

### AR立体錯視を用いた指向性サイネージの研究

宮坂, 亮吾 / MIYASAKA, Ryogo

---

(出版者 / Publisher)

法政大学大学院デザイン工学研究科

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

法政大学大学院紀要. デザイン工学研究科編 / Bulletin of graduate studies.  
Art and Technology

(巻 / Volume)

12

(開始ページ / Start Page)

1

(終了ページ / End Page)

8

(発行年 / Year)

2023-03-24

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00030245>

# AR 立体錯視を用いた指向性サイネージの研究

RESERTCH ON DIRECTIONAL SIGNAGE USING AR STEREOSCOPIC ILLUSION

宮坂亮吾

Ryogo MIYASAKA

主査 土屋雅人 副査 岩月正見

法政大学大学院デザイン工学研究科システムデザイン専攻修士課程

This research is a study of directional signage that unconsciously controls the flow of people by using AR stereoscopic illusion technology where information can only be seen from one direction when a smartphone camera is pointed at a billboard in the city. This research aims at reducing billboard pollution by substituting functions with this technology because there is a rush of signboard information that harms the scenery of tourist spots, which is called signboard pollution. As a method, directivity is used to unconsciously control the position of the user who is trying to obtain information and guide them to the desired location.

**Key Words** : AR, stereoscopic illusion, directivity

## 1. はじめに

本研究は、街中にある看板にスマートフォン（以下スマホ）のカメラを向けたとき、一方向からのみ情報が視認できる AR 立体錯視の技術を用いて、ユーザの無意識下で人流制御を行う指向性サイネージの研究である。看板公害と言われる観光地の実世界にある景観を害する乱立した看板情報を AR 世界に取り込むことで、看板公害を減らすことを目的とする。方法として、指向性を利用し、情報を得ようとするユーザの位置を無意識に制御し、こちらの意図通りの場所へ誘導する。したがって、観光地看板のうち、誘導の分野を本研究で取り扱う。

## 2. 研究の背景

コロナ禍以前の観光市場は著しく成長しており、2019年の訪日外国人旅行者数は、7年連続で過去最高となる3,188万人(図1)を更新し、日本における観光市場は世界に誇る産業であることがわかる[1]。

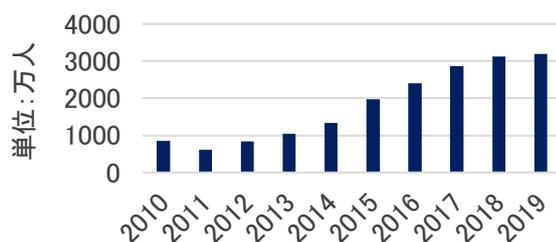


図1 旅行者数の推移

その後、コロナ禍による大打撃があるものの、徐々に入国の際の水際対策が緩和されており、日本の観光地に観光客が戻るのは時間の問題だと考える[2][3]。

しかし、コロナ禍以前の観光客増加に伴い、問題視されていることが、観光公害（オーバーツーリズム）という課題である[4]。観光公害とは、「観光客や観光客を受け入れるための開発などが地域や住民にもたらす弊害を公害にたとえた表現のこと」を指し、景観・マナー、安心・安全、混雑、経済的負担増の4種類に分類される。また、この観光公害の1つである景観・マナーの対策として情報を伝える看板の設置が助長された。しかし、看板の設置を増やすことで更なる弊害をもたらしたことが看板公害である[5]。看板公害とは、景観を最重視すべき観光地に看板が乱立し、景観を破壊してしまっている現状のことである。ここで、景観・マナーの対策に注意喚起など目立たせるべき情報を看板で伝えている事に矛盾を感じた。これらの現状を踏まえると、看板による一方的な行動制御の方法だけでは難しいと考えた。そこで、筆者は、観光客が自然とマナーを守るように促す技術を開発する。観光客が自然とマナーを守るように促す技術のアイデアとして、ARと指向性を考えた。初めにARを使用する理由として、観光地にすでに溶け込んでいる店の看板や記名看板をARマーカーとするので、新たな設備を設置する必要がなく、また、ARにはエンタメ性や話題性もあるため観光地と親和性が高いと考えたためである。次に指向性の理由についてである。指向性とは、音や電波などが空間に出力されるとき、方向によって異

なる性質のことである。また、卒業研究で錯視錯覚を取扱い、その際、誘導のための錯視サイン（図2）を知り、そこから着想を得たためである。錯視サインの特徴として、直感的に理解でき、特定のビューポイントからのみ立体的に見えるため、誰でも即座に理解可能な上に人の目を惹きつけることが挙げられる[6]。

