

高速道路利用者への報酬型実験による 行動変容に関する研究

浅岡 琢視¹・中村 俊之²・小澤 友記子³・周 広輝⁴・倉内 文孝⁵

¹ 学生会員 名古屋大学大学院 環境学研究科都市環境学専攻 (〒464-8601 名古屋市千種区不老町)

E-mail: asaoka.takumi.r8@s.mail.nagoya-u.ac.jp

² 正会員 名古屋大学 未来社会創造機構 (〒464-8601 名古屋市千種区不老町)

E-mail: tnakamura@mirai.nagoya-u.ac.jp

³ 正会員 株式会社交通システム研究所 (〒532-0011 大阪市淀川区西中島 7 丁目 1 番 20 号)

E-mail: ozawa@tss-lab.com

³ 正会員 岐阜大学 工学部 (〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1)

E-mail: zhou@gifu-u.ac.jp

³ 正会員 岐阜大学 工学部 (〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1)

E-mail: kurauchi@gifu-u.ac.jp

高速道路の老朽化から今後大型補修工事などが計画されており、さらなる交通渋滞が懸念されている。そうした中、ゲーミフィケーションを援用した情報提供によって、高速道路利用者の自発的な行動変容を促し、渋滞を緩和することが期待される。本研究ではゲーミフィケーションを活用した行動変容の可能性を模索するために、ドライビングシミュレータを用いた報酬型実験を実施した。実験の結果、多くの被験者が報酬獲得のゲームを加味することにより、自発的に行動変容をする傾向がみられた。一方、車線変更が厳しい交通状況においても報酬獲得のために危険な走行を行うことも実験から得ることができた。

Key Words: driver behavior chang, reward, driving simulator experiment, gamification

1. はじめに

交通渋滞は、交通事故の増加や環境負荷、移動時間の増加など、多くの社会的損失をもたらしている。国土交通省¹⁾によれば、全国で年間に発生する渋滞損失を貨幣価値換算すると約 12 兆円にも上がるとされており、交通渋滞問題の解決が求められている。また、我が国の高速道路の多くは 1983 年の東京オリンピックを機に供用が開始されてから、すでに 30 年を経過している。老朽化の進展とともに厳しい使用環境にさらされていることによる変状が顕在化しており、早急な大規模更新、修繕に取り組む必要がある。しかしながら、大規模更新や修繕の対象となる区間は重交通や厳しい気候条件にさらされていることが多い。また、明確なボトルネックとなっているような路線においては代替路が存在せず、代替路を早期に建設することは容易ではない。そのため、今後は高速道路の整備が進む中で並行して交通運用をしていく必要があり、更なる交通渋滞の問題が懸念されている。

このような中では、大規模な交通規制の際や、慢性的に渋滞が生じているような区間において、需要調整による適切な交通マネジメント方策の重要性が極めて高まっていると言える。

交通渋滞問題の緩和に向けた需要調整による交通マネジメントに向けた取り組みや研究がこれまでされている。例えば石田ら²⁾は、交通情報による都市間高速道路の経路選択への影響度について整理している。田波ら³⁾は、専用アプリを用いたプッシュ配信による情報提供を提供する実験を行い、交通情報の変化によるドライバー行動の挙動について整理している。尾上ら⁴⁾は、高速道路の経路選択情報の提供に関する手法の研究とケーススタディを行い、迂回経路と比較して交通量、所有時間、通行料金に差が生じる個所での情報提供が最も効果的であることと示している。

以上の研究事例のように高速道路利用者に対して情報提供を行う交通マネジメントは効果が期待されているが、依然として交通渋滞が生じており、より高速道路利用者

が自発的に行動変容するような交通マネジメントの実施が必要である。

そうした中、近年防災やまちづくり分野において活用が進む「ゲーミフィケーション」の援用によって自発的な行動変容を促すことが期待されている。ゲーミフィケーションとは、「ゲームで使われている構造を異なる分野にて応用すること」と定義され、ゲーム要素を取り入れ、他分野における問題解決を図る取り組み全般をいう。近年流行している「Pokémon GO」や「ドラゴンクエストウォーク」などといった位置情報ゲームも他分野で応用がされている。例えば中島ら⁵⁾は、スマートフォンアプリを用いたモビリティマネジメントツールとしての歩数計アプリの開発と利用した若年層の行動・意識の変容について調査を行い、利用者の行動意識や自発性に伴う行動変化の影響を示している。山田ら⁶⁾は、ゲーミフィケーションを活用した防災教育ツールである課題解決ゲームを作成し、教育効果の検証し、問題解決型のゲームによって、防災への発見や楽しみ、興味を促進する可能性を示唆している。

