

特集：道路のユーザーインターフェース向上に向けて

ITS車載器のヒューマン・マシン・インタフェース

平井節生* 畠中秀人** 平沢隆之*** 山崎勲**** 重田良二*****

1. はじめに

わが国では、カーナビ、道路交通情報通信システム（VICIS：Vehicle Information and Communication System）、自動料金収受システム（ETC：Electronic Toll Collection System）の普及がめざましく、ETCが料金所渋滞をほぼ解消したのを好例に、ITSが先端技術開発のフェーズから具体的な社会の諸課題を解決するセカンドステージを迎えている¹⁾。国土交通省では、スマートウェイ推進会議の提言「ITS、セカンドステージへ」（平成16年8月）を受けて、次世代道路サービスを実現するための技術研究等を推進している。その一環として、国土交通省国土技術

政策総合研究所高度道路交通システム研究室（国総研ITS研究室）では、「道路上における情報提供サービス」、「道の駅等情報接続サービス」、「公共駐車場料金決済サービス」の3つの新たな公共サービスを一つの車載器（ITS車載器と呼ばれる新型の複合車載器）で享受できる実用レベルの路側機・車載器の規格・仕様化に向けた次世代道路サービス提供システムに関する官民共同研究を平成17年2月から約1年間実施し、成果を所内試験走路における体験乗車「スマートウェイ公開実験 Demo2006（SMARTWAY Demo2006）」として、平成18年2月下旬に千名超に案内した²⁾。

