

ドライバエージェントに対する質的評価データの解析

— 質問紙調査の自由記述データからみたエージェント評価 —

Analysis of Qualitative Evaluation Data for Driver-Agents

- Agent Evaluation from Free Description Data of Questionnaire Survey -

藤掛和広¹ 田中貴紘¹ 吉原佑器¹ 青木宏文¹ 金森等¹

Kazuhiro FUJIKAKE¹, Takahiro TANAKA¹, Yuki YOSHIHARA¹, Hirofumi Aoki¹
and Hitoshi KANAMORI¹

¹名古屋大学未来社会創造機構

¹Institutes of Innovation for Future Society, Nagoya University

Abstract: 我々は、高齢ドライバの運転支援を目的としたドライバエージェントの開発を行っている。本研究では、ドライバエージェントに対する質問紙調査の自由記述の内容を分析し、エージェントに対する質的データでの評価について検討し、エージェントに求められる機能や役割を明らかにする。自由記述を分析した結果、高齢者はドライバエージェントの振り返り機能を使って、自分の運転技術を確認したいと考えていることが明らかになった。また、若年層は、リアルタイムの運転支援を利用することで、より安全に運転できると考えていることが示された。

1. はじめに

我が国は、平成 19 年に超高齢社会を迎えて以降、国内の高齢化に伴う社会問題はより深刻化している。このような社会情勢の中で、道路交通場面に於いても、高齢者に関する課題が指摘されている[1]。例えば、交通事故による死者数は減少しているものの、高齢者の死者数が占める割合は増加している。また、高齢者の自動車乗車中の事故死者数も、増加傾向である。更に、高齢者は、他の年齢層に比べて致死率が約 6 倍高く、全体の致死率も上昇傾向である。高齢化が進む状況の中、高齢者の交通事故対策は、社会的に重要な課題である。

これまでに我々は、高齢者の認知機能及び視機能と事故発生との関係を明らかにする為に、ドライビングシミュレータ（以下、DS）による一時停止交差点通過実験を行い、認知機能及び視機能と衝突率の相関関係を明らかにしている[2]。更に、高齢ドライバの運転能力に対する自己認識の高評価群と低評価群の比較から、低評価群は生体機能が低下しても衝突率は高くならなかった。この結果は、低評価群は「自己の運転能力は低い」と認知することで、より安全な運転行動で低下した能力を補償していると考えられる。このことから、高齢ドライバの運転行動・運転能力の自己認識を促すことで、より安全な運転行動へ変容する可能性が期待される。

2. ドライバエージェントの開発

我々は、高齢ドライバの運転行動・運転能力の自己認識を高め、より安全な運転行動に改善していく方策の検討を行っている。そして、高齢ドライバの運転行動の改善によって、高齢ドライバの運転に対する支援が必要ない段階に到達することを目標としている。

2.1. 運転指導に関する調査[2]

我々は、高齢ドライバに関する研究として、自動車教習所の指導員による高齢ドライバ指導記録収集及び高齢者へのヒアリング調査を行っている。この調査から、高齢ドライバは「障害物や危険予測に関連する情報提供（駐車車両や歩行者について等）への抵抗感は少ない」「運転行動に関連する指摘（速度超過等の指摘や、「右に寄った方が良い」等の指示）には抵抗を感じる」ことを明らかにしている。また、高齢ドライバの特性として、「運転中に指導された内容は、運転後には覚えていない」「配偶者や子供、友人からの運転に関するアドバイスは受容性が低く、自動車やロボット等の人工物からのアドバイスをより受け入れる」ことも明らかにしている。このことから、高齢ドライバの運転行動に対する指摘は、ロボット等の利用によって、抵抗感や不快感の軽減が期待される。



図 1. 実験風景 (写真)

