

OR手法による都市問題解析型 シミュレーションモデルに関する調査研究

1974年3月

財団法人 情報処理研修センター

社団法人 日本オペレーションズ・リサーチ学会

I
17



49. 6. 4

ま え が き

本報告書は、財団法人情報処理研修センターの「昭和48年度情報処理教育に関する調査研究等補助事業」のうちの「OR手法による都市問題解析型シミュレーション・モデルに関する調査研究」を行なうため、社団法人日本オペレーションズ・リサーチ学会が受託し、同学会の中にとくに設けられた「都市解析研究委員会」が1年間にわたって行なった調査研究の結果をまとめたものであります。

本調査研究の実施にあたっては、関係方面の有識者の方々に多数オブザーバーとして前記委員会にご参画いただき、またケーススタディの対象として埼玉県庁のご関係者が心よくご協力いただきました。ここに深謝いたします。

また、本調査研究を実施するうえで、不可欠のコンピュータの使用に関し、ご便宜をいただきました株式会社日本ユニパック総合研究所ならびに日本ユニパック株式会社のご協力に対し感謝いたします。

1974年3月

都市解析研究委員会

委員長 伊 藤 滋

幹 事 安 田 八 十 五

I I T

財団法人情報処理研修センター
蔵書之印

都市解析研究委員会メンバー

委員長	伊	藤	滋	東京大学工学部都市工学科
幹事	安	田	八 十 五	東京工業大学工学部社会工学科
委員	鈴	木	崇 英	(株) U G 都市設計
同	古	村	哲 也	(株) 日本ユニバック総合研究所
同	河	崎	俊 二	神戸商科大学経済研究所
同	齊	藤	達 三	(株) 日立システム開発研究所
同	和	泉	潤	東京工業大学大学院
同	吉	岡	秀 明	(株) 富士通システムラボラトリー
同	枝	村	俊 郎	神戸大学工学部土木工学科
同	恒	川	純 吉	(株) 日本科学技術研修所
オブザーバー	太	田	宗 洋	(株) 日本ユニバック
同	西	尾	治 一	(社) 日本能率協会
同	伊	藤	英 樹	(株) U G 都市設計
同	梶		太 郎	建設省土木研究所
同	柏	倉	常 二	(株) 竹中工務店開発計画本部
同	鷺		弘 道	同
同	酒	井	親 人	(株) U G 都市設計
同	金	安	岩 男	日本アイ・ビー・エム
同	伊	阪	哲 雄	(株) 日本ユニバック
同	金	子	昇 一	同
同	小	岩	明	(株) 地方自治情報センター
同	佐	藤	貴 一 郎	日本医師会統計課
同	渡	辺	文 雄	東京工業大学大学院
同	真	野	修 司	同
同	宮	崎	秀 紀	兵庫県企画部
同	小	林	紘	自治省情報管理官室

OR手法による都市問題解析型シミュレーションモデルに関する調査研究

目 次

序 (本研究の目的と要旨)	5
第1部 都市問題解析型システム・シミュレーション・モデルの展望	
第1章 都市システムシミュレーションモデルの方法	9
1節 都市解析の方法	9
2節 地域解析の方法	21
第2章 諸外国における都市システムモデルの展望	35
1節 諸外国における都市システムモデルについて	35
2節 フォレスターのアーバンダイナミックスについて	52
3節 ローリー・モデルとその後の発展	62
第3章 わが国における都市システムモデルの展望	71
1節 わが国における都市システムモデルについて	71
2節 南関東土地利用モデル	78
3節 大都市地域の変動過程の政策シミュレーションモデル	88
4節 神戸市土地利用予測モデル	105
5節 KUCPAS —— 神戸大モデル ——	132
6節 大都市交通システムダイナミックモデル	143
第4章 都市経営システム・シミュレータへ向けて	168
1節 都市経営システム・シミュレータの構想	168
2節 都市経営システムの実際 —— 広島市におけるケース・スタディー ——	176
第2部 (補論) 都市問題解析型地方行政経営システムシミュレートのパイロット・スタディー	
—— 埼玉モデル ——	
序	
1. 都市問題と地方行政経営の計画用コンピュータ・モデル	208
2. 埼玉県経営計画コンピュータ・モデル	209
3. 埼玉ダイナミックモデルの詳細	212
4. 埼玉地区変動モデルの詳細	222
5. 行政サービス不満モデル	228
6. 財政モデル	231
7. 政策シミュレーション	239
8. 埼玉県管内圏	241

(執筆担当者一覧表)

まえがき	伊 藤 滋	安 田 八十五
序	伊 藤 滋	安 田 八十五
第 1 部		
1 章 1 節	安 田 八十五	
2 節	河 崎 俊 二	
2 章 1 節	安 田 八十五	
2 節	古 村 哲 也	伊 阪 哲 雄
3 節	吉 岡 秀 明	
3 章 1 節	安 田 八十五	
2 節	伊 藤 滋	
3 節	安 田 八十五	
4 節	鈴 木 崇 英	伊 藤 英 樹
5 節	枝 村 俊 郎	
6 節	安 田 八十五	
4 章 1 節	河 崎 俊 二	
2 節	齊 藤 達 三	
第 2 部	安 田 八十五	ほか

序（本研究の目的と要旨）

わが国においては、都市化の進展にともなって土地問題、住宅問題、交通問題、公害問題及び物価問題などのいわゆる都市問題（Urban Problem）がクローズアップされてきており、情報処理技術者にとってこの種の問題解決手法の習得が強く要請されている。

本研究の主要な目的は、このような要請に応えるために、内外の都市システムシミュレーションモデルを調査研究し、電子計算機のためのアルゴリズムの確立及び都市問題解析型システムシミュレーションモデルの設計などを行なうことにある。

本報告書は第1部「都市問題解析型システムシミュレーションの展望」及び第2部「都市問題解析型地方行政経営システムシミュレーター——埼玉モデル——」の2部より構成されている。

第1部は内外における都市システムシミュレーションモデルを様々な角度から分析し紹介している。

第2部は第1部での成果をふまえた上で、埼玉県をケーススタディにとって都市問題解析型の地方行政経営のためのシステムシミュレーションモデルの開発のパイロットスタディを行なっている。

第1部の構成は次のようになっている。第1章は都市問題へのアプローチにおける都市システムシミュレーションモデルの方法の位置づけを行なっている。第2章はアーバン・ダイナミクス及びローリー・モデルを中心とする諸外国で開発されたモデルの紹介と批判を行なっている。第3章はわが国で開発された都市モデルのうち研究委員会の各メンバーが参加されたもののいくつかを統一的なわく組はほとんどなく網羅的に紹介を行なっている。第4章はこれまでの都市モデルが都市問題の解析を中心に行っていたことを反省し、都市の計画的経営のシミュレーション実験を行なえるようなシミュレーションモデルの開発が必要であるとの認識から、都市経営システムシミュレータのわく組の設定の方法及び広島市をケース・スタディとする都市経営システムシミュレータの実際を紹介してある。

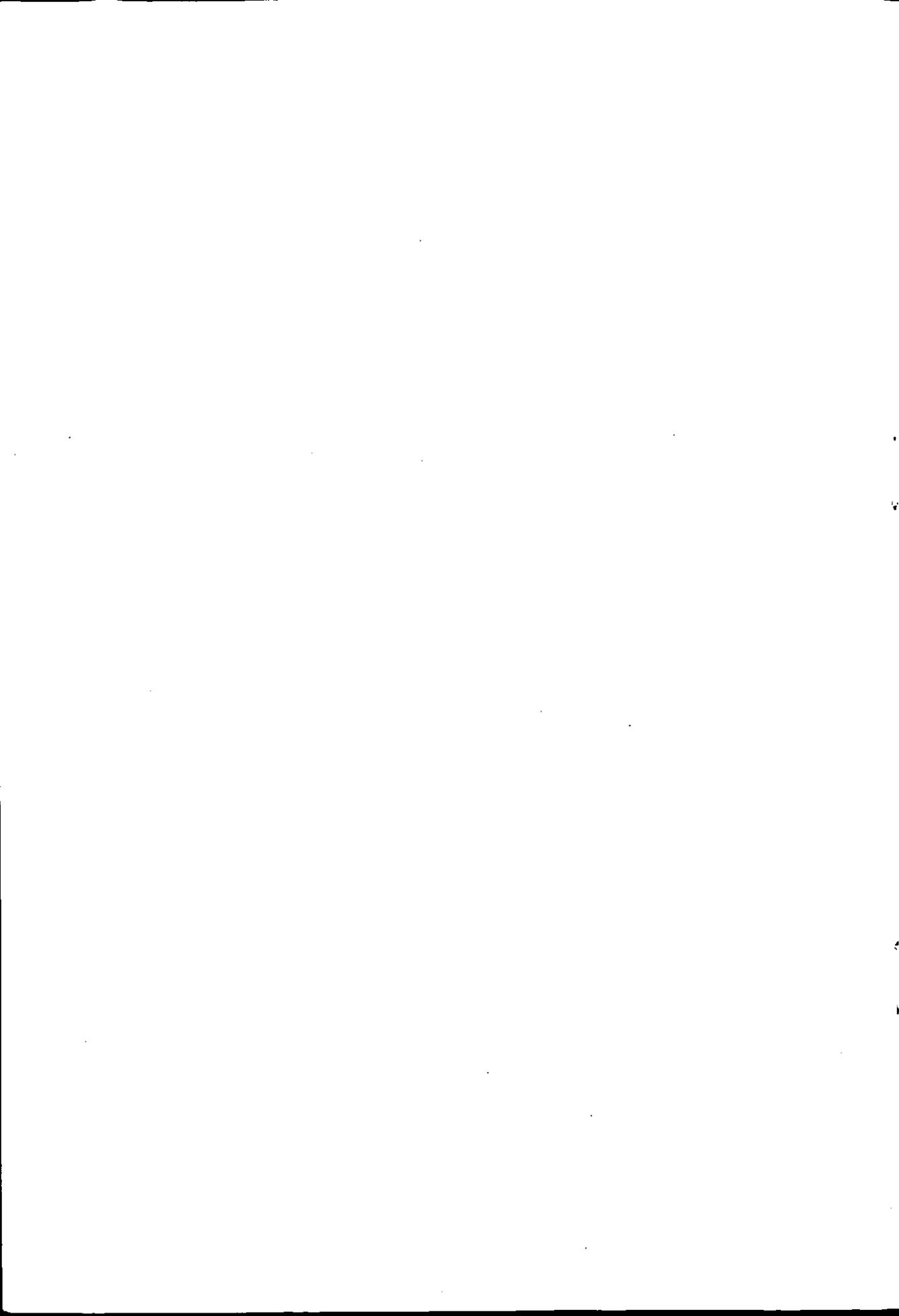
第2部は第1部第4章の延長線上にあり、埼玉県をケースとする都市問題解析型地方行政経営システムシミュレータのパイロットモデルの開発を行なっている。



第1部

都市問題解析型

システム・シミュレーション・モデルの展望



第1章 都市システムシミュレーションモデルの方法

1節 都市解析の方法

1. 都市化社会の分析用具

(1) 都市問題の解析用具としてのシステム分析

現代社会の顕著な趨勢としては、都市化、情報化、管理化および流動化などの側面が挙げられるが、このような趨勢の結果として現代の社会システムはますます複雑なものになってきている。社会システムのこのような複雑化はいわば高度経済成長の代償ともいべきものであるが、複雑化は社会にさまざまな難問題をもたらしている。それらの難問題のうちでも、公害問題とならんで都市問題 (urban problems) が社会的に重大な問題となっており、その解決が要請されている。ここで都市問題とは犯罪、精神異常、離婚、売春、スラムなどのいわゆる社会病理学的現象というような狭義な問題ではなく、広義にとらえて、人口集中、交通問題、住宅問題、土地問題、集団の機能的分裂、地域社会的結合の稀薄化、血縁的結合の弱体化などを含むのであって、〈都市化にともなう緊張、紛争などの諸問題〉を意味している。このような都市問題に対して、これまで都市計画 (city planning) をはじめとする都市社会学、都市生態学、都市工学などの諸科学・諸技術がさまざまな立場から挑戦してきた。しかしながら、わが国のような高度産業社会における都市問題は個別科学が各個にいどんでも、解決しようと働きかけること自体が別の新たな問題を発生させ、それを別の科学・技術が解決しなければならないという循環的構造をもっている。このような構造をもつ都市問題の解決に対しては、問題を問題として認識してその解決にのぞむという立場をとらなければならない。このような視点に立つと、オペレーションズ・リサーチ (Operations Research, OR) とかシステムズ分析 (Systems Analysis) とかが都市問題解決の道具 (tool) の一つとして有効な方法になりうる。OR、システム分析の狙いは問題を問題としてとらえて解決していかうという立場にあり、都市問題の解決に対して OR、システム分析が貢献できる点は少なくない。

われわれは、高度産業社会における都市問題の発生メカニズムと解決のむずかしさを指摘することによって、なぜシステム分析が都市化社会の有力な解析装置になりうるかを主張することができる。

(2) 高度産業社会と都市問題解決のジレンマ

わが国をはじめとする先進諸国のいわゆる高度産業社会は、企業一価格体制による高度経済成長によって達成されたのであるが、企業の行動および消費者としての人びとの行動は、主として都市地域において市場機構のもとで展開されてきた。われわれの日常の行動をふり返ってみれば、その行動はほとんど市場機構に基づく価格システム (price systems) のもとで行なわれていることがわかる。われわ

れの住んでいる住宅、住宅のたっている土地、日常の食べ物、着る物のほとんどは価格システムに基づいて配分されている。さらには農村地域の人びとが都市に雇用の場を求めるのも、価格システムに基づいている。この価格システムが、高度経済成長をもたらしたメカニズムなのである。そして経済成長が都市の成長をもたらしてきたのである。価格システムが支持されてきたのは、それが資源配分に関して最適性、効率性を与えるからであった。この効率性とはいわゆる Pareto 効率性であり、〈他の個人の効用を減じることなしにいかなる個人の効用もふやすことができないような配分状態〉を意味している。ところが数多くの Pareto 効率な配分のなかから価格機構による競争的配分が選ばれるという必然的な理由はなく、仮に競争的配分が選ばれたとしても、所得分配に関しては不平等をもたらすことが多い。このような所得分配の不平等のケースを経済学では市場の欠陥 (market failure) と呼び、市場機構がうまく働かない例外的なケースとして取り扱ってきた。市場の欠陥にはこのほかにも外部経済の帰属不能のケース、費用逓減のケース、公共財のケースとかがある。現在の公害問題、都市問題などはこの市場の欠陥に帰因している面が強く、例外が例外でなく、一般化していることを示している。この視点に立つと、市場の欠陥を例外的なケースとして扱うのではなく、一般的な資源配分システムのフレーム・ワークに沿って価格システムが資源配分方法の一つにすぎないことを認識したうえで、効率的、安定的かつ公平な資源配分システムを求めなければならない。

企業—価格システムによる高度経済成長によって都市化社会にもたらされた問題は数えきれない。ほとんどの都市問題はこのメカニズムによって引き起こされたといつてよいであろう。土地問題、住宅問題、交通麻痺、コミュニティの崩壊など、ほとんどすべての問題が市場機構の誤用によってもたらされたといつてよい。それでは市場を捨ててわれわれは市場に代わるもの、たとえば計画を求めれば問題は解決するのであるだろうか。計画による資源配分もまた別の問題を生じさせることは、社会主義諸国にみられるとおりである。とくに情報効率に関して、計画経済は市場経済に比べて劣っている。市場か計画かという選択は無意味である。ここに都市問題解決のジレンマがある。

高度産業社会における都市システムは複雑なシステム (complex system) の性質を兼ね備えている。とくに、直観的にみてもある問題に有効であろうと思われる政策に基づいて行動すると、それが裏目に出たり別の問題を生み出すという自己矛盾を含んでいる。ここにも都市問題解決のジレンマがある。

(3) 都市化社会へのシステムの接近

ジレンマを内包している都市問題に解決の特効薬はあろうはずがない。われわれは個々の症状の原因を発見して直していくという戦略をとらざるをえない。われわれがある問題にぶつかったばあい、これまでとってきた解決策は、(1)経験と勘に基づいて有効であろうと思われる手をうつ、(2)試行錯誤的に実験を繰り返し、素朴にその結果を観察して、より悪くない解決策を見出す、などの直観的な方法であった。しかし方法(1)では、都市のような複雑なシステムに対しては相互関係を明確にとらえることはできず、どんなに卓越した人でも最適解を見出すことは不可能である。方法(2)のばあい失敗にもなる社会的な影響が大きく、実物実験は行ないにくい。仮に模擬の実験装置を考案しても、関連する現象が複雑

にからみあっているので伝統的な実験方法は有力な武器となりえない。これらの方法に代わってわれわれは、(3)問題となっている現実システムのモデルを構築して、それを実験室の中で操作して有効な解決策を深る、という方法をとらざるをえない。この方法が問題に対するシステムの接近にほかならない。都市のシステム分析はふつうのシステム分析と同じようにつぎのような作業プロセスに従って展開されよう。

- (1) 問題を定式化すること
- (2) 研究しようとするシステムをあらわす数学モデルを作ること
- (3) モデルから解を導くこと
- (4) モデルおよびそれから導かれた解をテストすること
- (5) 解に対する管理を確立すること
- (6) 解を実施に移すこと

この作業プロセスがこの順序どおりに進められることはまれであり、途中から入ったり、いくつかの手順が同時に行なわれることもあるのはふつうのシステム分析のばあいと同じである。図1・1・1に示すような複雑な繰返しをもつ作業プロセスが、前述した教科書的なシステム分析のプロセスの現実の局面であることを賛成する人は多いであろう。

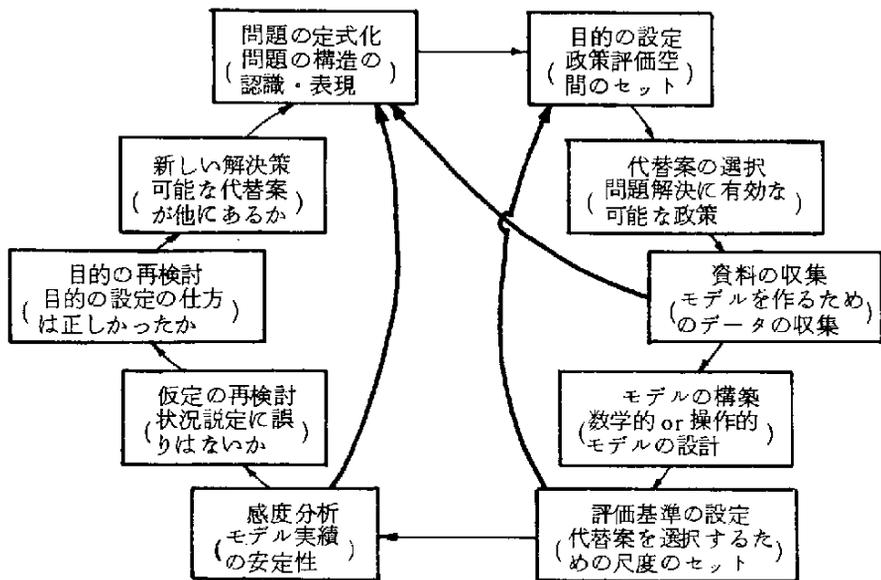


図1・1・1 システム分析の作業過程

かくして、システム分析は都市社会システムという複雑なシステムの有力な解析装置になりうるのである。われわれはとくにシステムズ・シミュレーション・アナリシス (systems simulation analysis) をシステム分析のなかでもっとも強力な社会システムの解析装置になりうるものとして強調したい。本稿の目的はシステムズ・シミュレーション・アナリシスの基本的な考え方と実際を紹介することにある。

2 都市社会システムの解析装置

① 都市という複雑なシステム

東京、大阪などの大都市は非常に複雑なシステムである。都市は、家計、企業、政府などの要素が相互に単純でない方法に関連しあって、部分を構成している複雑なシステムである。複雑なシステム (complex system) の厳密な定義をここでしようとは思わないが、J.W. Forrester [1969] の言葉を借りれば、複雑なシステムとは高次で、多重ループをもった非線形フィードバック・ループ構造を意味している。また、H.Simon [1969] によれば、複雑なシステムとはサブシステムで構成され、そのサブシステムをもち、順次そのようにつながっている多階層構造を有しているシステムである。都市は、確かに家計、企業、政府、建物、交通などのサブシステムからなり、たとえば企業が生産部門、営業部門、管理部門などのサブシステムをもっているように、各サブシステムはそれ自体のサブシステムをもっているという意味で多階層構造をもった複雑なシステムである。

多重重階層の非線形フィードバック構造を有している複雑なシステムは、われわれの直感になじまないものである。都市というような複雑システムにおいては、システム行動を改善しようとする修正行動はしばしば役に立たず、われわれが予期したものと反対の結果がもたらされることがある。あらゆるソーシャル・システムは複雑システムであり、たとえば企業の経営システム、政府、経済システムなどはみな複雑システムの特徴をもっている。

複雑システムの顕著な特質を列挙してみよう (Forrester [1969, 70] を参照のこと)。

まず第一に複雑システムは高次である。ここに、システムの次数はシステム記述中のレベル方程式 (状態、積分値あるいはストック) の数として定義される。都市は住民、企業、生産額、住宅数、環境評価などの独立なレベル変数をもっており、一般には4次あるいは5次以上のシステムとしてとらえることができる。第二番目の特質としては、複雑システムは多重ループであるということである。複雑システムは、一般には相互作用をする三つ以上のフィードバック・ループをもっている。これらのループのあいだの相互作用や一つのループから他のループに流れがうつることが、後で述べるような複雑システムの示す行動特性の原因なのである。第三番目の特質として、これらのループには正のフィードバック・ループと負のフィードバック・ループの両方があるということである。負のフィードバック・ループはよく知られている。負のフィードバック・ループは目標追求的であり、ある目的に向かってシステムを調整しようとする。たとえば、手もとにある鉛筆をとろうとすることは、目標としてはなるべく早く鉛筆をとることであり、手を遠くにやりすぎれば近くにもどさなければならぬし、手を近くにやりすぎれば、もう少し遠くにやらなければならぬ。われわれは経験と直感によって、このような目標追求的な負のフィードバック・ループのプロセスをつつがなく行なうことができる。負のフィードバックループはシステムを平衡状態にもっていこうとする力をもつ。しかしながら、あらゆるシステムの成長をもたらす正のフィードバック・ループは、目標発散的であり、不安定な均衡状態のある点から指数関数的に離れる傾向がある。正のフィードバック・ループは、そのループの構造から出てきているというよりもむしろ、ループのまわりの多数の変化するファクターが原因となって出てきている。たとえば、岩石が風化して土になるプロセスを考えてみよ

う。最初に何らかのきっかけで岩に割れめができる。するとそこに水がたまる。水は凍って割れめはさらに大きくなる。大きくなった割れめはさらに水を集め、割れめはますます大きくなる。水が十分になると有機物が住むようになり、有機物は植物が割れめで成育するのに役立つ。植物の根が割れめをさらに大きくするのである。結局、割れめが大きくなるのが割れめをさらに大きくするのである。この例をみてもわかるとおり、正のフィードバック・ループはシステムに成長をもたらすのである。またこの例で明らかなおと、ダイナミックなシステムの変動に影響を与えるのは、システムの状態 (state) ではなくフィードバック・ループというプロセス (process) なのである。都市の成長過程もこの正のフィードバック・ループによってもたらされるといえよう。

複雑なシステムの四番目の特質としては非線形性をあげることができる。これまでに人類が開発してきた数学はほとんどが非線形プロセスとなっている。解析的な数学手法によって非線形プロセスを線形化して使うことには無理がある。システムの非線形性をそのまま取り扱うことによってのみ、都市というような社会システムのダイナミックな行動を理解することができる。

複雑なシステムのこのような特質がそのダイナミックな行動に関してつぎのような特性を与えるのである。(1)複雑なシステムは反直感的 (counterintuitive) である。われわれの直感とか経験とかは比較的単純なシステムの中で養成されてきたので、複雑なシステムの行動を直感的につかむことはできない。

さらに複雑なシステムはつぎのようないくつかの特性を示す。(2)政策変更抵抗する。(3)複雑なシステムはそこから変化を射出させる圧力点を含んでいる。(4)悪い徴候を緩和する目的で出されたプログラム (計画) を中和するように複雑なシステムは行動する。(5)システムの短期の反応とは反対の方向に、長期にわたるポリシー変更に応答する。(6)複雑なシステムは望ましくない行動を生じさせるようなダイナミックなメカニズムを内包している。(7)複雑なシステムはそのなかで作用するそれぞれの安定的なパターンに特有な圧力を生み出し、その圧力はそのパターンのなかで作用する。

複雑なシステムのこのような行動特性は、多重多階層の非線形フィードバック・ループ構造という複雑システムの特質がもたらすのである。このような意味において都市は複雑システムの特質をもち、行動特性を示す。

② システムとモデル

われわれは都市を複雑なシステム (complex system) としてとらえたわけであるが、そもそも都市をシステムとしてとらえることができるのであろうか。これに答えるにはシステム (system) とは何であるかを明らかにしなければならない。

経済成長、科学技術の急激な発展とともに、人間は自然科学、技術に追いつけなくなり、それにつれて社会はばらばらになり、つながりは全くなかった。すなわち、社会はカオス (chaos) になってしまった。カオスな社会とは、複数の要素が独立してばらばらに存在している無秩序集団の社会のことである。それでは、社会の多くはカオス状態にある人間の集団である鳥合の衆になってしまったのであろうか。人間社会においては、集団を構成する個人は他との協調関係において統制のとれた行動をとり、集

団全体としてある目標、特性をもつ動きを示す集団が少なくない。このような人間の社会集団をわれわれは「社会システム」と呼ぼう。なぜ社会システムと呼ぶことができるかという、システムとは、
 “それぞれが分離可能で、各自独立して一定の機能をもつ要素が、他の要素との相互関係によって、集団全体として一定の属性を示す集合をなすもの”であると一般的に定義することができるからである。

このように社会システムを定義すると、都市は、その目標こそはっきりしていないが、その要素である市民の相互関係から構成される人間の社会であり、社会システムとしてとらえることができる。

このように考えてくると、社会がばらばらになりカオスになってしまったのではなく、社会というシステムが複雑になったのであるといえることができる。

われわれは都市化社会を複雑なシステムとしてとらえて、システムズ・アプローチ (systems approach) を試みることができる。システムズ・アプローチで重要な役割を果たすのがモデル (model) である。

モデルというのは、現実の世界 (real world) を抽象しかつ模写してつくった仮構の世界 (ideal world) である。現実の世界は誰にもわからないし、存在しないかもしれない。われわれは現実の世界を認識する。この認識は認識者によって異なり、いわゆる主観的な仮想世界である。この世界は認識者各人の頭の中にあり、それ以外の人には理解することができない。モデル設計者 (model builder) はこの認識された世界を表現する。この表現はいわゆる客観的な方法がとられなければならない。このためにしだいに数学的方法がとられるようになってきた (図 1-1-2 参照)。モデルの記述に用いられる数学的方法のちがひによって、モデルは大きく分けて数学的モデル (mathematical model) と操作的モデル (operational model) の二つに分けられる。数学的モデルはそのモデルが数学的方程式体系の形であらわされているモデルである。もちろん、現実の世界のすべての状況が数学的方程式体系であらわされるとはかぎらない。とくにわれわれが対象とする社会システムは複雑なシステムであり、数学的モデルであらわすことができないことのほうが多い。このような状況をモデル化するばあいに有効な方法が操作的モデルである。

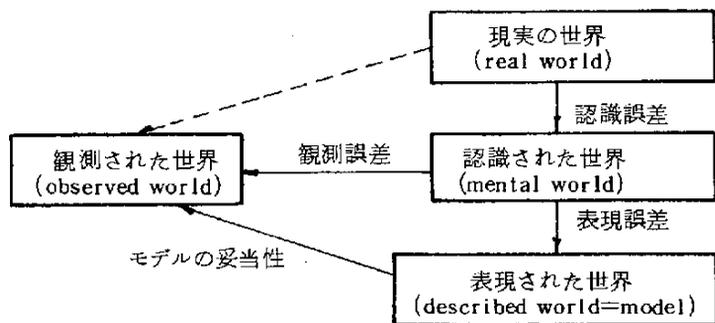


図 1-1-2 現実世界とモデルとの関係

数学的モデルは現実の状況に不確実性が存在するか否か

によって決定論的モデルと確率論的モデルに分けられるが、さらに人間を含むシステムにおいては利害が対立している競合的な状態があらわれ、それは競合的モデルによってあらわされる。このモデルの区別は、現実の状況というよりもわれわれの状況認識の相違から生じるのかもしれない。人間を中心とし

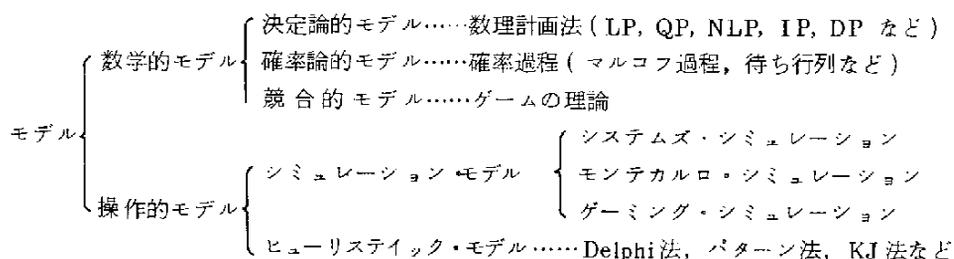
ている社会システムは、基本的には競合的モデルで必ず記述されなければならない。

操作的モデルの代表的なものとしてはシミュレーション・モデルおよびゲーミング・モデルがあるが、社会システムというより複雑なシステムの記述にはもっとも適している。

それぞれのモデルで使われる手法には、たとえば決定論的モデルには数理計画法、確率論的モデルにはマルコフ過程、競合的モデルにはゲームの理論などが挙げられる。

このような視点から社会システムにおけるモデルと手法を分類すると表1-1-3のようになる。

表1-1-3 社会システムのためのモデルと手法の分類



われわれはこのようさまざまなモデルのうち、都市という複雑なシステムの解析装置としてシステムズ・シミュレーション・アナリシス (systems simulation analysis) の役割を強調したい。後で詳しく述べるように、システムズ・シミュレーション・アナリシスは複雑システムのもっとも強力な解析装置となりうる。

③ 複雑システムの解析装置

複雑なシステムの設計を行なうためには、システムの構造を正確に把握し、各エレメントの相互関係を明らかにしてシステム行動を追跡しなければならない。システムの行動を記述するのに代数的、解析的な数学的方法が役に立つのはまれである。数学的方法では複雑システムを記述して解を求めることはできない。われわれが複雑システムの解析解を求めることをあきらめ、システムズ・シミュレーション・モデルによるあまりエレガントではないが、経験的・技術的な接近法を選択すれば、多重多階層の非線形フィードバック構造を有している複雑なシステムを記述することはそんなにむずかしくなくなる。シミュレーション・モデルというのは、現実の世界を拾象模写してつくられた仮構的世界である。シミュレーション・モデルのいちばんの特色は、システム行動に対するわれわれの主観的観察をモデルのなかに十分に組み込むことができるということに求められる。数学的なモデルによっては、都市というより社会システムに必ずみられる魅力、価値などの無形の (intangible) 変数をモデルのなかに組み入れることはむずかしい。重要な変数が拾象されてしまう危険性が大きい。シミュレーション・モデルを用いれば、観察と表現のギャップを比較的小さくすることができる。われわれは、都市システムのパラメータを正確に測定しようというむだな努力をすることに精力を傾けずに、システム構造というきわめて高い次元の問題に全神経を集中することができる。

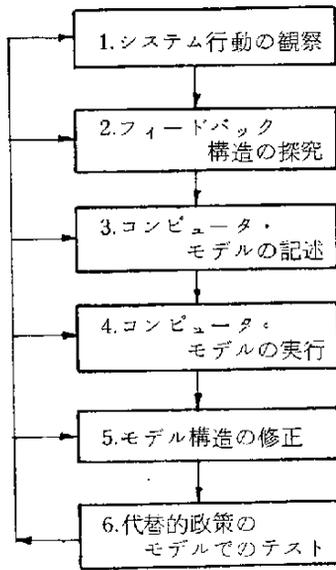


図1-1-4 シミュレーション・モデルの設計プロセス

シミュレーション・モデルの設計プロセスは図1-1-4に示したような作業手続にしたがって進められる。まず第一に何が問題なのかを識別するために、システムの行動様式を注意深く観察することである。つぎにその観察された行動を生み出すフィードバック構造を探究し、三番目にその構造を形成しているレベル変数とレイト変数²⁾を識別し、さらにコンピュータ・シミュレーション・モデルの方程式体系として明示的に記述しなければならない。つぎに、実験室において、ダイナミックな行動がすでに認識された構造のなかでインプリシットにシミュレートされるようにコンピュータ・モデルを動かすことである。つぎに、モデルの構造は、その構造のエレメントおよび生じてくる行動と現実のシステムで観測された状況とが一致するまで修正されなければならない。最後に、利用可能でかつ受入れ可能な、改善された行動を与えるような政策をテストできるように、修正された政策がモデルに導入されなければならない。狭い意味

のモデル・ビルディングとは、現実システムのモデルを記述している方程式体系を求める段階1から4までの作業を意味している。また、モデルの構造として方程式体系が与えられたとき、初期条件をもとにして状態変数(=レベル変数)の変動過程を描き出すように設計されたコンピュータ・アルゴリズム³⁾をシミュレータ(simulator)という。シミュレーション実験とは、段階6のある代替案が与えられたときの状態と変数の時間経路を求める作業を指している。このような意味でシミュレータは、模擬の実験装置として複雑システムの解析装置となりうるのである。この解析装置(シミュレータ)を用いることによって、たとえばニュータウンの建設、土地課税、工場分散政策、事務所規制などの諸計画政策の有効性を事前に評価することができる。

3 解析装置の構造と実際

① シミュレータの基本的構造

一般に<解析実験装置>としてのシステム・モデルはどのような構造になっているのであろうか。都市システム・モデルは、対象である都市システムの複雑性のゆえに多様なものとなるのを避けることはできないが、都市計画プロセスの一般理論をめざして、既存のモデルのモデルをつくることにより、都

注2) 統合によってできる量をあらわす変数をレベル変数といい、システム内の変化を支配する変数を政策変数もしくはレイト変数という。

注3) ある型の問題を解くための、有限の操作からなる一定の手続を、その型の問題を解くためのアルゴリズムという。

市計画モデルの基本的枠組を構築してみよう。すべての計画モデルはつぎのような六つの基本的要素から成り立っていると考えることができる。

- | | |
|-----------------|-------------------|
| (1) モデルの対象 | (2) モデルの設計方針 |
| (3) モデルの機能および性質 | (4) モデルで用いられる理論 |
| (5) モデルで用いられる手法 | (6) モデルでのデータの取扱い方 |

このようなモデルの基本的枠組を設定することによって、すでに開発されたモデルの分類を行なうことができる。欧米、とくにアメリカで開発されたいくつかの都市・地域計画モデルおよびわが国で開発されたモデルの一部などを分類して整理したものを表 1-1-5 に示す。これらのなかには現在まだ開発続行中のものも含まれている。このように都市計画モデルの構造をとらえると、今後新たにモデルを開発するときに強力な枠組を与えることができる。



本稿は安田〔1973〕の前半を加算，修正したものである。

表 1-1-5 都市・地域計画システム・モデルの分類

モデル名 (略称)	対象都市・地域	年	対 象										設計方針		機能性質		理論			手法			データ												
			土地利用					交通		経済活動					規範	記	予配	行説	成長	要因	計画	数理	シミュ	メタラ	投入	変数									
			住	工	商	政	道	公	用	内	所	雇	小	製													サ	賃	個	私	公	経	選	グ	成
1. C.A.T.S.モデル	シカゴ	1960	○	○	○	○	○	○	○	○		○						○	○												○	○	○		
2. Economic Model-Metropolitan Employment & Population Growth	理論的	1963						○	○		○	○	○					○	○					○											
3. Model of Metropolis	ピッツバーグ	1964	○	○	○			○				○	○			○			○																
4. Penn-Jersey Region Growth Model	フィラデルフィア	1964	○													○	○	○	○								○	○							
5. Pittsburgh Urban Renewal Simulation Model	フィラデルフィア	1964	○	○	○			○				○	○					○	○	○	○	○	○					○	○						
6. Projection of a Metropolis-New York City	ニューヨークシティー	1960						○				○	○	○	○				○					○	○										
7. San Francisco C.R.P.	サンフランシスコ	1965	○					○										○	○	○	○					○									
8. Simulation Model for Residential Development	理論的	1966	○								○							○	○	○	○								○	○					
9. M.E.T.S.モデル	(コロンビア)	1967						○	○	○	○	○	○			○			○	○	○	○								○	○				
10. 名古屋モデル	名古屋都市圏	1967	○					○			○	○	○					○	○	○	○	○	○												
11. 戸田モデル	戸田市	1967	○					○										○	○	○	○														
12. Sasquehana モデル	サスケハナ流域	1968						○										○		○															
13. Urban Dynamics	理論的	1969	○	○				○			○							○	○				○												
14. 仮想都市モデル	(東京圏)	1971	○	○	○			○	○		○	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○											
15. 大阪地域成長システムズ・シミュレーション・モデル	大阪湾地域	1971	○	○	○			○	○		○	○	○	○	○			○	○	○	○	○	○	○	○										
16. 北上地域開発計画モデル	北上地域	1972						○	○									○	○	○	○	○	○	○											

参 考 文 献

- Center for Real Estate and Urban Economics, 1968, *Jobs, People, and Land: Bay Area Simulation Study (BASS)*, Berkeley: Institute of Urban and Regional Development, University of California.
- Crecine, J. P., 1964, TOMM (Time Oriented Metropolitan Model), *Technical Bulletin*, No. 6, Pittsburgh Community Renewal Program.
- Crecine, J. P., 1968, *A Dynamic Model of Urban Structure*, Santa maria, RAND Corporation.
- Feldt, A. G., 1966, *The Cornell Land Use Game*, Ithaca: Center for Housing and Environmental Studies, Cornell University.
- Forrester, J. W., 1961, *Industrial Dynamics*, M. I. T. Press. 石田晴久・小林秀雄訳, 1971, インダストリアル・ダイナミックス, 紀伊国屋書店.
- Forrester, J. W., 1968, *Principles of Systems*, Wright-Allen Press.
- Forrester, J. W., 1969, *Urban Dynamics*, M. I. T. Press. 小玉陽一訳, 1970, アーベン・ダイナミックス, 日本経営出版会.
- Forrester, J. W., 1970, Systems Analysis as a Tool for Urban Planning, *IEEE Systems Science and Cybernetics*, 6-4, pp. 258-265.
- Forrester, J. W., 1971, Counterintuitive Behavior of Social Systems, *Simulation* 16-2, pp. 61-76.
- Forrester, J. W., 1971, *World Dynamics*, Cambridge (238 Main St.), Wright-Allen Press.
- Garin, R. A., 1966, A Matrix Formulation of the Lowry model for Intrametropolitan Activity Allocation, *Journal of American Institute of Planners*, 32, pp. 361-364.
- Garn, H. A., 1970, An Urban Systems Model; A Critique of Urban Dynamics, *The Urban Institute Washington DC Working Paper*, pp. 113-25, unpublished.
- Goldner, W., 1971, The Lowry Model Heritage, *Journal of American Institute of Planners*, Vol. 37, No. 2, March, pp. 100-110.
- Gregory, I. K., 1970, Book Review of Urban Dynamics, *Journal of American Institute of Planners*. Vol 36, No. 3, May.
- Hogatt, A. C. and Balderston, F. E., 1963, *Symposium on Simulation Models, Methodology and Applications to the Behavioral Sciences*, South-Western Publishing Co. 安田寿明ほか訳, シミュレーション・モデル, 行動科学への理論と応用, ラテイス.
- 犬田章・安田八十五, 1973, 現代社会からの問題提起: ORの新たな課題, 経営科学第17巻第3号.
- Jacobs, J., 1969, *The Economy of Cities*, Random House, New York. 中江利忠・加賀谷洋一訳, 1970, 都市の原理, 鹿島出版会.
- Kadanoff, L. P., 1971, An Examination of Forrester's Urban Dynamics, *Simulation* 16-6, pp. 261-267.
- Kain, J. F., 1969, *A Computer Version of How a City Works*, Fortune.
- 加藤周一, 1971, 地上楽園, 波7, 8月号, 新潮社.
- Kilbridge, O. M. O'block, P. R. and Teplitz, V. P., 1969, A Conceptual Framework

- for Urban Planning Models, *Management Science*, 15, No. 6.
- 熊田禎宣・安田八十五, 1970, A Comparative Study of Urban Systems Planning Models, ——都市問題とオペレーションズ・リサーチ——, 日本オペレーションズ・リサーチ学会, 秋期研究発表会アブストラクト集, pp. 67-68.
- 熊田禎宣・安田八十五, 1971, 土地問題解決へのシステム工学的接近, 東京工業大学工学部, 社会工学科.
- 熊田禎宣, 1971, 大都市における土地利用パターンの変動過程の解明, 行政管理 22-6, pp. 12-22.
- 熊田禎宣・安田八十五, 1972, 土地問題解決の政策実験装置の設計, 東京工業大学工学部, 社会工学科.
- Lowry, I. S., 1964, *A Model of Metropolis*, RAND Corporation, Memorandum, RM-4035 RC.
- Massé P., 1965, *LE PLAN ou l'antihazard*, Editions Gallimand. 岡山隆・寿里茂訳, 1972, 計画の思想, ダイヤモンド社.
- Simon, H. A., 1969, *The Science of the Artificial*, M. I. T. Press. 高宮晋監修, 倉井武夫ほか訳, 1969, システムの科学, ダイヤモンド社.
- 清水幾太郎編訳, 1965, 社会科学におけるシミュレーション, 日本評論社.
- San Francisco Community Renewal Program, 1966, *Model of San Francisco Housing Market*, C-65400, Cambridge, Arthur D. Little, Inc.
- 安田八十五, 1970, 社会システム分析の限界と効用, 数理科学 8-1, pp. 18-24.
- 安田八十五, 1970, 社会経済システムの安定性——a game-theoretic approach——, 日本オペレーションズ・リサーチ学会, 秋季研究発表会アブストラクト集, pp. 63-64.
- 安田八十五, 1971, 社会経済システムの効率性, 安定性と平等性, 日本オペレーションズ・リサーチ学会, 春季研究発表会アブストラクト集, pp. 69-70.
- 安田八十五, 1972, 都市システムの OR による解剖と設計——都市 OR の方法と手法 (1), オペレーションズ・リサーチ 17-4, pp. 59-64.
- 安田八十五, 1972, 都市システムの変動過程の解析装置——都市 OR の方法と手法 (2), オペレーションズ・リサーチ 17-5, pp. 59-72.
- 安田八十五, 1972, 土地問題の構造と土地利用パターンの追跡と制御——都市 OR の方法と手法 (3), オペレーションズ・リサーチ 17-6, pp. 50-64.
- 安田八十五, 1972, 地代と地価の形成機構の解明 (I), 不動産研究, 14 卷 4 号.
- 安田八十五, 1973. 都市化社会のシステム分析
—— 都市社会変動の追跡制御装置 ——
安田三郎編, 数理社会学, 東京大学出版会. 所収.

2節 地域解析の方法

(1) 序 論

地域解析という名の下に包摂される分析手法は、地域が多階層のサブ・システムに分析して把握されるべき複雑なシステムであることから来る当然の帰結として、極めて広範多岐にわたる。しかし、筆者の限られた能力と紙数の制約から、ここでその全領域を概観することは不可能であるから、本稿では都市のサブシステムである地域経済システムの解析方法に限定して議論することとしたい。

問題を地域経済システムに限定したとしても、なお、分析の目的によって採用すべき手法やモデルの構成要素にちがいが生じてくる。分析の目的が理論仮説の検証である場合と予測である場合について考えると、仮説検証の場合であれば可能なかぎり統計的手法によることが望ましいのに対して、予測の場合は、代替的政策と、想定される幾組かの外部環境の組合せがシステムのビヘイビア、とりわけ政策目標に与える影響を適確に表現できることが重要な要件となる。これらの分析目的を体系的に列挙し、それぞれに対応するモデルと解析手法を論じることは非常に有意義なことであるが、システムの範囲を限定したのと同じ理由で、ここでは分析の目的を地方公共団体の行政計画のための分析にしばって分析手法を展開することとする。

さて、都市システムのサブ・システムとしては、地域経済システムのほか、行政システム・土地利用システム・交通通信システム・環境システムなどがあるが、地域計画におけるプログラム評価尺度として重要なものは、多くの場合、集計的尺度ではなく構造的尺度であるから、地域計画のための分析においては、これらのサブ・システムの下に、さらにこれらを構成するサブ・サブ・システムと、サブシステムおよびサブ・サブ・システム相互間の関係を識別することが必要である。このように、システムが多階層のサブ・システムに分解できること、およびサブ・システムあるいはサブ・サブ・システム相互間のインフォメーション・フィードバック・ループが多重で非線型であることが都市システムのような複雑なシステムの特徴である。

ところで、地域計画策定の目的は、長期的な展望にたつて行政システムの目標と目的を設定し、目的達成のためのプログラム（共通の目的をもつアクティビティの集まり）を選択することによって、行政システムにおける個別の意思決定のフレームワークを形成することにあるが、計画がこのような機能を果たするためには、次の3つの要件を充たさなければならない。第1は、目的間の量的均衡、第2は、手段の効率、そして第3は、手順の経済性である。

第1の要件は、換言すれば、資源配分が特定の分野に偏することなく、行政に対する social needs に適確に対応できるようになされているということである。この要件を充たすためには、social needs および利用可能な資金と資源を定量的に把握するとともに、行政の目的を細分化してその階層的構造を明らかにし、各目的間の横の関係、すなわち相互の補完、競合および矛盾関係を分析して、細分化された目的に対するウェイトづけを明確にしておかなければならない。目的の細分

化と設定には価値判断が伴うから、組織の決定機構に則って統一的な認識を形成しておく必要があるが、そのための判断材料として利用可能な資金と資源および social needs の予測が必要となるのである。他方、これらの判断材料を予測するためには、財政と social needs に影響を与える地域経済社会の予測が必要である。本稿は、このような目的をもった地域経済社会予測モデルのサブ・モデルである経済モデルについて論ずることを目的としている。このような経済モデルを包摂するマスター・モデルについてふれる余裕はないが、筆者は手法としてはシステム・ダイナミックスが適当であると考えている。

行政計画の第2の要件である手段の効率とは、選択されたプログラムが目的達成のための代替案のうちで最も望ましい性質をもったものであることを要求するものである。目的達成のための手段は通常複数個あり、それぞれの費用と効果が異なっているので、単位費用当たりの効果（すなわち効率）が最も高い手段を選択しなければならない。プログラム選択のための分析にあたっては、公共的プログラムについての意思決定問題がもつ特殊性を充分考慮してモデルを作ることが肝要である。公共的プログラムの特殊性として C. Steinitz and P. Rogers (7) は次の8点をあげている。(1)プロジェクト（プログラムを構成する事業）の非分割性、(2)複雑な形で存在する規模の経済、(3)長期的な影響、(4)空間的性質の存在、(5)多数の意思決定主体間の相互関連、(6)目的の多元性、(7)外部経済と外部不経済の多様性、および(8)定性的要因の重要性、である。(1)は、たとえばダムの場合の2分の1とか道路の3分の1とかいうように、プロジェクトを分割することができないことを指しており、この非分割性のため、プロジェクトの代替案を分析するさい、変数のあるものは不連続になり、しかもそのなかのいくつかは特定の規模に限定されてしまうという解法上の困難が生じる。(2)の規模の経済にかんする問題は、公共プロジェクトの規模の経済が多くの場合非線型でかつ離散的であり、さらにわるいことには、数学的モデルの定式化にさいして非凸面性を導入してしまうこともあることである。(3)の長期的影響というのは、公共的プロジェクトの場合、commitment の期間が長い場合、プログラム選択にあたってその影響を動的に調べる必要があることを指摘したものである。(4)の空間的性質の存在は、公共プロジェクトの重要な属性としてプロジェクトが実施される位置があり、位置のちがいが機会費用・社会的費用や効果の種類と大きさ、社会的費用の負担者、効果の受益者などに複雑な影響を与える点を指摘したものである。(5)の多数の意思決定主体間の相互関連というのは、公共プロジェクトが実施される場である地域空間には、住民や企業など多くの意思決定主体が土地や水などの資源をめぐる競争しており、地方公共団体はこれら意思決定主体の行動の全てを規制する権限をもっているわけではないから、公共プロジェクトや行政指導が各意思決定主体の行動にどのように影響するかを予測しながらプログラム選択をするのでなければならないことを示唆しているのである。プログラム代替案の評価尺度としては、資源を公共的に利用しない場合に民間の利用によってえられる社会的利益を機会費用として考慮するほか、プログラム実施が実施地点周辺の民間の諸活動に与える影響の社会的費用も考慮に入れなければならない。第6の目的の多元性については、すでに行政計画の第1要件として述べたよう

に、目的間のバランスという観点から、代替的プログラムとの関連だけでなく、目的において関連する他のプログラムとの関係も充分検討しなければならない。第7の外部経済・不経済については、農薬用利水ダムが治水にも役立ち、下流域の土地生産性を高める場合などのように、公共的プロジェクトの多くは直接目的とする効果以外の多様な外部効果をもっており、プログラム選択のさいには、これらの広範な外部経済、不経済にも充分注意しなければならない。第8の定性的要因の重要性については、公共プロジェクトには、都市の美観や快適さなどのような定量化しにくい要因が多く関連しており、しかもこれらがプログラム評価の重要な尺度となる点に注意する必要がある。プログラム選択にあたっては、これらの特殊性を充分考慮して分析しなければならない。

行政計画の第3の要件は、手順の経済性であった。この要件は、単に個別プログラムの実施手順から無理と無駄を排除することを要求しているだけでなく、時間のフェイズにおいて機会費用と社会的費用を考えることを要求している。上記2要件を充たすようにプログラム選択を行なっても、実施のさい、異なったニードをもつ住民各層間の受益の時点が著しく異なるならば、計画の目標年次においてはともかく、途中年次で目的が量的に均衡しているとはいえなくなる。また、ニュータウン建設の場合のように、住居と幼稚園、学校、交通体系などのような複数のプロジェクトからなるプログラムの場合、住宅建設のみが先行して、住宅完成時に他のプロジェクトが完成していないならば、住宅建設によって得られるはずの住民の満足が他のプロジェクトの遅延によって減殺されるだけでなく、住居水準の向上によって刺戟された他のプロジェクトへのニードが充足されないことに起因する不満が追加されることになり、もし他のプロジェクトの遅延が防げないものであるならば、ニュータウン建設全体の進捗を遅らせて、その資金を他のプログラム実施にあてた場合に比して、全体として住民の不満の程度はより大きなものとなる。このように、機会費用と社会的費用をタイム・フェイズにおいても考慮する必要がある。

以上、地域計画が充たすべき3件を述べたが、本稿の目的は、第1および第2の要件に関連しており、行政に対するsocial needs と needs をみとすための財政資金の将来予測を行なうための前提として必要となる地域経済システムのビヘイビアを予測するためのマクロ経済モデルと産業関連モデルを論ずることにある。以下、小節を改め、第2小節でマクロ経済モデルを、第3小節で産業関連モデルを論ずる。なお、財政モデルおよびsocial needs に対応する資金配分モデルについては、第4章第1節「都市経営システム・シミュレータ」の拙稿を参照されたい。

(2) マクロ経済モデル

(2-1) 地域経済システムの特徴

経済システムは、分析の目的に応じて異なった形で表現できるが、マクロ的な経済成長を論ずるさいには経済循環という形で表現される。経済循環とは、消費と投資によって規定される有効需要をみとすために財とサービスの生産が行なわれ、これらの支出の代金と引きかえに財・サービスが引き渡され、

さらに生産過程で使用される生産要素に対する支払いが所得の分配となり、分配所得は消費と貯蓄に支出され、貯蓄をベースに投資が行なわれるという形で表わされる貨幣の循環をさす。

経済循環を図示すると第1図のとおりであるが、このプロセスには生産過程や投資の過程で行なわれる企業間取引、および分配から消費の過程で行なわれる企業対家計の取引が含まれている。前者を記述するモデルが産業連関モデルである。後者は、狭義のマクロ経済モデルであるが、後に述べるように、地域の場合この循環に地域間取引が含まれる。

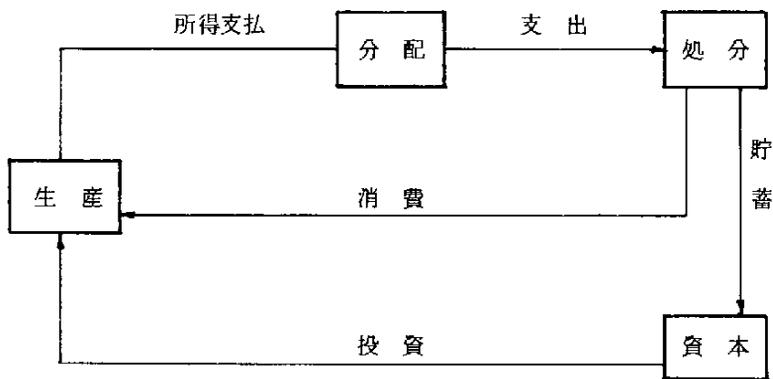


図1-2-1 経済循環のフローチャート

経済循環を数学的モデルで表わす場合、プロセスの各段階の因果関係を表わす経済仮説には、通常、代替案が複数個あり、いずれを採るかは分析目的と統計的検定によってきめるのであるが、図1のモデルの一例を次に示す。なお、簡単化のため投資は外生変数と仮定している。また、脚字 t は当該変数の t 期の値であることを示し、ギリシャ文字は未知母数を、 u は確率誤差項を示す。

$$\textcircled{1} C_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_t^d + u_t$$

C = 消費, Y^d = 分配所得

$$\textcircled{2} Y_t^d = Y_t$$

Y = 生産所得

$$\textcircled{3} Y_t = C_t + I_t$$

I = 投資

上記の3式連立方程式体系で、 I を与えて Y ($= Y^d$) と C をえる形となっている。母数推定のさい、

①式に最小自乗法を適用する方法では α_1 の推定値 $\hat{\alpha}_1$ が上方に偏ることがHeave lmo [2]によって証明されており、二段階最小自乗法などの同時推定法を用いなければならない。

次に、図-1で欠けていた財政と地域間取引きを入れた簡単な地域経済循環を考えてみよう。単純化のため、行政部門は、分配所得に対して租税を賦課し、財政支出によって企業から財・サービスを購入するという形でのみ循環プロセスに影響すると仮定する。他地域との関連については、他地域で生産された所得が域外への通勤者等に対する支払いによって流入し、逆の理由で流出する。域外住民との間で所得が移転し、他地域との生産物の取引きによって財の移輸出が発生する。また、資本の他地域からの流入、他地域への流出によって域内資本は増減する。これらの関係を図示すると図-2のとおりである。(矢線は貨幣の流れを示す。)

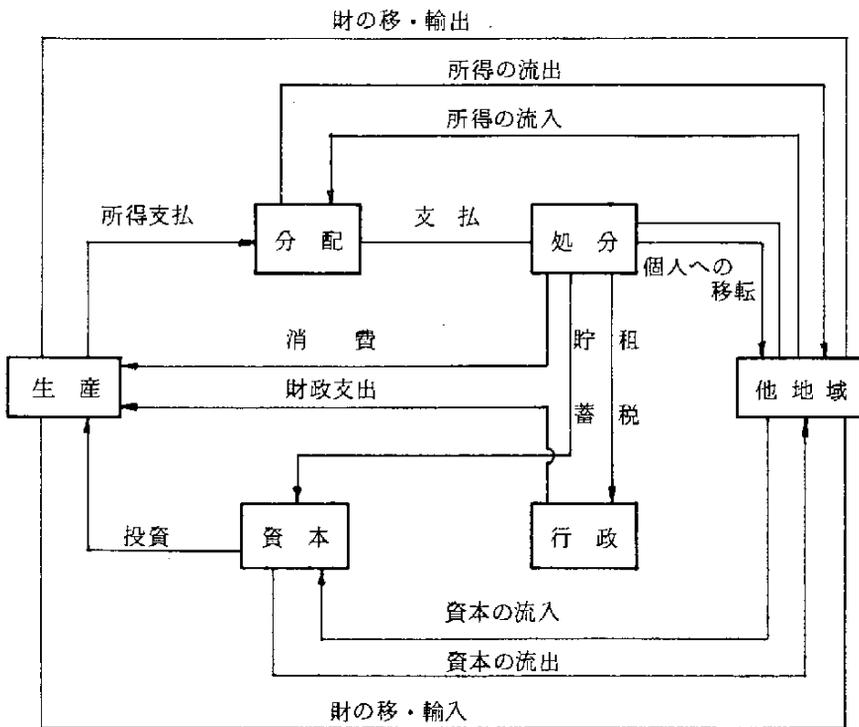


図1-2-2 地域経済循環のフローチャート

図-2の関係を数学的モデルで表わすと次のとおりである。なお、 G は財政支出で外生変数、 Y^T は所得の経流入プラス経転入で外生変数とし、 u, v, w は確率誤差項とする。

$$\textcircled{4} C_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_t^d + U_t$$

Y^d = 可処分所得

$$\textcircled{5} \quad T_t = \beta_0 + \beta_1 Y_t + v_t$$

T = 租 税

$$\textcircled{6} \quad T_t^r = r_0 + r_1 Y_t + w_t$$

T^r = 純移輸出

$$\textcircled{7} \quad Y_t = C_t + I_t + G_t + T_t^r$$

$$\textcircled{8} \quad Y_t^d = Y_t + Y_t^t - T_t$$

図-2から明らかなように、このシステムの特徴は、(1)他地域との関連においてオープン・システムであること、(2)生産部門内の企業間取引を識別する必要があること、(3)多重のフィードバック・ループをもつこと、などである。(1)については、国内を数地域に分割して、各地域内のフィードバック・ループと地域間ループを連動させればクローズド・システムとして表現することができ、本来はその方が理論的に望ましいのであるが、モデルの操作が著しく困難になるという問題がある。(2)については、マクロ経済モデルのサブ・モデルとして、産業連関モデルで取扱う。また、(3)のフィードバック・ループについては、部分的に指数関数を用いるなど非線形で定式化することもできる。

(2-2) 地域経済モデル

地域計画作成のためのマクロ経済モデルにおいては、地方公共団体の政策で地域の経済集計量に影響を与えるものは外生変数としてモデルに組み込んでおかなければならない。従来の地域モデルの多くは、財政支出額ないしは投資的経費を政策変数として外生化し、その所得乗数効果を分析するという形のものであった。しかし、地方公共団体が財政規模自体を政策的に操作できるという考え方は非現実的で、実際は各予算科目への一般財源の分配の結果として事後的に歳出規模がきまるのであり、起債等の特定財源を充当する事業にあっても、主眼は財政規模の操作による乗数効果ではなく、個別事業が地域にもたらすと期待される経済的社会的便益にあるのである。また、財政規模の操作可能性はともかくとしても、乗数効果は所得の域外へのもれのために識別可能なほどの大きさをもちうるかどうか疑がわしい。乗数効果を内生化した、従来の地域モデルの多くが地方公共団体の財政支出の衝撃乗数に相対的に小さい値を与えていることがこの疑問を裏付けている。

従って、財政支出の経済効果は、個別主体の経済活動における外部経済効果として把握されなければならない。外部経済効果は、現存する社会的間接資本が域内の既存の事業所の生産環境を改善するという形で発生するほか、新規の公共投資によって近い将来に発生すると期待される外部経済効果が新たに事業所の立地を誘引するという形でも発生する。このような外部経済効果が所得に及ぼす影響、さらには所得水準の変化が人口や住宅に及ぼす影響を政策の評価尺度として、公共投資の配分を決定するような数学的モデルが必要となる。以下で、まずこのような要請をみたすことのできる経済成長モ

デルの原型を示し、さらにこの原型をもとにして地域経済成長モデルを定式化し、最後に他地域との交流をおり込んだ地域間モデルの原型を示すことにする。なお、地域経済成長モデルの実証例として、筆者が兵庫県について推定したモデルを掲げることとするが、地域間モデルについては、経済企画庁の「全国地域計量モデル」があることを付言するにとどめる。

経済成長モデルの原型として、次のSolow-Swan. 型のモデルを用いる。

$$\textcircled{9} \quad Y_t = \alpha K_{t-1}^\beta L_t^{1-\beta}$$

$$\textcircled{10} \quad s Y_t = k K_{t-1}$$

$$\textcircled{11} \quad L_t = L_0 e^{nt}$$

ただし、 K_{t-1} は前期末資本存在量、 L_t は労働者数、 s は平均貯蓄性向、 k は資本成長率、 n は労働力成長率（人口成長率に等しいと仮定）を表わしている。

このモデルの性質について若干コメントを加えておくと、 $\textcircled{9} \sim \textcircled{11}$ の3式から初期条件と無関係に、 $C = \frac{s}{n}$ 、（ただし C は資本係数）が成立し、 $K_0/L_0 \cong C^{1/\beta}$ のとき、長期的には、

$Y_t \cong Y_0 e^{nt}$ 、 $K_t \cong K_0 e^{nt}$ になり、経済成長率は人口成長率にほぼ等しくなることが証明される。

上記 $\textcircled{9} \sim \textcircled{11}$ の3式をもとに地域経済成長モデルを考えるとき、 $\textcircled{9}$ 、 $\textcircled{10}$ 式のかわりに地域間の資本と労働力（簡単化のため人口に等しいと仮定）の移動を explicit に導入しなければならない。そこで、資本と労働力がそれぞれの限界生産力の格差率に応じて移動すると仮定すると次のモデルを得る。

$$\textcircled{12} \quad Y_{i,t} = \alpha_i K_{i,t-1}^{\beta_i} L_{i,t}^{1-\beta_i}$$

$$\textcircled{13} \quad K_{i,t} = \eta_0 \left[\frac{\partial Y_{i,t}}{\partial K_{i,t-1}} - \frac{\partial Y_t}{\partial K_{t-1}} \right] / \frac{\partial Y_t}{\partial K_{t-1}} + \bar{k}_t$$

$$\textcircled{14} \quad N_{i,t} = \xi_0 \left[\left(\frac{\partial Y_{i,t}}{\partial L_{i,t}} - \frac{\partial Y_t}{\partial L_t} \right) / \frac{\partial Y_t}{\partial L_t} \right] + \bar{n}_t$$

ただし、脚字 i は地域をさし、また \bar{k} は全国平均資本成長率、 \bar{n} は全国平均人口成長率、 Y_t 、 K_t 、および L_t はそれぞれ $Y_t = \sum_i Y_{i,t}$ 、 $K_t = \sum_i K_{i,t}$ 、 $L_t = \sum_i L_{i,t}$ 、 η_0 は資本移動の弾力性、 ξ_0 は労働力移動の弾力性である。

$\textcircled{12} \sim \textcircled{14}$ 式に上述のような政策を導入すると以下のモデルが得られる。（脚字 t は省略）

$$\textcircled{15} \quad Y_i = \alpha K_{i-1}^\beta L_i^\gamma \cdot \sum_{j=1}^m G_{ji}^{\delta_j} \cdot e^{\epsilon_i t}$$

$$\textcircled{16} \quad \frac{\Delta K_i}{K_{i-1}} = f_1 \left[\left(\frac{\partial Y_i}{\partial K_{i-1}} - \frac{\partial Y}{\partial K_{-1}} \right) / \frac{\partial Y}{\partial K_{-1}} \right]_{-1}, \Delta G_{1i}, \dots, \dots, \Delta G_{mi}, G_{i-1}, \dots, G_{mi-1}, \Delta \beta_i \right] + \bar{k}$$

$$\textcircled{7} \frac{\Delta L_i}{L_{i-1}} = f_2 \left(\left(\frac{\partial Y_i}{\partial L_i} - \frac{\partial Y}{\partial L} \right) / \frac{\partial Y}{\partial L} \right)_{-1}, (\Delta H_i + \Delta H_i^P)_{-1} + \bar{\ell}$$

$$\textcircled{8} \Delta G_{ji} = \zeta_j \Delta G_i$$

$$\textcircled{9} \Delta G_i = f_3 (T_i)$$

$$\textcircled{10} T_i = f_4 (Y_i)$$

$$\textcircled{11} P_i = P_{i-1} + \Delta P_i$$

$$\textcircled{12} \Delta P_i = f_5 (\Delta L_i)$$

$$\textcircled{13} \Delta H_i = f_6 (\Delta P_i)$$

$$\textcircled{14} H_i = H_{i-1} + \Delta H_i + \Delta H_i^P$$

ただし、 Δ は増分を、 G_i ($j = 1, \dots, m$)は社会的間接資本を、 $\Delta\beta$ は産業資金供給を、 $\bar{\ell}$ は全国の労働成長率を、 ζ_j は公共投資配分パラメタを、 T は租税収入を、 P は夜間人口を、 H は住宅ストックを、 ΔH^P は公共住宅増分をそれぞれ表わしている。

⑤式の G_j^{δ} が現存する外部経済効果を表わしており、⑥式の ΔG_j ($j=1, \dots, m$)は期待される外部経済の、また G_j は現存する外部経済の投資誘引力をそれぞれ表わしている。このプロトタイプをもとにして兵庫県について推定したモデルは次のとおりである。⁽⁴⁾ t 検定の結果と付号条件から、プロトタイプで示した仮説が棄却されたため、スペシフィケーションに修正を加えてある。なお、パラメタは昭和30年から44年までの年次観察値を用いて直接最小自乗法で推定した。金額表示のデータは全て昭和40年価格で表示されている。また、対数は自然対数を用いている。

$$\textcircled{5} \text{第1次産業設備投資関数 } I_t^I$$

$$\hat{I}_t^I = 11912 + 34170 \Delta G_t^I$$

$$(02898)$$

$$\hat{R} = 0.953 \quad \hat{S} = 1711.7 \quad d = 1.584$$

ΔG^I : 第1次産業関係基盤ストック

$$\textcircled{6} \text{第2次産業関係純設備投資関数 } \Delta K_t^{II}$$

$$\Delta \hat{K}_t^{II} = -19254.8 + 1.3444 \times 10^5 \times \left\{ \left(\frac{Y_{t-1}^{II}}{K_{t-1}^{II}} - \frac{Y_{t-1}^N}{K_{t-1}^N} \right) / \frac{Y_{t-1}^N}{K_{t-1}^N} \right\}$$

$$+ 2.1680 \Delta B_t^{II} + 0.1904 Y_{t-1}^{II}$$

$$(0.7790) \quad (0.0632)$$

$$\hat{R} = 0.883 \quad \hat{S} = 25715.4 \quad d = 1.513$$

Y^{II} : 第2次産業生産所得, K^{II} : 第2次産業民間資本ストック, Y^N : 国内民間資本ストック

ΔB^{II} : 第2次産業資金供給

$$\textcircled{7} \text{第3次産業純設備投資関数 } \Delta K_t^{III}$$

$$\Delta \hat{K}_t^{III} = -42628 + 0.2417 Y_{t-1}^{III} \quad \hat{R} = 0.899 \quad \hat{S} = 20131.6 \quad d = 2.750$$

$$(0.0311)$$

Y^{II} : 第3次産業生産所得

㉔ 第1次産業労働力純移出関数 ΔL^{I}

$$\Delta \hat{L}_t^{\text{I}} = -17.61 - \frac{0.1880}{(0.0182)} \times 10^{-4} \times \left\{ \frac{Y_{t-1}^{\text{I}}}{L_{t-1}^{\text{I}}} - \frac{Y_{t-1}^{\text{N}}}{L_{t-1}^{\text{N}}} \right\}$$

$$\hat{R} = 0.940 \quad \hat{S} = 0.78 \quad d = 1.266$$

Y^{I} : 第1次産業生産所得, Y^{I} : 第1次産業者就業者数

㉕ 第1次産業生産所得関数 Y^{I}

$$\log \hat{Y}_t^{\text{I}} = -6.1401 + \frac{0.8082}{(0.1870)} \log K_{t-1}^{\text{I}} + \frac{1.3791}{(0.4485)} \log L_t^{\text{I}} + (\text{天候ダミー})$$

$$\hat{R} = 0.912 \quad \hat{S} = 0.062 \quad d = 2.319$$

K^{I} : 第1次産業民間資本ストック, (天候ダミー) はかんばつなどの影響を除去するために使用した。

㉖ 第2次産業生産所得関数 Y^{II}

$$\log \hat{Y}_t^{\text{II}} = -3.3950 + \frac{0.1075}{(0.1776)} \log K_{t-1}^{\text{II}} + \frac{0.9069}{(0.3582)} \log L_t^{\text{II}} + \frac{0.7307}{(0.2257)} \log G_{t-1}^{\text{R}}$$

$$\hat{R} = 0.992 \quad \hat{S} = 0.058 \quad d = 1.368$$

L^{II} : 第2次産業就業者数

㉗ 第3次産業生産所得関数 Y^{III}

$$\log \hat{Y}_t^{\text{III}} = -1.2845 + \frac{0.6557}{(0.2592)} \log G_{t-1}^{\text{P}} + \frac{0.6299}{(0.0695)} \log G_{t-1}^{\text{H}}$$

$$\hat{R} = 0.997 \quad \hat{S} = 0.036 \quad d = 2.648$$

㉘ 第1次産業民間資本ストック関数 K^{I}

$$\hat{K}_t^{\text{I}} = -4080.2 + \frac{1.0300}{(0.0134)} K_{t-1}^{\text{I}} + I_t$$

$$\hat{R} = 0.999 \quad \hat{S} = 1599.5 \quad d = 2.627$$

㉙ 県内生産所得 Y

$$Y_t = Y_t^{\text{I}} + Y_t^{\text{II}} + Y_t^{\text{III}}$$

㉚ 第2次産業民間資本ストック K^{II}

$$K_t^{\text{II}} = K_{t-1}^{\text{II}} + \Delta K_t^{\text{II}}$$

㉛ 第3次産業民間資本ストック K^{III}

$$K_t^{\text{III}} = K_{t-1}^{\text{III}} + \Delta K_t^{\text{III}}$$

㉜ 第1次産業就業者数 L^{I}

$$L_t^{\text{I}} = L_{t-1}^{\text{I}} + \Delta L_t$$

次に, 上記の㉙~㉜のプロトタイプに地域間交流を導入しよう。地域間の交流としては労働力, 人口, 所得, 支出, 財貨, サービス, 資本設備, 旅客などがあるが, 一般的にはデータ上の制約から, 母

数推定できるものは人口のみであるので、⁽⁵⁾人口に関してのみ示すと次式のとおりとなる。

$$\textcircled{27} \quad \Delta P_i = \sum_j P_{ji}$$

$$\textcircled{28} \quad P_{ji} = f_i \left[\left(\frac{\alpha Y_j}{\alpha L_j} - \frac{\alpha Y_i}{\alpha L_i} \right)^{-1}, \left(\frac{H_j}{P_j} - \frac{H_i}{P_i} \right)^{-1}, D_{ji} \right]$$

ただし、 P_{ji} は j 地域から i 地域への人口移動、 D_{ji} は j 地域から i 地域までの経済距離である。

②式のかわりに②⑦、②⑧両式を入れると11本の式で地域間経済成長モデルの原型が完成する。

(3) 産業連関モデル

地域経済分析で産業連関モデルが用いられるのは、将来の産業構造の変化に伴う行政需要の予測を行なうためであり、前述したようにマクロ経済モデルのサブ・システムとして取扱うことができる。産業連関モデルによって産業構造を予測するためには、最終需要発生ベクトルを与えなければならないが、これを上記のマクロ・モデルで予測すれば、産業連関モデルとマクロ・モデルが連結できる。

地域の産業連関モデルには、大別すると地域内産業連関モデルと地域間産業連関モデルの2つにわかれ、そのそれぞれについて数種のモデルが開発されているが、ここでは、地域内および地域間のそれぞれについてよく用いられる競争移入型モデルとチェネリー・モーゼス型モデルについて述べる。

(3-1) 地域内産業連関モデル — 競争移入型モデル

地域内産業連関モデルとは、域外との交流を一括して純移入という形で表現するモデルで、地域間の産業間取引きと明示的に表現する地域間産業連関モデルに比して簡略で操作しやすい。

地域内競争移入型モデルは次式で表わされる。

$$\textcircled{29} \quad \mathbf{A}\mathbf{X} - \mathbf{M}\mathbf{X} + \mathbf{F} = \mathbf{X}$$

ただし、 \mathbf{A} は投入係数行列で

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1k} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2k} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{k1} & a_{k2} & \cdots & a_{kk} \end{bmatrix}, \quad a_{ij} = \frac{x_{ij}}{X_j}$$

x_{ij} は i 産業生産物の j 産業への投入、 X_j は j 産業の総産出 (= 総投入)、 \mathbf{M} は移入率行列で、

$$\mathbf{M} = \begin{bmatrix} m_1 & & & \\ & m_2 & & 0 \\ & & \ddots & \\ 0 & & & m_k \end{bmatrix}, \quad m_i = \frac{M_i}{X_i}$$

M_i は第 i 生産物の移入、 \mathbf{F} は最終需要ベクトルで $\mathbf{F} = \{ F_1, F_2, \dots, F_k \}$ である。

$$\textcircled{29} \text{ 式を } \mathbf{X} \text{ について解くと, } \quad \textcircled{30} \quad \mathbf{X} = [\mathbf{I} - \mathbf{A} + \mathbf{M}]^{-1} \mathbf{F}$$

変化がかなり詳細におり込めるといふ長所をもつ反面、最終需要が外生部門であるため、産業連関モデルだけでは生産額の予測はできないし、他方、マクロ経済モデルの場合、最終需要を予測することはできるけれども、産業間取引きを前者のように包括的に取扱うことがむづかしいといふように、どちらにも相互に補われるべき欠点をもっている。しかし、現実には、生産者は市場で形成される最終生産物価格と要素価格をもとにして技術を選択し、生産量を決定しており、最終生産物価格は産業連関モデルという外生部門と産業との取引きによって「最終需要」量とともに市場で決定され、要素価格と投入量は、同様に生産要素市場で需給の均衡点で決定されるのであって、われわれのモデルのように最終需要がきまってから産業内の取引きがきまるわけではない。しかも、現実の市場は、多くの場合、モデルの地域をこえるより広域的なエリアにおいて形成されていて、取引先や立地点は個別経済主体の極大化原理によって選択されるから、産業間取引と最終需要だけでなく、地域間取引きも価格と同時に決定されるのである。マクロ成長モデルのところで述べたように、地方公共団体の経済政策が主として外部経済という形で機能するとすれば、立地の問題を上述のように集計量として地域間取引きという形で、しかも域内産業の産業間取引きや産業と外生部門との取引きと引き離しを扱うといふような便宜的な方法処理するには、あまりにも重要な問題でありすぎる。このように、個別経済主体の行動原理に立脚するマイクロ分析と、集計量間の関連を分析するマクロ分析とをどのように接合するか、これが地域解析の最大の問題である。

(注)

- 1 経済企画庁経済研究所〔5〕参照。
- 2 Solow〔6〕およびSwan〔8〕を参照。
- 3 Solow, *op.cit.*, pp. 76~77を参照。
- 4 拙稿〔4〕参照。
- 5 経済企画庁モデルの場合、モデル作成のために特にデータ作成作業を行なつて、人口のほか、旅客、財貨（第1次、第2次の別）についても地域間取引きのモデルを推定している。経済企画庁〔5〕を参照。
- 6 RAS方式については、金子敬生〔3〕を参照。
- 7 金子〔3〕参照。

参考文献

- 〔1〕 江沢譲爾，金子敬生編「地域経済の計量分析」勁草書房，1973。
- 〔2〕 Heavelmo, T., "Methods of Measuring the Marginal Propensity to Consume," *Journal of American Statistical Association*, Vol. 42, 1947.
- 〔3〕 金子敬生「産業連関の理論と適用」日本評論社，1971。

- [4] 河崎俊二“地域開発効果分析”「オペレーションズ・リサーチ」Vol.17, No.10,1972.
- [5] 経済企画庁経済研究所「全国地域計量モデルの研究」1967.
- [6] Solow,R.M.,“A Contribution to the Theory of Economic Growth,”
Quarterly Journal of Economics,Vol.70,1956.
- [7] Steinitz,C.and P.Rogers, *A Systems Analysis Model of Urbanization and Change*, The MIT Press, 1970.
- [8] Swan,J.w.,“Economic Growth and Capital Accumulation”,*Economic Record, Record*, 1956.

