

Honda ASV-3 の紹介 (二輪車)

Introduction of Honda ASV-3 (Motorcycles)

櫛 田 和 光*

Kazumitsu KUSHIDA

丸 山 一 幸*

Kazuyuki MARUYAMA

片 山 睦*

Mutsumi KATAYAMA

鎌 田 豊*

Yutaka KAMATA

堤 陽 次 郎*

Yojiro TSUTSUMI

村 田 裕*

Yutaka MURATA

要 旨

国土交通省自動車交通局が提唱した第三期 ASV 計画 (ASV-3)において, Honda は「見る支援」「見られる支援」をコンセプトに Honda ASV-3 二輪車を開発し予防安全技術の研究を推進した. Honda ASV-3 二輪車の予防安全技術は, 車車間通信, 外界センシング, 被視認性向上からなる. 車車間通信は「見る支援」「見られる支援」に位置付けられ, Honda ASV-2 の二輪車 - 四輪車情報通信システムの研究を進めたものである. 外界センシングは「見る支援」と位置付けられ, 前方監視支援, 後方監視支援を採用し, ライダの見落とし防止のための注意喚起, ライダからの死角減少を図った. 被視認性向上は「見られる支援」と位置付けられる. 人の顔パターン認知能力を利用し発見率を向上させる FACE デザイン, 距離感と速度感を向上させる LONG デザインを採用して被視認性向上を図った.

ABSTRACT

As part of the Advanced Safety Vehicle Phase 3 (ASV-3) project proposed by the Road Transport Bureau of the Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Honda has conducted research on predictive active safety technologies. Honda developed the ASV-3 motorcycle based on the concepts of assistance of “visibility” and “conspicuity.” The predictive safety technologies used in the Honda ASV-3 motorcycle consist of inter-vehicle communications technologies, observing sensor technologies and conspicuity enhancement technologies. The inter-vehicle communications system is useful in enhancing both visibility and conspicuity. It is based on research conducted following the development of the inter-vehicle communications system used in the Honda ASV-2. Observing sensor technologies help enhance visibility by using a front-monitoring system and a rear-view system. This enables warning signals to be provided that help prevent rider oversight and reduce blind spots. Conspicuity enhancement technologies help make it easier for the motorcycle to be seen. Specifically, the conspicuity of the motorcycle has been increased using the “FACE design,” which exploits the drivers’ innate ability to recognize the pattern of a human face thus increasing the rate of recognition of the vehicle, and the “LONG design,” which increases awareness of the vehicle’s speed and distance.

1. まえがき

国土交通省自動車交通局のプロジェクトである先進安全車第三期 ASV は 5 ヶ年計画で進められてきたが, 2005 年度で検討が終了した. 国内 14 社の自動車メーカーでは共同で検討するコア技術の位置づけとして車車間通信技術をその対象に定めた. 実車による検証実験, それに続いて公開デモを 2005 年 7 月から 10 月にかけて北海道苫小牧市にある (独)北海道開発土木研究所苫小牧寒冷試験道路 (但し平成

18 年 4 月から (独)土木研究所寒冷土木研究所)において実施した. Honda は ASV-2 で技術発表した二輪車 - 四輪車情報通信システムをさらに研究開発し, 車車間通信の技術開発だけでなく運転支援システムの研究や, 特に二輪車事故の解析結果から, 他の車両の運転者から発見されやすい, 誤認を防ぐ被視認性向上をねらったデザインの研究成果も取り入れ 2005 年 9 月に Honda ASV-3 として二輪車, 四輪車の実験車を発表した (Fig. 1).

今回, Honda ASV-3 二輪車に搭載した技術を中心に, 車

*二輪開発センター



Fig. 1 Honda ASV-3

車間通信技術，外界センシング技術，被視認性向上技術について紹介する。

2. 事故分析

Fig. 2 に日本の二輪車乗車中死亡事故の対象別構成比⁽¹⁾を示す。交差点における右直事故(右折車両と直進車両の事故)や出会い頭事故といった対四輪車事故件数が全体の 60%以上を占めている。

Fig. 3 に第 1 当事者側である四輪車の事故原因構成比⁽¹⁾を示す。接近速度判断ミスと見落としが全体の 70%を占めている。これらは四輪車ドライバ側の認知ミスである。第 2 当事者のライダー側にも予知予測スキルの不足や認知ミスがあると推測される。

