

第3章 AHS 技術による道路交通の安全性向上／渋滞軽減システムの開発

概要

安全運転支援システムでは、道路側に設置したセンサ等により、車両単独では検知できない範囲の危険要因情報を検知し、ITS スポットを用いてドライバにその情報を提供する安全運転支援システム（前方障害物情報提供、カーブ進入危険防止支援、合流支援など）を開発した。交通事故の発生要因の90%は発見の遅れや判断の誤りといったドライバの認識に係るヒューマンエラーである。従来の交通事故対策は、道路自体の改良や安全教育といった「事前」の対策、シートベルトの着用義務化やエアバックの普及といった「最中・直後」の対策、緊急通報の確立や救急医療の高度化といった「事後」の対策が主であり、交通事故数の削減には、前述のヒューマンエラーを減らす「直前」の対策が重要である。「直前」の対策としては、事故発生直前にその危険要因を検知し、その情報を特定のドライバに提供することが効果的であると考えられた。この対策を実現するため、国総研では、安全運転支援システムの開発を行った。

開発した安全運転支援システムを検証するため、2007年度から2009年度にかけて全国の高速度路上（首都高速道路、阪神高速道路、名古屋高速道路）にて実際に路側機等を設置し、実証実験を行った。この実証実験では、①実道でのシステムの動作確認、②ネガティブチェック（情報提供が急加速・急減速等につながらないかどうか）、③利用者に対するサービスの有効性評価、といった点から検証を行った。実証実験では、情報提供を行ったケースにて、事前に速度を落としたり、アクセルからブレーキへ踏み替えたりするなど、安全側に運転行動が変わったことを確認できたとともに、ドライバの意識も、事前に準備ができて良い等の肯定的な意見を得た。これらの結果を踏まえ、最終的なシステムの構築を行った。

渋滞軽減システムでは、サグ部円滑化走行支援サービスの開発を進めた。都市間高速における渋滞発生状況の内訳をみると、ETCの普及で料金所渋滞が大幅に減少する一方、上り坂およびサグ部（勾配が下り坂から上り坂にゆるやかに変化する場所）での渋滞が約6割を占めるに至っている。

サグ部円滑化走行支援サービスとは、道路状況把握センサによって渋滞発生前の道路全体の交通状況を把握し、交通状況に応じて、ITS スポットにより、路側機からITS スポット対応カーナビの画面を通じてドライバに適切な運転行動（断面交通容量を効率的に利用するなど）を促す情報の提供を行い、渋滞削減を図るものである。同サービスの効果の試算を行ったところ、全国のサグ部において追越車線を走行する車両の10%が走行車線へ移動しただけでも、全国のサグ部の渋滞損失の45.4%が削減されるとの結果を得た。

2009年度には、東名高速道路大和サグ部（下り）において、実際に道路交通状況を検知するセンサ等を設置し、一般から募集した特定被験者に対し、LED表示板及びITS スポット対応カーナビの画面により情報提供を試行する実証実験を行った。実験において、車線変更を依頼する情報提供を行ったケースでは、車線変更車両の割合が6.5%から9.1%に変化したなどの結果が得られ、サグ部における交通の円滑化に資する可能性が示唆された。

3.1 安全運転支援システム

3.1.1 研究目的と研究方法

3.1.1.1 研究の背景と目的

2006年にIT戦略本部が取りまとめた「IT新改革戦略」において、2008年度までに官民が連携した安全運転支援システムの大規模な実証実験を行い、効果的なサービス・システムのあり方について検証を行うとともに、事故削減への寄与度について定量的な評価を行うこととされた。

本節では、安全運転支援システムの研究開発のために、実証実験を通じて実施した、システムの設計と性能検証、サービスの有効性やドライバーの受容性の検証について報告する。

3.1.1.2 安全運転支援のサービス概要

本研究の対象である安全運転支援サービスは「前方障害物情報提供サービス」「カーブ進入危険防止サービス」「合流支援サービス」である。各サービスの内容を述べる。

(1) 前方障害物情報提供サービス

1) サービスの内容

前方障害物情報提供サービス（渋滞末尾情報提供システムを含む）は、道路状況把握設備によって検出した見通しの悪い道路区間に存在する渋滞末尾や停止車、低速車などの障害物の情報を、路車間通信設備、情報表示設備を用いてドライバーに提供する。これにより、ドライバーの障害物の認知・回避のための判断を支援する。

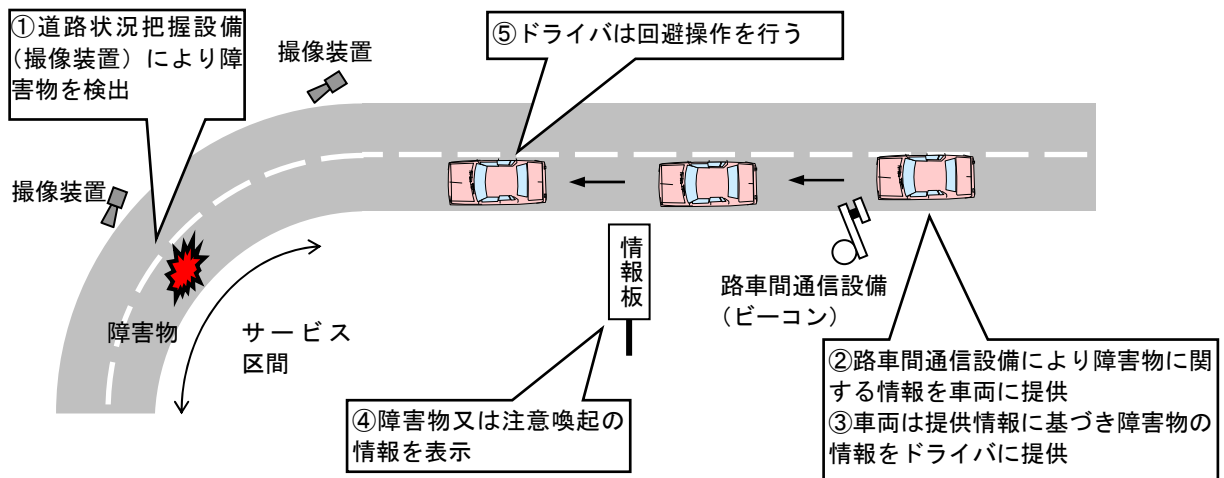


図 3.1.1 前方障害物情報提供サービスのサービスイメージ

2) サービスの効果（認知・判断・操作から見た意識の変容・挙動の変化等）

ドライバーの意識や行動の変容からは、「ドライバーに以下の状態を促し、安全を支援するサービス」として定義する事が出来る。

表 3.1.1 前方障害物情報提供サービスの効果

認知・判断・操作・挙動	ドライバーの意識や行動の変容から見たサービスの効果
認知	<ul style="list-style-type: none"> ・ 障害物がある事を事前に認知 ・ 障害物を目視で認知
判断（意識の変容）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 注意しよう判断 ・ 減速(停止)する判断 ・ 車線変更する判断
操作（行動の変容）	<ul style="list-style-type: none"> ・ 視線を障害物に移動 ・ 見通しの悪い前方を注視 ・ アクセルをオフ ・ ブレーキに足をかける ・ ブレーキをかける ・ 車線を変更
車両挙動	<ul style="list-style-type: none"> ・ 速度低減 ・ 横方向回避(車線変更)
サービスによる効果	<ul style="list-style-type: none"> ・ 障害物衝突回避

(2) カーブ進入危険防止サービス

1) サービスの内容

カーブ進入危険防止支援サービスは、カーブ区間に向かって走行する車両の速度を道路状況把握設備によって検出し、設定された速度を超えていた場合は、路車間通信設備、情報表示設備を用いてドライバーへの注意喚起を行う。これにより、カーブ進入時の速度超過等による車線逸脱事故の防止、又は事故発生時の被害の軽減を図る。

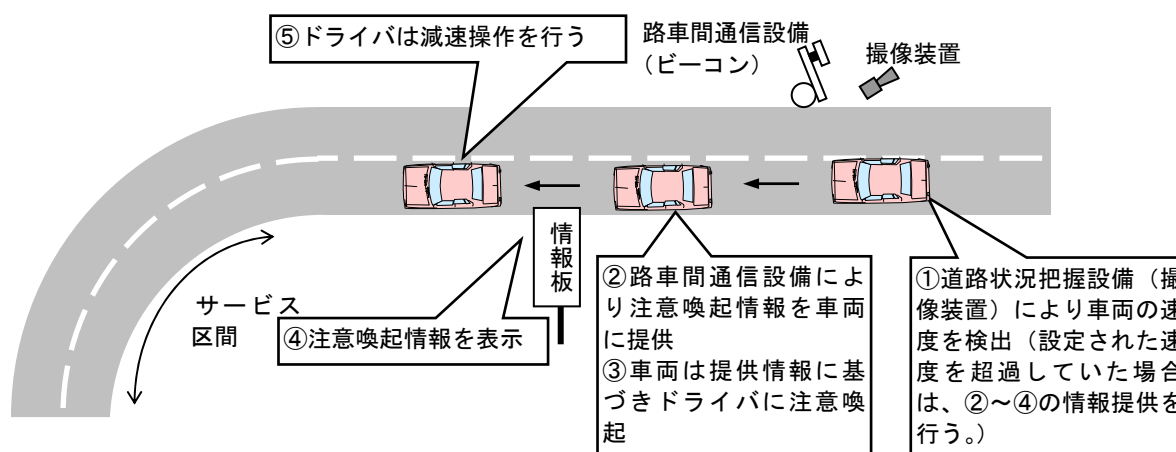


図 3.1.2 カーブ進入危険防止支援サービスのサービスイメージ

2) サービスの効果（認知・判断・操作から見た意識の変容・挙動の変化等）

ドライバーの意識や行動の変容からは、「ドライバーに以下の状態を促し、安全を支援するサービス」として定義する事が出来る。

表 3.1.2 カーブ進入危険防止サービスの効果

認知・判断・操作・挙動	ドライバーの意識や行動の変容から見たサービスの効果
認知	<ul style="list-style-type: none"> カーブがある事を事前に認知 自車の速度が高い事を事前に認知
判断（意識の変容）	<ul style="list-style-type: none"> 注意しよう判断 減速する判断
操作（行動の変容）	<ul style="list-style-type: none"> アクセルをオフ ブレーキに足をかける ブレーキをかける
車両挙動	<ul style="list-style-type: none"> 速度低減
サービスによる効果	<ul style="list-style-type: none"> カーブでの車線逸脱事故の防止

(3) 合流支援サービス

1) サービスの内容

合流部における安全支援サービスは、視認困難な合流車の見落としなどを防止するための事前の注意喚起を行い、合流部の事故を回避するものである。サービスの内容、さらにドライバの認知・判断・操作から見た意識や行動の変容を以下に示す。

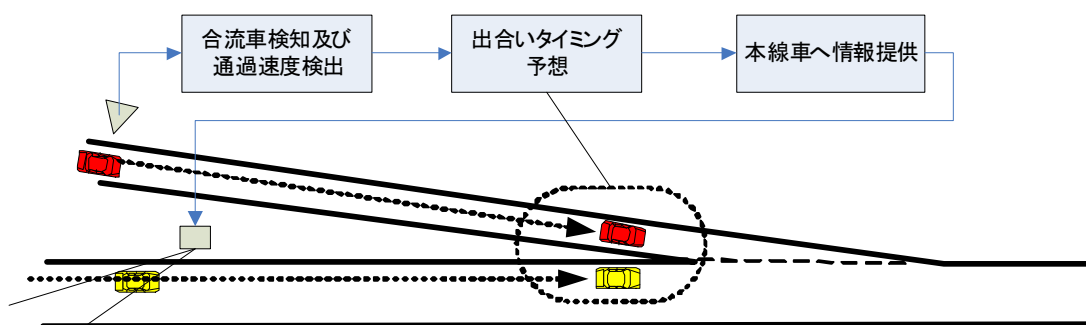


図 3.1.3 合流支援サービスのイメージ図

- ① 合流車を検知点で検知し、その速度に応じて本線車に適切なタイミングで注意喚起を促すサービスを導入。速度検知としてトラカンを用い、その検知精度でも対応可能とする。
- ② 本線車への情報提供には路車間協調方式とする。具体的には DSRC 路側無線装置 (5.8GHz) と ITS 車載器間の無線通信方式とする。
- ③ HMI (Human Machine Interface) として、喚起音、音声、画像を用いる。合流錯綜が予想される場合には合流車の注意喚起を促すサービスを提供 (以下「情報提供」と称す) し、そうでない場合は合流部の存在を示すサービスにとどめる。
- ④ サービス提供により、交通渋滞の引き金となる可能性が否定できないため、本線側の交通状況に応じてサービスアウトする仕組みを導入する。このため、本線側のトラカデータを監視する。



図 3.1.4 合流車の注意喚起用画面
(合流錯綜が予想される時)



図 3.1.5 合流部の存在提示画面
(錯綜となる恐れがないと予想したとき)

2) サービスの効果（認知・判断・操作から見た意識の変容・挙動の変化等）

ドライバの意識や行動の変容からは、「ドライバに以下の状態を促し、安全を支援するサービス」として定義する事が出来る。

表 3.1.3 合流部における安全支援サービスの効果

認知・判断・操作・挙動	ドライバの意識や行動の変容から見たサービスの効果
認知	<ul style="list-style-type: none"> ・合流部がある事を事前に認知 ・合流車が来る事を事前に認知 ・合流車両を目視で認知
判断（意識の変容）	<ul style="list-style-type: none"> ・注意しよう判断 ・減速する判断 ・車線変更する判断
操作（行動の変容）	<ul style="list-style-type: none"> ・視線を合流部に移動 ・合流部を注視 ・アクセルをオフ ・ブレーキに足をかける ・ブレーキをかける ・アクセルをオン ・車線を変更
車両挙動	<ul style="list-style-type: none"> ・速度低減 ・横方向回避(車線変更) ・加速
サービスによる効果	<ul style="list-style-type: none"> ・合流車両衝突回避

3.1.1.3 研究方法

実証実験は実道の実交通環境での実証を基本とし、必要に応じてドライビングシミュレータ、試験走路実験を実施した。実道実験箇所選定では過去の事故統計や交通統計の分析、走行挙動の観測と分析を行い、その箇所での最適なサービスの選定をし、検証後はそのままサービスを実運用できるようにしている。

実道では、被験者による走行評価と一般ドライバによる走行評価を実施している。被験者走行では、測定装置を装備した車両で被験者が走行することにより、システム利用による被験者の行動変容を測定できる。一般ドライバの走行では、長期間にわたり、ドライバが日常的に使用する車両でサービスを利用することにより、効果と受容性を評価できる。

(1) 対象とする実証実験

本研究の対象とする安全運転支援システムの各サービスの研究開発のために実施した実証実験を下表に示す。

表 3.1.4 研究開発のために実施した実証実験

サービス	実施箇所	実証実施時期
前方障害物情報提供サービス	首都高速道路4号線参宮橋カーブ	事前検証 H15.8~11
		社会実験Ⅰ H17.3~5
		社会実験Ⅱ H17.9~H18.9
		画像センサ方式・ETC-ID方式公道実験 H19.4~11
	首都高速道路4号線新宿カーブ	H19.4~11
	首都高速道路4号線赤坂トンネル	H19.4~11
	首都高速道路湾岸線臨海副都心出口	H20.2~H20.3
	阪神高速道路3号神戸線 西出カーブ	H20.3、H21.10~H21.11
カーブ進入危険防止サービス	名古屋高速道路都心環状線 明道町カーブ	H20.3、H21.11
	阪神高速道路3号神戸線 三宅カーブ	H20.6~H20.7、H20.11
合流支援サービス	名古屋高速道路都心環状線 明道町カーブ	H20.3
	首都高速道路5号線 東池袋入口	H19.4、H19.10~11
	首都高速道路4号線 谷町JCT	H19.9、H19.5~11、H20.1
	阪神高速道路3号神戸線柳原東行き入口	H21.3、H21.10~H21.11

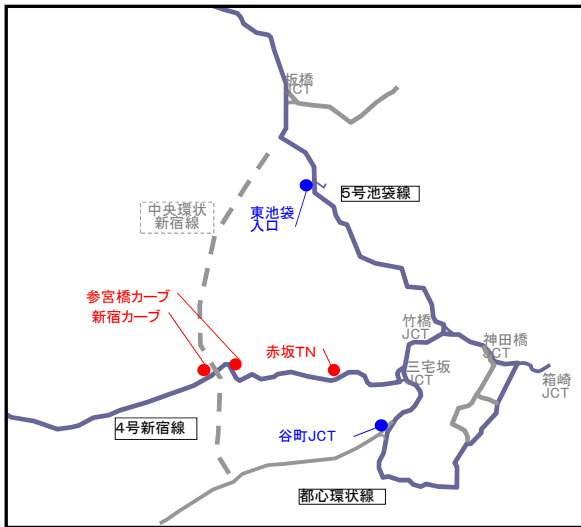


図 3.1.6 首都高速道路の実験箇所図



図 3.1.7 名古屋高速道路の実験箇所図

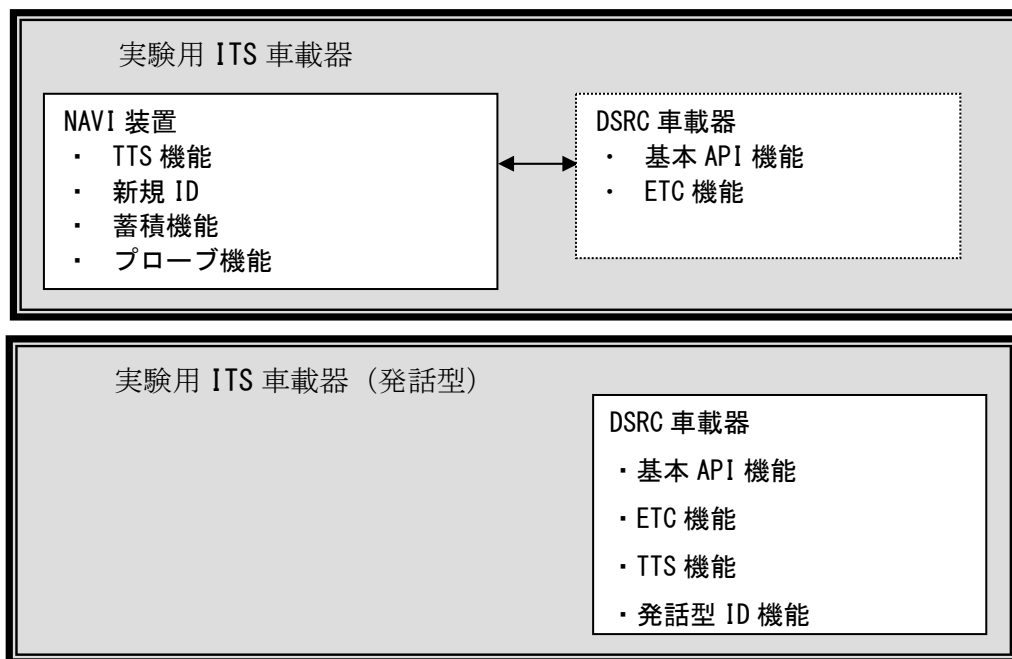


図 3.1.8 阪神高速道路の実験箇所図

(2) ITS 車載器の試作

1) ハードウェア

実証実験に使用する ITS 車載器を試作した。ハードウェアとして ITS 車載器は DSRC 車載器及び NAVI 装置で構成される。また、発話型車載器は DSRC 車載器から構成される。



W 27.5mm×H 9.3mm×D 27.5mm W 80mm×H 19mm×D 130mm

図 3.1.9 接続構成

i) DSRC 車載器

a) 通信機能の仕様

本装置の通信機能仕様は、ARIB STD-T75「狭域通信(DSRC)システム標準規格 第1.4版」に準拠する。

b) アプリケーションサブレイヤの仕様

本装置のアプリケーションサブレイヤ仕様は、ARIB STD-T88「狭域通信(DSRC)アプリケーションサブレイヤ標準規格 第1.1版」に準拠する。

c) 接続性

本装置は、(財)日本自動車研究所 DSRC 相互接続性に関する標準化研究に基づく、「狭帯域通信 (DSRC) 基本アプリケーションインタフェース仕様ガイドライン」に準拠した基本アプリケーション (車載器メモリアクセスアプリケーション、プッシュ型情報配信アプリケーション) を搭載し、本装置と以下に示す装置の DSRC 実験用路側無線装置との通信における接続性を確保する。

- ① 平成 20 年度 (改修) 新宿前方障害物情報提供サービス (画像センサ方式) 実験用装置
- ② 平成 20 年度参宮橋前方障害物情報提供サービス (画像センサ方式) 実験用装置
- ③ 平成 20 年度赤坂トンネル前方障害物情報提供サービス (ETC-ID 方式) 実験用装置
- ④ 平成 20 年度赤坂トンネル評価用プローブ実験用装置
- ⑤ 平成 20 年度東池袋安全合流支援サービス実験装置
- ⑥ 平成 20 年度東池袋評価用プローブ実験用装置
- ⑦ 平成 20 年度谷町 JCT 安全合流支援サービス実験装置
- ⑧ 平成 20 年度首都高速道路東池袋基点ビーコン装置実験用装置
- ⑨ 平成 20 年度臨海副都心前方障害物情報提供サービス
- ⑩ 平成 18 年度首都高速道路公団で設置された実験装置

d) ETC 機能

本装置は、ETC 機能を有する。

e) 発話型機能

実験用 ITS 車載器 (発話型) は、TTS 発話機能を有する。

ii) NAVI 装置

NAVI 装置は、基本機能 (5.8GHzVICS 機能、地図連携機能、前方障害物情報提供機能検証用プローブ機能、挙動プローブ機能、路車評価用ログ出力機能)、拡張機能 (一般プローブ機能、IP 系コンテンツ表示機能、既存 2.4GHz ビーコン対応、SPF (暫定版) 対応、メモリカード蓄積プローブ解析機能)、標準機能 (NAVI 機能、HMI 機能、メモリカード出力機能) をもち、DSRC 車載器と通信可能とする。

2) ソフトウェア

i) 5.8GHzVICS 機能

a) 対応情報形式

画像：JPEG、GIF、PNG

TTS：JEITA TT-6004 対応

b) 対応情報数

1回のダウンリンクにて、画像のみ、TTSのみ、画像+TTSに対応する。
各情報は1データとし、複数データには対応しない。

c) HMIによる選択機能

NAVIのHMIにより、本機能のON/OFFが可能とする。

NAVIのHMIにより、表示秒数の指定が可能とする。

ii) 地図連携機能

a) 対応サービス

NAVI内部に蓄積した情報について下記サービスに対応する。

- ・ 事故多発箇所情報提供サービス
- ・ カーブ進入速度注意喚起サービス
- ・ 出会い頭接近警報
- ・ 工事情報提供サービス
- ・ 路面情報提供サービス
- ・ 出会い頭接近警報サービス

b) 地図アイコン表示

- ・ 上記サービスに対応する。アイコンをNAVI画面に表示する。
- ・ 表示座標は、蓄積データのサービス開始点とする。

c) 地図連携機能検証用プローブ機能

- ・ 本サービスによる車両挙動をメモリカードに記録する。

d) 外部入力機能

- ・ 蓄積データはメモリカードを用いて更新可能とする。

e) HMIによる選択機能

- ・ NAVIのHMIにより、本機能のON/OFFが可能とする。
- ・ NAVIのHMIにより、表示秒数の指定が可能とする。

iii) 前方障害物情報提供機能検証用プローブ機能

安全運転支援情報（ID36）を表示後の車両挙動情報を蓄積し、メモリカードに記録する。

a) アップリンクサイズ

アップリンクは最大10タグ(5Kbyte相当)。

b) プローブフォーマット

プローブ情報は、下記情報とイベント情報（表示有無等）で構成される。

- ・ 走行速度 車両の走行速度(0.1 秒単位)
- ・ 日付時刻 西暦、月、日、時、分、秒
- ・ 緯度 緯度計測値(0.1 秒単位)
- ・ 経度 経度計測値(0.1 秒単位)
- ・ 前後加速度 0.1 秒
- ・ 左右加速度 0.1 秒
- ・ 角速度 0.1 秒
- ・ イベント種別（表示の有無） 0.1 秒

iv) 挙動プローブ機能

基準値以上の加速度を検出した場合、その時の車両挙動情報を蓄積し、メモリカードメモリに出力する。

a) プローブフォーマット

プローブ情報は、下記情報とイベント情報（表示有無等）で構成される。

- ・ 走行速度 車両の走行速度(0.1 秒単位)
- ・ 日付時刻 西暦、月、日、時、分、秒
- ・ 緯度 緯度計測値(0.1 秒単位)
- ・ 経度 経度計測値(0.1 秒単位)
- ・ 前後加速度 0.1 秒
- ・ 左右加速度 0.1 秒
- ・ 角速度 0.1 秒

v) 路車評価用ログ出力機能

路車間通信の評価用のログをメモリカードに出力可能とする。

vi) 拡張機能

以下の機能を拡張機能として実装可能とする。

a) 一般プローブ機能

差分圧縮を用いたプローブ情報をメモリアクセスアプリケーション機能によりアップリンクする。

b) IP系コンテンツ表示機能

DSRC-ASL の PPP 制御プロトコルを用いて路側装置と IP 接続し NAVI 画面に表示する。

c) 既存 2.4GHz ビーコン対応

既存 2.4GHz ビーコンの VICS 情報と DSRC を用いた VICS 情報の排他制御を行い、NAVI に表示する。

d) メモリカード蓄積プローブ解析機能

メモリカードに蓄積された各種プローブ情報を切り出し、出力する。

vii) TTS 機能 (NAVI 部)

JEITA TT-6004 規格 (平成 19 年 3 月制定) の日本語発話機能を有する。

viii) 一般プローブ機能 (H20 年仕様)

「5.8GHz 帯 VICS データ形式仕様書」に示す、プローブ機能を有する。実装機能(対応タグ)を下記に示す。

- ①基本部 1
- ②基本部 2
- ③基本部 3
- ④走行履歴
- ⑤車両挙動

ix) 新規 ID・フォーマット対応

「5.8GHz 帯 VICS データ形式仕様書」に示す、以下の ID に対応する。

- ①センター安全運転支援情報 (ID36)
- ②多目的情報 (ID38)
- ③長文読み上げ情報 (ID39)
- ④安全運転支援情報 (ID52)
- ⑤ローカル多目的情報 (ID54)
- ⑥電子標識情報 (ID56)

x) ID38/ID54 の即時複数対応

実験用 ITS 車載器は ID38 及び ID54 の即時表示コンテンツに対して複数 (最大 4 件分) を表示する。

xi) 蓄積機能

「5.8GHz 帯 VICS データ形式仕様書」に示す、以下の ID の蓄積機能に対応する。

- ①多目的情報 (ID38)
- ②ローカル多目的情報 (ID54)

xii) SPF 対応

SPF 対応 DSRC 実験用路側無線装置、SPF 未対応 DSRC 実験用路側無線装置の両方に対応する為、相互認証有無に関係なく、受信したデータの表示を可能とする。

xiii) VICS データ情報有効距離対応

実験用 ITS 車載器は ID38 及び ID54 の情報有効距離機能に対応する。

xiv) VICS データ提供可能半径対応

実験用 ITS 車載器は ID38 及び ID54 の提供可能半径機能に対応する。

xv) VICS データ路側機番号のアプリ対応

実験用 ITS 車載器はアップリンク情報の前回通過路側機番号機能に対応する。

xvi) SD ログ機能

実験用 ITS 車載器は SD メモリにログ情報を収集する。

xvii) ジオメトリック図形対応

実験用 ITS 車載器は ID38 の表示コンテンツに対してジオメトリック図形の表示機能を有する。

xviii) SD ログ CSV 変換ツール

CSV 変換ツールは実験用 ITS 車載器の SD メモリログ情報に対して CSV 形式フォーマットに変換する機能を有する。

3) 設備の性能

i) DSRC 車載器

a) 本装置の大きさ

本装置は、車室内に設置可能なものとする。

本体部 幅 100mm 以下×高さ 20mm 以下×奥行 150mm 以下

空中線部 幅 30mm 以下×高さ 10mm 以下×奥行 30mm 以下

b) 本装置の質量

本体部 150g 以下

空中線部 100g 以下

c) 外部インタフェース部

履歴情報蓄積装置接続用インタフェースを有する。

保守用 P C 接続用インタフェースを有する。

ii) NAVI 装置

a) 受信周波数 1,575.42MHz 相当

b) 受信感度 -130dBm 相当

c) 受信方式 最大常時 8 衛星以上受信可能とします。

d) 受信符号 C/A コード相当

e) 車速信号

車両の車速センサ回路もしくはエンジン電子制御装置から車速信号を取り出し、本体部への入力が可能とする。また、車速信号の波形は短形波、パルス波、正弦波の 3 種類に対応可能とする。

f) GPS アンテナ部 マイクロストリップ方式

g) 本装置の大きさ

本装置は、車室内に設置可能なものとする。

本体部 幅 200mm 以下×高さ 150mm 以下×奥行 50mm 以下

GPS アンテナ部 幅 40mm 以下×高さ 15mm 以下×奥行 40mm 以下

h) 本装置の質量

モニタ部 900g 以下

GPS アンテナ部 150g 以下

i) 外部インタフェース

DSRC 車載器接続用インタフェースを有する。

メモリスロットの外部記憶装置インタフェースを有する。

(3) HMI の設計

ITS スポットサービスの走行支援サービスでは、路側から送信された情報提供などの提示コンテンツを、車載器でそのままドライバに提示するという路車分担になっている。この提示コンテンツ（HMI）の設計が必要となる。

1) 基本的考え方について

当面以下の3レベルの情報提供を対象とする。（将来は「制御」のための情報提供も対象である）

①状況情報提供

状況を客観的に伝え、アクションはドライバにまかせる。

- ・ 状況情報提供においてはその情報の提供を受けた後の行動（アクション）はドライバに委ねられる
- ・ ドライバが適切に判断と行動ができるように、情報はその状況をドライバが的確に理解できるような客観的内容と形式で提供されなければならない

②行動期待情報提供

安全に関する「注意喚起の情報提供」と同じレベル。安全性の向上または円滑性を促進する情報を提供し、比較的短時間の間にドライバが的確な行動を起こしてもらう期待が含まれるので「行動期待情報提供（仮称）」とする。

- ・ 事故や渋滞などの障害事項に至らないようにドライバに的確な行動を期待するわけであるが、障害発生が確定的ではないため、最終判断はドライバに委ねられる
- ・ しかし①の状況情報提供の状況よりは障害発生の可能性が高く、その発生までの時間も少ない場合に提供されるものであり、その後比較的短時間で障害発生を回避する方向での行動を促す必要がある
- ・ 選択の余地がないほど状況が切迫しているわけではない。提供される情報も現実的には100%高精度のものではない。従って行動判断（と責任）はドライバに委ねられるので、ドライバが「どういう状況が発生しているか」が判断できて、どのような「行動をとるのが望ましい」かが伝わる内容と形式を有する必要がある
- ・ 最終的な判断はドライバに委ねられるので、判断や行動を指示強制するようなものであってはならない

③行動指示情報提供

安全に関する「警報」と同じレベル。安全性の向上または円滑性を促進する情報を提供し、ドライバに（直ちに）行動することを指示する情報なので「行動指示情報提供（仮称）」とする。

- ・ 行動指示情報提供は選択の余地がほとんどないような状況において提供される
- ・ ドライバが迷ったり、行動が理解できないようなことがないような明確なものではない

2) HMI の要件

ドライバに路車協調情報或いは路側情報を正確に認識して貰う為には、情報を矛盾無く理解させる側面からの「情報への要件」と、情報を瞬時に正確に伝達するための「HMI への要件」の両側面からの整理が必要と考えられる。

i) 情報への要件

情報の「内容」を矛盾無くドライバに理解して貰うためには、特に路車協調情報と路側情報との間で矛盾や誤解を生まない様な情報の「質的整合」を確保することが必要である。これは標識や情報板に代表される路側からの情報と DSRC 経由で提供される路車協調情報との間での整合性と、同時に車両自体の走行状況も加味した矛盾の排除も重要である。後者の事例としては、例えばカーブに進入するドライバがカーブ手前で十分に減速しているのにもかかわらず「カーブ・速度注意」情報を提供する等が挙げられる。

①路側既存情報との整合性

既設標識或いは道路情報板との情報の整合性を図ること。

- ・ 標識類などとの親和性確保が望ましい、少なくとも既設標識情報等と矛盾しないように受け取られることへの配慮が必要である
- ・ 同時に情報板情報との整合性配慮も必要である。路側の情報板情報を補強するような詳細情報は有効と考えられるが、矛盾する情報を提供した場合はドライバの混乱を招く可能性が高い
- ・ 路車協調情報は時間的即応性を意識した設計となっているが、情報板は即応性も低く時間的即応性の差をどう埋めるかが課題となる

②車両情報との整合性

車両自体の保有する情報との整合性を図ること。

- ・ 車両の有する情報と路車協調情報（或いは車々間情報も）の整合性や提供すべき優先順位は適切に判断しドライバへ提供する必要がある
- ・ 典型的な例として、300m先の路車協調情報「300m先渋滞末尾」よりは直近30mの車両センサ情報「30m先障害物」が優先してドライバに提供されるべきである
- ・ 車両側で適切に優先度等を判断可能とする付加情報を路車協調情報に付加する事は有効と考えられる（サービス識別子、道路線形データ情報等）

ii) HMI への要件

運転中のドライバに対し必要な情報を瞬時に正確に伝達する事がHMIへの基本要件である。必要な情報は前項で要件を述べたが、ここではHMIへの要件を述べる。

①明瞭に情報を「ドライバ」に伝える

瞬時に理解できる情報とすること。

- ・ 表示は図を見ただけで内容の理解ができ、文字は極力少なく補助的な使い方が望ましい
- ・ 見やすい文字サイズ、多すぎない文字数、何を言いたいのが明瞭に伝わる判

りやすい図形とすること

- ・ 目を惑わさない多すぎない色数に留めること
- ・ 明瞭な音声で提供すること
- ・ 音声はドライバ側で選択できるとベター、高齢者にはゆっくり目に提供するなど車両側の機能設定が望ましい

②情報のレベルを正確に伝える

情報の緊急度に応じた内容としてドライバに伝わること。

- ・ 状況情報、期待情報、行動指示情報の各レベルの区別が視覚的に分かりやすいことが望ましい（期待情報は黄色、行動指示は赤色 など）
- ・ 事象の緊急度を伝えられる仕組みが望ましい、緊急時は音量を大きく、速度を早く、男声で など

③車両側HMIとの親和性

車両側HMI規格との親和性を図ること。

- ・ ドライバ情報提供時の色遣いやアイコンなどドライバが車両一般で慣れ親しんだHMIとの親和性は、ドライバの瞬時の判断や誤解のない理解にとって重要である
- ・ 少なくとも車両表示情報/方法と路車協調情報との「違和感」は無くす必要がある

3) HMI ルール

①画面表示

- ・ 状況情報提供は白、行動期待情報提供は黄、行動指示情報提供は赤の色使いを基本とする
- ・ 簡易な模擬図形を基本とする

②喚起音

- ・ 喚起音(ピッ 等)は情報提供レベルごとで分けることが望ましい。特に、状況情報提供、行動期待情報提供、行動指示情報提供の順に緊急度が高く感じられる喚起音が望ましい。

③文字列

- ・ 文字列は10文字以下／1列を基本とする
- ・ <場所><事象><期待行動>の順とする

④音声

- ・ 表示される文字列の読みあげを基本とする
- ・ 音声は、内容が分かる程度に短く（3秒以内）し、頭だしは聞き取りにくいことを考慮し、頭に「この先」等の文言を入れる

⑤路側表示

- ・ 表示板と車載表示が同等のもの場合は、車載表示が先に呈示されるようにする

4) 実証実験に使用した HMI

実証実験に使用した HMI の主なものを図 3.1.10 に示す。これらの HMI については、実験参加者、有識者、自動車関係者からの意見を反映しながら作成した。



図 3.1.10 実証実験に使用した HMI

(4) 検討組織

次世代道路サービスの一環として、主要事故多発ポイントとなっている見通しの悪い急カーブ部、合流部等の安全対策を位置付けており、事故削減に資するサービスの実現に向けて技術面・制度面の客観的な検討を行う必要がある。

本プロジェクトの推進にあたり、道路交通や自動車に係わる学識経験者等からなる以下の検討会や勉強会を設置し、専門的な立場からの助言を頂いた。

1) 安全走行支援サービス参宮橋地区社会実験検討会

i) 検討対象サービス

2.4GVICS 活用前方障害物情報提供サービス（参宮橋社会実験）

ii) メンバー

委員長

千葉工業大学工学部建築都市環境学科教授 赤羽弘和

学識経験者

東京大学生産技術研究所助教授 上條俊介

慶應大学管理工学科助教授 大門 樹

道路利用者

モータージャーナリスト・エッセイスト 岩貞るみ子

自動車評論家 両角岳彦

道路管理者等

国土交通省道路局 ITS 推進室長 宮地淳夫

国土交通省道路局有料道路課有料道路調整官 中神陽一

国土技術政策総合研究所高度情報化研究センター長 山田晴利

首都高速道路公団業務部交通管制室長 藤井敏雄

AHS 研究組合専務理事 村岡憲司

オブザーバー

警察庁交通局交通規制課

警視庁交通部交通規制課

iii) 開催時期、回数

平成 16 年 12 月 21 日～平成 18 年 9 月 26 日 全 3 回開催

2) 前方障害物情報提供サービス検討会

i) 検討対象サービス

ITS スポットサービス（前方障害物情報提供サービス、地図連携サービス）

ii) メンバー

委員長

千葉工業大学工学部建築都市環境学科教授 赤羽弘和

学識経験者

東京大学生産技術研究所助教授 上條俊介
慶應大学管理工学科助教授 大門 樹
産総研人間福祉医工学研究部門 赤松幹之
JARI 総合企画研究部 平松金雄

道路管理者等

国土交通省道路局 ITS 推進室
首都高速道路株式会社 保全・交通部
国土技術政策総合研究所 ITS 研究室
AHS 研究組合

iii) 開催時期、回数

平成 18 年 12 月 25 日～平成 21 年 3 月 24 日 全 11 回開催

3) 合流支援サービス勉強会

i) 対象検討サービス

ITS スポットサービス (合流支援サービス)

ii) メンバー

委員長

首都大学東京 大学院都市環境科学研究科教授 大口敬

学識経験者

東京大学大学院工学系研究科社会基盤(工)学専攻助教授 清水哲夫
慶應大学管理工学科助教授 大門 樹

道路管理者等

国土交通省道路局 ITS 推進室
首都高速道路株式会社 保全・交通部
国土技術政策総合研究所 ITS 研究室
AHS 研究組合

iii) 開催時期、回数

平成 18 年 4 月 3 日～平成 21 年 4 月 14 日 全 23 回開催

3.1.2 前方障害物情報提供サービスの開発

3.1.2.1 システム設計

参宮橋地区における前方障害物情報提供サービスでは平成 17 年より画像センサ方式を採用してきた。画像センサは異常事象を高精度に検出できるが、コストの制約から設置場所が事故多発箇所や渋滞多発箇所など異常事象の多頻度発生箇所に限定される。

そこで、本研究では、急速に普及した ETC 車載器を前方障害物情報提供サービスの交通事象センシング方式に活用し、ローコスト化を図ることを目的として ETC-ID 方式を開発し、平成 19 年よりの実道実験を実施した。

ここでは、研究開発した ETC-ID 方式のシステムおよび画像センサ方式と比較することによる性能検証の内容について説明する。

(1) システム構成

前方障害物情報提供サービス (ETC-ID 方式) の代表例として、参宮橋カーブで実施した実証実験システムの概要を図 3.1.11 に示す。

参宮橋カーブ手前とカーブ通過後に ETC-ID 収集用 DSRC を 1 基ずつ (宮 6、宮 7) 設置し、ETC 車載器の LID を収集した。収集した LID をもとに ETC-ID 路側処理装置 (宮 5) は 2 つの ETC-ID 収集用 DSRC (宮 6、宮 7) の通過時間を計算し異常判定情報を蓄積した。蓄積した異常判定情報と、既設の参宮橋カーブ前方障害物用 AHS 路側処理装置で判断した内容と比較分析した。

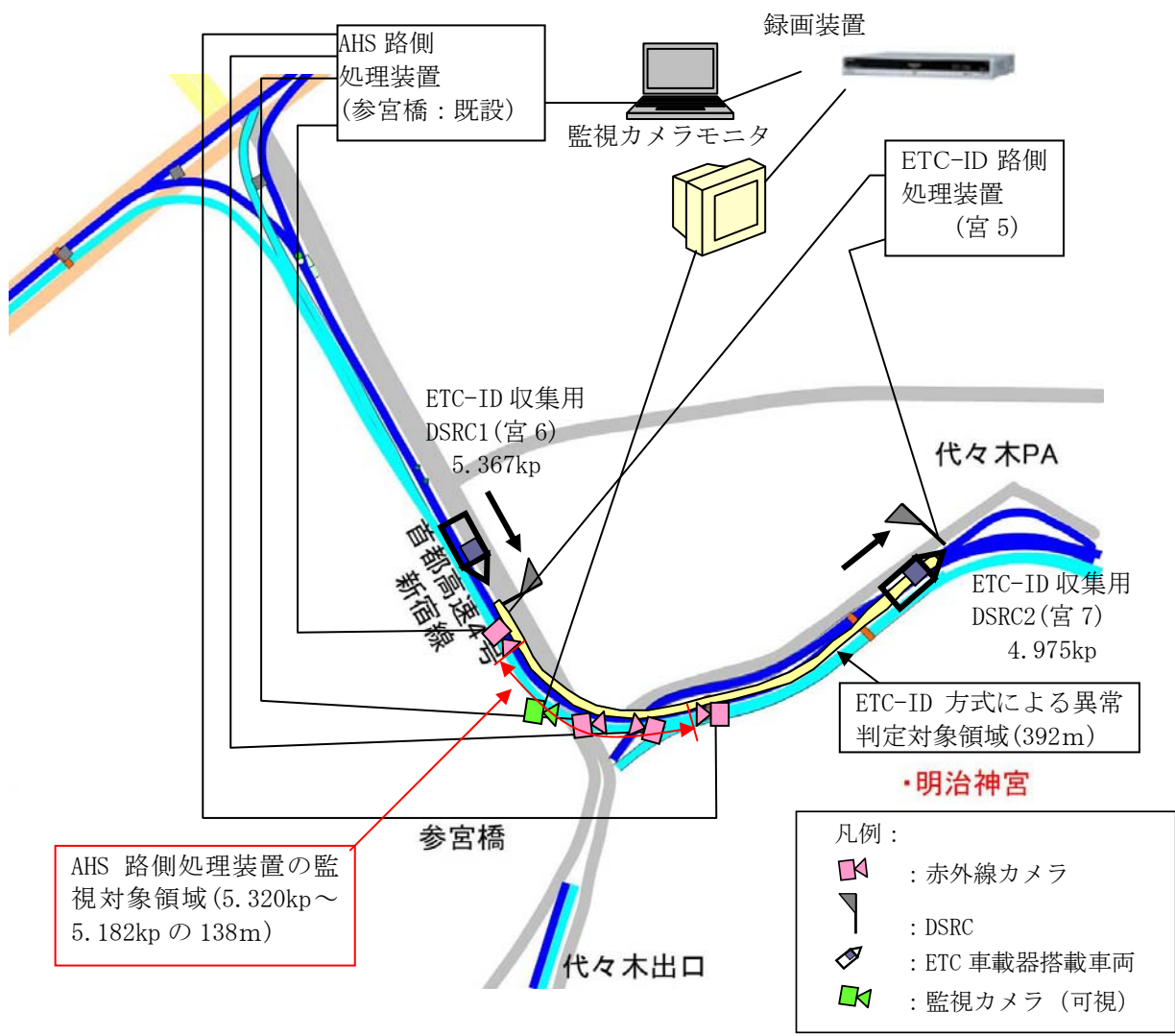


図 3.1.11 参宮橋カーブ実証実験のシステム概要

参宮橋カーブの実証実験システムの機器構成を図 3.1.12 に示す。

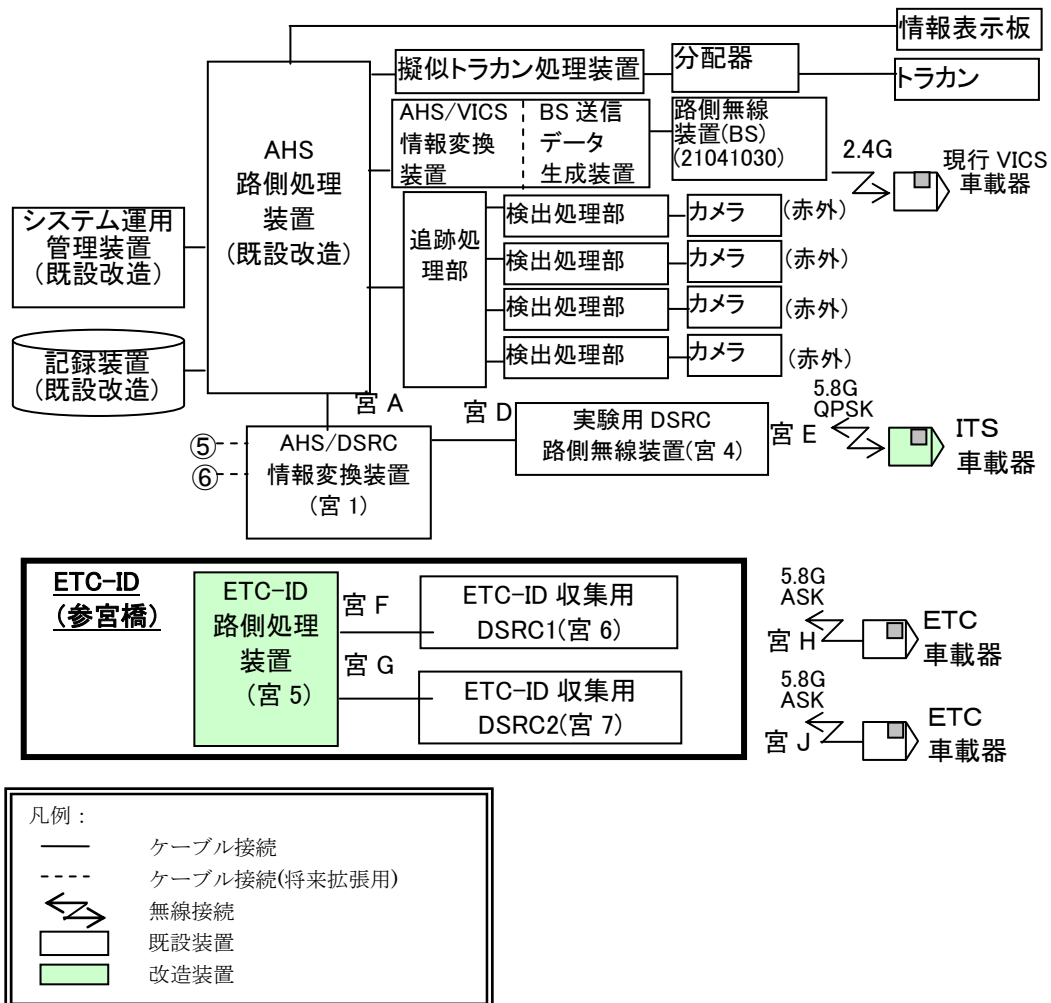


図 3.1.12 機器構成

(2) 異常判定アルゴリズム

1) 異常判定アルゴリズム

異常判定アルゴリズムは、図 3.1.13 に示す地点 1 と地点 2 でアップリンクした情報をもとに、地点 1-2 間の異常検知区間の異常（異常とは、低速車、渋滞末尾の停止車などの交通の異常を意味し、総称して障害物と呼び、サービス名としては、前方障害物となっている）を検知（判定）するアルゴリズムである。

