

VR を用いた健常者視点と車いす利用者視点における吊り下げ型サインの判読性評価に関する研究

木戸 慎也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: cssi20003@g.nihon-u.ac.jp

² 正会員 日本大学准教授 理工学部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

³ 正会員 日本大学教授 理工学部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

鉄道駅には、わかりやすいデザインのサインが多く整備されてきた。しかし、空間の混雑度に対応した設置間隔が定まっていない点や車いす利用者に配慮した整備が不十分である。そこで、本研究では VR を用いて健常者視点と車いす利用者視点における吊り下げ型サインの判読性を評価した。VR を用いてサインから目的地の方向を判読する実験を実施し、空間混雑度が異なる複数の実験パターンで判読性を評価した。また、被験者の頭部の傾き角度を取得し、サイン情報を判読するまでの首振り回数を分析した。結果として、健常者視点において吊り下げ型サインの判読性は空間混雑度の影響を受けづらいこと、車いす利用者視点では空間混雑度の影響を受けることが示された。

Key Words: *Sinage, Readability, Wheelchair Users, Station, VR*

1. はじめに

近年の鉄道駅に設置されるサインは、書式やデザイン、配色などの整備方法が統一され、見やすさ、わかりやすさは向上されてきている。一方で、サインは高齢者や車いす利用者などの移動制約者にも配慮した整備が求められている。「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」¹⁾では、視点高さが低い車いす利用者は、前方歩行者によって視線が遮られ、吊り下げ型のサインが見えにくくなること指摘している。そのため、混雑度が高い空間においては、設置されたサインが遮蔽されて効果を発揮しづらくなることが考えられる。現状のサインの設置方法に関するガイドラインでは、車いす利用者の視点高さに配慮した整備基準や、複数の空間混雑度を考慮したサインの設置間隔に関する言及はされていない。この点において車いす利用者に配慮したサインの整備は不十分となっていると考えられる。

このようななか、太田ら²⁾は、健常者視点と車いす利用者視点における吊り下げ型サインの視認性を研究した。この研究では、交通シミュレーションを用いて、空間混

雑度別のサインの見え方を定量的に評価し、空間混雑度別の健常者と車いす利用者視点のそれぞれのサインの設置間隔を提案している。しかし、交通シミュレーションを用いた手法では、サインの視認性（サインの発見しやすさ）を評価できるが、個人の行動や主観が伴う判読性（サインを読み取りやすさ）については評価できない。

そこで、本研究では個人自らが判読するために行動を行えるツールとして **Virtual Reality**（以下、**VR**）を用いて実験を行う。この **VR** は人工的に作られた仮想空間を体験することができる技術であり、サインに関する研究で **VR** を用いた研究事例³⁾⁴⁾がいくつか報告されている。**VR** は空間混雑度を含めた複雑な条件を再現できることや、利用者の主観や判断を含めた評価ができることに利点がある。また **Head Mounted Display**（以下、**HMD**）のセンサーによって、実験中の被験者の挙動について分析することも容易である。本研究では、健常者視点と車いす利用者視点における吊り下げ型サインの判読性を **VR** を用いて評価し、得られた判読性と被験者の挙動から、健常者と車いす利用者を対象とした吊り下げ型サインの設置に関する知見を得ることを目的とする。

2. 実験空間の作成

(1) 実験空間の形状

サインの判読性を評価するための実験空間を、ゲーム制作ツール Unity を用いて、図-1 に示すような駅を想定した T 字路分岐に繋がる直線通路空間を作成した。通路幅 6m, 奥行き 40m, 通路面積 240m² であり、T 字路分岐点には吊り下げ型サインが設置されている。本研究では、乗り換え時の移動を想定しており、JR 線や京王線などの路線名を目的地としてサインを判読する。吊り下げ型サインのデザインは新宿ターミナル協議会の整備資料⁵⁾を参考に新宿駅のサインを模倣したサインを作成した。図-2 はサインデザインの 1 例を示し、大きさは横幅 6,000mm, 縦幅 450mm で、目的地となる路線名の文字の大きさは 140mm である。同様のデザインのサインを 10 パターン用意した。



