

# 高齢運転者を対象とした道路附属物配置実験 — 製品開発の改善点抽出手法を用いて —

国立研究開発法人 土木研究所 寒地土木研究所 寒地交通チーム ○高田 哲哉  
同 上 石田 樹

認知判断機能が低下する高齢運転者の増加に伴い、道路空間に数多く整備された道路附属物の分かりやすさが求められている。分かりやすさを評価する手法の一つに、製品開発分野で採用が進むユーザテストがある。これは、利用者視点から評価と改善を繰り返し製品の使い勝手を高めるものである。そこで、高齢運転者を対象に、本テストによる道路附属物の配置実験を実施した。本稿は、本テストの道路交通分野への適用性及び実験結果を述べる。

キーワード：交通安全、高齢運転者、道路附属物、ユーザテスト

## 1. はじめに

道路空間には道路交通の円滑化や交通安全対策を目的として、個々の設置基準により施設相互の関連性が考慮されず多数の道路附属物が整備されており、道路利用者に対し必要以上に情報を提供している事例が散見される（写真-1）。特に、加齢とともに視覚機能や認知判断機能が低下する高齢運転者においては、複数の道路標識が配置されることにより、かえって分かりにくさが発生しているとの意見もある<sup>1)</sup>。

高齢運転者に配慮した分かりやすい道路附属物の配置方法を検討するに当たり、これまで用いられている従来型のアンケート調査や走行試験等の評価手法<sup>2)</sup>では、現状の改善点を把握し対策を講じることは可能だが、改善後の妥当性について十分な評価がなされているとは言いがたく、場合によっては道路を設計する側の考え方のみ

に基づいた配置方法となってしまう恐れもある。

この点を補う評価手法の一つに、製品やシステム開発の分野にて採用が進む“ユーザテスト”がある。本テストは、「分かりやすさ」や「使いやすさ」を軸に、少人数の被験者により改善と評価を繰り返しながら徐々に製品の使いやすさの完成度を高めていく評価手法であり、技術優先の考えや作り手の勝手な思い込みを排除して、利用者の視点に立った開発を行うユーザビリティ<sup>3)</sup>という評価概念に則している。

そこで、本研究では本テストの道路交通分野での適用方法を検討するとともに、高齢運転者を対象とした本テストによる道路附属物の配置実験を実施した。

本稿は、本テストの適用性及び実験結果について述べる。

## 2. ユーザテストについて

### (1) ユーザビリティとは

ユーザビリティは製品やシステムの「使い勝手」を評価する手法である。国際規格ISO9241-11 (JIS Z8522) では、ユーザビリティを「特定のユーザによって、ある製品が、指定された目標を達成されるために用いられる際の、有効さ、効率及び利用者の満足度の度合い」と定義<sup>4)</sup>されている。ユーザビリティを実施することで、製品やシステムがユーザに対して問題なく利用できるか、ユーザに対してどのような印象を持っているのか明らかにすることが可能であり、製品開発工程への導入が徐々に



写真-1 道路附属物の現状

広がりつつあり製品の利用品質向上に貢献している<sup>9)</sup>。

なお、ユーザビリティの評価手法は多岐に渡るが、本研究では、鉄道のICカード改札機のタッチパネル部分の傾き（13.5°）<sup>7)</sup>等で実績のある“ユーザテスト”を用いて道路附属物の配置方法に関する実験を試みている。

## (2) ユーザテストの評価プロセス

ユーザテストは、**図-1**に示す調査・分析・プロトタイプ（試作品）の作製・評価の順序にて行い、評価の結果を上流工程にフィードバックし、改善したプロトタイプの作製と評価を繰り返し（反復）ながら徐々に完成度を高めていくプロセスを辿る。プロトタイプ（試作品）を作製し、これを用いて少数の被験者の詳細な行動観察、アンケートやインタビューを行い、被験者の行動（戸惑いや操作エラー）や発言から改善点を抽出する。なお、ユーザテストの妥当な被験者数<sup>8)</sup>として、5～8人の小規模で行うことが標準となっている。