したがって、四輪車、二輪車の双方へ他車存在情報を提供することで、双方の認知ミス誘発を抑制でき、事故を未然に防止できる可能性が高いと思われる。

四輪車ドライバ側の原因である認知ミスには次のような要因が考えられる。

(1) 二輪車の外形が小さいために、二輪車との距離や接近速度をドライバが誤認する。

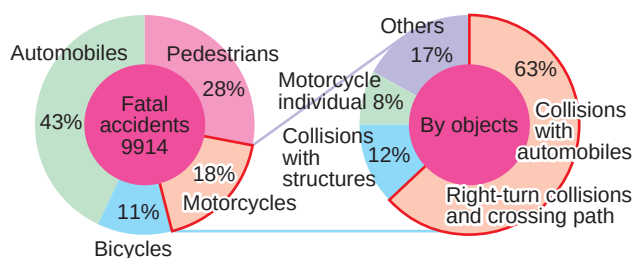


Fig. 2 Breakdown of motorcycle fatal accidents in Japan

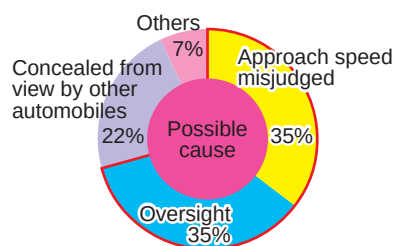


Fig. 3 Breakdown of accidents caused by automobiles

(2) 二輪車の外形が小さいために周囲の車両や背景に埋没し、ドライバが見落とす。

二輪車の被視認性を向上することで四輪車ドライバの認知を支援できれば、早期に二輪車を発見することや、距離や接近速度の判断をより適切におこなえるようになることが期待できる。

3. Honda ASV-3 二輪車の特徴

3.1. コンセプト

事故分析からわかるように、事故の原因となっているヒューマンエラーを低減させるためには、「見る支援」と「見られる支援」が重要である (Fig. 4: Honda ASV-3 Motorcycle concepts)。Honda ASV-3 二輪車では「見る支援」として、前方監視，後方監視，および車車間通信システムを採用している。

二輪車の出会い頭事故の一例として信号のない交差点での一時不停止があげられ、これにより車両の見落としが誘発されている。したがって、二輪車への搭載性と経済性を考慮し画像認識技術を用いた前方監視システムにより交差点での一時停止を支援する。さらに、一時停止した後、交差点へ接近してくる車両の距離や速度の認知ミスを低減するために車車間通信システムを用いて、このヒューマンエラーの低減を図る。

二輪車のリヤビューミラーはライダー後方に死角が存在しているため、車線変更時などの後方確認を容易におこなうことができるような支援が必要である。よって、後方監視モニタを装備しこれを支援する。

車車間通信システムの特徴は、50 - 200 m 程度の長距離にいる車両のセンシングが可能であり、GPS を利用した車両位置精度は 30 m 程度と低いことである。さらに外界センシング技術に比べ低いコストでシステムが構成できることも特徴のひとつである。一方、外界センシング技術の特徴は車両位置精度は高いが、車両のセンシング可能距離は 100 m 程度である。また、車車間通信システムと外界センシング技術は相互補間し得る相性のよい技術と考えることができる。したがって、センサ融合によりさらに高度な運転支援をおこなえる可能性があると考えられる。

Honda ASV-3 二輪車では「見られる支援」として、車車間

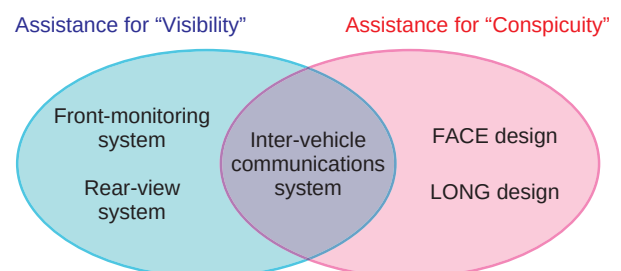


Fig. 4 Honda ASV-3 motorcycle concepts

通信システム、被視認性向上技術を採用している。二輪車は他のドライバーから見落とされたり、距離や速度を誤認されやすいことが事故統計解析から読み取れる。したがって「見られる支援」が必要である。車車間通信システムは自車の位置や速度を近く of 他車へ伝えることで「見られる支援」もおこなうことができる。さらに、二輪車は四輪車に比べ車体が小さいために見落としや距離、速度誤認をされることがあるため、人の顔パタン認知能力や距離と速度の認知特性を利用した被視認性向上技術である「FACE デザイン」「LONG デザイン」によってこれらを支援し、ヒューマンエラーの低減を図る。

