

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—

橋本 成仁¹・増田 有馬²・藤田 蓮土³・樋口 輝久⁴・海野 遥香⁵

¹正会員 岡山大学学術研究院環境生命科学学域教授 (〒700-8530 岡山県岡山市北区津島中三丁目 1-1)

E-mail: seiji@okayama-u.ac.jp

²学生会員 岡山大学大学院環境生命自然科学研究科 (〒700-8530 岡山県岡山市北区津島中三丁目 1-1)

E-mail: p1os22wz@s.okayama-u.ac.jp

³正会員 株式会社 JERA (〒103-6125 東京都中央区日本橋二丁目 5-1)

E-mail: rfujita928@gmail.com

⁴正会員 岡山大学学術研究院環境生命科学学域准教授 (〒700-8530 岡山県岡山市北区津島中三丁目 1-1)

E-mail: higuchi@okayama-u.ac.jp

⁵正会員 東京理科大学助教 理工学部土木工学科 (〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641)

E-mail: unoharuka@rs.tus.ac.jp

昨今、ドライバーの歩行者優先義務が必ずしも遵守されていないことから、横断歩道での一時停止率向上が横断中の交通事故の抑制に対して重要であると考えられる。本研究では、歩行者が無意識に車道に近い位置に立つことができると同時に、車道に近い位置でも歩行者が安心・安全に横断できる無信号横断歩道の構造を明らかにするために、実験参加者にヘッドマウントディスプレイを着用し、無信号横断歩道における待機と横断を行ってもらい VR シミュレーション実験を行った。その結果、歩行者の立ち位置には、せり出しが最も影響を与えることを示した。さらに、防護柵やボラードはせり出した構造でも歩行者の不安感を抑制する効果を示した。

Key Words: crosswalks without signals, pedestrian, standing position, pedestrian's fear, virtual reality

1. 背景と目的

昨今、人対車両事故の死者数は年々減少傾向ではあるが、そのうち横断中での死者数の割合は、依然として約 68%である。また、横断歩道の横断中事故における原付以上運転者の法令違反に着目すると、約 79%がドライバーの横断歩行者等妨害等違反となっている¹⁾。このことから、横断歩道における自動車の歩行者優先義務が必ずしも遵守されていないことが示唆される。以上から、横断歩道での一時停止率向上が横断中の交通事故の抑制に対して重要であると考えられる。

このような背景を踏まえ、警察は横断歩行者等妨害等の取締りを強化した。警察庁によると、横断歩行者等妨害等の違反取締り件数は平成 29 年では 145,292 件だった

が、6年後の令和 4 年では 336,504 件と 2 倍以上になっている¹⁾²⁾。取締りの他にも、ポスターやチラシ、街頭での活動による広報啓発活動等に取り組んでいるが、依然として横断中の死亡事故の割合が高いままである。

また、無信号横断歩道に着目すると、歩行者が待機しているにもかかわらず、一時停止しない自動車が多いという背景から、JAF は 2017 年に無信号横断歩道に関するアンケート調査を行った³⁾。その中で、無信号横断歩道に歩行者がいる場合にドライバーが一時停止しない、したくてもできない理由として、44.9%の人が「自車が停止しても対向車が停止せず危ないから」、33.5%の人が「一時停止した際に後続車から追突されそうになる(追突されたことがある)から」と回答した。また、歩行者に関する理由では、「横断歩道に歩行者がいても渡るか