アップリンクされた情報で得られる基本的なデータは、以下の 2 種類 4 つのデータである。

- ・地点 1 を通過した車両の ID データ（実際には、車両に搭載した車載器の ID である）
- ・地点 1 でアップリンクされた時刻（地点 1 通過時刻）
- ・地点 2 を通過した車両の ID データ
- ・地点 2 でアップリンクされた時刻（地点 2 通過時刻）

本アルゴリズムは、上記のアップリンクされた基本的なデータを使い、以下の異常を判定する。

- ・渋滞
- ・車線封鎖

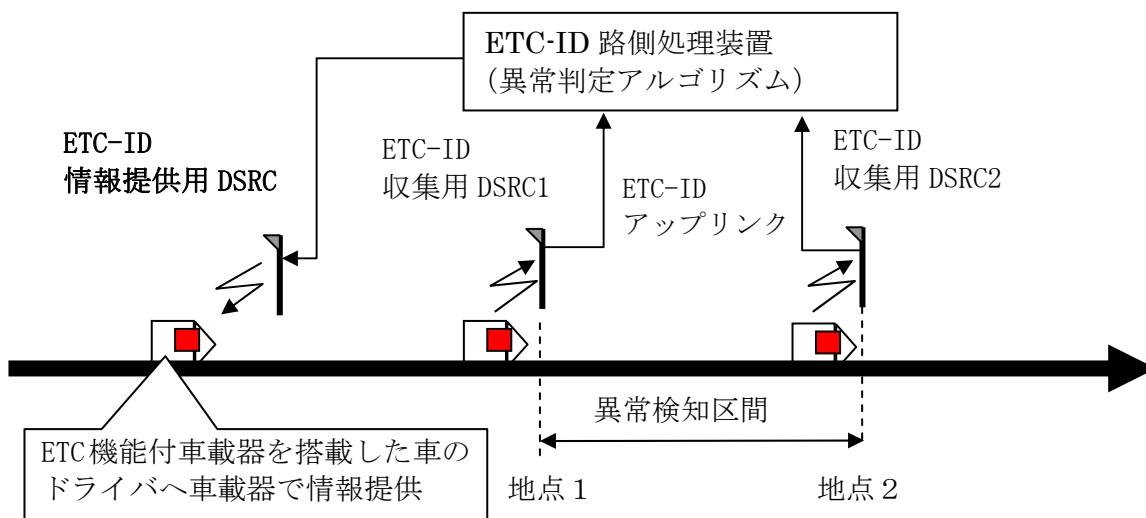


図 3.1.13 前方障害物情報提供サービス（ETC-ID 方式）の概略システム構成

i) 渋滞異常の判定

2車線道路の場合、渋滞は、2車線同時に渋滞する場合と片側車線のみが渋滞する場合がある。

本異常判定アルゴリズムでは、片側渋滞が発生した場合にも検知するという主旨のもとでアルゴリズムを開発した。

本異常判定アルゴリズムでの渋滞異常の判定は以下である。

DSRC2 (図 3.1.13 参照) を通過した複数の車両の平均速度 (VM) を算出し、この平均速度 VM と閾値速度 VB (渋滞判定速度) とを比較し

- ▶ 平均速度 $VM >$ 閾値速度 VB の場合には、異常でない
- ▶ 平均速度 $VM \leq$ 閾値速度 VB の場合には、異常である (渋滞) と判定する。

ここで、平均速度 (VM) は、個々の車両の DSRC1~DSRC2 間通過速度を基に計算する。

DSRC1~DSRC2 間通過速度は、DSRC1 を通過した各車両の DSRC1-DSRC2 間の平均の通過速度で、地点 1 通過時刻及び地点 2 通過時刻から下式で演算する。

$$\text{通過速度 } V_i = \text{異常検知区間 } L / \text{地点間通過時間 } T_i$$

閾値速度 VB は渋滞を判定する閾値で、図 3.1.14 は、閾値速度 VB を説明するための図である。図 3.1.14 に示すように閾値速度 VB は制限速度 VD と混雑・渋滞速度の上限値 VA (首都高で混雑・渋滞と判定する速度 40Km/h) の間の値とし、データ解析で決定した。首都高、特に赤坂トンネルでは、片側渋滞が頻繁に発生する。そこで、閾値速度 VB はこの片側渋滞を考慮して決定した。

図 3.1.14 で、●印は各車両の DSRC1-DSRC2 間の通過平均速度である。△印は、各時刻で算出した平均速度 VM である。例えば、時刻 TX での平均速度を V_{MTX} と示してある。平均速度 V_{MTX} は時刻 TX の直前に DSRC2 を通過した複数の車の平均速度である。時刻 TX では、この平均速度 V_{MTX} と閾値速度 VB を比較し、

$$\text{平均速度 } V_{MTX} \leq \text{閾値速度 } VB$$

の場合、渋滞と判定する。

ii) 車線封鎖異常の判定

事故などで車線封鎖が発生した場合 (図 3.1.15 参照)、また、重渋滞で車両の流れが止まった場合、DSRC1 を通過した複数の車両が、ある異常判定時間を経過しても DSRC2 を通過しない。そこで、複数の連続した車両 (4 台) が異常判定時間を過ぎても DSRC2 を通過しないという状態をとらえ、車線封鎖を判定している。

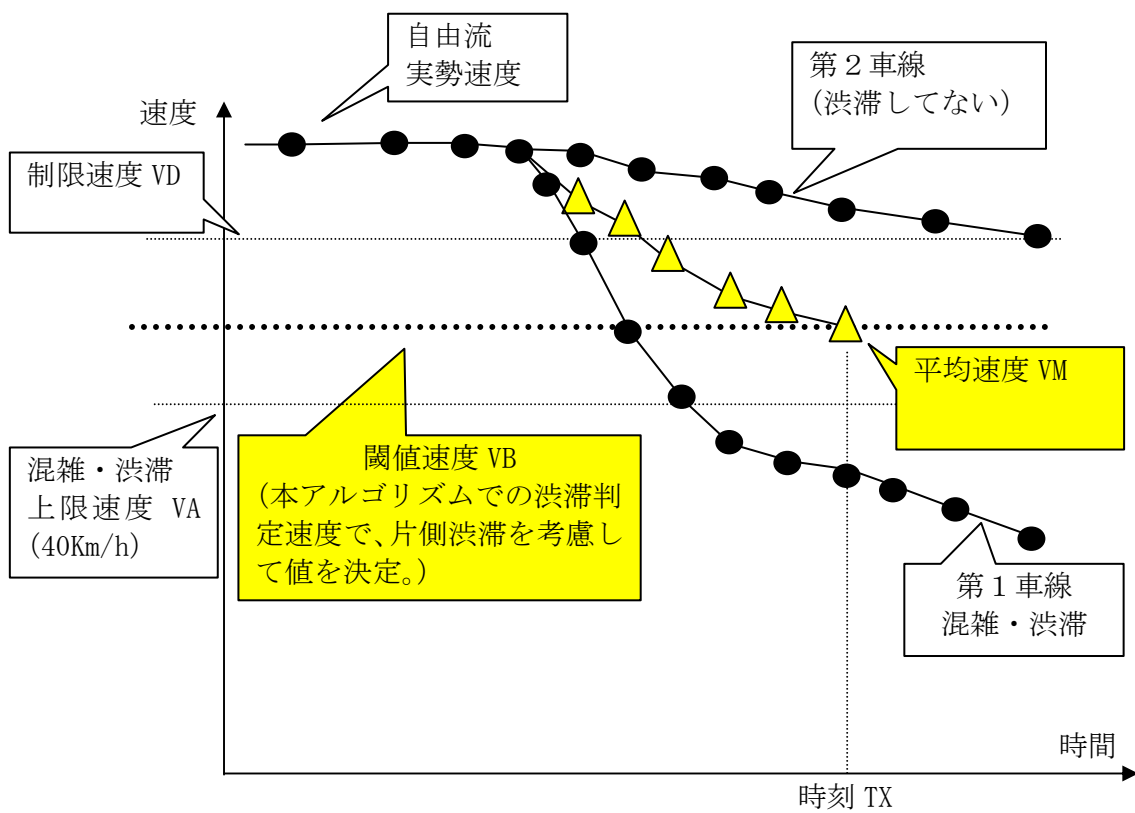


図 3.1.14 片側車線渋滞時の渋滞判定の説明図

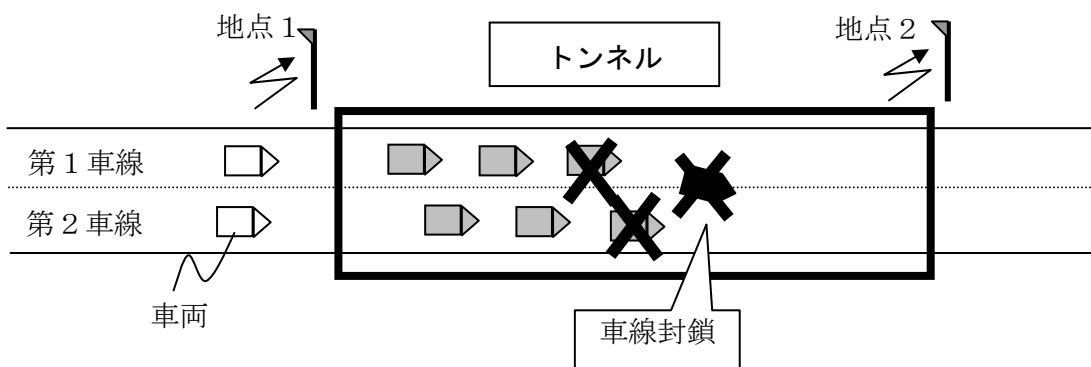


図 3.1.15 車線封鎖の説明図

2) 異常判定アルゴリズム機能と概略フロー

異常判定アルゴリズム機能と概略フローを図 3.1.16 に示す。異常判定アルゴリズムの機能は大きく以下から構成される。

- ①入力情報処理機能
- ②異常判定処理機能（異常判定アルゴリズム）
- ③走行支援情報作成機能

①の入力情報処理機能は、アップリンク情報をもとに異常判定するための前処理を実施する機能である。

②の異常判定処理機能は渋滞と車線封鎖の異常を判定するメインの処理部である。

③の走行支援情報作成機能は異常判定アルゴリズムで異常と判定された場合に走行支援情報を作成する機能と情報提供開始するための処理及び異常事象が解消された時に、情報提供を終了する処理を実施する機能である。

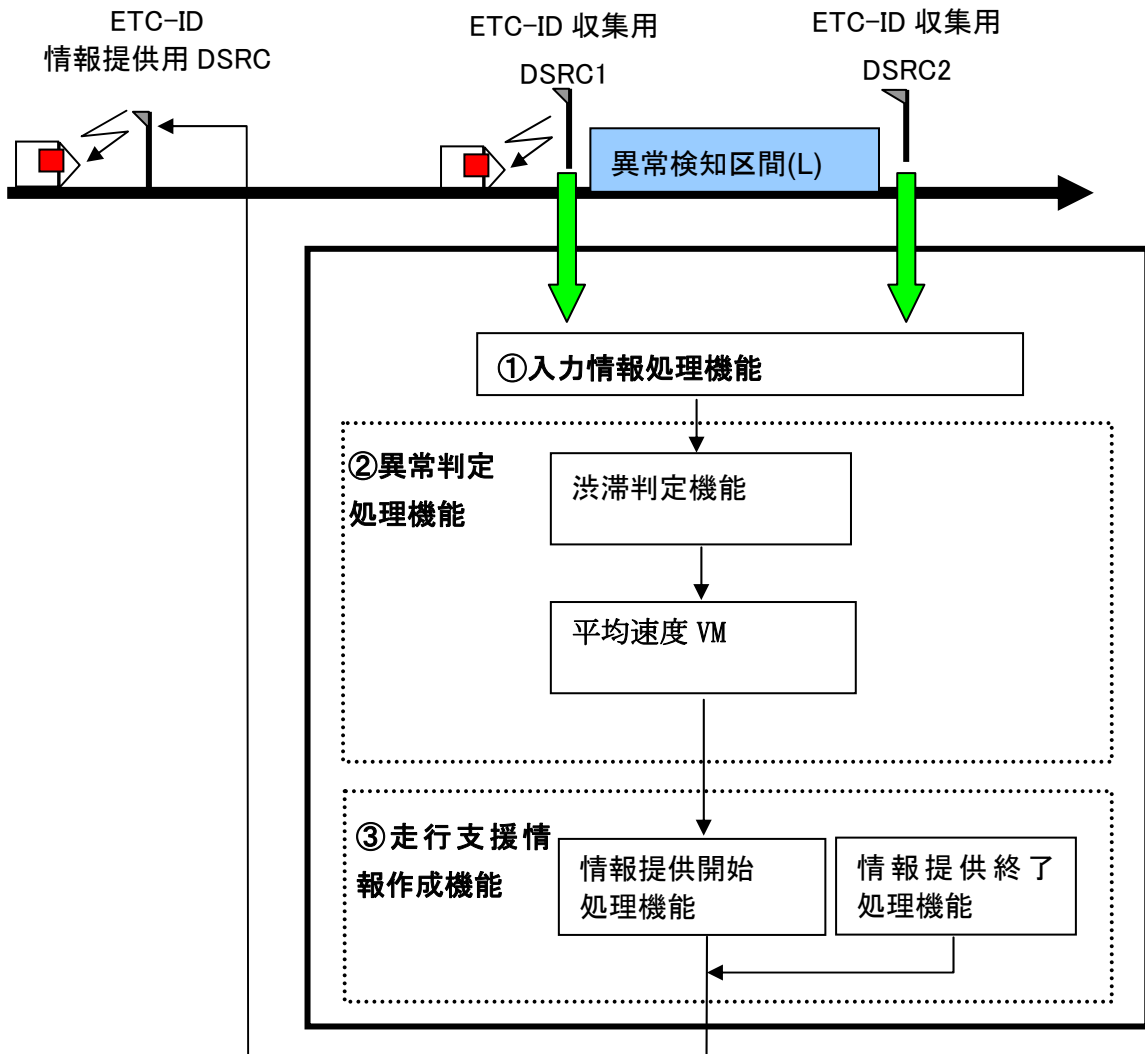


図 3.1.16 路側処理装置の異常判定アルゴリズム機能とフロー

3) 異常判定アルゴリズムのパラメータ

本異常判定アルゴリズムでの重要なパラメータは、表 3.1.5、図 3.1.17 に示す。これらのパラメータに対し、実データを使いデータ解析を実施し、それらの値を決定した。

表 3.1.5 異常判定アルゴリズムのパラメータ

	内容	値	説明
1	閾値速度 VB (Km/h)	50Km/h (赤坂) 45Km/h (参宮橋)	異常（渋滞）と判定する閾値速度である。 複数の車の平均速度 VM とこの閾値速度 VB とを比較し、渋滞か判定する。 首都高では、混雑・渋滞の判定値が 40Km/h であるが、本システムでは片側渋滞を考慮し、閾値速度 VB は制限速度 VD と混雑・渋滞速度の上限値 VA との中間の値である。赤坂トンネルでは、制限速度が 60Km/h、参宮橋カーブでは、制限速度が 50Km/h である。
2	復帰速度 VC (Km/h)	55Km/h (赤坂) 47.5Km/h (参宮橋)	異常（渋滞）が解消されたと判断する速度である。 復帰速度は T2 分間の平均速度である。T2 は 1 分である。 復帰速度 VC は、制限速度 VD と閾値速度 VB との中間の値である。

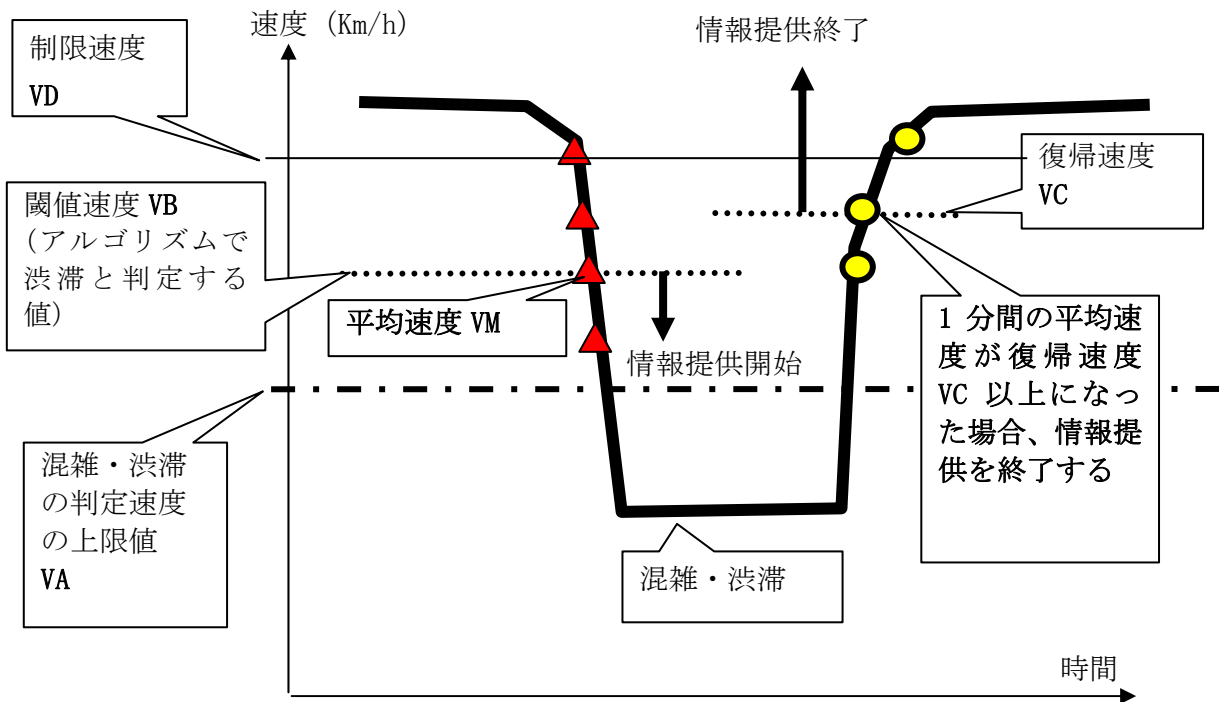


図 3.1.17 速度関係のパラメータの説明図

4) 異常判定アルゴリズムの検証

i) 異常検出率の検証

ETC-ID 方式での異常事象検出率の検証を、ETC-ID 方式のログデータと画像センサ方式のログデータとの比較及び画像センサ映像による発生事象の観察により実施した。

なお、異常検出率は下式と定義する。

$$\text{異常検出率} = A/B \times 100 \text{ [\%]}$$

A : 画像センサ方式にて検出した事象で、ETC-ID 方式においても検出した異常事象の発生件数

B : 画像センサ方式にて検出した異常事象の発生件数

表 3.1.6 に ETC-ID 方式の異常検出率について、全事象及び異常事象別にまとめた結果を示す。2 週間の実験では、異常検出率は 100%であり、画像センサ方式で検出される「自然渋滞」及び「事故による渋滞」の異常事象を、ETC-ID 方式でも同様に検出できることが確認できた。なお、作業車両などによる「交通規制による渋滞」は発生しなかった。

表 3.1.6 ETC-ID 異常検出率の実験結果

異常事象	ETC-ID 方式 検出数 (A)	画像センサ方式 検出数 (B)	異常検出率 (A) / (B) ×100
全事象	40	40	100%
A) 自然渋滞	39	39	100%
B) 事故による渋滞	1	1	100%
C) 交通規制による渋滞	0	0	-

ii) 情報提供の検証

参宮橋カーブにおける10月3日～10月16日の2週間のETC-ID方式の検出結果について詳細に述べる。なお、本項で示す交通量・速度グラフの交通量は、ETC搭載車両の台数で、ETCを搭載していない車両の台数は含まれていない。また、1分間平均速度も、ETC搭載車両の平均速度で、ETCを搭載していない車両は含まれていない。

10月3日における、画像センサ方式とETC-ID方式のそれぞれで異常事象の検出結果と、取得したETC-IDにより算出した交通量・速度のグラフを図3.1.18に示す。

作業車両が検知区間に存在してもETC-ID方式では未検出であった。ETC-ID方式の異常判定アルゴリズムは、片側車線で一般車両が低速走行、また作業車両が停車または低速走行の場合でも、その車線で渋滞がなく、残りの車線で通常の自由流で走行している場合は、異常と判定しない。なお、自然渋滞、混雑は画像センサ方式及びETC-ID方式いずれも異常事象として全て検出されている。

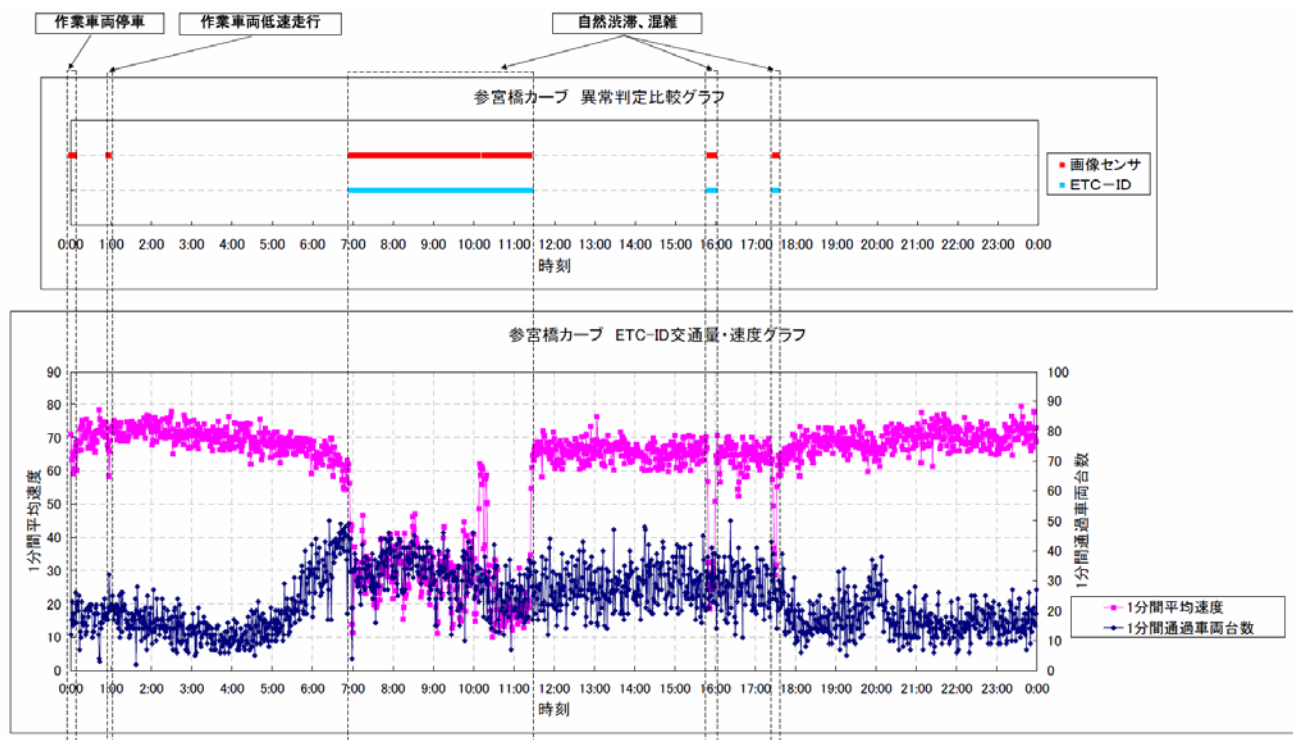


図 3.1.18 異常事象検出結果と交通量・速度グラフ(平成19年10月3日)

以上のことから、ETC-ID方式を用いた前方障害物情報提供サービスは、画像センサと同等の異常事象検出機能を有していることが確認できた。これにより、前方障害物情報提供サービスの低コスト化が可能となり、今後の幅広いサービス展開が期待できる。

3.1.2.2 効果検証

(1) 有効性の検証

1) 赤坂トンネル入口での速度低下

車両挙動によるサービス効果の検証は、赤坂トンネル入口での速度で評価した。すなわち、サービス（情報提供）をドライバに提供した場合（サービス有り）と提供しない場合（サービス無し）とで、トンネル入口通過速度に差があるか評価した。サービス有りの場合のトンネル入口通過速度が、サービス無しの場合のトンネル入口通過速度より低下していれば、サービスの効果があると判断する。

走行は、通常の交通の流れに沿って行い、得られた以下のデータ

サービス無しの有効データ ----- 8 走行データ

サービス有りの有効データ ----- 5 走行データ

が本評価の対象である。

尚、本データでサービス有りとは、トンネル内に障害物があり、かつ、車載器から情報提供した場合を意味する。また、情報提供する場所で既に渋滞が発生している場合などの走行データは無効データとして扱った。

図 3.1.19 は各車両の入口通過速度の分布、表 3.1.7 は、トンネル入口通過速度の平均値をサービス有無で比較した表である。サービス効果として、トンネル入口通過速度の平均値が、70.7km/h から 64.3km/h に低下する結果が得られた。

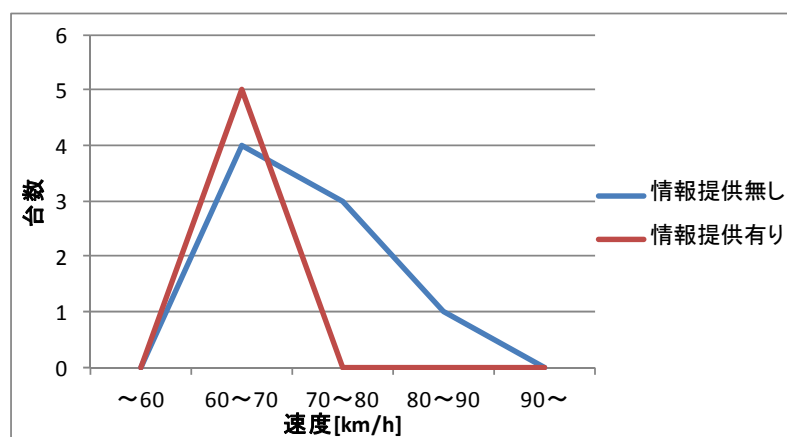


図 3.1.19 赤坂トンネル入口速度分布

表 3.1.7 トンネル入口通過速度の平均値

サービス有無	走行データ数	トンネル入口通過速度の平均値
サービス無し	8 走行	70.7km/h
サービス有り	5 走行	64.3km/h

2) 首都高 11 号湾岸線臨海副都心出口での速度低下

首都高 11 号湾岸線臨海副都心出口は上り坂を登ってすぐに信号交差点があるが、坂の下からは直接交差点は見えない位置関係にある。高速道路から下りてそのまま比較的高い速度で走行する場合があります、信号停止車両に追突する恐れがある。

交差点が見えない位置で信号停止車があることの情報提供を受けることで、事前に減速することが期待される。(図 3.1.20)



図 3.1.20 臨海副都心出口のイメージ図と情報提供内容

被験者が走行し、サービス有無で、信号停止車が存在したケースについて、信号停止車が見え始める地点での速度を比較した結果、サービスによる減速効果が認められた。(図 3.1.21)

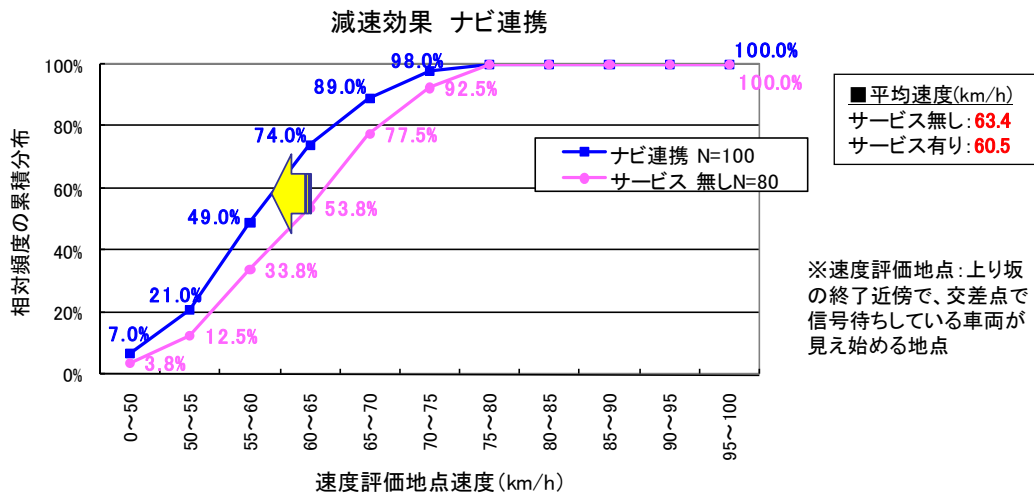


図 3.1.21 臨海副都心出口での前方障害物情報提供サービスによる減速効果 (速度分布)

また、個車の評価地点から交差点までの速度変化をみると、サービス無では交差点への高速進入や高速域での急減速が多いのに対し、サービス有（ナビ連携）では、高速域でもゆるやかに減速している状況が認められた。（図 3.1.22）

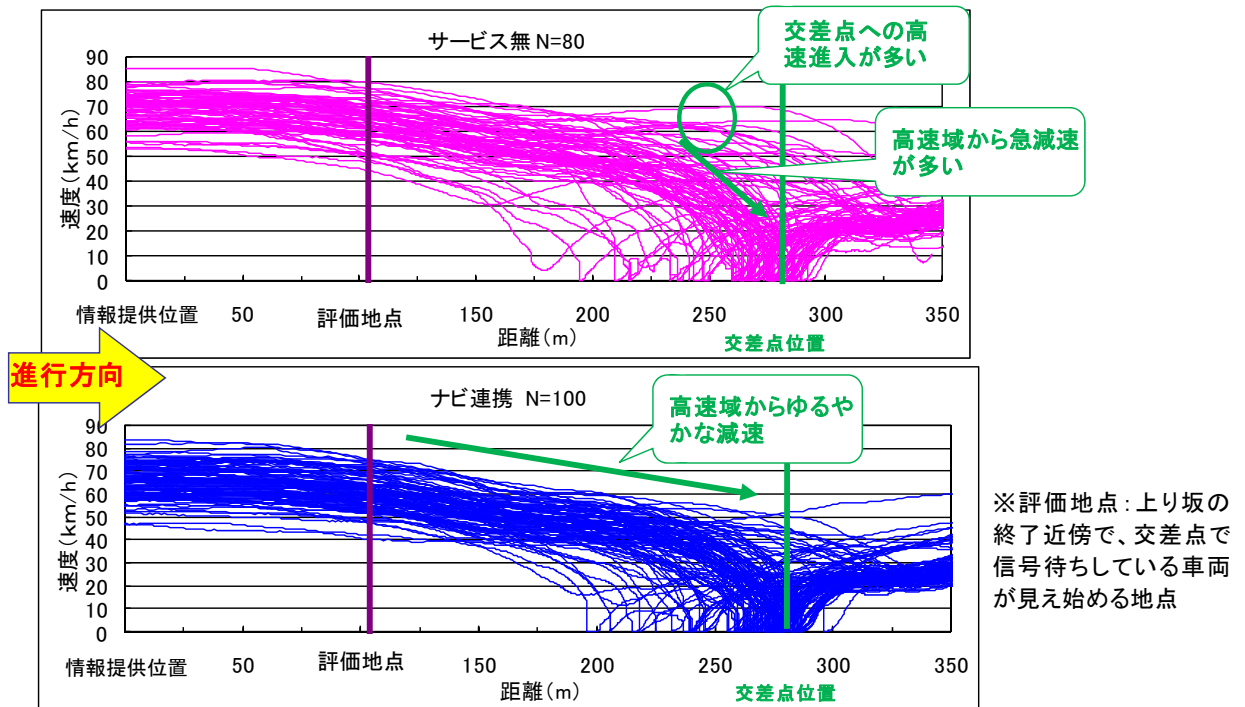


図 3.1.22 臨海副都心出口での前方障害物情報提供サービスによる減速効果（速度変化）

従って、前方障害物情報提供サービスは、見通し不良のカーブのみでなく、臨海副都心出口のようなクレスト部、またはアンダーパス、トンネル入口などの見通し不良箇所でも有効であると言える。

3) 参宮橋カーブでの長期事故件数推移

道路状況把握センサの検出データを活用して、サービス有り期間、サービス無し期間のそれぞれで、前方に障害物があるときの車両のカーブ区間内の急減速発生頻度、および、カーブ進入速度を測定し比較した。

前方の障害物情報を、3メディア VICS 対応ナビを用いて、直前で提供するサービスにより、カーブ区間での危険なシーンでの急減速や高速でのカーブ進入速度等のヒヤリ・ハットと考えられる挙動が 12%~14%減少することが分かった。参宮橋カーブを走行する3メディア VICS 対応ナビ搭載車の率は約 10%であり、搭載車のみでなく、周辺車両にも良い影響を与えていると推定される。また、情報板でも同じ情報を表示することにより、搭載車以外にも情報提供でき、更に効果が向上することが分かった。

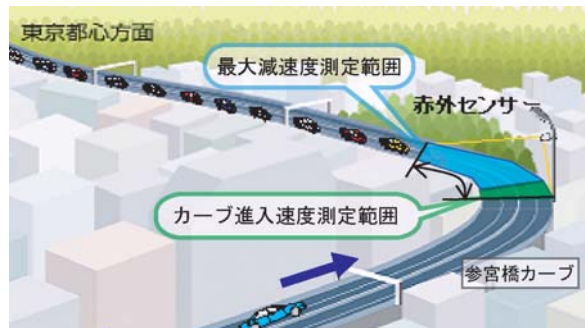


図 3.1.23 最大減速度及びカーブ進入速度の測定位置

表 3.1.8 交通流の観測による効果検証（道路状況把握センサ検出データより算出）

区分	カーブ前方に渋滞や停止・低速車がある時			
	30km/h以上の 進入車 有効サンプル数 (台/28日)	急減速挙動の 発生頻度		高速での カーブ進入頻度 (進入速度60km/h 以上の車両)
		0.4G以上	0.5G以上	
①サービス導入前 2003年10月~11月 のうち28日間	10,344	30.2 %	18.1 %	4.9 %
②VICSサービス 2005年3月~4月 のうち28日間	13,181	27.4 %	15.9 %	4.2 %
効果(①→②)		2.8 % 減 (相対比9%減)	2.2 % 減 (相対比12%減)	0.7 % 減 (相対比14%減)
③VICS+情報板 2005年4月~5月 のうち28日間	11,409	27.1 %	15.4 %	2.6 %
効果(①→③)		3.1 % 減 (相対比10%減)	2.7 % 減 (相対比15%減)	2.3 % 減 (相対比47%減)

更に、この参宮橋カーブでの事故件数の変化を長期的に調査した。

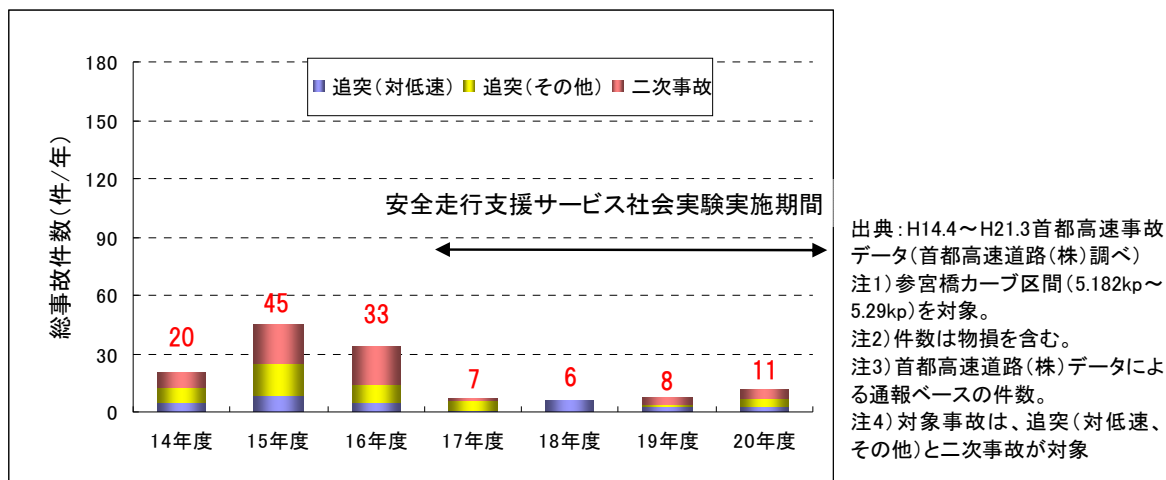


図 3.1.24 過年度7年(H14～20)の参宮橋カーブ事故件数推移(対象事故)

社会実験(情報板での情報提供を含む)を開始した平成17年度以降は、前方障害物情報提供サービスの対象である追突および二次事故が大きく減少していることが分かる。平成15年度から17年度にかけて他の交通安全対策も施されており、事故件数の減少は前方障害物情報提供サービスと交通安全対策との総合的な効果と見られる。

(2) 受容性の検証

ドライバの主観によるサービス効果の検証として、サービスを経験した被験者を対象にし、このサービスが安全運転に役立ったかについてのアンケートを実施した。その結果、サービスを体験した80%近くの被験者が安全運転に役立ったと評価をしている。(図 3.1.25 参照)

また、役立ったとの回答の理由として、「事前にトンネルの先の渋滞や停止・低速車を知り心構えができた」、「前もって減速し余裕を持って追突や急ブレーキを避けられた」などが挙げられており、情報提供により事前に心構え等が出来ることが安全運転に対し有効であると考えられる。

サービス受容性の検証として、サービス提供により危険な行動が発生していないか等のネガティブチェックを行い、車両挙動データにより急減速などの挙動がないか、また被験者へのアンケートで危険な行動をしていないかを確認した。

車両挙動データの確認では、被験者が情報提供を受けた直後の約10秒間においてブレーキをかけた時に生じる最大減速度を確認したが、急ブレーキなどの危険行動は見られなかった。被験者へのアンケートでは、情報提供を受けた時にどのように感じたかという質問に対して、情報提供にびっくりしてあわてたというネガティブな回答は無かった。(図 3.1.26 参照)

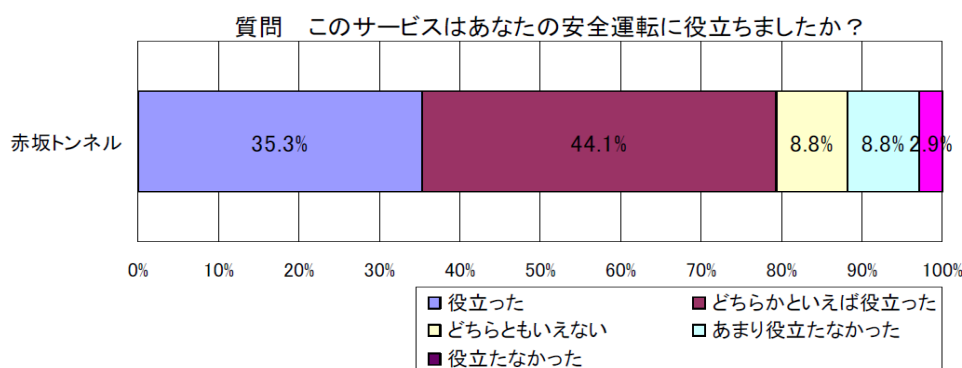


図 3.1.25 ドライバ主観によるサービス効果検証結果

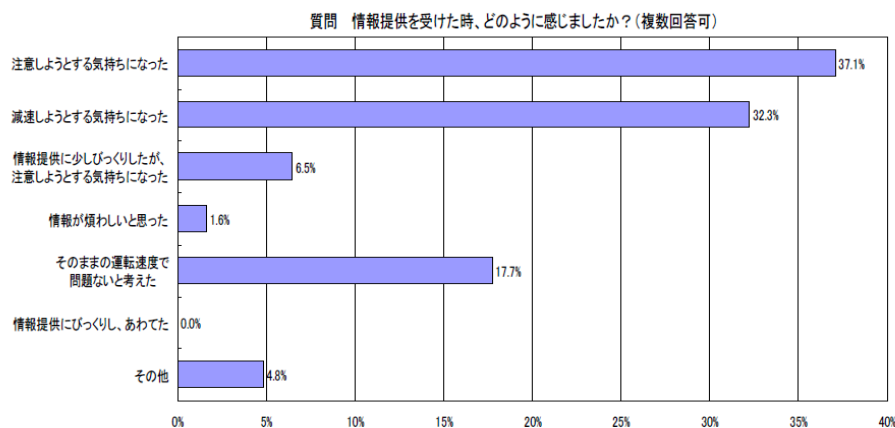


図 3.1.26 意識の変化

3.1.3 カーブ進入危険防止サービスの開発

3.1.3.1 システム設計

カーブ進入危険防止サービスの代表事例として名古屋高速道路明道町カーブにおけるシステムの概要図を図 3.1.27 に示す。

明道町カーブにおいて、速度センサ（可視カメラ）1式、渋滞センサ（CCTVカメラ）2式、路面センサ1式、DSRC2式、情報板1式にて、前方障害物情報提供サービス、カーブ進入危険防止サービスを提供する。

