

横断歩行者・自転車のための 新たな注意喚起対策に関する報告

齋藤 裕太¹・吉川 誠一²・宮中 道太³・村井 宏徳⁴・神戸 信人⁵

¹非会員 国道交通省 四国地方整備局 土佐国道事務所（〒780-0055 高知市江陽町 2番 2号）
E-mail:saitou-y8810@skr.mlit.go.jp

²非会員 国道交通省 四国地方整備局 土佐国道事務所（〒780-0055 高知市江陽町 2番 2号）
E-mail:yoshikawa-s8813@skr.mlit.go.jp

³非会員 国道交通省 四国地方整備局 土佐国道事務所（〒780-0055 高知市江陽町 2番 2号）
E-mail:miyanaka-m8810@skr.mlit.go.jp

⁴非会員 株式会社オリエンタルコンサルタンツ（〒530-0005 大阪市北区中之島3-2-18）
E-mail:murai@oriconsul.com

⁵正会員 株式会社オリエンタルコンサルタンツ（〒530-0005 大阪市北区中之島3-2-18）
E-mail:kanbe@oriconsul.com

高知県における直轄国道の右左折車と横断歩行者・自転車の事故が課題となっている河ノ瀬交差点と須崎中学校前交差点において、横断歩行者・自転車事故を削減することを目的に人感センサーが横断歩行者・自転車を感知してドライバーに注意喚起を行う横断歩行者・自転車感知式注意喚起システムの社会実験を実施した。

平成23年度は河ノ瀬交差点において社会実験を実施し、システムの有効性を確認した。この結果を受けて、平成24年度は須崎中学校前交差点においてシステムの改良を行い社会実験を実施した。

本稿では、横断歩行者・自転車感知式注意喚起システムの概要と実験結果から得られた各種データから、システムに対する利用者の受容性、システムの有効性について報告する。

Key Words : traffic safety, reminder system

1. はじめに

高知県の直轄国道に位置する交差点で発生した死傷事故は、横断中の歩行者・自転車と右左折車による死傷事故が全事故の約2割を占める。今回の社会実験で対象とした高知県の「事故ゼロプラン」の事故危険区間に位置付けられている一般国道56号の河ノ瀬交差点と須崎中学校前交差点については、特に、横断中の歩行者・自転車と右左折車による死傷事故が問題となっており、事故対策の実施が急務となっていた。

河ノ瀬交差点は、高知市河ノ瀬町に位置し、河ノ瀬高架橋の高架下の交差点で、県内第1位の自動車交通量（約5.5万台/日）と死傷事故件数（47件/4年）という状況にある。もう一つの高知県須崎市下分甲に位置する須崎中学校前交差点は、郊外の一般国道56号と一般国道197号が接続する交差点で、当該交差点に須崎中学校が隣接するなど周辺に学校が立地し、通学時間帯の小学生、中

学生、高校生の歩行者・自転車が多い交差点である。

両交差点の横断中の歩行者・自転車と右左折車の事故の対策として、右直分離信号や歩車分離信号の導入が考えられたが、導入後に新たな交通渋滞の発生や交通事故の誘発が懸念され、これら信号現示改良は渋滞対策も同時に行う必要があり、短期的な対策実施は困難であった。

そこで、河ノ瀬交差点と須崎中学校前交差点において、交通の円滑性への支障が少なく、多発する横断中歩行者・自転車の事故削減を目指すために、横断中歩行者・自転車を感知してドライバーへ注意喚起するITS技術を活用した新たな注意喚起システムの「横断歩行者・自転車感知式注意喚起システム」の社会実験を実施した。

本稿は、河ノ瀬交差点と須崎中学校前交差点の社会実験から得られた交通挙動データと利用者意識データをもとに、横断歩行者・自転車感知式注意喚起システムによる安全性の向上効果を、システムに対する利用者の受容性とシステムの有効性の観点から検証した結果を報告す

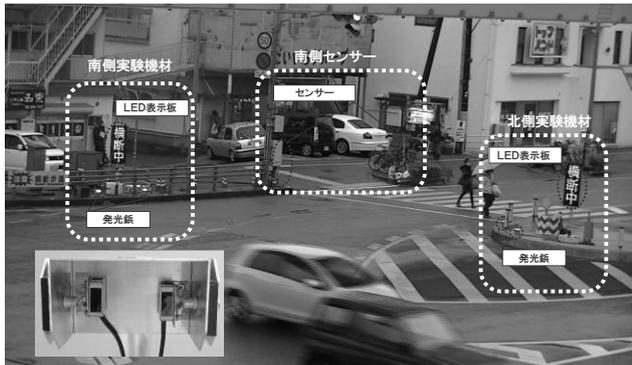
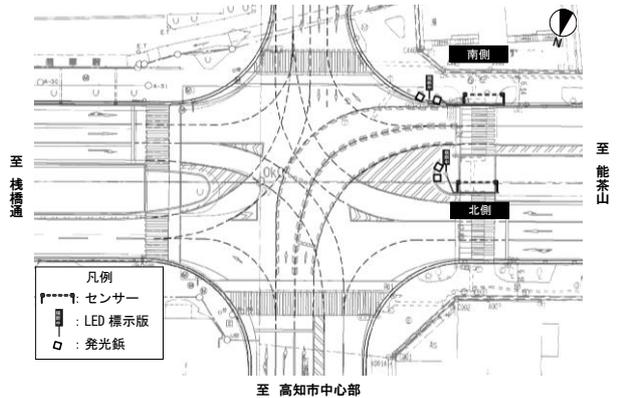