どうか分からない」と 38.4%の人が回答した。このことから、自車以外の車両の走行状況や横断歩道での歩行者の横断意思の強さによって、ドライバーが一時停止できない状況があると考えられるが、このような状況はドライバーに対して啓発活動を行っても改善が困難であると考えられる。こうした状況を改善し、全ての自動車が止まることを目指すための一つの方法として、歩行者がドライバーに渡る意思を伝える行動をとることが考えられる。歩行者がドライバーに渡る意思を伝える行動とは、「立ち位置を車道寄りにする(以下、前に立つと表現)」、「手を挙げる」、「ドライバーとのアイコンタクト」などが挙げられる。しかし、その中で「手を挙げる」は怪我や障がい、荷物等の理由で手を挙げるができないことが考えられ、また、「ドライバーとのアイコンタクト」は、自動車の一時停止や歩行者の譲り歩動に対して統計的に有意な要因でないことを示している⁴⁵⁾。一方で、「前に立つ」に関しては、全ての人ができるだけでなく、無信号横断歩道における立ち位置に関する既存研究⁴⁶⁾から、歩行者が前に立つことで自動車の一時停止率が向上することが明らかになっている。よって、本研究では無信号横断歩道において、歩行者がドライバーに渡る意思を伝える行動として「前に立つ」に着目する。このとき、歩行者が無意識に前に立つために、教育や街頭活動、構造の改善等が挙げられるが、本研究では構造の改善に焦点を当てた。しかし、立ち位置を前にすると、自動車との接触危険性が大きくなり、歩行者の不安感が高くなることが懸念されるため、前に立つ行動を促すと同時に、不安感を抑制することについても考慮する必要がある。

無信号横断歩道での歩行者の立ち位置に関する既存研究として、藤田ら⁴⁾は、歩行者の振る舞いにかかわらず、前に立つほど自動車の停止率が高くなることを明らかにした。宮野ら⁹⁾は、「歩行者が点字ブロックより道路寄りにいること」で運転者が歩行者を容易に認識でき、車両が一時停止につながると考察した。無信号横断歩道での歩行者の不安感に関する既存研究として、鈴木ら⁷⁾は、二段階横断でない通常の横断歩道との比較を行い、簡易



図-1 使用した HMD(左)と実験中の様子(右)

な二段階横断施設であっても中央帯利用者の心的負担は大きくないことが明らかになった。大橋ら⁸⁾は、無信号の単路部を対象に設置に十分な幅員を有さない道路でも設置可能となる比較的簡易な二段階横断施設について、待機時の不安感は交通島の幅そのものが大きく影響していることを明らかにした。

これらの研究から、前に立つことで自動車の一時停止率の影響を明らかにしたものの、無信号二段階横断歩道での歩行者の不安感を明らかにしたものが見受けられる。しかし、歩行者が無意識に前に立つようになる無信号横断歩道の構造は明らかにした研究は見受けられない。また、二段階横断歩道以外の横断歩道における歩行者の不安感を明らかにした研究は少ない。以上より本研究では、歩行者が無意識に前に立つことができると同時に、車道に近い位置でも歩行者が安心・安全に横断できる無信号横断歩道の構造を明らかにすることを目的とする。本研究は、自動車に対して停止歩動を誘発し、歩行者が安全・安心して横断することができる無信号横断歩道の構造設計のための知見になると考える。

2. 本研究の調査概要

(1) 実験の概要

本研究では、歩行者が無意識に前に立つと同時に不安感を抑制できる無信号横断歩道の構造を明らかにするために、実験参加者(大学生、大学院生 50名)に、ヘッドマウントディスプレイ(VIVE Pro Eye)(図-1)を着用し、無信号横断歩道における待機と横断を行ってもらった VR シミュレーション実験を行った。まず、横断待機時の歩行者の立ち位置を計測する実験を行った。続いて、横断待機時の歩行者の不安感を計測する実験を行った。その後、実験参加者に対して、無信号横断歩道における普段の行動や意識、個人の物事の判断について、アンケート調査を行った。アンケート調査の概要を表-1に示す。

(2) 実験に用いた VR シミュレーションについて

VR シミュレーションは、ゲーム開発環境の Unity と

表-1 VR 実験後のアンケート調査概要

調査名	日常の交通安全意識に関するアンケート調査
調査期間	2022年12月15日～12月29日
回答者数	50(男性45人, 女性5人)
対象	実験に参加した大学生・大学院生
主な調査項目	[1]普段の立ち位置に対する理由 ・前に立ってドライバーに視認してほしい ・自動車が通過した後に落ち着いて横断したい 等 [2]自動車が接近した時に停止してほしいか [3]横断歩道における歩行者としての行動 [4]認知的熟慮性-衝動性尺度

