## 4. 立ち寄り行動パターンの類型化

### (1) 分析目的

本研究で Web アンケートの回答データをもとに行う分析はクラスタリングと非集計選択モデルのパラメータ推定の2つに分けられ、個人の立ち寄り施設選択行動を被説明対象として分析を行っていく。

非集計選択モデルのパラメータ推定を前に考慮すべきことは、一般道利用者は各々が有する施設立ち寄り戦略をもとに沿道施設への立ち寄りの是非を選択しているという仮定である。その際、立ち寄り行動にあたってはいくつか立ち寄りの候補がある中で判断を下すため、一般道利用者の立ち寄り戦略もいくつかのクラスタに分割して説明することが可能であると考えられる。このクラスタを得るため、「選好を問う設問」について Web アンケート被験者のクラスタリングを行う。こののちクラスタごとに「2 施設トレードオフ設問」を対象として最尤推定を行うことで非集計選択モデルのパラメータが得られ、立ち寄り行動がモデル化できる。

なお、Web アンケートで一部属性のみに表示された設問については分析の対象外とした。

### (2) クラスタリング

#### a) 主成分分析

クラスタリングの対象である「選好を問う設問」は 100 問を超える構成となっており、サンプル数が 1684 であることを考えると回答データが複雑であることは明らかである。このため、クラスタリングに先立ち回答データに主成分分析を行った。

一般的に主成分選択の際は累積寄与率 80%を超えるものまでを選択することが多い。本研究でもそれに準じ、累積寄与率が約 80%となる第 14 主成分までを選択した。参考に、各主成分の寄与率を図-11 に挙げる

#### b) クラスタリング

本研究ではクラスタの結合方法として、代表的な階層的な手法である Ward 法を用いた。

クラスタリングの結果は図-12・図-13 のデンドログラムに示す通りである。得られたデンドログラムを基に、おおよそ 100 サンプル/クラスタとなるようにクラスタの分割を行った。分割箇所は図上に赤色の一点鎖線で示した部分で、運転者の分割クラスタ数は 4、同乗者の分割クラスタ数は 3 となった。

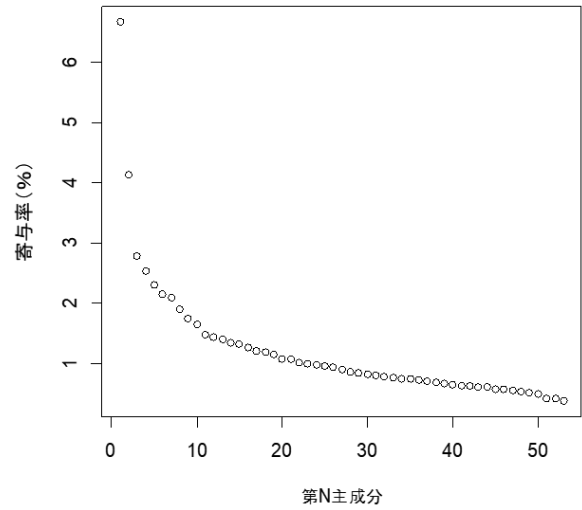


図-11 主成分寄与率

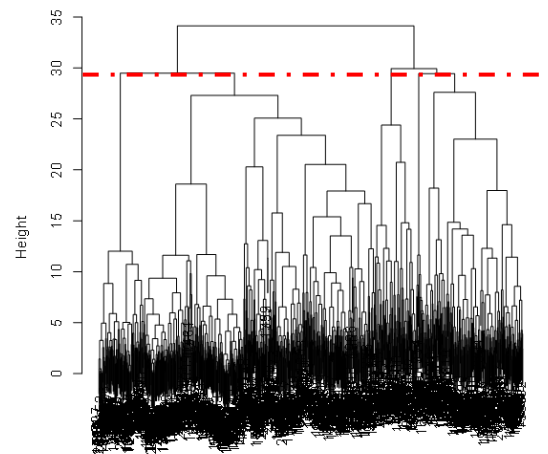


図-12 デンドログラム (運転者)

