

# エグゼクティブサマリー

(A 0 0) 編

## はじめに

本書は、走行支援道路システム（Advanced cruise-assist Highway Systems、以下AHS）の主要な関係各位にAHSとその研究開発成果の概要を紹介することを目的として、AHSのコンセプト、開発目標、技術開発成果と実証評価及び、国内外コミュニケーション活動の概要をまとめたものである。

AHSは、道路及びその周辺に高度な検出機能と通信機能を有する施設を設置し、それらが収集した道路前方の障害物や路面状態の情報を車両に伝えることにより、道路交通の安全性と効率性を飛躍的に向上させるIT（Information Technology、情報技術）を活用した新たな交通システムである。

AHSは、平成8年に日本の主要な企業21社が結集して設立した技術研究組合（技術研究組合 走行支援道路システム開発機構、以下AHS研究組合）と行政との協調の下に開発を進めてきたものである。AHS研究組合は、ASV（Advanced Safety Vehicle、先進安全自動車）の開発と連携してAHSの一環である安全走行支援システムを実用化に向け優先的に開発してきた。このシステムは、車両単独では取得が困難な遠方や死角にある状況の情報、たとえば道路上の障害物や路面の凍結等を、ドライバーにリアルタイムかつ適切なタイミングで提供して危険に遭遇する直前の運転を支援する。

AHSは、ドライバーに余裕ある回避行動のための情報提供を行うことにより、安全かつ安心な運転環境の実現と交通事故等の削減に大きく貢献する可能性を秘めており、今後急速に増加する高齢者のための安全運転対策にも大きく寄与するものと期待されている。

開発にあたり、まず交通事故分析に基づくサービスの選定とリクワイアメントの策定を行い、これに沿った要素技術・システム技術を開発した。平成12年には旧土木研究所試験走路（現国土技術政策総合研究所テストコース）でASV/AHS共同実験を実施し、サービスの有効性などを確認した。その結果を受けて実用化を目指したシステム開発を行い、平成14年度にはASVと共同で実道を含む実証実験を実施してシステムを評価した。

AHSは、そのコンセプト及び技術において世界をリードするシステムである。また官民連携の開発体制は、諸外国が新たな開発体制を設立する際のモデルケースとなった。

開発したシステムは柔軟かつオープンな設計方式を採用しており、道路特性・交通特性などに応じた設計が可能であると共に、民間の競争力を活用した製作が可能となるように規定しており、今後の産業界に新たな市場を創出すると期待されている。

さらに、AHSの開発から生まれた技術などの研究成果は、道路管理の高度化・効率化、円滑で効率のよい道路交通の実現、環境の改善など、多方面への応用と展開が可能である。安全走行支援システムの実用化は、VICS（Vehicle Information and Communication System、道路交通情報通信システム）、ETC（Electronic Toll Collection System、ノンストップ自動料金支払いシステム）に続く我国のITS（Intelligent Transport Systems、高度道路交通システム）産業の健全な発展に大きく寄与することが期待されている。

## 1. コンセプトの明確化と開発目標の設定

AHSの研究開発にあたっては、実効性を備えた現実的な目的、達成目標、実現方法などに関する基本的考え方（コンセプト）および開発目標を明確化し、オープンかつベクトルを揃えた効率よい研究開発を行った。

### 1.1 研究開発目的の設定

複数の目的に合致する技術の研究開発を目的意識を持って効率的に推進するため、AHSの研究開発目的を明確に定めた。

以下の三つの研究開発目的を設定した。

- (1) 道路に高度な検出と通信の機能を持たせ、収集した事象情報を車両に伝えることにより、ITを活用して道路交通の安全性と効率性を飛躍的に向上させる新たな交通システムを提供する。
- (2) 多様なITSアプリケーションを効率的かつ有機的に連携させて大きな効果を発揮するための共通基盤となるプラットフォームの構築に必要な検出技術や通信技術を確認する。
- (3) 開発した技術を多目的に活用して道路管理の高度化・効率化などに資する。

### 1.2 AHSのコンセプトの明確化と提言

AHSを現実的なレベルから進化させながら開発、実用化するコンセプトを明確化し、提言した。

AHSのコンセプトを明確化し、提言・公開した。それらは次のようなものである。

#### ● AHSは事故削減に有効な直前対策を行う

従来は規制・取締り、教育、安全施設の整備などの事前対策や自動車の車体構造の改善やエアバッグなど、事故直後の被害軽減対策（事後対策）が図られてきた。しかし交通事故の要因の約75%は認知、判断、操作に関わるヒューマンエラーであり、ドライバーによる直前の事故回避を支援する対策が必要である。

そのためAHSでは事故削減に有効な直前対策に取り組むこととした。

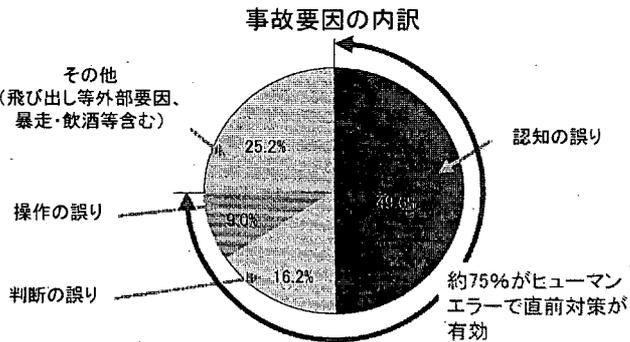


図 1.2-1 事故要因の内訳

#### ● AHSは道路と自動車の路車協調による走行支援を行う

車両の支援システムは時間と場所を問わずドライバーに支援を提供できるが、遠方や死角の情報の入手は困難である。道路インフラ側の支援システムは車両からの検出が困難な情報を検出できるが、サービスの提供場所は限定される。車両、道路インフラそれぞれに長所短所があり、単独では高度なITSの実現は困難である。

従って道路と車両の長所を活かし、短所を補いあう路車協調型の走行支援システムの開発が重要である。道路インフラは車両が検出困難な危険事象を検出して車両に伝え、車両はその情報を活用して適切にドライバーを支援する。

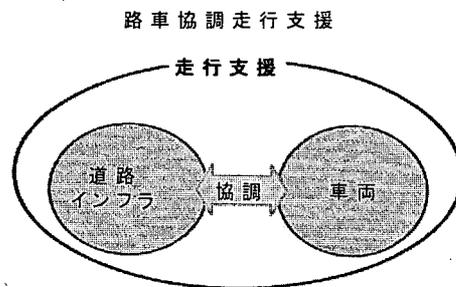


図 1.2-2 路車協調走行支援のイメージ

● AHSを現実的なレベルから進化させながら開発、実用化する

AHSによる支援レベルがAHS-i（情報提供や警報などの情報支援）、AHS-c（ブレーキなどの操作系の制御支援）、AHS-a（自動走行）と進化するシナリオを想定し、当面は現実的な情報支援から実用化し、利用範囲を拡大して効果を発揮させ、その後支援レベルを上げていくという開発、実用化のコンセプトを打ち出した。またこのコンセプトについて内外の関係者とオープンに意見を交換し、改良した。現在このコンセプトは、今後の走行支援の展開における共通コンセプトとして世界的に認知されている。

1.3 AHSに対するリクワイアメントの策定

1.3.1 基本ユーザサービスの体系化と効果的なサービスの分析

AHSの基本ユーザサービスを体系化して対策すべき事項を明確にした上で、まず緊急課題である安全対策を優先することとし、事故統計を分析して効果的な7サービスを定めた。

