

駅構内 3 次元点群データを用いた 誘導サインの視認性に関する一考察

太田 耕介¹・江守 央²・佐田 達典³

¹ 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:csku18002@g.nihon-u.ac.jp

² 正会員 日本大学准教授 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:emori.hisashi@nihon-u.ac.jp

³ 正会員 日本大学教授 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:sada.tatsunori@nihon-u.ac.jp

近年、首都圏に存在するターミナル駅では移動円滑化に向けた整備が活発である。しかし、サインの特性や設置間隔について明確に記述した文献は数少ない。サインに関する研究は、総じて実空間における歩行実験を主体としているが、利用者の種別に応じた分析や、歩行者交通の混雑レベルを評価範囲として捉えられない課題が存在する。この課題に対しては、仮想空間をサイン評価に用いることが考えられる。そこで、本研究は駅構内の 3 次元点群データを取得し、点群データを仮想空間として扱うことで 3 種のサイン（吊り下げ型・壁型・路面型）の評価を行った。

その結果、歩行者交通が混雑しない空間においては、吊り下げ型と路面型が高い視認性を有することを確認した。しかし、ピークのきびしい交通ターミナルでは、路面型、壁型が低い視認性となった。

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

1. はじめに

Tokyo 2020 を目前に控えた我が国では、人の移動円滑化に向けた取り組みが非常に活発であり、特に首都圏におけるターミナル駅ではガイドライン^{1,2)}が数多く策定されている。東京都が策定した移動円滑化に関するガイドライン³⁾では、移動制約者へ配慮した計画であることの重要性について記載している。また、駅構内に常設される誘導サインにも言及しており、吊り下げ型のみならず、壁型や路面型のサインを活用する推進や、サインを一定間隔かつ連続的に設置することを推奨している。しかし、ラッシュ時には歩行者交通の混雑によってサインの視認性が著しく低下する恐れを懸念している。

サインに関する研究⁴⁻⁶⁾は様々あるが、その研究手法は総じて実空間における歩行実験を主体としたものである。しかし、この手法にはいくつかの課題が存在する。多くの労力と時間を要する歩行実験では、移動制約者を対象とした分析が困難となる点や、動的な事象ともなる他の歩行者交通の混雑が及ぼす影響を評価範囲として捉えられない点が課題となる。これら課題に対応するためには、

仮想空間を用いることが考えられる。仮想空間であれば、アイレベルの変更がスムーズに行えるため、移動制約者の視点にて歩行シミュレーションでき、空間上にオブジェクトを設置することで歩行者交通の混雑レベルを評価範囲として捉えることが可能となる。そこで太田ら⁷⁾は、仮想空間にてサイン評価が可能であるか検討すべく、3次元点群データにて表現される仮想空間上で、吊り下げ型サインの視認性評価を行った。その結果、吊り下げ型サインは混雑した状況下においても高い視認性を有するサインであることを明らかとし、仮想空間にてサイン評価を行う有用性について言及した。しかし、様式の異なる誘導サイン（壁型や路面型等）の視認性については、確認できていない。

そこで本研究は、仮想空間にて 3 種の誘導サイン（吊り下げ型・壁型・路面型）の視認性を評価し、サインの形態ごとに比較する。視認性を評価するにあたり、先述した課題に対応すべく、2 つの視点高さ（健常者視点、車いす使用者視点）を設けることで移動制約者の視点も包括した分析を行う。また、人に見立てたオブジェクト（以下、人オブジェクト）を仮想空間に配置することで、

歩行者交通の混雑がサインに及ぼす影響についても言及している。

また、本研究に使用する仮想空間は、屋内型 MMS (Mobile Mapping System) を使用して取得した 3 次元点群データである。点群データによって表現される仮想空間は、計測実験を行った時々の状況をありのまま再現できることから、現状の評価を行うには効率的かつ最適なデータであることや、工事中に設置される仮設的なサイン等も評価対象とできる等の優位性がある。

