

# 高速道路の渋滞緩和を目指した ゲーミフィケーションによる 行動変容の促進可能性

松尾 悠<sup>1</sup>・木村 優介<sup>2</sup>・宇野 伸宏<sup>3</sup>

<sup>1</sup>学生会員 京都大学 大学院工学研究科都市社会工学専攻 (〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 C1)

E-mail: matsuo.yu.88m@st.kyoto-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 京都大学助教 大学院工学研究科社会基盤工学専攻 (〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 C1)

E-mail: kimura.yusuke.8m@kyoto-u.ac.jp

<sup>3</sup>正会員 京都大学教授 大学院工学研究科都市社会工学専攻 (〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 C1)

E-mail: uno.nobuhiro.2v@kyoto-u.ac.jp

日本の高速道路では渋滞が頻発しており、円滑な道路交通の実現に向けて、適切な交通マネジメント方策がますます重要となっている。本研究では、ゲーミフィケーションの概念を用いた交通マネジメント方策として、渋滞緩和を目的としたゲーム型サービスの導入を想定し、ゲーミフィケーションによる行動変容の可能性に影響を及ぼす高速道路利用者の特性を明らかにする。クラスター分析を用いて利用者の特性を分類した上で渋滞緩和ゲームへの参加意向と行動変容可能性についてロジスティック回帰分析を行うことにより、ゲーミフィケーションによる行動変容促進のターゲット層とすべき利用者の特性が明らかとなるとともに、交通マネジメント施策におけるゲーミフィケーションの導入が高速道路利用者の行動変容ポテンシャルを高める可能性が示唆された。

**Key Words:** gamification, traffic congestion, behavior change, expressway, logistic regression analysis

## 1. はじめに

### (1) 研究の背景と目的

日本では、高速道路は物流や人流においてなくてはならない重要な役割を担っているが、近年日本の高速道路では渋滞が頻発しており、その機能を十分果たしているとはいえない。このような状況の中で、限られた既存の道路ネットワークを有効活用し円滑な道路交通を実現するために、適切な交通マネジメント施策の重要性が高まっている。

そこで本研究では、ゲーミフィケーションの概念を用いた行動変容施策に着目し、その導入可能性について分析する。ゲーミフィケーションとは、「ゲームの考え方やデザイン・メカニクスなどの要素を、ゲーム以外の社会的な活動やサービスに利用すること」<sup>1)</sup>であり、ゲーム以外の他分野の課題解決にゲーム要素を取り入れることを指す言葉である。ゲーミフィケーションを用いた交通マネジメント施策の導入によって、行動変容の価値と

して、所要時間の短縮などの従来型の価値に加えて、ゲーム自体の楽しさやゲームと連動した渋滞緩和といった新たな価値が加わり、行動変容者の増加や行動変容パターンの多様化につながることを期待される。

以上の背景から、本研究では、高速道路の渋滞緩和を目指した、ゲーミフィケーションを用いた交通マネジメント施策として渋滞緩和ゲームを想定し、渋滞緩和ゲームへの参加に肯定的な高速道路利用者特性を明らかにするとともに、高速道路利用者の特性と行動変容のポテンシャルとの関係について明らかにすることを目的とする。具体的には、アンケート調査の結果から、クラスター分析を用いていくつかの観点に沿って利用者層を分類した上で、渋滞緩和ゲームへの参加意向や行動変容可能性に影響する高速道路利用者の特性について、ロジスティック回帰分析を行った。

### (2) 研究の位置づけ

所要時間情報が高速道路利用者の交通行動に与える影

響についての研究として、宇野ら<sup>2)</sup>は、テラーメイド型 SP 調査によって、所要時間傾向情報の提供が高速道路利用者の経路選択行動に及ぼす影響について分析し、所要時間増加傾向情報の提供が経路選択に影響を及ぼす可能性があることを明らかにした。尾上ら<sup>3)</sup>は、高速道路利用者が渋滞や所要時間に関する情報に敏感に反応し経路選択を行っていることを明らかにした。

本研究はこれらの既存の研究とは異なり、所要時間の短縮といった従来の行動変容のきっかけに加えて、ゲーム要素により渋滞緩和や渋滞回避自体が楽しめるといった新たな行動変容のきっかけを与える交通マネジメント施策を想定した上で、渋滞緩和を目的としたゲームの存在が高速道路利用者の交通行動に与える影響や行動変容が可能な高速道路利用者の特性について分析を行っており、この点が本研究の特徴的な点であるといえる。

## 2. アンケート調査によるデータ収集と整理

### (1) 分析対象区間の設定

本研究における分析対象区間として、山陽自動車道の広島東 IC～西条 IC を設定した。この区間では、午前 7 時頃から午前 9 時頃の時間帯に頻繁に渋滞が発生している。また、この区間には時間調整が可能な SA や PA が存在し、当該区間の利用に取って代わる迂回経路もあることから、行動変容のためのいくつかの選択肢がある。これらの理由から、当該区間が渋滞緩和ゲームを用いた行動変容施策の導入にふさわしい区間であると考えたため、分析対象区間とした。

### (2) アンケート調査の設計

アンケート調査の対象は、上記の対象区間を踏まえて広島県在住の方を対象とし、スクリーニング調査において、分析対象区間を半年に 1 日以上利用していると回答した方とした。本研究に関するアンケート調査項目としては以下が挙げられる。

