

生活道路単路部での歩行位置が自動車に追い越される際の危険性認知に与える影響の検討

Effects of Walking Position on Pedestrians' Risk Recognition of Passing by Vehicle on Residential Roads' Basic Section

長谷川 裕修¹, 堀井 遥花², 葛西 誠³, 田村 亨⁴

Hironobu HASEGAWA¹, Haruka HORII², Makoto KASAI³, Tohru TAMURA⁴

これまで、生活道路の交差点部周辺における歩行者通行位置の安全性についての検討は進んできたが、単路部での安全性評価は不十分であった。本研究では、単路部を対象として、自動車に追い越される際の危険性認知と歩行挙動を把握することを目的とし、歩行実験と質問紙調査、視野映像から危険性認知と歩行挙動の把握を試みた。その結果として、1) 右側通行時に左後方から追い抜かれる場合に危険と感じる歩行者が多かった、2) 歩行者は安全確認行動の結果、危険性を認知した場合、危険回避のための行動をとっていることが明らかとなった。

Keywords: 交通安全, 生活道路, 単路部, 歩行者通行位置, 危険性認知

1. はじめに

道路交通法第十条により歩行者は歩道（等）のない道路では右側端を通行するよう定められているが、右側端の通行が危険であるときなどは道路の左側端に寄って通行することができる、という例外も定められており、実際には歩行者自身の判断に委ねられている。しかし、歩行者にとってどちら側を歩くのが安全なのかは自明ではなく、歩行位置の違いに対する歩行者の主観的な評価の違いも明らかにはなっていない。本研究では、幅員約4mの生活道路単路部区間において、自動車に追い越される際の危険性認知と歩行挙動を把握することを目的として、実験を実施した。

2. 既往研究の整理と本研究の位置付け

近年、生活道路交差点付近での安全性に関する研究は数多く行われてきた。例えば、長谷川・佐藤・葛西¹⁾は交差点・通学路における利用者視点での問題点抽出および道路環境等の現状把握を可能にすることを目的とし、歩行者の道路環境への慣れ・不慣れと免許の有無が注視行動を含む歩行特性に与える影響を検討した。高橋は交通事故例調査（マイクロデータ）を用いて、四輪車同士の交差点での出会い頭事故²⁾や四輪車と自転車との出会い頭事故³⁾について、認知可能距離を基に衝突回避の可能性を検討している。また、長谷川・伊藤・田村⁴⁾は歩行者の通行位置と、歩行者側道路と交差する道路を直進する車両との接触危険性との関係をモデル化し、歩行者通

行位置の定量的な安全性評価を示した。

一方で、生活道路単路部での安全性に関する研究としては、古典的なものとして毛利・塚口⁵⁾による歩道整備に関する研究や、比較的最近のものとしては日野・山中⁶⁾や海野・橋本⁷⁾による生活道路を利用する歩行者やドライバーが互いの存在をどのように捉えているかについて調査した研究がある。毛利・塚口は、自動車交通量が少なければ中央寄りを通行すること、歩行者交通量と自動車交通量が増加すると歩行者事故件数も増加する傾向があることを報告している⁵⁾が、歩行位置と歩行者の危険性認知については未解明なままであった。日野・山中⁶⁾は歩車分離されていない住区内狭幅員道路において歩車が道路区間内に同時に存在した状態を対向（対面）または背面によるすれ違いと歩行者の停止（立ち止まり）の3つの区分からなる錯綜状況と定義し、ビデオ調査を行った。あわせて錯綜発生時に歩行者・自転車利用者に対するヒアリング調査を実施した。その結果、危険と感じる人の比率に対する錯綜状況・通行方向（対面・一方）・道路構造（交差点・単路）の影響は小さく、錯綜時の歩車間隔と速度の影響が大きく、特に歩車間隔が支配的であると述べている。しかし、歩行者の通行位置に関しては8割が道路端を歩行していることを指摘するに留まり、危険性認知と歩行位置との関係については未解明なままである。海野・橋本⁷⁾は生活道路における歩行者に対するドライバーのストレス意識に関して街路単路部の静止画像を提示したWeb調査を行った。結果とし