2. 3次元点群データ取得のための計測実験

本研究を進めるにあたり、サインの設置がなされる公共空間を計測し、点群データを取得する必要がある。そのため、対象とする公共空間を鉄道駅とした。数ある鉄道駅の中でも、東急電鉄や東京地下鉄の路線が乗り入れる渋谷駅を選定している。渋谷駅は、誘導サインの表現様式が多様化しており、吊り下げ型サインの他に壁型や路面型など豊富にサインが常設されていることが選定理由となる。

屋内計測実験は、2017年9月25日24:30(終電後)から、9月26日4:00(始発前)の間に実施した。使用した屋内用 MMS は、ニコン・トリンプル社製の TIMMS (Trimble Indoor Mobile Mapping Solution) である。点群データの取得に際し、計測したエリアを図-1に示す。図-1における計測エリアは全て改札外コンコースにあたり、計

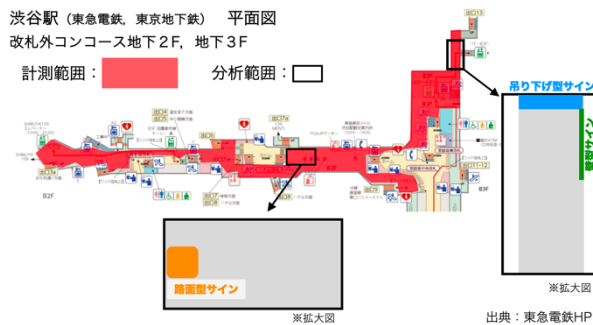


図-1 渋谷駅における計測範囲と分析範囲



図-2 可視化した点群データと現実空間の比較

77のサインを確認している(2017年10月10日時点)。その後、取得した点群データを確認し、各サインを点群として明瞭に取得できている地点にて分析を行う。

図-2は、実験により取得された点群データの一部であり、吊り下げ型サインと壁型サインが最も明瞭に取得できた地点でもある。壁型サインは輪郭を認識できるとどまらず、サイン内に記載されている情報内容まで可読できる。一方で、吊り下げ型サインは輪郭のみ認識できるが、サイン内の情報内容については可読できないデータとして取得されている。これは、渋谷駅に常設される吊り下げ型サインが内照式(サイン内部から光を発生し、視認性を高めるタイプ)であったことから、レーザーが光によって正確に照射されなかったと推測する。

3. 歩行シミュレーションにおける設定

(1) 視点高さと視認距離区間

点群データにて表現される仮想空間にて、任意のアイレベルを持つ視点者(サインの視認性を評価する人)が歩行シミュレーションを行うにあたり、その視点高さと視認距離区間を設定した。

視点高さは、「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 鉄道等編⁸⁾」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、健常者視点における視点高さを1,560mm、車いす使用者における視点高さを1,175mmと設定した。

視認距離区間は、サインのある位置を0mと考え、サインから7m~15mの直線区間かつ通路中央に存在している。視認距離区間には1m間隔で視認位置(サインを視認する位置)が設けられている。

(2) 分析範囲の広さとサービス水準

歩行者交通の混雑がサインに与える影響について明らかとするため、分析範囲内に人に見立てたオブジェクトを配置する。歩行者交通の混雑に関する文献として、「歩行者の空間 -理論とデザイン-」におけるサービス水準A-F⁹⁾を参考とした。サービス水準は、ある空間モジュールにおいて、1人あたりの保有するスペースが一定の数値を下回った場合、その歩行路のサービスレベルが低下することを定義しており、その数値と概要を表-1に示す。表-1よりサービス水準Cに相当する混雑は、すでにピークのきびしい交通ターミナルに生じる水準であることが記載されており、それ以上に水準が低下した場合には流動が停止する事態に陥る可能性を指摘している。本研究は、ターミナル駅に存在するサインを対象としているが、交通流が停止するような非日常的な状況下での