3.2. 技術概要

システム搭載図をFig. 5に、システム構成をFig. 6に示す。

3.2.1. 車車間通信システム

(1) 通信システム 車車間通信システムは「見る支援」と「見られる支援」両方を目的としたものである。

車両同士が通信でお互いの情報を交換する技術に関し、Honda では 1990 年代から安全運転支援に向けた応用研究を始め、その成果を Honda ASV-2「二輪車 - 四輪車情報通信システム」として 2000 年に発表した⁽²⁾。

さらに Honda ASV-3 では要求条件の検討を進め、システム仕様を次のように定めた。

(A) 要求通信範囲

- ・ 最大通信距離：500 m
- ・ 最大通信車両：120 台
- ・ 通信周期：100 ms

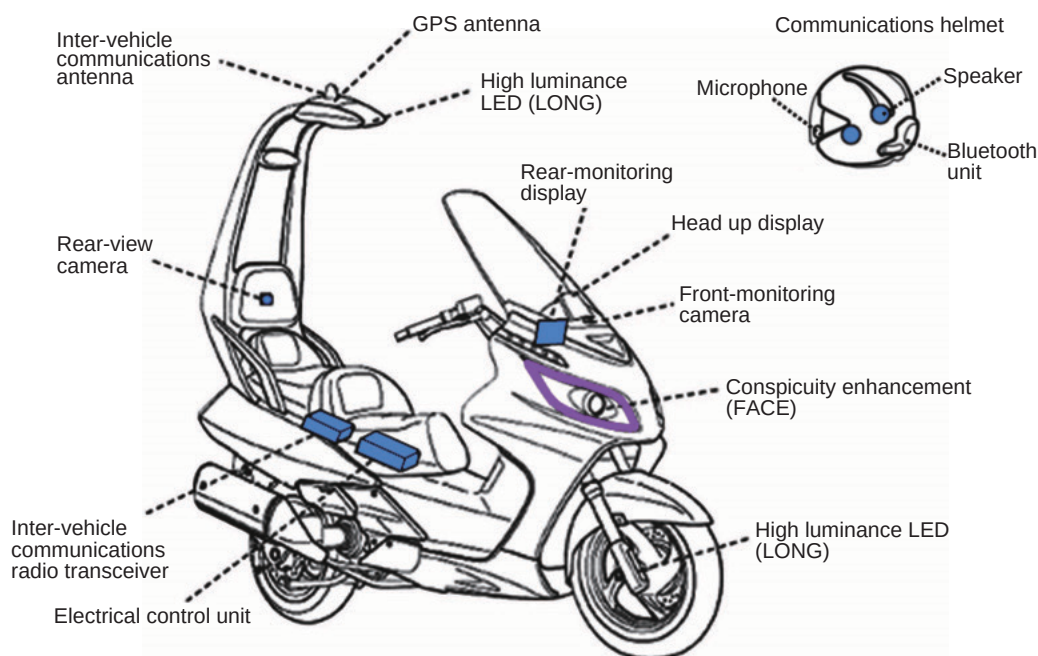


Fig. 5 System layout

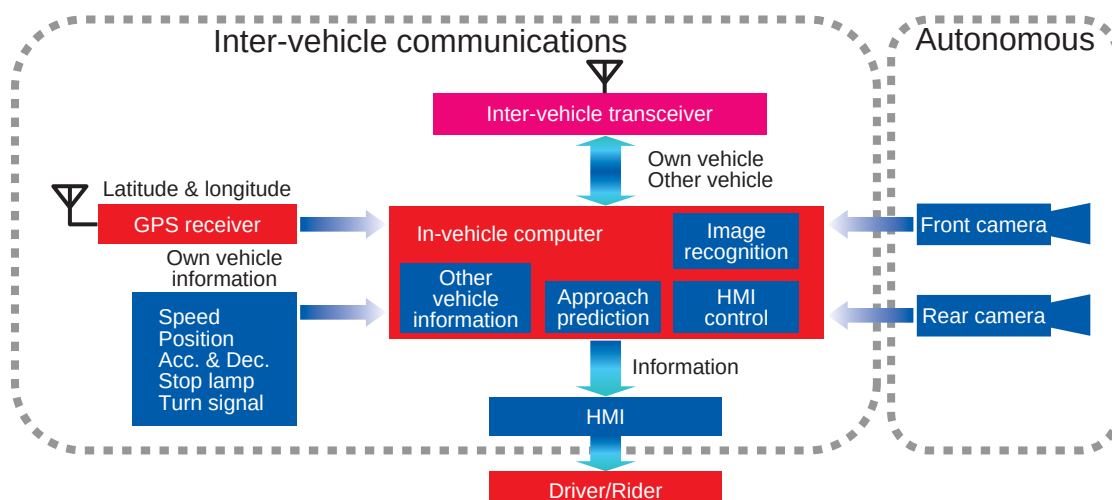


Fig. 6 Structure of inter-vehicle communications system and autonomous system

(B)無線通信機仕様

- ・周波数：5.8 GHz
- ・送信出力：10 dBm

(C)システム制御

- ・制御周期：10 ms

(D)GPS 受信機

- ・GPS 信号周期：1 s
- ・自転車位置予測周期：100 ms

車載コンピュータは車車間通信機、GPS レシーバ、カメラおよび自転車情報の入力信号を100 msごとに取り込み、総合的な状況から情報提供のタイミングと内容を制御する。

通信周期 100 ms に対し GPS 信号周期は 1 s であるため、GPS 座標データが次に更新されるまでの間に車両は先に進んでしまう。この距離は、たとえば時速 90 km/h で走行する車両の場合では 25 m となり、通信データに位置誤差が生じることとなる。この位置誤差を補正するために、自転車の車輪パルスとヨーレイトから、経度緯度の位置情報を 100 ms ごとに予測生成することとした。

