

ノーガード電停に対する安全対策に関する取組み*

Solution to the Problems of the Streetcar Stops with No Safety Barriers*

岡村 健志** 筒井 啓造***熊谷 靖彦****

By Kenji OKAMURA ** Keizo TSUTSUI*** Yasuhiko KUMAGAI ****

1. はじめに

都市部における交通渋滞が慢性化する中、環境に優しく、地上から乗れるため高齢者、幼児など交通弱者や環境に対して優しい乗り物であること、建設費が安いこと¹⁾などの理由で路面電車は、公共交通の中でも特に見直されてきている。

その一方で路面電車は路上の空間を占有するため限られた都市内の道路交通容量に制約を加え、自動車交通に大きな影響を与えている一面もある。

高知県では、県民の生活や社会活動において自動車を利用した移動が非常に多い状況にある。それと共に高知県中心部を走る路面電車は、児童や高齢者の日常的な移動手段、サラリーマンの通勤手段として活用されている。

このような中、高知県においては島状の安全地帯や防護柵がない、道路に白線やカラー舗装で表示をただけの平面電停（以下「ノーガード電停」と記す）が多く残っている。現在高知県の路面電車には153箇所の電停があり、その内の31箇所がノーガード電停である。

ノーガード電停では、特に夜間において自動車運転者の電停への認知力が劣るため非常に危険な状況にあり、電停に立つ乗降客をドライバーが認識でき

なかったため接触しそうになるといったヒヤリハットが数多く発生している。また平成6年に電車待ちをしていた高校生が車にはねられ大怪我をする事故が発生し、平成9年には高齢者が死亡する事故も発生し、早急な対策を求める声が高まっていた。

ノーガード電停を抜本的に解決するには、道路を拡幅して島状の安全地帯を設けるスペースを確保する、複線軌道を単線運用することによって電停の場所を作成するといったハード施策があげられる。しかしこのような施策には用地買収など多額な予算を伴うため実施が困難である。よってその代替案としてソフト的な改善案を提案した。

本論文では高知県、高知工科大学 地域 ITS 社会研究センターおよび民間企業の産学官の連携によって、開発したノーガード電停安全対策システムの概要および東新木電停における導入効果に関して報告する。

路面電車の電停の安全性に関する既往研究には中村ら²⁾の複数の電停における整備状況とその危険性を比較したものがある。またRACDAは岡山市のノーガード電停における安全対策案³⁾のあり方を取りまとめた。しかし本研究のように実際に現場で安全対策を行い、その効果を検証した研究は存在せず、新規性の高い研究である。

*キーワード：歩行弱者，交通安全対策，路面電車

**正会員，農修，高知工科大学 総合研究所

***非会員，測研社

****正会員，学博，高知工科大学 総合研究所

(高知県香美郡土佐山田町宮の口，TEL:045-563-1141, FAX045-566-1617)

2. ノーガード電停の現状

(1)はじめに

現在高知県内には31箇所のノーガード電停が存在する。表1として高知県内にあるノーガード電停の路線名とその数をまとめ図1としてノーガード電停の写真を示す。

ここでは国道195号を対象にノーガード電停の現状を整理する。なお対象の電停では図1のように車道側が道路上に白線やカラー舗装で表示しただけのノーガード電停であり、その反対側は通常の島状電停である。

表-1 高知県内のノーガード電停数

路線名	ライン+カラー	ラインのみ	合計
伊野町道新町線	1箇所	2箇所	3箇所
国道33号線	4箇所	0箇所	4箇所
朝倉伊野線	2箇所	0箇所	2箇所
梅ノ辻朝倉線	0箇所	10箇所	10箇所
国道195号線	9箇所	0箇所	9箇所
南国インター線	1箇所	2箇所	3箇所
合計	17箇所	14箇所	31箇所