これにつづき平成19年3月に定められた路側機、車載器の規格・仕様³⁾⁴⁾に基づき、平成19年5月か

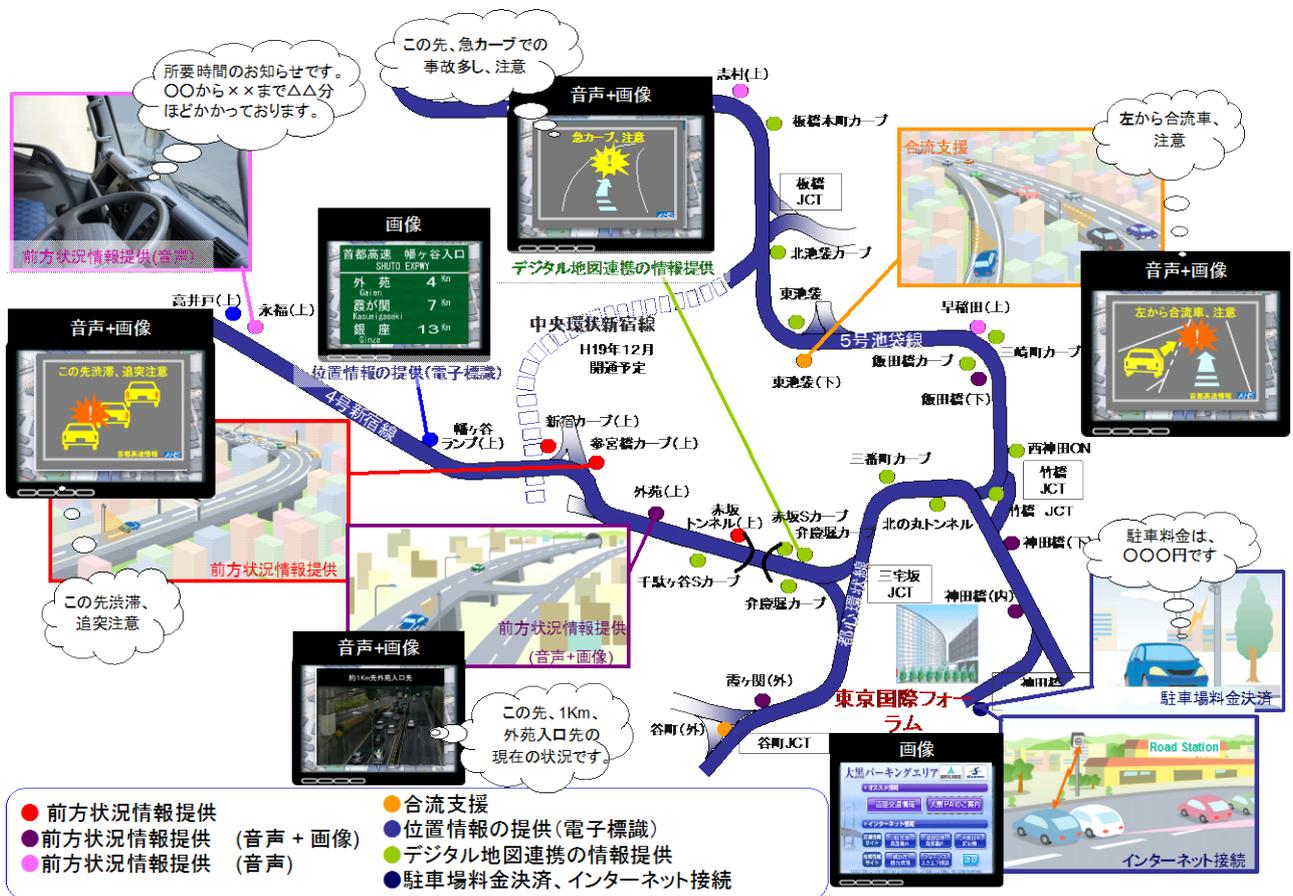


図-1 スマートウェイ2007デモ体験サービス一覧

ら9月の間、民間企業30社が参加した首都高速道路での実証実験を通じて改善を加えた上で、関連3シンポジウムおよび参加企業パネル・ITS車載器等実機の展示と併せた公道（首都高速道路）における次世代道路サービスの体験乗車を「スマートウェイ2007デモ」として平成19年10月中旬に実施した⁵⁾。

本報告では、この体験乗車における走行支援の各種情報提供サービスを実現したヒューマンインタフェースのコンセプトと、ITS車載器の市販及びサービスの実用化に向けた最近のサービス改良内容について解説する。

2. スマートウェイ2007デモにおける情報提供サービス

国総研ITS研究室では、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)との共同で、路側センサと路車間通信(DSRC: Dedicated Short Range Communication)を活用してドライバの走行に有益な情報を適時適切な形態で提供する路車協調型の走行支援道路システム(AHS)の研究開発に取り組んできた。その成果は3メディアVICS対応型カーナビ(通信は2.4GHz)を対象とした、首都高速道路参宮橋地区の見通し不良カーブにおける「前方障害物衝突防止支援情報提供サービス」(注意喚起の簡易図形呈示)の社会実験(継続中)での当該箇所サービス対象事故(追突事故と前方障害起因の二次事故で物損事故含む)8割減という効果を得ている⁶⁾。ITS車載器ではETCと同じ5.8GHzDSRCを用いるため、従来の2.4GHzに比べて高速・大容量・双方向の通信特性が活かせるほか、1秒以内に情報出力する規定やダウンロード情報の蓄積・再生機能を活かすことで現行より精細かつ適切なタイミングでのメッセージ提供が可能となる。そこで、スマートウェイ2007デモでは、上記参宮橋地区の検討を母体とする広範なサービスメニューを首都高速道路内の各所に設定して、ITS車載器の特性を活かした提供モード(画像、音声)による走行支援の各種情報提供サービス(図-1: 情報提供サービス以外の駐車場決済サービス・インターネット接続サービスを含む)を、ITS車載器を備えた実験車両を対象に、DSRC部又はカーナビ部の出力インタフェースを用いて公道にて実現した。

つづく各節では、各情報提供サービスのコンセプトとスマートウェイ2007デモ時点のヒューマンインタフェースについて解説する。ヒューマンインタフェース内容は、サービスごとに技術検討会を設け、学識者や道路管理者との議論を通じて決定した。

2.1 前方障害物情報提供

見通しの悪いカーブ先の停止車両や渋滞末尾を路側センサにより検知し、カーブに進入してくる後続車両のドライバにカーブ進入前に画像や音声で情報提供し、注意喚起を行うサービスであり、ドライビングシミュレータ・試験走路での実験⁷⁾に基づき提供コンテンツ・タイミングを決定した。



(a) 旧型2.4GHzVICS



(b) 5.8GHz (カーブ先)



(c) 5.8GHz (トンネル)

