

最新のITS事情

- スマートウェイの実証実験 -

畠中秀人* 鹿野島秀行**
小川倫哉*** 綾 貴穂****

国土交通省は、車、ドライバー等の利用者との間でさまざまな情報のやりとりを先進的なITS技術を用いて可能とする道路「スマートウェイ」の推進に取り組んでいる。国土交通省国土技術政策総合研究所は、2007年に官民共同で首都高速道路での公道実験を行い、この実験結果を踏まえたスマートウェイ2007デモにおいて一般の人を対象とした体験乗車サービス、シンポジウム及び路側機・車載器等の展示を行った。本稿では、このスマートウェイの実現に向けた取り組みについて紹介する。

The Latest in ITS: Smartway Demonstration

Hideto HATAKENAKA* Hideyuki KANOSHIMA**
Michiya OGAWA*** Takao AYA****

The Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT) has been promoting Smartway project, which uses advanced ITS technologies to exchange various information between automobiles, drivers and other road users. National Institute for Land and Infrastructure Management of MLIT conducted joint public-private on-road trials on the Metropolitan Expressway in 2007. Based on the results, the Smartway Demo 2007 event offered in-vehicle service demonstrations open to the general public, held symposia and made both roadside equipment and ITS on-board units available for display. This paper describes such efforts to bring the Smartway project to reality.

* 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
Head, Intelligent Transport System Division, Re-
search Center for Advanced Information Technology,
National Institute for Land and Infrastructure Man-
agement

** 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
Senior Researcher, Intelligent Transport System Divi-
sion, Research Center for Advanced Information
Technology, National Institute for Land and Infra-
structure Management

*** 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
Researcher, Intelligent Transport System Division,
Research Center for Advanced Information Technol-
ogy, National Institute for Land and Infrastructure
Management

**** 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交流研究員
Guest Research Engineer, Intelligent Transport
System Division, Research Center for Advanced In-
formation Technology, National Institute for Land
and Infrastructure Management
原稿受理 2008年8月7日

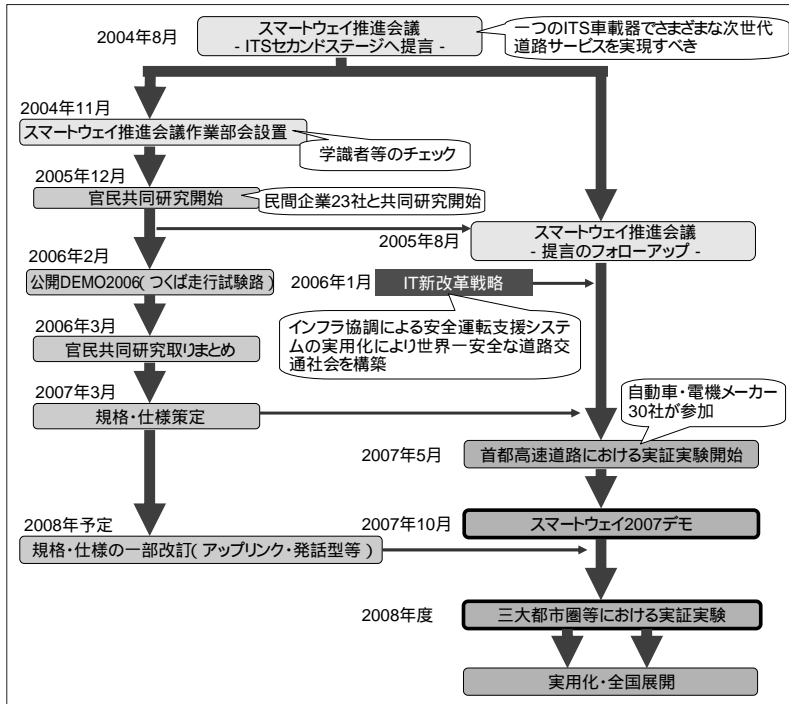


Fig. 1 実用化に向けた取り組みの流れ

1. はじめに

日本においては、IT革命を推進する「IT戦略本部」(2001年1月設置)のもと、警察庁、総務省、経済産業省、国土交通省の四省庁が連携してITS(高度道路交通システム)を推進している。

ITSについては、その的確な導入・活用によって、交通事故、交通渋滞、環境負荷の増大などの社会問題の解決が図られるとともに、道路交通を介した社会・経済活動の高度化が進み、人々の生活をより豊かなものとしていくことが期待されている。