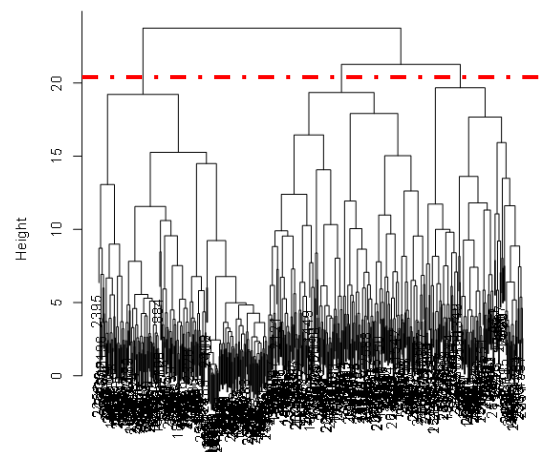


図-13 デンドログラム (同乗者)

c) クラスタの解釈

各クラスタについて、クラスタリングに用いた選好を問う設問の集計結果を比較することでそれぞれの特徴を把握した。各クラスタの設問の回答値（あてはまる 7～あてはまらない 1）の平均と全体の平均との差の t 値の一部を表-1 に示す。t 値を計算するにあたっては、各クラスタ内の分散が同じであることを仮定した。各設問において、この値が正に大きい場合は全体と比較して「あてはまる」の回答が多く、負に大きい場合は比較的「あてはまらない」傾向があることを示す。

表-1 では類似する設問を割愛しており、各クラスタに特徴的な設問の回答をハイライトで強調している。表の左側にこれらの設問の傾向を分析した結果として、各クラスタにふさわしい行動内容を表記した。この表記を各クラスタの類型名とする。なお、括弧内は運転者と同乗者の区別を示す。

「欲求達成重視型」は多くの回答で肯定的な回答をしており、立ち寄り欲求を積極的に満たそうとするグループであると言える。

運転者の「休憩機能重視型」と同乗者の「観光機能重視型」はいずれも充実した立ち寄り行動を望んでおり、機能が充実していない公園などが選ばれにくい傾向がある。2つのグループの違いとしては、「休憩機能重視型」は道の駅に加えてコンビニも積極的に利用する一方、「観光機能重視型」はコンビニの利用を控える傾向がみられた。

運転者の「所要時間重視型」と同乗者の「移動計画重視型」はいずれも、渋滞を避けて移動時間の短縮を望んでいる。その中でも「所要時間重視型」はさらに休憩行動も含めた時短を臨機応変に行う傾向がある一方、「移動計画重視型」は事前の時間的な計画に沿った行動を望んでいると考えられる。

