

3章 研究の概要

- 3.1 コンセプト及びアーキテクチャの設計と評価に関する調査
- 3.2 情報収集・処理道路システムに関する調査
- 3.3 路車協調による走行支援道路システムに関する調査
- 3.4 最先端の通信方式を利用した道路システムに関する調査
- 3.5 システムの実用化に関する調査

3章 研究の概要

AHS の研究開発において実施された主な研究及びその成果概要を以下に示す。

3.1 コンセプト及びアーキテクチャの設計と評価に関する調査

コンセプトでは路車の機能分担を定義し、アーキテクチャでは論理構成を明らかにし物理モデルを設定した。また実展開のための AHS サービスの設計条件と信頼性の設定を行い、安全走行支援システムとして実用に供する基礎検討とした。

3.1.1 コンセプトの設計と評価に関する調査

コンセプトを明確にし、路車の機能分担、インフラ機器へのリクワイアメントをまとめた。基本的な考え方は以下である。

事故発生状況並びに基本リクワイアメントに基づき走行支援システムとして具備すべき機能を抽出し、「認識」機能、「判断」機能、「動作(操作)」機能とこれら機能を伝達する機能に大別して整理した。整理は下記の方針に従って路側で持つべき機能と車両で持つ機能に割り振った。

- (1) 最終責任はドライバにある
- (2) インフラからの情報を用いて車両側が最終判断する。
- (3) 制御内容は車両が決定する
- (4) 車両はセンシングできる範囲内の情報を収集する。インフラが提供する情報は、カーブ路、交差点など車両から認識困難な所の情報を基本とする

3.1.2 アーキテクチャの設計と評価に関する調査

AHS システムを構築するために AHS の論理構成を設定し、それをもとに装置レベルに対応する汎用的な物理モデルを策定した。

また、実際の設備設計を行うための設計条件もまとめた。

(1) AHS アーキテクチャの策定

AHS アーキテクチャは、AHS 論理アーキテクチャ、AHS 物理アーキテクチャから構成され、それぞれ、ユーザーサービスごとのアーキテクチャを示した個別のアーキテクチャとこれらを取りまとめた全体のアーキテクチャを策定した。

(2) AHS サービスの設計条件

AHS アーキテクチャの策定を受け、実際の設計に適用する条件を以下に示す項目について設定した。

- (a) 気象条件
- (b) 提供時間

- (c) 情報提供・反応時間
- (d) 提供する事象と伝達情報の精度
- (e) 路側のAHS設備の動作時間

3.1.3 安全性・信頼性の設定に関する調査

(1) 基本検討

走行支援システムにおける安全性・信頼性に対する考え方の参考として、既存の高信頼性情報システムにおける安全性・信頼性の確保に係る考え方について整理を行った。また、国際安全規格等の定義や安全水準を整理し、走行支援システムにおける安全性・信頼性に対する考え方の参考とした。更に、一般的な安全性・信頼性解析手法について整理を行った上で、FTAの評価を各システム構成機器に対して実施した。

(2) AHSの安全性・信頼性の定義と対応する指標

AHSの安全性・信頼性に関する定義と、安全な故障と危険な故障の分類について整理を行った。

(3) 単路系AHS実道実験システムの安全性・信頼性目標値設定

既存システムの安全性・信頼性の定義等を踏まえ、走行支援システムの安全性・信頼性に係る目標値の設定を行った。

目標値の設定にあたっては、走行支援システムにおける安全性・信頼性に係る基本的な考え方、AHSの各動作状態の分類及びそれらに対する故障の危険性等について整理した。さらに、実験等により危険側故障の発生率およびその要因等の検証、安全性・信頼性確保のための対策の検討を行った。

以上の検討の結果、

- (a) 実証実験システムにおける安全性・信頼性に係る仮目標値の設定を行った
- (b) 危険状態の発生に対する安全性・信頼性確保のための人間系まで含んだ対策を考案した

(4) 複合システムの安全性・信頼性

単路系システムを組み合わせた複合システムについて、その機能・運用の整理、および目標値の設置方法の整理等を実施した。

(5) 交差点系システムの安全性・信頼性

交差点系システムについては、車両や歩行者の動きが複雑であり、実道実験を実施できるようなシステムの構築が困難であったことから、ASV/AHS共同定義システムを基にした課題分析と対応策の検討を行った。安全性から見たシステムの問題点として、センサ、通信、HMI(車内表示)、システム機能に関するそれぞれの観点から課題を抽出した。

3.1.4 車両挙動に関する調査

情報提供を行うことにより、車両の挙動がどう変わるか実道実験結果をもとに調査を行った。

(1) 国道 25 号米谷地区の危険挙動分析

本調査は、米谷カーブに導入されている AHS サービスの稼働前後についてそれぞれ、映像およびセンサログデータを一定期間収集し、走行車両のカーブ進入時における速度および最大減速度の挙動データを抽出し、サービスあり・なしでの危険挙動の変化について整理・分析を行い、サービスの有効性について検証した。