- ・被験者の個人属性 | 性別、年齢、未既婚、子供の有無、世帯年収、個人年収、職業
- ・被験者の基本特性 | 日常的な自動車運転頻度、日常的な自動車利用目的、高速道路利用のメリット、日常的な自動車運転の特性、SNS 利用傾向、ゲーム利用経験、スマートフォンアプリ利用頻度、交通渋滞や自動車利用に対する意識、パーソナリティ (日本語版 Ten Item Personality Inventory<sup>4)</sup>)、高速道路利用時の情報参照メディア、高速道路利用時に重視する情報
- ・分析対象区間の利用実態および行動変容可能性 | 利用 OD・利用目的・利用頻度・利用曜日・利用時間帯・利用時の交通状況・利用時の制約・代替路の利用可能

- 性・行動変容経験・行動変容可能性
- ・渋滞緩和ゲームと連動し得る要素の魅力
- ・渋滞緩和ゲームへの参加意向

なお、分析対象区間の利用実態および行動変容可能性については、上り方向の利用と下り方向の利用のそれぞれのトリップについて尋ねた。渋滞緩和ゲームと連動し得る要素については、通行料金の割引やポイントの蓄積・還元、ランキングの表示、ゲーム運営者からの表彰、希少アイテムの獲得など計 14 項目を提示した。

### (3) アンケート調査の実施および調査データの整理

アンケート調査は 2021 年 11 月に実施し、824 サンプルが得られた。分析を行う前に、調査データの整理を行った。まず、NEXCO 西日本の高速道路ガイドマップ<sup>5)</sup>から得られた各高速道路 IC のキロポスト情報と、アンケート調査から得られた分析対象区間の利用 OD データを用いて、分析対象区間の利用距離を算出した。次に、利用入口 IC と利用出口 IC との回答に矛盾があるなどの理由により、利用距離が算出できなかったサンプルを除外した。また、長距離利用サンプル (分析対象区間利用距離 100 km 以上) については、サンプル数が極めて少なく他のサンプルとまとめて分析を行うのは困難であると考えたため、本研究では分析対象データから除外した。その結果、分析対象サンプルは 712 サンプルとなった。

## 3. クラスタ分析を用いた利用者層の整理

### (1) 分析手法

ロジスティック回帰による分析を行うにあたって、投入する説明変数の候補として、被験者の基本特性や分析対象区間の利用実態など、膨大な種類の変数が考えられる。それら全ての変数を説明変数として投入すると、複雑なモデルになってしまう可能性が高い。そこで、基礎分析としてクラスタ分析を用いて変数の縮約を行った。これにより、モデルに投入する変数の数を少なくできるだけでなく、いくつかの観点に沿って利用者層がより明確に分類されることで、より解釈のしやすいモデルを構築できると考えた。

クラスタ分析は、利用者の意識、行動、アプリ・SNS・ゲームの利用という 3 つの観点に対して実施した。まず意識について、アンケート調査では、交通渋滞や自動車利用に関する意識、日常的な自動車運転の特性、高速道路利用のメリット、パーソナリティを尋ねており、これらの変数を用いてクラスタリングを行った。なお、パーソナリティについては事前にスコアリング化<sup>6)</sup>し、それ以外の変数についてはダミー変数化した。

行動については、分析対象区間の利用行動について着

表-1 利用者の意識に関するクラスター分析における各クラスターの特性

設問	項目	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5
自動車利用や交通渋滞に対する意識	渋滞した道路を通行するのはできるだけ避けようと思っている	87.0	83.1	72.7	72.1	53.3
	車内は快適であるため渋滞に巻き込まれることは気にならない	40.6	26.2	40.6	48.4	64.4
高速道路利用のメリット	目的地まで短時間で到着できる	100.0	100.0	100.0	99.2	2.2
	その他の項目（8項目）の平均値	79.8	41.7	68.2	34.8	31.7
日常的な自動車運転の特性	目的地に到着することを常に考えている	77.1	81.5	51.9	47.5	42.2
	交通状況や道路情報に敏感に反応する	73.7	76.9	35.8	25.4	42.2

目した。アンケート調査の結果から得られた変数の中から、利用距離、広島都市圏 IC（五日市 IC、広島 IC、広島東 IC）利用有無、利用頻度、利用曜日、利用制約を用いてクラスター分析を行った。これら全ての変数については、上り方向の利用と下り方向の利用の両方の変数を用いている。なお、あらかじめ利用距離と利用頻度については連続値化し、それ以外の変数についてはダミー変数化している。

アプリ・SNS・ゲームの利用について、アンケート調査では、スマートフォンアプリの利用、SNS の利用傾向、ゲームの利用経験について尋ねており、これらの変数を用いてクラスター分析を行った。なお、あらかじめ全ての変数についてダミー変数化している。

以上の3つのクラスター分析には、階層クラスター分析手法であるウォード法を用いた。デンドログラムと具体のクラスターを確認し、クラスター数を決定した。

## (2) 分析結果

### a) 利用者の意識に関するクラスター分析

クラスター分析の結果から、クラスター数を5と決定した。各クラスターの特性について、特徴的な項目を抜粋して表-1に示す。なお、表の値は、それぞれのクラスターにおける、各項目に肯定的な回答をした人の割合（単位：％）である。

各クラスターの特性について整理する。自動車利用や交通渋滞に対する意識については、Cluster 1・Cluster 2 は渋滞回避傾向が強いが、Cluster 3・Cluster 4・Cluster 5には渋滞を受容する層が一定数存在している。高速道路利用のメリットについては、Cluster 1・Cluster 3 が高速道路利

表-2 利用者の意識に関するクラスター分析におけるサンプル数およびクラスター名

sample	クラスター名
Cluster 1	293 渋滞回避・メリット型
Cluster 2	65 渋滞回避・所要時間型
Cluster 3	187 渋滞受容・メリット型
Cluster 4	122 渋滞受容・所要時間型
Cluster 5	45 渋滞受容・非メリット型