最後に運転者と同乗者双方の「施設選好軽視型」は立ち寄り自体の選好にこだわりが少ないグループであると考えられる回答結果となった。

表-1 各クラスタにおいて特徴的な設問の回答値の平均からの差分 t 値（等分散を仮定）

欲求達成重視 (運転)	5.2	3.6	6.0	10.6	9.6	6.8	2.7	5.0	3.8	2.3	2.7	5.1	3.8	1.4	3.0	2.7	5.0	4.7	5.3	2.6
休憩機能重視 (運転)	0.9	4.2	3.2	-4.4	-2.3	0.4	0.4	0.3	1.6	0.5	-2.6	-4.0	2.7	-0.2	3.6	1.2	0.5	-1.9	-3.4	4.1
観光機能重視 (同乗)	0.3	5.4	4.3	-2.3	-2.5	3.7	4.6	1.0	0.4	-1.5	0.2	-3.0	1.5	3.3	3.7	-0.4	0.7	1.3	1.2	1.1
所要時間重視 (運転)	2.2	5.1	6.5	-1.7	1.1	5.7	3.1	0.1	-0.5	-5.1	0.3	-2.0	1.7	-1.4	3.8	3.7	0.6	1.6	-3.2	4.4
移動計画重視 (同乗)	1.6	4.8	4.2	-7.5	1.8	2.8	6.0	-3.8	4.5	-3.7	1.3	0.5	0.9	-0.3	3.1	4.0	0.2	2.7	5.3	-1.2
施設選好軽視 (運転)	-4.3	-4.1	-4.2	4.3	-6.2	-5.0	-6.0	1.9	0.2	1.1	0.1	0.3	-1.8	-1.7	-3.9	-1.2	0.0	-1.0	-2.4	-0.9
施設選好軽視 (同乗)	1.8	-2.9	-5.2	0.5	1.9	-2.6	-1.5	-0.9	-0.8	1.3	-0.3	0.8	-2.3	2.0	-3.0	-3.6	-2.1	-1.4	0.7	-2.5
	コンビニは休憩施設として全体的に満足できると思う	道の駅は休憩施設として全体的に満足できると思う	トイレに行きたいとき道の駅が近くにあれば立ち寄る	トイレに行きたいとき公園が近くにあれば立ち寄る	店内で食事をとりたときコンビニが近くにあれば立ち寄る	店内で食事をとりたとき道の駅が近くにあれば立ち寄る	トイレの清潔さを重視する	運転者以外の同乗者は寝る	複数人とドライブに行く	小学生未満の子どもを乗せてドライブに行く	往路より復路の方が沿道施設への立ち寄り回数が多い	出発前に休憩場所を決めておく	車載カーナビに表示された経路に従う	スマホの経路案内アプリで表示された経路に従う	車内に飲み物を備えておく	混雑している施設は避ける	運転している時間を短縮するための行動をする	渋滞を避けるために沿道施設に立ち寄る	休憩をこまめに取る	早く目的地に到着しようとする

## 5. 休憩機能評価指標の構築

### (1) 休憩機能評価指標の概要

休憩機能評価指標は、一般道利用者のトリップ単位の休憩行動に対する効用として算出するものとする。

Web アンケートにおける一般道利用者ごとの仮想状況下における 2 施設選択の設問の回答結果を用いて、立ち寄り施設選択行動モデルを構築することで、一般ドライバーの 1 回の立ち寄り行動における効用を把握する。この効用をトリップ単位の効用として拡張したものをトリップ単位の休憩機能評価指標とした。

また、立ち寄り行動はトリップの効用を最大化した結果の行動と仮定することで、トリップ立ち寄り行動の推定も可能になるため、シミュレーションと合わせた分析によって、道の駅の広域交通拠点としての評価が可能になると考えられる。

### (2) 立ち寄り施設選択行動モデル

立ち寄り施設選択行動モデルは、非集計選択モデルであるロジットモデルとして構築する。このモデルにおける確定効用は、設問における施設への到達時間とその係数の積および定数項の和で表現される。モデルは戦略や価値観が異なることで違いが生じると仮定し、前章で類型化したグループ毎に推定した。その結果を表-2 に示す。

各グループのモデルの尤度比は低いものの、ほぼすべての変数が負に有意な値として推定された。パラメータがすべて負であることは、所要時間が伸びるほどその施設への立ち寄りの効用が下がることを意味する。つまり同じ施設であれば至近距離にあるほうが所要時間を要する場合と比べ効用が高いことを表しており、推定結果は理に適うものであるといえる。なお、自由度の制限により、公衆トイレの到達時間の係数と目的地の定数項を 0 として推定した。

設への立ち寄りの効用が下がることを意味する。つまり同じ施設であれば至近距離にあるほうが所要時間を要する場合と比べ効用が高いことを表しており、推定結果は理に適うものであるといえる。なお、自由度の制限により、公衆トイレの到達時間の係数と目的地の定数項を 0 として推定した。

