公共空間における集団歩行流動を用いた歩きやすさの評価

一宮 知可　田中 一成

Evaluating walkability in public spaces using group pedestrian flow

Chika Ichimiya*, Kazunari Tanaka**

Abstract: This study examines small-scale crowd flow by analyzing walking pattern changes in relation to pedestrian density using a multiple ring buffer and kernel density estimation. Results indicate that pedestrians tend to take evasive action beyond certain density thresholds. Using measured traffic volumes, pedestrians were modeled as a fluid, and a walking comfort score was derived from the ratio of actual to maximum flow in public spaces. Individual walking showed lower scores near commercial and public facilities and higher scores on back streets, while group walking scored particularly low near commercial facilities, reflecting higher group movement. Future work will incorporate external factors such as time of day and weather, apply finer spatial segmentation, and refine velocity adjustment parameters for more accurate evaluation.

Keywords: 群衆流動（Crowd Flow），公共空間（Public Space），ウォーカビリティ（Walkability）

１．はじめに

１.１　研究背景

日本ではコロナ禍以降、都市部への移住が増加傾向にある。地域活動が再開され街の活気が戻る中、人々が大都市に集中することで、都市空間における人々の行動は周囲にさまざまな影響を与えている。

日本の歩道計画では道路移動等円滑化基準を用いて計画されている。歩道の幅員の計画は交通量が多い場合とそれ以外の 2 種類でしか設定されていない。交通量が変動するため、実際にある道路はほんとうに歩きやすいのだろうか。

災害の面でも、今後想定される地震が発生するリスクが高まっている。避難時は一斉に避難することで都市空間での避難行動がしにくい。避難経路の計画や避難訓練の効果を高める上でも人々の行動を理解することは重要である。

一方、日本では自転車が関与する事故では相手が歩行者である割合が近年増加傾向にあり、自転車と歩行者の衝突地点で歩道が最も多い。日本の道路において、自転車走行空間が整備されつつあるが、発展途上である。また、自転車道と歩道が隣接した場所があるなど自転車と歩行者が混在する場所が多く存在する。これらは歩行者と自転車の安全な共存を考える上で重要な課題として挙げられる。

１.２　研究の目的

本研究の目的は、安全で快適な空間を計画する際に考慮すべき点の一つとして、人々の行動が他の交通に与える影響を可視化することである。

ラッシュ時などに公共空間が混雑する中で、人々はひとりの時とは異なる動きを多数の群衆流動時と同時に見せることがある。本研究ではこれを小規模群衆流動と呼ぶ。公共空間が混雑するとこのような動きは、事故のリスクを高める原因となる。

例えば、歩道では人が集団になると動きが複雑化し、自転車などの専用道路に進入することに繋がると考えられる。

２．小規模群衆流動の可視化手法

本調査では小規模の流動（小規模群衆流動）を着目して調査をおこなった。

調査では動画から 1 秒ごとの写真にした後に平面図になるように人を撮影方向に進んでいくものを赤色、その反対方向を青色と分類し方向別で色を変えて座標を抽出し、歩行者の動きを計測した。

調査の結果、小規模群衆流動は密度が高くなると線状の形状となっており、その後密度が低くなると分散する傾向がみられた。このことから密度が形状を変化させていると考察した（図１）。

一宮 知可*　学生会員　大阪工業大学大学院工学研究科（Osaka Institute of Technology）
〒535-8585　大阪市旭区大宮 5-16-1　Tel：06-6954-4109
田中 一成**　正会員　大阪工業大学工学部（Osaka Institute of Technology）

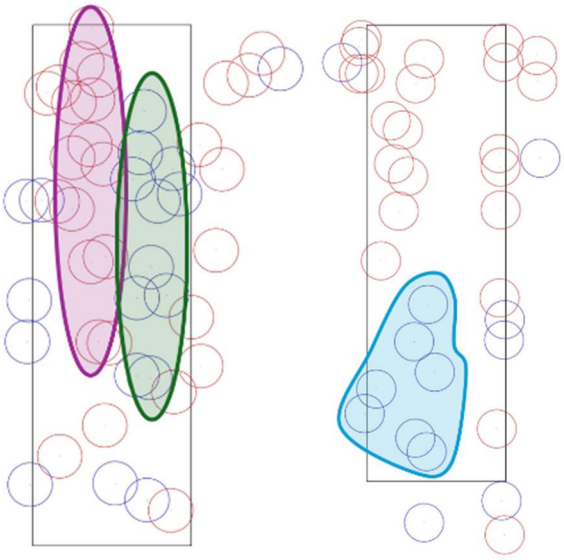


図１　小規模群衆の形状例
（左図：線状,右図：分散）

２.１　可視化手法による評価

対向者からみると同行者の密度で行動が変化すると考え、密度に着目して定量的に評価する。同行者に多重リングバッファとカーネル密度推定の分析をおこなった。多重リングバッファは各 22.5cm の計 180cm で設定し（図２）、カーネル密度推定はバンド幅を 90cm で分析した（図３）。対向者が選定した範囲内に接していた場合、これらの情報を追加した。

