

首都高速参宮橋のカーブ区間における 交通実態の分析とAHSの効果の報告

安全走行支援サービス参宮橋地区社会実験検討会資料

国土技術政策総合研究所 ITS研究室
首都高速道路公団 業務部 交通管制室
平成16年12月21日

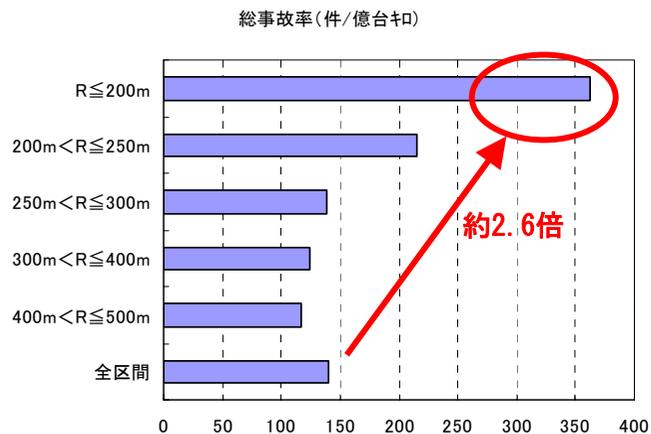
目次

1. 交通事故の多い都市高速のカーブ
2. 従来対策の限界
3. 路車協調サービス(AHS)の必要性
4. 2003年度までの実道実験の結果
5. 実道実験で計測された効果(表示板による情報提供)
6. 首都高速参宮橋での実験結果(対応車載器による情報提供)
 - 6-1 参宮橋カーブの概要
 - 6-2 参宮橋地区での実道実験の内容
 - 6-3 センサーが捉えた事故実態(危険事象調査)
 - 6-4 前方の停止・低速車両情報の直前の提供可能性
 - 6-5 センサーの検知性能
 - 6-6 モニター体験乗車の結果
7. まとめ

1. 交通事故の多い都市高速のカーブ

- 都市高速における半径200m以下のカーブの事故率は平均の2.6倍
- そのような箇所は全国470箇所あり、事故による損失額は年間約100億円
- 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

①都市高速における曲線半径別の事故率



出典: 首都高速、阪神高速、名古屋高速、福岡北九州高速における交通事故データ、道路線形データより算定
(交通事故データは首都高速のみH11~H13年度、他の3高速はH12~14年度)