(a) サービスの効果の検証

危険挙動の分析結果から、「前方に障害物がある」場面において、サービスの効果が確認された。以下に分析結果を整理する。

① 急減速の削減効果

- 通過交通全体では、前方に障害物がある場合に、サービスあり時の急減速の危険挙動がサービスなし時に対してほぼ半減している。

- 自由流交通下では、前方に障害物がある場合、サービスあり時の急減速の危険挙動がサービスなし時に対して約 3 割削減している。

② カーブ進入速度の抑制効果

- 前方に障害物がある場合、サービスなし時の進入速度は全体で 52.8km/h からサービスあり時では 44.6km/h、一方、自由流交通でも、サービスなし時の進入速度 61.7km/h からサービスあり時では 60.1km/h とそれぞれ速度が下がっている。

- 前方に障害物がある場合の自由流交通下では、サービスあり・なしの速度分布から、サービスなし時では、60km/h 以下は 80 台/48h で 2 台/48h しかいないが、サービスあり時では、225 台/168h のおよそ半数の 116 台/168h が 60km/h（規制速度）以下となっている。

(2) 首都高速参宮橋地区の分析

(a) 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変化しており、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 の安全側に変化。

- 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 の安全側に変化。

(b) 3メディア VICS 搭載車の観測による効果検証

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。

3.2 情報収集・処理道路システムに関する調査

3.2.1 センサによる情報収集に関する調査

3.2.1.1 道路状況把握センサの性能検証及び改良

センサや路側処理装置のアルゴリズム開発を行うとともに、足柄、大分日出、米谷、上社、名古屋西などの実道フィールドなどにシステム構成機器を設置し、センサの性能検証実験を実施した。

平成12年度の足柄での実験では、各センサとも位置、速度精度は当初設定した目標を達成したものの、検出率はシャドウイングによる未検出等により目標を達成できなかった。

このため、平成13年度の実道フィールド実験では、データ取得を行いつつ、アルゴリズムの改良、課題の抽出とさらなる改良を行った。

平成14年度の実道フィールド実験では、道路状況把握センサの安全度96%、稼働率96%を検証するため、名阪国道米谷地区、東名阪自動車道上社JCT、名古屋西JCTで実証実験を行った。その結果、それぞれの地区について個別の問題はあるものの、赤外面像式センサにおいては基本的にセンサ安全度、システム稼働率とも良好な結果が得られた。

なお、平成14年度に行った大分自動車道日出JCTにおける霧などが発生する厳しい自然環境下におけるセンサ特性把握実験では、可視画像式センサに比べ、アルゴリズム改良の余地があった赤外面像式センサが比較的悪視程まで検出が安定していた。また、ミリ波式センサは安定した検出率を示した。

さらに、平成15年度には通年運用によるセンサの長期的性能検証を行い、夏季、秋季、冬季の各季節を通じて、目標以上の高いシステム稼働率を確認した。渋滞末尾検出機能・渋滞末尾情報提供の有効性の検証に関しては、参宮橋地区の実験で必要なデータを取得し、渋滞末尾車両も正しく検出できていることを確認した。

3.2.1.2 路面状況把握センサの性能検証及び改良

センサや路側処理装置のアルゴリズム開発を行うとともに、テストコースや、中山峠、伊吹PA、足柄SA、新潟北陸などの実道フィールドにシステム構成機器を設置し、センサの性能検証実験を実施した。

平成12年度の中山峠、伊吹PAの実験では、各センサとも90%程度の安全度、64～80%の正解率であった。その結果を踏まえ、開発したセンサ及びシステムの機能・性能の各センサに対する数値目標（安全度96%以上、正解率88%以上、稼働率99%以上）を設定しアルゴリズムを改良した。

平成13年度の実道フィールド実験では、可視画像式、レーザレーザ式、光ファイバ式センサは、概ね目標を達成したが、電波放射計センサは、稼働率が低く目標を達成しなかった。また、実環境下における各種センサの検出特性を確認し、実用へ向けて必要な改善課題を整理した。

平成14年度の実道フィールド実験では、検出性能向上を目指しさらなるアルゴリズムを改良し、中山峠、米谷、宮古で実験を実施した。各センサに対する数値目標値（安全度96%以上、正解率90%以上、サービス稼働率96.1%以上）の達成状況を確認した。

表 3.2.1-1 実道実験の結果

H14 中山峠実験	センサ出力・正解率(%)					安全度 (%)	サービス 稼働率(%)	システム 稼働率(%)
	乾燥	湿潤	水膜	積雪	凍結			
可視画像式	98.0	89.0	89.6	92.7	89.2	96.8	92.9	94.9
レーザレーダ式	91.8	85.7	94.2	93.9	81.5	95.1	86.9	90.7
光ファイバ式	91.7	86.8	81.1	96.4	85.3	96.0	99.95	99.95

H14 米谷実験	センサ出力・正解率(%)					安全度 (%)	サービス 稼働率(%)	システム 稼働率(%)
	乾燥	湿潤	水膜	積雪	凍結			
光ファイバ式	95.3	74.9	87.2	100.0	—	92.6	100.0	100.0

