

# 自動運転車への信頼感向上のための 自動運転シミュレータによる 高運転パフォーマンス体験のもたらす効果

福田 遼<sup>1,a)</sup> 山本 景子<sup>1,b)</sup> 倉本 到<sup>2,c)</sup> 辻野 嘉宏<sup>1,d)</sup>

**概要：**現在、数年後の自動運転社会の実現を目指し、自動運転技術の研究が盛んに行われている。しかし、現在の自動運転技術は「完全自動運転」ではなく、「運転支援技術」の段階である。数年後には完全自動運転の段階になると考えられるが、自動運転車を普及させるためには、完全自動運転である自動運転車に対する信頼感の向上が必要である。そこで本研究では、完全自動運転である自動運転車に対する信頼感の向上を目指し、ドライビングシミュレータを用いて、自動運転車が高パフォーマンスであることを体験させることが、ユーザの信頼感を向上させる効果があるかを検証した。その結果、高運転パフォーマンスを体験した後も自分自身で運転したいと思う人が多かったため、信頼感を十分に向上させることはできなかったが、自動運転技術が安全であることを感じさせることはできた。

**キーワード：**自動運転車、信頼感、ドライビングシミュレータ、パフォーマンス

## Effect on Experience of High Performance Driving through Driving Simulator for Improving Trust in Autonomous Vehicles

RYO FUKUDA<sup>1,a)</sup> KEIKO YAMAMOTO<sup>1,b)</sup> ITARU KURAMOTO<sup>2,c)</sup> YOSHIHIRO TSUJINO<sup>1,d)</sup>

**Abstract:** In recent years, many researches have concerned about autonomous driving technologies for the autonomous vehicles into the society. However, current technologies are not at the level of “fully autonomous driving” but that of “driving assistance”. “Fully autonomous driving” level can be reached in a few years, although in order to popularize these vehicles, it is necessary to raise the trust of the users towards them. In this paper, we verify that the drivers’ trust to autonomous vehicles can be improved when they are shown a high driving performance of autonomous vehicles through a driving simulator. The results of the experiment showed that while the participants felt that the autonomous driving technologies have a high level of safety, there still remained many users who want to drive by themselves.

**Keywords:** autonomous vehicle, trust, driving simulator, performance

<sup>1</sup> 京都工芸繊維大学  
Kyoto Institute of Technology, Matsugasaki, Sakyo-ku, Kyoto 606-8585, Japan

<sup>2</sup> 大阪大学  
Osaka University, 1-3 Machikaneyama, Toyonaka, Osaka 560-8531, Japan

a) fukuda@hit.is.kit.ac.jp

b) kei@kit.ac.jp

c) kuramoto@irl.sys.es.osaka-u.ac.jp

d) tsujino@kit.ac.jp

## 1. はじめに

近年、自動運転技術の研究開発が盛んに行われており、政府は2025年を目標に自動運転社会を目指している[1]。自動運転車の開発を進めるにあたり、国土交通省が初めての自動車の安全基準[2]を公布・施行したことから、自動運転車の開発が非常に注目されたトピックであることがわかる。警察庁がモニタでの遠隔監視などを条件として公道

での実験を認めるガイドライン [3] を示したことで、2017年12月には愛知県が日本で初めて、公道での自動運転車の実証実験を行っている [4]。しかし、現在の自動運転技術はまだ「ユーザが運転に関与しない完全な自動運転」ではなく、「ユーザが責任を持って安全運転を行うことを前提とした『運転支援技術』」のみが実現されている段階である。

自動運転技術は、システムの自動化のレベルに応じて、6段階の自動運転レベルが定義されている [1]。現在普及している車はレベル2の段階であり、自動追尾機能や自動駐車機能がそれに当たる。そして、レベル3の自動運転車の開発が進んでいる段階である。レベル5の自動運転車では、すべての制御を自動運転車が行ってくれるため、ユーザの介入を必要とせず、ユーザは運転中は座席に座っているだけの状態である。レベル5の完全自動運転車が実用できるまで研究開発が進めば、完全自動運転車を市街地でも利用できるようになる。このような社会が実現されれば、これまで以上に交通事故の数を減らすことが可能となると考えられている。しかし、そのためには自動運転車が熟練ドライバ以上の安全走行を確実に行う能力を有していることをユーザに理解してもらう必要がある。

自動運転技術が非常に注目され始め、様々なメディアで関連する情報を目にするようになり、自動運転車に興味を持っている人は多くいる。しかし、株式会社インターリスク総研が行ったアンケート調査 [5] によると、自動運転車に不安を感じている人は多くいる。中谷内ら [6] は、リスク認知研究において、安全は安心のための必要条件だが十分条件でないとし、「安全」だけでなく「安心」である必要があると主張している。つまり、自動運転車に対する信頼がなければ、自動運転車の開発が進んだとしても、自動運転車の普及率は上がらないと思われる。

