

# 歩行空間特徴把握のための歩行者流況指標に関する研究

都市基盤計画分野

又野 健太郎

## Abstract

種々の流動が混在している中心市街地の歩行空間においては、空間密度や空間モジュールといった既存の歩行空間評価指標では、歩行空間のサービス水準を十分に評価することはできない。そこで、歩行者の流動状況に着目した空間評価指標が提案され、主観的評価は流動状況の変化による影響を受けることが示されている。このことを受けて、本研究では、街路空間整備による歩行者流動の変化を把握するために、流動状況を把握・表現することのできる指標を提案し、模擬歩行実験で、その有用性を確認した。さらに、複雑な流動状況を示す実空間においても、指標の適用可能性を示した。これらの指標は整備策前後の流動状況変化の把握、街路空間整備の評価指標として活用が期待できる。

## 1. はじめに

### (1) 研究の背景

近年、憩い・やすらぎ・にぎわいある空間の創出など中心市街地の活性化が重要な課題となり、街路空間の改善例としてトランジットモールやオープンテラスの設置などが行われている。こうした街路空間の評価には、空間密度や歩行者流量といった歩行空間評価指標が用いられている。しかしながら、これらの歩行空間評価基準には、都心空間で見られる多方向の流れが混在している状態などの流動状況変化の考慮がなされていない。そのため、中心市街地などで行われるトランジットモールやオープンテラスなどの街路空間整備が効果的であるかは明確になっておらず、未だ試行錯誤のまま整備がなされているのが現状である。

効果的な街路空間の整備を行うためには、来街者の主観的評価とこれに影響を与える要因を把握することが重要である。そこで、辻ら<sup>1)</sup>は、歩行者の流動に着目した研究を行い、周辺流動状況の特徴を表現する指標（以降、流況指標）を提案し、主観的評価との影響要因分析によって、その有用性を示している。すなわち、街路空間の整備によって歩行者の流動が変化し、流動が変化することによって来街者の主観的評価が変化することが示されている。しかしながら、空間整備によってどのような流動の変化が生じるのか、という点においては、十分な知見が得られていない。

流況指標がなぜ変化するのか？その要因を明らかにするためには、空間流動の変化を具体的に捉えること

が必要である。ゆえに、流動の状況を定量的に表現することが、効果的な街路空間整備の提案には非常に重要となる。

### (2) 本研究の目的

本研究は、以下の2つの目的を有する。①社会実験などの効果を流動の変化という側面から評価することを目指し、歩行者の流動状況を表現する指標の提案、②分析時間間隔や空間サイズの区切り方といった分析条件、歩行空間密度や歩行者速度といった空間条件の変化は流況指標値と密接な関係がある。実際に歩行空間評価指標として用いる際には、これらを考慮したうえで、適切な条件で流況指標を算出しなければならない。そこで、分析時間間隔や空間サイズの区切り方といった分析条件や歩行空間密度や歩行者速度といった空間条件の変化に対する流況指標の変化についての定性的な知見を得る。

## 2. 研究の方法

### (1) 研究フロー

本研究では大阪市立大学構内に設けた模擬歩行空間（図-2.1）で行った歩行実験を通して、上述の目的に取り組む。研究の流れは以下に示す通りである。

①対象空間での歩行実験を撮影したビデオ画像から歩行軌跡を取得して歩行者の流動状況を定量的に表現する。②歩行者流動状況の特徴を表現できると考えられる流況指標を考案する。③上記の①で定量化した速度や密度を用いて流況指標の値を算出する。④実験流動状況と流況指標分布の状況から、考案した流況指標の有用性を確認する。⑤流況指標を実空間での観測結

果に適用することで、その普遍性についての知見を得る。⑥分析時間間隔やメッシュサイズの異なるパターンにおいて流況指標を比較し、条件の変化と流況指標分布の変化についての定性的な知見を得る。

なお、実施した歩行実験においては、速度、密度、歩行指示という3点で歩行者の流動を抑制し、実際の歩行空間における複雑な流動状況を単純化して模擬することで、分析を簡明にすることを狙った。

### (2) 歩行実験の概要

歩行実験の設計は、既往研究<sup>1)2)</sup>で対象としてきた空間の特徴を考慮したうえで、実験パターンや空間サイズを定めた。御堂筋、周防町はいずれも線的な広がりを持つ空間であり、歩行者の主たる歩行方向が明確である。ゆえに、模擬歩行空間に関しても線的な広がり空間、かつ歩行方向の定まった空間とした。また、研究の背景でも述べたように、流況指標は歩行者の流動状況の違いを考慮した空間評価指標として位置付けている。そこで、密度や速度の違う実験パターンを設定した。

