

走行支援道路システム(AHS)の実証実験

On-Road Demonstration Tests of Advanced Cruise-Assist Highway Systems

沖 良晃 関 義朗 小豆澤 照男

OKI Yoshiaki

SEKI Yoshiro

AZUKIZAWA Teruo

国土交通省が交通事故の削減を目指して開発を進めている走行支援道路システム(AHS)は、開発の最終年度を迎えて全国7か所の実道において実証実験を実施している。当社は、この研究の委託先である技術研究組合 走行支援道路システム開発機構(AHS研究組合)の一員として、東名高速道路の大沢川高架橋地区におけるカーブ進入危険防止支援サービスの実証実験の取りまとめを担当している。

この地区での実証実験では、都市間高速道路における急カーブが連続する部位に上記サービスを適用した場合の、サービスの有効性及び受容性を被験者ドライバーによるアンケート調査を通して実証するとともに、大型車混入率が高い道路における路車間通信の安全性・信頼性データを収集して、実用システム設計の根拠を実証する。

The Ministry of Land, Infrastructure and Transport is developing the Advanced Cruise-Assist Highway Systems (AHS), which is expected to reduce traffic accidents. Promoted by the Advanced Cruise-Assist Highway System Research Association (AHSRA), the development of the AHS is in the final stage of testing on public roads. Toshiba, as a member of AHSRA, has undertaken the role of organizing demonstration tests on the Tomei Expressway in the Osawagawa district, where a significant number of traffic accidents occur because of a succession of small-radius curves. The main purpose of the tests is to prove the effectiveness and acceptability of AHS support for the prevention of overshooting on curves, through questionnaires to test drivers. In addition, the safety and reliability of roadside-to-vehicle communications by dedicated short-range communication (DSRC) on highways with large numbers of trucks and buses is being measured to obtain ground data for the design of a commercially based AHS.

1 まえがき

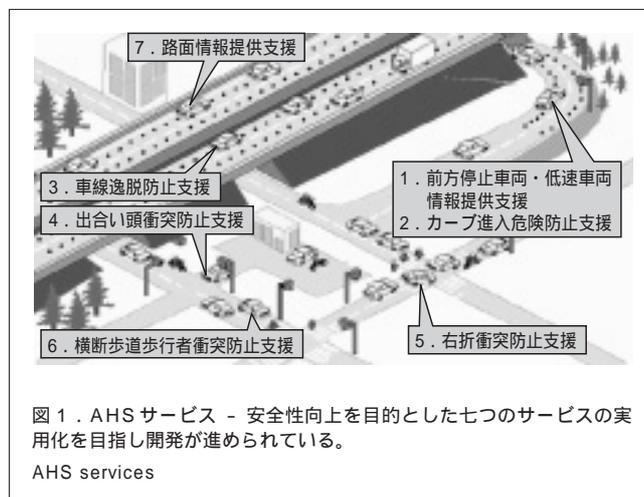
国土交通省は、事故の削減を目指したAHSの開発を進めている。当社は、国土技術政策総合研究所の委託先であるAHS研究組合の一員として、要素開発、システム開発、実験評価などの研究に参画している。今年度はAHS開発の最終年度にあたり、実道環境下で実証実験を実施して、AHSサービスの有効性及び受容性、設計値の検証を行うことが計画されている。当社は、東名高速道路の大沢川高架橋地区(以下、東名・大沢川地区と略記)での実証実験の取りまとめを担当している。ここでは、これまでに開発されたAHS研究の概要、この地区におけるAHS実道実証実験の概要、期待される成果について述べる。

2 AHSの概要

AHSの基礎研究は1989年に始まった。AHSは車両から見えない部分の道路状況情報をセンサから入手し、路車間通信を介してドライバーへ適切なタイミングで情報提供することで、ドライバーの認知(発見)ミスや判断ミスに起因する交通事故の防止を支援するシステムである。道路状況や路面

状況を把握するセンサ技術や路車間通信技術の開発状況に対応して、図1に示す七つのサービスの開発が進められている。これらのサービスは、5.8GHz帯のDSRC(狭域無線通信)によるスポット通信を前提とした路車間通信でシステム設計されたものである。

2002年度はAHS研究の最終年度であり、単路系3サービス(前方停止車両・低速車両情報提供支援、カーブ進入危険



防止支援,路面情報提供支援)について,全国7か所の実験場所を選定して,サービスの有効性,ドライバーへの受容性,設計値の妥当性,システムの安全性・信頼性などを検証する計画である。

