

プロジェクト名：歩行空間デザインコードのための評価手法の確立

プロジェクト代表者：久保田 尚（埼玉大学大学院 理工学研究科・教授）

## 1 研究の目的

歩行者専用ないし優先の空間の改善に関する実験が日本各地の都市中心部で行われているが、それらの実験から本格実施へ向けた検討において、歩行空間の評価が重要な要素となる。しかしながら、我が国では、歩行空間の設計規範の基礎となる歩行空間の評価手法が確立しておらず、現在用いられている評価手法は歩行者へのアンケート調査等に限定されている。このような方法には、歩行者の性格上ランダム抽出が困難であることや、アンケート調査は、内容を詳細にすると被験者の負担が大きくなり、一方、負担を小さくしようとするとごく単純な設問しかできないなどの問題が伴う。このような歩行空間の評価手法の欠如は、「費用対効果で高い評価が得られない事業は公共事業として成立しない」という原則論が定着しつつある中で、歩行空間整備が進まない状況を生み出していると考えられる。

そこで本研究では、理論的には対象空間にいる全歩行者から得ることができる外形的特徴による歩行空間の評価手法の確立を目指し、まず、その前提条件である歩行者の「表情、しぐさ、姿勢」といった外形的特徴と歩行者心理との関係に着目し、外形的特徴が可能な評価手法となり得るのかを検討するとともに、具体的な評価手法としての手がかりを得ることを目的とする。

## 2 研究の進め方

歩行空間の質の評価に関する研究は国内外で行われており、特に J. 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、任意または社会活動といった幅広い活動が可能になる」という考えを示している（表 1）（Gehl, J., *Life between Buildings*, 1971）。ただし、この研究においては、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。

そこで、本研究では、埼玉県川越市の一番街周辺地区を対象とし、さまざまな状況下における歩行空間の歩行者の行動、および表情を観察し、分析を行う。また、ストレス測定器を用いて歩行者に対する対象道路におけるストレス分析や、アンケート調査による意識分析を通し、歩行者の外形的特徴と歩行者心理との関係性を分析することで、歩行者の外形的特徴が歩行空間の評価に対して有用な指標になり得るかを検討する。本研究における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、従来の評価手法であるアンケート調査。ま

表 1 空間活動の種類

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

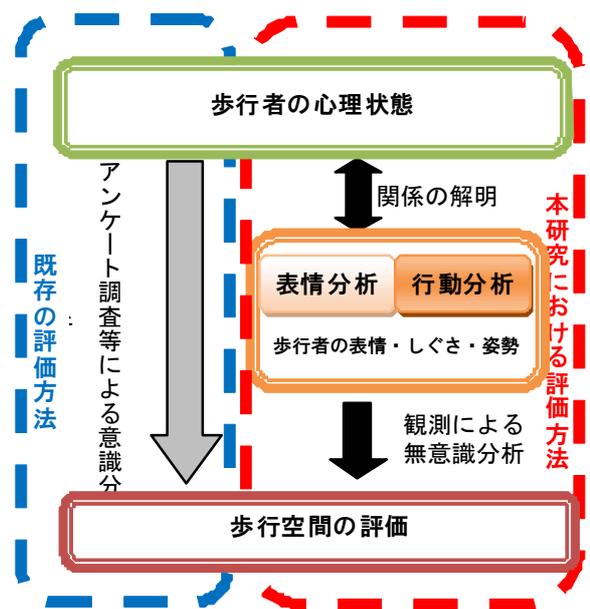


図 1 既存の評価手法と本研究における評価プロセス

た、ストレス調査によって、歩行空間での自動車の存在に関する歩行者の意識および心理状態を分析し、自動車のいない空間が歩行者にとって質の良い空間であるという仮定を確認する。次に、自動車の通行している状況と通行していない状況において、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の違い、あるいは表情の違いを解析することで、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。今まで述べてきたプロセスを図示すると図 1 のようになる。

### 3 研究の成果

まず、空間の質について歩行者の心理を得るため、ストレス測定器を用いたストレス調査を行った。調査は、歩行者天国時；2009年11月23日(月・祝)および通常時；2009年11月29日(日)に皮膚電位を計測する測定器を被験者(5名(a, b, c, d, e))に着けてもらい、補助者とともに、対象道路を2人1組になり歩行して計測した。この時、「なるべく2人が横並んで歩くように」など数項目の制限をかけ歩行してもらった。なお、計測間隔は、5秒であり、測定装置に対するストレスなどを考慮し、対象道路における調査前にストレス測定器に慣れる歩行区間を設けた。

