

# 公共空間の包括的評価のための 歩行者サービス水準に関する研究動向

井料 美帆<sup>1</sup>

<sup>1</sup>正会員 名古屋大学准教授 大学院環境学研究科都市環境学専攻  
(〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町)  
E-mail:iryoo@nagoya-u.jp (Corresponding Author)

従来、鉄道駅などの混雑する歩行空間では、交通容量や歩行者密度に基づくサービス水準により歩行者の移動機能の評価が行われてきた。一方近年、魅力的な歩行空間設計への関心が高まっており、ウォークアビリティ指標として、歩行空間の回遊・滞留機能や快適性を評価する手法の検討が進められている。実際の歩行空間では両方の機能が期待されることが多く、利用目的の異なる歩行者・滞留者が混在する中で、様々な観点から一つの空間を評価することが求められる。本稿では、歩行者交通流の特徴に基づく移動機能の評価手法を中心に、サービス水準とウォークアビリティ指標にかかる研究動向を整理した。また、歩行者の移動・滞留・回遊を同時に検討するために必要となる事項について整理した。

**Key Words:** pedestrians, quality of service, level of service, walkability

## 1. はじめに

持続可能なまちづくりを行う観点から、近年歩行空間への関心はますます高まっている。道路空間においては、歩行者利便増進道路の指定や、「居心地が良く歩きたくなるまちなか」を構築するためのまちなかウォークアブル推進プログラム<sup>1)</sup>等が提示され、歩行者優先の空間整備が検討されている。

この視点は交通結節点においても同様であり、公共交通ターミナルの集約化や駅周辺の再開発事業が進められ、交通結節点の複合的な利用がなされる中で、その中を移動する歩行者交通のサービスの質を高めることが重要となっている。

従来、鉄道駅などの混雑する歩行空間では、その空間の交通容量を確保し、安全性を担保することを必要条件として設計要件の検討がなされてきた<sup>2)</sup>。しかし、歩行空間には様々な目的を持つ歩行者が異なる動線で錯綜し、また滞留も発生する。そのため、歩行者の移動機能を評価する際には、これら歩行者の流動特性や、属性の多様性に注目することが必要である。また、移動機能のみならず、回遊・滞留といった機能の評価についても検討することが求められる。そこには、道路空間と同様、ウォークアビリティを考慮した「歩きやすい」空間としての要素も求められ、利用者の満足度に基づく評価指標を

検討することが必要である。

本稿では、歩行者に対する交通サービスの質の考え方を改めて振り返ったうえで、歩行空間評価にかかるサービス水準を中心としたレビューを行い、ウォークアビリティ指標の検討動向についても確認を行う。そのうえで、特に比較的混雑した駅等の公共空間を対象として、歩行空間のサービス水準評価に必要な視点や、今後検討すべき内容を論じる。

## 2. 交通サービスの質とサービス水準の考え方

### (1) Highway Capacity Manual におけるサービス水準の検討経緯

米国 Highway Capacity Manual (HCM) では、道路空間における交通サービスの質について、主に移動機能の観点から評価を行っている。HCM はその名の通り、もともと道路の計画・設計における交通容量の設定のために作成されたものであり、交通渋滞を起こさないための設計、という思想に基づいている。1950年の初版では基本交通容量、可能交通容量、設計交通容量の概念を提示している<sup>3)</sup>が、この考え方を A~F の6段階のサービス水準 (Level of Service, LOS) として定義したのが第二版の HCM1965<sup>4)</sup>である。以後、HCM2000<sup>5)</sup>に至るまで、交

通円滑性を示す交通流の状態量をサービス評価指標とし、その閾値をサービス水準として評価してきた。

HCM2010<sup>6)</sup>では交通サービスの質の考え方を大きく拡張し、交通サービスが目指すべき性能をより広範に定義したうえで、評価すべきサービス評価指標を論じている。

