

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*

An Analysis of the Effect of Information System at Merging Section Using Driving Simulator *

清水哲夫**・安藤拓也***

By Tetsuo SHIMIZU**・Takuya ANDO***

1. はじめに

本研究は、首都高速道路等の都市高速道路において、合流部を通過する車両に流入先の本線を走行する他車の存在や行動に関する情報を提供するシステムを研究の対象としている。

首都高の多くの合流部では、空間制約から加速車線長を十分に確保することができず、ドライバーは瞬時の状況判断で合流挙動を行う必要が生じるなどの困難な状況を強いられており、このことが渋滞や事故の一因となっていることは想像に難くない。このような問題解決の方法として、概して加速車線の延長が難しいことから、合流行動を支援するためのITSシステムの導入を視野に入れるべきである。今後、地下空間での新規ネットワーク供用により、見通しの悪い合流部が多数登場することも念頭に置けば、合流行動を支援するITSシステムを導入する意義は大変大きい。なお、想定されるシステムは、車両を直接的に制御することよりは、可変情報板や車載器を通じて何らかの情報を提供することで、ドライバーに適切な行動を促すことがより現実的である。

上記のような合流部走行支援情報提供システムについては、清水らの一連の研究で、首都高速道路や一般道路の実際の合流部を対象に、簡易な走行支援情報提供実験が行われている¹⁾²⁾。しかし、実道では実験条件の制御が大変困難であり、かつ実験に参加できる被験者も比較的運転の上手なドライバーに限定されてしまうことから、ここから得られる知見は極めて限定的とならざるを得ない。そのため、本研究では、実験条件の制御が容易に行えるドライビングシミュレータ(以下DSと称す)を利用する。DSを用いた研究は徐々に増えつつあり、それらの結果を見る限りでは、あまり挙動が変化せず、多くの判断を必要としない単路部走行のような対象では比較的信頼できる分析ツールとなっていると考えられる³⁾⁴⁾。



図-1 構築したDSシステムの写真

本研究は、都市高速道路合流部の合流車線走行車に対して可変情報板等を通じて本線走行車の情報を提供するシステムをDS上で再現し、被験者による走行実験を通じて、ドライバーの合流部走行環境改善に及ぼす効果を分析することが目的である。

2. 構築したDSシステムの概要

(1) 構築したDSシステム

本研究で使用したDSは、慶應義塾大学川島・大門研究室が所有するもので、図-1のように、装置中央に車体を配置し、周囲を315度に渡って7面のスクリーンが設置されている。各スクリーンは模擬視界発生装置により走行場面の画像をリアルタイムで作成し、プロジェクタでスクリーンに投影する。車体には6軸の動揺装置が取り付けられている。以上の装置は主計算機で一括に制御される。主計算機では他車の挙動をシナリオとして自由に設定することができる。

このDSシステムでは、被験者が走行した時の車両挙動データ(位置、速度、車間距離等)と運転操作データ(ハンドル操作量、アクセル量、ブレーキ量等)、周辺車両の挙動データが60Hzで記録される。同時に、ドライバーの表情をビデオで録画できる。この画像情報をもとに、ドライバーの視線をコーディングする。

なお、DSシステムとは独立に、心電計によりRR間隔(心電波形のピーク間の時間長で逆数が心拍数となる)

*キーワード: ITS, 交通制御

**正員, 博(工), 東京大学大学院工学系研究科社会基盤学専攻助教授(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, 修(工), 西日本旅客鉄道㈱

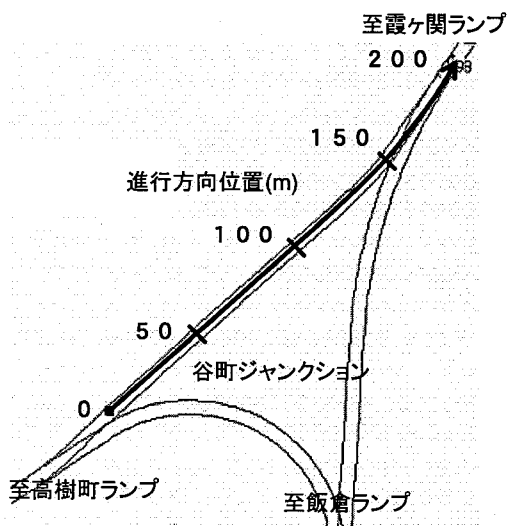


図-2 谷町ジャンクションの構造

を取得している。これは、心的負担感を心拍データから判定することで、走行快適性の評価を試みるためである。合流部における走行の心的負担感を心拍データから測定する試みは、屋井ら⁷⁾や清水ら⁸⁾によって過去に実施されている。

