

歩行者の外形的な特徴に着目した歩行環境の評価手法の提案*

Proposal of Evaluation Method for Street Space Focusing on Pedestrian Behavior*

札本太一**・小嶋文***・久保田尚****

By Taichi FUDAMOTO**・Aya KOJIMA***・Hisashi KUBOTA****

1. はじめに

日本各地の都市中心部で、モール化などの実験が活発に行われているが、歩行者空間の有効な評価手法が確立されていない。現在は、ほとんどの場合アンケート調査等に頼っているが、ランダムサンプリングは事実上困難である。さらに、手渡し・郵送回収の場合には、回答者は帰宅後に回答することになり、反芻したイメージによる回答となってしまう、空間体験時に感じた直感的なイメージと合致する保証がない。一方、現地で回答してもらう場合は、回答が歩行者の協力意思に大きく影響され、かつ、本来、歩行者空間を楽しんでいるはずの時間を「アンケートに回答することに費やしている」という気分が、回答内容に影響を与えることが避けられない。

また、そもそも歩行者は、自動車等とは異なり、行動に制約が少なく、思うがまま、気ままといった心理に左右されることが多いと考えられることから、歩行者心理を捉えた空間の評価が重要となってくる。

そこで、歩行者自身は評価に参加していることを意識しない方法、すなわち、歩行者に気づかれることなく観測できる範囲で評価できる方法を開発することが有効である。その方法はまた、歩行者心理を正確に評価できる手法であることが必要である。

そこで本研究では、理論的には、対象空間を通行する全歩行者から協力意思の有無に関係せず、得ることができる、歩行者の「表情・しぐさ」といった外形的特徴

に着目し、歩行者心理を考慮した評価手法を確立するための手掛かりを得る事を目的とする。

2. 既存の関連研究の整理および位置づけ

歩行空間の質の評価に関する研究は国内外で行われている。Gehlは、屋外での人間の活動をつぶさに観察することで、「質の悪い街路と都市空間ではごくわずかな最低限の活動（必要活動）しか起こらない。しかし、優れた環境のもとではそれとまったく異なり、人びとの幅広い活動（任意または社会活動）が可能になる」という考えを示している（表-1）¹⁾。しかし、この研究では、行動と空間との関係が詳細に分析されるに留まっており、空間の評価手法の開発には至っていない。

また、国内の最新研究においても、高橋ら²⁾が、社会実験地区内における歩行者の回遊特性を明らかにし、推定している。しかし、サンプルは、アンケート調査によるサンプルに留まっている。そのほかにも、歩行者へのアンケート調査を行い意識分析しているもの^{3),4)}や、歩行者へのインタビューと観察によるもの⁵⁾などがある。また、これらの手法を用いて、道路空間の評価指標として、視認性^{6),7)}に着目しているものや、観光そのものの行動や満足度に関する研究^{8),9)}もおこなわれている。

心理学の分野では、「しぐさと心理」の関係や、人間の表情と心理状態との密接な関係について報告がされているが^{10),11)}、歩行空間等の外部空間を対象とした研究は見当たらず、本研究が新たに取り組むものである。

表-1 空間活動の種類¹⁾

活動名称	内容	例
必要活動	必要に迫られてする活動	通勤・通学、バスを待つ
任意活動	時間や場所が許すときする活動	散歩する、立ち止まる
社会活動	他の人々が存在するときする活動	あいさつ、子供の遊び

*キーワード：地区交通計画、交通行動調査

**非会員、埼玉大学大学院理工学研究科

（さいたま市桜区下大久保255

Tel:048-858-3554

E-mail: fudamoto@dp.civil.saitama-u.ac.jp)

***学生会員、埼玉大学大学院理工学研究科・日本学術振興会特別研究員DC

****正会員、工博、埼玉大学大学院理工学研究科

3. 研究方法と対象地区

(1) 研究方法

本研究では、歩行空間での歩行者の心理をストレス調査やアンケート調査により把握した上で、その状況下における歩行者の行動、および表情を観察する。それら可視的な歩行者の特徴とストレス調査やアンケート調査により得られた歩行者の心理の関係について明らかにすることで、外形的な特徴が有用な歩行者空間の評価指標であることを確認する。アンケート調査を用いた歩行空間評価の限界は、先に述べた通りであるが、今回は、歩

