

◆特集：走行支援道路システム◆

実道における AHS の実証実験

水口 賢* 川畑 諭**
 中山英昭*** 水谷博之****

1. はじめに

走行支援道路システム（以下、AHS）は、道路インフラと車両とが協調して、障害物や交差車両などの情報をリアルタイムにやりとりすることにより、ドライバの発見の遅れに対する情報提供、判断の誤りに対する警報、操作の誤りに対する操作支援を行い、安全な走行を実現し、事故削減を図るシステムである。

国土交通省国土技術政策総合研究所（以下、国総研）では、AHSの実現に向けて、交通事故データ（死者数・負傷者数・損害額）を分析し、事故削減効果の高いサービスを選定した。これらのサービスを実現するため、要素技術（センサ、通信等）について研究開発し、システムを構築した。2002年度にはシステムを実道の6箇所へ試験導入し、実証実験に取り組んだ。

本稿ではAHSの単路系システムによる支援サービスのうち、実道での実証実験について報告するものである。

2. 実証実験の概要

2.1 評価フィールド

技術面での実用性について評価するためには、様々な環境条件下でシステムが成立するかどうかを検証する必要がある。このため、評価項目に応じて、試験走路、ドライビングシミュレータ、および実道における実験を実施し、総合的に評価を行った（図-1参照）。

2.2 実道での実験箇所の選定

実道での実験箇所には7箇所を選定した。箇所の選定にあたっては、①事故が比較的多く発生している箇所、②選定箇所の事故形態に対して、

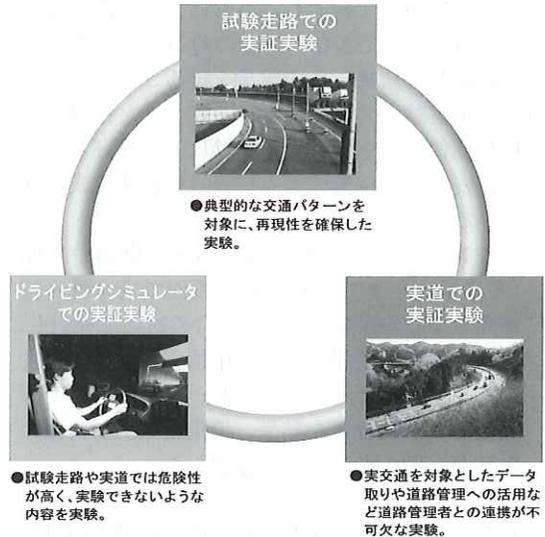


図-1 3つの実験フィールド



図-2 実道実験箇所

Proving Tests of Advanced Cruise-assist Highway Systems on Actual Roads

AHSのサービスが有効であると考えられる箇所を候補とした。2002年度は、参宮橋を除く6箇所で実験を行い、現在参宮橋についても実験を実施中である(図-2参照)。

2.3 単路系システム

これまで単路系では「前方停止車両・低速車両情報提供支援システム」「カーブ進入危険防止支援システム」、および「路面情報提供支援システム」の3つのシステムについて、試験走路などで基本的な実験を行い、実験結果を反映したシステムを構築してきた。

本稿では特に、視認困難な前方障害物(停止、低速車両)に対し、早めかつ穏やかな減速で衝突の危険を減少させ、安心して運転できるようにする「前方停止車両・低速車両情報提供支援システム」を取り上げて結果を報告する(図-3参照)。

