

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

大橋 幸子¹・川松 祐太²・小林 寛³

¹正会員 国土技術政策総合研究所 道路交通研究部 道路交通安全研究室
(〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地) E-mail: oohashi-s92ta@mlit.go.jp

²非会員 国土技術政策総合研究所 道路交通研究部 道路交通安全研究室
(〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地) E-mail: kawamatsu-y924a@mlit.go.jp

³正会員 国土技術政策総合研究所 道路交通研究部 道路交通安全研究室
(〒305-0804 茨城県つくば市旭 1 番地) E-mail: kobayashi-h92qs@mlit.go.jp

歩行者の交通安全の更なる確保に向けては、歩行者と車両を空間的に分離する方法に限らず、歩行者への配慮が自然となされる歩車共存道路の活用も望まれる。本研究では、歩行者が歩きやすく、自動車の走行速度が抑えられる道路の構造を把握するため、VR（バーチャルリアリティ）空間において、路面の色分けや舗装の種類、外側線の有無などの路面構造の異なる道路を作成し、被験者による歩行者及びドライバーとしての通行調査を行い、路面構造と交通挙動の関係を分析しその傾向を把握した。

Key Words: road safety, residential road, virtual reality, pedestrian

1. はじめに

(1) 背景と目的

歩行者の交通安全の更なる確保に向けては、歩行者と車両を空間的に分離する方法に限らず、歩行者への配慮が自然となされる歩車共存・混在道路の活用も望まれる。平成 29 年 8 月に社会資本整備審議会道路分科会より示された建議においても、限られた空間での効用の拡大を目指しての「混在」の考え方の導入が示されている。

日常で身近な道路を人中心の空間に転換していくためには、歩行者への配慮が自然となされる道路の構造を適切に取り入れていくことが望ましい。しかしながら、歩行者の安全にどのような道路構造が寄与するのか、十分には示されていない。

そのため本研究では、路面の色分けや舗装の種類、外側線の有無などの路面構造に着目し、歩行者が歩きやすく、自動車の走行速度が抑制できる路面構造を把握することを目的とする。なお、本研究では、歩行者への配慮が自然となされる道路を対象とすることとし、凸部等の物理的デバイスを用いた道路は原則扱わないこととした。

(2) 既往研究と本研究の位置づけ

生活道路での路面構造と歩車の交通挙動に関する研究としては、橋本ら¹⁾が、道路幅員 8.5m から 16m の道路について、CG (Computer Graphics) により作成した図をドライバーに提示し、自動車速度に影響を及ぼす要素を分析している。また、橋本ら²⁾は、54 の街路で速度の実測調査を行い、車道幅員や植樹帯などの街路空間要素と速度の関係を重回帰分析により示している。沖本ら³⁾は、ドライビングシミュレータを用いて道路構成要素が走行速度に与える影響を調査し、鬼塚ら⁴⁾がこれらの結果と実際の道路での車両挙動を比較している。その他に、井料⁵⁾が、Virtual Reality (以下、「VR」という。)を活用し、歩道のある生活道路を中心に路面標示、道路構造の横断構成が運転者意識に与える影響について分析している。しかしながらこれらの研究では、道路幅員 6m 程度の生活道路において、道路を構成する一つ一つの要素がどのように自動車及び歩行者の交通挙動に影響を与えるのかは十分には明らかにされていない。

そこで本研究では、VR を活用し、路面の色分けや舗装の種類、外側線の有無などの路面構造の要素が自動車及び歩行者の交通挙動に与える影響を調査する。

2. 調査の方法

(1) 調査の流れ

路面の色分けや舗装の種類、外側線の有無などの路面構造が異なる生活道路の VR 空間を作成し、自動車及び歩行者での通行調査を行い、路面構造と交通挙動の関係を分析しその傾向を把握する。