図-3 河ノ瀬交差点のシステムの概要

表-1 河ノ瀬交差点のシステムの設置・作動条件

設置・作動条件		南側:歩道部	北側:中央島部
発光鏡	設置基数	2基	2基
	設置位置	右折ドライバーが多く注視する位置の縁石	右折ドライバーが多く注視する位置の縁石
	設置角度	右折ドライバーが最も見える角度	右折ドライバーが最も見える角度
	発光体	高輝度発光ダイオード	高輝度発光ダイオード
	発光色	白色(33000mcd)	白色(33000mcd)
	点滅間隔	120回/分	120回/分
LED表示板	設置基数	1基	1基
	設置位置	右折ドライバーが多く注視する位置の縁石	右折ドライバーが多く注視する位置の縁石
	設置角度	右折ドライバーが最も見える角度	右折ドライバーが最も見える角度
	発光体	高輝度発光ダイオード	高輝度発光ダイオード
	発光色	黄色(16000mcd)	黄色(16000mcd)
	点滅間隔	120回/分	120回/分
センサー	設置箇所数	1箇所	1箇所
	検出方法	防水型光電センサー	防水型光電センサー
	検出部の設置高さ	約1.0m	約1.0m
	検知対象	歩道から横断歩道へ進入者(自転車)	安全島から横断歩道へ進入者(自転車)
横断歩道	幅員	6.0m(内、自転車横断帯2.0m)	6.0m(内、自転車横断帯2.0m)
	長さ	8.5m	8.5m

※設置位置については、実験前のアイマークレコーダー調査の注視点データから判断した。
 ※設置角度については、右折走行を繰り返し、右折ドライバーから最も見える角度に設定した。

人感センサーとLED表示板・発光鏡は、それぞれ独立して作動する仕組みとした。

(3) 須崎中学校前交差点の事故特性とシステムの概要

須崎中学校前交差点の事故特性と当該交差点で実施した社会実験における横断歩行者・自転車感知式注意喚起システムを概説すると、以下のとおりである。

a) 須崎中学校前交差点の事故特性

須崎中学校前交差点は、右折時の死傷事故件数が当該交差点の全死傷事故の約5割を占める。また、図-4のように当該交差点は隣接する須崎中学校や近隣の小学校、高等学校の通学路になっており、平成24年度に実施され



【事故類型】



※出典:イタルダデータ (H19-H22)



写真:歩行者が横断中に速度が高い右左折車が存在

図-4 須崎中学校前交差点の横断中歩行者事故

た通学路の緊急合同点検において、児童が多く横断する北側と西側の横断歩道で横断歩行者と右左折車の事故についての危険性が指摘されていた。この事故の発生要因は、河ノ瀬交差点と同様に、①交差点面積が大きく、右左折時の速度が高いこと、②ドライバーの歩行者の見落とし等の安全不確認、歩行者・自転車優先意識の低下が考えられた。

b) 須崎中学校前交差点のシステムの概要

須崎中学校前交差点の社会実験で検証対象としたシステムの配置図を図-5、設置・作動条件の概要を表-2に示す。なお、社会実験で検証対象とした事故は、通学路の緊急合同点検で危険性の指摘を受けた児童が多く横断する北側と西側の横断歩道での横断中歩行者・自転車と右左折車の事故を対象とした。

当該交差点のシステムは、河ノ瀬交差点の社会実験のように仮設ではなく、横断歩行者・自転車感知式注意喚起システムの本格導入も見据えた社会実験と位置付けたため、システムの各種機材を現場に施工して設置した。

人感センサーは、横断歩道両脇となる南側の歩道部のガードパイプの支柱に添架した上、誤検知を少なくするため、センサー部を上部和下部の2箇所とするダブルセンサー方式とした。LED表示板は、右折車用と左折車用のLED表示板を横断歩道脇にある照明柱に添架した。発光鏡は、流出部側の横断歩道端に横断歩道と平行に8基を、交互に右折車用と左折車用となるように設置した。LED表示板と発光鏡の点滅方法を北側の横断歩道で概説すると、どちらか片側の人感センサーが歩行者・自転車の横断歩道への流入を感知すると同時に、無線により感知データが両側の歩道脇に設置した制御ボックス間で受信され、両側のLED表示板と発光鏡が点滅する。また、LED表示板と発光鏡の点滅の消灯は、人感センサーが横