清須線の明道町カーブ上流部の速度センサおよび、都心環状線の明道町カーブ下流部の渋滞センサ2式において速度超過・渋滞を検知し、路面センサからの信号で、路面の状況（乾燥・湿潤）の検知を行う。清須線の明道町カーブ上流部の2式の5.8GHzDSRCは、各センサの情報から提供情報の内容を決定し、ITS車載器（ナビ連携型車載器及び発話型車載器）に対し、注意喚起情報を配信する。また、情報板でも同様に注意喚起の情報を表示する。

前方障害物情報提供サービスでは、渋滞センサ2式にて渋滞検知した場合に、ITS車載器に対し「都心環状方面1km先、明道町JCTは渋滞です」ならびに「この先渋滞、追突注意」の注意喚起情報を配信する。このサービスの目的は、以下である。

- ・「都心環状方面1km先、明道町JCTは渋滞です」

前方の渋滞状況をドライバーが早く知ることにより、このまま名高速を走行するか、あるいは、明道町出口から一般道に降りて走行するかを選択が可能となることである。

- ・「この先渋滞、追突注意」

カーブ先の見えない渋滞をドライバーが事前に知ることにより、前方への注意が高まり、早めにまた緩やかに減速を開始できるようになり、追突の回避が容易になることである。

カーブ進入危険防止サービスでは、渋滞センサ2式にて渋滞非検知した場合に、走行車両の走行速度が、路面の状況に応じた速度（乾燥時66Km/h以上、湿潤時52Km/h以上）の場合に、ITS車載器に対し「急カーブ注意」の注意喚起情報を配信する。

このサービスの目的は、前方の急カーブへの注意が高まり、早めにまた緩やかに減速を開始できるようになり、カーブ進入速度が低下し、車線逸脱の回避が容易になることである。

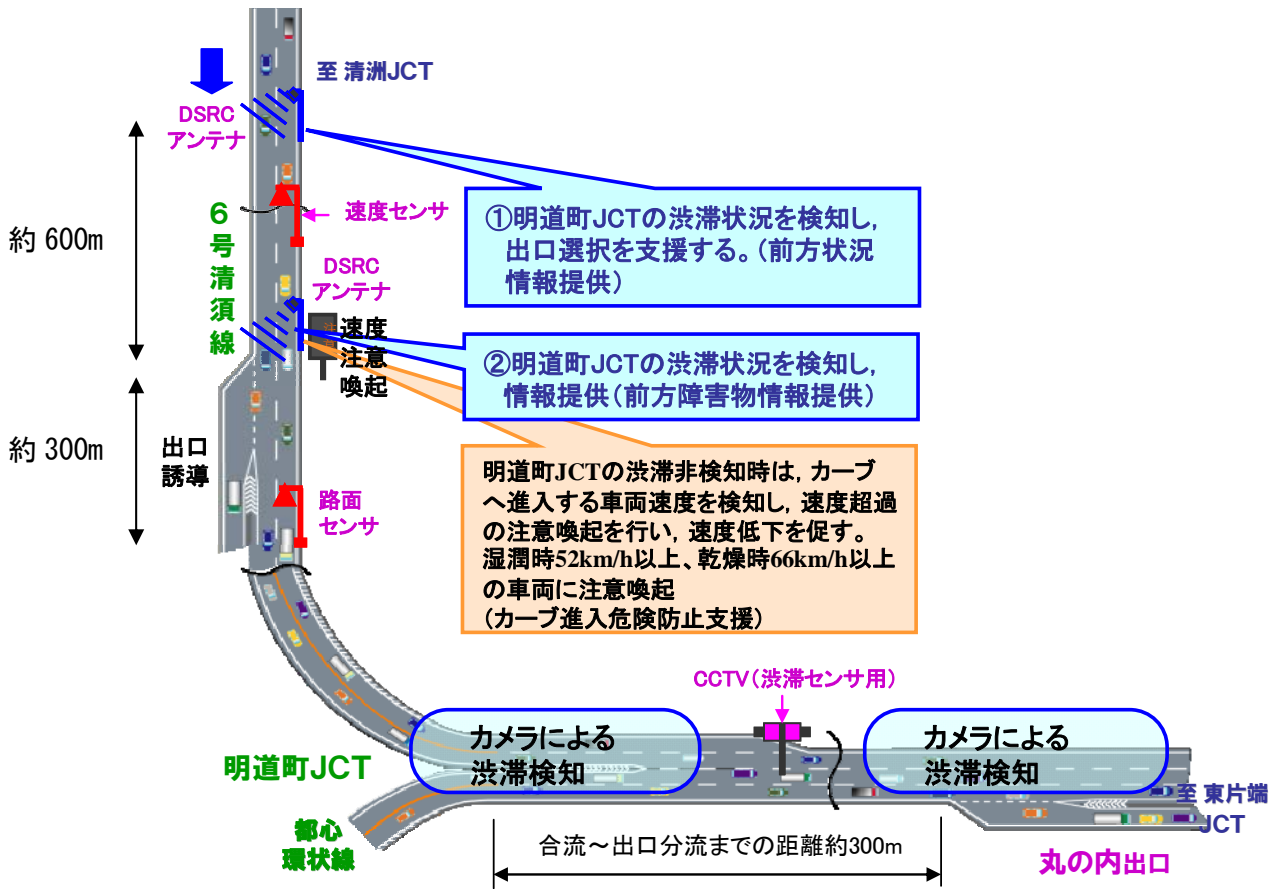
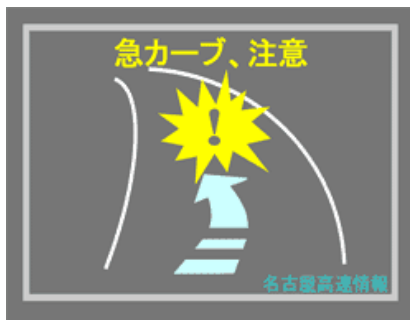


図 3.1.27 名古屋高速明道町カーブのシステム概要

3.1.3.2 効果検証

(1) 有効性の検証

名古屋高速 6 号清須線上り明道町カーブにおいて、カーブ進入危険防止支援サービスの実験を被験者を用いて行った。サービスは、カーブ入口から約 300m 上流で、自車速度が路面乾燥時 66km/h 以上、路面湿潤時 52km/h 以上の場合のみ、図 3.1.28 の情報提供を行った。このシステムは路側センサで速度検出や路面状態検出を行い、速度超過時のみ情報提供するものであり、発話型車載器搭載車でもサービス可能であり、表示板を活用すれば非搭載車両にもサービス可能である。

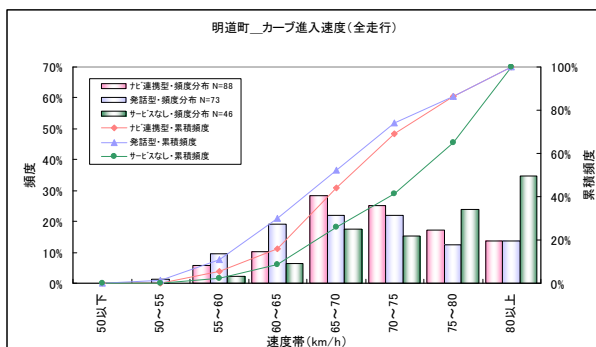


音声「ピピピ！この先急カーブ、速度おとせ」
発話型車載器では 2 回繰り返す

自車速度が路面乾燥時66km/h以上、路面湿潤時52km/h以上の場合のみ提供

図 3.1.28 カーブ進入危険防止支援サービスでの情報提供内容

サービス無し、ナビ連携型車載器、発話型車載器のそれぞれについて異なる被験者を走行させ挙動を測定した。その結果、図 3.1.29 のように、カーブ進入速度が、ナビ連携型車載器、発話型車載器でのサービス共にサービス無しより減少しており、特に高速域（80km/h 以上）での進入速度がサービスにより顕著に減少していることが確認できた。



平均速度(全走行)

サービス内容	情報提供位置 (DSRC位置)	カーブ入口
ナビ連携型車載器	83.6km/h	71.6km/h
発話型車載器	83.2km/h	70.2km/h
サービスなし	84.8km/h	76.0km/h

※前方車の減速の影響、後続車の煽りの影響が見られるサンプルは除外

図 3.1.29 明道町カーブでのカーブ進入速度比較

また、情報提供地点からカーブ入口までのどの地点で減速のためのアクセルオフを行ったかの比較が図 3.1.30 である。カーブ手前でのアクセルオフ点は、サービスにより僅かに早まる傾向が見られ、カーブ進入への準備行動が僅かに早まると考えられる。

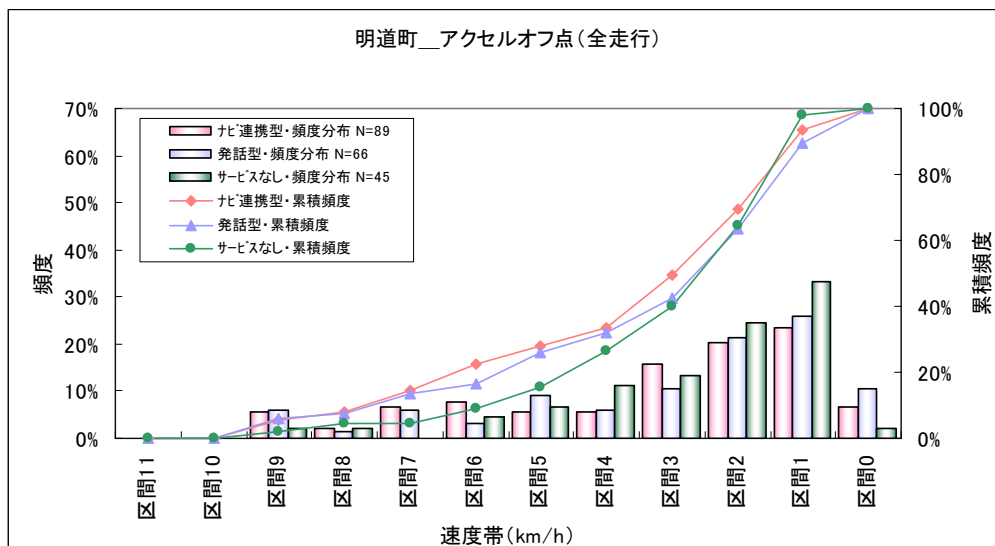


図 3.1.30 明道町カーブでのアクセルオフ地点の比較

以上、サービスにより、ドライバーの挙動が安全側に変化することが分かり、有効であると言える。

(2) 受容性の検証

1) 意識の変化

殆どの被験者走行で「注意しようとする気持ちになった」、「減速しようとする気持ちになった」等と回答しており、サービスで期待する意識の変化が見られる。「情報提供にびっくりして、あわてた」、あるいは、「その他」の中に「びっくりした」など、計6件のネガティブな回答が見られたが、それらの被験者は「注意しようとする気持ち」「減速しようとする気持ち」になったとも複数回答しており、適切に状況判断できていると見られる。

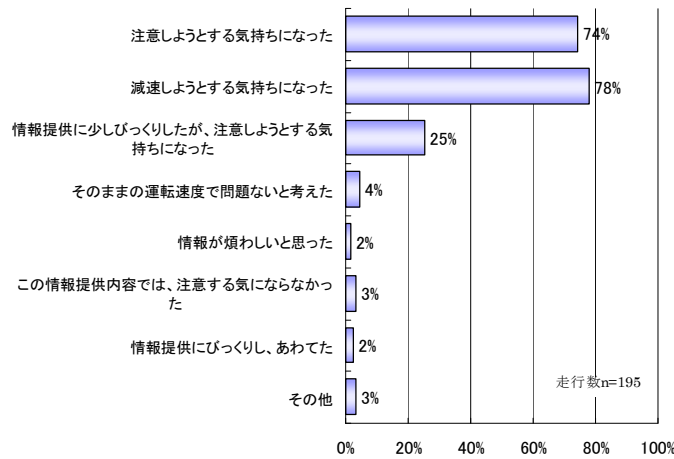


図 3.1.31 意識の変化

2) 行動の変化

「カーブの方向に視線を向けた」「アクセルオフした」「ブレーキに足をかけた」「ゆっくりブレーキをかけた」の回答が殆どであり、サービスが期待する行動をしようとしていることが見られる。「急ブレーキをかけた」というネガティブな回答があった2件について速度、加速度の変化を図示した。今後、ドライバ心理と走行データの関係性を研究する必要がある。

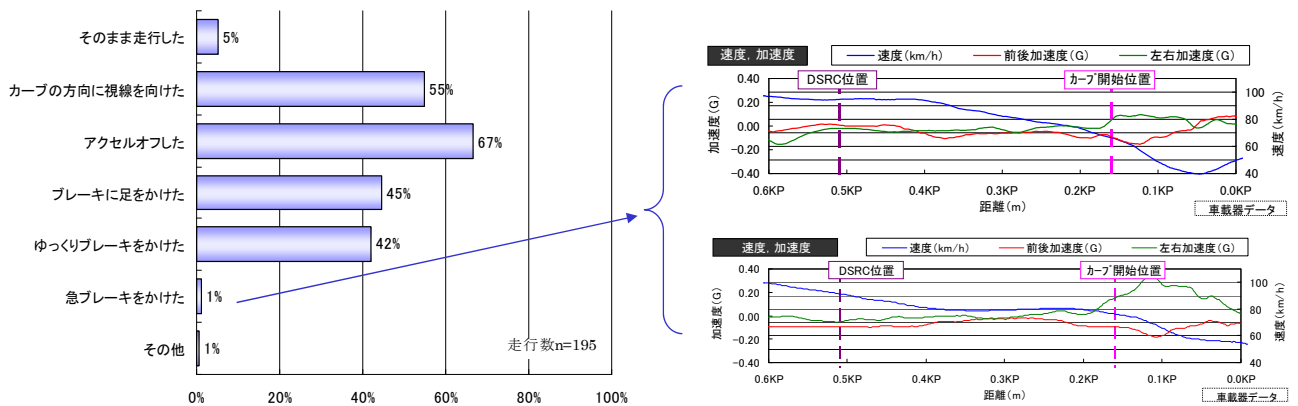


図 3.1.32 行動の変化

3) 有用性

80～90%の被験者が、「役立つ、どちらかといえば役立つ」の回答であった。上記の回答の理由を図 3.1.33 に示す。役立った理由として、「事前に急カーブの存在を知り、心構えができて良かった。」「前もって減速し、安全に走行できたので良かった。」との回答が多かった。

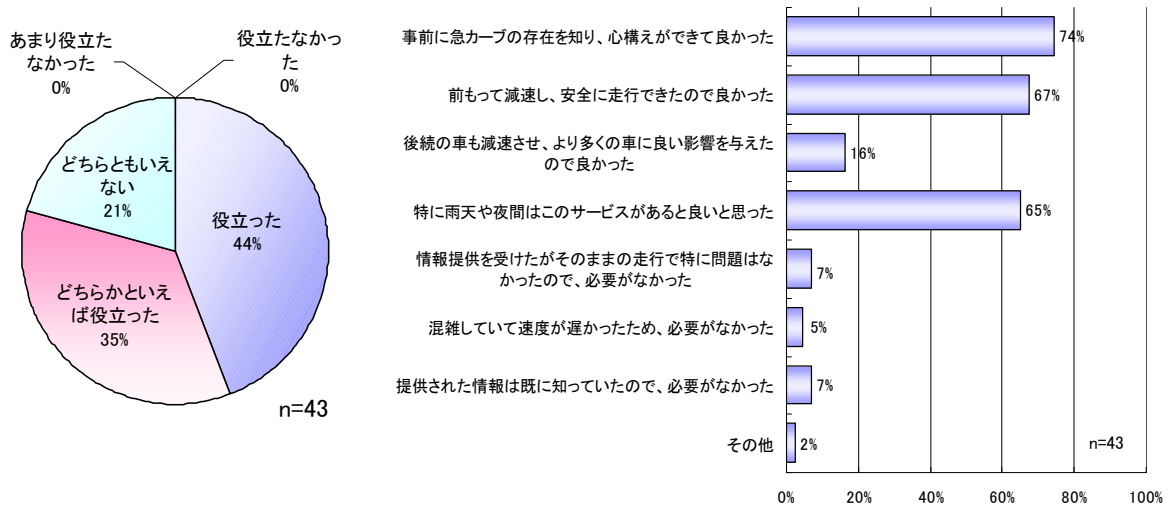


図 3.1.33 役立つ理由

3.1.4 合流支援サービスの開発

3.1.4.1 システム設計

(1) 情報提供位置

情報提供位置は、車載器からの情報を受けた運転者が減速などの運転操作を行うまでに掛かる時間を想定し、それをもとに情報提供位置から合流部始点までの必要距離を算出している。その上で、現地状況を確認して設置位置を決定している。また、情報提供位置は情報提供装置設置位置の真下ではないため補正值を見込む必要がある。

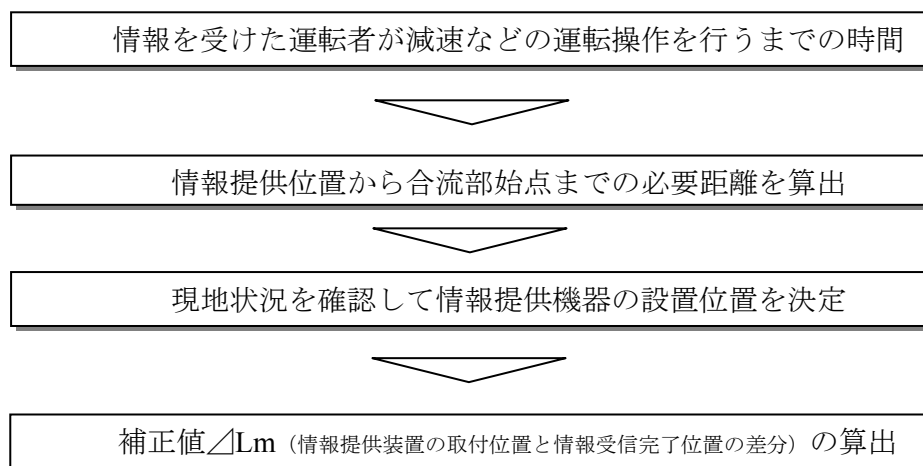


図 3.1.34 情報提供位置設定の流れ

1) 情報を受けた運転者が運転操作を行うまでの時間

合流車の有無を知らせる情報を受けた運転手が減速を行うと判断し、運転操作を始めるまでの時間を想定した。

i) 道路構造令における反応時間の定義

道路構造令（平成 16 年 2 月社団法人 日本道路協会）pp.382 では、反応時間、判断時間、反動時間の定義を以下の通り示している。

反応時間 = 判断時間 + 反動時間

ここで、

判断時間: 対象物を発見した後、運転手がブレーキを踏むかどうか判断する時間 (1.5 秒)

反動時間: 判断してからブレーキを踏むまで (1 秒)

ii) 情報提示タイミングの設定

道路構造令における反応時間の定義を基に、合流部における情報提示時間を設定した。下図に示すように、情報提供位置から合流部始点までの時間は、車載器遅れ時間（車載器が情報提供装置より情報を受け取ってから表示するまでの時間）と、判断時間を含む情報提示時間（喚起音+音声時間）としている。反応時間は、本線車の場合、合流車の挙動に対応して行われると考え、合流始点以降としている。

車載器遅れ時間は機器の性能上1秒程度としている。また、情報提示時間は、3秒以上の場合、並行して表示画面の認識と判断が可能と仮定している。

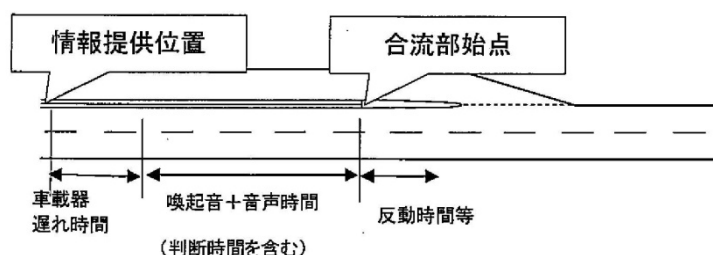


図 3.1.35 合流部における情報提供に係る位置と時間の関係

2) 情報提供位置から合流部始点までの必要距離(Lm)

情報提供位置から合流部始点までの必要距離 (Lm) を設定した。

Lm は次式の通り、車載器遅れ時間と情報提示時間の合計時間に、本線車速度を乗じることにより求めている。本線車の速度は、高速車ほど距離的に遠くでの情報提供が必要であることを考えて、上限値を 90km/h (規制値 60km/h+マージン 30km/h※) とした。

※実交通流の観測結果から 80km (+20km/h) で大半をカバーしているため、AHS で採用している「規制値+30km/h」を採用

90km/h は、週平均のトラカン測定値 (本線第 1 車線) の 99.8% をカバーしている。

$$Lm = (\text{車載器提示開始遅れ時間} + \text{情報提示時間}) \times \text{本線車速度}$$

$$= (1 + 3) \times 25 = 100\text{m}$$

車載器提示開始遅れ時間 : 1 秒 (仮定)

情報提示時間 : 3 秒 (情報の提示を開始してから、合流部始点に到達するまで最低 3 秒のため。必要判断時間の 1.5s が含まれる。)

本線車速度 : 25m/s (90km/h)

情報提供位置は合流開始地点から 100m 以上で、現地状況を確認して決定した。東池袋入口は 119.2m 地点、谷町 JCT は 100.4m 地点である。

3) 補正值 ΔL_m (情報提供装置の取付位置と情報受信完了位置の差分)

情報提供位置を受信完了位置と定義した場合、情報提供位置は下図に示すとおり、情報提供装置の設置位置から「受信限界オフセット距離」と「1/2 情報送受信距離」隔てた位置となる。さらに、情報提供装置の設置位置そのものの取付位置微調整の差が生じる。

従って、補正值 ΔL_m (情報提供装置の取付位置と情報受信完了位置の差分) は、以下の式で表すことができる。

$$\Delta L_m = \text{情報提供設備取付微調整差} + \text{受信限界オフセット距離} + 1/2 \text{ 情報送受信距離}$$

ここで、補正值のうち「情報送受信距離」は以下の式で表すことができる。

$$\text{情報送受信距離(m)} = [\text{電文長(kB)} / \text{伝送速度(s/kB)}] \times \text{本線車速度(m/s)}$$

したがって、補正值 ΔL_m は以下の通りとなる。

$$\begin{aligned} \Delta L_m = & \text{情報提供設備取付微調整差} \\ & + \text{受信限界オフセット距離} \\ & + 1/2 \times [\text{電文長(kB)} / \text{伝送速度(s/kB)}] \times \text{本線車速度(m/s)} \end{aligned}$$

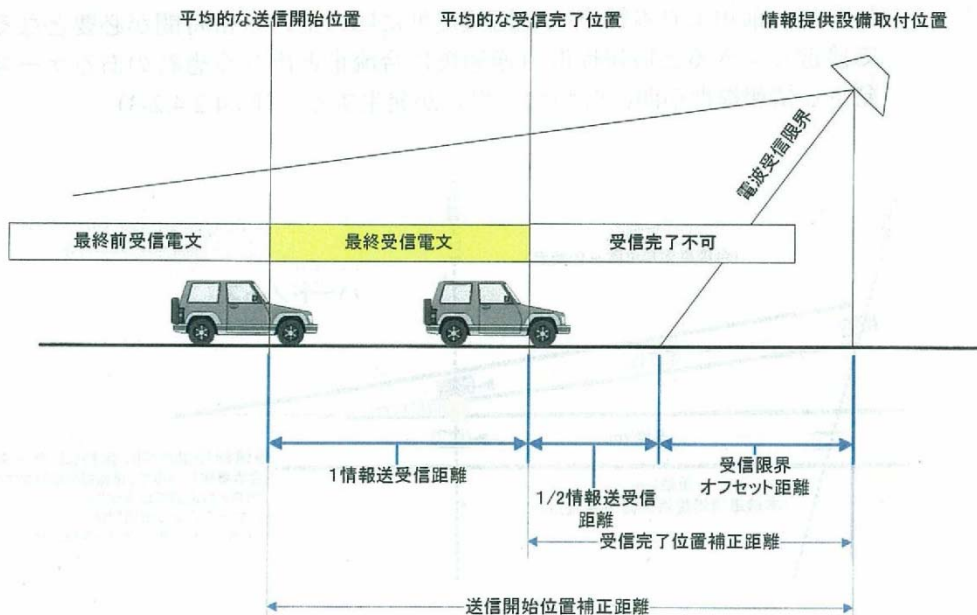


図 3.1.36 情報提供装置の取付位置と情報提供位置の関係

(2) 合流車両検知位置

合流車両検知位置は、合流部に近づくほど合流タイミングの予想精度は上がる。逆に、合流部から遠ざかるほど、合流タイミングの精度にばらつきが生じる。一方で、本線車への情報提供には一定の時間余裕が必要となるので接近しすぎると情報提供点通過後に合流車と出会う恐れのあるケースが発生し情報提供が間に合わない場合がある。

そのため、合流車検知位置は、情報提供位置とバランスを保った位置に合流車の検知位置を設定する必要がある。首都高速道路では、合流車速度 (V_s) / 本線車速度 (V_m) の分布を考えて決定している。

首都高速道路での合流車両検知位置設定の流れは、下図に示すとおりであり、合流車速度 (V_s) と本線車速度 (V_m) の相対分布を算出し、検知遅れのリスクが一定値以下となる L_s/L_m を求め、求めた L_s/L_m と先に求めた L_m より L_s を算出している。

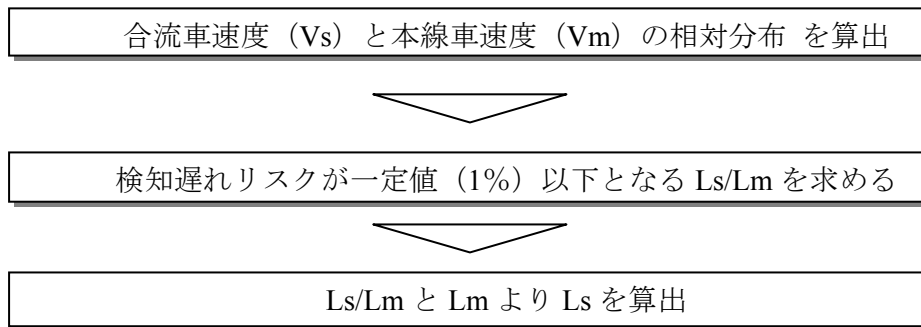


図 3.1.37 合流車両検知位置設定の流れ

1) 合流車速度 (V_s) と本線車速度 (V_m) の相対分布

図 3.1.38 は合流車両検知位置と情報提供が間に合わない場合の関係を示したものである。ここでは、「本線車両が情報提供位置から合流点まで到達する時間」 > 「合流車両が合流車両検知位置から合流点まで到達する時間」となる時、すなわち V_s が早すぎるとき、あるいは L_s が短かすぎるときに情報提供が間に合わないことを示している。これを距離 L と速度 V に置き換えると、 $L_m/V_m > L_s/V_s$ となり、さらに展開して、 $V_s/V_m > L_s/L_m$ となる。

合流車両検知位置の決定には、 V_s と V_m の相対分布を求め (図 3.1.39)、検知遅れの確率が一定値以下 (1%以下) となる V_s/V_m の傾きを求める。 $V_s/V_m > L_s/L_m$ より、 L_s/L_m の傾きを V_s/V_m の傾きと等しくすることで検知遅れの確率を一定値以下 (1%以下) とする。

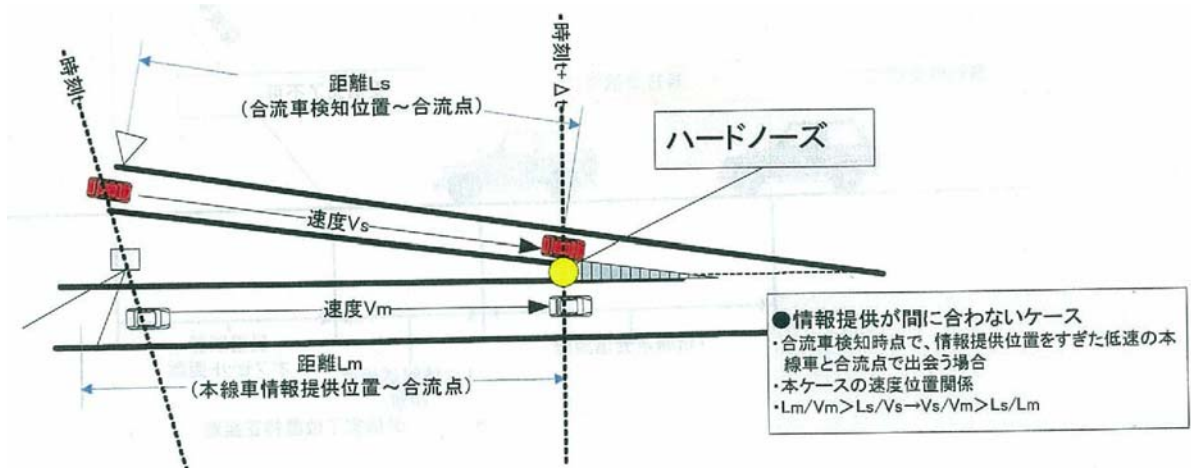


図 3.1.38 情報提供が間に合わない場合の合流車両と本線車両との関係

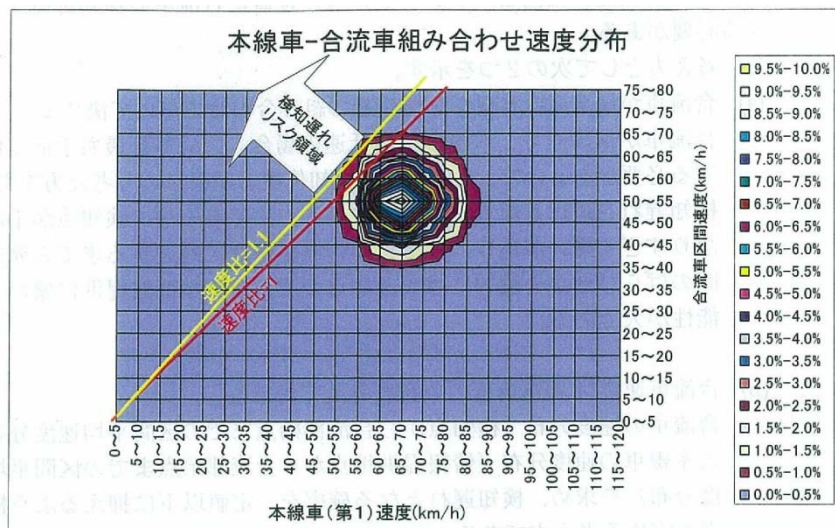


図 3.1.39 合流車速度 (Vs) と本線車速度 (Vm) の相対分布

2) 検知遅れリスクが1%となる Ls/Lm

図 3.1.39 に示す合流車速度 (Vs) と本線車速度 (Vm) の相対分布より、例えば、本線車速度 55~60km/h のときの合流車速度の発生確率は 40~45km/h が 0.5~1.0%、45~50km/h が 1.5~2.0%、50~55km/h が 2.5~3.0% といったように読み取ることができる。なお、図中に示すとおり、グラフの左上の領域は本線車速度 (Vm) よりも合流車速度 (Vs) のほうが速度が大きく (Vs/Vm が大きい)、検知遅れるリスク (検知遅れリスク) が高い領域である。

この図で、 Vs/Vm の傾きを 0.5 ずつ変化させて、発生確率が 0.5~1.0% の範囲に対して接線となる傾き (検知遅れリスクが 1.0% 以下となる傾き) を求めたところ、その傾きは 1.1 であった。

従って、 Ls/Lm の傾きも Vs/Vm の傾きと等しくするから、 $Ls/Lm=1.1$ としている。

3) Ls の算出

Ls/Lm の値は、1.1 である。また、Lm の値は、より 119.2m(東池袋入口の場合)である。従って、Ls は次式により求められる。

$$Ls=Lm \times 1.1$$

ここで、

Ls : 合流車両検知位置

Lm : 情報提供位置

補正值 ΔLm を考慮すると、以下の通りとなる。補正值は合流車検知から情報提供終了までに要する時間で、合流車が進んでいる距離である。従って、瞬時に伝達終了条件で計算した Ls に加えてやる必要がある。

$$Ls=(Lm+\Delta Lm) \times 1.1$$

$$=(119.2+\Delta Lm) \times 1.1$$

$$=131.1+1.1 \times \Delta Lm$$

実際の合流車検知装置の設置位置は、東池袋入口は不明、谷町 JCT は 160.8m 地点である。

(3) 情報提供時間

情報提供時間設定の流れは図 3.1.40 に示す通りであり、合流区間における本線車と合流車の位置関係を定義した後、情報提供期間の算出方法を検討し、トラカンデータを基にした情報提供期間の算出を行う。

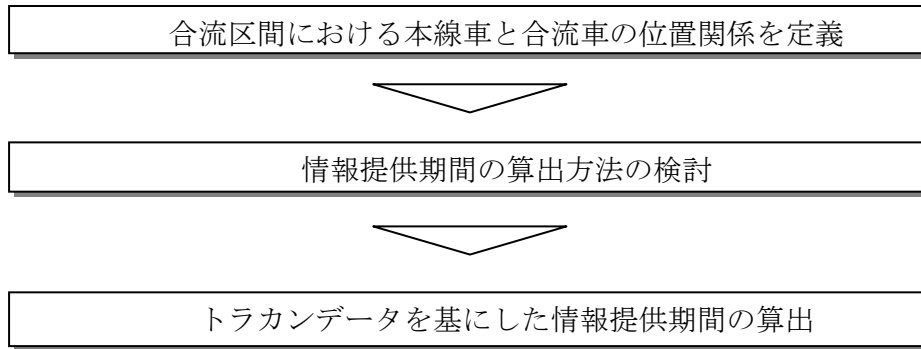


図 3.1.40 情報提供時間設定の流れ

1) 合流区間における本線車と合流車の位置関係

本線車と合流車が出合う危険性があるのは、ハードノーズ端からテーパ端までの区間であり、この区間を合流区間と定義している。

合流区間における本線車と合流車の位置関係（相互の距離、車頭時間）を以下の3種類に分けている。

- 本線車と合流車が接近して錯綜状態と認められる「要警告状態」（図 3.1.41 では赤色表示の区間）
- 中間状態である「合流認知」（図 3.1.41 では黄色表示の区間）
- 本線車と合流車が離れて、錯綜状態とはいえない「合流不認知」（図 3.1.41 では無色表示の区間）

表 3.1.9 は、要警告状態、合流認知、合流不認知となる本線車と合流車の位置関係の定義を示したものであり、合流車が本線車の前方を走行しているか、後方を走行しているかによって、相互の距離の定義を設けている。また、要警告状態、合流認知、合流不認知それぞれで「合流車あり」の情報提供がある場合とない場合で情報提供の適不適を示している。

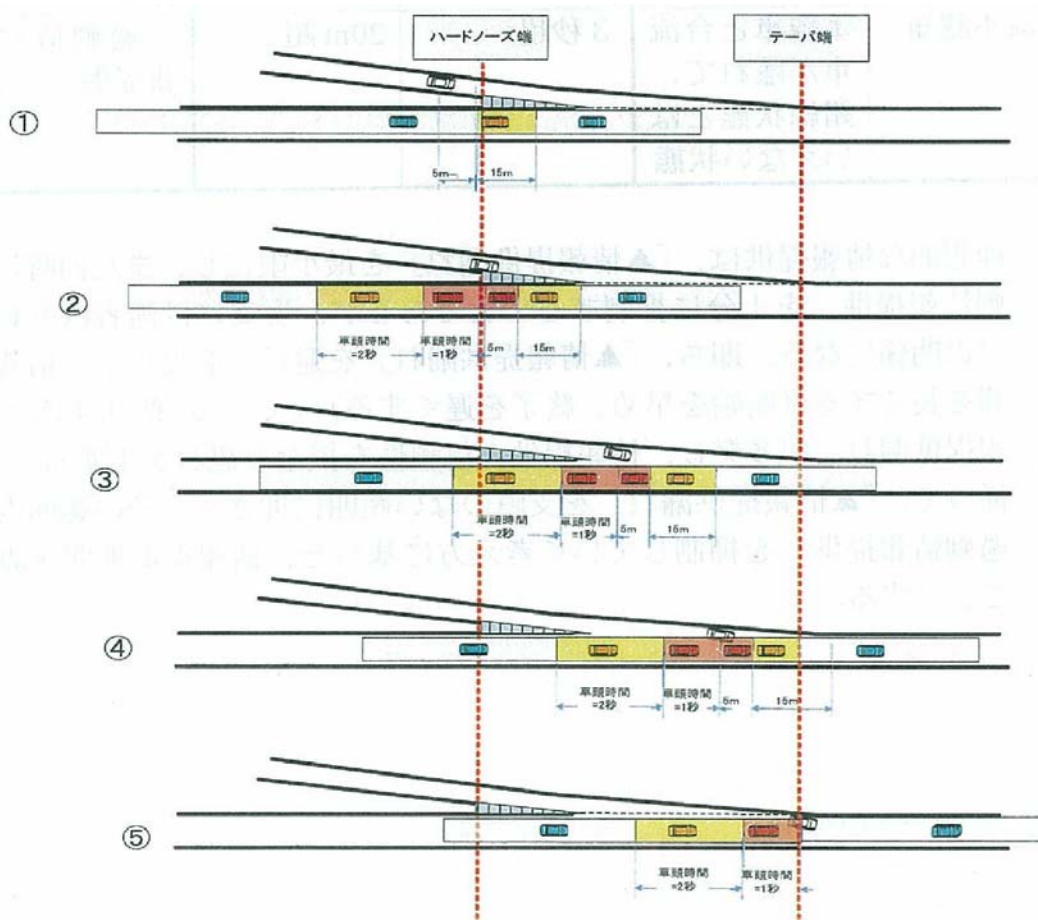


図 3.1.41 合流区間における合流状態の定義

表 3.1.9 要警告状態、合流認知、合流不認知の定義

合流状態		定義		情報提供（「合流車あり」）	
		合流車が前方の時（車頭時間）	合流車が後方の時（距離）	あり	なし
要警告状態 （合流錯綜）	本線車と合流車が接近して、錯綜状態と認められる場合	1秒以内	5m以内	◎適切な情報提供	▲情報提供漏れ
合流認知	中間状態	1秒超 3秒以内	5m超 20m以内	特に問題はない	特に問題はない
合流不認知	本線車と合流車が離れて、錯綜状態とはいえない状態	3秒超	20m超	△過剰情報提供	◎適切な対応

2) 情報提供期間の算出方法の検討

合流部において本線車と合流車が「要警告状態」となる場合に、合流車検知位置に合流車両が到達した時点から、何秒後に情報提供を開始し何秒後に情報提供を終了するかを決定する必要がある。

図 3.1.42 に情報提供時間（開始時間と終了時間）の想定過程を示す。縦軸に距離（合流車両検知位置、情報提供位置、ハードノーズなどの位置関係）、横軸に経過時間を示しており、実曲線は合流車の挙動（速度）を示している。

合流部（ハードノーズからテーパー端）において、本線車と合流車が「要警告状態」となるのは、「合流車の後方 1 秒間に本線車が居る場合」と「合流車の前方 5 m に本線車が居る場合」であり、図 3.1.42 では点曲線により囲まれた領域（赤ハッチングの領域）である。赤ハッチングの領域に対して、接線となるように本線車の挙動（速度）を示すことにより、情報提供位置における情報提供時間（開始時間と終了時間）を想定することができる。

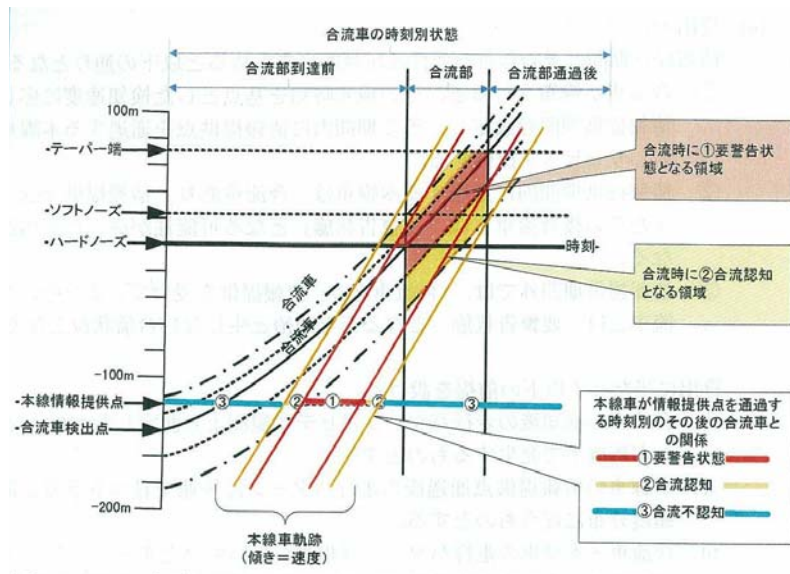


図 3.1.42 情報提供時間（開始時間と終了時間）の想定過程

3) トラカンデータを基にした情報提供期間の算出

図 3.1.43 に示すとおり、「情報提供漏れ」と「過剰情報提供」はトレードオフの関係にあり、情報提供時間を短くするほど「情報提供漏れ」の発生危険度が高くなり、逆に情報提供時間を長くすれば「過剰情報提供」が多くなるためシステムに対する道路利用者からの信頼度が低くなる。そのため、本検討においては「情報提供漏れ」を最小限にしつつ「過剰情報提供」をし過ぎないように情報提供時間を設定している。なお、情報提供時間の設定には合流車 1200 台分のトラカンデータを用いている。

情報提供漏れが開始側、終了側でそれぞれ 1%、2%、5%、10%となるように情報提供時間を設定して過剰情報提供の状況を確認したところ、情報提供漏れが 1%および 2%の場合、過剰情報提供が大きく、情報提供漏れ 10%の場合、過剰情報提供は少なくなるが情報提供漏れは少ないという問題がある。そのため、情報提供漏れ 5%となるように情報提供時間を設定する。検知速度別情報提供時間（開始時間と終了時間）を表 3.1.10 に示す。

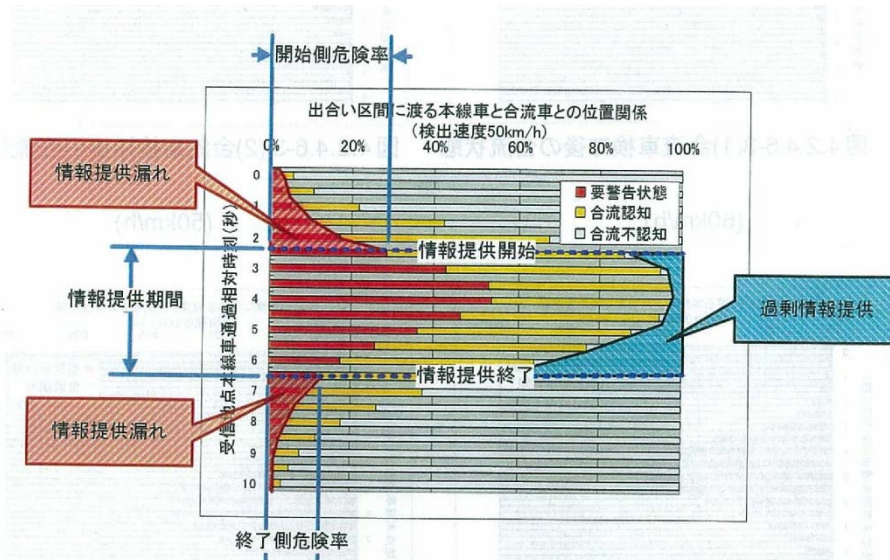


図 3.1.43 情報提供期間と「情報提供漏れ」および「過剰情報提供」の関係

表 3.1.10 検知速度別情報提供期間（開始時間と終了時間）の設定

検知速度 (km/h)	開始時刻 (秒)	終了時刻 (秒)	摘要
60 以上	0.0	6.1	75km/h 以上は 60km/h の結果を採用
50	1.0	7.5	
42.9	1.8	8.7	
37.5	2.7	10.8	
33.3 以下	3.4	10.8	