行者の行動や表情と心理との関係性を探るため、アンケート調査で得られた結果を一つの指標とすることとした。

歩行空間の質に関しては自動車の有無に着目し、自動車が通行していない状態を「質の高い歩行空間」と仮定することとした。この仮定のもと、自動車が通行する場合と通行しない場合についての比較を行っていく。

まず、ストレス測定器を用いたストレス調査や、アンケート調査で、空間での自動車の存在に関する歩行者の意識を分析し、自動車のいない空間が歩行者にとって質の良い空間という仮定を確認する。次に、自動車の有無という2つの状況において、歩行者の行動、および表情をビデオで撮影し、状況の違いによる歩行者の行動や、表情の違いを解析し、評価の異なる空間における歩行者の外形的特徴の違いを確認する。ビデオカメラを用いた分析は、これまでも歩行者の行動に関する研究に用いられており、連続的な動きを観測できる、空間内の歩行者全員を対象にできるなどといった特徴がある^{12),13)}。今まで述べてきたプロセスを図示すると図-2のようになる。

(2) 研究対象地区

本研究では、研究対象として、川越市一番街周辺地区を取り上げた。川越一番街は2車線の県道に位置し、埼玉県有数の観光地であり、休日には観光にきた歩行者



図-1 川越一番街における2つの環境

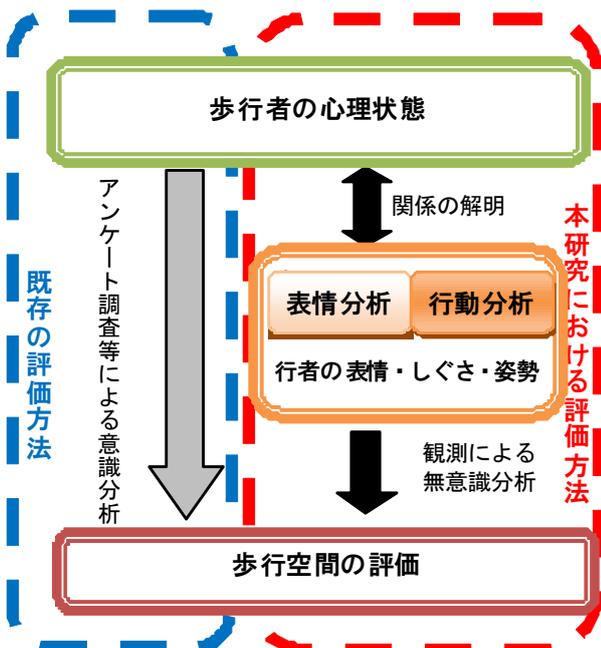


図-2 既存の評価手法と本研究の評価フロー

が車道にあふれ、歩行者と車との錯綜が数多く見受けられ、歩行者と車の双方にとって危険な状況である。一方で、年に数日、お祭り等の際に歩行者天国が実施され、車が通行しない歩行者環境が実現する(図-1)。加えて、一番街の近くには「クレアモール」と呼ばれる商店街があり、交通規制はないものの、自動車の通行はごく少数で、歩行者は普段から「歩行者天国」のような状況で通行している。本研究では、これらの状況を利用して、一番街における「自動車が通行している状況」と「歩行者天国(以下、ホコ天)」の比較、および、一番街の「自動車が通行する状況」とクレアモールにおけるホコ天同様の状況の比較を行い、分析していく。