そこで本研究では、レベル4以上の自動運転車が普及することを想定し、そのような自動運転車の実車に乗ることが怖い人々の自動運転車に対する信頼感を向上させることを目指す。そのために、ドライバよりも自動運転車が安全走行を行う能力を有していることを示すことによって、自動運転車に対する信頼感を向上させられるかの検証を行う。

## 2. 関連研究

田中 [7] は、ブレーキがドライバに与える安心感の研究を行っており、減速時の加速度に着目して実験を行っている。その結果、初期速度が大きいほど、強い減速度をかけてもドライバが不安を感じることは少ないとわかった。また、「感性の加加速度」という指標を定義し、実験の結果として、個人ごとに安心を感じる感性の加加速度が異なることを示した。これは個人差の要因であるとともに、自動車の運転にどの程度慣れているかに相関がある可能性があると主張している。

田中らはブレーキに焦点を当てていたが、本稿では、ブ

レーキだけではなく、アクセルも含めた速度の調節に焦点を当てる。また、田中らがまだ示すことができていない「運転の熟練度と信頼感の相関」についても、ユーザの特性で分類することで、明らかにすることができると考えられる。

また、嶋田ら [8] は「運転時に不安を感じるシーン」を元に、自動運転時にも発生しうるシーンを抽出し、自動運転時に不安を感じるシーンの検証を行った。合流、ブレーキ、カーブの3シーンにおいて、不安を許容できる限界値を求めることで、自動運転車制御の基準となる指針を導き出すことを目的とするものである。その結果、不安感などの心理評価値と車間距離・速度に相関があることが示されている。また、実験後の被験者へのヒアリングで「『実験に参加したことで自動運転に対する信頼度が向上した』という意見が出た」と述べている。嶋田らは信頼度の向上を目的としていたわけではないが、自動運転を体験することで、信頼感が向上することがわかる。また、この実験では運転を実車で人間が行っているため、多くの条件での実験を行うためには、より簡易で実験参加者・実験車の負担の少ない方法が必要だと述べている。嶋田らは、自動運転車への不安感に着目し、シーンを三つに分けて検証を行っていたが、それぞれのシーンで不安を許容できたとしても、別のシーンでの不安が許容できなかった場合、そのシーンでは自動運転車を信頼できないことになる。これに対し、本研究ではシーン毎に分けて考えるのではなく、走行中のパフォーマンスに焦点を当てるため、特定のシーンでの信頼感に限定されることはない。また、ユーザを危険にさらさず、負担を少なくしなければならない問題も、3.1で述べるようにドライビングシミュレータ（以降、DS）を用いることで解決する。

Paulら [9] は、災害時のガイドロボットに対する信頼度の向上を目的とした実験を行っている。災害発生時にロボットをガイドとして、被験者に建物の出口を見つけさせる実験である。被験者は2回出口を見つけるタスクを行う。タスク開始時に被験者はロボットを使用するか否かを選択する。1回目の選択時はロボットの性能は被験者にはわからず、実際の性能は、すぐに最短経路で出口を見つけるか、遠回りな経路で出口を見つけるかのどちらかである。そして、1回目のロボットの性能によって、2回目にもロボットを使用しようとするか否か、つまりロボットを信頼するかどうかの検証を行った。この信頼の計測時において、被験者への危険や被害を最小限に抑えつつも、被験者に危険を感じさせなければいけない。そのため、早く出口を見つけると報酬が増える、時間内に見つけられない場合の生存率を伝えるという時間的圧力を与えることで危険を感じさせる一方、シミュレータ上で実験を行うことにより危険や被害を抑えている。結果、高いパフォーマンスを示すロボットは低パフォーマンスを示すロボットと比較して信頼感が

向上しやすことがわかっている。しかし、パフォーマンスに関わらずロボットにミスがあった場合には、ロボットの使用率、信頼がともに減少する。また、ロボットの使用率と信頼は強く相関する結果となっている。これらのことから、ロボットが高いパフォーマンスを示すことが、使いやすさや信頼感に繋がることがわかる。この実験は、災害という事故が起こった場合における信頼感を検証している。そのため、信頼の対象であるロボットのユーザはその使用時に常に危機を感じていることになる。ロボットのエラーがユーザ自身の危機に繋がるという点は自動運転車と同じである。しかし自動運転車の場合、ユーザが常に危機を感じている状況では、安心して乗車することはできない。そのため、ユーザはそのような状況では自動運転車を使用しようとは考えないと思われる。そこで本研究では常に危機を感じさせるのではなく、歩行者の飛び出しなど、瞬間的な危機感を感じさせ、それでも安全であることを感じさせるアプローチをとる。