表-1 空間モジュールにおけるサービス水準⁹⁾

| サービス水準 | 空間モジュール (㎡/人) | 説明 |
|--------|---------------|---|
| A | 3.5 以上 | 歩行者は、遅い人を追い抜いたり、好きな歩行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。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に生じる。 |
| D | 1.0～ 1.5 | 遅い人を追い抜いたり、衝突を避けることが困難である。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。流れが頻繁に停止または中断される。 |
| F | 0.5 以下 | 全ての歩行者はずり足のみ全身可能である状態。交通マヒの状態であり、立ち止まっている。 |

表-2 分析範囲内に存在する歩行者数

| サービス水準 | 分析範囲90㎡における歩行者数 |
|--------|-----------------|
| A | 0人 ～ 25人 |
| B | 26人 ～ 36人 |
| C | 37人 ～ 60人 |

視認性を明らかとする目的にはないことから、サービス水準Cまでを対象として扱う。

表-1における空間モジュールを仮想空間へ適応するためには、分析範囲の広さを設定する必要があるため、広さを90㎡（通路復員：6m，奥行き：15m）と設定した。分析範囲の広さを決定した後に、各サービス水準に対応する歩行者数を算出した。表-2は算出した数値であるが、ばらつきがあったことからおおよその中間値を取り、サービス水準Aに対応する歩行者数は12.5人，サービス水準Bに対応する歩行者数は30人，サービス水準Cに対応する歩行者数は50人と決定した。

(3) 人オブジェクトの設置

仮想空間に配置する歩行者数を決定した後に、人を想定したオブジェクトの大きさ等を設定した。配置する人オブジェクトは、成人男性の平均値から横幅が0.45m，高さを1.68mとしている。図-3は、サービス水準Aにおける歩行者数を、人オブジェクトを用いて配置した俯瞰図である。

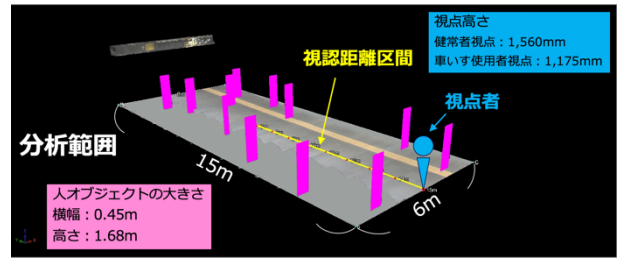


図-3 サービス水準Aにおける人オブジェクトの配置

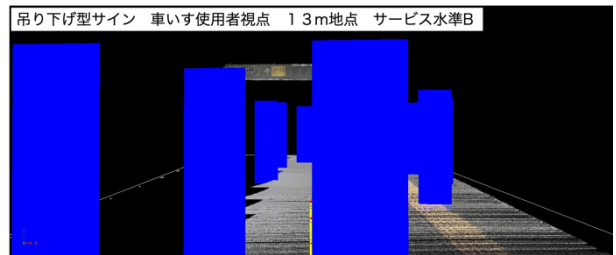


図-4 撮影した静止画像の一例

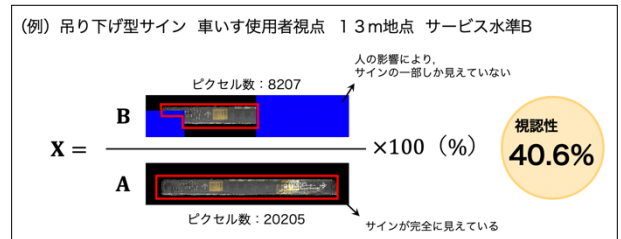


図-5 視認性の算出方法に関する模式図

イン方向へ視認距離区間上を前進する（スタート地点は15m 地点となる）。視認距離区間には1m 間隔に視認位置を設けており、その位置ごとに静止画像を作成する。図-4は、サービス水準Bにおいて、13m 地点から車いす使用者の視点高さにて撮影した静止画像である。この画像を Adobe 社製の Photoshop で処理し、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のグラフを作成し、視点高さによる差やサービス水準ごとにサインの視認性における特性や傾向を把握する。視認性の算出には、式(1)を使用した。

