

路線バスの幹線軸の抽出と運行計画に関する研究

長野工業高等専門学校 学生員 高力 はるか 長野工業高等専門学校 正会員 柳沢 吉保
 金沢大学大学院 フェロー 高山 純一 長野工業高等専門学校 学生員 滝澤 諭
 岐阜大学 丸林 紗代

1. はじめに

現在の長野市バス路線網は、長野駅前を中心に放射線状に伸びている。駅周辺では路線が過密状態で、郊外では極端に路線数が少なくなる。また、合併により長野都市圏が拡大したため、中山間地域を多く含むことから郊外までの路線長が長くなり、運行サービスが低下している。このような状況に対応するため長野市では、交通対策審議会および長野市公共交通活性化・再生協議会にて地域住民の意思も配慮し、現在のバス路線を「幹線軸」と「支線網」に分けるゾーンバスシステムの導入展開を図っている。既往研究として丸林¹⁾らは、長野市バス路線網へのゾーンバスシステムの適用可能性を検討するため、各ゾーンの集客性指標および集客度評価式を構築し、各ゾーンのもつ集客特性の検討が行われ、川中島バス路線を対象とした幹線軸の抽出が行われた。

本研究では、路線バスの幹線軸におけるバス運行サービスを提案することを目的とし、幹線軸域の決定方法および運行サービスの立案方法について示す。

2. 分析の枠組み

長野市にはおもに交通事業が営業する「川中島バス」「長電バス」、循環型コミュニティバスの「ぐるりん号」、廃止代替バスの「市営バス」、そしておもに中山間地域を運行する「デマンドタクシー」「デマンドバス」が運行されている。今回は幹線軸を分析の対象とするので、おもに支線網となる中山間地域で運行されている「デマンドタクシー」「デマンドバス」は考慮しない。バス路線の集客性指標と社会経済指標との関連付けを行うため、データをゾーン単位で扱うこととする。そこで長野市を「市区町村界」または「町・大字界」で分けた72の「ゾーン」を分析の単位とする。おもな使用データを表1に示す。

表1 使用データと内容

出典	データの内容
長野市市街地地図	ゾーン区分、バス停数、バス路線、バス停間距離データ
長野市交通政策課	乗降客数データ
H13PT調査データ	各ゾーンのトリップ数
長野市バス路線等研究会	主要商業施設床面積・病床数データ
長野市ホームページ	ゾーン面積統計、人口

3. 集客度の算定と幹線軸路線の抽出

(1) 集客性指標と乗降客数(集客度)との関係

集客性指標は、停留所を中心とした半径300m圏内をバス利用が生じる停留所勢力圏とした。集客性指標として停留所勢力圏内における①総トリップ数、停留所を通過するバス路線数は集客度の増加に繋がると考えられるため導入する②総停留回数比、効果的に停留所が配置されているかを表す③総独立勢力圏割合、商業施設や病院へのアクセスのしやすさを表す④アクセス性水準を用いる。各ゾーンの乗降客数を目的変数、各ゾーンを通過するバス路線の集客性指標を説明変数として重回帰分析により集客度と集客性指標の関係式を構築する。結果を表2に示す。表2の結果より、各指標の符号が正であることから、「停留所勢力圏トリップ数」「総停留回数比」「独立勢力圏割合」「アクセス性水準」は、バス利用集客度を増加させる変数であることがわかる。

表2 集客度と集客性指標の相関関係

説明変数	回帰係数(t値)
勢力圏の総トリップ数	0.0076(1.5249)
総停留回数比	21.1186(1.7398)
総独立勢力圏割合	49.7481(1.2484)
アクセス性水準	889.7686(0.6155)
重相関係数	0.714072717

(2) 集客度を用いた長野市バス路線の幹線軸の抽出

単純線形型集客度評価式に基づいて各ゾーンの集客度を算出した。上位20位までの集客度分布を図2に示す。図2より、鉄道駅から少し離れた郊外住宅地および松代地区の集客度が高い結果となった。

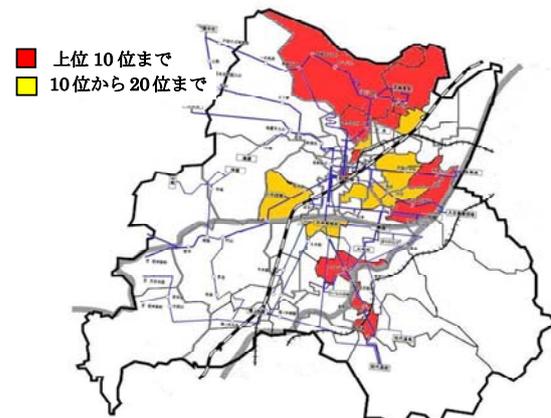


図2 上位20位までの集客度分布図

つぎに、バスサービス水準の向上によりバス利用者の増加が見込め、採算性が高いと判断される路線を、以下の手順で探索・抽出した。① まず、集客性指標が集客度に与える影響が高いと考えられる「トリップ数が多い」ゾーン、「主要施設へのアクセス性が高い」ゾーンをそれぞれ抽出した。② 「トリップ数が多い」ゾーンに対して、バス停独立勢力圏割合を考慮したバス停の再配置および運行本数に対する停留回数の増加を行った。③ 「主要施設へのアクセス性が高い」ゾーンに対して、バス停独立勢力圏割合を考慮したバス停の再配置および運行本数に対する停留回数の増加を行った。以上の手順により、抽出された幹線軸を図3に示す。

