

街路の画像認識による 空間指標と主観評価の関係分析

小倉 悠太郎¹・中村 一樹²

¹学生会員 名城大学大学院 理工学研究科社会基盤デザイン工学専攻
(〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口 1-501)

E-mail: 180448016@ccalumnai.meijo-u.ac.jp

²正会員 名城大学准教授 理工学部社会基盤デザイン工学科 (〒468-8502 名古屋市天白区塩釜口 1-501)
E-mail: knaka@meijo-u.ac.jp

近年、歩行に対する様々なニーズに応じた歩行空間整備が求められているが、客観的な空間要素の量が主観的な評価に与える影響は明らかではない。よって、本研究では国内外の歩行空間の画像認識を用いて客観的な空間指標を計測し、主観評価との関係性を明らかにすることを目的とする。まず、画像認識ツールを用いて空間指標を計測し、クラスター分析で空間シーンを分類する。そして、空間シーンを含めた空間指標と主観評価の関係について重回帰分析を行う。この結果、空間シーンは大きく人と車の量で分類され、画像認識による空間指標は量的や質的な主観評価を説明できることが示された。

Key Words: streetscape, objective indicators, subjective evaluation, image recognition

1. はじめに

近年、車依存の進行に加えコロナ禍という社会変化によって、健康増進のための歩行意識が様々な世代の人々の間で高まってきている。このような歩行ニーズの高まりに対応するためには、道路空間の要素の大きな変化が必要である。歩行空間デザインのガイドライン¹⁾は国際的にも整備されつつあるが、これを様々な道路に実装するためには、それぞれの道路の利用者である歩行者のニーズを踏まえた検討が求められる。この中でも、歩行者の空間に対するニーズは多様であり、これは道路の特性にもよる。このため、歩行者のニーズを踏まえた歩行空間整備を行うためには、まず、求められるニーズはそれぞれどのような空間内の要素にて説明されるかを把握することが重要と考えられる。

歩行空間に対する主観的なニーズの指標を、客観的な空間要素の指標と関係づけることは、様々な空間のニーズを体系的に把握する上で有用である。しかし、歩行空間の構成要素や知覚要素は多様であり、その関係構造は単純ではない。このような空間の客観的な要素と主観的な意識の関係は、空間要素の認知量や印象といった物的なもの、空間機能の知覚といった質的なものに分けられる²⁾。

一方で、これらの主観的な指標に影響する客観的な歩行空間の構成要素については、様々な影響要因があり、その関係は明らかでない。歩行空間デザインのガイドラインは、道路特性に応じたデザイン要素を、個別要素の組み合わせのパターン例として示している。また、歩行空間デザインでは、静的な要素だけでなく、人や車など

の動的な要素量が主観評価に与える影響も大きいと思われる。しかし、これらの要素の計測は容易ではなく、これが主観的な評価の課題の1つとなっていた。これに対し、近年の画像認識技術や発展により、歩行空間の構成要素について、客観的なデータの効率的な計測と収集が可能になってきている。

そこで本研究では、国内外の歩行空間の動画画像を対象に、画像認識ツールを用いて客観的な空間指標を計測し、それに対する主観評価との関係性を明らかにする。まず、街路の空間要素の指標を整理し、国内外の歩行空間動画を対象に指標データを収集する。次に、画像認識で計測した空間指標に基づき、クラスター分析で空間シーンを分類する。そして、空間要素と空間シーンに関する空間指標について、主観評価との関係分析を行う。

2. 街路空間の指標の整理

(1) 文献レビュー

まず、本研究の分析の枠組みを整理する。Ewingら³⁾による Walkability の評価の枠組みでは、歩道幅員や交通量といった物的要素の量、分かりやすさや開放感などといった空間デザインの印象要素、安全性、利便性、楽しさといった知覚的要素の質で整理されている。この関係として、物的要素は印象要素を通して知覚的要素に影響し、最終的に行動意欲に繋がるとしている。ここでは、物的要素をより客観的、知覚的要素をより主観的として

