

主観評価と環境測定を組み合わせた屋外誘導システムの開発

井口 雄太 赤川 宏幸

船橋 俊一
(大阪本店大阪都心再生室)

Development of Outdoor Guidance System Combined with Subjective Evaluation and Environmental Measurement

Yuta Iguchi Hiroyuki Akagawa

Syunichi Funahashi

Abstract

The evaluation of outdoor environment has been widely surveyed in the perspective of an environmental measurement such as an outdoor thermal environmental measurement. In this study, a subjective evaluation of the users in a building was considered as a new evaluation method to determine the comfortableness. The estimation equation was developed based on both the methods of the subjective evaluations and environmental measurements. The equation was adopted in the guidance service that provides people with outdoor space, and the entire system was tested in a commercial complex. Consequently, the system using the equation achieved beneficial services producing a vitalization of the movement of people outside.

概要

これまでの屋外空間の評価は、熱環境に代表されるように屋外空間の物理的な環境指標に基づく評価が行われてきた。本研究開発では屋外空間利用向上の為に利用者の主観評価に注目した。屋外空間において測定調査を行い、主観評価を取り入れた屋外快適感指標と、その予測式を開発した。開発した指標を屋外空間誘導サービスに組み込み実在する複合商業施設で適用可能にした。これにより、先進的なコンセプトをもった、空間に賑わいをもたらすサービスの実現が期待できる。

1. はじめに

近年、不動産価値向上のため、屋外空間に注目が集まっている。昨今の大規模都市開発では屋外空間の充実が図られ、また総合設計制度を利用した公開空地も多くの事例がある。公道の歩道部分でカフェやレストランなどの商業活動が行われている事例もあり、積極的に屋外空間を利活用する流れが生まれている。屋外空間に賑わいをもたらすことで、周辺の不動産、ひいては都市の価値を向上させようという狙いがあるのは明らかである。しかし、屋外空間の利用は屋内とは違い、環境条件に大きく左右される。暑熱や寒冷などの他、風の強さなども不快要因となり、屋外での滞在を妨げている。屋外の物理環境は、快適な環境への制御が困難であり、屋外空間利用の大きな障害となっている。

屋外空間を評価する指標は、気温、湿度、風速、放射温度および着衣量と代謝量から算出する、体感温度を示す標準新有効温度(SET^{*})や、気温と湿度からどれくらいの割合の人々が不快に感じるかを示す、不快指数などがあり、物理的な環境指標に基づく評価(以降「環境評価」と記す)が行われてきた。しかし、環境評価に基づいた対策のみで、不動産価値向上につながるような利用者の行

動変容を促すことは難しいと考えられる。また、環境評価だけでは、利用者行動に影響を及ぼす要因を抽出できないと予想できる。

一方、中野ら¹⁾の研究によるとSET^{*}の上昇に対する不満足者率の変化は、半屋外非空調空間、半屋外空調空間、屋内空調空間の順に、不満足者率の増加の度合いが大きい。このことから半屋外空間において、あえて環境制御を行わないことで、利用者の体感温度への許容度が緩和されることが示唆されている。これは、温熱環境が均質に保たれている空調空間においては、利用者は微妙な温度変化でも不快に感じてしまうが、半屋外非空調空間では、その空間の特性を利用者は感じとり、温度変化に寛容になっていると考えられる。また、欧米においては、人種の差異や地理的条件の違いがあり日本と単純に比較はできないが、オープンカフェやビアガーデンなどに代表されるように、寒暑の厳しい環境でも屋外空間で過ごす文化が浸透していると考えられる。これらのことから、屋外空間での快適感には主観評価的な要因が影響しているように予想される。他にも、環境条件や来訪目的、同行者の有無など、様々な要因が複合的に快適感へと影響を与えていると考えられる。これまでも主観評価と環境評価を組み合わせた研究は行われてきたが、実際

事業に適用できるような結果ではない。

そこで利用者の主観評価からなる屋外快適感に着目し、アンケート調査、環境測定、生体測定を行い、利用者行動に影響を及ぼし屋外空間への誘導につながる要因抽出を試みた。その結果、利用者の主観評価である屋外快適感に影響を及ぼす要因として、環境や場所に対する主観評価の他に、同行者の有無や種別、屋外空間での行動などが抽出された。これらの要因を抽出する独自の解析手法を開発し、屋外空間誘導サービスに組み込み実用化した。

