

「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第2期／自動運転(システムとサービスの拡張)／自動運転の高度化に則したHMI及び安全教育方法に関する調査研究」

SIP HMI 課題 C

ユーザー教育に関する解説書

国立大学法人 筑波大学

伊藤誠

本書の趣旨:

本書は、「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第2期／自動運転(システムとサービスの拡張)／自動運転の高度化に則したHMI及び安全教育方法に関する調査研究」課題C:運転者や歩行者等が習得すべき知識とその効果的な教育方法に関する研究開発にかかる成果を社会実装するにあたり、自動運転に関する教育の企画立案の留意点について解説するものである。

本書のターゲット:

教育の企画担当者(幅広い活用を想定)

本書で想定する運転自動化のレベル:

レベル2(運転支援車)。ただし、本書は当面実用化の進むレベル2の運転支援車を念頭にしているが、推奨事項の大半はレベル3の自動運転車にも適用可能である。

本書の想定する使われ方:

教育の対象、利用できる時間、環境に応じて教育内容を検討する方が、教育方法の企画立案を行う際の参考にしていただく。

本書でカバーする内容:

本書では、教えるべき内容(教則)については言及しない。

本書では、教えるべき内容を効果的に伝える方法などについて、本プロジェクトで得られた成果から参考にしていただくべき点を抽出・整理して紹介するものである。参考にしていただくべき点について、できる限り研究のエビデンスをつけて紹介をする。

本解説書は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)が管理法人を務め、内閣府が実施した「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第2期／自動運転(システムとサービスの拡張)」(NEDO 管理番号: JPNP18012)の成果を元に作成したものです。

内容

1. まえがき.....	3
2. 自動運転/運転支援に関する教育の必要性と役割.....	3
3. 教育の機会の多様性.....	5
4. 教育方法の検討におけるインストラクショナルデザインの重要性.....	6
5. 自動運転/運転支援を学ぶことの動機づけ.....	6
5.1. 動機づけの重要性.....	6
5.2. 動機づけの方法:動画教材の活用.....	6
5.3. 動機づけの方法:インフォーマル学習.....	7
6. 運転支援一般知識の教育方法:ドライバーの役割へのフォーカス.....	7
7. 理解を深め、定着させるための工夫.....	9
7.1. 理解を深めるための文章表現.....	9
7.2. 教材のタイプの利害得失と選び方(テキスト、スライド読み上げ動画、クイズ).....	12
7.3. 理解を定着させるための工夫.....	12
8. 教育機会の拡大.....	15
8.1. 8.1 リモート教育の活用.....	15
8.2. 体験の効果.....	15
9. おわりに.....	17
参考文献.....	18

1. まえがき

本書は、「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第2期／自動運転(システムとサービスの拡張)の自動運転の高度化に則したHMI及び安全教育方法に関する調査研究」において取り組まれたユーザー教育の研究課題の成果を踏まえ、適宜第1期での成果も参照しつつ、自動運転／運転支援に関する教育の企画立案の留意点について解説するものです。

本書では、おもに、レベル2の高度運転支援システムを念頭に置いています。ただし、研究開発における実験の多くの部分はレベル3を想定した実験を行いましたので、本書で記載している推奨事項のほとんどはレベル3にも適用可能です。

なお、本解説書の付録として、動画教材(動機づけのためのオープニング動画、自動運転に関する一般的知識を説明するための動画)を用意しました。合わせて参考にしていただければ幸いです。

2. 自動運転/運転支援に関する教育の必要性と役割

自動運転・運転支援システムをドライバーが適切に利用するためには、必要最低限の知識・スキルを伝授する教育は必要不可欠といえます。誰もが使うこうしたシステムは、本来、教育や訓練なしに使えるべきものですが、実際に、何の前提知識もないドライバーが利用すると、運転操作への介入が必要な時に適切な対応を取れないことがあります。特にレベル2以下の運転支援システムの場合、運転操作に関する責任は常にドライバーにありますので、ドライバーが対応できないことは事故を含めた重大な結果につながる可能性があります。

「ドライバーなのだから、いざとなったらとっさに運転操作をできるだろう」と思われるかもしれませんが、これまでの研究によれば、知識が全くない状態では、(ドライバーがハンドルから手を離れた状態で)システム作動中に運転介入が必要な場面が生じたときに、ハンドルすら握るに至らないドライバーが多く観察されています。たとえば、2016年に行われた研究では、運転介入についての知識を全く持たない条件において、20名中12名が運転介入の要請に対して何もしないまま制御が解除に至っています[1]。運転介入に関する知識が不足していると運転操作を開始することすらできないというこの傾向は、シミュレータの実験でも実車の実験でも、同様の傾向が再現性高く確認されています[1,2]。

これに対し、「これだけ自動運転のことが世の中をにぎわしているのだから、自動運転・運転支援について知識がないということはないだろう」と思われる方も少なくないかもしれません。ところが、これまでの研究によると、自動運転に関する人々の知識は、専門家からすると驚くほどに少ないというのが実態のようです。たとえば、「自動運転のレベル」という言葉を正しく理解していると自認している人は、2016年度では5%にとどまりました。また、実際の理解内容に関しても、レベル2のシステムに対するドライバーの役割の一つとして「運転席に座っていなければならない」ということを正しいと理解している人は45.6%でした。SIPの活動が始まった当初から、毎年経年変化を調べていますが、この傾向はほとんど変化ありません。自動運転などに対する期待や理解に関する同様の調査はいくつかの機関・プロジェクトで行われていますが、どの調査でもおおむね同様の傾向が観察されています。最新の調査結果¹の一部を、表1に示します。

