

# エージェントを介した車車間通信によるドライバーコミュニケーションの受容性評価

## Acceptability Evaluation of Inter-driver Communication System Based on Vehicle-to-Vehicle Communication via a Driving Agent

萩谷 俊幸<sup>1\*</sup> 那和 一成<sup>1</sup>  
Toshiyuki Hagiya<sup>1</sup> Kazunari Nawa<sup>1</sup>

<sup>1</sup> トヨタ自動車株式会社  
<sup>1</sup> Toyota Motor Corporation

**Abstract:** 近年、車車間通信の環境が整いつつあり、交通支援のための新しい情報伝達方法として期待されている。車車間通信で検討されているサービスの多くは、位置や速度などの情報を交換することで危険を予測し、ドライバーに対して通知をするというものであるが、実際の交通環境では、ドライバーは視線やジェスチャー、ヘッドライトなど複数のモダリティを用いて他車のドライバーと意図を交換している。そこで、本報告では、情報伝達の新たな方法として、ドライバーの発話意図をエージェントが理解し、車車間通信により伝え合うコンセプトを提案し、その受容性を評価する。具体的には、ドライビングシミュレータ上で、右折、車線変更、追い越しの3つのシナリオを実施し、質問紙調査と半構造化インタビューにより受容性評価した結果を記す。

### 1 はじめに

交通システムやインフラが整備されている日本でも、いまだに年間40万件以上の事故が起こっている[1]。そのため、自動車事故の低減や運転の負担軽減のために、様々な支援システムの研究が進められており、その中でも、車車間通信を用いた支援は、事故を低減するための新しい情報伝達方法として期待されている[2]。車車間通信で検討されているサービスの多くは、位置や速度などの車両挙動を交換し合うことで危険を予測し、ドライバーに対して通知をするというものである[3, 4]。しかしながら、実際の交通環境では、ドライバーは運転操作以外にも、視線、ジェスチャー、ヘッドライトなど多様なモダリティを用いて、他車のドライバーに自身の意思を伝えたり、交渉を行なっている[5, 6]。しかしながら、これらの方法は情報量が少ないため、誤解を生み、時にはトラブルにつながることもある。

加えて、今後、自動運転が普及していくと考えられるが、自動運転車両に対しては、視線やジェスチャーなどの従来のコミュニケーションが行えない場合も考えられる。近年は自動運転車両と歩行者のコミュニケーションが研究トピックとなっているが、同様に、自動運転車両とそうでない車両とのコミュニケーションも解決すべき課題の一つである[7, 8]。このような問題を

解決する方法の一つとして、ドライバーの発話意図を自車のエージェントが理解して、車車間通信を用いて、相手車両に伝えるという方法が挙げられる。車車間通信を用いたドライバーコミュニケーションに関して、いくつか報告されているものの、ドライバーの受容性といった観点では報告されていない。

そこで、本報告では、車車間通信が有効であろうサービスのうち、交差点での右折、車線変更、追い越しの譲り合いの3シナリオをドライビングシミュレータに組み込み、ドライバーの発話意図をエージェントが理解し、車車間通信を用いて他車両とコミュニケーションすることについての受容性評価実験を行う。受容性評価は、各シナリオに関する質問紙調査と、半構造化インタビューにより実施する。加えて、受容性はドライバーの性格や運転行動にも影響されると考えられるため、運転スタイルチェックシート[9]から得られる普段の運転スタイルとの関係を分析する。

本報告でのリサーチクエスションは「車車間通信を用いたドライバーコミュニケーションの受容性」「受容性と運転スタイルとの関連性」の2点である。

### 2 関連研究

近年、多くの研究者が、車車間通信を用いて情報を交換することで、衝突可能性や危険行動などを警告するためのプロトコルやコンセプトを提案している[3, 4]。

\*連絡先：トヨタ自動車株式会社  
〒100-0004 東京都千代田区  
E-mail: toshiya.hagiya@mail.toyota.co.jp

Senguptaらは周辺車両の位置や速度といった運転挙動に基づき、ドライバーにディスプレイ表示や音声で警告をするコンセプトを提示した [3]。その中で安全性や快適な車間距離維持という点で、車車間通信が役立つ可能性があるとして述べている。蒔苗らは無線 LAN と GPS を用いて、自車周辺車両に対してメッセージを送信するプロトタイプを提案している [10]。Verroiosらは、GPSに加えてモーションセンサを用いて、通信相手を制限する方法を提案している [4]。しかしながら、他車両との協調が求められる実環境においては、位置や速度を含むセンサデータの交換による方法では限界がある。