(2) Head Up Display(HUD)と音声情報提供を用いた Human Machine Interface(HMI) ライダへの情報提供は HUD を用い、危険対象の方向をゾーンで表示する手法を開発した。この方式のメリットは、画像を注視する必要がなく、HUD を周辺視でも認識可能なことである。視線移動が比較的少ない位置に速度表示をおこなえる効果も得られた (Fig. 7)。

コミュニケーションヘルメットを用いて音声による情報提供も同時におこなう。コミュニケーションヘルメットにはスピーカとマイクが取り付けられており、ライダと同乗者との会話などが可能である。車載コンピュータに数種類の音声データをあらかじめ記憶させておき、状況に応じて出力する。車載コンピュータとコミュニケーションヘルメット間の伝達は Bluetooth ワイヤレス技術を用いた (Fig. 8)。

3.2.2. 外界センシング技術

外界監視支援システムは「見る支援」を目的としたもので、前方監視支援と後方監視支援とで構成される。

(1) 前方監視支援 Honda ASV-3 二輪車の車車間通信は他車との相互通信により相対位置関係から危険状況を推定

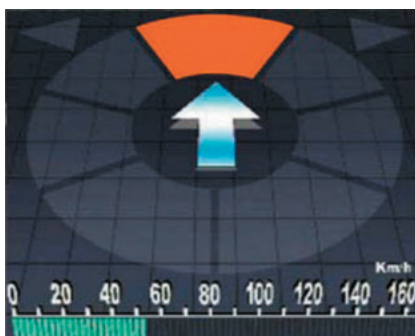


Fig. 7 Head up display



Fig. 8 Communications helmet

するものである。これに対し前方監視支援は自転車のみで推定するものである。

Fig. 9 に示す前方監視カメラによる映像の解析から、一時停止標識や停止線、路面に書かれた「止まれ」表示を認識し、注意喚起の情報提供をおこなうことでライダが交差点に接近している状況に気づくようにした。

Fig. 10 に示すように、交差点に接近したときに前方監視カメラ映像から一時停止標識、「止まれ」ペイント、停止線を、画像解析により抽出する。このときに自転車情報からブレーキをかけていない、一定速度以下に減速していないなどの条件が成立した場合に HUD に交差点の存在を教える注意喚起情報を表示し、ライダに一時停止を促す。

(2) 後方監視支援 Fig. 11 に示すように後方にもリヤビューカメラを設け、Fig. 12, Fig. 13 で示すように HUD の下部位置の液晶ディスプレイに後方視界を表示する。

