

4章 研究の成果

4.5 システムの実用化に関する調査

4.5 システムの実用化に関する調査

システムの実用化に関する調査では、今後施設を普及させていくためのコストに関する検討、均質な性能を得るための検査・仕様規定等について検討した。また、今後の展開が予想される実用化サービスについても調査した。

4.5.1 評価調整ツールの開発

可視、赤外、ミリ波いずれの道路状況把握装置も、全体の製作費に占めるSI費、調整費等の高度な技術を必要とする人件費の割合が高い。特に、調整費は全体の約31%を占めており、調整費を対象とした対策を講じることが実導入にあたり重要な事項であると考えられた。そのため極力自動化できること、ベテランでなくても容易に調整できることを目的に評価調整ツールの開発を行った。

4.5.1.1 設計範囲

道路状況把握装置を導入する場合、図4.5.1-1に示すような作業となる。評価調整ツールはこのうち調整工程を対象にしたものである。

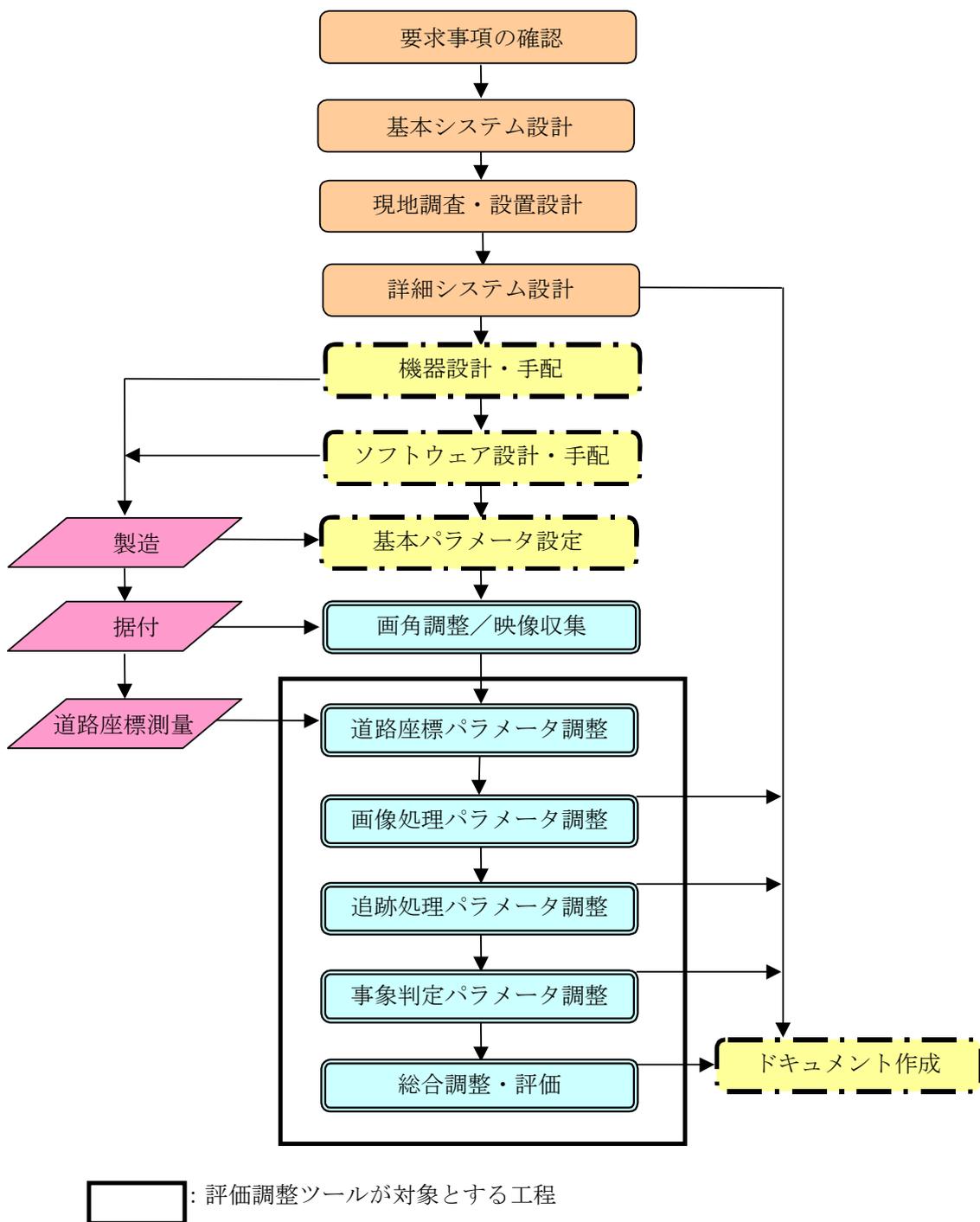


図 4.5.1-1 評価調整ツールが対象とする工程

4.5.1.2 対象装置

今回開発する評価調整ツールは、可視道路状況把握装置を対象としたものである。但し、本評価調整ツールは、可視道路状況把握装置以外の、赤外画像式、ミリ波式およびレーザ式への適用も考慮して設計を行った。

4.5.1.3 課題と対策方針

可視道路状況把握装置(※)の調整工程における作業内容から課題を抽出し、本評価調整ツールにて対策すべき方針を決定した。

可視道路状況把握装置の調整工程と各工程における作業の流れを図 4.5.4-2 に示す。

※以下、現地に据え付けた可視道路状況把握装置を示す場合は現地実機とし、工場の評価用に使用する可視道路状況把握装置を示す場合は工場評価機とする。また、特に区別しない場合は可視道路状況把握装置とする。

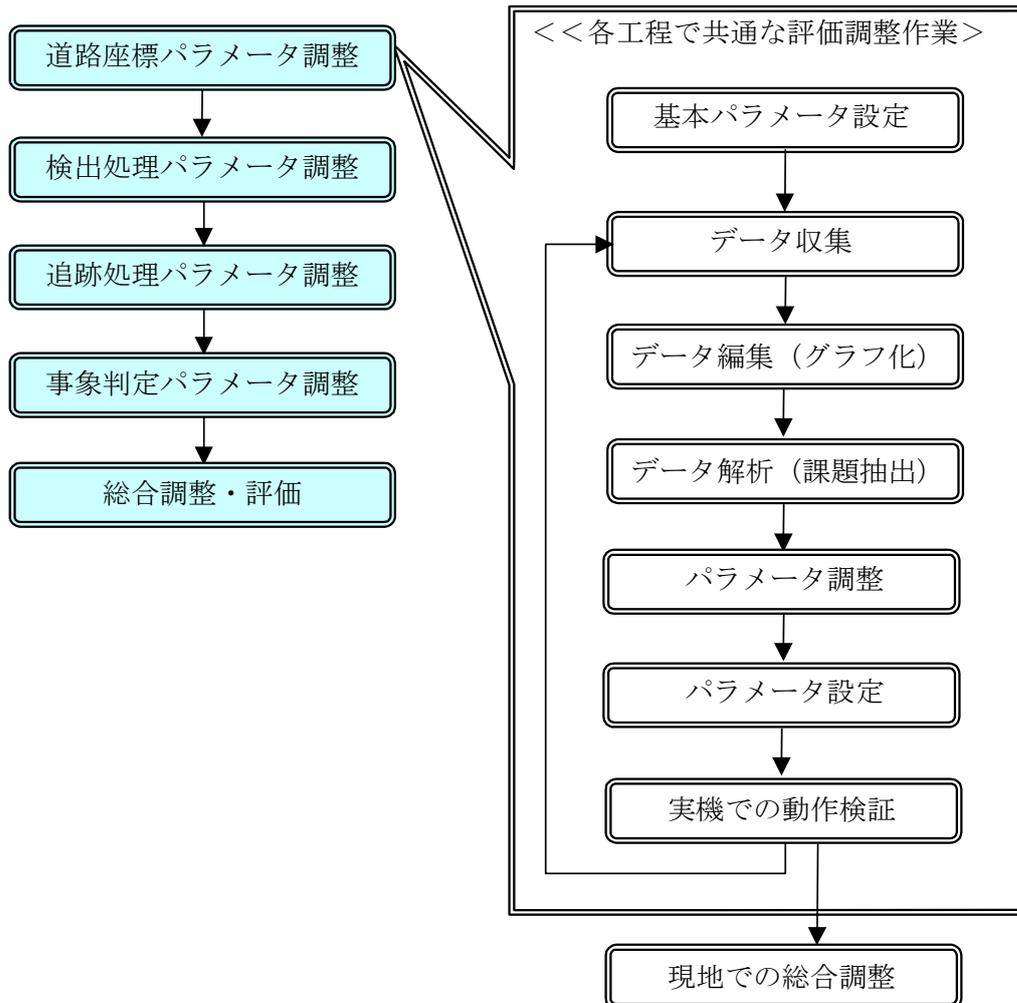


図 4.5.1-2 調整工程と各工程における作業の流れ

以下に調整工程における作業内容から抽出した対策すべき内容を示す。

① データ収集

現地に行かずに、遠隔地（工場等）から現地実機の出力データを収集することを可能とする。

② データ編集（グラフ化）

人為的ミスや作業効率の低下を防ぐために、手作業で行っていたものを自動化する。

- ③ データ解析（課題抽出）

経験の浅い技術者でも課題および調整すべきパラメータの抽出ができるように、熟練者のノウハウを蓄積したデータベースを構築する。
- ④ パラメータ調整

経験の浅い技術者でもパラメータの最適化ができるように、熟練者のノウハウを蓄積したデータベースを構築する。
- ⑤ パラメータ設定

現地に行かずに、遠隔地（工場等）から現地実機へパラメータ設定することを可能とする。
- ⑥ 実機での動作検証

遠隔地（工場等）で区間統合処理および事象判定処理のパラメータ調整を行えるようにするため、遠隔地（工場等）から収集した各検出処理部の現地データを使用し、パソコン上で現地動作環境をシミュレーションできる仕組を構築する。

4.5.1.4 システム仕様

(1) 道路状況把握装置評価ユニット

道路状況把握装置評価ユニットは、3つのハードウェア（評価ユニット、画像キャプチャユニット、ネットワークアダプタ）から構成され、道路状況把握装置評価ツールをインストールし、道路状況把握追跡処理部（以下、追跡処理部）、各道路センサと接続することにより、複数センサのデータ及び画像データの収集、収集データから必要データの抽出、抽出したデータから評価項目毎のグラフ作成を自動的に行う。

(2) データ収集ソフトウェア

(a) 概要

本ソフトウェアは、OSとしてWindowsXP Professionalを採用し、複数のセンサからのデータをHDDに記録し、WEBサービスを実装することにより、WEB経由でセンサの稼動状況を表示し、データを取得する機能を実現する。

WEBサーバとコマンドを発行するCGIプログラム、および、稼動状況画像のキャプチャプログラムとセンサデータの保存プログラムから構成される。

(b) 機能

本ソフトウェアの機能を表4.5.1-1に示す。

表 4.5.1-1 データ収集ソフトウェア機能一覧

機能	内容
計測データ記録機能	追跡処理部経由で、100 ミリ秒ごとにセンサが出力する各道路センサと追跡処理部の計測データを LAN 経由で評価ユニットのハードディスクに記録する。
事象判定データ記録機能	100 ミリ秒ごとに追跡処理部が出力する事象判定データを、LAN 経由で評価ユニットのハードディスクに記録する。
特徴量データ記録機能	追跡処理部経由で、100 ミリ秒ごとにセンサが出力する各道路センサの特徴量データを LAN 経由で評価ユニットのハードディスクに記録する。
統計処理機能	追跡処理部経由で、100 ミリ秒ごとにセンサが出力する各道路センサと追跡処理部の計測データから、単位時間当たりの交通量、平均速度、大型車混入率を算出する。
統計データ記録機能	統計処理機能により算出した単位時間当たりの交通量、平均速度、大型車混入率を、評価ユニットのハードディスクに記録する。
画像記録機能	道路センサからの画像を、評価ユニットのハードディスクに記録する。
WEB 機能	Web を介して遠隔地から情報を収集できるように WEB サーバーを設定し、外部に対して情報を提供する

