

戦略的都市交通政策予測・評価モデルのための人口フレーム作成手法の開発*

Population Distribution Modeling for Strategic Transportation Planning*

古屋秀樹**, 中村哲也***, 石田東生**, 鈴木勉****

by Hideki FURUYA**, Tetsuya NAKAMURA***, Haruo ISHIDA** and Tsutomu SUZUKI****

1.はじめに

交通計画策定過程において、土地利用計画・人口フレームならびに、交通計画の代替案評価が重要な課題となっている。しかしながら、詳細なゾーン設定をした際、計画関連主体間の調整や計画案作成自体に多大な時間を要する。さらに将来動向が不明瞭な現状にあつては、このような詳細な計画案策定に先立ち、多数のシナリオを簡便に作成し、それを予測・評価して代替案の更新・試行錯誤を行う中で、パブリック・インボルブメント(以下、PI)手法を用いながら、交通政策の考え方の方向性を絞り込む過程が重要と考えられる。このような過程は「戦略的交通政策評価モデルシステム」¹⁾として、既に英国で実施されているが、パーソントリップ調査でも採用される動きが見られる²⁾。

特に人口フレームは交通需要予測のインプットデータとして大きな役割を持つ。業務核都市育成やリンケージを始めとする政策的・都市計画的なシナリオを的確に反映できる、単なる予測ではない人口フレーム作成手法が必要である。

そこで本研究は、戦略モデルのための人口フレーム作成手法の構築を念頭に置き、63PTの人口フレームを作成した担当者の思考過程をエキスパートシステムとして導入して、人口フレームを簡便に作成することが可能な操作性の高い作成ツールの開発を目的とする。なお本研究では東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県、茨城南部を分析対象とし、最終的に平成32年(以下、H32)を想定して、市区町村別の夜間人口、常住地就業人口(以下、就業人口)、従業地就業人口(以下、従業人口)のフレームを作成する。

2.戦略モデルの概要と人口フレーム作成の考え方

(1) 戦略モデルについて

* キーワード: 計画手法論, 総合交通計画, 人口フレーム

** 正会員: 工博, 筑波大学社会学系

*** 学生員: 筑波大学大学院社会学系研究科

**** 工博, 筑波大学社会学系

〒305-8573 つくば市天王台 1-1-1 Phone:0298-53-5591

戦略モデルは、前述したように広域的な都市構造・交通政策の方向性を探るためのツールとして位置づけられる。

その特徴として、ゾーン設定が粗く、交通ネットワークが簡略化される一方、多様な交通政策や高齢化など社会的動向シナリオを明示できること、出力される交通状況を多様な指標を用いることによりシナリオごとの評価が可能であること、この評価プロセスをふまえ人口フレームと交通サービス設定にフィードバックして多数の代替案の再設定が行えるとともに、この過程において計画策定PIの実施が容易となることがあげられる。

そしてこの戦略モデルを使用することによって、それ以降の詳細なゾーン区分の設定による計画策定がよりスムーズになると考えられる。

このような特徴がある一方で、多くのプロセスをとるため、戦略モデルは操作性が高く簡便性を有する必要があるといえる。

(2) 人口フレームに関する既存研究・既存計画

人口予測手法としてトレントモデルやコーホート要因法³⁾、非集計型行動モデルの適用⁴⁾、土地利用・交通モデル⁵⁾などがある。

コーホート要因法は全国や都県を単位として少子化傾向を分析する方法として有効であると考えられ、土地利用・交通モデルは交通施設整備と人口配置との相互作用の重要性など多くの示唆を与えている。

しかしこれらは、数多く存在する社会経済構造のシナリオを反映することや、文章表現される将来都市構造シナリオを数値化し、人口フレームとして表現・作成するのは困難である。

