

ゲームニクス理論に基づく高速道路走行ゲーム が運転行動に与える影響に関する実験的考察

高田 翔太¹・平岡 敏洋²・サイトウ アキヒロ³・藤井 豊一¹・安 時亨⁴

¹非会員 西日本高速道路エンジニアリング関西(株) (〒567-0032 大阪府茨木市西駅前町5-26)

E-mail: sho_takada@w-e-kansai.co.jp

toyo_fujii@w-e-kansai.co.jp

²非会員 京都大学大学院 情報学研究科 助教 (〒606-8501 京都市左京区吉田本町)

E-mail: hiraoka@sys.i.kyoto-u.ac.jp

³非会員 亜細亜大学 都市創造学部 教授 (〒180-8629 東京都武蔵野市境5-24-10)

E-mail: prof_sai@asia-u.ac.jp

⁴正会員 西日本高速道路エンジニアリング関西(株) (〒567-0032 大阪府茨木市西駅前町5-26)

E-mail: s_an@w-e-kansai.co.jp

舗装改良・夜間の視認性向上といったハード面での事故対策に加え、近年では安全運転教育・啓発活動といったソフト面での対策が高速道路各社で積極的に取り組まれている。筆者らは、後者の新たなアプローチとして、安全運転の対価として“楽しさ”を提供することにより、ドライバに対し自発的な安全運転を促すことを目指している。既報では、魅力的なユーザインタフェースの設計原則であるゲームニクス理論に基づき、自発的な規制速度遵守行動を促すことを目的とした高速道路走行ゲームを提案した。本稿では、試作版ゲームが運転行動に与える影響について、高速道路上での実車走行実験のデータに基づき考察した結果を報告する。

Key Words : *expressway, smartphone, safe driving support system, gamenics theory, driver behavior*

1. はじめに

高速道路における事故対策として、舗装改良、夜間・トンネル部等における視認性向上といったハード対策に加え、近年では安全運転教育・啓発活動といったソフト対策も積極的に行われている。しかし、これらの多くは教育的な内容となっており、こうした活動に自発的に取り組むドライバは必ずしも多くないと考えられる。ソフト対策の効果を高めるには、ドライバが安全運転を行うことに対して何らかのメリットを提供することが必要である。

その一つのアプローチとして、運転の安全度をリアルタイムで点数化するシステムの研究開発が進められている^{1,2)}。オランダで行われた実験³⁾では、安全な速度や車間距離を維持したドライバに対して金銭的報酬を与えることで安全運転が促されることが確認された。

これに対し筆者らは、安全運転の対価として“楽しさ”を提供することで、ドライバに対し自発的な安全運

転を促すことを目指している。サイトウ⁴⁾は、テレビゲーム開発における種々のノウハウをゲーム以外のユーザインタフェース設計に活用可能な指針として体系化したゲームニクス理論を提唱しており、平岡⁵⁾はこれを種々の安全運転支援システムに取り入れる研究を進めている。

これらの知見を高速道路における事故対策に活用するべく、既報⁶⁾では高速道路上で自発的な規制速度遵守行動を促すことを目的とした高速道路走行ゲームを提案した。さらに前報⁷⁾では、試作版ゲームを用いて行った実車走行実験について、アンケートデータおよび実験参加者の視線データの分析結果を速報的に報告した。

本稿では、上記実験結果に対して、新たに実験参加者の走行データに基づく考察を加えるとともに、アンケートデータ・視線データの追加分析を行うことで、試作版ゲームがドライバの運転行動に与える影響について多面的に考察する。