図-1 実験空間の風景



図-2 吊り下げ型サインのデザイン

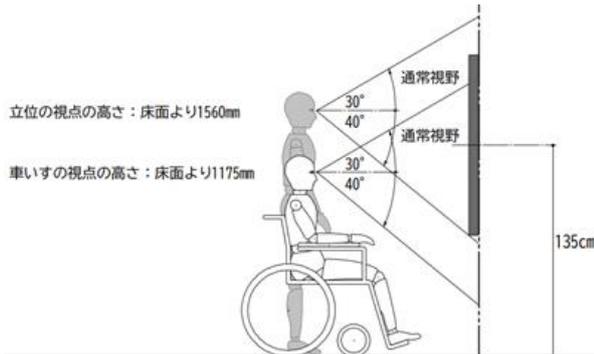


図-3 健常者と車いす利用者の視点高さ¹⁾

(2) 空間混雑度の設定

歩行者の混雑が吊り下げ型サインの判読性に与える影響を評価するため、空間混雑度を設定した。本研究では、流入部のない直線通路であるため、歩行者は単純な挙動を想定している。歩行者の挙動はプログラムによって、予め決められたルートを進むように設計した。

空間混雑度については、歩行者の混雑を定量的に示す空間モジュールとサービス水準⁶⁾を適応しており、流動が停止する可能性がないサービス水準 A, B, C の 3 種類を対象水準とした。表-1 は、サービス水準と空間モジュール、各サービス水準における空間の状況と通路面積 (240m²) あたりの歩行者人数、歩行者同士の間隔を意味する平均人間距離が示されている。

同じサービス水準の混雑度であっても、被験者と前方者の距離によってサインの判読性に影響が生じると考えられる。そこで、サービス水準ごとに予め被験者の前方者距離を 5m, 3m, 1m と設定ターンの空間混雑度を用意した。さらに、空間に被験者以外の歩行者が存在しない混雑なしの 1 パターンを加え、空間混雑度が異なる全 10 パターンの実験空間を作成した。

(3) 視点高さの設定

健常者視点と車いす利用者視点の判読性を被験者の身長に関わらず、同じ視点高さで評価する必要がある。そのため、作成した実空間内を体験する際の視点高さは、「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」に掲載されている「近くから視認するサインの掲出高さの考え方」(図-3)を参考に、健常者視点高さは 1,560mm, 車いす利用者視点高さを 1,175mm とした。

3. 評価方法と実験手順

(1) 判読性の評価方法

本研究では、サインに直進しながら目的地の方向が左右どちらの方向かを読み取ることを判読と定義している。また、判読性を評価するために、「被験者が目的地の方向を判読したときの被験者とサインまでの距離」を測定する。この距離を判読距離とし、実験条件ごとの判読距離を比較することで、判読性を評価する。

表-1 サービス水準と空間モジュール

サービス水準	空間モジュール	空間の状況	通路面積(240m ²)あたりの歩行者人数	平均人間距離	説明
A	3.5m ² /人以上		68人以下程度	3.5m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可能
B	2.5m ² /人～3.5m ² /人		68人～96人程度	3.5m～2.5m	正常な歩行速度で歩くことが可能 大部分が同じ方向の流動であれば追い越し可能
C	1.5m ² /人～2.5m ² /人		96人～160人程度	2.5m～1.5m	自由歩行や追い越しが制限される 適度な流動があり、ピークのきびしい交通ターミナル等相当



図-4 実験の様子

(2) 実験手順

被験者は、HMD を装着し実験空間を VR で体験し、サイン方向に直進する。進みながらサインから目的地の方向を読み取ることができたら、手元のコントローラのボタンを押し、判読距離を測定する。この作業を空間混雑度と視点高さが異なる全 20 パターンの実験条件で行う。被験者は健常者視点高さのパターンでは直立した状態で実験を行い、車いす利用者視点高さのパターンでは車いすに座った状態で行う (図-4)。

