

# 予備校の新規開校地点の評価に関する研究

## 神奈川県東部地域を例として

宮間 奈緒子（沼田 一道助教授，田中 健一助手）

### 1. はじめに

#### 1.1 本研究の背景

大学受験予備校（以下，予備校と呼ぶ）の生徒数は，少子化や入試難易度低下の影響により徐々に減ってきている．受験人口は1992年をピークに年々減少しており，その内訳も現役高校生（以下，現役生）の志願者数が増える一方，高校既卒生（以下，既卒生）は減少している．2006年度大学入試センター試験の志願者についてみると，77.3%（前年比+3.3%）が現役生であった．従来の予備校は既卒生に重点を置いていたが，上記傾向を見ると今後は，現役生の獲得にも力を入れる必要がある．

本研究では現役生の通学行動に注目した予備校の選択方法として，立寄り型のモデルの提案をし，新規に開校する予備校がより多くの生徒（現役生および既卒生）を獲得する為にはどの地点に立地すべきか，という問題を考える．

#### 1.2 本研究の目的

本研究では，ある地点に置かれた予備校がどの程度の生徒を獲得できるかを評価するモデルを提案する．現役生は高校に通っているため，移動時間を考慮すると，通学途中に存在する予備校を選ぶのではないかと考えられる．実際，多くの予備校はターミナル駅などの乗換え路線がある駅の近くに建っていることが多い．具体的には，

既卒生，現役生の利用行動パターンを基礎として，鉄道網上の各駅に，新規予備校を開校したときの獲得生徒数を見積もるモデルを作成する．

提案モデルを神奈川県東部地域の鉄道網と既存予備校配置に適用し，その有用性を検証する．

### 2. 提案する予備校集客モデル

予備校がより多く生徒を獲得するためには，生徒の予備校選択行動を理解して開校する必要がある．現役生は通学経路上にある予備校を選び，既卒生は自宅に近い予備校を選ぶ場合が多い．これをふまえて，既存予備校の位置を所与とし，現役生については居住地と通学高校の対の分布，既卒生については居住地の分布をもとに，ある地点に置かれる新規予備校の獲得生徒数を見積もるためのモデルを構成する．

#### 2.1 前提条件

このモデルを構成する際の前提条件は以下の通りである．

駅ごとの立地の良し悪しを評価するため，生徒が予備校に感じる魅力度（講師の好みや予備校の質など）は均一とし，全ての予備校（新規予備校含む）は互いに競合しているとする．

鉄道網上での移動のみを考慮し，移動の出发点と終着点は鉄道駅に集約させ，駅間でのみ移動がおこるものとする．

予備校は鉄道駅にのみ配置可能とする．

利用者（生徒）は駅間を最短距離で移動するものとする．

## 2.2 予備校選択基準

現役生・既卒生の予備校の選択基準を、それぞれ以下のように与える。

【現役生】居住地最寄駅（出発駅）と通学高校最寄駅（到着駅）の対で区別される。以下、この対を OD ペアと呼ぶ。OD は Origin（出発駅）と Destination（到着駅）の略である。生徒は OD 間を最短経路で移動するものとし、この最短経路を通学経路と呼ぶ。

通学経路上に予備校が存在する場合は、その予備校を選ぶものとする。通学経路上に予備校が複数存在する場合は、生徒はそれらを等確率で選択するものとする。（以下、立寄り型 と呼ぶ。）

通学経路上に予備校が含まれない場合は、通学経路の両端のどちらか（自宅あるいは通学高校）に一番近い予備校を選ぶとする。（以下、立寄り型 と呼ぶ。）

【既卒生】居住地最寄駅から最寄りの駅にある予備校を選ぶとする。（以下、直行型と呼ぶ。）

## 3. モデルの定式化

提案するモデルを形式的に記述する。記述に際しては以下の記号を使用する。

駅の集合を  $V = \{1, \dots, n\}$ ，既存予備校の集合を  $Z = \{1, \dots, m\}$ ，高校の集合を  $S = \{1, \dots, k\}$  とする。また鉄道ネットワークを  $G = (V, E)$  で表す。 $Z, S \subset V$  である。出発駅を  $i$ ，到着駅を  $j$  とし、OD ペア  $(i, j)$  間を移動する現役生の人数を  $w_{ij}$  とする。 $i, j \in V$  である。