第2章 諸外国における都市システムモデルの展望

1節 諸外国における都市システムモデルについて

(1) はじめに

主要な都市システムシミュレーションモデルについては第1章1節において簡単に紹介しておいたが、ここでは諸外国とくにアメリカで開発された都市モデルの展望を簡単に行なっておきたい。

アメリカにおいては1960年頃には既に計量経済学者等によって、地域を1つのサブシステムとみなして、地域間の経済的相互作用を計量的に分析する方法が、地域産業連関分析、地域計量経済学等の手法を用いて開発されていた。しかしながら、都市とか地域とかを親システムとみなして都市内部をいくつかの地域に分割してそれらをサブシステムとみなして都市の変動を分析し、都市政策のシミュレーション実験を行なえるようなモデルの開発は1962年頃まで待たなければならなかった。都市問題というのは、都市全体を一つのサブシステムとして他の地域との相互関係から解決すべきものと考えられるが、そのための計量的分析手法の開発が長らく期待されていたのである。都市問題の専門家たちは地域計量経済学の発展を眼の前にみて、このような方法が都市の分析にも使えるのではないかと考えた。幸い第二次大戦中軍事方面で開発されたオペレーションズ・リサーチが戦後、企業管理、行政管理の分野にもとり入れられ、高速度コンピュータをフルに活用して、システム・アナリシスとして発展しつつあった。都市計画、計量経済及びオペレーションズ・リサーチがコンピュータを背景として結合したところに都市システムモデルが生まれる基盤があったわけである。

アメリカで開発された都市システムシミュレーションモデルの主要なものは第1章第1節の表に示してあるとおりであるが、このなかでとくに重要なモデルはローリー・モデル (A Model of Metropolis) と Forrester 教授のアーバン・ダイナミックス (Urban Dynamics) の2つであろう。

ローリー・モデルはこの方面の先駆的モデルであり、後のモデルにもさまざまな影響を与えている。計量的な都市学に興味をもつ者は一度は眼を通したことがあるはずであり、都市問題の専門家のなかではひそかに有名になっていた。一方、Forrester のアーバン・ダイナミックスはローリー・モデルにはるかに遅れたとはいえ、その登場の仕方によって、都市問題の専門家のみならず、ジャーナリスト、行政マンなどにも読まれ、世界的に有名になったモデルである。ここでは都市問題の専門家の間ではあまり評判は不高いながら、都市モデルとしては最も有名なアーバン・ダイナミックスをまず批判的に紹介し、都市問題の専門家の間ではかなりの支持者がいるローリー・モデルを次に紹介し、最後にその他のモデルと今後の課題について簡単にふれることにしよう。

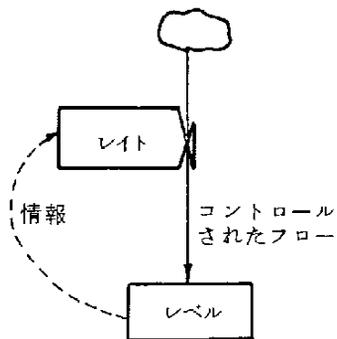
(2) Forrester のアーバン・ダイナミックスの概要と問題点

まず最初に都市システムモデルの代表例として、世界的に有名になった M.I.T. の Forrester によって開発されたアーバン・ダイナミックス (urban dynamics) の概要と問題点を調べてみよう。Forre-

ester はインダストリアル・ダイナミクス (Industrial Dynamics, I.D.) の手法を都市という複雑なシステムに適用することによって、マクロ的な都市地域の成長と衰退のライフ・サイクルのダイナミックな行動を示すようなシステム・モデルを構築して、さまざまな都市政策をテストし、現在の通常の都市政策の大部分は有効性に関しては役に立たないか、もしくはかえって有害であるという警くような結果を提出している。そして“都市地域がなぜ発展するのかを理解すれば、全く異なった都市政策が提案されるであろう”と Forrester は主張している。

① 接近方法

都市を複雑なシステムとしてとらえ、システムのエレメントの間の相互関係をコンピュータ・シミュレーション・モデルの形であらわして都市の変動過程を追跡し、さまざまな都市政策をテストする。都市システムの I.D. によるダイナミックな理論は、都市という複雑なシステムを理解するのに非常に役に立つ。複雑システムにおいてはフィードバック・ループがシステムの基本的なブロックになる。フィードバック・ループのなかには 2 種類だけの変数がある。一つの変数は統合によって生じるレベル変数



であり、もう一つの変数はシステム内の変化を支配する政策変数もしくはレイト変数である。レベル変数はフローのレイトのみによって変えられる。レイト変数はレベルのみに依存する。図 2-1-1 は一つのレイトと一つのレベルをもつとも単純なフィードバック・ループ構造を示す。Forrester は都市をこのようなフィードバック・ループ構造をもった多重階層な非線形システムとしてとらえる。

図 2-1-1 一つのレイトと一つのレベルをもつフィードバック・ループ [Forrester, 1969]

② モデルの概要

都市システムを図 2.1.2 に示すような三つの重要なサブシステムから構成されている多階層システムとして記述する。企業部門、住宅部門および人口部門が都市システムの三つの重要なサブシステムとして認識されている。九つの長方形は選択されたレベル変数を示す。22 個のバブル記号は九つのシステム・レベルを変化させるフローのレイトをあらわす。

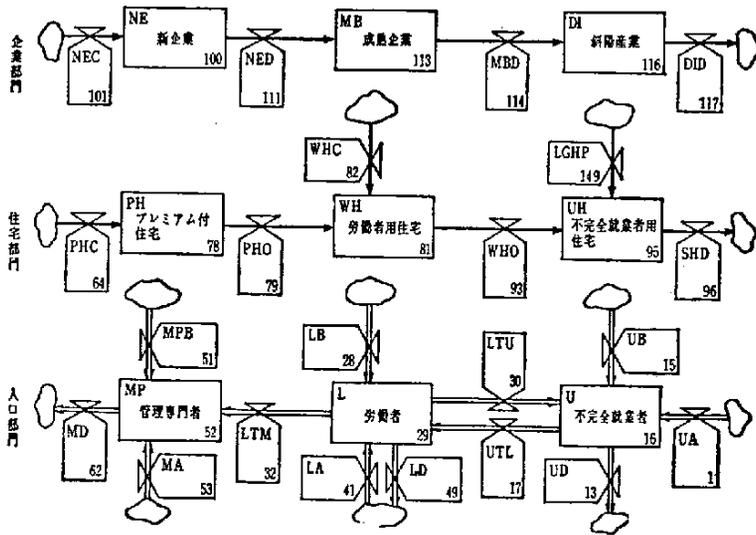


図 2-1-2 都市構造のサブシステム [Forrester, 1969]

この図によってすでに都市が斜陽化する理由を見出すことができる。すなわち建物の年齢はそこに入る人びとの属性を決定する傾向がある。新しい企業の建物は図 2-1-2 の左上方のフロー・レイト NEC を通じて建設される。新しいビジネス・ビルは相対的に多くの管理者および熟練していない人びとよりも、熟練した労働者を使用する成功しているビジネス組織によって占められる。建物の年齢が成熟企業のカテゴリに入り、つぎに斜陽産業のカテゴリに入るとつれて、建物はより低い雇用構成の変化に加えて企業建物が老齢化すれば、単位床面積当りの雇用量は減少する傾向がある。このことは企業の建物が老齢化するにつれて総雇用量は減少し、さらに支払われる平均賃金も減少することを意味している。他方、居住用建物が老齢化するにつれて、経済的にはより低い水準の人びとに占められる傾向が強くなる。図 2-1-2 の住宅が高級住宅 (premium housing) と労働者用住宅から老朽化した不完全就業者用住宅へと移行するにつれて、その住宅は低所得階層の人びとによってしか入居されなくなる。しかしこのグループの所得は、その建物をもとの人口密度で用いるほど十分ではない。低い所得は床面積のより集中的な使用を必然的にもたらさざるをえない。建物が老齢化するにつれて、それは低所得居住者をひきつけ、建物は高い人口密度になってしまう。都市地域における建物の老齢化は同時に雇用機会を減少させ、さらに人口を増加させるという条件に気がつく。平均収入と生活水準は下がってしまう。

図 2-1-3 は同じ九つのシステム・レベルと一つのフロー・レイトを示している。

点線は、一つのフロー・レイト、すなわち不完全就業者の都市地域への到着を制御するようなシステム・レベルからの情報のリンクである。システムのさまざまなレベルが結合して、都市地域への流入レ

イトを決定する魅力要素を創りだしている。その地域の人びとがやってくる地域よりも魅力的ならば、純内部人口フローが生じる。その地域が魅力的でないならば、外部フローが支配する。魅力の五つの要素が図2-1-3に示されている。右上方のUJMはその地域での所得獲得を目的とする雇用魅力をあらわし、人口と可能な雇用との比に関連している。UAMMは経済的な上方移動によって生じる魅力を意味している。言い換えれば、経済的な上方移動性の高い地域は、低い地域よりも魅力的であるということである。UHMは不完全就業者数と可能な住宅数の比に関連している。地域は住宅が手に入りやすくなればそれだけ魅力的となる。UHPMは低コスト住宅プログラムの魅力を示している。右下方のPEMは1人当たり公共支出の魅力の影響を示している。1人当たり支出が上昇するにつれて、公共サービス、学校、福祉予算がよくなることを意味している。

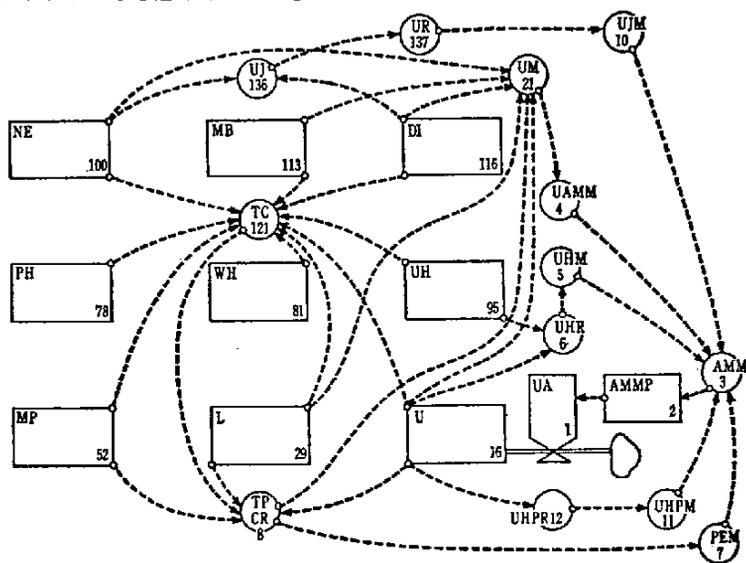


図2-1-3 魅力の五つの要素と人口フロー

魅力の概念は人口フローにとって基本的である。地域を魅力的にするすべての特性のうちで、これらの五つと他の多くが結びついて人口移動に影響を与える。魅力的な地域は人びとを呼びよせる。しかし魅力のほとんどすべての要素は人口の増加によって引き下げられてしまう。住宅の超過があれば、地域は魅力的となる。しかし人口の増加が住宅を混雑させてしまう。仕事の超過があれば、地域は魅力的となる。しかし、人びとの流入が仕事をいっぱいにしてしまう。いかにいっても、流入はその地域の魅力が落ちて他のすべての地域と等しくなるまで続くのである。

不完全就業者というレベル変数に影響を与えるものは、都市の魅力に依存する流入と離脱の程かに、出生および昇格と下落がある。これらの点をふまえて不完全就業者の変動を表示すると表1-1の上部のようになる。表1-1は不完全就業者、労働者および管理専門業者から形成される人口・雇用部門の構造を示している。同様な枠組を用いて他の二つのサブシステム、住宅部門および企業部門の構造を表示したものが、それぞれ表1-2および表1-3である。

表 2-1-1 人口・雇用部門の構造

タイプ	到着	離脱	出生	昇格	下落
不完全就業者	(1) $UA_{kl} = (U_k + L_k) * 0.05 * AMMP_k$	(14) 離脱誘引乗数 (UDM) $\xleftarrow{A-7}$ 到着魅力乗数 (LAM)	(15) $UB_{kl} = 0.015 * U_k$	(17) $UTL_{kl} = 0.1 * UW_k * UMMP_k + UTP_k$	(22) $UMMP_k = UMMP_j + (dt/10)(UMM_j - UMMP_j)$
	(2) $AMMP_k = AMMP_j + (dt/20)(AMM_j - AMMP_j)$	(13) $UD_{kl} = U_k * 0.02 * UDM_k$		(23) 昇格乗数 (UMM) の要素	(24) ①労働者需給 (LSM) $\xleftarrow{A-10}$ 労働者/仕事比 (LR) バランス
	(3) 到着魅力乗数 (AMM) の要素	(12) $UD_{kl} = U_k * 0.02 * UDM_k$		(25) ②競争乗数 (LUM) $\xleftarrow{A-11}$ 労働者/不就比 (LUR)	
	(4) ①昇格魅力乗数 (UAMM) $\xleftarrow{A-2}$ 昇格率 (UM)	(11) ⑤住宅計画魅力乗数 (UHPM) $\xleftarrow{A-6}$ 1人あたり建設戸数 (UHPR)		(27) ③教育機会 (UEM) $\xleftarrow{A-12}$ 税率 (TPCR)	
	(5) ②住宅魅力乗数 (UHM) $\xleftarrow{A-3}$ 住宅あたり人数 (UHR)	(10) ④雇用魅力乗数 (UJM) $\xleftarrow{A-5}$ 仕事比 (UR)			
	(6) ③公共支出魅力乗数 (PEM) $\xleftarrow{A-4}$ 税率 (TPCP)	(9) $UD_{kl} = U_k * 0.02 * UDM_k$			
	(7) ④雇用魅力乗数 (UJM) $\xleftarrow{A-5}$ 仕事比 (UR)	(8) $UD_{kl} = U_k * 0.02 * UDM_k$			
	(8) ⑤住宅計画魅力乗数 (UHPM) $\xleftarrow{A-6}$ 1人あたり建設戸数 (UHPR)	(7) $UD_{kl} = U_k * 0.02 * UDM_k$			
	(9) $UD_{kl} = U_k * 0.02 * UDM_k$	(6) $UD_{kl} = U_k * 0.02 * UDM_k$			
	(10) ④雇用魅力乗数 (UJM) $\xleftarrow{A-5}$ 仕事比 (UR)	(5) $UD_{kl} = U_k * 0.02 * UDM_k$			
	(11) ⑤住宅計画魅力乗数 (UHPM) $\xleftarrow{A-6}$ 1人あたり建設戸数 (UHPR)	(4) $UD_{kl} = U_k * 0.02 * UDM_k$			
	(12) $UD_{kl} = U_k * 0.02 * UDM_k$	(3) 到着魅力乗数 (AMM) の要素			
	(13) $UD_{kl} = U_k * 0.02 * UDM_k$	(2) $AMMP_k = AMMP_j + (dt/20)(AMM_j - AMMP_j)$			
	(14) 離脱誘引乗数 (UDM) $\xleftarrow{A-7}$ 到着魅力乗数 (LAM)	(1) $UA_{kl} = (U_k + L_k) * 0.05 * AMMP_k$			
	(16) $U_k = U_j + (dt)(UA_{jk} + UB_{jk} + LTU_{jk} - UD_{jk} - UTL_{jk})$				
(熟練)労働者	(41) $LA_{kl} = 0.03 * L_k * LAMP_k$	(28) $LB_{kl} = 0.01 * L_k$	(30) $LTU_{kl} = L_k * LLP_k$	(31) 労働者一時解雇比 $\xleftarrow{A-13}$ 労働者/仕事比 (LR)	
	(42) $LAMP_k = LAMP_j + (dt/15)(LAM_j - LAMP_j)$		(32) $LTM_{kl} = 0.02 * L_k * LMMP_k + LTPG_k$	(33) $LMMP_k = LMMP_j + (dt/15)(LMM_j - LMMP_j)$	
	(43) 到着魅力乗数 (LAM) の要素		(34) 昇格乗数 (LMM) の要素	(35) ①管理者需給 (MSM) $\xleftarrow{A-15}$ 管理者/仕事比 (MP) バランス	
	(44) ①雇用魅力 (LAJM) $\xleftarrow{A-19}$ 労働者/仕事比 (LP)		(38) ②競争乗数 (MLM) $\xleftarrow{A-16}$ 管理者/労働者比 (MLR)	(40) ③教育機会 (LEM) $\xleftarrow{A-17}$ 税率 (TPCR)	
	(45) ②住宅魅力 (LAHM) $\xleftarrow{A-22}$ 労働者/住宅比 (LHP)				
	(46) ③税負担 (LATM) $\xleftarrow{A-21}$ 税率 (TP)				
	(47) ④競争乗数 (LAUM) $\xleftarrow{A-20}$ 労働者/不就比 (LP)				
	(48) $UD_{kl} = 0.02 * L_k * LDM_k$				
	(49) $UD_{kl} = 0.02 * L_k * LDM_k$				
	(50) 離脱誘引乗数 (LDM) $\xleftarrow{A-20}$ 到着魅力乗数 (LAM)				
	(29) $L_k = L_j + (dt)(UTL_{jk} + LB_{jk} - LTM_{jk} + LA_{jk} - LD_{jk} - LTU_{jk})$				
管理専門者	(53) $MA_{kl} = MP_j * 0.03 * MAMP_k$	(51) $MPB_{kl} = 0.0015 * MP_k$			
	(54) $MAMP_k = MAMP_j + (dt/10)(MAM_j - MAMP_j)$				
	(55) 到着魅力乗数 (MAM) の要素				
	(56) ①雇用魅力 (MAJM) $\xleftarrow{A-25}$ 管理者/仕事比 (MR)				
	(57) ②環境乗数 (MAPM) $\xleftarrow{A-26}$ 管理者/人口比 (MPR)				
	(58) ③税負担 (MATM) $\xleftarrow{A-27}$ 税率 (TR)				
	(59) ④住宅魅力 (MAMM) $\xleftarrow{A-28}$ 管理者/住宅比 (MHP)				
	(60) ⑤住宅計画魅力乗数 (UHPM) $\xleftarrow{A-6}$ 1人あたり建設戸数 (UHPR)				
	(61) $MD_{kl} = MP_k * 0.02 * MDM_k$				
	(62) $MD_{kl} = MP_k * 0.02 * MDM_k$				
	(63) 離脱誘引乗数 (MDM) $\xleftarrow{A-28}$ 到着魅力乗数 (MAM)				
	$MP_k = MP_j + (dt)(LTM_{jk} + MPB_{jk} + MA_{jk} - MD_{jk})$				
総人口	$P_k = 5 * MP_k + 6 * L_k + 8 * U_k$				

表2-1-2 住宅部門の構造

レイ レベル	建 設	老 朽 化 (取 り こ わ し)
プ レ ミ ア 付 き 住 宅	(64) $PHC_{kl} = PHCD_k * LCR_k$ (65) $PHCD_k = 0.03 * PH_k * PHM_k + PHC_k$ (66) 住宅乗数 (PHM) の要素 (67) ①充足化乗数 (PHAM) $\xrightarrow{A-31}$ 住宅比 (MHR) (68) ②土地乗数 (PHLM) $\xrightarrow{A-32}$ 土地利用 (LFO) (72) ③人口乗数 (PHPM) $\xrightarrow{A-33}$ 人口比 (MPR) (73) ④税金乗数 (PHTM) $\xrightarrow{A-34}$ 税率 (TR) (74) ⑤企業乗数 (PHEM) $\xrightarrow{A-35}$ 新企業成長率 (NEGR) (75) ⑥成長乗数 (PHGM) $\xrightarrow{A-36}$ 成長率 (PHGR)	(79) $PHO_k = 0.03 * PH_k * PHOM_k$ (80) 老朽化乗数 (PHOM) $\xrightarrow{A-37}$ 住宅乗数 (PHM)
	(142) $PHCP_k = PHCR * PH_k * PHLM_k * CLIP(0.1, SWT 3, TIME_k)$	
	(78) $PH_k = PH_j + (dt)(PHC_{jk} - PHO_{jk})$	
	(熟 練) 労 働 者 用 住 宅	(82) $WHC_{kl} = WHCD_k * CLR_k$ (83) $WHCD_k = 0.03 * WH_k * WHM_k + WHCP_k$ (84) 住宅乗数 (WHM) の要素 ①充足化乗数 (WHAM) $\xrightarrow{A-39}$ 住宅比 (LHR) ②土地乗数 (WHLM) $\xrightarrow{A-40}$ 土地利用 (LFO) ③未熟練労働者乗数 (WHUM) $\xrightarrow{A-41}$ 未熟練労働者比 (LUR) ④税金乗数 (WHTM) $\xrightarrow{A-42}$ 税率 (TR) ⑤企業乗数 (WHEM) $\xrightarrow{A-43}$ 新企業成長率 (NEGR) ⑥成長乗数 (WHCM) $\xrightarrow{A-44}$ 成長率 (WHGR)
(143) $WHCP_k = WHCR * HUT_k * WHLM_k * CLIP(0.1, SWT 4, TIME_k)$		
(81) $WH_k = WH_j + (dt)(PHO_{lk} + WHC_{lk} - WHO_{jk})$		
不 完 全 就 業 住 宅		(149) $LCHP_{kj} = LCHCD_k * LCR_k$ (159) $LCHD_k = LCHPC * U_k * WHLM_k * CLIP(0.1, SWT 10, TIME_k)$
	(95) $UH_k = UH_j + (dt)(WHO_{jk} - SHD_{jk} + LCHP_{jk})$	
	住宅計	(70) $HUT_k = PH_k + WH_k + UH_k$

表 2-1-3 企業部門の構造

レイ レベル	建 設	衰 退 (取りこわし)
新 企 業	(101) $NEC_{kl} = NECD_k * LCR_k$	(111) $NED_{kl} = 0.08 * NE * EDM_k$
	(102) $NECD_k = 0.05 * (1.0 * NE_k + 0.5 * MB_k + 0.3 DI_k) * EM_k + NECP_k$	(112) 企業衰退乗数 (EDM) $\xrightarrow{A-56}$ 企業乗数 (EM)
	(103) 企業乗数 (EM) の要素	
	(104) ①管理者仕事乗数 (EMM) $\xrightarrow{A-50}$ 仕事比 (MR)	
	(105) ②企業土地乗数 (ELM) $\xrightarrow{A-51}$ 土地占有率 (LFO)	
	(106) ③労働者仕事乗数 (ELJM) $\xrightarrow{A-52}$ 認識仕事比 (LRP)	
	(107) ④企業税金乗数 (ETM) $\xrightarrow{A-53}$ 税率 (TR)	
	(108) ⑤企業成長乗数 (EGM) $\xrightarrow{A-54}$ 成長率 (NEGR)	
	(109) $NEGR_k = (NE_k - NEA_k) / (NE_k * 10)$	
	(110) $NEA_k = NEA_j + (dt/10)(NE_j - NEA_j)$	
(145) $NECP_k = NECR * PUT_k * ELM_k * CLIP(0, 1, SWT6, TIME_k)$		
	(100) $NE_k = NE_j + (dt)(NEC_{jk} - NED_{jk})$	
成 熟 企 業		(114) $MBD_{kl} = 0.05 * MB_k * BDM_k$
		(115) ビジネス衰退乗数 (BDM) $\xrightarrow{A-57}$ 企業乗数 (EM)
	(113) $MB_k = MB_j + (dt)(NED_{jk} - MBD_{jk})$	
斜 陽 産 業		(117) $DID_{kl} = 0.03 * DI_k * DIDM_k + DIDP_k$
		(118) 取りこわし乗数 (DIDM) の要素
		(119) ①企業乗数 (DIEM) $\xrightarrow{A-59}$ 企業乗数 (EM)
		(120) ②土地乗数 (DILM) $\xrightarrow{\quad}$ 土地占有率 (LFO)
	(116) $DI_k = DI_j + (dt)(MBD_{jk} - DID_{jk})$	
総生産	(71) $PUT_k = NE_k + MB_k + DI_k$	

③ シミュレーション実験の結果とその考案

図2-1-4はForresterによる都市地域のシミュレーション・モデルのシミュレーション実験の結果を示している。250年間にわたる九つのシステム・レベル変数の動きをあらわしている。

最初の100年は指数的成長の期間になる。しかしながら、土地がいっぱいになるときに成長はとまり、退化プロセスが始まる。100年後には、それは成長局面の終りに近い時期であるが、労働者の人口が不完全就業者の人口のほぼ2倍になっている。これはその地域の雇用分布にかなり適しており、さらに不完全就業者の経済的な上方移動を与える具合のよい構成となっている。しかし150年に労働者人口は落ち込み、不完全就業者人口は二つのグループがほぼ等しくなるまで上昇する。ビジネス活動は斜陽化し、その地域は停滞した都市の特性を示すようになる。この事実は産業、住宅および人口が相互作用することから生じるのである。

図2-1-5は同じ250年間における別の変数を示している。

つきに示すようないくつかの都市政策がForresterによってテストされた。各政策に対するForresterは、成功とはその政策が都市の成長をもたらし、失敗とは都市に停滞をもたらすことと価値判断している。

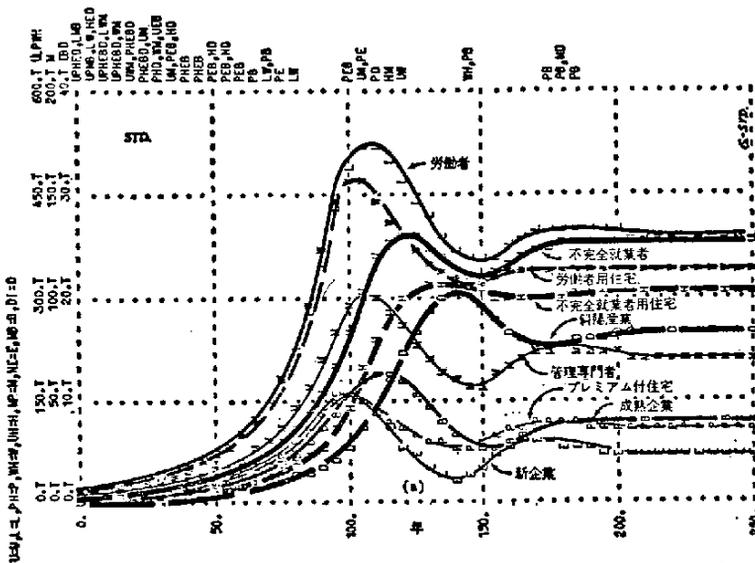


図2-1-4 都市の成長と停滞 [Forrester, 1969]

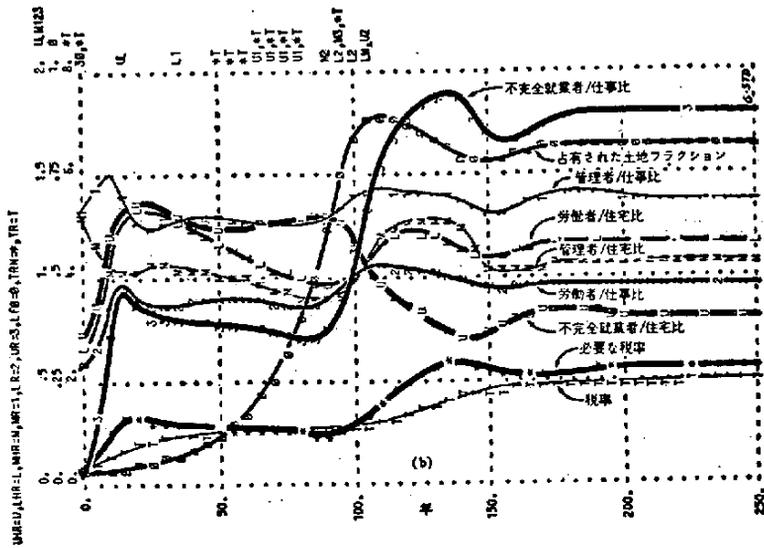


図 2-1-5 住宅と雇用の補完作用 [Forrester, 1969]

- | | | |
|--------------------------|---|------|
| (1) 不完全就業者仕事プログラム (10%増) | } | 失敗 |
| (2) 不完全就業者訓練プログラム (5%昇格) | | |
| (3) 都市への財政的援助 | | |
| (4) 低コスト住宅建設プログラム | | |
| (5) 労働者用住宅建設 | } | やや成功 |
| (6) プレミアム付住宅建設 | | |
| (7) 新企業の建設 (1.2%) | } | 成功 |
| (8) 斜陽産業のとりこわし | | |
| (9) スラム住宅のとりこわし | | |
| (10) 住宅建設の抑制 | | |
| (11) 産業の奨励 | | |

Forrester は住宅の過剰が都市に停滞をもたらすもっとも重要な原因だと考えている。

④アーバン・ダイナミクスへの根元的批判

Forrester のアーバン・ダイナミクスにはたしかにさまざまな問題があるので、さまざまな人から批判されているが、そのような批判はたんなる批判のための批判ではなく、Forrester のモデルに匹敵する方法論をもった建設的な批判でなければならぬと筆者は考えるが、これまでに出されている批判にはあげ足をとるようなものもあり、ここで簡単に整理しておき、建設的かつ根元的な批判を行な

ってみよう。

一般に都市問題のような社会的な問題の解決にあたってはその問題をどう考えているかによって問題解決の手順及び解はまるっきり異なってくる。問題解決のプロセスというのは通常

- ①認識 —— その問題をどう認識しどうとらえているか
- ②定式化 —— 認識した問題を解を出すために定式化すること
- ③アルゴリズム —— 解をうる手続き（アルゴリズム）を明確にし、解を求めること

の三段階からなっているが、都市問題（Urban Problem）というようないわば Difficulty というべき問題の解決にあたってはその問題をどうとらえるかという認識のフェースが一番重要となってくる。そして認識はその人の認識の立場、すなわち経験、信念等にもとづく社会観、世界観に依存する。

このようにして、認識の立場によって、アーバン・ダイナミックへの評価はまるっきり違ってくるのは理解できるであろう。アーバン・ダイナミックスへの何らかの形で評価を行なっている人々を職業別にみるとジャーナリズム、学者、それに政策マンの3つのグループに分かれる。ジャーナリズム、政策マンはいわば経験派（データ人間）といえるのに対して学者はモデル派（モデル人間）といえることができる。また学者には書斎派、実験派及び野外派の立場があると考えられるが、このように認識の立場、アプローチの仕方によってアーバン・ダイナミックスへの評価はまるっきり異なっている。アーバン・ダイナミックスへの批判は大きく分けると次の4つにまとめることができる。

- ①結果への批判 —— 結果がまるっきり信頼できない、そうは思えない
- ②アプローチへの批判 —— 計量的アプローチによってこの世がわかるはずがない
- ③モデルへの批判 —— モデル・ビルディングがおかしい、モデルの設定がおかしい
- ④データへの批判 —— モデルで用いているデータがおかしい、パラメータがおかしい

これらの批判はいずれも学者とくに都市問題の専門家である学者（都市システム分析学者）から出されている批判であり、かなりの的を得ていると筆者も考える。とくに野外派に属すいわば実証的な立場に立つ都市問題の専門家のある米国人の学者にいわせれば「アーバン・ダイナミックスは全くとるにあていしない研究である」といっている。全然認めていないわけである。しかしながら一方にはとくにジャーナリストや政策マンのようにアーバン・ダイナミックスをかなり評価している人々もいるのも事実である。この人々は、アーバン・ダイナミックスの非常にわかりやすい表現の仕方による政策への活用可能性を評価しているのである。筆者のような実験派かつ野外派である、都市システム分析の立場に立つ人々はこの両者の中間に立った評価を下している人が多いようである。アーバン・ダイナミックスの仮定とか論理そしてそこから出している結論には必ずしも同意を示さないが、表現の仕方及び政策への活用可能性を評価しているわけである。このような視点からのアーバン・ダイナミックスの批判を列挙してみよう。

- ①無限の環境（Endless Environment）という仮定は無理がある —— 都市は他の都市との相互作用によって変動しているはずである。

②土地が有限かつ固定しているという仮定はおかしい——土地は確かに有限に違いはないが有効な土地（都市的土地利用の土地）は都市が発展するにつれて拡大するのであり、土地が一定に固定されているという仮定はおかしい。とくにアーバン・ダイナミクスにおいて都市が斜陽化する原因がすべて土地が有限かつ固定しているという仮定にあることを知れば、この批判は根元的であることがわかるであろう。

③産業の扱い方が新規産業、成熟産業及び斜陽産業という三つの分け方をしているが、これまでの基幹産業及び非基幹産業というような理論を何らかの形で組み込むべきではなかったか。

④住宅のフィルターリング（住みかえ）がモデルでは完全市場として組み込まれているが、わが国の都市にはこの仮定はあてはまらない。

⑤都市全体を一つの空間として扱っているが、都市の内部にはさまざまな特性の違いがあり、地区分割が必要である。都市全体の発展パターンと地区の発展パターンとは異なる。

⑥かなり大たんなテーブル関数を用いているが、そこで用いているデータのうちに、実証不可能なデータを用いている。現在とれないデータでも実証可能ならば問題ないのであるが。

最後に都市の認識の仕方、モデルの仮定の仕方によって、モデル・ビルディング及び結果がまるっきり異なってくることを例示しておこう。そのために Forrester の出してきた結果について一つだけ、かれの枠組を用いて別のモデル・ビルディングを行ない、別の結果が導き出されることを示してみたい。たとえば都市への財政的援助の影響を Forrester のモデルで追跡してみると図 2-1-6 のようになっていることがわかる。この図から明らかなように、1人当たり税金補助金の上昇は不完全就業者にとって外部環境魅力を上昇させ、それが流入魅力の上昇となってついに不完全就業者数を増大させ、都市に停滞をもたらしてしまう、という流れになっている。しかしながら、1人当たりの一律的な補助ではなく、きめ細かな都市の住民のタイプを分けて補助を行ない、外部環境魅力の上昇が流入魅力よりも不完全就業者の労働者への昇格に効くように実施されれば、不完全就業者は外部から流入するよりも内部での昇格がふえ、都市の成長をもたらすことができる。

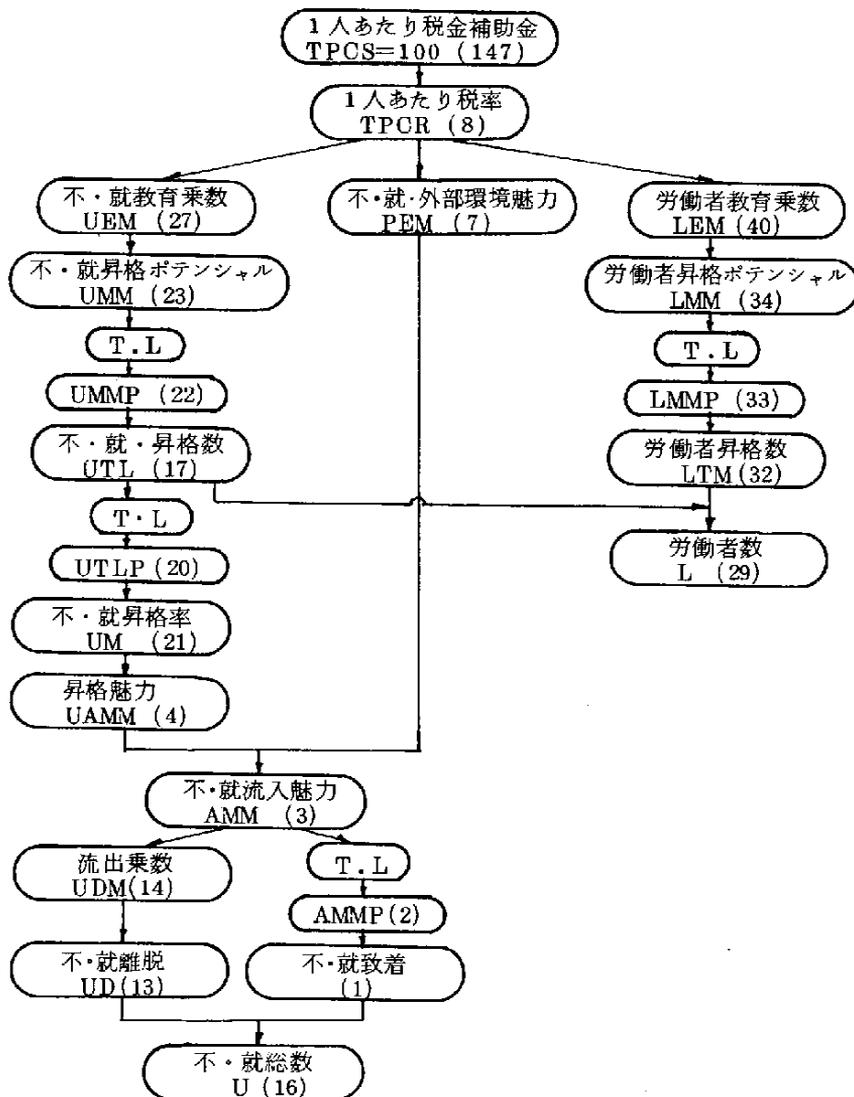


図 2-1-6 都市への財政的援助の影響のプロセス

(3) ローリー・モデルとその後の発展

Forresterのモデルはどちらかといえば都市問題へのシミュレータによる外部からの接近とはいえるが、内部（都市問題の専門家といわれる人々）からシミュレーション・モデルを用いて都市の成長パターンの解析を行なったのがI. S. Lowryである。Lowry[1964]はピッツバーグの再開発計画の一環として、“A Model of Metropolis”という都市内部の成長過程のシステムズ・シミュレーション・モデルを開発した。ローリー・モデルはこの方面の先駆的なモデルであり、後のモデルにもさまざまな影響を与えている。ローリー・モデルとその後の発展について簡単に紹介してみよう。

ローリー・モデルは、それまでの広域的計量経済モデルによるoutputをさらに都市内部へ配分して

いくと同時に、企業部門立地が引き起こす住宅・商業活動への影響の因果構造を明確に定式化して、都市内部のパターンのダイナミックな変動を追跡するように組み立てられている。

モデルは25年程度の長期の将来土地利用を5年おきのインターバルで予測していく予測記述型のモデルとして構築されている。

ローリー・モデルの特徴は、操作的モデル (operational model) による都市システム解析への道を切り開いたことだけでなく、モデルでの都市内部の因果構造の定式化に求めることができる。

都市に関心のあるものは、都市はどのように変化するのか、またその変化の駆動力はいったい何なのか、と自問したことがあるであろう。Forresterは都市成長の駆動力を新規企業の参入に求めているとあってよいであろう。J. Jacobs [1969]は定性的な概念的モデルを用いて、都市成長の駆動力を輸出産業による輸出乗数効果というフィードバック・ループに求めている。

Lowry は都市成長の駆動力を、企業活動を Basic と Non-Basic の二つの活動に分けることによって、それらの活動の相互乗数効果としてモデルを構築した。都市地域における土地利用の変動パターンは、外生的に与えられる Basic 雇用の位置志向 (site-oriented) による立地を出発点としてその雇用の住宅地が決められ、住宅地を市場とする市場志向 (market-oriented) 型の対家計サービスおよび対企業サービスなどの Non-Basic 雇用の立地が決定され、さらにそれらサービス雇用の住宅地、そのためのサービス雇用発生、その住宅地という循環プロセスを通じて収斂していくようにモデルは組み立てられている (図 2-1-7 参照)。

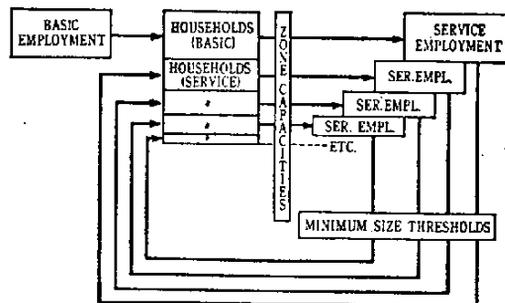


図 2-1-7 ローリー・モデルの循環 (的) 因果構造「Golder, 1971」

モデルの主要な特色をあげると、

- (1) 企業活動を Basic と Non-Basic (service) に二分していること
- (2) 住宅部門、商業部門への乗数的効果が組み込まれていること
- (3) 対象とした計画地区の地域分割単位は1平方マイルである。
- (4) ゾーン間ネットワークは空間距離により計測されていること
- (5) コンピュータの制約により種々の集計化と分割化が行なわれている。

たとえば、商業に関しては中心商業、地区中心商業および近隣商業に三分されている

モデルの基本となるのは表 2-1-4に示すように九つの連立方程式と三つの不等式で、これを繰り返し演算で解いていき、すべての値が安定したらストップするという収斂計算を行なっている。もっとも重要な方程式は住宅およびサービス企業の立地配分関数であるが、雇用者の住宅立地はグラヴィティ型モデルとし、対家計サービス立地は二次関数に反比例する形とし、対企業サービスは自地域立地として組み立てられている。不等式には、各地区内の各業務について立地する雇用量の最小限度が決められており、その数値に達しない場合は、その雇用量は他の地区に割りあてられるという制約不等式および各地区内の居住人口密度の上限値を与える不等式制約とがある。

ローリー・モデルの基本的構造を継承しつついくつかの改良を加えた種々のモデルが開発されている。紙面の都合で詳細は省略せざるをえないが、簡単な展望的紹介はW. Goldner [1971] にみられる。

J. P. Crecine によってピッツバーグのC. R. P.を対象として開発されたTOMM, サンフランシスコの再開発を対象としたBASS モデル, R. A. Garinのマトリックス型改良ローリー・モデルなどがよく知られている。

ローリー・モデルは確かに都市内部の変動パターンを解析するには具合がよいが、都市成長の駆動力というべきBasic企業の立地パターンが組み込まれていないのが大きな問題点である。Wilsonは立地者の行動タイプには(1)無制限立地——就業地も住宅地も選定可能、(2)住宅固定立地——就業地を選択、(3)就業地固定立地——住宅地を選択、(4)住宅、就業地固定——ある時間間隔をへた立地で立地問題とはならない、の四つのケースがあることを指摘し、ローリー・モデルは(3)の就業地固定立地のみを扱ったものであることを指摘した。

表 2-1-4 ローリー・モデルの方程式体系

記号

Modelの構成に際して使用される記号には次のようなものがある。

- (1) A = 土地面積
- E = 雇傭 (人)
- N = 人口 (世帯)
- T = トリップの分布指数
- Z = 制約条件

(II) U=利用不可能地

B=Basic Sector

R=Retail Sector

H=Household Sector

K=Retail Sector内の企業のうちK種の業種

m=Retail Sector内の業種の数

n=単位地区(Tract)の数($i=1, \dots, n$; $j=1, \dots, n$)

i, j =全地域の内部の特定の単位地区

(III) a, b, c, d, e, f, g, ……不特定の係数

a^k : Retail Sector K業種の世帯当り雇率

b^k, c^k, d^k : K業種の修正係数

e^k : 雇数当り面積

f: 就業率

g: 修正係数

基本式

(i) 各単位地区の利用可能な土地面積は各用途別の土地面積の合計である。 Eq. (1)

(ii) 商業センター(Retail & Service Sector)における各業種別の雇人口の合計値は、その地域(Region)の世帯数の函数として表示される。 Eq. (2)

(iii) 各単位地区内の業種別の商業センターの雇は、世帯数と雇量を重みづけとした接近係数に比例するものとする。 Eq. (3)

(iv) 地域全体の業種別の雇量は各Zone別の業種別商業セクターの雇量の緩和としてあらわされる。 Eq. (4)

(v) 各単位地区雇は基幹産業セクター(外生変数)の雇と; 内生的にきめられる商業セクターの雇の合計としてあらわされる。 Eq. (5)

(vi) 各用途に使われる面積は各業種の雇量に比例する。 Eq. (6)

(vii) 地域の総世帯数は総雇量の函数として表示される。 Eq. (7)

(viii) 各単位地区内の世帯数は雇量に関する接近係数と規模係数gの積に等しい。 Eq. (8)

(ix) 地域の総世帯量は各地区の世帯の和に等しい。 Eq. (9)

さらに制限条件式として

i') 各地区内の各業務について立地する雇量の最少限度がきめられており、その数値に達しない場合は、その雇量は他の地区にわりあてられる。 Eq. (10)

ii') 各地区内の居住人口密度には上限値がある。 Eq. (11)

モデルの構成:

連立方程式	Eq. No
(i) $A_j = A_j^u + A_j^b + A_j^r + A_j^h$	(1) 土地利用面積
(ii) $E^k = n^k N$	(2) Retail Sector について
(iii) $E_j^k = b^k \sum_{i=1}^n \frac{C_h^k N_i + d^k E_i}{T_{ij}}$	(3) "
(iv) $E^k = \sum_{j=1}^n E_j^k$	(4) "
(v) $E_j = E_j^b + \sum_{K=1}^m E_j^k$	(5) Retail Sector について
(vi) $A_j^r = \sum_{K=1}^m e^k \cdot E_j^k$	(6)
(vii) $N = f\left(\sum_{j=1}^n E_j\right)$	(7) Household Sector について
(viii) $N_j = g \cdot \sum_{i=1}^n \frac{E_i}{T_{ij}}$	(8) "
(ix) $N = \sum_{j=1}^u N_j$	(9) "

不 等 式

$$E_j \geq Z^k \text{ さもなければ } E_j^k = 0 \quad \text{..... (10)}$$

$$N_j \leq Z_j^h, A_j^h \quad \text{..... (11)}$$

$$A_j^r \leq A_j - A_j^u - A_j^b - A_j^h \quad \text{..... (12)}$$

(4) その他のモデルと今後の可能性

ローリー・モデルとその流れをくむモデル以外に表1-1-5にあげたものなかには都市計画というよりも多くの地域を含んだ地域開発モデルとして開発されているものが注目される。たとえばMETSモデルはコロンビアというような低開発国を想定して構築されたモデルであり、開発計画の実験装置としての性質をもっている。サスケハナ・モデルはアメリカのサスケハナ川流域を対象地域として開発された河川流域開発計画モデルである。

このような都市・地域システムズ・シミュレーション・モデルに共通する性質は、モデルが都市・地域計画の実験装置として用いることができるように構築されているということである。そしてそのようなモデルの目的が同時に都市システム、地域システムの強力な解析装置になっているのである。

これまでに開発されてきたシステムズ・シミュレーション・モデルは、都市システムの予測装置、解

析装置というべき性質をそなえたものであったが、自動予測から数歩すすめて都市成長パターンを自動計画する機械、自動計画機械(Planning automaton)も構想することができる。そのためには本来、人間の範囲であった問題発見装置、代替案発生装置および調整装置が追跡装置につけ加えられなければならない。しかしながら、自動計画機械というような考えはoperational man(操作的人間)の思いあがりかもしれない。



本稿は、「都市化社会のシステム分析——都市社会変動の追跡制御装置」(安田三郎編, 数理社会学, 東京大学出版会, 1973年所収)の後半を加筆, 修正したものである。



本節の参考文献は第1章1節のそれを参照されたい。

2 節 フォレスターのアーバン・ダイナミックスについて

ここではMITのフォレスター教授(Jay W. Forrester)によって提唱されたアーバン・ダイナミックスについて述べる。前半においてはアーバン・ダイナミックスの紹介を、後半においてはそれに対する批判をいくつかとりあげる。アーバン・ダイナミックスは都市モデルの仲間の中では際立った特徴をもつシステムであり、そのために極めて有名であると同時に数々の批判や反論を招いている。したがって、この章では紹介は簡単に済ませ、アーバン・ダイナミックス批判論を中心に展開しよう。

(1) システムの思想

アーバン・ダイナミックスは1969年に発表〔文献1〕された。これは社会の動的挙動を複雑な非線型のフィードバック・ループをもつシステムとして捉え、社会構造と人間の意志決定過程との相互作用の状態を探究しようというものである。アーバン・ダイナミックスの手法的基礎は同じくフォレスターによって開発された。インダストリアル・ダイナミックス〔2〕にさかのぼる。インダストリアル・ダイナミックスは、当初には在庫管理問題、雇傭問題など経営システムを対象としていたが、次第に広範囲の分野への応用が試みられ、都市問題への適用(アーバン・ダイナミックス)を経て、ローマ・クラブ人類の危機プロジェクトで世界的な危機問題〔3〕に適用(ワールド・ダイナミックス)され一躍有名になった。現在ではこの一連のアプローチをシステム・ダイナミックス(SD)と呼び、SDによる社会システムのモデルが次々に発表されている。本報告書においても、第3章6節、7節がアーバン・ダイナミックス型のモデルになっている。

SDの基本概念は、システムがフィードバック・ループから構成され、各々のフィードバック・ループはレベル変数(ストック量または状態変数)とレート変数(フロー量または制御変数)から成っている。レベル変数はレートの変化によって状態が変位し、レベル変数の変化がレート変数決定への入力となってループを構成する。レート変数はレベル量を直接制御する意志決定機構と、レベルと意志決定機構を結ぶ役割をはたす補助変数がある。これらの変数を物の流れ、金の流れ、情報の流れ、人の流れなどによって結び合せてモデルを構築する。SDではモデルを視覚的に理解するに都合のよい表記法が定められている。簡単な例を図2-2-1に示す。

図で示されたような変数間の相互依存関係を時間遅れを併せた方程式体系で記述し、コンピュータ・シミュレーションを行うのがSDである。SDの手法は変数に特定の概念を規定している点を除けば他のシミュレーション技法と、とりたてて異った性質のものではない。SDの最も特徴的な面は、むしろ変数間の関係づけ(方程式の設定)の態度にあるといえよう。計量経済モデル(1章参照)では、モデルを構成する個別方程式が経済学的に意味があるだけでは充分でなく、過去のデータから厳密なパラメータ推定が行なわれ、変量間の定量的関係が統計的に認められるもの以外は採用されることはない。しかし、SDでは定量的な関係が充分に確められていないばあいでも、変量間に重要な因果関係が存在す

ると考えられれば、定性的ないしは部分的な知識に基づいて方程式型を決めてしまう。このような一組の変数間の関係を示す変換表をテーブル関数と呼んでいる。テーブル関数が充分な情報に裏づけされて決定されたものでないにしても、とにかくシミュレーションを走らせ、テーブル関数のパラメーターの微妙な変動がシステムの挙動に与える感度を分析し、影響の高い者達は更に細かく解析していくのが一般的なやり方である。ややもすればSDが恣意的であるとの批難を浴びるのはこの辺の事情によるものである。だがフォレスターは参考文献〔1〕で、SDの技法は工学、生物学、社会学など諸々のプロセスおよび正負のフィードバック・プロセスが成長および調節作用の原因であることが明らかな全てのシステムに適用できると指適しており、SDが明示的なメンタル・モデルであることを示唆している。

(2) フォレスターのモデル

フォレスターは都市のような複雑なシステムは直観になじまない挙動を起すものであり、伝統的な分析手法による見通しに立脚したポリシーの選択では、しばしば都市の発展を誤った方向に導きかねないと考えたところに研究の出発点を置いている。したがって彼の立場は、ポリシーの勧告を行うよりも、分析手法を紹介することに意味をもっている。

フォレスターはひとつの仮想都市を対象にして分析を試みた。それは彼自身の言葉を借りていえば、都市の成長や沈滞は、世界環境における変化が原因となっているとは思えないからである。つまり、都市の変遷は国家体制や時代に限定されるものでなく、都市自身の持つ構造によって決定されると考えている。また環境に影響を与えないという見地から、環境をレファレンスとして使用する(モデルの諸条件を外部との比較で決定する)閉じた動的システムとしている。したがって、閉じた単一仮想都市モデルが一般性を失うことなく全ての都市モデルの原型であることを主張している。

アーバン・ダイナミックスは企業、住宅、人口の3つのサブシステムから構成されている。それらのレベル変数とレート変数を参考文献〔1〕から引用する(図2-2-2 参照)。この三つのサブシステムは、補助変数を介してレート変数の決定メカニズムによってひとつのシステムにまとめられていく。変数の依存関数を詳しく紹介する余裕がないので、不完全就業者到着レートを決定する例を図2-2-3に示す。補助変数は、不完全就業者到着移動性乗数UAMM、不完全就業者/住宅乗数UAM、公共費乗数PEM、不完全就業者/住宅比UHR、不完全就業者/仕事比UR、不完全就業者住宅プログラムUHPR、一人あたりの税率TPCR、不完全就業者仕事UJ、不完全就業者移動性UM、総税TCを表わしている。このチャートから明らかであるが、レート変数UAは三つのサブシステムの全レベル変数と連結して決定される。このようにして全てのレート変数が定義されていくわけで、かなり複雑なシステムになることが想像できよう。アーバン・ダイナミックスの細部構造に関しては原著〔1〕にあたってみなければならぬが、参考文献〔4〕の第8章にアーバン・ダイナミックスのレビューが極めて要領良くまとめられているので参照されたい。

フォレスターは彼のモデルを用いていくつかのシミュレーションを実行した。初めのケースは、何もない土地から始まる都市のライフ・サイクルを求めるとのである。図2-2-4でわかるように、最初の

100年間には発展を続け、次の100年間では成熟と内部調整の期間があり、200年以降は沈滞している。次に沈滞した平衡状態にある都市を対象とし、様々な都市政策を実施したばあいの政策評価を試みた。ここでは彼のいう複雑なシステムの直観になじまぬ挙動のために、都市問題を解決させるための政策がかえって都市を悪化させるといった予期しない結論を導きだした。4種の政策が実験され全てが失敗と判定された。第1は初年度において不完全就業者の10%が就業できるだけの雇用機会の創出である。これは不完全就業者の事態改善→外部からの流入の増大→不完全就業者の増大→税率比の高率→企業活動圧迫→労働需要の減少→労働者、不完全就業者住宅の居住密度増大というサイクルができ、20年間で政策の効力は失なわれ、前より悪い状態がおこる。第2は職業訓練計画により不完全雇用者の5%を完全雇用労働者にする計画をとりあげた。この政策も一時的に改善をもたらせるが、結局は外部からの不完全就業者の流入を増加させ前と同じ結果に終る。第3は都市に対する財政援助である。これも不完全就業者到着に必要な税率を高め人口、住宅、企業に好ましくない影響を与える。最後は、不完全就業者の2.5%分の低コスト住宅建設政策を導入した。これは、住宅事情の改善→外部からの不完全就業者の流入増大→流出の減少→住宅用土地需要増大→空地への圧力→労働者住宅、企業の斜陽化→労働需要の衰退→経済力の減少となり、前の三つの政策よりはるかに有害と判断している。その他にプレミアム付住宅の建設、新企業の建設、斜陽産業の取りこわし、スラム住宅取りこわし、住宅建設の抑制、産業の奨励等の政策についてシミュレートしている。都市斜陽化を阻止する政策としてスラム住宅取りこわしと新企業建設奨励との結合政策を高く評価している。

このような常識をくつ返す結論は研究者の間に数多くの物議をかもし、アーバン・ダイナミクスに対する各種の批判を生むことになった。それらについては後半でふれる。初めにも述べたように、アーバン・ダイナミクスの主旨は都市システムの分析技法の開発にあって、モデルの構造上に多少の問題があるからといって否定されるものではない。むしろ都市モデルのような複雑でかつ定量的に規定できない相互関係をもつシステムには適した手法といえるのではないだろうか。

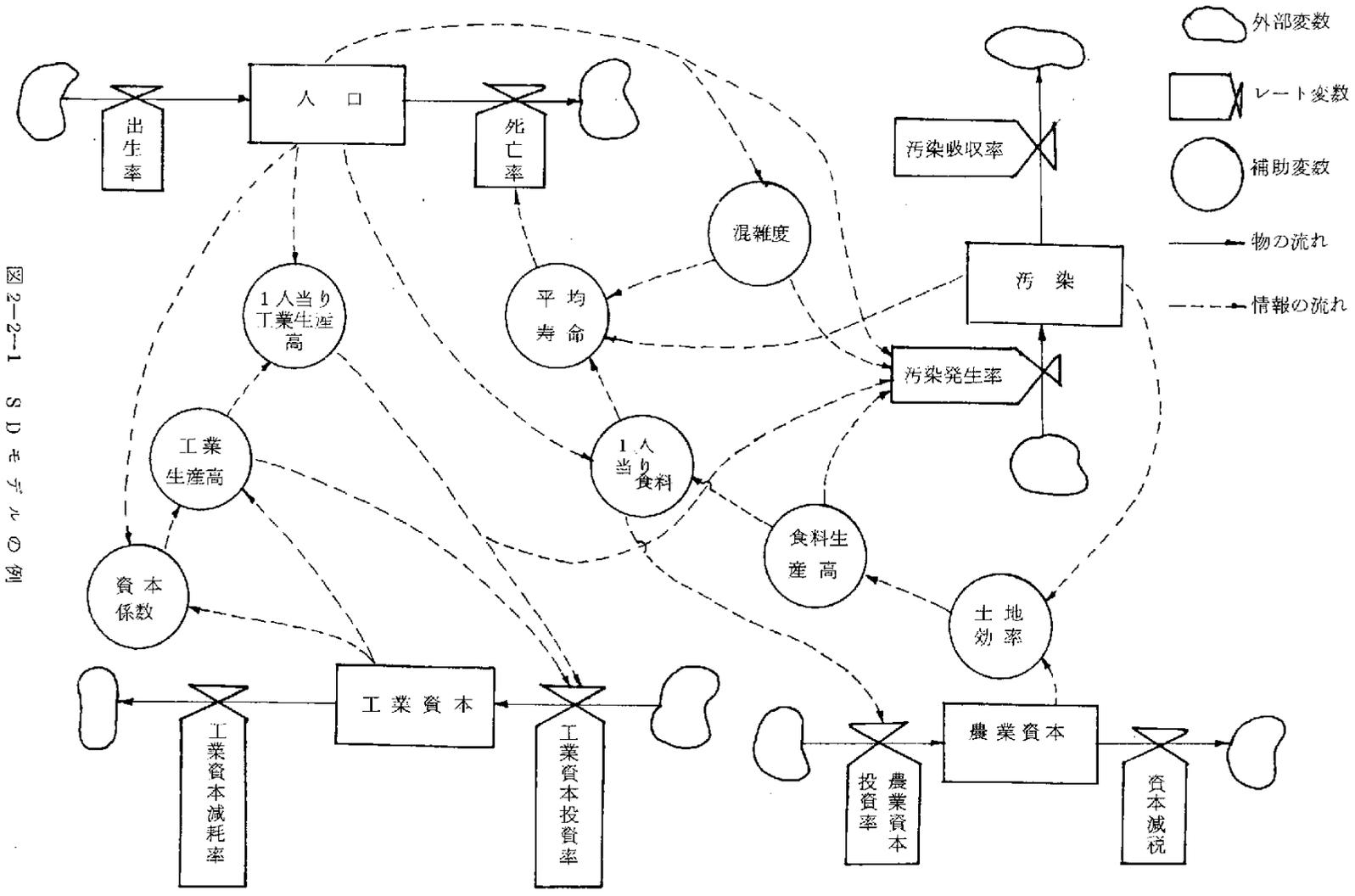
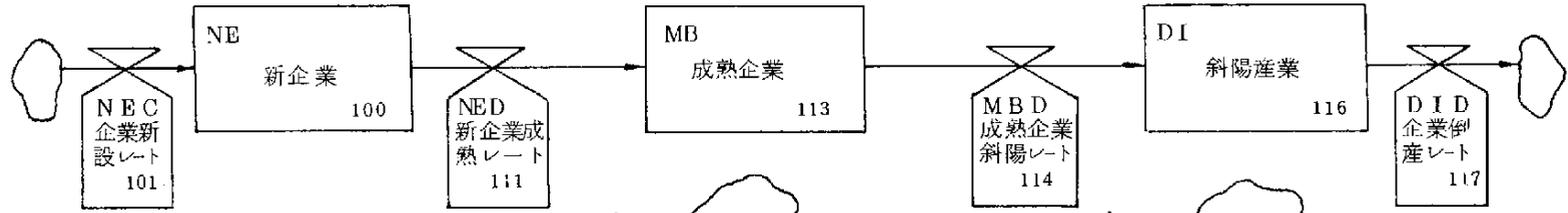
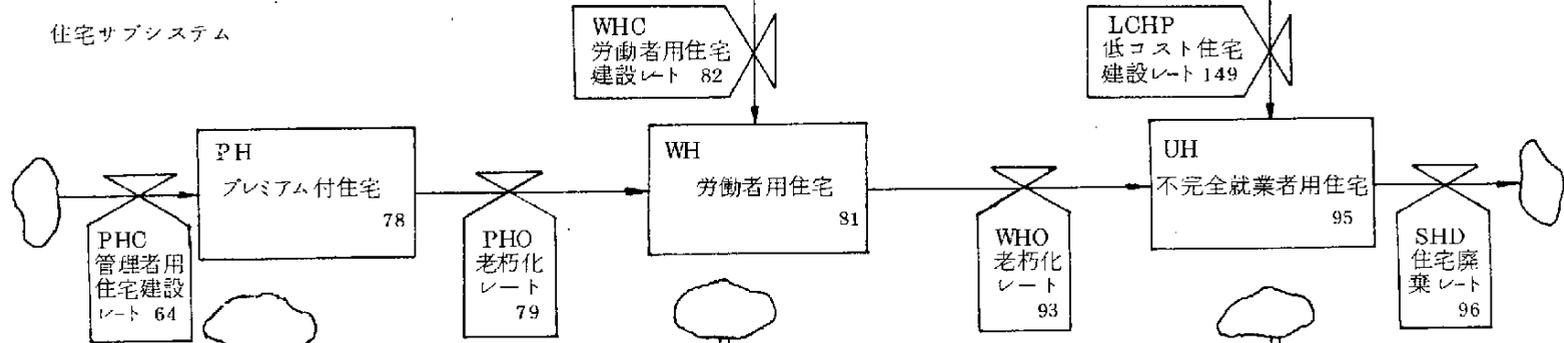


図2-2-1-1 SDモデルの例

企業サブシステム



住宅サブシステム



人口サブシステム

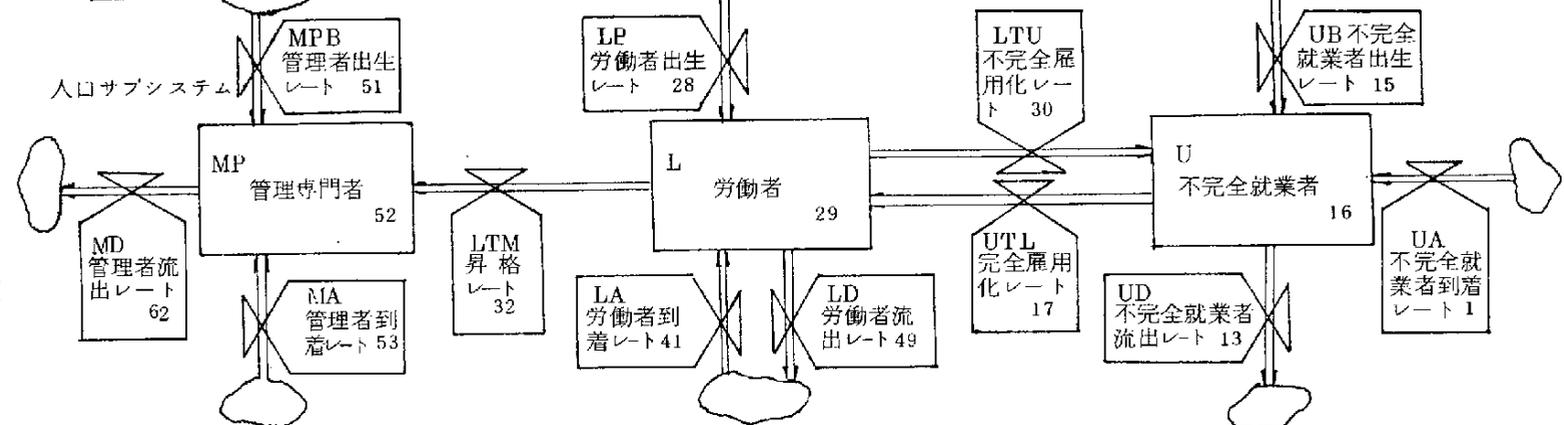


図2-2-2 都市地域のモデルを表わす主要レベル(矩形)とレート(バルブ記号)