## (2) 交通サービスの質

HCM2010 (および最新版の HCM 6<sup>th</sup> Edition<sup>7)</sup>) によると、交通サービスの質 (Quality of Service, QoS) は、利用者の視点から説明される交通施設や交通サービスの性能として定義される。HCM2010 以降では、自動車、歩行者、自転車、バス等の道路上の公共交通機関を対象として、以下の通り QoS を例示している。

- ・ 速達性 (旅行時間, 速度, 遅れ時間)
- ・ 停止回数
- ・ 旅行時間信頼性
- ・ 移動の自由度 (車線変更のしやすさ, 追従時間割合)
- ・ 快適性 (自転車・歩行者の交錯や自動車交通との分離, 公共交通の混雑度, 乗り心地)
- ・ 利便性 (経路の接続性, 公共交通の運行頻度)
- ・ 安全性 (客観的・主観的)
- ・ 費用
- ・ 施設・サービスの利用可能性
- ・ 施設のデザイン性
- ・ 情報の入手可能性 (経路案内・公共交通の運行情報)

この整理からも見られるように、近年の HCM ほか、米国の道路設計マニュアルで定義される交通のサービスの質とは、単なる速達性や交通密度ではなく、快適性等も含むより広範な内容を包含する概念である。HCM ではこのうち、速達性や時間信頼性、移動の自由度、快適性について主に議論している。

## (3) HCM におけるサービス評価指標と LOS

QoS の多くは定性的な項目であり、これを定量化したものがサービス評価指標 (Service measure) である。サービス評価指標は、利用者の知覚を反映するものであること、管理者側で改善可能な指標であること、実観測可能な指標であること、将来の状況を推計可能であること、が必要である。

また、サービス評価指標に閾値となる評価基準を設定し、その質の大小を評価するものが LOS である。この閾値の設け方は、かつては交通の状態量を示すものとして議論されてきた。歩行者交通の LOS は、Fruin<sup>8)</sup>による歩行者密度 (または、歩行者一人当たりの占有空間面積) に基づく LOS が古くから用いられており、信号交差点の存在による群の形成など、状態に応じたパラメー

タの改良がなされつつ、今日に至るまで使用されている。歩行者の密度が高くなるほど歩行速度が遅くなることから、歩行密度は速達性に直結する。また、密度が低いほど、歩行者は自身の希望する動線に沿って希望速度で他の歩行者と交錯せずに移動することができるため、移動の自由度や快適性についてある程度説明できると考えられる。これらのことから、歩行者密度は歩行者交通のサービスの質を説明する基本的な指標といえることができる。

HCM2010 からは、利用者視点による満足度評価指標が取り入れられている。現在は、密度に基づくサービス評価指標と利用者満足度によるサービス評価指標の両者を評価し、より悪い評価値の方をその空間の LOS として評価している。

## (4) 歩行者交通流の状態量に関する研究

歩行者密度を適切に評価するためには、歩行者交通の Fundamental Diagram (速度-密度-交通量関係) を適切に描画することが必要である。これに関して多数の研究が実施されており<sup>9) 11)</sup>など、多くは歩行速度-密度の関係を線形や指数関数で近似しており、階段の乗降や横断歩道横断時などの条件や歩行目的、歩行者の年齢層に応じた関係式が提示されている。

Fundamental Diagram による LOS の評価は、主に一方方向または対面二方向の交通、すなわち自動車交通でいうところの単路部を対象としている。通路の交差部などの歩行者動線が交錯する地点では、交通状態が複雑となるため、一般化された Fundamental Diagram の知見は得られていない。Sarvi らの一連の研究<sup>12) 14)</sup>では、通路の屈曲、交差、合流部における歩行流動の実験を行い、歩行速度やスループットについて分析を行っている。通路の転回・交差角度が大きいかほど歩行者の速度が低下すること、特に避難時など歩行速度の高い小走りの状態では、交差角度の影響がより大きくなることを分析している。