このITSの効果を総合的に発揮させるための、多様なITSサービスを汎用的に実現させる共通基盤(プラットフォーム)が必要である。国土交通省では、そのような視点から、車、ドライバー等の利用者との間でさまざまな情報のやりとりを、先進的なITS技術を用いて可能とする道路「スマートウェイ」の推進に取り組んでいる。

Fig.1にスマートウェイの実用化に向けた取り組みの流れを示す。2004年8月にスマートウェイ推進会議より、提言「ITS、セカンドステージへ」が出され、2007年に本格的なITS社会を実現すべきであるとの方針が示された。提言では、一つの車載器でITSサービスを一括して利用できるようにするとさ

れている。これを実現する車載器および路側機を検討するため、国土交通省と民間企業23社とで官民共同研究を2005年2月から2006年3月までの約1年間実施した。2006年2月には、共同研究の成果を披露するため、スマートウェイ公開実験デモ2006を国土技術政策総合研究所のテストコースで行い、検討されたシステムが技術的に実用レベルに達していることを確認した。

この官民共同研究の成果を受け、2007年3月には路側機、車載器ともに規格、仕様が決定され、2007年5月から国土交通省、首都高速道路(株)および民間企業30社が参加し、首都高速道路で公道実験を行った。この実験結果を踏まえ、サービスの改善を施し、2007年10月のスマートウェイ2007デモにおいて一般の人を対象とした体験乗車サービス、シンポジウムおよび路側機・車載器等の展示を行った。

今回の実証実験では、次世代道路サービスの実現を目指し、音声や画像を用いたさまざまな情報を公道において提供することで、その有効性やドライバーの受容性の検証及び評価を実施した。

本稿では、実証実験の概要を説明し、各サービスの有効性やドライバーの受容性の検証および評価を行った結果を報告する。

2. 実証実験の内容

実証実験の実施概要をTable 1に示す。今回の実験では、各参加企業が開発したITS車載器のプロトタイプをデモカーに搭載し、首都高速道路および鍛冶橋駐車場に設置した路側機からサービスを提供した(Fig.2)。なお、車載器については、カーナビと連携して画像と音声で情報提供を行う「カーナビ連携型ITS車載器」とカーナビを有していない大型車や軽自動車等を対象に音声のみの情報提供を行う「単体型ITS車載器」を使用した(Fig.3)

今回提供したサービスの内容をTable 2に示す。

本稿では、この表のサービスの中で、安全運転支援システムに関する部分のみを紹介する。

3. 前方障害物情報提供サービス

3-1 概要

Table 1 実証実験の実施概要

実験名	期間	規模
事前検証	2007年1月～5月、9月	総走行回数：1,167回
公道実験	2007年5月～12月	総走行回数：2,522回
スマートウェイ2007デモ	2007年10月14日～17日	体験乗車参加者：666名

