

Honda ASV-2 インフラ連携実験車の紹介(二輪車)

Introduction of Honda ASV-2 Experimental Vehicle with Road-vehicle Communication System
(Motorcycles)

櫛田 和光* 山本 一博*
Kazumitsu KUSHIDA Kazuhiro YAMAMOTO
倉田 徳博* 坂井 清孝*
Norihiro KURATA Kiyotaka SAKAI

要 旨

国土交通省道路局(旧建設省)による ASV(Advanced Safety Vehicle)/AHS(Advanced Cruise-Assist Highway Systems)共同実証実験に国内自動車メーカ 13 社が参加し、国土交通省国土技術政策総合研究所(旧土木研究所)に走行試験路を設け走行支援サービス(7サービス8システム)の評価を行った。システムのねらいは、道路インフラから進路前方の障害物や交差点における他の接近車両の存在などの情報を受け取り、運転者に注意喚起の情報提供や警報を発し、危険回避を促すものである。Hondaは排気量250cm³スクータに路車間通信用受信機、情報制御ECUを車載し、新たに開発した二輪車用HMI(Human Machine Interface)を用いてシステムの有効性確認をドライバ受容性の観点から考察した。

実証実験から判ったことは次のとおりである。

- (1) 予防安全向上をねらった道路インフラからの情報提供が二輪車においても効果的であることが確認できた。
- (2) 音声情報と視覚情報を組み合わせた HMI は、今回の実証実験のように各運転支援サービスにも対応できる情報提供手段であることが確認できた。

ABSTRACT

ASV(Advanced Safety Vehicle)/AHS(Advanced Cruise-Assist Highway systems) joint proving tests were conducted by the Ministry of Land, Infrastructure and Transport for Smart cruise systems. Thirteen domestic vehicle manufacturers participated including 7 services and 8 systems on a proving test course set up in National Institute for Land and Infrastructure Managements of Ministry of Land, Infrastructure and Transport. The purpose for the ASV/AHS joint proving testing was to receive information such as detecting an obstacle you are approaching and an existence of an oncoming vehicle. From the road infrastructure, motorcycle riders are provided warnings and information to reduce collisions. Honda provided a scooter, engine capacity 250cm³, loaded with a road-vehicle communication receiver to receive the road information from the DSRC(Dedicated Short Range Communication), information control ECU and newly developed HMI (Human Machine Interface) for motorcycles. The tests were conducted to confirm the effectiveness of the road-vehicle communication system from the viewpoint of the drivers' acceptability.

The following items were found.

- (1) Information provided from the road infrastructure for preventive safety improvement was effective for motorcycles.
- (2) A HMI system that combined sound information with visual information was the information providing means applicable as a driving assistance service.

1. まえがき

国土交通省自動車交通局(旧運輸省)が提唱した第2期 ASV 計画(ASV-2)では、Honda は2種類の二輪 ASV 自律実験車を試作し研究を推進した⁽¹⁾。同時期に国土交通省道路局(旧建設省)が提唱した走行支援道路システム AHS (Advanced Cruise-Assist Highway Systems)が推進され、ASV-2 プロジェクトの一環として、二輪車メーカを含む自

*朝霞研究所

動車メーカ13社の参加による共同実証実験が、国土交通省国土技術政策総合研究所(旧建設省土木研究所)において実施された。本稿では、実証実験の概略とその結果の一例を紹介する。

2. サービスの概要

この実証実験は交通事故の防止や、事故時の被害軽減を

Table 1 Services of joint proving test

Principal user services	Honda's motorcycle
Forward obstacle collision prevention support system	Entry
Curve overshooting prevention support system	Entry
Crossing collision prevention advisory system - Approaching support	Entry
Crossing collision prevention advisory system - Acceleration support	Entry
Right turn collision prevention advisory system	Entry
Crossing pedestrian collision prevention advisory system	Entry
Lane departure prevention support system	Automobile only
Road surface information system for ACC etc.	No entry

