第Ⅳ部門　　空間性能と歩行ニーズを考慮した街路ネットワークに関する研究

大阪大学大学院工学研究科　学生員　○石原　拓真
大阪大学大学院工学研究科　正生員　曽　翰洋
大阪大学大学院工学研究科　正会員　葉　健人
大阪大学　正会員　土井　健司

１．序論

地方都市では，中心市街地の活性化に向け，駅周辺や商業地を中心に再開発や歩行環境整備が進められている．一方，これらは再開発地区と既存商業地との接続性や回遊性を十分に考慮せず，主要地点周辺の整備に留まる場合がある．その結果，異なる目的を持つ歩行者が特定の街路に集中し，混雑や歩行環境の低下を招いている．このため，円滑な移動や滞留などの歩行ニーズに応じた空間性能を有する街路を選択できる，面的な街路ネットワーク整備が求められる．

既往研究では，景観の連続性を考慮した経路選択モデル[1)]や，グラフ理論を用いた街路ネットワーク評価[2)]などが見られる．しかし，歩行者視点から評価した街路空間性能を，異なる歩行ニーズと対応づけて街路ネットワーク分析に導入した研究は見られない．

そこで本研究では，画像認識 AI を用いて街路空間性能を定量化し，歩行者通行量との関係を分析する．さらに，歩行ニーズに対応する空間性能をリンクコストに反映して拠点間の代表経路を導出し，空間整備を想定したシナリオ分析により主要動線間の相対的な経路コストの変化を検討する．以上より，中心市街地の街路ネットワークの課題を把握し，歩行ニーズに応じた街路整備の方向性を検討する．

２．研究対象地と空間性能評価手法

対象地は，高松市中心市街地とし，再開発が進む高松駅から，既存商業地であり歩行者が集中する中央商店街，瓦町駅を含むエリアとした．街路の空間性能評価には，曽ら[3)]が開発した，AI and Human Co-operative Evaluation（以下，AIHCE）を用いた．AIHCE は，ラベル付けされた街路画像および環境音データを学習したモデルであり，視覚情報に基づいて Walkability Index:WI(歩きやすさ)を，視覚・聴覚情報に基づいて Lingerability Index:LI (居心地の良さ)，Vibrancy Index:VI(賑わい)を算出する．

表-1　二段階目回帰結果（目的変数：*WI*）

	偏回帰係数	t 値	p 値
LI	0.769	4.228	0.000
時間帯	0.712	2.540	0.011
歩行者通行量	-0.995	-2.112	0.035

N=91　First-stage F-statistic=10.353

表-2　二段階目回帰結果（目的変数：*VI*）

	偏回帰係数	t 値	p 値
SWI	0.243	3.938	0.000
時間帯	0.552	4.254	0.000
歩行者通行量	0.252	1.457	0.145

N=91　First-stage F-statistic=20.629

さらに，滞留性をより明確に評価するため，LI から WI との共線性に起因する線形従属な歩行成分を排し，歩行性能に規定されない空間固有の質 Slow Walkativeness を式(1)として定義した．

$$Slow\ Walkativeness\ Index(SWI) = LI - \cos\theta\ WI \quad (1)$$

ただし，θ は WI と LI のなす角であり，$\cos\theta$は相関係数

なお，歩行者の行動目的の差異から歩行ニーズを想定し，通勤・通学や日常利用など目的地への円滑な移動には Walkability を，観光や店舗の立ち寄り，交流などを目的とした低速度での歩行や滞留を伴う行動には Slow Walkativenss を重視するものと仮定した．

３．歩行者通行量と街路空間性能の関係分析

本章では，中央商店街を対象に，複数時間帯における歩行者通行量と空間性能との関係を分析した．歩行者通行量と空間性能には双方向の関係が想定されるため，逆因果による内生性を考慮し 2SLS を適応した．

分析の結果，歩行者通行量は Walkability に有意な負の影響を示し，Slow Walkativeness は Vibrancy と有意な正の関係を示した（**表-1**，**表-2**）．以上より，円滑な移動と低速度での歩行・滞留では異なる空間性能が求められる可能性が示された．このため，異なる歩行ニーズが同

Takuma ISHIHARA, Kanyou SOU, Kento YOH and Kenji DOI
ishihara.takuma@civil.eng.osaka-u.ac.jp