図-1 ノーガード電停

(2) ノーガード電停の整備状況

本節では高知市圏東部におけるノーガード電停における整備状況を表2としてまとめる。なお各電停における整備状況を示す電停整備率を式1と定義する。

$$S = \frac{\sum_i x_i}{20} \times 100 \quad (1)$$

ここに電停整備率を S 、項目 i における評点を x_i とする。なお評点に関しては各電停において現地調査を行い、○(良好)、△(劣化している)、×(劣化し機能しないまたは存在しない)の3段階で主観評価し、それぞれの評点を2点、1点、0点とした。

表-2 ノーガード電停の整備状況

項目 \ 電停名	介良通	新木	東新木	田辺島	舟戸	北浦	明見橋	長崎	小籠通
幅員	○	○	○	○	○	×	○	○	×
カラー舗装	○	○	○	○	○	△	△	△	△
付帯設備									
ガラスビーズ	×	○	×	×	○	×	○	○	×
白線	△	○	△	○	○	△	△	△	△
照明	△	×	×	△	×	△	△	×	△
道路照明	○	○	○	○	○	○	○	○	△
周辺整備									
歩道	○	○	○	×	×	○	×	×	×
信号機	○	○	×	×	×	○	×	×	×
電停注意標示	△	○	△	△	○	△	△	△	×
速度抑止区画線	×	×	×	×	×	×	○	×	×
電停整備率	65%	80%	50%	55%	60%	50%	60%	45%	20%

この結果、全体的な特徴として以下のようなことがあげられる。

- 電停上の照明がすべて裸電球で照度が悪く、故障して点灯していない照明が多い。またヘッドライトの反射のために混入させるガラスビーズが無いものや白線の劣化がある箇所が多く、このため夜間の電停の視認性が悪い。
- 介良通、新木以外は、点滅信号もしくは信号が無くまた、道路線形としても長い直線が多いことから全体的に車両の速度が高くなる傾向がある。
- 郊外の電停に向かうに従い整備割合が低い傾向にある。

(3) 通過車両の挙動

利用者乗降時にノーガード電停を通過する車両に対し、以下の3種類に危険度を分類した。

1. 危険を認知した上で事故機会をなくす安全な行為
2. 危険を認知した上で、やや事故機会を軽減する行為
3. 危険を認知していない、もしくは認知した上で事故機会の高い行為

表3に上記3つの車両で危険度とそれに対応する車両挙動を示す。

表-3 車両挙動の危険度

危険度	車両挙動パターン
1	停止
2	停止後徐行
	対向車線通過
3	徐行通過
	接近停止
	接近通過(減速)
	減速無し通過(減速なし)

また各電停における危険度の発生状況を調べた。その結果を図2として示す。

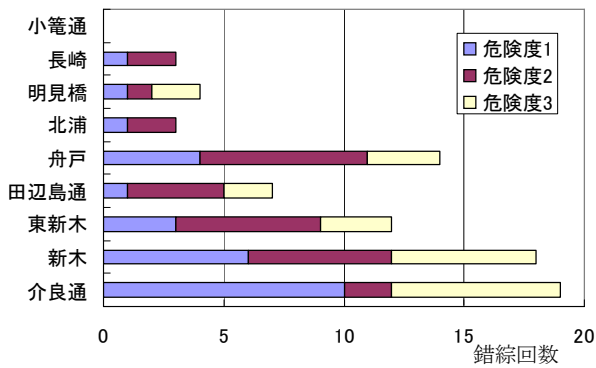


図-2 各電停における危険挙動発生状況

図2より利用者と車両の錯綜回数が多い電停においては車両が危険度の高い挙動を示す傾向にあることが分かる。また電停の整備状況が高い電停において車両との錯綜回数が高い傾向にあることが分かる。

(4) ノーガード電停の乗降状況

本節ではノーガード電停における乗客の乗降実態に関してまとめる。まず表4の様に乗車、降車のパターンを分類し、それぞれの割合を図3, 4に示す。

表-4 乗降パターンの分類

乗車A	島状電停付近で待って 電車が来てから電停に移動
乗車B	島状電停付近で待って 電車が来る前に電停に移動
乗車C	反対車線で待って 電車が来てから道路を横断し電停に移動
乗車D	反対車線で待って 電車が来る前に道路を横断し電停に移動
乗車E	反対車線で待って 電車が来てから横断歩道を利用し電停に移動
降車A	島状電停方向へ降車
降車B	道路を横断し反対車線方向へ降車
降車C	横断歩道を利用し反対車線方向へ降車

