

路面装飾の通行者にもたらす影響と可能性の研究
—アイトラッカーによる視行動の分析から—

21918037 中川 晴賀
21918045 濱嶋 弓恵
指導教員 葉袋 奈美子 教授

生活道路 路面装飾 アイトラッカー
視行動 滞留行動

1. はじめに

1.1. 研究の背景と目的

住宅地内の生活道路は周辺住民にとって最も身近な生活空間である。しかし、近年の自動車社会の発展から道路は移動の場としての機能を強め、生活の場としての機能が失われてきた。人々の孤立が懸念される昨今、生活の場として道路が機能することは、人々の交流の促進や健康習慣の改善など生活の質の向上につながると考えられる。

これまでの生活道路研究は、通行時の安全面への対処が主流であり、道路を生活空間として扱うことに焦点を当てたものは少ない。安全の確保と人々の生活を両立させる道路空間デザインとして、路面に装飾を施す手法に着目した。この手法については、これまでも、原ら¹が芸術祭でアート作品として制作された路面アートによる道路空間デザインを調査し、整備方針や整備プロセスをまとめ、大山ら²が、路面装飾が自動車の通行意欲低下や歩行者の滞留意欲の向上を促すことを明らかにしている。一方で路面装飾が通行者の注意を阻害するなど、多くの課題が指摘されており、本手法の活用にはまず路面装飾を設置することによる通行者への影響の有無を明らかにする必要がある。そこで、本研究では路面装飾の通行者への影響を、視行動を中心とした通行挙動の分析から明らかにすることを目的とする。

1.2. 研究方法

本研究は、実際に路面装飾を施した道路での通行者の影響を確認するために、従来の道路研究³で主流とされる視行動に着目して分析を行う。本研究では実地での実験で施すデザインの検証として、動画視聴実験で路面装飾のデザイン変化による影響の有無を確認する。その後、実際に路面装飾を施す実地実験によって、路面装飾設置道路での通行挙動を確認する。なお、本研究の対象地は、道路幅員が5m程度で歩車分離がなされていないという点で生活道路に類似しており、関係者以外の進入が不可能で通行が制御しやすいことから本学寮地区とした。

2. 動画視聴による路面装飾デザインの評価

2.1. 路面装飾デザインと設置場所の検討

路面装飾には、通行者の安全を守りながら生活空間として多様な道路利用を促すことを期待する。これら効果を見込める路面装飾デザインの検討として、豊島区景観計画⁴に

おける屋外広告物の種類別の配慮事項や、横浜市車体利用広告物特例許可ガイドライン⁵及び横浜市交通局車体利用デザイン審査基準(横浜市行政財産等への屋外広告掲出ガイドライン⁶)等の既存の法定外表示への規制を参考にした後、表1に示した点を考慮して考案した。路面装飾を設置する場所については法定外表示の設置指針⁷を参考に検討を行い、対象地内4カ所(図2)より動画視聴実験で有効な配置を検証する。

表1 路面装飾デザインの検討

デザイン	根拠等
色 緑・白	法定表示で禁止を示すものではなく、注意喚起に利用される色。また、使用する色はJIS安全色を参考に整頓の意味を持つ白と、安全状態であることを意味する緑を採用する。
形 正円	細い尖塔・矢印等はその先を注視させるため望ましくない ⁸ 。人間の目の特徴から、安全性があるとされた正円の整列デザインとした ⁹ 。
大きさ 横断歩道状	規格は人の存在を感じさせる横断歩道の規格を採用し、実際の道路に路面装飾を設置した際にバランス良く見えるよう微調整を行った。
全体	注視しないために変化の少ないデザインとする。