### (3) トリップ単位の休憩機能評価モデル

トリップ毎の効用は、移動中の不満と、立ち寄り自体に発生する効用を集計することで求めることができる。ここで、単位時間当たり  $D(t)$  で不満が蓄積するモデルを考える。この単位時間当たりの不満をトリップ全体で集計した値を立ち寄り自体の効用から引いた値を各トリップ  $n$  の効用  $U_n$  とする。各施設  $j$  に立ち寄り効用を  $\hat{U}_j$  とすると、全体の効用  $U_n$  は式(1)のように表現できる。

$$U_n = \sum_j \hat{U}_j - \int_0^T D_n(t) dt \quad (1)$$

単位時間当たりの不満度  $D(t)$  は図-14 のように、車での移動中に時間が経過し車外での休憩などの欲求が発生することで大きくなると考える。また、立ち寄りを行うことによって不満が解消され  $D_n(t)$  は小さくなるものとする。各立ち寄り  $j$  における不満の解消度  $\bar{D}_j$  と立ち寄りに要する時間  $T_j^R$  は異なると仮定し、休憩時間中及び再出発後も不満度が 0 になることはなく、目的地に到着す

表-2 Web アンケートの結果より求めた非集計選択モデルの各パラメータ

	サンプル数	尤度比	到達時間(分)の係数					定数項					
			公衆トイレ	路肩	コンビニ	道の駅	目的地	公衆トイレ	路肩	コンビニ	道の駅	目的地	
運転者	休憩機能重視型	111	0.084	0	-0.007	-0.007	-0.013	-0.060	-2.26	-3.01	-2.42	-1.77	0
	施設選好軽視型	620	0.036	0	-0.004	-0.006	-0.010	-0.042	-1.17	-1.81	-1.58	-1.14	0
	所要時間重視型	287	0.068	0	-0.007	-0.011	-0.015	-0.050	-1.80	-2.47	-1.88	-1.32	0
	欲求達成重視型	122	0.092	0	-0.023	-0.023	-0.027	-0.049	-0.81	-1.25	-1.07	-0.77	0
同乗者	施設選好軽視型	217	0.020	0	-0.006	-0.007	-0.009	-0.036	-1.10	-1.45	-1.24	-1.01	0
	移動計画重視型	202	0.062	0	-0.011	-0.008	-0.014	-0.054	-2.17	-2.42	-2.10	-1.52	0
	観光機能重視型	125	0.075	0	-0.025	-0.011	-0.015	-0.053	-2.07	-2.29	-2.13	-1.49	0

5%非有意

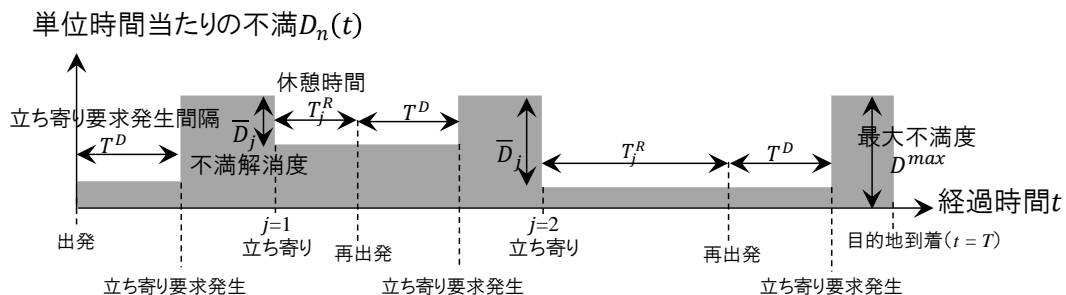


図-14 単位時間当たりの不満度  $D(t)$  の推移



ることで不満度が 0 になると考える。ある立ち寄り  $j$  がもたらす直接的な効用は  $\hat{U}_j$  であるが、立ち寄り中の負の効用  $-\bar{D}_j T_j^R$  とその後の不満の解消された状態があわせて考慮される。各トリップ  $n$  の効用  $U_n$  における式(1)の右辺第 2 項の大きさは図の灰色の面積に相当する。

