

AHS カーブ進入危険防止支援システムの 実道検証

Actual Road Verification of AHS Support System for Prevention of Vehicle Overshooting on Curves

沖 良晃

■ OKI Yoshiaki

山田 富美夫

■ YAMADA Fumio

牧野 浩志

■ MAKINO Hiroshi

水谷 博之

■ MIZUTANI Hiroyuki

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)では、日本全国の6か所の自動車専用道や一般道において実道検証を実施した。われわれは、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た。実証実験前に執筆した東芝レビュー Vol.57 No.12(2002)で実証実験内容を記載したが、今回、実道での実証実験を行った結果、AHSサービスの一つで路車協調型のカーブ進入危険防止支援サービスが有効であり、提供された情報によりドライバーが適切な行動を起こせることが確認できた。

The Ministry of Land, Infrastructure and Transport (MLIT) is developing the Advanced Cruise-Assist Highway System (AHS), which is expected to reduce traffic accidents. As a member of the Advanced Cruise-Assist Highway System Research Association (AHSRA), we organized proving tests on the Tomei Expressway in the Osawagawa district, where a significant number of traffic accidents have occurred because of a succession of small-radius curves in that section of the road. This paper describes a verification system for roadside-to-vehicle communications by the Dedicated Short Range Communication (DSRC) system for prevention of vehicle overshooting on curves. It also describes the results of AHS service effectiveness verification, drivers' evaluations, and verification of the reliability of the AHS support system.

1 まえがき

AHSは、車両から見えない部分の道路状況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、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、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、路面情報提供支援の7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帯の狭域通信(DSRC)によるスポット通信を前提とした路車間通信を用いたシステム設計がされている。

国土交通省 国土技術政策総合研究所ではこのうち、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、路面情報提供支援の単路系3サービスについて、日本全国6か所の実道検証場所を選定して、サービスの有効性、ドライバーの反応、設計値の妥当性、システムの信頼性などを検証した。

今回、東名高速道路 大沢川高架橋地区の実道検証場所において、連続カーブを走行するサービス対象車両に対し、カーブ進入危険防止支援サービスを適用した。

実交通流の中で初めてAHS実験車両走行実験を行い、被験者ドライバーの主観評価により、サービスの有効性やドラ

イバーへの反応を検証した。また、大型車混入率が高い道路における路車間通信システムの信頼性評価を実施した。

2 実道検証場所

東名高速道路下りの大沢川高架橋地区は、都市間高速道における長い連続カーブである(図1)。



図1 東名高速道路 大沢川地区 — 連続したカーブに高スピードで進入しやすい地点であり、事故が多発している。

Verification area (Tomei Expressway in Osawagawa district)

東京から54kmにある中井PA(パーキングエリア)から先の分岐点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の右カーブと、三つの連続するカーブを走行する。

当地区の交通量は上下6車線で1.8万台/日、大型車混入率44%である。また、高架橋右カーブ開始位置の平均速度は走行車線で100km/h、追越車線で110km/hである。

当地区では、緩やかなカーブの後に急なカーブが連続するため、速度超過が原因で側壁衝突事故が発生している。

そこで、当地区の右ルートにAHSのカーブ進入危険防止支援サービスの実験システムを導入し、サービスの有効性及びシステム性能を検証した。

3 カーブ進入危険防止支援サービス

当地区に導入した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三つの連続するカーブ開始位置までに安全速度に減速可能な地点で、警報音とともに「カーブ速度注意」などのメッセージを、AHS車載器のモニタ画面と音声でドライバーに知らせるものである。