本研究で行った歩行実験の概要を表-2.1に示す。歩行実験で再現する流動状況として、流況指標の空間分節化機能を確認するため、一様流と対向流を、また、歩行者の交錯についての表現可能性を検討するため、クロス流(同方向の2流の交差)を設定した。また、目的③に示したように、歩行空間密度や歩行者速度といった空間条件の変化が与える影響についての知見を得るため、歩行実験の空間条件を表-2.2に示すA~Fの6パターンに設定した。

### (3) 定量化手法

#### a) 歩行位置の取得

歩行者位置の取得手法は3つの段階で構成される。  
①対象空間のビデオ撮影、②対象空間に座標軸を設定し、撮影画像の画素座標を実空間座標へと変換、③歩行軌跡追尾ソフトDIPP MOTION-2Dを用いて、軌跡取得時間間隔 $\Delta t$ 秒ごとに歩行者の存在位置をトレースし位置座標として取得。

#### b) 歩行者流動状況の定量化

歩行者流動状況の定量化は3つの段階で構成される。  
①対象空間を $S_m \times S_m$ のメッシュに分割、②取得した歩行者位置座標から軌跡取得時間間隔 $\Delta t$ 秒ごとの変位、歩行速度の算出(図-2.3)、③各メッシュの歩行速度、密度を算出。ただし、 $\Delta t$ 秒間の移動が複数のメッシュを通過する場合は、通過メッシュに密度を均等配分。

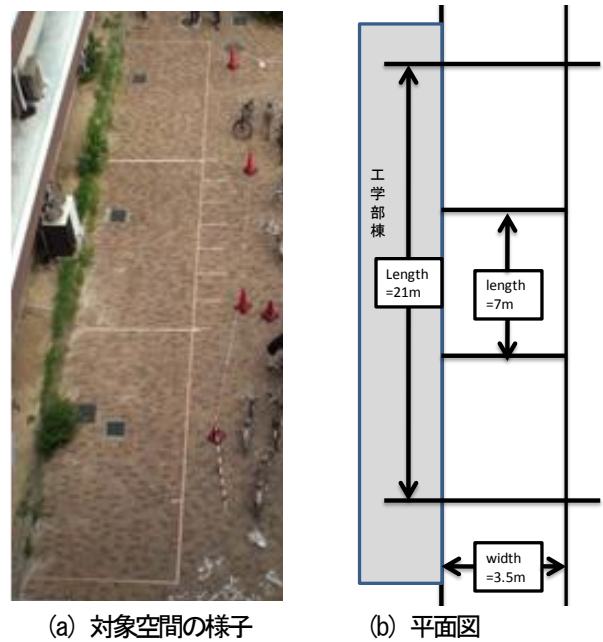


図-2.1 対象空間 (大阪市立大学工学部棟中庭)

表-2.1 歩行実験概要

| 歩行実験概要 |                        |
|--------|------------------------|
| 日時(天候) | 2009年7月31日13時から15時(晴れ) |
| 被験者数   | 29名(うち4名は実験補助者)        |
| 再現流動   | 一様流、対向流、クロス流           |
| パラメーター | 密度、速度                  |

表-2.2 実験パターン

|           |         | 密度指示(人/m <sup>2</sup> ) |           |           |         |
|-----------|---------|-------------------------|-----------|-----------|---------|
|           |         | 高い(1.7)                 | やや高い(1.2) | やや低い(0.8) | 低い(0.4) |
| 速度指示(m/s) | 遅い(0.5) | A                       |           |           | E       |
|           | 普通(1.0) |                         | C         | D         |         |
|           | 早い(1.5) | B                       |           |           | F       |

