

◆ AHS の実用化に向けて特集 ◆

実証実験による走行支援システムの評価

横地和彦* 森 昌文** 田中靖資*** 鳥羽保行****

1. はじめに

我が国における交通事故は、ガードレール設置等の道路安全施設の整備やエアバック・ABS等の自動車本体の安全対策により年間1万人を超える死者数が9千人台にまで減少した。しかし、事故件数においては、高齢者を中心として未だ著しい増加傾向にある。これらの交通事故はドライバーによる発見の遅れや、判断・操作の誤りといった人的ミスによって発生している。AHS(走行支援道路システム)は、ドライバーや車両側センサでは検出できない様々な危険事象を道路インフラセンサにより検出し、その情報を通信技術を利用してドライバーへ提供することにより、道路交通の安全性の向上を図るシステムである。事故時の被害軽減対策ではなく事故の事前対策、すなわち事故そのものを減少させる対策として大きく期待されている。本稿では、昨年度、土木研究所のテストコースにて実施された走行支援システム実証実験の目的、内容および実験結果について紹介する。

2. 実証実験の目的

我が国の走行支援システムは、AHS(走行支援道路システム)とASV(先進安全自動車)の連携により実現される社会システムである。AHSとは旧建設省が研究開発を行ってきた走行支援を実現するインフラシステムであり、ASVは旧運輸省および国内自動車メーカー13社によって研究開発が行われてきた車両システムである。12年度の実証実験は、ASVとAHSの連携によって実現する路車協調の走行支援システムの実現性の検証を行うことを目的としている。

3. 実証実験の検証項目

前述した走行支援システムの実現性を検証するために以下の3つの項目の検証を行った。

The Evaluation of Advanced Cruise Assist System by Proving Tests

3.1 システムの検証

我々のシステム設計が実際のドライバの運転挙動等に照らし合わせて妥当なものであったかを検証するものである。システムの検証は次の2項目に分類される。

- (1) リクワイアメント(システムに対する機能・性能要件)設定値の妥当性検証

走行支援システムのサービスを提供するタイミングは、ドライバーの反応時間および減速度等によって決定される。テストコースに設置された実験施設の提供タイミングは、既存文献から収集したデータ、あるいは前年度までに行ったドライビングシミュレータを用いた模擬実験の結果等を利用して仮設定されたものである。今回の実証実験では、ドライバーの運転挙動に関するデータを収集し、仮設定された値の妥当性を検証する。

図-1に情報提供の有無と走行速度との関係を示す。図は縦軸に車速、横軸に時間をとり、サービスを受けたドライバーの運転挙動を示している。グラフの傾きは車の減速度を表す。上のグラフに実験システムを設計した際の設定値を示す。仮に実験結果が下のグラフのように、設定値よりも大きな反応遅れ時間と緩やかな減速度を示した場合には、より早いタイミングで情報提供を行うようにシステムパラメータを見直す必要があることが分かる。

- (2) システム設計の妥当性検証

走行支援システムは、障害物等を検出するセンサ、路面状態を検出する把握センサ、車位置を車両に知らせるレーンマーカ、車両との情報交換を行う路車間通信システムなどによって構成されている。実証実験では、これらシステム構成機器の機能・性能、配置に関する妥当性を評価する。

図-2に示すように車線逸脱防止支援においてはレーンマーカの設置間隔がサービスの精度、信頼性に関係する。設置間隔が狭ければ狭いほど精度および信頼性が向上するが、システム導入コストとサービス提供に必要となる精度・信頼性の両