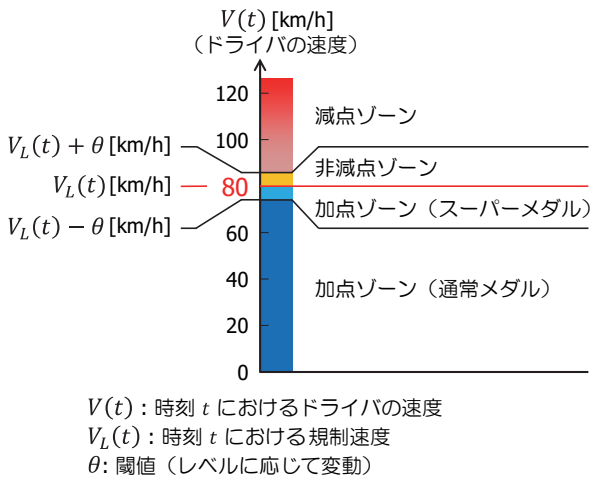


図-1 運転評価のイメージ

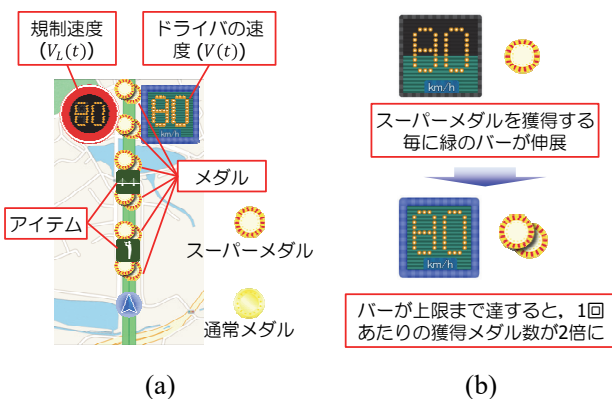


図-2 高速道路走行時の情報提示

2. ゲームニクス理論

ゲームニクス理論⁴⁾は、ゲーム開発における操作性・娯楽性向上のノウハウを体系化したものであり、ゲームのみならず各種システムに応用可能である。ゲームニクス理論の主目的は、1) マニュアルを読まなくてもシステムの操作方法を直感的に理解できる（直感的な操作性）、2) システムの複雑な機能を、ストレスを感じることなく自然に・段階的に理解できる（段階的な学習効果）の2点を実現することである。ゲームニクス理論は、1) 直感的で快適なユーザインタフェース、2) マニュアル不要のユーザビリティ、3) はまる演出、4) 段階的な学習効果、5) 仮想世界と現実世界のリンク、の5原則から構成され、各原則はさらに詳細で具体的な設計ノウハウへと分割される。

3. 高速道路走行ゲームの概要

本稿で述べる高速道路走行ゲームは、iPhone (iOS) アプ

リケーションとして開発した。ゲームの対象となる高速道路は関西圏の10路線（延長約350km）である。本ゲームは、走行モードと走行履歴・コレクション閲覧モードで構成される。それぞれの詳細について以下に述べる。なお、ゲームの各機能とゲームニクス理論の対応については、既報⁶⁾を参照されたい。

(1) 走行モード

a) 概要

走行モードでは、高速道路上でのドライバーの運転行動を評価し、アニメーション・効果音・音声によるフィードバックを与える。運転行動の評価結果に応じて、ドライバーはポイントとアイテムを獲得する。なお、ドライバーが高速道路を走行しているか否かは、iPhoneの位置情報サービスと流入流出のアルゴリズムに基づいて自動的に判定する。運転行動の評価は、規制速度の遵守度（指標I）と規制速度近傍での速度の安定度（指標II）の2指標により行われる。

図-1に評価のイメージを示す。ドライバーが規制速度 ($V_L(t)$) 以下で走行するとポイントが加算され、規制速度近傍 ($V_L(t) - \theta$ から $V_L(t)$ の間) で走行した場合はさらにポイントが増える。規制速度を若干超過 ($V_L(t)$ から $V_L(t) + \theta$ の間) するとポイントは加算されなくなり、さらに超過すると規制速度からの超過量に応じてポイントが減点される。なお θ の初期値は10[km/h] であり、後述するレベルに応じて変動する。

b) ゲームニクス理論に基づく情報提示

ドライバーが対象エリアに進入すると、音声案内が流れ、画面全体が明るくなり規制速度が表示されると同時に、進行方向に沿って100[m] 間隔でメダルが表示される（図-2 (a)）。メダルには通常メダルとスーパーメダルの2種類があり、図-1に示した評価結果に対応する。ドライバーがメダルの位置を通過する際、規制速度以下であれば効果音・アニメーションとともに評価に応じたメダルを獲得できる。なお、通常メダルとスーパーメダルで効果音を変え、スーパーメダル獲得時の方が直感的に点数が高いことを想起するような音とした。

スーパーメダルを一つ獲得するごとに、現在速度表示部の背面にある緑色のバー（以下、速度維持バー）が伸展する。これが10に達すると現在速度表示部の外周が青枠で強調されるとともに、一度に獲得できるメダル数が2倍になる仕組みを導入した（図-2 (b)）。この速度維持バーは、規制速度を超過するとリセットされる。また、走行中には高速道路上のジャンクション・橋梁・トンネル・標識などのアイテムが適宜出現し、アイテムの位置を通過する際に規制速度以下であればそのアイテムを獲得する。また、インターチェンジ（以下、IC）通過時、トンネル通過時、規制速度変化時には、その内容に応じ

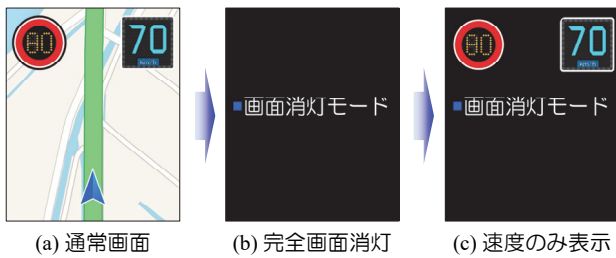


図-3 画面消灯モード



図-4 走行履歴・コレクション閲覧モード

たアニメーション・効果音（イベント）が提示される。

c) メダルとポイント

このゲームでは、ICがチェックポイントとなっており、ICを通過する際に、一つ前のICから獲得したメダルがポイントに変換される。換算率は、通常メダル=1ポイント、スーパーメダル=10ポイント、である。ポイントが一定値（レベルに応じて変わる）以上貯まるとレベルが上がり、レベルが一つ上がると3. (1) a) で述べた θ が1[km/h] 減少する。ただし、レベルが上がるのは走行モードを終了するタイミングであり、 θ の減少は次回走行時から反映される。なお、 θ の最小値は3[km/h] であり、それ以降はレベルが上がっても θ は減少しない。