おり、物的要素は、客観的な物量と主観的な認知量としてさらに区別できると考えられる。本研究では、客観的な物的要素を空間指標とする。

国内の既往研究においても、歩行空間評価で客観的指標と主観的指標の関係性は見られてきた。柳沢ら³⁾は、歩行者優先道路導入の社会実験において、歩行空間評価のアンケートを行い、観察調査で収集した空間指標の客観データと主観評価との関係を共分散構造モデルで分析した。この結果、車道幅員や交通量の減少が安全性を高め、景観や利便性の向上に繋がるなど、空間指標の客観データが主観評価に及ぼす関係構造を検証している。

空間指標は個別の要素だけでない。上田ら⁴⁾は、街路を連続して撮影した画像から建物、壁面、樹木などの空間指標を計測し、各画像ごとに個別の要素の組み合わせをタイプ別に空間シーンとして分類した。そして、同じ空間シーンのタイプが続く画像群を捉え、シーケンス景観としてその場所の特徴を捉えた。この結果、伝統的な建物や壁面が続くシーンなどを抽出している。

空間指標を、画像認識により客観的かつ効率的に計測した研究も見られる。画像認識ツールは、画像中の物体数を計測する物体検知のアプローチと、画像内にある物体の領域を計測するセグメンテーションのアプローチに分けられる。井上ら⁵⁾は、セグメンテーションの画像認識ツールを用いて、Google ストリートビューの道路画像内の人、歩道、車両などの各個別要素の面積と、その画像から感じる居留意欲や生物の多様さなどの主観評価のアンケート結果の関係性を分析した。この結果、道路や植生など静的な要素が主観評価と関係性が見られたが、車や自転車といった動的な要素とはあまり関係性は見られなかった。これは、計測された各個別要素の面積割合は道路、空、建物、植生といった静的な要素が占め、動的要素の計測される割合が少ないためと考えられる。

また、画像認識は、主観評価の代替指標としても用いられる。野地ら⁶⁾は、Face API という顔検出の画像認識ツールを用い、撮影された街路画像の人の顔から、平均年齢、性別比、混雑指標、感情を計測して街路ごとの特徴を比較した。ここでは、笑顔の人の数の割合を評価指標として用いている。また、GIS を用いて、街路毎に、画像内の人の年齢、男女比、笑顔の割合をマップ上で表示し、場所や時間による特徴の違いを示した。

これらの既往研究を踏まえると、画像認識による空間指標を Walkability 評価で使用する上で、幾つかの仮説の検証が必要である。まず、動的要素を含めて画像認識で計測された客観的な空間指標は主観評価を説明できるかが主な仮説となる。ここで、空間指標として、空間要素の個別指標だけでなく、これを組み合わせたシーン指標も加えて、客観的な指標の有用性を検証する必要がある。また、主観評価の中でも、物的な認知量と、知覚的な質に関する評価それぞれとの関係も検証する必要がある。本研究ではこれらの仮説についてそれぞれ検証を行う(図-1)。

(2) 使用データ

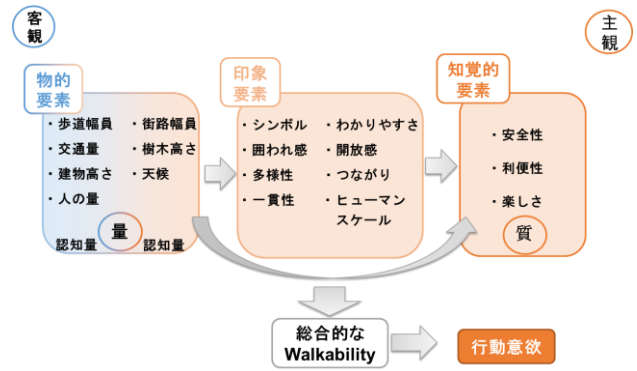


図-1 Wakability の評価の枠組み

本研究では、街路の空間指標を画像認識ツール Yolo v5 を使用して計測した。この画像認識ツールは物体検知を行うもので、動的要素を含めた画像内の街路の空間要素の数をより正確に把握可能である(図-2)。この事前学習済みモデルでは、歩行空間の構成要素として、歩道と車道の各要素を認識可能である(表-1)。認識可能な歩道の要素として、動的な歩行者を表す人と、机・ベンチ・椅子・植栽といった設置物がある。車道の要素には、動的交通車両である自転車・車・バス・トラック・バイク・電車と、信号機・交通標識・パーキングメーターといった設置物がある。歩道と車道の設定物は、それぞれ滞留と交通の基本的な空間内の要素が認識可能であり、空間評価への適用性はあると考えられる。