### 3. 信頼感向上手法

#### 3.1 安全性確保に関する問題

現在、様々な作業を自動化するためのシステムが存在している。例えば、空港での荷物検査システム [10] やスマートホーム [11] などがある。これらのような作業を効率化するためのシステムに対する信頼感と、自動運転システムに対する信頼感には異なる点がある。前者の場合は、システムがエラーを起こした際、ユーザに即座に危険が及ぶ可能性は限りなく低い。しかし後者の場合は、システムがエラーを起こした際、交通事故を起こしてしまう可能性があるため、ユーザに即座に危険が及ぶ可能性が高い。そのため、ユーザを自動運転車の実車に乗車させる自動運転車の実験は行うことが困難である。また、自動運転車に不安を感じるドライバは自動運転車に乗車しないと思われる。そこで本研究では、ドライビングシュミレータ（以降、DS）を用いることとする。

#### 3.2 高パフォーマンスの定義

ロボットが高パフォーマンスであるということをユーザに示すことが、後の使用頻度や信頼感に繋がる [9] ことがわかっている。また、自動運転車で不安感を与えるような実験を行っても、実車を体験したことで信頼度が向上した [8] ことから、自動運転車を体験させることで信頼感が向上する可能性があるといえる。これらのことから、本研究では、DS 上で自動運転車の高パフォーマンスを体験させることとする。

ユーザに高パフォーマンスであることを示すためには、ユーザが認知しやすい指標を用いることが望ましい。手動自動車の運転において、ドライバが行う主な操作は、アクセルとブレーキによる速度の調節とハンドルによる方向

の調節である。しかし、市街地などの一般道路では、右左折時以外のハンドル操作は微調整程度であるため、自動運転車でのハンドルはほぼ動かない。そのため、ユーザがパフォーマンスを認知することが困難であると考えられる。そこで、パフォーマンスを比較するための要素として、ユーザに認知しやすいと考えられる以下の二つを用いる。

##### (1) 衝突

運転を行うにあたり、最も危険なことは事故を起こすことである。そのため、歩行者などと衝突をしてしまうことは、明らかにパフォーマンスが低いといえる。

##### (2) 速度調節能力

制限速度を越えることは、交通法で禁止されている。そのため、制限速度を越える運転は、パフォーマンスが低いといえる。また、制限速度が 50km/h の道路において、40km/h で運転するドライバは周りのドライバに迷惑をかけることに繋がる。そのため、制限速度を越えてはいけませんが、制限速度に近い速度で運転することが望ましい。以上のことから、速度調節のパフォーマンスの要素として、以下の二つを用いる。

- 制限速度

制限速度を越えて運転をしていないか

- 平均速度

制限速度に応じた速度で運転できているか

また、ユーザの自動車の運転の熟練度によって、ユーザの運転パフォーマンスと自動運転車の運転パフォーマンスの差は異なる。そのため、どのユーザに対しても高いパフォーマンスを示すことができる必要がある。

#### 3.3 関連するユーザ特性

ユーザの自動運転車に対する信頼感は主観的なものであるといえる。同じシステムに対して、ユーザが持つ信頼感は一様であるとは限らない。そのため、ユーザの特性によって体験が与える効果に傾向がある可能性がある。ユーザの特性の指標として、以下のものを用いる。

##### (1) 基本的信頼感尺度 [12]

自己に対する信頼感と他者に対する信頼感の両方が含まれていることから、対人関係の研究などへ適用できる可能性をもつ尺度である。自動運転車は人ではないため、ユーザとの対人関係とは言えない。しかし、バイロン・リーブスら [13] が述べているように、人は、コンピュータを人と同等のものとして扱うということがわかっている。このことから、基本的信頼感尺度が自動運転車にも適用できると考えた。対人への信頼感が低いユーザはシステムの高パフォーマンスを体験しても信頼感の向上が低い可能性がある。

##### (2) 運転の頻度

ユーザの運転経験によって、ユーザの運転パフォーマンスに差があると考えられるため、信頼感の向上にも

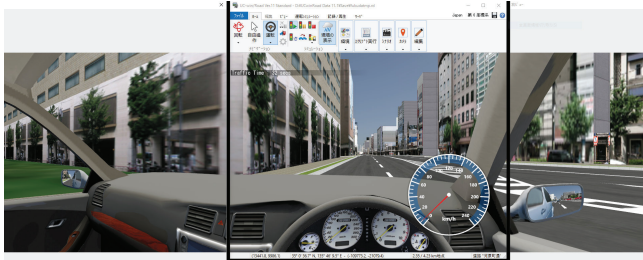


図 1 DS の画面

差が出ると考えられる。

### (3) 自身の運転に対する自信

ユーザが自身の運転に自信を持っている場合、自動運転車に高パフォーマンスを示されたとしても、自身で運転したほうが良いと考えてしまうことが考えられる。

## 4. 実験

### 4.1 目的

3. で述べたように、DS で自動運転車の高パフォーマンスを体験させるという手法を用い、人の運転パフォーマンスと自動運転車の運転パフォーマンスの差を体感させることで、自動運転車に対する信頼感を向上できるかを検証する。