¹ この調査は、「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)第2期／自動運転(システムとサービスの拡張)社会的受容性の醸成に向けた戦略策定と評価に関する調査社会的受容性の醸成に向けた取組に関する評価」事業との協働で行われました。

表 1 レベル2のシステムを対象とした、ドライバーの役割に関する人々の認識(回答者 10,357 名)

	質問文	正答数	正解率 (%)	正解
1	常に走行の状況を監視しなければならない	4,810	46.4	YES
2	常にハンドルを握っていなければならない	4,217	59.3	NO(※1)
3	システムからの要請の有無にかかわらず、必要ならばいつでも運転操作を自分で行わなければならない	4,935	47.6	YES
4	システムからの要請があれば、いつでも運転操作を自分で行わなければならない	4,722	45.6	YES(※2)
5	システムからの要請がない限りは、走行の状況を監視する必要はない	2,289	77.9	NO
6	ハンドルかペダルのどちらかを操作しなければならない	3,677	64.5	NO
7	運転席に座っていなければならない	5,182	50.0	YES
8	お酒は飲んでではない	5,528	53.4	YES
9	眠ってはならない	5,456	52.7	YES

※1 システムによっては、条件が整っている場合にはハンドルから手を放してもよいものもある

※2 ここでの「要請」は、いわゆる Request to Intervene (これはレベル 3 に適用される概念)に限らず、一般的な意味で、システムが制御を継続できない時に発する警告メッセージを含む

2010 年度前半に、自動運転に対する関心が社会的に高まったかに見えました。しかし、上記の調査によると、技術者・関係者が思うほどには一般の人々が自動運転に対して抱いている関心は高くないものといえます。もちろん、マスメディアやウェブサイト等では自動運転／運転支援に関する記事や情報を発信してきてはいます。それでも、情報を受け止める側が本当に自分事としてとらえ、自動運転／運転支援のことを正しく知ろうとしている人はごくわずかであるということです。自動運転／運転支援システムについての知識を全く持っていない人がいるという前提で、自分事として学ぶ動機づけを含め、必要な教育を行っていくことが重要です。

自動運転／運転支援に関する知識をドライバーの方々に伝えていく方法としては、すでに述べたように、マスメディアやウェブサイト等の「プル型」の仕組み(情報を欲しい人が取りに行くもの)だけでは不十分といえます。学ぶべき人が、適切に学ぶことができるように、公的な立場からしっかりと自動運転／運転支援に関する教育を「プッシュ型」で行っていくことが、自動運転の安全な利用に貢献します。

3. 教育の機会の多様性

幸いにして、日本では自動車の運転に関する教育の機会は多様に存在します。プッシュ型の啓蒙・教育を行える可能性のある機会は諸外国と比べて豊富です²。代表的なものを挙げてみると、以下のようになります。

- 初等中等教育における交通安全教育
- 各種交通安全教育
- 自動車免許取得のための教習
- 免許更新のための講習
- ディーラー、レンタカーの営業所等での説明の機会

すべてのドライバーが学ぶ重要な機会としては、自動車教習所での教習、免許更新時の講習が挙げられることはもちろんです。しかし、実際の車両・システムについての知識を学ぶ機会としては、ディーラーでの車両購入、レンタカー等での借受時に重要事項を説明するというのもまた重要です。車載システムや、ウェブサイトを活用して、重要事項の捕捉やリマインドを走行前に行うということも考えられます。

学ぶべきことは多岐にわたる一方で、それぞれの教育の機会ですべてに利用できる時間などのリソースはごく限られています。したがって、それぞれの教育の機会の特性に応じて、教育の内容を適切に絞り込むことが重要です。

基本的に、初等中等教育や各種の交通安全教育では、とくに歩行者としての立場から、自動運転/運転支援システムについて知っておくべきことに焦点を絞るとよいと考えられます。

自動車運転免許の取得・維持にかかわる教習・講習では、将来自動運転/運転支援システムを利用する立場、あるいは自動運転/運転支援システムの搭載された車両とのかかわりに関する事柄について、すべてのシステムに共通的な、一般的な知識に焦点を絞るとよいと考えられます。一般的な知識を知っているだけでは個々の具体的なシステムをすぐに利用できるわけではなく、一般的な知識だけを教育することには意味がないと思われるかもしれません。しかし、研究の結果、自動運転に関する一般知識を予め教育することは、月単位の時間を経た後でも、特定のシステムを利用する際の教育にかかる時間や実際の運転パフォーマンスに効果が認められています。

ディーラー等では、実際に当該ドライバーが使用するシステムについて特に知るべきこと、あるいはすでに別の車両・システムを利用した経験がある場合にはそれらとの違いに留意した知識や対応スキルに焦点を絞るとよいと考えられます(一般的な知識についてはすでに別機会での学習済みである想定の下)。このように教育の機会をそれぞれうまく活用することによって、全体として効率よい教育が行えることが望ましいといえます。

プロのドライバーを対象とした場合は、さらに運転適性診断、社内教育なども活用できます。

² 例えば、ドイツでは免許更新という制度がないため、更新講習の場を活用して自動運転/運転支援に関する啓蒙・教育をすることがそもそもできません。

4. 教育方法の検討におけるインストラクショナルデザインの重要性

自動運転／運転支援に関する教育を考える場合、利用できるリソース(時間、経費、場所)が限られることが常に問題となります。これに対し、自動運転のレベルの違いや法的な意味でのドライバーの役割などといった一般的な事項から、ユーザーが実際に利用する特定のシステムの機能やその性能など、知るべきことは多岐にわたります。