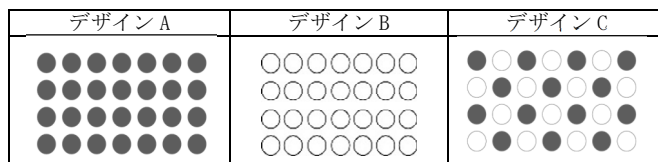


図1 路面装飾のデザインパターン

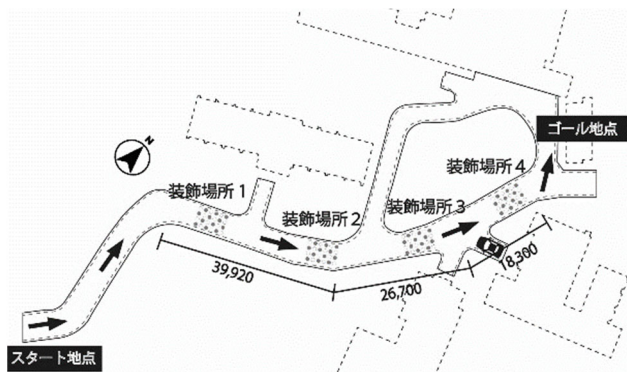


図2 路面装飾の設置場所

2.2. 動画視聴実験の概要

動画視聴実験では、前節で検討したデザインと設置場所から、路面装飾として十分な効果が見込める装飾パターン

を明らかにする。実験の概要は表 2 に示す。実験ではデザインと設置場所 3 種類^{注1}ずつを L9 直交表で組み合わせ、9 パターンの動画を比較する。このほか対象地の路面装飾がないパターンと飽きの軽減のために差し込む雑司ヶ谷周辺道路 2 箇所の走行動画を合わせた計 12 本の走行動画を用意し、これらをランダムに並び替えた 3 本の視聴用動画を作成し、参加者にはいずれかを視聴してもらった。作成した動画^{注2}の詳細を図 3 に示す。また、12 本の動画の間には 15 秒程度の安静用ダミー動画を挿入し、目と脳の休息を設けている。

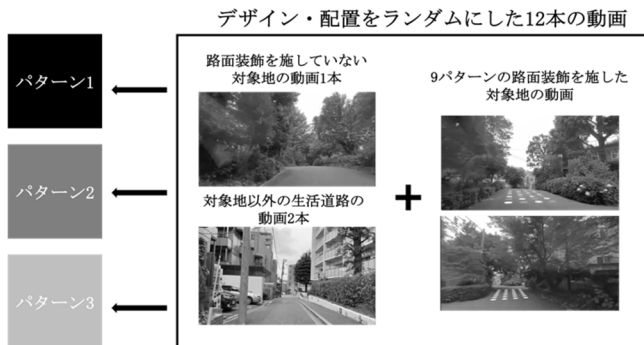


図 3 視聴用動画の構成

表 2 動画視聴実験概要

調査内容	デザイン・設置場所による影響の変化
実施日	7月4日(月)～7月9日(土)
概要	モニター上でデザイン・設置場所が異なる路面装飾を施した道路の走行映像を視聴し、視聴時の視行動と脳血流を記録。実験後は動画に関するアンケート調査をヒアリング形式で実施。
調査項目	・動画視聴時の視行動、脳血流の変化 ・路面装飾とそのデザインに関する主観的評価 ・回答者の属性
調査対象	日常的に運転するドライバー(公募)
参加者数	27人(男性:15人 女性:12人)
使用機材	Tobii Pro Nano ・HOT-2000

2.3. 動画視聴実験の分析結果

本実験では、路面装飾の安全性を重視し、人々の注意を阻害せず、十分に周囲への注意喚起が行えているかをアイトラッカーより収集された視行動のデータをもとに確認する。これに加え、アンケートによるデザインへの主観的評価の確認を行い、路面装飾として適したデザインパターンの分析を行った。

視行動分析では、アイトラッカー専用の解析ソフトウェア Tobii Pro Lab を用いて安全確認を行うべきリスクへの注視を比較し、本調査対象地において適切な視行動を行えているか否かを確認した。分析対象データは、分析精度を高めるため、アイトラッカーのデータ取得率が 80%以上^{注3}で、アンケート調査の回答から実験内容による影響を受けていないと思われる実験参加者のデータとする。安全確認を行うべき場所としては、交差点内とコース内に出現する車両、及び見通しの悪いカーブの先の計 6 箇所とし、Tobii

