

单路部無信号横断歩道における車両の譲りを促す
情報提供に関する研究

单路部無信号横断歩道における車両の譲りを促す
情報提供に関する研究プロジェクト

2023年12月

公益社団法人日本交通政策研究会

1. “日交研シリーズ”は、公益社団法人 日本交通政策研究会の実施するプロジェクトの研究
成果、本研究会の行う講演、座談会の記録、交通問題に関する内外文献の紹介、等々を印刷
に付して順次刊行するものである。
2. シリーズは A より E に至る 5 つの系列に分かれる。
シリーズ A は、本研究会のプロジェクトの成果である書き下ろし論文を収める。
シリーズ B は、シリーズ A に対比して、より時論的、啓蒙的な視点に立つものであり、折
にふれ、重要な問題を積極的にとりあげ、講演、座談会、討論会、その他の方法によってと
りまとめたものを収める。
シリーズ C は、交通問題に関する内外の資料、文献の翻訳、紹介を内容とする。
シリーズ D は、本研究会会員が他の雑誌等に公けにした論文にして、本研究会の研究調査
活動との関連において復刻の価値ありと認められるもののリプリントシリーズである。
シリーズ E は、本研究会が発表する政策上の諸提言を内容とする。
3. 論文等の内容についての責任はそれぞれの著者に存し、本研究会は責任を負わない。
4. 令和 2 年度以前のシリーズは印刷及び送料実費をもって希望の向きに頒布するものとする。

公益社団法人日本交通政策研究会

代表理事 山 内 弘 隆
同 原 田 昇

令和 2 年度以前のシリーズの入手をご希望の向きは系列番
号を明記の上、下記へお申し込み下さい。

〒102-0073 東京都千代田区九段北 1-12-6

守住ビル 4 階

公益社団法人日本交通政策研究会

電話 (03) 3263-1945 (代表)

Fax (03) 3234-4593

E-Mail:office@nikkoken.or.jp

日交研シリーズ A-880

令和4年度自主研究プロジェクト

「単路部無信号横断歩道における車両の譲りを促す情報提供に関する研究」

刊行：2023年12月

単路部無信号横断歩道における車両の譲りを促す情報提供に関する研究
The Study on Providing Information to Encourage the Vehicle Yielding at Unsignalized
Pedestrian Crossings

主査：小早川 悟（日本大学理工学部）

Satoru KOBAYAKAWA

要 旨

近年、無信号横断歩道での一時停止率の低さが社会問題となっており、その対策が求められている。わが国の横断歩道施設は法定の道路標識と道路標示（以下、道路標識等）により構成され、横断歩道上流部には横断歩道の存在を示す横断歩道あり（以下、ダイヤモンド標示）や法定外表示としてカラー舗装や注意喚起看板などが設置されている。

本研究では、自動車の一時停止の低さが指摘されている無信号横断歩道を対象に車両の一時停止を促すための対策案の検討を行うことを目的とした。そのために、実際に一時停止の注意喚起を促す情報提供が行われた箇所における事前と事後の交通実態分析を行い、わが国における無信号横断歩道における車両の一時停止促進のための検討を行った。具体的には、無信号横断歩道における一時停止率を向上させるためのシステムとして、警告表示板とRRFB（Rectangular Rapid Flashing Beacons）の設置前後における自動車の一時停止の実態調査を行った。東京都中央区では交通管理者が設置した警告表示版の事前事後における実態調査を実施し、宮城県仙台市では交通管理者と協議のうえ米国で使用されているRRFBを実験的に4か月間設置して、その効果測定を実施した。

その結果、警告表示板とRRFBを無信号横断歩道に設置することで譲り率が増加することが判明した。しかし、機器の設置高さや設置箇所(用途地域・道路階層)が異なる場合には、車種により効果に差がある可能性があることがわかった。また、警告表示板とRRFBに共通する課題として、near-sideよりfar-sideでの効果は低いことがわかった。

キーワード：無信号横断歩道、車両の譲り

Keywords: Unsignalized Pedestrian Crossings, Vehicle Yielding

目 次

1 章	序論	1
2 章	米国の信号機のない横断歩道における交通安全施設の種類	3
2.1	無信号横断歩道での交通規制様式と横断施設	3
2.2	Rectangular Rapid Flashing Beacon : RRFB (角型閃光式警告灯)	7
2.3	RRFB の仕様と閃光方式	8
2.4	まとめ	11
3 章	道路交通要因に着目した歩行者優先の実態分析	13
3.1	概説	13
3.2	調査概要	13
3.3	観測結果および車両の譲りに関する分析	19
3.4	まとめ	27
4 章	警告表示板の整備効果に関する分析	28
4.1	概説	28
4.2	警告表示板の概要	28
4.3	基礎分析	31
4.4	まとめ	34
5 章	RRFB の整備効果に関する分析	35
5.1	概説	35
5.2	社会実験の概要	35
5.3	基礎分析	37
5.4	まとめ	42
6 章	結論	43

研究メンバーおよび執筆者（敬称略・順不同）

- 小早川 悟 （日本大学工学部 教授）
高田 邦道 （日本大学 名誉教授）
木戸 伴雄 （交通アナリスト）
佐野 可寸志 （長岡技術科学大学環境社会基盤工学専攻 教授）
稲垣 具志 （東京都市大学建築都市デザイン学部 准教授）
長田 哲平 （宇都宮大学地域デザイン科学部 准教授）
樋口 恵一 （大同大学工学部 准教授）
田部井 優也 （福岡大学工学部 助教）
椎名 啓雄 （警視庁交通部交通規制課 理事官）
吉村 暢洋 （日本大学大学院理工学研究科
（株）都市交通テクノロジー）〈執筆担当〉

（令和5年3月現在）

1 章 序論

信号機のない横断歩道における歩行者優先の確保は、わが国の交通問題のひとつであり大きな社会的関心が寄せられている。横断歩道における歩行者優先を社会全体が改めて見直す契機となった要因として、JAF（日本自動車連盟）の一時停止率に関する全国調査が挙げられる¹⁾。調査結果が公表されて以降、交通管理者は歩行者優先を定着させる取り組みとして、横断歩道での取り締りを強化し、JAF が全国調査を開始した 2016 年から 2021 年の 6 年間に於いて、一時停止不履行の違反態様である歩行者妨害の検挙数は約 3 倍にも増加した²⁾。また、交通安全教育も推進され、2021 年には交通の方法に関する教則を改正して「手上げ横断」が 43 年ぶりに記載されるなど歩行者の意識向上にも努めている³⁾。

これまで歩行者の安全な横断機会を実現する手段として、道路交通法で規定されている横断歩道標識と横断歩道標示で構成される交通規制様式以外にも、オーバーハング式横断歩道標識や注意喚起看板・カラー舗装の整備が進められてきた。2022 年からは、道路管理者による新たな生活道路における交通安全対策として、路面を盛り上げて車両速度を抑制するスムーズ横断歩道の導入も通学路を中心に導入が始まっている⁴⁾。しかし、スムーズ横断歩道の特徴であるハンプ状の物理的デバイスの設置は、補助幹線道路など生活道路よりも交通量が多く規制速度も高い箇所においては、交通の円滑性などから適用が困難になることも想定され、道路区分に応じた新たな交通安全施設の検討も進めていく必要がある。

海外の横断歩道に関する交通安全施設に着目すると、米国では横断歩道標識の下部に取り付け可能な閃光式ライト (Flashing Lights) を用いて、横断歩道に接近する運転者に対し注意喚起を促す Rectangular Rapid Flashing Beacons (角型閃光式警告灯、以下「RRFB」と称する) の整備が現在進められている⁵⁾。RRFB は、2000 年代初頭から米国運輸省連邦高速道路局 (Federal Highway Administration : FHWA) や米国の研究者を中心に、公道において実証実験を繰り返しながら効果検証と機器の改良を起こった結果、2008 年に横断歩道での歩行者優先を向上させる対策として、FHWA は臨時承認 (Interim Approval) を行っている。

国内においても、米国の RRFB を用いた無信号横断歩道での歩行者優先確保の取り組みが一部自治体により行われている。2017 年に神奈川県横浜市で初めて設置されて以降、愛知県豊田市で 6 箇所、茨城県や三重県でもそれぞれ 2 箇所整備された。また、2021 年には福島県警察は国内メーカーが製造した RRFB の仕様に近い機器を 1 箇所設置して効果検証を行っている。さらに、警視庁では 2022 年から運転者に対し電光表示により横断歩行者の存在を知らせて運転者に一時停止を促す警告表示板を東京都内 10 箇所に設置し、新しい交通安全施設対策として現在整備効果の検証を進めている。

以上の背景から、国内外において交通信号機以外での新たな横断施設の検討・導入が進められているが、わが国では電光表示や閃光を用いた無信号横断施設については試行段階であり、具体的な整備効果などについては明らかにされていない。そこで本研究では、新たな無信号横断施設を提案することを前提に、次の3点について明らかにする。

- ① 米国の横断施設を公開された資料から調査し、特に、RRFBについて検討を行う。
- ② 警告表示板が付加された東京都内の横断歩道において、整備前と整備後で調査を行い車両の譲り挙動の変化に着目した効果検証を行う。
- ③ RRFBを宮城県仙台市の横断歩道に設置して整備前後で調査を行い効果検証を行う。

以上、東京と仙台の2つの横断歩道に設置された機能の異なる新たな無信号横断施設を比較検証することで、車両の譲りを促すための新たな横断施設について評価することを本研究の目的とする。

参考文献

- 1) JAF（日本自動車連盟）：信号機のない横断歩道での歩行者横断時における車の一時停止状況全国調査、<https://jaf.or.jp/common/safety-drive/library/survey-report/2022-crosswalk>.
- 2) 警察庁：交通死亡事故の発生状況及び道路交通法違反取締り状況等について、<https://www.npa.go.jp/publications/statistics/koutsuu/toukeihyo.html>.
- 3) 警察庁：交通の方法に関する教則及び交通安全教育指針の一部を改正する件（令和3年国家公安委員会告示第17号）、<https://www.npa.go.jp/laws/kaisei/kokuji/kokuji0416.pdf>.
- 4) 国土交通省：生活道路の交通安全対策ポータル、<https://www.mlit.go.jp/road/road/traffic/sesaku/syokai-shikou.html>.
- 5) 米国運輸省連邦高速道路局（FHWA）：FHWA Highway Safety Programs, <https://highways.dot.gov/safety/proven-safety-countermeasures/rectangular-rapid-flashing-beacons-rrfb>.

2章 米国の信号機のない横断歩道における交通安全施設の種類

2.1 無信号横断歩道での交通規制様式と横断施設

米国の交通安全施設は、連邦規則により米国運輸省連邦高速道路局 (Federal Highway Administration : FHWA) が交通制御機器類統一マニュアル (Manual on Uniform Traffic Control Devices : MUTCD) の改訂を担い推奨する基準を定めている¹⁾。MUTCD の使用状況は州によって異なり、一切の変更を加えない州、MUTCD に準拠した独自のマニュアルを用いる州などに分かれている²⁾。例えば、カリフォルニア州では、CVC21400 に基づき、3つの交通行政機関が MUTCD に準拠したカリフォルニア州交通制御機器類統一マニュアル (California Manual on Uniform Traffic Control Devices : CAMUTCD)³⁾を整備しているが、連邦政府が推奨するマニュアルが発行されているため、本研究では MUTCD を米国の基準として取り扱う。

米国の道路標識は、図 2.1 に示すとおり一時停止 (R1-1) や優先・譲れ (R1-2) など車両の制限や禁止を示す規制標識 (Regulatory Sign) を R 系として分類しているが、横断歩道標識は、警戒標識 (Warning Sign) である W 系に整理分類している。図 2.2 (a) が標準的な米国の横断歩道 (W11-2) であるが、わが国と同じように路側式標識として設置する。また、学校周辺の横断歩道には、図 2.2 (b) に示す蛍光黄緑色の S1-1 を W11-2 の代わりに取り付ける。



図 2.1 米国の規制標識 (MUTCD)



(a) 横断歩道標識 (W11-2)

(b) 学校用横断歩道標識 (S1-1)

図 2.2 米国の横断歩道標識 (MUTCD)

2003年に改訂した MUTCD では、歩行者が横断歩道を渡ろうとしているのに一時停止・徐行を行わない車両を規制するため、図 2.3 の路側式として使用される歩行者優先標識(Yield Here to Pedestrians Signs and Stop Here for Pedestrians Signs)の R1-5 や、図 2.4(a)の横断歩道中央に路上式として取り付ける歩行者優先標識(In - Street Pedestrians Signs)の R1-6、さらに、図 2.4(b)のオーバーヘッド式横断歩道標識 R1-9 の計 3 種類を新たに採用した。MUTCD が参考として挙げている横断歩道標示は、図 2.5 のとおり 3 種類ある。FHWA のテクニカルシート⁴⁾では、ゼブラ標示を高視認性(High Visibility)として推奨しているが、横断歩道に横断歩道標示を設置するのか、設置するならどの種類を選択するのかは州や市の交通管理者の判断によるとしている。