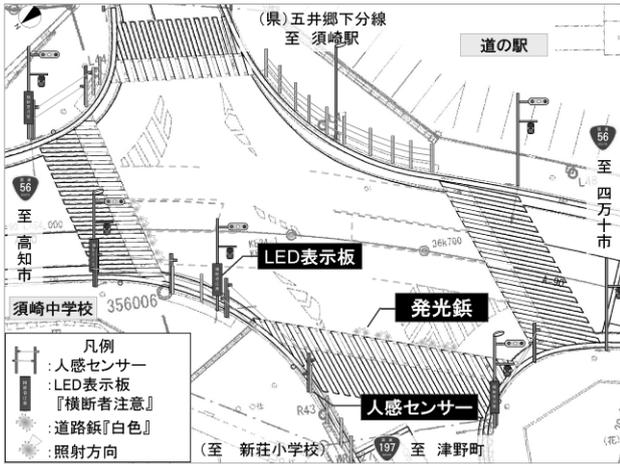


図-5 須崎中学校前交差点のシステムの概要

断歩行者・自転車の最後尾を感知してから25秒後（歩行者の横断時間）に消灯させるとともに、当該交差点では信号機と連動させ（赤信号データの受信）、赤信号時には点滅させない仕組みとした。

3. 社会実験の検証方法の概要

検証にあたっての調査は、表-3のように河ノ瀬交差点では実験前1日、実験後1日の延べ2日間、須崎中学校前交差点では、システムの効果の持続性も確認するため、実験前1回、実験直後1回、実験1ヶ月後1回の延べ3回の調査を実施した。

調査では、両交差点とも①利用者の受容性（LED表示板・発光灯の認知、注意喚起方法等）、②システムの有効性（安全確認行動の変化、交通挙動の変化、安心感等）の観点から検証するため、表-4と表-5に示す各種調査を実施した。

表-2 須崎中学校前交差点のシステムの設置・作動条件

仕様・設置・作動条件	横断歩道の位置	
	北側 【横断方向】 国道56号	西側 【横断方向】 国道197号
寸法 (幅、奥行、高さ)	幅:178mm 奥行:134mm 高さ:145mm	
発光体	発光ダイオード	
発光色	白色(33000mcd)	
発光出力	昼間:100% 夜間:50%	
点滅間隔	75回/分(可変可能)	
設置個数	8基 ・右折車用:4基 ・左折車用:4基	8基 ・右折車用:4基 ・左折車用:4基
設置位置	・横断歩道流出部の車道部路面に等間隔(900mm)で設置するとともに、車両(自動車、自転車)の走行軌跡を考慮し、発光灯を配置	
照射方向	・対象車両が長い区間確認できる位置に向け照射	
設置角度*	右折車用:41° 左折車用:43°	右折車用:32° 左折車用:21°
寸法 (幅、奥行、高さ)	幅:400mm 奥行:80mm 高さ:2,000mm	
表示文字	『横断者注意』	
発光体	発光ダイオード	
発光色	黄色(16000mcd)	
発光出力	昼間:100% 夜間:50%	
点滅間隔	75回/分(可変可能)	
設置個数	2基 ・右折車用:1基 ・左折車用:1基	2基 ・右折車用:1基 ・左折車用:1基
設置位置	・既設構造物(信号柱、道路照明柱)に添架	
照射方向	・右折車:交差点内で対向直進車を待つ停止位置に向け照射 ・左折車:流入部の横断歩道を通過する位置に向け照射	
設置角度*	右折車用:41° 左折車用:43°	右折車用:32° 左折車用:21°
寸法 (幅、奥行、高さ)	幅:240mm 奥行:101.6φ 高さ:1,247mm	
設置位置	・横断歩道流入部に既設構造物(信号柱、道路照明柱、ガードパイプ)に添架するもしくは基礎にて設置	
検出方法	防水型光電センサーを上段、下段に設置	
検出部の設置高さ	400mm、700mm	
車道からの離隔距離	道路施設帯幅500mm内に配置	
寸法(幅、奥行、高さ)	【1ユニット】幅:405mm 奥行:182mm 高さ:580mm 【2ユニット】幅:705mm 奥行:182mm 高さ:830mm	
設置位置	・既設構造物(信号柱、道路照明柱)に添架	
制御方法	・横断歩道の歩行者・自転車のたまり空間毎に制御	
車道からの離隔距離	道路施設帯幅500mm内に配置	
その他	無線での感知データの送受信によるシステムの連動 ・横断歩道の両脇に設置した人感センサーが歩行者・自転車を感知すると同時に無線により感知データが両側の歩道脇に設置した制御ボックス間を送受信され、LED表示板と発光灯が点滅	

*設置角度:横断歩道の区画線に対する照射方向の角度。発光灯は全て同じ角度とした。

表-3 調査実施期間

交差点	区分	調査実施時期
河ノ瀬交差点	実験前	・H24. 2. 9(木) : 1日
	実験後	・H24. 2. 13(月) : 1日
須崎中学校前交差点	実験前	・H24. 12. 13(月) : 1日
	実験直後	・H24. 12. 20(木) : 1日
	実験1ヶ月後	・H25. 1. 28(木) : 1日 ・H25. 2. 12(火)~15(金) : 4日 ・H25. 2. 4(月)~12(火) : 利用者アンケート調査

