

合流部安全走行支援システムのHMIに関する効果分析*

An Effect of the Human Machine Interface for the Driver Assistance System at Merging Sections*

清水哲夫**・小代文彦***

By Tetsuo SHIMIZU**・Fumihiko OJIRO***

1. はじめに

2004年にスマートウェイ推進会議が“セカンドステージITS”を提言し、その実現に向けた研究開発が盛んに進められており、その成果の一つとして、2007年6月現在、DSRC技術を活用した次世代道路サービス提供システムの実証実験が首都高速道路において行われている。この実証実験の中に、合流部の安全走行支援システムが含まれている。特定の合流部に接近する本線走行車両に対して、DSRC技術により専用車載器に合流車の接近情報が提供されるサービスである。

現時点では、このサービスは「情報を与えても重大なエラーが生じない」ことが唯一のリクワイアメントであり、そのリスクの相対的に小さい本線走行車両に情報提供が行われていると理解できる。今後のサービスの本格展開に向けて、車載器を通じた情報提供であるために、利用率の大小によってどのような車両にどのような情報を提供すれば効果があるのか、そのコンテンツ整備には戦略的な発想が必要となる。

筆者らは、過去に首都高合流部等における走行支援情報システムの一連の研究^{1)~6)}を実施してきた。この中で情報提供メディアについては、車載器というよりはガイドランプや可変情報板といったインフラ設置型サービスに力点を置き、また、情報提供先は本線走行車両ではなく合流車両に特化して、走行円滑性の向上に一定の効果が期待できることを示してきた。しかし、インフラ設置型サービスは、合流部利用者全員に公平に情報を提供できる反面、エラー発生時に対する責任の問題といったクリティカルな問題を内在しており、その打破は容易ではない。車載器を利用したサービスについては、将来的にドライバーの能力や嗜好でサービスの形態を選択できれば、ドライバーの責任に基づいた柔軟なサービス展開

が可能となろう。

以上を踏まえて本研究は、首都高合流部において筆者らが従来から検討してきた、合流車と対象とした合流部安全走行支援システムのインフラ設置型サービスと車載器型サービスのHMIの効果分析を目的とする。

2. 車載器型サービスのHMI検討

(1) HMI検討の論点

車載器を通じて提供される情報は、受け手のドライバーがその意味を容易に理解できるように適切にHMIを設計する必要がある。

車載器を通じて提供される各種の情報提供サービスの中でも、合流部の安全走行支援情報はドライバーに極めて短時間で判断を要求する。そのため、1)短時間で理解可能な情報量とする、2)急激な操作を引き起こさない、ことが重要である。もちろん、煩雑な操作をしながら一瞬の判断をさせる必要があることから、視線が頻繁に移動するようなサービスは絶対に避けるべきである。

既に清水・安藤が整理している⁵⁾ように、HMIの論点は、①メディア選択、②コンテンツ選択、③タイミング検討、の3つである。一般的には①を所与として②と③の関係性を見ることが必要である。

(2) 検討した車載器表示とその提供タイミング

上記の検討を踏まえて、短時間で理解できることを重視し、かつ車載器画面だけでは適切に判断させるには不十分であると考え、音声も付加することにした。

図-1は後述の実験で実際に使用した車載器画面と音声である。清水らの研究^{1),5)}では、合流部の加速車線に到達する5秒程度前のタイミングで情報を提供してきており、そのことで特段の問題も認められなかったことから、今回も5秒前の情報提供となるようなタイミングを考える。発話が2秒以内で終了し、ドライバーに状況を端的に理解させることが可能な2種類のフレーズを使用することとした。パターンAに関しては、合流車が存在するという情報の提供を、パターンBに関しては、合流車が存在するという情報に加え、より注意を喚起させる狙いを持たせている。

*キーワード：ITS、交通管制

**正員、博(工)、東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻准教授(東京都文京区本郷 7-3-1, Tel: 03-5841-6128, e-mail: sim@civil.tu-tokyo.ac.jp)