2. 実験概要

各環境条件下での利用者の主観評価を得るために、複合商業施設に付随する屋外空間において、環境測定とアンケート調査を同時に行った。また、被験者を設定し生体測定も行った。

実験は春季、夏季^{2),3)}、冬季^{4),5)}と季節を変えて計3回行った。本報では春季に行った実験とその結果について説明する。春季実験の期間は2015年5月19日から5月23日の5日間であった。

2.1 環境測定

実験を行った複合商業施設は大阪市北区に位置し、南北約550m、敷地面積約48,000m²、建築面積約26,600m²、容積対象面積約484,000m²である。商業施設の他、オフィス、集合住宅、ホテルからなり、南端には約10,000m²の駅前広場がある。Photo 1は駅前広場の様子である。

Fig. 1に5カ所の測定地点を示す。①～③はカフェ・レストランの屋外席、④は水景設備沿いの屋外テラス、⑤は施設9Fにある屋上庭園である。

Table 1は環境要素の測定項目を示す。各地点から代表的な場所を1カ所選び、測定地点とした。

2.2 アンケート調査

アンケート調査の対象者は測定地点の各施設を利用する一般利用者とした。回答にはタブレット端末を用いた。

Table 2にアンケート調査項目の内、SD法評価尺度を用いた項目を示す。場所に対する主観評価、環境に対する主観評価、同行者に対する評価に分かれている。その他のアンケート調査項目として、同行者の有無と回答者との関係、同行者に対する評価、屋外空間での行為などを設定し回答してもらった。

アンケート調査はFig. 1に示した5カ所に加えて駅前広場の利用者に対しても調査を行った。

2.3 生体測定

Table 3に生体測定の被験者を、Table 4に生体測定項目と使用機器を示す。被験者は実験用に募集した、20代から30代の健康な男女総勢8名であった。関係性が生体および主観評価に影響を与えるという仮説を設定し、その因



Photo 1 駅前広場の様子
Figure of Station Square

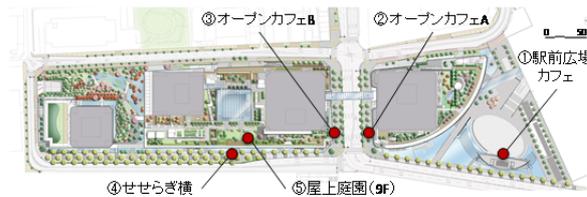


Fig. 1 複合商業施設平面
Plan of Commercial Complex

Table 1 環境測定項目・測定機器
List of Environmental Measurement Item & Environment Measuring Apparatus

測定項目	測定器	測定高さ	測定間隔	平均化時間
気温	超小形温度・湿度トランスミッター	1.1m	10sec	1min
相対湿度	強制通風シェルター付き			
風速	三杯型風速計	1.5m	1sec	
	三杯型風速計（屋上のみ）			
黒球温度	黒球温度計、Φ150mm	1.1m	1min	
日射量	全天日射計	1.4m		
照度	照度・紫外線センサ			
騒音レベル	デジタル騒音計		2sec	

Table 2 アンケートSD法評価尺度項目
List of Semantic Differential Item

項目	評価尺度			
	非常に不快	不快	快	非常に快適
環境評価	快適感	非常に不快	不快	非常に快適
	温冷感	暑い	不快	寒い
	気流感	気流を全く感じない	不快	気流を非常に感じる
	日差し感	日差しを全く感じない	不快	日差しを非常に感じる
場所評価	うるささ	非常に静か	不快	非常にうるさい
	開放感	非常に閉鎖的	不快	非常に開放的
	落ち着き感	非常に落ち着かない	不快	非常に落ち着く
	自然感	自然を全く感じない	不快	自然を非常に感じる
同行者評価	活気	活気を全く感じない	不快	活気を非常に感じる
	使い心地	非常に不満	不快	非常に満足
	好感度	非常に嫌い	不快	非常に好き
	緊張度	非常にリラックスする	不快	非常にドキドキする

