

令和元年6月14日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H03723

研究課題名(和文) 自動運転知能化空間における安心安全フィードバックシステムの開発

研究課題名(英文) Feedback system of physical and mental safety for automated vehicles

研究代表者

上出 寛子(Kamide, Hiroko)

名古屋大学・未来社会創造機構・特任准教授

研究者番号：90585960

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 14,390,000円

研究成果の概要(和文)：高度な運転支援システムを利用することで、運転行為以外に意識が向くマインドワンダリング(以下MW)という現象が発生することが予想される。MWは無自覚に発生し、主観的な快適さと関連することが指摘されていることから、通常の手動運転と比較することで、運転支援システムの場合にはどの程度MWが生じ、運転の楽しみにどのような影響を与えるのかを検討することが必要である。本研究では、運転の楽しみの要素を特定した上で、手動運転よりも運転支援システムを利用した方が運転の楽しみを有意に高く感じ、また、MWは手動運転の方が生じやすいことを確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

現状、開発の進む自動運転技術は、運転の楽しみを奪うのではないかと懸念が一般的に指摘される傾向があるが、実際には、運転支援システムは、運転の楽しみを向上する可能性を指摘することができた。運転支援システムは、利用するかどうかという自由度をドライバに与えるものであり、状況に応じた活用が可能である。高度な運転支援システムは単純に運転の楽しみを奪う訳ではないことを検証できたことに学術的意義がある。また、運転支援システムを活用した方がMWは生じにくいことが明らかとなったが、これは、完全自動運転ではない場合にはきちんとドライバが状況を監視していることが確認されたという点で社会的意義がある。

研究成果の概要(英文)：By using an advanced driving support system, there is a possibility that a phenomenon called mind wandering (MW), in which awareness is not related to driving behavior, may occur. It has been found that MW occurs unconsciously and is associated with subjective comfort. Therefore, we aimed to clarify how much MW occurs in the case of the driving support system and how it affects the enjoyment of the driving in comparison with normal manual driving. In this study, we identified elements of driving pleasure. Then we found that driving enjoyment was significantly higher when using a driving support system than with manual operation, and that MW was more likely to occur with manual operation.

研究分野：ヒューマン・ロボット・インタラクション

キーワード：運転の楽しみ マインドワンダリング 運転支援システム

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

我々の生活を変える次世代技術の一つが車の自動運転である。メルセデスベンツによる実用化に続き、2015年10月、トヨタが首都高での自動運転技術を公開した。わが国では東京オリンピックを控え自動運転技術のさらなる進歩が期待される中、技術開発を担うロボット・制御工学分野からは、高度に知能化した車内空間におけるドライバーの主観的心理や客観的行動に関する知見の創出と学際的連携が高く期待されている。

近年では、フロントガラスに情報提示するヘッドアップディスプレイや、自動運転に切り替えるパドル搭載型ハンドル、制御用大型タッチスクリーン等が車内に設置され、従来の“操作”する運転から、環境内インターフェイスと“インタラクション”する運転へ変わりつつある。また、従来は事故防止のための基礎心理的な注意研究が主であったが、自動運転技術の革新的進歩のためには、運転の楽しみといったよりポジティブな側面を視野にいれた社会心理学的な検討が必要である。

近年では、起きている時間の約半分は、現前以外のことに意識が向くマインドワンダリング（以下 MW）が生じ、多くの場合、無自覚に MW していることが明らかとなっている。さらに、MW は主観的な快適さと関連することも指摘されている (Matthew et al. (2010). A Wandering Mind Is an Unhappy Mind. *Science*, 330.)。高度な運転支援システムを利用することにより、通常の手動運転よりも、MW が生じやすいのかどうかはまだ明らかになっていない。また、一般的には、自動運転は運転の楽しみを奪うのではないかと指摘される傾向があるが、自動車を運転する主観的楽しみの要素を特定した上で、以上の懸念について検証する必要がある。したがって、運転支援システムを利用することによる、ドライバの行動的特徴を検証するとともに、手動運転と比較した際の運転の楽しみや、MW の発生率を明らかにする必要がある。

2. 研究の目的

本研究では、ドライバにとって自動車を運転する主観的な楽しみとは何かを心理学的に明らかにした上で、手動運転と、運転支援システムで、運転の楽しみや、視線行動、MW の発生率について比較することを目的とする。これまで、ドライバーの心理的な状態については、安全運転や事故の背景的要因として多く検討がされている。ドライバーのパーソナリティが事故の原因であったり、欲求不満の強さが危険運転に繋がるということが指摘されている。また、心理的報酬に対する接近傾向が強く、罰に対する回避傾向の弱い人は、飲酒運転などのリスクを低く見積もるとされている。事故でけがをしたことのある人は、速い車にのることにわくわくしたり楽しむことが、将来を案じることより重要であると考えていることも報告されている。

