横断歩道外横断の防止に有効な交通安全対策の提案

池　佳樹[1]・海野　遥香[2]・寺部　慎太郎[3]・栁沼　秀樹[4]・鈴木　雄[5]

[1]非会員　東京理科大学大学院 創域理工学研究科社会基盤工学専攻（〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641）
E-mail: 7623503@ed.tus.ac.jp

[2]正会員　茨城大学大学院助教 理工学研究科（〒316-8511 茨城県日立市中成沢町 4-12-1）
E-mail: haruka.uno.uj38@vc.ibaraki.ac.jp

[3]正会員 東京理科大学教授 創域理工学研究科社会基盤工学専攻（〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641）
E-mail: terabe@rs.tus.ac.jp

[4]正会員 東京理科大学准教授 創域理工学研究科社会基盤工学専攻（〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641）
E-mail: yaginuma@rs.tus.ac.jp

[5]正会員　東京理科大学助教 創域理工学研究科社会基盤工学専攻（〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641）
E-mail: yusuzuki@rs.tus.ac.jp

近年，我が国での交通事故の死者は歩行中の割合が最も多く，法令違反別死者数は横断違反が約 25%となっていることも問題となっている．横断歩道外横断の危険の周知や，歩行環境の改善は為されているが，事故は絶えない．そこで，横断違反の事故を無くすために，横断歩道外横断の減少につなげ，自然に交通ルールを守れる歩行空間にする必要がある．先行研究として，歩行者の横断歩道外横断時の行動を把握する観測調査を行い，歩道や店の敷地を含む歩行可能領域が狭い場所を避けて横断する傾向を確認している．本研究では，VR 空間で実験を行い，歩行可能領域の拡張整備や横断場所への物理的デバイス導入による歩行者の経路変化を検討する．

Key Words: *pedestrians, crossing outside the crosswalk, sidewalk environment, crosswalk, sidewalk*

1. はじめに

我が国では，交通事故件数や交通事故死者数は年々減少していて，2021 年の交通事故死者数は，1948 年以降，過去最少を記録している [1]．また，交通事故によって命を落としている人は依然多く，交通事故による状態別死者数は歩行中が最も多い [1]．歩行中の死亡事故の特徴として，全体の約 55%は歩行者が法令違反をしての死亡事故であり，特に，全体のおよそ 4 人に 1 人を占めるのが横断違反による死亡事故である [2]．交通事故を減少させるためには，歩行者に対して，より良い横断行動を促していくことが必要である．円滑な横断をするために，我が国の道路交通法の条文において，「歩行者は，道路を横断しようとするときは，横断歩道がある場所の附近においては，その横断歩道によって道路を横断しなければならない．(第十二条)」というものがある．つまり，歩行者は横断禁止場所を除き，近くに横断歩道がある場合では横断歩道を利用して道路を横断しなければならないことが道路交通法で定められている．

これに対して，内閣府では，春や秋に全国交通安全運動といったキャンペーンを，警察庁では，横断歩行者の安全を確保するための運転者・歩行者の交通ルールや警察の取り組みをそれぞれ促している [3]．横断歩道で歩行者が犠牲となる交通事故が後を絶たず，横断歩道は歩行者優先であり，運転者には横断歩道手前での減速義務や停止義務がある．また，横断歩道以外の場所を横断している歩行者や，斜め横断，走行する自動車等の直前直後の横断など法令に違反する歩行者が犠牲になる事故も多く発生している．これらのことから，交通安全のためには，運転者も歩行者も交通ルールをしっかりと守る必要があると読みとれる．また，片側 1 車線の幹線道路は，自動車と歩行者，両者がそれぞれ優先だと思いこんでしまうことが想定され，危険であると問題提義する．

本研究では，VR で無信号横断歩道を改良した後の横断歩道においての横断歩道外横断時の歩行者の行動を明らかにすることを目的とする．

2. 既存研究と本研究の位置づけ

まず，交通安全施設に着目した研究として，村井ら [4] は，交通事故の減少を目的として，無信号の食い違い二段階横断施設による利用者挙動と意識に着目し，ビデオ観測調査，ヒアリング・アンケート調査を行い，導入前に比べ，横断歩道外横断を減少させ，待ち時間，一回の横断時間が短くなったことから，横断時の円滑性が向上したことを明らかにした．竹平ら [5] は，停車場線無信号横断歩道における安全島の整備と横断者に着目し，ビデオ観測調査で，安全島の整備が，横断者の安全性および円滑性の向上に寄与することを明らかにした．鈴木ら [6] は，事故に着目してラウンドアバウトの安全性評価を行い，運転者の安全確認動作と車両挙動データを明らかにした．