Table 3 生体測定被験者
Biometry Subjects

被験者	性別	年齢層	関係
ペア1	A	女性 30代前半	友人
	B	女性 20代後半	
ペア2	C	男性 20代前半	恋人
	D	女性 20代前半	
ペア3	E	男性 40代前半	上司・部下
	F	女性 20代後半	
ペア4	G	女性 20代前半	初対面
	H	女性 20代前半	

Table 4 生体測定項目・測定機器
List of Biometry Item & Measuring Apparatus

測定項目	使用機器
心拍数	心拍センサ WHS-1
皮膚温	温度ロガー サーモクロンSLタイプ1922L
衣服内温度	温湿度データロガー 超小型1923

果関係を検証するために、被験者は関係ごとにペアになってもらい、生体測定実験中は行動を共にしてもらった。被験者は各環境測定箇所へ移動してもらい、そこで一定時間滞在してもらった後に、タブレット端末を用いて、アンケートに回答してもらった。アンケート項目はTable 2に示したものと同一である。なお、生体測定を行った期間は2015年5月22日から23日の2日間である。

3. 実験結果

3.1 環境測定結果

Table 5に実験期間5日間の気象庁のデータを基にした気象概況を示す。概ね晴天であり、23日だけが曇天であった。

測定データから抜粋して、生体測定を行った22日、23日の気温と風速の日変動をFig. 2からFig. 5に示す。

気温は両日も、東側に面し朝から日照がある駅前広場カフェが午前中から高い結果となっている。屋上庭園は午後から気温が下がる傾向にあった。

風速は大きい順にオープンカフェA、屋上庭園という結果となった。オープンカフェAとオープンカフェBは道路を挟んで対面しているが、風速の傾向には違いが見られた。道路を挟んで南側に立地するオープンカフェAの方が風速は大きい傾向にあった。

測定結果より、建物の影響などで場所によって気温や風速は異なり、同一敷地内であっても快適な時間帯はばらつきがでると考えられる。そのため開発サービスにおいては、環境の特性を考慮した、細かな誘導が必要だと考えられる。

3.2 アンケート結果

アンケートは延べ1156件が集まった。場所ごとに、アンケート回答者数、回答者の性別と年齢層の比率をFig. 6からFig. 8に示す。

Table 5 気象概況
Weather Summary

		5月19日	5月20日	5月21日	5月22日	5月23日	備考
気温	℃	24.6	24.8	21.7	24.6	23.3	11-20時 平均
湿度	%	66.0	49.0	42.7	34.7	53.5	
風速	m/s	2.8	4.1	3.4	3.4	2	11-20時 最多
風向		北東	南西	西南西	西南西	西北西	
降水量	mm	0	0	0	0	0	11-20時 積算
日照時間	h	6.1	7.8	8.5	7.8	0.8	
日射量	MJ/m ²	15.17	20.02	21.27	20.26	10.23	11-20時 平均
蒸気圧	hPa	20.3	15.2	11.1	10.5	15.2	
雲量		9.1	3.7	3.1	7.9	10	