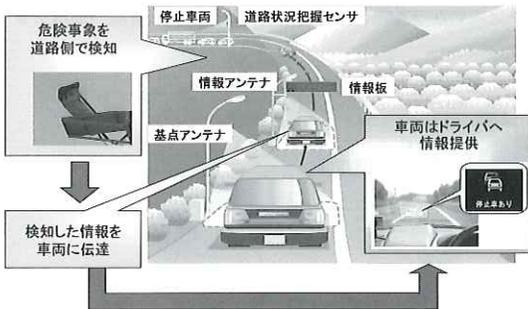


図-3 前方停止車両・低速車両情報提供支援システム

2.4 評価項目

AHSの実用化にあたっては社会的な評価と技術面からの評価を事前に行うことが必要である。

社会的な評価としては投資における費用対効果の検討、システム導入時の安全性に対する法的な責任の所在の検討等が挙げられる。

技術面からの評価としては、サービスの有効性、受容性、設計値の妥当性、システムの性能の評価、道路管理への活用が考えられる。

実証実験としては特に技術面からの評価を行った(表-1)。

以上の項目について、それぞれの特徴を生かし3つの実験フィールドで、評価を行った。

表-1 5つの主要な評価項目

項目	内容
サービスの有効性	情報提供による安全性向上を確認するために、速度、減速度などの計測によりドライバ挙動を評価する。
サービスの受容性	サービスが受け入れられ易いかを確認するために、被験者へのヒアリングを行い評価する。
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確認するために、車両速度の変化等の車両挙動を計測し評価する。
システムの性能	安全システムとしての安全性や信頼性が確保されているかどうかを確認するために、仮目標値 ^{注1)} の達成度を評価する。
道路管理への活用	AHSの導入促進を狙い、施設管理や道路管理へのセンサの活用可能性を検討、評価する。

3. 実道での実証実験の概要

3.1 実験概要

試験走路における設計値の妥当性の検証等の基本的な実験を経て構築された単路系システムが技術的に成立することを確認するために、以下の3項目について実道実験で検証した。なお、「道路管理への活用」については、別稿「AHS路面センサの開発」にて紹介する。

- (1) システムの性能
- (2) サービスの有効性
- (3) サービスの受容性

表-2に実道での実証実験の結果の概要を示す図-4に代表的な実験箇所である名古屋西ジャンクションにおけるAHS機器の配置を示す。

3.2 システムの性能

3.2.1 実験概要

AHSの実用化にあたっては、高い精度でドライバへ安全に情報提供するために、できるだけ高い安全性と信頼性を兼ね備えたシステムが要求される。しかし、センサについては技術的かつ経済的な点から、100%の安全性と信頼性を達成することは極めて困難である。そこで、図-5に示すシステム構成により、現在の技術レベルやコストな

注1) 仮目標値：システム構成機器の現状の技術レベルやコスト等を勘案し設定した目標値

表-2 実証実験の結果概要

箇所	実験システム	サービスの有効性	サービスの受容性	設計値の妥当性	システムの性能		道路管理への活用
					安全度 (95%以上)	稼働率 (95%以上)	
首都高速道路 参宮橋地区	前方障害物衝突防止支援	H15年度実施中					
	カーブ進入危険防止支援						
東名自動車道 大沢川地区	カーブ進入危険防止支援	○	○	-	○	○	-
東名阪自動車道 上社ジャンクション	前方障害物衝突防止支援	○	○	-	○	○	-
	カーブ進入危険防止支援	○	○	-	○	○	-
東名阪自動車道 名古屋西ジャンクション	前方障害物衝突防止支援	○	○	-	○	○	-
	カーブ進入危険防止支援	○	○	-	○	○	-
一般国道 25 号 米谷地区	前方障害物衝突防止支援	○	○	-	△	○	-
	カーブ進入危険防止支援	○	○	-	○	○	-
	路面情報提供支援	○	○	-	△	○	-
一般国道 246 号 松田惣領地区	カーブ進入危険防止支援	○	○	-	○	○	-
一般国道 45 号 宮古トンネル群	路面情報提供支援	○	-	-	△	○	-
	(道路管理への利活用) ※1	-	-	-	-	-	○