まず安全、効率・環境、その他の目的に関して、自動車の基本的な挙動を支援する基本ユーザサービスを体系化した(図 1.3.1-1)。

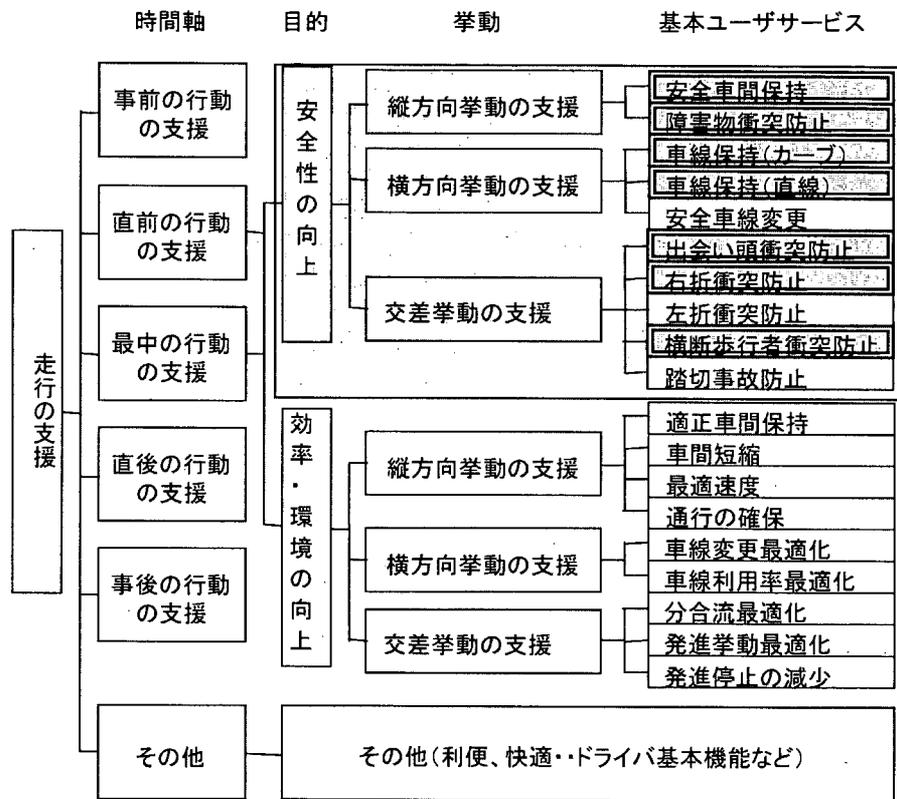


図 1.3.1-1 基本ユーザサービスの体系 走行支援の基本ユーザサービスを時間軸(支援タイミング)、目的、挙動に基づいて体系化した。■で示したものが当初選定した7サービスである。

次に基本ユーザサービスのうちで優先的に開発するべきものを設定するため、事故発生状況と人身傷害及び社会的・経済的損失を基本ユーザサービスに対応付けて分析した(図 1.3.1-2 にサービス分析の例を示す)。その結果、特に有効と考えられる安全車間保持、障害物衝突防止、車線保持(カーブ)、車線保持(直線)、出会い頭衝突防止、右折衝突防止、横断歩行者衝突防止の7サービスを選定した。

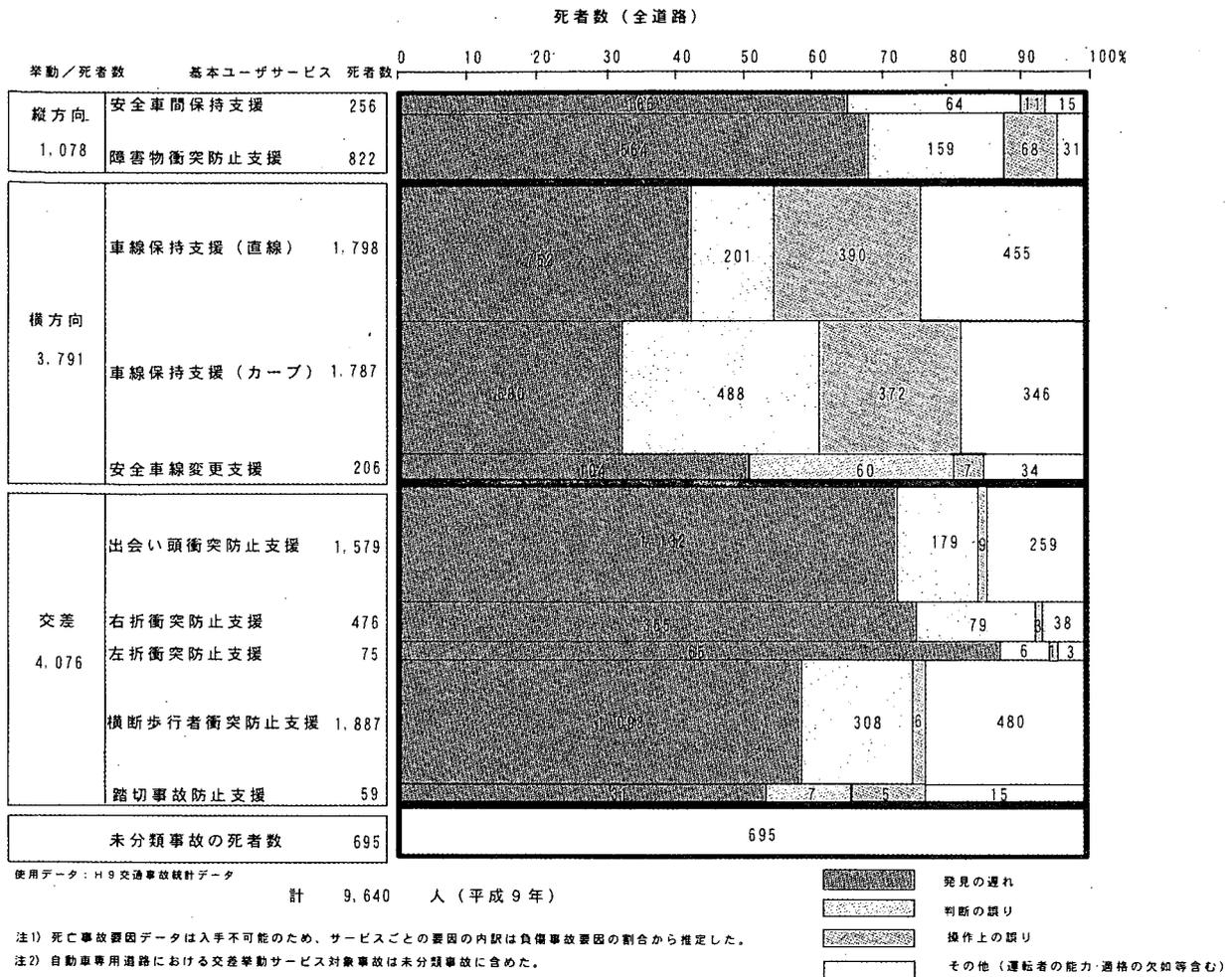


図 1.3.1-2 サービス分析の例（基本ユーザサービスごとの要員別事故発生状況）

### 1.3.2 サービスの内容と目標レベルの明確化

ドライバモデルと事故要因の関係分析などに基づいて情報提供、警報、操作支援という支援方法が有効であることを体系的に明らかにし、各サービスにおける効果的な支援内容と目標レベルを明確にした。

ドライバ行動のモデルと事故要因の関係を分析した。

ドライバは「認知－判断－操作」という基本的な危険回避行動を行っているので、事故の人的要因もこれに対応付けて、認知のミス、判断のミス、操作のミスと分類できる。これらに対応して、事故要因ごとの支援機能として、認知のミスをカバーするために危険な事象を発見してその情報を伝える情報提供機能、判断のミスをカバーするために緊急的な回避行動が必要なことを判断して伝える警報機能、操作のミスをカバーするための操作支援機能の三つを設定した。