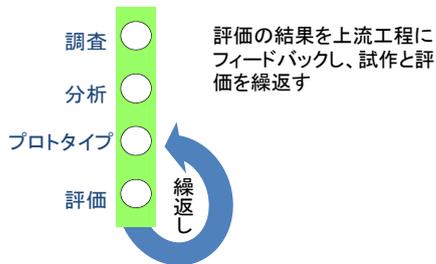


図-1 ユーザテストの評価プロセス

## (3) 代表的なテスト方法

製品やシステムの改善点を抽出する手法として、以下のテスト手法が用いられている。

### ①行動観察<sup>9)</sup>：

ユーザが製品を使っている場面を観察することで利用状況の把握を行い、ユーザ自身が気づいていなくても、その行動を客観的に見ることで改善点を抽出する手法

### ②アンケート：

ユーザに幅広い意見を聞くことができ、開発側で

は捉え切れていない問題点や意見を把握

### ③インタビュー<sup>10)</sup>：

考えていることを話しながら機器等を操作してもらう思考発話法や操作終了後に質問に回答してもらう回顧法がある。また、あるテーマを投げかけ、参加者同士にてディスカッションを行うグループインタビューの手法もある

### ④ヒューリスティック評価 (Heuristic evaluation)：

10項目のヒューリスティックを根拠として、エンジニア等の専門家が対象となる製品やシステムが犯している“ルール違反”を検索するという手法

### ⑤ペルソナ法 (Personas)：

ペルソナとは「仮面」のこと。氏名、年齢、職業等“仮想”の人物像を設定し、この仮想人物が製品やシステムを使用した際の行動等について想定することにより製品やサービスの改善点を抽出する

## (4) 道路附属物配置実験におけるテスト設計

当テストを用いて道路附属物の配置方法を評価する場合、プロトタイプを用いた繰り返し（反復）をどのように実施すべきかが課題となった。

会議室等の室内で実施可能な実験方法を検討する中で、景観評価分野で活用されているフォト・モンタージュ法及び道路標識や視線誘導施設等の道路附属物を任意に配置することが可能な添景自在型の3Dシミュレーション動画を新たに開発することにより、これらの画像をプロトタイプとして用いることとした。これにより、改善したプロトタイプの試作と評価を繰り返す一連の作業が可能となった。また、テスト項目として、前節(3)に示した代表的なテスト方法のうち、高齢者の行動特性や負担軽減を考慮し、視線計測装置による行動観察、アンケート、コミュニティ参加型となるグループインタビューの3項目にて実施することとした（**図-2**）。なお、会議室には、被験者が自動車に乗車して走行している感覚に近づけるため、自動車の運転席を模した簡易操作台を設営した（**写真-2**）。



図-2 実験で用いたユーザテスト（3項目）

写真-2 簡易操作台設営状況

### 3. 被験者実験

本稿では、3Dシミュレーション動画を用いた実験の詳細について、以下に述べる。

#### (1) 実験概要

寒地土木研究所構内の会議室にて、被験者1名ずつ個別で行い、その他の被験者は会議室の近くに用意した別の部屋にて自身の順番が来るまで待機した。

まず、実験開始前に5人全員が会議室に集合し、実験実施者から実験方法の説明を受け、実験参加同意書への署名を行った。次に、本実験用とは別に準備した練習用の3Dシミュレーション動画を用いて、個別に実験方法の事前練習を行った。3Dシミュレーション動画はプロジェクターを用いて壁面に投影し被験者に提示した。なお、投影動画の大きさは縦200cm、横275cmであり、被験者から壁面までの距離は250cmとした。被験者は水平方向約58°、鉛直方向約44°の視野にて画像を視認でき、眼球運動<sup>1)</sup>だけで瞬時に情報受容できる有効視野領域(水平約30°、鉛直約20°以内)、眼球・頭部運動で無理なく注視できる安定視野領域(水平約60~90°、鉛直45~70°)をほぼ捉える画角となっている。