次に，歩行者と車両の挙動に着目した研究として，大橋ら [7] は，歩行者への配慮が自然となされる歩車共存道路の活用に向けて，VR 空間を利用した調査やビデオ調査などを行い，路面構造と交通挙動の関係を分析し，その傾向を明らかにした．海野ら [8] は，ラバーポールを設置することによる，自動車速度・走行位置の変化について観測調査を行い，ポールの設置後，速度の低下が見られ，走行位置が中央車線から 20cm，30cm の群で自動車速度が大幅に減少したことを明らかにした．可児ら [9] は，自動運転車(AV)の様々な車両挙動に対する歩行者の挙動データの取得のため VR による横断実験を行い，AV への過度な信頼が推察でき，危険であるということと，AV の十分な減速挙動を確認しないで，横断歩道を渡る歩行者が増加することを明らかにした．海野ら [10] は，CG 作成の 3D モデルで生活道路における歩者すれ違い時においてドライバーが不安を感じない自動車の走行挙動を調査し，自動車の速度と歩車間距離により，ドライバーの不安感に影響を与え，歩行者とすれ違う瞬間の速度が 20km/h 以下で，かつ歩車間距離が 0.75m 以上となる際に歩行者とドライバーの不安の感じ方に違いが生じない可能性があると明らかにした．中島ら [11] は，歩行者の横断位置選択要因を明らかにすべく，横断歩道の路面標示の有無によって車両の挙動は変化せず，無信号横断歩道を選択する傾向が強いことを明らかにした．加藤ら [12] は，狭隘な通学路の交通安全対策に対する地域住民の意識調査を行い，対策に積極的ではなくなる要因として個人属性が大きく影響することを明らかにした．海野ら [13] は，ホルター心電計（Carpod）を用いて，生体反応に着目し，生活道路内運転時のドライバーのストレス反応の要因を分析したところ，幅員減少率が低いと過剰なストレスに影響が大きいことを明らかにした．千葉ら [14] は，歩行者の横断歩道外道路横断行動の分析において，ビデオ観測調査を行い，横断歩道外を横断する際の周辺の車両や障害物と，歩行者の行動特性の関係性や傾向を明らかにした．安部ら [15] は，片側 1 車線道路の横断歩道が設置されている場所で，ビデオ観測調査を行い，乱横断が発生する要因は，安全確認をしやすい状況であると明らかにした．宮野ら [16] は，無信号横断歩道での，横断者の挙動及び形態や車両の属性が車両の一時停止に与える影響を分析において，ビデオ観測調査を行い，横断者がドライバーに認知されやすく，横断の意思が伝わりやすい行動をとると車両が一時停止しやすくなるという傾向を明らかにした．

以上のように，既往研究では，2 段階横断施設やラウンドアバウトの導入による道路の改良による効果や，歩行者の横断行動の特性，ドライバーのストレスの反応要因を把握することができたが，横断歩道外横断の防止するための有効な交通安全対策は明らかになっていない．

本研究では，自然に交通ルールが守れる歩行空間を目指すため，観測データから得られた結果をもとに，デバイスの設置による歩行経路変化の調査を行う．具体的には VR 空間に，これまで観測調査を行ってきた千葉県流山市の運河駅前の無信号横断歩道の空間を作り，歩行者役の被験者に渡りやすさや安全性について尋ね，横断歩道外横断の防止に有効な交通安全対策を把握していく．