②都市高速における急カーブ(半径200m以下)の箇所数・事故損失額等

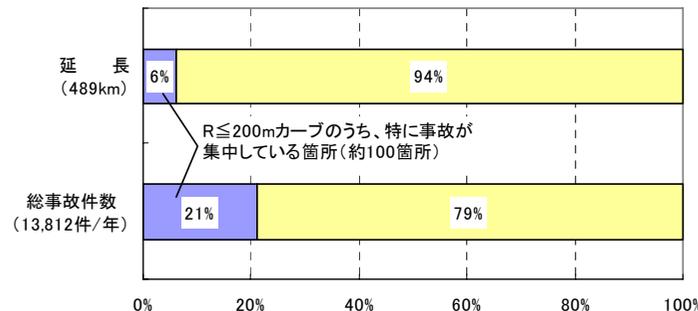
都市高速の急カーブ(R ≤ 200m)における事故発生状況

箇所数	470箇所
死傷事故件数	430件/年
総事故件数	4,070件/年
事故損失額	95億円/年

出典: 左記①に同じ

注) 事故損失額は、総務庁報告(H9年)および首都高速報告資料(H15年)から国総研が単価を設定して算定

③首都高速道路における事故多発カーブの延長と総事故件数のシェア



注1) カーブ区間にはシステム設計基準速度(資料-3参照)でカーブ出口側の制動停止視距が確保できない直線区間等を含めた。

注2) 事故多発カーブとは、R ≤ 200mのカーブで事故の多い上位100箇所。

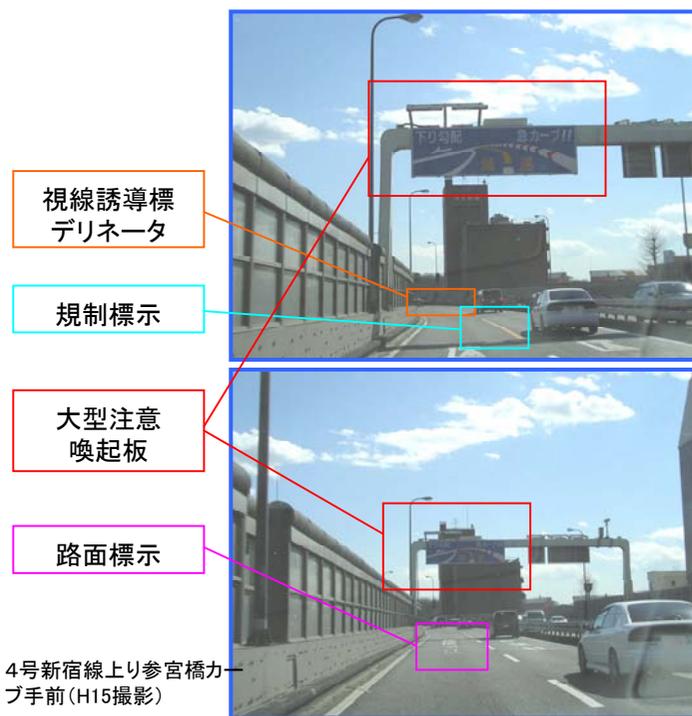
注3) 本線、JCT部を対象とし、交通量または平面線形が不明な区間は除いた。

出典: 平成11~13年度 首都高速交通事故データ、道路線形データより国総研で算定

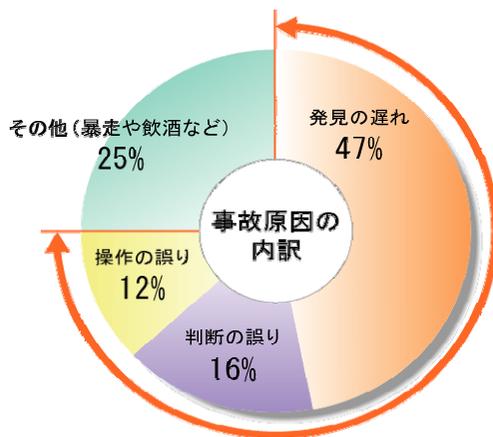
2. 従来対策の限界

- 急カーブ区間では視線誘導標や警戒標識などの対策が講じられているが、見通しの悪いカーブ前方の障害物等に対し十分機能するものではない。
- 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
- 車載センサ等の搭載により前方障害物に対する走行安全性は高まるが、急カーブ区間 ($R \leq 250m$) では車両単独での検知は困難