実験本番では、1分程度の動画を投影し、投影終了後、被験者は操作台に着席した状態で道路附属物の配置に関する簡単なインタビューを行った。その後、被験者はアンケート用紙に回答を記入し、次の被験者に交代した。

全ての被験者に対する動画実験終了後、再度、被験者全員が会議室に集合してもらい、グループインタビューを行った。実験手順のフローを図-3示す。

#### (2) 実験日時及び実験回数

本実験では3回の実験回数を設定した。実験終了後に取得した各種データを整理し、道路附属物の配置方法について改善点の抽出及び配置方法の変更作業(プロトタイプ作製)を行うため、次回の実験実施まで2週間のインターバルを設けた。実験工程については図-4に示す。

#### (3) 被験者

本実験では、日頃から自身が所有する自家用車の運転を行っている普通免許所持者5名の高齢運転者が、実施した3回の実験を通じて参加した。被験者は全て男性で、年齢は65歳以上とした。なお、被験者5名中70代の参加者は2名であった。

#### (4) 実験条件

1回目の道路附属物の配置条件は、多数の道路附属物を配置した状態を設定し、この改善点の抽出結果を受けて2回目を、2回目の抽出結果を受けて3回目の配置条件を設定した(表-1)。なお、1回目と2回目以降の実験に

において、使用した3Dシミュレーション動画の表示機能上の不備により、異なるカーブ方向にて実験を実施した。本来はカーブ方向を統一し評価すべきであったものと考ええる。

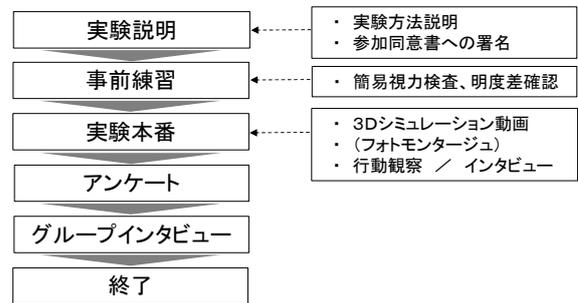


図-3 実験手順フロー図

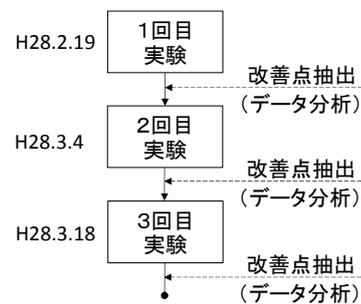


図-4 実験工程

表-1 道路附属物の配置条件

	曲線半径	走行速度	道路附属物	設置数	備考
1回目	R=50m (左カーブ)	40km/h	シェブロン	10基	4種類
			規制・指示・警戒・補助標識	10枚	添加式
			固定式視線誘導柱(矢バネ)	14本	13m毎
			クッションドラム	14個	
			スノーボール	10本	
			滑り止め舗装	設置	
2回目	R=50m (右カーブ)	40km/h	シェブロン	4基	
			規制・警戒標識	2枚	添加式
			固定式視線誘導柱(矢バネ)	14本	13m毎
			滑り止め舗装	未設置	
3回目	R=50m (右カーブ)	40km/h	シェブロン	4基	
			規制・警戒標識	2枚	添加式
			固定式視線誘導柱(矢バネ)	14本	13m毎
			滑り止め舗装	設置	

#### (5) データ取得及び分析方法

行動観察として、3Dシミュレーション動画投影中における被験者の視線動作を確認するため、対象物の視線追跡が可能なメガネ型の視線計測装置「Tobii Pro Glasses 2 (トビー・テクノロジー社製)」を用いた。被験者は実験前にヘッドユニットを装着した後、計測員がキャリブレーション作業を行った。動画投影時は、30Hz間隔にて視線データを取得した。取得データの分析には、ヘッドユニットに搭載されたシーンカメラの画像と専用の解析ソフトウェア「Tobii Pro Glasses Analyzer」を用いた。