(c) ソフトウェア構成

本ソフトウェアの構成を表 4.5.1-2 に示す。

表 4.5.1-2 データ収集ソフトウェア構成一覧

区分	種別	名称
汎用 ソフトウェア	OS	Microsoft WindowsXP Proffesional
	開発 統合環境	Microsoft Visual C++6.0 Enterprise
	HTTP サーバー	パーソナル WEB サーバー (WindowsNT 付属)
	座標変換	ビクトリーソフト PhotoModelerPro Windows 版 3D 座標変換プログラム
	バックアッ プ	CD-R ライティングソフト (CD-R 付属)
製造 ソフトウェア	改修	(1) WEB 画面 (含む CGI) (2) 全景表示プログラム (3) 記録サーバープログラム

4.5.2 技術資料の策定

全国均質サービスを行うためにはシステム製作に統一要件が必要である。

機能・性能要件だけで製作する場合、メーカーにより装置形態が異なることになり、システム導入後の拡張性や保守・運用性の面で大きな制約を受ける。それを回避するために画像処理装置や路側処理装置等のブラックボックス、インタフェース部分をオープンにし、処理部ごとの機能・性能設定、ソフトウェア、ハードウェア分担等迄明確にした仕様書としての技術資料を策定した。作業は平成13年度から15年度まで行った。

(1) 技術資料の構成

技術資料は、実用化を目指すシステムについてサービス定義やシステム設計のアーキテクチャ、ハードウェアやソフトウェアの設計根拠やアルゴリズム等をまとめた図書である。

具体的には、前方停止車両・低速車両情報提供支援やカーブ進入危険防止支援等の単路系のサービスを集録した。また、これらのサービスを実現するための道路状況把握設備、路面状況把握設備などのセンサや路車間通信設備についての記述を集録した。

また、「安全性、信頼性の考え方」、「全国での均質サービスの提供やコスト縮減のための設計」、「チューニング、メンテナンスの省力人化」などについても記載の充実を図るように努めた。

技術資料は、要件定義書、基本設計書に分けて編集した。それぞれの記載内容は次のとおりである。

(a) 要件定義書（【Bxx】）

サービス定義やシステム設計に必要な項目等を記載している。実道実験で得られた性能値も該当する図書に集録されている。

(b) 基本設計書（【Cxx】）

ハードウェア、ソフトウェアの設計の考え方やアルゴリズム等を記載している。実道実験施設により評価が行われたアルゴリズム等について集録されている。また、実験が行われなかったものについては検討された考え方までが記載されている。

技術資料の図書構成を図4.5.2-1に示す。

なお、安全走行支援システムの成果を活用した「AHS構成機器の道路管理への適用検討書」も合わせて記載した。

(2) 記載内容

記載内容についてはシステムの要件定義書、装置の要件定義書、装置の基本設計所で目次項目を統一しているため、例として、サービス要件定義書(B08)、装置の要件定義書(B16)、装置の基本設計書(C17)の3図書の目次を載せる。

4章 研究の成果

4.5 システムの実用化に関する調査

区分	図書名	図書番号と所属		
		概要編	実用化研究編	
			要件定義書	基本設計書
概要編	エグゼクティブ サマリー	●A00		
	安全走行支援サービス		●B01	
	走行支援道路システム		●B02	
	技術資料の読み方	●A01		
システム	走行支援道路システム		●B02	
	単独 カーブ進入危険防止支援サービス		●B03	
	前方停止車両・低速車両情報提供支援サービス		●B08	
	路面情報提供支援サービス		●B09	
	組合せ カーブ進入+路面情報提供支援サービス		●B03B	
	カーブ進入+前方停止車両・低速車両情報提供支援サービス		●B03C	
	路面情報+前方停止車両・低速車両情報提供支援サービス		●B09B	
	インフラ単独サービス		●B101	
	単独 前方停止車両・低速車両情報提供支援サービス		●B102	
	単独 路面情報提供支援サービス		●B103	
インフラ 前方停止車両・低速車両情報+路面情報提供支援サービス		●B105		
インタフェース	インタフェース技術資料		●B12	
	道路状況把握設備～路側処理設備		●B12A	
	路面状況把握設備～路側処理設備		●B12B	
	路車間通信設備～路側処理設備		●B12C	
	路車間通信		●B12D	
	AHSセンタ設備～路側処理設備		●B12E	
	情報表示設備～路側処理設備		●B112F	
	インフラ AHSセンタ設備～路側処理設備		●B112E	
道路状況把握設備	可視道路状況把握設備		●B16	
	可視道路状況把握設備		●C17	
	赤外線道路状況把握設備		●C18	
路面状況把握設備	可視路面状況把握設備		●C19	
	可視路面状況把握設備		●B21	
	レーザーダ路面状況把握設備		●C22	
路面状況把握設備	レーザーダ路面状況把握設備		●C23	
	光ファイバ路面状況把握設備		●C24	
	路車間通信設備		●B27	●C27
路側処理設備	路側処理設備(AHS-i用)		●B29	
	前方障害物衝突防止支援			●C30
	カーブ進入危険防止支援			
	路面情報活用車間保持等支援			
路側処理設備	路側処理設備(インフラ単独用)		●B37	
	前方停止車両・低速車両情報提供支援サービス			●C37
	路面状況情報支援サービス			
AHSセンタ設備	前方停止車両・低速車両情報提供支援サービス+路面			
	AHSセンタ設備(1/3) 要件定義書(AHS-i編)		●B39	
	AHSセンタ設備(1/3) 基本設計書(AHS-i編)			●C39
	AHSセンタ設備(2/3) 要件定義書(インフラ単独システム編)		●B39A	
	AHSセンタ設備(2/3) 基本設計書(インフラ単独システム編)			●C39A
AHSセンタ設備	AHSセンタ設備(3/3) 要件定義書(AHS-i+情報表示設備編)		●B39B	
	AHSセンタ設備(3/3) 基本設計書(AHS-i+情報表示設備編)			●C39B
情報表示設備		●B40		
設置	AHS設備 設置要件定義書		●B13	
保守	AHS設備 運用・保守ガイドライン		●B15	
AHS構成機器の道路管理への適用検討書			B201	

図 4.5.2-1 技術資料の図書構成

・ [B08] 前方停止車両・低速車両情報提供支援サービス要件定義書
目次項目

- 第1章 本書の位置付け
- 第2章 サービスの定義
 - 2-1 前方停止車両・低速車両情報提供支援サービス
 - 2-2 連続・前方停止車両・低速車両情報提供支援サービス
 - 2-3 事象検出に関する路車機能の分担
 - 2-4 支援レベル
 - 2-5 サービスを提供する車両の種類
 - 2-6 サービス対象車両の適用上限速度と減速度
 - 2-7 サービスを提供する条件
- 第3章 サービスの提供場面と提供情報
 - 3-1 サービスの提供場面
 - 3-2 サービスが対象とする事象
 - 3-3 サービス機能と処理フロー
 - 3-4 サービス提供情報の内容
 - 3-5 サービス情報伝達地点
 - 3-6 基点情報伝達地点
- 第4章 性能、信頼性
 - 4-1 システム性能
 - 4-2 安全性と信頼性
- 第5章 設備構成
 - 5-1 設備構成
 - 5-2 機器構成
 - 5-3 機能構成
- 第6章 設備導入計画から設備設置までのS I
 - 6-1 設備導入計画からサービス稼動までの全体フロー
 - 6-2 計画から発注までのS I要件
 - 6-3 発注から設備設置までのS I要件
- 第7章 検 査
 - 7-1 検査の目的
 - 7-2 完成検査の検査手順と内容
- 第8章 運用・保守
 - 8-1 システムの運用・保守体制
 - 8-2 障害監視
 - 8-3 予防保全

・ [B16] 道路状況把握設備要件定義書から可視道路状況把握装置部分
目次項目

第1章 本書の位置付け

第2章 道路状況把握設備

2-1 適用範囲

2-2 機能・性能

2-3 道路状況把握設備の構成

2-3-1 構成

2-3-2 適用サービス毎の構成

2-4 環境条件

2-5 安全性・信頼性

2-6 設備選定の考え方

第3章 可視道路状況把握設備

3-1 設備の目的

3-2 設備の前提条件

3-3 設備の機能概要

3-4 設備の性能

3-5 設備構成

3-6 インタフェース

3-7 機器設置・配置基準

3-8 施工

3-9 検査基準

3-10 保守・運用

・ [C17] 可視道路状況把握設備基本設計書 目次項目

第1章 本書の位置付け

第2章 構成

2-1 設備概要

2-2 動作タイミング

2-3 性能

2-4 システム構成

第3章 ハードウェアとソフトウェアの設計

3-1 ハードウェア設計

3-2 ソフトウェア設計

第4章 検出処理部

4-1 概要

4-2 機能概要

4-3 各機能のアルゴリズム概要と処理フロー

第5章 追跡処理部

5-1 概要

5-2 機能概要

5-3 各機能のアルゴリズム概要と処理フロー

第6章 インタフェース

6-1 外部インタフェース

6-2 内部（検出処理部～追跡処理部間）インタフェース

第7章 検査方法

7-1 概要

7-2 試験条件

7-3 検査項目

付録 計測実績

4.5.3 標準検査映像の制定

AHSは安全を支援するサービスであるので、情報を提供する装置の信頼性確保が重要である。システムとしての信頼性は、各装置の信頼性、特にセンサの信頼性を押さえれば担保されると考え、センサの性能を左右するソフトウェアの標準化と検査映像の標準化に取り組んだ。なおソフトウェアについては製造メーカーごとに統一するのは不可能なため、使用希望社にたいして貸与（使用許諾）できるものとして整備した。試験検査及びソフトウェアについては技術資料で規定しているが、実際に標準として使えるものを準備したものである。

4.5.3.1 標準検査映像

システム設置後は各種の条件で短期に性能検査をすることは不可能である。たとえば路面状況把握センサの場合は乾燥、湿潤、積雪、凍結等の路面状況の検査には数ヶ月を要する。そのため工場出荷時点ですべての条件を標準検査映像にて確認しておこうとするものである。

対象となるセンサは以下のものである。

- 可視道路状況把握センサ
- 赤外道路状況把握センサ
- ミリ波道路状況把握センサ
- 可視路面状況把握センサ
- レーザレーダ路面状況把握センサ

以下に路面状況把握センサの標準検査映像とサービスの検証に用いるために作成した可視道路状況把握センサと赤外道路状況把握センサの標準検査映像について記載する。

4.5.3.1.1 路面状況把握センサ標準検査映像の検討

(1) 標準検査映像の位置づけ

標準検査映像は、AHS 路面状況把握センサの機能・性能検査を実施するための映像であり、メーカーが行う工場検査の一部とすることができる。

(2) 標準検査映像の準備範囲

標準検査映像として準備する範囲を以下に示す。

- (a) AHS 路面状況把握センサの機能・性能検査を実施するための映像
- (b) 通常発生しうる現象で正常検知できる映像（晴天時に木や電柱等の構造物の影が道路上にかかる映像）
- (c) AHS センサとして対処し正常検知できる映像
 - (7) 突発照度変化の映像：雲の移動等による周囲の瞬間的照度変化映像
 - (4) 季節の映像：季節の違いによる照度変化映像