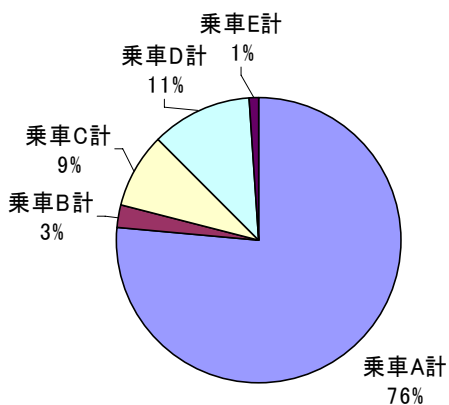


図-3 乗車パターン別割合

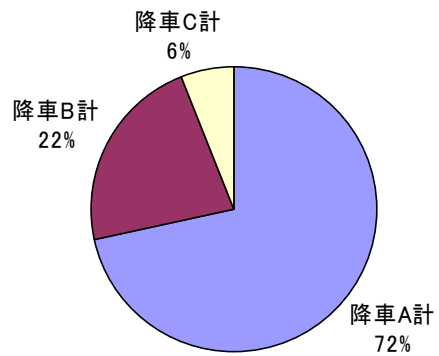


図-4 降車パターン別割合

図3, 4から乗車、降車ともに軌道敷の反対側にある島状電停を利用する傾向が大きいことが分かる。図5, 6として東新木電停における乗降パターンを示す。

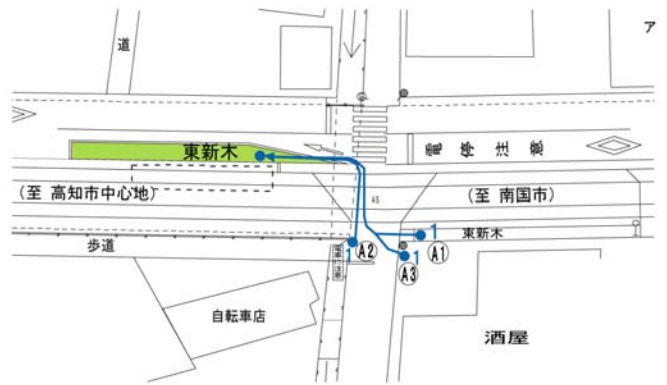


図-5 東新木電停における乗車パターン

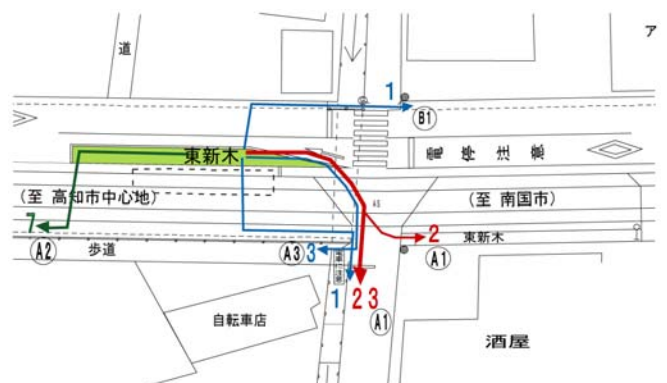


図-6 東新木電停における乗車パターン

図5, 6からも乗降時において利用者の行動が島状電停および軌道敷方面を利用し、車道側の道路を余り利用しないことがわかる。また本電停においては

電停と歩道の連絡が悪く軌道敷上を通行する利用者が多いことが分かる。

(5) ヒヤリハット体験

平成16年7月13日（火）～15日（木）においてノーガード電停におけるヒヤリハット体験に関する聞き取り調査を行った。その結果を表5として示す。

表-5 ヒヤリハット体験

	降車時	待機時	横断時	合計
体験	29	16	4	49
目撃	4	3	2	9
合計	33	19	6	58

表5から利用者が降車時に特にヒヤリハットを体験していることが分かる。これらヒヤリハットの原因の80%以上のヒヤリハットは、乗降客が電停に存在する際に、自動車が停止や減速せず乗降客の近くを通過するというものであった。

