

幹線街路の新設にともなう人口分布の変動

金沢大学 工学部 学 岡田 勇治
金沢大学 工学部 正 松浦 義満

1 まえがき 交通網の変化に応答して変動する土地利用の形態を予測することは、都市の土地利用計画、交通計画を立案するに際して極めて重要な作業のひとつである。過去において、交通網と土地利用との依存関係については多くの研究が行われ、またSchneider model, Lowry model等の多くのmodelが提案されている。しかし、従来の研究においては、交通抵抗値として時間距離のみを採用しているものが多く、また利用する交通手段の特性が明確でない。現実には、交通抵抗として時間距離の他に、貨幣支払い額、身体エネルギー消費量などあり、また鉄道、バス、自動車、徒歩等、輸送特性の異なる交通手段が競合して都市の土地利用形態を決定させている側面もあると考えられる。

この研究では、上述の問題意識のもとに、昭和46年度に、金沢市の都心から郊外へ向って開通した犀川大通りと、江戸期に既に建設されていた寺町通りの人口分布（世帯数の分布）の変動を比較分析することにより、交通網と土地利用の依存関係について検討する。

2. 金沢市における放射方向幹線街路沿道の世帯密度分布の時系列変動

最初に金沢の人口規模の変遷について述べておく。金沢の人口は江戸末期には12万3千人を数え、当時、我國においては江戸、大阪、京都に次いで4番目の規模を誇っていた。その後、幕藩体制の崩壊と共に金沢は次第に衰退し、明治29年には8万3千人にまで減少した。明治29年以降、人口は増加の方向に転じ、第1回国勢調査の行なわれた大正9年には12万9千人となった。以降、他の都市と同様な増加傾向を示し、昭和40年には33万5千人、昭和45年には36万1千人、昭和50年には38万8千人となった。昭和53年の人口は40万1千人、世帯数は12万9千世帯でありまた金沢市で従業する就業者数は20万6千人である。

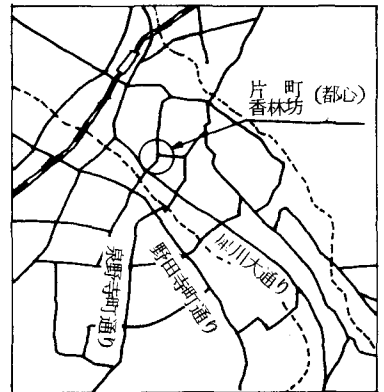


図-1 金沢の幹線街路網

金沢の幹線街路は昭和5年に都市計画決定されたものを建設して来ているが、現在利用可能な街路は図-1に示すごとくものである。これらの街路のうち比較的新しく開通した片町から涌浪へ抜ける犀川大通り、藩制時代既に開通していた野田広交路から野田へ抜ける寺町通りの沿線、および寺町から泉野へ抜ける街路の沿線を研究対象地域に選ぶ。

犀川大通りは昭和5年に都市計画決定され、昭和15年に着工したものの戦争の影響もあり、また都心部の家屋密集地域を通過するため工事は遅々として進行しなかった。昭和40年に至り、市当局は全力をあげて工事に取り組むようになり、昭和46年10月ようやく全線が開通した。

寺町通りの沿道は藩制時代、意図的に寺院が配置された地圧である。この街路は前田利家以来の加賀藩主の墳墓（野田山墓地）へ通じる道であり、藩制期には直道とされていた。明治以降は主に野田練兵場へ通じる道として利用され、大正年間に市街電車の開通にともない拡張された。寺町泉野通りは鶴来街道と呼ばれた旧街道である。

毎年発行されている住宅明細図を用い、それを
1/4 mの正方形メッシュ(面積は2畧a)に圧
分して世帯数を読み取って算出した。

図-2, 3, 4と比較してみると、3つの特徴
に気づく。1つは犀川大通りにおいて昭和43年
から昭和53年までの11年間に沿道の世帯密度
が都心部において減少し、周辺部において大幅に
増大していることに反して、野田寺町通りおよ
び寺町泉野通りにおいては、昭和44年から昭和5
3年までの10年間に大きな変動をしてないこと
である。2つめの特徴は犀川大通りの開通前の世
帯密度の減少勾配(都心からの距離1 km以遠における)が、
図-2, 4, および図-3(点線の勾配)においてほぼ等しい
点にある。3つめの特徴は図-2の年度別世帯密度分布曲線が
1.4 km付近で相互に交差しており、その地点が1つの回転軸
になっていることである。この地点は旧市内の都市境界に当る。
従って分布曲線の回転現象は密集していた旧市内の住宅が分散
しているといえることができる。これら3つの特徴的現象から犀
川大通り沿道の世帯密度の変動はこの大通りの開通に直接的に
起因していることが明らかになった。

