画像認識 AI モデルを用いた歩行空間の利便・幸福増進評価に関する研究 ～御堂筋・堺筋への適用をケーススタディとして～

鹿島　翔[1]・曽　翰洋[2] 土井　健司[3]・葉　健人[4]・吉岡 正樹[5]

[1]非会員　(株)建設技術研究所　大阪本社道路・交通部（〒541-0045 大阪市中央区道修町 1-6-7）
E-mail: syo-kashima@ctie.co.jp
[2]非会員　大阪大学大学院　工学研究科地球総合工学専攻（〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1）
E-mail: sou.kanyou@ civil.eng.osaka-u.ac.jp
[3]正会員　大阪大学大学院教授　工学研究科地球総合工学専攻（〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1）
E-mail: doi@ civil.eng.osaka-u.ac.jp
[4]正会員　大阪大学大学院助教　工学研究科地球総合工学専攻（〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1）
E-mail: yoh.kento@civil.eng.osaka-u.ac.jp
[5]正会員　(株)建設技術研究所　大阪本社道路・交通部（〒541-0045 大阪市中央区道修町 1-6-7）
E-mail:m-yoshioka@ctie.co.jp

近年，街路空間を車中心の空間から歩行者中心の空間へと転換することに関心が高まっている．また，深層学習による画像認識技術の様々な分野での応用が期待されている．そこで本研究では，国内都市部の街路を対象として画像認識技術を活用し，歩行空間の「歩きやすさ」や「居心地の良さ」に与える影響の分析，および歩行空間の利便増進とウェルビーイング増進（幸福増進）に向けた道路空間再配分の効果分析を目的とする．まず，筆者らの先行研究において，ファインチューニングにより精度向上を行った画像認識 AI モデルを用い，道路構造や利用状況の違いが評価結果に与える要因の分析した上で歩行空間評価を行い，さらに段階的な道路空間再配分を実施した場合の効果を確認した．そして，ウォーカブルシティの推進に資する歩行空間の共創に向けた，画像認識技術の活用の新たな方向性を示した．

Key Words: *歩行空間, ウォーカビリティ, 画像認識, AI 評価*

1. はじめに

(1) 背景と目的

近年，都市の街路空間を車中心から人中心へと空間再編をめざす取り組みが各地で進められている．国土交通省では都市の多様性とイノベーションの創出に関する懇談会を受け，「居心地が良く歩きたくなるまちなか」というまちづくりの方向性が打ち出された [1)]．また，テレワークや二地域居住等のニューノーマル時代の生活様式が浸透しつつあり，働き方の変化や生活圏の変化，移動ニーズの変化が見受けられる．

本研究では，こうした人中心のまちづくりを推進するための街路空間を検討する上で必要となる歩行者視点に立った歩行空間の評価に着目する．街路の歩行空間を評価する試みとして，歩行者密度等物理的な観点から評価 [2)3)]や，歩行者の表情による評価 [4)] 等様々な手法が存在する．本研究では，曽ら [5)]が開発した深層学習をベースとした歩行空間の評価手法：AI and human co-operative evaluation (AICHE)に基づき，大都市の主要街路を対象に評価を行う．筆者らは，この画像認識 AI モデルを検討対象となる街路に適用し，歩行空間の通行機能としての「歩きやすさ」を表す Walkability，滞留機能を含む歩行空間の「居心地の良さ」を表す Lingerability[6)]の 2 指標について街路空間の評価を行い，街路間の比較や道路構造・沿道状況が与える影響を分析する．

なお，Lingerability は，同じ空間に佇み，とどまることができる居心地の良さに加え，快体験の余韻を楽しむためのゆったりとした移動を可能にする時間と空間にまたがる性能 [7)]である．本稿では Walkability の向上を利便増進，Lingerability の向上

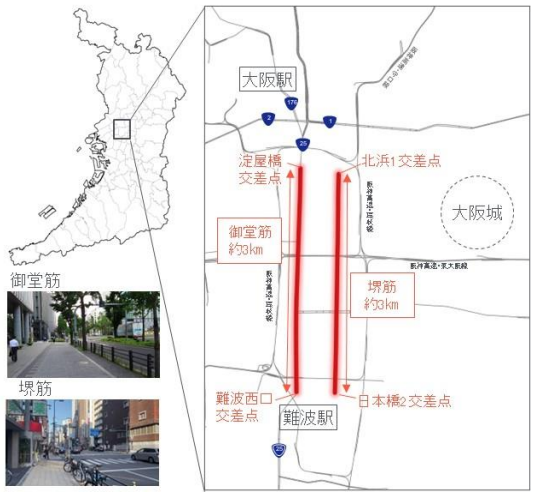

図-1　研究対象区間

をウェルビーイングにまたがる性能 [7]である．本稿では Walkability の向上を利便増進，Lingerability の向上をウェルビーイング増進または幸福増進に資する要素と位置づける．次に，道路空間の再配分による「歩きやすさ」や「居心地の良さ」に与える影響を把握するために，仮想空間において段階的な空間再配分のシナリオを設定し，それぞれに AI モデルを適用した結果を用いて効果分析を行う．そして AI による画像解析を通して多様な人々の価値観や感情，印象を取り入れた評価結果を共通情報として，街路デザインの共創を進めていくための活用法を考案し，その有用性を確認することを目的とする．