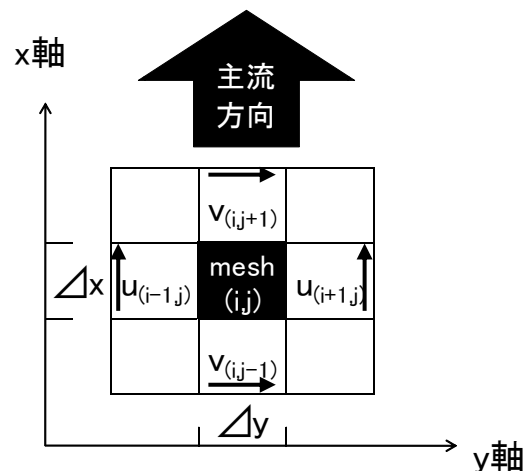


図-2.3 対象空間と定義

### 3. 流況指標

#### (1) 流況指標の候補

図-3.1と表-3.1に本研究で検討する流況指標候補の特徴を示す。これら4つの指標は速度ベクトルの定義方向によって区別される。具体的な違いは、向かい合う速度ベクトル  $u_{(i-1,j)}$  と  $u_{(i+1,j)}$ 、または  $v_{(i,j+1)}$  と  $v_{(i,j-1)}$  が同方向を正と定義するか、反対方向を正と定義するかである。この違いによって種々の流動状況を表現することを目指している。各指標は式(2)から式(5)で定義される。

$$A = \left( \frac{u_{(i+1,j)} - u_{(i-1,j)}}{\Delta y} \times \alpha - \frac{v_{(i,j+1)} - v_{(i,j-1)}}{\Delta x} \times \beta \right) \times d_{(i,j)} \quad (2)$$

$$B = \left( \frac{u_{(i+1,j)} - u_{(i-1,j)}}{\Delta y} \times \alpha + \frac{v_{(i,j+1)} + v_{(i,j-1)}}{\Delta x} \times \beta \right) \times d_{(i,j)} \quad (3)$$

$$C = \left( \frac{u_{(i+1,j)} + u_{(i-1,j)}}{\Delta y} \times \alpha + \frac{v_{(i,j+1)} + v_{(i,j-1)}}{\Delta x} \times \beta \right) \times d_{(i,j)} \quad (4)$$

$$D = \left( \frac{u_{(i+1,j)} + u_{(i-1,j)}}{\Delta y} \times \alpha - \frac{v_{(i,j+1)} - v_{(i,j-1)}}{\Delta x} \times \beta \right) \times d_{(i,j)} \quad (5)$$

$v$ ; 主流横断方向速度(Y軸方向速度)

$u$ ; 主流方向速度(X軸方向速度)

$d_{ij}$ ; メッシュ (i, j) の密度

$\Delta x, \Delta y$ ; メッシュサイズ

$\alpha, \beta$ ; 重みパラメーター ( $|\alpha| + |\beta| = 1$ )

既往研究<sup>1)</sup>で提案した渦度は、 $u_{(i+1,j)}$  と  $u_{(i-1,j)}$ 、 $v_{(i,j+1)}$  と  $v_{(i,j-1)}$  がどちらも逆方向を正と定義しており、本研究で定義した指標Aにあたる。しかし、渦度と指標Aには2つの違いがあることに注意しなければいけない。渦度は①重みを考慮していないため、 $\alpha, \beta$ は含まれない。②密度を考慮していないため、 $d_{(i,j)}$ 項もない。本研究で、これらのパラメーターを加えた意図は、以下の2点である。①歩行速度に応じて、 $\alpha, \beta$ を変化させることで、主流方向と主流横断方向の特徴を顕著に表現できる。②密度を考慮することで、流況指標と歩行者の各存在メッシュの対応が可能になり、歩行環境、歩行感覚をより適切に表現することが可能になる。

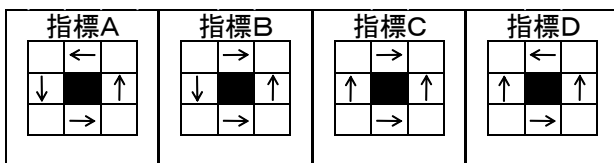


図-3.1 指標の候補

表-3.1 各指標における速度ベクトルの定義方向

|               | 指標A | 指標B | 指標C | 指標D |
|---------------|-----|-----|-----|-----|
| $u_{(i+1,j)}$ | 逆方向 | 逆方向 | 同方向 | 同方向 |
| $u_{(i-1,j)}$ | 逆方向 | 逆方向 | 同方向 | 同方向 |
| $v_{(i,j+1)}$ | 逆方向 | 同方向 | 同方向 | 逆方向 |
| $v_{(i,j-1)}$ | 逆方向 | 同方向 | 同方向 | 逆方向 |