H14 宮古実験	センサ出力・正解率(%)					安全度 (%)	サービス 稼働率(%)	システム 稼働率(%)
	乾燥	湿潤	水膜	積雪	凍結			
可視画像式	95.8	92.0	88.4	95.0	—	95.3	96.9	100.0

平成15年度の実道フィールド実験は、平成14年度までに開発した路面状況把握センサの実用化を図るため、通年運用によるセンサの長期性能検証を宮古において実施した。可視画像式センサ、レーザレーダ式センサについて、梅雨季、秋雨季、初冬季、厳冬季データを用いて評価した。

検出性能は、平成14年度の冬季実験及び平成15年度の四季の実験結果より、季節毎のデータベースを作成して、季節毎にデータベースを切り替えて路面判定を実施したところ、改善が見られほぼ90%を達成できた。

サービス稼働率（仮目標値96.1%）、システム稼働率（仮目標値99.8%）についても、目標値の達成を確認した。

表 3.2.1-2 可視画像式結果 (H15 年度四季+H14 年度冬季【季節毎】)

	データ数	正解率(%)					安全度(%)	サービス稼働率	システム稼働率
		乾燥	湿潤	水膜	積雪	凍結			
観測路面状態	乾燥	51,175	95.5%	3.6%	0.1%	0.8%	93.8%	96.4%	100.0%
	湿潤	15,931	5.5%	91.4%	2.9%	0.2%			
	水膜	7,196	0.1%	7.8%	88.8%	3.3%			
	積雪	4,042	0.1%	2.9%	1.6%	95.4%			
	凍結	2,092	1.6%	8.8%	0.9%	0.8%			
的中率		92.8%	79.8%	94.1%	95.0%	100.0%			

表 3.2.1-3 レーザレーダ式結果 (H15 年度四季+H14 年度冬季【季節毎】)

	データ数	正解率(%)					安全度(%)	サービス稼働率	システム稼働率
		乾燥	湿潤	水膜	積雪	凍結			
観測路面状態	乾燥	47,618	95.8%	3.1%	0.1%	0.8%	93.7%	99.6%	100.0%
	湿潤	13,115	3.4%	89.8%	5.2%	1.2%			
	水膜	4,530	0.6%	8.1%	88.6%	2.7%			
	積雪	3,465	0.2%	6.7%	5.3%	87.8%			
	凍結	2,097	2.1%	2.1%	6.2%	0.0%			
的中率		93.9%	81.7%	84.1%	95.0%	99.1%			

3.2.2 情報処理・通信システムに関する調査

3.2.2.1 連続通信システムの性能検証

開発した連続通信方式について、実験等により性能検証を行った。その結果、連続通信方式による AHS システムの実現は、現状の技術レベルでは困難であるという理由により、早期実用化を図る AHS システムは、スポット通信方式による実用化を進めるという方針とした。

実験等の結果明らかとなった連続通信システムに関する課題であるマルチパス、シャドウイング、ハンドオーバーへの対策について基礎的な検討を実施し、今後取り組むべき事項を整理した。

3.2.2.2 スポット通信システムの性能検証

開発したスポット通信システムについて単路系システムの評価、交差点系システムの評価を行った。

単路系システムについては、安全度目標 99.1%すなわち危険側故障確率 0.9%以下に対して、主たる要因であるシャドウイング、マルチパス等に危険側故障確率を配分して検証を行った。

名阪国道米谷、東名高速道路大沢川、東名阪自動車道上社 JCT でのシャドウイング率は 0.005%~0.16%となり、目標値の 0.68%以下であることを確認した。また、名阪国道米谷の交通状況よりマルチパス状況発生確率を 6.2%と設定し、試験走路におけるマルチパスによる通信失敗確率 0.36%を乗じたマルチパスによる危険側故障発生確率は目標値である 0.12%以下であることを確認した。

これらの結果から、単路系システムに必要な機能・性能を得られることが確認できた。

交差点系システムについては、電波の入射方向、車両のフロントガラスの影

響、車室内反射波の影響、路面反射波の影響が認められた。

3.2.3 位置検出技術に関する調査

(1) 位置検出技術の基本検討

AHS での利用に加え、広く ITS 全体での共用化という視点を加え、国内外で研究が進められている最新レベルの位置検出技術を絞り込み、位置検出技術の1次整理を行った。また、ITS システムアーキテクチャに示された各サブサービス (ITS アプリケーション) の位置検出技術に対する要求条件を整理し、位置検出技術の対応を整理した。

(2) 位置検出技術の実現性検討

位置検出技術の基本検討の結果を受け、ITS アプリケーションに広く適合する位置検出技術として、GPS 系(地上に GPS 衛星と等価な装置を設置し、測位範囲を拡大する疑似衛星システム等)、簡易 DSRC (車載機を路側機として用いる安価な情報提供 DSRC)、DOA (Direction of arrival:電波の到来方向から位置を検知するシステム) の実現可能性の検討を行った。