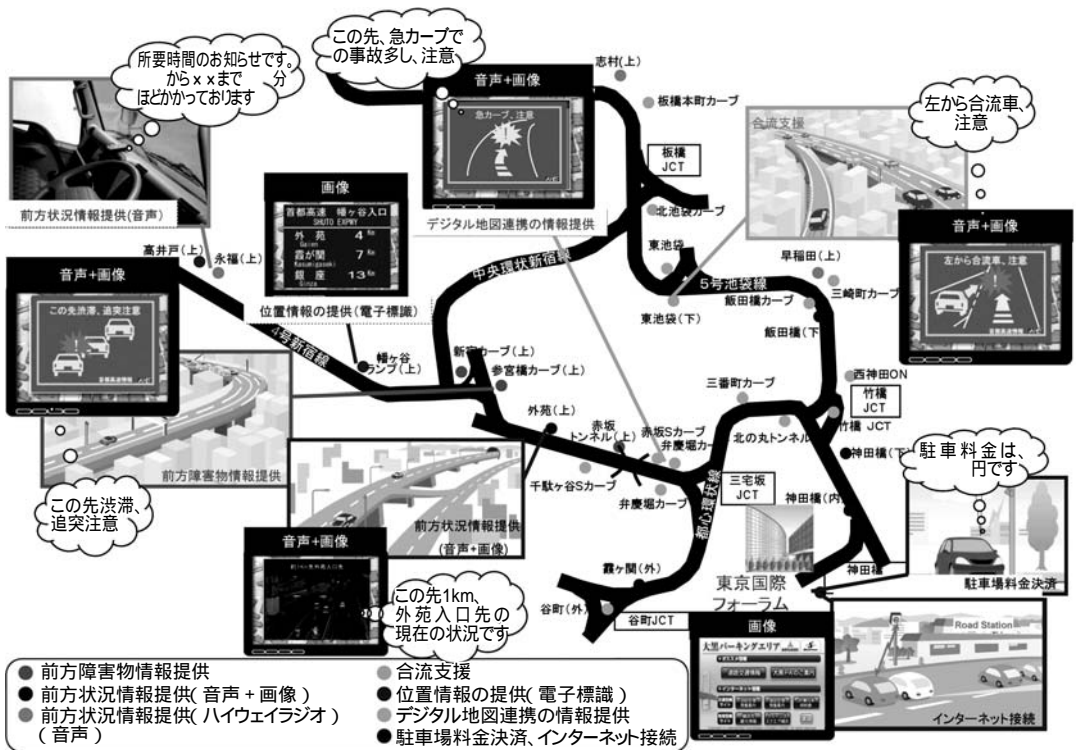


Fig. 2 サービス提供イメージ



Fig. 3 ITS車載器の種類

前方障害物情報提供サービスは、見通しの悪いカーブやトンネルの先の障害物(停止・低速車など)を路側センサーで検出して事前にDSRC経由で提供し、追突事故などを防止するものである。

検出方法は「画像センサー方式」と「ETC-ID方式」を活用した。当初は画像センサー方式の開発を行ったが、センサー部分のコスト低減のためにETC車載器のIDを対象区間の前後で検知し、その所要時間の変化から事象を検知するETC-ID方式を開発した¹⁾。ただし、単独停止車両など交通流を乱さない事象の検出は困難であるなどの機能的制約がある。

実験箇所は、首都高4号新宿線上市の新宿カーブ(画像センサー方式)、参宮橋カーブ(画像センサー

方式、ETC-ID方式)赤坂トンネル(ETC-ID方式)の3箇所とした。

3 - 2 実験結果

1) システム機能検証

画像センサー方式の有効性に関してはすでに参宮橋社会実験を通じて検証済み²⁾のため、ETC-ID方式に関して検証した。

a) 画像センサー方式との照合

高い検出精度が確認されている画像センサー方式による事象検知結果と、ETC-ID方式による事象検知結果を照合し、ETC-ID方式の精度を検証した。参宮橋カーブでは両方式の路側システムが併設されているため、当区間のデータを用いて検証を行った。

Table 1 材料の許容応力度

サービス	箇所	概要
前方障害物情報提供	参宮橋(上)、新宿(上)、赤坂トンネル(上)	見通しの悪いカーブ先の停止車両や渋滞をセンサーにより検知し、カーブに進入してくるドライバーへカーブ進入前に画像や音声での情報提供により注意喚起を行い、停止・低速車両への追突事故や二次事故の削減およびカーブ進入速度を低下させることを目的とする
前方状況情報提供	外苑(上) 霞が関(外)等	トンネルや渋滞頻度の高い箇所の道路状況などを画像と音声で伝達して注意喚起を行い、ドライバーの安心感・運転余裕度の向上やドライバーの経路選択を補助することを目的とする
前方状況情報提供(ハイウェイラジオ)	永福(上) 志村(上) 早稲田(上)	走行地点や進行方向に応じて、ハイウェイラジオで提供される渋滞状況などの道路交通情報を音声で提供し、ドライバーの安心感・運転余裕度を向上させることを目的とする
合流支援	谷町JCT(外)、東池袋(下)	合流してくる車両の存在を車両探知器により検知し、合流部の手前で走行車両の存在情報を画像や音声で提供して注意喚起を行い、合流部での車両接触・追突事故の削減およびドライバーの不安感を軽減させることを目的とする
位置情報の提供(電子標識)	高井戸(上)、幡ヶ谷(上)	カーナビゲーションシステムが自車の位置を誤りやすいランプ入口等で、位置情報とともに、簡単な標識情報を提供し、カーナビの位置特定を支援することを目的とする
デジタル地図連携の情報提供	赤坂Sカーブ、千駄ヶ谷(下)等	カーナビに内蔵された地図データベースの情報をもとに、走行速度に応じて画像や音声で注意喚起し、カーブ進入速度超過等による施設接触、追突、車両接触、横転・転覆の削減や事故多発箇所の事前情報提供によるドライバーの安全・安心感を向上させることを目的とする
インターネット接続	大黒PA	SA/P A等に駐車した車両に対して、インターネットの接続環境を提供し、ドライバーの利便性を向上させることを目的とする
駐車場料金決済	鍛冶橋駐車場	クレジットカードによる駐車場課金サービスを提供し、キャッシュレスでスムーズな入出庫を可能にし、利便性を向上させることを目的とする