そこで、近年は、衝突可能性や危険行動といった事故に直結する情報だけでなく、ソーシャルメッセージの伝達についても研究されている。Wangらは、他車両に対する運転中の誤解を減らすことを目的に、他車両の緊急度合いなどの状態をディスプレイに表示する CarNote というコンセプトを提案している [11]。その中で、CarNoteは、他車両への共感や許容を高め、怒りを低減したと述べている。他車両とのリアルタイムでのコミュニケーションについては、Wangらは、「いいね」といったメッセージをジェスチャーから検出して、周辺車両に送信するコンセプトを提案している [12]。また、Lamasらは車車間通信でメッセージを送り合うための必要要件についてインタビュー調査を行なった [7]。そこで得られた必要要件としては、「メッセージの送り主がわかること」「ディストラクションが少ないインターフェースであること」「予め決まったメッセージを簡単に送れること」の3点が挙げられている。その中で音声インターフェースは有力な候補だと述べられている。これらのように、車車間通信を用いたコミュニケーションは多く研究されているが、ドライバー間コミュニケーションの受容性を実験的に調査したものは見られない。

### 3 システム概要

本システムは、車車間通信を用いた他車両とのコミュニケーションを、ドライビングシミュレータで模擬するものである。コンセプトとしては、図1に示すように、エージェントがドライバーの発話依頼を理解し、他車エージェントに車車間通信で依頼をする。依頼を受けた他車エージェントがそのドライバーに依頼内容を

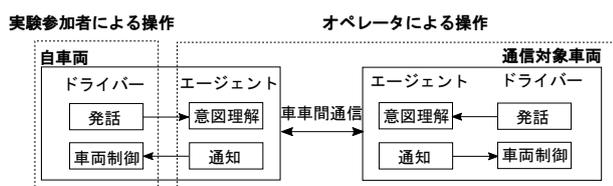


図 1: 実験参加者とオペレータの役割

通知するといったものである。本実験では、エージェントと他車両の挙動についてはオペレータが操作する Wizard of Oz (WoZ) 法により実験を行う。

#### 3.1 実験装置

実験参加者は、ドライビングシミュレータ上で、自車両の制御と音声での依頼・承諾を行う。車両の制御はステアリング、アクセル、ブレーキ、ウィンカーの操作により行う。一方、オペレータはキーボードに割り当てられたキー操作で、依頼や承諾の意思表示と承諾後の行動のタイミングのみを制御する。依頼・承諾ともにキー操作をすると、ドライビングシミュレータ上で音声流れるとともに、HUD (Head-Up Display) に自車と通信対象車両が表示される (図2中央部)。ドライビングシミュレータのソフトウェアは、FORUM8社製 UC-win/Road Ver.10 を用いる。ドライビングシミュレータの画面は3面のスクリーンから構成され、HUDおよびバックミラーはスクリーン上に重畳される形で提示される。音声合成は Open JTalk を使用する。

#### 3.2 シナリオ

「右折」「車線変更」「追い越し」の譲り合いの3つのシナリオについて、依頼する場合・される場合の両方を実施する。以下に各々のシナリオの説明を記す。

右折のシナリオを図3(a)に示すように、車両Aは片側1車線の道路で信号の無い交差点の100m手前を40km/hで走行している。まず、車両Aドライバーが車両Aエージェントに、対向車線上の車両Bに右折依頼をしたい旨を発話する。次に、車両Bエージェントは車両Aエージェントからメッセージを受け取り、音声と画面表示で車両Bドライバーに伝える。それを受けて車両Bドライバーは承諾の応答をし、車両Bを停止させる。車両Aドライバーには、音声と画面表示で承諾の意図が伝えられ、右折を行う。