### 4.2 被験者

被験者は、普通自動車運転免許を取得している大学生 30 名（年齢 21～25 歳，男性 26 名，女性 4 名）である。

### 4.3 実験環境

本研究ではレベル 4 以上である完全自動運転車を対象としているため、レベル 4 の自動運転車のシミュレータを用いる。本実験で用いた DS の画面の様子を図 1 に示す。DS における自動運転車は以下のように振る舞う。

- 最高 50km/h（本実験での制限速度とする）で走行する
- 飛び出しを予測し、衝突しないよう回避する
- ナビゲーション通りに走行する

なお、交通法を遵守するため、制限速度を越えたり、黄色信号で交差点を通過しようとすることはない。また、完全自動運転車であるため、被験者の操作は必要としない。実験中の被験者の様子を図 2 に示す。

### 4.4 実験手順

手順は以下の通りである。

- (1) 被験者に実験手順を説明する
- (2) 手動運転モードで DS の操作の練習をさせる  
シミュレータ上での車の手動運転に慣れさせるために、練習タスクを行わせる。練習タスクでは、(4) と同じ運転コースを走らせる。運転コースをあらかじめ知っている方が、自動運転車と自身の運転の差を比較しや



図 2 実験環境

すくなるためである。また、手動運転に慣れさせることが目的であるため、歩行者の飛び出しなどはない。

- (3) 基本的信頼感尺度のアンケート 1 に回答させる
- (4) 手動運転モードで運転コースを走らせる  
歩行者が 2 回、バイクが 2 回の計 4 回の飛び出しが発生する。これらの飛び出しで衝突が起こった場合でも、そのまま運転を続けさせ、目的地までの運転を終えた段階でタスクを終了する。
- (5) 運転の特性に関するアンケート 2 に回答させる（4.7.1 に詳述）
- (6) 自動運転車に関するアンケート 3 に回答させる（4.7.1 に詳述）
- (7) 自動運転モードで運転コースを走らせる  
自動運転モードで (4) と同じコースを走行させる。自動運転モード中は、被験者はハンドルやブレーキの操作は行わず、自動運転の様子を観察させる。
- (8) 自動運転車に関するアンケート 4 に回答させる（4.7.1 に詳述）
- (9) インタビューに回答させる（4.7.2 に詳述）

### 4.5 運転タスク

運転するコースは実際の地図\*1を元に DS 上で筆者が作成したものをを用いる（図 3）。京都大学前から京都駅前までを約 15 分間で運転させる。運転中は、図 4 のようにナビゲーション情報を提示する。また、制限速度は 50km/h であることを被験者に事前に通知し、制限速度を越えた場合は図 4 と同様に表示と警告音を流し、即座に速度を落とさせる。

### 4.6 パフォーマンス評価尺度

自動運転車が被験者よりも高いパフォーマンスを示せているかを評価するための尺度として衝突回数と速度調節能力を用いる。

#### 4.6.1 衝突回数

運転するコースにおいて、人・バイクの飛び出しが 4 回

\*1 <https://www.google.co.jp/maps>

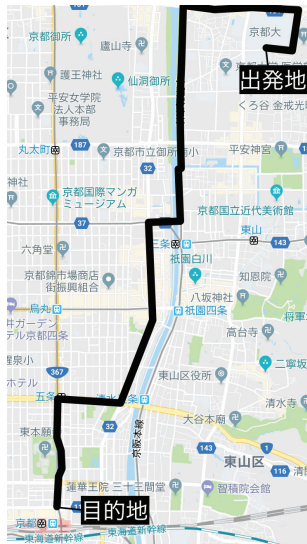


図 3 運転コース



図 4 ナビゲーションの様子

表 1 点数の基準

	ブレーキ	加点
衝突	なし	+1.5
衝突	あり	+1.0
回避	なし	+0.5
回避	あり	0

発生する。飛び出しに対し、どのような対応を行ったかで点数を加算し、合計スコアで評価を行う。4回の飛び出しの内、1度だけ衝突しない距離での飛び出しが発生する。この時、安全運転を考慮する場合は速度を落とすべきであるため、ブレーキをかけなかった場合は0.5点を加算する。点数の基準を表1に示す。

#### 4.6.2 速度調節能力

##### ● 制限速度超過回数

本実験では、制限速度を50km/hに設定しており、制限速度を越えるとアラーム音が鳴る。このアラームが鳴った場合は被験者に即座に速度を落とすように指示している。そのため、運転中に制限速度を越えていた時間ではなく、制限速度を越えた回数をカウントする。