1 正会員, 博士 (工学), 秋田工業高等専門学校土木・建築系

〒011-8511 秋田県秋田市飯島文京町1-1 e-mail: hasegawa@akita-nct.ac.jp Phone: 018-847-6067

2 元秋田工業高等専門学校 (令和元年度卒業)

3 正会員, 博士 (工学), 秋田工業高等専門学校土木・建築系

4 正会員, 工学博士, 北海商科大学商学部



図1 トビーグラス

て、歩行者位置(2) (同一車線側・対向車線側) > 歩道・路側帯の有無 > 歩行方向 (進行方向・対面方向) > 歩行者位置(1) (歩道路側帯内・外) > 歩行者年代 (子ども・成人・高齢者) の順にストレス要因の重要度として高く、特に歩行者位置(2)が同一車線側であることがストレス意識の要因になると述べている。ドライバーについての有用な知見を示した有用な研究であるが、歩行者がどのように感じているかについては研究の対象外であった。

歩行者挙動を把握する方法としては、主にアンケート調査による定性的な調査方法^{8,9,10}とカメラやセンサによる定量的な調査方法がある。アンケート調査の利点は多くの対象者に対して詳細な質問ができる点にあるが、その一方で時系列的な行動過程を把握することができないため、行動の文脈を踏まえた対策の立案に制限がある。定量的な調査方法としては外部のカメラによって撮影した映像を解析する方法^{6,11,12}が主流であり、近年のセンサ技術の発展によって歩行者に装着したスマートフォン¹³や各種センサによる方法^{14,15}も研究蓄積¹⁶が進みつつある。前者の方法はマクロなスケールで大人数の歩行者行動を把握するのに適しており、後者の方法はミクロなスケールでより詳細な挙動を把握するのに適している。しかし、これらの方法に共通して、歩行者が何を見て、何に反応しているのかを歩行者の行動と照らし合わせながら把握することは難しいという限界が残る。

これらの既往研究を踏まえて本研究では、生活道路単路部において歩行者が自動車に追い越される際の

- 1) 歩行位置と危険性認知の関係
- 2) 詳細な歩行者挙動

を把握することを目的とする。特に、実道路環境下での歩行実験によってこれらの把握を試みる点に新規性と有用性がある。

3. 研究方法

3.1 測定装置

本研究では、Tobii pro glasses2 (以下、トビーグラスと記す) を使用し、測定を行った (図1)。トビーグラスは装着者の視線や音声等を収集するヘッドユニットおよび収集したデータをSDカードで記録するレコーディン

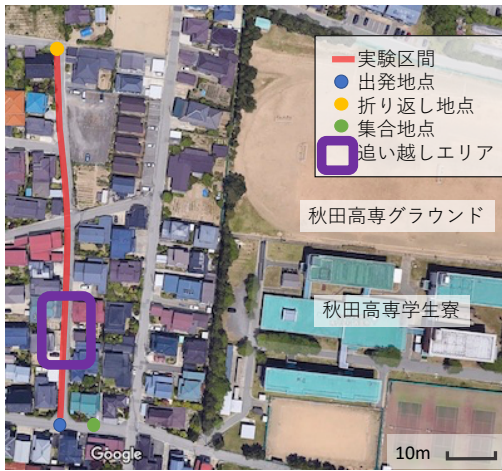
グユニットで構成されている。ヘッドユニットは重量約45gでアイトラッカー・HDシーンカメラ・加速度センサ・角速度センサ・マイクなどが搭載されている。アイトラッカーは近赤外LED・アイトラッキングカメラ・画像検出、3Dアイモデル、視点算出アルゴリズムを含む演算処理装置によって構成されており、視線の変動を測定する。HDシーンカメラは装着者の視界映像を水平方向82°・垂直方向52°の視野角の高精細度 (high definition, HD) ビデオで撮影する。本研究では、トビーグラスのHDシーンカメラによって撮影された実験参加者の視野映像を分析に用いる。