図 2.3 R1-5 系の歩行者優先標識 (MUTCD)



(a) 路上式歩行者優先標識 (R1-6)

(b) オーバーヘッド式歩行者優先標識 (R1-9)

図 2.4 米国の歩行者優先標識 (MUTCD)

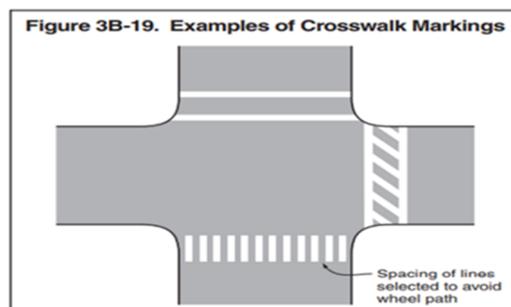


図 2.5 米国の横断歩道標示 (MUTCD)

米国では、図 2.2(a)の横断歩道標識と図 2.5 の横断歩道標示の組み合わせが標準的な横断歩道の構成様式となる。一方、こうした標準的な横断歩道では安全な横断機会が確保できないと交通技術者が判断した場合には、横断歩道に工学的介入(Engineering Treatments)を施すためのガイドラインが交通運輸調査委員会 (Transportation Research Board : TRB)⁵⁾や FHWA⁶⁾などにより整備されている。

表 2.1 は、Zeeger et al.⁷⁾の横断歩道標示と交通事故の関係に関する研究を基に作られたガイドラインの一部である。同研究では、横断歩道標示と車線数による交通事故の関係以外にも、片側 2 車線以上で交通島がある横断歩道は安全性が向上するとしている。そのため、縦の項目には車線数と交通島が設定され、横の項目には日平均交通量と制限速度が入り、4 つの項目によりどのような横断施設を決定するのが提案されている。C は横断歩道標示を推奨する箇所、P は横断歩道標示以外の対策がない場合には事故の可能性が高まるとし、強化された横断施設を検討していく必要があるとしている。N は横断歩道標示のみが既に設置されている場合は、事故リスクが増加する可能性が高い箇所として、交通静穏化対策や信号機の設置などが必要としている。

次に、交通技術者が工学的介入の判断を行ったあと、横断施設を表 2.2 の項目の中から選択していく。表 2.1 の C に該当する横断歩道には、表 2.2 から標準型として横断歩道標識や横断歩道標示を選択し、P には強化型として歩行者優先標識などを追加していく。N には警告型ビーコンに分類されている図 2.6(a)の円形型閃光式警告灯(CFB)や図 2.6(b)の角型閃光式警告灯(RRFB)の他に、図 2.7 の押ボタン型・感知器型歩行者横断支援装置(PHB)などの制御型ビーコンも望ましいとしている。

表 2.1 米国の横断歩道における交通安全施設の整備基準*1

車線数 および 交通島の 有無	日平均交通量(ADT) 9,000 台以下			日平均交通量(ADT) 9,000 台超 12,000 台以下			日平均交通量(ADT) 12,000 台超 15,000 台以下		
	制限速度								
	30mi/h	35mi/h	40mi/h	30mi/h	35mi/h	40mi/h	30mi/h	35mi/h	40mi/h
2 車線	C	C	P	C	C	P	C	C	N
3 車線	C	C	P	C	P	P	P	P	N
4 車線 以上有	C	P	P	C	P	N	P	P	N
4 車線 以上無	C	P	N	P	P	N	N	N	N

C : 横断歩道標示を推奨する箇所

P : 強化された横断施設を検討する箇所

N : 交通静穏化対策や信号機の設置が必要な箇所

表 2.2 米国の横断歩道における工学的介入の分類^{*2}

分類	交通安全施設の内容
標準型 (Basic)	横断歩道標示(W11 or S1-1) 横断歩道標識(W11 or S1-1)+横断歩道標示
強化型 (Enhanced)	歩行者優先標識(R1-6)+横断歩道標示 横断歩道標識(W11 or S1-1)+歩行者優先標識(R1-6)+横断歩道標示+ 前方譲り線
警告型ビーコン (Warning Beacon)	円形型閃光式警告灯(Circular Flashing Beacons : CFB) 角型閃光式高速警告灯(Rectangular Rapid Flashing Beacons : RRFB)
制御型ビーコン (Control Beacon)	押ボタン型・感知器型歩行者横断支援装置 (Pedestrian Hybrid Beacons : PHB)
信号機 (Traffic Signal)	定周式信号機 押ボタン式信号機



(a) 円形型閃光式警告灯 (CFB)



(b) 角型閃光式警告灯 (RRFB)

図 2.6 警告型ビーコン^{*3}



図 2.7 押ボタン型・感知器型歩行者横断支援装置 (PHB)^{*4}

2.2 Rectangular Rapid Flashing Beacon : RRFB (角型閃光式警告灯)

RRFB が採用される前から、米国では道路上の様々な危険に対して注意喚起を促す方法として Circular Flashing Beacons (円形型閃光式警告灯、以下「CFB」と称する。)が利用されてきた。設置される場所として、急カーブがある道路に設置された警告標識の支柱に取り付けて運転者に注意を促す場合や、信号機のない交差点などで一時停止標識の支柱に取り付けたりする。その取付方法や技術的な仕様については、MUTCD の CFB の項に規定されている。

従来から使用されていた CFB の機能をより高めるため、発光ダイオードを用いて閃光パターンを不規則化・高速化させた現在の RRFB の原型は、Richard Jones により考案され⁸⁾、その後、研究者により検証が行われた。詳しい開発経緯や初期の研究内容についての資料は十分確認ができないが、2010 年に FHWA による委託研究として RRFB の研究成果を取りまとめた Shurbutt & Van Houten⁹⁾によると、1990 年代に横断歩道標示の端部に沿って道路に埋め込む発光式道路鋸を用いた注意喚起システムの開発が進められていたが、設置費用や維持管理に課題が多かったため、2000 年代以降は、路側式である CFB の改良に関心が向けられていったとしている。また、RRFB を用いた初期の研究は、歩行者の安全支援開発に関心を抱いていた FHWA の援助により全米 22 箇所で開始され、多くの実験箇所で譲り率は向上したという報告が寄せられたとしている。さらに、FHWA の諮問機関である交通制御機器類専門委員会(National Committee on Uniform Traffic Control Devices : NCUTCD)も、MUTCD への採択を視野に改良の支援を決定し、FHWA は 2008 年に臨時承認 11 号(Interim Approval 11 : IA-11)を発出し、米国の道路交通管理者が通学路や横断歩道での安全対策の選択肢として RRFB を導入することが可能になったとしている。

IA-11 が発出されて以降も、FHWA を中心に改良が進められた。FHWA の委託研究として、ビーコンの形状により車両の譲り率に違いがあるのかを検証した Fitzpatrick et al.¹⁰⁾は、全米 4 市 12 箇所で角型ランプの RRFB と円形型ランプの Circular Rapid Flashing Beacons (円形型閃光式高速警告灯、以下「CRFB」と称する。)を交互に設置して比較検証を行った結果、ビーコンの形状と車両の譲り率に違いは認められなかったと報告している。また、光の強さである光度に着目した分析では、光度の度合いを変化させても日中では譲り率に違いは認められなかったが、夜間は光度が高いほうが譲り率は高まる傾向にあることを明らかにしている。

米国以外の研究として、カナダカルガリー市の無信号横断歩道において閃光効果の検証と蓄電システムの性能を評価する実験を行った。Domarad et al.¹¹⁾は、RRFB を設置した 6 箇所の平均譲り率は 15 ポイント増加したことを報告している。また、日差しの少ない冬期においても、常時作動していたため、バッテリーの蓄電性能についても特に問題はなかったとしている。

2.3 RRFB の仕様と閃光方式

表 2.3 は、FHWA が RRFB を臨時承認したときに出された技術に関する規定である IA-11 と改訂版の IA-21 から RRFB の技術的な特徴について一部編集し抜粋したものである。目的・用語では、当初、RRFB は運転者に対して警告表示する機器として位置付けていたが、IA-21 からは、歩行者の被視認性を向上させる機能を有する機器として改められている。一般機能については、光り方については「交互に」という表現が IA-21 では削除された。用途については IA-21 から追加できる場所として、歩行者自転車用横断歩道標識にも取り付けが可能としている。また、併用できない交通安全施設の組み合わせでは、IA-11 では、一時停止標識 (Stop Sign : R1-1)、優先・譲れ標識 (Yield Sign : R1-2)、交通信号機の 3 つが記載されていたが、IA-21 では PHB を追加している。

光り方は、IA-11 では RRFB の閃光速度を信号機の点滅速度の例外として取り扱っており、ライトの点滅回数は毎分あたり 70 回から 80 回、点灯と消灯の時間間隔はそれぞれ等しくさせると規定していた。また、左右 2 つあるライトの点滅方法として、左側のライトが 2 回高速で点滅を繰り返した後、右側のライトで 3 回点滅させる Wig-Wag と称した閃光パターンを適用していたが、IA-21 からは Wig-Wag から Wig-Wag + Simultaneous (WW+S) に変更した。WW+S の点滅方法は、図 2.8 のとおり、上から順に、左側点灯 50ms、両側滅灯 50ms、右側点灯 50ms、両側滅灯 50ms、左側点灯 50ms、両側滅灯 50ms、右側点灯 50ms、両側滅灯 50ms、左右同時点灯 50ms、左右同時滅灯 50ms、左右同時点灯 50ms、最後に左右同時滅灯 250ms を 1 周期として繰り返す。なお、表 2.4 はこれまで検討されてきた RRFB の閃光パターンとそれぞれの閃光秒数を整理したものである。

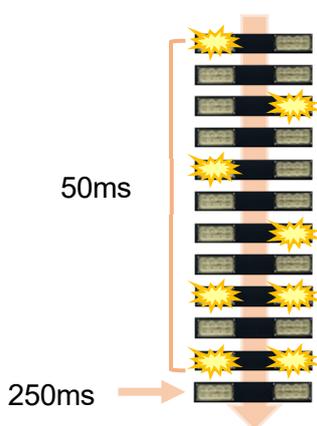


図 2.8 IA-21 で規定された RRFB の閃光パターン^{*5}

表 2.3 IA-11 と IA-21 の比較*6

IA-11	IA-21
目的・用語(Terminology)	
警告表示する機器 Warning Beacons	歩行者の被視認性を向上させる 機能を有する機器 Pedestrian-Actuated Conspicuity Enhancement
一般機能(General Condition)	
長方形の形をした2つの黄色表示により 高速で交互に閃光する機能を有すること	長方形の形をした2つの黄色表示により 高速で閃光する機能を有すること
用途(Allowable Uses)	
警告表示として導入する (MUTCD 4K.03 を参照) “...installed to function as a Warning Beacon (see 2003 MUTCD Section 4K.03).”	歩行者の被視認性を向上させるため導入する “...installed to function as a pedestrian-actuated conspicuity enhancement.”
横断歩道標示のある路側式の横断歩道標識、 学童用横断歩道標識に付加する	横断歩道標示のある無信号横断歩道において、 路側式の横断歩道標識、学童用横断歩道標識、 歩行者自転車用横断歩道標識(Bicycle and Pedestrian Crossing Sign)に付加する
一時停止標識(STOP Sign)、優先・譲れ標識 (YIELD Sign)、交通信号機で交通規制している 横断歩道には使用しない	一時停止標識(STOP Sign)、優先・譲れ標識 (YIELD Sign)、交通信号機、PHB で 交通規制している横断歩道には使用しない
閃光の仕様(Beacon Flashing Requirements)	
高速で交互に Wig-Wag 閃光すること	高速で閃光すること
1分あたりの合計周期は70回から80回とする 各点灯・点滅時間は等しくする 左側のビーコンを2回点滅を繰り返した後、 右側のビーコンを3回点滅させる	1周期（閃光パターンの始まりと終わり）を 800ミリ秒と設定した場合、 1分あたりの合計周期は75回とする
閃光の順序は、左側のビーコンを2回点灯した 後、右側のビーコンを3回点灯させる	閃光の順序は、左側を50ms、右側を50ms、左 側を50ms、右側を50ms、左右同時に50ms、 左右同時に50ms点灯させ、最後に250msを 左右同時に滅灯させる(Wig-Wag and Simultaneous)
光度はSAE規格J595の仕様を満たすこと	日中の光度はSAE規格J595のクラス1 イエローピーク光度の仕様を満たすこと
	夜間のまぶしさを抑えるため調光機能を備える ことを推奨
	IA-11の閃光仕様でプログラムされたRRFBは 適宜IA-21の閃光仕様に変更しなければならない