***非会員、東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻修士課程

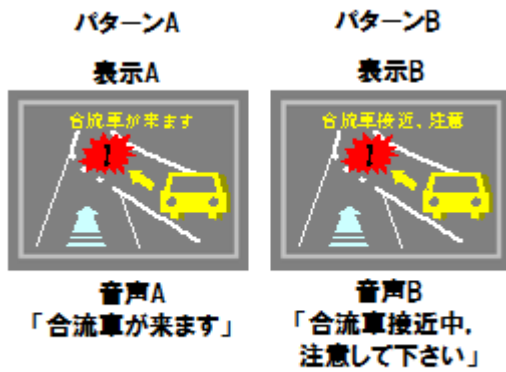


図-1 車載器画面と音声

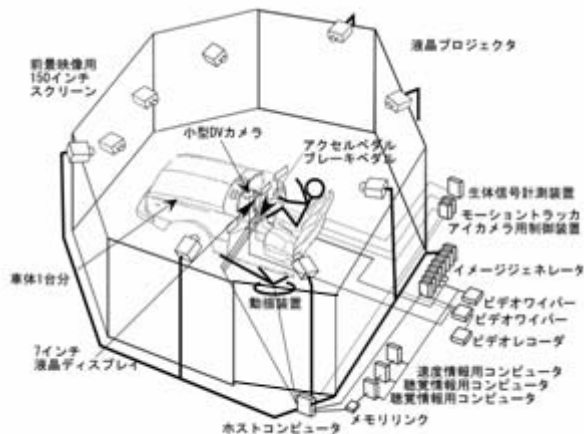


図-2 使用したDSシステム

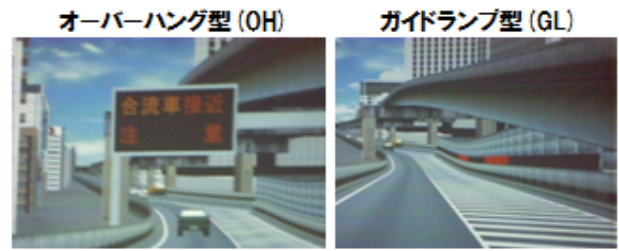


図-3 先行研究^{5),6)}でのメディア

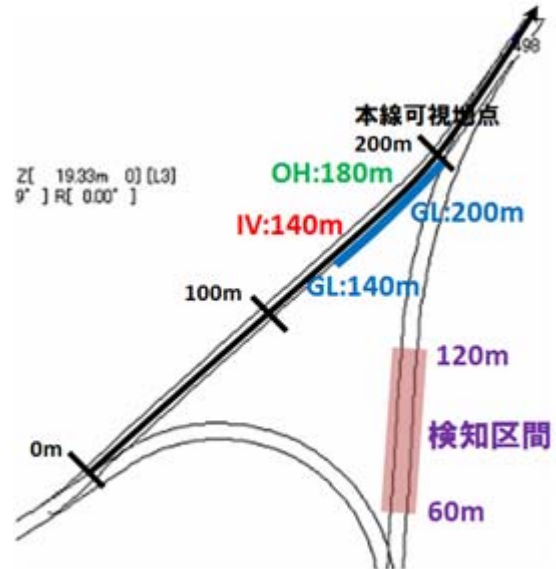


図-4 谷町ジャンクションと情報提供位置

3. 被験者による走行実験の概要

(1) 分析対象の合流部と利用システム

本研究が対象とした合流部は、先行研究⁵⁾⁶⁾と同様に首都高谷町ジャンクションの3号渋谷線上りから都心環状線外回り方向の合流部である。

安全走行支援システムの効果分析には、やはり先行研究⁵⁾⁶⁾と同様にドライビングシミュレータ(DS)を用いる。図-2のように、装置中央に実物と同じ車体を配置し、映像スクリーンは前方3画面、左右側方2画面、右後方1画面、左後方1画面、後方1画面からなる8画面で構成され、これらのスクリーンに対して10台の映像用プロジェクタから走行映像が投影され、周囲に360度に8面のスクリーンを設置したものである。各スクリーンには、模擬視界発生装置(PCVSL)10台により走行場面の画像をリアルタイムで作成し、プロジェクタを通じて投影する。車体には油圧の6軸動揺装置(モーション機構)が取り付けられており、運転操作や線形条件に合わせて車体を自由に動かすことが可能である。