しかし、認識エラーを起こした要素も見られた。特に電車の個別の要素は、路面の建物などを電車として認識してしまうが多かったため、分析として電車の計測データは用いなかった。このように適用性の詳細についてはまだ検証が必要だが、本研究では、これらの基本モデルで認識可能な要素を対象として、空間評価がどの程度可能かを検証する。



図-2 画像認識の例

表-1 画像認識で計測可能な空間指標

歩道		車道	
動的	静的 (滞留)	動的	静的 (交通)
・人	・机 ・ベンチ ・椅子 ・植栽	・自転車 ・車 ・バス ・トラック ・バイク ・電車	・信号機 ・交通標識 ・パーキングメーター

表-2 主観評価の指標

量的評価	質的評価
<ul style="list-style-type: none"> • 座れる • 交通量多い • 緑多い • 歩行者多い • 歩道広い 	<ul style="list-style-type: none"> • 道が分かりやすい • 移動が安全 • 治安がいい • 街並みがいい • くつろげる • 賑わいがある

画像認識のデータとしては、2018～2021年に行われた5回の歩行空間評価のアンケート調査において、評価対象として使われた国内外の歩行空間の360度動画を用いた。動画の撮影場所は、名古屋市を主に、豊田市、京都市、高松市の国内89個の動画と、欧米（ロサンゼルス、ロンドン、ケンブリッジ、パリ、マドリッド）、アジア（バンコク、チェンマイ、武漢）、オセアニア（ブリスベン、キャンベラ）の国外32個の動画を使用し、各約1分の動画のフレーム画像（24枚/秒）に対して空間指標を画像認識ツールによって計測した。

主観評価の指標としては、各アンケート調査で共通して用いられた歩行空間の量的評価と質的評価の11項目とした（表-2）。質的評価は、Walkabilityの基本的な構成要素である安全性、快適性、楽しさに関する項目となっている⁷⁾。主観評価のデータは、画像認識した動画のうち、一定数以上の被験者がいる67個の動画の評価結果を対象とし、各動画の評価平均を使用する。アンケートは7段階評価と10段階評価で回答されており、それらのアンケート結果を最小0、最大が1になるように値を変換し、その値を標準化して分析に使用した。

