

IV-4 都市地域における人口分布の予測方法について

金沢大学工学部 正員 松浦義徳

1. まえがき. ここには都市の土地利用計画立案作業において求められる将来の従業通学地就業通学人口分布, 居住地居住人口分布の予測方法を提案する. 都市の土地利用計画あるいは交通計画における将来予測方法は, 諸経済指標の過去の趨勢に依存するといわれるトレンド方式と, 都市を構成する各要素間の繋がりを明らかにし, 各要素の変動にともなう都市機能の変化を予測し, これに対応する計画立案をする構成方式とに大別できる. ここに提案する人口分布の予測手法は後者に属する. しかし, 従業通学地就業通学人口の構造分析が不十分なため, それを予測する段階で一部トレンド方式を採用している. この予測手法は基本的には従業通学地就業通学人口の分布が居住地居住人口の分布を決めるという思想に基づいている. しかし従業通学地就業通学人口のうち居住地居住人口に依存する分布があるため, 手順としてはまず粗い目標年度居住人口分布を求めその結果を用いて従業通学人口分布を推定する.

2. 将来人口分布の予測方法

将来人口分布の予測手順を図-1に示す. 以下, 順を追って予測手順を説明する.

step 1 基準年度居住人口分布の算定: 対象圏域の基準年度の居住人口密度を算定し, 人口密度~実距離, 人口密度~時間距離の関係を求める. 密度は可住面積に対する値である.

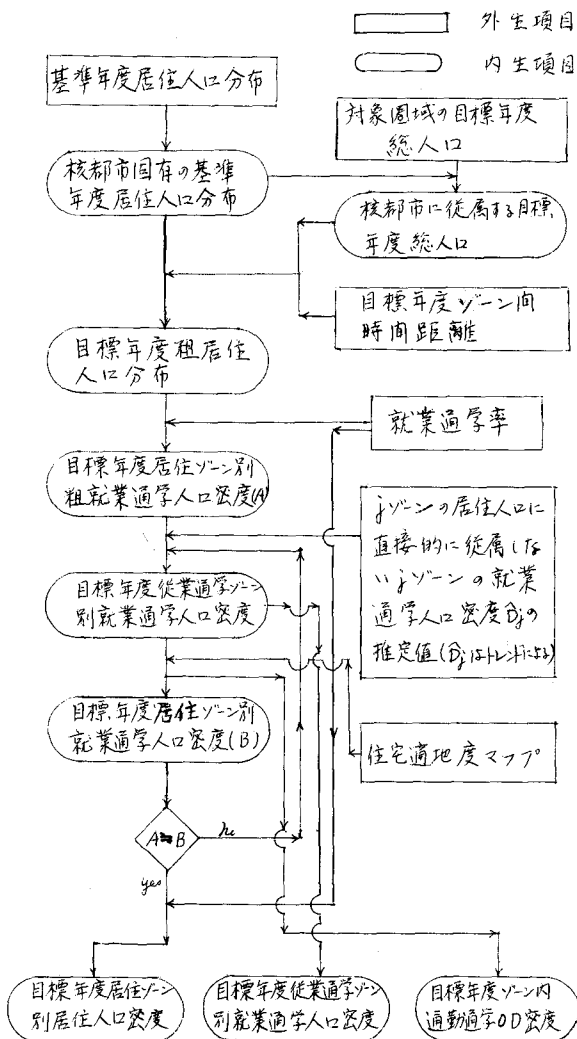
step 2 核都市固有の居住人口分布の推定: 対象圏域の居住人口分布は圏域内の各核都市固有の人口分布を重ね合わせたものとみなして, それらの核都市の居住人口分布を推定する(推定方法は3節に述べる).

step 3 対象圏域の目標年度総人口の予測: トレンドにより予測する.

step 4 目標年度総人口の各核都市への配分: 基準年度における各核都市の規模(人口の大きさ)に比例させて総人口の増分を配分する.

step 5 目標年度ゾーン間時間距離の導入: 交通計画案に基づいてゾーン間時間距離(通勤を対象とした)を算定する.