3. ノーガード電停安全対策の概要

2章の現状を踏まえ、本章ではIT技術を用いたノーガード電停における安全対策に関して説明を行う。

(1) 対策の方針

高知におけるノーガード電停の安全対策に関しては、県の財政状況、対策の即応性などを考慮し

IT技術を用い複数の実現可能な対策をシステム化するかたちで行なった。対策の方針はヒヤリハットの大半は、電停利用者が存在するにもかかわらず自動車が安全な運転行動をとらないことにあるため、ドライバーに対して利用者の存在に関する注意喚起を行い、電停周辺における安全な空間を確保するものとした。

(2) ノーガード電停対策の概要

本研究においては利用者が乗降中にその存在を表示する表示板、利用者が乗降する際に電停の場所を明示するための自発光板、利用者の存在をライトアップする照明などを用いた安全対策システムを考案した。図7にその概要を示し、東新木における設置例を図8として示す。

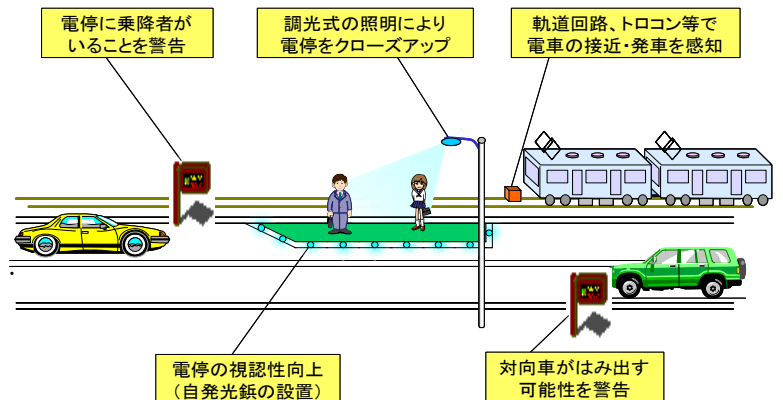


図-7 ノーガード電停対策の概略図

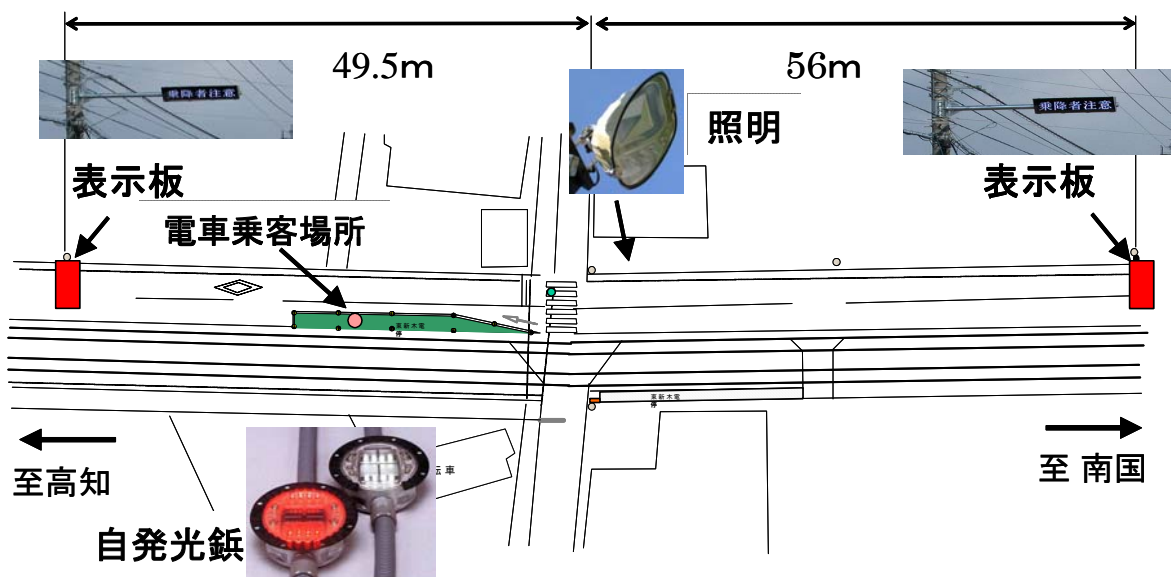


図-8 東新木における設置例

4. 安全対策の導入効果

ノーガード電停における安全対策の効果に関して東新木電停における実導入を行い、その効果を車両挙動、利用者、モニタードライバー、電車乗務員などに対し調査した。本章ではその結果をまとめる。図9として東新木における安全対策の導入後の光景を示す。



図-9 東新木における安全対策導入後の風景

(1) 車両挙動パターンの変化

路面電車から降車する際の自動車挙動の安全性に関し車両挙動のパターンを表3に示す7種類3段階に分類し事前、事後での評価を行った。その結果を表7、8として示す。

