

実写VRによる通学路歩行者の視覚的注意に関する研究

Study on Visual Attention of Pedestrians on the Way to School Using Live Action VR

長谷川 裕修¹, 鈴木 璃子², 葛西 誠³, 田村 亨⁴

Hironobu HASEGAWA¹, Riko SUZUKI², Makoto KASAI³ and Tohru TAMURA⁴

本研究では、通学路において歩行者がどこを注視し、どのように認知資源を配分しているのかを「路面状況」と「交通環境」に着目して、歩行者の視覚的注意に与える影響を評価することを目的として、実験条件を統制可能な実写VR環境における動画視聴実験を実施した。結果として、以下の3点が明らかとなった。1) 積雪と可動物のいずれかが負荷増となった場合、不動物AOIに配分可能な認知資源が相対的に減少した結果、不動物AOIの合計注視時間割合が減少する、2) 積雪と可動物が同時に負荷増となった場合、視覚的注意の働きが低下し、不動物AOIの合計注視時間割合が増加する、3) 不動物に対する交通安全意識はAOI分析の結果と整合的である

Keywords: 交通安全, 通学路, 視覚的注意, 仮想現実

1. はじめに

警察庁「道路の交通に関する統計¹⁾」によると2021年の交通事故死者数は2636人とこの10年で最も少なく、着実な減少傾向にある一方で、死者数の状態別構成率をみると歩行中が35.7%と最も多くを占め、この傾向はこの10年変化がない。よって更なる歩行者交通安全対策の推進が重要である。

これまでの国土交通省や警察庁による対策の多くは自動車の速度抑制や交通量の削減を通じた安全向上性を図るものであり、もう一方の当事者である歩行者が道路をどのように見て・行動しているかという観点からの対策検討は不十分であった。

以上の問題意識のもと、筆者らは実道路での歩行実験を実施し、通学路歩行時の注視行動について検討した²⁾。しかし、実道路環境での歩行実験では実験参加者の注視行動は多様であり、実験区間内全体での分析が困難であったため、特定の交差点部での注視行動の分析のみにとどまっている。

本研究では、通学路において歩行者がどこを注視し、どのように認知資源を配分しているのかを「路面状況」と「交通環境」に着目して、歩行者の視覚的注意に与える影響を評価することを目的として、実験条件を統制可能な実写VR環境における動画視聴実験を実施し、視線と脳活動の分析を行った。

2. 研究方法

2.1 実験概要

本研究では、通学路歩行者の注視対象と注意状況を把握し、それらと路面状況および交通環境との関係を検討することを目的として実写VR動画視聴実験を行った。なお、本研究で実施した実験は筆者が所属する秋田工業高等専門学校（以下、秋田高専）のヒト生命倫理委員会において審査を受け、その承認のもとに実施した。

実験は以下の手順で行った。

- 1) 実験概要の説明と同意書の提出
- 2) 実写VR動画視聴
- 3) アンケート調査

実写VR動画視聴中の視線と脳活動を計測するために、実験参加者は視線計測可能なHTC社製ヘッドマウントディスプレイのVIVE PRO Eyeと脳活動計測装置であるNeU社製NIRSデバイスのHOT-2000-VRを装着し、Tobii社製視線計測・解析ソフトウェアのTobii Pro Lab VR360 エディションの刺激提示機能によりランダムな順番で表示される4種類の実写VR動画を視聴した。なお、本稿執筆時点では脳活動に関する定量的な分析が未完了のため、視線計測とアンケート調査結果に絞って報告する。

実験参加者は秋田高専に在籍中の学生12名であり、表1に実験参加者の属性と視線データ取得率を示す。視線データ取得率は、測定時間内における理論上の最大サ

1 正会員, 博士 (工学), 秋田工業高等専門学校

〒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3年度卒業)

3 正会員, 博士 (工学), 秋田工業高等専門学校

4 正会員, 工学博士, 北海商科大学

表1 実験参加者の属性と視線データ取得率

ID	性別	年齢	免許保有状況	非積雪期代表通学手段	積雪期代表通学手段	実験区間の利用経験	取得率
1	女	17	無し	自転車	送迎車	ほぼ毎日通る	88%
2	女	17	無し	自転車	送迎車	たまに通る	97%
3	女	17	無し	自転車	バス	たまに通る	89%
4	女	17	無し	JR	JR	ほぼ毎日通る	91%
5	男	17	普通二輪免許	原付バイク	送迎車	ほぼ毎日通る	98%
6	男	17	無し	JR	JR	ほぼ毎日通る	94%
7	男	18	自動車学校在学中	JR	JR	ほぼ毎日通る	87%
8	男	19	無し	JR	JR	たまに通る	98%
9	女	20	普通自動車免許	JR	JR	たまに通る	95%
10	男	20	自動車学校在学中	自転車	送迎車	たまに通る	98%
11	女	19	自動車学校在学中	自転車	送迎車	たまに通る	95%
12	男	20	普通自動車免許	徒歩	徒歩	たまに通る	94%