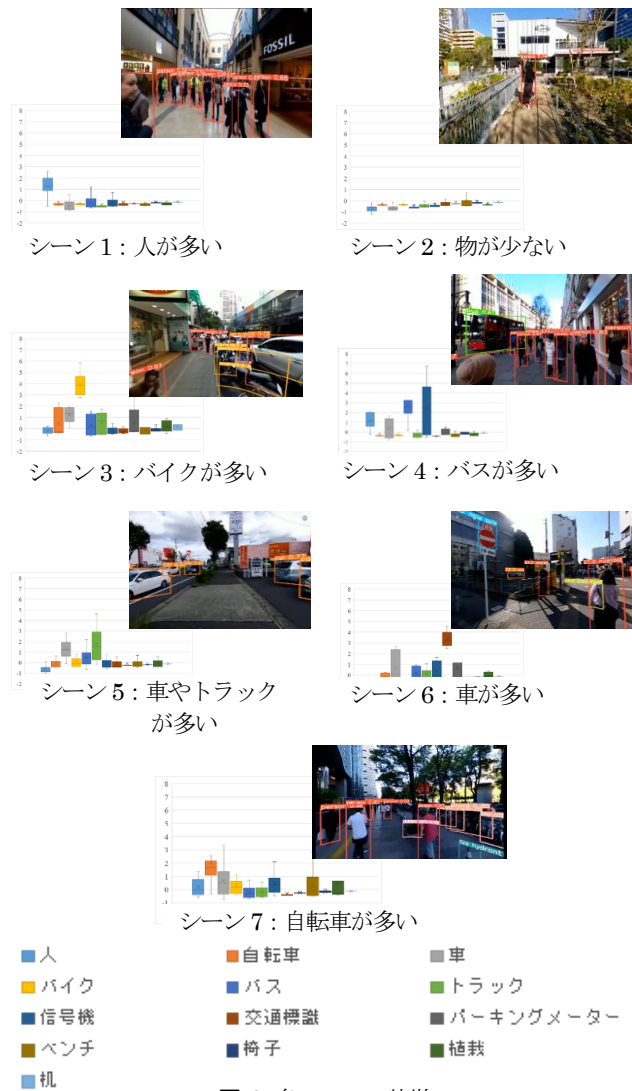


図-3 各シーンの特徴

3. 空間指標による街路の分類

まず、国内外の歩行空間の動画の画像認識を行い、空間シーンを分類する。ここでは、歩行空間の動画毎に各フレームの空間指標を計測して平均値を算出した。そして、その値を標準化したものを用い、階層クラスター分析で分類した。この結果、車と人の量の違いで大きく分類された。本研究では、車両の違いまでを表す7つの空間シーンの分類を用いる（図-3、表-3）。

シーン1は人が多いという特徴があり、国外はバンコクやブリスベン、国内は名古屋の天津通や京都の四条通など、都心の大通りが分類された。シーン2では物が少ないという特徴があり、国内の動画が多く、名古屋都心の久屋大通公園や金シャチ横丁など都市公園内の歩行者専用道が多く分類された。シーン3からシーン7は全体として車両の空間指標が多いという特徴がみられる。シーン3では車両の中でもバイクが多いという特徴があり、バンコクやチェンマイが多く分類された。シーン4

表-3 各シーンに分類された動画

	国外	国内
シーン1	バンコク1, バンコク2, ブリスベン2, ブリスベン3, ブリスベン4, ブリスベン5, ケンブリッジ1, ケンブリッジ2, パリ1, パリ3, ロンドン3, マドリッド2.	久屋大通公園4, 久屋大通公園7, 香川1, 香川3, 金山3, 河原町通2, 金シャチ4, 大須2, 大津通1, 大津通2, 大曾根3, 四条通1, 豊田17b, 豊田18, 豊田19.
シーン2	バンコク3, 武漢1, 武漢2, キャンベラ3.	ドーム前1, ドーム前3, 久屋大通公園1, 久屋大通公園2, 久屋大通公園3, 久屋大通公園5, 久屋大通公園6, 久屋大通公園8, イオン熱田2, 神宮前1, 神宮前2, 神宮前3, 神宮前7, 神宮前8, 金山5, 金シャチ1, 金シャチ2, 金シャチ3, 瑞穂1, 瑞穂2, 瑞穂3, 瑞穂6, イオンモール3, 長島町通り1, 大須4, 大曾根4, 久屋大通3, 豊田1, 豊田11, 豊田15, 豊田16, 豊田20, 豊田3, 豊田7, 豊田8, 豊田9, 長者町通り1, 長者町通り2.
シーン3	バンコク6, バンコク7, バンコク4, チェンマイ2.	久屋大通4, 久屋大通6.
シーン4	ケンブリッジ3, ロンドン1, ロンドン2, オックスフォード1.	河原町通3, 河原町通1, 桜通1.
シーン5	バンコク5, バンコク8, バンコク9, キャンベラ2, チェンマイ1.	久屋大通3, イオン熱田1, イオン熱田3, 伊勢町通1, 神宮前5, 瑞穂4, 瑞穂5, 長島町通2, 久屋大通5, 徳重3, 豊田13, 豊田14.
シーン6	ロサンゼルス1.	伊勢町通2, 金山1, 金山2, 金山4, 徳重2.
シーン7	キャンベラ1.	久屋大通9, 久屋大通1, 久屋大通2, 香川2, 大須1, 大須3, 大須5, 大津通3, 久屋大通7, 豊田17a.

では車両の中でもバスが多く、人の数も車両が多いシーンの中でも多い特徴があり、ロンドンのオックスフォードストリートや名古屋都心の幹線通りの桜通などが分類された。シーン5では車やトラックが多いという特徴があり、バンコクや名古屋郊外の幹線道路周辺の歩行空間が多く分類された。シーン6では車や交通標識も多いという特徴があり、名古屋の都心や都心近郊の裏路地が分類された。シーン7では自転車が多いといった特徴があり、名古屋都心の久屋大通や大須などの駐輪が多い大通りが分類された。

これらの動画の分類の地域的な特徴として、国内と国外の動画の分類にも違いが見られた。シーン1とシーン2で分類された動画を見ると、ともに歩行者専用道が多いが、シーン1では国外の歩行者専用ゾーン、シーン2では国内の公園街路が主に分類されていることが分かった。これは、同じ歩行者専用道でも、地域でその形態が異なることを示唆している。

