

# 講演 1. 通信技術等を活用した路面電車・自動車間における安全性向上に関する取組

交通システム研究部 ※竹内 俊裕 長谷川 智紀 林田 守正 押立 貴志 (客員研究員)  
 篠田 憲幸 (客員専門調査員)

## 1. まえがき

近年、路面電車は環境負荷の少ない公共交通機関として関心が高まっているが、自動車と道路を共用していることから、図1に示すとおり平成27年度では60件の道路障害事故が発生しており、路面電車と自動車との間の事故防止を図ることが安全を確保する上で重要である。

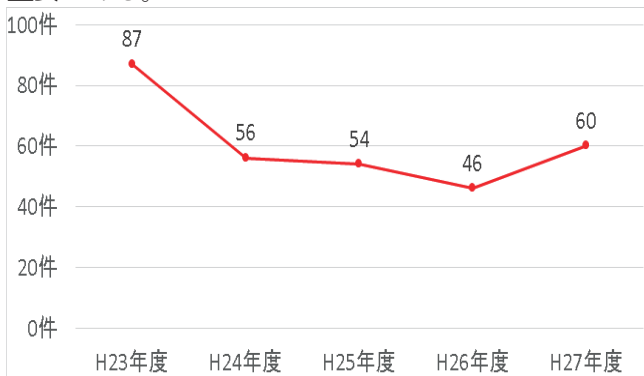


図1 道路障害事故件数の推移<sup>1)</sup>

路面電車と自動車との事故発生場所としては、その半数近くが交差点で発生していることから(図2)、交差点での事故を防止することが重要であると考えられる。

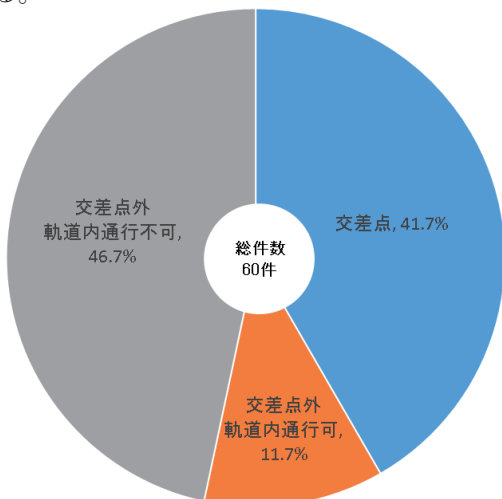


図2 道路障害事故発生場所別グラフ<sup>1)</sup>

自動車の事故削減に関する施策の一つに、国土交通省自動車局が交通事故による死傷者数の削減を目的として推進しているASV推進計画<sup>2)</sup>がある。ASV推進計画では、見通しの悪い交差点等において、自動車同士が位置や速度等の情報を交換し、情報提供や注意喚起の支援を行う通信利用型運転支援システムが検討され、一部実用化されている。

そこで、自動車とともに道路空間を共有する路面電車に対しても、通信利用型運転支援システムを用いることにより、路面電車・自動車間の衝突事故防止が期待できると思われることから、東京大学、広島電鉄、及び中電技術コンサルタントとともに、通信利用型運転支援システムを用いた路面電車・自動車間衝突事故防止支援システムを構築し<sup>3)</sup>、路面電車・自動車間の衝突事故防止を目的とする予防安全に関する取組を行っているので報告する。

## 2. 路面電車・自動車間衝突事故防止支援システム

これまでに構築した路面電車・自動車間衝突事故防止支援システム(図3)は、処理装置を中心として、自車両の位置検知を行うGPS受信機、自動車と通信を行うITS無線機とアンテナ、運転士への支援を表示と音声で行うための支援モニターと支援スピーカーで構成している。

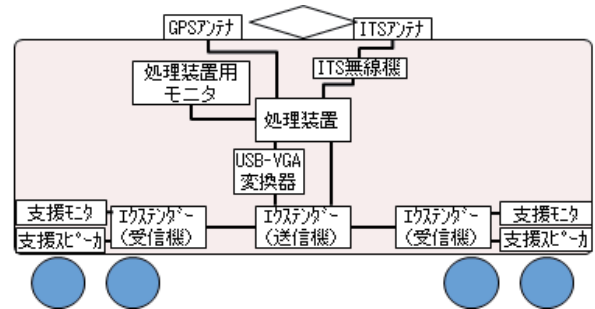
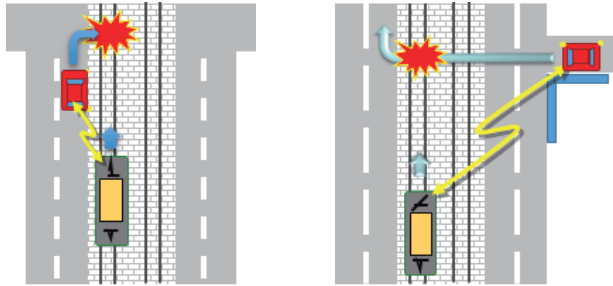