4. 歩行者意識分析による歩行空間の評価

(1) ストレス調査による心理分析

a) 調査方法

まず、車両が歩行者に与える影響を分析するため、ストレス測定器を用いた調査を行った。調査は、歩行者天国時;2009年11月23日(月・祝)及び通常時;2009年11月29日(日)に精神的緊張の水準でもある覚醒水準を計測する時に用いる皮膚電位水準(SPL)を計測した^{14),15)}。計測方法は、被験者(5名)に測定器を着け、対象道路を2人1組で計測した。この時、環境間でどのようにストレスを感じるかを分析するため「横並びで歩く・所定位置で写真撮影する・所定の横断歩道で横断する・往路は車道側、復路は歩道側を歩行する」という制約を設け調査した。なお、計測間隔は、5秒であり、調査前にストレス測定器に慣れる歩行区間を設けた。

b) 分析概要および結果

分析には、計測中の最大値を1、最小値を0とする基準化を行って、分析した。各環境における基準化SPLの平均値の結果をみると、図-3のようになる。5名中4名の平均値において、通常時はホコ天時に比べ高い。つまり、通常時はホコ天より覚醒水準が高いということになり、精神的ストレスを感じているといえ、また、t検定の結果、有意性も確認できた。さらに、通常時における被験者aの測定値の推移(図-4)をみると、車両の中でも特に、バスなど大型車との錯綜後の基準化SPLの

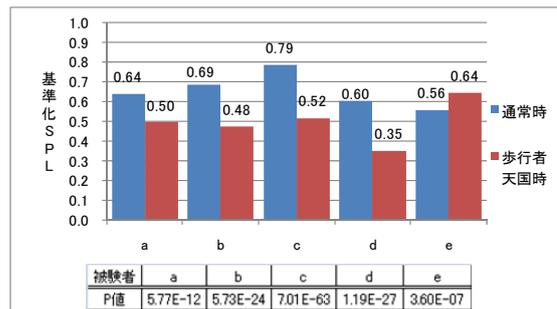


図-3 各環境における基準化SPLの平均値

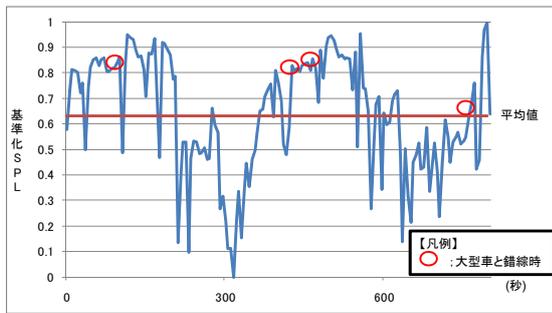


図-4 被験者 a の基準化 SPL の推移 (通常時)

値の多くが、平均値以上であり、通常時という環境の中でも特に、車両との錯綜が覚醒水準を上げている要因だと考える。よって、車の通る空間は、通らない空間に比べ、精神的緊張が高く、特に車両との錯綜が歩行者に精神的緊張を与えていると考える。

(2) 歩行者アンケート調査による意識分析

a) 調査方法

また、アンケート調査を行い、川越一番街を自動車が行き通る「通常時」と、「ホコ天時」に関する意識について検討した。「ホコ天時」に関する質問については、将来施策案として、ホコ天になった場合のイラストを提示し、想像で回答していただいた。調査は、2008年11月29日(土)、川越一番街を通行している人を対象として行った。調査への回答は、川越一番街の道路脇に設置したブースで行っていただいた。有効回答部数は271票となり、今後の分析ではこの有効回答部数271部を用いた。