目的とした7サービス8システムについて確認するものである。

自律システムでは検知が難しい見通し不良地点などにおける障害物、他車、歩行者の情報、路面情報を道路インフラのセンサにより検出し、路車間通信により走行車両へ伝達し、ドライバへ情報提供、警報や車両の制御などを行なう。Honda 二輪車が参加したサービスを Table 1 に示す。

各サービスの内容については「Honda ASV-2インフラ連携実験車の紹介(乗用車)」⁽²⁾を参照されたい。ここで、二輪車に関しては、カーブでの単独事故を予防する自律システムが技術的に困難なことから、事故低減効果が見込めるカーブ進入危険防止支援サービスにも参加した。Fig. 1に概要を示す。路側に設置された DSRC(Dedicated Short Range Communication)アンテナから路面状態、カーブ形状などの情報の発信を行なう。

- ・ サービス名称：カーブ進入危険防止支援サービス
- ・ ねらい：十分に減速せずにカーブ進入した場合の事故を低減する。
- ・ 機能：道路インフラから進路前方のカーブ形状、路面状態に関する情報を受取り、その情報と車両の状態に基づいて注意喚起のための情報提供および減速が間に合わない可能性がある場合に警報する。
- ・ 対象道路：高速道路、一般道路
- ・ 支援レベル：情報提供、警報

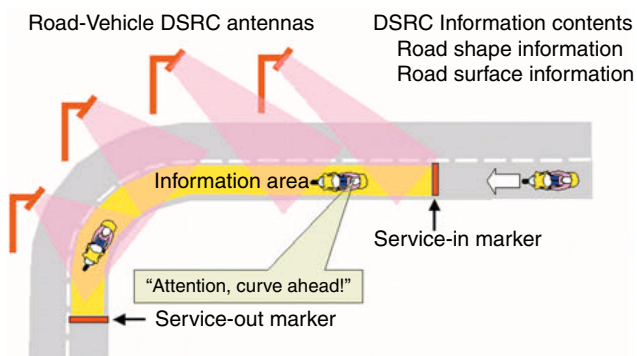


Fig. 1 Outline of curve overshooting prevention support system

3. 実証実験車のシステム

インフラ連携実証実験車の車載機器構成、二輪車用HMI (Human Machine Interface)について説明する。

3.1. 車載通信機器

供試車両には排気量 250cm³ のスクータ(フォーサイト)を用いた。Fig. 2 に Honda ASV-2 6号車の外観を示す。

車載機器は車両状態(スロットル、車速、ブレーキ、ウィンカ)の信号を捉える各センサ、通信制御、HMI 制御を処理する情報制御 ECU(Electronic Control Unit)、コミュニケーションヘルメットへ音声情報をワイヤレスで伝える音声送信機、路車間通信用受信機/アンテナおよび基点マーカ受信機/センサ等で構成されている(Fig. 3)。