2.2. エージェントの形態別の受容性

高齢ドライバーの運転行動に対する自己認識を高める為のシステムとして、我々はドライバエージェントの開発を行っている。エージェントによって運転行動に対する客観的な指摘を行うことで、高齢ドライバーの運転に対する自己認識を高め、より安全な運転行動に改善していくことが期待される。

ドライバエージェントの形態としては、カーナビの様な音声、情報提示画面に表示した映像、そしてロボットの3つが想定される。運転支援に関する先行研究では、音声の支援によって、運転行動改善が認められると共に、支援に対する煩わしさを感じる事が指摘されている[3]。運転行動改善を目的としたエージェントの利用が期待されるものの、エージェントに対する煩わしさ等は普及の妨げになる為、エージェントの受容性の向上は重要な課題といえる。そこで、我々は、音声・映像・ロボット形態のエージェントに対する評価を比較して、より受容性の高いエージェント形態について検討した。その結果、高齢層と非高齢層共に、ロボット形態のエージェントの受容性が高いことを明らかにした[4]。

2.3. エージェントによる運転行動改善

高齢ドライバーへの安全運転教育に関する研究では、自分自身の運転を客観的に振り返ることで、不安全な運転行動が抑制されることが示唆されている[5]。特に、映像記録を利用した振り返りをする事で、より効果が高くなる事が指摘されている。我々が開発しているドライバエージェントも、映像記録による振り返り機能を有している。

エージェントによる運転行動改善の効果を検討する為、我々は高齢層及び非高齢層を対象とし実験を行った。この実験では、受容性の高いロボット形態のエージェントによるリアルタイムの運転支援及び映像記録の振り返り機能の運転行動改善の効果を比較した。その結果、運転支援とフィードバックを

表 1. 実験協力者の内訳

	条件	人数	年齢 (平均)	標準偏差
高齢層	運転支援	9	75.22	3.88
	振り返り	10	75.20	5.15
	併用	10	72.50	4.03
非高齢層	運転支援	5	39.80	8.26
	振り返り	5	52.40	10.11
	併用	5	50.20	7.55

併用することで、運転行動改善の効果が高まる事が示された[6]。また、高齢層では振り返り機能で運転行動の改善がより見られ、非高齢層では運転支援機能で運転行動の改善がより見られた[7]。

2.4. エージェントの機能に対する受容性

ドライバエージェントの受容性評価に関しては、形態別の比較は実施している[4]ものの、運転支援と振り返り機能に対する受容性評価及び受容性評価の背景要因に関する検討は為されていない。

そこで本研究では、ドライバエージェントの運転支援と振り返り機能に対する受容性評価及びその背景要因に関して検討する。

3. 実験：主観評価と質的評価

実験はDSを利用して実施した(図1)。エージェントに対する受容性の評価は、質問紙にて実施した。実験は、2時間程度の内容を3回実施した。3回の実験日は、毎回1週間の間隔を空ける様にした。各実験日では、DSの練習走行1回、プレ走行1回、実験条件走行3回、ポスト走行1回とした(DS運転は、練習走行を含め6回)。

本実験は、名古屋大学未来社会創造機構の倫理審査委員会の承認を得て実施した。

3.1. 仮説

エージェントによる運転行動の改善効果は、高齢層では振り返り機能による効果が顕著で、非高齢層では運転支援による効果が顕著であった[7]。このことから、ドライバエージェントの運転支援及び振り返り機能に対する受容性評価に関しても、高齢層では運転支援の評価が高く、非高齢層では運転支援の評価が高くなると考えられる。

3.2. 実験協力者

実験では、高齢層29名と非高齢層15名を対象とした(表1)。実験協力者には、事前に十分な説明を行い、同意を得られた場合のみ実験の対象とした。

3.3. DS 及び走行コース

DS は、本プロジェクト[2]で独自に開発したもので、5つの画面（運転席の実験協力者から正面の画面までの視距離は1m程度）と制御用PCで構成され、エージェントと連動するシステムである。