Imanishi and Sano<sup>15)</sup>は、歩行者群と一人の歩行者が交差する被験者実験を行い、その交錯強度を、速度低下量、移動方向角の変化量、回避時の肩のひねり角度を指標として評価した。交差角度が大きくなるほど交錯強度が大きくなること、また交差側の歩行者がより大きく回避を行う傾向があることを示している。井料・長島<sup>16)</sup>も同様に、交差角が大きい場合に移動方向の変化量が大きくなり、さらにその変化の傾向は速度-密度関係では表現しきれない場合があることを示している。

## (5) 交通状態量に基づく LOS の評価手法に関する研究

交通流の状態量から LOS を設定するための手法として、毛利・塚口<sup>17)</sup>は追い越しの自由度に着目して LOS を定義したうえで、追い越し頻度と歩行者密度との関係から LOS の閾値を求めている。また追い越し頻度は歩

道幅員にも依存することから、密度と別に追加的に歩道幅員を評価に含めることを提案している<sup>18)</sup>。宗広ら<sup>19)</sup>は、通勤時間帯の流動の衝突回避行動に着目し、主となる交通流を横断する歩行者のサービス水準を総密度、交錯角度を説明要因として提案している。また、小井土ら<sup>20)</sup>は携帯の利用や集団歩行などの歩行形態を分類し、歩行形態によるサービスレベルの変化量を追従発生率と平均速度の面から求めている。これらの分析アプローチは、交通量や密度等の比較的容易に観測可能なマクロな交通状態量と、個人々の挙動の自由度との関係を定量的に結び付けたうえで、客観的に見て挙動の自由度に変化が生じる点を LOS の境界として定めるものが主であった。

近年では、道路利用者の効用をアンケートにより問い、その影響要因として交通流の状態量を定量化するものが増えてきている。アンケートでは、被験者に写真やビデオを見せるなどしてその状況の満足度をリッカート尺度にて評価させ、その結果を重回帰式や順序プロビットモデル等により、交通状態や道路条件の式としてモデル化している。

Muraleetharan et al.<sup>21)</sup>は、札幌市内にて交通状況や道路幾何構造の異なる歩道の利用意向をアンケートにより問い、コンジョイント分析により幅員や歩行者交通量、自転車との交錯等が LOS に与える影響を定量化した。Sisiopiku et al.<sup>22)</sup>もコンジョイント分析を含めた各種の LOS 評価手法を比較し、HCM2000 までの密度のみによる評価では不十分であり、利用者の効用を考慮した指標が必要であることを指摘している。HCM2010 では、上述の手法を援用した快適性指標と Fruin 以来の密度による LOS 評価指標の両面から総合的に評価を行っている。この快適性指標は、歩行者が知覚する車両交通への暴露量を示すものであり、歩道と車道との物理的な分離の有無や車両との離隔距離、車両走行速度等からなる。自転車と空間を共有する場合は、自転車との交錯イベントの出現頻度が指標となる。これは、特に郊外部など、歩行者交通量が少なく、歩道整備も不十分な道路で重要な指標であり、本指標と混雑度による指標のうち、低く評価された指標を採用することとしている。

ここで例示したものの他にも、極めて多くのサービス評価指標や LOS に関する分析事例が存在している。Banerjee et al.<sup>23)</sup>による整理に基づく、総じて密度や歩道幅員、交通量、他の交通手段との交錯頻度といった定量的指標の他、路面状態やガードレール等の安全施設の有無が共通の影響要因としてまとめられている。あくまで移動機能に特化する形で、円滑性、安全性、快適性に影響する要因に基づきサービス評価指標が設定されていることがわかる。

### 3. ウォーカビリティ指標と歩きやすさ

#### (1) ウォーカビリティの概念

ウォーカビリティとは、単なる歩きやすさだけではない概念である。ウォーカビリティの定義や範囲は文献によって様々であるが、歩行という身体活動を行うことについて、環境や健康など各種の観点から意義を認めたいうえで、歩行活動の質を高め、歩行を促すことのできる都市・社会環境の構築を目指すという点が共通している。HCM が整理する歩行のサービスの質や LOS も包含される概念と言えるが、より一般的な歩行環境を対象とすることもあり、交通混雑や交錯などの 2 章で紹介した円滑性にかかる評価指標は重きを置かれたい傾向がある。

