

地方中核都市における公共交通特性の構造把握と規定要因の分析

Understanding the Structure of Public Transport Systems and Their Influencing Factors in Regional Cities

22D3104009K 駒谷 瑠奈 (交通計画研究室)
Runa KOMAYA / Mobility Planning Lab.

Key Words : Public Transport, Regional Core Cities, Urban Structure, Principal Component Analysis

1. はじめに

(1) 研究背景

近年、地方都市では、人口減少や高齢化の進行により自動車依存が一層進んでいる¹⁾。これにより、公共交通の利用者数は減少傾向にあり、バス路線の縮小や鉄道の維持困難といった問題が顕在化している²⁾。特に、地方中核都市においては、大都市ほどの鉄道集積はない一方で、一定の人口密度と公共交通網を有しており、都市形状と公共交通の関係性が顕在化しやすいとみられる。こうした状況を背景に、国土交通省は立地適正化計画や地域公共交通計画を通じて、公共交通を軸としたコンパクトシティ形成を推進してきた³⁾。しかし、どのような都市構造条件下で公共交通利用が高まるのかについては、必ずしも十分に整理されていない。

(2) 研究目的

本研究では、令和3年度全国都市交通特性調査の対象地である地方中核都市12都市を対象として、公共交通分担率の都市間差異がどのような都市形状及び公共交通サービス特性と関連しているのかを明らかにする。そのため、相関分析及び主成分分析を用いて、都市形状と公共交通サービスの組み合わせとして地方中核都市の交通特性を整理する。

(3) 既存研究の整理

都市構造と交通に関する研究としては、全国を対象とし、「人口密度」や「市街地形状歪度」が高い都市ほど、公共交通分担率が高いことを示す研究⁴⁾や鉄道廃止後に同程度の運行本数のバスを走らせても、公共交通分担率は低下することを示し、運行本数だけでは説明できないモード固有の影響に関する研究⁵⁾がある。しかし、人口密度や市街地形状歪度、運行本数やモードの重要性は示されているものの、同規模地方都市間における公共交通分担率の差は明らかになっていない。

このことは、地方中核都市における公共交通の形成が人口密度や市街地形状といった単一の都市形状指標のみでは説明できず、交通モードの役割分担や政策的背景などが複合的に影響していることを示している。そのため、地方中核都市におけるコンパクトシティ形成には、都市特性に応じた多様な公共交通施策が求められることが課題として示唆される。

既存研究の多くは、大都市圏を含む広範な都市群を対象としており、地方中核都市を比較した場合にも同様の関係が成立するかは検証されていない。実際に地方中核都市では、DID人口密度や人口規模が類似しているにもかかわらず、公共交通分担率に差が生じている都市が存在する。このことから、密度以外の要因が公共交通利用に影響を及ぼす可能性がある。

以上より、地方中核都市に限定し、都市形状指標と公共交通サービス指標を同時に扱い、都市間の交通特性を構造的に整理した研究は限定的であるといえる。

2. 対象都市及び分析手法

(1) 対象都市

本研究では、令和3年度全国都市交通特性調査の対象都市のうち、人口規模及び都市構造が類似する地方中核都市12都市を分析対象とした⁶⁾。対象都市はいずれも人口集中地区(DID)を有し、鉄道及びバスによる公共交通サービスが提供されている。

これらの都市は、大都市ではない一方、一定の人口集中地区と公共交通ネットワークを有し、都市構造と公共交通の関係性を比較分析する上で適切である。

(2) 仮説設定

従来の研究では、人口密度の高い都市ほど公共交通利用が促進されると指摘されてきた⁴⁾。しかし、地方中核都市に限定すると、人口規模や人口密度が類似しているにもかかわらず、公共交通の整備状況や利用環境には差異がみられる。

したがって、本研究では、単なる人口密度だけではなく、市街地形状や公共交通ネットワークとの関係性に着目し、「仮説①：DID人口密度、市街地形状歪度が低い都市ほど公共交通分担率が高い。」、「仮説②：市街地形状が歪曲している都市ほど、鉄道駅によるカバー率が高い。」及び「仮説③：バスサービスは都市形状より、都市固有の路線配置や政策的要因に左右される。」を設定する。