そこで、利用できる場の特性を活用して、その場に適したことを最小限のリソースを用いて教育することが望ましいと考えられます。

この場合、その場に合った適切な教育を設計することが重要です。適切な教育の設計については、教育工学で最近重要視されている「インストラクショナルデザイン」の方法論を活用することが有用と考えられます。インストラクショナルデザインで重要視していることとして、学習目標を明確にすることや動機づけが挙げられます。

5. 自動運転/運転支援を学ぶことの動機づけ

5.1. 動機づけの重要性

教育の場の設定によっては、ドライバーが自動運転・運転支援に関して学ぶことに関心を持ちづらい場合があります。たとえば、免許更新講習の場で自動運転/運転支援に関する教育を行うことを考える場合、講習を受けるドライバーの中には自動運転/運転支援に関して現時点では関心がない、という方もおられるでしょう。しかし、今は自動運転/運転支援のユーザーではないドライバーでも、遠くない将来にユーザーとなる可能性はあります。また、自動運転/運転支援システムを搭載した他車両とどうかかわりあうべきなのかについて知っておくことも重要です。こうしたことから、現時点では関心がない方であっても、自分事として学ぶ動機づけを持っていただくことが重要です。

動機づけが不十分であると、学習態度が不適切なものになるだけでなく、理解が不十分となりやすくなります。このことは常識的にも自明ですが、実際にも説明資料を読み飛ばす、結果として理解が不十分となり必要な対応行動がとれなくなるケースが実験で確認されています(2022年度成果。未公表)。

5.2. 動機づけの方法: 動画教材の活用

動画を閲覧できる環境がある場合には、実際の学習に入る前に動機づけに特化した動画を閲覧させる方法があります。このような動画は、「オープニング動画」と呼ばれることがあります。

自分事として学ぶ意欲を喚起するためのオープニング動画の作り方として、家族での外出などを想定したストーリーを組み込むことが考えられます(サンプルの動画を添付します)。こうした、ストーリー型のオープニング動画は、(自分のためだけでなくむしろ)家族のためにしっかり学ぶことが必要だという認識を持たせること効果があるという意味での有用さが認められています[3]。

また、今までの交通事故の要因などのデータを提示し、自動運転車のメリットや社会的価値について事実や事例に基づき説明するオープニング動画もあります。こうした、事例型のオープニング動画もストーリー型と同様の動機づけが行えることが確認されています[4,5]。

2, 3分程度で完結するオープニング動画は、正式な教育の場における導入につかうだけでなく、待合室などで不特定の対象にサッと見ていただくなどの利用方法も考えられます。

5.3. 動機づけの方法：インフォーマル学習

オープニング動画は、限られた時間的リソースの中では有用なツールですが、それだけですべてのドライバーに対して適切な動機付けを確実にできるわけではありません。時間などのリソースが十分にとれる場合には、集合研修を行うことも有用です。

インストラクショナルデザインの考え方に基づいて学習目標を明確に設定するとともに、基礎的な一般知識についての動画教材を活用し、グループディスカッションを行うことによって、好ましい安全に対する態度の形成が促進されることが確認されています[6]。

6. 運転支援一般知識の教育方法：ドライバーの役割へのフォーカス

一般に、レベル2に相当するシステムは、メーカー・車種・バージョンによって、その機能や性能には様々な違いがあります。たとえば、システム作動中にハンドルに手を添えていなければならないものもあれば、必要な条件がそろえばハンドルから手を放していてもよいものもあります。このため、ユーザーは、自分が利用するシステムについて、その機能・性能とその限界などに応じて適切な利用方法を理解する必要があります。しかし、システムが作動する(しない)条件を厳密に定義するとその条件は多種多様でありうることから、それらのすべてを理解することをユーザーに求めることは事実上不可能というべきです。

そこで、まず一般的な知識として、次の点に焦点を絞ってドライバーが確実に理解できるようにすることが考えられます。

「システム作動中にもドライバーは常に周囲の交通状況や作動状態を監視する義務があり、システムからの要請やメッセージがなくても直ちに運転操作に介入する必要があること」