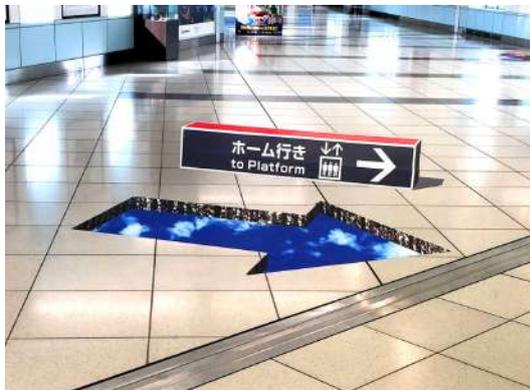


図2 錯視サイン

これらを踏まえた上で、観光公害による看板公害の誘導の分野にて、人流制御を自然と楽しく促す技術を開発する。この新しいデジタルサイネージ技術により、景観を害する乱立した看板の減少による看板公害の緩和を目的とする。

### 3. 技術プロトタイプ作成

誘導標識に代替するプロダクトを製作するにあたり、本研究で取り扱う、指向性AR立体錯視技術の動作確認や実際の効果確認の評価を行うことを目的として、初めに単純な形であるプリミティブな形状の技術プロトタイプを製作し、評価実験を行った。

技術プロトタイプは全4種類あり、立体パーツで構成された球とトーラス、平面パーツで構成された立方体と四角錐台を製作した。下記の図の左側が俯瞰で見た図で、右側が正しい角度から見た図である。この実験から機能的に人を自然と移動することが出来るか、操作はわかりやすいか、使ってみて楽しく魅力的かを明らかにする。

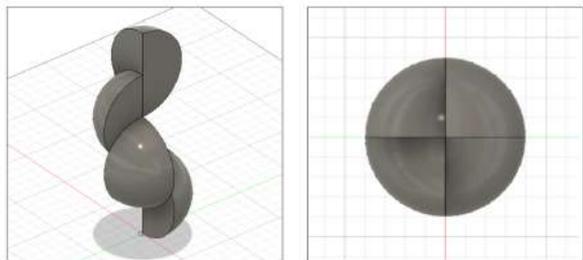


図3 立体パーツ(球)

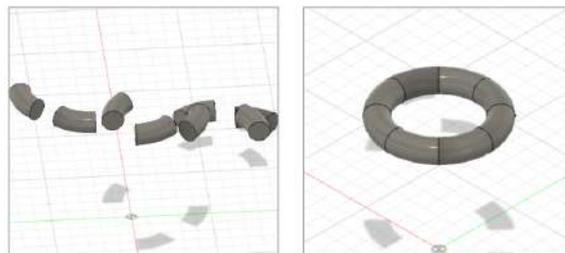


図4 立体パーツ(トーラス)

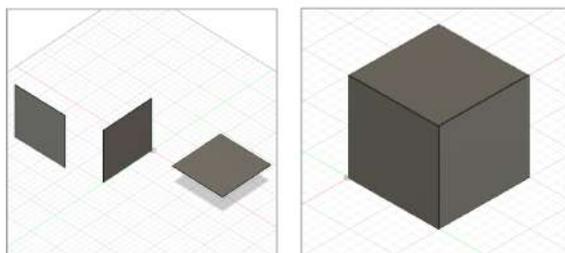


図5 平面パーツ(立方体)

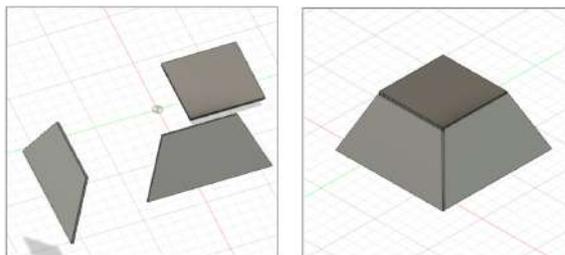


図6 平面パーツ(四角錐台)

### 4. 第1プロトタイプの作成

#### (1) 実験内容

実験の流れとして、研究の概要を説明していない参加者にスマホを渡し、「ある角度から見える立体を見つけてください」というタスクだけを伝え、見つけた場合はどんな立体かを答えてもらうことを4種類の技術プロトタイプで実施し、その後、インタビュー形式で評価を行う。

表1 質問項目

|     |      |                          |
|-----|------|--------------------------|
| 機能性 | 誘導性  | 筆者が客観的に見て参加者は自然と移動していたか  |
| 操作性 | 視認性  | オブジェクトはわかりましたか           |
|     | 手掛かり | 立体パズルの意味はわかったか           |
|     | 操作性  | スマホは直感的に操作できましたか         |
| 有用性 | 娯楽性  | 使用してみて、エンタメ性を感じましたか      |
|     | 有用性  | 人の位置を移動させる強制力はどのくらいありますか |
|     | 難易度  | 4種類を難易度の順番を教えてください       |
|     | 感想   | 使ってみた感想を教えてください          |

(2) 結果

これらの技術プロトタイプを用いて、上記8項目の指標から印象評価を行った。参加者は10代~50代の男女15人であり、結果を円グラフにしたものを図7から図25で示す。

