

## 第IV部門

## 活動機会の大きさと確保水準に着目した公共交通サービスの提供手法

神戸大学工学部 学生会員 ○澤井 勇人

神戸大学大学院工学研究科 正会員 喜多 秀行

## 1. はじめに

商店や医療機関等の活動拠点がある中心地と居住地が離れている地方部では、公共交通サービスがマイカーを利用できない住民の生活基盤となっている。自治体が運行に関わっているコミュニティーバスなどには税が投入されており、限られた財源の下で、地域間のサービス水準の公平性の確保、移動先で買い物や通院ができるようにする活動機会の確保、利便性の確保が求められる。

そこで、本研究では、①路線間・集落間の公平性を定量的指標に基づくことで担保し、②それをなるべく少ない便数で効率的に達成する方法を構築する。具体的には、①については、公共交通サービスにより確保される活動機会の大きさを集落レベルで示す指標を、②については、住民の自宅出発時刻と帰宅時刻の頻度分布（以下、外出パターンと呼ぶ）を簡便に推計し、それになるべくよく合致するダイヤを見出す方法を、それぞれ提案する。

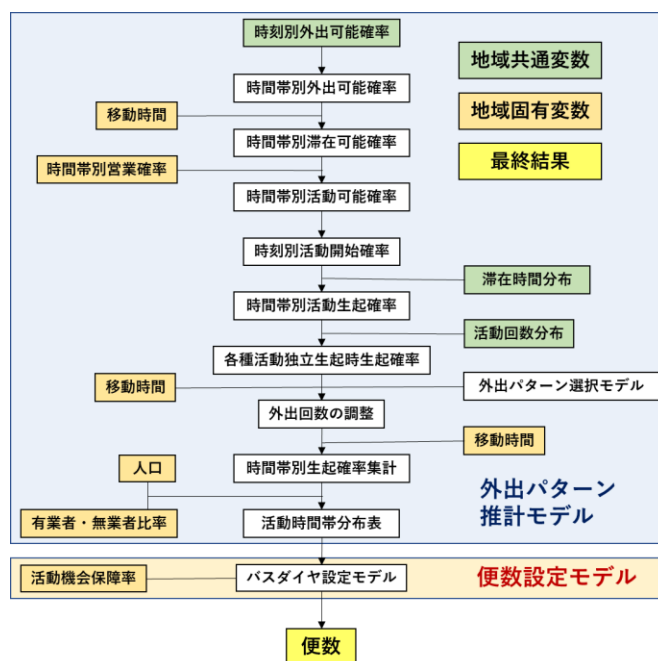


図-1 本研究のフローチャート

## 2. 分析手法

## 2.1 外出パターン推計モデル

本節では、前述した②の外出パターン推計モデルについて説明し、①の便数設定モデルは次節で説明する。

外出パターン推計モデルとは、各集落と中心地とを往き来する住民の人数を、自宅出発時刻と帰宅時刻と対応付けて推計し、縦に出発時刻、横に帰宅時刻ごとの外出人数の分布を示す活動時間帯分布表を示すモデルである。外出パターンの把握にはこれまで主にパーソントリップ調査（以下、PT 調査と呼ぶ）のデータが用いられていたが地方の小規模な自治体において PT 調査を実施することは負担が大きい。そこで山口・喜多<sup>1)</sup>のモデルを改良し、(1)どの地域においても地域によらずほぼ同一とみなしてよいデータ（以下、地域共通変数と呼ぶ）については事前に調査しておき、(2)地域により異なるデータ（以下地域固有変数）についても、過去の調査等により収集整理されている既存データ、および簡便な調査で収集可能なデータのみを用いることで、実務者が容易に推計し得る手法を提案する（図-1）。また住民は周辺の居住地から中心地に向かって、

活動を行なうものとする。

## 2.2 便数設定モデル

外出パターンに対して便数を設定する既往研究には谷本・牧<sup>2)</sup>の手法がある。また岸野・喜多<sup>3)</sup>はこの手法をもとにバスダイヤを設定する手法を構築している。岸野・喜多<sup>3)</sup>のモデルでは集落間の公共交通サービスの公平性を考慮する基準がなかった。そこで集落間の公共交通サービスの公平性を図るために活動機会保障率という便数設定基準を新たに用いる。活動機会保障率とは、集落において外出を希望する全外出希望人数（延べ）に対して活動機会が確保された人数の比率であり、運営者が任意に決定するものの地域で同一の値を用いることで集落間の公平性を考慮した便数設定手法となる。

