

# 需要指標にもとづく路線バス系統の類型化と 政策上の幹線との対応関係の整理

## Typology of Bus Routes Based on Demand Indicators and Their Correspondence with Policy-Defined Trunk Routes

22D3103006B 笠川 武志（交通計画研究室）

Takeshi KASAKAWA / Mobility Planning Lab.

**Key Words** : Route bus, Trunk line, Regional Public Transportation Plan, Cluster analysis

### 1. はじめに

近年、バス路線は人口減少等の影響により、輸送需要の減少や運行本数の縮小が相次いでいる<sup>1)</sup>。これを踏まえ、国土交通省は、公共交通をネットワークとして捉え、幹線と支線の役割分担の明確化や、運行間隔、運賃等の調整を通じて、利便性と持続可能性の確保を図る考え方を示している<sup>2)</sup>。

国土技術政策総合研究所の計画ガイドライン<sup>3)</sup>では、幹線を街中の拠点間を結ぶ路線と位置づけ、サービス水準の維持や向上によって拠点間アクセシビリティを高めるものと示している。また、地域公共交通計画等における公共交通ネットワーク像では、対象地域内に広がる市街地へのバス等の公共交通サービス提供をする必要があり、幹線軸のみを指定すればよいわけではなく、需要を踏まえた幹線軸とそれを補完する路線設定が求められる。

幹線に関する既往研究には利用者行動やサービスといった、利用や運行実態をもとに幹線性や広域性を捉えるものがある。

福本ら<sup>4)</sup>は運行、利用及び収支の実態指標を用いて類型化し、類型別の取り組みの方向性を考えている。しかしながら、地域間幹線のための類型化という点で課題がある。溝上ら<sup>5)</sup>による、バス路線を幹線と支線に機能分類し、それぞれにサービス水準を設定する「階層化」では、階層化の結果、従来の路線網と比較して約 1/4 まで路線を集約できたとともに、路線ポテンシャルの増加が確認されている。他方で、路線の類型化については、ルールにもとづいた関係者間の合意によるものであり、定量的な指標である人口や従業員数、施設等の需要に関する指標（以下「需要指標」という）を明確に扱うものではない点において課題がある。また、近藤ら<sup>6)</sup>では需要に関する代表指標である沿線人口密度が、往復 80 便/日以上路線バス沿線では平均で 50.0 人/ha、60 便/日以上では 45.1 人/ha、40 便/日以上では 30.4 人/ha の値を得ている。一方で、新潟市では、都心軸を中心に路線網が複雑に構成されているため、運行頻度と沿線人口密度のみでは路線を明瞭に分類できない問題が考えられる。

したがって、沿線人口密度に限らない需要指標を組み合わせ、路線の特性を把握する必要がある。

### 2. 本研究の目的

以上の問題意識のもと、本研究は、新潟市の路線バス運行系統を対象に、人口や従業員数、施設集積等の需要指標にもとづいて系統を類型化し、同市の都市計画基本方針で設定されている政策上の幹線との対応関係を整理するとともに、政策上の幹線指定の要因を考察し、幹線軸を複数設定する意義を示すことを目的とする。

### 3. 分析手法

#### (1) 対象地域の選定・対象系統

新潟市では「新潟市都市計画基本方針<sup>7)</sup>」において骨格幹線バス及び基幹公共交通軸の位置づけが明記されており、加えて、BRT 導入など幹線区画の再編に取り組んだ実績を有していることから、政策上の幹線と需要指標にもとづく実態の対応関係の整理に適している。

対象の路線バスは新潟交通株式会社が新潟市内で運行している 37 路線 144 系統を母集団とし、分析対象とする系統を抽出した。系統名に「M」「D」「※」が付与された系統は、元の系統と終点が異なるものの運行経路の大部分を共有する派生系統であり、これらを含めると、同一の需要環境を持つ系統が複数回計上され、分析結果が重複の影響を受ける恐れがあるため除外した。また、運行本数が 1 日 5 本未満の系統は通学や通勤対応、限定的な時間帯運行など例外的な運行である可能性が高く、需要指標よりも運用上の要因に左右されやすいと判断し除外した。以上より分析対象となる系統は 83 系統となった。

