

## (21) MMS を用いた 3 次元点群データにおける サイン評価の有用性に関する考察

太田 耕介<sup>1</sup>・江守 央<sup>2</sup>・佐田 達典<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 学生会員 日本大学大学院 理工学研究科交通システム工学専攻  
(〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1)  
E-mail: cskul8002@g.nihon-u.ac.jp

<sup>2</sup> 正会員 日本大学准教授 交通システム工学科 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1)  
E-mail: emori.hisashi@nihon-u.ac.jp

<sup>3</sup> 正会員 日本大学教授 交通システム工学科 (〒274-8501 千葉県船橋市習志野台 7-24-1)  
E-mail: sada.tatsunori@nihon-u.ac.jp

本研究は、著者らが 3 次元点群データにて明らかとしたサインの視認性が実用的な数値であるか検証し、点群データにてサイン評価を行う有用性について確認することを目的としている。検証方法として、点群データにて算出した視認性と、本研究で新しく算出した視認性の比較を行った。新たに視認性を算出するにあたり、旅客通路に見立てた仮想空間を作成した。通路上にはマイクロ交通シミュレーションソフトを用い、現実度の高い歩行者交通を再現している。この結果、健常者視点からサインを評価する場合、歩行者交通が中密度の混雑を有した状況においても、評価に点群データを用いる有用性を明らかとした。車いす使用者視点からサインを評価する場合には、交雑状況が低密度であった場合には可能となることを示した。

**Key Words:** signage, visibility, mobile mapping system, 3D point cloud data

### 1. はじめに

TOKYO 2020 やその後を見据え、首都圏では人の移動が多方面から体系的に整備されつつある。国土交通省が推進する「高精度測位社会プロジェクト」では、準天頂衛星技術の環境整備、地理空間情報技術や情報通信技術を活用し、屋内外のシームレスな移動・活動の実現を目的としている。2014年には東京駅周辺の電子地図を作成することで、駅内外の円滑な移動を目指す実証実験がなされた。現在はモデル地区（東京駅や新宿駅周辺など）が策定されており、今後は首都圏のターミナル駅等を含めたエリアの拡大が予定されている。屋内の移動円滑化に向け、寄与が期待される高精度な 3 次元地図の作成には、SfM (Structure from Motion) や MMS (Mobile Mapping System)、地上型レーザースキャナなどのセンシング技術が活用されているが、データ量が膨大となることや、高価となることが課題とされており、廉価な手法が検討されている。しかし、MMS 等を使用して取得した 3 次元点群データは、現状の空間をそのままに仮想空間として再現できることの他に、点群データ内で簡易的なシミュレーションを行えるメリットも有する。

移動円滑化に向けた取り組みは、特に駅構内にて活発である。東京都による「国内外旅行者のためのわかりやすい案内サイン標準化指針 鉄道等編」<sup>1)</sup>では、吊り下げ型サインのみならず、壁型サインや路面型サインを有効活用する指針を示し、サインを一定間隔で連続的に設置することを推奨している。しかし、ターミナル駅特有の問題となるラッシュ時には、サインの視認性が低下する懸念や、移動制約者（高齢者、障がい者など）へ配慮することの重要性も言及している。これまでサインに関する研究は実空間での手法が主であり、歩行者交通の混雑がサインに与える影響や、移動制約者を対象とした分析が困難となる課題があり、明らかとされてこなかった。これら課題に対して、著者らは MMS にて取得した駅構内の 3 次元点群データを仮想空間として活用し、簡易的に吊り下げ型サインの視認性評価を行った。<sup>2)</sup>サイン評価に仮想空間を用いることで、歩行者交通の混雑度を評価範囲として捉えられることや、移動制約者に対応した分析も可能となる有用性について確認し、サインの視認性を明らかとしてきた。しかし、歩行者交通を動かさない板で再現したことから、得られた視認性の結果が実用的な数値であるか疑問が残る結果となった。

## 2. 研究目的

そこで本研究は、著者らが3次元点群データにて明らかとした視認性が実用的な数値であったかを検証し、点群データにてサイン評価を行う有用性について確認することを目的とする。

3次元点群データにて算出した視認性の有用性について検討する手法として、本研究では仮想空間を新たに作成し、ミクロ交通シミュレーションソフトを用いることで、より現実度の高い歩行者交通を再現し、改めて視認性を算出した。改めて算出した視認性と、点群データにおける視認性を比較することで、その差異や一致する事項を考察し、点群データをサイン評価に用いる有用性を論述する。

3次元点群データにて視認性を明らかとしたサインは吊り下げ型サインであり、本研究も同様のサインを対象としている。また、移動制約者に対応した分析を行うため、健常者の視点と、車いす使用者の視点にて分析を行うっており、それぞれの視点において差異や一致事項についても考察している。