#### (2) 道路ネットワークとしてのウォーカビリティ

Frank et al.<sup>24)</sup>は地理的環境変数と人々の歩行活動量との間に定量的な関係があることを見出し、それをウォーカビリティ指標として提案した。この指標は交差点密度や土地利用の混合度、世帯密度により地域のウォーカビリティをマクロ的に評価するものである。この他、GIS を用いて地域全体のウォーカビリティ指標を評価する研究が見られており、道路ネットワークの接続性やアクセシビリティが重要な指標とされる。

例えば Ellis et al.<sup>25)</sup>は、交差点密度、リンク-ノード比（対象道路ネットワークに存在するリンク数をノード数で除したもの）、経路の直進性（直線距離に対する迂回率）、Metric reach（出発地から歩行可能距離の範囲内で到達可能な歩道の総延長）などの接続性指標を検討のうえ、交差点密度や Metric reach が接続性指標として適切であり、大きいほど接続性が高いことを示している。交通条件を考慮すると、高い交差点密度は横断に要する遅れ時間の増大や車両との交錯による安全性低下につながることから、HCM による評価の観点では交通サービスの質は低下するとみなされる。Ellis et al の対象ネットワークは住区内の街路を対象としていることから、自動車交通量の影響は小さいと推察される。

#### (3) 区間/地点のウォーカビリティ

このほかに、歩行空間の区間あるいは地点に絞りこみ、空間構成要素とウォーカビリティとの関係を論じたものがある。国土交通省が提案<sup>26)</sup>する「まちなかの居心地の良さを測る指標（案）」は、多様な人々が集い・滞在し・交流する空間の構成要素を検討している。具体的には、多様な人が集まっている状態であるか、賑わいに貢献する沿道施設が存在するか、家族と楽しく過ごすことができるか、という観点から、施設や沿道建物の整備状況、人々の行動、観測者自身の主観評価を組み合わせで評価する。この評価指標は、前章までの LOS とは対象

が全く異なる。HCM の交通サービスはあくまで移動の概念であり、LOS は目的地までの移動を円滑に達成するための指標であるが、区間のウォークアビリティ指標は、その空間への滞在や立ち寄りを促し、その空間へ人を呼び込むことを主眼としている。

歩行空間の機能の多機能性を空間構成要素と結び付け、利用者の知覚の構造を包括的に定量化する試みも見られる。中村ら<sup>26)</sup>は、歩行空間のデザイン要素を類型化し、道路空間の構成要素を接続機能、交差機能、滞留機能に対応させて整理したうえで、これらの機能の構成が歩行空間における利便性、安全性、快適性への知覚に与える影響を共分散構造分析により定量化した。また、利便性、安全性、快適性に楽しさを加えた指標について、歩行空間の構成要素の改良が空間評価に与える影響を VR を用いて分析<sup>27)</sup>している。

#### 4. 既存指標の課題と必要な検討事項

ここまで、HCM を主とした交通サービスの質と LOS、そしてウォークアビリティ指標について紹介してきた。これらの評価対象はそれぞれ異なっているものの、いずれも歩行空間において必要な事項であることに変わりはない。特に歩行空間の多機能化に伴い、駅空間などでは単純に移動する歩行者に加えて、滞留者や買い物等の回遊を行う歩行者も頻繁に混在しており、両方の概念を包含した空間の評価と設計が求められる。そのために今後考慮すべき研究・実務上の課題について整理する。

##### (1) 歩行者行動に基づく歩行空間内の機能分担明確化

LOS とウォークアビリティ指標の大きな違いの 1 つに、歩行者交通量に対する考え方がある。LOS が評価する移動機能の観点から見れば、他の歩行者は歩行を阻害する障害物であり、移動機能の質を低減させるものである。一方、ウォークアビリティの文脈では、人の存在は賑わいをつくる魅力的なものと捉えられ、交通の負の影響はほとんど考慮されていない<sup>28)</sup>。ある程度の数の歩行者の存在は空間の魅力を生むと考えられ、またその行動が多様であるほど居心地のよい空間と評価される。