路車間通信用アンテナ(Fig. 4)はヘッドライト上部のフロ



Fig. 2 Honda ASV-2 vehicle No.6

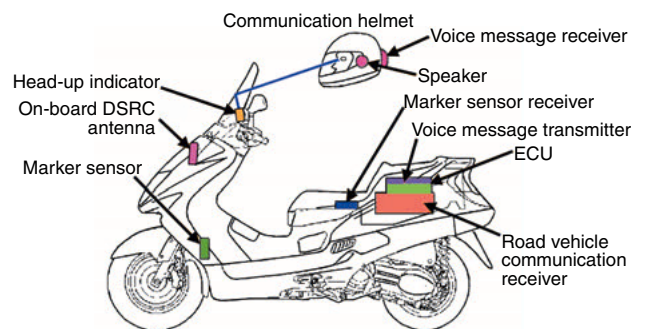


Fig. 3 Outline of prototype motorcycle system



Fig. 4 DSRC antenna

ントカバー内に内蔵し、約 10 度の仰角で固定されている。

各支援サービスの実証実験では限られた実験時間内に制御パラメータ変更、アルゴリズム修正、データ解析を迅速に処理できることが要求される。そのため、シームレスな環境で行える機器構成にした。リアルタイム制御アプリケーションの要求から情報制御 ECU 機能にノート PC(東芝製 Dynabook SS3380)および信号処理コントローラを搭載する構成とした。50ms 毎の車両状態サンプリングタイムと 100ms 毎のシーケンス制御を実現するため OS には Microsoft 製 Windows2000[®]を採用した。Fig. 5 に車載システムのブロックダイアグラムを示す。

3.2. HMI 構成

安全運転支援システムの中で重要な位置付けにある HMI は、まだ二輪車用として確立された技術はなく、さまざまな形態が模索されている段階である。求める性能、機能は四輪車のそれと同様であるが、車体デザイン、ヘルメット着用による可聴音域の変化、乗車姿勢、操舵と体重移動による操縦形態、振動、自己防衛運転などの違いから手段が限定される。特に視覚機能は前方への注意監視だけでなく、自車状態をロール角、ヨー角から得ていることから情報を確認するために視線移動させる HMI 構成は本来の目的から大きく離れ本末転倒になりかねない。本システムではこれらに留意して、HMI のコンセプトを次のようにした。

- ・周辺視野の積極的活用
- ・視線移動抑制のため必要最小限の情報量
- ・音声アナウンスによる一義的表現

視覚へは情報提供状態を示し、音声アナウンスでその情報の具体的内容を提供する。このように視覚認知と聴覚認知の特性に合わせた手法を用いることで、外界への注意意識状態を持続できる HMI を開発した。

3.2.1. ヘッドアップインジケータ

メータパネル上面に埋め込んだ HUI(Head-up indicator)は 7 個の高輝度 LED を横一列に並べ横長の帯状を形成するようにした。Fig. 6 に HUI を示す。

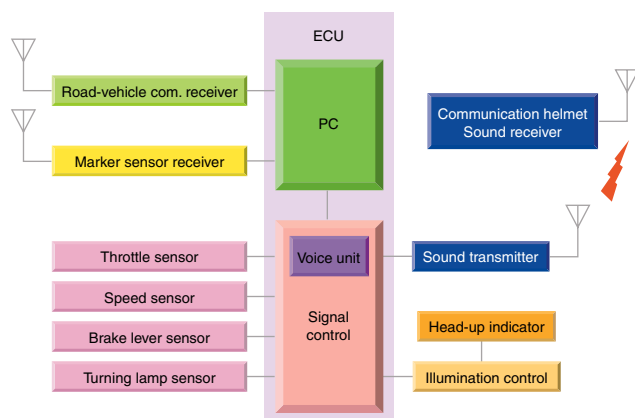


Fig. 5 On-board system block diagram



Fig. 6 Head-up indicator

周辺視野を活用する場合、最小限の情報量と一定以上の発光面積を持たせることが注視防止の観点から重要である。

照射された橙色光はウィンドスクリーン内側で反射され、発生した虚像が周辺視野で容易に確認でき、かつ夜間運転時に妨げにならない位置を選定した。

情報の種類は LED 点灯/消灯の組み合わせから以下の 3 通りを表現することで、現在の情報提供の状況を容易に認知できることをねらった。

- ・サービス区間
- ・注意喚起情報提供
- ・警報

7 個の LED うち左右の 2 個の点灯、中央 5 個の点灯、点滅を条件により使い分けることとした。Fig. 7 に動作状態と情報提供内容を示す。

3.2.2. コミュニケーションヘルメット

音声による情報提供は、フレーズを最後まで聞かないと理解できないという短所はあるが、語句の選定、フレーズ時間、一義的な表現、聞き取りやすい音質などに留意することで、情報の内容を正確に伝えるために最適な方法である。

