

路面ピクトグラムによる車両の速度抑制効果 Effect of road surface pictograms on vehicle speed suppression

飯田 克弘¹, 石原 大貴²
Katsuhiko IIDA¹ and Daiki Ishihara²

現在、無信号横断歩道において車両側の違反が原因で歩行者が死亡する事故が問題となっている。この問題に対して、物理デバイスと交通規制を組み合わせ、人優先の安全・安心な通行空間を整備する取り組みが展開されている。本研究では、ここで取り扱われる物理デバイスの一つである路面標示に着目し、その車両速度抑制効果を検証した。既存の指示標識のピクトグラムと既往研究で提案されたデザイン指標に基づくピクトグラムを用いた路面標示を同一地点に設置し、進行方向前方に横断歩道が設置された調査区間を通行する車両の速度抑制効果を比較した。分析結果から、デザイン指標に基づくピクトグラムを用いた路面標示を設置した場合、路面標示が無い場合に対して、調査区間の各地点で速度低下すること、横断歩道に向かって速度低下することが示唆された。

Keywords: 路面標示, ピクトグラム, 横断歩道, 速度抑制効果

1. はじめに

近年、日本では交通事故死者数が減少傾向であるが、状態別では依然として歩行中の事故が最も多い¹⁾。歩行中死者の事故類型別では、横断歩道横断中が約2割を占めており、事故原因が車両側の横断歩道歩行者妨害等の違反であることが多い。道路交通法第38条(以下、38条)によると、信号機のない横断歩道では、運転者は横断歩道手前で停止できるような速度で進行し、横断歩道に歩行者がいる場合には、当該横断歩道の直前で一時停止し、歩行者の進行を妨げないようにしなければならないと定められている。38条を順守する意識が低く、横断歩道手前での速度抑制が出来ていないとき、交通事故のリスクが高まることが推測される。よって、運転者に前方の横断歩道と歩行者の存在を意識させるとともに、横断歩道手前での速度抑制を促すことが必要である。

近年の取り組みとして、警察と道路管理者が連携してゾーン30プラス²⁾という取り組みを進めている。ここでは、最高速度30km/hの区域規制と物理デバイスを組み合わせ、住民等の合意形成を取りながら、生活道路における人優先の安全・安心な通行空間整備が行われている。物理デバイスの例として、ハンプやスラローム、狭窄などが挙げられるが、設置にかかる費用・所要時間が課題の一つとなっている。この観点から、人優先の安全・安心に資する、廉価で設置が容易な物理デバイスの特定が必要であると言える。そこで本研究では路面標示に着目する。

上記の観点から、路面標示の設置効果に関する既往研究をレビューした。大別すると、速度抑制効果を扱った

研究³⁾⁴⁾⁵⁾と、一時停止促進効果を扱った研究⁶⁾⁷⁾に分類される。

上述した通り、本研究では横断歩道手前での速度抑制を促すことが必要であるという観点であるため、速度抑制効果を扱った研究³⁾⁴⁾⁵⁾の成果と課題を確認した。

大江ら³⁾の研究では、複数の路面標示を対象に、それらが運転行動や運転意識に与える影響を比較分析しており、「速度落とせ」の文字標示が速度抑制と急減速の抑制に効果があるという知見を示している。ただし、実験がドライビングシミュレータを用いた室内実験となっており、現実の道路環境での実験を検討する余地がある。

木下ら⁴⁾の研究では、カラー舗装、カラーゼブラ、注意喚起の文字表示を組み合わせた対策による速度抑制効果の持続性の検証を行っている。路面標示の劣化により視認しにくくなり、対策効果が低下する可能性があるが、速度が低い状態が持続するという示唆を得ている。長期間にわたる効果検証例は希少であり有用な知見が得られているが、本研究のねらいである廉価で設置が容易な物理デバイスの特定という観点で見ると、3つの対策工それぞれの効果は分離されていない。

三村ら⁵⁾の研究では、生活道路の入口部にける空間構成が運転者の安全意識に与える影響についての検証を行っている。具体的には、複数の対策工を組み合わせた生活道路の入口部をCGで再現し、意識調査を行うことで運転者の安全意識に与える影響の把握を試みており、運転者の速度抑制意識に与える要因が入口カラー舗装と路面標示による最高速度の明示であるという知見を示している。対策工単独および組み合わせの効果を把握してい

1 正会員, 博士(工学), 大阪大学大学院工学研究科
〒565-0871 大阪府吹田市山田丘2-1 e-mail: iida@civil.eng.osaka-u.ac.jp Phone: 06-6879-7611
2 学生会員, 学士(工学), 大阪大学大学院工学研究科