この設定により、徐々にスーパーメダルの獲得が困難になると同時に、規制速度超過時の非減点ゾーンが狭くなる。すなわち、段階的な学習効果を図る。

d) 画面消灯モード

視覚情報の提示を負担に感じるドライバーのために画面消灯モードを用意した。走行モード使用中に画面をタップすることで、視覚情報を一切表示しないモード（以下、完全画面消灯）と、規制速度・現在速度のみ表示するモード（以下、速度のみ表示）に切り替えることができる（図-3）。ただし、いずれのモードでも効果音は通常通り提示される。

(2) 走行履歴・コレクション閲覧モード

ドライバーの過去の走行履歴として、走行区間・日時・獲得アイテム・各区間での獲得メダル数などの情報を閲覧できる（図-4 (a)）。また、これまでの走行で獲得したアイテムを一覧できる画面も用意している（図-4 (b)）。

4. 実車走行実験の概要

試作版ゲーム（以下、アプリ）を用いて行った高速道路上での実車走行実験⁷⁾について述べる。

(1) 実験条件

a) 実験参加者

実験参加者は月に数回以上自動車を運転する22歳～36歳の男性14名（平均年齢28.4歳）であり、実験前のインフォームドコンセントにより実験参加の同意を得た。

b) 実験コース

名神高速道路・吹田ICまたは茨木IC～瀬田西IC間（片道約45[km]）を実験コースとして選定した。なお、実験参加者#1～#8は茨木ICから、実験参加者#9～#14は吹田ICをスタート地点とした。

c) ゲームの提示

アプリをインストールしたiPhone6を専用のホルダーでハンドル右前方に固定した。なお、実験走行中は、カーナビ・オーディオ等の電源を切った。

d) 視線計測

トビー・テクノロジー社製Tobii Pro Glass2を用いて走行中の視線データを記録した。

(2) 実験手順

実験のスタート地点となるIC（吹田ICもしくは茨木IC）まで走行した後、瀬田西ICまでを往復して出発地に帰着する。途中、桂川PA（上り線）、天津SA（下り線）で休憩をとるが、実験参加者が希望した場合には天津SA（上り線）、桂川PA（下り線）でも休憩をとることができる。高速道路上の走行時間は休憩時間も含め1時間半程度であった。

実験コース、視線計測、アプリの概要等について出発前に実験者が説明を行った。さらに、走行中の安全を確保するために、実験者が同乗して道案内等を行った。アプリの概要については、アプリのヘルプ画面と、走行中の動作を確認できるデモを用いて説明した。ただし、アプリを積極的に活用する旨の指示や実験の目的についての説明は一切行っていない。画面消灯モードについては、出発前の説明に加えて天津SA（復路）休憩時にも説明を行った。

出発地に帰着した後、実験参加者は(4)に述べるアンケートに回答した。

(3) 実験参加者への教示

実験参加者に対して以下の教示を行った。

- 1) アプリ使用中は、常に画面が表示され、音声や効果音が提示される。

表-1 実験結果 (アンケート, メダル・ポイントの獲得状況, 画面消灯モードの使用状況)

参加者	(a) 各アンケート項目の評点										(b) 実験終了時の成績			(c) 画面消灯モードの使用状況 (実験後半)		
	1	2-a	2-b		2-c		2-d	2-e	3-a	3-b	3-c	総獲得メダル数			総獲得ポイント数	レベル
			通常	スーパー	通常	スーパー						通常	スーパー			
#1	4	2	3	4	4	2	2	3	4	4	2	334	603	7948	5	—
#2	4	5	—	—	—	—	5	5	5	4	4	205	358	4606	4	—
#3 ^{※2}	5	5	4	4	5	3	4	4	5	3	3	272	849	9913	5	—
#4 ^{※1}	4	2	—	—	—	—	2	2	5	3	2	4	221	1886	3	—
#5 ^{※1}	5	5	5	5	5	1	4	4	5	4	4	229	900	10374	6	—
#6	4	2	5	4	2	2	3	3	4	3	1	420	551	7306	5	完全画面消灯
#7	4	2	—	—	—	—	5	5	4	5	2	310	327	3997	4	—
#8 ^{※2}	5	5	4	4	4	2	4	3	4	4	2	177	530	6333	5	—
#9	5	2	4	5	5	2	5	5	5	4	1	480	624	8081	5	—
#10	4	4	5	1	2	1	4	1	5	2	1	200	766	9539	5	速度のみ表示
#11	4	4	4	4	4	2	4	3	5	4	3	365	493	6423	5	—
#12	5	2	5	5	4	4	4	4	5	5	2	96	688	8316	5	速度のみ表示
#13	5	5	1	5	1	2	3	1	5	1	4	134	1028	11131	6	—
#14	5	5	5	4	2	1	5	4	5	4	4	205	619	7592	5	速度のみ表示