画像 ©2022 Digital Earth Technology, Maxar Technologies, 地図データ©2022 日本

図1 実験区間

ンプル数に対する有効な視線データ取得サンプル数で表される値であり、視線計測の品質を表している。視線データ取得率は眼鏡型視線計測装置を用いた既報研究²⁾の平均64%と比べて高く、VIVE PRO Eyeを用いることの利点の1つといえる。

2.2 視聴実験用実写VR動画の概要

視聴実験に用いた実写VR動画は既往研究²⁾において明らかになった秋田高専生の通学路利用が多い経路のうち、(1) 歩行中に注意を払うことが想定される道路鏡や標識を含むこと、(2) 右折と左折のいずれも必要であること、(3) 実験参加者への負担を考慮して動画1本当たりの視聴時間が70~80秒程度となることを条件に図1に示す区間で撮影した。

同区間は国土地理院数値地図（国土基本情報）の道路中心線データで3m-5.5m未満に区分され、中央線および歩道のない市道である。区間内には一時停止標識（図

中の一停）と道路鏡がそれぞれ2箇所に設置されており、撮影時に駐停車車両はなかった。表1に示したとおり、実験参加者の同区間の利用経験は「通学路としてほぼ毎日通る」が5名、「通学路ではないがたまに通る」が7名であった。

本研究では注視行動に路面状態と交通環境が影響するとの仮説を指定し、その影響を検討するために先述した実験区間において、路面状態2水準（積雪期・非積雪期）および交通環境2水準（可動物の有無）で4種類の360度動画を撮影した。

それぞれの動画において、実験区間内の2つめの一時停止標識（図1中の一停2）付近から進行方向を向いた状態のスクリーンショットを図2に示す。それぞれ、(I) 非積雪期可動物なし（図2左上）、(II) 積雪期可動物なし（図2右上）、(III) 非積雪期可動物あり（図2左下）、(IV) 積雪期可動物あり（図2右下）である。なお、図2は後述するアンケート調査において、動画視聴順序を確認するために用いたものである。

撮影機材はGarmin社製の360度撮影可能なアクションカメラGARMIN VIRB 360とFEIYU TECH社製の電動手振れ補正ジンバルFeiyu Tech G360を用いた。撮影時には映像が歩行者目線になるようにカメラ位置を調整し、道路右端を交通法規に従って歩行して撮影した。撮影した4本の動画の不要部分を削除し、Tobii Pro Lab VR360エディションに取り込んだ後、刺激提示機能によりランダムな順番で表示されるよう設定した。なお、動画の冒頭には注意書き表示を、動画と動画の間には15秒の休止時間を設定した。

2.3 視線データの分析方法

Tobii Pro Labを用いて、各実験参加者の視線データについて興味関心領域（Area Of Interest, AOI）による分析を行った。AOI分析の対象として、不動物（標識と道路鏡）と可動物（車両と自転車）を設定した。具体的な

本目



本目



本目



本目



図2 視聴実験用実写VR動画の抜粋



図3 AOI指定方法

手順は以下の通りである。

- 動画に映り込んだ不動物と可動物が存在する範囲 (AOI) を指定 (図3参照)
- 視線移動速度が100°/s以下の状態が60ms以上継続する場合を注視とするフィルタ処理 (Tobii I-VT (Attention) フィルタ) を適用
- 視野映像中のAOIに対する各種指標 (注視時間・注視回数など) を算出

2.4 アンケート調査の概要

アンケート調査項目は以下の通りである。

- 個人属性 (表1参照)
- 交通安全意識
- 動画の視聴順
- 動画内で危ないと感じた箇所
- 4本の動画で注意が必要だと感じた順位とその理由
- VR酔いの有無