Pro Lab 上でエリア設定を行うことで、対象エリアへの合計注視時間を出力した。

まずパターンごとでどのような変化が現れているかを確認するため、この数値を設置場所ごと及びデザインごとで平均化し、分散分析にて比較を行った。結果は、表 3・表 4 に示す通り、設置場所ごと及びデザインごとでの注視時間の差は確認されなかった。次に、装飾の有無による注視時間を比較するため、同データを装飾なしの動画の注視時間と t 検定にて比較した。結果は表 3 に示す通りで、設置場所においては、有意水準 5% で装飾場所 2 及び 3 に設置したとき、装飾がない場合に比べて注視時間が減ることがわかった。デザインでは、デザイン B の白色のみを使用する場合、装飾がない場合に比べて注視時間が減ることが明らかとなった。本研究では、装飾がない場合の注視が本実験コースにおいて最低限あるべきリスクへの注視であるとみなし、この数値を大きく下回る結果となった場合、当該路面装飾が必要なリスクへの注視を阻害していると考え。ここから注視時間の減少が確認された上記デザイン及び設置場所を除いた、装飾場所 1 と 4、デザイン A 及びデザイン C の組み合わせが視行動分析から路面装飾として適切であると思われるパターンであると確認された。

表 3 設置場所ごとの比較

	合計注視時間の平均(秒)	p 値
1 と 4	4.818	0.197
2	4.020	0.013
3	4.266	0.030
装飾なし	5.685	—

表 4 デザインごとの比較

	合計注視時間の平均(秒)	p 値
デザイン A	4.602	0.099
デザイン B	3.893	0.008
デザイン C	4.608	0.105
装飾なし	5.685	—

主観的評価については、アンケート分析から確認した。実験後のアンケート調査によるデザインと設置場所の主観的評価では、設置場所は 2、デザインはデザイン C への評価が高くなっている。設置場所の理由として他の設置場所よりも視界が開けていることで路面装飾を見つけやすいことが多く挙げられ、自由回答欄では交差点やカーブなど危険な場所の手前に設置することが注意喚起として理解しやすく望ましいという回答が多かった。デザインでは緑と白でどちらかの色を強く感じてしまう人が多く、2 色を使用したデザイン C だとバランス良く感じ、存在にも気付きやすいという結果となった。一方で、つい長く見てしまうことやストレスに感じる事が挙げられたことから、引き続きドライバーへの影響を実地実験にて確認する必要がある結果となった。

3. 路面装飾の影響の確認

3.1. 実地実験の概要

実地実験では路面装飾がある場合とない場合で通行時の挙動の比較を行い、路面装飾の通行者への影響を明らかにする。実験対象は路面装飾のメインターゲットとなるドライバーと歩行者とした。路面装飾に期待する効果を発揮するためには、歩行者事故への対処を十分に考慮する必要があり、ドライバーによる十分な減速¹⁰、リスクを予測した広い範囲への視線移動、リスクの認知と行動把握のための注視³、これらの要素が重要となる。そこで本実験では、以下3つの仮説を立て、視行動及びアンケートの分析から仮説の立証を行う。

- ・ 仮説1 路面装飾があるとより広い範囲を確認するようになる
- ・ 仮説2 路面装飾があるとよりリスクの見落としが減る
- ・ 仮説3 路面装飾があると走行速度が低下する

実験で使用する路面装飾は、動画視聴実験の結果をもとに作成した。本実験では、安全面を重視することから客観的評価を優先し、客観的評価の高かった装飾場所1と4の二カ所へ設置した。デザインについては、客観的評価が同等であったデザインAとCのうち、主観的評価が後押ししたデザインCを採用した。実地実験の概要は表3に示す。