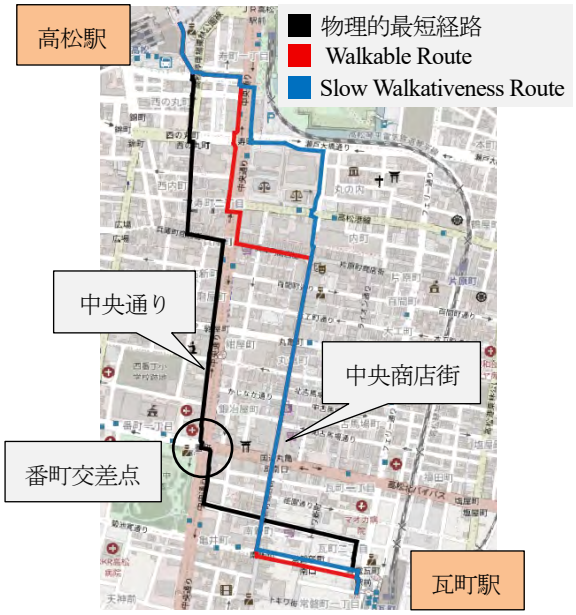


図-1　各経路の可視化

一街路に集中した場合，円滑な移動を志向する歩行者の歩行環境が低下する可能性がある．

4．空間性能を考慮した移動経路分析

再開発地区（高松駅，サンポート周辺）と既存の中心商業地（瓦町駅周辺）の移動に着目し，空間性能を考慮した経路分析を行った．各街路リンクにおけるコストをリンク長と空間性能指標を用いて以下のように定義した．

$$Cost_{WI} = Link\ Length\ /\ WI \quad (2)$$

$$Cost_{SWI} = Link\ Length\ /\ SWI \quad (3)$$

式(2)は，通勤・通学，日常利用など円滑な移動を志向する歩行ニーズを想定した経路（Walkable Route）を導出した．一方，式(3)は，観光や交流など，低速度での歩行や滞留を志向する歩行ニーズを想定した経路（Slow Walkativeness Route）を導出した．また，地下道や信号を含むリンクについては，階段の昇降や信号待ちという体感的負荷を考慮し，空間性能評価値を補正することで，実際の歩行者が回避しやすい経路特性を反映させた．以上の設定に基づき，ダイクストラ法により，物理的最短経路，Walkable Route，Slow Walkativeness Route の 3 種類を導出し，それらを比較した（図-1）．

分析の結果，異なる歩行ニーズを持つ歩行者が商店街に集中しやすい構造が確認された．一方，中央通りは最短経路だが，Walkability，Slow Walkativeness のいずれの観点からも経路として選択されにくく，このような空間性能の偏在が混雑の発生や中心市街地の回遊性低下につながっている可能性が考えられる．

5．空間整備によるシナリオ分析

前章の結果を受け，具体的な空間整備として，番町交差点地下道の平面横断化を想定し，地下道リンクを信号リンクに置き換え，周辺の既存信号横断部の評価値を設定した．また，中央通りを主軸とするルートと，中央商店街を経由するルートを代表的な二動線として設定し，相対的選好度を式(4)で定義した．

$$R = Cost_A / Cost_B \quad (4)$$

ここで，$Cost_A$および$Cost_B$はそれぞれ式(2)，(3)に基づいて算出した中央通りルートおよび商店街ルートにおける総リンクコストであり，R が大きいほど中央通りルートは相対的に選択されにくいことを示す．

分析の結果，番町交差点の平面横断化によって，Walkability を重視した場合，R は 1.182 から 1.054 へ低下し，中央通りルートが相対的に選ばれやすくなる可能性が示された．一方，Slow Walkativeness を重視した場合，R は 1.040 から 1.071 となり，変化は限定的であった．以上より，平面横断化は円滑な移動に対する中央通りの相対的な選ばれやすさを高める一方，低速度歩行や滞留に対しては，商店街ルートが引き続き優位であることが示された．

6．結論

本研究では，異なる歩行ニーズを想定し，街路空間性能を考慮した街路ネットワーク分析を行った．その結果，円滑な移動を重視する歩行行動と，低速度歩行や滞留を伴う歩行行動では，求められる空間性能が異なる可能性が示された．また，異なる歩行ニーズに対応する空間性能が特定の街路に偏っていることや，中央通りの空間性能を改善することで，円滑な移動を志向する歩行者にとって代替動線となり，中央商店街に集中する歩行動線を分散できる可能性が示唆された．本研究は，地方都市におけるウォーカブルなまちづくりを検討する上での基礎的知見を示すものである．

参考文献

1) 大山ら，街路景観の連続性を考慮した逐次的経路選択モデル，都市計画論文集, Vol.47, No.3, 2012.
2) 永杉ら，ネットワークの閉路特性に着目した駅周辺街路の回遊性分析とその適用-JR 中央線 9 駅の駅周辺街路ネットワークを対象として-，都市計画論文集，Vol.49, No.3, 2014, 10.
3) 曽ら，視聴覚マルチモーダル AI の開発と移動空間評価への適用，第 72 回土木計画学発表会, 2025.