表 2.4 3つの閃光方法と1周期あたりの点滅時間

積算時間 [ms]	実証実験		IA-11		IA-21	
	2-5 Flash Pattern		Wig-Wag		Wig-Wag and Simultaneous	
	左ライト 時間[ms]	右ライト 時間[ms]	左ライト 時間[ms]	右ライト 時間[ms]	左ライト 時間[ms]	右ライト 時間[ms]
25	25	0	25	0	50	0
50	25	0	25	0		
75	25	0	0	25	0	0
100	25	0	0	25		
125	25	0	0	25	0	50
150	0	0	25	0		
175	0	0	25	0	0	0
200	0	0	0	25		
225	25	0	0	25	50	0
250	25	0	0	25		
275	25	0	25	0	0	0
300	25	0	25	0		
325	25	0	0	25	0	50
350	0	0	0	25		
375	0	0	0	25	0	0
400	0	0	25	0		
425	0	25	25	0	50	50
450	0	0	0	25		
475	0	25	0	25	0	0
500	0	0	0	25		
525	0	25	25	0	50	50
550	0	0	25	0		
575	0	25	0	25	0	0
600	0	0	0	25		
625	0	25	0	25		
650	0	25	25	0		
675	0	25	25	0		
700	0	25	0	25		
725	0	25	0	25		
750	0	25	0	25		
775	0	25	—	—		
800	0	25	—	—		
1周期[ms]	800		規定なし		800	
1分あたり 点滅回数	75		70~80		75	

※Wig-Wag の点灯秒数については IA-11 に記載がないため、1分あたりのサイクル回数とライトの点滅回数から、筆者が推定して作成した。

2.4 まとめ

本章では、米国の新しい横断施設である Rectangular Rapid Flashing Beacons (RRFB) に着目して調査を行った結果、以下に示す知見が得られた。

1. 米国の交通ルールは州法により規定されているため、わが国の「道路交通法」や「道路標識、区画線及び道路標示に関する命令」のように全国一律の交通規制様式が採用されているとは限らないことがわかった。また、州や市の道路交通管理者ごとに横断歩道の模様や構成などは異なり、横断施設を導入する整備基準も変わる可能性があることがわかった。
2. 米国連邦政府により道路交通環境に応じた横断施設のガイドラインが整備され、州や市の道路交通管理者に対して推奨という方法で提示していることがわかった。また、近年、交通量や規制速度などに応じて横断施設を標準型や強化型に分類し、現地の交通技術者が道路交通状況を調査したうえで選択していく方法が提案されていることがわかった。
3. 1990年代から、米国では歩行者の安全な横断機会を確保するため FHWA を中心に新たな交通安全施設の開発・実証実験が行われてきている。道路発光鉾など設置費用やメンテナンスに課題のあった横断施設の検証を経て、現在では、路側式横断歩道標識に取り付ける RRFB が米国の一部の州で導入されていることがわかった。

補注

- *1 Safety Effects of Marked Versus Unmarked Crosswalks at Uncontrolled Locations より抜粋
- *2 Establishing Procedures and Guidelines for Pedestrian Treatment at Uncontrolled Locations を基に著者編集
- *3 Carmanah Technologies Corp. HP より引用
- *4 米国運輸省連邦高速道路局 HP より引用
- *5 IA-21 より筆者編集
- *6 米国運輸省連邦高速道路局の公開資料を参考に筆者編集

参考文献

- 1) 米国下院合衆国法典： <https://law2.house.gov/browse/prelim@title23&edition=prelim>.
- 2) 米国運輸省連邦高速道路局： <https://mutcd.fhwa.dot.gov/index.htm>.
- 3) State of California, California State Transportation Agency, Department of Transportation : California Manual on Uniform Traffic Control Devices, 2014.
- 4) 米国運輸省連邦高速道路局：

https://safety.fhwa.dot.gov/ped_bike/step/docs/TechSheet_VizEnhancemt_508compliant.pdf.

- 5) National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine : Application of Pedestrian Crossing Treatments for Streets and Highways, The National Academies Press, 2016.
- 6) Blackburn, L., Zegeer, C. V., & Brookshire, K. : Guide for Improving Pedestrian Safety at Uncontrolled Crossing Locations, No. FHWA-SA-17-072, 2018.
- 7) Zegeer, C. V., Stewart, J. R., Huang, H. H., Lagerwey, P. A., Feaganes, J. R., & Campbell, B. J. : Safety Effects of Marked Versus Unmarked Crosswalks at Uncontrolled Locations Final Report and Recommended Guidelines, No. FHWA-HRT-04-100, 2005.
- 8) Carmanah Technologies Corp. HP : The History of the RRFB, <https://carmanah.com/resources/history-rrfb/>
- 9) Shurbutt, J., & Van Houten, R. : Effects of Yellow Rectangular Rapid-Flashing Beacons on Yielding at Multilane Uncontrolled Crosswalks, (No. FHWA-HRT-10-043), United States Federal Highway Administration, Office of Safety Research and Development, 2010.
- 10) Fitzpatrick, K., Potts, I. B., Brewer, M. A., & Avelar, R. : Comparison of Rectangular and Circular Rapid-Flashing Beacons in an Open-Road Setting, Transportation Research Record, 2492 (1), 69-77, 2015.
- 11) Domarad, J., Grisak, P., & Bolger, J. : Improving Crosswalk Safety: Rectangular Rapid-Flashing Beacon (RRFB) Trial in Calgary, In Calgary 2013-The Many Faces of Transportation, 2013.

3章 道路交通要因に着目した歩行者優先の実態分析

3.1 概説

近年、横断歩道での歩行者優先を定着させる取り組みとして、交通管理者は横断歩道での取り締りを強化している。また、交通安全教育も積極的に推進して交通の方法に関する教則の改正やダイヤマークの認知向上など、歩行者・運転者それぞれに広報啓発活動を行っている。このように現状では、運転者への法令遵守の働きかけや横断歩行者への注意喚起が中心となっているが、無信号横断歩道での車両の譲りには道路環境や交通状況といった要因も影響しているのではないかと考える。

本章では、東京都に設置された警告表示板と仙台市で社会実験を行った RRFB の整備効果を検証するため、運用開始前においてどの程度の車両が歩行者優先を実践しているのか実態を把握するとともに、歩行者の横断前挙動と車両の走行状況に着目して道路交通要因と車両の譲りとの関連について調査することを目的とする。

3.2 調査概要

3.2.1 調査箇所の選定（東京）

警視庁が警告表示板を設置した横断歩道での歩行者優先の実態を把握するため、運用開始前に調査を行った。警告表示板は、東京都内 10 箇所で開催予定であったが、サンプル数を多く確保するため、横断歩行者量および車両交通量が多い都市部で選定を行った結果、図 3.1 に示すとおり、東京都中央区新川に所在する無信号横断歩道とした。同箇所は、東京駅から直線距離で約 1.5km の場所に位置した交通量が多い往復 2 車線道路である。

車道幅員は、中央線から外側線までが 5.5m、路側帯 0.5m を含めると片側 6.0m である。広幅員な車線を確保している理由として、横断歩道から上り線方向 10m 付近にはバス停留所があり、交通の円滑性の観点から、後続車両の追い抜きを可能としているためと考える。また、同じく上り線方向 40m 付近には交差点右折専用車線もあり、同交差点を基準として考えた場合、右折車線を含めた片側 2 車線分の幅員が延長した結果とも言える。歩道幅員も 5.0m と歩道空間としては比較的広く、沿道は商業ビルや食料品店舗が立ち並び、縁石付近にはガードパイプ以外にも道路植栽と生垣が取り付けられていた。

制限速度は 40km/h であり、標識標示以外にもオーバーハング式横断歩道標識、法定外表

示として、蛍光色の注意看板やカラー舗装が設置されている。隣接信号機との距離は、上り線方向は 84m、下り線方向は 99m である。



図 3.1 横断歩道の状況（東京）

3.2.2 調査箇所の選定（仙台）

RRFB を設置するにあたり、実験許可を得るため宮城県警察と協議を重ねた結果、宮城県警察本部交通規制課と日本大学理工学部との共同実験として 4 か月間実施することとなった。同協議において、設置箇所の選定も行われ、東京と同じく横断歩行者量および車両交通量が多い場所を要望した結果、宮城県仙台市青葉区昭和町にある往復 2 車線道路の横断歩道に設置することを決定した（図 3.2）。



図 3.2 横断歩道の状況（仙台）

横断歩道が所在する場所は、仙台駅から直線距離で約 2.6km、JR 北仙台駅と地下鉄北仙台駅の間に位置した人口密度の高い居住地域の中にある。JR 北仙台駅前にはバス停留所もあるため、乗客の乗り換えを含めた公共交通機関を利用する歩行者が多い。車道幅員は、1 車線

あたり 3.0m、歩道幅員は上り車線側は 2.2m、下り車線側は 2.4m と歩道幅員は比較的狭い構造となっている。制限速度は 40km/h であり、横断歩道標識、横断歩道標示以外の交通安全施設は整備されていない。隣接信号機との距離は、上り線方向 98m、下り線方向 123m である。なお、上り線は単路部の押ボタン式信号機である。下り線は五差路交差点の定周期式信号機であるが、JR 列車の踏切信号と連動した信号制御を行っているため、列車の往来が多い時間帯、特に、9 時台は横断歩道付近まで車両の渋滞長が伸びていた。

3.2.3 観測方法

観測方法はビデオカメラによる撮影としたが、ビデオカメラの設置方法によっては運転者が交通取り締りなどを実施していると判断し、実態とは乖離した観測結果になる可能性がある。そこで、東京・仙台の各交通管理者と協議の上、運転者の視界にビデオカメラが入らない撮影方法を検討した結果、東京では、図 3.3 のように植栽や生垣の死角を利用した方法により、合計 7 台のビデオカメラ (60fps) を設置して調査を行った。また、仙台では、図 3.4 に示すとおり、仙台市が所管する街路灯などの沿道施設物を利用してビューポール（株式会社道路計画）と呼ばれる高所ビデオカメラ装置 4 台 (30fps) を取り付けた。撮影した静止画像を図 3.5 に示す。



図 3.3 ビデオカメラの設置状況(東京)



図 3.4 高所ビデオカメラ装置の取り付け状況(仙台)



(a) 東京



(b) 仙台

図 3.5 撮影映像

3.2.4 調査方法

分析対象の車両は、東京・仙台ともに上り車線を走行する車両のみとした。下り車線を走行する車両については、対向車ありの状況として分析を行う。横断歩行者は横断歩道標示上を歩行した者とし、横断歩道標示以外の場所から乱横断する歩行者は除外した。また、図 3.6 に示すとおり、歩行者の横断待機位置を運転者から向かって左側を *near-side*、右側を *far-side*、両側を *both sides* として分類した。*both sides* は、車両が上流側横断歩道標示端部に到着する前までに、*near-side* と *far-side* 両方に歩行者が道路横断を待機していた状態とした。さらに、車両と歩行者の項目以外にも、路上駐車の有無や東京では上り線方向の車両信号表示についても調査を行った。

車両が歩行者に対して横断機会を譲るべき事象を調査するため、図 3.7 と図 3.8 の黄色囲みで示す横断待機エリアを設定し、歩行者が同エリアに進入した時点での車両の譲りについて調査した。エリアの範囲は、東京は *near-side* と *far-side* ともに縦幅を歩道から歩道縁石前までの 2m とし、横幅は横断歩道標示の長さと同じ 4m とした。なお、*far-side* の横断待機エ

リアは横断歩道標示が交差点隅切りにかかっているため一部車道を含んでいる。仙台は歩道幅員が狭いため、東京と同じ縦幅 2m として設定すると視覚誘導ブロックを超えてしまい歩行者の通路空間がない状態となる。そのため、縦幅を歩道縁石から 1.5m に設定し、横幅は横断歩道標示の長さと同じ 3m とした。横断待機エリアに進入したとする判定基準は、撮影した映像から歩行者が仮想線の中に進入したと確認した時点とした。