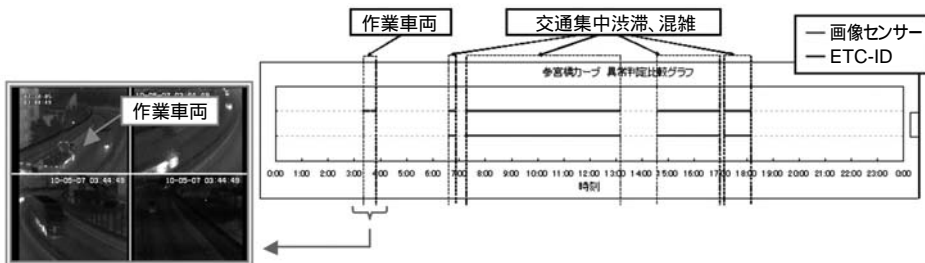


Fig. 4 ETC-ID方式のシステム機能検証(画像センサー方式との照合)

低速で走行する作業車両に対して、画像センサー方式では検出し、ETC-ID方式では検出しえないという違いが生じたが、それを除けばほぼ同等の結果となった(Fig.4)

b)トラカンデータとの照合

赤坂トンネルでのデータを用いて、ETC-ID方式による事象検知結果とトラカンデータによる交通状況と照合し、ETC-ID方式の精度を検証した。

その結果、トラカンデータで把握した速度が低下している時間帯において、ETC-ID方式でも渋滞判定(40km/h以下)をしており、設定どおりの結果となった。

ただし、ETC-ID方式は、2地点での通過時間から渋滞を検出するため、渋滞末尾が延伸してくるケースでは1分程度の検出遅れ時間が生じる場合がある。

2)システム有効性検証(車両挙動)

事前検証において赤坂トンネルを対象に収集した車両挙動データをもとに、サービスの有効性を検証した。「トンネル入口100m手前の位置での走行速度が50km/h以上」という条件に該当するサンプルを抽出し、対象区間への進入速度を求めた。ここでは、トンネル100m手前~トンネル出口間に障害物(渋滞末尾等)がある場合を対象とした。

この結果、サンプル数は少ないものの、トンネルへの進入速度がサービスにより安全側に变化する傾向が見てとれた(Fig.5)。なお、情報提供直後に急減速をするなどの危険な挙動は発生していない。

3)システム有効性検証

(ドライバー意見)

公道実験において収集した実験参加者へのアンケート調査をもとに、ドライバーの主観による有効性を検証した。

「情報提供を受けたときにどのように感じたか」との設問に対する回答を集計した結果、3箇所とも肯定的意見(注意しようとする気持ちになった/減速しようとする気持ちになった/情報提供に少しびっくりしたが注意しようとする気持ちになった)の回答が多数を占める(Fig.6)

3-3 まとめ

1)画像センサー方式

画像センサー方式については、センサー性能は十分に確認済みであるため、今回は、車両挙動、ドライバー意見の両面から有効性を確認した。実験結果からは、ネガティブな反応は見られなかった。

2)ETC-ID方式

赤坂、参宮橋の交通量、DSRC設置条件における性能を確認するとともに、車両挙動、ドライバー意見の両面から有効性を確認した。その結果、ネガティブな反応は見られないことがわかった。また、約1/3程度のコスト削減の見通しを得ることができた(情報収集・編集機能の価格:画像センサー方式は現状で3,000万円程度、ETC-ID方式は現状で1,250万円程度)。ただし、突発事故による停止車の検出には画像センサー方式、長い区間での渋滞末尾検出にはETC-ID方式といった、画像センサー方式の役割分担に留意する必要がある。