実際、上記を適切に理解することによって、システムが見落としているハザードがあるときに、ドライバーの運転介入がスムーズに行える可能性が高まります(図 1)[7]。

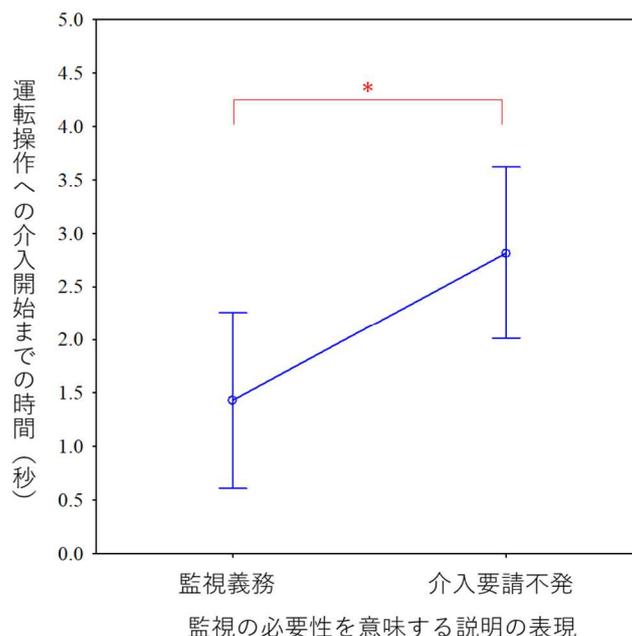


図 1 システムからの要請によらずに必要なら介入を知っていることの効果

(図 1 の実験において、横軸の「監視義務」条件では、監視の義務があることは説明されていますが、システムからの介入要請が出ないことがありうることについては実験参加者に説明されていません。他方、「介入要請不発」条件では、システムからの介入要請が出ないことがあり得ることについて説明されています。この違いにより、システムが実際にハザードを見落とした事象が発生した場合に、実験参加者の対応の早さ(縦軸の「運転操作への介入開始までの時間」)に差異が生じています。なお、この実験では、「もしシステムが障害物を検知していたら障害物の検知をドライバーに通知していたはずの時刻」を時刻0として、そこから運転操作への介入を始めるまでの経過時間を計測しています。図中「*」は、二つの条件間に統計的に有意な差が認められたことを表します。図のデータは、平均値と95%信頼区間を表します。図2以降についても同様です。)

7. 理解を深め、定着させるための工夫

7.1. 理解を深めるための文章表現

システム作動中の常時監視の必要性、ならびに運転介入に関して、ドライバーの理解を促進するために、説明における表現の工夫をするとよいと考えられます。説明に要する語数を削減する必要に駆られる場合などでは特に留意が必要となります。

たとえば、「介入の必要性」について考えましょう。レベル2のシステムを利用しているときにドライバーが運転操作に介入しなければならないのは、そのシステムだけでは安全を保てないような事象が発生する場合です。そのような事象が発生するのは、システムに故障が発生する場合はもちろんのこと、システムの性能の限界を超える事態、そもそもシステムが想定していないような状況など、様々なケースがあります。ドライバーによる介入が必要なケースが発生し得るということ自体をドライバーに理解してもらうためには、はっきりと伝えることが重要です。実際、以下のような二つの表現は、いずれも、結果的にはドライバーが介入すべき場合があることを意味するものですが、(2)の方がより良い効果をもたらすことが確認されています[8]。

- (1) このシステムでは、システムが機能不全となる場合が起こります(図 2「機能不全」条件)
- (2) このシステムでは、あなたが運転介入しなければならない場合が起こります(図 2「あなたが運転」条件)

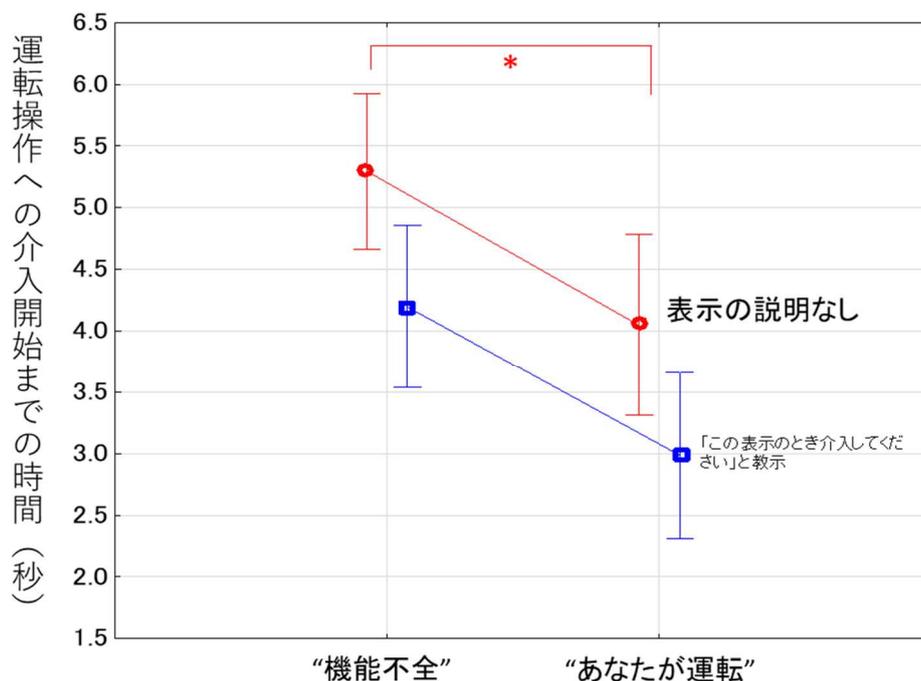


図 2 介入の必要性についての表現の効果

(この実験において、運転介入の必要性について、「機能不全」条件では、「このシステムでは、システムが機能不全となる場合が起こります」と説明されています。他方、「あなたが運転」条件では、「このシステムでは、あなたが運転介入しなければならない場合が起こります」と説明されています。実験参加者が実際に運転操作に介入しなければならない場面が発生した場合、参加者の対応の早さ

に差異が生じています。これらの差は、実際にシステムから運転介入が必要である旨のメッセージが発せられる際の、ヒューマンインタフェースに関する説明の違い(どのような表示が出るのかの説明を一切されていない群と、「この表示がでたら介入してください」という旨の説明がされた群)によらず、「機能不全」条件と「あなたが運転」条件とでは同様の差異が確認されました。なお、この実験では、ドライバーによる運転操作への介入が必要である旨のメッセージがシステムから提示された時刻を時刻0として、そこから運転操作への介入を始めるまでの経過時間を計測しています。図中「*」は、二つの条件間に統計的に有意な差が認められたことを表します。)