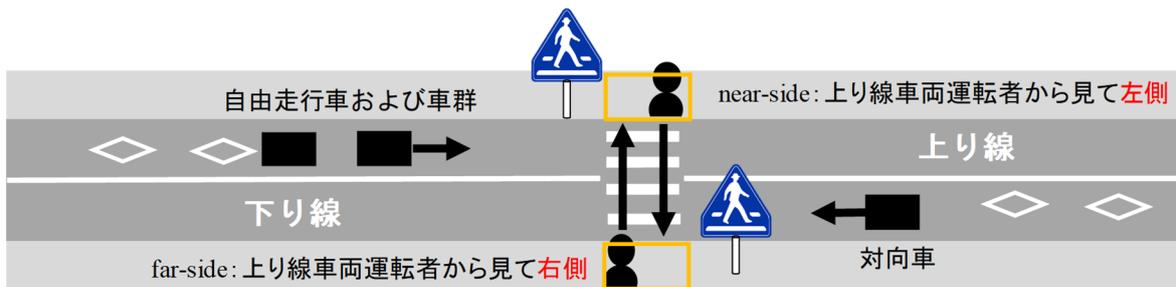


図 3.6 調査基準

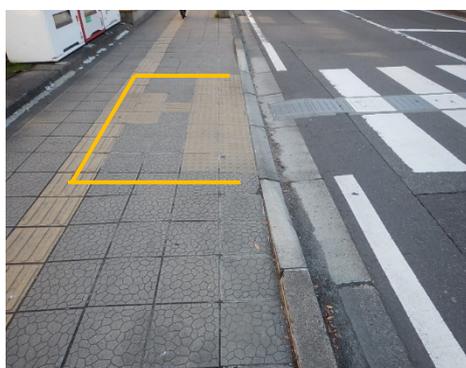


(a) near-side



(b) far-side

図 3.7 横断待機エリア(東京)



(a) near-side



(b) far-side

図 3.8 横断待機エリア(仙台)

3.2.5 車両の譲りと譲り率の定義

道路交通法 38 条では、信号機のない横断歩道では車両は歩行者の先行横断を実現させるため一時停止を行うことを規定しているが、実態として横断待ちをする歩行者を視認した時点での距離が十分開いている場合、徐行などにより横断を促す合図を送る車両運転者も存在する。歩行者に横断機会を譲ったとする車両挙動として、国内の先行研究¹⁾²⁾では、「停止・一時停止」と「減速」の2つに分類して分析を行っているが、減速については車両速度など基準値を設定して判別した研究は少ない。海外の研究でも Al-Kaisy et al.³⁾が、わが国と同じ運転操作と考えられる Stop (停止) と Slow Down (減速) を歩行者へ横断機会を譲った車両挙動と定義し調査を行っているが、同じくどの程度の速度変化を減速として判別したのかは示されていない。

以上の先行研究から、減速による譲りについての判別基準については、各研究者ごとに異なっている可能性がある。また、わが国の交通ルールでは、一時停止以外の行為により横断歩道に立つ歩行者へ横断機会を譲ることについては規定がされていない。そこで、本研究では、減速による譲りが法の趣旨とは異なっていることを踏まえつつ、実態把握を研究の目的としているため、車両の減速により歩行者が先行して横断した事象については研究対象に含めることとした。その際、道路交通法 38 条で規定されている内容を参考に、「一時停止」は車両が完全に停止した状態とした。また、「減速」については設定した基準値以下の車両速度で進行する状態と定義し、2 つの車両挙動をビデオカメラ映像から算出した 5m 区間平均車両速度により判別を行う。一時停止は、歩行者が横断を開始する直前までに車両が 0km/h まで減速し停止時間が 1.0 秒以上観測できた車両挙動とした。減速は、歩行者が横断を開始する直前までに横断歩道上流 35m から 5m までの 30m の距離を 5m で区分した 6 区間の平均車両速度から、1 区間以上連続して 10.0km/h 以下で走行した車両挙動とした。

調査箇所での歩行者優先の実態を把握するため、歩行者に対して一時停止または減速により横断歩道手前で譲りを行った車両台数の割合を譲り率 P とし、次式を用いて検討を行う。

$$P = \frac{N_{yield\ car}}{N_{all}} \times 100 \quad (1)$$

ここで、 N_{all} は歩行者が横断待機エリアに進入・待機したときに横断歩道に到着・通過した車両の総台数、 $N_{yield\ car}$ は一時停止あるいは徐行により歩行者へ譲りを行った車両の台数である。

3.2.6 統計手法の選択

歩行者の横断前挙動、道路交通環境、車両の走行状況の分析で設定した項目の違いにより、車両の譲り確率に違いがあるのかを検討するため、観測したデータをクロス集計表に整理したうえで、変数（譲った車両、譲らなかった車両）について分析で設定した2群間から4群間の挙動や状況とは関連がないという仮説を設定して統計量を計算し、統計学的有意水準を5%とした統計解析を行う。計算結果により、水準より小さい確率であれば仮説は棄却され関連があるとみなす。統計手法は、車両速度については連続尺度であり2変数を比較するためウェルチのt検定を、車両速度の値以外、例えば、歩行者の数の項目であれば単独または複数と名義尺度で集計を行っていることから χ^2 検定を実施する。

3群以上の比較を行う χ^2 検定では、どの群に有意差が生じているかがわからないため、調整済み残差を用いた残差分析を行う。残差分析は、調整済み残差の絶対値が標準正規分布を使った検定の限界値を超えていれば有意とみなす。限界値は統計学的有意水準5%で1.96であるが、本研究ではP値を小数点第4位で四捨五入し第3位までを採用したため、有意水準5%以下は0.050以下となる。ここで調整済み残差を2.0で有意確率を小数点第3位で計算した場合の値は0.054となることから、調整済み残差を用いた有意確率の判定については、2.1($P=0.044$)以上として統計的検定を行う。

3.3 観測結果および車両の譲りに関する分析

3.3.1 基礎集計

表3.1と表3.2に、調査を行った日時と調査箇所の横断歩行者・車両の各平均時間交通量を示す。調査期間は、東京と仙台それぞれの横断歩道での交通量を考慮し、東京は平日3日間、仙台は平日5日間とした。調査時間は、2箇所とも1日あたり午前9時から午後4時の合計7時時間とした。観測時間中の天候は、東京は3日間とも晴れであったが、調査初日が早朝雨だったため、観測開始時刻を路面が乾燥した午前11時に繰り下げている。仙台は、2月末に観測を行ったため、5日間とも曇りであり時折雪が降りついたが雨は降らなかった。

横断歩行者量は、撮影した映像から横断歩道内と横断歩道外に分けて計測した。計測した範囲は、2箇所とも広範囲を撮影したビデオカメラ1台の映像により行った。撮影した画角の制約上、東京は横断歩道から上り線方向15mと下り線方向50mまでの範囲の横断歩行者の数となる。仙台も同じく撮影した画角の制限から、上り線方向20m、下り線方向40mまでの範囲で計測した横断歩行者である。計測結果は、東京は1時間あたりの横断歩行者量は平均91名、仙台は平均83名であった。また、横断歩道外の横断歩行者量は、東京が1時間あ

たり平均 18 名に対し、仙台では平均 73 名と仙台の横断歩道では乱横断をする歩行者が多かった。車両交通量は、横断歩道を通過した車両を上り線・下り線にわけて計測した。計測結果は、東京が上下線とも 1 時間あたり平均 300 台以上と車両の往来が途切れる時間帯が少なかったのに対し、仙台は上り線が 192 [台/時]、下り線は平均 91 [台/時] で上り線方向にある仙台市街へ移動する車両のほうが多かった。

表 3.3 に観測車両台数と譲り率の結果を示す。東京の車両総台数は 666 台、そのうち譲った車両台数は 188 台で譲り率は 28.2%と低い状態であった。仙台の車両総台数は 628 台、そのうち譲った車両台数は 218 台で譲り率は 34.7%と東京と同じく運転者は歩行者優先を実践しているとは言い難い状態であった。表 3.4 に譲った車両のうち減速を除いた一時停止した車両割合を示す。東京で一時停止した車両は 73.4%、仙台は 83.0%と 2 箇所とも減速より一時停止により譲る車両のほうが多かった。

表 3.1 調査期間および平均交通量(東京)

調査日時	平均横断歩行者量[人/時]		平均車両交通量	
	横断歩道利用	乱横断	上り線	下り線
2021年10月26日(火)11:00~16:00 2021年10月29日(金)9:00~16:00 2021年11月5日(金)9:00~16:00	91	18	362	329

表 3.2 調査期間および平均交通量(仙台)

調査日時	平均横断歩行者量[人/時]		平均車両交通量	
	横断歩道利用	乱横断	上り線	下り線
2022年2月8日(月)9:00~16:00 2022年3月1日(火)~ 2022年3月5日(金)9:00~16:00	91	18	362	329

表 3.3 観測車両台数と譲り率

調査地	車両総台数[台]	譲った車両台数[台]	譲らなかった車両台数[台]	譲り率[%]
東京	666	188	478	28.2
仙台	628	218	410	34.7

表 3.4 譲った車両の一時停止割合

調査地	譲った車両台数[台]	一時停止した車両台数[台]	減速した車両台数[台]	一時停止した車両割合[%]
東京	188	138	50	73.4
仙台	218	181	37	83.0

図 3.9 に、観測車両の車種別での構成割合を示す。東京は、普通乗用車とタクシーで全体の半数以上を占めており、その次に大型車を含む普通貨物車であった。タクシーが 32.7% を占める理由として、東京駅に近い商業地の中に所在する横断歩道のため同箇所を頻繁に往来していた結果であると考えられる。また、普通貨物車が 16.5% を占める要因として、下り線方向は東京湾岸地域につながる幹線道路であり、大型物流施設などから出発した貨物車の配送ルート上にあつたためではないかと考える。仙台は、普通乗用車で 64.8% を占める結果であつた。

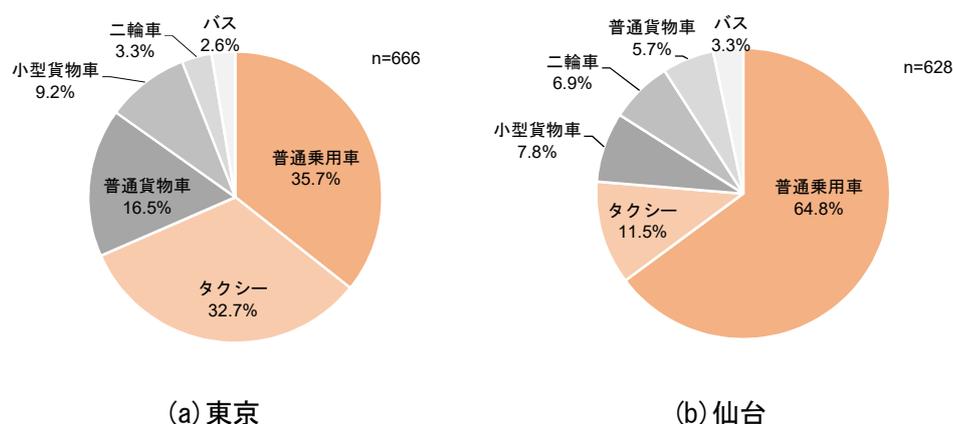


図 3.9 車種構成割合

3.3.2 歩行者の横断前状況と譲りの関連分析

歩行者の特性と譲りとの関係では、Al-Kaisy et al.⁴⁾が歩行者の数、性別、年齢といった特徴により、車両の譲りは異なる傾向にあることを報告している。また、国内では松尾ら⁵⁾が、路上実験により得られたデータから歩行者の横断位置別での譲り率の比較を行っているが違いは認められなかったとしている。そこで、本研究では、歩行者の数、歩行者の横断位置以外にも歩行者の横断前挙動を加えた 3 つの項目について分析を行う。

歩行者の数は、1 人の場合を単独とし 2 人以上を複数とした。歩行者の横断待機位置では、near-side、far-side、both sides にわけた。歩行者の横断前挙動は、車両が上流側の横断歩道標示端部を通過するまでの歩行者の挙動を歩道内佇立、歩道内移動、車道内佇立・横断中止の 3 つに分類した。歩道内佇立は、横断待機エリアで歩行者は立ったまま車両の譲りを確認している状態とし、歩道内移動は、歩行者が横断待機エリアを移動している間に車両が横断歩道を通過したか、あるいは一時停止した状態とした (図 3.10 (a)、図 3.11 (a))。車道内佇立と横断中止は、歩行者は車両の譲りを車道上で確認している状態とした (図 3.10 (b)、図 3.11 (b))。2 つの挙動の違いは、車道内佇立は横断を中止したと判断できる歩道側への後退や車道上での横移動といった動きがなく、車両との交錯を回避できる場所まで前進してから立ち止まっ

た挙動とした。横断中止は、車道に進入して立ち止まるまでの間に歩道側へ後退または横移動を行い横断を中止したと映像から判断できる歩行者とした。こうした2つの状況は道路幅員が広いためか東京で多く観測され、特に、*far-side* から横断する歩行者で多くみられた ($n=89$)。



(a) 歩道内佇立



(b) 車道内佇立・横断中止

図 3.10 歩行者の横断前挙動 (東京)



(a) 歩道内佇立



(b) 車道内佇立・横断中止

図 3.11 歩行者の横断前挙動 (仙台)