このような複数の主体を設け、各々の行動規範をモデル化し、将来人口の予測を行う手法に対して、国や地方公共団体が政策的・都市計画的要素を加味して公表する長期計画が存在する。これらは、地域のインフラづくりの基礎資料として用いられるだけでなく、土地利用規制、道路やオフィス地区などのインフラ整備のガイドラインとして機能するため、そのコンセプトは人口フレーム策定時に不可欠なものである。

本研究の対象地域では、全国総合開発計画、首都圏基

本計画を上位計画として、「生活都市東京」をはじめとして各都県で長期計画が策定されている。これらでは、各ゾーンの人口が表現されない場合が多く、「業務核都市等の育成をはかるとともに、…自立都市圏の形成をはかり、…多核多圏域型の地域構造を形成することを目指す（首都圏基本計画⁶⁾）」といった、むしろ国土・地域計画的なコンセプトを明示している場合が多い。これらはメカニズムとしての人口配置・推計というよりむしろ、導出された各ゾーンの人口そのものが都市構造として適当であるか、先に上げられたコンセプトと合致しているかが重要な評価視点として位置付けられていると考えられる。

(3) 63PTにおける人口フレーム

昭和 63 年度東京都市圏総合交通体系調査（以下 63PT）⁷⁾では、将来人口フレームとして「趨勢型」と、東京都市圏将来展望委員会（以下、展望委員会）が示した「目指すべき都市構造」を表現した「目標型」の2つ設定している。

これら計画案の策定方法を詳細に把握し、そのコンセプトと作成における思考過程を明らかにするため、63PT における担当者に対して「目標型人口フレーム」作成方法についてヒアリングを行った。

ここでは将来シナリオを多核多圏域型都市構造として、(1) 区部一極集中の是正と核都市の育成により、副都心と業務核都市を中心とする多角化を図る、(2) 職住近接の均衡のとれた多圏域型構造を目指す、などを重点としている。

また、その導出にあたっては、

- ・展望委員会の将来シナリオが的確に反映・表現されているかが重要であり、数字の大小ではない。
- ・シナリオが反映されているか否かは、様々な数値により概ね表現・チェックができる。

など、人口フレームの検討過程がまとめられる。これら具体的なフレーム策定に当たって考慮した5つのシナリオやその裏付けとなる考え方を表-1に示す。

業務核都市の育成を例とすると、

- ・「業務核都市の育成」を「従業員人口を集積」させることと考え、その増加量は「トレンドの伸びの2倍は『かなり』である」としている。

・『かなり』などと考えるにあたって、対首都圏・対区部シェア、トレンドや増加率を思考のベースの数値として用いている。

以上のように、単語の持つイメージと導かれる人口との整合性を考慮しながら作成されたことが分かった。

表-1 63PTにおけるシナリオとその考え方・指標について

シナリオ	考え方	具体的な指標
業務核都市の育成	従業員人口の集積	対首都圏シェアを伸ばす。トレンドの伸びの2倍は「かなり増加」と評価。（一時的機能する核都市圏域を対象に評価）
	夜間人口の集積	職住バランスを考慮して、就従比1.0になるよう夜間人口を増加
東京区部の抑制	従業員人口の抑制	供給計画に相当する従業員人口が増加現況以上増やさない。
都心居住	夜間人口の増加	住宅供給計画に相当する人口が増加
副都心の育成・整備	従業員人口の集積	対区部シェアを伸ばす。トレンドの伸びの2倍は「かなり」である
放射線状交通軸のクロスポイント	夜間人口の増加	地域特性を考慮した上で3～5万人程度の増加を予測
	従業員人口の増加	増加した人口に応じて従業員人口を増加

3.人口フレーム作成ツールの構築

(1) 本研究における作成手法の考え方

63PT の専門家は現況値やトレンド、計画構想、空間容量などを考えながら、長期計画等に含まれる都市構造シナリオを、あいまいさを持った言語で思考して将来人口フレームとして数値化・設定していることが分かった。

これらを反映して高い政策表現性と操作性を同時に有する人口フレーム作成手法を構築する。また、人口フレームに現実性を担保するために、本研究の作成手法を2つの部分に分ける（図-1）。