実験終了後のアンケートでは、設定した道路附属物の

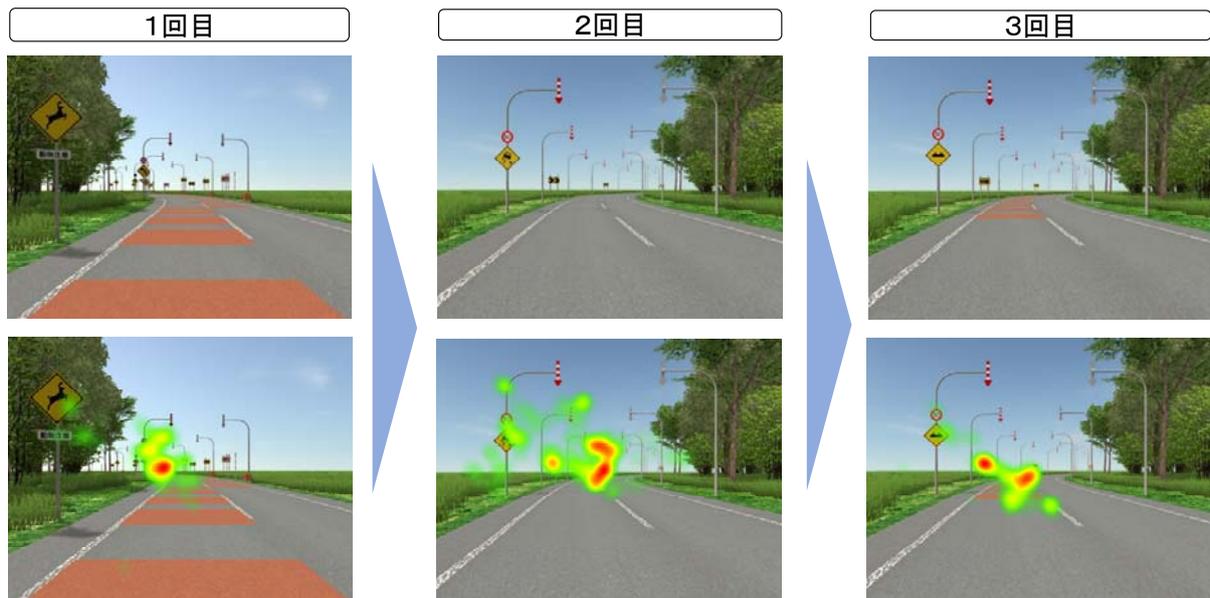


図-5 視線計測結果（ヒートマッピング）

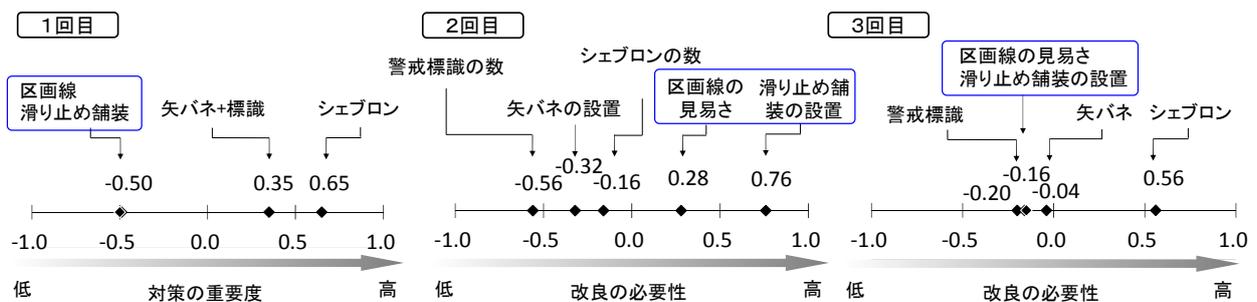


図-6 シェッフエの一対比較法による評価

について、対象項目同士を対にして組み合わせ、どちらを重要視するのかを5分割の評価スケールにて回答を求めた。また、対象項目の順位付けを行うため、全ての組み合わせに対し1対1の比較を繰り返すことで対象項目同士の微妙な差異を反映させることのできる、シェッフエの一対比較法<sup>12)</sup>を用いて選好度の数値化を行った。