(2) 対象とする道路

生活に身近な道路を対象とすることとし、歩道がなく、中央線がない道路とした。道路幅員は 6m を想定し、一方通行の規制はないものとした。沿道は住宅街とした。

(3) 比較する路面構造

事前に国内の歩車共存道路に置ける路面構造の工夫を収集・調査し、本研究では、路面構造として次の要素に着目することとした。

- 歩行空間の色分けの幅（外側線から車道部へのにじみ出しを含む）
- 外側線の有無
- 舗装の種類（ブロック、アスファルト）

これらの要素の違いを比較できるように、ひとつの要素のみが異なる組み合わせが作れるよう留意し、表-1 に示す 10 パターンの道路の VR 空間を作成した。

(4) 被験者と調査時期

年齢、性別の偏らない 30 名とし、全員がドライバー及び歩行者として調査に参加した（表-2）。いずれも運転頻度が月 1 回以上の者とした。

調査は、平成 29 年 12 月から平成 30 年 1 月にかけて行い、被験者 1 名ずつ実施した。

(5) 路面構造のドライバーへの影響調査

路面構造のドライバーへの影響を把握するため、表-1 の 10 パターンの道路を対象に、VR 空間を視聴するヘッドマウントディスプレイとドライビングシミュレータを用いて被験者に運転させ、走行速度を取得するとともに、速度の出しづらさを聞き取り調査した（図-1、図-2）。

表-2 被験者の構成

年齢	性別	人数
20 歳代以下	男性/女性	3 名/3 名
30 歳代	男性/女性	3 名/3 名
40 歳代	男性/女性	3 名/3 名
50 歳代	男性/女性	3 名/3 名
60 歳代以上	男性/女性	3 名/3 名



図-1 ドライバーへの影響調査の様子



図-2 ドライバーへの影響調査の VR 空間の例

表-1 VR で作成した路面構造一覧

	パターン1	パターン2	パターン3	パターン4	パターン5	パターン6	パターン7	パターン8	パターン9	パターン10	
外側線	あり				なし						
舗装	ブロック	ブロック +アスファルト舗装	ブロック				ブロック	カラー舗装	アスファルト舗装		
歩行空間の色分け	路肩（舗装の変更）		路肩+車道の一部（舗装の変更）				なし		なし	路肩（カラー）	
道路幅員	6m						6m				
車道幅員	4m			-	-	6m			4m		
路肩幅員	1m×2			-	-	-			1m×2		
歩行空間の色分けの幅	1m×2		2m×2	1.5m×2	2m×2	1.5m×2	なし		なし	1m×2	
路面画像	パターン1		パターン3		パターン5		パターン7		パターン9		
	パターン2		パターン4		パターン6		パターン8		パターン10		

実験での走行距離は 300m とし、300m を過ぎると自動的に止まる設定とした。ハンドル操作は有効としたが、移動範囲を左右の外側線の位置までに制限した。被験者には、普段どおりの運転をさせた。歩行者交通量は、実際の歩車共存道路の交通量を参考に設定した 2 種類 (35 人/100m, 10 人/100m) とした。走行速度は、0.1 秒ごとに取得した。

体験するパターンの順序は、最初に一般的な生活道路であるパターン 9, パターン 10 とし、次にパターン 1 からパターン 8 までを被験者毎に順番を変え実施した (表-3)。速度の出しづらさは、パターンごと、歩行者交通量ごとに、300m を過ぎて自動停止した後に聞き取りした (図-3)。

表-3 体験するパターンの順序

グループ	体験の順番		被験者	
	パターン 9-10	パターン 1-8	男性	女性
あ	9→10	1→2→3→4→ 5→6→7→8	20代以下男性① 40代男性①	30代女性① 50代女性①
	10→9	2→1→4→3→ 6→5→8→7	30代男性① 60代男性①	40代女性①
い	9→10	3→4→5→6→ 7→8→1→2	20代以下男性② 50代男性①	30代女性② 60代女性①
	10→9	4→3→6→5→ 8→7→2→1	30代男性② 60代男性②	20代以下女性① 40代女性②
う	9→10	5→6→7→8→ 1→2→3→4	20代以下男性③ 50代男性②	20代以下女性② 50代女性②
	10→9	6→5→8→7→ 2→1→4→3	40代男性② 60代男性③	40代女性③ 60代女性②
え	9→10	7→8→1→2→ 3→4→5→6	30代男性③ 50代男性③	20代以下女性③ 50代女性③
	10→9	8→7→2→1→ 4→3→6→5	40代男性③	30代女性③ 60代女性③