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

ここで、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、図-4にて撮影した静止画像を用い、式(1)を適応することで視認性を算出した模式図である。図-5に示す状況における視認性は40.6%であるが、サインが人

4. 評価方法

視点者は、点群データで表現される仮想空間にて、サ

オブジェクトの影響を全く受けておらず、全て視認可能である場合の視認性は、100.0%となる。その逆の状況となるサインが全く視認できない場合の視認性は、0%となる。

5. サインの視認性評価

(1) サービス水準 A における各サインの視認性

図-6は、サービス水準Aにおける各サインの視認性グラフであり、左部は健常者視点、右部は車いす使用者視点となっている。

両視点から作成された視認性グラフを比較すると、ほぼ同様の視認性グラフが描かれていることが読み取れる。これは、サービス水準Aのような歩行者が自由歩行を選択できるような状況下において、視点の高さがサインに与える影響はごく僅かであると考察できる。また、各サインのグラフを比較すると、吊り下げ型サインの視認性はどの地点においても視認性100.0%を有することが明らかとなった。路面型サインも同様に、15m 地点から非常に高い視認性を有することがグラフより読み取れる。また、15m 地点での視認性は 89.3%であることに對し、8m

地点と 7m 地点では 100.0%に到達している。グラフに形状が右肩上がりの直線であることから、路面型サインはサインに接近するほど視認性が向上する傾向にあると考察ができる。

壁型サインについては、サインに接近することで視認性が向上する傾向を見せるが、最近接する 7m 地点において視認性が低下している。これは、壁型サインが歩行者交通の混雑による影響を受けやすいため、その時々流動によって視認性が異なるとの推測に繋がる。

(2) サービス水準 B における各サインの視認性

図-7は、サービス水準Bにおける各サインの視認性グラフであり、左部は健常者視点、右部は車いす使用者視点となっている。

健常者視点と車いす使用者視点の視認性グラフを比較すると、グラフの形状に差異が確認された。特に、吊り下げ型サインの視認性グラフに大きな差があると読み取れる。健常者視点に対する吊り下げ型サインは、どの地点においても視認性100.0%と高水準にある。一方、車いす使用者視点に対する視認性は、15m 地点から 13m 地点にかけて視認性が低下している。しかし、12m 地点より視認性が向上し始めることも明らかとなった。これらの

