

### 4.3 路車協調による走行支援システムに関する調査

#### 4.3.1 システムの設計に関する調査

##### 4.3.1.1 目的

リクワイアメントの策定及び要素技術の開発をうけ、路車協調による走行支援道路システムの設計を目的とした調査を実施した。

##### 4.3.1.2 実用システム設計

###### 4.3.1.2.1 システム設計書の構成

リクワイアメントの策定および要素技術の開発等によるシステムの具体化を受け、AHS システムの実用システム設計を行った。システム設計書は、この実用システム設計を基にして作成されている。

実用システム設計に際しては、どのようなサービスをどのような環境で実現するかを明らかにするとともに、サービスを構成する各種装置について、機能・性能要件、処理構造、インタフェース等を明らかにした。

図 4.3.1-1 に示すように、この実用システム設計から出発して、実験計画書が策定され、それを反映した実験システムのシステム設計が行われた。作成した実験システムのシステム設計に従い、試験走路実験と実道実験のシステムが製作された。

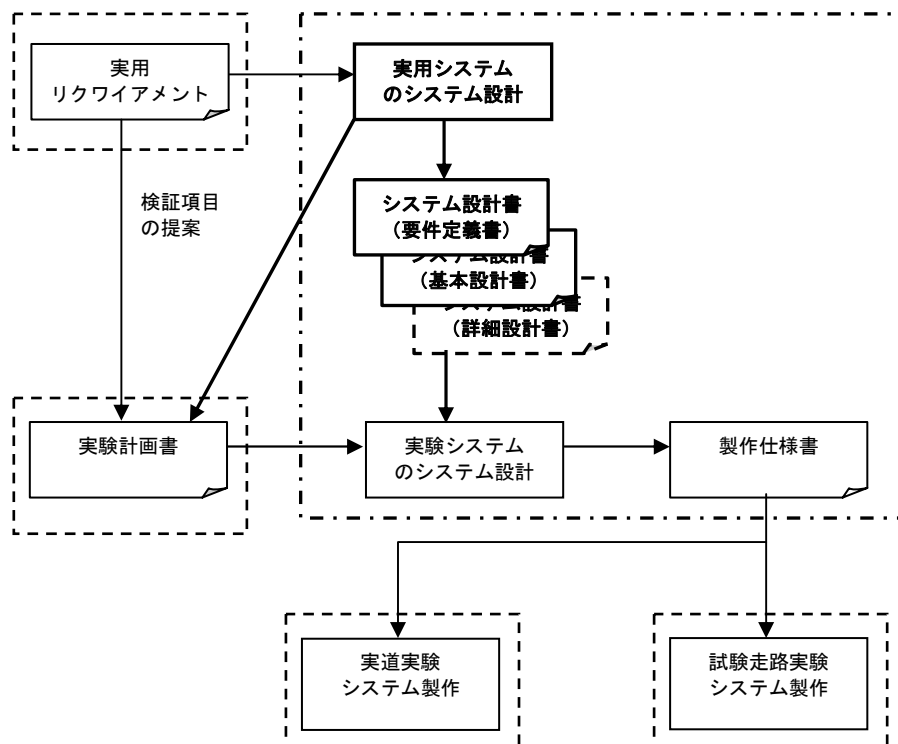


図 4.3.1-1 システム設計のフロー

## 4章 研究の成果

### 4.3 路車協調による走行支援道路システムに関する調査

#### 4.3.1.2.2 実用化の対象とするサービスの選定

実用化するサービスとして、以下の3サービスを選定した。

- ・ カーブ進入危険防止支援サービス
- ・ 路面情報提供支援サービス
- ・ 前方停止車両・低速車両情報提供支援サービス

これらのサービスに対し実道実験場所を選定し、具体的な設計を行った。

#### 4.3.1.3 実道実験システム設計

実道実験に向け、実道用の実験システムを設計することを目的とし調査を実施した。具体的には、実道実験箇所を選定、実験イメージをしたうえで、システム構成の検討、具備すべき機能の検討等を実施した。

平成15年度までは実道実験に向け、走行支援システムに関する実道用の実験システムを設計した。本実験システムには、走行支援システム本来の機能の他、実験で収集すべきデータを取得するための機能や実験パラメータを操作するための機能を具備させた。

##### 4.3.1.3.1 実験箇所選定の考え方

実道実験箇所は、事故多発地点等の社会的に導入意義が説明できる箇所、推定される事故要因に対し、サービスが狙う効果が発揮され、実験目的が達成される箇所に基づいて選定した。

その上で、実道実験箇所は、次の手順に従って選定した。

- (1) 事故統計データ、道路管理者のニーズに基づき候補箇所を抽出する。
- (2) 現地調査、事故現況から事故要因を推定する。
- (3) 事故要因に対処できるサービスとインフラ配置概要を決定する。
- (4) 従来の安全施設の導入によっても危険性が、なおも存在し、AHS導入の意義があることを確認する。

##### 4.3.1.3.2 構築した実験システムの一覧

構築した実験システムの一覧として、それぞれの実道実験箇所の実験内容を表4.3.1-1に示す。本実験においては、路車協調の実験に加えて、インフラ単独の実験も行う。それらも合わせて示す。

表 4.3.1-1 実道実験箇所の内訳

場所	対象事故特性	路車協調			インフラ単独	管理応用
		前方停止車両・低速車両情報提供	カーブ進入危険防止	路面情報提供		
自動車専用道	① 首都高速道路 参宮橋	都市高速での急カーブにおける渋滞末尾への追突事故、工作物衝突等に対応したサービスの受容性等を検証	○	○		
	② 東名大沢川高架橋	長いカーブ区間における路外逸脱事故等に対応したサービスの受容性等を検証		○		
	③ 東名阪自動車道 上社 JCT	急カーブ(ヘアピンカーブ)における路外逸脱事故等に対応したサービスの受容性等を検証	○	○		
	④ 東名阪自動車道 名古屋西 JCT	連続カーブにおける路外逸脱事故等に対応したサービスの受容性等を検証	○	○		○
	⑤ 第二名神四日市地区	未供用時と供用時両方のデータ取得が可能であり、試験走路環境と実交通環境での違い等を検証	○	○	○	○
	⑥ 国道 25 号 米谷地区	急カーブにおける低速車(大型車等)への追突、路面湿潤時のスリップによる側壁衝突等に対応したサービスの受容性等を検証するとともに、インフラ単独(路側情報板)との違い等を検証	○	○	○	○
一般道	⑦ 国道 45 号 宮古トンネル群	寒冷地のトンネル出口における路面変化による追突事故に対応したインフラ単独(路側情報板)の有効性を検証するとともに、路面センサの道路管理への活用について検証				○
	⑧ 国道 246 号 松田惣領地区	一般道路での下り急カーブにおける路外逸脱による正面衝突事故等に対応したサービスの受容性等を検証するとともに、インフラ単独(路側情報板)との違い等を検証		○		○

※

※注：第二名神四日市地区は設計まで実施

#### 4.3.1.3.3 構築した実験システムの具体的なシステム設計

策定したアーキテクチャ等のこれまでの検討結果を踏まえ、実用リクワイアメントの改良項目を反映させて、実道における実験システムの具体的な設計を行った。

以下に実道実証実験システム設計の例として、表 4.3.1-1 に示した場所のうち、東名阪自動車道名古屋西 JCT における設計内容を示す。

#### 4.3.1.3.4 東名阪自動車道名古屋西 JCT 実験システム

東名阪自動車道名古屋西 JCT において、カーブ進入危険防止支援と前方停止車両・低速車両情報提供支援のサービス提供とその評価を目的とした、東名阪自動車道名古屋西 JCT 実験システムのシステム設計内容について以下に示す。

##### (1) 路車協調システム

###### (a) 実験場所と実験イメージ

実験対象場所である東名阪自動車道名古屋西 JCT の G ランプは、R100 のカーブがランプ入側と出側の 2 カ所存在し、ランプ中央部がクレストとなっている。

本サービスは、見通しが悪くかつカーブ手前で減速しなければ車線逸脱する可能性のあるカーブ個所において、カーブ前方の障害物情報及びカーブ情報（線形、位置等）をサービス対象車両へ提供し、ドライバの注意を喚起することにより、カーブへ進入する速度を低下させ、車線逸脱や障害物との衝突を防止する事を目的としている。

###### (b) センサ検出範囲

前方停止車両・低速車両情報提供支援サービスを提供するために、障害物を検出すべきカーブ部の見通し不良区間を算出したうえでセンサーの検出範囲を設定した。

###### (c) 情報提供位置

カーブ進入危険防止支援のための情報提供を行う位置となるビーコンの設置位置を、ビーコン位置検討のパラメータ等をもとに算出した。

###### (d) 監視カメラ配置

DSRC 位置でのシャドウイングの監視と、実験時の安全確認のために、監視カメラを配置し、実験局舎から監視可能とした。

なお、図 4.3.1-2 に本サービスの機器配置を示す。

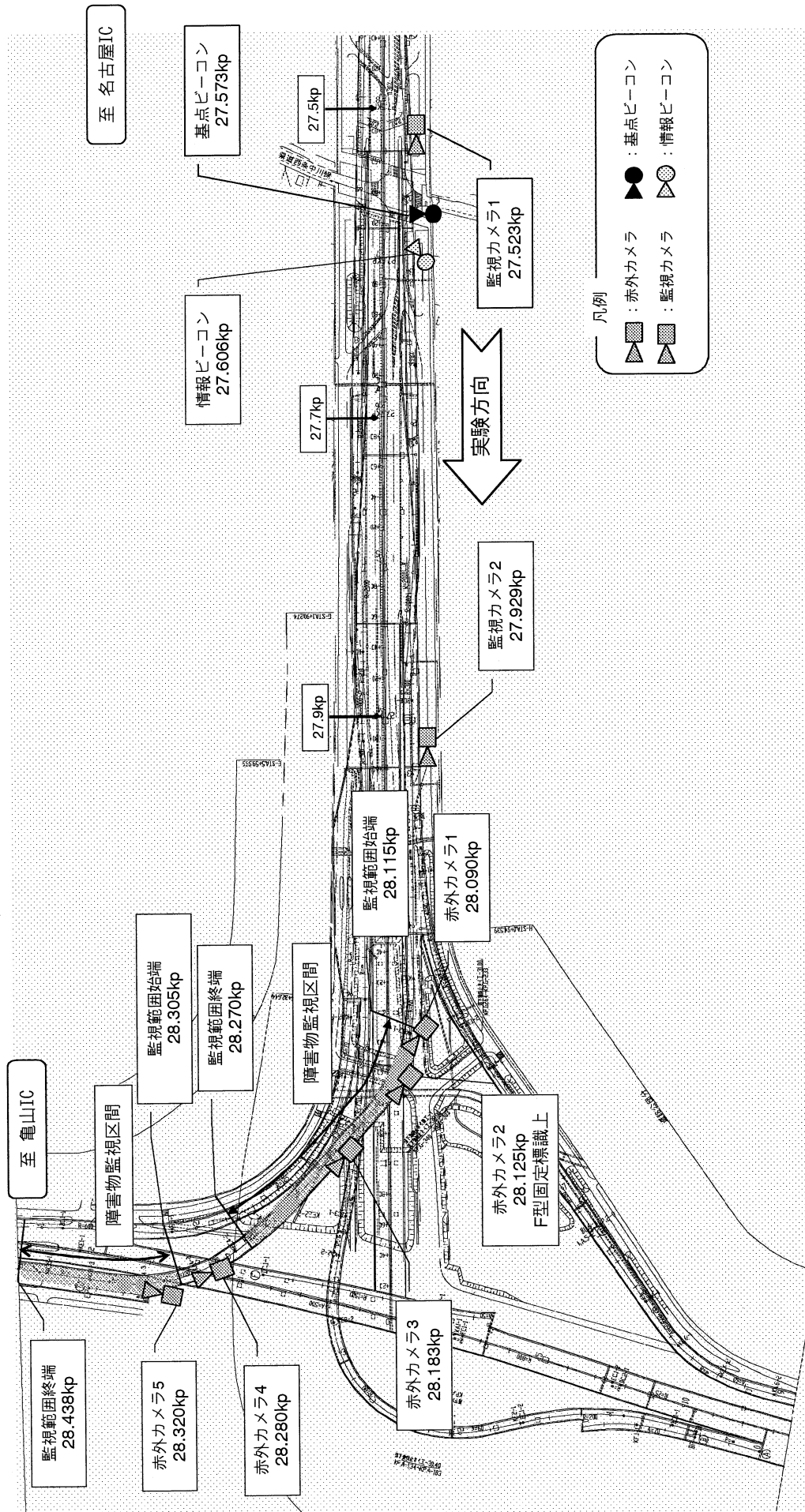


図 4.3.1-2 東名阪自動車道名古屋西 JCT 実験システム機器配置図

(e) システム構成

東名阪自動車道名古屋西 JCT 実験システムのシステム構成を図 4.3.1-3 に示す。

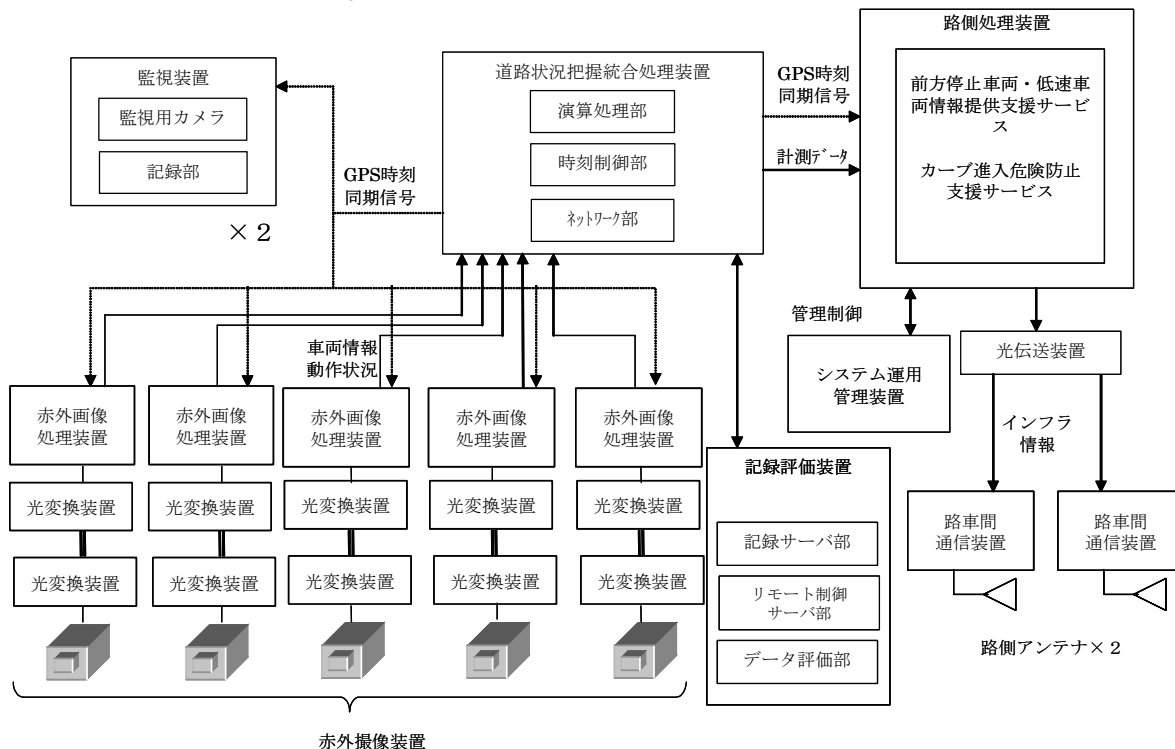


図 4.3.1-3 システム構成図

(7) 道路状況把握装置

東名阪自動車道名古屋西 JCT 地区では、自動車専用道路であることから、車両の温度が十分高いことを想定し、道路状況把握センサとしては赤外画像式を使用した。道路状況把握装置においては、以下の性能を有するものとする。

検出対象：四輪車、二輪車[幅 1.3m (250cc 相当) 以上]

検出範囲：約 100m[カメラ直下から約 30~130m]の範囲で検出を行うものとし、精度要求を満たす範囲は次のとおりとする。

- 二輪車 約 50m[カメラ直下から約 30~80m の範囲]
- 四輪車 約 100m[カメラ直下から約 30~130m の範囲]
- 検出速度：140km/h 以下

(4) 路車間通信装置

路車間通信装置により、以下の機能を実現することができる。

(i) 基点情報提供機能

路側処理装置から設定される、車両に対する基点情報を提供する。

(ii) サービス情報提供機能

路側処理装置から伝送される、ドライバーに対するサービス情報

を提供する。

(ウ) 記録評価装置

本装置は、実道に設置した道路状況把握装置により得られた車両の位置・速度情報などをリアルタイムに収集し、実環境下での車両挙動把握特性を評価する。

挙動把握情報の記録、表示、及び管理を行うと共に、道路状況把握装置のセンサの動作状況の取得を行う。

(エ) 監視装置

本装置は、可視カメラにより実験箇所の状況を撮像し、実験画像を実験局舎に伝達する。伝達された映像は、以下の目的に使用する。

- 実験局舎からの実験現場状況の把握
  - 実験車両の走行にあわせてリモート操作のタイミング作成
- また、実験走行の記録を行い、実験データを解析する際のリファレンスデータとする。

(オ) 施設の性能

情報提供のリアルタイム性を確保するために以下を定義した。

(i) 共通性能

道路状況把握装置と路側処理装置間で受け渡すデータの周期は、100ms である。

路側処理装置と路車間通信装置間で受け渡すデータの周期は100ms である。

各装置間にてこの周期でデータの受け渡しが正確に行えるよう、必要な装置は時刻同期を行うものとした。

(ii) 路側処理装置の提供情報データ更新周期

路側処理装置の情報提供のリアルタイム性を確保するために、路側処理装置の提供情報データ更新周期は、100ms とした。

(f) 路側処理装置及びシステム運用管理装置の機能

(ア) 路側処理装置の機能

路側処理装置の機能としては、共通部分ソフトウェアと通信制御機能とサービス個別ソフトウェア（前方停止車両・低速車両情報提供支援、カーブ進入危険防止支援）が必要となる。

(イ) システム運用管理装置の機能

本装置は、AHS センタ装置の機能の内、システムを運用するのに必要最小限な機能と、実験データの評価に必要な機能を実装するものとした。

(ウ) 共通機能

(i) 時刻管理機能

計測データ取得時間等の時間データをログして保持し、時間軸を基に各データの整合チェックをするため、システムを構成する各装置間で時刻の同期を取る。

なお、時刻同期は、GPS 時計時刻を分配する事で実現する。

(g) 追加設計

(7) 機能追加設計

平成 14 年度は、平成 13 年度実施した実証実験用の設備に、システムの安全性・信頼性の観点から車両へサービス稼動状態を通知するための機能を追加した。現システムでは、サービス停止中は、停止の状態情報を車両へ通知しない仕様となっている。今回の機能追加は、サービス稼動状態をサービス停止状態においても車両へ通知することにより、システム全体としての安全性・信頼性を確保することを目的とする。追加機能内容は下記の通りである。図 4.3.1-4 に概要を示す。

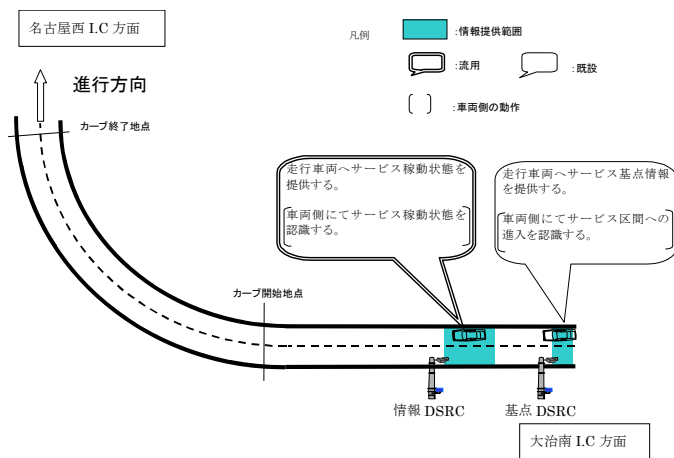


図 4.3.1-4 サービス稼動状態の情報提供機能の概要

(4) 機能追加の内容

機能追加は、路側処理装置のソフトウェアの一部に対して実施し、その追加内容を以下に示す。

(i) サービス個別ソフトウェア

前方停止車両・低速車両情報提供支援サービス／カーブ進入危険防止支援サービスを構成するソフトウェア構成を図 4.3.1-5 に示す。



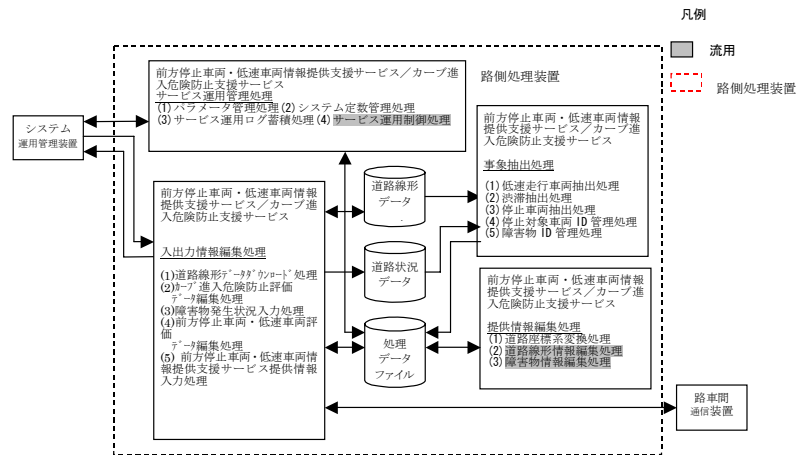


図 4.3.1-5 前方停止車両・低速車両情報提供支援サービス/カーブ進入危険防止支援サービス ソフトウェア構成図

(ii) サービス共通ソフトウェア

サービス共通ソフトウェアはユーザーサービスに依存しない共通的な基本処理であり、以下で構成される。

- 共通部分ソフトウェアサービス
- 通信制御機能

サービス共通ソフトウェア構成を図 4.3.1-6 に示す。

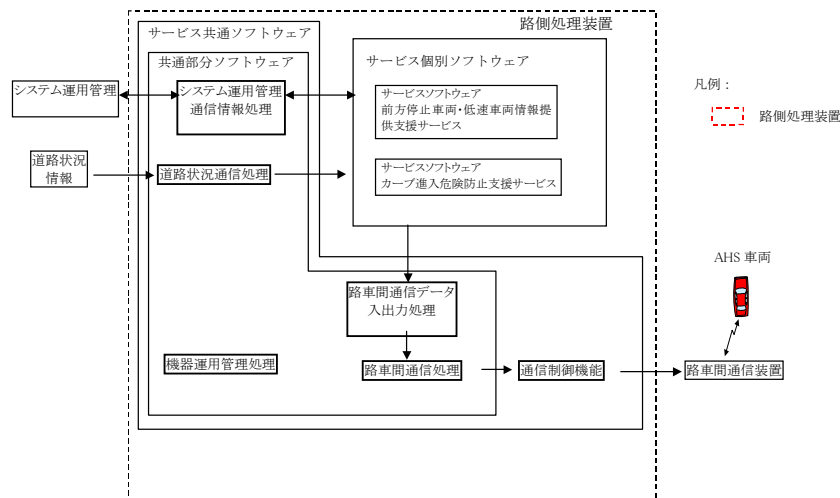


図 4.3.1-6 サービス共通ソフトウェア構成図

#### 4.3.2 AHS システム評価に関する調査

##### 4.3.2.1 シミュレーションによる評価

AHS の研究開発にあたり、シミュレーションによる AHS システムの事前の評価を実施した。

主な評価として事故低減・ヒヤリハット低減の評価及びシステム設計の妥当性の評価を AHS 交通シミュレータを用いて行い、また操作安全性向上の評価をヒューマンファクタ評価装置を用いて行った。

システム設計の妥当性については、センサ誤差、レーンマーカ間隔、センサの検出同期、検出範囲及び通信範囲と事故低減効果（またはサービス有効率）との関連を算出した。

また操作安全性の向上については、情報提供によりドライバが減速行動を行うことが確認され、AHS の効果が確認されたが、その一方で強い減速を必要としない場面（車線逸脱等）では後続車に追突される可能性もあることから、今後情報提供内容やタイミング等について検討が必要であることがわかった。

さらに、平成 14 年度は、誤報や欠報時において逆にドライバが危険な状態にならないよう、慎重運転を促す情報により安全性を確保する手法について、シミュレーションを用いて検証を行った結果、その有効性が確認された。

##### 4.3.2.2 実験システムにおける評価

実験システムにおける評価をもとに、実用化に向けたシステム設計を実施し、実道や試験走路において、実配備が技術的、社会的に可能かどうか検証を行った。特に、本評価は実用化に向けた評価であるため、スポット通信を用いるなど、現時点で実用可能な技術でシステムを構築し、実験を実施した。

試験走路における実験では、典型的な交通場面で再現性を確保した実験等を実施した。

その結果、前方障害物衝突防止支援、カーブ進入危険防止支援においては、減速度やカーブ進入速度の検証から、サービスの有効性が確認できた。さらにサービスの受容性についてアンケートを実施した結果、情報の認知率、情報提供タイミングに対する受容性、サービス利用意向いずれも高い評価が確認され、またネガティブチェックによりサービスによりかえって危険となることがないことも確認された。

##### 4.3.2.3 試験走路における実験・評価

実験計画に従い、試験走路（国土技術政策総合研究所の試験走路）の実験は、下記のサービスの実験を実施した。

- 前方停止車両・低速車両情報提供支援サービス
- カーブ進入危険防止支援サービス
- 単路複合サービス（前方停止車両・低速車両情報提供支援とカーブ進入危険防止支援の複合サービス）

- 出会い頭衝突防止支援サービス（接近時支援）
- 出会い頭衝突防止支援サービス（発進時支援）
- 右折衝突防止支援サービス

実証実験は下記の検証を実施した。

- a) サービスの有効性検証
- b) サービスの受容性検証
- c) 設計値の検証

試験走路でのサービス実験結果のまとめを表 4.3.2-1 と表 4.3.2-2 に示す。

表 4.3.2-1 は単路系サービスの実験結果のまとめである。

表 4.3.2-2 は交差点系サービスの実験結果のまとめである。

表 4.3.2-1 試験走路での単路系サービス実験結果のまとめ

	前方停止車両・低速車両情報 提供支援	カーブ進入危険防止支援
サービスの有効性	<p>(1) 情報提供で、早めに減速する効果 ・カーブ先に障害物を設置し、サービスが有る場合の最大減速度の平均値は、サービスが無い場合に対して、減少する結果を得た。 ・また、サービスが有る場合、障害物視認位置での通過速度は、サービスが無い場合の速度に比べ低く、早めに減速している結果を得た。 ・上記より、ドライバの走行挙動はサービスにより安全側に变化する結果を得た。</p> <p>(2) 有効性のアンケート結果 ・97%のドライバがサービスは有効と回答。(被験者合計 30 名)</p>	<p>(1) 情報提供によりカーブ進入速度が低下する効果 ①R222カーブ(規制速度80Km/h) ②R700カーブ(規制速度100Km/h) ・両カーブに対して、サービス適用上限速度(規制速度+40km/h)で走行する実験において、サービスが有る場合のカーブ進入速度は、サービスが無い場合の速度に比べ低い結果を得た。 ・上記より、ドライバの走行挙動はサービスにより安全側に变化する結果を得た。</p> <p>(2) 有効性のアンケート結果 ・R222カーブでは、97%のドライバがサービスは有効と回答。(被験者合計30名) ・R700カーブでは、87%のドライバがサービスは有効と回答。(被験者合計15名)</p>
サービスの受容性	<p>(1) サービスの利用意向のアンケート結果 ・87%以上のドライバが利用したいとの回答であった。(被験者合計30名)</p>	<p>(1) サービスの利用意向のアンケート結果 ・R222カーブでは70%が利用したいとの回答であった。(被験者合計30名) ・R700カーブでは:53%が利用したいとの回答であった。(被験者合計15名)</p>
設計値の検証	<p>(1) スポット通信位置の妥当性検証 ・情報提供タイミング変更実験を行い、ドライバに受容性があるスポット通信位置は、設計値に基づく位置であった。したがって、設計値に基づくスポット通信位置はドライバに受容性がある位置であることが確認できた。(被験者合計30名)</p> <p>(2) 情報提供・反応時間の検証 ・設計値に基づくスポット通信位置において、設計値5秒以内で全ドライバが反応する結果を得た。したがって、情報提供・反応時間の設計値5秒は、適切な値であると言える結果を得た。(被験者合計30名)</p>	<p>(1) スポット通信位置の妥当性検証 ・R700カーブ実験において、情報提供タイミング変更実験を行い、ドライバに受容性があるスポット通信位置は、設計値に基づく位置であった。したがって、設計値に基づくスポット通信位置はドライバに受容性がある位置であることが確認できた。(被験者合計15名)</p> <p>(2) 情報提供・反応時間の検証 ・R700カーブの設計値に基づくスポット通信位置において、設計値5秒以内で全ドライバが反応する結果を得た。したがって、情報提供・反応時間の設計値5秒は、適切な値であると言える結果を得た。(被験者合計15名)</p>

表 4.3.2-2 試験走路での交差点系サービス実験結果のまとめ(1/2)

	出会い頭衝突防止支援 (接近時支援)	出会い頭衝突防止支援 (発進時支援)
サービスの有効性		<p>(1)情報提供により、優先道路への危険な頭出し動作が減少する効果</p> <p>①頭出し時の2当車のギャップで評価</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・サービスが有る場合、交差車両が交差点から近い位置での頭だし動作が減少する結果を得た。</li> </ul> <p>(2)有効性のアンケート結果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・全ドライバがサービスは有効と回答。(被験者合計30名)</li> </ul>
サービスの受容性	<p>(1)サービスの利用意向のアンケート結果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・77%が利用したいとの回答であった。(被験者合計30名)</li> </ul>	<p>(1)サービスの利用意向のアンケート結果</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・87%が利用したいとの回答であった。(被験者合計30名)</li> </ul>
設計値の検証	<p>(1)スポット通信位置の妥当性検証</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・情報提供タイミング変更実験を行い、ドライバに受容性があるスポット通信位置は、設計値に基づく位置であった。したがって、設計値に基づくスポット通信位置はドライバに受容性がある位置であることが確認できた。(被験者合計30名)</li> </ul> <p>(2)情報提供・反応時間の検証</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・設計値に基づくスポット通信位置において、設計値5秒以内で、ドライバ30名中、29名が反応する結果を得た。したがって、情報提供・反応時間の設計値5秒は、概ね、適切な値であると言える結果を得た。(被験者合計30名)</li> </ul>	<p>(1)頭出し時の情報提供・反応時間の検証</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・情報提供・反応時間の設計値4秒以内に全ドライバが反応する結果を得た。したがって、情報提供・反応時間の設計値4秒は、適切な値であると言える結果を得た。(被験者合計30名)</li> </ul>

表 4.3.2-2 試験走路での交差点系サービス実験結果のまとめ (2/2)

	右折衝突防止支援	横断歩道歩行者衝突防止支援
サービスの有効性	<p>(1)下記の3つの右折場面で、対向車の情報を提供し、危険な右折が減少する効果</p> <p>①対向後続車両が走行する場面 ②渋滞時、すり抜け車両が走行する場面 ③対向右折車で見通し不良の場面 (H13年度実験)</p> <p>・サービスが有る場合、サービス無しに較べ、危険なタイミングで右折操作を実施したドライバが減少した結果を得た。</p> <p>(2)有効性のアンケート結果 ・上記①では、94%、②では、87%、③では90%のドライバがサービスは有効と回答。(被験者合計30名)</p> <p>★ビデオ映像実験 実道の危険な右折場面のビデオにサービスの情報提供のHMIを重ねたビデオ映像を被験者に見せ、情報提供の必要性のアンケートをとった。 右折の場面は、上記①～③に加え、④見通しがよい場合の車群が開いた場面の4つの場面である。 ・ドライバから見えない対向後続車、すり抜け車両の情報提供は必要、ドライバから見える情報は不要というアンケート結果であった。(被験者合計30名)</p>	<p>(1)右折時の横断歩道歩行者の見落としが減少する効果</p> <p>①サービスの基本的な場面(右折時の対向車両と歩行者の存在)のみについて実施。</p> <p>・サービスが有る場合、サービス無しに較べ、歩行者が横断歩道を通過中、交差点中央から発進するドライバが、減少(より安全側)した結果を得た。 ・また、サービスが有る場合、サービス無しに較べ、緩やかな発進となり、横断歩道歩行者に急接近するドライバが減少した結果を得た。</p> <p>(2)有効性のアンケート結果 ・全ドライバがサービスは有効と回答。(被験者合計30名)</p>
サービスの受容性	<p>(1)サービスの利用意向のアンケート結果 ・87%が利用したいとの回答であった。(被験者合計30名)</p>	<p>(1)サービスの利用意向のアンケート結果 ・77%が利用したいとの回答であった。(被験者合計30名)</p>
設計値の検証	<p>(1)交差点手前の情報DSRCが必要かの検証 ・アンケート結果で、交差点手前から情報提供を望むドライバは87%であった。(被験者合計30名)</p>	<p>(1)交差点手前の情報DSRCが必要かの検証 ・アンケート結果で、左折時、交差点手前から情報提供を望むドライバは60%であった。(被験者合計30名)</p>