一方で、ゲーム性による弊害についても考慮しなければならない。「Pokémon GO」のリリースによって、自動車運転中のプレイが問題視されており、交通事故も度々生じているなどの悪影響について多く議論がなされている。実際に、Maraら⁷⁾は、「Pokémon GO」が交通事故に与えた影響について分析結果を報告しており、ポケストップというゲーム内でアイテム等を獲得できるスポット周辺で事故発生率が 26.5% 上昇したことを明らかにしている。

以上の整理から、高速道路の交通渋滞問題においてもゲーミフィケーションを援用した情報提供によって高速道路利用者が自発的に行動変容をする交通マネジメントの実施が期待される。

本研究では、そのようなゲーミフィケーションを援用した情報提供による交通マネジメントを行うにあたり、ゲーム性が及ぼす効果や危険性について明確にし、今後の実証に向けた知見を得ることを目的として、具体的には、ドライビングシミュレータを用いた実験により、ドライバーへの報酬と情報提供によるドライバーの行動変容効果に加え、安全性の観点での評価を行う。

2. ドライビングシミュレータ実験の概要

(1) 実験設計と分析手順

本研究では、チャットボットからされる情報提供に対して報酬が与えられるといったゲーミフィケーションを援用した環境におけるドライビングシミュレータ実験を行う。本実験で使用するチャットボットは、シャープ株

式会社のロボット製品「RoBoHoN」(以下、ロボホンと呼称)を用いており、ロボホンが発話することで被験者(ドライバー)に情報提供を行う(図-1)。走行するコースは2車線の高速道路を想定して設計しており、サービスエリアに相当する流出部を複数設けている(図-2)。

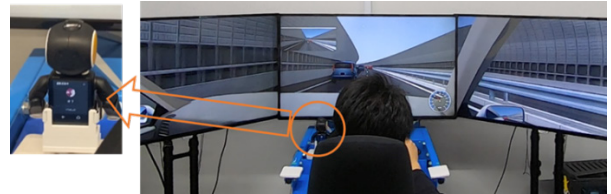


図-1 ドライビングシミュレータ実験の様子

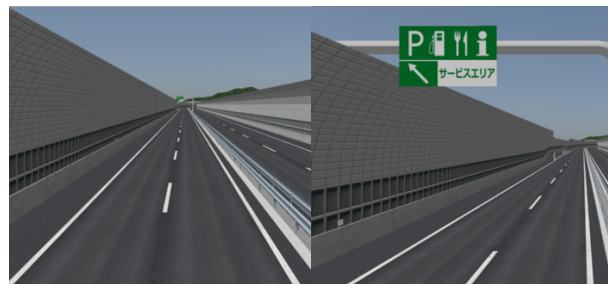


図-2 ドライビングシミュレータ実験の実験コース

実験は以下に記す 5 つのステップから構成される(図-3)。

- (1) 被験者は高速道路の右車線を走行している。
- (2) 被験者はロボホンからの情報提供があったときに SA に入るか入らないかを判断する。
- (3) ロボホンからの指示への応答や走行の安全性を考慮して、走行にポイントが与えられる。
- (4) 道路形状や交通量、ロボホンからの情報提供のタイミングが異なる環境下で 16 回走行を実施する(1 被験者は 3 要因 2 水準からなる 8 通りのシナリオを前半後半に 8 回ずつランダムな順番で走行する(表-1))。
- (5) 被験者は走行終了時の合計ポイントに応じて景品(=報酬)が得られる。

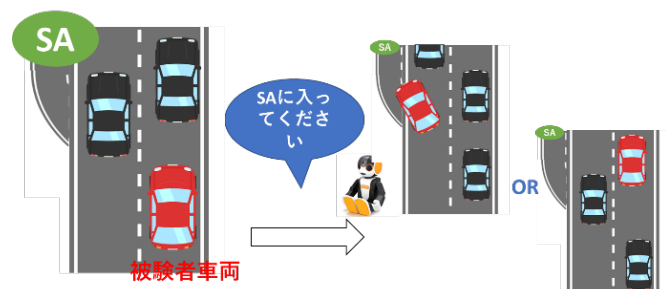


図-3 実験のイメージ

表-1 シナリオ構成

道路形状	直線				カーブ			
	少		多		少		多	
交通量								
情報提供	遅	早	遅	早	遅	早	遅	早
シナリオ	1	2	3	4	5	6	7	8