3.1.4.2 効果検証

(1) 有効性の検証

1) 車間時間

首都高速5号池袋線下り東池袋合流部は、合流路が下り坂のために、本線側から合流車が見えにくい箇所である。そこで、合流支援サービスを図 3.1.44 のような配置で提供した。

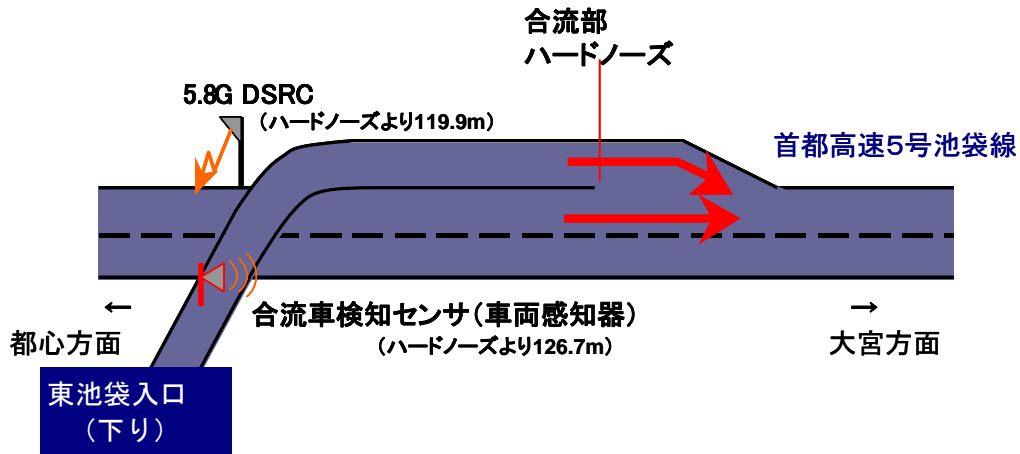
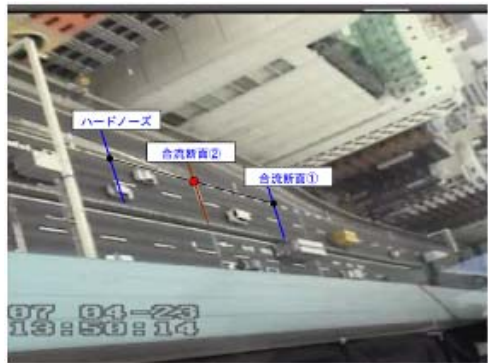
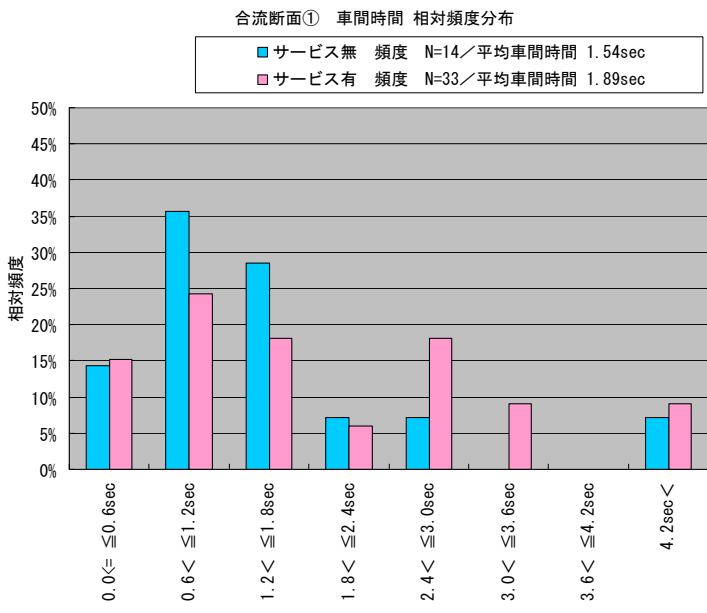


図 3.1.44 首都高速東池袋合流部での合流支援システム概要

サービス有無での合流部での錯綜状況を示す指標として、被験者の運転する実験車両の直前に合流車両が合流してくるケースについて、実験車両と合流車両との車間時間を路側のカメラ映像を用いて調査した。図 3.1.45 は合流断面①②で測定した車間時間のサービス有無の比較である。サービスにより、合流断面①では平均車間時間が 1.54sec から 1.89sec に、合流断面②では 1.53sec から 2.0sec に広がり、錯綜が軽減されていることが分かり、効果が確認できた。



※合流車と実験車両の間に他車両が存在するケースや合流断面において実験車両が合流車に先行して通過したケースを除く

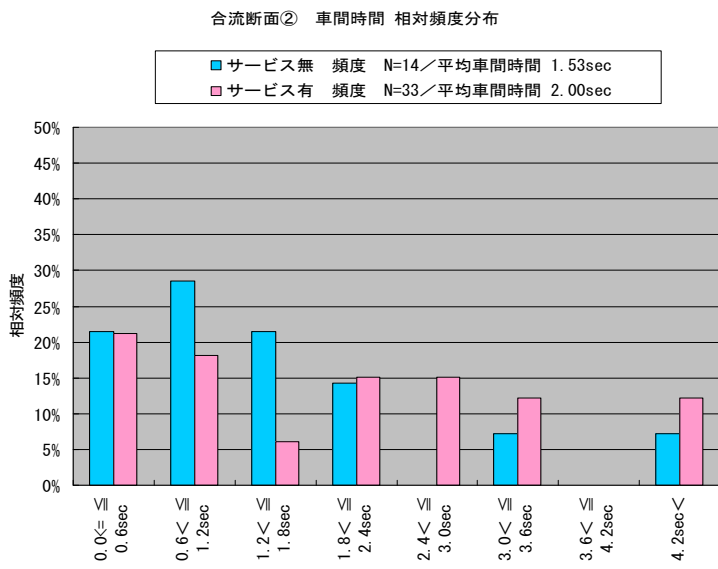


図 3.1.45 東池袋合流部での車間時間の比較

2) ブレーキの踏み替え位置

首都高速都心環状外回り谷町 JCT の合流部に合流支援サービスを図 3.1.46 のように配置し提供した。合流部での錯綜を回避する準備行動としてブレーキ踏み変え位置をサービス有無で比較したものが図 3.1.47 である。発話型サービスおよびナビ連携サービスともにサービスなしに比べて早めにブレーキへ踏み変えている傾向が見られ、効果が確認できた。

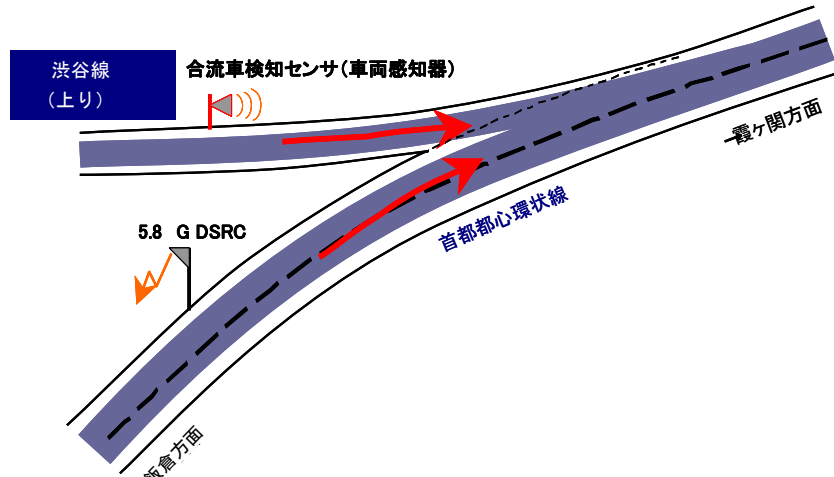


図 3.1.46 首都高速都心環状谷町 JCT での合流支援システム概要

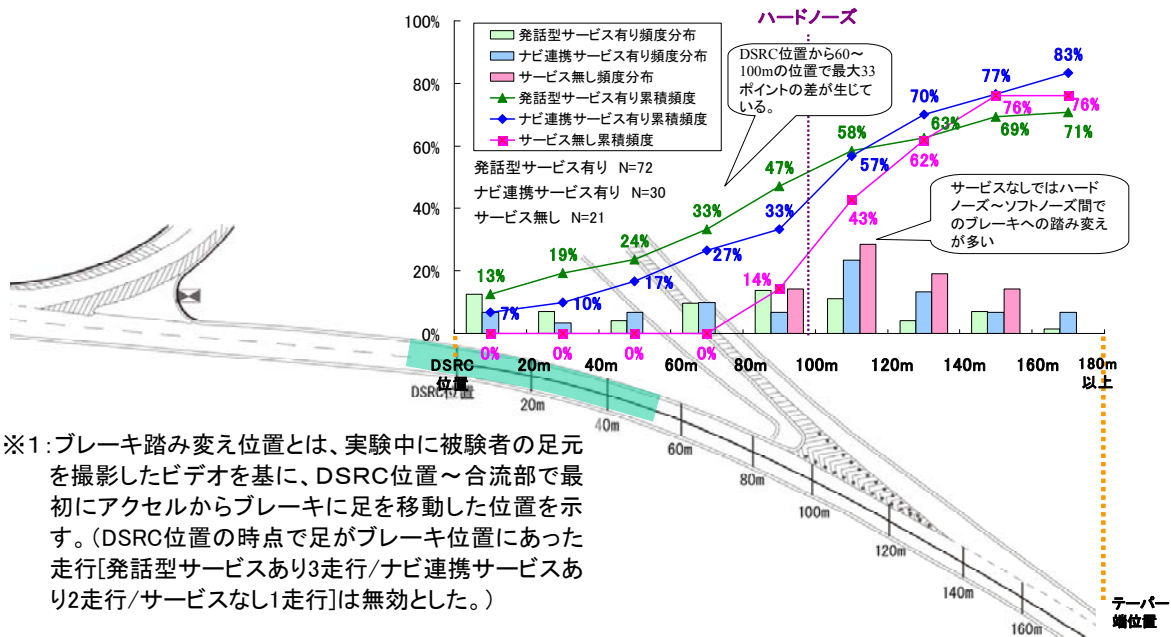


図 3.1.47 谷町 JCT でのブレーキ踏み替え位置の比較

(2) 受容性の検証

意識の変化のアンケート回答を以下に示す。「注意する気持ちになった」との回答が最も多く、80%以上であった。「情報提供にびっくりし、あわてた」等のネガティブな回答は僅少であった。

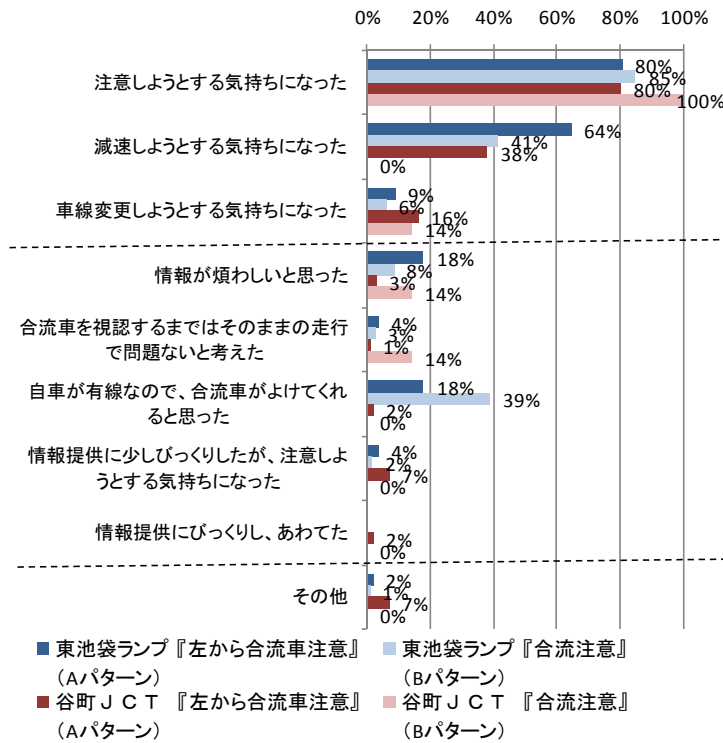


図 3.1.48 「情報提供を受けたときどのように感じたか」に対する回答結果

「情報提供にびっくりし、あわてた」等のネガティブな反応はほとんどなかった。また、そのように回答したサンプルについても、その車両挙動データを詳しく分析したところ、情報提供直後の急な挙動は見られなかった。(図 3.1.49)

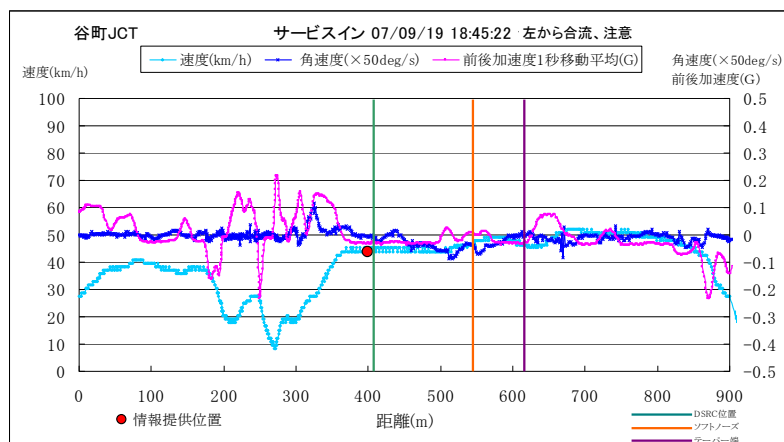


図 3.1.49 情報提供にびっくりし、あわてた」と回答したサンプルの車両挙動データ（谷町 JCT の例）

3.1.5 ITS スポットサービスでの展開

本節では、平成18年から平成21年に研究開発を実施した安全運転支援システム（前方障害物情報提供サービス、カーブ進入危険防止支援サービス、合流支援サービス）について、サービス内容、システム概要、サービスの有効性、ドライバの受容性を述べた。

システム開発、サービスの有効性、ドライバの受容性の検証は、ドライビングシミュレータを用いた実験や、公道上で決められた経路を走行しヒアリングを行う実証実験が実施されてきた。

その結果、安全運転支援システムの有効性が確認され、首都高速道路、阪神高速道路及び名古屋高速道路において安全運転支援情報提供サービスを先行的に開始されるに至った。

さらに、平成23年1～8月にかけて全国の高速道路を中心に約1,600基の路側機（ITSスポット）が設置され、ITSスポットサービスが全国展開された。安全運転支援情報提供サービスは、ITSスポットサービスの主たるサービスとして本格運用されている。

3.2 渋滞削減を目的としたサグ部等での走行支援

3.2.1 研究目的と研究方法

我が国の都市間高速道路における渋滞発生状況の内訳をみると、ETC の普及に伴い料金所部での渋滞は大幅に減少し、上り坂・サグ部での渋滞が約 6 割を占めている。渋滞発生の一要因として、追越車線への交通の集中により、追越車線の交通需要が交通容量を超過してしまうことで渋滞が発生することが知られている。

本研究は、サグ・上り坂部における渋滞多発箇所である、東名高速道路大和サグ下り(22.0kp 付近)を研究対象とし、車線利用率の偏りを是正させるための新たなサービス(車線利用率適正化サービス)開発に向けて行ったものである。研究の手順として、まず交通状況を詳細に把握するため、路側に設置されたビデオの録画画像やトラカン等のデータを分析し、渋滞発生メカニズムを解明した上で、渋滞発生要因に対して、効果的な渋滞対策を立案した。そして立案された渋滞対策案について、ドライビングシミュレータを用いた被験者実験を行い、ドライバーの受容性について確認を行い、実道(東名大和サグ)において、立案された渋滞対策に関するサービスが実現されるように機器を整備し、走行実験を行った。図 3.2.1 に研究の取り組み内容手順の概要を示す。

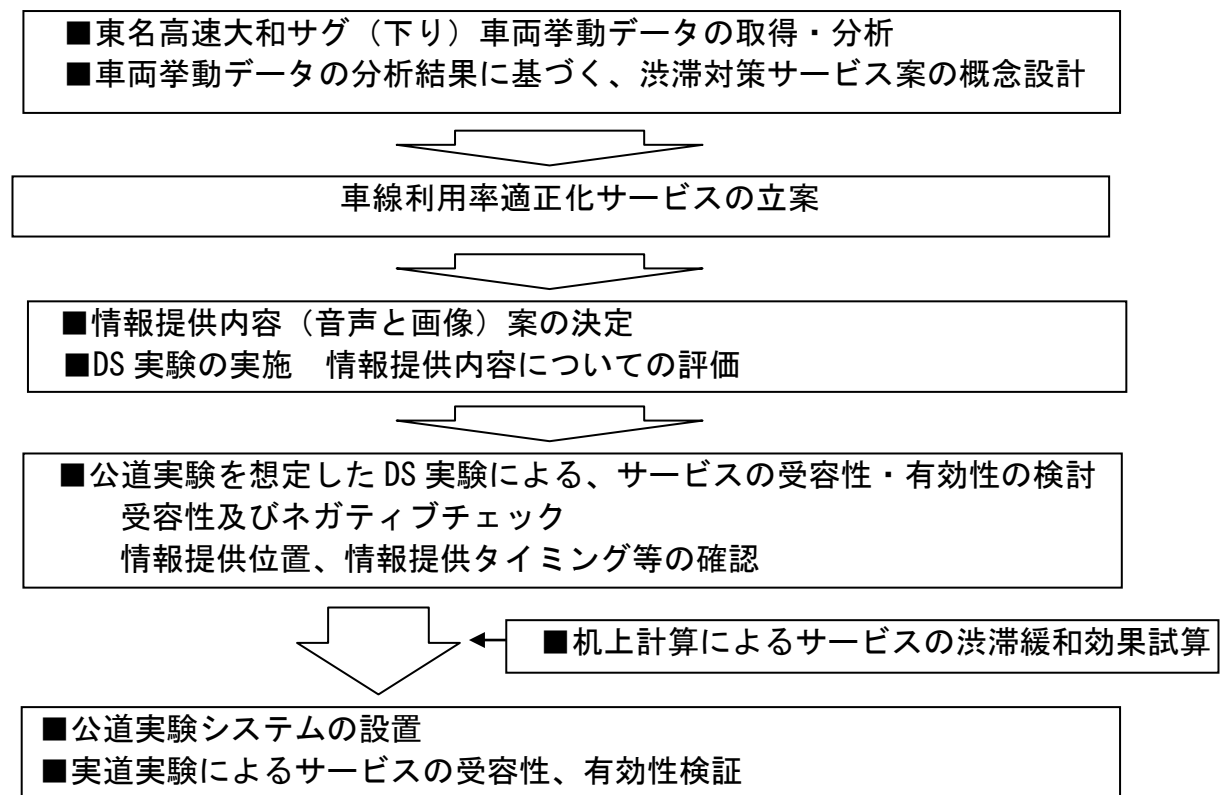


図 3.2.1 車線利用率適正化サービス立案に関する検討フロー

3.2.2 サグ部における車両挙動データの取得・分析

3.2.2.1 データ取得装置の概要

サグ部において交通量が増加してから渋滞が発生するまでの仮説の検証、およびその対策案を立案するには、サグ部で発生している交通現象を把握し、分析する必要がある。よって本研究は、サグ部での渋滞に関わる交通現象を実測データで把握・確認し、サービスを提供するシステム設計に関わる基礎データの分析を行うことから開始する。

東名高速道路大和サグ（下り 22.0kp 付近）には交通現象把握・分析を行うためには、渋滞原因の究明などを目的として、図 3.2.2 に示すように 13 台のカメラが設置されている。

図 3.2.2 東名高速下り大和サグ付近の計測機器

交通現象の把握・分析のプロセスを図 3.2.3 に示す。路側に設置したカメラを用いて撮影した動画から画像 DB を作成した。画像 DB を用いて、車両の軌跡化を行い、軌跡 DB を制作する。

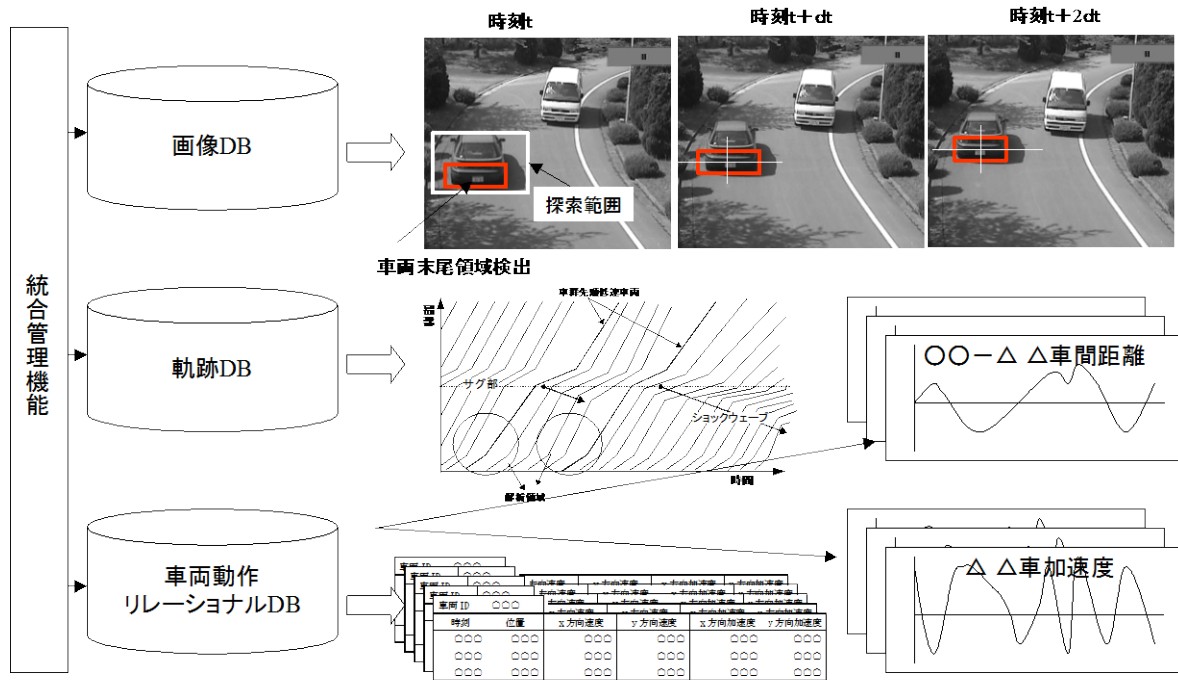


図 3.2.3 交通現象把握・分析装置の利用例

3.2.2.2 分析データの取得

交通現象の把握のために、2005年11月26日5:40から7:00（1時間20分間）、2005年12月10日5:00から7:45（2時間45分間）、2005年12月17日5:30から7:40（2時間10分間）のカメラ1,2,3,5,7,9,11,13の記録映像を分析し、1分毎の車線別の累計交通量・車線変更回数を計測した。計測方法は、各映像の最上流部を車両が通過した時点で、目視により交通量をカウントし、車線境界線を跨いだ車両を車線変更台数としてカウントした。

カメラによる計測箇所一覧を表 3.2.1 に示す。車線変更回数は図 3.2.2 に示すカメラ1,2,3,5,7,9,11,13にて計測した。また、カメラ2から3の間の未撮影区間を除き、各カメラ間は連続している。また、既設のトラカンのデータも交通現象の把握に利用した。

表 3.2.1 計測箇所一覧

カメラ 番号	カメラ 設置 位置	カメラ撮影範囲		交通量 カウ ント 位置※	車線変更取得区間	
		キロポスト	距離		キロポスト	距離
カメラ1	20.54kp	20.62-20.72kp	110m	20.62kp	20.62-20.72kp	100m
カメラ2	20.66kp	20.72-20.94kp	210m	20.72kp	20.72-20.94kp	220m
カメラ3	21.57kp	21.64-21.84kp	200m	21.64kp	21.64-21.84kp	200m
カメラ4	21.65kp	-	-			
カメラ5	21.77kp	21.84-22.08kp	240m	21.84kp	21.84-22.08kp	240m
カメラ6	21.89kp	-	-			
カメラ7	22.01kp	22.08-22.20kp	120m	22.08kp	22.08-22.32kp	240m
カメラ8	22.13kp	22.20-22.32kp	120m			
カメラ9	22.25kp	22.32-22.44kp	120m	22.32kp	22.32-22.54kp	220m
カメラ10	22.37kp	22.44-22.54kp	100m			
カメラ11	22.49kp	22.54-22.68kp	140m	22.54kp	22.54-22.80kp	260m
カメラ12	22.61kp	22.68-22.80kp	120m			
カメラ13	22.73kp	22.80-23.12kp	300m	22.80kp	22.80-23.12kp	320m

※交通量カウントは各画面の最近撮影位置でカウント

3.2.2.3 車線利用率の分析

(1) サグ部上流の下り坂部における車線利用率

サグ部上流の下り坂部 21.52KP に設置されたトラカンの QV 時間変動図を図 3.2.4 に示す。渋滞直前の状態 2 から状態 3 においては、第 2 走行車線と追越車線の交通量は多いが、第 1 走行車線は未だ余裕があることが分かる。ここで各状態について以下のように定義する。

状態 1 : 追越車線の 5 分間当たりの交通量が第 1 走行車線の交通量を上回った状態

状態 2 : 追越車線の 5 分間当たり交通量が第 2 走行車線の交通量を上回った状態

状態 3 : 追越車線の流率が飽和状態になっており、減速波の発生している状態

状態 4 : 追越車線の交通流率が低下し始め、渋滞が開始する状態

状態 5 : 流率・速度共に低下し完全に渋滞となった状態。

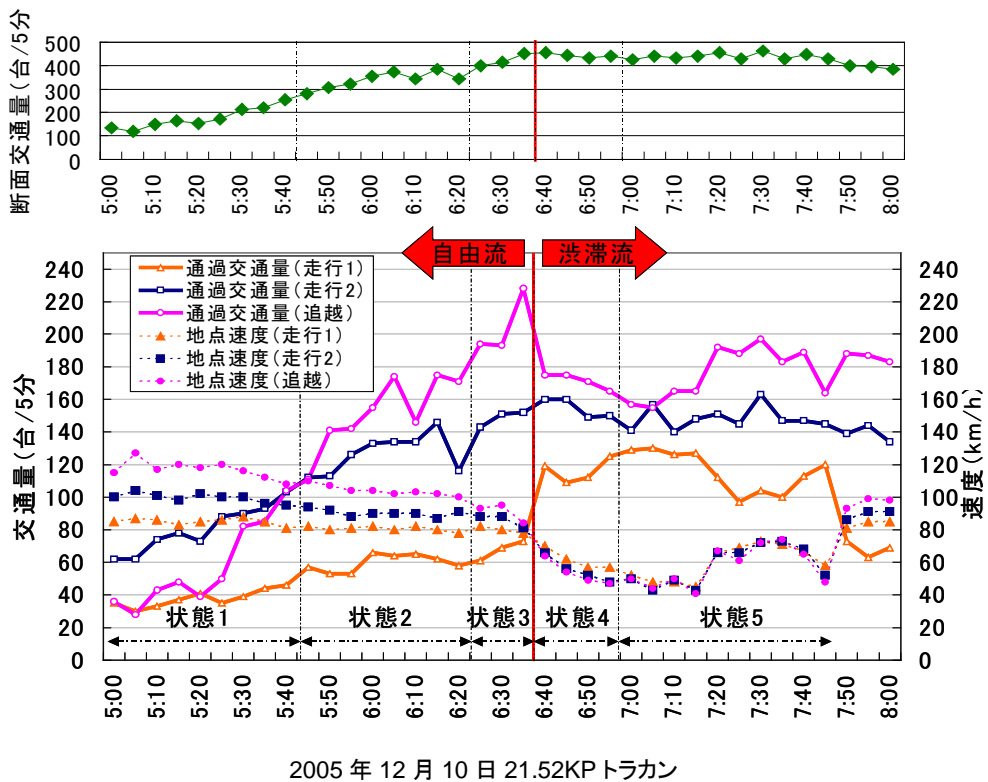


図 3.2.4 サグ部直上流の QV 時間変動図

また、2004年に集計したサグ部上流の下り坂部 21.52KP トラカンデータより断面交通量－車線利用率相関図を土日祝日と平日に分けて作成した。土日祝日の相関図を図 3.2.5 に、平日の相関図を図 3.2.6 に示す。

両図から、下り坂部では、交通量の増加に伴い、除々に追越車線の車線利用率が増加し、追越車線への偏りが顕在化していることが明らかである。また、土日祝日は、追越車線への利用率の偏りが、平日と比較して断面交通量が少ない段階で進行していることが分かる。

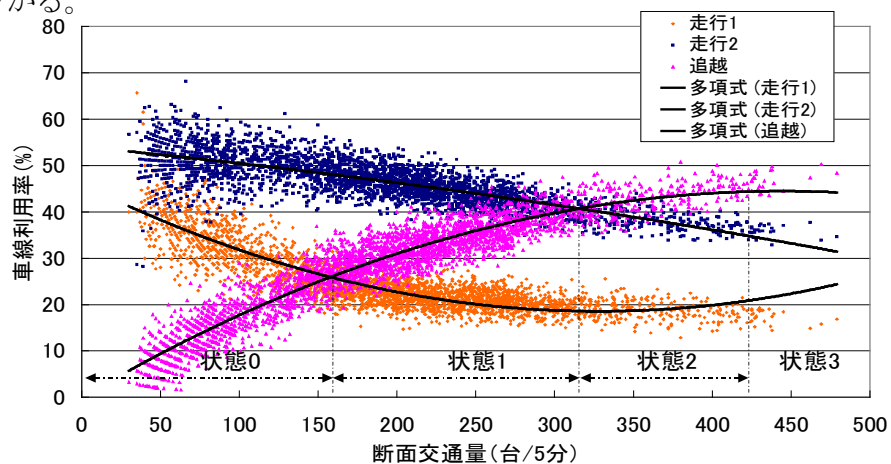


図 3.2.5 サグ部直上流での断面交通量－車線利用率相関図（土日祝日）

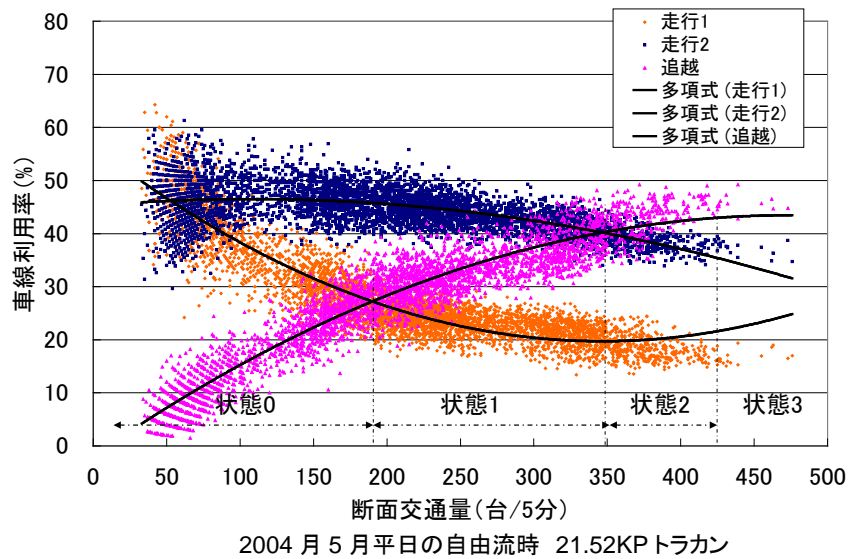
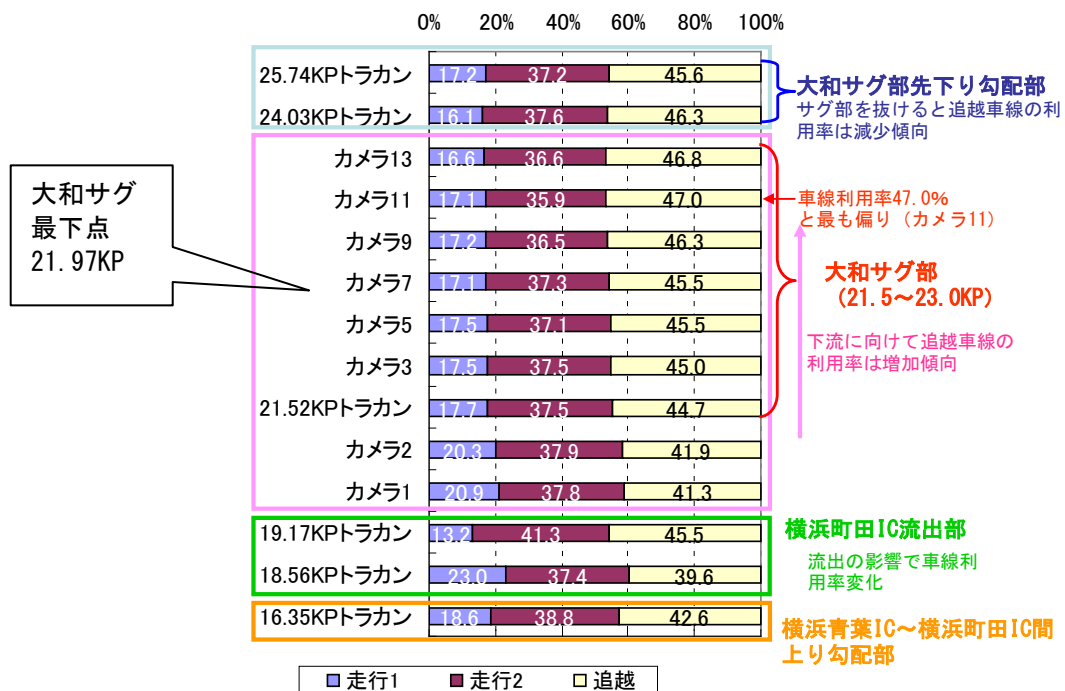


図 3.2.6 サグ部直上流での断面交通量－車線利用率相関図（平日）

(2) サグ部下流の上り坂部における車線利用率

サグ部下流の上り坂部を含む 16.35KP から 25.74KP における混雑時（2005/12/10 5：45 から 6：25 40 分間）の各車線の利用率を図 3.2.7 に示す。サグ部では、追越車線に偏る傾向があり、サグ部下流側の上り坂部においても追越車線への偏りが顕在化していることが分かる。カメラ 11（22.54KP）にて追越車線の利用率が 47.0% と最も偏りが大きく、それより下流側では減少傾向にある。



※状態2(2005/12/10 5:45~6:25 40分間)

図 3.2.7 混雑時の車線利用率

(3) 路側ビデオ録画画像による速度・交通量の関係把握

東名高速大和サグ下りに設置したカメラの記録映像からボトルネック部で発生する減速波の発生と吸収の状況を把握するため、2005年12月10日と12月17日のデータの速度変動を分析した。

データを分析して軌跡図を作成する地点は、サグ部最底部より下流側で速度低下が予想されるカメラ7から13の範囲とし、図3.2.8に示すように、車線境界線を目安に約40mピッチで追越車線通過車両の車尾通過時刻を目視により記録した。ただし、12月10日の作成対象カメラはタイムコードの同期が取れているカメラ9,11,13とした。



図 3.2.8 カメラ9計測地

(4) 交通量と速度の関係

カメラ9の計測地点22.32KPにおける車線別1分間交通量を図3.2.9に示す。図より追越車線において速度が低下し、走行車線へと避走する車両の影響で追越車線の交通量が減少し、第1走行車線と第2走行車線の交通量が増加する6:37から6:38付近で、渋滞が発生したと推定される。

大和サグ部直近上流トラカン21.52KPにおけるQV時間変動図を図3.2.10に示す。6:35から6:40で速度低下が確認された。

このため、この時間帯付近の軌跡図を作成した。軌跡図を図3.2.11に示す。22.7KP付近で発生した減速波が伝播する様子を確認することができた。

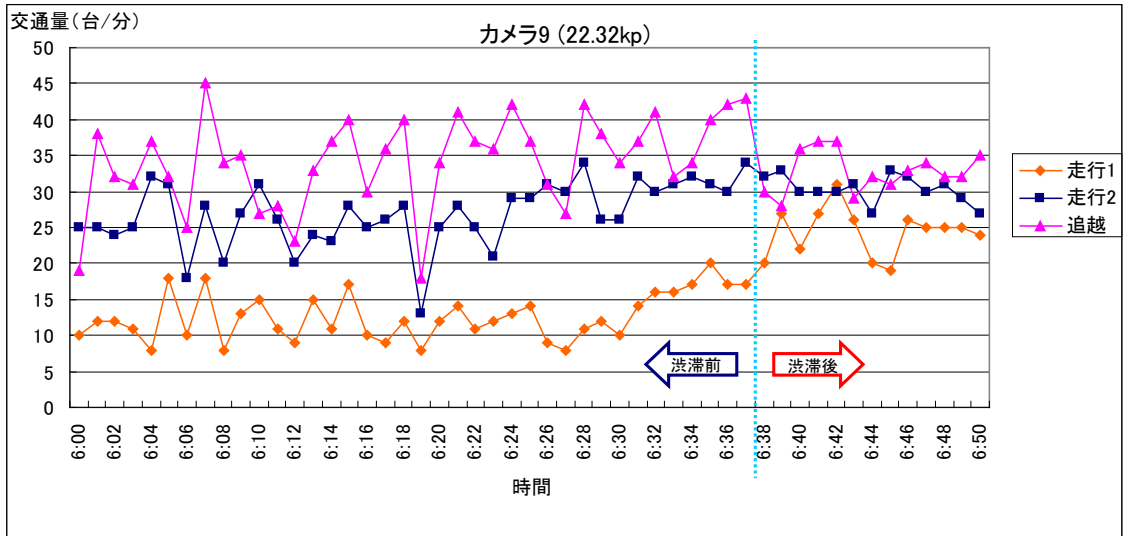


図 3.2.9 2005/12/10 カメラ9車線別1分間交通量

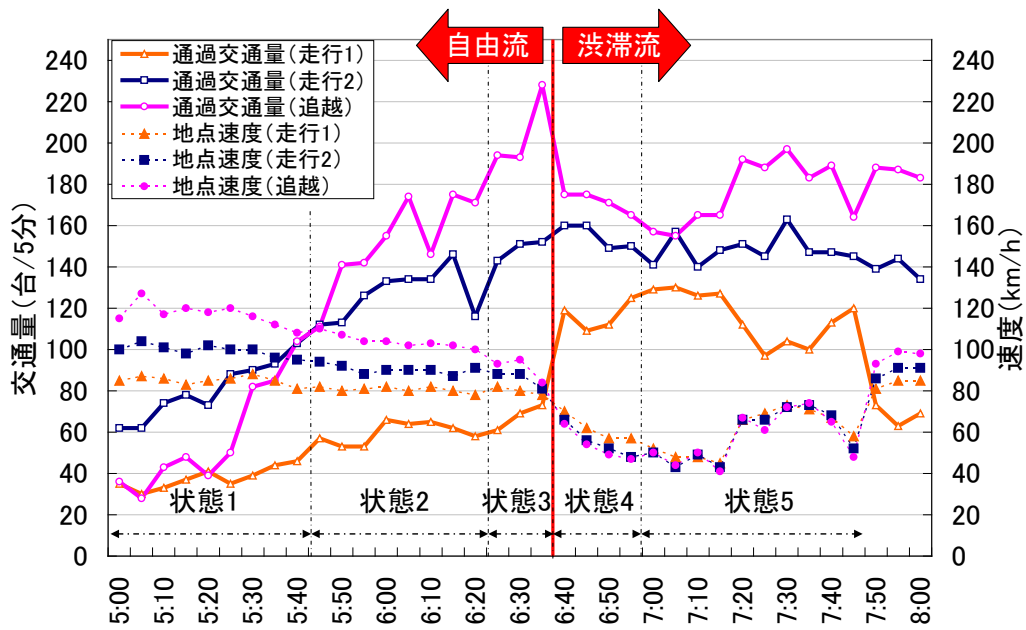


図 3.2.10 2005/12/10 21.52KP QV時間変動図(図3.2.4再掲)

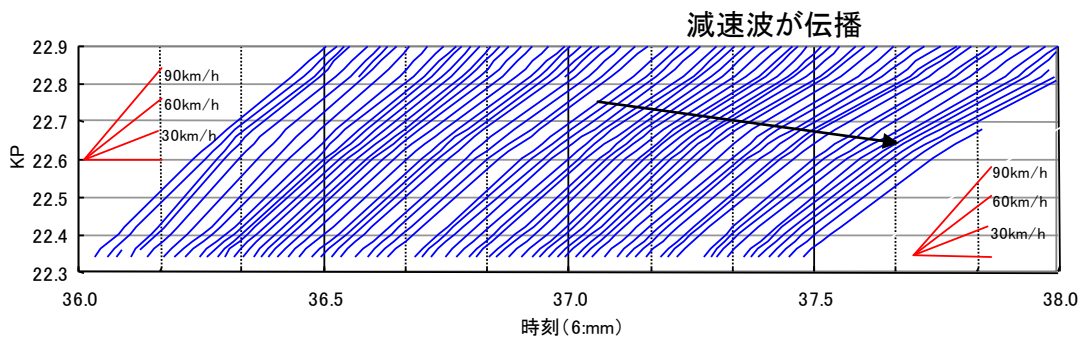


図 3.2.11 2005/12/10 軌跡図 6:37 付近

3.2.3 車線利用率適正化サービスの立案

先述した車両挙動データの分析結果より明らかとなった、サグ部の交通現象と、それによって発生する渋滞現象とその対策案の概略関係を図 3.2.12 に示す。

追越車線へ交通が集中することに対する対策として、ボトルネック手前で追越車線に偏在する車両の一部を走行車線に導くサービス「車線利用率適正化サービス」を考案した。

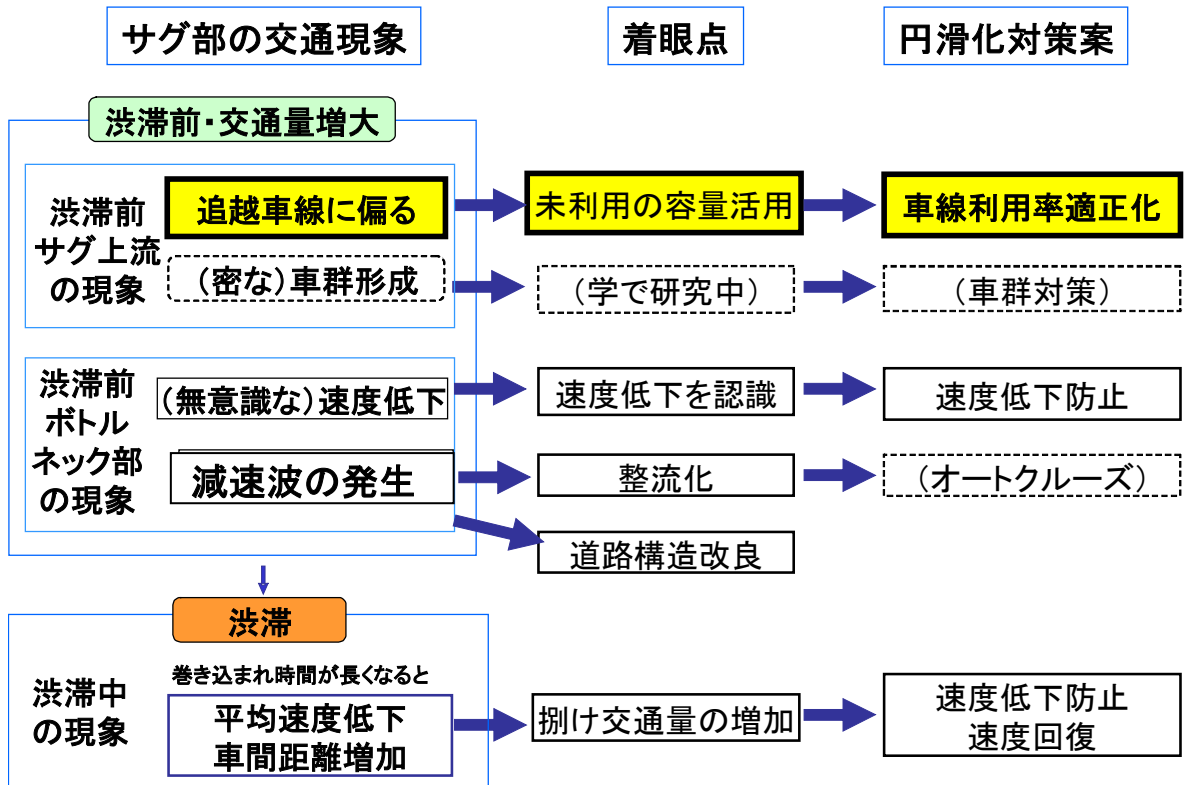


図 3.2.12 サグの交通現象と各種の対策案

3.2.3.1 車線利用率適正化サービスの概念設計

車線利用率適正化サービスとして、以下に示す3案を立案した。基本的なサービスの概要としては、インフラ側より、車線利用率の偏りを是正もしくは進行を抑制させることを目的とした情報を提供し、渋滞発生防止、渋滞発生遅延、渋滞時間・渋滞長の短縮を目指すものである。なお車線利用率適正化サービスでは、表示板による文字情報および車載器による音声情報と図形情報を想定している。