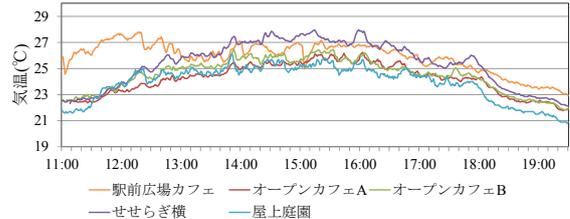


Fig. 2 5月22日気温日変化
May 22 Daily Variation of temperature

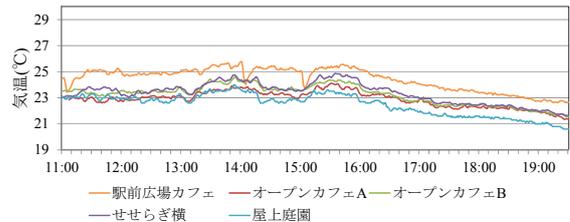


Fig. 3 5月23日気温日変化
May 23 Daily Variation of Temperature

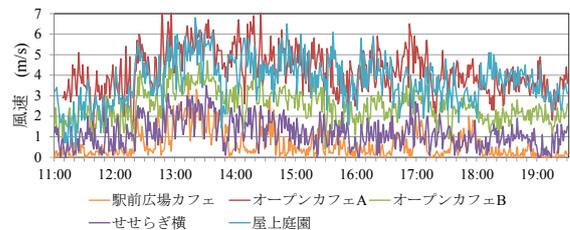


Fig. 4 5月22日風速日変化
May 22 Daily Variation of Wind Speed

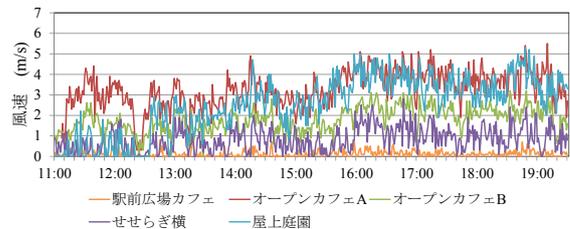


Fig. 5 5月23日風速日変化
May 23 Daily Variation of Wind Speed

アンケート回答者数は、主に駅前広場で多く回答を得た。駅前広場カフェは、有効な回答者数が得られなかった為、今回は解析から除外した。性別と年齢層の比率は、複合商業施設の性質からか、女性および20代の比率が多い。サービスの利用者として、主に若い女性を想定する必要がある。また、目的変数となる快適感の分布を場所別にFig. 9に示す。大部分の回答が快適側に寄っており、不快側の回答はあまり得られなかった。

