

プローブカー調査による交通危険事象車内警告システムの効果計測

Evaluation of In-Vehicle Warning Information System based on Probe Car Survey

周藤浩司**・藤原章正***・張峻屹****

By Koji SUTO**, Akimasa FUJIWARA***, Junyi ZHANG****

1 はじめに

平成 18 年の全国の交通事故死者数は 6,352 人と昭和 30 年以来 51 年振りに 6 千人台前半となった。しかし発生件数は 7 年連続で 80 万件を超え、負傷者数は 8 年連続で 100 万人を超えるなど、依然として憂慮すべき状況にある。また近年の交通事故発生要因として、漫然運転や脇見運転の割合が高まっていることが特徴的である¹⁾。

このような中でスマート 2 マイル広島は、交通事故多発交差点が連続する広島市中心部の国道 2 号の 2 マイル (3.2km) 区間を対象として、交通事故削減を目的とした総合的な交通安全対策を、最新の ITS 技術などにより実践していくことを目的としたプロジェクトである。

これまで交通事故に関する研究は数多く取り組まれているが²⁾、交通事故多発区間を分析対象フィールドとした研究事例は数少ない。

本研究では、交差点内及びその付近の危険事象に関する車内への警告情報の提供効果をドライバーの運転挙動の観点から分析した。特に、AHS 実験車(国土交通省国土技術政策研究所)によるプローブカー調査を実施することで、連続的で精緻な車両挙動データ取得と警告情報の提供位置の精度向上を実現した。更に同車両が備える交通危険事象車内警告システムにより、交通事故が多発する 4 交差点 6 方向を対象として、音声や画像の警告情報 (フロントガラスの中央下部に映し出される HUD: Head Up Display) を HMI(Human Machine Interface) を通じてドライバーへ提供した。本研究では、このプローブカー調査結果に基づいて、対象区間における運転挙動の空間データ分析を行うとともに、警告情報の提供が運転挙動に及ぼす影響を明らかにした。

2 プローブカー調査

(1) 対象区間

プローブカー走行調査は、スマート 2 マイル広島区間 (出汐町交差点~舟入本町交差点) を対象として実施した (図 1)。この区間は大規模交差点が連続し、このうち出汐町、平野橋東、国泰寺、舟入本町の 4 箇所の交差点では、交差点の構造特性にも起因する特徴的な交通事故形態が発生している (表 1)。中でも平野橋東交差点は橋梁に近接するため交差点付近がクレスト形状をしており、視認不良による追突事故が多発しているが、これはデルタ地帯に発達した広島市の特徴的な事故形態である。



図 1 調査対象路線

表 1 対象交差点の事故形態の特徴

交差点	構造特性	事故形態の特徴
出汐町	鋭角に交差	右折時の自転車、左折時の横断者との接触事故
平野橋東	交差点付近クレスト形状	視認不良による追突事故
国泰寺	鋭角に交差	右左折時の横断者との接触事故
舟入本町	路面電車軌道が敷設	支線からの左折時の横断者との接触事故

(2) 調査方法

本研究では、被験者が対象区間を AHS 実験車で走行することにより、その運転挙動を調査した。この車両は、GPS により 0.1 秒間隔で走行位置を取得し、同時にその時刻の車両挙動 (走行速度、加速度、減速度、横加速度、車間距離、ブレーキ操作量など) を計測する機能を有し

* Key words : 交通安全, ITS, 交通情報

** 正員 工修 広島大学大学院国際協力研究科博士課程後期 (中電技術コンサルタント(株), 広島市南区出汐 2-3-30, TEL082-256-3389 FAX082-254-0661)

*** 正員 工博 広島大学大学院国際協力研究科 (東広島市鏡山 1-5-1 TEL&FAX082-424-6921)

**** 正員 工博 広島大学大学院国際協力研究科 (東広島市鏡山 1-5-1 TEL&FAX082-424-6919)

ている。また交通危険事象車内警告システムにより、HMI を通じてドライバーへタイムリーな警告情報を提供することが可能である。本研究では被験者がこの AHS 実験車を交通事故が多発する動線上を走行することで対象区間の運転挙動を明らかにした(表2、図2)。被験者は日常的に運転している大学生 14 名とした。

表 2 走行調査の概要

項目	内容
期間	7 日間：2006.11.21(火)～11.27(月) 9:00～17:00
被験者	大学生 14 名(2 名/日)
走行方法	交通事故が多発する動線上を走行 (図 2)