VR 作成ソフト(ソフト名：UC-win/Road Ver.14Adv, Blender Ver.3.4.1)を用いて作成した。

作成した VR シミュレーションにおける道路は、道路構造令を参考に、車道幅員 6m の 2 車線道路で、両側に幅員 3m の歩道と 0.75m の路肩のある道路として設定した。VR シミュレーションは、30 秒間、双方向から 30km/h で自動車が合計 18 台往来している状況を再現した。

立ち位置の計測実験で扱う対策は、横断歩道付近の歩道を 0.75m だけせり出した対策(以下、せり出し)や路面部での足跡マーク、カラー舗装(図-2)、ラバーポール、ボラード、防護柵とした。カラー舗装は、それぞれ歩車境界線から手前に幅 0.3m、1.5m まで舗装した対策(0.3m 幅、1.5m 幅)、歩車境界線から歩道部すべてを舗装した対策(全部)の 3 パターンを設定した。また、不安感の計測実験で扱う対策は、路面部の足跡マークやカラー舗装については不安感に影響を与えにくいと考え、せり出しとラバーポール、ボラード、防護柵のみとしている。

3. 歩行者の立ち位置に影響を及ぼす構造

立ち位置の検証時は、図-3 のように歩道から 2m 離れた地点を実験参加者の初期位置とし、交通状況に合わせて横断歩道を横断してもらうように指示した。ここでは、表-2 に示す全 23 パターンの横断歩道を横断してもらった。この時、実験の慣れによる結果の偏りを考慮して、パターンの順番をランダムに作成した。

本研究では、歩行者と自動車との距離を立ち位置と定義している。この理由としては、歩行者は自動車との距

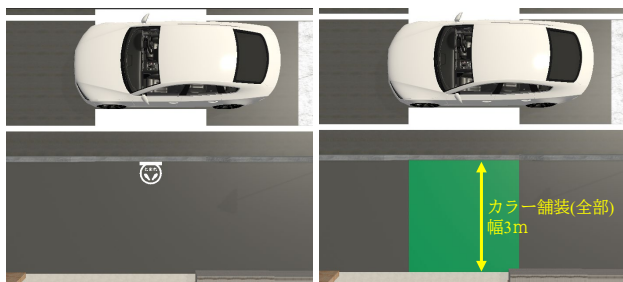


図-2 立ち位置検証時の横断歩道の例
(左：パターン No.3, 右：パターン No.7)

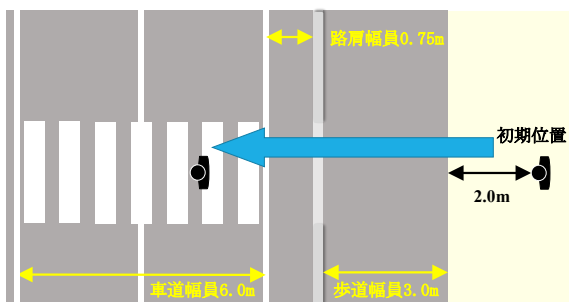


図-3 立ち位置の検証の概要

離や無信号横断歩道の構造から立ち位置を決定していると仮定し、構造によって歩行者と自動車との距離がどう変化するかを把握するためである。また、本実験での自動車の走行位置は固定している。本章では、全 23 パターンの VR シミュレーションにおける歩行者の立ち位置について分析した。

(1) 構造による歩行者の立ち位置の違い

各パターン間において、立ち位置の差の有無を把握するために、フリードマン検定を行った。その結果を図-4 に示す。せり出しは他の全てのパターンとの間に有意水準 1%で統計的な差があることが明らかになった。これは、歩道をせり出すことで歩行者の待機場所が確保でき、歩行者が無意識にその待機場所に立つようになったと考える。次に、足跡マークのパターンに着目すると、歩道端に設置したパターンと歩道端から 0.5m のところに設置したパターンとの間に有意水準 1%で統計的な差があることが明らかになった。これより、足跡マークの設置