## 4.3.2.4 試験走路でのインフラ検証実験結果

本実験は、「路車協調型安全走行支援システム（仮称）実証実験計画書（案）Version 1. 2」に基づき、ASVとAHSが共同で実施した。

その中で、インフラシステム性能について記述している。

表 4.3.2-3 及び、4.3.2-4 にそのまとめを示す。

表 4.3.2-3 試験走路でのインフラ検証実験のまとめ（単路系）

サービス名	実験結果
・前方停止車両・低速車両情報提供支援サービス	<p>－インフラの製作仕様の検証－</p> <p>(1) 通信</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・基点DSRC、情報DSRCとも、サービス対象車線における性能については、満足していることを確認できた。</li> </ul> <p>(2) インフラセンサ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・手前、遠方の2箇所に設置された各センサにおける単独車両の検出については、性能を満足していることを確認できた。</li> </ul>
	<p>－インフラの安全度の検証－</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・停止車両と追越し車両が画面内で重なる場合の検出ミス（誤検出、短時間の未検出）</li> <li>・未検出車両の発生（画面内車両重なりとは別要因）</li> <li>・中速レーンでの停止位置のずれ</li> <li>・走行車両位置の飛び戻り</li> </ul> <p>などの現象が発見された。本内容については、現状の課題を整理するとともに、改善策の検討を行う必要がある。</p>
	<p>－通信の安全度の検証－</p> <p>右折衝突防止支援サービスで発見された課題については、共通の課題である。</p>
・カーブ進入危険防止支援サービス	<p>－インフラの製作仕様の検証－</p> <p>(1) 通信</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・基点DSRC、情報DSRCとも、サービス対象車線における性能については、満足していることを確認できた。</li> </ul>
	<p>－通信の安全度の検証－</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・受信領域の拡がりにより、対向車線で誤ってサービスインすることがあった。本内容については、3車線道路のように広い領域をカバーする必要がある場合の設置基準を検討する必要がある。</li> </ul>

表 4.3.2-4 試験走路でのインフラ検証実験のまとめ（交差点系）

サービス名	実験結果
・出会い頭衝突防止支援サービス(接近時)	<p>－インフラの製作仕様の検証－</p> <p>(1) 通信</p> <p>・基点DSRC、情報DSRCとも、サービス対象車線における性能については、満足していることを確認できた。</p>
	<p>－通信の安全度の検証－</p> <p>右折衝突防止支援サービスで発見された課題については、共通の課題である。</p>
・出会い頭衝突防止支援サービス(発進時)	<p>－インフラの製作仕様の検証－</p> <p>(1) 通信</p> <p>・基点DSRC、情報DSRCとも、サービス対象車線における性能については、満足していることを確認できた。</p>
	<p>(2) インフラセンサ</p> <p>・手前、遠方の2箇所に設置された各センサにおける単独車両の検出及び、前方に設置されたセンサにおける単独すり抜けの検出については、性能を満足していることを確認できた。</p>
	<p>－インフラの安全度の検証－</p> <p>・センサ引継ぎ区間での車両多重検出</p> <p>・シャドウイング時の車両多重検出</p> <p>・すり抜け車両停止時の未検出</p> <p>・左右からのすり抜け歩行者重なり時に多重検出などの現象が発見された。本内容については、現状の課題を整理するとともに、改善策の検討を行う必要がある。</p>
	<p>－通信の安全度の検証－</p> <p>右折衝突防止支援サービスで発見された課題については、共通の課題である。</p>
・右折衝突防止支援サービス	<p>－インフラの製作仕様の検証－</p> <p>(1) 通信</p> <p>・基点DSRC、情報DSRCとも、サービス対象車線における性能については、満足していることを確認できた。</p> <p>(2) インフラセンサ</p> <p>・手前、遠方の2箇所に設置された各センサにおける単独車両の検出及び、前方に設置されたセンサにおける単独すり抜け車両の検出については、性能を満足していることを確認できた。</p>



	<p>ーインフラの安全度の検証ー</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・大型車や車線変更時の多重検出</li> <li>・センサ引継ぎ区間での位置精度低下</li> <li>・停止車両位置の揺らぎ</li> <li>・二輪車等の検出対象が小さい場合のロスト</li> <li>・重交通・渋滞時でのすり抜け二輪車の検出遅れ</li> <li>・並列走行における検知車両データのロスト、多重検出</li> <li>・交差点内すり抜けエリア設定による右左折車の誤検知などの現象が発見された。本内容については、現状の課題を整理するとともに、すり抜けエリアの考え方など、システム設計の見直し含めて、改善策の検討を行う必要がある。</li> </ul>
	<p>ー通信の安全度の検証ー</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・マルチパス</li> <li>・複合サービス時などの通信領域</li> <li>・受信領域の拡がり</li> <li>・基点、情報 DSRC 間の距離</li> <li>・シャドウイング</li> </ul> <p>などの課題が出てきた。 本内容については、車内反射の現象解析と対策を踏まえたうえで、通信領域確保に向けての回線設計とアンテナ設計など、基本的な設計の見直しが必要である。</p>
<p>・横断歩道歩行者衝突防止支援サービス</p>	<p>ーインフラの製作仕様の検証ー</p> <p>(1) 通信</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・基点DSRC、情報DSRCとも、サービス対象車線における性能については、満足していることを確認できた。</li> </ul> <p>(2) インフラセンサ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・歩行者用に設置されたセンサにおける単独歩行者(低速で移動)の検出については、性能を満足していることを確認できた。</li> </ul>
	<p>ーインフラの安全度の検証ー</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・センサ情報更新時間が現状0.5秒で、自転車などの認知が遅れる</li> <li>・歩道上の車両の誤認識</li> <li>・右折支援との複合時、すり抜け車両検出エリアとのダブりによる誤検出、未検出</li> </ul> <p>などの現象が発見された。本内容については、現状の課題を整理するとともに、歩行者検知エリアの考え方など、システム設計の見直し含めて、改善策の検討を行う必要がある。</p>
	<p>ー通信の安全度の検証ー</p> <p>左折用 DSRC 設置により、右左折完了後の電波の飛び過ぎが認められた。本内容については、反射の発生防止策の検討が必要である。</p>

4章 研究の成果

4.3 路車協調による走行支援道路システムに関する調査

4.3.2.5 実道での実験評価

実道実証実験計画書に従い表 4.3.2-5 に示す 6 箇所を対象として実験を実施した。なお、首都高速参宮橋でも実道実験を行ったが、別項 (4.3.2.7) に示す。

表 4.3.2-5 実道実証実験箇所

1	東名高速道路 大沢川高架橋
2	東名阪自動車道 上社JCT
3	東名阪自動車道 名古屋西JCT
4	国道 25 号米谷地区
5	国道 45 号宮古トンネル群
6	国道 246 号松田惣領

また、ASVと協力しASV/AHS共同実証実験を表 4.3.2-6 に示す 3 箇所を対象として実施した。

表 4.3.2-6 ASV/AHS共同実証実験箇所

1	東名高速道路 大沢川高架橋
2	国道 25 号米谷地区
3	国道 246 号松田惣領

実道実証実験箇所を図 4.3.2-1 に示す。

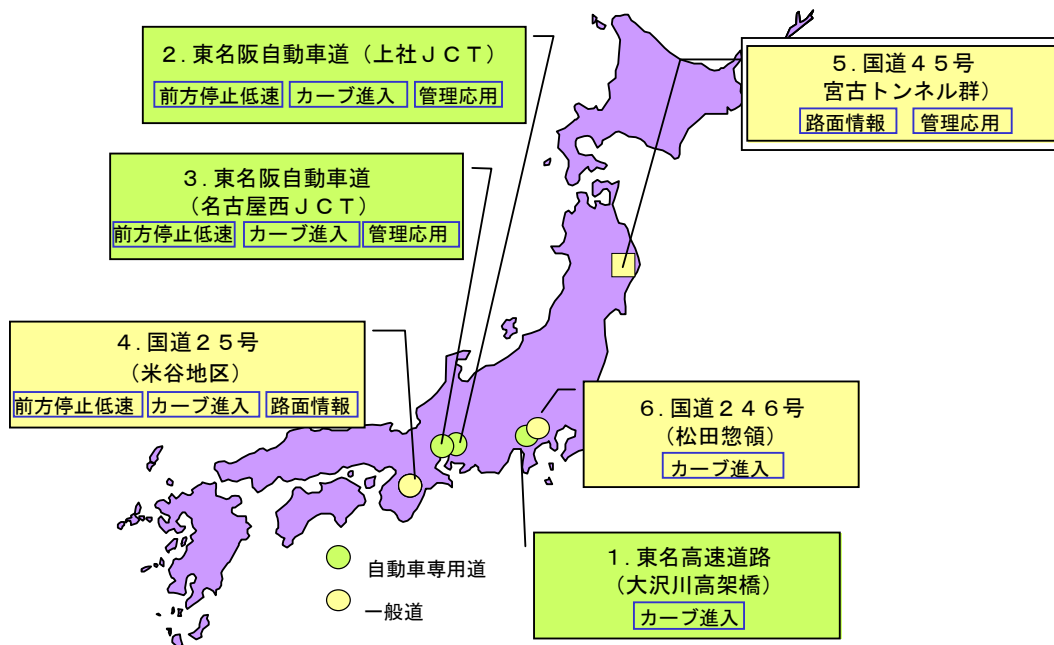


図 4.3.2-1 実道実証実験箇所

## (1) 東名高速道路 大沢川高架橋

## (a) サービスの有効性の検証結果

規制速度走行でサービスを体験した 21 名のドライバ（全 48 走行）の 86%が事故回避や安全運転の手助けになると回答し、また、88%が両親や高齢者ドライバの方々に使ってもらいたいと思っていることより、カーブ進入危険防止支援サービスは、事故に結びつく危険な速度でのカーブ進入を削減し、事故回避において有効である可能性が有ることを確認した。

## (b) サービスの受容性の検証結果

速度注意や速度落とせなどの情報は、7割以上が運転行動に結び付けており、カーブ進入危険防止支援サービスは、ドライバに受け入れられる、有ると嬉しいサービスである可能性が有ることを確認した。

## (c) 設計値の検証結果

本サービスの情報提供のタイミングの感じ方には幅があるものの、7割近いドライバが「適当」と回答しており、スポット通信位置についての設計値は規制速度走行では問題は無いことを確認した。

## (d) システム性能の検証結果

## (1) 通信の安全度の検証

D S R C の電界強度、通信エリア、サービスイン、シャドウイング率など大沢川の実道走行や、交通量、大型車混入率の範囲での通信の安全性の確認ができ、問題ないことを検証した。

## (2) システムの信頼性の検証

実験期間中の連続稼働及びフェールセーフ機能に問題ないことを確認し、サービス稼働率は仮目標値を達成した。

## (2) 東名阪自動車道 上社 J C T

## (a) サービスの有効性の検証結果

規制速度走行で 38 名の被験者により、単独カーブサービスと連続カーブサービスの有効性を主観評価した。被験者の 90%以上がサービスは安全運転の手助けになると回答、また、70%以上が高齢者ドライバに勧めたいとの回答が得られた。連続カーブサービスの方が、単独カーブサービスより有効性が高いという評価傾向を確認した。

## (b) サービスの受容性の検証結果

被験者の 70%以上が、情報案内で知らされたカーブがすぐに分かったと回答、また、左カーブの途中で右カーブの情報を案内することに対して、連続カーブサービスの方が、被験者の戸惑いは少ない結果が得られた。

カーブ進入危険防止支援サービスは、ドライバに受け入れられる、有ると嬉しいサービスである可能性が有ることを確認した。

(c) 設計値の検証結果

事象を検出してから情報電文を送信するまでの路側遅延時間は 0.3 秒以内で問題ないことを確認した。

サービスタイミングについては、8割弱の被験者が情報案内タイミングには余裕があったとの主観評価を得た。

(d) システム性能の検証結果

(7) インフラ安全度の検証

赤外道路センサの安全度は停止事象、低速事象とも 100%で仮目標値を達成。誤報の発生が課題であるが、誤報の多くは大型車通過直後に発生しており、改良の余地がある。

(4) 通信の安全度の検証

DSRCの電界強度、通信エリア、サービスイン、シャドウイング率など上社JCTの実道走行や、交通量、大型車混入率の範囲での通信の安全性の確認ができ、問題ないことを検証した。

(7) システムの信頼性検証

実験期間中の連続稼働及びフェールセーフ機能に問題ないことを確認し、サービス稼働率は仮目標値を達成した。

(3) 東名阪自動車道 名古屋西 JCT

(a) サービスの有効性検証結果

路車協調サービスでは、提供された情報はドライバーの 90%が事故回避や安全運転の手助けとして有効であるとの回答を得た。同じく 90%以上が高齢者に勧めたい、他の場所への導入を回答しており、有効性を確認した。85%が路車協調とインフラ単独の併用サービスは、インフラ単独サービスより効果が大きいとの結果が得られた。

本実験中には、停止・低速車に遭遇せず、前方停止車両・低速車両情報提供支援サービスの主観評価は得られなかった。

(b) サービスの受容性検証結果

路車協調サービスでは、サービスを体験したドライバー 20名の 100%が車載器による情報に気付いたと回答し、情報提供の仕方に関しては、画面表示よりも音声による情報提供の方が、認識できたとの回答が多かった。

一方、情報の提供回数が多すぎたと感じたドライバーが 45%あった。

インフラ単独サービスでは、表示板の認識や文字の見易さについて、問題ないと感じた人は 70%あった。

(c) 設計値の検証結果

事象を検出してから情報電文を送信するまでの路側遅延時間は 0.3 秒以内で問題ないことを確認した。

サービスタイミングについては、2割の被験者が情報案内タイミングが早いと回答した。(どちらとも言えないは 75%)

(d) システム性能の検証結果

- (7) インフラ安全度の検証  
 赤外道路センサの安全度は停止事象、低速事象とも 100%で仮目標値を達成。
- (4) 通信の安全度の検証  
 D S R C の電界強度、通信エリア、サービスイン、シャドウイング率など名古屋西 J C T の実道走行範囲での通信の安全性の確認ができ、問題ないことを検証した。
- (ウ) システムの信頼性検証  
 実験期間中の連続稼働及びフェールセーフ機能に問題ないことを確認し、サービス稼働率は仮目標値を達成した。
- (4) 国道 25 号 米谷地区
- (a) サービスの有効性検証結果  
 前方停止車両・低速車両情報提供支援サービスでは、停止・低速車両に遭遇した 19 人のドライバ全員が、本サービスが事故回避や安全運転の手助けとして有効と回答、カーブ進入危険防止支援サービスでは、サービスを体験した 99 人の 97%が、本サービスが事故回避や安全運転の手助けとして有効との回答を得た。  
 また、停止・低速車両に遭遇したドライバは、標識+情報板より、標識+情報板+車載器がおおいに手助けになるとの回答を得た。
- (b) サービスの受容性検証結果  
 前方停止車両・低速車両情報提供支援サービスでは、停止・低速車両に遭遇したドライバの 94%が情報提供は必要と回答、カーブ進入危険防止支援サービスでは、サービスを受けたドライバの 97%が、情報提供は必要との回答を得た。本サービスは、規制速度の実験走行ではドライバに受け入れられ、減速行動に結び付けていることを確認した。
- (c) 設計値の検証結果  
 事象を検出してから情報電文を送信するまでの路側遅延時間は 0.3 秒以内で問題ないことを確認した。
- (d) システム性能の検証結果
- (7) インフラ安全度（可視道路センサ）の検証  
 可視道路センサの安全度は、照度が確保された環境において、仮目標値に至らなかった。大型車の車線をふさぐ事故停止や追越車両が画面内で重なる場合に課題があり改良を実施した。夜間での未検知について要因を明確にし、適用条件への反映が必要である。
- (4) インフラ安全度（光ファイバ式路面センサ）の検証  
 路面センサの安全度は仮目標値に至らなかった。湿潤と水膜の識別に課題があり、限界があった。
- (ウ) 通信の安全度の検証  
 D S R C の電界強度、通信エリア、サービスイン、シャドウイン

#### 4 章 研究の成果

##### 4.3 路車協調による走行支援道路システムに関する調査

グ率など名古屋西 JCT の実道走行や、交通量、大型車混入率の範囲での通信の安全性の確認ができ、問題ないことを検証した。

##### (エ) システムの信頼性検証

実験期間中の連続稼働及びフェールセーフ機能に問題ないことを確認し、サービス稼働率は仮目標値を達成した。

#### (5) 国道 45 号宮古トンネル群

##### (a) AHS サービスの検証結果

情報板を用いた路面情報提供支援サービスについて、地元ドライバーへのアンケート調査を行った。情報板に気付いた人が 90%、表示内容を理解した人が 9 割近くあり、受容性のある結果が得られた。

凍結時の「この先凍結注意」情報については、発生を仮定した回答を収集し、肯定的な回答を得た。

##### (b) 路面センサの機能・性能検証結果

AHS サービスとして、性能面（安全度、個別正解率）及び、機能面（旋回ズーム／プリセット機能）を評価した。

安全度は、仮目標値とほぼ同程度であった。湿潤／水膜の過渡期の誤判定があるが、データベース充実により対策可能と判断する。旋回ズーム／プリセット機能では、旋回ズーム操作の前後で精度不変であることを検証できた。実験中に凍結状態は発生せず、凍結での検証は未評価である。

##### (c) 道路管理への利活用検証結果

道路管理における路面センサの性能（個別正解率、個別の中率）及び、機能（複数カメラ対応機能）を評価した。

個別正解率について、乾燥、湿潤、積雪では仮目標値の 90% を達成した。

水膜の個別正解率が目標に達しなかった。これも上記と同じ原因と想定され、対策可能と判断する。既設の監視カメラでも精度は同等であり、路面状況把握に利用可能であることを検証した。

複数カメラ対応機能では、5 台接続しても性能（個別正解率、個別の中率）の劣化は無いことを確認し、宮古実験にて、5 台接続時の個別正解率、的中率が 1 台接続時と同等であることを確認した。

#### (6) 国道 246 号松田惣領

##### (a) サービスの有効性の検証結果

規制速度走行でサービスを体験した 48 名のドライバーの 77% が事故回避や安全運転の手助けになると回答し、また、83% が両親や高齢者ドライバーの方々に使ってもらいたいと思っていることより、カーブ進入危険防止支援サービスは、事故に結びつく危険な速度でのカーブ進入を削減し、事故回避において有効である可能性が有ることを確認した。

##### (b) サービスの受容性の検証結果

速度注意や速度落とせなどの情報は、9割以上が情報提供に気付き、運転行動に結び付けており、カーブ進入危険防止支援サービスは、ドライバに受け入れられる、有ると嬉しいサービスであることを確認した。

(c) 設計値の検証結果

速度注意や速度落とせなどの情報提供について、7割以上の被験者が情報提供タイミングが妥当であると感じており、スポット通信位置についての設計値が規制速度走行では問題ないことを確認した。

情報提供によるブレーキ開始ポイントとアクセルオフポイントから、サービスを提供することにより、アクセルオフが40m以上早くなるケースが3点あったが、サービスの有無による有意な差は認められなかった。

(d) システム性能の検証結果

(ア) 通信の安全度の検証

DSRCの電界強度、通信エリア、サービスイン、など松田惣領の実道走行範囲での通信の安全性の確認ができ、問題ないことを検証した。

(イ) システムの信頼性の検証

フェールセーフ機能に問題がないことを確認した。

(7) 実験結果まとめ

各実道実証実験箇所での実験結果を図4.3.2-2に示す。

	東名大沢川高架橋 (カーブ進入)	東名阪自動車道 上社JCT (カーブ進入) (前方停止・低速車)	東名阪自動車道 名古屋西JCT (カーブ進入) (前方停止・低速車) (インフラ単独)	国道25号米谷地区 (カーブ進入) (前方停止・低速車) (路面提供)	国道45号宮古トンネル (路面提供) (道路管理利活用)	国道246号 松田総領 (カーブ進入)
サービスの有効性	(1) 安全運転への有効性 8割以上が体験したサービスは安全運転の手助けになると回答 (2) 高齢者への有効性 8割近くが高齢者ドライバに動めたいと回答 (3) 標識・表示板に比べた有効性 9割以上が、路側の標識や表示板よりも有効であると回答 (4) 他場所へのサービス導入の有効性 9割近くが他の場所にも導入すべきと回答	(1) 安全運転への有効性 9割以上が体験したサービスは安全運転の手助けになると回答 (2) 高齢者への有効性 7割以上が高齢者ドライバに動めたいと回答 (3) 標識・表示板に比べた有効性 8割以上が、路側の標識や表示板よりも有効であると回答 (4) 他場所へのサービス導入の有効性 9割近くが他の場所にも導入すべきと回答 (5) 連続カーブと単独カーブサービスの有効性 連続カーブサービスの方が、単独カーブサービスより有効性が高いという評価傾向を得た	【路車協調サービス】 (1) 安全運転への有効性 全員が路車協調サービスが安全運転の手助けになると回答 (2) 高齢者への有効性 9割以上が高齢者ドライバに動めたいと回答 (3) 他場所へのサービス導入の有効性 9割近くが他の場所にも導入すべきと回答 【インフラ単独サービスとの併用】 (1) サービスを併用することで、表示板単独サービスの方が、表示板の存在が分かり易くなったと回答 (2) 8割以上がサービスを併用することで、安全運転支援の効果が向上したと回答	(1) 安全運転への有効性 ほぼ全員が体験したサービスは安全運転の手助けになると回答 (2) 高齢者への有効性 8割近くが高齢者ドライバに動めたいと回答 (3) 他場所へのサービス導入の有効性 9割近くが他の場所にも導入すべきと回答 (4) 車載器と情報板(既設)の情報有効性 停止・低速車両に遭遇したドライバは、標識+情報板より標識+情報板+車載器が分かりやすくなったと回答 4割近くが情報板に気づいたと回答	【AHSサービス】 情報板を用いた路面情報提供支援サービスについて、ドライバへのアンケート調査を行った。 (1) サービス時間: 約1時間 乾燥: 約56時間 → 「交差点注意」を表示 湿潤: 約15時間 → 「スリップ注意」を表示 (2) 表示板の認識 9割が表示板に気づいたと回答 (3) 「スリップ注意」に関して (1) 9割近くが情報内容を理解したと回答 (2) 5割が減速の必要を感じたと回答 (3) 5割が運転に余裕が得られたと回答 (4) 6割が他の場所でも設置すべきと回答 (4) この先凍結注意(想定)に関して (1) 9割近くが情報内容を理解したと回答 (2) 8割が減速の必要を感じたと回答 (3) 8割近くが運転に余裕が得られたと回答 (4) 7割が他の場所でも設置すべきと回答 (5) 「スリップ注意」より「この先凍結注意」の方が有効性が高い結果である。	(1) 安全運転への有効性 8割近くが体験したサービスは安全運転の手助けになると回答 (2) 高齢者への有効性 8割以上が高齢者ドライバに動めたいと回答 (3) 標識・表示板に比べた有効性 9割以上が、路側の標識や表示板よりも有効であると回答 (4) 他場所へのサービス導入の有効性 8割以上が他の場所にも導入すべきと回答
サービスの受容性	(1) 車載器の情報提供の認識 9割以上が車載器の情報提供に気がついたと回答 (2) 情報提供内容の理解 9割以上が音声および画面表示に気がついたと回答 (3) 注意情報による運転行動 7割が情報提供を運転行動に結び付けていると回答 (4) 車載器価格 「3万円未満」が全体の約7割	(1) 車載器の情報提供の認識 9割以上が車載器の情報提供に気がついたと回答 (2) 情報提供内容の理解 8割以上が音声および画面表示に気がついたと回答 (3) 注意情報による運転行動 9割が情報提供を運転行動に結び付けていると回答 (4) サービスの受容性 左カーブの途中で右カーブの情報を案内することに對して、連続カーブサービスの方が、被験者の受け入れられた (5) 車載器価格 「3万円未満」が全体の約8割	【路車協調サービス】 (1) 車載器の情報提供の認識 全員の車載器の情報提供に気がついたと回答 (2) 情報提供内容の理解 9割以上が音声および8割以上が画面を良く見たと回答 (3) 注意情報による運転行動 9割が情報提供を運転行動に結び付けていると回答 4割が情報の回数が多すぎたと感じたと回答 【インフラ単独サービスとの併用】 (1) 情報提供内容の理解 6割近くが表示板の存在を分かり易いと回答 (2) 表示板による運転行動 7割以上が、表示板によって「減速」を意識したと回答 ・車載器価格は「3万円未満」が8割以上	(1) 車載器の情報提供の認識 約8割が車載器の情報提供に気がついたと回答 (2) 情報提供内容の理解 約8割以上が音声および画面表示に気がついたと回答 (3) 注意情報による運転行動 約8割が情報提供を運転行動に結び付けていると回答 (4) 車載器価格 「3万円未満」が全体の約9割	情報提供サービスの効果に関するアンケート調査の結果、約8割が情報提供を運転行動に結び付けていると回答し、約7割が注意情報による運転行動に結び付けていると回答した。また、約8割が車載器の価格が3万円未満であることを評価した。	(1) 車載器の情報提供の認識 9割以上が車載器の情報提供に気がついたと回答 (2) 情報提供内容の理解 9割以上が音声および画面表示に気がついたと回答 (3) 注意情報による運転行動 7割が情報提供を運転行動に結び付けていると回答 (4) 車載器価格 「3万円未満」が全体の約5割
設計値の検証	(1) サービスタイミング(サービス開始終了) 結果: 被験者アンケートの結果、7割の被験者がサービスタイミングは妥当と判断していた。 ただし、3割の被験者については、やや早い・やや遅い・遅いなどの回答もあり	(1) 路側遅延時間 結果: 事象を検出してから情報電文を送信するまで0.3秒以内であることを確認 (2) サービスタイミング(サービス開始終了) 結果: 被験者アンケートの結果、8割弱の被験者が情報案内タイミングには余裕があったと主観評価。残り2割強は数km上流での情報案内を望むとの回答。	(1) 路側遅延時間 結果: 事象を検出してから情報電文を送信するまで0.3秒以内であることを確認 (2) サービスタイミング(サービス開始終了) 結果: 2割が情報提供のタイミングが早いと回答。	(1) 路側遅延時間 結果: 事象を検出してから情報電文を送信するまで0.3秒以内であることを確認 (2) サービスタイミング(サービス開始終了) 結果: 2割が情報提供のタイミングが早いと回答。	情報提供サービスの効果に関するアンケート調査の結果、約8割が情報提供を運転行動に結び付けていると回答し、約7割が注意情報による運転行動に結び付けていると回答した。また、約8割が車載器の価格が3万円未満であることを評価した。	情報提供サービスの効果に関するアンケート調査の結果、約8割が情報提供を運転行動に結び付けていると回答し、約7割が注意情報による運転行動に結び付けていると回答した。また、約8割が車載器の価格が3万円未満であることを評価した。
システムの性能検証	(1) 通信の安全度の検証 ① 基点DSRC(通信エリア、情報内容、精度) 結果: 通信エリア・情報内容・基点位置精度共に正常値 ② 情報DSRC(通信エリア、情報内容) 結果: 通信エリア・情報内容共に正常値 ③ 通信シャドウイング率の測定 結果: 推奨シャドウイング発生率は、0.015% DSRCアンテナ設置高8m(追従車線側)及び6mでも問題なし ④ 周辺道路への電波漏洩及び通信失敗 結果: 電波漏洩、通信失敗共に無し (2) システムの信頼性検証 ① 連続稼働 結果: 実験期間中の昼夜24時間52日間の連続稼働を確認した ② サービス稼働率 結果: 仮目標値を達成	(1) インフラ安全度(赤外道路センサ系)の検証 ① 昼夜、雨天にかかわらず欠報の頻度は少なく、仮目標値達成の見込み ② 誤報の発生が課題 ③ 工作物衝突はセンサの検出範囲内で起こるが、衝突後、車が停止するのはその先であることが多く、現場の道路管理者から情報を収集してセンサ配置を決める必要がある。 (2) 通信の安全度の検証 ① 基点DSRC(通信エリア、情報内容、精度) 結果: 通信エリア・情報内容・基点位置精度共に正常値 ② 情報DSRC(通信エリア、情報内容) 結果: 通信エリア・情報内容共に正常値 ③ 周辺道路への電波漏洩及び通信失敗 結果: 電波漏洩、通信失敗共に無し (3) システムの信頼性検証 ① 連続稼働 結果: 実験期間中の昼夜24時間の連続稼働を確認した ② サービス稼働率 結果: 仮目標値を達成	(1) インフラ安全度(赤外道路センサ系)の検証 ① 昼夜、雨天にかかわらず欠報の頻度は少なく、仮目標値達成の見込み ② 誤報の発生が課題 (2) 通信の安全度の検証 ① 基点DSRC(通信エリア、情報内容、精度) 結果: 通信エリア・情報内容・基点位置精度共に正常値 ② 情報DSRC(通信エリア、情報内容) 結果: 通信エリア・情報内容共に正常値 ③ 周辺道路への電波漏洩及び通信失敗 結果: 電波漏洩、通信失敗共に無し (3) システムの信頼性検証 ① 連続稼働 結果: 実験期間中の昼夜24時間の連続稼働を確認した ② サービス稼働率 結果: 仮目標値を達成	(1) インフラ安全度(可視道路センサ)の検証 ① 低速車と違い、車道が画面内で重なる場合・誤検知あり、改良実施。 ② 大型車の車線をふくむ事故停止事象の検知に課題あり、改良実施。 ③ 夜間での未検知が多く、適用条件に反映必要 (2) インフラ安全度(光ファイバ路面センサ)の検証 ① 光ファイバ式での湿潤と水膜の識別性能に課題 (3) 通信の安全度の検証 ① 基点DSRC(通信エリア、情報内容、精度) 結果: 通信エリア・情報内容・基点位置精度共に正常値 ② 情報DSRC(通信エリア、情報内容) 結果: 通信エリア・情報内容共に正常値 ③ 周辺道路への電波漏洩及び通信失敗 結果: 電波漏洩、通信失敗共に無し (4) システムの信頼性検証 ① 連続稼働 結果: 実験期間中の昼夜24時間の連続稼働を確認した ② サービス稼働率 結果: 仮目標値を達成	【路面センサの性能検証】 (1) AHSサービスに必要な安全度の検証 ① 安全度については仮目標値をやや下回る結果 ② 個別正解率について、乾燥、湿潤では90%を達成。水膜、積雪は課題あり。 ③ 凍結の検証は未完了 (2) 旋回カメラ/セット使用時の機能検証 ① 操作前後でずれ補正が正しく行われていることを確認 ② 操作前後で検出精度はほぼ同じの結果 【道路管理への利活用検証】 (1) 道路管理に必要な路面把握精度の検証 ① 個別正解率では、乾燥、湿潤、積雪では仮目標値を達成 ② 水膜、湿潤は課題あり (2) カメラの稼働台数の検証 結果: 電波漏洩、通信失敗共に無し ① 5台接続時の個別正解率、的中率が1台接続時と同等であることを確認	(1) 通信の安全度の検証 ① 基点DSRC(通信エリア、情報内容、精度) 結果: 通信エリア・情報内容・基点位置精度共に正常値 ② 情報DSRC(通信エリア、情報内容) 結果: 通信エリア・情報内容共に正常値 ③ 周辺道路への電波漏洩及び通信失敗 結果: 電波漏洩、通信失敗共に無し 片側1車線道路で通信シャドウイング率は極めて低い

図 4.3.2-2 実道実証実験箇所での実験結果まとめ



## 4.3.2.6 AHS サービス別の評価のまとめ

## (1) 前方障害物衝突防止支援

## (a) 道路状況検出センサの検出性能

東名阪上社の実験結果から、24時間録画したセンサ映像から目視分析により抽出した事象をリファレンスとし、センサの事象検出性能を検証した結果、停止車と低速車の検出ミスはなく、仮目標値の96%を達成。事故発生時は、事故後の渋滞車両ではなく、事故停止した車自体を検出。

