

# 需要と供給のバランスのとれた最適なバス路線決定方法の提案

田中 大地<sup>†</sup>      三木 良雄<sup>‡</sup>

工学院大学情報学部コンピュータ科学科<sup>†</sup>      工学院大学情報学部システム数理学科<sup>‡</sup>

## 1. 研究背景

高度経済成長期に広がったドーナツ化現象は消滅し、逆に都心回帰の傾向が開始した[1]。都心回帰により、郊外の常住人口の高齢化がすすんだ[2]。したがって、生産年齢人口が都心にながれていることが推測される。郊外の生産年齢人口が減少することにより、ライフステージに合わせて出費支出する費目が大きく変化していくなどさまざまな問題が生じる。これを止めるためには生産年齢人口の都心への流出を防ぐ必要がある。そのために、郊外での生産年齢人口にとって便利な地方都市にする必要がある。しかしながら、現時点の路線バスは上記のような利便性を兼ね備えていない。

今回の検証地域である八王子市の生産年齢（15～64歳）人口を町ごとに色別に区分したものを図1に示す。

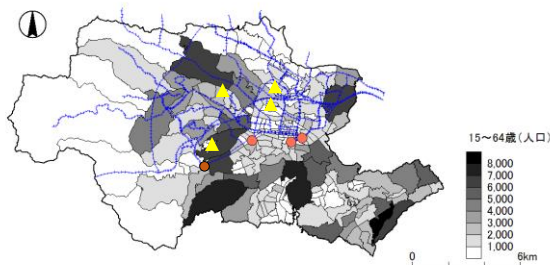


図 1 年齢別人口地図

図 1 中の丸印は右から京王八王子駅、JR 八王子駅、西八王子駅、高尾駅を示している。また、三角印は高度経済成長期に開発された団地である。黄印の周辺に生産年齢人口が分布していることが図 1 よりわかる。西東京バスのバス路線は、高度経済成長期に JR 八王子駅を中心に、山奥の利用者のために谷筋を通っているものと、人がたくさん乗り降りするとされていた団地や営業所を終点としているものが作られそれが現在でも変わらずに使われている。しかしながら、実際に団地の周辺に住んでいる生産年齢人口にとっては団地のあるバス停まで行き使用せざるを得ないため不便である。本研究では、路線バスの利用しやすさを改善することが目的である。

## 2. 関連研究と本研究のアプローチ

### 2.1. 本研究のアプローチ

生産年齢人口は市の中心の周辺に分布している。分布しているところを線で結ぶと、生産年齢人口の居住地域をつなぐ弧になる。その弧を図 2 に示す。

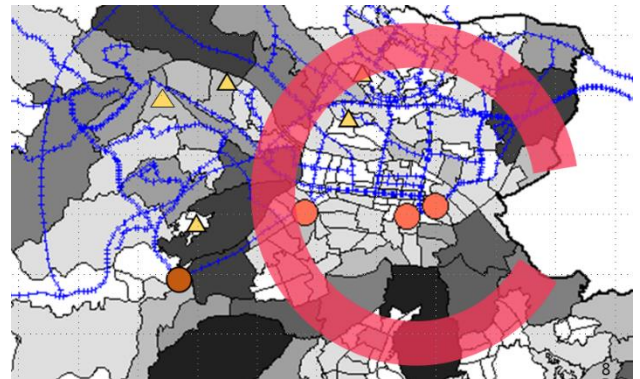


図 2 生産年齢の居住地域をつなぐ弧

この弧に主要な人口が集中していることから、高度経済成長期に確立された、路線網を、弧から中心部へ通勤通学で移動する利便性、生活空間として弧上に存在する施設を利用する利便性、山間部などの郊外へのアクセスや郊外の居住者の利便性を考察することで見直すことができる。

### 2.2. 関連研究

これまで、バス路線の改善を目的とした研究はいくつか行われている。[3]は、住民の福祉的立場や地域の市街地活性化を重視したコミュニティバスの路線網の決定を行っている。しかし、住民に対してのみ路線網の決定を行っているため、住民は便利だが、バス会社が利益を得ているとは言えない。

また、[4]では、バスの便数と利用者数を比較することにより、より効率的にバスを走らせる方法を提案している。しかし、新規路線の提案を行っているだけで、バスの運行ダイヤまでは提案されていない。

### 3. 提案手法

本研究では、弧の上に交通結節点の候補を設けることで、生産年齢人口の利便性を向上させる。

2章で述べた、弧上間の移動に関しては、交通結節点を結ぶ路線バスを設けることによって、利便性が向上される。例えば、コミュニティバスに関しても、現在は、必要とされる地域をすべて結んでいるために、路線経路が長く、本数が少なく、利便性が低く、乗車時間が長いなどの問題点があげられる。しかし、弧上に交通結節点とその周辺をコミュニティバスが走ることにより問題が解決。

2章で述べた、山間部など郊外から弧を経由して中心部へ移動にすることに関しては、弧上に交通結節点を設けることで、乗り換えて中心部へは専用のピストン運行を用いることで利便性が向上される。しかしながら、弧上に交通結節点を設け乗り換えをし、ピストン運行を用いることで、山間部から来る人にとって、交通結節点での 2 回目の待ち時間が増えることにより不便になりうる。また、バス会社はバスの本数が増えてしまうので損をする可能性がある。