4. 空間指標と主観評価の関係分析

(1) 空間シーン別の主観評価の比較

まず、空間シーン別に主観評価の平均値を比較した(表-4)。この結果、シーン別の特徴が見られた。人が多いシーン1では、主観的にも歩行者量が多く感じられ、賑わいの評価が高い。一方で、物が少ないシーン2では、歩道が広く感じられ、緑も多く感じられている。ここでは安全性、街並み、くつろぎの評価が高く、物が少ないシーンは画像認識では検知できなかった歩道の広さや緑

表-4 シーン別の主観評価の平均値

	量的評価					質的評価					
	歩道広い	歩行者量多い	座れる	緑多い	交通量多い	道が分かりやすい	移動が安全	治安がいい	街並みがいい	くつろげる	賑わいがある
シーン1 人多い	0.63	0.76	0.44	0.34	0.43	0.62	0.54	0.57	0.60	0.49	0.73
シーン2 物少ない	0.68	0.47	0.49	0.61	0.39	0.65	0.71	0.67	0.66	0.61	0.54
シーン3 バイク多い	0.50	0.62	0.31	0.45	0.68	0.49	0.36	0.44	0.46	0.29	0.61
シーン4 バス多い	0.51	0.79	0.36	0.30	0.72	0.70	0.43	0.51	0.60	0.35	0.77
シーン5 車・トラック多い	0.51	0.49	0.39	0.48	0.62	0.57	0.51	0.52	0.52	0.43	0.53
シーン6 車多い	0.56	0.38	0.34	0.45	0.53	0.61	0.57	0.55	0.51	0.44	0.43
シーン7 自転車多い	0.65	0.63	0.43	0.52	0.64	0.67	0.56	0.60	0.61	0.47	0.63

表-5 空間指標と量的評価の関係分析

説明変数	目的変数		座れる		交通量多い		緑多い		歩行者多い		歩道広い	
	B	T値	B	T値	B	T値	B	T値	B	T値	B	T値
人	-	-	-	-	-	-	-	-	0.85**	14.61	-0.24	-1.64
自転車	-	-	-	-	-	-	-	-	0.14*	2.37	-	-
車	-	-	0.59**	6.44	-	-	-	-	-	-	-0.50*	-2.57
バイク	-0.20	-1.73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
バス	-	-	0.29**	3.12	-0.33*	-2.37	-	-	-	-	-0.37*	-2.54
トラック	-0.20	-1.82	-	-	-0.22	-1.53	-	-	-	-	-	-
信号機	-0.25*	-2.37	-	-	-0.25*	-2.11	0.13*	2.306	-0.23	-1.52	-	-
交通標識	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ベンチ	0.29**	2.74	-	-	-	-	-	-	-	0.31**	2.77	-
椅子	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
植栽	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
机	0.27*	2.58	-	-	-	-	0.094	1.72	-	-	-	-
シーン1: 人多い	-	-	-	-	-0.59**	-5.38	-	-	-	-	-	-
シーン2: 物少ない	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.25	-1.63
シーン3: バイク多い	-	-	-	-	-	-	-	0.089	1.42	-	-	-
シーン4: バス多い	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.24	1.47	-
シーン5: 車・トラック多い	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
シーン6: 車多い	-	-	-	-	-	-	-0.12*	-2.13	-	-	-	-
R ²	0.30		0.55		0.37		0.81		0.27			
サンプル数	65											

B: 標準偏回帰係数, *p<0.05, **p<0.01

が多いことが評価から示され、それらからくつろぎを感じるといった特性が示された。車が多いシーンの中では全体として交通量が多く感じられているが、その中でも車種によって特徴の違いが見られた。特に、バスが多いシーンでは、歩行者と交通量がともに多く感じられ、道の分かりやすさや賑わいの評価が高い。これは、公共交通が多いシーンでは、車両だけではなく、歩行者も増やすことで賑わいを生じるような空間特性があることを示している。

(2) 空間指標と量的評価の関係分析

画像認識によって計測された空間指標と、アンケートの量的な主観評価との関係性について分析する。各主観評価を目的変数、空間指標を説明変数として重回帰分析をステップワイズ法にて行った。空間指標として、各空間要素の計測数に加え、空間シーンもシーン指標としてダミー変数を用いて使用した。