表-7 車両挙動パターンの事前評価

危険度	挙動パターン	終日・乗降		夜間・降車	
		回数	割合	回数	割合
1	停止	3	21.4%	1	12.5%
	停止後徐行	1		1	
	対向車線通過	3	57.1%	3	62.5%
2	徐行通過	4		1	
	接近停止	0		0	
	接近通過(減速)	0	21.4%	0	25.0%
	接近通過(減速なし)	3		2	

表-8 車両挙動パターンの事後評価

危険度	挙動パターン	終日・乗降		夜間・降車	
		回数	割合	回数	割合
1	停止	13	28.9%	6	35.3%
2	停止後徐行	1		1	
	対向車線通過	8	33.3%	6	58.8%
	徐行通過	6		3	
3	接近停止	2		0	
	接近通過(減速)	9	37.8%	1	5.9%
	接近通過(減速なし)	6		0	

表7、8より、対策前に比べて終日で比較すると事後では危険度2の挙動が大幅に減少するものの危険度3の挙動が非常に増加した。これに対して夜間のみで比較すると危険度3の挙動がなくなった。また危険度2の挙動が大幅に減少し、危険度1の挙動が増加するといった結果になった。本検討ではサンプル数が少なく導入効果に関して限定的しづらいが、夜間における効果は有効であると考えられる。なお今後新たに安全対策が行われる電停で、同様の調査を行いサンプル数を増やし安全性に関する更なる検証を行なう予定である。

(2) 利用者、周辺住民へのアンケート調査

該当電停の利用者および周辺住民56名に対し安全対策に関わる各システムの認知度に関するアンケート調査を行った。まず回答者の年齢層、路面電車への利用頻度、利用時間帯に関して図10、11にまとめる。