図-1 将来人口分布予測のプロセス・チャート



step 6, 目標年度粗居住人口分布の算定: 人に増大, 交通速度の変化に应答する人口分布を各種都市について算定し, その結果を重ね合せて, ゾーン毎の人口密度を算出する(算定方法はオ4節に記す)

step 7, 就業通学率の算定: 既存の資料を用いてゾーン別就業通学率(就業通学者数/居住人口)を算出し, 居住人口密度の関数として表わす。

step 8, 目標年度居住ゾーン別就業通学人口密度(A)の推定: step 6の結果に居住人口密度に対応した就業通学率を乗じて算出する。

step 9, j ゾーンへの通勤通学人口のうちそのゾーンの居住人口に直接的に付属しない通勤通学人口 D_j の推定: D_j はトレンドにより推定する(推定方法の詳細はオ5節に述べる)。

step 10, 目標年度従業通学ゾーン別就業通学人口密度の算出: (算出方法はオ5節に述べる)。

step 11, 住宅適地度マップの作成: 対象圏域の自然条件による住宅立地条件を500mメッシュ単位でランニングする(マップの作成方法をオ6節に述べる)。

step 12, 目標年度居住ゾーン別就業通学人口密度(B)の算出: (算出方法をオ7節に述べる)。

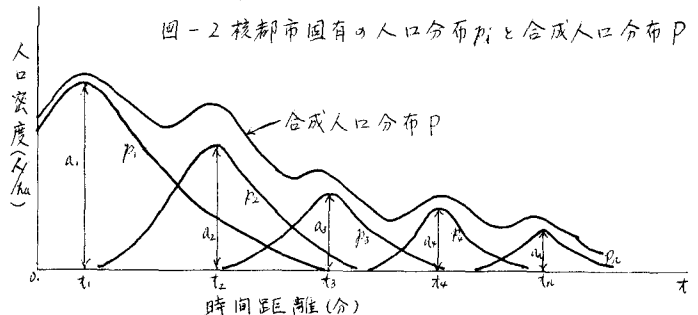
step 13, 目標年度居住地居住人口密度, 従業通学地就業通学人口密度, 通勤通学ODの算出: $A \approx B$ になったときBに就業通学率の逆数を乗じて居住人口密度を算定し, 就業通学人口密度および通勤通学ODはstep 10, 11の値をとる。

3. 校都市固有の居住人口分布の推定方法, この節では中心校都市の重心を通り, 周辺の校都市を通過する断面の居住人口分布曲線から個々の校都市固有の人口分布を推定する方法を述べる。

個々の独立した都市の人口分布は縦軸に人口密度($\text{人}/\text{km}^2$), 横軸に時間距離(分)をとったとき, 都市規模の大小に無関係にそのパターンは同一である(すなわち分布型は相似である)という仮定を導入する。校都市の中心位置をある基準地から時間距離($t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$)で表わし, 校都市固有の人口分布および合成人口分布の概念図を描くと図-2のようになる。

個々の校都市の人口分布 p_i は上記の仮定に基づいて次のように表わされる。

$$\left. \begin{aligned} p_1 &= a_0 k_1 e^{-\frac{\rho_0}{k_1}(t-t_1)^2} \\ p_2 &= a_0 k_2 e^{-\frac{\rho_0}{k_2}(t-t_2)^2} \\ &\dots\dots\dots \\ p_n &= a_0 k_n e^{-\frac{\rho_0}{k_n}(t-t_n)^2} \end{aligned} \right\} \dots\dots(1)$$



ここで a_0 : 中心校都市の最大人口密度, k_i : a_i/a_0 , ρ_0 : 中心校都市人口分布の時間距離感応係数, また合成人口分布Pは

$$P = p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_n = a_0 \left\{ k_1 e^{-\frac{\rho_0}{k_1}(t-t_1)^2} + k_2 e^{-\frac{\rho_0}{k_2}(t-t_2)^2} + \dots + k_n e^{-\frac{\rho_0}{k_n}(t-t_n)^2} \right\} \dots\dots(2)$$

となる。 $P(t)$, a_0 , t_i が既知であるとき, $k_1, k_2, k_3, \dots, k_n$ および ρ_0 の $n+1$ 個の未知数を求めれば個々の校都市の人口分布は(1)式で表わされる。いま時間距離 $t_1, t_2, t_3, \dots, t_n$ と任意点 t_0 に対応する合成人口密度を $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ および P_0 とおけば(2)式を用いて $n+1$ 個の連立方程式を発生させることができる。従って $n+1$ 個の未知数は求められる。

4. 人に増大, 交通速度の上昇に应答する人口分布, この節では校都市固有の居住人口分布を対象に

して人口増大，交通速度の上昇による人口分布の変動を考える。いま実距離平面上の人口密度 p_d (人/ha)，時間距離平面上の人口密度 p_t (人/分)，実距離 (m)，時間距離 (分) の4つの成分をもって人口増大，交通速度の上昇による人口分布の変動を図式で表わすと図-3のように説明される。ここで右は都市境界を表わす。各要素間の関数関係を基準年度について求めると次のようになる。

$$\text{実距離 } d = vt \text{ (m)} \quad \text{----- (3)}$$

$$\text{人口密度 } p_d = a e^{-\alpha d^2} \text{ (人/ha)} \quad \text{----- (4)}$$

$$\text{人口密度 } p_t = \frac{a v v'}{100^2} e^{-\alpha v'^2 t^2} \text{ (人/分)} \quad \text{----- (5)}$$