これらの仮説は、相関分析により各指標間の関係性を確認したうえで、主成分分析により検証する。

(3) 使用指標

地方中核都市での都市形状と公共交通サービスの関

係性を明らかにするため、通勤通学の公共交通分担率、都市の集積特性、市街地形状、及び公共交通サービス水準を表す複数指標を用い分析した。

まず、公共交通分担率として、令和2年国勢調査の利用交通(16区分)の統計表を用いた。

次に、都市形状を表す指標として、DID群人口、DID群面積、DID群人口密度を用いた。加えて、市街地形状の特徴を定量的に把握するため、市街地形状歪度を用いた。市街地形状歪度は、DID群と同面積の円の周長に対するDID群の周長の比と定義され、円形に近い市街地では1.0となり、公共交通軸に沿って市街地が形成されるなど、形状が歪曲しているほど高い値を示す⁹⁾。

公共交通へのアクセス性を表す指標としては、DID内における鉄道駅500m圏カバー率、DID内におけるバス停300m圏カバー率を用いた⁷⁾。それぞれ、駅またはバス停の徒歩圏内に居住する人口をDID人口で除した割合として定義した。さらに供給量の観点から、鉄道サービス水準、バスサービス水準、及びバス路線長を用いた。

3. 都市形状と公共交通特性に関する分析

(1) 都市形状指標と公共交通分担率の関係

DID群人口密度及び市街地形状歪度と公共交通分担率

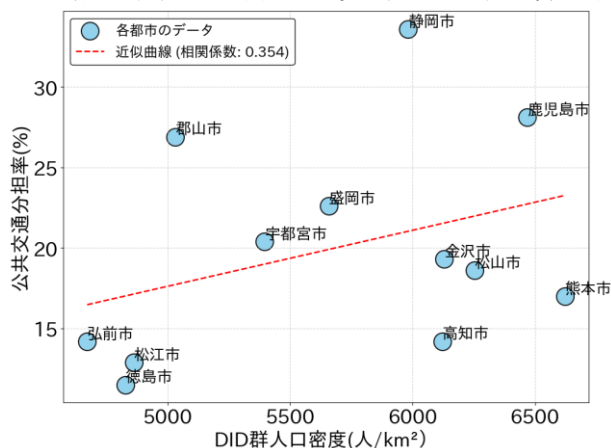


図-1 DID群人口密度と公共交通分担率の関係

との間には、先行研究で指摘されているような強い相関は確認されなかった(図-1, 2)。このことから、地方中核都市においては、DID群人口密度及び市街地形状歪度のみでは、地方中核都市間にみられる公共交通分担率の差異を十分に説明できないことが考えられる。

(2) 都市形状指標とカバー率の関係

DID群人口密度とDID内における鉄道駅500m圏カバー率との間に、相関係数0.782と強い正の相関が確認された(図-3)。これは、高密度な都市ほど鉄道駅を中心とした集約的な居住誘導が成立しやすいことを示している。

一方で、DID群人口密度とDID内におけるバス停300m圏カバー率との相関係数0.154と相関が弱く、人口密度のみではバス停配置を説明できないことが確認された(図-4)。特に、松山市、鹿児島市、熊本市では、地形条件や軌道系交通との役割分担、交通政策の違いにより、同程度の高い人口密度であってもバスカバー率に顕著な差がみられた。

第一に、松山市は、平坦な市街地中心部へ路面電車が走行しており、基幹的な移動を軌道系が担うことでバスとの機能分担が明確化されている。その結果、バスによる面的カバー率が相対的に抑制されていると考えられる。第二に、鹿児島市は、松山市と同様に路面