3. 調査概要・プレ調査設定

本研究では，道路横断時の歩行者の挙動に関するデータ取得方法として，VR を活用した歩行経路変化の調査を行う．VR の機材は HTC VIVE PRO 2 を使用する．実際の行動の特徴を把握するため，千葉県流山市・野田市の市境付近，東武アーバンパークライン運河駅前にある千葉県道 5 号松戸野田線(通称:流山街道)の無信号横断歩道を含む道路の一区画 (赤い区画) をモデルに Unity で作成を行う．図-1 に道路の対象地を示す．この道路の特徴は，中央線あり，物理的な歩者分離がされていない片側 1 車線道路，無信号横断歩道あり，となっている．また，駅や大学の周辺であり，横断者が多くみられる．

これまでに運河駅前，東深井交差点付近(運河駅付近から南に約 300m の場所)で，ビデオカメラによる観測調査を行い，道路横断時の歩行者の挙動のデータをとった．この 2 か所で，それぞれ 6~8 か所のエリア分けを行い，歩行可能領域 [17] が狭いところを避けている人が多いという傾向が見られた．

今回は道路に交通安全対策のデバイスをそれぞれ設置，横断歩道を移設した状態を VR 空間で表現して，実験を行う．無信号横断歩道と，さまざまな物理的デバイスを設置した空間を作成し，歩行者の行動と意識について調査する．



図-1 流山街道の 1 区画対象



図-2 流山街道 (運河駅前)



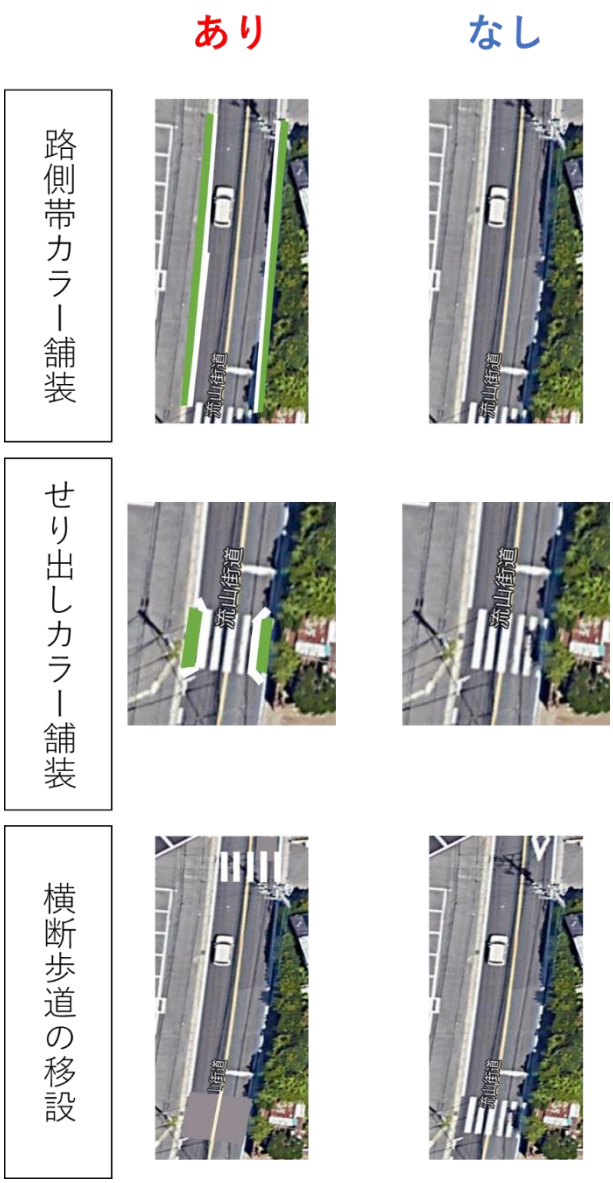
図-3 流山街道 (運河駅前) のエリア分け

本調査で取り扱う交通安全施策を表-1 に示す．今回は，歩道と車道の区別における視認性の向上の観点から路側帯カラー舗装，歩行者の横断の安全性の向上の観点からせり出しカラー舗装を取り入れることとした．カラーは，歩行者が歩く路側帯を明確にする役割として多く利用されている緑色を扱う．せり出しは，歩行者が前に立つようになるのに効果があることが明らかになっている．また，観測調査にて，横断歩道外横断のうち約 7 割が，図-3 の区画 1 番と 8 番を横断しており，住宅地と駅の動線として歩きやすいことが考えられるため，区画 3 番と 6 番の間にある横断歩道を区画 1 番と 8 番に移設するかどうかも検討する．実験計画法に基づき，表-1 に示す 6 パターンの実験を行い，イメージ例を表-2 に示す．