図-2 前方障害物情報提供のナビ画面

これまでの2.4GHzVICS対応型カーナビ向け情報提供サービスでは、渋滞末尾情報板で提供されていた追突事象を意味する注意喚起の図柄を元にしたVICS簡易図形(図-2(a))を、喚起音につづいて提供していた。今回のITS車載器では、伝送容量の制限が大きく改善されたのに伴い、喚起音につづき従来より精細な図柄の図形(図-

2(b) に換え、新たに音声発話「この先渋滞、追突注意」を付加した。カーブに加えて、トンネル手前での前方障害物情報提供サービス（音声発話は「この先トンネル付近渋滞、追突注意」）も構築した（図-2(c)）⁸⁾。

なお、デモ時点では走行速度に拘らず上記コンテンツでの情報提供を行ったが、実証実験及び実用化段階では自明情報を提供される煩わしさによるサービス不信感を招かぬよう、情報提供地点まで渋滞している場合（当該道路では走行速度40km/h以下と定義される）には提供しない設定としている。また、画面下部の“首都高速情報”ロゴは高架下の一般道で誤受信した場合の混乱を避けると同時に情報提供責任者を明示する目的で、“AHS”ロゴは、路側からAHSサービスを受信していることを確認できるように、それぞれ付した。

2.2 合流支援



(a) 合流車接近検出の場合（音声付き）



(b) 合流車を検出しなかった場合

図-3 合流支援のナビ画面

合流側車両・本線側車両に効果の期待される各種合流支援サービス⁹⁾のうち、見通しの悪い合流部（インターチェンジ、ジャンクション）の合流側車両の速度を上流部の車両感知器で検知し、本線側車両に喚起音につづいて合流車の存在を知らせる図形（図-3(a)）と音声「左から合流車、注意」を情報提供するサービスであり、ドライビングシミュレータ・試験走路での実験に基づき提供コンテンツ・タイミングを決定した。本線側車両への情報提供としたのは、優先権のある本線側に

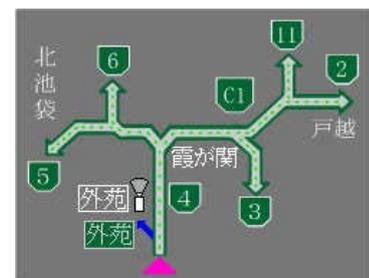
付加的に注意喚起する内容に留めることで、センサ検知漏れや車両検知器検出誤差等による欠報時の過信を最小に抑えるためである。

なお、デモ時点では走行速度・交通状況に拠らず上記内容の情報提供に統一したが、実証実験・実用化段階では、前方障害物情報と同様に渋滞時に情報提供を行わないだけでなく、本線・合流車の錯綜可能性の大きさも含めた二段階の情報提供としている。すなわち、要警告状態（本線・合流車両とも車速を維持すると本線側車両の前方車頭時間1秒以内、後方車頭距離5m以内に合流側車両が入ると判定された場合）にはデモ時の図形（図-3(a)）と音声を喚起音につづいて提供するのに対して、本線側車両から合流側車両を認知できるが両者の錯綜可能性が低い場合（前方車頭時間が1～3秒、後方車頭距離5～20m）には喚起音につづき音声無しで既存の警戒標識（合流交通あり）と同じ逆トの字図形（図-3(b)）を提供して合流箇所の注意を促すこととした。この中間状態を設定することで、機器故障時で情報提供されない場合との区別を可能とし、接近情報（図-3(a)）が提供されなくてもドライバーが安全と誤認する過信を防ぐようなサービス構成とした。

2.3 前方状況情報提供



(a) 1画面目（静止画）



(b) 2画面目（経路案内図）

図-4 前方状況情報提供のナビ画面

前述の二サービスが喫緊の危険回避を支援するのは異なり、安心・快適な運転の支援を目的として、トンネル・ジャンクション部等の渋滞頻度が高い箇所の道路状況を1km程度上流の十分な手前位置のDSRCアンテナから、喚起音につづいて①道路管理用カメラから得た静止画像と解説音声「この先約1km、〇〇の現在の状況です。・・・」で提供するサービスおよび②道路交通情報を音声で提供するサービス¹⁰⁾である。