以下にドライバの行動モデルと対応する支援システムのイメージを示す。

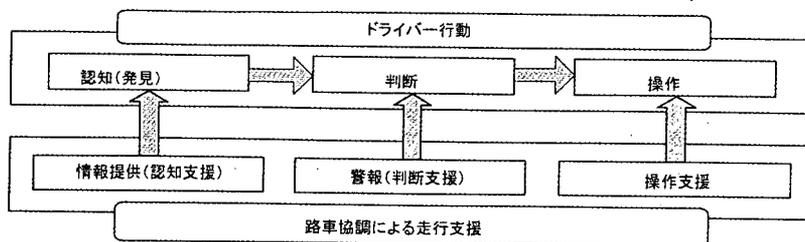


図1.3.2-1 ドライバ行動と支援方法 認知・判断・操作のエラーに対して順次、情報提供・警報・操作支援を行う。

分析結果に基づき、各サービスにおいて必要な支援内容と目標レベルを明確にした。具体的な支援システムのイメージを以下に示す。

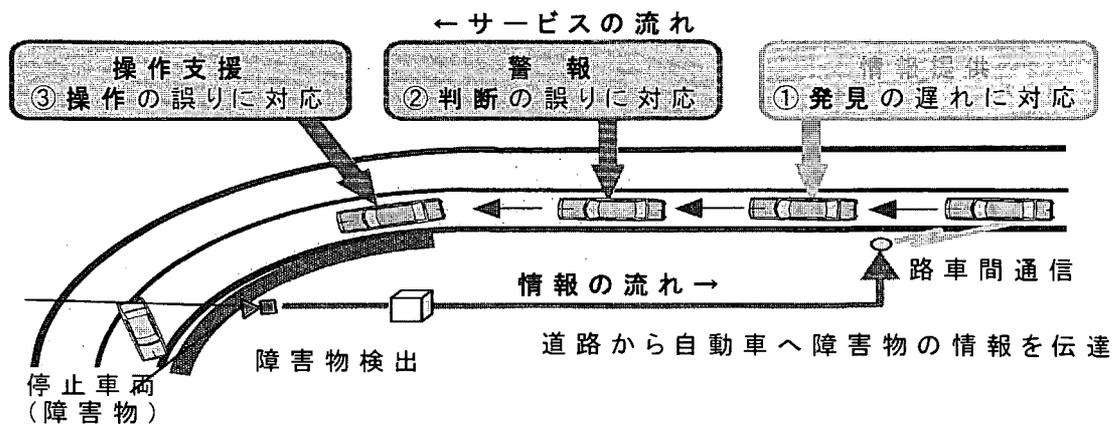


図 1.3.2-2 支援のイメージ（前方障害物衝突防止の例） AHSはカーブの先の障害物を検出して路車間通信により自動車に情報を伝達する。自動車はドライバーにその情報を提供する。減速などのドライバーによる回避行動が不十分なときは警報を発し、それでも十分な回避行動が行われないうちは、自動ブレーキなどの操作支援を行う。

なお、道路インフラ設置箇所でAHSの効果を早期に発揮させるために、路車協調に加えて情報板などによる道路インフラ単独の情報提供サービス（インフラ単独サービス）も開発することとした。

### 1.3.3 リクワイアメントの策定と具体的開発目標の設定

サービスの有効性をテストコースにおける代表的場面で評価できる「実験システム」に対するリクワイアメント（要求事項）項目を定め、シミュレーション実験データや各種統計データなどに基づいて定量化を行い、システムの具体的開発目標を設定した。

### 1.4 車両と共同した現実的システムの定義

平成12年度のテストコースにおける実験評価をふまえ、現実に適用可能な技術レベルなども考慮して、車両（ASV）と連携して共同システム定義書を策定した。この定義書により、実証実験に向けた実用システムの現実的開発目標を定めた。

共同システム定義書とは、ASVが開発したシステムおよびAHSの基本ユーザサービスの関連を明確にし、双方の研究領域の重なる部分について共通目標を設定したものである。

### 1.5 安全性・信頼性の定義と目標の明確化

#### 1.5.1 安全性・信頼性の目標値設定

JISの考え方をAHSに適用してシステムの安全性と信頼性の定義を明確にした上で、安全性・信頼性の目標を設定した。

JISの考え方に準拠してAHSの「安全性」「信頼性」などを定義した上で、AHSに適用するシステムの安全性と信頼性の基本的考え方を明確にし、実証実験システムにおける安全性・信頼性の目標値を設定した。基本的考え方と検討結果を以下に示す。

(1) AHSに適用するシステムの安全性と信頼性を、電気/電子安全システムの安全性・信頼性を規定しているJIS B 9705-1に準拠して定義した。

このようにして定義したAHSの安全性と信頼性に関する用語の定義を表 1.5-1 に示す。

表 1.5-1 用語の定義（簡略表現）

用語	AHS に適用した用語の意味
安全性	システムが提供する情報により、ドライバが危険な状態に陥らないようなシステムの能力
信頼性	システムが故障しないで、所定の情報を、必要とする期間にわたって提供できる機能
システム稼働率	サービスを提供すべき時間に対して、AHS の装置が故障しないで、サービスを提供できる時間の割合
サービス稼働率	サービスを必要とする時間に対して、システムが実質的なサービスを提供できる時間の割合
安全側故障	ドライバが危険な状態に陥る可能性がないようなシステムの不具合
危険側故障	ドライバが危険な状態に陥る可能性があるようなシステムの不具合
安全度	システムの情報により、ドライバが危険な状態にならない確率： 1－危険側故障の確率
正解率	対象とする現実の状態を検出して正しく出力する情報の、正常な動作時間中の全出力に対する割合

なお、AHS システムの動作状態について分析し、危険側故障（ドライバが危険な状態に陥る可能性のある事象）を明らかにするため、表 1.5-2 に示すシステムの動作状態図を作成した。（部分が危険側故障に該当）

表 1.5-2 システム動作状態別の危険側故障

システム 現実の 動作 事象	サービス提供すべき時間（一般車両通行可能）						サービス不要時間 (通行止)	
	サービス提供時間 (正常動作時間)			システムの判断によるサービス断念時間	故障中の時間		保守休止時間	運用停止時間
	危険があるという情報をドライバに伝える	危険がないという情報をドライバに伝える	危険があるという情報がドライバに伝わらない		ドライバに故障だと伝わる故障	ドライバに故障と伝わらない故障		
危険がない状態	① △ 含む安全側判断	③ ○	⑬ △	⑤ ○	⑦ ○	⑨ △	⑪ ○	—
危険がある状態	② ○	④ ×	⑭ ×	⑥ ○	⑧ ○	⑩ ×	⑫ ○	—

- : 現実の事象が正確にドライバに伝わるか、走行支援システムが正確な情報を伝達できないことをドライバに伝えられる
- △ : 現実の事象に危険がないが、状況を正しくドライバに伝えていない
- × : 現実の事象に危険があるとき、危険ではないとドライバに伝わるか、走行支援システムが故障であることがドライバに伝えられない

- (2) ニーズ（サービスを利用する側）の観点からはできる限り高い安全性目標値が要求されるので、可能な限り上記要求の実現（危険側故障の原因の分析と対策）に向けて努力する。
- (3) ただし、道路側インフラで 100%の安全性・信頼性を達成することは技術的にも経済的にも困難である。
- (4) そこで、ニーズとシーズの観点を総合的に勘案して、システムやセンサ、通信などの要素について、以下の目標設定をおこなった。これは J I S の安全度水準 1 に該当する安全性・信頼性であり、社会通念上許容できるレベルである。実証実験システムでは、J I S の安全度水準 1 が要求する 90%以上の総合的安全度の確保を目指し、仮安全度目標を 95%以上、サービス稼働率を 95%以上とした。
- (5) 安全度及び稼働率が 100%に達しない部分については、ドライバに重大な危険が及ぶことがないように、車や人間（ドライバ）を含めた範囲でフェールセーフ対策を提案した。
- (6) 上記に基づき安全性・信頼性仮目標を設定した上で、ドライビングシミュレータ、テストコース、実道における実験でこれらを検証評価する。