表-1　実験パターン

	対策組み合わせ
1	路側帯カラー舗装
2	路側帯カラー舗装（横断歩道移設あり）
3	せり出しカラー舗装
4	せり出しカラー舗装（横断歩道移設あり）
5	路側帯カラー舗装・せり出しカラー舗装
6	路側帯カラー舗装・せり出しカラー舗装 （横断歩道移設あり）

表-2 取り扱う交通安全対策例



これらの空間を VR で作成し，歩行経路，歩行者意識調査を行い，安全で渡りやすい横断歩道空間を把握する．

実験手順は図-4 のとおりである．教示文は，被験者を慎重に行動させるために「あなたは今目の前の道路を横断しようとしています。・・・・」と設定する．

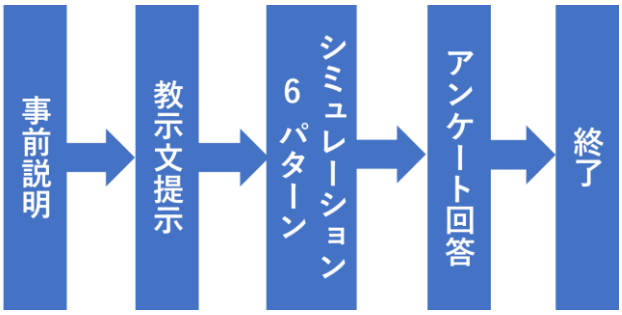


図-4　実験の手順

プレ調査では、東京理科大学大学院の学生数名に協力してもらい，分析を行う．さらにプレ調査を経て，それを踏まえたうえで本調査を行う予定である．

4.　おわりに

本研究では，VR で無信号横断歩道を改良した後の横断歩道において，横断歩道外横断時の歩行者の行動を明らかにしていく．歩行者の歩行位置の明確化や横断の動線，自動車からの視認性を考慮して，路側帯カラー舗装，せり出しカラー舗装，横断歩道の移設を踏まえた対策を施した道路での歩行経路変化の調査を行い，被験者の経路をもとに，横断歩道外横断の防止に有効な交通安全対策を把握していく．