表-4 河ノ瀬交差点の検証調査概要

調査項目	調査内容	調査期間・取得データ
ビデオ調査	右折車の速度、歩行者との錯綜等を観測	・調査日:実験期間中の4日間(事前、事後) ・撮影時間:12h(8時~20時) ・分析時間:6h(朝8~10時、昼15~17時、夜18~20時)
アイマーカー調査	6名のドライバーの視線の動きを観測	・調査日:実験期間中の4日間(事前、事後) ・調査時間:6h(朝8~10時、昼15~17時、夜18~20時) ・走行方向:検証対象とした右折走行 ・走行回数:71走行、システム作動中28走行
歩行者・自転車アンケート調査	システムに対する評価等の意見収集	・調査日:実験期間中3日間(事後調査期間) ・調査時間:6h(朝8~10時、昼15~17時、夜18~20時) ・対象者:西側流出部の横断歩行者・自転車 ・取得サンプル:125サンプル
右折ドライバーWebアンケート調査	システムに対する評価等の意見収集	・調査期間:実験終了後5日間(H24.2.17~H24.2.21) ・対象者:実験期間中に検証対象とした右折走行を行った高知県に居住するドライバー ・取得サンプル:131サンプル

表-5 須崎中学校前交差点の検証調査概要

調査項目	調査内容	調査期間・取得データ
ビデオ調査	右左折車の速度等を観測	調査日: 実験期間中の7日間 (実験前1日, 実験直後1日, 実験1ヶ月後5日) ・撮影時間: 12h(7時~19時) ・分析時間: 2h(朝7:30~8:30, 夕16:00~17:00)
アイサークル調査	3名のドライバーの視線の動きを観測	調査日: 実験期間中の3日間 (実験前1日, 実験直後1日, 実験1ヶ月後1日) ・調査時間: 6h(朝7~9時, 昼13~15時, 夕15~17時) ・走行方向: 検証対象とした右左折方向 ・走行回数: 右折(北→西)39走行, システム作動中4走行 左折(南→西)42走行, システム作動中4走行 右折(東→北)38走行, システム作動中11走行 左折(西→北)43走行, システム作動中11走行
利用者アンケート調査(歩行者・自転車)	システムに対する評価等の意見収集	調査期間: 実験期間中の9日間(H24.2.4~H24.2.12) ・対象者: 須崎中学校の保護者・中学生, 新荘小学校の保護者 ・取得サンプル: 210サンプル
利用者アンケート調査(ドライバー)	システムに対する評価等の意見収集	調査期間: 実験期間中の9日間(H24.2.4~H24.2.12) ・対象者: 実験期間中に検証対象とした右左折折走行を行った須崎中学校の保護者・中学生, 新荘小学校の保護者 ・取得サンプル: 79サンプル

4. 社会実験での検証結果

(1)システムに対する利用者の受容性

利用者の受容性については、河ノ瀬交差点で実施した右折ドライバーWebアンケート調査、須崎中学校前交差点で実施した利用者アンケート調査の結果に基づき評価を行った。

a)システムの認知度

図-6は、河ノ瀬交差点と須崎中学校前交差点におけるドライバーのシステムの認知度を示したものである。河ノ瀬交差点ではシステムが設置されていることを認識した人は全体の約50%、そのうちシステムの点減を認識した人は約70%であった。須崎中学校前交差点ではシステムが設置されていることを認識した人は全体の約70%、そのうちシステムの点減を認識した人は約90%であった。また、河ノ瀬交差点において、図-7からシステムを認識しなかった理由を見ると、認識しなかった人の約80%が右折専用現示の右折や横断歩行者・自転車がいない時の右折によりシステムが点減していない時に右折する人であることがわかった。

このことから、両交差点とも、ドライバーは横断歩行者・自転車によるシステムの点減を認識していると考えられる。

b)望ましい注意喚起方法と見やすさ

図-8は、望ましい注意喚起方法に関する意見を示したものである。両交差点とも、ドライバーの約70%以上がLED表示板と発光銃の両方により注意喚起した方がよいという評価であった。図-9よりLED表示板と発光銃の見やすさを見ると、両交差点ともLED表示板が見やすいと評価した人は約80%で、一方、発光銃は約50%であった。これは、回答した多くのドライバーの利用時間帯が昼間であり、図-10の須崎中学校前交差点での明るさの評価にあるように、昼間ではLED表示板の方が発光銃より明るいという評価になっていることから、点減時の