この結果、主観的な歩行者量と交通量の評価項目の決定係数が高かった(表-5)。主観的な交通量は、車やバスといった車両の要素指標と正の関係が見られ、主観的な歩行者量は、人、自転車、信号機と正の関係が見られた。主観的な座りやすさは、ベンチや机といった滞留の要素指標が正の関係、信号機といった交通の要素指標が負の関係を示した。これらより、主観的な座りやすさ、交通量、歩行者量は、ベンチ、車、人といった空間指標に直接的な関係がある客観的な空間指標とで正の関係が見られ、客観と主観の量の整合性が示された。

シーン指標に関しても、量的評価と関係が見られた。主観的な緑と歩行量は、それぞれ人が多いシーン1と車が多いシーン6と負の関係にあることが示された。緑は、物体検知では直接的な計測が難しいが、別指標によってある程度説明することも可能といえる。

(3) 空間指標と質的評価の関係分析

空間指標と主観的な質的評価との関係分析も、同様に行った。この結果、量的評価の結果と比較するとより多くの空間指標との関係が有意となり、移動安全や賑わいといった評価項目の決定係数が高かった(表-6)。移動安全の評価は、人や車両との要素指標と負の関係があり、これらの動的な要素の安全性への影響が示された。一方で、賑わいの評価では、机のような滞留空間に関する要

表-6 空間指標と質的評価の関係分析

説明変数	目的変数		道が分かりやすい		移動が安全		治安がいい		街並みがいい		くつろげる		賑わいがある	
	B	T値	B	T値	B	T値	B	T値	B	T値	B	T値	B	T値
人	-	-	-0.40**	-4.56	-0.28**	-2.85	-	-	-	-	-0.19	-1.72	0.86**	11.28
自転車	0.29**	2.83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15*	2.16
車	-	-	-0.33**	-3.25	-0.34**	-2.90	-	-	-	-	-	-	-	-
バイク	-	-	-0.23*	-2.58	-	-	-	-	-	-0.29**	-3.11	-	-	-
バス	-0.39*	-2.52	-0.47**	-3.56	-0.43**	-3.18	-0.28	-1.71	-0.36*	-2.55	0.33**	3.33	-	-
トラック	-0.18	-1.63	-	-	-	-	-0.25*	-2.20	-0.17	-1.57	-	-	-	-
信号機	-	-	-	-	-	-	-0.35*	-2.54	-0.28*	-2.32	-	-	-	-
停止標識	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ベンチ	0.20	1.97	0.23**	2.84	0.29**	3.45	0.27*	2.56	0.15	1.61	-	-	-	-
椅子	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
植栽	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
机	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.13	1.43	0.14*	2.38	
シーン1: 人多い	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
シーン2: 物少ない	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.19	1.61	0.16	1.99
シーン3: バイク多い	-0.28**	-2.70	-	-	-0.13	-1.35	-0.17	-1.54	-	-	-	-	-	-
シーン4: バス多い	0.49**	3.24	0.25*	2.05	0.31*	2.19	0.45*	2.54	0.26	1.67	-0.13	-1.53	-	-
シーン5: 車・トラック多い	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
シーン6: 車多い	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0.15*	-2.40
R ²	0.38		0.57		0.44		0.31		0.51		0.78			
サンプル数	67													

B: 標準偏回帰係数, *p<0.05, **p<0.01

素に加え、人、自転車、バスといった動的要素と正の関係が見られた。これらの動的要素は、安全性には負の関係があるが、賑わいを創出する要素指標にもなることを示している。

シーン指標に関しては、バスが多いシーン 4 が分かりやすさや街並みなどの評価と正の関係が見られた。しかし、個別の空間指標としてのバスは、分かりやすさや安全性の評価と負の関係が見られる。シーン 4 に分類された動画では、歩道沿いに店舗が並んでいる人通りが多い道が見られ、複数の要素を組み合わせた特徴が見られ、これが評価に影響したと考えられる。よって、バスの車両と、バスが走る街路のシーンでは、異なる特性があることを示している。