(1) 対策案 1

第1車線走行車両に対して第1車線を維持(キープ)してもらおう。対策案1の情報を「維持情報」と言う。

(2) 対策案 2

第2車線及び追越車線(追越車線)を走行する車両に、左側車線へ車線変更を誘導する。対策案2の情報を「誘導情報」と言う。

(3) 対策案3

第2車線走行車両に対して、第3（追越）車線への車線変更を抑制（あるいは禁止）する。対策案3の情報を「抑制情報」と言う。この対策案3は、追越車線への車線変更だけを抑えるが、第2車線から第1への車線変更は規制していない。

表 3.2.2 対策案の対象車線及びポイント

対策案	対象車線			ポイント
	第1車線	第2車線	追越車線	
対策案1：第1車線走行車両に対して、第1車線維持。（維持情報）	●			第1車線走行車両すべて情報提供を守ってもらいたい。
対策案2：第2車線と追越車線に対して、左側車線への誘導。（誘導情報）		●	●	第2車線と追越車線の多くの車が左側車線に車線変更すると混乱する。一部の車が車線変更してくれば良い。
対策案3：第2車線走行車両に対して、追越車線への車線変更抑制（抑制情報）。 第1車線への車線変更は抑制しない。		●		第2車線走行車両に対して、追越車線への車線変更はすべての車に対して抑制したい。

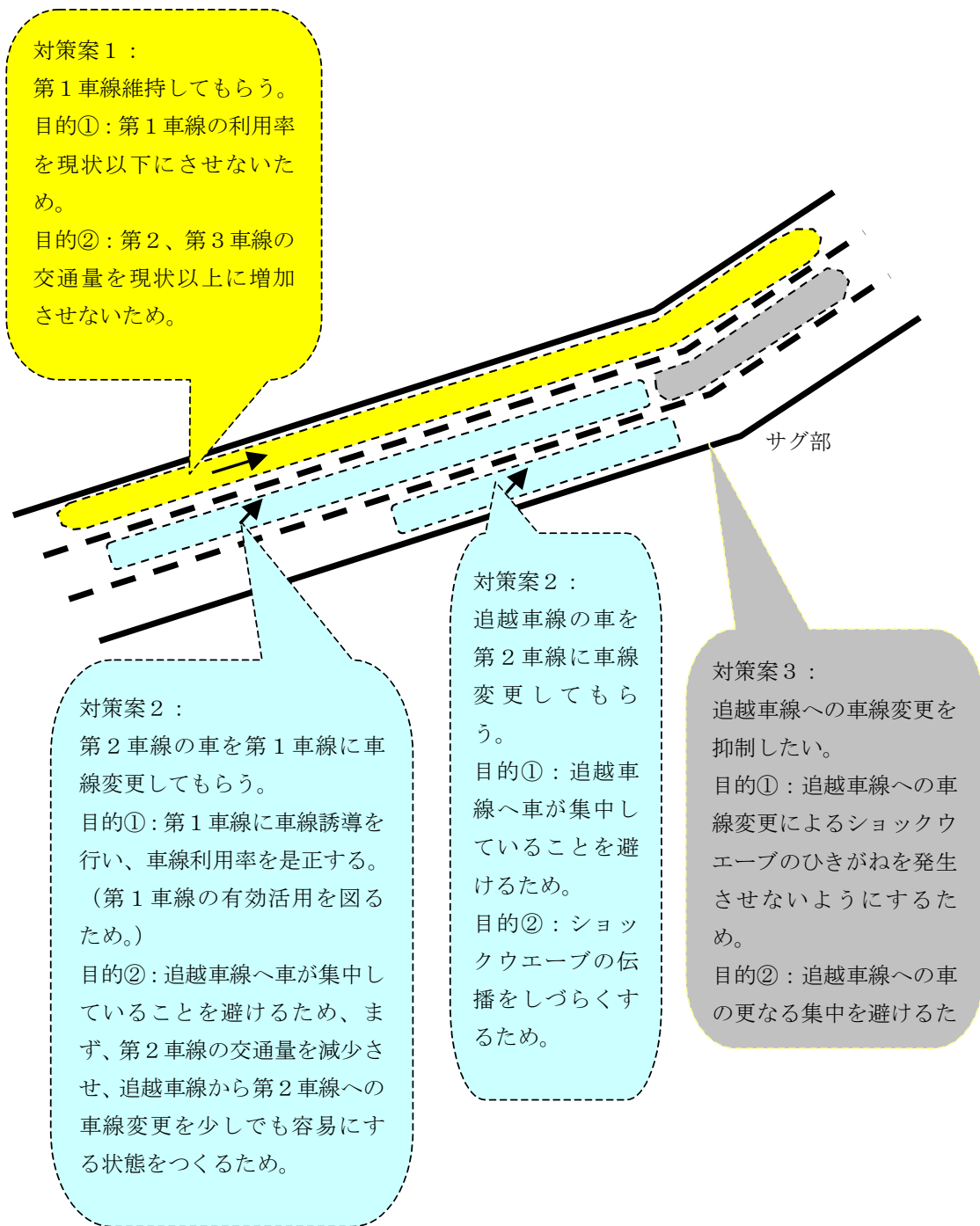


図 3.2.13 車線利用率適正化サービスの概念図

3.2.3.2 サービス区間・情報提供位置の検討

車線利用率適正化によるサグ部円滑化走行支援サービスに関し、定義すべき主要な位置および区間は、ボトルネック部、ショックウェーブ多発区間、サービス開始位置、サービス終了位置、車線変更依頼区間、車線維持依頼区間である。前節で示す対策案1、対策案2の区間を車線変更依頼区間、対策案3の区間を車線維持依頼区間とする。

- 車線利用率適正化位置は、ショックウェーブが発生と消滅を繰り返している状況におけるショックウェーブの末尾地点である。

- 車線維持依頼区間は、車線維持依頼情報提供から車線維持情報提供までの区間であり、追越車線が交通流を乱す原因になる可能性があるため、車線変更依頼区間は、ショックウェーブが延伸しない、車線利用率適正化位置の上流側を設定する。
- サービス開始位置は、車線変更依頼情報を提供する位置である。
- サービス終了位置は、サービス終了情報を提供する位置である。

(1) 情報提供位置の検討

先述したサービス区間等を決定するためドライビングシミュレータを用いた被験者実験（以下プレ DS 実験）を実施し、車線変更依頼情報と、車線維持依頼情報の提供位置について検討を行った。

車線変更依頼区間の検討では車線変更依頼情報を受けてから、車線変更が完了できるまでの時間を検討する。この時間は、サービス効果が最も高いとされる渋滞直前の交通量の多い状態 3(臨界状態(図 3.2.4 参照))で、情報提供を認識し、ドライバが車線変更できるか否かを判断し、車線変更が完了するまでの時間に関係する。

ボトルネック部を先頭として発生するショックウェーブが到達・消滅する位置である車線利用率適正化位置からサービス終了位置までの下流領域を車線維持依頼区間とする。

1) プレ DS 実験の目的

DS 実験では、以下の点について明らかにすることを目的としている。

サグ部上流側で車線変更を促す音声メッセージの長短と、サービス主旨の理解度、および車線変更行動との関係。

上流での車線誘導の後、サグ部下流の上り坂区間で、走行車線維持を依頼する音声メッセージの有無による、サービス全体の主旨の理解度の確認。

先述した音声メッセージが提供されることにより、利用者へのネガティブな影響を与えないことの確認。

2) プレ DS 実験の計画

実験実施時の交通シミュレータ、ドライビングシミュレータの交通状況の設定
プレ DS 実験時にシミュレータで再現する交通状況は、渋滞直前の交通状況を想定し、その内容について、表 3.2.3 に示す通りとする。

また交通状態の参考とした、実測データを図 3.2.14 に示す。図 3.2.14 中に示す 6:30～6:40 の間の交通量がプレ DS 実験実施時に想定する交通量である。

表 3.2.3 プレDS 実験実施時の交通状況の設定

交通量	渋滞直前の交通量レベル ・ 追越 180～200 台/5分 ・ 走行2 150～170 台/5分 ・ 走行1 70～90 台/5分
速度	車線別に速度差をつける。 ・ 追越 平均 90 km/h ・ 走行2 平均 80km/h ・ 走行1 平均 70 km/h
サグ部の交通状態	サグ部での渋滞は発生させない。 (渋滞末尾に到達する直前での、左側への車線変更を、評価の対象外とするため)
周辺車両	周辺車両は車線変更しない。 (上流でも下流でも、車線ごとの車両密度を、同じ水準で維持するため)
ヘッドウェイ分布	希望速度を分布させ、適切なサイズの車群が形成されるように調整する。

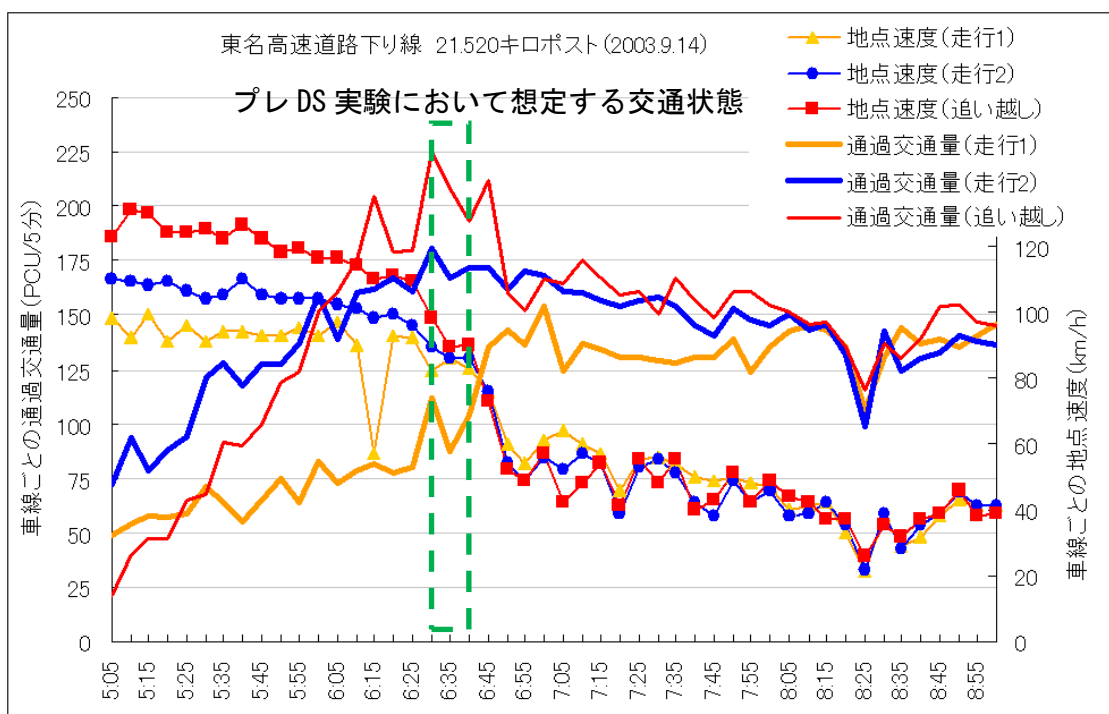


図 3.2.14 渋滞発生時における交通状況 (東名下り大和サグ付近)

3) プレ DS 実験走行のイメージ

プレ DS 実験での走行区間は約 20km の単路区間とし、このうち最後の 5km 区間を実験対象区間とした。前半の区間で、車線利用率適正化サービスが無い場合の被験者が自由に走行する慣らし区間との位置づけである。以下に DS 実験において再現した走行環境の模式図を示す。

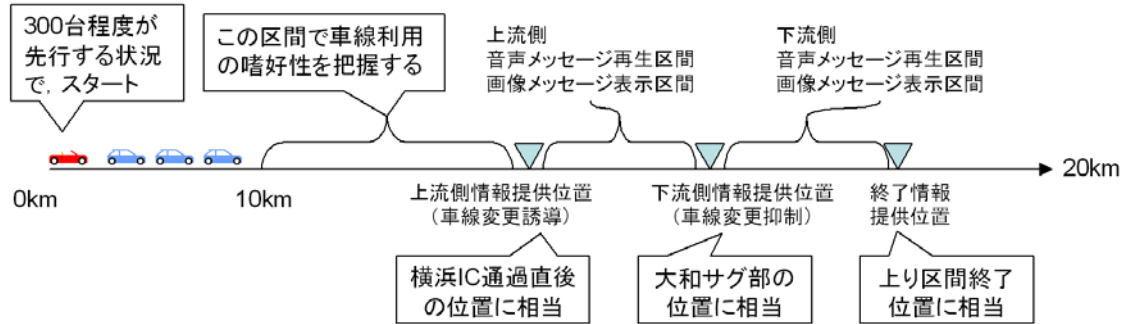


図 3.2.15 プレ DS 実験における走行イメージ提供情報内容

プレ DS 実験で提供する情報内容を以下に示す。ITS スポットによる情報提供を想定し、車載器の画面から提供される画像情報と音声情報により依頼を行った。音声情報は表示板と比較して、より長いメッセージを伝達することが可能となるため、丁寧な情報提供が考えられるが、一方でメッセージが長すぎると、ドライバが煩わしく感じたり、意図したことが伝わらなくなる可能性がある。そこで、プレ DS 実験ではメッセージを長短の 2 パターン作成し、被験者に対するアンケート調査によりその有効性・受容性等を把握した。

①車線変更依頼メッセージ

表 3.2.4 車線変更依頼メッセージ

		短いメッセージ(←再生)	長いメッセージ(←再生)
メッセージの意図と内容	注意喚起 事実情報	この先、追越車線に交通が集中しています。	ここから2km先、渋滞多発地点です。現在、追越車線に交通が集中しており、
	目的の説明	渋滞防止のため、	そこから渋滞するおそれがあります。渋滞防止のため、
	車線変更誘導	1つ左の車線を走行してください。	この先、速度が遅くても、車間に余裕のある1つ左の車線を走行するよう、ご協力をお願いします。
メッセージの長さ		約9秒	約22秒
再生中の走行距離		300m(120km/h)、250m(100km/h)	733m(120km/h)、611m(100km/h)
メッセージの訴求点		ドライバーの利他的な公德心の喚起	
得失の比較	利点	サービス提供区間がコンパクトになる。簡潔な表現のほうが、車線変更を依頼する主旨は伝わりやすい。	サービスの背景や、利他的な行動への補償(車間に余裕がある=安全)を説明する文言を含めることができる。
	要検討事項	短い文言で、公德心を喚起できるか。追越車線のほうが速い状態を、ドライバーが「混雑している」と認識していない場合、情報が信頼できないという印象を与え、リピータの育成を阻害するおそれがある。	メッセージ再生区間長が長くなり、サゲ部までに、車線変更する余裕が少なくなる。文言が複雑すぎると、車線変更を依頼する主旨が伝わりにくくなる。

②車線維持依頼メッセージ



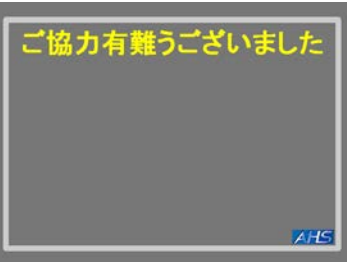
表 3.2.5 車線維持依頼メッセージとサービス終了メッセージ

		下流側(←再生)	終了位置(←再生)
メッセージの意図と内容	注意喚起	ここから1km*は、渋滞多発区間です。	渋滞多発区間は、ここで終了です。
	依頼	右への車線変更をしないでください。	渋滞防止へのご協力、ありがとうございました。次回もご協力をお願いいたします。
	事実情報 (オプション)	この区間の、現在の走行車線と追越車線の時間差は、20秒以内 ^注 です。	(なし)
メッセージの長さ		約17秒(オプション込み)	約10秒
再生中の走行距離		566m(120km/h)、472m(100km/h)	333m(120km/h)、278m(100km/h)
メッセージの訴求点		利己的な心理の抑制。オプションは、目の状況からだけではわからない、わずかな時間差しかないという事実に気づいてもらうため。	協力してくれたドライバーの満足感
提供の得失	利点	走行車線へのキープレフト協力者に対する追越車線への車線変更抑制が期待できる。	
	要検討事項	システムの複雑化。	

③車線利用率適正化区間のナビ表示画像

表 3.2.6 には、サービス提供区間においてカーナビの画面より提供する画像情報を示す。カーナビからは先述の①②で示した音声情報と共に下表に示す画像情報を提供する。

表 3.2.6 車線利用率適正化サービスのナビ表示画面

情報提供位置	ナビ表示画面
車線変更依頼区間	
車線維持依頼区間	
サービス終了区間	

(2) プレDS 実験の結果

①車線変更依頼区間のメッセージに関する評価

DS 実験の被験者に対するアンケート調査による音声メッセージの比較結果を表 3.2.7 に示す。実験結果から、メッセージは短い方が記憶に残りやすく、またメッセージの長さによる、サービスの主旨理解度には変化が見られなかったことから、メッセージは簡潔で短い方が良いと考えられる。また表 3.2.8 には車線維持依頼情報の有り・無しの違いによる結果をまとめた。車線維持依頼情報が提供されない場合、1 度左側に車線変更した被験者でも、サービスが終了したと思い、再度右側に車線変更する被験者がみられた。

サービス開始・終了位置を明確にドライバーへ伝達する工夫が必要と考えられる。

表 3.2.7 車線変更依頼メッセージの長さに関する評価

		短	長	備考
i) 左側への車線変更	被験者数	○ 28名	○ 30名	ただし、有意な差はみられない 400m程度
	メッセージを受けてから左に車線変更するまでの平均時間	25秒		
ii) 理解度	①正確に記憶	○ 18名	○ 14名	(有効被験者数 31名) (有効被験者数 31名) 啓蒙・広報が重要 事後説明で長短かかわらず 90%以上の理解を得た
	②音声メッセージの長さが適当	○ 21名	○ 10名	
	③心理的な負担が小さい	○ 26名	○ 11名	
	④サービスの主旨を十分に理解できている	△ 50%	△ 50%	
iii) 今後の協力意志の有無		○ 17名	○ 10名	他、長短両方に協力：4名
総合評価		○		
その他		メッセージが終了すると右に車線変更する被験者が見られるので、画像メッセージを長く表示するなどの対応が有効と考えられる。		

表 3.2.8 車線維持依頼メッセージの有無による評価

評価項目		下流側メッセージ		備考
		あり	なし	
i) 右側への車線変更	抑制(車線をキープした被験者)	○ 20名	○ 13名	距離にすると 1km程度
	左側車線の走行を維持してくれる時間	平均 1分程度 (音声再生 22秒、 画像表示 30秒)		
ii) 理解度		○		下流側メッセージが提供されない場合、協力区間が終了したものと判断し右側に戻るケースが目立つ
iii) 今後の協力意志の有無		○ 22名	○ 5名	
総合評価		○		メッセージ提供している間は、右への車線変更は見られなかった。
その他		「下流側メッセージあり」でも、その手前で、もしくは終了後に右に車線変更してしまう被験者も見られたので、画像メッセージを長く表示するなどの対応が有効と考えられる。		

②車線利用率適正化サービスの情報提供内容案の作成

車線利用率適正化サービスの情報提供内容には、事実情報と指示情報（対策案の情報）がある。事実情報は、混んでいる／空いている等の下流部の交通状況を示すものである。指示情報は、対策案の情報であり、対策案毎に伝えたい内容やドライバに期待する行動が異なるため、対策案毎に表現内容が異なる。また、対策案は複数の組み合わせが考えられ、情報提供装置によっては、車線毎に別の指示情報を同時に提供することによって、複数の対策案の組み合わせが考えられる。

よって提供情報の具体化に際しては、プレ DS 実験で用いた情報提供内容を基に複数の案を作成し、技術研究組合 走行支援道路システム開発機構（以下 AHSRA）の組合企業の関係者に対するアンケート調査による評価を行った。

その結果を纏めて図形情報案を決定し、再度 DS 実験を実施する。さらに DS 実験の被験者に対して提供情報に関するアンケートを実施する。これら AHSRA 関係者のアンケート結果と DS 実験被験者のアンケート結果をまとめて、公道実験における図形情報案を決定する。図 3.2.16 に図形情報の決定手順を示す。

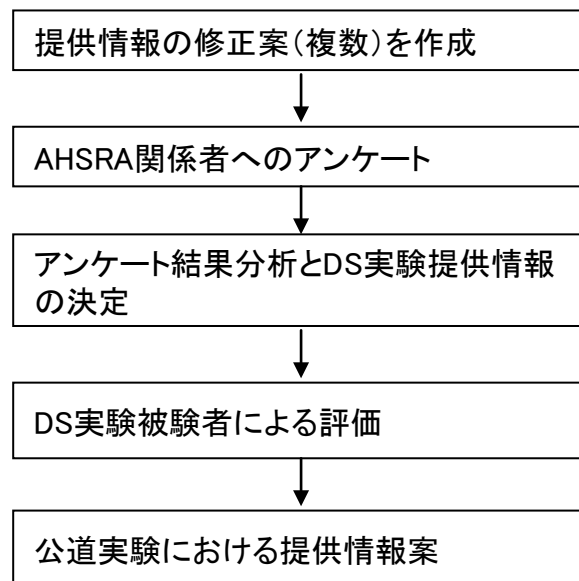


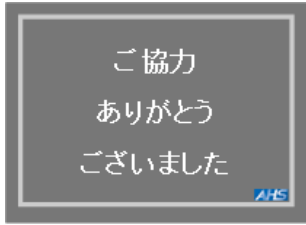


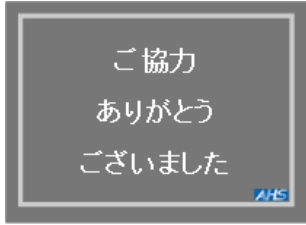


図 3.2.16 図形情報決定の手順

上記の手順に従い作成した、DS 実験で用いる ITS 車載器による提供情報内容を表 3.2.9 に示す。ここで、実験パターン A と B の違いは、パターン B はこれまでの検討結果の推奨案、パターン A は車線変更依頼情報に対し、矢印を用いて左に車線変更して欲しいという事実情動的な間接的表現の代案に代えたものである。

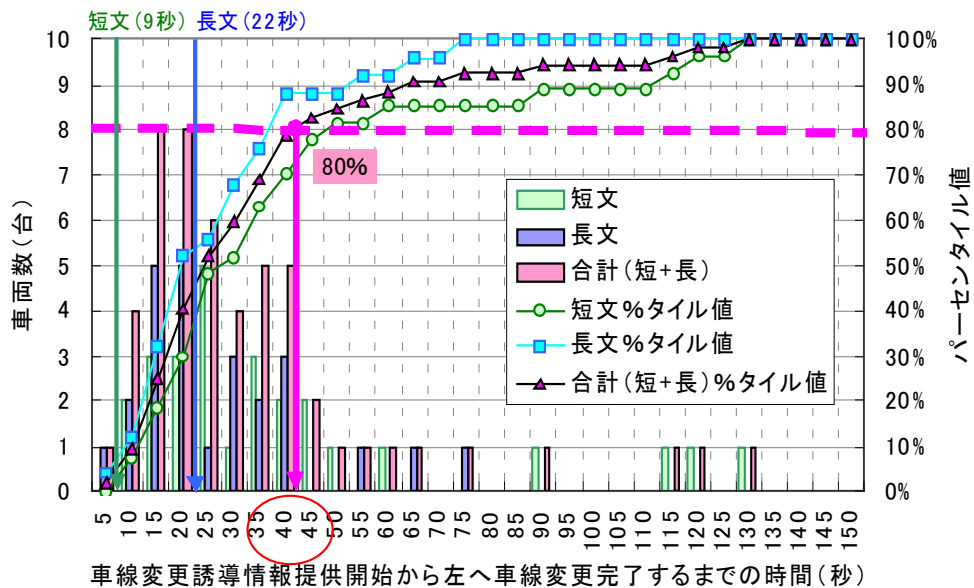
表 3.2.9 DS 実験に用いる車載器の提供情報

	①車線変更依頼情報	②車線維持依頼情報	③サービス終了情報
音声情報	この先、追い越し車線が混雑しています。渋滞防止のため、左の車線を、なるべく走行願います。	渋滞防止のため、車線をなるべくキープ願います。	渋滞防止にご協力有難うございました。
	約 10 秒	約 7 秒	約 6 秒
実験パターン A			
実験パターン B			

(3) 車線変更依頼情報提供位置の検討

交通集中渋滞が発生する直前の交通状態では、サービス開始位置から車線利用率適正化位置までの追越車線の平均速度は 100km/h から 70km/h の範囲で、比較的安定している。

従って、車線変更依頼区間は、情報提供を受けてから車線変更が完了するまでの時間を基に、平均速度 100km/h で走行すると仮定して決定することとした。図 3.2.17 は DS 実験結果をまとめたものであり、車線変更依頼情報が提供されてから、車線変更が完了するまでの時間の度数分布を示している。プレ DS 実験結果より車線変更に必要な時間の 80% タイル値が約 40 秒である。このとき、臨界状態における追越車線の車速を 100km/h とすると、車線変更に必要な距離は約 1200m となる。プレ DS 実験によれば情報提供中に車線変更を終える被験者も多くみられたので、情報提供開始位置と車線変更依頼区間の開始位置を同じ位置とすることとした。よって、車線変更依頼区間を 1200m 確保すれば、車線変更は十分可能と考えられる。



速度100km/hで約1200m

図 3.2.17 プレ DS 実験による情報提供から車線変更完了までに要する時間

(4) 車線維持依頼情報提供位置の検討

車線維持依頼区間は、車線変更依頼区間が終わった地点から、サービス終了地点までを想定する。また、プレ DS 実験では左側への車線変更後、右側へ戻るまでの時間の最短が 30 秒であった。このことから、車線変更依頼情報の提供位置から約 850m (時速 100km のときに 30 秒走行する距離) の地点で、車線維持依頼情報を提供するのが望ましい。

(5) プレ DS 実験のまとめ

以上の検討結果を基に、車線変更依頼区間と車線変更維持区間の関係を図 3.2.18 に示す。車線利用率適正化位置から 1.2Km 上流の 20.7KP 付近がサービス開始位置であり、車線変更依頼情報提供位置である。

車線変更依頼区間は、車線変更依頼情報提供位置から 850m~1.2Km の位置である 21.4KP~21.8KP 付近の間に、車線維持依頼情報提供位置が設定される。

車線利用率適正化位置ではショックウェーブの延伸を監視し、ショックウェーブがこの地点を越えたら、安全性を考慮しサービス終了とする。

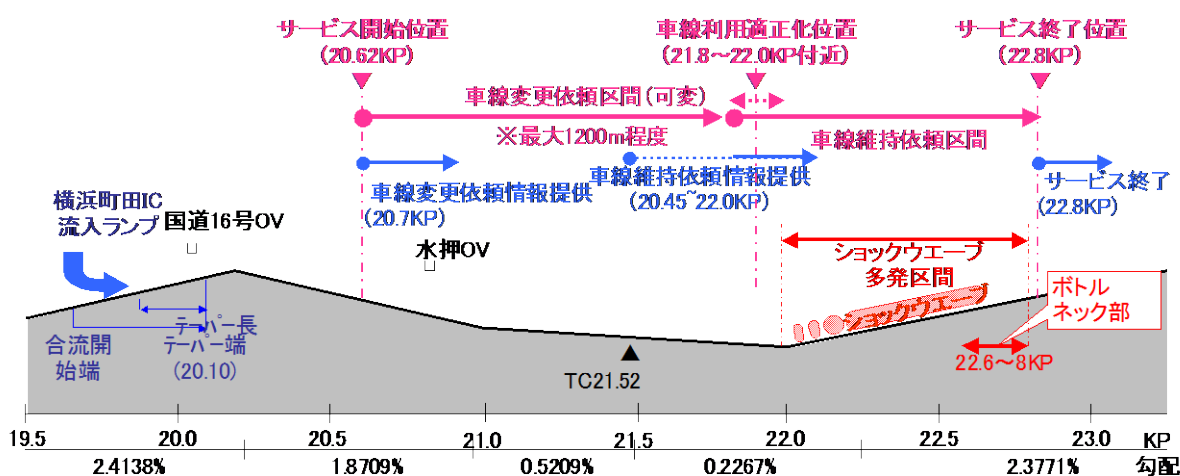


図 3.2.18 サービス開始・終了位置

以上の提供情報内容に関する検討のまとめを表 3.2.10 に示す。

表 3.2.10 プレ DS 実験における提供情報内容の検討結果

情報		情報提供内容案(依頼情報)			事実情報の案
		①車線変更依頼 情報	②車線維持依頼 情報	③サービス終了 情報	④事実情報
ITS 車載器	音声	この先、追越車線に交通が集中しています。渋滞防止のため、できるだけ左の車線を走行してください。	渋滞防止のため、できるだけ車線をキープしてください。	サービスが終了したことと併せ、協力要請に対するお礼を伝える。内容については今後、検討	この先、追越車線、混雑しています
	文字+図形	約 10 秒 	約 6 秒 	今後検討	約 4 秒 
LED 可変 表示板		渋滞防止 左の車線へ	渋滞防止 車線キープ		追越車線 この先混雑

3.2.4 DS 実験の実施

3.2.4.1 DS 実験システム

実道における走行実験を実施する前にドライビングシミュレータを用いた、情報提供方法や表示内容の事前評価を目的とし DS 実験を行った。なお、本節で述べる DS 実験は前節で述べたサービス内容確定のために用いたシミュレーションとは異なり、より現実に近い交通流を再現することが可能である。

本節で述べる DS 実験では、東京大学生産技術研究所と国際産学共同研究センターにより開発された、個々の車両の動作を模擬するドライビングシミュレータと、渋滞直前の交通状態を生成できるトラフィックシミュレータを連携させたシステムを用いた。

トラフィックシミュレーションで再現された交通流を、マイクロ交通シミュレーションで車両 1 台毎の動きに分解し、これらの車両の移動を 3D の道路およびその周辺環境上に再現し、その中をドライビングシミュレータで走行することができる。KAKUMO システムの構成を図 3.2.19 に示す。図 3.2.20 に今回使用するドライビングシミュレータの全景を示す。

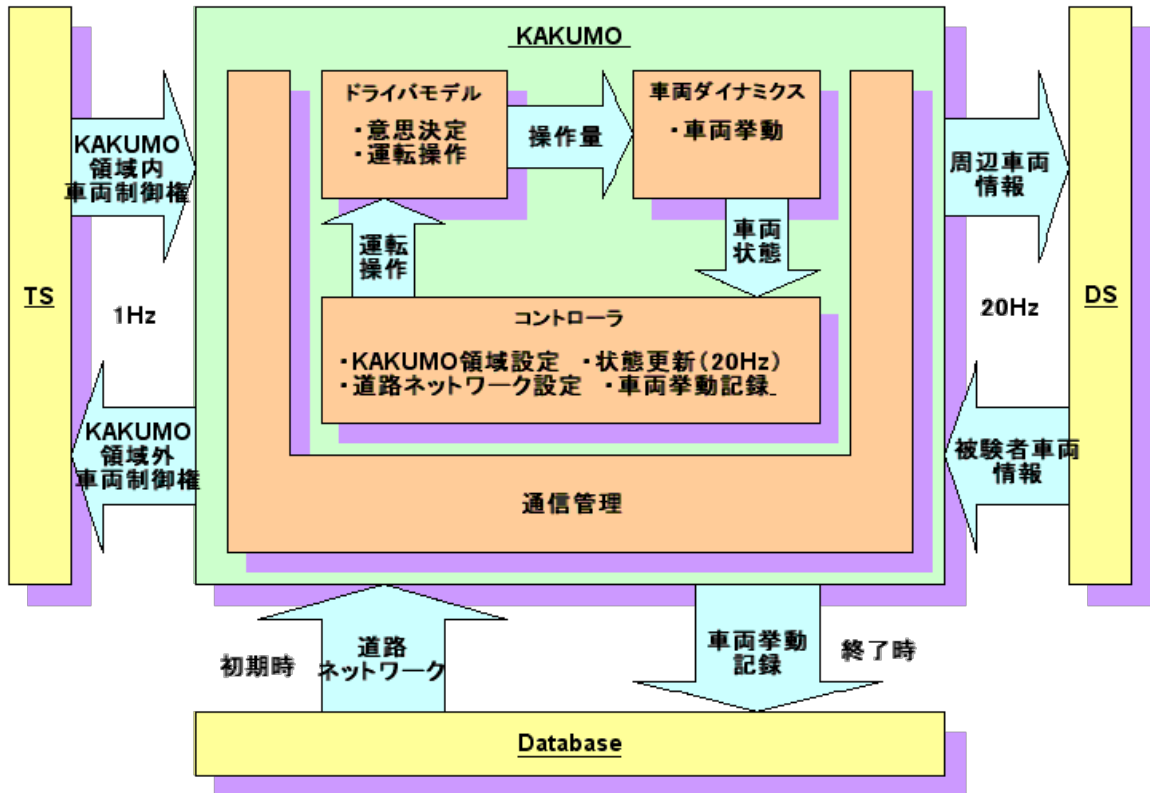


図 3.2.19 KAKUMO の概要

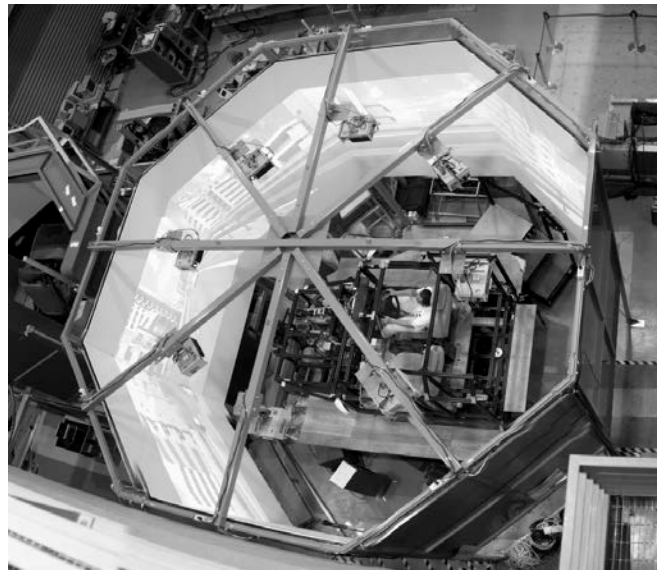


図 3.2.20 ドライビングシミュレータ全景

前節で述べたとおり、取得したデータやプレ DS 実験の結果より、立案された大和サグ部における車線利用率適正化サービスの提供位置、および提供内容案について受容性等の評価を行うため行った、ドライビングシミュレータを用いた検証実験（以下、DS 実験 I、II）の結果について述べる。DS 実験は 2 回に分けて実施しており、1 回目の実験（DS 実験 I という）では、先述した情報提供内容案検証のために実施。2 回目の実験（DS 実験 II という）では、公道での実験を想定した、サービスの受容性・有効性の検証のために実施している。

3.2.4.2 DS 実験 I の実施

DS 実験 I のシナリオは、図 3.2.21 に示す通り、東名高速道路大和サグ付近の約 20km 区間を模擬した単路区間である。今回は、ITS 車載器による情報提供と可変表示板による情報提供について、限られた走行回数の中でそれぞれ独立に評価する必要があるため、ITS 車載器に対する評価区間と可変表示板に対する評価区間を以下のように別々に設定した。



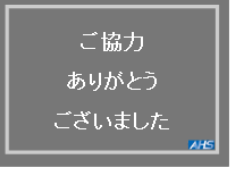

- 10～11.2kp 区間…ITS 車載器による車線変更依頼情報の提供
- 11.2～12.2kp 区間…ITS 車載器による車線維持依頼情報の提供
- 14～15kp 区間…可変表示板による車線変更依頼情報、または車線維持依頼情報の提供



図 3.2.21 DS 実験 I のサービス提供区間

(1) 提供情報内容

DS 実験 I では、3.2.3 で述べた通り、プレ DS 実験とアンケートにより確立された車線利用率適正化サービスについて、情報提供内容の受容性を検証するために実施する。ITS 車載器、可変表示板より、それぞれ図 3.2.22、及び図 3.2.23 に示す内容の情報を提供し、その反応について DS 実験 I を通して確認する。

		①車線変更依頼情報	②車線維持依頼情報	③サービス終了情報	④車線変更依頼情報 (代案)
音声情報 (※足補)	音声情報	「この先、追い越し車線が混雑しています。渋滞防止のため、左の車線を、なるべく走行願います。」	「渋滞防止のため、車線をなるべくキープ願います。」	「渋滞防止にご協力有難うございました。」	①と同じ
		約10秒	約6秒	約7秒	約10秒
文字+図形情報 (※足補)	文字+図形情報				
		7秒*	7秒*	7秒*	7秒*
文字表示板 (※足補)	文字情報	渋滞防止 左の車線へ	渋滞防止 車線キープ	(今回DS実験対象外) ご協力ありがとうございました (スクロール)	(今回DS実験対象外) 追越車線 この先混雑

※今回使用するITS車載器の最大表示時間、H18年度は一律30秒(音声メッセージの最長再生時間(22秒)より長く設定)

図 3.2.22 ITS 車載器から提供するサービスの内容

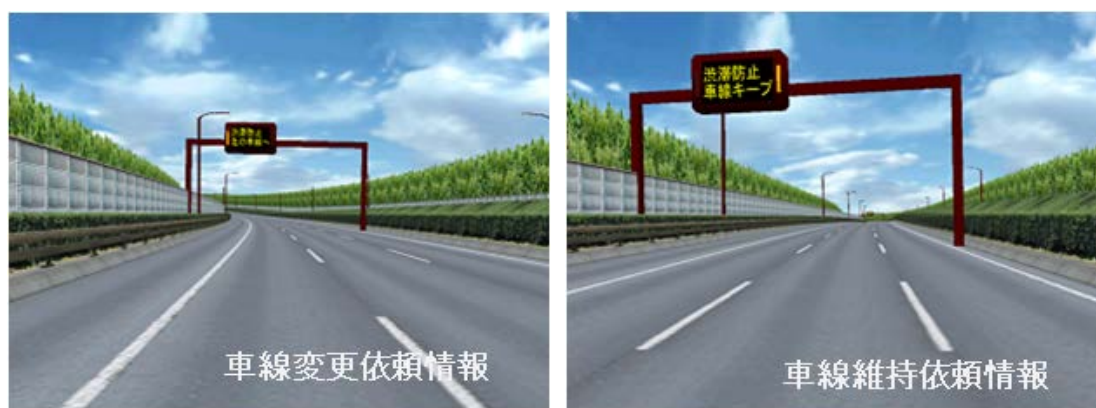


図 3.2.23 可変表示板で提供するサービスのイメージ

(2) DS 実験 I の実施概要

DS 実験 I の実施概要は以下の通りである。

- 実施場所：東京大学国際・産学共同研究センター 桑原・須田研究室
- 実施期間：平成 19 年 10 月 29 日～平成 19 年 11 月 30 日
- 実施時間帯：9:00～16:30
- 被験者数：のべ 42 名

DS 実験 I では被験者の属性の違いについて評価できるよう、男女幅広い年齢層で、計 30 名の有効データを確保できるよう、予備を含めて全 42 名の被験者をインターネットで募集した。

表 3.2.11 DS 実験 I 被験者内訳

	男	女	計
20代	4名	4名	8名
30代	6名	4名	10名
40代	3名	4名	7名
50代	4名	3名	7名
60代	4名	4名	8名
計	21名	19名	40名

(3) 走行シナリオ

DS 実験 I は、慣らし走行、走行実験（1 回目）、走行実験（2 回目）の、計 3 回の走行とした。まず、事前説明とアンケートを行い、慣らし運転を行った。

各被験者が 2 回ずつ行う走行実験については、1 回目（走行パターン A）と 2 回目（走行パターン B）で、それぞれ違う走行パターンとした（図 3.2.24）。

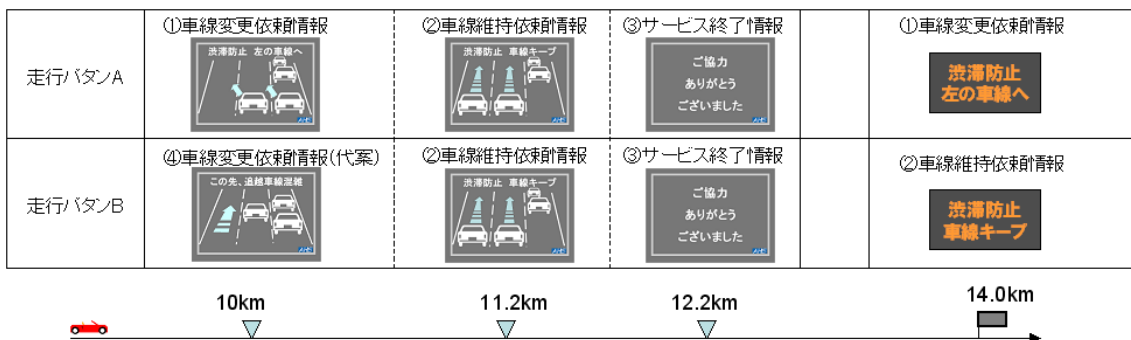


図 3.2.24 走行実験のパターン

(4) DS 実験 I のまとめ

1) メッセージの分かりやすさ

メッセージの文言は、ほぼ全員が理解できたとしており、わかりやすい表現になっているといえる。情報表示板に関しては、気がつかない被験者が 3 割近く見られ、ITS 車載器に比べて、メッセージを伝えるメディアとしての課題が指摘された。但し、画面解像度の問題など、DS 実験固有の原因も影響していると考えられる。

表 3.2.12 メッセージの分かり易さに関するアンケート結果

		文言を理解できたと回答 [パート1]	音声メッセージを聞きやすいと回答 [パート2]	画像メッセージ、または情報板の文字を見やすいと回答 [パート2]	
				パターン A	パターン B
ITS 車 載器	車線変更依頼情報	98.7%	79.0%	60.5%	31.6%
	車線維持依頼情報	97.4%	84.2%	73.7%	
LED 表示 板	車線変更依頼情報	96.3%		74.1%	
	車線維持依頼情報	96.4%		78.6%	

2) サービス主旨の理解

サービスの主旨に関しては、メカニズムや施策の教育を被験者に行うことにより、より高い理解度を持ってもらえる可能性がある。また、車線変更依頼情報よりも車線維持依頼情報の方が、理解度が若干高い傾向が確認できた。ただし、サービス主旨の理解度と実際の車線変更行動との間には、特別の関係は見られず、理解を高めることと、サービスの有効性を引き出すこととは、必ずしも方策が一致するわけではないことが示唆された。利用者に対して理解を深めることと同時に、サービスに協力してもらうためのインセンティブの付与等についても考える必要がある。