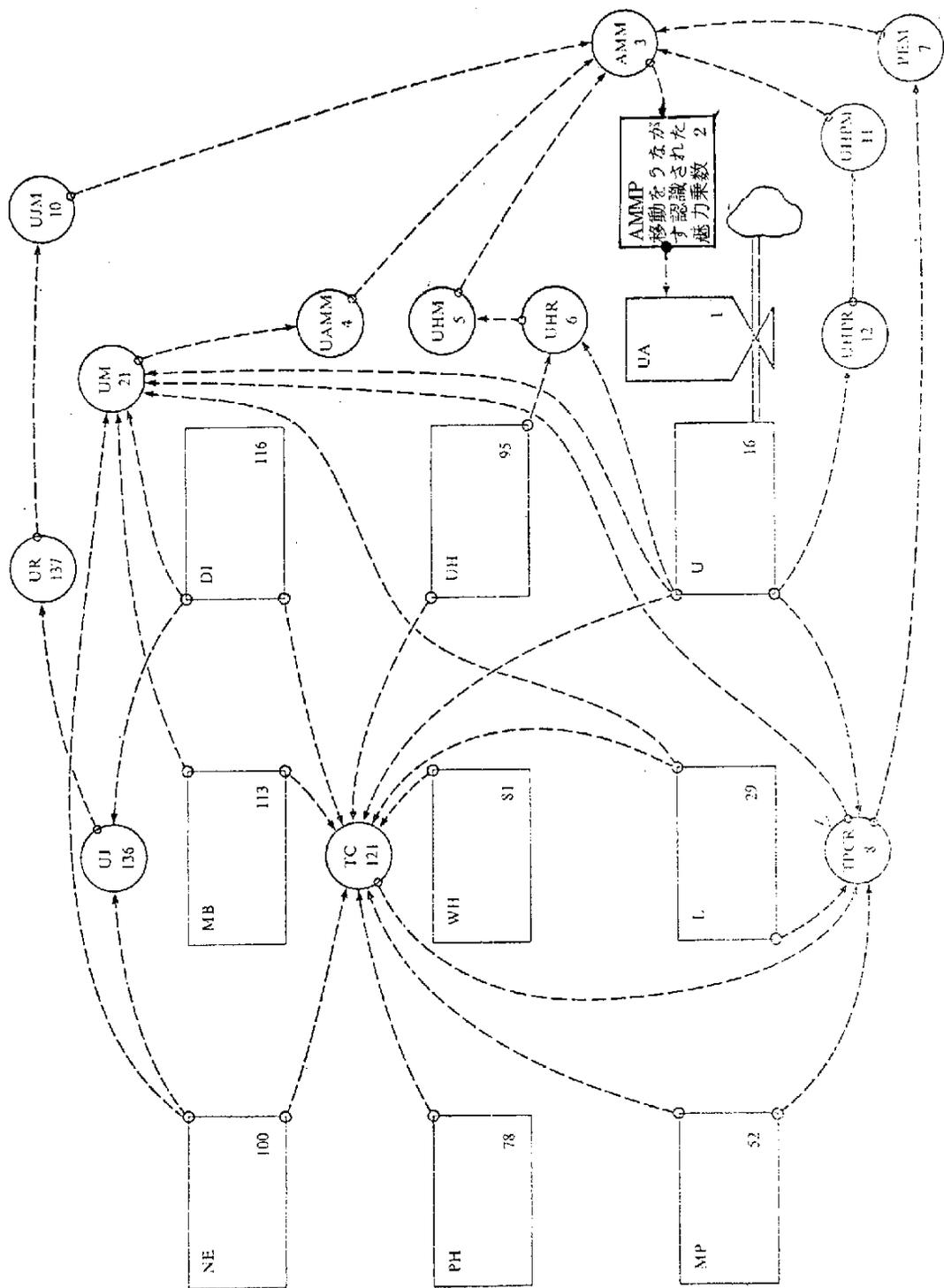
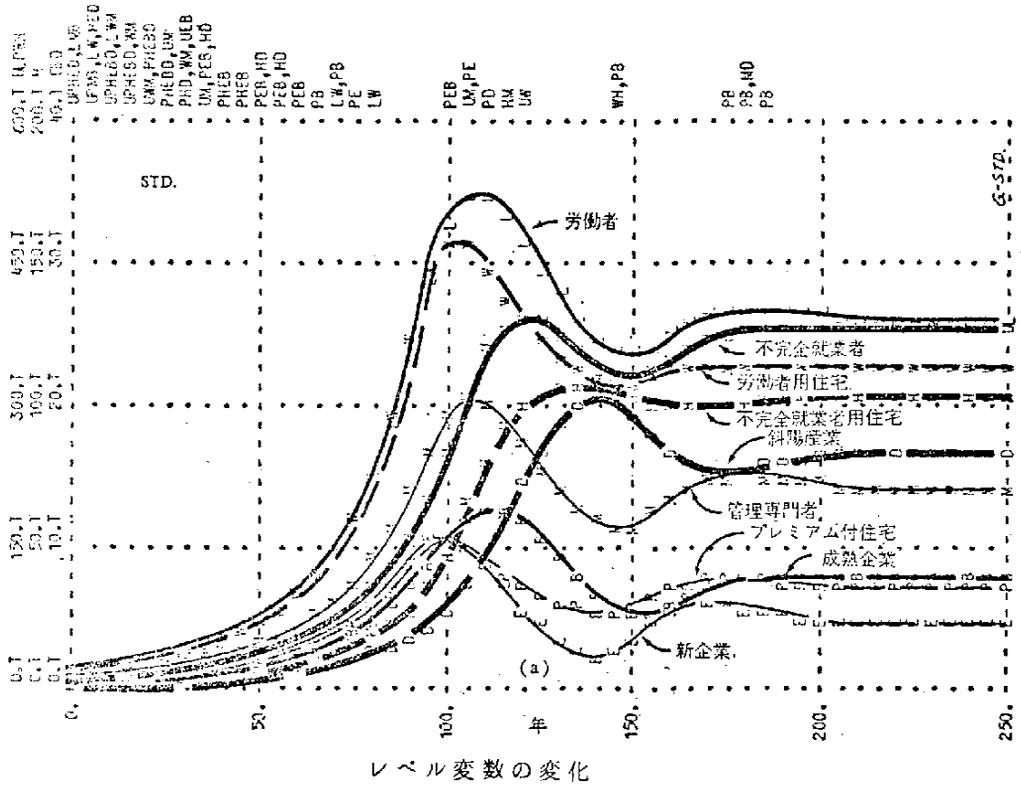


図 2-2-3 フロー・レイトをコントロールする影響力の代表的な一組。システム・レベルがどのように不完全就業者到着レイト UA を決定するかを示している。

U=U1,U2,UP1,P2,UP2,UP3,UP4,UP5,UP6,UP7,UP8,UP9,UP10,UP11,UP12,UP13,UP14,UP15,UP16,UP17,UP18,UP19,UP20,UP21,UP22,UP23,UP24,UP25,UP26,UP27,UP28,UP29,UP30,UP31,UP32,UP33,UP34,UP35,UP36,UP37,UP38,UP39,UP40,UP41,UP42,UP43,UP44,UP45,UP46,UP47,UP48,UP49,UP50,UP51,UP52,UP53,UP54,UP55,UP56,UP57,UP58,UP59,UP60,UP61,UP62,UP63,UP64,UP65,UP66,UP67,UP68,UP69,UP70,UP71,UP72,UP73,UP74,UP75,UP76,UP77,UP78,UP79,UP80,UP81,UP82,UP83,UP84,UP85,UP86,UP87,UP88,UP89,UP90,UP91,UP92,UP93,UP94,UP95,UP96,UP97,UP98,UP99,UP100



U=U1,U2,UP1,P2,UP2,UP3,UP4,UP5,UP6,UP7,UP8,UP9,UP10,UP11,UP12,UP13,UP14,UP15,UP16,UP17,UP18,UP19,UP20,UP21,UP22,UP23,UP24,UP25,UP26,UP27,UP28,UP29,UP30,UP31,UP32,UP33,UP34,UP35,UP36,UP37,UP38,UP39,UP40,UP41,UP42,UP43,UP44,UP45,UP46,UP47,UP48,UP49,UP50,UP51,UP52,UP53,UP54,UP55,UP56,UP57,UP58,UP59,UP60,UP61,UP62,UP63,UP64,UP65,UP66,UP67,UP68,UP69,UP70,UP71,UP72,UP73,UP74,UP75,UP76,UP77,UP78,UP79,UP80,UP81,UP82,UP83,UP84,UP85,UP86,UP87,UP88,UP89,UP90,UP91,UP92,UP93,UP94,UP95,UP96,UP97,UP98,UP99,UP100

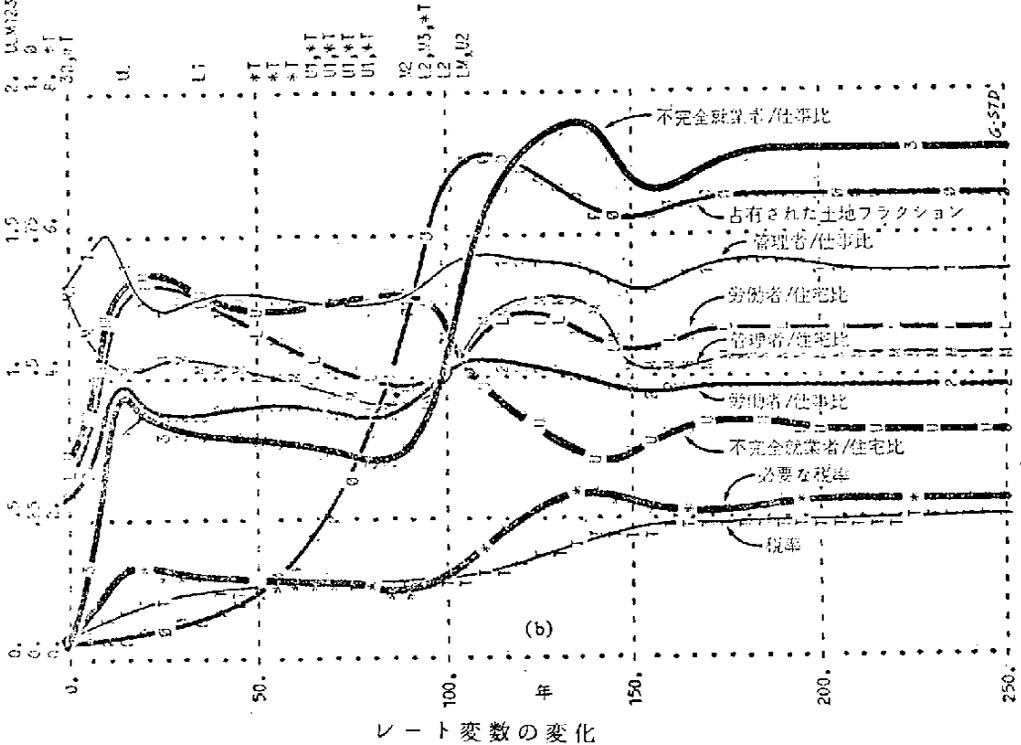


図 2-2-4 何も無い土地から出発した都市の成長と沈滞

アーバン・ダイナミクスに対する評価はフォレスト教授の発表後、多く論議がなされたが、その論議の結果は、次の三つのグループに類別されよう。

- ① アーバン・ダイナミクスは全く役に立たない手法であるという主張をする人々で、その多くは、現状のアーバン・ダイナミクスのモデルのアウトプット及びモデル構造を固定的にとらえ批判するものである。
- ② 都市問題には、関心はあるが専門的に行っているのではない人々で、アーバン・ダイナミクスの持つ思想、ならびに手法的有効性を高く評価しているグループである。
- ③ アーバン・ダイナミクスの持つ思想及び手法は評価しているが、フォレストのモデルは、特定都市を考えた場合はあまりに多くの問題があり、そのモデルの概念をその場その場で変える必要があるという人々である。

オペレーションズ・リサーチという立場に立つて考える時、重要なものは、その手法なり、モデルなりの概念と、実質的な利用価値ではないだろうか。そのような視点に立ち改めて、アーバン・ダイナミクスの存在を考えてみるとすれば、次のようなことが言えるのではないだろうか。アーバン・ダイナミクスはそもそも仮想都市を考えており、又シミュレーション期間が、数百年に及ぶという常識では測りえない期間を対象にしているというような多くの非現実的なことがある。結論としてまずはっきりしておきたいことは、アーバン・ダイナミクスも一つの手法であり、極めて多くの自由度を持つ概念であるということである。そのため、ORワーカーとしては、アーバン・ダイナミクスの中で用いられた手法なり考え方を、自分自身の工夫と経験と合わせ、対象としている問題に適用すべきであろうということである。そのため、フォレストの用いた考え方の中には有効なものもあれば、全く理にかなわないものも多くある。その中から特に一般的に妥当性に欠けると思われる点を挙げてみよう。

① 対象地域をクローズド・システムとしてとらえていること。

即ち、対象地域は、ワールド・ダイナミクスのように世界でも、単一の国家でもなく、特定仮想都市ということを考える時、その都市の自主性及び他地域とのインターアクションをどうとらえているかということが問われるであろう。本来マクロ・システムからミクロ・システムへの分解は可能であっても、社会システムにおいてはその逆は無理である。前述したごとく、さらに250年もの期間を対象とした場合、クローズド・システムとはとても考えることは出来ないというのはあたりまえのことであろう。まして東京を例にとれば、世界の動向及び、日本の動向で、東京の動きが決定されるというようなことは、日常感じているところである。

② 都市の面積を固定化していること

即ち、都市の面積というのは、近年日本の各地で多く見られるごとく、極めて変化に富み、その時点、その時点の都市の営みによりドラスティックな影響を受けるものである。最近行われた人工衛星からの写真による都市化分布と、昭和38年に作成された地図との比較によれば、その変化は全く驚くばかりである。東京近郊で約10年間で約2倍強に達する変化をしている。また都市を取

扱う時注意すべきことは、成長過程の分析であり、その時、土地的資源は、重要な要因である。その重要な資源を固定化し、都市の成長を取扱うナンセンスさは特筆すべきことであろう。

③ 産業構成が明示されていないこと。

都市を語る時、産業構造は非常に重要な要素であり、又その就業構造の変化が都市の成長を左右する重要な問題である。アーバン・ダイナミクスにおいてそのモデルで多くのパラメータ及び初期値が決定されているが、それらのデータはどのような考え方で分類されているかは、極めて大切な問題である。そういう意味で、産業構成について不明確であることは、実際の場に対する適応性という点から考えると重要な欠陥といわざるを得ない。さらにそのあいまいさで都市の成長を論ずるとは、モデルとして、あまりに低質であるといえるのではないか。

④ モデル化においての具体性が欠除していること。

即ち、前項でも述べたごとく、モデルとして取扱い以上具体性は、極めて重要な事であり、その具体性はどこで立証されるかという点、第一に各パラメータ及びデータが入手可能であること、第二にモデルのある程度の適合性が示めされていることの二点により決定されると思うが、そのどちらもなされていないことは、全く重要な問題である。それでいて全く測定可能性のない乗数が多く登場している。

以上四点に列挙したごとく、アーバン・ダイナミクス・モデルは、モデルとは呼びがたいものである。しかしながら、アーバン・ダイナミクス・モデルが、一般的にことさら評判となった最大の理由は、モデルの説明が極めて明解であり、理解し易かったことにある。ORワーカーが問題として常に話題にされることは、結果と同時にモデルを第三者に説明するという点である。その意味で、アーバン・ダイナミクス・モデルは特筆すべきものがあるのは確かな事実である。さらに、政策評価の具体的方法をいくつか実験し、その評価を理解しやすい形で明示していることである。都市という全くカオスに満たされた対象に対するシステム・モデルの役割をこれだけアピールしたことは評価するに余りあることは確かである。

前述したごとく、多くの批判をしたが、ORワーカーとして注意すべきことは、アーバン・ダイナミクス・モデルも手法の一つとしてかなり有力なものであり、そのもの持つ弱点を充分に知り使用することによりよい問題解決への道が開かれているということである。

文 献

- [1] Forrester, Jay W. "Urban Dynamics" The M.I.T. Press, 1969
日本語訳
小玉場一訳「アーバン・ダイナミクス」日本経営出版会, 1970
- [2] Forrester, Jay W. "Industrial Dynamics" The M.I.T. Press, 1961
- [3] Meadows, Donella H., Meadows Dennis L. and others "The Limits to Growth" Roma Club. 1972
日本語訳
大来佐武郎訳「成長の限界」ダイヤモンド社, 1972
- [4] 江沢譲爾, 金子敬生編集「地域経済の計量分析」勁草書房, 1973
- [5] 「社会システム・モデルの基礎的研究」科会技術と経済の会, 1972
- [6] IEEE TRANSACTIONS ON
SYSTEMS, MAN, AND CYBERNETICS, APRIL 1972

3節 ローリーモデルとその後の発展

William Goldner : The Lowry Model Heritage

(AIP Journal, March 1971)

ローリーモデルは1964年に開発された都市のモデルであるが、それまでにも多々開発された都市全体の成長を扱ったモデル (growth model) と違い、土地利用、人口など都市活動の都市内での分布を扱った配分モデル (allocation model) として最初のもので、都市計画、特に土地利用計画に使えるという意味で画期的なものであった。そしてこのモデルはその後、都市内での空間的分布 (spatial distribution) を扱ったモデルのほぼ全てに何らかの形で影響を与えている。ここでは以下に、AIP Journal の1971年3月号に掲載された、William Goldner の「ローリーモデルの遺産」を紹介し、ローリーモデルに関する部分のほぼ全訳と、遺産に関しては抄訳を行なった。



「ローリーモデルの遺産」 ウィリアム・ゴールドナー

ローリーモデルは、特に扱いにくかった概念的な障害を突破するための手法を構成するものであった。有意義な実用性の可能性を示す魅力的な形態を有しているにもかかわらず、そのモデルは、ほんの二・三の国内例にしか適用されていない。外国での翻案例ではもっと成功しているのに。このモデルは、地域計画や交通計画を行なう機関（それらは、その仕事を立地モデルの作成に頼っている）の要求にもっとよく適合するように、次第に変形されてきた。概念的な諸改良に関する最近の展開が実用性を目指しているので、ローリーモデルは、メトロポリスに関する我々の知識を拡大し、次の世代のモデルのための確固たる基礎を築くだろう。

ローリー博士の、土地利用モデルの開発に対する貢献は、彼の業績に関するレポートをいくら集めても語り尽せるものではない。ともかく、“ローリーモデル”として知られるようになったものの概念的フレームワークは、後続研究者（各々、意義深い研究の努力をしている）の数を飛躍的に増大させた。原型となったローリーモデルの発展性にはそのような効果があったのだが、その訳は、（一）意義深い実用可能性そのものが最良の刺激であったこと、（二）因果関係の構造の単純さに本質的な魅力があったこと、及び（三）そのフレームワークを拡大し、改良する可能性があることが、更なる研究を奨励したこと、等のためである。

ここで述べられる、ローリー型モデルの簡単なレビューは、主として、ローリー氏以外のモデル開発者や利用者が、モデルの設計における実験的試みとして、又は実用性の点でうまく行く改良として、ローリー氏の開発した概念的フレームワークに与えたところの諸改良点を確認するものである。その結果のいくつかのものは、特に国際的な事例において、次に記した文章に対して、少なくともある程度、反対するようと思われる。“公共の意思決定において複雑な分析的技術の利用が広まってきていることを好ましいと考える人間は、驚きそして絶望するであろう。” (Hemmens, 1970)

ローリーモデル

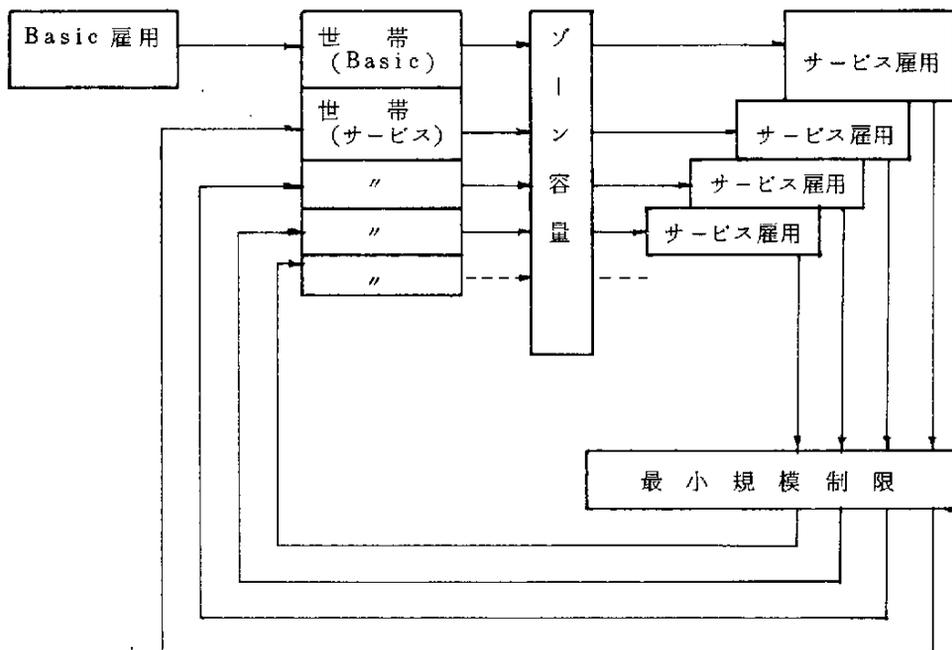
ローリーモデルは、1962～63年に開発され、そのフレームワークのレポートは1964年にランド研究所から発表された。(ローリー, 1964) ローリーモデルは、ピッツバーグ総合再開発計画(CRP)において諸代替案を作成し、意思決定を助けるためのモデリング・システムの一部として開発された。この計画は複雑であって、ローリーモデルの他に、種々のモデルを分節的にセットしている。ピッツバーグCRPモデルのいろいろな方向性を規定した非常に卒直な評価レポートの中で、研究スタッフは次のように述べている。“……それは非常に野心的であった。1963年に、そのシステムが設計された時、そのシステムを組み立てる際の細かな問題点が解決されうる可能性はあるだろうと思われた。しかし現在では、そのようなモデルを組み立てる仕事は、正確にはモニュメンタルなものであると考えられるし、それはまだ将来のことであるのだ。モデルそのものの振舞を検証し、モデルにとって基本的に有効な諸仮説を検討するという努力は、限定的な目的を持ったモデルの開発という方向に能率的に注ぎうる。モデルをランさせるための十分なデータはまだ集められていないし、ピッツバーグ市においては、モデルに関する興味は一般的に低い。市は、何年かの研究の後、シミュレーションを行なう努力を中断することを決めたので、モデルの大部分はテストもされてないし、利用もされていない。”

(ローリー, 1968)

ピッツバーグCRPの絶望的な予想にもかかわらず、ランド研究所の出版物に報告されたローリーモデルは広く配布され、十分にレビューされている。(フライシャー, 1965) 実験的、実用的な改良が他のモデル研究者によって為されたし、ローリーモデルの革新的な刺激から生まれた広範囲の、モデル化の努力は、やっと目に触れてきはじめている莫大な量のレポートの中に反映されている。

因果関係の構造

ローリーモデルの持つ魅力的な諸性格の一つは、素直でわかりやすい因果関係の構造である。まず最初に、独創的な乗数の概念を適用して、外生的に与えられるbasic雇用の立地から総雇用の空間的配分を発生させる。次に、職場が住宅のストックの立地位置を指定することに使えるように、(journey-to-work という考え方を、work-to-residence trip という考え方に転換することによって)世帯数を発生させる。ただし、これらの立地は次のような制約条件に従う：世帯数の許容上限の制約条件；サービス業の雇用が発生するための最小人口。これらの構造は図2-3-1のようにダイアグラム化される。



〔訳注〕 ローリー自身の描いたフロー

地区状態を表わす変数
(各地区毎に計算)

Retail 雇用のループ
(Retail業種毎に繰返される。)

居住人口のループ
(Retail雇用ループの前に計算される)

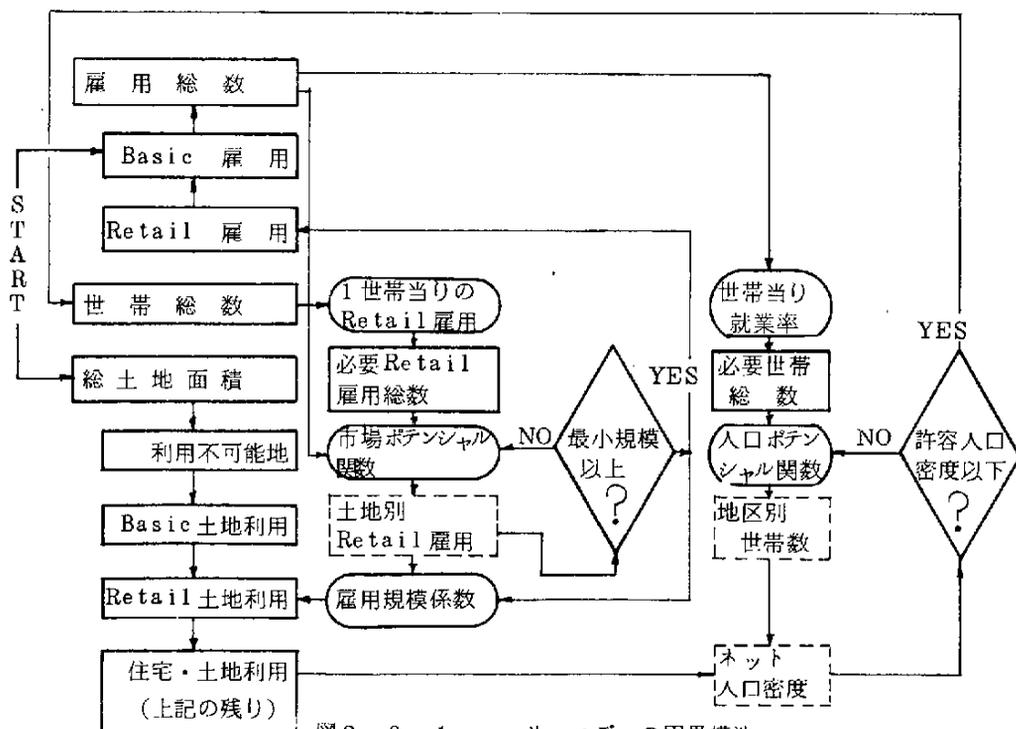


図2-3-1 ローリーモデルの因果構造

主要な概念的構成要素

因果関係の構造に加えて、ローリーモデルには、それに導かれた様々なモデルの基礎となるいくつかの概念が組み込まれている。それらは、(一)“basic”及び“population-serving (人口によって支えられる)”雇用という概念、(二)乗数概念、(三)配置関数、(四)モデル中の項目細分化の性質、(五)時間の処理等である。

「Basic-Retailの二元論」

経済学でいうbaseという概念にかかわる諸用語との類似性から、ローリーモデルの中に見受けられる基礎的構造の性質に関して、いくつかの誤解があった。ローリーモデルの出発点は次のようである。即ち、モデル中の諸活動グループの各々は世帯による市場との関連で立地し、それ故、これらの諸活動は人口や購買力と、暗に、関係しているのである。ある活動を想定する。そしてその活動の最終生産物やサービスに関して、地域的な(その活動の立地している地域内という意味)市場圏あるいはサービスエリアの存在が認められるとする。そのような諸活動のカテゴリーを、“retail”と称する。従って“retail”の基準は位置選定的であり、地域的市場圏あるいはサービスエリアの存在に由来するのである。

地域的市場圏に生産物を供給する産業に対して供給すべく中間生産物を生産するような産業を含む、retail以外のあらゆる産業は、市場やサービスエリアの存在ということ以外の条件のもとで立地する。その条件とは、ユニークな敷地形態、諸工業間の関連性、集積効果、資源の入手しやすさ、地域間交通路線等である。これらの工業は、“basic”に属するとされるのであるが、実際は“retail”工業が確認した後、まだ残されている残りものである。ローリーは、そこを次のように明確に述べている。「この述語は、便利だから使用されるのであって、記述的分類法として使用されるのではない。」(ローリー、1964)さらに“土地指向的”や“居住地指向的”という概念の方がより正確な分類表示であることを示唆している。“basic”雇用量や乗数の精度調査によって“retail”雇用を立地させる時にモデルが必要とする広域的インプット情報は、地域経済モデルから外性的に与えられる。この地域全体的モデルの設計は、当然、経済学的地域モデルに対する諸批判に従うだろう。しかしながら、これらの批判は、ローリーモデルに実現されている配置枠組にまで持ち越されることはない。

ローリーの書式によれば、basic-retailの二元論は次のように表現される。

$$E = E^B + E^R \dots\dots\dots(1)$$

ローリーは、retail雇用を次のように三つのクラスに細分化した。

$$E = E^B + E^{R1} + E^{R2} + E^{R3} \dots\dots\dots(2)$$

対象地域に関する総合計、及び対象地域内の工業地区に対する外生的な E^B の配置から、retailカテゴリーの立地を発生させるための諸パラメータを計算することができる。

$$a^{RK} = E^{RK} / E \quad (K = 1, 2, 3) \dots\dots(3)$$

であるならば

$$E = E^B + a^{R1}E + a^{R2}E + a^{R3}E \dots (4)$$

「乗数」

ローリーによって使用された繰り返し演算法及び(4)式で表現された雇用の細分化から、モデルの作動における乗数効果の基礎が与えられる。

(4)式から、

$$E^B = E - a^{R1}E - a^{R2}E - a^{R3}E$$

$$E^B = E \left(1 - \sum_{K=1}^3 a^{RK} \right)$$

即ち、
$$E = E^B / \left(1 - \sum_{K=1}^3 a^{RK} \right) \dots (5)$$

住居を発生させるために、雇用に住宅数／雇用数の比 f によって因数分解する。

$$N = f \cdot E \dots (6)$$

上述の諸概念はすべて集合された量を扱っていて、現代のマイクロ経済学の理論の中にその相似物を持っている。これらの諸量の、個々のゾーンへの配分法は、ローリーの貢献のうちでも特に革新的なものである。これらの配分に関する概念を展開するために、我々はゾーンのシステム、各ゾーン間の距離のネットワーク及び使用される配分関数について考察しなければならない。

「ゾーンのシステム」

配分プロセスの、ゾーンのシステムに対する感度はしばしば見過される。しかしながらゾーンの構成や数は配分モデルの操作性への発展に関して重要なことである。ゾーンの数はそのプログラムが適合すべきコンピュータの容量によって制限されるし、又、Output として必要とされる立地の正確性によっても制限される。ゾーンの構成はデータ収集のプロセスによって、又特に、いくつかの代替的変数に基づくデータの空間的適合性の必要性によってコントロールされる。この場合、センサス・トラクト（国勢調査区）が大きな地域に関してしばしば利用される。それは、居住地の所帯の諸特性値に関する地図や境界やデータがそろっているからである。しかし、それよりも望ましい構成は、一般に正方形のセルから成るグリッド・システムであるが、基本的原データからの複雑な変換手づきを必要とする。

ローリーモデルでは1マイル平方のグリッド・セルをゾーンとして使用した。これらのセルに該当する都市内の各街区は、その境界線が1マイル四方の正方形にほぼ等しくなるように組み合わせられた。土地理用や職場雇用及び居住人口は都市内の各街区、あるいはいくつかのセルのまとまりのデータベースとなるように分配された。

「ゾーン間のネットワーク」

グリッドシステムによるセルの構成には、その単純な幾可学的関係性によってマスの図心から図心までをゾーン間距離と定められるという特別な利点がある。このような距離計算法は、広範囲の交通施設の定義づけや街路目録に基づく最短経路枝法の手続きを利用して計算される複雑で優雅なゾーン間経路表 (Skim-tree) 算定法よりもはるかに経済的に行なわる。ローリーは、空間距離が、より複雑な手法によって計測された時間距離と非常に高い相関関係にあるということを満足がゆくまで検証してから、グリッド・セルの図式を使用したのである。

「配分関係」

ローリーモデルには、空間的配分に関して三つのグループが含まれている。即ち、(1)居住に対する就業者、(2)サービスに対する世帯、(3)サービスに対する就業者、の三つである。(1)に関しては、ローリーは、住宅と職場の関係について計算されたトリップ指数について精度調査の後、職場に対する住居の配分にグラヴィティ関数を適用した。実際の関数の形は、

$$d p / d r = a r^{-x}$$

である。このモデルの精度調査から使用された実察の値は、

$$d p / d r = r^{-1.33}$$

であって、係数 a を消去する為に、関数を調整しなおすという正規化の手順によっている。

住居からサービスの配分は次のような二次関数の逆数で定められている。

$$d p / d r = (a - b r - c r^2)^{-1}$$

使用された値は次のとおり。(ローリー 1964)

表 2-3-1

	a	b	c
近隣での買物	0.5107	-0.7400	-0.2699
地域での買物	0.0116	-0.0012	-0.0202
大都市での買物	0.0664	-0.0442	-0.0156

職場からの買物の配分(3)は職場の位置しているゾーン内で起ると想定されるので、配分関数は不要である。

サービスの立地のための配分の重みづけとして各関係項、即ち(職場と店)と(住居と店)を組み合わせることが必要である。その比は次のとおり(ローリー, 1964)

表 2-3-2

	住居	職場
近隣	0.90	0.10
地域	0.70	0.30
大都市	0.50	0.50

「集約化と細分化」

ローリーモデルは、算定結果に影響を及ぼすことが明確であるならばそのような多くの変数を、その構造の中に集約しているマクロモデルである。basic-retailの二元論は細分化の一つの形であって、更にretailのカテゴリーは大都市、地域、近隣という三つの買物のタイプに分解されている。ローリーの試みには、彼が、業種といった別の形の変数や、retailに含まれる諸産業のより細かな分解を、あり得る細目化の基本として考えていたことが示されているが、コンピュータの容量やデータの限界のために、それ以上の細分化は無理であった。

「時間の処理」

ローリーモデルでは、上限・下限の制約条件によって修正されながら、距離のネットワークやbasic雇用の立地と調和した諸活動の均衡的立地を発生させる。ここでの反復のプロセスは、商業活動について長期間の集積や住宅のストック量と関連した増大を表現しているが、この解釈をそうむずかしいものにするのではないと示唆している。彼が巧みにも“即席大都市”という表現をしたので、その時間関係の説明はさらに説得力のあるものとなっている。

「制約条件」

ローリーは、制約条件が住居の立地やretailの諸活動の中に組み込まなければならないだろうと、あらかじめ考えていた。彼は、住居地区の開発・発展に関してはゾーニング規制による密度限界、すなわちエーカー当たり65戸という最大密度限界を守って、予測された密度をそのまま用いることを退りぞけた。この高い密度限界は、一つのゾーンを除いては、モデルの中で制約的に働いていたようには考えられない。

同様に、彼は、そのモデルのアルゴリズムは、retailの沿道発展や様々な規模の中心商業地区に見られるような、規模による外部経済を反映して、retail活動が集積すると、あらかじめ考えていた。それに対する彼の解決策は、そのような、クラスターをなす諸活動の雇用発生最低基準値を確認し、その限界以下のretailの立地は排除するというものであった。モデル中に使用されている発生最低値は、異なった規模のセンター毎に区別している。(ローリー、1964)

表 2-3-3

クラスターの型 (タイプ)	ゾーン内での最低, 雇人数
近隣施設	30
地域施設	250
大都市施設	20,000

ローリーモデルの後継者たち

ローリー型モデルの共通の性格は、(1)雇用主体を土地指向型の“Basic”と市場指向型の“Retail”とに区分すること、(2)“Basic”雇用が居住人口を、居住人口が“Retail”雇用を導くという因果関係を設定すること、(3)“Basic”雇用に乗数関係を適用して“Retail”を発生させること等であるが、後継者たちは、ローリーのこのフレームワークに何らかの基礎的な付加を行なっている。

①TOMM-1 (Time Oriented Metropolitan Model), 1964

J.P. Crecine によって行なわれたローリーモデルの実用的改良作である。ピッツバーグCRPが対象。その主要な改良点は、(1)諸活動を“stable”と“locative”に区分して、一期毎の増分だけを配分すること、(2)世帯部門を、所得・住宅の種類・社会的性格の三指標によって細分化したこと、(3)センサストラクトを利用したゾーンシステムを、市界内に適用したこと等である。TOMMの妥当性は、データの入手可能性と関数関係にあるのだが、データの不備・不足のためにそれはいまだ発展段階に留まっているという。

②BASS-1 (Bay Area Simulation Study), 1965

カリフォルニア大学(バークレイ)の不動産・都市経済研センターで、GoldnerとGraybealによって開発された。その目的は、大工場の外生的立地のもたらすインパクトの測定である。その特徴は、(1)センサストラクトをゾーンとして使用、(2)ローリーが世帯数で人口を代用したのに対し、雇用人数、人口及び世帯数の三者を発生させたこと、(3)トラクト・スペシフィックな地域特性パラメータを使用(これが最も重要な点である)、(4)“Retail”の細分化は、(3)との見合いで行なわれなかった。

この経験から、Graybealは、非ローリー型モデルシステムであるBASS-IIIを、Goldnerはローリー型のPLUMをそれぞれ開発している。

③Garin-Rogersの貢献, 1966

これは、Lowryのアルゴリズム、即ちretail部門雇用と住宅部門の反復計算をマトリクス演算で定式化したもの。その問題点は、(1)制約条件が含まれていないこと、(2)コンピュータ容量と時間経費の問題があること、及び(3)Rogersの方法に必要なとされる定常的循環成長という条件は、年齢別人口構成や労働力の参入の推移を反映した外生的な成長予測と、必ずしも調和しないこと等である。

④CLUG (the Cornell Land Use Game) 1966

コーネル大学の都市・地域計画学部のAllen G. Feldt教授が、官吏や学生たちにプランニングの諸原則を発見的に学ばせる目的で開発したgameで、そのモデルはTOMMによく似ている。特徴点は、(1)自治体の収入・支出や土地売買、商業活動等を網羅するマネーフローが基盤となっていること、(2)開発を誘導するインフラストラクチャの強調、(3)住宅地は、開発のタイプに対応した四種類の密度で立地できること、及び(4)それらの因果関係の追跡を行ない得る教育的なgameであって、簡単なコンピュータ・プログラムによって計算が行なえるようになっていること等である。

⑤ TOMM-II, 1968

これは、ミシガン大学で行なわれた、操作的ゲーミング技術の開発を目的とするMETROプロジェクトの中の空間的立地発生装置として、Crecineによって開発されたモデルである。TOMM-Iとの差は、(1)ホワイトカラーとブルーカラーおよび世帯の型のように、変数をさらに細分化したこと、(2)土地評価の際に、アメニティ概念と外部経済の効果を取り入れたこと、(3)密度やゾーニング規制や地代に関する不完全市場等の効果を取入れていること、(4)土地家屋等の所有権やインフラストラクチャの耐久性に由来する、都市内立地システムの不活発性の認識、等である。これらの点が、注意深い論理化や、コンピュータアプリケーションへの明確な指向でもって行なわれている。残された課題は、適切なデータベースの開発とパラメータ評価の問題であるとしている。

⑥ PLUM (projective land use model) 1968

Goldner が、BASS-Iの経験をもとに、実用性を高める方向で開発したモデル。これは、土地利用配置や、小ゾーン毎の人口、住戸数、雇用の予測に関する情報をBATSC (the Bay Area Transportation Study Commission) に提供する目的で行なわれた。BASS-Iに関して行なわれたLowryモデルの修正以外に次の様な改良点がある。(1)ネットワーク時間は、自由走行時 (free-flow) とピーク時 (peak-hour) の両方の場合にノード間時間を過増して発生させた最短経路によって設定される。(2)グラヴィティ型配置関数は、対数的逆数関数に置き換えられ、トリップの三タイプ (職場-家庭、職場-店、家庭-店) 毎に、また郡毎にパラメータを変えて使用された。(3)住宅地に関する付加変数は、地域特性を反映した三つのパラメータ (一世帯あたりの人口、一世帯あたりの労働者数、労働者一人あたりの人口) で定められ、かつ、人口や雇用に関する外生的予測と整合される。(4)超過需要が密度転換係数に規定されながら開発密度への圧力を生ずるように、住宅地開発の制約条件を組み込んだ。(5)連立方程式系は、Garinのマトリクス演算法で解かれる。

⑦ A.G. Wilson の拡大概念体系 1969

ロンドンにある環境研究センターのA.G. Wilson は、その論文で、Lowryの住宅立地モデルを、選好性や諸施設の機能に関する詳細な知識を必要としない基礎的モデルと評した。彼の挙げた問題点は、グラヴィティ関数よりも妥当な関数の利用及び制約条件の系統的な扱いに関するものであった。彼は、条件付エントロピー最大化の概念をも利用して、それらに対する精緻な解答を示した。

その次の論文では、住宅立地者をその行動類型をもとに細分化するという最初の、かつ重要な提案を行なっている。即ち、(1)無制限立地 — 就業地も住宅地も共に選択可能、(2)住宅地固定立地 — 就業地のみ選択、(3)就業地固定立地 — 住宅地のみ選択、(4)住宅地就業地固定立地 — 一定期間内では立地問題とならない、の四カテゴリーを示し、ローリーモデルは、(3)に含まれるとした。その細分化のためには、所得階層、賃金格差、住宅タイプ及び住宅価格格差等を区分する必要があるとした。又、それまで無視されていた供給側の問題に関しても、住宅市場やフィルタリングを導入して研究を行なった。

第3章 わが国における都市システム・モデルの展望

1節 わが国における都市システム・モデルについて

わが国においては主に土地利用パターンの追跡と制御をねらいとするさまざまな都市システム・シミュレーション・モデルが開発されている。名古屋モデル、戸田モデル、大阪湾モデル、仮想都市モデルおよび北上地域モデルなどが土地利用パターンを対象とした都市もしくは地域の成長モデルとして開発されている。

最近では土地利用だけではなく、都市のもついくつかのサブシステム、たとえば経済システム、人口システム、環境システム、資源システムなどを明示的に扱い、都市政策のシミュレーション実験を行なえるようなモデルがいくつか開発されている。ここではわが国でかなり評価されていると思われる先駆的ないくつかのモデル及び本章でとりあげたいいくつかのモデルについて簡単に紹介しておこう。

(1) 戸田モデル (1962年)

伊藤滋氏を中心とするグループによって埼玉県の戸田市を対象地域として開発された土地利用シミュレーションモデルである。

モデルのねらい及び概要について簡単に紹介しておこう。(石原舜介他編、都市の制御、NHK出版を参照のこと)

① 土地利用モデルの意味

都市における将来の土地のつかわれ方をきめてゆくために、しばしば、市役所等の公共団体は都市基本計画を作成する。その内容はどこに道路をとおし、どこを住宅地と考え、どこに学校を建設するといった都市の物的空間を計画する内容のものである。

この空間配置を組立てるためには、都市構造の変質と、それに対する種々の規制の影響を考慮にいれた計画の方法がなくてはならない。しかも、その方法のなかからはできうる限りあいまいな要素や計画者側の恣意的な判断を排除する必要にせまられる。そのために計量的な手法を用いて空間の配置を決めてゆく、いわゆる土地利用モデルが作成されることがある。

このようなモデルをわが国の諸都市を対象にして組立ててゆくさい、欧米諸国のそれととくに異なるのは、土地に対する需要がきわめて激しいにもかかわらず、供給される土地が必しも流動的でないということである。これはひとつには、わが国の国土そのものが人口量に比べて狭少であり、既存の都市(なにかずく大都市)の周辺に十分な空地が自由に確保されにくいことに原因がある。さらに戦後の農地法の制定にもとづいて自作農が都市周辺にも多数成立し、その生活が極めて安定してきたことにもひとつの原因がある。この二つの原因が結びついて、海外諸国に例をみないきわめて深刻な地価の上昇と宅地の取得難が生じてきたことは周知の事実であろう。

したがって、わが国における都市の土地利用モデルにおいては、この地価の上昇現象と、農家生活の質的な変化を考慮にいれないかぎり、都市的土地利用のこれまでの変化、さらにはこれからの変化を十分に説明することができるとはいいがたい。

これから説明される土地利用モデルはしたがって、計画者側からみてどの地域が住宅地あるいは工業地域として望ましいかという、計画のあるべき姿からの土地利用変化の将来を想定するためのものではなく、これまでの地価上昇が結果としてどのように住宅地の質を変化させてきたのか、あるいはこのような現状の土地政策のもとでは、いかなるかたちの土地利用が計画如何にかかわらず将来おこりうるのかを思索してみようという動機から生まれてきたものである。

とくに大都市外周部の住宅では、建売住宅が農地のなかにびっしりとたてこんで、悪性のスプロール現象がみられるだけに、これに対して計画的規制（地域制など）がどの程度実効性をもっているかを知るためにもこのような意図でのモデルの組立ては意味があるものと考えられる。

② 戸田市の土地利用モデル

前述のごとく、このモデルは大都市近郊のスプロール状に発展をとげている、住居と工業の混在した小都市、埼玉県戸田市の土地利用の変化を追跡しようとしたモデルである。そして人口が、外部条件の変化に支配されて増加するにつれ、それによって地価があがり、また農家側が土地の売出し量を地価との関連でかえてゆくといい、人口、地価、宅地供給量の3つの指標相互のむすびつきを計量しようとしたものである。

③ モデルの概要

モデルの概要を図表化したのが図3-1-1である。実はこの図においても、あるいはこれまでのいくつかの式においてもわかるとおり、このモデルでは、前年次（ $t-1$ 期）の計量結果が今期の説明変数となって、各所要値を求めることができるようになっている。したがって、このモデルを用いて内挿テストをする場合でも、また将来値を算定する場合でも、一度初期値をいくつかの関数にいればあとは、各年次の結果が自動的に算出されることになる。例えば総人口 P_t については、初めに P_t^0 を人口推計関数にいれば、あとは人口調整関数から求められる P_t が、人口推計関数で求める翌年度の P^0 （ $t+1$ ）を説明する値として利用されることになる。また宅地供給関数でも、前年次の農地転用面積や地区別地価が求めればそれが今年次の説明変数として用いられることになる。このようにこのモデルは静態的ではなく、動態的な形に組み上げられているために将来時点において、いくつかの計画的な住宅建設事業がその建設速度や規模のちがいで、地価にどのような影響を与えているかを知るうえで有効であった。

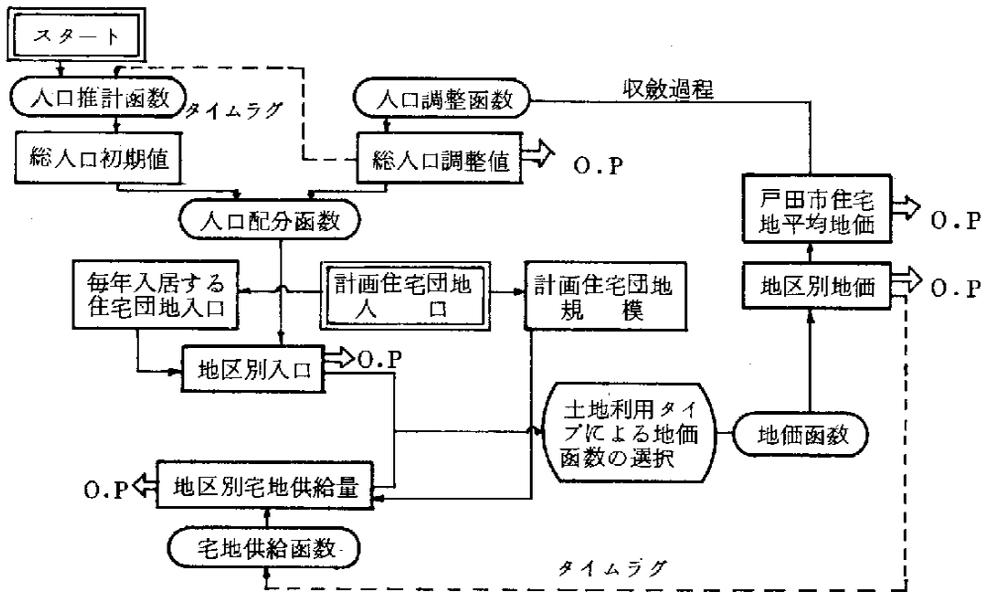


図 3-1-1 戸田市における土地利用モデルのブロック・ダイアグラム

(2) 名古屋モデル (1962年)

このモデルは住宅立地プロセスをシミュレートするモデルでありモンテカルロ・シミュレーション・モデルとして定式化されている。人間行動の実態を忠実に模写したモデルといえるので、さまざまな住宅政策がかなり個別的、具体的なレベルでシミュレーション実験を行なえるこの種のモデルでは初期のきわめて興味深い研究である。モデルのフロー・チャートを図 3-1-2 に示しておく。

(3) 仮想都市モデル (1971年)

仮想都市モデルは大都市の都心部の形成過程などを含む土地利用と地価パターンの変動過程を描きだし、地価と土地利用の相互関係を調べることができるように構築された仮想都市を対象地域とする都市成長システム・シミュレーション・モデルである。

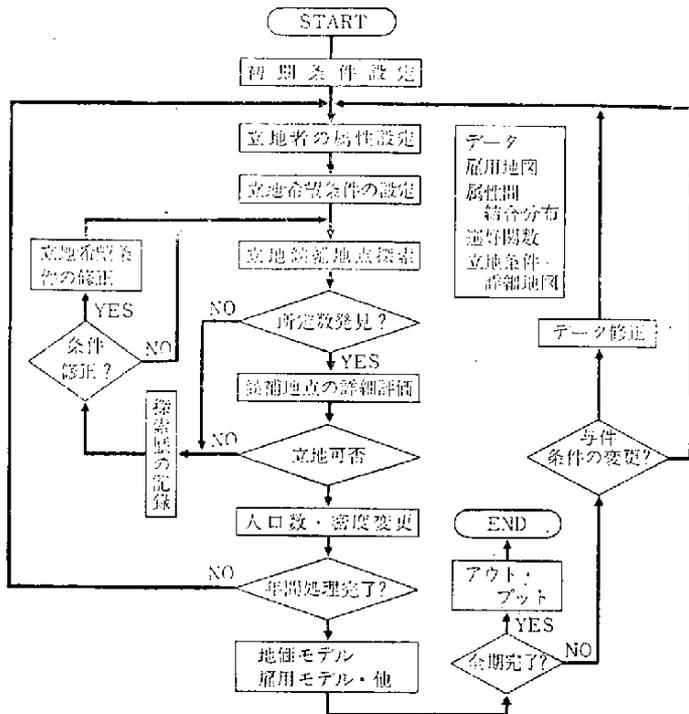
都市計画、地域計画で取り扱う問題は、ある地域を一つの部分システムとみなし、それをさらにいくつかつなぎあわせたものを親システムとして扱って処理できる問題と、一つの地域を親システムとして扱って地域内部の問題のみを処理すればよい問題とがある。われわれの関心は後者の問題、すなわち、ある広がりをもつ都市地域の各種機能の全体的成長が与件として与えられたとき、その地域内部の各サブエリアにどのように割りふられるかという問題にある。対象地域全域を集計単位とする基本的な変量、たとえば産業部門別の生産額や雇用量、夜間人口などの時間径路を所与としたとき、対象地域を分割した各サブエリアにおいて各主体が立地して土地利用した結果、どのような配置パターンになるかを調べることに目的がある。このような意図のもとに構築されたシミュレーション・モデルの基本的構造のブ

ロック・チャートをサブエリア成長モデルの構造を中心に図示すると、図3-1-3のようになる。

本章では、わが国で開発された6つのモデル、即ち南関東土地利用モデル、大都市地域変動モデル、神戸市土地利用予測モデル、神戸大モデル、大都市交通システムダイナミックモデル及び兵庫ダイナミックスを紹介してあるが、これらのモデルの特徴を第1章第1節の表1-1-1のわく組にしたがってとらえておくと表3-1-1のようになる。



注：本章の参考文献については第1章第1節のそれをみられたい。



〈立地者の属性〉

1. 産業
2. 職業
3. 所得
4. 学歴
5. 貯蓄
6. 家族数
7. 年齢

〈立地希望条件〉

1. 持家
2. 住居タイプ
3. 地価負担力
4. 通勤時間
5. 土地利用混合
6. 都心時間
7. グリーン
8. 行政水準
9. 地形・地高
10. 幹線道路
11. サーヴィス街路
12. 上下水道
13. 人口密度

〈立地条件詳細地図〉

1. 公営住宅分布図
2. 民間アパート分布図
3. 地価分布図
4. 通勤時間MATRIX
5. 土地利用混合比図
6. 都心時間
7. 保存領地・公園分布図
8. 地形・地高図
9. 幹線道路図
10. サーヴィス道路図
11. 水上普及率
12. 人口密度分布図

図 3-1-2 住宅立地シミュレーション・モデルのフローチャート

(「都市の制御」NHK出版, 53頁)

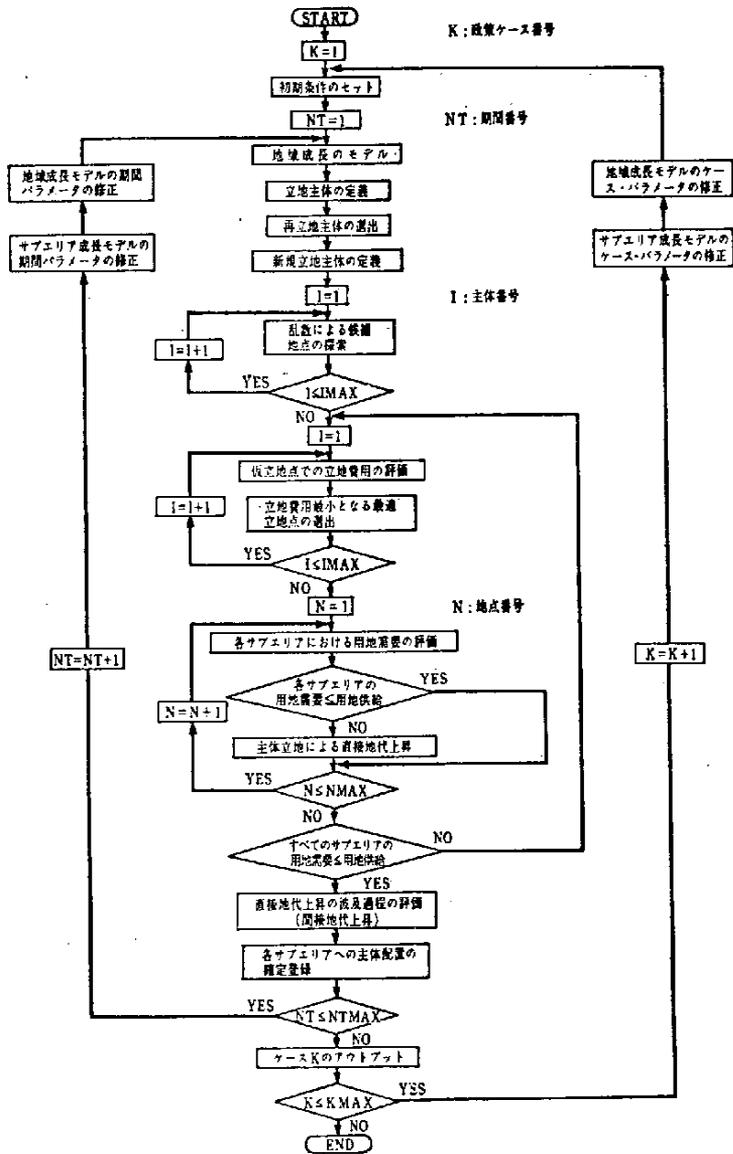


図 3-1-3 仮想都市モデルの基本構造のブロック・チャート

2 節 南関東土地利用モデル

(1) モデルの開発目的

地域開発のためのモデルを組み立てる際、常に問題となることは、地域の経済成長が土地利用、および人や物の動きにどのような影響を与えるのか、また逆に新しい土地利用や交通施設がその対象地域に加わると、それらが地域の経済成長にいかなる影響を与えるのかという、物的施設と非物的地域活動相互のつながりを明らかにして行くことである。さらに住宅地と交通施設といった物的施設相互のつながりを明らかにすることも、モデルを組み立てる際の大きな関心事である。このような問題に対して、従来より経済と土地利用、経済と交通、土地利用と交通という、それぞれ2つの領域間の結合を明らかにすることは、しばしば行なわれてきたが、経済、土地利用、交通の3領域間を計量的に連結させ、それらの間でのフィードバック効果を測ることはあまり行なわれておらず、また困難な問題を内包していた。しかしながら、最近の日本列島改造などのように公共投資額がだんだん巨額なものとなると、その影響によって地域の経済成長や市街地の発展過程が左右されるようになる。この傾向はすでに東京や大阪など大都市周辺の地域構造変化の中に顕著に観察される。このような実態の変化を説明しながら、同時に公共投資の具体的な対象である道路、鉄道、住宅、工業団地などが政策的に新設、移転される場合、その行動が上記の3つの地域活動領域にどのような影響を与えるかを計量し、それぞれの政策の影響あるいは必要性を判断するのに活用できるモデルの作成を試みるのがこの作業の目的であった。

このモデル開発作業は、東京50km圏総合交通体系調査の一環として行ったものであり、対象地域は、東京都、神奈川県、埼玉県、千葉県、茨城県南部の都四県であり、この地域を47ゾーンに分割した。

(2) モデル概要

モデルビルディングに当たっては、経済、土地利用、交通の3つの領域を計量的に結びつけるため、まずそれぞれの領域のサブモデルを想定した。そしてそれらの3つのサブモデルが、常にそれまでに他のサブモデルによって計算された各種の情報によって制御され、操作されていく形式をとることにした。この結果、モデルは年次を媒介変数としたダイナミックな形に組み立てられ、それまでに蓄積された情報量やその変数が生み出す他の指標に与える影響力が、時間とともに変化していく過程を観察することができるようにした。

モデルの基本的な流れは、まず産業のモデルで対象地域内の各ゾーンでの従業員数を予測し、次いで住宅モデルにより土地利用と人口を予測し、最後に交通量を予測する。そしてそれら各サブモデルの予測結果が次の期に先決変数として与えられ、年次ごとに、各サブモデルの計算を繰り返す、最終年度の予測値を導き出すという、逐次推定型のモデル構造をとっている。

このモデルの作成の初期にベースとした、いわゆるLowryのモデルは、閉鎖的都市地域の土地利用を静的に説明するモデルで、基幹産業の従業者数を唯一の外生変数とし、サービス業など地域的産業

の従業者数と人口を繰り返し演算により安定させた数字で静態的に説明している。Lowry 自身これを予測に使うつもりはなく、各種の規模係数、接近係数の空間的安定性を検証し、動態化の準備として作成したのである。そこで日本と米国という国情の違いはあるが、日本においてもこれらの係数の空間的安定性はほぼ得られるとの前提のもとに、モデルの動態化を考え、Basic Sector^(脚注1)—Retail Sector—人口Sector—交通Sector という一まわりを一期として考え、このLowry 型モデル構造の適用検証を行なってみることにした。但し、Retail Sector の繰返し演算は本モデルには取り入れず、一期間の増分について一回の配分を行うのみとした。すなわち、現状のRetail 従業者数の分布は人口、Basic 従業者の分布に対し、ある程度均衡しているものと考え、また増分については情報その他の各種遅れから、一期間で均衡するものではなく多年に渉ると考えたからである。また、Lowry のモデルには、交通Sector がなかったが、それは交通混雑のない仮想都市を考慮しており、空間距離=時間距離とすぐ結びつくためであった。現在日本の通常都市状況では、当然時間距離を考慮に入れた交通Sector をモデルに含めなければならない。

モデルが扱う各種データを持つ information tank と、各サブモデル、すなわち産業配置モデル、住宅配置モデル、交通モデルについての全体構成図と各モデル間の受渡しデータの関係は図3-2-1のとおりである。

(脚注1) Basic SectorとRetail Sector :前者は対象地域外の需要をも満たす産業で、おもに第一次、第二次産業、後者は対象地域内の需要を満たす産業でおもに第三次産業である。

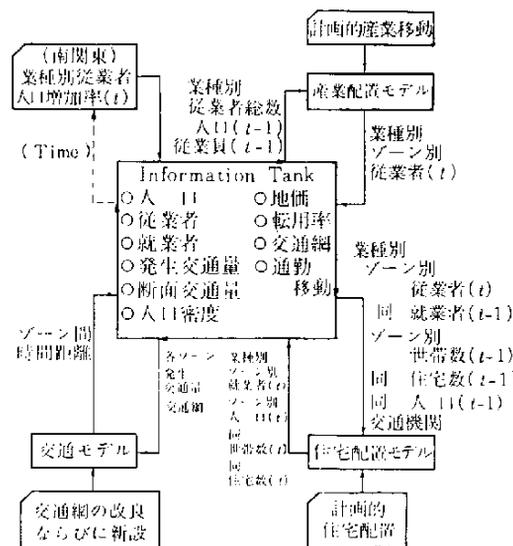


図3-2-1 モデルの全体構成

1-Relationship among 3 submodels.

モデルの全体構成はまず Information tank の中で地価と農地から農転面積の割合である転用率などの地区指標を算出しておき、産業モデルで従業地別従業者と産業用地を、住宅モデルでは人口、世帯数、常住地別従業者、宅地を、交通モデルでは交通量と地区間の時間距離を算出して1期が終わる。各ファクタ間の相互関係は図3-2-2のとおりである。

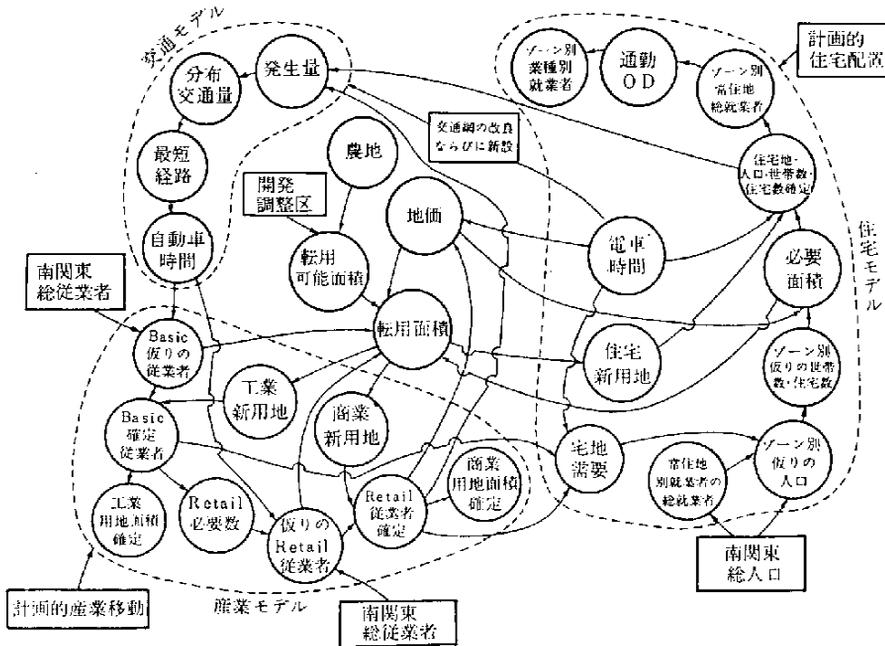


図3-2-2 南関東モデルブロックダイアグラム

Block diagram of Southern Kanto model.

初期値は昭和35年の国勢調査のデータを使い、南関東の昭和65年の人口・土地利用の予測を2年ごとの繰返し計算によって求めている。ただしt期の南関東の総人口、総従業者は外生値としてモデル内にインプットされる。

(3) モデルの内容

3-1 地区指標ルーチン

地区指標ルーチンは information tank に含まれ、各サブモデルで共通に使われる地価、農地転用率を計算する。先ず地価については路線地価を考え、都心から各地区への電車時間と昼間人間分布及び路線特性を考慮した。

$$LV_{i,t} = \alpha^t \cdot \frac{LV_0}{T_{oi}} \cdot \frac{E_{i,t-1}}{\sum_i E_{i,t-1}} \cdot d_e$$

- $LV_{i,t}$: i 地区の地価 (t 期)
- LV_0 : 初年度都心地価
- T_{oi} : 都心から i 地区への電車時間
- $E_{i,t-1}$: i 地区の従業者数 ($t-1$ 期)
- d_e : e 路線を表わすダミー変数
- α : 地価上昇率

d_e については当初、東海道線、中央線など各路線別に扱う予定であったが、最終的には、常盤線・東武日光線とその他の路線の2つの値を得た。

農地転用率は地価によって説明し、県別のダミー変数を導入した。データは35年から40年の地区別に農地の減少面積を使用した。

$$PDAA_{i,t} = \alpha \cdot LV_{i,t} \cdot d_p$$

$PDAA_{i,t}$: i 地区の農地転用率 (t 期)

d_p : p 県を表わすダミー変数

但し、転用面積は当初の農地が、地区毎に設定した一定の面積（市街化調整区域による）以下に農地面積が減少しないように制限した。

3-2 産業モデル

産業モデルはローリーモデルと同じく Basic Sector, Retail Sector とにわけて考えた。Basic Sector の製造業は分配率（南関東全体の製造業従業者と地区別製造業従業者の割合）を考え Retail Sector は Gravity Model の変形を用い、それに土地面積の制限条件と、仮りにあるゾーンで従業者が減少するとしても前期よりは10%しか減少しないという2つの条件を前提として、収束計算を行ない従業者を求めた。

図3-2-3は産業モデルの全体構成である。

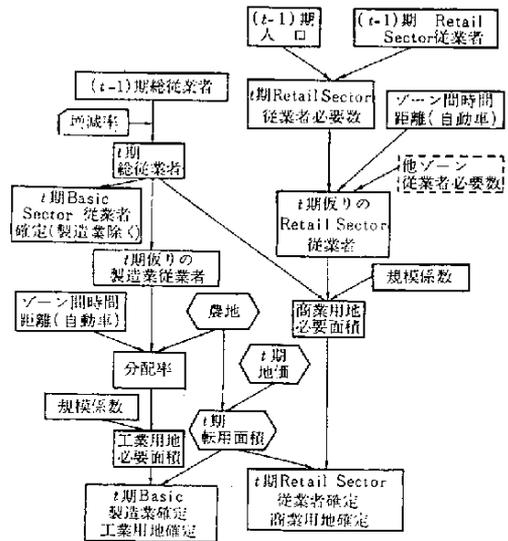


図3-2-3 産業モデル全体構成

Industrial allocation submodel.

Basic Sector のうち、製造業の地区別分配率に関しては、次のように t 期ごとに求めた。

$$DS_i = \alpha \cdot \frac{(Ag_i)^\beta \cdot (C_i)^\delta}{(T_i)^r}$$

DS_i : 地区の分配率

Ag_i : 農地からの転用可能面積

C_i : 集積の割合 ($E_{i,t-1} / \sum_i E_{i,t-1}$)

ただし E は製造業従業者数

T_i : 都心からの自動車時間

$\alpha, \beta, \gamma, \delta$: 回帰係数

$\alpha = 0.484173$ $\beta = 0.284308$

$\gamma = 1.362200$ $\delta = 0.102521$

このようにして求めた分配率と t 期の南関東総製造業従業者の増分 (外生値) とによって地区別製造業従業者の仮りの予測をしていく。そして 1 人当たりの製造業従業者のしめる面積 (規模係数) からその地区別の製造業従業者の必要面積を算出してくる。一方地価によって決まる転用率から、転用面積が算出されているので、ここで面積チェックが行なわれ収容できる分だけの従業者が確定する。そして転用面積がなくて従業者を収容しきれない場合は、分配率を修正することによって他の地区に移動させる。その分配率の修正方法は収容しきれなかった従業者を他の地区に仮りの従業者予測値により比例配分し、新しい分配率を計算する。そしてまた面積チェックを行なうというように繰り返している。

Retail Sector については、まず前期のゾーンの人口から、そのゾーンの Retail Sector の必要数 (各業種について) と考えられるものを仮定する。この数字はもしそのゾーンが、他地域から孤立して自給自足していた時には、小売業とか金融業のような従業者がどれくらい発生する筈であろうかという数字である。これは人口に一定の値を掛けて得られるが、その定数値は、全国の人口とその業種の全国総従業者数とから求めた。次に各ゾーンそれぞれについて求めたこの必要数とゾーン間の接近係数から、ゾーン相互の出入りを加味するのであるが、これは Gravity Model の変形を使った。

一方、この地域の総従業者について、Basic Sector と同じように、外生的に得られた増減率と前期の総従業者とから、当期の対象地域のその業種の総従業者を求める。そして、ゾーン個々に求めた数字の和による地域総従業者数とを一致させその比によって各ゾーンの従業者数を修正する。この修正の意味は、全国値から得た定数では日本の中心部を含むこの地域に直接当てはめるには無理があること、またこの定数自体、年とともに変動する可能性が十分あることなどである。またこのようにして求めた各ゾーンの従業者は、前期の従業者数と大幅に違う値が得られることが現実にはもっと除々に変化すると考えられる。そのために前期の値から 1 割以上は減少しないようにした。

$$D^k_i = \alpha^k P_{i,t-1} + \beta^k \sum_k E^k_{i,t-1}$$

$$E^k_{i,t} = D^k_i + \gamma^k \sum_j \left[\left(\frac{E^k_{i,t-1}}{D^k_{j,t}} - \frac{E^k_{j,t-1}}{D^k_{i,t}} \right) / T_{ij}^{\delta^k} \right]$$

$$\sum_k E^k_{i,t} < A^c_{i,t}$$

$$E_{i,t}^k > 0.90 E_{i,t-1}^k$$

$P_{i,t}$: 人口

$E_{i,t}^k$: 従業者数

$D_{i,t}^k$: 必要従業者数

T_{ij} : 接近係数 (道路によるゾーン間移動時間)

$A_{i,t}^c$: 商業用地

ϵ : 規模係数 (単位: ha/人)

$$\epsilon = 0.00103$$

$\alpha^k, \beta^k, \gamma^k, \delta^k$: 回帰係数

3-3 住宅モデル

住宅モデルは就業者による宅地需要ポテンシャルを考えた。これはその地区がどれだけの宅地需要があるかを示すものである。そして地価により制限された宅地規模によって必要面積を出す。そして農地からの当期の転用面積とチェックして、必要面積が不足すると、その地区から都心より1つ遠いゾーン (電車時間による) にオーバーフローした人口を移動させる。また人口は常住地別就業者と就業率 (地区別に違う) によって定数値で結ばれている。地区間の通勤移動はGravity Modelによって産業モデルからの従業地別従業者で算出される。

図3-2-4に住宅モデルの全体構成を示す。

さらにこの主要なモデル式を示すと、次のとおりである。

i) 宅地需要ポテンシャル

$$POTLi = \sum_j \frac{E_{j,t}}{T_{ij}\alpha}$$

$POTL$: 宅地需要ポテンシャル

$E_{j,t}$: 総従業者数

(産業モデルよりインプットされる)

T_{ij} : 接近係数

(鉄道におけるゾーン間移動時間)

α : 通勤ODの回帰係数

$$\alpha = 1.68590$$

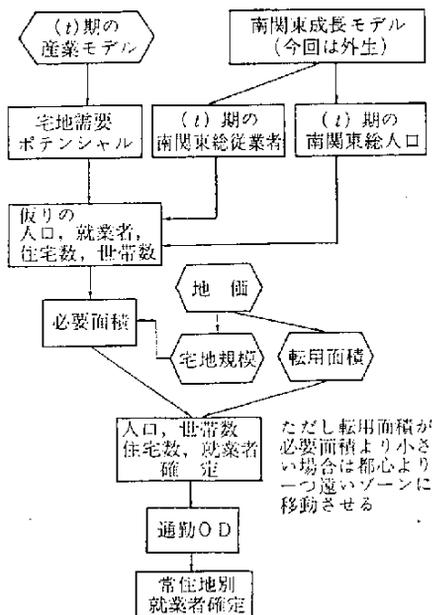


図3-2-4 住宅モデル全体構成

Residential allocation submodel

ii) 宅地規模

宅地規模は住宅数1戸当たりのしめる面積を意味している。これは地価によって制限されているが、モデル内では住宅1戸が立地するための最低必要面積を60㎡とした。宅地規模は地価との関数によって算出する。ここに所得を入れることを考えたが転用率と同様にデータが不足しているため地価だけで算出した。

$$HS_{i,t} = \alpha \cdot (LV_{i,t})^{-\beta}$$

$HS_{i,t}$: 宅地規模

$$\alpha = 0.01855 \quad \beta = 0.615$$

但し, $HS_{i,t} > 60 \text{ m}^2$

3-4 交通モデル

交通モデルは従来からの方法(米国連邦高速道路局等)とほぼ同じであるので式だけにとどめる。

i) 発生交通量

$$G_i = \alpha P_{i,t} + \beta E_{i,t}$$

G_i : 自動車の発生量

$P_{i,t}$: 人口

$E_{i,t}$: 従業者数

α, β : 回帰係数

$$\alpha = -0.143679 \quad \beta = 1.053380$$

ii) 分布交通量

これはGravity Modelによって求めている。

$$Q_{ij} = \alpha \frac{G_i \cdot G_j}{T_{ij}^\beta}$$

Q_{ij} : i, j ソーン間のトリップ数

T_{ij} : ソーン間道路交通量

α, β : 回帰係数

$$\alpha = 3.2130 \quad \beta = 1.5230$$

iii) 速度

これは隣接ソーン間の速度を求めている。

$$V_{ij} = \alpha \cdot C_{ij}^\beta \cdot \left(\frac{\frac{G_i}{AT_i} + \frac{G_j}{AT_j}}{2} \right)^\gamma$$

V_{ij} : i, j 隣接ソーン間の速度

C_{ij} : 容量比(ただし道路容量/交通量)

G_i : 発生量

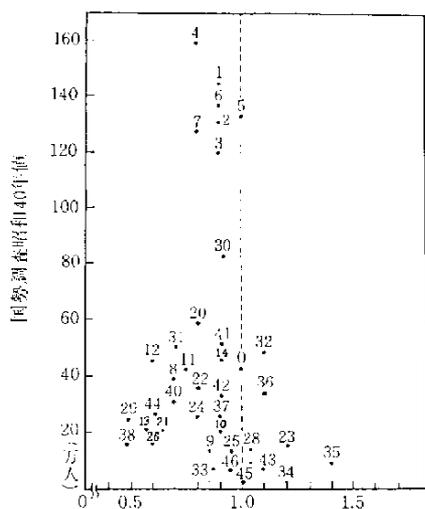
AT_i : 面積 (これは地区の物理的面積)

このようにして求めた速度から各隣接ゾーン間の時間距離を算出して最短経路を求めることによって各ゾーン間の時間距離を求めて産業モデルへフィードバックされる。

(4) モデルの検証と評価

前章にも記したように、今回は昭和35年の国勢調査のデータを初期値としてモデルを動かした。そしてモデル内では2年ごとに予測を行なって繰り返し、昭和65年の南関東の人口・土地利用を予測する。そしてモデルの検証を行なうために国勢調査の昭和40年のデータとモデルの昭和39年度の予測値との比較を行なった。

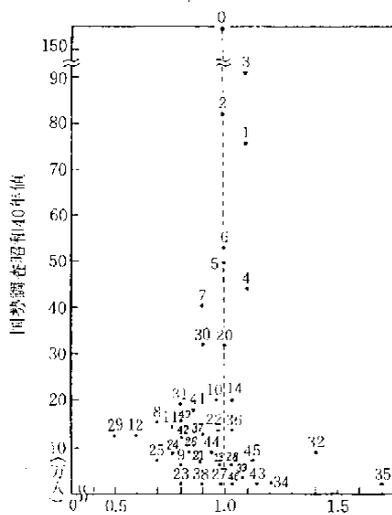
図3-2-5と図3-2-6は結果の一例を示している。



予測値/現実値 (国調データ)

図3-2-5 人口

Population



予測値/現実値 (国調データ)

図3-2-6 従業地別総従業者

Employment

横軸はシミュレーションの予測結果を昭和40年の国勢調査の現実値のデータで割った値を示し、縦軸は昭和40年の国勢調査の現実値を示している。図内の数字は、ゾーンの番号を表わしている。39年度と40年度を比較しているため0.9あたりが一番良い結果が出ているということである。

図-5の人口の予測結果をみると既成市街地は比較的良好な値が出ている。しかし逆に人口の少ない地域は精度があまり良くない。つまり産業モデルで求めた従業地別総従業者の予測結果が、住宅モデルにインプットされた宅地需要ポテンシャルから人口を計算するようになってきているため、産業モデルの従業地別総従業者の予測結果(図3-2-6参照)が悪い地区は人口も良くないという結果がでてくる。

住宅モデルでは地価によって宅地面積の制限をしたり、また、収容しきれなくなった人口をその地区から都心より1つ遠い地区に移動（都心からの電車時間によって移動させている）させているが、一番人口の予測結果に影響を与えているのは宅地需要ポテンシャルである。図3-2-6の従業地別総従業者の予測結果をみると東京都は比較的、予測結果が現実値（国調40年のデータ）より大きい値がでていることがわかる。これは産業モデルの中で製造業者の分配率が大きい値がでていうことと農地からの転用面積をまず工業用地から需要優先的に取ってくるため製造業従業者が現実値よりふえている。

業種別に結果を分析すると、結果が悪い業種と比較的良好な業種に別かれる。しかしRetail Sector総従業者だけで現実値と比較すると精度が良い。

このようなことから、業種別はともかく、人口と第一次、二次、三次産業従業者という分け方をすれば、満足のいく結果が得られたとよいだろう。

(5) ケーススタディと評価

ケーススタディとして、

- 1) 道路や鉄道の拡充と新設
- 2) ニュータウンの建設、工場、事務所の移転
- 3) 市街化調整区域の指定（農地の転用を制限）

の3つの政策を組み合わせ、それぞれ昭和65年の予測を行なった。政策を加えない現状推移を含め6つのケーススタディを行なったが、一例として図3-2-7に交通網拡充だけを行なった時を現状推移型と比較したものを示しておく。

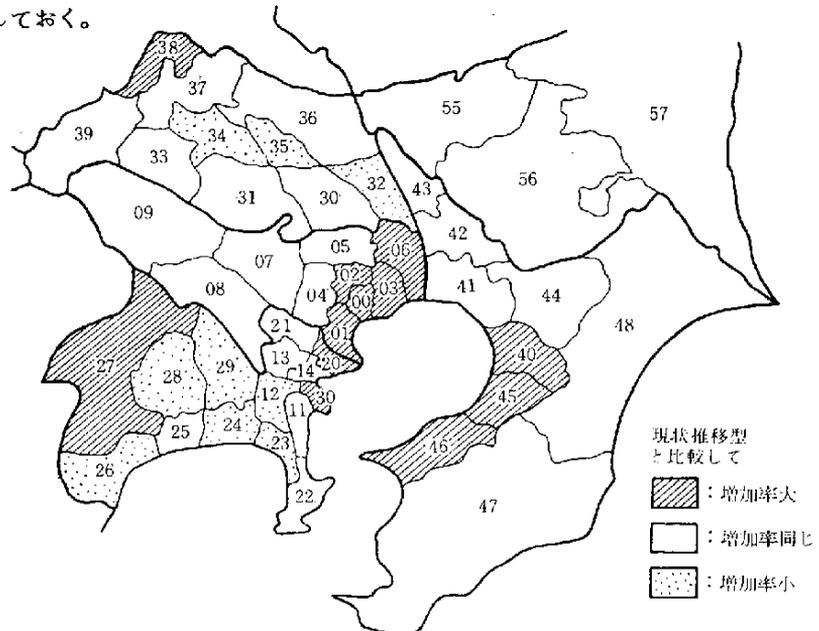


図3-2-7 交通網改良を行なった時の従業地別総従業者
 Predicted employment with traffic entwork
 improvement.