用に様々なメリットを感じているのに対し、Cluster 2・Cluster 4 は所要時間の短さを高速道路利用の主なメリットと捉え、それ以外の項目についてはあまりメリットとは捉えていない。Cluster 5 は高速道路利用にほとんどメリットを感じていないといえる。日常的な自動車運転の特性については、Cluster 1・Cluster 2 が目的地に早く到着しようと考え、交通状況や道路情報に敏感に反応するのに対し、Cluster 3・Cluster 4・Cluster 5 はあまり目的地に早く到着しようという意識はなく、交通状況や道路情報にもあまり敏感でない。

これらの各クラスターの特性から、クラスター名の命名を行った。各クラスターのサンプル数とともにクラスター名を表-2に示す。

### b) 分析対象区間の利用行動に関するクラスター分析

クラスター分析の結果から、クラスター数を6と決定した。各クラスターの特性について、特徴的な項目を抜粋して表-3に示す。なお、表の値は、それぞれのクラスターにおける、各項目に肯定的な回答をした人の割合（単位：％）である。また、各クラスターの分析対象区間年間利用日数について、図-1に示す。

各クラスターの特性について整理する。広島都市圏

表-3 分析対象区間の利用行動に関するクラスター分析における各クラスターの特性

設問	項目	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5	Cluster 6
広島都市圏 IC 利用有無	利用あり	94.8	94.3	92.0	88.5	14.6	83.3
	利用なし	5.2	5.7	8.0	11.5	85.4	16.7
利用曜日	平日	4.1	7.9	90.4	9.0	4.9	39.6
	土日祝日	95.9	92.1	9.6	91.0	95.1	60.4
利用制約	あらかじめ利用経路が決められており自由に変更できない	20.4	23.4	35.8	73.8	29.2	41.7
	到着しなければならぬ時刻が決まっている	15.2	3.7	32.1	74.6	13.2	47.9
	利用料金を自腹で支払っている	9.4	97.2	38.9	86.9	78.5	27.1

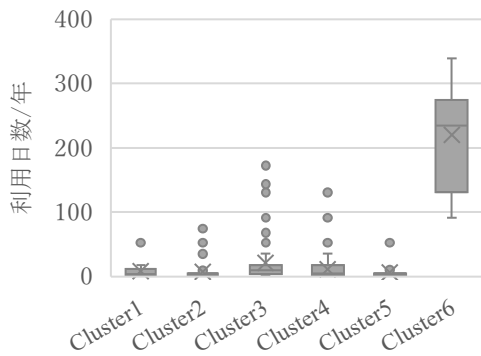


図-1 分析対象区間の利用行動に関するクラスター分析における各クラスターの年間利用日数

表-4 分析対象行動の利用行動に関するクラスター分析におけるサンプル数およびクラスター名

	sample	クラスター名
Cluster 1	86	平均型 (料金制約なし)
Cluster 2	246	平均型 (料金制約あり)
Cluster 3	162	平日利用型
Cluster 4	122	利用経路到着時刻制約型
Cluster 5	72	広島都市圏 IC 非利用型
Cluster 6	24	高頻度型

表-5 スマートフォンアプリ・SNS・ゲームの利用に関するクラスター分析における各クラスターの特性

設問	項目	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Cluster 4	Cluster 5
スマートフォンアプリの利用	全アプリ (8項目) の平均値	41.8	33.1	69.4	66.6	71.6
SNSの利用		53.2	66.2	75.2	83.7	93.2
ゲームの利用経験	FPS (First Person Shooting) ゲーム	3.2	0.0	1.3	0.0	100.0
	その他のゲーム (11項目) の平均値	9.5	54.4	70.1	35.9	81.2

表-6 アプリ・SNS・ゲームの利用に関するクラスター分析におけるサンプル数およびクラスター名

sample	クラスター名
Cluster 1	250 all 非利用型
Cluster 2	65 アプリ非利用型
Cluster 3	234 all 利用型 (FPS なし)
Cluster 4	104 SNS 利用・ゲーム非利用型
Cluster 5	59 all 利用型 (FPS あり)

IC 利用有無については、Cluster 5 のみ利用が少なく、それ以外のクラスターは利用割合が高い。利用曜日については、Cluster 3 のみ平日の利用が多く、それ以外のクラスターは土日祝日の利用が多い。利用頻度については、Cluster 6 のみ頻度が高く、それ以外のクラスターは頻度が低い。利用経路制約および到着時刻制約については、Cluster 4 のみ制約のある利用が多く、それ以外のクラスターは制約のない利用が多い。料金制約については、Cluster 2・Cluster 4・Cluster 5 は利用料金を自己負担している割合が高く、それ以外のクラスターは利用料金を自己負担している割合が低い。

これらの各クラスターの特徴から、クラスター名の命名を行った。各クラスターのサンプル数とともにクラスター名を表-4 に示す。

#### c) スマートフォンアプリ・SNS・ゲームの利用に関するクラスターリング

クラスターリングの結果から、クラスター数を 5 と決定した。各クラスターの特性について、特徴的な項目を抜粋して表-5 に示す。なお、表の値は、それぞれのクラスターにおける、各項目に肯定的な回答をした人の割合 (単位: %) である。