①カーブ区間での既存対策例



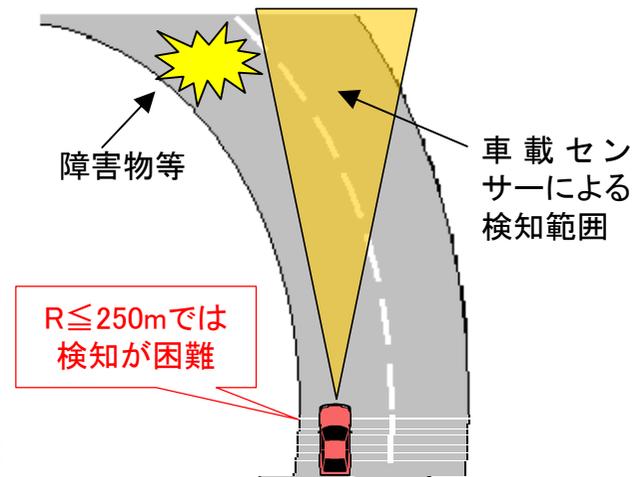
②事故原因の多くはドライバーの事故直前の行動に起因



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

③急カーブ区間における車両単独での前方障害物の発見の困難さ

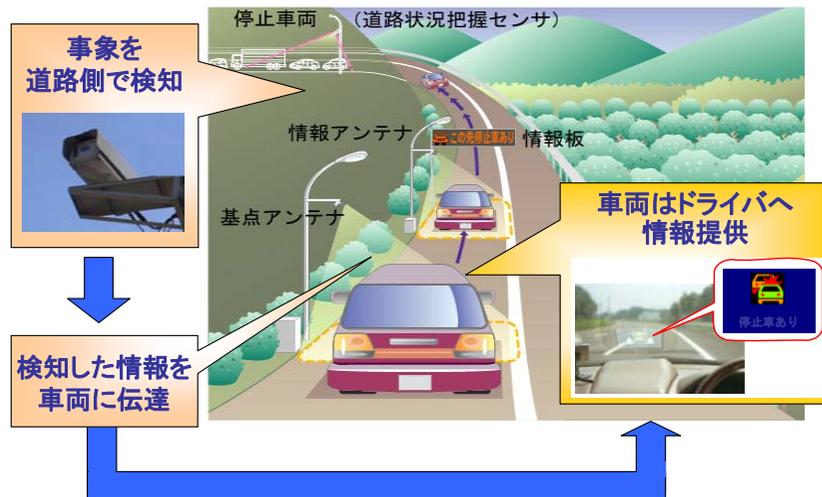


3. 路車協調サービス(AHS)の必要性

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困難な急カーブにおいては、道路から車両に安全運転を支援する情報を提供することが必要

急カーブにおける代表的サービス

- ・「前方障害物情報サービス」: 見通しの悪いカーブ先の停止・低速車両(渋滞末尾を含む)を道路に設置されたセンサーで検出し、カーブに進入する車両に直前で情報提供
- ・「スピード注意サービス」: カーブのきつさや勾配を道路側から車両に伝達し、曲がりきれない速度で進入するドライバーに、注意情報を提供する。



①前方障害物情報サービス



②スピード注意サービス

4. 2003年度までの実道実験の結果

AHSの有効性を検証するため2002年～2003年度に全国7箇所を実道実験を実施

実道実験の実施箇所



<実道実験での検証の視点>

- サービスの有効性
- ドライバーの使い易さ
- システムの安全性・信頼性
- システムの維持・管理の課題抽出や道路管理への活用の可能性など

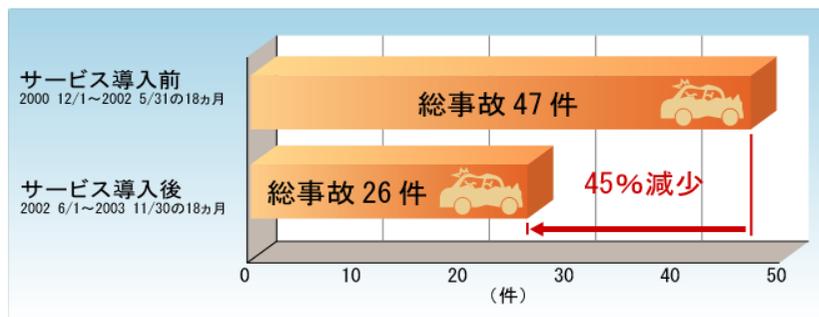
5. 実道実験で計測された効果（表示板による情報提供）

「前方障害物情報サービス」、「スピード注意サービス」を導入した国道25号名阪国道（米谷）と東名阪自動車道名古屋西ジャンクションでは、他の安全対策ともあわせ速度抑制や交通事故件数の減少が観測された。

