

◆特集：ITS セカンドステージへ◆

都市高速道路のカーブ区間における AHS 社会実験

牧野浩志* 山崎 勲** 平沢隆之***

1. はじめに

近年、交通事故による死者数は減少傾向にあるものの、依然として交通事故数は高いレベルで推移しており、効果的な対策の早期実現が望まれている。ITS 研究室では、様々な事故要因のうち、その75%がドライバーの発見の遅れ、判断の誤り、操作の誤りなど事故直前のヒューマンエラーであることに注目し、事故直前の情報提供、警告、操作支援によって事故を防ぐ新しい交通安全対策について研究を行っている。

これまで、情報板や車載器から前方障害物などの情報を提供するサービスの有効性について、実道やドライビングシミュレータを用いて検証を行ってきた。その結果、情報板からの情報提供に対しては5割のドライバーがブレーキを踏むなどの危険回避行動を行うのに対し、車載器から情報提供を行った場合には9割が回避行動を行うことが明らかになった。これは、AHSで実際に想定している車載器を用いたサービスを行うことによって、確実に事故を減らせ、効果を継続させることが期待できることを示している。

2003年度には、あらかじめ準備した実験車両を用いた実証実験を実施した。その結果、車からは見えないカーブ区間で、渋滞末尾や停止車両などの突然の危険に起因する追突事故や側壁衝突事故が多く発生していることが明らかになった。また、カーナビへのDSRC（狭域通信）による情報提供が実現可能であることを確認し、危険に遭遇する直前の情報提供でこれらの事故の削減が期待できることが明らかになった。これらは、センサーによって危険挙動を把握し、潜在的事故の危険性や対策効果を把握することが科学的に可能となったことを示している。

実証実験の結果を踏まえ、2005年3月から5月までの間、既に市販され普及している3メディア VICS 対応カーナビを使用している一般ドライバーに前方の障害物の情報を提供することで、追突事故や側壁衝突事故の削減とヒヤリ・ハットする危険な状況を減少させる前方障害物衝突防止支援サービスの社会実験を実施した。本稿はその結果について報告するものである。

2. 路車協調サービスの必要性と可能性

2.1 サービスの必要性

日本の都市高速道路には、半径200m以下のカーブが全国で470箇所ある。このような急カーブでは、平均の2.6倍の確率で事故が発生している（図-1）。また、事故による損失額は年間100億円と推計されている。特に首都高速道路では、事故多発カーブ（全延長の6%）に事故の21%が集中している

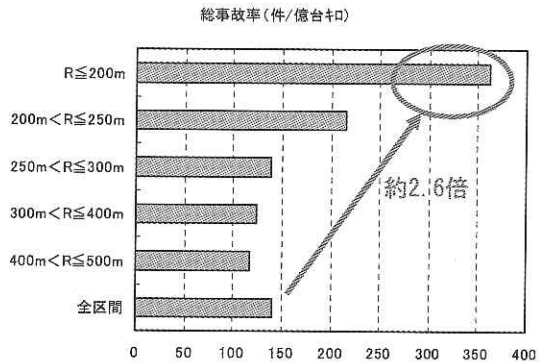


図-1 都市高速における曲率半径別の事故率

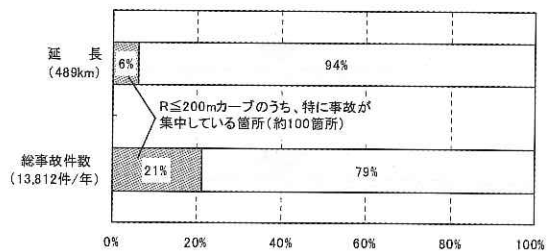


図-2 首都高速道路における事故の割合

Field Tests of the Advanced Cruise-Assist Highway Systems for Curve Sections on Urban Expressways