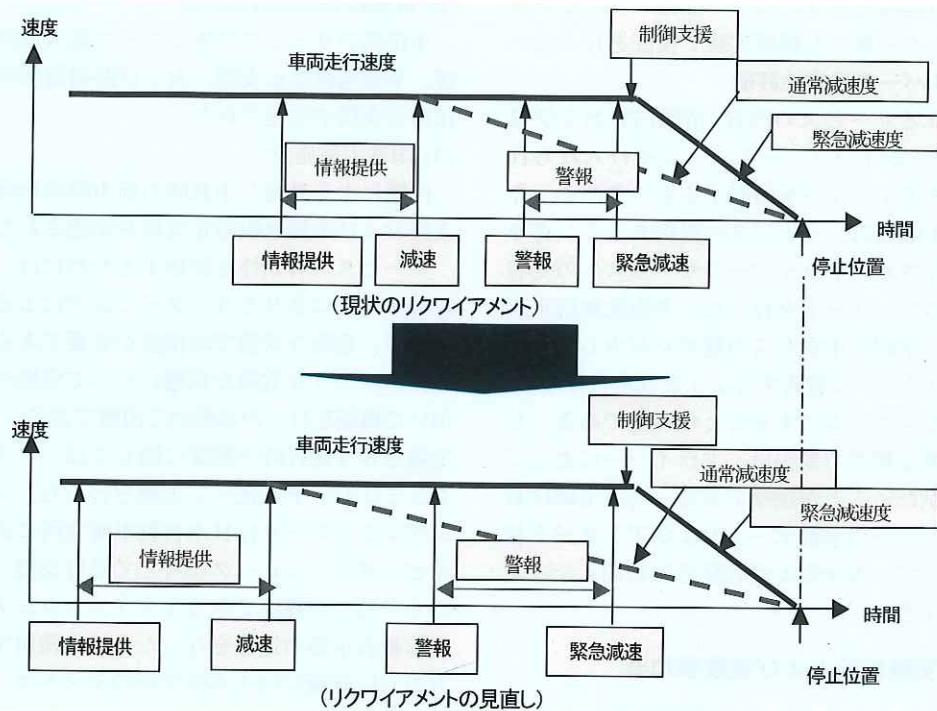


図-1 情報提供と走行速度の関係

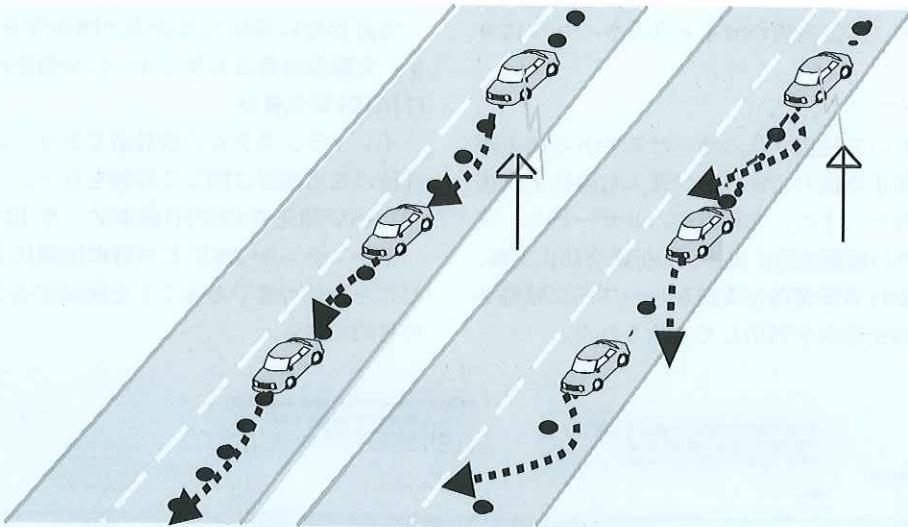


図-2 レーンマーカの配置間隔と精度

方を考えた適切な設置間隔を決める必要がある。そこで、レーンマーカの設置間隔および車両の走行速度を変化させ、車線逸脱警報の信頼性に関するデータを収集する。収集されたデータに基づいて、車線逸脱防止支援サービスの実現に必要な位置マーカの配置を決定する。

3.2 サービスの有効性評価

サービス提供による事故回避の効果をサービス

提供の有無によるドライバーの走行挙動(反応時間、減速度、操舵角など)の比較を通じて検証するものである。今回の実証実験では、多くの被験者が実際にサービス提供を受けた場合の運転挙動(反応遅れ時間、減速・制動挙動等)とサービス提供がない場合の運転挙動を比較することにより、我々の想定したサービスが事故回避において有効かどうかの検証を行う。この実験は設定条件