4.5.3.1.2 路面状況把握センサの標準検査映像

(1) 標準検査映像のパターン

AHS 路面状況把握センサの標準検査映像は、季節、時間帯、状況別に 17 種類のパターンの映像を準備した。

(2) 標準検査映像の取得概要

AHS 路面状況把握センサの標準検査映像取得場所の選定内容および選定した取得場所の概要を以下に示す。

(a) 映像取得場所の選定

映像取得場所は、複数の基準に基づき、北海道の中山峠を選定した。

(b) 映像取得場所の概要

標準検査映像を取得する場所の概要を以下に示す。

(ア) 映像取得期間：平成 14 年 10 月～平成 15 年 3 月

(イ) 映像取得場所：北海道 一般国道 230 号、中山峠 46.4kp 付近

(ウ) 対象システム：中山峠実験の「可視画像式路面状況把握装置」

(3) 標準検査映像の内容

(a) 標準検査映像の選定

中山峠実験にて取得したデータの中から「正常に判定結果を出力できる映像」、「(1)に示す 17 種類のパターンを判定できる映像」、「他の事象をなるべく含まず、はっきりと一つの事象を判定できる映像」という基準で下記の 7 種を標準検査映像として選定した。

(ア) 「夏期、昼、乾燥」映像

(イ) 「夏期、昼、湿潤」映像

(ウ) 「夏期、昼、水膜」映像

(エ) 「夏期、昼、積雪」映像

(オ) 「冬期、昼、凍結」映像

(カ) 「移動体除去機能」判定映像

(b) 標準検査映像の作成

選定した映像を基にして AHS 路面状況把握センサに入力して画像処理できる NTSC 信号を出力できる映像を作成した。

(ア) 路面状態判定用映像の作成

各 5 事象（乾燥、湿潤、水膜、積雪、凍結）の 10 分映像を作成して結合した一つのファイルを作成する。このファイルを夏期と冬期の 2 種類について作成し、DVD メディアと DV テープに記録した。

(イ) 移動体除去機能確認用映像の作成

中山峠実験で保存していた移動体除去を確認するための 1 時間程度の動画映像をパソコン等の編集機材に取込み、選定した移動体が走行する部分の 10 分程度を抜き出し編集し、一つのファイルを作成し、このファイルを DVD メディアと DV テープに記録した。

4章 研究の成果

4.5 システムの実用化に関する調査

(4) 標準検査映像の使用方法

標準検査映像を使用した AHS 路面状況把握センサの機能・性能検査方法例を以下に示す。

(a) 標準検査映像を使用した機能検査例

表 4.5.3-1 機能検査 (例)

検査項目	判定規格	検査手順
面的計測機能	入力映像をデジタル変換し、移動体を除去した後、面的エリア(約 10m×100m程度)の路面状態をメッシュ単位で計算出力し、出力が約1分であることをデータ蓄積装置に蓄積されたデータで確認する。	標準検査映像(映像番号 17)を入力し、 ●移動体を除去した映像が出力されることを確認する。 ●面的エリア(約 10m×100m程度)がメッシュ単位で計算出力されることを確認する。 ●出力が約1分であることを確認する。
状態判定機能	次の路面状態出力をデータ蓄積装置に蓄積されたデータで確認する。 ●基本機能:乾燥・湿潤・積雪・凍結の4状態 ●最大機能:乾燥・湿潤・水膜・積雪・凍結の5状態	標準検査映像(映像番号 1~16)を入力し、 ●基本機能:乾燥・湿潤・積雪・凍結の4状態を確認する。 ●最大機能:乾燥・湿潤・水膜・積雪・凍結の5状態を確認する。
画像蓄積機能 (参考:必ずしも標準検査映像でなくても可)	最小1分毎のカメラ画像と路面判定後のメッシュ画像を各々静止画で蓄積可能なことをデータ蓄積装置に蓄積されたデータで確認する。	標準検査映像(映像番号 1)を入力し、カメラ画像、路面判定後のメッシュ画像を各々静止画で最小1分毎に蓄積することを確認する。
事象定義変更機能	路面変化条件等の事象定義変更が可能なことを確認する。	標準検査映像は使用しない。
現況表示機能 (参考:必ずしも標準検査映像でなくても可)	現在のカメラ画像、検出結果画像等が道路管理用端末の監視用WEB画面「状態遷移画面」に表示されることを確認する。	標準検査映像(映像番号 1~2)を入力し、道路管理用端末の監視用WEB画面「状態遷移画面」を開き、現在のカメラ画像、検出結果画像が表示されることを確認する。
帳票出力機能	検出結果画像、路面状態遷移チャートとの帳票が出力されることを確認する。	標準検査映像は使用しない。

(b) 標準検査映像を使用した性能検査例

性能検査は、表 4.5.3-2 に示す方法で検査する。

表 4.5.3-2 性能検査 (例)

検査項目	判定規格	検査手順
正解率(状態判定率)	状態判定機能における正解率が次のとおりであることを確認する。 ●基本性能:80%以上 ●最大性能:90%以上	標準検査映像(No.1~16)を入力し、状態判定機能における総合の正解率が次のとおりであることを確認する。 ●基本性能:80%以上 ●最大性能:90%以上
データ更新周期	データ更新周期が次の通りであることを確認する。 ●約1分	表 4.1.8-1 機能検査の「面的計測機能」により、路面状態が約1分で出力されることを確認する。
道路上でのメッシュの大きさ(空間分解能)	面的計測機能において、CCTVカメラ直下の映像範囲内での道路上でのメッシュの大きさが次のとおりであることをデータ蓄積装置に蓄積されたデータで確認する。 ●基本性能:2m以内 ●最大性能:0.5m以内	標準検査映像(No.1)を入力し、CCTVカメラ直下の映像範囲内での道路上でのメッシュの大きさが ●基本性能:2m以内 ●最大性能:0.5m以内であることを確認する。

4.5.3.1.3 道路状況把握センサの標準検査映像の作成方針

(1) 標準検査映像の準備範囲

標準検査映像の準備範囲を纏めた表を表 4.5.3-3 に示す。これに基づいて、機能検査、および性能検査の検査項目と、それらに対する項目ごとの判定規格を検討した。

なお、標準検査映像は、可視画像式装置用と赤外画像式用に分け、また標準検査映像(可視用)については夜間照明の有無に分けて作成準備した。

表 4.5.3-3 標準検査映像の準備範囲

	撮像方向	機能検査		性能検査							その他				
		個別車両 検出機能	事象判定 機能	検出対象		検出速度 90km/h 以下	検出範囲	検出対象 車線 各1車線の 計2車線	データ 更新 周期	車両 検出率 95%以上		天候		映像記録時間 通過車両台数	
				四輪車	自動 二輪車					昼	夜	晴天	雨天		
1	後方撮像	●	●	●	●	●	●	●	●	◎		◎		車両検出率の 機能検査項目 を実施できる だけの時間、 または台数を 記録した映像 とする。	
2		●	●	●	●	●	●	●		◎		◎			
3		●	●	●	●	●	●	●	●	◎			◎		
4		●	●	●	●	●	●	●	●		◎		◎		
1	前方方向	●	●	●	●	●	●	●	●	◎		◎		車両検出率の 機能検査項目 を実施できる だけの時間、 または台数を 記録した映像 とする。	
2		●	●	●	●	●	●	●		◎		◎			
3		●	●	●	●	●	●	●	●	◎			◎		
4		●	●	●	●	●	●	●	●		◎		◎		

「国土技術政策総合研究所資料 No.209 対向車両情報表示サービス、前方停止車両・低速車両情報表示サービス(国道交通省 国土技術政策総合研究所)」による

- (注記) ●印 : 機能が検査できる道路状況が記録された短時間の検査映像で実施する。
◎印 : 車両検出率が検査できる時間または台数を記録した長時間の検査映像で実施する。

4.5.3.1.4 可視道路状況把握センサの標準検査映像

表 4.5.3-3 を参考に、対向車両情報表示サービスの標準検査映像パターンの標準検査映像を準備した。

これらに使用した映像は、これまでに AHS 関連の業務で対象となった、実道設置のカメラの映像を基本とし、機能・性能の確認を 1 カメラの映像で実施できるように考慮した。また、可視画像式センサ用の映像は夜間照明の有無の違いを考慮し 2 種類の映像を準備した。

4.5.3.1.5 赤外道路状況把握センサの標準検査映像

(1) 標準検査映像のパターン

赤外面像式センサによる対向車両情報表示サービスには、映像シーン（対象物、環境条件、車両映像の向き）別に 21 種類の映像を準備した。

(2) 標準映像の取得概要

(a) 標準検査映像の要件

検査映像のシーンは、より実運用に即した状態で検査するために対面通行車線の自然交通流のシーンとし、昼/夜、晴/雨のふたつのパターンとした。

(b) 取得業務概要

(ｱ) 実施期間

2005 年 12 月 22 日～2006 年 1 月 25 日（35 日間）

(ｲ) 実施箇所

国土交通省鳥取河川国道事務所管内
国道 9 号線 199K010 地点近辺（駟馳山峠）

(ｳ) 対象システム／カメラ

- 前方障害物情報提供設備／カメラ 2
- 設置地点：国道 9 号線 199K010 地点

4.5.3.1.6 標準検査映像の使用方法

標準検査映像の実際の使用に当たっては個々のシステム構築時における設備内容に準じて規定する。

工場検査を実施する際の検査機器構成例のブロック図を図 4.5.3-1 に示す。

4章 研究の成果

4.5 システムの実用化に関する調査

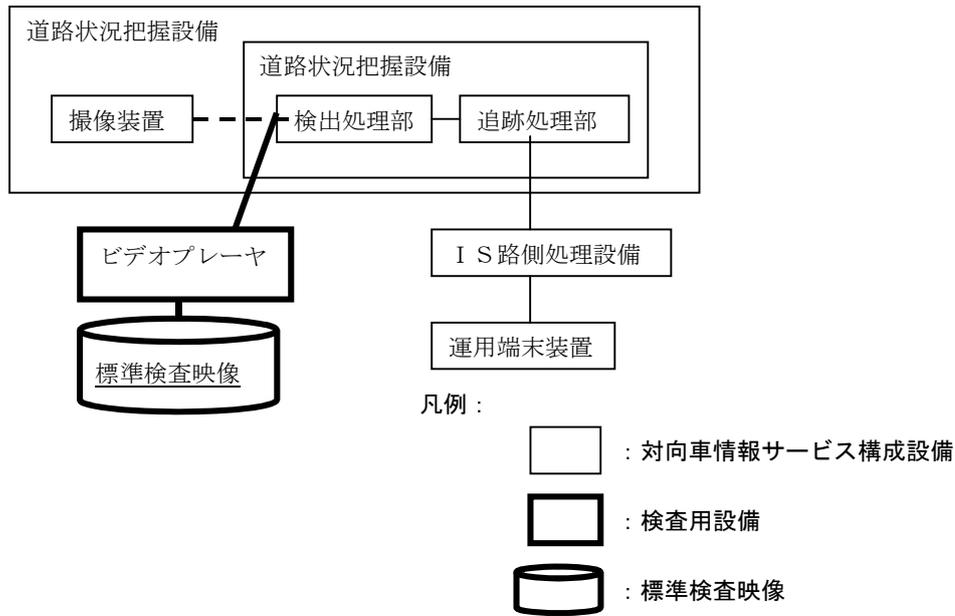


図 4.5.3-1 検査機器構成例ブロック図

4.5.3.2 標準ソフトウェアの整備

全国のAHSサービスの導入箇所における均質なサービスを提供できることを目的に、基本となる可視道路状況把握センサと赤外道路状況把握センサのソフトウェアを整備した。

これらのソフトウェアは実道実験で必要機能の精査および機能の検証を実施し、品質が保証されたものであり、貸与が可能である。

その他のソフトウェアについては施設の要求ごとに機能の異なる所があるため、標準としては整備していない。

4.5.4 システム導入後の評価検討

実用化システム導入後、改善効果が見られたか、ネガティブな問題点が発生しなかったかを検討し、導入が問題なかったことを調査した。

4.5.4.1 平成 16 年度実施内容

平成 16 年度においては、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）実施時の評価について検討した。