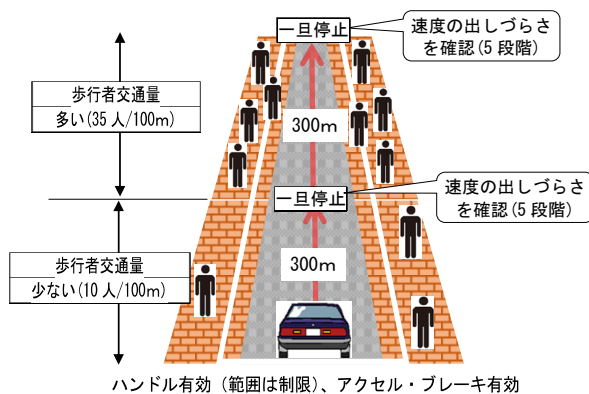


図-3 速度の出しづらさの調査方法

(6) 路面構造の歩行者への影響調査

路面構造の歩行者への影響を把握するため、被験者に表-1 の 10 パターンの道路を歩行させ (図-4, 図-5, 図-6), 安心感を調査するとともに、歩きたいと思う歩行位置を取得した。歩行は、ヘッドマウントディスプレイを用いて行い、自動で前へ進むオートパイロット機能を使用した。前へ進む速度は、歩行を想定した 4km/h であり、目線の高さは 1.5m とした。被験者は立った状態で体験することを基本とした。オートパイロットでの歩行は、道路端からの位置を 0.5m, 1.0m, 1.5m, 2.0m の 4 種類とし、それぞれ 15 秒ずつ体験させた。これらを、実際の歩車共存道路の交通量を参考に設定した自動車交通量 2 種類 (4 台/15 秒, 2 台/15 秒), 歩行者交通量 2 種類 (35 人/100m, 10 人/100m) を組み合わせた計 4 種類の交通状況で実施し、それぞれ安心感、通行したい位置を調査した。車両の大きさは、道路構造令の設計車両の小型自動車を参考に、長さ 4.52m, 幅 1.62m (サイドミラー除く) とした。体験するパターンおよび体験する順番の考え方は、(5) と同様とした。安心感の調査は、パターンごと、交通量ごとに、調査員の聞き取りにより行った。



図-4 歩行者への影響調査の様子

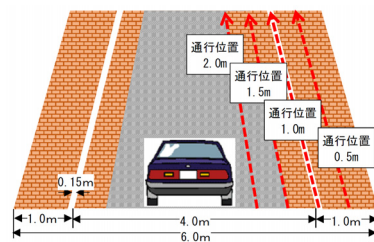


図-5 歩行させた位置 (赤線の位置)



図-6 歩行者への影響調査の VR 空間の例

3. 結果と考察

(1) 外側線がある場合の歩行空間の色分けの幅

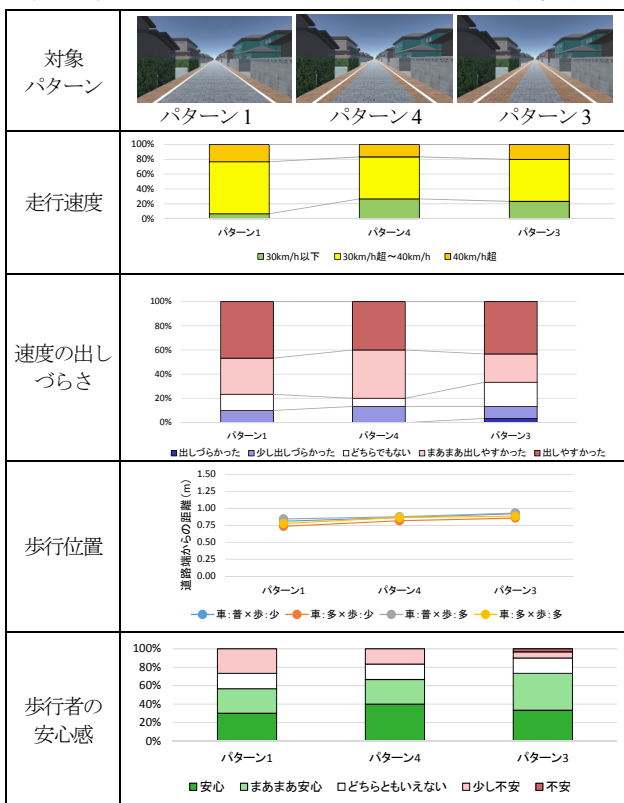
外側線があり歩行空間の色分けの幅の異なるパターンについて、車両速度、速度の出しにくさ、歩行位置、歩行者の安心感の調査結果を示す(表-4)。なお、交通量をそれぞれ変化させ調査したが、本稿では路面構造の影響に着目することから、歩行者・自動車とも交通量の少ない場合の結果を取り上げることとした。以下の分析でも同様とする。

走行速度は、車道部側まで色分けのにじみ出しがあるパターンの方が低かった。にじみ出しの幅の影響は見られなかった。ドライバーの意識でも、にじみ出しがあるほうが速度が出しづらいという傾向がみられ、その傾向はにじみ出しの幅が大きいほうが強かった。