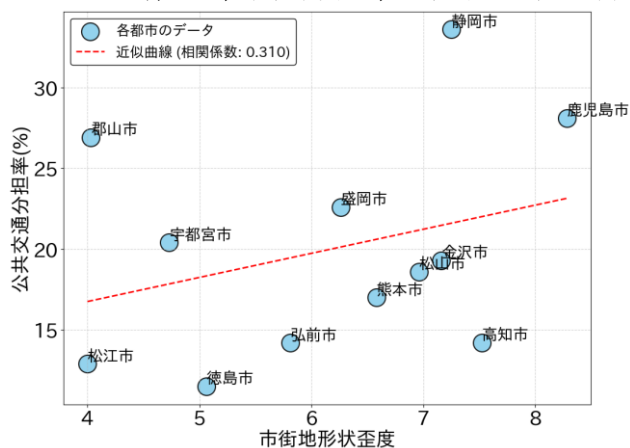


図-2 市街地形状歪度と公共交通分担率の関係

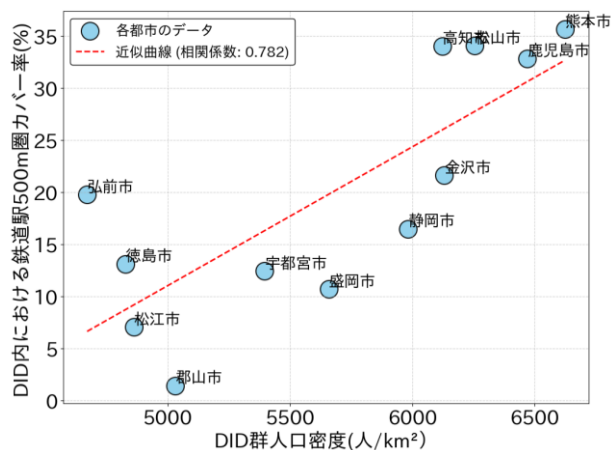


図-3 DID群人口密度とDID内における鉄道駅500m圏カバー率の関係

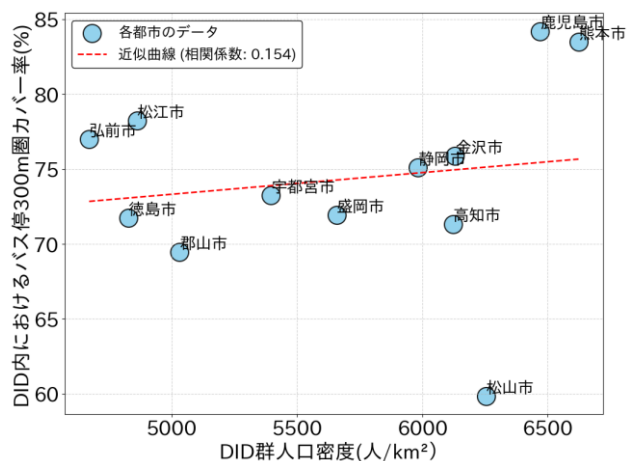


図-4 DID群人口密度とDID内におけるバス停300m圏カバー率の関係

表-1 説明変数間の相関行列

変数	DID群人口 (人)	DID群面積 (km ²)	DID群人口密度 (人/km ²)	市街地形状歪度	DID内における鉄道駅500m圏カバー率 (%)	DID内におけるバス停300m圏カバー率 (%)	鉄道サービス水準 (本/km ²)	バスサービス水準 (本/km ²)	バス路線長 (km)
DID群人口 (人)	1.00	0.988	0.821	0.609	0.526	0.200	-0.177	0.369	0.800
DID群面積 (km ²)	0.988	1.00	0.736	0.526	0.415	0.151	-0.276	0.341	0.787
DID群人口密度 (人/km ²)	0.821	0.736	1.00	0.816	0.782	0.154	0.148	0.348	0.592
市街地形状歪度	0.609	0.526	0.816	1.00	0.804	0.165	0.220	0.0324	0.510
DID内における鉄道駅500m圏カバー率 (%)	0.526	0.415	0.782	0.804	1.00	0.133	0.369	0.026	0.263
DID内におけるバス停300m圏カバー率 (%)	0.200	0.151	0.154	0.165	0.133	1.00	-0.128	0.487	0.486
鉄道サービス水準 (本/km ²)	-0.177	-0.276	0.148	0.220	0.369	-0.128	1.00	-0.150	-0.327
バスサービス水準 (本/km ²)	0.369	0.341	0.348	0.0324	0.026	0.487	-0.150	1.00	0.393
バス路線長 (km)	0.800	0.787	0.592	0.510	0.263	0.486	-0.327	0.393	1.00

電車を有するものの、居住地が多く分布するシラス台地などの高台エリアへは軌道系がアクセスできない。この特有の地形的制約により、高密度エリアであってもバスに依存せざるを得ない構造があり、結果として高いカバー率を示していると解釈できる。第三に、熊本市は、バスネットワークを都市交通の主軸とする政策をとっており、路面電車の存在に関わらず、DID内をバス路線が高密度に網羅していることが読み取れる。

以上より、DID内における鉄道駅500m圏カバー率は人口密度や市街地形状歪度といった物理的指標に強く規定される一方、バス停配置は都市固有の条件や政策的要因に左右される傾向が強いと考えられる。