これを見ると、東京都区部（00ゾーンから06ゾーン）の従業地別総従業者の増加が著しい。これは東京湾岸道路の建設による自動車時間の短縮と、地下鉄網の拡充による鉄道時間短縮の影響であると思われる。これらの建設のために、工場、事務所がますます都心に集中し、通勤者の増加が起り再び新たな交通政策が必要になるということが考えられる。すなわちこのような政策は都心の混雑緩和には逆効果となる。

その他のケーススタディの結果は別の機会に譲ることとして、この南関東モデルでも今後検討を要する点はいくつかある。たとえば、上述したが地価についても所得というものをモデルに入れてさらに検討を加えていく必要があると思われる。また転用率についても同様である。しかし当初の目的である経済、土地利用、交通のそれぞれの政策が、相互に他に及ぼす影響を計量実験できること、また手法的にはLowryのモデルを動態化したという二点において、この種の地域計量測定モデルのフレームワークを完成したと考えてよいだろう。

3 節 大都市地域の変動過程の政策シミュレーション・モデル

1. はじめに

人口、産業等の過度の集中によって東京、大阪等の大都市においてはさまざまな弊害が発生しているから、大都市の機能を分散し、都市を適正な規模に抑えなければならないという議論がなされている。そして、都市機能の分散として生産機能をもつ工場を再配置するだけでは不十分であり、床面積あたり工場の10倍以上の雇用吸収力をもつ事務所(office)をも分散し、都市機能の再編成を図らなければならないということが主張されている。しかしながら、事務所は都市においてはいわゆる管理(中枢)機能、業務機能の役割を果たしている施設であるが、都市とくに東京、大阪のような大都市において管理機能が都市機能全体のなかでどのような役割を果たしているか、また果たすべきかは明らかにされていない。また、事務所の分散政策として、たとえば直接的規制の立地許可方式と間接的規制の課徴金方式の2つを組み合わせた混合方式、新規業務地の開発等の政策が提案されているが、そのような政策が管理機能の配置パターンにどのような影響を与えるかまた他の都市機能にどのような影響を与えるかは事前に十分に解析されているといい難い。事務所の立地行動を素朴に観察して事務所の都心部への集中のメカニズムを解明し、それをシミュレーション・モデルとして構築し、そのモデルを政策実験装置として用いることにより、混合方式等の政策を事前にテストすることができる。本研究の主要な目的は行動科学、システム工学といったいわば行動システム理論の視点から、事務所立地モデルを中心とする業務地域の変動パターンのコンピュータ・シミュレーション・モデルを構築し、さまざまな政策実験を試みることにある。

2. 管理機能の集中動向と分散論

2.1. 事務所の集中動向

東京地域への産業の集中は著しいが、その内容を内部地域への配置パターン及び各部門の地区への特化傾向といった点からながめてみると興味深い大都市の特徴が浮かびあがってくる。東京都全体のうちで千代田、中央、港のいわゆる都心3区への第2次産業、第3次産業の集中が顕著で約3割を占めている。そのうち管理機能をうけもつ事務所の従業者数は約57%を占めている。これは都心部への管理機能、業務機能の集中動向を示しており事務所施設は床面積でみると昭和33年の4,081,000 m^2 から昭和44年の11,063,000 m^2 へと10年間で約2.7倍という増加傾向に具体的に表われている。この傾向は将来とも継続するであろうと多くの人々に予想されており、首都圏整備委員会の試算によれば昭和50年には、約1,800万 m^2 と5年間に約50%以上増加すると見込まれている。

2.2. 事務所の分散論

事務所の集中の弊害として次のようなことが一般に指摘されている。事務所の集中は従業者数の増大と関連するサービス業の従業者数の増大を招き、その結果総人口は必ず増大する。事務所の床面積あたり雇用吸収力は工場の10倍以上であるから、総人口の増大も工場の集中によるよりもはげしくなる。

事務所集中の直接的なデメリットとしては事務所用地の取得難、都心部での業務交通の混雑等をもたらし間接的なデメリットとしては従業員の住宅及び住宅地の取得難と地価高騰、それによる住宅問題の悪化、限界地の拡大による通勤難などほとんどの都市問題をひき起こすひきがねになっているといえる。たとえば経済企画庁の試算（昭和47年経済白書）によれば、都心に1,000人の就業者がふえるためには通勤鉄道が地下鉄6.1億円、地上鉄道2.9億円、道路が3.2億円そして住宅及び周辺の社会資本が21.4億円必要であると指摘されてる通りである。

このような背景から事務所の分散論及び分散政策が提案されているわけであるが、これを代表するものとして首都圏整備審議会の答申を要約して紹介しよう。首都圏整備審議会は、東京都区部を中心とする首都圏の人口と産業の集中を抑制するため、事務所の強力な立地規制と計画的な分散を行なうべきだとの答申をまとめ、首都圏整備委員会委員長（建設相）に提出している。

答申の内容を整理すると次のようなことになる。事務所の立地規制が必要な規制対象区域として東京都23区と三鷹市と武蔵野市をあげ、立地規制の方法としては直接的規制の許可方式と間接的規制の課徴金方式の二つを組み合わせた混合方式を使うことが望ましいと提案している。

規制区域を①都心3区（千代田、中央、港）②中心5区（新宿、文京、台東、渋谷、豊島）③その他の地区の3つの地区に区分し、人口と産業の集中の度合によって金額に段階差を設けた課徴金を床面積に応じて課すとともに、特に過密の激しい都心3区で許可方式を併用し、公益上やむを得ないものを除き新增設を原則的に禁止する。

3. 大都市における管理機能の役割と問題点

管理機能をもつ事務所が大都市とくに首都である東京そしてとくに東京の都心部に集中しすぎ、さまざまな弊害をもたらしているから集中をストップさせて分散を行なえという認識と発言がなされていることは前節で見て来た通りである。しかしながらこのような状況認識及びそれにもとづいた政策提言には少々問題がある。「集中して害が出たから分散しろ」というのは「原因の除去イコール問題の解決」という短絡的反應の何ものでもない。事務所のもつ管理機能が都市機能の中でどのような役割を果たしているのか、また果たすべきなのかという十分な観察と論理なしに事務所の分散をおし進めても失敗することまちがいなしである。

まず観察の点から言えば当然のことながら、管理機能をもたない都市は存在しない。また国の管理機能及び大きな企業の管理機能のいわゆる中枢管理機能はいずれかの都市に分担されており、わが国の場合一点集中型で東京にほとんどが集まっている。管理機能は一種の情報であり技術革新と経済成長につれて情報はある地域に集中する傾向をもつことは論理的にも示せそうである。また筆者が試みた要因分析による都市機能の抽出と地域区分によれば、東京においては管理機能は都市機能の第1成分であることが判明し、各機能の構成は各地区によって著しく異なるという事実を得ている。これについては別の機会に紹介するとしてもいずれにせよ東京のような大都市においては管理機能は都市機能において最も大きな役割を果たしているのが現実の姿である。これが管理機能の役割の記述論である。

つぎに管理機能の都市機能の中で果たすべき役割、いわゆる規範論について考えてみよう。まず大都市においては管理機能は基本的な機能として最大の役割を果たすべきであるという点を強調しておこう。人間の組織、社会は何らかの管理なしに繁栄し、存続してゆくことはできないことは明らかである。また効率性の観点からは管理機能はすべてを空間的に集中した方が効率的である。ただし空間的集中が公平、平等をもたらす保証はない。

管理機能の役割について色々と観察と論理を並べてきたわけであるが、要するに観察も論理も不十分であるということである。観察、論理が不十分ならば問題点が何かも不十分なのは自明の理である。そこで本研究では観察と論理への一つのアプローチとして管理機能をもつオフィスの立地行動の観察にもとづきシステムモデルを構築し管理機能の配置パターンの変動過程を追跡し制御するという実験的方法をとってみたのである。

4. 管理機能配置の政策シミュレーション・モデル

各種統計データ及び行動観察にもとづいてオフィスの個別主体ごとの立地行動パターンを想定し、それをオフィス立地のマイクロ行動モンテカルロタイプのコンピュータ・シミュレーション・モデル (office location computer simulation model) として構築し、このモデルを実験室の中で動かしてオフィスの行動を観察し現実システムとの妥当性を検討する。妥当性が保証されたならば、このシミュレーション・モデルをオフィスの立地パターンの追跡装置及び立地規制の政策実験装置として用いることによって、オフィスの立地パターン及び業務地域の土地利用パターンと地価パターンの変動過程を明らかにすることができる。このシミュレーション・モデルによって、事務所施設に対する各種の政策、たとえば地域規制、課徴金政策、税金補助金政策及び新規立地規制、誘導政策等の代替案をテストすることができ、このような意味で都市機能における管理機能の役割を調べることができるわけである。

4.1. モデル構築の方針

都市計画、地域計画でとり扱う問題は、ある地域を一つの部分システムとみて、それをさらにいくつかつなぎ合わせたものを親システムとして扱って処理できる問題と、ひとつの地域を親システムとして扱って地域内部の問題のみを考察の対象とすればよい問題の2つに分けることができる。前者の問題は管理機能を含めたさまざまな都市機能が地域全体としてどのような相互連関のもとに変動して成長していくかといういわば都市機能のマクロ的成長を追跡するための問題である。しかしながら、われわれの主たる関心は後者の問題、すなわちある広がりをもつ都市地域の各種機能の全体的成長が与件として与えられたとき、それらが地域内部の各サブエリアにどのように割りふられるかという問題にある。対象地域全体を集計単位にする基本的な変量、たとえば産業部門別の生産額や雇用量、夜間人口などの時間経路を所与としたとき、対象地域を分割した各サブエリアにおいて各主体が立地して土地利用した結果、どのような配置パターンが形成されるかということに関心がある。

このような視点から本研究においては業務機能規制政策をテストするという目的から図3-3-1に示すような4つのサブモデル、すなわち、地域成長モデル、オフィス定義モデル、オフィス立地モデル

及び非オフィスの主体立地モデルを主要な構造としてもつように全体モデルを構築して政策実験を行なうという接近法をとった。

4.2. 各サブモデルの概要

各サブモデルの基本的な特徴を簡単に説明しておこう。地域成長モデルはオフィス立地モデル等のサブエリア成長モデルを動かすのに必要なすべての情報を与えるように構築されなければならない。ここでは地域成長モデルは地域産業連関モデルを主体としたマクロ・エコノメトリック型のシステムズ・シミュレーション・モデルとして定式化されており、このモデルから各期の部門別の雇用数、したがって雇用増分が決定される。

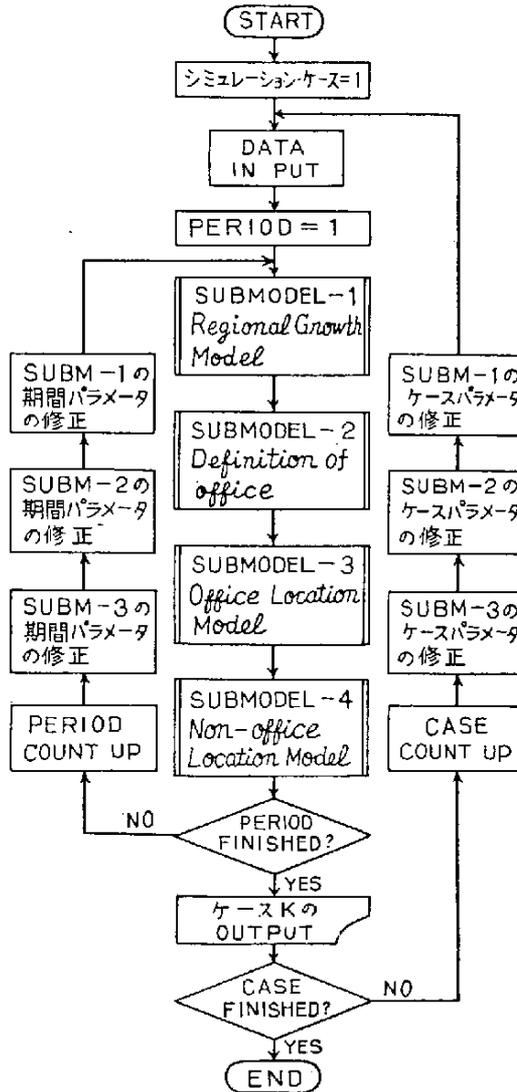


図 3-3-1

大都市地域変動モデルの基本構造

オフィス定義モデルというのは立地するオフィスの主体属性を定義するためのモデルである。種々の統計データから業種、雇用者数、取引額、床面積等の確率分布を求め、モデルの中では乱数を発生させてある与えられた主体の属性を定義するような形になっている。

オフィス立地モデルはマイクロ行動型のモンテカルロシミュレーションモデルとして構築されている。地域成長モデルからランダムに選択されたある主体はオフィス定義モデルによってその主体属性が定義される。この主体は地域のすべてのサブエリアではなく、いくつかの可能なサブエリアを乱数で探し出し、その立地候補地点の中から相互利便性が最大となり立地費用が最小となる最適立地点を選出することになる。ある1人の主体が立地したということは土地の貸借がおこなわれたとみなし、その結果その地点の地代が修正されるように地代の変動プロセスが組み込まれている。主体立地による地図修正を行ない、その期の雇用増分が全部配分し終われば、その期の計算は終了であり各サブエリアへの主体配置が確定登録されたことになる。オフィス立地モデルについては次節で詳しく述べることにする。

非オフィス立地モデルというのは、基幹産業とみなすことのできるオフィスの立地に付随して発生してくる住宅及び対家計サービス業と対企業サービス業の立地行動を追跡するモデルである。非オフィスの主体の行動は基幹産業であるオフィスの立地行動には影響を与えないとみなすことができるという想定のもとにモデルは構築されている。

4.3. オフィス立地モデルの構造

各サブエリアにおける業務地域の変動はオフィスの立地パターンの結果として描き出される。オフィス立地モデルの基本構造をブロック・チャートの形でかなり詳しく記述した図が図3-3-2である。都市に関心のあるものならば一度は都市はなぜ変動するのか、都市の成長の駆動力は何であろうかと問うたことがあるであろう。本モデルでは、東京のような管理機能の都市機能に占める割合が大きい大都市においては、私的な企業の業務主体（民間オフィス）の立地パターンによって都市内部の各サブエリアは変動していくと都市変動の駆動力をとらえている。

各主体は立地にあたっては何らかの最適化行動をとっていると考えることができるが、オフィス等の間接的生産部門においては工場等の直接的生産部門のように長期の期待利潤を最大にするように行動するとみなすことができない。なぜならば期待利潤＝期待収入－期待費用であり、期待費用は原材料費、賃金、設備減価償却費、利子、広告費、税金、地代それに輸送費などの項目のそれぞれの期待値の和として比較的簡単に評価計算することができるが、オフィスは何を価格がいくらで生産し販売しているかは不明確なため期待収入を評価計算することはきわめて困難である。しかしながら、物財を生産している工場のような直接的生産部門の生産物からの期待収入の最大化という合理的最大化行動に対応するのが間接的生産部門であるオフィスの行動にあるにちがいない。管理機能を果たしているオフィスの合理的最大化行動は管理機能の最大化ということに他ならない。3節で述べたように、管理機能の最大化は事務所施設の空間的集積という視点からは集積効果の最大化とみなすことができる。そしてこの集積効果の最大化は相互接近による利便性の最大化ととらえることができるが、「外部的接近性」、「内部的接近性」及び「接近による名誉価値」という3つの接近性のうちで立地主体にとって最も重要な立地事

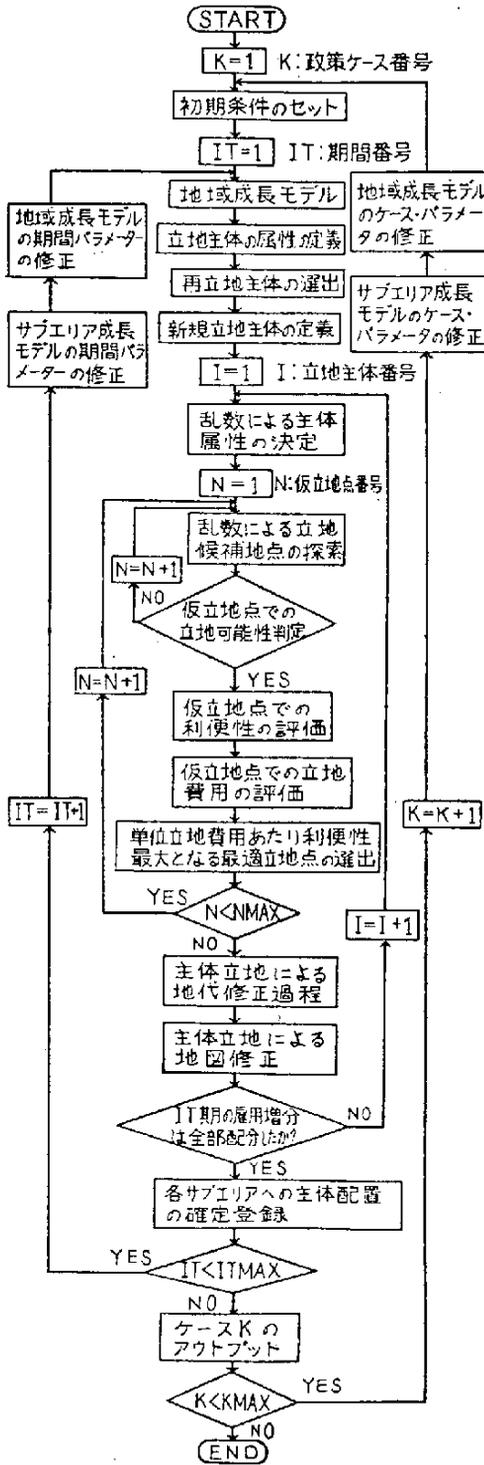


図 3-3-2

業務施設立地モデルのブロック・チャート

由を占めるのは「内部的接近性」である。わが国の場合、この内部的接近性の役割は大きい。労働力を得やすい、企業の力が強い、face to face の接触を好むというわが国の経済構造、文化構造の特色のために、企業間の取引のための接触の便を最大にするよう管理部門は立地行動を行なっているといふことができる。

このことは東京都首都整備局が行なった「既成市街地の事務所に関する基礎調査」（昭和45年6月）によっても裏づけることができる。事務所の開設理由を12個の項目のなかから最も多いものから順にあげると、①「内外の取引先との接触が便利だから」②「業務活動のための交通が便利であるから」、③「現在地にあることが信用上、体面上有益であるから」、④「散在している部門を統合するため」、⑤「同業者との連絡に便利」となっている。このことから、多くの企業が事務所設置の重要な理由と考えるのは、内外の取引先との接触が便利な点であり、これが過去から現在に至るまで業務機能が東京に集中してきており、それがさらに集中を招いている最大の原因であるといえる。この「内外の取引先との接触が便利」という理由は、どれが原因でどれが結果かの判別は不可能であり、一たん事務所が集中するとそれがもたらす相乗効果によりますます事務所が集積を続けるといいうゆるポジティブ・フィードバック・ループという相互過程（causal process）にもとづいている。

この内部的接近性の最大化をオフィスの最大化行動と想定するわけであるが、それは操作的、計量的な立場からは「相互接近性行列」という新たな概念を導入し、この行列を用いて仮立地点における各主体の接近による利便性を評価計算し、立地可能領域の中でそれを最大にするようにオフィスは立地行動を行なうと考えた。

一方費用最小化行動としては、ある広い都市地域において立地場所による違いがあるのは地代、輸送費そして接触のための機会費用の3つである。結局、地代+輸送費+機会費用からなる立地費用を最小化するように各主体は立地行動を行なうと考えた事になる。ここに機会費用は接触に要する交通時間に賃金率を掛けて求めてある。

結局、各立地主体の立地行動は相互利便性最大、立地費用最小ということになったがモデルの中ではすべてのサブエリアにおいて立地可能ではなくいくつかの地点のみで立地可能であるという理由と相互利便性と立地費用の単位が異なるために単位立地費用あたりの相互利便性が最大となる地点を選出するというように各主体の最適立地行動は考えられている。

あとはブロックチャートに示すように、各主体の立地決定によるその度ごとの地代変更プロセスがモデルにおいては重要なサブモデルとなっている。

4.4. 地代変更プロセス

地価及び地代の形成過程に関しては、これまでに洗練された理論がいくつか出されているが、均衡論にもとづく経済学的な分析では地価及び地代の変動過程を追跡し制御することは不可能に近い。

耐久的な固定的生産要素という土地のもつ経済財の特質のために、従来の需給均衡にもとづく価格理論によって地代の形成を解明し追跡することには無理がある。個別主体ごとの相対売買によって相対価格がその度ごとに決定されるのであり、市場需要=市場供給というアグリケイトされた量で市場価格が

決定されているのではない。強いていえばランダムに取引されて決定した確率変数たる相対価格の平均値がある時点におけるある同質的な地域の土地の市場価格とみなすことができる。

企業の主体は「土地の限界生産性＝賃貸料」という条件から決定される想定つけ値賃貸料を地代負担力として相対売買にのぞむ。一方、土地の貸手であるこの土地の所有者は自分の主観的な帰属地代をもって、この想定帰属地代をもって相対売買にのぞむ。この主体が最高の想定賃貸料をつけているとすれば、この主体と土地所有者の間によって相対売買が行なわれ、両者の交渉力の大きさによって、相対価格としての賃貸料（＝地代）は両者のつけ値の中間のある値に決まって相対売買が成立する。このときの賃貸料の値が相対価格である。土地所有者の力が強く借り手側の競争が激しい状況のもとでは賃貸料はおそらく買い手の最高の想定賃貸料の近くに決定されることになる。

この computer model においては地代決定プロセスは次のように構築されている。このモデルでは土地所有者のセクターは現実には組み込まれておらず、ダミー部門としてとり扱われている。そのため地代は立地主体の最高の相定賃貸料として決定される仕組みになっている。ある立地主体が立地候補地点のうちで単位費用あたりの利便性が最大となるある地点に立地選択したとする。するとその地点の地代はその主体にとって2番目に有利な地点と同じ利便性を与える分だけ多く地代のつけ値をつけることができるわけであるから、立地点の地代はその分だけ上昇することになる。これがある主体が立地したときの地代変更プロセスである。地価の形成過程は地代の形成過程とは別のメカニズムにもとづいている。とくにキャピタル・ゲインを目的とした投機的行動がモデルの中に含まれていなければならない。本モデルでは明示的には扱っていない。

5. 東京23区でのケース・スタディ

対象地域としては東京23区、サブエリアとしては各区そして立地主体の業種分類としては産業連関分析で用いるような10部門分類を用いてケース・スタディを行なった。いくつかの計算実験結果について簡単に紹介しよう。まず本モデルがこのケース・スタディに用いるにたえるかの妥当性に関してであるが、このチェックはさまざまな理由によって弱いといわざるを得ない。一般的にいうと、本モデルのようなシミュレーションモデルの妥当性の一般理論は存在しない。何らかの形で妥当性のチェックを行なったのちベース・ケースをセットし、各計算実験はベース・ケースとの比較に重点をおくべきである。ここでは、昭和41年から44年への事務所床面積の23区各区における実際の増分とモデル計算による増分とをくらべることによってモデルの妥当性のチェックを行なった。実際値と計算値との間の相関関数は0.9189でありまあまあ数字であった。中央、文京、江東が計算値の方が実際値をかなり上回っており、港、新宿は計算値の方が少し小さく出ている。この誤差はモデルに組みこんだ仮定以外の理由で説明されるのであろう。

それでは各種政策の実験結果について紹介しよう。図3-3-2のブロック・チャートにおいて政策ケース（K=1, KMAX）と書いてあるのが、各種代替案による政策実験ケースを示している。表3-3-1に示すごとく各実験ケースは地域成長モデルのパラメータ修正と地区モデルのパラメータ修正の組み合わせによって構成

されている。地域成長モデルのパラメータ修正はエコノメトリック型地域成長モデルの予測ケース1.0と地域成長率を10%、15%、7%、5%と変えたケース2.0、3.0、4.0、5.0の合計5つのケースとからなっている。地区モデルのパラメータ修正は事務所分散政策等を何も課さないノミナルケース0.1と立地規制方式、課徴金方式及び混合方式の合計11の政策ケースからなっている。

地域成長率10%のケース2.1は他のケースとの比較の基準になるケースであり、ベース・ケースとよぶことにする。各ケースの実験結果は配置パターン、地価パターンそのものよりもベース・ケース、ノミナルとの比較に意味がある。ベース・ケース、ノミナル・ケースを含めたシミュレーション実験ケースの結果のいくつかを紹介しよう。

表3-3-1 シミュレーション実験ケース(K)

地域成長モデルのパラメータ修正	地区モデルのパラメータ修正	ノミナル・ケース	都立地3区の新規	一律容積率2.0制限	高課徴金(千円)	" (五千元)	" (一万元)	" (二万四千元)	課徴金の一定率(%)	" (10%)	" (5%)	高課徴金(20%)地区に
東京地域成長モデル		K=1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	1.11
標準成長ケース (成長率10%)		K=2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.10	2.11
高成長ケース (成長率15%)		K=3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10	3.11
低成長ケース (成長率7%)		K=4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	4.10	4.11
極低成長ケース (成長率5%)		K=5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	5.10	5.11

ケース2.1. ベース・ケース (成長率10%のノミナル・ケース)

昭和44年の業種別配置パターンから出発して、地域全体の成長率を10%と想定して15期(=15年)にわたる昭和58年までのオフィスの配置パターンの変動過程を追跡したケースである。

図9～図11にこのケース2.1の各期(1期、8期、15期)の地区別事務所床面積構成が示されている。図3にはこのケース2.1を含めた地域成長率の異なるノミナル・ケースの平均地代の推移が

示されている。

まず、このケース2.1の平均地代の各期の推移をみてみると、各期ごとに経済成長にともなって総床面積が増大してゆくにつれて平均地代が上昇し期が進むにつれて平均地代の上昇率が高まっていくことがわかる。

各期の床面積構成図をみると、はじめのうちは床面積分布は初期分布に強く依存し期が進むにつれて集中の度合いは深まり、15期には都心部及び都心周辺部の密はかなり高くなり、とくに千代田、中央の2区の集中の度合いが激しくなることがよみとれる。初期の床面積分布に強く依存するとはいえ、経済成長が進むにつれて都心部への集中が激しくなるのは各主体の立地にあたっての相互過程 (causal process) によるものであり、地理的歴史的な状態 (state) は本質的な影響を与えていない。このことは初期分布をいろいろ変えて計算実験を行なっても土地利用が都心部に特化することから検証される。

図5にこのケース2.1の総敷地面積、平均地代及び総床面積の15期にわたる変化が示されている。経済成長にともなって総床面積はほぼ一定の割合で増加していき、それにともなって総敷地面積も大体同じ割合で増加していくのに、平均地代の上昇率は床面積、敷地面積の上昇率よりもはげしく経済成長にともなって土地利用の地域的特化が激しくなり地代が急上昇することがよみとれる。

ケース3.1. 高成長ケース (成長率15%)

ケース4.1. 低成長ケース (成長率7%)

ケース5.1 極低成長ケース (成長率5%)

ベース・ケース2.1においては地域の経済成長率は10%であったが、他の条件を一定にして成長率を5%だけ加速し、15%にあげた高成長過程における地代と土地利用の変動パターンを扱ったのがケース3.1である。これに対して成長率をそれぞれ3%、5%だけ減速し、7%、5%に落した低成長過程における地代と土地利用の変動パターンを扱ったのがケース4.1、ケース5.1である。

図3にケース2.1、3.1、4.1及び5.1の平均地代の推移の比較が示されている。また図12に15期におけるケース3.1の床面積構成が示されている。図11をみればわかるように、平均地代は経済成長率に非常に敏感であり、成長率が高ければ平均地代の上昇率も高くなり、成長率が低くなれば平均地代も低くなる。成長率が10%から15%へ5%だけ増えると平均地代は2倍以上になり、高成長過程では平均地代の上昇率もそれ以上に激しいことがわかる。7%、5%の成長率のときには、10%のときにくらべて平均地代の上昇も低く、上昇率もゆるやかになっている。また、興味深い結果は成長率15%の高成長過程においては14期から平均地代の上昇が急速に止まりはじめることである。これは15期の床面積構成図をみればわかるように、都心部から周辺部へと密度が高まり、新規立地主体は地代の低い最外縁部に立地せざるを得なくなり、その結果地域全体の平均地代の上昇が止まりはじめたものと思われる。

図 3-3-3 平均地代の推移の比較

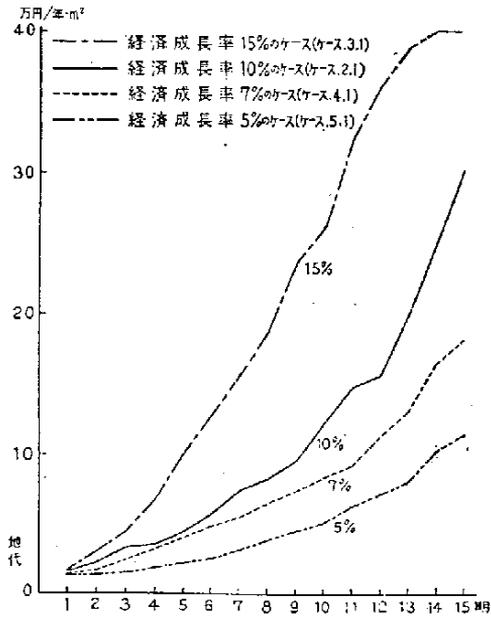


図 3-3-4 平均地代の推移の比較

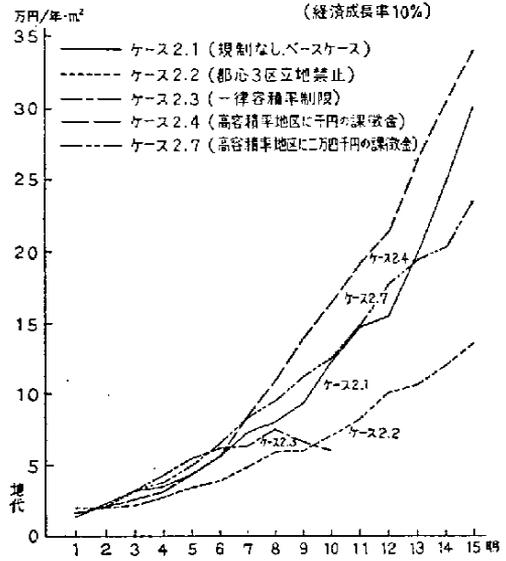


図 3-3-5 ケース 2.1

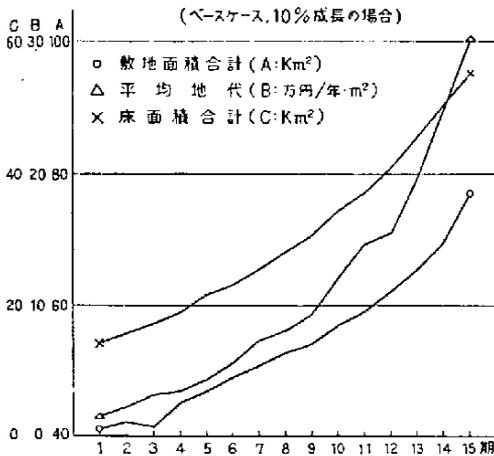


図 3-3-6 ケース 2.2

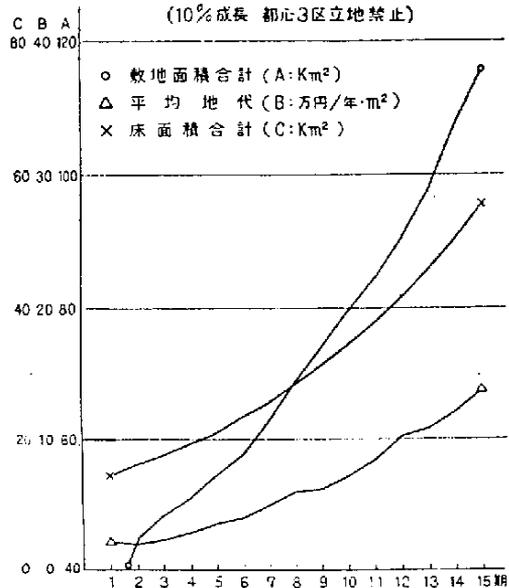


図 3-3-7 ケース 2.4

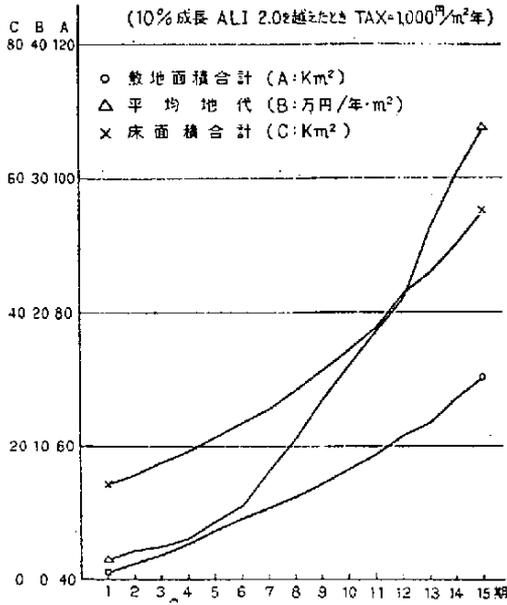
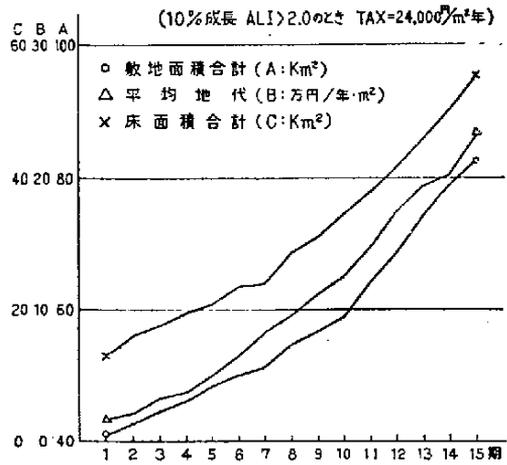


図 3-3-8 ケース 2.7



ケース 2.2. 都心 3 区の新規立地禁止

このケースは千代田、中央、港の都心 3 区に新規立地しようとする主体の立地を禁止したケースである。この都心 3 区の新規立地禁止政策は都心 3 区は過密がとくに激しく公益上止むを得ないものを除いては新規立地を禁止すべきとの認識にもとづいておりこの政策を支持する人はかなりみられる。

図 4 にこのケース 2.2 とベース・ケース 2.1 の平均地代の推移を比較してあるが、このケースにおいては平均地代の上昇率がベース・ケースよりも半分近く低くなりオフィス立地が各区に平均化されているのではないかと予想される。このことは図 6 をみても明らかごとく新規立地主体が容積率が低く地代の低い地区に分散立地してゆくために床面積の増大にともなって敷地面積が急激に増加していくことから裏づけられる。

図 1 3 ~ 図 1 6 に床面積構成の各期にわたる変化が示されている。8 期目あたりから新宿、渋谷のいわゆる副都心部の集積がはげしくなり、この期以後都心が次第にこの地域に移っていくことがよみとれる。これはいくら新規立地主体の立地を禁止したとはいえ、都心 3 区の既存主体の集積によるポテンシャルが強いために都心 3 区の新規立地を禁止しても都心が別の地域に再び形成されてしまい、千代田、中央、港の集積は止まっても都市全体からみれば問題を別の場所に移したにすぎず何ら都心部の事務所集中を抑えることにはならないことが判明する。本研究では時間の都合で行なえなかったが、政府、地方自治体等の当局による積極的な誘導策を並行して実施するというような政策がとられなければ、都心 3 区の新規立地禁止という政策は無意味なものになってしまう。

ケース 2.3. 一律容積率制限

このケースは 2 3 区全体にネット容積率 200% の容積率制限を課したケースである。図 4 の平均地代の各期推移をみればわかる通り 8 期まではベース・ケースと大して差はないが 8 期を過ぎると容積率制限にひっかかる地区が増えてきて新規立地主体が地代の低い周辺部に立地していくために平均地代が下降していくことがよみとれる。10 期になると新規立地は不可能になってしまったが、これは 2 3 区全部が容積率制限にひっかったためではなく大部分の地区が立地制限されてしまったために 2 3 区内では実質的に新規立地が無理になってしまったからである。この一律容積率制限という政策は 2 3 区の全面新規立地禁止という政策にいた効果をもっていると思われる。図 1 7 にこのケースの 10 期の床面積構成を示しておく。この図をみてもわかるようにこのケースでのオフィスの配置パターンは住宅の配置パターンのように低く広がったパターンになっている。

ケース 2.4. 高容積率地区に 1,000 円/年・ m^2 の課徴金を課したケース

ケース 2.6. 高容積率地区に 10,000 円/年・ m^2 の課徴金を課したケース

ケース 2.7. 高容積率地区に 24,000 円/年・ m^2 の課徴金を課したケース

容積率が 200% を越えた地区に年・ m^2 あたり 1,000 円、10,000 円及び 24,000 円の課徴金を課したケースである。ケース 2.7 の 24,000 円というのはフランスのパリで行われているのと同じ金額 (300 フラン) である。図 4 をみればわかるようにケース 2.4 の低額の課徴金のケースでは平均

地代の上昇はベース・ケースよりもかなり高くなり、ケース 2.7 の高額な課徴金のケースでは 13 期まではベース・ケースとほぼ同じだが、13 期をすぎると平均地代は急激に上昇していく。地代抑制という点からみれば、この課徴金政策はマイナスの効果しかもたないことがわかる。図 7 をみればわかるとおり、ケース 2.4 では敷地面積の上昇はベース・ケースよりも低く新規立地主体は高容積率地区に立地していくものと思われる。そのために平均地代は上昇してしまうのである。これに対して図 8 からわかるようにケース 2.7 においては敷地面積の上昇はケース 2.4 とほぼ同じだが平均地代の上昇率はケース 2.4 よりも低くなっている。これは新規立地主体が高額の課徴金のために地代負担力が落ち高容積率地区の周辺に立地していくためと思われる。

図 18, 19, 20 にそれぞれケース 2.4, 2.6, 2.7 の 15 期における床面積構成が示されている。低額の課徴金の場合には千代田、中央等の高容積率地区の集中はベース・ケースの場合よりもはげしくなり、高額な課徴金の場合には都心周辺部に分散立地していくことがわかる。

課徴金政策は事務所分散のためにはかなりの金額ではなければ効果がなく、また地価抑制という観点からは逆に作用することがわかった。

6. 結論と展望

管理機能、業務機能をもつ事務所施設の配置パターンを追跡し、事務所に対する各種政策を事前にテストすることができるような政策シミュレーション・モデルが構築され、東京 23 区でのケース・スタディからモデルの有効性が認められた。本研究で得られた管理機能の配置パターンの変動の政策シミュレーションの結果を要約すると次のようになる。

1. 事務所は「内外の取引先との接触が便利」というような内部的接近性を立地の最も重要な理由として行動していることが、東京 23 区を対象地域とする計算実験から明らかになった。
2. 地域全体の経済成長にともなって各主体が立地してゆき、全域の平均密度が高くなるにつれて密度が相対的に高いいわゆる都心部というべき地域が必ず形成されることが判明した。
3. 経済成長速度は都市地域全域における管理機能の成長速度にセンシティブに反応する。経済成長の変化は平均地代や最高地代の変化に大きな影響を与える。業務地域の地代の変動に最も大きな影響を与えるのは経済成長である。
4. 都心 3 区の新規立地を全面禁止するという直接規制策をとれば、確かに都心 3 区には事務所は集中しなくなるが、成長にともなう新規立地主体は都心 3 区周辺のいわゆる副都心部に立地してゆき、ある期間の後に都心部がその地域に移されるに過ぎないことが判明した。これは都心 3 区の立地規制を行っても、都心 3 区のこれまでの集積によるポテンシャルが強いために新規立地主体が吸引されるからである。
5. 新規立地に床面積あたりの課税をかけ、いわゆる課徴金による間接的規制方式では、かなりの金額をかけないと事務所の分散に有効に働かないことが判明した。また課徴金をかけると平均地代は一般に上昇し、課徴金は地代にはねかえってしまい地価抑制という観点からは逆に作用することがわかった。

地区別事務所床面積構成 (1点=5.81ha)

図 3-3-9 ケース 2.1 1期



図 3-3-10 ケース 2.1 8期



図 3-3-11 ケース 2.1 15期



図 3-3-12 ケース 3.1 15期



図 3-3-13 ケース 2.2 1期



図 3-3-14 ケース 2.2 8期



地区別事務所床面積構成 (1点=5.81ha)

図3-3-15 ケース2.2 13期



図3-3-16 ケース2.2 15期



図3-3-17 ケース2.3 10期



図3-3-18 ケース2.4 15期



図3-3-19 ケース2.6 15期



図3-3-20 ケース2.7 15期



本研究において、以上のような結果を得ているが、初めての試みでもあり今後モデルを改善してゆくと同時に次のような点をふまえて研究を進めてゆきたい。

1. 本モデルでは地域成長サブ・モデルはオフィス立地モデルに対する与件を与えるという目的からオフィス部門の地域全体の雇用量を各期に与えるという簡単なモデルとして扱っているが、生産部門、管理部門、営業部門等の立地行動から部門分割を行ない管理機能の成長を明示的にとり扱える形の地域成長モデルの構築と各種マクロ政策の計算実験を行ない、その結果をミクロ的なオフィス立地モデルに役立てたい。
2. 本モデルでは成長による新規主体のみの立地しか扱っていなかったが、既存主体の再立地行動を組み込んで様々な政策実験を行なうことが必要である。
3. 本モデルでは土地所有部門、建物供給部門はダミー部門として明示的にとり扱っていなかった。これらの部門を土地所有者、不動産業者及び投機家といった形でその行動をモデルに組みこめば地価パターンの変動過程を投機、留保需要を考慮して分析することができる。
4. 本モデルでは公共部門は新規立地規制及び課徴金方式という追い出し政策のみを行うものとしてやはりダミー部門として扱っていたためにさまざまな問題点がある。その一つは財政政策であり課徴金をどのように使うかによって配置パターンはかなり異なってくるであろう。移転主体に対する補助金、新規業務地域の開発、交通政策、公共施設配置政策等を明示的にとり扱える形にモデルを再構築しなければならない。
5. 対象地域としては計算機の容量内で首都圏、近畿圏といったような大都市圏を扱うことも可能であり、サブエリアとしては23区といったようなかなり広い地区分割ではなく、丸の内、大手町といったような町丁目単位及びメッシュ単位のサブエリアも扱うことができる。本来はメッシュ単位の分析に適しているがデータの点で実行できないのである。
6. 家計部門、対家計サービス及び対企業サービスといった非オフィス部門のサブ・モデルを構築しオフィス立地モデルにはねかえるようにしなければならない。本モデルではオフィスの立地理由として内部的接近性のみをとり扱ったが外部的接近性も無視することはできず、外部的接近性の構成要因となる家計部門、サービス部門の立地行動をオフィスの立地行動に影響を与える形でとり扱う必要がある。



本稿は筆者が既に発表した論文「大都市地域における管理機能の配置パターンの政策シミュレーション」(「都市計画」第74号, 1973年3月, 日本都市計画学会発行)を加筆, 修正したものである。

4節 神戸市土地利用予測モデル

(1) はじめに

最近、都市計画・地域計画の分野において、計量都市計画とも言うべき計量モデルによるプランニングの領域が成長しつつある。その領域へのアプローチには2つのタイプがある。1つは勿論都市計画者のアプローチであり、他の1つは都市計画を専門としない分野からの都市へのアプローチである。後者には例えば、計量経済学、経営学、オペレーションズリサーチ、システム工学等があり、アーバンダイナミックスやワールドダイナミックスの発表によって世界中を話題の渦に巻き込んだMITのフォレストラーは最も代表的な例であろう。彼等の特徴は道具の豊富さにあり、それらの道具が有効に利用されるようになれば、道具の少ない都市計画者には脅威的存在となる。

ところで、都市計画において、再開発、駅勢圏、商勢圏、人口分布予測、用途地域指定等、都市の中の部分的空間を扱うことに数多く出会うが、その割にはあたかも予測不可能であるかの如く扱われ、計画者の直感的推測の域を脱しきれずに、信頼ある予測が行われていない場合が多い。確かに都市の変化は、多くの要因の複雑な相互関連から成り立っているが、ただいたずらに「多くの要因」とか「複雑な相互関連」と言ってみただけで都市の解明にはならないし、計画へも収斂していかない。それが、計画の科学的進歩への阻害要因として作用しているとも言える。

都市の変化を考えてみると、自由競争的な個々の要素が、時間系列の時点時点で、非連続的な意思決定をなし、その結果が、空間利用分布として反映される。自由競争的商店AがK地区に進出する場合、その時点のK地区では非連続的变化を生じることになるし、次の時点には、その影響で住宅BがK地区から脱出する場合も、やはり非連続的变化である。その集合体として、都市スケールの空間であれば、非連続的意思決定が相殺しあってばらつきの少ない統計量、連続量としてトレンド手法も使えるが、それよりも小さい部分的空間であれば、当然トレンド手法は使えない。非連続的意思決定のメカニズムが解明されなければ、部分的空間の予測は不可能である。本研究では、そこに焦点を絞り、曖昧な現象論から、科学的都市構造論への重要な足がかりとした。

(2) シミュレーション・モデルの目的

都市なり地域の空間系の構造は、そこを舞台とした人間の活動や、社会システム、地域構造政策の集積の結果として表われている。また一方では、空間系の構造も人間の活動その他を規定するというように相互に作用しあいながら時間と共に変化していくが、ここでは地域構造政策の役割を見落としてはならない。都市活動や地域構造（空間系の構造）の基本的部分には、政策によって制御しようとするのが、プランニングの基本姿勢であるが、その政策は有効であるかいかにあるべきかを、政策実施以前に評価することこそ、その姿勢に忠実であるといえよう。

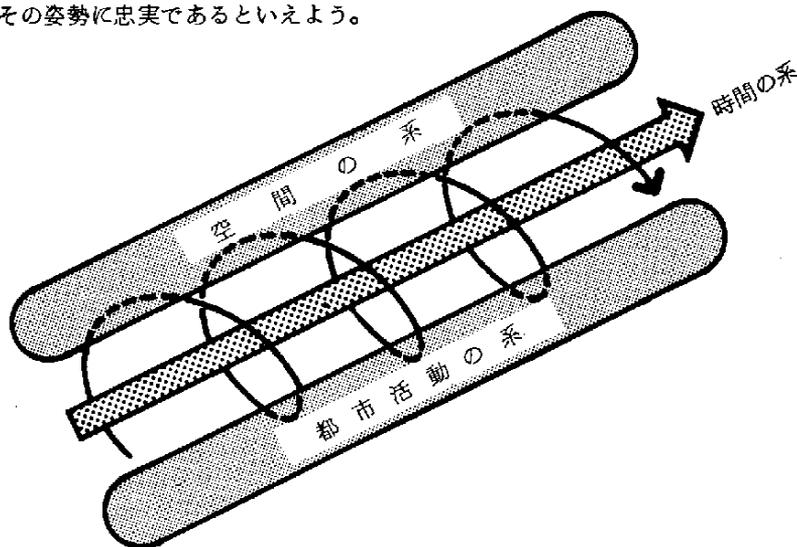


図3-4-1 都市の基本的3つの系

都市活動の系は、空間の系と相互にからみながら、時間系の中でダイナミックに変動しつづける

現在の活動系と空間系が構成する地域構造システムを旧システムと呼ぶならば、政策の選択及び政策による制御方法によって将来の地域構造を旧システムから変えることは可能であり、そこに選択された将来、即ち地域構造の新システムが実現することになる。その新システムは必ずしも旧システムよりも良いとは限らない。その方が良いか否かは政策の選択と制御方法に依存しているのである。ここでは、政策として地域の構造を与えたときに、都市活動や地域構造を示す基礎的指標である土地利用の動きがどう変化するかに焦点をあて、これを予測しようというものである。

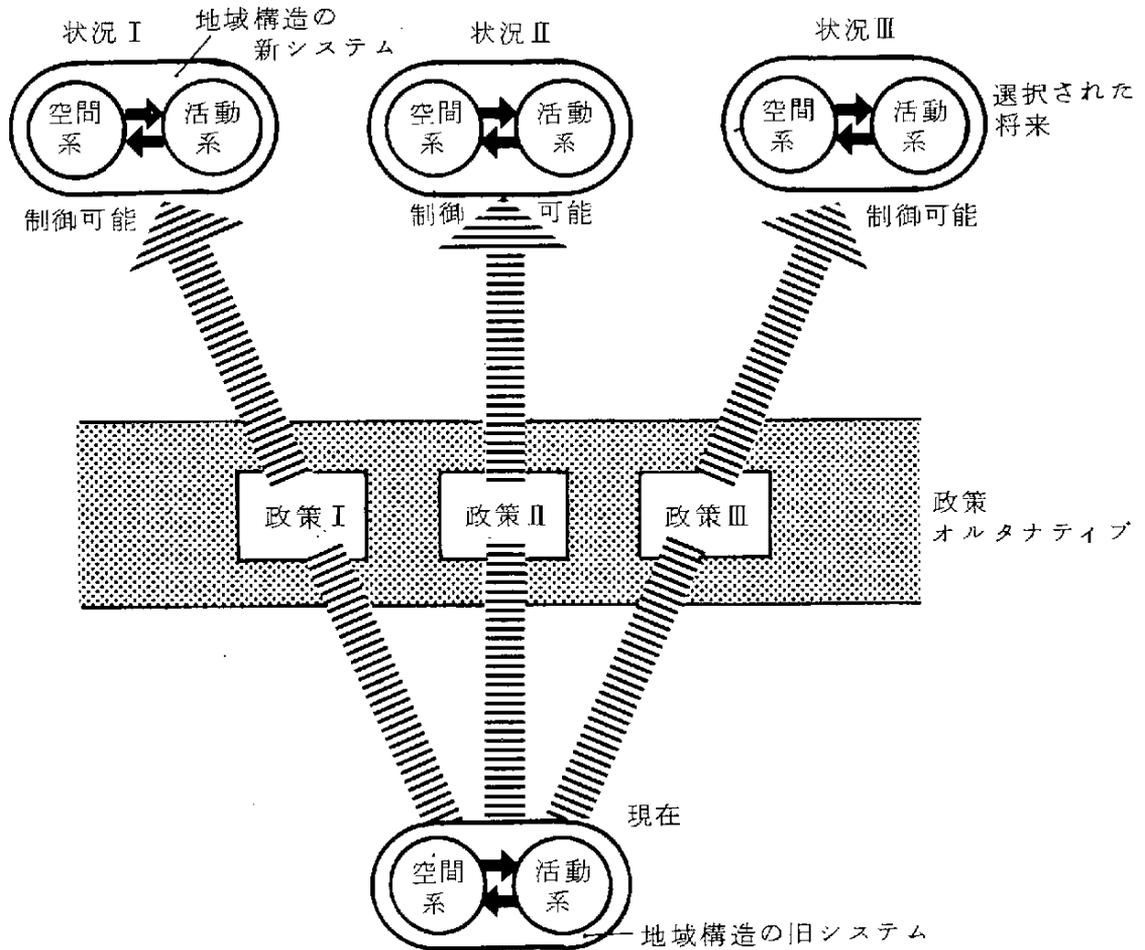


図3-4-2

一口に予測といってもその内容には二通り考えられる。一つは、現在の傾向が今後も続くものと仮定して予測する。いわゆるトレンド型の予測である。もう一つは、将来の人口分布を決定する要素の中に、政策的にコントロールできる部分があると考え、その政策を種々変えてみると将来土地利用分布がどうなるか、ということを知ろうとする、言ってみればインパクト・スタディ的な考え方による予測である。以下、「予測」は後者の意味に使うことにし、前者に対しては推測、予想、推定等と表現することにする。この表現を用いるならば「予測」は政策指向型であるのに対し、「推測」は分析指向型であるといえる。

単なる推測に基づいた政策は、それを実施すれば問題が解決するという保証はない。というのは、政策の実施によって状況は変化し、推測に用いた変動要因が政策実施後のそれと同じことはあり得ないからである。それどころか、思いがけない結果に終るケースも多々あるが、それらは政策実施に伴って変化したり、新たに生起するであろう問題に対してのアセスメント（事前評価）の不足に起因するといえよう。勿論、アセスメントも万能ではないし不確定な未来に対して100%わかるというのはいり得な

いが、都市あるいは地域の非可逆性を考えるならば政策のアセスメントは重要である。

政策のアセスメントは必ずしも計量的である必要はなく、総合的にあらゆる角度から切り込み、的確な評価、判断さえ下されればよい。ただ計量モデルによるシミュレーション・アセスメントの場合は、政策効果の程度を知ることができること、複雑なメカニズムによる間接効果が表現できること、イメージとしてぼんやりしていたのがより明瞭になること、等の利点があり、非常に有効なアセスメントの手法である。この計量モデルは、具体的都市現象を抽象モデルに抽象化し、抽象レベルの数学的プロセスを経てアウトプットを得るまでの一連の抽象的プロセスを示している。抽象レベルのアウトプットを具体化したものが都市政策により制御され、抽象モデルで予測された未来を表わし、この未来を政策実施以前に知ることによって、その都市政策のアセスメントの役割を果たし得ることになる。

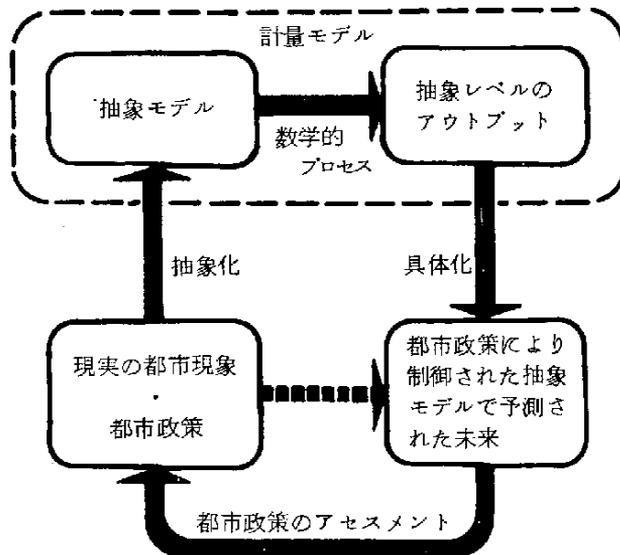


図3-4-3 計量モデルの位置づけ

(3) フレームの設定

都市の変化を予測する場合、3つの断面によって考えることが出来る。第1の断面は、都市の外部に起因する外生変数と、都市の内部に起因する内生変数とによる都市の変化であり、第2の断面は、政策的、計画的判断により選ばれた非連続的要素と、プライスメカニズムに基いた自由競争的要素、連続的要素による都市の変化であり、第3の断面は、都市を構成している個々の要因、活動と、その相互関連による都市の変化である。この3つの断面は、都市の変化に対する視点によって異なるものであり、断面間での包括関係は存在しないし、どの断面も無視することはできない。

この研究では、都市外部の政治、経済、国際関係等による影響、即ち、外生変数の影響は、神戸市のフレームである国際港都建設計画に組み込まれ、市のコントロール・トータルの内部にとらえられてい

るものとし、内生変数による変化のメカニズムの解明から、神戸市の中の最もクリティカルな旧市街地が、今後、どのように変化するか予測する。また、非連続的要素としての政策・計画は、現時点で判断している限りシミュレーション内部に組み込み、連続的要素の変動過程をシミュレートしている。第3の断面である都市構成要因の分析は、主成分分析とクラスターアナリシスにより、要因間の相互関連は親和マトリックスによりシミュレーション予測を行っている。

六甲山脈を背後にひかえた神戸市の密集市街地は、7つの区から成りたっているが、この研究では密集市街地を一括して扱い、部分的空間として町丁目の5～8倍の広さを有するゾーンを採用する。このゾーンは、神戸市全体に対して特性が等質とみなしうる最大の単位であり、神戸市の密集市街地は175のゾーンにより構成される。



図3-4-4

都市の諸々の活動は、一定の空間を所有し、その空間の利用の仕方は、まさにその空間を占有している活動主体の主張、他の活動との相互関連、行政体の制御機能を反映している。空間を表現する指標即ち、都市活動を表現する指標として、昭和45年ゾーン別用途別の建築延床面積データを用いる。各期の増分(コントロール・トータル)は表-1とする。但し、この表の増分はフィックスゾーンを除いている。

表3-4-1

業種 期	住宅 (100㎡)	業務 (100㎡)	店舗 (100㎡)	風俗 (100㎡)	工業 (100㎡)
昭和 45～50年	19509	1868	3355	730	2570
50～55	11127	2349	2589	914	1308
55～60	11911	1720	2355	669	807
60～65	15199	1312	2539	510	308
65～70	15019	1290	2506	502	107

4-1 地域解析

各々の地区の特性を表現するには、いたずらに多くの指標があればよいというものではない。数少ない指標によって多くの特徴を物語ることの可能な指標を見つけ出すことがむしろ重要である。

ここでは、2種類の方法によって地域解析を行っている。第1の方法は、データのある指標（原指標）のうち、地区毎にその特性を表現するにはどの指標を使い、どの指標を捨てたらいいか、という具合に原指標をふるい分ける方法である。これによると地区特性を表現するに充分な数少ない指標は、原指標と全く同じ指標を用いるので理解しやすいという利点がある。この方法には、ウィーバー法とトーマス法の2種類があるが、後者の方が前者の改良的方法であるため、今回はトーマス法を用いる。

第2の方法は、原指標を、新しい指標に座標変換し、より説明力の高い新指標に表現しなおす方法である。主成分分析はこの方法の1つである。新指標は原指標よりも説明力が高まっているが、新しい指標名をつけることが必要となり、その命名の難しさと、新指標そのものが直接測定できる性質の指標ではないために、多少の問題点が残る。

（トーマス法）

農業地理学の人々にとっては、地域の代表作物を規定することは、重要な課題であった。例えば、最も単純な農業地域の規定は単一指標地域であって、任意の地域に卓越的に生産されている農作物をとり、その地域の農業を代表させるものである。このようにしてトウモロコシ地帯、綿作地帯、冬小麦地帯等が合衆国について設定された。ところが、ウィーバーは、多くの場合数種の作物が混合的に栽培されているので、この種の単一指標地域で農業の状況を記述するには、全く不適切であることを指適している。このために考えられる方法がウィーバー法であり、更に改良されたのがトーマス法である。このようなことは、都市計画における地域解析についても全く同様なことがいえる。

ある地域がN種類の用途に供せられているとして、それぞれの全体に対する占有比率がXであるとする。iという用途に使用されている比率を X_i として、パーセンテージで表示すると $\sum_i X_i = 100$ である。これを大きい順番にならべると、

$$X_1 > X_2 > \dots > X_{N-1} > X_N$$

となる。

ここで仮定の理論的比率というものを考える。例えば、この地域が単一の用途だけで占められるのであれば、それが100%である。

2種混合は2種の用途がそれぞれ	50%
3種混合は3種の用途がそれぞれ	33.3%
4種混合は4種の用途がそれぞれ	25%
5種混合は5種の用途がそれぞれ	20%

というものであり、一般にK種混合であればK種の用途がそれぞれ(100/K)%である。

ウィーバーの方法は、ここに分散の概念が応用される。

$$\delta^2_{(k)} = \frac{1}{K} \sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{X})^2$$

$$\bar{X} = 100/K$$

ここでKはその分散を求めるために使用したデータ（用途）の数、即ち、最も大きい方から数えてK番目までのデータ（用途）である。分散 $\delta^2(K)$ はKの関数である。この分散が最も小さなKを求め、そこまで含まれていた用途で、その地区特性を代表させようとするのがウィーバー法と呼ばれるものである。これは仮定の理論的比率 (\bar{X}) からのバラツキを最小にするKによって、K種の用途を捜し出すという考え方である。

トーマス法は思想的にはウィーバー法と同じである。ウィーバー法では常にK個のデータしか認めない。いわば $(N-K)$ 個のデータに含まれている情報は分散を求める際に捨て去られている。この点を改良したのがトーマス法である。例えば、5種類の用途が存在する地域における理論的2種混合をウィーバー法では、50、50%とするのに対し、トーマス法では50、50、0、0、0%として扱うことを意味している。

トーマス法の分散は、

$$\delta^2_{(k)} = \frac{1}{N} \left\{ \sum_{i=1}^k (X_i - \bar{X})^2 + \sum_{i=k+1}^N X_i^2 \right\}$$

$$\bar{X} = 100/K$$

と表わされる。あるいは、

$$\delta^2_{(k)} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2$$

$$\text{但し } \bar{X} = 100/K \quad (i \leq K)$$

$$\bar{X} = 0 \quad (i > K)$$

と表わされる。図-5にトーマス法による分析結果 $K=1$ のゾーンを示す。

(主成分分析)

ここでは主成分分析の数学的説明をばき、直接に主成分の解釈と地域解析をしよう。

主成分を解釈するときは、それらは互いに無相関数になるように構成したことに注意しなければならない。各主成分についての固有ベクトルを一次元に配列しなおすと主成分の解釈をしやすい。ここで、各々の固有ベクトルは、各主成分を求める係数となることを考慮に入れると、それは主成分と特性値との関係の深さを表わすことになる。即ち、固有ベクトルが大きな値の場合には、その対応する特性値が、問題とする主成分に大きな影響を及ぼすことになる。固有ベクトルの絶対値の大きさが、主成分への影響度を左右し、主成分を解釈する際に重要な役割を果たす。

主成分 I (Z₁)

主成分 I (Z₁) は、店舗・百貨店、併用住宅、劇場・映画館、風俗営業、事務所・銀行の影響が大きく、これは、都市活動の中の経済活動、第3次産業的活動を示している。その中でも、とりわけ商業活動を示している。ここに、併用住宅が入り込んでいるが、併用住宅と表現されているものには、店舗との併用、事務所との併用、工場との併用等様々の併用形態があるなかで、特に店舗との併用が主となっていることが各用途間の相関係数からもわかる。即ち、併用住宅は、工場との相関係数-0.01、事務所・銀行と0.35に対し、店舗・百貨店とは0.61という高い値になっているからである。

主成分 I (Z₁) についての固有ベクトル { θ_{1i} } ($i = 1, 2, \dots, p$) と、各々のゾーンの特性値 { $X_{\alpha i}$ } ($\alpha = 1, 2, \dots, n$; $i = 1, 2, \dots, p$; ここでは α はゾーン番号を示す) とによって算出されるコンポーネント・スコア ($Z_{\alpha i}$) は次式によって表わされる。

$$Z_{\alpha 1} = \sum_{i=1}^p \theta_{1i} X_{\alpha i}$$

ここで 1 は成分 I を示す。

各々のゾーンについて算出されたコンポーネント・スコアにより、主成分の意味がより明確化されてくる。主成分 I についてのコンポーネント・スコア分布図を図-6 に示す。

コンポーネント・スコア ≥ 0.1 のゾーンに注目すると、三宮を中心とした都市部によく表われている。

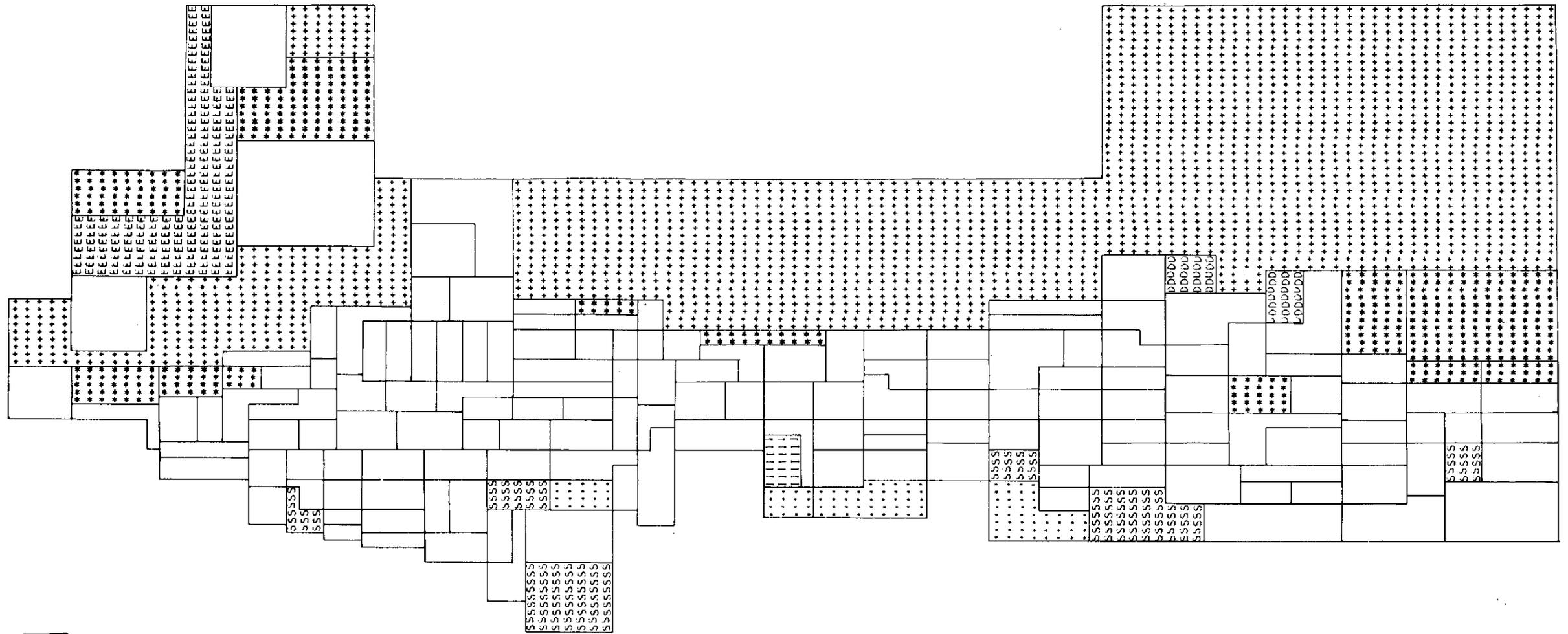


図3-4-5 トーマス法 (K=1)

- ★★
★★
★★
★★

 専 住
- UUU
UUU
UUU

 共同住
- EEE
EEE
EEE

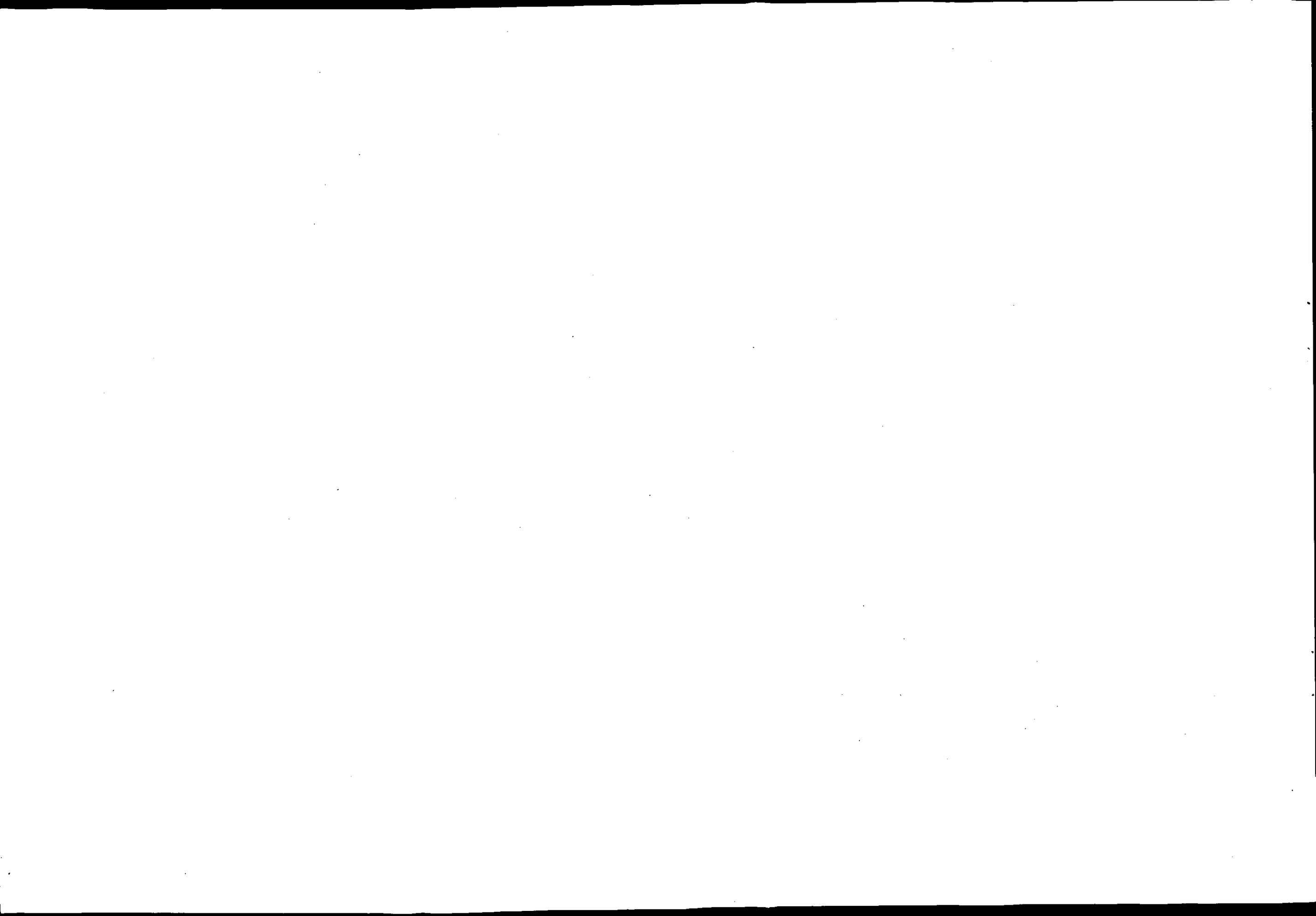
 農・漁業
- III
III
III

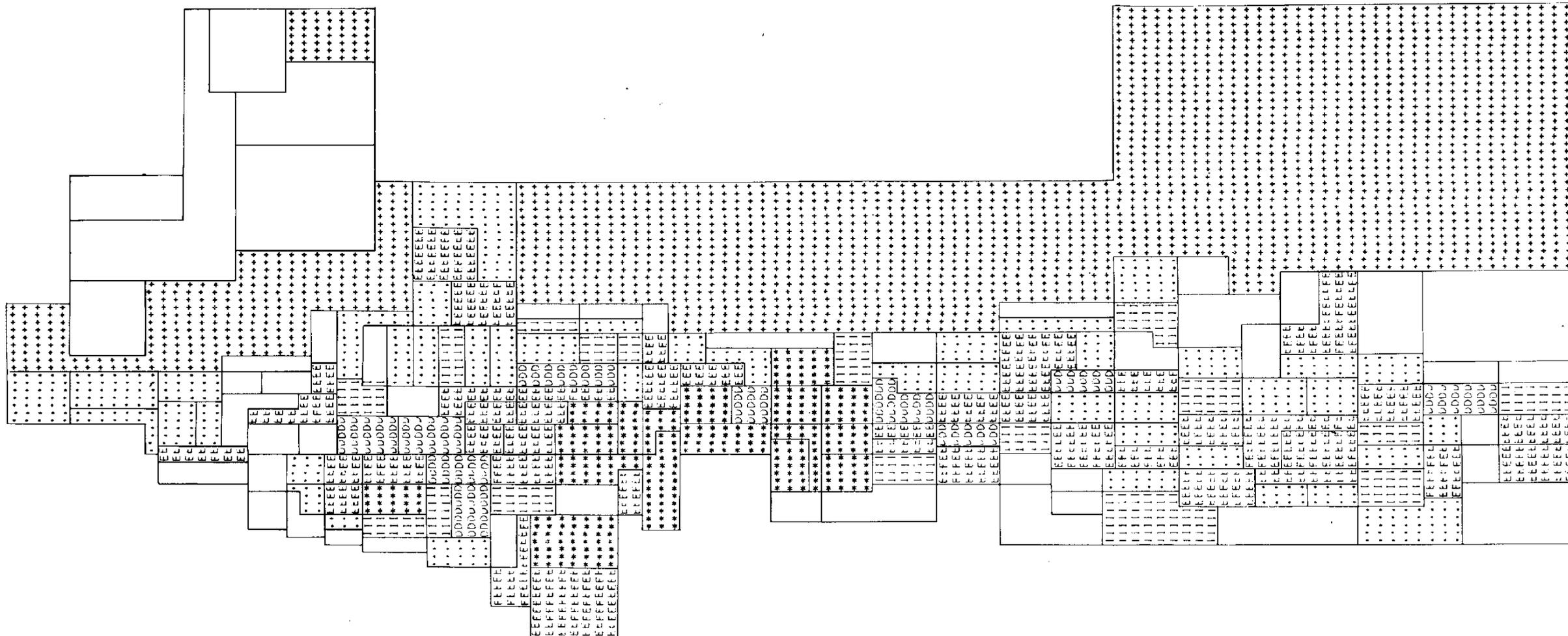
 事務所・銀行
- . . .
. . .
. . .

