

## 歩行者の相互反応を考慮したサービス水準評価指標の提案

愛知工業大学 学生会員 ○古川裕基 愛知工業大学 正会員 中村栄治  
愛知工業大学 正会員 小池則満 愛知工業大学 正会員 川口暢子

### 1. はじめに

中心市街地の活性化に伴い、多くの人が集中する歩行空間や日常の交通においては、様々な目的地を持つ歩行者が交錯するのが常である。このような複数方向から交錯する交通を処理する場合は特に、単に円滑性といった供給者側の視点のみならず、個人にとって移動負荷が少なくサービスの質の高い需要者側の視点も踏まえた歩行空間の計画・設計が望まれる。

### 2. 従来の課題と本研究の位置づけ

#### 2.1 従来のサービス水準評価指標と課題

これまで歩行者交通流のサービス水準を対象とした研究では、歩行者空間の密度や速度、交通流率を指標とした提案がなされ、様々な歩行空間の計画・設計に活かされてきた。

ここで密度や速度、交通流率を指標としたサービス水準評価は、前提として歩行者の動きを一定の規則の下に動く移動個体の集合や液体のような定常な流れとして捉え、群集という大局的な単位で考える事で膨大で複雑な人間の行動を捉えるものと考えられている。しかしながら、密度はある空間内の人数で評価していることから、歩行者の移動軌跡を考慮したサービス水準評価ができない。また速度は歩行者の移動軌跡には着目しているものの、従来の速度評価の多くは平均歩行速度の大きさや方向のみで評価しており、歩行速度の変化といった個々の歩行者の詳細な挙動については考慮されていない。流率についても、歩行者の流れにおいて非常に混雑した状態のときに“どれだけの歩行者が通れるか”といった容量に関する検討にとどまっていることから、日常見られる交通の評価には適していない。

#### 2.2 本研究の位置づけ

以上をふまえ、本研究では歩行者交通における歩行者相互の影響を考慮し、歩きやすさに及ぼす影響因子を考察することと、それが新しいサービス水準評価指標として提案できる可能性を検討する。具体的には、個々の歩行者が感じる歩きやすさに着目し

て“質”的な評価を試みた既往研究をもとに、歩きやすさに影響を及ぼす要因を整理・考察する。そのうえで、それらを新しいサービス水準評価指標として提案することを目指し、シミュレーションソフトを用いて指標の妥当性の検証・評価を行う。

### 3. サービス水準評価指標の考察と検証

#### 3.1 既往研究の整理とサービス水準評価指標の考察

本研究では個々の歩行者が感じる歩きやすさについて、心理的欲求と物理的欲求の二つを影響因子にもつと定義し、定量化可能な方法を考察する。

##### 3.1.1 心理的欲求

人間の周囲には目では見る事の出来ない空間領域が存在し、この空間に他者が入り込むか、あるいは他者の周囲に空間侵入せざるをえなくなると、不快感を感じるとされている。これを歩行中の人に対して適応した例では、ある歩行者と他の歩行者との間の相対距離で歩行者が感じるストレスの定量化を試みた研究<sup>1)</sup>が存在する。

本研究ではこれを参考に、歩行者相互においてその歩行者自身が受ける心理的負担は、歩行者の相対距離で定量化可能であると考え、その変化と心理的なストレスの変化を結びつけて定義する。

##### 3.1.2 物理的欲求

一般に、歩行者は速度の急激かつ大幅な変更を好まない。つまり歩きやすい状況とは、急な速度変更を必要としない状態であるといえる。これは微小時間ごとの歩行速度の変化により説明できると考えられ、過去の研究<sup>2)</sup>でも歩きやすさを歩行加速度ベクトルの大きさと方向で評価できる可能性を示すものがみられる。

本研究ではこれをふまえ、歩行者相互の交錯時に微小時間ごとの速度変化が生じ、これは歩行加速度の変化により定量化できると考える。また、歩行加速度の変化が歩きやすさの変化につながり、これを歩きやすさに影響する物理的な要因として定義する。

#### 3.2 シミュレーションモデルの概要と留意点

実歩行空間において計画・設計を行う場合はシミ

ュレーションを用いるため、3.1節で考察したサービス水準評価指標を評価項目としたシミュレーションによる指標の評価可能性の検討が必要である。本研究では歩行者の密度が比較的高く、多くの歩行者から影響を受ける状況を想定し、シミュレーションを行う。用いるシミュレーションソフトは、Social Force ModelにもとづいたPTV社のVissimである。

