

## (8) 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

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: esku18002@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

鉄道駅をはじめとする公共空間には、人の移動を円滑にする目的からサインシステム（以下、サイン）が設けられている。サインに関する研究は、実空間での歩行実験が主流であるが、その手法には課題が残されている。そこで本研究は、モバイルマッピングシステムを用いて鉄道駅空間を 3 次元点群データとして取得し、そのデータを用いてシミュレーションを行うことで吊り下げ型サインの視認性評価が可能であるかの検討を試みた。視認性を評価するにあたり、歩行者の混雑程度による影響、視点高さの違いによる影響を考慮している。その結果として、吊り下げ型サインは健常者や車いす使用者の視点高さに対して、視認性に優れたサインであることを定量的に明らかとし、点群データによる仮想空間でのサインの視認性評価は可能であることを報告する。

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

### 1. はじめに

我が国は 2 年後に東京オリンピック・パラリンピックが控えており、都心部での再開発が行われている。こうした背景から都市構造の複雑化が問題となっており、交通の結節点となる大規模な鉄道駅では、「わかりにくい」といった声が利用者からはあげられている。

人の移動を支援するサインシステム（以下、サイン）は公共空間に設置されており、特に大規模な鉄道駅においては吊り下げ型、壁型、路面型など多様な形態にて設けられている。しかし、都市構造の複雑化に伴い、サインの配置も複雑になることや、先端技術でもある ICT 技術との連携が課題とされている。

サインに関する研究<sup>1)</sup>は、実空間にて歩行実験、アイマークカメラ、アンケートを複合した手法が主として用いられているが、分析をするために多くの労力を要してしまう点や、利用者の種別に応じたサインの視認性を明らかとしづらい点などの課題がある。また、サインは公共性の高い空間に設置されているにも関わらず、他の歩行者が及ぼす影響、つまり歩行者の混雑程度に応じた分析を行った事例が数少ないことも課題である。

車に対するサインでもある案内看板を対象に研究を行った事例<sup>2)</sup>では、モバイルマッピングシステム（以下、MMS）を使用して取得した点群データを用い、街路での案内標識の視認性評価がなされており、点群データ上での視認性評価は可能であったことを報告している。

MMS は、車両にデジタルカメラやレーザースキャナ、IMU（Inertial Measurement Unit：慣性航法装置）等を搭載し、移動しながらその空間の形状を点群データとして取得できるシステムである。これを用いて取得した点群データは、専用のソフトウェアを用いることで、計測を行なった実空間を再現性の高い仮想空間として可視化することができる。点群データによる仮想空間は、多様なシミュレーションが可能となる等の利点が存在する。しかし、MMS を用いて鉄道駅に存在するサインを対象に研究を行った事例は報告されていない。

そこで本研究は、屋内型 MMS を用いて鉄道駅空間を点群データとして取得し、仮想空間にてサインの視認性評価が可能であるかを検討する。視認性を評価するにあたり、多様なシミュレーションを行うことで、先述した課題（利用者種別に応じた分析・歩行者の混雑程度に応じた分析）についても取り上げている。

## 2. 点群データ取得のための屋内計測実験

### (1) 実験概要

本研究は、鉄道駅に存在するサインを屋内型 MMS にて取得する必要があるため、対象となる鉄道駅を東京地下鉄渋谷駅とした。渋谷駅は日本でも有数の大規模なターミナル鉄道駅であり、多様な人々が利用している実態があることや、再開発が活発に行われている影響を受け、空間の複雑化が進む一方、至る所に多種多様な形状のサインが設置されているということに着目し、選定した。

屋内計測実験は、2017年9月25日24:30から、9月26日4:00にて改札外コンコースの一部を対象として実施し、3次元点群データを取得した。図-1に示す計測範囲が改札外コンコースにあたる。計測範囲内には、吊り下げ型サインが33箇所、壁型サインが21箇所、路面型サインが7箇所、円柱型サインが16箇所の計77のサインを確認した(2017年10月10日時点)。

計測範囲内のデータを確認し、サインを点群として最も明瞭に取得できている地点を分析範囲として評価に用いることとした。この分析範囲内にて歩行シミュレーション等を実施することでサインの視認性評価を行う。

