

第IV部門 公共交通の階層的多様性と都市活動の密度および多様性との関係分析

大阪大学大学院工学研究科 学生員 ○谷口 直人
 元大阪大学大学院工学研究科 非会員 堀池 拓海
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 葉 健人

大阪大学大学院工学研究科 正会員 土井 健司
 大阪大学大学院工学研究科 正会員 青木 保親

1. 研究の背景・目的

近年、わが国では人口減少や少子高齢化が深刻化し、都市の持続可能な発展や利用者の利便増進に資する、公共交通ネットワークの再構築が喫緊の課題とされている。こうした状況下では、各交通モードが各々の役割を担い、相互補完的に機能する多様な公共交通体系の構築が望まれるが、交通体系の多様性が都市に与える影響を実証的に捉えた研究例は乏しい。また公共交通に関しては、収支率などの経済合理性のみでの評価では不十分であり、公共交通の公益性をまちづくりの観点から長期的に評価する方法論が求められている。

既往研究¹⁾では、公共交通の多様性と都市活動との間に一定の関係があることを示唆しているが、人口を用いた相関分析にとどまっている。そこで、本稿では都市活動の密度や多様性に関する指標を定義し、公共交通の多様性が都市形成に及ぼす影響を分析する。また、両者の関係に基づき、鉄道等の路線整備が地域の都市活動に与える影響を可視化し、実際に整備された路線と計画路線を対象として効果の分析と考察を行う。

2. 公共交通多様性および都市活動指標の算出

本研究では、Horiike et al.¹⁾が提案した公共交通多様性指標 DI を採用した。 DI は式(1)のように定義される。

$$DI_i = \sum_{\alpha \in M} \sum_{\beta \in M(\alpha \neq \beta)} \omega_{\alpha\beta} R_{c\alpha i} C_{o\beta i} \quad (1)$$

なお、 M は交通モードの全集合であり、 α, β は任意の交通モード、 i は任意の空間単位を示し、 $\omega_{\alpha\beta}$ は交通モード間の分類学的距離である。また、 $R_{c\alpha i}$ はモード α のネットワークにおける発着点の相対的な中心性、 $C_{o\beta i}$ は他の交通モード β への接続のしやすさを評価した指標である。これらの算出に当たり、ノードを発着点とし、リンクを乗車・待ち・乗換所要時間と乗換抵抗に基づいて重みづけを行った公共交通ネットワークを構築してノード毎に評価を行った。続いて、求めたノード毎の R_c, C_o を、細密メッシュごとに集計し式(1)に代入することで DI を算出した。なお、本研究では、その他の指標との空間的な粒度を整合させるために、1辺 1km メッシ

表-1 都市活動に関わる指標

P_R	居住人口	
P_E	就業人口	
P_{RE}	職住合成指標	$\sqrt{P_R \times P_E}$
Id	事業所 多様性指標	$\left[\sum_k I_k^\gamma \right]^{\frac{1}{\gamma-1}} (\gamma > 0, \gamma \neq 1)$
Ed	従業員 多様性指標	$\left[\sum_k E_k^\gamma \right]^{\frac{1}{\gamma-1}} (\gamma > 0, \gamma \neq 1)$

γ を分析空間単位として DI, R_c, C_o を割り当てた。紙面の都合からこの割り当て方法については、割愛する。

都市活動に関わる指標を表-1に示した。なお、 P_{RE} は職住の複合指標であり、 P_R, P_E, P_{RE} は都市活動の密度の代理指標である。 Id, Ed は都市活動多様性の代替指標として、産業大分類別事業所数および従業員数を用い、Hannah and Kay 指標²⁾の逆数の形で算出した。 I_k, E_k は産業 k の事業所・従業員の対象地域内の相対割合である。また、 γ は任意のパラメータであり、感度分析の結果から Id では $\gamma = 0.3$ 、 Ed では $\gamma = 0.1$ とした。

3. 公共交通と都市活動に関する指標の関係分析

対象地を大阪府の人口集中地区とした。公共交通と都市活動指標の相関を表-2に示す。全ての指標間で統計的に有意な相関が認められた。なお、他の指標と異なり、 DI の分布は2次関数/指数関数の増加部分のようになるため、平方根をとり、扱うこととした。また、公共交通の指標は居住人口や就業人口よりも職住合成指標との方が高い相関が、また都市活動の多様性指標とはやや低い相関がみられた。

表-2 各指標間の相関係数

	P_R	P_E	P_{RE}	Id	Ed
DI	0.48***	0.53***	0.65***	0.33***	0.33***
\sqrt{DI}	0.61***	0.48***	0.70***	0.48***	0.47***
R_c	0.61***	0.50***	0.71***	0.47***	0.46***
C_o	0.61***	0.47***	0.69***	0.48***	0.48***

p<0.001:***, p<0.01:**, p<0.05:*

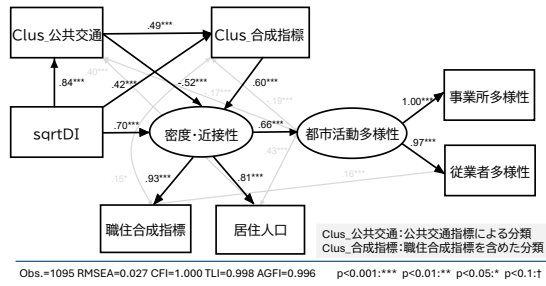


図-1 公共交通と都市活動指標に関するモデル図

また、公共交通と都市活動から地域の傾向を明らかにするため、1km メッシュを単位として公共交通の指標のみ、およびここに都市活動指標を追加したデータに対するクラスター分析をそれぞれ行った。その結果、両者の分類が異なる地域が存在し、大阪府の計画路線と大部分が一致した。この分類に差のある地域を都市活動に対して公共交通整備が不足したギャップのある地域と捉えた。