井料・渡辺<sup>29)</sup>などでも論じられるように、滞留者等が移動機能に影響を与えるのは、あくまで滞留者が歩行者の動線の近傍にある場合に限られると考えられる。またウォークアビリティ評価にあたっては、周辺の歩行者は評価対象者の行動を阻害しないことが前提であろう。

このことから、歩行者空間を、移動機能の評価すべき歩行動線部分と、回遊・滞留機能としてある程度の賑わいを認める空間とに分けて検討する必要がある。この機能分担の位置や割合は、空間の構造だけでなく、移動と

回遊、滞留のそれぞれの用途の利用者割合に応じて変わらざるはずである。このような空間構造、利用者割合に応じた空間機能分担の特徴を明確化・定量化していくことが必要である。

##### (2) 歩行空間の有効幅員の検討

HCM では、歩道の中で最も有効幅員の狭い場所に着眼して LOS を評価している。しかし、幅員の狭い区間が短い場合と、歩道全体にわたって狭幅員区間が連続する場合とでは利用者の知覚するサービス水準は異なるはずである。

幅員が広い区間は、自動車交通でいうところの付加追越車線のように、歩行者同士の移動の自由度を高め、歩行者群を分散させることが期待される。自動車では 2+1 車線道路のように追い越し位置が限定される道路区間の場合、付加追越車線を設けることで後続の車両が低速車両を追い越し、自身の希望走行速度で走行できる車両の割合を増やすことができる。そのため、追従車両の密度をサービス評価指標とし、付加追越車線長と設置間隔の関数として表す手法が提案されている<sup>30)</sup>。

同様に歩行者の場合も、有効幅員を最小幅員の値とみなすのではなく、広幅員部分での追い越しや、急な滞留を自由に行うことのできる空間の効果が本来あるはずである。このような考え方は、速度の異なる歩行者や、歩行領域で使用可能なモビリティ等を導入した場合に重要であり、単なる代表断面だけの評価では不十分であると考えられる。

幅員が頻繁に変化する場所は、歩行者の自然な滞留を生むことでも知られる<sup>31)</sup>。前節の論点と併せて、幅員の変化による機能分担と、円滑性上の効果の両方を検討することが望まれる。

##### (3) 歩行者属性

歩行速度が通勤・通学や買い物・帰宅等の目的、年齢層などによって異なることは古くから知られている。また、年齢や性別、身長、荷物の有無、グループ行動や介助の必要な人の有無などは、歩行速度や回避の機敏性といった歩行能力、視野の範囲に関わっており、これらの要素も、交通流の状態量に影響する。

また、車いすやベビーカーなどの利用者は、ユニバーサルデザインを必要とするのは当然ながら、許容可能なサービスの水準も異なる可能性がある。利用者の効用に基づく LOS 評価においては、これらの歩行者属性をほとんど考慮できていないのが現状である。

##### (4) データの取得方法

一般に、歩行者の交通状態の取得は自動車に比べて困難である。近年では、画像処理による歩行者流動の自動

観測手法<sup>32)</sup>や LiDAR 等との組み合わせによる観測、さらに観測された歩行者の状態量と歩行モデルによる行動予測を組み合わせて、歩行者交通の状態量を予測・推定する手法<sup>33)</sup>が開発されている。これらを含めて、より安価で精度の高いデータ取得方法や予測方法を検討することが求められる。

### (5) 指標の重みづけ

歩行者交通のサービスの質を構成する要素のうち、何を重視してその空間を評価すべきかは、その場所に求められる機能だけでなく、利用者の属性に応じて異なることも考えられる。Talavera-Garcia and Soria-Lara<sup>34)</sup>は、歩きやすさ、安全性、快適性、魅力の 4 つの利用者ニーズについて被験者に重みづけをさせてサービスレベルを評価する Q-PLOS を提案している。ここにさらに利用者の属性を考慮したり、より混雑した空間など、対象範囲を広げて検討することも必要といえる。