(2)　研究の対象

a)　御堂筋

御堂筋は図 1 で示すように，国道 25 号および国道 176 号で構成される大阪市の都心部を南北に縦断する延長約 4km，幅員 44m の街路であり，現代の大阪におけるメインストリートとなっている．また御堂筋は経済・文化・行政の中心地であり，沿道には大阪市役所，百貨店やブランドショップ，企業，金融機関などの都市機能が集積している．これらの建物は，1920 年に施行された市街地建築物法から続く高さ制限により，スカイラインの保全が図られ，整然とした景観が作られている．また街路樹のイチョウ並木は近代大阪を象徴する歴史的景観として大阪市指定文化財に指定されている．現在は「御堂筋将来ビジョン」に沿った車中心から人中心のストリートへの転換を目指し，道路空間でのにぎわいや憩いの場を創出する道路空間再編が進められている．

本研究では，道路構造が類似する淀屋橋交差点から難波西口交差点までの約 3km を対象区間とする．

b)　堺筋

堺筋は大阪市の都心部を南北に縦断する街路の一つであり，御堂筋の東を並走して走っている（図 1）．全長約 6.1km であり大阪市北区の天神橋から西成区の天下茶屋を繋いでいる．かつては紀州街道の一部として栄え，近代に入ると百貨店が建ち並ぶメインストリートとなった．昭和初期に御堂筋が拡幅されてからは，商業施設や企業も移転し，メインストリートとしての役割も御堂筋に移った．このように歴史的な街路であるため，堺筋には歴史的建造物が多く建ち並んでいる．長堀橋交差点よりも北側はビジネス街のため高層建築物が多く，セットバックされており，歩行空間が比較的確保されている．一方で，長堀橋交差点よりも南側は商業エリアを通過するにも関わらず，歩道幅員が約 3m と狭く，放置自転車や路上駐車等の課題を抱えている．

本研究では，道路構造が類似する日本橋 2 交差点から北浜 1 交差点までの約 3km を対象区間とする．

2.　研究方法

(1)　AI による街路空間の評価手法

本研究では，言葉としての Walkability および Lingerability と画像を結びつける画像認識 AI モデルを活用し，歩行空間の Walkability 及び Lingerability の評価を行う．この AI モデルは高い判別精度を実現するため，曽ら [8]は AIHCE に対して，既存の学習モデルである VGG16[9]を用いて，ファインチューニング [10]を施している．

ファインチューニングは，既存の学習モデルの最終出力層である全結合層を付け替え，出力層に近い畳み込み層の重みを再学習する手法である．これにより，浅い層の汎用的な畳み込み層は固定され，深い層の重みのみを分類させたい目的の教師データに合わせて再学習させることで，1 から新規で学習するよりも精度高くモデルを学習することが可能になる．VGG16 は畳み込み層 13 層と全結合層 3 層からなる深さ 16 層のモデルであり，広範囲にわたる画像に対する豊富な特徴表現を学習している．

そこで，VGG16 の全結合層を付け替え，対象となる歩行空間が歩きやすさ，または居心地の良さ，

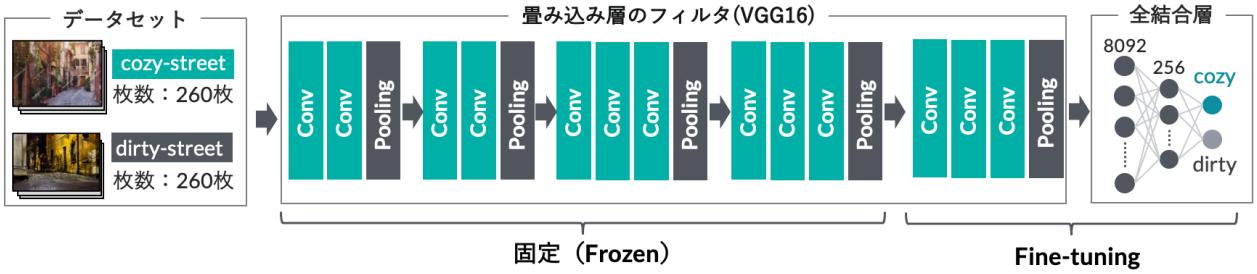

図-2　ファインチューニングモデル

図-3　分析の手順

それぞれの指標に対して 2 クラスに分類されるように分類器を再構築した（**図 2**）．特徴抽出器では，入力側から 10 層の重みを固定し，出力側の畳み込み層 3 層のみを再学習させた．

また教師データの作成においては，Walkability に対応するキーワードとして walkable-street と unwalkable-street を，Lingerability に対応するキーワードとして cozy-street と dirty-street を設定し，ウェブから画像を収集した．次に歩行空間の画像として認識できない画像を取り除き，各キーワード 260 枚ずつ，合計 520 枚として学習用データセットとした．そして，学習用データ 520 枚のうち 440 枚を，モデルの学習に用いる訓練データとして，80 枚を学習には用いず，モデルの汎用性を図るための検証用データとした．そしてファインチューニングしたモデルを用いて 30 エポック学習した．