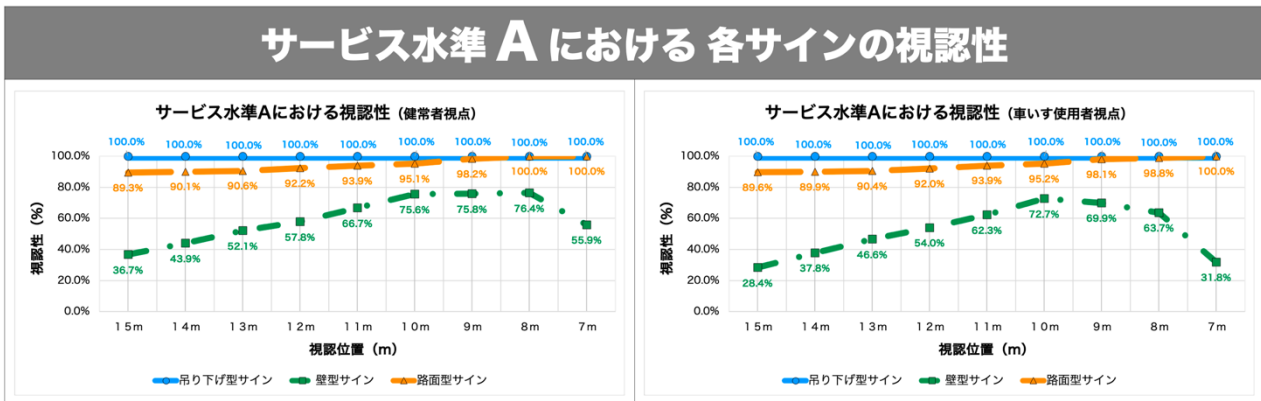


図-6 サービス水準 A における各サインの視認性

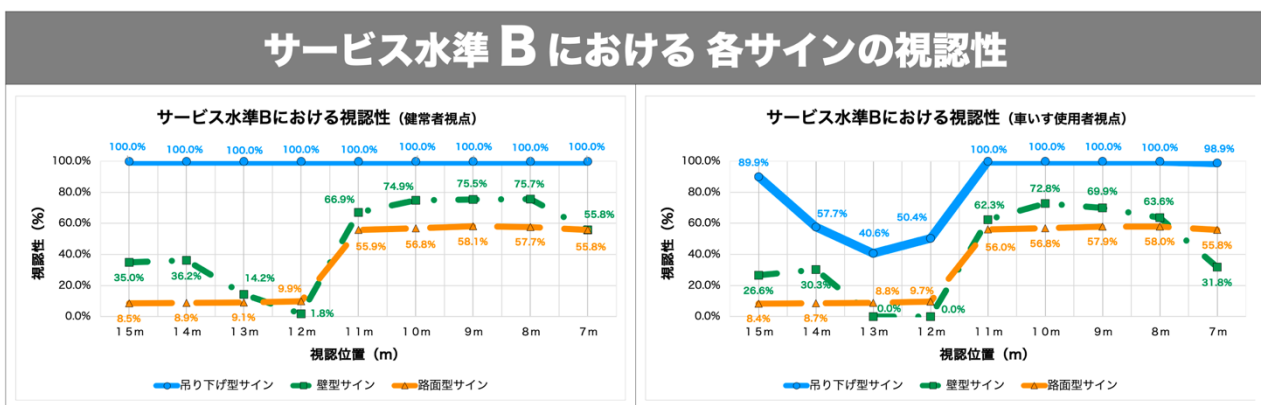


図-7 サービス水準 B における各サインの視認性

サービス水準 C における 各サインの視認性

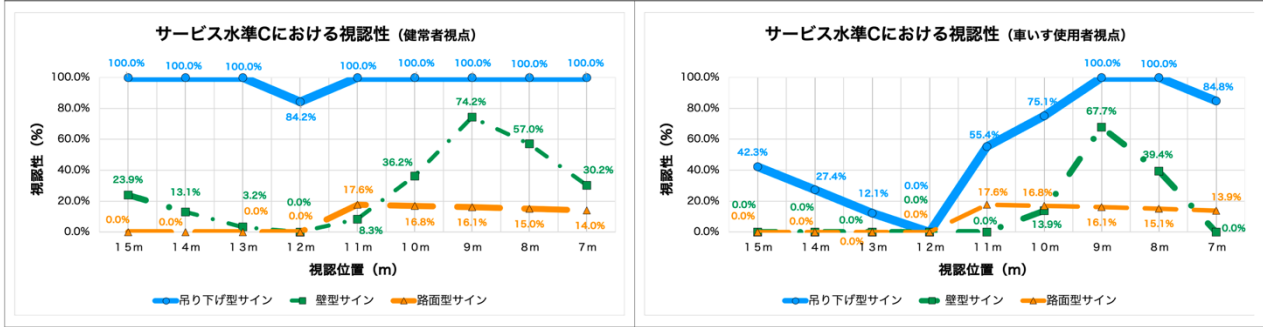


図-8 サービス水準 C における各サインの視認性

結果より、サービス水準 B 程度の混雑が想定されるかつ、バリアフリー経路等の重要動線には吊り下げ型サインを密に配置することへの言及が可能である。

2つの視点における壁型サインと路面型サインの視認性グラフに着目すると、グラフの形状に大きな差は見られない結果が得られた。路面型サインに関しては、視認性の値もほぼ変化しておらず、混雑レベルが上昇した状況下においても視点高さによる影響は受けにくいことが明らかとなった。壁型サインは、若干の視点高さによる影響を受ける。視点の下がった車いす使用者視点を健康者視点と比較すると、地点によって 15.0%前後の視認性低下が見られた。