図 2: 追い越しを依頼するシナリオでのドライビングシミュレータ画面

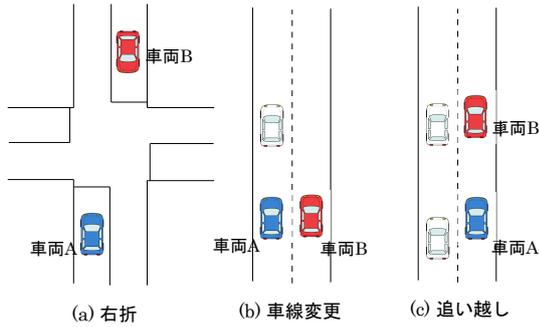


図 3: 車車間コミュニケーションのシナリオ

車線変更のシナリオでは、図3(b)に示すように、車両Aは片側2車線の左車線を、車両Bは右車線を80km/hで走行している。まず、車両Aドライバーが車両Aエージェントに、車両Bに車線変更依頼をしたい旨を発話する。次に、車両Bエージェントは車両Aエージェントからメッセージを受け取り、音声と画面表示で車両Bドライバーに伝える。それを受けて車両Bドライバーは承諾の応答をし、車両Bを加速して譲る。車両Aドライバーには、音声と画面表示で承諾の意図が伝えられ、車線変更を行う。

追い越しのシナリオでは、図3(c)に示すように、車両Aと車両Bは片側2車線の右車線を80km/hで走行している。まず、車両Aドライバーが車両Aエージェントに、車両Bに追い越し依頼をしたい旨を発話する。次に、車両Bエージェントは車両Aエージェントからメッセージを受け取り、音声と画面表示で車両Bドライバーに伝える。それを受けて車両Bドライバーは承諾の応答をし、車両Bを加速して車線変更し譲る。車両Aドライバーには、音声と画面表示で承諾の意図が伝えられ、追い越しを行う。

依頼する場合は、実験参加者は車両Aドライバーを担当し、依頼される場合は、実験参加者は車両Bドライバーを担当する。実験参加者が担当する以外の役割はオペレータが制御する。

## 4 ユーザースタディ

### 4.1 実験参加者

実験には23名(2名は女性)が参加した。平均年齢は40.0歳(標準偏差=24.0)であり、24歳から55歳であった。参加者全員、視覚・聴覚を含め健康的な問題はなかった。参加者全員は運転免許を持っており、うち12名は1か月に1度以上は運転すると回答した。

本研究の計画は、トヨタ自動車株式会社内規「研究倫理ガイドライン運営要領」に従い、倫理審査を受け承認を得た。また実験参加者に、実験内容や個人情報の保護について事前説明を行い、同意を得た。

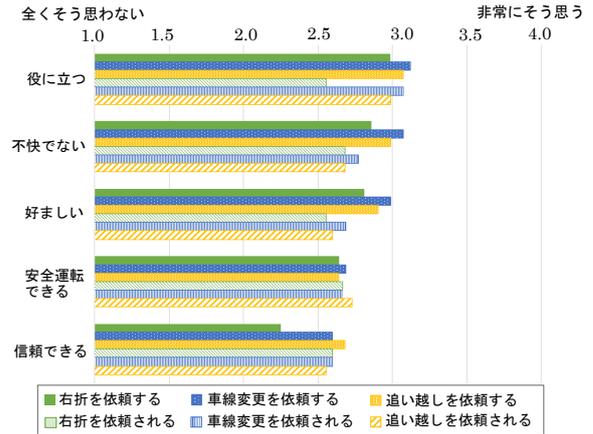


図 4: 質問紙への回答の全実験参加者の平均スコア

### 4.2 実験手順

まず、実験参加者の属性を調査する質問紙を記入してもらった。項目としては年齢、性別、運転頻度および運転スタイルチェックシート16問[9]の合計19問である。次に、ドライビングシミュレータに慣れるために、練習として1辺が500mの正方形のコースを右回りに2週走ってもらいその中で、HUDでの表示についてエージェントによる音声により教示した。