以上のように、安全性を維持・向上したり、危険を予測するためのドライバーの心理については、これまで多くの検討が行われてきた。しかしながら、ドライバーが自動車を運転するという行為において、どのような要素を心理的に楽しみとして見込んでいるのかについて、詳細な検討を行ったという報告はみられない。また、高度に発達した運転支援システムがますます普及する中で、ドライバの認知に焦点を当て MW の発生率やその際の行動的特徴を明らかにすることも重要である。

これらのことから、本研究では、ドライバーの視点に立ち、自動車を運転することの楽しみとは、具体的にどのような要素であるのかについて、心理学的に分析することを目的とする。また、運転の楽しみを定量的に評価可能な心理尺度を開発することで、手動運転と自動運転との運転の楽しみの程度を客観的に比較する。さらに、運転支援システムを利用した場合と手動運転の場合で、ドライバの視線行動の特徴を検証し、また、MW の発生率についても実験的に、また調査での検証を行う。したがって、以下の3つの点について報告する。

- (1) 運転の楽しみの定量化
- (2) 自動運転と手動運転を比較した際のドライバの視線行動
- (3) 運転支援システムと手動運転を比較した際の MW の発生率と運転の楽しみ

3. 研究の方法

(1) 運転の楽しみの定量化

自動車の運転を週に1日程度行う人100名、週に3日程度行う人100名、ほぼ毎日行う人100名を対象とした。また、20代~70代までの男女を人口統計分布に合わせてサンプリングした。男性147名(平均年齢49.43, SD = 15.79)、女性153名(平均年齢50.09, SD = 15.82)が調査に参加した。調査対象者には、「あなたにとって、『運転の楽しみ』とはどのようなことですか。箇条書きで思いつくことをできる限り詳しく、十分に具体的な内容で、5つ以上10個以下の範囲でお答えください。(自由回答, 5つ以上10個未満)」と尋ねた。調査対象者は、自由記述で、運転の楽しみの具体例を回答した。IBM SPSS Text Analytics for Surveyを用いて、すべてのコメントをカテゴリに分類し、カテゴリごとに質問項目を作成した。次に、300人のドライバに対して、現在運転している自動車や、これまでに運転したことのある自動車に関して、作成した項目がどの程度当てはまるのかを評価してもらい、探索的な因子分析を実施することで、運転の楽しみを特定した。

(2) 自動運転と手動運転を比較した際のドライバの視線行動

ゴールド免許を保持するドライバ5名に対して、ドライビングシミュレータを用いた実験を行なった。東北自動車道前沢SAから滝沢SAまでのおよそ80キロをシミュレータ上で再現し、

完全自動運転と手動運転の両方を体験してもらった。実験中参加者はアイカメラを着用し、MWの自己報告(60秒、90秒、120秒のいずれかのタイミングで、スピーカからの音声により、今運転以外のことを考えていたかどうかを尋ねられる)を行なった。

(3) 運転支援システムと手動運転を比較した際の MW の発生率と運転の楽しみ

現在実際に普及している運転支援システムのうち、追従機能付きアダプティブクルーズコントロール(ACC:前走車との車間距離を一定に保ちながら設定した速度で前走車を追従する機能)と車線維持支援システム(LKAS:走行中に、車両が車線の中央にとどまるようにステアリング制御を行う機能)が搭載されている自動車を運転している100名のドライバーと、ACCとLKASが搭載されていない自動車を運転している100名のドライバーを対象に調査を実施した。前者に対しては、ACCとLKASをオンにして走行している場合の運転状況について回答を依頼し、後者には通常の運転状況について回答を依頼した。具体的には、梶村昇吾・野村理朗(2016)日本語版DDFSおよびMMQの作成。心理学研究, 87, 79-88.による、普段MWしやすい個人特性を測定する尺度を用い、運転中にどの程度MWしているか、また、(1)で開発した運転の楽しみについて評価を依頼した。

4. 研究成果

(1) 運転の楽しみの定量化

因子分析の結果、以下の5因子が特定された(表1)。車の性能による一体感やレスポンスの良さだけでなく、移動そのものを楽しみ、また、自動車の活用により社会との繋がりが得られること、さらに、運転環境の良さも、自動車の運転の楽しみに含まれることが明らかとなった。また、これらの因子はそれぞれ高い信頼性があることも確認できた。