4.5.4.1.1 AHS の試行サービス（社会実験）実施時の評価

VICS を活用した AHS 試行サービスに対する、サービスの有効性評価、サービスの受容性評価、システム検証の検討結果を示す。

(1) サービスの有効性検証

(a) サービスに対するドライバの主観評価

サービスに対するドライバの主観評価は表 4.5.4-1 のアンケートにより評価した。

表 4.5.4-1 アンケート内容

1	情報提供は有効と思えましたか？
2	情報提供を受け、運転行動に結びつけましたか？
3	体験したサービスは両親や高齢者の方々に使ってもらいたいと思うサービスと思えますか？
4	このサービスを同様な他の場所に導入すべきと思えますか？

(b) 事故削減効果の検証

首都高速道路・参宮橋カーブで、試行サービスを実施する前後で、事故削減効果があるかを検証した。実施期間は 1 ヶ月である。

参宮橋カーブでの事故実態によると、平成 14 年 10 月 15 日から 11 月 12 日の 29 日間で事故記録映像から目視抽出で抽出した事故件数は 30 件発生している。その内訳は、前方渋滞衝突 1 件、前方事故車 10 件、スピード超過 19 件となっている。

本試行サービスを実施することにより、前方渋滞衝突および前方事故車については、回避できる可能性のある事故と推定されることから、本試行サービスに係る事故件数は 11 件/29 日（約 11 件/月）と仮定することができる。

また、本試行サービスでは、VICS 対応車載器を搭載した車両をサービス対象として、首都高速道路の VICS 対応車載器を搭載した車両（3メディア対応 VICS 搭載車）の割合を調査から 10%と仮定した。1 ヶ月に発生する 11 件の事故を本サービスの対象とし、サービス対象となる VICS（3メディア対応型 VICS）の普及率を 10%と仮定した場

4章 研究の成果

4.5 システムの実用化に関する調査

合、1.1件/1ヶ月の事故削減効果が期待できる値と言える。

(c) ヒヤリハット現象の削減効果の検証

首都高速道路・参宮橋カーブで、試行サービスを実施する前後で、ヒヤリハット現象の削減効果があるかを検証した。ここでは、ヒヤリハット事象を急ブレーキ（減速度 $0.5G$ ($4.9m/s^2$) 以上の減速）と仮定した。

参宮橋カーブでのヒヤリハット現象の実態によると、平成15年度首都高速道路・参宮橋における実道実験時のセンサ測定値によると、ヒヤリハット事象は30台/日と仮定される。

つまり、サービス対象割合（VICS対応車載器を搭載した車両の割合）を10%の値と仮定すると、3台/日のヒヤリハット削減効果が期待できる試算となった。

尚、本サービスを実施することにより、VICS対応車載器を搭載した車両が、サービスにより減速すると、後続の一般の車両も減速し、スピード超過で発生する事故が減少する可能性がある。

ヒヤリハット事象の計測は、見通し不良地点近傍の交通流（監視カメラ画像）を道路状況把握装置を用いて観測し、走行車両台数、ヒヤリハット事象を抽出・計数するとともに事象発生時刻をログデータとして記録し、計測した。

4.5.4.2 平成17年度実施内容

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、モニターや一般ドライバーからの意見やビデオ映像による事故状況、センサーデータや光センサーからの検出データなどを分析・評価した。

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。

4.5.4.2.1 社会実験Ⅰの実施

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4.5.4-2に示す。

表 4.5.4-2 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)	情報内容の理解 情報内容の受け入れやすさ 情報確認後の行動	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
	一般ドライバーによるホームページ等からの意見収集	上記に準ずる	
基礎分析	事故発生状況	過去3年間の事故統計 実験期間中の隠れ事故を含む全事故件数	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
	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 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	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

(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、分析した。

(ア) ドライバーからの意見募集状況

(i) 実験モニターの属性

- 実験モニターは259人
- 首都高速の一般的な利用者の属性(性別、年齢)とほぼ同じ傾向であった。

(ii) 意見募集結果

- 事前の意見では、多くのドライバーは日ごろから参宮橋カーブを危険な箇所と認識している。また、過去にヒヤリ体験した人が約7割、危険な箇所と考えている人が約9割いた。

表 4.5.4-3 実験モニター回答状況

	回収数
体験時アンケート	150
終了時アンケート	135

表 4.5.4-4 一般ドライバーの意見応募状況

	意見応募状況			
	合計	チラシ	代々木PA ヒアリング	インターネット
総回答数	146	78	30	38
有効回答数	121	67	30	24

表 4.5.4-5 参宮橋カーブに対する危険認識

(実験モニターへの事前アンケート)

項目	回答内容	回答数	
ヒヤリ体験があるか (N=135)*	ある	96名	71.1%
	ない	39名	28.9%
危険との認識があるか (N=81)*	ある	70名	86.4%
	ない	11名	13.6%

(危険と思う主な理由)
 ・カーブが急またはきつい...22%
 ・カーブの先がいつも渋滞している...20%
 ・見通しが悪い(防音フェンス等でカーブ先が見えない)...16.0%

(iii) 情報提供体験時の役立ち方に関する意見

① 全体の評価

- 「情報提供を受けた時、心構えや事前の減速ができて、安全運転に役立った」との回答が半数以上。
- 年齢別では特に 60 代以上の高齢層の評価が高い。
- 上流まで渋滞している場合の情報提供は不要との意見が多く、サービスの改善が必要。

② 利用改善に関する評価

ドライバーが上流から渋滞（混雑）していると感じる状況で、発報した時間長は

- 20km/h 以下走行で 0.6 時間／日
- 30km/h 以下走行で 1.8 時間／日
- 40km/h 以下走行で 2.6 時間／日

効果が持続するサービスとするために、不要な提供の抑制が必要なことがわかった。

③ 情報提供体験時の分かりやすさに関する意見

全体の評価

- 提供情報は気づきやすく、また、理解しやすいと評価。
- 年齢別では 60 代以上の高齢層の評価が高い。
- 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。

- ④ 2回目以降の体験時との比較
 - 2回目以降の体験の方が、情報内容を「分かりやすい」と評価。
 - 2回目以降で、「理解できない」とした人は、見慣れない情報のため時間がかかるとの意見。
- ⑤ 情報提供体験時のドライバーの行動・意識の変化
全体の評価
 - 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いる。
 - 情報は冷静に受け止められ、気を引き締める効果がある。
 - 情報提供を受けて、急減速などの危険な急操作を行うドライバーやびっくりしてあわてたというドライバーは皆無。
- ⑥ 走行頻度別の評価
 - ドライバーの参宮橋カーブ走行頻度別の評価
 - 走行頻度が高い人ほど、情報提供を受けたとき減速行動をとっている。

<ドライバーの意識の変化>

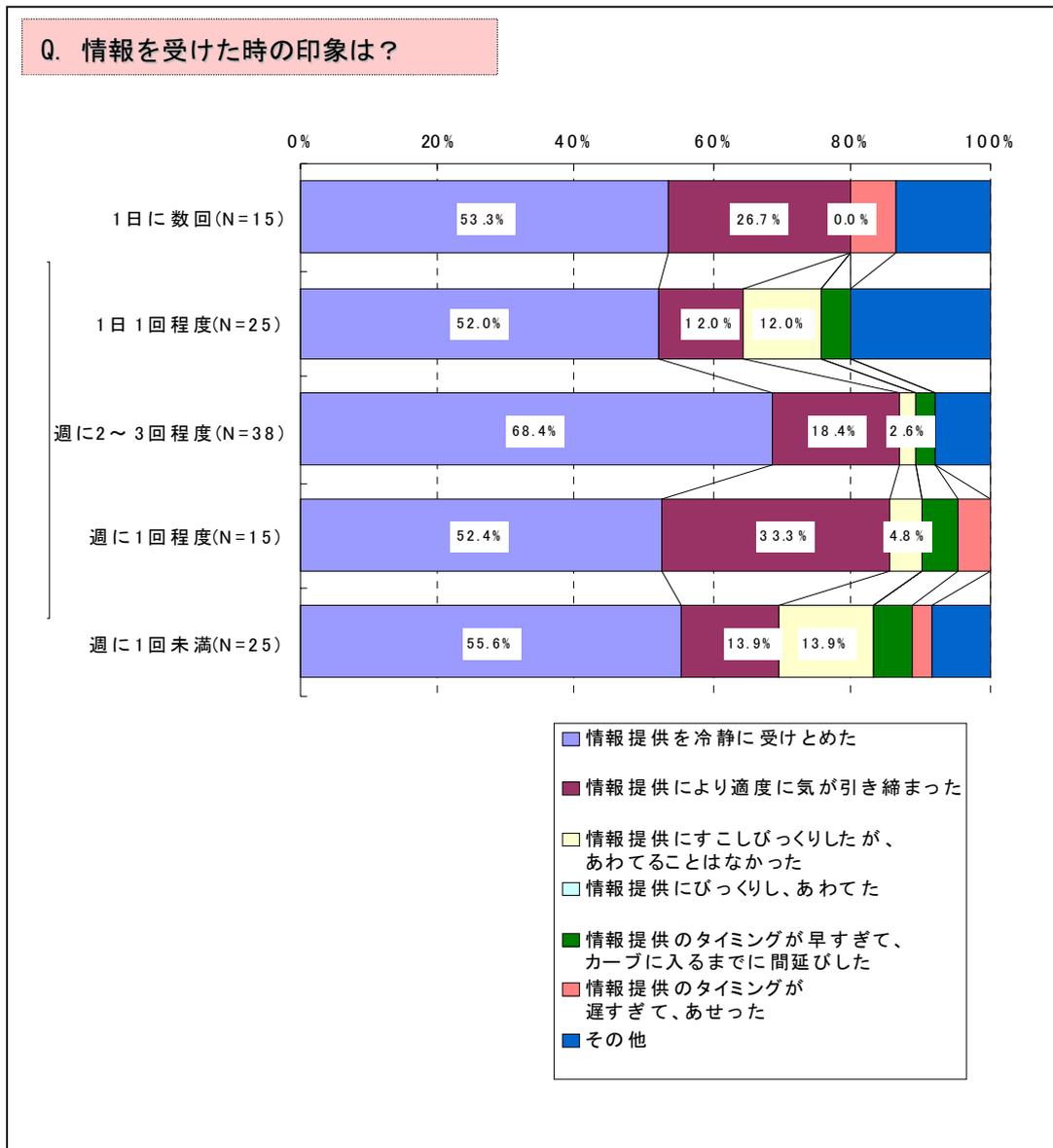


図 4.5.4-1 ドライバーの行動・意識の変化

⑦ 2回目以降の体験時との比較

- 2回目以降体験した人は、初回時に比べ、さらに注意や穏やかな減速をしている。
- 2回目以降体験した人は、さらに情報を冷静に受け止め、驚かなくなると評価。

(iv) 社会実験終了後の総合評価

実験終了後に実験モニターに対して、総合的な評価アンケートを実施した。

- 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

(7) 事故発生状況

参宮橋カーブ区間で発生する事故を（a）過年度の事故統計データおよび（b）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

① 事故統計からの事故発生状況

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 H14 年度 75 件、H15 年度 135 件、H16 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。

※ただし、事故数は気象条件等により月変動が大きいいため、導入後もより多くのデータから評価する必要有り。

② 社会実験期間の過去同月比との比較

MEX 4 号新宿線および参宮橋以外の類似急カーブ（4 箇所）についての事故状況を比較し、整理した結果

- 4 号全線および類似急カーブとも、H16 年に比べて H17 年は微増傾向。
- 参宮橋カーブは H17 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。

③ 映像収集による事故の詳細分析

H16 年度と H17 年 5 月 31 日まで採取した参宮橋カーブで発生する事故や危険なシーンの映像を基に、詳細分析を行った。

映像による事故発生状況

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）。

※ただし、事故数は気象条件等により月変動が大きいいため、導入後もより多

4章 研究の成果

4.5 システムの実用化に関する調査

くのデータから評価する必要有り。

(イ) サービスによる情報提供状況

(i) 発報状況のまとめ

- 「この先渋滞、注意」は、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。

表 4.5.4-6 AHSでの事象の定義

事象	条件
渋滞あり	カーブ区間内の交通流が平均速度30km/h以下かつ占有率35%以上の状態を検知した場合
低速車あり	カーブ区間内に14km/h以下の速度で2秒継続して存在する車両を検知した場合
停止車あり	カーブ区間内に4km/h以下の速度で4秒継続して存在する車両を検知した場合