また、介入が必要な場面を理解させるためには、具体的・代表的な事例を提示することが効果的です。実際に起こりうる、介入が必要な場面は多種多様で、それをすべて知識として持つことをドライバーに要求するのは困難であるかもしれません。少ない知識で多様な場面を理解して適切な介入ができるようにするための方策としては、次の二つが考えられます。

- (1) システムの機能の原理を理解する。その原理の理解に基づき、どのような場合に介入が必要となるかをドライバーが類推できるようにする。
- (2) 介入が必要な典型的な場面を理解する。その具体例に基づき、類似する場面でも同様に介入が必要であることをドライバーが類推できるようにする。

研究の結果によると、むしろ(2)の具体的な事例を提示して理解させるアプローチが効果的であるようです[9]。なお、システムがハザードを見落とすことに起因する介入については、特に具体例として入れ込むと効果的といえます。2017年度に行った実験では、システムがハザードを見落とす具体的な例を説明する場合と説明しない場合とで比較した結果、ドライバーが適切な対応ができなくて事故になったケースが前者では45件中1件、後者では45件8件となり、具体的な事例を説明することによってドライバーが適切に介入できる可能性を高めることが確かめられました[8]。

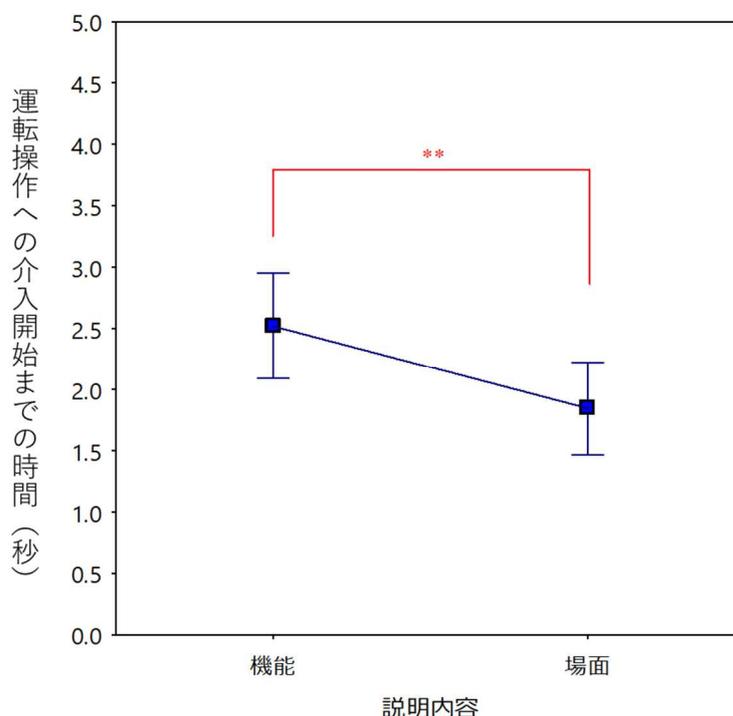


図 3 介入が必要な場面について具体的な事例を示すことの効果

(この実験において、「機能」条件では、ドライバーが運転操作に介入することが必要となる状況を、システムの機能とその特徴に注目して実験参加者に説明されています。他方、「場面」条件では、ドライバーが運転操作に介入することが必要となる状況を、具体的な場面に注目して実験参加者に説明されています。この違いにより、実験参加者が実際に運転操作に介入しなければならない場面が発生した場合、参加者の対応の早さに差異が生じています。なお、この実験では、ドライバーによる運転操作への介入が必要である旨のメッセージがシステムから提示された時刻を時刻0として、そこから運転操作への介入を始めるまでの経過時間を計測しています。図中「**」は、二つの条件間に統計的に高度に有意な差が認められたことを表します。)

7.2. 教材のタイプの利害得失と選び方(テキスト、スライド読み上げ動画、クイズ)

ユーザーに理解してもらいたい知識を伝達する方法には、テキストの形で記載された文章、説明内容を簡潔にまとめたスライドとそれに基づく口頭での説明(対面、動画)、クイズによるインタラクティブな学習、などいくつかの方法があります。それらのどの方法がより適切であるかについては、学習する人の性格や学習スタイルなどの特性、キャリアレジリエンスなどの能力に依存することが考えられます。

これらの方法を比較検討した結果、音声を含めたスライドを動画として示す方法が、単にテキストを読ませるよりも理解を促進する傾向が確認されています[11]。また、全体的に、クイズを利用したインタラクティブな方法が、知識の少なかった人に良好な結果をもたらす傾向も確認されています[12]。学習の機会によっては、ハードウェアや時間的な余裕がない場合もありますが、可能であれば動画やクイズを活用することを積極的に検討することが望まれます。

7.3. 理解を定着させるための工夫

高い関心を持っていただくための動機づけをしてもなお、一般的な事項の知識の説明が受け手の興味をそそらず、せっかくだ説明をしてもドライバーの記憶に残らない場合があります。実際、本プロジェクトにおける実験でも、教示1か月後にドライビングシミュレータで理解の定着度合いを確認する実験を行ったところ、運転介入しなければならない場面で介入できない人が続出するという経験をしたことがあります。