## (b) 通信シャドウイング率

東名阪上社の実験結果から、DSRC アンテナ 8m 高では、通信シャドウイング率は0%で、仮目標値3.6%未滿を達成。日交通量2万台の交通の中で大型車と乗用車が並走する確率は約1% (=193/20,064)、また、通常の横間隔であれば並走時も乗用車からDSRC アンテナを見通せることから、通信シャドウイング率0%は妥当な結果。

## (ア) サービス稼働率

平成14年12月27日から平成15年1月31の36日間のサービス稼働率は、99.53%以上となり、仮目標値を達成。

	通信失敗時間率 (実験値)		サービス断 念時間率 (実験値)	故障中 時間率 (設計値)	保守休止 時間率 (設計値)	サービス稼働率		
	シャドウイング (実測)	マルチパス (テストコース)				目標値	実験結果	算出式
路車間通信	0.00%	0.12% 以下	-	0.06%	0.00%	99.1% 以上	① 99.82% 以上達成	1-(通信失敗時間率+故障中時間率+保守休止時間率)
路側処理	-	-	-	0.07%	0.09%	99.8% 以上	② 99.84%	1-(故障中時間率+保守休止時間率)
道路センサ	-	-	0.00%	0.07%	0.07%	96.1% 以上	③ 99.87%	1-(断念時間率+故障中時間率+保守休止時間率)
前方停止車両・低速車両情報提供支援システム						95.0% 以上	99.53% 以上達成	①×②×③
カーブ進入危険防止支援システム						98.9% 以上	99.66% 以上達成	①×②

上記により実験期間中の実道走行の範囲でのシステムの安全性・信頼性の確認ができ、問題ないことを検証した

## (2) カーブ進入危険防止

前述の東名阪自動車道上社での実験結果に加え、東名高速道路大沢川での実験結果では、右ルート160回の全走行においてサービスイン成功。通信シャドウイング、マルチパス、その他の要因による通信の失敗は発生しなかった。

大型車混入率が高い(44%)高速道路である当地区においても、通信シャドウイング率は0.015%と推定され、通信安全度は確保されている。

(追越車線側にDSRC アンテナ(8m高)を設置)

(a) 多くの大型車は走行車線を走行するため、アンテナ側の追越車線を走行している大型車と、走行車線の乗用車が並走する場面は少ない。よって、通信シャドウイング率0.015%は妥当な結果と言える。

(b) アンテナ高を6mと仮定して試算すると、通信シャドウイング率は0.097%(20件)と高くなるが、追越車線にアンテナを設置している大

## 4章 研究の成果

### 4.3 路車協調による走行支援道路システムに関する調査

沢川高架橋では、並走場面率自体が仮目標値以下なので、アンテナ高に関わらず通信安全度は問題ないと言える。

東名高速道路大沢川では、併走する左ルートを20走行し、電波漏れにより誤ってサービスインしないことを確認した。

また、松田惣領での実験では、対向車両として188回走行し、誤ってサービスインしないことを確認した。

上記により実験期間中の実道走行の範囲での通信の安全性の確認ができ、問題ないことを検証した

#### 4.3.2.7 参宮橋での実道実験検証

平成15年度のAHS実道実証実験は、首都高速道路4号新宿線・参宮橋カーブで実施した。

AHS実道実証実験にあたっては、実道実証実験計画書、及び、実験安全管理計画書を作成し、これらの計画書に基づき実道実験を実施した。

首都高速道路4号新宿線・参宮橋カーブで実施したAHS実道実証実験の検証項目を表4.3.2-7に示す。

評価対象は、

- ① 前方停止車両・低速車両情報提供支援
- ② カーブ進入危険防止支援

のシステムとし、AHSサービスの評価（サービスの有効性と受容性）を行うサービス検証実験と、設計値の検証とシステム性能の検証を行うシステム検証実験を実施した。

サービス検証実験では、カーブ先に停止車両・低速車両が存在する場合には前方停止車両・低速車両情報提供支援サービスを提供し、カーブ先に停止車両・低速車両が存在しない場合にはカーブ進入危険防止支援サービスを提供する実験を実施し、サービスの有効性、サービスの受容性評価などの実験結果（一般被験者によるアンケート調査結果）を纏めた。

また、システム検証実験では、都市内高速環境で、通信失敗が生じないかどうか、基点位置精度が確保されるかどうかなど、情報DSRC、基点DSRCの性能を検証した。また、渋滞末尾が発生する環境での、道路状況把握設備、路車間通信設備、路側処理設備の安全性・信頼性の達成度を検証し、その結果を纏めた。

表 4.3.2-7 AHS実道実証実験（参宮橋）での検証項目

分類		検証項目
サービス検証実験	サービスの有効性	サービスの有効性を実交通環境下で検証 (一般被験者の走行により、アンケート調査で評価した。サービスは、カーブ先に、停止車両・低速車両が存在する場合は、前方停止車両・低速車両情報提供支援サービスの情報提供がなされる。カーブ先に、停止車両・低速車両が存在しない場合には、カーブ進入危険防止支援サービスの情報提供がなされる。)
	サービスの受容性	ドライバに受け入れられるサービスか一般被験者の走行により、アンケート調査で検証
システム検証実験	設計値の検証	路側処理時間の検証 スポット通信位置の評価検証
	システムの性能検証	安全性・信頼性関連の評価 ①安全度 ②システム稼働率 ③サービス稼働率
		道路状況把握設備の評価 ①センサの検出範囲 ②欠報と誤報
	実交通環境における DSRC の評価 ①DSRC の通信エリア ②サービスイン成功率 ③基点位置精度 ④電波漏洩 ⑤シャドウイング率	

## (1) サービス検証実験

## (a) サービスの有効性検証

30名の被験者に参宮橋カーブを走行してもらい、サービス有りとサービス無しのケースをそれぞれ体験してもらった。被験者がサービス有りの走行を終えた時点で、「サービスが事故の回避や安全運転に役に立つと思うか」等について、アンケート調査を実施した。

## (f) 事故回避・安全運転への手助け

被験者の8割以上がこのサービスは安全運転や事故回避に有効と回答。

#### 4章 研究の成果

##### 4.3 路車協調による走行支援道路システムに関する調査

(イ) 高齢者への推奨

被験者の8割以上がこのサービスを両親や高齢者に使ってもらいたいと回答。

(ウ) 他の場所への推奨

被験者の7割以上が首都高速道路を含む他の場所に同様のAHSサービスを導入すべきと回答。

(b) サービスの受容性検証

前述の「サービスの有効性検証」と同様にアンケート調査を実施した。

(ア) 車載器の情報提供の認識

被験者全員が車載器の情報提供に気付き、内93%が情報の内容を理解したと回答。

(イ) 運転行動の変化

被験者の67%が情報を運転行動に結びつけたと回答。

(ウ) 情報の必要性

被験者の87%が「停止車両や渋滞」などの情報提供は必要と回答。

(2) システム検証実験

(a) 設計値の検証

(ア) 路側処理時間

道路状況把握設備が障害物（停止、低速、渋滞）を検出した時刻と、路側処理設備が路車間通信設備に配信するまでの時間を、ログデータをもとに算出した結果、0.3秒以内であることを確認した。

(イ) スポット通信位置の検証

スポット通信位置で情報提供がなされる。スポット通信位置の検証は、アンケートの情報提供タイミングに関する項目で評価した。

結果、被験者の8割以上が前方停止車両・低速車両情報、カーブ情報の提供位置は適当であるとの主観評価を得た。

(b) 安全性・信頼性関連の評価

安全性・信頼性関連の評価は、H15/10/15～H15/11/27の44日間で実施した。

(ア) 安全度

安全度についての検証結果を表4.3.2-8に示す。

この結果より、各設備の目標値を満たしていることを確認した。

表 4.3.2-8 安全度

設備	目標	実験結果
道路状況把握設備	96.0%	96.8%
路車間通信設備	99.1%	99.9%
路側処理設備	99.9%	99.9%

(イ) システム稼働率

システム稼働率についての検証結果を表 4.3.2-9 に示す。  
この結果より、各設備の目標値を満たしていることを確認した。

表 4.3.2-9 システム稼働率

設備	目標	実験結果
道路状況把握設備	99.8%	99.9%
路車間通信設備	99.9%	99.9%
路側処理設備	99.8%	99.9%

(ウ) サービス稼働率

サービス稼働率についての検証結果を表 4.3.2-10 に示す。  
この結果より、各設備の目標値を満たしていることを確認した。

表 4.3.2-10 サービス稼働率

設備	目標	実験結果
道路状況把握設備	96.1%	99.9%
路車間通信設備	99.1%	99.8%
路側処理設備	99.8%	99.8%

(c) 道路状況把握設備の評価

(ア) センサの検出範囲

道路状況把握設備で事象検出すべき範囲は、基点から 375～513m であり、この区間内で確実に車両の検出が行われているかどうかを検証した。

道路状況把握設備のログデータより、以下の図 4.3.2-3 のような時間－距離グラフを作成し、全域で車両を検知できていることを確認した。

## 4章 研究の成果

### 4.3 路車協調による走行支援道路システムに関する調査

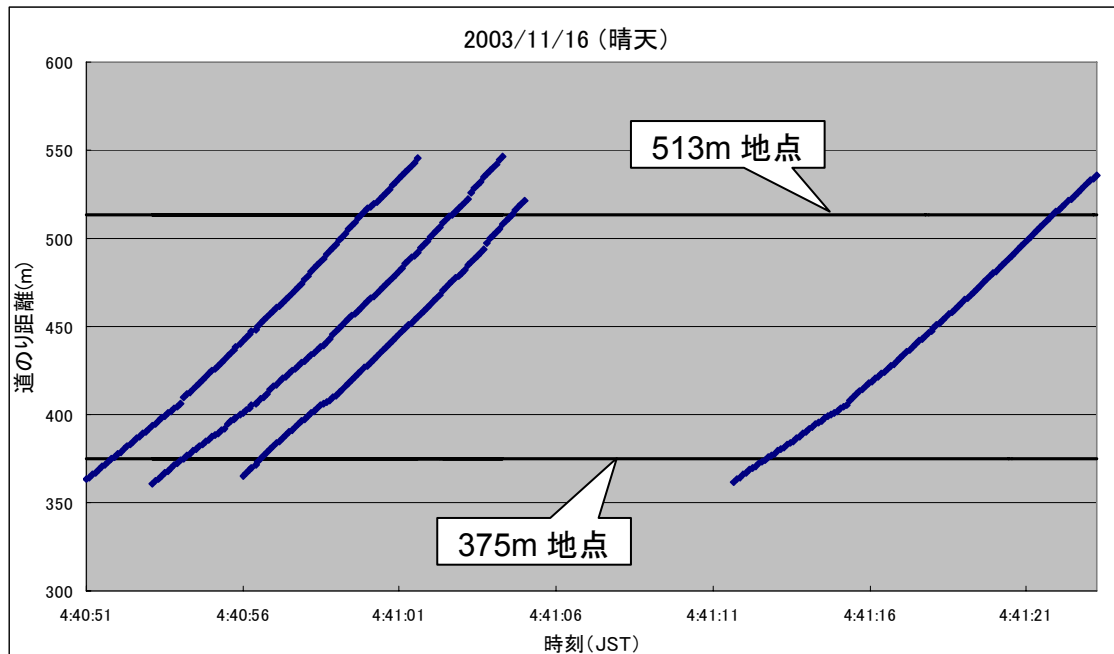


図 4.3.2-3 時間－距離グラフ

#### (イ) 欠報と誤報

リファレンスデータとセンサログデータをもとに検証したところ、停止事象の欠報率は 3.2%であった。低速事象・渋滞事象の場合は 0%であり、目標値 (4%未満) を達成した。

誤報数については、停止事象において 55 件中 13 件、渋滞末尾事象 (深夜の時間帯 (0～3 時) で確認) において 9 件中 7 件発生した。

#### (d) 実交通環境における DSRC の評価

##### (ア) DSRC の通信エリア

基点 DSRC と情報 DSRC の電界強度を測定し、車載無線機の受信レベルが -60dBm 以上の通信エリアが、確実に通信するために必要な領域長 (基点 DSRC はアンテナ位置から上流方向へ 2.5m 以上、情報 DSRC はアンテナ位置より上流方向に 13.3m 以上) であることを確認した。

##### (イ) サービスイン成功率

システム検証実験とサービス検証実験時に走行した 121 走行全てで、サービスインしたことを確認した。

##### (ウ) 基点位置精度

表 4.3.2-11、4.3.2-12 及び図 4.3.2-4 に基点位置精度の検証結果を示す。

AHS 車が基点ビーコンから情報を受信する位置について、目標値である基準点から ±5m 以内という精度を満たしているか確認したところ、収集した 29 走行データ全てで目標値を達成していた。

表 4.3.2-11 基点情報受信位置

No	基点情報 受信位置	車線	No	基点情報 受信位置	車線
1	-1.45m	追越	16	-1.03m	追越
2	-2.48m	追越	17	-2.39m	追越
3	-1.74m	走行	18	-1.12m	追越
4	-0.96m	走行	19	-1.84m	追越
5	-1.66m	追越	20	-0.44m	追越
6	-0.92m	追越	21	-1.62m	追越
7	-1.28m	追越	22	-1.61m	追越
8	-2.05m	追越	23	-1.33m	追越
9	-1.95m	追越	24	-1.13m	追越
10	-1.55m	追越	25	-0.13m	追越
11	-1.13m	走行	26	-1.13m	追越
12	-2.37m	走行	27	-1.29m	追越
13	-2.53m	追越	28	-1.05m	追越
14	-1.76m	追越	29	-0.78m	追越
15	-0.76m	追越			

表 4.3.2-12 基点情報受信位置（車線毎）

受信位置	走行車線	追越車線
平均値	-1.55m	-1.41m
最上流値	-0.96m	-0.13m
最下流値	-2.37m	-2.53m

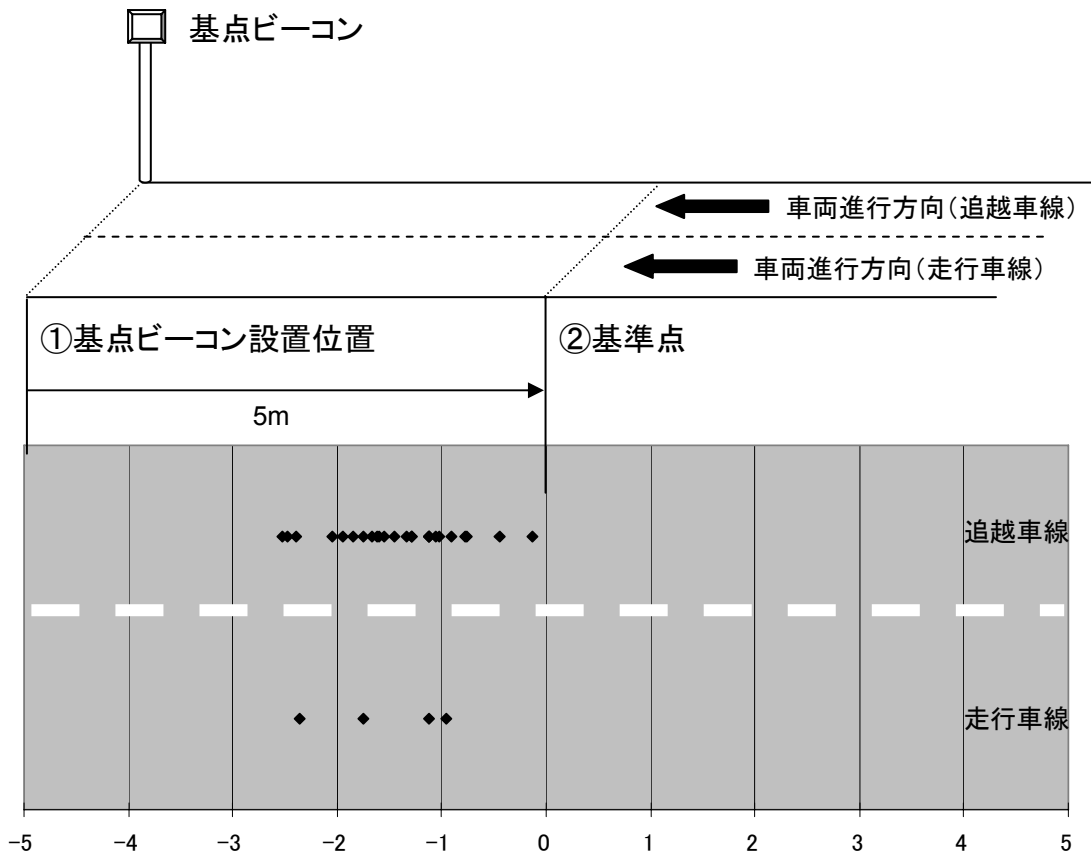


図 4.3.2-4 基点情報受信位置 (位置図)

(エ) 電波漏洩

サービス対象車線以外の反対車線、および高架下の一般道において、各車線を計 50 回走行し、高架下の一般道で電波漏洩による誤サービスインすることを確認した。誤サービスインする特定の車線を含め、サービス対象車線以外の反対車線、および高架下の一般道電界強度測定した結果、誤サービスインする特定の車線では他の車線より電界強度が高いことを確認した。

(オ) シャドウイング率

実道の交通流映像と、アンテナの幾何学的な配置からシャドウイング率が目標値 4%未満を達成したかを検証したところ、20175 台中 0 台であり、シャドウイング率は 0%であったことを確認した。

4.3.2.8 外部評価の実施

走行支援システムの研究開発は、平成 14 年度までに首都高を除く実道実験での機能評価等が終了した。平成 15 年度は、首都高（首都高速道路 4 号新宿線、参宮橋）での実道実験を通じて実用化の評価を行った。そのため、部外者を含め多くの人に試乗していただき、走行支援システムに係る評価・意見を収集し、実展開方法等について検討した。

本調査は、情報システム等に係る専門家、学識経験者および走行支援システ



ムを導入・整備する道路管理者等を対象に走行支援システムを体験してもらう機会を5回程度もうけ、アンケート調査あるいはヒアリングを実施し、客観的な視点からの評価および意見を収集・とりまとめ、関係する検討項目へ反映させることを目的とした。

外部評価は、主に実道路である首都高で実施したが、国土交通省国土技術政策総合研究所の試験走路でも実施した。

#### (1) 実道

実道実証実験箇所での外部評価箇所は、首都高速道路4号新宿線参宮橋で実施した。以下に、アンケート調査で実施した外部評価の結果を述べる。

首都高の参宮橋においては、カーブ区間で事故が多発している。そこで、当地区にカーブ進入危険防止支援サービスと前方停止低速車両情報提供支援サービスを実験導入して、カーブと渋滞末尾を対象とするサービスについて、以下のアンケートを実施した。

- ① サービスの有効性
- ② サービスの受容性
- ③ サービスの導入
- ④ 車載機価格
- ⑤ その他

本外部評価では、道路交通等に係る、一般有識者、道路管理者、メーカー関係者などを対象に、平成15年10月から12月に試乗会を行いアンケート調査票を配布・回収した。

有効性に関するアンケートのまとめを以下に示す。

#### ●サービスの有効性外部評価結果のまとめ

- (1) 安全運転への有効性：  
過半数が手助けになったと感じており、事故回避や安全運転の手助けに有効であるとの結果を得た。
- (2) 高齢者への有効性：  
7割以上が両親や高齢者ドライバに使ってもらいたいと感じており、高齢者にとっても有効であるとの結果を得た。
- (3) 他場所へのサービス導入の有効性：  
8割以上が他の場所にも導入すべきだと思っており、他の場所に導入することの有効性は高いとの結果を得た。
- (4) 標識・表示板に加えて車載機表示の有効性：  
9割以上が路側の標識や表示板よりも有効であると思っており、有効性は高いとの結果を得た。

(5) 上記のアンケート結果より、カーブ進入危険防止支援と前方低速停止車両衝突防止支援は、事故に結びつく危険な速度でのカーブ進入や渋滞末尾への衝突を削減し、事故回避において有効であること評価した。

外部評価の結果の一例として、図 4.3.2-5 に、安全運転への有効性に関する円グラフを示す。

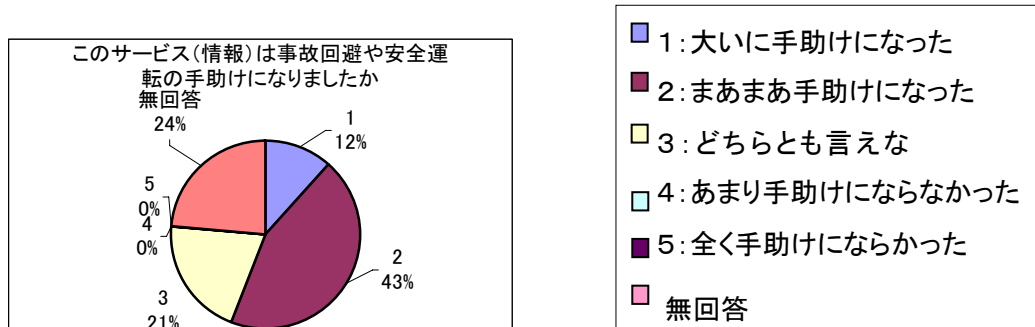


図 4.3.2-5 安全運転への有効性

また、車載器表示の有効性についての円グラフを図 4.3.2-6 に示す。

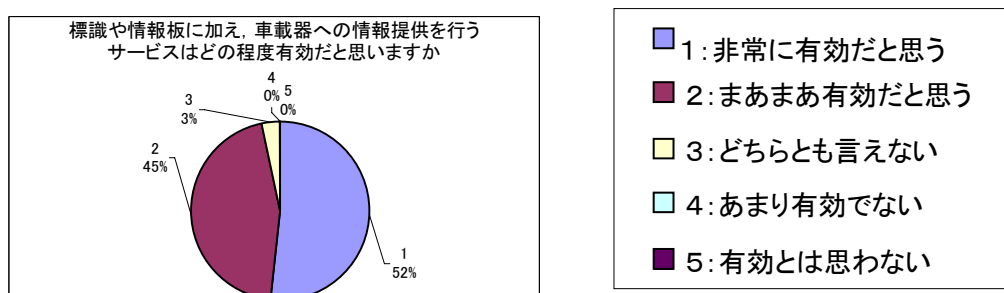


図 4.3.2-6 車載器表示の有効性

(2) 試験走路

国土交通省国土技術政策総合研究所の試験走路で実施した有識者に対する外部評価は、以下の通りであった。

車の安全走行のための通信技術を検討する走行支援情報通信システム(VSC: Vehicle Safety Communications)の海外からの関係者に対して、試験走路でAHS実験車に試乗、AHSを体験して頂き、ヒアリング調査を実施した。

1) 日時

9月5日

2) 場所

つくば市内 国土交通省国土技術政策総合研究所 試験走路

3) AHSサービス内容

- a) カーブ進入事故防止支援サービス、
  - b) 前方障害物衝突防止支援サービス
  - c) 工事案内サービス（車線減少情報提供）（簡易 DSRC 使用）
  - d) 出会い頭接近支援サービス
- 4) 試乗者
- 海外：7名（VSC 及び ISO/TC204/WG16）
    - ・コンサルタント会社：2名（YGOMI）
    - ・団体所属：3名（VSCC、COFIROUTE）
    - ・メーカー：2名（DENSO-USA、VOLVO）
  - 国内：4名
    - ・電波産業会（ARIB）：2名
    - ・走行支援道路システム開発機構（AHSRA）：2名
- 計：11名
- 5) 評価項目
- 路車間通信を用いた路車協調型 AHS サービスに関し、広く海外の識者からの視点で意見を収集

ヒアリング結果を以下に示す。

- ・ AHS サービスに関しては、路車協調システムである路車間通信による事前情報提供の必要性はこの試乗で十分理解できたし、有用と考える。
- ・カーブ進入サービスでの警報の出し方には異論がある。最初に実用化するサービスでは、情報を出すだけで判断はドライバーに任せる方が良い。社会的に受容できようになってから、警報、制御のサービスに進めるべきである。
- ・スピード落とせ（「速度注意」）の内容が分からない。つまり何 km/h まで速度を落とせばよいのかが判らない。
- ・サービスの提供は、高いスキルの運転者にとっては余計なお世話になることも考える必要がある。
- ・交差点などの複数車線の場合の情報の渡し方は、どう考えるか。今は同報で同じ情報を与えていても、将来は同じ通信エリアに入った複数の車両が異なった動き（直進、右折など）をする場合、渡す情報は、車両毎に変える必要がある。
- ・車載機のコストは、高いと実用化になりにくい。
- ・情報は、有料か無料か。情報の入手費用はだれが負担するのか。いづれにしても、これらの費用をドライバに直接負担させるのは無理。他のサービスと組み合わせてやっていく必要がある。

サービスの出し方は今後 HMI をも考慮して検討していく必要があるな

## 4章 研究の成果

### 4.3 路車協調による走行支援道路システムに関する調査

どの意見が出された。海外の有識者の意見であり、直接のニーズではないが、参考として種々の知見が示唆された。

#### 4.3.2.9 社会実験の実施及び評価

平成16年度においては、VICSを活用したAHS情報提供システムの検討を実施した。本検討では、首都高・参宮橋地区でVICSを活用したAHSの試行サービス（社会実験）を実施するため、サービスの目的、サービス内容、システム内容、VICSビーコン位置、サービス評価、アンケート実施方法について検討した。

平成17年度においては、「安全走行支援サービス参宮橋地区社会実験」（以下、「社会実験」と呼ぶ。）において、実験広報に関する計画および実施を行った。

上記実験は平成17年3月1日～5月31日に実施したものであり、以下では「社会実験Ⅰ」と呼ぶ。

また、平成17年9月21日から実施の同実験（以下、「社会実験Ⅱ」と呼ぶ。）では、社会実験Ⅰで分析・評価を実施した、サービス効果の継続性確認するとともに、社会実験Ⅰで確認された課題について、改善効果の確認を実施した。



図 4.3.2-7 社会実験実施箇所  
(首都高速道路4号新宿線上り参宮橋カーブ区間)

##### 4.3.2.9.1 社会実験の目的

本社会実験の主たる目的は、以下の3つが挙げられる。

- (a) 普及している VICS 車載器を活用した安全走行支援情報の提供を広く一般に PR
- (b) モニター（約 200 人）等からの意見収集や交通流観測を実施
- (c) 有効性を検討会にて審議し、今後の展開を検討

## 4.3.2.9.2 社会実験のサービス・システムの概要

図 4.3.2-8 に社会実験のサービス・システムの概要を示す。

- (a) 参宮橋カーブ区間で発生する渋滞や停止・低速車両をセンサーが検知
- (b) その情報をカーブ手前で後続の車両に VICS ビーコンからリアルタイムに送信
- (c) 情報を受信した車両の 3 メディア対応カーナビが、喚起音とともに簡易図形により「この先、渋滞注意」の情報をドライバーに提供

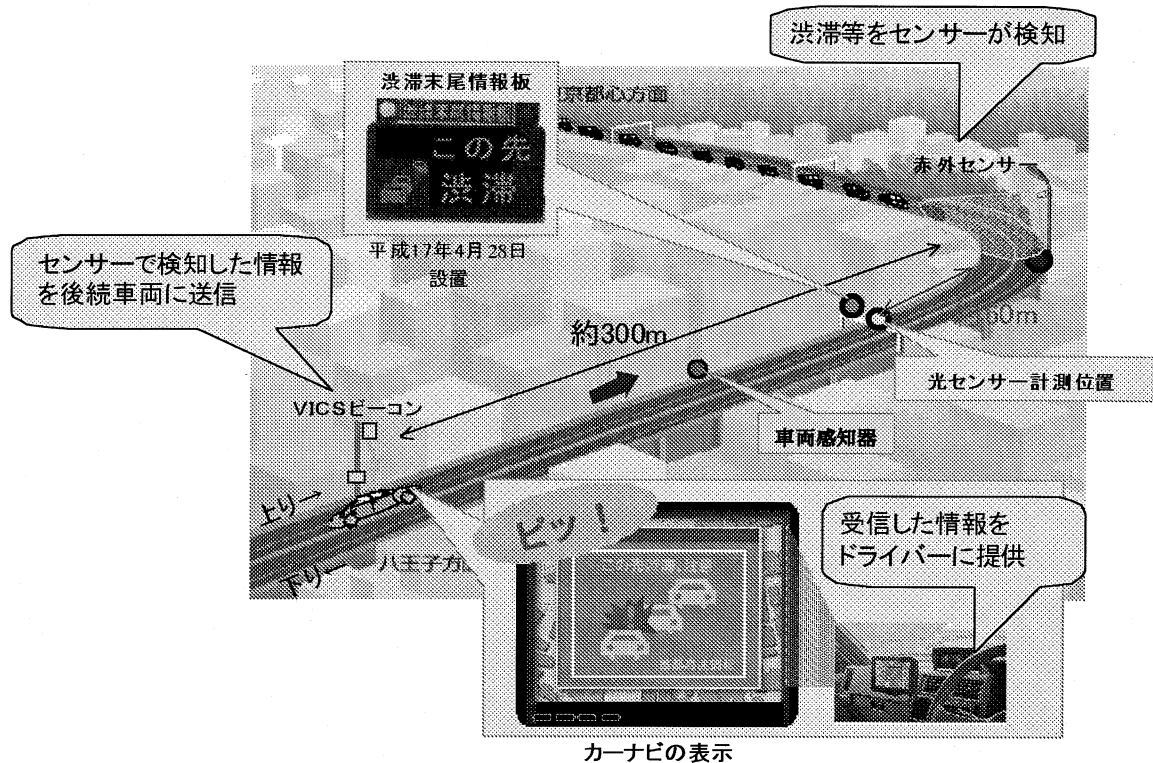


図 4.3.2-8 社会実験サービスイメージ

## 4.3.2.9.3 社会実験Ⅰの分析

社会実験Ⅰについて、データ収集と分析を行った。

- (1) 社会実験Ⅰのデータ収集と分析
  - (a) 社会実験Ⅰのデータ整理計画

社会実験Ⅰにおける効果検証方法について表 4.3.2-13 に示す。

表 4.3.2-13 社会実験 I における効果検証方法

区分	対象	調査項目	ねらい
ドライバーからの意見収集	実験モニター(259名)による意見収集(チラシ・ポスター等による公募) 一般ドライバーによるホームページ等からの意見収集	情報内容の理解	ドライバーのサービスに対する意見を収集し、サービスの満足度を検証
		情報内容の受け入れやすさ 情報確認後の行動	
基礎分析	事故発生状況	過去3年間の事故統計	参宮橋カーブの交通実態を把握するための基礎データを収集
		実験期間中の隠れ事故を含む全事故件数	
	交通状況	実験期間中の日交通量	
	3メディア VICS 対応カーナビ利用状況	3メディア VICS 対応カーナビ搭載車混入率	
交通流の観測(センサーデータを活用)	前方事象発生時に自由走行でカーブに侵入する一般車両	カーブ進入速度の低下	交通流への影響をサービス有無で比較し、サービスの実道での効果を検証
		急減速挙動発生率の低減	
		3メディア VICS 対応カーナビ搭載車の挙動調査	

## (b) 社会実験 I のアンケート分析

首都高速を利用するドライバーに対して、サービス体験時とサービス終了時にアンケートを実施した。結果により以下のことが分かった。

- 約9割の実験モニターがサービスを有効であると考えている。
- 参宮橋でのサービスの継続、および、他の箇所(急カーブや合流部)へのサービスの普及は年齢を問わず多くのドライバーが求めている。
- 今後のサービスとして、音声による情報提供の期待が高い。

## (c) 社会実験 I のサービス有効性検証のデータ分析

## (f) 事故発生状況

参宮橋カーブ区間で発生する事故を過年度の事故統計データおよび映像収集により発生状況を整理した。

## (i) 過年度の事故統計データからの事故発生状況の分析

事故統計からの事故発生状況を整理した結果について、下記に示す。

- 事故統計では平成14年度75件、平成15年度135件、平成16年度141件と増加傾向。
- 社会実験期間では過年度の同月比で事故が3分の1に減少。
- 当サービスを含む、交通安全対策の効果が認められる。

## (ii) 映像収集による事故の詳細分析

前方障害物情報提供サービスが対応できる事故形態の件数を比較し、整理した結果を下記に示す。

- 前方障害物に起因する事故は導入後92日間で2件のみ(導

入前は28日間で11件発生)。

- 事故停止車に起因する二次事故は導入後92日間で0件（導入前は28日間で10件発生）。

(イ) 3メディア VICS 対応カーナビの混入率

平成17年3月～4月について、3メディア VICS 対応カーナビの混入率を調査した。混入率は、光センサーの履歴データと車両感知器の交通量データから算出した。

- 参宮橋（上り）の日交通量は約4.6万台。
- 3メディア VICS 対応カーナビ搭載車は約10%であり、混入率は想定より高く、周辺車両への良い影響が期待される。
- 平日に比べ日祝日の混入率が高く、また、右車線が高い。