 倉 庫
- SSS
SSS
SSS

 工 場
- ★★
★★
★★
★★

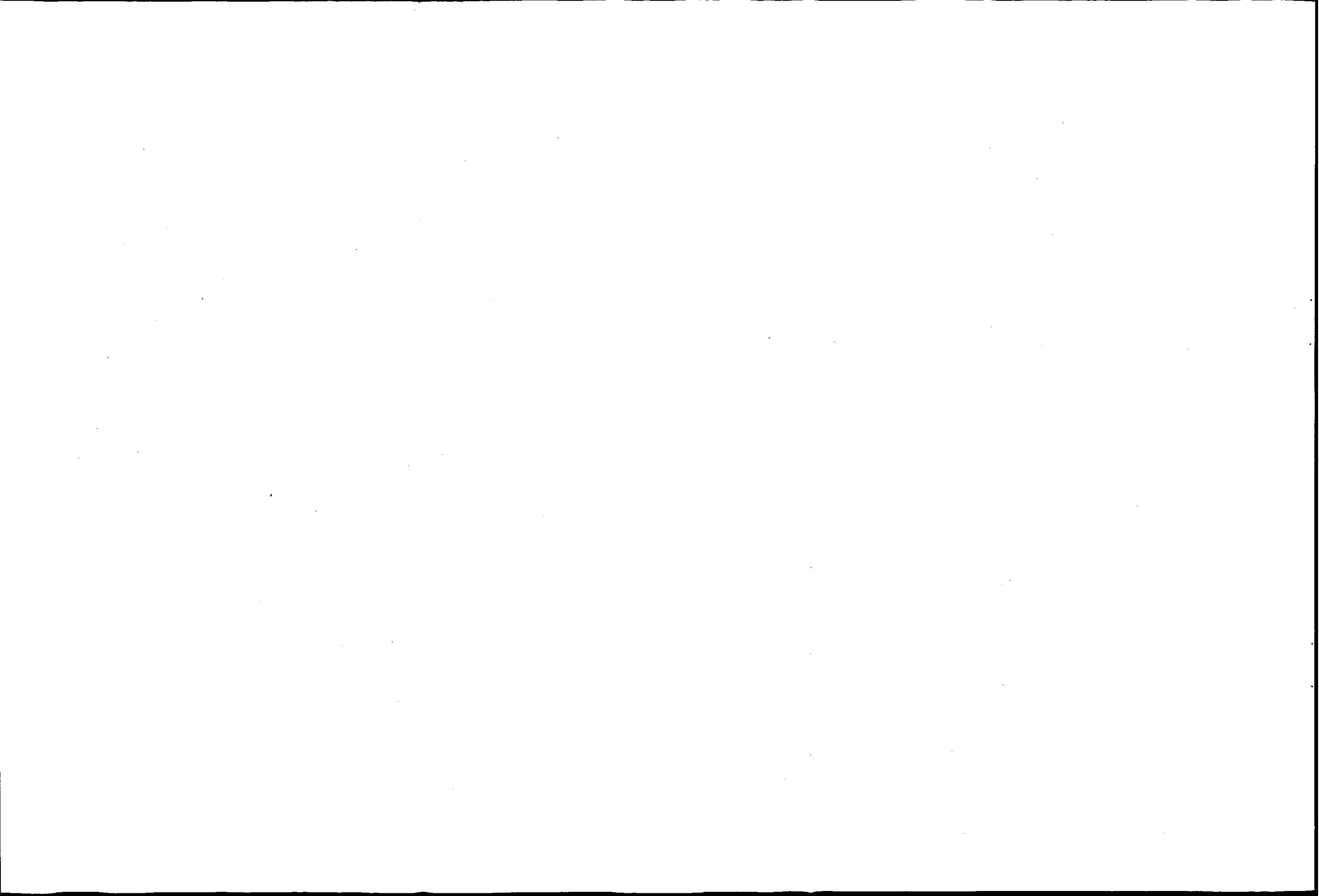
 市街化調整区域





- $1.0 \leq C.S.$
- $0.5 \leq C.S. < 1.0$
- $0.0 \leq C.S. < 0.5$
- $-0.2 \leq C.S. < 0.0$
- $-0.5 \leq C.S. < -0.2$
- $-1.0 \leq C.S. < -0.5$
- 市街化調整区域

図3-4-6 コンポーネントスコア分布図(成分1)



主成分Ⅱ (Z₂)

主成分Ⅱ (Z₂) は専用住宅、共同住宅、住宅付属家、長屋の固有ベクトルが大きく、逆に負の固有ベクトルとしては、倉庫、工場、事務所・銀行、店舗・百貨店のよう第2次産業、第3次産業を中心とした経済活動が多い。これらのことから、主成分Ⅱ (Z₂) は、非経済活動または住宅機能を表わしていることがわかる。

また、ここでも併用住宅は前述のように商業機能の影響が大きいため、固有値は小さくなっている。

主成分Ⅲ (Z₃)

固有ベクトルの一次元配列によると、主成分Ⅲ (Z₃) は、工場、倉庫の影響が大きく、第2次産業を表わしている。これは、コンポーネント・スコア分布図によっても、相当よく表われている。

表3-4-2 固有ベクトル

変数	成分	Z ₁	Z ₂	Z ₃
専用住宅	X ₁	-0.00	0.54	0.06
長屋	X ₂	0.04	0.31	0.22
共同住宅	X ₃	0.10	0.45	0.14
付属家・土蔵	X ₄	0.13	0.35	0.24
農漁業家屋	X ₅	-0.06	-0.07	-0.24
併用住宅	X ₆	0.42	0.10	0.11
病院	X ₇	0.20	0.13	-0.23
事務所・銀行	X ₈	0.33	-0.26	0.16
店舗・百貨店	X ₉	0.45	-0.12	-0.15
ホテル・旅館	X ₁₀	0.20	-0.05	-0.21
風俗営業	X ₁₁	0.37	-0.01	-0.20
劇場・映画館	X ₁₂	0.38	-0.04	-0.25
倉庫	X ₁₃	0.03	-0.29	0.36
工場	X ₁₄	0.03	-0.28	0.53
その他	X ₁₅	0.36	0.02	0.37

4-2 都市の構成要素の抽出

都市構造を明確化するときには、構成要素が多ければよいというものではなく、説明力の大きい数少ない構成要素によって多くの事柄を物語らせるのがよい。この目的のために、15種類の用途別原データから、主要な数種類の用途を抽出するプロセスが必要となる。

主成分分析により固有値 $\lambda_m \geq 1.0$ になる主成分を即ち、第1, 2, ……………, m主成分を抽出する。

これは、各用途が m 個の主成分の因子負荷量によって表わされ、 m 個の主成分で都市の構成要素を説明できることを示している。各用途は、 m 次元空間において m 個の因子負荷量によって表わされ、 m 個の主成分で都市の構成要素を説明できることを示している。各用途は、 m 次元空間において m 個の因子負荷量から一点が定まるので、各用途間のユークリッド距離によって特性の類似度がわかる。即ち、距離が近ければ、用途の特性が似ていることを示す訳である。このように、主成分分析の結果をクラスター・アナリシス（群平均法を用いる）によってグルーピングし、主要な構成要素を抽出する。ここでは、15種類の用途から、一度9種類を抽出し、更に、主成分分析、クラスター・アナリシスを経て5種類を抽出している。

表3-4-3 因子負荷量

		Z_1	Z_2	Z_3
独住・共同	X_1	-0.04	-0.73	0.15
長屋	X_2	-0.06	-0.66	-0.44
農漁業家屋	X_3	-0.09	0.13	0.75
併用住宅	X_4	0.74	-0.28	-0.25
事務所・銀行	X_5	0.68	0.38	-0.07
店舗・百貨店・市場	X_6	0.91	0.06	0.06
病院・ホテル・旅館	X_7	0.81	-0.10	0.16
風俗・映画館・劇場	X_8	0.79	-0.09	0.12
倉庫・工場	X_9	-0.01	0.68	-0.44

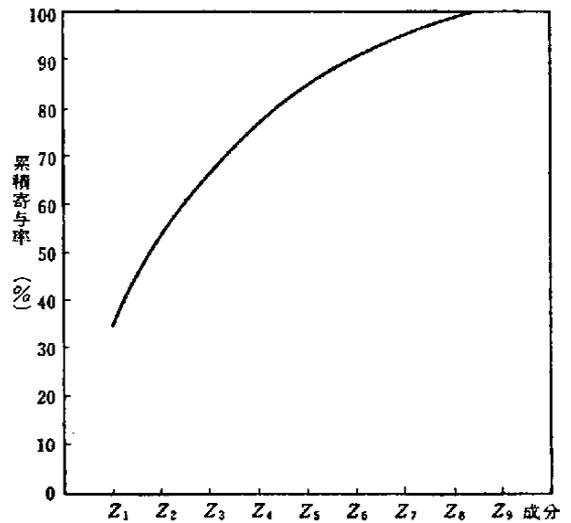


図3-4-7 主成分の累積寄与率

クラスターアナリシス (Cluster Analysis)

クラスターアナリシスは多変量のデータを分析するための手法であって、データを分析する手法の多くと同じように、この分析法の目的は複雑なデータの集団のなかに単純な構造を発見し、記述し、できればその構造を説明しようとするにある。

いま、 n 個の対象に1から n までの番号を与えておく。そして最初に各対象を個々のクラスターと考え、この分類を C_0 とする。記号で書くと

$$C_0 = \{ 1, 2, \dots, n \}$$

である。次の段階で1と2, 3と4と5が各々クラスターを形成したとすると、これを C_1 と書き、記号的に

$$C_1 = \{ 1-2, 3-4-5, 6, 7, \dots, n \}$$

と書くことにする。ここで1-2とか3-4-5をそれぞれ分類における要素と呼ぶ。こうしてm回の合の過程を経て $C_0, C_1, C_2, \dots, C_m$ という分類系列がえられるが、階層的というのは C_{i-1} から C_i が C_{i-1} の要素の結合によってできる場合である。この例でいうと、 C_1 の次の分類 C_2 として

$$C_2 = \{ 1-3, 2-4-5, 6, \dots, n \}$$

というように、クラスター同志の間で個体の交換が起こるのは階層的ではない。

この階層的な手法のうち、次のような特別の場合を考える。即ち先の場合と同じくまず n 個の点を n 個のクラスターと考える。次に d_{ij} を、 i クラスターと j クラスター間の類似性の尺度あるいは距離と定義する。いま、すべての i, j について最小の d_{ij} を d_{pg} とすると、この p クラスターと g クラスターの2つを結合するという操作を $(n-2)$ 回くり返せば、最後に2つのクラスターが残る。 p クラスターと g クラスターを結合して r クラスターができるときに、もし r クラスターに属さない i クラスターと、 r クラスターとの距離 d_{ir} は結合する前の距離 d_{ip}, d_{ig}, d_{pg} だけから得られれば、このクラスター・アナリシスを組合わせたものでない手法と定義する。組合わせた手法は、計算が簡単だという特徴がある。

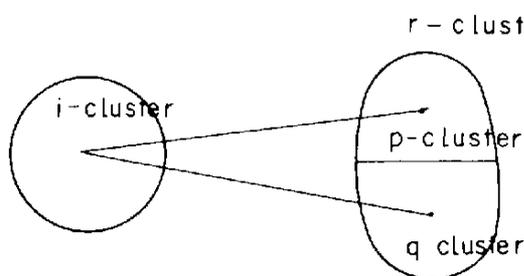


図3-4-8

r -cluster ここでは、この組合わせた手法の1つである群平均法を用いる。 i クラスターに含まれる点数を n_i 個とすると、 i クラスター、 r クラスター間の距離は

$$d_{ir} = \frac{n_p}{n_r} d_{ip}^2 + \frac{n_g}{n_r} d_{ig}^2$$

となる。一方、 ij 間の p 次元空間におけるユークリッド距離 d_{ij} は

$$d_{ij}^2 = \sum_{k=1}^p (X_{ik} - X_{jk})^2$$

で表わされる。この群平均法 (Group Average Method) は、空間密度を不変にし、空間は濃縮されたり拡散されたりすることがない。

神戸市旧市街地の用途の因子負荷量を、主成分分析によって得られた3つの主成分 (Z_1, Z_2, Z_3) で構成される3次元空間の点として、群平均法を用いると、図-9のデンドログラム (Dendrogram) が得られる。ここでの距離とは、いうまでもなく、性質や特性がどれだけ似ているか、近いかを示す距離である。この距離のマトリックスをもとにして計算されたクラスター間の距離は図-9の横軸によってある。ここからわかることは、9つの用途は主に4つのクラスターに分けられ、商業・業務等の経済活動、住宅、農漁業、工場、倉庫となる。しかし、旧市街地の農漁業は非常に少いので、住宅に含め、また併用住宅は商業的色彩が強いので、1/2を商業に、1/2を住宅に含めることにする。

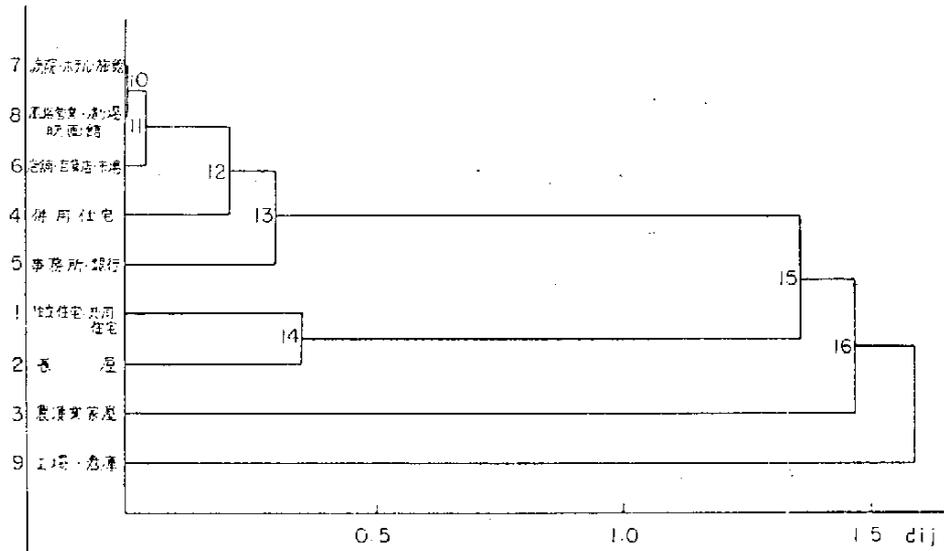


図 3-4-9

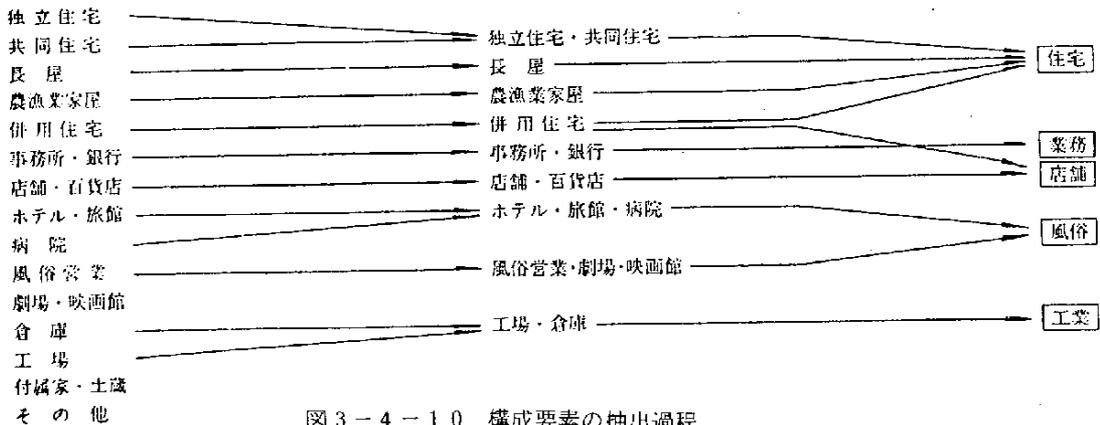


図 3-4-10 構成要素の抽出過程

4-3 構成要素間の相互関連

ある業種があるゾーンを「好ましい」とする尺度は、
親和マトリックスと距離尺度から得られるものとする。
親和マトリックスは、正方行列 A で与えられる。

$$[A] = \begin{matrix} & a_{12} & a_{12} \cdots \cdots a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots \cdots a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots \ddots \ddots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots \cdots a_{nn} \end{matrix}$$

Aの要素 a_{ij} は第 j 種の業種が1単位あるときに第 i 種の業種は第 j 種の業種を嫌うことになる。たとえば3業種A, B, Cの間に次の親和マトリックスがあるとする。

	A	B	C
A	1	0	-1
B	0	2	-1
C	1	2	0

このとき業種Aは、業種Aの多いところに近づきたいが、業種Cからは遠ざかりたい。業種Bには無関心である。業種Bは、同業種同志で集まりたいという性質をもち自分自身に対する親和力は大きく、A同志の親和力の倍である。業種Cからは反発する。業種Cは業種AおよびBに近寄りたがるがBへ近寄る力の方が倍だけ強い。Cは同業種で引きつけ合うことはない。具体的には、親和マトリックス決定に耐える過去のデータが得られないことから、親和マトリックスAは、近い将来(昭和50年)までのシミュレーションを、最も有り得べき状況になると判断されるまでの繰り返しにより、ヒューリスティックに求められる。将来の親和マトリックスは、デルファイ法により得、その間の年次については、マトリックス要素の値がそれぞれリニアに変化するものとする。

昭和45年~50年

	住宅	業務	店舗	風俗	工業
住宅	1.0	0.0	0.5	-1.0	-1.0
業務	0.0	2.0	1.5	1.0	1.0
店舗	0.5	1.0	2.0	0.0	0.0
風俗	0.0	0.0	1.0	1.5	-1.0
工業	-1.0	0.0	0.0	0.0	1.5

図3-4-1-1 親和マトリックス

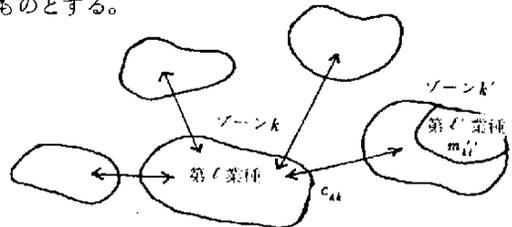


図3-4-1-2 ゾーン間関係

ゾーン K' に第 l' 業種が現在 $m_{k'l'}$ だけ存在するとすれば、

$$\sum_{l'} a_{ll'} m_{k'l'}$$

は、そのような業種分布によって定まる。第 l 業種のゾーン k' における「好ましさ」を表わす。

$m_{k'l'}$ としては、床面積 $F_{k'l'}$ の市街地全体に対するシェア、即ち

$$m_{k'l'} = F_{k'l'} / \sum_k F_{kl'}$$

を用いる。

次に、ゾーン k' にある業種分布がゾーン k に及ぼす影響は、ゾーン k とゾーン k' 間の距離に依存すると考えられる。ここでは、影響係数 $C_{kk'}$ を各ゾーン重心間の直線距離 $l_{kk'}$ の二乗に反比例、即ち、

$$C_{kk'} = 1 / l_{kk'}^2$$

とする。このように考えると、ゾーン k に第 l 業種を配置することの好ましさ(原始親和力と呼ぶ)は、次の式で与えられる。

$$\sum_k C_{kk'} \sum_l a_{ll'} m_{kl'}$$

さて、各業種が各ゾーンを占めるのであるが、各ゾーンは面積が限られているので、そこに収容する量には自ずから制限があり、この制限を各ゾーンの容量と考える。各ゾーンには容量があるために、現在占めている各業種の床面積の和が増加するに従って、新たにそのゾーンにはいるには、より高い費用が掛かる。ゾーン k を占める業種の床面積の和を N_k 、即ち

$$N_k = \sum_l m_{kl}$$

とすると、 N_k と容量との関係から定まる費用関数 $P(N_k)$ によって、親和力 S は

$$S = P(N_k) \sum_k C_{kk'} \sum_l a_{ll'} m_{kl'}$$

により与えられ、この親和力を判定基準として各業種を各ゾーンに割付けていくことになる。そこには繁華街では地代が高く、そこに店を出すには高い費用が要ること、従ってそれらの費用を払っても差支えないほどの「好ましさ」がある業種だけがその場所へ進出することになるという実情が反映されている。

費用関数 $P(N_k)$ は次の様に設定する。

$$P(N_k) = \begin{cases} 1 & ; N_k \leq N_0 \\ 1 - \frac{N_k - N_0}{N_{\max} - N_0} & ; N_0 < N_k < N_{\max} \\ 0 & ; N_{\max} \leq N_k \end{cases}$$

ここで

N_k ; ゾーン k における全業種の量 m_{kl} の合計

$$N_k = \sum_l m_{kl}$$

N_0 ; 費用が掛かり出す容量率

N_{\max} ; 最大容量率

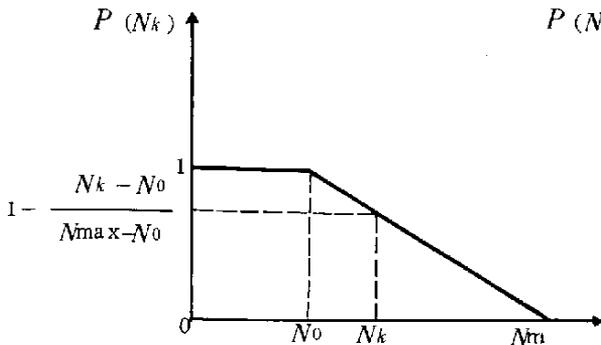


図 3-13 費用関数

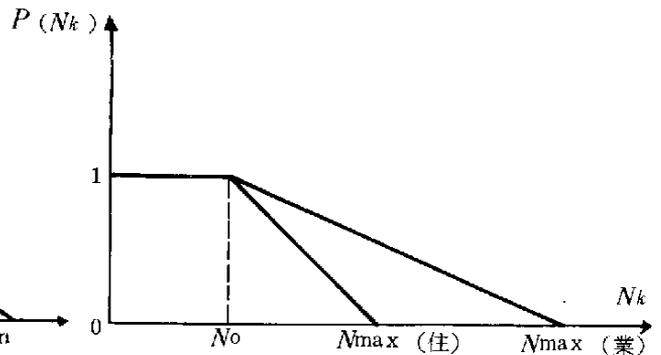


図 3-14

費用関数は、各業種によって独自の関数形を持っているので、業種別に設定する。独自の関数形とは、 N_0, N_{max} が業種毎に異なるということで、それによって定まる費用関数の勾配 $[= -1 / (N_{max} - N_0)]$ も異なる。この費用勾配の大小は、費用関数が急激に効くか否かを示すので、ある業種に対する費用勾配が大きければ費用関数は急激に効き、受け入れ抵抗力は大きく、逆に費用勾配が小さければ、受け入れ抵抗も小さいという具合に、受け入れ抵抗力に対応している。業務、店舗の業種に対しては、費用関数が緩やかに効き、従って受け入れ抵抗も小さいので、高密度・高層化も可能となり、住宅に対しては、費用関数が急激に効くので、密度はおさえられる。今回のシミュレーションでは、費用が掛かり出す容積率 N_0 は、どのゾーンも、どの業種も 0.6 とし、最大容積率 N_{max} は、ゾーン別、業種別に設定する。

4-4 フィックスゾーン

配分する際に、住宅団地、公園、工場、倉庫が大部分を占める特殊なゾーンについては、フィックスゾーンとして扱う。フィックス・ゾーン (fix-zone) は、親和マトリックス・シミュレーションを実行する際に、独自のインCREMENTをもって将来値を個定するゾーンのことで、次の3種とする。

1. 既存の住宅団地・公園……全業種を現在のままで固定する。
2. 計画中の住宅団地……計画されている増分を投入し、親和力の影響による増分を無視する。
3. 工場・倉庫が大部分を占めるゾーン……工場の業種は、昭和70年に現在1.5倍になり、その間はリニアに変化する。他の業種は現在のまま固定する。

固定するということは、増殖メカニズムが、他の業種の親和的影響をあまり受けず、独自の増殖力が強く作用する地域特性を表現するということであり、他業種が及ぼす親和的影響による用途転換の可能性が、独自の増殖力(変化しないというも含めて)による非用途転換の可能性に比べて、無視出来る位に小さいということである。一方・フィックス・ゾーンは、他のゾーン、他の用途に親和的影響を及ぼすので、ここでは、増殖力を前記の如く固定し、且つ、他ゾーンへの親和的影響は組み込むこととする。尚、フィックス・ゾーンは、トーマス法で分析した結果から $k=1$ 、 $k=2$ で、工場・倉庫の多いゾーンを、またその工場・倉庫が特殊であるか否かを中心に選定する。

4-5 配分プロセス

以上の如く親和力が求められると、増分を、親和力が正のゾーンにだけ、その親和力の比に配分する。従って $N_{max} \leq N_k$ であるゾーンでは費用関数効果により親和力が零になっているので配分されないし、当然親和力が負のゾーンにも配分されない。

土地利用用途が減少するという現象を再現したり内部移動を再現するために、配分プロセスは2つのタイプに分けられる。1つは対象地域全体のコントロール・トータルを各ゾーンに配分するタイプであり、他の1つは内部移動を再現するタイプである。前者をフェイズⅠ、後者をフェイズⅡと呼ぶ。

フェイズⅠは「増加」に作用する要因の総体である親和力をベースに、対象地域全体のコントロール・トータルを各ゾーンに配分し、積み上げていくプロセスである。従って、フェイズⅠでは増加または停滞のみが生じ、減少は起こらない。このプロセスを終了すると対象地域全体では増加すべき総量が満たされる。フェイズⅠは対象地域外部からの増加量に対応するもので、どのゾーンでも用途変換に伴う減少といった内部変動を表現してはいない。それを表現するのがフェイズⅡである。都市内の内部移動は、あるゾーンを抜け出して都合のいいゾーンに移転することの積み重ねであると考えられる。例えばデパートが目抜き通りの住宅を買収して進出する。買収された住宅はどこかへ移転することになるが、その場合、都合のいいゾーンに移転すると考えられる。いままでのゾーンが都合のいいゾーンであれば再びそのゾーンに移転するであろう。フェイズⅡではゾーンを抜け出すプロセスと、都合のいいゾーンに移転するプロセスを分けて考え、それぞれモデル上では、各ゾーンから既存量の $\epsilon\%$ だけ減らすプロセスと、それをまとめて再配分するプロセスに対応している。

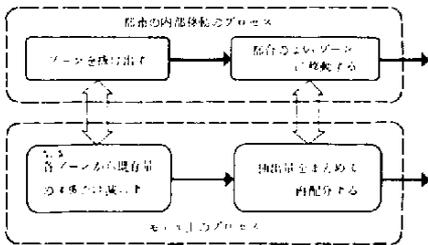


図3-4-15

フェイズⅡのプロセスと
都市の動きの対応

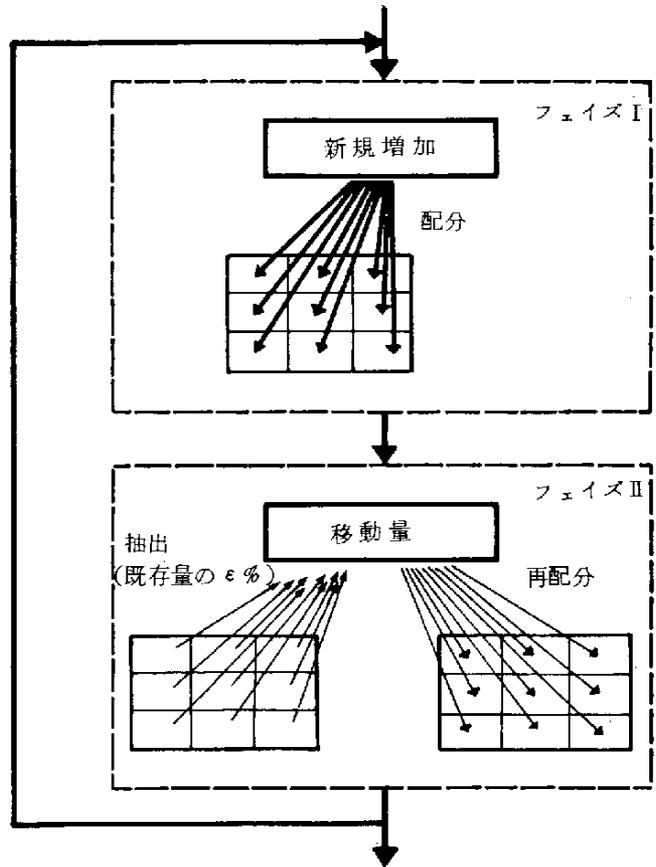


図3-4-16

モデル上のプロセスは次のようになっている。各ゾーンからいまフェイズⅡを実行しようとしている既存量の $\epsilon\%$ を抽出し、抽出量をひとまとめにする。ここで $\epsilon\%$ は内部移動の割合から決められる。ここでは $\epsilon = 0.02$ とする。ひとまとめにされた総抽出量は、コントロール・トータルとして扱われ、フ

フェイズⅠの方法と同様に親和力をベースに配分される。どのゾーンも ϵ ％だけ一担減少するが、そのトータル量は再び対象地区内に配分されるので、親和力の大きいゾーンは抽出量以上に再配分されフェイズⅡによって増加するし、逆に親和力の小さなゾーンは再配分量が抽出量以下となりフェイズⅡを通じて減少する。これを都市の現象として考えれば、内部移動を再現していることになるのである。

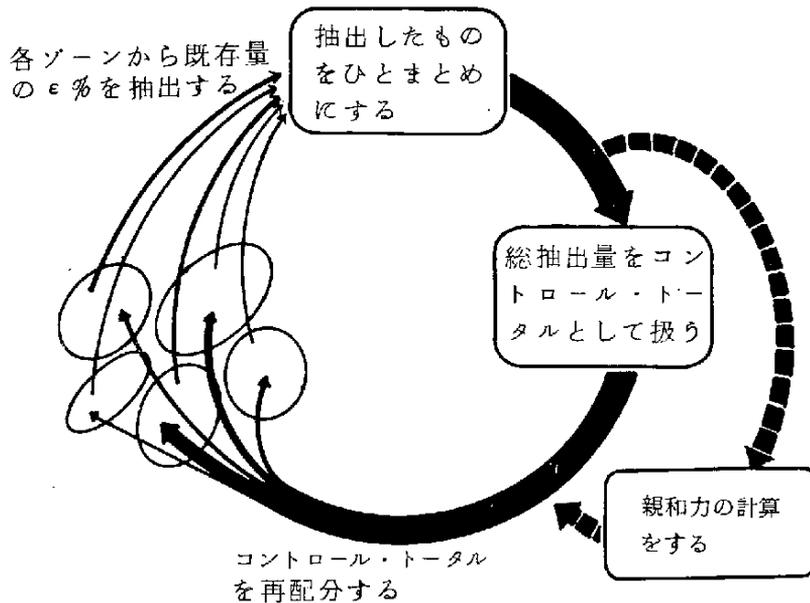


図3-4-17 フェイズⅡのプロセス

現実の都市の挙動は、対象地域外部からの増加と内部移動が同時平行的に起こっている。本モデルでは、そのような都市の変動過程をより忠実に再現するためにフェイズⅠ、Ⅱを交互に繰り返し演算している。これは、新規増加によって増加する→ゾーンを抜け出す→都合のいいゾーンに移転する→新規増加によって増加する→ゾーンを抜け出す→……といった都市挙動の再現を意味している。

ゾーン i の増加量 Δi は

$$\Delta i = \text{配分量 (フェイズⅠ)} - \text{抽出量 (フェイズⅡ)} + \text{再配分量 (フェイズⅡ)}$$

で示される。この式からわかる通り、配分量と再配分量の和が抽出量よりも少なければ減少現象を再現できる。

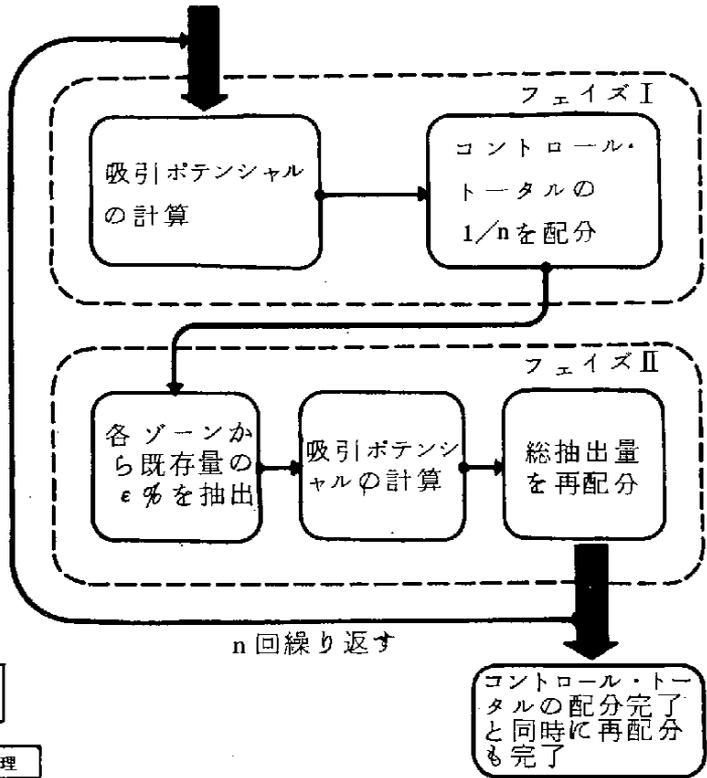


図3-4-18

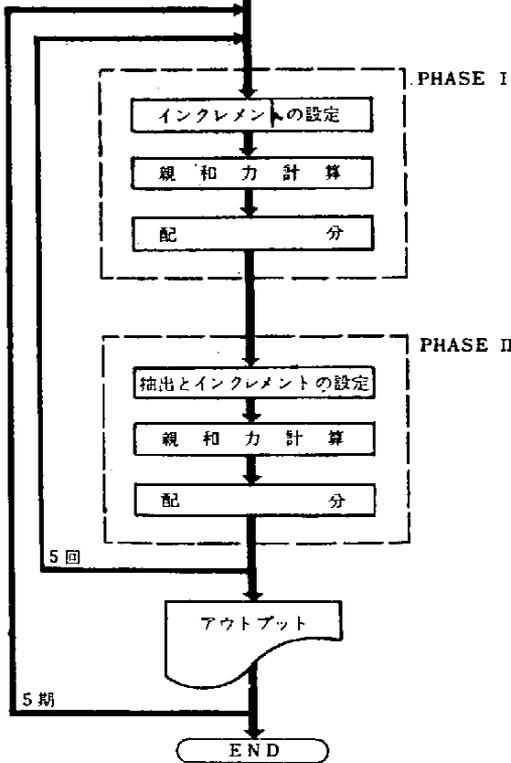


図3-4-19

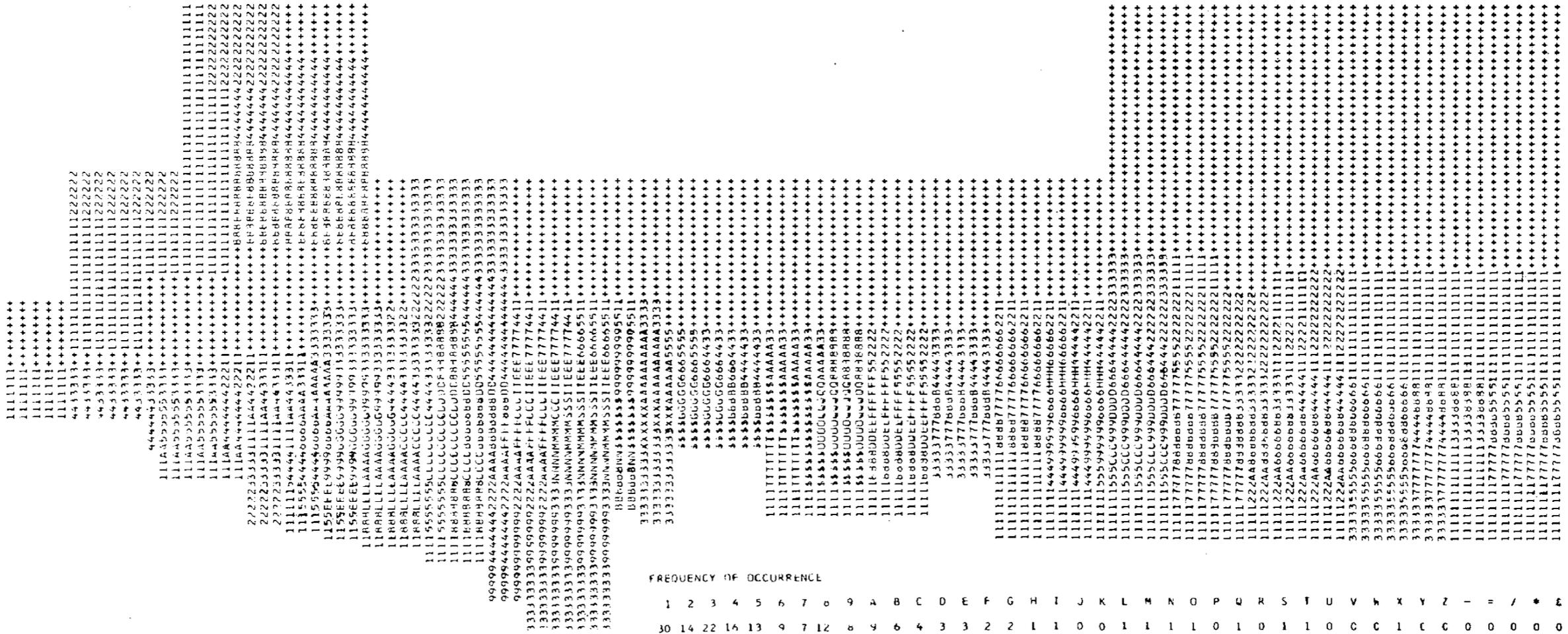
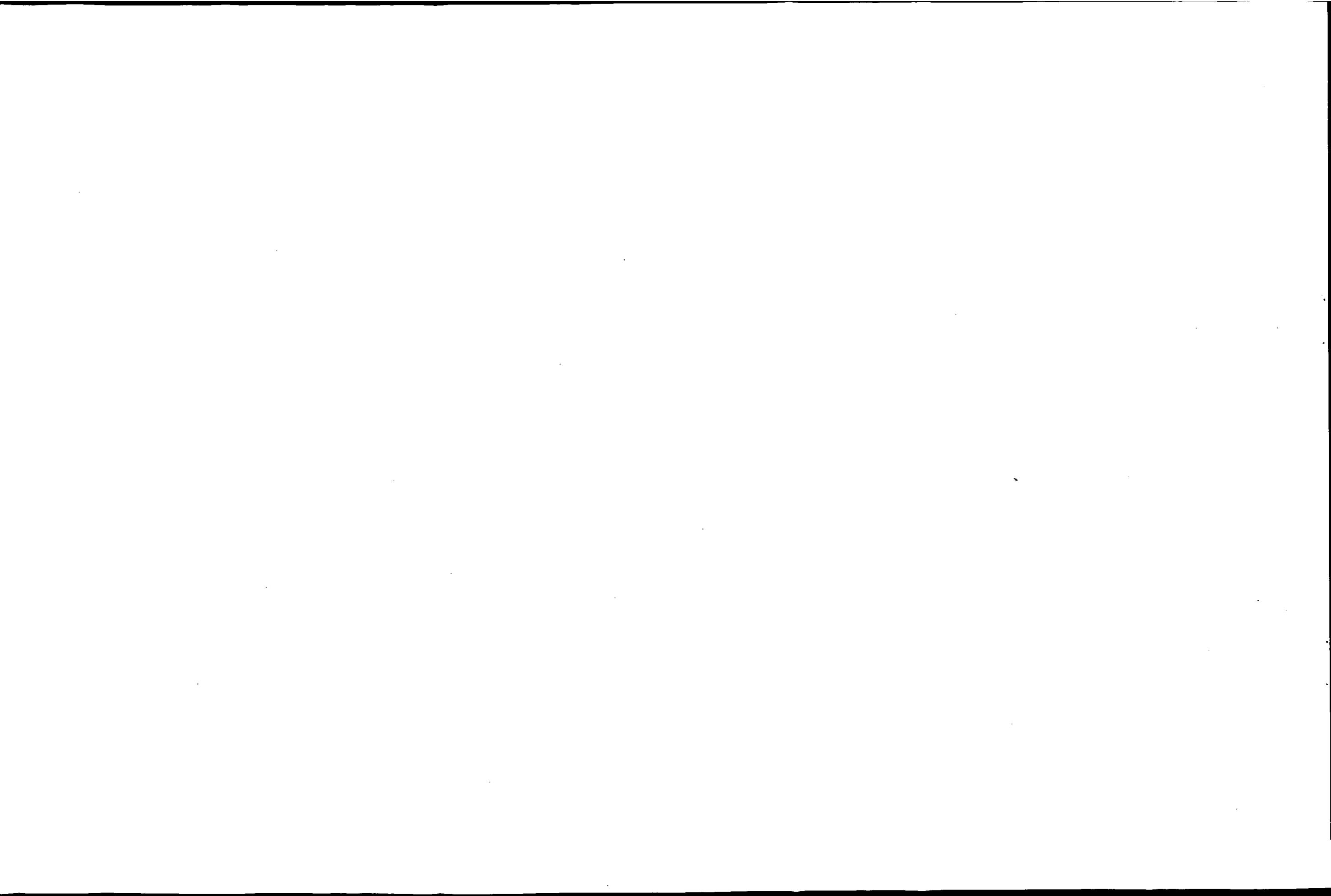


図3-4-20 店舗床面積(昭和55年)



5 結 果

今回の研究では、モデル開発に時間と労力を奮われ、いくつかの政策ケースについての政策シミュレーションを実行することができなかった。とはいうものの、最も標準的として扱っているベースケースについてのシミュレーションを実行し、ベースケースとの比較により、その政策効果を測定することは可能である。

そのようなことから、今回のベースケースのシミュレーション結果を、特に政策を実行しない場合の予測結果とみなしうるであろう。

シミュレーションのアウトプットとしては、昭和50～70年までの5年毎のゾーン別・業種別床面積の予測結果が得られている。また、アウトプットは、表の他に、年次別・業種別のストックとフローを図-20に示すように、ラインプリンターによる地図の打出しも行なっている。アーバンダイナミックスとして2030ゾーンの変化を図3-4-21に示す。

YUKA-MENSEKI NOBIRITSU		ZONE NUMBER = 2030			
	C	0.5	1.0	1.5	2.0
S.45	-----		R		
	.	.	SOCR	.	.
	.	.	ISOC R	.	.
	.	.	ISOC R	.	.
	.	.	ISOC R	.	.
	.	.	ISOC R	.	.
S.50	-----		I-S-C-C-R		
	.	.	ISOC R	.	.
	.	.	ISOC R	.	.
	.	.	ISOC R	.	.
	.	.	ISOC R	.	.
S.55	-----		I-S-O-C-R		
	.	.	ISOC R	.	.
	.	.	ISOC R	.	.
	.	.	ISOC R	.	.
	.	.	ISOC R	.	.
S.60	-----		I-S-O-RC		
	.	.	ISOC R	.	.
	.	.	ISOC R	.	.
	.	.	ISOC R	.	.
	.	.	ISOC R	.	.
S.65	-----		I-S-R-O-C		
	.	.	ISOC R	.	.
	.	.	ISOC R	.	.
	.	.	ISOC R	.	.
	.	.	ISOC R	.	.
S.70	-----		I-S-R-D-C		

図3-4-20

6 あとがき

われわれはともすると計量モデル化によって分析思考法をとりがちであるが、どんな場合でも分析的方法は分析のための分析でないことは当然で、総合のための分析であることは誰でも知っている。分析的思考の本質は、ある現象をより下位の概念とそれらの概念同志の関係を表わす因果連鎖・法則に環元し、下位概念と下位法則とを使って上位の現象や概念を総合することにある。このように考えると、逆に下位概念を上位概念もしくは上位法則によって説明する思考法がある筈であり、これを村山氏は総合的思考あるいはシステムの思考と定義している。(参考文献8)。それによれば、総合的思考法は目的論的説明と機能論的説明がその思考過程のなかにあると主張されている。

ところで、目的論的説明は機能論的説明よりもより高次であり、それには将来への見通し、洞察力、方向性、科学性、状況判断といった高度の政策的判断を要するものである。これを政策科学的アプローチと呼ぶとする。機能論的説明は政策的判断の結果意味決定された目的に対しての、目的遂行のための機能論であり、上位概念である目的に対し、下位概念に属するものである。とするならば、前記の総合的思考は、政策的判断に対する総合性、即ち、目的設定的総合性と、目的遂行的総合性とに分けられるべきである。前者の政策科学的アプローチに対して、後者は一般にシステムズ・アプローチと呼ばれるものである。この両者の異質性は明確に認識する必要がある。

これらの総合的思考法は、分析的思考法に比較して正確さに欠け、曖昧さを多く内在しているが、曖昧さという理由だけではこれを捨象する正当性にはならない。それどころか、曖昧さを曖昧さとして正当に評価する方法こそが現代科学に必要とされているのである。

ここで計量モデルはシステムズ・アプローチに位置づけられる。とりわけシミュレーション手法に関しては、目的遂行的というよりは目的評価的という方が適切であろう。都市は非可逆的であり、また、都市政策は一度実施段階に突入すると計画から疎外された関係になりやすいものである。さらに、場合によって多額の投資を伴うので、実施実験は不可能であり、しかしそれでも都市政策をアセスメントしたいのである。ここにシミュレーション・モデルは、まさにそれを狙いとし挑戦したものであり、今後の開発へのステップにしようとするものである。

参 考 文 献

1. 日本都市計画学会学術講演会論文集 (1972)
2. 奥野忠一・久米均・芳賀敏郎・吉沢正 (1971) : 多変量解析法, 日科技連
3. 矢島敬二他 (1971) : クラスタ・アナリシス, オペレーションズ・リサーチ, Vol. 16, No. 7~No. 11
4. B. T. Robson (1969) : Urban Analysis, Cambridge University Press
5. 科学技術庁 (1971) : 技術予測報告書, 大蔵省印刷局
6. 竹内啓 (1963) : 数理統計学, 東洋経済新報社
7. J. W. Forrester (1969) : アーバン・ダイナミックス, 日本経営出版会
8. 村上陽一郎 (1973) : 分析的思考のアポリア, 現代思想, Vol. 1-1

5 節 KUCPAS —神戸大モデル—

本節では、神戸大学工学部 土木工学科 枝村研究室で行なったいくつかのモデルを紹介する。われわれの究極の目的は、いろいろな都市計画上の作業を一つのシステム—KUCPAS (Kobe University City planning Aid system) として統合することにある。しかしながら現在では、都市住民意識の物理的環境に対する総合評価の数量化による分析に始まり、2、3のシミュレーションモデルのテストランを行なっている段階にある。これらのいろいろなタイプのモデルに対する評価はいまのところ確立していない。さらに検討を進めてゆきたいと考えている。以下、ゾーン選好順序による住居立地配分モデル、エントロピー型アーバンシミュレーションモデル、都市のシミュレーションモデル (NBER型)、L.P. ベースのシミュレーションモデルの順に紹介する。

(1) ゾーン優先順位による住居立地配分

都市をいくつかのゾーンに分割し、各ゾーンの流入、流出口が与えられたものとする。このとき、ゾーンペア間の交通量を求めるのが、交通計画でいわゆる分布交通量の問題である。この時一般に用いられるのが、重力モデル、プレゼントパターン法などであり、また、全体としての輸送費最小を目的関数とすれば、これはL.P.の輸送問題にほかならない。ところで、重力モデルは、永年の実績もあり、モデルの意味付けもあるにしても、統計的、地理学的方法であり、行動原理にもとづくものではなく、一方L.P.の解は、社会全体の費用minimumの解であるから、各人の居住の自由のある社会の実状を反映したものではなく、当然現実の観測値とは大きくかい離したものとなる。そこで、都市シミュレーションモデルの中の住居立地モデルとして次のようなものを考える。

あるゾーンに勤務している人が居住地を決定する際には、与えられた候補地の中で、その人にとって最も効用が大きな居住地に住む事を希望し、それがかなえられない場合順次効用の小さい方に及ぶとする。この際効用としては、通勤距離の他環境、地価を結合したものを考えてよい。すなわち距離その他の諸量を直接問題とせず、効用の順序のみがいまの場合問題となる。

ところで、あるゾーンでは、いくつかのゾーンからの需要が、ゾーンの収容量をこえて集中、競争するので、その場合は、入力強度に比例してそのゾーンに受け入れられるものとする。あふれた需要は、さらに希望順位の低いゾーンへと向う。

いま、

W_i = 勤務ゾーン i での従業人口

H_j = 居住地ゾーン j での就業人口

D_{ij} = 計算過程において、ゾーン i へ勤務していて、居住地としてゾーン j を希望する人の数

T_{ij} = i, j 間の通勤トリップ数

P_{ij} = ゾーン i の従業者からみたゾーン j の居住地としての効用の順位

$$1 \leq P_{ij} \leq n$$

i, j = ゾーン番号

m = 勤務地ゾーンの数

n = 居住地ゾーンの数

とする。

O. D. の性質上

$$\sum_{i=1}^m T_{ij} = H_j, \quad \sum_{j=1}^n T_{ij} = W_i$$

仮定より

$$D_{ij} = W_i - \sum_{k=1}^n \delta_{ik} T_{ik}$$

$$\begin{cases} \delta_{ik} = 1 & \text{for } P_{ik} < P_{ij} \\ \delta_{ik} = 0 & P_{ik} \geq P_{ij} \end{cases}$$

また

$$T_{ij} = \frac{D_{ij}}{\sum_{i=1}^m D_{ij}} \cdot H_j$$

計算方法としては次のようにする。

① 初期値として

$$T_{ij} = \frac{W_i \cdot H_j}{S}$$
$$S = \sum_{i=1}^m W_i = \sum_{j=1}^n H_j$$

② (1)より D_{ij} を求め (2)より T_{ij} を計算

③ T_{ij} の修正

$$T_{ij} = \frac{T_{ij}}{\sum_{j=1}^n T_{ij}} \cdot W_i$$

④ $\epsilon > \text{MAX} | T_{ij}^{n-1} - T_{ij}^{n-2} |$ なら計算を終る。さもなければ②にもどる。

n = 繰返し回数

一例として、神戸市通勤トリップに適用してみた。表 3・5-1 は観測値、表 3・5-2 は計算結果である。

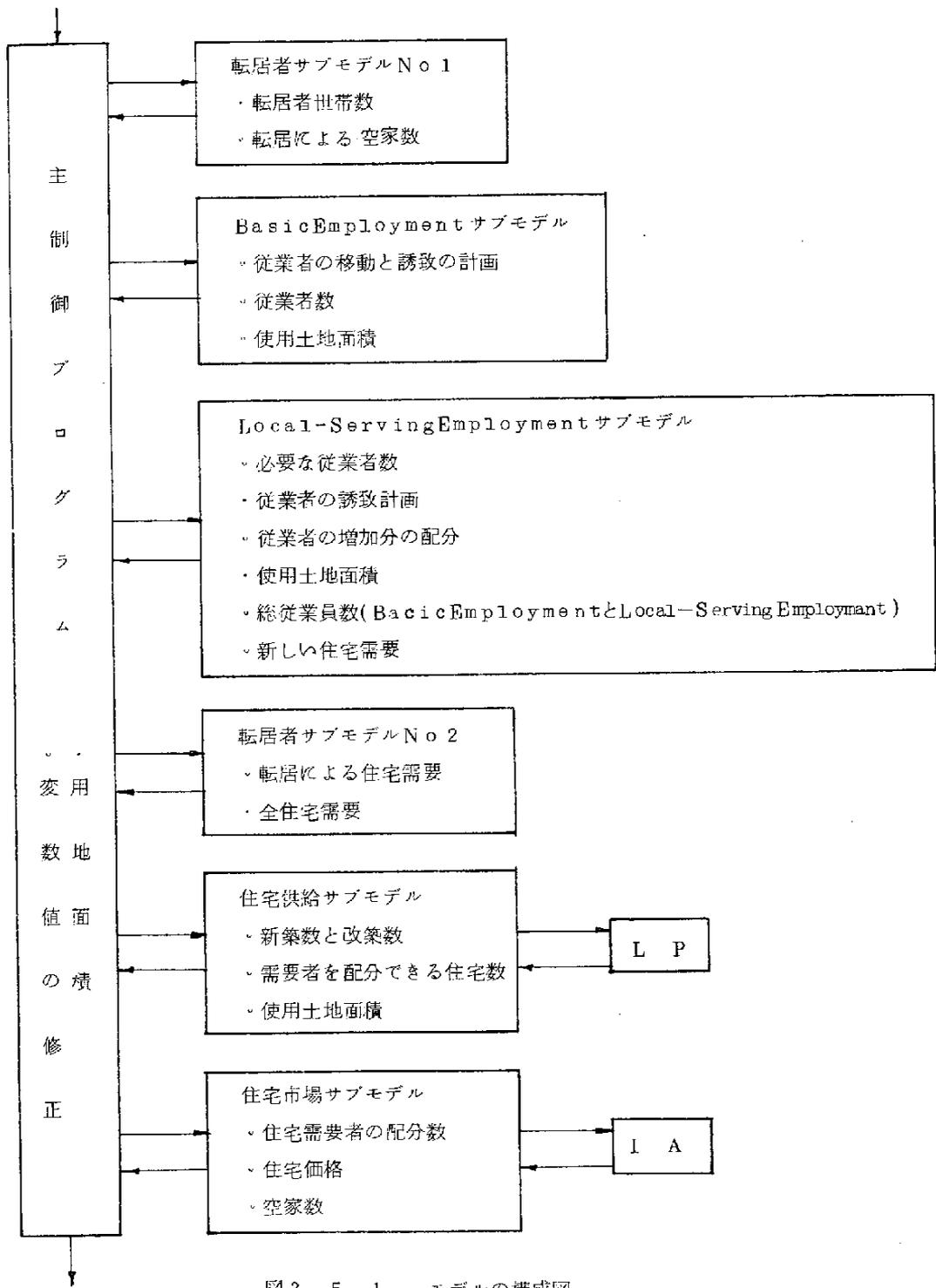


図 3-5-1 モデルの構成図

- ①計算は基礎年の人口、従業者数、住宅数をベースに出発する。それにこのモデルよりも広い地域を対象とする上位モデルを出力として与えられるが、独自に計画として決定する各期の用地面積や、計画的な産業移動、誘致による従業者数の変化、Basic sectorの従業者増加率を外生変数として各期にとりいれ、目標年まで計算を実行する。
- ②各過程において、対象となる、人間、企業などの行動原理にできるだけ忠実にモデルを構成する。そのため単なる過去の統計的事実をそのまま行動原理のうら付けなしに使用する事はできるだけさける。重力モデルなどをなるべく使わない。このため、現実との適合度のわるくなる事が考えられるが、現段階ではこれを問題にしない。
- ③従業者数の計算は、主として第2次産業を考える Basic Sector 第3次産業の Local Serving Sectorの両者に分けて行なう。それぞれについて、計画的配置を考慮にいれる事ができるようにするため、Basic Sectorでは、地域内の従業者の移動と地域外からの誘致、Local Serving Sectorでは、地域外からの誘致が与えられるようにする。
- ④住宅需要は、地域内に新たに従業者が増加した事によるものと、転居によるものとに分けて計算する。転居に関しては、住宅タイプ間の推移確率を考える。
- ⑤住宅の供給を需要者側と切り離して計算する。そして、需要数と用地などの制約のもとに供給者の利益を最大にするように、LPにより、新築数と改築数を決定する。
- ⑥住宅需要者の配分、つまり住宅市場の過程ではI A法を使用する。需要者は住宅価格と通勤費用の和が最小になるゾーンを選択するように行動するが、一方その時、各ゾーンの住宅価格は需要量に応じて変化するものとする。いま図3-5-3のごときネットワークを考える。住宅を求める者は前述のように、全費用を最小にしようとするが、各人は自己の利益を最大にしようとして行動するので、その利益は互いに競合する。したがって、住宅需要者の勤務地-居住地間の配分は社会全体としての利益最大を求めるLPの輸送問題の解とはならない。このように交通量配分問題とのアナロジーから、居住立地にI A法をとりいれたところがわれわれのモデルのひとつの特徴である。

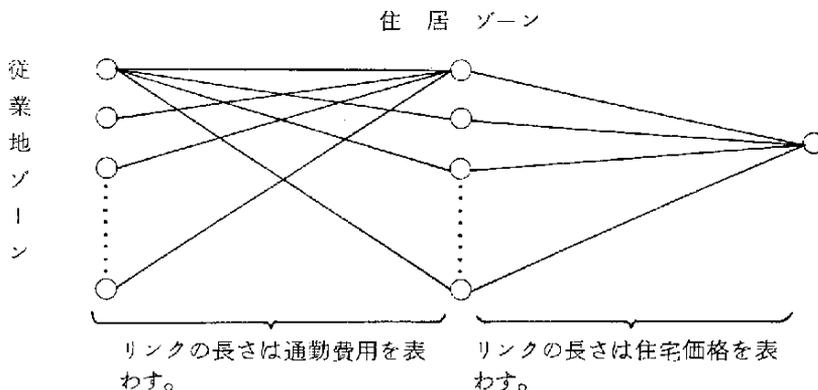


図3-5-2 住居配分にI A法を使用するためのネットワーク

表 3-5-1 神戸市流入流出表 (通勤トリップ表)

流出 流入	(1) 東灘	(2) 灘	(3) 葦合	(4) 生田	(5) 兵庫	(6) 長田	(7) 須磨	(8) 垂水	合 計
(1) 東灘	9944	5500	1868	840	2348	1509	983	1792	24784
(2) 灘	7179	14936	2474	1018	2954	1977	1259	2506	34303
(3) 葦合	5896	8885	6969	1334	4628	2930	1907	4502	37051
(4) 生田	9125	11063	6938	11571	19469	10848	6589	15485	91088
(5) 兵庫	2202	3298	1753	1780	30126	13282	6518	11069	70028
(6) 長田	915	1436	930	707	7461	30531	7204	6557	55741
(7) 須磨	328	530	320	373	1495	4846	5765	3180	16837
(8) 垂水	380	587	359	237	1107	1828	1619	14159	20276
合 計	35969	46235	21611	17860	69588	67751	31844	59250	350108

総移動距離：1 6 6 8 6 2Km・人

表 3-5-2 通勤トリップ指定値

流出 流入	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	合 計
(1)	12944	4415	983	603	1794	1518	870	1659	24786
(2)	9478	12792	2846	834	2483	2100	1204	2296	34303
(3)	6612	11988	4903	1886	5614	2269	1300	2480	37052
(4)	6665	11567	7569	8519	25364	18617	6689	6097	91087
(5)	0	5473	3411	4538	21512	18197	7693	9204	70028
(6)	0	0	1899	1481	10701	20907	8299	12454	55741
(7)	0	0	0	0	2121	4143	5790	4783	16837
(8)	0	0	0	0	0	0	0	20276	20276
合 計	35969	46235	21611	17861	69589	67751	67751	59249	350110

$\epsilon = 0.1$ 収束回数 3 0 総移動距離：1 4 9 5 9 9 6Km・人

(2) エントロピー型アーバンシミュレーションモデルの神戸市への適用

Battyのモデルは、基本的にはLowryモデルの延長上にあるが、住居立地あるいはサービス業立地過程にWilsonのエントロピー最大化法による重力モデルを用い、かつダイナミックな扱いを、雇用、人口の増分に対して逐次配分モデルを適用することによって行なっている点特色がある。若干の小変更一床面積に対してモデルを適用する事を考慮に入れるなどを導入して神戸市への適用を行なってみた。神戸市をパーソントリップ調査のゾーン分割を考慮して28個のゾーンに分割した。

昭和45年神戸市データへの適合度—スタティックな適合度—を、7種のケース(表3-5-1)について比較類したところでは、ベーシック雇用として産業分類のみでなくその事業所規模を考慮した分類(6)が産業分のみによる場合よりも適合がよかった。この場合、ベーシック雇用対サービス雇用量の比は1:0.81であった。またサービス立地の魅力度として全雇用量を取り、立地制約(土地利用制約)を考慮したケースが適合がよい。総体的にみれば、ケース3,5,6の組合せが良く、これらの間では、甲乙はつけ難かった。ベーシック雇用量その他の外生値を導入して昭和60年までの予測作業を行なってみた。

(3) 都市のシミュレーションモデル

NBERのモデルは都市のシミュレーションモデルとしては、現段階では最も高く評価されているものである。われわれもこれを参照し独自の手法をとりいれつつパイロットモデルを作製したので、その概略を述べよう。

全体の構成は図3-5-1のごとく7個のサブプログラムからなっている。

表3-5-3 カリブレーションを行なった各モデルの説明

カリブレーション の名称	ベーシック 雇用量	住居立地 の力度	サービス立地 の力度	供給される 床面積	立地に対する 制約
c-1	(b)	床面積	全雇用量	あり	なし
c-2	"	人口	"	"	"
c-3	"	床面積	"	"	あり
c-4	"	"	サービス雇用量	"	"
c-5	"	"	全雇用量	なし	"
c-6	"	人口	"	"	"
c-7	(a)	床面積	"	あり	"

⑦土地は使用可能な用途で分類する。用途地域制限を多小なりとも取り入れる。

⑧就業者は、一世帯に一人として計算する。今日の世帯就業者数は、一人以上となっているが、就業者数と世帯数が一致しない場合、転居の計算などにおいて両者の交換作業が必要になりモデルが複雑となるパイロットモデルである現段階では、一応これで十分とした。

このモデルはほぼ、第一段階のテストランを終った段階にある。

(4)L. P. ベースの都市のモデル

(3)の都市のシミュレーションモデルでは、住宅市場にLPを用い、また住居選択者は各自(モデルでは適当な集計量毎)、自らの利益を最大にするように行動するものとしてIA法を適用した。しかし、一方Local Servingについては適当なポテンシャルのごときものを考え、LowryあるいはPLUMのLocal Serving Industry配置に近いとりあつかいをしている。これに対しこのモデルでは、行動原理の徹底—L.P.の全面的採用を行なうこととし(Basic industry) Local Serving residentialの3部門がそれぞれ自らの利益を最大にするように行動するものとする。ただし、細部では相当な省略を行ない、各産業部門内では、各企業、個人を別個にとりあつかわず、それらは集計された一体として行動するものとする。また目的関数においては現実のトリップ配分の非合理性を反映させるために Gravity型のトリップ配分を導入する。住居需要者は、住宅建設費と通勤費の和を最小とするように立地すると考えれば、住民施設立地に対する目的関数は

$$\min ZH = \sum_f \sum_j CH_{fj}^t \cdot XH_{fj}^t + \sum_j \sum_k CK_{jk}^t \cdot \sum_f PR_{fj} \times \frac{(\sum_e AT_{e0} \cdot EI_{ek}^t + \sum_g AT_{g0} \cdot ER_{gn}^{t-1}) / T_{jn}^2}{(\sum_e AT_{e0} \cdot EI_{en}^t + \sum_g AT_{g0} \cdot ER_{gn}^{t-1}) / T_{jn}^2} \cdot (EH_{fj}^{t-1} + XH_{fj}^t)$$

ここで

j, k, n : ゾーンを表わすサフィックス

e : 第2次産業のタイプを表わすサフィックス

f : 住居のタイプ(業種)を表わすサフィックス

t : 期を表わすサフィックス

CH_{fj}^t : t期、jゾーンにおけるfタイプ住居施設の単位床面積当りの建設費(地価を含む)