#### (2) 流動状況の特徴

模擬空間での歩行実験において、一様流、対向流、クロス流という3つの流動状況を再現した。これらの流動状況が持つ特徴を以下に示す。

- a) 一様流
  - ・一方向の流動のみ
  - ・主流方向速度がほぼ一様 ( $u_{(i+1,j)} \cong u_{(i-1,j)}$ )
  - ・主流横断方向速度がほぼ0 ( $v_{(i,j+1)} \cong v_{(i,j-1)} \cong 0$ )
- b) 対向流
  - ・二方向の流動
  - ・主流方向速度(絶対値)が一様 ( $|u_{(i+1,j)}| \cong |u_{(i-1,j)}|$ )
  - ・主流横断方向速度がほぼ0 ( $v_{(i,j+1)} \cong v_{(i,j-1)} \cong 0$ )
  - ・向かい合う流れが層状分布
- c) クロス流
  - ・主流方向が同じ二群の流動
  - ・交錯地点において主流横断方向に二方向の流動
  - ・主流方向速度がほぼ一様 ( $u_{(i+1,j)} \cong u_{(i-1,j)}$ )
  - ・交錯地点ではグループ挙動

#### (3) 流況指標の特徴

上記(1)の通り、向かい合う速度ベクトルの方向によって指標は定義される。向かい合うベクトルの定義方向が流況指標の値に与える影響を表-3.2、表-3.3に示す。向かい合うベクトルの定義方向が同方向であれば、整然流動内部で大きな値を示し、逆方向であれば、速度が遷移する範囲で大きな値を示す。これらを、組み合わせることで種々の流動状況の特徴を表現した。

本研究で対象としている空間は主流方向速度が卓越した空間であることに留意しなければいけない。ゆえに、表-3.2に示す特徴を優先的に考えたのち、表-3.3に示す特徴を考え合わせる(表-3.4)。たとえば、 $u_{(i+1,j)}$  と  $u_{(i-1,j)}$ 、 $v_{(i,j+1)}$  と  $v_{(i,j-1)}$  の両者が同方向を定義されている場合、つまり指標Cにおいては、表-3.2に示す特徴によって、特徴表現①速度一定範囲が把握できる。次に、主流方向では小さな値を示す速度遷移範囲においては、表-3.3に示す特徴によって、特徴表現②主流横断方向の移動が把握できる、といった具合である。各指標によって表現可能な流動状況を表-3.4に示した。

指標A、Dに関しては、注意を要する。指標Aは、向かい合うベクトルが逆方向を示すことから既往研究でも利用されてきたように、特徴表現のほかに、歩行者流動状況の乱れを表す指標としての利用が挙げられる。また、指標Dは、指標BのX軸、Y軸を反転した指標と同様であることから、主流方向だけでなく、主流横断方向に対しても主流が生じる場合、つまり三叉路などにおいては特徴表現②として速度一定範囲の主流縦断方向の移動が把握できる。

(4) 流況指標の適用

以上のように、本研究で考案した流況指標の特徴と流動状況の特徴から、種々の流動状況の把握・表現が可能だと考えられる。これらの流況指標を適用すべき流動状況を整理すると、指標Aは速度遷移範囲の抽出、指標Dは速度一定範囲の抽出が可能である。さらに、指標B、Cについては、指標A、Dによって抽出された流動状況に対して適用することで、横断方向変化の把握ができる。図-3.2に示すフローを用いることで、種々の歩行空間の特徴を表現することができる。

4. 適用結果

(1) 実験空間への適用

ここでは、提案した流況指標の分布状況とベクトル表示した空間流動状況を比較して流況指標の有用性を確認する。実験パターンCを例に、流動状況と指標分布状況の関係を以下に示す。

a) 一様流

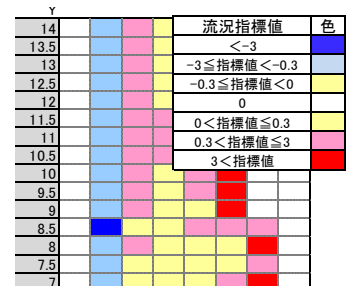
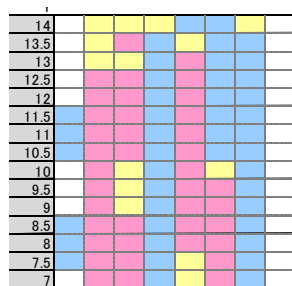
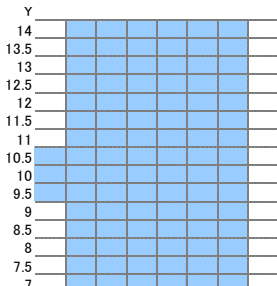
速度一定の同一方向流動のみで構成されていることから、流況指標Dを用いて表現する。流況指標分布は正の値を示し、同一色で構成されるはずである。図-4.1aを見ると、この特徴は表現できている。