(2) 分析対象合流部

本研究では、使用するDSシステムのデータベースの都合上、首都高谷町ジャンクション（3号渋谷線から都心環状線外回り方向に合流する方向）を分析対象とする。図-2にその構造を示す。以下の分析で「進行方向位置」という変数を用いる。150mが合流部の加速車線開始位置、200mが加速車線終了位置を示し、分析対象区間を、合流部直前150m（通過時間10秒相当）と加速車線長部分の200mとする。ここは、本線が右カーブをしており、加速車線も十分に確保されておらず、合流しづらい状況にある。さらに、内回り方向は上部に外回り本線が覆い被さり、昼間でも暗く視認性が低い状況にある。

(3) DSシステムの現況再現性の確認実験の概要

合流部や交差点など、走行環境の変化が顕著な場所では、DSシステムの現況再現性の判断は慎重に行う必要がある。もちろん、DSシステムで実環境と完全に同じ走行は全く期待できず、運転操作変数や心的負担感の増減やその強度の傾向がある程度再現できれば上出来であると考えている。

このことを確認するために、2004年2月に次のような実験を行った。始めに、5名の被験者（A～E）に、首都高至高樹町ランプから谷町ジャンクションを経由して外苑ランプまで、走行車線だけを走行する実験を3回行っ

表-1 被験者別の加速度差分布

被験者	絶対値0.6m/s ² 未満割合	絶対値1.0m/s ² 以上割合
A	0.728	0.058
B	0.619	0.161
C	0.456	0.234
D	0.791	0.000
E	0.509	0.174

てもらった。その際に、速度や車間距離といった車両挙動データと、アクセル・ブレーキワークやハンドリングといった運転操作データが30Hzで記録でき、かつ周囲の環境をビデオで録画できる計測車両を用い、走行データをリアルタイムに取得した。同時に、被験者に心電計を装着し、走行時のRR間隔をリアルタイムに取得した。次に、同じ被験者に対して、DSシステム上で高樹町ランプから谷町ジャンクションを経由して霞ヶ関ランプまで、走行車線だけを走行する実験を5回（その前に車両の発生しないシナリオで1回だけ走行練習をしている）行ってもらった。このうち、3回分については、被験者が先の実走実験で経験した走行環境（前方車両速度、周辺車両速度）を忠実に再現した。このことにより、谷町ジャンクション合流時における本線車両との遭遇パターンを実走行とほぼ同様な環境を提供できた。他の被験者のシナリオからランダムに選択した2シナリオを走行させた後に、これら3シナリオを同じ順番で走行させた。被験者には各シナリオの意味を説明していない。実走実験と同様に被験者は心電計を装着している。

被験者の運転状況については、A,D,Eは日常的に運転しており、B,Cはたまに運転する程度であった。

(4) 結果の考察

これらの実験で取得したデータを使用して、DSシステムの現況再現性を確認するが、先だってその視点を整理しておく。速度や位置については、周辺車両により自由な速度選択が出来ない状態であるため、実走とDSシステムの差はほとんどない。一方、加速度については、DSシステム上でのアクセル・ブレーキワークが実走のそれらと差がある可能性があり、その程度を把握しておく必要がある。そのため、以下の分析では加速度とRR間隔のデータから現況再現性を判断する。

図-3に被験者AとCの進行方向位置における加速度差（DS－実走）を示す。被験者Aは、加速車線直前でDSシステムでは加速度が実走より大きくなる傾向があるが、大きな乖離は見られない。一方、被験者Cは、DSシステム上での加速度が大きくばらつき、その影響で加速車線区間でも加速度が大きくばらついてしまう結果となった。ただし、被験者Cも3回目の加速度差は小さくなっている。

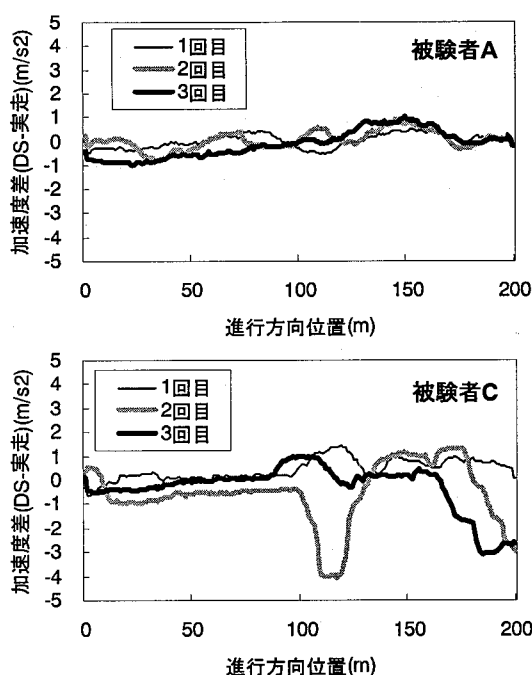


図-3 実走とDSシステムの加速度差

この200m区間3回分で1m毎の加速度差を集計し、各被験者で絶対値 0.6m/s^2 未満の割合、絶対値 1.0m/s^2 以上の割合を調べると、表-1のようになった。被験者Cは、やはり他の被験者よりも加速度差が大きい結果となっている。被験者Bは1回目でDSシステムでのアクセル・ブレーキワークを過敏に行っており、それ以降は慣れの影響で過敏さが低下した。被験者Eは、1つのシナリオで急減速合流となり、加速車線区間で加速度差が大きくなった結果、絶対値 0.6m/s^2 未満の割合が低くなった。

