高松市中心部における歩行者の移動経路分析と歩行空間ネットワーク評価に関する研究

中地　遥菜[1]・紀伊　雅敦[2]・玉置　哲也[3]・米谷　雄介[4]

[1]学生会員　香川大学大学院　創発科学研究科（〒761-0396 香川県高松市林町 2217-20）
E-mail:s22g263@kagawa-u.ac.jp

[2]正会員　大阪大学大学院教授　工学研究科（〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1）
E-mail:kii@see.eng.osaka-u.ac.jp

[2]正会員　香川大学准教授　創造工学部（〒761-0396 香川県高松市林町 2217-20）
E-mail:tamaki.tetsuya@kagawa-u.ac.jp

[2]非会員　香川大学准教授　創造工学部（〒761-0396 香川県高松市林町 2217-20）
E-mail:kometani.yusuke@kagawa-u.acjp

世界の多くの都市では，街路を車中心から人中心の空間へ転換し，ウォーカブルな空間の形成を目指しており，香川県高松市もその一つである．現在，JR 高松駅周辺では再開発が進行中であり，来訪者の増加が予想されているが，当エリアは高松の商業活動の中心地である商店街とは離れており，歩行動線も明確でないことから，特に来訪者にとって回遊が容易ではない．

本研究では JR 高松駅から商店街の間の徒歩による回遊性の高い経路を把握することを目的とする．そのために，歩きやすさと滞在のしやすさの観点から，街路ネットワーク上の歩行空間と経路を評価する．さらに Bluetooth 検知アプリを用いて通行者の移動経路を調査し，歩行空間評価で得られた最適ルートと観測されたルートを比較することで，評価手法の妥当性を検証する．

Key Words: *Walkable, Street Evaluation, Bluetooth, Pedestrian flow, Migration Path Analysis*

1. 研究の目的・背景

モータリゼーションの進行により車中心の道路整備が行われ，街路空間を人中心の空間へ転換することを目指すウォーカブルな空間形成への取組みが世界各地で行われている．この取り組みは日本でも行われており，国土交通省の「都市の多様性とイノベーションの創出に関する懇談会」中間とりまとめ [1)]では，官民のパブリック空間を人中心の空間へ転換し，民間投資と共鳴しながら「居心地が良く歩きたくなるまちなか」を形成する必要があると指摘されている．

一方，高松市では現在，JR 高松駅周辺の再開発が進行中であり，県外からの来訪客増加が予想されている．しかし JR 高松駅から高松の商業活動の中心地である中央商店街（以下，商店街）まで約 1 km とやや距離があり，それらを結ぶ歩行動線も明確でなく，空間的な連携が十分とれていないことから，当エリアは特に来訪者にとって直感的な回遊が困難であるといえる．さらにオフィスが多く滞留施設が少ないため，主に居住者による業務・通勤を目的とした利用が多い [2)]．このような現状から JR 高松駅周辺から商店街までの地区全体のグランドデザインが検討されているが，道路空間再編に関する詳細な内容は明らかにされていない．そこで現状の歩行空間利用状況を把握し，具体的な歩行空間デザインを検討する必要があるといえる．

本研究では歩行空間ネットワークリンクを共分散構造分析に基づく評価と画像認識 AI モデルである AIHCE の 2 つの手法を用いて評価を行い，それらの結果から最適な通行ルートを検討する．次に Bluetooth 検知アプリを用いた実験により JR 高松駅から商店街間の通行者の移動経路を分析する．さらに実際の通行ルートと評価で得られた通行ルートを比較し，その違いについて考察する．

以下，第 2 章では，既往研究を整理し，第 3 章では，歩行空間ネットワークリンク評価とその結果を記述し，第 4 章では，Bluetooth 検知アプリを用いた通行者の移動経路分析結果を記述する．第 5 章では，評価と実際の通行ルートの比較を行い，第 6 章はまとめとする．

2. 既往研究および本研究の位置づけ

(1) Walkability に関する研究

歩行行動を促す概念として Walkability が挙げられる．米国では Frank et al. [3]が世帯密度や道路の接続性など地理情報システムに基づいて，Walkability Index を開発した．日本においても加登ら [4]や金井ら [5]は米国で開発された Walkability 指標をもとに，地域評価のための指標を作成した．加えて国土交通省ではハード整備状況や滞在者・通行者数から街路空間を定量的評価する「まちなかの居心地の良さを測る指標 [6]」が作成された．さらに曽ら [7]は深層学習をベースとする画像認識 AI モデル AIHCE を開発し，対象の歩行空間に適用することで Walkability と Lingerability の 2 指標について評価の要因を明らかにしている [8]．