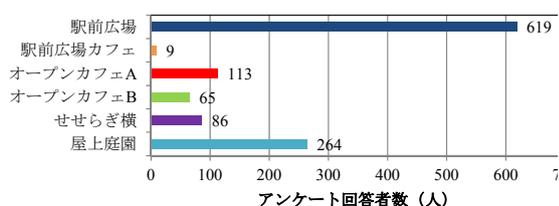


Fig. 6 アンケート回答者数
Number of Answers to Questionnaires

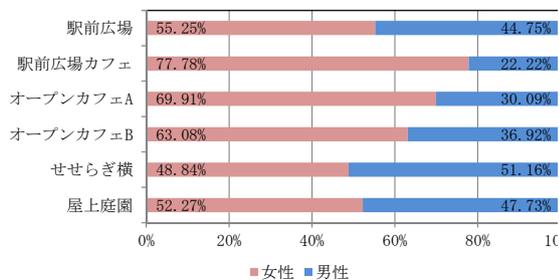


Fig. 7 場所別男女比
Ratios of Male to Female Per Places

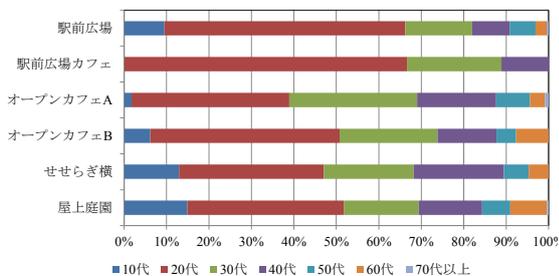


Fig. 8 場所別年齢層比
Ratios of Male to Female Per Places

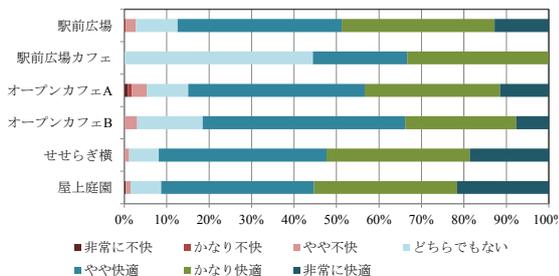


Fig. 9 場所別快適感比
Ratios of Male to Female Per Places

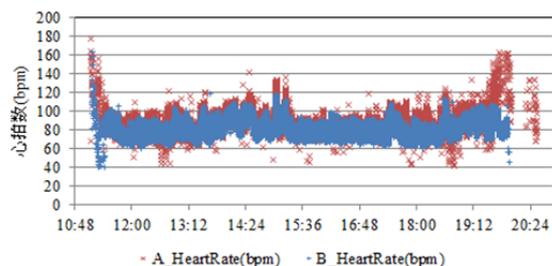


Fig. 10 5月22日ペア1心拍数日変動
May 22 1st Pair Daily Variation of Heart Beat

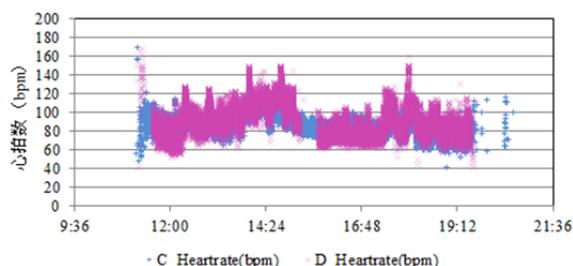


Fig. 11 5月22日ペア2心拍数日変動
May 22 2nd Daily Variation of Heart Beat

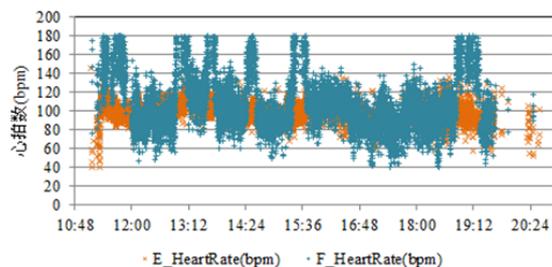


Fig. 12 5月22日ペア3心拍数日変動
May 22 3rd Daily Variation of Heart Beat

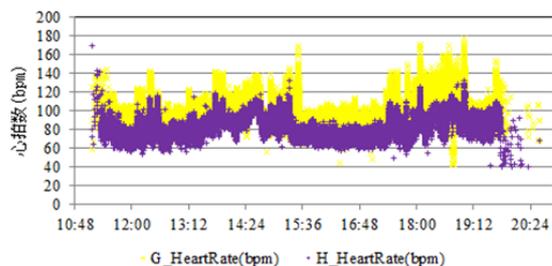


Fig. 13 5月22日ペア4心拍数日変動
May 22 4th Daily Variation of Heart Beat

3.3 生体測定結果

生体測定で得られた結果のうち、5月22日における、ペア1から4の心拍数日変動をFig. 10からFig. 11に示す。

関係が友人同士であり、年齢も近かったペア1や、恋人同士であるペア2の心拍数は、変動も含めて概ね一致している。関係が上司と部下であったペア3は、被験者Fの心拍数変動は激しい。上司と共に行動している影響があったとも予想できる。初対面同士で行動を共にしてもらったペア4は変動が一致している。同行者の種類によって同じ行動をしていても心拍数に違いが現れると考えられる。

これらの事から、同行者との関係による心拍数変動を同行者に対する評価に利用する形で、サービスに適用することは有用であると考えられる。

4. 屋外快適感予測式概要

4.1 解析方針

実験結果から、屋外空間での快適感に影響のある要因を探るため、快適感を目的変数とした、探索的解析を行った。得られた指標と予測式は最終的にサービスへと組み込むことを念頭に置いた解析を行った。

サービスは各屋外空間へと誘導することが第一の目的となるため、得られたアンケートデータは場所別に分類した。さらに、同行者に着目しデータを分類した。理由としては以下の事柄が挙げられる。まず、同行者有りとは回答した利用者は765人で、アンケート回答総数の約7割であったことから、サービス運用後の必要性に繋がると考えた。また、サービスに組み込んだ際、同行者種別を軸とした展開が可能となることで、従来型の類似サービスとは異なる訴求ができると思った。以上の理由から、データを場所別、同行者別に分類し解析を行うこととした。実験で得られたデータの解析フローをFig. 14に示す。

4.2 予測式の作成

場所別、同行者別と分類したアンケートデータを、快適感を目的変数として重回帰分析を行った。説明変数は各アンケート項目である。分析には統計解析ソフトウェアJMP 10⁶)を使用した。重回帰分析を行った結果、屋外快適感の予測式を得ることができた。予測式内の説明変数は屋外空間における快適感に影響を与える要因となる。屋外誘導サービスに予測式を組み込むと、各説明変数は利用者へ各屋外空間へと誘導する理由となる。そのため、説明変数を絞るのではなく、偏回帰係数のpを0.05以下に保ちつつ、可能な限り多くの説明変数を確保した。また同時に、予測式の説明力である自由度調整済みR2乗値も有意性を保つ数字を確保しつつ予測式を作成した。予測式の基本形である式(1)を示す。