b) 対向流

流動方向が二方向存在するため、極端な速度遷移が存在する。よって流況指標Aを用いて表現する。流況指標は正と負が交互に存在し、青色と赤色の層が交互に分布するはずである。図-4.1bを見ると、実際の流動の対向流の層の分布と同様に正と負が交互に存在している。よって、対向流の特徴は流況指標Aで表現できている。

c) クロス流

主流方向速度はほぼ一定であるが、一様流との相違点として、主流横断方向流が存在している。図-3.2に従い、速度一定範囲における横断方向変化は流況指標Bを用いて表現する。流況指標は交錯地点においては、その交錯角度や交錯するグループ挙動によっても多少変動はあるが、正、もしくは、負の分布が斜めに分布すると考えられる。図-4.1cを見ると、赤色が中



a) 指標Dの分布状況 (一様流) b) 指標Aの分布状況 (対向流) c) 指標Bの分布状況 (クロス流)

図-4.1 流況指標分布図 (2009年7月31日、歩行実験パターンC)

心付近に左上に向かって、また、青色が右上に向かって斜めに分布していることが分かる。観察した流動状況の歩行軌跡においても、左側への移動グループが大きいことが確認できた。よって、流況指標Bによってクロス流、およびクロスの様子を表現できている。なお、流況指標Bに関しては横断方向への変化を顕著にするため、 $\alpha : \beta = 1 : 2$ とした。

表-3.2 主流方向における指標の特徴

| 速度ベクトルの向き     |     | 主流方向    |         |
|---------------|-----|---------|---------|
|               |     | 整然とした流動 | 混沌とした流動 |
| $u_{(i+1,j)}$ | 同方向 | 大       | 小       |
| $u_{(i-1,j)}$ |     |         |         |
| $u_{(i+1,j)}$ | 逆方向 | 小       | 大       |
| $u_{(i-1,j)}$ |     |         |         |

表-3.3 主流横断方向における指標の特徴

| 速度ベクトルの向き     |     | 主流横断方向 |       |
|---------------|-----|--------|-------|
|               |     | 一様流動   | 非一様流動 |
| $v_{(i,j+1)}$ | 同方向 | 大      | 小     |
| $v_{(i,j-1)}$ |     |        |       |
| $v_{(i,j+1)}$ | 逆方向 | 小      | 大     |
| $v_{(i,j-1)}$ |     |        |       |

表-3.4 流況指標の特徴

| 指標  | 特徴表現①                | 特徴表現②             |
|-----|----------------------|-------------------|
| 指標A | 速度遷移範囲<br>(対向部・流動端部) | (歩行者乱れ)           |
| 指標B |                      | 速度一定範囲<br>の横断方向移動 |
| 指標C | 速度一定範囲<br>(一様な流動部)   | 速度遷移範囲<br>の横断方向変化 |
| 指標D |                      | (三叉路)             |

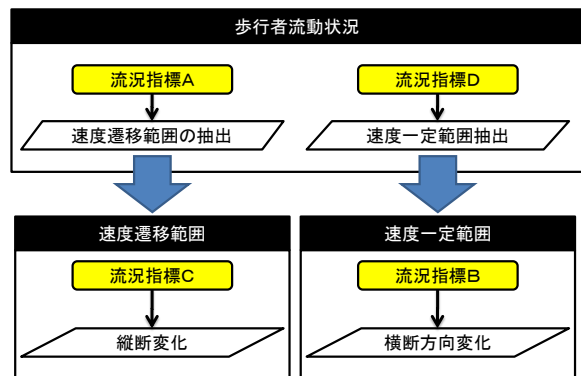
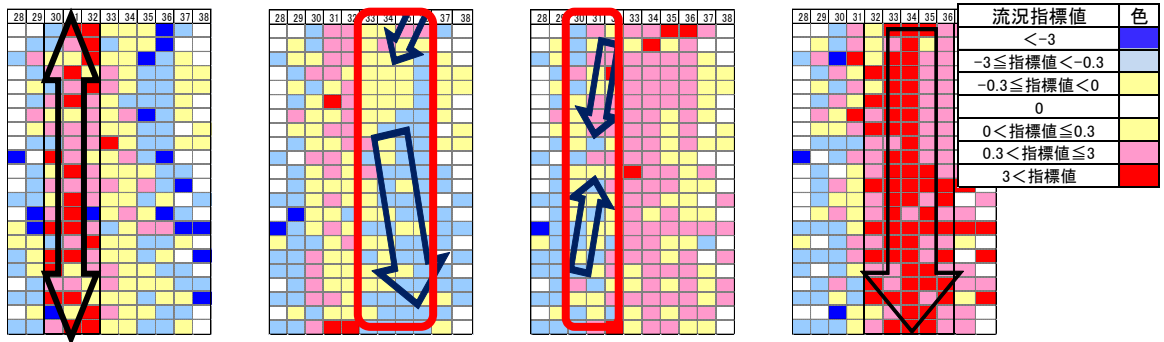