- 2) アプリの使用に危険を感じた場合は、最寄りの休憩施設で停車し、使用をやめることができる。
- 3) 視線計測機器の装着に危険を感じた場合は、最寄りの休憩施設で停車し、使用をやめることができる。
- 4) アプリの履歴画面・ヘルプ画面等は休憩中に自由に閲覧して良いが、走行中の操作は絶対に行わないこと。
- 5) 走行中も含め、実験実施者には適宜質問等をして良いが、実験内容に関わる質問には回答できない場合がある。

(4) アンケート項目

5段階評価の質問1～3-cを設定した。質問3-aでは具体的な運転行動の変化について、質問2-a, 2-d, 2-e, 3-b, 3-cでは評価の理由について、各々自由記述の設問も設けている。

- 1) アプリを活用したか。
- 2-a) 走行中のアプリの動作について、事前にヘルプやデモを見なくても理解できたと思うか。
- 2-b) メダルを取るために努力したか。
- 2-c) メダルを取れる速度を維持するのは簡単だったか。
- 2-d) アプリを使用して「楽しい」と感じたか。
- 2-e) 本アプリが無料だとしたら、利用したいか。
- 3-a) アプリの存在により運転行動が変化したと思うか。
- 3-b) アプリを使用して、「普段よりも客観的に見て運転が安全になった」と思うか。
- 3-c) 走行中にアプリを使用することに危険を感じたか。

5. 実験結果

前報⁷⁾では、アンケートデータおよび視線データに基

づき、1) アプリの活用状況、2) アプリの娯楽性・インタフェースの適切さ、3) アプリの使用による運転行動の変化、4) アプリ使用時の画面注視状況 (視認負荷)、について速報的に報告した。

本稿では、1), 3) について新たに走行データに基づく分析を加えるとともに、2), 4) についても追加分析 (アンケートデータおよび視線データ) を行う。

(1) アプリの活用状況

表-1 (a) より、全ての実験参加者が質問1に対し4点または5点と回答しており、走行中にアプリを活用していたことがわかる。

表-1 (b) は実験走行終了時における各実験参加者の総獲得メダル数、総獲得ポイント数、およびレベルを示したものである。いずれも参加者により大きく異なっており、活用状況に違いがあったことが読み取れる。この点については、(3)以降で詳細に分析する。なお、参加者#4および#5 (表-1中に※1と表示) は、大雪による除雪作業に伴う渋滞の影響を受けたため、順調に走行できた区間はそれぞれコース全体の2/3, 9/10程度であった。

また、参加者#3および#8 (表-1中に※2と表示) は、本来の実験手順では途中2回の休憩時において走行モードを一旦終了するべきところを、実験者の手違いにより実験終了まで走行モードを起動したままであった。3. (1) c) で述べたように、レベルアップの処理は走行モード終了時に行われるので、これら2名については実験終了までレベルは1 ($\theta=10$) のままで、実験終了時に一気にレベルアップしたことになる。そのため、途中休憩以降では他の実験参加者に比べスーパーメダルの獲得が比較的容易な状態であったことに留意する必要がある。

画面消灯モード (3. (1) d)) について、出発時から本機能を使用した実験参加者はいなかったが、4名がコースの

後半（大津SA（下り線）以降）で使用した（表-1（c））。

(2) アプリの娯楽性・インタフェースの適切さ

質問2-a~2-eの回答（表-1（a））に基づき考察する。質問2-b, 2-cについては、通常メダルとスーパーメダルそれぞれについて質問し、両者の違いがわからなかった参加者#2, #4, #7の3名は集計対象外とした。

質問2-aでは、6名の実験参加者が5点と回答しており、自由記述でも「アニメーションや効果音は直観的でわかりやすかった（#2, #5, #7, #14）」などと報告している。一方で、同じく6名が2点と回答しており、「メダルの違いによる効果音の違いに気付かなかった（#6, #9）」といった回答が得られた。この点に関しては、効果音の改良に加えて初心者に対し音声によるチュートリアルを充実させるなどの改善が必要である。

質問2-b, 2-cの結果より、多くの実験参加者がメダルを獲得しようと意識していたが、メダルを獲得できる速度を維持することは決して容易なタスクではないと感じていたことがわかる。このことは、アプリの難易度が簡単には飽和しないことを意味しており、3.(1)c)で述べたようにドライバのレベルに応じて難易度を調節することで、段階的な習熟を促す余地があるといえる。