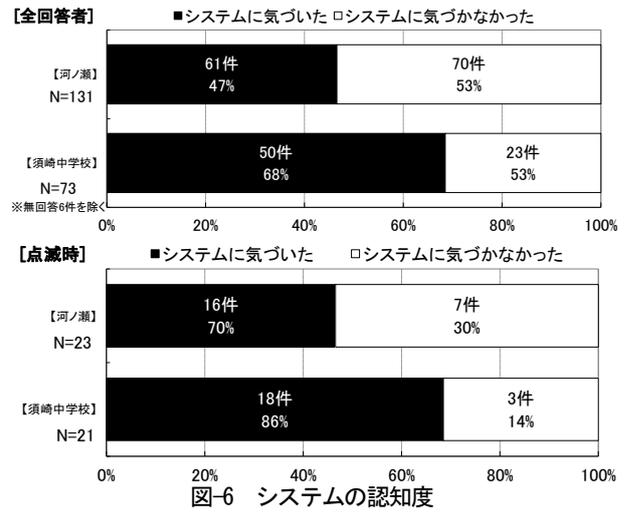


図-6 システムの認知度

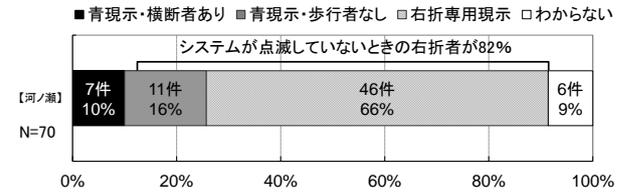


図-7 河ノ瀬交差点でのシステムに気づかなかった通行タミング

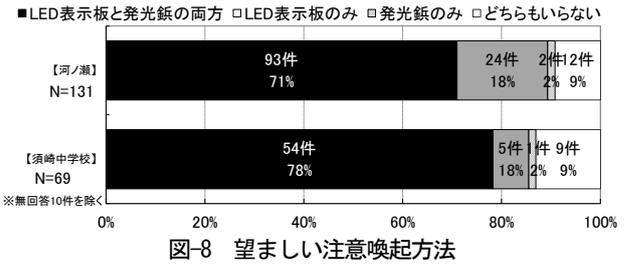


図-8 望ましい注意喚起方法

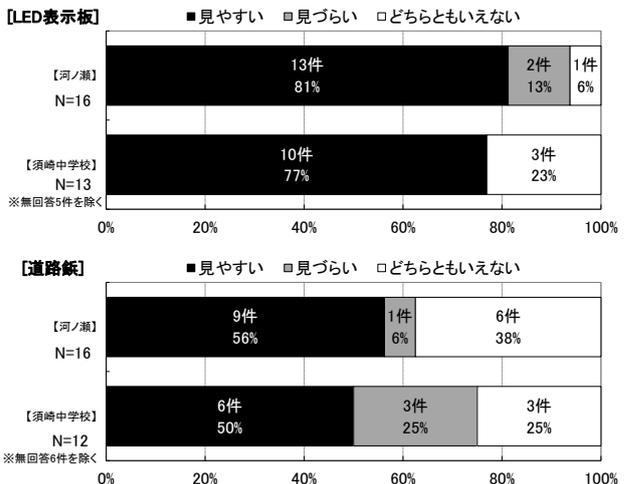


図-9 システムを認識した方の見やすさの評価

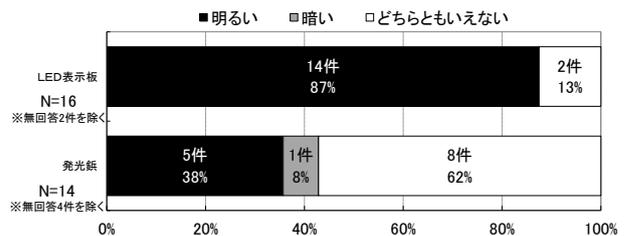


図-10 須崎中学校前交差点での明るさの評価

明るさが見やすさの一要因になっていると考えられる。

(2)システム有効性

利用者の受容性については、河ノ瀬交差点と須崎中学校前交差点で実施したドライバーへのアンケート調査、アイマークレコーダ調査、ビデオ調査による画像解析の結果に基づき評価を行った。

a)安全確認行動の変化

図-11は、LED表示板と発光鉾の点滅に気付いたドライバーの安全確認動作の変化を示したものである。河ノ瀬交差点では約60%、須崎中学校前交差点では約80%のドライバーがLED表示板と発光鉾の点滅に付き安全確認をするようになった。安全確認動作の変化としては、両交差点とも約60%以上のドライバーが歩行者・自転車を確認し、河ノ瀬交差点では約40%、須崎中学校前交差点では約20%のドライバーが減速するとの回答があった。このことから、ドライバーはLED表示板と発光鉾の点滅を認識し、歩行者・自転車の確認や減速などの安全行動を行うことが確認できる。

b)右折時の速度変化

図-12は河ノ瀬交差点、図-13は須崎中学校前交差点のビデオ調査結果による実験前と実験後の右折車の速度変化を示したものである。なお、対象とした右折車は、右折専用現示に通過した右折車を除いたサンプルである。

河ノ瀬交差点では、内側、外側の右折車線ともに、実験後の横断歩道への進入速度は実験前に比べ各区分とも低く、横断歩道進入時の速度が実験前に比べ10km/h程度低下している。須崎中学校前交差点においても、実験直後、実験1ヶ月後とも横断歩道への進入速度は実験前に比べ低下し、実験1ヶ月後の横断歩道進入時の速度が実験前に比べ5km/h程度低下している。この速度低下の要因を、図-14の須崎中学校前交差点でのアイマークレコーダ調査による速度プロファイルから推定すると、ドライバーは横断歩行者・自転車の確認位置より手前でLED表示板と発光鉾の点滅を確認し、急な加速等は避けて、徐々に速度を上げながら横断歩道で進入するためと考えられる。