走行場面は、名古屋大学周辺の道路を再現したもので、信号のない市街地道路を5分間程度走行するものである。市街地道路には、一時停止交差点が3箇所（直進、右折、左折合流）あり、左折合流の交差点は右側が60°の鋭角となっている。

また、走行中に回避行動が必要な障害物として駐車車両1台、歩行者1グループが道路左側に出現する。障害物は、どちらも通常の回避行動で対応するものである。走行コースは、ブレ走行、実験条件走行、ポスト走行の全て、同一とした。ただし、3回の実験条件走行では、イベントとして「駐車車両の陰や歩行者グループからの飛び出し」や「一時停止交差点での交差車両」が発生する。これらのイベントの発生については、カウンターバランスを考慮した。

3.4. ドライバエージェント

エージェントは、ロボホン（SHARP製）を利用した。ロボホンは、人間の顔を模した目や口が存在し、発話時には口に相当する箇所のライトが点滅する。

エージェントは、DSの運転席から左方向に約5°、視距離1.1m程度の位置に設置した。また、エージェントを設置は、DS画面の下側で、画面に5cm程度は重なるものの、画面の注視を妨げとはならない場所とした。

3.4.1. 運転支援の内容

エージェントによる運転支援は、一時停止の交差点や道路上の障害物を通知する注意喚起と、障害物回避の走行位置提案等を行う運転行動の修正示唆の2種類とした。運転支援の内容は、自動車教習所の指導員を対象とした調査で得られた知見[2]に基づいて作成した。また、注意喚起の場面は、過去の高齢者事故統計データより事故率が高い場面を選択している。

運転行動の修正示唆は、実験協力者が安全な運転をした場合には実行しない。また、実験協力者が不安全な運転をしても、当該場面を通過してしまった場合には、修正示唆は省略される場合がある。なお、安全の判定基準は、障害物回避は「対象物に到達する3秒前の速度が、時速20km未満」「対象物に到達する3秒前の障害物との間隔（避け幅）が、1.5m以上」とし、一時停止の交差点では「交差点にて、左右に45°以上顔を向ける（左右の確認）」とした。な

お、運転行動の修正示唆は、全ての実験協力者が殆どの場面で体験した。

3.4.2. 振り返り機能の内容

本実験で使用した振り返り機能は、エージェントのシステムと連動している。その為、不安全な運転行動がみられた場合には、エージェントが運転行動の修正示唆を行うと共に、不安全な運転行動であったことが記録される。そして、運転後に、不安全な運転行動が発生した場面の映像記録を視聴することで、自分自身の運転行動の振り返りが可能なシステムである。

本実験では、1度の走行で、不安全な運転行動が複数あれば、最大2つの振り返りの映像記録を視聴する。また、安全な運転行動があれば、最大1つの振り返りの映像記録を視聴する。その為、振り返り機能を体験する実験協力者は、一度の走行で最大3つの映像記録を視聴することとなる。なお、不安全・安全の判定はエージェントのシステムにて判定を行い、振り返り場面の選定は1度の走行で重複しない場面となる様に設定した[2]。

また、本実験で指摘される不安全な場面としては、直進・右折の一時停止交差点での左右確認、駐車車両・歩行者の右側を通過する際の速度・間隔である。不安全な運転行動の映像記録の振り返りをする際には、具体的な安全運転の例をエージェントが説明する。例えば、一時停止交差点の通過では「しっかりと停止して、左右をバランス良く確認しましょう」、駐車車両・歩行者の回避では「速度は時速20km以下で、間隔は1.5m空けましょう」等と説明する。

なお、振り返り機能には、DS運転後にエージェントが「今の運転に、良かった場面が1つ、気をつけて欲しい場面が2つありました」「後で見直してみてくださいね」と安全・不安全な場面の振り返りを促す機能も含まれている。

3.4.3. エージェント条件

エージェント条件は、DS運転中に運転支援のみを体験する「運転支援条件」、DS運転後に振り返りの映像記録の視聴のみを体験する「振り返り条件」、この両者を体験する「併用条件」の3つである。