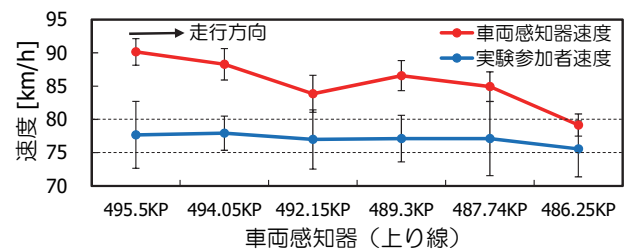
アプリの娯楽性について問う質問2-dおよび2-eでは、4点または5点と回答した実験参加者がそれぞれ10名、7名存在し、「ゲーム感覚で楽しめる（#3, #7, #12）」、「メダル・コレクションの獲得により達成感を感じる（#5, #14）」、「高速道路を利用する目的の一つになる（#14）」といった肯定的な意見が得られた。その一方で、1点または2点と回答した実験参加者がそれぞれ2名、3名存在しており、「ゲームとしては単調で、途中で飽きてしまう（#4）」、「速度維持バーがリセットされる時の効果音が不快である（#1）」などの報告があった。また、参加者#10, #13は、それぞれ「画面表示が少なからず運転に影響する」、「規制速度に縛られている感じで運転しにくい」と回答し、質問2-eで1点と回答している。このことについては、次節以降の分析でも考察する。

(3) アプリの使用による運転行動の変化

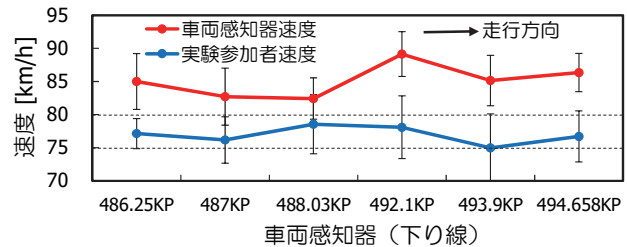
a) 規制速度遵守行動への影響

質問3-a~3-cの回答（表-1（a））、および実験参加者の各地点における走行速度データに基づき考察する。

質問3-aでは、全ての参加者が4点または5点と回答し、参加者#10を除く13名が自由記述において「速度を意識した」、「規制速度を守るようにした（速度を抑えた）」など、規制速度遵守行動が促された旨を報告した。とくに参加者#5は「規制速度 - 5[km/h] から規制速度の範囲で速度を調節した」と回答しており、スーパーメダルを獲得するための速度を維持していたと見られる。



(a) 往路



(b) 復路

図-5 各地点における実験参加者速度と車両感知器速度

なお、参加者#5は一部区間で渋滞に遭遇したにも関わらず、スーパーメダルの獲得数は2番目に多いことが表-1 (b) に示されている。また、参加者#3, #10, #13の3名もスーパーメダルの獲得数が多く、規制速度近傍の速度を継続して維持していたと推察される。

図-5は、実験コース上で車両感知器が設置されている各地点における実験参加者の速度と、各参加者が同地点を通過した時刻付近における車両感知器速度（全車線の5分間の平均速度）を示したものである。なお、実験参加者の速度は車両感知器の前後50[m]（計100[m]）における平均速度とし、集計対象の車両感知器は大山崎IC~京都東IC間の平坦部から往路・復路ともに6基ずつ選定した。各地点の規制速度はいずれも80[km/h]である。図より、実験参加者の速度は一貫して規制速度近傍（75~80[km/h]）で、車両感知器速度よりも低く、かつ速度の変動が少ないことがわかる。すなわち、多くの実験参加者は規制速度近傍の速度を安定して維持していたと推察され、上述の主観報告と矛盾しない結果となっている。

図-6は、大山崎IC~京都東IC間の平坦部（485KP~495.7KPの約10[km]、規制速度80[km/h]）について、往路・復路それぞれにおける各実験参加者の走行速度の分布を示したものである。ただし、桂川PA付近の約1[km]の区間、および速度65[km/h]未満のデータは集計対象外とした。往路・復路ともに70~85[km/h]の範囲に集中し、とくに規制速度近傍（75~80[km/h]）の割合がもっとも高くなっていることがわかる。また、スーパーメダルの獲得数が多かった参加者#5, #13は、復路において規制速度近傍で走行した割合が往路走行時よりも大幅に増加している。これは、レベルの上昇に伴ってスーパーメダルを獲得可能な速度範囲(θ)が狭まるため、それに応じて速度を調整した結果と考えられる。