Table 6 駅前広場で同行者が友人である場合の予測式の要素
Elements of Estimation Equation at Station Square With Friend

自由度調整済みR2乗値		0.632			
説明変数(要因) (xi)	偏回帰係数 (ai)	説明変数(要因) (xi)	偏回帰係数 (ai)		
飲食内容	コーヒーあり	0.073	行動	飲食あり	0.018
	紅茶あり	0.176		喫茶なし	0.177
	ジュース類なし	0.077		休憩(飲食せずに休憩)なし	0.072
	アルコール類あり	0.004		待ち合わせなし	0.055
	ケーキなし	0.152		談話なし	0.062
	軽食あり	0.180		読書あり	0.143
グループ人数(人)	0.048		仕事なし	0.049	
人間関係	恋愛関係なし	0.226		インターネットなし	0.013
	恋愛関係あり	-0.226		使い心地満足度	0.248
	恋愛関係希望なし	-0.235		次の場所への期待度	0.010
	恋愛関係希望あり	0.235		屋外にいた	0.064
座席の選択	座席の選択[自身の意思]	0.191	性別	女性	0.027
	座席の選択[同行者の意思]	0.047		男性	-0.027
同行者評価	好感度	-0.011	年齢層	10代	0.005
	緊張度	-0.054		20代	-0.038
	温冷感	0.030		30代	-0.272
環境要因	気流感	0.046	職業	40代	-0.199
	日差し感	-0.007		50代	0.504
	静寂度	0.071		会社員	0.136
	開放感	0.209		学生	-0.226
場所要因	落ち着き度	0.337		主婦	0.110
	自然感	0.192		その他	-0.019
	活気	-0.097		切片	0.073

Table 7 場所・同行者のクロス集計表
Cross-tabulation Table of Places & Accompanying Person

	家族親類	友達	恋人	上司先生	部下生徒	趣味団体の仲間
駅前広場	67	212	75	19	7	13
オープンカフェA	30	43	15	8	3	2
オープンカフェB	14	25	10	4	3	4
せせらぎ横	11	18	12	3	1	3
屋上庭園	21	83	51	7	5	3

Table 8 予測式が対象とする場所と同行者のリスト
List of Estimation Equation

場所	同行者
駅前広場	家族
	友達
	恋人
オープンカフェA	家族
	友達
	恋人
オープンカフェB	家族
	友達
	恋人
せせらぎ横	家族
	友達
	恋人
屋上庭園	家族
	友達
	恋人

$$y = \sum a_i x_i + b \quad (1)$$

- y : 目的変数(快適感)
- a_i : 偏回帰係数
- x_i : 説明変数(要因)
- b : 切片

予測式の構成要素の一例をTable 6に示す。Table 6は駅前広場で同行者が友人である場合の予測式の構成要素である。予測式の説明力を表す自由度調整済みR2乗値は0.62であり、十分に有意な数値である。説明変数に係る偏回帰係数が屋外快適感への影響度となっている。記した説明変数は全て予測式の説明変数として採用している。Table 6の場合、グループ人数や恋愛関係なしなどが正の影響であることから、大勢の友人と過ごすことで快適感が向上することがわかる。

Table 7に場所・同行者のクロス集計表を示す。同行者はデータ数が多かった“家族・親類”，“友人”，“恋人”に絞っている。また単独利用者用の予測式も作成している。作成した屋外快適感の予測式が対象とする場所と同行者のリストをTable 8に示す。目的変数である快適感指標はTable 8が示すバリエーションである場所と同行者別ごとに算出される。

4.3 主観評価の算出と設定

快適感予測式は主観評価に基づく要因を説明変数として内包している。快適感指標を導くために、主観評価要因を数値として入力する必要がある。環境評価項目 (Table 2参照) からなる主観評価要因は、それぞれ相関が強かった環境測定項目からの回帰式を作成し、予測式に入力する値とした。また、場所ごとの場所評価項目 (Table 2参照) からなる主観評価要因は、一般利用者アンケート結果の平均値を予測式へ入力する値とした。現時点では場所評価をサービス利用時に入力を求めるのは不便であるため、固定値として設定している。また、同行者評価に関する主観評価要因は、被験者実験から同行者の違いで心拍数の変動に違いが見られたことから、心拍数から同行者評価を導き出す回帰式を作成し、予測式に入力する値を算出する形とした。以上の主観評価要因をどのような項目から算出するかを、表にまとめたものをTable 9に示す。

