

一時停止を伴う合流部における走行支援情報提供実験*

A Experiment of the Information System at “Stop-and-go” Merging Section*

清水哲夫**・浅野美帆***・森地茂****

By Tetsuo SHIMIZU**・Miho ASANO***・Shigeru MORICHI****

1. はじめに

走行支援システムAHSにおける7つのユーザーサービス¹⁾に引き続き、分合流部におけるAHSの展開が検討され始めているが、そのためのサービスコンテンツのあり方を議論するために有効な分析手法は十分に確立されていない。このような問題意識を踏まえ、清水らは首都高速道路の合流部を対象に、走行支援情報提供のあり方を考察し、実走実験を通じてその問題点や効果を初期的に示している²⁾。さらに、実験を通じて得た知見をミクロ交通流シミュレーション分析に反映し、走行支援情報が合流部の運用指標に及ぼす影響を分析している³⁾。しかし、一般道路や都市間高速道路の合流部、流出部を対象とした研究、運転補助などのより高度な技術を考慮した研究は筆者の知る限りほぼ皆無である。

本稿は、一般道路のうち一時停止を伴う合流部に着目して、当該地点での走行支援情報提供のあり方を考察し、実走実験を通じて、その問題点や効果を初期的に整理することが目的である。

2. 一時停止を伴う合流部における走行支援情報提供の意義と求められる要件

(1) 走行支援情報提供の意義

一時停止を伴う合流部は、高速道路の合流部とは異なり、本線車が絶対的な優先権を有しており、合流車を受け入れるために速度調整を行うことはほ

とんどないと考えられる。そのため、実験の対象や分析の興味はもっぱら合流車のみとしてよい。また、本線が片側2車線の場合には避走を考慮する必要があるが、一般道路の多くの合流部前後では車線変更が禁止され、避走を取り扱う意義は小さい。

走行支援情報提供の要件を検討する前に、一時停止を伴う合流部における合流車の運転挙動の特徴を考える。停止線で停止している車両のドライバーは到達する側方ギャップの流入可能性を順次判断する。本稿では、ドライバーは側方ギャップへ安全に合流するために必要な流入所要時間 T_e^* を感覚的に認知しており、本線車が到達するまでの時間 T_e を判定し、後者の方が大きければ流入を実行するものと仮定する。 T_e^* は判断に必要な時間 T_d 、本線速度に達するまでに必要な時間 T_o 、判断の誤りに対するリスク軽減に対する余裕時間 T_m の線形和 $T_e^* = T_d + T_o + T_m$ で表すことを考える。一方、 T_e は本線車の車種、道路構造、個人属性で変動すると想定される。

(2) 走行支援情報提供の要件

走行支援情報提供による合流部の運用改善の動機は、いろいろな定義は考えられるが、安全性、快適性、効率性を向上させることにある。一時停止を伴う合流部の場合には、合流車が必ず停止する必要があるという制約から、これらのうち相対的に安全性が重要な要因となってくる。具体的には、上記の T_e の変動を小さくする、 T_d を小さくすることで事故のリスクを軽減することが主たる目的となる。

先の清水らの研究²⁾では、情報提供の種別を現況情報、予測情報、行動推奨の3種類と考えている。この中で、予測情報は合流車から本線が見えていない段階で情報提供がなされる場合にのみ有効であるが、一時停止を伴う合流部では情報提供は本線が十

*キーワード：ITS、交通安全

**正員，博(工)，東京大学大学院工学系研究科社会基盤工学専攻（〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1，TEL:03-5841-6129，E-mail:sim@planner.t.u-tokyo.ac.jp）

***学生員，東京大学大学院工学系研究科社会基盤工学専攻

****正員，工博，東京大学大学院工学系研究科社会基盤工学専攻

分に確認できるタイミングでなされることになるため、今回の対象には適さない。また、情報提供の内容については、存在（本線車がいる/いない etc.）、変数（例えばギャップの距離など）の2種類が考えられている。さらに、情報を提供するデバイスは車載器が有力であるが、合流のような瞬時の判断が要求される局面では、モニタ表示よりも（or と併せて）音声による提供が望ましい。

