

AHSのシステムと スマートウェイ実現への取り組み

藤田 佳賢・野木 美徳
大類 寛幸・雨宮 秀樹

要 旨

AHSは、ドライバーの安全運転を支援し、交通事故を削減するためのシステムとして、2002年度から全国7ヵ所で実道実験が開始されました。NECは、首都高速新宿4号線の参宮橋カーブで行われた前方障害物情報提供サービスのシステム構築を担当しました。

2004年度のシステム構築後、2005年3月から2006年9月までのシステム評価で数多くの成果を得ることができました。また、2007年3月には、ITS車載器に対応したDSRCアンテナを増設し、評価を完了しています。

本稿では、スマートウェイが提供する安全、安心の実現に向けて、AHSのシステム構築を進めるNECの活動をご紹介します。

キーワード

●AHS ●画像センサ ●VICS ●DSRC ●ITS車載器

1. はじめに

スマートウェイ構築の目的の1つに交通事故の削減があります。AHS(Advanced cruise-assist Highway System)は、道路インフラと車が必要な情報を通信し、ドライバーの安全運転を支援することで事故削減を実現する、スマートウェイの中核システムです。

1996年、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)が発足し、本格的な研究開発がスタートしました。1996年度から2002年度までは、第1期の研究開発時期として、AHSの路車間協調というコンセプトを国内外にアピールしました。2002年度からは、全国7ヵ所で実道実験を開始しましたが、その1つが2005年度に社会実験を開始した首都高速4号新宿線上り参宮橋カーブのシステムです。このシステムは、2006年9月まで画像センサとVICSビーコン、表示板を使ったAHSとして評価を行い、多くの有効な実験データを得ると同時に交通事故削減に大きな成果を上げることができました。さらに、2007年3月には、ITS車載器に対応したDSRCアンテナの増設が行われ、2007年10月に実施されたスマートウェイ2007でその動作と期待される効果が広く紹介されました。本稿では、参宮橋カーブで構築したAHSのシステムをご紹介しますと同時に、実験で得られたシステムの効果や今後の課題について論じます。

2. AHSのシステム構成

参宮橋カーブに設置したAHSは、「前方障害物情報提供サービス」を実現するシステムです。カーブ区間で発生する渋滞や停止・低速車両を画像センサで検出し、その情報をカーブ手前で3メディア対応型VICS対応カーナビ（以下、VICS車載器と略す）や表示板、さらにはITS車載器を活用して通過車両に提供するというものです。

参宮橋カーブに導入したAHSのシステム構成を **図1** に示します。カーブ区間の渋滞を検知する画像センサは、赤外カメラと検出処理部、追跡処理部を具備する画像処理装置で構成します。AHS路側処理装置は、画像センサで検知した情報を「渋滞や障害物の存在」情報に編集し、通過車両に通知する機器に配信します。

通過車両に情報提供を行う機器は、当初VICSビーコンや表示板を使って構築しましたが、今後、車側のプラットフォームとなるITS車載器に対応するため、DSRCアンテナ(QPSK変調としてETC用アンテナとは異なる変調方式)を2007年3月に増設しています。

VICSビーコンやDSRCアンテナは、AHS路側処理装置から配信される情報のフォーマット変換や通信制御を行う情報変換装置を具備しています。

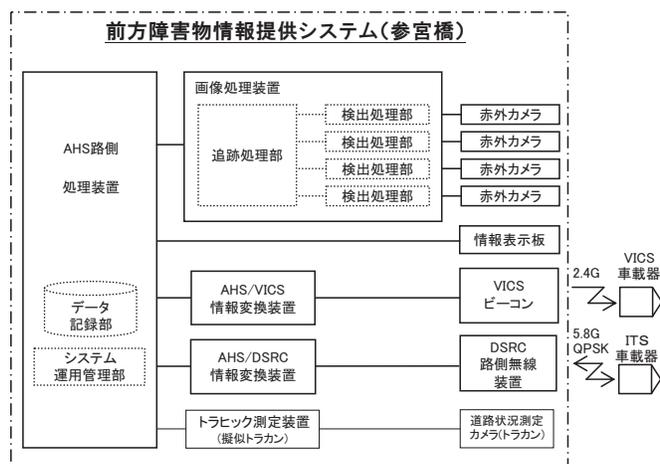


図1 AHSシステム構成図 (参宮橋)