3.2 実験の概要

本研究では、自動車に追い越される際の危険性認知と歩行挙動を把握することを目的として歩行実験と質問紙調査を行った。なお、実験参加者に対する事前説明では、バイアスを与えないよう、実験参加者に対して眼鏡の着用有無が歩行者に与える影響を検討する、という偽の研究目的を提示し、自動車による追い越しについては伏せて実験を行った。この点についての倫理的配慮として、実験後に参加者に対して本来の実験目的を説明するとともに、偽の研究目的を提示した理由を説明し、そのことに対する同意を得た。

実験参加者は秋田工業高等専門学校に通う1年生から5年生の学生12名を対象とした。実験参加者は、普通免許所持が4名、未所持が8名であった。歩行実験はトビーグラスを装着した参加者1名ずつが図2に示す実験区間を往復し、往復それぞれ1回ずつ追い越しエリア近辺で車両が歩行者を追い越す、というものである。なお、歩行位置は往路が右側端であれば復路は左側端を、往路が左側端であれば復路は右側端を歩くよう事前に指示し、それぞれ参加者の半数ずつをランダムに割り当てた。実験は2019年11月19日から21日の放課後に、1日4名ずつ行った。

実験区間の道路幅員は約4mで、建築基準法第42条第1項第1号道路法による道路 (4m以上) に該当する。使用車両は全長約4.7m、全幅約1.7m、銀色のミニバン (ハイブリッド車) である。追い越し時には車両と歩行者が十分な間隔を取るとともに20km/h前後の一定速度で走行するように運転した。質問紙調査では偽の目的に関する質問に続き、実験区間の利用経験、追い越される際の危険性認知とその理由、普通自動車運転免許の有無、日常での生活道路歩行位置等を尋ねた。実験参加者12名のうち、2名は折り返し地点を誤ったため往路でのみ車両に追い越された。また、別の1名の視線データおよび視野映像が機器不調により取得出来なかった。以下の質問紙調査結果の分析では往路でのみ追い越された2名を除



画像 ©2019 Google、画像 ©2019 Digital Earth Technology、Maxar Technologies、地図データ ©2019

図2 実験区間

表1 実験区間の利用経験

	回答数
通学路としてほぼ毎日通る	0
通学路ではないがたまに通る	1
知っているがあまり通らない	6
全く知らず通ったこともない	3

表2 追い越し車両位置の危険性評価結果

	回答数
右後方から来た車	2
どちらかといえば右後方から来た車	0
どちらでもない (同程度)	1
どちらかといえば左後方から来た車	2
左後方から来た車	5

く10名分のデータを用いる。

4. 結果と考察

4.1 質問紙調査結果の単純集計

表1に実験区間の利用経験の集計結果を示す。通学路として利用する参加者はおらず、また、参加者の多くが日常的に利用しない道路であった。従って、慣れによる歩行者挙動への影響はないものと考えられる。

表2に追い越し車両位置の危険性評価結果を示す。以降、本項目を車両脅威位置と記す。実験参加者は右側通行している時に左後方から追い抜かれる場合に危険を感じる歩行者が多いことがわかる。危険を感じた理由として、車両との距離が近く感じた・スピードが速く感じたという回答が多かった。

表3に実験参加者の日常生活での生活道路歩行位置を示す。10名中5名が道路交通法の原則通り右端を歩行す

表3 日常生活での生活道路歩行位置

	回答数
右端	5
右側	2
左側	1
左端	2

表4 往路歩行位置-脅威車両位置のクロス集計

往路歩行位置	脅威車両位置		
	右後方	どちらでもない	左後方
右	2	0	3
左	0	1	4

表5 普通免許所持有無-脅威車両位置のクロス集計

普通免許所持	脅威車両位置		
	右後方	どちらでもない	左後方
あり	0	0	4
なし	2	1	3

るものの、2名は右側（端ではない）、1名は左側、2名が左端を歩行している。

4.2 順序効果の検討

本研究では往復それぞれ1回ずつ追い越しエリア近辺で車両が歩行者を右後方または左後方から追い越すが、どちら側から先に追い越されるかによって歩行者の評価に影響を与える可能性がある。この順序効果を検討するために、往路歩行位置と脅威車両位置とのクロス集計を行い（表4）、集計項目間の独立性を検定した。Fisherの正確確率検定の結果、 $P = 0.444$ であり、順序効果は無いことが分かった。