図-3に示す野田寺町通りの世帯密度分布には2 km地点付近
に高密度地区が存在することを示している。これは戦前の広大な
練兵場跡に戦後、金沢としては比較的大きな1万2千人程の住宅
団地が形成されたために生じた現象である。図-2における3 km
地点付近の盛り上り、図-4における2 km地点の盛り上りは
圧画整理事業が実行された後に形成された小規模な住宅団地の
地区に相当する。

先に述べた如く図-3, 4の世帯密度分布は昭和44年から
昭和53年までの10年間にほとんど変動していない。この現
象から野田寺町通り、および泉野寺町通りの沿道は固定あるい
は安定した、人口移動の少ない地区のように見受けられる。し
かし、実際には、都心部、周辺部を問わず居住者の入替りは激
しく、その10年間に1戸建住宅においてさえ一様に4割強の
世帯が移動している。また公務員住宅等、賃貸住宅に住む世帯は100%近くが移動している。

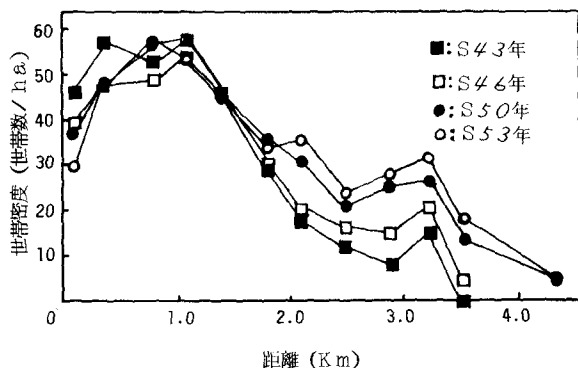


図-2 犀川大通り 世帯密度の時系列変動

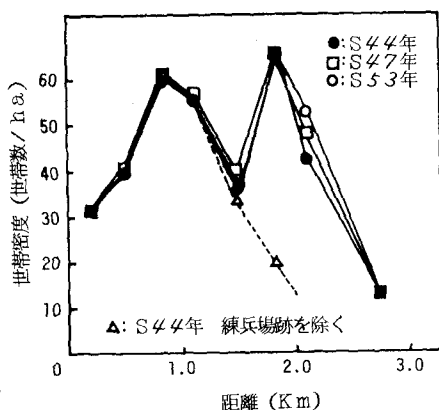


図-3 野田寺町通り 世帯密度の時系列変動

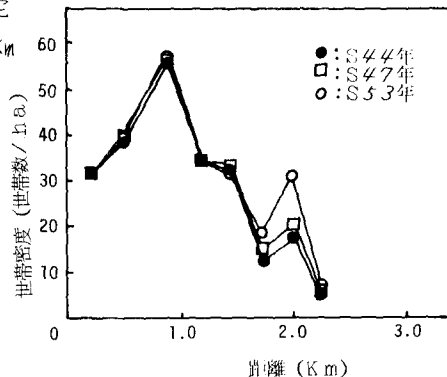


図-4 泉野寺町通り 世帯密度の時系列変動

3 距離克服の効用と通勤交通にともなう非効用⁽¹⁾

通勤距離という拘束を外して、住宅のみに注目した場合の住宅の限界効用が延べ床面積に逆比例して遞減する
と仮定し、更に住宅の延べ床面積と通勤距離は代替関係にあると仮定するならば通勤交通における距離克服の全
部効用 U は

$$U = \alpha \ln ED + U_0$$

(1)

と表わされる。ここに D は通勤距離(m)を表わし、 $\bar{U}$ は平均的世帯が求める最少延べ床面積の住宅がもたらす全部効用を表わす。 c は常数であり、 α には世帯毎に異なる値があり、1つの頻度分布をもつ住宅効用係数であるとする。