## 5. おわりに

本稿では歩行者交通のサービスの質と LOS に関するレビューを軸として、ウォークビリティ指標との関連性や、今後評価が必要となる分析の視点について論じた。

歩行の重要性が大きく見直される中、歩行者空間を総合的に検討するためには、空間ごとに必要となる歩行者の移動機能、回遊・滞留機能を明確にし、バランスを考慮していくべきである。

なお、本稿で論じられていないサービスの質の項目も多く残されている。サインによる案内や空間のデザイン性、交通結節点等での他の交通機関への乗り継ぎ利便性等に関しても整理を行い、これらをあわせて空間設計に反映していくことも重要である。

### 参考文献

- 1) 国土交通省：まちなかの居心地の良さを測る指標(案)，  
[https://www.mlit.go.jp/toshi/toshi\\_machi\\_fr\\_000009.html](https://www.mlit.go.jp/toshi/toshi_machi_fr_000009.html) (accessed 2021/8/20)
- 2) 山本航介，家田仁：都市鉄道における旅客施設の容量設計に関わる技術基準類とその運用に関する国際比較，第 60 回土木計画学研究・講演集，2019。
- 3) Roess, R.P. and Prassas, E.S.: The Highway Capacity Manual: A Conceptual and Research History, Volume 1: Uninterrupted flow, Springer, 2014.
- 4) Highway Capacity Manual 1965, Highway Research Board, Special Report 87, 1965.
- 5) Highway Capacity Manual 2000, Transportation Research Board, 2000.
- 6) Highway Capacity Manual 2010, Transportation Research Board, 2010.
- 7) Highway Capacity Manual 6<sup>th</sup> Edition, Transportation

- Research Board, 2016.
- 8) Fruin, J.J.: Designing for Pedestrians: A Level-of Service Concept, Highway Research Record, No.355, pp.1-15, 1971.
- 9) Navin, F.P. and Wheeler, R.J.: Pedestrian flow characteristics, Traffic Engineering, Vol.39, 1969.
- 10) Lam, W.H., Morrall, J.F., and Ho, H.: Pedestrian flow characteristics in Hong Kong, Transportation Research Record, No. 1487, pp.56-62, 1995.
- 11) Alhajyaseen, W.K. and Nakamura, H.: Quality of pedestrian flow and crosswalk width at signalized intersections, IATSS Research, Vol.34, No.1, pp.35-41, 2010.
- 12) Aghabayk, K., Sarvi, M., Ejtemai, O., and Sobhani, A.: Impacts of Different Angles and Speeds on Behavior of Pedestrian Crowd Merging, Transportation Research Record, No.2490, pp. 76-83, 2015.
- 13) Shahhoseini, Z., Sarvi, M., Saberi, M. and Haghani, M.: Pedestrian Crowd Dynamics Observed at Merging Sections: Impact of Designs on Movement Efficiency, Transportation Research Record, No. 2622, pp. 48-57, 2017.
- 14) Zhang, J., Dias, C., Sarvi, M. and Iryo-Asano, M.: Pedestrian flow characteristics through bends: Effects of angle and desired speed, Proceedings from the 9th International Conference on Pedestrian and Evacuation Dynamics (PED2018), pp.522-524.
- 15) Imanishi, M. and Sano, T.: Level of avoidance in crossing pedestrian flow, The Conference on Pedestrian and Evacuation Dynamics 2014 (PED2014), Transportation Research Procedia, Vol. 2, pp. 367-375, 2014.
- 16) 井料美帆，長島愛：歩行者交差交通流の性能評価に関する研究，生産研究，67 巻 4 号，pp.369-373, 2015。
- 17) 毛利正光，塚口博司：歩行路における歩行者挙動に関する研究，土木学会論文報告集，Vol.268, pp.99-108, 1977。
- 18) Mori, M. and Tsukaguchi, H.: A new method for evaluation of level of service in pedestrian facilities, Transportation Research Part A, Vol. 21A, No.3, pp.223-234, 1987.
- 19) 宗広裕司，大蔵泉：鉄道ターミナル歩行空間における錯綜の分析とサービス水準の考察，都市計画論文集，第 30 巻，pp.619-624, 1995。
- 20) 小井土祐介，浅野光行：歩行形態が歩行空間のサービスレベルに与える影響—歩行空間の利用状況と歩行者挙動の関係に着目して—，都市計画論文集，No.44-3, pp.97-102, 2009。
- 21) Muraleetharan, T., Adachi, T., Uchida, K., Hagiwara, T., and Kagaya, S.: A Study on Evaluation of Pedestrian Level of Service along Sidewalks and at Intersections Using Conjoint Analysis, 第 28 回土木計画学研究・講演集，2003。
- 22) Sisiopiku, V., Byrd, J., Chittor, A.: Application of level-of-service methods for evaluation of operations at pedestrian facilities, Transportation Research Record, No. 2002, pp.117-124, 2007.
- 23) Banerjee, A., Maurya, A.K. and Lammel, G: A review of pedestrian flow characteristics and level of service over different pedestrian facilities, Collective Dynamics, 3, A17, pp.1-52, 2018.
- 24) Frank, L. D., Schmid, T. L., Sallis, J.F., Chapman, J. and Saelens, B.E.: Linking objectively measured physical ac-