次に、前節で説明したシナリオを実施した。提示順序は、順序効果を考慮して、「右折」「車線変更」「追い越し」の3シナリオの順序と、「依頼する場合」「依頼される場合」の順序の2パターンの組み合わせ計6通りをランダムに決定した。そのうえで、依頼をする場合、依頼をされる場合ごとに、3シナリオを連続して実施した。その試行を2周行い、合計12試行を実施した。実験の延べ時間は30分程度である。実験参加者には、1試行ごとに開始前にスクリーン上にシナリオに関する説明が表示されるので、それに従い実施してもらった。

最後に全試行の実施後に、各シナリオの依頼する場合、される場合の各々について「役に立つ」「安全運転できる」「不快でない」「信頼できる」「好ましい」の計5問を「1. 全くそう思わない」から「4. 非常に思う」の4段階で記入してもらった質問紙調査と、半構造化インタビューを実施した。

### 4.3 質問紙の結果

#### 4.3.1 シナリオごとの受容性の差異

シナリオごとの質問紙の結果を、図4に示す。4段階の質問のため2.5が中立を示す値である。シナリオ単位で全質問の平均をとると、右折を依頼する場合は2.74、車線変更を依頼する場合は2.92、追い越しを依頼する場合は2.89、右折を依頼される場合は2.64、車

表 1: 有意な相関がある運転スタイルと質問項目

運転スタイル	シナリオ (括弧内は質問項目)	相関	p 値
運転スキルへの自信の有無	追い越しを依頼される (役に立つ)	-0.55	0.004
	追い越しを依頼される (不快でない)	-0.40	0.049
運転に対する消極性	追い越しを依頼する (不快でない)	0.44	0.026
	右折を依頼される (安全運転できる)	0.44	0.024
	右折を依頼される (信頼できる)	0.41	0.037
	追い越しを依頼される (役に立つ)	0.41	0.037
せっかちな運転傾向	追い越しを依頼される (信頼できる)	0.41	0.038
	右折を依頼する (好ましい)	-0.44	0.025
	右折を依頼する (安全運転できる)	-0.43	0.029
几帳面な運転傾向	右折を依頼する (信頼できる)	-0.56	0.003
	右折を依頼する (役に立つ)	0.48	0.012
	右折を依頼する (安全運転できる)	0.41	0.038
	右折を依頼される (役に立つ)	0.58	0.002

線変更を依頼される場合は 2.79, 追い越しを依頼される場合は 2.74 だった。これより, 車線変更, 追い越し, 右折の順で平均スコアが高く, 依頼する方が, 依頼されるより平均スコアが高いことが確認できる。しかしながら, 質問ごとに Kruskal-Wallis 検定を行ったところ, どの質問についてもシナリオ間での統計的有意差は見られなかった。

質問項目ごとに見ると, 「役に立つ」については, 全質問中最も高く, 右折を依頼される場合を除いて 3.0 以上を示した。「不快でない」「好ましい」については, 順序が全体平均と同じ順位を示しており, また, どのシナリオでも依頼する場合は依頼される場合と比べて 0.2 ポイント以上高かった。「安全運転できる」は, シナリオによらず 2.7 程度の値を示した。「信頼できる」は, 全質問中最も低く, 特に「右折を依頼する」については全質問の中で唯一 2.5 を下回った。

#### 4.3.2 運転スタイルと受容性の関係性

運転スタイルと受容性の関係を分析した結果を述べる。運転スタイルは, 運転スタイルシートの結果から「運転スキルへの自信の有無」「運転に対する消極性」「せっかちな運転傾向」「几帳面な運転傾向」「信号に対する事前準備的な運転」「ステータスシンボルとしての車」「不安定な運転傾向」「心配性的傾向」の 8 項目が 4 段階のスコアで算出される。次に, 運転スタイルと各シナリオの各質問とのスピアマンの相関係数と p 値を算出した。その中で, 有意水準 0.05 とした場合に統計的に有意に相関がある組み合わせを表 1 に記載する。表 1 を見ると, 「運転スキルへの自信の有無」「運転に対する消極性」「せっかちな運転傾向」「几帳面な運転傾向」の 4 つの運転スタイルが, シナリオの質問項目のいくつかと統計的に相関があることが示されている。「運転スキルへの自信の有無」は, 値が大きいくほど運転に自信があるという尺度であり, 追い越しを依頼される場合に関する質問について統計的に有意に負の相関を