通行したい位置は、いずれのパターンも平均値は外側線より道路端寄りであったが、にじみ出しの幅が大きいほど車道部寄りであった。

オートパイロット機能で体験した歩行位置ごとの安心感については、通行したい位置が概ね道路端から 1m 付近であったことから、1.0m での結果を取り上げることとする。以下の分析でも同様とする。歩行者の安心感には、にじみ出しの幅が大きくなるほど、安心と感じる人が増える傾向にあった。

表-4 歩行空間の色分けによる通行状況の差 (外側線あり)



これらの結果から、外側線から歩行空間の色分けをにじみ出すことは、車両速度の抑制につながるるとともに、歩行者の安心感も向上させるといえる。また、歩行者は外側線より道路端側を歩く傾向もあることから、安全上の課題も少ないと考えられる。

(2) 外側線がない場合の歩行空間の色分けの幅

外側線がなく歩行空間の色分けの幅の異なるパターンについて、調査結果を示す(表-5)。

走行速度は、車道と歩道の色分けがない方が速度が低かった。色分けがある場合には、歩行空間側の色分けの幅が大きいほうが速度がやや高かった。ドライバーの回答では、走行速度と同様に色分けがない方が速度の出しづらい傾向にあったが、色分けがある場合には色分けの幅が大きいほうが出しづらさがやや強い傾向にあった。

通行したい位置は、いずれのパターンも平均は道路端より 1m 付近で、色分けの幅が大きいほうが車道部寄りであった。歩行者の安心感も、色分けの幅が大きいほど高い傾向にあった。色分けがない場合には、不安を感じる歩行者がやや多い傾向が見られた。

これらのことから、外側線がない場合には、空間の色分けがないほうが車両速度が低いと考えられるが、一方で歩行者の不安も高い傾向にある。これは、歩車が互いに注意しながら道路を利用することで事故軽減を狙う Shared Space のような使い方につながる可能性があると考えられる。

表-5 歩行空間の色分けによる通行状況の差 (外側線なし)

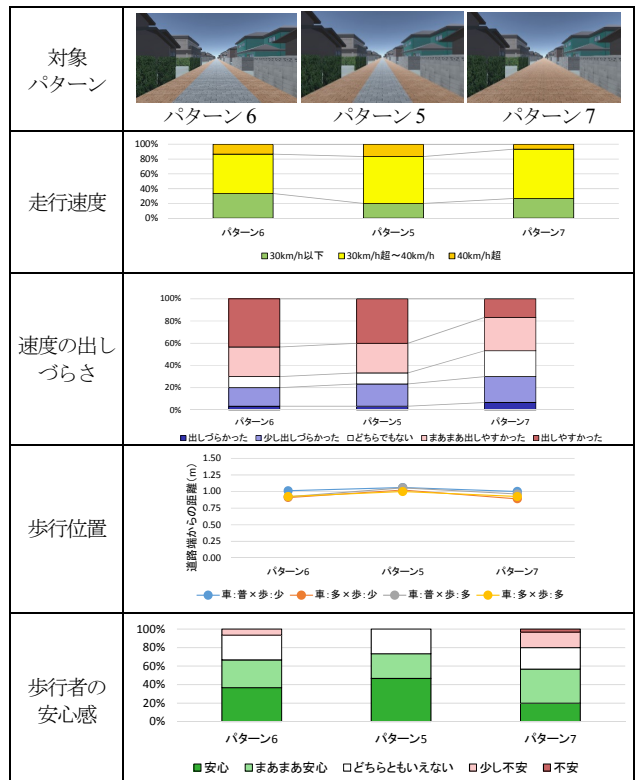
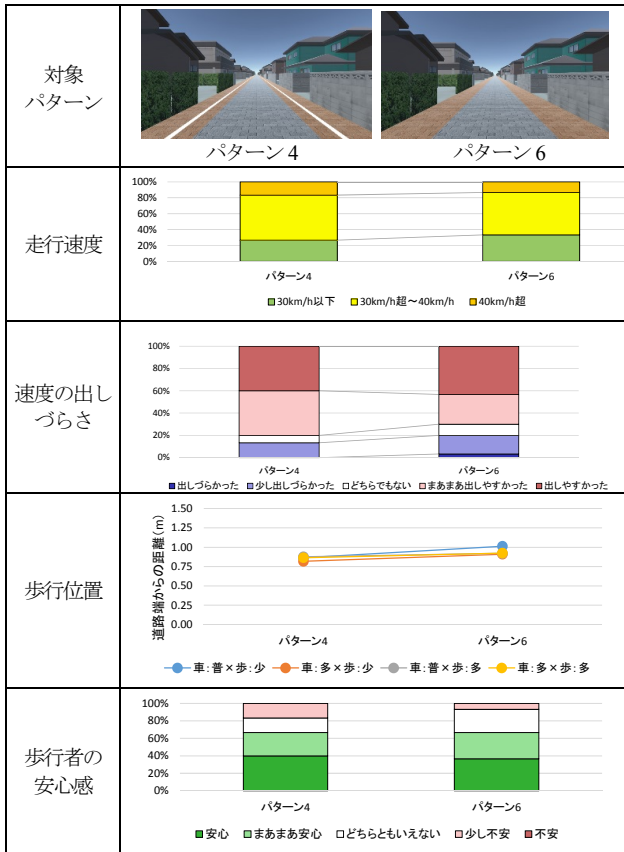


