

都市政策効果の分析モデル

北嶋弘行・佐々木良一

今日、都市においては多くの問題が発生し、しかもそれらは深刻の度合を深めつつある。都市問題の解決を困難にしている原因の1つは、都市の諸活動間には錯綜した相互関連性が存在するため都市施策は直接的効果のみならずいろいろの波及効果を伴うことにある。したがって、都市問題の解決のためには、問題相互間の関連性を把握したうえで、都市問題全体としての解決をはかるアプローチが必要である。

本報告は、都市の諸活動間の相互関連性をモデル化することにより、都市施策の波及効果の分析装置として役立てることを目的としたものである。ここでは、モデル作成のアプローチの記述に重点を置くこととし、シミュレーション結果などについては簡単にふれるだけとする。本内容は、昭和46年度から3年間行なった「都市経営システムの研究」の一部である。

1. モデル開発の目的

本研究の目的を明らかにするために、都市経営

システムにおける本研究の位置づけを述べる。

都市経営システムは、行政体のトップ層の意思決定サポートのための情報システムであり、その中核をなすシステムモデルは、図1のように構成される。このうち、本研究が対象とするのは効果分析モデルの部分である。効果分析モデルの機能は、行政施策が住民福祉におよぼす効果を、多元的な住民福祉指標で予測することである。価値モデルは、住民意識調査の統計解析結果などを用いて、住民福祉指標を住民効用の尺度に変換するとともに、住民効用の目標値からのズレによって都市問題を識別するものである。行政モデルは、住民効用の目標値からのズレを行政需要に変換する。本システムは、これらのモデルと意思決定者との会話形式によって、最適ポリシーの選択を支援するものである。

2. モデル作成方法の検討

都市活動のモデル化にあたっては、まず都市活動の特徴からモデルに必要な機能を明確化し、次に、関連する手法を比較し選定を行なった。都市活動の主な特徴としては、次の4点を考慮した。

- ①因果関係が複雑かつ広範囲にわたる。
- ②非定量的要素が多い。(価値観の変化などの非定量的な要素が多く含まれるので、モデルは直観的情報の活用が必要である。)
- ③閉システムの性格が強い。(都市圏外からの影響が強いので、モデルは環境条件の変化を容易に取り込めなければならない。)

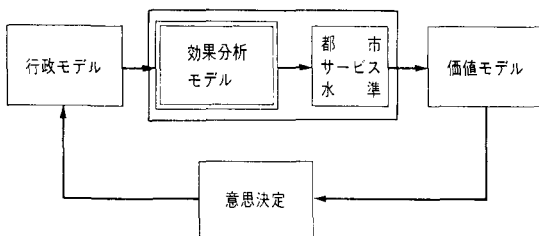


図1 効果分析モデルの位置づけ

④時間遅れを伴う。

上記の特徴に対応する手法として、ソフト・テクノロジーと呼ばれる諸手法を比較・検討し、以下のようにモデル化のアプローチを決定した。SD法の動態的变化や因果関係の記述が容易である点に着目し、これを中心的手法とした。さらに、SD法を補うものとして、対象の因果関係の分析段階にシナリオ法を用い、対象の因果関係や環境条件の定式化のために、可能なかぎり多くの知見を収集・組織化するよう努めた。また、SDモデルのパラメータのうち、非定量的な要素の強いものについては、アンケート調査により主観値を集約し用いる方法を試みた。モデル化の手順は下記のとおりである。

- 1) シナリオ法による因果関係の分析
- 2) シナリオ分析結果をシステム論的に整理
- 3) 上記にもとづくSDフロー・ダイアグラムの作成
- 4) アンケート調査によるSDモデル・パラメータの設定
- 5) SDモデルによる政策シミュレーション

- 6) 出力結果に関し、意思決定者の討議を受ける。討議の結果にもとづき、政策変数を変更し、再度シミュレーションを実施し、意思決定者の討議を受ける。

3. 因果関係の分析

3.1 シナリオ法による因果関係の分析

シナリオ法は、分析対象の環境条件についての将来像を、散文的に自由に描くものである。本方法の統計的な予測方法などとの違いは、社会、文化などの多くの側面から、専門家のもつ洞察力をとり入れることができる点であり、長期的な製品計画や政策立案などに広く活用されている。本モデルでは、シナリオ法を用いて、都市活動を構成する多くの要素間の因果関係や環境条件を分析することによって、都市の将来像や予想される問題についての記述を行なった。