(2) 安全走行支援システムのDSへの実装

本研究では、先行研究⁵⁾⁶⁾で使用したオーバーハング

型サービス(OH)、ガイドランプ型サービス(GL)(図-3)と、図-1の車載器型サービス(IV)の効果を比較分析する。OHとGLはDSのホストコンピュータで表示を直接制御する。一方、IVはホストコンピュータから被験者の運転する車両とその周辺車両の挙動情報をリアルタイムで取得し、別のサーバーから車内の液晶ディスプレイに画像を表示しスピーカーで音声を提供する。

図-4に、各メディアの設置位置と情報提供位置を示す。OHは180m地点に設置されているが、100mの位置からも視認可能である。GLは140~200mの地点に設置されている。車載器への情報提供は140m地点通過時に行われる。本線車両の検知区間は60~120mとしている。OHでは、この検知区間に1台以上の車両が走行していれば「合流車接近注意」と表示され、1台も走行していなければ何も表示されない。IVでは検知区間に1台以上の車両が走行していれば図-1の表示と対応する音声を提供され、1台も走行していなければ何も表示されない。

(3) 実験内容

DSの走行実験には、8名の学生に被験者として参加してもらった。平成19年2月に、各被験者が2日間で57回の対象合流部の走行を実施してもらった。被験者は、年間

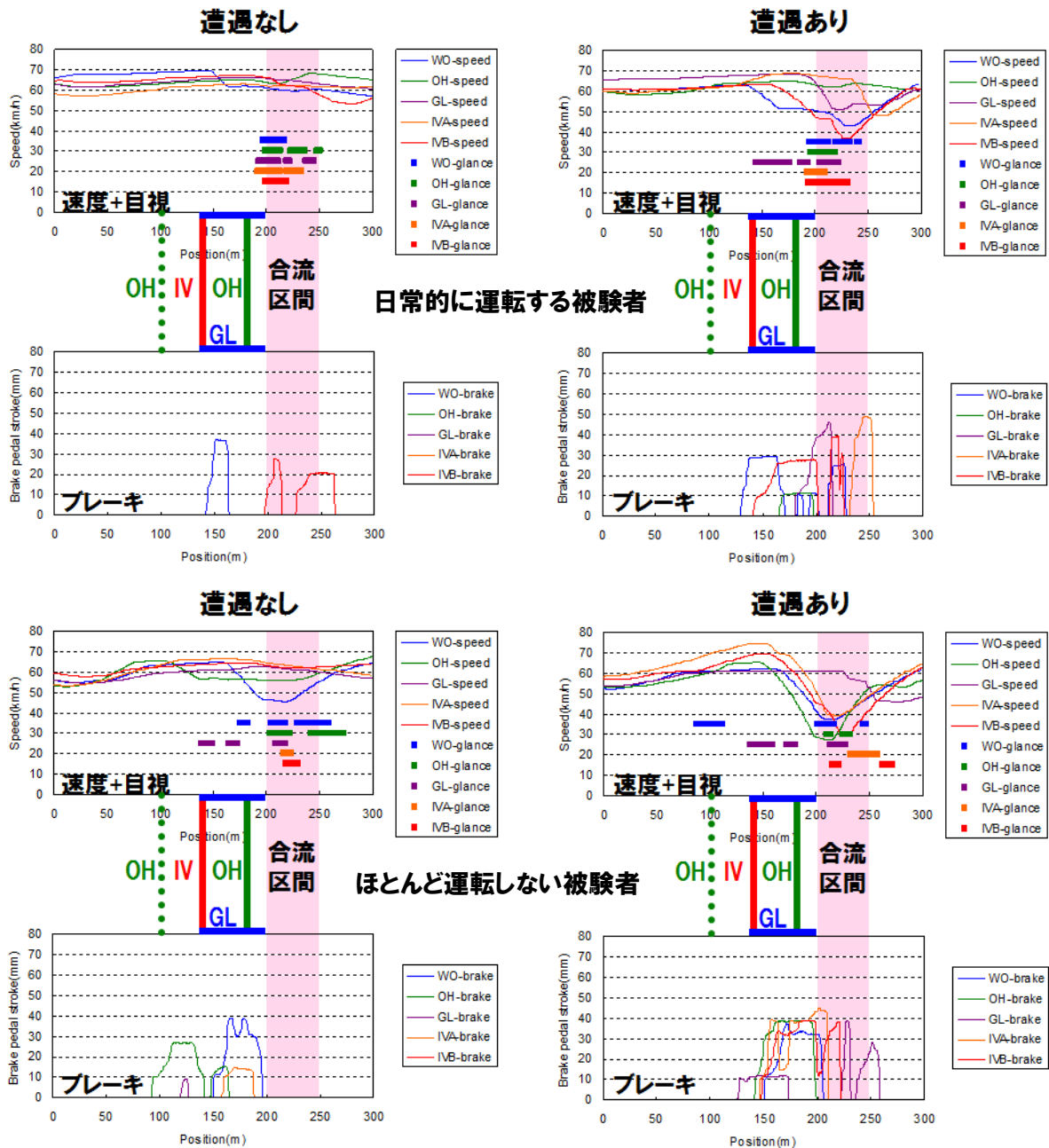


図-5 運転経験の相違による比較分析事例

走行距離がほぼ0kmの人から7,000km程度の人まで幅広い構成となっており、首都高の走行経験については、「無」が5名含まれている。

メディアについては、情報提供をしない場合(WO), OH, GL, IVのAパターン(IVA)とBパターン(IVB)の5種類として、各種類で10回ずつ走行することを基本とした。