(3) 位置検出技術の基礎評価

これまでに技術的に十分評価がされていない疑似衛星、簡易 DSRC、DOA について基礎評価を行った。さらに、位置検出技術に関する将来的なニーズの調査として、ヒアリング調査等に基づく利用者ニーズの体系化およびサービスの抽出を行った。

3.3 路車協調による走行支援道路システムに関する調査

3.3.1 システムの設計に関する調査

(1) 実用システム設計

実用リクワイアメントを受け、AHS の実用システム設計を記述したシステム設計書 (要件定義書、基本設計書、詳細設計書として技術資料として整理) と試験走路や実道における実験システムの設計との関係を明確にした。(図 3.3.1-1 参照)

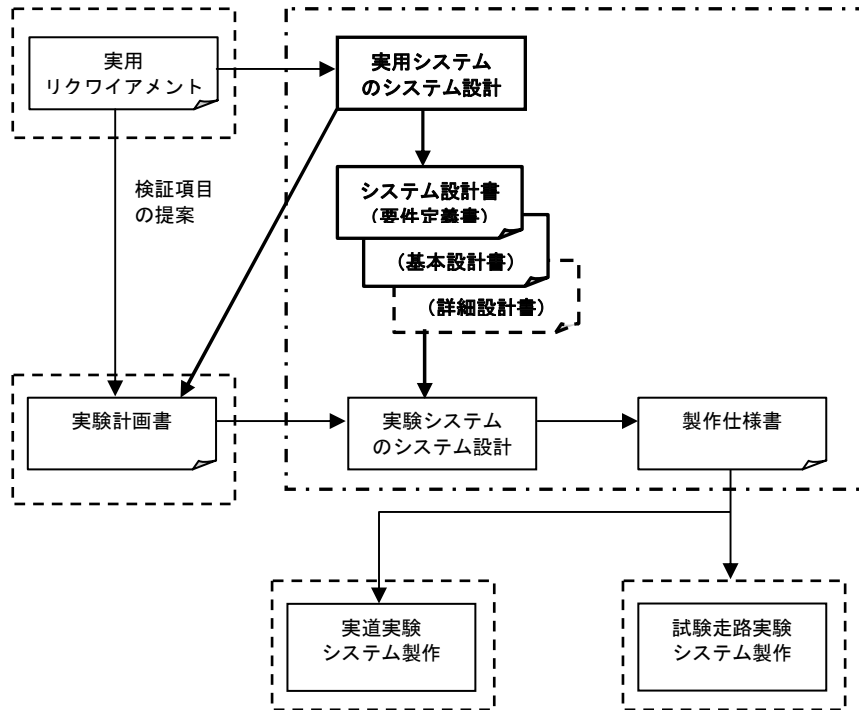


図 3.3.1-1 システム設計のフロー

(2) 実道実験システム設計

実用システム設計の成果を基に、実道実験に向けた実験システムの設計を行った。具体的には、実験場所毎に、実験のイメージを明確にし、センサの配置、情報提供位置などを決め、路側処理装置及びシステム運用管理装置における機能と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などを整理した。また、実用リクワイアメントの改良を反映させるために、実験システムにおける改良項目の洗い出しを行い、改良設計を行った。

3.3.2 AHS システム評価に関する調査

実用に供するため、シミュレーションによる評価、試験走路における実験・評価、実道実験評価、社会実験評価と順を追って進めた。

(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、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。