表-2 立ち位置の検証時のパターン表

パターンNo.	せり出し	路面部の対策	衝突防止の対策
1	なし	なし	なし
2	あり	なし	なし
3	なし	足跡マーク (歩道端)	なし
4	なし	足跡マーク (歩道端から0.5m)	なし
5	なし	カラー舗装 (0.3m幅)	なし
6	なし	カラー舗装 (1.5m幅)	なし
7	なし	カラー舗装 (全部)	なし
8	なし	なし	ラバーポール
9	なし	なし	ボラード
10	なし	なし	防護柵
11	あり	なし	ラバーポール
12	あり	なし	ボラード
13	あり	なし	防護柵
14	あり	足跡マーク (歩道端)	防護柵
15	あり	足跡マーク (歩道端)	なし
16	あり	足跡マーク (歩道端から0.5m)	防護柵
17	あり	足跡マーク (歩道端から0.5m)	なし
18	あり	カラー舗装 (0.3m幅)	防護柵
19	あり	カラー舗装 (0.3m幅)	なし
20	あり	カラー舗装 (1.5m幅)	防護柵
21	あり	カラー舗装 (1.5m幅)	なし
22	あり	カラー舗装 (全部)	防護柵
23	あり	カラー舗装 (全部)	なし

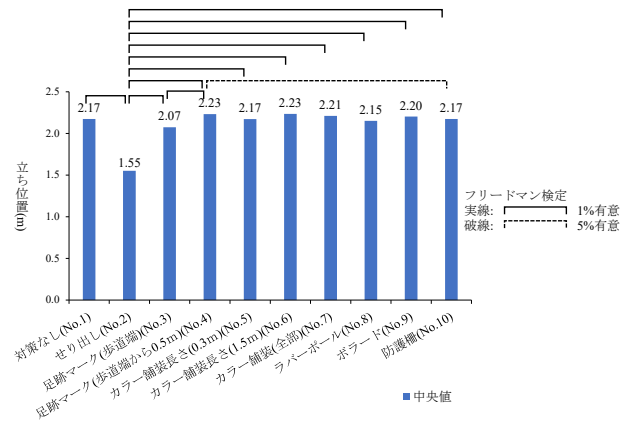


図-4 各パターンに対する立ち位置の中央値

場所によって、歩行者の立ち位置が変化することが示唆された。続いて、カラー舗装のパターンに着目すると、カラー舗装の幅を変えたとしても、立ち位置に差があるとはいえなかった。最後に、衝突防止の対策に着目すると、カラー舗装と同様に対策が変化しても、立ち位置に差があるとはいえなかった。これより、カラー舗装や衝突防止の対策は歩行者の立ち位置に影響を与えにくいことが考えられる。

続いて、せり出したパターン間において、立ち位置の差の有無を把握するために、フリードマン検定を行った。その結果のうち、統計的に有意な差が見られたものを図-5に示す。足跡マークのパターンに着目すると、歩道端に設置したパターンと歩道端から 0.5m のところに設置したパターンとの間に有意水準 1%で統計的な差があることが明らかになった。しかし、それ以外の対策のパターン間には有意な差は見受けられなかった。これより、せり出した構造でも、足跡マークの設置場所によって、歩行者の立ち位置を変化させ、一方で、カラー舗装や衝突防止の対策は歩行者の立ち位置に影響を与えにくいことが示唆された。