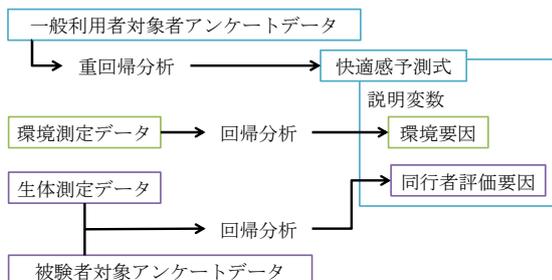


Fig. 14 解析フロー
Flowchart of Analysis

Table 9 主観評価算出使用項目
Using Items Calculation of Subjective Evaluation

主観評価要因		主観評価算出に使用する項目
環境評価	温冷感	気温
	気流感	風速
	日差し感	日射量
場所評価	静寂度	アンケート結果からの平均値
	開放感	
	落ち着き度	
	自然感	
同行者評価	活気	心拍数
	好感度	
	緊張度	



Fig. 15 快適感向上ロジックの仕組み
Structure of Logic Up to Comfortable Feeling

4.4 快適感向上ロジック

作成した予測式をデータベースにまとめ、快適感を算出するようにした仕組みを快適感向上ロジックとした。仕組みをFig. 15に示す。はじめに、同行者種別から対応した予測式が選択される。次に選択された予測式に主に2種類の情報を入力する。利用者の生体情報である心拍数、性別、年齢と、誘導場所の環境情報である、風速、気温、日射量が降雨情報が入力項目となる。これら項目の一部は回帰式で適切な値に変換され、予測式へ入力する値となる。予測式は快適感指標を算出し、指標に基づき場所が順位づけられ、順位が高い場所を利用者に提案する。予測式には快適感向上因子として説明変数(例示Table 6参照)が内包されている。この説明変数を基に利用者へ快適感を向上させる行動や、場所の特長などを提示する。

5. 屋外誘導サービス概要

開発した屋外誘導サービスは、実験を行った複合商業施設において適用、実証する。実際のサービスの仕組みについて説明する。

5.1 屋外誘導サービスの仕組み

屋外誘導サービスの仕組みをFig. 16に示す。屋外誘導サービスは、快適感向上エンジンを用いて、快適な場所と行動を利用者に提示する。情報の入出力機器としてタッチパネル式のデジタルサイネージを使い、サービスを運用する。

快適感指標を算出する為に、利用者の心拍、性別、年齢、同行者の有無と種別、各種環境情報が必要となる。これら予測式に入力するために適切な値に変換し、快適感を算出する。各入力項目の取得方法をTable. 10に示す。心拍、性別、年齢はカメラを利用し非接触で取得する。同行者情報は利用者に入力してもらう。環境情報は複合商業施設屋上に設置した環境ステーションから取得し、誘導場所の微気候に合わせて数値を変換する。風速については街区のシミュレーション結果から推定した各誘導場所の風速比を用いて算出している。算出された快適感を基に、誘導候補である各屋外空間が順位付けされる。今回開発したサービスの仕様では、上位2つの場所が表示され利用者に提示する。同時に快適な行動や場所の特長も提示される。

5.2 屋外誘導サービスの特長

開発した屋外誘導サービスは、サービス利用を誘導するキャラクターが設定されている。サイネージ端末上のキャラクターを通して、街とその利用者との対話形式で交流を図る仕組みとなっている。Photo 2にその様子を示す。キャラクターとの対話形式により、生体情報の自動計測や、各種情報の入出力に対する利用者の心理的障壁を軽減する狙いがある。