(2) 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

また、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

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。

(3) 実道での実験評価

AHSの実用化を示すとともに評価を行うために実道実験を実施した。実道における実験は以下の7箇所にて実施した。

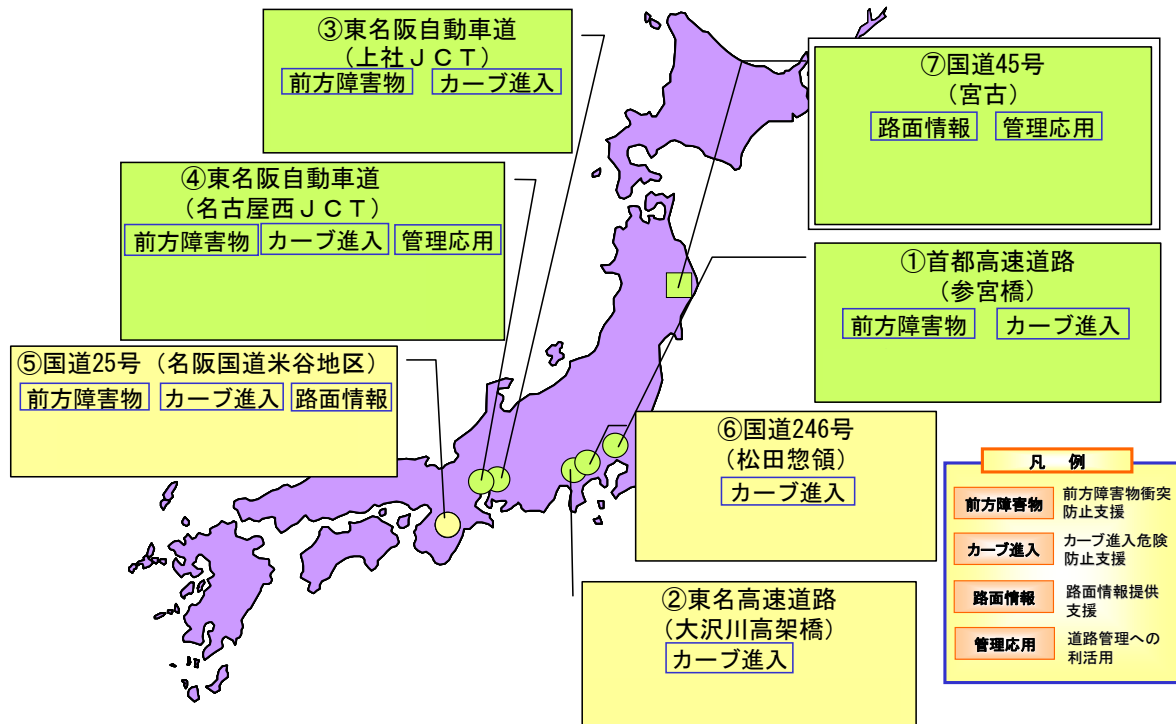


図 3.3.2-1 実道実験箇所

主な実験内容を以下の表に示す。

表 3.3.2-1 主な実験内容

場所	主な実験内容					実験場所の道路線形・事故の特徴	日交通量 大型車混入率 (注)
	安全性・信頼性		有効性 受容性	インフラ単独	管理応用		
センサ系	通信系						
首都高速道路 参宮橋	渋滞による低速車発生	交通量多	都市高速急カーブ 渋滞発生	-	-	都市高速での急カーブにおける渋滞末尾への追突事故、二次事故、工作物衝突等	5.1万台 16.5%
東名高速道路 大沢川高架橋	-	大型車多	都市間高速 長いカーブ	-	-	都市間高速の長いカーブ、連続カーブにおける路外逸脱事故等	1.8万台 43.8%
東名阪自動車道 上社JCT	急カーブ	遮音壁環境	オンランプ 急カーブ	-	-	JCT部の直線後の急カーブ(ヘアピンカーブ)における路外逸脱事故等	2.1万台 26.0%
東名阪自動車道 名古屋西JCT	自専道1車線	遮音壁環境	オフランプ 複合カーブ	表示板の有効性	-	JCT部の直線後の連続カーブにおける路外逸脱事故等	1.0万台 29.5%
国道25号 米谷地区	低速車発生 路面変化	交通量多 大型車多	下り急カーブ 低速車発生	路車協調と 表示板の比較	-	自専道下り坂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	3.1万台 39.7%
国道246号 松田惣領	-	一般道	一般道下り急 カーブ	-	-	一般道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	1.6万台 21.3%
国道45号 宮古トンネル群	路面変化	-	-	路面センサを活用した情報提供	路面センサ活用	トンネル出口の路面状況変化に気づかず、スリップによる追突事故	0.5万台 18.9%

(注)交通量・大型車混入率は、平成11年道路交通センサスによる。交通量は方向別の値(推計)。

また、実道における検証項目は以下の通り。

- (a) サービスの有効性
 - ・情報提供による安全性向上を減速度などを計測して評価
 - (b) ドライバの受容性
 - ・ドライバーへのアンケートにより、安心感や煩わしさを評価
 - (c) インフラシステム設計値の妥当性
 - ・路側機器の配置など、路車協調インフラ機器の設計仕様の妥当性を評価
 - (d) システム性能
 - ・システム全体の安全性や信頼性の仮目標値の達成を評価
- (4) 社会実験の実施及び評価

更に実運用の評価を行うために、首都高速参宮橋での実道実験は実験広報に関する計画および実施を行い、「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。）として実験を行った。

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。検証結果を以下に示す。

- (a) 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変化しており、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の安全側に変化。
 - 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の安全側に変化。
- (b) 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。

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

をするとともに、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。まとめを以下に示す。

- (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。



図 3.3.2-2 社会実験実施箇所(首都高速道路 4 号新宿線 upper 参宮橋カーブ区間)

3.3.3 円滑化走行支援道路システムに関する調査

渋滞削減の検討として、特に Km 当たりの渋滞損失額の大きい高速道路のサグ部、合流部に対し、既存道路資産の有効活用と IT の活用を基本とした路車協調システムにより、円滑化走行支援サービスを実現することを目的に研究を行った。

(1) サグ部交通現象把握・分析の検討

高速道路の渋滞を発生・悪化させる現象について把握・分析するため、下記の検討を行った。

- (a) 交通現象を把握するための実験計画の策定と予備計測の実施を行った。
- (b) 本計測に基づき、車線利用率適正化走行支援システムと車群対策走行支援サービスの検討を行った。調査・分析結果を以下に示す。
 - ① 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。
 - ② 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。
 - ③ 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。
 - ④ 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。