3. 赤外画像センサ方式

参宮橋のAHSでは、車両の渋滞検知に赤外カメラを使用した赤外画像センサ方式を適用しています。

車両検知に利用される画像センサ方式には「可視画像式」「赤外画像式」「ミリ波式」の3つの方式がありますが、それぞれ異なる特徴を備えています。AHSの前方障害物情報提供サービスを実現する上で、道路の天候や昼夜の変化、遮音壁などの周囲構造物があるなかでも、車両の検知率が高く、渋滞や停止車両を正確に検知する方式の選定が必要でした。

表1に各方式の長所、短所をまとめました。ミリ波式は、過去の実験において1台の車両を複数台の車両と誤認識する実験結果が確認されていたので、検討対象から除外しました。

可視画像式は、写真に示すような自発点減光式デリニエータの影響が除外できないことや、夜間の照度不足、遮音壁で

表1 可視画像、赤外画像、ミリ波式の長所、短所

	可視画像式	赤外画像式	ミリ波式
長所	<ul style="list-style-type: none"> 道路管理者の視覚イメージと等しい動画画像情報が提供可能 既設カメラ流用の可能性がある 	<ul style="list-style-type: none"> 24時間安定した計測が可能 温度分布動画画像情報の提供による道路状況の視覚的把握が可能 	<ul style="list-style-type: none"> 24時間悪天候下で安定した計測が可能 高い速度計測精度 低い設置条件(5m)で利用可能
短所	<ul style="list-style-type: none"> 照明の無い夜間や降雪時等の悪天候時はサービス不可 	<ul style="list-style-type: none"> 数分から数十分に一度画像補正が必要 	<ul style="list-style-type: none"> 車種判別が困難 周辺構造物の影響を受けやすい

自発点減光式デリニエータ



写真 参宮橋カーブにおける可視画像式の評価

発生する対向車両のヘッドライトによる反射光への対策が取れないことから、今回の実験では採用が見送られました。

赤外画像式は、その車両検知動作から道路上で想定される照度の変化や不足、道路周辺物の影、日照(西日)といった複数の制約に影響されず高い車両検出率が実現できると期待されました。

・赤外画像式の車両検知動作

- 1) 車両の排気マフラーや車輪を高温部、普通車両の天板や大型車両のコンテナ部を低温部、道路上の背景として処理される部分を背景部として赤外画像を3値化する。
- 2) その3値の変化に一定のルールを付与したアルゴリズムを使って走行車両を検出する。

しかしながら、この方式は実道における実績が十分でないという不安要素もありました。そのため、社会実験として赤外画像センサの実力を確認するという意義を加えることとし、赤外画像センサ方式を適用することになりました。