いま、新規予備校の候補地を  $x (x \in V)$  とする。 $x$  に配置した際の総獲得生徒数  $G(x)$  は、

$$G(x) = \text{立寄り型 の総数} + \text{立寄り型 の総数} + \text{直行型の総数} \quad (3.1)$$

で与えられる。以下、それぞれによる獲得生徒数を見積もる。

【立寄り型 の総数】  $\delta_{ij}(x)$  は  $x$  が OD ペア  $(i, j)$  間の最短経路上に含まれるか否かを表す。含まれるとき  $\delta_{ij}(x) = 1$ ，そうでないとき  $\delta_{ij}(x) = 0$  とする。 $x$  に置かれた新規予備校が  $(i, j)$  間を移動する生徒を「立寄り型」で獲得できるのは、 $\delta_{ij}(x) = 1$  のときであり、 $(i, j)$  間の最短経路上にある既存予備校の数を  $K_{ij}$  とすると、獲得生徒数は  $w_{ij} / (K_{ij} + 1)$  となる。「立寄り型」による候補駅  $x$  の獲得総数は、これを全 OD ペアについて足し合わせた(3.2)式で与えられる。OD は全 OD ペアの集合を表す。

$$\text{立寄り型 の総数} = \sum_{(i,j) \in OD} \delta_{ij}(x) \frac{1}{K_{ij} + 1} \cdot w_{ij} \quad (3.2)$$

【立寄り型 の総数】  $x$  に置かれた新規予備校が  $(i, j)$  間を移動する生徒を「立寄り型」で獲得できるのは、すべての  $z \in Z Y \{x\}$  について  $1 - \delta_{ij}(z) = 1$  のときであり、かつ  $x$  が  $Z Y \{x\}$  の中で、 $i$  または  $j$  から最も近い駅の場合である。 $\mu_{ij}(x) = 1$  で  $x$  が、 $i$  または  $j$  から一番近い場合を表し、 $\mu_{ij}(x) = 0$  でそうでない場合を表す。 $x$  に置かれた新規予備校が獲得する  $(i, j)$  間を移動する生徒の数は

$\left\{ \prod_{z \in ZY\{x\}} (1 - \delta_{ij}(z)) \right\} \mu_{ij}(x) \cdot w_{ij}$  で表される。「立寄り型」による候補駅  $x$  の獲得総数は以下の(3.3)式で与えられる。

$$\text{立寄り型 の総数} = \sum_{(i,j) \in OD} \left\{ \prod_{z \in ZY\{x\}} (1 - \delta_{ij}(z)) \right\} \mu_{ij}(x) \cdot w_{ij} \quad (3.3)$$

【直行型の総数】居住地である駅  $i$  から最寄りの予備校を選ぶ「直行型」の場合の獲得生徒数を考える。 $Z Y \{x\}$  の中で、駅  $i$  の最寄駅が  $x$  であるか否かを  $v_i(x)$  で表わす。駅  $x$  が最寄りのとき  $v_i(x) = 1$ ，そうでなければ  $v_i(x) = 0$  とする。また  $x$  に既存する予備校の数を  $K_x$  で表し、駅  $x$  に置かれる新規予

備校の獲得割合を  $1/(K_x + 1)$  とする。駅  $i$  に居住する生徒を獲得できるのは  $v_i(x) = 1$  のときであり、駅  $i$  に居住する既卒生の数を  $p_i$  とし、 $i \in V$  について足し合わせた(3.4)式で「直行型」による候補駅  $x$  の獲得総数を与える。

$$\text{直行型の総数} = \frac{1}{K_x + 1} \sum_{i \in V} p_i \cdot v_i(x) \quad (3.4)$$

(3.1) ~ (3.4) により、駅  $x$  に新規予備校を開校したとき、その総獲得生徒数  $G(x)$  は以下で与えられる。

$$G(x) = \sum_{(i,j) \in OD} \delta_{ij}(x) \frac{1}{K_{ij} + 1} \cdot w_{ij} + \sum_{(i,j) \in OD} \left\{ \prod_{z \in ZY\{x\}} (1 - \delta_{ij}(z)) \right\} \mu_{ij}(x) \cdot w_{ij} + \frac{1}{K_x + 1} \sum_{i \in V} p_i \cdot v_i(x) \quad (3.5)$$