4.3 脅威車両位置に影響する要因の検討

脅威車両位置に影響する可能性がある要因として、普通自動車免許所持の有無および日常生活における生活道路の歩行位置を検討した。

表5に普通免許所持有無と脅威車両位置とのクロス集計結果を示す。Fisherの正確確率検定によって普通免許所持有無と脅威車両位置との独立性を検定した結果、 $P = 0.333$ であった。

表6に生活道路歩行位置と脅威車両位置とのクロス集計結果を示す。Fisherの正確確率検定によって生活道路歩行位置と脅威車両位置との独立性を検定した結果、

表6 生活道路歩行位置-脅威車両位置のクロス集計

生活道路歩行位置	脅威車両位置		
	右後方	どちらでもない	左後方
右端	1	0	4
右側	1	0	1
左側	0	1	0
左端	0	0	2



図3 追い越される直前のNo.9視野映像



図4 追い越される時のNo.9視野映像

$P = 0.4667$ であった。

以上の分析結果より、普通免許所持の有無と生活道路歩行位置は、脅威車両位置に影響していないことが分かった。

4.4 歩行者視野映像を用いた歩行者挙動の把握

詳細な歩行者挙動を把握するために、質問紙調査結果の分析に用いた10名のうち、視線データを取得出来なかった1名を除く9名分の視野映像を確認し、追い越される際の歩行挙動を確認した。

図3に実験参加者が右側通行時に左後方から追い越される直前の場面での、図4に実験参加者が丁度車両に追い越された時の、図5に実験参加者が追い越された直後の場面での、それぞれ視野映像の一部を示す。いずれも参加者No.9が往路で右端を歩いている際に、車両が左後方から走行して追い抜かれる場面である。



図5 追い越された直後のNo.9視野映像

表7 追い越される際の歩行者挙動

No.	脅威車両位置	車両が右後方から追越	車両が左後方から追越
1	左後方	右空間に視線	車に視線，端に寄った
2	どちらでもない	車通過後に端に寄った	変化なし
3	左後方	変化なし	変化なし
4	右後方	停止して車見送り	変化なし
6	左後方	振り返って確認	振り返って確認，端に寄った
7	左後方	変化なし	変化なし
8	右後方	端に寄った	左空間に視線
9	左後方	振り返って確認，端に寄った	振り返って確認，停止して見送り，車通過後に端に寄った
12	左後方	変化なし	変化なし

表7に全実験参加者の視野映像について確認し、参加者別に追い越される際の歩行者挙動を整理した結果を示す。なお、表中のNo.は参加者番号を表しており、欠損しているNo.5が機器の不調により視野映像が取得出来なかった参加者である。

表7より、歩行者挙動が以下の3つのパターンに分けられることがわかった。

- パターン1：どちらからの追い越しに対しても無反応 (No.3, No.7, No.12)
 - パターン2：脅威車両位置からの追い越しに対して顕著な反応 (No.1, No.4, No.6, No.8, No.9)
 - パターン3：その他 (No.2)
- 特に、パターン2の挙動は、振り返り・視線を送ると

いう安全確認行動の結果、危険性を認知した場合、道路端に寄る・停止して車両を見送るといった危険回避のための行動をとっていることが確認できた。

5. おわりに

本研究では、生活道路単路部区間において自動車による歩行者の追い越し実験を実施し、左右どちらの歩行位置での追い越しがより危険に感じるのかを調査した。本研究の結果、右側通行時に左後方から追い抜かれる場合に危険を感じる歩行者が多かった。危険を感じた理由として、自動車との距離が近く感じた・スピードが速く感じたという回答が多かった。また、危険を感じた場合、道路端に寄る・停止して自動車を見送るといった危険回避行動をとっていることが確認できた。今後の課題として、今回は視野映像のみを使用したのが、同時に取得した視線データの分析や追い越される場面以外での単路部歩行時の挙動分析の検討が必要である。また、交差点部を含めた生活道路の歩行者通行位置の総合的な安全性評価を実施する必要がある。