前者は、道路管理カメラ映像から切り出した前方状況の静止画につづいてカメラ位置を記した経路案内の図形情報画面に切り替える二段階の表示とした(図-4)。デモ用にユーザニーズを網羅するような多めの情報提供としたが、実用化段階でドライバへ提供するコンテンツの順序・取捨選択等は、ドライバの当該道路への熟知度・情報提供モードの嗜好性や走行周囲状況を踏まえて車載器で調整されるべきものである。コンテンツとして従来型VICSには無かった静止画が加わったことに加え、ITS車載器の蓄積・再生機能を併用することにより、ドライバに受容性の高い道路交通情報の提供が可能となる。

また、音声情報は路側機から送られるキャラクタ情報を車載器で音声に変換合成するTTS(Text-To-Speech)方式を採るため、従来のハイウェイラジオに比べると、常に頭出しで聞けるように改善されている。

なお、本サービスは前述二者のように喫緊の危険回避判断に係わるものではないので、走行速度の大小に拠らずに提供される。

2.4 地図連携

路車間通信を使わない静的な情報提供として、カーナビのデジタル道路地図データの運転支援への活用を想定して、カーナビに内蔵された地図データベースの情報(カーブの曲率や勾配等)を元に走行速度に応じて図形と音声で注意喚起するサービス¹¹⁾である。デモ時点では、道路管理者の把握する統計的な事故多発箇所を施設接触型とそれ以外に分類して、喚起音につづいて施設接触型の事故多発箇所にはカーブ進入速度注意喚起の図形(図-5(a))と音声「この先、急カーブでの事故多し、注意」、その他の箇所には事故多発箇所の図形(図-5(b))と音声「〇〇m先、追突事故多し、注意」を提供して実現した。

いずれも路側センサ情報に基づいた情報提供で無いことを前方障害物情報提供や合流支援の場合と図柄でも区別するため、衝突事象を表す「！」マークに赤系色を用いず、車両も白色とした。

なお、デモ時点では走行速度に拘らず上記コンテンツでの情報提供を行ったが、実証実験では規制速度+10km/h以上でしか情報提供しない設定としている。



(a) カーブ進入速度注意喚起(音声付き)



(b) 事故多発箇所情報提供(音声付き)

図-5 地図連携のナビ画面

以上に加えて、スマートウェイ2007デモ時には路側機から提供される道路種別データを用いて、カーナビに位置特定を誤りやすい高速道路に入ったことを知らせる電子標識や、手前のビーコンから得て蓄積しておいた工事規制情報を当該地点で再生する情報提供メニューも提供した。

3. 走行支援情報提供サービスのヒューマンインタフェース

前章で紹介した各種の走行支援情報提供サービスは、学識者・自動車関係のモニタによる実証実験と自動車関係者からの指摘に対応する改善を加えた内容で、首都高速道路での試行運用を平成19年12月に開始した。この際、サービスごと個別に検討してきたカーナビ表示図形は、「動的な注意喚起」・「静的な注意喚起」・「事実情報の提供」の3レベルに分類して、サービス間で以下の通り統一を図った(図-6)。

デモ版	試行運用版
<p>音声「この先渋滞、追突注意」</p> 	<p>エラー! 編集集中のフィールドコードからは、オブジェクトを作成できません。</p>
<p>音声「この先トンネル付近渋滞、追突注意」</p> 	<p>エラー! 編集集中のフィールドコードからは、オブジェクトを作成できません。</p>
<p>エラー! 編集集中のフィールドコードからは、オブジェクトを作成できません。</p>	<p>エラー! 編集集中のフィールドコードからは、オブジェクトを作成できません。</p>
<p>音声 なし</p> 	<p>エラー! 編集集中のフィールドコードからは、オブジェクトを作成できません。</p>
<p>音声「この先、急カーブでの事故多し、注意」</p> 	<p>エラー! 編集集中のフィールドコードからは、オブジェクトを作成できません。</p>
<p>音声「〇〇m先、追突事故多発、注意」</p> 	<p>エラー! 編集集中のフィールドコードからは、オブジェクトを作成できません。</p>

図-6 試行運用に向けたナビ画面の変更

動的な注意喚起は、路側センサで検出したリアルタイムの危険事象を知らせるもので、前方障害物情報提供と合流支援のサービスが該当する。危険回避の必要性が高いことを表すため、喚起音は