実験中は被験者の頭部の 3 軸傾き角度を HMD のジャイロセンサーを用いて取得した。傾き角度は毎秒 10 回ずつ記録され、これからサインに向かって直進する間の被験者の首振り行動を評価する。

実験は日本大学理工学部船橋キャンパス 7 号館の 719 教室で 2021 年 7 月に実施した。被験者は 20 代の男性 13 名であった。

4. 判読距離測定結果と考察

(1) 健常者視点高さの判読距離比較

図-5 は健常者視点高さにおける実験パターン別の判読距離の箱ひげ図を示している。混雑なしでの平均判読距離は約 32m であった。サービス水準 A から C のいずれの混雑度において、前方者の距離がいずれの場合でも平均判読距離は 30m 前後で、混雑なしと比べて判読距離の変化は小さいことがわかる。これは、健常者視点高さにおいて、サービス水準 A からサービス水準 C の空間混雑度は吊り下げ型サインの判読性に与える影響が小さいことを示し、遠方の地点からでもサインを判読できることを意味している。

「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」に掲載されている「遠くから視認するサインの掲出高さの考え方」では、サインの掲出高さが 2.5m の場合は、通常の歩行者が視認できる距離が約 30m であると報告している。また、「文字の大きさの選択の目安」では、30m の距離から判読するために有効な文字の大きさは 120mm 以上が有効であると報告している。本研究では、吊り下げ型サインの掲出高さを 2.55m、文

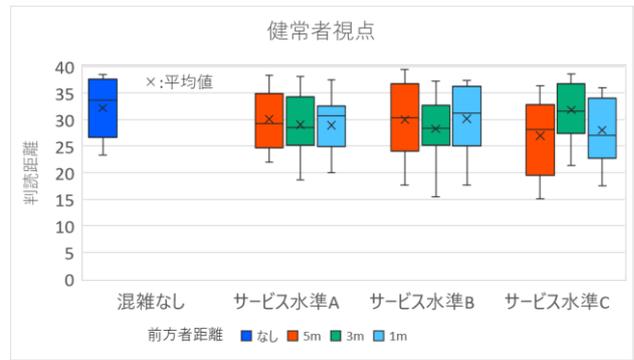


図-5 健常者視点における判読距離結果

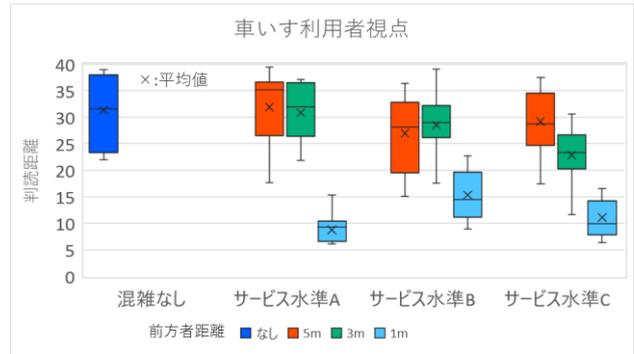


図-6 車いす利用者視点における判読距離結果

字の大きさを 140mm として実験を行った。以上のことから、健常者を対象とした場合、サービス水準 A から C の混雑度であれば、吊り下げ型サインは、現状のガイドラインが想定している設置間隔で設置することが可能であることが示された。

(2) 車いす利用者視点高さの判読距離比較

図-6 は車いす利用者視点高さにおける実験パターン別の判読距離の箱ひげ図を示している。グラフを全体的に着目すると、サービス水準や前方者距離の違いによって判読距離に変化が生じている。混雑なしでの平均判読距離で 31m で、健常者視点高さの場合と変化がないことがわかる。サービス水準 A の混雑度において、前方者距離が 5m、3m の場合の平均判読距離は 30m 前後を示しているが、前方者距離が 1m の場合には、平均判読距離が約 9m と大きく低下した。同様にサービス水準 B では、前方者距離が 5m、3m の場合では 30m 程度で、前方者距離が 1m の場合は約 15m となった。サービス水準 C においては、前方者距離が 3m の場合は約 23m、前方者距離が 1m の場合には 11m 程度の平均判読距離となった。これは、空間混雑度の違いが車いす利用者視点における吊り下げ型サインの判読性に影響があることを表しており、サインに近づかなければ目的地の方向を判読できないことを意味している。