このようにカーブ進入危険防止支援サービスは、走行速度に応じてドライバーの認知、判断の支援をし、ドライバーが

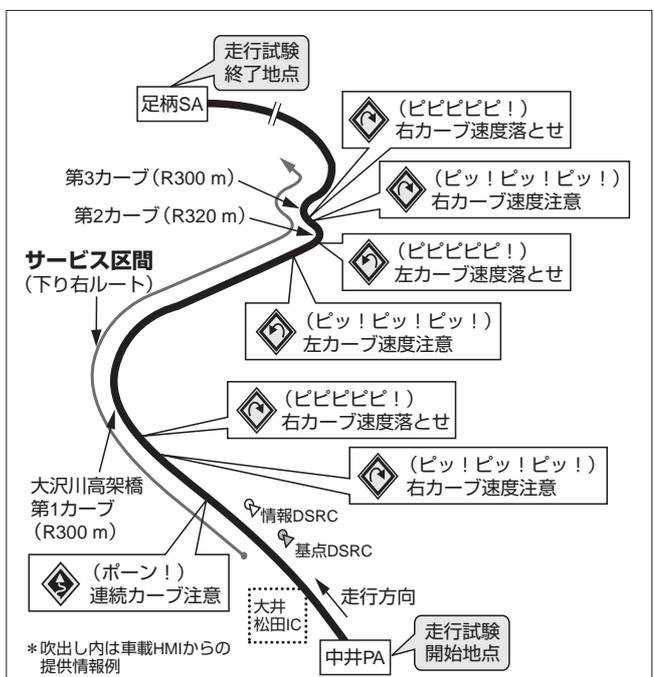


図2. カーブ進入危険防止支援サービスのイメージーカーブ手前においてカーブまでの距離やカーブ形状を車両に通知し、車両は速度に応じて適切なタイミングでドライバーに情報提供を行う。
Image of service for prevention of vehicle overshooting on curves

安全速度まで減速してカーブ区間を通過するよう支援を行う。

当地区におけるカーブ進入危険防止支援サービスを図2に示す。

4 実験システム

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。当地区においては、大沢川高架橋カーブの開始点である73.436KP(キロポスト)地点までに安全速度である80km/hまで減速可能な位置より上流側に情報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(32.8m以上)を空けて設置する。システム構成を図3に示す。

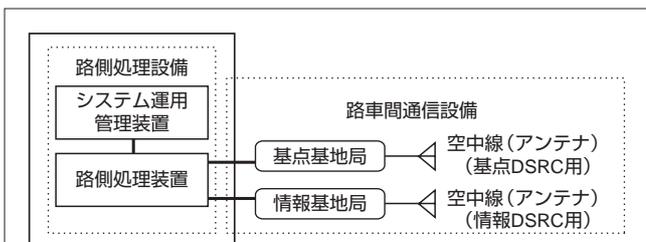


図3. カーブ進入危険防止支援サービスシステムの構成ー基点・情報基地局、空中線(アンテナ)を情報伝達位置に、路側処理装置、システム運用管理装置を路側(機器局舎)に設置する。
Configuration of system for prevention of vehicle overshooting on curves

5 車両走行実験

サービスの有効性を検証する実験では、被験者として地元ドライバー21名に、AHS実験車両で延べ48走行してもらった。カーブ進入危険防止支援サービスの提供を受けたドライバーに、走行終了後、カーブの情報提供サービスの有効性やドライバーの反応についてアンケート調査を実施した。

被験者ドライバーへのアンケート項目を表1に示す。

6 サービスの有効性検証結果

サービスの有効性に関する調査結果を図5に示す。調査の結果、大多数のドライバーはサービスが有用と感じており、サービス導入に肯定的であった。

また、AHSサービスについてドライバーの反応に関する調査の結果を表2に示す。

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つけたか。 ⑥ 情報提供は不要だと思うか、理由は何か。
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用してほしいと思うか。 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 標識や表示板と比べ、このサービスは有効だと思うか。
その他	① サービスを利用する際の意見・要望があるか。 ② 今回の実験で、“ヒヤリ”、“ハット”したことがあったか。