そこで、中長期にわたって記憶を定着させるための工夫が必要となります。

具体的な方策の一例として、無味乾燥な内容になりやすい一般的な事項の中に、あえて(実在する)具体的なシステムを事例として含めるということが考えられます。また、教育機会において時間的な余裕や機材が調達できる場合には、運転介入を体験させるということも考えられます。機材といっても特殊な運転環境を用意する必要はなく、図4のようなパソコンベースの簡易なシミュレータで大丈夫です。

³ 就業者のキャリア形成に関して、環境の変化に適応する力



図 4 パソコンベースの簡易シミュレータでの介入体験

研究の結果、特定のシステムを事例として説明に含めることによって、教育実施から約1か月後の確認実験において、運転介入しなければならない場面での対応がスムーズに行われうることが観測されました(図5)[13]。また、体験の効果については、統計学的には有意な効果とまではみとめられませんが、体験をすることによって対応のスムーズさがやや改善される可能性が見いだされています(図5)。この場合、実際に提示される視覚・聴覚情報は仮想のものであっても差し支えなく、「何かメッセージが出たら何らかの対応をする」ということを体を動かすことと合わせることで理解を促進することができるものと期待されます。

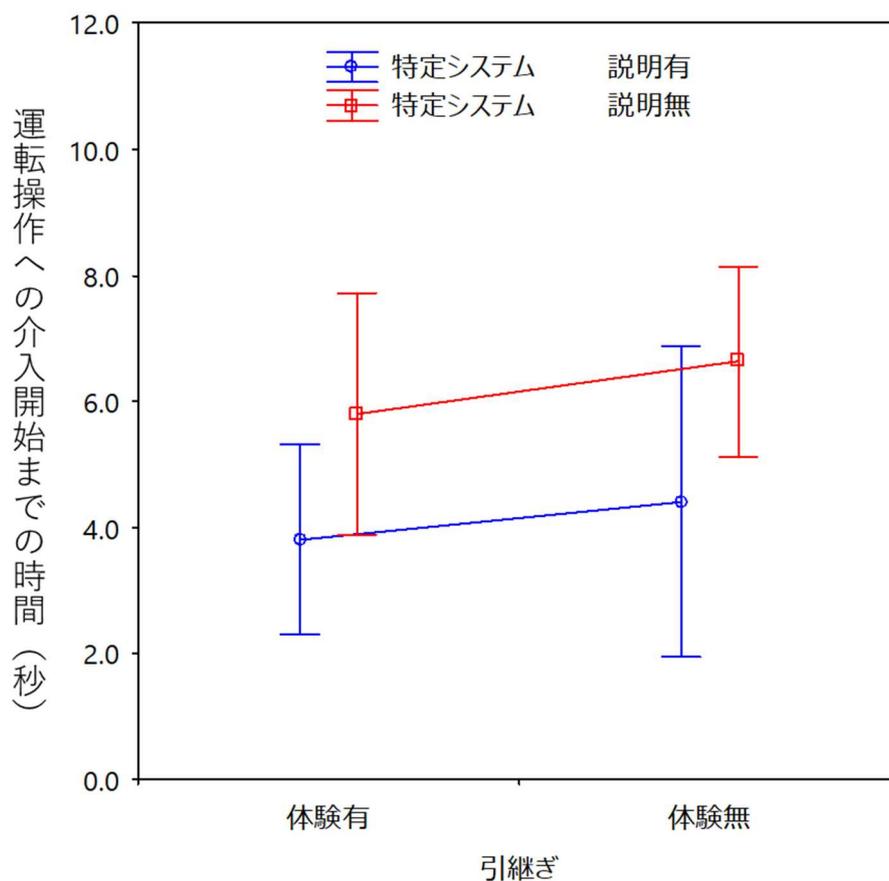


図 5 一般知識の説明の中にシステムの実例を入れ込むことの効果

(この実験において、「特定システム 説明有」条件では、自動運転に関する一般的知識の説明の中に、あえて具体的な特定のシステムについての説明を例示しています。他方、「特定システム 説明無」条件では、自動運転に関する一般的知識の説明の中に具体的な特定のシステムについての説明を例示していません。この違いにより、実験参加者が実際に運転操作に介入しなければならない場面が発生した場合、参加者の対応の早さに差異が生じています(「特定システム 説明有」条件と、「特定システム 説明無」条件との間には、統計的な有意差が認められています)。なお、この実験では、ドライバーによる運転操作への介入が必要である旨のメッセージがシステムから提示された時刻を時刻0として、そこから運転操作への介入を始めるまでの経過時間を計測しています。なお、この実験においては、体験の有無については統計的には有意な差は認められませんでした。)

8. 教育機会の拡大

8.1. 8.1 リモート教育の活用

何度も述べていますように、一つ一つの教育機会を利用できる時間やリソースは限られています。他方、DXが進む今日、多くのドライバーがインターネットにアクセスできるようになっており、教育者と学習者とは物理的に同席しなくても必要な教育を行えるようになりつつあります。そこで、インターネットを活用して、学習者の都合に合わせて学習できるようにすることを積極的に検討するとよいと考えられます。とくに、集合しての研修がもともと想定されていない、ディーラー等での具体的なシステムの説明については、インターネットを活用したオンデマンド学習が重要な役割を今後担うことになっていくと考えられます。

