

街路空間の質的評価のための歩行者流況指標*

Pedestrian Flow Indices for Qualitative Evaluation of Urban Streets*

又野 健太郎**・辻 智香***・内田 敬****

By Kentaro MATANO**・Tomoka TSUJI ***・Takashi UCHIDA ****

1. はじめに

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。一方、空間密度や歩行者流量といった既存の歩行空間評価基準では、都心空間のような多方向の流れが存在する空間には適用できず、どのような整備が効果的であるかは明確になっておらず、試行錯誤の段階である。

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(図-1)。本研究では、空間内の移動物、とくに歩行者の流動状況に着目して、来街者の主観的評価への影響を明らかにする。来街者などの移動物は、時々刻々変化し、多様なパターンをもつ。また、来街者は評価者であるとともに、景観を構成する要素であり、ほかの来街者の主観的評価に影響を与えるという相互的な作用をもつ。

来街者の主観的評価と相互作用をもつ歩行者流動状況との関係を明らかにすることは、これからの空間整備にとって重要なことである。たとえば、歩行者の滞留が存在する空間が高く評価されるならば、滞留を作るために、ストリートファニチャーや売店の設置、オープンテラスを利用した音楽演奏などが今後の街路空間整備の方向性であるといえるだろう。

本研究では、歩行者流動をフローベクトルとして取り扱って(図-2)、歩行者流動の性質を指標化し、これが来街者の主観的評価に与える影響を定量的に示す。また、これらの指標を実際の空間に用いるためには、来街者が外部環境である流動状況を認知する空間的な範囲をいかに扱うかが課題となる。そこで、主観的評価を行う際に認識する空間の範囲や異方性(各方向が与える影響力の違い)との対応関係を示す。

*キーワード：歩行者交通、歩行空間評価、街路空間

**学生会員、大阪市立大学大学院工学研究科(大阪市住吉区杉本3-3-138.TEL06-6605-2731.FAX06-6605-3077)

***正会員、修(工)、堺市建築都市局都市整備部

****正会員、博(工)、大阪市立大学大学院工学研究化

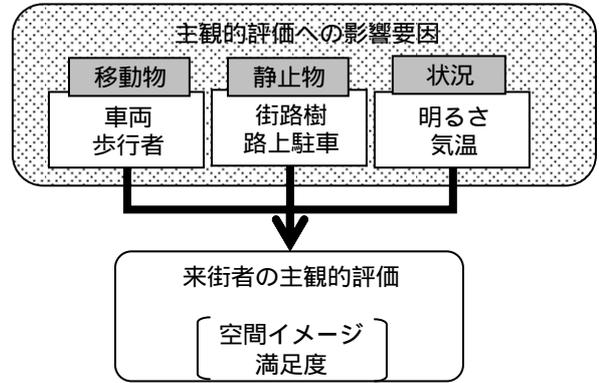


図-1 主観的評価への影響要因

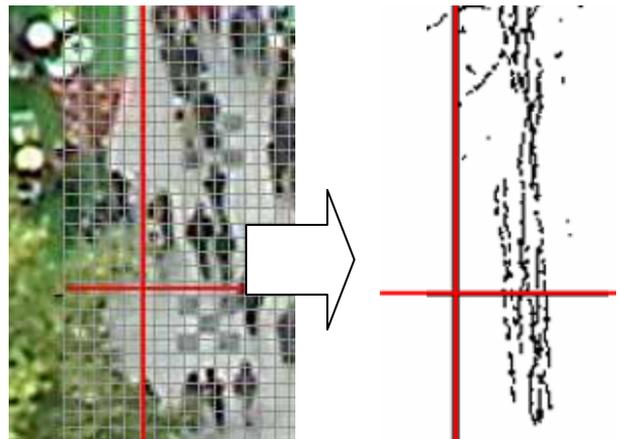
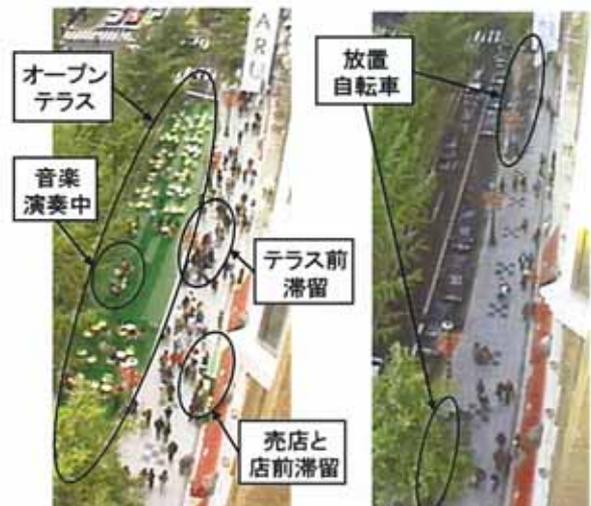