(4) 立ち寄り施設選択とトリップ単位の休憩行動

立ち寄り場所選択モデルを構築した Web アンケートでの設問では、立ち寄り要求が発生している時点での施設選択について、立ち寄りまでの所要時間を変化させて尋ねている。この時の効用は式(1)のモデルで表現される効用の一部  $U_j$  であると考えることができる。すなわち回答者が設問の状況において考慮する時間  $T^C$  を限定する、すなわち直近の未来の状況のみを考慮すると仮定すれば式(2)のように表せる。

$$U_j = \hat{U}_j - \int_0^{T^C} D_n(t) dt \quad (2)$$

直近の未来のみを考慮して選択を行っているという仮定は、実際の移動中においてもあり得る行動原理であると言える。この時の状況を図-15に図示する。式(2)の第2項の大きさは図の濃い灰色の面積に相当する。

結局、直近の施設への立ち寄り  $j^A$  に対する効用  $U_{j^A}$  と、 $t_{j^B}$  先の施設への立ち寄り  $j^B$  に対する効用  $U_{j^B}$  は以下の式で表現される。なお、 $j^A, j^B \in \{\text{目的地, 道の駅, コンビニ, 路肩, 公衆トイレ}\}$  である。

$$U_{j^A} = \hat{U}_{j^A} - (D^{max} - \bar{D}_{j^A}) T^C \quad (3)$$

$$U_{j^B} = \hat{U}_{j^B} - (D^{max} - \bar{D}_{j^B})(T^C - t_{j^B}) - D^{max} t_{j^B} \quad (4)$$

ここで、モデルの仮定より目的地の不満解消度は  $\bar{D}_{目的地} = D^{max}$  である。また、複合施設以外への立ち寄り効

用は小さいと考えられるので、 $\hat{U}_{目的地} = \hat{U}_{路肩} = \hat{U}_{公衆トイレ} = 0$  を仮定する。それぞれの効用  $U_{j^A}, U_{j^B}$  が、推定した非集計選択モデルの確定効用  $V_{j^A}^A, V_{j^B}^B$  と一致するとき、不満蓄積モデルの一部のパラメータは以下のように非集計選択モデルのパラメータから求めることができる。

$$U_{j^A} = V_{j^A}^A = \beta_0^A, U_{j^B} = V_{j^B}^B = \beta_1^B t_{j^B} + \beta_0^B \quad (5)$$

$$\bar{D}_{j^X} = -\beta_1^X \quad (6)$$

$$\hat{U}_{j^X} = \beta_0^X + (D^{max} - \bar{D}_{j^A}) T^C \quad (7)$$

人によって不満度の値を統一化するために、一分間当たりの最大の不満度を  $D^{max} = 1.0 (1/min)$  とすると、非集計選択モデルの分散パラメータの値、および  $\hat{U}_{路肩} = 0$  の仮定より  $T^C$  の値も算出できる。結局立ち寄り要求発生間隔  $T^D$  と休憩時間  $T_j^R$  以外のパラメータは規定できることがわかる。立ち寄り場所選択モデルの各パラメータの値から求めたトリップ単位の休憩機能評価モデルのパラメータの値を表-3に示す。この算出仮定では、ロジットモデルの効用の分散パラメータを考慮することで、一分間当たりの最大の不満度と目的地への到達時間の係数がモデル間で差がないものとして扱えるようにしている。