都市活動は広範囲にわたるため、シナリオの展開にあたっては、都市活動をいくつかの分野に分割し、まず、個々の分野単位にシナリオを作成し、次に、これらをつき合わせて分野間の関連に

表 1 都市活動間の関連分析

結 果		1	2	3	4	5
原 因		経 済	社 会	生活系 (教育, 保健等)	移動系 (交通, 情報)	廃棄物処理系
1	経 済		・家族構成 ・コミュニティの変化 ・過密化	・選択の多様化	・通勤, 業務交通 ・輸送の質, 量 ・情報の種類, 量	・産業廃棄物 ・騒音, 振動 ・大気汚染 ・水質汚濁
2	社 会			・教育, 余暇活動のニーズ ・犯罪件数		
3	生活系 保健, 教育, 余暇活動, 防犯, 防災, 地域, 住居	・能力の養成			・自動車保有 ・買物, レジャー交通 ・情報の種類, 量	・生活系廃棄物 ・騒音 ・水質汚濁 ・大気汚染
4	移動系 交通, 情報	・生産コスト ・労働力確保 ・産業立地パターン		・生活パターンの変化 ・都市圏の拡大 ・交通事故	・交通渋滞 ・情報メディア発達による交通減少	・移動系廃棄物 ・騒音, 振動 ・大気汚染
5	廃棄物 廃棄物処理系	・企業立地規制 ・排出規制 ・自然浄化作用		・健康度 ・余暇活動 ・都市圏離脱 ・自然浄化作用	・廃棄物の収集, 運搬 ・交通規制 ・自然浄化作用	・二次公害 ・汚染物質の複合集積

ついでにシナリオを作成した。設定した分野は、教育、保健、余暇活動、交通、廃棄物処理などの住民の生活活動に対応した分野に、経済、社会などのマクロ的な分野を加えて、合計13分野を設定した。分野単位のシナリオは、分析担当者が「広島市基本計画書」などの関連資料をもとにタタキ台を作成した後に、行政担当者の検討を受けるという手順をとった。

分野間の関連については、参考とすべき具体的な資料が不足したため、社会システムや経済システムに関する諸概念^{2),3),5)}を参考に、分析担当者の討議によりマトリックス形式で展開した。分野間シナリオを表1に示す。シナリオ法は、対象の形態学的な記述であるため、柔軟性に富み、多くの専門家の参加による学際的な討議が可能となる。この方法によって、都市活動の因果関係や環境条件が記述できたとともに、分析結果はSDフロー・ダイアグラムの基礎となった。

3.2 シナリオのシステム論的な整理

前記のシナリオ分析により、都市活動の因果関係が定性的に記述できた。しかし、SDは対象の連立微分方程式体系による記述であるため、シナリオ分析結果をSDモデルに転換するためには、都市活動をさらに構造的にとらえ、SDモデルの構成、レベルやレイトの設定基準について明確化しておく必要がある。シナリオ分析結果の観察から、都市活動はフィードバックおよび階層性というシステム論的な考え方によって説明できるものと仮定し、これらの観点から、シナリオ分析結果を整理した。

(1) フィードバック(図2)

都市活動は、都市の諸需要を都市の施設やサービスを用いて充足し、住民の効用を最大化する過程であると考えられる。ここで、2つのフィードバック・ループが見られる。1つは、行政体の制御機能で、これは公共施設にだけでなく、工場排ガスの排出規制のように、需要そのものに働きかける。もう1つのループは、住民効用の水準変化に