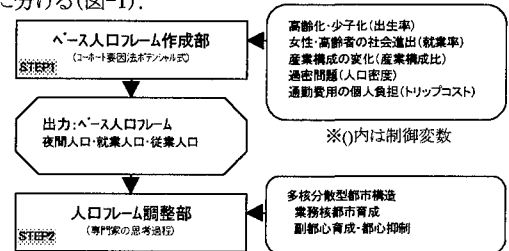


図-1 人口フレーム作成手法の概要

STEP1 では、高齢・少子化をはじめとする社会状況の変化を考慮して H32 を想定したベースとなる人口フレームを作成する。ここでは、コーホート要因法や人口ポテンシャル式など既存の予測技術を適用し、パラメータ設定による政策表現を可能にしている。当ステップは将来フレームの基本となるもの（ベース）で、フレーム設定に確度を持たせるため、これまでの人口移動の実態や既存研究のサーベイを通じて定式化した。

STEP2 では、都市構造シナリオとして多核分散型都市構造を取り上げ、業務核都市の育成などを考慮して政策分を調整する。ここでは、(1) 都市構造シナリオはあいまいさを持つ言語で表現されること、(2) 63PT の担当者はそれを人口フレームとして数値化していることから、その思考過程をエキスパ

システムとして構築する。

(2) ベース人口フレーム作成部(STEP1)について

昭和50年から平成7年の20年間のトレンドと高齢化・少子化、女性・高齢者の社会進出、産業構造の変化などを考慮してベースのH32人口フレームを推計した(図-2)。

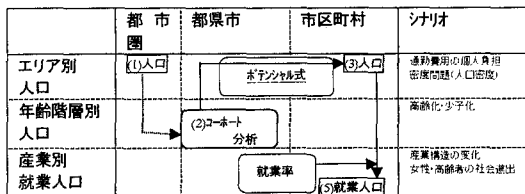


図-2 ベース人口フレーム作成概念図(夜間・就業人口)

(a) 夜間人口フレームならびに就業人口フレーム

社会保障・人口問題研究所が公表した都道府県別将来推計人口³⁾を参考に、コホート要因法で都県別夜間人口を算出した。これを人口密度と従業地アクセシビリティ等による都県別人口ポテンシャル式(式(1))によって市区町村別に配分し、夜間人口フレームを算出した。

$$P_{i,t+1} = \beta_1 \times (\ln(Pop_{i,t} / Area_{i,t}) \times Area_{i,t}) + \beta_2 \times \sum EE23_j \times T_{ij}^{-2} + \beta_0 \quad (1)$$

ここで、 $P_{i,t+1}$: t+1期のゾーン人口ポテンシャル

$Pop_{i,t}$: t期のゾーン人口

$Area_{i,t}$: t期のゾーンの住地面積

$EE23_j$: j期の従業地2, 3次産業従業者数

T_{ij} : i-j間所要時間の一般化費用

β : パラメータ

また、市区町村別就業人口フレームはH32年の就業率をトレンドによって算出し、これを上記で算出した市区町村別夜間人口に乗ずることにより算出した。

(b) 従業人口フレーム

従業人口に関しては、主体である企業の立地行動やオフィス・工業団地整備などの供給変化など、多くの要因が複雑に影響していると考えられるため、ここでは、昭和50年から平成7年の20年間の従業人口トレンドから従業人口フレームを設定している。具体的には、過去20年間の変動量が今後も保存されるとしてH32年を推定している。

(3) 都市構造シナリオによる調整部(STEP2)について

ここでは、STEP1で導かれた人口フレームにもとづいて、業務核都市や副都心の育成・整備などの都市構造シナリオを考慮して政策分の調整を行う(図-3)。

基本的には、(1)政策的従業人口の増減(①業務核都市、②副都心、③都心3区)を考え、(2)それによる就業者の発

地変化を通勤ODを用いて導出、(3)発地の就業率から夜間人口を算出する手順となる。なお業務核都市については、その熟成過程において圏域の広がりも重要なため、これについても設定可能(④従業人口、⑤夜間人口)にした。