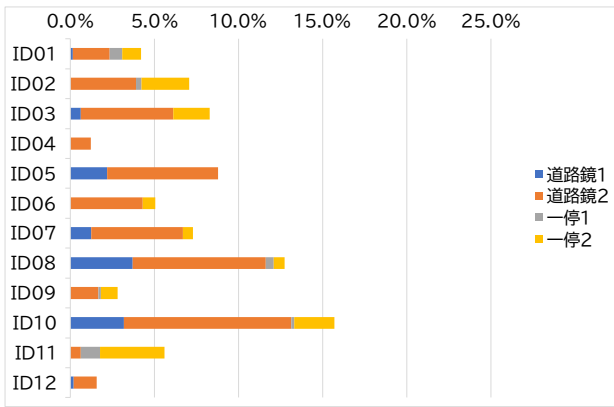
3. 結果と考察

3.1 視線データ分析結果と考察

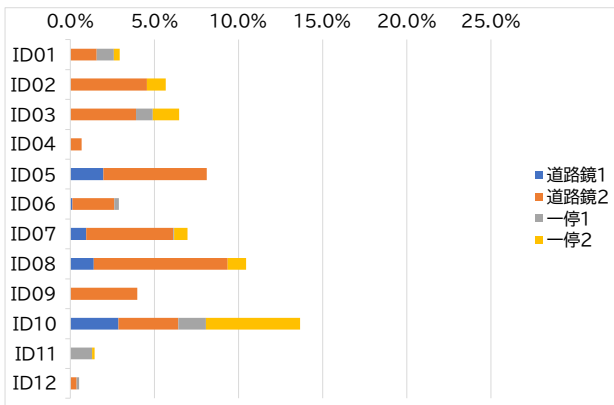
4本の動画はそれぞれ視聴時間が異なるため、単純にAOI注視時間を比較することには問題がある。よって、それぞれの映像視聴時間に占める実験参加者別AOI注視時間の割合を算出し、比較することとした。結果を図4に示す。なお、各図の見出しに続く映像視聴時間にはAOI以外の領域への注視やサッカード、瞬きなどによる視線データ未取得時間を含む。

図4から以下のことがわかる。

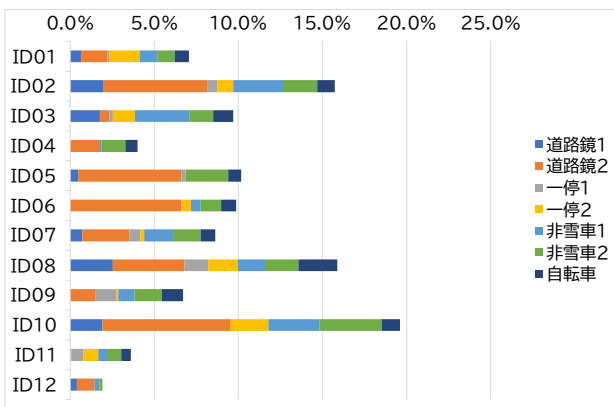
- 1) 図4(I)と図4(II)の比較より、積雪がある場合には不動物 (道路鏡1および2, 一停 (一時停止標識) 1および2) AOI注視時間の割合は減少
- 2) 図4(I)と図4(III)の比較より、可動物がある場合には不動物AOI注視時間の割合は減少



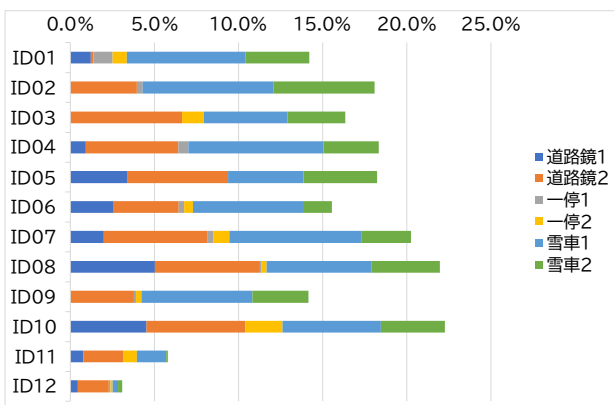
(I) 非積雪期可動物なし (平均視聴時間79.68 s)



(II) 積雪期可動物なし (平均視聴時間68.83 s)



(III) 非積雪期可動物あり (平均視聴時間84.45 s)



(IV) 積雪期可動物あり (平均視聴時間76.34 s)