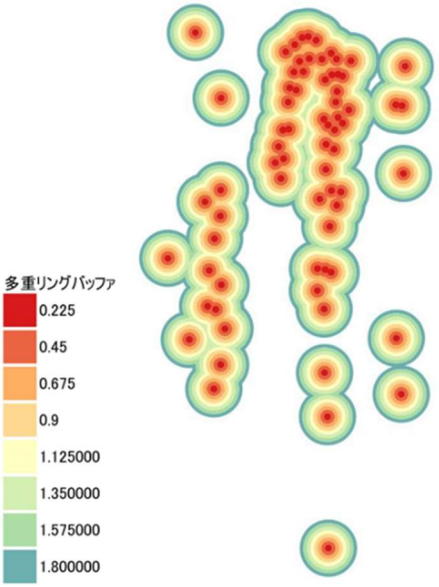
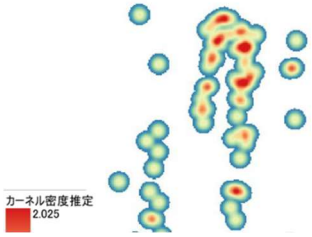


図２　多重リングバッファ描画例



多重リングバッファの分析結果ではすれ違う場合、45cm 以上の距離を開けてすれ違うことがわかり（図４）、カーネル密度推定の分析結果は 0.6 以上の密度では対向者は一般的に歩行できず、回り込み回避する歩行行動が観測できた（図５）。

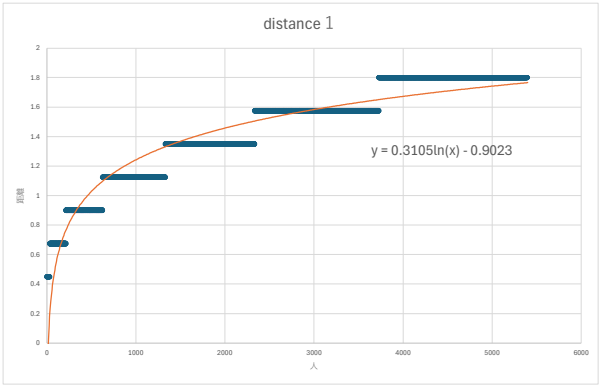


図４　多重リングバッファの分析結果

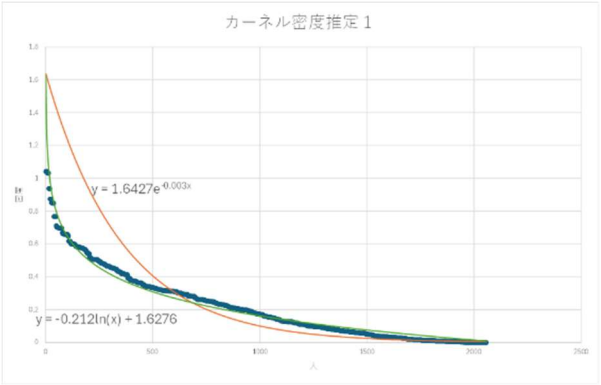


図５　カーネル密度推定の分析結果

３．単独歩行流動を用いた歩きやすさの評価

前章の評価から公共空間における単独歩行流動を用いた歩きやすさの評価をおこなった。

３.１　公共空間の交通量調査

人の歩きやすさスコアを算出するために調査を行った。

調査地が大阪（日本）の枚方駅周辺の歩道で、13:00～14:00 の 1 時間で写真を撮り、写真の方向から見て同行者と対向者のカウントを手作業でおこない、実際の通行量を調査した。

3.2　歩きやすさの評価設定

前章の結果を参考に人を直径 45cm の流体として捉え、調査結果を基に分析をおこなった。バス停留所でバスを待っている人や滞留者、植栽などは障害物として定義し、歩道内の歩行有効幅を算出した。同行者と対向者は進行方向に滞在する人が多い場合に回避行動などで歩行速度が減速することが考慮されるため、同行者と対向者の交通量から占有率を求め、速度補正をおこなった。友達や家族が形成する集団と単体の人では通行性が変化すると考え、人を流体として捉えた。本章は単体の人の表現として同じ大きさの流体として分析した。まず、人の流体の流量を算出し、歩道内で人が通行することが出来る最大流量と実際の歩道内での歩行者の通行量から算出される同行者と対向者の合計流量を求め、歩きやすさの評価した。