b) 分析概要および結果

まず、現状、将来施策の一方通行 (以下、一通)、ホコ天の歩行者のみならず、自動車や公共交通など、

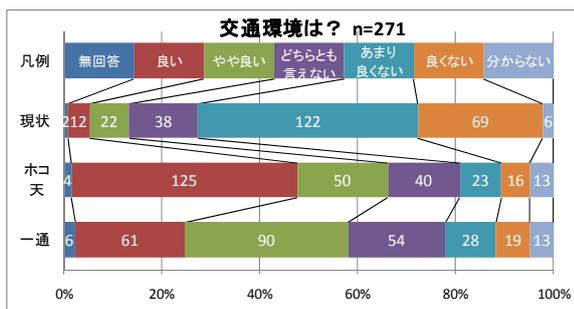


図-5 交通環境に関する意識分析

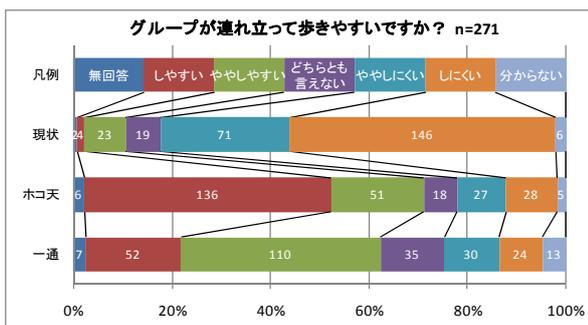


図-6 グループでの歩きやすさに関する意識分析

全ての交通環境の印象に関する分析結果を見てみると現状が「やや」を含めた良いと評価したのが全体の12.5%という低い割合になった。一方で、一通になる場合、ホコ天になる場合では、ともに5割以上まで上昇した (図-5) また、行動のしやすさ (歩きやすさ) について分析した結果を図-6に示す。結果をみてみると現状は「やや」を含めた良い印象が非常に低い割合となっていた一方で、最も悪い印象の割合が、他の2つの項目と比べても非常に高い割合を示しており現状では、横並びになって一緒に歩くという行動はとても困難な行動だといえ、このようなことが交通環境や交通状況のふさわしさに影響していると考える。よって、現在の川越一番街という空間は、歩行者にとって非常に制約がある場所であり、かつ車やバスの利便性を欠いてでも歩行者空間をよくしたいという意識が高いと考えられる結果となった。

5. 歩行環境の違いと歩行者行動に関する分析

4章の分析により、ホコ天が車通行時よりも歩行者にとって質の良い空間として受け止められていることが示唆された。本章では、このような歩行者空間の質の違いを歩行者の行動の違いから評価する可能性を見出すため、ホコ天と車が通行する環境における歩行者の行動の違いを観測し分析した結果を示す。

(1) 調査概要

本調査では、車が通行する通常時とホコ天時が撮影可能であった2008年7月27日(日)12~18時(6時間)と、通常時のみ撮影可能であった2008年11月29日(土)11~18時(7時間)および、2009年5月2日(土)~11日(月)(3、4および5日は、ホコ天を実施)5~21時(16時間)の計12日間の歩行者の様子をビデオカメラで撮影した。

また2008年11月29日(土)の調査時には同一人物の行動を分析するため一番街付近にあるホコ天に近い環境(自動車等が非常に少なく、歩行者は自由に歩いている)であるクリアモールという商店街を比較場所として同時に撮影した(図-7)。

(2) 分析概要および結果

a) 一番街における2つの環境間の歩行行動分析

分析対象時間をホコ天実施から時間がある程度たった14:40~15:40の1時間に設定し、分析対象日数は、ホコ天については、ホコ天を実施した4日間、通常時については、ホコ天を実施していない休日の5日間とした。

対象とした歩行行動は、「複数人(2・3・4人組)の並び方」、「子供(小学生低学年以下と思われる)に対する保護者の行動」、「ベビーカーを所有する保護者の子供に対する行動」および「男女2人組の手繋ぎ行動」



図-7 調査対象地区の位置関係

に関して分析した。観測方法としては各歩行行動について、対象時間にある一断面を通過した人（グループ）を対象者として観測し、分析した。これらの分析項目は、歩行者に影響しないように、ビデオカメラにおいて対象地区を俯瞰で撮影した時、容易に観測でき、かつ、歩行者に対する制約や、歩行者の心理に大きく影響する行動と考えられるものため選択した。