交通密度の条件については、大=25台/km, 小14台/kmの2パターンを設定した。被験者の運転する車両が谷町ジャンクションに差し加かった段階で、本線で一斉に60km/hで定速走行する車群が発生する。密度大の場合には車頭間隔40m, 小の場合には車頭間隔70mで車群を形成し、車種として普通車, 大型車, バスを考慮した。車群の発生位置を前後させることで、被験者が合流部に

さしかかったときに、たまたま側方に本線車両が存在しないようなタイミングを期待したシナリオが合流車の存在の「無」で、たまたま存在するようなタイミングのシナリオが「有」となる。「有」が6ケース、「無」が4ケースとなるように10のシナリオを設定し、各メディアでこれらを共通のシナリオとした。

被験者はWO, OH, GLの時にはどのような情報提供の内容とその意味を事前にレクチャーし、IVは予告無しでパターンAとBを1回ずつ走行してもらった後に、きちんとレクチャーをして10回の走行を行った。また、GLについては、本線車の車線変更を律儀に表示するようなシステムの悪影響を分析するために、走行車線から追越車線へ避走するパターンとその逆のパターンを予告

無しで1回ずつ走行してもらった後に、きちんと意味をレクチャーして再度1回ずつ走行してもらった。

被験者は、谷町ジャンクションの1km程度手前から走行を開始し、3号渋谷線入り方向の走行車線を走行する。その際、100m程度前方に60km/hで定速走行する車両を配置し、それとの車間距離を保ちながら、谷町ジャンクションに到達するように指示している。これにより、合流部における本線車との遭遇条件をコントロールした。

4. 走行実験の結果

(1) 分析の視点

DSによる走行では、速度等の車両挙動データ、ハンドル角、ブレーキ踏み込み量等の運転操作データが60Hzで取得できる。その他、CCDカメラで被験者の顔を撮影し、右側側方・後方やドアミラーを注視している状態を「右方目視」としてデータをコーディングした。これらのデータのうち、特に「速度」、「ブレーキ踏み込み量」、「右方目視」のデータを用いて、被験者間の差異、メディア間の差異、クリティカルな状況の発生とその要因、といった観点から、安全走行支援システムの効果を分析する。紙面の制約から重要な結果のみを示す。