(2) 個人特性と歩行者の立ち位置との関係

まず、無信号横断歩道における普段の行動や意識と立

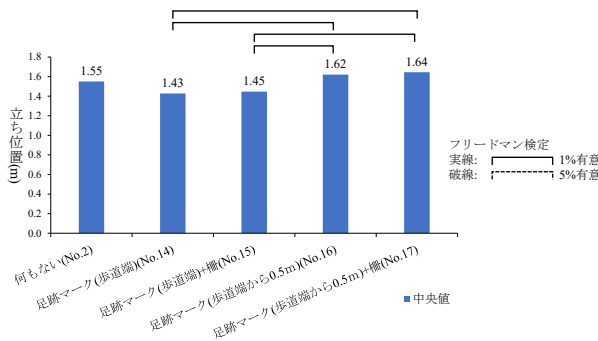


図-5 せり出しありの中で何もないパターンと足跡マークを設置したパターンに対する立ち位置の中央値

表-3 立ち位置と無信号横断歩道における普段の行動・意識との関係

	立ち位置		P 値
	自動車に近い	自動車から遠い	
前に立ってドライバーに視認してほしいから			0.0808 †
当てはまる(n=44)	28(96.6%)	16(76.2%)	
当てはまらない(n=6)	1(3.4%)	5(23.8%)	
1台の車が接近した場合での意識			0.0067 **
自分が横断するために必ず一時停止してほしい(n=12)	11(37.9%)	1(4.8%)	
自動車通過した後に横断できれば良いので一時停止しなくてもよい(n=38)	18(62.1%)	20(95.2%)	
複数台(最後尾が見える)の車が接近した場合での意識			0.0246 *
自分が横断するために必ず一時停止してほしい(n=26)	19(65.5%)	7(33.3%)	
自動車通過した後に横断できれば良いので一時停止しなくてもよい(n=24)	10(34.5%)	14(66.7%)	
横断する素振りを見せる			0.0030 **
当てはまる(n=31)	23(79.3%)	8(38.1%)	
当てはまらない(n=19)	8(20.7%)	13(61.9%)	

独立性の検定 ** : 1%有意 * : 5%有意 † : 10%有意
 クロス集計の残差分析 下線 1%有意
 青字:期待度数より実測度数が高い 赤字:期待度数より実測度数が低い

ち位置との関連について、統計的に関連が見られたものを表-3に示す。立ち位置について、実験参加者全員の平均値よりも低い人を「自動車に近い(n=29)」、平均値よりも高い人を「自動車から遠い(n=21)」と分類した。独立性の検定の結果より、「前に立ってドライバーに視認してほしいから」、「1台の自動車が接近した場合での意識」、「複数台の自動車が接近した場合での意識」、「横断する素振りを見せる」の4項目で立ち位置との関連があることが統計的に示された。

次に、判断をする際に、よく考えて慎重に結論を下すか、ある程度の情報だけで早急に結論を下すかの違いを判定する認知的熟慮性-衝動性尺度を用いて⁹⁾、実験参加者の分類を行った。分類方法は、尺度得点の合計において、高得点の上位1/3の人を「熟慮型」、下位1/3の人を「衝動型」とした。また、実験時に立ち位置が後ろになった実験参加者に、立ち位置に対する意識についてヒアリングを行った。実験参加者の挙動やヒアリング結果から、「衝動型」の人はカラー舗装(1.5m幅)、カラー舗装(全部)を設置した構造では威圧感を感じやすく、熟慮型よりも後ろに立つと仮説を立てた。そこで、カラー舗装(1.5m幅)、カラー舗装(全部)を設置した全6パターンについて、「衝動型」(n=16)と「熟慮型」(n=16)間で立ち位置の平均値に差があるかを明らかにするために、マン=ホイットニーのU検定を行った。その結果を表-4に示す。カラー舗装(全部)とせり出し+カラー舗装(全部)において、衝動型と熟慮型との間に有意水準 5%で統計的な差があることが示された。これより、カラー舗装(全部)を設置した構造において、熟慮性の違いにより、歩行者の立ち位置に差が生じる可能性があることが示唆された。