分析結果としては、まず、複数人のグループに関して全員が横に並んでいた割合は、どの組においてもホコ天は、現状に比べ、増加した（図-8）。次に子供に対する保護者の行動に関して、子供を手も繋げずに自由に歩かせている割合をみると、ベビーカーの有無に限らず、どちらもホコ天は現状に比べ、増加した（図-9）。さらに男女2人組に関して手を繋いでいる割合をみると、ホコ天は現状に比べ増加した（図-10）。これらは、各行動の中で最も制約を受けやすい（行動したくても行動が出来ない場合が多く発生する）と考えた行動である。つまり、どの項目もホコ天は現状に比べ、制約を受けやすいと考える行動の割合が増加した。また、これらに対して比率の差に対して検定を行うと、「ベビーカーを所有する保護者の行動（子供をベビーカーに乗せず歩かせている割合）」に関して、多少P値が高い（ $p=0.203$ ）もののその他の行動に関してのP値は0.1以下であった。以上の結果より、様々な行動において多様化したと考えられ、これは歩行環境がよりよくなった。ためであると考えられる。また、P値が多少高かった「ベビーカーを所有する保護者の行動」、また「男女2人組の手繋ぎ行動」などの行動は、個人差が大きく影響すると考える。なお、各項目の対象者数および割合は、表-2に示す。

b) 同一人物の環境変化における行動分析

ここでは、単純な分析の調査概要で述べた11月29日

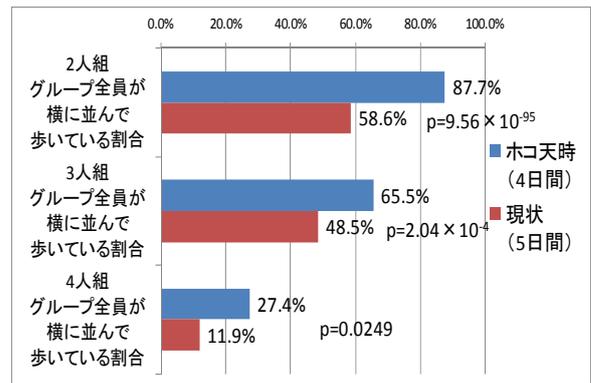


図-8 複数人の歩行行動に関する分析

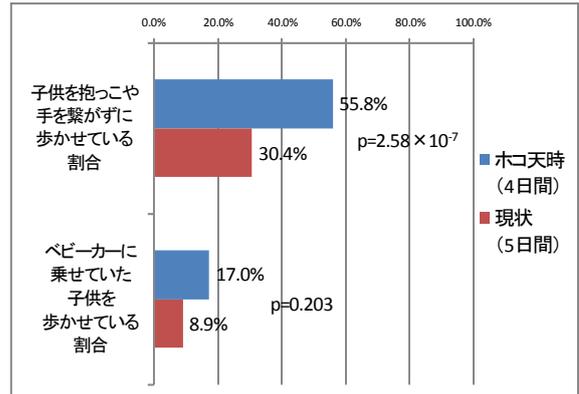


図-9 子供に対する保護者の歩行行動に関する分析

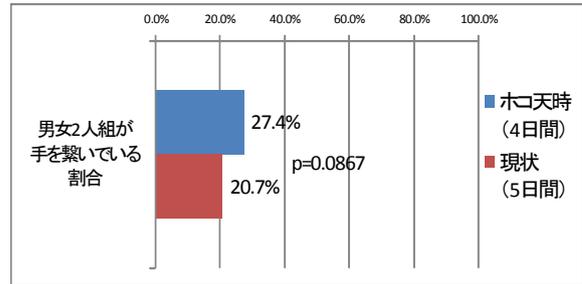


図-10 男女2人組の歩行行動に関する分析

表-2 各歩行行動の割合一覧
(上段：割合、下段：全対象者数)

状況 (日数)	2人組 グループ全員が横に並んで歩いている割合	3人組 グループ全員が横に並んで歩いている割合	4人組 グループ全員が横に並んで歩いている割合
ホコ天時 (4日間)	87.7% D=1926	65.5% D=275	27.4% D=84
現状 (5日間)	58.6% D=2087	48.5% D=204	11.9% D=59
状況 (日数)	子供を抱っこや手を繋げずに歩かせている割合	ベビーカーに乗せていた子供を歩かせている割合	男女2人組が手を繋いでいる割合
ホコ天時 (4日間)	55.8% D=337	17.0% D=85	27.4% D=687
現状 (5日間)	30.4% D=148	8.9% D=47	20.7% D=503