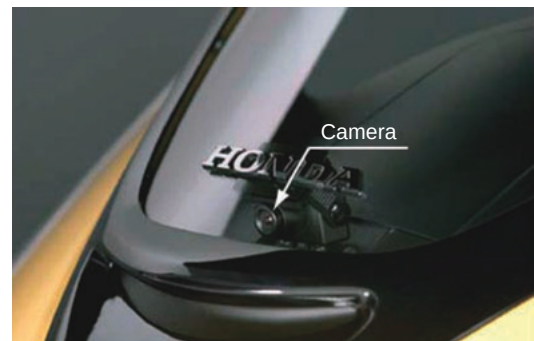


Fig. 9 Front-monitoring camera

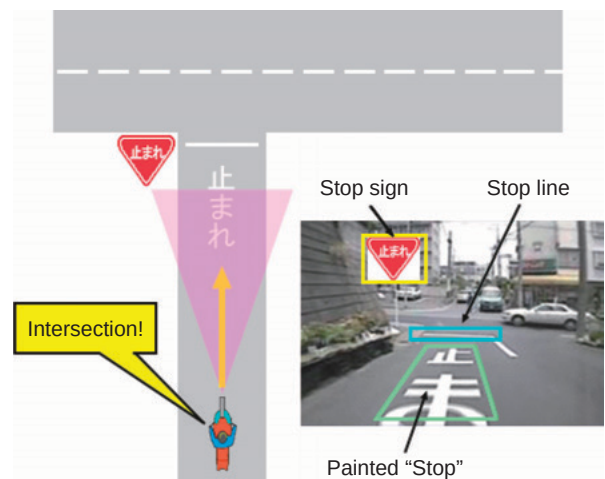


Fig. 10 Intersection approach support



Fig. 11 Rear view camera

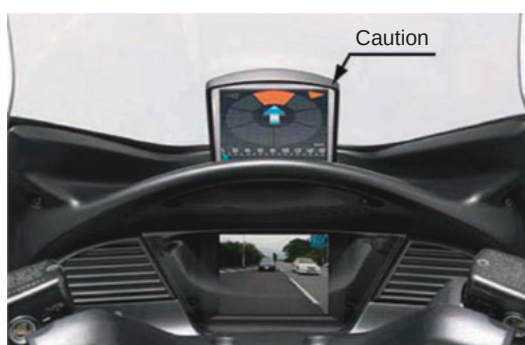


Fig. 12 Example of HUD image: 1

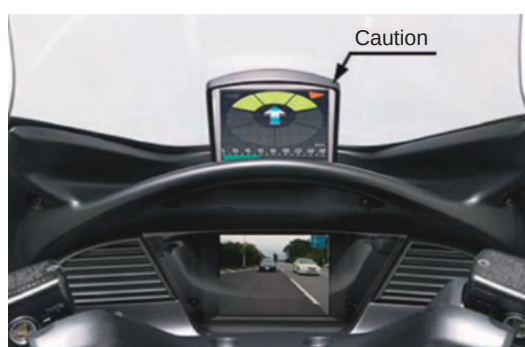


Fig. 13 Example of HUD image: 2

従来の二輪車のリヤビューミラーはライダーの身体の一部で遮へいされる場合もあり、真後ろの確認は困難であったが、車線変更時などの後方確認がより容易になった。従来の位置に取り付けていたリヤビューミラーをより外側に向けて設置することで、死角を減少させることもできた(Fig. 14)。

3.2.3. 被視認性向上技術

被視認性向上技術は「見られる」を支援する技術である。

(1) FACE (Facial Attention to help Conspicuity Enhancement) デザイン 他車ドライバによる見落としを防止するためには二輪車の被視認性を高めることが効果的である。