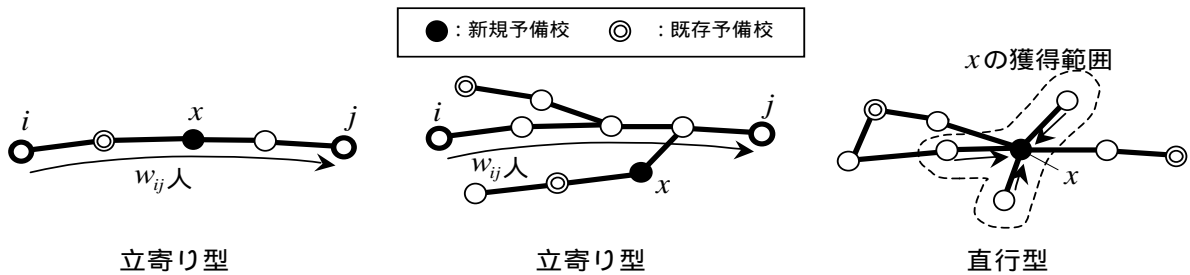


図1. 新規予備校の3通りの利用パターン

#### 4. 計算手順

Step0 (データの用意):

- ・ 駅を点, 駅間の鉄道路線を枝とし鉄道網  $G = (V, E)$  を作成する。(駅の位置と駅間の距離も入力する.)
- ・ 高校の位置(駅)と既存予備校の位置(駅)である  $S, Z$  を選定する。

Step1 (前処理):

- ・ Dijkstra 法[1]により全  $OD$  ペア  $(i, j)$  の最短経路と最短距離を計算する。
- ・ すべての  $x \in V$ , すべての  $(i, j) \in OD$  について,  $\delta_{ij}(x), v_{ix}, K_{ij}, K_x$  を計算する。

Step2 ( $w_{ij}, p_i$  の見積り):

- ・  $w_{ij}$  は  $i$  駅の現役生の数をすべて  $8 (i \in V)$ ,  $j$  駅の高校の数を  $\beta_j$  として,  $w_{ij} = 8\beta_j$  とする。 $\beta_j$  は  $j$  駅を最寄りとする高校の数である。複数の駅を利用すると考えられる高校は, それらの駅を分割する。
- ・ 既卒生の居住量  $p_i$  はすべて 2 とする。

Step3 ( $G(x)$  の計算):

すべての  $x \in V$  について,  $\delta_{ij}(x), v_{ix}, K_{ij}, K_x, w_{ij}$  及び  $p_i$  を用いて  $G(x)$  を計算する。

#### 5. 実験

作成した予備校集客モデルを, 神奈川県東部地域の鉄道路線網と既存予備校の配置にあてはめる。このとき作成した鉄道ネットワークを図1に示す。駅の集合を  $V = \{1, \dots, 91\}$ , 既存予備校の集合を  $Z = \{1, \dots, 14\}$ , 高校の集合を  $S = \{1, \dots, 98\}$  として実験を行う。既存予備校は地域の中に多数存在するうち, 規模の大きい予備校を選出している。プログラムは Microsoft Excel VBA を用いて作成した。