Walkability に関する学習結果は，検証用データに対する正解率が 0.90，損失値が 0.29 となった．また，Lingerability に関する学習結果は，検証用データに対する正解率が 0.93，損失値が 0.16 となった．以上より，モデルを再学習することで，未知の歩行空間画像に対して Walkability を 90%，Lingerability を 93%の精度で予測することを可能にした．

本研究では，未知の入力画像を画像認識 AI モデルに入力した際に出力される分類確率(0～1)を街路の歩きやすさおよび，居心地の良さとしてとらえた．すなわち，出力される値が 1 に近づくほど歩きやすい，または居心地が良い街路であると判断できる．一方で，出力される値が 0 に近づくほど歩きにくい，または居心地が悪い街路であると判断される．

(2)　分析の手順

本研究の分析の手順を**図 3** に示す．はじめに，歩行者の目線に高さを合わせ，研究対象となる街路の歩行空間の動画を撮影した．その後，撮影した動画を 1 秒ごとに切り取り，時間的に連続した画像として抽出した．これらの画像を画像認識モデルに入力することで，それぞれの歩行空間ごとの Walkability および Lingerability に関する評価を行った．なお，曽ら [8]は歩道空間のうち横断歩道部は，Lingerability に対してネガティブな影響を与える要素と指摘しており，本研究では不定期に発生する横断歩道部の影響を除外するため，入力画像から除いた．

評価にあたっては，道路構造や利用状況の違いに着目するとともに，モデルの予測根拠を可視化する Grad-CAM[11]を用いて Walkability や Lingerability に影響を与えうる空間要素の影響を分析した．なお，Grad-CAM は画像のどのピクセルが予測に最も影響を与えたかをヒートマップとして出力することで，出力結果に対する視覚的説明を行う手法であり，ヒートマップが暖色であるほどモデルの評価に影響していると説明できるものである．

そこで，画像認識 AI モデルの新たな活用方法として，現状の歩行空間の位置付けを把握する手法を試行した．加えて，仮想空間上で現状再現やシナリオ設定を行い，道路空間再配分が Walkability や Lingerability に与える影響を分析した．