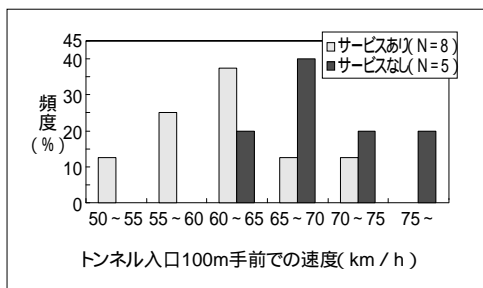


Fig. 5 対象区間への進入速度の頻度分布(赤坂トンネル)

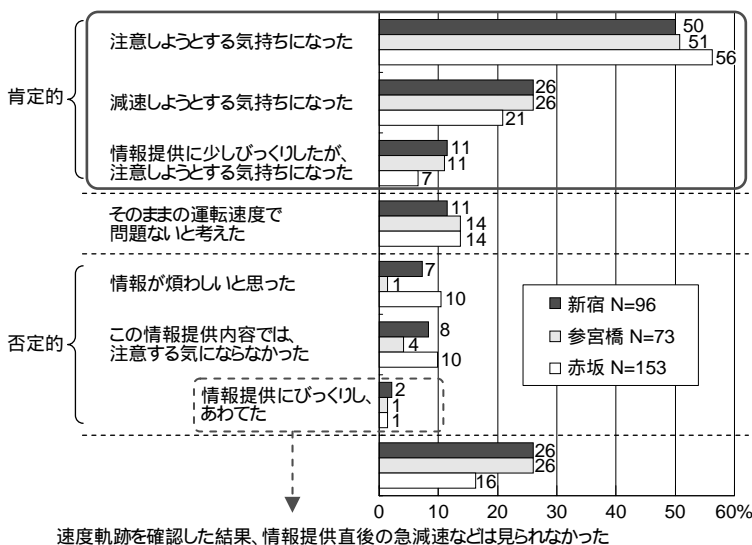
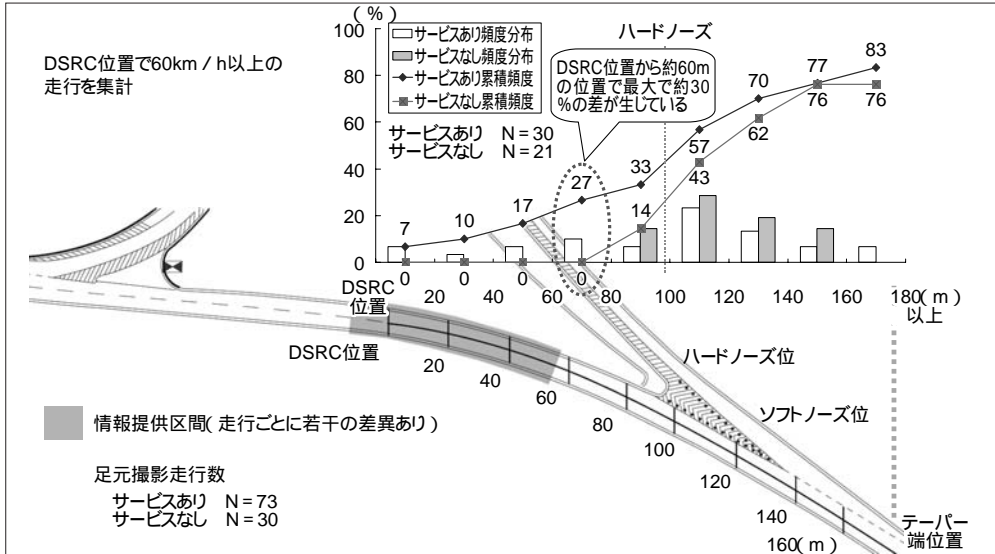


Fig. 6 「情報提供を受けたときどのように感じたか」の集計結果:前方障害物(複数回答可)



注1) ブレーキ踏み替え位置とは、実験中に被験者の足元を撮影したビデオを基に、DSRC位置 - 合流部で最初にアクセルからブレーキに足を移動した位置を示す。ただしDSRC位置の時点で足がブレーキ位置にあった走行(サービスありで2走行、なしで1走行)は無効とした。