によっては危険を伴うため、一部はドライビングシミュレータを使った模擬実験で検証を行った。

3.3 ドライバーの受容性評価

提供されるサービスの内容(情報内容および提供頻度など)がドライバーにとって受け入れられるものであるかどうかを検証するものである。今回の実証実験では、サービスの提供タイミングや頻度を変化させ、ドライバーのサービスへの受容性に対するアンケートを行った。車線逸脱防止支援の場合、車線の中央からの横ズレが少しでも生じたらドライバーに警告するような設定を行えば、より安全なシステムにすることが可能である。しかし、過度な頻度の警報は、ドライバーにとって受け入れがたいことが推察できる。実証実験におけるドライバーの挙動データおよびアンケート結果に基づいて、安全性と受容性を兼ね備えた設定値を追究する。

4. 実証実験施設および実験参加者

実証実験システムは、旧土木研究所のテストコースに設置された。図-3に実証実験システムの配置を示す。実証実験のサイトは大きく3つに分けられる。

(1) 南ループ

単路において提供されるサービスである前方障害物衝突防止支援およびカーブ進入危険防止支援が実施された。また、交差点系の3サービス、すなわち出会い頭衝突防止支援、右折衝突防止支援、横断歩道歩行者衝突防止支援がループ内に整備された二つの交差点を利用して実験された。

(2) 直線路および北ループ

単路系のサービスであるカーブ進入危険防止支援、車線逸脱防止支援、および路面情報活用車間保持等支援が実施された。

(3) 雨霧実験施設

雨霧による見通し不良時の前方障害物衝突防止支援および車線逸脱防止支援が実施された。

サービスの有効性を評価するためには、高速走行時あるいはぎりぎりのタイミングによる情報提供など、危険な状態での検証が必要である。しかし、そのような危険な状態について実際の車両を用いて検証を行うのは極めて困難である。そこで、危険を伴う走行時の検証に関しては、ドライビングシミュレータを使って実験を行った。ドライビングシミュレータは日本自動車研究所にあるドライビングシミュレータに対して走行支援システムのサービスが提供できるようソフトウェアの改良と車載表示器の追加を行ったものを使用する。前方のCG画面には土木研究所のテストコースが再現され、土木研究所テストコースで行われた実験との比較が可能となっている。

実証実験に参加した企業・団体等を表-1に示す。実験参加者は大きく3つに分類される。

(1) AHS 研究組合

インフラシステムの設計者であり、システム設計値の妥当性等に関する評価を行う。

(2) ASV 開発者(国内自動車メーカー13社)