(ウ) サービスによる情報提供状況

社会実験期間中のサービス提供状況について調査した。

情報提供の発報状況調査およびシステム出力と実交通の照合を行った結果、「この先渋滞、注意」が、昼間の渋滞が発生する時間帯では、10～15分/時間程度の発報していた。

(エ) 交通流観測による効果検証

サービス導入前後の、車両挙動をセンサーデータにより分析した結果、サービス導入後の車両挙動が安全側に变化しており、ドライバーの安心感が高まると推定される。

- 前方に障害物があり情報提供を行った場合、急減速の発生率が0.5G以上で4%減少。  
0.5G以上の急減速が0.3G-0.5Gの安全側に变化。
- 60km/h以上の高速でカーブ進入する車両が10%減少。  
60km/h以上が50-60km/hの安全側に变化。

(オ) 3メディア VICS 搭載車の観測による効果検証

(i) 危険なシーンの3メディア VICS 対応カーナビ搭載車の挙動

映像により3メディア VICS 搭載車の挙動を観測した結果、以下の知見が得られた。

- VICS 搭載車のカーブ進入速度は40km/h以下で慎重に進入。
- 先行車との車間を十分に確保し、カーブ内で緩やかに減速し安全に停止。

(ii) 3メディア VICS 対応カーナビ搭載車混入率と車両挙動の関係

3メディア VICS 対応カーナビ車混入率が高くなる自由走行時において、最大減速度、カーブ進入速度は、有意な差ではないが減少する傾向にある。

## 4.3.2.9.4 社会実験Ⅱの分析

## (1) 社会実験Ⅱのデータ収集と分析

## (a) 社会実験Ⅱのデータ整理計画

社会実験Ⅱにおける効果検証方法について表 4.3.2-14 に示す。

表 4.3.2-14 社会実験Ⅱにおける効果検証方法

区分	対象	調査項目	ねらい
長期での事故データ収集	サービスの事故削減効果の確認	首都高の事故データの継続的分析と過去データとの比較	高機能舗装の劣化があっても、サービスの効果が継続的に確認できること
	サービス効果の持続性の確認	首都高の事故データの継続的分析と過去データとの比較	必要なときに必要な情報を提供するサービスは、効果を持続できること
		車両挙動の定期的評価	
		モニターによる定期的評価	
サービス改善効果の評価	上流が混雑時に、提供を抑制する新サービスの効果の確認 (上流トラカンの平均速度データを活用してサービスを改善)	改善前と改善後のモニター意見の比較	不要な情報提供の削減によるドライバーの信頼感が向上

## (b) 社会実験Ⅱのサービス有効性検証のデータ分析

## (7) 事故統計からの事故発生状況

- 社会実験Ⅰおよびその後継続した情報板のみによるサービス期間を通して、事故削減の効果が持続。
- 4号上り類似急カーブ（代々木、新宿）に比べ、参宮橋カーブは平成17年に際だって減少しており、交通安全対策の効果が現れている。
- 社会実験Ⅰ期間では、過年度同月比で二次事故が8割減少。

## (4) 交通流観測による効果検証

## (i) 同一道路環境下におけるサービス有無の車両挙動比較

同一環境下のサービス導入前後の車両挙動をセンサーデータにより分析した結果、同一環境下においても車両挙動は安全側に変化している。

- 前方に障害物があり情報提供を行った場合、急減速の発生率が0.5G以上で4%減少。  
0.5G以上の急減速が0.3G未満の安全側に変化。
- 60km/h以上の高速でカーブ進入する車両が23%減少。  
60km/h以上が40-50km/hの安全側に変化。

## (ii) 経時変化による車両挙動比較

同一環境下において、社会実験Ⅰ、Ⅱともに安全側へ変化して



おり、サービスによる効果が継続しているといえる。

(c) 社会実験の中間まとめ (2006年2月13日現在)

(ア) サービス効果の継続性確認

(i) 事故統計分析の結果、社会実験 I 期間ではサービス対象事故の削減効果を確認した。

- 社会実験 I 同月比で事故が 3 割減少した。
- 社会実験 I 終了以降も全体的に減少傾向にあり、さらに長期観測が必要。

(ii) 同一道路環境下での車両挙動比較では、挙動が安全側に変化していることを確認した。

- カーブ区間での急減速の発生頻度が 4% 減少した。
- 高速でのカーブ進入速度が 23% 減少した。
- 社会実験 I、II ともに安全側に変化していることにより、サービスの継続性効果を確認した。
- サービスを受けたときの方が、車頭間隔を長く取る傾向があり、サービスによる影響がうかがえる。

(iii) 社会実験 I 同様、ドライバーは情報提供により注意や穏やかな減速をしており、運転行動に与える効果も持続。

- 今後は、定期的に継続性アンケートを実施し、サービスの長期間経験による課題や意見を収集する。
- サービス開始から約 3 ヶ月経過した時点で、慣れによるサービスの実効性に及ぼす影響を評価した結果、効果の持続性を確認した。なお、サービスを受けなかったときに渋滞など発生していないと思込む (情報に依存) 割合が 2 割程度あったことから、サービスの啓蒙などが課題である。

(イ) サービス改善の効果の確認

情報提供の役立ち方は、社会実験 I よりも向上しており、サービスの改善効果を確認できたが、なお改良の余地がある。

#### 4.3.2.9.5 情報板サービスの有効性の検討

情報板サービスの有効性について検討を行った。

(1) サービス無し、VICS サービスのみ、VICS+情報板サービスの車両挙動比較

サービス無し、VICS サービスのみ、VICS+情報板サービスという車両挙動についての比較結果を表 4.3.2-15 に示す。

VICS サービスとの相乗効果によりドライバーの安心感がさらに高まるという結果となった。

表 4.3.2-15 サービス無し、VICS サービスのみ、  
VICS+情報板サービスの車両挙動比較

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)	0.5G以上の 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)
①サービス導入前 2003年10月～11月 のうち28日間	10,344	18.1台 ／100台あたり	4.9台 ／100台あたり
②VICSサービス 2005年3月～4月 のうち28日間	13,181	15.9台 ／100台あたり	4.2台 ／100台あたり
効果(①→②)		12%減	14%減
③VICS+情報板 2005年4月～5月 のうち28日間	11,409	15.4台 ／100台あたり	2.6台 ／100台あたり
効果(②→③)		3%減	38%減

注)前方に障害物がある場合に30km/h以上でカーブ進入した車両を対象

(2) 情報板サービスに関するドライバーの評価

情報板サービスは、殆どの方が「VICSサービスを補完しより理解しやすく安心」と評価した。なお、過去のDS実験(平成13年度)でも情報板との連動による効果を確認済みである。

Q.情報板サービスが加わり、どう感じたか？(平成17年4月28日以降にアンケート)

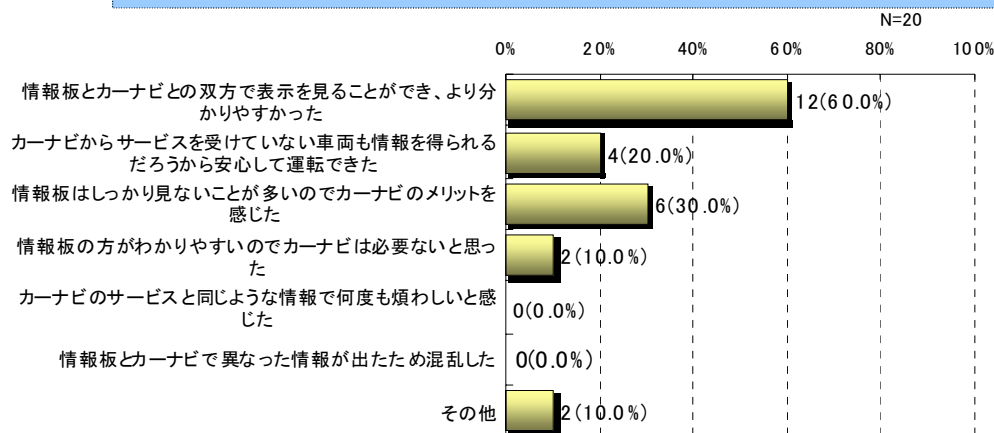


図 4.3.2-9 情報板サービスが追加されたことによる分かりやすさの評価

### 4.3.3 円滑化走行支援道路システムに関する調査

#### 4.3.3.1 目的

慢性的な交通渋滞による全国で年間 12 兆円の経済損失と、渋滞中の排ガスによる環境への影響懸念から、渋滞対策(交通の円滑化)の必要性が益々重要になっている。例えば、自専道におけるサグ部や、トンネル部、合流部の渋滞のように道路構造上の問題から日常的に渋滞が発生しているような場所があり、状況に応じたドライバー等への適切な情報提供による渋滞の緩和などが期待される。

一方、欧米では道路の既存ストックを生かすための ITS を活用した車線数可変運用や高度速度制御などの新しい手法が研究開発されている。

これらの状況を踏まえて、IT を適用して既存道路資産の有効活用を図ることにより、円滑に資する走行支援サービスの調査を行った。

#### 4.3.3.2 各種方策のフィジビリティ調査

高速道の渋滞は、サグ、トンネル、合流、料金所などの道路線形に依存する交通集中渋滞(75%)と、道路線形に依存しない事故・故障渋滞と工事渋滞(25%)に大別でき、これらの渋滞発生箇所に対して渋滞対策案として抽出されたのが、サグ・合流部の円滑化サービスである。

#### 4.3.3.3 円滑に資する走行支援サービスのサービスモデルへの展開

##### (1) サグ部における円滑化サービス

サグ部における円滑化サービスとしては、短期的に実施するサービスとして一般車両及び ETC 搭載車を対象としたサグ部サービス、中長期的に実施するサービスとしてマルチアプリ車載器搭載車両及びインテリジェント車両を対象としたサグ部のサービスについて構成およびシステム機能について整理した。

##### (2) 可変チャネルリゼーションによる合流部円滑化サービス

合流における可変チャネルリゼーションは、交通容量の低下を防ぐため、合流部の交通量が増加したときは、合流部上流で交通量の少ない側の本線の車線を絞り、合流部に流入する交通量を制御することで、適正な交通流を保つようにするサービスである。このサービスについて構成およびシステム機能について整理した。

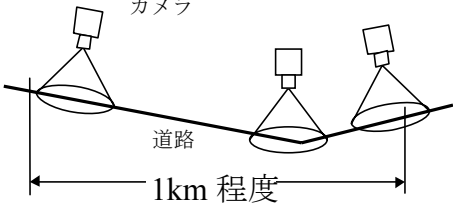
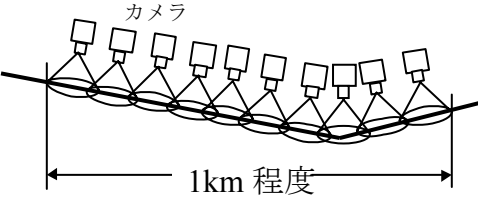
#### 4.3.3.4 サグ部交通現象把握・分析

##### 4.3.3.4.1 交通現象を把握するための予備計測

交通現象を把握するための計測については、主として車線利用率適正化サブサービスの実現可能性検討のために予備計測を行った。予備計測では、渋滞発生時の交通状態、渋滞発生時に、サグ部上流側でどれくらい車線利用率を是正できる余地があるかの計測を実施した。

ここで、下表に予備計測と本計測の比較を示す。

表 4.3.3-1 予備計測と本計測の比較

	交通現象計測(予備計測)	交通現象計測(本計測) 把握分析の精緻化
円滑化対象のサービス	車線利用率を適正化 ⇒断面全体で容量を効率的に利用	ボトルネック部における車群形成の原因車両の特定と走行車線への誘導 ⇒追越車線のサービス水準を確保および断面容量の効率的な利用
車線利用率最適化	◎ <車線利用率適正化の可能性を計測>	△ <サービスの評価に活用>
車群形成車対策	—	◎ <車群先頭車両とその周辺車両の挙動>
計測範囲	1km程度(サグの上流 700~800mから下流数100mの範囲で、渋滞発生箇所付近、およびボトルネック上流、下流の重要な箇所にカメラを配置、但し、撮影できない場所あり) 	同左(但し、撮影区間は全区間シームレスに撮影) 

## 4.3.3.4.2 予備計測結果

予備計測について、結果を以下に示す。

予備計測は東名下り(横浜町田~厚木)大和BSにおいて、9/18、9/25の2日間にわたって実施した。予備計測の結果、以下のことが明らかとなった。

- (a) 通常時は第2走行車線の交通量が多く、渋滞直前に追越車線の交通量が第2走行車線の交通量を超える。
- (b) 渋滞直前に第1走行車線の交通量の10%程度の余裕があることを確認した。

## 4.3.3.4.3 実測データに基づく調査・分析による車線利用率適正化走行支援システムの検討

実測データに基づく調査・分析による車線利用率適正化走行支援システムの検討について以下に示す。

## (1) 調査・検討項目

車線利用率適正化走行支援サービスの開発に向け、交通現象の把握を目的として、高速道路の代表的なサグ部渋滞箇所である東名高速大和地区を対象に調査、検討を行った。

## (2) 調査・分析方法

## (a) 渋滞と関係があると考えられている交通現象の確認

渋滞と関係があると考えられている下記3つの交通現象を確認する調査・分析方法について確認した。

## (7) 速度低下により、追越車線への車線変更

- (イ) 第1走行車線未利用  
 (ウ) 横浜町田 IC からの流入  
 (b) 車線利用率適正化走行支援システムの基本的なシステム構成  
 車線利用率適正化走行支援システムの基本的なシステム構成を図 4.3.3-1 に示す。

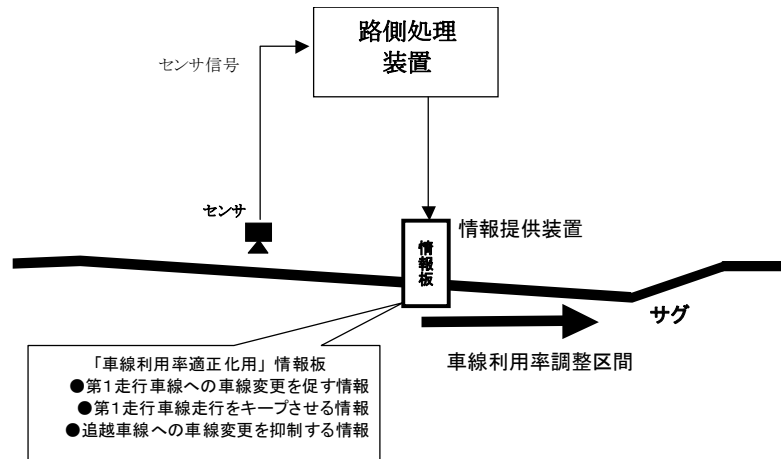


図 4.3.3-1 車線利用率適正化走行支援システムの基本的なシステム構成

- (3) 調査・分析結果
- (a) 渋滞前には、第2走行車線から追越車線への車線変更が随時発生し、車線利用率の偏りが増大し、渋滞の開始を早める傾向がある。この車線変更が無いとすると追越車線の交通量が約10%減少する。よって、車線利用率の適正化サービスは有効と考えられる。
- (b) 渋滞前の時間帯では、第2走行車線から追越車線への車線変更が随時発生し、渋滞直前には、左方向（追越車線→第2走行車線、第2走行車線→第1走行車線）への車線変更回数が通常の数倍となる。
- (c) 渋滞のきっかけとなるショックウェーブは、車群内での車両の減速が原因と考えられる。したがって、車群対策サービスは、有効と考えられる。
- (d) 渋滞直前の時間帯では、第1車線旅行速度 > 第2車線旅行速度 > 追越車線旅行速度となる現象を把握した。したがって、渋滞直前では、追越車線の旅行速度が必ずしも速くないことをPRすることにより、追越車線への偏りを防止し、車線利用率の適正化サービスの受容性を高めることが可能と考えられる。

#### 4.3.3.4.4 実測データに基づく調査・分析による車群対策走行支援サービスの検討

前方車との車頭時間間隔が3秒以下で、後続車両の傾き(車速)が等しく、平行線を描いている複数の車両の群れが、車群である。この車群の中に何らかの理

#### 4章 研究の成果

##### 4.3 路車協調による走行支援道路システムに関する調査

由による交通流の乱れが発生し、ショックウェーブとなって後方伝播する現象がみられる。ここで実現可能な円滑化サービスは、以下の2サービスである。

- (1) 大きな車群を分割して、ショックウェーブを途中で吸収する
- (2) 車群の低速先頭車に対し、左側車線の走行を誘導し、密な車群を防止する

##### 4.3.3.5 サグ部円滑化走行支援システムの要件の検討

サグ部円滑化走行支援システムのサービスの効果検討と AHS 技術の活用を基本とした、サグ部円滑化走行支援システム設計を行った。

##### 4.3.3.5.1 交通流シミュレータによるサグ部円滑化サービス効果の検討

交通流シミュレータによるサグ部円滑化サービス効果の検討では、車線利用率適正化サブサービスを東名下り大和地区（23.1kp 近傍）のサグ部に適用した場合、その渋滞削減効果を求めることを目的に、交通流のシミュレーション実験を実施した。

###### (1) シミュレーションの目的

車線利用率的適正化サブサービスを東名下り大和地区（23.1kp 近傍）のサグ部に適用した場合の渋滞削減効果を事前に評価することを目的として、交通流シミュレータによる実験を実施した。

ここで、渋滞削減効果を評価する指標として

- (a) 交通量・速度変動図：サグ部上流 700m、サグ部
- (b) 渋滞長：60km/h 未満の混雑状態を計測する。計測は1分間隔
- (c) 渋滞損失[台・時]：渋滞長を集計して算出  
を用いて評価することとした。

###### (2) サービス効果を評価するためのシミュレーション

###### (a) シナリオとその狙い

表 4.3.3-2 に示すシミュレーションのために4つのシナリオを作成した。

表 4.3.3-2 シミュレーションシナリオとその狙い

番号	シナリオ
case 1	現況再現ケース
case 2-1	第2車線を走行する車両へのキープレフト指示(車両ごとに車線変更の感度を設定)
case 2-2	第2車線を走行する車両および追い越し車線を走行する車両へのキープレフト指示(車線・車両ごとに車線変更の感度を設定)
case 3	個別の低速車両(車群先頭車)へのサービス提供(左車線復帰を促す)

###### (b) シミュレーション結果の考察

以上のシミュレーションの結果、車線利用率適正化の円滑化サブサービスを適用した場合、渋滞損失(台・時)が最大約40%程度、渋滞継続時間を約30分程度低減できることがわかった。

表 4.3.3-3 サービス効果の各評価シナリオのシミュレーション結果

番号	ケース内容	渋滞損失 [台・時]		渋滞継続 時間	渋滞長	車線変更 台数
case1	現況再現	590	100%	90分 (6:40~8:10)	約 2.9Km	
case2-1	第2車線を走行する車両への キープレフト指示	333	56%	60分 (6:50~7:50)	約 1.9Km	474
case2-2	第2車線および追い越し車線 を走行する車両へのキープレ フト指示	416	71%	70分 (6:45~7:55)	約 2.4Km	501
case3	個別の低速車両(車群先頭 車)へのキープレフト指示	459	78%	80分 (6:40~8:00)	約 2.4Km	223

#### 4.3.3.5.2 サグ部円滑化走行支援システム設計

サグ部円滑化走行支援システム設計について検討を行った。

研究対象のサグ部円滑化走行支援システムは、車線利用率を適正化する情報をドライバーに提供し、サグ部での渋滞を緩和させることを目的とするものである。

##### (1) 車線利用率適正化システムの基本的な構成

車線利用率適正化システムは、

- (a) 交通状態を把握するためのセンサ
- (b) 情報提供内容を処理する路側処理装置
- (c) 情報提供装置（情報板、ビーコン、ハイウェイラジオなど）  
より構成される。

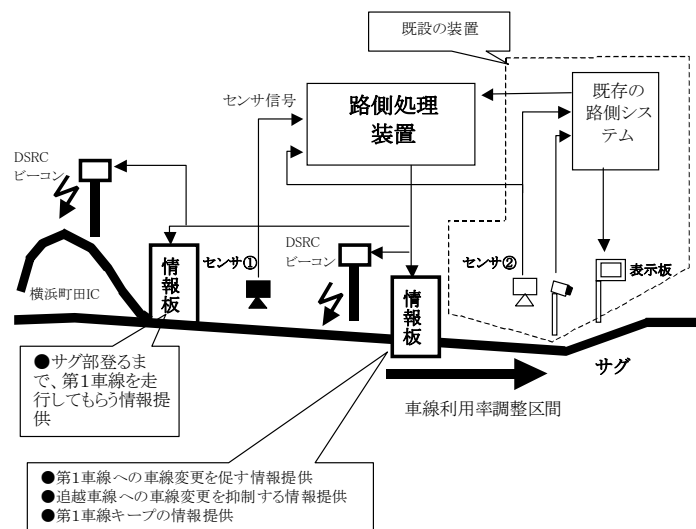


図 4.3.3-2 東名・大和でのシステム構成例  
(複数の情報板とビーコンを併設した場合)

## 4章 研究の成果

### 4.3 路車協調による走行支援道路システムに関する調査

#### (2) 路側処理装置の情報提供タイミング判定機能

車線利用率適正化の情報を情報提供装置に出力するタイミングを判定するアルゴリズムについては、渋滞発生前の実データ（東名・大和）をもとに検討した。

##### (a) 交通量に着目したアルゴリズム（アルゴリズム案1）

東名・大和における渋滞データの特徴は、交通量が大となり、追越車線に車が集中している点である。この特徴を交通データ（交通量）でとらえ、情報提供するのが、交通量に着目したアルゴリズム（アルゴリズム案1）である。

##### (b) 交通量と速度に着目したアルゴリズム（アルゴリズム案2）

平成16年度に車線利用率適正化・情報提供タイミング判定アルゴリズムとして交通量と速度に着目したアルゴリズムを検討した。このアルゴリズムは、QV曲線に着目し窓枠を設け、この窓枠内に各車線の速度と交通量が入った場合に情報提供するアルゴリズムである。平成17年度はこのアルゴリズムを改良し、交通量と速度に着目したアルゴリズム案2とした。

#### (3) センサ位置の検討

路側処理装置の情報提供タイミング判定機能（車線利用率適正化・情報提供タイミングアルゴリズム）に係わるセンサは現状の交通状態（主に、各車線の交通量と速度）をセンシングする。このセンサ情報に基づき、車線利用率適正化・情報提供タイミングアルゴリズムは情報提供すべきか判断する。このセンサの設置位置の検討を行った。

#### (4) 情報提供装置

情報提供装置の設置位置、複数設置について検討を行った。

##### (a) 設置位置の検討

情報提供装置の設置位置は、情報提供内容の種別、情報提供装置の種別により異なってくる。情報提供内容の種別として、

- (イ) 第1走行車線への車線変更を促す
- (ロ) 第1走行車線の走行をキープする
- (ハ) 追越車線への車線変更を抑制する

を想定し、情報提供装置の種別としては、情報板、ビーコン、ハイウェイラジオを想定する。

##### (b) 複数設置の検討

情報提供装置の設置位置の検討においては、情報提供装置を1基とする標準的な場合を想定した。ここでは、複数の情報提供装置を設置する場合について検討するが、3基以上の設置については2基の拡張となるので、2基の情報提供装置を設置する場合のみについて示す。2基の情報提供装置を設置する場合について、想定している各々の情報提供装置の提供情報とその目的を表4.3.3-4に示す。第1情報提供装置と第2情報提供装置の種別は、情報板とビーコンであるが、同種の組



み合わせだけでなく、異種の組み合わせでも良い。

表 4.3.3-4 2基の情報提供装置を設置する場合の目的

ケース	第1情報提供装置の提供情報	第2情報提供装置の提供情報	目的
①	第2情報提供装置内容の予告	第1走行車線への車線変更を促す、第1走行車線の走行をキープする、追越車線への車線変更を抑制するなど	・ドライバに対応内容を認識してもらい、スムーズに対応してもらう。
②	第2走行車線から第1走行車線への車線変更を促す	追越車線から第2走行車線への車線変更を促す	・無理な車線変更を防止する。 ・第2走行車線の交通量が多い場合に、追越車線からの車線変更を容易にする。
③	第1走行車線への車線変更を促す、第1走行車線の走行をキープする、追越車線への車線変更を抑制するなど	第1情報提供装置と同じ内容	・情報提供装置の見落としを防止する。 ・何れも情報を提供して、行動を促す。
④	第1走行車線への車線変更を促す、第1走行車線の走行をキープする、追越車線への車線変更を抑制するなど	第1走行車線への車線変更を促す、第1走行車線の走行をキープする、追越車線への車線変更を抑制するなど (第1情報提供装置の効果を考慮するので、第1情報提供装置の内容と異なることがある)	・第1情報提供装置の効果を考慮して、第2情報提供装置の文言を変更する。

(5) 情報提供内容

車線利用率適正化サービスにおける情報提供内容について、情報板を対象に検討を行った。

「効果」と「ネガティブな反応」(ネガティブチェック)を推定するために、高速道路の交通に対する知見があると思われる AHS 研究組合の研究員を対象にアンケート調査を行った。

(6) 情報提供タイミング判定アルゴリズムのパラメータ

先に述べた情報提供タイミング判定アルゴリズムのパラメータ決定のためのデータ解析とその結果について記す。

(a) データ解析手順

東名・大和のサグ部手前のトラカン(21.52キロポスト)データで、渋滞が大和のサグ部で発生したと考えられる渋滞17データを情報提供判定アルゴリズムのパラメータを決める解析データとした。

(b) 情報提供タイミング判定アルゴリズム案1のデータ解析

(イ) 交通量があるレベル以上かの判定値パラメータ Q2A

(ロ) 第1車線がすいているかの判定値 Q1A

以上のアルゴリズム案1のパラメータ同定結果をまとめたものが以下の表である。

表 4.3.3-5 アルゴリズム案1のパラメータの同定結果

パラメータ	記号	値
第2車線交通量があるレベル以上かの判定値	Q2A	150(台/5分)
第1車線の交通量がすいているかの判定値	Q1A	120(台/5分)

(c) 情報提供タイミング判定アルゴリズム案2のデータ解析

情報提供タイミング判定アルゴリズム案2の窓枠値は、解析データ

#### 4章 研究の成果

##### 4.3 路車協調による走行支援道路システムに関する調査

の最大値と最小値から求めた。実際に窓枠値を決める場合は、数値の丸めを行った（速度は5km/hで、交通量は10台/5分で丸めた）。

##### (7) 情報提供タイミングの検証

今回の車線利用率適正化サービスは、渋滞がいつ発生してもおかしくない交通状態になったら情報提供するという位置づけにしている。この位置づけのもとで、情報提供タイミングのシミュレーションを行った。考察は以下のとおりである。

(a) アルゴリズム案1とアルゴリズム案2の情報提供開始タイミングを比較した結果、両アルゴリズムに大きな差がないと言える。

(b) アルゴリズム案1で、情報提供が遅い場合がある。

追越車線に車が集中し、直ちに渋滞が発生する場合に、アルゴリズム案1は情報提供が遅いと言えるケースがある。

(c) アルゴリズム案2でも、情報提供が遅い場合がある。

これは、アルゴリズム案2のパラメータの影響で、情報提供タイミングが遅れるので、アルゴリズムのパラメータの見直しが必要である。

##### 4.3.3.6 合流部円滑化走行支援システムの検討

可変チャネルリゼーション方式等による合流部円滑化走行支援システムの適用可能性の検討を行うにあたり、首都高速道路の車両感知器データを活用して、合流部の円滑化阻害要因を分析した。また、関連技術の調査を行い、合流部円滑化走行支援システムの検討を行った。

##### 4.3.3.6.1 合流部における交通データの収集・分析

合流部における交通データの収集・分析を行った。

##### (1) データ収集

2005年10月1日～10月31日を対象に、首都高速道路全線の車両感知器データを収集した。

##### (2) データ分析

首都高速道路の合流部は、以下の3つに分類することができる。

本検討では、合流部をボトルネックとする渋滞流のパターンを図4.3.3-3のように分類し、渋滞パターン別、曜日別（平日、土曜日、日祝日）に、渋滞時間数の集計を行った。

入口合流部については、流入車線における従路線の速度データがないため、合流部をボトルネックとして主路線（本線）が渋滞しているパターンの渋滞時間を集計した。

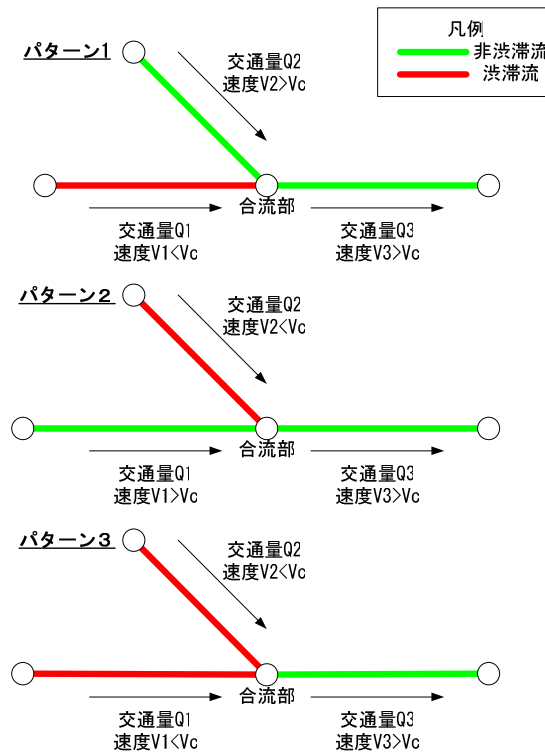


図 4.3.3-3 合流部をボトルネックとする渋滞パターン

また、流入交通量が多い入口と本線の交通量、平均速度の関係を時間帯別に整理し、流入交通量が多い順にソートした。流入交通量が多い入口として、舞浜、霞ヶ関、千鳥町、箱崎ロータリー等が上位にランクされている。

#### 4章 研究の成果

##### 4.3 路車協調による走行支援道路システムに関する調査

##### 4.3.3.6.2 阻害要因の抽出

合流部における主要な速度低下要因と渋滞パターンとの関係について表 4.3.3-6 に整理した。

表 4.3.3-6 主要な速度低下要因と渋滞パターンとの関係

速度低下要因	代表 JCT または入口	P1	P2	P3
主従路線の交通需要が合流可能交通容量を超過(主従路線とも渋滞、速度低下の発端は合流摩擦)	箱崎ロータリー(6下) 代官町入口(C1内) 芝公園入口(C1内)			○
従路線の交通需要が合流可能交通容量を超過(従路線のみ渋滞)	浜崎橋 JCT(C1内+1号上) 谷町 JCT(C1内/C1外+3号上) 三宅坂 JCT(C1内/C1外+4号上) 竹橋 JCT(C1内/C1外+5号上) 舞浜入口(B西)		○	
JCT 合流部上流の車線減少	両国 JCT(6号上+7号上)	○	○	○
下流の分流 JCTにおいて1方向のみ渋滞し、一部の車線が先詰まり渋滞	箱崎 JCT(6号上+9号上) 小菅 JCT(6号上+C2外) 芝浦 JCT(1号上+11号上) 滝野川入口(C2内)	○	○	○
織り込み現象	池尻入口(3号下)	○	○	○
本線の道路構造(縦断勾配、平面線形)	船掘橋入口(C2外) 高松入口(5号下)	○		
渡り線の道路構造(平面線形、縦断勾配)	谷町 JCT(C1内+C1外) 一ノ橋 JCT(C1内+C1外) 狩場 JCT(横横南+横横北)		○	
料金所による速度低下	汐留 JCT(C1外+KK外) 川崎浮島(アクアライン西+B東・西)	○	○	

※P1、P2、P3 はパターン 1、パターン 2、パターン 3 を示す。

※路線名の C1 は都心環状線、C2 は中央環状線、B は湾岸線、横横は横浜横須賀道路を示す。

##### 4.3.3.6.3 合流部円滑化走行支援システムの検討

合流部円滑化走行支援システムは、合流部における交通容量の低下を防ぐために、合流部の交通量が増加したときには、合流部上流で、交通量の少ない側の本線車線を絞り、合流部に流入する交通量を制御することで、適正な交通流を保つようにするサービスである。