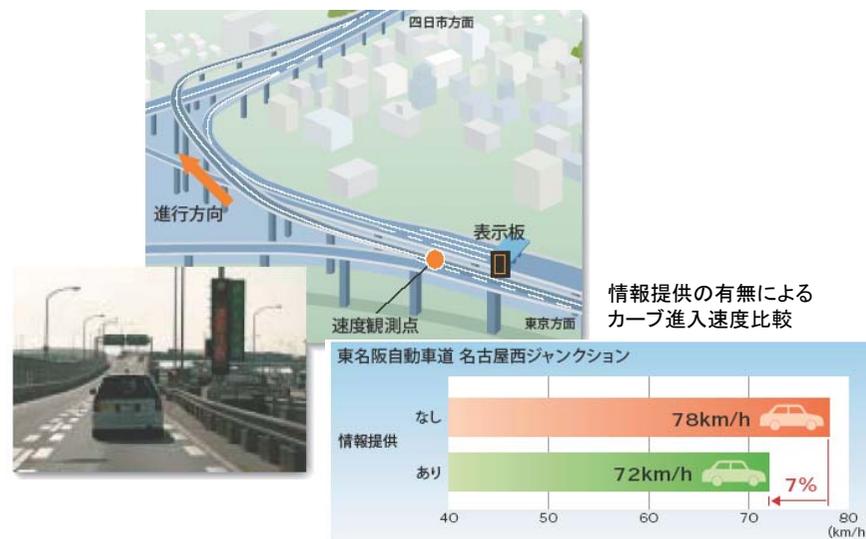
① 国道25号名阪国道（米谷）



米谷カーブでのサービス導入前後の事故件数比較



② 東名阪自動車道 名古屋西ジャンクション



表示板によるドライバーの反応率は5割程度だが、
車載器による反応率は9割に上昇する。
(ドライビングシミュレータの実験結果)

↓
よってAHS対応の車載器があれば
効果は更に向上することが期待

6. 首都高速参宮橋での実験結果(対応車載器による情報提供)

6-1 参宮橋カーブの概要

- 半径88mの急カーブ
- 一日約4.7万台*の交通量
- 2003年度には181件の事故が発生(事故率と併せて首都高速内ワースト1)

①参宮橋カーブの概要と事故要因

*平成15年10月上り平日平均値



【構造要因】
前方の視認性が悪い



【交通要因】
都心方向からの渋滞
が日常的に発生

【ドライバー要因】
速い速度でカーブに進入



②首都高速における総事故発生件数および多発箇所

順位	地点名	路線名	総事故件数 (件/年)	総事故率 (件/億台キロ)
①	参宮橋カーブ	4号新宿線(上り)	181	2,119
②	北の丸TN	都心環状線(内回り)	122	1,407
③	内苑第一カーブ	4号新宿線(下り)	99	867
④	神田橋JCT	都心環状線(内回り)	97	899
⑤	新宿カーブ	4号新宿線(上り)	96	1,213
⑥	用賀本線料金所	3号渋谷線(上り)	95	1,235
⑦	汐留Sカーブ	都心環状線(内回り)	92	774
⑧	永福本線料金所	4号新宿線(上り)	91	1,286
⑨	大井本線料金所	湾岸線(東行)	90	808
⑩	箱崎橋カーブ	6号向島線(下り)	83	646
首都高速全体			13,278	153

出典:平成15年度首都高速交通事故データ(首都公団調べ)

注)各地点の事故数集計範囲は500m, 総事故率は総事故件数/(地点集計範囲500m×各地点平均交通量×366日*)により算出(*H15年度はうるう年のため)

6-2 参宮橋地区での実道実験の内容

(2003年10～11月実施)