(2) サグ部円滑化走行支援システムの要件の検討

車線利用率適正化等の適用によるサグ部走行の円滑化の効果と要件について、下記の検討を行った。

- (a) 円滑化走行支援サービスの効果について交通流シミュレータを用いて検討した。
- (b) 円滑化走行支援システムの構成要件を検討した。

(3) 合流部の円滑化走行支援システムの検討

可変チャンネル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。

3.3.4 交差点の走行支援道路システムに関する調査

交差点の安全に資する走行支援サービスについて、インフラ側での判断処理を軽減したインフラライトなシステムとすることと、普及の見込めるサービスを念頭に、交差点事故削減ニーズの検討、交差点サービスの策定、要素技術の明確化等の基礎的研究を実施した。

(1) 交差点事故削減ニーズの検討

フィージビリティ見極めのためのニーズ分析を行った。

類型化された交差点对策から交差点事故削減ニーズを明確化した。

(2) 交差点サービスの策定と具体化

(a) 交差点サービス内容の具体化

運転行動に対し、何時、どんな情報を提供し、どのような効果を目指すかを明確にし、具体化した。

検討の際には、以下の要件を考慮した。

(ア) 既存技術やインフラの応用を含めて、インフラライトなシステムの普及による安全な走行の実現、事故の削減。

(イ) より安全性を高めた支援サービスとするための高い利用者認知性。

(ウ) ETC・DSRC 車載器など既存技術の有効活用により、相乗的な普及効果を期待。

(b) 路車機能分担の検討

交差点サービス内容の具体化と並行し、路車機能分担を検討した。昨今の車の自律的事故防止機能の発展を考慮し、車両から検知可能な事象は、車両自律で対処するなど路車機能分担を検討し、サービスのあり方に反映した。

また、各種車載機の普及状況、及び、過渡期の車載器を持たない人に対する悪影響などを考慮し検討した。

(c) サービスの目標値の設定

交差点サービスの実施がもたらす交通事故削減等の効果について算出した。

(3) 要素技術の明確化

交差点サービス実現に必要な要素技術を抽出し、要求事項を明確化した。

道路状況把握に関する要件の明確化、提供すべき情報の収集・変換に関する要件の明確化、路車間通信方式に関する要件の明確化などを実施し、要素技術に関する課題を整理した。

(4) 交差点对策のフィージビリティの検討

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。対象サービスの課題について検討を行い、サービスの有効性効果を算出した。

具体的には、車内に表示した画像を見てドライバーが有効に活用できるか、2当車のドライバーに情報提供し、煩わしくないかなど、基本的懸案事

項に関し有効性の目処をつけた。

(5) DS 車両挙動データ収集と解析

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。

(6) 実交差点車両挙動データ収集と解析

(a) 実交差点車両挙動データ収集

交差点事故の詳細原因を明確にするため、事故多発交差点場所を選定し、実際の交差点にて、ヒヤリハット時の車両挙動やドライバ挙動をビデオに収集した。また、収集したデータからヒヤリハット事象を、その発生条件と共に抽出、整理した。

(b) データ解析とサービスの概念設計

DS 解析の結果、及び、実交差点の抽出された車両挙動データ等を基に、ヒヤリハット時の人的事故要因の発生状況を解析し、詳細な事故原因を明らかにした。

また、データ解析で得られた知見を基に、出会い頭サービスの最適な実現方式や設計要件を明らかにした。

(7) 効果的な事故防止システムに関する技術検討

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。

3.3.5 路車協調システムの道路管理への利活用に関する調査

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。

また、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について現状調査と改善案を検討した。

表 3.3.5-1 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 ・データ重置機能 ・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

表 3.3.5-2 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

3.3.6 合流支援システムに関する調査

(1) 合流部におけるニーズ調査

高速道路の合流部に存在するサービスニーズを把握するため、先ずサービスとしての優先度が高いと考えられる事故や渋滞についての現状把握を目的として、旧日本道路公団（以下、JH と略す）および旧首都高速道路公団（以下、MEX と略す）の協力を得て、事故が多い代表的なジャンクションや合流部をリストアップし、事故・渋滞の発生実態を調査し、問題点を整理した。

また、サービスを具体的に提案していくための参考にするため、既存の合流支援サービス事例を調査することとし、「旧本州四国連絡橋公団 西瀬戸自動車道西瀬戸尾道 IC」で実施されている合流支援サービスについて現地調査を行った。

さらに、合流部の道路構造と事故との関係を把握する目的で、MEX における合流部の道路構造の特徴、事故実態について分析を実施した。

さらに、一般ドライバーの意見を収集する目的で、分合流部の走行状況についてアンケート調査を実施し、将来における合流支援サービスの利用意志等について調査を行った。

(2) サービス及びリクワイアメントの検討

サービスの整理・類型化を行い、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。

その後、合流部を含む交通環境の改善という視点から、情報提供サービスを基本としてリクワイアメントの見直しを行い、本線側、合流側それぞれにおける合流支援サービスのリクワイアメントを設定した。

(3) 実験によるリクワイアメントの検証

サービス提供の自由度が高い本線側の車両を対象として、交通流シミュレータにより、交通流への影響についての基本的な評価を行うとともに、可変情報板およびガイドライトにより情報を提供するサービスについて、一般ドライバーを被験者として、試験走路での実走行とドライビングシミュレータによる模擬実験を行った。これらの検討を通じて、それぞれのインフラ機器による本線側の車両を対象としたサービスの評価を行った。