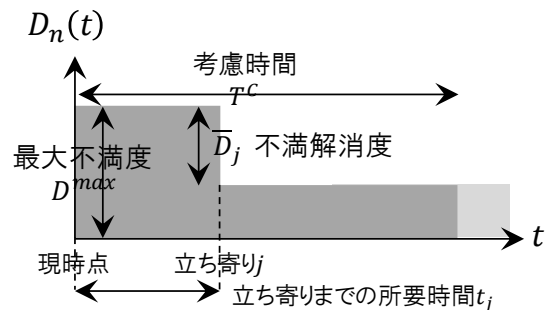


図-15 Web アンケート設問の状況での不満度  $D_n(t)$  の推移

表-3 Web アンケートの結果より求めた評価指標の各パラメータ

		不満解消度(1/分) $\bar{D}_{j,x}$					効用の標準偏差	考慮時間 $T^C$ (分)	立ち寄り効用 $\hat{U}_{j,x}$	
		公衆トイレ	路肩	コンビニ	道の駅	目的地			コンビニ	道の駅
運転者	休憩機能重視型	0.339	0.119	0.119	0.219	1	21.3	56.6	9.8	14.8
	施設選考軽視型	0.419	0.104	0.153	0.238	1	30.7	48.3	3.1	9.4
	所要時間重視型	0.377	0.146	0.217	0.296	1	25.8	58.2	7.9	14.4
	欲求達成重視型	0.656	0.466	0.473	0.545	1	26.0	47.6	3.4	6.0
同乗者	施設選考軽視型	0.368	0.173	0.202	0.251	1	35.2	48.0	4.3	8.1
	移動計画重視型	0.289	0.208	0.143	0.252	1	23.8	56.6	9.7	14.2
	観光機能重視型	0.512	0.461	0.210	0.286	1	24.0	79.5	23.0	28.9

表-4 休憩間隔・休憩時間の平均値

		要求発生間隔(分)	休憩時間(分)
運転者	休憩機能重視型	107.4	21.3
	施設選好軽視型	103.0	31.1
	所要時間重視型	104.1	23.6
	欲求達成重視型	94.0	30.6
同乗者	施設選好軽視型	91.7	39.1
	移動計画重視型	93.3	30.8
	観光機能重視型	103.3	28.5

(5) 時間パラメータの設定

前節で算出されていないトリップ単位の休憩機能評価モデルのパラメータである、立ち寄り要求発生間隔  $T^D$  と休憩時間  $T_j^R$  は、Web アンケートにおける「[大問 4] 休憩時間と間隔 (理想・実態)」の回答結果をクラスター毎に平均することで求められる。この設問では、被験者が理想と考える「ドライブ中の休憩間隔」・「一回当たりの休憩時間」について尋ねており、前者から立ち寄り要求発生間隔  $T^D$  が、後者から休憩時間  $T_j^R$  が求められると考えた。アンケートの回答は 15 分未満・15~30 分・30~60 分・60~90 分・90~120 分・120~180 分・180 分以上の選択肢を与えて 7 段階の択一選択式であるが、被験者が意図する休憩間隔・休憩時間は連続的であることから、その分布を一般的な連続確率分布であるガンマ分布と仮定し、最尤推定によってその分布形状を求めた。求めた要求発生間隔  $T^D$  と休憩時間  $T_j^R$  の分布の平均値は表-4 のような値となり、機能評価指標の試算では定数として扱う。

7. 休憩機能評価指標およびトリップ立ち寄り行動モデルの試算

構築した休憩評価指標及びトリップ立ち寄り行動モデルに関して、2 ケースの施設配置に対する試算を行った。1 つ目のケース①の施設配置とその結果をそれぞれ図-16、図-17 に、ケース②を図-18、図-19 に示す。ケース①は道の駅とコンビニが立ち寄る休憩施設の候補となるような施設配置における試算である。考慮する立ち寄りパターンは、どちらにも立ち寄らず 150 分走行するパターン(PP)、出発地から 90 分の位置にある道の駅だけに立ち寄るパターン(SP)、出発地から 130 分の位置にあるコンビニだけに立ち寄るパターン(PS)、道の駅とコンビニの双方に立ち寄るパターンの 4 パターンである。ケース②は一定間隔でコンビニが存在する状況を示しており、通過(P)と休憩(S)の組み合わせとして 16 パターンを考慮する。図-17、図-19 で示した値は、各クラスターの各立ち寄りパターンを行った時の効用  $U_j$  (負の効用) をそれぞれ示しており、最も効用が大きい立ち寄りパターンを赤枠で強調している。この立ち寄りパターンが該