2) 走行履歴による確認は、車両挙動データを基にDSRC位置で60km/h以上を対象にした。除外した走行は、サービスありで41走行、なしで8走行だった。

Fig. 7 ブレーキ踏み替え位置

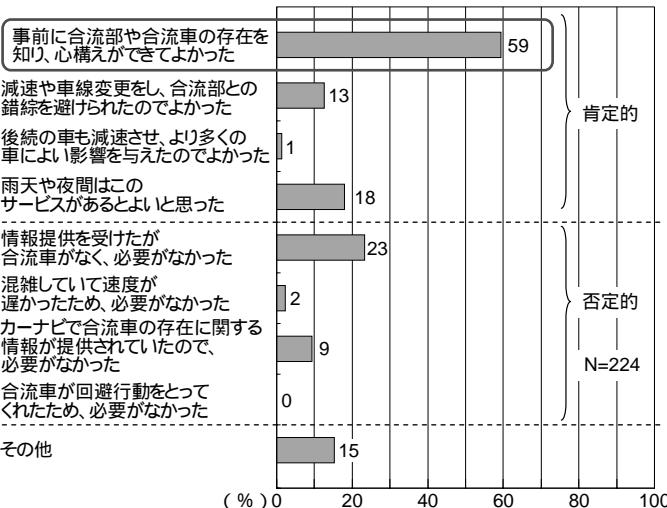


Fig. 8 「安全運転に役立ったか」および「その理由」の集計結果:合流支援(複数回答可)

4. 合流支援サービス

4-1 概要

合流支援サービスは、車両同士の見落としが発生しやすい合流部において、路側センサー(車両感知器)で合流車を検出し、合流車が来ていることをDSRCで本線側の車両に提供することにより、合流部

での接触事故などを防止することを目的とする。

なお、このサービスは、合流車がある場合は、合流車の存在を知らせる「左から合流車、注意」という情報を画像+音声で提供するが、合流車がない場合は、合流部の存在を知らせる「合流注意」という情報を画像のみにより提供する。

実験箇所は、首都高5号池袋線下りの東池袋入口、首都高都心環状線外回りの谷町JCTの2箇所とした。

4-2 実験結果

1) システム機能検証

a) 情報提供の性能の検証

「左から合流車、注意」の情報が提供された場合について、本線車が合流部に到達したときの合流車との車頭距離を調査し、情報提供の的中性能を検証した。具体的には、事前検証の際に、東池袋合流部付近のビル屋上に設置した路側カメラにより、実験走行中に合流部付近を撮影した映像を用いて検証を行った。

これにより、情報提供「左から合流車注意」を受けた場合は、ほぼ100m以内の車間距離で合流車に

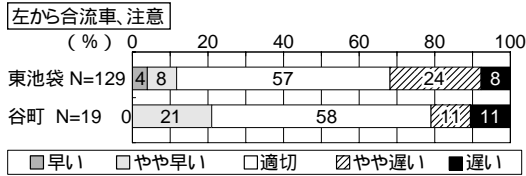


Fig. 9 「情報提供のタイミングは適切だったか」の集計結果：合流支援

遭遇していることがわかった。

b) 検出精度の検証

東池袋での事前検証の際に収集した前述の路側カメラ映像と、路側センサーの検出ログデータを照合することにより、センサーの検出精度を検証した。

映像により確認した1,004台の車両のうち、検出ログデータで照合できた車両は1,000台であり、検出率は99.6%となった。なお、検出ミスはいずれも二輪車であった。

2) システム有効性検証(車両挙動)

谷町JCTでの事前検証において、被験者の足下をビデオで撮影することで、アクセルからブレーキへの踏み替え位置を調査した。これにより、サービス有無によるブレーキ踏み替え挙動を検証した。

サービスありでは、サービスなしに比べて早めにブレーキへ踏み替えている傾向が見られた(Fig.7)。これは合流車に対して早期に準備行動を起こしていることを示しており、システムの有効性を確認することができたのではないかと考えられる。なお、情報提供直後に急減速をするなどの危険な挙動は発生していない。

3) システム有効性検証(ドライバー意見)