3水準2要因の計8個のシナリオを設定しており、以下より説明する。道路形状はロボホンの指示が与えられたタイミングでの道路形状であり、直線とカーブの2水準がある。交通量は左車線（走行車線）の交通量が多い、少ないの2水準であり、交通量が少ない場合は左車線の車間距離が50mで統一、多いときは左車線の車間距離が35mとしている。実験の都合上、車間隔は短めに設定した。情報提供タイミングとは、ロボホンが情報提供を行うタイミングを示すもので、早いときはサービスエリア（以下、SA）への分岐部から前方1km時点で情報提供を行い、遅いときはSAへの分岐部から前方500m時点で情報提供を行うよう設定している。

報酬に関して、獲得できるポイントはロボホンからの情報提供に対して安全に従いSAに入ることができた場合は5点、ロボホンからの情報提供に従ったが、走行に危険が生じた場合は1点、ロボホンからの情報提供に対して指示に従わずに車線変更しなかった場合は3点を与えた。安全か危険かの判定基準は他の車両と衝突や適切な区間でSAに流入したかで判定しており、他の車両と衝突したか適切でない区間から無理やりSAに流入した場合は危険であると判定され、1点となる。

被験者は得られる報酬の中身は事前を知ることがなく、複数の景品を用意していることを伝え、ランクが高くなるほど、選択できる景品の種類が増えることを伝えた。被験者はランクが高くなるほど、自分の好みの景品が得られる確率が高まるため、行動変容に対する動機が高くなるように設計した。

被験者へは、実験開始前に「実際に走行しているつもりで安全に配慮して運転をしてください」という教示と獲得ポイントの配点について、各回の走行前に現在の獲得ポイントと現在のランク、残りの走行回数、次のランクまでに必要な点数である。なお、これらの教示内容は全被験者で同じとしている。

実験期間は2022年10月13日~2022年11月6日、被験者は20代から50代までの36名で、年代や性別に偏りはない。

(2) 被験者の走行結果概要

実験を行った結果について、図-4は被験者別の合計獲得ポイントの推移を示し、最終ランクは走行16が終了した時の合計獲得ポイントによって決められる。

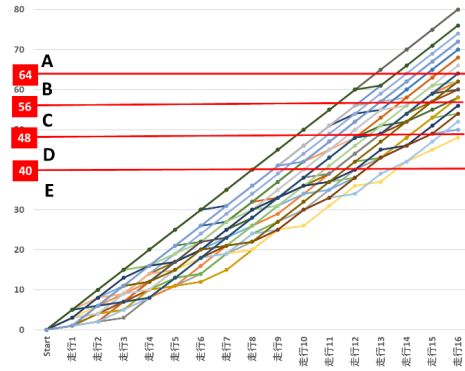


図-4 合計獲得ポイントの推移

3. ドライビングシミュレータ実験交通3要因の影響度分析

実験中、情報提供に対して安全に従うことで5点、従っても危険が生じた場合は1点、指示に従わない場合は3点が与えられたが、ここでは、3要因の分散分析を行い、その獲得されたポイントと交通要因の影響について分析を行う。3要因分散分析の手順は図-5に示す通りであり、2次の交互作用について検定を行った結果を表-2、モデル適合度を表-3に示す。