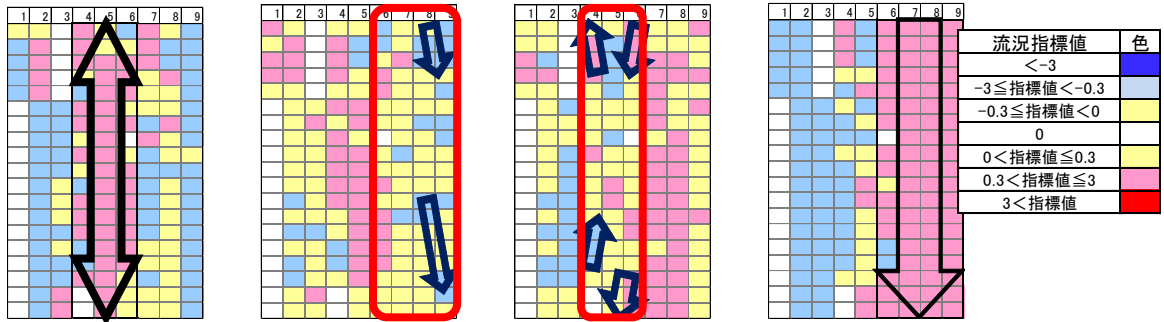
図-3.2 流況指標の適用フロー

| 流況指標値           | 色 |
|-----------------|---|
| < -3            | 青 |
| -3 ≤ 指標値 < -0.3 | 黄 |
| -0.3 ≤ 指標値 < 0  | 赤 |
| 0               | 白 |
| 0 < 指標値 ≤ 0.3   | 黄 |
| 0.3 < 指標値 ≤ 3   | 赤 |
| 3 < 指標値         | 青 |





a) 指標Aの分布状況 b) 指標Bの分布状況 c) 指標Cの分布状況 d) 指標Dの分布状況  
 図-4.2 流況指標分布図(周防町)(2006年10月8日(日)16時、 $\Delta t=0.5$ 、メッシュサイズ0.3m)



a) 指標Aの分布状況 b) 指標Bの分布状況 c) 指標Cの分布状況 d) 指標Dの分布状況  
 図-4.3 流況指標分布図(御堂筋)(2002年10月27日16時、 $\Delta t=0.5$ 、メッシュサイズ0.5m)

## (2) 実空間への適用

既往研究<sup>12)</sup>で適用してきた実際の歩行空間である周防町、御堂筋において、新たに提案した流況指標の分布状況を図-4.2、図-4.3に示す。これらから流動状況把握の可能性を検討する。

### a) 周防町(図-4.2)

指標Aの分布状況を見ると、列30~32の範囲において赤色が帯状に分布している。ゆえに、この地点には二方向の流れが影響を与えあう対向流が存在していることが分かる。つぎに指標Dの分布状況を見ると、列33~36の範囲において赤色が帯状に分布している。ゆえに、この地点には下向きの一様流が存在している。

流況指標A、Dから一様流と対向流の範囲が抽出できた。適用フロー(図-3.2)に従って、抽出された範囲において流況指標B、Cを適用し、その流動の詳細を見る。対向流内部の横断変化については、指標Cを用いて把握する。指標Cの分布状況を見ると、中心より下半分の地点において青色分布が、中心より上半分において赤色分布が確認できる。赤色の地点は左向き移動を、青色の地点は右向き移動を伴う移動であり、矢印で示したような流動が存在すると考えられる。一様流内部の横断変化は、指標Bを用いて把握する。指標Bの分布状況から、上部の赤色地点では左向き移動を、下部の青色地点では右向き移動を伴う移動であり、矢印で示したような流動が確認できる。

これらを総括して把握できる特徴を以下に示す。①

左側が上向き、右側が下向きの左側通行、②対向部の幅が3メッシュ程度の境界層が1つ存在、③各図の右上に沿道建物の流出入口があることから、一定流動内部において流出入口を避けながら歩行していることが把握できる、④混合部においても比較的大きな移動が存在している。