XH_{fj}^t : t期にjゾーンにて建設されるfタイプ住居施設の床面積

EH_{fj}^t : t期においてjゾーンに存するfタイプ住居施設の床面積

EI_{ek}^t : 同じくkゾーンに存するeタイプ第2次産業の床面積

ER_{gn}^{t-1} : t-1期において、kゾーンに存在するgタイプ第3次産業施設の床面積

CK_{jk}^t : t期におけるゾーンjk間の通勤費用

T_{jk} : ゾーン jk 間のトリップタイプ

PR_f : f タイプ住居施設の通勤トリップ発生率

AT_e : e タイプ第2次産業施設の通勤トリップ吸収率

AT_g : g タイプ第3次産業施設の通勤トリップ吸収率

ここで通勤費用は時間費用のみを考える。ゾーン jk 間の通勤費用 CK_{jk}^t は

$$CK_{jk}^t = 2y \cdot d \cdot m \cdot T_{jk}$$

ここに

y : 1期間の年数 d : 1年の通勤日数 m : 時間のコスト

制約条件式としては、先ず各期に増加する人口を収容するだけの容積量が必要となるので、人口増加を P^t 、一人当りの必要容積量を p とすると、 t 期に必要な容積量 $DIMH^t = P^t / p$ となり、したがって

$$\sum_j \sum_f XH_{fj}^t = DIMH^t \quad (3.8-5)$$

の制約条件が成立する。

次に、各ゾーンで増加可能な容積量については、都市改造、区画整理等による t 期の終りまでに、各ゾーンで増加可能な容積量を、 $AVLH_j^t$ とするとき、

$$f HH_{fj}^t \leq AVLH_j^t \quad (3.5-6)$$

でなければならない。

第3次産業についても同様に次のようにする。

サービス需要量と住居施設、第2次産業施設、第3次産業床面積との間に線形関係を仮定すると

$$D_{ik}^t = \sum_e \alpha_{ei}^{(I)} E I_{ek}^t + \sum_f \alpha_{fi}^{(H)} \cdot E H_{fk}^t + \sum_g \alpha_{gi}^{(R)} \cdot E R_{gk}^t \quad (3.5-7)$$

ここに

e : 第2次産業のタイプ(業種)を表わすサフィックス

f : 住居のタイプを表わすサフィックス

g, i : 第3次産業のタイプ(業種)を表わすサフィックス

t : 期を表わすサフィックス

k : ゾーンを表わすサフィックス

D_{ik}^t : t 期、 k ゾーンにおける i タイプ第3次産業に対する全サービス需要量

$E I_{ek}^t$: 同じく、 e タイプ第2次産業施設の床面積

$E H_{fk}^t$: 同じく、 f タイプ住居施設の床面積

$E R_{gk}^t$: 同じく、 g タイプ第3次産業施設の床面積

$\alpha_{ei}^{(I)}$: e タイプ第2次産業施設の単位床面積当りの i タイプ第3次産業に対するサービス需要量

$\alpha_f^{(H)}$: fタイプ住居施設の単位床面積当りのiタイプ第3次産業に対するサービス需要量

$\alpha_g^{(R)}$: gタイプ第3次産業施設の単位床面積当りのiタイプ第3次産業者に対するサービス需要量

サービス供給量についても同じ様に床面積で表わすと、

$$S_{ij}^t = \beta_i \cdot ER_{ij}^t \quad (3.5-8)$$

ここに

S_{ij}^t : t期jゾーンにおけるiタイプ第3次産業のサービス供給量

β_i : iタイプ第3次産業施設の単位床面積当りのサービス供給量

もし、都市内外の出入がないものとする、 $\sum_k D_{ik}^t = \sum_j S_{ij}^t$

住居の場合と同様、重力タイプのアクセシビリティを考えた目的関数

$$\max ZR = \sum_{i,j} \sum_{k} (PF_{ij}^t) \cdot \frac{\sum_k D_{ik}^t \cdot S_{ij}^t / T_{jk}^2}{\sum_j (\sum_k D_{jk}^t \cdot S_{ij}^t / T_{jk}^2)} \cdot \frac{1}{ER_{ij}^t + XR_{ij}^t} - CR_{ij}^t - EP_{ij}^t \cdot XR_{ij}^t \quad (3.5-10)$$

を考える。

ここに

XR_{ij}^t : t期にiゾーンで建設されるiタイプ第3次産業施設の床面積

T_{jk} : ゾーンjk間のトリップタイム

PF_{ij}^t : t期に都市全域で得られるiタイプ第3次産業の売り上げ

CR_{ij}^t : t期、jゾーンにおけるiタイプ第3次産業施設の単位床面積当りの建設費(地価を含む)に対する減価償却分

EP_{ij}^t : 同じく、仕入れ費用、人件費などの運搬費用

$\sum_k D_{ik}^t \cdot S_{ij}^t / T_{jk}^2$ はゾーンjのiタイプ第3次産業のアクセスである。各ゾーンのアクセスを全ゾーンのアクセス $\sum_j (\sum_k D_{jk}^t \cdot S_{ij}^t / T_{jk}^2)$ で割ったものの割合で、売上げが各ゾーンに分配されると考える。単位床面積についてこれを考え、これから、建設費減価償却分と経常経費を差し引いたものが第3次産業施設の単位床面積当りの利益となる。すなわち式(3.5-10)は、新規立地企業の全体の利益が最大となるように第3次産業施設が立地することになる。

制約条件式としては、住居の場合と同様、必要容積量と増加可能容積量の制約を考える。

ここで問題となるのは、式(3.5-4)、式(3.5-10)ともに非線形目的関数であることであり、分母未知数に適当な数値を仮定し、線形に直した上で繰返し計算によってL、Pの解を求める。

全体のシミュレーションは、現段階では、第2次産業の立地は、外生的に与えるものとし、先ずt期住居施設立地のL、P。繰返し計算、次に同期第3次産業立地計算、次にt+1期住居立地計算---という順序で進行する。この間、各施設建設費は、shadow priceによって次つぎ改定される。概略の流れ図は図3-5-3に示す通りである。

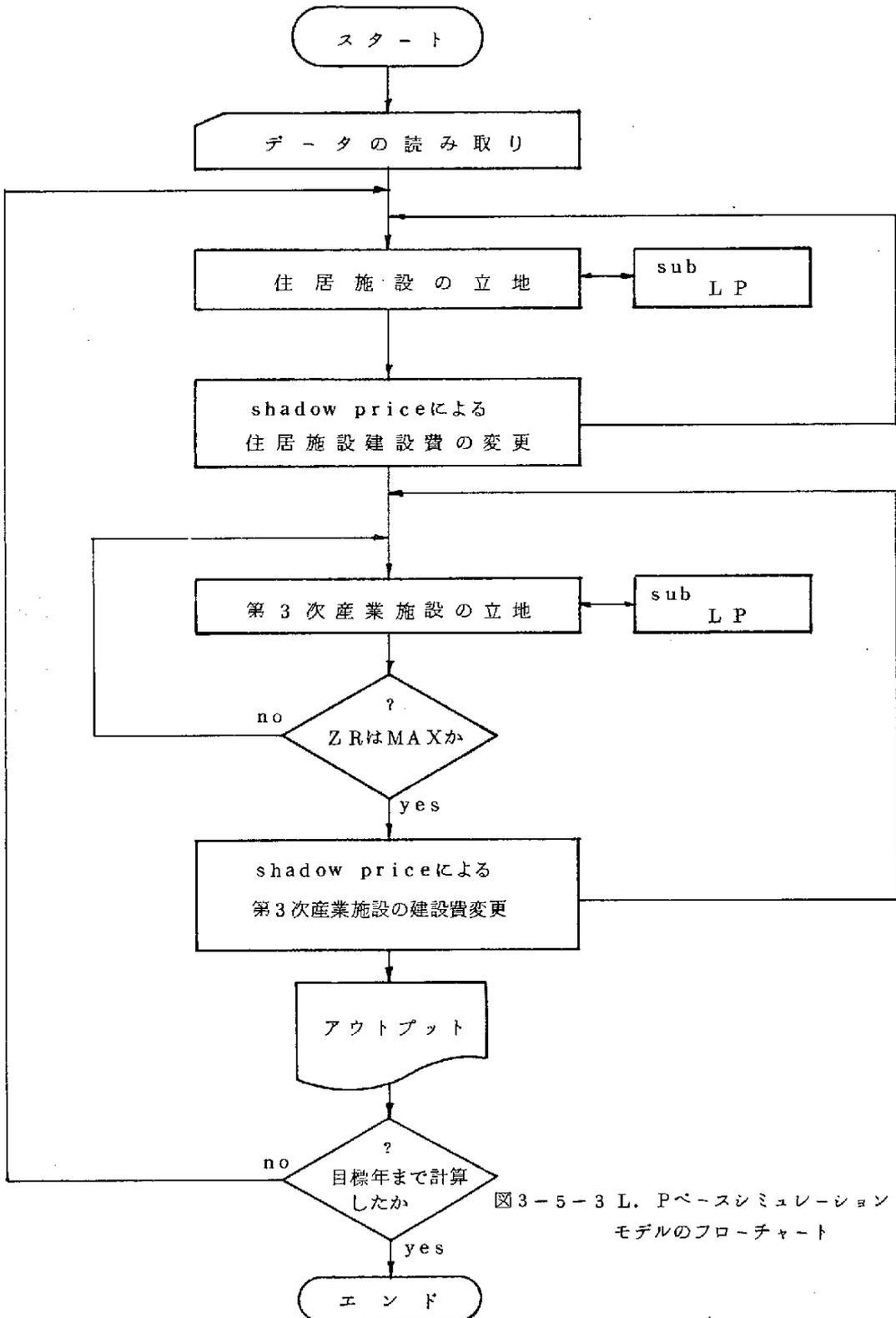


図3-5-3 L. Pベースシミュレーション
モデルのフローチャート

参考文献

- 1) 枝村俊郎, 中村啓子: 都市環境と住民意識 - その構造と関連の統計的分析 -, 都市計画別冊, 日本都市計画学会学術講演会論文集第6号, 昭46.11, PP165~170
- 2) 枝村俊郎, 吉井節夫: ゾーン優先順位による居住立地配分モデル, 都市計画別冊, 日本都市計画学会学術講演会論文集第7号, 昭47.11, PP107~111
- 3) 枝村俊郎, 足立吉之: エントロピー型アーバンシミュレーションモデルの神戸への適用, 都市計画別冊, 日本都市計画学会学術講演会論文集第8号, 昭48.11, PP153~158
- 4) Michael Batty: An Activity Allocation Model for the Nottinghamshire Derby shire Subregion, Regional Studies, Vol. 4, PP307~332
- 5) 森津秀夫, 枝村俊郎, 土居和夫: 都市のシミュレーションモデル, 土木学会関西支部昭和49年度年次学術講演会概要集
- 6) G. K. Ingram et al: the detroit proto type of the Nber urban simulation model, columbia University Press, 1972
- 7) 日本道路公団経済調査室: 新手法による高速道路交通量の推計, 日本オペレーションズ・リサーチ学会報文シリーズ, T-73-2, 昭和48年2月

6節 大都市交通システム・ダイナミック・モデル

1. 大都市交通問題へのシステムズ・アプローチ

1.1 はじめに

東京、大阪などの大都市における交通問題解決とは、都市機能をそこなうことなく、あるいは、都市の発展をそこなうことなく交通から発生する道路交通渋滞、騒音、排出ガス、交通事故、通勤通学ラッシュなどの交通外部不経済現象を消滅させること、もしくはある一定の水準以下に抑えることであろう。このための施策として道路、駐車場、地下鉄、私鉄などの整備、道路及び鉄道関連の安全施設の設置、日本版マスキー法の実施をはじめとする騒音、排出ガスに対する規制措置の強化、デマンド・バスなどの新交通システムの建設などの交通需要への供給追従型施策とともに、都心乗り入れ自動車に対する賦課金、事業所税、工業分散、などの交通需要の地方分散または交通需要の抑制型施策が政策当局によって実施され、あるいは提案されている。

交通とくに自動車交通の与える社会的な外部不経済現象は大きく分けて、混雑現象、公害現象及び交通事故（安全問題）という3つのわく組でとらえることができる。ところが、これらの外部不経済現象をなくすためにとられてきた施策は交通需要拡大に対する追従型の供給政策であった。とくに自動車交通による道路混雑をなくすために道路建設を中心とする生産システムの便益を最優先に考えた政策であった。このような需要追従型の施策が大都市交通問題の解決とは逆の方向であることに最近気がつきはじめたようである。たとえば、道路建設を増やして道路混雑を一時的に減少させたとしても、結果的には自動車交通量がよりいっそう増加して排出ガスを増大させ、道路混雑は以前よりもいっそう激化するといういわゆる“いたちごっこ”の現象をわれわれはしばしば経験している。このように考えてみると大都市交通問題解決の方向とはプライベートな交通需要をできるだけ抑制し、公的な交通機関によって交通の公的大量供給を行なうべきであるということになる。

大都市の交通問題というのは交通だけをいじくれば解決するというような代物ではない。都心部での交通需要を大量に発生させる都心事務所の立地規制なども交通システムの変動に根元的な影響を与える。また土地問題のために土地、住宅を手に入れることができないので、住宅の代替財として、居住宅間としてのマイ・カーを求めるといった傾向もある。このようにさまざまな事象が複雑にからみあっている交通問題に対しては、それぞれの事象がいかなる相互関係、因果関係にあるかを正確に認識して記述するシミュレーション・モデルを構築し、このモデルを実験装置として用いて各種政策代替案の効果をシミュレーション実験によって調べるといった方法を考えることができる。

我々はシミュレーション手法としてはMITのForrester教授によって開発されたSystem Dynamicsという手法を選び、対象地域としては東京都、神奈川県、埼玉県及び千葉県の一都三県をケース・スタディとして、東京都に乗り入れる自動車に賦課金を課した場合に、また、賦課金収入を道路及び鉄道の投資に充てた場合に、道路混雑、鉄道混雑、排出ガスの量（Co量）、賦課金収入など

がいかなる動きを示すかをシミュレートし、賦課金等の交通需要抑制政策が大都市交通問題の解決にどのような効果をもつかを明らかにした。

1-2 分析の背景と目的

東京、大阪などにおける大都市交通問題解決とは、都市機能をそこなうことなく、あるいは、都市の成長を確保しつつ道路交通渋滞、騒音、排出ガス、交通事故、通勤通学ラッシュなどを最少または一定の合理的水準以下に減少させることであろう。そのための施策として道路、駐車場、地下鉄、私鉄などの整備、道路、鉄道関係安全施設の設置、日本版マスキー法の実施をはじめとする騒音、排出ガスに対する規制措置の強化、デマンドバスなどの新交通システムの建設などの交通量への追従型施策とともに、都心乗入れ自動車に対する賦課金、事業所税、工場追出し税など、地方分散または交通量抑制型施策が実施されあるいは提案されている。後者の施策のうち、賦課金については昭和43年度に、また事業所税については昭和47年度にいずれも運輸省で提案されたものである。

しかし、これらの施策を実施した場合、たとえば、道路建設を増やして道路混雑を一時的に減少させたとしても、結果としては自動車交通量がいっそう増加して排出ガスを増大させ、道路混雑は以前よりもいっそう激化するというようなことをわれわれはしばしば経験している。

この分析では、さまざまな事象が複雑にからみあった交通問題について、それぞれの事象がいかなる相互関係にあるかを、後述するフローダイアグラムおよびシミュレーション・モデルによって明らかにし、さらに、このモデルを操作することによって東京都に乘入れる自動車に賦課金を課した場合に、また、賦課金収入を道路および鉄道投資に充当した場合に、道路混雑、鉄道混雑、排出ガスの量、賦課金収入などがいかなる動きを示すかをシミュレーションし、賦課金が都市交通問題解決のためにどの程度有効かを分析している。

2. システム・ダイナミックスの概要

2-1 システム・ダイナミックスの歴史とその特徴

システム・ダイナミックスとは、MITのフォレスト教授を中心に開発されたシミュレーション手法である。しかし、システム・ダイナミックス手法が注目されはじめたのは、一般にはローマ・クラブより発表されたレポート「成長の限界」以降であろう。

システム・ダイナミックスの特徴は、モデルを連立微分方程式体系で構成することにある。モデルの因果関係はきわめて複雑であり、一般に非線型であることが多い。また、システム・ダイナミックスでは、実測値がすくない場合でも比較的容易に因果関係をモデル化することができる。(これらは計量経済分析と著るしく性格を異にする点であろう。)

われわれがモデル作成段階で実際に経験したことであるが、システム・ダイナミックス手法を用いたモデルでは、一般に因果関係が複雑なため、非線型な因果関係の仮定を若干変えただけで結果がかなり変化することがある。したがって、そのような非線型性が一意に確定されていない場合には、分析結果

は意味のないものであると判断する人もあろう。しかし、数学的に理論がある程度確立している計量経済分析の場合には、各パラメータを推定するためある程度の期間の観測データが必要になる。観測データがすくない場合には、そのような因果関係はモデルに導入できなくなるが、システム・ダイナミックスの場合には、前述したように、観測データがすくなくとも非線型な因果関係を仮定すれば上のような問題は解決できる。したがって、既存の方法で分析できなかった分野も分析可能となる。

このような点を積極的に評価する人はシステム・ダイナミックスの手法を支持することになるろう。ローマ・クラブのレポートほど賛否が極端に分かれたものはないと言われているが、それは主として上のような理由によるものと思われる。

以上の説明から明らかなように、システム・ダイナミックスの手法は、たとえば、地球の破局がいつくるかを正確に予測したりする場合には満足な結果を得ることは無理だと思われるが、地球が破局に向かうプロセスを記述したりする場合には十分使用可能な手法であると思われる。したがって、システム・ダイナミックスは構造分析用のモデルに適している手法であるといえよう。

2-2 フローダイアグラム

システム・ダイナミックス分析の第1ステップは、図3-6-1に示されているようなフローダイアグラムを作成することにある。このためにいくつかの便利な記号が作られている。

(変数名) フォートランの変数作成と同じであり、6文字以内の英数字で頭が英字である。

(変数の時間表示) 方程式を立てる上で現在計算が行なわれる時点にK、1期前に計算された時点にJ、次の計算が行なわれる時点にLで表わす。またその間それぞれJK、KLで表わす。各変数はシミュレーションを行なっていくなかでどの時点の値であるかを示すために変数名の後にピリオド(・)を打って、そのあとに先に述べた時間表示をつけ加える。またシミュレーションを行なう時間間隔はDTで表わす。

(レベル) レベルは□で表わす。レベルは流れの溜りを示すものであり、今期のレベルは前期のレベルとレイトにDTを乗ずることによって得られる単位期間内の物あるいは情報の流量、すなわちフローレイトの和で表わされる。レベル方程式を書くとき次のようになる。

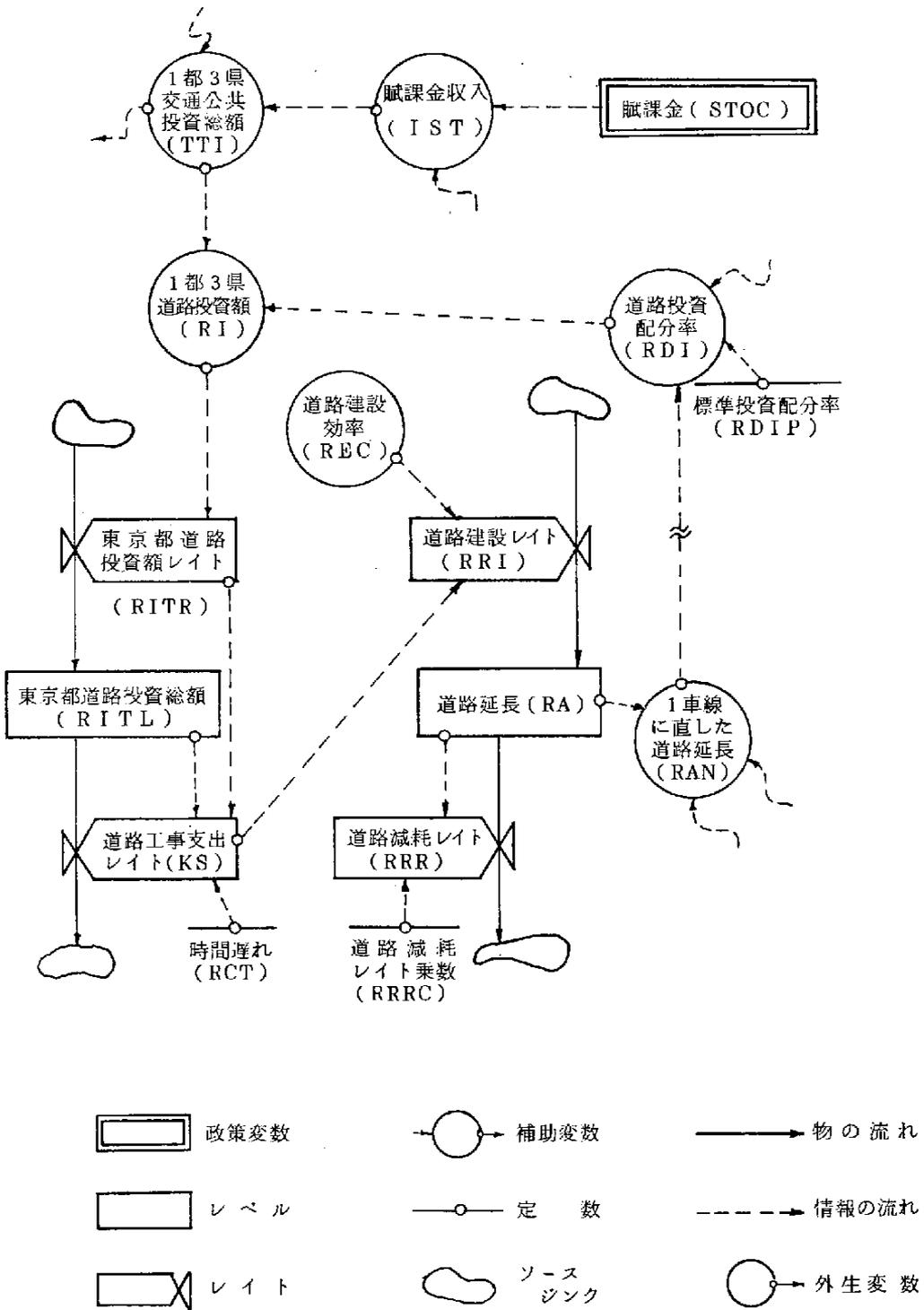
$$L \quad RA \cdot K = RA \cdot J + (DT)(RRI \cdot JK - RRR \cdot JK)$$

(レイト) レイトは□Xで表わす。レイト方程式は利用可能な情報を用いてシステムの活動を制御するものであり、入力として情報のみをうけとりフローの率を決定する。(時間表示はKL。)

$$R \quad RRR \cdot KL = RRRC * RA \cdot K \quad \text{または} \quad (RRRC)(RA \cdot K)$$

(補助変数) 記号は○で表わす。補助変数はレイトの一部であるが、独立した意味を持っている時に使用する。

図3-6-1 システム・ダイナミクスで使用する記号



$$A \quad R I \cdot K = T T I \cdot K * R D I \cdot J K$$

(ボックス・トレイン) システム・ダイナミックスは逐次計算であり、ある時点でシステムが記憶している期間は前期、今期、次期の3時点のみである。このため2期以上前の情報を使用するには、その情報を保存しておくためのエリアが必要でありそのような時にボックス・トレインが使われる。またボックス・トレインは外生変数を入力する時にも使用される。

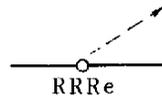
(テーブル関数) この関数は変数間の関係が簡単な方程式では表わせない非線型なものに対して使われる。因果関係の理論的根拠の乏しいものでも、その間に一般的パターンが存在すればパターンの最大値、最小値を設定することによってテーブル関数を定義できる。これによって今までのシステムでは結合が不可能であったものも容易に可能となり、因果連鎖を広げることができる。

(フロー) 物の流れは実線→、情報の流れは破線----で表わす。

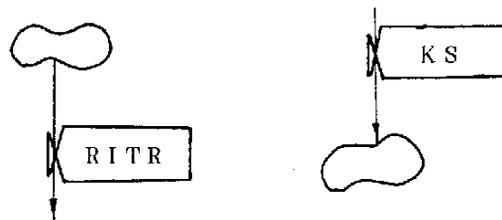
(情報の取り出し) 取り出すべき情報源に小円(○)をつける。



(定数) シミュレーションの間、値が変わらない定数で次のように表わす。



(ソースとシンク) フローが今考えているシステムの外部より流入したり、外部へ流出したりしてその源または行先がシステムに対して何の影響も示さないものを示す。



3 モデルの概説

自動車の都心乗り入れ賦課金に関する費用効果分析と題してわれわれが実施したスタディのフロー・ダイアグラムは図3-6-2に示すとおりである。図3-6-2の太線が示しているように、われわれのモデルは五つのブロックより構成されている。それは経済・自動車ブロック、公害規制・賦課金ブロック、都市人口ブロック、鉄道ブロック、道路ブロックである。以下の節で各ブロックの説明を行なうことにする。

3-1 経済・自動車ブロック

このブロックは地域の経済活動、自動車保有の状態、各種政策による自動車需要の変化等を分析する

ことを目的としている。

まず生産所得は、(1)式に示す平均成長率曲線から求める。

$$GRP \cdot K = \beta * (1 + \alpha)^t \dots\dots\dots(1)$$

(β :初期値, α :平均成長率, t :タイムトレンド)

個人所得は、生産所得と線型の関係があると仮定し回帰分析を行ない、図3-6-3に示すような結果を得た。人口ブロックに関係する1人当り個人所得は、上述のようにして求めた個人所得を、人口で除することにより求められる。

次に自動車関係の変量について説明する。まず、車の購入台数(需要台数)であるが、購入台数はレイトであり、(2)式より求まる。

$$NDC \cdot KL = NRC \cdot K * DWM \cdot K * DAM \cdot K * DWHM \cdot K * DCM \cdot K \dots\dots\dots(2)$$

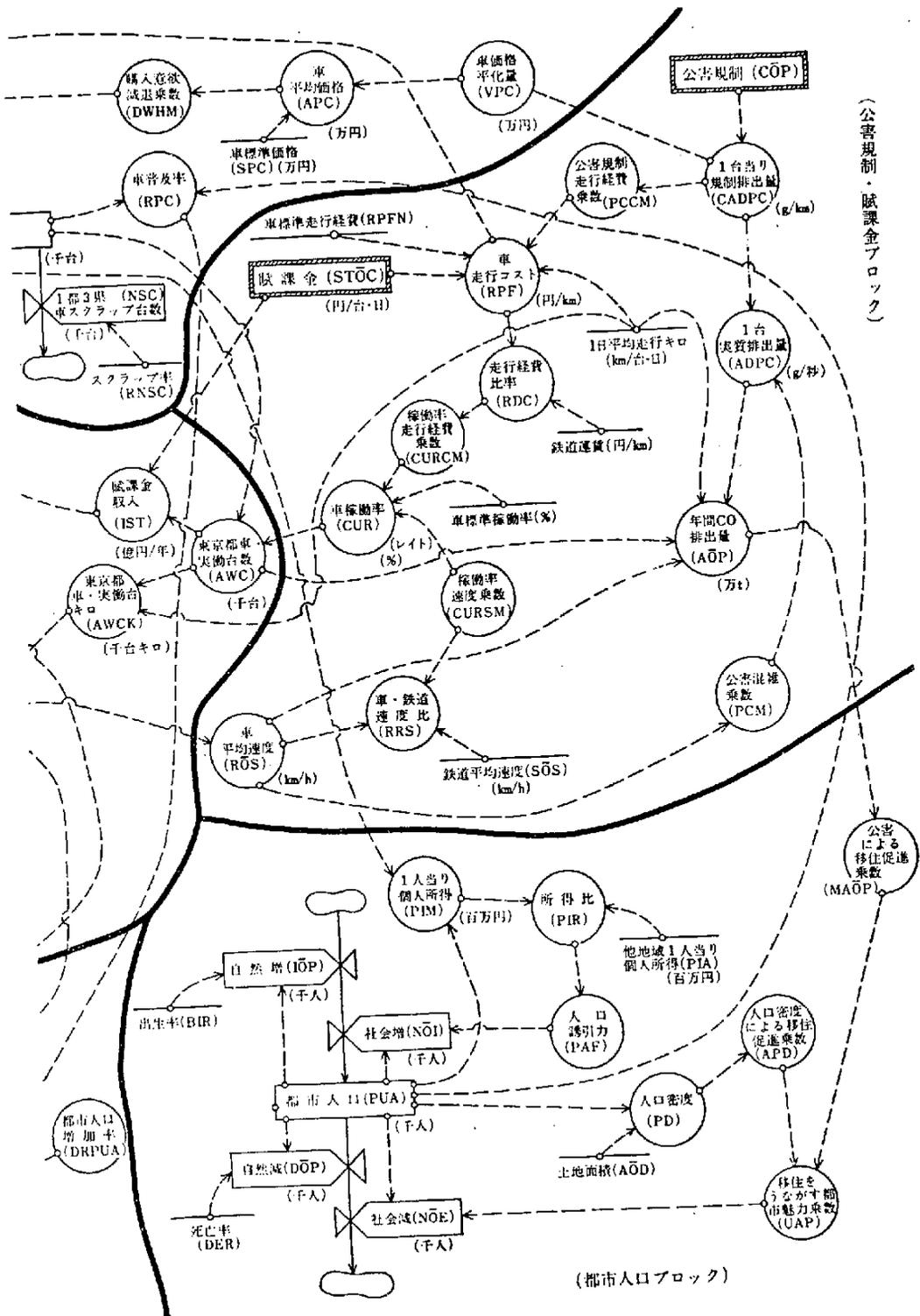
DWMは後述するように、需要を表わす乗数であり生産所得より計算される。DAMは、供給面の制約を表わす乗数であり道路混雑指数より計算される。本モデルの道路混雑指数は、道路工学において定義される道路混雑度とは若干定義を異にしているが、道路混雑度を表わす指標としては十分使用可能なものである。DWHMは、公害規制に伴う車のコストアップによる影響を表わす乗数である。環境庁による規制案はなにぶん最近のことであり、コストアップに関する確固たる資料は作成されておらず、各メーカー-まちまちに公害規制によるコストアップの値を推定しているのが実状である。そのため、本モデルではコストアップに関する資料はBPA(米国環境庁)が米国議会に提出した報告書から採用した(図3-6-4参照)。日米両規制案が著しく類似していることなどがその主たる理由である。最後にDCMであるが、DCMは賦課金による影響を表わす乗数である。本モデルでは、DCMは直接車の需要にフィードバックせず、走行コストを介して間接的にフィードバックすることになる。

以上説明した四つの乗数の積は車の購入台数率を表わしており、購入台数率と保有台数の積で購入台数が計算される。図3-6-5は乗数の例としてDWMを示したものである。この乗数は資本の蓄積の進行に伴い車の新規需要は増大するが、資本が高度に蓄積された段階に達すると、もはや新規需要はあまり望めず買い換え需要が中心になるという仮定から導びかれている。次に車の保有台数であるが、保有台数はレベルであり(3)式より求まる。

$$NRC \cdot K = NRC \cdot J + (DT)(NDC \cdot JK - NSC \cdot JK) \dots\dots\dots(3)$$

(3)式は前期の保有台数に今期の需要の純増を加えることにより、今期の保有台数が求まることを示している。車スクラップ台数は(4)式で示すように、平均スクラップ率と保有台数を人口で除することにより求められる。

$$NSC \cdot KL = 0.127 * NRC \cdot K \dots\dots\dots(4)$$



フローダイアグラム

最後に車普及率であるが、これは保有台数を人口で除することによって求められる。

3-2 公害規制・賦課金ブロック

このブロックは、自動車に対する賦課金政策および排出ガス規制等の政策の実施が車の利用状況、道路の混雑状態、排気公害量などに与える影響を分析することを目的としている。

このモデルでは、排出ガス規制として中央公害審議会の中間報告に準じて、車からの排出ガス(CO)の量を段階的に規制して、1978年には現在の10%に減少させる政策を採用している(ここで排出ガスとしてCOを指標としたのは、COによる大気汚染の99.7%を車が占めているためである。)

この政策は排出ガス総量、車の価格、走行経費に直接的な影響を及ぼす。CO排出ガス総量は(1)式で示すように、1台当りの排出量(ADPC)、車総走行台料(AWC・K・ARD)、および道路混雑の影響を含む車平均速度(ROS)から求められる。

$$AOP \cdot K = 0.1314 \cdot AWC \cdot K \cdot ARD \cdot ADPC \cdot K / ROS \cdot K \dots\dots\dots(1)$$

走行経費は、この政策が完全実施された場合約10%増加すると自動車工業会等の予測値を採用した。車の平均価格は自動車ブロックで説明する。

次に賦課金政策であるが、このモデルでは東京都内を走行する全ての車から賦課金を徴収することになっている。賦課金は、車の稼働率および賦課金収入による鉄道および道路整備に影響を与える。後者の側面は鉄道、道路ブロックで扱う。車の稼働率は次の(2)式より求めた。

$$CUR \cdot KL = CAUR \cdot CURCM \cdot K \cdot CURSM \cdot K \dots\dots\dots(2)$$

CAURは車の平均稼働率であり、ここでは60%と想定している。CURCMは車の稼働率走行経費乗数であり、図3-6-6に示すように鉄道の1Km当りの走行経費に比し車1Km当りの走行経費(燃費、減価償却費、賦課金の和)が上昇すると、車の稼働率が低下するように作成されているテーブル関数から求める。このテーブル関数は、広島市におけるパーソントリップ調査の結果を基にして作成したものである。

次にCURSMは車稼働率速度乗数であり、図3-6-7に示すように、鉄道の平均速度に比し車の平均速度が低下すると、車の稼働率が低下するように作成されているテーブル関数から求める。このテーブル関数も前記パーソントリップ調査の結果を基にして作成したものである。車の平均速度は都内の道路混雑度の関数として、図3-6-8に示されているテーブル関数から求める。このテーブル関数は、都内のバスの表定速度の推移から修正して求めた。この道路混雑度は(3)式で示すように、総走行台キロを道路容量台キロで除して求める。

$$RCR \cdot K = AWCK \cdot K / CCK \cdot K \dots\dots\dots(3)$$

3-3 都市ブロック

このブロックは、賦課金および車の排出ガス規制が都市人口(このモデルでは1都3県の人口)に与

図 3-6-3

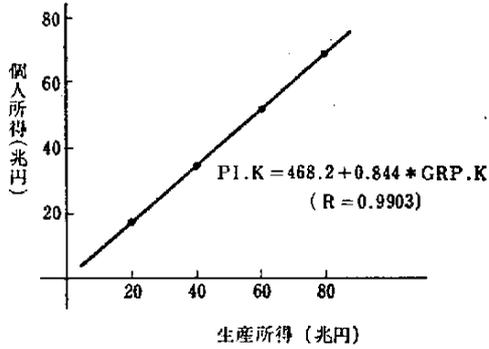


図 3-6-6

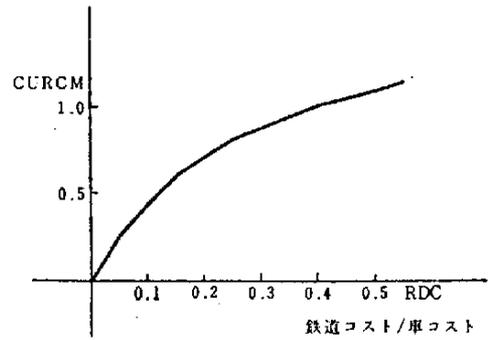
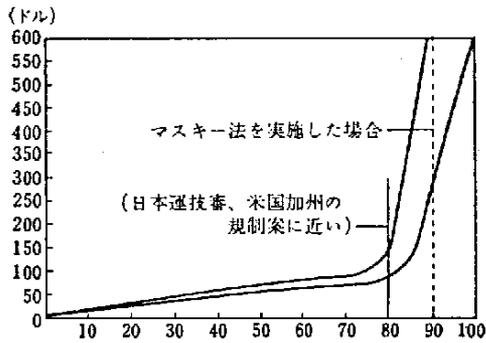


図 3-6-4

80%の低減を境に急増する1台当り見積りコスト



自動車排出ガス規制比率 (1971年6月EPAの米議会への報告) (社団法人日本自動車工業会資料より)

図 3-6-7

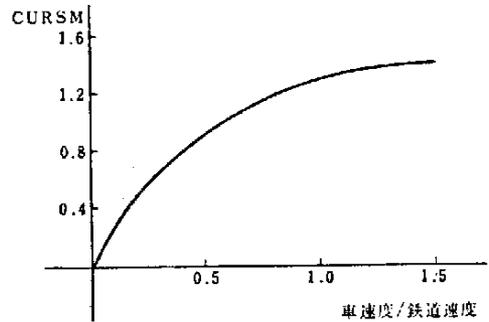


図 3-6-8

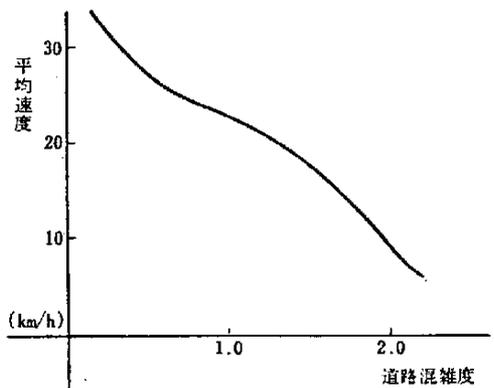
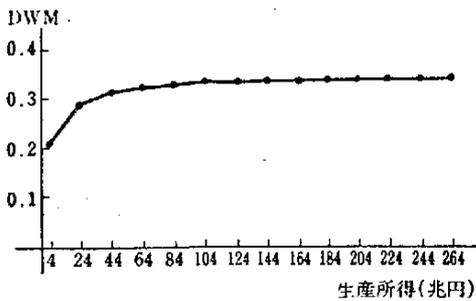


図 3-6-5



える影響を分析することを目的としている。都市人口の社会的要因による増減は、都市の魅力の増減によって決定される。都市の魅力の要因となるものは他地域との経済的、文化的格差、生活環境、交通機関の整備水準等であり、車の排出ガスの規制は生活環境の悪化を防ぎ、都市の魅力の維持、増大に大きな影響を及ぼすものと思われる。このモデルではこれらの要因のうち都市の魅力の正の要因となる所得格差、負の要因となる人口密度と公害排出ガスの三つを考えた。

以上の考えを基本として都市人口のレベル方程式を作ると、次のようになる。

$$PUA.K = PUA.J + (DT)(IOP.JK + NOI.JK - DOP.JK - NOE.JK)$$

(今期の人口)(前期の人口)(単位期間) (出生) (転入) (死亡) (転出)

今期の人口(PUA.K)は、前期の人口(PUA.J)に単位期間内に増減した人口を加えたものである。増減する人口としては出生(IOP)、死亡(DOP)のように、自然的要素の強いものと、転入(NOI)、転出(NOE)のように社会的要素の強いものがある。今回のモデルでは出生、死亡に関しては生活環境の悪化、交通事故による影響は一応無視して考え、最近10年間の1都3県のデータをもとにして、出生率は年2.1%、死亡率は年0.52%と想定している。転入、転出人口はモデルの内生変数とし、他地域との所得格差、都市人口密度、車の排出ガスによる環境の悪化をその行動誘引と仮定した。転入人口については、他地域との所得格差が大きな要因と考えられ、図3-6-9に示すように、域外所得に比し域内所得が高くなると転入人口(転入率)が増大すると想定している。

転出人口については、生活環境の一つの要素として人口密度を考え、図3-6-10に示すように、人口密度が増加すると転出人口(転出率)が増大すると想定している。さらに、近年の車の排出ガスの増大による生活環境の悪化は、域内からの転出を促進しているものと考えられるため、図3-6-11に示すように転出率の係数として、排出ガス(CO)の絶対量が増加するように作成されている、都市魅力減退乗数を想定している。

3-4 鉄道ブロック

このブロックは、賦課金、排出ガス規制が鉄道旅客数、鉄道投資額、鉄道輸送力、鉄道混雑度に与える影響を分析することを目的としている。

今期の鉄道旅客数は、前期の鉄道旅客数と今期の鉄道旅客数の増分とを加えたレベル方程式で与えられる。

$$POS.K = POS.J + (DT)(DPOS.JK)$$

鉄道旅客数の増分は今期の鉄道旅客数に今期の増加率を乗じて求める。

$$DPOS.KL = POS.K * SPIR.K$$

鉄道旅客数の増加率は近似的に流入人口増加率から今期の修正後の鉄道・自動車転移率と前期の鉄道

図3-6-9 人口誘引力

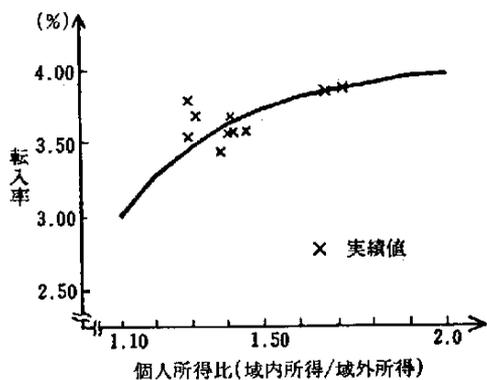


図3-6-10 人口密度による移住促進乗数

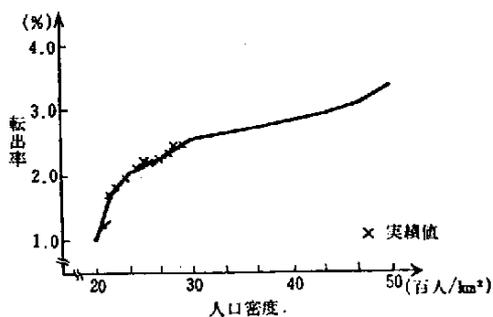
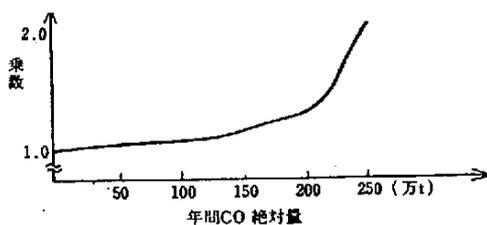


図3-6-11 公害による移住促進定数



・自動車転移率との差を引いて求める。

$$SPIR.K = DRNI.K - \{ (1 + DRNI.K) * SCTR.K - SSTR(2).K \}$$

これは、鉄道と自転車の輸送分担率が前期と同じ場合には流入人口の増加率と同じ率で鉄道旅客数が増加するが、自動車 \searrow 分担率が増加(減少)した場合には自動車の分担率の増加(減少)分だけ、鉄道旅客数の増加率が減少(増加)することを意味している。

流入人口増加率は都市人口の対前期増加率に流入人口弾性値(流入人口増加率/都市人口増加率)を乗じて求める。流入人口弾性値は昭和30年代の前半4.0、後半3.5、40年代前半2.3の実績を示しており、この傾向が今後も続くものとして昭和40年の2.7から漸減し、昭和49年以降は1.0になると仮定して外生的に与えている。

鉄道・自動車転移率は、自動車普及率と道路混雑指数・車転移率乗数の積である。

$$SCTR.K = RPC.K * RCTM.K$$

道路混雑指数・車転移率乗数は道路混雑の状況に対して、自動車保有者数のうち何割の人が通勤のために自動車を利用するかということであり、図3-6-12のテーブル関数で与えている。たとえば、東京都の昭和43年度の道路混雑度は約1.0であるから、この時の道路混雑指数・車転移率乗数(車保有者のうちの車通勤者の割合)は0.22である。また、43年度の車普及率は0.14であるから、両者を掛け合せた0.03(3%)が通勤のための自動車利用者である。

鉄道投資額のサブ・ブロックは、道路の場合とほぼ同じ構造となっている。鉄道投資額計は、前期の鉄道投資額計に鉄道投資額レイトと鉄道工事支出レイトの差を加えたレベル方程式で与えられる。

$$SITL.K = SITL.J + (DT)(SITR.JK - SKS.JK)$$

鉄道投資額レイトは、民営鉄道(関東大手7社)の投資額(これは時系列予測により外生的に与える。)と交通公共投資総額のうち道路分を除いた額(国鉄、地下鉄)とを加えたものである。これは予算ベースの投資額といえる。

鉄道工事支払レイトは現実の工事完成に対応した金額であり、前期までの投資額のたまり(鉄道投資額計)と今期の投資額(鉄道投資額レイト)を加えよものの1/6が今期の鉄道工事支払レイトとなる。これは、おおむね、建設投資が現実の鉄道となって現われるのに6期間(3年)かかえるということを示している。

鉄道輸送力は、前期の輸送力に今期の鉄道輸送力の増分(鉄道建設レイト)と鉄道輸送力の減耗分(鉄道減耗レイト;ここでは輸送力の2%と仮定した)の差を加えたレベル方程式で与えられる。

$$COT.K = COT.J + (DT)(RSI.JK - SRR.JK)$$

今期の鉄道輸送力の増分は、前述の鉄道工事支払レイトを鉄道建設効率で割ったものである。

$$RSI.KL=SKS.JK/SEC(1).K$$

鉄道建設効率とは輸送力を1人分増加させるために必要な金額であり、年率約10%で伸びると仮定して外生的に与えている。この建率効率は、昭和45年では約650万円、昭和60年では約2,700万円である。

鉄道混雑度は鉄道旅客数を鉄道輸送力で除して求める。

$$SCR.K=POS.K/COT.K$$

ここでいう鉄道混雑度は最混雑時1時間当りの混雑度である。

3-5 道路ブロック

このブロックは都市内の自動車交通の動きを、公共投資と交通容量との両者から検討する。

1都3県の交通公共投資総額(TTI)は、最近数年間のデータをもとにして、地域生産所得(GRP)との線型回帰によって求める。また、都内走行者に課する賦課金の収入(IST)はすべて1都3県の交通財源に含めるものとし、都内の道路、鉄道整備とともに周辺部の道路、鉄道整備にも運用できるように作成した。

$$TTI.K=-327+0.278*GRP(1).K+IST.K(1-CONT2)\dots\dots\dots(1)$$

(注 CONT2は0または1の値をとる定数)

賦課金収入(IST)は賦課金(STOC:ここでは1日1台当り500円または1,000円)と東京都実働台数(AWC)との積とした。

$$IST.K=STOC.K*AWC.K\dots\dots\dots(2)$$

東京都道路投資額は毎年の1都3県の道路投資額より線型回帰によって求めた。1都3県の道路投資額はTTIと道路投資配分率より求める。道路投資配分率は標準投資配分率0.5と、図3-6-13に示すように道路と鉄道との混雑比によって作られたテーブル関数との積とし、0.5~0.8の値をとる政策を行なうものと仮定した。

このモデルで対象とする道路は主要地方道以上の幹線道路とし、道路統計年報の昭和39年度末規格改良済延長1,731Kmを初期値として採用した。道路延長(RA)のレベル方程式は(3)のように、前期の道路延長に期間内の道路建設(RRT)および道路減耗(RRR)の変動分を加えたものとなる。

$$RA.K=RA.J+(DT)(RRI.JK-RRR.JK)\dots\dots\dots(3)$$

道路建設レイトは毎年の道路投資額によって決まるものであるが、工事から完成までの時間的遅れを3年と仮定して毎年の投資額のうち1/3ずつ3年間で完成するものとした。また、投資額を道路延長に換算するには土地の値上り、建設用地難、コストアップなどを考慮して図3-6-14のよむな道路投資効率曲線を仮定した。

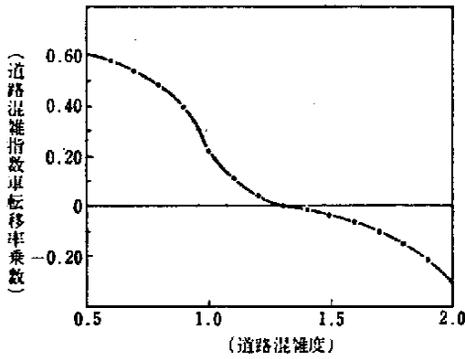


図3-6-12

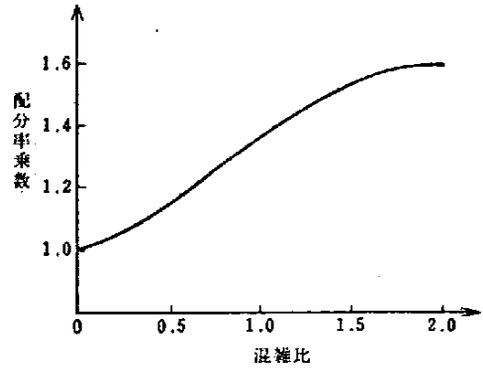


図3-6-13 混雑比による投資配分率乗数

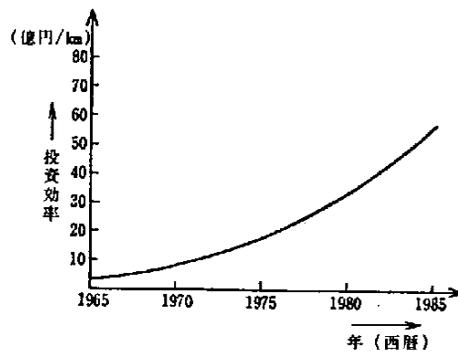


図3-6-14 道路投資効率

道路減耗レイトは道路耐用年数を50年と仮定し、現存する道路のうち、毎年2%が使用不能となると仮定した。

次に道路混雑度は道路延長を1車線当りに直し、1日1車線当りの交通容量を1万5,000台として1日の容量台キロを求め、東京都車実働台キロとの比として表わした。東京都車実働台キロは賦課金・公害規制ブロックより求める東京都車実働台数に、車の1日平均走行距離を65kmと仮定して、それとの積として求めた。さらに道路混雑度と、鉄道ブロックより求められた鉄道混雑度との比を求め、これを使用してさきの交通公共投資額の配分率(道路投資配分率)を決定した。

4 シミュレーション実験の結果とその考察

すでに述べたように、われわれのモデルの政策変数は都心乗り入れ賦課金と公害規制であり、両政策が地域の生産活動、交通現象に及ぼす影響を分析することが本ケース・スタディの目的である。以下では4ケースのシミュレーション結果について政策効果の比較検討を行なうことにするが、各ケースの条件等については表3-6-2を参照されたい。

4-1 公害規制の効果

昭和50年からは車の排出ガスの規制が行なわれることが決定している。このため、本モデルでも公害規制を表3-6-1のように代入してシミュレーションを行なったが、比較のために、公害規制を行わずに現在のまま推移する時の予測も行なった。CASE Iが公害規制をしない場合、CASE 2以下が公害規制をした場合の結果である。これを見ると、公害規制の影響が顕著に表われるのは、一酸化炭素(CO)の排出絶対量と都市人口(1都3県)である。公害規制をしない場合には、今後の所得の増大に伴い、車の保有台数が昭和40年の200万台が昭和60年には940万台と約4.7倍になり、この

表3-6-1 排出ガス規制案

年度	1965~1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978~1985
CO排出量(g/km・台)	21	11	10	9	6	4	2.1
現状に対する比率(%)	100	52	48	43	29	20	10

結果、年間CO絶対量は昭和40年の約50万トンが、昭和60年には約290万トンと約6倍にもなるものと思われる。

現在すでに、車の排出ガスによる健康障害も認められており、規制を行わなければ汚染の広域化および症状の悪化をもたらすものと予想される。このような事態になれば都市の生活環境は極端に悪くなり、地域からの住民の脱出が始まるであろう。

表 3-6-2 シミュレーション実験ケース

	経済成長率	公害規制	賦課金(円)
ケース1	10%	なし	0
" 2	"	48年から実施され51年で80%、 52年で90%、53年で完全実施	0
" 3	"	"	500
" 4	"	"	1,000

このモデルでは、都市人口は昭和40年の2,100万人から漸増するが、昭和53年～4年頃を境として減少傾向となり、昭和60年には2,700万人程度となる。また、鉄道旅客数も都市人口の影響を受けて、昭和54～5年頃から減少傾向を示している。公害規制をした場合には、昭和60年には車保有台数は公害規制をしない場合よりも若干増加するものの、年間CO絶対量は27万トンと40年の約1/2、規制を行わない場合の約1/10となり、排出ガス規制の効果は非常に大きいと言える。年間CO排出量の減少に伴い都市人口は昭和50年以降も順調な伸びを示し、昭和60年には3,300万人となり、公害規制がない場合よりも約500万人も多い結果となっている。

4-2 賦課金による効果

賦課金政策を実施しない場合には、道路延長は昭和40年の約1,700kmが昭和60年には2,200kmと約500km増えることになるが、賦課金政策を実施しその収入の一部を道路投資にまわすと、賦課金が500円の場合には、昭和60年までに約700km、賦課金が1,000円の場合には、昭和60年までに約800km道路延長が増えることになる。

また、車保有台数は、賦課金政策を実施しない場合には、昭和40年の200万台が昭和60年には約950万台になるのに対し、賦課金が500円の場合には、1,140万台、1,000円の場合には1,300万台とかなり大幅に増加している。これは、賦課金収入による道路延長の増大に伴って道路の混雑度が低下し、車の走行が容易になり車の購入台数が増加することに原因している。ここには、いわゆる道路延長と車保有台数とのいたちごっこの現象があらわれている。したがって、賦課金政策を実施しても車の平均速度は、わずか1～2km/h高まるだけである。

また、賦課金が500円でも1,000円でも、鉄道旅客数に及ぼす効果は同じくらいである。

以上の分析結果を総合的に判断すると、賦課金政策は都市交通問題の決定的な解決策とはならないが、

少くとも交通混雑等の極端な悪化を防ぐことは可能であり、その意味で部分最適の政策であると思われる。

5 今後の課題

本稿で述べたモデルはあくまでもパイロットモデルであり、まだ改善すべき点が残されている。

たとえば、次の諸点である。

- (1) 本ケース・スタディでは1都3県（東京、神奈川、千葉、埼玉）を分析対象地域にしているが、1地域モデルのため1都3県を扱った変数と、乗り入れ規制地域（東京）を扱った変数の2種類がモデルに組みこまれており、若干適合性に欠ける点がある。
- (2) 本モデルでは、交通規制、事業所規制、駐車場、土地利用等の問題については考慮していない。また、生産所得も与件変数としてあつまっている。したがって、本モデルは運輸関係事象にややウエイトがかかりすぎているきらいがある。
- (3) 本モデルでは、賦課金収入を単に道路混雑指数と鉄道混雑度との比によって道路投資と鉄道投資に配分しているだけであり、新しい財源の用途についてこまかく考慮していない。

現在、われわれはこれらの問題点について検討を加えつつ、多目的な分析にも適用可能な汎用2地域モデルの開発をめざして鋭意努力中である。



注．本稿は中村助教授を主査とする運輸省システム分析室の昭和47年度PPBSケース・スタディとして行なわれた共同研究にもとづいており、その内容は運輸省の「トランスポート」（1973年2月号）に「自家用車の都心乗り入れ賦課金に関するシステム分析」として発表された論文にほとんどしたがっている。

表 3 - 3 シミュレーション結果

		地域生産 所得 (10億円)	車保有 台数 (1,000台)	道路延長 (Km)	鉄 道 旅客数 (1,000人)	車平均 速度 (km/h)	年間CO 排出量 (10,000t)	都市人口 (1,000人)
ケ ー ス 1	40 年	7,554	2,000	1,731	1,447	25.47	47.49	21,017
	45 "	15,683	4,138	1,836	1,733	21.62	107.42	24,339
	50 "	25,257	6,735	1,922	1,863	17.86	195.59	27,069
	55 "	42,663	8,341	2,108	1,906	16.53	250.03	27,685
	60 "	65,511	9,413	2,203	1,897	15.84	283.36	27,179
ケ ー ス 2	40 年	7,554	2,000	1,731	1,447	25.47	47.49	21,017
	45 "	15,683	4,138	1,836	1,733	21.62	107.40	24,399
	50 "	25,257	6,799	1,922	1,868	18.06	81.65	27,316
	55 "	42,663	8,522	2,107	1,973	16.74	242.7	30,087
	60 "	65,511	9,495	2,200	2,074	16.10	27.45	32,973
ケ ー ス 3	40 年	7,554	2,000	1,731	1,447	25.47	47.49	21,017
	45 "	15,683	4,138	1,836	1,733	21.62	107.40	24,399
	50 "	22,257	6,959	2,006	1,861	19.67	66.22	27,335
	55 "	42,663	9,635	2,214	1,967	17.69	22.25	30,125
	60 "	65,511	11,400	2,392	2,069	16.95	26.75	33,012
ケ ー ス 4	40 年	7,554	2,000	1,731	1,447	25.47	47.49	21,017
	45 "	15,683	4,138	1,836	1,733	21.62	107.40	24,399
	50 "	25,257	6,910	2,019	1,837	21.53	51.55	27,349
	55 "	42,663	10,200	2,296	1,958	19.20	18.74	30,153
	60 "	65,511	13,000	2,546	2,058	17.84	25.06	33,040

大都市交通システムダイナミックモデルのプログラム

SEQ#	DYNAMO STATEMENT	LINE#
1	IDENT CONTROL TO DRIVE INTO CBD BY LEVYING TAXES	
2	EQUIP MGD4,CROL,TJAZ	
3	EQUIP MGA3,MJA5	
4	EQUIP MLA4	
5	A VPC.K=TABHL(VPCT,CADPC.K+2.0,22.0,2.0)	
6	A GRP.K=LINK(CALC,TIME.K,GROW)	
7	A DAM.K=TABHL(DAMT,RCR.K+0.6,2.1,0.1)	
8	A DWHM.K=TABHL(DWHMT,APC.K+40.1,64.1,3.0)	KKA-M
9	A DWM.K=TABHL(DWMT,GRP.K+4000.0,264000.0,20000.0)	
10	A DCM.K=TABHL(DCMT,RPF.K+15.0,32.0,1.0)	
11	A PJ.K=AX+BY*GRP.K	
12	A APC.K=SPC+VPC.K	
13	A RNDC.K=DWM.K*DAM.K*DWHM.K*DCM.K	
14	R NDC.KL=RNDC.K*NRC.K	NEW-CM
15	L NRC.K=NRC.J+(DT)(NDC.JK-NSC.JK)	HOL-CM
16	R NSC.KL=RNDC.K*NRC.K	SKR-CM
17	A RPC.K=NRC.K/PUA.K	FLK-CM
18	A TTI.K=-327+0.278*GRP.K+IST.K*(1-CONT2)	
19	A RI.K=TTI.K*TDI.K	
20	R RITR.KL=126+0.476*RI.K	* TOKYO DORO TOSHIGAKU
21	L RITL.K=RITL.J+(DT)(RITR.JK-KS.JK)	* TOKYO DORO TOSHIGAKU KEI
22	A AAA.K=STEP(0.14,1966)	
23	A AA.K=1+AAA.K	
24	R KS.KL=(DT/RCT)(RITL.K+AA.K*RITR.JK)	
25	R RRI.KL=KS.JK/REC(1).K	
26	L RA.K=RA.J+(DT)(RRI.JK-RRR.JK)	* DORO ENCHO
27	R RRR.KL=RA.K*RRR	* DORO GENMO HATE
28	A RAN.K=(RA.K)(4*PU+2*PSHI)	* DORO ENCHO (1SHASEN)
29	A CCK.K=ATC*RAN.K	* YORYO DAIKIRO
30	A AWCK.K=ARD*AWC.K	* JITSUDO DAIKIRO
31	A RCR.K=AWCK.K/CCK.K	* DORO KONZASTU SHISU
32	A RSCR.K=RCR.K/SCR.K	* DORO TETSUDO KONZASTU HI
33	A CRDIM.K=TABHL(CRDIMT,RSCR.K+0.2,0.2)	
34	R RDI.KL=ARDI*CRDIM.K	
	RAILWAY SECTER	
35	A BPUA(1).K=PUA.K	
36	A DRPUA.K=(BPUA(1).K-BPUA(2).K)/BPUA(2).K	
37	A DRNI.K=DRPUA.K*(PUNIM(1).K)	
38	A RCTM.K=TABHL(RCTMT,RCR.K+0.5,2.0,0.1)	
39	A SCTR.K=RPC.K*RCTM.K	
40	A SSTR(1).K=SCTR.K	
41	A SPIR.K=DRNI.K*(1+DRNI.K)*SCTR.K+SSTR(2).K	
42	L POS.K=POS.J+(DT)(DPOS.JK)	
43	R DPOS.KL=POS.K*SPIR.K	
44	A SCR.K=POS.K/COT.K	

SEQ#		DYNAMO STATEMENT	LINE#
45	L	SITL.K=SITL.J+(DT)*(SITR.JK-SK5.JK)	
46	R	SITR.KL=PSI(1).K+TTI.K*(1-RDI.JK)+IST.K*CONT2	
47	A	BH8.K=STEP(0.17,1966)	
48	A	BB.K=1+BBH.K	
49	R	SK5.KL=(DT/RCT)*(SITL.K+BB.K*SITR.JK)	
50	L	COT.K=COT.J+(DT)*(RSI.JK-SRR.JK)	
51	R	RSI.KL=SK5.JK/SEC(1).K	
52	R	SRR.KL=SRRC*COT.K	
53	L	PUA.K=PUA.J+(DT)*(IOP.JK+NOI.JK-DOP.JK-NOE.JK)	* URBAN POPULATION
54	R	IOP.KL=BIR*PUA.K	* BIRTH
55	R	DOP.KL=DER*PUA.K	
56	R	NOI.KL=PAF.K*PUA.K/100.0	* IMMIGRATION
57	A	PAF.K=TABHL(PAFT,PIR.K,1.1,2.0,0.1)	* INCOME
58	A	PIR.K=PIM.K/PIA.K	
59	A	PIM.K=PI.K/PUA.K	
60	R	NOE.KL=UAP.K*PUA.K/100.0	* EMIGRATION
61	A	UAP.K=MAOP.K*APD.K	
62	A	MAOP.K=TABHL(MAOPT,ADP.K,0.0,250.0,10.0)	* POLLUTION
63	A	APD.K=TABHL(APDT,PD.K,20.0,50.0,1.0)	* POPULATION DENSITY
64	A	PD.K=PUA.K/AOD	
65	A	PIA.K=LINK(INC1,TIME.K,CONT4)	
66	A	CADPC.K=COK*(1-KOGAI*COPR.K)	
67	A	COPR.K=TABHL(COPRT,TIME.K,1972,1978,1)	
68	A	ADPC.K=0.0097*PCM.K*CADPC.K	
69	A	AOP.K=0.1314*AWCK.K*ADPC.K/ROS.K	
70	A	RRS.K=ROS.K/SOS	
71	A	PCM.K=TABHL(PCMT,ROS.K,10,30,5)	
72	A	ROS.K=TABHL(ROST,RCR.K,0.2,2.2,0.2)	
73	A	CURSM.K=TABHL(CURSMT,RRS.K,0,1.5,0.1)	
74	R	CUR.KL=CURCM.K*CURSM.K*CAUR	
75	A	RDC.K=SPF/RPF.K	
76	A	CURCM.K=TABHL(CURCMT,RDC.K,0,0.5,0.05)	
77	A	RPF.K=RPFN*PCCM.K+STOC.K/ARD	
78	A	PCCM.K=1+KOGAI*PCCMA.K	
79	A	PCCMA.K=TABHL(PCCMAT,TIME.K,1972,1978,1)	
80	A	IST.K=365*STOC.K*AWC.K/1E5	
81	A	AWC.K=0.01*CUR.JK*(189+0.491*NRC.K)	
82	A	STOC.K=STEP(FUKA,1973)	
83	S	TOTAL.K=IOP.JK+NOI.JK-DOP.JK-NOE.JK	
84	C	GROW=0.08	
85	C	CONT4=0	* GROWTH RATE = 7-8
86	C	KOGAI=1	* KOGAI KISEI ARI
87	C	CONT2=0	
88	C	FUKA=0	
89	C	RNSC=0.127	

CUR1-M

SEQ#

DYNAMO STATEMENT

LINE#

```

126 B PUNIM=BOXCYC(42,0.5)
127 B PSI=BOXCYC(42,0.5)
128 B EPUA=BOXLIN(2,0.5)
129 B REC=BOXCYC(41,0.5)
130 B SEC=BOXCYC(41,0.5)
131 T VPCT=18.5/9.5/3.5/2.0/1.6/1.2/0.0/0.0/0.0/0.0/0.0
132 T DAMT=1.275/1.26/1.25/1.16/1.12/1.02/0.95/0.85/0.75/0.63/0.5/0.43/
X1 0.4/0.375/0.35/0.35
133 T D:HMT=1.0/1.0/1.0/0.995/0.99/0.985/0.98/0.97/0.95
134 T D:MT=0.211/0.284/0.309/0.319/0.327/0.330/0.331/0.332/0.333/0.334/
X1 0.335/0.336/0.337/0.338
135 T DCMT=1.0/0.998/0.995/0.99/0.98/0.97/0.952/0.94/0.92/0.90/0.88/
X1 0.866/0.85/0.836/0.824/0.814/0.806/0.80
136 T CRD:MT=1.0/1.04/1.11/1.19/1.28/1.37/1.45/1.51/1.56/1.59/1.6
137 T RCTMT=0.60/0.58/0.54/0.48/0.40/0.22/0.12/0.04/0.0/-0.01/-0.03/
X1 -0.06/-0.10/-0.15/-0.22/-0.30
138 T PAFT=3.00/3.31/3.50/3.66/3.76/3.85/3.90/3.94/3.97/4.0
139 T APDT=0.93/1.40/1.75/1.93/2.07/2.18/2.29/2.38/2.43/2.48/2.52/2.55/
X1 2.59/2.62/2.64/2.68/2.72/2.76/2.80/2.83/2.86/2.89/2.92/2.95/
X2 2.98/3.01/3.05/3.10/3.20/3.30/3.40
140 T MAOPT=1.0/1.0/1.0/1.0/1.0/1.01/1.02/1.03/1.04/1.05/1.06/1.07/1.09/
X1 1.11/1.13/1.15/1.17/1.20/1.23/1.26/1.30/1.38/1.50/1.68/1.86/
X2 2.00
141 T CUPRT=0/0.48/0.52/0.57/0.71/0.81/0.9
142 T PCMT=1.2/1.1/1.0/0.92/0.85
143 T ROST=33/29/26/24.4/22.8/21/18.5/16.5/13/9/6
144 T CURSMT=0/0.23/0.47/0.63/0.76/0.9/1.0/1.1/1.18/1.24/1.29/1.32/1.35/1.37
X 1.39/1.4
145 T CURCMT=0/0.25/0.44/0.595/0.71/0.81/0.89/0.94/1.0/1.04/1.1
146 T PCCMAT=0/0.05/0.06/0.07/0.08/0.09/0.1
147 FTN BEGIN
148 SUBROUTINE CALC(GRP,XXX,YYY)
149 ZZZ=XXX-1968.
150 IF (XXX.NE.1965.) GO TO 1
151 GRP=7554.
152 GO TO 999
153 1 CONTINUE
154 IF (XXX.NE.1965.5) GO TO 2
155 GRP=8148.
156 GO TO 999
157 2 CONTINUE
158 IF (XXX.NE.1966.) GO TO 3
159 GRP=8741.
160 GO TO 999
161 3 CONTINUE

```

SEQ#

DYNAMO STATEMENT

LINE#

```

162      IF (XXX.NE.1966.5) GO TO 4
163      GRP=9768.
164      GO TO 999
165      4 CONTINUE
166      IF (XXX.NE.1967.) GO TO 5
167      GRP=10795.
168      GO TO 999
169      5 CONTINUE
170      IF (XXX.NE.1967.5) GO TO 6
171      GRP=11878.
172      GO TO 999
173      6 CONTINUE
174      IF (XXX.NE.1968.) GO TO 7
175      GRP=12961.
176      GO TO 999
177      7 CONTINUE
178      GRP=12961.*(1.+YYY)**ZZZ
179      999 CONTINUE
180      RETURN
181      END
182      SUBROUTINE INCI(PIA,A1,CONT4)
183      B1=A1-1960.0
184      PPP1=0.21439E-2*B1**2+0.74678E-2*B1+0.11466E0
185      PPP2=0.67489E-1+0.31051E-1*B1
186      IF (CONT4.EQ.0.) PIA=(PPP1+PPP2)/2.0
187      IF (CONT4.EQ.1.) PIA=PPP1
188      RETURN
189      END
190      FTN      END
191      SPEC      DT=0.5/LENGTH=1985/PRTPER=0.5/PLTPER=0.5/STAPER=0.5
192      PRINT      GRP,PI,NDC,NRC,NSC/APC,RPC,PUA,IOF/DOP,NOI,NOE,TOTAL/PAF,UAP,PIM,
X1      PIR/TTI,R1,RDI,RITL/RITR,KS,REC,RRI,RA/RRR,RAN,CCK,AWCK/RCR,SCR
193      PRINT      RSCR,CRDIM/CADPC,ADPC,AOP,ROS/RPF,CUR,AWC,IST/DRPUA,DRNI,SCTR,
X1      SPIR/DPOS,POS,SITR,SKS,SITL/RSI,SPR,COT,SEC
194      PLOT      DRPUA=P,DRNI=I,SPIR=R/SCR=K,SEC=0/SCTR=T
195      PLOT      DPOS=A,POS=H,RSI=C,SRR=D,COT=E/SITR=F,SKS=G,SITL=H
196      PLOT      GRP=A/PI=B/NDC=D/NRC=H/NSC=0/APC=P/RPC=1
197      PLOT      CADPC=C/ADPC=R/AOP=A
198      PLOT      ROS=S/CUR=U/RPF=R/AWC=W/IST=I
199      PLOT      PUA=P/IDP=1,DOP=2,NOI=8,NOE=9
200      PLOT      TTI=1,R1=2,KITR=3,RITL=4,KS=5/RDI=6
201      PLOT      REC=1/RRR=2,RA=3,RRR=4,RAN=5
202      PLOT      CCK=1,AWCK=2/RCR=3,SCR=4,RSCR=5,CRDIM=6
203      PLOT      GRP=A/NRC=B/RA=D/POS=H/ROS=0/AOP=P/PUA=T
204      PLOT      GRP=A/NRC=B/RA=D/POS=H/ROS=0/AOP=P/PUA=1

```

SEQ#

DYNAMO STATEMENT

LINE#

** GRP , GROWTH RATE = 7.0 - 8.0
 ** EXIST POLLUTION CONTROL

205 RUN CASE1
 206 C FUKA=500
 207 RUN CASE2
 208 C FUKA=1000
 209 RUN CASE3

** GRP , GROWTH RATE = 10.0
 ** EXIST POLLUTION CONTROL

210 C GROW=0.1
 211 C CONT4=1
 212 C FUKA=0
 213 RUN CASE4
 214 C GROW=0.1
 215 C CONT4=1
 216 C FUKA=500
 217 RUN CASE5

* GROWTH RATE = 10

218 C GROW=0.1
 219 C CONT4=1
 220 C FUKA=1000

* GROWTH RATE = 10

221 RUN CASE6

** GRP , GROWTH RATE = 10.0
 ** NOT POLLUTION CONTROL

222 C CONT4=1
 223 C GROW=0.1
 224 C FUKA=0
 225 C KOGAI=0
 226 RUN CASE7
 227 END

* GROWTH RATE = 10

* KOGAI KISEI NASHI

第4章 都市経営システム・シミュレータへ向けて

1節 都市経営システム・シミュレータの構想

(1) 都市経営システム・シミュレータの目的

(1-1) 地方行政と都市システム

地方行政の目的はきわめて広範多岐にわたっており、いわゆる都市問題への対策は単に多くの目的のうちの一つであるにすぎない。もちろん、地方行政が行なわれる場としての都市においては、行政活動以外に経済活動、文化活動、交通など多くの活動が行なわれており、都市をトータル・システムとしてとらえるとき、行政システムはそのサブ・システムとして把握されるのは当然である。しかしながら、地方行政のマネジメントの立場から都市経営を考えると、都市経営は農村振興、地場産業の振興、医療施設の充実、教育設備の整備など都市空間と直接関係がないか、あるいは都市に固有の施策とはいえないような多くの施策のなかの一部を占める問題であるにすぎない。都市に固有のニードでなくとも、それらが都市空間の中で発生するときに固有の態様をとり、そのために個々の行政施策によってではなく、総合的に都市問題という形で解決を迫られていることは充分承知しているが、それにもかかわらず、地方行政の経営という立場からみると、都市経営も単に多目的な目的の一つにすぎないことを忘れてはならない。