実験システムの概要

○路側のセンサーによりカーブ前方の停止・低速車両(渋滞末尾を含む)を把握

○5.8GHz DSRCにより実験車の車載器に直前に情報を提供

実験の内容

1. 危険事象調査

○センサーにより計測されたデータを分析し、事故の実態やその際の車両挙動を分析

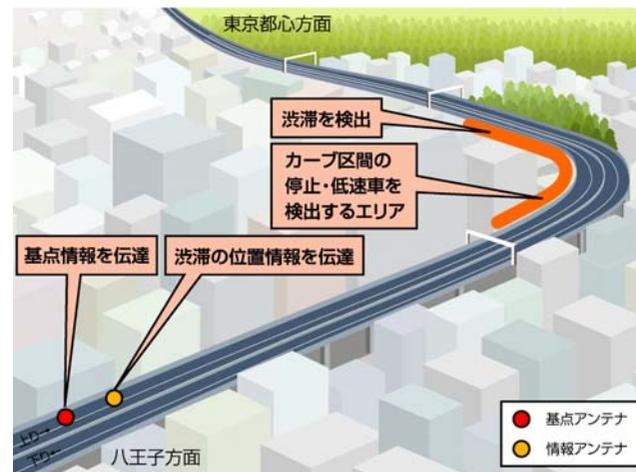
2. システムの検証

○事象の検知や車両への伝達について性能を検証

3. モニター体験乗車

○被験者(30名)に実験車両でサービスを体験してもらい、提供情報の理解度やその有効性等についてヒアリング

①実験システムの概要



②情報提供の内容



実験車の車載器の表示(ヘッドアップディスプレイ)



前方に停止・低速車両がある場合



前方に停止・低速車両がない場合

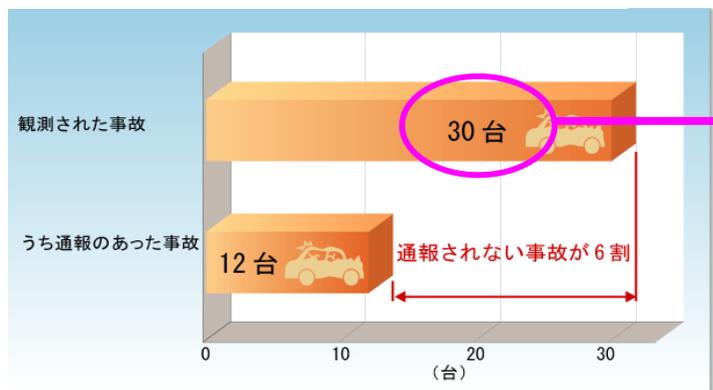
走行例



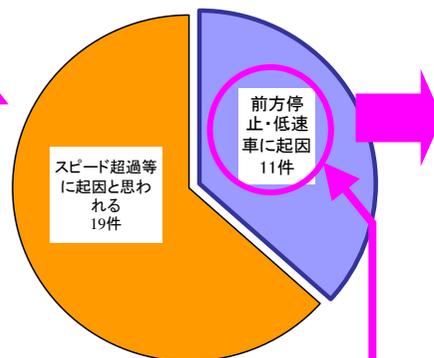
6-3 センサーが捉えた事故実態(危険事象調査)

- 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(通報されない事故が6割あり)
- 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、そのほとんどは二次事故
- 1件の事故の背後にはヒヤリ・ハットと思われる急減速挙動が約80件ある。

①センサーが捉えた新たな事故



②事故の3割はドライバーから見えない前方の停止・低速車両が原因



前方停止・低速車両の内訳	件数	事故類型の内訳	
		追突	側壁衝突等
前方が渋滞末尾	1	0	1
二次事故	10	4	6
計	11	4	7

③センサーが捉えた危険挙動

前方状況	カーブ進入速度40km/h以上の車両		
	最大減速度		
	進入台数 (台数/日)	急減速の頻度 (台数/日)	急減速の頻度 (台数/月)
停止・低速車あり	196	29	870
停止・低速車なし	20,106	753	22,590
計	20,302	782	23,460