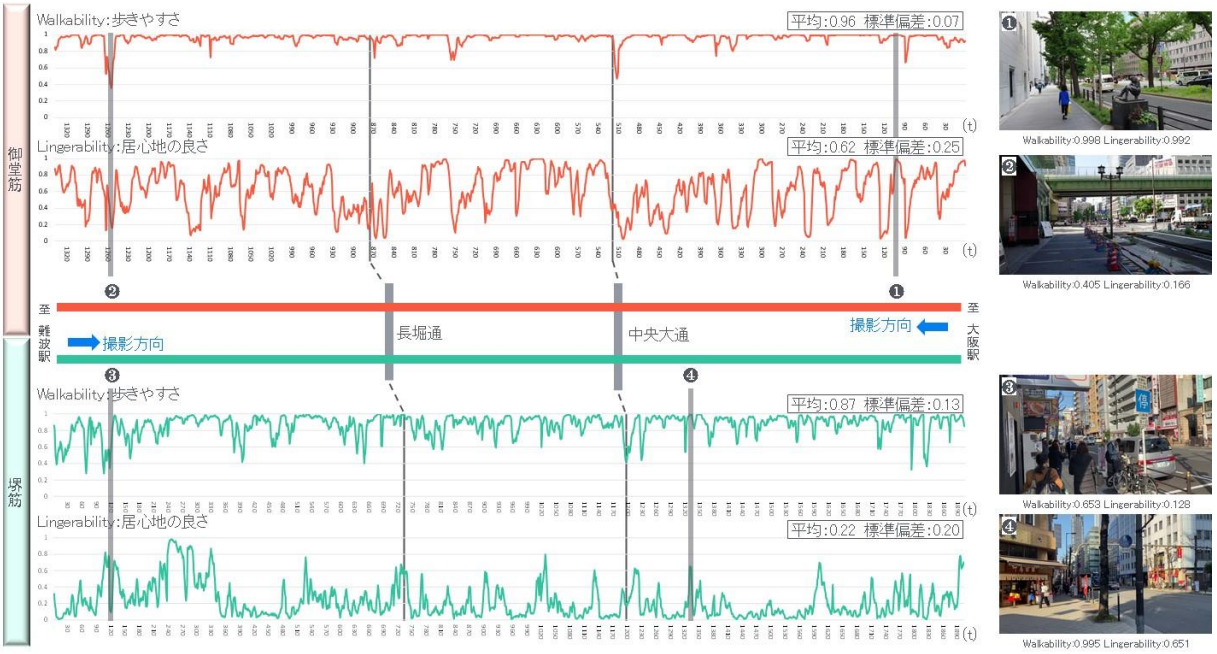

図-4　評価結果の概況

3. 研究結果

(1) 対象区間全体の評価結果の概況

画像認識 AI モデルによる研究対象となる両街路の評価結果を**図 4** に示す．まず，Walkability については，御堂筋は区間全体の平均値が 0.96，標準偏差が 0.07 である．一方で，堺筋は区間全体の平均値が 0.87，標準偏差が 0.13 であり御堂筋と比較してばらつきが大きい．ここで，自動車交通との混在や舗装のひび割れ等歩行空間が十分に確保されていない街路[12)13)]において，同モデルによる画像解析を行った．全歩行空間に対して，約 50 メートル（成人男性の徒歩 30 秒分の距離）を 1 区間として各区間の標準偏差を横軸に，平均値を縦軸にとった（**図 5**）．御堂筋，堺筋ともにほとんどの区間においての評価値が 0.7 以上と高くなっており，円滑な通行機能が確保されていると推察される．ただし，舗装のひび割れ等により歩道の整備水準が低い道路空間では評価値が 0.4～0.7 となっており，ばらつきもその他の区間と比較して大きくなっている．また，歩行者と自動車の分離がされていない道路区間においては，評価値は 0.1～0.2 の範囲にとどまる．

Lingerability については両街路での差がある評価となり，御堂筋は区間全体の平均値が 0.62，標準偏差が 0.25 で，堺筋は区間全体の平均値が 0.22，標準偏差が 0.20 となった．両街路を比較すると，現在の大阪市のメインストリートとして位置付けられている御堂筋の方が高い評価であり妥当な結果といえる．

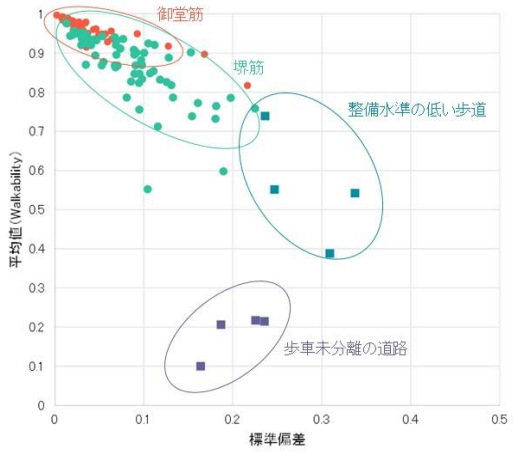

図-5 通行機能の低い歩行空間の評価結果

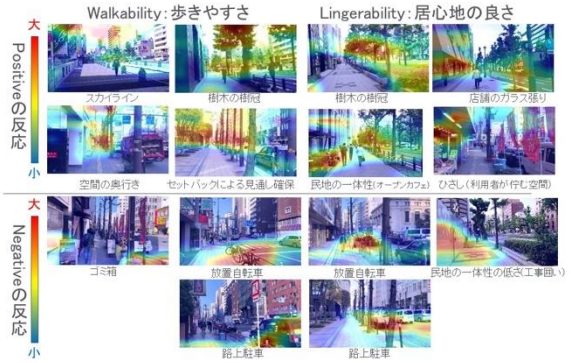

図-6 各指標に対する影響要素

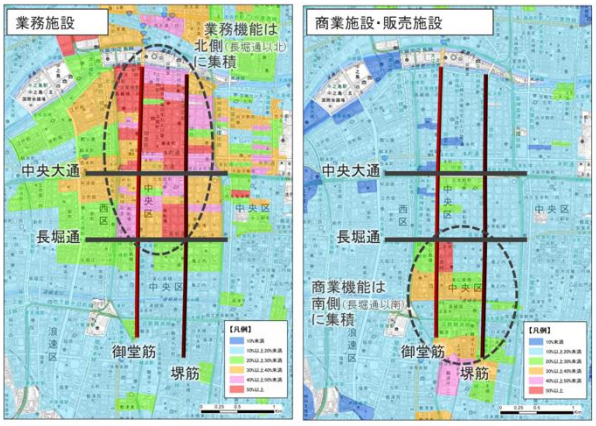

図-7 土地利用状況（左：業務施設，右：商業施設・販売施設）

(2) 道路構造・利用状況に着目した要因分析

Walkability および Lingerability の評価結果について，空間的な変動をみると，同じ街路であってもエリアによりその評価結果に違いが生じている．そこで，各街路について，道路構造や利用状況の違いに着目し，その要因を分析した．分析にあたっては，AI による Walkability と Lingerability の評価要因を可視化する Grad-CAM を用いた．なお，曽ら[8)]は Grad-CAM を用いて 1)Walkability のポジティブ要素，2)Walkability のネガティブ要素，3)Lingerability のポジティブ要素，4)Lingerability のネガティブ要素の 4 つのラベルに対して影響を与える要素を示している．

本研究において対象とする歩行空間の画像を基に，4 つのラベルそれぞれに影響を与える要素を，**図 6** に示すとおり整理した．Walkability のポジティブ要素としては，スカイラインの明瞭さ，樹木の樹冠等があり，ネガティブ要素としては，ゴミ箱や放置自転車等の歩道上の障害物や，路上駐車の存在がある．Lingerability のポジティブ要素としては店舗のガラス張りやひさし等の歩行者が回遊や滞留を誘引する設え等の存在があり，ネガティブ要素としては放置自転車の存在や，工事囲いによる道路空間と沿道空間との一体性の低さ等が挙げられる．樹木樹冠やセットバック等による沿道空間との一体性のある空間は，Walkability 及び Lingerability に共通してポジティブな要素となる．一方で，放置自転車や路上駐車の存在は，Walkability 及び Lingerability に共通してネガティブな要素となる．