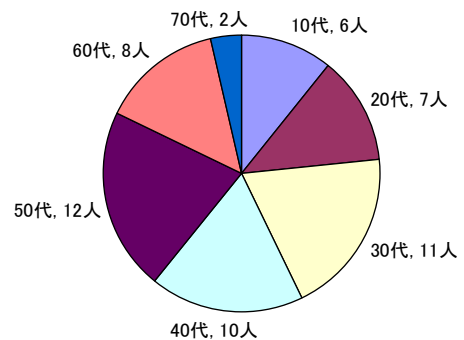


図-10 回答者の年齢層

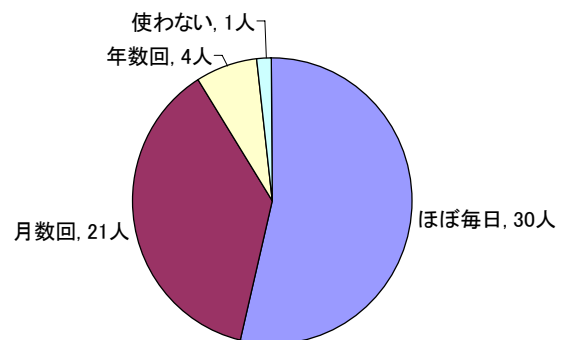


図-11 回答者の利用頻度

図10、11の属性の住民に対し安全対策導入後の電停での乗降時の安心感の変化および対策の必要性に関して質問を行った。その結果を図12、13としてま

とめる。

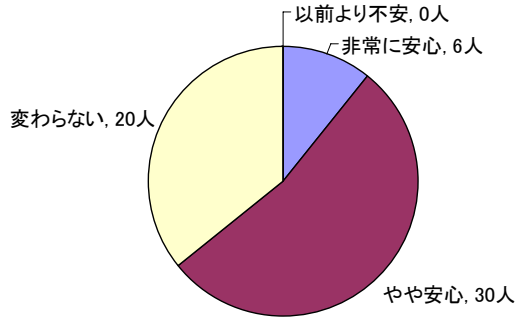


図-12 乗降時の安心感の変化

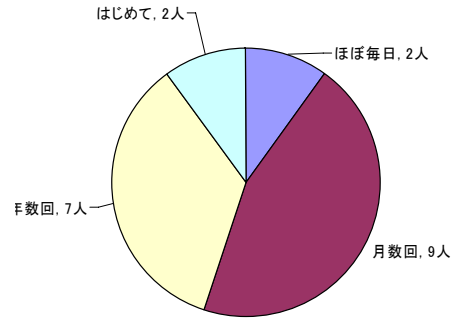


図-15 モニタードライバーの走行頻度

これらのドライバーが安全対策前後において、ノーガード電停に対する注意喚起に関する意識の変化を図16にまとめる。

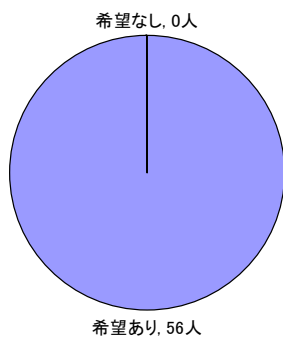


図-13 対策の継続に関して

図12より、ノーガード電停対策の実施によって、多くの利用者が安心して電停を利用できるようになったことがわかる。また図13より全ての回答者が対策の継続的な実施を希望しているとのアンケート結果が出た。これらの結果から本対策が路面電車利用者にやさしい対策であることが分かる。

(3) モニタードライバー調査

平成17年2月23日にモニタードライバー20名の走行試験によって安全対策に関する利用意識の変化などをアンケート調査によって把握した。図14としてモニタードライバーの年齢層を、図15としてモニタードライバーの該当電停周辺の走行頻度を示す。