2車線と2車線が合流し、合流後に2車線となる可変チャネルリゼーションによるサービス構成例を図 4.3.3-5 に示す。合流部の上流にビーコンや車線制御装置(標識)を、合流部に車線規制装置を設置して、これらの装置を制御して、合流部の交通容量を適切な道路設計量に保つ狙いである。

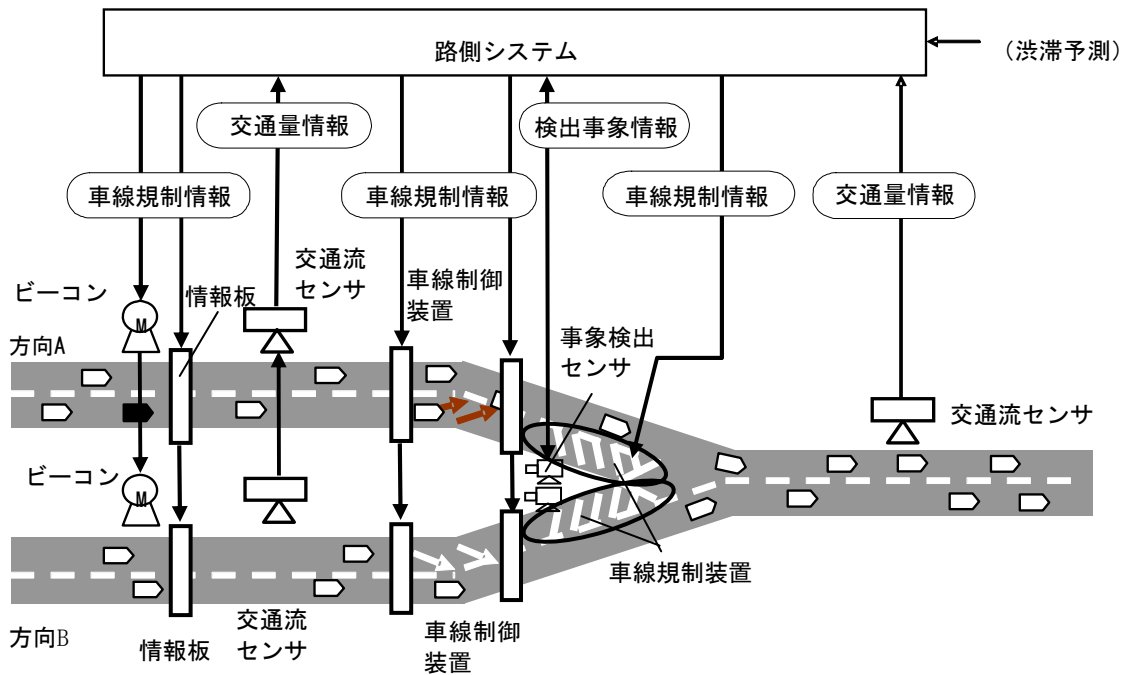


図 4.3.3-4 可変チャネルリゼーションによるサービスの構成例

4.3.3.6.4 合流部円滑化走行支援システムの効果的な領域の検討

可変チャネルリゼーションや車線利用率最適化によりその導入効果が現れやすく、また渋滞の解消や緩和が可能である、パターン 2 の渋滞対策を想定し、合流部円滑化走行支援システムの効果的な領域の検討を行った。

(1) 合流部円滑化支援サービスの適用領域

主路線と従路線の交通需要によって適用する合流支援策イメージを表 4.3.3-7 に示す。

表 4.3.3-7 主従交通量による合流支援策イメージ

2車線+2車線→2車線	2車線+1車線→2車線
※D1: 本線(主路線、2車線)交通需要 D2: 本線(従路線、2車線)交通需要 C1: 合流後本線の1車線あたりの交通容量	※D1: 本線(主路線、2車線)交通需要 D2: 本線、流入車線(従路線、1車線)交通需要 C1: 合流後本線の1車線あたりの交通容量

(2) JCT 合流への適用可能性

可変チャネルリゼーション適用可能な JCT 合流部の要件は大きく分けて表 4.3.3-8 の 2 ケースがある。

表 4.3.3-8 可変チャネルリゼーション適用可能な JCT 合流部の要件

ケース	要件
ケース 1	主路線、従路線の交通需要が両方とも十分あり※、主路線は(本線車線数-1)車線分の交通容量以下、従路線は従路線車線数の交通容量以下の時間帯があること。
ケース 2	車線数減を伴う JCT 合流部であり、主路線交通量と従路線交通量がアンバランス(主路線交通量<従路線交通量)である時間帯があること。

※合流摩擦による交通容量の低下を防止することを目的としているが、安全性を考慮すると、交通需要は必ずしも両方とも十分ある必要はない。

(a) ケース 1 に該当する JCT 合流部

データ抽出した結果、可変チャネルリゼーションが適用可能と考えられる JCT 合流部のうち抽出数が多かったのは、浜崎橋、三宅坂 JCT、竹橋 JCT、谷町 JCT である。これらの JCT 合流部について、主路線及び従路線の交通量の相関を検討した結果、これらの JCT 合流部はいずれも可変チャネルリゼーション適用可能な要件を満たしており、合流円滑化支援によって交通容量及び安全性が向上すると推定している。

(b) ケース 2 に該当する JCT 合流部

データ抽出した結果、可変チャネルリゼーションが適用可能と考えられる JCT 合流部のうち、抽出数が多かったのは、浜崎橋 JCT である。

浜崎橋 JCT については、ケース 1 においても抽出されており、合流円滑化支援によって交通容量及び安全性が向上すると推定している。

(3) 入口合流への適用可能性

本線・入口交通量相関図および主従路線交通量相関図を入口別に作成した結果を検討した結果、本線が 2 車線の場合では、霞ヶ関のみが可変チャネルリゼーション適用可能であり、本線が 3 車線の場合では、舞浜、千鳥町、大井南が可変チャネルリゼーション適用可能である。

#### 4.3.3.6.5 具体的適用場所とその効果

首都高速道路の入口合流部で発生する流入交通需要が一時的集中し発生する渋滞に対し、導入が容易であり、かつ導入効果が出やすい可変チャネルリゼーションを導入した場合の効果について試算した。

(1) 適用場所

可変チャネルリゼーション導入効果の試算を行う合流部は、検討結果より、流入交通量が多く、かつ、本線交通量が交通容量に対して余裕のある土曜日・日祝日の舞浜入口（湾岸線・西行き）とした。

(2) 適用時間帯

土曜日・日祝日の舞浜入口の流入交通量は、21 時台及び 22 時台が多く、これらの前後 1 時間を加えた 20:00~24:00（4 時間）を対象時間とする。

### (3) 効果

舞浜入口の現在の渋滞に対し、ETC の普及による料金所処理能力の向上に加え可変チャネルリゼーションを導入した際の効果を試算することとした。

現在の最大滞留台数は 563 台 (22:45~23:00) であるが、可変チャネルリゼーション導入後は 54 台 (22:30~23:45) まで減少する。また、渋滞損失は、現在の 841 台・時から 30 台・時にまで大幅に減少する。

#### 4.3.3.6.6 合流部円滑化走行支援システムの有効性の評価

首都高速道路の入口合流部の中で、舞浜入口を対象に、可変チャネルリゼーションを導入した際の効果を試算した結果、流入交通に対して有効であることがわかった。

ピーク時間帯の流入交通量は 1 車線の交通容量を超過する時間帯もあるが、チャネルリゼーションを行うことにより、安全に合流することが可能であり、かつ合流摩擦による交通容量の低下が起きなくなると推定している。

ただし、今回検討を行った現在の交通状況は、ボトルネックが料金所であり、渋滞損失削減効果のすべてが可変チャネルリゼーションによる効果ではない。

#### 4.3.4 交差点の走行支援道路システムに関する調査

##### 4.3.4.1 目的

平成14年迄行った試験走路実験等の結果、道路センサで把握できない事象の存在、交差点での路車間通信障害、HMIの複雑化などの課題が判明した。しかし、事象が複雑になる交差点系のシステムについてはインフラ/車協調システムへの期待が高く、総事故件数でも交差点に関わる事故（出会い頭事故、右折事故、横断歩道事故など）がその約半数を占めており、交差点系の安全走行支援サービスの研究が切望された。

このような背景から、普及や実現性を考慮したインフラライトな手段で交差点の事故を防止するサービスを実現することを目的に調査を行った。

##### 4.3.4.2 平成15年度実施内容

平成15年度は、インフラのコストを抑えることを検討の前提として、事故の環境要因に着目し、その要因をカバーする情報を1当車および2当車のドライバーに提供する3つのサービスを考案した。また、それらのサービスを実現時期を中期（3年後）と長期（6年後）に分けて、要素技術を明確化した。

##### 4.3.4.2.1 交差点事故削減ニーズの検討

交差点事故削減ニーズの検討では、人的要因と環境要因の両面から交差点事故を分析し、交差点事故削減ニーズの検討を行った。以下に各研究項目ごとに示す。

###### (1) 交差点現地視察

新しいサービスのアイデアをブラッシュアップするために、出会い頭事故、右直事故、横断中事故が多い交差点の現地視察を行い、事故要因などを検討した。

###### (2) 従来対策メニュー及び課題整理

「交差点事故対策の手引き（（社）交通工学研究会編）」において、環境要因毎の対策メニューが示されており、これら対策メニューを大きく分類し、課題を整理した。

###### (3) 新たな対策に向けた必要情報の整理と分析

交差点事故の分析で明らかとなる事故要因に対して、提供することにより事故削減に有効と考えられる情報を整理した。

###### (4) 情報活用（IT）による対策可能性の整理と分析

交差点事故削減に必要な情報をまとめた。

###### (5) 試算対象とする交差点サービス

以上の調査・検討結果からサービスのアイデアを考案し、適用対象交差点の特徴と実現時期から、交差点サービスを抽出した。

###### (6) 対象事故内容の設定

抽出した交差点サービスより削減対象となる事故を検討し、事故内容を



定義した。

(7) 事故削減効果（概略）の試算

（財）交通事故総合分析センターが保有する交通事故統計データ（平成14年）より、設定した効果試算対象事故の死傷事故件数を集計した。

(8) サービスの導入シナリオ

交差点事故防止のサービスの導入をどのように普及・発展させていくかシナリオを検討した。

交通事故統合データ（平成10～12年）を用いて、もう一つの事故削減効果を試算した。その結果、事故密度1件以上/年/箇所サービスを実施した場合、10年間で9～18百万円の事故削減効果があることが判った。

4.3.4.2.2 交差点サービスの策定と具体化

交差点サービスの策定では、交差点サービス内容の具体化、路車機能分担の検討、サービスの目標値の設定について検討した。サービス対象としては、出会い頭、右直、横断中の3つの事故を対象とした。

交差点サービスの内容を具体化した結果、出会い頭事故防止サービス、右直事故防止サービス、横断中事故防止サービスについてそれぞれ中期および長期実現サービスの関係比較を行った。

(1) 中期および長期実現の出会い頭事故防止サービス

中期および長期実現の出会い頭事故防止サービスは、サービス対象者を1当車および2当車のドライバーとした。

サービス対象交差点は、「信号機なし斜めに交差した小交差点」とした。

提供する情報と狙う効果を検討し、中期実現サービスと長期実現サービスの関係を比較した。サービス関係を表4.3.4-1に示す。

表 4.3.4-1 中期実現サービスと長期実現サービスの関係

項目	中期実現サービス	長期実現サービス
通信(例)	路側から車への通信	車から路, 路から車への通信
車載器(例)	しゃべるETC	ETC機能付きカーナビ(モニタ画面)
狙い	・交差点の見逃し防止 ・安全確認の負担軽減 ・心構え ・注意喚起	同左
サービス提供時の走行状態	・走行中(1,2)、一旦停止時(1)	同左
対象	1当車、2当車	同左
静的情報	交差点の存在(1,2)	同左
動的情報	・頭出し時の車両等の存在(2へ) ・走行時の接近車の存在(1へ)	同左のほか ・小交差点での2当車の生画像(1へ) ・信号情報(1,2へ)

また、出会い頭事故防止サービスと従来サービス、すなわち接近車表示板、カーブミラーとの比較を行った。その結果、出会い頭事故防止サービスには、設置位置や表示の分かり易さやプライバシーの課題があり、今後の

#### 4章 研究の成果

##### 4.3 路車協調による走行支援道路システムに関する調査

研究が必要である。

##### (2) 中期および長期実現の右直事故防止サービス

中期および長期実現の右直事故防止サービスは、サービス対象者を1当車および2当車のドライバーとした。

サービス対象交差点は、「信号機のある小・中・大の交差点」とした。

提供する情報と狙う効果を検討し、中期実現サービスと長期実現サービスの関係を比較した。サービス関係を表 4.3.4-2 に示す。

表 4.3.4-2 中期実現サービスと長期実現サービスの関係

項目	中期実現サービス	長期実現サービス
通信系	路側から車への通信	車から路, 路から車への通信
車載器(例)	しゃべる ETC	ETC 機能付きカーナビ
狙い	<ul style="list-style-type: none"> <li>・交差点の見逃し防止</li> <li>・心構え(危険要因への意識づけ)</li> <li>・安全確認の負担軽減(高齢者向を含)</li> <li>・見切り発進防止</li> </ul>	同左
サービス提供時の走行状態	<ul style="list-style-type: none"> <li>・走行中(1当/2当)</li> <li>・右折待ち時(1当)</li> </ul>	同左
対象	1当車、2当車	同左
静的情報	<ul style="list-style-type: none"> <li>・交差点の存在/名称/形状</li> <li>・交差点の危険要因(事故多発、工事規制、交差点の明るさ、最高速度規制など)</li> </ul>	左記に加えて 交差点の形状を示す図形
動的情報	<ul style="list-style-type: none"> <li>・直進車の存在、速度</li> <li>・右折車の存在</li> </ul>	左記に加えて、 <ul style="list-style-type: none"> <li>・直進車、右折車の生画像</li> <li>・信号情報</li> </ul>

##### (3) 中期および長期実現の横断中事故防止サービス

中期および長期実現の横断中事故防止サービスは、サービス対象者を、1当車のドライバーとした。

サービス対象交差点は、「信号機のない小交差点」とした。

提供する情報と狙う効果を検討し、中期実現サービスと長期実現サービスの関係を比較した。サービス関係を表 4.3.4-3 に示す。

表 4.3.4-3 中期実現サービスと長期実現サービスの関係

項目	中期実現サービス	長期実現サービス
通信(例)	路側から車への通信	車から路, 路から車への通信
車載器(例)	しゃべる ETC	ETC 機能付きカーナビ
狙い	安全確認の負担軽減	左記のほか 交差点の見逃し防止
場所	一旦停止または徐行時	左記のほか 走行中
対象	1当車	同左
静的情報	—	交差点の存在
動的情報	頭出し時の歩行者等の存在	左記のほか 走行時の歩行者等の存在

##### 4.3.4.2.3 路車機能分担の検討

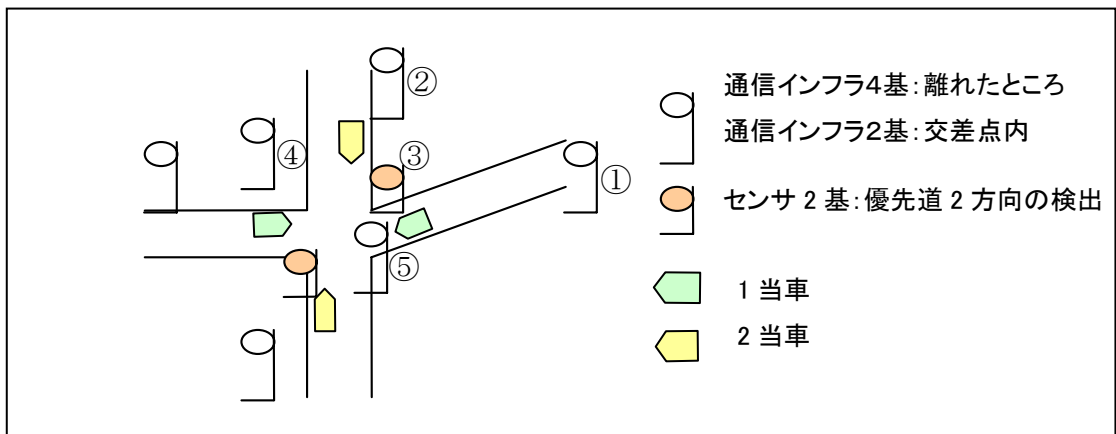
路車機能分担の検討は、通信インフラと車載器の進化の動向を把握し、サー

ビスの実現時期を想定し、中期実現サービスと長期実現サービスに分け検討した。また、サービス毎にサービスのシナリオを想定し、サービスを実現する上での路車機能分担を検討した。

シナリオ例を想定した出会い頭の場合の路車機能分担を表 4.3.4-4 に示す。

表 4.3.4-4 路車機能分担の例（出会い頭）

サービス	1 当車(車載器)	路側インフラ			2 当車(車載器)
		センサ	通信	データ処理	
静的 情報	交差点あり表示		1 当車へ①	交差点有り	
			2 当車へ②	交差点有り	交差点あり表示
動的 情報	2 当車あり表示 ／画像表示	走行中2当車 検知あり③ 画像撮影③	1 当車へ⑤		
		停止中1当車 検知あり⑤	2 当車へ④		1 当車あり表示
	2 当車あり表示 解除/画像表示	走行中2当車 検知なし③ 画像撮影③	1 当車へ⑤		
		停止中1当車 検知なし⑤	2 当車へ②		1 当車あり表示解除



交差点事故防止サービスの実現に際し、車載器を持たない車両に対して不利益を与えない配慮が必要である。検討結果を以下に示す。

- (a) 車載器を保有している車であることを示すステッカーを貼るなど配慮する
- (b) 基本的には車載器を保有する車が急ブレーキをかけても法的にも問題はない

#### 4 章 研究の成果

##### 4.3 路車協調による走行支援道路システムに関する調査

##### 4.3.4.2.4 サービスの目標値の設定

今後の開発のため、サービスの目標値を検討した結果を表 4.3.4-5 に示す。

表 4.3.4-5 サービスの目標値（出会い頭、横断中の例）

サービスの要件		性能・信頼性の値	備考(定義など)
1	欠報	20%以下 ただし、誤報より少ないこと	2 当車などを検出できない／検出しても情報がドライバーに伝えられない
2	誤報	20%以下 (欠報より軽い)	2 当車など検出しないのに 2 当車ありなど誤った情報をドライバーに伝える
3	過信	10%以下	ドライバーが情報は 100%正しいとして情報を過信する
4	誤使用	10%以下	ドライバーが本来の情報の利用目的などを間違って利用する
5	多様な検証	環境要因の異なる 10 ケース以上の交差点で検証すること	
6	限界, 副作用	「最終的にはドライバーの目視で安全を確認」などを明記すること	運転中の明示は要検討(かえって負担を掛ける)
7	標準化	車載器などの表示について標準に準拠すること	HMI の標準に留意
8	サービス状態伝達	「サービス開始／中断／終了」など、負担なしてドライバーに伝達	これはサービスを整備していない交差点に対する配慮として重要である
9	ユーザビリティ	車載器を購入際、マニュアルを読めば分かる程度とすること。	操作方法が容易, 操作手順が理解できる, 習熟性がよい
10	PL 法への対策	情報提供は 5 秒以内／回, 情報提供間隔は 3 秒以上, 繰り返し提供は 3 回まで。	(さらに要検討) ドライバーに判断のために時間を与える, 運転リスクの教育

##### 4.3.4.2.5 要素技術の明確化

サービスを実現するシステムに必要な要素技術として、検出系、通信系、データ処理系、表示系について検討した。

中期実現と長期実現の各サービスを提供するシステムのための要素技術の検討を行ったが、特に、インフラライトなシステムの構成に必要な要素技術は、できる限り既存インフラで実績のある技術（既に開発済みのもの）を用いる。長期実現での要素技術については、インフラライトを基調とし、かつ ETC 車載器の多機能化を想定して検討した。

## (1) 検出系

検出系のニーズを整理し、既存の検出器として、検出性能が 80%程度の検出器を調査し、検出系の要件を明らかにした。結果を表 4.3.4-6 に示す。

表 4.3.4-6 検出器の要件

項目	超音波センサ	DSRC	RF タグ	可視カメラ
利用時期	中期および長期	中期および長期	中期および長期	長期
コスト	20 万円	通信系に含む	通信系に含む	20 万円
検出対象	車	車、車線(長期)	車、歩行者、自転車	道路、車、歩行者、自転車
方式	回帰反射方式	ASK 方式	アクティブ方式	NTSC 方式
機能	センサ直下の車両の検知	ETC 車載器搭載車両の検知	RF タグ所持者の検知	生画像を利用
性能	検出率 80%以上	検出率 90%以上	道路での実績無し	640×480 画素 ×24 ビット(カラー) を 1/30 秒周期
保守性	1 回/年	1 回/年	1 回/年	1 回/月
実績	道路設置	料金所設置	道路ではなし	監視
課題	自動二輪車、自転車、歩行者の検知には不向き	—	車、自転車、歩行者へのタグの取付けが課題	天候、位置高さ見え方(要実験) 伝送容量

## (2) 通信系

通信系のニーズを整理し、表 4.3.4-7 に示す要件を明らかにした。

表 4.3.4-7 通信系の要件

項目	DSRC	無線 LAN	光ビーコン
利用時期	中期および長期	中期および長期	短期
コスト	50 万円	50 万円(検出系、DSRC と複合)	(既存設備の活用)
方式	ASK (/QPSK)	802.11	光
機能	プローブ、双方向通信	センサ、DSRC 等の路側設備間通信	双方向通信機能
性能	狭域/中狭域	中狭域	狭域
保守性	1 回/年	1 回/年	1 回/年
実績	料金所	道路	道路(VICS)
課題	低コスト/広帯域化/電源	マルチパス/電波干渉/セキュリティ	低コスト

#### 4章 研究の成果

##### 4.3 路車協調による走行支援道路システムに関する調査

### (3) データ処理系

データ処理系のニーズを整理し表 4.3.4-8 に示す要件を明らかにした。

表 4.3.4-8 データ処理系の要件

要件項目	静的情報の処理	動的情報の処理
利用時期	中期および長期	中期および長期
コスト	検出系あるいは通信系と一体化	
処理対象	静的情報	動的情報
方式	汎用/専用プロセッサシステム 検出系/通信系の制御コンポーネントの実現形態による。 たとえば、通信機内蔵の通信専用プロセッサで処理できる程度の処理内容であれば機能兼用できるが、そうでない場合はこれに並行して汎用プロセッサシステム等を搭載し、機能インプリを行う必要がある。	
機能	・情報の格納 ・イベントトリガでの配信制御	イベントトリガでの配信制御
性能	サービス受給者が処理可能な量の情報であること	高速配信性を有すること(サービス受給者の処理可能な時間範囲内に配信できること)
信頼性	・インフラシステムとして十分に耐え得る高信頼性を有すること ・フェールセーフなシステム構成であること(例:障害発生時、サービス受給者/システム保守者に即時にサービス中断が分かる仕組みを有すること)	
保守性	機能更新や情報更新が容易であること	
課題	コンポーネントの実現形態	

### (4) 表示系の要件

表示系とは、情報提供サービスにおけるサービス提供側と提供される側、ドライバーのヒューマンインターフェイスのことである。表示系の要件を整理した結果を表 4.3.4-9 に示す。

表 4.3.4-9 表示系の要件

要件項目	音声提示	キャラクタ・アイコン表示	グラフィック表示
利用時期	中期および長期	中期	長期
コスト (1台あたり)	(現行 ETC 車載器の機能を活用)	0~数千円 (現行 ETC 車載器の機能を活用) *注 1	0~数千円 (現行 ETC 連動カーナビの機能を活用) *注 2
機能	・Text to Speech	・文字・アイコンによる情報提示	図形表示 または、ビデオ映像表示
性能	・語彙: 数十語程度 ・音量: 現行 ETC 車載器と同等	・文字数: 数~十数文字のカタカナ(または漢字) ・アイコン: 数種類 ・文字サイズ、輝度: 現行 ETC 車載器と同等	・画素数: QVGA 以上 ・表示色: 256 色またはビデオ再生 ・画面サイズ、輝度、コントラスト: 現行カーナビと同等
実績	現行 ETC 車載器	現行 ETC 車載器	現行 ETC 連動カーナビ
課題	複数情報提示の場合の優先順位付け、提示切り替えの方法		カーナビとの機能切り替え方法

\*注 1: 現行 ETC 車載器の中にはキャラクタ・アイコン表示機能を持たない機種が存在する。その場合には、この機能を追加するため数千円のコストアップになると考えられる。

\*注 2: 現行 ETC 連動カーナビの ETC 部とカーナビ部の接続インターフェイスの仕様変更が必要な場合、数千円のコストアップになる可能性がある。

#### 4.3.4.3 平成 16 年度実施内容

平成 16 年度は、現状の要素技術や海外の動向等の調査結果を用いて、平成 15 年度に策定したサービスの絞込み及びフィービリティの検討等を行った。

#### 交差点对策のフェージビリティの検討

現時点で実用化されている要素技術を整理し、ドライバーに求められる情報がこれら現状の要素技術で検出可能か否かの観点で、交差点サービスの策定（絞込み）を実施し、各種実現性に関して検討を行った。

#### 4.3.4.3.1 実現性の分析及びサービス選定

研究内容として、事故要因、要素技術の実現性を分析し、サービス選定を行った。

##### (1) 事故要因の分析

###### (a) 死傷事故件数の集計

死傷事故件数を道路構造別に整理し、このうち交差点内事故を事故類型別に集計した結果、死傷事故は交差点での事故が約半数近くを占めた。特にそのうちの約半数が「出会い頭事故」となっている。

次に、出会い頭事故について整理した結果、特に非幹線道路の信号無し交差点で発生頻度が高いことがわかった。

###### (b) 事故発生要因

交差点内事故の要因パターンについて、事故類型別に整理を行った。

##### (2) 要素技術の実現性

###### (a) 要素技術の整理

現状の要素技術の実用レベルについて、自車位置把握方式、検知方式、通信方式、車載器種類別に整理した。

###### (b) システム方式の検討

AHS 第一期研究開発時の課題として以下の2点が挙げられる。

(ア) 事象の完全把握が1期方式のインフラのみでは困難

(イ) 路車間通信が未普及

上記の課題を踏まえ、実現性の高い対策を検討した。

##### (3) サービスの展開

###### (a) ドライバが必要とする情報

交差点での出会い頭事故、右折時事故、歩行者横断中事故の防止に対してドライバーが必要とする情報を、事故の環境要因から抽出した。

##### (4) サービスの検討

###### (a) サービス候補の分析

###### (ア) サービスの分類

各サービス候補を「サービスレベル」、「情報種別」、「表示形態」、「サービス対象者」、「情報ソース」の各項目ごとに分類して整理した。

4章 研究の成果

4.3 路車協調による走行支援道路システムに関する調査

表 4.3.4-10 候補サービスの分類

サービス	分類1 (サービスレベル)	分類2 (情報種別)	分類3 (表示形態)	分類4 (サービス対象者)	分類5 (情報ソース)
①電子案内板サービス	AHS-i	静的情報	音声、静止画	1当車+2当車	固定
②出会い頭接近(地図)サービス	AHS-i	静的情報	音声、静止画	1当車	地図
③危険交差点注意喚起サービス-1	AHS-i	静的情報	音声、静止画	1当車+2当車	地図又は固定
③'危険交差点注意喚起サービス-2	AHS-i	静的、準静的情報	音声、静止画	1当車+2当車	地図、配信
④無信号交差点優先順位サービス	AHS-i	動的情報	音声、静止画	1当車+2当車	センサ
⑤出会い頭(カメラ限定検知) 2当サービス	AHS-i	動的情報	音声、静止画	2当車	センサ
⑥出会い頭発進(カメラ限定検知) 1当サービス	AHS-i	動的情報	音声、静止画	1当車	センサ
⑦出会い頭発進(生画像) 1当サービス	AHS-i	動的情報	喚起音、生画像	1当車	センサ
⑧右折(生画像) 1当サービス	AHS-i	動的情報	喚起音、生画像	1当車	センサ
⑨歩行者タ 1当サービス	AHS-i	動的情報	音声、静止画	1当車	センサ(電波)
⑩歩行者 強調サービス-1	AHS-i	動的情報	混合(道路インフラ+車載器表示)	1当車	センサ
⑪歩行者 強調サービス-2	AHS-i	動的情報	道路インフラ	1当車、歩行者	センサ
⑫出会い頭(次世代VICSまたはETC発信)サービス	AHS-i	動的情報	音声、静止画	1当車+2当車	センサ(電波)
⑬一時停止サービス	AHS-c	静的情報	音声、静止画	1当車	地図又は固定
⑭交差点速度 制御サービス	AHS-c	静的情報	音声	1当車	地図又は固定

(イ) サービスの分析

分類項目ごとに有効性・課題を整理した。

(b) サービスの展開

前項までに策定したサービスが、今後どのようなサービスに発展するのかを検討するため、情報の種別および収集・提供手段別に各サービスを整理した。

(c) 有効性の確認

小/中交差点での事故の人的要因を詳細項目別に見ると73%が「安全不確認」である。

(d) 既存施策との比較

ITARDA 資料では、「カーブミラーのある場所で事故に遭った132人に対し、カーブミラーを活用したか否か」を調査している。この結果、「カーブミラーを積極的に活用しなかった」割合は86%と高率であった。したがって、カーブミラーも一定の役割はあるものの、ITS技術の活用には代わるほどの効果はないといえる。

ドライバーが運転に集中していない場合、運転に注意を戻すために



は、視覚情報より聴覚情報がよく、最も有効な方法として喚起音が考えられる。その実現には、車載器が有効である。

(5) 実現性と想定効果

選定したサービス毎に実現方式を仮定して当てはめ、その実現性と想定効果を検討した。

(a) センサ情報提供サービス (1 当：出会頭)

センサ情報提供サービスの実現性について表 4.3.4-11 に整理した。

表 4.3.4-11 実現性評価一覧センサ (カメラ限定検知) (1 当：出会頭)

評価項目	本サービスの特徴	評価
環境条件(インフラ)	・路車間通信として、DSRC(次世代 VICS)を利用 ・カメラを優先道路に設置	路車間通信として次世代 VICS は、有望
環境条件(車載器)	・ITS 車載器を想定 ・「GPS 付しゃべる ETC」を想定	・ITS 車載器が有望 ・「GPS 付しゃべる ETC」は、実現不明
適応箇所妥当性	幹線、非幹線の信号なしの事故の多い交差点	幹線道路に係わる場所であり有望
有効性	優先道路を走行中の 2 当車の車速を見誤る、あるいは、見逃して起きる信号なし交差点での出会い頭事故の削減	優先道路が複数車線ある場合、手前1車線だけのサービスが違和感ないか評価が必要。また、出力の文言に工夫が必要
実現時期	技術的課題は特になく、設備製作、情報作成期間のみで実現可	技術的課題はなく、早期(2007 年)実現可能
コスト	・既設の電柱に DSRC、カメラを設置すれば比較的安価 ・カメラ以外の安価なセンサ	カメラ以外の安価なセンサの利用は、課題あり
機能	・DSRC 機能 ・カメラ画像による車両検出機能 ・カメラから DSRC までデータを伝送する無線LAN機能	無線LANは、新しい用途であり、検討要
性能/精度	・DSRC 機能は、非優先道路出口車線をすべてカバー(車線は、2 車線まで) ・優先道路のカメラの車両検出は、手前 1 車線分	・特に課題なし ・ただし、この用途でのカメラ検出機能の評価は必要