このように Walkability に関する指標は都市レベルから街路レベルまで幅広いスケールの評価に活用されている．しかし伊藤ら [9]は日本では Walkability という概念の整理が十分でないことに加え，適用のためには交通量などの量的な評価だけでなく，街路が形成された歴史的経緯や街路ネットワークを踏まえた歩行環境の質的な評価が必要であると指摘している．

(2) 歩行者の移動経路に関する研究

植村 [10]らはプロープパーソン調査から得られたデータを用いて，歩行経路・歩行速度に着目し街路空間における回遊行動を分析した．そこで通勤・業務といった義務的な移動では方向転換を頻繁に行い，対して買い物・食事目的の移動では歩道幅員が広く，店舗数の多い通りを選択していることが明らかとなった．

また盛岡ら [11]は大阪府を対象にパーソントリップ調査から区ごとに散歩の発生状況を捉え，ルートに関するアンケート調査を行った．そこで半数以上が通行時の安全性など「歩きやすい」環境であることがルート選択の理由であったことに加え，緑道や四季の変化を楽しめるような「歩きたくなる」環境についても重要視され，重視している環境で選択されるルートが異なることを明らかにした．

(3) Bluetooth 通信を用いた交通量計測に関する研究

北澤ら [12]は Bluetooth の MAC アドレスを計測・記録して旅行時間を計測する調査ツールを開発し，それを用いて交通量の多い都市では 2~7 個/分のユニークな MAC アドレスが取得可能であることが示唆された．

さらに尾髙ら [13]は北澤らが開発した計測ツールを用いて，一般道への適用性可能性を検討した．一般道において平均 4.8％の捕捉状況であるが，OD および経路，所要時間の分析も可能であることを示した．このように自動車交通量を計測する研究が多いが，Malinovskiy et al. [14]は Bluetooth センサーを用いて，歩行者の移動時間および滞留時間のデータを収集することで，歩行者の行動を明らかにしている．

(4) 本研究の位置づけ

歩行空間の評価に関する研究は数多く行われているが，評価手法の開発，エリア毎や街路単体の評価に限定されているものが多く，街路ネットワークとしての評価は少ない．さらに伊藤ら [9]の指摘を踏まえて，高松市中心部に望まれる歩行空間を提案するためには，対象エリアに相応しい Walkability 要素を整理し，街路ネットワークとして歩行空間を評価する必要があるといえる．

一方，歩行者の移動経路を把握する手段としては，交通量調査やアンケート調査が多いが，Malinovskiy et al. [14]は経路や歩行ニーズを把握するためには，年に数回程度の交通調査では不十分であると指摘しており，実施に関するコストおよび継続した調査のためにはあまり有効的でないといえる．そこで簡易的かつ継続してデータを収集できる Bluetooth 検知アプリを用いて通行者経路を推測する．ここで Bluetooth 通信を用いた交通量計測に関する研究のほどんとが自動車を対象としており，特に国内における歩行者交通量計測の研究は少ない．

以上より，本研究ではまず JR 高松駅から商店街エリアの歩行空間ネットワーク評価を行い，質的な評価を行う．この歩行空間評価には共分散構造分析に基づく評価と画像認識 AI モデルである AIHCE による評価の 2 つの手法を用いる．次に Bluetooth 検知アプリを用いて通行者のおおまかな移動経路分析を行う．これにより歩行空間ネットワークリンク評価と通行者の街路利用実態から，高松市中心部の通行者のニーズを推測することで，徒歩による回遊性向上策を検討する．

3. 歩行空間ネットワークリンク評価

本研究では共分散構造分析に基づく評価（以下，共分散に基づく評価）と画像認識 AI モデルである AIHCE の評価，2 つの手法を用いて，高松市中心部の歩行空間ネットワークリンクを評価する．

(1) 共分散構造分析に基づく歩行空間評価

a) 街路の印象評価アンケート

Walkability に関する研究は数多く行われているが，街路の構成要素を抽出し，CG を用いて印象評価分析を行った研究は少ない．守田ら [15]や中村ら [16]は VR や CG を用いて街路の構成要素が歩行空間の評価に与える影響を分析しているが，これらの研究では交通量など動的な要

素は考慮されていない．そこで本研究では街路のハード要素および交通量，さらに街路景観に関わる要素を抽出し，それらを組み合わせた CG 街路モデルを作成する．今回は佐々木ら [17]が設定した指標および ANEWS（近隣歩行環境簡易質問紙）[18]，まちなかの居心地の良さを測る指標 [6]，森らの印書評価実験 [19]から，7 つの街路要素を抽出した．加えて実験計画法より 7 因子 2 水準の直行表を用いて，CG 街路モデルを作成した（表-1）．