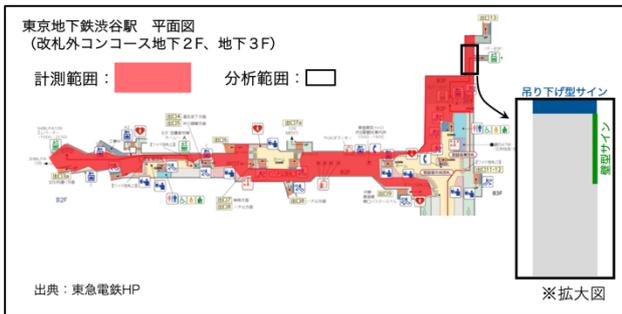


図-1 渋谷駅における計測範囲と分析範囲

### (2) 使用機材

渋谷駅におけるサインを点群データとして取得する屋内型 MMS はニコン・トリンプル社製の TIMMS (Trimble Indoor Mobile Mapping Solution) を用いた。TIMMS は、全方向カメラ、レーザースキャナ、IMU、DMI (Distance Measurement Instrument: 走行距離計) などから構成される手押し型の MMS である。このシステムの特徴としては、GNSS 信号の受信できない遮蔽された地下空間等の環境においても、点群データを高精度に取得可能であり、1秒間に488,000点を収集するレーザースキャナが搭載されている。また手押し型 MMS は、人が計測機器を押しながら計測するシステムであることから、フロア間の移動が容易であり、計測範囲が広範囲に及んだ本研究に適しており、使用した。

TIMMS のセンサ構成とシステムの性能については表-1に示す。

表-1 TIMMS の構成と性能

機種名	TIMMS (Trimble Indoor Mobile Mapping Solution)
センサ構成	
測定範囲	0.6m ~ 130m
測定速度	488,000点/秒
範囲誤差	±2mm

### (3) 実験結果

図-2は、実験により取得した点群データによって表現される仮想空間と現実の空間を比較したものである。吊り下げ型サインの輪郭や壁型サインの持つ情報、点字ブロックなどを概ね再現している。吊り下げ型サインが透けたデータとして取得された要因として、このサインが内側から光を発する内照式であったことから、光によりレーザーが正確に照射されず、点群を取得できなかったことにあると推測される。



図-2 可視化した点群データと現実空間の比較

## 3. 可視化ソフトウェアと歩行シミュレーション

### (1) 点群データを可視化するソフトウェア

実験により取得した点群データを仮想空間として可視化するソフトウェアは RIEGL 社製の RiSCAN PRO 2.1.2 を用いた。取得した点群データには評価に不必要な点群が存在することから、データのクリーニング (データの重複部分や不要部分の除去、ノイズの処理等) を行った。

RiSCAN PRO は点群データの可視化や除去の他に、点群データ上に面的オブジェクトやラインの追加、座標を

入力することで任意の視点に固定すること等が可能となっている。

(2) シミュレーションについて

a) 視点高さや視認距離区間

点群データによって表現される仮想空間にて、歩行シミュレーションを行うにあたり、サインの視認性を評価する視点者の視点高さやサインを視認する位置として視認距離区間を設定した。

視点高さについては、図-3 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」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に、健康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 と設定した。

視認距離区間は、サインのある位置を 0m とし、そこから 7m~15m の直線区間となっている。

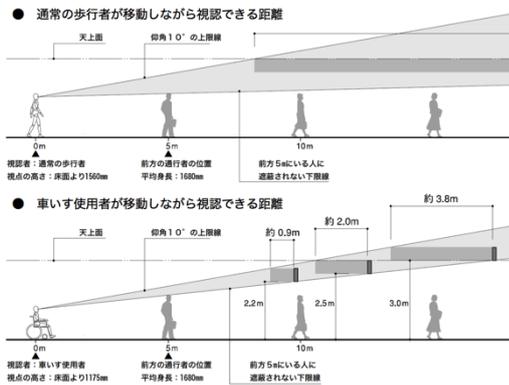


図-3 移動しながら視認できる距離<sup>3)</sup>

b) 分析範囲の広さとサービス水準

歩行者交通による混雑を考慮するため、「道路の交通容量」におけるサービス水準 A~F を用いた<sup>4)</sup>。サービス水準は、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ものであり、その数値を表-2 に示す。