図-2 歩行者流動のベクトル化



(a)実験中休日

(b)実験後休日

図-3 空間状況

2. 研究の概要

(1) 対象空間

対象空間は、大阪市「御堂筋」の大丸心斎橋店前東側歩道で、2002年10月に社会実験として、オープンテラスの設置とテラス内での音楽演奏、放置自転車の即時撤去・駐輪場への誘導が行われた。社会実験中と後では、空間状況、流動状況が大きく異なる(図-3)。

(2) 分析対象日時

分析対象日時は、空間状態の違いによる影響を比較できるようにに加え、ビデオ画像の画質、分析を進めるうえで、必要なアンケート回答者数(10人以上/1時間)を考慮して選択した。表-1に分析対象日時と空間状況を示す。

網掛け4断面について流況指標を算出し、分析を行った。さらに、全7断面について来街者が認識する空間の範囲と異方性の程度についても分析を行った。

(3) 研究の流れ

各対象空間で実施された、歩行者に対する街路空間評価に関するアンケート調査とビデオカメラによる歩道通過者の流動観測の結果を用いる。

まず、ビデオ画像をもとに歩行者流動をベクトル化し、変位、速度や密度などを定量化する。定量化された速度や密度から歩行者流動状況の乱れを表すことができる指標を考案する。一方、アンケート結果から来街者の属性と主観的評価を利用し、これらのデータを用いて、重回帰分析・判別分析を行い、来街者の主観的評価への影響要因とその大きさを明らかにし、歩行者流動効果を定量化する。また、来街者が認識する空間的な範囲や異方性の程度(来街者に対して方向が与える影響の違い)についても同様の分析を用いて明らかにする。

3. 歩行者流動のベクトル化と指標化

(1) ベクトル化¹⁾

対象空間における歩行者流動の特性を把握するために、ビデオ画像を解析し、歩行者流動を可視化した。可視化に際しては、0分台の10秒間と30分台の10秒間を代表時間とし、重ね合わせることで1時間定常と仮定した。また、来街者の主観的評価はアンケート結果をもとに、回答時刻が1時間単位で定常と仮定している。以下にベクトル化の手順を示す。

- 手順 : 0.5秒毎瞬間画像の抽出
- 手順 : 位置座標の取得
- 手順 : 速度の算出とベクトル化
- 手順 : 瞬間画像の重ね合わせ

(2) 流況指標

街路空間では、歩行者の横断方向への変位と縦断方向への変位が相互作用することにより、うねりや渦が生じると考えられる。これらは、来街者の主観的評価にも影響を与えるだろう。そこで、流れの要素の早さや向きが一樣でない場において、歩行者のうねりや錯綜の様子を表現することが期待できる渦度とせん断力を考案した。本研究では、これらを流況指標と呼ぶ。ここでは、0.5mメッシュに分割した対象空間を、縦断方向5mごとに分割して集計(平均化)し、14エリアで集計した。

(a) 渦度

着目する要素Pにおける渦度は、図-4に示す諸量により次式で定義される。

$$= \frac{v_2 - v_1}{x} + \frac{u_2 - u_1}{y} \quad (1)$$

(b) せん断力

着目する要素Pにおけるせん断力は、図-5に示す諸量により次式で定義される。

$$\tau = \rho \left(\frac{|v_2 - v_1|}{x} + \frac{|u_2 - u_1|}{y} \right) \quad (2)$$

表-1 研究対象日時と空間状況

月	10			11			
	24	27		7		10	
曜日	木	日		木		日	
時間	16	13	16	13	16	13	16
OT・売店	x			x	x	x	x
音楽演奏	x	1	2	x	x	x	x
OT前滞留	x	大	小	x	x	x	x
放置自転車	x	x	x				
日射	x		x		x		x
歩行者数(人/h)	1129	2375	3728	1303	1420	2103	3243

*OT : オープンテラス

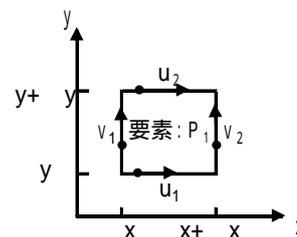


図-4 渦度の定義における諸量

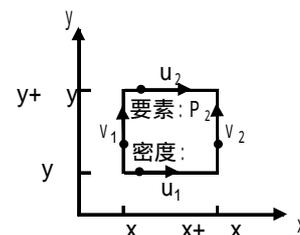


図-5 せん断力の定義における諸量

4. 影響要因分析

(1) 分析の手順

アンケートから得られる回答者属性と空間状況を説明変数に、空間イメージに関しては「にぎわい」「ごみごみ」を被説明変数として判別分析を、満足度に関しては5段階評価のアンケート結果を被説明変数として重回帰分析をそれぞれ行った。これに、流況指標を1つずつ加えて、分析を行うことで流況指標の有用性を確認した。これを分析1と呼ぶ。