次に作成した街路モデルを歩行者視点の動画として被験者に提示し，印象評価アンケートを行う．街路モデルは Twinmotion を用いて作成しており，印象評価項目は「まちなかの居心地の良さを測る指標（案）[6]」のストリート調査票から 6 項目を選出し，良い評価を 5，悪い評価を 1 として 5 段階評価を行った（表-2）．ここで自動車交通量は Twinmotion 上の交通量密度を変更して，街路モデルのパターンを作成した．歩行動画の一例を図-1 に示す．

表-1　設定した街路空間の物理的要素

	街路要素	水準 1（0）	水準 2（1）
安全性に関する項目	歩道	なし	あり
	電柱	あり	なし
	交通量	自動車交通量（12 %）	自動車交通量（24%）自転車交通量（10%）
	自動車速度	自動車速度（30 ㎞）	自動車速度（10 ㎞）
街路景観に関する項目	植栽	なし	あり
	開放感	D/H＜1（親密な居心地の良さ）	D/H=1~1. 5（均整がとれている）
	店舗	街路沿道の建物数 16 のうち，店舗数 4	街路沿道の建物数 18 のうち，店舗数 8

表-2　アンケート調査の概要

調査対象	20 代から 60 代の 168 名 （そのうち 166 名が香川県在住）
調査期間	2022 年 1 月 5 日~1 月 7 日 2022 年 1 月 24 日~1 月 31 日
調査内容	1 本 20 秒の計 8 動画をアンケート被験者に提示 「安全」「快適」「雰囲気」「滞在」「賑わい」「歩きたい」に対して，5 段階評価 WEB 形式で実施

b)　共分散構造分析の結果

アンケート調査データを用いて，共分散構造分析を行い，街路要素に対する人間の印象評価構造を明らかにした（図-2）．全ての係数の有意性は 5%有意水準を満たし，「歩きやすさ」は特に「歩道」「開放感」からの影響が大きく，「楽しさ」は「店舗」のみから影響を受けるという結果になった．また「歩きやすさ」は直接「歩きたい」意欲に影響しているだけでなく，「楽しさ」を介して影響していることがわかる．このことから歩道の設置や自動車交通量の規制など歩行空間の安全性に関する整備は「楽しさ」に影響を与える要素との相乗効果により，歩行促進効果が得られると想定する．



歩道：0	電柱：0	交通量：0	自動車速度：1
植栽：1	開放感：1	店舗：1	



歩道：1	電柱：1	交通量：0	自動車速度：1
植栽：0	開放感：0	店舗：1	

図-1　歩行動画の一例

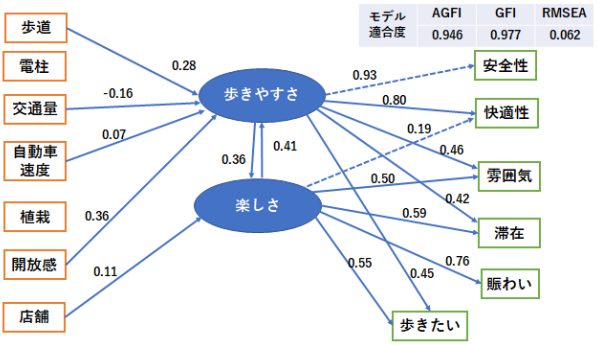


図-2　共分散構造分析から得られたパス図

さらに今回は街路要素の評価基準（表-3）を設け，図-2 から得られた「歩きやすさ」と「滞在」のモデル式を用いて，対象エリアの歩行空間ネットワークリンクを評価する．扱うモデル式を以下（式 1, 2）に示し，街路リンク毎に撮影した歩行動画から，評価を行う．ここで「交通量」は動画内で通行した自動車を対象とし，「店舗」についてはアイレベルで店舗と確認できるものを評価の対象としている．

$$歩きやすさ = 0.28 \times 「歩道」の評価点数 - 0.16 \times 「交通量」の評価点数 + 0.07 \times 「自動車速度」の評価点数 + 0.36 \times 「開放感」の評価点数 + 0.41 \times 楽しさ \quad (1)$$

$$滞在 = 0.42 \times 歩きやすさ + 0.59 \times 楽しさ \quad (2)$$

c) 歩行空間ネットワークリンク評価の結果

図-3 に「歩きやすさ」，図-4 に「滞在」に関する歩行空間ネットワークリンク評価の結果を示す．

表-3 街路要素の評価基準

評価項目	評価点数 0	評価点数 1
歩道	なし	あり
交通量	3[台/10 s]以上	3[台/10 s]未満
自動車速度	30 km 以上	30 km 以下
店舗	3[店舗/50 m]未満	3[店舗/50 m]以上
開放感	D/H<1, 1.5<D/H	D/H=1～1.5