本システムがASVとの路車協調によってサービスを提供可能であることを実証することが参加の目的である。

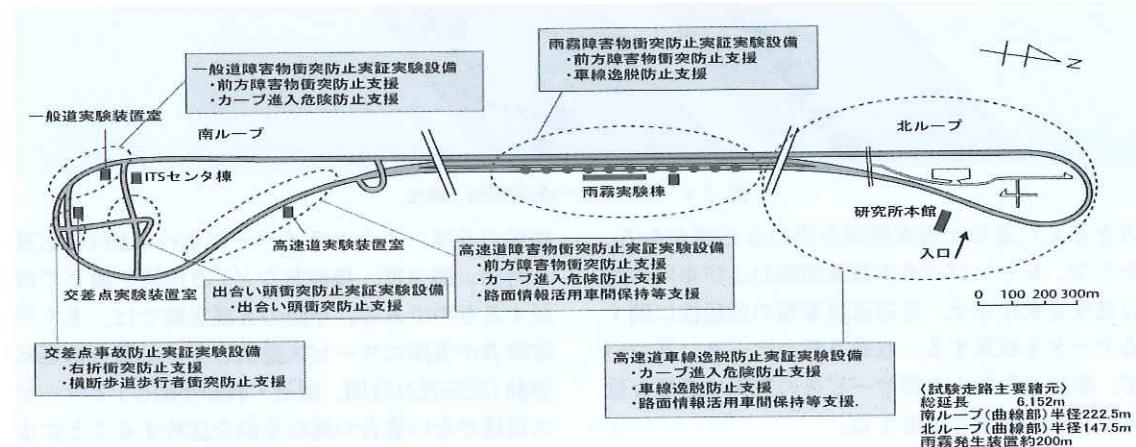


図-3 実証実験施設

表-1 実証実験参加団体

実験種類	参加者	実験車両
AHS実験 (AHS研究組合)	国内エレクトロニクス、自動車、重工業、通信メーカ 21社	乗用車4台、大型車1台、計5台
ASV合同実験	国内自動車メーカ 13社	乗用車11台(軽2台含む)、大型車4台、二輪車4台、計19台
応募者実験	東京大学	3台
	慶應義塾大学	1台(AHSと兼用)
	ダイムラー・クライスラー	2台
	PATH	1台
	HYUNDAI	1台
	TDK	1台
	IMTS(トヨタ)	3台(バス)
合計	34団体	32台

(3) 国内外からの実験公募への応募者

本システムが国内外の団体でも研究開発が行われている路車協調型の走行支援システムと協調して有効に機能するかどうかを検証することを実験参加の目的としている。

5. 実証実験結果

5.1 システムの検証

システム検証の一例として情報提供に対するドライバーの反応時間と減速度について述べる。計測結果を表-2に示す。実験実施前、過年度に実施されたドライビングシミュレータを用いた計測結果等から、情報提供に対するドライバーの反応時間を2.65秒、減速度を3.0m/s²と仮定し、実証実験システムの設計を行ってきた。今回の実験

表-2 ドライバーの反応時間と減速度

サービス名	反応時間(秒)		減速度(m/s ²) 平均値
	平均値	90%値	
前方障害物衝突防止支援 (高速道)	1.97	3.19	2.25
前方障害物衝突防止支援 (一般道)	1.54	2.44	1.90
前方障害物衝突防止支援 (雨霧)	1.99	3.00	1.83
カーブ進入危険防止支援	2.69	4.58	1.25
出合頭衝突防止支援	2.04	2.99	1.93
右折衝突防止支援	1.81	2.77	1.46
横断歩道歩行者衝突防止支援	2.06	3.02	1.45

結果より、7サービスの情報提供に対する反応時間は平均して約2秒、減速度は約2m/s²であることが分かった。また、反応時間に関して90%値を見てみると、7サービスの平均として約3秒要することが分かった。このことは大半のドライバー(約90%)の運転支援に有効なサービスを実現するためには実験システムよりも早い段階でドライバーに情報提供を行う必要があることを意味している。しかしながら、この結果に関しては、今後の実道実験等の結果も含め、更にデータ収集を継続し、結果の精緻化を図る必要があるものと判断される。

5.2 サービスの有効性評価

サービス有効性評価の例として、前方障害物衝突防止支援およびカーブ進入危険防止支援におけるサービス有無の相違によるドライバーの挙動の違いについて述べる。

(1) 前方障害物衝突防止支援における結果

計測結果を図-4に示す。図は横軸に被験者が示した走行中の最大減速度を、縦軸にその度数をとっている。実線がサービス提供がなされた場合の分布を、破線がサービス提供がなされなかった場合の分布を示している。図よりドライバーの示した最大減速度はサービス提供がなされた場合はなされなかった場合よりも平均値で約0.6m/s²低下していることが分かる。この事はドライバーが情報提供を受けたことにより、事前に走行速度を低下させ、十分余裕を持った停止行動をとる割合が多くなったことを示している。特に緊急時の減速度とされている5.0m/s²以上の減速度を示した被験者の数が95%減少している。すなわち、5.0m/s²以上の減速行為がある場合は事故につながると仮定すれば、その可能性が95%減少することになり、前方障害物衝突防止支援が事故回避において有効であることを示すデータであると判断される。