クラスター分析による分類をもとに共分散構造分析を行ったところ、両分類から密度・近接性までのパスにおいて異なる符号を確認し、このクラスター間にギャップがあることを示唆していることを確認した(図-1)。公共交通ネットワークの形成が短期的な現象であるのに対し、それに伴う都市形成は長期的な変動現象であるため、両者の間にギャップがあることは妥当であると考えられる。このギャップを潜在因子として表現し、公共交通多様性指標、都市活動の密度や職住近接性を表す因子、および都市活動の多様性の関係を共分散構造分析によって検証した。その結果、公共交通の多様性は密度・近接性を介して、都市活動の多様性に正の影響を及ぼすことが確認された。また、人口に対して公共交通整備の不足を示すギャップが、密度・近接性に対して負の影響を与え、職住近接性や居住・就業人口の低下につながることを確認した。

4. 路線整備によるギャップの変化の分析

上述の公共交通の多様性と都市活動の関係性を踏まえ、ギャップが新規整備により解消すれば、一定の効果があるといえる。そこで、実際に大阪府での近年の新規整備路線および計画路線を対象として整備前および後の公共交通指標を用い、3章で示した2つのクラスター分析による分類の差を比較することで、ギャップの変化を確認した。ここで、対象路線は京阪中之島線(天満橋~中之島)、なにわ筋線(大阪~JR難波・南海新今宮)、BRT および地下鉄による今里筋線延伸部とし、その結果を図-2に示した。

中之島線では、京阪沿線や北摂地域で、なにわ筋線では南部地域においてギャップが解消された。すなわち、都市内路

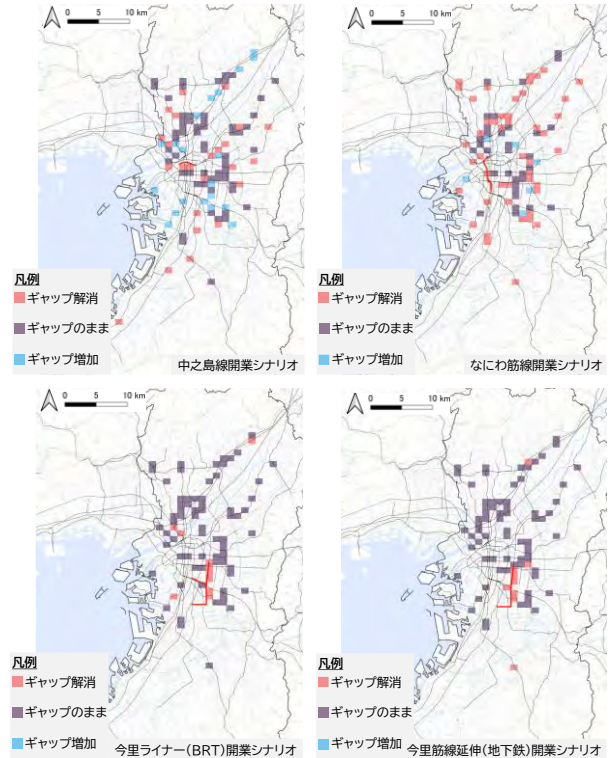


図-2 路線整備によるギャップの変化の比較

線の整備により、その沿線地域に加え、これに接続する他路線の沿線でも効果を確認した。また、今里筋線はBRTと地下鉄の両者での延伸が検討されているが、地下鉄のほうがやや改善傾向が強いこと及び、BRTよりも他地域への波及効果があることから一体的なネットワークの整備には地下鉄のほうが望ましいといえる。一方、BRTは、その柔軟性と経路の多様性により沿線では地下鉄と同一的な傾向を示すが、波及効果は限定的である。

5. 結論

本研究では、公共交通多様性指標DI、人口、都市活動多様性の関係性を共分散構造分析によって検証した。まず、1)公共交通の多様性は、地域の人口密度や職住近接性を介して都市活動の多様性に有意な影響を及ぼしていることを明らかにし、2)公共交通のネットワーク形成と都市形成とのギャップ或はタイムラグが、人口密度や職住近接性に負の影響を及ぼしている可能性を指摘した。また、近年開業した路線、計画路線を対象に、これらの整備効果に注目し、開業路線の沿線のみならず接続する既存路線の沿線でもギャップ解消効果があることを確認した。

参考文献

- 1) Takumi Horiike, et al: Assessing the hierarchical diversity of public transportation considering connectivity and its implication on regional sustainability, 2023.
- 2) Isaac T. Tabner: A review of concentration, diversity or entropy metrics in economics, finance, ecology and communication science, International Journal of Interdisciplinary Social Sciences, Vol. 2 (4), pp. 53-60, 2007.