各被験者のホコ天時、通常時および通常時におけるバスなどの大型車との錯綜時の皮膚電位の平均値の分析結果をみると、図 2 および表 2 のようになる。全ての被験者において、大型車錯綜時は、通常時全体の平均値よりも高い数値を示した。皮膚電位は、手掌の汗により数値が変化し、数値が高いほどストレスを感じているということになるため、大型車との錯綜時には、通常以上のストレスを感じていた。また、多くの被験者がホコ天時よりも通常時の平均値は高くなっていることから、車が通行していない時に比べ、車が通行している時によりストレスを感じていると考える。なお、反対にホコ天時の平均値が高くなった被験者は、気温や風などの外的ストレスなどに反応してしまったものと推定される。

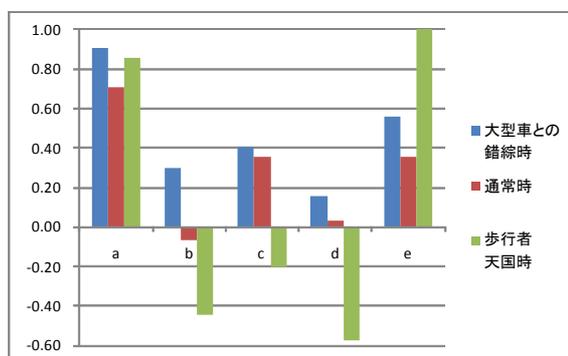


図 2 各環境時における皮膚電位の平均値

表 2 各環境時における皮膚電位の平均値

	大型車との錯綜時	通常時	歩行者天国時
a	0.91	0.71	0.86
b	0.30	-0.06	-0.45
c	0.41	0.35	-0.20
d	0.16	0.03	-0.58
e	0.56	0.35	1.00

また、前年度、同じ道路で実施した歩行者に対するアンケート調査の結果をしてみると、歩行者の行動のしやすさのみならず、車やバスの使いやすさを含めた「交通環境」という総合的な項目(図 3)について、自動車が通行している時よりも通行していない歩行者天国時などの方がより、良い印象をいただいており、好意的な意識がうかがえる。

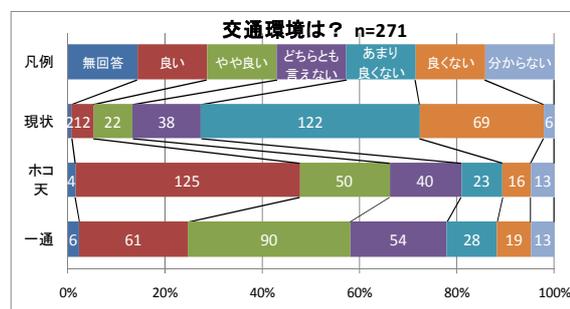


図 3 交通環境に関する意識分析

以上の、ストレス調査やアンケート調査により、自動車が歩行者に与えるストレスは非常に大きく、自動車が通行していない時が自動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。

次に、このような歩行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。

本調査では、2009年11月1日(日)～11月29日(日)に、定点カメラを用いて対象道路を動画により撮影した。分析は、車が通行している現状の休日(2009年11月1日(日))、および歩行者天国の休日(2009年11月15日(日))の各1日であり、さらに一昨年および昨年度の別調査で取得した休日データ(ホコ天時;4日間、現状;5日間)を加え、合わせて、ホコ天時;5日間、現状;6日間を分析対象とした。

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」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(1時間ずつ)にある断面を通過した人を対象者として観測し、分析した。

分析結果としては、まず、2・3・4人組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、現状に比べ、ホコ天時は増加した(図4)。次に子供に対する保護者の行動に関して、手を繋ぎずに子供を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6)。逆に、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5)。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)と考えられる行動である。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といえる。なお、これらについて比率の差の検定を行うと、「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、P値が高い( $p=0.258$ )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、ホコ天によって歩行環境が改善され、歩行者の行動が多様化した、ということができよう。ただし、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」などの行動については、個人差が大きく影響すると思われる。

さらに、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。本調査では、歩行者天国時(2009年11月15日(日))、および現状(2009年11月29日(日))の各々14:00～16:00(2時間)の間、ビデオカメラで歩行者の表情を撮影した。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的に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、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