(4) 空間指標と評価の関係構造分析

空間指標と量的・質的な主観評価との関係を統合して、全体の関係構造を共分散構造分析により明らかにする。ここでは、既往研究の Walkbilty 評価の枠組み²⁾に基づき、客観的な空間指標が、主観的な量的評価を通して質的評価に影響するといった歩行空間評価の意識構造の仮説を検証する。まず、量的評価を説明変数とし、質的評価を目的変数とした重回帰分析を行った結果、決定係数の高いモデルが得られた(表-7)。これらの重回帰分析で有

表-7 量的評価と質的評価の関係分析

目的変数	道が分かりやすい		移動が安全		治安がいい		街並みがいい		くつろげる		賑わいがある	
	B	T値	B	T値	B	T値	B	T値	B	T値	B	T値
歩道広い	0.72**	8.02	-0.64**	-8.53	0.72**	10.02	0.54**	6.78	0.27**	3.83	-	-
歩行者多い	-	-	-0.27**	-3.69	-0.16*	-2.26	0.11	1.44	-	-	0.86**	19.20
座れる	-	-	-	-	0.14	1.79	0.36**	4.08	0.38**	5.57	0.19**	4.34
緑多い	-	-	0.16*	2.09	0.12	1.55	0.18*	2.14	0.33**	5.61	-0.14**	-2.79
交通量多い	-	-	-0.12	-1.60	-	-	-	-	-0.27**	-4.40	-	-
R ²	0.52		0.75		0.80		0.76		0.83		0.82	
サンプル数	65											

B: 標準偏回帰係数, *p<0.05, **p<0.01

意な係数を基に、共分散構造分析のパスを設定する。ここでは、全ての指標は観測変数を用いており、構造方程式のみのモデルとなっている。

共分散構造分析の結果、適合度は CFI=0.947, RMSEA=0.095 と比較的有意なモデルが構築された(図-4)。質的な主観評価は、量的な主観評価を介した空間指標との間接的な関係だけでなく、空間指標との直接的な関係も見られた。これは、量的な主観指標が中間の変数として十分でないことを示しており、この中間変数には検討の余地があると考えられる。

5. 結論

本研究では、国内外の歩行空間動画を対象に画像認識ツールを用いて客観的な空間指標を計測し、それに対する主観評価との関係性を明らかにした。まず、客観的な空間指標について、国内外の歩行空間動画を画像認識して計測し、そこから空間シーンを分類した。この結果、人と車両の量に基づき、歩行空間がシーンに分類された。

そして、空間の要素指標とシーン指標を含めた空間指標と、主観評価の関係について重回帰分析を行った。空間指標と主観的な量的評価との重回帰分析の結果では、座れる、交通量、歩行者量の主観評価が、ベンチ、車、人といった空間指標に直接的な関係が見られ、その整合性が確認された。空間指標と主観的な質的評価の重回帰分析の結果では、移動安全や賑わいといった指標で決定係数が高く、人や車両の動的要素が安全性と賑わいに対して負と正の関係がそれぞれあることが示された。特に、バスは要素指標とシーン指標では評価に与える影響に違いがあることが示され、空間要素の組み合わせたシーン指標は評価に有用と考えられる。