##### ● 走行中の平均速度

本実験では、制限速度を50km/hに設定している。そ

のため、平均速度が50km/hに近いほどパフォーマンスが高いといえる。停止状態の速度や、加速中の速度、右左折中の速度を除外するため、40km/h以上の平均速度を求める。

#### 4.7 信頼感評価尺度

自動運転車に対する信頼感の変化を評価するために以下の尺度を用いる。

##### 4.7.1 アンケート

###### ● 基本的信頼感尺度 [12] (アンケート 1)

被験者の基本的信頼感の特性によって、自動運転車に対する信頼感の変化に傾向があるかの検証のための分類に用いる。アンケート項目を以下に示す。

- 問1. 自分自身のことが信頼できないと感じることがある
- 問2. 人から見捨てられたのではないかと心配になることがある
- 問3. 物事がうまくいかなくなると、自分の中に引きこもってしまうことがある
- 問4. 人生に対して、不信感を感じるがある
- 問5. 私は自分自身を十分に信頼できると感じる
- 問6. 失敗すると二度と立ち直れないような気がする
- 問7. 普通、人はお互いに誠実にかかわりあっているものだと思う
- 問8. 自分が困った時には、まわりの人々からの援助が期待できる
- 問9. 一般的に、人間は信頼できるものであると思う
- 問10. 私には頼りにできる人がほとんどいない
- 問11. 周囲に人々によって自分が支えられていると感じる

###### ● 運転の特性 (アンケート 2)

被験者の運転の頻度や運転への自信によって、自動運転車に対する信頼感の変化に傾向があるかを検証するために用いる。アンケート項目を以下に示す。

- 問1. 車を運転する頻度はどの程度ですか
- 問2. 事故を起こしそうになった(起こした)事がありますか
- 問3. 自分の運転技術に自信がありますか
- 問4. 運転することは好きですか

###### ● 自動運転車への信頼感 (アンケート 3, 4)

自動運転車体験前後での回答の変化から、自動運転車に対する信頼感の変化を比較する。アンケート項目を以下に示す。

- 問1. 自動運転車に乗ってみたいと思う
- 問2. 自動運転車に乗るのは怖い
- 問3. 自動運転よりも運転技術に自信がある
- 問4. 自動運転車を購入したいと思う
- 問5. 自動運転車に任せるよりも自分で運転したいと

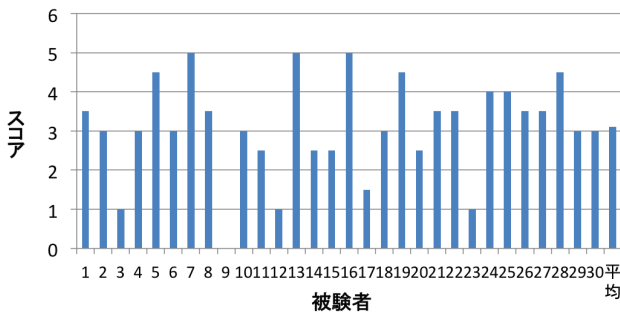


図 5 衝突スコア

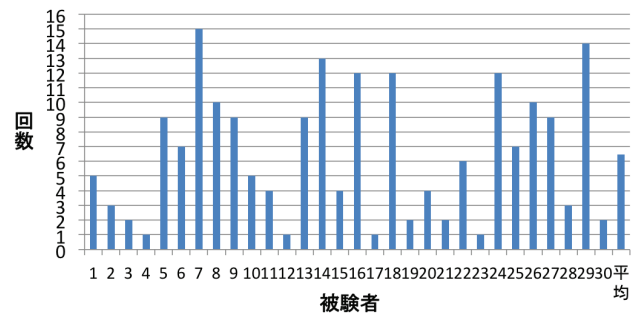


図 6 制限速度越え回数

思う

#### 4.7.2 インタビュー

自動運転車体験後、被験者に自動運転車をどう感じたかのインタビューを行う。

### 4.8 結果

#### 4.8.1 パフォーマンス

##### ● 衝突

被験者ごとの衝突のスコアを図5に示す。衝突した場合に加点されるため、スコアが低いほどパフォーマンスが良いことを示す。自動運転車は衝突しないように設計しているため、スコアは0である。図5より、被験者9以外は一回以上衝突した結果となった。被験者9と自動運転車のスコアが同じであるため、被験者9に対しては、衝突に関するパフォーマンスにおいてユーザよりも自動運転車のパフォーマンスが高いことを示すことができなかつたといえる。