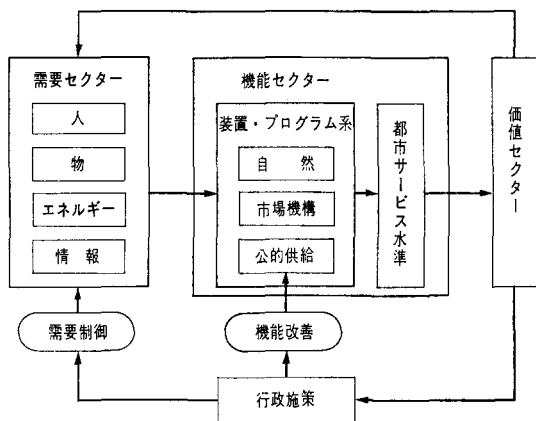


図2 都市機能のフィードバック的把握

伴う需要パターンの変化（住民効用の変化→需要パターンの変化→都市サービス水準の変化→住民効用の変化）である。都市の施設やサービスの中には、市場機構を通して供給されるものもあり、また、自然は水や空間の提供、および排出物の浄化などの機能をもつので、これらは都市の施設・サービスの一種として内生化して扱うこととした。

(2) 階層性

都市の諸活動を、階層性の立場から見て図3のように分類した。階層間の関係は上位から下位へ

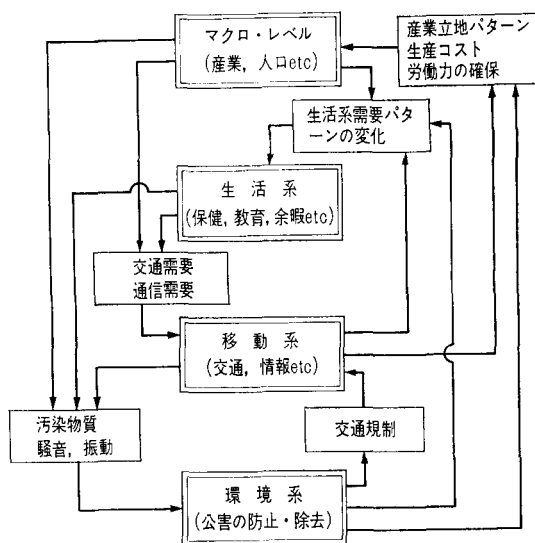


図3 都市機能の階層的把握

の影響力が逆方向に比較して大きいという関係にあるものと考えられる。階層間には次の2つの関係が顕著なものとして認められる。

① 上位での都市活動量の変化に伴って、下位での需要量に変化するという関係で、たとえば、生産活動や余暇活動の増加に伴う交通需要の増加などの現象が相当する。

② 下位でのサービス水準の変化に伴って、上位での都市活動量に変化するという関係で、たとえば、交通サービス水準が、産業立地、生産コスト、労働力の確保などにおよぼす影響が相当する。

4. モデルの定性的記述

(1) モデルの全体構成

シミュレーション・モデルは都市活動の階層性に対応させ、大別してマクロモデルとミクロモデルとから構成し、ミクロモデルをさらに生活系、移動系、環境系のサブモデルに分割した。都市施策が都市サービス水準におよぼす効果は、両モデルを次のように連動することによって説明できる。

- ① マクロモデルで都市施策による都市基本構造の変化を説明する。
- ② ミクロモデルでは、変化したマクロレベルの諸変数(人口、事業所数など)都市施策のインパクトを入力とし、ミクロレベルの都市活動の変化を説明する。この結果、都市サービス水準をあらわす諸指標の値が出力される。

(2) レベル、レイトの設定方法

SDモデルの特徴の1つは、意思決定メカニズムの明示的な取り扱いにある。本モデルにおいても、各分野ごとに都市活動の主体として、住民、民間資本および行政体の3者を設定し、それぞれの意思決定の相互連関として都市活動の動態性を記述した。ただし、本モデルは行政体との会話的な使用法を意図しているので、行政体の意思決定メカニズムはモデルにとって与件とし、都市施策の形でモデルの操作変数として作用するものとした。表2のように、住民や民間資本の意思決定は都市の状態変数の関数で表現される魅力乗数にもとづいてなされるものとし、意思決定による行動量や行動結果を、それぞれレイト、レベルによって記述した。