初めに著者が客観的にみて参加者は自然と移動していたかの指標を4種類それぞれで評価した結果、球では、「スムーズに移動した」6人「移動した」6人「手間取った」2人「ほとんど移動しなかった」1人で、トーラスでは、「スムーズに移動した」6人「移動した」7人「手間取った」2人「ほとんど移動しなかった」0人であった。また、立方体の場合、「スムーズに移動した」6人「移動した」5人「手間取った」3人「ほとんど移動しなかった」1人で、四角錐台では、「スムーズに移動した」7人「移動した」6人「手間取った」1人「ほとんど移動しなかった」1人という結果となった。

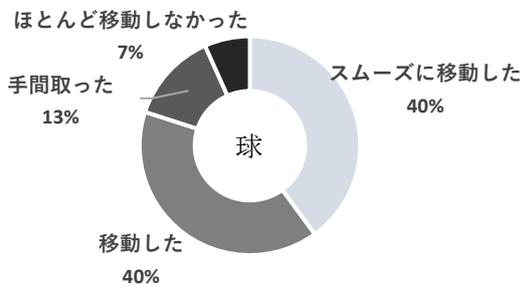


図7 著者が客観的にみて参加者は自然と移動していたか(球)

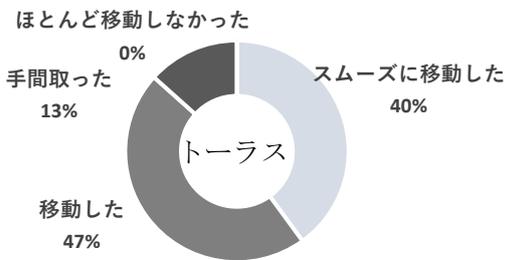


図8 著者が客観的にみて参加者は自然と移動していたか(トーラス)

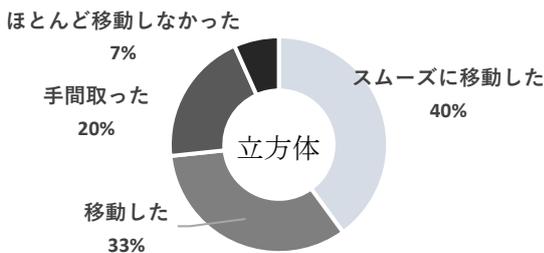


図9 著者が客観的にみて参加者は自然と移動していたか(立方体)

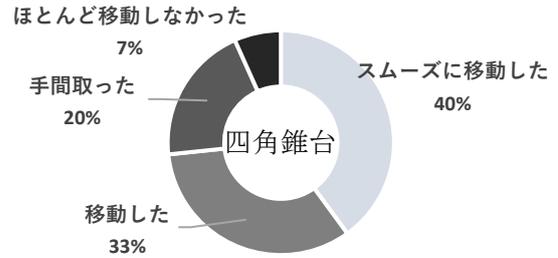


図10 著者が客観的にみて参加者は自然と移動していたか(四角錐台)

操作性のうちの視認性である、オブジェクトはわかったか、の指標を4種類それぞれで評価した結果、球では、「わかった」14人「分からなかった」1人で、トーラスでは、「わかった」15人「分からなかった」0人であった。また、立方体の場合、「わかった」14人「分からなかった」1人で、四角錐台でも、「わかった」14人「分からなかった」1人という結果となった。

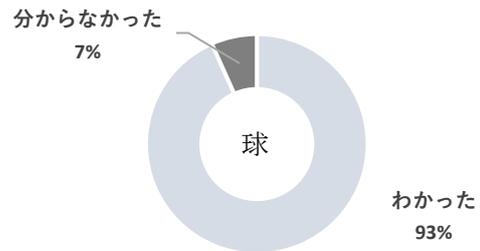


図11 オブジェクトはわかりましたか(球)

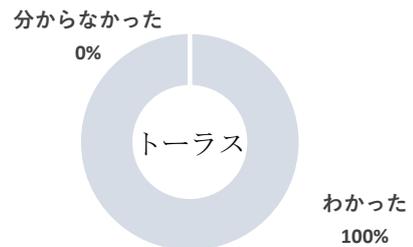


図12 オブジェクトはわかりましたか(トーラス)

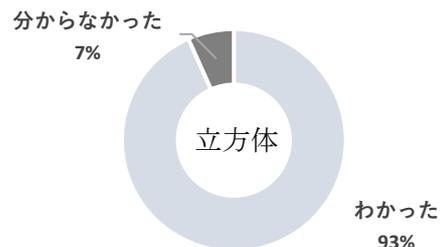


図13 オブジェクトはわかりましたか(立方体)

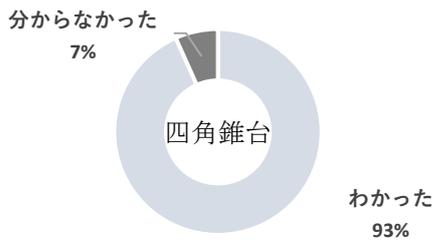


図 14 オブジェクトはわかりましたか(球)