一般に人間生活の中に生ずる各種社会現象の頻度分布の中には所得分布、住宅の部屋数の分布等、ガンマ分布に従うものが多い。そこで、 α もガンマ分布に従うものとする、その相対累積度数 $F(\alpha)$ は

$$F(\alpha) = 1 - (\gamma\alpha + 1) \exp(-\gamma\alpha) \quad (2)$$

と表わされる。ここに γ は分布形を決定する指数である。

通勤交通は、徒歩-代表交通手段-徒歩、というモード・パターンを示すものとし、代表交通手段 k の交通速度 V_k を一定としたとき、通勤交通にともなう全部非効用 U^* は

$$U^* = \left(\frac{a + c e_k}{V_k} + b p_k \right) D_k + a (t_w + t_f + z t_f) + c \{ e_w t_w + e_f (t_f + z t_f) \} \quad (3)$$

と表わされる。ここに、 $t_f, z t_f$ は両端末の徒歩交通時間(分)、 t_w は待時間(分)、 t_k, D_k 、および p_k は代表交通手段 k による交通時間(分)、実距離(m)、および単位距離当りの貨幣支払額を表わし、 e_f, e_w, e_k は徒歩、待時間、交通手段 k における単位時間当りの身体エネルギー消費量を表わす。 a, b, c は時間、貨幣、身体エネルギーの重みを表わす常数である。

4 通勤のトリップ長分布

就業者が住宅の立地点を決定する際、全部効用と全部非効用の差、すなわち純全部効用を極大にする地点を選択すると考えられる。いま通勤交通の両端末の徒歩時間、 $t_f, z t_f$ および待時間 t_w は一定であると仮定して、式(1),(3)を用いて、純全部効用 $U = U - U^*$ を最大にするときのトリップ長(実距離) $\bar{D}$ を求めると

$$\bar{D} = \alpha / \left(\frac{a + c e_k}{V_k} + b p_k \right) \quad (4)$$

を得る。

住宅の効用係数 α が式(2)に従って分布するとき、 $\bar{D}$ も α と同じ発生頻度で分布することになるから、トリップ長 $\bar{D}$ の発生頻度の相対累積度数 $H(\bar{D})$ は

$$H(\bar{D}) = 1 - (\beta_k \bar{D} + 1) \exp(-\beta_k \bar{D}) \quad (5)$$

と表わされる。ここに β_k は

$$\beta_k = \left\{ (a + c e_k) / V_k + b p_k \right\} \gamma \quad (6)$$

である。式(2)と式(5)の関係を図-5に示す。

式(5)を $\bar{D}$ で微分して相対度数を求め、それに従業ゾーン j で従業する就業者のうち代表交通手段 k を利用して出勤する就業者数 $n E_j$ を乗じて、それらの就業者の通勤トリップ長分布 $n h_j(\bar{D})$ を求めると

$$n h_j(\bar{D}) = n E_j \beta_k \bar{D} \exp(-\beta_k \bar{D}) \quad (7)$$

となる。

いま j ゾーンの周辺ゾーンがすべて居住可能であるとする、居住ゾーン i から従業ゾーン j への通勤OD交通量 X_{ij} は

$$X_{ij} = (n E_j \beta_k / 2\pi) S_i \exp(-\beta_k \bar{D}_{ij}) \quad (8)$$

と表わされる。ここに S_i は居住ゾーン i の可住地面積を表わす。

昭和49年度に実施された金沢都市圏PT調査の結果を用いて図-5の第1象限に相当する相対累積度数を描き、その図に基づ

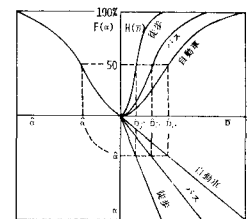


図-5 住宅効用係数 α と代表交通手段別トリップ長 $\bar{D}$ の関係

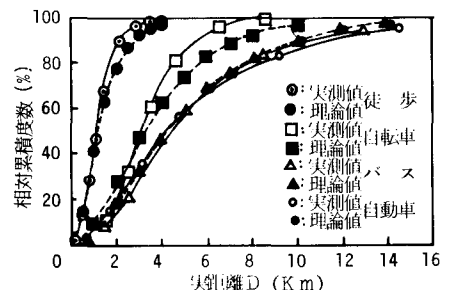


図-6 代表交通手段別通勤トリップ数の相対累積度数(昭和49年度)