公道実験において収集した実験参加者へのアンケート調査をもとに、ドライバーの主観による有効性を検証した。

a) サービスの安全運転への貢献度

「合流支援サービスが安全運転に役立ったか」および「その理由」について回答を集計した。

安全運転に「役立った」または「どちらかといえば役立った」が6割以上を占める。また、役立った理由として、「事前に合流部や合流車の存在を知り、心構えができてよかった」という意見が多いことがわかった(Fig.8)。

b) 情報提供タイミングの評価

「車載器から情報が提供されるタイミングは適切だったか」との設問に対する回答を集計した。

	情報提供あり (画像 + 音声)	情報提供なし
平均値	-8.15km/h	-5.87km/h
標準偏差	6.91km/h	7.12km/h

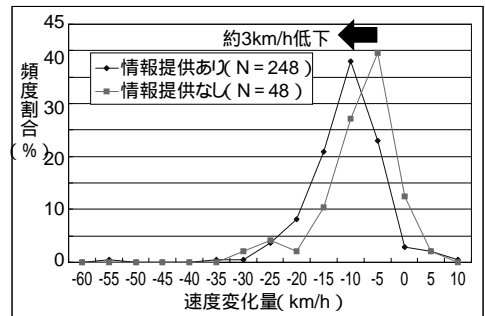


Fig. 10 速度低下：カーブ進入速度注意喚起の場合

「左から合流車注意」に対して、東池袋、谷町とも約6割が「適切」と回答した(Fig.9)。

4 - 3 まとめ

今回、センサーの検出性能を確認するとともに、車両挙動、ドライバー意見の両面から有効性を確認した。実験結果からは、ネガティブな反応は見られなかった。

5. 地図連携サービス

5 - 1 概要

地図連携サービスは、サービス箇所の情報をあらかじめ車載器に設定しておき、自車位置が当該区間に入ったと認識したときに、注意喚起情報を提供するものである。

自車の速度に応じて、情報提供の抑制や提供タイミングの制御を実施することとした。また、サービス内容は、「事故多発箇所情報提供」(追突事故などが多発している区間において、一定の速度を超過した車両に警告するサービス)と「カーブ進入速度注意喚起」(施設接触事故が多発している急カーブ区間において、一定の速度を超過した車両に警告するサービス)の2種類とした。

実験箇所は、首都高4号新宿線～都心環状線～5号池袋線の事故多発区間とした。

5 - 2 実験結果

1) システム機能検証

情報が表示された瞬間(=サービス開始位置)の車載カメラ映像と道路図面から、そのときの実際の走行位置を特定し、情報が表示されるべき位置と実際の走行位置との照合により位置精度を検証した。

検証の結果、サービス開始位置は、設計値と±20

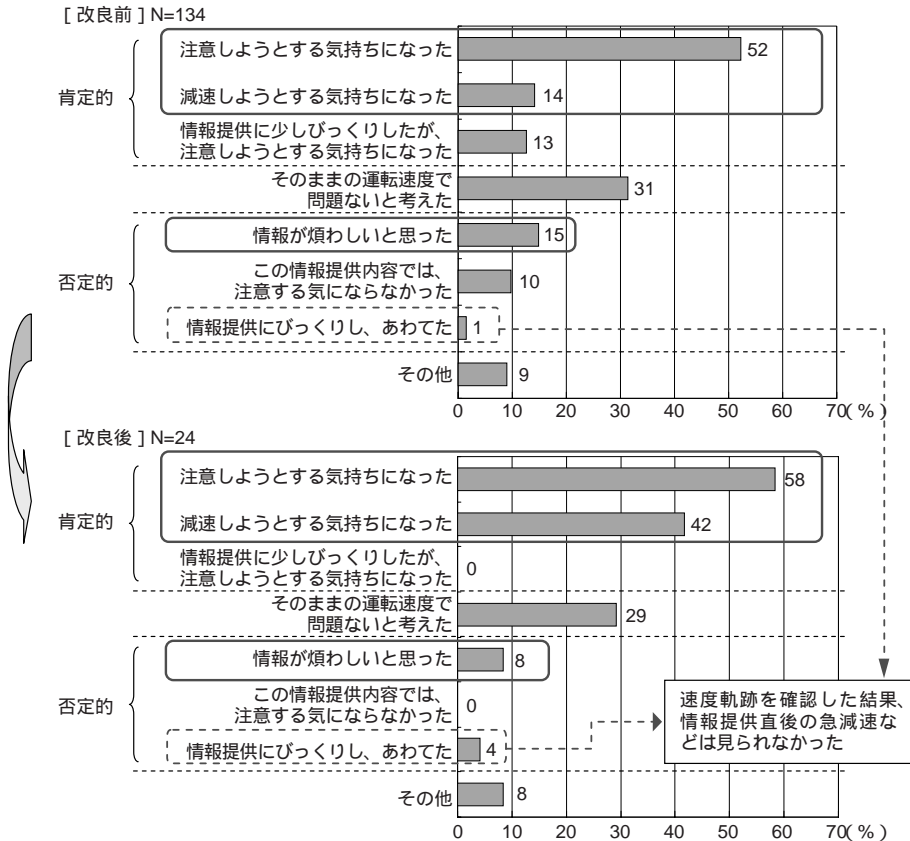


Fig. 11 「情報提供を受けたときどのように感じたか」の集計結果：地図連携（複数回答可）

m以内の誤差となった。これは、時速72km/hで走行する場合の1秒に相当する。本サービスでは、空走時間を5秒と設定してシステムを設計しているため、誤差による影響はほとんどないと考えられる。