この①～⑤の規模の設定は「業務核都市の育成」や「多核多圏域型都市構造の形成」といった言語で表現されることが多く、これらについては専門家にヒアリング調査を行い具体化を行った(図-3中「専門家の思考」と示した部分)。この段階では、言語のもつあいまいさ、個人間の認識の差異が存在することから、メンバーシップ関数とデルファイ法を用いた数値化を検討した。

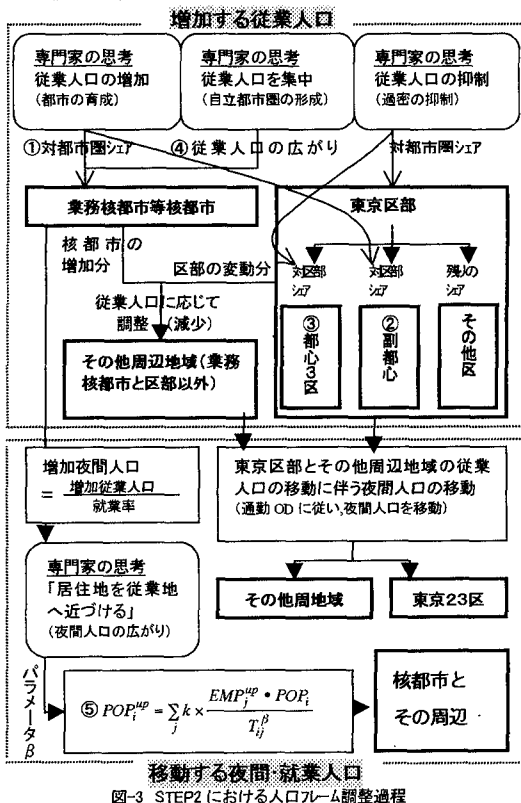


図-3 STEP2における人口フレーム調整過程

4. 「専門家のもつ言葉の概念」の把握

専門家が言語表現された都市構造シナリオを人口フレームとして数値化する過程を図-3の①、④に相当する業務核都市の育成(従業人口の増加)を例に説明する。ここでは、専門家が「従業人口をかなり増やす」と考えるとき、その拠り所となる指標、数値をアンケートによって聞き取りを行う。これについては、あいまいさを持つ集合であると考えられるためメンバーシップ関数(以下、MS関数)を用いた。

(1) 調査

「業務核都市の育成・整備」を「従業人口の増加」として表現する。「従業人口を(1)『少し』増やす、(2)『やや』増やす、(3)『とても』増やす、(4)『かなり』増やす」とし、これらの言葉に対して専門家が持つ概念を調査する。

以上の4水準を設定するために、各々の言葉が表す従業人口の増加量をトレンドによる伸びの何倍に相当すると専門家が考えるか調査する。それぞれの言葉に相当すると考えられる値をマル印で幅を持って記入し、その中でもっともらしいと考えられる値に／印でチェックするという方法⁸⁾で、あいまいさを含んだ言葉の概念を定量的に把握した(図-4)。

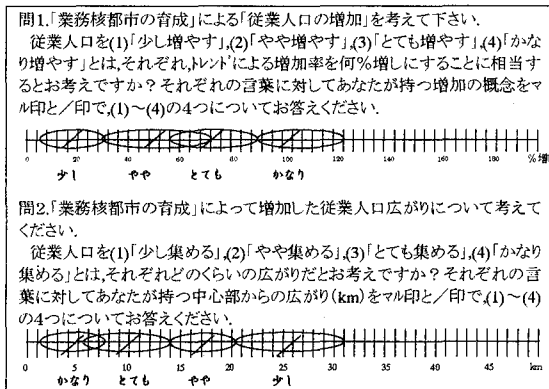


図-4 調査票(抜粋)