## 3. 仮想空間について

歩行シミュレーションを行う仮想空間を Trimble 社製の Sketch Up 2015 を用いて作成した。図-1 は、本研究の対象サインである吊り下げ型サインを配置したモデルである。空間広さは、通路幅員が 6m、奥行きが 15m の駅構内コンコースを想定した通路である。サインは、渋谷駅に設置されている実物をモチーフとしており、掲出高さは 2.5m である。

掲出高さや通路幅員、奥行きについては、3次元点群データにて設定したものと同様となっている。

## 4. 歩行シミュレーションの設定について

### (1) 視点高さと視認位置

視点者（サインの視認性を評価する人）がサインを視

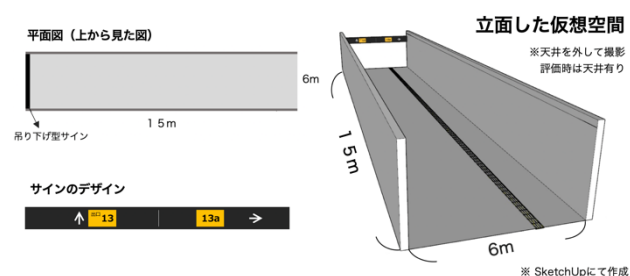


図-1 仮想空間とサインの配置について

認する歩行シミュレーションを行う際の視点高さと視認位置（サインを視認する位置）を設定した。

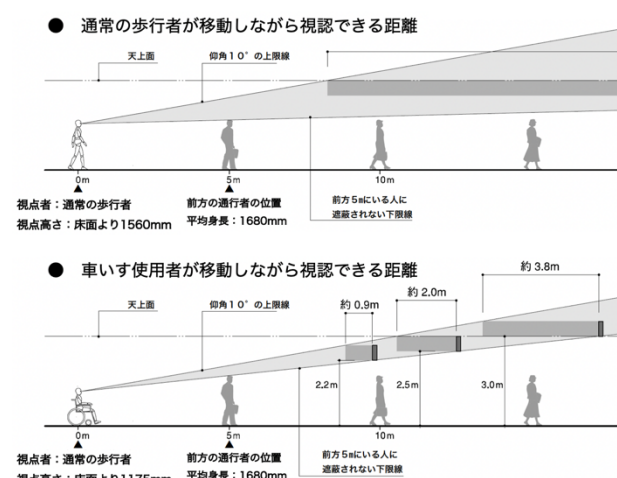
視点高さは、図-2 に示す「公共交通機関の旅客施設に関する移動円滑化整備ガイドライン」<sup>3)</sup>に記載されている通常の歩行者が移動しながら視認できる距離、車いす使用者が移動しながら視認できる距離を参考としている。健常者視点における視点高さは 1,560mm、車いす使用者視点における視点高さは 1,175mm とした。

視認位置は、通路中央に9地点存在する。サインが設置されている位置を 0m と考えると、7m~15m の 1m 間隔を視認位置としていることから、9 地点となる。

### (2) Vissim とサービス水準について

歩行者交通による混雑がサインに与える影響をさらに実用的な数値として得るために、ミクロ交通シミュレーションソフトである PTV 社製の Vissim 10 を使用した。Vissim は、自動車やバス、歩行者など様々な移動体を豊富に再現することが可能であり、本研究は Vissim10 を使用した。

歩行者交通による混雑度合いを考慮するために、歩行路における混雑レベルを示すサービス水準 A~F<sup>4)</sup>を用いた。サービス水準は、ある空間モジュールにおいて、1人あたりのスペースが一定の数値を下回ると、その歩行路のサービスレベルが低下することが定義されており、その数値と概要を表-1 に示す。表-1 の概要において、サービス水準Cに相当する歩行者交通の混雑は、すでに交通の頻繁なターミナル駅に匹敵することが示されており、それ以上水準が低下した場合には一時的に交通流が停止することが記載されている。交通流が停止してしまう非日常的な状況では、サインを視認する以前の問題であると考え、本研究ではサービス水準Cまでを対象水準とする。



出典：公共交通機関の旅客施設に関する移動円滑化整備ガイドライン

図-2 移動しながら視認できる距離

表-1 空間モジュールにおけるサービス水準

| サービス水準 | 空間モジュール<br>(m/人) | 説明                                                    |
|--------|------------------|-------------------------------------------------------|
| A      | 3.5 以上           | 歩行者は、遅い人を追い抜いたり、好きな速度を自由に選択できる。                       |
| B      | 2.5～3.5          | 正常な歩行速度で歩くことが可能であり、大部分が同じ方向の流動であれば追い越し可能。             |
| C      | 1.5～2.5          | 自由歩行や追い越しが制限される。<br>適度な流動はあるものの、ピークのきびしい交通ターミナル等が生じる。 |
| D      | 1.0～1.5          | 遅い人の追い抜いたり、衝突を避けることが困難である。<br>流れが一瞬停止してしまうこともある。      |
| E      | 0.5～1.0          | 全ての歩行者が足取りを変えて歩行する混雑レベル。<br>流れが頻繁に停止または中断される。         |
| F      | 0.5 以下           | 全ての歩行者はすり足のみ前向きである状態。<br>交通マヒの状態であり、立ち止まっている。         |