### b) 御堂筋(図-4.3)

指標Aの分布から列4~6の範囲で混合流が存在していることが、指標Dの分布状況から列7~9の範囲において下向きの流動が存在していることがわかる。対向流内部の横断方向変化は、指標Cの分布状況から、上部では2つの左へ向かう流動の存在とその間の右側へ向かう流動が存在していることを把握できる。一定方向の流動の横断方向変化は、指標Bの分布状況から、列8~9の上部および下部に右方向へと向かう流動が存在していることが把握できる。

これらを総括して把握できる特徴を以下に示す。①左側が上向き、右側が下向きの歩行、②対向部の幅が3メッシュ程度の境界層が1つ存在、③対向流動混在部の広がりに応じて、対向流部を避ける流れが存在、④混合部においては比較的小きな移動であり、横断方向への変化はあまり見られない。

しかしながら、混合部における具体的な流動把握は困難であり、この流動の詳細な把握が可能な指標の考究は、これからの課題である。

表-5.1 フレーム間隔の変化と流況指標の変化

| フレーム間隔                              | 15フレーム | 30フレーム | 60フレーム |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|
| 実験パターンAにおける<br>流況指標Bの分布状況<br>(クロス流) | 16.5   | 16.5   | 16.5   |
|                                     | 16     | 16     | 16     |
|                                     | 15.5   | 15.5   | 15.5   |
|                                     | 15     | 15     | 15     |
|                                     | 14.5   | 14.5   | 14.5   |
|                                     | 14     | 14     | 14     |
|                                     | 13.5   | 13.5   | 13.5   |
|                                     | 13     | 13     | 13     |
|                                     | 12.5   | 12.5   | 12.5   |
|                                     | 12     | 12     | 12     |

表-5.2 メッシュサイズの変化と流況指標の変化

| メッシュサイズ                            | 0.3mメッシュ | 0.5mメッシュ | 1.0mメッシュ |
|------------------------------------|----------|----------|----------|
| 実験パターンCにおける<br>流況指標Aの分布状況<br>(対向流) | 12       | 12       | 12       |
|                                    | 11.7     | 11.7     | 11       |
|                                    | 11.4     | 11.4     | 11       |
|                                    | 11.1     | 11.1     | 11       |
|                                    | 10.8     | 10.8     | 10       |
|                                    | 10.5     | 10.5     | 10       |
|                                    | 10.2     | 10.2     | 10       |
|                                    | 9.9      | 9.9      | 9        |
|                                    | 9.6      | 9.6      | 9        |
|                                    | 9        | 9        | 9        |

## 5. 諸条件変化と流況指標

### (1) 流況指標に影響を与える要因

流況指標の値は、流動ベクトルを数値化した速度と密度（各メッシュに1つの値）によって定められる。流動状況が異なると、各メッシュに数値化される速度と密度が変化するため、指標の分布状態も異なった様相を示す。前章では、流動状況の特徴と流況指標の分布状況の関係を明らかにすることで、流況指標から流動状況の特徴を把握できることを確認した。しかしながら、分析条件、たとえば歩行軌跡取得間隔や空間メッシュサイズによっても速度や密度は異なることが考えられる。

### (2) 分析条件の変化と流況指標

#### a) 歩行軌跡取得間隔 $\Delta t$

歩行軌跡取得間隔 $\Delta t$ を変化させることによって、2つの変化が生じる。①歩行速度 $u$ と $v$ の分布状況が変化する。 $\Delta t$ の大小によって、速度を平滑化する時間的範囲が異なる。②軌跡ベクトルの変化による歩行者通過メッシュ数の変化によって、密度の分布状況が異なる。

#### b) メッシュサイズ変化と流況指標

対象空間のメッシュサイズ（区切り）を変化させることによって、以下のことが生じる。①歩行速度 $u$ と $v$ の分布状況が変化する。メッシュサイズの大小によって、速度を平滑化する空間的範囲が異なる。

#### c) 模擬空間での確認とまとめ

表-5.1のフレーム間隔別の指標Bの分布から、フレーム間隔を大きくすればするほど、主流横断方向の変化を把握できなくなることがわかる。これは、1つのベクトルを密度1として、通過メッシュに均等配分することから生じる密度変化による影響が大きい。

表-5.2のメッシュサイズ別の流況指標Aの分布から、メッシュサイズを小さくするほど、混合部の幅など詳細な流動状況を把握できることが確認できる。しかしながら、メッシュ分割を小さくしすぎると各場所での些細な流動による影響を表現してしまう。これらの影響を表現する必要性に応じて設定しなければならない。