次に、市街地形状歪度とDID内における鉄道駅500m圏カバー率との関係を表す(図-5)。両者の間には強い正の相関が確認され、市街地形状が歪むほど鉄道駅によるカバー率が高くなる傾向がみられた。地形的制約等により市街地が特定の軸線状に形成されることは、鉄道など軌道系交通での効率的集約を可能にし、公共交通志向型の都市構造維持に有利に働くと考えられる。

4. 主成分分析

分析に先立ち、各変数間の相関行列を確認した(表-1)。その結果、都市形状に関する指標間には強い正の相関

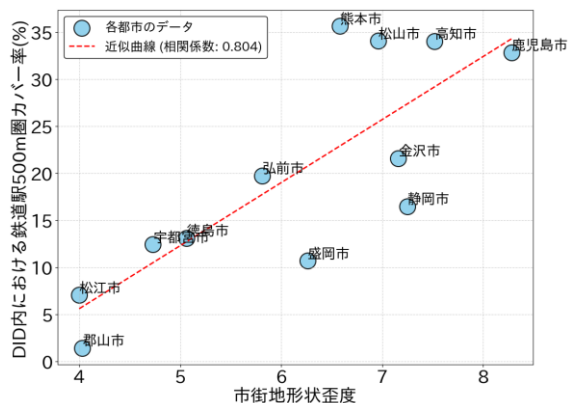


図-5 市街地形状歪度とDID内における鉄道駅500 m圏カバー率の関係

がみられた。一方、鉄道サービス水準とバスサービス水準は独立した指標である傾向が確認された。そこで本研究では、変数を人口密度、市街地形状歪度、各カバー率、各サービス水準の6指標に絞り、地方中核都市の交通特性を把握するため、主成分分析を行った(表-2)。

(1) 主成分について

a) 第1主成分(PC1)

第1主成分は、DID群人口密度、市街地形状歪度、DID内における鉄道駅500m圏カバー率に対して、いずれも0.55前後の強い正の負荷量を示した。本分析において、市街地形状の歪みは、人口密度及び鉄道駅カバー率との正の連動性を示している。これは、地形的制約や主要交通軸に沿って歪んでいる都市ほど、鉄道駅徒歩圏への人口集積が進んでいることを意味する。したがって、この軸は単なる密度ではなく、都市の集約性を表す主成分と解釈できる。

b) 第2主成分(PC2)

第2主成分は、バスサービス水準及びDID内におけるバス停300m圏カバー率が正の負荷量を、鉄道サービス水準が負の負荷量を示した。この主成分は、公共交通網におけるバスの補完性を表していると考えられる。

c) 第3主成分(PC3)

第3主成分は、都市形状とは独立して、鉄道サービス

表-2 主成分分析

	因子負荷量		
	第1主成分	第2主成分	第3主成分
DID群人口密度 (人/km ²)	0.554	0.0643	-0.217
市街地形状歪度	0.546	-0.103	-0.235
DID内における鉄道駅500m圏カバー率 (%)	0.548	-0.168	-0.0322
DID内におけるバス停300m圏カバー率 (%)	0.168	0.594	0.334
鉄道サービス水準 (本/km ²)	0.202	-0.433	0.853
バスサービス水準 (本/km ²)	0.156	0.645	0.241
累積寄与率 (%)	46.3	26.2	13.3

水準そのものを表し、同規模都市間における鉄道運営方針の差異を反映していると考えられる。

(2) 都市の分類指標と考察

主成分分析の結果、第3主成分までの累積寄与率は85.8%となり、地方中核都市の交通特性は以下の3つに分類されるとみられる(図-6)。

a) 軌道系軸形成型都市

第1主成分及び第3主成分が正、第2主成分が負の値を示す都市群である。これらの都市は、PC1で示す通り、市街地形状の歪度が高く、特定の交通軸に沿って高密度な市街地が形成される。また、PC2が負であるため鉄道サービスの優位性が高く、軌道系交通を骨格とした集約的な都市構造が維持されている点に特徴がある。

b) 高密度バスネットワーク型都市

第1主成分が正の値を示すことに加え、第2主成分も正の値を示す都市群である。これらは高い人口密度を有するが、PC2の寄与により交通手段の軸がバスにある傾向がみられる。特に熊本市は、地形的要因や政策的要因により、高密度なDID全域をバス路線が面的に網羅している例として位置づけられる。

c) 低密度拡散型都市

第1主成分が負の値を示す都市群である。PC1の負荷量が示す通り、これらの都市は市街地形状歪度が低く、平坦な土地に市街地が無秩序に拡大しやすい傾向にある。その結果、人口密度及び鉄道カバー率が低くなり、公共交通の効率性が低下と自家用車依存の高まりが推察される。