評価結果のまとめを以下に示す。

(a) ガイドライト方式

(i) ネガティブチェック（安全性と合流円滑性のチェック）

- 平均値の改善だけでなく、ばらつきも減少した。

(ii) 有効性

- 知見の有無にかかわらず、合流円滑性、安全性が向上した。
- 知見により効果（平均値、ばらつきとも）は更に向上した。

(iii) 高齢者

- 安全性（衝突時間）、合流円滑性（急ブレーキ）での改善が著しい。

(b) 情報板方式

- 80m 手前での情報板による情報提供が、ドライバーの安心感向上に効果があることが確認できた。
- 交通流への影響評価では、渋滞の助長などの可能性がないことを確認した。

3.4 最先端の通信方式を利用した道路システムに関する調査

3.4.1 標準化活動に関する調査

3.4.1.1 国際標準化活動

走行支援システムに関連する国内外の規格について、標準化の進行状況についての調査を行うとともに、国際標準化に向けた支援活動を行った。

AHS の標準化活動は、この標準化組織に対応する形で、ISO/TC204/WG14（走行制御）に走行支援サービスに関連するテーマを提案することを主体に進めた。

3.4.1.2 DSRC 標準化に関する調査

国土交通省及びAHS研究組合は、走行支援道路システム向けアプリケーションサブレイヤ（以下、AHS-ASL）に関する提案を連名で作成し、平成14年12月に総務省の標準化検討機関である電波産業会へ提案した。平成15年度は、狭域通信（以下、DSRC）におけるアプリケーションサブレイヤに関する技術文書を策定する運びとなり、AHS-ASLの提案を反映するために以下の活動を行った。

- ① 提案内容の成文化
- ② 走行支援道路システム（以下、AHS）の研究成果の反映
- ③ 将来のAHSサービスに困らないように内容のチェック

AHS-ASLの提案は、技術文書「狭域通信（DSRC）アプリケーションサブレイヤ標準仕様及びそれを用いた陸上移動の接続に係わる試験項目・試験条件」技術資料（ARIB TR-T17）の付録に記載された。

3.4.2 プローブサービスに関する調査

ETC 車載器を活用したシステム検討と ITS 車載器を用いたサービス検討を行った。その中でアップリンク情報を活用した走行支援サービスの実用化に向けて、具体的なサービスに対するアップリンク情報の検出精度や事象検出遅れを検証することを目的に研究した。

(1) 匿名 ID 情報の活用

ETC 車載器を対象とする匿名 ID 情報の活用について、見通し不良前方障害物検出サービスへの適用をシステム面から実用化に向けて検討した。

(a) システムの検討

(イ) センタとの接続等システム構成について参宮橋システムをモデルとして検討した。

(イ) 匿名 ID 収集から履歴情報収集への移行方法について検討した。

(2) 走行履歴情報の活用

走行履歴情報を活用する走行支援サービスの技術的な実現性を精査し、実配備に向けて交通調査の効率化や道路管理の効率化等走行履歴情報を活用する他サービスとの共用について検討した。

(a) 走行履歴情報による事象検出

(イ) 通行障害物を回避する走行支援サービスや交通異常事象の検出への適用を想定し、サンプリング周期、設置位置による時間遅れ、位置精度等検出精度に影響する項目について関係を整理し、車両走行挙動から事象発生を判定する方法を検討した。

(イ) 試験走路実験により、回避挙動や走行挙動の実履歴データを収集し、事象検出方法を評価した。

- (ウ) さらに、走行履歴情報に急ブレーキや急ハンドル情報（加速度、角速度）等を追加したときの事象検出精度向上を検討し、試験走路で確認実験を行った。
- (b) 他サービスとの共用
 - バスロケ等運行管理システムあるいは旅行時間調査や OD 調査等交通調査システムとサービスを共用することを想定し、アップリンクデータの共用及び情報取得位置の共用可否を検討すると共に、ドライバによる停止車の検出（ワンプッシュ）機能の実現性を検討した。
- (3) ITS 車載器要件の検討
 - ITS 車載器仕様化作業に対して、アップリンク要件を提案した。

3.4.3 インフラからの情報提供による走行支援に関する調査

- (1) インフラからの状況情報の提供手法に関する技術検討
 - インフラからの状況情報の提供手法について、実用化に際して以下の課題を検討した。
 - (a) 現在 Web で提供している路上工事情報、気象情報等のうち、ITS 車載器からドライバに提示することが有効な情報、有効な状況を検討した。多くの情報を同時に提供できないことから、サービスの優先度を定めた。ITS 車載器で利用する走行支援サービスについて、インフラから ITS 車載器への提供方法を検討した。
- (2) 注意喚起情報の提供手法に関する技術検討
 - 事故削減効果が高い、注意喚起/警報レベルの情報提供（「カーブ進入速度警報」、「一時停止警報」等）について、実用化に際して以下の課題を検討した。
 - (a) 注意喚起/警報レベルの情報提供に関して、効果的な情報提供の状況、を検討した。
 - (b) 利用情報の更新（鮮度）に対する要件、所要精度、車載器への実装検討、サービス対照箇所の選定を行った。
- (3) 車両への情報伝達方法の検討
 - 上記 2 項目の情報提供手法の検討結果に基づき、車両へのインフラ情報伝達方法及び位置特定方法に関する検討を行った。