次に、RR間隔データの再現性を確認する。RR間隔データは個人内および個人間でも一定のパラッキが認められるため、分析対象区間通過時のRR間隔データを標準化する。合流部区間を通過するドライバー一定の緊張を有しており、その中でRR間隔が減少する区間では、より高度な緊張やヒヤリがあったと想定される。そのため、本研究では「心的負担増加量」という指標を考える。これは、標準化RR間隔データが減少する局面での減少量の総和の絶対値として表現する。

図-4に、被験者AおよびCの心的負担増加量について、50m単位で集計した結果を示す。被験者Aは加速車線区間だけ負担が非常に大きいが、被験者Cは導入路の段階から一定の負担が存在する。図は割愛するが、残りの被験者はCと同様の傾向である。図4を見る限り、DSの負担の発現状況（位置および量）は、実走のそれから著しく乖離していない。

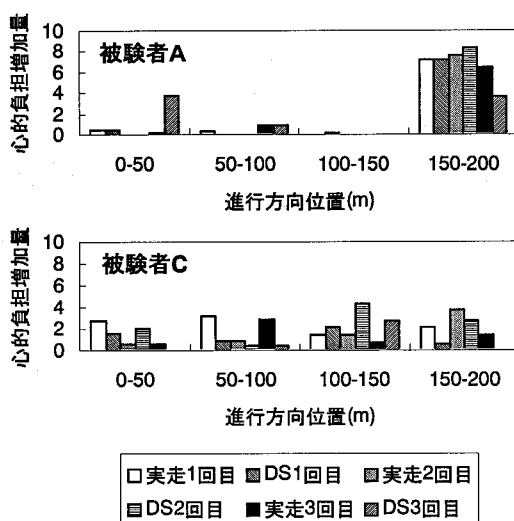


図-4 実走とDSシステムの心的負担増加量

以上の結果から、DSを用いた合流部の走行実験分析において、現況再現上大きな問題はないと判断した。

3. 合流部走行支援情報システムの考え方

(1) 合流部走行支援情報システムの目的

合流部走行支援情報システムの目的は、合流部の交通サービス水準を高めることに他ならない。

ドライバーの視点から望まれるサービスは、その技量や嗜好によりまちまちであるが、ほとんどのドライバーは、安全性が絶対に担保されるべきであり、その制約下で運転のスムーズさといった快適性や、止まらずに合流できる効率性をバランスよく求めたいと考えているであろう。

一方、合流部としては、このようなドライバーの集合体としてのサービスの価値を考える必要がある。都市高速道路は需要レベルが非常に高いことが特徴であり、一定以上の安全性を確保することはもちろんのこと、容量を高いレベルに保つことが支援システムの主目的となるべきである。

(2) 支援システムの評価指標

上記の支援システムの目的に照らせば、導入効果の分析では、効率性、安全性、快適性などのサービス水準による評価を考える必要がある。これらは、もちろんドライバーの主観と関連の高い客観的に観測可能な指標であることが望ましい。清水らは、主観との関連分析は今後の課題としながらも、合流部の効率性を加速車線区間の通過所要時間、安全性を合流完了時の低TTC発生割合（合流車が本線への車線変更を完了した瞬間の前・後方

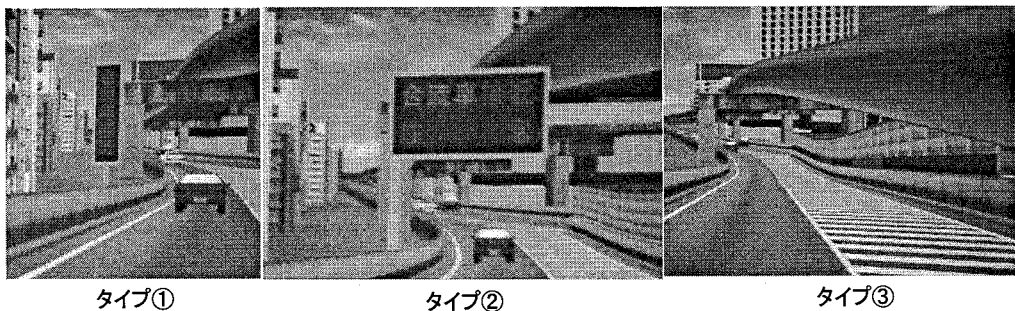


図-5 合流部走行支援情報システムの画像

走行車への衝突時間が3秒以内)、快適性を急加減速時間(加速度絶対値が 3m/s^2 以上の総継続時間)で評価している⁹⁾。

以上を参考に、本研究での評価指標を検討する。合流部で発生する急加減速は減速局面での嫌な加減の方が大きいと想定されることから、分析対象区間内で観測された最大減速度を快適性の指標と考えた。快適性を判断する補完指標として、先の心的負担増加量も考慮する。通過所要時間は加速車線区間の最低速度で代用できると考え、これを効率性の指標とした。安全性の指標は依然として詳細な検討が必要と判断し、本研究では取り扱わない。