## 5. サインの視認性と評価方法

### (1) サインの視認性について

図-3は、ある出発点Aに存在する利用者が、目的地Bに到達するまでの行動を平面的に描いた略式図である。利用者がA地点を出発し、B地点を到達目標として経路選択を行う際に、情報となるサインを発見する区間を「視認」とし、サイン発見後にその内容を理解する区間を「認知」とする。「認知」後に到達目標へ移動する行為が「行動」となる。サインは、人を正しく到達目標へ導くことで効果が発揮されたこととなるが、それ以前のステップとなる「視認」されることにより「認知」や「行動」という効果が得られることに留意する。山下らの研究では、サインは読めること以上に見ることが利用者の円滑な移動支援となることが明らかとされており、「視認」の重要性が示されている<sup>9)</sup>。これらのことから、本研究は「視認」にのみ着目した内容となっている。

また、本研究における視認性の定義として、世間一般でいう「視認性」とは多少の差があることに留意したい。一般的に視認性とは、サインを例にとると、見やすいサイン、あるいは見えやすい位置に存在するサインは視認性が高いとされ、その逆の場合では視認性が低いとされる。しかし、本研究は人の主観や視力などが影響しない仮想空間にて研究を行なっていることから、一般的な視認性を定義し難く、サインがどの程度遮蔽されずに見えているかを表した数値を視認性としている。

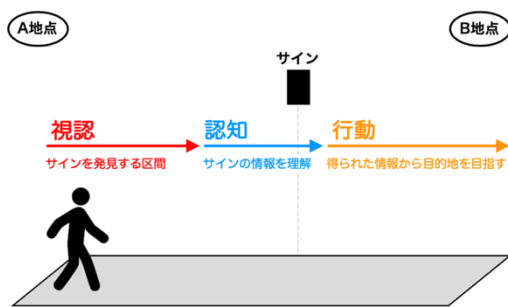


図-3 サインの視認と認知について



### ・視認性算出の例

$$X = \frac{B}{A} \times 100 (\%)$$

サインのピクセル数：11981  
サインの全ピクセル数：16320  
視認性 73.4%

図-4 静止画像の一例と視認性の算出方法

### (2) 評価方法

仮想空間で表現されるコンコースを視点者はサイン方向へ15m地点から7m地点まで直進する。その1m間隔にある視認位置にてそれぞれの静止画像を撮影する。図-4における上部は、車いす使用者視点でのサービス水準Bにおける12m地点で撮影した静止画像である。視点高さや視認位置、それぞれのサービス水準を組み合わせ、静止画像数は144枚となった。

作成した静止画像にてサインの視認性の算出を行うにあたり、式(1)を使用した。Adobe社製のPhotoshopを用い、見えているサイン部分のピクセル数をカウントすることで、本来見えるべきピクセル数との割合を視認性とし、数値化する。図-4における下部は、視認性算出の一例である。

$$X = \frac{B}{A} \times 100 (\%) \quad (1)$$

X：視認性[%]、A：サインの全ピクセル数[pixel]、B：視認できているサインのピクセル数[pixel]

## 6. 視認性の比較と考察

### (1) 健常者視点に対するサインの視認性を比較

図-5は、健常者の視点からサインの視認性を表したグラフであり、図の上部はVissimを使用して算出した視認性、下部は点群データを用いて算出した視認性である。グラフの形状は、ほぼ変化ないことが読み取れる。この結果、健常者の視点から水準A、B程度の混雑において、吊り下げ型サインの評価を行う場合、点群データを用いて簡易的に視認性を算出することは有意だと推測する。水準CにおけるVissim使用時では、13m地点にて視認性

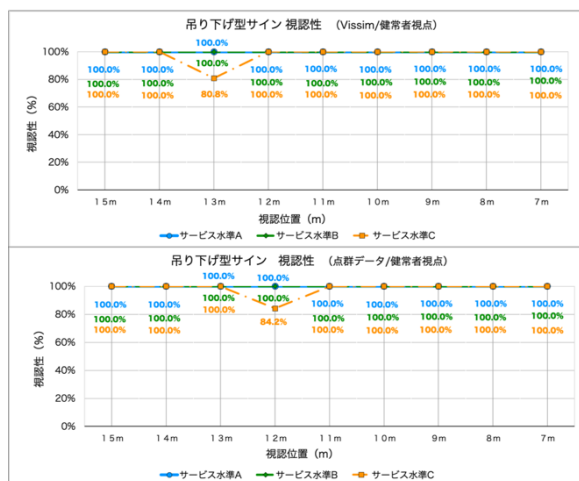


図-5 健康者視点における視認性を比較

が 80.8%, 点群データ使用時では 12m 地点で 84.2%となった。両データにおける視認性の差は 3.4%であり、水準Cのような混雑した空間にてサインを評価する場合、点群データ上に配置する人の位置や、仮想空間上での歩行者流動によって視認性の低下位置に若干の差が生じる。