(2) カーブ進入危険防止支援における結果

検証結果を図-5に示す。図は横軸に被験者が示したカーブ進入速度を、縦軸にその度数をとっている。実線がサービス提供がなされた場合の分布を、破線がサービス提供がなされなかった場合の分布を示している。図よりドライバーの示したカーブ進入速度はサービス提供がなされた場合はなされなかった場合よりも低下していることが

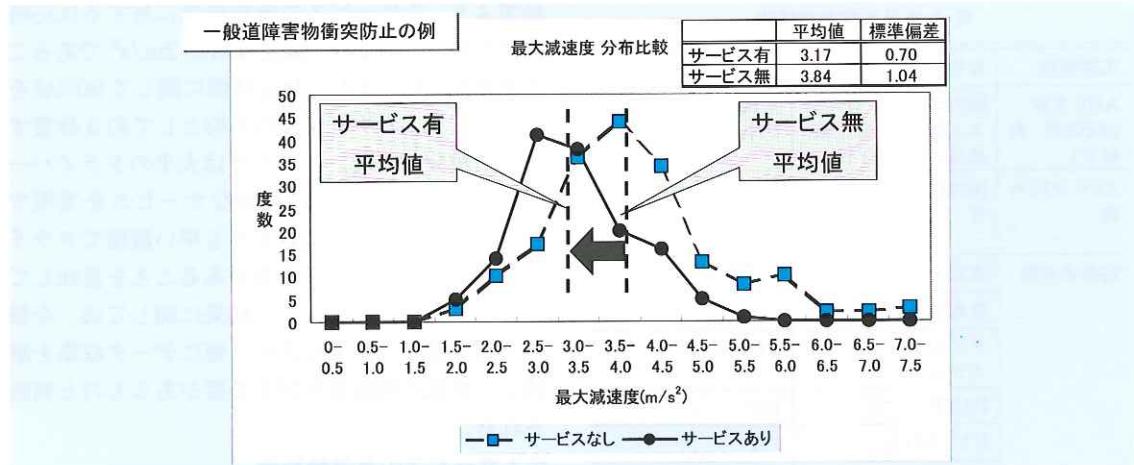


図-4 サービス有無による運転行動の相違 (前方障害物衝突防止支援)

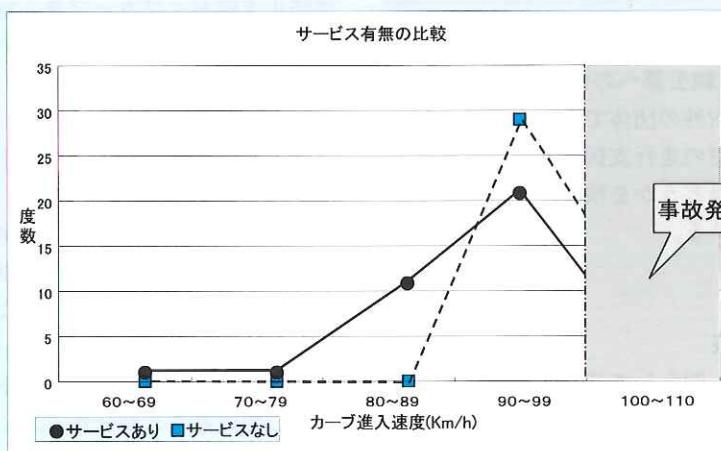


図-5 サービス有無による運転行動の相違 (カーブ進入危険防止支援)

分かる。この事はドライバーが情報提供を受けたことにより、事前に走行速度を低下させ、十分余裕を持ったカーブ進入を行う割合が多くなったことを示している。特に本実験と同様の条件(曲率半径 150m)におけるドライビングシミュレータの検証結果より、逸脱、スピニ等の危険性が高い100km/h以上の速度でカーブに進入する被験者の割合が70%減少している。すなわち、100km/h以上の速度でカーブに進入した場合は事故につながると仮定すれば、その可能性が70%減少することになり、カーブ進入危険防止支援が事故回避において有効であることを示すデータであると判断される。