3 東名・大沢川地区実験の概要

3.1 場所選定の理由

東名高速道路下りの大沢川高架橋付近は,都市間高速道路における長い連続カーブである(図2)。東京方面から大井松田IC(インターチェンジ)付近で右ルートに入った車両は,緩い左カーブに続いて曲率半径(R)300mで円弧部長さ約500mの長くて急な大沢川高架橋カーブに進入し,更にR320mの左カーブ,R300mの右カーブを走行する。この区間では,近年の3年間に,スピードの出しすぎによる工作物衝突や路外逸脱を主要因とする数十件の事故が発生しており,東名高速道路の中でも比較的事故の多い地点として位置づけられている。これまでに,排水性舗装,反射テープ,導流レーンマークなどの安全対策が実施されており,件数は減少しているが,更なる事故削減のための新たな安全対策が求められている。

そこで,この地区にAHSのカーブ進入危険防止支援サービスを実験導入し,サービスの有効性などを検証する。

3.2 東名・大沢川地区での実験の目的

この地区は,前節に述べた道路線形や発生事故の特徴に加えて,大型車混入率が高い(約48%)ことも大きな特徴である。これらに応じて,この地区での実証実験では下記項目



図2. 東名・大沢川地区 - 高スピードで連続カーブに進入しやすい地点であり,事故が多発している。

Test area (Tomei Expressway in the Osawagawa district)

の検証を主目的とする。

- (1) 高速道路のカーブにおけるサービスの有効性や受容性を,被験者の主観評価によるアンケートで検証する。
- (2) 大型車による路車間通信のシャドウイングの影響が少なく確実にサービスインすること,また,並走するサービス対象外の左ルートの走行車両が漏れ電波を受信してサービスインしないことを検証する。

3.3 導入サービスの概要

カーブ進入危険防止支援サービスは,高速でカーブへ進入してくるサービス対象車がカーブ開始位置までに安全速度に減速可能な地点で,前方のカーブ情報をドライバーへ提供することにより,ドライバーが安全速度まで減速してカーブ区間を安全に通過するよう支援するものである。このように,AHSサービスはドライバーの認知(発見)や判断の支援をするもので,車両運転の最終責任はあくまでドライバーにある。

この地区におけるカーブ進入危険防止支援のサービス(提供情報)イメージを図3に示す。

この区間は,R約300mの厳しいカーブが連続しており,各カーブの手前で,カーブ情報がサービス対象車両へ提供される。すなわち,サービス区間に進入したサービス対象車両のAHS車載器は,基点DSRC及び情報DSRCから,前方のカーブ情報(カーブ開始位置,安全速度など)を入手する。その後AHS車載器は,自車積算走行距離情報と各カーブの開始位置情報とを比較して,各カーブ開始地点までに

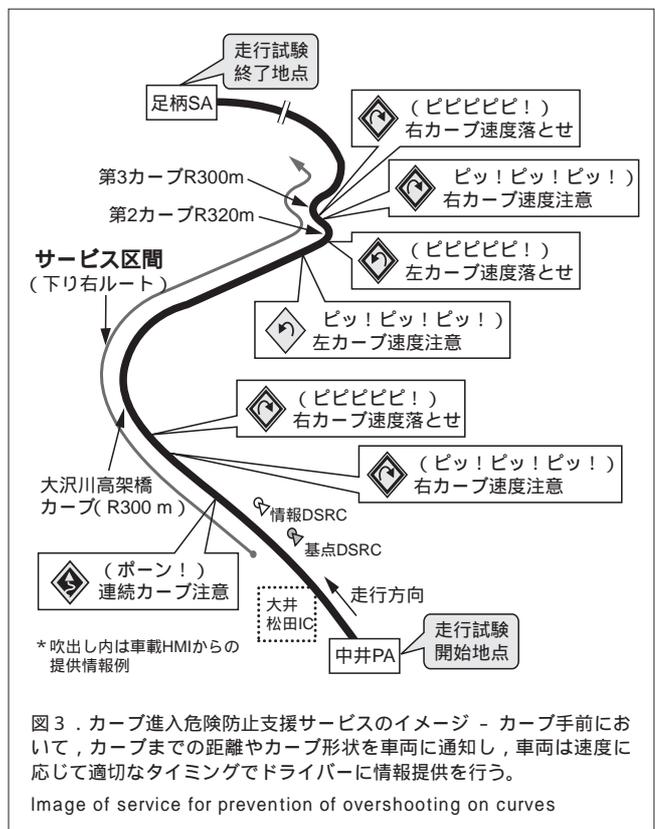


図3. カーブ進入危険防止支援サービスのイメージ - カーブ手前において,カーブまでの距離やカーブ形状を車両に通知し,車両は速度に応じて適切なタイミングでドライバーに情報提供を行う。

Image of service for prevention of overshooting on curves

安全速度まで減速可能なタイミングで、HMI(Human Machine Interface)を介してドライバーに注意を喚起する。これにより、ドライバーは各カーブ区間を安全速度で通過し、事故に結び付く危険な速度でカーブに進入することによる事故を防止することが期待できる。