図-3 「歩きやすさ」の歩行空間ネットワーク評価結果

「歩きやすさ」ではメインストリートである中央通りが高評価となった（図-3 ①）．高評価の要因として，中央通りは歩道が整備され，開放感の示す D/H が 1~1.5（均整がとれている）プロポーションであることが挙げられる．一方，歩道がなく，道路幅の狭い裏通りが低評価になった．しかし（市）西の丸町兵庫町線は細街路であるものの，歩道が整備されていることから，比較的評価が高くなったといえる（図-3 ②）．

また「滞在」では「歩きやすさ」と同様，中央通りおよび兵庫町商店街エリア（図-4 ③）が高評価となった．特に「滞在」は「楽しさ」からより影響を受けるため，「店舗」が多い商店街エリアが高評価になったと考えられる．

(2) 画像認識 AI モデル AIHCE による歩行空間評価

a) 画像認識 AI モデル AIHCE

2 つ目の手法として，曽ら [7]が開発した深層学習をベースとする歩行空間の評価手法：AI and human co-operative evaluation（以下，AIHCE）に基づき，歩行空間評価を行う．

AIHCE は歩行空間の画像とその印象がセットになったデータから，空間の印象を評価する画像判定法で構成され，対象の歩行空間の Walkability と Lingerability を 0~1 の値で評価が可能である．まず歩行空間の動画を撮影し，5 秒ごとで切り取ることで，時間的に連続した画像として抽出した．そして街路リンク毎の評価値の平均を算出し，それを評価に用いた．ここで対象エリアの歩行空間の評価の一例を図-5 に示す．



図-4 「滞在」の歩行空間ネットワーク評価結果



Walkability：**0.78**
/Lingerability：**0.85**



Walkability：**0.14**
/Lingerability：**0.14**

図-5　歩行空間評価の一例

b)　歩行空間ネットワーク評価の結果

図-6 に「Walkability」，図-7 に「Lingerability」の歩行空間ネットワーク評価結果を示す．「Walkability」では街路樹があり，見通しの良い中央通りをはじめとする大通りが比較的高評価となった．特に東側の歩行空間の評価が大きい（図-6①）．この街路周辺には玉藻公園と呼ばれる観光名所があり，芝生など自然豊かなエリアとなっていることから，高評価になったと考えられる．

次に「Lingerability」では低評価の街路が多く，評価値にばらつきがある結果に至った．唯一，高評価となったのは緑の多い街路であった（図-7②）．

(3)　評価結果の比較

2 つの手法のうち，「歩きやすさ（共分散に基づく評価）と「Walkbility（AIHCE の評価）」，そして「滞在（共分散に基づく評価）」と「Lingerability（AIHCE の評価）」の評価結果をそれぞれ比較する．

まず「歩きやすさ」と「Walkability」の相関係数は 0.312（1%有意）となり，弱い正の相関が見られた．

ここでメインストリートである中央通りは共に高評価という結果に至ったが，兵庫町商店街エリアは評価の差が明らかとなった．

一方，「滞在」と「Lingerability」の相関係数は 0.178（5%有意）となり，ほとんど相関は見られなかった．「Lingerability」の評価においても「Walkability」の評価と同様，商店街エリアは低評価となった．AIHCE の評価では街路の明るさ・色彩も評価の対象となっており，これにより評価の差が生じたと考えられる．兵庫町商店街はアーケードとなっており，歩行者の安全性・快適性が確保されているが，シャッターおよび灰色の建物が多く，街路が暗いため，低評価になったと考えられる．

ここで AIHCE の学習データは海外の歩行空間画像が多く，日本にある商店街の画像は含まれていない．そこで地方都市中心部の街路画像をデータセットに組み込むことで，より対象エリアに合った評価が可能であるといえる．さらに共分散に基づく評価では「植栽」の要素は影響がないという結果に至り，評価の対象にはならなかった．この理由として，CG 街路モデルで使用した植栽が小さく，交通量や開放感の要素を比較してあまり目立たなかったことが挙げられる．

