

IV-453 世代重複を考慮したA system of cities model

アイシン開発 正員 水野 智文
岐阜大学 正員 上田 孝行
岐阜大学 正員 小池 淳司

1. はじめに

大都市への人口集中に伴う諸問題の解決策の重要性は言うまでもない。そのためには、どのような要因でどのように人口が変化するかを知る必要がある。

図1に見るように、大都市への人口流入の大部分は若者が占めている。これから、世代によって立地行動が異なると考えられる。

そこで本研究では、人口を若者世代と中高年世代の2世代に区分した世代重複モデル¹⁾の枠組みでの立地行動をモデル化し、世代間の相互干渉、(仮想)移転費用、都市間の交通費用などの要因が都市群での人口分布に与える影響を分析する。

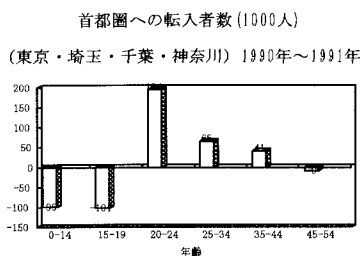


図-1 首都圏への年齢別転入者数

2. 世代重複モデル

2.1 モデルの仮定

時間は一定の長さの期間によって離散的に表される。1期経ると若者世代(y)は中高年世代(o)に老化し、中高年世代は若者世代を再生産する。それゆえ、どの期間においても2つの世代が存在する。またそれぞれの世代の全体の人口は一定とし、これはどの期間においても不変(=1)とする。どの世代の個人も各期の期首に立地する都市を選択する。図-2に2都市間の各世代の人口の流れを示す。

2.2 立地選択行動

それぞれの都市・世代の人口は、次式のダイナミクスを構成するような立地行動を行う。2都市の場合を例として、

$$\begin{bmatrix} N_1^y(t+1) \\ N_1^o(t+1) \\ N_2^y(t+1) \\ N_2^o(t+1) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & R_{11}^{yy}(t) & 0 & R_{12}^{yo}(t) \\ R_{11}^{oy}(t) & 0 & R_{11}^{oo}(t) & 0 \\ 0 & R_{21}^{yy}(t) & 0 & R_{22}^{yo}(t) \\ R_{21}^{oy}(t) & 0 & R_{22}^{oo}(t) & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} N_1^y(t) \\ N_1^o(t) \\ N_2^y(t) \\ N_2^o(t) \end{bmatrix} \quad (1)$$

$N_i^g(t)$: 期間 t において都市 i における世代 g ($=y, o$) の人口

$R_{ij}^{gg'}(t)$: 都市 i に住む世代 g の人が期間 t において世代 g' のときに都市 j を選択する確率

ここで、選択確率はロジットモデルを用いてあらわされる。

$$R_{11}^{yy}(t) = \frac{\exp\left(\theta^y(V_1^y(t) + \rho V_1^{yo}(t) - r_{11}^y)\right)}{\exp\left(\theta^y(V_1^y(t) + \rho V_1^{yo}(t) - r_{11}^y)\right) + \exp\left(\theta^y(V_2^y(t) + \rho V_2^{yo}(t) - r_{12}^y)\right)} \quad (2, a)$$

$$V_1^{yo}(t) = \frac{1}{\theta^o} \ln \left[\exp\left(\theta^o V_1^o(t) - r_{11}^o\right) + \exp\left(\theta^o V_2^o(t) - r_{12}^o\right) \right] \quad (2, b)$$

$V_i^g(t)$: t 期において世代 g が都市 i から受ける効用

ρ : 中高年時期の効用の割引ファクター

r_{ij}^g : 世代 g が都市 i から j への立地変更する際の移転費用

θ^g : ロジットパラメータ

$V_i^g(t)$: t 期に世代 g が都市 i から受ける効用

$V_i^{og}(t)$: t 期における若者世代が次期に中高年世代で選択する都市から得られる効用

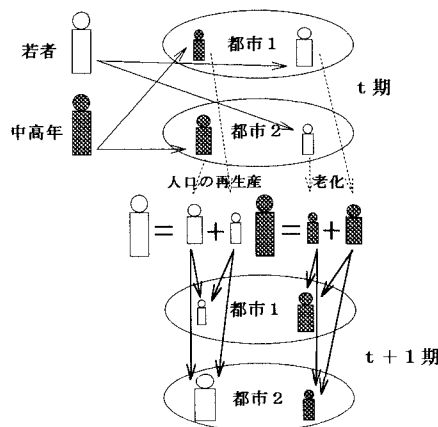


図-2 2都市間の人口の流れ

3. 世代間相互作用の影響分析

世代間の相互作用影響を分析する場合は、効用関数を次のように特定化する。

$$V_i^y(t) = \alpha N_i^y(t) + \beta N_i^o(t) \quad (3)$$

$$V_i^o(t) = a N_i^y(t) + b N_i^o(t) \quad (4)$$

ここで、 a 、 b 、 α 、 β は、若者世代と中高年世代との自都市内での相互作用の強さと方向を表すパラメータである。これが正のときは人口の集積が効用を高め、負のときは低下させる。