↓
「この先渋滞、注意」と発報

4.5.4.2.2 社会実験Ⅱの実施

(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4.5.4-7に示す。

表 4.5.4-7 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のアンケート分析

(i) 情報提供の役立ち方の変化

- 社会実験Ⅰに比べ、「役立った（どちらかといえば役立った含む）」が2割増加。（53.5%→70.0%）
- 「どちらともいえない」「役立たなかった」の理由は、社会実験Ⅰ同様、上流まで渋滞していたので必要無かったとの回答であったが、その回答率は約2割減少し、サービス改良の一定の効果が見られた。

(ii) 参宮橋社会実験システムの情報提供時間長の変化

社会実験Ⅰで課題となった渋滞時の情報提供について、システム改良を実施した。その結果、社会実験Ⅱでは、サービス不要という意見が減少（42.1%→27.7%）し、表 4.5.4-8 のとおりサービス改良効果がみられた。

表 4.5.4-8 サービス改良の効果

	有効 回答数	サービス 必要なかつ たとの回 答数	サービス 必要なかつ たとの回 答率
実験Ⅰ	271	114	42.1%
実験Ⅱ	65	18	27.7%

注) 役立ち方の回答を問わず、すべてを計上

(iii) 情報提供の分かりやすさの変化

- 社会実験Ⅰに比べ、「分かりやすい（やや分かりやすい含む）」が約1割増加。特に「分かりやすい」が、全体の約7割を占めている（社会実験Ⅰでは5割弱）。
- 「分かりにくい（やや分かりにくい含む）」の回答は無く、さらに「表示内容が見慣れないため理解するのに時間がかかった」とした人は皆無。

(iv) ドライバーの意識・行動の変化

- 情報提供直後の行動は社会実験Ⅰ同様、注意や穏やかな減速行動をとっている。
- 情報に対する印象は、初期のような驚きは皆無で、全員が冷静に受け止めているもしくは気を引き締めている。

(v) サービス継続性の評価（サービスを長期間経験することについてのアンケート）

サービス開始から約3ヶ月経過した時点で、サービスを長期間経験することによる課題（慣れによるサービスのインパクト低下

等) について、アンケートを実施した。慣れによるサービスの実効性に及ぼす影響を評価した。

- ① サービスの体験回数
 - 1回以上体験した人が全体の約6割、未体験の人は約4割であった。
 - 2回以上の複数回体験者は、全体の4割程度いた。
- ② サービスに対する意識
 - 参宮橋区間を走行するとき、ほとんどの人はサービスを意識している。
 - 「あまり意識していない」と回答した人は、サービス自体あまり有効ではないと考えている。
- ③ サービスを受けたときの考え方
 - サービスを体験した場合、ほとんどの人はカーブの先に何かあると考えている。
- ④ サービスを受けなかったときの思いこみ
 - 参宮橋区間を走行中にサービスを受けなかった場合、「カーブに何も無い」と思い込まない人は6割程度、逆に思い込む人は2割程度いた。
 - 「思いこむ」の理由として、「情報を受けなかった」＝「渋滞がない」という気持ちになりやすいという意見があった。
- ⑤ まとめ
 - 参宮橋区間を利用するドライバーにとって、サービスに対する意識は高い。
 - サービスを受けた人のほとんどはカーブ先に何かあると考えており、慣れによる実効性の低下は見られなかった。
 - サービスを受けなかった人の2割程度は、情報に依存している傾向にあり、サービスの意味を利用者にしっかり認識させるための対策が必要。

(c) 社会実験Ⅱのサービス有効性検証のデータ分析

(i) 事故発生状況

- ① 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H17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。

(ii) 交通流観測による効果検証

- ① 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。

表 4.5.4-9 同一環境下の危険なシーンでの急減速や高速でのカーブ進入発生頻度の比較

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	急減速挙動の発生頻度		高速でのカーブ進入頻度 (進入速度60km/h以上の車両)
		0.4G以上	0.5G以上	
サービス導入前 2005年2月及び9月のうち7日間 ^{注1)}	2,217 (台/7日)	29.6台 ／100台あたり	17.5台 ／100台あたり	4.3台 ／100台あたり
サービス導入後 2005年9月～11月のうち28日間 ^{注2)}	10,769 (台/28日)	26.7台 ／100台あたり	16.8台 ／100台あたり	3.3台 ／100台あたり
効果		10%減	4%減	23%減

注1) 乾燥6日間、湿潤1日間

注2) 乾燥20日間、湿潤8日間

*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に分析

4章 研究の成果

4.5 システムの実用化に関する調査

② 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。

経時変化

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	急減速挙動の発生頻度		高速でのカーブ進入頻度 (進入速度60km/h以上の車両)
		0.4G以上	0.5G以上	
① サービス無し 2005年2月及び9月のうち7日間 ^{注1)}	2,217 (台/7日)	29.6%	17.5%	4.3%
② VICS+情報板 2005年4月～5月のうち28日間	11,409 (台/28日)	27.1%	15.4%	2.6%
社会実験Ⅰ 効果(①→②)		8.5%減	12.0%減	39.5%減
③ VICS+情報板 2005年9月～11月のうち28日間	10,769 (台/28日)	26.7%	16.8%	3.3%
社会実験Ⅱ 効果(①→③)		9.8%減	4.0%減	23.2%減

4.5.5 新 VICS における AHS 情報提供の展開調査

4.5.5.1 想定される新 VICS の導入要件

現行 VICS は、以下に示す項目に関して改善又は機能拡張が必要である。

(1) AHS 情報提供に関連する機能

AHS の情報提供を行うためには、提供する事象発生から情報をドライバに伝達するまでの時間遅れなく対応できる必要がある。そのためには、提供情報の詳細化と正確さが重要になる。

- ・簡易図形に広域図形と詳細図形を活用する情報提供。
- ・VICS 情報の画像、音声情報等を活用した高度化。

(2) VICS 全体の機能

VICS 全体の機能として以下の機能拡充を行う。

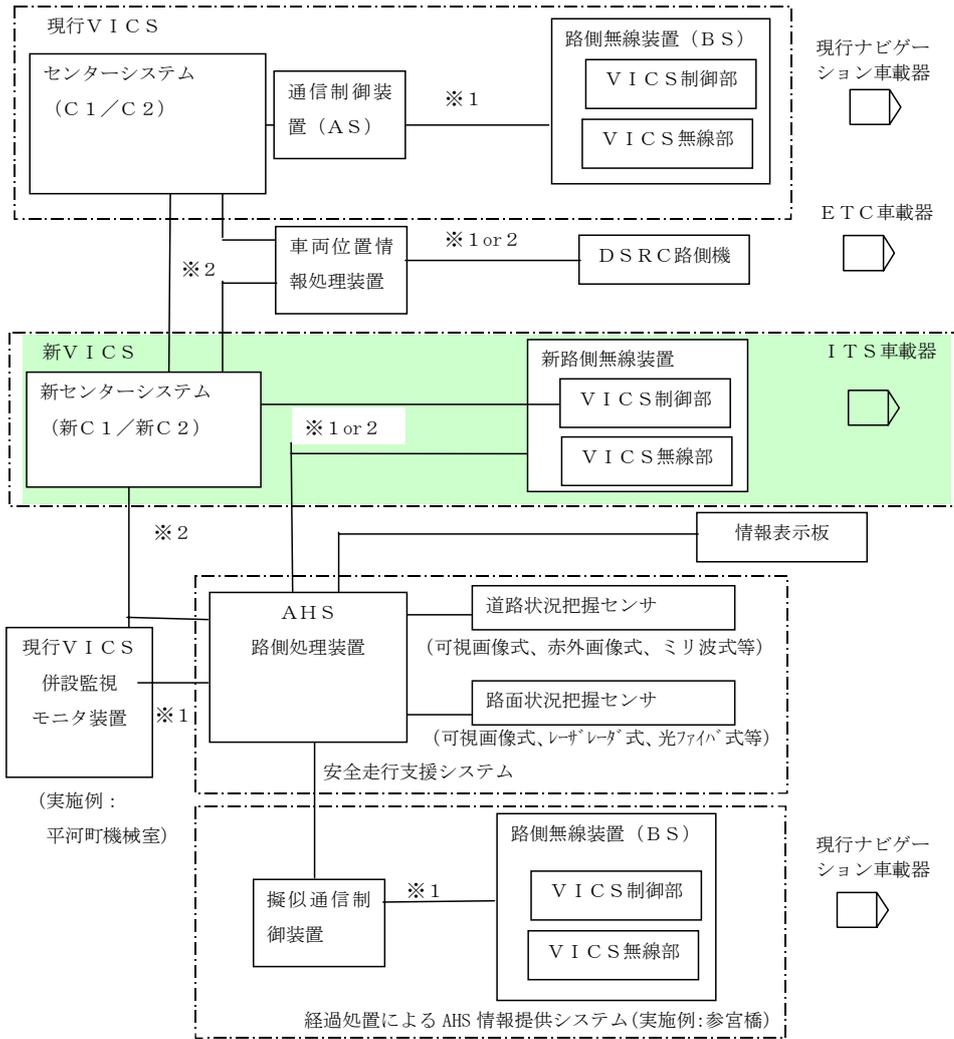
- ・都市部における詳細情報を全ての VICS リンク対応で提供。
- ・地方部における一般道路の全 VICS 情報の提供。
- ・詳細な情報（車線毎の渋滞情報、駐車場情報等）の提供。

4.5.5.2 新 VICS のシステム構成

VICS 情報提供の実施にあたっては、段階的にシステムを更新する事が想定される。図 4.5.5-1 にシステム構成（案）と AHS 情報提供に必要な装置との接続例を示す。

4章 研究の成果

4.5 システムの実用化に関する調査



※1 伝送方式：全二重・調歩同期式、伝送速度：2400bps、伝送路：V24、V28 準拠
 ※2 インタフェース：IEEE802.3、アクセス制御：CSMA/CD、プロトコル：TCP/IP (socket)

図 4.5.5-1 VICS 全体システム構成 (案)

4.5.5.3 新 VICS 構築技術の調査

(1) 変調方式

新 VICS は、ETC と同じ 5.8GHz 帯の無線周波数帯を使用した DSRC (専用狭域通信) を採用する。新 VICS の通信仕様を表 4.5.5-1 に示す。

表 4.5.5-1 新 VICS の通信仕様

	周波数帯	変調方式	伝送速度	利用システム
5.8GHz 帯 DSRC (専用狭域通信)	5.8GHz 帯	ASK	1024kbps(1Mbps)	ETC
		QPSK	4096kbps(4Mbps)	新 VICS

※VICS：道路交通情報通信システム (Vehicle Information and Communication System)

(2) アプリケーション識別

アプリケーション識別子 (AID : Application Entity ID) とはビーコン車載器間でそれぞれが対応しているアプリケーションを識別・伝達するための識別子である。AID は、ISO で定められた ID であり、ARIB STD-T75 もそれに準拠している。

AHS において、以下のように目的に合わせて AID を使い分ける必要がある。

- (a) AHS-i : AID=18 を使用し、新 VICS 情報としての提供を想定
- (b) AHS-c、a : AID=17 の使用を想定

(3) 通信プロファイル

新 VICS では、通信ゾーン内の細かいレベル変動に強く、通信可能な情報量が大きい profile 12 を推奨する。profile 12 は、全スロット QPSK 変調方式である。なお、ETC と同一の周波数を用いても、ETC 車載器から WCN を取得することは出来ない