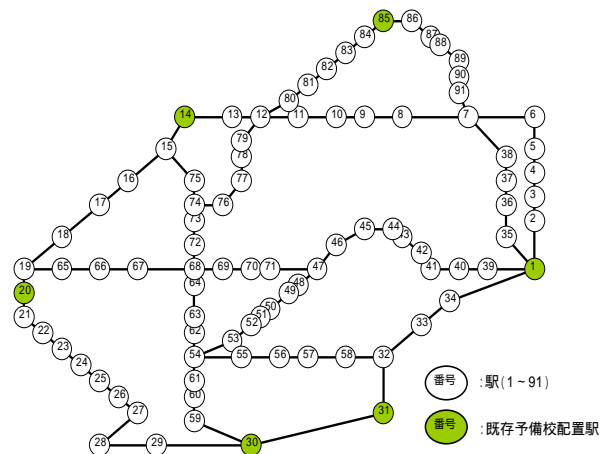


図2. 神奈川県東部地域のネットワーク図

## 6. 実験結果および考察

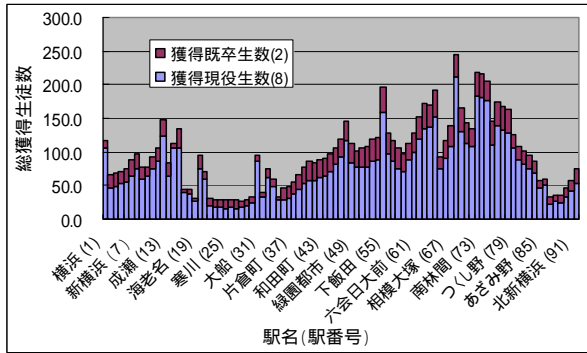


図 3 . 各駅の総獲得生徒数

対象地域である 91 駅の総獲得生徒数を図 3 に示す . そのうち 総獲得生徒数の上位 20 駅の新規予備校候補駅は表 1 のようになった . 駅によってかなりばらつきがある結果となっている . 図 4 は総獲得生徒数を図 1 のネットワーク図に加えたものである . 図 4 より , 多くの生徒を獲得できると期待される駅は , 鉄道路線網の中心部やターミナル駅に集中している結果となった .

## 7. まとめと今後の課題

本研究では , 生徒の行動パターンを考慮し , より多くの生徒を獲得できると期待される予備校の候補地点を選定するモデルを提案し , これを神奈川県東部地域にあてはめた . 今回は  $w_{ij}, p_i$  は一定量として計算をしているため , 移動量の多い中心部のターミナル駅付近に集中している結果となっているが , 各駅の乗降者数や駅周辺人口量に比例させて  $w_{ij}, p_i$  の値を大きくすると , 今回とは異なった結果が求められ現実により近づくのではないかと考えられる . この点は未確認であるが , 提案モデルは新規予備校の開校地点を評価し検討するための新たな方法として , 有望ではないかと考えられる .

今後の課題として以下の点が挙げられる .

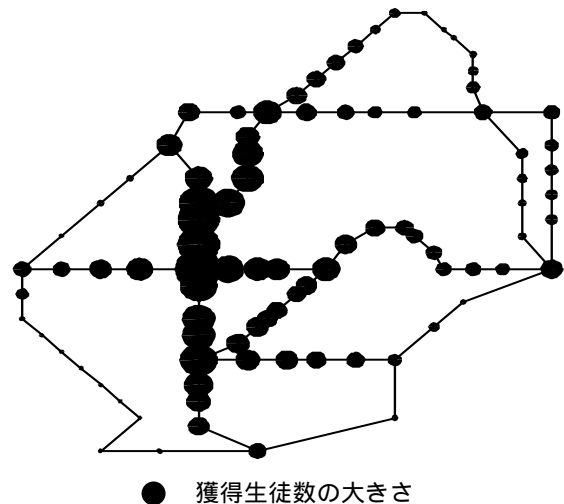
- (1) OD ペア  $(i, j)$  の移動量や居住量を求める作業は , 手作業で見積もっているのため , 現実により近くするためにはどうするかを , 生徒の行動パターンをより詳細にして検討しなければならない .
- (2) 実験で使用したネットワークは広い範囲から一部区間を取り出している . そのため狭い範囲内での駅間の移動しか考慮していないので , ネットワーク外からの移動も検討しなければならない .

### 【主要参考文献】

- [1] 福島雅夫(1996): 「数理計画入門」, 朝倉書店
- [2] 木下栄蔵(1996): 「マネジメントサイエンス入門 経営・政策科学の戦略モデル」, 近代科学社

表 1 . 総獲得生徒数上位 20 の新規予備校候補駅

順位	駅名(駅番号)	総獲得生徒数(人)	順位	駅名(駅番号)	総獲得生徒数(人)
1	大和 (68)	243.85	11	瀬谷 (69)	164.96
2	鶴間 (72)	219.16	12	すすかけ台 (78)	162.66
3	南林間 (73)	215.83	13	六会日大前 (61)	151.13
4	中央林間 (74)	205.86	14	長津田 (12)	148.63
5	湘南台 (54)	195.76	15	二俣川 (47)	146.51
6	桜ヶ丘 (64)	191.98	16	東林間 (75)	144.94
7	つきみ野 (76)	174.17	17	三ツ境 (70)	143.28
8	長後 (62)	171.35	18	相模大塚 (67)	139.27
9	高座渋谷 (63)	170.66	19	希望が丘 (71)	135.14
10	南町田 (77)	167.82	20	相模大野 (15)	134.59



● 獲得生徒数の大きさ

図 4 . 総獲得生徒数の分布