示した。また, 依頼される場合に関する質問 15 項目中 13 項目は, 同運転スタイルとの相関係数は負の値を示した。「運転に対する消極性」は, 値が大きいくほど, 出来るなら運転はしたくなく, するとしても整った道を運転したいという尺度であり, 「追い越しを依頼する/依頼される」「右折を依頼される」に関する項目について統計的に有意に正の相関が見られる。また, 全質問 30 項目と, 同運転スタイルとの相関係数は正の値を示した。「せっかちな運転傾向」は, 「右折を依頼する」に関する項目に対して統計的に有意に負の相関が見られた。「几帳面な運転傾向」は, 「右折を依頼する/される」に関する項目に関して統計的に有意に正の相関が見られる。それ以外の 4 つの運転スタイルについては, シナリオに対する質問と統計的に有意な相関は見られなかった。また, 車線変更に関する質問項目については, 運転スタイルによる差異が統計的に見られなかった。

## 4.4 インタビュー結果

実験後に, 「全体のコンセプト」「各シナリオ」の印象について半構造化インタビューした結果を示す。

### 4.4.1 本システムのコンセプトについて

概して, 参加者からは, ドライバー間コミュニケーションのコンセプトについて共感を得られた。特に, 「相手が気付いていない時に気付かせる」という点では, 「安全面でも有効だと感じた」というようなお互いに気付かせ合う点と, 「譲ると良いことをしたと思えた」というような倫理的な観点から肯定的な意見が多く得られた。一方, スキルに自信のある参加者の一人からは, 「もしこのサービスが普及して自分にも依頼が来ることを考えると, 頻度によっては機能をオフにするだろう」といった意見も見られた。

エージェントからの通知という点については, 音声通知については, 「表示と音声の両方で通知してくれるのでわかりやすい」というように画面との組み合わせにより効果的になる旨の意見が大多数を占めた。一方, 表示する情報については, 「どの車が返答しているかを点滅で知らせるのは分かり易い」といった肯定的な意見もある一方, 「他車両との位置関係は依頼が来た直後しか表示されず, エージェントがどれだけ周囲を把握しているのかわからない」といった意見も見られた。

### 4.4.2 各シナリオについて

実験参加者の多くは, 「普段の運転との比較」「交通ルールとの関連性」「相手ドライバーに対する信頼」の 3 つの観点から, コメントをしていた。

右折シナリオでは、「お互いに声を掛けることで安全に右折できる」というような肯定的な意見があった一方、否定的な意見が多数を占めた。5名の参加者は、交通ルールの観点から「直線が優先なので、右折を優先させる理由がわからない」と述べていた。また、4名の参加者は、他車への迷惑という観点から「直線優先なのに依頼して相手に止まってもらうのは申し訳ない」というような意見を挙げられた。また、右折を依頼する場合で、「信頼できる」について「1. 全くそう思わない」をつけた4名の参加者からは、相手ドライバーに対する信頼という観点から「短い時間制限の中でいつ答えが返ってくるか分からず不安」「譲ってくれると言われても本当に止まってくれるのか不安」といった発言が見られた。

車線変更シナリオでは、「周囲が混雑している場合での車線変更は難しいので有効だと感じる」「並走していると相手が車線変更したいことがわからないため、依頼されて譲ることは良い」といった肯定的な意見が得られた。一方、「依頼されても加速して譲るのか、減速して譲るのか判断ができない場合があったため、相手がどこに入りたいのかという情報も欲しい」というような、より詳細な情報をエージェントが把握する必要があるとのコメントが得られた。

追い越しシナリオでは、普段の運転との比較という観点から「後ろからパッシングされるのは不快だが、エージェントからの通知であれば応じやすい」「追い越し車線をゆっくり走っている車に今までは伝える手段がなかったのであると良い」といった肯定的な発言が得られた。また、「右折シナリオとは異なり、時間的な余裕があったので、使うタイミングがわかりやすかった」との意見もあった。一方、「依頼される場合に、煽られているように思えて不安だった」「依頼する場合に、トラブルの原因にならないか不安」といった不安という観点で否定的な意見が得られた。