以上を鑑み、一時停止を伴う合流部の走行支援情報で想定される内容とその特徴を考察する。存在情報は情報提供時に本線が確認できるため、その価値は小さい。位置情報は T_d の変動を小さくすることは可能であるが、情報のフレーズによっては、 T_d を大きくしてしまう可能性は否定できない。また、提供される変数は時々刻々と変化するため、音声では困難である。一方、行動推奨は、ドライバーがシステムを十分に信頼してくれれば、 T_d を飛躍的に小さくすることが可能となる。これらの得失を踏まえ、3で述べる実験では行動推奨情報を採用している。

3. 走行支援情報提供の模擬実験概要

(1) 実験対象地点

本稿では、実験対象地点として国道 246 号線より青葉台ランプを取り上げる。当該地点では合流部内の追突事故が多発している状況にある。これは流入待ち 2 台目からも本線が確認でき、1 台目と 2 台目の流入判断の相違が生じていることが森地らにより報告されている⁴⁾。もしも両者に何らかの情報を提供して適切な合流判断を支援すれば、このような事故が回避できる可能性は高い。

(2) 実験の内容

実験は 2001 年 12 月の平日 4 日間で行った。6 名の被験者から情報提供の有無を併せて 99 回の走行データを取得した。調査車両はレンタカーを利用したが、被験者の視線の動き、足の動きをビデオで記録し、合流部には複数のビデオで調査車両と周辺車両の挙動を記録した。後者の画像からは、簡単な画像処理で位置をコーディングし、前者の画像からは、

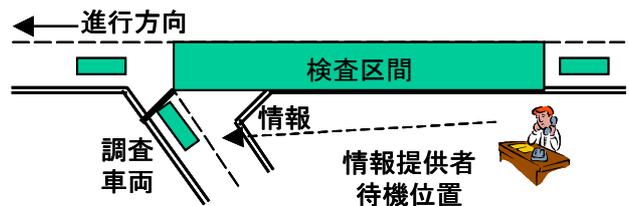


図-1 情報提供方法のイメージ

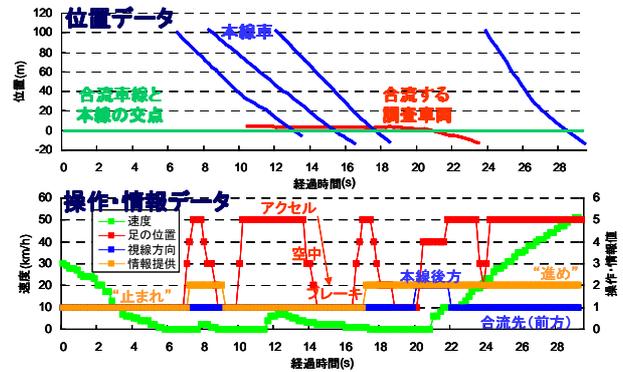


図-2 取得データの概要

足の位置（アクセル/ブレーキ）と視線の位置（目視/ミラー）を手作業でコーディングした。

走行支援情報の提供には、清水らの研究²⁾に倣い、ハンズフリーの携帯電話を通じたマニュアルの簡易情報提供システムを使用した。情報の種別は2での考察の通り行動推奨とし、“進め”と“止まれ”の2種類の内容を提供することにした。図-1に情報提供方法を示すが、情報提供者は合流部の手前の本線沿いに立ち、そこから合流地点までの本線を検査区間として、ここに1台も車両が存在しなければ“進め”と指示することにした。1台でも存在すれば何も指示を与えないことにした（実験開始時には“止まれ”の指示を出していたが、途中で無指示へと変更した）。ドライバーは合流部進入直後から合流を完了するまで情報を聞くことができる。検査区間の長さについては、当該合流部において流入実行率が50%および85%となるギャップ長⁵⁾（それぞれ80mと100m）の2通りを試行した。

以上の実験から、被験者の各走行で図-2のような時系列データが得られる。以下ではこれを運転操作・車両挙動関連図⁶⁾と呼ぶ。なお、データのコーディング間隔は0.2秒である。

を生じさせたケースは少ないようであった。

(2) 情報提供と流入実行率の関係

図-4は2つの検査区間長による情報提供と情報なしの場合の到達車間時間による流入実行率を示している。ここでは、情報なしと検査区間長80mの場合はほぼ同様の曲線になっているが、検査区間長100mの場合には、流入