2) システム有効性検証(車両挙動)

事前検証において収集した車両挙動データをもとに、情報提供あり・なしの場合について、カーブ開始点または事故多発箇所開始点の速度を求め、情報提供による速度低下を検証した。

カーブ進入速度注意喚起、事故多発箇所情報提供とともに、サービス提供により「情報提供なし」と比較し、約3km/h速度が低下した(Fig.10)。なお、情報提供直後に急減速をするなどの危険な挙動は発生していない。

3) システム有効性検証(ドライバー意見)

公道実験において収集した実験参加者へのアンケート調査をもとに、ドライバーの主観による有効性を検証した。地図連携サービスは、公道実験当初(5~6月)に行った評価結果に基づいてサービスの

改良を行い、改良後(10~11月)に再度評価を実施した。改良内容は以下のとおりである。

- ・HMI(事故多発箇所情報提供)
 - サービス対象区間を明確にする(例: m先、事故多発、注意)
- ・提供タイミング(カーブ進入速度注意喚起)
 - サービスを提供する速度範囲を変更(例: 50km/h以上 60km/h以上)
- a) 情報提供タイミング
 - 「情報提供タイミングが適切だったか」について回答を集計した。
 - 改良前(5~6月)に比べて、改良後(10~11月)のアンケート結果では、「適切」の割合に変化はないが、「(やや)遅い」と「(やや)早い」の割合は同程度となりバランスがとれている。なお、実用化時にはドライバーの特性に合わせたカスタマイズが望ましい。
- b) ドライバーの意識の変化
 - 「情報提供を受けたときどのように感じたか」に

いて回答を集計した(Fig.11)。

肯定的意見(注意しようとする気持ちになった / 減速しようとする気持ちになった / 情報提供に少しびっくりしたが注意しようとする気持ちになった) の回答が多数を占め、「情報が煩わしいと思った」は8%と少ない。また、改良後は肯定的意見の中で特に「減速しようとする気持ちになった」の回答が増加し、「情報提供が煩わしいと思った」や「この情報提供内容では注意する気にならなかった」等の否定的意見が減少した。

5-3 まとめ

今回、車両挙動、ドライバー意見の両面から有効性を確認した。実験結果からは、ネガティブな反応は見られなかった。

6. おわりに

今回の実証実験において、次世代道路サービスを一般の方に披露できたことに加え、サービス体験者に対する有効性・受容性が高い事が評価できた。

また、先行して実施されている首都高速道路参宮橋カーブにおける社会実験の結果²⁾から、これらの効果は長期的に持続することが期待できる。そのため、スマートウェイは今後の道路交通安全対策の重要な手段となるものと考えられる。

今後は、次世代道路サービスの展開を図るため、各地での実験および試行運用を推進するとともに次

世代道路サービスの展開計画(VICSの2.4GHzから5.8GHzDSRCへの移行手順を含む) を道路会社とともに検討し、具体化する。また、関係省庁との連携を強化するとともに、民間サービスへの展開を支援することにより、2010年度からの事故多発地点を中心とする全国への展開を着実に実施する。

さらに、地域の社会的課題解決に向けたITS活用支援策の検討、国際標準化の推進と諸外国へのITS技術支援による市場拡大に向けた取り組みを進めることとしている。

2008年度には、これまでの評価を踏まえ、東京都、愛知県、京阪神地域をはじめとした、次世代道路サービス実証実験の三大都市圏等への拡大を図ることとしている。さらに、2010年度より事故多発地点を中心とした全国展開を進めていくこととしている。併せて、民間利用を促すことにより、本格的なITS社会の実現を推進していきたいと考えている。

参考文献

- 1) 平井ほか「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サービス」『第6回ITSシンポジウム2007』2007年
- 2) 平井ほか「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』2007年