以下に各サブモデルの内容を説明する。

4.1 マクロモデル

人口、産業(第2次産業、第3次産業)、就業者(ホワイトカラー、ブルーカラー)、住宅(持家、借家)、土地の制約(都心、郊外)などの都市の基本的要因の相互関連をモデル化することによって、都市の構造変化をとらえるものである。都市の構造変化を説明するうえでの基軸としては、次に述べる資本都市魅力および住民都市魅力を用いている。

資本都市魅力とは産業事業所の立地に対する都市の魅力要因をあらわし、産業関連の社会資本(道路、鉄道など)によって説明する。住民都市

表2 SDにおける意思決定メカニズムの記述方法

主体 意思決定内容	住 民	民 間 資 本	行 政 体
意 思 決 定	補 助 変 数 (需 要 魅 力 乗 数)	補 助 変 数 (民 間 資 本 魅 力 乗 数)	な し
行 動 量	レ イ ト (需 要 の 増 ・ 減)	レ イ ト (投 資 量)	な し
行 動 結 果	レ ベ ル (需 要 量)	レ ベ ル (民 間 資 本 ス ト ッ ク)	操 作 変 数 (公 共 資 本 ス ト ッ ク)

魅力とは、住民にとっての都市の住み良さの要因をあらわし、生活関連の社会資本（教員、公園など）によって説明する。マクロモデルにおいて都市施策はこれらの社会資本の操作変数として働きかける。

4.2 生活系

生活系の各分野は、レベル変数として、当該活動に対する住民の年間需要量と民間資本ストックを設定し、これらの説明は、それぞれ需要魅力乗数および民間資本の投資魅力乗数で行なう。需要魅力乗数を構成する変数としては、前記のシステム論的な仮定にしたがって、マクロレベルの変数およびミクロレベルの都市サービス水準を設定した。民間資本投資魅力乗数は当該活動のサービス水準および民間公共の投資分担比によって説明した。公共資本ストックは外生的に与えることとした。当該活動のサービス水準は、単位需要量当りの公共および民間ストック量の値で代理させた。

4.3 移動系(交通)

モデルの規模の制約から、都市問題としての深刻さ、および他活動との相互関連の強さに着目して交通のみを扱った。モデルの枠組を図4に示す。他活動との関連については階層性の考え方をういた。すなわち、上位レベルとの関連については、交通需要の発生をマクロレベル(就業者数、人口)および生活系需要量で説明し、一方、交通サービス水準が生産活動および生活系需要量におよぼす影響を考慮した。下位レベルとの関連については、排気ガスが環境系に与える影響を考慮し、一方、環境系における大気汚染度が自動車保有率および機関選択におよぼす効果を考慮した。

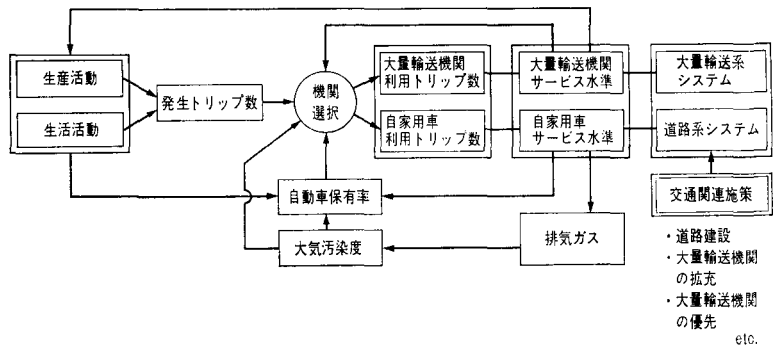


図4 移動系(交通)モデルの枠組

交通の枠内については、交通需要を大量輸送機関(以下MTと略)利用トリップと自家用車利用トリップに分割し、それぞれのサービス指標として走行速度、混雑度、コストなどを設定する。処理施設として道路、MTを設定し、都市施策はこれらの処理施設に対して、道路総面積、MT容量、MTと自家用車の走行速度比(バス優先レーンなど)、料金などの形で作用する。交通の枠内でのフィードバック・ループとしては次を設定した。自家用車とMTのサービス水準の比→機関選択→自家用車とMTのトリップ数の比→自家用車とMTのサービス水準の比。