4. 歩行者の不安感に影響を及ぼす構造

不安感の検証時は、表-5に示す全8パターンの横断歩

表-4 各パターンにおける衝動型と熟慮型の立ち位置の平均値

パターン	せり出し	カラー舗装	衝動型立ち位置(m)	熟慮型立ち位置(m)	P値	判定
6	なし	1.5m幅	2.37	2.21	0.250	
7	なし	全部	2.46	2.15	0.020	*
20	あり	1.5m幅	1.81	1.58	0.158	
21	あり	1.5m幅	1.72	1.52	0.127	
22	あり	全部	1.89	1.56	0.036	*
23	あり	全部	1.67	1.59	0.534	

マン=ホイットニーのU検定 * : P<0.05, ** : P<0.01

表-5 不安感の検証時のパターン表と不安感得点の平均値

パターンNo.	せり出し	衝突防止の対策	平均値
1	なし	なし	4.24
2	なし	ラバーポール	3.52
3	なし	ボラード	2.58
4	なし	防護柵	2.50
5	あり	なし	5.42
6	あり	ラバーポール	4.54
7	あり	ボラード	3.78
8	あり	防護柵	3.44

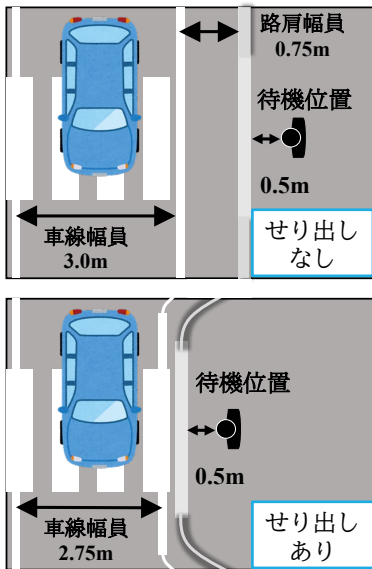


図-6 不安感の検証の概要

道において、図-6のように実験参加者に歩道の縁石から0.5m離れた地点で待機してもらい、その時の不安感がどの程度であったかを7段階(1点:全く不安を感じなかった~7点:とても不安を感じた)で得点をつけてもらった。この得点を不安感得点とする。この時、実験の慣れによる結果の偏りを考慮して、パターンの順番をランダムに作成した。本章では、せり出しと衝突防止の対策が不安感に与える影響を明らかにするために、全8パターンにおける歩行者の不安感得点を分析した。

(1) 各構造による歩行者の不安感の違い

表-5より、平均値から傾向を読み取ると、歩行者が最も不安を感じなかったのは防護柵、反対に、最も不安を感じたのはせり出しである。また、No.1とNo.7、No.8に着目すると、せり出した上にポラードや防護柵を設置した方が対策なしより不安感得点が低かった。

8種類のパターン間に不安感得点の差の有無を把握するために、フリードマン検定を行った。その結果を図-7に示す。せり出しは、せり出し+ラバーポール以外のパターンに有意水準5%以下で統計的な差が見られた。このことから、せり出しは不安感が高まるが、せり出した上に防護柵やラバーポールを組み合わせることにより、不安感は低くなることが示唆された。