## 5 考察

リサーチクエスションとして挙げた「車車間通信を用いたドライバーコミュニケーションの受容性」「受容性と運転スタイルとの関連性」について考察する。

### 5.1 車車間通信を用いたドライバーコミュニケーションの受容性

質問間の比較では、「役に立つ」は全質問の中で最も高く、右折を依頼される場合以外で、3.0以上のスコアを示し、肯定的に捉えられたと考えられる。一方、「信頼できる」は全質問の中で最も低かった。そして、シナリオ間での比較では、平均スコアの高い順に、車線

変更、追い越し、右折であり、依頼されるより依頼する方が高い値を示した。これらの点を踏まえて、受容性に関わる要因について4点の仮説を挙げる。

1点目は「代替手段の有無」である。右折は、ウィンカーやアイコンタクトで現状大きな不都合はない。一方、追い越し時のパッシングは上記に示したように抵抗があるため使わない人も多く、並走時の車線変更はウィンカーでは伝えきれず、現在は代替手段が無い。このような理由から、「役に立つ」が車両変更、追い越し、右折の順になったと考えられる。これらより、現在では表現できない利用シーンや、馴染みのない対自動運転とのコミュニケーションについては車車間通信によるドライバーコミュニケーションは有効に働くのではと推察される。

2点目は「現状の交通ルールやマナーとの関係」である。シナリオごとに現状の交通ルールやマナーとの関連を比較すると、車線変更は現在の運転でも抵抗なく行われるが、追い越しは一般的にはパッシングは行わないために、交通マナーの観点から抵抗感がある。さらに、右折は、基本的には直線優先であるため、交通ルールの観点から抵抗感がある。また、依頼される場合の方が依頼する場合と比べてスコアが小さかったことに関して、普段、パッシングやクラクションなどで、強制的に他車両から意図を伝えられることについて否定的な印象を持ちがちなのが要因として挙げられる。このような普段の運転と比較した時の抵抗感の違いが、「好ましい」「不快でない」についてシナリオごとに差が生じた理由の1つと考えられる。

3点目は「コミュニケーションの時間的余裕」である。車線変更、追い越しは、同一方向に走行する車両とのコミュニケーションであるため、時間的に余裕がある。一方、右折は対向車両とのコミュニケーションであるため、時間的余裕がない。特に、右折を依頼する場合は、コミュニケーションミスや相手が応答と異なる行動をした際に事故に直結しうる。そのため、「信頼できる」という項目が右折を依頼する項目が極端に低くなっていると考えられる。この観点だと、対自動運転でエージェントが自立的に判断し制御すると、相手ドライバーの判断が介在しないため時間的余裕が生じ、また応答と行動の一貫性が取られるため、信頼性という観点では高まる可能性はある。

4点目は「エージェントの機能の透明性」である。今回は、コミュニケーションを取る時のみ周囲の車両情報が通知されたが、インタビューであったように、「エージェントがどこまで把握しているのか」がわからないといったコメントがあった。近年、AIの普及には説明責任や透明性が重要だと言われているが、エージェントを介したコミュニケーションでも同様のことが言えると考えられる。改善の一步としては、常に位置を表示することにより、経時的にエージェントが何を把握

しているかをドライバーに伝えることができると考えられる。また、今回は依頼をする判断や承諾をする判断はドライバーが行うことを想定したが、センシング機能の進化により周囲をより把握できるようになると、エージェントが能動的に判断・行動するようになる。そのような場合は、今まで以上に、エージェントがどこまで把握して何ができるのかを、ドライバーに伝える仕組みが必要になってくると考えられる。

## 5.2 受容性と運転スタイルとの関連性

受容性と運転スタイルとの関連性については、「運転スキルへの自信の有無」「運転に対する消極性」「せっかちな運転傾向」「几帳面な運転傾向」の4項目で質問紙の項目と有意な相関が見られた。前者2つが普段の運転習慣に起因するもの、後者2つは性格面に起因するものと言える。前者2つと相関がある項目は「依頼される」シナリオ（右折・追い越し）に関する項目が6項目あり、運転に不慣れなほど、周囲の状況をドライバー自身が把握するのが難しいため、依頼されることに対する受容性が高い傾向になると考えられる。一方で、運転に慣れていても、必ず否定的になるわけではなく、「車線変更」のように運転スタイルと相関がないシナリオもある。これは、先に述べた、4点の仮説との兼ね合いになると考えられる。