車両と交錯を回避できる歩行者の佇立位置について、東京は車道幅員が 5.5m と広いため、道路構造令の車道幅員の標準値を参考に *near-side*、*far-side* とともに中央線から歩道に向かって 3.0m 付近にある横断歩道標示とした。歩道縁石からは中央線に向かって 2.5m 付近にある横断歩道標示となり、同標示を超えて佇立する歩行者は調査対象からは除外した。横断中止に分類した歩行者が歩道に引き返したケースはなく、路上駐車した車両の位置によっては、車道内佇立と横断中止の歩行者挙動の違いを車両運転者が認識できたか判別することは難しいため、車道内佇立と横断中止をまとめて集計した。

仙台の車道幅員は、標準値の 3.0m であるため near-side では車両が中央線をはみ出して走行する以外、歩行者を回避する幅員に余裕はない。撮影した映像では、歩道縁石から 0.7m 付近の横断歩道標示を超えて車道に佇立する歩行者は少なかったことから、車両と交錯を回避できる歩行者の位置を中央線から歩道に向かって 2.3m 付近にある横断歩道標示とした。なお、歩行者と自転車が同時に歩道で横断待機した場合は、その他に含めている。

3.2.6 項で説明したとおり、観測した車両総台数（東京：n=666，仙台：n=628）から譲った車両群（東京：n=188，仙台：n=218）と譲らなかった車両群（東京：n=478，仙台：n=410）にわけ、車両の譲りの有無の 2 群間と歩行者の挙動で細分化した 3 項目の各群間で差がみられるのか χ^2 検定を実施した。表 3.5 より、東京では歩行者の数と車両の譲りに有意差は認められなかったが、仙台では歩行者が単独より複数のときのほうが車両に譲られやすい傾向にあった。歩行者の横断待機位置では、東京・仙台ともに 3 群間において有意差が認められた。また、歩行者の横断前挙動については、東京では 4 群間で有意な関連が認められたが、仙台では横断前挙動の違いにより車両の譲りの確率に違いがあるとはいえない結果であった。

東京と仙台 2 つの地域で有意となった歩行者の横断位置の各群間の有意差を検討するため、下位検定として表 3.6 に示す調整済み残差を用いた残差分析を行う。残差分析の結果、譲らなかった車両群で有意に高かった横断位置は、2 つの地域とも調整済み残差が 4.4 (P<0.001) と 3.8 (P<0.001) の値を示した far-side であった。また、東京で有意差が認められた横断前挙動では、サンプル数が少ないその他 (n=3) を除外した結果、表 3.7 のとおり、譲った車両群で有意に高かった調整済み残差は 3.4 (P<0.001) の値を示した車道内佇立・横断中止であった。

表 3.5 歩行者の特性・横断前挙動に関する χ^2 検定(東京・仙台)

		東京車両台数(N=666)		P値	仙台車両台数(N=628)		P値
		譲った(n=188)	譲らない(n=478)		譲った(n=218)	譲らない(n=410)	
歩行者の数(n)[%]	単独	144[76.6]	385[80.5]	0.257	159[72.9]	343[83.7]	0.001
	複数	44[23.4]	93[19.5]		59[27.1]	67[16.3]	
歩行者の横断位置(n)[%]	near-side	103[54.8]	182[38.1]	<0.001	99[45.4]	140[34.1]	<0.001
	far-side	75[39.9]	280[58.6]		103[47.2]	259[63.2]	
	both sides	10[5.3]	16[3.3]		16[7.3]	11[2.7]	
歩行者の横断前挙動(n)[%]	歩道内佇立	110[58.5]	343[71.8]	0.002	180[82.6]	341[83.2]	0.028
	歩道内移動	26[13.8]	61[12.8]		19[8.7]	52[12.7]	
	車道内佇立	50[26.6]	73[15.3]		19[8.7]	17[4.1]	
	横断中止						
	その他	2[1.1]	1[0.1]		0[0]	0[0]	

表 3.6 歩行者の横断位置に関する残差分析の結果(東京・仙台)

	歩行者の横断位置(東京)				歩行者の横断位置(仙台)			
	near-side (n=285)	far-side (n=355)	both sides (n=26)	計(n=666)	near-side (n=239)	far-side (n=362)	both sides (n=27)	計(n=628)
譲った車両(n)[%]	103[36.1]	75[21.1]	10[38.5]	188[28.2]	99[41.4]	103[28.5]	16[59.3]	218[34.7]
調整済み残差	[3.9]	[-4.4]	[1.2]		[2.8]	[-3.8]	[2.7]	
譲らなかった車両(n)[%]	182[63.9]	280[78.9]	16[61.5]	478[71.8]	140[58.6]	259[71.5]	11[40.7]	410[65.3]
調整済み残差	[-3.9]	[4.4]	[-1.2]		[-2.8]	[3.8]	[-2.7]	

$\chi^2 = 18.987$

$\chi^2 = 18.185$

表 3.7 横断前挙動に関する残差分析の結果(東京)

	歩行者の横断前挙動(東京)			計(n=663)
	歩道内佇立 (n=453)	歩道内移動 (n=87)	車道内佇立 横断中止 (n=123)	
譲った車両(n)[%]	110[24.3]	26[29.9]	50[40.7]	186[28.1]
調整済み残差	[-3.2]	[0.4]	[3.4]	
譲らなかった車両(n)[%]	343[75.7]	61[70.1]	73[59.3]	477[71.9]
調整済み残差	[3.2]	[-0.4]	[-3.4]	

$\chi^2 = 13.006$

歩行者の挙動の違いに着目して車両の譲り確率を算出した結果、横断待機の位置以外にも歩行者の数や横断前挙動でも車両の譲りに違いがあることが明らかとなった。こうした結果について東京・仙台の道路交通環境を踏まえて考察すると、東京では広幅員な道路と道路に接続する沿道状況、特に、植栽・生垣、沿道施設物、路上駐車などの存在と歩行者の立ち位置との関係から歩行者の被視認性が低下していた可能性があると考えられる。反対に、仙台では狭隘な歩道で横断歩行者の認知を妨げる沿道構造物も少なかったため、運転者が視認されやすい環境下にあったのではないかと考える。

3.3.3 車両の走行区間と譲りの関連分析

歩行者が横断待機エリアに進入した時点での車両の走行区間と譲りとの関連について分析を行った。図 3.12 のように、調査方法は、横断歩道標示端部から上流 30m までを 1 区間 5m に分割し、時刻同期した複数のビデオカメラ映像から車両の走行区間を特定した。走行区間は、撮影した映像上に 5m 間隔で断面線を描画して設定したが、車両前輪が断面線を越えた場合で車体の大部分が上流区間にあった場合でも、次の下流区間を走行しているとみなして解析を行った。また、車両が 30m 以上離れた位置で走行していた場合は、設置したビデオカメラの画角からでは走行位置を把握することができなかつたため、「30m 以上」として一括で集計し合計 7 つの走行区間を設定した。

図 3.13 に、エリア進入時における走行区間別での譲り率を示す。2 つの地域ともに車両は横断歩道に接近にするにつれて譲り率は下がる傾向にあった。

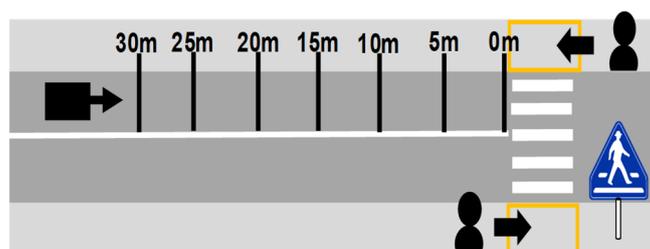


図 3.12 横断待機エリア進入時の走行区間の説明図

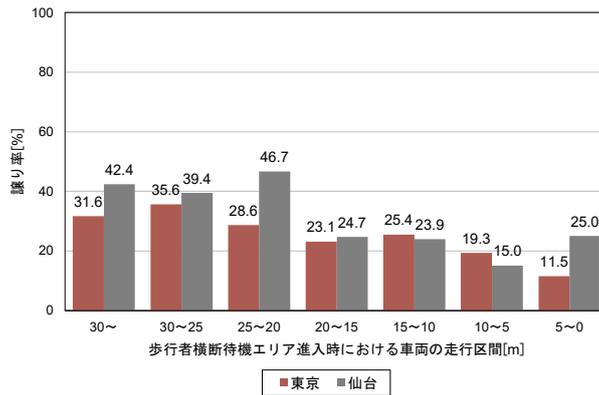


図 3.13 走行区間別での譲り率（東京・仙台）

3.3.4 他車との走行位置関係と譲りの関連分析

他車との走行位置関係が車両の譲りに影響を及ぼすのかを検討するため、図 3.14 のとおり 4 つの走行状況を設定して調査を行った。

群 1 は、後続車や対向車がない状況で走行する車両を自由走行車と定義し、歩行者への譲りの有無を調査した。群 2 は、下り線を走行する対向車が存在しない状況下で、調査対象である上り線を走行する車両が 2 台以上の車群を構成していた場合の譲りの有無を調べた。本研究での車群の基準は、先頭車両と後続車両の車間時間が横断歩道上流 30m の地点で 2 秒未満とした。車群の先頭車両が譲った場合は、追従する車両は車群のサンプル数には含めていない。また、先頭車両が譲らなかった場合は、追従車両の譲りの有無を車群のサンプル数に計上した。群 3 は、下り車線から走行してくる対向車がある状況下での走行車の譲り（上り車線の車両）を調査した。対向車の基準としては、歩行者が横断待機エリアに進入した時点で、対向車が横断歩道上流 30m 以内（下り線）を走行している状況とした。また、調査対象の上り線車両が横断歩道上流 30m 地点を通過する前に対向車が下り線上流側の横断歩道標示端部を通過した場合には、対向車の影響はないとみなして群 1 または群 2 の状況とした。

群 4 は、対向車が存在する状況でかつ車群を構成する車両が走行している状況である。図 3.15 に、走行状況別の譲り率を示す。東京で最も多く観測した車両は、群 1（自由走行）の 303 台であった。仙台も群 1 が最も多く 447 台であった。東京の 4 群間で最も譲り率が高かったのは群 1 の状況であり、反対に、最も譲り率が低かったのは、群 4 の対向車が走行する状況で車群を構成する車両であった。次に、仙台で最も譲り率が高かったのは、群 3 の対向車のみが存在する状況で走行する車両であり、最も譲り率が低かったのは、東京と同じく群 4 の対向車が走行する状況で車群を構成する車両であった。

ここで、自転車だけで走行する状況と他車も走行している状況によって、車両の譲りに違いがあるのかを明らかにするため χ^2 検定を行った。結果として、東京は 4 群間において有意差

群	自転車と他車の分類	走行状況図
1	自由走行車 後続車・対向車なし	
2	車群 車間時間2秒未満 対向車なし	
3	走行車・対向車 後続車なし	
4	車群・対向車 後続車・対向車あり	

図 3.14 自転車および他車が存在する走行状況

が認められたが ($P<0.001$)、仙台では有意な関連は認められなかった ($P=0.208$)。有意差が認められた東京の4群間については、どの走行状況が最も譲らない車両群であるのかを把握するため調整済み残差を算出した結果、表 3.8 より、群 3 の対向車が存在した走行状況の調整済み残差は 2.4 ($P=0.022$)、自由走行時の譲らなかった車両群の調整済み残差-4.6 ($P<0.001$) と比べ、譲りの確率は有意に下がる傾向にあることが示唆された。しかし、同じ対向車が存在する群 4 の調整済み残差は 2.0 ($P=0.054$) と有意な関連が認められるとは言い切れない結果であった。

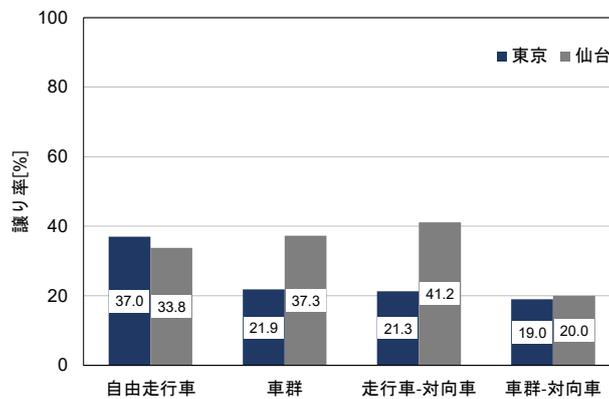


図 3.15 走行状況別での譲り率 (東京・仙台)

表 3.8 残差分析の結果 (東京)

	走行状況				計 (n=666)
	自由走行 (n=303)	車群 (n=105)	走行車-対向車 (n=174)	車群-対向車 (n=84)	
譲った車両(n)[%]	112[37.0]	23[21.9]	37[21.3]	16[19.0]	188[28.2]
調整済み残差	[4.6]	[-1.6]	[-2.4]	[-2.0]	
譲らなかった車両 (n)[%]	191[63.0]	82[78.1]	137[78.7]	68[81.0]	478[71.8]
調整済み残差	[-4.6]	[1.6]	[2.4]	[2.0]	