次に操作性のうちの手掛かりである、立体パズルの意味はわかったかの指標を4種類で評価した結果、球では、「すぐに理解できた」5人「理解できた」6人「手間取った」3人「かなり手間取った」1人で、トーラスでは、「すぐに理解できた」7人「理解できた」4人「手間取った」2人「かなり手間取った」2人であった。また、立方体の場合、「すぐに理解できた」6人「理解できた」4人「手間取った」3人「かなり手間取った」2人、四角錐台では、「すぐに理解できた」6人「理解できた」5人「手間取った」3人「かなり手間取った」1人という結果となった。

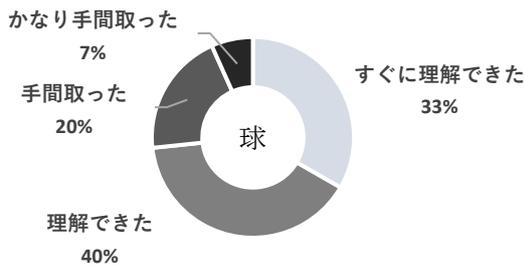


図 15 立体パズルの意味はわかりましたか(球)

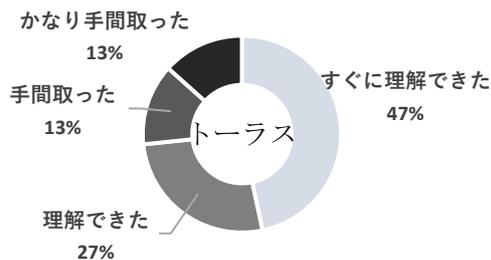


図 16 立体パズルの意味はわかりましたか(トーラス)

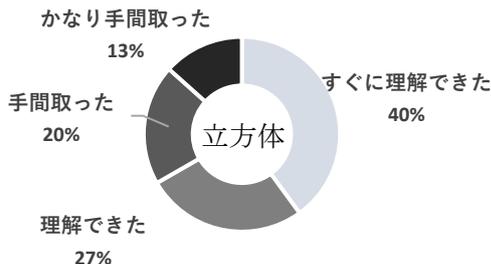


図 17 立体パズルの意味はわかりましたか(立方体)

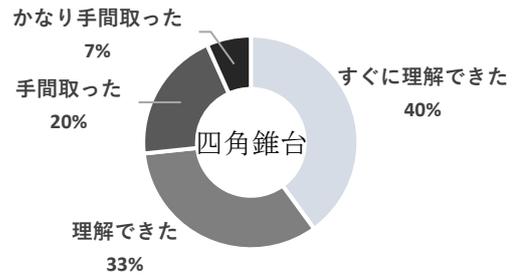


図 18 立体パズルの意味はわかりましたか(四角錐台)

また、操作性のうちの手掛かりである、スマホは直感的に操作できたかの指標を評価した結果、「直感的に操作できた」11人「操作できた」3人「手間取った」1人「かなり手間取った」0人という結果となった。

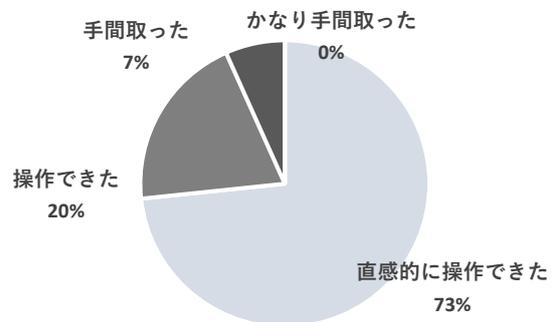


図 19 スマホは直感的に操作できましたか

次に有用性のうちの手掛かりである、エンタメ性は感じたかの指標を評価した結果、「とても楽しい」7人「楽しい」7人「楽しくない」1人「全く楽しくない」0人という結果となった。

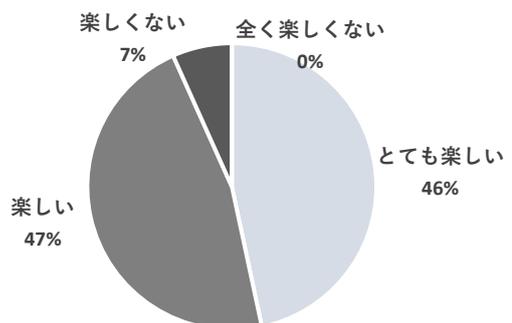


図 20 エンタメ性は感じましたか

次に有用性のうちの手掛かりである、人の位置を移動させる強制力はどのくらいあるかの指標を評価した結果、「とてもある」3人「ある」8人「ない」4人「全くない」0人という結果となった。