## 1.5.2 フェールセーフ対策の提案

フェールセーフを考慮した情報提供形態として、以下の3状態表示を提案した。

- (1)危険事象を検知した場合に提供する「危険情報表示」
- (2)危険事象の有無に関わらず、システムへの過度の依存による危険を抑止するための「慎重運転奨励情報表示」
- (3)システム故障や通信遮断時に、システムが稼働していないことを示す「無表示」

ドライバがAHSに依存している場合、センサが危険事象を検出できなかった際の車内表示が「無表示」であると、ドライバが「無表示＝安全」と思い込んだ場合、危険な状態に陥る可能性がある。そこで、危険状態の有無に関わらず慎重運転を奨励する情報等を提供することにより、未検出時に想定される危険な状況を回避するフェールセーフ対策の考え方を提案した。(図1.5-1参照)

なお、システム故障や通信遮断が発生した場合、電波が車両に届かないため車内表示は「無表示」となる。通常時に慎重運転奨励情報を提供すれば、「無表示」と表示に差が生じることになり、システムが稼働していないことを間接的に伝えることが可能となる。

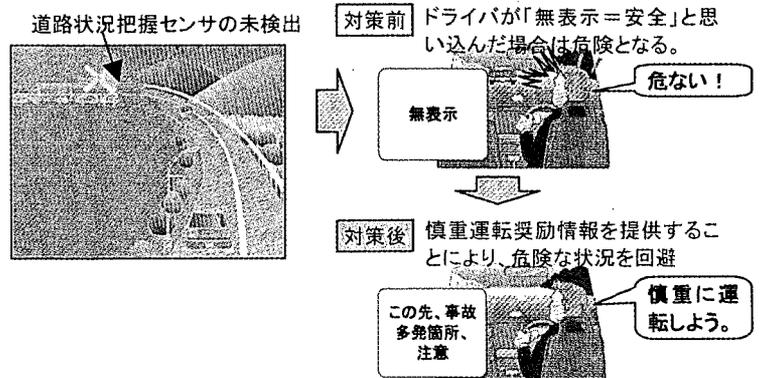


図 1.5-1 慎重運転奨励情報の提供によるフェールセーフ対策案

## 1.5.3 安全性・信頼性対策の実施

システム、センサ、通信などの要素について、故障モードとその影響度の分析、実験データに基づく危険側故障の要因分析と対策案の検討などを行い、経済性も考慮した上で、可能な限りの安全性、信頼性対策を実施した。

センサの未検出、通信の遮断などについて実際の道路に試験的に設置して得られたデータを分析して方式の改良などを行った。また自己診断、相互診断とその情報の通知などの安全対策を実施することとした。

## 2. 技術開発成果と実証評価

### 2.1 体系的なシステムの開発

全国均質なサービスを実現するため、AHSの基本7サービスを統一したアーキテクチャで策定し、実証実験により安全性・機能・性能を確保した実用システムを体系的に開発した。これにより、AHS設備のコンポーネント化と標準化を実現した。

大規模なシステム開発を進める上で、AHSを世界的な開発モデルとして通用させるべく、アーキテクチャ開発からシステム開発、実証実験、評価、改修の一連の流れを通じた体系的なシステム開発を推進した。これにより、AHS設備(センサ・通信・路側)間の機能分担を適切に配分してコンポーネント化と標準化を実現した。ソフトウェアについても基本サービス単位にモジュール化を図り、あわせてコンポーネント間のインターフェースの標準化を行った。

結果として、装置毎の組合せによるAHSサービスの構築が容易になり、段階的な設備増強・性能改善ができ、運用・保守等の維持管理業務が軽減出来るなどの特長を備えたシステムを実現した。

## 2.2 体系的な実験評価方法の導入

システムの評価検証を総合的・効率的に実施するために体系的な実験評価方法を導入し、評価目標、評価項目、評価方法、評価基準に関する総合的な計画を立てて評価を行った。

### (1) 評価目標：幅広い狙いを持った評価

主要な開発目的である路車協調サービスを評価する路車協調実験、一般車両のドライバも対象となる情報板サービスを評価するインフラ単独システム実験、センサを中心とするAHS構成機器の道路管理への利活用を図るための道路管理応用実験の三分野に関して、実証評価を実施した。

### (2) 評価項目：システムの実用性の観点からの評価

システムが社会的な観点から見て実用に耐えうるかを評価するために、以下の五つの視点から評価項目を設定した。

- ・サービスの有効性検証の視点  
前方停止・低速車両情報の提供によって早めの減速操作が実現されたか、事故が削減されたか、サービスによるネガティブな効果が生じていないか、ドライバの負荷軽減効果はあるか等
- ・サービス受容性検証の視点  
サービスによる安心感や情報認知度等
- ・設計値検証の視点  
余裕を持って危険回避が可能か等
- ・道路インフラ性能検証の視点  
多様な環境下における安全性・信頼性の確保が可能か等
- ・道路管理への活用の視点  
施設管理や道路管理情報といった道路管理への活用が可能か等

### (3) 評価方法：多様な試験フィールド間での実験評価の分担と導入意義がある箇所での実道実験評価

実験特性に合わせて、試験走路、ドライビングシミュレータ、実道の三つのフィールドを活用し、試験走路での限界性能評価、シミュレータでの危険場面評価、実道での複雑な実交通評価を行った。実道実験評価箇所は、事故の多発する箇所など、その導入に社会的意義がありサービスの効果が期待できる地点を選定した。

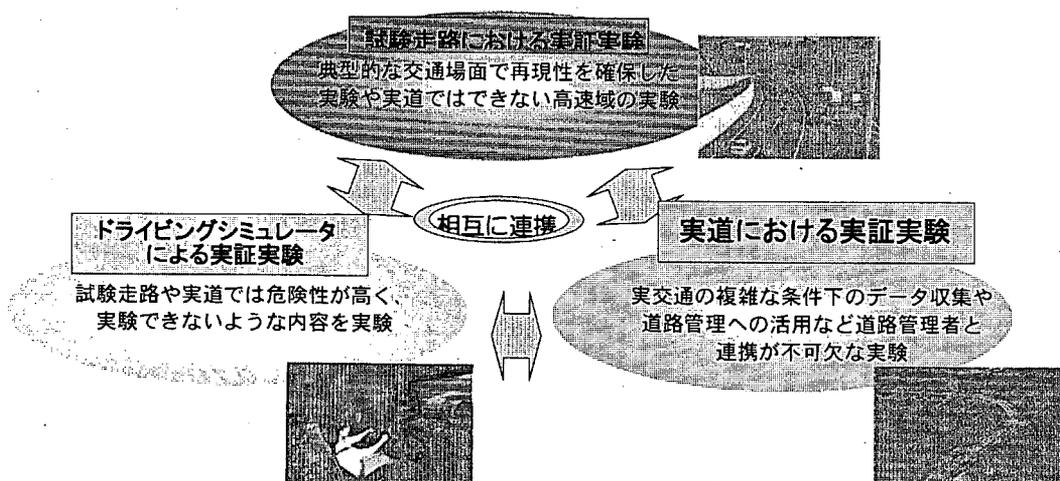


図 2.2-1 三つのフィールドを活用した実証実験 実験特性に合わせて、試験走路、ドライビングシミュレータ、実道の三つのフィールドを組み合わせて効率的に実施

### (4) 評価基準：安全性能・信頼性能を中心に仮目標値を設定して評価

安全度仮目標値 95%以上、信頼性（サービス稼働率）仮目標値 95%以上を、評価基準として設定した。

## 2.3 単路系走行支援システムの開発

車両単独では検出が困難な情報を道路インフラが検出・提供することにより安全な運転を支援し、ドライバーによる余裕を持った運転を可能とする、三つの単路系走行支援道路システムを実現した。