(3) 実験で使用する支援システムのデザイン

支援システムのデザインで重要な項目は、情報を提供するデバイス、デバイスに表示するコンテンツ、情報を提供するタイミングの3つである。

デバイスについては、手始めに全員が使えるような可変情報板等を考える。もちろん、現在開発が進められている新型のDSRC車載器等が利用可能となれば、ドライバーの技量や嗜好に合わせた情報提供も視野に入る上に、何よりもどの車両に情報を出したのかがハッキリする、時々刻々と変化する情報提供も可能であるというメリットがある。

コンテンツについては、合流部では短時間での判断が要求されるため、提供できる情報量には自ずと限界があることに留意する必要がある。なお、清水らの研究⁹⁾では、現在の交通流状態を示す「現在情報」を提供することが望ましい結果となっている。これらを踏まえ、図-5に示す3種類の情報提供方法を考えた。

タイプ①は、本線に設定した検査区間(設定方法は後述)に、車両が存在している間は「合流車接近(赤字)」と表示し、存在しない時は何も表示しないシステムである。タイプ②は、タイプ①の拡張版で、検査区間に1または2台車両が存在すれば「合流車多し注意(橙字)」、3台以上で「合流車(橙字)接近注意(赤

字)」を表示するシステムである。可変情報板の設置位置は、清水らの研究⁹⁾に倣い、情報提供の対象となる車両が加速車線開始地点に到達する5秒前にコンテンツが判読できる位置とした。すなわち、加速車線直前区間で観測された平均走行速度と文字の大きさから、図-2の進行方向位置120mの左側方に設置した(実際には走行速度やドライバーの視認力・判断力によって5秒前でないことがあることは言うまでもない)。検査区間は、本線車の平均走行速度を鑑み、本線上の進行方向位置10～80mの位置に設置した。これは、情報提供を受けた合流車が加速車線区間を走行中に、検査区間内に存在する車両がこれと錯綜する可能性が高くなるためである。

タイプ③は、ガイドランプ形式であり、現在の本線車両の存在位置に赤いランプを点灯し、本線車両の挙動に呼応してランプが移動する仕組みである。その設置位置は、進行方向位置50～150mである。

4. DSシステムによる合流部走行支援情報提供実験

3の合流部走行支援情報システムをDSシステムに実装し、2004年12月に、14名の被験者(A～N)に対して情報提供の実験を行った。被験者の構成は、東京大学の12名の学生と2名の教職員である。すなわち、大半は比較的運転に慣れていない被験者群であり、うち6名は首都高の走行実績が皆無である。

実験では、本線交通量が多い場合と少ない場合の2つの情報なしのシナリオを用意した。交通量多では、タイプ②で「合流車接近注意」がほぼ提供される本線車両配置とし、交通量少では、ほとんどの場合で何も表示されない本線車両配置とした。発生パターンはランダムとせず固定とし、本線車の走行速度は一定で、被験者の前方には合流車が走行しない設定とした。なお、視認性の悪い合流部における情報提供の効果を把握するために、分析対象合流部に実際には存在しない側壁を全てのシナリオで設置した。

各被験者は、情報の意味とその提供方法を事前に十

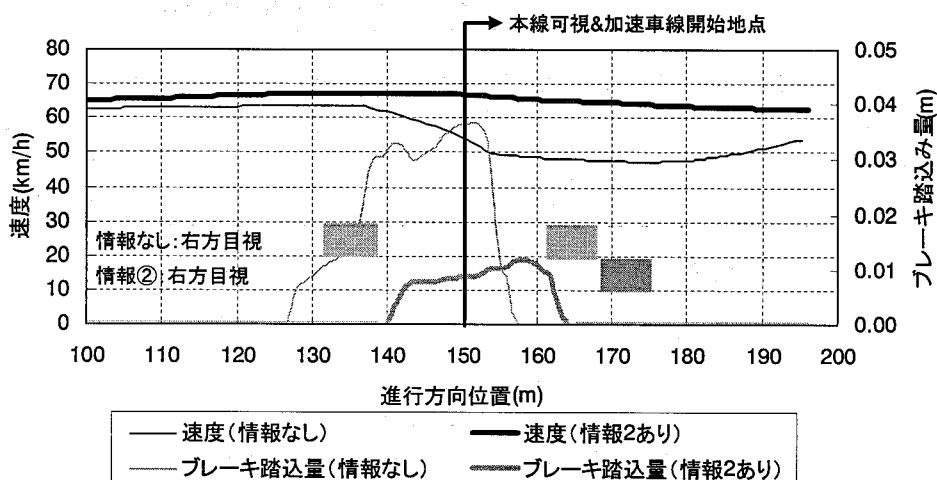


図-6 情報タイプ②と情報なしの合流部通過時車両挙動・運転操作の状況(被験者M, 本線車交通量少)