表-2 におけるスペース（平方フィート/人）を分析に用いるためには、分析範囲の広さを設定する必要があったため、広さを 6m×15m と設定した。分析範囲とした地点の通路幅員が約 6m であったこと、視認距離区間を考慮した値として 15m をそれぞれ使用している。

分析範囲の広さ 90m<sup>2</sup> に対して、歩行者 1 人あたりのスペースを算出したところ、分析範囲の中に配置する人数が決定した。この人数から歩行シミュレーションを行う視点者 1 人を引いた値、つまりサービス水準 A においては 1.3 人、B においては 6.5 人、C においては 11.5 人、D においては 19 人、E においては 49 人、F においては 50 人を分析範囲の中に配置することとなる。

表-2 各サービス水準に対応する配置人数

サービス水準	スペース <sup>4)</sup> (平方フィート/人)	分析範囲に配置する人数
サービス水準A	歩行者スペース ≥ 130	2.3人
サービス水準B	歩行者スペース ≥ 40	7.5人
サービス水準C	歩行者スペース ≥ 24	12.5人
サービス水準D	歩行者スペース ≥ 15	20人
サービス水準E	歩行者スペース ≥ 6	50人
サービス水準F	歩行者スペース < 6	51人

c) 仮装空間に人に見立てたオブジェクトの設置

分析範囲の中に配置する人数の決定後に、配置する人の大きさを設定した。配置する人は、人に見立てたオブジェクト（以下、人オブジェクト）であり、サイズは成人男性の平均値から横幅が 0.45m、高さが 1.68m として配置を行った。図-4 は、サービス水準 C 時における人数を、人オブジェクトを用いて配置した俯瞰図である。

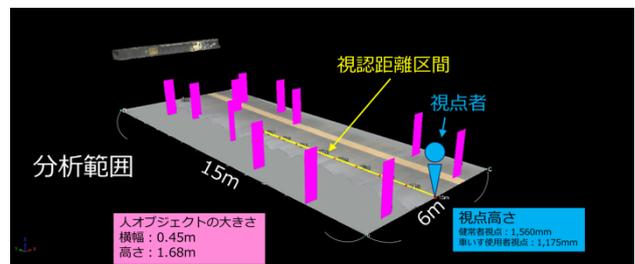


図-4 サービス水準C時における人オブジェクトの配置

4. 評価方法

(1) 視認性の算出方法

点群データで表現される仮想空間にて、視点者は視認距離区間をサイン方向へ直進する（スタート地点はサインから 15m 地点となる）。視認距離区間には 1m 間隔に視認位置があり、その視認位置ごとに静止画像を作成する。作成した静止画像を Adobe 社製の Photoshop に反映し、サイン部分のピクセル数をカウントする。その変化量を算出することで視認性として評価を行い、視点高さの違いや各サービス水準にて比較することでサインの視認性について傾向を把握する。

本研究における視認性とは、仮想空間にてサインがどの程度見えているかを示したものとなっており、視認性の算出には式（1）を使用した。

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

ただし 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]

図-5 は、実際に作成した静止画像を用い、式（1）を適用して視認性を算出した模式図となっている。

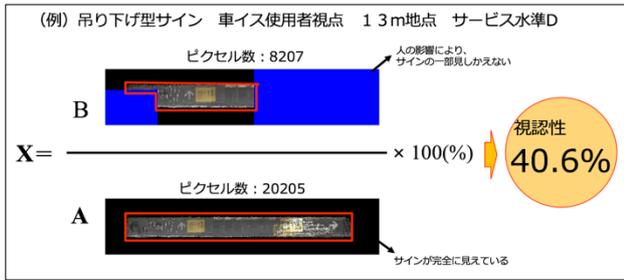


図-5 視認性の算出方法についての例

## (2) 対象とするサイン

本研究における対象とするサインを吊り下げ型サインと選定した。渋谷駅において最も目にするサインが吊り下げ型サインであり、設置数が最も多かったこと等の理由より本研究の対象サインとしている。