3.4 システム構成

カーブ進入危険防止支援サービスを実現するには、サービス対象車がカーブ開始位置までに安全速度まで減速可能な地点よりも手前の位置において、サービス対象車がカーブ情報を確実に入手できるようにする必要がある。この地区においては、大沢川高架橋カーブの開始点である73.436キロポスト(KP)地点までに安全速度である80 km/hまで減速可能な位置よりも上流側に情報DSRCを設置する。更に、情報DSRCの上流側に基点DSRCを設置して、提供サービスの種類や次に取得すべき情報DSRCのID(IDentification)情報などを提供する。なお、基点DSRCと情報DSRCは、両者の電波が干渉しないように所定の設置間隔(32.8 m以上)を空けて設置する。

システム設計によれば、大沢川高架橋カーブに対する情報DSRCの設置位置は、73.110 KP地点より上流となる。しかしながら、73 KP付近は構造上、高さ約8mのDSRCの支柱を設置することが困難であるため、旧鮎沢PA(パーキングエ

リア)内の72.055 KP地点に情報DSRCを、72.015 KP地点に基点DSRCを設置するとともに、機器局舎を設置して路側処理装置とシステム運用管理装置を収納した。システム構成を図4に、DSRCアンテナ設置状況を図5に示す。

4 実験の種類と方法

東名・大沢川地区での実証実験は、実験車両を使用する走行実験と、路側機器だけを運転するシステム性能検証実験を実施する。走行実験としては、被験者によるサービス評価のための実験、路車間通信の安全性・信頼性を検証する実験、基点位置認識誤差測定実験を実施する。

4.1 サービスの有効性・受容性検証実験

被験者による走行実験を実施し、サービスを体験した被験者の主観評価により、サービスの有効性や受容性などを検証する。

本来、カーブ進入危険防止支援サービスは、安全速度を超える速度でカーブに進入してくる車両のドライバーに対して、安全速度まで減速してカーブ部分を通過することを促すものである。一方、この地区での実験に際しては、安全の面から実験車両を規制速度で走行させて実験する。そのため、実験車両のドライバーは、“前方カーブ、注意走行”程度の注意喚起の情報提供を受けるだけとなり、カーブ進入危険防止支援サービスの有効性を認識できない可能性がある。

したがって、実験走行に際しては、車載器のパラメータ変更などの方法により、規制速度走行時においても、前方のカーブ開始地点までに減速する必要があるとの情報提供を行うものとする。また、被験者には事前に実験走行のための情報提供を体験してもらうことを十分に説明して、被験者がサービスを正當に評価できるように配慮する。被験者へのアンケート項目を表1に示す。

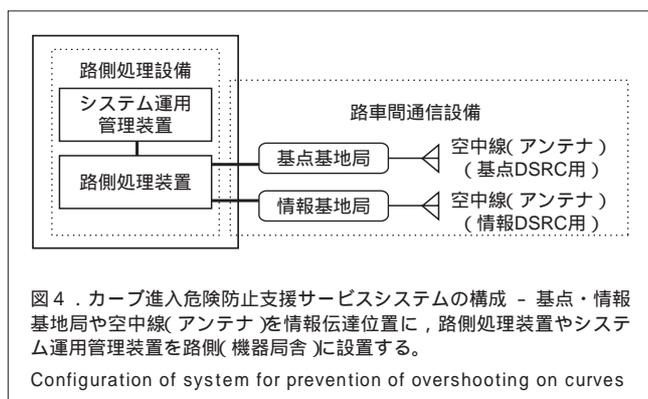


図4 . カーブ進入危険防止支援サービスシステムの構成 - 基点・情報基地局や空中線(アンテナ)を情報伝達位置に、路側処理装置やシステム運用管理装置を路側(機器局舎)に設置する。

Configuration of system for prevention of overshooting on curves



図5 . DSRCアンテナ設置状況 - 東名高速道路72 KPに設置されている基点DSRCと情報DSRCである。

Installation of DSRC antennas

表1 . 被験者へのアンケート項目
Items in questionnaire for test drivers

分類	項目
受容性	① 車載器の情報提供に気づいたか。 ② 音声情報を聞き取れたか。 ③ 車載器の表示画面を見たか。 ④ 情報の内容を理解できたか。 ⑤ 情報を運転行動に結び付けたか。 ⑥ 情報提供は不要だと思うか。理由は何か。 ⑦ 情報提供タイミングは適当か。
有効性	① 情報は事故回避や安全運転の手助けになったか。 ② まったく手助けにならなかった理由は何か。 ③ 高齢者ドライバーに使うべきかと思うか。 ④ このサービスを同様な他の場所にも導入すべきかと思うか。 ⑤ 他へ導入する必要がない理由は何か。 ⑥ 標識や表示版と比べ、このサービスは有効かと思うか。
その他	① このサービスの車載器が販売されたとき、いくらなら買うか。 ② サービスを利用する際の意見・要望があるか。 ③ 今回の実験で、“ヒヤリ”、“ハット”したことがあったか。