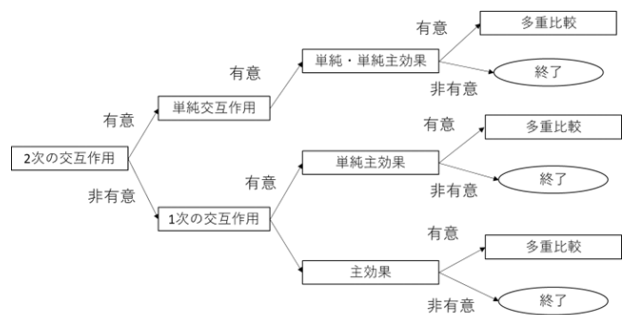


図-5 3要因分散分析の手順

表-2 2次の交互作用の検定結果とモデル適合度

変数名	SS	MS	MSe	偏 ²	95%CI	F値	df1	df2	p値
道路形状	2.507	2.507	2.129	0.02	0.00, 0.16	1.178	1	568	.278
交通量	112.007	112.007	2.129	0.85	0.46, 1.29	52.615	1	568	0.000**
情報提供タイミング	0.562	0.562	2.129	0.00	0.00, 0.10	0.264	1	568	.607
形状*交通量	3.674	3.674	2.129	0.03	0.00, 0.18	1.726	1	568	.189
形状*提供タイミング	0.007	0.007	2.129	0.00	0.00, 0.02	0.003	1	568	.954
交通量*提供タイミング	4.340	4.340	2.129	0.04	0.00, 0.20	2.039	1	568	.154
形状*交通量*提供タイミング	10.562	10.562	2.129	0.09	0.00, 0.30	4.962	1	568	.026*

表-3 2次の交互作用の検定結果とモデル適合度

	SS	df	MS	p値
モデル	133.660	7	19.094	.000
誤差	1209.167	568	2.129	
全体	1342.826	575		

表-2より、道路形状*交通量*情報提供タイミングの交互作用が有意であることが確認される。

表-4 単純交互作用の検定結果

	変数名	SS	MS	偏η ²	F値	p値
C=遅	A*B	13.347	13.347	.022	6.270	.013 *
C=早	A*B	0.889	0.889	.001	0.418	.518
B=少	A*C	5.556	5.556	.009	2.610	.107
B=多	A*C	5.014	5.014	.008	2.355	.125
A=直線	B*C	14.222	14.222	.023	6.681	.010 **
A=カーブ	B*C	0.681	0.681	.001	0.320	.572

A=道路形状, B=交通量, C=情報提供タイミング

表-5 単純・単純主効果の検定結果

	変数名	SS	MS	偏η ²	F値	p値
B=少, C=遅	A	3.361	3.361	.011	1.579	.209
B=少, C=早	A	2.250	2.250	.007	1.057	.304
B=多, C=遅	A	11.111	11.111	.035	5.219	.023 *
B=多, C=早	A	0.028	0.028	.000	0.013	.909
A=直線, C=遅	B	2.778	2.778	.009	1.305	.254
A=直線, C=早	B	49.000	49.000	.139	23.018	.000 **
A=カーブ, C=遅	B	46.694	46.694	.134	21.934	.000 **
A=カーブ, C=早	B	32.111	32.111	.096	15.084	.000 **
A=直線, B=多	C	9.000	9.000	.029	4.228	.040 *
A=直線, B=少	C	5.444	5.444	.018	2.558	.110
A=カーブ, B=多	C	0.028	0.028	.000	0.013	.909
A=カーブ, B=少	C	1.000	1.000	.003	0.470	.493

A=道路形状, B=交通量, C=情報提供タイミング

道路形状*交通量*情報提供タイミングの交互作用について単純交互作用の検定の結果を表-4に示す。ここで単純交互作用とは、他の要因の一つの水準に限って見た時の交互作用である。情報提供タイミングが遅い水準での道路形状*交通量が5%で有意、道路形状が直線である水準の交通量*情報提供タイミングが1%有意であった。

続いて、道路形状*交通量*情報提供タイミングの交互作用についての単純・単純主効果の検定結果について表-5に示す。

表-5より、交通量が多い時に情報提供タイミングが遅い時における道路形状の効果 (F(1,568)=5.219, p=0.023) が5%有意であった。また、道路形状が直線で情報提供タイミングが早い時における交通量の効果 (F(1,568)=23.018, p<0.001) が1%有意であった。また、道路形状がカーブで情報提供タイミングが遅い時における交通量の効果 (F(1,568)=21.934, p<0.001) が1%有意であった。次に道路形状がカーブで情報提供タイミングが早い時における交通量の効果 (F(1,568)=15.084, p<0.001) が1%有意であった。最後に道路形状が直線で交通量が多い時における情報提供タイミングの効果 (F(1,568)=4.228, p=0.040) が5%有意であった。

シナリオ別の平均獲得ポイントを図-6に示す。

図-6より、交通量が多い時において獲得ポイントが低く、危険な走行が多く生じていたことが考えられる。情報提供のタイミングについては、遅いときに危険性が高まると予想されたが、道路形状が直線の時を見ると、早い時よりも遅いときに獲得ポイントが高くなっている。これは、情報提供のタイミングが遅いことで危険を冒さず、情報提供に従わない判断をした被験者が多くいたと考えられる。