## (2) 車いす使用者視点に対するサインの視認性を比較

図-6 は、車いす使用者の視点からサインの視認性を表したグラフであり、図の上部はVissimを使用して算出した視認性、下部は点群データを用いて算出した視認性を示す。図-5 との相違点として、水準B、Cではグラフの形状が類似しておらず、点群データで算出した視認性は、Vissimを用いて算出した視認性よりも低い値となった。BとCにおける視認性の平均値を算出し比較すると、水準Bでは視認性の差が0.6%であった。また、水準Cについては9.4%の差を確認した。図-6における両視点の共通事項として、水準Aでは視認性のばらつきが見られないこと、12m地点よりサインに近づくことで視認性は回復する傾向にあること、の2点である。

## (3) 点群データとVissimにおける視認性の差異について

図-5における2つのグラフを比較したことにより、健康者の視点から吊り下げ型サインの視認性を評価するにあたっては、3次元点群データにて簡易的に評価を行うことの有用性を明らかとした。特にサービス水準B程度までの混雑レベルを対象として、サイン評価を行う場合には、点群データを用いることが有意だと考えられる。現状空間をそのままに評価できる手法として、点群データの新しい活用法となる可能性を示した。しかし、車いす使用者の視点からサインを評価する場合においては、図-6における2つのグラフの比較から、視認性にばらつきが見られることを確認した。平均値だけに着目した場合には、視認性の差はサービス水準Bで0.6%であったため、B程度の混雑レベルまで対象とできる可能性を有

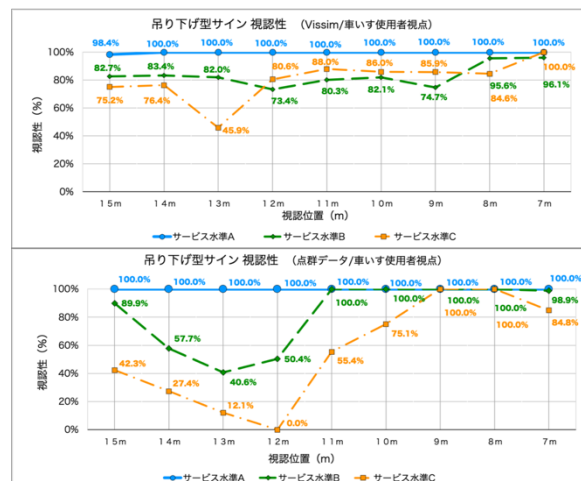


図-6 車いす使用者視点における視認性を比較

しているとも考えられる。この可能性については、点群データにて人の配置パターンを増やし、検証することによって明らかにできると推測する。

## 7. おわりに

本研究では、3次元点群データにおけるサイン評価の有用性を検証するため、新たに仮想空間を作成し、マイクロ交通シミュレーションソフトであるVissimを用いることで、改めて視認性を算出し比較を行った。その結果、健康者の視点における吊り下げ型サインの評価を行う場合、点群データでの検証が有意であることを明らかとした。しかし、車いす使用者の視点からサイン評価を行う場合には、更なる検証を行う余地のある結果となった。

今後は人の配置パターンをいくつか検証することや、対象とするサインを増やすこと等を行う予定である。

## 参考文献

- 1) 東京都産業労働局：国内外旅行者のためのわかりやすい案内サイン標準化指針【鉄道等編】，<<http://www.sangyo-rodo.metro.tokyo.jp/tourism/595c569d81ba35a65e2734d9e0daf4e9.pdf>>，（入手2018.7.23）。
- 2) 太田耕介，江守央，佐田達典：MMSを用いた3次元点群データにおけるサイン評価への適応可能性の検討，土木学会論文集F3（土木情報学），Vol.74，No.2，pp.1\_29-1\_37，2018。
- 3) ジョン・J・フルーイン著，長島正充訳：歩行者の空間－理論とデザイナー，pp.75-82，鹿島出版会，1974。
- 4) 交通エコロジー・モビリティ財団：公共交通機関の旅客施設に関する移動円滑化整備ガイドライン 旅客施設編，pp.45-74，2007。
- 5) 山下和英，田中一成，吉川眞：歩行者空間におけるサイン配置の分析手法，景観・デザイン研究講演集 No.7，pp.25-28，2011。