表-6 外側線の有無による通行状況の差



(3) 外側線の有無

外側線の有無について、調査結果を示す(表-6)。

走行速度は、明確な傾向は見られなかった。ドライバーの意識では、外側線がないほうがやや速度が出しづらい傾向にあった。

通行したい位置は、いずれのパターンも平均は概ね道路路端より 1m 程度に収まっており、外側線のないパターンの方が車道部寄りであった。歩行者の安心感は、外側線がないほうがやや高い傾向が見られた。

これらのパターンでは、車両速度に大きな差異は確認できないものの、歩行者の安心感が高まるとともに歩行位置も車道部寄りに移っていることから、事故軽減の視点からは両者の比較は慎重に行う必要があると考えられる。なお、同じく外側線の有無が比較できるパターン 3 とパターン 5 の組み合わせでも、概ね同様の傾向を示していた。

(4) 車道の舗装の種類の影響

外側線・色分けがない場合で舗装の種類異なるパターン、及び、路肩が色分けされている場合の車道部の舗装の種類異なるパターンについて、調査結果を示す(表-7、表-8)。

表-7 舗装の違いによる通行状況の差

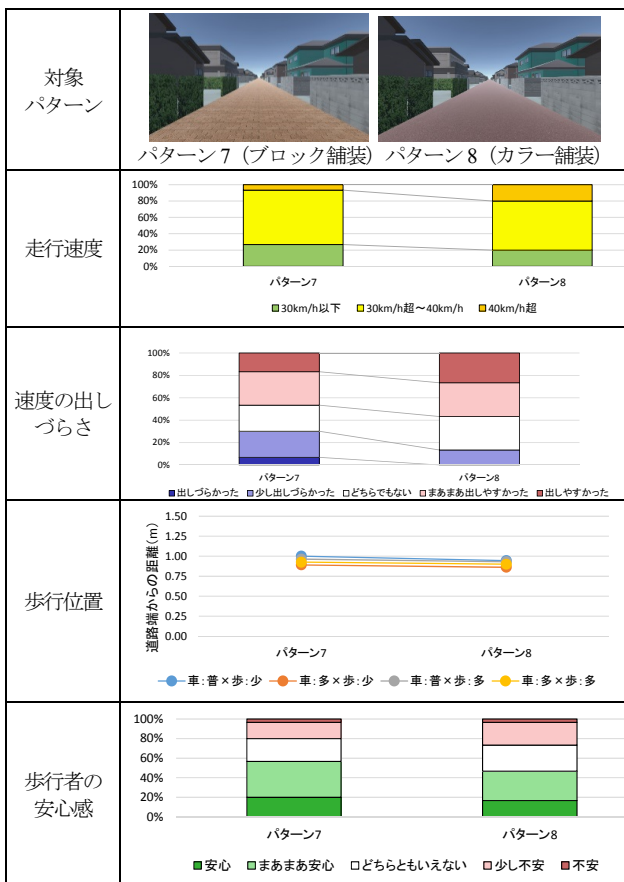
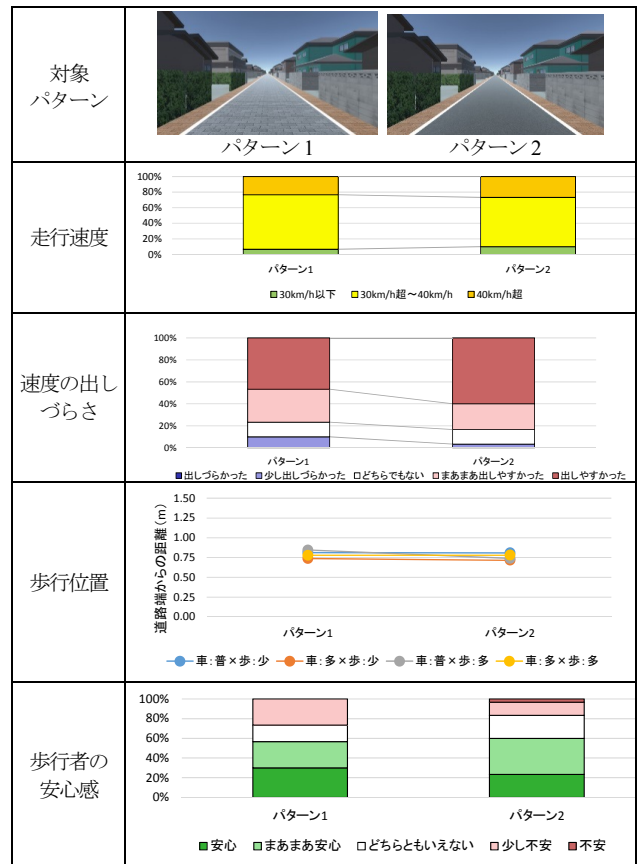