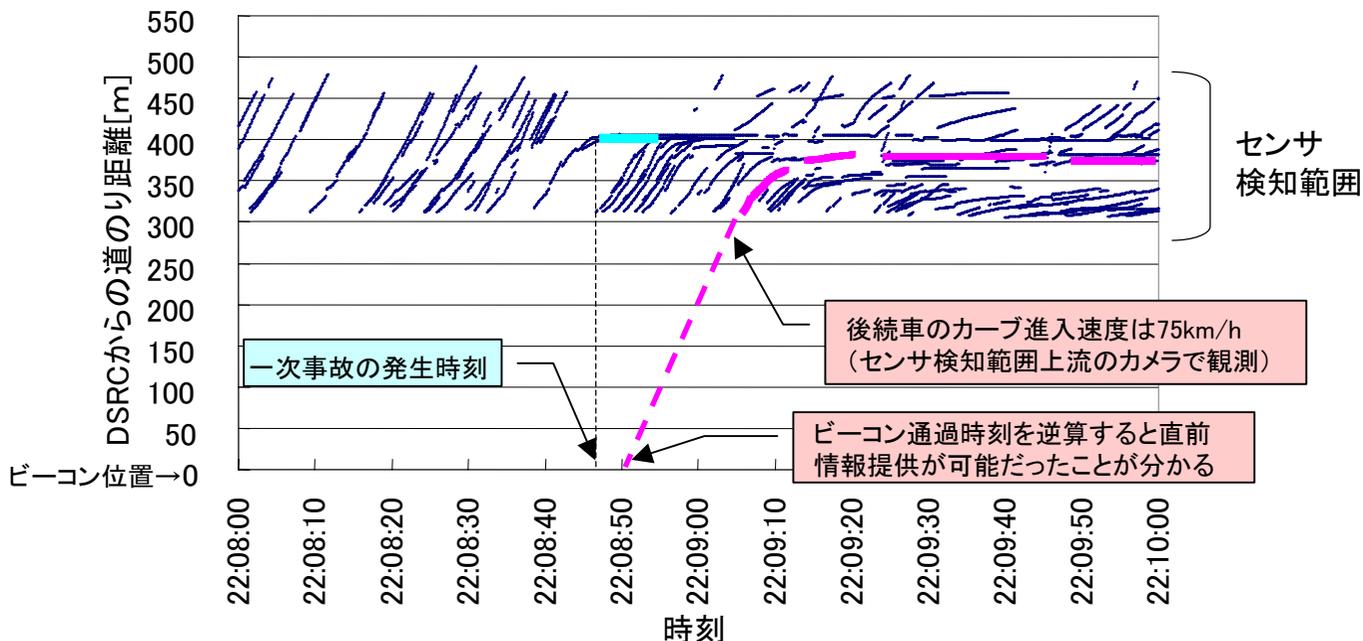
「停止・低速車あり」時の急減速は事故発生件数の約80倍ある

注) 急減速は1秒間平均減速度0.5G以上と設定(ベントの安全性の論文で事故直前に多く発生する減速度とされている)。混雑時とされる40km/h以下の走行車両を除いた。10月20~26日の7日間データから1日平均値を算出(月値は30倍した) 10

6-4 前方の停止・低速車両情報の直前の提供可能性

- 事故データ(障害物に起因した11件)を分析すると、センサーが検知した前方の停止・低速車両情報を直前に後続ドライバーに提供していれば、事故は回避できたと考えられる。
- ただし、うち1件は、事象発生時に後続車がビーコン位置を既に通過してしまっていたため、対応できず。(→ただし直近箇所にビーコンを追加するなどの工夫で対応可能)

①事故滞留に後続車が追突した事故事例における
センサーが計測した車両軌跡図と直前の情報提供の可能性



②事故事例全体での
直前の情報提供の可能性

サービス提供の可否	事象検知区分	事象数
サービス提供可能だった事例	低速車あり	2
	停止車あり	2
	渋滞末尾あり	6
	小計	10
不可能だった事例	ビーコン通過時にまだ前方の事象が発生していなかった	1
総事故件数		11