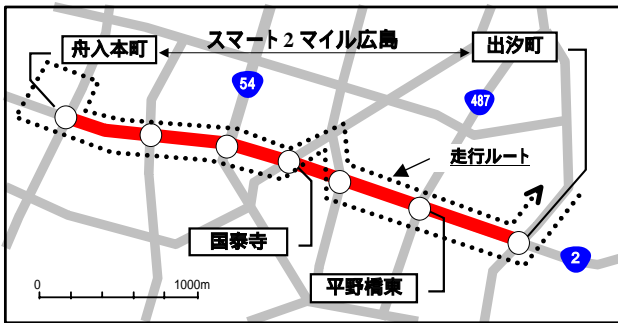


図 2 走行ルート

(3) 実験シナリオ

調査では、1 日 2 名の被験者が 9:00～17:00 の間に、警告情報の提供タイミングと HMI の内容を組み合わせた 5 ケースの実験シナリオを 1 回ずつ走行した(表3)。

被験者には、主要な 4 交差点(出汐町、平野橋東、国泰寺、舟入本町)の 6 方向の交通事故多発箇所を通過する際に、車載器からの HMI により警告情報を提供した(表4)。平野橋東交差点では、前方の信号による停止車両の有無により警告情報の内容を変更する動的な情報提供を行った。また被験者は各回の運転終了後、直ちに走行中のヒアリハット発生状況(発生場所と内容)を調査票に記入し、調査終了後には情報提供に関する利用意向アンケート調査を回答した。

7 日間の調査期間で、被験者 14 人から実験シナリオ Case1 は 16 サンプル、Case2～5 は各 14 サンプル、合計 72 サンプル(往復)のデータを取得した。1 回(往復)の走行には 1 時間弱を要したが、所要時間は交通渋滞に影響されたため変動があり、週末や 23 日の祝日は比較的短時間で走行した。

表 3 実験シナリオ

実験シナリオ	提供タイミング () : 平野橋東	HMI
Case 1	P0:なし	V0:なし
Case 2	P1:停止線手前 100(200) m	V1:音声のみ
Case 3	P1:停止線手前 100(200) m	V2:音声+画像
Case 4	P2:停止線手前 200(300) m	V1:音声のみ
Case 5	P2:停止線手前 200(300) m	V2:音声+画像

表 4 HMI による警告情報

交差点	事故形態	HMI (Human Machine Interface)	
出汐町 国泰寺	右折時の接触事故 (出汐町は自転車横断帯)	音声	この先右折です。自転車(歩行者)の横断に注意してください。
	画像		
平野橋東	左折時の接触事故	音声	この先左折です。歩行者の横断に注意してください。
	画像		
舟入本町	追突事故 (動的情報)	音声	この先、信号(停止車:動的情報)に注意してください
	画像		
舟入本町	左折時の接触事故	音声	この先左折です。歩行者の横断に注意してください。
	画像		

3 運転挙動の空間データ分析

(1) 減速度分布

プローブカー調査は車両挙動を時空間的に取得できるため、危険行動の発生特性を抽出する有効な手段である。本研究で分析対象とする右左折時の接触事故や追突事故発生局面では、強い減速度が発生することが想定されるため、その発生状況を把握することが有効である。そこで減速度の発生頻度を表5に示し、空間的な分布状況を GIS により走行方向別に分析した(図3～6)。ここで示す「危険行動」は、既往研究等により通常の減速度 0.2G を超える挙動として定義し、全被験者が走行中に発生した 0.1 秒単位の減速行動を示している。

表 5 危険行動の分布

減速度	下り		上り	
	頻度	構成比	頻度	構成比
≥ 0.45G	10	0.002	10	0.001
0.40 ≤ < 0.45G	27	0.006	32	0.005
0.35 ≤ < 0.40G	75	0.016	83	0.012
0.30 ≤ < 0.35G	156	0.033	275	0.040
0.25 ≤ < 0.30G	657	0.137	1081	0.158
0.20 ≤ < 0.25G	3870	0.807	5375	0.784
計	4795		6856	
平均(G)	0.232		0.234	
標準偏差(G)	0.038		0.037	
変動係数	0.162		0.158	