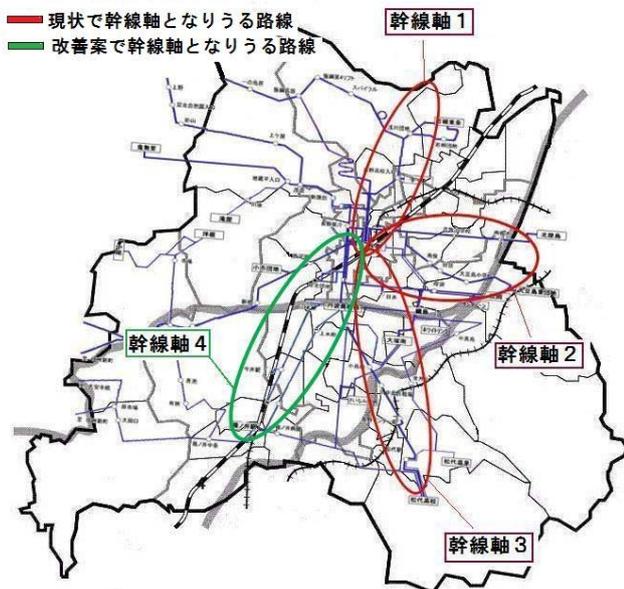


図3 幹線軸となりうる路線

4. 幹線軸におけるバス運行サービス

(1) 社会便益評価指標

政策変数である運行サービスは、幹線軸路線 l_m の運行便数 $s(l_m)$ 、運行時間帯 $T(l_m)$ 、単位距離当たりの運賃 C_f 、運行距離 $L(l_m)$ とする。また1便を運行させるのに必要なコストは C_s とする。単位時間当たりの運営コストは C_T とする。幹線軸路線 l_m のバス基本利用者数 $x_0(l_m)$ とすると、幹線軸路線 l_m の利用者数 $x(l_m)$ は (1) 式の関係構築できる。 $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ は回帰係数である。

$$x(l_m) = x_0(l_m) + \beta_1 s(l_m) + \beta_2 T(l_m) - \beta_3 (L(l_m) \times C_f) \quad (1)$$

バス事業者の総収入は、(2) 式のとおりである。

$$C_1 = L(l_m) \times C_f \times x(l_m) = L(l_m) \times C_f \times \{ x_0(l_m) + \beta_1 s(l_m) + \beta_2 T(l_m) - \beta_3 (L(l_m) \times C_f) \} \quad (2)$$

バス運行コストは、(3) 式のとおりである。

$$C_2 = C_s \times s(l_m) + C_T \times T(l_m) \quad (3)$$

純利益は、(4) 式のとおりである。

$$C_g = C_1 - C_2 \quad (4)$$

(2) 社会便益評価の最大化

提供されるバスサービスによって利用者側が受け取る利得は、図4に示すように消費者余剰の考え方を適用することができる。

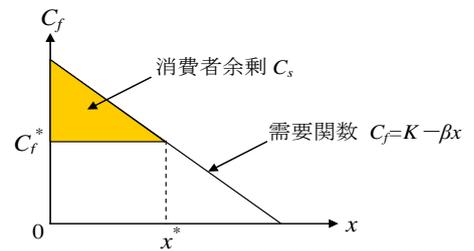


図4 消費者余剰の概念図

消費者余剰の概念図を図4に示す。

社会厚生観点からは、バス利用者および交通事業者の総利得を最大にするバスサービス水準を決定することになる。総利得は消費者余剰と事業者純利益の和で表すことができる。

$$W_f = C_s + C_g \quad (5)$$

したがて、サービス水準は、以下の条件を検討することになる。

$$\partial W_f / \partial s(l_m) = 0, \partial W_f / \partial T(l_m) = 0, \partial W_f / \partial C_f = 0$$

たとえば運行便数 s は、以下の式(6)のとおりとなる。

$$s = \frac{2\beta_3 L \{ \beta_1 C_f (1-L) + C_s \}}{\beta_1^2} - \frac{1}{\beta_1} (x_0 + \beta_2 T) \quad (6)$$

5. まとめ

得られた知見は、以下のとおりである。

(1) 表2より、総停留回数比の t 値が最も大きいことから、バス路線が多く、多方面に移動しやすいことがバス利用客数に影響を与えるサービスであることがわかる。

(2) 図3に示すとおり、現状のバス路線において幹線軸としての機能が低い幹線軸1～3に加え、住宅地が鉄道沿線に立地し、通勤や帰宅トリップによるバス利用者の増加が見込まれる川中島・篠ノ井地区を運行するバス路線が幹線軸として機能する可能性が高いことがわかった。今後の課題として、発表時には長電バス路線も加えた幹線軸の抽出を示すとともに、総停留回数比は運行回数が、独立勢力圏割合はゾーン面積も考慮できるように改良する。また、運行サービスの具体例を示す。

<参考文献>

1) 丸林, 柳沢, 高山, 滝澤, 山岸: 長野市バス路線網へのゾーンバスシステムの適用を考慮した集客性指標の構築, 平成21年度土木学会中部支部研究発表会講演概要集, 2010.3.1