##### ● 速度調節能力

##### ー 制限速度超過回数

被験者ごとの実験結果を図6に示す。これより、被験者全員が一回以上制限速度を越えた結果となった。自動運転車は制限速度以上は出ないように設定しているため、制限速度を越えた回数は0である。このことから、自動運転車が全ての被験者よりも高いパフォーマンスを示せたといえる。

##### ー 走行中の平均速度

被験者ごとの実験結果を図7に示す。また、被験者ごとの自動運転車との平均速度の差を表したものが図8である。これらの結果より、被験者16、18に対しては高いパフォーマンスを示すことができなかつたといえる。

#### 4.8.2 信頼感

アンケート1の基本的信頼感尺度の結果と自動運転車の高パフォーマンス体験前後での信頼感の変化の相関関係を調べた結果、信頼感の変化の傾向に差はなかつた。自動運転車体験前のアンケート3と体験後のアンケート4の結果の差を図9に示す。体験前後の各問でt検定を行った。そ

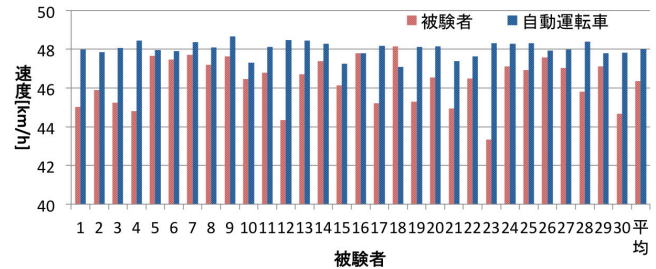


図 7 平均速度

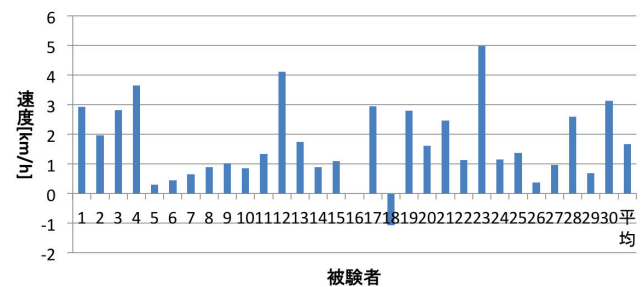


図 8 自動運転車との平均速度の差

の結果、体験前後で以下の2項目で有意に差が出た。

- 自動運転よりも運転技術に自信がある (問3)
- 自動運転車に任せるよりも自分で運転したいと思う (問5)

問3の結果より、体験前に比べ自動運転車の運転技術が良いと思うようになったといえる。また、問5の結果より、体験前に比べ自動運転車に任せたいと思うようになったといえるが、体験後でも4よりも高いため、依然、自分で運転したいと思う度合いは大きいといえる。

#### 4.8.3 自動運転車に対する感想

インタビューの結果、「自動運転車に乗ることが怖い」という回答が多く見られた (22/30名)。怖い理由として挙げられたものは以下の三つであったが、運転が下手だから怖いと感じた被験者はいなかつた。

- 自身の運転の癖と違うことが怖い (11/22名)
- 自分で制御していないことが怖い (7/22名)
- 走行中に寝てしまい、その間に何かありそうで怖い (4/22名)

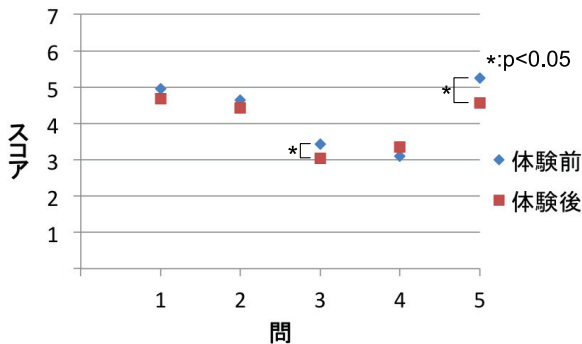


図 9 体験前後でのアンケート回答の変化

#### 4.9 考察

##### 4.9.1 被験者の特性・運転パフォーマンスと信頼感の変化との相関関係

被験者の特性、運転パフォーマンス、信頼感の変化の相関関係を相関係数を求めて調べたところ、以下のことがわかった。

- アンケート 2 (ユーザの運転に関する特性) と信頼感の変化の相関

「運転の頻度」と「運転が好きか」の、「自動運転車よりも運転技術に自信があるかの自動運転車体験前後での変化」との相関係数はそれぞれ、 $-0.26$ 、 $-0.44$  であり、負の弱相関、負の相関がそれぞれあることがわかった。このことから、運転が好き、もしくは車によく乗る人ほど、自動運転車の運転技術に対する自身の運転の自信が下がったと感じていることがわかる。これは、運転に関わる時間が他の被験者より多いため、より厳密に自動運転の運転パフォーマンスを評価できたためだと考えられる。つまり、運転パフォーマンスのレベルをより厳密に見れる人ほど自動運転車の運転技術が優れていると感じ、信頼感が向上する傾向があるといえる。