表 3.2.13 サービス主旨の理解度に関するアンケート結果

		協力的		どちらとも言えない		情報に気づかなかった (理解度の比率計算の母数から除外)
		情報に従って行動した	渋滞対策に協力的な理由で、かつ、情報に従って行動した	情報に従えない 走行状況、または 従ったが協力的 利己的のどちら とも言えない理由	行動とアンケートの不一致、 または 理由が未回答、覚えてない	
ITS 車 載 器	車線変更依頼情報	38/76(50%)	10/76(13%)	21/76 (28%)	16/76(21%)	—
	車線維持依頼情報	68/76 (89%)	21/76 (28%)	18/76 (24%)	17/76 (22%)	—
	サービス全体	35/76(46%)	7/76(9%)	16/76(21%)	15/76(20%)	—
LED 表 示 板	車線変更依頼情報	10/27(37%)	2/27(7%)	11/27 (41%)	5/27(19%)	11/38 (29%)
	車線維持依頼情報	17/28 (61%)	9/28 (32%)	7/28 (25%)	5/28 (18%)	10/38 (26%)

3) アンケート調査によるネガティブチェックな行動の確認

アンケートでの車線変更行動と車線変更理由のクロス分析により、ネガティブな行動を引き起こす可能性がある組み合わせについて、DS 実験 I の走行データを確認したところ、情報提供内容の誤解による危険な車線変更行動は見られなかった。

4) 運転挙動データによるネガティブな行動の確認

急ハンドル、急制動については全走行についてステアリング舵角のチェック、ブレーキ踏量のチェックの結果、1 名、急ブレーキ操作をした被験者がいた。追加アンケート、ヒアリングの結果この原因は情報板の視認性が実際と違っていたことに違和感を持っていた事が直接の原因と考えられる。

車線変更時の周辺車両との位置関係を確認した結果、後方車両との TTC (Time To Collision) が 0.9 秒と短い被験者が見られた。この被験者は、車線変更を取りやめた後に、センターライン防護壁へ衝突している状況が確認できているが、通常の走行区間でも、ハンドル操作の振動が大きく、DS の運転操作に未熟であることが、大きな要因であると考えられる。

5) 車線変更距離に関するまとめ

ITS 車載器による車線変更依頼情報提供から車線変更にかかった時間は、平均 22.4 秒であり、60 秒以内でほとんどの車両が車線変更を終了している。

また、車線変更完了に要した距離は、平均で 491m であり、約 1km でほとんどの車両が車線変更を完了している。このことより図 3.2.21 で定めた車線変更依頼区間 1.2km の妥当性が証明されたといえる。

3.2.4.3 DS 実験 II の実施

DS 実験 II は、公道での実験の事前検証として、これまで検証してきた車線利用率適正化サービスの情報提供の受容性評価および情報提供位置の検証を行うためのものである。

(1) DS 実験 II の概要

1) 車線別交通量

発生させる交通量は図 3.2.14 に示す、プレ DS 実験で採用した交通量・車線別交通量と同じとした。

第 1 走行車線 : 70~90 台/5 分

第 2 走行車線 : 150~170 台/5 分

追越車線 : 180~200 台/5 分

2) 車線別平均速度

第 1 走行車線…平均 80 km/h

第2 走行車線…平均 90 km/h

追越車線…平均 100 km/h

3) 周辺車両の車線変更

今年度は、実環境に近い周辺車両の車線変更モデルの環境が実現されている東京大学生産技術研究所、鈴木（高）研究室の周辺車両の車線変更モデルを使用した。

本モデルは、鈴木（高）研究室で東名高速道路横浜インター付近を想定したモデルであり、実環境で測定された感知器データに基づいた交通流を再現できるもので、ドライバモデルにおいても2006年8月にインターネットでのアンケート調査を実施したドライバモデルでの環境も加味しより実走行の交通環境が再現できるものである。

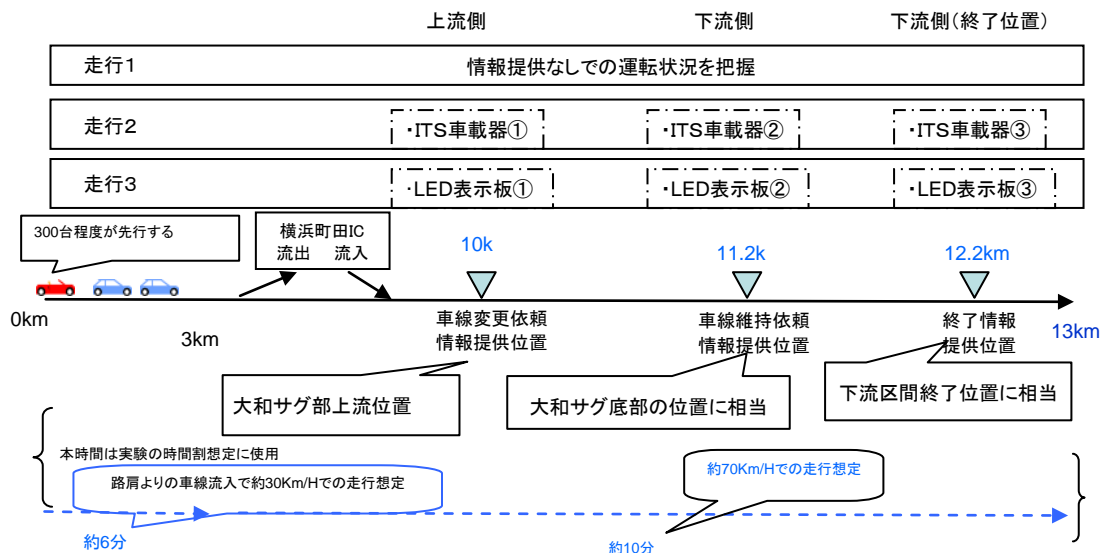
4) 情報提供区間

DS 実験Ⅱのシナリオは、東名高速道路大和サグ付近の約13km区間を模擬した単路区間である。ITS 車載器・LED 表示板による情報提供について以下のように別々に設定した。

- 10～11.2km 区間…車線変更依頼情報の提供 ITS 車載器 LED 表示板
- 11.2～12.2km 区間…車線維持依頼情報の提供 ITS 車載器 LED 表示板

図 3.2.25 に、DS 実験Ⅱでのサービス提供区間のイメージを示す。

約13kmの単路区間のうち、10～13km区間を実験対象区間とし、10～13km区間で、車線変更依頼情報を提供し、11.2～12.2km区間で、車線維持依頼情報を提供して、サービス評価を行う。



※1 慣らし走行を実験走行前に実施(まずDSに慣れる)


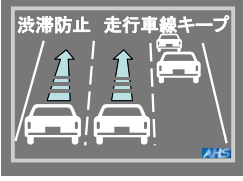
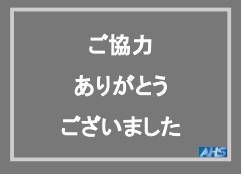



※2 昨年度同様に嗜好性を10km走行で確認後サービス提供実施

図 3.2.25 DS 実験Ⅱでのサービス提供区間

5) 提供提供内容

DS 実験Ⅱでは、ITS 車載器、LED 表示板について、表 3.2.14 に示す内容の情報を提供した。

表 3.2.14 DS 実験で提供するサービス内容

情報		情報提供内容案（依頼情報）		
		事実情報の案		
		①車線変更依頼情報	②車線維持依頼情報	③サービス終了情報
ITS 車載器	音声	この先、追い越し車線が混雑しています。渋滞防止のため、走行車線を走行願います。	渋滞防止のため、走行車線をなるべくキープ願います。	渋滞防止にご協力有難うございました。
	文字＋図形	約 10 秒 	約 6 秒 	約 7 秒 
LED 表示板				

LED 可変表示板は、路肩付近に設置し実験を行った。そのイメージを図 3.2.26 に示す。



図 3.2.26 LED 可変表示板で情報を提供する走行イメージ

(2) DS 実験Ⅱの実験計画

1) 実験の実施概要

DS 実験Ⅱの実施概要は以下の通りである。

- 実施場所：東京大学生産技術研究所 須田研究室
- 実施期間：平成 21 年 1 月 13 日～平成 21 年 2 月 24 日
- 実施時間帯：9:00～17:30
- 被験者数：有効サンプル数 33 名

DS 実験Ⅱは、20～60 代の特定被験者 3 名／日（午前 1 名、午後 2 名）を、週 2 日稼働×6 週間（11 日間）×3 名／日＝33 名で実施した。

被験者の属性の違いについて評価できるよう男女幅広い年齢層で、計 33 名の被験者を確保した。

2) 被験者の募集

DS 実験Ⅱでは、被験者の属性の違いについて評価できるよう、男女幅広い年齢層で、計 30 名の有効データを確保できるよう、予備を含めて全 33 名の被験者をインターネットで募集した。なお、募集した被験者は、以下の条件を満たすことを条件に選定している。

- 運転免許証を保有している。
- 月に 1 回以上運転する機会がある。

表 3.2.15 実験被験者募集人数

	男	女	計
20代	3名	3名	6名
30代	3名	3名	6名
40代	4名	3名	7名
50代	3名	4名	7名
60代	4名	3名	7名
計	17名	16名	33名

(3) 実験手順

実験は、慣らし走行、走行実験（1回目）、走行実験（2回目）の、計3回の走行とした。まず、事前説明とアンケートを行い、慣らし走行を行った。1回目、2回目の各走行実験の直後には、走行時の印象を聞くための共通の事後アンケート『Part1』を実施した。更に、2回目の事後アンケート『Part1』の後で、実験に対する理解度や、行動理由などを詳しく聞く事後アンケート『Part2』を実施した。

(4) 走行実験のパターン

各被験者が2回ずつ行う走行実験については、1回目と2回目で、それぞれ違う走行パターンとした（図 3.2.27）。

走行パターンAでは、情報提供をしない。

走行パターンBでは、LED表示板で、10kpに車線変更依頼情報「追越車線混雑、走行車線へ」、11.2kpに車線維持情報「渋滞防止、走行車線キープ」、12.2KPにサービス終了情報「ご協力ありがとうございました」を表示した。

走行パターンCでは、ITS車載器で、走行パターンBと同様な情報を提供した。

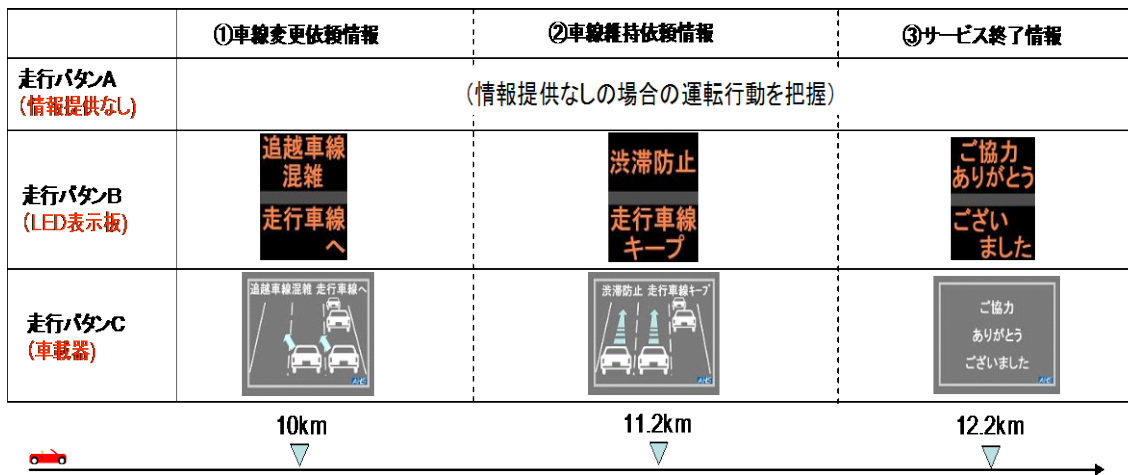


図 3.2.27 走行実験のパターン

(5) 被験者グループと走行パターンの順番

上述の2つの走行パターンの実験順による結果へのバイアスを少なくするため、被験者を2グループに分けて、それぞれで表 3.2.16 被験者グループと走行パターンの対応のように、走行パターンの順番を変えて実験を行った。

表 3.2.16 被験者グループと走行パターンの対応

被験者グループ	1回目走行	2回目走行	3回目走行
①	走行パターンA	走行パターンB	走行パターンC
②	走行パターンA	走行パターンC	走行パターンB

(6) DS 実験Ⅱの結果

1) 評価方法

DS 実験の評価方法を表 3.2.17 に示す。まず、評価項目は「ドライバのサービス受容性評価」と、「システムパラメータの妥当性検証」に大別される。前者については、さらに「提供情報の受容性」と「ネガティブチェック」に分けられる。これらの内容について、DS から出力された走行挙動と車載カメラ画像から得られたデータ、及びアンケート調査結果を用いて、評価を行った。

表 3.2.17 実験の評価方法

評価項目		内容	評価方法
1.. ドライバの属性		被験者の属性	アンケート
		通常時の運転行動の傾向	DS 走行データ・アンケート
2. ドライバのサービス受容性	(1) 情報提供のわかりやすさ	気づき回数、わかりやすさ、記憶、認知・印象	アンケート
	(2) 車線変更行動の様子 (情報提供の有効性)	サービス主旨の理解度	アンケート・DS 走行データ
		車線変更の有無	
		車線変更（した／しなかった）理由	
	(3) 今後の協力の意志	リピータとなりうる協力的な態度が形成されるか。	アンケート
	(4) ネガティブチェック	提供情報でびっくりしなかったか (路肩走行を含む)	アンケート
		急減速、急ハンドルが無かった。	DS 走行データ
		無理な車線変更をしようとしなかったか。	車載カメラ画像 DS 走行データ
		車載器を長時間注視しなかったか	車載カメラ画像
		ネガティブな行動の原因は何か。	アンケート
3. システムパラメータの妥当性検証	(5) 情報提供位置の検証	車線変更所要距離	DS 走行データ

上記の評価は、ITS 車載器による車線変更依頼情報と車線維持依頼情報、および LED 表示板での車線変更依頼情報と車線維持依頼情報を後述の試験走行パターンで情報提供して実施した。

(7) 提供情報内容の分かり易さ

車載器における音声・画像および LED 表示板の文字のメッセージにおいて車載器の音声がわかりやすさでは評価が最も高い結果がえられた。

ここでも車線変更メッセージについて、車載器の画像、LED 表示板の文字の評価が比較的低いのが懸念されるが「追越車線混雑 走行車線へ」の文字数が多いことが要因と推察される。

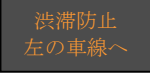
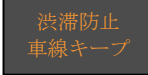







表 3.2.18 はアンケート調査において「運転中でも負担を感じずに読み取れた／聞き取れた」と回答した被験者の割合で比較したものである。

表 3.2.18 音声、画像、文字のわかりやすさ

		車線変更依頼	車線維持依頼
車載器	音声	70% (23/33 人)	85% (28/33 人)
	画像	61% (20/33 人)	79% (26/33 人)
LED 表示板	文字	55% (18/33 人)	67% (22/33 人)

さらに、わかりやすさについて DS 実験 I との比較を表 3.2.19 に示す

表 3.2.19 情報提供内容のわかりやすさ (DS 実験 I との比較)

		車線変更依頼		車線維持依頼	
LED 表示板	文字	DS実験 I	 74% (20/27)	 79% (22/28)	
		DS実験 II	 67% (14/21)	 76% (16/21)	
ITS 車載器	音声	DS実験 I	「この先、追い越し車線が混雑しています。渋滞防止のため左の車線を、なるべく走行願います。」 79% (30/38)	「渋滞防止のため、車線をなるべくキープ願います。」 84% (32/38)	
		DS実験 II	「この先、追い越し車線が混雑しています。渋滞防止のため、走行車線を走行願います。」 67% (14/21)	「渋滞防止のため、走行車線をなるべくキープ願います。」 81% (17/21)	
	画像 表示 7 秒	DS実験 I	 61%* (23/38)  32%* (12/38)	 74% (28/38)	
		DS実験 II	 71% (15/21)	 81% (17/21)	

(8) 車線変更行動（情報提供の有効性評価）

情報提供による車線変更行動についてはアンケートによる定性的な評価と、DS データの定量的評価を行った。

1) アンケートによる評価

全ての情報提供を気づいて、かつ内容を認知し、アンケートにて車線変更メッセージ、車線維持メッセージとも情報提供による行動であると回答した被験者の走行データから、車載器 42%（14/33 人）、LED 表示板 24%（8/33 人）であった（表 3.2.20）。

車線変更メッセージで追越し車線から走行車線に車線変更し、車線維持メッセージで車線を維持した被験者は、車載器 29%(4/14 人)LED 表示板 12.5%(1/8 人)であった。

情報提供に気づき、内容を認知することによって、ある程度情報提供に対する反応が期待できる。

表 3.2.20 情報提供内容に従い車線変更を行った被験者の割合

	情報提供による行動 (N=33)	割合 (車載器: N=14) (LED表示板: N=8)	提供情報		行動
			車線変更依頼	車線維持依頼	
車載器	14人 42%	28.6%	3 → 2	2 → 2	4人
		42.9%	2 → 2	2 → 2	6人
		28.5%	1 → 1	1 → 1	4人
LED表示板	8人 24%	12.5%	3 → 3	3 → 2	1人
		12.5%	3 → 2	2 → 2	1人
		37.5%	2 → 2	2 → 2	3人
		12.5%	2 → 1	1 → 1	1人
		25%	1 → 1	1 → 1	2人

(9) DS 実験Ⅱのまとめ

1) メッセージの提供方法、提供内容のわかりやすさ

メッセージの提供方法（車載器／LED 表示板）による違いは認められるが、高い割合で情報提供が認知されていることがわかった。

車載器は 5 割、LED 表示板は 3 割超となっている（表 3.2.21）

LED 表示板における気づきやすさにおいて追越し車線での気づきが最も低く、本サービスの主旨である追越し車線のドライバへの車線変更依頼の訴求力が低いことが懸念される。

表 3.2.21 一連の情報提供としてのわかりやすさ

	情報提供に気づいた割合		情報内容を認知した割合	
	車載器	LED表示板	車載器	LED表示板
全情報提供	84% (28/33走行)	67% (22/33走行)	55% (18/33走行)	30% (10/33走行)
車線変更	97% (32/33走行)	79% (26/33走行)	79% (26/33走行)	45% (15/33走行)
車線維持	97% (32/33走行)	88% (29/33走行)	73% (24/33走行)	67% (22/33走行)
お礼	94% (31/33走行)	91% (30/33走行)	91% (30/33走行)	82% (27/33走行)

2) 車線変更行動のサービス主旨の理解

サービスの主旨に関して、変更行動のアンケートから以下の判定を実施し評価
車線変更行動のランク評価を表 3.2.22 に示す。

- ◎ 情報提供の意図を正しく理解／交通状況を正しく判断／意図通りの行動
- 情報提供の意図を正しく理解／交通状況を正しく判断／意図通りの行動でない
- ▲ 情報提供の意図を正しく理解／交通状況を正しく判断／意図と反対の行動
- △ 情報提供の意図を正しく理解／交通状況を間違っって判断
- × 情報提供の意図を間違っって理解／交通状況を正しく判断
- ×× 情報提供の意図を間違っって理解／交通状況を間違っって判断

表 3.2.22 車線変更行動のランク評価

		◎	○	▲	△	×	××	その他
車載器	車線変更依頼	60% (16/27人)	—	—	—	37% (10/27人)	4% (1/27人)	—
	車線維持依頼	55% (12/22人)	—	—	5% (1/22人)	41% (9/22人)	—	—
表示板	車線変更依頼	32% (7/22人)	14% (3/22人)	—	—	45% (10/22人)	9% (2/22人)	—
	車線維持依頼	43% (9/21人)	—	—	5% (1/21人)	48% (10/21人)	—	5% (1/21人)

情報提供の意図を正しく理解／交通状況を正しく判断／意図通りの行動が期待できると思われる。

3.2.5 渋滞緩和効果の試算

本節では、渋滞が多発する代表的なサグ部である東名・大和サグの調査結果（3.2.2）を用いて、東名・大和サグに車線利用率適正化サービスを実施した場合の渋滞削減効果について述べる。また、車線利用率適正化サービスを全国のサグ部で実施する場合に、東名・大和サグの渋滞削減効果の試算結果を用いて、全国のサグ部の渋滞削減効果を試算した結果についても述べる。

3.2.5.1 東名下り・大和サグ部の渋滞削減効果

(1) 東名下り・大和サグ部の渋滞削減効果の試算作業

本章では、全国の代表的なサグ部である東名下り・大和サグの調査を行い、東名下り・大和サグに車線利用率適正化サービスを実施した場合の渋滞削減効果について述べる。

(2) 渋滞削減効果試算方法

渋滞削減効果試算方法は図 3.2.28 に示すのフローに従って行う。各項目について、次節以降で説明する。

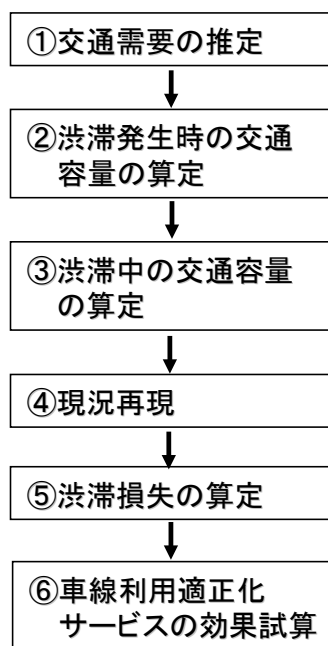


図 3.2.28 渋滞削減効果試算方法の手順

東名下り・大和サグ部（22.7KP）をボトルネックとする渋滞は、車両感知器データ上はボトルネックの直上流の観測地点である 21.52KP から速度低下が起こる。

渋滞が一旦発生すると、ボトルネックで観測される通過交通量は、ボトルネックの交通容量であり、ボトルネックの交通需要ではない。渋滞状況をシミュレーションにより再現するためには、交通需要と交通容量を正確に求める必要がある。

ここでは、交通需要を推定するに当たり、渋滞発生から渋滞解消までの交通需要は、渋滞が達していない車両感知器の交通量変動パターンを用いることとする。具体的には、以下の手順に従って計算する。

- ① 渋滞していない●●KPの車両感知器データを活用
- ↓
- ② ●●KPからボトルネック上流(21.52KP)までの到着時間を算出
- ↓
- ③ ●●KPにおける時間比率を算出
- ↓
- ④ 21.52KPの渋滞中の通過交通量を③で求めた時間比率で再配分

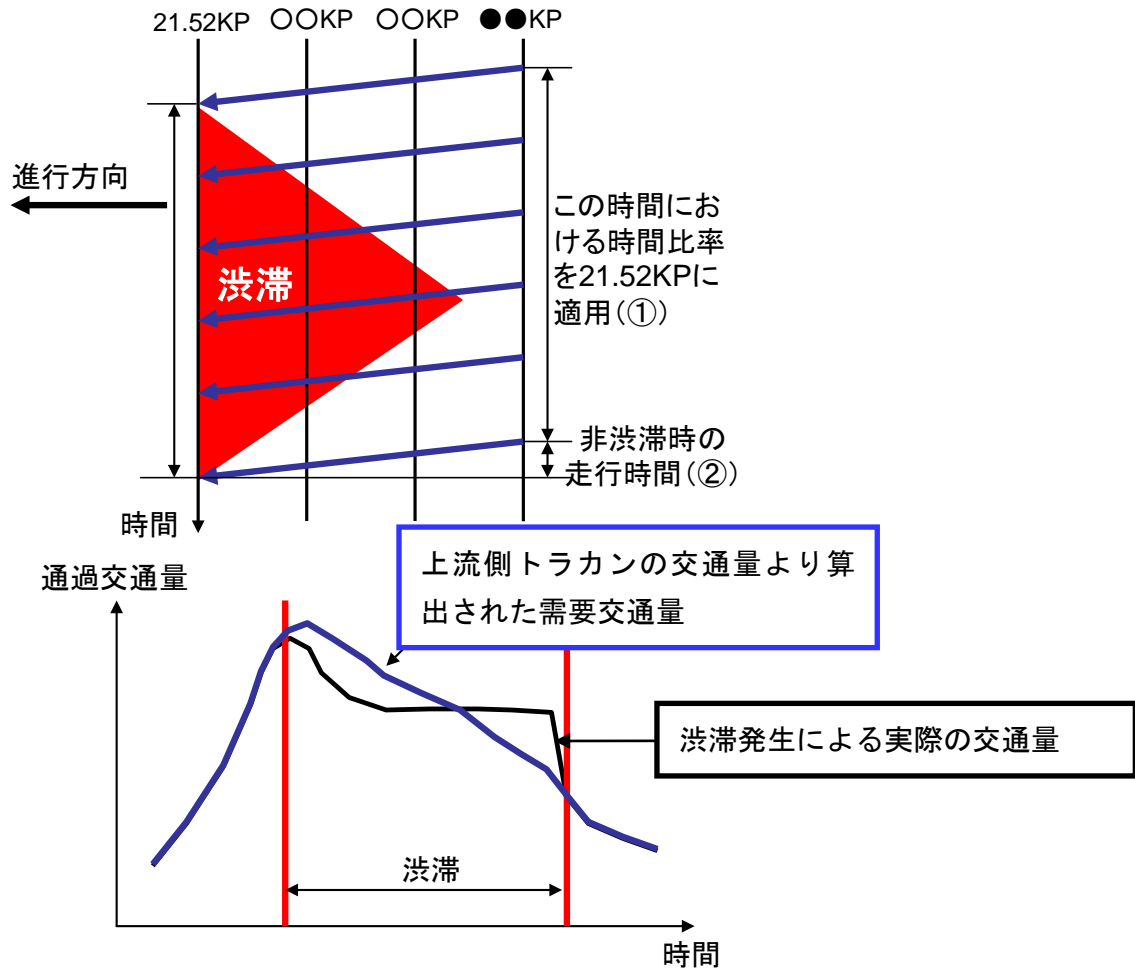


図 3.2.29 交通需要の推定方法

追越車線の 15 分間平均交通量で、渋滞発生前 10 分～後 5 分、または渋滞発生前 15 分～0 分のいずれかの大きい値を採用する。

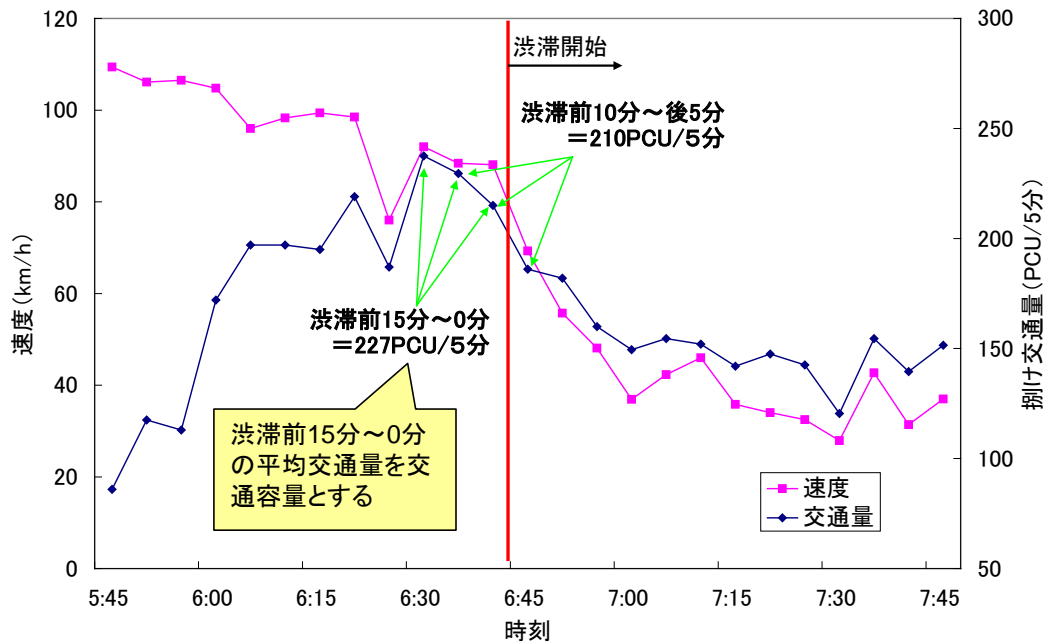


図 3.2.30 渋滞発生時の交通容量の考え方

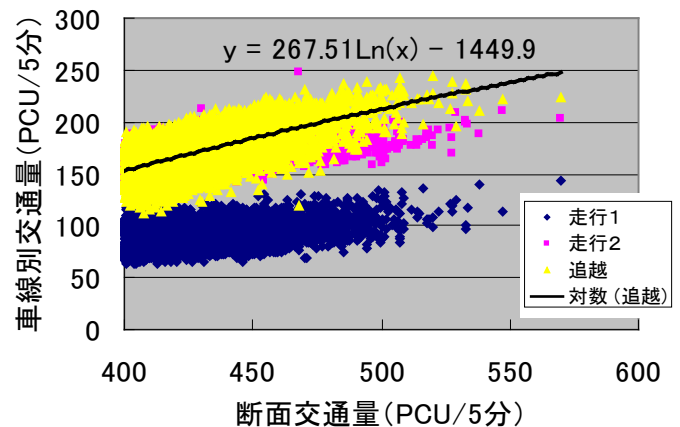
追越車線の交通量 \geq 追越車線の交通容量になったときに、渋滞が発生するものとする。

図 3.2.28 に示すフローからは車線別交通量が算出できないため、断面交通量と追越車線の交通量の関係をモデル化することにより、追越車線の交通量を算出する。断面交通量と追越車線の交通量の相関関係から、指数近似を用いて、下式のとおりモデル化した (図 3.2.31 参照)。

$$y = 267.51 \ln(x) - 1449.9$$

x : 断面交通量 (PCU/5分)

y : 追越車線の交通量 (PCU/5分)



※平成 16 年 1 月 1 日～12 月 31 日の全データのうち、
断面交通量 \geq 400PCU/分のデータを対象

図 3.2.31 車線利用率のモデル化

渋滞規模が大きい 8/12(木)、8/21(土)、7/24(土)、11/13(土)、5/15(土)の 5 つの渋滞データから渋滞巻き込まれ時間と交通容量の関係を算出した結果を図 3.2.32 に示す。渋滞巻き込まれ時間と交通容量の関係は、データの散布状況を踏まえ、指数近似によりモデル化した。モデル式は以下のとおり。

$$y = -8.6307 \ln(x) + 463.92$$

x : 渋滞巻き込まれ時間 (分)

y : 交通容量 (PCU/5分)

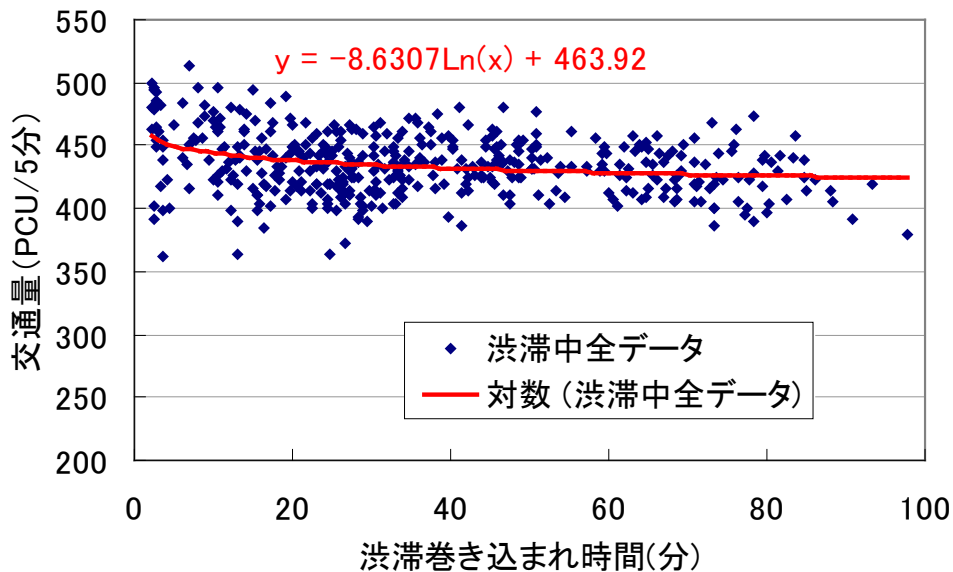


図 3.2.32 渋滞巻き込まれ時間と交通容量の関係

(3) 車線利用適正化サービスの効果試算

追越車線交通量の α (5、10、15、最大※) %が中央・左側車線に移動した場合の効果を机上計算する。計算フローを図 3.2.34 に示す。

※ 最大の状態は各車線が臨界状態の時:第1走行車線 150PCU/5分、第2走行車線 200PCU/5分、追越車線 220PCU/5分(日によって異なる)のときであり、この場合、追越車線の車線利用率は $220/570=38.6\%$ となる。仮に追越車線利用率が 50%の場合、 $\alpha = 12.8\%$ が最大となる。

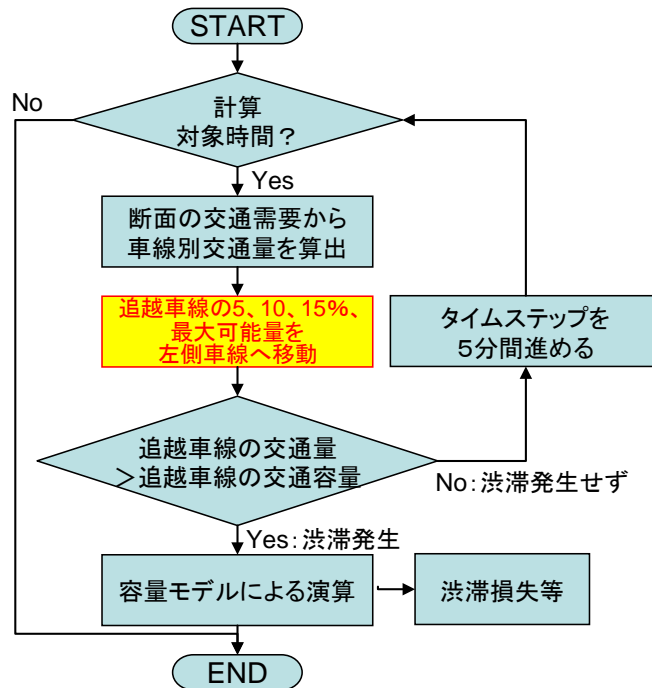
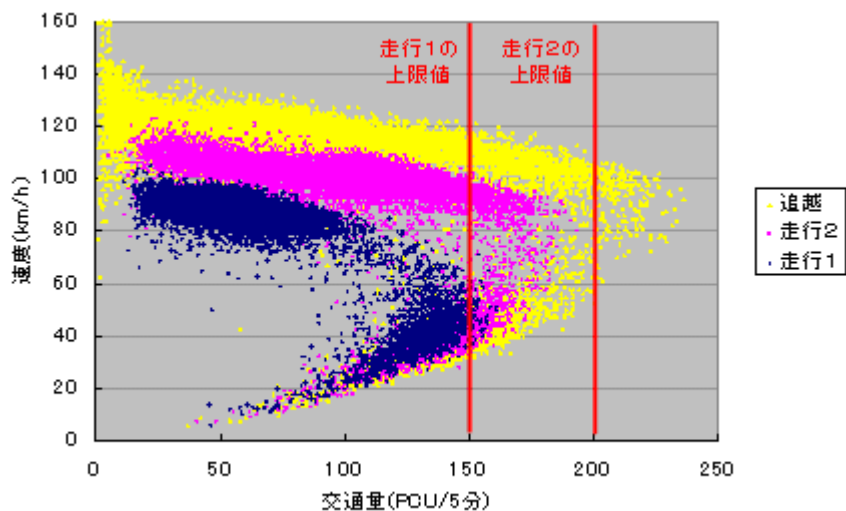


図 3.2.33 渋滞削減効果算出フロー



※平成 16 年下半期の土日祝のデータ

図 3.2.34 車線別の交通容量

(4) 渋滞削減効果試算

大和サグ部をボトルネックとする渋滞について分析を行うため、渋滞継続時間中、大和サグのみをボトルネックにしている渋滞（車両感知器では 21.52KP がボトルネック）のみを対象とする。表 3.2.23 に分析対象とした渋滞発生日データ一覧を示す。

表 3.2.23 分析対象

最大渋滞末尾 (トラカンベース)	年月日	渋滞開始 時刻	渋滞終了 時刻	渋滞時間	降雨	事故	分析 対象
0.58KPより上流	2004/9/19 日	6:35	14:40	8:05			○
	2004/9/18 土	6:20	15:50	9:30			○
	2004/12/29 水	6:45	18:40	11:55	有		×
2.40KP	2004/8/13 金	5:20	12:05	6:45		有	×
	2004/8/12 木	5:20	13:25	8:05			○
	2004/8/21 土	6:20	14:35	8:15			○
6.20KP	2004/7/24 土	6:05	12:40	6:35			○
10.48KP	2004/11/13 土	6:30	13:25	6:55			○
12.50KP	2004/5/15 土	6:45	12:25	5:40			○
16.35KP	2004/3/28 日	6:55	8:50	1:55			○
	2004/4/3 土	6:35	8:30	1:55			○
	2004/11/27 土	9:35	12:05	2:30			○
	2004/2/21 土	9:30	12:10	2:40		有	×
18.56KP	2004/4/17 土	6:35	9:00	2:25			○
19.17KP	2004/12/11 土	6:55	7:45	0:50			○
	2004/1/3 土	11:05	12:00	0:55			○
	2004/3/13 土	11:05	12:05	1:00			○
	2004/6/19 土	6:55	8:05	1:10			○
	2004/9/25 土	7:20	8:30	1:10			○
	2004/12/30 木	6:40	8:05	1:25			○
	2004/8/15 日	10:25	12:20	1:55	有		×
	2004/5/29 土	9:35	11:50	2:15			○
21.52KP	2004/8/19 木	11:05	11:35	0:30			○
	2004/3/13 土	7:35	8:10	0:35			○
	2004/8/16 月	8:10	8:50	0:40			○
	2004/11/27 土	6:55	7:35	0:40			○
	2004/12/18 土	6:50	7:40	0:50			○
	2004/8/2 月	11:10	12:10	1:00			○
	2004/4/24 土	6:45	7:55	1:10			○
	2004/5/22 土	6:40	8:20	1:40			○
2004/7/30 金	9:10	11:50	2:40			○	

推定した渋滞規模レベル別渋滞損失モデルに従って、大和サグ部における年間の渋滞削減効果の試算結果を、表 3.2.24 に示す。

大和サグ部は需要が大きいため、移動量が多いほど効果は大きいですが、渋滞規模が大きくなると効果は出にくくなる。渋滞削減による便益は、追越車線からの移動量が最大の場合で、2.39 億円/年となる。

表 3.2.24 大和サグ部における渋滞レベル別渋滞削減効果

渋滞 レベル	渋滞規模 (km・h)	発生回数 (回)	平均渋滞時間(h:mm/回)				
			現況	削減率			
				5%	10%	15%	最大
1	0~5	24	1:31	49%	62%	85%	100%
2	5~10	6	2:13	6%	17%	59%	100%
3	10~50	7	5:39	12%	22%	39%	80%
4	50~100	18	6:39	1%	4%	8%	8%
5	100~	3	10:04	2%	2%	4%	4%
合計		58					

平均渋滞時間削減率凡例

0-29%	30-59%	60-89%	90-100%

表 3.2.25 大和サグ部における渋滞削減効果

移動量	渋滞損失 (台・h/年)	渋滞損失 (億円/年)	便益 (億円/年)	渋滞損失 削減率
0%	266,381	10.41	—	—
5%	255,449	9.98	0.43	4.1%
10%	237,452	9.28	1.13	10.9%
15%	214,195	8.37	2.04	19.6%
最大	205,326	8.02	2.39	22.9%

※ 大型車混入率を 9.2%として試算

※ 費用便益分析マニュアル(案) (平成 15 年 国土交通省) の乗用車 62.86 円/台・分、
普通貨物 87.44 円/台・分を用いて試算

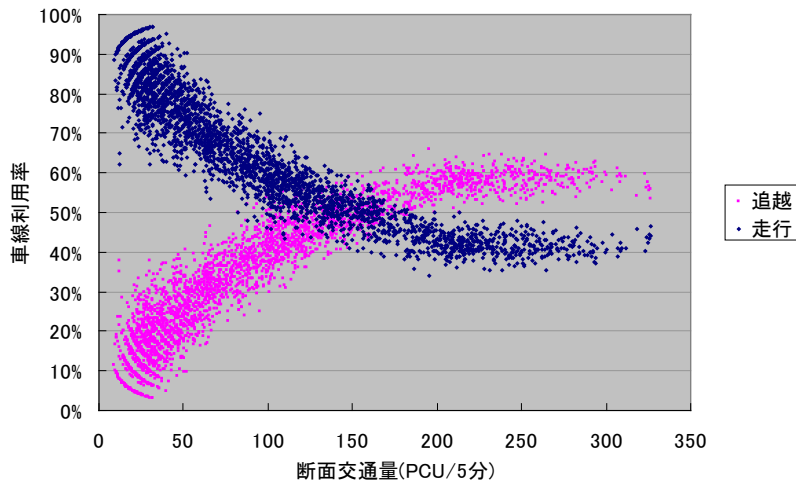
3.2.5.2 車線利用率適正化による渋滞対策の一般化

本節では、全国の 2 車線サグ部のうち、東北縦貫自動車道上り・矢板 IC～宇都宮 IC に位置する矢板サグ部(の第 12 位)を対象に、車線利用率の不均衡の度合い等を調査し、大和サグ部のデータと比較・整理する。

また、平成 16 年 1 年間に発生した交通集中渋滞を対象に、大和サグと同様の方法で車線利用率を適正化した場合の渋滞削減効果を試算する。

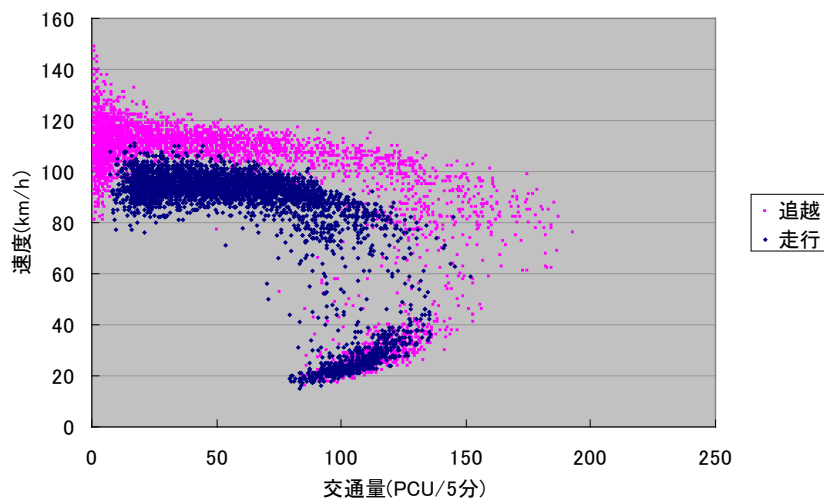
(1) 東北道上り矢板サグの渋滞緩和効果試算

図 3.2.35 に矢板サグ部及び大和サグ部の自由流域における車線利用率を車線別に整理した結果を示す。矢板サグ部の場合、断面交通量が約 150PCU/5 分で追越車線と走行車線の車線利用率が逆転し、臨界状態では追越車線の車線利用率は約 60%となり、サービス水準の高い追越車線が偏って利用されている。また、図 3.2.36 に矢板サグ部の Q-V 図を示す。各サグ部とも車線別に上限となる交通量(交通容量)が異なっており、追越車線の交通容量が最も大きくなっている。