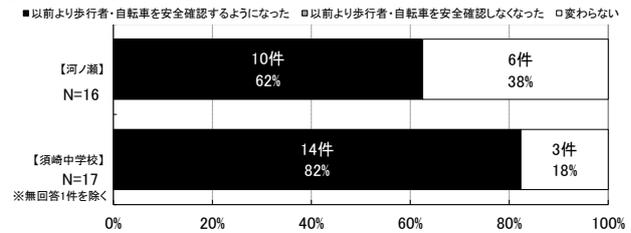
また、須崎中学校前交差点において、実験1ヶ月後の右折車の速度が実験前に比べ低下していることから、システムによる速度抑制効果の持続性が期待できると考えられる。

c)左折時の速度変化

図-15は、須崎中学校前交差点でのビデオ調査結果による実験前と実験後の左折車の速度変化を示したものである。

左折時の速度変化も、右折時と同様に、実験直後、実験1ヶ月後とも横断歩道への進入速度は実験前に比べ低

[安全確認の有無の変化]



[安全確認動作の変化]

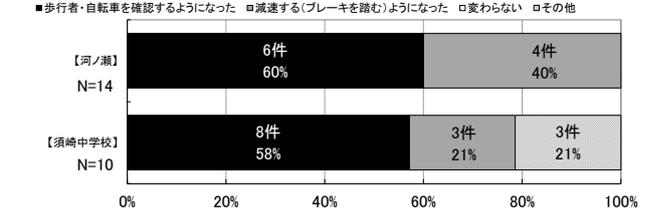
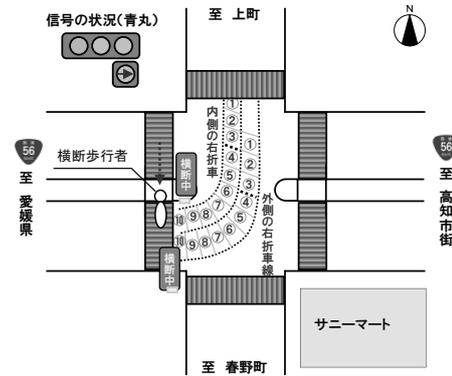
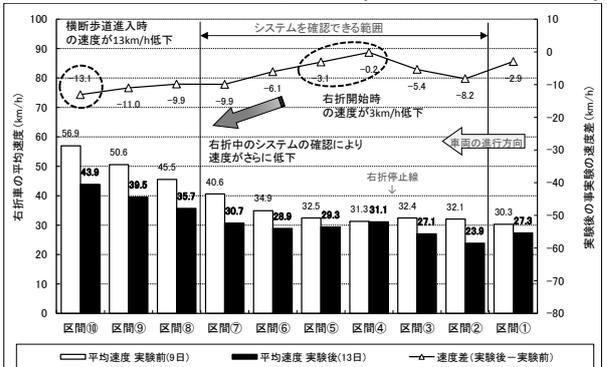


図-11 システムを認識した方の安全確認行動の変化



H24.2.13(システムの作動状況:LED表示板+発光鉾)[対象車両:内側右折車線の先頭車]



H24.2.13(システムの作動状況:LED表示板+発光鉾)[対象車両:外側右折車線の先頭車]