#### 4. 実験結果

##### (1) 行動観察（視線動作）

視線動作についてヒートマッピングによる評価結果を図-5に示す。なお、ヒートマッピングは、どこを何回注視したのかが分かるように着色し、注視された回数が多くなるに従いその部分が「熱い場所」として緑色から赤色で表現される。また、走行時の注視点の分析時間は、カーブ区間手前の2.5秒間を設定した。この秒数は、制動停止距視の算定方法<sup>13)</sup>を参考に、ドライバーが対象物を発見した後、ブレーキを踏むかどうか判断する判断

時間と判断してからブレーキを踏むまでの反動時間を合計した反応時間である。

多数の道路附属物を配置した条件となる1回目の実験では、カーブ方向へ注視頻度が集中しており、カーブ方向に配置された標識系の道路附属物を注視した回数が多くなった。他方、カーブ方向とは反対側に設置された視線誘導標示板（以下、シェブロン）や固定式視線誘導柱（以下、矢バネ）には注視されていない標識系の道路附属物も見受けられた。また、路面上の区画線や滑り止め舗装の標示関連への注視頻度は低く、路面よりも上部方向に注視した回数が多く集まっていた。

2回目の実験では、後述するアンケートやグループインタビューの結果を考慮し、標識系の配置数を減じて統一性を持たせたことや滑り止め舗装を未設置とした条件とした。被験者の注視頻度は進行方向正面へ集中しつつも、上部方向の標識系にも広がった。

滑り止め舗装を設置した配置条件となる3回目の実験では、路面上の滑り止め舗装に注視頻度が集中し、低位にあるシェブロンについても注視頻度が高くなった。

一方、2回目よりも上部方向にある標識系の道路附属物の注視頻度は減少し、注視する範囲が絞り込まれる傾向が見受けられた。

## (2) アンケート

各回の画像投影終了後に行ったアンケート結果を図-6に示す。アンケートの分析にはシェッフェの一対比較法を用いており、複数ある対策項目の選好度の微妙な差を数値化しランク付けを行っている。

1回目の実験では区画線、滑り止め舗装、警戒標識と矢バネ、シェブロン4項目のうち、どの対策項目を重要視するのかを把握する質問内容にて回答を求めた。この結果、警戒標識やシェブロンの標識系の対策は、区画線及び滑り止め舗装の標示関連の対策に対し大きな差異をつけ高い順位であった。

2回目以降の実験では、改良すべき対策項目を把握する質問内容に変更し、「警戒標識」と「矢バネ」を分割して5項目にて回答を求めた。滑り止め舗装を未設置とした2回目の実験では、改良すべき必要性として路面上の標示関連の順位が高くなり、滑り止め舗装が最も高い順位となった。なお、3回目の実験では滑り止め舗装を設置したところ、改良すべき必要性としての順位は低下した。

## (3) グループインタビュー

グループインタビューでは、ペーパークラフトを参考に、3Dシミュレーション動画の1場面（スナップショット）をプリントアウトしたA1版の用紙と、道路標識や滑り止め舗装等を切り抜いたペーパーを用意し、これらをプリントアウト用紙に貼り付けながら、実験実施者の司会の下、5名の被験者に自由に意見を述べてもらった（写真-3）。また、グループインタビューの様子はビデオカメラにて撮影しており、被験者の発言内容については、実験終了後に文章（テキスト）へと起こす作業を行っている。グループインタビュー時に出された被験者の主な発話について表-2に示す。