また、来街者が空間評価を行う際には、パーソナルスペースなどの影響について考慮しなければならない。そこで本研究では、認識空間と異方性の程度の2点について考慮した。その方法として、認識空間については、式3を用いて表-2に示した3つのパターンで、異方性の程度については、式4を用いて表-3(数字は重みを表す)に示した5つのパターンで、それぞれ算出した過度を、説明変数に加えることで、それぞれのパターンと主観的評価との対応関係を比較した。これを分析2,3と呼ぶ(図-6)。なお、アンケートデータから用いた説明変数は表-4に示す通りである。

(2) 認識空間

これらの指標を実際の空間で適用するには、来街者が認識する空間的な範囲を考えなければいけない。たとえば、視野やパーソナルスペースを考えると、来街者が存在するメッシュに隣接するメッシュだけでなく、前方や横方向へと広がっていくことが考えられる。パターン2では、パターン1の過度にそれより1つ外のメッシュの過度を加える、といったように順々に範囲を広げて過度を算出した。それぞれの算出範囲で用いる式を以下に示す。

$$= \sum \left(\frac{v_{2i} - v_{1i}}{x_i} + \frac{u_{2i} - u_{1i}}{y_i} \right) \quad (3)$$

(3) 異方性

先で述べた認識空間の範囲だけでなく、来街者が歩行する際に、進行方向もしくは、横方向から、といったように各方向で与える影響が異なる可能性も考えられる。たとえば、来街者の横方向と進行方向が同様な混雑具合でも、歩きやすさという観点から考えると、進行方向の混雑具合が主観的評価に大きな影響を与える、ということが考えられる。横方向の重みをd1、前後方向の重みをd2とし、それぞれのパターンで過度算出に用いた式を以下に示す。

$$= \frac{v_2 - v_1}{x} \times d_1 + \frac{u_2 - u_1}{y} \times d_2 \quad (4)$$

表-2 認識空間のパターン

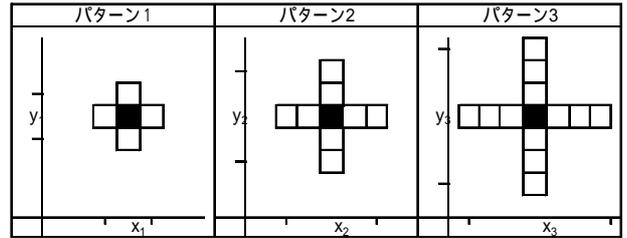
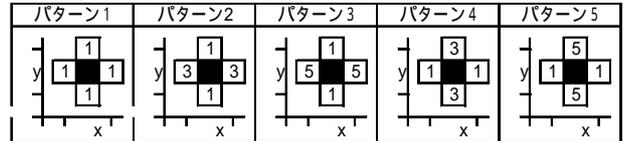


表-3 異方性のパターン



*: 数字は重みを示している

表-4 説明変数

空間状況	OT	有り
調査時刻		13時
回答者属性	通行理由	魅力
		快適
		目的地
		回避
		その他
	イメージ要因	人・自転車
		自動車・バス
	年齢	OT
		若年者
	居住地	高齢者
		大阪市内
	来訪目的	大阪府内
買い物		
飲食		
ウィンドウショッピング		
来訪手段	業務	
	地下鉄・自転車・徒歩	
来訪頻度	J R・私鉄	
	週3回以上	
流況指標	月1~2回以下	
	過度orせん断力	

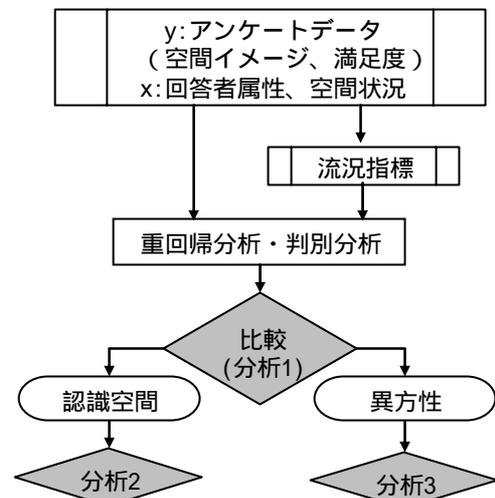


図-6 重回帰分析・判別分析の流れ

5. 影響要因分析結果

(1) 満足度・空間イメージ

分析1の満足度についての重回帰分析の結果を表-5,6に示す(判別分析については講演時に詳述する)。これらの結果から過度、せん断力は主観的評価に影響を与える要因として有用であることが示され、過度は大きくなると満足、にぎわいと評価する傾向にあるのに対し、せん断力は額の傾向にあることが示された。