#### (2) 指標の定義と算出

需要指標は、各系統のバス停配置に基づくバス停圏を定義し、算出した。バス停圏の設定においては近藤ら<sup>6)</sup>を参考にバス停の半径 300 m 圏内と設定した。需要指標の選出は溝上ら<sup>5)</sup>によるバス停圏内交通発生力の算出にて用いられた指標をもとに、表-1 に示した計 7 指標とした。

沿線人口は2020年の国勢調査にもとづく5次メッシュデータから算出し、沿線従業員数は2021年の経済センサス活動調査にもとづく4次メッシュデータを用い算出した。そのうえで、系統ごとに2指標をバス停圏の面積で割り、沿線人口密度及び沿線従業員数密度を算出した。商業施設を除く施設線密度の算出は、施設のポイントデータを国土数値情報ダウンロードサイトよりダウンロードし、各系統のバス停圏内に内包される施設数を計上し、各路線長で割っている。商業施設は「新潟市内大規模小売店舗一覧<sup>9)</sup>」をもとに、店舗面積8,000㎡を閾値として抽出した。都市計画法における大規模商業施設の閾値は10,000㎡だが、対象が限定的となるため8,000㎡とした。

政策上の幹線と実態の比較には、政策上の幹線区画と各系統の運行経路の重複割合を示す「政策幹線率(%)」を用いる。各系統が政策上の幹線か否かの判断が離散的にならないよう、ダミー変数ではなく連続値である政策幹線率を採用した。また、地域特性を見るうえで、2つのダミー変数を採用した。都心ダミーは、新潟駅前のバス停に接続しているかを示す指標であり、地域拠点ダミーは、地域拠点へ接続しているかを示す指標である。実際に、新潟市都市計画基本方針<sup>7)</sup>では各区の中心となる市街地及び交流拠点として地域拠点が位置付けられていることから、本研究では該当するエリアをQGIS上に抜き出し、接続の有無を確認した上で、ダミー変数で示した。

### (3) 分析手順

まず、主成分分析を用いて、類型化の評価軸を作成する。次に、作成した評価軸を用いてクラスター分析を行い、類型ごとの特徴を整理する。そして、類型ごとの政策幹線率から政策上の幹線と需要指標にもとづく実態の対応関係を整理する。

## 4. 結果

### (1) 主成分分析による分類軸の作成

各主成分の固有値、寄与率は表-2に示す。PC3までに累積寄与率が71.49%となっていることから、図-1に示したPC3までを対象に分析した。

PC1では7指標すべてがプラスに効いているため、人口や雇用、施設が総合的に集積していることを意味する「総合集積性」を示していると考えられる。

PC2では沿線人口密度や鉄道駅線密度が強くプラスに効いているため、居住が多く駅アクセスが相対的に強いことを意味する「居住・鉄道接続性」を示していると考えられる。

PC3では商業施設線密度と沿線従業員数密度が強くプラスに効いているため、買い物と通勤が相対的に強いことを意味する「雇用・商業性」を示していると考えられる。

表-1 需要指標

| 需要指標           |
|----------------|
| 沿線人口密度(人/ha)   |
| 沿線従業員数密度(人/ha) |
| 各施設線密度(個/km)   |
| 病院線密度(個/km)    |
| 役所線密度(個/km)    |
| 鉄道駅線密度(個/km)   |
| 商業施設線密度(個/km)  |

表-2 固有値表

| 主成分 | 固有値  | 寄与率    | 累積寄与率   |
|-----|------|--------|---------|
| PC1 | 2.69 | 37.96% | 37.96%  |
| PC2 | 1.28 | 18.02% | 55.98%  |
| PC3 | 1.1  | 15.51% | 71.49%  |
| PC4 | 1    | 14.09% | 85.58%  |
| PC5 | 0.52 | 7.29%  | 92.87%  |
| PC6 | 0.4  | 5.69%  | 98.56%  |
| PC7 | 0.1  | 1.44%  | 100.00% |