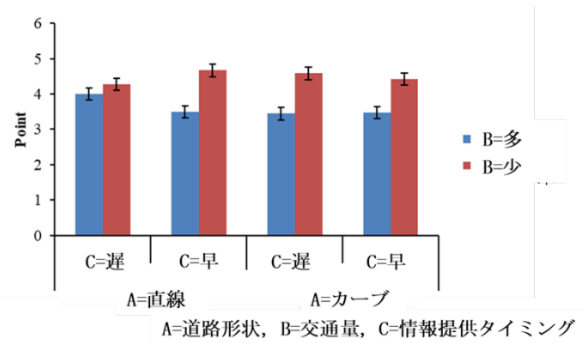


図-6 シナリオ別平均獲得ポイント

4 情報提供の応答性分析

(1) 応答性分析の概要

本実験では、被験者は毎回の走行でロボホンからの「SAに入ってください」という情報提供に対してSAに入るか入らないかを判断し、その指示への応答性と走行の安全性を考慮してポイントが与えられた。ここでは、ロボホンからの情報提供への応答について「指示に従う」か「指示に従わないか」について2項プロビットモデルを用いて分析を行い、ポイント獲得ができたといったゲーミフィケーションが援用された情報提供が与えられた状況で、高いポイントを獲得しようと指示に従う。説明変数は被験者の個人属性、さらに走行時の状況などを用いた。2項プロビットモデルとは、選択確率が正規分布を使って表現されると仮定し、式(1)、(2)で示される。

$$\begin{aligned}
 Y^* = & \gamma_0 + \gamma_1 X_{Sex} + \sum_{i=1}^I \gamma_2^i X_{Age}^i + \sum_{j=1}^J \gamma_3^j X_{Daily}^j \\
 & + \gamma_4 X_{Frequency} + \gamma_5 X_{Game} \\
 & + \sum_{m=1}^M \gamma_6^m X_{Order}^m + \gamma_7 X_{Shape} \\
 & + \gamma_8 X_{Gap} + \gamma_9 X_{Timing} \\
 & + \gamma_{10} X_{Points} + \gamma_{11} X_{Next1} \\
 & + \gamma_{12} X_{Next2} + \gamma_{13} X_{Rsik} + \epsilon \\
 Y = & \begin{cases} 1 (Y^* > 0) \\ 0 (Y^* \leq 0) \end{cases}
 \end{aligned}$$

ここで、Y*は数値が大きくなるほど情報提供に従う意向が高いことを表す潜在変数、X_{Sex}は男性=0、女性=1とする性別ダミー変数、X_{Age}は「20代」=0、「30代」=1、「40代」=1、「50代」=1とする年齢ダミー変数、X_{Daily}は「週1回以下」=0、「毎日」=1、「週2-5回」

=1 とする運転頻度ダミー変数, $X_{Frequency}$ は「2 か月に 1 回以下」=0, 「月に 2,3 回以上」=1 とする高速道路利用頻度ダミー変数, X_{Game} は「ゲーム経験なし」=0, 「ゲーム経験あり」=1 とするゲーム経験ダミー変数, X_{Order} は「ドライビングシミュレータ走行回数 1-4 回目」=0, 「5-8 回目」=1, 「9-12 回目」=1, 「13-16 回目」=1 とするドライビングシミュレータ走行回数ダミー変数, X_{Shape} は「直線」=0, 「カーブ」=1 とする道路形状ダミー変数, X_{Gap} は「少ない」=0, 「多い」=1 とする交通量ダミー変数, X_{Timing} は「早い」=0, 「遅い」=1 とする情報提供タイミングダミー変数, X_{Points} は累積獲得ポイント変数, X_{Next1} は「情報提供に対して安全に従いポイントを 5 点獲得することでランクが上がる場面の時=1」, 「その他=0」のダミー変数, X_{Next2} は「指示に従わずにポイントを 3 点獲得すればランクが上がる場面の時=1」, 「その他=0」のダミー変数, X_{Risk} はこれまでの走行において指示に従い危険な走行をしてしまった確率についての変数, ε は正規分布に従う誤差項, $\gamma_0 \sim \gamma_{13}$ はパラメータを意味する。