(2) 運転経験の影響

始めに、日常的に運転する被験者とほとんど運転しない被験者の走行結果を図-5に示す。この図は、図-4の進行方向の位置における速度、右方目視、ブレーキ踏み込み量の変化を示している。右方目視はこれが認められた位置で点がプロットされている。合流可能区間は200~250mである。両被験者について左側が遭遇なしのシナリオの場合、右側が遭遇ありのシナリオの場合を表している。

日常的に運転する被験者は、本線車への遭遇の有無、メディア種別に依らず、スムーズに合流を完了していることが見て取れる。一方、ほとんど運転しない被験者は、結果として本線車に遭遇しない環境では、事前に本線車が来ないという情報を入手できることで不必要な速度低下を起こさなかった。しかし、遭遇してしまった場合には、その情報に過敏に反応し、速度が低下し続ける状況で合流区間に到達してしまい、結果として合流がスムーズに行えなかった。それでもGLの場合には比較的スムーズに走行していた。

(3) その他の結果

結果は割愛するが、中程度の運転経験であっても、情報提供が苦手でGL以外のメディアでは情報提供に過敏に反応してしまう被験者も存在した。また、GLの評

価が全体的に高かったが、設置長が60mでは事前の速度調整が十分に行えない可能性があることが被験者データから把握できた。一方、IVは、別途取得したアンケート評価データではOHと同等の評価であり、走行状況の差異も有意に見られていない。また、パターンAとBについては被験者の支持もバラバラであり、走行状況についても明確な差異が見られなかった。

なお、IVやGLの予告無し情報提供については、これによる被験者の運転ミスは発生しなかった。しかし、GLでは車線変更の存在を意識した結果、必要以上にGLを注視する被験者も存在した。

5. おわりに

本研究では、DSによる被験者走行実験を通じて、合流車を対象とした合流部安全走行支援システムのインフラ設置型サービス(OH, GL)と車載器型サービス(IV)のHMIの効果分析を実施した。

今後は、車載器型のサービスのHMIを再検討し、本線車への情報提供の効果分析も追加し、このようなサービスの展開戦略を考える材料としたい。

本研究は国土技術政策総合研究所の委託研究「ITS新サービス導入に係るHMI検討手法及び導入効果に関する先端的研究」(研究代表者:川嶋弘尚慶應義塾大学教授)の支援を受けた。また、実験には走行支援道路システム研究機構および藤生慎氏((株)企画開発)の技術的な協力を頂いた。記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 清水哲夫, 飯島雄一, 屋井鉄雄: 高速道路合流部における走行支援情報提供に関する一考察, 土木計画学研究・論文集, Vol. 19, No.4, pp.839-846, 2002.
- 2) 清水哲夫, 森地茂, 浅野美帆: 一時停止を伴う合流部における走行支援情報提供の考察とその実験方法, 土木計画学研究・論文集, Vol. 20, No. 4, pp.865-870, 2003.
- 3) 清水哲夫, 森地茂, 浜谷健太: 一時停止を伴う合流部におけるギャップ選択時の判断要因に関する分析, 土木計画学研究・論文集, Vol. 21, No.4, pp.861-868, 2004.
- 4) 清水哲夫, 屋井鉄雄, 三室徹: AHSへの対応行動を考慮した都市高速道路合流部の運用評価分析システムの開発とその適用, 土木学会論文集, No. 758, pp.11-21, 2004.
- 5) 清水哲夫, 安藤拓也: ドライビングシミュレータを用いた合流部走行支援情報システムの効果分析, 土木計画学研究・論文集, Vol.23, No. 4, pp.833-840, 2006.
- 6) 藤生慎, 清水哲夫: ドライビングシミュレータを用いた合流部走行支援情報システムの評価, 土木計画学研究・講演集, No.34(CD-ROM), 2006.