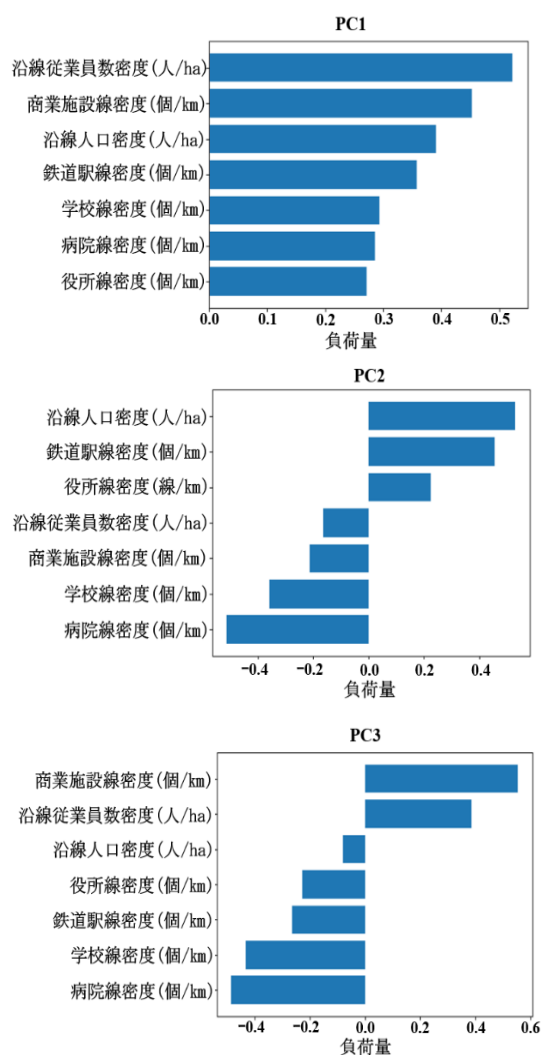


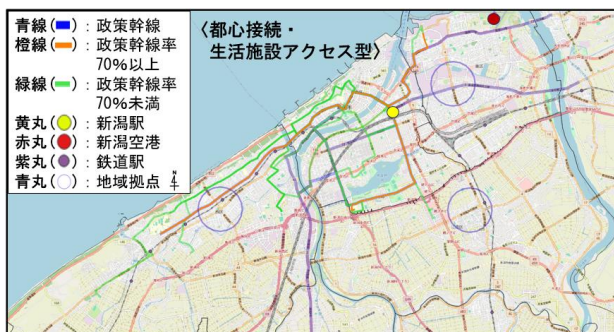
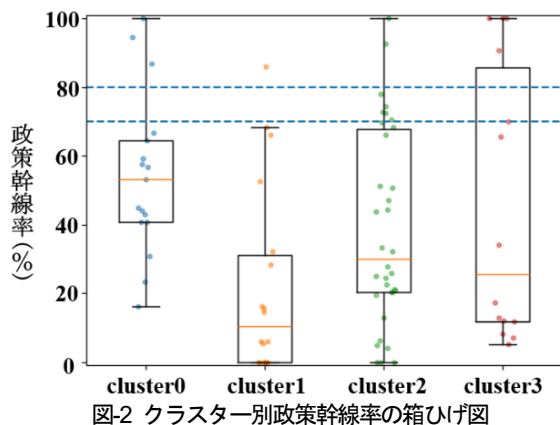
図-1 主成分負荷量

表4 クラスター別各指標の平均値

| Cluster | 沿線人口密度<br>(人/ha) | 沿線従業員数密度<br>(人/ha) | 学校線密度<br>(個/km) | 病院線密度<br>(個/km) | 役所線密度<br>(個/km) | 鉄道駅線密度<br>(個/km) | 商業施設線密度<br>(個/km) | 政策幹線率<br>(%) | 路線長<br>(km) | 地域拠点<br>ダミー | 都心ダミー |
|---------|------------------|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|-------------------|--------------|-------------|-------------|-------|
| 0       | 54.15            | 74.80              | 0.46            | 0.38            | 0.13            | 0.22             | 0.49              | 54.29        | 9.47        | 0.06        | 1     |
| 1       | 62.01            | 36.84              | 0.13            | 0.08            | 0.14            | 0.25             | 0.17              | 22.07        | 10.39       | 0.72        | 0.33  |
| 2       | 41.56            | 48.73              | 0.12            | 0.11            | 0.05            | 0.09             | 0.37              | 38.94        | 13.81       | 0.50        | 0.82  |
| 3       | 62.81            | 124.59             | 0.19            | 0.19            | 0.15            | 0.25             | 1.04              | 45.33        | 5.13        | 0.07        | 0.93  |