以下では基本ユーザサービスとして選定した7サービスの内、現時点で実用化レベルに達したと判断される三つの単路系走行支援道路システムを紹介する。

なお単路系システムは下記の二つの共通的特長を備える。

- ・危険側のミスが少ない事象検出機能や、交通量が多い区間で大型車混入率の高い二車線道路においても高い確率で車両に情報提供が可能な機能を備えており、高い安全性・信頼性を確保したシステムを構築できる。
- ・誤報や欠報などのリスクに対処できる新たな考え方のフェールセーフ機能を備える。

### 2.3.1 前方停止・低速車両情報提供支援システム

早めかつ穏やかな減速により、視認困難な前方障害物(停止・低速車両)への衝突の危険を減らし、高齢者でも安心して運転できるシステムを実現した。

実道実験箇所の一つである首都高速道路参宮橋区間での検証により、

- ・公団管制室に通報された事故(12台/月)を上回る事故(30台/月)が実際には発生
- ・事故の3割(11台/月)はドライバーから見えない前方の停止・低速車両が原因であり、そのほとんどは二次事故
- ・1件の事故の背後にはヒヤリハットと思われる急減速挙動が約80件ある

ことが分かり、本システムの必要性が確認できた。

本システムでは、情報表示板を用いた一般車両への情報提供サービスについても、情報表示板位置での情報提供の有無による車両の速度変化や事故削減効果が実道で観測されており、その有効性が確認されている。またAHS車載装置経由の情報提供ではさらに有効な支援が可能なことも確認されている。

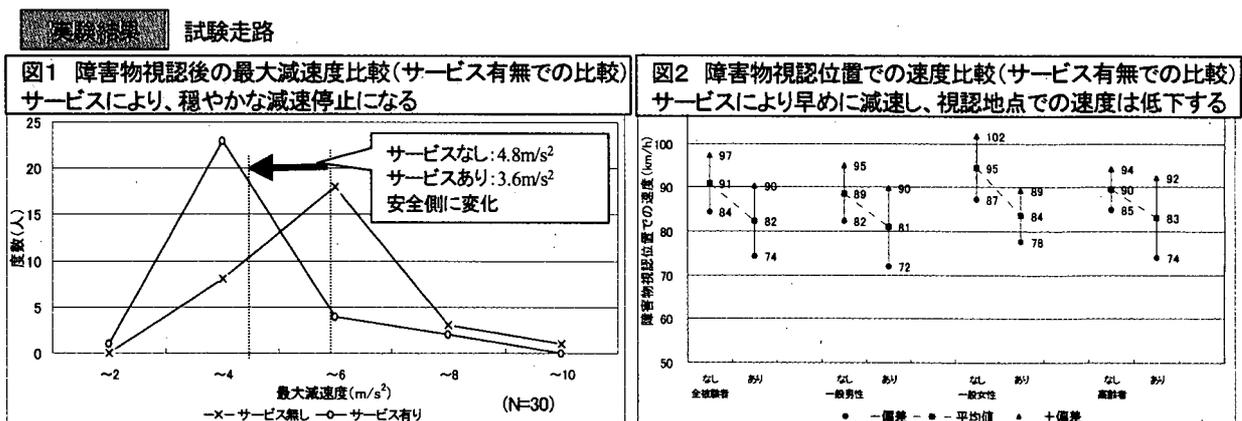
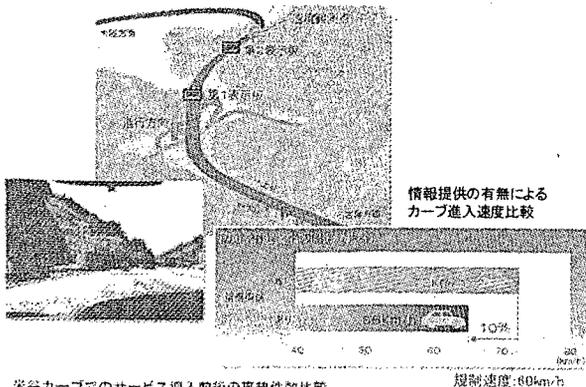


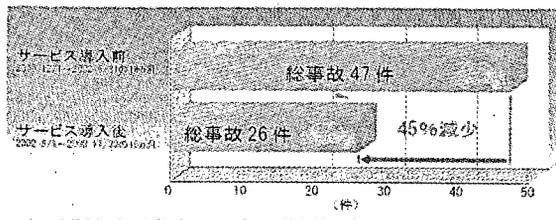
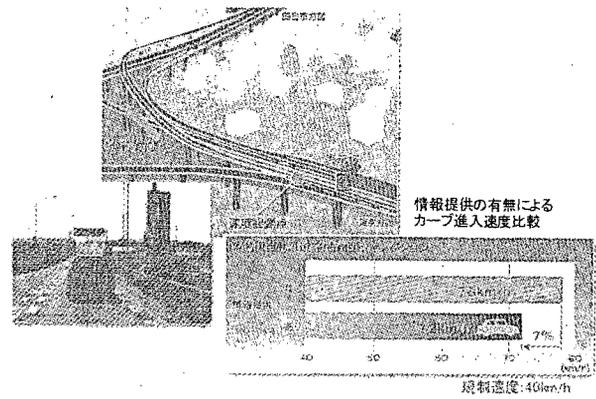
図 2.3.1-1 前方停止・低速車両情報提供支援サービスの有効性 車載装置での情報提供により、最大減速度の低下(急ブレーキが減少)、障害物視認位置での走行速度の低下などの効果が得られており、サービスにより高齢者も含むドライバーの挙動が安全側に変化していること、つまりドライバーがより危険の少ない操作を行ったことを確認した(試験走路での検証結果)。

**実験結果** 実道

①国道25号名阪国道(米谷)



②東名阪自動車道 名古屋西ジャンクション



(注)サービス導入後の事故件数には他の既存対策も含まれる。

図 2.3.1-2 「前方停止・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」を導入した国道 25 号名阪国道 (米谷) と東名阪自動車道名古屋西ジャンクションでは、情報表示板による他の安全対策ともあわせ速度抑制や交通事故件数の減少が観測された。

センサの安全性・信頼性に関しては、赤外画像センサが昼夜・晴雨とも安定して事象を検出しており、危険事象の未検出が極めて少なく、仮目標を達成していることを確認した。可視画像センサに関しては、照明条件を確保すれば仮目標値に近い事象検知率が期待できることがわかった。また、赤外画像センサ、可視画像センサともに、季節の変化による性能への影響もわずかであることが確認できた。

また交通量が多くなおかつ大型車混入率の高い片側 2 車線道路においても、高い確率でほとんどの車両への情報の伝達が可能であることが検証された。

とはいえ、道路インフラのみでは危険事象を 100%検知できない可能性が残っている。このため、未検出等の危険が新たな事故を引き起こすことを防ぐフェールセーフ機能として慎重運転を促す情報提供 (表示) 機能をシステムに付加するなどの対策を行い、ドライビングシミュレータを用いてその有効性を確認した。

**実験結果** ドライビングシミュレータ

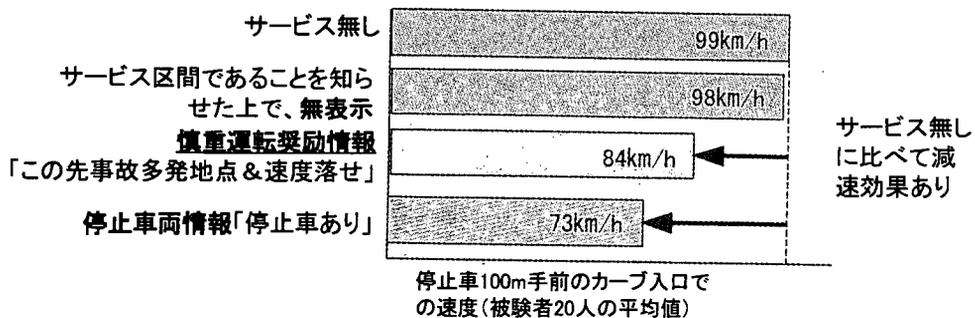


図 2.3.1-3 フェールセーフ機能の有効性確認 慎重運転奨励情報を提供した場合は、サービスがない場合や情報が全くない (無表示) 場合と比較して速度抑制効果が生じることから、フェールセーフ機能の有効性が確認された。