○：肯定的評価、あるいは仮目標値を達成

△：仮目標値に僅かに至らなかった

※1：リアルタイムで情報をドライバーへ告知する表示板を用いたインフラシステムの実験と研究開発した技術を道路管理へ応用する実験を実施。

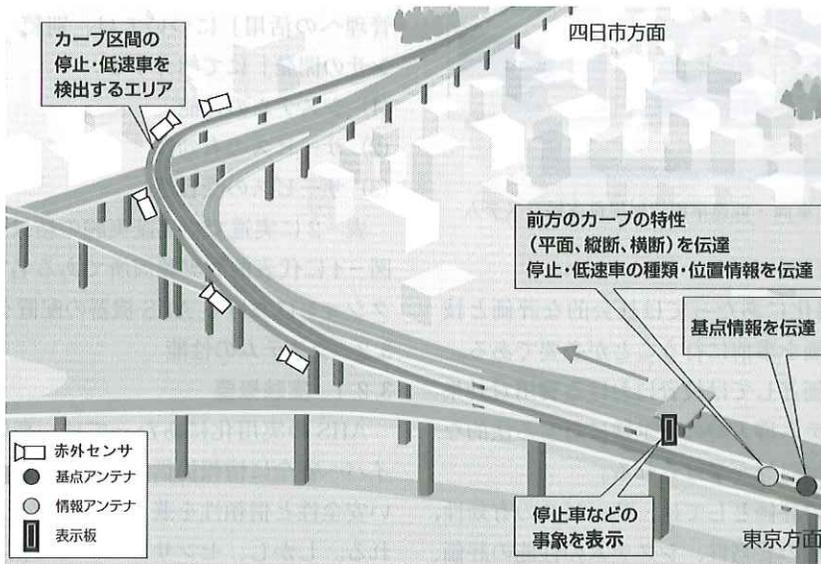


図-4 名古屋西ジャンクションの機器配置

などを勘案し、システムの安全度、サービス稼働率として95.0%以上、システムの稼働率として99.0%以上を仮目標に設定し、その達成度について実道における実験により検証した。(表-3参照)

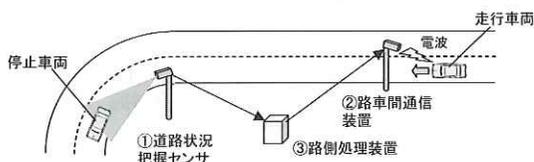


図-5 システム構成

表-3 安全度と稼働率の仮目標値

	システムの安全度 ^{注2)}	システムの稼働率 ^{注3)}	サービスの稼働率
センサ	96%以上	99.8%以上	96.1%以上
路車間通信装置	99.1%以上	99.9%以上	99.1%以上
路側処理装置	99.9%以上	99.8%以上	99.8%以上
システム全体	95%以上	99%以上	95%以上

3.2.2 実験方法

本実験では、安全度・稼働率の仮目標値の達成度を評価するために、センサの未検出や電波の遮断といったシステムの安全性を損ねる要因の発生確率、及びシステムの連続稼働時間を計測した。

【実験の手順】

(1) センサの検証

- 1) センサカメラが捕らえた画像を30日間連続録画し、事象^{注4)}を目視で抽出する。
- 2) システムを30日間連続運転し、サービスログ等を収集する。
- 3) システムからのログを解析した結果と、抽出された事象を照合する。
- 4) 照合結果と仮目標値の結果を比較する。

(2) 通信の安全度

- 1) 通信アンテナ近傍に設置した監視カメラで、通信領域を通過する一般車両の画像を2日間連続録画し、シャドウイングとなりうる事象を抽出する。

3.2.3 実験結果

実道における、実験結果の代表例としてセンサの安全性の計測結果を示す。

赤外道路センサを適用した名古屋西ジャンクションでは、センサが昼夜・晴雨にかかわらず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。(表-4参照)

また可視センサに関しては、照明条件を確保すれば仮目標に近い事象検知率が期待できることが分かった。

さらに、路車間通信の安全度について、交通量が多く、かつ大型車混入率の高い片側2車線道路においても、路側アンテナを8mの高さに設置すれば、高い確率でほとんどの車両へ情報伝達が可

表-4 赤外道路センサの安全度の検証結果 (名古屋西ジャンクション)

事象	調査時間(時間) 〈A〉	事象発生数 〈B〉	センサ検知数 〈C〉	未検知数 〈B-C〉	計測された安全度 〈C/B〉	通過台数	検証対象期間
停止事象	358	22	22	0	100%	-	2/11 ~ 2/28 内 358時間
低速事象	302	62	62	0	100%	220,127	2/11 ~ 2/28 内 302時間
時間帯別	昼	139	45	45	0	134,986	
	夜	163	17	17	0	85,141	
天候別	晴・曇	291	58	58	0	210,220	
	雨	11	4	4	0	9,907	

注2) 安全度：提供すべき危険事象を提供できた割合

注3) 稼働率：サービスを提供すべき時間に対する、故障等をせず動いている時間の割合

注4) 事象：センサが検出の対象としている状態

表-5 路車間通信の安全度の検証結果 (米谷)

5分間交通量 (台/5分)	通過交通量 (台) (A)	シャドウイング数 (台) (B)	シャドウイング率 (%) (B/A)	検証対象期間
0 ~ 100 (交通容量の50%)	1,876	0	0.00	10/30,31,11/5 内 14時間
100 ~ 110	2,397	5	0.21	
110 ~ 120	3,779	3	0.08	
120 ~ 130	5,467	10	0.18	
130 ~ 140	2,149	2	0.09	
140 ~ 150	1,599	5	0.31	
150 ~ (交通容量の70%)	2,745	7	0.26	
合計	20,012	32	0.16	

能であることが確認できた。(表-5 参照)