状況である (図-2)。

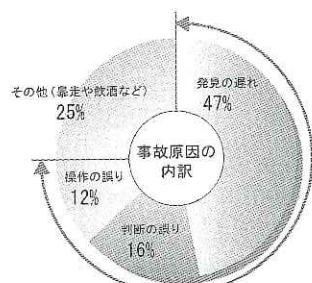
事故の多くは、発見の遅れや判断の誤りといった事故直前のドライバーの行動に起因している (図-3)。このことから、事故削減にはドライバーに前方の道路状況を事前に知らせることが重要である。これに対し、車両にセンサー等を搭載し前方の障害物を発見するシステムの開発が進められている。このようなシステムにより前方障害物に対する走行安全性は高まりつつあるが、急カーブ区間 (半径250m以下) では車両単独での検知が困難である (図-4)。

以上のことから、前方の状況がドライバーから見えにくく、車両のセンサーでは検知することが困難な急カーブでの事故対策を早期に行う必要がある、この対策には道路側から車両側に前方障害物の情報を提供することが必要不可欠である。

2.2 サービスの可能性

首都高速道路4号新宿線参宮橋区間は、半径88mの急カーブであり、2003年度には181件の事故が発生している区間である。2003年度に実験車両を用いた実道実験を参宮橋区間で実施し、以下のことがわかった¹⁾。

- ・ 公団管制室に通報された事故 (12件/月) を上回る事故 (30件/月) が実際には発生 (図-6)
- ・ 事故の3割 (11件/月) はドライバーから見えない前方の停止・低速車両が原因であり、そのほとんどは突然の事故停止車に起因する二次事故 (図-6)
- ・ AHS 画像処理センサーの活用で、危険な走行の全体像を初めて定量的に把握でき、1件の事故の背後にはヒヤリ・ハットと思われる急減速



ドライバーの事故直前の行動が原因の75%を占める

出典：「平成12年交通事故統計データ」
(財) 交通事故総合分析センター

図-3 事故原因の内訳

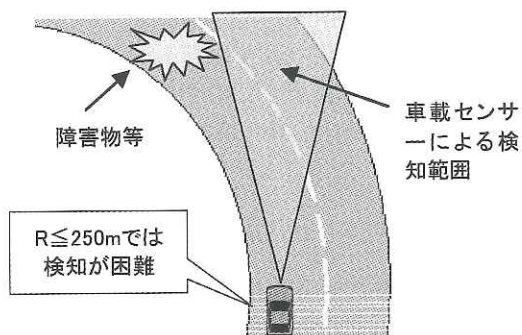


図-4 車両単独での検知範囲

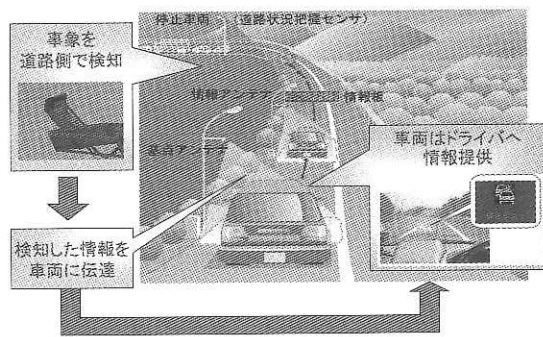


図-5 前方障害物情報提供サービス

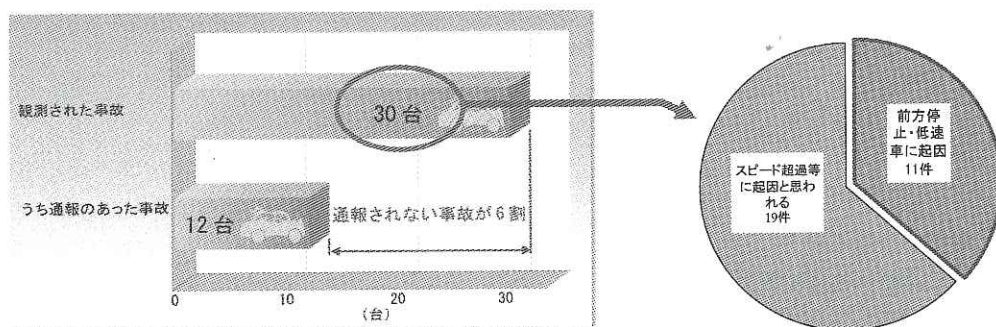


図-6 急カーブでの隠れた事故と事故原因

挙動が約80件発生していることが判明

- ・前方障害物が原因で発生した11件の事故の内10件については、AHS画像処理センサーが検知した前方の停止・低速車両を、後続の二次事故車が車載器を搭載していた場合、直前に情報をドライバーに提供できたことが判明
- ・開発したAHS画像処理センサーは停止車両の発生を96%以上の性能で検知することが可能