## 5. 視認性の分析と考察

### (1) 健常者視点に対する視認性

図-6 は、健常者視点における吊り下げ型サインの視認性を表したグラフである。グラフから、各サービス水準を考慮したそれぞれの地点において、視認性がほぼ100%と高水準を示すことが明らかとなった。サービス水準 E、F 時におけるサインから 12m 地点では一時的に視認性が低下しているが、これは近接した人オブジェクトによる影響を受けたことが要因である。しかし、低下の割合は 15%程度であることから、健常者視点に対して吊り下げ型サインは、視認性に優れたサインであると考えられる。

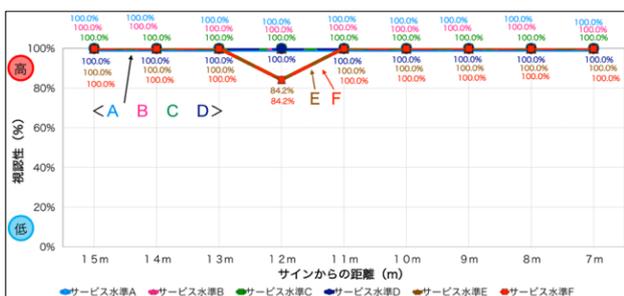


図-6 健常者視点に対する吊り下げ型サインの視認性

### (2) 車いす使用者視点に対する視認性

図-7 は、車いす使用者視点における吊り下げ型サインの視認性を表したグラフである。サービス水準 C 時までは視認性が 100%と高水準であることがグラフから読み取れる。しかし、サービス水準 D 以降は視認性が徐々に低下する傾向にあることもグラフから判断でき、サービス水準 D 時ではサインから 13m 地点において視認性

が 40.6%まで低下をしている。また E、F 時においては視認性の低下が顕著であり、12m 地点では近接した歩行者群の影響から、サインが全く見えなくなる瞬間があることも確認された。しかし、視認性が低下するサービス水準 D~F 時の共通点としては、サインに近づけば視認性が回復傾向を示すことも確認でき、車いす使用者に対する吊り下げ型サインは、サービス水準 C 程度の混雑であれば視認性は高水準であること、またそれ以上に混雑した場合はサインに近づくと、サインを視認できる割合が上昇すると推測される。

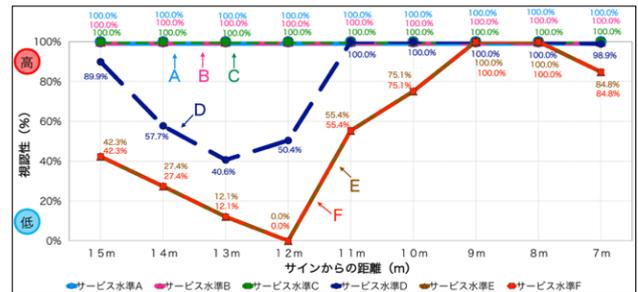


図-7 車いす使用者視点に対する吊り下げ型サインの視認性

## 6. おわりに

本研究では、3 次元点群データによる仮想空間でのシミュレーションにより、吊り下げ型サインの視認性を明らかとし、評価を行なった。吊り下げ型サインは歩行者の過密した空間においても、健常者視点、車いす使用者視点の双方に有効であることが確認できた。このように、点群データを用いてサインの評価への適用は可能だと考える。今後の課題として、対象となるサインの拡充や実空間の比較を行うこと等が挙げられる。

謝辞：実験に協力をいただいた株式会社ニコン・トリンブルの岩上弘明様にここに厚く御礼申し上げます。

### 参考文献

- 1) 岩田彩加, 諫川輝之, 大澤昭彦, 大野隆造: 駅構内における誘導サインの見つけやすさに関する研究, 日本建築学会大会 (北海道) 学術梗概集, pp.775-776, 2013.
- 2) 松本直樹, 佐田達典, 江守央: モバイルマッピングシステムを用いた街路での案内標識の視認性評価, 応用測量論文集 [論文], JAST Vol.27, pp.23-32,
- 3) 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.
- 4) (社) 交通工学研究会: 道路の交通容量 (1985), pp.481-510, コロナ社, 1987.