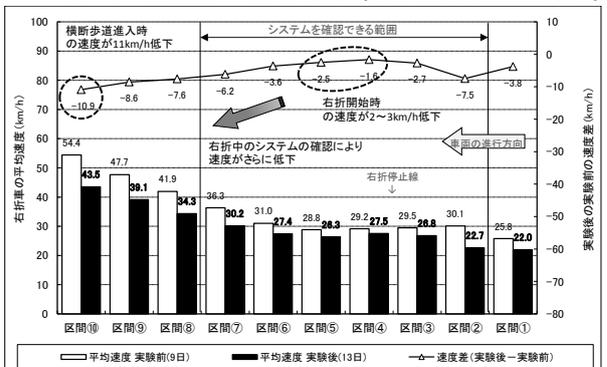


図-12 河ノ瀬交差点のビデオ調査の画像解析による右折時の速度変化

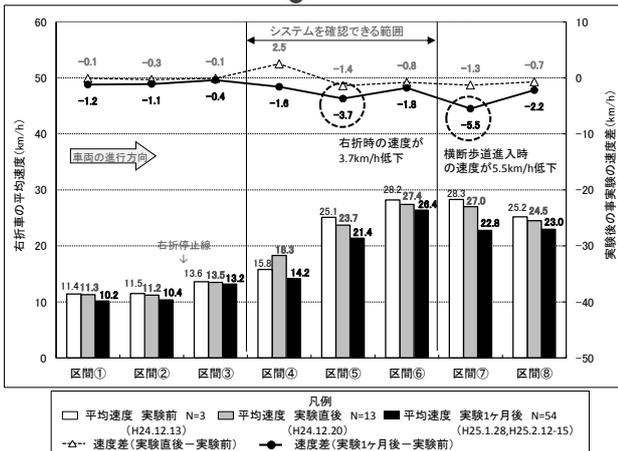
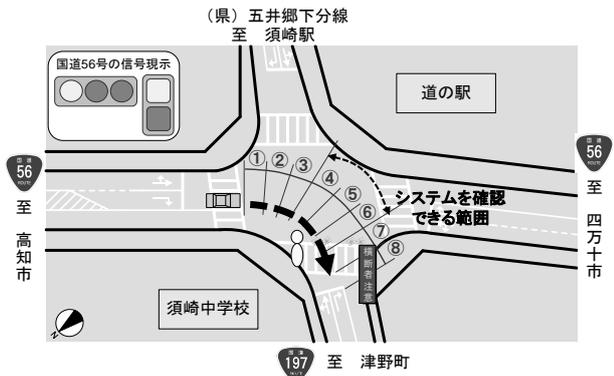


図-13 須崎中学校前交差点のビデオ調査の画像解析による右折時の速度変化

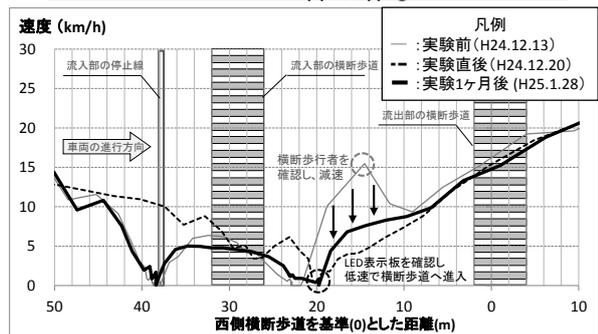


図-14 須崎中学校前交差点での右折車の速度プロフィール

い速度となり、システムによる速度抑制効果が継続していると考えられる。

d) 横断歩行者・自転車の安心感

図-16は、横断歩行者・自転車のシステムによる安心感の評価を示したものである。両交差点ともに、横断歩行者・自転車の約70~90%の人がLED表示板の注意喚起により安心であると評価する結果となった。道路紙につ

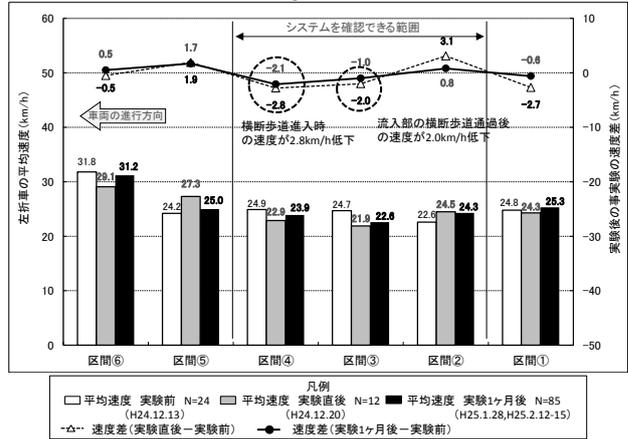
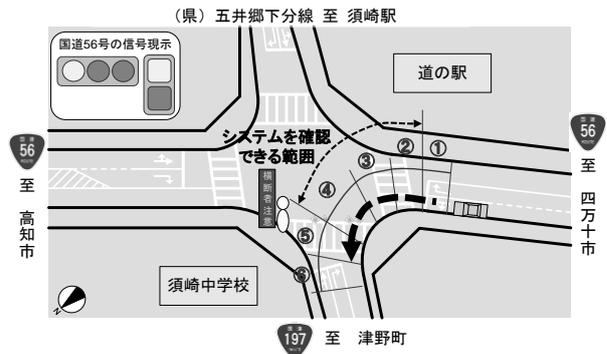