まず，土地利用の違いに着目し，各街路を「中央大通以北」「中央大通～長堀通」「長堀通以南」の 3 つのエリアに区分した．大阪市土地利用現況調査[14)]より，**図 7** に示すとおり，各エリアの土地利用の特性に関して，中央大通以北は業務機能が中心となるエリア，長堀通以南は商業機能が中心となるエリアとなっている．各エリアの評価結果を整理した結果を**表 1** に示す．

Walkability について，御堂筋はいずれの区間も 0.95 以上と高い評価となっており，堺筋をと比較し

表-1　区間別評価結果

街路	区間	Walkability			Lingerability		
		区間平均 $\bar{x}$	標準偏差 σ	変動係数 $\sigma/\bar{x}$	区間平均 $\bar{x}$	標準偏差 σ	変動係数 $\sigma/\bar{x}$
御堂筋	中央大通以北	0.97	0.04	0.05	0.60	0.26	0.43
	中央大通～長堀通	0.96	0.07	0.08	0.69	0.26	0.38
	長堀通以南	0.96	0.04	0.04	0.59	0.24	0.41
堺筋	中央大通以北	0.89	0.11	0.12	0.17	0.16	0.91
	中央大通～長堀通	0.87	0.11	0.12	0.18	0.16	0.90
	長堀通以南	0.84	0.15	0.18	0.29	0.24	0.81

図-8　Walkability へのポジティブ要素（御堂筋）

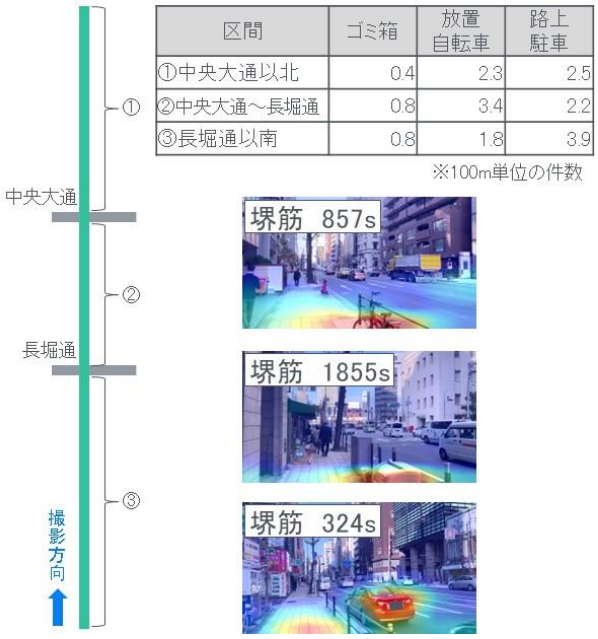

図-9　Walkability へのネガティブ要素の件数（堺筋）

てもいずれの区間も変動係数が相対的に低く一貫して水準が高いといえる．これは，本研究対象区間では，全区間にわたって歩道幅員が約 5.5m と十分であり，歩行空間上の見通しがが確保されていること，車道側には街路樹としてイチョウ並木が整備されていることから，Grad-CAM においても歩行空間の抜け感や樹木の樹冠がポジティブ要素として影響を与えていることが確認できる（**図 8**）．

堺筋は商業系の利用が多い「長堀通以南」においてやや低い評価となっている．堺筋は歩道幅員が約 3m で街路樹は断続的に整備されてはいるが、車道との物理的な距離が近い．Walkability へのネガティブ要素である駐輪自転車，ゴミ箱，路上駐車について，撮影した動画より区間ごとの件数を**図 9** に示すとおり整理した．その結果，各区間一定の件数が存在するが，特に路上駐車について「長堀通以南」の区間が 100m あたり 3.9 件と多くなっており，自動車の存在が評価値に影響していることが推察される．

Lingerability について，御堂筋は堺筋と比較すると各区間とも評価値が約 0.6 以上であり，変動係数も相対的に小さくなっており，居心地の良さに関しても一貫して水準が高い街路といえる．御堂筋は「中央大通以北」及び「中央大通～長堀通」のそれぞれの区間において地区計画が定められており，共通して「世界を魅了する個性豊かなにぎわいのあるまちなみを形成するため，御堂筋に面する部分においては，建築物の低層部（原則地上２階以下）に上質なにぎわい空間の形成に資する店舗・文化施設等の導入を図る．」と方針が掲げられている．また，「長堀通以南」においても百貨店やブランドショップ等歩行空間のアイレベルに店舗が建ち並んでいることや，御堂筋将来ビジョン[15]に基づき，側道の閉鎖，歩行者空間化が進められていることから，歩行者のための機能が備わっている．こうした方針での沿道形成が実施されていることから，Grad-CAM においても，ガラス張りの店舗や側道の歩行者空間化がポジティブ要素として影響を与えていることが確認できる（**図 10**）．

堺筋は「長堀通以南」において，0.29 と同路線の中では最も高い評価となっており，その他の区間は 0.2 未満となっている．Lingerability のネガティブ要素である放置自転車や路上駐車について，**図 9** に示すとおりいずれの区間も一定の件数が存在する．ポジティブ要素であるひさし（歩行者の滞留を促進する機能）や路面店（歩行の低速化を促進する機能）について，区間ごとの件数を**図 11** に示すとおり整理した．その結果「長堀通以南」において 100m あ