図3 システム構成

また、これまでは、路面電車事業者の意見や事故事例等から、支援により路面電車と自動車の衝突や接触

事故を削減する効果が見込まれる場面としては、右折自動車に対する支援（場面1）、細街路から軌道敷を超えて右折する自動車に対する支援（場面2）を検討してきた（図4）。今回、これらに加えて、路面電車事業者へのヒアリングを基に新たな6場面を選定し、その中から、特に支援の有効性が高いと思われる2場面、図5に示す大型車の陰に存在する右折自動車に対する支援（場面3）と対向路面電車の陰に存在する対向右折自動車に対する支援（場面4）について検討した。



場面1 場面2

図4 従来の支援場面



場面3 場面4

図5 新たに追加した支援場面

さらに、将来的に通信利用型運転支援システムの普及が進み、図6に示すように ITS 無線機を搭載した自動車が多数存在する環境下における支援についても検討を行った。

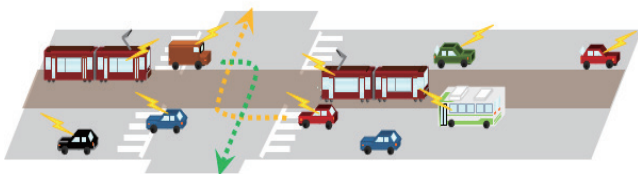


図6 ITS 車載器を搭載した自動車が多数存在する環境における支援のイメージ

### 3. 実証実験

構築した路面電車・自動車間衝突事故防止支援システムについて、各場面における支援状況を確認することを目的とした機能検証実験と、多数の ITS 無線機が

電波を放射している環境下での支援への影響を確認することを目的とした高負荷実験を実施した。

機能検証実験は、試験車両（図7）、試験自動車（図8）にシステムを搭載し、広島電鉄江波線（江波～横川駅間）において実施した。なお、大型車についてはワンボックス自動車にシステムを搭載して模擬した（図9）。



図7 試験車両



図8 試験自動車



図9 模擬大型車

高負荷実験は、路面電車の車庫に隣接している会議室に30台のITS無線機を電波を放射している状態で設置し、車庫線に試験車両を配置するとともに車庫線に接している駐車スペースに試験自動車を配置し、その状況で試験自動車から模擬支援情報を試験車両に

伝送し、試験車両に設置された支援モニタへの支援の出力状況を目視確認することとした。また、試験自動車から試験車両への通信を一定時間記録し、伝送未達の状況を測定した。

#### 4. 実験結果

##### 4. 1. 機能検証実験

機能検証実験は、試験自動車が交通法規を遵守した上で、試験車両に追従し、比較的交通量の少ない交差点等でタイミングを合わせながら10回以上繰返し実施した。大型車の陰に存在する右折自動車に対する支援（場面3）の実験時の様子を図10-①と図10-②に、対向路面電車の陰に存在する対向右折自動車に対する支援（場面4）の実験時の様子を図11-①と図11-②に示す。

各場面において支援が行われたことを「成功」、支

援が行われなかったことを「失敗」として、それぞれの回数及び成功率を表1に示す。各場面による成功率のばらつきは、試験時の交通事情によりタイミングが合わせられなかった影響によるものであり、特に場面4については、交差点で試験車両と対向路面電車がすれ違うタイミングが少なく、支援が行われるための条件が整わなかったことによるものであるが、その条件が成立した場合には各場面において確実に支援されることが確認できた。

表1 機能検証実験結果

	合計	成功	失敗	成功率
場面1	16回	13回	3回	81.3%
場面2	11回	10回	1回	90.9%
場面3	19回	14回 </td <td>5回</td> <td>73.7%</td>	5回	73.7%
場面4	10回	6回	4回	60.0%