3.4 まとめ

本章では、東京、仙台の無信号横断歩道において歩行者優先の実態把握と車両の譲りに影響を与える道路交通要因について歩行者の横断前挙動と車両の走行状況にわけて分析を行った。以下に得られた知見を示す。

1. 歩行者優先を測る指標として車両の譲り率を定義して調査を行った結果、東京では28.2%、仙台は34.7%であり、運転者が横断歩行者に対して横断機会を譲っているとは言い難い状況であった。
2. 歩行者の横断待機位置の分析では、運転者から見て左側の *near-side* よりも右側の *far-side* で佇立する歩行者のほうが車両に譲られにくい傾向にあることがわかった（東京・仙台）。
3. 広幅員な道路にある横断歩道では、歩行者の横断前挙動が車道側で横断待機するよりも歩道側で横断待機するほうが譲りの確率は下がる傾向にあった（東京）。
4. 歩行者出現時に横断歩道から離れた位置で走行する車両のほうが譲りの確率は高い傾向にあることが示された（東京・仙台）。
5. 走行状況分析では、対向車が存在している走行状況のほうが対向車が存在していない自由走行のときよりも譲りの確率は低くなる可能性があることがわかった（東京）。

参考文献

- 1) 谷口綾子、吉村聡哉、石田東生：車両と歩行者・自転車間のコミュニケーションによる協調行動の生起に関する研究、土木学会論文集 D3(土木計画学)、Vol. 68(5), pp. I_1115-I_1122, 2012.
- 2) 鈴木弘司、加藤明里、山口佳起：二段階横断施設における歩行者の心的負担と車両の譲り挙動に関する実証分析、交通工学論文集、Vol. 4(1), pp. A_252-A_257, 2018.
- 3) Al-Kaisy, A., Miyake, G. T., Staszczuk, J., & Scharf, : Motorists' voluntary yielding of right of way at uncontrolled midblock crosswalks with rectangular rapid flashing beacons, *Journal of Transportation Safety & Security*, Vol. 10(4), pp. 303-317, 2018.
- 4) Al-Kaisy, A., Miyake, G. T., Staszczuk, J., & Scharf, *op. cit.*, 2018.
- 5) 松尾幸二郎、廣島康裕、佐藤修正、山内洋佑：無信号横断歩道におけるドライバーの「譲り」に関する基礎的調査および考察、第33回交通工学研究発表会論文集、pp. 225-228, 2013.

4章 警告表示板の整備効果に関する分析

4.1 概説

運転者に横断歩行者の存在を認識させることにより横断歩道での一時停止を促し、横断歩行者の安全確保とドライバーの遵法意識の向上を図る目的のため、2022年3月から、警視庁は、東京都内の小学校、保育園、公園などに近い10箇所でLED文字表示と熱感知センサーで構成される警告表示板を信号機のない横断歩道に設置した。本研究の対象とする東京都中央区新川の横断歩道に設置された警告表示板は、2022年7月22日から運用が開始された。本章では、警視庁が整備した警告表示板の効果を検証するため、運用開始2か月後と4か月後に調査を行い、車両の譲り挙動の変化に着目して電光表示による注意喚起の手法が横断歩道の歩行者優先確保につながるのか分析を行った。

4.2 警告表示板の概要

4.2.1 機器の構成

図4.1のとおり、警告表示板は、歩道上にある路側式横断歩道標識柱またはオーバーハング式横断歩道標識柱に設置する。機器の構成は、図4.2に示すとおり、各標識柱ごとにLED文字を表示する警告表示板1台、制御機1台、熱感知センサー1台が取り付けられている。また、無線通信機能が備えられ、歩行者を感知したときに上り・下り両車線を走行する車両に向けて同時に電光文字が表示されるように設定されている。警告表示板の設置高さは、上下線とも道路から4.9mである。

4.2.2 作動方法

熱感知センサーは、歩道上の横断歩行者を対象に感知を行う。警視庁の仕様書によると、縦が横断歩道の際から1m程度、横が標準的な横断歩道標示と同じ4mの範囲内を感知している。図4.3は、警告表示板を製造したメーカーからの聞き取り調査を基に作成した感知範囲のイメージである。熱感知センサーは、温度や環境条件によって感知する範囲が変化する可能性があるものの、全方位（360度）で感知することが可能であり長い楕円形のよ



(a) 上り線



(b) 下り線

図 4.1 警告表示板の設置状況



図 4.2 警告表示板と熱感知センサー（上り線側標識柱）



図 4.3 熱感知センサーの感知範囲のイメージ

うな検知範囲であるとのことである。

図 4.4 は、熱感知センサーが感知する前と感知した後の電光表示板に映された表示内容である。歩行者を感知していないときは（以下、通常時）、図 4.4(a)のように、赤色の四角3つを1組としたシンボルを右から左に流して、運転者に点滅表示のように見せることで横断歩道が設置されていることを知らせる。熱感知センサーが歩行者を感知したときは（以下、作動時）、無線通信により制御機へ感知信号を送り、一度電光表示板が暗転した状態となつてから、図 4.4(b)に示すとおり、「横断中」の黄色3文字が表示される。ここでも、通常時と同じように、黄色3文字は右から左に流れるように表示され、歩行者が横断中であることを運転者に対して知らせる。

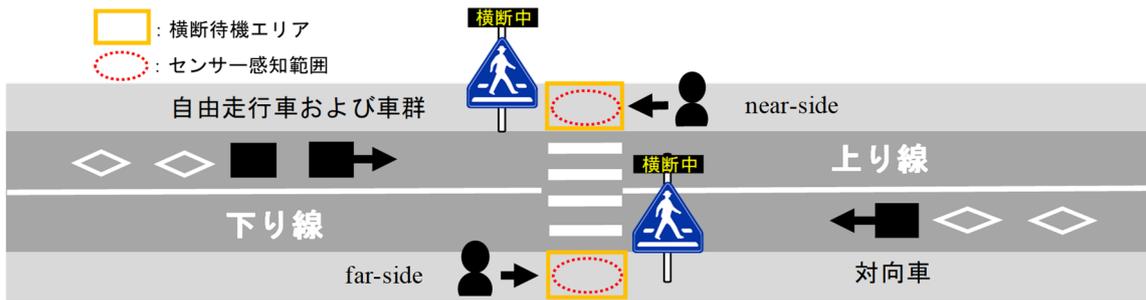


図 4.4 感知前後での警告表示状況

4.2.3 調査概要

調査は、植栽や生垣の死角を利用した方法によりビデオカメラ(60fps)を6台設置して観測を行った。分析の対象となる車両については、設置前調査と同じ上り車線を走行する車両のみとし、下り車線を走行する車両については、対向車ありの状況として分析を行った。横断歩行者は横断歩道標示上を歩行した者を対象とし、横断歩道標示以外の場所から乱横断する歩行者は除外した。また、歩行者の横断待機位置を運転者から向かって左側を *near-side*、同じく右側を *far-side*、両側を *both sides* として分類した。

設置前の調査では、図 4.5 の黄色囲みで示してある横断待機エリア（縦幅：2.0m，横幅：4.0m）を設定し、歩行者が同エリアに進入した時を基準に車両の譲り挙動を分析した。設置後の調査では、感知センサーの範囲が設定上では縦 1.0m、横 4.0m となっており、横断待機エリアの範囲とは異なるが、撮影した映像からどの地点を感知したのか正確に把握することが難しかったため、本研究では横断待機エリアと同じとみなした。



横断待機エリア≒センサー感知範囲

図 4.5 調査方法

4.3 基礎分析

4.3.1 観測結果

整備効果を検証するため、警告表示板が運用を開始した2か月後と4か月後に調査を実施した。設置前の調査を含めた調査日時及び交通量を表4.1に示す。運用開始2か月後と4か月後での調査は、運用前調査と同じ平日3日間行い、観測時間は1日あたり午前9時から午後4時の合計7時間行った。計測した車両交通量は3回の調査とも上り線を通行する車両の方が下り線を通行する車両よりも上回っていたが、運用前調査として行った1年前の交通量と比較して設置後2か月目の交通量は上り線・下り線ともに減少していた。

観測した車両台数は、運用前が666台、運用2か月後が542台、運用4か月後が531台であった。図4.6に、警告表示板が設置される前と設置した後、3つの時期にわけて観測した譲り率の推移を示す。車両の譲り率は、運用前が28.2%、運用開始2か月後は33.9%、運用開始4か月後では37.1%であった。運用前と運用4か月後の譲り率を比較するため χ^2 検定を行った結果、2群間で有意差が認められた($P<0.001$)。ここで警告表示板の熱感知センサーが設

表 4.1 調査時期と交通量

調査時期	調査日時	平均横断歩行者量 [人/時]		平均車両交通量 [台/時]	
		横断歩道内	横断歩道外	上り線	下り線
運用前	2021年10月26日(火)11時~16時 2021年10月29日(金)9時~16時 2021年11月5日(金)9時~16時	91	18	362	329
運用開始 2か月	2022年9月27日(火)9時~16時 2022年9月29日(木)9時~16時 2022年9月30日(金)9時~16時	92	15	308	283
運用開始 4か月	2022年11月18日(金)9時~16時 2022年11月22日(火)9時~16時 2022年11月25日(金)9時~16時	95	14	344	310

定した範囲内で歩行者を感知し横断中の表示が行われた事象を「通常作動」と定義し、それ以外の事象、例えば、歩行者を感知せず表示が行われなかった場合とにおいて全体の割合を求めた結果、通常作動による注意喚起は運用2か月後では全体の37.5%、運用4か月後では全体の43.9%しか観測できなかつた。図4.7に警告表示板の感知割合を示す。2か月後の譲り率33.9%と4か月後の譲り率37.1%を比較した場合、通常作動時における車両の譲り率はそれぞれ40.2%と40.3%であつた。

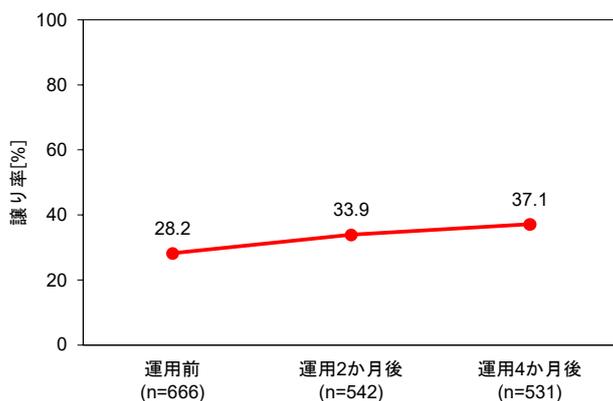


図 4.6 譲り率の推移

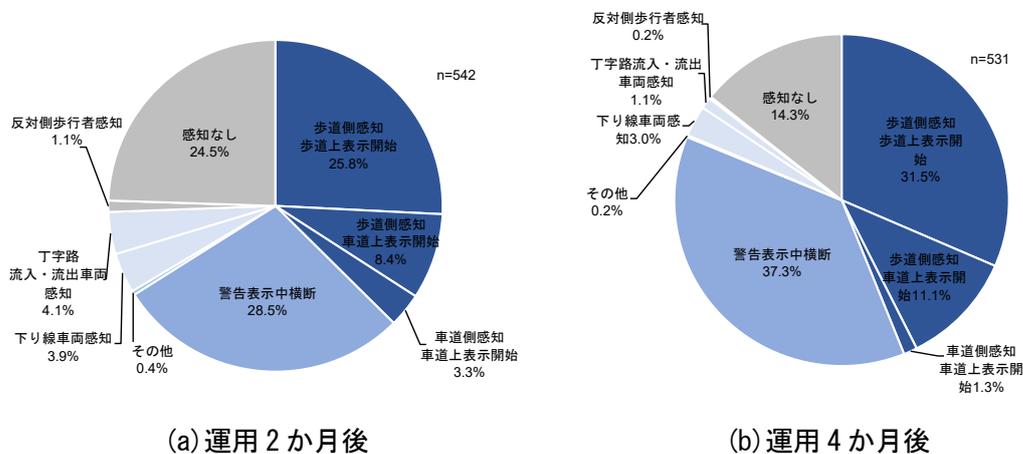


図 4.7 警告表示板の感知割合

4.3.2 車種構成割合と車種別分析

観測した車両の車種を多い順に並べると、3回の観測とも普通乗用車、タクシー、普通貨物車、小型貨物車、二輪車、バスであつた。設置前後での車種の構成比率についても特に大きく変化はしていない。6車種の譲り率の推移を図4.8に示す。普通貨物車、バス、普通貨物車、小型貨物車の譲り率は増加した。