ヘルメット内部外耳位置に薄型スピーカを設け、予め録音した数種類の音声情報は、情報制御 ECU により必要に応じ発声される。音声情報は 3 秒以内に完了するフレーズを作成した。Table 2 に音声情報のフレーズ例を示す。

音声情報は情報制御 ECU から通信モジュールを内蔵した音声発信機とコミュニケーションヘルメット (Fig. 8) によりワイヤレスで高品質な音声情報を提供している。

4. 実証実験結果と考察

二輪車事故統計を解析すると対四輪車事故が最も多く、その中でも右直事故と出会い頭事故が最多である⁽³⁾。本論文ではそれらの事故低減を狙った右折衝突防止支援サービ

Service-in	Information	Warning
		
Pop up images by both sides LED during service area	Pop up images by the center LED	Blinking images by the center LED

Fig. 7 Head-up indicator status

Table 2 Voice message examples

Services	Voice messages	Upper: Caution
		Lower: Warning
Forward obstacle collision prevention support system	Attention, obstacle 100 meters ahead 100m先 障害物, 注意 とまれ	
Curve overshooting prevention support system	Curve ahead 前方カーブ	
Crossing collision prevention advisory system-Approaching support	Crossing 60m ahead 60m先 交差点 とまれ	
Crossing collision prevention advisory system-Accelerating support	Attention, vehicle from the right 右から車両接近, 注意 とまれ	
Right turn collision prevention advisory system	Attention, approaching vehicle ahead 前から車両接近, 注意 とまれ	
Crossing pedestrian collision prevention advisory system	Pedestrian at the right hand side 右方向歩行者に注意 とまれ	



Fig. 8 Communication helmet

ス、出会い頭衝突防止支援サービス、および二輪車単独事故数が最も多いカーブ事故低減をねらったカーブ進入危険防止支援サービスの実験結果を代表例で説明し、ドライバ受容性の観点からその効果を考察する。

なお、全ての実証実験は国土交通省国土技術政策総合研究所テストコース内に各支援サービスを想定した実験条件、道路環境を整備し実施した。実験環境の詳細はHonda R&D Technical Review Vol.13 No.2「Honda ASV-2 インフラ連携実験車の紹介(乗用車)」⁽²⁾を参照されたい。

4.1. 右折衝突防止支援サービス

実験は信号機と右折専用レーンが設けられた交差点で実施した。Fig. 9に右直事故防止支援システムの概略を示す。実験時のHMI作動状況は、交差点接近中の自車が、基点マーカ地点を通過した時点でHUIの両サイドLEDが点灯しサービス区間に入ったことを知らせる。道路インフラ(DSRC)から交差点に接近する対向車線の車両情報を受信する。自車と対向車両が衝突もしくはニアミスの可能性がある場合、HUI中央LEDが点灯し、音声アナウンスで「前方から車両接近」と注意喚起の情報提供が行われる。

実験条件は、自車から対向接近車両の状況が見通せる場合と、対向右折車線に大型トラックを停車させ見通し不良にした場合の二通りを設定した。

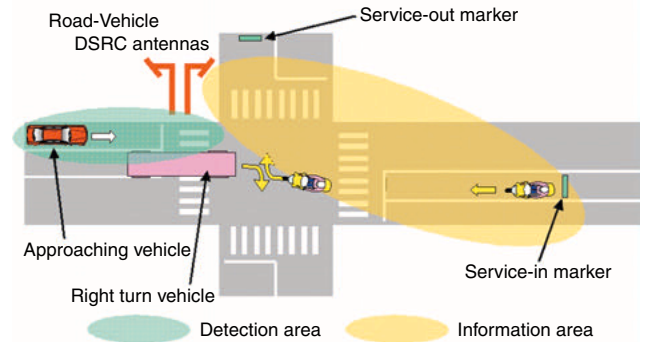


Fig. 9 Outline of right turn collision prevention advisory system

実験結果では、情報提供タイミングを適切な余裕時間に設定することで対向直進車両への注意喚起意識が働き、衝突を未然に防止できることが示唆された。ライダーの評価コメントからもドライバ受容性は有意であるとの評価が得られた。また、自車の前方対向右折車線に大型車両が右折待ち状態で停止している場合、対向車線が視覚的に遮蔽され対向接近車両が確認しづらい場合に非常に安心感があり、有効であるとの評価も得られた。Table 3にドライバ受容性の評価結果を示す。