各クラスターの特徴について整理する。スマートフォンアプリの利用については、Cluster 3・Cluster 4・Cluster 5

で利用割合が高く、それ以外のクラスターは利用割合が低い。SNS の利用については、全てのクラスターで利用割合が 50% を超えているが、その中でも Cluster 4・Cluster 5 の利用割合が極めて高く、Cluster 1・Cluster 2 の利用割合が比較的低い。FPS (First Person Shooting, 本人視点で行うシューティングゲーム) の利用経験については、Cluster 5 は全員利用経験があり、それ以外のクラスターはほとんど利用経験がない。FPS 以外のゲームの利用経験については、Cluster 3・Cluster 5 の利用経験割合が高く、Cluster 1・Cluster 4 の利用経験割合が低い。

これらの各クラスターの特徴から、クラスター名の命名を行った。各クラスターのサンプル数とともにクラスター名を表-6 に示す。

## 4. ロジスティック回帰分析を用いた渋滞緩和ゲームへの参加意向と行動変容可能性の分析

### (1) 分析手法

#### a) 渋滞緩和ゲームへの参加意向に関する分析

まず渋滞緩和ゲームの利用促進におけるターゲットとなる利用者層の特性を明らかにするため、渋滞緩和ゲームへの参加意向を目的変数としたロジスティック回帰分析を行った。本アンケートでは、渋滞緩和ゲームについて、「渋滞緩和を目的とするゲーム型サービス」と示し、さらに連動し得るゲーム要素を 14 項目提示するという形で位置づけている。説明変数については、被験者の特性として、利用者の意識に関するクラスター、分析対象区間の利用行動に関するクラスター、ピーク時 (7 時～9 時・17 時～19 時) の分析対象区間利用有無、スマート

フォンアプリ・SNS・ゲームの利用に関するクラスター、性別、年齢、未既婚、子供の有無、世帯年収、個人年収、職業、行動変容による渋滞緩和の公共的意義に関する教示の有無、日常的な自動車運転頻度、日常的な自動車利用目的を説明変数候補に設定し、分析対象区間の利用実態として、上り方向の利用と下り方向の利用のそれぞれにおける利用目的と利用時の交通状況を説明変数候補に設定した。これらの説明変数候補を用いて、ステップワイズ法を適用して変数選択を行い説明変数を絞った上でモデル化を行った。

モデル化の対象サンプルについては、実際に渋滞に巻き込まれている利用者だけでなく、より多くの人に渋滞緩和ゲームを利用していただき、渋滞緩和につながることを目指すという観点から、利用時間帯などで対象を絞らず、分析対象サンプル全 712 サンプルを対象とした。

#### b) 行動変容可能性に関する分析

次に経路変更と時間調整という 2 種類の行動変容について、そのポテンシャルを持つ利用者層の特性を明らかにするため、利用経路変更可能性とサービスエリア (SA) やパーキングエリア (PA) での時間調整可能性のそれぞれを目的変数としたロジスティック回帰分析を行った。説明変数については、被験者の特性として、渋滞緩和ゲームへの参加意向、利用者の意識に関するクラスター、分析対象区間の利用行動に関するクラスター、スマートフォンアプリ・SNS・ゲームの利用に関するクラスター、性別、年齢、未既婚、子供の有無、世帯年収、個人年収、職業、日常的な自動車運転頻度、日常的な自動車利用目的を説明変数候補に設定し、分析対象区間の利用実態として、利用目的と利用時の交通状況を説明変数候補に設定した。

これらの説明変数候補を用いて、ステップワイズ法を適用して変数選択を行い、説明変数を絞った上でモデル化を行った。その上で、利用経路変更モデルと SA や PA での時間調整モデルの少なくとも一方で選択された説明変数を強制的に両方のモデルに投入することにより、2 種類のモデルを比較可能なモデルとした。

モデル化の対象サンプルについては、実際に渋滞が発生している時間帯の利用者の行動が変容するか否かが重要であるという観点から、分析対象サンプル 712 サンプルの上り方向と下り方向のトリップ全 1424 トリップの中で、ピーク時 (7 時~9 時・17 時~19 時) に利用している 406 トリップを対象とした。

## (2) 分析結果

渋滞緩和ゲームへの参加意向を目的変数としたロジスティック回帰分析の結果を表-7 に示し、行動変容可能性を目的変数としたロジスティック回帰分析の結果を表-8 に示す。ここでは、p 値が 0.05 を下回った変数を有意な

変数とした。

表中のオッズ比は、偏回帰係数を自然対数の底で指数変換したものであり、当該説明変数以外が一定のもので、当該説明変数が 1 増加したときのオッズの比を表す。すなわち、変数のオッズ比が大きいとは、当該説明変数の目的変数への影響度が大きいことを意味する。なおカテゴリ変数におけるオッズ比は、基準となるカテゴリに対する当該カテゴリのオッズ比を表している。

### (3) 考察

#### a) 渋滞緩和ゲームの利用促進におけるターゲット層

ここでは、渋滞緩和ゲームへの参加意向に関するロジスティック回帰分析結果において有意である利用者特性について整理し、渋滞緩和ゲームの利用促進においてターゲット層となる利用者層を特定する。

利用者の意識については、渋滞回避・メリット型に比べて、渋滞受容・メリット型や渋滞受容・所要時間型の方が参加意向が低いという結果が得られた。これは、渋滞が気になる利用者の方が渋滞緩和に興味を持つことが一因であると考えられる。スマートフォンアプリ・SNS・ゲームの利用については、非利用型の参加意向が最も低く、さらにオッズ比から、all 利用型 (FPS なし) と all 利用型 (FPS あり) については参加意向が極めて高いことが読み取れる。この結果から、スマートフォンアプリ利用・SNS 利用・ゲーム利用はそれぞれ参加意向を高め、特にゲームの利用経験は参加意向に大きく影響することが示された。