外生的なパラメータを多数のケース（ $\theta=1, -2.5 \leq \alpha, \beta, a, b \leq 2.5$ ）で与えた上での数値シミュレーションによって、各世代間の相互作用が人口分布に与える影響を分析した。両世代間、世代内のいずれも正の相互作用がはたらく場合（ $\alpha, \beta, a, b > 0$ ）は、一つの都市に両世代ともに人口が集中する。若者世代の存在は正に、中高年世代の存在は負にはたらく場合（ $\alpha, a > 0, \beta, b < 0$ ）は、各都市の人口が均等になりやすい。その他のパターンでは人口分布が振動する現象がみられる場合があり、人口分布が安定化しないケースがしばしばみられた。

$$\alpha=0.3 \quad \beta=0.5 \quad a=0.2 \quad b=0.3$$



若者世代 中高年世代

$$\alpha=1.5 \quad \beta=2.5 \quad a=1 \quad b=1.5$$



若者世代 中高年世代

都市数2 左から都市1
 $r_y=0 \quad r_o=0 \quad \rho=0.9$
 初期人口 若者世代
 都市1 0.7 都市2 0.3
 中高年世代
 都市1 0.7 都市2 0.3

図-3 相互作用による都市人口分布への影響

4. 交通改善の影響分析

交通によるアクセシビリティを導入した場合は、次の効用関数¹⁾を用いる。

$$V_i^y(t) = \left\{ \sum_{j=1}^I N_j^y \exp(-\gamma \tau_{ij}) \right\}^{\alpha_i^y} + \left\{ \sum_{j=1}^I N_j^o \exp(-\gamma \tau_{ij}) \right\}^{\alpha_i^o} - \left(\frac{1}{L_i} \right) (N_i^y + N_i^o)^{\beta} + A_i \quad (5)$$

$$V_i^o(t) = \left\{ \sum_{j=1}^I N_j^y \exp(-\gamma \tau_{ij}) \right\}^{\alpha_i^y} + \left\{ \sum_{j=1}^I N_j^o \exp(-\gamma \tau_{ij}) \right\}^{\alpha_i^o} - \left(\frac{1}{L_i} \right) (N_i^y + N_i^o)^{\beta} + A_i \quad (6)$$

I : 都市数 τ_{ij} : 都市 i から都市 j への物理的距離

γ : 物理的距離一単位に要する一般化交通費用(単位交通費用)

α_i^y, α_i^o : 都市 i におけるアクセシビリティの魅力度
 ・集積の経済を規定するパラメータ

α_i^y, α_i^o : 異なる世代によって影響を受ける上記のパラメータ

β_i^y, β_i^o : 都市 i における集積の不経済を規定するパラメータ

L_i : 都市 i の空間キャパシティ A_i : 都市 i の外生的固有属性

3. と同様に数値シミュレーションによって交通改善の影響を分析した。(図-4)

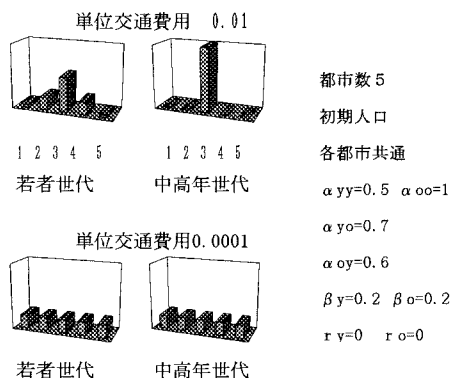


図-4 交通改善による都市人口分布への影響

単位交通費用が十分に高い場合と十分に低い場合には、各都市の人口分布はどちらの世代でも均等化しやすい。単位交通費用がこれらの中間の水準のときは、特定の都市に人口が集中する。ただし、図-4の上部のようにその集中度は世代間で異なる場合がある。世代重複モデルでも既往の研究と同様に交通改善にともなつて、分散→集中→分散という人口分布の変化が観察された。(仮想) 移転費用はそれが高くなると、分散→集中の変化を抑制するが、同時に集中→分散の変化も抑制する傾向が見られた。

5. おわりに

本研究での定性的な知見からは、人口分散化をはかるには、移転費用を低下させること、正の世代間相互作用を過度に生じさせないこと、交通費用を低下させることが有効である。ただし、このことは人口分散化の厚生評価とは独立であり、分散の社会的望ましさは別途分析しなければならない。

今後は、人口をより細かく世代分けをしたモデルの展開を試みたい。

参考文献

- 1) 上田孝行:A SYSTEM OF TWO CITIES MODELLED WITH OVERLAPPING GENERATIONS, 土木計画学研究・講演集 No. 17, PP. 255-258, 1995
- 2) 上田孝行・松葉保孝:A system of cities モデルを用いた交通改善の影響分析, 応用地域学研究 No. 1, PP. 69-75, 1995