4. VICSビーコン/DSRCアンテナの設置位置

AHSが期待通りの成果を上げるためには、車両に情報を通知するタイミングも重要になります。

VICSビーコン、DSRCアンテナの設置位置は、サービスの上限速度で走行する車のドライバーがサービス提供を受けてから余裕を持って減速できる位置とすることです。

この減速に要する距離 L は、サービス上限速度を V 、減速度を α 、車載器処理時間を $T1$ 、ドライバー反応時間を $T2$ とした

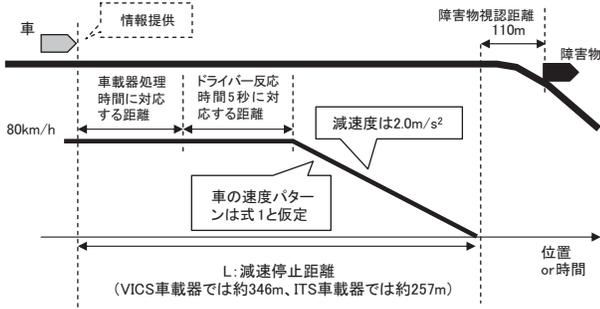


図2 情報提供タイミング説明図

場合、次のような式で表されます。

$$L = V^2 / 2\alpha + VT_1 + VT_2$$

この式に、車載器特性測定実験と車載器模擬実験によって得た下記1)～3)の設計条件、およびサービス上限速度:V=80km/hを当てはめます。

- 1) 減速度: $\alpha = 2.0\text{m/s}^2$
- 2) 車載器処理時間(VICS車載器): $T_1 = 5\text{s}$ 、(ITS車載器): $T_1 = 1\text{s}$
- 3) ドライバー反応時間: $T_2 = 5\text{s}$

なお、サービス上限速度V=80km/hは、法定速度の50km/hに30km/hを加算した仮定値です。

VICS車載器の場合、前述の式に上記仮定値を代入すると、減速に要する距離は約346mと算出されます。ITS車載器では、減速に要する距離は約257mと算出されます(図2参照)。

システムの初期構築時、VICSビーコン単独での設置検討だったため、見通し不良開始地点から上流に向けて346mの位置を基本として、ビーコン設置位置に適した橋脚などがある場所を道路のさらに上流側に向けて調査しました。その結果、見通し不良開始地点から約380m上流側に適した設置場所があることを確認しました。

その後、DSRCアンテナの設置時には、設置場所の工事条件が考慮され、VICSビーコンの設置柱と同じ柱にDSRCアンテナも設置することになりました。

5. システムの動作検証と効果

システム動作の検証対象として、赤外画像センサの事象検出精度と情報配信タイミングについて調査した結果を以下に報告します。

(1) 赤外画像センサの事象検出精度

(本調査は、2005年の社会実験前に実施したものです)

- ・ 調査期間
2003年10月15日～2003年11月12日までの28日間
- ・ 調査方法

- 1) 該当カーブの車両走行状況を把握できる監視カメラを複数台設置し、停止車両や低速車郡、渋滞末尾の発生等、危険事象の発生数を目視で計数する。
- 2) 1)で計数した危険事象発生数と赤外画像センサの危険事象検出ログから計数した事象発生数を比較し検出精度を算出する。
- 3) 合わせて調査期間中に発生した事故事象の検知動作について確認する。

比較結果を表2に、発生した事故事象の検知動作を表3に示します。この結果により、赤外画像センサは前方障害物情報提供システムとして十分実用に適するという評価を得ることができました。

(2) 情報配信タイミング

情報配信のタイミングは、モニタードライバーや一般ドライバーからの意見聴取により検証しました。

本実験におけるドライバーの意識の変化を図3に示します。本調査において、VICSビーコンからの情報提供のタイミングについて回答を得ています。

有効回答数111人のなかで、情報提供が遅いと回答した人が4名(4.4%)、早いと回答した人が2名(2.2%)であり、情報提供のタイミングは、概ね問題なかったと判断できます。