表 5 実地実験概要

	実地実験 第I期	実地実験 第II期
調査内容	路面装飾の有無による影響の変化	
実施日	9月5日(月)～9月10日(土)	9月19日(月)～9月24日(土)
概要	特に設えない実験対象地を走行/歩行。走行/歩行時の視行動を記録。実験後にアンケート調査を実施。	路面装飾を施した実験対象地を走行/歩行。走行/歩行時の視行動を記録。実験後にアンケート調査とヒアリングを実施。
調査項目	<ul style="list-style-type: none"> ・ 通行時の視行動 ・ 走行/歩行時の挙動 ・ 実験に関する評価 ・ 実験対象地に関する主観的評価 ・ 生活道路における生活行為に対する意欲 ・ 回答者の属性 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 通行時の視行動 ・ 走行/歩行時の挙動 ・ 実験に関する評価 ・ 路面装飾に関する主観的評価 ・ 生活道路における生活行為に対する意欲 ・ 回答者の属性
調査対象	募集要件をクリアした歩行者、ドライバー	
参加者数	走行体験者：29人 歩行体験者：15人	走行体験者：37人 歩行体験者：19人
使用機材	Tobii Pro Glasses3	
募集要件	歩行体験者 <ul style="list-style-type: none"> ・ 10歳以上の方 ・ 補助器具がない状態で歩行可能な方 ・ 坂道の上下りが苦でない方 ・ 車椅子、ベビーカー等の使用がない方 ・ 眼鏡以外で視力矯正が可能な方 走行体験者 <ul style="list-style-type: none"> ・ 20代から60代の方 ・ 乗用車タイプのレンタカーの運転に不安のない方 ・ 眼鏡以外で視力矯正が可能な方 	

実験は、路面装飾を行わない第I期、路面装飾を行う第II期の二回に分けて実施し、いずれの実験でも、路面装飾の有無以外は同様のコースとした。コース内には安全確認対象として、筆者らが生活道路の事故事例¹¹¹²を参考に設定

した3カ所4種類のリスクを設置した。実地実験ルート/リスク内容の詳細を図4に示す。走行実験では安全確保のため車両の走行速度を15km/hと制限した。実験中は歩行体験者、運転体験者いずれもトビー・テクノロジー社のアイトラッカーTobii Pro Glasses3を装着し通行時の視行動データを収集する。また、通行挙動や実験環境の記録のため、GoProを走行車両への設置または歩行者が首から提げて携帯することで通行者の前方を撮影した。

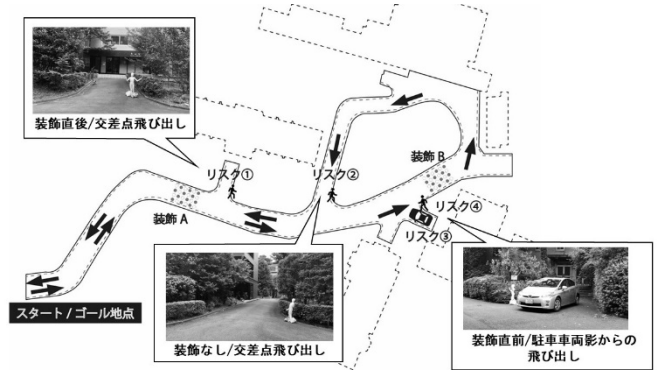


図 4 実地実験ルート/リスク内容詳細

3.2. 実地実験の分析結果

(1) ドライバーへの影響

本実験で収集されたアイトラッカーのデータは、Tobii Pro Labで分析した。分析対象データはアイトラッカーのデータ取得率が80%以上のものに限定した。以下仮説に沿って分析結果をまとめる。

仮説1は、ミリ秒単位の視線の二次元座標データから平均視線移動距離¹³¹⁴を算出して、視線移動距離の変化を確認する。本研究では、ミリ秒単位あたりの視線移動距離の絶対値を合計し取得データ数で除することで1ミリ秒あたりの視線移動距離を算出し、比較を行う。相関分析において属性間にて相関が見られる部分があった一方、参加日程による相関が確認されなかったことから、同様の属性を持つ実地実験両期間参加者のデータを対象に比較を行うこととした。比較の結果は表4に示す通り、第I期と第II期で視線移動距離に有意差が認められず、仮説1は棄却された。一方で、Tobii Pro Labより出力される注視点二次元座標へプロットしたgaze plot(図5)を確認すると、注視点箇所は路面装飾がある場合、ない場合と比較してより広範囲に広がっている。つまり、路面装飾の有無で対象範囲内の視線移動に変化はないものの、路面装飾が、特に注意を向ける注視の範囲を広げることが確認され、路面装飾に人の認知に関わる有効視野の範囲を拡張する効果があることが期待される。