一方、近年の脳研究の結果、特定のパターンに敏感に反応する脳部位(ニューロン)の存在が報告されており、1981年には「顔ニューロン」の存在が報告されている⁽³⁾。

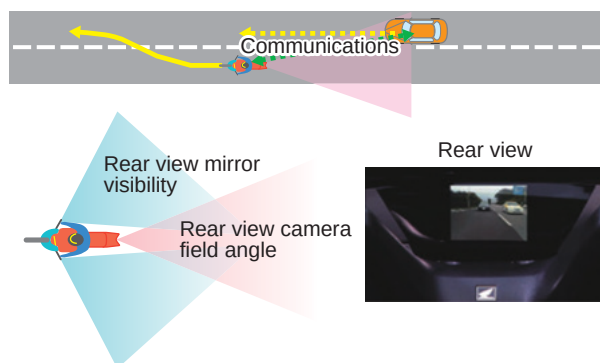


Fig. 14 Rear view support

混合交通環境下では小さな二輪車が大きなトラックや乗用車の存在に埋没してしまい、発見が遅れることが知られている。人が生まれ備えた「顔」認識能力を利用し、

- ・移動体前面に実装した「顔型灯体」の配光設計
- ・昼も夜もリアルな「顔らしさ」を表現

により、複雑な交通環境に埋没しがちな二輪車の被視認性をさらに向上させることを目的としたフロントデザイン(FACE)を研究した⁽⁴⁾。

映像シミュレータを用いて、Fig. 15のような混合交通画像を制作し、被験者にこれらの画像を短時間提示した時に二輪車が発見できるかどうかを測定した。その際、人の顔の構成要素を取り入れたデザインでは普通の二輪車に比べて発見率が約2倍に向上したことを示す実験結果を得ている(Fig. 16)。

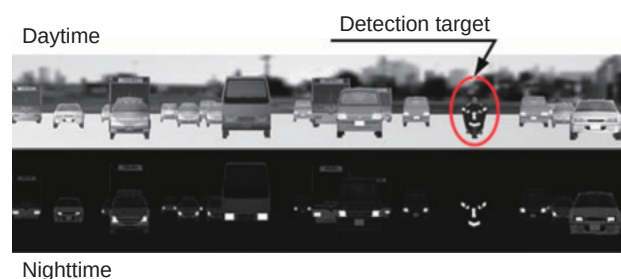


Fig. 15 Mixed traffic by image simulator

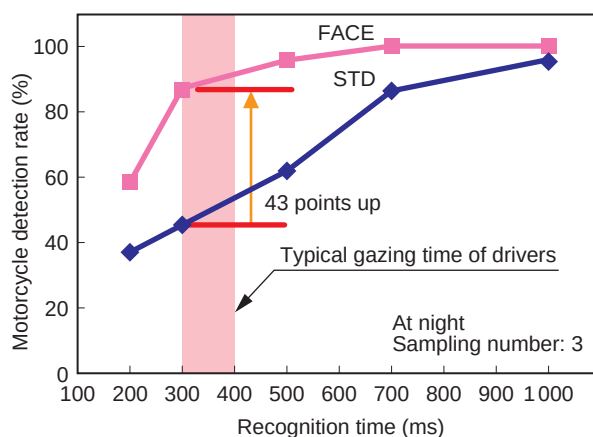


Fig. 16 Results of probability-of-detection experiment at night

fMRI(Functional Magnetic Resonance Imaging)による脳機能計測(Fig. 17)から、人の顔をイメージした二輪車のフロントデザインと実写の人の顔を見た場合と同様の傾向を示しており、「顔」のパターンに高い感度を持つ部位が活性化していることが検証された(Fig. 18)。

Honda ASV-3 二輪車のフロントデザインは、一目見て顔を連想させるためにプロジェクタヘッドランプを瞳とし、目の輪郭や強膜(白目の部分)を発光させて目のイメージを造り出した。特に夜間での誘目性が顕著に向上している(Fig. 19, Fig. 20)。

(2) LONG(Longitudinal Oriented Normative time-Gap compensate)デザイン 右直、出会い頭事故は他車の運転者による距離、速度誤認が主な原因の一つといわれている(Fig. 3)。