(2) 歩行者の不安感に対する対策の影響

せり出しと衝突防止の対策に着目し、どちらの対策が歩行者の不安感に強く影響を与えているかを分析するために、コンジョイント分析を行った。その結果を図-8に示す。

各因子のアイテムレンジに着目すると、衝突防止の対策がせり出しよりも大きいことから、歩行者の不安感に

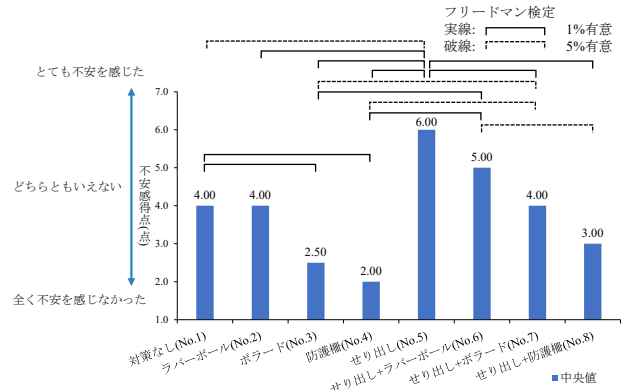


図-7 各パターンに対する不安感得点の中央値

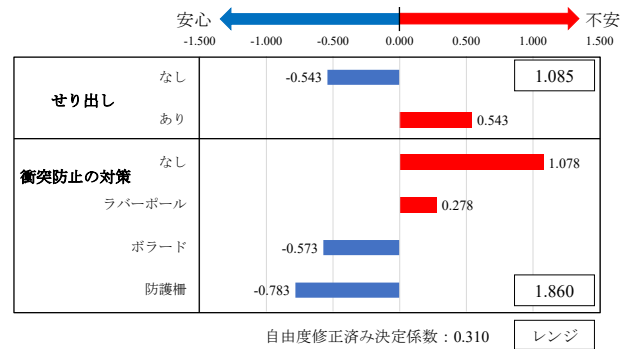


図-8 不安感得点に対する各対策の部分効用値とアイテムレンジ

は衝突防止の対策の方が強く影響を与えることが明らかになった。また、各水準の部分効用値に着目すると、せり出しをしている場合、不安を感じやすいことが明らかになった。これは、せり出すことで歩行者と自動車との距離が近づき、自動車との衝突する可能性が高まり、不安感が増したと考えられる。一方、衝突防止の対策において、防護柵が最も不安感を抑制するのに効果的であることが明らかになった。それに続いて、ポラード、ラバーポールの順に歩行者の不安感を抑制するのに効果的であった。ラバーポールに関して、不安感を抑制する効果が小さいことが示されている。これは、防護柵やポラードと比べて自動車に抵抗する強度が低く、信頼性が低いためだと考えられる。また、せり出しありと防護柵、ポラードを比較すると、せり出しによる不安の促進効果よりも防護柵やポラードによる不安の抑制効果の方が大きいことが明らかになった。

5. おわりに

(1) 結論

本研究では、以下のような知見が得られた。

- 1) 本研究で用意した対策のうち、どの対策が歩行者の立ち位置に影響を与えているかを明らかにした。歩行者の立ち位置には、せり出しが最も強く影響を与えること、足跡マークの設置場所

によって差が生じることが明らかになった。

- 2) 実験参加者の個人特性に着目して、歩行者の立ち位置に影響を及ぼす要因に関する考察を行った。独立性の検定を行い、「前に立ってドライバーに視認してほしいから」、「1 台の自動車が接近した場合での意識」、「複数台の自動車が接近した場合での意識」、「横断する素振りを見せる」の項目と歩行者の立ち位置との関連が見られることが明らかになった。また、極端に後ろに下がった人の挙動やヒアリング結果から、熟慮性の違いにより、歩行者の立ち位置に差が生じる可能性を示唆した。
- 3) せり出しと衝突防止の対策を組み合わせた構造が、歩行者の不安感をどの程度抑制することができるかを明らかにした。対策なしの横断歩道に比べて、せり出した上で防護柵やボラードを設置した無信号横断歩道の方が不安感得点は低いことが明らかになった。
- 4) せり出し、衝突防止の対策のうち、どちらが歩行者の不安感に影響を与えるかを明らかにした。歩行者の不安感には、せり出しよりも衝突防止の対策の方が強く影響を与えることが示された。また、衝突防止の対策のうち、防護柵とボラードは不安感を抑制する効果を持つが、ラバーポールは不安感を抑制する効果が小さいことが示された。

以上のような知見から、本研究の中の対策のうち、歩行者が前に立つようになるにはせり出しが最も効果的であることが明らかになった。しかし、せり出しは歩行者が不安を感じやすい対策であり、一方で防護柵やボラードが歩行者の不安感の抑制に効果があることが明らかになった。よって、せり出した上に防護柵やボラードを設置することによって、歩行者が無意識に前に立つと同時に、安心・安全に横断できる可能性が示唆された。