5.3 ドライバーの受容性評価

ドライバーの受容性評価の一例として、情報提供によるドライバーの安心感向上に関する結果を

述べる。被験者へのアンケート結果を図-6に示す。図より障害物衝突防止(雨霧)において若干低い値を示しているものの、概ね8割の被験者が安心感や余裕を持てると回答しており、概ね受容されているものと判断される。ただし、この結果は旧土木研究所のテストコースで実施された実験を対象にした結果であり、実道における連続したカーブ区間や、長い直線区間でのデータを収集することにより、更なる結果の精緻化を図る必要があるものと判断される。

6. おわりに

今回の実証実験では、AHS と ASV とが協調する走行支援システムの実現性を確認することを第一義として、システムの検証、サービスの有効性評価、ドライバーの受容性評価を行った。しかしな

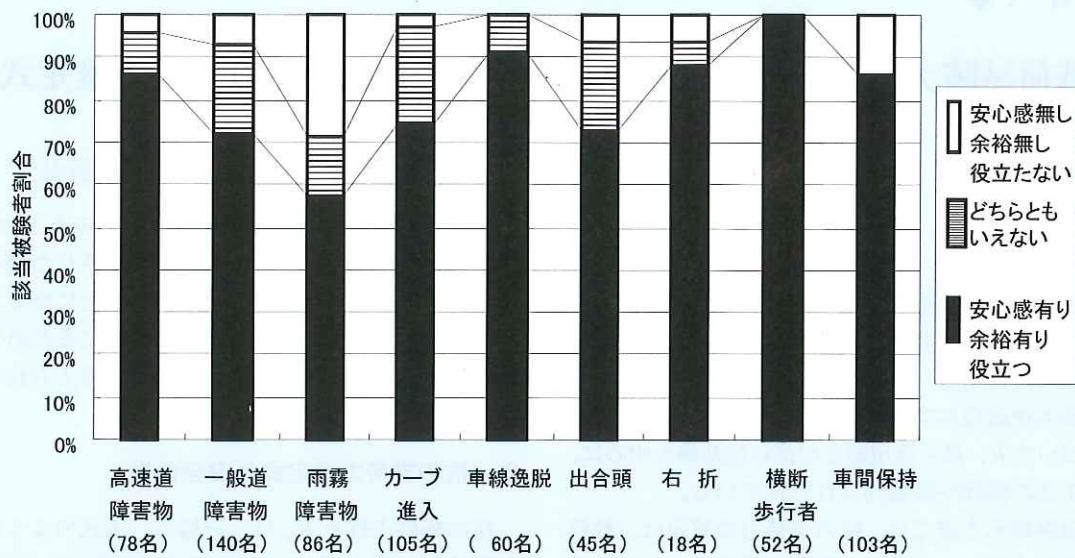


図-6 ドライバー受容性の評価結果

がら、旧土木研究所のテストコースという限られた条件における検証だけでは走行支援システムの実現にむけた検証は不十分である。今後は、実道実験を実施することにより、種々の道路線形、気象条件、交通条件におけるシステムおよびサービスの検証を行っていくことが必要であると考えられる。また、走行支援システムのインフラシステムは、単に走行支援を実現するだけではなく、様々なアプリケーションを実現するための共通的なインフラ、すなわち ITS 実現に不可欠なプラット

フォームとして整備される。したがって、走行支援システムの道路インフラは他のサービスとの互換性や拡張性に配慮して整備していくことが必要である。そのため、技術研究開発と並行して導入効果の明確化、実用化に必要な制度・基準類の検討、インフラの整備やシステム機能の拡張等に関する展開計画の策定、国際標準化や国際交流の推進に積極的に取り組んでいくことが重要であると考えられる。

横地和彦*



国土交通省国土技術政策
総合研究所高度情報化研
究センター高度道路交通
システム研究室研究官
Kazuyuki YOKOCHO

森 昌文**



同 高度道路交通シス
テム研究室長
Masafumi MORI

*田中靖資**



(前) 高度道路交通シス
テム研究室研究官
Yasushi TANAKA

鳥羽保行****



同 高度道路交通シス
テム研究室研究官
Yasuyuki TOBA