(4) VICS による提供情報容量

現行 VICS サービスでは、路車間の通信容量の制限により、高速道路を時速 100km で走行する車両に対する送信フレーム数は最大で 47 フレームに制限されている (1 フレームが 122 バイトであり、5.7 キロバイトが上限となる)。参宮橋の AHS 情報提供サービスは、12 フレーム構成で 1.5 キロバイトの情報を提供している。

AHS 情報を詳細に情報提供する場合、路車間通信の送信時間遅れも考慮して設計する必要がある。参宮橋における情報提供設計時この送信時間の遅れに考慮して最小のデータ容量に設定した。

新 VICS の提供情報を考慮すると、路面状況の静止画像の伝送も考えられる。静止画像の圧縮方法、画像の取り扱い基準等を検討して対応する必要がある。現在の情報に 10 キロバイト以上の情報容量の増加が考えられ、20 キロバイト程度の情報提供が可能な通信方式とするのが望ましい。

4.5.5.4 新路側無線装置と ITS 車載器の概要

新 VICS にかかわる構成要素のうち、5.8GHzDSRC にかかわる新路側無線装置と ITS 車載器の概要を以下に示す。

5.8GHzDSRC の路側無線装置と ITS 車載器は、複数のアプリケーションを実現することが考えられている。すなわち、共通プラットフォーム (路側機と車載器) を使用し、ETC や新 VICS、駐車場処理、道の駅等での情報提供など、複数のサービスを提供することができる。

図 4.5.5-2 にこの共通プラットフォームの概念を示す。

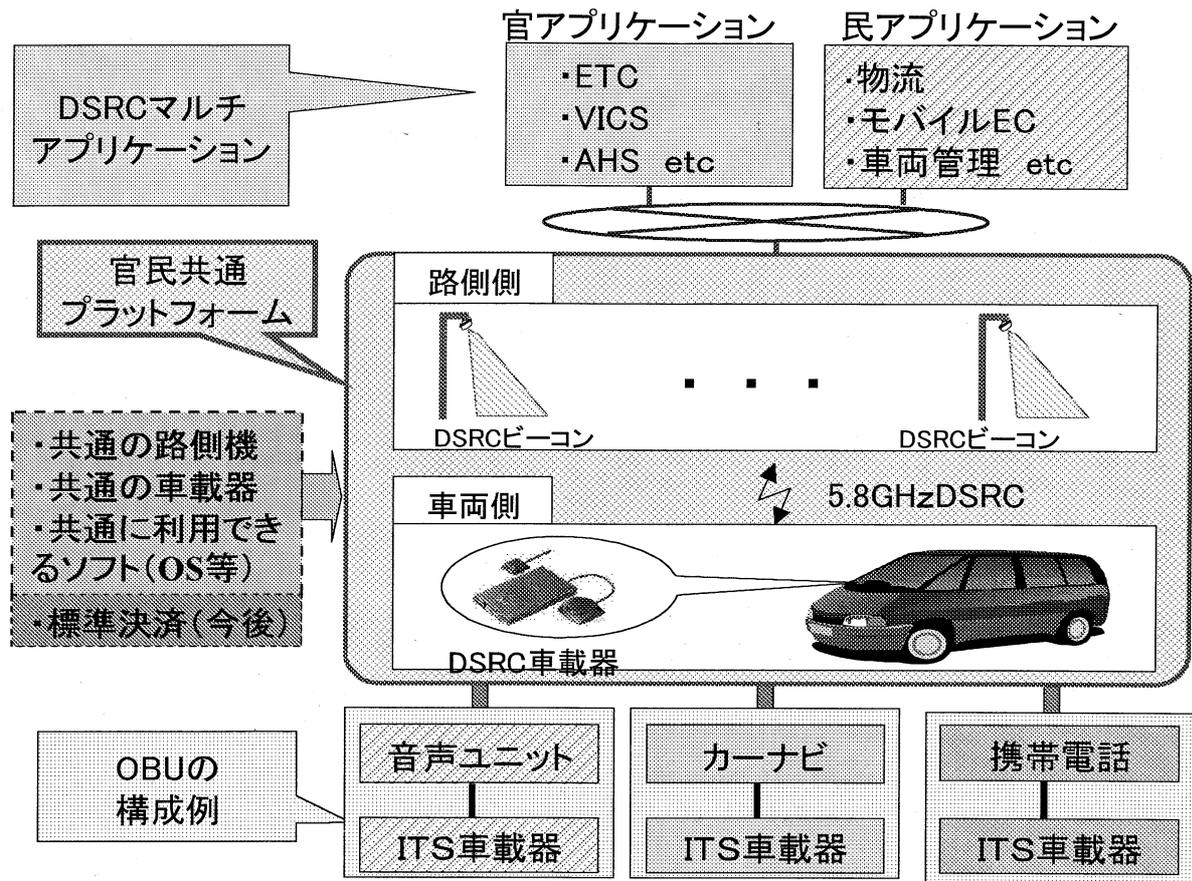


図 4.5.5-2 共通プラットフォームの概念

4.5.6 前方障害物情報提供システムの展開に関する調査

4.5.6.1 目的

前方障害物情報提供システムは、カーブなどの見通し不良部の障害物をセンサで検出し、その情報をドライバに情報提供し、障害物への衝突を防止するサービスを提供するシステムである。システムの応用展開に関する調査では、都市高速の急カーブでの効率的な適用方法の調査および前方障害物情報提供システムの交差点付近への応用展開の調査を行った。

4.5.6.2 都市高速の急カーブでの効率的な適用方法の調査

連続した一連のカーブとして捉えることのできる新宿カーブに関して、直近10年間の事故発生状況、既設の監視カメラからの視野等の現状調査を通して前方障害物情報提供システムの適用区間を検討し、更に効率的なカメラ設置位置の調査を行った。

4.5.6.2.1 首都高速道路4号新宿線の新宿カーブの現状調査

(1) 事故発生状況の調査

首都高速道路4号新宿線の新宿カーブ上り車線当該区間での事故発生状況を調査した結果、事故発生状況は次の通りである。

- (a) 新宿カーブを原因とする見通し不良区間（5.59～5.91kp）では10年間に572件（人身52件）の事故が発生
- (b) 新宿カーブの年度別事故件数は平成14年度を境に大幅に増加
- (c) 全体の事故の約62%（355件）が5.80～5.84kp区間に集中
- (d) 二次事故37件のうち32件が5.80～5.84kp区間に集中
- (e) 見通し不良区間全体では、前方の障害物に起因したと想定される事故が572件中190件発生しており、ほぼ3件に1件の割合である

(2) 既設カメラの視野調査

新宿カーブ近辺の既設監視カメラ3台の視野を、管制センターのモニタ画像から調査した。

新宿カーブの平面図に対して、既設カメラ視野で更に画像処理に利用できる映像範囲を重ねた図を図4.5.6-1に示す。

4章 研究の成果

4.5 システムの実用化に関する調査

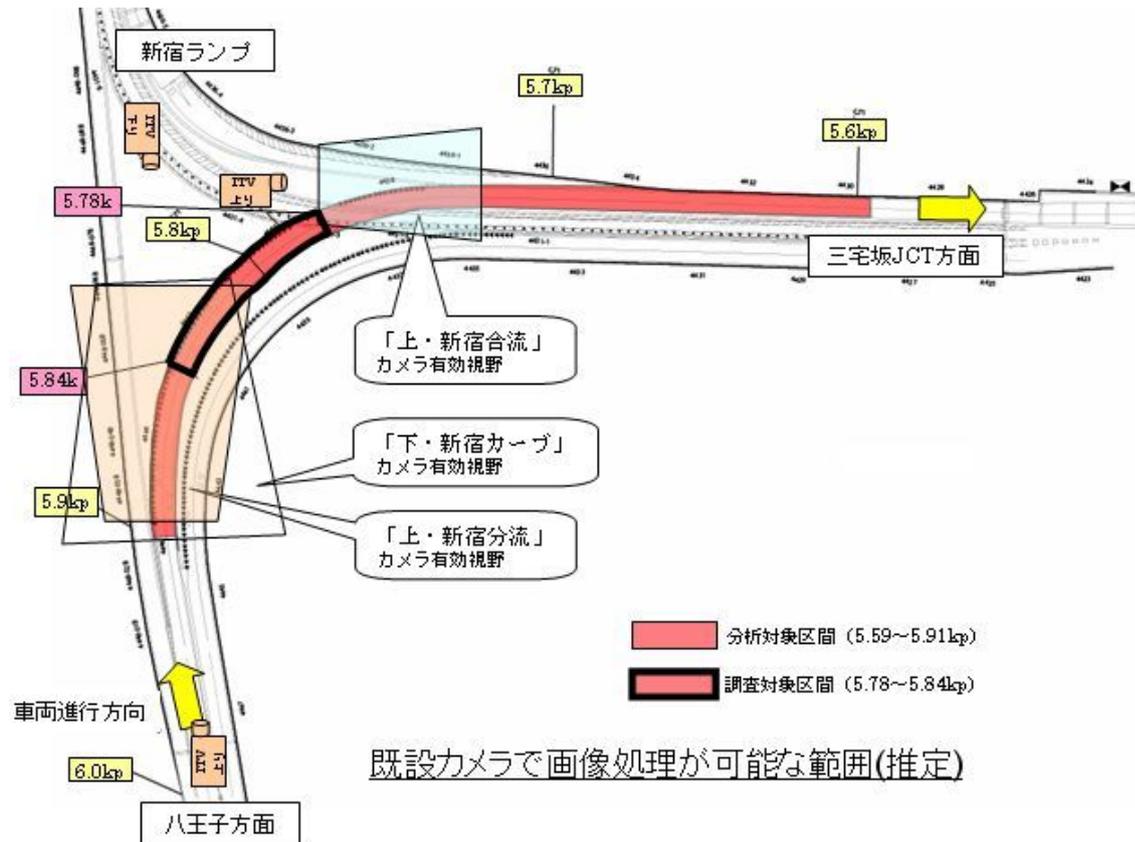


図 4.5.6-1 既設カメラ視野での有効画像処理範囲（推定）

新宿カーブ近辺の既設カメラ視野を前方障害物情報提供システムに使用する場合において、

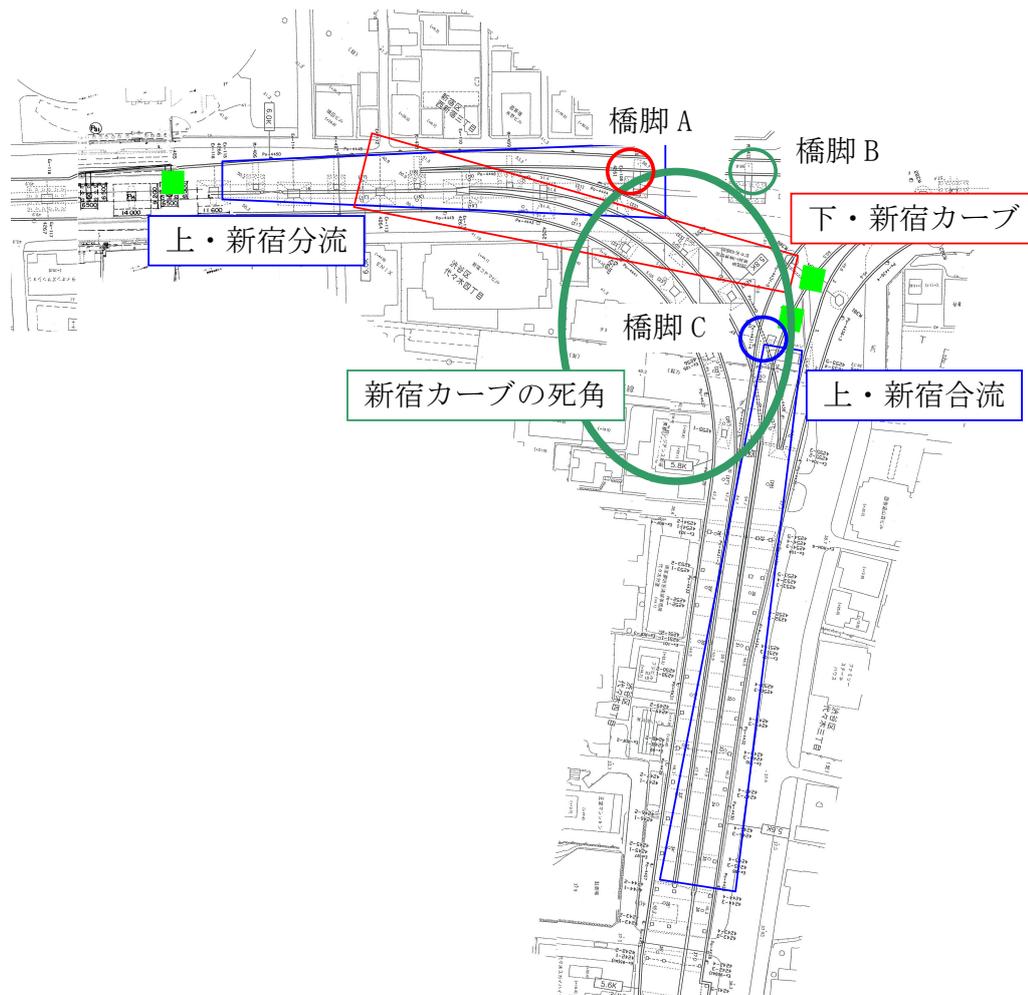
「上・新宿分流」視野および「上・新宿合流」視野は有用であるが、「下・新宿カーブ」視野は無用であることが判明した。