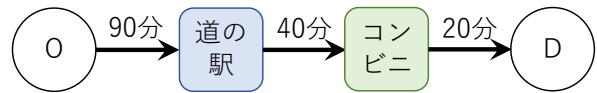


図-16 ケース①の施設配置

各立ち寄り行動におけるトリップの効用

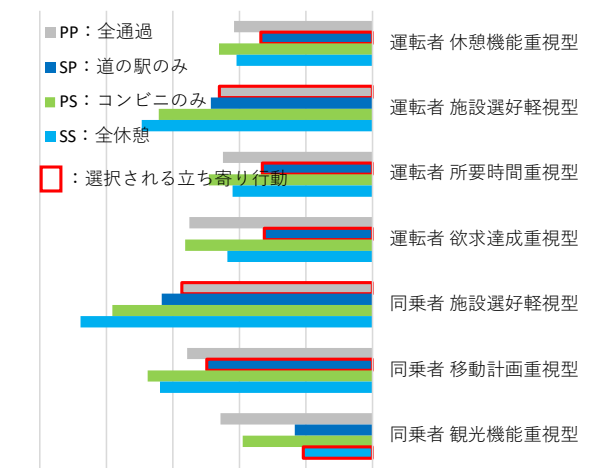


図-17 クラスター・立ち寄り行動別のトリップの効用①

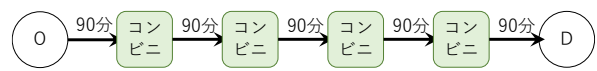


図-18 ケース②の施設配置

各立ち寄り行動におけるトリップの効用

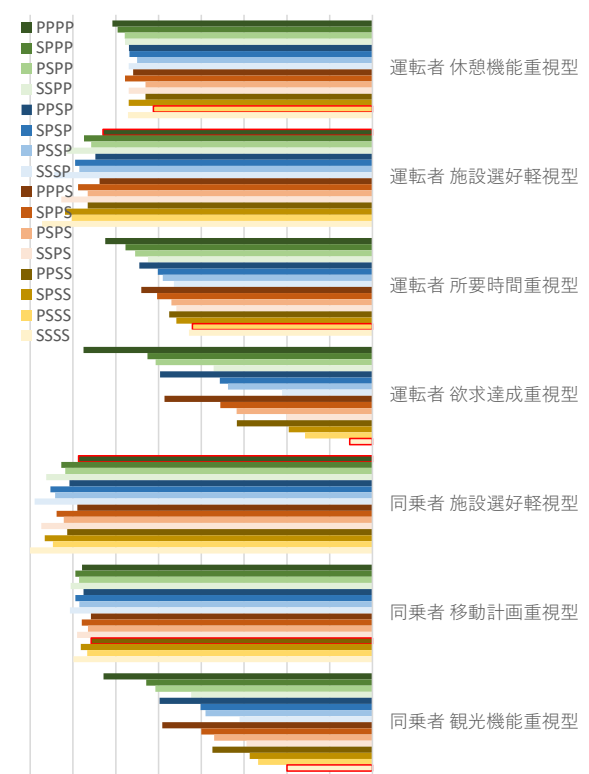


図-19 クラスター・立ち寄り行動別のトリップの効用②

当するクラスタの立ち寄り行動となる。

ケース①の施設配置では、最も効用が大きい立ち寄りパターンがクラスタごとに異なることが分かった。施設選好軽視型の運転者および同乗者はどの施設にも立ち寄らず目的地まで移動するときに最も効用が高い一方、観光機能重視型の同乗者にとってはすべての施設に立ち寄る場合の効用が最も高くなっている。この傾向はケース②の施設配置においても同様であり、なるべく多くの休憩を行いたい者と移動を優先したい者の差がうまく表現できているものと考えられる。ケース①において他のクラスタの最も効用が大きい立ち寄りパターンは道の駅のみで休憩する場合であり、その他の行動パターンにおける効用の大小も似通っていた。コンビニのみで休憩するパターンを選択するクラスタがなかったことから、道の駅のコンビニに対する優位性も表現されているといえる。