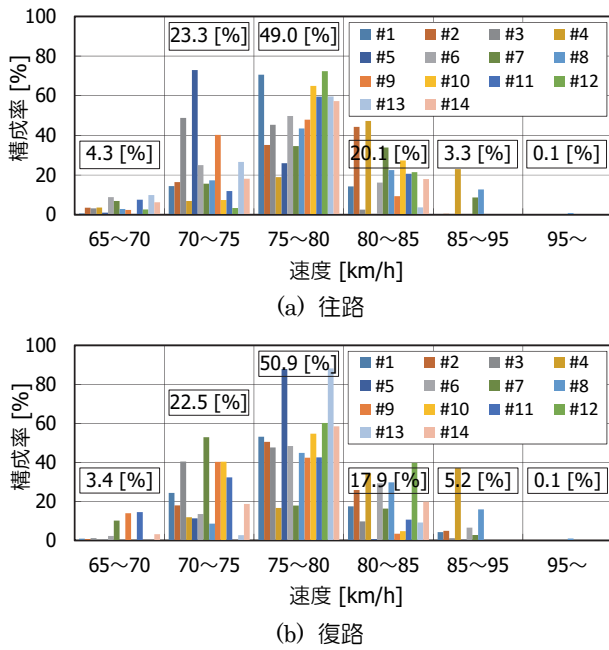


図-6 実験参加者の速度分布

図-7は、スーパーメダルの獲得数がとくに多かった参加者#5, #13と獲得数が低かった参加者#4, #7について、上記区間における速度の変動を示したものである。参加者#4, #7に比較して参加者#5, #13は速度の変動幅が全体的に小さく、とくに復路においては一貫して規制速度近傍(75~80[km/h])を維持していたことが読み取れる。なお、図-7 (b) (復路) における参加者#5, #13, #4, #7の平均速度はそれぞれ77.0[km/h], 78.0[km/h], 82.9[km/h], 74.9[km/h]であり、速度の標準偏差は1.8[km/h], 1.6[km/h], 5.6[km/h], 5.0[km/h]であった。

b) 安全性への影響

質問3-bでは、4点または5点と回答した参加者が9名存在し、「速度を意識するようになる (#8, #14)」、「速度超過が抑えられる (#9)」、「速度が安定するようになる (#11)」といった選択理由を挙げている。

一方、参加者#10, #13はそれぞれ2点, 1点と回答し、その理由として「速度を意識するあまり、減速が増える (#10) / 状況確認が疎かになる (#13)」と述べた。また、質問3-cでは4名の参加者が4点 (少し危険を感じた) と回答した。その理由として、「規制速度を守ろうとすると後続車からのプレッシャーを感じる (#2)」、「メダル獲得のために車間距離を詰めてしまう (#5)」、「速度維持バーがリセットされるときの効果音に驚いてしまう (#14)」などが挙げられている。

アプリの使用に危険を感じていたと思われる上記参加者のうち、参加者#5, #10, #13, #14の4名はスーパーメダルの獲得数が比較的多く、規制速度近傍の速度を積極的に維持していた (表-1および図-6)。すなわち、これらの実験参加者はスーパーメダルの獲得に熱中するあまりに、

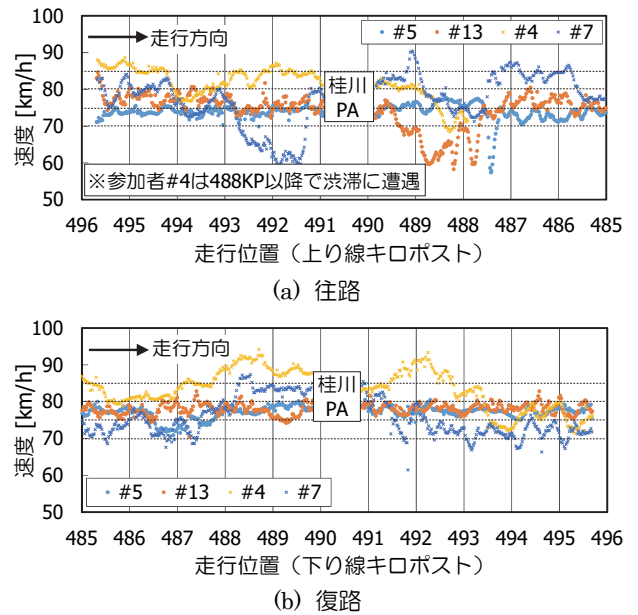


図-7 実験参加者の速度変動

車間距離を減少させるなど危険な運転行動をあえて行ったと考えられる。

以上より、「規制速度の遵守」による安全性の向上効果を認める意見が多数得られたが、危険な運転行動を誘発しうる恐れがあることも判明した。したがって、車間距離など他車両との衝突安全性を考慮した評価指標の導入が今後望まれる。また、効果音についてもドライバーにとって不快感の少ないものに変更することが求められる。

(4) アプリ使用時の画面注視状況 (視認負荷)

比較的明瞭な視線データが得られた下記の区間・参加者に限定して分析を行った。ただし、逆光や瞬目などの影響で分析が困難な区間については欠測扱いとしている。

分析対象区間) 大山崎IC~京都東IC (往復)
 分析対象者) 参加者#7, #13を除く12名

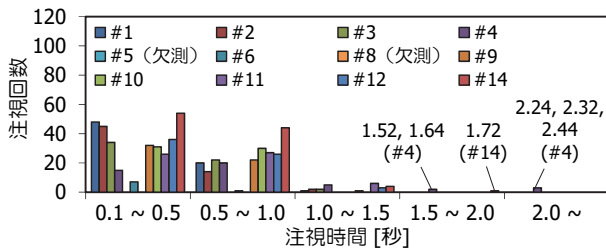
表-2に、分析対象区間におけるアプリ画面の注視回数、注視時間、画面を注視してから次回注視するまでの平均時間、走行時間に占める画面注視時間の割合 (注視率) を示す。また、図-8には注視時間区分ごとの画面注視回数をIIC区間毎に示している。