また共分散に基づく評価では歩道や自動車交通量などの街路要素に対して街路リンク毎で評価を行うものであるが，AIHCE の評価では街路の部分単位での評価が可能であるが，要素の制限がなく結果の解釈が少し困難な場合があるなど長短がある．このように複数の評価手法を用いることで，それぞれの欠点を補いながら面的な評価が可能である．



図-6　「Walkability」の歩行空間ネットワーク評価



図-7　「Lingerability」の歩行空間ネットワーク評価

4. Bluetooth 検知アプリを用いた通行者の移動経路分析

本章では JR 高松駅から商店街間の通行ルートを推測するため，Bluetooth 検知アプリを用いて分析を行う．

(1) Bluetooth 検知アプリについて

Bluetooth 検知アプリでは，アプリをインストールした端末（以下，実験端末）から一定距離（約 60 m）の Bluetooth アドレスを 30 秒毎検知できる仕組みとなっている．しかし，当アプリで検知しているアドレス検知には Bluetooth Low Energy のアドバタイズという動作に基づいて行われており，BLE のサービスを提供するデバイス（ビーコン）が発する UUID を検知している．この UUID はサービスを識別するものであり，端末を識別するものではない．よって UUID の数と端末の個数が一致することは保障されないため，本研究では通行者の移動経路を推測する手段として用いる．

(2) Bluetooth 検知実験の概要

本実験では Bluetooth 検知アプリをインストールした端末（実験端末）を各場所に設置し，通行者の大まかな移動経路を分析する（図-8）．

対象エリアの 8 か所に実験端末を設置し，以下の日程で実験を行った（表-4）．また今回は実験端末を金庫に入れ，通行者の妨げにならないように，植栽の中に設置した．

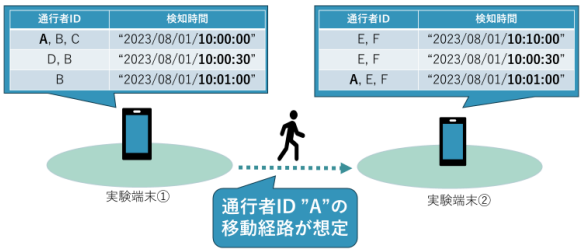


図-8　通行者の移動経路推測イメージ

表-4　実験の概要

	実験期間	平均気温
第 1 回	2023 年 8 月 9 日（水）13:00~16 日（水）18:00 ※お盆期間中	最高気温　34.4℃ 最低気温　27.4℃
第 2 回	2023 年 9 月 12 日（火）11:00~17 日（日）18:00 ※平常時，また 9 月 13 日（水）0:00~14:00 を除く	最高気温　32.6℃ 最低気温　24.1℃
JR 高松駅から高松丸亀町商店街の対象場所（8 箇所）に実験端末を設置		

(3) 実験結果

9:00~18:00 の時間帯で取得したアドレスの集計結果を以下に示す（表-5）．

今回①JR 高松駅から⑧高松丸亀町商店街壱番街前ドーム前広場まで 306，299 の移動経路を確認した（図-9）．図-10 より，両期間ともに①から④，さらに⑤兵庫町商店街西側を経由し，⑧に向かうルート A が約 2 割と最も通行の多い経路であった．このルートは①から⑧までの最短経路であるだけでなく，商店街のアーケードを経由するため，他ルートと比較して，より天候からの保護がある経路となっている．さらに①および④を経由するルートは 4 割弱となっており，高松駅周辺利用者は駅南側の街路を利用して商店街に向かうケースが多いと想定できる．また第 1 回では通行ルートの種類が多くなっており，期間中は県外からの来訪者も増加し，その目的も様々であることから，多様な経路を通行していると考えられる．

表-5　各場所で検知したアドレス数および①~⑧間で確認できたルート数

	アドレス取得数				①~⑧間のルート数
	全体	① JR 高松駅	⑧丸亀町商店街	①,⑧	
第 1 回	153117	65946 (43.1 %)	23847 (15.6 %)	294 (0.2 %)	**306**
第 2 回	98148	34915 (35.4 %)	24162 (24.1 %)	301 (0.3 %)	**299**