今日、すでに根治が絶望視されるほどに慢性化してしまった都市問題に対して、為政者の注意をひくために殊更問題の重要性を強調する一部論者の意図も理解できないわけではないが、都市問題についてのみ性急な解決策を提案してみても、有限な資源をめぐって多くのニードが競合しており、他を無視して特定のニードにのみ重点的に資源を配分することは現実の問題としては不可能である。実行可能な都市政策とは、行政目的の多元性に充分留意して、資源配分にかんして他の目的とのバランスを充分調整したうえで策定されたプログラムのことでなければならない。

従って、都市経営を考えるさいには、その前提として地方行政の経営を考えておかなければならない。地方行政に対する social needs と、資源に対する支配力を規定する財政収入とを予測し、needs に対応する資金配分の代替案の効果を定量的に分析して、プログラム選択を行なう一般的な意思決定プロセスの中で、都市経営のプログラムも決定されるのである。もちろん、都市経営プログラムの決定にさいしては、都市というトータル・システムの1サブ・システムである行政システムに政策的に生ぜしめた変化が、他のサブ・システムとのインフォメーション・フィードバック・ループの中で、トータル・システムにどのような影響を与えるかについて分析しなければならないことはいうまでもない。このような分析を行なうための汎用性の高いシステム・シミュレータの開発が重要な課題であることにも異論はないが、このシミュレータが有効に作動するためには、その前提として資金配分シミュレータが完成していなければならないと考える。

本稿は、このような観点から、都市経営シミュレータの前提をなす行政経営シミュレータの試案を提示することを目的としている。そこで、この小節の以下の部分では、まず地方行政における意思決定プロセスのあり方について概観し、次いで行政経営シミュレータの目的について検討する。

(1 - 2) 地方行政における意思決定プロセス

行政組織内のルーティン的な意思決定に対してフレームワークを提供するのは予算である。いわゆる総合計画は、わが国の地方公共団体ではフォーマルな意思決定とはみなされていないから、総合計画と予算編成との関連もきわめて不明確である。単年度ごとの予算編成が効果的な施策の編成を妨げていることはかねてより指摘されてきたところであるが、公共的プロジェクトの中にはCommitmentの期間の長いものがある。計画の期間が長期にならざるをえないため、予算と同程度の精度で、同程度の拘束力をもつような計画をつくるにはあまりにも不確定要素が多すぎるという理由から、計画にあまり大きな役割を担わない傾向が強かった。そして、計画はむしろ首長の理念や願望を表明する媒体として取扱われるのが一般的であった。

しかし、長期計画に単年度予算と同程度の精度と拘束力をもたせることはできないとしても、予算を計画と独立して無関係に編成するのでは、行政の効率的運営は期しえないことは明らかである。筆者は、第1章第2節で、計画が意思決定のフレームワークたりうるためには3つの要件をみたすことが必要であると指摘したが、これら3つの要件は、換言すれば行政が効率的に運営されるための条件にほかならない。第1および第2の要件、すなわち、目的間の量的均衡と手段の効率性をみたすためには単年度ごとの決定ではなく、長期的な展望にたち、行政の全分野にわたってSocial needsを総合的に検討して資金配分を行なう必要があり、ここに長期計画策定の意義があるのである。予算は、マネジメントの3段階、すなわちplan, do, seeのうちのdoとseeに便利のように、使途別、活動別に投入を中心に編成されているが、上記2要件をみたすためには、目的単位で産出を中心に施策を編成することが必要である。共通の目的をもつ行政活動でありながら、実際にはいくつかの組織で別個に行なわれているものが多いが、予算面では執行と管理の便宜上これらを別個に取扱う必要があるとしても、総合計画策定のプロセスでは、目的の均衡を図ったり、目的達成のための代替案の費用・効果を分析するのに便利のように、目的中心に、プログラム単位で取扱わなければならない。

このように異なったアプローチをとる予算と計画が自動的に調和すれば問題はないが、両者は相互に矛盾する要請をもっている。予算は、資源面の制約を強く意識せざるをえないという性質上、意思決定にあたって基礎とする情報は比較的短期の将来にかんするものに限られるが、一方計画は、目的・効果を中心に施策を編成するものであるから、施策の効果が発現する比較的長期の期間を対象として作成されざるをえない。このような矛盾する要請が計画と予算の関係を遠いものにしてしているのである。

計画と予算のこのような関係を調整して長期計画を基礎として予算編成を行なうために、すでにPPBS(Planning - Programming - Budgeting System)とよばれるシステムが開発されている。PPBSは、1953年にランド・コーポレーションがアメリカの空軍省に提案し、1961年、着任

して間もない国防長官ロバート・マクナマラによって国防総省に導入され、その効果に着目したジョンソン大統領によって1965年に連邦政府22省庁に導入されることになったシステムである。

PPBSのねらいは、投入中心に編成される予算と、産出中心に作成される長期計画を、投入と産出を対比するプログラム計画(Program plan)を媒体として連結させようとするものである。プログラム計画では、比較的資源面の制約が予測しやすい期間(連邦政府のプロトタイプでは5年)に限って、プログラムの効果に影響を与える主要な活動にかんする指標を効果の代理指標として計測し、これを資源投入と対比することによって、長期計画で選択したプログラムにもとづいて当面実施すべき活動の決定を行なう。このようなプログラム計画を策定することをprogrammingという。

PPBSでは、わが国の地方公共団体で現在一般に行なわれているように計画と予算を別個に決定するというような二元的な方法ではなく、翌年度予算はプログラムの第1年次分として決定し、プログラム計画によるプログラムの実施決定は、Planningによるプログラム選択を受けて行なわれるという一元的な形をとる。不確実性の影響を考慮しながら、多面的なsocial needsに適確に対応するためには、地方行政の意思決定プロセスにPPBSを導入することが必須の要件である。

(1-3) 行政経営システム・シミュレータの目的

本稿で取扱う行政経営シミュレータは、上述のようなPPBSのプロセスでトップ・マネジメントが資金配分を長期的総合的な視点で行なうさいに有用な情報を提供することをねらいとしている。このようなねらいを果すためには、シミュレータは次の3つの機能をもたなければならない。第1は、地域経済システムにかんする政策の影響が予測できること、第2に税収入など財政収入の予測が可能であること、第3に地域経済社会の変化に伴うsocial needsの変化が予測できることの3つである。これら3つの機能に対応するサブ・システムをもつシステム・シミュレータを提示するにききだって、シミュレータの全体的な構造と利用方法について述べておこう。

現在、地方公共団体の予算は、行政施策の効果を計測する指標が未開発であるため、限られた一般財源で可能なかぎり予算総額が大きくなるような事業を中心に編成されることが多い。すなわち、国の負担金、補助金あるいは交付金を伴う公共事業等に優先的に一般財源が配分され、残余の財源をいわゆる単独事業に配分するという形がとられる。このため、個々の施策が目的単位にみたときに、考えられる代替案のなかで最も望ましいものであるかどうかかわからないだけでなく、social needsとの関係で施策全体のバランスがとれているかどうかとも疑わしい状態である。

予算編成におけるこのような欠陥を是正するためには、われわれのシミュレータは、トップが想定する長期的な公共投資配分が地域経済社会に及ぼす影響と、さらにその結果が財政収入とsocial needsに与える影響を定量的に予測し、needsに対応するための資金配分の大枠を決定して、プログラム代替案設計のフレームワークを与えるものでなければならない。プログラム代替案の設計と費用効果分析は、トップ・マネジメントが行なうのではなく、担当部局に資金配分のフレームワークを示して行なわしめ、トップは各部局のプログラム選択の結果がさらにsocial needsに与える影響をシミュレ-

タによって調べ、再びプログラム修正のフレームワークを示してプログラム選択のやりなおしをさせるという循環プロセスを経て計画を策定し、次いでこれと同様のプロセスを経て5～7年のプログラム計画を作成せしめ、プログラム計画の翌年度分をもって予算とする。

従って、シミュレータの構造は図-1のようになり、経済政策の代替案を与えて地域経済シミュレータで目標年次(長期と中期)の人口、所得、生産構造等を予測し、その結果を財政シミュレータと資金

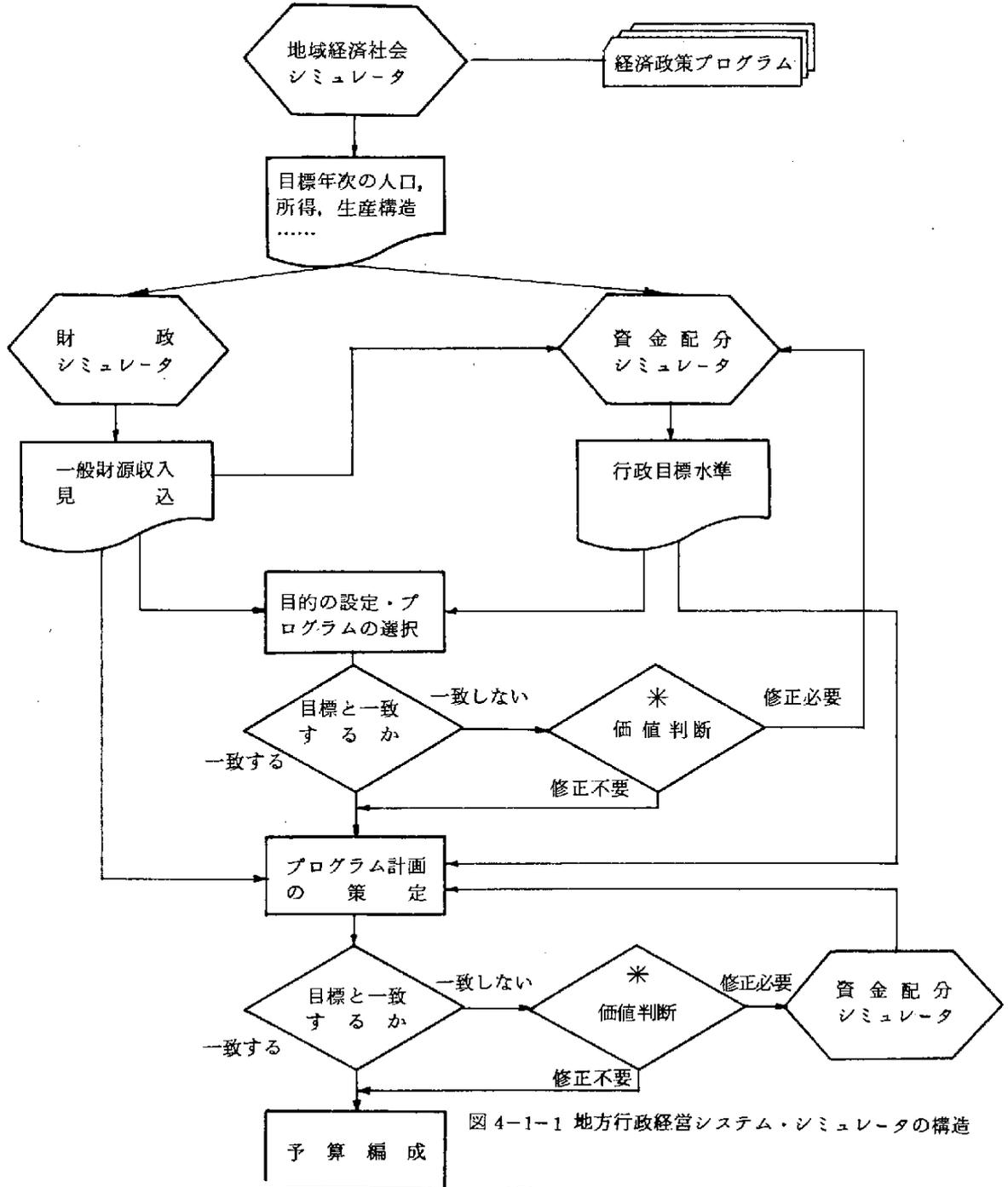


図 4-1-1 地方行政経営システム・シミュレータの構造

配分シミュレータにインプットして一般財源と行政目標値をアウトプットし、この結果をもとにして長期目的の設定と目的達成のためのプログラムの選択を行ない、プログラム選択の結果が目標値と一致するかどうか、一致しない場合は修正が必要かどうかを判断し、必要ならば資金配分シミュレータで再度目標を決定しなおし、目的設定とプログラム選択を修正する。プログラム選択が終ると、5～7年の期間における財政収入予測値と行政目標値をもとにプログラム実施の決定を行ない、プログラム計画と目標との調整は資金配分シミュレータによって行なう。このプロセス・チャート中、*印の部分がトップ・マネジメントの判断に委ねられる。

(2) 行政経営システム・シミュレータの構造

(2-1) 地域経済シミュレータ

地域経済シミュレータについては、第1章 2節で述べたように、生産関数を中心に構成されたマクロ経済成長モデルと、マクロ・モデルと連動する産業連関モデルによって構成されている。マクロ・モデルでは、公共投資配分が生産と投資のプロセスで外部経済効果として作用し、生産および所得と最終需要が変化するという構造をとる。マクロ・モデルで予測される最終需要は生産部門に分別されていないので、コンバータ・マトリックスを乗じて最終需要ベクトルを予測し、産業連関モデルにインプットする。構造の概略を図示すると、図-2のとおりである。

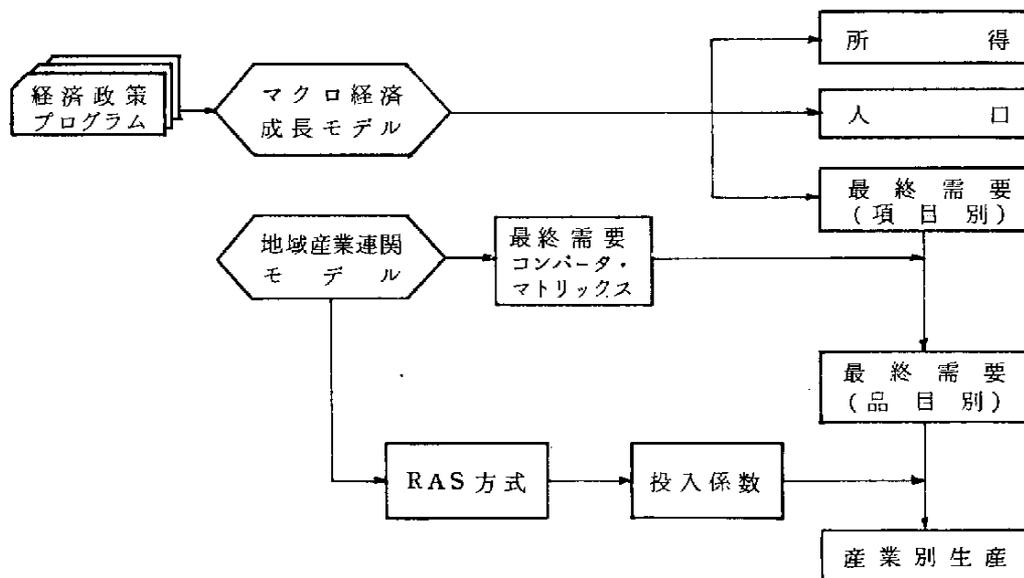


図4-1-2 地域経済シミュレータの構造

なお、項目別最終需要を予測するために、第1章第1節のシミュレータに次の各式を補足する。

(変数記号は第1章第1節と同じ。脚字は省略。)

- ① 民間消費支出 C $C_i = f^8 (Y_i, C_i = 1)$
 ② 政府消費支出 G^C $G_i^C = f^9 (\sum_j \Delta G_j + \Delta H_i^P)$
 ③ 総固定資本形成 I $I_i = f_{10} (\Delta K_i + \sum_j \Delta G_j + \Delta H_i + \Delta H_i^P)$
 ④ 在庫純増 J $J_i = f_{11} (Y_i)$
 ⑤ 移出 T^r $T_i^r = f_{12} (Y_i)$

(2-2) 財政シミュレータ

財政シミュレータは、地域経済シミュレータのアウトプットを用いて、一般財源の項目別予測を行なうことを目的としており、府県について示すと、次のような構造をもつ。⁽¹⁾なお、財政シミュレータのインプット変数として必要な若干の変数を第1章2節のマクロ・モデルに追加する必要があるので、財政シミュレータのあとにあわせて記しておく。脚字 t および i は省略する。

- ⑥ 個人県民税 T^2 $T^2 = \alpha_0 + \alpha_1 (Y^{P_{-1}} - E \cdot c \cdot L_{-1}) + u_2$
 Y^P = 個人所得, E = 免税点, c = 雇用人口 常住地ベース変換係数
 ⑦ 法人県民税 T^2 $T^2 = \beta_0 + \beta_1 \cdot a \cdot T^C + u_2$
 T^C = 法人税, a = 法人県民税率
 ⑧ 個人事業税 T^3 $T^3 = \tau_0 + \tau_1 (Y^U_{-1} - b E^U_{-1}) + u_3$
 Y^U = 個人事業所得, b = 個人事業税率, E^U = 事業主控除
 ⑨ 法人事業税 T^4 $T^4 = \delta_0 + \delta_1 \cdot \alpha \cdot Y^C + u_4$
 Y^C = 法人所得, α = 法人事業税率
 ⑩ 娯楽施設利用税, 料理飲食等消費税 T^5 $T^5 = \epsilon_0 + \epsilon_1 \cdot C_{-1} + u_5$
 ⑪ 不動産取得税 T^6 $T^6 = \zeta_0 + \zeta_1 \Delta K + \zeta_2 \Delta H^P + u_6$
 ⑫ 県たばこ消費税 T^7 $T^7 = \eta_0 + \eta_1 C + u_7$
 ⑬ 自動車税, 自動車取得税 T^8 $T^8 = \theta_0 + \theta_1 Y^P + \theta_2 Y^C + u_8$
 ⑭ 軽油引取税 T^9 $T^9 = \iota_0 + \iota_1 Y + u_9$
 ⑮ 県税収入 T $T = \kappa_0 + \kappa_1 (\sum_{i=1}^9 T_i) + u_{10}$
 ⑯ 法人所得 Y^C $Y^C = \mu_0 + \mu_1 Y + u_{11}$
 ⑰ 個人所得 Y^P $Y^P = \lambda_0 + \lambda_1 Y + u_{12}$
 ⑱ 個人業主所得 Y^U $Y^U = \nu_0 + \nu_1 Y + u_{13}$
 ⑲ 法人税 T^C $T^C = \xi_0 + \xi_1 Y^C + u_{14}$

(2-3) 資金配分シミュレータ

資金配分は、social needs に適確に対応する形でなされる必要があるが、social needs の把握には、一般の商品の需要予測と異なった困難がある。主なものをあげると、(1)商品の需要予測のように有効需要を予測するのではなく、多分に心理的な欲求を対象としていること、(2)需要を規定する要因を明確に識別できない場合が多く、多くの場合、地域の官氏の諸活動レベルと相互依存関係にあること、(3)資金配分に連結させて考えるとき、異なる部門間や受益者間の需要の強度を比較する方法がないこと、などである。

(1)に関して、商品の需要の場合とは異なって、需要者が有限な資源をめぐる trade-off 関係を十分に認識しないという social needs 特有の性格があり、また(2)に関連して、ある分野の needs をみただすことによって、別の分野の needs が高まるという特性が指摘できる。

social needs のこのような特性に鑑みて、needs の充足を資源制約の下で最大にするという基準よりは、むしろ不満を最小にするという基準の方がより現実的であると筆者は考えている。

そこで、次のような基本仮定を設定して実用的なモデルを組み立ててみよう。仮定の第1は、地域住民は、地域の福祉状態にかんして個人的な評価方法とは別に、通念的な社会的評価空間を共有しており、地域の諸活動がこの社会的評価空間上で総合的に評価されて地域の福祉水準に関する社会的認識が形成されること、第2は、社会的評価空間上で行なわれた福祉評価の結果が再び逆に地域内の諸活動に対する needs を規定し、needs と現実の活動レベルの差が社会的不満として認識され、不満が行政上の意思決定にフィードバックして、行政活動が全体として不満を小さくする方向に修正されること、の2つである。さらにモデル定式化のために次の5つの仮定をやく。

- 1) 分析の対象となる各地域の内部では、社会的厚生レベルは均一である。
- 2) 社会的厚生レベルの評価空間の次元と座標軸の位置は全ての地域について同一である。
- 3) 福祉の各元に関する評価関数は線型である。すなわち、 i 地域における第 p 元の評価レベル F_{pi} は、諸活動の標準得点 z_{ji} ($j=1, \dots, n$) の線型結合で表わされる。

$$\textcircled{20} F_{pi} = \sum_{j=1}^n w_{pj} z_{ji}, \quad (p=1, \dots, m; i=1, \dots, N; j=1, \dots, n)$$

ただし、 w_{pj} は活動 j が第 p 福祉元に寄与する程度を示すウエイトである。

- 4) 諸活動に対する基準化された social needs Z_{ji} は、福祉レベルの1次関数で表わされる。

$$\textcircled{21} Z_{ji} = \sum_{p=1}^m a_{jp} F_{pi}, \quad (j=1, \dots, n; i=1, \dots, N)$$

ただし、 a_{jp} は第 j 福祉元のレベルが活動 j に対するニードに与える影響の度合いを示すウエイトである。

- 5) 各活動に対するニードの不充足は住民の不満に対して同一のウエイトをもつ。

これらの5つの仮定をおくと、資金配分は次の問題に帰着する。

$$\textcircled{2} \min_{z_{ji}} \sum_{j \in G} e_{ji}^2 \quad \text{subject to} \quad \sum c_{ji} z_{ji} \leq R_i, (i=1, \dots, N)$$

ただし、

$$\textcircled{3} e_{ji} = \hat{z}_{ji} - z_{ji}$$

ここに、 c_{ji} は i 地域の活動 j の単位当り一般財源所要額を、 R_i は利用可能な一般財源額を、 G は資金配分対象の集合を表わしている。

②式は解析的には解けないので、地域経済シミュレータによる活動の予測値 z_{ji} ($j \in G^C$) を ②式に代入し、得られた \hat{F}_{pi} を ②式の制約条件にふれない限りにおいて ③式に代入して \hat{Z}_{ji} ($j \in G$) を求め、再びその結果を ②式に代入して \hat{F}_{pi} を修正し、④に代入するという逐次計算によって行政目標値 Z_{ji} ($j \in G$) を求める。

次に、モデルのパラメタ w_{pj} と a_{jp} を推定する方法について述べよう。④と③式から次式が導びける。

$$\textcircled{4} z_{ji} = \sum_{p=1}^m a_{jp} F_{pi} + e_{ji}$$

ここで、 e_{ji} を

$$\textcircled{5} e_{ji} = \alpha_j U_{ji}$$

と分割し、 U_{ji} は基準化されているとすると、④式は、

$$\textcircled{6} Z_{ji} = \sum a_{jp} F_{pi} + \alpha_j U_{ji}$$

と書ける。

⑥式は、因子分析モデルであるから、変量にかんする相関係数行列から a_{jp} と w_{pj} を推定することができる。(2)

(注)

(1) 実証例としては、熊本県の財政モデルがある。(熊本県「県財政モデルの研究」(熊本県地域開発研究報告書 610), 1973. を参照)

(2) 推定方法については、江沢譲爾, 金子敬生編「地域経済の計量分析」勁草書房, 1973. の第6章の拙稿を参照のこと。

具体例については、同著および拙稿「地方行政の資金配分モデル」(神戸商科大学研究年報) 1974. を参照されたい。

2節 都市経営システムの実際

— 広島市におけるケース・スタディ —

(1) はじめに

ここに報告するのは、46年度より3年間にわたり、(財)日本都市センター及び(財)地方行政システム研究所より、日立システム開発研究所が委託を受けて行った「都市経営システムの研究」の概要である。この研究開発は、広島市をモデルとして、終始、広島市との共同プロジェクト・チームによって行われたものである。

この研究作業は、第1年度がシステムのミッション分析と全体システムの概念構成にあてられ、第2年度には、手法の選定と意識調査等によるデータ採取によってモデルの作成が進められ、また、第3年度は、モデル間の接続と斉合性に考慮が払われて、総合的システム・テストを一通り完了するために費やされた。

このシステム開発を通じて、われわれは、個別の計画技術の集まり以上のものを全体のシステムから引出すために、都市の経営という総合的経営機能に目的意識をおき、この機能のうえに、技術的な情報システムを構築することを心がけてきた。したがって、以下には、ケース・スタディによる具体例を示し、都市経営の機能に情報提供のシステムをいかに結びつけたかに焦点をおいて、システムの概要を紹介することにしたい。

(2) 広島市における都市経営システムの目的

広島市における都市の経営は、長期総合的な政策立案の機能を有する基本計画のシステムと、基本計画の実現を図るために、4ヶ年分の実施事項を規定する実施システムとを基軸としている。これらの計画体系のうえに位置づけられる経営トップ層のデシジョンは、

- ① あらゆる計画の策定のために準拠となる方針を決定し提示する。
- ② 実施計画をはじめ、各種計画に含まれる都市の制御手段に対し、都市全体からの社会的価値評価を与える。

という具体的機能として認識することが可能であろう。これらは、別の見方をすると、都市経営の中でも、技術的な都市計画とは明確に区分される都市政策の策定過程を形成するものというべきであり、これまでも、全体の経営機能を支える役割をはたしてきている。しかし、今日の都市行政にふりかかる問題の解決に対し、これらのデシジョンが有効な処方箋を与えることは、ますます困難なこととなっている。それには、次のような理由が存在するからである。

まず第1に、都市住民の生活におけるニーズが多様化し、また、複雑化する傾向を強めているので、住民の意識構造は、従来のように、都市機能のもたらす性能に対し、単純化した反応を示すとは限らな

い点である。すなわち、これまでの物理的成果との比例関係では、一律にとらえきれなくなっていることである。したがって、都市機能を実現する具体的計画には、このような認識にたつ価値判断を欠くならば、全く妥当性のないものとなるおそれが存在している。

第2に、都市活動のメカニズム、特に、都市機能相互の間にみられる波及のメカニズムが、その影響範囲を拡大し、内容としても一層複雑化の傾向をたどっている点である。すなわち、現在の都市活動にみられる波及過程では、その最も外枠に位置するフィード・バック・ループとして、都市住民の価値体系を含む、欲求→行動→施設→価値→欲求の循環系があり、さらにこの枠のなかに、様々な大きさの波及ループを見出すことが可能である。したがって、各々の計画の生み出す効果は、今日では、このような多重のループを通した社会全体の広がりにおいて判断されなければ、意味をなさないまでに至っている。

第3には、都市の構造上の変化が、従来よりもずっと速いテンポで現われてきていることである。このために、従来のような構造変化を考慮していない静態的な短期視点によって、都市政策が設定されるならば、現実と全くかけ離れたものとなる可能性があるといえよう。

上記の諸点は、今日の都市経営が本来の機能を果たすために備えべき、最少かつ不可欠な条件といえるであろう。そこでわれわれは、都市経営のおかれている現在の状態を改めて認識し、すでにあげたふたつの基本的な経営機能を蘇生させることを目的として、これらの条件を満たす、新しい都市経営のシステム化を目指すことにしたのである。

(3) 都市経営のシステム・モデル

上記の条件を具体的に都市経営へ組込むために、まず、それらを原則とする、都市経営のシステム・モデルが明らかにされる必要がある。そこで、都市活動とその経営機能にみられる特性を、サイバネティック的システム論に基づいて体系化することにしよう。

まず、システムの出力は、住民が都市活動を通じて受ける価値（効用）とし、これを都市が生み出す様々な性能（パフォーマンス）に対して、住民の抱く価値意識でとらえるものとする。

この出力をもたらす入力、住民の価値を生み出す資源としての、人、物、情報、エネルギー各々の行動（あるいは移動）に対する欲求で表現される都市需要量とする。

また、入力を出力へ変換する過程には、これ等の都市需要を受入れて、都市のパフォーマンスを発生させ、ひいては、住民の価値を生み出す、各種の都市の処理機能がこれにあたる。都市の処理機能には、われわれの日常周辺で容易に認められるように、特性格格のものと、非物性格格のものとがあり、現実の機能は、両者の混合体系による働きである。

以上の各パラメータで把握された都市活動は、本システムで各々、価値セクター、資源セクター、機能セクターとよぶことにしている。

また、このシステム論的枠組でとらえられる主要なフィード・バックのループには、次のようなもの

が存在する。

そのひとつは、価値セクターの構成要素が、資源セクターにおける資源の行動要因として作用する、いわゆる都市内部の自律的活動を表わすところのループである。このループは、窮極には、価値セクターで規範的に与えられる都市目標に向けて、都市活動を均衡に導く性格をもつ。しかし、そこへ至る過程には、都市政策の考察対象となる、都市構造の長期的変化の可能性が含まれている。

もうひとつのループは、都市の人為的な制御機能—都市行政による経営機能—を表わす行政セクターである。行政セクターは、価値体系の上で、目標水準(欲求)とその達成度(価値)との間に生ずるかい離によってとらえられる都市問題を、行政需要として受取り、それに基づいて、都市活動への制御のループを形成するものである。

以上によって得られたシステム・モデルの枠組は、図1に示す通りであるがこのシステム・モデルを、現実の問題に対し操作性を有するモデルへ近づけるために、われわれは、上記の枠組に、図2に示すようなアルゴリズムを組み込むことにした。

すなわち、価値セクターは、住民の価値構造を表現したモデルである価値体系と、住民の価値意識をモデル化した価値函数とから構成される。これに対し、資源セクターは、都市需要の相互関連のあり方を構造化したアルゴリズムが組み込まれる。ここでは、都市需要の発生過程が、行動ポテンシャル(教育を受けたい、医者にかかりたい等)の存在と、その実現にともない発生する移動需要(交通)、及び廃棄物処理需要(大気汚染、水質汚濁等)から成る階層的構造で把握されよう。

また、機能セクターには、資源セクターから渡される都市需要を所与とし、都市のフィールドへの行政手段の投入によってもたらされる、パフォーマンスの変化を讀取るための函数が設定される。この函数を、本システムでは、プロセス・モデルとよぶことにしている。

さらに行政セクターでは、行政の基本目標を展開した行政目標体系と、価値体系で把握した行政需要量を、行政目標体系へ変換する行政函数とによって、アルゴリズムが構成される。

(4) モデル化の構想

① システムの目的とモデル情報

上述のシステム・モデルから出力される情報が、システムの目的とどのように関連してくるかを、ここに整理しておく必要がある。

当初設定したシステムの目的は、前述の通り、実施計画策定のための方針を提示することと、作成された実施計画に社会的価値評価を与えることであるが、後者では、現実の組織における計画過程への適用を考えると、必ずしも個々の実施計画が評価の対象となる場合に限らず、個々の計画間の相互調整に用いられるケースも想定されなければならない。

計画策定に対して与えられる方針の決定には、まず、現時点での問題の所在を計量的に認識し、その特性や傾向を把握するために、価値体系と行政目標体系でキャッチした、都市問題と行政需要に関

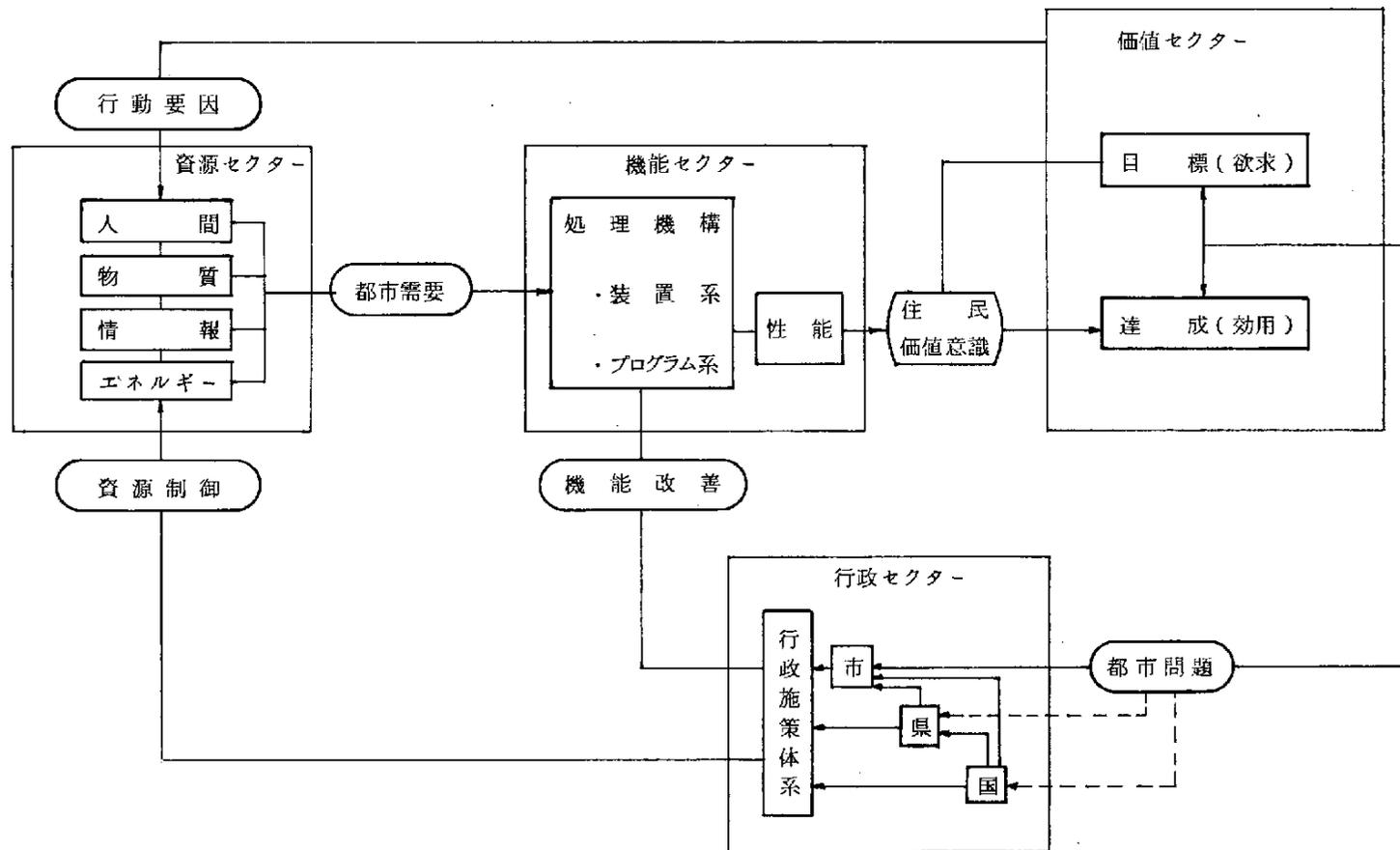


図4-2-1 システム・モデルの枠組

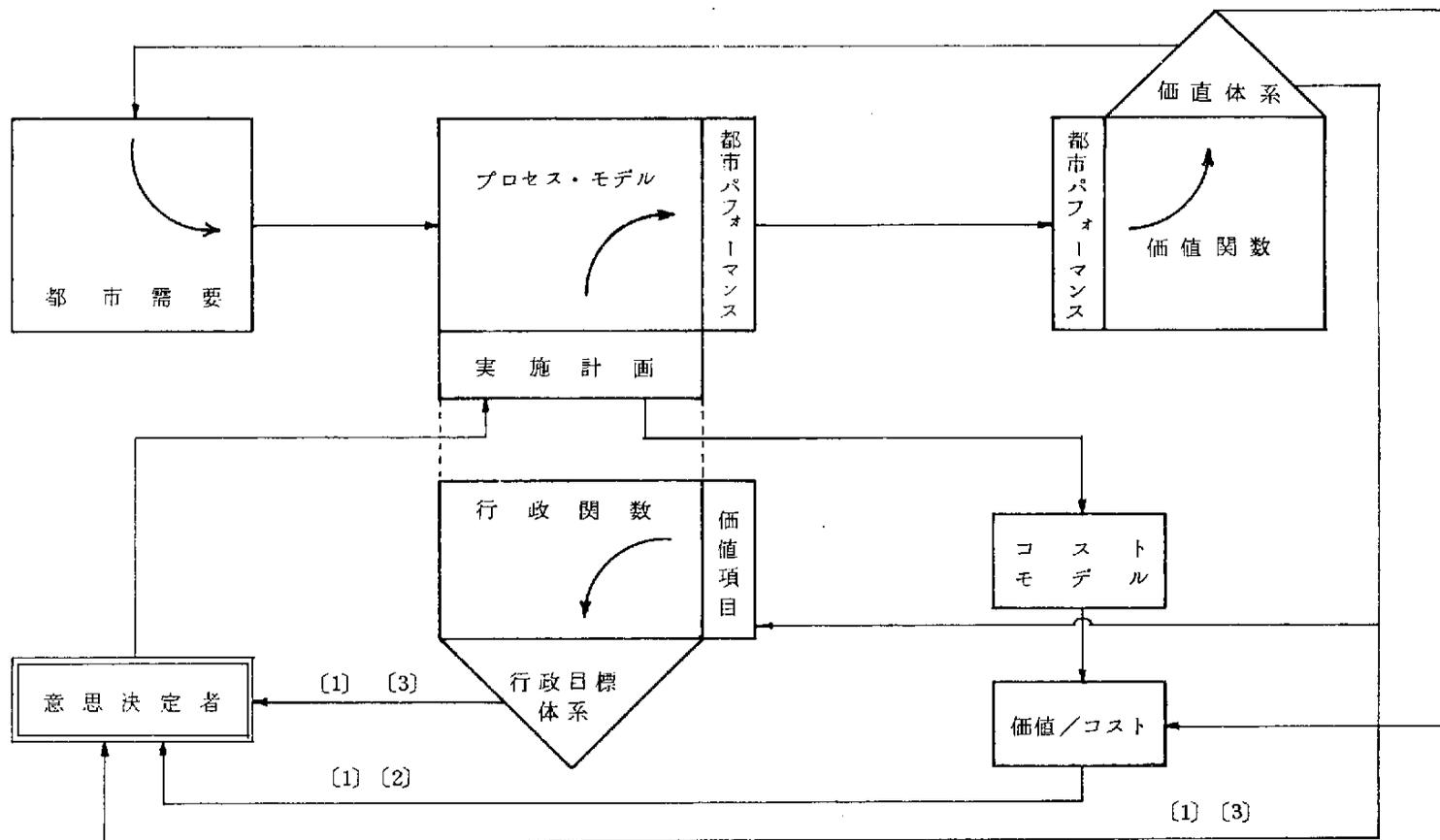


図4-2-2 システム・モデルのアルゴリズム

する情報が使用されるべきであろう。また、都市の基本構造に関するモデル分析の結果は、方針案の内容の充実を図ることに、有効に活用されるであろうし、その方針案の評価には、価値体系によって求められる総価値量（ただし、この場合には、住民都市魅力のような代理変数）に、政策の有効度を示すひとつの尺度としての資格が与えられるであろう。

個別計画の評価には、計画のインパクトによってもたらされる、総価値量の変化分と、計画の所要コストとの比が提供できる。これは、補助金の確保や実施スケジュールの調整等の実行可能性を示す基準とともに、計画の評価にとって、不可欠な要素である。

ここにいう計画の相互調整とは、各組織において個別に立案された計画間に生ずる波及作用をチェックし、その影響を考慮して計画の内容に検討修正を加える共通の機能であり、このために、価値体系及び行政目標体系のうえでとらえられる波及のインパクトの大きさが、計画の調整を方向づけるためのひとつの基準となりうるであろう。

以上の関連は、表1に示す通りである。また、各モデル情報は、先に示したシステム・モデルのアルゴリズム上では、図2に示すごとく位置づけられる。

表4-2-1 システムの目的とモデル情報

モデル情報 目的	価値 エレメント	総価値量	コスト	行政目標 エレメント	都市 主要変数
1 計画策定方針 の決定	都市問題	方針代替案 の有効度		行政需要	都市基本構造
2 個別計画 の評価		計画案の 有効度	計画案の コスト		都市性能
3 計画の 相互調整	相互調整 の基準			相互調整 の基準	都市活動 波及過程

② モデルの構造

このようなシステム・モデルを、具体的に構築してゆくには、全体の機能を何らかの基準で分割し、その分割された機能ごとに、モデルの作成を分担することが不可避なことである。これは単に、全体のモデル化が、ほう大な作業量を要求するというだけでなく、モデル化される現実の都市活動において、より強い必然性が存在することはいうまでもない。

われわれはこれまでに、都市をひとつのシステムとして把握することを目的とする、システム論的

アプローチによって、価値、資源、機能、行政の4つのセクターから構成されるモデル化を示してきたが、モデルの構造化を進めるうえで、これをひとつの枠組とすることは、当然考えられるであろう。しかし、他方、この枠組によって同一セクターに分類されるうちには、土地利用、住宅、産業、就業のような、都市全体の構造を形成するレベルの活動から、与えられた構造のなかで日常的機能を担うものまでが含まれているので、具体的なモデル化の作業には、少なくともこの視点から、全体を一定の階層構造によって把握することが必要となる。

そこで、ここでは、都市のシステム機能と都市の活動レベル、というふたつの軸によって分割化された領域が、分担の基本単位として考慮されることになった。

これに従って、モデルの構造を展開したのが、図-3である。都市構造を規定していると考えられる活動レベルには、「基本モデル」と「経済モデル」が当てられ、ここでは、ひとまず、その骨格となる機能を組入れた、プロット・タイプのモデルとすることに目標がおかれた。その中心となる基本モデルには、構造変化の組込みと価値判断の明示的な表現を許すシステム・ダイナミックスの手法を用い、これを経済機能状態の側面から定量的に補完することを意図して、エコノメリックス手法による経済モデルを構築することにした。

他方、日常性の強い活動レベルに対しては、行政施策が直接めざすところの、ある限定されたフィールドの変化をとらえる「プロセス・モデル」と、さらに、そのインパクトが、他のフィールドに与える全体的な波及現象の記述を目的とする「波及モデル」とを設定することにした。

また、価値セクター及び行政セクターには、上述の活動レベルに対応する各モデルにおいて、共通した機能と出力が求められているので、この2つのセクターは、各々、独立したモデルとして構築されることになった。

以上のように分割された各モデル間の接続は、図3に示す通りである。

(5) サブ・モデルの機能

① 価値モデル

価値モデルは、前述のアルゴリズムでも示したごとく、Operative な特性を重視して、住民の欲求を階層的に展開してきた価値体系と、選定した都市パフォーマンスで、この体系を構成する要素に帰属する価値を説明する価値を説明する価値関数とで構成される。価値関数の設定には、各価値要素に適合する函数型の選定とともに、都市問題を提示する際のレファレンスとなる都市目標水準と、各要素価値を合成して上位価値を求めるウェイトの決定が同時に含まれる。

(j) 価値体系

価値体系の作成には、まず、いかなる欲求内容をどのように表現するかが、住民各層(主婦、事業主、青年、学識経験者等)の代表から編成される市民委員会において審議された。ここで選定された価値の成分をベースとして、規範的な分析過程をたどり、階層構造をもつ体系が設定されたが、そこ

資源セクター | 機能セクター | 価値セクター
基本モデル

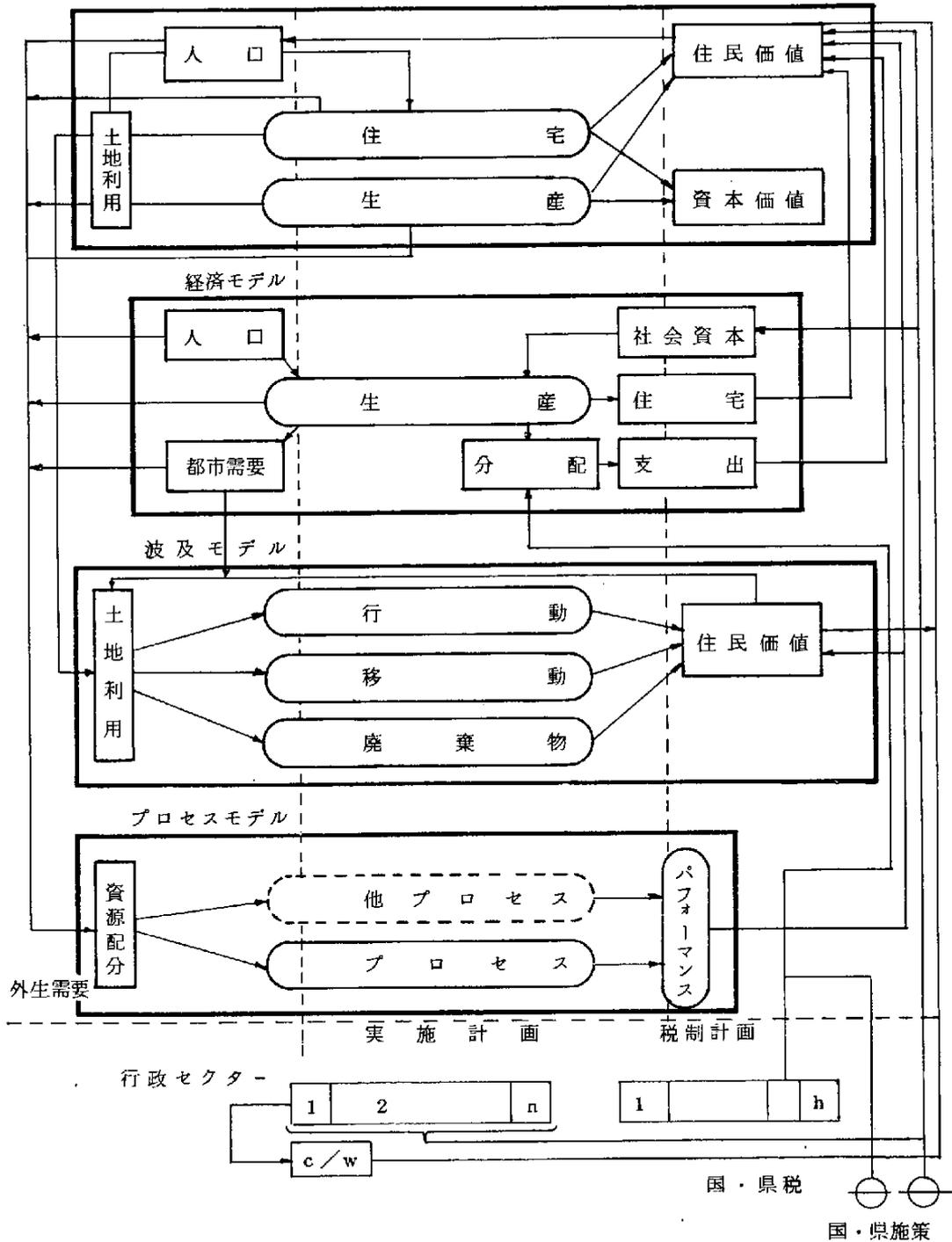
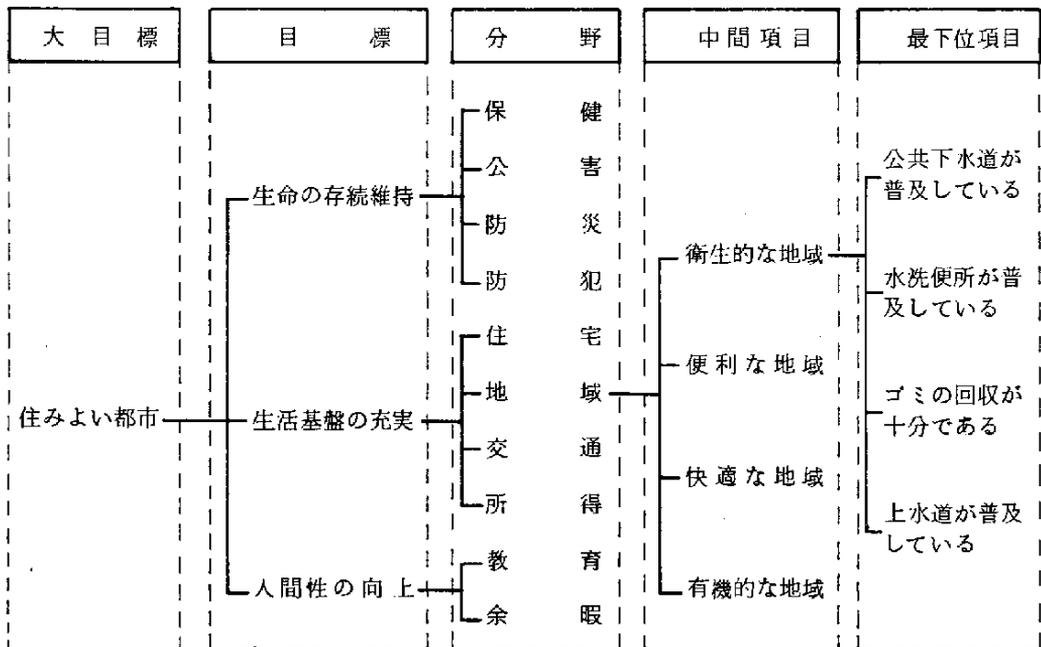


図4-2-3 システム・モデルの構造

での方針としては、(a) トリー状の表現を許すために、価値要素間の独立性(トレード・オフが一定)を確保すること、(b) 時間要因による構造変化から逃れるために、価値の質的側面に着目すること、(c) 価値の内容は、本来多元でありかつ包括的であるが、福祉を包括的に把えることは不可能であるから、重点的に内容を表現すること、等の諸点が考慮された。

むろん、現状では、これらの方針を完全な形で実行しうような方法が存在するわけではなく Operative な体系を導くうえで、経験的直観を主体とする試行錯誤の分析が進められた。最終的に、全体系は表 2 に示すごとく 10 分野で構成され、最下位の価値要素は 121 項目となった。さらに、作成された体系は、多次元尺度構成法(クラスカルの方法)による検証がこころみられている。

表 4-2-2 価値体系



(ii) 価値函数

価値函数を求めるにあたって、特に問題となるのは、今日の社会制度を前提とすると、住民の価値意識データを用いて関数型を定めることが一部の価値項目に限られることである。また求められた価値意識に、全項目を通じて標準的な距離尺度を適用することが困難な点である。われわれは、最初の問題に対しては、公的な財・サービスが社会システムにおいて付与される性格や、データの入手可能性などを考慮して、いく通りかの関数設定の方法を用意した。また、第2の問題には、評定尺度で設定した価値函数を、システム外部から与えられた価値の満足水準と許容限界水準によって規準化し、これを、新しい共通尺度とみなすことにした。結局、このシステムでは、このような事業を考慮して、

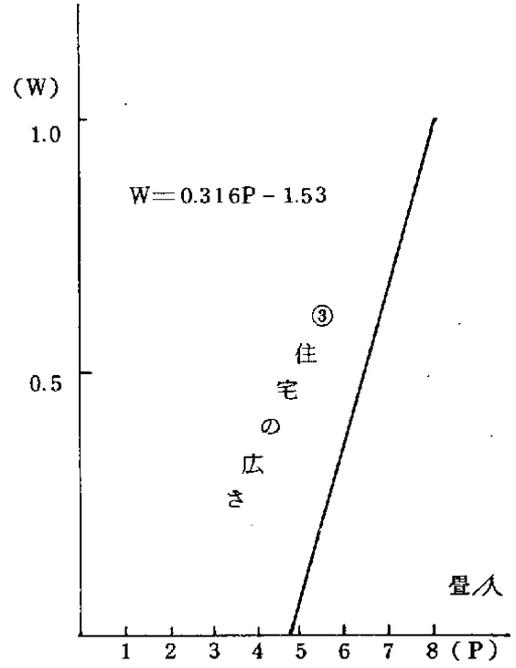
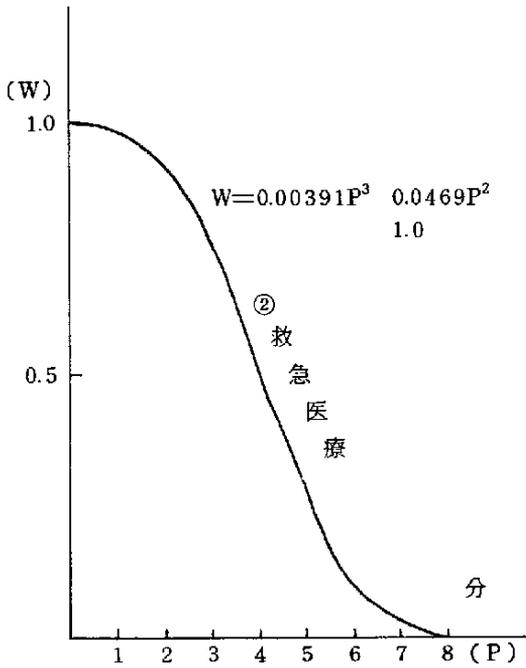
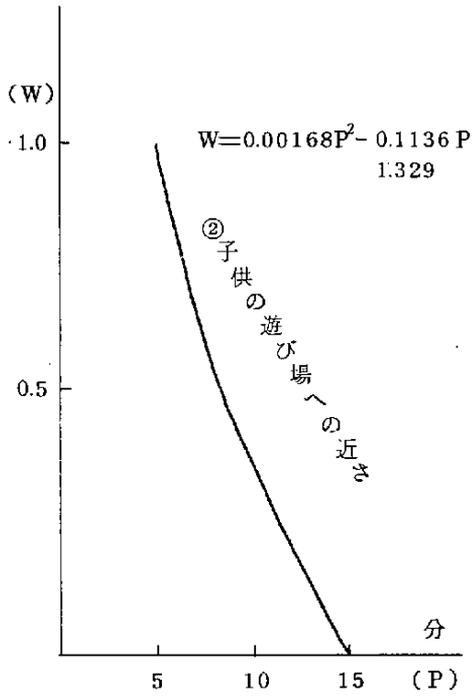


図4-2-4 価値函数の例

価値函数を次のような方法で求めることにした。

1. 住民意識データによる価値函数………職場への近さ、子供の公園の近さなど。(図4.1)
2. 価値に代る技術的指標を尺度とする価値函数………救急医療、悪臭。(図4.2)
3. 目標水準(満足水準と許容限界水準)による一次の価値函数………公園の広さ、余暇時間など。

(図4.3)

次に、価値を合成するためのウエイトは、価値体系の各階層に応じた以下のような方法が適用された。

1. 最下位項目間

住民意識データ(価値項目の重要度調査の結果)について成分分析を行った結果を用いる。

2. 中間項目間

抽象的、総合的な価値判断を要求するので、住民意識に直接依存せず、行政者の平均的判断によるウエイトを採用する。

3. 分野間

現状では、政治的判断に属する性格の問題であるため、システムを使用する意思決定者の価値判断に委ねることとする。

このようにして求めたウエイトの例を、表3に示す。

表4-2-3 ウエイト(分野)

№	分 野	行政平均	企画局長	財政局長
11	保 健	0.101	0.109	0.112
12	公 害	0.110	0.109	0.147
13	防 災	0.115	0.164	0.074
14	防 犯	0.090	0.036	0.074
21	住 宅	0.102	0.073	0.112
22	地 域	0.101	0.085	0.112
23	交 通	0.106	0.127	0.147
24	所 得	0.094	0.145	0.074
31	教 育	0.096	0.097	0.074
32	余 暇	0.085	0.055	0.074

② 行政モデル

行政モデルは、価値モデルで計算された結果を用いて、各行政目標に与えられる行政需要量を求めるものである。それは次のような式にしたがって算出される。

$$Q_j = a_j \sum_{i=1}^{121} b_{i,j} \cdot w_i$$

ここで、 Q_j は行政目標 j の行政需要量、 w_i は価値項目 i の価値量、 $b_{i,j}$ は両者間の変換パラメータ、また、 a_j は総行政需要量を国、県、市の各々都市経営主体へ配分するための制度的パラメータである。パラメータ b の意味するところは、行政における目標形成の意思決定過程であり、したがって、ここでの b の設定は、行政担当者の判断に一応委ねることができる。したがって、このパラメータの推定には、立場を異にする行政的判断の間での合意を得るためにデルファイ法が適用された。

③ 基本モデル

都市の基本構造には、いくつかの明確なフィードバック・ループが見出される。そこには、住民側にも資本側にも、各々の都市魅力の状態を介して、ポジティブに作用するループや、都市規模の拡大による土地の不足、地価の高騰、あるいは、その結果としての住宅難等によって、都市の成長に対しネガティブに作用するループが存在する。基本モデルでは、これらの相互に接合するフィード・バック関係をモデルの骨格とし、都市の成長促進と成長抑制との相互バランスを通じて、都市の将来像の把握をこころみるものである。

ここにおいて、前述のシステム論のフレームで見直すと、価値セクターに対応する住民の都市魅力のモデル化は、どのようになるであろうか。

この基本モデルで扱われる都市魅力の要素は、表 4 に示すような内容である。これらの要素のモデル化にも、説明変数を乗数に変換するためのテーブル函数と、各乗数の合成に関するロジックが必要

表 4-2-4 住民都市魅力の構成

魅力要因	乗数	説明変数
集積	消費生活魅力乗数	第3次産業従業者/人口比
土地	宅地利用密度乗数	宅地利用密度
住宅	持家/借家比乗数	持家、借家比
社会資本	社会資本乗数	道 路 公 園 教 員 医 師 保 安 下 水 道

であり、それらは、価値モデルの価値関数と価値の合成の考え方に、完全な形で対比されるものである。しかし、価値モデルの変数をそのまま基本モデルで用いることは、重点のおき方や集約度が必ずしも一致しないので困難な点が多く、したがって価値モデルで採用された価値要素や価値関数の形態と矛盾を生じないように配慮したモデル化が、ここでは行なわれた。

④ 経済モデル

経済モデルは、都市の経済構造の把握と、経済活動に伴う都市需要の動きをとらえて、政策手段の効果予測を目的とするエコノメトリックス・モデルである。

ここで扱う政策手段としては、経済計画をはじめとする財政支出計画と、収入サイドの市民税、固定資産税等に関する税制計画が含まれる。したがって、このモデルによる予測結果は、まず、都市経営の歳入歳出バランス・シートを示すことができる。

また、このモデルにおいて、政策効果は次の5つの都市パフォーマンスによってとらえられる。

1. 1人当たり実質可処分所得
2. 1人当たり住宅面積
3. 道路混雑度
4. 上、下水道充足率
5. ゴミ処理率

これらはいずれも、価値モデルと接合可能であるから、モデルによる予測結果は、価値関数を通して価値量へ変換され、これによって、政策評価のための価値増分を求めることが可能である。

⑤ 波及モデル

波及モデルの機能は、前述の基本モデル及び経済モデルで扱われたマクロ変数の値を与件として受継いで、長期にわたり都市活動の波及現象を観察し、その過程で達成される住民価値量を予測することにある。したがって、図5に示すように、このモデルで扱う都市需要量には、相互のインパクトの大きさを考慮して、行動ポテンシャルには保健、余暇、教育の各分野、移動需要として交通、廃棄物処理需要には大気汚染、水質汚濁が取上げられた。他方、各需要に対応する処理機構には、公的な供給機能に限らず、私的な供給ルートにしたがう資本及びサービスも同時に含めて考慮され、これらの需給関係によって発生する都市パフォーマンスには、図中に示すものが選定された。

むしろ、これらの都市パフォーマンスは、簡単な変換操作によって価値モデルと接続を図ることが可能であるが、その場合に、各パフォーマンスで説明される価値内容は、価値体系上においては、中間項目に匹敵する範囲をカバーしている。そこで、モデルの中で用いられる価値関数には、最下位項目の中から妥当なものを選択し、また、合成した価値量を求める場合のウェイトには、価値モデルの中間項目に設定されたものを採用することにした。

このモデル化の手法には、分析される現象の記述を理論的に裏付けることが困難なこと、基本モデルとの連動による感度分析を容易にすることなどの諸点配慮して、シナリオ法で補われたシステム・

ダイナミックスが適用された。

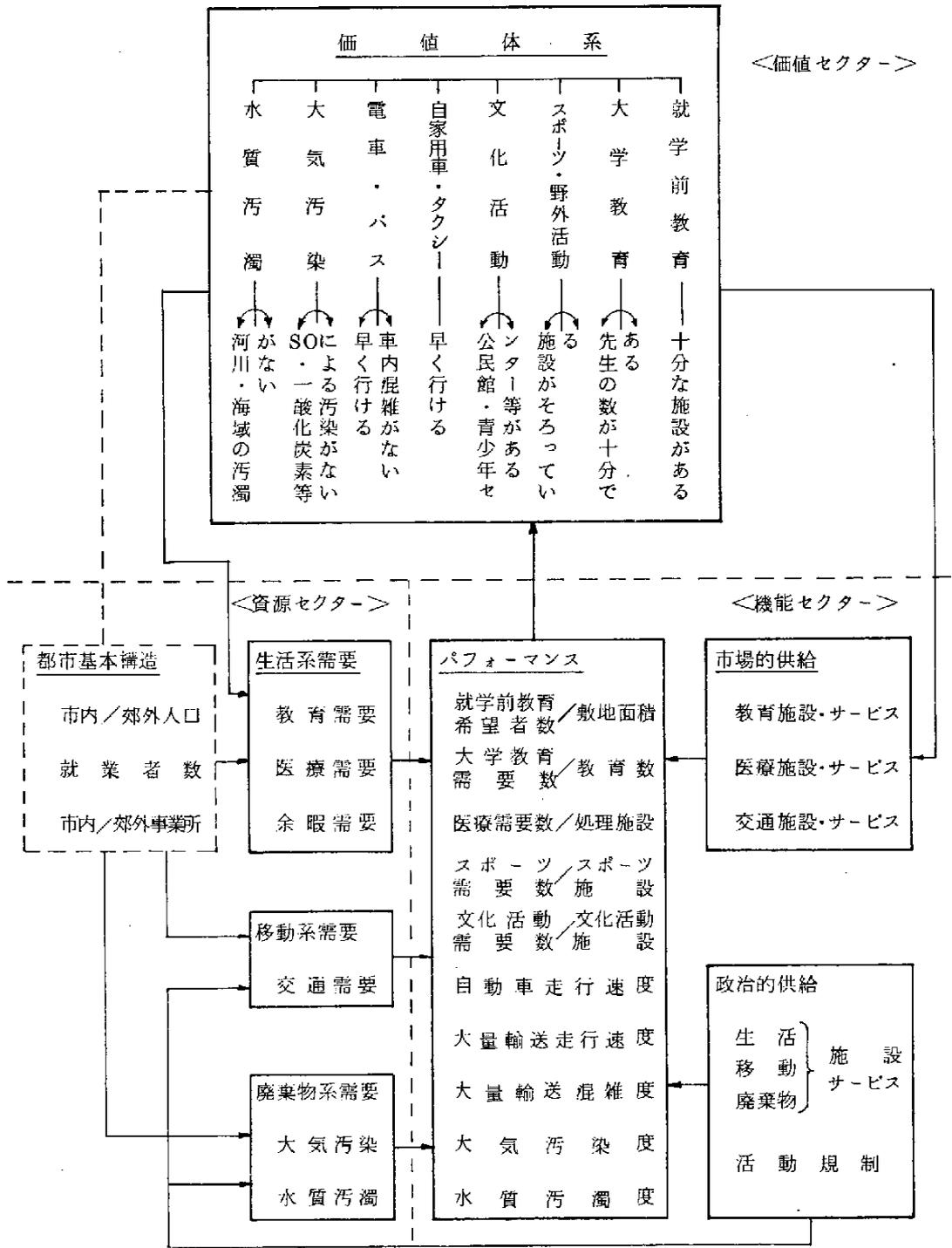


図4-2-5 波及モデルの構造

⑥ プロセス・モデル

プロセス・モデルには、前述の通り、公的施策が都市へ与える直接的なインパクトを都市パフォーマンスによってとらえる役割が課せられる。このために、クローズした一定の領域を設定して、この領域内での都市活動プロセスを記述することに焦点がおかれる。

しかし、施策の内容によってその都度、対象を分析する視点も変わるので、この記述に対して、共通性ある一定のモデルを用意しておくことが、必ずしも許されない。逆にもし、このモデル化にほう大な労働が要求されることになるならば、都市経営システムの実用的運用に、決定的な支障をきたすことは、間違いないであろう。

そこで、ケース・スタディに先立ち、個々の施策(計画)に対応するプロセス分析に、どのような種類のモデル化が必要とされ、その結果、実用性にどのような支障が現われるかを調べてみることにした。

いま、都市パフォーマンスはフィックスして考えるならば、構築するシステム・モデルの全体的構想から判断して、このプロセス分析にモデル化を必要とする要件としては、① 価値・パフォーマンスからのフィード・バックが存在すること、② 需要・供給の構造が複雑な関連性を内包していること、③ 施策の成果単位をパフォーマンスの尺度単位に変換する必要があること等があげられる。このような視点から、約110個の実施計画を検討した結果、市民病院の建設計画、市営住宅建設計画、救急車の増車計画など、上記要件に各々マッチするものもあったが、多くは、需給量の簡単な計算手続きで、パフォーマンスを算出しうることが明らかとなり、同時に、実用の可能性も充分存在することが確認された。

したがって、今回のケース・スタディで必要とするプロセス・モデルでは、基本モデルと経済モデルで予測された都市構造の変化が、最も大きな需装量の変動要因とみなされ、4ケ年の需要予測が行なわれた。これに対し供給側では、各施策による社会的資本の変化が算出され、その結果、各年度の都市パフォーマンスが、両者の比によって求められることになった。

(6) ケース・スタディ

次に、これまでに説明してきた各モデルを駆使して、システムの目的に符合する情報を出力することを試みたケース・スタディの結果を示そう。このケース・スタディでは、すでに述べたシステムの適用が考えられている、3つの意思決定の場(表1)が想定され、これらのいずれにも現在重要な位置を占めているモデル市の企画局長と財政局長に参加を求めて行なわれた。

意思決定者の参加がここで要請されるのは、以前には明確に示しえなかったシステムに対するニーズが、具体的なデータの提示によって顕在化し、これによって、すでに述べたシステムに含まれる仮説の妥当性が、チェックされるからである。

この総合的システム・ランで扱う情報は、モデル都市の最近のデータにもとづいてはいるが、各モデ

ルが未完成な部分を残していることや、パフォーマンス等のデータに入手不能なものが依然多いため、完全に現実的なものとなっていない。したがって、今回は問題の解決に直接役立つことよりも、システム全体の構想にそって、一貫したテスト・ランを行ない、システムの具体的イメージを明らかにすることに、主要な目的がおかれた。

このケース・スタディは、図6に示す手順に従って実施された。以下に、その結果について示そう。
(計画の相互調整については省略)

① 計画策定方針の決定

(a) 都市問題及び行政需要情報

これらの情報を得るには、まず、意識調査によって求められた価値体系のウエイト(最下位項目間、中間項目間)が提示され、意思決定者はそれらを参照して、分野間のウエイトを独自に決定する。他方、プロセス・モデルによって予測されたパフォーマンス値が与えられると、両者の結果から、価値体系の各要素について、住民の満足水準(S)と、現在及び将来(4ケ年)において達成される水準(T)との差から、認識されるべき都市問題が計測される。また、これらの価値量(ゆい離度)を価値体系の各レベルごとに集約して示すことも可能である。

このようにして得られた結果を表5に示す。ここでは、実施計画の対象期間である4ケ年(47～50年)の推移を予測している。

これらの価値量を行政モデルに投入すると、行政需要量へ変換が行なわれる。その結果は表6の通りであり、行政目標の上位3つの項目間でとらえた行政需要と、その下位項目間の行政需要について、4ケ年(47～50年)の動向を示す。

意思決定者は、モデルから出力された情報を検討し、各自の価値判断に照合して、なっとくのゆくまで上記過程をくり返すことより、適正な価値ウエイトを設定するための学習が可能である。

(b) 都市政策分析情報

基本モデル、経済モデル、及び波及モデルを複合して政策分析が行なわれる。この背景には、上記の過程で得た都市問題に関する認識があり、また、価値体系がすでに述べた方法で、各モデルへ資合的に組み込まれることを必要とする。

まず、基本モデルと経済モデルとの間の統一が確保されなければならないが、それは次のような方法によった。両モデルには、対象範囲に共通する部分はあるものの、手法(システム・ダイナミックスとエコノメトリックス)、対象地域(都市圏と旧市域)、期間(20年と5年)等に相違する点が多い。そこで、基本モデルにおいて広島都市圏の全体の都市規模を把握した上で、旧市域(市内)の人口を経済モデルに外挿し、そこから推定される経済構造(事業所数)を基本モデルのそれと比較し、チェックすることにした。(表7参照)

このようにして、一致が図られた基本モデルでは、以下のような政策分析のケース設定が行なわれた。これらのケースは、社会資本の投下に関し、量的な増減、質的内容による分配、空間的内容によ

<都市経営システム・モデル>

<意思決定者>

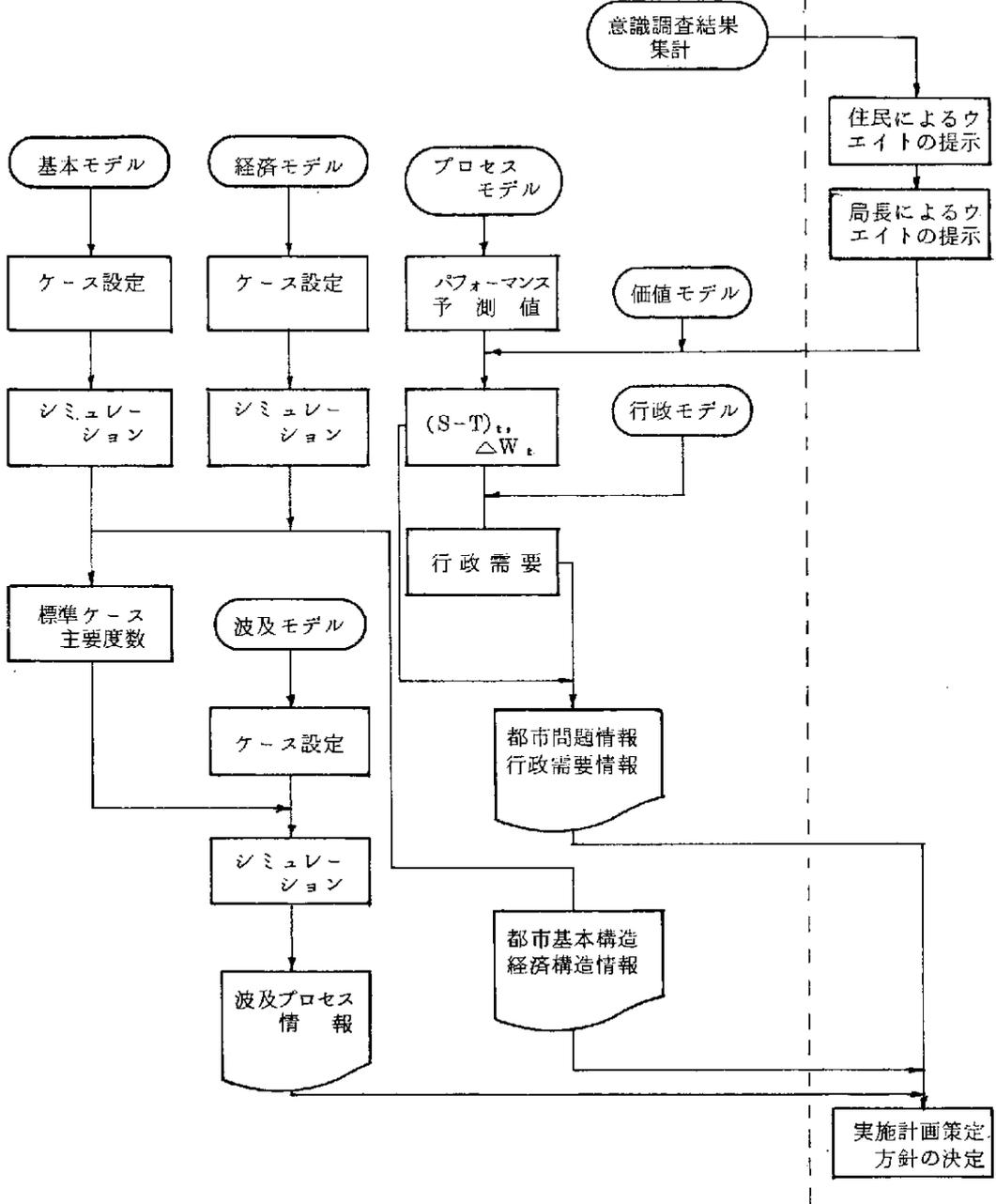


図4-2-6 ケース・スタディの手順(1)