なお、実験協力者がエージェントを体験するのは、各実験日の実験条件走行の3回である。

3.5. 質問紙調査

3.5.1. 尺度評定法による受容性評価

エージェントの受容性評価は、尺度評定法によって心理量を測定した。評価項目は、肯定的な評価と

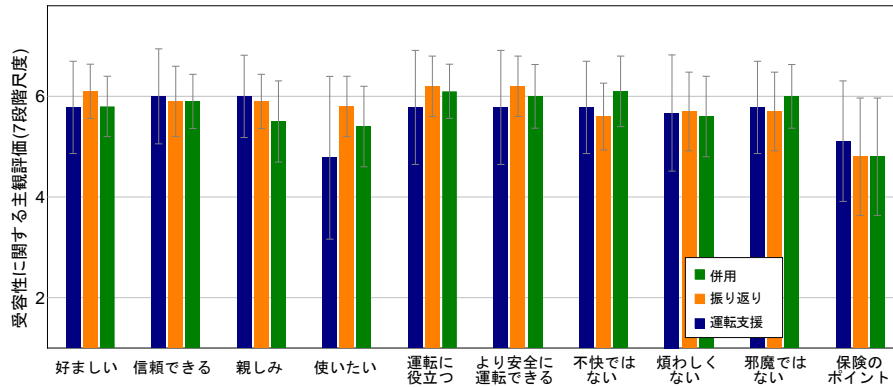


図2. 高齢層の受容性評価

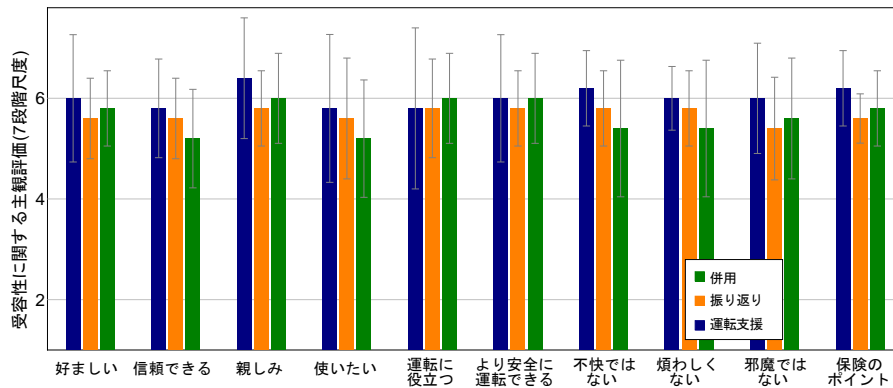


図3. 非高齢層の受容性評価

して「好ましいと思う」「信頼できると思う」「親しみを感じる」「使いたいと思う」「運転に役立つと思う」「より安全に運転出来ると思う」の6項目に加え、否定的な評価として「不快だと思う」「煩わしいと思う」「邪魔だと思う」の3項目とした。評価項目の選定は、先行研究の結果[2]を参照した。

また、各項目の評価尺度は7段階（7点：よく当てはまる、6点：当てはまる、5点：やや当てはまる、4点：どちらともいえない、3点：あまり当てはまらない、2点：当てはまらない、1点：全く当てはまらない）とし、否定的な評価は集計で反転させた。

3.5.2. 質的評価データの評価方法

質問紙調査では、エージェントに対する質的評価として、記述による評価も収集した。評価内容は、実験協力者に自由に記述してもらうことで収集した。これらの質的評価は、センテンス化と共に、用語の統一等を行った。

さらに、センテンス化した質的評価に対しては、形態素の集計し、共起ネットワークを作成した。共起ネットワークとは、センテンス毎で出現する単語（抽出語）の関連性（共起関係）を解析して、図示したものである。例えば「エージェントは安全運転