その他の被験者特性として、ゲームの利用経験がある利用者はゲームへの親しみを持っているため渋滞緩和ゲームについても肯定的に捉えたと考えられる。年齢については、若い人ほど参加意向が高く、新しいサービスに比較的敏感な若年層が渋滞緩和ゲームを好意的に捉えたと考えられる。

分析対象区間の利用目的については、旅行先・レジャー先への移動目的に比べて出勤・登校目的の参加意向が極めて低く、日常的な自動車利用目的については、旅行・レジャー目的の参加意向が高い。旅行・レジャー目的の利用者は比較的時間に余裕があるため、渋滞緩和ゲームに参加し楽しむ余裕がある一方、出勤・登校目的の利用者は時間的余裕がないため、渋滞緩和ゲームに参加しようと思わないと考えられる。

これらの結果から、渋滞緩和ゲームへの参加意向を高める主な利用者特性として、渋滞回避志向、スマートフォンアプリ・SNS・ゲーム利用、若年層、旅行・レジャー目的が挙げられた。これらの特性を持つ高速道路利用者を渋滞緩和ゲーム利用促進のターゲット層とすることによって、より効果的な行動変容施策の提案につながると考えられる。

表-7 渋滞緩和ゲームへの参加意向を目的変数としたロジスティック回帰分析結果 (N=712, \*\*\*p&lt;0.001, \*\*p&lt;0.01, \*p&lt;0.05)

設問	項目	偏回帰係数	オッズ比(95%CI)
(切片)		-0.809	0.45 (0.13, 1.49)
<b>【被験者の特性】</b>			
利用者の意識に 関するクラスター 《基準》	渋滞回避・所要時間型	-0.295	0.74 (0.38, 1.44)
	渋滞受容・メリット型	-1.101	0.33*** (0.20, 0.54)
	渋滞受容・所要時間型	-1.040	0.35*** (0.20, 0.63)
渋滞回避・メリット型	渋滞受容・非メリット型	-0.132	0.88 (0.38, 2.01)
分析対象区間の利用行動に 関するクラスター 《基準》	平均型 (料金制約なし)	-0.218	0.80 (0.40, 1.61)
	平日利用型	-0.088	0.92 (0.53, 1.59)
	利用経路到着時刻制約型	0.336	1.40 (0.82, 2.40)
平均型 (料金制約あり)	広島都市圏 IC 非利用型	0.466	1.59 (0.83, 3.08)
	高頻度型	0.498	1.65 (0.49, 5.51)
スマートフォンアプリ ・SNS・ゲームの利用に 関するクラスター 《基準》	アプリ非利用型	0.806	2.24* (1.12, 4.48)
	all 利用型 (FPS なし)	1.483	4.41*** (2.70, 7.20)
	SNS 利用・ゲーム非利用型	0.719	2.05* (1.11, 3.78)
	all 非利用型	2.090	8.09*** (3.81, 17.17)
性別 《基準》 女性	男性	0.486	1.63 (0.98, 2.71)
年齢		-0.034	0.97*** (0.95, 0.98)
職業 《基準》 会社員	公務員	0.340	1.40 (0.73, 2.72)
	経営者・役員	-0.908	0.40 (0.12, 1.36)
	自営業・自由業	0.122	1.13 (0.53, 2.40)
	専業主婦 (主夫)	0.280	1.32 (0.63, 2.80)
	パート・アルバイト	0.462	1.59 (0.84, 3.01)
	学生・その他・無職	-0.404	0.67 (0.30, 1.51)
日常的な自動車運転頻度		0.002	1.00 (1.00, 1.00)
日常的な自動車利用目的	通勤・通学	-0.322	0.72 (0.43, 1.21)
	買い物	-0.420	0.66 (0.38, 1.14)
	旅行・レジャー	0.449	1.57* (1.03, 2.38)
	業務 (荷物の運搬なし)	-0.451	0.64 (0.35, 1.15)
<b>【分析対象区間の利用実態】</b>			
下り利用時の利用目的 《基準》	出勤・登校	-2.369	0.09* (0.01, 0.59)
	買い物先への移動	0.059	1.06 (0.60, 1.88)
旅行先・レジャー先への移動	家族・友人宅への訪問	0.099	1.10 (0.63, 1.95)
	空港への移動・送迎	0.192	1.21 (0.49, 3.01)
	帰宅・帰社・その他	-0.128	0.88 (0.50, 1.54)
	業務	0.136	1.15 (0.54, 2.43)
上り利用時の交通状況	走行区間全体を通じて交通量は少なく、快適に走行できる	0.450	1.57* (1.03, 2.38)
	交通量が非常に多く、かなりの低速 (時速 30km 程度) での走行が続いたり、完全に停車したりする区間がある	-0.664	0.51* (0.30, 0.87)
	事故の危険を感じる区間がある	0.511	1.67* (1.00, 2.77)
	大型車の走行が多く感じる	0.346	1.41 (0.94, 2.13)
下り利用時の交通状況	交通量が多く、やや低速 (時速 60~70km 程度) での走行が続く区間がある	0.496	1.64* (1.09, 2.49)
	事故の危険を感じる区間がある	-0.300	0.74 (0.45, 1.22)
	同じ時間帯に利用すれば毎回の所要時間は同じくらいである	-0.539	0.58* (0.34, 0.99)
	同じ時間帯に利用すれば走行のしやすさ・快適性にほとんど差は生じない	0.650	1.91* (1.12, 3.26)