表3 クラスター別主成分得点の平均値

| Cluster | 系統数 | PC1   | PC2   | PC3   |
|---------|-----|-------|-------|-------|
| 0       | 17  | 1.16  | -0.92 | -1.19 |
| 1       | 18  | -0.46 | 1.47  | -0.58 |
| 2       | 34  | -1.25 | -0.37 | 0.41  |
| 3       | 14  | 2.22  | 0.13  | 1.19  |



## (2) クラスター分析による系統の類型化

主成分分析で得られた PC1, PC2, PC3 の主成分得点を説明変数として、83 系統を対象にクラスター分析を実施し、類型化した。クラスターごとの主成分の平均値を表-3、クラスターごとの各指標の平均値を表-4 に示す。

クラスター0：総合集積性はプラスだが、居住・鉄道接続性と雇用・商業性はマイナスを示している。各指標に着目すると、学校及び病院線密度がそれぞれ 0.46, 0.38 と最大値を示し、都心ダミーは 1.00 である。以上より「都心接続・生活施設アクセス型」と名付けた。

クラスター1：居住・鉄道接続性はプラスだが、総合集積性と雇用・商業性はマイナスを示している。各指標に着目すると、人口密度は 62.01 と高いが従業員数密度は 36.84 と最小値を示す。以上より「住宅・駅接続型」と名付けた。

クラスター2：雇用・商業性はプラスだが、総合集積性と居住・鉄道接続性はマイナスを示している。各指標に着目すると、鉄道駅線密度が 0.09 と最小値を示す。また、路線長が最大値の 13.81 かつ都心ダミーは 0.82 と高めである。以上より「低集積・広域連絡型」と名付けた。

クラスター3：すべての主成分得点がプラスに効いている。各指標に着目すると、沿線従業員数密度と商業施設線密度がそれぞれ 124.59, 1.04 と最大値を示しており、その他の需要指標も低くない。以上より「高集積・雇用商業型」と名付けた。

## (3) 政策幹線率の分布

クラスターごとの政策幹線率の箱ひげ図を図2に示す。各クラスターにおける政策幹線率に着目すると、「都心接続・生活施設アクセス型」は中央値及び第一四分位はともに高い一方、政策幹線率が 70 %を超える系統は少ない(3/17=17.6%)。これは、図-3 より、都心周辺の幹線軸を走行しつつ、幹線軸から外れた生活施設へ派生する系統群であるからだと考察する。「住宅・駅接続型」は図-4 に示

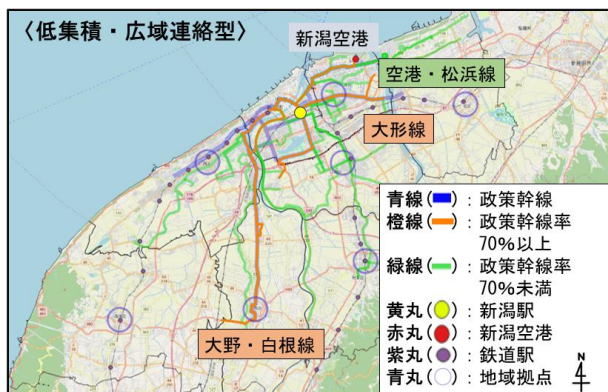


図-5 低集積・広域連絡型の系統図

す。中央値及び第一四分位が共に低く、高い政策幹線率を示す系統が極端に少ないが、これは、政策上の幹線では捉えきれない地域と鉄道駅や交通結節点を結ぶ系統群であるからだと考察する。「低集積・広域連絡型」は幅広い値が混在し、「高集積・雇用商業型」も分布が2極化していることから、この2つのクラスターでは政策上の幹線とそうでない支線が混在すると考える。