Social Force Modelは歩行者の相互反応を考慮するため、局所的かつ歩行者密集という条件下において有利である一方、欠点もいくつか指摘されている。柳沢ら<sup>3)</sup>は壁や障害物に対して計算する壁排斥力を考慮すると、歩行者が静止する可能性を指摘している。また、浅野ら<sup>4)</sup>は歩行路における対向二方向流の混雑度評価において、歩行路の許容容量に達する直前の臨界時に、歩行者がお互いにぶつかり合って通行不可になる問題を指摘している。本研究ではこれらの欠点に留意し、検証する歩行空間を壁等の障害物で制限しないこと、検証する歩行空間において想定する歩行者交通流を対向二方向としないこととする。

### 3.3 検証概要

設定する歩行速度は0.71~1.62m/sの均等分布とする。また、同じく3.2節で述べた留意点をふまえたうえで、10m×10mの歩行路を制限しない仮想的な空間内で、歩行者が交差する状況(シナリオは交差角度が45°、90°、135°、流入交通流率は20人/分/m、30人/分/m、40人/分/m)を想定し、計測エリアを通る歩行者に対して定義した指標(歩行者の相対距離・歩行加速度の平均)を計測する。

## 4. シミュレーション結果

まず容量的指標(歩行者密度、交通流率)の計測を行ったうえで、歩行者の相対距離と歩行加速度を計測した。その結果、歩行者密度および交通流率は流入交通流率の違いによる変化の差はみられたものの、交差角度の違いによる明確な変化の差はみられなかった。一方で、歩行者の相対距離と歩行加速度は流入交通流率と交差角度の違いによってそれぞれ変化の差が明確にみられた。具体的には流入交通流率が増え、交差角度が鈍角へと近づくほど歩行者の相対距離は小さくなり、歩行加速度の変化については90°交差で最も小さく、45°、135°交差で大きくなる傾向を確認した。

## 5. 考察

まず、歩行者密度および交通流率は交差角度の違いによる明確な変化の差はみられなかったことから、歩行者の流入量といった容量的変化ではなく、交差角度のような動線の性質が変化するような状況下では、これら指標では十分に評価できない可能性が指摘できる。

つぎに、歩行者の相対距離の変化については、交差角度の違いによって異なる挙動を示した原因として歩行者の移動方向の違いが挙げられる。特に135°交差では、歩行者が対向接触に近い挙動となるため、歩行者の相対距離の変化が顕著であったと考えられる。

さらに、歩行加速度の変化については、90°交差で最も小さく、45°、135°交差で大きくなる傾向が示された原因に、交錯する時間の違いが挙げられる。具体的に、90°交差が他の歩行者との交錯時間が最も少なく、45°、135°交差では同程度の交錯時間であることが、二方向の交錯領域内における交錯領域に侵入してから抜け出すまでの距離の違いから推察できる。つまり、この間他者からの影響を受け、より歩行速度の急激かつ大幅な変更を強いられている可能性が考えられる。またこの際、歩行者が進行方向を変える際に生じた角度変化も、その大きさの違いによる歩行加速度の変化に影響を与えた可能性が指摘できる。

## 6. 結論

結論として、本研究で定義した歩行者の相対距離と歩行加速度は、シミュレーションを用いた歩行空間の計画・設計に用いる新たなサービス水準評価指標として提案できる可能性を示した。

## 参考文献

- 1) 大佛俊泰, 佐藤航: 心理的ストレス概念に基づく歩行行動のモデル化, 日本建築学会計画系論文集, No.573, pp.41-48, 2003.
- 2) 山田昇吾: 歩行空間評価を目指した歩行加速度の性状把握と歩きやすさとの連関に関する基礎的研究, 大林組技術研究所報, No.84, 2020.
- 3) 柳沢豊, 山田辰美, 平田圭二, 佐藤哲司: 視線に基づくサブゴール決定過程を取り入れた歩行者モデル, 情報処理学会論文誌, 47(7), pp.2160-2167, 2006.
- 4) 浅野美帆, 桑原雅夫, 田中伸治: 混雑時におけるマイクロ歩行者流動モデルの構築, 第5回 ITSシンポジウム, 2006.