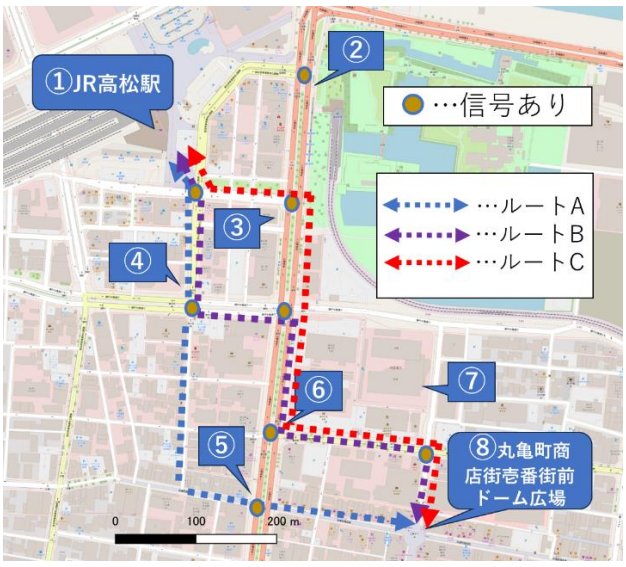


図-9　実験端末設置場所と想定ルート

次に平日と休日，時間別に集計を行った結果を図-11，図-12 に示す．図-11 より，休日の方が平日よりも比較的通行時間が長いという結果が得られた．加えて第 2 回（平常時）では平日「10 分未満」の通行者が約 2 割となり，休日と差が生じている．また時間帯別の集計（図-12）では第 1 回目では時間帯による通行ルートの変化はほとんど見られなかった．一方，第2回目では9:00~12:00の時間帯で A ルートが 2 割以上を占めており，それ以外の時間帯ではより多様なルートを通行していることが明らかとなった．

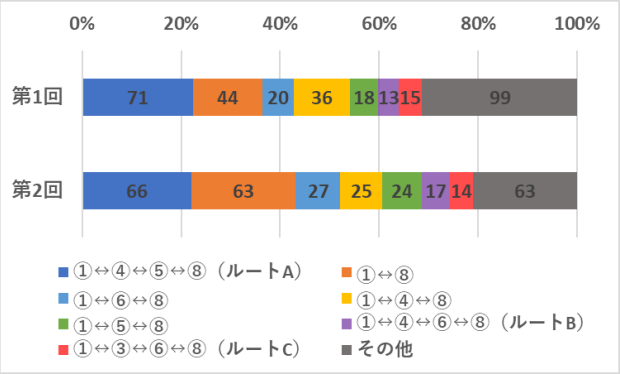


図-10　通行ルートの種類

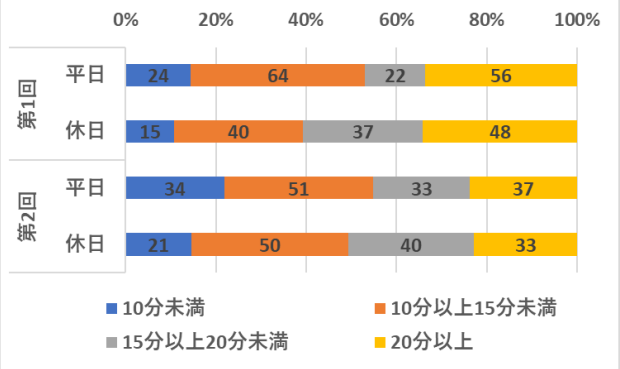


図-11　平日と休日の通行時間の比較

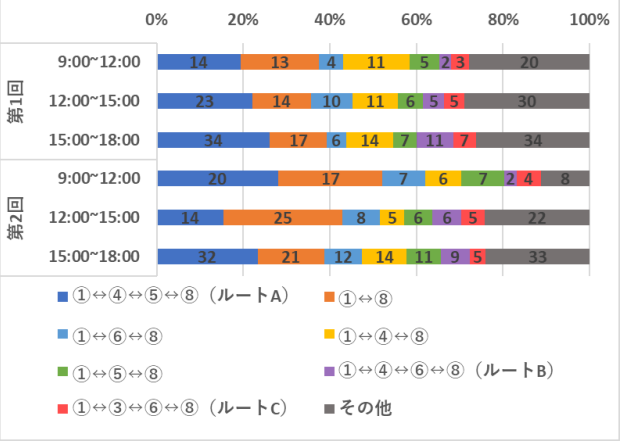


図-12　時間帯による通行ルートの変化

5.　通行ルートと評価ルートの比較

本章では①Bluetooth 検知実験で最も通行が多いルートと②歩行空間評価で高評価の街路を経由するルートを比較し，通行者のニーズを把握する（図-13）．

3 章で個別リンクの評価値は求めたが，ルートを通じての評価には，構成するリンクの長さを考慮する必要がある．ここでは，式（3）でルートの評価値を定義する．まず，評価値を x として，全ルート長に占める評価の高いリンクの割合が高いほどルートの評価が高いものと想定する．ここで，評価は，歩きやすさ，滞在，Walkability，Lingerability である．さらに，ルート長が短いほど，歩行ルートとして評価が高いと想定し，先のルート長による各評価値の重み付き和をルート長で除した指標をルートの評価値とする．