3回、衝突事象を表す「!」マークには赤系色を用いた。ただし、警報のように緊急動作を要請するものではないため、朱系色とした。

静的な注意喚起は、路側センサ情報を用いずに車載器で判断される車両状態に応じて危険事象を知らせるもので、カーブ曲率やカーブ進入速度に応じてメッセージを出す、カーブ先進入速度注意喚起の地図連携サービスが該当する。動的な注意喚起との差を、喚起音を1回に留め、衝突事象を表す「!」マークに黄色を用いることで表現した。

事実情報の提供は、路側センサ情報を用いずに統計的事実としての危険可能性を知らせるもので、合流箇所の接近を知らせる逆ト字マークと、事故多発箇所を知らせる地図連携サービスが該当する。動的・静的な注意喚起よりさらに低いレベルの危険事象であることを表すため、文字に白色、「!」マークに水色を用いた。ただし、合流支援サービスの逆ト字マークは、合流部直前で隣接車線への無理な車線変更を促す危険性が指摘されたため、渋滞時（当該道路では走行速度40km/h以下と定義される）には提供しない（無表示にする）こととした。

また、全体に共通する配色ルールとして、自転車を白色、他車を薄い黄色で表すこととした。

4. 今後の展望

インフラ協調型安全運転支援システムの普及による世界一安全な道路交通社会の実現を目標に定めた「IT新改革戦略」（平成18年1月：IT戦略本部）では、2008年度までに特定地域で安全運転支援システムの大規模実証実験を行い、2010年度から全国の公道へ展開する方針が定められており、スマートウェイ2007デモと首都高速道路サービス試行運用はこの先陣を成した。今後のスケジュールも確実に遂行するため、全国各地の事情に合わせたAHSシステムとそれを実現するHMIについての検討を鋭意進めていきたい。

参考文献

- 1) <http://www.mlit.go.jp/road/ITS/j-html/>
- 2) 平井節生、畠中秀人、山崎勲：ITSによる世界一安全な道路交通社会の実現、土木技術資料、第49巻、第4号、pp.32~47、2007.
- 3) 国土技術政策総合研究所資料、Vol.319、2006.3.
- 4) JEITA TT-6001~6004、2007.3.

- 5) 山田篤司、平井節生、畠中秀人、真部泰幸、スマートウェイ2007デモ実施報告、土木技術資料、第50巻、第1号、pp.68～69、2007.
- 6) 平井節生、畠中秀人、重田良二、水谷博之、首都高速道路・参宮橋カーブにおける情報提供有効性の長期検証、第27回交通工学研究発表会講演論文集、pp.209～212、2007.
- 7) 牧野浩志、宗広裕司、水谷博之、大門樹、VICS車載器による安全運転支援情報の提供がドライバに与える影響の検討、第25回交通工学研究発表会講演論文集、pp.177～180、2005.
- 8) 平井節生、畠中秀人、山崎勲、小笠原誠、渡邊寧、大金顕二、首都高速道路におけるETC-IDを活用した前方障害物情報提供状況サービス、第6回ITSシンポジウム講演論文集、pp.475～480、2007.
- 9) 平井節生、畠中秀人、綾貴穂、長野和夫、AHS安全合流支援サービスの実用化に向けた取り組み、第27回交通工学研究発表会講演論文集、pp.73～76、2007.
- 10) 平沢隆之、平井節生、畠中秀人、水谷博之、Smartway2007デモにおける走行支援ヒューマンインタフェース、日本機械学会第16回交通・物流

- 部門大会講演論文集、pp.253～256、2007.
- 11) 平井節生、畠中秀人、藤本幸司、重田良二、小笠原誠、久野晃、地図連携走行支援サービスの有効性検証について、第6回ITSシンポジウム講演論文集、pp.327～330、2007.

平井節生*



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長
Setsuo HIRAI

畠中秀人**



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主任研究官
Hideto HATAKENAKA

平沢隆之***



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 博士(工学)
Dr. Takayuki HIRASAWA

山崎勲****



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
Isao YAMAZAKI

重田良二*****



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
Ryoji SHIGETA