1回目の実験に関する発話では、多数の道路附属物を配置した状態であったため標識系の発話内容が多く、標識系の改善方法に関する意見が集まった。2、3回目の実験に関する発話では、1回目の実験時よりも標識系の配置数を減じたことから路面上の標示関連の発話内容が多かった。特に、3回目の実験ではすべり止め舗装の対策を講じたことから、この対策について好意的な意見が多く聞かれた。

## 5. 考察

多数の道路附属物を配置した条件となる1回目の実験では、被験者の視線動作は、カーブ方向に配置された標識系の道路附属物へ注視頻度が集中しており、路面上の



写真-3 グループインタビューの様子

表-2 グループインタビューでの主な発話内容

	発話内容
1 回 目	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 同じ標識はどうだろう、頭が乱する</li> <li>・ カーブに入る時は、真正面に矢印があった方がよい</li> <li>・ 種類は統一したほうがよい</li> <li>・ カーブの中に入ったら標識は見えない</li> <li>・ 区画線が一番頼りになる</li> </ul>
2 回 目	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ (シェブロンは)もう少し付けるべきではないか</li> <li>・ 標識はいっぱいあっても見ない</li> <li>・ 路面の標示は減速効果がある</li> <li>・ 路面の標示でカーブは余り認識しないが...</li> <li>・ でも、確かに減速しろという感じはするが</li> <li>・ この標示に頼り過ぎて目眩目だよ</li> <li>・ (滑り止め舗装を)全面的にされると自分の車線と対向車線の区別が付きにくい</li> </ul>
3 回 目	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ (滑り止め舗装について)これ見やすい</li> <li>・ 地べたを走るから、(滑り止め舗装は)カーブの状況が分かる</li> <li>・ (滑り止め舗装は)歳を取ってくると、ぱっと目に入ってくる</li> </ul>

区画線や滑り止め舗装の標示関連への注視頻度は低いことが分かった。また、アンケートやグループインタビューの発話内容からも、この配置条件下では、路面上の標示関連よりも、複数配置にて多くの情報を提供している標識系の道路附属物を強く認識していたことが伺える。

この結果を踏まえ、2回目の実験では標識系の配置数を減じるとともに、滑り止め舗装を未設置とする配置条件とした。被験者の視線動作については、上部方向の標識系にも注視頻度が拡散する傾向が見られた。これは、広い範囲を視認することにより、この先の道路状況について情報を積極的に収集していたものと推察される。また、アンケートやグループインタビューでは、路面上の標示関連を重要視する結果や発話内容が相次いだことから、被験者に提供すべき情報が不足していたことが考えられる。

3回目の実験では、滑り止め舗装を配置する条件としたことから、被験者の視線動作は、滑り止め舗装へ注視する頻度が高く注視する範囲も狭くなり、積極的に周囲の情報を収集する視線動作とはならなかった。また、グループインタビューでは、滑り止め舗装について好意的な意見が多く出された。この配置条件となると、被験者は必要とする道路状況の情報を得ることができていたものと推察される。

## 6. ユーザテストの道路交通分野への適用性

道路附属物は、複数の配置方法を有することを考慮すると、従来型の評価手法よりも、本テストの特徴である評価と改善を繰り返し実施する手法の方が、道路利用者が求める改善点を抽出し、改善案の有効性を高めることが期待できる。

一方、従来型の評価手法に対して、本テストは少人数の被験者により実施することが標準であることから、取得データ量（サンプル数）が少なく、抽象化された情報を取り扱うことが多くなる。このため、具体的な数値で示される客観データとの比較において、事実の説得力が弱いといった点が挙げられる。例えば、道路附属物の配置変更に伴う道路利用者の満足度の改善率といった数値を算出することは難しい。この点を補完するには、多人数による従来型の定量評価と本テストを併用して実施するといった方法についても考慮する必要がある。