また、DSRCアンテナによる情報配信についても同様にドライバーの意見聴取を行っています。

表2 赤外画像センサの危険事象検知動作 比較表

事象数	事故発生数		渋滞、事故車両事故のセンサ検知数
	単独事故数	渋滞、事故車両有による事故数	
30	19	11	10*

* 未検出は、センサログの欠損による

表3 事故数と検出対象事故の赤外画像センサによる検知数

事象数	事象発生数 (A)	センサ検知数 (B)	センサ未検知数 (A)-(B)	センサ検知率 (B)/(A) × 100
30	54	53	1*	98.1%

* 未検出の1:件は、二輪車の転倒事故

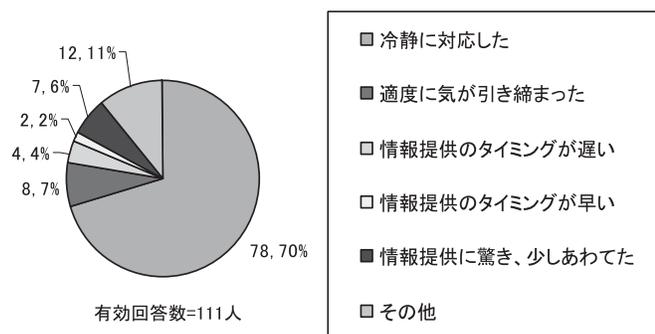


図3 ドライバーの意識の変化

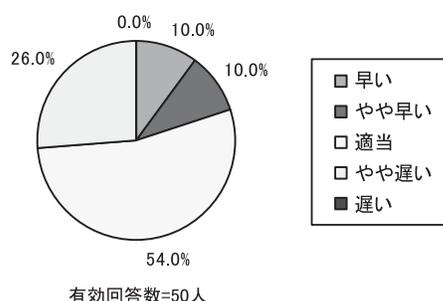


図4 DSRCからの情報配信タイミング アンケート結果

このアンケート結果を図4に示します。

DSRCアンテナは、第4章で報告したアンテナ設置の理論で算出した位置よりも100mほど上流に設置しています。しかしながら、アンケート結果では「早い」「やや早い」と感じた人の総数よりも「やや遅い」と感じた人の数が多くなっています。これは、ITS車載器の処理時間が一律ではないことに起因していると考えられます。今後、ITS車載器が普及版となり、基本的な処理時間が一律に定まってくることによって解決されるものと考えます。

なお、この参宮橋で行われた前方障害物情報提供システムの社会実験は、実験後の事故発生件数が、他の安全対策と相まって前年度33件から7件（79%減）と大幅に減らすことができ、大きな成果を上げています。

6. システムの課題と今後の展開

参宮橋カーブにおける前方障害物情報提供サービスは、事故削減という目的に対して大きな成果を上げるとともに、システムの構築において必要な装置の基本仕様や、システムを

正常に動作させるための設計理論を確立できた点も大きな成果となりました。

今後は、参宮橋カーブと同様な事故要因を持つ道路へのシステム展開に向け、改善すべき課題に取り組んでいく必要があります。

1つは、システムの小型化です。参宮橋カーブでは、屋内機器でシステムを構築したため、首都高速近辺の空き地に機器室を建設し、そこに機器を据え付けました。しかし、今後はシステムを展開する道路周辺に空き地が確保できないケースも相当数あると考えられます。そのため、機器を小型化し屋外筐体に収容して、設置スペースをとらずに簡易に設置できる構成が求められます。

そしてもう1つがコスト低減です。画像センサとして活用した赤外カメラは、通常の可視カメラと比較してまだまだ安価とは言えない価格となっています。基本的な性能は変えずに汎用性の高い部品を使用するなどの工夫をして普及品としての価格設定ができるよう進めていきます。

7. おわりに

本社会実験は、国土交通省国土技術政策総合研究所からの委託を受け、走行支援道路システム開発機構（AHS研究組合）で実施されたものです。システム構築に当たり、この実験の機会を与えていただいた国土技術政策総合研究所殿、首都高速道路株式会社殿、および組合員の皆様に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) 平島寛；「ITS新時代スマートウェイがつくる世界最先端の道路交通社会」、日経BP、2007年

執筆者プロフィール

藤田 佳賢
放送・制御事業本部
交通・公共ネットワーク事業部
第一システム部
グループマネージャー

大類 寛幸
放送・制御事業本部
交通・公共ネットワーク事業部
第一システム部

野木 美徳
放送・制御事業本部
交通・公共ネットワーク事業部
第一システム部
エキスパート

兩宮 秀樹
放送・制御事業本部
交通・公共ネットワーク事業部
基本開発部
部長