分に説明を受ける。その後2回練習走行を行い、情報なし(交通量少, 多), 情報タイプ①(交通量少, 多), ②(交通量少, 多), ③(交通量少, 多)の順番で8回走行してもらった。その後、被験者に最も選好する情報タイプを選んでもらい、そのタイプで再度3回走行してもらったが、システム障害時の問題点を把握するために初回だけはわざとシステム障害を発生させる交通量多のシナリオとした。残りの2回は、交通量少と多の順で先と同じシナリオを走行した。実験終了後に支援システムの主観評価アンケートと、必要に応じて実験場面の確認のヒアリングを行っている。

これらに加えて、本走行実験で取得したデータは、60Hzの車両挙動・運転操作データに加えて、被験者の顔をビデオ撮影した画像である。この画像から、右ミラーや直接右側後方を目視した時刻を「右方目視」としてコーディングした。ただし、顔を動かさずに目線で確認している場合もあり、この場合は十分にデータを捕捉できていないことを記しておく。

なお、発生パターンが2種類しかないことに被験者が気づいてしまうと、過去の状況を記憶して挙動する危険性があるが、このことを真に気づいていた被験者は皆無であった。

5. 実験結果およびその考察

(1) 選好する情報タイプ

被験者14名のうち、タイプ①を選好する被験者は存在せず、タイプ②が4名、タイプ③が10名であった。ちなみに、タイプ②を選好した被験者は、走行経験が浅く通常の自動車利用も少ない層であった。

(2) 個別の事例による考察

図-6は、本線交通量が少ない場合のある被験者(運転経験は浅い)の情報なしとタイプ②の車両挙動と運転操作を比較したものである。この図は、進行方向位置別の速度、ブレーキ踏み込み量、右方目視の有無を同時に示している。例えばタイプ②では168m~174mの間に右方目視があったことになる。150mから本線が直接目視で確認でき、ここから加速車線が始まっている。

この例では、情報があることが予め分かっていることによる速度向上効果がハッキリと見て取れる。また、加速車線開始位置まで右方目視をせずに可変情報板に注目していたが、結果的に何も表示されず、ブレーキを踏み込み量が小さくなり、その開始タイミングも遅くなり、結局は大きな減速がなく合流できている。

図-7は、本線交通量が多い場合のある被験者(運転経験は比較的ある)の情報なしとタイプ③の車両挙動と運転操作を比較したものである。情報が無いケースでは、150mよりも手前でブレーキを踏み込み、加速車線到達時には速度が大幅に低下している。一方、タイプ③では、側壁のガイドランプを見ながら自転車位置の微調整を行い、微少な速度低下だけで本線に流入できた。タイプ③を選好する被験者の当該タイプでの走行は概ね図-7と同様の結果となった。

なお、図は紙面の制約上割愛するが、タイプ②を選好する被験者は、タイプ③でガイドランプを気にしすぎて逆に速度が低下するケースが多く見られた。

また、システム故障時の影響としては、図-8のタイプ③の例が示すように、ガイドランプとは異なる位置に存在した本線車にビックリして急減速が発生するといった悪影響が少なからず存在した。タイプ①や②に比べて、タイプ③はシステム故障時のフェールセーフ性に課題は大

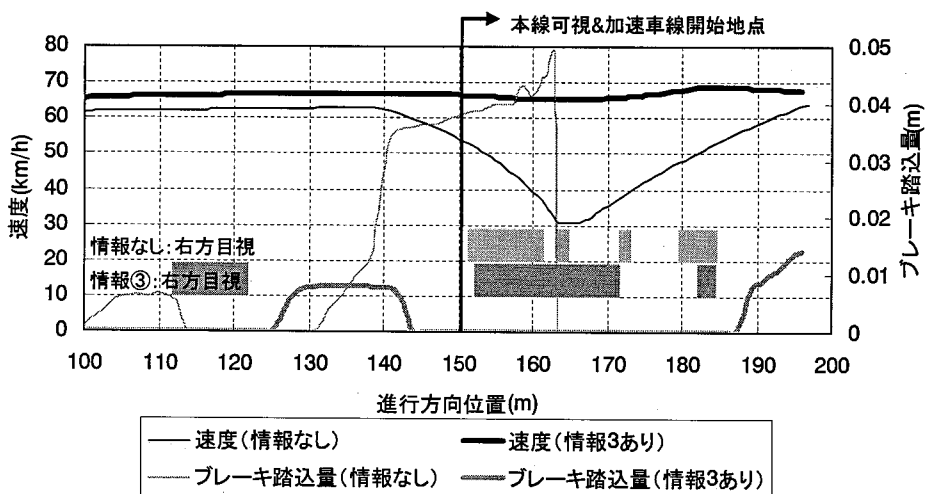


図-7 情報タイプ③と情報なしの合流部通過時車両挙動・運転操作の状況(被験者G, 本線車交通量多)