(3) サービス水準 C における各サインの視認性

図-8は、サービス水準 C における各サインの視認性グラフであり、左部は健康者視点、右部は車いす使用者視点となっている。

健康者視点と車いす使用者視点の視認性グラフを比較すると、グラフの形状に大きな差異があることを確認した。健康者視点と車いす使用者視点を比較すると、図-8においても、吊り下げ型サインの視認性グラフに大きな差が生じている。図-7における吊り下げ型サインの視認性グラフ以上の差異が確認された。これは、サービス水準 C (ターミナル駅に生じる容量) 程度の混雑が発生した際、健康者と車いす使用者では見え方が全く異なることを示している。図-8における視認性の差における最大値は、13m 地点での 87.9%である結果が得られた。視認性の平均値を比較した結果、43.0%の差であった。これは、サービス水準 C 程度の混雑が予想される鉄道駅等において、車いす使用者の視点は健康者の視点よりもサインを約 50%も視認できないことを示す。よって、大規模なターミナル駅でのバリアフリー経路等に指定された重要コンコースでは、吊り下げ型サインを密に配置することの重要性を指摘する。

路面型サインと壁型サインの視認性グラフに着目すると、グラフ形状に大きな変化は見られない。特に、路面型サインに至っては、非常に混雑した状況下においても視点の変化による影響は受けにくいという結果が数値より明らかとなった。壁型サインは、図-7における考察と同様に、地点によって 15.0%前後の視認性低下がみられたことを報告する。

6. おわりに

(1) 本研究における成果

本研究は、3次元点群データにて表現される仮想空間にて、3種の誘導サイン(吊り下げ型・壁型・路面型)の視認性を評価した。評価するにあたり、2つの視点高さ(健康者視点と車いす使用者視点)を設け、歩行者交通の混雑レベルを考慮するため、仮想空間上に人オブジェクトを設置した。その結果、各誘導サインの視認性について得られた結果について、以下に示す。

- サービス水準 A のような歩行者が自由歩行可能な状況下において、2つの視点に対する吊り下げ型サインと路面型サインは非常に高い視認性を有した。自由歩行が可能であるコンコースにおいて、吊り下げ型サインと路面型サインは、2つの視点に対して有効であると明らかにした。しかし、壁型サインに関して、サインに近接していくことで視認性が回復する傾向を示したが、歩行者の流動によっては著しく見えなくなる可能性もある。また、車いす使用者の視点であった場合、健康者の視点より 15%前後の視認性低下が同えた。
- サービス水準 B のような歩行者が正常な歩行速度を維持できる状況下において、健康者視点に対する吊り下げ型サインは高い視認性を有することが明らかとなった。一方で、車いす使用者視点に対しては、15m～12m 地点の 4m 間にて最大 60%程度の視認性低下が見

られた。壁型サインと路面型サインは、視点変化による影響は著しいものではないことを示した。また、この 2 種類のサインは、11m 地点よりサインに近接することで、急激に視認性が向上する結果を示した。

- サービス水準 C のような歩行者交通量の混雑が激しい容量に達した状況下では、健常者視点に対する吊り下げ型サインのみ高い視認性を有することが明らかとなった。路面型サインは他のサービス水準と比較し、両視点で著しい視認性の低下を見せた。壁型サインも同様に 11m 地点まで低い視認性となる結果となった。ターミナル駅において、ラッシュが想定されるかつ、バリアフリー経路に指定されている重要経路において、誘導サインを密に設置することの重要性について言及が可能となる結果を示した。