(2) 応答分析の結果

表-6 に二項プロビットモデルの結果を示す。

表-6 二項プロビットモデル推定結果

		Estimate Pr(> z)	
(Intercept)		1.75	0 ***
性別 (女性=0)	男性	0.358	0.043 *
	30代	0.218	0.343
年齢 (20代=0)	40代	0.333	0.192
	50代	0.208	0.39
運転頻度 (週1回以下=0)	毎日	-0.498	0.041 *
	週2-5回	-0.42	0.077 .
高速道路利用頻度 (2か月に1回以下=0)	月に2,3回以上	0.113	0.46
ゲーム経験 (なし=0)	あり	0.118	0.469
DS走行回数 (1-4回=0)	5-8回目	-0.554	0.043 *
	9-12回目	-1.232	0.004 **
	13-16回目	-1.72	0.005 **
道路形状(直線=0)	カーブ	0.104	0.474
情報提供タイミング (早い=0)	遅い	-0.454	0.002 **
交通量 (疎=0)	密	-0.541	0 ***
	累積獲得ポイント	0.047	0 ***
	安全に従うことで次のランク到達場面	-0.207	0.48
	指示に従わなくても次のランク到達場面	-0.136	0.636
	自身の走行の失敗確率	-1.516	0 ***

Significance level: * 10% ** 5% ***1%

表-6 から、まず性別については有意な差があり、男性であるときに推定値が正であることから女性よりも男性のほうが指示に従う傾向があることが分かる。次に年齢については有意な差はみられなかった。次に運転頻度については有意に差があり推定値がどちらも負を示して

いる。つまり運転頻度が多いほど指示に従わない傾向があることが分かる。ドライビングシミュレータ走行回数については、実験で実施した計 16 回の走行のうち 4 分割している。はじめの 1 から 4 回目の走行を基準とするとその後の走行はいずれも有意であり、走行回数が進むにつれて指示に従わない傾向があることが分かる。反対に走行の序盤はほとんどの被験者が指示に従うことが示され、実際にその傾向が実験中に見られた。次に交通要因における情報提供のタイミングと交通量について有意に差があった。どちらも推定値が負であることから、情報提供のタイミングが遅い場合や交通量が多い時に指示に従わない傾向があることが分かる。ここから被験者が危険な状況だと判断し、安全のために指示に従わない判断をしたことが考えられる。次に累積獲得ポイントの推定値が正に有意であることから、累積獲得ポイントが高い被験者ほど、指示に従う傾向があることが分かる。つまり累積獲得ポイントが高い被験者ほど、さらにポイントを獲得しようと指示に従おうとしていることが考えられる。また、自身の走行の失敗確率についての推定値が有意に負であることから、これまでの走行で失敗した回数が多い被験者ほど指示に従わない傾向があることが分かる。これは、被験者が自身の走行技術を鑑みて危険を及ぼさないように判断をしたと考えられる。

5 ゲーミフィケーションを援用した情報提供の安全性分析

(1) 安全性分析の概要

本実験では、ロボホンからの「SA に入ってください」という情報提供に対して指示に従い、その際の走行が安全であったか危険であったかによって、被験者が獲得できるポイントが異なった。獲得できるポイントは安全であったときに 5 点、危険であったときに 1 点、指示に従わない場合は 3 点であった。今回の実験での安全か危険かの判断基準については、車線変更によって他の車両に衝突したかどうか、適切な区間で SA に流入できたかどうかといった 2 点のみから判断をした。本節では、安全に指示に従い高いポイント獲得を獲得した走行においてどれだけの危険性が生じていたのかについてコンフリクト指標を用いて分析を行い、検証する。

ここで用いるコンフリクト指標とは、PICUD(Possibility Index for Collision with Urgent Deceleration) と呼ばれる⁸⁾ PICUD 指標は式(3)で示され、前方車両が急減速した際、後方車両が反応遅れを伴って急減速をし、完全に停止した状態での車間距離を表したものである。通常、PICUD 指標が 0 以下であるときは衝突を意味するため、急減速が発生した場合に両車両が衝突する潜在危険性が高いことを示している。本研究

では、シミュレータ上で実際の車間距離とは異なる設定であったため、PICUD 指標が相対的に低ければ危険であるとして分析を行う。本研究では、多くの被験者が左車線流入時に速度を落としていたため、衝突危険性の高い後続車両との PICUD を算出している。

$$PICUD = \frac{V_1^2}{-2a} + S_0 - \left(V_2 \Delta t + \frac{V_2^2}{-2a} \right)$$