を実行する到達車間時間が大きくなる傾向があり、特に4秒～5秒程度の車間を全て見送る結果となっている。このことから、検査区間長80mの場合には、被験者の流入判断と指示内容が概ね一致しスムーズに流入を実行していたが、100mの場合には被験者の流入可能と判断する4秒～5秒程度の車間でも“進め”の指示が出ず、被験者が流入をためらったり、意図的に情報提供に協力したりして、結局流入しなかったと考えられる。

(3) 情報提供と判断の確信度の関係

(2)では流入実行率の観点からは情報なしと検査区間長80mの差異は見られなかったが、情報により判断に対する確信度が高まっている可能性がある。このことを流入加速度という指標に代表させて考察する。図-5は流入した到達車間時間とその時の流入加速度との関係を示しているが(検査区間長100mは含めない)、情報提供がある場合の方が加速度のばらつきが小さいことが見て取れる。

(4) 情報提供と安全性の関係

最後に情報提供による安全性の向上の可能性について考察する。図-6では(3)と同様のグラフに、合流完了時(流入加速度を保ったまま本線車と同じ速度になるまで)の車間距離が20mの線を加えている。ここでこの曲線よりも原点寄りでは危険性が大きいと考え、情報なしの場合には危険領域の確

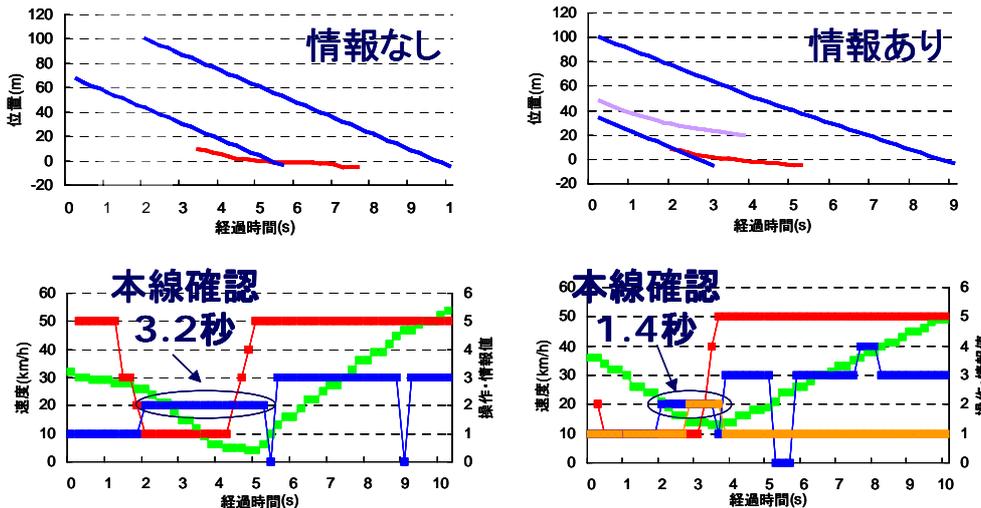


図-3 情報提供による本線確認時間短縮の例

4. 走行支援情報が運転挙動に与える影響

(1) 運転操作・車両挙動関連図による分析

はじめに、ドライバーの各走行を運転操作・車両挙動関連図により詳細に分析する。図-3は、ドライバーが流入可能と判断した(と想定される)時に“進め”の情報を入手した場合の運転操作・車両挙動関連図と、同一ドライバーによる類似した交通流における情報がない場合のそれを比較した一例である。情報がない場合には本線確認後3.2秒で加速を始めている一方、情報がある場合にはこれが1.4秒に短縮されていることが見て取れる。この時の走行では、情報が自分の考えと同じであったため、 T_d を短縮することができたと考えられる。

以下グラフは割愛するが、ドライバーが流入可能と判断した(と想定される)時に“止まれ”の情報を入手した場合は、ドライバーは一旦停止しようとするが、本線車が大型車で速度が遅いことを認識し、これを無視して流入を開始した例、停止線に着いたときには十分な車間距離があり、“進め”の情報を得ていたにもかかわらず流入判断にまごつき、一応は流入を開始したが“止まれ”の情報を聞いて一度流入を躊躇しかかるものの、結局無理に流入し後続本線車の速度が低下した例が見られた。いずれのケースでも、“止まれ”の情報が混乱を生じさせた可能性が高く、事実“止まれ”の情報提供を廃止した後半の実験では、判断に相違があるケース、判断に迷うケースにおいてもドライバーの判断に混乱