表-2より、参加者#3, #5, 9, #10, #12, #14は平均で4~6秒に1回程度と高い頻度で画面を注視しているが、注視時間の平均は0.4~0.6秒程度であることがわかる。また、注視時間が1秒を超えることは稀で、多くは0.5秒未満の短い画面注視であることが図-8から読み取れる。なお、2秒を超える画面注視は、往路の大山崎IC~京都南IC間において3回発生 (いずれも参加者#4) したのみで、それ以降では発生していない。

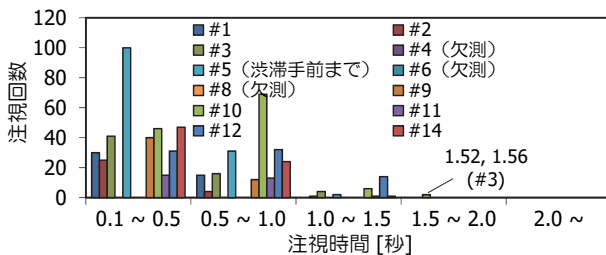
上記6名のうち、参加者#5, #10, #14の3名はスーパーメ

表-2 画面注視回数・注視頻度

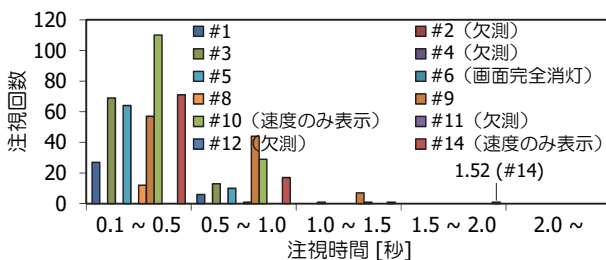
参加者	分析対象時間 [秒]	注視回数 [回]	注視時間 [秒]		次回注視までの平均時間 [秒]	注視率 [%]
			総和	平均		
#1	1724	175	74.6	0.43	9.0	4.3
#2	1257	115	46.8	0.41	9.3	3.7
#3	1759	271	116.0	0.43	6.2	6.6
#4	742	64	45.2	0.71	11.6	6.1
#5	1044	207	79.5	0.38	4.9	7.6
#6	382	8	2.3	0.29	26.5	0.6
#8	841	26	7.6	0.29	31.1	0.9
#9	1766	277	131.8	0.48	6.2	7.5
#10	1727	402	190.6	0.47	4.3	11.0
#11	838	88	49.0	0.56	9.1	5.9
#12	813	142	83.1	0.59	5.6	10.2
#14	1746	352	167.6	0.48	4.9	9.6
平均	1220	177	82.9	0.46	10.7	6.2



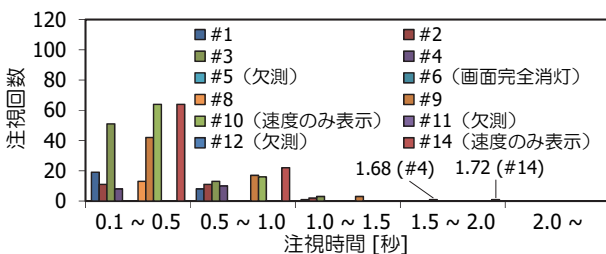
(a) 往路：大山崎IC～京都南IC



(b) 往路：京都南IC～京都東IC



(c) 復路：京都東IC～京都南IC



(d) 復路：京都南IC～大山崎IC

図-8 注視時間区分別の画面注視回数

ダルの獲得数が多く、前節のアンケートにおいて安全性への影響に関する懸念を述べている。これらの参加者は、スーパーメダルを獲得可能な速度を維持するためにアプ

リ画面上の速度を高頻度で注視した結果、アプリの使用に危険を感じていたと考えられる。

なお、参加者#10および#14は後半の走行（図-8 (c), (d)）において画面消灯モード（速度のみ表示）を使用していた。図-8 (a), (b) と図-8 (c), (d) を比較すると、両名とも0.5秒以上の画面注視が減少し、その分だけ0.5秒未満の画面注視が増加していることがわかる。これら2名は、通常の画面表示を負担に感じたために実験後半において画面消灯モードを選択し、1回あたりの注視時間を減少させたと推察される。すなわち、画面消灯モードが有効に機能していたといえよう。

以上より、一般に危険といわれる2秒以上の画面注視⁸⁾はほとんど確認されなかったものの、画面注視の頻度が高い参加者が数多く存在した。このように注視回数が多くなっている理由として、iPhoneの位置情報サービスにより計算されるアプリ画面上の速度と、車両の速度計の速度が一致しないため、メダル獲得のためにアプリ画面上の速度を度々確認していることが考えられ、今後の検討課題といえる。

6. おわりに

本稿では、高速道路での自発的な規制速度遵守行動を促すことを目的とした高速道路走行ゲームが運転行動に与える影響について、1) ゲームの活用状況、2) ゲームの娯楽性・インタフェースの適切さ、3) ゲームによる運転行動の変化、4) ゲーム画面の注視状況（視認負荷）、という観点から多面的に分析した。主な分析結果について以下にまとめる。