#### 4. 検証方法

今回、3章で述べた山間部など弧外から弧を経由して中心部へ移動にすることに関して、バス会社と利便性が両立するかどうかプログラムを用いて検証を行った。山間部など弧外から弧を経由して中心部へ移動する方法の経由する弧の中心部よりのバス停を交通結節点とする。交通結節点の定義は異なる交通手段（場合によっては同じ交通手段）を相互に連絡する乗り換え・乗り継ぎ施設である[5]。今後、交通結節点を2つの言い方に分ける。1つ目は交通結節点候補である。これは、検証前の山間部など弧外から弧を経由して中心部へ移動する方法の経由する弧の中心部よりのバス停とする。もう一つは交通結節点である。これは、交通結節点候補が検証後に検証前よりも良い値が出たときに交通結節点とよぶこととする。

##### 4.1. 使用したデータ

今回、使用したデータを以下に示す。

1. 実際の各バスのバス停番号
2. 実際の各系統各バス停に乗りした時間
3. 実際の各系統のバス使用台数
4. 実際の路線バスダイヤ

##### 4.2. データの整形

実際にプログラム上で、バスを走らせるために各系統の各バス停に次のバス停番号と実際の路線バスダイヤから求めた次のバス停までの時間を与える。仮想の客をバス停で待たせるために、仮想の客がバス停に着く時間に各系統番号と各バス名と行き先を与える。プログラム上を走るバスの情報を得るために、各バスにバス番号と出発時間、系統番号、行き先、乗客数、次のバス停に向かうまでの待機時間を与える。プログラム上にバスを走らせるために、交通結節点を用いない場合は、実際の路線バスダイヤの出発時間をすべて与える。交通結節点を用いる場合は、最初の出発するバスのみに出発時間を与える。

##### 4.3. 交通結節点の候補の決定

交通結節点の候補なるバス停の条件は以下の3つである。

- (1) 八王子駅までのバス経路が1通りであるバス停。
- (2) 2つ以上の道路が合流または分散するバス停。
- (3) 八王子駅から1.5km以上離れているバス停。

上記の(1)である理由は、交通結節点から八王子駅の間でピストン運行を導入するため、複数の経路があるとバス台数が増えてしまうので1通りとする。(2)である理由は先程も話したように交通結節点とは乗り換え・乗り継ぎ施設としての役割が必要なためである。(3)の理由は、内閣府の世論調査によると普段の生活で歩いていけない範囲として1.5km以上が76.2%いる[6]。よって、歩いていけない範囲である1.5km以上のバス停を候補とする。

##### 4.4. 検証方法

検証対象となる日の決定方法として、平日であり、降水量が0mmである場合とする。

###### ① 交通結節点の候補を使用しない場合

各バス停の待機人数を増やすために、仮想の乗客がバス停に着く時間になると、それぞれの系統名とバス停名、行き先が同じところの待機人数に値が1カウントされる。バス停の待機人数を変化させるために、バスの出発時間になると、同じバス停、系統、行き先の乗客がいるかどうかを判断し、乗客がいる場合に、待機していた人数を乗客数にカウントし、待機していた人数を0にする。各バスは、待機時間になると次のバス停へ移動する。

###### ② 交通結節点の候補を使用した場合

基本的には交通結節点の候補を使用しない場合と同じである。他のバス停から乗った乗客が交通結節点の候補で待機時間を増やすために、各系統と行き先が交通結節点の候補であるバス停に着いた場合、交通結節点の候補であるバス停、系統、行き先に再び、待機人数を増やす。

①と②の仮想の乗客がバス停に着いてから、バスに乗るまでの時間をカウントし、乗車人数で割ることにより平均乗客待ち時間をそれぞれ算出したものを検証する。また、①の実際の各系統のバス使用台数と、②で使用した合計のバス台数を検証する。

#### 4.5. 検証結果

今回の検証では、交通結節点の候補として、他の交通結節点となっているバス停よりも、通過するバス系統の数が多い本郷横丁を用いる。また、ピストン運行の間隔を5分間とする。

表1 交通結節点の候補を本郷横丁としたときの比較

	交通結節点の候補なし	交通結節点の候補あり
平均待ち時間	25.3分	3.9分
バス使用台数	188台	167台

表1より本郷横丁を交通結節点の候補とした場合、交通結節点の候補なしより交通結節点の候補ありの方が、平均待ち時間とバス使用台数が共に減少することができた。よって、本郷横丁は交通結節点であると言える。

交通結節点を設けることにより、平均待ち時間とバス使用台数が共に減少することができた。よって、バス路線と運行ダイヤを改善することができた。

#### 5. まとめおよび今後の課題

バス路線と運行ダイヤを改善したことにより、路線バスの利用しやすさを改善することができた。

今後の課題として、実証実験を行い適正な評価を行う。

#### 6. 参考文献

- [1] 総務省統計局、都道府県別人口と人口増減（エクセル：34KB）、統計局ホームページ/日本の統計 2018 - 第2章 人口・世帯 - , <https://www.stat.go.jp/data/nihon/02.html> (2018/1/9 閲覧)
- [2] 内閣府 政策統括官室（経済財政分析担当）、地域の経済 2011 -震災からの復興、地域の再生-, pp. 191-197, 2011
- [3] 高山純一、柳沢吉保、中野泰啓、加藤隆章、” コミュニティバスの路線網策定システムの構築 ”、土木計画学研究・論文集、Vol. 18, no. 4, pp. 705-711, 2001
- [4] 伊藤隼人、” STRADA によるバス路線計画の評価と改善案の提案 ”、2017 年度工学院大学卒業論文、2018
- [5] 交通結節点改善 - 国土交通省 <http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/tdm/Top03-02-01.html> (2018/1/9 閲覧)
- [6] 歩いて暮らせるまちづくりに関する世論調査 <https://survey.gov-online.go.jp/h21/h21-aruite/2-2.html> (2018/1/9 閲覧)