Rider A, Bともに自社テストライダーである。評価基準は、Excellent, Good, Fair, Poor, Very poorの5段階とした。

4.2. 出会い頭衝突防止支援サービス(接近支援)

実験場所は信号が設置されていない片側一車線の小交差点である。Fig. 10に出会い頭衝突防止支援システムの概略を示す。

Table 3 Driver acceptance evaluation

Evaluation point of view		Rider A	Rider B
Safety	Visible condition without large vehicle	Fair	Fair
	Invisible condition with large vehicle	Excellent	Good
Rider's acceptance	Helpfulness	Good	Good
	Marketable	Good	Good

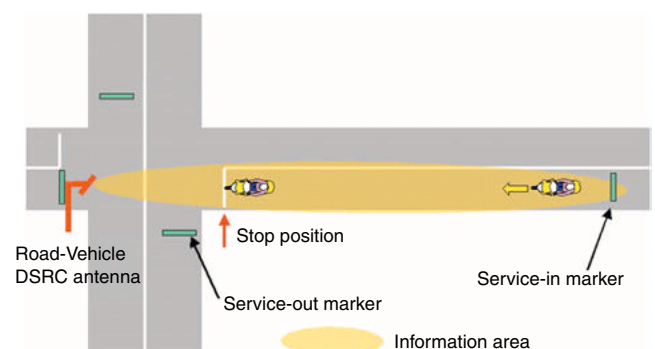


Fig. 10 Outline of crossing collision prevention advisory system - approaching service

Information status equation $S = V^2 / (2 \cdot \alpha) + V \cdot T_a$
 Where,
 $T_a = T_d + T_s + T_o = 3.0s$
 T_d : Driver recognition T_s : System delay T_o : Calculation delay

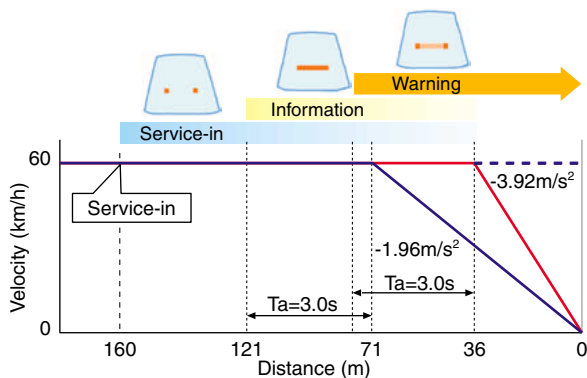


Fig. 11 Information status for crossing collision prevention advisory system - approaching service

実験によって、自車が非優先道路から一定速度で小交差点に接近するときに、一時停止の存在を知らせる情報提供タイミングが適切であるか、情報提供無しの場合と比較し、その効果を調べた。実験走路での情報提供タイミングの一例を説明する。基点マーカを通過したときHUIの両側LEDが点灯し情報提供区間へ入ったことを表示する。このとき、路面に埋め込まれた基点マーカから交差点までの距離(固定値)データを受信し、自車の走行積算距離からこの区間での自車位置を算出する。ここで、例として Fig. 11 に示すように車速に関わらず、停止線に減速度 $1.96m/s^2$ + ドライバ反応時間 3 sec で停止できる距離に到達したときに HUI の中央 LED 点灯と音声アナウンス「前方交差点注意」により注意喚起の情報提供がおこなわれる。