## (b) 画像情報提供サービス

右折衝突防止の実現性について、表 4.3.4-12 に整理した。

表 4.3.4-12 実現性評価一覧 生画像（1当：右折衝突）

評価項目	本サービスの特徴	評価
環境条件(インフラ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・路車間通信として、DSRC(次世代 VICS)を利用</li> <li>・主要交差点であれば、フローシステム DSRC との共用可</li> <li>・カメラを対向直進道路に設置</li> </ul>	路車間通信として次世代 VICS は、有望
環境条件(車載器)	ITS 車載器を想定	ITS 車載器は、有望
適応箇所妥当性	幹線道路の信号ありの右直事故の多い交差点	事故多発交差点で有望
有効性	優先道路を走行中の 2 当車の車速を見誤る、あるいは、見逃して起きる信号なし交差点での出会い頭事故の削減	<ul style="list-style-type: none"> <li>・徐行、停止時に、画像を見るか不明</li> <li>・画像で車速まで判るか不明</li> <li>・ドライバは、すでにバックビューやブラインドモニターなどで画像を運転の参考にすることに慣れ始めている</li> </ul>
実現時期	技術的課題を明確にする期間が必要	<ul style="list-style-type: none"> <li>・早期(2007 年)実現は多少困難</li> <li>・但し、ITS 車載器や次世代 VICS に対し画像伝送の仕組みは、事前に要望しておく</li> </ul>
コスト	既設の電柱に DSRC、カメラを設置すれば比較的安価	特に課題なし
機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・DSRC 機能</li> <li>・MPEG4 機能</li> <li>・カメラから DSRC までデータを伝送する無線 LAN 機能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・無線 LAN は、新しい用途であり、検討要</li> <li>・MPEG4 の処理時間の評価が必要</li> <li>・最適なカメラ設置位置や角度を検討要</li> </ul>
性能/精度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・DSRC 機能は、非優先道路出口車線をすべてカバー(車線は、2 車線まで)</li> <li>・優先道路のカメラ視野は、全車線 100m 程度</li> </ul>	同上
保守性	検知処理が不要なため、検知漏れ、誤検知がなく、保守も簡単	特に課題なし
社会適応性	本サービスは、画像の提供だけで、運転操作判断は、ドライバが行う	ドライバに判断を委ねるため、インフラ、車両の責任は、軽微

## (c) 2 当車への情報提供サービス（出会い頭）

2 当車への情報提供サービスの実現性について表 4.3.4-13 に整理した。

表 4.3.4-13 実現性評価一覧 カメラ限定検知（2 当：出会い頭）

評価項目	本サービスの特徴	評価
環境条件(インフラ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・路車間通信として、DSRC(次世代 VICS)を利用</li> <li>・前記、電子案内板の DSRC と共用化可能</li> <li>・カメラを非優先道路に設置</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・路車間通信として次世代 VICS は、有望</li> <li>・電子案内板の DSRC との共用化は、電子案内板サービスの実現に依存</li> </ul>
環境条件(車載器)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ITS 車載器を想定</li> <li>・「GPS 付しゃべる ETC」を想定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ITS 車載器が有望</li> <li>・「GPS 付しゃべる ETC」は、実現不明</li> </ul>
適応箇所妥当性	幹線道路と交わる信号なしの事故の多い交差点	幹線道路に係わる場所であり有望
有効性	幹線道路を走行中の 2 当車の車速を見誤る、あるいは、見逃して起きる信号なし交差点での出会い頭事故の削減	<ul style="list-style-type: none"> <li>・2 当車サービスがユーザーに受け入れられるかが課題である。類似システムとして、三重県警のサービスがある。</li> <li>・2 当車に情報提供されることを見越して 1 当車が無理に出るようにならないかが課題である。</li> </ul>
実現時期	技術的課題は特になく、設備製作、情報作成期間のみで実現可	技術的課題はなく、早期(2007 年)実現可能
コスト	既設の電柱に DSRC、カメラを設置すれば比較的安価、また、DSRC は、プローブシステムや次世代 VICS に相乗りすれば安価	特に課題なし
機能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・DSRC 機能</li> <li>・カメラ画像による車両検出機能</li> <li>・カメラから DSRC までデータを伝送する無線 LAN 機能</li> </ul>	無線 LAN は、新しい用途であり、検討要
性能/精度	<ul style="list-style-type: none"> <li>・幹線道路 2 当車への DSRC 機能は、最低第 1 車線をカバー</li> <li>・非優先道路出口のカメラの車両検出は、出口 1 車線分</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・特に課題なし</li> <li>・ただし、この用途でのカメラ検知機能の評価は必要</li> </ul>
その他	類似システムが三重県で実施	

## 4.3.4.3.2 フィージビリティ検討のまとめ

フィージビリティ検討のまとめとして、対象サービスの課題について検討を行い、また、サービスの有効性効果を試算し、その他のサービスの実現性についても検討した。

## (1) サービスの検討

各サービスを実現化するにあたり、それぞれについて検討すべき課題がある。これらの課題を解決することにより、サービスの実現が可能となる。

表 4.3.4-14 課題一覧

対象サービス	課題
電子案内板	有効性: 交差点進入前の注意喚起の有効性に関しては定量的評価データがない
出会い頭(カメラ限定検知)2当サービス	有効性: 2 当車サービスがユーザーに受け入れられるかが課題である。
出会い頭発進(カメラ限定検知)1当サービス	有効性: 優先道路が複数車線ある場合、手前 1 車線だけのサービスが違和感ないか評価が必要。また、出力の文言に工夫が必要
出会い頭発進(生画像)1 当サービス	有効性: 徐行(5km/h 以下)、停止時に、画像を見るか不明 画像で車速まで判るか不明
右折(生画像)1 当サービス	有効性: 徐行(5km/h 以下)、停止時に、画像を見るか不明 画像で車速まで判るか不明
歩行者タグ 1 当サービス	機能: 交差点から離れる歩行者の情報は不要なことから、簡易な歩行者位置や移動方向検出機能の実現が課題 有効性: タグの普及率が低い時期の有効性や負の効果が不明
出会い頭(次世代 VICS または ETC 発信)サービス	有効性: 車載器の普及率が低い時期の有効性や負の効果が不明

## (2) 選定したサービスとその有効性

今回の研究で検討した交差点サービスのサービス導入箇所とサービスの効果試算結果を表 4.3.4-15 に示す。

表 4.3.4-15 交差点サービス導入箇所および効果試算結果

サービス		サービス導入箇所		効果
		初期導入	適用拡大	
センサ情報提供サービス	出会い頭衝突防止支援	幹線道路 信号無し 小規模 事故多発交差点	幹線道路 信号無し 事故多発交差点 信号有大交差点	一般幹線以上 4 万箇所を対象に 6,000 件の事故削減
画像情報提供サービス	出会い頭衝突防止支援	同上	幹線道路 信号無し 事故多発交差点	一般幹線以上 2,500 箇所を対象に 375 件の事故削減
	右折衝突防止支援	幹線道路 信号有り 大規模 事故多発交差点	幹線道路 信号有り 大、中規模 比較的事故の多い交差点	一般幹線以上 5 万箇所を対象に 12,500 件の事故削減
2 当車への情報提供サービス	出会い頭衝突防止支援	幹線道路 青看板設置交差点手前の信号なし交差点で事故が多い箇所	幹線道路 信号なし 小規模 事故多発交差点	一般幹線以上 1 万箇所を対象に 150 件の事故削減
タグ情報提供サービス	歩行者横断中事故防止支援	幹線道路、非幹線道路 信号なし 小規模 事故多発交差点、あるいは地域での重点取り組みエリア	幹線道路、非幹線道路 小学校、老人ホーム近辺 小規模交差点	小交差点 3,000 箇所を対象に 450 件の事故削減

#### 4.3.4.4 平成17年度実施内容

平成17年度は、DS（ドライビング・シミュレータ）、及び、実道でのデータ収集、解析結果を用いて、平成16年度策定した出会い頭サービスの仮説を検証した。それを基に、インフラライトな交差点サービスの有効性や実現性などを検討した。

##### 4.3.4.4.1 DS車両挙動データ収集と解析

平成16年度に導き出した仮説を検証するため、交差点のDS背景データを作成し、DSにより出会い頭のヒヤリハット走行を再現し、その時のドライバ挙動や心理状態を収集し解析した。

#### (1) DSデータ収集計画策定

##### (a) 検証仮説の設定

検証すべき仮説を具体的な検証仮説に置き換え、それを解明することとした。

##### (ア) ヒヤリハット発生要因の分析

検証仮説①：ヒヤリハットは不十分な確認行動時に発生している。

検証仮説②：不十分な確認行動は、車両が来ないのではという思い込みが背景にある。

検証仮説③：ドライバーは目の前にある（容易に予測される）危険事象に対して優先的に対応する傾向がある。

検証仮説④：主観的なヒヤリハットの大きさは、客観的な減速度の大きさと相関がある。

##### (イ) サービスの事前評価

検証仮説①：警報内容はドライバーに概ね理解されている。

検証仮説②：警報にはドライバーの行動を安全側（減速や余裕を持った確認行動等）に働かせる効果がある。

検証仮説③：自車両位置測定誤差により警報タイミングがずれても受容性に対する影響は少ない。

検証仮説④：有効性と煩わしさの両者を満たすには、警報タイミングの適切な調整や警報内容の工夫が必要である。

##### (b) 実験のシナリオ

実験シナリオの検討は、ヒヤリハットの発生と警報実験それぞれについて行った。

##### (ア) ヒヤリハット発生シナリオ

ヒヤリハット発生シナリオの位置関係を図4.3.4-1に示す。

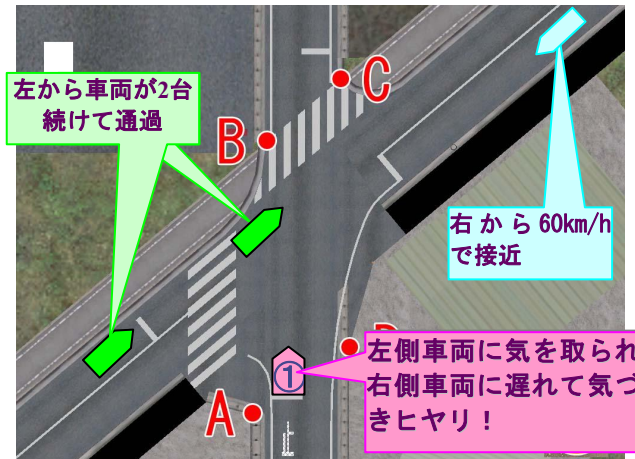


図 4.3.4-1 ヒヤリハット発生シナリオ

(イ) 警報実験のシナリオ

出会い頭サービスの実現性を確認するため、表 4.3.4-16 に示す徳島大方式1、徳島大方式2、AHS 静的方式の静的サービス方式と AHS 動的方式の動的サービス方式の計4つの警報方式について実施した。

表 4.3.4-16 警報実験のシナリオ

警報方式	接近時警報サービス		発進時警報サービス
	徳島大方式(1,2)	AHS 静的方式	AHS 動的方式
情報内容	交差点接近時に、進入速度が高く危険と判断された時点で喚起音(ピピピ)を鳴らす。		交差点発進時に 1 当車が通信範囲内かつ2 当車フラグ存在時に喚起音(ピピピ)を常時鳴らす。
情報提供範囲	車両の進入速度を $V$ 、通常の減速度を $\alpha$ 、サービスの予告時間(発報タイミング)を $T_c$ とすると、一時停止線からサービス開始点までの距離 $L$ は、次の式で表される。 $L = VT_c + (V^2 - V_0^2) / 2\alpha_0$		センサ位置: 交差点から 62m 情報保持時間: 5.6 秒 通信範囲: 頭出し停止位置から 30m の範囲
$V_0$	7.7km/h	0km/h	
$T_c$	方式 1: 1 秒 / 方式 2: 5 秒	5 秒	
$\alpha_0$	0.35G	0.2G	

(2) ヒヤリハット収集数

ヒヤリハットと事故は、29 例収集でき、その内訳は、「とてもヒヤリとした」と「ヒヤリとした」を合わせて 13 例であった。

(3) ヒヤリハットの分析

(a) ヒヤリハットの客観化

主観的なヒヤリハットの大きさと頭出し時(一時停止線を越えてから交差点通過のための発進を開始するまで)の最大減速度には相関があることが明らかになった。

(b) ヒヤリハット時の視認行動

「とてもヒヤリ」や「ヒヤリ」を起こした被験者は、「多少ヒヤリ」や

「ヒヤリなし」被験者に比べ、右方向を視認する延べ時間、1回当たり視認時間共に少ないことが判った。ヒヤリハットは不十分な確認行動時に発生しているといえる。

(c) ヒヤリハットの要因検討

ヒヤリハットを起こした被験者への聞き取りによれば、その原因は、「気付くのが遅れた」45%と「気がつかなかった」32%を加算した77%に対し、「気が付いた」が23%で、約3/4が認知エラーを起こしていた。これは、既知の実際の出会い頭事故の統計データにほぼ同じであった。

また、認知エラーの理由は、「建物や柵などの陰で見えなかった」54%、「他のものに注意していた」26%、「気にしなかった」10%、「その他」10%であった。この結果も、実際の事故統計データ近い値である。DSでも相手車両が来ないのではという思い込みがヒヤリハットの背景にあるといえる。

(4) 事前評価

出会い頭サービスの実現性を確認するため、警報内容の理解、警報による安全側への挙動変化、警報タイミングに関して評価した。

(a) 警報内容の理解

警報内容の理解と解釈を被験者より聞き取りした内容をまとめると次に示す結果となった。

- 警報出力手段としては、単純な喚起音だけでもサービス実施が可能と考えられ、車載器設計に対する制約を減らすことができるが、警報内容を正確に伝えるためには、警報のタイミングは早すぎず遅すぎず最適な値にすることが必要であることが確認できた。

(b) 安全側への挙動変化

警報を与えることで被験者全員が警報後に何らかの運転行動に反映させたと回答した。

警報時の視認挙動に関しては、静的方式と動的方式で結果は異なり、静的方式の警報が交差点での視認行動に良い（安全側の）影響を与えていることは今回検証できなかった。一方、動的方式では、右側の視認時間と1回あたり視認時間が長くなり、安全側に変化する傾向が認められた。

(c) 警報タイミング

警報タイミングの妥当性に関し、被験者の意見をまとめると煩わしさに配慮すれば警報のタイミングは、多少遅い方が好ましく、最適なタイミングは、徳島大方式1と2の中間と思われる。

## 4.3.4.4.2 実交差点車両挙動データ収集と解析

仮説を検証するため、実道のデータ収集交差点を決定し、出会い頭のヒヤリハット走行を収集し、その時の車両挙動やドライバ挙動を解析し、DS で得た知見の裏付けデータとして活用した。

## (1) 実交差点車両挙動データ収集

表 4.3.4-17 に示すようにデータ収集計画を策定し、データ収集を実施した。

表 4.3.4-17 データ収集計画

項目	内容
実験場所	非直轄国道(住宅街)無信号小交差点 1箇所 「兵庫県加古川市別府町別府 580-1 及び 同市平岡町八反田 53-1 に挟まれた交差点」
収集期間	約 50 日間(12 月 27 日~2 月 14 日) (1 週間目に収集結果を中間チェックし、継続可否を判断)
収集時間	朝 6 時 30 分から夕方 17 時 30 分まで(カメラで撮影可能な時間)
収集対象	1 当車(非優先道路)は 4 輪車とする。 2 当車(優先道路)は 4 輪車、2 輪車、自転車とする。
抽出データ	該当交差点通過の車両で、ヒヤリハットの車両、1 当車のドライバ挙動が判る車両を抽出する。また、比較のため、ヒヤリハットの無い通常の車両を抽出する。(原則、ヒヤリハット車両 1 台に対し 1 台を収集) キャリブレーション用データ
収集手段	デジタルビデオ映像 ① 収集カメラ 1: 交差点接近からヒヤリハットまでの 1 当車挙動を収集、ドライバ顔の向きを含む ② 収集カメラ 2: 交差点接近からヒヤリハットまでの 2 当車挙動を収集 ③ 収集カメラ 3: 頭出し停止位置付近の 1 当車ドライバの挙動を収集 ④ 収集カメラ 4: 交差点接近からヒヤリハットまでの 1 当車挙動を後方から撮影し、ブレーキランプの点滅を中心に収集。録画装置へは無線で伝送 ⑤ 収集カメラ 5: 交差点内でのヒヤリハット抽出用で、1 当車、2 当車を同じ画面で広角で収集
収集データ	1 当車: 時刻、位置、速度、加減速度、車種、ブレーキタイミング、減速開始から交差点進入までの時間、交差車両確認可能位置、頭出し停止位置、回数、交差車見送り回数、交差車両 2 台目以降に対する反応、ギャップ(接近程度)、ヒヤリハット事後停止時間、加速開始のタイミング、ドライバの挙動など 2 当車: 時刻、位置、速度、加減速度、車種、避走有無、走行頻度など

## (2) ヒヤリハットの分析

DS での解析によれば、心理的ヒヤリハットの強さは、頭出し時の減速度の強さに関連しているとの知見から、実道データからヒヤリハットを抽出する基準として基本的に 1 当車の減速度に着目し実施した。

実道で収集した画像データの中から、車体前方が沈み込む減速をし、さらに、2 当車との位置関係からヒヤリハット事象を抽出した。収集目標としていた 1 当車、2 当車による典型的ヒヤリハットは、3 件収集できた。



通常のドライバと比較しヒヤリハットを検討すると以下の傾向が認められた。

①ヒヤリハットを起こしたドライバは、相手（2当車）の方向の確認が不十分かまったく確認していない。

②左方向の道路は鋭角で見え難いことを意識して何回も確認している。また、対向道路からの車両の接近など、他に気になることがある。それに対し右方向の道路は鈍角で見えた気になっている。

③ミラーは右側は見え難いためか見ていないことが多い。一般的に、鈍角方向のミラーは、角度が浅くなり見え難い場合が多い。

次に、顔の向きに関してヒヤリハット3例と通常の3例を平均化し、比較検討した。

ヒヤリハットを起こしたドライバは、通常（正常）のドライバに比べ、右方向を視認する延べ時間、1回当たり視認時間共に極端に少ないことが判った。ヒヤリハットは不十分な確認行動時に発生しているが、この結論は、DSの場合と同じであり、DSの結果が実道でも裏付けできたといえる。

しかし、実道とDSでの相違点もあり、実道での解析データ数を増やし結果を確かなものとするため、収集を延長し継続する必要がある。

#### 4.3.4.4.3 サービスの概念設計

出会い頭サービスは、接近支援を目指す静的サービス方式と接近支援・発進支援を目指す動的サービス方式に分類できるが、それぞれのサービスの対象範囲、導入条件、特質などの差異を考慮しつつ、サービスの概念設計を行った。また、有効性、受容性、実現性を検討し、設計のための要件を策定した。

検討には、今回DSで収集したデータを用いた。DSを用いて静的サービス方式に関して3種類の方式を比較実験し、動的サービス方式としては、インフラライトなサービスとするため車両検知に簡易なスポットセンサ1個を用いた方式で実験した。実験条件が限られるものの各サービス方式の有効性や実現性のあることが検証できた。

また、DS実験では簡単な喚起音の警報を与え実施したが、警報タイミングを最適に設定することで、簡単な喚起音でも効果があり、サービス実現に当たり警報出力に関しては車載器設計に対する制約を少なくできることが判明した。

#### 4.3.4.5 効果的な事故防止システムに関する技術検討

##### 4.3.4.5.1 システムの対象事故範囲

これまで分析した事故・ヒヤリハットの実態を踏えてインフラライトな出会い頭衝突防止支援道路システムの対象となる事故領域、システムの有効性について検討した。

サービスの対象事故は、信号なし交差点での出会い頭事故が基本である。交通事故統計データに基づく過年度の研究から、年間約14万件もの対象事故が発生していることが判明している。また、出会い頭事故の3/4がドライバの安全不確認で発生していることも分かっており、これが対象領域全体となる。

また、AHSによるサービスの基本コンセプトは、ドライバ（車両）から見えない範囲の情報を提供することであるが、出会い頭事故の場合は3/4を占める安全不確認のうち半分が心理的に見えない（見ない）ことから、物理的に見えない（見えにくい）だけでなく心理的に見えない（見えにくい）範囲まで拡張して考えることとする。

##### 4.3.4.5.2 サービスの有効性

###### (1) 事故やヒヤリハットの発生要因

ヒヤリハットを起こしたドライバは、通常（ヒヤリハットなし）のドライバに比べ、右方向を視認する延べ時間、1回当たり視認時間共に極端に少ない。ヒヤリハットは不十分な確認行動時に発生しているが、この結論は、DSと実道で同じであり、DSの結果が実道でも裏付けできた。

また、DS実験ではヒヤリとした被験者の8割が、実道では7割強が認知エラーを起こしており、限定的シーンではあるが、仮説（出会い頭事故の3/4は安全不確認であり、車両が来ないと思いついでいる）は、DS、実道両データで検証された。

###### (2) 想定サービスの有効性

(1)の要因は全て発進時におけるドライバのエラーによるものである。従道路側からみて優先道路の右側から接近する車両は最も危険であるにも関わらず、確認行動が不十分であることから、接近車両の存在をドライバに知らせる必要性は高いと考えられる。

実際に、発進時警報（動的方式）により右側への注意が明らかに増大することが確認された。また、7割以上が警報によりブレーキを踏むなど安全側に行動していることが確認された。

###### (3) 主観的な評価

警報を体験したドライバを対象とした出会い頭事故に対する有効性は、発進時警報で97%、接近時警報で8割以上（徳島大方式1：84%、徳島大方式2：100%、AHS静的方式：92%）がとても有効またはある程度有効と回答していることから、非常に高い評価を得たと言える。

#### 4.3.4.5.3 受容性の検討

受容性の検討は、警報を受けたドライバの解釈が的確であったか、警報を違和感なく受け入れることができたか等により行う。

発進時警報は9割の被験者が交差車両に対する警報であると解釈している。また、右側車両のみの警報であることに対する違和感は少ないことが判明した。ただし、右側車両のみの警報が良いとする意見は、割り引いて評価する必要がある。実験シーンが右側から危険な車両が来るケースで実施しており、被験者が実験シーンに順応し、被験者の運転挙動と実験シーンの文脈が一致した可能性がある。実際に、実道では、左からの交差車両と右からの交差車両でヒヤリハット発現の比はそれほど乖離していない。

接近時警報（静的方式）に対する解釈や行動はバラツキが見られたが、余裕をもった提供方式（徳島大方式2）の場合は8割が的確な解釈を行い、9割がブレーキを踏むなど良好な評価を得ることができた。警報出力のアルゴリズムを最適に設定すれば、かなりの受容性が期待できそうである。

## 4.3.5 路車協調システムの道路管理への利活用に関する調査

## 4.3.5.1 目的

AHS 構成機器を道路管理業務へ利活用することにより既設 CCTV カメラ映像を用いて事象自動監視を図り、日常的な事務所管理業務の負荷低減を図るとともに、並行して取得される車両位置・速度データの事故分析・調査統計業務面への活用やメッシュ単位の路面判定データを用いたパトロール・薬剤散布など路面管理高度化やドライバー情報提供など道路管理業務の一層の高度化にも資することを旨とし、平成 15 年度に導入した AHS 構成機器の効果検証を基にセンサの機能/性能の過不足に関して検討し、道路管理実務面から要求される基本的な項目に関しては機能改修を行い、その効果に対して検証した。

## 4.3.5.2 平成 16 年度実施内容

路車協調システムの道路管理への利活用に関する調査では、道路管理業務における AHS 構成機器の適用について調査・分析し、改善案を策定することを目的とした。

## 4.3.5.2.1 道路管理業務の分類と定義

AHS 構成機器の道路管理業務への適用を検討する上で対象となる業務を抽出し、その分類と定義を行った。

## (1) AHS 構成機器

前提となる AHS 構成機器を以下に示す。

- (a) 道路状況把握センサ
- (b) 路面状況把握センサ
- (c) 情報提供設備
- (d) 路側処理設備

## (2) 検討対象とする道路管理業務

道路管理業務について、定義を行うとともに AHS 構成機器の適用可能性を考慮した上で絞り込みを実施した。検討対象とする業務は以下の 7 業務となった。

なお、検討対象とする業務について、危険事象の検知・収集に関わるもの、路面状況の検知・収集に関わるものに大別した。

表 4.3.5-1 業務の分類

危険事象の検知・収集に関わる業務	路面状況の検知・収集に関わる業務
<ul style="list-style-type: none"> <li>・パトロール巡視</li> <li>・異常気象対応</li> <li>・道路の改良</li> <li>・道路交通状況把握</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・凍結抑制剤散布</li> <li>・除雪</li> <li>・道路交通に関わる情報の提供</li> </ul>

#### 4.3.5.2.2 危険事象の検知・収集業務の現状

危険事象の検知・収集に関する業務について、特に AHS 構成機器が適用可能と考えられる事項に関して業務の現状を示す。

##### (1) CCTV による監視の現状

CCTV 監視の現状運用としては、多数の CCTV 設備が整備されており、今後も台数が増加傾向にあるが、多数のモニタが必要となるため、周期切り替え表示による監視となっている。

##### (2) 交通安全対策の一環としての道路改良計画

道路改良計画において、特に危険箇所の診断フェーズでは、事故発生時の分析要素としてブレーキや速度超過など当該場所での車両挙動が挙げられている。しかし現状は、事故発生時における事故車両の速度変化やブレーキポイント等といった車両挙動に関する数値データは、定常的には収集されていない。

##### (3) 計画立案及び達成度評価のためのデータ収集

計画の立案及び達成度評価を行うためには定量的なデータ収集の必要がある。

##### (4) 交通量計測

主に道路交通センサスの一環として、平日休日における車種別交通量や OD 調査が実施されている。

#### 4.3.5.2.3 路面状況の検知・収集業務の現状

路面状況の検知・収集について、特に AHS 構成機器が適用可能と考えられる事項に関して業務の現状を示す。

##### (1) 冬季路面管理業務

冬季路面管理業務は、凍結防止剤散布および除雪を中心として体制整備、情報収集、作業出動のフェーズから業務を構成している。

##### (2) 道路交通に関わる情報の提供

雪・凍結情報をドライバに流し、運転注意・タイヤチェーン装着・迂回等、道路利用者の対策を促すものであり、道路情報板、VICS 情報／ラジオ放送、web 情報などの各種媒体を通じて道路情報が提供されている。

##### (3) 冬季路面管理業務の達成度評価のためのデータ収集

冬季路面管理業務のうち、特に除雪および凍結防止作業は、道路利用者 に直結した業務であるため、一層のサービスレベルの向上が期待されている。そのため評価目標と計測指標を設定し、サービスを定量的に把握・評価する試みが行われている。

#### 4.3.5.2.4 道路管理業務の分析

道路管理業務について、危険事象および路面状況の検知・収集に関する業務を分析した。

#### 4.3.5.2.5 危険事象の検知・収集業務分析

危険事象の検知・収集に関する道路管理業務について、業務、管理者ニーズの把握、AHS 構成機器の運用から分析した。

##### (1) 道路管理業務の分析

危険事象の検知・収集に関する業務支援システムでは以下の各項目を実現するものとした。

##### (a) 危険事象の早期発見

CCTV 画像を道路管理者が目視することで、状況の認識が可能となるが、画像の認識処理による自動監視によって、早期の事象発見が可能となる。

##### (b) 事故要因の分析

対策箇所選定における状況分析で、事故時の車両挙動を用いた分析が行われていない場合があるが、事故車両の走行挙動、事故発生場所における事故発生前後の情報を利用することで、有効な道路改良計画が可能となるものと考えられる。

##### (c) 潜在的危険事象の把握と的確な事業評価

##### (7) 道路交通の円滑化

道路交通の円滑化において、対策事業の結果を定量的に測定することで、的確な事業評価が可能となるものと考えられる。

##### (4) 安心・安全な道づくり

潜在的な危険箇所を把握し、対策を実施することで、道路交通における死傷事故率の成果が得られるものと考えられる。

##### (d) 交通流計測

道路管理用途に絞り込んだ小規模な交通量調査が実施できれば、道路管理業務に応用できると思われる。

##### (2) AHS 構成機器の運用

道路状況把握センサには、可視画像式、赤外画像式、及びミリ波レーダ式があるが、どの方式であっても停止等の危険事象の検知・収集に必要な事象は検出可能である。ただし、CCTV 活用を満足するのは、可視式道路状況把握センサのみである。従って、危険事象の検知・収集に関する道路管理業務に活用する AHS 構成機器は、可視式道路状況把握センサが適している。

##### (3) 危険事象データ収集装置を活用した道路管理業務

AHS 構成機器（可視式道路状況把握センサ）を活用し、危険事象の検知・収集に関する業務を支援する装置を危険事象データ収集装置と定義した。

危険事象データ収集装置を活用した場合について検討した。

##### (a) 事象発生時の通知・通報

システムによる自動検知により、事象発生から最短 5 秒程度（仮目標値）で検知され、アラーム通知される。

##### (b) 事故発生後などの分析

パトロール車派遣による現場確認及び監視モニタによる目視確認の代わりに、危険事象データ収集装置に蓄積された危険事象発生時の画像データ及び車両挙動データを用いた分析を行う。

(c) 予防対策及び事業評価

危険事象データ収集装置に蓄積された事業前後の危険事象データを用いた定量的な事業評価が可能となると思われる。また、車両挙動を用いた潜在的危険を把握することが可能になるため、事故の予防対策も可能になる。

(d) 交通流計測

管轄道路の交通流を計測することが可能なため、道路維持業務の修繕道路予測、安全業務の交通安全対策などの道路管理業務に応用できる。

#### 4.3.5.2.6 路面状況の検知・収集業務分析

路面状況の検知・収集に関する道路管理業務について、業務、管理者ニーズの把握、AHS 構成機器の運用から分析した。

(1) 道路管理業務の分析

路面状況の検知・収集に関する業務を支援するシステムでは、以下の項目を実現するものとした。

- (a) 路面状態の面的広範囲監視
- (b) 路面状態のビジュアル表示
- (c) 路面変動の履歴管理

(2) 道路管理者ニーズの把握

道路管理者ニーズの把握を行った結果、以下の6ニーズが選出された。

- (a) 既存設備の有効活用 (CCTV)
- (b) 路面状態の面的把握
- (c) 路面状況のビジュアルな情報提供
- (d) 路面状態の自動監視
- (e) 路面変動の履歴管理
- (f) 操作性に優れたヒューマンインターフェース (HMI)

(3) 路面状況検知・収集システムを活用した道路管理業務

AHS 構成機器 (可視式路面状況把握センサ) を活用し、路面状況の検知・収集に関する業務を支援する装置を路面状況データ収集装置と定義した。

路面状況データ収集装置は、以下の事項へ活用するものである。

- (a) 凍結防止剤散布タイミングの適正化
- (b) 冬期路面管理業務の達成度評価指標への適用 (凍結防止剤散布の適正化)

#### 4.3.5.2.7 道路管理業務への道路管理支援センサの適用

道路管理業務への道路管理支援センサ（危険事象データ収集装置、路面状況データ収集装置）の利用を行うためのシステム定義を行った。

また、平成15年度に設置導入した危険事象データ収集装置、路面状況データ収集装置について、導入効果及び運用状況を整理した。次項以下に示す。

#### 4.3.5.2.8 危険事象データ収集装置

危険事象データ収集装置について、導入効果及び運用状況を整理した。

##### (1) 危険事象データ収集装置のシステム定義

###### (a) 装置の目的

危険事象データ収集装置の目的は、危険事象の早期発見、事故要因の分析、潜在的危険事象の把握と的確な事業評価、交通流計測である。

###### (b) 装置の使用前提条件

装置の使用前提条件として、気象条件、サービス提供時間、周囲温度、周囲湿度、可視画像装置の揺れ許容度、可視画像装置の仕様を規定した。

###### (c) 装置の構成

危険事象データ収集装置は、以下の機器によって構成する。

(ア) 画像処理装置：検出処理部、追跡処理部

(イ) データ蓄積装置：蓄積部、記録部

(ウ) 収容架：19 インチラック、無停電電源装置、電源部

(エ) 道路管理用端末：ノート PC、プリンタ

###### (d) 危険事象データ収集装置の機能・性能

危険事象データ収集装置の機能・性能について検討した。

###### (e) 外部装置インタフェース

危険事象データ収集装置と、外部装置との間のインタフェースを以下に示す。

(ア) CCTV カメラ制御情報：IEEE802.3u 10BASE-T/100BASE-TX

(イ) リモート制御情報：INS または ADSL、シリアルインタフェース

###### (f) 可視撮像装置の機器設置・配置基準

危険事象データ収集装置に用いる可視撮像装置の配置条件として、撮像方向、設置間隔、設置高さ、路側設置位置、周囲構造物との関係について規定した。

###### (g) 検査基準

危険事象データ収集装置に関する製造メーカーでの工場検査及び据付調整後の検査について、検査項目を定めた。

###### (h) 保守・運用

危険事象データ収集装置の保守・運用について、計画及び内容を明確化した。

##### (2) 道路管理業務支援センサの導入効果



- (a) 導入箇所と導入の目的
  - 全国地方整備局へ監視する目的で整備されている CCTV に対して、危険事象データ収集装置の適用を実施した。
- (b) 導入効果測定項目の抽出
  - 危険事象データ収集装置の導入効果測定項目として、時間短縮及び負荷軽減を抽出した。
- (3) AHS 構成機器の評価
  - (a) 危険事象の早期発見
    - 事象発生を即時検知するため、事務所又は出張所等への連絡・通報が短縮される。時間短縮効果は平均して 30 分程度と考えられる。
  - (b) 事故要因の分析
    - 事象の検知と併せて画像等の記録を行うことができるため、事故発生後に、事故状況の確認を行うことができる。
  - (c) 潜在的危険箇所の把握
    - 長期間に渡って停止車や避走などのデータを蓄積することができるため、潜在的危険箇所の把握を行うことが可能となる。