### 2.3.2 カーブ進入危険防止支援システム

急なカーブに安全速度を超過して進入しようとするドライバーが、情報の提供を受けて早めに減速し、安全な速度でカーブに進入できるようにするシステムを実現した。

本システムに関しては、車載装置での情報提供サービスにより、車両のカーブ進入速度が低下し、高齢被験者も含むドライバの挙動が安全側に变化することを確認した。

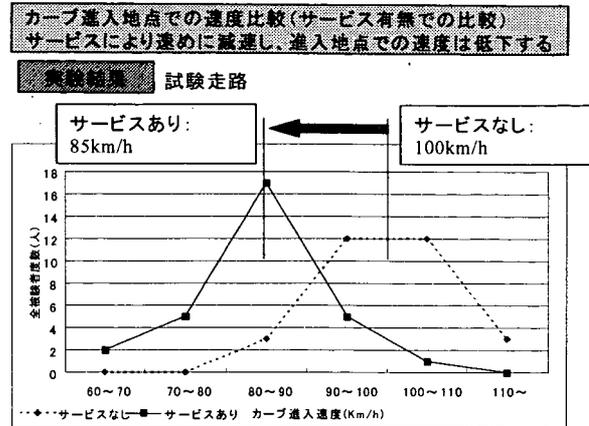


図 2.3.2-1 カーブ進入危険防止支援サービスの有効性

### 2.3.3 路面情報提供支援システム

遠方や見通し困難な場所での凍結など、滑り易い路面の状況を早めに伝え、ドライバーが安心して運転できるように支援する路面情報提供支援システムを実現した。

本システムに関しては、その動作や安全性・信頼性については、凍結状態を含む5状態について、ほぼ目標値を達成する事ができた。路面情報提供支援サービスの受容性に関しては、その期待度は高かったものの、実験時は実験箇所も含めて道路全体が濡れている状態であり、必ずしもドライバが路面情報を必要としない状況であった。

本システムについては、トンネル出口や橋梁部等のように、車両が現在走行している場所と道路前方の路面状況が異なる場合に向けたサービスの効果がより大きいと考えられる。

### 2.3.4 システムの安全性・信頼性まとめ

安全性・信頼性(安全度、稼働率)の仮目標値の達成を確認した。

システムの安全性検証結果は以下のとおりであった。

- ・赤外カメラ式道路センサを用いることにより、安全性・信頼性仮目標値を満たす前方停止車両・低速車両情報提供支援システムが構築可能であった。
- ・可視カメラ式道路センサは、使用にあたり、夜間の照度ムラの少ない環境等の設置条件の確保が必要なことがわかった。
- ・可視路面センサの安全度を検証したところ、凍結状態も含め、目標値と同程度であることが分かった。
- ・路車間通信設備の路側アンテナ設置高が白線上8mのときは、各実験場所で発生した交通量・大型車混入率の範囲で目標値を達成している。アンテナ設置高6mとした場合には車高の高い大型車のため安全性の目標値を達成するに至らなかった。

また信頼性に関しては以下のとおりであった。

- ・各実験場所の実験期間中(それぞれ約1ヶ月間)にシステムダウンせず、連続稼働したことを確認した。
- ・路車間通信設備の路側アンテナ設置高が白線上8mのときは、各実験箇所が発生した交通量・大型車混入率の範囲で、システムのサービス稼働率目標値を達成している。アンテナ設置高6mと

した場合には車高の高い大型車のため信頼性の目標値を達成するに至らなかった。

## 2.4 道路管理への利活用

AHSで開発した路面センサ、道路センサを道路管理へ適用することを検討し、道路管理用としての活用を可能とするための機能/性能を確保し、平成15年度に全国地整へ試験導入した。

### 2.4.1 路面管理用として利用可能な路面センサの開発

AHS 可視路面センサに、道路管理上必要となる路面監視精度/的中率、複数箇所監視機能、既設カメラ/旋回ズームカメラ対応機能を付加した。これにより本センサの路面管理用センサとしての利用が期待できる。

AHS 可視路面センサは、これまでの点での判定から面での判定が可能で、路面の状態を道路管理に求められる精度（乾燥・湿潤・水膜・積雪・凍結の5状態）で判別可能であり、路面管理への利用が期待できる。たとえば熱容量の関係から水膜は比較的凍結しにくく湿潤は凍結しやすい特性があるが、AHS路面センサは湿潤と水膜を識別可能なため、これを導入することにより、湿潤であれば凍結抑制剤散布出動を迅速に行うなど、よりきめ細かな路面管理業務を実現する可能性が期待される。

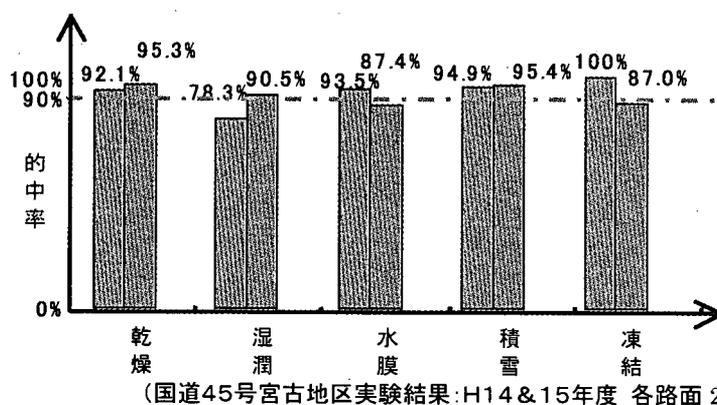


図 2.4.1-1 路面5状態判別精度/的中率 積雪を例にとると、的中率とは、センサが積雪と出力した場合に観測路面(真値)が積雪である確率、正解率とは、観測路面(真値)が積雪である場合にセンサが積雪と出力する確率である。

#### 【冬期路面管理業務の支援】

道路管理に有効なエリア内の最悪状態情報が取得できるので、これを現在目視に頼っている路面監視に利用することで、道路管理者の負荷軽減、出動判断の迅速化といった路面管理の効率化が実現できるものと期待される。

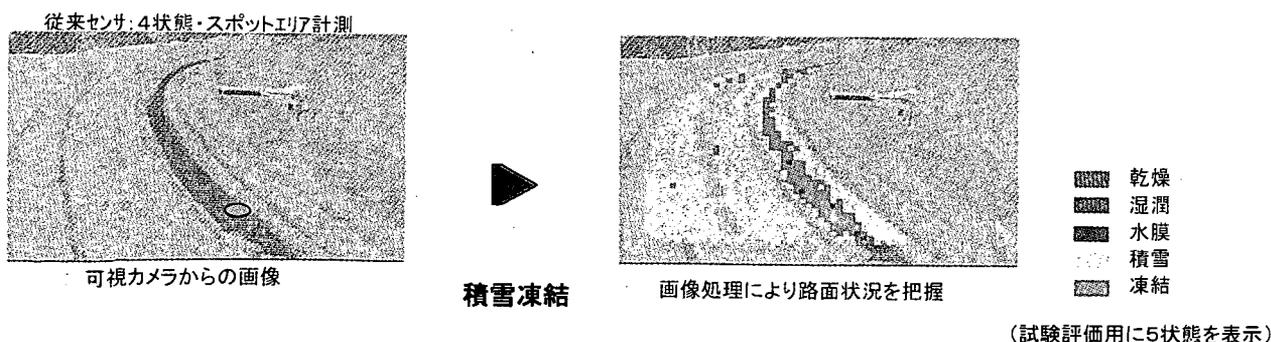


図 2.4.1-2 路面管理用に提供可能な面的路面状態の表示イメージ

道路管理に必要な精度を確保した複数台のカメラを道路管理用路面センサとして用いた場合は、路線単位など複数箇所の路面状況を統合的に管理することができる。これにより、除雪・薬剤散布作業の出動判断迅速化など判断支援や、適切なタイミングでの道路管理者への情報通知など道路管理者の負荷軽減などが期待できる。将来的に電子化されたデータや処理結果画像の蓄積と併せて、作業計画立案などにも活用が期待される。