図-15 須崎中学校前交差点での左折車の速度変化

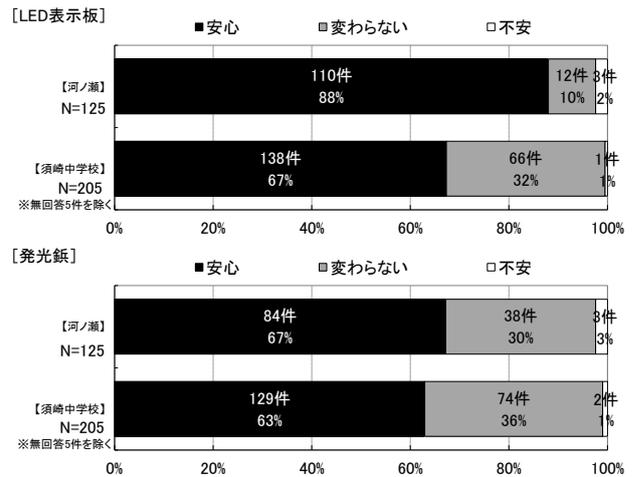


図-16 横断歩行者・自転車のシステムによる安心感

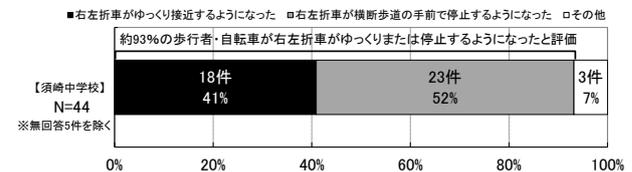


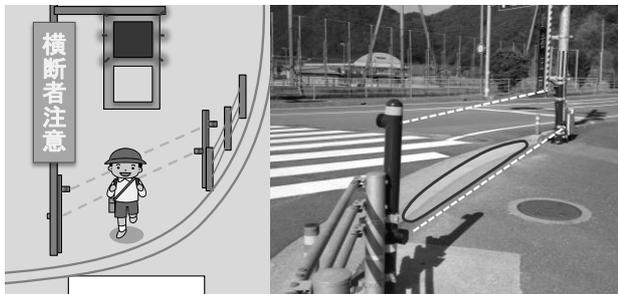
図-17 システムの点滅を認識し安全を感じた横断歩行者・自転車の安心感の内容

いても約70%の人が安心であると評価する結果となった。安心という評価になった主な理由としては、図-17のように安心感を感じる横断歩行者・自転車の約90%の人が回答しているように、システムにより右左折車が横断歩道の手前で停止する、あるいはゆっくり接近するようになったためと考えられる。

5. システムの課題

須崎中学校前交差点の社会実験では、図-18のように歩道巻き込み部（曲線部）に人感センサーを設置したため、歩行者・自転車がセンサーを越えて車道側で待つ場合、センサーが歩行者・自転車を感知しないという状況が発生した。これに対する対応として、人感センサーの誤検知を避けるため、歩道に歩行者・自転車の停止位置を明示することが望まれる。

また、図-19のように鋭角な交差点に流入する左折車は、交差点流入部の直近にならなければLED表示板と発光紙を確認することができない。速度抑制効果をさらに高めるには、交差点流入部の手前へのLED表示板の設置や左折流入部への道路紙の設置など、交差点の手前から歩行者・自転車を認識させる工夫が望まれる。



※縁石付近に立つなどセンサーを越えて、歩行者・自転車が待った場合、システムが作動しない

図-18 人感センサーの設置位置

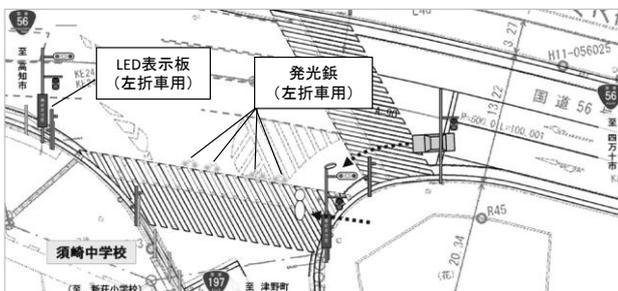


図-19 システムの設置位置

6. おわりに

本稿では、一般国道56号の河ノ瀬交差点と須崎中学校前交差点の横断歩行者・自転車感知式注意喚起システムについて、利用者の受容性、システムの有効性について検証を行った。アンケート調査結果から、システムの確認により多くの利用者は歩行者・自転車を確認するといった安全行動を行うようになったことから、利用者から比較的高い受容性が得られたことが確認できた。また、ビデオ調査結果等から、システムにより右左折車の持続的な速度抑制効果と横断歩行者・自転車に安心感を与える効果が得られ、システムの有効性が確認できた。

また、須崎中学校前交差点での社会実験では、交差点の隅切りが大きいことから人感センサーが歩行者を捉えきれないことや、左折車がシステムを確認できる範囲が限定されるなどの課題も確認できた。

今後は、河ノ瀬交差点やアンケート調査結果から導入の期待が高かった無信号交差点や横断歩道が長い信号交差点等への導入に向けて、須崎中学校前交差点の社会実験で明らかになった人感センサーの設置位置、鋭角な隅切りの交差点に進入する左折車に対する注意喚起方法、LED表示板と発光紙の作動条件等の課題に対する改善策を検討していく予定である。

謝辞：

河ノ瀬交差点および須崎中学校前交差点の社会実験並びに事故対策の立案について、秋田大学・浜岡秀勝准教授、信州大学・高瀬達夫准教授、名古屋工業大学・鈴木弘司准教授、豊田工業高等専門学校・荻野弘名誉教授、(株)キクテックをはじめとする多くの皆様に多大なご協力を頂いた。ここに深く感謝の意を表する。

(2013.5.7 受付)

STUDY ON A NEW REMINDER SYSTEM FOR PEDESTRIANS AND BICYCLE USERS

yuta SAITO, seiti YOSHIKAWA and mitita MIYANAKA and
hironori MURAI and nobuto KANBE

The social experiment of a new reminder system for pedestrians and bicycle users was implemented at Gounose and Susaki Jr. highschool intersection. The purpose is to reduce the traffic accidents by using motion sensor.

In this paper, we report receptiveness of the user for the system and the effectiveness of the system.