図-7 社会実験実施箇所

これらのことから、早期に路車協調サービスを提供する必要性と、技術的実現可能性が明らかになった。

また、画像処理によって車両1台1台の挙動分析を行い、事故の実態を定量的に把握した例はこれまでになく、今後、交通事故対策等の事前・事後評価へ活用していくことが期待される。

3. 路車協調による情報提供

3.1 路車協調サービスの社会実験

2005年3月1日から5月31日までの間、現在普及している3メディアVICS対応カーナビを活用し、安全走行支援情報を一般車両に提供する社会実験を実施した。社会実験箇所及びサービスの概要を図-7、8に示す。

今回のサービスでは、AHS画像処理センサーが検知した前方の停止車、低速車、渋滞のすべての事象について、「この先渋滞、注意」の文言を含む渋滞末尾をイメージした簡易図形でカーナビに表示するサービスを行った。実際のカーナビへの情報提供の様子を図-9に示す。

3.2 事前検証

情報はVICSで広く用いられている簡易図形を利用して一般ドライバーに提供した。簡易図形で安全情報を提供するにあたり、以下の項目についてドライビングシミュレータや、テストコースでの実車実験でネガティブチェックのための事前検証を行った。

①情報に対する視線移動

車載器表示画面への視線移動は1秒程度であり、運転に影響がない程度であることを確認。

②情報内容の理解

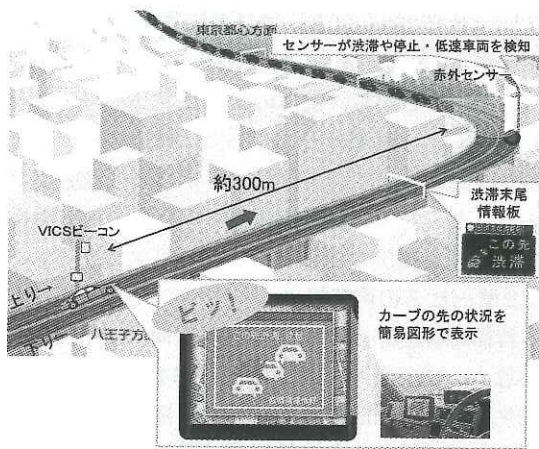


図-8 社会実験のサービス概要



図-9 カーナビに表示される安全走行支援情報

提供内容は問題なくドライバーに理解されることを確認。

③情報確認後の行動内容

情報を受けてから、ドライバーは心構えやゆるい減速をするなどの何らかの運転行動に結びつけていることを確認。

④情報確認後の走行挙動

停止・低速車両の視認前に減速を行う場合、急

減速等の危険な挙動は行われなことを確認。

これにより、以下のことが確認できた。

- ①安全運転支援として、既に普及している3メディア対応 VICS カーナビを用いた路車協調サービスが可能であり、簡易図形による情報提供は路側表示などに比べドライバーが気づきやすく、理解しやすい。
- ②3メディア対応 VICS カーナビからの情報提供によって、視認行動やドライバーの理解、情報確認後の行動内容・走行挙動の面でドライバーに与える悪影響は見られない。

4. 社会実験の結果

サービスの導入効果を計測するためには、導入前後の事故発生件数を比較することが考えられる。しかし、そのためには長期間の事故データの蓄積が必要となる。これに対して AHS 画像処理センサーがとらえた車両1台1台の挙動分析を活用することで交通安全対策の効果を短期間で評価する方法を提案している。2003年に実施した実道実験時の分析では、追突事故1件の背後にはヒヤリ・ハットと思われる急減速挙動が約80件発生していることを把握している。

この AHS 画像処理センサーの検出データを活用して、前方に障害物がある時の車両のカーブ区間内の急減速発生頻度、および、カーブ進入速度の測定・比較を基本とし、更に、ドライバーの意見収集などで評価を行うこととした。