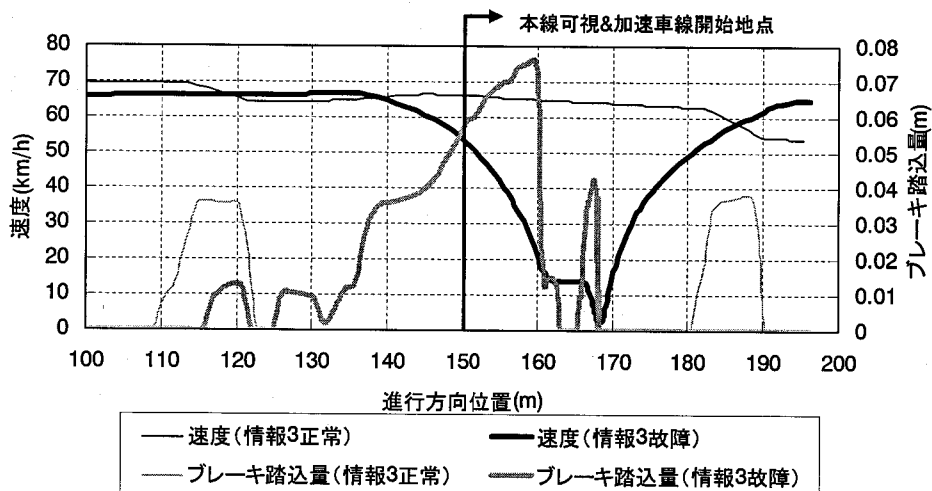


図-8 情報タイプ③における故障有無による合流部通過時車両挙動・運転操作の状況(被験者H, 本線車交通量多)

きく、その向上のための確実な対処法を検討する必要がある。

(3) 合流部通過速度の向上効果

一般に、合流車よりも本線車の速度が大きいため、合流車は本線への流入時に加速する必要があるが、もしも両者の速度差が小さければ、より円滑な流入が可能となる。この時、事前に情報を受け取れることが分かれば、合流車線における事前の速度低下の度合いを小さくするかも知れない。この効果を把握するために、被験者ごとに3つの情報タイプの合流部通過時最低速度と情報がない時のそれを比較した。結果を表-2に示す。

総体的には、選好する情報タイプでの最低速度が最も大きく、特にタイプ③を選好する被験者の最低速度向上効果がより大きいことが見て取れる。また、選好する情報タイプでは、速度のバラツキも同様に小さくなって

いる。タイプ③を選好する被験者は、本線交通量の多少に関わらず、タイプ③では速度を低下させることなく合流できていた様子が伺える。一方、タイプ②を選好する被験者は、タイプ③の最低速度向上効果は見られず、バラツキも大きい。タイプ②は最低速度の向上効果はほとんど期待できない結果となっている。

(4) 合流部通過時の急減速回避効果

情報提供により通過速度が大きくなるだけでなく、運転が安定することで減速の度合いや頻度も減少することが期待される。そこで、情報タイプ別に合流部通過時の最大減速度を比較した。その結果を表-3に示す。選好する情報タイプでは被験者の減速度が小さくなる傾向が見られている。なお、先にタイプ②を選好する被験者は、タイプ③で過敏に反応して急減速する傾向が強いことを述べたが、このことは集計的にも示されている。

表-2 合流部通過時の最低速度(km/h)