3.3　単独歩行流動による歩きやすさの評価結果

評価の結果、歩道橋が整備された歩道や飲食店の裏道では評価が高く，逆に飲食店の通りなどは低い結果となった（図６）。

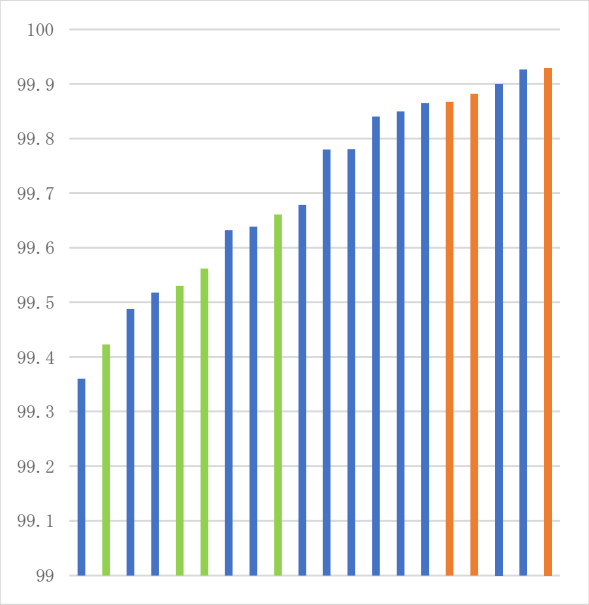


図６　単体表現の歩きやすさの評価
（緑色：飲食店の通り・公共施設前、
橙色：歩道橋・飲食店の裏道）

今回の分析は，全体の通行量が少なかったこともあり、差は比較的に少ないと考えられる。バス停や駅周辺等の公共施設になると全体の人の交通量より多いのもあり、歩きやすさの評価が全体より低い傾向があった。今回の調査地では歩道が整備されておらず、施設を工事中で路上に工事関係の車が駐車しているような場所が存在し、そこでは人の交通量がなく評価が判定できていない。

また，交通量から見た場合には歩きやすさの評価が高くても、他の外的要因の考慮がされていない場合も考えられる。例えば、時間帯がお昼で快晴の熱い時期であった為，昼食や商業施設内での移動を行っていると考え、歩道内の全体の交通量は少なく、通勤時間や帰宅時間など時間帯や気候での交通量の変化比較も行うことも必要である。

この分析では，密度や占有率を算出する際に用いた区間長はデータの道路リンク長を活用したため、区間長の値が大きく面積が広くなることで密度や占有率の値が小さくなる。このことから、流量が小さくなるので、評価が高い状態を維持していることが読み取れた。このため，区間長を障害物などから範囲の分割をおこない、分割した区間長から算出される密度や占有率が鮮明になるため、より詳細な歩きやすさの評価を導出することができると考えた。

4．集団歩行流動を用いた歩きやすさの評価

本章では前章の歩きやすさ評価を拡張し、友人や家族連れなどの集団歩行流動を考慮した歩きやすさの評価をおこなった。

4.1　集団歩行流動による歩きやすさの評価設定

本章では単体表現の歩きやすさの評価の数式を拡張し、形成された集団を考慮した評価をおこなった。

集団は並進歩行や横並び歩行をおこなうことで占有面積が増えることを考慮し、増加するように設定した。また、集団における隊列維持や会話による歩行速度の低下を考慮し、速度補正式を拡張した。さらに大規模な集団になるほどすれ違いが困難になることを踏まえ、集団ごとに占有率を変化させた。

最後に前章の場合と同様に人の流体の流量を算出し、歩道内で人が通行することが出来る最大流量と実際の歩道内での歩行者の通行量から算出される同行者と対向者の合計流量を求め、歩きやすさの評価を算出した。

4.2　集団歩行流動による歩きやすさの評価結果

集団歩行流動による歩きやすさの評価の結果、駅から商業施設に接続する歩道の評価が低く、商業施設に集団で行動していることが読みとれた。また、飲食店の裏道は単独歩行流動と同様にスコアが高かった（図７）。