4.4 環境系

環境汚染のうち広島市において住民の重視度が

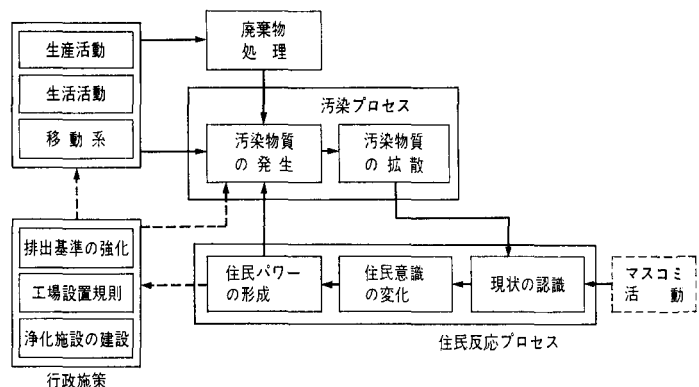


図5 環境系モデルの枠組

高い大気汚染と水質汚濁をモデル化した。環境系は図5に示すように、大別して汚染プロセスとそれに対する住民反応プロセスによって構成した。汚染プロセスは次の2段階で把握した。①汚染物質の発生(バイ煙や汚水の排出) ②汚染物質の拡散(大気汚染、水質汚濁)。

住民反応プロセスは、次の3段階で把握した。
①環境汚染の認識 ②環境に対する住民の不満増大 ③住民パワーの形成。

環境汚染に対して都市施策は次の方面から働きかけるものとしてモデル化した。①環境改善施設(下水道など)の建設、②排出基準の強化、③排出源(工場など)の流入規制。環境系の枠内におけるフィードバック・ループとしては、住民パワーの形成が企業の汚染発生の自主規制におよぼす影響を考慮した。他の都市活動との関連については汚染物質の発生をマクロレベル(人口、製造業数)、移動系(自動車総走行距離)で説明し、一方環境汚染が生活系の需要パターンおよび移動系(自動車保有率および機関選好)におよぼす効果を考慮した。

5. モデルの定量化

パラメータ値やテーブル関数の設定は、従来の分析結果の適用や実データによる回帰が行なえる場合には、可能なかぎりこれによった。たとえば、交通に関しては総合交通計画策定のための分析結果を利用した。しかし、都市活動は、住民意識の変化や需要パターンの変化などといった計量困難な要因を多く含むため、専門家のもつ主観的情報を組織化し活用することが必要となる。本モデルでは、このための試みとして、生活系の需要発生パラメータをアンケート調査によって設定した。

アンケート調査の枠組は、生活系の需要量の変化を被説明変数とし、これの説明変数としてマクロレベルの変数およびミクロレベルのサービス水準を設定した。アンケートは説明変数の被説明変数に対する寄与率を調査対象とし、回答方法は促進効果(+)か、抑制効果(-)か、効果の強さは大(3)、中(2)、小(1)のいずれかを聞いた。設問数は、説明変数(32)×被説明変数(17)である。回答者としては、各分野ごとに広島市行政担当者ならびにそれ以外の専門家の方々を選定していただき、回答者数は各設問ごとに10名とした。調査に先だって、調査項目の説明書とマクロ変数の予測データを配布した。

後者は、「広島市基本計画書」などから引用したもので、回答者に将来像についてのイメージ作りを促す効果を狙った。

実に、アンケート調査の後に、回答者をパネルーとするディスカッションを行ない、回答のバラ

表 3 アンケート調査結果(一部)