(土) のデータを用いて、最も多く観測できた「2人組の並び方」および、個人差が大きな影響を及ぼすと考える「男女2人組の手繋ぎ行動」について調査時間に対象の2地点ともに映っている人を対象者とし、分析した。分析結果は、図-11および図-12に示す。分析の結果をみると、一番街において、2人組の歩行位置のうち、もっとも制約を受けやすいと考えられる横に並んで歩いていた組のすべての組が比較場所においても横並びに歩いていた。また、一番街で斜めになって歩いていた組は、比較場所において、高い割合(91.7%)が横に並んで通行していた。さらに、最も制限のかけられていると考えられる2人が縦になって一番街を歩いていた組の比較場所での歩行位置をみても、9組が横に並んで歩いており、残りの1組は斜めになって歩いていた。つまり、一番街を縦に並んで歩いていた組はすべて歩行位置が変化した。男女2人組の行動は一番街で手を繋いでいた2人組は、比較場所においても手を繋いでいた。その一方で、一番街において手を繋いでいなかった2人組をみると、半数以上の2人組は手を繋いでいなかったが、28.6%、約3組に1組の割合で比較場所において手を繋ぐという変化をみせた。つまり、一番街のホコ天と現状で比較し、有意な差があったものの差があったことはもちろんのこと、個人差が大きな影響を及ぼすと考えられる項目に関しても多少ではあるが変化するということから歩行者の行動の多様性と歩行空間の質との間には、密接な関係があると考えられる。

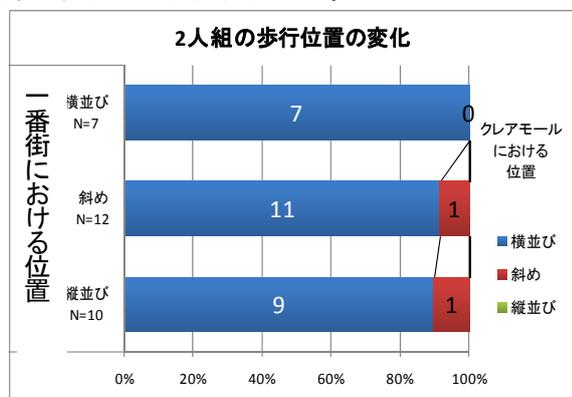


図-11 同一人物(2人組)の歩行位置に関する分析

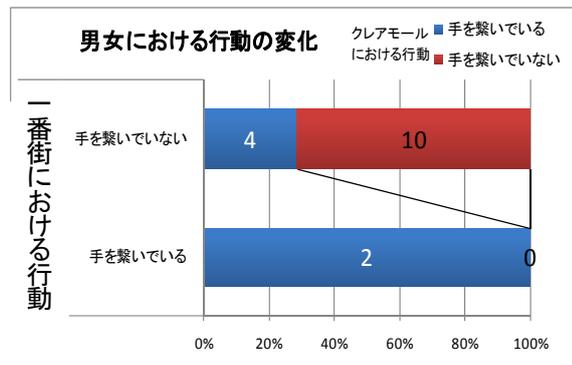


図-12 同一人物の手を繋ぐ割合に関する分析

6. デジタルカメラによる歩行者表情の分析

本章では、空間の質を表す歩行者の外形的特徴として、歩行者の表情に着目した分析を行う。質の良い空間では歩行者の表情に笑顔が現れやすくなるという仮定の下、ホコ天時と通常時の一番街における歩行者の「笑顔率」を測定する。また、簡便な評価手法を開発するという目的から、測定には、笑顔を自動で感知し撮影をおこなうデジタルカメラを用い、その利用可能性を検討する。

(1) 調査概要

本調査は、歩行者天国時：2009年11月15日(日)、現状：2009年11月29日(日)のそれぞれ14:00~16:00(2時間)の間、ビデオカメラで歩行者の進行方向と垂直になるように設置し、歩行者の表情を撮影した。