※ 平成 16 年下半期の渋滞が発生した土日祝のデータのうち、追越車線の速度 $\geq 60\text{km/h}$ のデータをプロット

図 3. 2. 35 矢板サグ部の車線利用率



※平成 16 年下半期の渋滞が発生した土日祝のデータ

図 3. 2. 36 矢板サグ部の Q-V 図

1) 渋滞削減効果試算の前提条件

渋滞削減効果試算方法は大和サグ部と同様の方法で車線利用率を適正化した場合の渋滞削減効果を試算する。ここでは、矢板サグ部における試算の前提条件を整理する。

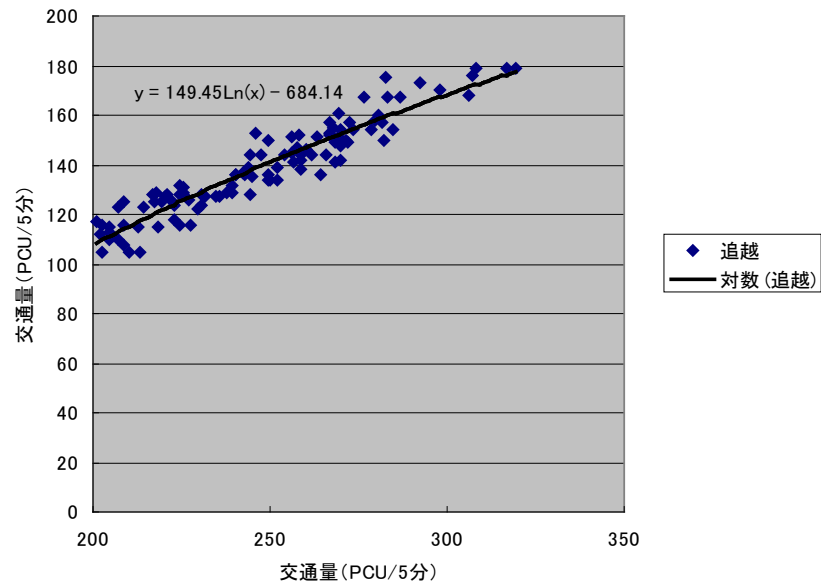
2) 車線利用率モデル

断面交通量と追越車線の交通量の相関関係から、指数近似を用いて、下式のとおりモデル化した。

$$y = 149.45 \ln(x) - 684.14$$

x : 断面交通量 (PCU/5分)

y : 追越車線の交通量 (PCU/5分)



※ 平成 16 年の渋滞が発生した日のうち、断面交通量 ≥ 200 PCU/分のデータを対象

図 3.2.37 車線利用率のモデル化

(2) 渋滞中の交通容量モデル

渋滞発生日のデータから渋滞巻き込まれ時間と交通容量の関係を算出した結果を図 3.2.38 に示す。渋滞巻き込まれ時間と交通容量の関係は、データの散布状況を踏まえ、指数近似によりモデル化した。モデル式は以下のとおり。

$$y = -21.632\text{Ln}(x) + 284.97$$

x : 渋滞巻き込まれ時間 (分)

y : 交通容量 (PCU/5分)

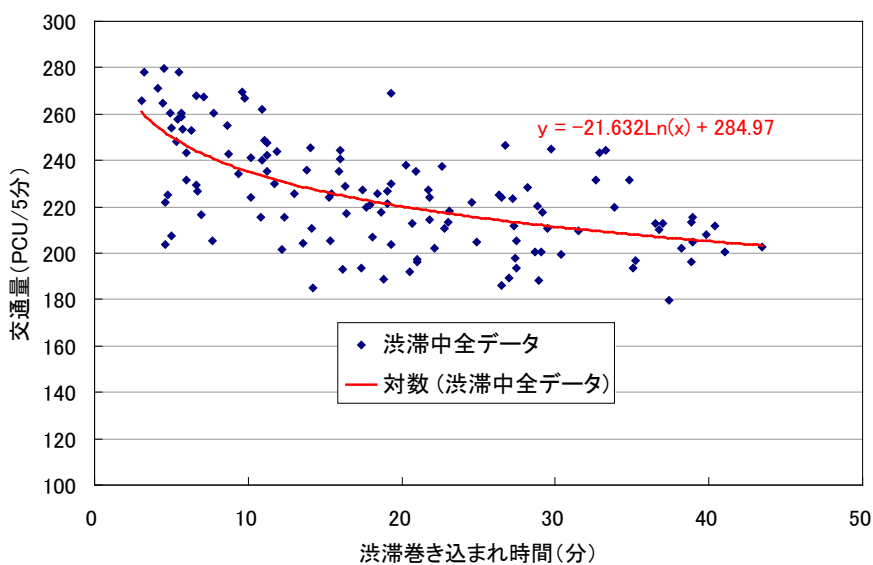
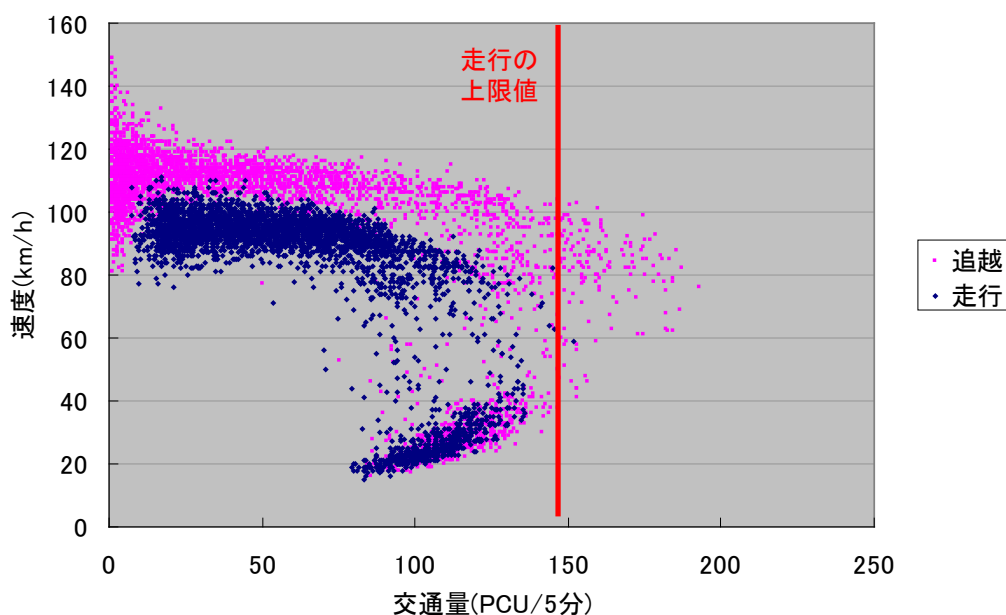


図 3.2.38 渋滞巻き込まれ時間と交通容量の関係

(3) 車線別交通容量

走行車線の交通容量を 145PCU/5 分とする。



※平成 16 年下半期の渋滞が発生した土日祝のデータ

図 3.2.39 車線別の交通容量

矢板サグ部をボトルネックとする渋滞について分析を行うため、渋滞継続時間中、矢板サグ (118.6KP) のみをボトルネックにしている渋滞 (車両感知器では 119.672KP がボトルネック) のみを対象とする。表 3.2.26 に矢板サグのみをボトルネックにしている渋滞を抽出した結果 (8 件) を示す。

表 3.2.26 分析対象

年	月	日	曜日	平休	発生時刻	渋滞時間 (h)	ピーク時刻	最大渋滞長 (km)	渋滞量 (km・h)	渋滞タイプ
2004	8	12	木	特異	1720	1.67	1835	10.6	8.83	結合
2004	8	18	水	特異	1640	3.33	1855	10.6	17.67	単独
2004	8	22	日	休日	1530	4.50	1800	18.6	41.85	単独
2004	9	19	日	休日	1710	3.08	1805	10.6	16.34	単独
2004	9	20	月	休日	1420	6.25	1640	35.3	110.31	結合
2004	10	17	日	休日	1630	3.42	1820	22.5	38.44	結合
2004	11	7	日	休日	1540	3.75	1745	18.6	34.88	単独
2004	11	21	日	休日	1615	3.25	1745	22.5	36.56	結合

※ 渋滞タイプ

単独：他のボトルネックで発生した渋滞と結合していない渋滞

結合：他のボトルネックで発生した渋滞と結合しているが、ほぼ単独と同様とみなせる渋滞
(出典：H16 年東北道渋滞調査表、旧 JH)

推定した渋滞規模レベル別渋滞損失モデルに従って、矢板サグ部における年間の渋滞削減効果を試算した結果を表 3.2.27 に示す。

矢板サグ部は需要が小さいため、移動量 10%で効果は最大となり、それ以上の移動量での効果は変わらない。渋滞削減による便益は、追越車線からの移動量が最大の場合で、0.72 億円/年となる。

表 3.2.27 矢板サグ部における渋滞レベル別渋滞削減効果

渋滞 レベル	渋滞規模 (km・h)	発生回数 (回)	平均渋滞時間(h:mm/回)				
			現況	削減率			
				5%	10%	15%	最大
1	0~20	23	1:46	87%	100%	100%	100%
2	20~50	9	2:47	53%	81%	81%	81%
3	50~	4	3:32	46%	46%	46%	46%
合計		36					

平均渋滞時間削減率凡例

0-29%	30-59%	60-89%	90-100%

表 3.2.28 矢板サグ部における渋滞削減効果

移動量	渋滞損失 (台・h/年)	渋滞損失 (億円/年)	便益 (億円/年)	渋滞損失 削減率
0%	20,876	0.81	—	—
5%	3,568	0.14	0.67	98.7%
10%	2,380	0.09	0.72	99.1%
15%	2,380	0.09	0.72	99.1%
最大	2,380	0.09	0.72	99.1%

費用便益分析マニュアル(案) (平成 15 年 国土交通省) の乗用車 62.86 円/台・分、普通貨物 87.44 円/台・分を用いて試算

(4) 全国サグ部の渋滞削減効果の試算

大和サグ（3車線サグ）及び矢板サグ（2車線サグ）の渋滞削減効果を試算した結果を用いて、全国の主要なサグ部（2車線以上、74箇所）に展開した場合の渋滞削減効果を試算する。

1) 3車線サグ部

大和サグ部で算出した渋滞レベル別の渋滞削減量（レベル別平均値）を、全国サグ部（計27箇所）における渋滞レベル別の渋滞発生回数に乗じて算出する。各サグ部の渋滞発生規模の分布は大和サグ部と相似形であると仮定し、渋滞レベル別の発生回数を推定する。図3.2.40に全国サグ部（3車線）に展開した結果を示す。

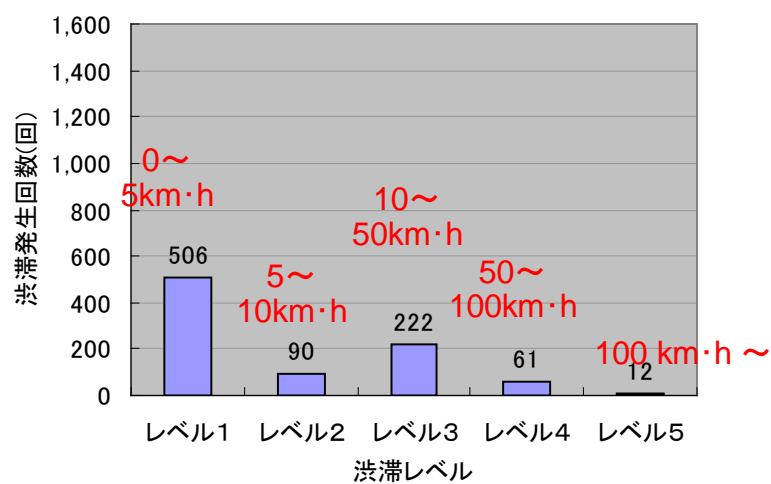


図 3.2.40 全国サグ部（3車線）への展開結果（集計値）

2) 2車線サグ部

矢板サグ部で算出した渋滞レベル別の渋滞削減量（レベル別平均値）を、全国サグ部における渋滞レベル別の渋滞発生回数に乗じて算出する。

各サグ部の渋滞発生規模の分布は矢板サグ部と相似形であると仮定し、渋滞レベル別の発生回数を推定する。図3.2.41に全国サグ部（2車線）に展開した結果を示す。

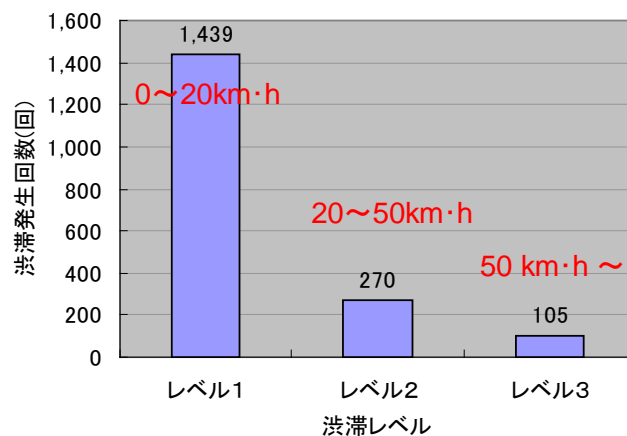


図 3.2.41 全国サグ部（2車線）への展開結果（集計値）

3) 全国サグ部での渋滞削減効果の試算結果

全国サグ部における車線利用適正化サービスによる渋滞削減効果の試算結果を表 3.2.29 に示す。全国サグ部における車線利用適正化サービスによる便益は、移動量 5% の場合で 36 億円/年、10% で 46 億円、15% で 57 億円、最大で 67 億円となる。

表 3.2.29 全国サグ部における車線利用適正化による渋滞削減効果の便益

移動量	渋滞損失 (台・h/年)	渋滞損失 (億円/年)	便益 (億円/年)	渋滞損失 削減率
0%	2,572,410	100	—	—
5%	1,639,073	64	36	36.3%
10%	1,404,627	55	46	45.4%
15%	1,120,843	44	57	56.4%
最大	862,864	34	67	66.5%

※ 大型車混入率を 9.0%として試算（大和サグ部、矢板サグ部の数値を参考に設定）

※ 費用便益分析マニュアル(案)（平成 15 年 国土交通省）の乗用車 62.86 円/台・分、普通貨物 87.44 円/台・分を用いて試算

表 3.2.30 全国サグ部における車線利用適正化による渋滞削減効果の便益（1箇所当たり）

移動量	渋滞損失 (台・h/年)	渋滞損失 (億円/年)	便益 (億円/年)	渋滞損失 削減率
0%	34,762	1.31	—	—
5%	22,150	0.84	0.48	36.3%
10%	18,981	0.72	0.60	45.4%
15%	15,147	0.57	0.74	56.4%
最大	11,660	0.44	0.87	66.5%

※ 大型車混入率を 9.0%として試算（大和サグ部、矢板サグ部の数値を参考に設定）

※ 費用便益分析マニュアル(案)（平成 15 年 国土交通省）の乗用車 62.86 円/台・分、普通貨物 87.44 円/台・分を用いて試算

また、箇所別の渋滞削減効果を図 3.2.42 に示す。B/C が 1.0 を超えるのは、移動量 5% の場合 39 箇所、10% の場合 46 箇所、15% の場合 49 箇所、最大の場合 50 箇所である（設置・運用コストを 2000 万円/年と仮定）。

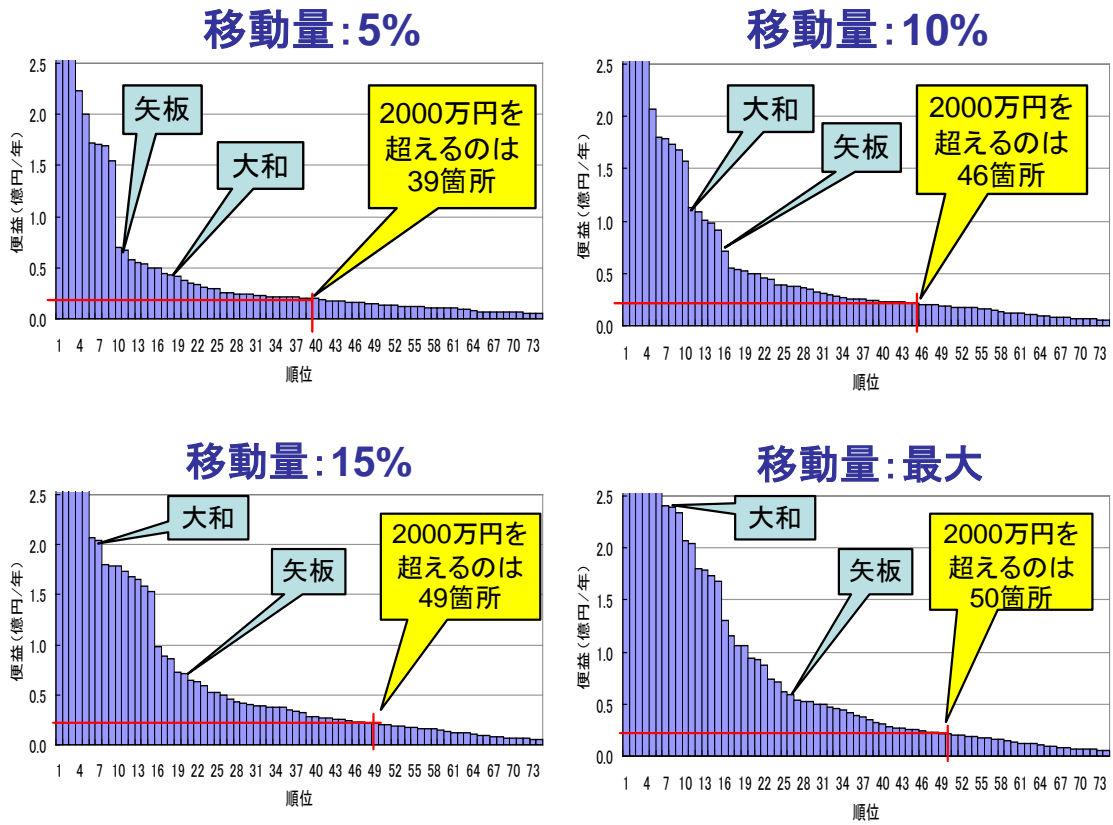


図 3.2.42 箇所別渋滞削減効果（効果の大きい順）

3.2.6 実証実験によるサービスの効果検証

先述したように東名高速大和サグ部（下り 22.0kp 付近）における渋滞解消のため、トラカン等による交通データ収集を行い渋滞発生メカニズムを分析し、対策案を立案した。立案した「車線利用率適正化サービス」のサービス提供位置等や受容性を、ドライビングシミュレータを用いた被験者実験で確認し、サービス内容を確定した。

その車線利用率適正化サービスの実道における効果を検証するため、サービスが提供可能なシステムを現地に構築し、被験者を用いた検証走行実験を実施した。本節ではその結果について報告する。

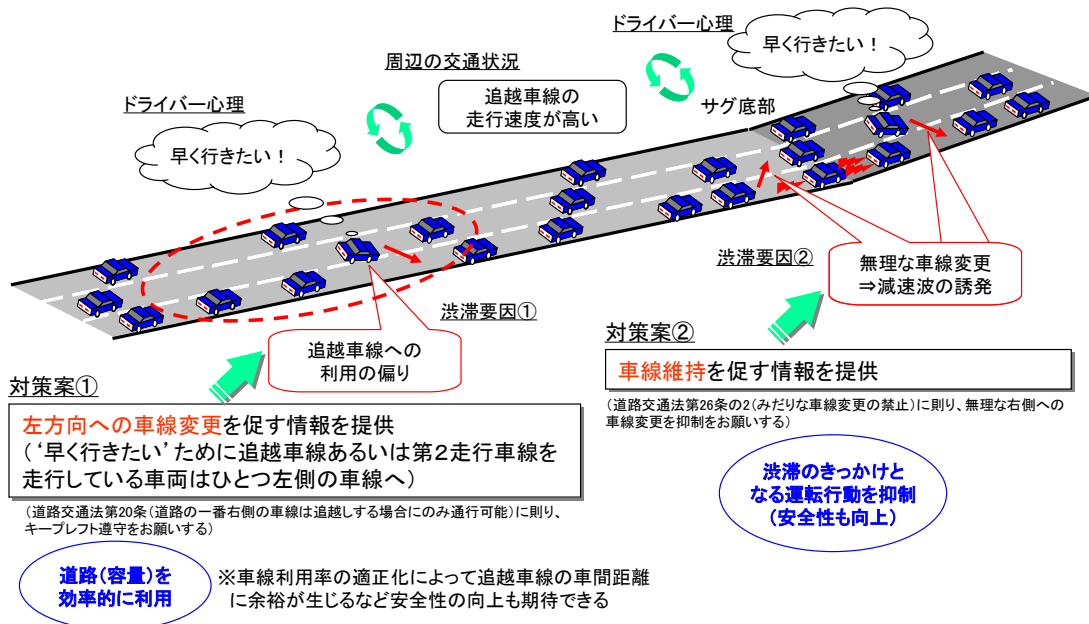


図 3.2.43 サグ部の渋滞要因と情報提供のねらい

3.2.6.1 効果検証実験の概要

効果検証実験では、情報提供媒体の違い（LED 表示板と ITS 車載器）および試験対象車の違い（予め募集した被験者と全走行車両）によって以下に示す3パターンの検証走行を実施した。

(1) LED 表示板による効果検証

検証走行 1

- 目的：情報提供に対するドライバの運転行動を把握、ITS 車載器との比較
- 被験者：35 名

年齢層	男性	女性	合計
20 歳代	3 名	3 名	6 名
30 歳代	4 名	3 名	7 名
40 歳代	6 名	3 名	9 名
50 歳代	4 名	3 名	7 名
60 歳代	3 名	3 名	6 名
合計	20 名	15 名	35 名

- 使用機器・路側センサ（2 基）、路側処理装置（1 基）、LED 表示板（3 基）
 - ・検証走行用車両：ITS 車載器（5 台）
- 1 日あたり走行数：被験者 1 名あたり 1 走行×5 名=5 走行
- 走行日数：12 月中旬～1 月下旬の渋滞発生が予想される日（10 日間を想定）
- 情報提供タイミング：システム判断（臨界状態判定システム）
- アンケート調査：走行後に実施

なお、図 3.2.44 には LED 表示板の設置位置を、表 3.2.31 には各 LED 表示板で提供した文字情報を示す。



図 3.2.44 LED 表示板設置イメージ

表 3.2.31 各 LED 表示板の提供情報内容

目的	提供情報
①車線変更依頼情報	「渋滞防止」「走行車線へ」
②車線維持依頼情報	「渋滞防止」「走行車線キープ」
③協力へのお礼情報	「ご協力ありがとうございました」

検証走行2

- 目的：情報提供の効果 検証走行1で設置した情報提供位置（LED 表示板）を用いて、情報提供中に当該区間を走行した一般利用者を対象に、東名高速道路海老名 SA（下り）においてアンケート調査を実施する。さらに広報・啓発活動の効果を把握する。
- 被験者：情報提供中に当該区間を通行した全車両を対象
アンケートを実施 422 名
- 使用機器
 - ・路側センサ（2 基）、路側処理装置（1 基）、LED 表示板（3 基）
 - ・路側ビデオカメラ（8 台）、車両感知器
- 走行日数：12 月中旬～1 月下旬の渋滞発生が予想される日（10 日間を想定）
- 情報提供タイミング：システム判断（臨界状態判定システム）
- アンケート調査
情報提供中に当該区間を通行した車両のうち、海老名 SA 利用者（300 サンプル以上確保を目標とし、422 サンプルを取得）を対象に実施
- 広報：効果検証期間中に横断幕、看板、ポスターを設置（表 3.2.32）

表 3.2.32 検証走行実施期間に準備した広告媒体

媒体	サイズ	数量(枚)	設置場所
横断幕	900mm×9,000mm	4枚	東名高速道路下り方面の以下の高架橋に設置 <ul style="list-style-type: none"> ・宮下橋 (7.12kp) ・道正橋 (19.52kp) ・瀬谷橋 (21.1kp) ・堀合橋 (21.23kp)
			
看板	1,400mm× 1,100mm	8枚	東名高速道路の以下のSA、PAに設置 <ul style="list-style-type: none"> ・港北PA (下り1枚) ・海老名SA (上2枚下1枚) ・中井PA (下り1枚) ・鮎沢PA (下り1枚) ・足柄SA (上り2枚)
ポスター	B2	40枚	東名高速道路の以下のSA、PA等に設置 <ul style="list-style-type: none"> ・港北PA、海老名SA、中井PA、鮎沢PA、足柄SA ・その他、首都高速管理事務所、コンビニ等に依頼
チラシ	A4	400枚	アンケート対象者に配布

(2) ITS 車載器による効果検証



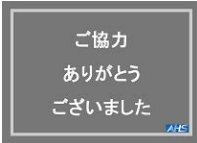
検証走行 3

- 目的：ITS 車載器による情報提供に対するドライバの運転行動を把握
- 被験者：39 名（有効走行数※30 以上確保）※車載器から情報提供を受けた車両

年齢層	男性	女性	合計
20 歳代	3 名	3 名	6 名
30 歳代	5 名	3 名	8 名
40 歳代	4 名	4 名	8 名
50 歳代	4 名	4 名	8 名
60 歳代	4 名	5 名	9 名
合計	20 名	19 名	39 名

- 使用機器：路側センサ（2 基）、路側処理装置（1 基）、ビーコン（1 基）
効果検証車両・ITS 車載器（5 台）、車載ビデオカメラ（各車両 4 台の計 20 台）
- 1 日あたり走行数：被験者 1 名あたり 1 走行×5 名=5 走行
- 走行日数：1 月下旬～2 月中旬の渋滞発生が予想される日（10 日間を想定）
- 情報提供タイミング：システム判断（臨界状態判定システム）
- アンケート調査：走行後に実施

表 3.2.33 車載器からの情報提供内容

情報 音声	「この先で、追越車線が混雑しています。走行車線を走行願います。」	「渋滞防止のため、走行車線をなるべくキープ願います。」	「渋滞防止に、ご協力ありがとうございます。」
	(発話時間) 約 10 秒	約 6 秒	約 7 秒
簡易図形 (ナビ画面)			
	(表示時間) 7 秒	7 秒	7 秒

(3) 効果検証の考え方

情報提供による渋滞削減効果が出現するまでのフローを図 3.2.45 に示すとおりとし、各評価場面における情報提供の効果を評価する。「ドライバーが行動変容を行う」場面について、情報提供に対するドライバーの認識・意識（主観的側面）と運転行動（客観的側面）の両面からのデータを用いて、情報提供による運転行動（認知・判断・操作）への正・負の効果を評価した。本情報提供によってドライバーが行動変容を行うには、情報提供に対する判断の場面において、渋滞防止への協力意志が形成される必要があり、情報提供と合わせて実施した広報による認知度の向上、および知見付与の有無による協力意志の形成への影響を評価する。さらに受容性評価、有効性評価の結果も踏まえ、情報提供位置（タイミング）のパラメータ（アルゴリズム、閾値等）の妥当性についても評価する。

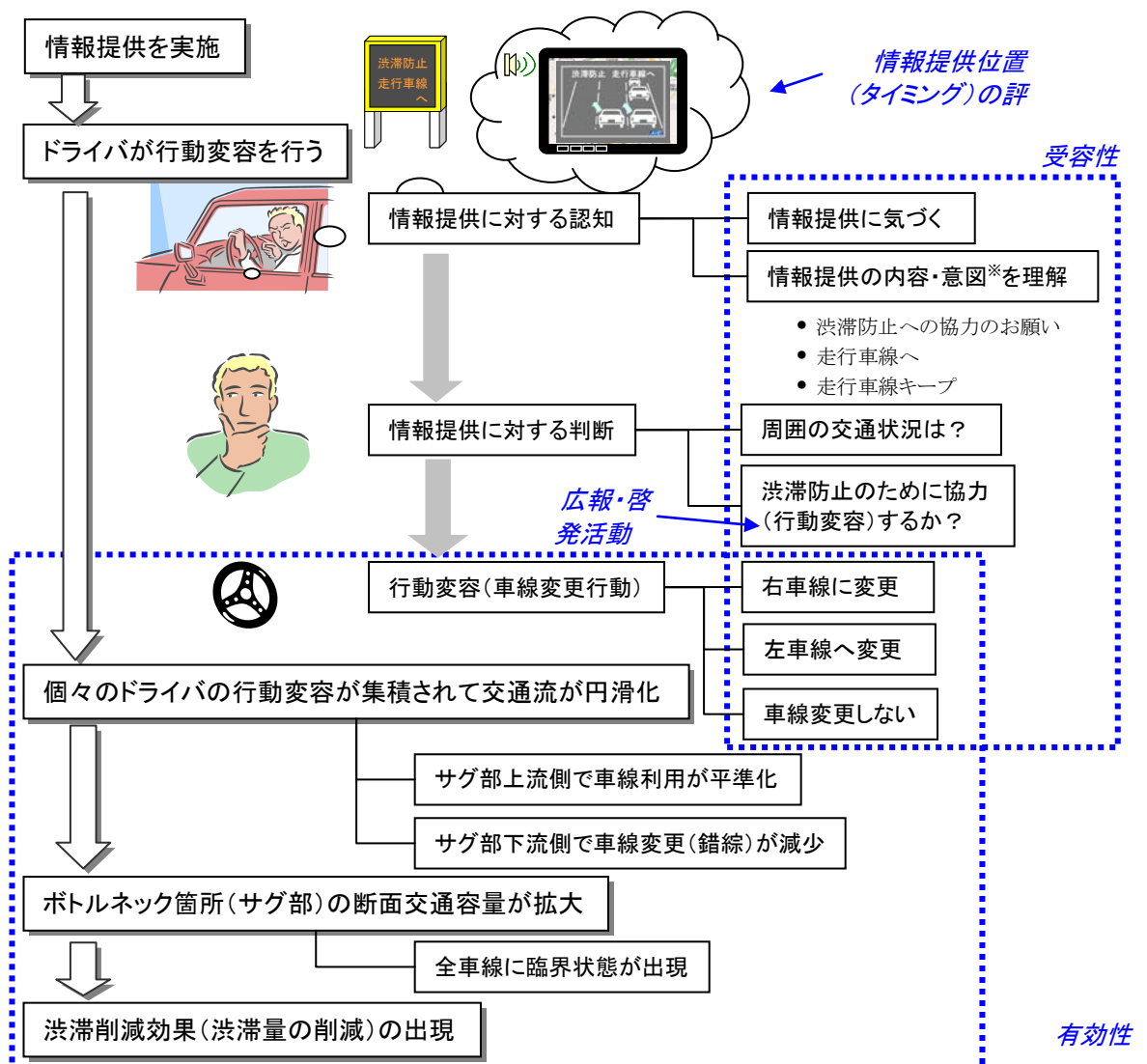


図 3.2.45 情報提供効果の出現フローと評価場面

3.2.6.2 受容性評価

(1) 情報伝達

— 情報が確実に伝達されているか —

LED 表示板と ITS 車載器のそれぞれの情報提供媒体について、情報が確実にドライバーへ伝達されているかを評価した。以下に評価結果の概要を示す。

ここでは、全被験者を母数とする。

◆ LED 表示板により提供された各情報を読み取れた割合

検証走行 1

: 『走行車線へ』 49% (17/35 名)、 『走行車線キープ』 46% (16/35 名)
『ありがとう』 66% (23/35 名)

検証走行 2

: 『走行車線へ』 22% (93/422 名)、 『走行車線キープ』 19% (78/422 名)
『ありがとう』 20% (85/422 名)

◆ LED 表示板による情報提供では、情報提供時に追越車線を走行していた被験者の読取り割合が低い。追越車線からは路側に設置した表示板までの距離が短くなるため、認知されづらくなっていると考えられる。

◆ ITS 車載器により提供された各情報を読み取れた／聞き取れた割合

検証走行 3

(画面内容)

: 『走行車線へ』 90% (35/39 名)、 『走行車線キープ』 82% (32/39 名)
『ありがとう』 90% (35/39 名)

(音声内容)

: 『走行車線へ』 90% (35/39 名)、 『走行車線キープ』 82% (32/39 名)
『ありがとう』 92% (36/39 名)

◆ 3つの情報全て読み取れた被験者は、検証走行 1 では 37% (13/35 名)、検証走行 2 では 9% (38/422 名)、検証走行 3 では 90% (35/39 名)

→ ITS 車載器では 90%以上の被験者に情報を伝達できており、LED 表示板に比べてドライバーの認識率は高い。

(2) 情報提供内容・意図の理解

— 提供された情報の目的や内容をドライバが理解しているか —

LED 表示板と ITS 車載器のそれぞれの情報提供媒体について、情報提供の内容や意図がドライバに理解されているかを評価した。以下に評価結果を示す。

ここでは、各情報提供で情報を読み取れた被験者を母数とする。

◆ LED 表示板により提供された各情報内容を理解できた割合

検証走行 1

:『走行車線へ』 65% (11/17 名)、『走行車線キープ』 88% (14/16 名)

『ありがとう』 83% (19/23 名)

◆ ITS 車載器により提供された各情報内容を理解できた割合

検証走行 3

:『走行車線へ』 95% (37/39 名)、『走行車線キープ』 91% (32/35 名)

『ありがとう』 100% (38/38 名)

◆ 1つ目、2つ目の情報について、「なるべく協力を呼びかける」という意図を正しく理解した割合

検証走行 1

:『走行車線へ』 82% (14/17 名)、『走行車線キープ』 88% (14/16 名)

検証走行 3

:『走行車線へ』 95% (37/39 名)、『走行車線キープ』 97% (34/35 名)

◆ 3つ目の情報について、

<「情報提供に対する協力へのお礼」という意図を理解できなかった割合>

検証走行 1 : 39% (9/23 名)

検証走行 3 : 13% (5/38 名)

<「協力する区間の終わりを示す」という意図を理解できなかった割合>

検証走行 1 : 70% (16/23 名)

検証走行 3 : 71% (27/38 名)

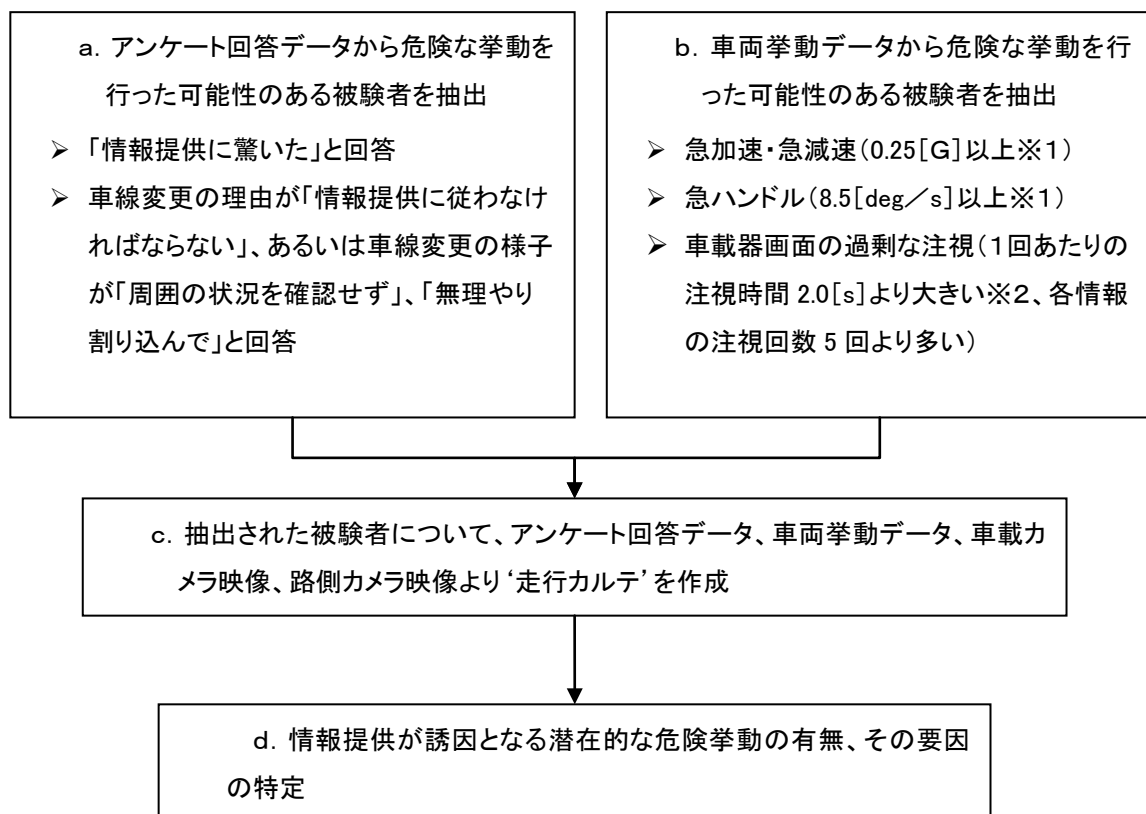
→ITS 車載器では、約 9 割以上の被験者が車線変更依頼、車線維持依頼の情報内容・意図を理解できており、LED 表示板に比べて情報理解がされやすいといえる。

(3) 情報提供が誘因となる危険な挙動の有無

— 情報が提供されることでドライバが危険な挙動を示さないか —

— 情報提供を受けた車両が車線変更や減速といった行動を行うことにより周囲の車両が危険な挙動を行わないか —

図 3.2.46 に示すフローに従い、アンケート回答データ、車両挙動データを用いて、それぞれ危険な挙動を行った可能性のある被験者を抽出し、抽出された被験者の‘走行カルテ’（図 3.2.47）により、情報提供が誘因となるか、潜在的に危険な挙動であるかを確認した。



※1 ITS 車載器により収集される挙動履歴情報の蓄積タイミングの閾値を参考とした。

※2 出所：国家公安委員会告示第 12 号「交通情報の提供に関する指針」

図 3.2.46 情報提供が誘因となる危険な挙動の確認フロー

◆ いずれの検証結果からも情報提供が誘因となり危険と思われる挙動は見られなかった。

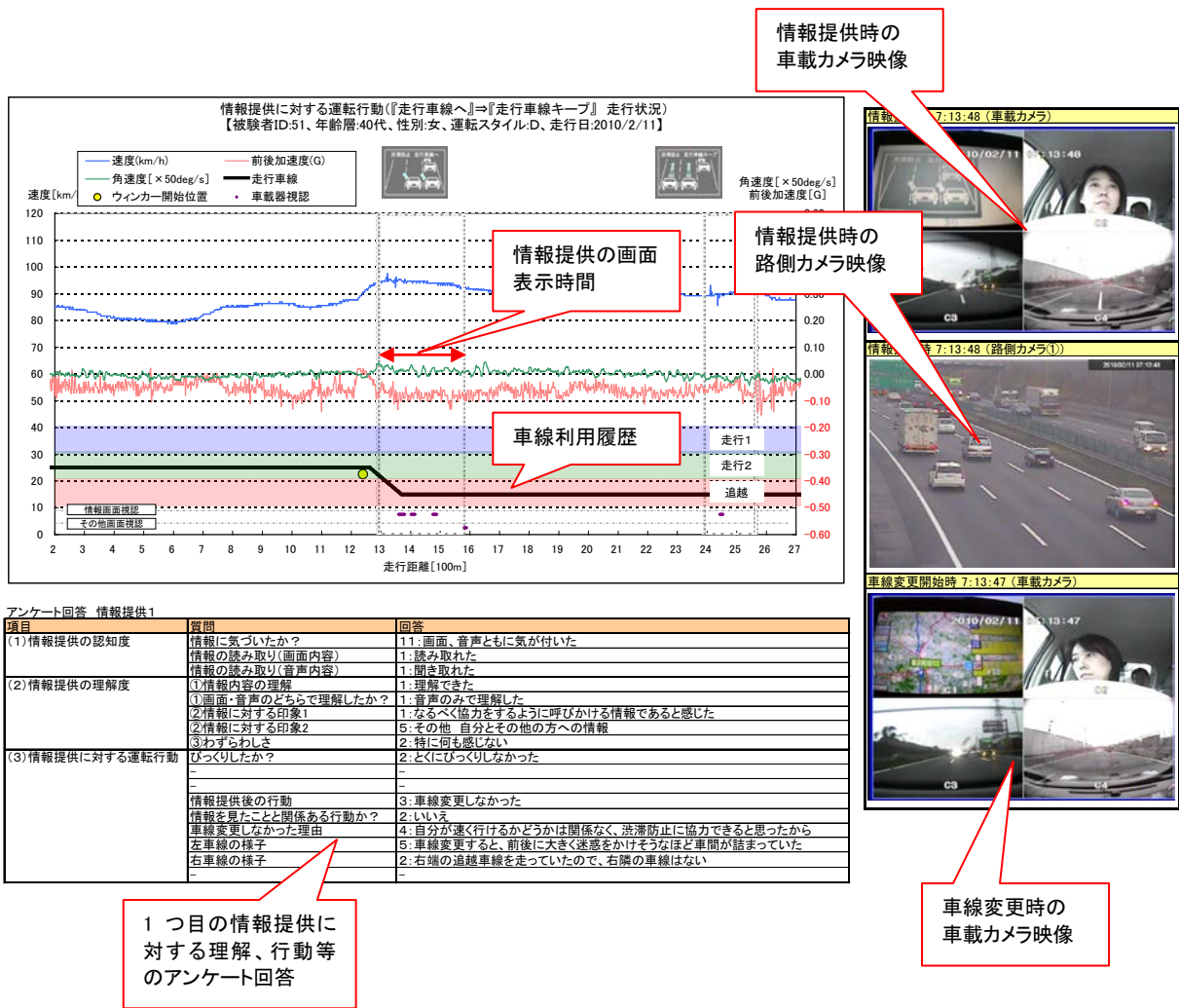


図 3.2.47 走行カルテの整理内容

3.2.6.3 有効性評価

(1) 情報提供によるドライバの意識・運転行動の変化

— サービス目的に沿った行動変容等を行ったか、もしくは行おうと思ったか

1つ目（走行車線への車線変更依頼情報）および、2つ目の情報（現在の走行車線維持依頼情報）に対して、「車線変更行動を行ったか」、「その車線変更行動が情報提供に関係していたか」、「その車線変更行動はどのような理由で行ったか」を確認し、各情報が期待する行動（行動変容）を行った割合、もしくは行おうと思った割合を LED 表示板と ITS 車載器のそれぞれについて評価した。以下に評価結果を示す。

ここでは、全被験者を母数とする。

< 1つ目の情報提供（『走行車線へ』）による行動変容 >

○ 行動変容（車線変更）を行おうと思った割合

- 追越車線にいた被験者のうち、行動変容を行おうと思った割合

: 検証走行 1 0% (0/12 名)

: 検証走行 3 約 32% (6/19 名)

- 第 2 走行車線にいた被験者のうち行動変容を行おうと思った割合

: 検証走行 1 約 5% (1/21 名)

: 検証走行 3 約 29% (5/17 名)

○ 行動変容（車線変更）を行った割合

- 追越車線にいた被験者のうち、1つ目の情報提供により「左へ車線変更した」割合

: 検証走行 1 0% (0/12 名)

: 検証走行 2 0% (0/16 名)

: 検証走行 3 約 32% (6/19 名)

- 第 2 走行車線にいた被験者のうち、1つ目の情報提供により「左へ車線変更した」割合

: 検証走行 1 0% (0/21 名)

: 検証走行 2 約 5% (2/44 名)

: 検証走行 3 約 24% (4/17 名)

○ 協力意志を持って行動変容（車線変更）を行った割合

- 追越車線にいた被験者のうち、1つ目の情報提供により「左へ車線変更した」割合

: 検証走行 1 0% (0/12 名)

: 検証走行 3 約 11% (2/19 名)

- 第 2 走行車線にいた被験者のうち、1つ目の情報提供により「左へ車線変更した」割合

: 検証走行 1 0% (0/21 名)

: 検証走行 3 約 12% (2/17 名)

ここでは、全被験者を母数とする。

< 2つ目の情報提供 (『走行車線キープ』) による行動変容 >

○行動変容 (走行車線キープ) を行った割合

- 第2走行車線にいた被験者のうち、2つ目の情報提供により「車線変更しなかった」割合
 - : 検証走行1 約19% (4/21名)
 - : 検証走行2 約37% (11/30名)
 - : 検証走行3 約44% (8/18名)
- 第1走行車線にいた被験者のうち、2つ目の情報提供により「車線変更しなかった」割合
 - : 検証走行1 0% (0/4名)
 - : 検証走行2 約10% (2/20名)
 - : 検証走行3 約63% (5/8名)

○協力意志を持って行動変容 (走行車線キープ) を行った割合

- 第2走行車線にいた被験者のうち、2つ目の情報提供により「車線変更しなかった」割合
 - : 検証走行1 約10% (2/21名)
 - : 検証走行3 約11% (2/18名)
- 第1走行車線にいた被験者のうち、2つ目の情報提供により「車線変更しなかった」割合
 - : 検証走行1 0% (0/4名)
 - : 検証走行3 約13% (1/8名)

→ 車線変更依頼情報に従い、車線変更したドライバは全ての検証走行において 0~30%程度となっている。特に検証走行3において特に高い値を示している。

(2) 車線利用の平準化

本情報提供により車線利用が適正化された状態とは、「サービス開始位置」で車線変更依頼の情報を受けた後、「車線変更依頼区間」において追越車線から走行車線への車線変更が行われ、「車線利用適正化位置」で追越車線への車線利用の偏りが是正されている」、さらに「車線利用適正化位置」で車線維持依頼の情報を受けた後、「車線維持依頼区間」において車線変更が抑制され、「サービス終了位置」まで平準化された車線利用率が維持されている」状態と考えられる。