いて式(5), (6) により a, b, c, r を求めると, $a = 8.67$ (円/分), $b = 1$ (仮定した), $c = 1.54$ (円/Kcal), $r = 0.622 \times 10^{-2}$ (1/円) を得る。これらの値を式(5), (6) に代入して $H(D)$ を求めると, 図-6 の如くなり, 自転車を除く徒歩, 自動車, バスの相対累積度数はかなりよく一致している。従って, 各交通手段による通勤の交通量の分布はそれと独立していると考えられる。

5 常住人口分布²⁾

式(8) を用いて, 代表交通手段長と利用する就業者のみを対象にして, i ゾーンの常住人口 P_i を求めると

$$\begin{bmatrix} P_1 \\ P_2 \\ \vdots \\ P_n \end{bmatrix} = \frac{1}{\delta} \begin{bmatrix} F_{11} & F_{12} & \dots & F_{1n} \\ F_{21} & F_{22} & \dots & F_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ F_{n1} & F_{n2} & \dots & F_{nn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_1 \\ E_2 \\ \vdots \\ E_n \end{bmatrix} \quad (9)$$

と表わされる。ここに δ は就業率を表わし, 行列 $[F]$ の要素 F_{ij} は, 次式になる。

$$F_{ij} = (\beta_{ij}^2 S_{ij} / 2\pi) \exp(-\beta_{ij} D_{ij}) \quad (10)$$

また, i ゾーンの従業地就業者数 E_i と常住人口 P_i の間には図-7 の如き関係が成立し, P_i が大きくなると E_i が増大するという最低の勾配が得られる。この関係を表わすと

$$E_i = \gamma P_i + \Delta E_i \quad (11)$$

となる。 ΔE_i は最低勾配線の上部の就業者数である。ゾーン面積が 50 ha のとき $\gamma = 0.2$ である。

式(9) と (10) から

$$\begin{bmatrix} E_1 \\ \vdots \\ E_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} [I] - \frac{\gamma}{\delta} [F] \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} \Delta E_1 \\ \vdots \\ \Delta E_n \end{bmatrix} \quad (12)$$

が導かれる。式(12) に ΔE_i を与えて E_i を求め, その E_i を式(9) に与えると P_i が得られる。但し都心部については E_i を用いて修正しなければならない。

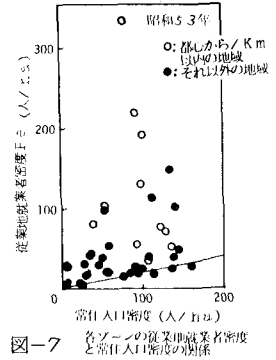


図-7 各ゾーンの従業地就業者密度と常住人口密度の関係

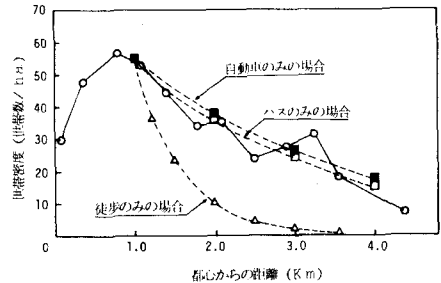


図-8 新宿大通りの世帯密度分布の実態と理論の比較

6 検討

ここでは金沢の都心ゾーンだけに ΔE を与え, 交通手段が単一である場合の常住人口分布を算出した。その結果を用いて 1 km 地点で世帯密度が同一になるように調整した世帯密度分布を図-8, 9 に示す。図-8 をみると昭和46年に開通した犀川大通りの世帯密度の分布は自動車, バスに依存しており, 正に自動車時代の分布型であるといえる。反面, 古くから開けていた寺町泉野方面の世帯密度の分布は大勢としては徒歩依存型にとどまっている。この事象から街路の新設の, 人口分布への影響の及ぼし方は, その建設時の社会的背景により異なる, といえる。

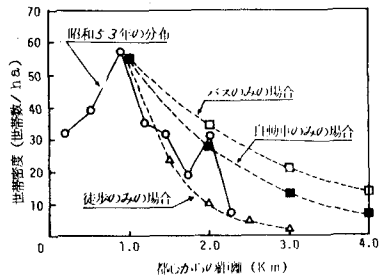


図-9 寺町泉野方面の世帯密度分布の実態と理論の比較

参考文献

- 1) 松浦義満: 通勤交通における交通手段別分且率に関する実証的研究, 土木学会論文報告集 No. 283
- 2) 斎田, 松浦, 内田: 都市地域の人口分布の予測方法に関する研究, 都市計画別冊, No. 8, 昭和48年