選好 タイプ	被験 者	本線車交通量少				本線車交通量多			
		情報無	1	2	3	情報無	1	2	3
3	A	52.9	53.8	49.3	53.2	36.4	42.1	33.3	40.5
	B	52.3	57.6	50.8	59.7	54.4	54.1	36.9	47.0
	C	23.2	52.8	43.0	54.8	4.2	48.3	21.4	30.0
	D	54.2	51.7	55.0	59.0	31.5	21.4	41.0	52.8
	E	48.7	57.5	57.2	51.3	57.5	49.6	52.3	57.0
	F	48.7	59.9	57.0	57.0	50.3	58.5	52.9	57.7
	G	53.0	45.2	53.0	51.5	30.6	33.0	41.1	59.7
	H	61.8	58.4	64.9	58.9	22.5	27.3	0.3	53.8
	I	60.0	50.3	60.8	54.6	60.6	55.2	39.9	57.0
	J	60.3	63.0	59.0	58.9	61.7	43.3	64.6	65.8
	Ave	51.5	55.0	55.0	55.9	41.0	43.3	38.4	52.1
2	K	44.4	53.1	54.7	60.2	52.0	55.3	57.8	51.9
	L	54.4	47.0	59.1	40.9	50.9	46.0	55.7	45.6
	M	44.4	45.7	52.5	55.6	39.9	29.6	41.8	33.4
	N	45.6	48.3	48.0	47.7	56.8	43.1	38.8	38.9
	Ave	47.2	48.5	53.6	51.1	49.9	43.5	48.5	42.5

表-3 合流部通過時の最大減速度(m/s²)

選好 タイプ	被験 者	本線車交通量少				本線車交通量多			
		情報無	1	2	3	情報無	1	2	3
3	A	2.88	2.90	2.28	1.81	3.50	2.82	2.93	2.93
	B	0.71	0.41	0.52	2.62	2.35	3.10	2.90	3.09
	C	2.75	3.12	3.12	0.51	5.10	2.77	3.37	5.22
	D	2.64	0.52	0.50	0.52	2.87	2.80	2.80	1.17
	E	2.57	1.80	0.80	2.38	0.77	2.84	2.75	2.12
	F	2.99	0.51	0.51	2.05	2.18	0.68	2.11	0.32
	G	0.68	2.78	3.08	2.40	4.81	2.72	3.17	0.66
	H	2.85	6.06	0.44	0.54	6.25	4.94	5.09	3.06
	I	0.82	0.32	0.49	0.45	0.49	0.60	2.96	0.50
	J	0.50	0.50	0.48	0.48	0.61	4.77	0.51	0.52
	Ave	1.94	1.89	1.22	1.38	2.89	2.80	2.86	1.96
2	K	0.50	0.48	0.50	0.57	0.58	0.90	0.48	0.46
	L	3.06	2.91	0.50	2.59	3.07	3.01	2.48	2.79
	M	3.00	0.54	0.53	0.51	2.53	2.78	2.98	2.85
	N	0.48	0.20	0.51	0.40	2.73	1.67	2.91	5.29
	Ave	1.76	1.03	0.51	1.02	2.23	2.09	2.21	2.85

表-4 合流部通過時の心的負担増加量

選好 タイプ	被験 者	本線車交通量少				本線車交通量多			
		情報無	1	2	3	情報無	1	2	3
3	A	1.7	6.2	3.6	6.9	5.6	5.8	4.3	7.5
	B	7.4	8.4	6.4	5.3	7.4	5.9	6.8	1.6
	C	13.1	6.7	7.4	8.5	6.7	5.7	7.0	7.8
	D	5.7	12.8	5.2	8.1	6.0	3.8	3.2	6.5
	E	5.1	9.9	10.0	2.7	4.6	9.6	11.2	2.2
	G	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
	F	4.5	5.0	6.2	2.9	2.4	3.2	5.9	6.3
	H	3.3	2.0	1.9	7.1	15.7	2.6	3.5	5.2
	I	4.3	10.8	12.7	23.5	4.9	15.6	9.2	3.8
	J	6.5	3.1	7.6	7.2	3.9	19.2	3.9	3.0
	Ave	5.7	7.2	6.8	8.0	6.4	7.9	6.1	4.9
2	K	5.6	3.0	4.4	6.2	14.2	3.0	2.7	5.1
	L	15.3	14.4	16.1	2.5	20.8	11.9	12.0	8.7
	M	0.6	0.7	1.7	5.4	3.0	1.8	5.5	0.9
	N	6.3	6.5	6.7	4.1	4.5	4.8	4.2	8.2
	Ave	6.9	6.2	7.2	4.6	10.6	5.4	6.1	5.7

(5) 心的負担感の軽減効果

予め情報があることが分かっているならば、合流部通過時にドライバーの心的負担感が低減することが予想される。心的負担増加量による評価結果を表4に示す。残念ながら、情報提供による心的負担感の軽減効果は有意に現れず、被験者間でも統一的な増減傾向は見られなかった。

(6) 検討した支援システムの総合的な評価

最後に、被験者数やその属性が限定されているという制約があるものの、分析結果から見た支援システムのデザインに対する示唆を述べる。

筆者らは、ほとんどの被験者がガイドランプを選好

すると想定していたが、運転に慣れていないドライバーはガイドランプが逆効果となる可能性があった。同時に、システム故障時におけるフェールセーフ性の問題についても、今回は重大事故が発生しなかったものの、その可能性は依然として否定できない。