説明変数		被説明変数			
		文増 化活 動需 要の 加	大増 学進 学需 要の 加	医 療 需 要の 増 加	公 園 の 利 用 者 の 加
マ ク ロ 変 数	余 暇 時 間 の 増 大	2.4 (0.66)	0.5 (0.92)	0.2 (1.08)	2.2 (0.87)
	所 得 水 準 の 向 上	2.1 (0.70)	2.4 (0.80)	1.5 (1.02)	1.3 (1.01)
	老 人 人 口 の 増 加	1.6 (0.66)	0.0 (0.0)	2.5 (1.02)	1.5 (0.50)
都 市 サ ー ビ ス 水 準	文 化 活 動 の 充 実	2.6 (0.83)	0.7 (1.0)	0.2 (0.60)	0.9 (0.94)
	大 学 教 育 の 充 実	1.0 (0.77)	2.5 (0.92)	0.7 (0.78)	0.5 (0.67)
	医 療 機 関 の 充 実	0.2 (0.40)	0.3 (0.64)	1.4 (1.36)	0.2 (1.08)
	交 通 の 便 が 向 上	1.1 (0.7)	0.3 (0.46)	0.3 (0.87)	1.1 (0.94)
	ゴミ処理・下水処理の向上	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	-0.4 (0.92)	0.4 (0.80)

(効果の方向)

(効果の強さ)

上 段 : 平 均 値

+ 促進効果

3

2

1

0

(下段) : (標準偏差)

- 抑制効果

(大)

(中)

(小)

(なし)

ツキの大きいもの、問題を掘り下げる必要のあるものについて討議し、この結果にもとづき回答値の修正を行なった。回答結果の単純平均および標準偏差の一部を表3に示す。

前述のように、SDモデルにおいて、生活系の各分野の需要魅力乗数は、マクロレベルの変数およびミクロレベルの都市サービス水準の関数として構成している。生活系の需要発生弾力性はそれほど大きくないものと考えられるので、関数形は線形和と仮定し、アンケート結果の単純平均値を次の形式で用いた。

$$w_i = \sum_{j=1, N} \alpha_{ji} \times p_j$$

w_i ; 生活系需要 i の魅力乗数

p_j ; 説明変数 j の値(基準年次との比)

α_{ji} ; 説明変数 j の被説明変数 i への寄与率
(アンケート調査結果)

6. シミュレーション

モデルのテストは、まず、各サブシステムごとに行ない、次に、サブシステム間の関連につき行ない、最後に、外生変数に対するモデル全体の挙動をテストした。

シミュレーションの対象地域は広島都市圏(広島市および周辺11町村)とし、予測期間は本モデルが戦略的レベルの意思決定を対象とすることから20年間の長期間とした。

シミュレーションで設定したケースは、広島市の基本計画などから判断して予想される場合(標準ケース)、およびこれを基準として特定部門に重点的に公共投資を行なった場合(生活優先、事業優先、大量輸送機関の強化、道路交通の強化の4ケース)である。

む す び

本研究で対象とした都市活動のように ill-structured な対象について SD 法を適用する利点は予測のツールとしてよりも、むしろ時間軸上での分析を通じて対象の特性や今後予想される問題を

理解することにあると考える。今後は意思決定の場での適用を通じて都市活動の分析ツールとして充実をはかりたい。

本稿では、都市活動の相互関連性の構造化を、シナリオ分析およびシステム論的な整理によって行なったが、今後はこのような大規模・複雑な対象の構造化を、グラフ理論などを用いてよりシステムティックに行なう必要があると考える。

最後に、本研究を行なうにあたり終始甚大なご協力をいただきました地方行政システム研究所および広島市役所、荒田誠之助氏ならびに上畠輝彦氏に深く感謝の意を表したい。

参 考 文 献

- 1) (株)日立製作所システム開発研究所“都市経営システム・モデルの開発に関する研究”，(財)地方行政システム研究所，1973.
- 2) アイザード，W. 他著，「社会システムにおける一般均衡論」，情報社会科学講座，学研，1972.
- 3) 飯尾要，「経済サイバネティクス」，日本評論社，1972.
- 4) 田村明他，「現代都市政策Ⅶ 都市の装置」，岩波書店，1973.
- 5) Parsons, T., Smelser, N. J., “Economy and Society”, Routledge & Kegan Paul Ltd., London, 1956.

執筆者紹介

きたじま・ひろゆき (株)日立製作所システム開発研究所 1946年生

専攻：大規模システムの計画と評価

略歴：東京大学機械工学科修士課程終了，同社入社

ささき・りょういち 同上 1947年生

専攻：環境アセスメント

略歴：東京大学保健学科卒，同社入社