続いて仮説2は、設定したリスクにエリア設定し、エリア内への合計注視時間と、アンケートのリスク確認に関する項目からリスクへの意識を比較することで、ドライバーのリスクへの対処を確認する。今回の実験では、収集され

る動画データが個々で異なることから、各エリアへの合計注視時間をエリア設定時間で除し 1 秒あたりの注視時間を算出することで数値の正規化を行った。相関分析にて参加日程と注視時間の相関がないことを確認したため、今回も分析対象は両日程参加者とした。結果は表 5 に示す通り、t 検定で差の有無を確認すると、第 I 期と第 II 期で有意差は確認されなかった。しかし、アンケート調査では、いずれのリスクも第 II 期の方が確認率が上昇しており、各実験実施期間の初回参加者を比較したところ特にリスク 4 の確認率は 42.76%もの大きな差が出ている。つまり、リスクへの注視時間に変化はないもののリスクの確認率は上昇しており、単に注視時間だけでなく、意識して対象物を注視しているが否かといった視点からの客観的評価指標の重要性が示唆された。

仮説 3 は、走行速度の抑制効果を検証する。コース内に設定した最初の路面装飾を視認する前と後で速度の比較を行ったところ、わずかな差ではあったが 30 人中 16 人が路面装飾視認後の走行速度が減少していた。アンケート分析においても、「路面装飾によって速度を落としたか。」という設問に対して行ったと回答した人は第 I 期と第 II 期で、有意水準 5%で有意差がみとめられ、第 II 期の方が 23.4%上昇するという結果が得られた。なお、第 II 期の結果では、回答者 36 人中 29 人がこのように回答している。以上のことから、路面装飾は自動車の速度抑制に一定の効果を得られるということが明らかとなった。

表 6 平均視線移動距離 t 検定結果 (n=15)

		第 I 期平均 (pixel)	第 II 期平均 (pixel)	p 値
リスク ① 区間	X 軸	7.323	7.263	0.938
	Y 軸	5.373	5.767	0.600
リスク ② 区間	X 軸	7.164	7.105	0.956
	Y 軸	5.206	5.362	0.871
リスク ③ ④区間	X 軸	6.723	7.426	0.418
	Y 軸	5.095	5.308	0.796

表 7 合計注視時間 t 検定結果(n=15)

	第 I 期平均 (秒)	第 II 期平均 (秒)	p 値
リスク①	0.890	0.924	0.869
リスク②	0.274	0.445	0.245
リスク③	1.384	1.510	0.765
リスク④	0.288	0.485	0.314

(2) 歩行者への影響

本研究において歩行者の調査は、視行動データではなく、アンケートの結果を主として分析し、実験に使用したデザインへの印象の確認にとどめた。

いずれの結果も Z 検定を行い、第 I 期と第 II 期の有意差を確認したところ有意水準を満たすものはなく、本実験の装飾の有無によって歩行者の通行意識に大きな差がないことが確認された。有意差はないが、全体の傾向として第 II 期の結果の方が空間への評価が高く、装飾が歩行者に対しても受け入れられていることが分かる。また、自転車想定者に対して“路面装飾が無い時と比較して自転車で行きたいか”を聞いた結果、あまりそう思わない・そう

思わないと回答した人の回答理由に変化があった。第 I 期では道の形状がストレスであるという理由が最も多かったのに対し、第 II 期では人の存在を感じるため通行したくないという回答が多く、路面装飾の効果を実証することができた。

4. 結論

本研究から、既存の法定外表示で用いられる色、人間の視覚の特色を踏まえた円形緑・白色の路面装飾であれば、通行者の注意力を妨げる可能性は低く、特にドライバーへの注意力の向上や走行速度減少を促し、通行制御に効果的な手法であることが明らかとなった。今回の実験では、大学の敷地内という公道とは異なる環境下での実験であったため、実験環境が特殊であったという意見が得られていることから、次回は公道での実験を目指す。