オンデマンドの学習では、提供されている動画などを学習者が理解できるまで繰り返し見直すというよい面もあれば、適当にスキップしてしまって理解すべきことが理解できないというネガティブな面もあります。実際、実験で確認してみると、適当にスキップしてしまう人が観測されました。学習者が理解すべきことについては、少なくとも最初の1回の学習ではスキップできないようにするなどの工夫をする必要がありそうです。

8.2. 体験の効果

インターネットを活用したリモート教育など、機材やリソースが活用できる場合には、体験をできる機会を積極的に用意することが望ましいと考えられます。

体験にも、様々なレベルがあり得ます。実際の車両を利用して運転する体験のみならず、運転介入が必要な時にヒューマンマシンインタフェース(human-machine interface: HMI)としてどのような視覚表示、聴覚提示がなされるのかを目と耳で体験することが効果的であることが確認されています。とくに、特定のシステムを利用するにあたって入手しておくべき情報のうち、どのような音が提示されるかは重要な手掛かりとなることが確認されています[14]。実際、2018年度の自動車メーカー参加による実証実験において、運転介入に関する説明は十分に行っていたにもかかわらず、システムから提示されるメッセージ音を聞かなかったことにより、運転介入に成功したケースが36%にとどまるという結果が得られています。

また、実際に使用するシステムのHMIと、そのシステムで経験する代表的な介入場面を具体的に体験することも効果的です(図6)(2021年度成果。未公表)。これは、実際の車両を利用した体験でなくても、図4のような簡易なシミュレータに実際のHMIの画像や音声情報を提供するということで差し支えありません。

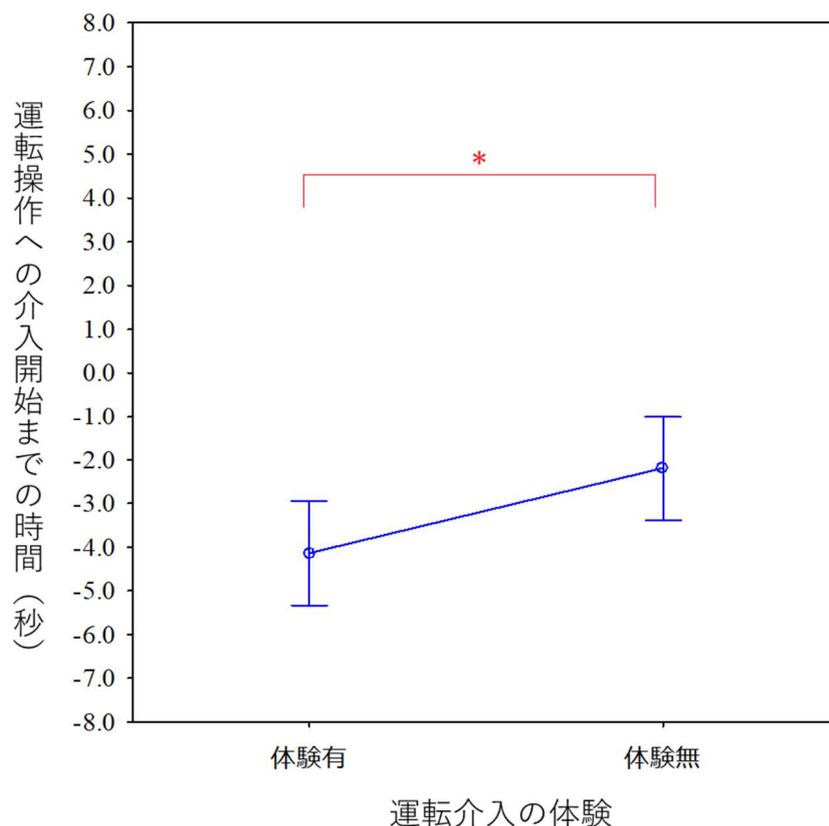


図 6 一般的な知識の説明の段階で、運転介入に関する体験を行う効果

(2021 年度成果。未公表)

(この実験において、「体験有」条件では、図4のようなウェブベースの体験ツールを利用し、実際に使用するシステムが提示するヒューマンインタフェースを視聴して運転介入操作を体験します。他方、「体験無」条件では、そのような体験をしません。この違いにより、実験参加者が実際に運転操作に介入しなければならない場面が発生した場合、参加者の対応の早さに差異が生じています。なお、この実験では、ドライバーによる運転操作への介入が必要である旨のメッセージがシステムから提示された時刻を時刻0として、そこから運転操作への介入を始めるまでの経過時間を計測しています。なお、図5の実験では、あくまでも一般的な意味で「何かメッセージが出たら介入操作をする」ということ自体の体験であったのに対し、図6の実験では、具体的に介入しなければいけないシーンにおいて、実際に提示されるヒューマンマシンインタフェースを視聴して、介入操作をする体験を行っています。このように、図5、6では、具体性の度合に違いがあります。)

9. おわりに

本書では、SIP のプロジェクトとして行われた自動運転に関する教育方法の研究成果から、教育の企画や教材の作成について活用できる知見を整理しました。皆様に少しでもお役に立てば幸いです。