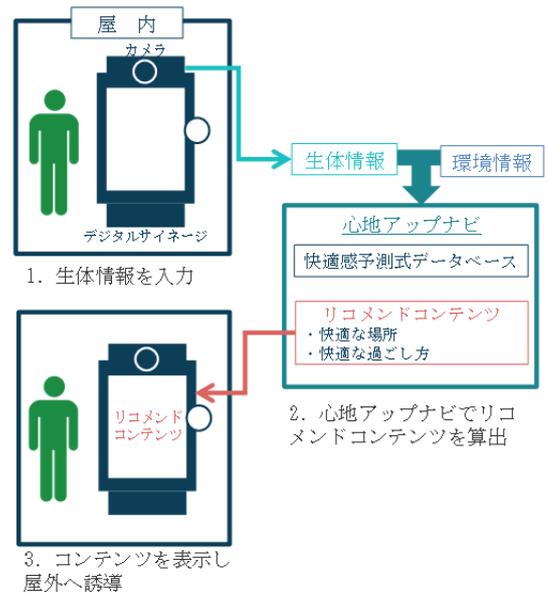


Fig. 16 屋外誘導サービスの仕組み
Flowchart of Outdoor Guidance System

Table 10 情報入力方法
List of Information Input Method

入力項目	入力方法
脈拍	カメラ
性別	
年齢	
同行者	利用者による入力
気温	屋上環境ステーション
湿度	
風速	
降雨	
日射	



Photo 2 屋外誘導サービス画面
Display of Outdoor Guidance Service

6. まとめ

屋外空間利用者へのアンケート調査と環境測定、および生体測定を行い、結果を解析した。解析の結果を利用し、屋外誘導サービスを開発した。詳細は以下の通りである。

- 1) 同行者の影響など、主観に基づいた屋外快適感予測式を得ることができた。
- 2) 予測式を快適感向上ロジックとしてまとめ、屋外空間の利用向上に寄与する、屋外誘導サービスに実装した。
- 3) 屋外誘導サービスには対話を想起させるような仕組みを取り入れた。この仕組みは、生体情報取得に対する障害を低減し、サービスの利用向上にも繋がるようなインターフェイスとなった。

快適感向上ロジックを利用した屋外誘導サービスは、都市開発へ先進性をもたらす研究開発になったと考えている。ロジックを様々な都市開発に利用することで、利用者の心理までも考慮した、未来志向な都市開発が可能となる。

サービス利用者からフィードバックを貰うことで、快適感向上エンジン内の予測式の更新が可能となる。サービスに使用しているサイネージ端末はNFC(Near Field Communication)リーダーを有しており、独自の会員制サービスに利用している。屋外誘導サービス利用時に、このNFCリーダーと会員制サービスを使用し、アンケートに回答してもらうことでデータを収集が可能である。収集したデータと既存のデータを合わせて解析を行うことで予測式の精度向上、および新たな快適感向上因子を見出すことが期待される。今夏行った実証実験ではサービスの利用を促す誘導員を設定し、一般来訪者に対して、サービス利用時の心拍数測定と、誘導場所においてアンケート調査を行った。この実験で得られたデータを分析することで、サービスの屋外空間誘

導効果を検証予定である。また、実験結果は予測式更新のためのフィードバックとして利用し、予測式の精度向上を図る予定である。

謝辞

本研究開発にご協力戴きました、グランフロント大阪の関係各位、株式会社電通国際情報サービスの関係各位、放送大学川原准教授に深謝致します。

参考文献

- 1) 中野淳太, 他: 半屋外空間における熱的快適性実測調査: その7: 四季を通じた熱的快適性の特性, 日本建築学会2003年大会(東海)学術講演梗概集, D-2, 環境工学II, pp.525-526, 2003.9
- 2) 赤川宏幸, 他: 複合商業施設の屋外空間における快適感評価に関する研究: その1 夏季調査の測定概要と気象状況, 日本建築学会2015年大会(関東)学術講演梗概集, pp.731-732, 2015.9
- 3) 井口雄太, 他: 複合商業施設の屋外空間における快適感評価に関する研究: その2 夏季調査結果と考察, 日本建築学会2015年大会(関東)学術講演梗概集, pp.733-734, 2015.9
- 4) 赤川宏幸, 他: 複合商業施設の屋外空間における快適感評価に関する研究: その3 冬季調査の測定概要と温冷感, 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州), pp.879-880, 2016.8
- 5) 井口雄太, 他: 複合商業施設の屋外空間における快適感評価に関する研究: その4 冬季調査結果と考察, 日本建築学会大会学術講演梗概集(九州), pp.881-882, 2016.8
- 6) SAS Institute Inc.: Cary, NC, USA