また、本実験で採用したテスト項目の1つであるグループインタビューにおいて、司会進行ではワークショップで用いられるファシリテーションの基礎的な技法を活用している。選定したテスト項目によっては、実験実施者には技能的な要素が求められる場合がある。

以下に、本実験を通じて得られたユーザテストの知見についてまとめる。

### (1) ユーザテストの長所

- ①多角的に捉え改善点を抽出することができる  
多岐に渡るテスト方法の分析結果を組み合わせることで、道路利用者が求める改善点を抽出することが可能
- ②道路利用者の意見が直接聞ける  
インタビューを通じ、道路を設計する側の勝手な思い込みではなく、道路利用者が求める改善点を把握

### (2) ユーザテストの短所

- ①定性評価となるテスト方法が多い  
改善点を把握しても、定量的な良し悪しを判断できない場合がある。定量的なテスト方法と併用し評価する必要がある
- ②少人数であるため分析方法の選択肢が狭まる  
被験者が少人数であるため、道路交通分野で活用例の多い5段階評価のアンケートでは改善点の抽出は困難であった。このため、少人数でも分析可能な一対比較法を選定した

## 7. まとめ

本稿では、製品やシステム開発分野において採用が進むユーザテストの適用方法を検討するとともに、高齢運

転者を対象とした本テストによる道路附属物の配置実験を実施した。

本テストの適用に当たっては、プロトタイプを用いた評価の繰り返しをどのように実施すべきかが課題となり、フォトモンタージュ法及び添景自在型の3Dシミュレーション動画を用いることにより解決した。また、視線動作の行動観察、アンケート、グループインタビューの3項目にて本テストを行い、これらの分析結果を組み合わせることで、道路利用者が求める改善点の抽出を試みた。

今回の実験に参加した高齢運転者において、本テストの評価プロセスより、路面上の標示関連となる滑り止め舗装を対策の改善点として抽出した。この対策を併用することにより、標識系の道路附属物を減じた配置であっても、高齢運転者が必要とする情報を提供できる可能性があるものと考えられる。なお、本実験では本テストの初歩的な知見を活用したに過ぎないことから、現時点では、高齢運転者に配慮した分かりやすい道路附属物の配置方法について、結論を得る段階までには至っていない。

引き続き、道路交通分野における本テストの適用性について知見を深めるとともに、高齢運転者が求める道路附属物の配置方法について検討を進めていく所存である。

### 参考文献

- 1) 社団法人日本自動車連盟：「高齢化社会を見据えた上でのインフラ整備のあり方」に関する提言、2010.3
- 2) 二ノ宮、松田、高田、宗広：道路附属物の評価機能からみた沿道景観の向上に関する考察、第51回土木計画学研究発表会・講演集、2015.6
- 3) 鈴木 清：多様な道路利用者のユーザビリティを考慮した道路空間とネットワーク計画の策定方法に関する研究、香川大学、2014.3.
- 4) 橋本徹也著：ユーザビリティエンジニアリング第2版、オーム社、2015.5.
- 5) 日本工業規格：ISO 9241-11、第11部 使用性の手引き、1998
- 6) 蓑輪、梶川、有賀：ユーザビリティ評価と主観的評価の基礎と実践、自動車技術 Vol.68, No.3, 2014
- 7) 山中俊治：ICカード自動改札機の13.5°の傾き、自動車技術 Vol.65, No.10, 2011
- 8) U-Site：ニールセン博士のAlertbox、<https://u-site.jp/alertbox/20000319>
- 9) 山岡俊樹編著：ヒット商品を生む観察工学、共立出版 2012.9
- 10) 海保・原田著：プロトコル分析入門、新曜社
- 11) 本書編集委員：眼・色・光—より優れた色再現をもとめて—、公益社団法人日本印刷技術協会、2012.5
- 12) 菅民夫：すべてがわかるアンケートデータの分析、pp.107-136、現代数学社、2004.
- 13) 日本道路協会：道路構造令の解説と運用、2015.