に役立つ」というセンテンスが複数ある場合には、「エージェント」「安全」「運転」「役立つ」という単語の関連性が強くなることとなる。

なお、形態素の集計及び共起ネットワークの作成は、KH coderにて実施した。

4. 結果

4.1. 受容性評価の結果

ドライバエージェントの運転支援及び振り返り機能に対する主観的評価の結果を、年齢層・評価項目・エージェント条件毎に集計した（図2-3）。

高齢層の受容性評価の結果、運転支援よりも振り返り及び併用の評価が高い傾向が見られた。また、非高齢層では、運転支援の受容性評価が高い傾向が見られた。

4.2. 質的評価データの解析結果

質問紙調査の自由記述に記載された内容を、センテンス化した結果、高齢層・非高齢層の記述を合わせて512文となった。それらのセンテンス化した記述を、形態素別に集計した（表2）。更に、記述の内容に基づいて共起ネットワークを作成した（図4）。

また、高齢層の形態素別の集計・共起ネットワーク（表3、図5）と、非高齢層の形態素別の集計・共起ネットワークを作成した（表4、図6）。

全体の形態素別の集計・共起ネットワークの結果、ドライバエージェントの運転支援及び振り返りに関連する記述が多いことが示された。また、使用に伴う料金に関する記述も比較的多く見られた。

高齢層の形態素別の集計・共起ネットワークの結果では、振り返りに関連する記述が多いことが示されている。また、非高齢層の形態素別の集計・共起ネットワークの結果では、運転支援に関連する記述が多いことが示されている。

表2. 形態素別の集計（高齢層及び非高齢層）

名詞	サ変名詞	形容動詞	動詞	形容詞
エージェント (227)	運転 (156)	安全 (31)	思う (138)	良い (31)
ロボット (131)	指摘 (61)	邪魔 (15)	言う (50)	嬉しい (12)
自分 (46)	支援 (37)	危険 (10)	振り返る (47)	欲しい (11)
動画 (27)	使用 (24)		使う (28)	
場面 (18)	注意 (23)		感じる (25)	
料金 (17)	意識 (19)		出来る (24)	
音声 (12)	アドバイス (15)		見る (22)	
具体的 (11)	確認 (14)		分かる (22)	
感覚 (10)	発言 (12)		知れる (16)	
	体験 (11)		褒める (16)	
	機能 (10)		教える (13)	
	停止 (10)			

5. 考察

ドライバエージェントの運転支援及び振り返り機能に対する受容性評価の結果では、高齢層は振り返りに対する評価が高く、非高齢層は運転支援の評価が高かったことから、仮説が支持された。

高齢層にて振り返りの評価が高かった要因としては、「振り返る」「動画」「自分」「見る」「分かる」の共起関係から、「動画で振り返ることで、自分の運転が分かる」という認識の影響が示唆された。更に、「見る」内容については「注意すべき具体的な場面」であることが、より望まれていることが示された。この他に、エージェントに対して「使用に伴う料金を安くしてほしい」「道路情報等を教えてほしい」という要望が示された。

また、非高齢層で運転支援の評価が高かった要因としては、「エージェント」「運転」「思う」「安全」「自分」の共起関係から、「エージェントの運転支援によって、安全を意識し、安全運転に気をつける様になる」という認識が影響したと示唆された。更に、非高齢層では「普段」「使う」「持つ」「親しみ」の共起関係が見られたことから、エージェントのインターフェイスとして使用したロボットをコミュニケーション・ロボットとしても利用したいという要望があることが示された。