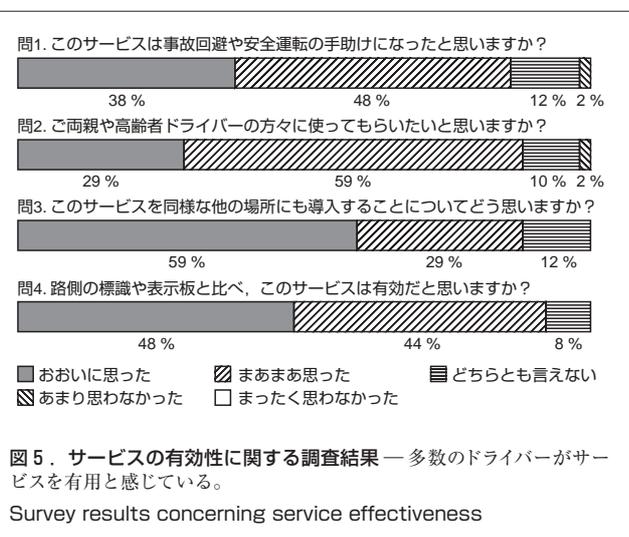


図5. サービスの有効性に関する調査結果 — 多数のドライバーがサービスを有用と感じている。

Survey results concerning service effectiveness

表2. ドライバーの反応に関する調査結果

Survey results concerning driver responses

番号	調査項目	調査結果
1	車載器への情報提供の認識	90%以上の人気づいた
2	カーブ・速度注意情報内容の理解	90%以上の人理解した
3	カーブ・速度注意情報による運転行動	70%弱の人が行動した
4	速度落とせ情報内容の理解	90%以上の人理解した
5	速度落とせ情報による運転行動	70%以上の人行動した
6	カーブ・速度注意情報の必要性	80%以上の人が必要と感じた
7	速度落とせ情報提供の必要性	80%以上の人が必要と感じた

調査の結果、AHS車載器の情報提供に対するドライバーの認識は良好で、情報に従ってカーブ進入時に減速するなどドライバーが受け入れ可能なサービスであることが確認できた。

7 システム性能実験

当地区のような大型車混入率が高く、2車線の高速道路で

は、路車間通信システムの信頼性を評価するため、シャドウイング(電波が他車両により遮られ、通信できない状態)発生率、基点位置精度、通信の安全度、システム信頼性を検証することで全体システムを評価することにした。

7.1 シャドウイング発生率

実験の目的は、当地区が大型車混入率の高いことが特徴であり、このため、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がどれくらいあるかを検証することにある。

実験では、DSRC通信領域付近の追越車線側路側に2台のビデオカメラを設置して、通過車両の真横及び上流から、走行車線と追越車線の車両の走行状況を撮影した。追越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併走するケースが何回発生するかカウントし、通過車両2万台以上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した。

7.2 基点位置精度

実験の目的は、車載器が基点DSRCからの情報を受信開始した位置をサービスの基点と認識する際に、AHS車載器の自車積算走行距離算定のずれ原因となる基点認識位置が、許容誤差幅である±5mに入っているかを検証することにある。

サービスの基点の基準点としては、基点DSRC支柱位置の上流側5mの位置にビーコン照射が調整してある。車載器の認識する基点位置が、この基準点から±5m以内に入っていれば許容誤差の範囲とする。

実験では、車両に横向きにカメラを設置し、車載器の画面の“同報受信中”インジケータが点灯した時刻と、窓の外を基点DSRC支柱が横切る時刻との差を映像コマ数でカウントし、車速を乗じて基点位置を求め、車内アンテナとカメラ間距離で補正して、基点DSRC支柱位置と受信開始車内アンテナ位置の距離を求めた。

7.3 通信の安全度

実験の目的は、実交通環境におけるDSRCのシャドウイングとマルチパスの影響、及び基点DSRC通過～終了までの一連のサービスが実施可能かどうかを検証することにある。

右ルート走行実験では、実験車両が基点DSRCと情報DSRCからの情報を受信して、正常にサービスを開始するか確認した。また、サービス対象外の左ルートを走行させ、隣接しているサービス対象の右ルート向けに発信されているDSRCからの漏れ電波を、左ルートを走行する車両が誤って受信してサービスを開始しないか確認した。