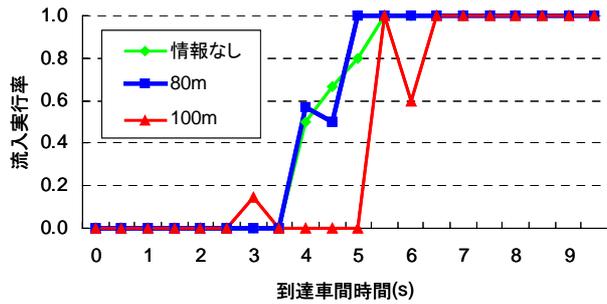


図-4 情報提供と流入実行率の関係

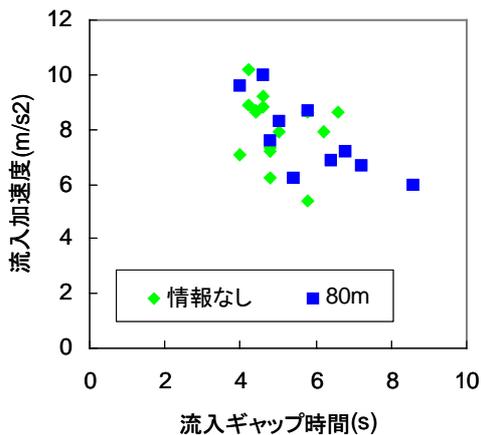


図-5 情報提供と流入加速度の関係

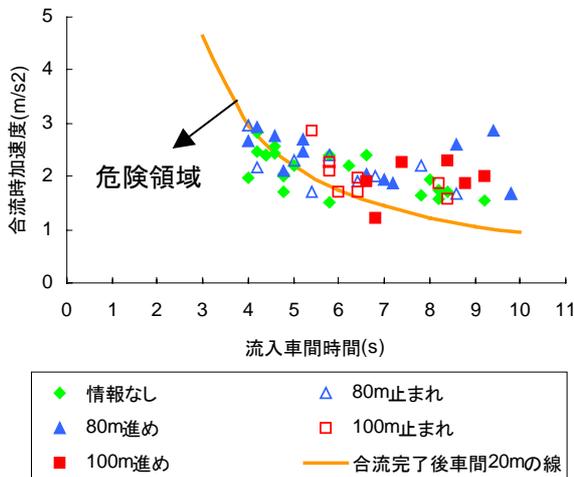


図-6 情報提供と安全性の関係

率が高かったことが見て取れる．すなわち，情報提供がより安全な流入を支援していた可能性はあったことが伺える．

(5) まとめ

以上の結果を総合すれば，ドライバーの流入判断と極めて近い判断を与えるようなタイミングの情報

提供が重要であることが分かる．ただしこのことは，サンプル数が十分でないこと，被験者の属性が限られていること，などを当然割り引いて考えなければならない．

5. おわりに

本稿では，一時停止を伴う合流部における走行支援情報提供の方法論に示唆を与えるための初期的段階として，簡易な実験方法を提案し，情報提供により安全性が向上できる可能性があること，ドライバーの流入判断と極めて近い判断を与えるようなタイミングの情報提供が重要であること，など，基礎的ではあるが有益な知見を得た．今後は，より効率的なデータ取得システムの開発，サンプル数の蓄積，被験者属性の多様化，他の地点での適用などが課題である．なお，本稿で実施した実験は，土木学会土木計画学研究委員会ITS社会に向けた交通事故分析に関する研究小委員会（代表：森地茂東京大学教授）の支援を受けている．関係各位に記して謝意を表する次第である．

参考文献

- 1) 例えば，国土交通省道路局ITSホームページ：
<http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/>
- 2) 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，No.20, 2002.（投稿中）
- 3) 清水哲夫：効率的な車両空間配分による都市高速道路の交通流円滑化に関する研究，平成14年度東京工業大学博士論文
- 4) 森地茂，浜岡秀勝：交差点事故と視覚情報の関連性の分析，第37回土木計画学シンポジウム論文集，pp.3～8, 2001.
- 5) 由田秀俊：一般道路の流入部を対象とした交通事故発生要因の特定化，東京大学土木工学科卒業論文，2001.
- 6) 清水哲夫，山田敏之：走行実験データに基づく都市高速道路合流部の運転挙動に関する分析，土木学会第55回年次学術講演会講演概要集(CD-ROM)，2000.