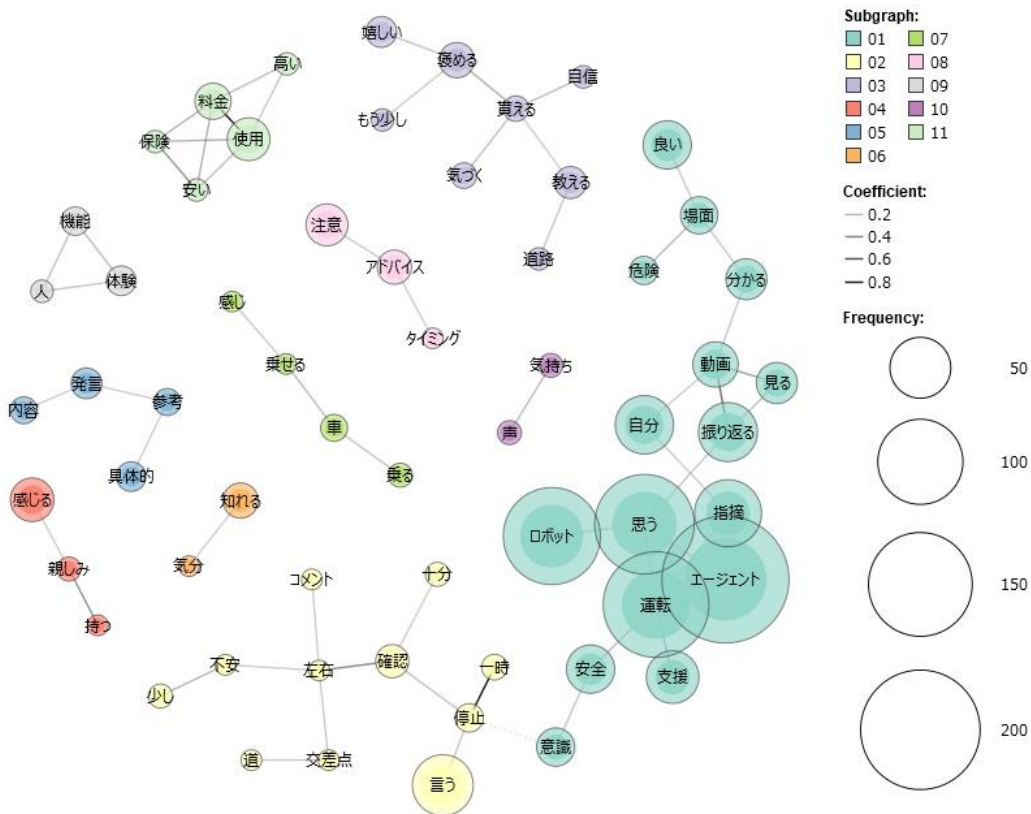


図4. 共起ネットワーク（高齢層及び非高齢層）

表 3. 高齢層の形態素別の集計

名詞	サ変名詞	形容動詞	形容詞	副詞
エージェント (89)	運転 (60)	安全 (9)	良い (17)	-
ロボット (74)	指摘 (28)	邪魔 (9)	欲しい (7)	
動画 (21)	支援 (26)			
自分 (19)	使用 (18)			
料金 (14)	参考 (9)			
音声 (7)	発言 (8)			
内容 (6)	アドバイス (7)			
具体的 (5)	機能 (7)			
場面 (5)	停止 (6)			
道路 (5)	意識 (5)			

表 4. 非高齢層の形態素別の集計

名詞	サ変名詞	形容動詞	形容詞	副詞
エージェント (138)	運転 (96)	安全 (22)	良い (14)	少し (5)
ロボット (57)	指摘 (33)	危険 (8)	嬉しい (9)	もう少し (4)
自分 (27)	注意 (19)	邪魔 (6)		
場面 (13)	意識 (14)			
感覚 (8)	確認 (11)			
気持ち (7)	支援 (11)			
親しみ (7)	体験 (10)			
具体的 (6)	アドバイス (8)			
自信 (6)	使用 (6)			
動画 (6)	評価 (6)			
音声 (5)				