るという点で有用な知見であるが、現実の道路環境での確認は行われていない。

以上の結果から、現地で、複数種類の路面標示を設置し、速度抑制効果を検討した研究は見当たらず、今回はこの観点で研究を行うこととした。

2. 現地調査

2.1 調査概要

本研究では、京都府宇治市にある山城総合運動公園内のある道路区間を調査対象として調査を行った。調査区間を図1と図2に示す。



図1 調査区間付近地図※Google Map より作成

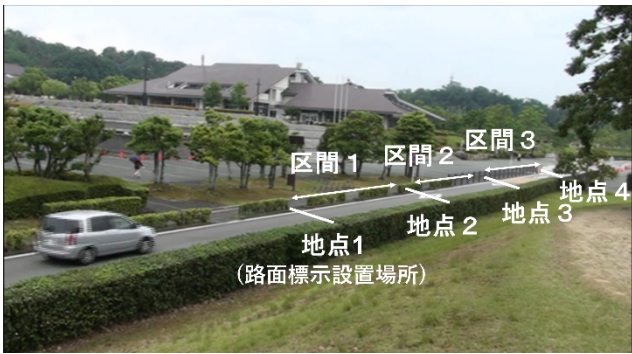


図2 調査区間

調査は、図1に示すビデオカメラ設置場所から、ビデオカメラ撮影による定点観測を行った。路面標示は、図2に示す地点1に設置した。調査区間は、地点1から地点2までの距離が約17.5m（以下、区間1）地点2から地点3までの距離は約20m（以下、区間2）、地点3から地点4までの距離は約30m（以下、区間3）である。地点4の約2m前方に無信号横断歩道がある。設置後1週間を慣らし期間として確保し、慣らし期間後に調査を行った。調査は標示なし、第1回標示設置後、第2回標示設置後、第3回標示設置後の4回実施した。調査を行った時間帯は、11時30分から16時までの4時間30分とした。設置と調査の日付を表1にまとめる。

表1 設置と調査の日付

	設置	調査
標示なし	—	6月18日
第1回標示	7月7日	7月18日
第2回標示	8月25日	9月10日
第3回標示	11月2日	11月12日

注) 調査は全て2022年に行った

2.2 設置した路面標示

(1)第1回路面標示

第1回路面標示は、指示標識407-B⁸⁾のピクトグラムに準拠した。この標識は、近接して設けられた道路交通法第2条の第1項第4号に規定する横断歩道を示しており、設置場所は横断歩道を設ける場所の必要な地点の路端とされている。信号機の無い横断歩道に付近に設置されており、運転者の注意を横断歩道に向けさせている。

実際に設置された路面標示を、図3に示す。路端に設置されている標識の大きさは横600mmで縦685mmであるため、路面に設置すると、小さく、運転者からの視認性が良くない。そのため、横1500mmで縦2000mmに拡大して設置した。



図3 第1回路面標示

(2)第2回路面標示

路面標示は、運転者の目線では、斜め上から見下ろすこととなる。そのため、実際の路面標示の奥行きよりも小さく見えてしまう特性がある⁹⁾。そこで、第2回の路面標示は、第1回路面標示を縦の長さを2倍にした標示を用いることで遠くから見たときに奥が見やすくなり、路面標示全体が見やすくなることを狙った。実際に設置された路面標示を、図4に示す。

(3)第3回路面標示

第3回路面標示は、図材の選択、図材の配置、色の選択、下部に挿入する文字の順に考慮しデザインを作成した。路面標示に使用した図材は、ピクトグラムの素材サイトであるヒューマンピクトグラム2.0¹⁰⁾から引用した。このサイトでは、ピクトグラムの素材がまとめられてお



図4 第2回路面標示

り、標識や公共の掲示に使用することが許可されている。

図材の選択は、楊莉らの研究¹¹⁾を参考にした。この研究では図材の選択法と理解度の関係について分析を行っており、特定の行為の概念を具体物に置換して表すことで理解度が高まることが示されている。この知見に基づき、横断歩道で歩行者が危険に晒されている状況を、車と横断歩道、歩行者の具体的な図材を用いることで理解度が高まると考えた。選択したピクトグラムを、図5に示す。



図5 歩行者と車のピクトグラム

図材の配置については、大野らの研究¹²⁾を参考にした。この研究では、ピクトグラムを制作する際に理解度を高めるためのデザイン指標が以下の通り示されている。

- ①動作の対象、道具を明確化する。
- ②動作の前後関係を表現する。
- ③感情を表現する。
- ④部分的な表現をする。
- ⑤動作を行う場面を表現する。
- ⑥方向性を表現する。
- ⑦適度な具体性を持たせる。
- ⑧無駄な表現を避ける。