(2) 過度・せん断力分布図²⁾

図-7(c)の過度分布図に見るように、通常、流動の外縁部は青領域の同方向流であるが、街路樹周辺および、OT中段より上付近を見ると赤領域の混合流になっていることに加え、強い赤や青が存在している。このことからOTや街路樹はにぎわいを創出する要因として有用であることが示された。

図-7(d)のせん断力分布図を見ると、過度分布図では強い青や赤だったOT中ごろ部分が、弱い青や赤になっている部分が、また、OTから少し離れた場所の弱い青や赤だった部分が強い青や赤になっている部分が見受けられた。このことからオープンテラス付近ではプラスの評価が、そして混雑している道路中央ではマイナスの評価がなされるという結果がせん断力分布図から示された。

(3) 認識空間・異方性

分析2,3の結果を表-7,8に示す。満足度については、認識空間が2.5m範囲で前後の影響が強く影響を与えること、空間イメージについては、3.5m範囲で異方性がないことが示された。これより満足度には身の回りの歩きやすさが影響を与え、空間イメージには空間としてのざっくりとしたイメージが影響を与えることが示唆された。

6. おわりに

過度、せん断力は、来街者が周囲から受ける影響を定量的に表す指標として有用であることを示した。しかし、本研究ではアンケート回答者と歩行軌跡を対応づけることができないため、回答者のミクロな周辺状況を考慮した分析には至っていない。また、認識空間や異方性の程度をもっと多くのパターンでの比較が必要であろう。

今後は視野、進行方向の影響について考慮し、実空間との整合性の取れた指標を提案していくことを目指している。さらに、アンケート回答者と歩行軌跡を対応づけるため、歩行者流を模擬的に作り出した空間で実験、もしくは、対象空間に同時刻に回答者を歩行させることで、アンケート回答者と歩行軌跡を一致させ、よりミクロな分析を行っていくことを予定している。

表-5 「満足度」に関する重回帰分析結果

	流況指標		
	なし	過度	せん断力
決定係数	0.5586	0.5769	0.5769
修正済み決定係数	0.2889	0.2989	0.2989

表-6 流況指標の効果

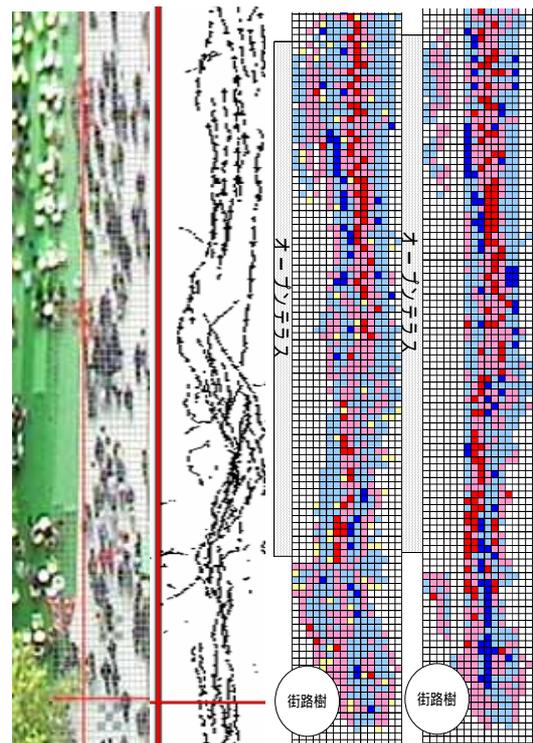
変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	t 値
せん断力	-1.26	-1.72	1.23
過度	2.1	0.31	1.23

表-7 認識空間パターン別の多変量解析結果

判断基準	パターン1	パターン2	パターン3
満足度 (決定係数)	0.4179	0.4182	0.4178
空間イメージ (判別の中率)	0.82	0.82	0.84

表-8 異方性の程度パターン別の多変量解析結果

判断基準	異方性パターン				
	1	2	3	4	5
満足度 (決定係数)	0.4179	0.4172	0.4179	0.4183	0.4183
空間イメージ (相関比)	0.4581	0.4578	0.4571	0.458	0.458



(a) ビデオ画像 (b) 軌跡 (c) 過度 (d) せん断力
図-7 解析例(御堂筋2002年10月27日16時)

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 vol132, 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 vol135, CD-ROM, 4pp2007