## 6. おわりに

新たな歩行者流況指標を提案することで、主流・混合流のみならず、横断方向の変化を表現することができた。また、これら指標が複雑な流動状況を示す実空間の流動状況においても指標適用フローに従って組み合わせることで、適用可能であることを示した。

こうした流況指標の特徴把握機能は、社会実験の有無などによる流動状況の違いを比較する指標として利用できると考えられる。たとえば、放置自転車の撤去やオープンテラスによる音楽演奏が流動に与える影響の評価という意味で用いることが可能だろう。

これら指標を用いる際には、重みパラメーター $\alpha$ 、 $\beta$ の設定が必要である。対象空間の大きさや主流方向速度や密度といった歩行環境によって、重みパラメーターを調整することが必要である。指標としての確立を目指すには、これら諸条件とパラメーターの設定の定量的な関係を明らかにする必要がある。また、対向流内部の移動に関しては、今後、詳細な挙動の表現方法を考案しなくてはならない。

### 参考文献

- 辻智香、内田敬：街路空間の主観的評価における歩行者流動効果の定量化, 土木計画学研究・講演集 Vol. 32 (CD-ROM), 4pp, 2005.
- 内田敬、辻智香：街路歩行者流の流況可視化と新LOS指標の提案, 土木計画学研究・講演集 Vol. 35 (CD-ROM), 4pp, 2007.

## 討 議 等

### ◆討議 [ 梅宮先生 ]

歩行実験の時期が夏季の暑い時間帯であるが、影響は？

◆回答：歩行状況を把握することを目的とした実験であるため、季節や時間の影響はないと考えられる。今後、主観的評価を調査する模擬実験を行う場合は、これらの影響を考えなければいけない。

### ◆討議 [ 横山先生 ]

評価の高い街路空間とはどのような空間であると考えている？

◆回答：本研究は、歩行空間の評価と歩行者の流動状況の関係に着目した研究を行っているが、評価が高くなるような流動状況が、どのような状況であるかを定義するには至っていない。

しかしながら、既往研究でも示されたように歩行者の流動状況が整然とした流れである場合よりも多少の乱れが存在する場合のほうが、市街地の歩行空間においては評価が高いことが示されている。

私自身も市街地に来たという実感を味わうためには、多少の乱れは必要だと考えているが、乱れと歩きにくさや閉塞感は密接に関係していることを考えられるため、歩行空間での広範囲に及ぶゆるやかな乱れなど局所的な乱れが存在しない空間がよいのではないかと考えている。

### ◆討議 [ 横山先生 ]

この研究がどのようにつながっていくのか？

◆回答：本研究を考究していくことで、歩行者の流動状況を指標分布図によって表現することが可能になる。模擬実験あるいは、実際の歩行空間で主観的評価のアンケートを行えば、流動状況と主観的評価の関係が把握でき、評価の高い空間に求められる要素、流動状況を明らかにすることができる。これによって今後の街路空間整備の方針を明確にすることができる。

### ◆討議 [ 鈴木先生 ]

これの指標を一言で表すとしたら、どんな風に説明される？

◆回答：流況指標Aについては歩行者の乱れを回転で表わす渦度、引っ張りで表現するせん断力、流況指標Cについては慣性力と定義することができると考えている。

一方で、流況指標BとDについては、物理的な解釈は困難であることから明確な意味づけはできないと考えている。

### ◆討議 [ 重松先生 ]

疎密波に対して渦度を適用していいのか？

◆回答：歩行方向の横断方向変化と縦断方向変化が相互作用することで、渦と類似した現象が生じると考えられる。そこで、流体力学の概念を適用した。しかしながら、厳密には流体力学の概念の適用が可能であるかは、今後さらに検討していかなければいけない項目である。

### ◆討議 [ 重松先生 ]

空間をメッシュ分割して評価している意図は？個々の速度などのデータを用いてそのまま評価したほうがいいのでは？

◆回答：空間をメッシュ分割した意図は以下の2点である。①一定時間の移動軌跡を重ね合わせることで、対象空間での流動状況の特徴を表現することを考えている。メッシュ分割することで重なり合った複雑な流動状況の表現（ベクトル図）の解釈を容易にする。②場所別の流動状況の特徴を把握することが可能となり、局所的な混雑や沿道店舗周辺での流動状況などを把握することが可能となる。