本研究では、以上の指標を参考にして図材配置を行った。①に関して、動作の対象となる歩行者と車のピクトグラムを引用した。②に関して、車両が通過する様子と歩行者が横断歩道を歩行する様子から、動作の前後関係を表現した。③に関して、歩行者が車に驚いている状況を表現した。④に関して、部分的な表現とは、動作範囲が非常に狭い場合、動きのある特定範囲のみに焦点を当

てることを意味している。よって、動作範囲を横断歩道として、歩行者と車が交錯する状況を表現した。⑤に関しては、④の中で考慮した。⑥に関して、歩行者が左から右、車が奥から手前に進んでいる場面を表現した。以上のことから、⑦に関しては満たされていると判断した。

なお、路面標示の色の選択肢として、既往例を参考にすると、青・紫・黄・緑・赤の計5色が考えられた。JIS Z9101¹³⁾によると、赤は禁止の意味がある。本標示は、横断歩道へ注意を向けさせることが目的であるため、赤は採用しなかった。黄は、注意を表現するために、黄の三角形の中に黒の図記号を描く必要があると定められている。アスファルト上では、黒色の図は見えにくいため採用しなかった。紫は、アスファルト上で色彩の違いが分かりにくいため採用しなかった。青と緑では、緑の方が明度が高く、運転者から視認しやすいと考え、本調査では緑を採用した。

図形の下部に挿入した文字については、運転者から路面標示を見やすいように意識した。字数や画数が多いと読みづらいため、本研究の路面標示では、画数が少なく字数の少ない文字を書くようにした。具体的には、38条の理念を表現する言葉として「ゆずろう」を採用した。以上のことから考案したデザインは図6である。



図6 第3回路面標示

3. 車両速度の分析

調査で得られた映像をビデオエディター（Microsoft 製）を用いて分析した。図2に示した調査区間の4地点を通過した車両について、地点1から地点4を通過した時間（0.03秒単位）を記録した。これらの車両のうち、地点1の段階で地点4前方の横断歩道に歩行者がおらず、先行車がない車両を抽出した。車両が各地点を通過した時間を基に、各区間の平均走行速度（以下、区間速度）を車両ごとに算出した¹⁴⁾。また、調査区間を通過した車両の車種（普通車／トラック／バス／二輪(原付含む)／タクシー）、目的（営業用／自家用）も記録した。分析対象の車種と目的を表2と表3、区間速度平均値の推移を図7に示す。

表 2 走行車両の車種

車種	標示なし	第1回	第2回	第3回
普通車	177	244	177	106
タクシー	4	8	3	1
トラック	1	0	0	0
バス	0	1	1	2
原付	17	18	28	14
二輪	9	7	35	11

表 3 走行車両の目的

車種	標示なし	第1回	第2回	第3回
自家用	200	268	240	131
営業用	8	10	4	3

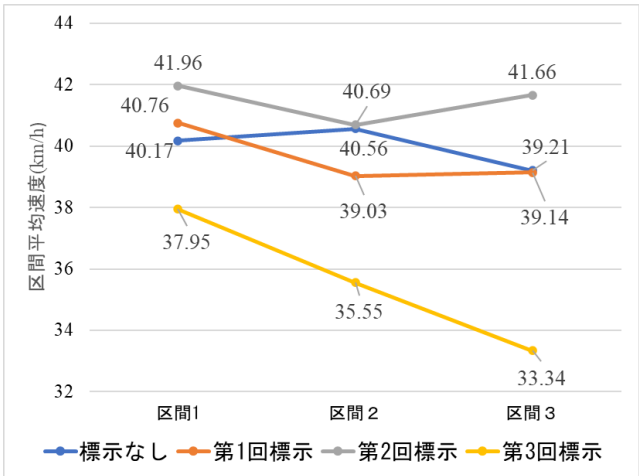


図 7 区間速度平均値の推移

4. 速度抑制効果の検証

3 章で得られた車両ごとの区間速度のデータを用いて、路面標示の設置前後における速度抑制効果を検証した。検証方法は、まず独立変数を設置のタイミング(前/後)と区間(区間1/2/3)として、区間速度を従属変数とした2要因混合の分散分析を行った。なお、参加者内要因における水準にてデータの球面性が仮定されない場合、Greenhous geisser のεによって自由度を補正した。

交互作用が有意である場合には、下位検定として、同一区間における設置のタイミングの単純主効果検定を行った。また、区間速度の多重比較も行い(Bonferroni 法)、有意な速度差がある区間の組み合わせを確認した。