距離感の向上のために車体の低い位置にライトを配置し、路面との接地点を強調する。同時に速度感の向上のために

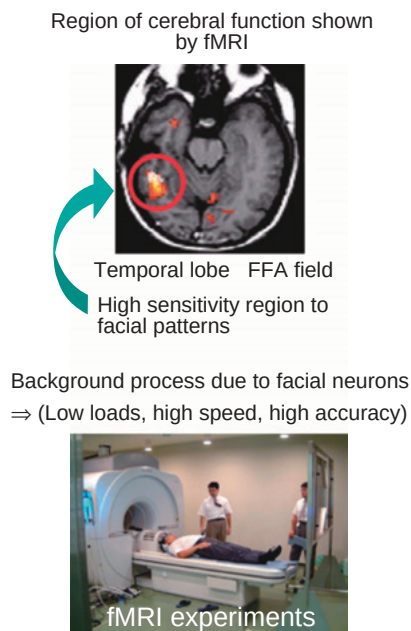


Fig. 17 Brain function analysis using fMRI

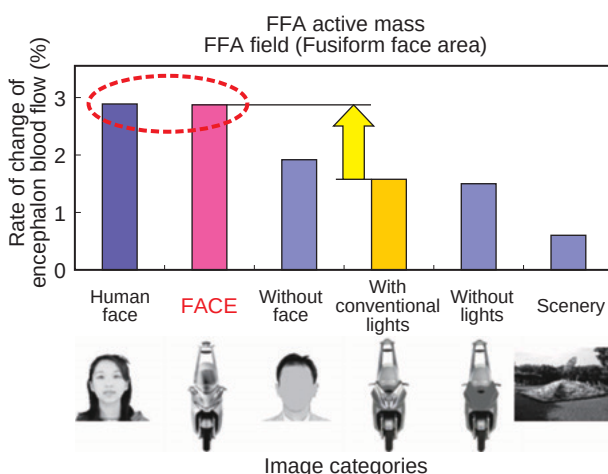


Fig. 18 Assessment of face-recognition using fMRI

車体の高い位置にライトを配置し、縦方向の大きさを強調することで速度変化をとらえやすくした(Fig. 21)⁽⁵⁾。

LONG デザインを適用した灯火器の二輪車(LONG)は普通乗用車(CAR)とほぼ同じ距離感となり、一般的な二輪車(STD)に比べ約10%向上した(Fig. 22)。また、速度感に関して LONG は STD に比べ 20%向上した。さらに、標準刺激(60 km/h)に対して LONG と STD それぞれの弁別可能な速度差を距離ごとに測定し比較した結果、LONG は STD と比べてより遠い距離まで正確に速度差を弁別できていることがわかった(Fig. 23)。



Fig. 19 FACE design for Honda ASV-3



Fig. 20 Comparison of FACE design (daytime and nighttime comparison)

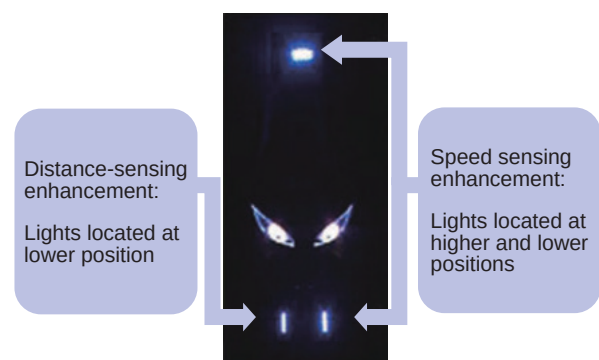


Fig. 21 LONG design lamp arrangement

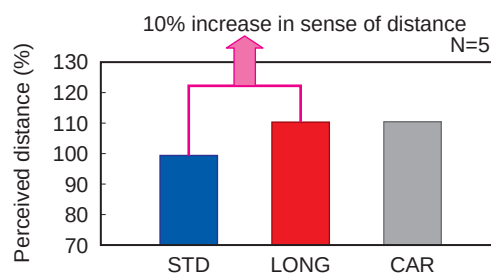


Fig. 22 LONG effect (sense of distance)

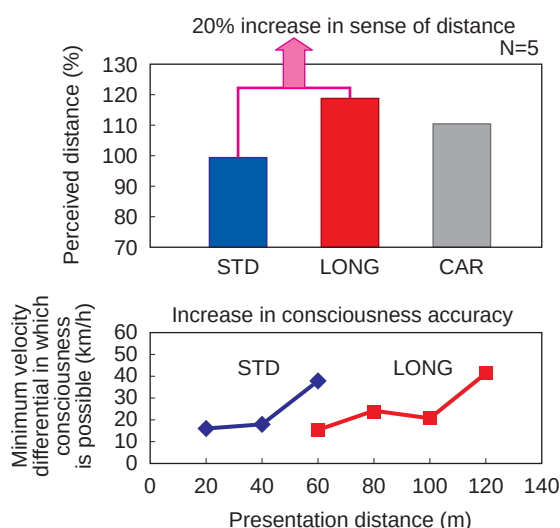


Fig. 23 LONG effect (sense of speed)

4. 車車間通信検証実験

4.1. 概要

国土交通省第三期ASVでは、苫小牧市にある(独)北海道開発土木研究所苫小牧寒冷試験道路において車車間通信を用いた運転支援システムの検証実験を国内14社の自動車メーカー共同で実施した。この検証実験では「見落とし」が主

要因と考えられる四つの事故類型(出会い頭、右直、正面衝突、歩行者事故)と、事故発生による被害が大きく社会的要請が高いと考えられる三つの事故類型(追突、左折、車線変更)との合計七つの事故類型を対象とした。