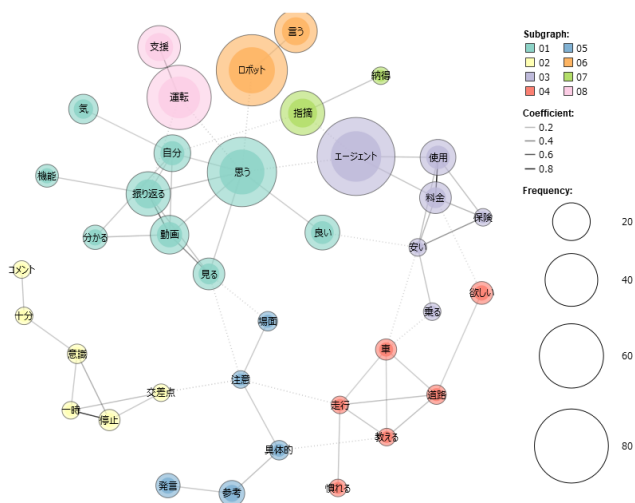


図 5. 高齢層の共起ネットワーク

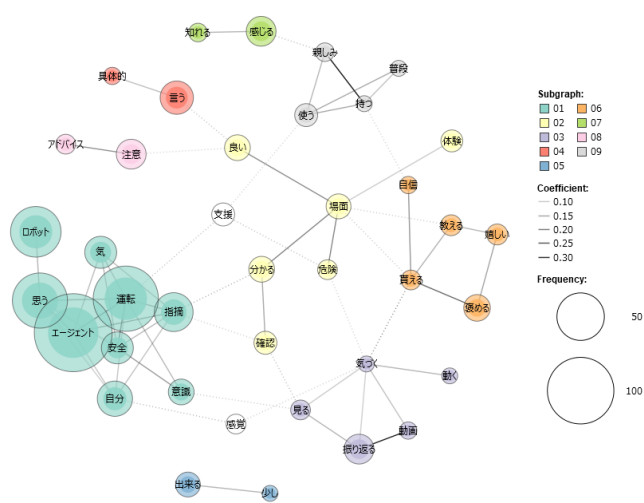


図 6. 非高齢層の共起ネットワーク

6. おわりに

本研究では、質問紙調査の自由記述の内容を分析し、ドライバエージェントに求められる機能や役割を明らかにした。その結果、高齢者はドライバエージェントの振り返り機能を使って、自分の運転技術を確認したいと考えていることが明らかになった。また、若年層は、運転支援を利用することで、より安全に運転したいと考えていることが示された。

謝辞

本研究の一部は、文部科学省 / JST 研究成果展開事業「センター・オブ・イノベーション (COI) プログラム」の支援によるものである。ここに記して感謝する。

参考文献

[1] 内閣府: 令和元年度版交通安全白書 (2019)
 [2] T. Tanaka et al.: Study on Driver Agent based on Analysis of Driving Instruction Data - Driver Agent for Encouraging

Safe Driving Behavior (1) -, IEICE Transactions on Information and Systems Vol.E101-D, No.5, 1401-1409 (2018)

[3] 島崎敢ほか: 一時停止行動の事後判定と評価による停止率の改善, 自動車技術会論文集, 44(2), 587-592 (2013)
 [4] T. Tanaka et al.: Effect of Difference in Form of Driving Support Agent to Driver's Acceptability -Driver Agent for Encouraging Safe Driving Behavior (2), Journal of Transportation Technologies, 8 (3), 194-208 (2018)
 [5] 蓮花一己ほか: 高齢ドライバーを対象としたハザード知覚教育の効果測定, 国際交通安全学会誌, 32, 6-13 (2007)
 [6] 藤掛和広ほか: ドライバエージェントの運転支援及び振り返り支援による運転行動改善の効果, 自動車技術会論文集, 50 (1), 134-141 (2019)
 [7] 藤掛和広ほか: ドライバエージェントによる高齢層と非高齢層の運転行動改善の比較—運転寿命延伸を目指したドライバ運転特性研究 (16) —, 自動車技術会 2019 年春季大会, 20195170 (2019)