4.1 第1回標示

分散分析の結果、交互作用が ($F(1.45, 193.70) = 18.53, p < .001, \eta^2 = .0369$) より有意であった。同一区間における設置のタイミングの単純主効果検定より、区間1が ($F(1, 42.28) = 1.0070, p = .3161, \eta^2 = .0021$) より非有意、区間2が ($F(1, 278.11) = 5.7654, p = .0167, \eta^2 = .0118$) より

有意、区間3が ($F(1, 0.6627) = 0.0102, p = .9197, \eta^2 = .0000$) より非有意であった。図7の結果と合わせると、区間2において第1回標示の方が標示なしよりも有意に速度が低いことが分かる。

また、区間速度の多重比較の結果(表4、表5)から、標示なしでは、有意な速度差がある区間の組み合わせは無いが、第1回標示では区間1と区間2の間と区間1と区間3の間において有意な速度差が認められた。図7より、第1回標示では、区間1の方が区間2と区間3よりも区間速度が有意に高いことが分かる。

上記の分析から、第1回標示において、区間1から区間2にかけて有意に速度が低下し、区間2において速度抑制効果が認められる。運転者が標示を見て区間1から区間2にかけて速度を低下させた可能性が伺える。

表 4 標示なしの多重比較結果(2群間のp値)

区間	p 値
区間1と区間2	1.0000
区間2と区間3	0.2200
区間1と区間3	0.6100

* $p < 0.05$, + $p < 0.10$

表 5 第1回標示の多重比較結果(2群間のp値)

区間	p 値
区間1と区間2	0.0088*
区間2と区間3	1.0000
区間1と区間3	0.0155*

* $p < 0.05$, + $p < 0.10$

4.2 第2回標示

分散分析の結果、交互作用が ($F(1.38, 230.48) = 23.21, p < .001, \eta^2 = .0490$) より有意であった。

同一区間における設置のタイミングの単純主効果検定より、区間1が ($F(1, 360.77) = 7.5510, p = .0062, \eta^2 = .0165$) より有意、区間2が ($F(1, 1.97) = 0.0384, p = .8447, \eta^2 = .0001$) より非有意、区間3が ($F(1, 670.57) = 9.3427, p = .0024, \eta^2 = .0203$) より有意であった。図7より、区間1と区間3において第2回標示の方が標示なしよりも有意に速度が高い。また、区間速度の多重比較の結果(表4、表6)から、標示なしと第2回標示のどちらにおいても有意な速度差がある区間の組み合わせは無い。

図7では、4.1と同様に路面標示設置地点通過後に速度が低下している状況が伺えるが、上記の分析から、第2回標示における速度抑制効果は認められない。なお、第2回標示に関する調査時期のみ、山城総合運動公園内のプールが営業されており、公園利用者層が、他の調査時期と異なる可能性がある。同時期に標示無しの調査を

実施するなど追加の検証が必要と考えている。

表6 第2回標示の多重比較結果(2群間の p 値)

区間	p 値
区間1と区間2	0.1800
区間2と区間3	0.4700
区間1と区間3	1.0000

* $p < 0.05$, + $p < 0.10$

4.3 第3回標示

分散分析の結果、交互作用が ($F(1.35, 440.36) = 36.61$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .0972$) より有意であった。同一区間における設置のタイミングの単純主効果検定より、区間1が ($F(1, 400.48) = 8.8173$, $p = .0032$, $\eta_p^2 = .0253$) より有意、区間2が ($F(1, 2048.17) = 39.7799$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.1047$) より有意、区間3が ($F(1, 2801.51) = 41.9731$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.1099$) より有意であった。図7を参照すると、区間1、区間2、区間3において第3回標示の方が標示なしより有意に区間速度が高いことが分かる。

区間速度の多重比較の結果(表4、表7)から第3回標示において、区間1と区間2および、区間1と区間3の間に有意な速度差があり、区間2と区間3の間に有意な傾向がある。図7より、第3回標示において区間1、区間2、区間3の順に速度が有意に低くなることが分かる。

また、公園内の規制速度は時速30kmであるが、図7より規制速度に近い速度まで抑制できていることも確認できる。

表7 第3回標示の多重比較結果(2群間の p 値)

区間	p 値
区間1と区間2	0.0150*
区間2と区間3	0.0300*
区間1と区間3	0.0000*

* $p < 0.05$, + $p < 0.10$

5. おわりに

本研究では、路面標示による車両の速度抑制効果を検証した。指示標識のピクトグラムを用いた路面標示と既往研究の知見に基づくピクトグラムの路面標示を同一地点に設置し、速度抑制効果を比較した。