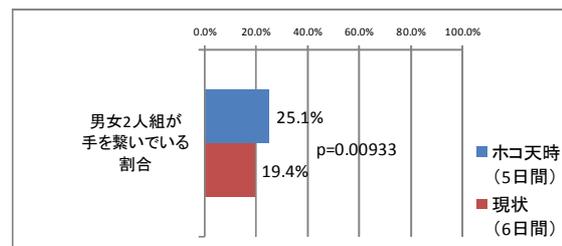
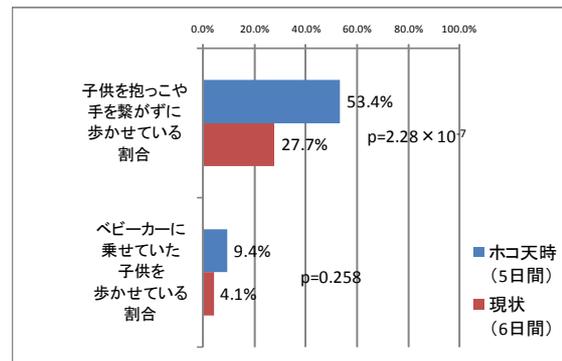
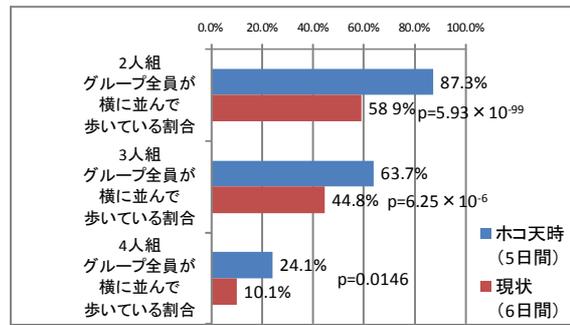


図5 男女2人組の歩行行動に関する分析

ど静止した人を撮るための機能であり、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、歩行者の映像を、静止した人と近い状況とした。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、観察者が「笑顔」と感じる歩行者数に近い値(今回、現状：21名、ホコ天：27名)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ことから、重複分を除いたシャッター数を記載している。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くなったものの、ホコ天の場合と通常時で有意な差は見られなかった(図7)。

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統計的には立証されなかったものの、その傾向は伺うことができた。目視に代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。

本研究では、歩行者の外形的特徴から歩行者空間の質を評価する手法を開発することを目的とした。そして、外形的特徴が有用な評価手法になり得るかについて、車の有無に着目したストレス調査やアンケート調査による歩行者心理の評価と、観察による外形的特徴である歩行者の行動の関連性に着目して検討した。まず、ストレス調査による歩行者心理やアンケート調査による意識分析によって、車が歩行者に与えるストレスは多分にあること、また、車が通行する空間よりも車が通行していない空間は、歩行者にとって「質の高い空間」であることが分かった。次に、川越一番街での歩行者行動分析により、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ることがわかった。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。即ち、歩行者の心理分析において、より良い空間と考えられる空間ほど外形的特徴である行動(の選択肢)が多様化した。また、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ことも示唆された。以上から、行動の多様性と空間の質には密接な関係があり、行動の多様性を空間の評価指標にすることは可能であると考えられる。以上の分析結果より、歩行者の心理と行動には関連性があると考えられ、図1で示したような関係が成り立つと考えられる。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

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			
環境	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%

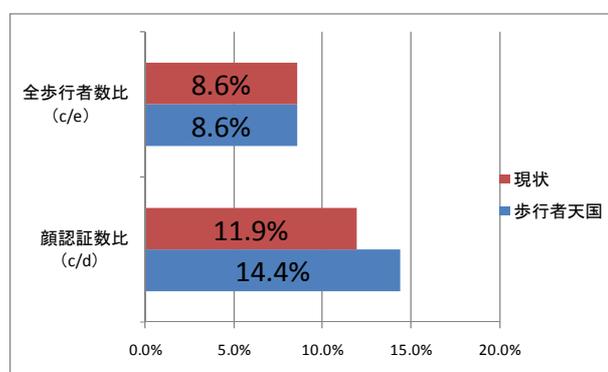


図7 全歩行者比および顔認証比

指針であり、新たな評価指標になり得ると考える。今後は、個人差が大きいと考えられるストレス分析や外形的特徴の分析のサンプル数を増やし、その相関性を深く追究することが必要である。