(2) 今後の課題

本研究では、大学生・大学院生に限定しており、幅広いサンプルが取れていない。今後は、被験者の人数を増やすと同時に、幅広い世代の被験者を対象として実験を行う必要がある。加えて、歩行者視点だけでなく、自動車や自転車からの視点も考慮して考察を行い、全ての人々が安心・安全に利用できる無信号横断歩道の構造を提案すべきである。また、VR シミュレーションについて、走行する自動車の台数や速度、走行位置はすべて固定しているが、今後は、交通状況の変化が、歩行者の立ち位置や不安感に与える影響を明らかにしていく必要がある。

本研究で、足跡マークの設置場所を前後方向にずらすことで、歩行者と自動車との距離が変動することが示された。この結果より、前後方向だけでなく、左右方向にずらすことで歩行者の立ち位置を誘導させることが可能ならば、交差点において自動車の巻き込みによる危険や

不安を抑制し、歩行者が安心・安全に横断できる交差点の構造を明らかにすることも可能だと考える。

REFERENCES

- 1) 警察庁交通局：令和 4 年中における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。
- 2) 警察庁 Web サイト：横断歩道は歩行者優先です。
- 3) JAF：『信号機のない横断歩道』に関するアンケート調査結果，2017 年。
- 4) 藤田蓮土，山田真衣，橋本成仁，海野遥香，パクミンジョン：無信号横断歩道における歩行者の立ち位置と振る舞いが自動車の一時停止挙動に及ぼす影響に関する考察，交通工学論文集，9 巻，2 号，p.A_1-A_9，2022。[Fujita. R, Yamada. M, Hashimoto. S, Uno. H, Park. M：Consideration of Effects of the Pedestrian's Standing Position and Behavior at Unsignalized Crosswalk on the Driver Yielding, *Journal of Japan Society of Traffic engineering*, Vol.9, No.2, p.A_1-A_9, 2022.]
- 5) 谷口綾子，田辺太一，井料美帆，宮川愛由，小嶋文：ドライバーの協調行動促進に歩行者コミュニケーションが及ぼす影響，土木学会論文集 D3(土木計画学)，Vol.72，No.5，p.I_1241-I_1247，2016。[Taniguchi. A, Tanabe. T, Iryo. M, Miyakawa. A, Kojima. A：An Effect of Pedestrian's Communication toward Driver on Promotion of Driver's Cooperative Behavior to Give A Way for Pedestrian, *Journal of Japan Society of Civic engineering*, Vol.72, No.5, p.I_1241-I_1247, 2016.]
- 6) 宮野夏碧，神田佑亮，高雄悠太：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 64 回土木計画学研究発表会・講演集，2021。[Miyano. K, Kanda. Y, Takao. Y：Fundamental Research on Safe Crossing at Unsignalized Pedestrian Crossing Focusing on Communication and Behavior of Pedestrians, *Meetings・Proceedings for Infrastructure Planning and Management*, 2021.]
- 7) 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，4 巻，1 号，p.A_252-A_257，2018。[Suzuki. K, Kato. A, Yamaguchi. Y：Empirical Analysis of Pedestrian Mental Load and Yield Behavior on Two-stage Crosswalk, *Journal of Japan Society of Traffic engineering*, Vol.4, No.1, p.A_252-A_257, 2018.]
- 8) 大橋幸子，杉山大祐，野田和秀，小林寛：無信号単路部における簡易な二段階横断施設の横断面構成に関する適用可能性調査，土木学会論文集 D3，Vol.75，No.6，p.I_695-I_704，2020。[Ohashi. S, Sugiyama. D, Noda. K, Kobayashi. H：Study on Applicability of Widths of Simple Two-Stage Crossing Facilities on Unsignalized Mid-brock, *Journal of Japan Society of Civic engineering*, Vol.75, No.6, p.I_695-I_704, 2020.]
- 9) 堀洋道監修，山本眞理子編，サイエンス社：「心理測定尺度集 I 人間の内面を探る<自己・個人内過程>」，p195-198

(?)