いずれのサービス水準においても、前方歩行者と 3m 以上の間隔が確保できる混雑度でなければ、吊り下げサ

インは完全な効果が得られないことが示された。しかしながら、サービス水準Aは、表-1にある通り人間距離は平均3.5mであり、前方歩行者と十分な距離をとれる混雑度だと想定され、前方者距離が1mとなる状況は考えにくい。したがって、車いす利用者視点においてサービス水準Aの混雑度は、吊り下げ型サインの判読性に与える可能性は低いと予想される。そのため、健常者を対象とした場合と同様の間隔で設置することが検討できる。またサービス水準B、Cについては、人間距離がそれぞれ平均2.5m、1.5mが考えられるため、前方者と十分な間隔を確保できないことが予想される。したがって、吊り下げ型サインの設置間隔の見直しや、壁型や路面型などの吊り下げ型以外のサインを併設する等の検討が必要な空間混雑度であるといえる。

5. 首振り行動の分析

(1) 分析方法

被験者の挙動について分析する。被験者がサインに直進し、目的地の方向を判読するまでの首振り回数を算出する。HMDのジャイロセンサーにより得られたサインを見上げる X (Pitch) 軸、方向転換を確認する Y (Yaw) 軸、前方者を避ける Z (Roll) 軸の3軸の傾き角度をグラフに描画することで、どの地点で首振りを行ったかを確認できる。図-7は傾き角度をグラフで示した例である。本研究では3軸のうち、前方者を避ける挙動である Z (Roll) 軸に着目して首振り回数を算出する。

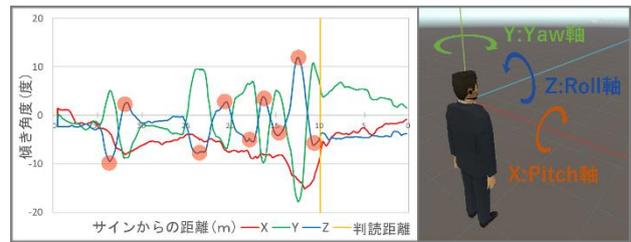


図-7 3軸傾き角度のグラフ

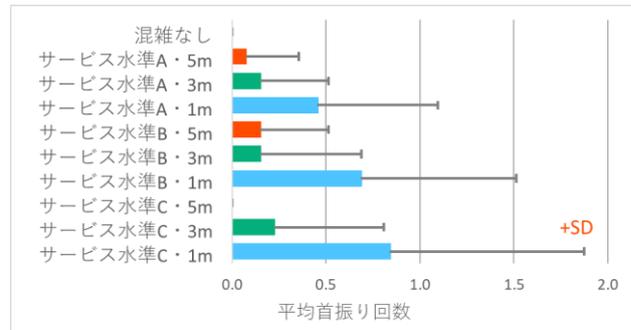


図-8 健常者視点高さの平均首振り回数

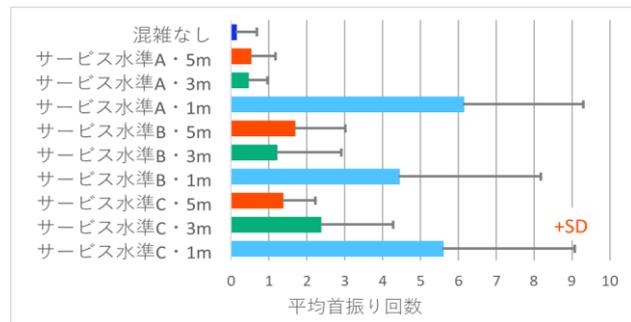


図-9 車いす利用者視点高さの平均首振り回数

(2) 健常者視点高さ

図-8は健常者視点高さにおける実験パターン別の平均首振り回数を示したグラフである。前方者距離によって僅かに違いが生じているものの、どの実験パターンにおいても平均首振り回数は1回以下であった。したがって、健常者視点高さでは、混雑度によって首振り回数が増加することが少ないと考えられる。