便の設定は式(1)に示すようにまず外出が最も集中する時間帯に設定する。そのあと式(2)に示すように、新たに便を設定することで活動機会が確保される人数（以下、限界保障人数と呼ぶ）の全外出人数に対する比率（以下、限界保障率と呼ぶ）が最大となるように逐次設定する。そして設定した便数によって活動機会が確保された人数の比率

(以下、累積保障率と呼ぶ)が活動機会保障率を越した時点で便数の設定を終了する. また限界保障人数が運営者の定める水準よりも少ない便については、バス以外の効率的な手段で活動機会の確保を図る.

1・2 便目の設定 ( $k = 0, 1$ )

$$(t_i^{k+1}, t_j^{k+1}) = \operatorname{argmax} p_{ij} \quad (1)$$

$t_i$ : 自宅出発時刻  $t_j$ : 帰宅時刻

$p_{ij}$ : 1・2 便目を設定した際の限界保障率

3 便目以降の設定 ( $k \geq 2$ )

$$(t_i^{k+1}, t_j^{k+1}) = \operatorname{argmax} \Delta p^k \quad (2)$$

3 便目以降の限界保障率は式(3)で与えられる.

$$\Delta p^{k+1} = \sum_{i=1}^k p^{(i+1)} + \sum_{j=1}^{k+1} p^{(k+1)j} \quad (3)$$

### 3. 設定結果

活動時間帯分布表の現象説明力の検証のためPT調査データを用いて作成した活動時間帯分布表と設定した便数を比較する. 用いる PT 調査データは平成 26 年三木市パーソントリップ調査データ<sup>4)</sup>を用いる. 対象地域は商業施設や病院のある三木地区とした. なお対象の活動は買い物・通院とした. 活動時間帯分布表が図-2, 図-3 である.

|     | 7時     | 8時     | 9時     | 10時    | 11時    | 12時    | 13時    | 14時    | 15時    | 16時    | 17時    | 18時    | 19時    | 20時    | 21時    |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 7時  | 0.0000 | 0.0002 | 0.0000 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 8時  | 0      | 0.0004 | 0.0017 | 0.0002 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 9時  | 0      | 0      | 0.0067 | 0.0529 | 0.0214 | 0.0033 | 0.0003 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 10時 | 0      | 0      | 0      | 0.0218 | 0.1051 | 0.0328 | 0.0037 | 0.0004 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 11時 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0.0275 | 0.1026 | 0.0209 | 0.0015 | 0.0002 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 12時 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0.0171 | 0.0526 | 0.0065 | 0.0001 | 0.0000 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 13時 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0.0115 | 0.0454 | 0.0046 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 14時 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0.0158 | 0.0597 | 0.0062 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 15時 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0.0175 | 0.0646 | 0.0067 | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 16時 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0.0175 | 0.0636 | 0.0066 | 0      | 0      | 0      | 0      |
| 17時 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0.0159 | 0.0599 | 0.0059 | 0      | 0      | 0      |
| 18時 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0.0134 | 0.0438 | 0.0047 | 0      | 0      |
| 19時 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0.0077 | 0.0234 | 0.0025 | 0      |
| 20時 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0.0037 | 0.0115 | 0      |
| 21時 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0.0017 |

|     | 7時 | 8時     | 9時     | 10時    | 11時    | 12時    | 13時    | 14時    | 15時    | 16時    | 17時    | 18時    | 19時    | 20時    | 21時 |
|-----|----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-----|
| 7時  | 0  | 0.0133 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0   |
| 8時  | 0  | 0      | 0.0133 | 0      | 0.0267 | 0.0267 | 0      | 0.0133 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0   |
| 9時  | 0  | 0      | 0      | 0.0133 | 0.0533 | 0.0133 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0   |
| 10時 | 0  | 0      | 0      | 0.0400 | 0.1600 | 0.0800 | 0.0400 | 0.0133 | 0      | 0.0133 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0   |
| 11時 | 0  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0.0533 | 0.0400 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0   |
| 12時 | 0  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0.0400 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0   |
| 13時 | 0  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0.0267 | 0.0267 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0   |
| 14時 | 0  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0.0133 | 0.0133 | 0      | 0      | 0      | 0      | 0   |
| 15時 | 0  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0.0667 | 0.0533 | 0      | 0      | 0      | 0   |
| 16時 | 0  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0.0133 | 0.04   | 0      | 0      | 0      | 0   |
| 17時 | 0  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0.0267 | 0.0133 | 0      | 0      | 0   |
| 18時 | 0  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0.0133 | 0      | 0      | 0   |
| 19時 | 0  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0.0133 | 0.0267 | 0   |
| 20時 | 0  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0   |
| 21時 | 0  | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0      | 0   |