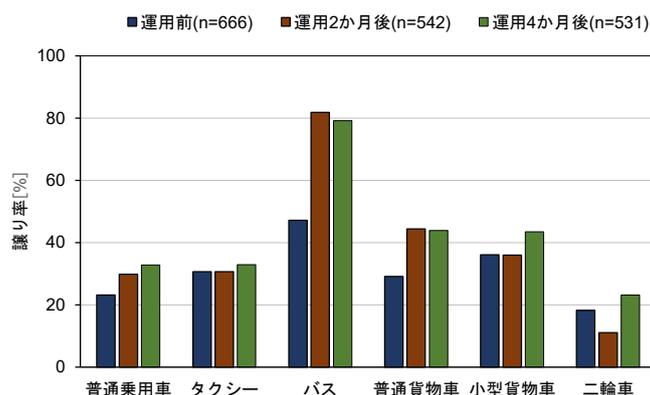


図 4.8 車種別による譲り率の推移

4.3.3 歩行者の横断位置と譲りの関連分析

運用前調査で行った分析から、far-side で横断待機する歩行者のほうが near-side で横断待機する歩行者と比べ車両に譲られにくい傾向にあることがわかったが、警告表示板を設置した後も同様の傾向を示すのかを確認するため、歩行者の横断待機位置を near-side、far-side、both sides の3つにわけて分析を行った。図 4.9 は、サンプル数の少なかった both sides を除いた横断位置別での車両の譲り率の推移である。設置前の near-side の譲り率は 36.1%に対し、far-side の譲り率は 21.1%とポイント差は 15.0%であった。そこで χ^2 検定を行った結果、有意な差が認められた ($P < 0.001$)。しかし、運用 2 か月後では near-side は 35.9%に対し、far-side は 30.0%とポイント差は 5.9%にまで減少した。検定により確認を行った結果、2 群間に有意差は認められなくなっていた ($P = 0.152$)。運用 4 か月後では、near-side、far-side の比率はともに増加していたが、検定の結果、横断位置別での譲り率の違いに有意差が認められた ($P < 0.001$)。

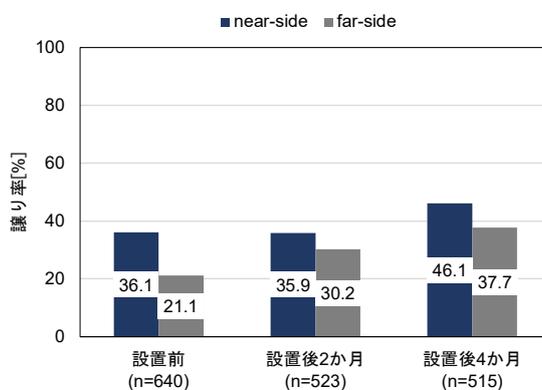


図 4.9 横断待機位置別による譲り率

4.4 まとめ

本章では、警告表示板の運用開始日から2か月後と4か月後に観測調査を行い整備効果の基礎的な分析を行った。これまでにわかった結果と今後の課題について示す。

1. 車両の譲り率は運用前の28.2%を基準とすると、運用2か月後では34.1%、運用4か月後では37.1%と増加傾向にあることがわかった。
2. 車種別での分析から、運用前と比較して普通乗用車、バス、普通貨物車の譲り率が有意に増加傾向であった。
3. 歩行者の横断待機位置の分析から、警告表示板により運転者へ注意喚起を実施した後でも **near-side** よりも **far-side** で佇立する歩行者のほうが車両に譲られにくい傾向にあることがわかった。
4. 感知センサーの作動状況を詳細に調査した結果、横断歩行者を検知して通常に作動した割合は、運用2か月後では全体の37.5%、運用4か月後では全体の43.9%であった。

今後課題として、警告表示板の作動方法はセンサーによる歩行者検知であるが、今回の熱感知センサーは当初想定していた精度であったのか代替のセンサーを含めて検証をしていく必要があると考える。また、熱感知センサーの作動状況別にわけて詳細に車両の譲り挙動を分析し、電光表示による車両の譲り挙動の効果分析を行うことが必要であると考えられる。

5 章 RRFB の整備効果に関する分析

5.1 概説

3 章では、宮城県仙台市の無信号横断歩道において RRFB（角型閃光式高速警告灯）を設置する前に調査を行い、車両の歩行者優先の実態と道路交通環境要因に着目した分析を行った。その結果、横断歩道での譲り率は 34.7%と低い状態であった。本章では、宮城県警察本部交通規制課と日本大学理工学部の社会実験として、仙台市に設置した RRFB の効果を明らかにすることを目的とする。特に、車両の譲り挙動の変化に着目した分析を行い、閃光による注意喚起の手法が横断歩道の歩行者優先確保につながるのか検討を行う。

5.2 社会実験の概要

5.2.1 RRFB の仕様

実験を開始するにあたり、RRFB の設置工事を 2022 年 3 月に行った。実験は、2022 年 4 月 4 日午前 10 時から運用を開始し、4 か月後の 8 月 8 日正午までとした。歩行者に RRFB の利用方法を周知するため、図 5.1 (a) に示すとおり、歩道上の沿道施設物に歩行者向けの掲示板を実験が終了するまで 4 箇所設置した。また、運転者に対しては、上り線・下り線各 1 箇所に図 5.1 (b) の掲示板を設置したが、時間の経過とともに閃光による注意喚起が受け入れられるのかを把握するため、運転者向けの掲示板は運用開始 1 週間後に撤去した。



(a) 歩行者向け



(b) 運転者向け

図 5.1 掲示板

RRFBは、米国 Tapco 社製の押ボタン式を採用した。2章で説明したとおり、閃光パターンはFHWAがIA-21で規定した左右交互及び左右同時閃光を800msで1サイクルとするWW+S方式とし、無線通信機能により上り・下り両車線を走行する車両に向けて同時に閃光するように設定した(図5.2)。ライトバーは、わが国の横断歩道標識が五角形の形状をしており、横断歩道標識の底辺に設置するとライトバーと平行になるため、横断歩道標識の下部に取り付けた(図5.3)。設置高さは、上下線ともライトバーの下部が歩道上の建築限界である2.5mを超えない3.0mとした。電源は、支柱上部に太陽光パネルを固定し蓄電池へ給電する独立電源である。なお、蓄電池や機器一式は、太陽光パネルを上蓋とした収容箱に収めている。

押ボタンは、米国の歩行者用押ボタンである BullDog Push Button を取り付けた。図5.4に示すように、黄色で塗装された部分が筐体である。押ボタンであることを明示するため、図5.5のように、押ボタン用表示板を支柱に取り付けた。押ボタンの機能として、押ボタン内部には押したことを歩行者に知らせるため、発振音(ビープ音)が1回鳴る機器が組み込まれており、同時に、押ボタン上部にある赤色のLEDが1回点滅する仕組みである。ライトバーの点滅は、押ボタンを押下してから0.12秒以内に作動し、点滅を開始してから15秒間閃光



図 5.2 設置状況と閃光のイメージ



図 5.3 RRFBの構成部品

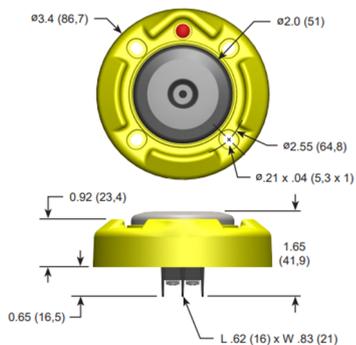


図 5.4 BullDog Push Button

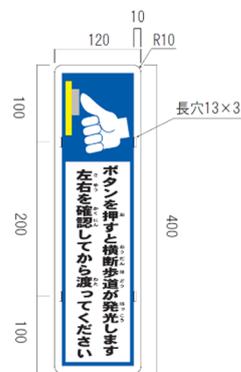


図 5.5 押ボタン用表示板

するように設定した。

5.2.2 調査概要

運用前調査と同じく沿道施設物を利用してビューポール（株式会社道路計画）と呼ばれる高所ビデオカメラ装置(30fps)を取り付けて観測を行った。分析対象の車両は、上り車線を走行する車両のみとし、下り車線を走行する車両については対向車ありの状況とした。横断歩行者は、横断歩道標示上を歩行した者を対象とし、横断歩道標示以外の場所から乱横断する歩行者は除外した。また、図 5.6 に示すとおり、歩行者の横断待機位置を運転者から向かって左側を *near-side*、同じく右側を *far-side*、両側を *both sides* として分類した。

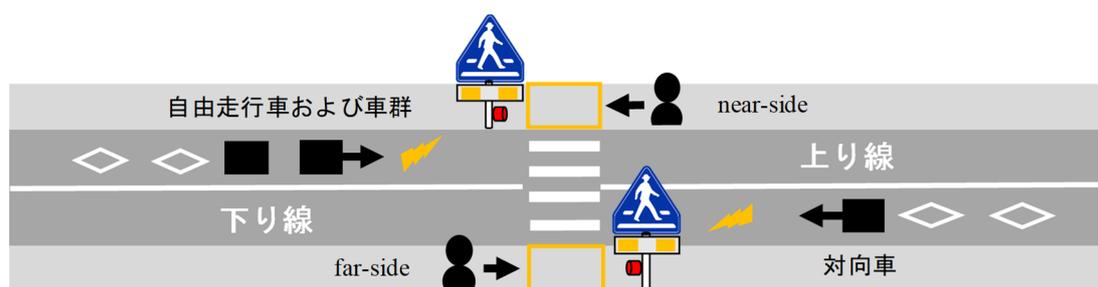


図 5.6 調査方法

5.3 基礎分析

5.3.1 実験結果

運用調査は、RRFBを設置した日から1か月後と4か月後に実施した。調査日数は、運用1か月後、運用4か月後ともに運用前調査と同じ平日5日間行い、観測時間は午前9時から午後4時の合計7時間とした。撮影したビデオカメラ映像から、計測した車両交通量は3回の調査とともに上り線を通行する車両のほうが下り線を通行する車両よりも上回っていた。横断歩行者量は運用前と比べ運用1か月後と運用4か月後のほうが増加していたが、乱横断する歩行者の数は運用前と運用1か月後が70 [人/時]以上であるのに対し、運用4か月後では65 [人/時]と減少していた。歩行者に横断機会を譲るべき車両台数は、運用前が628台、運用1か月後が642台、運用4か月後が551台であった。

図 5.7 に譲り率の推移を示す。RRFBを設置した4か月間において、車両の譲り率は運用前の34.7%から運用4か月後では49.9%までに増加した。しかし、RRFBを利用した歩行者の割合は、図 5.8 に示すとおり、運用1か月後は6.4%、運用4か月後も6.2%とあまり利用されない結果であった。図 5.9 の閃光の有無別にわけた譲り率では、閃光したほうが閃光しな

いとくと比べて比率は高ったが、サンプル数の偏りが大きいいため評価することが難しかった。

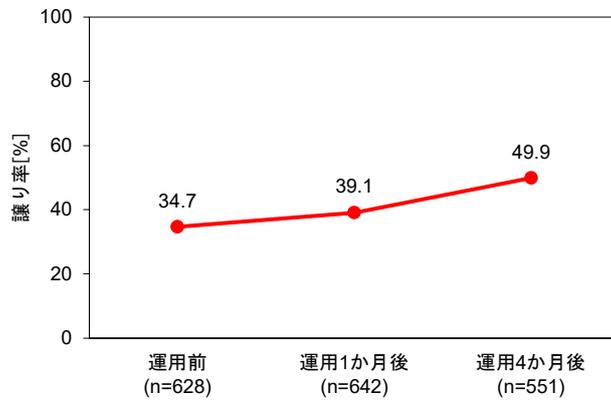


図 5.7 譲り率の推移

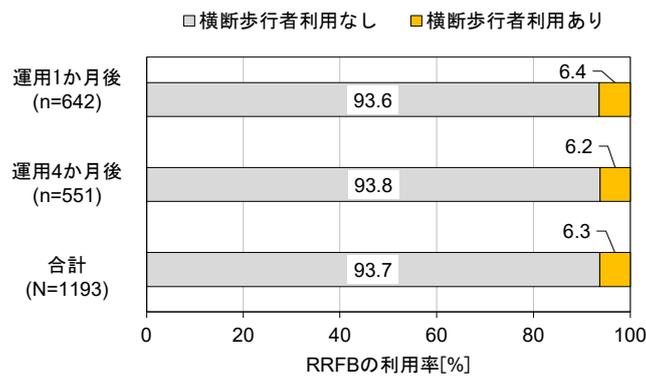


図 5.8 RRFB の利用割合

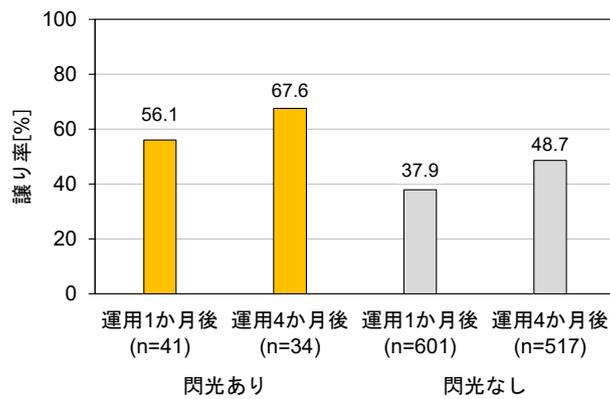


図 5.9 閃光有無別での譲り率

5.3.2 調査員による実験

1 か月目の観測結果を受けて、今後も RRFB の利用率は低いことが予想された。そのため、交通の円滑と安全に配慮した上で、4 か月目の調査では調査員が RRFB を閃光させて横断する実験を行った。実験日は 2022 年 8 月 2 日(火)から 8 月 4 日(木)の 3 日間とし、時間帯は午前 10 時から午後 0 時と午後 1 時から午後 3 時までの合計 4 時間とした。