4.1 基礎分析結果

社会実験を実施した3月から5月について、首都高速道路4号新宿線の過年度の事故発生件数との比較を行った(図-10)。

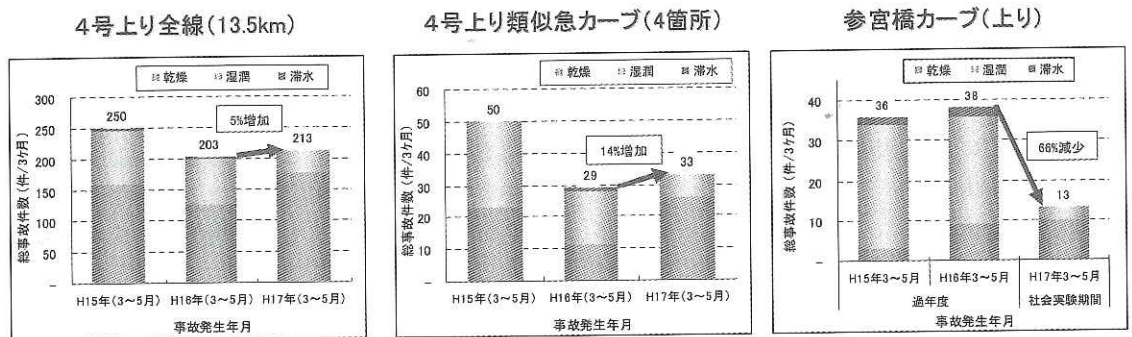
首都高速道路4号全線および類似する急カーブとも、2004年に比べて2005年は微増傾向であったが、参宮橋カーブはH17年に際だって減少している。このことから、参宮橋カーブでは社会実験で行ったサービスを含む交通安全対策の効果が現れていると考えられる。

社会実験を行った首都高速道路4号新宿線参宮橋区間の上り車線は日交通量が約4.7万台の重交通区間である。そのため、慢性的に朝夕は渋滞が発生する場所である。サービスを提供するに当たり、この区間を走行する車両を調査した。その結果、サービスを受信できる3メディア VICS 対応カーナビ搭載車両は全走行車両の約10%を占めることがわかった。

4.2 交通流の観測による有効性評価

AHS 画像処理センサーの検出データを活用して、前方に障害物がある時の車両のカーブ区間内の急減速発生頻度、および、カーブ進入速度を測定した(図-11)。

この結果、3メディア VICS 対応カーナビを利用した前方の障害物の情報を直前で提供するサービスにより、カーブ区間での急減速や高速でのカーブ進入等のヒヤリ・ハットと考えられる挙動が12%~14%減少することが分かった。また、情報板から情報提供をあわせて行うことで、ヒヤ



注1)H15年、16年はMEXデータ(本線)による件数。

注2)類似急カーブは曲線半径200m以下の区間で発生した事故を対象。

図-10 参宮橋カーブを含む4号新宿線の事故発生状況

区分	カーブ前方に渋滞や停止・低速車がある時			
	30km/h以上の進入車有効サンプル数(台/28日)	急減速挙動の発生頻度		高速でのカーブ進入頻度(進入速度60km/h以上の車両)
		0.4G以上	0.5G以上	
①サービス導入前 2003年10月～11月のうち28日間	10,344	30.2台 ／100台あたり	18.1台 ／100台あたり	4.9台 ／100台あたり
②VICSサービス 2005年3月～4月のうち28日間	13,181	27.4台 ／100台あたり	15.9台 ／100台あたり	4.2台 ／100台あたり
効果(①→②)		9%減	12%減	14%減
③VICS+情報板 2005年4月～5月のうち28日間	11,409	27.1台 ／100台あたり	15.4台 ／100台あたり	2.6台 ／100台あたり
効果(①→③)		10%減	15%減	47%減