(2) MS 関数の作成

この調査結果をもとに、それぞれのシナリオに対して、「専門家の持つ言葉の概念」を MS 関数として把握する。それぞれの言葉について、調査結果から最小、最大、代表値の三角形で近似した MS 関数を作成する。MS 関数とはあいまいな集合を表し、ある数値(横軸)のその集合への所属度(縦軸)を示したものである(図-5)。

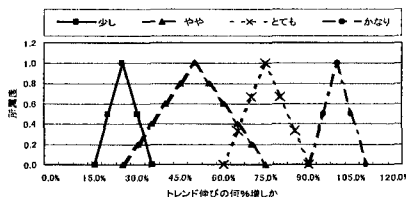


図-5 「従業人口を増やす」の MS 関数(例)

それぞれの言葉について、最小、最大、代表値から算出された人口フレームを地図情報として表現し、これを回答者にチェックしてもらう。回答者のイメージ通りの結果となるまでフィードバックして調査を繰り返すことにより MS 関数をより実感にあったものへ修正する。これにより、都市構造シナリオを表現し

たもってもらい人口フレームの算出を可能にする。

同様に、⑤業務核都市で増加する夜間人口の広がり③と②東京区部の抑制についても専門家に調査して MS 関数として表現する。

$$\text{⑤夜間人口は、重力モデル } POP_{ij}^{np} = \sum_j k \times \frac{EMP_{ij}^{np} \cdot POP_i}{T_{ij}^\beta} \text{ で配}$$

分し、広がりにはパラメータ β で表現する。 β を 1.5~4.0 の間で変化させた散布の異なる人口プロット図から、「夜間人口を(1)少し〜(4)かなり従業地近くへ集める」に相当する図を選択してもらう。③については、東京区部の従業人口の抑制を考え、東京区部の対東京都市圏シェアで考える。「(1)少し〜(4)かなり抑制する」に相当するシェアを調査する。

これらの MS 関数を用いて、専門家の思考過程を表現し、図-3 で示したモデルに導入する。なお、これらの複数の専門家への調査概要・集計結果、導かれる人口フレームは詳細は講演時に譲る。

5.まとめ

本研究では、戦略モデルのための代替案を多数設定可能な人口フレーム作成手法を開発した。これらは、

- ・曖昧な言語表現される都市構造シナリオを考慮可能である
 - ・専門家の考え方を反映したエキスパートシステムである
- などの特徴を有している。これにより、多くの人口フレーム代替案を簡便に作成して交通需要予測をすることが可能になり、交通から見た都市構造のあり方を比較検討することが容易であるといえる。

【謝辞】

本研究を進めるにあたり、日本能率協会総合研究所の掛水直喜氏、計量計画研究所の鈴木奏到氏に多くのアドバイスをいただきました。この場を借りてお礼申し上げます。

【参考文献】

- 1) A. D. May: Integrated Transport Strategies: a New Approach to Urban Transport Policy Formulation in the U.K., Transport Reviews, Vol.11, No.3, pp.223-247, 1991
- 2) 石田東生: 都市圏交通計画への新たな要請と試み, 交通工学, vol.33, No.3, pp.4-9, 1998
- 3) 国立社会保障・人口問題研究所: 都道府県別将来推計人口 - 平成7(1995)~37(2025)年 - (平成9年5月推計), 1997
- 4) 大野栄治・細見昭: 地域間交通整備に伴う人口分布変動の予測, 土木計画学研究・論文, No.13, pp.265-271, 1996
- 5) 林良嗣・宮本和明: 既存土地利用モデルの概観, 都市計画, 通巻 104 号, pp.40-47, 1978
- 6) 国土庁: 首都圏基本計画(第4次), 1986
- 7) 東京都市圏交通計画協議会: 東京都市圏総合都市交通体系調査報告書, 1988~1990
- 8) 竹村和久: ファジィ多属性態度モデルによる購買目的地選択の分析について, 地域学研究, 第22巻第1号, pp.119-132, 1991