4.3　単独歩行流動と集団歩行流動の比較

前章の単独歩行流動の歩きやすさの評価と本章の集団歩行流動の歩きやすさの評価に関して比較をおこなった（図８）。横軸の各歩道の区間に番号を割り振った。

区間番号 18 の飲食店の裏道では、単独歩行流動の評価は数値が高くなっていたが、集団歩行流動の結果を比較

すると会社の同僚たちと昼休憩だと推察される集団が存在しており、評価が低くなっていた。

また、区間番号 8，11，13，19 のバス停や駅周辺では交通量は多いが、集団歩行もまた多いため、さらに評価の値に差が開いていることがわかった。

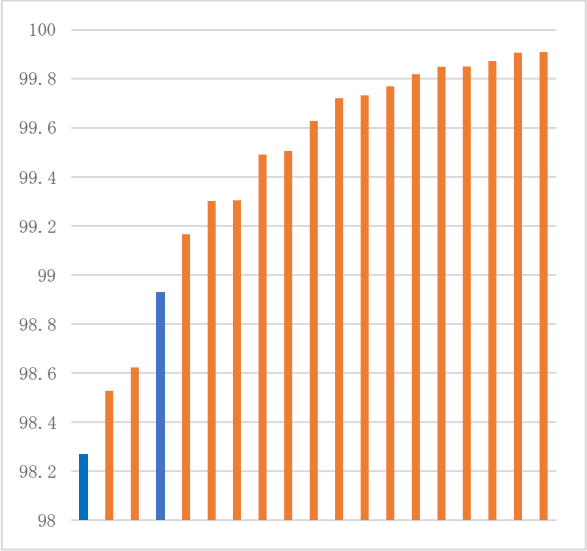


図 7　集団表現の歩きやすさの評価
（青色：駅から商業施設に接続された道路）

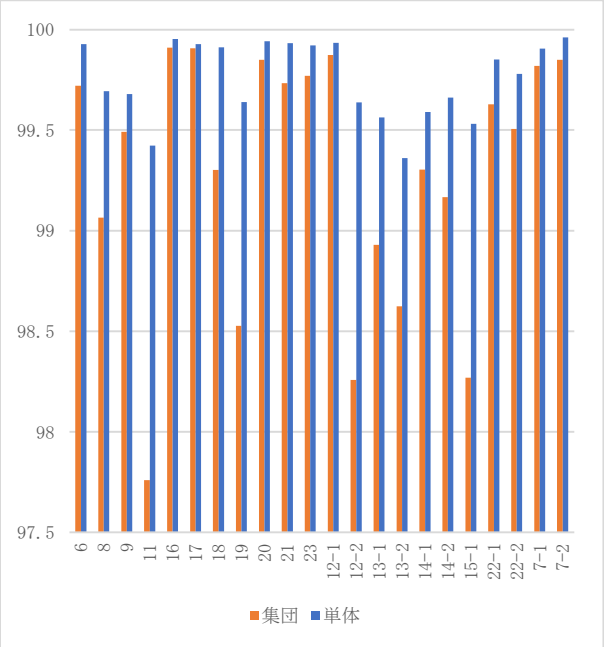


図 8　歩きやすさの評価比較

5．まとめ

本研究では小規模群衆流動に関して密度で形状が変化していることから、多重リングバッファとカーネル密度推定を用いて定量的な評価をおこなった。多重リングバッファでは 45cm 以上の値で対向者が回避することがわかり、カーネル密度推定では 0.6 の値以上になる一般的に歩行できず、回避する歩行行動をした。

実際の人の交通量を求め、人を流体として捉え歩きやすさの評価をおこなった。実際の交通量の流量と公共空間の最大の流量から歩きやすさの評価を算出した。

単独歩行流動の場合では、飲食店の通りや公共施設周辺で評価が低く、逆に飲食店の裏道では評価が高いことがわかった。

集団歩行流動の場合では、商業施設に繋がる歩道の評価が低いことから、集団の移動が多いことが読みとれた。

これらの評価を比較すると公共施設周辺は全体と集団の交通量が多いため、差がさらに大きくなっていた。また、時間帯が昼のため飲食店の裏道を利用していた昼休憩時の社会人の集団がいたこともあり、単独歩行流動と集団歩行流動の歩きやすさの評価に差が発生した。

本研究では時間帯や気候といった外的要因は今回考慮しておらず、今後は時間帯や天候別の比較が必要である。さらに、密度や占有率の算出に用いた区間長が長い場合、評価が高く出やすいことが示唆されたため、障害物などによる区間分割を行うことで、より精緻な評価が可能になると考えられる。

今後は、速度補正式などで用いた各係数の詳細な値の定義や、外的要因の考慮、区間を分割した方法や時間帯や気候での交通量の変化を考慮した上での歩きやすさスコアの算出をおこない、比較検証をする。

参考文献

総務省統計局（2023）住所基本台帳人口移動報告、
<https://www.stat.go.jp/data/idou/2023np/jissu/youyaku/index.html>
国土交通省（2024）道路移動等円滑化基準、
<https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/barrierfree/content/001400936.pdf>
地震調査研究推進本部（2025）海溝型地震の長期評価、
<https://www.jishin.go.jp/evaluation/long_term_evaluation/subduction_fault/>
警察庁交通局（2024）令和５年における交通事故の発生状況について、
<https://www.npa.go.jp/publications/statistics/koutsuu/jiko/R05bunseki.pdf>