4.2 安全性・信頼性検証実験

サービス対象車両は、基点 DSRC からの情報によりサービスの基点位置情報を取得し、続いて情報 DSRC からの情報を受信することで、自車の走行方向がサービス対象となっていることを確認し、サービスイン処理を行う。

当地区は大型車混入率が高いことが特徴であるが、実証実験として約1時間おきに走行する実験車両が、大型車による通信のシャドウイングの影響を受ける確率は非常に低いと予測される。したがって、通信領域(旧鮎沢PA跡地付近)の路側に2台のビデオカメラを設置して車両の走行状況を撮影し、撮影後の映像を幾何学的に分析してシャドウイング発生率を推測する。通過車両1万台以上をめぐりに撮影するため、二日間撮影を実施し、その撮影ビデオから、追越し車線を大型車が通過した際に、走行車線側を普通車や二輪車が並走するケースが何回発生するかをカウントし、全通過車両数で除して推定シャドウイング発生率を算出する。

4.3 基点位置認識精度の測定実験

車載器は、基点 DSRC からの情報を受信開始した地点をサービスの基点と認識し、路側から提供されるカーブ開始地点などのカーブ情報に基づいてドライバーへの情報提供タイミングなどの算出を行う。車載器による基点位置認識精度の測定実験を下記の方法で実施する。

- (1) 車載ビデオカメラを右側に向け、車外の映像と車載器の路車間通信受信中のインジケータが同一画面内に写るように設置する。
- (2) カメラを撮影状態にして基点 DSRC の通信領域付近を等速度で走行する。
- (3) 走行実験終了後に、撮影したビデオ映像を分析し、基点 DSRC の支柱が写っている画面と、車載器の通信中インジケータが点灯した画面との間のコマ数を計測し、車両の走行速度とから、基点 DSRC 支柱と基点認識位置との間の距離を算定する。更に、基点 DSRC 支柱と基点位置間の距離で校正することにより、基点位置認識誤差を算出する。

4.4 システム性能検証実験

路側に設置したインフラ機器を24時間、約1か月間稼働させ、運用ログからシステムの連続稼働時間を計測する。

5 実験実施上の課題と期待される成果

この地区は供用道路であるので、実験車両の周囲を走行する一般車の安全を最優先するとともに、実験車両自体が事故発生要因とならないこと、更には、被験者及び実験車両自体の安全にも十分に配慮したうえで実験条件を設定する必要がある。実証実験としては、走行速度、走行車線、交通量などのパラメータを幅広く変えての実験が望ましいが、実験

実施時のパラメータを記録するだけにとどまらざるをえない。

また、規制速度内で走行する実験車両にもサービスの情報提供が行われるよう車載器のパラメータ設定を変更して、被験者が本来のサービスを適正に評価できる条件設定を行う必要がある。

カーブ進入危険防止支援は、AHSの最大の特長であるセンサを使用しないで、サービスを行うものであるが、路側に設置されている標識や情報板よりも有効なサービスであること、ドライバーが提供された情報を正確に理解し適切な行動を起こせるものであること、路車間通信の安全性が実用上十分なものであることなどを実証するデータが得られることを期待している。

6 あとがき

この特集の発行時点ではこの地区の実証実験が実施され、期待どおりの成果が上がっているものと確信している。実道での実験ということで、前述したような種々の課題はあるが、他地区において平行して実施される実道実験においても、同様に AHS サービスの有効性や受容性、設計値の妥当性などが実証され、AHSが早い時期に実道配備され、交通事故が大幅に減少することを期待している。

謝 辞

ここで述べた実証実験を遂行するにあたり、ご指導、ご鞭撻いただいた国土交通省 国土技術政策総合研究所、日本道路公団、及び技術研究組合 走行支援道路システム開発機構の関係各位に深く感謝の意を表します。

文 献

- (1) 技術研究組合 走行支援道路システム開発機構 . 平成13年度走行支援道路システム技術研究開発研究成果報告書 .



沖 良晃 OKI Yoshiaki

社会インフラシステム社 社会・産業システム事業部 官公システム技術部主務。道路システム及びITSのエンジニアリングに従事。
Public & Industrial Systems Div.



関 義朗 SEKI Yoshiro

社会インフラシステム社 社会・産業システム事業部 官公システム技術部主査。ITSインフラシステムの開発推進に従事。電気学会、日本機械学会、IEEE 会員。
Public & Industrial Systems Div.



小豆澤 照男 AZUKIZAWA Teruo, D.Eng.

東芝テクノコンサルティング(株)主幹、工博。
AHSの研究に従事。電気学会、IEEE 会員。
現在、神戸商船大学教授。
Toshiba Techno Consulting Corp.