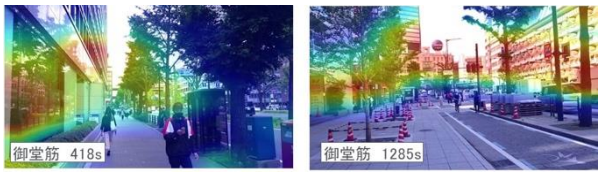

図-10　Lingerability へのポジティブ要素（御堂筋）

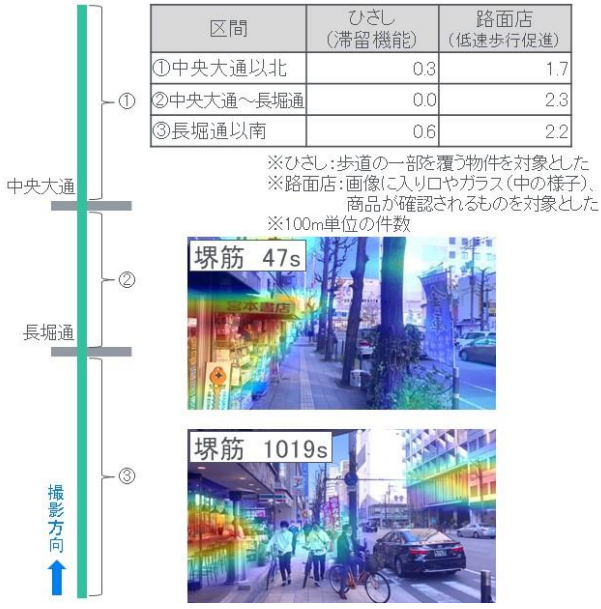

図-11 Lingerability へのポジティブ要素の件数（堺筋）

たりひさしが 0.6 件，2.2 件と相対的に件数が多いことが評価値に影響していると推察される．

4. 画像認識 AI モデルの活用方法の検討

(1) 歩行者空間の空間性能のマッピング

各街路の歩行空間について，Walkability 及び Lingerability の評価値を街区単位で整理した（**図 12**）．なお，本研究の対象エリアは道路が格子状に整備されており，1 つの街区の歩行空間は概ね 80m となっている．

御堂筋においては，その多くの街区が第 1 象限（Walkability：0.5 以上，Lingerability：0.5 以上）に分布しており，区間全体を通して，通行機能だけでなく歩行者の滞在や回遊等の賑わいを創出する機能が備わっている歩行空間であるといえる．

他方，堺筋においては，大多数の街区が第 4 象限（Walkability：0.5 以上，Lingerability：0.5 以下）に分布している．御堂筋と比較して低い水準となっているが，Walkability 及び Lingerability に共通してネガティブな影響を与えている放置自転車や路上駐車を排除し，道路の適正利用を促すことにより，改善可能と期待される．また，Lingerability をさらに向上させるためには建物低層部における賑わい創出が想定されるが，堺筋の歩道幅員は約 3m であることから車線構成の見直しによる歩道拡幅等と併せて行う必要性も検証しなければならない．

(2) 道路空間の再配分の効果分析

道路空間の再配分による歩行空間の創出が，Walkability や Lingerability に与える影響を分析するにあたり，道路舗装や建物の細部のデザインや模様等の影響を除外するため，仮想空間での空間再配分を実施した．まず，堺筋を対象に現状の歩道空間を仮想空間上に再現した．次に，道路空間の再配分のシナリオを，1）現状（放置自転車や路上駐車等がある状態），2）道路の適正利用（交通機能を阻害する放置自転車や路上駐車等の排除），3）歩道拡幅（1 車線を歩道化），4）歩行者利便増進施設設置（オープンカフェやキッチンカー等）と，段階的に設定し，モデリングを行った（**図 13**）．