生活道路は人々が安心・安全に歩行可能であることを最優先とすべき道路空間である。本研究によって明らかとなった歩行者の自動車に対する主観的な安全性評価と歩行者挙動が、今後のより良い生活道路空間整備の一助となることを願って本研究の結びとする。

謝辞

本研究は、JSPS科研費 JP18K04400の助成を受けて実施した。

参考文献

- 1) 長谷川裕修, 佐藤真実, 葛西誠: 運転免許保有の有無と慣れが通学路歩行時の注視行動に与える影響, 土木学会東北支部技術研究発表会, CD-ROM, 2020.
- 2) 高橋昭夫: ミクロ事故データを活用した四輪車の出会い頭事故の分析, 自動車技術会論文集, Vol. 48, No. 6, pp. 1285–1290, 2017.
- 3) 高橋昭夫: 自転車と四輪車の出会い頭事故, イタリアダイフオメーション, 交通事故総合分析センター, pp. 1–12, 2017.
- 4) 長谷川裕修, 伊藤菜, 田村亨: 生活道路の交差点部周辺における歩行者通行位置の安全性評価, 交通工学論文集, Vol. 6, No. 2, pp. A_71–A_77, 2020.
- 5) 毛利正光, 塚口博司: 住区内道路における歩道整備に関する基礎的研究, 土木学会論文集, No. 304, pp. 129–135, 1980.
- 6) 日野泰雄, 山中英生: 住区内狭幅員道路における錯綜危険度と交通安全意識に関する研究, 都市計画学

論文集, Vol. 31, pp. 391–396, 1996.

- 7) 海野遥香, 橋本成仁: 生活道路走行時のドライバーの歩行者に対するストレス意識に関する研究, 都市計画論文集, Vol. 53, No. 3, pp. 1355–1361, 2018.
- 8) Koekemoer, K., Van Gesselien, M., Van Niekerk, A., Govender, R. and Van As, A. B.: Child pedestrian safety knowledge, behaviour and road injury in Cape Town, South Africa, *Accident Analysis and Prevention*, Vol. 99, pp. 202–209, 2017.
- 9) Schroeder, P. and Wilbur, M.: 2012 National survey of bicyclist and pedestrian attitudes and behavior, volume 3: Methodology report, National Highway Traffic Safety Administration, Washington, DC, pp. 1–93, 2013.
- 10) Papadimitriou, E., Theofilatos, A. and Yannis, G.: Patterns of pedestrian attitudes, perceptions and behaviour in Europe, *Safety Science*, Vol. 53, pp. 114–122, 2013.
- 11) 柳沼秀樹, 福田大輔, 山田薫, 松山宜弘: 離散選択型歩行者挙動モデル推定のための歩行者座標の自動抽出に関する基礎的研究, 土木学会論文集D3 (土木計画学), Vol. 67, No. 5, pp. I_787–I_800, 2011.
- 12) Russo, B. J., James, E., Aguilar, C. Y. and Smaglik, E. J.: Pedestrian Behavior at Signalized Intersection Crosswalks: Observational Study of Factors Associated with Distracted Walking, Pedestrian Violations, and Walking Speed, 2018.
- 13) Datta, T., Jain, S. and Gruteser, M.: Towards city-scale smartphone sensing of potentially unsafe pedestrian movements, *Proceedings - 11th IEEE International Conference on Mobile Ad Hoc and Sensor Systems, MASS 2014*, 2015.
- 14) Hato, E.: Development of behavioral context addressable loggers in the shell for travel-activity analysis, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol. 18, No. 1, pp. 55–67, 2010.
- 15) HASEGAWA, H., KONNO, H., KIKUCHI, K. and TAMURA, T.: Pedestrian Behavior Analysis using Smart Eyewear, *Asian Transport Studies*, Vol. 5, No. 3, pp. 453–469, 2019.
- 16) Shafique, M. A. and Hato, E.: A Review of Travel Data Collection Methods, *International Conference on Civil Engineering and Applied Mechanics*, Vol. 17, No. APRIL, 2015.