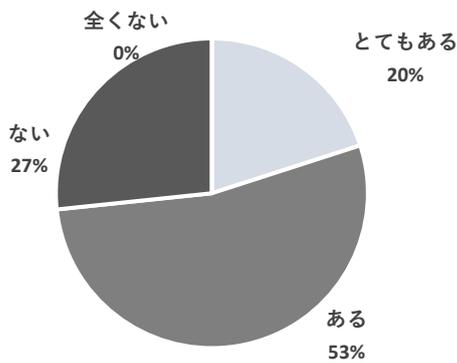


図 21 人の位置を移動させる強制力はどのくらいありますか

最後に4種類のプロトタイプを難易度順に並べてくださいというインタビューの結果として、球は4位が最も多く、トーラスは3位が最も多く、立方体は2位が最も多く、四角錐台は1位が最も多いという結果になった。

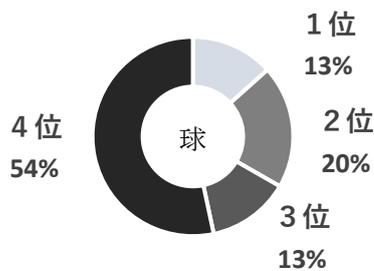


図 22 難易度集計(球)

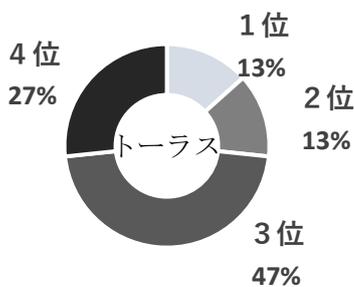


図 23 難易度集計(トーラス)

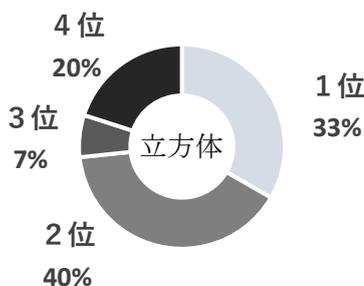


図 24 難易度集計(立方体)

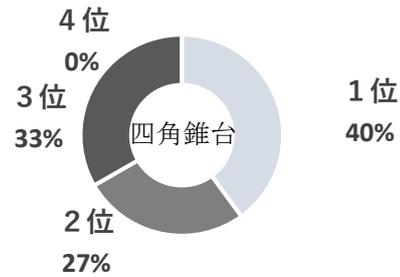


図 25 難易度集計(四角錐台)

### (3) 考察

以上が検証結果のまとめである。この検証結果から考察を述べ、技術プロトタイプの効果と課題を明らかにする。初めに検証の結果は全ての質問項目で概ね高い評価を得ることができた。特に視認性、操作性、娯楽性の3項目は高い評価を得ている。視認性の正解がわかった人は15人中の14人を占めており、一方向からのみの情報を伝えることが可能と示された。次に操作性の「直感的に操作できた」「操作できた」と回答した人も15人中の14人を占めており、立体パズルや錯視などの類似品を使ったことがない人でも操作できるため、幅広いユーザに対応できるインターフェースであることを明らかにした。加えて、娯楽性の「とても楽しい」「楽しい」と回答した人もまた、15人中の14人を占めていることから、ユーザが使ってみたいと思えることで、本技術の人の位置を移動させる効果がより効果的になると示すことができた。このことから、外部からの十分な説明がなくともスマホを操作し、正解の位置まで辿り着くことができる上で、楽しみながら使うことができる技術であると考えて。また難易度の結果より、立体パーツ(球、トーラス)よりも、平面パーツ(正方形、四角錐台)の方が、難易度が高い傾向であると読み取れることから、正しい位置以外から読み取りづらいこととなるため指向性が高いと言える。そのため、今後のプロトタイプでは、平面パーツを利用し開発することとする。しかし、課題として、著者の客観的視点での評価である誘導性と参加者の主観視点での評価である手掛かりの項目を比べたときにユーザである参加者自身は、正解の位置かどうか分からないということが挙げられる。したがって、正解の情報であることを伝えるためにオブジェクトの工夫が必要である。改善点はあるものの概ねの評価から指向性AR立体錯視の有意性を示せたと考え、本技術を活用した具体的な応用プロトタイプの製作に移る。

### 5. 応用プロトタイプの作成

応用プロトタイプでは、技術プロトタイプの検証結果を踏まえて、具体的な製品に落とし込み開発を行う。応用プロトタイプでは、観光地での誘導看板による行列制御を技術プロトタイプの技術を応用し、解決を試みる。具体的には、観光地に溶け込んでいる記名看板をARマ

ーカーとし、その記名看板にスマホを向けると、待ち時間が指向性立体錯視として表示される。加えて、行列の位置として正しい方向から見ると初めて待ち時間がわかるというものになっている。また、記名看板とスマホの距離から待ち時間を計算し、リアルタイムで変化していくようにプログラムされている。このプロダクトにより、観光地の景観を害する誘導看板の代替として、行列を促すことを目的としている。