また、「事故を起こしそうになったことがあるか」と「自動運転車に乗りたくなったか」の相関係数は  $0.22$  であり、正の弱相関があった。このことから、事故を起こしそうな人ほど、自動運転車を体験することで、より自動運転車に乗りたくなったと感じていることがわかる。このことから、危機を感じた事がある人ほど、危機を回避することができる自動運転車を使用したくなる傾向があるといえる。

また、「自分の運転に自信があるか」と「自動運転車を購入したくなったか」の相関係数は  $0.38$  であり、正の弱相関があった。このことから、自分の運転に自信がある人ほど、自動運転車を購入したくなったことがわかる。信頼感がないものをわざわざ購入したいと思うことは考えにくいので、自信がある人ほど、信頼感が向上する傾向があると考えられる。

- 被験者自身の運転パフォーマンスと信頼感の変化の相関

「制限速度超過回数」、「衝突のスコア」と「自動運転車よりも運転技術に自信があるかの自動運転車体験前後での変化」の相関係数は、それぞれ  $0.37$ 、 $0.28$  であり、正の弱相関があった。「制限速度超過回数」と「衝突のスコア」は、低いほど運転パフォーマンスが高い。つまり、被験者自身の運転パフォーマンスが高い人ほど、自信が下がっている。このことから、パフォーマンスが高い人は、自動運転車のパフォーマンスを厳密に評価することができ、自動運転車の技術が優れていると感じ、信頼感が向上する傾向があると考えられる。

また、「平均速度」と「自動運転車よりも運転技術に自信があるかの自動運転車体験前後での変化」の相関係数は  $0.35$  であり、正の弱相関があることから、スピードを出していた人ほど、自身のほうが運転技術に自信があると考えている事がわかる。このことから、制限速度を越えたスピードを出さないように調節する自動運転車よりも自身の方が運転技術があると考え、信頼感が向上しない傾向があると考えられる。

##### 4.9.2 高運転パフォーマンスが示せたか

本実験では、前提として自動運転車が高パフォーマンスである必要がある。実験結果から「平均速度」と「制限速度超過回数」、「衝突のスコア」の相関係数はそれぞれ  $0.73$ 、 $0.50$ 、「制限速度超過回数」と「衝突のスコア」の相関係数は  $0.40$  であり、それぞれ正の相関があることがわかっている。平均速度に関してのパフォーマンスが高いほど、速度制限と衝突のパフォーマンスは低かったということである。つまり、人においては平均速度が速いほど、交通法に違反したり、事故を起こす可能性が高かったといえる。しかし、自動運転車はほとんどの被験者よりも平均速度は速く、かつ、制限速度と衝突のパフォーマンスもほとんどの被験者よりも高かった。つまり、平均速度が速いにも関わらず、交通法を違反したり、事故を起こす可能性が低かったといえる。このことから、本実験では自動運転車が高運転パフォーマンスであったことが示せたといえる。

##### 4.9.3 高運転パフォーマンスの効果

4.8.2 で述べたように、自動運転車体験前後でのアンケートの結果より、シミュレータにより高運転パフォーマンスを体験させることで自動運転車の運転技術が人よりもより優れていると思わせることはできたといえる。しかし、運転を任せたい度合いは上がったものの、自分で運転したい被験者の方が多いままであった。また、信頼感において重要な要素である怖さも下げることができなかった。インタビューの結果から、自動運転車の運転を下手だと感じた被験者は 1 人もいなかった。それでも怖さが下がらなかった原因としては、以下の二つが挙げられる。

- 自身のする運転とスタイルが違う

一般の運転者は車間距離が十分にあった場合、交通法上では違法ではあるが、前方の車両の速度に合わせて、制限速度を越えることが頻繁に発生する。しかし、交通法を遵守せず、制限速度を越えるような自動運転車が開発されるとは考えられない。そのため、本実験では、車間距離が十分にあった場合でも制限速度を越えることはないよう設定した。また、せっかちな性格の人は黄信号の場合にスピードを落とすのではなく、逆にスピードを上げて渡りきろうとする場合がある。黄信号は本来であれば「止まれ」の意味であるため、本実験では、自動運転車は本実験では黄信号が点灯した時に減速するよう設定した。これらの例のように、ユーザの想定している運転と異なる運転を行った場合、「オートメーションサプライズ」が発生してしまうことが知られている [14]。その影響により、信頼感が向上しなかったと考えられる。