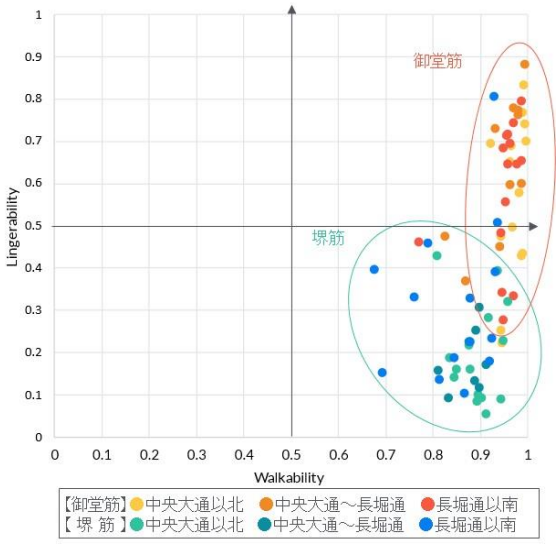

図-12 対象歩行空間の空間性能の位置付け

図-13 仮想空間上での道路空間再配分のモデリング

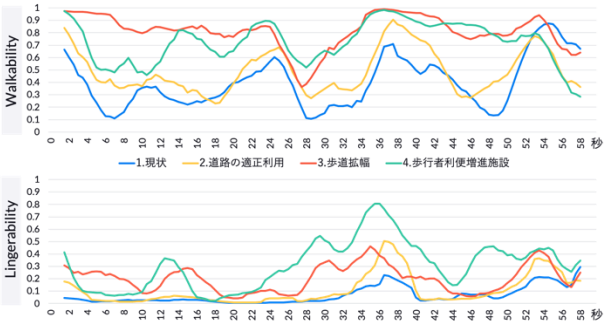

図-14 空間再配分シナリオ別の評価値の分布

表-2 空間再配分シナリオ別の評価結果

空間再配分のシナリオ	Walkability			Lingerability		
	区間平均	標準偏差	変動係数	区間平均	標準偏差	変動係数
現状	0.42	0.26	0.62	0.07	0.11	1.57
道路の適正利用	0.50	0.23	0.46	0.12	0.16	1.33
歩道拡幅	0.82	0.17	0.21	0.21	0.16	0.76
歩行者利便増進施設設置	0.72	0.22	0.31	0.32	0.24	0.75

構築した各モデル（シナリオ）において，歩行空間を歩行者視点，歩行速度で移動するよう動画を出力した．その後，御堂筋や堺筋と同様の手順で，AI モデルに入力し，空間ごとの Walkability および Lingerability の値を出力した．出力値の 3 秒移動平均をとった時空間評価の結果を**図 14** に示す．縦軸は Walkability または Lingerability の評価値，横軸は経過時間（秒数）である．また，これらの評価結果を整理したものを**表 2** に示す．

Walkability について，シナリオ別の評価平均値より，現状は 0.42 と相対的に低く，道路の適正利用，歩道拡幅を実施することで，評価平均値が 0.50，0.82 と段階的に向上した．特に，放置自転車や路上駐車の存在がみられる区間においては，道路の適正利用を促すことで，評価値が約 0.2 前後向上している．また，歩道の拡幅を実施することで，全区間において，道路の適正利用の評価値を上回り，一部区

間では約 0.4 前後と評価値が大きく向上する結果となった．

次に，歩行者利便増進施設を設置した結果，評価平均値は 0.72 となり，道路の適正利用と歩道拡幅の中間に位置する結果となった．これは，1 車線を歩道化した敷地に利便増進施設を設置することで，道路の適正利用と同等の有効幅員を確保しているため，一定の通行機能を実現しているといえる．それに加え，街路樹を含む緑や沿道空間との一体性が高く見通しの良い区間では，歩道拡幅と同程度の評価値となっており，これらの歩行快適性向上に寄与する空間要素が，相対的に高い Walkability を実現していると考えられる．このように段階的な道路空間の再配分より，十分な歩行のための有効幅員を確保することで，Walkability の改善につながることが示された．また，一定の有効幅員を確保した上で，歩行快適性向上を図るための設えを設置することにより，街路空間の高い Walkability の実現可能性が示された．

Lingerability について，各シナリオ別の評価平均値より，現状は 0.07 と低く，道路の適正利用，歩道拡幅，歩行者利便増進施設を設置することで，評価平均値が段階的に 0.12，0.21，0.32 と向上した．

放置自転車や路上駐車等を排除するという道路の適正利用のシナリオでは，現状より 0.1～0.2 程度の評価値の向上が見られた．また，歩道拡幅のシナリオでは，全区間で評価値が向上し，一部区間では道路の適正利用よりも 0.2 程度の向上が期待される．これらは，Walkability と同様の変化ではあるが，Lingerability の方が，上昇値が低い結果となり，歩道拡幅の影響が小さいといえる．

一方で，歩行者利便増進施設設置では，歩道拡幅と比較した際，休憩施設やオープンカフェを設置した区間では 0.2～0.3 程度，沿道空間にキッチンカーやオープンカフェを設置し，道路空間との一体性を高めた区間では 0.4 程度，評価値が向上した．このように，道路の適正利用や歩道拡幅により Lingerability の改善は一定程度期待されるものの，その効果は限定的であることが示された．Lingerability の本格的な改善に向けては，歩道拡幅と併せて，歩行者利便増進施設を設置し，賑わいの創出および道路空間と沿道空間との一体性を高める複合的な取り組みが必要と考えられる．

5. 結論

本研究では，都市再生の観点から「居心地がよく歩きたくなる」まちなかづくりを推進するために，都市部の主要幹線道路を対象として，画像認識 AI モデルを用いて，「歩きやすさ」や「居心地の良さ」の評価及び要因分析を行い，歩行空間の空間性能の定量化方法を提案した．具体的な研究成果は以下の通りである．

(1)AI による画像認識モデルを用いて，歩行空間の歩きやすさ（Walkability）及び居心地の良さ（Lingerability）を評価し，その結果が街路の道路構造や利用状況の違いに影響を受けていることを確認した．

(2)Walkability 及び Lingerability の評価値を街区単位で整理することで，歩行空間の空間性能を俯瞰的に捉え，対象となる街路の特徴づけを行った．そして，(1)で詳細に分析した結果に基づき，今後必要とされる歩行空間の改善シナリオを示した．