応用プロトタイプの開発は、Unity で行い、Unity の SDK である EasyAR を使用し、AR の実装を行う。加えて、プラグイン内にある EasyAR\_ImageTracker-1 と、ImageTsrget を使用し、EasyAR\_ImageTracker-1 は、映像の入力デバイスの設定を行い、本研究では、iliun Webcam という有線でスマホのカメラをパソコンに入力できるアプリを使い実装する。ImageTsrget は、AR マーカーの対象画像を設定し、ターゲット対象に向けることで AR が表示される機能がある。



図 26 応用プロトタイプの利用シーン

応用プロトタイプの評価実験の実装に向けて、観光地にある記名看板が、AR マーカーとして活用できるか実際の記名看板を使い、実験を行った。実験場所は、東京都八王子市にある観光地である高尾山に設定し、高尾山入口にある「高尾山」の記名看板を AR マーカーとした。結果として、図の画像(図 27)が最も安定し、実際に表示されることがわかった。このことから地名や施設名の看板を AR マーカーとして利用し、観光地で機能することが示され、応用プロトタイプの評価検証ではプロジェクターに高尾山の画像を写すことで擬似的に行うものとする。



図 27 AR マーカー

## 6. 応用プロトタイプの評価実験

### (1) 実験内容

応用プロトタイプの評価検証にあたり、参加者 20 人による印象評価を行なった。検証方法として、最初にプロジェクターまたはモニターに映された記名看板の前に数

人並んだ状態で参加者にスマホを渡し、観光地の行列を再現した環境にする。次に詳しい操作方法を説明せずに行い、使用してもらいその様子を観察した後、応用プロトタイプについての質問による印象評価を行い、本研究を大きく機能性、操作性、有用性の観点及び、表の 9 項目から評価する。

表 2 使用後の質問事項

|     |      |                                  |
|-----|------|----------------------------------|
| 機能性 | 誘導性  | 筆者が客観的にみて参加者は自然と移動していたか          |
| 操作性 | 視認性  | 行列の正しい位置は把握できましたか？               |
|     | 手掛かり | AR 情報を理解し、自然と移動している感覚はありましたか？    |
|     | 操作性  | スマホの操作（位置を移動しての操作）は直感的に操作できましたか？ |
| 有用性 | 制御性  | 行列を促す力ほどのくらいありますか？               |
|     | 娯楽性  | エンタメ性は感じましたか？                    |
|     | 親和性  | 観光地との親和性は高いと思いましたか？              |
|     | 柔軟性  | 現在の誘導看板と比べて柔軟性は高いですか？            |
|     | 感想   | 自然と行列を促すことについて感じたことを教えてください      |

### (2) 結果

初めに機能性のうちの誘導性である、著者が客観的にみて参加者は自然と移動していたかを評価した結果、「スムーズに移動した」7 人「移動した」4 人「手間取った」7 人「ほとんど移動しなかった」2 人という結果となった。

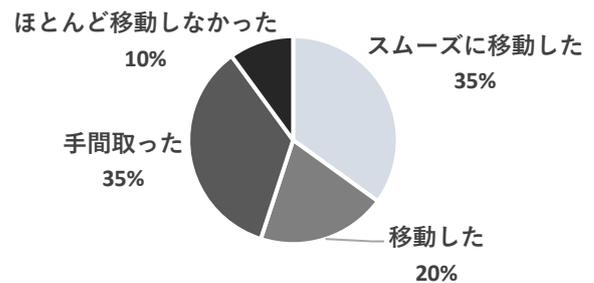


図 28 著者が客観的にみて参加者は自然と移動していたか

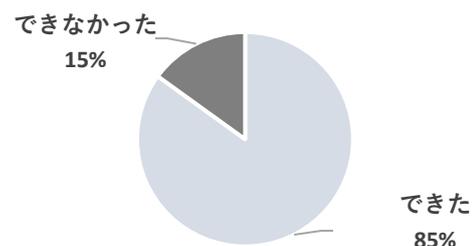


図 29 行列の正しい位置は把握できましたか？

次に、操作性のうちの視認性である、行列の正しい位置は把握できたかの指標を評価した結果、「できた」17人「できなかった」3人という結果となった。

次に操作性のうちの手掛かりである、AR情報を理解し、自然と移動している感覚はあったかの指標を評価した結果、「かなりあった」5人「あった」9人「あまりなかった」4人「ほとんどなかった」2人という結果となった。