V_1 は先行車(被験者車両)の減速開始時の速度(m/s), V_2 は先行車の減速開始時における後続車の速度(m/s), S_0 は先行車急速減速時の車間距離(m), Δt : は反応遅れ時間(s) (本研究では 1.0s と仮定), a は減速時加速度(m/s²) (本研究では -2.2m/s² と仮定) を表す。

(2) 安全性分析の結果

ロボホンの指示に従った際に危険であると判定された走行と安全であると判断された走行について、PICUD 指標の割合を示した結果を図-7 に示す

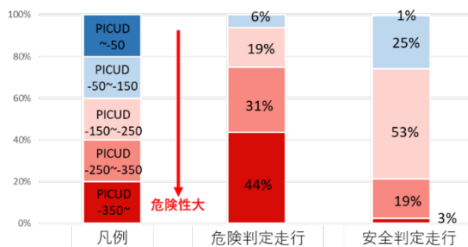


図-7 危険判定走行と安全判定走行の PICUD 指標

図-7 の凡例は本実験でのシミュレータ上における PICUD 指標の危険性について示したものである。PICUD 指標の値がマイナスに大きいほど危険性が高い。危険であると判定された走行と安全であると判断された走行について比較を行うと、やはり危険であると判定された走行は安全であると判定された走行よりも PICUD 指標がマイナスに大きい値の占める割合が大きいことが分かる。一方で、安全であると判定された走行の PICUD 指標もマイナスに大きい値の占める割合が大きく、実際には危険性が生じていたことが示された。

次に安全であると判定された走行に対して、どのような形で危険性が生じたのかについて分析を行う。下の図-8 は安全であると判定された走行における、実験の交通環境要因である交通量が少ない時と多い時の PICUD 指標の割合を示したものである。

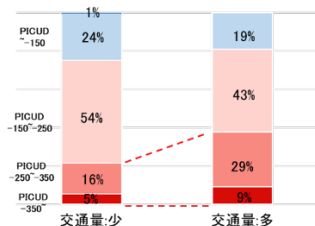


図-8 安全判定走行時の交通量別 PICUD 指標割合

図-8 より、交通量が少ない時よりも多い時に PICUD 指標にマイナスに大きい値の占める割合が大きい。つまり、安全であると判定された走行において、交通量が多いときにロボホンからの情報提供に従った走行は危険性が生じる可能性が高いことが示される。また、交通量が少ない時の PICUD 値の平均は-203.1 であるのに対し、交通量が多い時の PICUD 値の平均は-230.1 である。このことから交通量が多い時に PICUD 値がマイナスに大きく、危険性が生じる可能性が高いことが示される。

次に図-9 は安全であると判定された走行における車線変更時点の他車両との相対速度を PICUD 指標別に分布したものである。

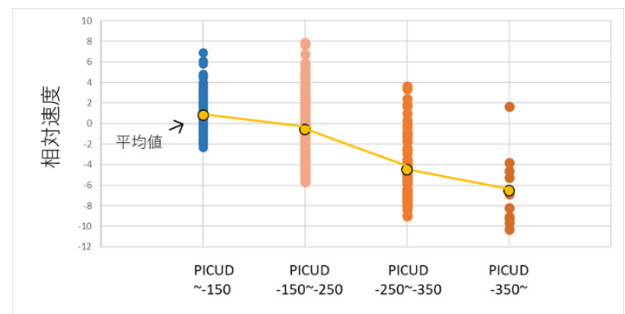


図-9 安全判定走行時 PICUD 指標別の相対速度分布

図-9 より、PICUD 指標がマイナスに大きくなるにつれ、相対速度が小さくなっていることが分かる。それぞれの平均値を確認すると、PICUD 値が-150 以上の群の相対速度の平均値は 0.78, PICUD 値が-150 未満-250 以上の群の相対速度の平均値は-0.58, PICUD 値が-250 未満-350 以上の群の相対速度の平均値は-4.47, PICUD 値が-350 未満群の相対速度の平均値は-6.54 であった。以上から、安全であると判定された走行において、車線変更のために速度を大幅に落とした走行は危険性が生じる可能性が高いことが示された。