Table 1 運転の楽しみに関する因子分析の結果

項目	Factor1 車との 一体感	Factor2 快適で自 由な移動	Factor3 社会との つながり	Factor4 運転しや すい環境	Factor5 運転しや すい状況	Factor6 車のレス ポンスの 良さ
カーブが一発で決まること	.78	.15	-.10	-.09	.10	.06
カーブでぶれずに安定して走れること	.74	.10	-.14	.08	.07	.07
車と一体化した運転ができること	.74	-.03	.18	.02	.01	.03
好きな場所へ自由に移動できること	-.03	.86	.07	.00	-.14	.16
雨の日の外出でも濡れないこと	-.12	.84	-.05	.04	.06	.08
荷物が増えても困らないこと	-.27	.82	.01	.02	.14	.05
同乗者と同じ風景を見ること	-.04	.22	.77	-.18	.13	-.05
友人と出かけること	-.10	.08	.75	-.08	.02	.08
家族でドライブすること	-.11	.24	.74	-.13	.07	-.07
近くに歩行者がいないこと	-.13	.14	-.16	.89	.06	.15
信号の少ない道进行すること	-.24	.21	-.08	.86	.03	.15
自分の車の近くに走っているバイクがいないこと	.08	-.18	-.04	.85	.17	-.02
対向車が来ないこと	-.06	-.11	.10	.28	.59	.17
運転中に信号に引っかからないこと	-.15	.01	.02	.29	.56	.21
道路標識がわかりやすいこと	.16	.12	.04	.09	.51	.12
スピード感が感じられること	.25	.21	.00	-.07	.05	.64
運転操作に対する車のレスポンスが良いこと	.20	.22	-.01	-.07	.22	.54
α係数	.92	.95	.91	.95	.84	.87
因子間相関	Factor1	Factor2	Factor3	Factor4	Factor5	Factor6
	1.000	.698	.683	.681	.456	.325
	.698	1.000	.654	.629	.404	.237
	.683	.654	1.000	.648	.364	.394
	.681	.629	.648	1.000	.529	.271
	.456	.404	.364	.529	1.000	.170
	.325	.237	.394	.271	.170	1.000

(2) 自動運転と手動運転を比較した際のドライバーの視線行動

実験参加者が実験中に口頭で、MWしていたと回答していた時間帯と、運転に集中していたと回答していた時間帯での、アイカメラでの計測結果を比較した。計測が正確に行われた4名の停留点の結果を図1に示す。図1の通り、参加者がMWしていたと報告していた時間帯の方が、運転に集中していたと報告していた時よりも、視点が停留する点が分散しやすいことが確認された。

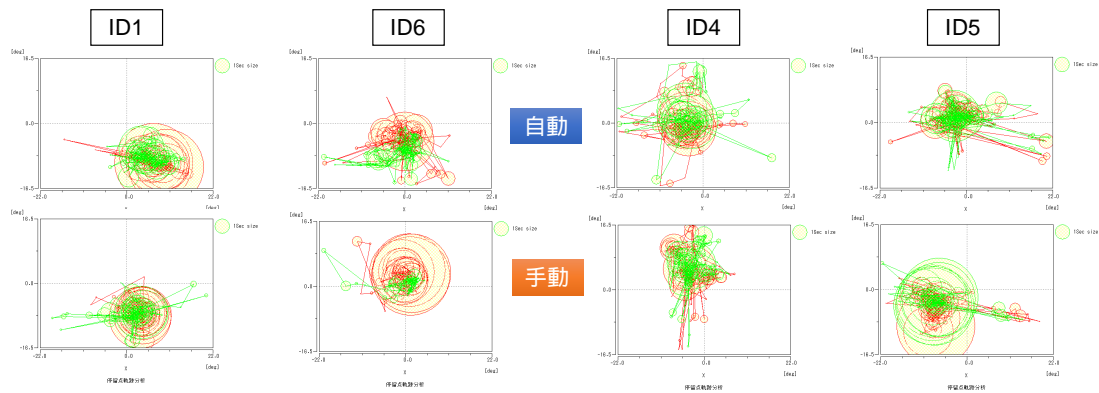


Figure 1. アイカメラで計測された停留点：
右半分が MW している時間帯で左半分が運転に集中していた時間帯

(3) 運転支援システムと手動運転を比較した際の MW の発生率と運転の楽しみ
表 2 の通り、全ての因子について、半自動運転 (ACC, LKAS あり) の車を運転しているドライバーの方が、手動運転の車を運転しているドライバーよりも、運転の楽しみを有意に高く感じていることが示された。半自動運転は手動も選択可能なため、ドライバーの自由度が増え、環境に応じた運転支援は運転のしやすさや車との一体感を促進し、移動や社会との繋がりを結果的に向上させると考えられる。