- 1) ゲームの娯楽性や利用動機づけが高いという主観評価結果が多く得られ、ゲームの提示により自発的な規制速度遵守行動が促される。
- 2) 一部の実験参加者からは、ゲーム内容が単調であるといった意見や、メダルの違いが分からなかったといった意見を得た。
- 3) ゲームの導入により促される規制速度遵守行動について、安全性の向上効果を認める意見が多数得られた。
- 4) 2秒を超える長時間のゲーム画面の注視はほぼ観測されなかったものの、画面注視の頻度が高い実験参加者が多く存在した。
- 5) 一部の実験参加者は、規制速度遵守意識が強くなりすぎること、ゲーム画面を注視してしまうことが危険な運転行動を誘発する可能性について懸念を示した。

はじめに述べたように、筆者らの最終的な目標は、安

全運転の対価として“楽しさ”を提供することで、自発的な安全運転を促すことにある。現状の高速道路走行ゲームは、スマートフォンに登載されたセンサなどの制約から、規制速度遵守行動を促すことに特化したものであり、上記4), 5) の結果からも、ゲームの提示が必ずしも安全性向上に貢献するとは言い難い。

しかしながら、「ゲームニクス理論に基づくリアルタイムの情報提示により、ドライバに対し自発的な行動変容を促す」という点においては、肯定的な結果が多数得られたといえる。将来的に、車間距離や加速度といった、速度以外の車両情報に基づく安全運転評価指標をゲームに取り入れることができれば、安全面においてより望ましい行動変容を促すことも可能と考えている。

なお、本稿で示したのはわずか14名分の実験データに過ぎない。また、これらのデータは明らかに日常の運転とは異なる実験条件下で取得したものであり、実験参加者が普段とは異なる運転行動を示していた可能性は否めない。今後、本稿で得られた知見をもとにゲームに改良を加えたうえで、関西圏の高速道路利用者数十名程度を対象としたモニター調査を実施し、日常の運転に限りなく近い条件下においてデータを取得する予定となっている。本調査の結果については、随時報告を行っていく次第である。

謝辞：本稿の図-5について、西日本高速道路株式会社より車両感知器のデータをいただきました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 平岡敏洋, 高田翔太, 川上浩司: 自発的な行動変容を促す安全運転評価システム(第1報) - 衝突回避減速度を用いた評価指標の提案 -, 自動車技術会論文集, Vol.44, No.1, pp. 665-671 (2013)
- 2) J. Zhang, Y. Jiang, K. Sasaki, M. Tsubouchi, T. Matsusita, T. Kawai, and A. Fujisawa: A GPS-enabled smartphone app with simplified diagnosis functions of driving safety and warning information provision, Proceedings of 21st ITS World Congress, CD-ROM (2014)
- 3) U. Mazurek and J. V. Hatttem: Rewards for safe driving behavior - Influence on following distance and speed -, Journal of the Transportation Research Board, No.1980, 31-38 (2006)
- 4) サイトウアキヒロ: ビジネスを変える「ゲームニクス」, 日経 BP 社 (2013)
- 5) T. Hiraoka, K. Nozaki, S. Takada, and H. Kawakami: Safe driving evaluation system to enhance motivation for safe driving, Proc. of FAST-zero 2015 Symposium, pp.613-620 (2015)
- 6) 平岡敏洋, 高田翔太, サイトウアキヒロ, 藤井豊一, 安時亨: ゲームニクス理論に基づく高速道路用安全運転評価システム, 計測自動制御学会システム・情報部門学術講演会 2015 (SSI2015) 講演論文集, pp.550-553 (2015)
- 7) 平岡敏洋, 高田翔太, サイトウアキヒロ: ゲームニクス理論に基づく高速道路走行ゲームの構築 - 規制速度と走行速度情報に基づく報酬の獲得が促す行動変容 -, 第30回人工知能学会全国大会 (JSAI2016) 論文集, 4E1-OS-24a-2in2 (2016)
- 8) H. T. Zwahlen, C. C. Adams, and D. P. DeBals: Safety aspects of CRT touch panel controls in automobiles, Vision in Vehicles II: Proceedings of the 2nd International Conference, pp.335-344 (1988)

(2016.7.31 受付)

EXPERIMENTAL STUDY ABOUT EFFECTIVENESS OF EXPRESSWAY DRIVING GAME BASED ON GAMENICS THEORY ON DRIVER BEHAVIOR

Shota TAKADA, Toshihiro HIRAOKA, Akihiro SAITO,
Toyokazu FUJII, and Sihyoung AN

As a novel psychological countermeasure to reduce traffic accidents in expressway, our previous study proposed an expressway driving game based on Gamenics theory, which encourages drivers to keep the speed limit spontaneously. Gamenics theory is one of the interface design methods to attract user's interests. The present manuscript discusses about the effectiveness of the game on driver behavior, based on results of actual vehicle experiments.