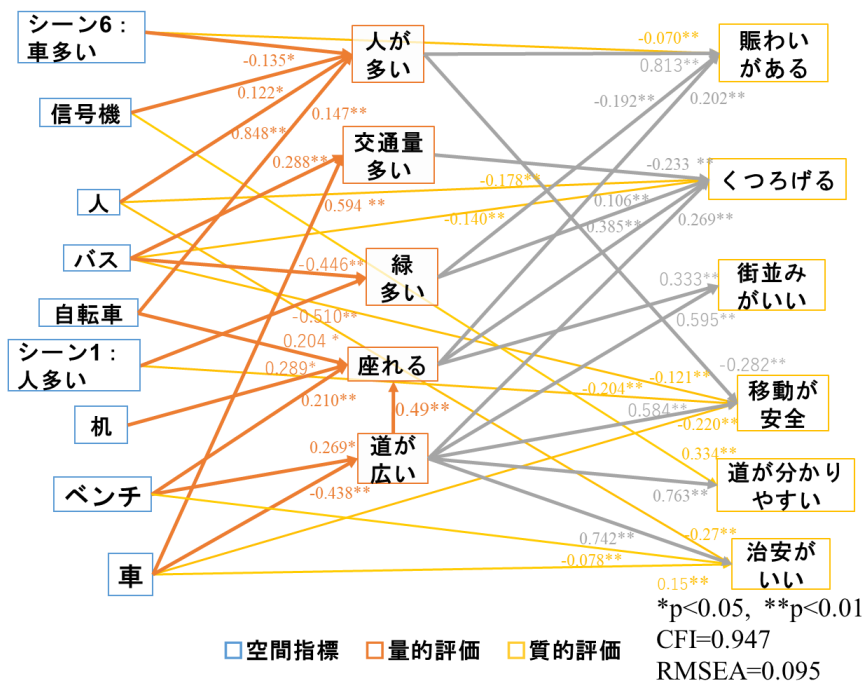


図-4 空間指標と量的評価・質的評価の関係構造

さらに、空間指標、量的指標、質的指標の関係構造を共分散構造分析にて示した結果、空間指標は量的評価を通して質的评价に影響している関係構造が有意に示された。一方で、空間指標と質的评价には直接的な関係も見られ、この中間変数は改善の余地があるといえる。

このような結果から、街路画像から客観指標のデータを収集することで、量的や質的な主観評価の推定を可能とすることが示された。これは、歩行空間評価を様々な都市の道路に対して広く行うことが可能であることを意味し、評価のマップ化において有用と考えられる。今後の課題として、サンプル数を増やすため、属性で差別化される個人単位のデータを用いたり、被験者の視点で異なる動画データを扱うことが考えられる。また、画像認識において、歩道や車道の幅員、緑地など物体検知が難しいものは、セグメンテーションによる面積割合も組み合わせ使用することが考えられる。今後は、これらの画像認識の適用性についてさらに分析を進め、より広範囲なエリアで歩行空間評価を行うシステムの構築に繋がっていくことが期待される。

謝辞：本研究は、科研費（研究課題 19K04659：歩行空間の疑似体験と実体験が歩行行動と健康感に与える影響）と、JST/JICA SATREPS（研究課題 JPMJSA1704：Thailand4.0 を実現するスマート交通戦略）の支援により実施された。ここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) NACTO:Urban Street Design Guide,New York,2013
- 2) Reid Ewing・Keith Bartholomew: Pedestrian-and-Transit-oriented Design, Urban Land Institute,pp.10-20,2013
- 3) 柳沢吉保・高山純一・滝澤諭・轟直希:中心市街地来街者による街路空間満足度の潜在意識構造を考慮した歩行者優先街路の整備評価-長野市善光寺の表参道のトランジットモール本格導入に向けた取り組み-日本都市計画学会,都市計画論文集, No.45 - 3, 2010
- 4) 上田萌子・大平和弘・藤本真理・田原直樹・赤澤宏樹:旧城下町の景観形成に向けた街路シーケンス景観の分析に基づく重点エリアの抽出, ランドスケープ研究, 80 (5), 2017
- 5) 井上拓央・真鍋陸太郎・村山顕人・小泉秀樹:景観価値の主観的評価から推定される「場所の価値に基づく地区分析-東京都国立市富士見台地区を事例として-日本都市計画学会, 都市計画論文集, Vol.55, No.3, 2020
- 6) 野地駿吾・岸本達也:画像認識による街路空間における歩行者の年齢, 男女比, 感情, および密度の分析 - 渋谷駅周辺を主としたケーススタディ - 日本都市計画学会, 都市計画論文集, Vol.55, No.3, 2020
- 7) Alfonso,M:To walk or not to walk:The hierarchy of walking needs,Environment and Behaviour,37:808-836,2005

(Received ?)
(Accepted ?)

The Relationship between Objective Indicators of Image Recognition and Subjective evaluations for Street Design

Yutaro OGURA and Kazuki NAKAMURA

There have been increasing demand for street design improvement to meet various walking needs, but the impacts of the objective indicators of street design on the subjective evaluations are not clear. The aim of this study is to examine the relationship between the objective indicators, measured by image recognition, and the subjective evaluations. First, the indicators of image recognition are measured, using the image data of various streets, to be classified into the street scenes with cluster analysis. Then, we analyze the relationship of the objective indicators with the subjective evaluations with multiple regression analysis. As a result, the streets were classified by the amount of people and car, and the objective indicators from image recognition accounted for the quantitative and qualitative subjective evaluations.