5. おわりに

本研究では、地方中核都市を対象に、都市形状指標及び公共交通サービス指標を用いて、公共交通と都市形状の関係性を分析した。

仮説①は、公共交通分担率との直接的な相関は限定的であった。一方、仮説②では、市街地形状歪度と鉄道駅カバー率との間に強い正の相関が確認された。仮

説③は、バス関連指標が都市形状との相関が弱く、地形条件や政策的要因に左右されていることが示された。

第一に、相関分析より、鉄道に関する指標は人口密度や市街地形状歪度といった物理的な都市形状指標と比較的強い正の相関を示した。一方、バスに関する指標は都市形状との相関が弱く、都市ごとの地形条件や政策的な役割分担に依存している傾向が確認された。これは、地方都市の公共交通が、鉄道とバスで異なる成立条件を持つことを示唆している。

第二に、主成分分析による指標提示結果、地方中核都市の交通特性は一律ではなく、都市の集約性と交通手段の選択という2つの軸によって、構造的に説明可能であることが示された。具体的には、軌道系軸形成型都市、高密度バスネットワーク型都市、低密度拡散型都市の3つに分類され、それぞれの都市が持つ物理的特性と導入されている交通モードの組み合わせによって、特徴的な交通体系が形成されていることが示された。

特に、市街地形状歪度が第1主成分に強く寄与し、鉄道カバー率と連動している点は特筆すべき知見である。これは、地形的制約により市街地がいびつに形成されることが効率的な公共交通網の維持に寄与しており、今後のコンパクトシティ政策において都市形状を考慮する重要性を示している。

本研究の課題は、対象都市数が限定的であるため、統計的な一般化には限界がある点及び、公共交通分担率は用いているものの、個人属性やトリップ目的を考慮した行動分析までは行えていない点である。

今後、対象都市を拡大するとともに、パーソントリップ調査等のデータを組み合わせることで、抽出された各類型の都市構造が実際の交通行動や環境負荷にどのような影響を与えているか検証することとする。

参考文献

- 1) 国土交通省：地域交通をめぐる現状と課題，2019
- 2) 国土交通省：3 高齢社会と地域活力の維持，2024
- 3) 国土交通省：立地適正化計画とコンパクト・プラス・ネットワーク，2025
- 4) 大門創：公共交通サービス水準及び公共交通利用の向上に資する市街地形状に関する実証的研究，都市計画論文集，Vol.55，2020
- 5) 藤原正智，松中亮治，宇野伸宏，田中皓介：運行本数を考慮した地方鉄道のバス転換と駅勢力圏人口ならびに公共交通分担率との関連性分析，土木学会論文，Vol.79，2023
- 6) 国土交通省：令和3年度全国都市交通特性調査結果（速報版），2022
- 7) 国土交通省：地域公共交通づくりハンドブック．国土交通省，2009

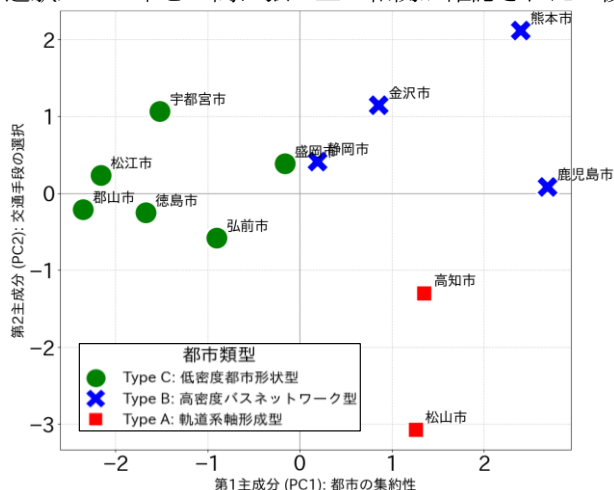


図-6 主成分分析結果