表-8 車道部の舗装の違いによる通行状況の差



アスファルト舗装、カラー舗装と比べても、ブロックでの舗装のほうが走行速度が低く、ドライバーにとっても速度が出しづらいという結果になった。

通行したい位置は、ブロックでの舗装のほうがやや車道部側に寄っていた。また、ブロックのほうが安心を感じる人がやや多い場合も見られるが、明確な傾向は把握できなかった。

これらのことから、ブロックを用いた舗装は、車両の速度を抑制する傾向があると考えられ、歩車共存道路での安全性向上のための活用可能性もあるといえる。

4. 結論

本研究では、歩行者が歩きやすく自動車の走行速度が抑制できる道路の路面構造を把握するため、路面の色分けや舗装の種類、外側線の有無などの路面構造に着目し、路面構造が自動車及び歩行者の交通挙動に与える影響をVRを活用して調査した。その結果、以下のことが分かった。

- 外側線から歩行空間の色分けをにじみ出すことは、車両速度の抑制につながるとともに、歩行者の安心感も向上させるといえる。また、歩行者は外側線より道路端側を歩く傾向もあることから、安全上の課題も少ないと考えられる。
- 外側線がない場合には、空間の色分けがないほうが車両速度が低いと考えられるが、一方で歩行者の不安も高い傾向にある。

- 外側線の有無により、車両速度に大きな差異は確認できないものの、歩行者の安心感が高まるとともに歩行位置も車道部寄りに移っていることから、事故軽減の視点からは両者の比較は慎重に行う必要があると考えられる。
- ブロックを用いた舗装は、車両の速度を抑制する傾向があると考えられ、歩車共存道路での安全性向上のための活用可能性もあるといえる。

今後は、これらの結果をもとに、安全な歩車共存に向けて、適切な路面構造の活用方法を検討していきたい。

参考文献

- 1) 橋本成仁, 谷口守, 吉城秀治, 水嶋晋作: ドライバー意識に着目した街路空間による自動車走行速度抑制の可能性, 土木計画学研究・論文集, Vol.27, no.3, pp.457-462, 2010.
- 2) 橋本成仁, 谷口守, 水嶋晋作, 吉城秀治: 街路空間要素が自動車走行速度に与える影響に関する研究, 土木計画学研究・論文集, Vol.27, no.4, pp.737-742, 2010.
- 3) 沖本洋人, 本田肇, 高宮進: 道路構成要素の相違に基づく走行速度の変化に関する研究, 第 32 回交通工学研究発表会論文集, pp.225-229, 2012.
- 4) 鬼塚大輔, 大橋幸子, 木村泰, 本田肇: ドライビングシミュレータを用いた路側帯整備効果の予測に関する一考察, 第 34 回交通工学研究発表会論文集, pp.53-56, 2014.
- 5) 井料美帆: 生活道路における道路構造・路面標示要素が運転者意識に与える影響分析, 第 55 回土木計画学研究発表会・講演集, 50-02, 2017.

Research on the influence of differences of road surface patterns to the traffic behavior of pedestrians/vehicles on residential roads using virtual reality tools

Sachiko OHASHI, Yuta KAWAMATSU and Hiroshi KOBAYASHI