$$Q_k = \sum_i^n l\,(i) x_k(i) / (\sum_i^n l_{(i)})\text{^}2 \qquad (3)$$

Q_k：各評価値に基づく歩行空間の質
$l(i)$：街路リンクの長さ（km）
$x_k(i)$：各評価値
n：ルート中における街路リンク数

式(1)に基づき算定されたルート①，②の歩行空間の評価値を表-6に示す．これより，①は最短経路だが評価値は低い．一方，歩行者数は①ルートが多く，その理由として，第 1 回目の期間中は最高気温 34℃以上の日が続き，より日陰のあるアーケード街を通行したことが考えられる．加えて各ルート中の信号交差点の数について，①ルートは 3 箇所，②ルートでは 5 箇所であり，赤信号で止まる機会が少ないルートを選択したと考えられる．

特に画像認識 AI モデル AIHCE の評価値では①と②の差が大きい．共分散に基づく評価では歩道や交通量など物理的な街路要素に関して評価を行うが，AIHCE では街路の明るさや見通しの良さなど街路景観に関して評価が行われており，①ルートは景観面から低評価であると考えられる．これを踏まえて，対象エリア通行者はまちを眺めながら歩く回遊目的よりも移動としての利用が多いと想定する．

対して，②ルートは両評価手法で高い値を示している．この要因として，街路の緑や見通しが良い大通りを経由するため，景観面でも高評価になったこと．さらに歩道が設けられ，開放感に関しても均整がとれているプロポーション（D/H=1~1.5）を満たしている街路が多いことから，高評価となったと考えられる．

このように得られたルートの比較から，通行者は目的地までの利便性を重視し，経路を選択していることが想定される．　また当エリアはビジネスとしての利用が多

く，義務的な移動を主とした利用割合が高いことから，最短経路や信号の少ない経路を選択しているといえ，通行者の利用目的によってルートが変化すると考えられる．そこでネットワークリンク評価に加えて，対象エリアの都市構造から通行者のニーズを推測することで，利用目的を考慮した歩行空間の整備や街路の使い方を検討できると考える．

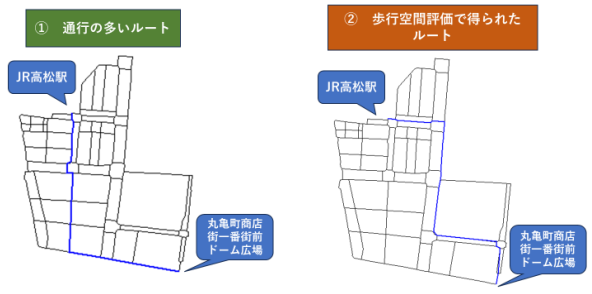


図-13　通行の多いルートと評価で得られたルート

表-6　得られたルートの歩行空間の質

ルート	共分散に基づく評価		AIHCE による評価	
	歩きやすさ (Q1)	滞在 (Q2)	Walkability (Q3)	Lingerability (Q4)
①	0.50	0.50	0.28	0.23
②	0.67	0.62	0.64	0.54

6. まとめ

本研究では JR 高松駅～商店街エリア通行者の歩行ニーズを把握するために，まず歩行空間評価を行い，ネットワークとして面的に評価した．ここで歩道や交通量，開放感（D/H）など街路の物理的要素を評価項目とする共分散構造分析に基づく評価と歩行空間の画像から Walkability と Lingerability を評価する AIHCE による評価の 2 つの手法を用いて，評価を行った．特に滞在に関する項目では評価視点の違いが明らかになり，街路利用者の活動を定量化する「まちなかの居心地の良さを図る指標」と組み合わせて評価することで，本研究で用いた評価の改善につながると考える．

またアプリを用いて周辺通行者の Bluetooth アドレスを検知することで，対象エリア通行者のおおまかな移動経路を確認した．さらに結果から，実際に通行が多いルートと歩行空間評価で得られた高評価ルートに違いが生じた．比較から最短経路や信号交差点の少ない経路を通行していることが明らかになり，通行者は目的地までの利便性を重視すると考えられる．また今回は最短経路を通行するケースが多数を占めていたが，お盆の第 1 回目期間中は多様なルートを通行していることが明らかになった．一方，高評価ルートの通行者は少ないという結果が得られたが，このルートは香川県の観光資源である玉藻公園周辺を通行する経路であり，周辺の景観を活かした整備を行うことで，来訪者に通行を促すことができると想定する．