ここで減速せず、さらに接近した場合、減速度 $3.92m/s^2$ + ドライバ反応時間 3 sec で停止可能な距離に到達したときに HUI の中央 LED 点滅と、音声アナウンス「止まれ」による警報がおこなわれ停止を促す。

計測値の代表的な事例を Fig. 12 に示す。一連の実験は、交差点位置を 100m 以上手前から確認できる条件であったためドライバ受容性、サービスの有効性について結論を導

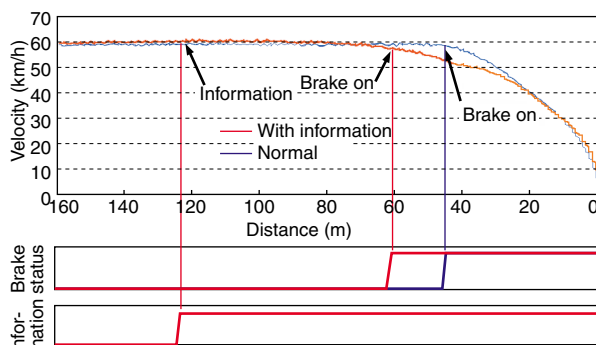


Fig. 12 Example of actual measuring data - crossing-collision prevention advisory system (approaching service)

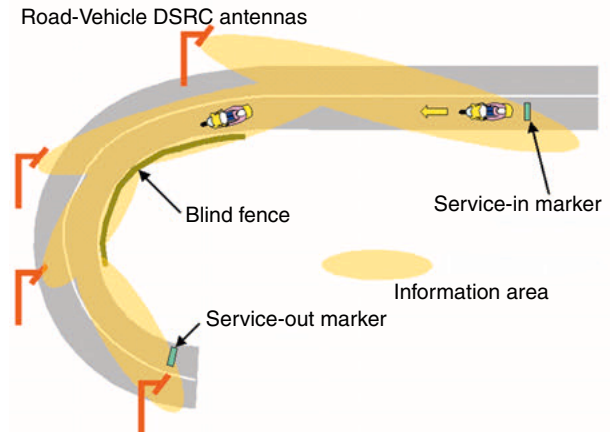


Fig. 13 Outline of curve overshooting prevention support system

くまでに至らなかった。しかしながらデータが示すように、情報提供がある場合とない場合を比較すると、減速開始地点が早まっていることが判る。

以上のことから、交差点位置が直前まで見えないような条件や、うっかり・ぼんやり状態で交差点の存在を見逃したときに有効であると考えられる。

4.3. カーブ進入危険防止支援サービス

実験場所は一般道と高速道を各々想定したコースを設定した。Fig. 13にカーブ進入危険防止支援システムの概略を示す。

自車が一定速度でカーブに進入するときカーブ安全速度を越えている場合、この先にカーブがあることを情報提供し安全速度までの減速を促すように実験した。

実験走路での情報提供タイミングの一例を説明する。基点マーカを通過したとき HUI の両側 LED が点灯し情報提供区間に入ったことを表示する。このとき、路面に埋め込まれた基点マーカからカーブ開始地点までの距離(固定値)データを受信し、自車の走行積算距離からこの区間での位置を算出する。Fig. 14 に示すように車速に関わらず安全速度まで減速度 $1.96m/s^2$ + ドライバ反応時間 3 sec で減速できる距離に到達したときに HUI の中央 LED 点灯と音声アナウンス「前方カーブ」により注意喚起の情報提供が行われる。

一般道を模した計測値の代表例を Fig. 15 に示す。一般道実験路(V1: サービス・イン設定速度 = 70km/h, V2: カーブ安全速度 = 40km/h)では、本サービスの対象とした急カーブ(R80m)の手前に緩いカーブ(R200m)があり、二種類の曲率による複合カーブを構成している。急カーブの内側はフェンスにより見通し不良環境を作っている。一例として、Fig. 14に示すように、情報提供が無い場合、緩いカーブに進入した被験者はその曲率が続くことを予測していたが、急カーブが突然出現したため急減速していることが観られる。一方、情報提供した場合は余裕をもって減速していることが判る。