3.4.4 道路地図情報に基づく走行支援サービスに関する調査

カーナビを活用し、車載の道路地図によりドライバに情報提供を行うことで安全走行を支援し、道路交通の安全に寄与するサービスを実現させることを目的に、道路地図情報に基づく走行支援サービスを提案し、道路勾配や曲率などの道路構造情報、事故多発箇所などの統計情報等、走行支援サービス提供のために必要となる情報を抽出した。また、情報の記述方法、及びその情報を収集・

配信する情報集配信の仕組みを研究した。

サービスとしてはカーナビを用いて、車両挙動に応じてドライバが必要とする情報を、必要なときにのみ与える情報提供サービスである。

表 3.4.4-1 車両挙動に応じた走行支援サービスの例

サービス名	サービス内容	利用情報
カーブ進入速度警報サービス	カーブ形状、勾配情報に基づきカーブ進入速度を目標値まで減速できるかどうかを判断し、適切なタイミングでドライバに警報・情報を提示する。	カーブ、勾配
一時停止警報サービス	交差点情報に基づき一時停止線で停止できるかどうかを判断し、適切なタイミングでドライバに警報・情報を提示する。	標識
路面情報適応サービス	路面状態の変化に応じて減速度スレッシュホールド、目標速度を変え、ドライバへの警報・情報発生基準を適切に保つ。	路面状態、静的情報
規制情報適応サービス	発令中の規制情報に応じて、規制に反する可能性が生じたなら適切なタイミングでドライバに警報・情報を提示する。	速度・車線規制情報、静的情報
追突警報サービス	前走車両が発信する急制動情報、停止車が発信する停止情報に基づき追突の可能性を判断し、適切なタイミングでドライバに警報・情報を提示する。	近隣車両情報、静的情報
出会い頭衝突警報サービス	交差点、単路の見通し不良箇所に入る車両が発信する位置・速度情報に基づき衝突の可能性を判断し、適切なタイミングでドライバに警報・情報を提示する。	近隣車両情報、静的情報

3.5 システムの実用化に関する調査

3.5.1 評価調整ツールの開発

道路状況把握装置を導入するにあたり、コストが大きな問題となることが考えられたため、コスト削減の対策として、調整費を大幅に下げることができる評価調整ツールの開発を行った。対象作業範囲は調整工程でデータ収集、データ編集（グラフ化）、データ解析、パラメータ調整、パラメータ設定の処理部分である。

この装置は可視道路状況把握装置を対象としたものであるが、赤外画像式、ミリ波式、レーザ式への適用も考慮して設計を行った。

3.5.2 技術資料の策定

全国に AHS のサービス展開を行う場合、導入箇所により安全性・信頼性が変わることのないように、研究成果、実道実証実験結果を基に技術資料として基準を体系的に整備した。記述はサービス、機能・性能要件にとどまらず、装置の構成、ソフトウェアのアルゴリズム、装置間インタフェース、検査方法等を

網羅した。

構成はサービスシステム、インタフェース、設備機器にわけた。記述はサービス定義やシステム設計に必要な項目等を記載した要件定義書、ハード、ソフトの設計根拠やアルゴリズム等を記載した基本設計書に別けた。

3.5.3 標準検査映像の制定

AHS サービスを全国展開した場合、均質サービスを提供できるようにする目的で技術資料が作成されたが、最終確認を行う試験検査工程について性能を確認できる検査映像を標準検査映像として設定した。対象は道路状況把握センサ、路面状況把握センサである。映像は国総研テストコースと実道の映像を用いまとめた。

3.5.4 システム導入後の評価に関する調査

実用化システム導入後に問題が発生していないかを検討した。

実道実験で得られた知見はVIC Sを活用したAHSの試行サービス（社会実験）に反映されているので、試行サービス導入後の評価について検討を行った。

評価としてはサービスの有効性検証、受容性検証、システム検証を行い、それぞれ有効性を確認できたので導入したシステムは実用化に問題ないと判断した。

3.5.5 新VIC SにおけるAHS情報提供の展開調査

2.5GHzのVIC Sではサービスに制限が生じるため、5.8GHzの新VIC Sへの適用について検討した。新VIC Sを安全サービスであるAHS情報提供に適用するには、新VIC S側の改善または機能拡張と車載器側の機能拡張を必要とする。そこで情報の送信側である路側無線装置を中心にシステム構成、通信仕様等の検討を行った。

3.5.6 前方障害物情報提供システムの応用に関する調査

都市高速の急カーブでの効率的なカメラ配置の適用調査として新宿カーブについて、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行い、適用区間について検討を行った。また、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の検討を行った。