4.5.6.2.2 カメラ新設の可能性調査

首都高速道路・新宿カーブの既設カメラを有効に活用するとともに、危険箇所の死角の発生状況および現状で把握できていない場所に新設カメラを設置して効果的なセンサ配置を実現するための可能性について検討した。

(1) 既設カメラの死角分析

図 4.5.6-2 に示すように、既設カメラのみでは楕円で示した部分が死角となる。



(首都高速 完成図面より合成)

図 4.5.6-2 カメラの設置場所 (首都高速道路・新宿カーブ区間)

(2) カメラの効果的設置位置の調査

新宿カーブの死角がなくなるようにカメラを設置するための調査を行った。現状の図面より 3D の図面データを作成し、新設のカメラのために新規に支柱を建てずに設置できる場所を選定し、設置高等を想定値で設定した。その結果、橋脚 C があるため、橋脚 B にカメラを設置できない事が判った。

4.5.6.2.3 今後の課題

都市高速の急カーブでの前方障害物情報提供システムの効率的な適用方法を検討した結果、以下の様な課題がある。

- (1) 新宿カーブの既設カメラには、死角となる部分が存在し、この部分を監視できる新規のカメラの設置が必要である。現在死角となっている部分に事故車両が最終的に停止する場所である。
- (2) 新規カメラの設置に当り、現状の図面から 3D 図面を作成しカメラ位置の特

4章 研究の成果

4.5 システムの実用化に関する調査

定をする必要がある。設置条件として、新設のカメラのために新規に支柱を建てない設置とし既存の橋脚および壁面を活用することで設計する。

- (3) 参宮橋の路側処理装置等の施設を共同利用できる設計を検討する必要がある。
- (4) 新規設置カメラは、参宮橋と同様に赤外線カメラの設置が望ましいが、道路管理者が現在行っている可視画像による監視は継続する事を考慮する必要がある。
- (5) 新規施設の設置に当り、現状の通信路を調査し回線の増設も含めて検討する必要がある。

4.5.6.3 前方障害物情報提供システムの交差点付近への応用展開の調査

前方障害物情報提供システムの交差点付近への応用展開へ向けた、交差点付近での事故件数調査と事故削減対策の調査、前方障害物情報提供システムの交差点付近への適用可能性検討を行った。

4.5.6.3.1 交差点付近での事故件数調査と事故削減対策の調査

前方障害物情報提供システムの適用可能性を検討するにあたり、カーブ及びクレスト部において過去に発生した全国の事故件数調査とサービス適用候補場所での事故発生状況の調査を実施した。

(1) 交差点付近での事故件数調査

一般道の交差点付近にクレストおよびカーブが存在する場合、見通し不良を原因とした事故が多発することが考えられる。

その典型的な例として、図 4.5.6-3 に示すように、クレスト（上り勾配から下り勾配に変化した道路線形、例えば陸橋、橋、立体交差など）の先に信号や交差点が存在する場合、赤信号で滞留している列の最後尾に追突する事故がある。

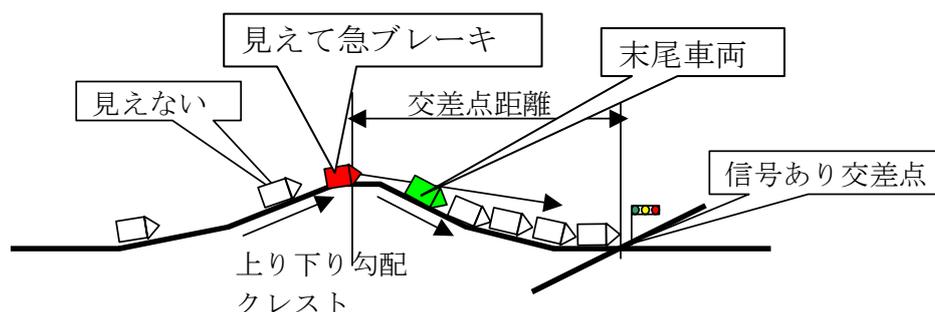


図 4.5.6-3 クレストでの追突事故

クレスト及びカーブを対象とした前方障害物情報提供システムの導入検討に際して、サービス対象となるクレスト及びカーブ部における事故件数調査として、クレスト付き交差点抽出条件およびカーブ付き交差点抽出条

件で全国の事故件数調査を実施した。

調査結果から、クレスト及びカーブ共に「交差点無」と比較して「交差点有」の追突事故率が2倍以上高いことが判った。

次に、クレスト及びカーブの交差点有の区間での信号の有無における事故件数の比較を行った。その結果、信号有交差点付近ではカーブよりクレストの追突事故率が高いことが判った。よって、クレストについて追突事故の調査を行った。

(2) 交差点付近のクレストでの事故調査

前方障害物情報提供システムの適用可能性を検討するにあたり、交差点付近でのクレストで発生している事故の中から、最も追突事故件数が多い「国道16号 大宮東バイパス 宮ヶ谷塔高架橋」の調査を実施した。

また、上記箇所データには含まれていないが、「国道16号 大宮東バイパス 宮ヶ谷塔高架橋」と同じ17件/3年である「国道246号府中県道高架橋」においても事故調査を実施した。

(a) 事故調査分析 (その1)

国道16号 大宮東バイパス 宮ヶ谷塔高架橋の事故調査を以下に示す。

(ア) 宮ヶ谷塔高架橋の概要

本箇所は、東部野田線と綾瀬川を跨いでおり、東部野田線を跨いでいる箇所がクレスト頂部となっている規制速度60km/hの区間である。

(イ) 追突事故発生状況

事故発生の位置関係を図4.5.6-4 事故発生状況図に示す。図から追突事故が交差点より上流約60mから約170m付近に集中している事が判る。

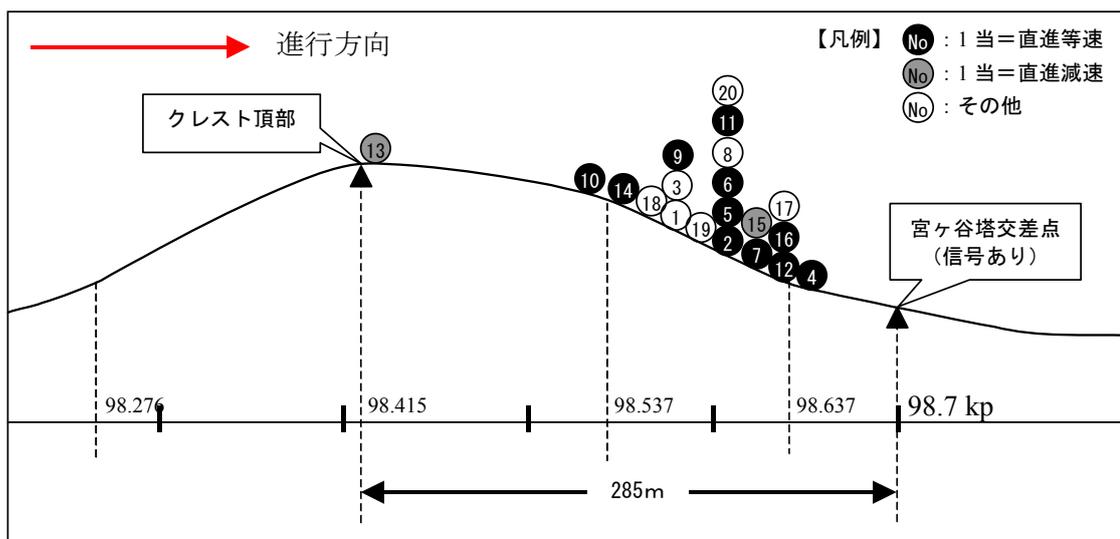


図 4.5.6-4 事故発生状況図

注1) 事故位置の丸の中の数字は、調査を行った事故のNo。

(ウ) 追突事故の傾向

20件の事故を集計し、傾向を整理した結果、以下のことが考察される。

- 追突事故のうち、第2当事者が「進行中」であった事故は1件のみであり、「停止」が16件あることから、ほとんどが駐・停車中の車両に追突した事故である。
- 沿道状況を考慮すると、当該場所での駐・停車はほとんどが信号待ちによるものと考えられる。

上記のことから、宮ヶ谷塔高架橋では、信号待ちによる停止車両に追突する事故形態が多い事が判る。

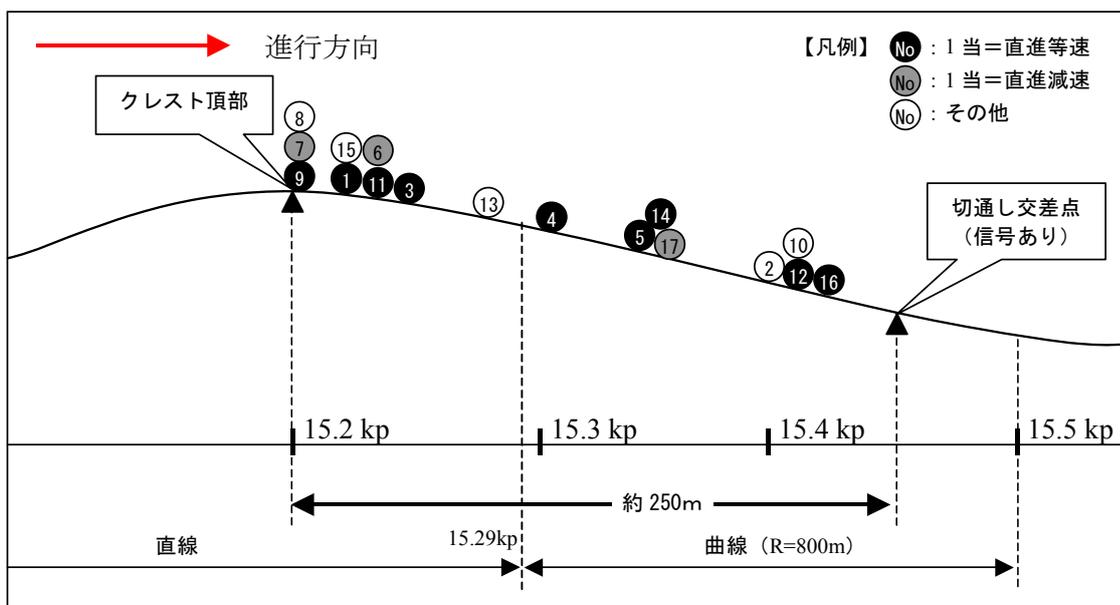
(b) 事故調査分析 (その2)