参考文献

1) 警察庁交通局：令和 3 年における交通事故の発生状況等について https://www.npa.go.jp/bureau/traffic/bunseki/nenkan/040303R03nenkan.pdf，最終閲覧日 2023 年 1 月 30 日
2) 政府統計の総合窓口 e-Stat：令和 3 年中の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.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00130002&tstat=000001027458&cycle=7&year=20210&month=0&result_back=1&tclass1val=0, 最終閲覧日 2023 年 1 月 30 日
3) 警察庁：横断歩道は歩行者優先です，https://www.npa.go.jp/bureau/traffic/oudanhodou/info.html，最終閲覧日 2023 年 1 月 30 日
4) 村井宏徳，加藤明里，神戸信人，高瀬達夫，鈴木弘司，森田綽之：無信号の食い違い二段階横断施設による利用者挙動と意識に関する研究，交通工学論文集，第 3 巻，第 2 号(特集号 B)，pp.B_67-B_75，2017.2
5) 竹平誠治，大口敬：停車場線無信号横断歩道における安全島の整備と横断者・車両挙動分析，土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.74, No.5 (土木計画学研究・論文集第 35 巻), I_1265-I_1274, 2018.
6) 鈴木弘司，安田宗一郎，森本清誠：走行調査と観測調査に基づいた複数のラウンドアバウトにおける安全確認行動と車両挙動の分析，土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.72，No.5 (土木計画学研究・論文集第 33 巻)，I_1133-I_1143，2016
7) 大橋幸子，川松祐太，野田和秀，杉山大祐，小林寛：VR 活用による生活道路での路面構造の違いが歩車の交通挙動に与える影響調査，土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.75，No.5 (土木計画学研究・論文集第 36 巻)，I_1113-I_1119，2019
8) 海野遥香，橋本成仁：ラバーポール導入による幹線道路単路部の速度抑制効果に関する研究，交通工学論文集，第 6 巻，第 4 号(特集号 A)，pp.A_6－A_13，2020.4
9) 可児匠，井料美帆：自動運転車の挙動と回避性能が歩行者の横断判断に与える影響分析，交通工学論文集，第 6 巻，第 2 号(特集号 A)，pp.A_87－A_96，2020.2
10) 橋本成仁，増田有馬，藤田蓮土，樋口輝久，海野遥香：無信号横断歩道の構造による歩行者の立ち位置と不安感に関する考察 -VR シミュレーションを用いて-，第 67 回土木計画学研究発表会・講演集
11) 中島孝規，井料美帆：バーチャルリアリティ実験による歩行者の横断位置選択行動分析，第 42 回交通工学研究発表会論文集(研究論文)
12) 加藤民央，金利昭：狭隘な通学路の交通安全対策に対する地域住民の意識分析，土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.74, No.5 (土木計画学研究・論文集第 35 巻), I_1339-I_1348, 2018.
13) 海野遥香，橋本成仁：生活道路走行時の歩行者すれ違いによるドライバーのストレス反応の要因に関する研究，土木学会論文集 D3 (土木計画学)，Vol.73，No.5 (土木計画学研究・論文集第 34 巻)，I_643-I_649，2017
14) 千葉和太，中村翔輝，林隆三：歩行者の横断歩道外道路横断行動の分析，第 25 回 交通・物流部門大会（TRANSLOG2016）©2016 一般社団法人 日本機械学会
15) 安部みちか，海野遥香，寺部慎太郎，栁沼秀樹，田中皓介：横断歩道外横断における歩行者とドライバーの挙動の把握，東京理科大学 理工学部 土木工学科 2021 年度 本学学士請求論文「横断歩道外横断における歩行者とドライバーの挙動の把握」
16) 宮野夏碧，神田佑亮，高雄悠太，小倉亜紗美：無信号横断歩道における安全な横断のためのコミュニケーションに関する基礎研究，第 65 回土木計画学研究発表会・講演集

17) 都市のあそび：都市街区における歩行可能領域の記述, http://www.eb.u-tokai.ac.jp/yoshimat/2010/diploma/%E5%9C%93%E9%81%93%E5%AF%BA.%E6%A2%97%E6%A6%82.pdf , 最終閲覧日 2023 年 1 月 30 日
18) テンミニッツ TV：赤や青…色の付いた道路の意味とは, https://10mtv.jp/pc/column/article.php?column_article_id=3200#:~:text=%E4%B8%80%E6%96%B9%E3%80%81%E4%BD%8F%E5%AE%85%E8%A1%97,%E3%82%8B%E3%82%88%E3%81%86%E3%81%A7%E3%81%99%E3%80%82&text=%E4%B8%80%E6%96%B9%E3%80%81%E4%BD%8F,%E3%81%86%E3%81%A7%E3%81%99%E3%80%82&text=,%E3%82%8B%E3%82%88%E3%81%86%E3%81%A7%E3%81%99%E3%80%82, 最終閲覧日 2023 年 10 月 12 日

PROPOSED TRAFFIC SAFETY MEASURES EFFECTIVE IN PREVENTING CROSSINNG OUTSIDE OF PEDESTRIAN CROSSINGS

Yoshiki IKE, Haruka UNO, Shintaro TERABE, Hideki YAGINUMA, Yu SUZUKI

In recent years, the highest percentage of fatalities in traffic accidents in Japan have occurred while walking, and crossing violations account for about 25% of fatalities by violation of laws and regulations. Despite efforts to raise awareness of the dangers of crossing outside of pedestrian crossings and to improve the walking environment, accidents continue to occur. Therefore, in order to eliminate accidents caused by pedestrian crossing violations, it is necessary to reduce the number of pedestrian crossings outside of pedestrian crossings and to create a pedestrian space where pedestrians can naturally follow traffic rules. Last year, we conducted an observational survey to understand pedestrian behavior when crossing outside of pedestrian crossings, and found that pedestrians tend to avoid crossing in areas where the walkable area is narrow, including sidewalks and storefronts. This study will examine changes in pedestrian paths due to the development of walkable areas and the introduction of physical devices at crossing locations.