#### 4.3.5.2.9 路面状況データ収集装置

路面状況データ収集装置について、導入効果及び運用状況を整理した。

- (1) 路面状況データ収集装置のシステム定義
  - (a) 装置の目的
    - 路面状況データ収集装置の目的は、冬季路面管理業務の効率化、道路利用者への情報提供である。
  - (b) 装置の使用前提条件
    - 装置の使用前提条件として、気象条件、サービス提供時間、周囲温度、周囲湿度、可視画像装置の揺れ許容度、可視画像装置、CCTV カメラ制御装置、路面温度計の仕様を規定した。
  - (c) 装置の構成
    - 路面状況データ収集装置は、以下の機器によって構成する。
    - (イ) 画像処理装置
    - (イ) データ蓄積装置：蓄積部、記録部
    - (ウ) 収容架：19 インチラック、無停電電源装置、電源部
    - (エ) 道路管理用端末：ノート PC、プリンタ
  - (d) 路面状況データ収集装置の機能・性能
    - 路面状況データ収集装置の機能・性能について検討した。
  - (e) 外部装置インタフェース
    - 路面状況データ収集装置と、外部装置との間のインタフェースを以下に示す。
    - (イ) CCTV カメラ制御情報：IEEE802.3u 10BASE-T/100BASE-TX

## 4章 研究の成果

### 4.3 路車協調による走行支援道路システムに関する調査

(イ) 路面温度データ情報：IEEE802.3u 10BASE-T/100BASE-TX

(ウ) リモート制御情報：ISDN または ADSL シリアルインタフェース

(f) 可視撮像装置の機器設置・配置基準

路面状況データ収集装置に用いる可視撮像装置の配置条件として、設置位置、路側設置位置、連続設置の間隔について規定した。

また、路面温度計の設置基準及び配置について、設置数、設置位置の規定を行った。

道路照明灯の設置基準及び配置について、設置間隔、設置位置の規定を行った。

(g) 検査基準

路面状況データ収集装置に関する製造メーカーでの工場検査及び据付調整後の検査について、検査項目を定めた。

(h) 保守・運用

路面状況データ収集装置の保守・運用について、計画及び内容を明確化した。

(2) 道路管理業務支援センサの導入効果

(a) 導入箇所と導入の目的

全国地方整備局において、以下の目的によって、路面状況データ収集装置の適用を実施した。

(ア) 冬季路面管理業務の効率化

(イ) 道路利用者に対する情報提供

(b) 導入効果測定項目の抽出

路面状況データ収集装置の導入効果測定項目として、時間短縮、負荷軽減、路面品質の均一化、情報提供による利便性向上を抽出した。

(3) AHS 構成機器の評価

(a) 冬季路面管理業務の支援

路面状態の変化を検知した時点で発報することができるため、凍結や積雪状態となってから監視職員が認識するまでの時間短縮効果があった。また、監視職員が CCTV 画像を注視する路面監視業務の負荷軽減の効果が得られた。

(b) 情報提供による利便性・安全性の向上

検出結果画面（メッシュ画像）に対する道路管理者インタビューの結果、路面状態が直感的に分かり易く、ドライバーの視点に近いとの意見が多く、WEB 公開に適していることが判明した。また、道路利用者へ情報提供できる品質を満たしていることを確認した。

#### 4.3.5.2.10 AHS 構成機器の課題・要望と改善

平成 15 年度に全国地方整備局国道事務所へ導入した道路管理業務支援センサ（危険事象データ収集装置、及び路面状況データ収集装置）に関する課題・要望を抽出し、改善項目を整理した。

## (1) 危険事象データ収集装置改善項目の整理

抽出した課題に対して、今回の業務適用時に新たに発生したものか、全国で汎用的に有効であるか、技術的難易度を考慮して実現可能か、改善機能が有効であるか、などの観点から課題及び要望の絞り込みを行った。結果を表に示す。

表 4.3.5-2 危険事象データ収集装置の改善項目

分類	改善項目
監視作業の効率化	・アラーム機能 ・蓄積部遠隔操作機能 ・事象画像メール機能 ・装置 ID 設定機能
分析・解析作業の効率化	・事象発生前後データ記録機能 ・データ重畳機能 ・事象履歴表示機能 ・自動統計処理機能 ・画像一覧表示機能
装置の機能性能向上	・避走パラメータのエリア別設定機能 ・車両区分による交通量統計機能
装置の有効活用	・記録／蓄積データ自動更新機能 ・時刻情報選択機能 ・記録事象選択機能 ・JST 時刻表示機能

## (2) 路面状況データ収集装置改善項目の整理

抽出した課題に対して、今回の業務適用時に新たに発生したものか、全国で汎用的に有効であるか、技術的難易度を考慮して実現可能か、改善機能が有効であるか、などの観点から課題及び要望の絞り込みを行った。結果を表に示す。

表 4.3.5-3 路面状況データ収集装置の改善項目

分類	改善項目
監視作業の効率化	・WEB 表示による過去データ表示機能
分析・解析作業の効率化	・WEB 表示によるリアルタイムトレンドグラフ表示機能 ・WEB 表示による気温表示機能
装置の機能性能向上	・薬剤散布後の路面再凍結／橋梁・土工部の温度差検証 ・木影による湿潤誤判定の回避機能 ・夜間メッシュ判定機能

## 4.3.5.3 平成 17 年度実施内容

道路管理に関する検討について、危険事象データ収集装置による事象発報、路面状況データ収集装置による事象発報を検討した。

## 4.3.5.3.1 危険事象データ収集装置による事象発報

## (1) 事象発報の考え方

事象発報の扱いには発報されたあとの情報の利用方法によって以下の 2 種類の考え方がある。

- モニタとして利用する

## 4章 研究の成果

### 4.3 路車協調による走行支援道路システムに関する調査

#### ● 警報として利用する

モニタとして利用する局面は、事実をそのまま監視する場合やログデータとして蓄積し、状況分析等の目的で事後に利用する場合などが想定できる。この場合は、装置が発報する事象を加工することなく利用することになる。

一方、警報として利用する局面では、道路上の異常状態あるいは危険状態を適切なタイミングで管理者が認識することが重要であり、装置が発報するタイミングとは必ずしも同一であるとは限らない。この差について検討を行い、管理者が使いやすい事象発報の定義を行った。ただし、以下をその前提として考慮する。

- 事象発生時は「安全優先」の考え方で速やかに発報する。
- 一旦発報された事象は事象解除の誤検出によって解除されてはならず、「安全優先」の考え方を解除条件に取り入れる。

#### (2) 事象発報データ解析

一度渋滞が発生すると停止事象の発生/解除と渋滞事象の発生/解除が混在し、かつ短時間の発報が繰り返し行われている。更にこのような状態が長時間にわたり継続する可能性があることがわかった。

このことから、危険を伴う重大な状態変化が原因の発報が、既知の原因等による発報のなかに埋没してしまい、発報の度にモニタを確認しなければならない。道路管理者の多大な時間と労力によってのみ、重大な状態変化が抽出できるという問題点が浮き彫りとなった。

このことから、多くの事象検出結果から有意な事象のみを発報させることが課題となった。

#### (3) 事象発報方法の検討

道路管理者にとって「多くの事象検出結果から有意な事象のみを発報させる」と言う課題に対しての対応策として以下の3つについて技術的な要素を含めた実現の可能性、安全性、結果の有意性等を考慮し検討した。

- (a) 検出パラメータを変更/追加する
- (b) 管理者の意思で発報を抑制する仕組みを新たに追加する
- (c) 従来の検出・判定処理はそのまま新たなフィルターを追加する

さらに(c)について詳細検討を行った。

新たなフィルターを追加することは、3つの検出事象（停止/渋滞/避送）に対して下記の2つを行うことで、必要なときにのみ発報みされて発報自体の有意性を高める効果が期待できる。

- 発報事象の解除タイミングの適正化
- 発報の優先順位付けで事象が重複している際の発報抑制

優先順位は、重複して発生する可能性の重み付けから「渋滞>避走>停止」と定めた。

発報事象の解除タイミングの適正化は、事象解除を検出してから一定時間発報を待ち、その間に同一の事象発生が検出されれば事象が継続してい

ると判断し、事象解除及び事象発生の再検出の発報を抑制する発報時間延長処理を採用した。データ解析の結果得られた場所ごとで適切と思われる時間でシミュレーションを行った。

シミュレーションの結果より、フィルターを通すことで渋滞事象は 16～64%、避走事象は 49%、停止事象は 7～54%に発報回数が減少しており、このことから、短時間での繰り返し発報が抑制されていることが読み取れる。

発報の優先順位付けによるより高い優先事象によって他の事象の発報が抑制される効果と、発報解除のタイミングを変えることによる短時間での繰り返し発報を抑制する効果の予測がシミュレーション結果で裏付けられた。また、優先順位の低い事象の発報中でも、より発報順位の高い事象が発生すれば新たに発報されることも示されている。

今回検討してきた手法は、事象発報回数は減少させるが、重大な状態変化が原因の発報は抑制しない。その結果、発報の有意性が高まり、道路管理者にとってより使いやすくなったと判断できる。

#### 4.3.5.3.2 路面状況データ収集装置による事象発報

路面状況データ収集装置の現状の事象発報方法では、利用者（道路管理者）から「発報回数が多い」、「発報し続ける」、「短時間で事象が変化し、そのたびにメール着信やポップアップ表示があり、煩わしい」などの指摘を受けたため、事象発報の現状を把握・整理し、事象発報方法についての検討を行った。

##### (1) 事象発報の考え方

事象発報の考え方については、4.3.1 の危険事象データ収集装置による事象発報で考えられた利用方法と同じ定義を使用した。

##### (2) データ解析箇所の選定（絞り込み）

データ解析箇所は東北地方整備局管内の秋田河川国道事務所の 5 カメラとした。

##### (a) 映像取得期間：平成 17 年 2 月～平成 17 年 3 月

平成 16 年度の現地検証で取得したデータを使用した。

##### (b) データ取得場所：秋田県 一般国道 46 号 CCTV カメラ

##### (c) 対象システム：道路管理用「路面状況データ収集装置」

##### (3) 事象発報データ解析

データ解析の結果、「積雪⇔凍結」の変化が短時間に繰り返すなどの生情報をそのまま発報しているため、重要な危険状態への変化がはっきりせず、道路管理者はこの状態を把握するため常時端末を監視するなど、多大な時間と労力を必要としていることが分かった。道路管理者にとって重要な、「危険状態への変化という必要な状態のみを見極めたい」という課題が発生している。

##### (4) 事象発報方法の検討

発報基準の設定として事象の発報／解除のルールを考え、既を取得した

## 4章 研究の成果

### 4.3 路車協調による走行支援道路システムに関する調査

データにこのルールを適用してシミュレーションを行い、その効果を検証した。

#### (a) 事象発報／解除ルールの検討

事象の発報では優先順位が重要であり、道路管理者にとって重要な事象の優先度は「凍結→積雪→湿潤→乾燥」となり、凍結に関しては最も危険な事象として、凍結が発生したらその時点で直ぐに危険事象への変化として警報を発報すべきである。

事象を発報する場合については、以下の2種類を発報すると想定した。

- 事象が危険な状態に遷移した場合→「危険」事象になったことを発報
- 危険でない状態に遷移した場合 →「危険」が解除されたことを発報

#### (b) シミュレーション

検討した事象発報／解除のルールをデータ解析に使用したデータに適用し、事象発報解除の持続時間を5分と10分に設定してシミュレーションを行った。シミュレーション結果より、上位事象連続時間を長くすれば事象発報回数を減少させられることが分かったが、以下の問題が考えられる。

- センサの一時的誤判定により上位事象連続時間延長の間、誤発報が続く
- 周囲の変化（気温、路面温度の変化など）への追従ができず、上位事象連続時間を延長している間、誤発報になる

これらを回避するために、通常のテレメータなどの発報間隔（5分～10分程度）を参考にしつつ周囲の環境変化への追従を考え、路面温度計のデータ収集周期の10分に上位事象連続時間を設定することが適切と考える。

しかし、実際の設定に際しては、現場における個々の運用全体に留意し、道路管理者に違和感の内容に決定していくことが望ましいと考える。

#### (5) アンケート

今回の事象発報定義で検討した内容は道路管理者にも受け入れられ、検討結果が正しいことが裏付けられた。ただし、「不要な時間帯や時期などには発報を抑えたい」など、運用に関わる機能の追加意見も出てきており、地域差や検出対象に対する重要度などを考慮して、道路管理者の要望を加味した個別の改良を加えていく必要もあることがわかった。

### 4.3.6 合流支援システムに関する調査

#### 4.3.6.1 合流部におけるニーズ調査

##### 4.3.6.1.1 合流部の実情調査

###### (1) 既存サービスの実状調査

合流支援サービスのリクワイアメントの策定にあたっては国内外の既存サービスの実状を調査し、これらを評価した上で実施することが必要である。西瀬戸自動車道西瀬戸尾道 IC は国内で唯一の分合流支援サービスを実施している箇所であり、ここでの下り方向のランプ内合流部では、一方のランプの走行車両を検知して、他方のランプ走行車に合流車の存在を表示板で提供している。

このサービスを分析することにより情報提供による速度の変化、実際の合流挙動など、合流支援サービス検討の基礎的な資料となる可能性がある。そこで、個々の走行車両の挙動を表示板の表示状態とともに観測し、合流部の情報提供の車両走行への影響を観測し合流支援サービスに反映することを目的とし実地調査を実施した。

調査にあたっては、休日（平成13年6月24日（日））と平日（6月25日（月））の2日間実施し、トラフィックピーク時、トラフィックオフピーク時を含む7時から17時まで観測を行った。

本調査により以下の事項が判明した。

###### (a) 情報板「接近車両警告通知」について

注意喚起の標識として十分機能していると考えられる。これは「合流車接近」表示条件時全ての場合において、「スピード落とせ」の表示条件時より平均速度が小さいことよりその効果が示されていると理解される。また、この機能は都市間および都市内インターチェンジで夜間などには十分使える機能である。

###### (b) 都市内、都市間合流部での支援サービスについて

合流部において一般的には危険な事象と思われる停止が行われており、合流車両全体の25.6%に達している。この中には、遭遇車の前に入る、車列の間に入るという場合に停車するということがなされており、事故につながり得る事象である。西瀬戸尾道 IC のように車両密度が小さい場合は安全性、円滑な交通流を確保する場合は問題が発生していないが、都市内、都市間のインターチェンジでは車両密度も高く、本線、合流車線の相互が視認できないなど合流条件は厳しい。都市内、都市間高速の合流にあたっては、車間距離の確保、速度差を減少されるサービス手段が必要である。

###### (2) 合流部の実情調査

一般道（直轄国道）を対象とすると、形状、事故データとも詳しい物が無く、問題点が曖昧となる可能性が危惧される。従って、合流部の設置に

## 4章 研究の成果

### 4.3 路車協調による走行支援道路システムに関する調査

対する制約が多く、また詳細なデータがそろっているME Xを対象に実施することとした。

具体的には、合流部の構造の調査、合流部の特徴に基づいた事故分析を実施し、問題のある合流部の特徴の抽出を実施し、下記の結論が得られた。

#### (a) ME X合流部の特徴

設計基準からすると、道路構造令、旧日本道路公団（JH）の設計基準などと遜色無く、合流部に対する安全性の確保は考慮されている。

実体としては、平均加速車線長などは設計基準を満たしておらず、またカーブとの複合合流部が多いなど、必ずしも安全性が確保されているとは言えない。ビルの存在など環境上の制約が厳しいことと、現状の設計基準策定以前に設置された合流部が多いことが、上記原因と考えられる。

#### (b) 事故分析結果

平成9年から13年のME Xで発生した全事故データを基に分析した結果、合流部全体での事故発生件数は全体の10%、事故率は全体と比較して1.2倍と合流部における事故発生が特段に多いとは言えない。

しかし、合流部の構造などに着目すると、特定の構造をしている合流部で特徴的に事故率が高いことが分かった。

- 本線側がカーブしているなど、本線側から合流部の事前確認が難しい合流部で事故率が約2.2倍
- 合流部に至るまでに十分な加速が得られないなど、本線側との速度差が大きいと予想される合流部での事故率は約1.7倍

となっており、両者が重なっている合流部では、事故率が3倍以上となっている。

#### (c) 調査の纏め

合流部の実情調査を行った結果、以下のことが分かった。

- 実施例の調査から、情報板による単なる注意喚起サービスでは出会い頭的な事故に対する効果は認められるが、連続的な合流挙動を前提としたドライバの負荷低減等への効果は期待できない。
- 事故調査とアンケート調査から、問題がある合流部へのニーズとして、
  - a) 合流部の位置と状態を事前に知りたい。
  - b) 合流車両の有無を事前に知りたい。
  - c) 合流車両に合わせた事前調整（減速・避走）の必要性を事前に知りたい。
  - d) 本線側で事前に調整してほしい。
  - e) 本線側の状態（後方接近状態）を事前に知りたい。等が抽出された。



## 4.3.6.1.2 導入効果の検討

## (1) ドライビングシミュレータ (DS) による評価

合流支援サービスの策定にあたっては第一ステップとし先ずドライバの合流挙動に関する基本データを予め取得し、それをリクワイアメントへ反映すること、第二ステップとしこれに基づき検討されたサービスに対する成立性・有効性の検証、システムの検証を行うことが必要である。

シミュレーションの結果以下のことが明らかになった。

## (a) 道路環境とヒヤリハット、安全性との関係

- 合流長が短いとヒヤリハット、事故が増加する。
- 合流側、本線側が相互視認できないと事故増加する。

これは MEX のアンケート結果と良く一致し、合流支援サービス導入優先順位づけの条件となる。

## (b) 合流時交通環境とヒヤリハット、安全性との関係

- 本線速度が早くなると合流側事故増加する。
- 本線では単独走行時は合流側が遅いほど、複数台走行時は速度差が小さいほど安全と感じる。
- 合流側は本線車両より 10~20km/h 程度遅く合流すると安心感が高くなる。他の場合はヒヤリハット、事故が増加する。

## (c) ドライバ特性

- 女性ドライバの方が不安感大、事故を起こし易い。

## (d) 運転操作とヒヤリハット

- 平均二乗加・減速度が小さいと安心感が増える。

以上から、合流支援サービスは以下の要件を満足するのが望ましい。

## (a) 合流時車間距離を大きくし、相対速度差が小さい走行をサポートするサービス。

## (b) 平均二乗加・減速度の小さい走行をサポートするサービス。

## (2) S I P Aによる評価

S I P Aにガイドライトサービスの疑似モデルを組み込み、MEX狩場線上り花之木ジャンクションをモデルに、シミュレーションを実施サービスの影響評価を行い、下記結論を得た。

- 合流支援サービスに対しての利用率が30%~70%の時には、交通流に多少の悪影響はみえるが、TTCが4秒以下の錯綜的挙動が2/3~1/2以下に減少し、安全性への大きな改善が見られる。

## (3) 都市内高速道路利用者に対するアンケート

首都高速道路は、合流部までの距離が短い、お互いの車線の可視性が悪いなどの理由により合流が難しい箇所がある。従って、事故数は合流自体が同方向を向いているため決して多くないものの、ヒヤリハットに遭遇する頻度は多いと推定される。分合流支援サービスを検討するにあたってアンケート調査により、ヒヤリハットの遭遇頻度を定量化、CVM (Contingent Valuation Method) 法により料金支払意思を確認し、社会受容性を定量化し

## 4章 研究の成果

### 4.3 路車協調による走行支援道路システムに関する調査

た。3700 の配布に対し 224 の回答（6.1%）の回答を得た。

アンケートの結果以下のことが判明した。

#### (a) ヒヤリハットの遭遇頻度は高い

回答者の約 80%は業務用で首都高を利用しており、週 3~4 回の利用者が約 70%に達する。このような馴れの多い状況であっても 100 回の走行に対し合流側 3.3 回、本線側 2.9 回とヒヤリハットへの遭遇回数は高い。また、20 才台、高齢者の遭遇頻度が高い。

#### (b) 料金の支払意思是潜在受容を含めると約 5 割に達する

約 3 割の人が、オプションとして料金を支払っても「合流部に接近する本線車あるいは合流車の存在を事前に検知し、ドライバに警告する機能」を利用したいと回答している。一方で、約 50%の人がサービスを利用したくないと回答しているが、内約 40%の人がヒヤリとする事象の回避に疑問を持っており、確実なサービスができれば約 5 割の人が利用する潜在可能性がある。

#### (c) 具体的料金支払額

サービスの利用意思を持つ人のうち、約 80%の人が 10 円であれば利用したいと考えている。平均支払意思額は 43 円程度である。

#### (d) 合流し難いと回答された箇所

トップ 5 は新宿（4 号線、上り）、上野（1 号線、上り）、東池袋（5 号線、下り）、初台（4 号線、下り）、土橋（神奈川線、下り）の順。

合流し難い理由のトップ 5 は以下のとおりであり、合流支援サービス導入候補条件となる。（括弧内は回答者数で複数回答を許している）

- 合流長が短い。(50)
- センタランプ。(40)
- カーブ部に合流がある。(33)
- 本線との速度差が大きい。(26)
- 相手が見えない。(17)
- 料金所からの距離が短い。(13)

#### 4.3.6.2 サービス及びリクワイアメントの検討

「ドライバの負荷低減」をサービスの主目的とし、合流部におけるドライバニーズに基づいて、提供すべき情報の検討を行い、リクワイアメントの見直しを行った。

リクワイアメントそのものに関しては、情報提供を前提としているため大きな修正は生じなかったが、リクワイアメント導出における検討過程が整理されたため、具体的なサービスイメージをより明確に出来た。

以下に、必要とされるサービスの整理・類型化とリクワイアメントの見直しについての検討結果を示す。

## 4.3.6.2.1 必要とされるサービスの整理・類型化

問題点の分析とニーズの整理結果を基に、合流部の部位毎にサービスの類型化を行った結果を、表 4.3.6-1 に示す。

表 4.3.6-1 合流支援サービスの類型化

部位		ニーズ	サービス内容	
			提供情報	目的
合流側	合流部直近	本線側後方接近車両の状況を知りたい。	本線側後方接近車両の有無を伝達	注意の喚起
			複数の本線側後方接近車両の状況・自車両との関係を連続的に伝達	判断の支援
		安全に入れるタイミングを知りたい。	本線側後方接近車両の状況に応じて、合流(発進)の可否を伝達	操作の指示
		合流部終端を正確に知りたい。	合流部終端が明確でない合流部の場合に、終端を表示	注意の喚起
本線側	合流部手前	合流部の存在、形状、状態等を知りたい。	合流部の存在、形状、状態などの情報を提供	注意の喚起
	合流部近傍	合流車両の存在を事前に余裕を持って知りたい。	合流車両との干渉の可能性を、事前に情報提供	注意の喚起
	合流部直近	合流車両の出現の有無と、そのタイミングを事前に知りたい。	合流車両の出現のタイミングもしくはその状態を事前に詳しく提供し、避走・速度調整の必要性などの判断材料を提供	判断の支援
		事前調整のために、合流車両の有無とその状態を連続して知りたい。	前方を走行する合流車両の位置、速度などを、自車両との関係が分かる形で連続的に情報提供	操作の支援を目的
		速度調整・避走の必要性を知りたい。	合流車線を走行している車両との関係に応じて、速度調整・避走の必要性を指示	操作の指示

## 4.3.6.2.2 サービスの具体化

調査を通じて明らかになった合流支援サービスの類型化を基に、サービスの目的、提供情報、支援レベルなどを明確にし、具体的な情報提供手段の検討と具体的なサービスイメージの作成を行った。

## (1) 必要とするサービスの目的の整理

サービス類型化の結果を再整理し、サービス目的の抽出を、本線側、合流側それぞれについて実施した。

#### 4章 研究の成果

##### 4.3 路車協調による走行支援道路システムに関する調査

###### (a) 本線側への情報提供の目的

- 合流部の存在・形状・状態などを事前に知らせる、注意の喚起
- 合流車両の存在を事前に知らせて注意を促す、認知の支援
- 合流車両の状態を事前に詳しく提供し、避走・速度調整の必要性などの判断材料を提供する、判断の支援
- 合流車線の車両の走行状態などの情報を連続的に提供し、合流車両との車間調整、避走などの操作を支援する、操作の支援
- 合流車両の出現を事前に知らせ、避走などを促す、注意の喚起
- 合流車の出現に合わせて、避走指示を行う、操作の指示

###### (b) 合流車両への情報提供の目的

- 後方から接近する本線側走行車両の有無を知らせて注意を促す、認知の支援
- 本線走行車両の接近状態を事前に詳しく提供し、速度調整などの操作判断材料を提供する、判断の支援
- 本線の走行状況を基にした、合流開始の可否を指示する（一種のランプメタリング）、操作の指示

###### (2) 必要とされる情報提供の内容の整理

サービスの類型化から、提供する情報の内容の整理を、本線側、合流側それぞれについて実施した。

###### (a) 本線側へ提供する情報の内容

- 合流部の存在とその形状・状態などの事前予告情報
- 合流車両の存在とその状態などの事前情報
- 合流車線の合流車両走行状態などの操作支援の情報
- 合流車両の状況を基にした、避走指示の情報

###### (b) 合流車両へ提供する情報の内容

- 本線側後方接近車両の状態（特に複数車両の走行状況）の情報
- 本線側走行車両の後方接近状況などの情報
- 本線側の走行状況（場合によっては指示状況）に応じた、合流可否の操作指示の情報

###### (3) 情報提供手段の分析整理

情報提供手段に要求される機能は、情報提供の目的（提供情報内容）によって異なる。

情報提供の目的と情報提供手段に要求される内容をまとめた。

サービスを類型化し合流部への適用の可能性を検討した結果を、表 4.3.6-2 に示す。

表 4.3.6-2 情報提供手段の類型化

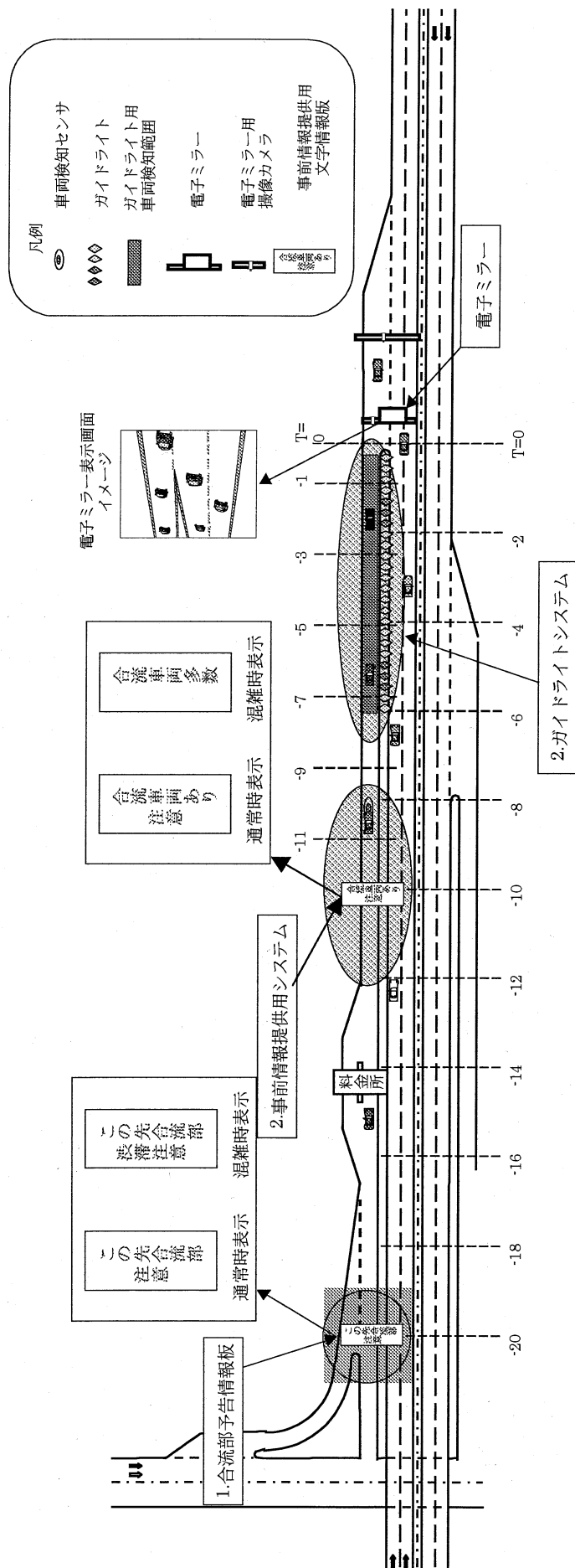
部位		サービス内容		適用情報提供手段
		提供情報	情報提供の目的	
合流側	合流部直近	本線側後方接近車両の有無を伝達	注意の喚起	可変文字情報板 図形情報板
		複数の本線側後方接近車両の状況・自車両との関係を連続的に伝達	判断の支援	図形情報板(表示灯) ガイドライト 電子ミラー
本線側	合流部手前	合流部の存在、形状、状態などの予告情報を提供	注意の喚起	可変文字情報板
	合流部近傍	合流車両との干渉の可能性を、事前に情報提供	注意の喚起	可変文字情報板 図形表示板
	合流部直近	合流車両出現のタイミングもしくはその状態を事前に詳しく提供し、避走・速度調整の必要性などの判断材料を提供	判断の支援	図形表示板 表示灯 電子ミラー
		前方を走行する合流車両の位置、速度などを、自車両との関係が分かる形で連続的に情報を提供	操作の支援	ガイドライト

#### (4) サービス内容の具体化

これまでの検討を基に、情報板、ガイドライト、電子ミラーによるサービスを具体的イメージにまとめた結果を、図 4.3.6-1、図 4.3.6-2 に示す。

4章 研究の成果

4.3 路車協調による走行支援道路システムに関する調査



ガイドラインによる本線側合流支援システムの概要

目的: 本線走行車両のドライバに合流車両の位置速度などを通知し、車線変更・速度調整のための判断材料を事前に提供し、合流部でのスムーズな合流を実現する。

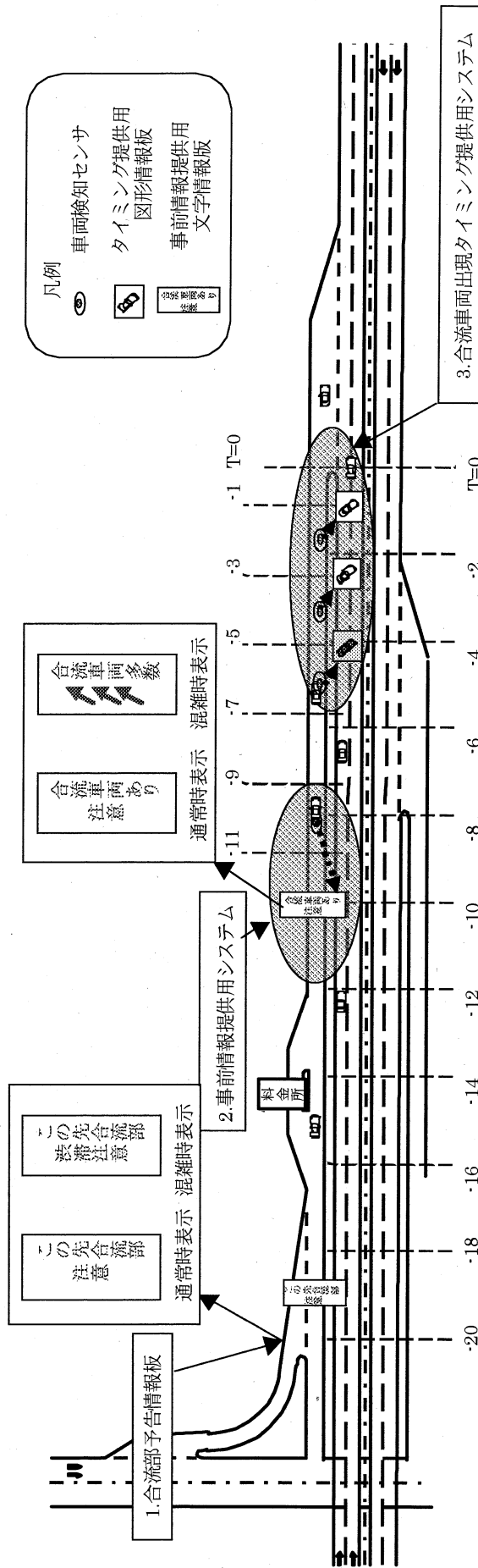
構成: ランプ走路に設置された車両検知器と、合流部予告情報板、事前情報提供用情報板、ガイドラインからなる