実験方法は、上り線と下り線の歩道上に配置した図 5.10(b)と(c)の指示役 2 名が車両の横断歩道到着予想秒数を歩行者役に無線機で伝達し、図 5.10(a)の歩行者役は指示された秒数に合わせて押ボタンに接近し閃光させるという方法で行った。実験を行うにあたり、指示役には閃光時の走行位置に偏りが生じないように閃光させるタイミングを可能な限り横断歩道下流から 5m ごとにおいて予想秒数を歩行者役に伝達するように指示した。また、歩行者役には無線連絡を受けるまでは横断歩道に近づかないように指示した。以上の方法により、合計 295 件の閃光した状況での車両挙動を撮影したため、以降の分析では RRFB を利用した住民サンプル(運用 1 か月後：n=41，運用 4 か月後：n=34)と調査員サンプル(n=295)を合算し、閃光あり群(n=370)として扱う。調査員による実験結果は、観測車両 295 台のうち、譲った車両は 148 台、譲らなかった車両は 147 台で譲り率は 50.2%であった。



図 5.10 調査員による実験の状況

5.3.3 車種構成割合と車種別分析

観測した車両の車種構成割合は、普通乗用車が最も多く、その次にタクシーであった。残り 4 車種を比率が高い順に並べると、小型貨物車、二輪車または普通貨物車、バスの順であった。調査時期別の閃光なし群と閃光あり群にわけた 6 車種の譲り率の推移を図 5.11 に示す。閃光がない場合、運用前と比較して二輪車以外の四輪車 5 車種では譲り率が増加傾向であった。閃光があった場合でも、小型貨物車を除いた四輪車の比率は高い傾向を示したが、二輪車は閃光がない場合よりも低い結果であった。

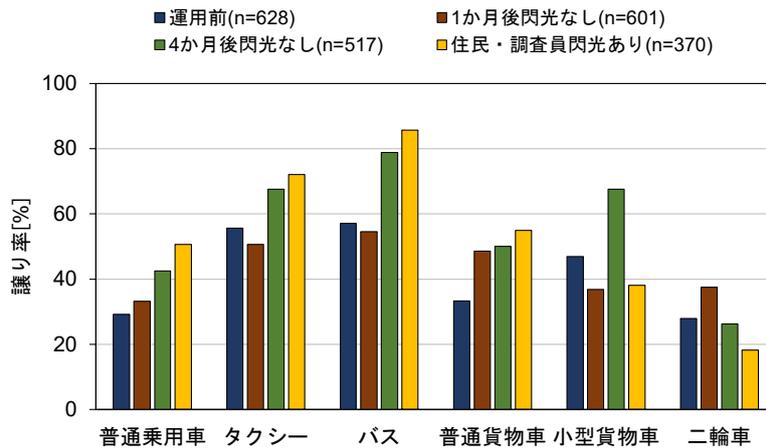


図 5.11 6車種別での譲り率

5.3.4 歩行者の横断位置別分析

歩行者の横断位置を near-side、far-side、both sides に分類して車両の譲りに違いがあるのか分析を行った。near-side とは、横断歩道に接近する車両からみて左側に歩行者が存在している場合を指し、far-side は右側の場合である。both sides は、横断歩道の両側に歩行者が存在した場合とした。なお、near-side と far-side 各位置で待機した歩行者の数が複数の場合でも、本研究は各車両の譲りの有無を調査しているため 1つのサンプルとして扱う。図 5.12 は、調査時期別の閃光なし群と閃光あり群にわけて both sides を除いた near-side と far-side での譲り率を示している。結果として、4群全てで near-side の譲り率は far-side に比べて高く、far-side に立つ歩行者のほうが車両に譲られにくい傾向であった。加えて、歩行者が RRFB を作動させた位置により譲り率に違いがあるのか統計学的有意水準 5%未満として χ^2 検定を行った結果、有意な差が認められた ($P < 0.05$)。

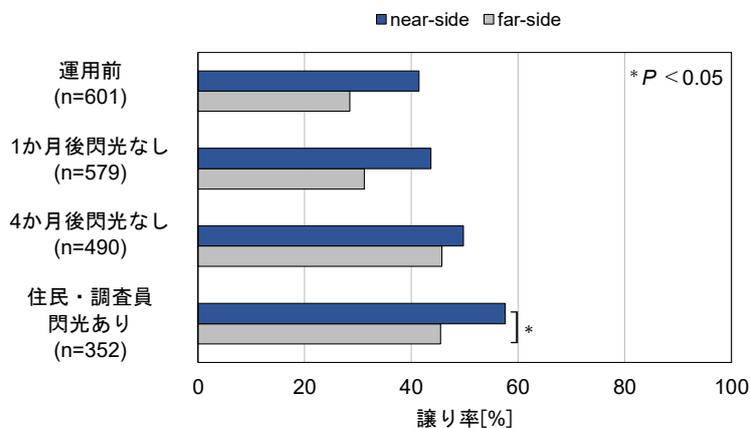


図 5.12 横断位置別での譲り率

5.3.5 エリア進入時・閃光開始時の車両速度と譲りの分析

歩行者が横断待機エリアに進入した時点と RRFB の閃光が開始した時点に基づいた車両の走行区間を調査し、横断歩道までの距離によって譲り率が異なるのか分析を行った。調査方法は、横断歩道標示端部から上流 30m までを 1 区間 5m に分割し、破線で示した断歩行者の横断位置を near-side、far-side、both sides に分類して車両の譲りに違いがあるのか面線を映像上に描画して走行区間を設定した。判定基準として、車両前輪が断面線を超えた場合は、車体の大部分が上流区間を占めていた場合でも、下流区間を走行していたとみなして集計を行った。また、横断歩道から 30m 以上の位置を走行していた車両は、「30m 以上」として合計 7 つの走行区間を設定し調査を行った。

図 5.13 に、走行区間別での譲り率を示す。結果は、4 群全て横断歩道に接近するほど譲り率は低下した。閃光なしの 3 群間で比較すると、運用前と運用 1 か月後と比較して運用 4 か月後の比率は 0~5m 区間を除き増加した。

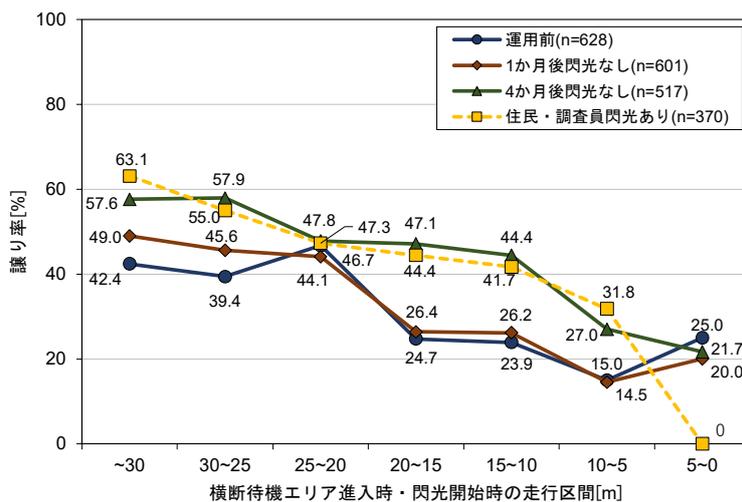


図 5.13 走行区間別での譲り率

5.4 まとめ

本章では、RRFBを設置した仙台の横断歩道において観測調査を2回行い車両の譲り挙動の変化に着目した分析を行った。ここまでで得られた知見と今後の課題を示す。

1. 社会実験を行った4か月間で、車両の譲り率は運用前の34.7%から運用1か月後では39.1%、運用4か月後では49.9%と15.2ポイント増加した。
2. 車種別での分析結果から、運用前と比較して普通乗用車と小型貨物車の譲り率が有意に増加傾向であった。
3. 歩行者の横断待機位置の分析では、near-sideよりもfar-sideで佇立する歩行者のほうが車両に譲られにくい傾向であったが、運用4か月後では2つの譲り率に有意な差はみられなくなった。
4. 地域住民がRRFBを作動させた割合は、運用1か月後は6.4%、設置後4か月では6.2%と低い状態であった。
5. 閃光した状況での車両の譲り率は、運用1か月後は56.1%、運用4か月後では67.6%であった。また、調査員が閃光させた実験での譲り率は50.2%であった。
6. 走行位置別での分析から、運用前に比べて運用4か月後では全区間で譲り率は増加した。

以上のように、今回実施した社会実験からRRFBの設置前後で比較すると車両の譲り率は増加傾向であったが、歩行者の利用率が低かったため、閃光の効果を評価することは難しい結果となった。また、歩行者の利用率が低かった課題として、情報提供を掲示板を設置するだけにどどめたため、RRFBの認知度が低かったことが影響したと考える。さらに、閃光がなくても車両の譲り率が増加した要因については、今後アンケート調査により運転者への意識分析などを行っていく必要があると考える。

6章 結論

本研究では、電光表示や閃光を付加した横断施設の効果検証をの譲り挙動の変化に着目し、車両の譲りに影響を与える道路交通要因について把握した上で、整備効果の指標として譲り率を用いて新たな無信号横断施設の効果について評価・提案を行った。

2章では、米国の横断施設に着目して検討を行った結果、歩行者の安全な横断機会を確保するため、路側式横断歩道標識に取り付けて閃光により車両の譲りを促す RRFB を採用していることがわかった。

3章では、東京と仙台の無信号横断歩道において車両の譲りに影響を与える道路交通要因として歩行者の横断前挙動と車両の走行状況に着目して分析を行った。歩行者の分析では、広幅員な道路に設置された横断歩道では歩行者の横断位置が near-side よりも far-side のほうが、また、横断前挙動では車道側で待機するよりも歩道側で待機するほうが譲りの確率は下がることが示された。車両の走行状況での分析においては、対向車が存在している走行状況のほうが対向車が存在していない自由走行のときよりも譲りの確率は低くなる可能性があることを明らかにした。

4章では、警告表示板が整備された2か月後と4か月後に調査を行い分析を行い、譲り率は、運用前 28.2%から運用4か月後 37.1%まで増加した。しかし、歩行者検知センサーに課題があるなど、今後機器の改良が必要であることを明らかにした。

第5章では、RRFB の効果検証を行った。結果として、実証実験を行った4か月間で車両の譲り率は、運用前の 34.7%を基準として運用4か月後では 49.9%と増加傾向であった。車種別分析では、6種類にわたる車種の中で最も多かった普通乗用車の譲り率が有意に増加していた。閃光した状況での車両の譲り率では、運用後1か月で 56.1%、運用4か月後では 67.6%、また、調査員が行った実験による閃光による譲り率は 50.2%であったことから、RRFB による整備効果は高い可能性があることを把握した。しかし、今回は歩行者の利用率が低かったため、さらに利用率を高めたうえで検証を行っていく必要がある。

以上、本研究では、警視庁が整備した警告表示板と米国の交通安全施設である RRFB の整備効果について検証した。本研究では、それぞれの横断施設が歩行者優先の確保に効果的であるという結論を得ることはできなかったが、施設特有の課題の一部を明らかにすることはできた。また、今回調査した横断施設はまだ国内では検証段階であり、今後も改良を重ねて信頼性の高い横断施設へと発展させていく余地があることもわかった。今後も実験調査を通じて知見を得ていくことが必要である。

日交研シリーズ目録は、日交研ホームページ

http://www.nikkoken.or.jp/publication_A.html を参照してください

A-880 単路部無信号横断歩道における車両の譲りを促す
情報提供に関する研究

単路部無信号横断歩道における車両の譲りを促す
情報提供に関する研究プロジェクト

2023年12月 発行

公益社団法人日本交通政策研究会