## b) 本アンケートにおける渋滞緩和ゲームの位置づけ

ここでは、分析対象区間利用時の交通状況について着目する。今回の分析において、交通量が少なく快適に走行できる状況あるいは交通量が多いがやや低速での走行が可能な状況、すなわち渋滞や混雑には巻き込まれていない状況が渋滞緩和ゲームへの参加意向を高める一方、交通量が非常に多くかなりの低速区間や停車区間がある

状況、すなわち渋滞や混雑に巻き込まれている状況が渋滞緩和ゲームへの参加意向を低下させるという結果が得られた。このような結果が得られた要因として、渋滞や混雑に巻き込まれていない人は、時間的な余裕があることから、渋滞緩和ゲームに参加して自分とは関係のない他の渋滞の緩和に貢献しようと考えた可能性がある。一方、渋滞や混雑に巻き込まれている人は、時間的な余裕

表-8 行動変容可能性を目的変数としたロジスティック回帰分析結果 (N=406, \*\*\*p&lt;0.001, \*\*p&lt;0.01, \*p&lt;0.05)

設問	項目	利用経路変更 可能性 オッズ比 (95%CI)	SA や PA での 時間調整可能性 オッズ比 (95%CI)
(切片)		0.15* (0.03, 0.73)	0.04*** (0.01, 0.21)
渋滞緩和ゲームへの参加意向		1.85* (1.05, 3.26)	2.44** (1.37, 4.36)
利用者の意識に 関するクラスター 《基準》	渋滞回避・所要時間型	0.27* (0.10, 0.77)	0.29* (0.09, 0.90)
	渋滞受容・メリット型	0.65 (0.35, 1.22)	0.69 (0.35, 1.37)
	渋滞受容・所要時間型	0.70 (0.31, 1.58)	1.25 (0.54, 2.93)
	渋滞回避・メリット型	0.26* (0.09, 0.79)	0.39 (0.12, 1.22)
分析対象区間の利用行動に 関するクラスター 《基準》	平均型 (料金制約なし)	1.10 (0.46, 2.63)	1.27 (0.51, 3.16)
	平日利用型	1.47 (0.67, 3.21)	0.95 (0.41, 2.20)
	利用経路到着時刻制約型	2.00 (0.98, 4.08)	3.17** (1.51, 6.67)
	平均型 (料金制約あり)	0.64 (0.26, 1.62)	0.59 (0.22, 1.60)
	高頻度型	0.37 (0.08, 1.81)	0.37 (0.06, 2.40)
スマートフォンアプリ ・SNS・ゲームの利用に 関するクラスター 《基準》	アプリ非利用型	3.52** (1.43, 8.67)	2.44 (0.97, 6.13)
	all 利用型 (FPS なし)	1.76 (0.93, 3.33)	1.72 (0.88, 3.38)
	SNS 利用・ゲーム非利用型	1.29 (0.59, 2.80)	0.88 (0.37, 2.11)
	all 非利用型	1.84 (0.68, 4.94)	4.30** (1.49, 12.39)
性別 《基準》 女性	男性	0.48* (0.24, 0.97)	0.52 (0.25, 1.09)
年齢		1.01 (0.99, 1.03)	1.03* (1.00, 1.06)
子供の有無 《基準》 子供なし		1.10 (0.57, 2.12)	0.55 (0.28, 1.07)
職業 《基準》 会社員	公務員	1.13 (0.49, 2.56)	1.60 (0.68, 3.76)
	経営者・役員	1.25 (0.26, 6.11)	0.81 (0.13, 4.93)
	自営業・自由業	0.50 (0.18, 1.43)	0.71 (0.24, 2.10)
	専業主婦 (主夫)	0.86 (0.29, 2.56)	1.20 (0.41, 3.57)
	パート・アルバイト	0.37* (0.15, 0.95)	1.05 (0.39, 2.80)
	学生・その他・無職	0.49 (0.18, 1.30)	1.51 (0.55, 4.14)
日常的な自動車利用目的	買い物	1.29 (0.63, 2.63)	1.80 (0.81, 3.99)
	送迎	1.57 (0.93, 2.66)	1.29 (0.74, 2.25)
	業務 (荷物の運搬なし)	2.08 (0.92, 4.70)	3.49** (1.47, 8.30)
	業務 (荷物の運搬あり)	2.82* (1.08, 7.40)	2.81* (1.10, 7.18)
分析対象区間利用時の 利用目的 《基準》	出勤・登校	0.55 (0.14, 2.14)	0.36 (0.07, 1.97)
	買い物先への移動	0.71 (0.31, 1.63)	0.80 (0.34, 1.86)
	家族・友人宅への訪問	2.17 (0.99, 4.77)	1.76 (0.80, 3.85)
	旅行先・レジャー先 への移動	0.24* (0.07, 0.80)	0.47 (0.13, 1.63)
	帰宅・帰社・その他	1.13 (0.54, 2.37)	0.47 (0.20, 1.07)
	業務	0.73 (0.28, 1.93)	0.85 (0.32, 2.25)
分析対象区間利用時の 交通状況	走行区間全体を通じて交通量は少なく、 快適に走行できる	1.85* (1.07, 3.20)	1.78* (1.00, 3.17)
	速度が低下することはないものの、交通量が 少し多く、運転しにくい区間がある	1.22 (0.70, 2.14)	0.46* (0.25, 0.86)
	交通量が多く、やや低速 (時速 60~70km 程度) での走行が続く区間がある	2.53** (1.35, 4.75)	1.22 (0.64, 2.36)
	交通量が非常に多く、かなりの低速 (時速 30km 程度) での走行が続いたり、 完全に停車したりする区間がある	0.71 (0.37, 1.38)	2.48* (1.25, 4.92)
	走行区間途中の SA・PA の駐車場や施設は 混雑している	1.80* (1.06, 3.06)	3.34*** (1.88, 5.95)