(3)改善案の効果を比較評価するために，仮想空間上で道路空間再配分を 3D 再現し，Walkability 及び Lingerability への影響を分析した．その結果，道路の適正利用や歩道拡幅などの段階的に再配分により，Walkability の大きな改善および Lingerability の部分的な改善につながると試算された．また，歩道拡幅と併せて，歩行者利便増進施設設置を設置することにより，歩道拡幅した場合と同レベルの Walkability を実現でき，さらに Lingerability の本格的な改善にもつながることが示唆された．

本稿においては，大阪都心部を並走する 2 つの街路を対象とした評価例を示したが，今後は道路網の面的な評価に基づくまちなかの回遊性向上策の検討が望まれる．

謝辞：本研究の実施にあたって大阪大学・（株）建設技術研究所の「交通システム研究会」において，メンバー各位から有益な助言や示唆をいただいた．ここに記して謝意を表する．

参考文献

1) 国土交通省：「居心地が良く歩きたくなるまちなか」からはじまる都市の再生, https://www.mlit.go.jp/common/001301647.pdf, 2019, (最終閲覧日 2022.09.26)
2) 濱名智，中川大，松中亮治，大庭哲治：歩行者に対する道路空間配分状況が商店街の賑わいに及ぼす影響に関する研究，日本都市計画学会都市計画論文集 No.44-3，pp.85-90,2009.
3) 古川貴裕，下村泰彦，加賀宏之，増田昇：御堂筋のにぎわい性を創出する滞留行動に関する研究, 日本都市計画学会関西支部研究発表会講演概要集 8 巻,pp. 57-60 ,2010.
4) 札本太一,小嶋文,久保田尚,歩行者の外形的な特徴に着目した空間評価に関する研究,土木学会論文集 D3,Vol67, No5, pp.919-927, 2011.
5) Sou, K., Shiokawa, H., Yoh, K., and Doi, K.: Street Design for Hedonistic Sustainability through AI and Human Co-Operative Evaluation, Sustainability, 13(16): 9066, 2021.
6) Day, G. and Gwilliam, J.: Living Architecture, Living Cities: Soul-Nourishing Sustainability, Routledge, 2019.
7) 中村文彦, 国際交通安全学会 都市の文化的創造的機能を支える公共交通のあり方研究会：余韻都市 ニューローカルと公共交通, 鹿島出版会, 2022.
8) 曽翰洋，鹿島翔，葉健人，土井健司: 画像認識 AI モデルを用いた通行および滞留機能を考慮した歩行空間の性能評価の試み. 第 42 回交通工学研究発表会,

No.31, 2022.
9) Simonyan, K., and Zisserman, A.: Very deep convolutional networks for large-scale image recognition, arXiv preprint arXiv:1409.1556, 2014.
10) Chollet, F., 巣籠 悠輔, (株)クイープ：Python と Keras によるディープラーニング, マイナビ出版, 2018.
11) Selvaraju, R.R., Cogswell, M., Das, A., Vedantam, R., Parikh, D., and Batra, D.:Grad-CAM: Visual Explanations from Deep Networks via Gradient-Based Localization, 2017 IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV),pp. 618-626, 2017.
12) Walking Tour of Real MARRAKECH - Morocco Africa Video Walk, https://www.youtube.com/watch?v=hlCNJ5Qt83s, (最終閲覧日 2022.09.26)
13) Evening Walking in Tehran City, Lalehzar Street, Iran, Autumn 2020, during Epidemic of COVID-19, https://www.youtube.com/watch?v=iTyl80sDdRw, (最終閲覧日 2022.09.26)
14) G 空間情報センター,【平成 29 年度】土地利用現況調査（大阪市）.
15) 大阪市：「御堂筋将来ビジョン」を策定しました, https://www.city.osaka.lg.jp/kensetsu/page/0000464479.html, (最終閲覧日 2022.09.26)

（2022. 9. 30 受付）

A STUDY ON EVALUATION OF THE CONVENIENCE AND WELL-BEING OF PEDESTRIAN SPACE USING IMAGE RECOGNITION AI MODEL ～CASE STUDY IN MIDOSUJI AND SAKAISUJI STREETS～

Sho KASHIMA, Kanyou SOU, Kenji DOI, Kento YOH and Masaki YOSHIOKA

In recent years, in addition to pedestrian-centered street spaces that facilitate the flow of automobile traffic, human-centered street spaces and local context-oriented spaces have been attracting attention. It is expected that image recognition technology based on deep learning will be applied in a variety of fields. Therefore, in this study, image recognition technology is applied to streets in urban areas in Japan to evaluate the Walkability and Lingerability of pedestrian spaces and to analyze the factors that affect these spatial performances. First, an image recognition AI model (AIHCE) was used to evaluate the pedestrian space. Walking environment, convenience and wellbeing of the selected pedestrian spaces in Osaka's downtown area were evaluated by Walkability and Lingerability metrics, and the factors that affect the evaluation results were identified. Then, the effectiveness of a phased redistribution scenario of road space was examined. Finally, we proposed a method of utilizing image recognition technology to co-create a walking space that contributes to the promotion of walkable and livable cities.