ケース②では均一な頻度でコンビニが出現する施設配置を対象にしており、最も効用が大きい立ち寄りパターンに着目すると、全く立ち寄らないパターンのクラスタとトリップ後半のすべて、またはすべてのコンビニに立ち寄るクラスタに分かれた。多くのコンビニに立ち寄ろうとするクラスタほど、各立ち寄り行動のパターンの効用の差が大きく、立ち寄りを軽視するクラスタほど効用の差は小さいものとなっていることがわかる。このことからコンビニに立ち寄らない行動においても、他の何らかの要因によって立ち寄る方に行動が変化する可能性が高いことが示唆される。実際の行動選択の場面に関しても、コンビニに積極的に立ち寄らないように行動する者は少数であると考えられるため、妥当なモデルの出力結果であると考えられる。

## 8. まとめ

本研究では、Web アンケート調査によって一般道利用者ごとの沿道施設立ち寄り戦略を取得し、戦略・条件ごとの施設利用可能性を分析騎士、その結果、立ち寄り戦略ごとに運転者・同乗者で合わせて7クラスタに分割することができ、クラスタごとにトリップ単位で休憩目的での沿道施設選択行動の効用をモデル化することができた。当該モデルを用いた試算結果において、クラスタごとに休憩行動が異なり、その休憩施設選択結果には各クラスタの特徴が反映されていることが確認されたことから、妥当なモデル構築であったといえる。同じく算出される効用の値も、休憩施設の配置を考慮するために

応用可能であると考えられる。

国土交通省「道の駅」登録案内要綱では言及されていなかった既存施設配置の評価については、各施設配置に対して、このモデルで算出されるトリップ単位の効用をネットワーク内の全 OD 需要で集計した値を用いることで検討可能となる。

なお、本研究ではモデルの対象施設として公衆トイレ・路肩・コンビニ・道の駅・目的地の5つを挙げており、総合した効用を考慮しているが、現実には一般道利用者は無数の沿道施設から立ち寄り施設を選択していると考えられるため、対象施設の多様化などを考慮してゆくことが必要であるとする。また、立ち寄る候補となる休憩施設が増加した場合は、考慮する立ち寄りのパターンが指数関数的に増加するため、構築した評価値の近似値などを効率的に算出する手法についても今後検討を行う必要がある。

**謝辞：**本研究は、新道路技術会議平成31年度道路政策の質の向上に資する技術研究開発（研究テーマ：交通・物流・交流・防災拠点としての道の駅の性能照査と多目的最適配置に関する研究）の一部として実施されたものである。

## 参考文献

- 1) 目山直樹, 熊野稔:「道の駅」の概念とその経緯 - 「道の駅」の計画整備に関する研究#1 -, 日本建築学会学術講演梗概集, pp.425-pp.426, 1994.
- 2) 国土交通省:「道の駅」登録・案内要綱, <https://www.mlit.go.jp/road/Michi-no-Eki/pdf/guidance.pdf>
- 3) 石井健太郎, 吉川徹, 讃岐亮: 休憩施設としての道の駅の適切な配置の検討, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.1033-1034, 2013.
- 4) 飯田克弘: 利用者の評価・行動結果に基づく道の駅の基本施設・サービスのあり方に関する考察, 2000年度第35回日本都市計画学会学術研究論文集, pp.421-pp.428, 2000.
- 5) 平井章一, Jian XING, 堀口良太, 宇野伸宏: ETCデータに基づく都市間高速道路におけるマクロ休憩行動モデルの構築, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.72, No.5 (土木計画学研究・論文集第33巻), 1\_661-1\_671, 2016.

(2020.10. 受付)