なお、本実験は約1ヶ月間という短期間の実証実験であるため、システム稼働率の検証は行っていないが、実験期間中は機器が故障することなく連続稼働したことを確認した。

3.3 サービスの有効性

3.3.1 実験概要

これまで試験走路において、車載装置による事前の情報提供により、最大減速度の低下(急ブレーキの減少)、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の挙動が安全側に変化していること、つまりドライバがより危険が少ない操作を行うことを確認した。¹⁾

実道においても、サービスの有効性の検証を次のようにして実施した。

3.3.2 実験方法

本実験では、事象の有無による運転挙動をとらえるため、情報表示板を用いて情報提供を行い、走行車両の映像を蓄積し解析することにより、車両速度を計測した。

【実験の手順】

- (1) 車頭時間5秒以上の自由走行車両約100台を対象とする。
- (2) 「停止車あり・追突注意」表示時に情報表示板視認前と視認後の車両速度を計測する。
- (3) 「速度注意」表示時に情報表示板視認前と視認後の車両速度を計測する。

(4) 各表示において視認前後の車両速度差を比較する。

3.3.3 実験結果

実験の結果、表-6に示すように、表示板による「停止車あり・追突注意」の情報提供がある場合の車両の速度差が、「速度注意」表示時に比べより大きいという結果が得られ、情報提供による速度抑制効果が確認された。

表-6 情報提供前後での車両速度差(名古屋西ジャンクション)

表示内容	表示板視認地点通過前の速度 (km/h)	表示板視認地点通過後の速度 (km/h)	通過前後の速度差 (km/h)	調査対象車両台数 (台)
速度注意 ^{※1}	87.9	78.0	-9.9	84 ^{※2}
停止車あり・追突注意	91.9	71.5	-20.4	95 ^{※3}

※1 事象発生がない場合の表示

※2 停止・低速事象発生前、解消後に表示板視認地点の通過車両よりランダムに抽出

※3 停止・低速事象発生時に表示板視認地点を通過した車両

3.4 サービスの受容性

3.4.1 実験概要

ドライバから見えない箇所の事象等について、ドライバが事前に情報提供を受けることにより、安全性の向上が期待される。そこで、システムより提供されるサービスの受容性について、実道において検証を行った。

3.4.2 実験方法

本実験は、被験者にサービスを体験してもらった後、情報提供が安全運転の手助けになっているか、サービスにより安心して運転できるか等について主観評価を行ってもらった。

【実験の手順】

- (1) サービスを搭載した実験車を製作し、約 100 名の被験者にサービスを体験してもらう。
- (2) 被験者のうち実際に前方に低速車が発生し、サービスを体験できた 19 名にヒアリングを実施する。

3.4.3 実験結果

図-6 に示すようにドライバの評価結果では、情報提供についてサービスの受容性があることを確認した。また、表示板単独サービスに比べ、車載器による路車協調サービスの方により高い評価が与えられている点に注目すべきである。

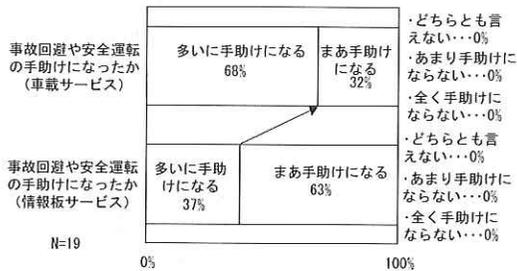


図-6 情報提供による受容性 (米谷)

し、限られた実験期間の中ではあるが、概ね検証目標を達成した。さらに、概ね技術的に成立することを確認した。

今後は、都市内高速道路での実道実験、また短期間の実験では実施が困難であったシステムの長期運用による安定的稼働の確認を行い、実用化へ向けて総合的な評価を行う予定である。

参考文献

- 1) 川崎茂信、福田敬大：AHS の安全性と信頼性の検討、ITS 世界会議、第 9 回、平成 14 年 11 月

4. まとめと今後の課題

単路部における事故防止を目的として構築したシステムにより、実道環境等での実証実験を実施

水口 賢*



国土交通省国土技術政策
総合研究所 ITS 研究室
研究官
Satoshi MIZUGUCHI

川畑 諭**



国土交通省国土技術政策
総合研究所 ITS 研究室
研究官
Satoru KAWABATA

中山英昭***



国土交通省国土技術政策
総合研究所 ITS 研究室
研究員
Hideaki NAKAYAMA

水谷博之****



技術研究組合走行支援道
路システム開発機構企画
評価部
Hiroyuki MIZUTANI