また、DSRCの通信エリアに不感部分がなく正常に形成されているか、電界強度分布を測定した。

7.4 システムの信頼性

今回設置したシステムを24時間、約1か月間稼働させ、蓄積される運用記録からシステムの連続稼働時間を計測した。

8 システム性能検証結果

8.1 シャドウイング発生率

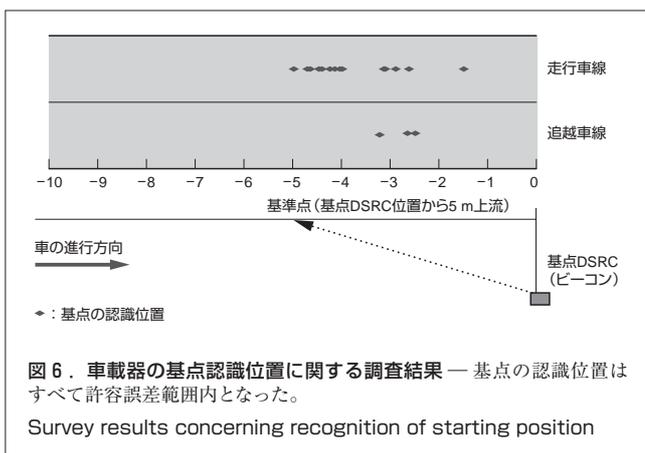
画像データから車線、車種、及び測定断面における併走の有無を判別した結果、通過車両20,597台のうち、追越車線の大型車と重なる件数は85件(0.413%)あった。このうち走行車線を非大型車が走行し、かつ、追越車線に大型車が重なる件数は38件(0.184%)あった。

更に、併走シーンの画像から、ビーコンと走行車線の車両のアンテナ部との通信領域が追越し車線の大型車両によって遮られるシャドウイング発生の有無を判定した結果、推定シャドウイング発生率は0.015%となった。

このように、大沢川高架橋地区のような2車線道路に対する設置高8mのDSRC通信システムでは、大型車による路車間通信のシャドウイングの影響は少ないことが確認できた。

8.2 基点位置精度

基点精度検証の実験走行(21走行)の結果を図6に示す。



図中に黒点で記した基点の認識位置は、基点DSRC支柱(ビーコン)から上流側へ最大で-5mの位置(ほぼ基準点)、最小で-1mの位置(基準点から-4m)で、すべて基準点から±5m以内に入っており、許容誤差の範囲内となった。

走行車線での認識位置の分布が基点DSRC支柱から-5mの位置付近に集まっているのに対して、追越車線では-3m付近になっている。これは、追越車線の車両のほうが基点DSRC支柱に近く、ビーコンの電波の放射分布形状から、走行車線の車両のほうが受信領域に早く到達し、追越車線の車両は基点DSRC支柱により近い所で受信領域に到達するためであると考えられる。

8.3 通信の安全度

運用管理装置に保存されたサービス記録を読み取り、情報DSRCが実験車両の車載器からサービス開始通知を受け取った時刻を確認した。

実験車両の右ルート走行回数160回のうち、160回すべて

でサービス開始に成功しており、通信遮断の問題は発生しなかった。また、サービス対象外の左ルート走行では20走行のうち、20走行すべてでサービスを開始しないことが確認できた。なお、当地区では、所定の通信領域が100%確保されていることを確認した。

8.4 システムの信頼性

昼夜24時間連続で33日間、システムの稼働時間を計測した。このうち、定期点検工事及び台風による停電のため停止が発生したものの、修理及び保守休止時間は共にゼロであり、残りの対象時間帯については、システム連続稼働に問題ないことを確認した。

9 あとがき

今回の実道検証により、大沢川高架橋地区のような連続するカーブ区間におけるカーブ進入危険防止支援サービスは、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、及び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との被験者の主観評価が得られた。また、路車間通信システムは実験で設定した目標値を達成し、信頼性が高いことを確認した。

今後、AHSの実道配備により、カーブでの事故が大幅に減少することが期待される。

最後に、この実道検証実験遂行にあたりご協力いただいた、日本道路公団の関係各位に深く感謝の意を表します。

文 献

- (1) Yamada, F., et al. "Actual Road Verification of AHS Support System for Prevention of Overshooting on Curve". 10th ITS world congress proceedings. Madrid, 2003-11, ERTICO. Doc. No. 3256. (CD-ROM)



沖 良晃 OKI Yoshiaki

電力・社会システム社 社会システム事業部 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。

Infrastructure Systems Div.



山田 富美夫 YAMADA Fumio, D.Eng.

電力・社会システム社 電力・社会システム技術開発センター エネルギーソリューション開発部主幹、工博。ITS、ビル省エネルギーの研究・開発に従事。電気学会会員。

Power and Industrial Systems Research and Development Center



牧野 浩志 MAKINO Hiroshi

国土交通省 国土技術政策総合研究所 ITS研究室主任研究官。ITSの研究・開発に従事。技術士(建設部門)。

National Institute for Land and Infrastructure Management



水谷 博之 MIZUTANI Hiroyuki

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 部長。ITSの研究・開発に従事。

Advanced Cruise-Assist Highway System Research Association