停止車あり: 4km/h以下が4秒以上継続
 低速車あり: 14km/h以下が2秒以上継続
 渋滞末尾あり: 占有率35%以上、平均速度20km/h以下の渋滞判定領域内に存在する末尾車両

6-5 センサーの検知性能

センサーが概ね正しく事象を検知していることを確認
(観測映像から目視抽出した事象と照合)



センサー(赤外面像式)による処理状況
(一台一台の車両を追尾している)

停止事象の検知性能

	事象発生数 (A)	センサー検知数 (B)	センサー未検知数 (A)-(B)	センサー安全度 (B)/(A)×100 仮目標値96%
停止事象(渋滞中の停止以外)	31	30	1	96.8%
うち事故停止	19	18	1	94.7%
うち事故停止以外	12	12	0	100.0%

未検知の1台は、二輪車。
熱源が転倒により隠され、
追尾できず。直後の後続停
止車を検知して発報。

検証期間 10/15~11/12 での全数を対象

渋滞末尾の検知性能

	検証に用いた事象数 (A)	センサー検知数 (B)	センサー未検知数 (A)-(b)	センサー安全度 (B)/(A)×100 仮目標値96%
渋滞末尾	10	10 但し1事例には検出時刻 にズレがみられた	0	100%

検証期間 10/15~11/12 6:00~20:00 で無作為抽出10事例を対象

渋滞末尾の誤発報の分析