なお、本書で説明した運転介入への体験については、「ドライバーが運転に介入する必要があることを、システムがわかっている場合」に限られたものとなっていることに注意が必要です。レベル2 の場合は、障害物の見落としなど、システムが把握していないハザードへの対処もドライバーが行うべきことですが、その場合はシステムからはメッセージを出すことはできません。システムが障害物を見落とす事例についても可能であれば体験に含めることも検討するとよいと考えられます。本研究プロジェクトの中では、システムによるハザードの見落としをドライバーが気づくことを支援する HMI について取り組んだものはある[13]ものの、訓練としての体験については研究を行うことができませんでした。実際にハザード見落としがどのように起こりうるかはシステム個別に異なると考えられるので、一般的知識の教育よりも個別のシステムに関する教育・訓練の場での体験が重要ではないかと考えられますが、今後の研究を待たねばなりません。

参考文献

- [1] H. Zhou, M. Itoh, S. Kitazaki: “How Does Explanation-based Knowledge Influence Driver Take-Over to Conditional Driving Automation?,” *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, Vol. 51, Issue 3, pp. 188-197, 2021. DOI: 10.1109/THMS.2021.3051342.
- [2] H. Zhou, K. Kamijo, M. Itoh, S. Kitazaki: “Effects of explanation-based knowledge regarding system functions and driver’s roles on driver takeover during conditionally automated driving: A test track study,” *Transportation Research Part F: Psychology and Behaviour*, 77, pp. 1-9, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.11.015>
- [3] 合田美子, 新目真紀, 半田純子, 戸田真志, 松葉龍一, 周 慧萍, 伊藤誠, 北崎智之(2021). 自動運転車に関する安全教育受講への動機づけ動画の開発, 日本教育工学会 2021 年春季大会.
- [4] M. Arame, J. Handa, Y. Goda M. Toda, R. Matsuba, H. Zhou, M. Itoh, S. Kitazaki: “Using Narrative based Video on Gaining Safety Driving: Focusing on Career Resilience and Learning Style in Automated Driving Level 3,” *Proceedings of Sixth International Congress on Information and Communication Technology, ICICT 2021*, Vol. 3, pp. 787-799, 2021.
- [5] 新目真紀, 合田美子, 半田純子, 戸田真志, 松葉龍一, 周慧萍, 伊藤誠, 北崎智之: 「自動運転レベル3に関するナラティブ手法を活用した動画教材の効果検証」, *情報処理学会論文誌研究報告情報システムと社会環境 (IS)*, 2021-IS-155, 2, pp. 1-8, 2021.
- [6] Y. Goda, M. Arame, J. Handa, M. Toda, M. Itoh, S. Kitazaki: “Cultivating Road User Safety Attitudes to Differing Levels of Vehicle Automation: An Online Collaborative Learning Approach,” *Proceedings of ICoME 2022 (to appear)*.
- [7] H. Zhou, M. Itoh, S. Kitazaki: “How Does Knowledge about System Limitations Contribute to Interventions into Partial Automation Among Elderly Drivers?,” *Proc. IEEE-SMC Annual Conference*, pp. 819 – 824, Miyazaki, October 7-10, 2018. <https://doi.org/10.1109/SMC.2018.00147>
- [8] M. Itoh, H. Zhou, S. Kitazaki: “What may happen or what you should do? Effects of knowledge representation regarding necessity of intervention on driver performance under level 2 automated driving,” *Proc. 1st International Conference on Industrial Cyber Physical Systems 2018*, pp. 612-626, 2018. <https://doi.org/10.1109/ICPHYS.2018.8390777>
- [9] H. Zhou, M. Itoh, S. Kitazaki: “Effect of instructing system limitations on the intervening behavior of drivers in partial driving automation,” *Cognition, Technology & Work*, Vol. 22, No. 2, pp. 321–334, 2020.. <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10111-019-00568-1>
- [10] T. Liu, H. Zhou, M. Itoh, and S. Kitazaki: “The Impact of Explanation on Possibility of Hazard Detection Failure on Driver Intervention under Partial Driving Automation”, *Proceedings of IEEE IV Annual Meeting*, pp. 150 - 155, Changshu, Suzhou, June 26-July 1, 2018. <https://doi.org/10.1109/IVS.2018.8500521>
- [11] M. Arame, J. Handa, Y. Goda, M. Toda, R. Matsuba, H. Zhou, M. Itoh, S. Kitazaki: “Learning Effects of Different Learning Materials about Automated Driving Level 3: Evidence from a Propensity Score Matching Estimator,” *Proceedings of Fifth International Congress on Information and Communication Technology (ICICT 2020)*, Vol. 2, pp. 387-394, 2020.
- [12] M. Arame, J. Handa, Y. Goda, M. Toda, R. Matsuba, H. Zhou, M. Itoh, S. Kitazaki: “Verification of the Effectiveness of Learning Materials that Support Self-Regulation for Learning Considering Differences in Career Resilience: Acquiring Knowledge of Level 3 Automated Driving Vehicles,” *Proceedings of Seventh International Congress on Information and Communication Technology (ICICT 2022) (to appear)*.
- [13] <https://www.sip-adus.go.jp/rd/>
- [14] https://www.sip-adus.go.jp/rd/rddata/rd01_more/121.pdf

謝辞

本解説書の作成に当たっては、筑波大学システム情報系研究員 周 慧萍さん、筑波大学大学院理工情報生命学術院システム情報工学研究群リスク・レジリエンス工学学位プログラム博士前期課程 赤星桜良さん、熊本大学合田美子准教授、戸田 真志教授、職業能力開発総合大学校新目真紀准教授、半田純子准教授の多大なる協力を得ました。

本書に関する問い合わせ先

筑波大学システム情報系 伊藤誠

電話 029-853-5502

メール itoh.makoto.ge@u.tsukuba.ac.jp