がないことから、自分は渋滞緩和ゲームに参加せず、他の利用者が渋滞緩和ゲームに参加することによって自分が巻き込まれている渋滞を緩和してくれることを期待している可能性がある。

この結果は、当初想定していたものとは全く逆の結果となった。この要因として、アンケート調査における渋滞緩和ゲームの位置づけが考えられる。今回のアンケー

ト調査では、渋滞緩和ゲームについて、「渋滞緩和を目的とするゲーム型サービス」と示し、連動し得るゲーム要素を 14 項目提示しただけであった。そのため、ゲームへの参加により自分が巻き込まれている渋滞が緩和されるのか、もしくは自分とは関係のない渋滞が緩和されるのかについて明確に定められておらず、さらに、自分が渋滞緩和に貢献するためのゲームなのか、もしくは自

分の渋滞が緩和されるという利益を受けるためのゲームなのかについても定められていなかった。よって、渋滞緩和ゲームの捉え方に多様性が生まれ、利用者自身が渋滞緩和に貢献する側であるという、期待していた捉え方とは異なる捉え方がなされたことにより、想定とは異なる結果が得られたと考えられる。

この結果を踏まえ、今後渋滞緩和ゲームへの参加意向を問うアンケートを実施する際は、ゲームへの参加と渋滞緩和の関係を定義し、渋滞緩和ゲームの内容を具体化させた上で、より具体的な状況における渋滞緩和ゲームへの参加意向を問うようなアンケート設計が必要であると考えている。

### c) 行動変容可能な利用者層

ここでは、利用経路変更可能性に関するロジスティック回帰分析結果と、SA や PA での時間調整可能性に関するロジスティック回帰分析結果の両方において有意である利用者特性について整理し、利用者特性と行動変容のポテンシャルの関係を探る。

渋滞緩和ゲームへの参加意向については、参加意向がある方が経路変更と時間調整の両方の可能性を高めるという結果が得られた。よって、渋滞緩和ゲームを行動変容施策に取り入れることにより、渋滞緩和ゲームというサービスに対して魅力を感じる利用者が新たに行動変容を実施する可能性が考えられ、渋滞緩和に対してより効果的な行動変容施策となることが期待される。

利用者の意識については、渋滞回避・所要時間型に比べて渋滞回避・メリット型の方が行動変容可能性が高くなった。この理由として、渋滞回避・所要時間型は、とにかく早く目的地に到着しようと考えているため、SA や PA で時間調整する可能性が低いこと、さらに所要時間の長さのみを高速道路利用のメリットと捉えているという特徴から、たとえ高速道路が渋滞していたとしても、一般道を利用するより高速道路を利用した方が所要時間が短いとすれば、経路変更せずに高速道路を利用し続けることが考えられる。一方で渋滞回避・メリット型は、渋滞回避志向が強く、高速道路利用に対して所要時間の長さ以外にも様々なメリットを感じているのに加えて、表-9に示すように、利用料金を自己負担している利用者の割合が最も高いクラスターである。よって、渋滞に巻き込まれて様々な高速道路利用のメリットを感じるこ

表-9 利用者の意識に関する各クラスターの利用料金自己負担者割合

クラスター名	割合 (%)
渋滞回避・メリット型	75.3
渋滞回避・所要時間型	63.1
渋滞受容・メリット型	66.1
渋滞受容・所要時間型	64.0
渋滞受容・非メリット型	35.6

ができない場合には、高速道路利用に払うコストに見合った対価を得られないと考え、行動変容を行う可能性が考えられる。

日常的な自動車利用目的については、業務目的の利用が経路変更と時間調整の両方の可能性を高めるという結果が得られた。分析対象区間の利用目的については業務目的が有意な変数とならなかったことを考慮すると、業務目的の利用は職種としては行動変容のポテンシャルが非常に高いものの、分析対象区間の利用に限るとアンケートで提示した代替経路や行動変容提案をあまり現実的なものとして捉えていない可能性が考えられる。

分析対象区間利用時の交通状況については、交通量が少なく快適に走行できる状況の方が経路変更可能性と時間調整可能性を高めるという結果が得られた。その理由としては、快適に走行している利用者は時間的・心理的に余裕があることから、自分とは関係のない他の渋滞を緩和するために行動変容をする可能性が考えられる。

以上より、利用経路変更可能性と SA や PA での時間調整可能性をともに高める主な利用者特性として、渋滞緩和ゲームへの参加意向、渋滞回避・メリット型、業務目的利用が挙げられた。これらの特性を持つ高速道路利用者は行動変容のポテンシャルが高く、今後提案する行動変容施策を肯定的に捉える可能性が高いと考えられる。

### d) 行動変容別のターゲット層の比較

ここでは、利用経路変更可能性に関するロジスティック回帰分析結果と SA や PA での時間調整可能性に関するロジスティック回帰分析結果のどちらか一方において有意である利用者特性について整理し、行動変容種類別のポテンシャルについて利用者特性との関係を探る。

利用者の意識については、渋滞受容・非メリット型に比べて渋滞回避・メリット型の方が経路変更可能性が高くなった。この理由として、渋滞回避・メリット型は、前項でも述べたように、渋滞に巻き込まれて様々な高速道路利用のメリットを感じることができない場合に、高速道路利用に払うコストに見合った対価を得られないと考え、行動変容を行う可能性が考えられる。一方で、渋滞受容・非メリット型は、渋滞回避志向が低いのに加えて、表-9に示すように、利用料金が自腹である利用者の割合が最も低いクラスターである。よって、金銭的にも高速道路の渋滞を回避する必要がないため、経路変更可能性が低いと考えられる。