またセンサを複数地点に配備すれば一箇所あたりの機器導入コストを低減できるので、既存センサと比して価格競争力を確保することができる。また旋回ズーム式カメラを、その性能を保ちつつ路

面センサの撮像部に使用することを可能とし、さらに一台の旋回ズーム式カメラを路面センサ用と道路監視用として共用することも実現した。加えて既設の監視カメラからの画像を路面センサ用に利用することも可能とした。

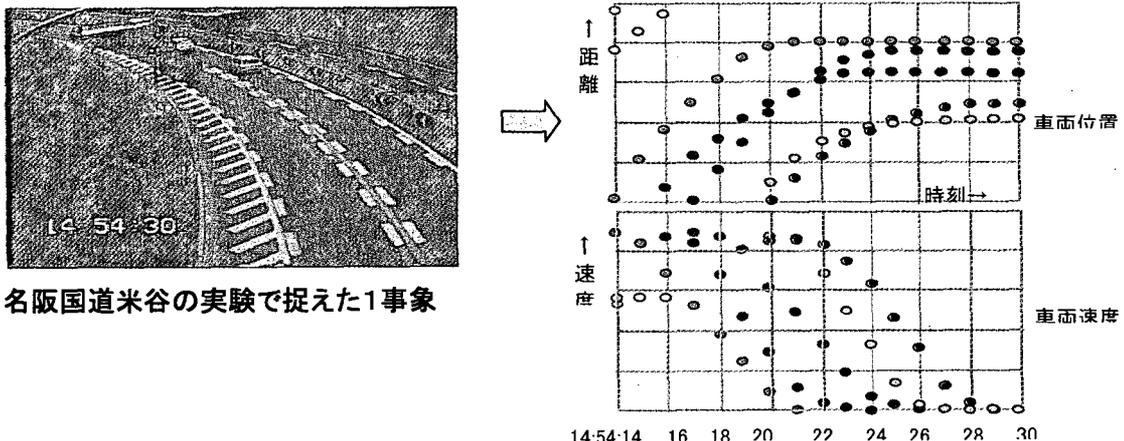
**【利用者への路面情報提供】**

路面状態をメッシュ毎に昼夜を問わず判定可能であり、利用者にも理解しやすい色分け表示により、インターネットや道の駅情報端末などを通じたビジュアルな情報提供が可能である。これにより利用者の自主的判断による適切なルート選択や滑り止め対策が可能となり、路面凍結などの影響を抑える事が期待される。

**2.4.2 危険事象の検知・収集技術の開発**

AHS可視道路センサのリアルタイムな事象検出機能と併せて、カメラ映像を収集・蓄積し、異常事象等の原因分析のための基礎情報として提供する機能を開発した。道路改良などの事故対策に向けたこれらの情報の活用が期待される。

AHS道路センサの撮影映像を利用して、各種対策等に活用可能な画像を収集し蓄積する技術を開発した。これらの技術を利用することにより、検出事象をトリガとしたカメラ映像の自動収集も可能であり、カメラ映像とAHS道路センサが出力する「センサログ」との併用により、車両走行速度や走行軌跡図を作成して詳細な異常事象発生状況を解析するようなことが可能となる。



名阪国道米谷の実験で捉えた1事象

図 2.4.2-1 映像から解析可能な事象発生状況

事故やヒヤリハット等の異常事象の映像とセンサログ情報から走行軌跡図や速度変化図が作成できるので、事象発生状況の客観的推測が可能となった。

**【危険事象の早期発見】**

AHS可視道路センサ技術を道路管理へ応用する事により、道路上の停止車両・低速車両・渋滞などの異常事象を即時に検出・通報することが可能となり、落石や崩落などの通行障害などの早期発見による的確な復旧支援や二次災害防止が可能となる。

**【事故要因の分析】**

また、異常事象発生時の車両挙動に関する映像やデータが蓄積される事から、定量的・客観的データに基づく交通事故要因分析が可能となり、効果的な新規対策立案の可能性が期待される。

**【潜在的危険の把握と的確な事業評価】**

併せて、蓄積データを解析評価する事により例えばカーブ進入地点での走行速度分布や車線逸脱走行分布などの潜在的危険要因を事前に定量的に把握し予防安全に活用したり、対策実施後の改善効果を定量的に評価し適切な事業評価を行う等が可能となると考えられる。

## 2.5 交差点系走行支援システムの研究

試験走行においてサービスの定義に基づくシステムを構築し、事故分析による典型的な走行パターンにおいて、システムの機能・性能に関する実証実験を実施した。実験の結果、右折衝突防止支援システムをはじめとする交差点系システムについて、以下の課題が明らかになった。

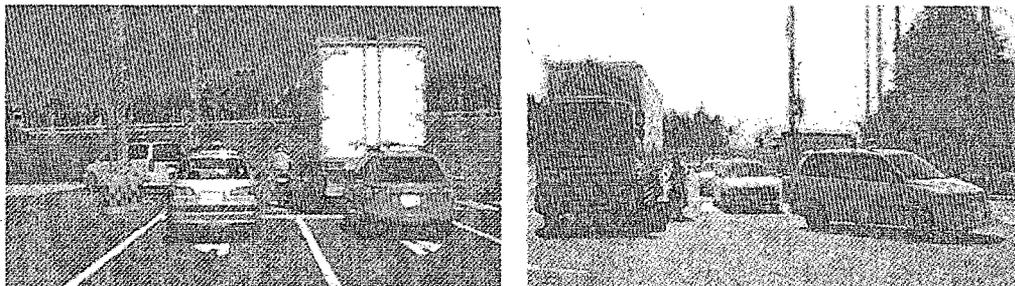
- (1) 道路側インフラのみで、対向車情報を連続的に正確に提供することには限界がある。
  - ・全ての対向車の正確な検出は困難
  - ・車両への連続的な情報伝達に限界
- (2) 車内のドライバーに情報を伝える HMI(ヒューマン・マシン・インタフェース) 構築は複雑な課題である。

交差点走行支援システムの研究の結果、対向車情報を道路インフラのみで連続的かつ正確に提供することには限界があることがわかった。全ての対向車の正確な検出が困難なことは、以下のような問題により実験的に検証された。

- ・すり抜け二輪車を正確に検知しようとするれば大型車等が多重に検出され、多重検出を抑えようとするればすり抜け二輪車の検知ミスとなるというトレードオフが生じる。
- ・車群から抜け出してくる二輪車を正確に検知しようとする、検知が遅れが生じる。
- ・センサ設置数をコストに見合うものにする、車両同士が画面内で重なり、検出ミスが生じる。

また交差点での路車間通信に関して、車両の停止中に車室内多重反射が原因と考えられる通信断が発生することが確認され、車両への連続的な情報伝達に限界があることが判明した。さらに、対向車線(右折車前方)等の多様な交通状況を音声や表示で車内のドライバーに伝える HMI(ヒューマン・マシン・インタフェース) の構築には複雑な課題があり、一層の開発が必要なことが明確になった。