可変情報板については、残念ながらDSシステムの制約上、多様なコンテンツを準備できなかった。現時点でその優劣を判断するにはいささか拙速であるが、可変情報板では速度向上効果や急加減速抑制効果は期待できない可能性は高いと考えている。なお、コンテンツについては、今回は実験時に説明したために被験者は混乱しなかったようであるが、説明なしでどのような意味として理解されるかは検証しておく必要がある。

速度や加速度に対する改善効果が見られなくとも、ドライバーの心的負担感が減少すれば、それでも導入効果はあると考えたいが、今回のようなRR間隔を利用した指標からは判断できなかった。今後は他の生理指標の利用可能性も検討する必要があるものと考えている。

もし、被験者の技量や嗜好で望まれるべきコンテンツが異なるのであれば、やはり車載器ベースの、ドライバーが独自の判断で機能が選択できるような情報提供システムを積極的に検討すべきであろう。このことは、清水らの研究¹⁾でも既にその可能性が指摘されている。

6. おわりに

本研究は、首都高合流部の走行環境をDSシステムで再現し、そこに3タイプの合流部走行支援情報提供システムを実装し、被験者実験を通じて、情報提供が合流部の走行改善に及ぼす効果を分析した。

被験者数やその属性が限られていることを断った上で、運転に慣れた被験者ほどガイドランプによる支援システムを選好すること、情報提供により合流部の通過速度を向上し、急減速を回避できる可能性があること、一方で、特にタイプ③では、運転経験の浅いドライバーが、ガイドランプに過敏に反応して走行の円滑性が低下してしまうケースが見られたこと、システム故障時にフェールセーフ性の問題が存在することが明らかとなった。

今後は、多様な被験者属性により、本研究の結果を再度レビューしていくことが何よりも第一の課題である。同時に、本線車への情報提供の可能性も検討すべきである。今回はドライバーの視点に立った評価に終始し、合流部全体としての効果については言及していない。その検討のために、合流部における支援情報提供下の走行挙動を精度良く再現できるミクロシミュレーションモデルを構築することが第二の課題である。

以上の検討でも可変情報板やガイドランプによる合流部のサービス水準の向上が図られなければ、車載器を

前提とした情報提供システムを検討していくことが第三の課題となると考えている。

謝辞：本研究は、国土総合技術研究所の委託研究である「ITS導入効果およびAHS技術に関する基礎的先端的研究（平成15年度～17年度、慶應義塾大学）」からの支援を頂いた。DSシステムの使用に関しては、慶應義塾大学理工学部管理工学科川島教授、大門助教授、(株)三菱プレシジョンのご協力を頂いた。また、谷町ジャンクションの実走実験には東京大学生産技術研究所桑原研究室所有の計測車両をお借りした。記して謝意を表する次第である。

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) 河井健，飯田克弘，安時亨，大口敬：ドライビング・シミュレータを用いた合流部走行実験の現況再現性，第23回交通工学研究発表会論文報告集，pp81-84, 2003.
- 5) 平田輝満，飯島雄一，屋井鉄雄：都市内地下道路における意識水準低下に関する分析，土木計画学研究・講演集，No.28 (CD-ROM), 2003.
- 6) Yoshida, H., Yamada, M., Kamada, T. and Nagai, M : Driver Assistance System for traffic merging on highway - Experimental study using driving simulator, Proceedings of World Congress on Intelligent Transport Systems, 11 pages on CD-ROM, 2003.
- 7) 屋井鉄雄，大橋正樹，内田智也：高速道路走行における心理的負担の計測と安全性評価に関する研究，都市計画論文集，Vol.35, pp.541-546, 2000.
- 8) 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.

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*

清水哲夫**・安藤拓也***

本論文では、都市高速道路合流部の合流車線走行車に対して、可変情報板およびガイドランプを通じて本線走行車の情報を提供するシステムをDS上で再現し、被験者による走行実験を通じて、ドライバーの合流部走行環境改善に及ぼす効果を分析した。その結果、運転に慣れた被験者ほどガイドランプを 선호すること、情報提供により合流部の通過速度を向上し、急減速を回避できる可能性があること、一方で、ガイドランプでは、運転経験の浅いドライバーが過敏に反応して走行の円滑性が低下してしまうケースが見られたこと、システム故障時にフェールセーフ性の問題が存在することが明らかとなった。

An Analysis of the Effect of Information System at Merging Section Using Driving Simulator*

By Tetsuo SHIMIZU**・Takuya ANDO***

In this Paper, the effect of information system at merging section of urban expressway network on driver's driving smoothness is examined, by utilizing a driving simulator system. Through the experiment of three types of the information system by 14 test drivers, we understand following three major results; 1) well-experience driver tends to prefer a guide-lamp system, and can possibly increase travel speed and can decrease the acceleration and deceleration at merging section, 2) less-experience driver tends to over-react to a guide-lamp system, 3) a guide-lamp system sometimes has a undesirable effect in the case of system down.