図10-① 場面3の処理装置画面



図11-① 場面4の処理装置画面

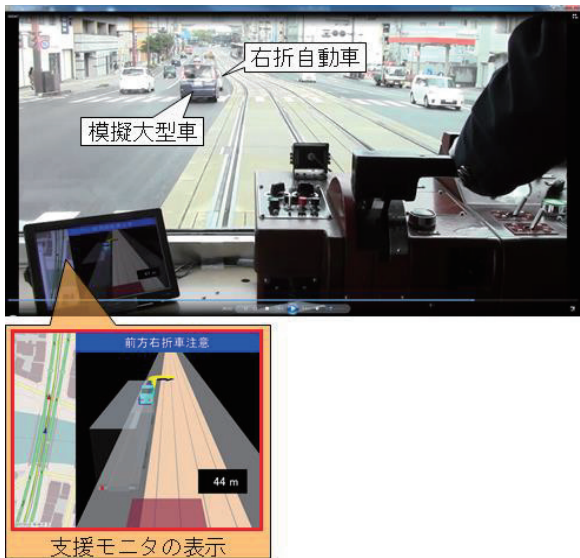


図10-② 場面3の支援状況

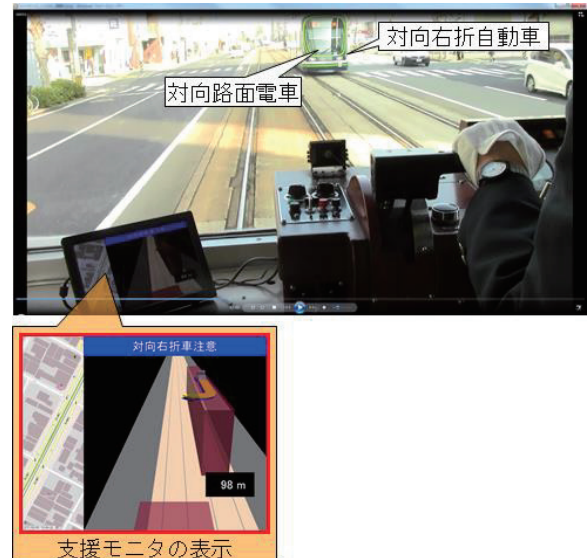


図11-② 場面4の支援状況

しかしながら、今回の実験において、大型車の陰に存在する右折自動車に対する支援（場面3）の実験時に、右折自動車に対する支援（場面1）の条件が先に成立した場合には、場面1の支援しか行われないことが確認されたことから、複数の支援がほぼ同じタイミングで成立した場合には、事故削減効果が高いと思われる支援を先に行う等、優先順位についての検討が必要であることが確認された。

#### 4. 2. 高負荷実験

高負荷実験では、30台のITS無線機が電波を発射している状況においても、試験自動車から送信された模擬支援情報が試験車両で受信され、支援モニタに支援が出力されることを確認した（図12）。



図12 高負荷実験時の処理装置画面

また、高負荷実験を実施した3日間の各日30分間の伝送ロスト率について測定した結果を表2に示す。ITS無線機のメッセージ伝送周期は100msecで行われる仕様となっていることから、30分間で18,000メッセージが伝送されることとなり、その間に受信できなかったメッセージを伝送ロストとして伝送ロスト率を求めた。

表2 高負荷実験時の伝送ロスト率測定結果

	1日目	2日目	3日目
伝送回数	18,000	18,000	18,000
受信数	17,120	16,596	16,618
伝送ロスト率	4.9%	7.8%	7.7%

測定の結果、測定日によって伝送ロスト率は異なるが、約5%~8%程度であり、高負荷状態によるものと推測される。しかしながら、100msec周期で支援情報は

次々と伝送されていることから、常に最新の情報に更新されるため、支援機能に影響を及ぼすような現象は見られなかった。

#### 5. まとめ

ASV推進計画で検討された通信利用型運転支援システムを活用して、道路空間を共有する路面電車と自動車間の事故防止を目的とする予防安全に関する取組について報告した。

路面電車・自動車間衝突事故防止支援システムを構築し、事故削減効果が見込まれる場面について機能検証実験を実施した結果、各場面において支援が行われることを確認した。

また、多数のITS無線機を搭載した自動車が存在する環境を模擬的に作り、高負荷状態においても支援が正常に行われることを確認した。

今回実験を行った4つの場面については、所定のタイミングで支援が行われることを確認したが、複数の支援が同時に成立した場合には、その時のタイミング次第で、先に成立した支援のみ行われることが確認され、支援の優先順位が重要であることも確認された。

今後の予定としては、路面電車事業者へのヒアリング等を実施し、支援の優先順位の考え方を取り入れるとともに、複数の支援が成立した場合の運転士への支援方法についても検討を進めていく予定である。またモニターランを通して、実環境においてITS車載器を搭載した一般の自動車との遭遇による支援状況を確認するとともに、それらの情報を用いて最適な支援タイミング等について検討を進めていく予定である。

なお、本実証実験に多大なるご協力を賜った東京大学生産技術研究所、広島電鉄株式会社、マツダ株式会社、中電技術コンサルタント株式会社に深く感謝申し上げます。

#### 参考文献

- 1) 公益財団法人鉄道総合技術研究所「鉄道安全データベース」より
- 2) 国土交通省自動車局 第5期ASV推進計画
- 3) 竹内他、“通信技術等を活用した鉄軌道・道路交通間における安全性向上に関する取組”，交通安全環境研究所フォーラム2016，pp.61-64（2016）