危険行動の発生件数は、上りが 6856 件と下り 4795 件の 1.43 倍である。これは、上りは左折行動が多く、左折

時の危険行動に起因している。危険行動の80%程度は0.20Gから0.25G間に分布しているが、0.3Gを超える強い危険行動も5%程度を観測された。

危険行動発生状況を空間的にみると、信号交差点前で連続的に発生し、特に上りの西側で連続性が高い。0.3G以上の強い危険行動は、本研究で警告情報を提供した交通動線上周辺でも確認されており、交通事故の発生に繋がる潜在的要因がある空間と考えられる。

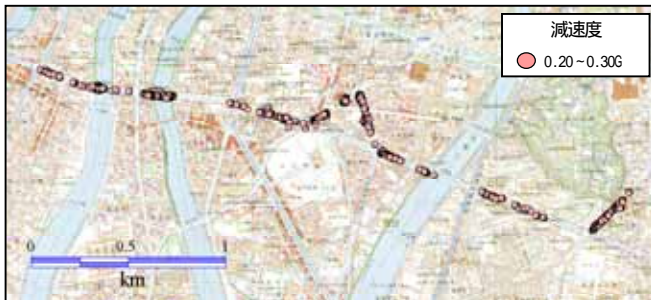


図3 危険行動の発生分布(下り: 0.20 ≤ < 0.3G)



図4 危険行動の発生分布(下り: ≥ 0.3G)



図5 危険行動の発生分布(上り: 0.20 ≤ < 0.3G)



図6 危険行動の発生分布(上り: ≥ 0.3G)

(2) 車間距離分布

危険行動の発生箇所における車間距離は、多くが100m以上の十分な車間距離を確保しているが、中には車間距離10m以内の箇所も約1%ある。これらの地点は0.3Gを

超える減速度の発生地点と同様に交通事故の多発地点の周辺で発生している。(表6, 図7, 図8)

表6 コンフリクト発生地点における車間距離分布

車間距離 (m)	下り		上り	
	頻度	構成比	頻度	構成比
0-10	62	0.013	80	0.012
10-20	107	0.022	176	0.026
20-30	181	0.038	155	0.023
30-40	155	0.032	134	0.020
40-50	61	0.013	173	0.025
50-60	76	0.016	140	0.020
60-70	72	0.015	82	0.012
70-80	55	0.012	65	0.010
80-90	71	0.015	43	0.006
90-100	68	0.014	29	0.004
100-	3887	0.811	5779	0.843
合計	4795	1.000	6856	1.000
平均	111.5		113.9	
標準偏差	35.0		33.3	
変動係数	0.314		0.292	



図7 車間距離(下り)



図8 車間距離(上り)

4 交通危険事象車内警告システムの効果

交通危険事象車内警告システムによる交差点付近の警告情報が危険行動に及ぼす影響を分析する。

表9は情報提供開始地点(停止線から200m:平野橋東交差点のみ 300m)から交差点内で発生した危険行動の減速度平均値を示す。ここで、多くのケースで警告情報を提供しない場合に比べて、提供した場合は10%程度平均値が低下しており、警告情報が急激な減速度の発生を抑制している。中でも出汐町(上下)や国泰寺交差点(下り)は低減が大きい。これは警告情報が交差点構造のため、歩行者や自転車を視認し難い場合の運転挙動に効果が大きいことを示していると考えられる。

表 7 実験シナリオごとの減速度平均値

交差点	HMI	P0: なし	P1: 100m 200m	P2: 200m 300m	平均
出汐町 (下り)	V0:なし	0.257	-	-	0.257 (1.000)
	V1:音声	-	0.230	0.219	0.224 (0.872)
	V2: 音声+画像	-	0.224	0.242	0.238 (0.926)
	平均	0.257	0.228	0.234	0.239 (0.930)
出汐町 (上り)	V0:なし	0.278	-	-	0.278 (1.000)
	V1:音声	-	0.228	0.229	0.228 (0.820)
	V2: 音声+画像	-	0.232	0.231	0.232 (0.835)
	平均	0.278	0.230	0.230	0.240 (0.863)
平野橋 東 (上り)	V0:なし	0.239	-	-	0.239 (1.000)
	V1:音声	-	0.235	0.232	0.234 (0.974)
	V2: 音声+画像	-	0.229	0.240	0.236 (0.987)
	平均	0.239	0.234	0.236	0.236 (0.987)
国泰寺 (下り)	V0:なし	0.248	-	-	0.248 (1.000)
	V1:音声	-	0.210	0.230	0.226 (0.911)
	V2: 音声+画像	-	0.204	0.222	0.222 (0.895)
	平均	0.248	0.210	0.227	0.237 (0.956)
国泰寺 (上り)	V0:なし	0.238	-	-	0.238 (1.000)
	V1:音声	-	0.243	0.227	0.232 (0.975)
	V2: 音声+画像	-	0.232	0.243	0.240 (1.008)
	平均	0.238	0.237	0.237	0.237 (0.996)
舟入本 町 (上り)	V0:なし	0.230	-	-	0.230 (1.000)
	V1:音声	-	0.214	0.244	0.232 (1.009)
	V2: 音声+画像	-	0.221	0.228	0.225 (0.978)
	平均	0.230	0.218	0.236	0.229 (0.978)