また， p_d と p_t の間には

$$p_t = \frac{p_d v v'}{100^2} \text{ (人/分)} \quad \text{----- (6)}$$

なる関係がある。ただし， v は放射方向の交通速度であり， v' は円周方向の交通速度である。

交通条件が一定の場合の総人口の増加は人口密度を一様に上昇させるという経験則に基づいて，校都市の総人口に倍になったときの人口分布曲線 p_d' を求めると次のようになる。

$$p_d' = k a e^{-\frac{\alpha}{k} d^2} \quad \text{----- (7)}$$

$$p_t' = \frac{a k v v'}{100^2} e^{-\frac{\alpha v'^2}{k} t^2} \quad \text{----- (8)}$$

次に，交通速度が v_1 から v_2 へ上昇したときの人口分布 p_d' を求めると次のようになる。

$$p_d' = \frac{a k v v'}{v_1} e^{-\frac{\alpha v'^2}{k v_1} d} \quad \text{----- (9)}$$

$$p_t' = \frac{a k v v'}{100^2} e^{-\frac{\alpha v'^2}{k} t^2} \quad \text{----- (10)}$$

ここで v は放射方向の均衡交通速度を表わし，次式から求める。C は右における p_t である。

$$C = \frac{a k v v'}{100} e^{-\frac{\alpha v'^2}{k} t_0} \quad \text{----- (11)}$$

(9)，(10)式は1つの断面の人口分布を表わしている。これを基準断面として他の断面の人口分布，すなわち面的に拡がった人口分布の推定方法を考える。図-4は面的人口分布の推定方法を図式で説明したものである。いま，基準断面の人口分布を $p_d = a_0 e^{-\alpha_0 d^2}$

$$p_t = \frac{a_0 v v'}{100^2} e^{-\alpha_0 v'^2 t}$$

とみると，交通速度が v' である断面の人口分布 p_d' ， p_t' は v' を一定とすれば

$$\left. \begin{aligned} p_d' &= a_0 e^{-\frac{v'^2}{v^2} \alpha_0 d^2} \\ p_t' &= \frac{a_0 v v'}{100^2} e^{-v'^2 \alpha_0 t} \end{aligned} \right\} \quad \text{----- (12)}$$

となる。

5. 目標年度後業通学ゾーン別就業通学人口密度の算出方法

図-3 人口分布変動の概念図

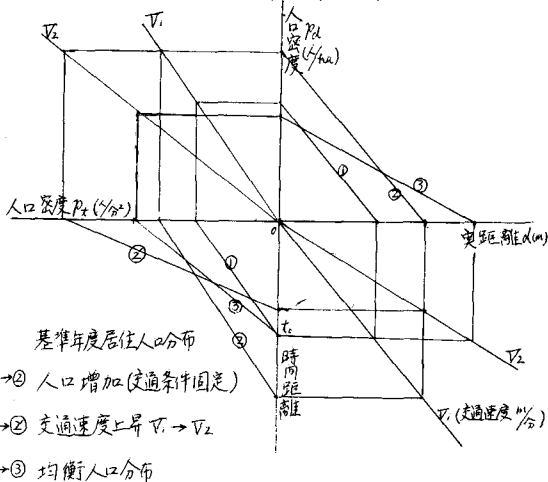
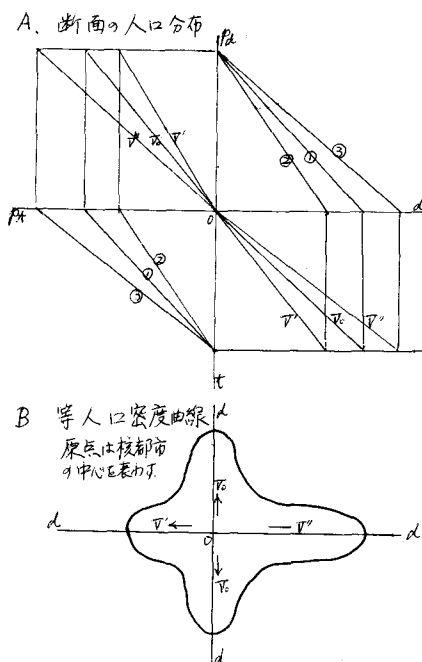


図-4 面的人口分布推定方法概念図



- ① 基準断面の人口分布，この断面の交通速度は v である
- ② 交通速度が v' である断面の人口分布
- ③ 交通速度が v' である断面の人口分布