Table 1 に各自動車メーカーの参加状況を示す。Honda では、二輪車と四輪車で実験対象の全事故類型をカバーできるように実験をおこなった。

4.2. 検証実験結果と考察

Honda ASV-3 二輪車ではナビゲーション用デジタル地図を用いない運転支援システムを採用しており、直接目視確認を促し認知向上を図ることを主眼にアプリケーションの設計がおこなわれた。

この結果、右直と出会い頭の事故類型では、衝突可能性の推定を伴う支援レベルでも、車車間通信システムの有効性が感じられ、ライダーに目視確認をうながすことが可能であった。

また、正面衝突と追突と左折の事故類型では、車線情報等の精度が不足することから車両存在情報提供の支援レベルでのシステムの有効性を感じるにとどまった。しかしながら、左折事故類型では、四輪車側に二輪車の存在を「知らせる」ことが可能となるため、事故の減少に対して車車間通信を用いた運転支援システムが有効となると期待される。

5. まとめ

本稿では、Honda ASV-3 二輪車に搭載された車車間通信システム、外界センシング技術、被視認性向上技術などの「見る支援」「見られる支援」をコンセプトとした安全技術について紹介した。これらのシステム技術は、事故の原因となり得るヒューマンエラーを低減させることで事故の未然防止を図るものである。車車間通信システムや外界センシ

Table 1 Domestic car maker participation in operation support system verification experiment

○: Participated

Accident type	Right turn	Crossing path	Pedestrian	Head-on	Rear end	Left turn	Lane change
Honda (Motorcycles)	○	○		○	○	○	
Honda (Passenger cars)		○	○		○		○
Isuzu (Trucks)		○			○	○	
Suzuki and Kawasaki (Motorcycles)	○	○				○	
Suzuki (Passenger cars)	○	○				○	
Daihatsu (Passenger cars)		○			○		
Toyota (Passenger cars)	○	○		○	○		
Nissan (Passenger cars)	○	○			○	○	○
Nissan Diesel (Trucks)					○	○	
Hino (Trucks)	○				○		
Fuji Heavy Industries (Passenger cars)	○	○		○	○		○
Mazda (Passenger cars)	○	○	○	○	○	○	○
Mitsubishi (Passenger cars)		○			○		
Mitsubishi Fuso (Trucks)					○	○	
Yamaha (Motorcycles)	○	○	○		○		○

グ技術は、国内自動車メーカー14社共同でおこなわれた検証実験においてその有効性を確認した。また、「FACE」や「LONG」などの視認性向上技術は、発見率、速度感、距離感が向上することをシミュレータ環境上で確認済みであり、現在は実用化を目指した研究を推進中である。

6. あとがき

内閣府は、2006年1月18日に発表したIT新改革戦略構想⁽⁶⁾で、2012年末に交通事故死者数5000人／年以下という政府目標を打ち立てた。2006年度よりスタートする官民一体となった連携会議では、インフラ連携システム(車車間通信、車路車間通信、路車間通信)の検討、大規模実験が予定され、2010年以降には実用化に向けた全国展開が計画されている。

参考文献

- (1) (財)交通事故分析センター：交通事故統計年報，平成10年度版(1998)
- (2) 山本一博，櫛田和光，飯島聡，山際登志夫，小平茂：ホンダ ASV-2 の紹介(二輪車)，HONDA R&D Technical Review, Vol.12, No.2, p.9-16
- (3) Bruce, C., Desimone, R., Gross, CG. : Visual properties of neurons in a polysensory area in superior temporal sulcus of the macaque, Journal of Neurophysiology, 46, p.369-384(1981)
- (4) 菅原卓，松本善行，木村真弘，櫛田和光，村田裕：顔パターンに誘発される脳活動を利用した二輪車の被視認性向上の研究，自動車技術会学術講演会前刷集，No.50-5(2005)
- (5) 丸山一幸，堤陽次郎，櫛田和光：二輪車の被視認性を向上させる灯火器の一考察，自動車技術会学術講演会前刷集，No.94-05(2005)
- (6) 内閣官房高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部：IT 新改革戦略，p.19 (2006)，<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/060119honbun.pdf>

■ 著 者 ■



櫛田 和 光



片 山 睦



堤 陽次郎



丸 山 一 幸



鎌 田 豊



村 田 裕