図-11 センサーデータ分析によるサービス導入前/後の比較

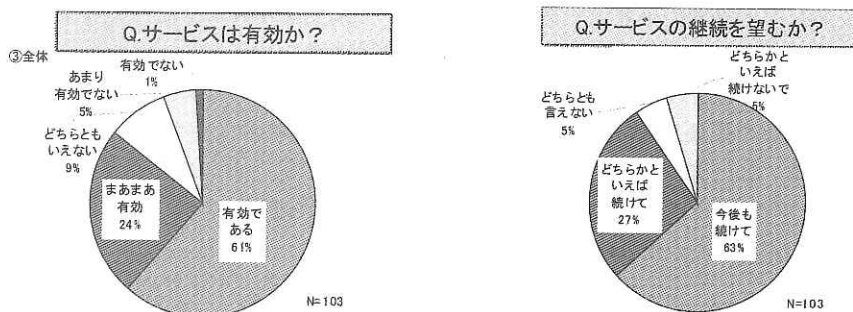


図-12 社会実験期間を通じたサービス体験に基づく実験モニターの総合評価

り・ハットと考えられる挙動が15%～47%減少することがわかった。これは、過去のドライビングシミュレータによる検証で得られた、システムに期待される効果(情報板50%、車載器90%)が妥当であることを証明している。

当実験区間を通過した車両のうち、3メディアVICS対応カーナビの搭載率が10%であることから、今後3メディアVICS対応カーナビが普及することで、更に効果が向上すると考えられる。

4.3 満足度評価

今回の社会実験では、一般のドライバーから事前に実験モニターを募集し、このカーブ区間を走行した時の意見をアンケートにより収集し満足度を評価した。実験モニターは259名であった。また、インターネットなどで一般のドライバーからも意見を収集し、実験モニターとあわせ、296件

の情報提供体験時の回答を得た。

意見収集の結果、ドライバーに概ね受け入れられるサービスであり、情報を受けた際には注意やゆるく減速するなど期待通りの行動をとっている。また、情報に驚いて急操作を行うなどの危険な行動は発生していない。一方、体験時に情報提供が役立たなかったとの意見も有った。その理由を分析すると、カーブの上流まで既に混雑状態で情報が必要なかったということであった。安全情報提供の効果を持続させるためには、必要なときに必要な情報を提供することが重要と考えており、この点は今後の改善点である。

また、実験モニターから社会実験期間(3ヶ月間)を通してサービスを体験した総合評価をアンケートで収集した(図-12)。その結果を見ると、実験モニターの85%がサービスを有効と評価して

おり、この参宮橋カーブでのサービス継続を90%が望んでいるという高い評価となっている。

4.4 参宮橋地区社会実験検討会の結果

平成17年6月24日、安全走行支援サービス参宮橋地区社会実験検討会（委員長：千葉工業大学赤羽教授）が開催された（図-13）。この検討会は、産官学民それぞれの分野から幅広い意見を集約し、安全走行支援サービスを多角的に検討するために立ち上げられたものである。

検討会では、安全走行支援サービスの実施により、車両挙動が安全側に移るなどの効果がみられ、負の影響もみられないことが確認された。また、長期の事故削減効果など、より明確に効果を確認するために、1年間社会実験を継続することが審議・確認された。

5. おわりに

3メディア対応 VICS カーナビを通じた前方障害物衝突防止支援サービスの社会実験を実施した結果、対応カーナビ搭載車の混入率が10%という状況であっても、情報提供により車両の挙動を安全側に変化させること、一般ドライバーにも受け入れられるサービスであることを確認し、新しい交通安全対策としての可能性を明らかにすることができた。

一方、サービスの効果を持続させるためには、必要ときに必要な情報を提供するべく改善が必要であることが明らかになった。加えて交通安全対策の効果を評価する手法として、AHS 画像処理センサーによる、ヒヤリ・ハットと考えられる車両挙動の分析が有効であることを示し、ITSは交



図-13 参宮橋地区社会実験検討会

通安全対策の分析や評価の面でも有効な手段となることを明らかにした。

今後に向けた課題として、ドライバーの声を反映したサービスの改善や、年間を通じた効果の持続性の把握に取り組む予定である。今後とも交通事故の削減を目指し、AHSの実現に向けた研究開発を進めていく。

参考文献

- 1) Yamada Harutoshi, et al: A Proving Test of the Advanced Cruise-Assist Highway System on a Highway curve section, 11th World Congress on ITS,2004.10

牧野浩志*



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
Hiroshi MAKINO

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

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
Takayuki HIRASAWA