6 結論

本研究では、ドライビングシミュレータ実験を用いた報酬型実験による高速道路でのゲーミフィケーションを援用した情報提供の効果検証を行った。

実験では、ゲーミフィケーションを援用した情報提供による行動変容の可能性とそれによって生じる走行の危険性について検討を行った。ドライビングシミュレータ実験の結果、ゲーミフィケーションが援用されたことにより、多くの被験者がポイント獲得を目指して行動変容したことがわかった。被験者の属性や走行の状況などを見ていくと、男性で日常的な運転頻度が少ない被験者のほうが情報提供に従い行動変容する可能性が高い。また実験の序盤において多くの被験者が情報提供に従い行動変容したことが確認された。安全性について重視する被

験者もあり、自身の走行技術や交通環境が厳しい状況では指示に従わずに行動変容しなくなる傾向も確認された。しかし、走行の危険性について指標を用いて確認したところ、指示に従い、高いポイントを獲得した走行においても高い危険性が生じていたことが分かった。特に交通量が多いような交通環境の時や、自身の車両速度が周辺車両速度より大幅に減速された状況において危険性が高いことが分かった。すなわち、ポイント獲得をするために危険な状況においても行動変容をしてしまうという安全性が損なわれた走行が生じてしまうことが分かった。

以上から、高速道路でゲーミフィケーションを適用した情報提供によってドライバーの行動変容を促す効果が高いことが示された。特に年齢層が高くなく、日常から新しいことやゲームを楽しむような人たちを対象に、ゲーム性の高い内容の情報提供を促すことで高い効果が期待される。実際にドライビングシミュレータを用いた実験により、ゲーミフィケーションを援用した情報提供によって行動変容が促されることが確認されたが、それに伴う危険性も生じた。ゲーミフィケーションの楽しさや報酬の効果から、安全性よりもゲーム性に意識を置く被験者も存在し、走行に危険も生じた。そのため、実際に高速道路でゲーミフィケーションを適用した情報提供を行う際には、周辺の車両状況やドライバーの車両速度を考慮したうえで情報提供をする必要がある。

謝辞：本研究は、国土交通省道路局が設置する「道路政策の質の向上に資する技術研究開発」における委託研究「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」で行われた成果である。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 国土交通省：“「持続可能な国土幹線道路システムの構築に向けた取組」中間とりまとめの公表について”，国土交通省ウェブページ，報道発表資料，2020
- 2) 石田貴志，深瀬正之，石橋弘之，清宮広和：都市間高速道路における経路選択行動に関する実態分析，第 33 回交通工学研究発表会論文集，pp. 329-334, 2013.
- 3) 田波岳彦，杉田正俊，鶴見英次：道路交通情報を利用したドライバーの行動変容の把握調査，第 34 回交通工学研究発表会論文集，pp.383-387, 2014.
- 4) 尾上一馬，永田恭裕，黒岡亮，内海泰輔，長谷川利治：高速道路における経路選択情報の提供手法に関する事例研究，第 23 回土木計画学研究・講演集，pp.335-338, 2000.
- 5) 中嶋諒太，佐藤貴大，円山琢也：ゲーミフィケーションを導入した交通行動変容アプリの開発と検証，第 52 回土木計画学研究発表会・講演集，pp 2268-2278, 2015.
- 6) 山田泰行，宮中翼，甲斐素子，水野基樹，柳川洋一，榎原毅：科学コミュニケーションとゲーミフィケーションを活用した防災教育の実践，人間工学 58 巻，pp. 65-75, 2022.
- 7) Mara, Faccio, and John J, McConnell：Death by Pokémon GO: The Economic and Human Cost of Using Apps While Driving, SSRN, ELSEVIER, 2017.
- 8) 宇野伸宏，飯田恭敬，安原真史，菅沼真澄：一般道織込み部におけるコンフリクト分析と速度調整モデルの構築，土木計画学研究講演集，Vol.25, pp. 989-996, 2002.

A Reward-Based Experiment on Highway Users Behavior Change in Highway Users

Takumi ASAOKA, Toshiyuki NAKAMURA

Due to the aging of expressways, large-scale repair works are planned in the future, and there are concerns about further traffic congestion. Under such circumstances, it is expected that the provision of information using gamification will encourage highway users to voluntarily change their behavior, thereby alleviating traffic congestion. In this study, a reward-based experiment using a driving simulation was conducted to explore the possibility of behavior change using gamification. The results showed that many subjects tended to change their behavior spontaneously through the game aspect of acquiring rewards. On the other hand, even under severe traffic conditions, dangerous driving was also observed to obtain rewards, and we were able to obtain knowledge for the safe application of gamification.