センサの性能検証



ドライバーへの伝達性能の検証

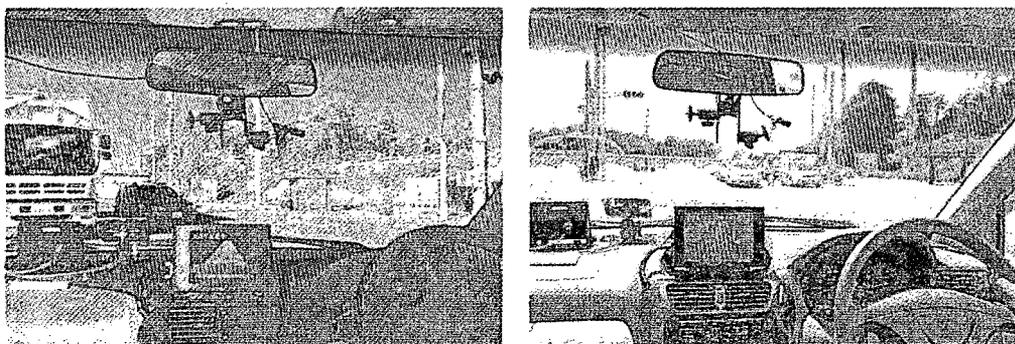


図 2-8 交差点実証実験 事故分析による典型的な走行パターンにおけるシステムの機能性能に関する実証実験をテストコースで実施した。実験に際しては、基本性能を測定するための場面、道路インフラの性能の限界を測定するための場面、事故分析結果により支援が必要ながわかってる場面、ドライバーによる状況把握が困難な場面を各々設定した。

## 2.6 将来適用技術の基礎検討

### 2.6.1 合流支援システムの検討

本線側ガイドライトを適用した合流支援システムをテストコース内で試験評価し、余裕を持った滑らかな合流が可能である等の基礎評価を得た。

合流支援システムをテストコース内で試験評価した。

本線側をガイドライト表示して合流車両位置を赤色点灯すると共に、合流車前後ヘッドウェイ領域も橙色点灯させたところ、衝突時間（そのまま進行して衝突にいたるまでの時間）に代表される危険指標の減少、滑らかな減速効果、本線側の適正車間距離形成効果等が確認され、交通流整流化・危険回避用としての当該システムの可能性が見えた。

### 2.6.2 簡易DSRC技術の検討

DSRC(Dedicated Short Range Communication、狭域通信方式)の機能を限定し、路側機から簡易に情報を提供できる簡易DSRC技術を検討した。

安価で可搬性のある路側機を用いて車載器に情報を簡易に提供する技術を検討した。通信データ量の検証から、VICSレベル2（簡易図形：3kB程度）なみの情報提供を行えることを検証した。近い将来の応用としては、工事現場等において臨時に情報を提供する可搬型ビーコンが考えられる。

## 2.7 今後の課題

AHSの今後の課題として以下のものがある。

#### (1) 実用化に向けた課題

- ・システム設置の標準的手順の確立（コスト効果分析、システム構築手順）
- ・全国均質のサービスを担保するシステムの検査方法、あるいは検定システムの確立
- ・標準化システム（プログラム）のメンテナンス手法の確立
- ・VICS、ETC、ナビゲーションシステムなどを活用した安価なサービスの早期提供の検討

#### (2) 中長期的な技術課題

- ・交差点系安全サービスについての、路車分担やHMIの機能等の見直しを含めた新たなリクワイアメントの検討
- ・道路交通の安全性向上、環境改善、効率性・円滑性の向上に資する新たな路車協調システムへのAHS技術の展開

## 3. 国内外のコミュニケーション活動

### 3.1 成果のまとめ

行政と民間(AHS研究組合)による官民連携研究開発手法は、韓国における同形態の研究組織構築のモデルになると共に、米国政府のインフラ・コンソーシアムなどの形成を促した。また、国際会議等で提唱したAHS-i、AHS-c、AHS-aの実道路への段階的導入の手法は、社会受容性を考慮した最適な導入方法として各国の道路管理者等に受け継がれ、実際に導入モデルとして欧米で実現している。

過去の交通事故解析から、安全に関して体系化した7つのユーザーサービスの提言、路車協調による事故低減の効果を継続してアピールした結果、それが米国、欧州、アジアにおいて広く研究団体等に受け入れられた。路車協調システムは交通事故削減、予防安全の有効な手段として認知され、米国ではVII(Vehicle Infrastructure Integration)、欧州ではFrame Work Program 6において具体的開発項目の一つになってきた。また、国土技術政策総合研究所の指導による実証実験、実道実験は国内外の著名な研究団体からの参加があり、路車協調の必要性に関する詳細な実験として欧米アジアの関係団体から高い評価を得た。

### 3.2 具体的な成果について

平成10年～平成15年の間の国内外のコミュニケーション活動の具体的な成果である情報の発信・収集活動を以下に示す。

#### (1) 印刷物・メディア等による方法

- ・ 展示関係：San Diegoデモ、AVG (Automated Vehicle Guidance)、ITS世界会議など (7回)、国内モーターショー、ITS関連展示会など (8回)
- ・ ビデオ映像 (14種類)、会誌 (和文13号、英文12号)、パンフレット類 (13種類)
- ・ パネル説明図 (130枚)

#### (2) 特許申請と論文発表 (平成10年度～平成15年度) による開発成果の権利化

- ・ 国内出願件数： 266件      登録件数： 108件
- ・ 海外出願件数： 13件      登録件数： 米国 7件      欧州3件
- ・ 発表論文数： 219件      海外発表件数： 98件

#### (3) 世界的な会議での活動 (参加・情報交換)

- ・ ITS世界会議 (8回)
- ・ ITFVHA (International Task Force on Vehicle-Highway Automation、通称ASH Workshop) (8回)
- ・ ITS America Annual Meeting (8回)
- ・ Transport Research Board会議 (6回)
- ・ e-Safety会議、ADASE (Advanced Driver Assistance Systems) II会議、アジア太平洋地域ITSセミナー、テレマティクス国際シンポジウム (各2回)

※ ( ) 内は参加回数、発行号数

### 3.3 実証実験、実道実験などへの内外関係団体の参加

2000年の実証実験では、ASV各社、東京大学、慶応大学、TDKが共同システム定義書に基づきテストコースにおいて実験を行い、路車協調の有効性を評価した。海外からはPATH (Partners for Advanced Transit and Highways)、ヒュンダイ、ダイムラークライスラー社の3団体が参加した。各団体は将来の自国における路車協調システム導入をにらんで実験に取り組み、路車協調の必要性について詳細に評価した。さらに、2002年、2003年に行った実道実験では、ダイムラークライスラー社が米谷の奈良国道における実験に参加し、Human Machine Interfaceの観点で路側の情報提供内容、方法等について評価解析した。

### 3.4 国際会議の運営によるコミュニケーション

AHSに関する欧・米・アジア政府間の意見交換の場として過去8回開催されたITFVHAの運営、討議議題の設定を支援した。今後の展望や開発課題に関する話題提供にも協力。意見交換等を積極的に行い、わが国の研究成果などを情報として発信し、忌憚のない情報交換を行った。これらの議事内容は毎年報告書にし、関係者と情報を共有している。

### 3.5 海外団体との直接コンタクトによるコミュニケーション

オランダ水路交通省、オランダ大使館、TNO (Nederland Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek)、EC Info (European Commission Information Society)、ERTICO (European Road Transport Telematics Implementation Coordination Organization)、中国交通部ITS研究中心、INRIA (Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique)、INRETS (Institut National De Recherche Sur Les Transports Et Leur Securite)、仏国インスブルック大学、ITS豪州、豪州交通省、世界銀行、チリ交通省、ドイツ交通省、英国Highway Agency、米国DOT (Department of Transportation)、カーネギーメロン大学、MIT、PATH、CALTRANS (California Department of Transportation)、Mn DOT (Minnesota Department of Transportation)、Az DOT (Arizona Department of Transportation)、韓国道路公社、韓国ITS、各国ITS関連大学、車両関係の企業など40団体以上のITS/AHS関連団体と情報交換を行い、その結果を研究方針と施策に反映した。