(2) 分析概要および結果

歩行者の表情分析は、人の顔を自動で認証し、認証した顔が笑顔になると自動でシャッターが切れる「スマイルシャッター機能」を搭載したデジタルカメラを用いて、そのシャッター数と、顔認証数による分析を行った。但し、本来「スマイルシャッター機能」は、記念撮影など、静止した人を撮るための機能であり、動いている歩行者を認識し、撮影することは困難である。そのため、ビデオカメラで撮影した映像をモニターに投影し、映像をスロー再生することで、歩行者を静止した人と近い状

表-3 歩行者表情分析における数値および割合一覧

再生速度	0.2倍速			0.5倍速
	シャッター数 (a)	同一人物 (b)	a-b (c)	シャッター数 (a')
歩行者天国	45	11	34	9
現状	44	16	28	9
再生速度	0.2倍速			
	顔認証数 (d)	全歩行者数 (e)	顔認証数比 (c/d)	全歩行者数比 (c/e)
歩行者天国	236	396	14.4%	8.6%
現状	235	326	11.9%	8.6%

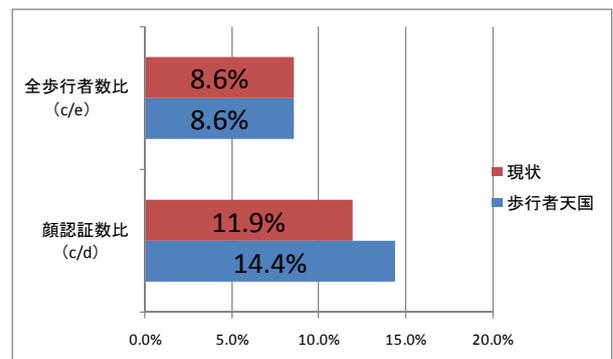


図-13 全歩行者比および顔認証比

況とした。今回の分析は、0.2倍速で行った。これは、0.5倍速に比べ、よりシャッター数が多くなり、人間（本研究）が笑顔と感じる歩行者数（今回、現状：21名、ホコ天：27名）に近い値を示すためである。なお、分析対象時間は、ホコ天時、通常時ともに15:00～16:00（1時間）とした。

歩行者を撮影した動画を0.2倍速で再生した時の「スマイルシャッター」機能によるシャッター数、顔認証数、全歩行者数および割合、さらに0.5倍速で再生した時のシャッター数は表-3に示すようになった。さらに、同一人物に対して複数回シャッターが下りている場合があるため、重複分を除いたシャッター数を記載する。同一人物を撮影した写真を除いたシャッター数において、ホコ天時は、現状に比べ、大きな数値を示した。

また、全歩行者数比および顔認証比でみると、全歩行者数比は、変化しなかった。一方で、顔認証比でみると、ホコ天の場合には現状のよりもその割合が多かったが、有意な差は見られなかった（図-13）。

これらの結果からは、質の良い空間では笑顔が多くなるという仮説は立証されなかったものの、目視に変えて歩行者の表情を自動で読み取る手法を提案し、今後歩行空間の評価手法として適用できる可能性を示すことができたと考えられる。

7. おわりに

本研究は、歩行者の外形的特徴から歩行者空間を評価する手法を開発するための手掛かりを得る事を目的とし、歩行空間の車の有無に着目して、ストレス調査やアンケート調査による評価と観察による歩行者の行動の関連性について検討した。まず、歩行者の心理や意識分析の結果より、車両は歩行者に対してストレスを与えており、かつ、ホコ天は車が通行する通常時と比べ、よい印象を持たれていることから、車が通行する空間よりも「質の高い空間」であることが分かった。次に、川越一番街での上記の2つの異なる環境における歩行者の行動分析より、ホコ天では現状に比べ、歩行者にとって制約を受けやすいと考えられる行動の割合が増加し、その多くに、通常時とは有意な差があった。また同一人物の異なる環境における行動分析においても、よりよい空間と示唆された車のいない環境では、車のいる状況に比べ、制約を受けやすいと考える行動を多く観測し、個人差が大きな影響を及ぼすと考える項目においても変化を観測できた。すなわち、歩行者の心理や意識分析により、良い空間と考えられる空間ほど制約を受けやすい歩行行動が表れ、行動（の選択肢）が多様化した。そのため、行動の多様性を有した空間は歩行者にとってより良い空間であると考えられる。以上から、外形的特徴の中でも特