Information status equation $S = (V1-V2)^2 / (2 \cdot \alpha) + V \cdot Ta$

Where,

V1: Initial velocity V2: Target velocity

Ta = Td + Ts + To = 3.0s

Td: Driver recognition Ts: System delay To: Calculation delay



Fig. 14 Information status for curve overshooting prevention support system

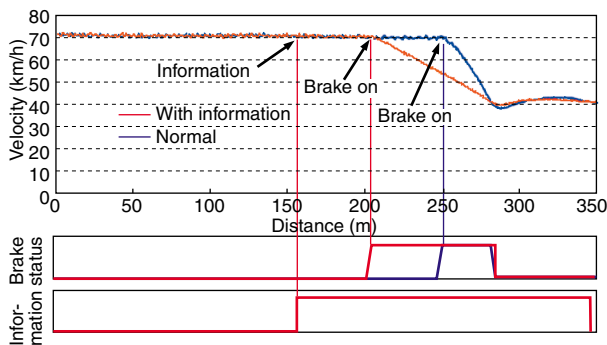


Fig. 15 Example of actual measuring data- curve overshooting prevention support system -

しかしながら、高速道実験路ではカーブ状況が遠くから十分見通すことができ、また、曲率 (R148m) が大きいため初期速度と目標速度の差が小さくスロットル操作により減速度が得られる条件であったため、その有意差は得られなかった。

今後、体系的な実験を行うことにより、ドライバ受容性、システム有効性を判断する必要がある。また、カーブにおける安全速度については車種やライダスキルなどにより違いがあり、道路の設計速度に対しても上下すると思われる。したがって、安全速度だけでなく、情報提供タイミング、減速度についても十分な検討が必要と思われる。

4.4. 今後の課題

実際の交通環境下ではさまざまな外乱、外的要因の影響が予測されるが、そのような条件下でもシステム全体が有効に機能することを検証しなければならない。それと並行して、ドライバ受容性の観点から、違和感のない効果的な二輪車用 HMI の実現をめざし、更なる取り組みが必要である。情報が正確に伝達され、運転者が正しく判断し、適切な行動に誘導するという一連の流れの評価手段構築も今後の重要な課題である。

5. まとめ

インフラ連携による走行支援システムは二輪車においても予防安全運転を支援できることが確認できた。一方、国土技術政策総合研究所内の施設に限定された実証実験であったため、実用化に向けて現実的な環境での効果確認が必要と考える。

二輪車の運転特性に合わせて開発した HMI は、周辺視野を活用した HUI により 3 種類の情報を表示し、コミュニケーションヘルメットの音声アナウンスにより 11 種類の情報を提供する。音声情報と視覚情報を組合せた HMI は、今回の実証実験のように各運転支援サービスにも対応できる情報提供手段であることが確認できた。

6. あとがき

2001 年度から国土交通省提案による第 3 期 ASV が 5 年計画で発足し、Honda も国内自動車メーカーとともに参加した。今後は自律システムとインフラ連携システムの融合から新たな枠組みを創出することが早期実用化に向けて必要になると思われる。

参考文献

- (1) 山本一博ほか: ホンダ ASV-2 の紹介 (二輪車), HONDA R&D Technical Review, Vol.12, No.2, p.9-16 (2000)
- (2) 間下博ほか: Honda ASV-2 インフラ連携実験車の紹介 (乗用車), Honda R&D Technical Review, Vol.13, No.2, p.1-6 (2001)
- (3) 交通事故統計年報 平成 10 年版, 東京, 交通事故総合分析センター, 1999

■ 著 者 ■



櫛田 和 光



山 本 一 博



倉 田 徳 博



坂 井 清 孝