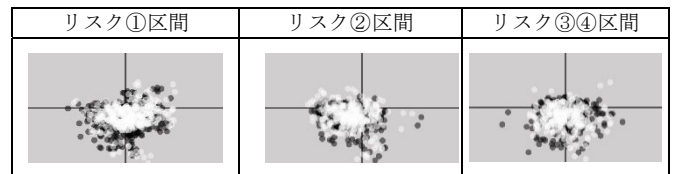


図 5 注視場所の変化 (○第 I 期 ●第 II 期)

【謝辞】本研究の遂行にあたり、終始多大なご指導を賜った、福井工業大学環境情報学部デザイン学科教授三寺先生、並びに公益財団法人豊田都市交通研究所研究部主幹研究員三村氏に心より感謝申し上げます。

- 注1) 設置場所については直行表に従った 3 種類に絞るため、相互に影響を受けないと思われる装飾場所 1 と 4 を同時に検証することとした。
- 注2) 本視聴用動画の作成には、福井工業大学三寺研究室及び近藤研究室 葛西氏にご協力をいただいた。
- 注3) 20%の不取得部分は瞬きや体の動き等生体反応において制御不可能な部分であると考えられることから、80%という数値を基準に分析対象データを分類した。

【参考文献】

1. 原 わかな, 大山 祐加子, 葉袋 奈美子, 寺内 義典と西村 亮彦, 「住宅地内道路における路面アートの整備状況と整備プロセス」, 日本建築学会技術報告集, vol. 26, no. 63, pp. 695-700, 2020.
2. 大山 祐加子, 原 わかな, 葉袋 奈美子, 寺内 義典と西村 亮彦, 「住宅地内道路への路面装飾による滞留行為促進効果」, 日本建築学会技術報告集, vol. 27, no. 66, pp. 919-924, 2021.
3. 櫻井俊明, 「ドライバーによる事故要因の定量的メカニズムの解明」, タカタ財団助成研究論文集, vol. 2012, pp. 1-39, 2013.
4. 豊島区, 「豊島区景観ガイドライン屋外広告物編」, 2018 年 3 月, https://www.city.toshima.lg.jp/296/machizukuri/toshikekaku/kekan/documents/kokokugaidorain_3.pdf.
5. 横浜市都市整備局, 「横浜市車体利用広告物特例許可ガイドライン」, 2012 年 5 月 https://www.city.yokohama.lg.jp/business/bunyabetsu/toshiseibi/koukokubutsu/okugaitet-suzuki/syatairiyou/syatai.files/0016_20180920.pdf.
6. 横浜市交通局, 「行政財産等への屋外広告掲出ガイドライン」, 2010 年 3 月 https://www.city.yokohama.lg.jp/business/kyoso/private-fund/ad/syousai/ad-kitei.files/0006_20180910.pdf.
7. 「法定外表示等の設置指針について (通達)」, 警視庁, 2021 年 4 月 28 日.
8. 「視覚の癖」, 古田 裕也, 2001 年, http://morimura-semi.com/members/1st/y_furuta020000.htm.
9. 顕静, 野 口薫, 日比野治雄, 「幾何学的図形の面積知覚に及ぼす形と視角の効果」, 感性工学研究論文集, vol.11, no. 1, pp. 1-6, 2001.
10. 石川 敏弘, 「歩行者事故の特徴分析」, 道路: road engineering & management review, no. 837, pp. 12-15, 12 月 2010.
11. 交通事故総合分析センター, 「イタルデザインフォーメーション No.98」, 2013.
12. 松浦常夫, 「子どもの飛び出し事故の事例分析」, 交通事故調査・分析研究発表会論文集, 第 14 回, 2011.
13. 三村 泰広ほか, 「ヘッドマウントディスプレイを用いた高齢運転者の無信号交差点での空間認知に関する研究」, 交通工学論文集, vol. 7, no. 2, p. A_68-A_77, 2 月 2021.