	渋滞末尾発報数(回)	渋滞末尾誤発報数(回)
渋滞末尾発報(深夜0~3時)	9	7

誤発報の内6ケースは、作業大型車、作業
員、発炎筒を渋滞と誤ったもの

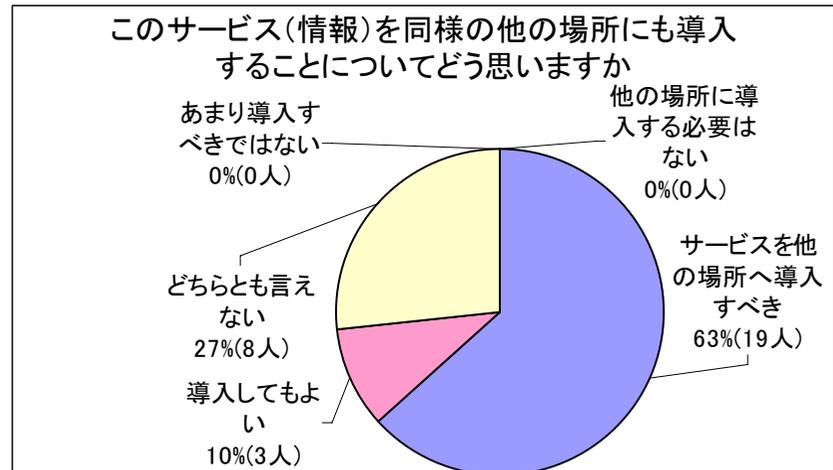
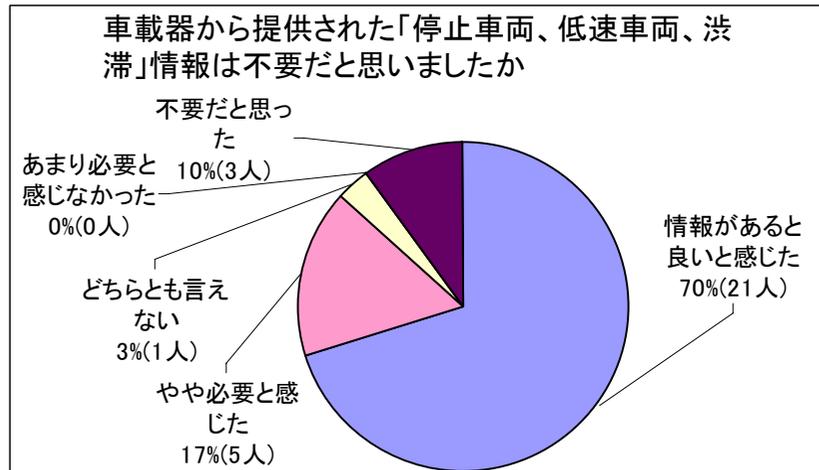
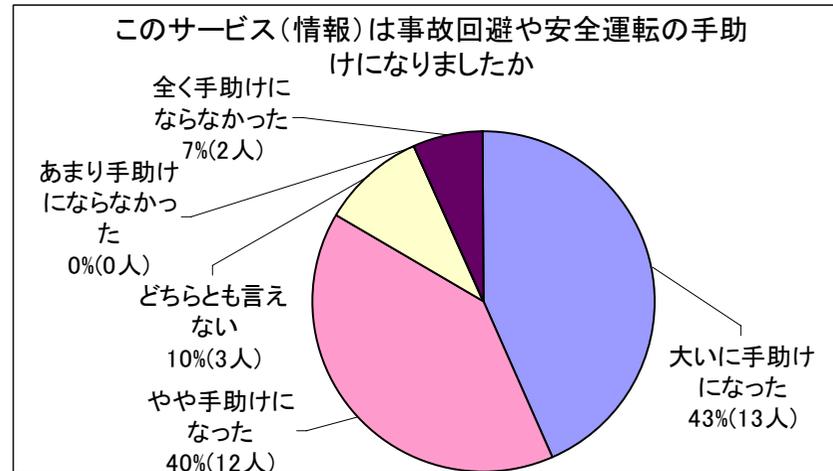
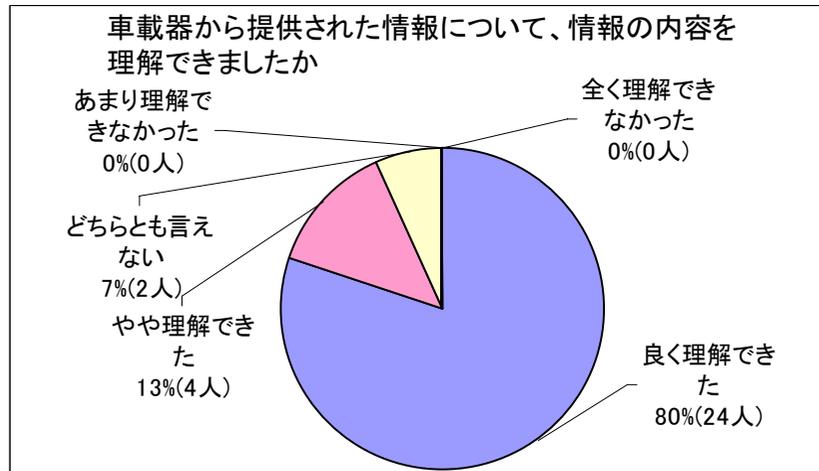
検証期間 10/15~11/12 での深夜(0時~3時)

6-6 モニター体験乗車の結果

前方の停止・低速車両に関する情報が「欲しい」、「安全運転の手助けになる」という意見が大半

調査方法：ドライバー（被験者30名）へのヒアリング

条件：AHS実験車にて参宮橋をサービス無し／有りの状況下で運転した後、ヒアリング調査を実施



7 まとめ

AHSの実道実験を実施

- ・センサーにより停止・低速車両(渋滞末尾を含む)の判別が可能
- ・データの分析により、カーブの危険な挙動を把握
- ・カーブ進入直前の情報提供による事故回避サービスの可能性を検証



前方障害物情報サービスについて
実用化可能な技術レベルであることを確認



新たな車載器ではなく、現行で使用可能な情報提供手段
(既存VICS車載器等)を用いたサービスを検討