最後に今後の課題として，通行者の利用目的に合わせてルートを提案することが挙げられる．当エリアは通勤・通学などビジネス利用者が多く存在し，休日と平日では通行時間に変化があることが明らかとなった．加えて休日では多様なルートを通行することが確認され，特に来訪者は目的によって利用する経路が変化すると考えられる．このように目的別でルートの提案を行い，それに基づいて歩行空間のデザインや施策を検討することで，当エリア利用者に対する回遊促進が期待できると考える．

謝辞：本研究は科研費（23K04077）の成果の一部である．研究費の支援に対し記して謝意を表する．

参考文献

1) 国土交通省：都市の多様性とイノベーションの創出に関する懇談会　中間とりまとめ（ダイジェスト），2019.
2) 高松市：第 1 回　高松市サンポート地区都市再生検討委員会　会議資料，2020.
3) E Cerin, BE Saelens, James F.Sallis , Lawrence D. Frank：Neighborhood Environment Walkability Scale：Validity and Development of a Short Form, Medicine & Science in Sports & Exercise, Vol.38, pp.1682-1691.
4) 加登遼，神吉紀世子：居住エリアのウォーカビリティに立脚した地域評価に関する指標の開発と検証-北大阪都市計画区域の茨木市におけるスマートシュリンキングに向けて-, 都市計画論文集，Vol.52(3), pp.1006-1013, 2017.
5) 金井俊祐，山田真実，木村優介：Walkability Index を用いた歩行空間整備前後の歩行活動量の分析枠組みに関する研究-滋賀県草津川跡地公園による道路ネットワークの変化に着目して-, 都市計画論文集，Vol.54(3),2019.
6) 国土交通省：「まちなかの居心地の良さを測る指標（案）」概要資料,2020.
7) Kanyou Sou, Hiroya Shiokawa, Kento Yoh, and Kenj Doi：Street Design for Hedonistic Sustainability through AI and Human Co-Operative Evaluation, Sustainability, Vol.13, 2021
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，2022.
9) 伊藤佑亮，高山宇宙，森本章倫：Walkability の概念

整理と日本での適用に向けた課題に関する研究-歩行行動の欲求段階モデルを用いた高田馬場駅周辺街路におけるケーススタディ-,都市計画論文集, Vol.56(3), 2021.

10) 植村恵理，羽藤英二：都市空間における逐次的街路-速度選択モデルを用いた歩行者行動分析，都市計画論文集 Vol.46(3), 2011.

11) 盛岡諄平，松尾薫，加我宏之，武田重昭」：散歩を支える「歩きやすい」と「歩きたくなる」環境要因から捉えたウォーカビリティに関する研究，都市計画論文集，Vol.56(3),2021.

12) 北澤俊彦，塩見康博，田名部淳，菅芳樹，萩原武司：Bluetooth 通信を用いた旅行時間計測に関する基礎的分析，土木学会論文集，Vol.70(5)，2014.

13) 尾髙慎二，吉井稔雄，倉内慎也，神戸信人：Bluetooth 通信を用いた一般道における交通流計測の適用可能性の研究，土木計画学研究・講演集（CD-ROM）, Vol.51, 2015.

14) Yegor Malinovskiy, Nicolas Saunier, Yinhai Wang : Pedstrian Travel Analysis Using Static Bletooth Sensors,Transportation Research Record Journal of the Transportation Research Board, 2012.

15) 守田賢司，中村一樹，森嶋裕太，加藤暉登：CG デザイン要素と VR 視点自由度による歩行空間評価の基礎的分析，土木学会論文集，Vol.76(5)，2021

16) 中村一樹，紀伊雅敦：歩行空間の機能別デザインが包括的な知覚的評価に与える影響，土木学会論文集, Vol.73(5)，2017.

17) 佐々木邦明，遠山将也，澤田茜，紅林哲：コミュニティ道路のストック効果としての道路環境の住民の身体活動に与える影響に関する研究，交通工学論文集，Vol.4(1), pp.274-279, 2018

18) 井上茂，大谷由美子，小田切優子，高宮朋子，石井香織，李延秀，下光輝一：近隣歩行環境簡易質問紙日本語版（ANEWS 日本語版）の信頼性，体力科学, Vol.58, pp.453-462, 2009

19) 森紗耶，岡田智秀：都市空間における街区内細街路の回遊行動を促す景観特性に関する研究-東京都表参道地区をケーススタディとして-，景観・デザイン研究講演集，Vol.13, pp.556-564, 2017

?