| 比率 | 0.000 | 0.025 | 0.050 | 0.075 | 0.100 | 0.125 | 0.150 | 0.175 |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|

図-3 活動時間帯分布表(上段:モデル, 下段:PT 調査データ)

| 便数  | 時刻 | 限界保障率 | 累積保障率 |
|-----|----|-------|-------|
| 1便  | 10 | 0     | 0     |
| 2便  | 11 | 0.105 | 0.105 |
| 3便  | 12 | 0.135 | 0.240 |
| 4便  | 9  | 0.078 | 0.318 |
| 5便  | 13 | 0.077 | 0.395 |
| 6便  | 14 | 0.054 | 0.449 |
| 7便  | 15 | 0.065 | 0.513 |
| 8便  | 16 | 0.071 | 0.584 |
| 9便  | 17 | 0.070 | 0.654 |
| 10便 | 18 | 0.062 | 0.717 |
| 11便 | 19 | 0.050 | 0.767 |
| 12便 | 20 | 0.028 | 0.795 |

| 便数  | 時刻 | 限界保障率 | 累積保障率 |
|-----|----|-------|-------|
| 1便  | 10 | 0     | 0     |
| 2便  | 11 | 0.160 | 0.160 |
| 3便  | 12 | 0.133 | 0.293 |
| 4便  | 13 | 0.120 | 0.413 |
| 5便  | 9  | 0.080 | 0.493 |
| 6便  | 8  | 0.067 | 0.560 |
| 7便  | 14 | 0.053 | 0.613 |
| 8便  | 15 | 0.040 | 0.653 |
| 9便  | 16 | 0.093 | 0.747 |
| 10便 | 17 | 0.093 | 0.840 |
| 11便 | 7  | 0.013 | 0.853 |
| 12便 | 18 | 0.013 | 0.867 |

図-4 便数設定結果(左:モデル, 右:PT 調査データ)

最も外出が集中する時間帯はモデル, PT 調査ともに 10 時に自宅を出発し 11 時に帰宅する時間帯であった. また, 朝と昼過ぎの外出のピークの傾向がつかめていることがわかる. この活動時間帯分布表に便数設定モデルを用いた結果が図-5 である. なお表の便数は中心地から居住地への往復で 1 便としている. この結果より活動機会保障率を 0.75 とするとモデルでは 11 便, PT 調査データでは 10 便となり, モデルで設定した便数の方が 1 便多くなる.

### 4. おわりに

モデルから作成した活動時間帯分布表と PT 調査データから作成した活動時間帯分布表を比較した結果, 外出パターンの傾向をつかめることが分かった. ただしモデルから作成した活動時間帯分布表で設定した便数は, PT 調査データから作成した活動時間帯分布表で設定した便数に対して 1 便多くなった. この原因はモデルでは現実よりも朝に外出が集中しないため, 一定の活動機会保障率を用いた際, 必要な便数が多くなると考えられる. また現時点では各集落が独立して中心地と結ばれているという仮定を置いている. そこで外出可能時間帯をより正確にとらえることで, バス路線上に他集落が存在する場合を考慮することでより現実的なモデルになるものと考えられる.

### 参考文献

- 1) 山口淳也, 喜多秀行:移動距離に着目した外出パターン推計法とサービス水準マトリクス作成への応用:第 55 回土木計画学研究発表会・講演集.
- 2) 谷本圭志, 牧修平:地方における公共交通のサービス供給水準に関する研究, 運輸政策研究, Vol11, No4, 2009.
- 3) 岸野啓一, 喜多秀行:活動機会の確保水準に着目したバスダイヤの設定法:第 29 回交通工学研究発表会論文集.
- 4) 平成 26 年 三木市パーソントリップ調査