● ブレーキの制御を自身でもしたかった

本実験ではレベル 4 以上の自動運転車を想定しているため、自動運転車体験中は被験者には何も操作を行わせなかった。しかし、人間の介入が必要ないとはいえ、人が危険だと感じた場合は、自動でブレーキを踏んでくれるとわかっていても一刻も早くブレーキを踏んで止まりたいと考えるだろう。エラーが自身の危険に繋がる可能性が高い自動車であるならなおさらである。本実験ではそのようなシチュエーションを想定できていなかった。しかし、体験回数を重ね、ブレーキ操作をしなくても安心だという信頼感を得ることができれば、この問題は解決できると考えられる。

これらのことから信頼感を向上させるためには、高パフォーマンスであることを示すだけでなく、ユーザの運転スタイルに応じた運転である必要があるといえる。例えば、車間距離を大きめに取りたいユーザの場合は通常よりも大きく車間距離を取って走行するなどである。そのためには、様々なスタイルの運転を行うことを可能にする必要がある。

## 5. おわりに

本研究では、自動運転社会を実現するために現在開発が進んでいるレベル 4 以上の自動運転車に対する信頼感を向上させることを目指し、シミュレータによる自動運転車の高パフォーマンス体験がユーザの信頼感に与える効果を検証した。

その結果、高パフォーマンス体験により、自動運転車が人より運転パフォーマンスが優れており、安全であることは感じさせられたが、体験後でも自分自身で運転したい人が多かったため、信頼感を十分に向上させることはできなかった。その理由として、ユーザの好みの運転スタイルでなければ、怖さを軽減したり、自動運転車に運転を

任せてもいいという信頼感を与えることができないことが挙げられる。

これらの改善策として、ユーザの好みに応じた運転スタイルに切り替えられる機能を自動運転車に搭載することが挙げられる。これらを備えた自動運転車を完成させることで、安全で円滑な自動運転社会の実現につながることを期待できる。

## 参考文献

- [1] 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部・官民データ活用推進戦略会議：官民 ITS 構想・ロードマップ 2017～2020 年までの高速道路での自動走行及び限定地域での無人自動走行サービスの実現に向けて～、(オンライン), 入手先 <<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20170530/roadmap.pdf>> (参照 2018-2)。
- [2] 国土交通省：車線維持支援機能に関する国際基準を導入します、(オンライン), 入手先 <[http://www.mlit.go.jp/report/press/jidosha07\\_hh\\_000255.html](http://www.mlit.go.jp/report/press/jidosha07_hh_000255.html)> (参照 2018-2)。
- [3] 警察庁：自動走行システムに関する公道実証実験のためのガイドライン、(オンライン), 入手先 <<https://www.npa.go.jp/koutsuu/kikaku/gaideline.pdf>> (参照 2018-2)。
- [4] アイサンテクノロジー株式会社：平成 30 年度の自動運転サービス実用化に向けて愛知県幸田町の交通規制の無い一般公道において遠隔型自動運転システム実証実験を開始、(オンライン), 入手先 <<http://www.aisantec.co.jp/ir/library/zm20171205.pdf>> (参照 2018-2)。
- [5] 株式会社インターリスク総研：自動走行システムの社会的受容性などに関する調査結果(概要)について、(オンライン), 入手先 <<http://www.irric.co.jp/pdf/reason/research/2017.pdf>> (参照 2018-2)。
- [6] 中谷内一也：安全。でも、安心できない……—信頼をめぐる心理学、ちくま新書 (2008)。
- [7] 田中裕章：自動車の入出力機器とブレーキ操作がドライバーに与える安心感に関する研究、博士論文、愛知県立大学 (2017)。
- [8] 嶋田 淳, 河原健太, 城戸恵美子, 朴 信映, 吉武良治：自動運転車両における運転者の不安感評価, ヒューマンインタフェース学会論文誌, Vol. 19, No. 4, pp. 333-342 (2017)。
- [9] Robinette, P., Howard, A. M. and Wagner, A. R.: Effect of Robot Performance on Human-Robot Trust in Time-Critical Situations, *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, pp. 425-436 (2017)。
- [10] 前東晃礼, 三輪和久, 寺井 仁：自動化システムの使用と信頼の役割, 認知科学, Vol. 21, No. 1, pp. 100-112 (2014)。
- [11] 笠子中村, 沙衣子志垣, 聡仁廣森, 弘純山口, 輝夫東野：大衆の生活ノウハウの定量化とモデル化によるスマートライフ支援システム, 情報処理学会論文誌, Vol. 56, No. 8, pp. 1621-1633 (2015)。
- [12] 堀 洋道：心理測定尺度集 I, サイエンス社 (2001)。
- [13] バイロン・リーブス, クリフォード・ナス：人はなぜコンピュータを人間として扱うか「メディア等式」の心理学, 翔泳社 (2001)。
- [14] 稲垣敏之：人間機械共生系：システム設計の視点と課題, 自動車技術会シンポジウム「ヒューマトロニクス」資料, pp. 19-24 (2005)。