表 2 . 運転の楽しみの手動運転と半自動運転の比較

条件		自由な移動 ($\alpha=.97$)	運転しやすい環境 ($\alpha=.97$)	車との一体感 ($\alpha=.93$)	社会との繋がり ($\alpha=.84$)
半自動	M	5.13	4.65	4.70	4.55
	SD	0.91	0.95	0.84	0.97
手動	M	4.71	4.31	4.18	4.24
	SD	0.98	0.99	1.06	1.09
合計	M	4.92	4.48	4.44	4.39
	SD	0.97	0.98	0.99	1.04
		F(1,198)=9.83 p<.01	F(1,198)=6.14 p<.05	F(1,198)=14.8 5, p<.001	F(1,198)=4.58 p<.05

一方, MW に関しては, 半自動運転よりも手動運転で MW しやすいことが示された。ACC/LKAS というシステムを利用する際には, ドライバーは何かあった時にテイクオーバーしなければならないため, 運転状況に対する監視の意識が高まる可能性もある。したがって, ACC と LKAS の利用に関しては, 手動運転よりも常時の監視意識が働いていることが考えられ, 今後, 完全自動運転とを視野に入れた検討が必要と考えられる。

5 . 主な発表論文等

[雑誌論文](計 4 件) 査読あり

1. 上出寛子, 2018, ロボット考学, 日本ロボット学会誌, 第 36 巻第 4 号, 2-5.
2. 上出寛子, 高嶋和毅, 石川美笛, 足立智昭, 北村喜文, 2018, 加速度センサ搭載積み木による幼児の積み木遊びの発達の变化的の定量化. ヒューマンインタフェース学会誌, Vol. 20, No. 1, 107-114.
3. D. Granados, B. Yamamoto, H. Kamide, J. Kinugawa, K. Kosuge, 2017, Dance Teaching by a Robot: Combining Cognitive and Physical Human? Robot Interaction for Supporting the Skill Learning Process, IEEE Robotics and Automation Letters, 2(3), 1452 - 1459.
4. H. Kamide, and T. Arai, Perceived Comfortableness of Anthropomorphized Robots in U.S. and Japan, International Journal of Social Robotics, 2017, Vol.9(4), pp 537-543.

[学会発表](計 4 件)

1. H. Kamide, and T. Arai, 2018, Manners to Things, The 19th Annual Meeting of the Society for Personality and Social Psychology, F61.
2. H. Kamide, 2017, Social activities, physical health, and personality on well-being of the elderly in Japan, 15th European Congress of Psychology, T S15.2
3. 上出寛子, 新井健生, 2017, ロボット考学とモノに対する作法, 第 35 回日本ロボット学会学術講演会, 3B2-01.

4. 上出寛子, 山邊茂之, 鈴木高宏, 川合誠, 笠木雅史, 高橋英之, 新井健生, 小菅一弘, 森川高行, 2017, 自動車を運転する楽しみに対する心理評価, 自動車技術会春季フォーラム

〔図書〕(計1件)

1. 森 政弘, 上出寛子, 2018, ロボット工学と仏教 AI時代の科学の限界と可能性, 佼成出版会.

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名: 小菅 一弘

ローマ字氏名: Kosuge Kazuhiro

所属研究機関名: 東北大学

部局名: 工学研究科

職名: 教授

研究者番号(8桁): 30153547

研究分担者氏名: 高橋 英之

ローマ字氏名: Takahashi Hideyuki

所属研究機関名: 大阪大学

部局名: 基礎工学研究科

職名: 特任講師

研究者番号(8桁): 30535084

研究分担者氏名: 笠木 雅史

ローマ字氏名: Kasaki Masashi

所属研究機関名: 名古屋大学

部局名: 教養教育院

職名: 特任准教授

研究者番号(8桁): 60713576

研究分担者氏名: 新井 健生

ローマ字氏名: Arai Tatsuo

所属研究機関名: 電気通信大学

部局名: その他部局等

職名: 客員教授

研究者番号(8桁): 90301275

(2)研究協力者

該当なし

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。