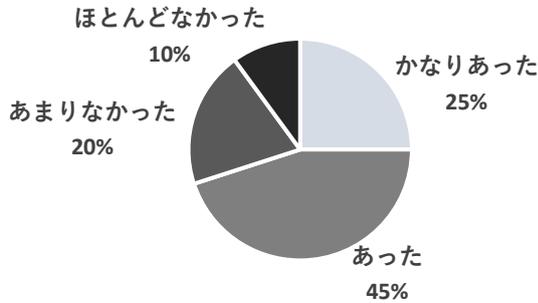


図30 AR情報を理解し、自然と移動している感覚はありましたか？

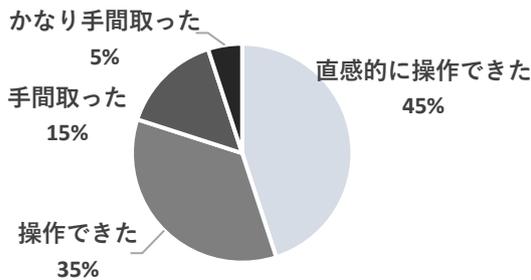


図31 スマホの操作(位置を移動しての操作)は直感的に操作できましたか？

次に操作性のうちの操作性である、スマホの操作(位置を移動しての操作)は直感的に操作できたかの指標を評価した結果、「直感的に操作できた」9人「操作できた」7人「手間取った」3人「かなり手間取った」1人という結果となった。

次に最後の項目である有用性のうち制御性とは、参加者にどのくらい人を制御する力があるかを5段階で評価してもらった結果、中間の3段階に偏る結果となった。

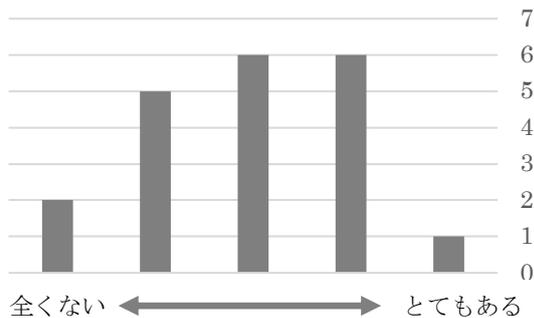


図32 行列を促す力はどのくらいありますか？

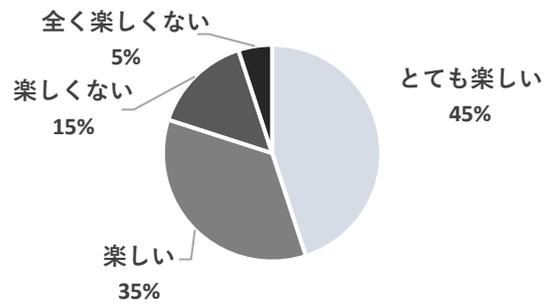


図33 エンタメ性は感じましたか？

次に有用性のうちの娯楽性である、使っていて楽しく魅力的かどうかの指標を評価した結果、「とても楽しい」9人「楽しい」7人「楽しくない」3人「全く楽しくない」1人という結果となった。

また、有用性のうちの親和性は、観光地で実装する場合、観光地との親和性が高いかどうかの指標を評価した結果、「とても高い」5人「高い」10人「低い」4人「とても低い」1人という結果となった。

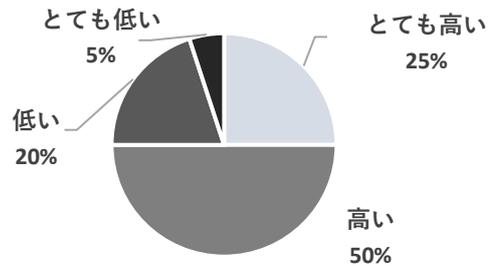


図34 観光地との親和性は高いと思いましたか？

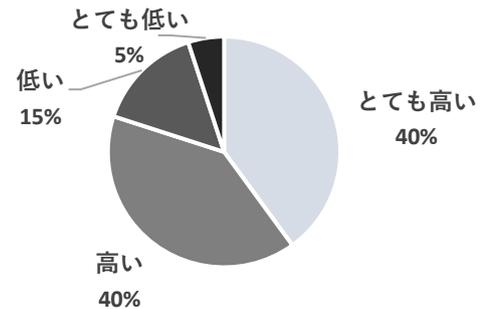


図35 現在の誘導看板と比べて柔軟性は高いですか？

また、有用性のうちの柔軟性は、現在の誘導看板と比べて観光地や季節に合わせて変化できるかどうかの指標を評価した結果、「とても高い」8人「高い」8人「低い」3人「とても低い」1人という結果となった。

以上が応用プロトタイプの評価検証結果である。結果の内容として概ね肯定的な回答やコメントを得ることができたが、同時に課題も見えてきた。この結果から応用プロトタイプの効果や性能を考察し、根拠と共にまとめたものが表3である。

表3 製作機器の効果

|   |
|---|
| 1. 高い視認性による成功の割合から、ユーザを自然と行列すべき位置に移動させることが可能              |
| 2. ARによるビジュアル的な待ち時間の表示により、操作説明なく直感的に利用可能なため多くの人に使ってもらいやすい |
| 3. 強制的な人流制御ではないため、大きな制御力はない                               |
| 4. 高いエンタメ性により、使っていて楽しいと感じやすい                              |
| 5. 観光地との高い親和性より、看板公害の減少に繋がる                               |
| 6. 現在の誘導標識と比べて高い柔軟性から、観光地の状況に合わせて変化可能                     |