後者2つの性格面に対しては、「右折」シナリオに関する項目ばかりであり、慎重で几帳面な性格ほど右折に対する受容性が高いと言える。これは、せっかちで大雑把な性格は受容性が低いとも言え、本システムの普及に当たっては、性格が大きく影響する利用シーンは実施しない、もしくは実施の可否をドライバーが選択できるような仕組みが必要であることを示唆している。

## 6 終わりに

本報告では、ドライバーの発話意図を車車間通信により伝え合うコンセプトを提案し、右折、車線変更、追い越しの3つのシナリオでの譲り合いについて、ドライビングシミュレータ上での実験を通じた受容性評価を行った。有効性という観点からは肯定的な評価が得られ、かつ、シナリオによっては運転習慣と性格面が受容性に影響を与えることがわかった。また、本実験を通じて、受容性に関わる要因として、「代替手段の有無」「現状の交通ルールやマナーとの関係」「コミュニケーションの時間的余裕」「エージェントの機能の透明性」の4点があるという仮説が得られた。今後は、今回の実験を受けてより効果的な利用シーンの選定をするとともに、エージェントが高度化した場合のドライバーの受容性の評価を行っていく予定である。

## 参考文献

- [1] 警察庁 交通企画課.: 道路の交通に関する統計. (2019). <https://www.npa.go.jp/publications/statistics/koutsuu/toukeihyo.html>
- [2] NHTSA.: U.S. DOT Advances Deployment Of Connected Vehicle Technology To Prevent Hundreds Of Thousands Of Crashes. (2016). <https://bit.ly/2hMmtSk>.
- [3] Raja Sengupta *et al.*: Cooperative Collision Warning Systems: Concept Definition and Experimental Implementation. *Journal of Intelligent Transportation Systems*, 11, 3, 143–155 (2007)
- [4] Vasilis Verroios *et al.*: Alerting for Vehicles Demonstrating Hazardous Driving Behavior. In *Proceedings of the Eleventh ACM International Workshop on Data Engineering for Wireless and Mobile Access (MobiDE' 12)*, ACM, 15–22 (2012)
- [5] Andry Rakotonirainy *et al.*: Three social car visions to improve driver behaviour. *Pervasive and Mobile Computing*, 147–160 (2014)
- [6] Linda Renner and Björn Johansson.: Driver Coordination in Complex Traffic Environments. In *Proceedings of the 13th European Conference on Cognitive Ergonomics: Trust and Control in Complex Socio-technical Systems (ECCE ' 06)*, ACM, 35–40 (2006)
- [7] Raphael Lamas *et al.*: Driver Link-up: Exploring User Requirements for a Driver-to-Driver Communication Device. In *Proceedings of the 6th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications (AutomotiveUI' 14)*, ACM, Pages 1–5 (2014)
- [8] Yeti Li *et al.*: To Cross or Not to Cross: Urgency-Based External Warning Displays on Autonomous Vehicles to Improve Pedestrian Crossing Safety. In *Proceedings of the 10th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications (AutomotiveUI' 18)*, ACM, 188–197 (2018)
- [9] Motonari Ishibashi *et al.*: Characterizing Indices of Driving Style and their Relevance to Car Following Behavior. *Transactions of Society of Automotive Engineers of Japan* 39,1, 121–126 (2008) (in Japanese)
- [10] Koji Makanae and Shiro Sato.: Development of an Inter-driver Communication System Based on Inter-vehicle Communication Technology. In *Proceedings of the 5th ITS symposium* (2006) (in Japanese).
- [11] Chao Wang *et al.*: CarNote: Reducing Misunderstanding Between Drivers by Digital Augmentation. In *Proceedings of the 22nd International Conference on Intelligent User Interfaces (IUI' 17)*, ACM, 85–94 (2017)
- [12] Chao Wang *et al.*: “Likes” and “Dislikes” on the Road: A Social Feedback System for Improving Driving Behavior. In *Proceedings of the 8th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications (AutomotiveUI' 16)*, ACM, 43–50 (2016)