その結果、デザイン指標に基づく路面標示を用いた場合、横断歩道に近づくにつれて速度が低下し、平均速度が、調査箇所の規制速度付近まで抑えられることを確認した。歩行者と自動車の事故では、時速30kmを超えると歩行者の死亡率が急激に上がる¹⁵⁾。今回の路面標示により横断歩道付近の平均速度が30km付近まで抑えられたことから、路面標示の設置によって横断歩道での安全

性が高められたと考えられる。ここで得られた結果が、運転者が路面標示を理解したことによって生じたものなのか、今後検証するとともに、その過程で路面標示の改良を検討する必要がある。また、路面標示は見慣れてしまうことにより効果が薄れる可能性がある。そのため、設置後に期間を空けて再度調査を行うことにより、路面標示による効果の持続性を検証する必要がある。

謝辞

本研究を実施するにあたり、京都府立山城総合運動公園には、調査場所の提供、備品の貸与などの支援を頂いた。ここに、感謝の意を示します。また、路面標示の設置施工にあたっては、一般社団法人全国道路標識・標示業協会関西支部大阪府協会の協力を頂いた。ここに、感謝の意を示します。

参考文献

- 1) 警察庁交通局：令和4年における交通事故の発生状況について、<https://www.npa.go.jp/bureau/traffic/bunseki/nenkan/050302R04nenkan.pdf>, 2023. (閲覧年月日：2023年4月21日)
- 2) 国土交通省：生活道路の交通安全に係る新たな連携施策「ゾーン30プラス」、<https://www.mlit.go.jp/repot/press/content/001499020.pdf>, 2022. (閲覧年月日：2023年1月11日)
- 3) 大江 航介, 田中 伸治, 松行 美帆子, 有吉 亮, 井上 卓磨：路面標示が無信号横断歩道接近時の運転行動に与える影響に関する比較分析, 交通工学論文集, Vol.9, No.2(特集号A), pp.A_10-A_18, 2023.
- 4) 木下 康之, 萩野 弘, 仙石 忠広, 浜口 雄昭：路面標示による交通安全対策の速度抑制効果の持続性の検証, 土木計画学研究・講演集, Vol.45, pp.1-8, 2012.
- 5) 三村 泰広, 安藤 良輔, 稲垣 具志, 太田 勝敏：運転者の安全意識からみた生活道路入口部の空間構成に関する研究, 土木学会論文集 D3, Vol.68, No.5, pp.I_1155-I_1162, 2012.
- 6) 永見 豊, 木村 聡汰：信号なし横断歩道においてドライバに一時停止を促す立体路面標示, 日本デザイン学会第67回春季研究発表大会, pp.212-213, 2020.
- 7) 海野 遥香, 友田 光子, 橋本 成仁：生活道路交差点部の道路改良を伴わない交通安全対策に関する研究-運転者の止まる意識に着目して-, 土木学会論文集 D3, Vol.76, No.5, pp.I_1399-I_1408, 2021.
- 8) 国土交通省：道路標識30, <https://www.mlit.go.jp/road/sign/sign/douro/ichiran.pdf>, (閲覧年月日：2023年1月12日)
- 9) 星加 民雄：錯視効果のハンプへの応用-ストライプ

- パターン型イメージハンブの可能性-, 芸術工学会誌, Vol.57, pp.68-69, 2011.
- 10) ヒューマンピクトグラム 2.0, <https://pictogram2.com/>,
（閲覧年月日：2023 年 1 月 13 日）
 - 11) 楊 莉, 堀田 明裕, 赤瀬 達三：図記号の画材選択法が理解度に与える影響, デザイン学研究, Vol.55, No.5, pp. 5_9-5_18, 2009.
 - 12) 大野 森太郎, 原田 利宣： “動詞”の情報量分析に基づくピクトグラムデザイン支援システムの開発, デザイン学研究, Vol.58, No.2, pp.54-64, 2011.
 - 13) JIS Z 9101-2018：図記号—安全色及び安全標識—安全標識及び安全マーキングのデザイン通則, pp. 4-6, 2018.
 - 14) 鬼塚 大輔, 大橋 幸子, 木村 泰, 藪 雅行：交通安全対策による速度抑制効果の簡易な測定方法の実験, 土木技術資料, Vol.56, No.6, pp.38-41, 2014.
 - 15) 京都府警察：速度取り締まりが必要な理由, <https://www.pref.kyoto.jp/fukei/kotsu/sokudo/torisimari/riyuu.html>,
1, （閲覧年月日：2023 年 5 月 7 日）