ここでは、情報提供により上記のような状態が実現されたかについて、以下に示す2つの方法で検証した。

<検証方法①>

- 評価断面：車線利用適正化位置
- 検証内容：「車線利用適正化位置において、情報提供ありの場合の追越車線利用率が、情報提供なしの場合の同程度の断面交通量下における追越車線利用率に比べて減少しているか」
- 使用データ：車両感知器（21.52KP）データの車線別交通量

<検証方法②>

- 評価断面：サービス開始位置、車線利用適正化位置、サービス終了位置の3断面
- 検証内容：「サービス開始位置と車線利用適正化位置の車線利用率を比較し、情報提供ありの場合に追越車線への車線利用の偏りが是正されているか」、「車線変更依頼区間において、情報提供ありの場合に追越車線から第1、2走行車線への車線移動割合が増加しているか」
：「車線利用適正化位置とサービス終了位置の車線利用率を比較し、情報提供ありの場合に車線利用率が維持されているか」、「車線維持依頼区間において、情報提供ありの場合に第1、2走行車線の車線維持割合が増加しているか」
- 使用データ：路側カメラ映像から読み取った車両1台毎の各断面における車線位置

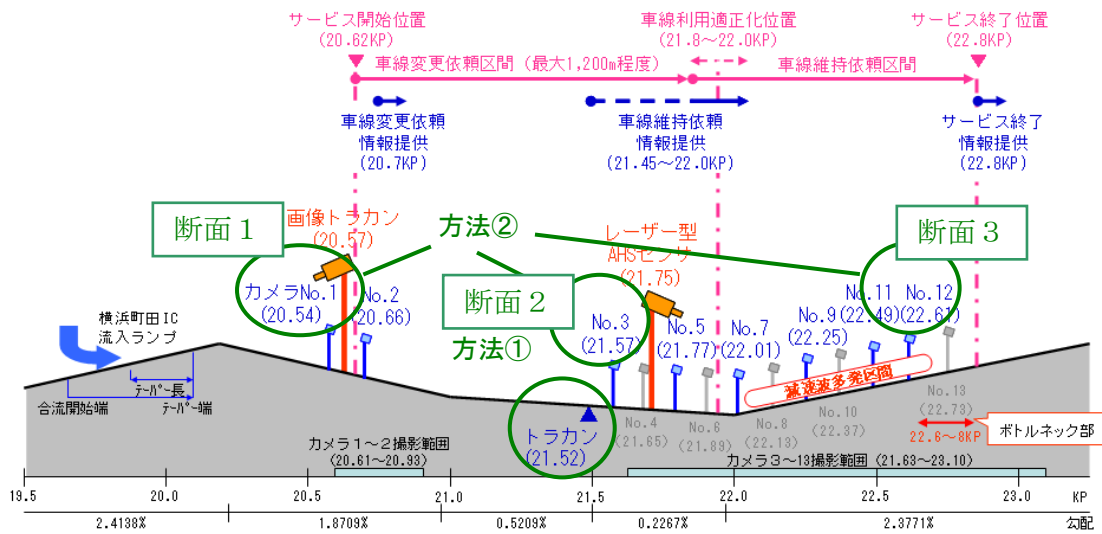


図 3.2.48 車線利用の平準化効果の評価断面

(3) 検証方法①：車線利用適正化位置における車線利用率の変化

車線利用適正化位置付近の 21.52KP に設置された車両感知器データを用い、下記の比較期間における自由流時（追越車線速度 70km/h 超）を対象として、情報提供あり・なしで断面交通量が同レベルな場合の各車線の利用率を比較した。その結果を次頁に示す。

<比較期間>

- ・ 情報提供あり（2009 年度）：

検証走行を実施した 7 日間（2009/12/19、2010/1/9、1/10、1/16、1/23、1/30、2/6）

- ・ 情報提供なし（2009 年度）：

検証走行を実施した同期間の 4 ヶ月間（2009/12、2010/1～3）のうち、検証走行を実施した 7 日間を除く土曜、日曜、祝日の 27 日間

<情報提供による車線利用平準化の効果>

- ◆ 「情報なし」よりも「情報あり」の方が第 1 車線の車線利用率が若干低い⇒効果なしの傾向
- ◆ 「情報なし」よりも「情報あり」の方が第 2 車線の車線利用率が低い ⇒効果なしの傾向
- ◆ 「情報なし」よりも「情報あり」の方が追越車線の車線利用率が高い ⇒効果なしの傾向
⇒この分析結果からは、情報提供による車線利用平準化の効果は認められない。

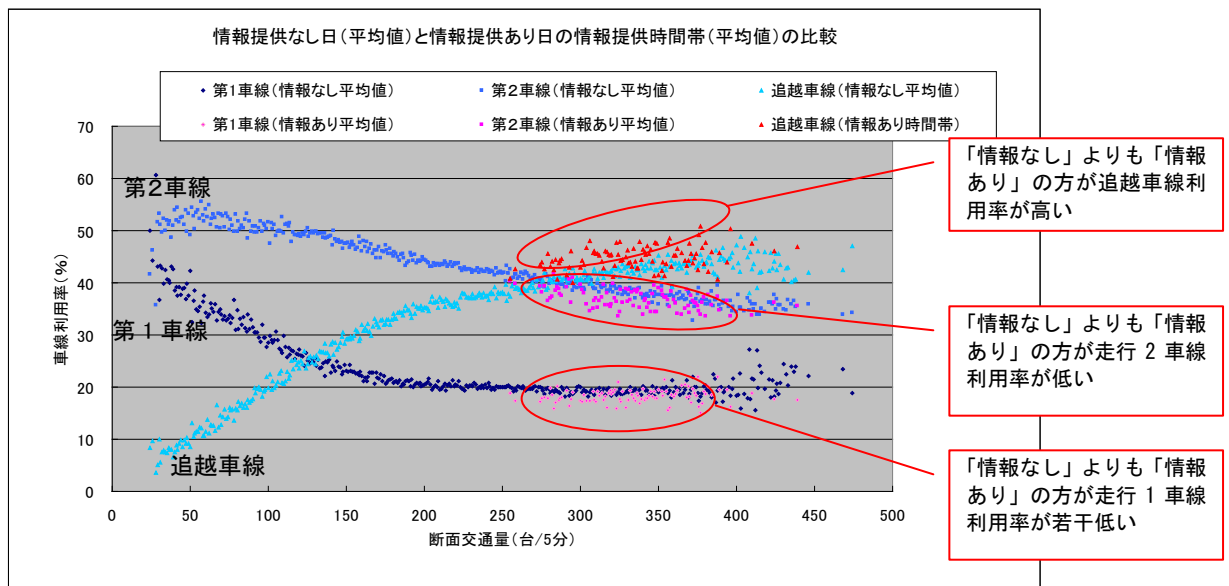


図 3.2.49 車線利用率の比較（情報提供なし日の平均値／情報提供あり時の平均値）

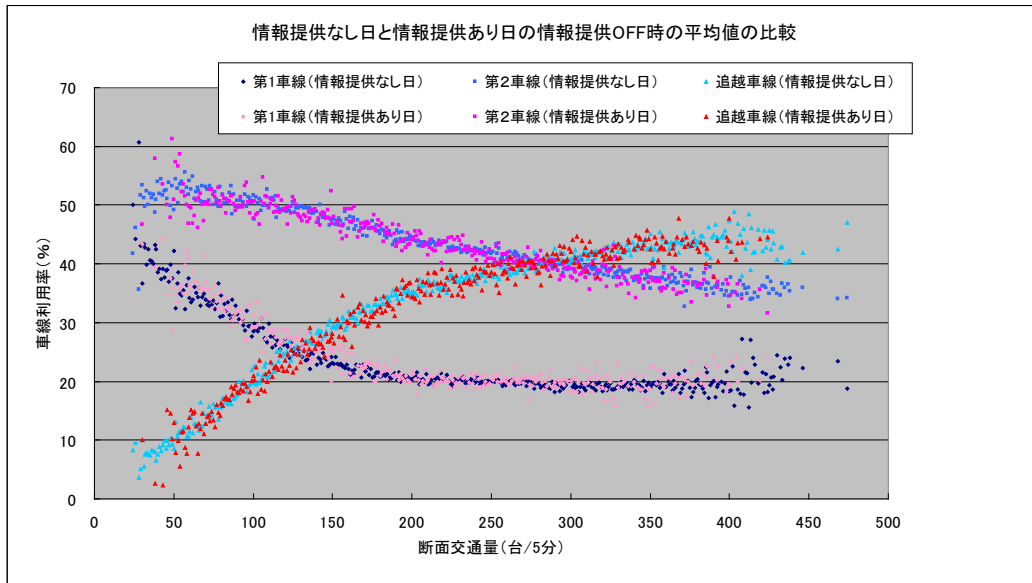


図 3.2.50 車線利用率の比較

(情報提供なし日の平均値／情報提供あり日情報提供 OFF 時の平均値)

(4) 検証方法②：各情報提供前後の断面における車線利用率の変化および断面間の車線変更状況の変化

図 3.2.48 に示すとおり、サービス開始位置・車線利用適正化位置・サービス終了位置付近の 3 断面に設置された路側ビデオカメラ 3 台 (No.1、3、12) の映像データを用いて、情報提供あり・なしで車線利用状況 (車線利用率、車線移動割合、車線維持割合) の変化を比較した。

- ・サービス開始位置： 断面 1
- ・車線利用適正化位置： 断面 2
- ・サービス終了位置： 断面 3

1) 車線利用状況読み取り日時

情報提供あり、なしの比較を行うためには、対象日時が以下の条件に合致する必要がある。

- 情報提供あり時： 情報提供 ON の状態
- 情報提供なし時： もし当該日に効果検証を実施したとすれば、情報提供 ON になっていたと想定される交通状況 (共に臨界状態 (システム判定) である交通状況)
- 断面交通量 (交通需要) レベルがほぼ同等であり、時間変動パターンが類似していること。

情報提供を実施した 7 日間 (H21/12/19、H22/1/9、1/10、1/16、1/23、1/30、2/6)、および情報提供なしでデータ収集のみ行った 5 日間 (H22/2/11、2/13、2/20、2/27、3/6) の交通状況を路側センサ (下流側、21.75KP) のデータで確認し、上記の条件に合致する以下の 2 組の日時を対象に車両 1 台毎の各断面における車線位置 (利用車線) の読み取りを行った。

[PAIR_1]

情報提供あり：H21/12/19（9:40～10:10）

情報提供なし：H22/2/20（7:10～7:40）

交通状況比較：いずれの日時においても、臨界状態（システム判定）が継続しており、かつ断面交通量が400[台/5分]前後レベルで推移しており、両者は類似している交通状況であるといえる。

[PAIR_2]

情報提供あり：H22/2/6（9:30～10:00）

情報提供なし：H22/2/20（7:40～8:10）

交通状況比較：いずれの日時においても、臨界状態（システム判定）が継続しており、かつ断面交通量が400[台/5分]以上のレベルで推移しており、両者は類似している交通状況であるといえる。

2) 各情報提供前後の断面における車線利用率の変化

PAIR_1、PAIR_2の各日時について、路側カメラ映像から30分間の車線別利用台数から3断面の車線利用率を算出した。

<断面1と断面2（車線変更依頼区間）での比較>

◆断面1と断面2の追越車線の利用率についてみると、断面1（サービス開始位置）では情報提供ありの日の方が情報提供なしの日より若干高くなっているが、断面2（車線利用適正化位置）では逆に、情報提供ありの日の方が情報提供なしの日より若干低くなっている。

◆PAIR_1、PAIR_2で同様の傾向が見られる。

⇒車線変更依頼情報によって、車線利用平準化の効果が現れている可能性があると考えられる。

<断面2と断面3（車線維持依頼区間）での比較>

◆断面2と断面3の追越車線の利用率についてみると、情報ありと情報なしで顕著な差異は認められない。

◆PAIR_1、PAIR_2で同様の傾向が見られる。

⇒車線維持依頼情報による効果は特に認められない。

■PAIR_1

<断面1と断面2（車線変更依頼区間）での比較>

●情報提供ありの日における追越車線の利用率

:断面1（サービス開始位置）41.4% ⇒ 断面2（車線利用適正化位置）43.9%（+2.5%）

- 情報提供なしの日における追越車線の利用率
 : 断面1 (サービス開始位置) 40.9% ⇒ 断面2 (車線利用適正化位置) 44.7% (+3.8%)

< 断面2と断面3 (車線維持依頼区間) での比較 >

- 情報提供ありの日における追越車線の利用率
 : 断面2 (車線利用適正化位置) 43.9% ⇒ 断面3 (サービス終了位置) 46.7% (+2.8%)
- 情報提供なしの日における追越車線の利用率
 : 断面2 (車線利用適正化位置) 44.7% ⇒ 断面3 (サービス終了位置) 47.1% (+2.4%)

● 情報提供あり日 (H21/12/19_9:40~10:10)

車線利用台数(30分間計)			
車線	断面1	断面2	断面3
走行1	489	370	343
走行2	812	851	794
追越	921	956	995

車線利用率(30分間計)			
車線	断面1	断面2	断面3
走行1	22.0%	17.0%	16.1%
走行2	36.5%	39.1%	37.2%
追越	41.4%	43.9%	46.7%

● 情報提供なし日 (H22/2/20_7:10~7:40)

車線利用台数(30分間計)			
車線	断面1	断面2	断面3
走行1	500	392	346
走行2	796	791	764
追越	896	956	987

車線利用率(30分間計)			
車線	断面1	断面2	断面3
走行1	22.8%	18.3%	16.5%
走行2	36.3%	37.0%	36.4%
追越	40.9%	44.7%	47.1%

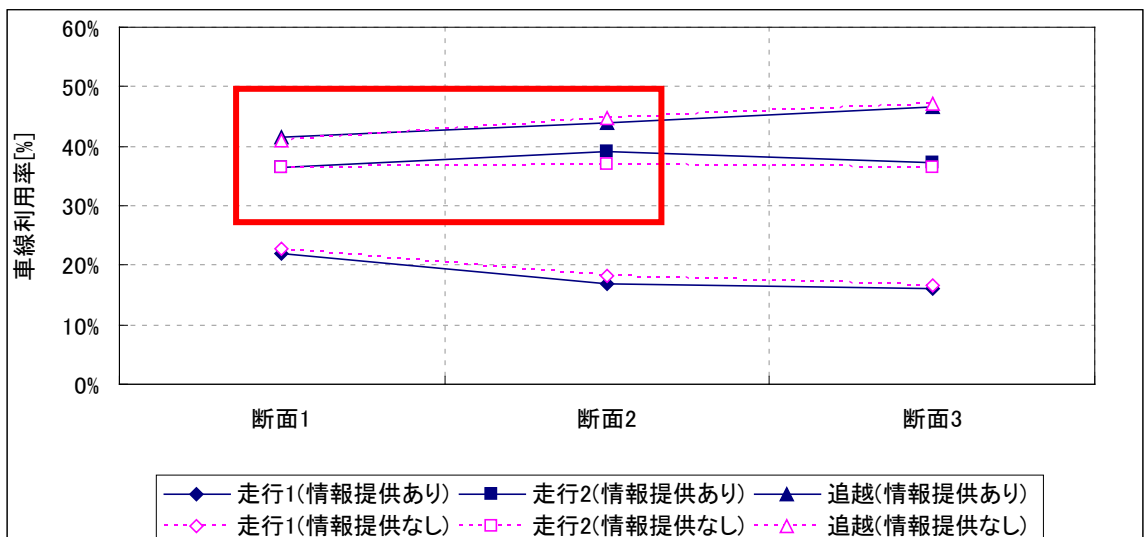


図 3.2.51 情報提供あり・なし日における車線別利用率 (PAIR_1)

■PAIR_2

<断面1と断面2（車線変更依頼区間）での比較>

- 情報提供ありの日における追越車線の利用率
 : 断面1（サービス開始位置）41.1% ⇒ 断面2（車線利用適正化位置）44.0%（+2.9%）
- 情報提供なしの日における追越車線の利用率
 : 断面1（サービス開始位置）40.7% ⇒ 断面2（車線利用適正化位置）45.1%（+4.4%）

<断面2と断面3（車線維持依頼区間）での比較>

- 情報提供ありの日における追越車線の利用率
 : 断面2（車線利用適正化位置）44.0% ⇒ 断面3（サービス終了位置）45.8%（+1.8%）
- 情報提供なしの日における追越車線の利用率
 : 断面2（車線利用適正化位置）45.1% ⇒ 断面3（サービス終了位置）46.9%（+1.8%）

● 情報提供あり日 (H22/2/6_9:30~10:00)

車線利用台数(30分間計)			
車線	断面1	断面2	断面3
走行1	517	401	371
走行2	809	832	791
追越	927	970	983

車線利用率(30分間計)			
車線	断面1	断面2	断面3
走行1	22.9%	18.2%	17.3%
走行2	35.9%	37.8%	36.9%
追越	41.1%	44.0%	45.8%

● 情報提供なし日 (H22/2/20_7:40~8:10)

車線利用台数(30分間計)			
車線	断面1	断面2	断面3
走行1	529	433	384
走行2	866	830	808
追越	958	1039	1053

車線利用率(30分間計)			
車線	断面1	断面2	断面3
走行1	22.5%	18.8%	17.1%
走行2	36.8%	36.1%	36.0%
追越	40.7%	45.1%	46.9%

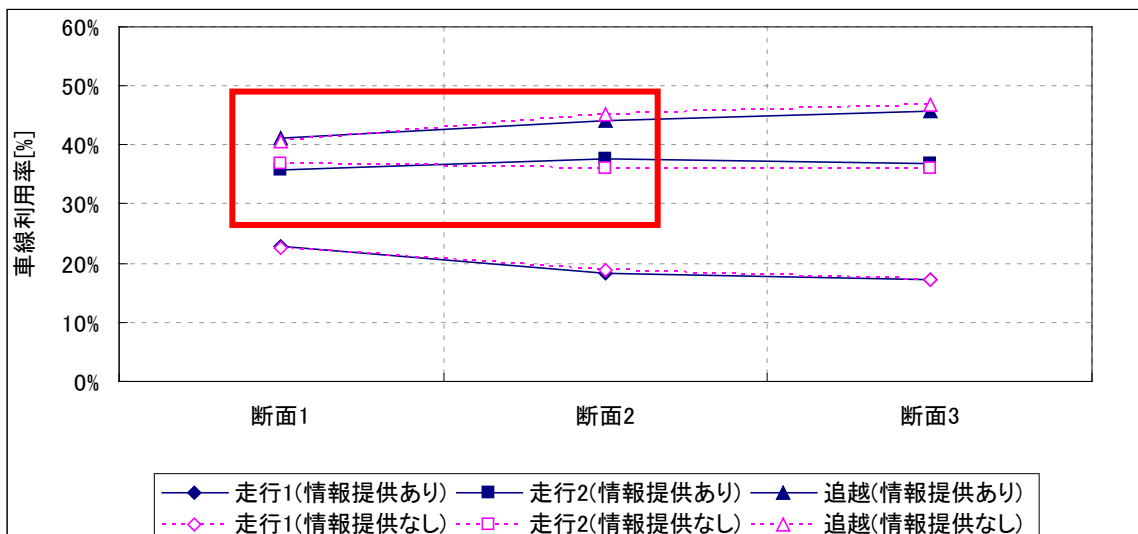


図 3.2.52 情報提供あり・なし日における車線別利用率 (PAIR_2)

3) 断面間の車線変更状況の変化

PAIR_1、PAIR_2 の日時について、路側カメラ映像から 30 分間の車線変更状況を読み取り、各断面間での車線移動割合を算出した。評価する区間に応じて、評価対象とする車線移動は表 3.2.34 に示すとおりとした。

表 3.2.34 評価する範囲及び評価対象とする車線移動

評価区間	情報提供内容	評価対象とする車線移動
車線変更依頼区間 (断面 1→断面 2)	『走行車線へ』	(車線移動割合) 走行 2→走行 1 走行 3→走行 1 走行 3→走行 2
車線維持依頼区間 (断面 2→断面 3)	『走行車線キープ』	(車線維持割合) 走行 1→走行 1 走行 2→走行 2 走行 3→走行 3

情報提供あり・なしの車線移動割合の算出結果を図 3.2.53 に示す。

- ◆ 車線変更依頼区間（断面 1 ⇒ 断面 2）における追越車線から第 2 走行車線への移動割合は、情報提供ありの日の方が若干高い。
- ◆ 車線維持依頼区間（断面 2 ⇒ 断面 3）における車線維持割合は、特に第 1、2 走行車線では、情報提供ありの日の方が高い。
- ◆ PAIR_1、PAIR_2 で同様の傾向が見られる。
⇒車線変更依頼情報、車線変更維持情報のいずれについても、車線利用平準化の効果が現れている可能性があると考えられる。

<PAIR_1>

- 車線変更依頼区間（断面 1 → 断面 2）における追越車線から第 2 走行車線への移動割合：情報提供ありの日 9.1% > 情報提供なしの日 6.5%
- 車線維持依頼区間（断面 2 → 断面 3）における第 2 走行車線の車線維持割合：情報提供ありの日 88.2% > 情報提供なしの日 78.9%
- 車線維持依頼区間（断面 2 → 断面 3）における第 1 走行車線の車線維持割合：情報提供ありの日 91.0% > 情報提供なしの日 82.7%

<PAIR_2>

- 断面 1 → 断面 2 における追越車線から第 2 走行車線への移動割合：情報提供ありの日 8.3% > 情報提供なしの日 4.9%

- 断面2→断面3における第2走行車線の車線維持割合
 : 情報提供ありの日 88.7% > 情報提供なしの日 86.6%
 断面2→断面3における第1走行車線の車線維持割合
 : 情報提供ありの日 90.6% > 情報提供なしの日 89.3%

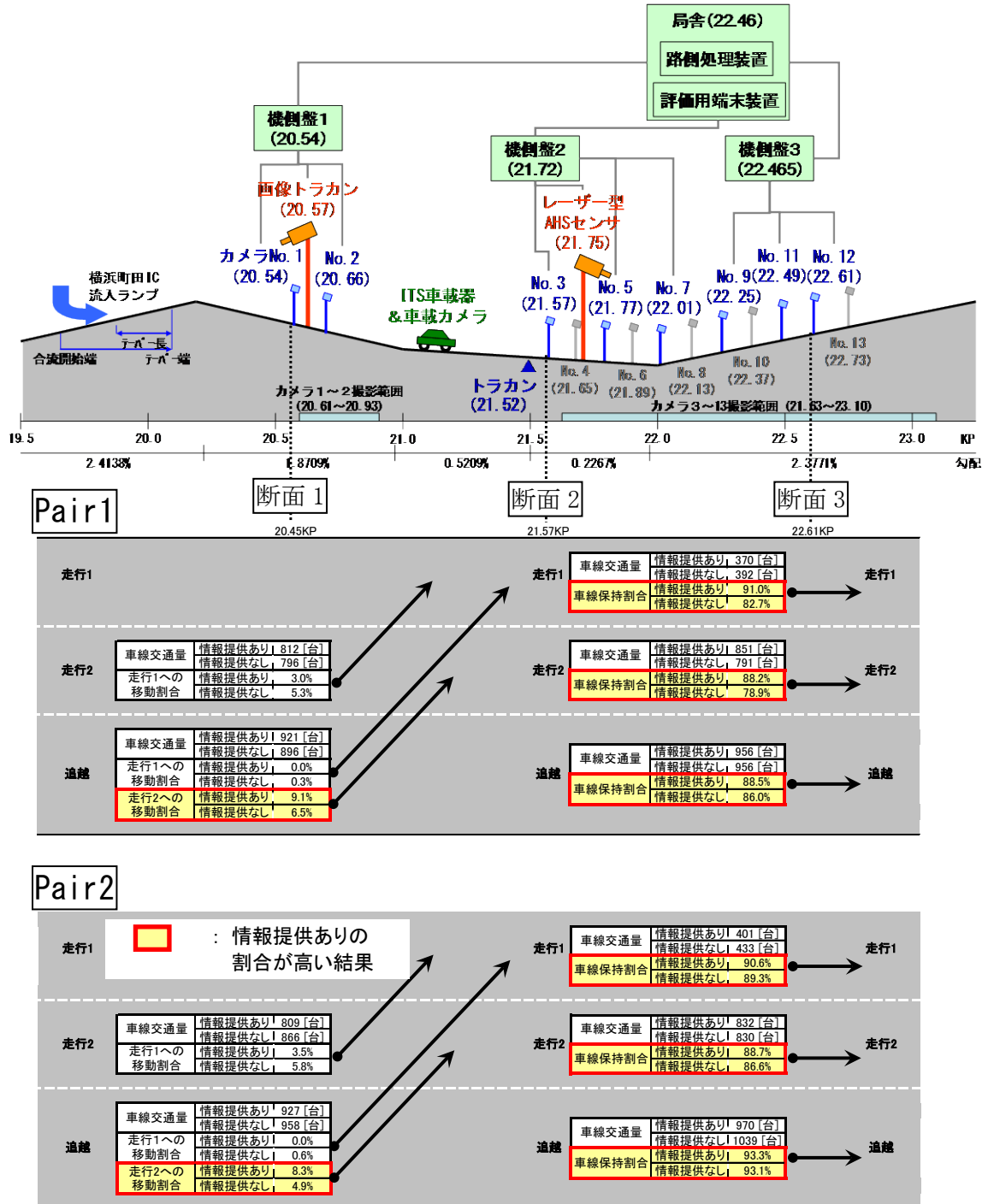


図 3.2.53 情報提供あり・なし日における車線移動割合

3.2.6.4 技術的評価

(1) 情報提供位置（タイミング）の妥当性

◆ 実証実験によれば、車線変更依頼の発話が完了してから車線変更が完了するまでに要した距離の最大値が730mであった（図 3.2.54）ITS 車載器による情報提供では、車線変更依頼区間長（約 1,200m）は、十分であったと考えられる。

(2) 被験者走行データによる評価

< 1つ目の情報提供（車線変更依頼）を受けてから車線変更を完了するための距離 >

- 検証走行1（LED 表示板）では1つ目の情報提供により左へ車線変更した被験者がいなかったため、評価できない。
- 検証走行3（ITS 車載器）では、1つ目の情報提供により左へ車線変更した被験者のうち8割以上が情報提供開始位置から500m以内に車線変更を完了した。

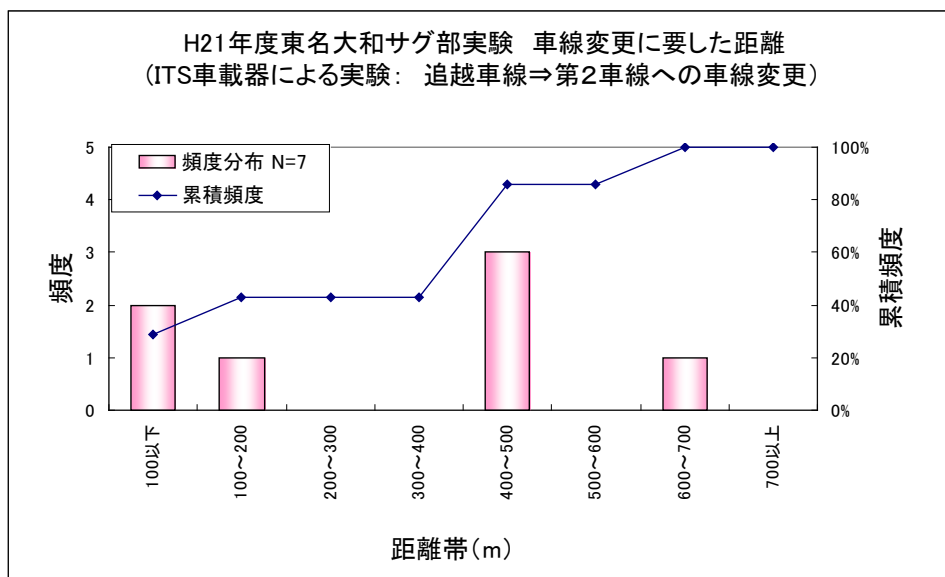


図 3.2.54 車線変更に要した距離
（追越車線から第2車線への車線変更） 【検証走行3】

< 2つ目の情報提供（車線維持依頼）を受けてから車線維持した距離 >

- 2つ目の情報提供により車線維持した被験者（検証走行1：32名、検証走行3：37名）のうち、全ての被験者が3つ目の情報提供（協力区間の終わり）を受けるまで車線を維持していた。

(3) 被験者の評価

- 情報内容を読み取れた被験者のうち、検証走行1、2ともに、「余裕を持って車線変更するための距離としてちょうどよい」と回答した割合が最も多い。
- 情報内容を読み取れた被験者のうち、「余裕を持って車線変更するための距離としては短すぎる」と回答している割合が、検証走行1では約24%、検証走行3では約13%いるが、逆に「長すぎる」と回答した被験者はいない。
- 「短すぎる」理由では、下記のとおり回答している。これらの被験者は、情報提供時の交通状況下では車線変更しにくいと感じていると考えられる。
 - 左側車線へ入れる距離じゃないから
 - 情報を見た時にすぐに車線変更しづらい状況だった場合、この距離だと短いと思うため
 - 混雑のなかでは、短すぎて隙間を見つける余裕がない。割り込むことになる。
 - 提供されてからすぐには車線変更できないから
 - 走行車線へ入る時間が少ないため

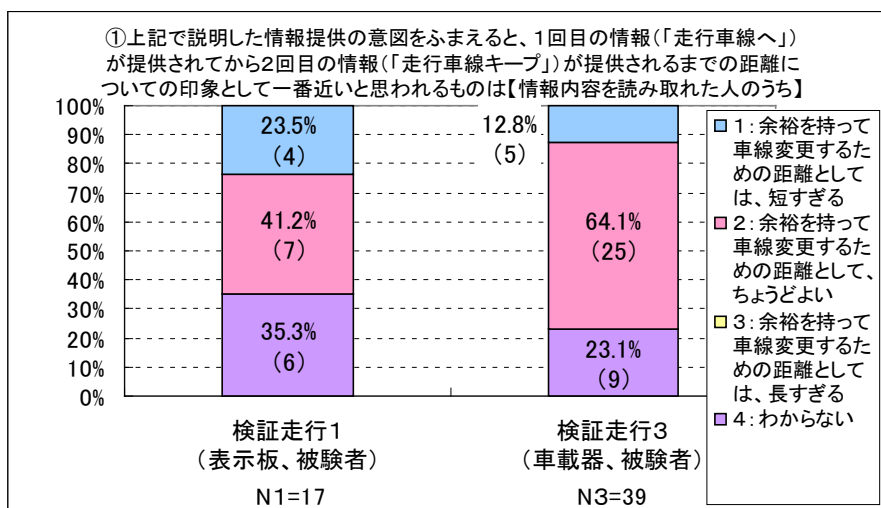


図 3.2.55 車線変更するための距離 (『走行車線へ』～『走行車線キープ』) の評価
【検証走行1、3】

3.2.7 効果検証実証実験結果のまとめ

表 3.2.35 効果検証結果のまとめ(1/2)

評価項目	評価指標	データ項目	評価結果 (①:車線変更依頼情報、②:車線維持依頼情報、③:お礼情報)			総合評価	
			検証走行1 (LED表示板・被験者走行)	検証走行2 (LED表示板・全通行車両)	検証走行3 (ITS車載器・被験者走行)		
受容性	情報伝達	情報提供の認識率	情報提供に気づいたか【アンケート】	●①49%、②46%、③66%の被験者が読み取れた。 ●3つ全て読み取れた被験者は37%	●①22%、②19%、③20%の回答者が読み取れた。 ●3つ全て読み取れた回答者は9%	<情報伝達> ●ITS車載器では9割以上の被験者に情報を伝達できており、LED表示板に比べて優れているといえる。	
		情報内容の認識率	正しく情報内容を認識したか【アンケート】				
		情報提供のわかりやすさ	画像、音声等がわかりやすかったか【アンケート】	●①35%、②31%、③61%の被験者が「負担を感じず」に読み取れた。	—		●音声では、①62%、②72%の被験者が「負担を感じず」に読み取れた。 ●画像では、①56%、②56%、③77%の被験者が「負担を感じず」に読み取れた。
	理解度	情報内容の理解度	情報内容を理解したか【アンケート】	●①65%、②88%、③83%の被験者が「理解できた」と回答。	—	●①95%、②89%、③100%の被験者が「理解できた」と回答。	<情報理解> ●ITS車載器では9割以上の被験者が依頼情報内容・意図を理解できており、LED表示板に比べてやや優れているといえる。
		情報提供意図の理解度	情報提供意図を理解したか【アンケート】 (情報提供に対する印象)	●①82%、②88%の被験者が意図を正しく理解。 ●③39%の被験者が「お礼」の意味を理解できず。	—	●①95%、②94%の被験者が意図を正しく理解。 ●③13%の被験者が「お礼」の意味を理解できず。	
	ドライバの危険な挙動の有無	情報提供への驚き	情報提供に驚いたか、驚いた理由、驚いた場合の行動【アンケート】 ※客観データとの照合チェック	●35名中1名が①に対して「びっくりした」。 ⇒総合的なデータ照合結果から、潜在的な危険挙動は認められない。	/	●39名中、①で8名、②で2名、③で4名が「びっくりした」。 ⇒総合的なデータ照合結果から、潜在的な危険挙動は認められない。	<危険な挙動の有無> ●いずれの効果検証結果からも、危険と思われる挙動は認められなかった。
無理な状況下での車線変更			車線変更した理由【アンケート】 車線変更の様子【アンケート】 ※客観データとの照合チェック	●危険と思われる車線変更の該当なし。 ⇒総合的なデータ照合結果から、潜在的な危険挙動は認められない。		●13名の車線変更中3名が理由として「情報に従わなければならないと思ったから」と回答。 ⇒総合的なデータ照合結果から、潜在的な危険挙動は認められない。	
急加速、急減速、急ハンドル			車両速度【車載器走行データ】 車両加減速度【車載器走行データ】 運転操作(アクセル/ハンドル/ブレーキ)	●0.25G以上の急減速がいくつかの走行でみられたが、いずれも情報提供との直接的な因果関係は認められない。 ⇒潜在的な危険挙動は認められない。		●0.25G以上の急減速がいくつかの走行でみられたが、いずれも情報提供との直接的な因果関係は認められない。 ⇒潜在的な危険挙動は認められない。	
車載器の注視			車載器の注視時間/回数【車載カメラ】 ※客観データとの照合チェック			●過剰な注視(2.0s超の注視または5回以上視認)をした被験者が4名。 ⇒総合的なデータ照合結果から、潜在的な危険挙動は認められない。	
	周辺車両の走行への影響	車線変更の様子【アンケート】 周辺車両の走行状況【車載カメラ】 ※客観データとの照合チェック	●危険と思われる挙動の該当なし。 ⇒総合的なデータ照合結果から、潜在的な危険挙動は認められない。	●危険と思われる挙動の該当なし。 ⇒総合的なデータ照合結果から、潜在的な危険挙動は認められない。			
有効性	ドライバの意識・運転行動の変化	行動変容を行おうと思った割合	●①では、追越車線の0%、第2車線の5%が情報提供により左へ車線変更しようと思った。	—	●①では、追越車線の32%、第2車線の29%が情報提供により左へ車線変更しようと思った。	<意識・運転行動の変化> ●ITS車載器では、車線変更依頼、車線維持依頼のいずれも1割強が渋滞防止への協力意思を持って車線変更・維持行動をとっており、LED表示板よりも高い行動喚起が得られた。	
		行動変容を行った割合	●①では、追越車線、第2車線にいた被験者のうち、情報により左へ車線変更した被験者は0。 ●②では、第2車線の19%、第1車線の0%が情報により車線キープ。 ⇒第2車線の10%が渋滞防止への協力意思を持って車線キープ	●①では、追越車線の0%、第2車線の5%が情報により左へ車線変更。 ●②では、第2車線の37%、第1車線の10%が情報により車線キープ。	●①では、追越車線の32%、第2車線の24%が情報により左へ車線変更。 ⇒追越車線の11%、第2車線の12%が渋滞防止への協力意思を持って左へ車線変更。 ●②では、第2車線の44%、第1車線の63%が情報により車線キープ。 ⇒第2車線の11%、第1車線の13%が渋滞防止への協力意思を持って車線キープ。		
	車線利用の平準化	車線利用率 車線変更(錯綜)状況	車線別交通量 車線変更回数 車線別平均速度 需要交通量	【路側カメラ】 ●車線変更依頼区間における追越車線から左車線への車線変更割合が、情報提供ありの方が若干高い(情報提供なし:6.5%、情報提供あり:9.1%) ●車線維持依頼区間における第2車線の維持割合が、情報提供ありの方が若干高い(情報提供なし:78.9%、情報提供あり:88.2%) 【車両感知器データ】 ●車線利用率適正化の効果は確認されず。	【路側カメラ】 ●車線変更依頼区間における追越車線から左車線への車線変更割合が、情報提供ありの方が若干高い(情報提供なし:6.5%、情報提供あり:9.1%) ●車線維持依頼区間における第2車線の維持割合が、情報提供ありの方が若干高い(情報提供なし:78.9%、情報提供あり:88.2%) 【車両感知器データ】 ●車線利用率適正化の効果は確認されず。	<車線利用の平準化> ●情報提供あり時の方が無し時に比べてサービス意図に沿った車線変更/車線維持行動の傾向が僅かに大きく、車線利用平準化の効果が現れている可能性がある。 <走行円滑化(渋滞削減効果)> ●情報提供ありの場合は、無しの場合に比べて断面捌け台数が約9%増加する効果が確認された。 ※NEXCOの速度低下防止情報OFF時、LED表示板による効果検証実施日(いずれも渋滞発生せず)の平均値	
走行円滑化(渋滞削減効果)	断面交通容量 渋滞量(渋滞長、渋滞時間)の変化 CO2排出量、渋滞巻き込まれ台数、燃料消費量等		【車両感知器データ】 ●ピーク時の断面捌け台数が369[台/5分]⇒401[台/5分]に増加(NEXCO情報OFF時) ●渋滞損失削減時間: 1.282[台・時] ●渋滞損失削減額: 約360[万円] ●CO2排出削減量: 0.64[t] ●燃料消費削減量: 279[リットル]				

表 3.2.35 効果検証結果のまとめ(2/2)

評価項目	評価指標	データ項目	評価結果 (①:車線変更依頼情報、②:車線維持依頼情報、③:お礼情報)			総合評価
			検証走行1 (LED表示板・被験者走行)	検証走行2 (LED表示板・全通行車両)	検証走行3 (ITS車載器・被験者走行)	
広報・啓発活動の効果	広報・啓発によるドライバの意識・運転行動の変化	・行動変容を行おうと思った割合 ・車線変更しようとしたか【アンケート】	●行動変容を行おうと思った被験者は、全ての広報媒体に気づいていない。	—	●①では行動変容を行おうと思った被験者のうち20%(2/10名)は、看板に気づいていた。 ●②では動変容を行おうと思った被験者のうち8%(1/13名)が横断幕に気づいていた。	<p><広報・啓発の効果></p> <ul style="list-style-type: none"> ●今回実施した広報では、行動変容や協力意志の形成を促す効果は見られなかった。広報の認知率が低かったことが要因といえる。 ●多少ではあるが認知されていた横断幕、看板についても、広報できる内容が限定されるため、有効な広報手段とはいえない。 ●サグ部渋滞に関する知見等の付与により約1割程度の被験者の協力意志の変化が見られたため、それらの知見を付与できるような広報の媒体や手法が有効と思われる。
	・行動変容を行った割合	・車線変更の有無とその理由【アンケート】 ※客観データ【車載カメラ】との照合チェック	●①では行動変容を行った被験者が0。 ●②では行動変容を行った被験者のうち25%(1/4名)がポスターと看板両方に気づいていた。	●①では行動変容を行った被験者は、すべてが広報に気づいていない。 ●②では動変容を行った被験者のうち30%(4/13名)が横断幕、看板、ポスターに気づいていた。	同上	
	・情報提供に対する協力の意志	・情報提供に対する協力の意志【アンケート】	●横断幕、看板、ポスターに気づいた被験者の方が、情報提供に協力する意志を持った割合が少し多い。	●広報の認知状況によって協力意志を持った割合は変わらない。	●広報の認知状況によって協力意志を持った割合は変わらない。	
技術的評価	情報提供位置の妥当性	・車線変更依頼を受けてから車線変更を完了するまでの距離/時間 ・車線維持依頼を受けてから車線維持する距離/時間	<p>【車線変更開始/終了位置】</p> <ul style="list-style-type: none"> ●情報提供により左へ車線変更した被験者は0のため、評価できず。 【アンケート】 ●「余裕を持って車線変更するための距離としてちょうどよい」が29%で最も多いもの、「短すぎる」が26%を占める。「長すぎる」との回答は0。 	<p>【車線変更開始/終了位置】</p> <ul style="list-style-type: none"> ●情報提供により左へ車線変更した被験者のうち8割以上が情報提供開始位置から500m以内に車線変更を完了。 【アンケート】 ●「余裕を持って車線変更するための距離としてちょうどよい」が64%で最も多い。「短すぎる」が13%、「長すぎる」が0%。 	<p><情報提供位置の妥当性></p> <ul style="list-style-type: none"> ●ITS車載器では、車線変更依頼区間長(約1200m)は概ね妥当であったと考えられる。より長い区間長を確保する必要性についても検討を行うことが望ましい。 ●LED表示板については、より長い区間長を確保する必要性についてさらなる検討の余地があるといえる。 	
	情報提供タイミングの妥当性	・システムが判定した交通状態と実際の交通状態の相違 ・情報提供アルゴリズム(閾値)	・情報提供の開始/終了時刻 ・車線別交通量/速度	●今回定めた運用ルールにより情報提供を行った殆どの時間帯は、車線別交通量、車線利用率、速度の観点から、情報提供すべき交通状態であった。 ●しかし、現行システムの情報提供アルゴリズムに任せて自動制御による情報提供を行った場合、交通状態の変化に対して情報提供ON/OFFが過敏に切り替る傾向があったため、運用ルールを設けて人為的に情報提供を制御する必要があった。	●情報提供により車線維持した被験者のうち、全てがお礼情報を受けるまで車線を維持していた。	<p><情報提供タイミング(アルゴリズム)の妥当性></p> <ul style="list-style-type: none"> ●今回設定した情報提供パラメータは概ね妥当であったと考えられる。 ●しかし、自動制御による適正な情報提供を行うためには、過敏な情報提供ON/OFFの切り替りが発生しないように情報提供アルゴリズムの改良を検討する必要がある。

3.2.8 成果の活用と今後の課題

高速道路サグ部における渋滞対策として、東名高速道路大和サグ（下り）を研究対象箇所とし車線利用率適正化サービスを立案した。現地においてトラカンやビデオカメラ等から得られたデータを分析することで、当該箇所における渋滞発生メカニズムを分析し、交通需要が増加するにしたがい追越車線への過度な交通量の偏りが要因となり追越車線から減速波が発生し、さらに上流側から車両が流入してくることで渋滞に至るというメカニズムを解明した。そこで、このような車線利用の偏りを解消する目的で「車線利用率適正化サービス」を考案し、DS 実験、アンケート調査、そして実道における実証実験を通して、当サービスにより車線利用率の偏りが是正される可能性のあることが実証された。実験結果より、特に ITS 車載器による情報提供は認知される効果が高いことが示された。

今後は、車線利用率適正化サービスの実現に向けたフィージビリティスタディを行っていく必要がある。実証実験においては、車線変更依頼を行っても、周辺交通状況により車線変更が困難な場合もあり、その効果については限定的であると考えられるため、有効な対策案とするための検討が必要である。

さらにサグ・上り坂部における渋滞対策として、近年市販化が開始され、徐々に普及し始めている ACC 車両の制御技術を活用した路車間連携による対策について検討を開始したところである。ACC 車両の特徴である車間時間一定や速度一定制御技術は、サグ・上り坂部における速度低下の抑制効果や、交通需要が高い場合においても高い交通流率を維持（短車間での安定走行）することが可能と考えられるため、その渋滞削減効果が期待されている。