平野橋東交差点

5 動的情報提供による効果

平野橋東交差点では、前方の停止車両の有無による動的な警告情報をドライバーに提供した。この情報提供は、監督員が交差点付近を俯瞰する近隣のビルから車両流動を監視し、その状況を AHS 実験車に同乗する監督員に携帯電話で知らせ、この監督員が手元の情報切替スイッチを操作することで実施した。

図 9 に平野橋東交差点付近の走行速度分布(停止車データは除く)を示す。ここで交差点付近とは、実験シナリオ Case4,5 の情報提供開始地点である交差点停止線手前 300m 地点から停止線までの区間である。情報提供無における走行速度平均値の差の検定結果では、動的情報提供した場合の平均走行速度は 5km/h 程度低下し、一方、

静的情報(音声)では変化がなく、静的情報(音声+画像)では走行速度が 2km/h 程度高まることが明らかとなった。特に動的情報を提供したとき 45km/h 以上の高速走行が減少していることから、交差点付近の走行速度低下には動的情報が有効であり、単に信号の存在を知らせる静的情報は走行速度低減に有効でないことが明らかとなった。

表 8 平野橋東交差点付近の走行速度(km/h)

ケース	情報無	動的(音)	静的(音)	動的音+画	静的音+画	計
平均	35.3	29.2*	35.9	28.9*	37.5*	33.6
標準偏差	17.9	15.8	16.2	14.8	18.2	17.2
データ数	6950	4260	3083	3442	3992	21727

*有意水準 1%

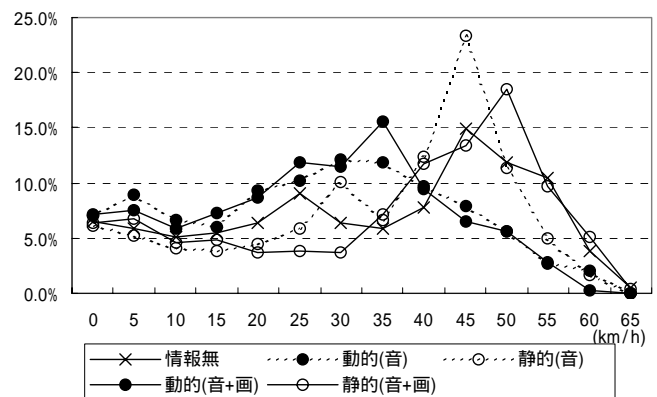


図 9 平野橋東交差点付近の走行速度分布

6 おわりに

本研究では、交通事故多発区間の運転挙動と、車内への警告情報が運転挙動に与える影響を明らかにした。

本研究を通じて、以下の知見が新たに明らかとなった。

- 交通事故多発区間では、0.3G 以上の強い減速度は、交通事故の発生が多く、本研究で警告情報を提供した地点の周辺に発生する。
- 0.2G 以上の減速度発生地点において、車間距離が 10m 以下の地点があり、これらの地点は強い減速度と同様に交通事故多発地点周辺に分布している。
- HMI による交差点付近の警告情報により、減速度の平均値は 10%程度低減される。
- 交差点付近の追突事故への動的な警告情報の提供は走行速度低減に効果がある。

なお本研究は、(社)土木学会・実践的 ITS 研究特別委員会 A 部会として実施したものである。このような研究の機会を与えていただいたことに感謝の意を表したい。

参考文献

- 1) 警察庁：平成 18 年中の交通事故の発生状況，<http://www.npa.go.jp/toukei/index.htm>, 2006.
- 2) 山田喜一，宇野宏，赤松幹之：走行支援システムのドライバー受容性評価法標準化の検討，自動車研究，第 26 巻第 9 号，pp473-478, 2004.9