以上の結果が得られたことから、状況を仮想空間として表現可能な 3 次元点群データにてサイン評価を行う有用性を改めて確認した。第 1 章で記述した通り、誘導サインに関する研究手法は、総じて実空間における歩行実験が主体である。従来の手法では明らかとされなかった結果が得られることを本研究により示した。

(2) 残された課題について

本研究を行うにあたり、評価範囲として捉えられない点や、今後の課題となる事柄についても確認した。本研究における考慮できない点を課題として、以下に示す。

- 視点者（人間個人）の持つ心理的要因：不慣れな場所や、知らない空間に人間は不安感や落ち着かない感情を抱く。実空間における研究であった場合、それらを含めた評価が可能であるが、本研究によるサイン評価手法では考慮できない点が課題となる。
- 実験エリアにおける空間的要因：天井の高さや空間の持つ広さ、輝度、サインの明るさ、デザイン、色もサインの視認性に大きな影響を及ぼす。これらの空間的要因は被験者の視力など身体的特性に依存するが、本研究での評価手法では言及できない点が課題となる。

これらの課題への対応には、例えば、現在注目の技術とされる仮想現実（VR：Virtual Reality）などを活用し、視点者の心理的要因を包括した研究として推進することが重要である。また、歩行者交通を流動のない人オブジェクトとして再現するのではなく、流動のある歩行者交

通を仮想空間上に再現することで、現実性との乖離を抑えた研究としても発展させる必要がある。これら課題に対応することで、サインの配置計画に寄与する論文として位置付けられると考えられる。

謝辞：実験にご協力いただきました株式会社ニコン・トリブルの岩上弘明氏、並びに東京急行電鉄株式会社の豊田弘茂氏と山中莉奈氏、渋谷区役所の中田和宏氏にここに厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 池袋駅周辺地域再生委員会：池袋ターミナル案内サインガイドライン Ver 1.1, <https://www.city.toshima.lg.jp/405/documents/saigaidorain-honpen_kaitai.pdf>, (入手 2019. 7.24) .
- 2) 新宿ターミナル協議会：新宿駅ターミナル基本ルール, <<http://www.metro.tokyo.jp/INET/OSHIRASE/2016/04/DATA/20q41201.pdf>>, (入手 2017. 9. 17) .
- 3) 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.sangyodorodo.metro.tokyo.jp/tourism/595c569d81ba35a65e2734d9e0daf4e9.pdf>>, (入手 2018. 7.23) .
- 4) 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.
- 5) 大森清博, 柳原崇男, 北川博巳, 池田典弘：ロービジョン者と晴眼者に対する路面誘導サインの効果の検証, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), Vol.70, No.5 (土木計画学研究・論文集第 31 巻), I_961-I_969, 2014.
- 6) 池田佳樹, 辻村壮平, 吉田圭一, 平手小太郎：キャプション評価手法を用いた首都圏ターミナル駅でのサイン計画に関する研究, 日本建築学会系論文集 第 82 巻 第 738 号 pp.1905-1914, 2017.
- 7) 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, I_29-I_37, 2018.
- 8) 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.
- 9) 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.

(2009. 7. 1 受付)

A STUDY ON VISIBILITY OF THE SIGNAGES USING 3DIMENSION POINT CLOUD DATA OF THE STATION

Kosuke OTA, Hisashi EMORI and Tatsunori SADA

Currently, guidelines have been created to facilitate the movement of people at terminal stations in the Tokyo metropolitan area. On the other hand, there are few documents related to the effects of signages and the intervals between signages. The research methods for the signage are generally walking experiments in real space. However, with this method, there is a problem that the type of user and congestion of pedestrians cannot be involved as research. This problem can be solved by using virtual space for research. Therefore, in this study, 3dimension point cloud data in the station was acquired, and three kinds of signages (hanging type, wall type, floor type) were evaluated by treating the point cloud data as a virtual space. As a result, in the space without the congestion of the traffic by the pedestrian, it became the visibility that a hanging type and a floor type were high. However, in some crowded places, it became the visibility that a floor type and a wall type are low.