スマートフォンアプリ・SNS・ゲームの利用については、非利用型に比べて all 利用型 (FPS あり) の方が SA や PA での時間調整可能性が高いという結果が得られた。この理由として、スマートフォンアプリ・SNS・ゲームをよく利用している人にとっては、暇つぶしとしてアプリ・SNS・ゲームを利用することも多いため、行程の途中で時間調整をするということに対しての抵抗がほとん

どない可能性が考えられる。オッズ比の値も 430 と非常に高いことから、この項目は時間調整に強い関係がある。

分析対象区間の利用については、旅行先・レジャー先への移動目的と比べて空港への移動・送迎目的の利用経路変更可能性が低いという結果が得られた。分析対象区間に最も近い空港である広島空港へのアクセスを考えると、分析対象区間を利用する経路が特にアクセスが良いため、分析対象区間以外の経路を用いて広島空港に向かうことは考えにくく、これが要因であると考えられる。

以上示したように、利用経路変更可能性と SA や PA での時間調整可能性について、それぞれに違った利用者特性が影響していることが明らかとなった。各特性をさらに整理することによって、行動変容の種類に応じた効果的な施策の提案が可能になると考えられる。

## 5. おわりに

本研究では、ゲーミフィケーションという新たな概念を用いた交通マネジメント施策として渋滞緩和ゲームを想定し、渋滞緩和ゲームへの参加意向や行動変容可能性と高速道路利用者特性との関係を分析することで、ゲーミフィケーションによる行動変容施策のターゲットとなりうる高速道路利用者の特性、さらには経路変更と時間調整の 2 種類の行動変容提案における利用者特性ごとの行動変容ポテンシャルの違いを明らかにした。アンケート調査の結果を用いて、渋滞緩和ゲームへの参加意向と行動変容可能性をそれぞれ目的変数としたロジスティック回帰分析を行った結果、以下に示す成果が得られた。

- 渋滞緩和ゲームへの参加意向を高める主な利用者特性として、渋滞回避志向、スマートフォンアプリ・SNS・ゲーム利用、若年層、旅行・レジャー目的が挙げられた。これらの特性を持つ高速道路利用者をゲーミフィケーションによる行動変容促進のターゲット層とすることが効果的であると考えられる。
- 渋滞緩和ゲームへの参加意向が行動変容可能性に影響を及ぼすという結果が得られ、交通マネジメント施策におけるゲーミフィケーションの導入が高速道路利用者の行動変容ポテンシャルを高める可能性が示唆された。
- 渋滞緩和ゲームの定義が不十分であったことから、

アンケート調査における渋滞緩和ゲームの捉え方に多様性が生まれ、利用者自身が渋滞緩和に貢献する側であるという当初の想定とは別の解釈をした利用者が多数存在する可能性がある。

今後の課題として、特に上記の成果の 3 点目を踏まえて、渋滞緩和ゲームへの参加が実際にどのように渋滞緩和につながるのかについて詳しく定義し、渋滞緩和ゲームの内容を具体化させる必要がある。その上で、より具体的な状況下でのゲーミフィケーションによる行動変容についてのアンケート調査を実施し、渋滞緩和ゲームへの参加意向や行動変容可能性についてさらに詳しく分析していきたい。

**謝辞：**本研究は、国土交通省道路局「道路政策の質の向上に資する技術研究開発（課題名：高速道路における Proactive 型交通マネジメント方策についての研究開発、研究代表者：倉内文孝 岐阜大学教授）」の助成を受けたものである。アンケート調査の実施にあたり、倉内文孝教授（岐阜大学）、中村俊之准教授（名古屋大学）、東善朗氏（一般社団法人 Do It Yourself）ほか研究会メンバーの協力を得た。記して敬意を表する。

## NOTES

- 注1) NEXCO 西日本：高速道路ガイドマップ、  
[https://www.w-nexco.co.jp/search/highway\\_guide/](https://www.w-nexco.co.jp/search/highway_guide/)、  
アクセス日：2022年9月30日。
- 注2) 日本語版 Ten Item Personality Inventory (TIPI-J)、  
[http://jspp.gr.jp/doc/manual\\_TIPI-J.pdf](http://jspp.gr.jp/doc/manual_TIPI-J.pdf)、  
アクセス日：2022年9月30日。

## REFERENCES

- 1) 井上明人：ゲーミフィケーション—＜ゲーム＞がビジネスを変える、NHK 出版、2012。
- 2) 宇野伸宏、中村俊之、馬場悠介、山崎浩気、倉内文孝：テラーメイド型 SP 調査による所要時間傾向情報提供時の経路選択行動分析、土木計画学研究・論文集、第 32 巻 Vol.71, No.5, pp.1\_467-1\_479, 2015。
- 3) 尾上一馬、永田恭裕、黒岡亮、長谷川利治：道路交通情報の提供が交通対応行動に及ぼす影響に関する事例研究、土木計画学研究・論文集、Vol.17, pp.567-574, 2000。
- 4) 小塩真司、阿部晋吾、Pino Cutrone：日本語版 Ten Item Personality Inventory (TIPI-J) 作成の試み、パーソナリティ研究、第 21 巻、1 号、p.40-52, 2012。

## PROMOTION OF BEHAVIOR CHANGE BY GAMIFICATION FOR ALLEVIATING TRAFFIC CONGESTION

Yu MATSUO, Yusuke KIMURA and Nobuhiro UNO