したがって、低集積・広域連絡型と高集積・雇用商業型における政策上の幹線は、需要指標のみでは説明し難く、類型ごとに異なる意図が存在することが示唆された。

## 5. 政策上の幹線指定の要因分析

### (1) 需要類型内の指標の比較

需要側指標のみでは政策上の幹線を説明しきれないことを踏まえ、政策幹線率の分散が大きい低集積・広域連絡型と高集積・雇用商業型に着目し、幹線決定における他要因の存在を考察する。要因分析においては、政策上の幹線として扱う基準として政策幹線率の閾値を設定する必要がある、しかしながら、政策上の幹線は地図上の連続した幹線軸として表現されるため、一意の判断基準を置くことは難しい。そのため、発見的に閾値を70%と設定した。

政策幹線率70%以上と未満の2群に分け、各需要指標及びダミー変数の平均値差についてWelchのt検定を行ったところ、低集積・広域連絡型では、p値が0.05を下回る有意な指標は見られず、高集積・雇用商業型では、鉄道駅線密度のみ有意な差が見られた。地域特性を見た2つのダミー変数においても、どちらも有意な差が見られなかったことから、特に低集積・広域連絡型では、本研究では網羅しきれなかった他要因が効いていると考えられる。

### (2) 政策上の幹線指定の他要因の考察

低集積・広域連絡型の34系統のうち、政策幹線率が70%を超えたのは7系統だが、このうち、大野・白根線の3系統は南区役所を中心とする地域拠点を通過し、大形線の2系統は東区役所を中心とする地域拠点を通過する。この2つの地域拠点は市内7拠点のうち、鉄道駅が

含まれない2拠点であることが図-5より分かる。また、同じく政策幹線率が70%を超えた空港・松浜線のE22系統は、市内唯一の空港である新潟空港と新潟駅を繋ぐ系統である。以上のことから、低集積・広域連絡型における政策上の幹線は、交通手段の乏しい地域拠点や都市機能上重要な空港への接続を担う系統に集中していることが分かる。

したがって、政策上の幹線は需要指標にもとづく高集積の幹線軸に加え、交通手段が限られる地域拠点への交通手段確保や都市機能の維持といった政策的意図が反映されていることが示唆された。

## 6. まとめと今後の課題

本研究では、新潟市の路線バス運行系統を対象に、需要指標にもとづいた類型化を行い、政策上の幹線との対応関係を整理することを目的とした。分析の結果、高い政策幹線率を示す系統は特定の類型には偏らず、各類型でも、特に「低集積・広域連絡型」と「高集積・雇用商業型」では幅広い値を示した。このことから、政策上の幹線指定において、需要指標では説明しきれない要因が働いていることが示唆される。また、他要因として交通手段の乏しい地域拠点や空港への接続性が重視されることが示唆され、結果として、複数の幹線軸が設定されると考察する。

今後の課題として、今回は除外した派生系統も含めた検証や、拠点連絡の重要性を反映した指標の導入による類型化の多層化が挙げられる。そして、本研究をもとに、バス路線を幹線や支線、デマンド交通等による補完に階層化することが最終的な目標と言える。

## 参考文献

- 1) 国土交通省：国土交通白書 2023
- 2) 国土交通省：地域公共交通計画等の作成と運用の手引き 理念編, 2023
- 3) 国土技術政策総合研究所：都市・まちづくりと連携し基幹的交通軸を成す 魅力あるバス輸送システムの計画ガイドライン ―公共交通ネットワークとウォークアブルが融和した骨格軸の形成へ―, 国総研資料 第1323号, 2023
- 4) 福本雅之, 山崎基浩, 加藤博和, 伊藤光明：中部地方における地域間幹線系統バスの類型化, 第57回土木計画学研究発表会・講演集 CD-ROM, 2018
- 5) 溝上章志, 平野俊彦, 武隅史明, 橋本淳也：階層化手法による熊本市圏バス路線網の再編, pp. 1025-1033, 土木計画学研究・論文集 Vol. 27, 2010
- 6) 近藤智士, 野際大介：路線バス沿線における運行頻度別人口密度水準に関する考察-福井市の事例-, pp. 33-36, 日本都市計画学会中部支部研究発表会論文集 34巻, 2023
- 7) 新潟市：新潟市都市計画基本方針, 2022
- 8) 新潟市：新潟市内大規模小売店舗一覧, 2025