に、行動の多様性と空間の質には密接な関係があり、歩行中の行動の多様性を空間の評価指標とすることは可能であると考ええる。

また、歩行者の表情分析の結果からは、より質が高いと考えられる歩行者空間において、有意な差は見られなかったものの、多くの笑顔を観測することが出来た。機器の設置角度など、様々な問題を追及することが課題であるものの、歩行者の表情が、歩行空間の評価指標となり得る項目であると考えられる。

以上より、歩行者の心理と行動には関連性があると考えられる。そのため、歩行者の外形的な特徴は歩行空間の評価にとって有用な評価指針であり、新たな評価指標になり得ると考える。今後の課題としては、分析の対象者をより多くする必要があることや、歩行者の心理状態を直接的に計測する手法の開発などが、挙げられる。

参考文献

- 1) Jan Gehl ; Life Between Buildings, Danish Architectural Press, 1971. (北原理雄訳; 屋外空間の生活とデザイン, 鹿島出版会, 1990年)
- 2) 高橋宏史, 塚口博司: 賑わいのある都心づくりのための歩行者回遊行動の推定, 第41回土木学会計画学研究発表会(春大会), 2010.
- 3) 横田樹広ほか: 「歩きたくなる生活環境」の評価方法に関する研究, 学術講演梗概集, pp. 395-396, 20050731.
- 4) 法花弘毅ほか: 歴史的歩行空間における空間的魅力性に関する研究 ~その1. 京都花灯路での散策行動を通して(街路空間と歩行者行動, 都市計画), 学術講演梗概集, 2003, pp. 299-300, 20030730.
- 5) 谷口綾子ほか: 商店街における自動車交通が歩行者に及ぼす心的影響分析, 土木学会論文集 D, vol. 65, 2009.
- 6) 山川琴音ほか: 商業地街路における街路環境と歩行者の視認、認知、評価の関係性について, 学術講演梗概集, pp. 327-328, 20050731.
- 7) 本條久美子ほか: 歩行者別の注視特性から見たバリアフリー歩行空間の考察~和歌山県南部町におけるバリアフリー評価に関する研究: その2~, 日本建築学会近畿支部研究報告集, (44), pp. 393-396, 20040524.
- 8) 古屋秀樹: 旅行満足度の構造分析, 第41回土木学会計画学研究発表会(春大会), 2010.
- 9) 佐々木邦明, 鈴木大輝: 旅行者の周遊行動から見た観光圏域の推定方法, 第41回土木学会計画学研究発表会(春大会), 2010.
- 10) P. エクマン, W.V. フリーゼン: 表情分析入門—表情に隠された意味をさぐる, 誠信書房, 1987.
- 11) 荒川歩, 鈴木直人: しぐさと感情の関係の探索的研究, 感情心理学研究, 第10巻, 第2号, pp. 56-64, 2004.
- 12) 土岐高弘ほか: 複数台ビデオカメラを用いた長区間歩行者動線取得方法の体系化, 鉄道技術連合シンポジウム(J-Rail)講演論文集, 2006(13), pp. 391-394, 20061213.
- 13) 西村雄介, 岡本教佳: 横断歩道における歩行者の行動解析, 映像情報メディア学会技術報告, 26(9), pp. 215-220, 20020130.
- 14) 新美 良純, 鈴木 二郎: 皮膚電気活動, 星和書店, 1986.
- 15) 平田輝満ほか: MOVIC-T4を活用した都市内地下道路の走行安全性分析, 土木計画学研究・講演集, Vol. 31, 2005.