・合流部予告情報板で、合流部の存在と状況をあらかじめ通知

・事前情報提供用情報板とガイドラインで連携して、合流車両の有無と自車両との関係・出現タイミングを通知

方式: 合流部手前10秒程度のところ設置された事前情報提供用情報板で、合流車両の出現の可能性を通知し、合流部手前6秒程度から合流部まで設置されたガイドラインで、前方を走行する合流車両との関係を通知する。

図 4.3.6-1 ガイドライン、電子ミラーによる本線側合流支援システムイメージ図



複数の情報板による本線側合流支援システムの概要

目的: ランプ沿う航路を走行中の合流車両に対して、後方から接近する本線走行車両の状態を、合流部到達以前に情報板を通じて情報提供し、合流部での落ち着いた操作判断の実現を支援する。

- 構成:
- ・合流部手前の見通し不良部に設置された予告情報板と、本線側に設置された車両検知器と連動する複数の情報板からなる。
  - ・合流部予告情報板で、合流部の状態を通知し、合流部手前での追突を回避する。
  - ・位置関係を変えた複数の情報板により、本線走行車両の接近具合を擬似的に、通知する。

方式: 合流部までの距離に応じて、検知距離を長くした情報板を複数設置することで、合流部に至るまでの本線車両の接近状態を連続的に通知し、合流部到達以前の判断を促す。

図 4.3.6-2 情報板による本線側合流支援システムイメージ図

### 4.3.6.2.3 リクワイアメントの検討

#### (1) 前提条件

##### (a) 走行支援の方法

合流支援サービスは、ジャンクションやインターチェンジ部において交錯する可能性がある本線車（本線走行車線走行車）と合流車（合流ランプ走行車）を対象とする。少なくともどちらか一方の車両が何らかの回避行動をとる、あるいは準備することが可能なように、ドライバの認知判断時間、およびドライバの回避行動時間を考慮し、サービス対象車両が合流点へ到達する以前に情報提供を行う。

本来非優先側である合流車両へのサービスを主に考えるべきであるが、本線側走行車両へのサービスを実施する事により事前の車間調整・避走などを促すことが容易となり、サービスとして効果の範囲が大きいと考えられる。従って、ここでは優先側である本線側走行車両をサービスの対象とする場合についての合流支援サービスについて纏めることとする。

交通状況によっては車両規制を伴う可変チャネルリゼーションやランプメタリングなども有効と考えられるが、それらについては円滑化の調査項目で行った。

路車協調サービスに関しては、当面は連続的な情報提供が難しいスポット通信のみとなる点、単なる注意喚起ではなく連続した状態の伝達の具体化が難しい点、など実現に向けた検討課題が多くあるため、ここでの検討は路側単独サービスのみとする。

##### (b) サービスが対象とする適用速度

適用速度の範囲の設定に当たっては、当該道路区間や道路箇所における平均走行速度を大幅に超過するような速度は対象外とする。

実用的には、当該道路の実勢速度を考慮して設定する。ただし、実勢速度を含めて具体的な上限下限速度の決め方については、今後さらに検討する必要がある。

##### (c) サービスが運用される気象条件

道路が通行可能な範囲における走行支援を基本とし、高速道路が通行止となる条件をサービスが運用を停止する気象条件とする。

##### (d) サービスが運用される路面条件

道路が通行可能な範囲における走行支援を基本とし、高速道路が通行止となる条件をサービスが運用を停止する路面条件とする。

##### (e) サービス対象車両

対象車種は、原則として自転車をのぞく自動車とする。また、表示板設備等を利用するインフラ単独サービスでは、AHS 車載装置を搭載していない一般車両への情報提供が可能なことから、一般車両についてもサービスの対象とする。



## (f) サービス提供時間

ユーザ受容性を考慮し、昼夜 24 時間を通じてサービスを提供する。

ただし、渋滞発生時や極端に交通量が少ない場合などには、サービスが成立しなくなる場合があるため、交通状況などに応じて提供するサービス内容の変更を行うことも考慮する。

## (2) 合流サービスにおける走行支援機能

本線側、合流側へのサービスのそれぞれのリクワイアメントの見直し結果を、表 4.3.6-3、表 4.3.6-4 に示す。

## (a) 本線車両への支援

表 4.3.6-3 本線走行車両への合流支援サービスのリクワイアメント

<p>a) 走行支援の必要性・考え方</p> <p>合流部の構造上、合流部手前で合流車両の出現の確認ができない様な合流部においては、本線走行車両は、突然現れた合流車両の出現に合わせた速度調整、車線変更を強要される。場合によっては、急激な減速、無理な避走などを強いられ、最悪の場合には事故に至ることもあり、渋滞等の交通障害の要因にもなることがある。このため、本線走行車両のドライバーに「合流部の存在や、合流部到達時点での合流車線走行車両との関係が推定可能な情報を事前に的確に伝達する」ことで、事前の準備を促し、合流車両との錯綜回避や急激な操作の回避を行う。</p>
<p>b) 走行支援機能</p> <p>本線車線を走行するサービス対象車両に対し、</p> <p>① 合流部の存在とその状況提供を行う。(場合によっては、現状の固定標識で可能)</p> <p>② 合流部で遭遇が予測される合流車両を検知した場合、合流車両の状況の伝達を行う。両者の組み合わせに関しては、交通環境・道路状況に応じて選択する。</p> <p>&lt;情報提供&gt;</p> <p>◆遅くとも情報提供限界点に至る前に、ドライバーに対して情報提供を行う。</p> <p>ここで、情報提供限界点とは、</p> <p>① ドライバーが提供情報に基づいて、合流部近傍に至るまでに合流部の特徴・操作上の注意などの判断を下し、事前の心構えが可能な地点を示す。(現行の固定標識設置基準に準ずる)</p> <p>② ドライバーの情報提供認知・反応時間を含めて、ドライバーが提供情報に基づいて、合流部に至るまでに合流時の状況を想定し、予備的な判断・操作を行うに十分なタイミングにある地点を示す。</p> <p>&lt;提供情報内容&gt;</p> <p>◆少なくとも、以下の要件を満足する情報の提供を行う。</p> <p>① 合流部の存在と、その位置・交通状況など、合流部に対する事前注意喚起が可能な情報</p> <p>② 合流部到達時点もしくは現時点での合流車線走行車両との関係を推定可能な情報(合流車両の状況を情報提供する場合には、主に前方走行車両の情報を提供)</p>

c) サービス提供対象道路

自動車専用道路および一般道の合流部手前の本線走行車線

ただし、道路構造・交通状況などによりサービスの成立性が異なるため十分な事前検討が必要である。

また、道路構造上連続的な合流が出来ない、もしくは不可能な部位に関してはサービスの必要性がないため対象としない。

d) サービス対象車両の上限速度

対象走行道路における実勢速度・設計速度等と交通状況により定める。

e) 必要情報

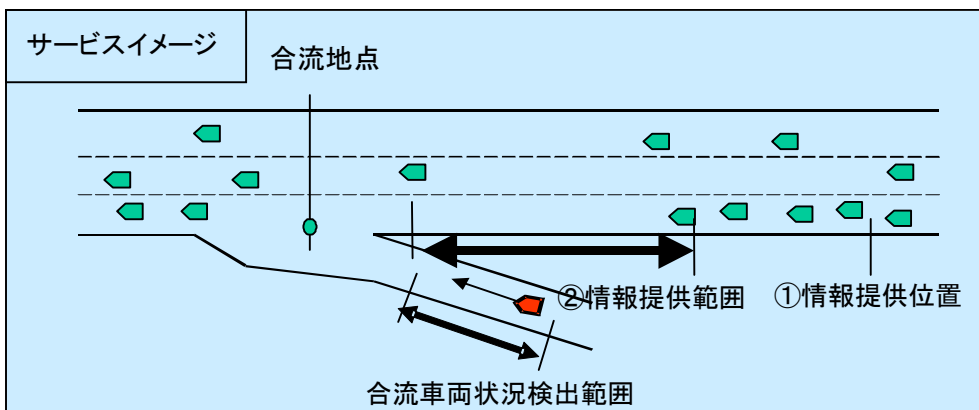
① 可変情報  
・車両情報

① 合流車両の位置、速度  
本線車両の位置、速度

連続的な事実情報の提供を行う場合と、収集された情報に基づいた情報を離散的に提供する場合で取り扱いが異なる。  
後者の場合には本線車両、合流車両の情報を基に情報提供タイミングとその内容、遭遇の可能性などの算定が行われる。

② 地点固有情報

② 合流部の位置、形状など



アルゴリズム

- ① 検知: 合流車線の車両の存在、位置、速度など状況を検出する。
- ② 処理: 検出情報に基づき、合流側車両の状況をドライバーが理解可能な情報に変換または遭遇の可能性などの算定を行い提供情報内容を決定
- ③ 出力: 情報提供設備に情報提供(連続的もしくは離散的)

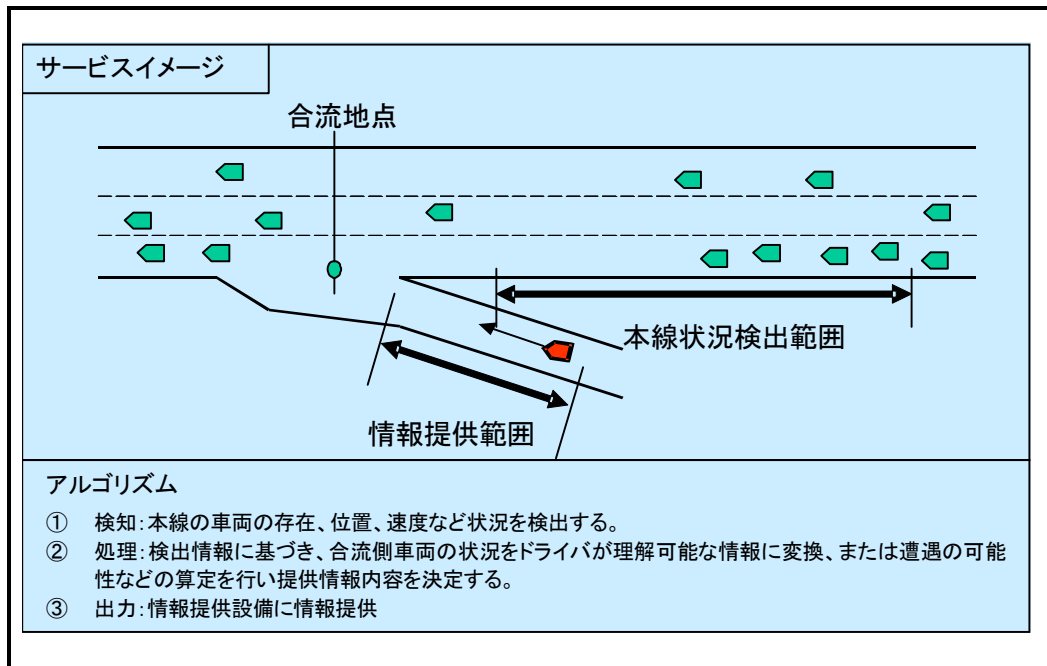
## (b) 合流車両への支援

表 4.3.6-4 合流車線走行車両への合流支援サービスのリクワイアメント

<p>a) 走行支援の必要性・考え方</p> <p>合流部の構造上、合流部手前で本線側の状況を確認できない様な合流部においては、合流車両のドライバは合流部到達後に、本線側車両の状態を認知し、判断・操作を非常に限定された状況下(区間・時間)で行うことを強いられる。そのため、ドライバは極度の緊張下にさらされ、本線走行車両との異常接近、合流端での停止、最悪の場合には事故に至ることもあり、渋滞等の交通障害の要因にもなることがある。このため、合流車ドライバに「合流部到達時点での、本線走行車両との関係が推定可能な情報を事前に的確に伝達する」ことで、合流部での緊張緩和を計り、事前の準備を促し、本線車両との錯綜回避や急激な操作の回避を行う。</p>	
<p>b) 走行支援機能</p> <p>合流線を走行するサービス対象車両に対し、合流部で遭遇が予測される本線走行車を検知した場合、以下の走行支援を行う。</p> <p>&lt;情報提供&gt;</p> <p>◆遅くとも情報提供限界点に至る前に、ドライバに対して情報提供を行う。ここで、情報提供限界点とは、ドライバの情報提供認知・反応時間を含めてドライバが提供情報に基づいて合流部に至るまでに、合流時の状況を予測し予備的な判断を行うに十分なタイミングにある地点を示す。</p> <p>&lt;提供情報内容&gt;</p> <p>◆少なくとも、以下の要件を満足する情報の提供を行う。</p> <p>合流部到達時点、もしくは現時点での本線走行車両との関係を予測可能な情報 (本線走行車両の状況を情報提供する場合には、主に後方接近走行車両の情報を提供)</p>	
<p>c) サービス提供対象道路</p> <p>自動車専用道路および一般道の合流部手前合流車線走行路 ただし、道路構造・交通状況などによりサービスの成立性が異なるため、十分の事前検討が必要である。</p> <p>また、道路構造上連続的な合流が出来ない、もしくは不可能な部位に関してはサービスの必要性がないため対象としない。</p>	
<p>d) サービス対象車両の上限速度</p> <p>対象走行道路における最実勢速度・設計速度等と交通状況により定める。</p>	
<p>e) 必要情報</p> <p>① 可変情報 ・車両情報</p>	<p>① 本線車両の位置、速度 合流車両の位置、速度</p> <p>連続的な事実情報の提供を行う場合と、収集された情報に基づいた情報を離散的に提供する場合で取り扱いが異なる。 後者の場合には本線車両、合流車両の情報を基に情報提供タイミングとその内容、遭遇の可能性などの算定が行われる。</p>

#### 4章 研究の成果

##### 4.3 路車協調による走行支援道路システムに関する調査



## 4.3.6.3 実験によるリクワイアメントの検証

## 4.3.6.3.1 試験走路実験による評価

サービスの提供はインフラ単独サービスに限定し、実験対象として可変表示板、ガイドライトとした。

## (1) 試験走路における模擬実験

## (a) 実験項目一覧

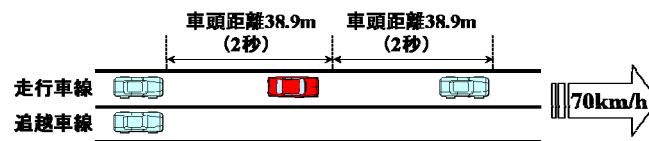
表 4.3.6-5 実験内容と被験者数一覧

区分	知見の有無	サービスの有無・種類	交通流	実験識別番号	計画被験者数(実績数。計画と異なるもののみ)			
					男性	女性	高齢者	計
① ガイドライト実験	知見なし	サービスなし	Ⅱ	G1	10	10	10	30
	知見なし	サービスなし	Ⅲ	G2	10	10	10	30
	知見なし	ガイドライト	Ⅱ	G3	10	10	10	30
	知見なし	ガイドライト	Ⅲ	G4	10	10	10	30
	知見あり	サービスなし	Ⅱ	G5	10	10	10	30
	知見あり	サービスなし	Ⅲ	G6	10	10(5)	10	30(25)
	知見あり	ガイドライト	Ⅱ	G7	10	10	10	30
	知見あり	ガイドライト	Ⅲ	G8	10	10	10	30
② 情報板実験	知見なし	情報板 0m	Ⅱ	J1	10	10	10	30
	知見あり	情報板 80m	Ⅱ	J2	10	10	10	30
	知見あり	情報板 0m	Ⅱ	J3	10	10	10	30
	知見あり	情報板 0m	Ⅲ	J4	10	10	10	30

## (b) 交通流

被験車両を中心に次の配置を発車時点から構成し、合流部手前 200m まで維持することにより 2 ケースの交通流を生成する。

## ① 追越車後方位置シナリオ (交通流Ⅱ)



## ② 追越車並走位置シナリオ (交通流Ⅲ)

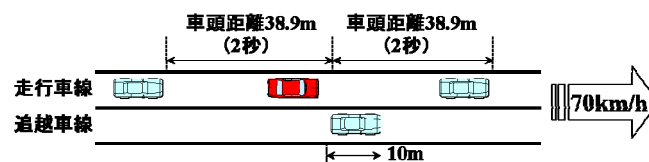
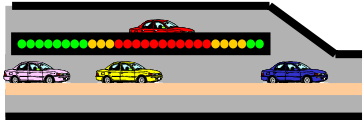


図 4.3.6-3 模擬交通流

## (c) サービスの概要

表 4.3.6-6 サービスの概要

種類	提供方法	装置
ガイドライトサービス	①本線側にガイドライト表示 ・合流車位置に対応する本線側のガイドライトを赤に点灯 ・合流車の前後ヘッドウェイ3～4秒に相当する領域を橙に点灯 ②本線車の速度に応じ橙色の領域を変化させる。 ⇒本実験での領域長 3 秒:約 60m(速度 70km/h 対応)	・灯具:赤、橙、緑の 3 色発光ダイオード ・設置間隔、個数:4m、計 25 個 
可変型情報板サービス	①本線側に情報板表示 ②被験車両の定点通過にあわせて表示を開始	2 ケース設定 ・Case1:合流部手前 80m 地点表示 ・Case2:合流地点(0m)表示

## (d) 実験結果の評価

## (7) ガイドライトサービスの評価

## (i) ネガティブチェック

- ① 意味の誤解性チェック：全被験者において、知見なしの場合でもガイドライトの「赤」の意味の誤解はなかった。
- ② 被験者による安全性の不均等性のチェック：安全性に関する指標（危険指標、減速度）は、平均値の改善だけでなく分散も減少し、サービス効果が中心化（安定化）することが判明した。

## (ii) 交通流への影響

知見の有無に関わらずサービス提供により以下の点が確認できた。

## ① 合流挙動の円滑性の大幅な向上

最大減速度が大幅に減少し（特に高齢者においてその効果は著しく半減）、合流円滑性が大幅に向上する結果、ショックウェーブの発生原因の抑制効果が著しく、後続の交通流への悪影響が大幅に改善された。また区間通過時の最低速度も若干向上し、無駄のない減速が行われていることが判明した。

## ② 合流時の交通安全性の向上

危険指標値が大幅に低減し（特に高齢者においてその効果が著しく約 4 割減）、交通流全体としての安全性が向上することが判明した。

## ③ 合流車へのサービス性の向上

合流時に適切な車頭間隔（ギャップ：60m）が形成され、合流車が安全に合流できるスペースが効果的に形成されることが判明した。

(iii) ドライバ（被験者）への影響

① 安全性の向上

危険指標値の減少のみならず、急ブレーキ操作も減少することから、被験者の安全性も向上することが判明した。特に高齢者にとって、その効果が大きいことが判明した。

② 心理的負担の低減

高齢者では特に心理的負担の緩和にも大きな効果があることがアンケート結果から判明した。

③ サービス活用度

知見が無しの場合でも約8割でガイドライトが正しく活用され、知見ありにより、さらに活用度が向上することが明らかとなった。

④ サービスの信頼感

9割以上がガイドライトを参考にして走行したと回答し、サービスコンセプトが受け入れられたと思われる。但し、ガイドライトに対する改善要望が多くより利用しやすい仕様へ改善する必要がある。

(4) 情報板によるサービスの評価

文字情報板による情報提供は理解性が高く、運転の参考にする比率が高いことが確認できた。

80m手前での情報板の方が心理的効果が高く、ブレーキ回数の低減や安心感の向上を確認できた。

0m情報板では情報提供に合わせた減速と、合流部での減速度の低下が認められたが、心理面での改善は見られなかった。

(i) ネガティブチェック

① 情報提供に対する過剰反応などはなかった。

② 合流部におけるブレーキタイミングが遅くなる傾向がある。

(ii) ドライバへの影響

① 全被験者がサービスの有効性を認め、安心感が向上する。

② 情報提供により、合流部近傍での急減速が減少した。

③ 情報提供により、避走の比率が約4倍に増加した。

④ ブレーキ回数をのぞいて、客観データでの明確な評価は難しく、アンケート主体となった。

(iii) 交通流への影響

① 合流部における通過性の向上には寄与している。

② 他の指標に関しては、有意な結果は得られなかった。

## (iv) 情報提供タイミングの分析

- ① 情報提供に対する車線変更の応答時間（情報提供から車線変更開始までの時間）として約 5.6 秒という値が得られた。読みとり時間と反応時間を考慮すると、操作余裕時間として 2 秒程度という参考値が得られた。
- ② 情報提供に対するブレーキの応答時間を分析したところ、約 4 秒という結果が得られた。読みとり時間を約 1 秒（7 文字×1.3 秒）としたときに、情報板における反応時間 2.5 秒（インフラ単独システムの検討で定義された値）とほぼ合致する結果が得られた。

## 4.3.6.3.2 ドライビングシミュレータ（DS）による模擬実験結果

12 通りの DS 実験を実施した。これらをサービスの有無に関わらず、交通流で分類すると表 4.3.6-7 に示す 5 通りの条件となる。

表 4.3.6-7 交通流に分類した場合の実験条件

実験条件	①	②	③	④	⑤
本線側速度 km/h	70			90	
合流側速度 km/h	50		30	50	30
車頭間隔 m	39	29		38	
ヘッドウェイ sec	2.0	1.5			

## (1) 基本実験結果

ガイドライトサービスの基本評価指標を表 4.3.6-8 に示す。この評価指標からみたガイドライトサービスの有無による DS 実験の比較を以下に示す。



表 4.3.6-8 実験評価指標一覧

評価指標	説明	単位
減速度 (減速度の最大値)	指標が低いほど、ショックウェーブの発生が少なく、後続車両への合流の影響も少ない。	m/sec <sup>2</sup>
危険指標 (衝突予想時間の逆数)	指標が低いほど、合流挙動が安全	4秒/TTC
通過速度 (走行速度の最小値)	指標が高いほど、合流における停滞が少ない	Km/h
旅行時間 (合流ノーズ端の前後200m、計400mの走行時間)	指標が低いほど、合流区間を迅速に通過	秒
操作タイミング (各操作の開始位置)	指標が低いほど、合流区間直前の操作が少ない	m

- (a) 減速度の比較  
ガイドライトの導入により最大減速度の平均値、分散は減少しているか、サービス無しの場合に比べ同程度の値となった。
- (b) 危険指標の比較  
ガイドライトの導入により①を除き全ての場合に危険指標が減少している。
- (c) 通過速度の比較  
①を除き通過速度は改善されている。
- (d) 旅行時間の比較  
通過速度については①を除き改善されているか、サービス無しの場合と有意差がない。
- (e) 操作タイミング  
いずれの場合もアクセルペダルの開始位置がノーズ端の前にシフトしておりサービスの提供により合流操作への早期対応が見られる。
- (2) 実験結果の評価
- (a) ネガティブチェック  
情報提供による過剰反応などは、見受けられなかった。
- (b) 交通流への影響  
ガイドライトの導入により最大減速度の減少、旅行時間の減少より円滑な合流が行われており交通流への悪影響はない。
- (c) ドライバへの影響
- (ア) 安全性の向上  
危険指標値の減少のみならず、急ブレーキ操作も減少することから、被験者の安全性も向上することが判明した。
- (イ) 心理的負担の低減

4章 研究の成果

4.3 路車協調による走行支援道路システムに関する調査

アンケート結果よりサービスの導入により合流に対する危険に対する評価が大幅に減少していることから大きな効果があることが判明した。

(ウ) サービス活用度

知見が無い場合でも約8割でガイドライトが正しく活用され、知見がある場合はさらに活用度が向上することが明らかになった。

(エ) サービスの信頼感

9割以上がガイドライトを参考にして走行したと回答し、サービスコンセプトが受け入れられたと思われる。但し、ガイドライトに対する改善要望が多く、より利用しやすい仕様へ改善する必要がある。

(d) ガイドライトサービスの有効性の範囲推定

評価指標の結果を一覧にすると図 4.3.6-4 のようになる。このうちネガティブな結果を含まない領域を選択すると②～④の領域が選択される。領域⑤については減速度に大きな値が発生しており有効な範囲から除いた。

本線側速度	km/h	70		90		
合流側速度	km/h	50	30	50	30	
車頭間隔	m	39	29		38	
ヘッドウェイ	sec	2.0	1.5			
		①	②	③	④	⑤
旅行時間	平均					
通過速度	平均					
減速度						過大
危険指標	分散					
安心度						
活用度(*説明省略)						
有効範囲						

Positive  
  No difference  
  Negative

図 4.3.6-4 ガイドライトサービスの有効性の範囲

4.3.6.3.3 交通流への基本影響評価実験結果

合流支援サービスの交通流に及ぼす影響を評価するために、花之木 JC 部におけるシミュレーションを基に、ガイドライトサービスを適用したケースの比較検討を行った。

(1) 花之木 JC 部における合流支援サービスが交通流に及ぼす影響評価

ガイドライトを誘導表示と見なし、合流車に配慮しつつ本線車を運転し

ている車を利用率という形で定義する。平均速度や断面交通量に関しては、サービス提供前後を比較して、ほとんど変化が無く、交通量に悪影響を及ぼさないことが確認できた。

なお、利用率 100% の場合、長田町入口～花之木入口の平均速度を見ると、渋滞開始が 15～20 分早くなっている事が分かる。これは、ガイドライトを見て本線車の事前に避走や、減速により、車間距離を確保するために渋滞が早まるものと推定される。

一方、合流支援サービスの適用前には、合流点で車間距離が不足しても強引に入ること、交通量がバランスし、下流側の交通容量に規定されてしまう。

すなわち、合流点下流側の交通量や速度は、サービス適用前後ではほとんど変化が無いのは、このような交通量でバランスが取れていることを示す。

## (2) 合流挙動における錯綜挙動の評価

図 4.3.6-5 に利用率を変えて TTC (Time To Collision) の変化を求めた。この結果、TTC の最頻値の 4 秒を比較すると、発生頻度が 40～60% に低減し、その分、TTC が長い方へシフトし、安全性が向上したことが分かる。このことは、スムーズな合流がなされ、余裕の有る運転になっていることが分かる。

## (3) シミュレーション結果の纏め

以上、狩場線上り、花之木 JC 部におけるシミュレーションを実施し、実測値と比較検討した結果以下の結論を得た。

- 錯綜挙動の危険性を表す評価指標の TTC は、ガイドライトによる合流支援サービスを適用することにより、比較的余裕の無い最頻値の 4 秒の発生頻度が 40～60% に低減し、余裕を持った運転ができるようになったことを示している。

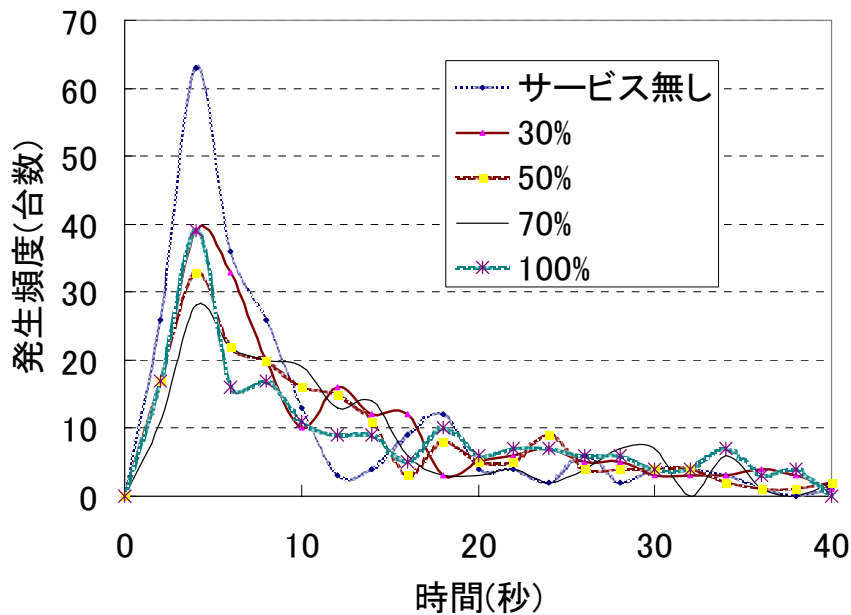


図 4.3.6-5 利用率と TTC の関係

#### 4.3.6.4 サービス評価

##### (1) ガイドライトサービス

ガイドライトの模擬実験において取得した走行データとアンケート結果を総合した分析結果、評価を以下に示す。

##### (a) 合流円滑性

##### (ア) 関連評価項目 走行データ：減速度統計、ブレーキング分布

知見の有無に関わらず、ガイドライトサービス提供により大幅な改善が有意に確認できた。特に高齢者においてその改善が顕著であった。

ブレーキング位置分布の結果を合わせると、合流以前での緩やかな減速の結果、合流に必要な合流部前後での速度調整（減速）負担が大幅に改善される結果、減速がサービスなしの場合に比較して分散され局所的な急ブレーキ操作が大幅に減った結果である。

知見なしの場合でも大幅な改善が見られたことは、ガイドライトの意味の十分な理解がなくてもガイドライトの誘導的情報提供効果が有効であった結果といえる。

##### (b) 安全性

##### (ア) 関連評価項目 走行データ：危険指標統計

サービスのシナリオ毎に衝突の危険性があったか否かを比較した結果である。サービスが提供された場合、合流車との車間を保つように走行することから衝突の危険性が減少していることが明らかとなった。

これも合流円滑性と同様に、サービス無しと比較すると高齢者の

場合、効果が顕著にみられ、高齢者へのサービスとしても有効であることが検証することができた。

(c) 高速通過性

合流部を通過する高速通過性においては、合流車発見時の急ブレーキが減少することから、サービス提供時は合流部の最低速度もやや向上される。

(d) 通過迅速性

合流ノーズ手前 200m から合流部通過後 100m の計 300m 間の旅行時間は若干増大することとなった。これは合流部手前のガイドライト設置区間で緩やかな減速行動を行なうためトレードオフ的評価となるが、サービス無しの場合に比べても若干（平均 0.4 秒）差であり、この遅れ時間が渋滞を引き起こすとは考えにくい。むしろ、個々の車両の急加減速が減少する方向であることから、交通流としてのショックウェーブの影響は少ないと考える。

(e) 車間確保性

サービス提供時にガイドライトを利用して、合流車を受け入れる車頭間隔を確保できているのかを検証した結果である。

被験車両と先頭車両のスタート時の車頭間隔は 40m、その車頭間隔がサービス提供時には約 60m（車頭時間 3 秒）まで確保できており、検証目的である合流車が本線に入る車間域を確保できていることが確認できたといえる。

(2) 情報板によるサービス

今回の実験で、情報板によるサービスはドライバーの理解性が高く、不安解消などの心理面での効果が高いことが明らかになった。

また、過剰反応などのネガティブな面も特に見受けられなかった。

ただし、今回はあくまでも基礎的な条件下での実験であるため、タイミングの違いによる影響など、より詳細な評価が必要と考えられる。

以下に今回の実験で明らかになった事項を纏める。

(a) 心理面に与える影響

余裕を持った情報提供で、特に心理的な効果が高いことが明らかになった。

一方、合流部直前での情報提供では、個人差が大きく心理的な効果は期待できないことが明らかになった。特に高齢者では、心理的な効果はほとんど見受けられなかった。

(b) 具体的な操作への影響

余裕を持った情報提供では、情報提供に対応した減速などの操作はほとんど見受けられず、合流車両を実際に確認してから操作を行う例が比較的多くなっている。このため、合流直後に比較的強い減速が発生している例が見受けられた。

一方、合流部直前での情報提供では、情報提供に対応した減速操作が比較的多く発生している。

(c) ネガティブな影響

情報提供による過剰反応などは、見受けられなかった。

ただし、(b)項でも述べたとおり、余裕が出来たことにより、事前減速が行われていないと思われる例もあり、今後更なる検討が必要と考えられる。

(d) サービスに関わるパラメータの評価

情報提供から車線変更開始時間を分析した結果、情報板による合流支援サービスにおける情報提供限界タイミングとして、約 5.5 秒が望ましいという参考値が得られた。

5.5 秒の内訳は、7 文字読みとり時間 1 秒+反応時間 2.5 秒+操作余裕時間 2 秒である。

また、情報提供から減速開始までの時間を分析した結果、反応時間として 3 秒という参考値が得られた。

(e) 情報提供手段に対する評価

今回の実験では、情報板と文字の大きさに関して、より大きくしてほしいとの要望が比較的多かった。

パイロットシステム用の情報板を流用したため、高速道路で一般的に使用されている情報板よりも小さかったことが原因と考えられる。