図4 映像視聴時間内のAOI注視時間率

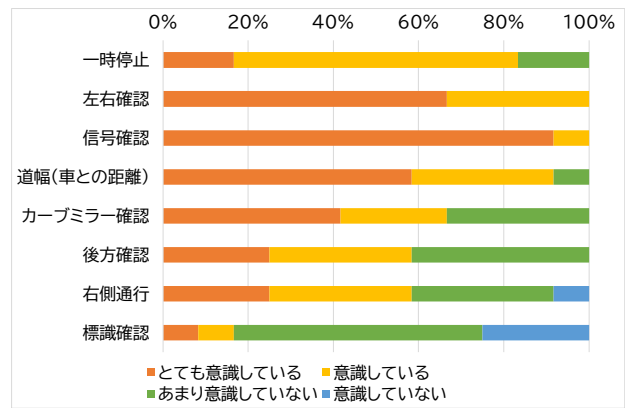


図5 交通安全意識

3) 図4(I)と図4(IV)の比較より、積雪と可動物がどちらもある場合に不動物AOI注視時間の割合は増加傾向。積雪による路面状況の変化と可動物の存在による交通環境の変化は、いずれも実験参加者に対する認知負荷となることが想定される。これらの負荷が1つ増加した状態(図4(II)および図4(III))では、低負荷状態(図4(I))と比較して不動物AOIの合計注視時間の割合が減少している。この理由としては、認知負荷が増加した結果、不動物AOIに配分可能な認知資源が相対的に減ったためだと考えられる。

また、負荷が2つ増加した状態(図4(IV))では低負荷状態と比較して不動物AOIの合計注視時間の割合が増加傾向にある。この理由としては、より高負荷な状態においては認知資源に余裕がなくなり、注視した不動物AOIから必要な情報を効率的・選択的に処理する速度が低下した、すなわち、視覚的注意が低下したものと考えられる。

3.2 アンケート結果と考察

図5に安全意識調査の結果を示す。実験参加者が通学路を歩くうえで最も意識しているのは信号確認で、次いで左右確認であるが今回の映像にはどちらも含まれていない。映像中では標識と道路鏡(カーブミラー)を不動物の対象としているが、標識確認に対する意識は低く、道路鏡に対する意識はそれに比べて高かった。

図6に4本の映像を注意が必要と感じた順に順位をつけてもらった結果を示す。積雪期可動物ありが1位と感じた人が最も多く、非積雪期可動物ありと積雪期可動物なしは同様な回答であった。非積雪期可動物なしが危険だと感じた人は少なかった。

また映像内で危ないと感じた箇所を自由記述で回答してもらった結果、積雪期可動物ありに関する記述が最も多かった。

安全意識調査の結果から標識への意識が道路鏡よりも低いことがわかったが、視線計測データの分析結果(図

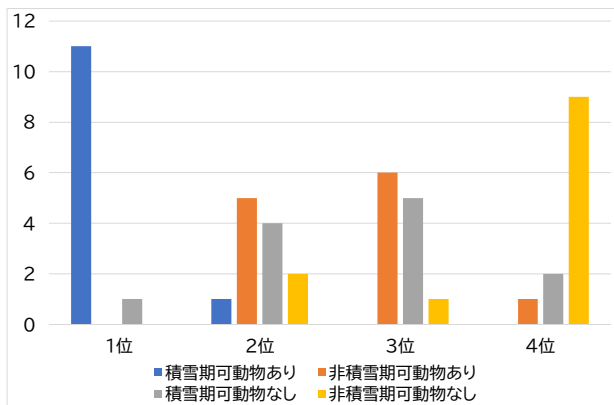


図6 要注意と感じた動画順位

4) からもいずれの条件の映像でも標識の注視時間の割合は道路鏡より小さいことがわかり、交通安全意識と注視行動に関係性があることが確認できた。また、積雪期可動物ありの映像は危険である認識が高いことがわかる。積雪期可動物なしの場合と非積雪期可動物ありの場合ではほぼ同等の結果が得られたことから、負荷増が1つのみの場合は路面状況と交通環境による差はないと考えられる。

4. おわりに

本研究では、通学路において路面状況と交通環境が歩行者の視覚的注意に与える影響を評価することを目的として、実写VR動画視聴実験を行った。本研究によって以下の3点が明らかになった。

- 1) 積雪と可動物のいずれかが負荷増となった場合、不動物AOIに配分可能な認知資源が相対的に減少した結果、不動物AOIの合計注視時間割合が減少する
- 2) 積雪と可動物が同時に負荷増となった場合、視覚的注意の働きが低下し、不動物AOIの合計注視時間割合が増加する
- 3) 不動物に対する交通安全意識はAOI分析の結果と整合的である

今後の課題としては、視線と同時計測した脳活動に関する定量的な分析を行うことが挙げられる。

謝辞

本研究はJSPS 科研費 JP21K04309 の助成を受けたものである。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 警察庁: 道路の交通に関する統計 (2021年)「状態別死者数の推移」, 政府統計の総合窓口 (e-Stat), <https://www.e-stat.go.jp/statistics/00130002>, (2022年4月22日閲覧)。
- 2) 長谷川裕修, 葛西誠, 田村亨: 運転免許保有有無と慣れが通学路歩行時の注視行動に与える影響の検討, 土木学会論文集D3 (土木計画学), Vol. 76, No. 5, pp. I_927-I_936, 2021.