国道246号 府中県道高架橋の事故調査を以下に示す。

(ア) 府中県道高架橋の概要

事故発生の位置関係を図 4.5.6-5 発生状況図に示す。

図から事故位置がクレストの下り部の全般に分布している事が判る。



注1) 事故位置の丸の中の数字は、調査を行った事故のNo。

図 4.5.6-5 事故発生状況図

(ウ) 追突事故の傾向

17件の事故を集計し、傾向を整理した結果、以下のことが考察される。

- 追突事故のうち、第2当事者が「進行中」であった事故は3件のみであり、「停止」が15件あることから、ほとんどが駐・停車中の車両に追突した事故である。
- 沿道状況を考慮すると、当該場所での駐・停車はほとんどが信

号待ちによるものと考えられる。

上記のことから、府中県道高架橋では、信号待ちによる停止車両に追突する事故形態が多い事が判る。

(3) 事故削減対策の調査

クレストやカーブ等により見通し不良となっているために事故が多発している交差点付近での事故削減対策としては、これまで下記のような対策が採られてきた。

- 情報板の設置
- 補助信号機の設置
- 警戒標識の設置
- 路面標示の設置
- 立て看板の設置

このような場所に対する更なる事故削減対策として前方障害物情報提供システムを応用展開するに当たっては、現状実施されている事故削減対策と実際の事故発生状況（事故が確実に減少しているか）を年度別に調査することが重要である。

4.5.6.3.2 前方障害物情報提供システムの交差点付近への適用可能性検討

前方障害物情報提供システムを交差点付近にクレストやカーブが存在する道路に適用する場合の検討を実施した。具体的にはシステム構成、センサ検出領域、情報提供装置の設置位置などの検討を実施した。

(1) システム構成例

前方障害物情報提供システムが、交差点付近の見通し不良部としてクレストのある道路に適用する場合のシステム構成は、交差点付近のクレスト部での前方障害物（主に、信号待ちなどによる末尾車両）を検知し、情報提供装置を用いドライバに通知し、信号待ちなどによる末尾車両に衝突しないよう安全を図るシステムである。基本的には、センサ、路側処理装置、情報提供装置から構成される。

また、交差点付近の見通し不良部としてカーブがある道路に、前方障害物情報提供システムを適用する場合のシステム構成も基本的には、センサ、路側処理装置、情報提供装置から構成される。

以上からわかるように、交差点付近の見通し不良部として、クレスト部およびカーブ部に前方障害物情報提供システムを適用する場合も、基本的なシステムは、単路部のカーブ部に適用されている前方障害物情報提供システムと同様に、

- (a) センサ
 - (b) 路側処理装置
 - (c) 情報提供装置
- から構成される。

4章 研究の成果

4.5 システムの実用化に関する調査

このシステム構成で、ポイントとなる点は、センサ検出領域、情報提供装置の設置位置、情報提供内容である。

そこで、このセンサ検出領域、情報提供装置の設置位置、情報提供内容に関し、検討した結果を以下述べる。

(2) センサ検出領域

センサ検出領域は、交差点から交差点視認位置までの距離、道路線形を鑑み、また、前方障害物情報提供システムを導入する場所の事故の実態を調査し、センサの検出領域を検討する必要がある。

そこで、実際にクレストやカーブで事故が発生している道路で、交差点から交差点視認位置までのどこで事故が発生しているか調査した。

(3) 情報提供地点の検討

(2)の調査の結果、交差点付近にクレストがある場合もカーブがある場合も情報提供地点の考え方は同じであるということが判明したので、以下クレストを対象に述べる。

図 4.5.6-6 は、表示板とビーコンとを併設した場合情報提供地点の説明図である。

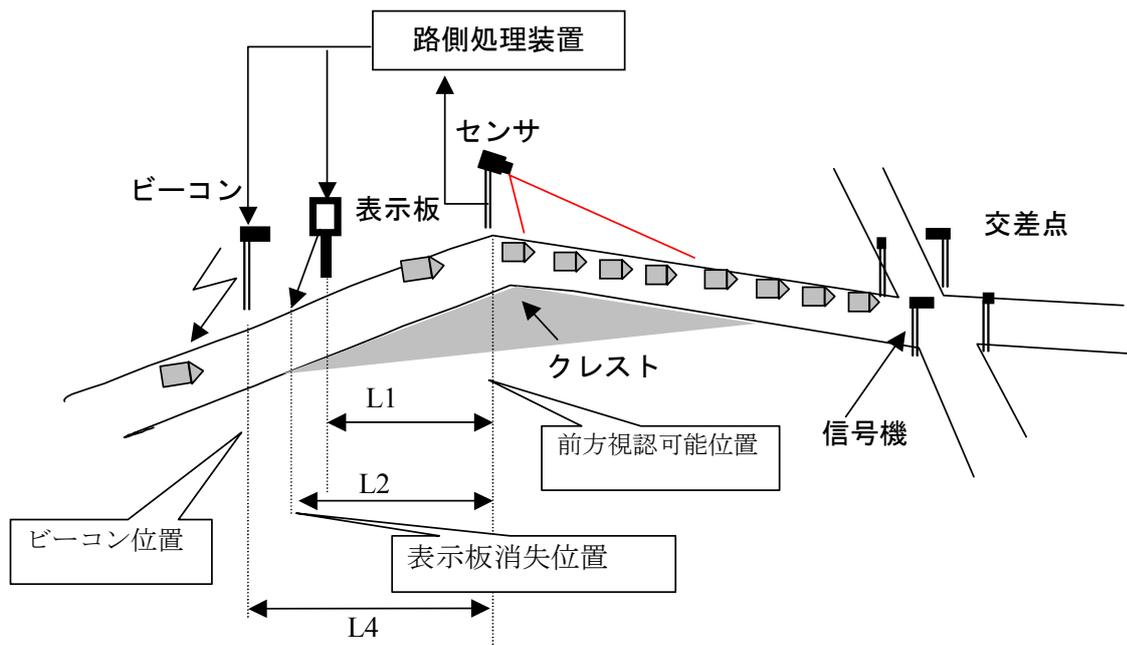


図 4.5.6-6 クレスト部での情報提供地点の説明図
(表示板とビーコン併設の場合)

前方障害物情報提供サービスでは、情報提供地点の計算は以下の式に基づき計算される。ドライバーが情報提供を受けてから、クレストの検出領域(図 4.5.6-6 の前方視認可能位置)に停止車両が存在するという仮定で、交差点視認可能位置までに、余裕をもって減速停止するという考えに基づいている。

表示板の場合、道路の制限速度を 60km/h とし、サービスの運用上限速度を 80km/h とした時、減速停止距離 L2 は、大型車の場合、約 300m となる。一方、ビーコンの場合、約 360m となる。ビーコンと表示板とで距離が異なるのは、反応時間が異なるためである。ビーコンに対応した車載器は、音声機能付きを想定し、音声で情報提供する内容をドライバーが聴き取り、反応するまでの時間を情報提供・反応時間と定義し、その時間を 5 秒と仮定した。実際には、車がビーコン位置を通過しても、瞬時に車載器が情報提供するのではなく、車載器の処理時間がかかる。従って、車載器の処理時間を考慮すると、ビーコンの位置は上記の約 360m より、更に、上流の位置に設置する必要がある。

この試算例より、ビーコンの設置位置は表示板の設置位置より上流となる。

(4) 情報提供内容

(a) 表示板の場合

センサ検出領域に停止車両が存在する場合、表示板でドライバーに情報提供する内容の例として、以下の 8 つが挙げられる。

- 前方・信号待ち車両あり
- 前方下り坂に信号待ち車両あり
- 前方・末尾車両あり
- 前方・渋滞末尾車両あり
- 前方下り坂に停止車両あり
- 前方・停止車両あり
- 前方信号あり。速度落とせ
- 前方停止車あり。速度落とせ

(b) ビーコンの場合

ビーコンを用いた車載器による情報提供は、音声の主となり、画面は補助と考える。

音声では、上記の表示板に表示する内容を情報提供すれば良いが、音声では、表示板よりきめ細かい情報提供が可能である。

(5) サービスの検討

交差点付近にクレストが存在する道路に、前方障害物情報提供システムによる情報提供サービスを実施する場合、以下の課題がある。

ドライバーが表示板で前方障害物情報を視認してからクレストの交差点視認位置まで走行する間に、信号の状態表示の変化に伴い、前方障害物の状態が変化することが発生する。この現象は、情報提供を受けてから、交差点視認位置に到達するまでに時間がかかり、その間に前方障害物の有無が変化することに問題がある。

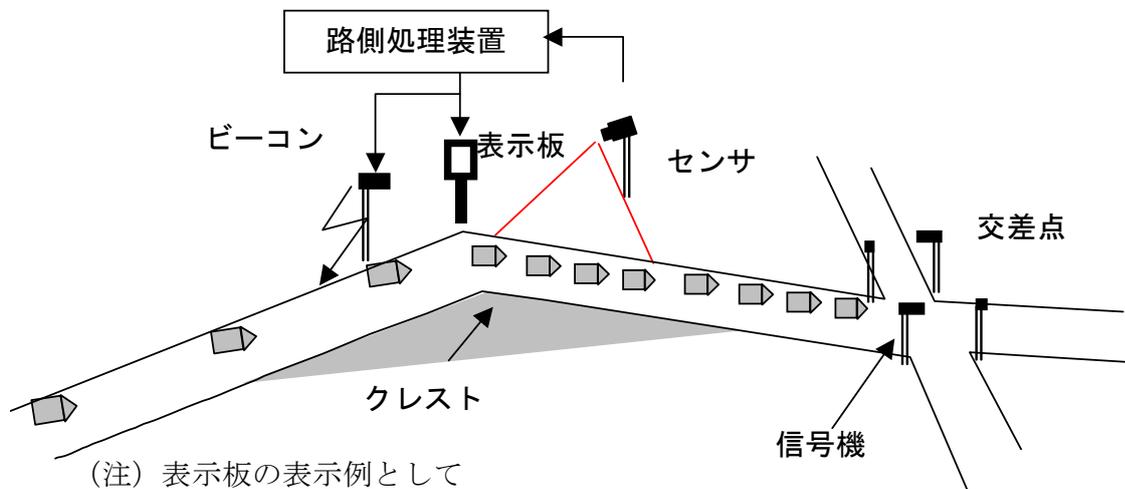
この対策として、1つの案は、情報提供地点を、従来の考えで決めるのではなく、図 4.5.6-7 に示すように、交差点視認位置の近くに表示板を設置しサービスの信頼性を上げる方法が考えられる。

表示板の場合、センサで検出した画像をそのまま情報提供する案、センサで停止車を検出した場合、表示板に文言（例として停止車あり）と黄色の信号を表示し、速度を下げるように、ドライバーに注意喚起させる案などが考えられる。

4章 研究の成果

4.5 システムの実用化に関する調査

また、ビーコンの場合、ビーコン対応の ITS 車載器が開発されようとしているので、この ITS 車載器を使用すれば、音声によりきめの細かい情報提供が可能となる。



(注) 表示板の表示例として

- ① センサで検出した生の画像を表示 (電子ミラーの役目)
- ② センサで停止車を検出した場合、文言と模擬信号表示 (黄色)

図 4.5.6-7 クレスト部での前方障害物情報提供システムの例

(6) 今後の課題

前方障害物情報提供システムの交差点付近への応用展開の調査としてのまとめと課題は以下である。

- (a) 情報提供地点の検討を実施した。前方障害物情報提供システムの交差点付近へ適応する場合、情報提供地点の工夫が必要である。
- (b) 交差点付近にクレストが存在する場合のクレストでの事故防止対策としては、従来の前方障害物情報提供システムの考え方にとらわれずに検討を広く行うと同時に、ITS 車載器の発展を考慮し、音声機能のある ITS 車載器を十分活用することを検討すべきである。