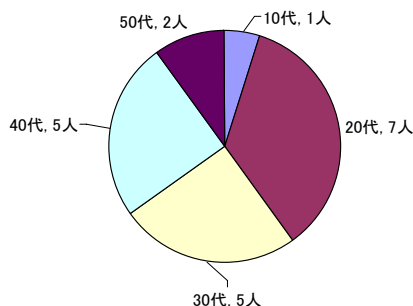


図-14 モニタードライバーの年齢層

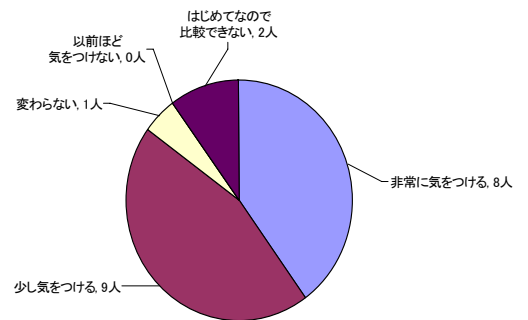


図-16 ドライバーの運転意識の変化

図16からほとんどのモニターが安全対策の結果該当電停周辺において注意を払うようになったことが分かる。

次に利用者存在の認知し易さに関して図17にまとめた。

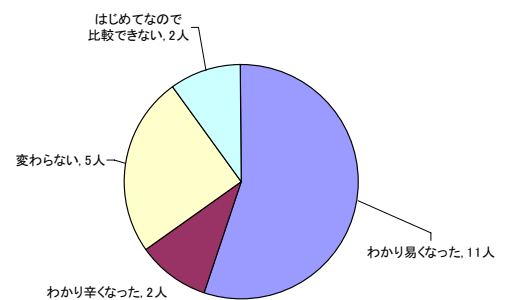


図-17 利用者の認知し易さ

(4) まとめ

本章ではノーガード電停対策の効果について検証を行ってきた。ここから得られた知見としては以下のようなことがある。

1. 対策後ドライバーの運転行動の危険度が夜間大幅に減少した
2. アンケート調査より路面電車利用者の半数以上が対策前より安心してノーガード電停において乗降することが出来るようになったと感じた
3. アンケート調査より回答者の全員が今後も同様の対策を望んでいることが分かった
4. 対策の後ノーガード電停周辺におけるドライバーの安全運転意識が向上した

これらの結果より今後これらの電停に対し同様の対策を行なうことが決まった。当センターにおいてもこれらの対策箇所に関して導入効果の検証などを行い、より良いノーガード電停の安全対策になるよう改善提案などを行う予定である。また今回の実験では1箇所の電停に対して焦点をあてたが、今後複数箇所における安全対策を実施した後、該当路線において線的な安全対策の効果などの検討を行う予定である。

5. おわりに

本論文では路面電車と自動車が併走する区間における道路整備を行う際に、ソフト施策としてIT技術を用いた電停に対する安全対策の効果に関して高知における事例を紹介してきた。

これからのITSの研究においては、今回紹介したような地域におけるニーズがある問題に対し、それをくみとって実社会にフィードバックするような実践的な技術の活用が必要である。

路面電車は環境にやさしく、渋滞緩和や高齢者社会に適した交通手段として国内で見直されている。また地方都市においても欠くことのできない交通機関の1つである。その一方で未だに路面電車および利用者などの安全性の確保が不十分な面がある。今後はこれらの安全対策に関して検討を行う。それとともに公共交通の利用促進などを目指し、様々な検

討を行っていく予定である。

謝辞

最後に本研究を行うに際し、高知県庁、高知県警、土佐電気鉄道株式会社の方々に資料の提供、ご助言等多大な協力を得ました。ここに、あらためて感謝の意を表します。

参考文献

- 1)小林寛和,中村文彦,岡村敏之,矢部努:路面電車乗降空間の安全性に関する基礎的研究,第25回交通工学研究発表会論文報告集,pp69-72,2005.
- 2)路面電車と都市の未来を考える会:ノーガード電停の乗客に対する安全対策に関する意見書,2001.
- 3)道路局路政課:路面電車と道路行政,道路行政セミナー, No165, pp4-8, 2003.
- 4)Shuichi Matsumoto, Kenji Okamura, Hisashi Kitagawa, Yasuhiko Kumagai," Safety Measure for Street car in Kochi", 12th World Congress on Intelligent Transport Systems ,CD-ROM,2005.

ノーガード電停に対する安全対策に関する取組み

岡村健志・筒井啓造・熊谷 靖彦

高知県においては安全島がなく道路上に直接車を引いたノーガード電停が多く存在し、日常的に路面電車利用者やドライバーが危険を感じている。このノーガード電停において IT 技術を用いた安全対策を行なった。この対策によって以下のような結果が得られた 1. ドライバーの運転挙動は夜間において大幅に改善された 2. モニタードライバーのアンケート調査からドライバーの安全運転意識の改善が見られた 3. 利用者が安心感を持って乗降できるようになった 4. アンケートの結果利用者のほぼ全員から本対策の継続を望む声がよせられた

Solution to the Problems of the Streetcar Stops with No Safety Barriers

Kenji OKAMURA, Keizo TSUTSUI, Yasuhiko KUMAGAI

In Kochi, Streetcar is one of the most important transportation, but the safety measure for streetcar does not enough. In this paper, we introduce the activity of Regional ITS Infrastructure Research Center about the safety measure for streetcar in Kochi. We focus on the effect of the safety measure about 'No Safety Barriers' First observation of this measurement is that drivers drive more carefully. Secondly Users of streetcar feel the sense of security. The all user who we asked answer this safety measure is good.