(3) 車いす利用者視点高さ

図-9は健常者視点高さにおける実験パターン別の平均首振り回数を示したグラフである。図から実験パターンによって、平均首振り回数に変化が生じていることがわかる。混雑なしやサービス水準Aの前方者距離5mと3mのパターンの平均首振り回数は1回以下であることから、健常者と変化が見られないと考えられる。変化が生じたパターンについては、前方者距離が1mの場合、どのサービス水準においても首振り回数が4回以上となった。すなわち、前方者と十分な距離を確保できない空間においては、設置された吊り下げ型サインが効果を発揮できず利用者に負担がかかっていることが考えられる。

6. おわりに

本研究では、VRを用いて健常者視点と車いす利用者視点における吊り下げ型サインの判読性を評価した。結果として、健常者視点においては、判読距離や首振り回数の比較から、サービス水準AからCの空間混雑度が判読性に与える影響は小さく、現状のガイドラインが想定している設置間隔で吊り下げ型サインを設置することが可能であることがわかった。車いす利用者視点高さにおいては、サービス水準A程度の混雑では、健常者と変わらない判読性であることが示された。一方で、サービス水準BやCの混雑では、判読距離が短くなることや首振り回数が増加することから、判読性に影響があることが明らかとなった。したがって、サービス水準B以上の混雑が予想される空間で、車いす利用者に配慮した整備をする場合は、健常者を対象とする場合よりも狭い間隔で連続的に吊り下げ型サインを設置することが望ましいと考えられる。今後は、被験者の挙動の分析について視力や主観等の個体差を含めて行っていく。

参考文献

- 1) 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，pp. 45-74，2007.
- 2) 太田耕介, 江守央, 佐田達典：旅客通路に設置される誘導サインの視認性評価による設置条件に関する研究，福祉のまちづくり研究，22 卷，pp.35-46，2019.
- 3) 石突光隆：VR 技術を用いて鉄道駅空間の避難安全性を向上させる，RRR，Vol.77，No.1，pp.24-27，2020
- 4) 西川麻里奈, 馬也, 許載永, 平手 小太郎, 池田 佳樹, 石間 計夫：VR を用いた駅空間におけるサインの発見しやすさに関する研究，日本建築学会環境系論文集，85 卷，No.774，pp.569-577，2020
- 5) 新宿ターミナル協議会：東京都都市整備局，https://www.toshiseibi.metro.tokyo.lg.jp/kiban/shinjuku_terminal/，閲覧日 (2021.8.10)
- 6) ジョン・J・フルーイン著，長島訳：歩行者の空間-理論とデザイン-，鹿島出版会，1974.

(?)

A STUDY ON THE READABILITY EVALUATION OF HANGING SIGNAGES
FROM THE VIEWPOINT OF NORMAL PERSONS AND WHEELCHAIR USERS
USING VR

Shinya KIDO, Hisahi EMORI and Tatsunori SADA

Many easy-to-understand signage has been installed in railroad stations. However, there is a lack of consideration for wheelchair users and the lack of a fixed interval between signage that corresponds to the level of congestion in the space. In this study, we evaluated the legibility of suspended signs from the viewpoints of normal peoples and wheelchair users by using VR. In addition, the head tilt angles of the subjects were obtained, and the number of head swivels until the sign information was deciphered was analyzed. The results showed that the legibility of the hanging sign was not easily affected by the degree of spatial congestion from the viewpoint of normal persons, while it was affected by the degree of spatial congestion from the viewpoint of a wheelchair users.