## 7. 結論

本研究は、街中にある看板にスマホのカメラを向けたとき、一方方向のみ情報が視認できるAR立体錯視の技術を用いて、ユーザの無意識下で人流制御を行う指向性サイネージの研究である。ここで、本研究の結論を3つにまとめる。

1つ目は、ユーザを自然と行列すべき位置に移動させることが可能であることである。理由として図30より、自然と移動する感覚があると示され、図32より、制御する力が必要分にあることが示されたためである。待ち時間を見ようとして行列に並び、正しい位置になればテキストの色が変わることで行列を促すことができていると考えられる。

2つ目は、直感的に利用可能なため多くの人に使ってもらいやすく、使っていて楽しいと感じやすいことである。これはプロトタイプそれぞれの評価実験で得た操作性と、娯楽性の評価項目を根拠としている。操作性では、具体的に操作説明をしていないにも関わらず、プロトタイプを見ることで多くの参加者が理解し、操作する様子が見られたため直感的に操作できると考える。次の娯楽性でも、評価項目で特に高い評価を得た。これは、観光地での実装にあたり、必要不可欠な要素な上、魅力的出なければ使われないため大きな成果と考える。

3つ目は、観光地の行列看板の代わりになり、看板公害の減少に繋がることである。親和性の評価項目より75%の参加者が、親和性が高いと回答し、また、柔軟性の評価項目より80%の参加者が、柔軟性が高いと回答したためである。よって現在の誘導看板の機能をARに落とし込むことができたと考える。以上のような理由から、前述した3点を本論の結論とする。

## 8. 課題

本研究の課題は、大きく2つある。1つ目は、技術的な問題である。1つに指向性向上の改善であり、行列を促す力はどのくらいありますか？を5段階で評価した結果で大きくばらついていることから、高い指向性は実現できなかったと考える。しかし、指向性の無関係な向上は、AR

立体錯視の難易度が上がってしまうため、検証が必要である。2つにARマーカー精度向上の改善である。本研究で利用したARマーカーは、現場で撮影した記名看板の写真を利用したが、不安定な挙動になることがあるため更なる精度の高いAR技術の導入が必要である。2つ目は、実際の観光地での運用する際の課題である。これは、観光地で、スマホを看板に向けながら歩くために、歩きスマホを促してしまうことが課題である。したがって技術的問題と共に改良していく必要がある。

## 9. 展望

今後の展望として、観光地での誘導看板に関することでは、スマートグラスなど他デバイスでの実装や、待ち時間以外に、飲食店のメニューなども考えられる。観光地以外で使用する場合は、エンターテイメント施設とも相性がよいと考えられる。今後、前述の課題が解決し、これらの展望が実現されれば、景観を害することなく、自然と人の位置を意図的に移動させることに力を発揮するであろう。

謝辞：本研究の遂行ならびに本論文をまとめるにあたり、多大なるご指導ならびにご鞭撻を賜りました法政大学システムデザイン工学科土屋雅人教授には、感謝申し上げます。また、実験の際に参加者を快く引き受けてくださり、そして多くのご指摘を下さいましたインターフェースデザイン研究室並びにシステムデザイン学科の後輩の皆様には感謝いたします。

本論文は、このように多くの方のご指導、ご支援のもとに完成しましたことを、ここに慎んで御礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 日本貿易振興機構, コロナ終息後も成長が期待される日本の観光市場, [https://www.jetro.go.jp/invest/attractive\\_sectors/tourism/overview.html](https://www.jetro.go.jp/invest/attractive_sectors/tourism/overview.html), (参照 2022-06-04)
- 2) 観光庁, 日本政府観光局(JNTO), 訪日外国人旅行者数の推移, <https://www.mlit.go.jp/common/001481840.pdf>, (参照 2022-06-04)
- 3) 外務省, 国際的な人の往来再開に向けた措置について, [https://www.mofa.go.jp/mofaj/ca/cp/page22\\_003380.html#section4](https://www.mofa.go.jp/mofaj/ca/cp/page22_003380.html#section4), (参照 2022-06-04)
- 4) JTB BOKUN, 観光公害(オーバーツーリズム)と持続可能な観光(サステイナブルツーリズム)とは?, <https://www.jtbbokun.jp/column/21110101>, (参照 2022-06-04)
- 5) 東洋経済 ONLINE, 日本の観光地を台無しにする「看板公害」の実情, <https://toyokeizai.net/articles/-/269435>, (参照 2022-06-04)
- 6) Pier21, 東急電鉄・羽田空港国際線ターミナル駅「錯視サイン」制作レポート, <https://pier21.co.jp/BLOG/3ds-airport>, (参照 2022-06-09)