- tivity with objectively measured urban form: findings from SMARTRAQ, *American Journal of Preventive Medicine*, Vol.28, pp.117-125, 2005.
- 25) Ellis, G., Hunter, R. F., Tully, M., Donnelly, M., Kelleher, L., and Kee, F.: Connectivity and Physical Activity: Using Footpath Networks to Measure the Walkability of Built Environments. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 43(1), pp.130-151, 2016.
- 26) 中村一樹, 森文香, 森田紘圭, 紀伊雅敦: 歩行空間の機能別デザインが包括的な知覚的評価に与える影響, *土木学会論文集 D3*, Vol.73, No.5, pp.I\_683-692, 2017.
- 27) 守田賢司, 中村一樹, 森嶋裕太, 加藤暉登: CG デザイン要素と VR 視点自由度による歩行空間評価の基礎的分析, *土木学会論文集 D3*, Vol.76, No.5, pp.I\_249-258, 2021.
- 28) Tuydes-Yaman, H. and Karatas, P.: Evaluation of Walkability and Pedestrian Level of Service, In I. Management Association (Ed.), *Intelligent Transportation and Planning: Breakthroughs in Research and Practice*, pp. 264-291, 2018.
- 29) 井料美帆, 渡辺匠: 滞留者が混在する歩行空間における通行機能の主観的評価, *土木計画学研究・講演集 No.63*, 2021.
- 30) 中村英樹, 小林正人, Catbagan, J.L.: 追従車密度を考慮した往復 2 車線道路における付加追越車線の設置基準に関する研究, *土木学会論文集 D3*, Vol. 67, No.3, pp.270-282, 2011.
- 31) ヤンゲール (著), 北原 理雄 (訳): *人間の街: 公共空間のデザイン*, 鹿島出版会, 2014.
- 32) 日立製作所. *カメラ画像を活用した人流可視化ソリューション*, [https://www.hitachi.co.jp/products/it/society/product\\_solution/mobility/human\\_flow\\_cctv/](https://www.hitachi.co.jp/products/it/society/product_solution/mobility/human_flow_cctv/) (accessed 2021/09/20)
- 33) 中西航, 高橋真美, 布施孝志: 歩行者挙動モデルのパラメータ推定への一般状態空間モデルの適用, *土木学会論文集 D3*, Vol.71, No.5, pp.I\_559-566, 2015.
- 34) Talavera-Garcia, R. and Soria-Lara, J.: Q-PLOS, Developing an alternative walking index; A method based on urban design quality, *Cities*, Vol. 45, pp. 7-17, 2015.

(Received October 1, 2021)

## THE STATE-OF-THE-ART OF PEDESTRIAN LEVEL-OF-SERVICE INDICATORS FOR COMPREHENSIVE EVALUATION OF PUBLIC SPACES

Miho IRYO