<都市経営システム・モデル>

<意思決定者>

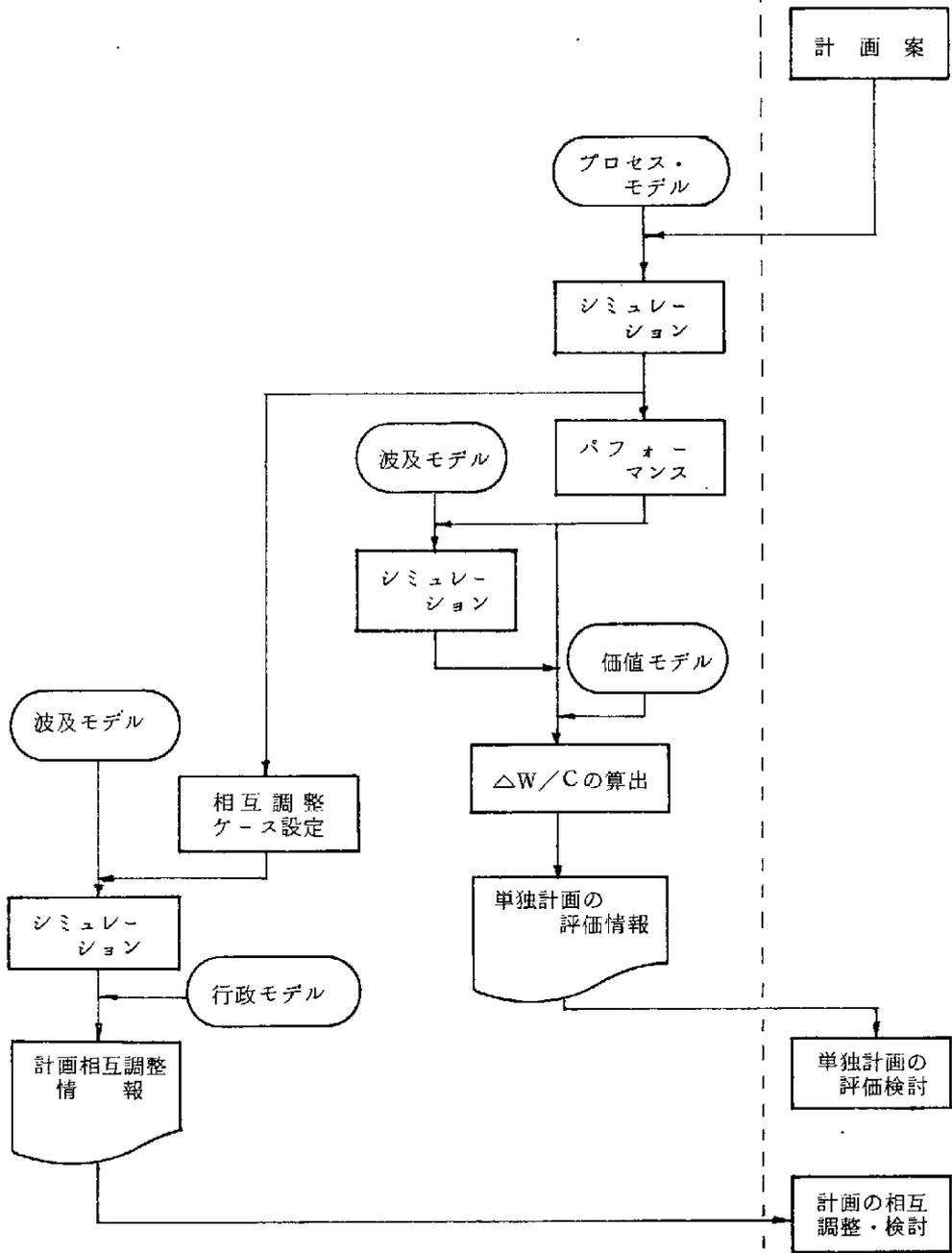


図4-2-6 ケース・スタディの手順(2)

表4-2-5 都市問題情報

(1) 分野別都市問題

	(4.8)										
47年度	保健 (14.2)	公害 (10.3)	防災 (13.6)	防犯 (5.9)	住宅 (8.9)	地域 (8.9)	交通 (13.8)	所得 (11.9)	教育 (10.2)	余暇 (6.9)	0.741 (100.0%)
50年度	(14.0)	(10.3)	(13.6)	(5.9)	(8.5)	(12.1)	(11.9)	(10.0)	(6.7)	0.716 (96.8%)	
	(3.8)										

(2) 中間項目別都市問題(地域分野)

47年度	衛生的な 地域環境 (27.6)	便利な 地域環境 (28.1)	快適な 地域環境 (29.8)	意識的な 地域環境 (14.5)	0.780 (100.0%)
50年度	(24.5)	(26.0)	(29.5)	(14.5)	0.737 (94.5%)

(3) 最終エレメント別都市問題(地域分野の一部)

最終エレメント	47年度	48年度	49年度	50年度
公共の下水道が普及している	0.41	0.39	0.37	0.36
水洗便所が普及している	0.18	0.17	0.16	0.15
子供の遊び場に近い	0.04	0.03	0.02	0.01
公園に近い	0.04	0.04	0.03	0.02
集会所に近い	0.03	0.02	0.02	0.01
公園の広さが十分である	0.07	0.07	0.07	0.07

(注) 都市問題は、満足水準1に対する割合で示されている。()内はパーセントを示す。

表4-2-6 行政需要情報

(1) 目標別行政需要(国・県を除く市分)

目 標	47年度	48年度	49年度	50年度
市民生活の向上	0.667	0.664	0.656	0.649
生活環境施設の整備	0.089	0.089	0.088	0.088
都市基盤の整備	0.244	0.236	0.230	0.224

(2) 分野別行政需要(国・県を除く市分)

分 野	47年度	48年度	49年度	50年度
保 健 ・ 衛 生	0.087	0.089	0.088	0.087
社 会 福 祉	0.059	0.058	0.056	0.055
学 校 教 育	0.146	0.146	0.142	0.141
社 会 教 育	0.089	0.088	0.087	0.086
公 害	0.200	0.200	0.200	0.199
防 災 ・ 防 犯	0.085	0.084	0.083	0.082
住 宅 ・ 宅 地	0.045	0.045	0.045	0.045
公 園 ・ 緑 地	0.033	0.033	0.031	0.031
清 掃	0.012	0.012	0.012	0.012
都市計画規制	0.086	0.085	0.084	0.084
交 通	0.125	0.121	0.116	0.111
上 水 道	0.004	0.004	0.004	0.004
下 水 道	0.027	0.026	0.025	0.025
河川の整備	-	-	-	-
エネルギー・通信	-	-	-	-

(注) 各行政需要は、47年度の全体を1.0とした比率で示される。

表 4-2-7 基本モデル：経済モデル出力結果の比較

年	第 2 次産業事業所数		第 3 次産業事業所数	
	基本モデル	経済モデル	基本モデル	経済モデル
45	4,542	4,656	28,172	28,065
46	4,538	4,754	29,416	28,531
47	4,508	4,833	30,442	29,053
48	4,491	4,952	31,387	29,868
49	4,488	5,098	32,332	30,847
50	4,497	5,266	33,333	31,970

る分配を考慮したものである。

- ・標準モデル (S)..... [I]
- ・量的政策
 - └ (S)の 50%増加..... [II-1]
 - └ (S)の 100%増加..... [II-2]
- ・質的政策
 - └ 生産部門重点
 - └ 生産部門のみ(S)の 50%増加..... [III-1]
 - └ 生産部門のみ(S)の 100%増加..... [III-2]
 - └ 生活部門重点
 - └ 生活部門のみ(S)の 50%増加..... [IV-1]
 - └ 生活部門のみ(S)の 100%増加..... [IV-2]
- ・空間的政策
 - └ 市内重点
 - └ 市内のみ(S)の 50%増加..... [V-1]
 - └ 市内のみ(S)の 100%増加..... [V-2]
 - └ 郊外重点
 - └ 郊外のみ(S)の 50%増加..... [VI-1]
 - └ 郊外のみ(S)の 100%増加..... [VI-2]

各ケースの分析に統一的观点を与えるのは、すでに述べた価値体系を投影した代理的変数としての都市魅力乗数である。この乗数の値は、各ケースについて、図7のような変動の経路をたどることが明らかにされた。したがって、この結果から、量的政策のパターンは、短期的な視点において、都市

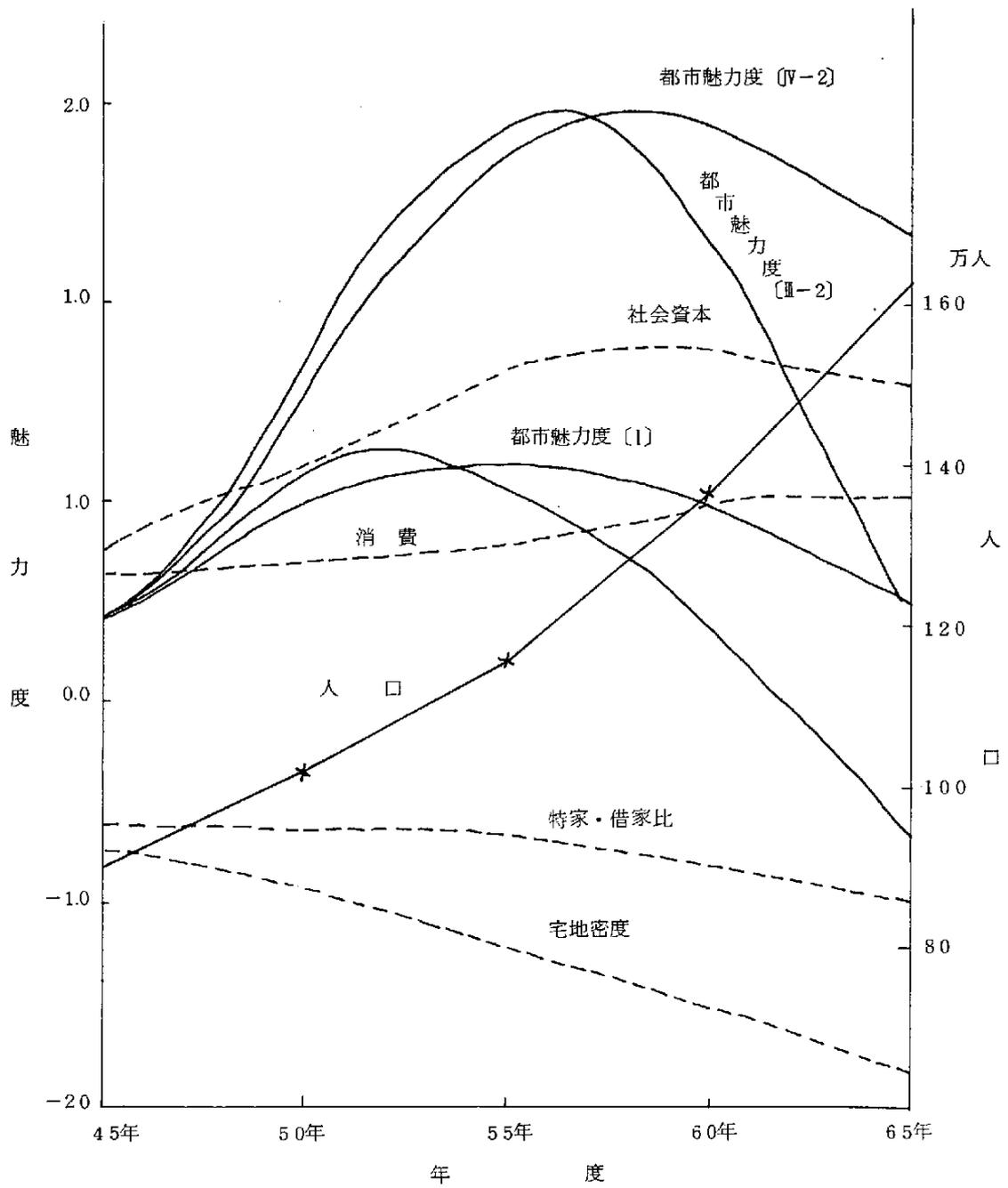


図 4-2-7 住民都市魅力度とその構成変数 (I) ケース)

の改善に貢献するものの、長期的には都市規模の拡大によって従来の大都市と同様に過密のデメリットを生み出し、その状態の維持が不可能であること。また、産業部門にウエイトをおく政策パターンは、長期間では一層都市の状態を悪化させるが、これに対し、生活部門にウエイトをおく場合には、都市規模の急激な拡大を抑え、都市をある程度よい状態に維持するであろうという政策提言が導かれた。

次に、このような政策の実体が日常的都市活動にいかなる波及効果を及ぼすかが、波及モデルによって確かめられる。基本モデルと波及モデルとの間は、

- ・市内／郊外人口（夜間）
- ・総就業者数
- ・市内／郊外製造業事業所数

の各マクロ変数によって接続され、統一した状況が導かれた。これらの変数を波及モデルでは、年令階層別人口、婦人就業比などの生活様式の記述に必要なレベルへ変換をほどこしている。いま、基本モデルの〔Ⅰ〕標準ケースと〔Ⅱ-2〕量的政策（Sの100%増）との2つのケースの影響を対比して示すと次のようになる。

すなわち、〔Ⅰ〕に対し〔Ⅱ-2〕では、生活系に属する活動について、人口増大による需要量の拡大が顕著であり、供給側（民間資本を含んで）の対応に遅れが生じること（つまり、パフォーマンスが悪化する）。移動系では、自動車、大量輸送ともにトリップ数が拡大し、速度の低下や混雑度の上昇をもたらすこと。廃棄物処理系では、大気汚染の進行が加速されること、等の波及現象が摘出された。図8～図10は、ここでの出力の例を示すものである。

このように、政策の実施にともない生起するクリティカルな問題の所在を、この実験装置を通すことによって摘出することが、ここでの意図である。

② 個別計画の評価

個別計画の評価に必要とする情報は、その計画の実施による価値の増分（ ΔW ）であるが、これを求めるには、プロセス・モデルによってとらえることが可能な直接的なパフォーマンスの変化に対応する ΔW_1 と、波及モデルによる波及過程を経た上でのパフォーマンスの変化に対応する ΔW_2 とが、別々に計算され加えられる。

このケース・スタディでは、広島市の47年度実施計画の中から、都市基盤の形成に係わる計画として、下水道及び公園の整備計画と、日常の生活環境の改善を日ざす計画として、生活道路、保育所、養護老人ホーム、児童館、図書館の各整備計画が取上げられた。しかし、この2種類の計画の間では、施設のライフ・サイクルの考え方に基本的違いがあり、また現時点で、住民の意識による価値判断には、日常性の高いものへの偏向がさけられないので、直ちに統一した比較評価を行うことには、あまり意味がない。したがって、今回のテマト・ランでは、各施設の耐用年数を無視して、全ての計画について47年より10年間の価値増分を推定し、それを ΔW とした。

表-8は、各計画案について、モデルから出力された結果である。これをみると、都市基盤計画と一般施設計画との間ではもとより、後者の計画群の中でも、上述の住民の価値意識における偏向がうかがわれる。このことは、住民の価値意識を評価基準とすることに対し、公平の基準をいかに導入するか、そのためにインタレスト・グループをいかに設定するか、住民の意識に価値リソースの制約をいかに課すかなどの問題に、充分検討の余地が残されていることを示唆するものといえよう。

(7) 今後の展望

以上のごとく、このシステムのユーザである行政トップ層の参加を得て、具体的な意見決定の場を設定して行なわれたこのケース・スタディでは、所期の目標通り、システムに対するニーズがより明確になり、これによって、設定した目的や概念構成の妥当性が確認された。しかし、これまでに紹介した通り、各モデルともようやくその骨格を整えたところであり、現実の問題に対応するには、引き続き多くのモデル化の蓄積が必要とされるであろう。

われわれがこれまでに進めてきた都市・経営システムの建設は、見方を変え、都市計画における「総合基本計画」のシステム化を意図するものであり、総合基本計画とはいかなる総合システムであるべきかを追求してきたといえる。

総合基本計画の作成は、自治法において規定され、総合行政の代名詞ともなりつつある。

しかし、それが具体的政策に有効に生かされている例はごく少なく、その原因の大半が、計画の作成においても、またその運用に当たっても、ひとつの総合したシステムとしての機能を欠くことに帰因していることは、明白と思われる。

われわれが今後、さらに、この都市経営システムの発展を図るとすれば、現実の都市行政に応用し、経験と実績をつみ重ねて行く他にありえないが、その具体的な実用化の場を提供するのは、この総合基本計画においてであろう。つまり、総合基本計画の改訂や総合基本計画に密接な関連をもつ問題（合併の促進、コミュニティの形成等）の解明に、適用の場が考えられる。上述のケース・スタディの結果がフィード・フォワードされる次の開発段階では、このような場を通じて、システムの有効性をより確実なものとし、都市行政の意思決定の間に、システムの定着化をめざすことを考えたい。

なお最後に、本研究は広島市企画局の御協力と、日立システム開発研究所小沢紀美子、北島弘行、鶴飼純一、和歌森文男の諸氏と共同で行なわれたことを記す。

表4-2-9 評価結果一覧

計 画 案	対応するエレメント	パフォーマンスの		
		47年	48年	49年
1 下水道の整備	公共の下水道が普及している	18.0%	20.5%	23.1%
	水洗便所が普及している	13.6%	17.0%	20.5%
2 大公園, 小公園 緑地整備	公園に近い	9.4分	8.65分	7.90分
	公園の広さが十分である	2.08 m ² /人	2.19 m ² /人	2.29 m ² /人
3 生活道路の整備	人と車が分離されている (歩道整備に対応)	17.1%	18.6%	20.1%
	歩きやすい道である	79.4%	80.8%	82.2%
	道路が整備されている	82.9%	84.3%	85.7%
4 保育所の整備	就園できる	68.34%	69.8%	71.3%
	通園の便がよい	11.0分	11.0分	11.0分
	十分な広さの施設である	7.9 m ² /人	7.9 m ² /人	7.9 m ² /人
	保母, 先生が十分にいる	21.5人/人	20.99人/人	20.83人/人
5 養護老人ホームの整備	収容施設に入所できる	42.0%	47.7%	53.3%
6 児童館の整備	各種余暇施設が十分である	0.060 m ² /人	0.068 m ² /人	0.077 m ² /人
	遊び場に近い	7.441分	6.716分	5.991分
7 図書館の整備	図書館へいつでも入館できる	8.78 m ² /千人	11.85 m ² /千人	14.92 m ² /千人
	図書が十分である	0.414円/人	0.441円/人	0.469円/人

(注)* 企画局長の設定したウェイトによってWorthを計算した場合
 ** 財政局長の設定したウェイトによってWorthを計算した場合

予 測 値		△Worth (10 ⁻⁵)Cost			△Worth / Cost (10 ⁻⁷ / 百万円)	
50年	51年	企画局長*	財政局長**	(百万円)	企画局長	財政局長
25.6%	28.1%	1,729	2,287	15,015	11.5	15.2
23.9%	27.3%					
7.15分	7.15分	564	739	2,953	19.1	25.0
2.40㎡/人	2.50㎡/人					
21.5%	23.0%	3,136	3,630	746	420.4	486.6
83.5%	84.9%					
87.0%	88.4%					
7.28%	72.9%	1,519	1,530	1,230	123.5	124.4
11.0分	11.0分					
7.9㎡/人	8.0㎡/人					
20.66人/人	20.50人/人					
59.0%	59.0%	1,886	1,940	642	294.1	302.2
0.086㎡/人	0.094㎡/人	1,121	1,499	356	314.9	421.1
5.265分	4.540分					
17.99㎡/千人	21.06㎡/千人	514	719	532	96.6	135.2
0.496円/人	0.523円/人					

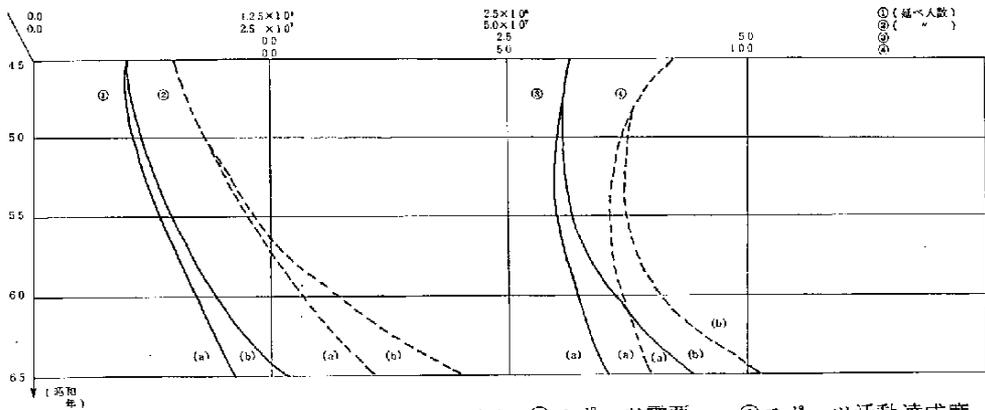


図 4 - 2 - 8 生活系需要とそのパフォーマンスの変化 ①スポーツ需要 ③スポーツ活動達成度
 ②文化活動需要 ④文化活動達成度
 (a) : [I] 標準ケース
 (b) : [II-2] 量的政策ケース

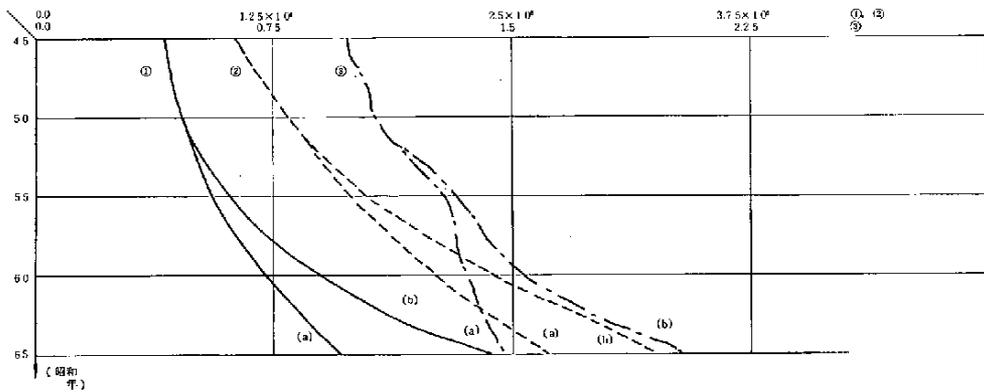


図 4 - 2 - 9 交通及び大気汚染量の変化 ①自動車台数 (台数)
 ②大量輸送トリップ数 (トリップ数)
 ③大気汚染量 (指数)

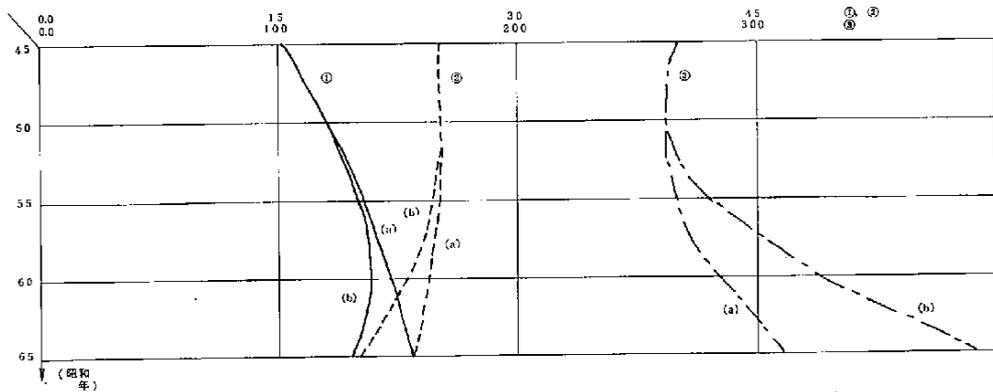


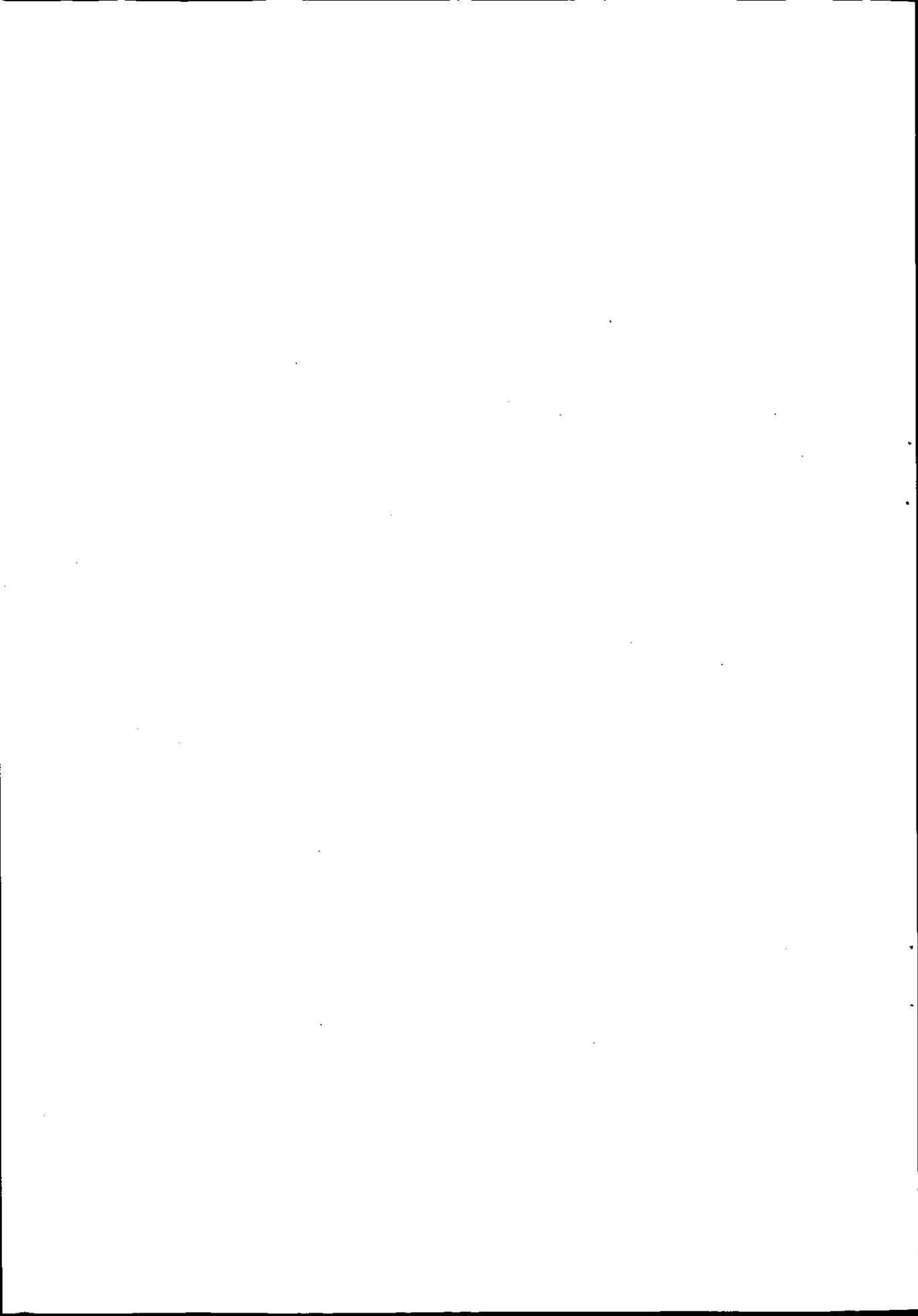
図 4 - 2 - 10 交通パフォーマンスの変化 ①大量輸送速度 (Km/h)
 ②自動車走行速度 (")
 ③大量輸送混雑度 (指数)

第2部

都市問題解析型地方行政 経営システム・シミュレータのパイロット・スタディ —埼玉モデル—

1974年3月

社団法人 日本オペレーションズ・リサーチ学会

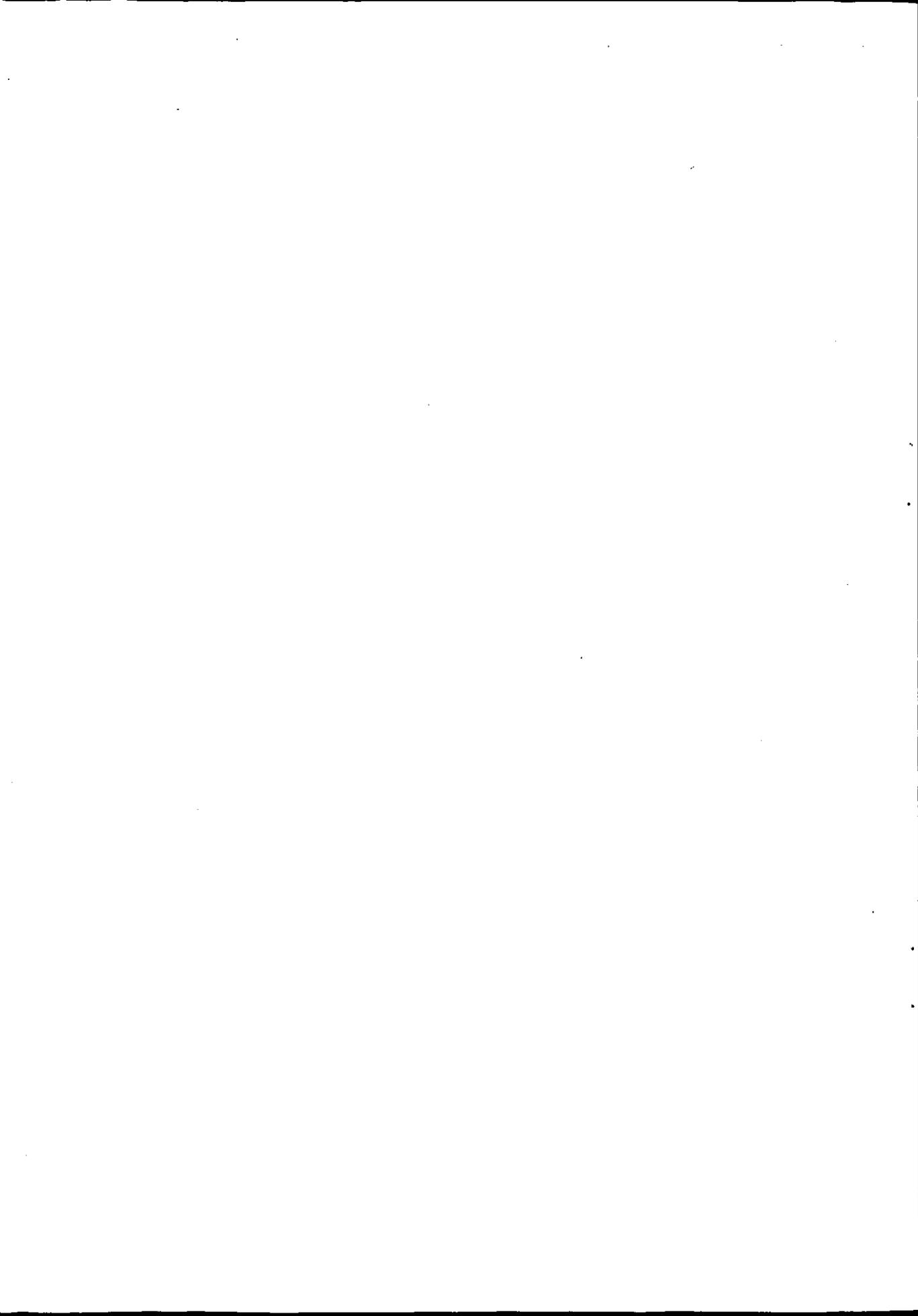


埼 玉 モ デ ル

目 次

序

1. 都市問題と地方行政経営の計画用コンピュータ・モデル
2. 埼玉県経営計画コンピュータ・モデルの概要
3. 埼玉ダイナミックモデルの詳細
4. 埼玉地区変動モデルの詳細
5. 行政サービス不満モデル
6. 財政モデル
7. 政策シミュレーション
8. (付録) 埼玉県管内図



都市問題解析型地方行政経営システム・シミュレーションのパイロット・スタディ——埼玉モデル——

序．本稿は都市問題の解析を主たる目的とする都市システム・シミュレーションモデルから発展して、都市の計画的経営の政策シミュレーション実験を行えるような都市経営システム・シミュレーションモデルの開発を行なうべく、東京という巨大都市の都市圏内にあり都市化の波をもろにうけてさまざまな都市問題に悩まされている埼玉県をケースにとって調査研究の作業を進めているパイロットスタディの要旨を紹介するものである。

なお、本研究チームのメンバーは次の通りである。（順不同）
安田八十五（チーフ）、小岩 明、金子昇一、
佐藤 貴一郎、西尾 治一、梶 太郎、
吉岡 秀明、伊藤 英樹、古村 哲也、
渡辺 文雄、真野 修司、柏倉 常一、
鷺 弘道、

1. 都市問題と地方行政経営の計画用コンピュータ・モデル

わが国は戦後、諸外国が眼を見張るような高度経済成長を達成しましたが、最近ではいわば「成長の代償」ともいうべき諸問題に悩まされております。これらの諸問題のうちで公害問題と並んで重要かつ解決が困難な問題としては都市問題があります。

都市問題は土地問題、住宅問題、交通問題及び財源問題などさまざまな側面がありますが、これらの問題は独立の問題として存在しているのではなく、相互に複雑にからみあっているため、都市問題という視点から問題解決にあたらないと、ある問題の解決が別の問題を発生させたり、悪化させたりします。たとえば、住宅問題を解決しようとして郊外にどんどん住宅地を建設しようとする、今度は通勤・通学の交通ラッシュという交通問題をもたらすという具合です。このような問題を解決するには、住宅問題と交通問題を別々の問題とみなして解決するのではなく、それらを都市もしくは地域におけるさまざまなシステムの貧乏、欠陥、失敗として問題を統一的、総合的に把握し、問題解決にあたる必要になってきます。このような考え方を「問題解決へのシステムズ・アプローチ」といいます。

とくに県、市町村等の地方行政当局にとってはこのような都市問題の解決を住民から要求され、期待されているわけですから、都市問題解決にあたってはシステマ的思考、システムズ・アプローチが必須となるわけです。

ところが、都市問題はきわめて複雑なために、一人の人間が自分の頭の中であれこれ考え解決策をきくぐっても仲々うまい方策はみつかりません。

また、都市問題のような社会的な問題は短期的には最善と思われる解決策が長期的には最悪な事態をもたらすということはしばしばみうけられます。ですから、つねに長期的な視点に立って、計画的に対処する必要があります。このためには都市とか地域とかの社会経済システム、土地利用システムの変動を予測して、産業政策とか土地利用規制策とかの政策代替案がどのような効果をもたらすかをそれらの施策を実施する前に何らかの形で評価しておくことが必要です。このような方法にはさまざまな方法が考えられますが、きわめて有効な方法としては、都市の変動を追跡できるようなモデル（模型）をコンピュータを利用して作成し、いろいろな政策代替案の事前的な模擬実験（シミュレーション実験）を行なうという方法があります。

われわれは橋をかけた場合、ある地域の姿がどのように変化するかを、模型を作ってみようとしたり、洋服を着た場合、どのようになるのかをファッション・モデルを使って調べたりしますが、「都市のモデル」、「地域のモデル」というのも、基本的には、橋の模型、ファッション・モデル、プラモデルと同じく、現実の世界を模写し、抽象化し、捨象化して作った仮空の世界です。橋の模型は橋という物理的な（ハードな）もののモデルですが、「都市のモデル」というのは都市における眼には見えない、さまざまな仕組み、たとえば経済の動きとか住民の満足とかのいわばソフトなもののモデルという違いがあるだけです。

われわれは、東京という巨大都市の圏域内にあり、都市化の波をもろに受け、急激に変化している埼玉県を、「都市のモデル」の対象と選び、都市問題に対して行政当局が計画的にどのように接近して行けばよいのかという地方行政の計画的経営の一つの補助手段を提供したいと考えたわけです。

このような埼玉県コンピュータ・モデルを用いれば、5年後、10年後、さらには50年後の埼玉県の姿が人口、産業生産額、雇用人口などの社会経済的なものと土地利用の変化などのハードなもの双方に関して、予測することができ、「このままでいけばどうなるのかなあ？」という不安に対して、どのような対応策、政策をとればよいのかという考えの手助けをしてくれます。とくに「このままでいけば埼玉県の5年後、10年後の姿はこうなりますよ、！」と住民に埼玉県の将来の姿を提示することによって、住民が「それではどうすればよいのか」という住民自身が自分たちの地域の問題を考える機会をもつことができるわけです。

2. 埼玉県経営計画コンピュータ・モデルの概要

我々は埼玉県の将来の姿がどうなるのか、そしてそれにもなってどのようなタイプの行政需要がどの位各地区で発生するのかを把握し、それに対して公共施設、公共サービスをいかに供給すべきかという視点からコンピュータモデルを構築しさまざまな政策シミュレーション実験を試みようと考えております。図-1にコンピュータ・モデルと行政当局の役割の関係及びモデルを県民参加にいかにか使うかが説明されています。図-2には我々が構築している埼玉県コンピュータ・モデルの全体のフレームワークが図示してあります。また図-3にはそのモデルのうちの一つの埼玉県全体のマクロ的な社会経済システムの変動を予測できる埼玉ダイナミック・モデルが説明されています。

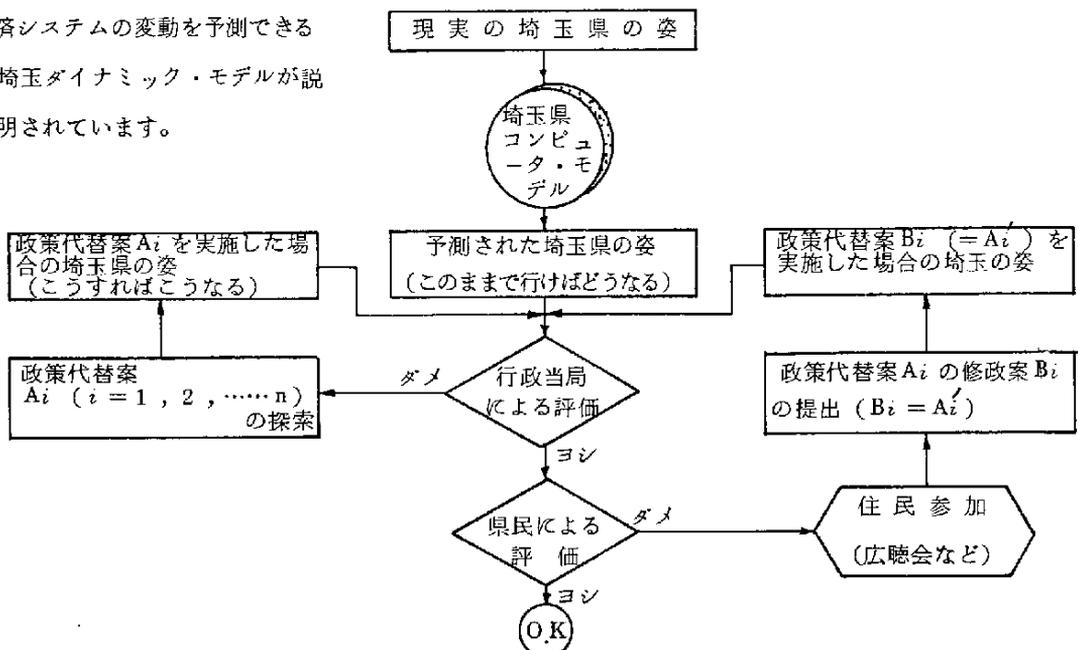


図-1 コンピュータ・モデルと行政の役割及び県民参加

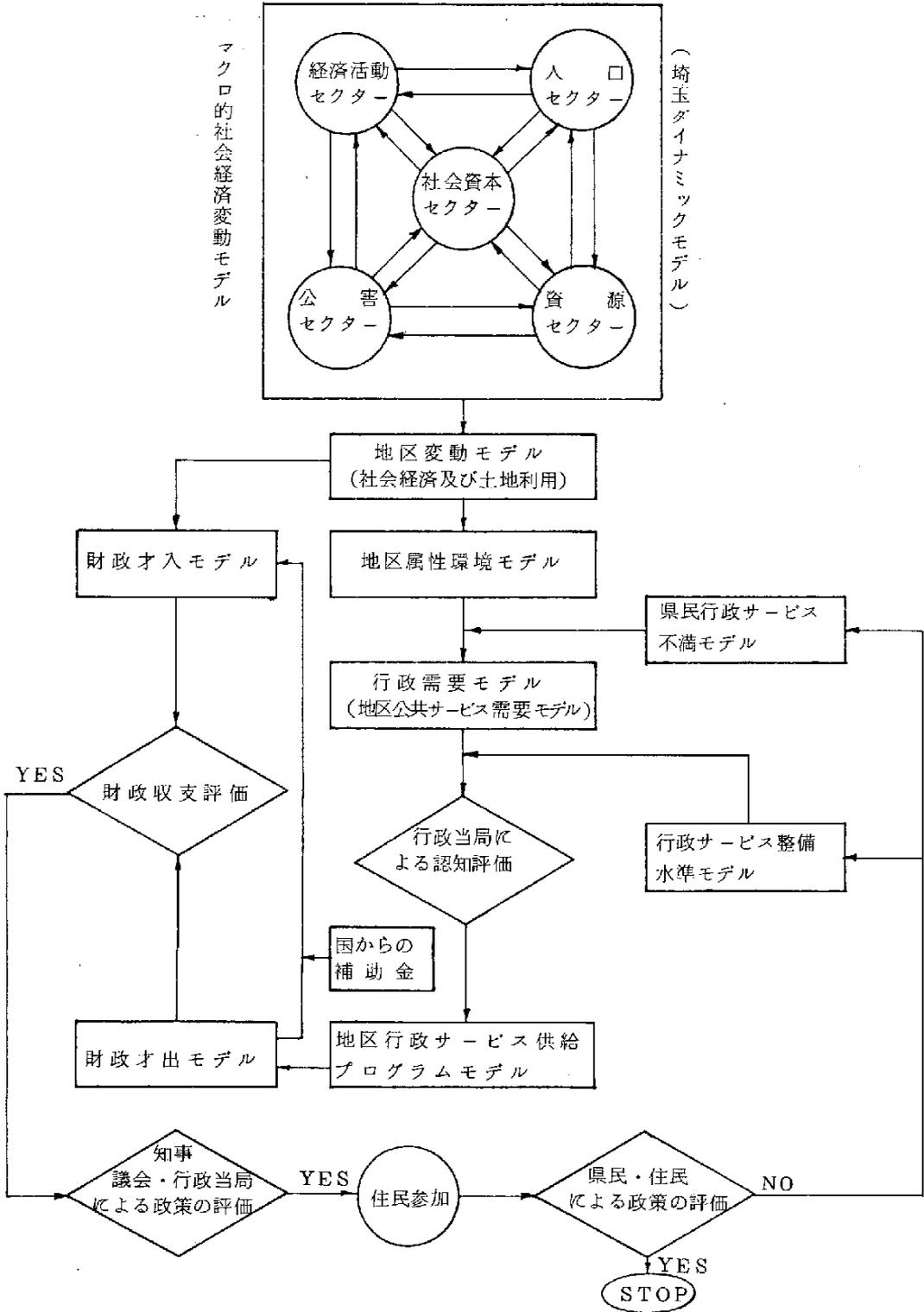


図-2 埼玉県モデルの全体のフレームワーク

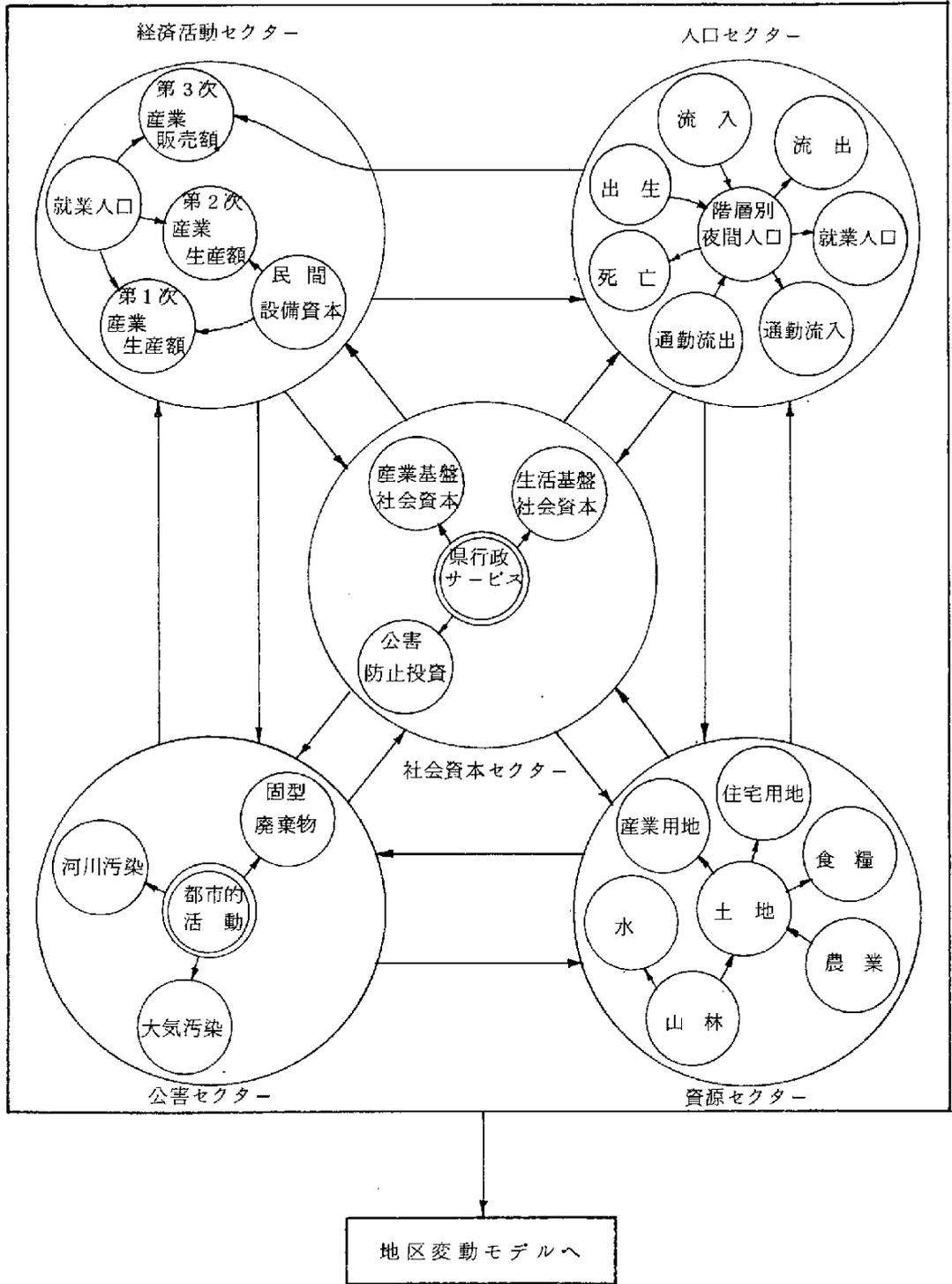


図-3 埼玉県ダイナミック・モデルのわく組

3. 埼玉ダイナミックモデルの詳細

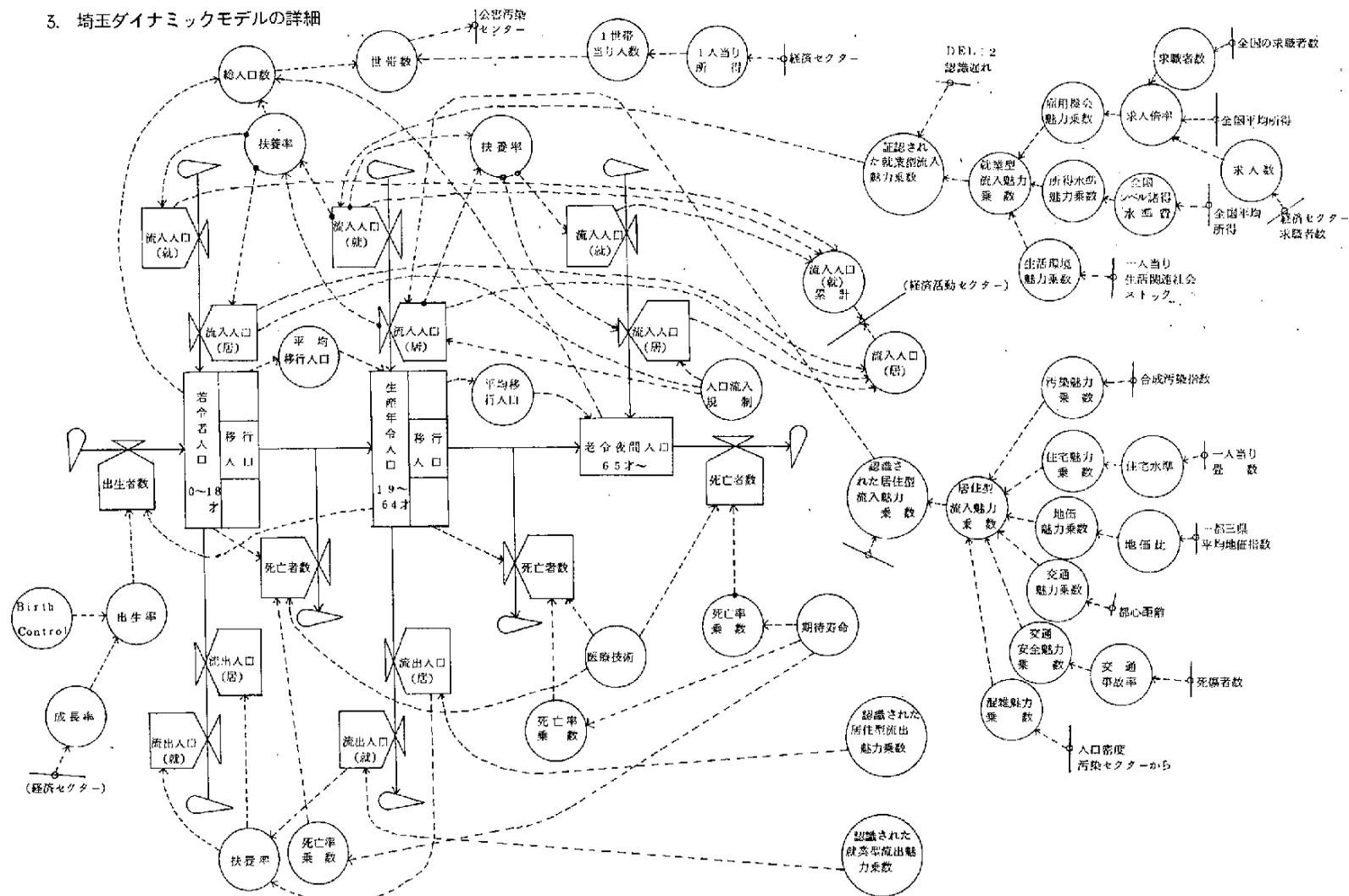


図 - 3・1 人口セクター

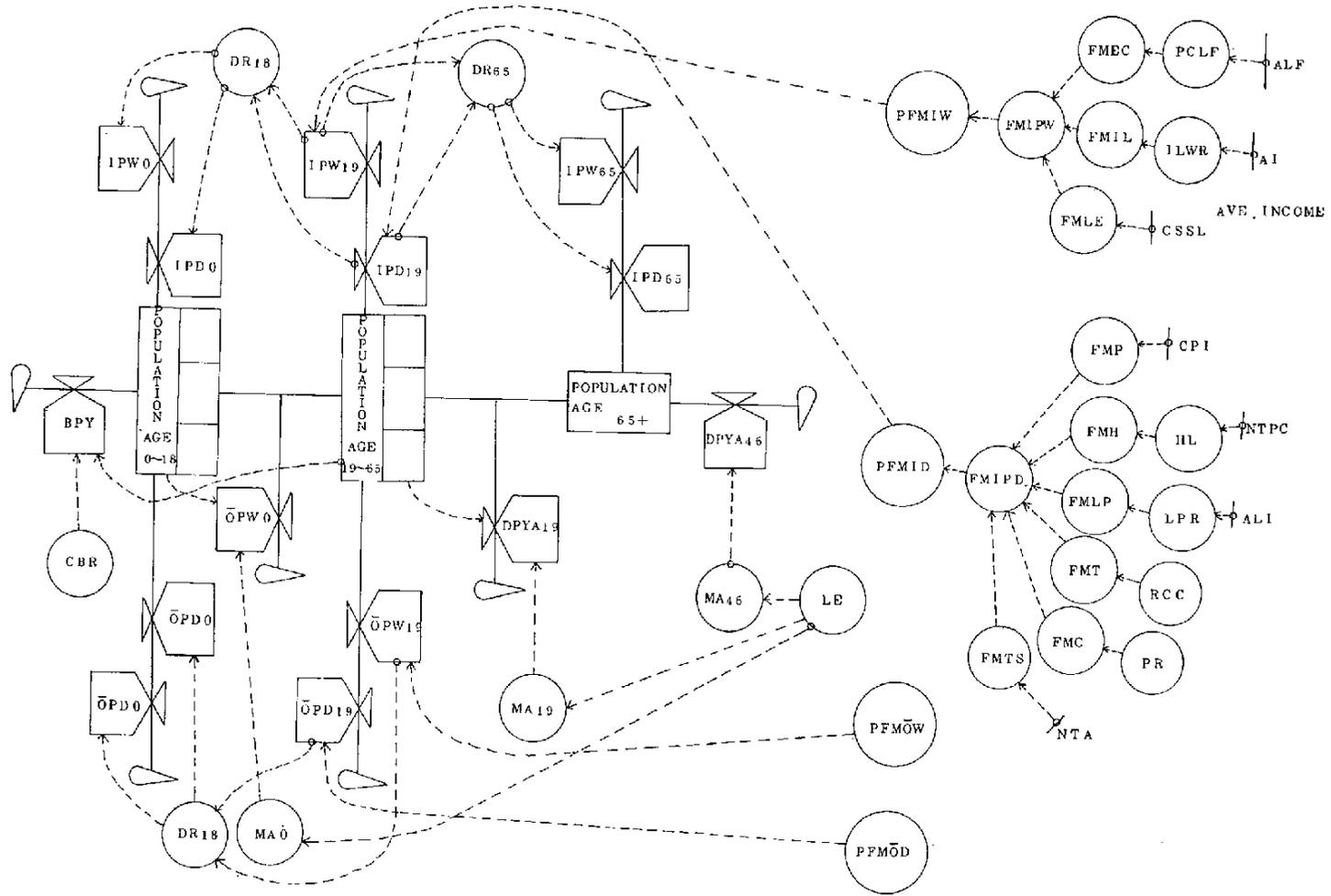


図-3・2 人口セクター

IPW ϕ : Inflow Population Work Type Age 0~18
 IPD ϕ : Inflow Population Dwell Type Age 0~18
 BPY : Births Per Year
 CBR : Crude Births Rate
 OPW ϕ : Outflow Population Work Type Age 0~18
 OPD ϕ : Outflow Population Dwell Type Age 0~18
 DR18 : Dependent Rate Age 0~18
 DPYA ϕ : Deaths Per Year Age 0~18
 DPYA19 : Deaths Per Year Age 19~65
 DPYA46 : Deaths Per Year Age 65+
 IPW19 : Inflow Population Work Type Age 19~65
 IPD19 : Inflow Population Dwell Type Age 19~65
 IPW65 : Inflow Population Work Type Age 65+
 IPD65 : Inflow Population Dwell Type Age 65+
 OPW19 : Outflow Population Work Type Age 19~65
 OPD19 : Outflow Population Dwell Type Age 19~65
 DR65 : Dependent Rate Age 65
 MAO : Mortality Age 0~18
 MA19 : Mortality Age 19~65
 MA65 : Mortality Age 65+
 LE : Lifetime Expectancy
 PFMIW : Perceptible Fascination Multiplier From Inflow Population Work
 FMIPD : Fascination Multiplier From Inflow Population Dwell Type Type
 PFMOW : Perceptible Fascination Multiplier From Outflow Population
 PFMID : Perceptible Fascination Mult. From Inflow Population Work Type
 PFMOD : Perceptible Fascination Mult. From Outflow Population Dwell Type
 FMEC : Fascination Mult. From Employment Chance
 FMIL : Fascination Mult. From Income Level
 FMLE : Fascination Mult. From Life Environment
 PCLF : Per Capita Labor Force Ratio
 ILWR : Income Level Whole Country Ratio
 CSSL : Per Capita Social Stock For Social Life
 FMIPW : Fascination Mult. From Inflow Population Work Type

FMP : Fascination Mult. From Pollution
CPI : Compound Pollution Index
FMH : Fascination Mult. From Housing
HL : Housing Level
NTPC : Number of Tatami Per Capita
FMLP : Fascination Mult. From Land Price
LPR : Land Price Ratio
ALI : Ave Land Index
FMT : Fascination Mult. From Traffic
RCC : Range From Central City
FMC : Fascination Mult. From Crowding
PR : Population Rate
FMTS : Fascination Mult. From Traffic Safty
NTA : Number of Traffic Accident
ALF : Ave. Labor Force
AI : Ave. Income

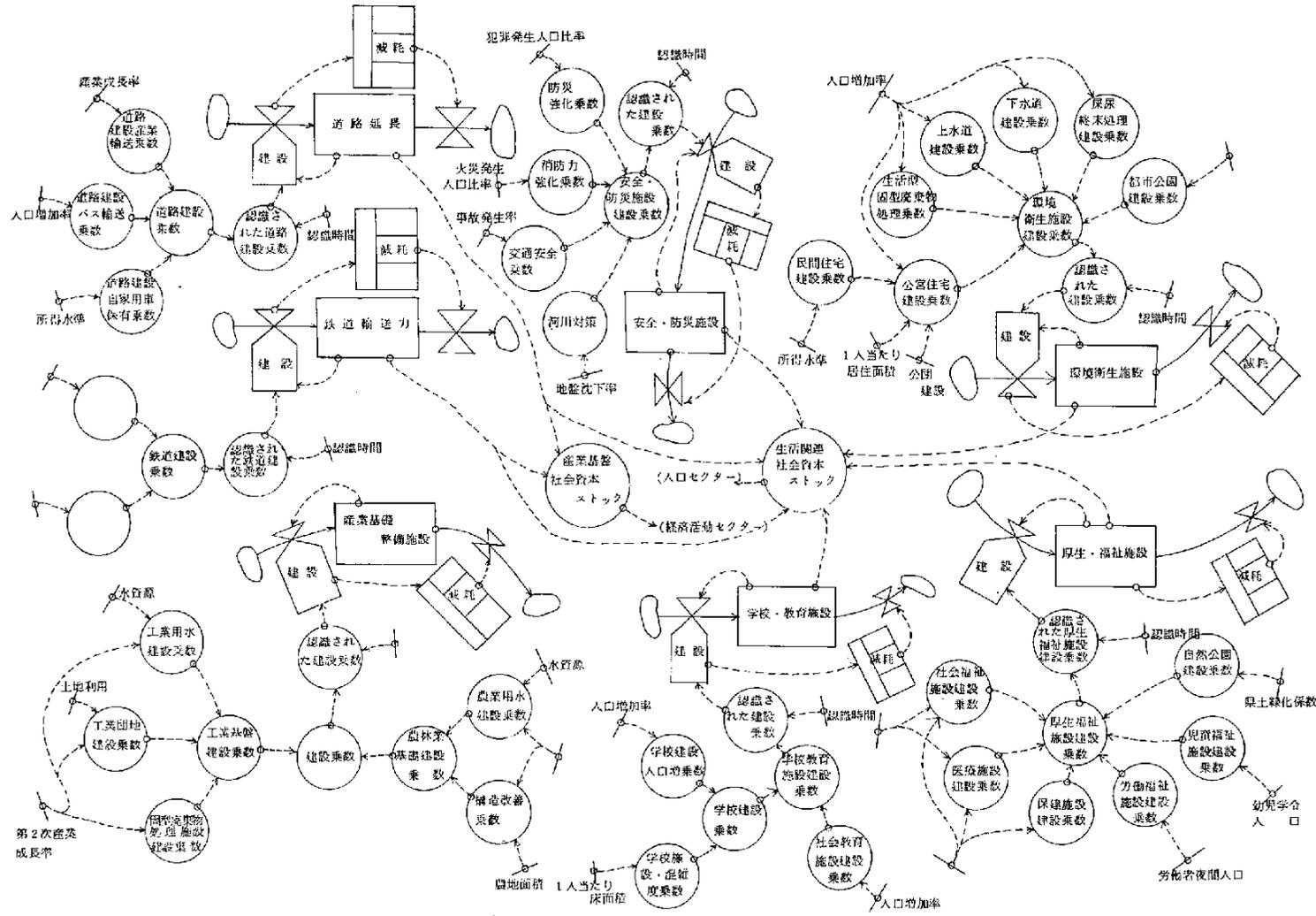


図-3・4 社会資本セクター

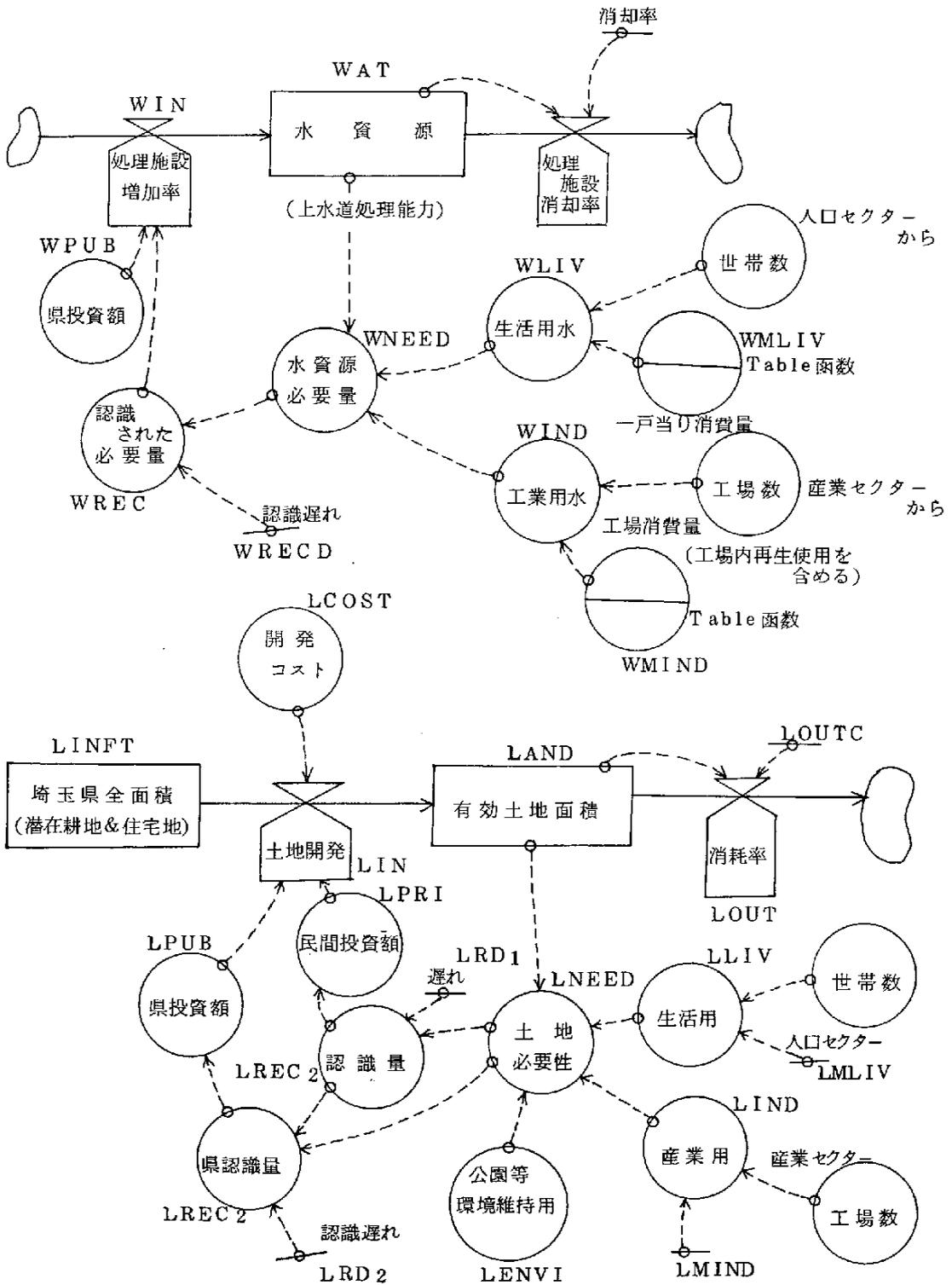


図-3・6 資源セクター

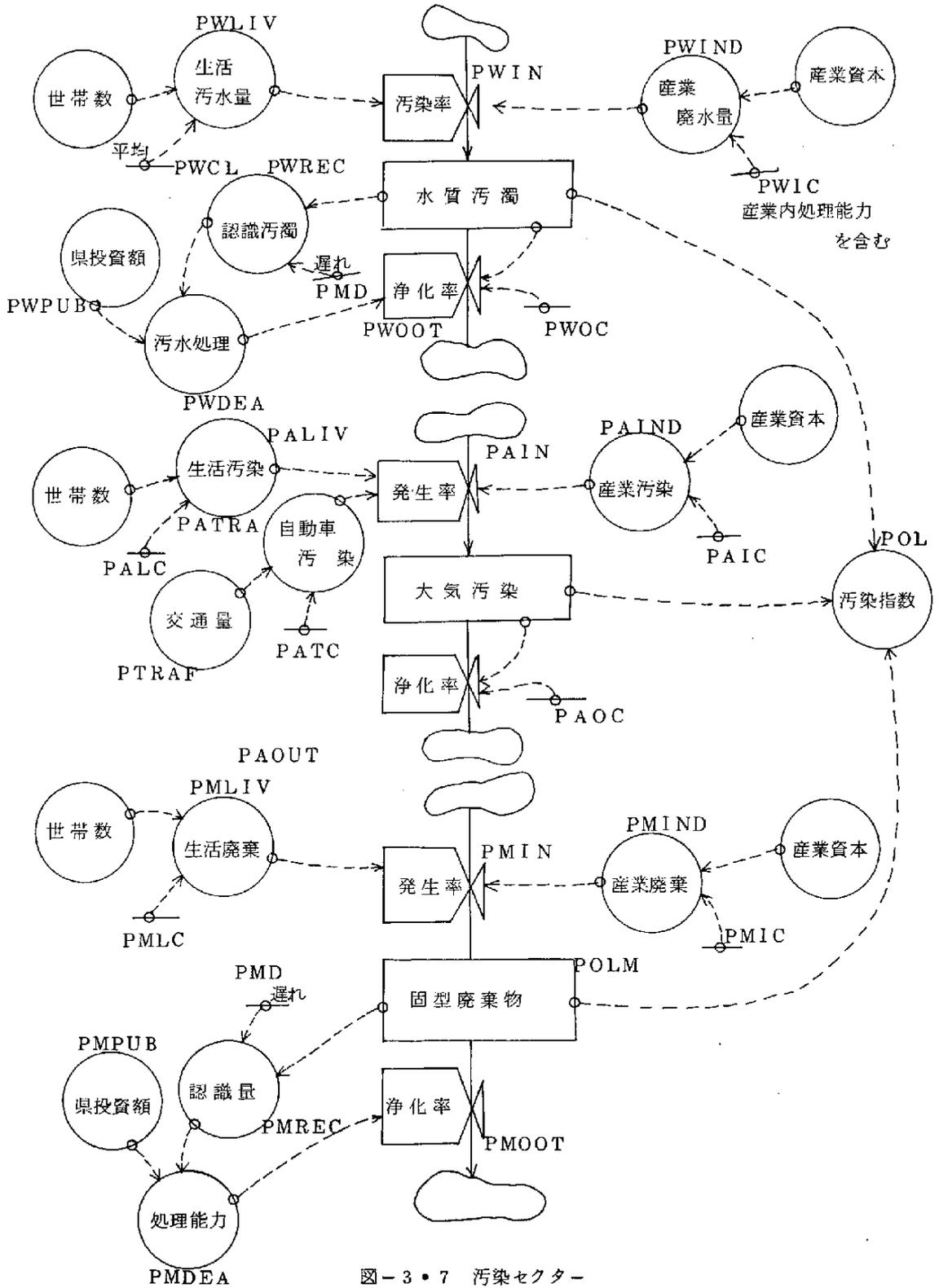


図-3・7 汚染セクター

表-3.2 人口セクター

* POPULATION

RUN SAITAMA

L $PLEV\phi.K = PLEV\phi.J + (DT) (IPW\phi.JK + IPD\phi.JK + BRY.JK - OPW\phi.JK - OPD\phi.JK - DPYA\phi.JK)$

N $PLEV\phi = P\phi$

C $P\phi =$

R $BRY.KL = (TP) (CBR) (PLEV19.K)$

C $TP =$

C $CBR =$

R $IPW\phi.KL = (DR18) (IPW19.K)$

R $IPD\phi.KL = (DR18) (IPD19.K)$

R $DPYA\phi.KL = (PLEV\phi.K) (MA\phi) (LE)$

C $MA\phi =$

C $LE =$

R $OPW\phi.KL = (DR18) (OPW19.K)$

R $OPD\phi.KL = (DO18) (OPD19.K)$

A $AGE\phi.K = (PLEV\phi.K - BRY.K) / (DEL)$

R $PAGE\phi.KL = DELAY3 (BRY.JK, DEL)$

C $DEL = 18$

L $PLEV19.K = PLEV19.J + (DT) (IPW19.JK + IPD19.JK + AGE\phi.JK + PAGE\phi.JK - DPYA19.JK - OP$

X $W19.JK - OPD19.JK)$

R $IPW19.KL = PFMIW.K$

A $PFMIW.K = (FMEC.K + FMIL.K + FMLE.K)$

R $IPD19.KL = PFMID.K$

A $FMEC.K = (PCLF.K) (ALF)$

A $FMIL.K = (FMIL) (ILWR) (AI)$

A $FMLE.K = CSSL$

C $= ALFC = CSSL$

C $= AI$

A FMP

A $PFMID.K =$

R $DPYA19.KL = (PLEV19.K) (MA19) (LE)$

C MA19=
 C LE=
 R OPW19 .KL=PFMOW .K
 R OPD19 .KL=PFMOD .K
 A PFMOW .K=PFMIW .K
 A PFMOD .K=PFMID .K
 A AGE19 .K= (PLEV19 .K-PAGE ϕ .K) / (DELL)
 C DELL=44
 R PAGE19 .KL=DELAY3 (PAGE ϕ .JK,DELL)
 C PLEV19=19才の人口数 ~65才
 L PLEV66 .K=PLEV66 .J+ (DT) (IPW55 .JK+IPD65 .JK+AGE19 .JK-
 DPYA46 .JK)
 N PLEV66=P66
 C P66=66才以上人口数
 R DPYA46 .KL= (PLEV66 .K) (MA46) (LE)
 C MA46=
 C LE=
 R IPW65 .KL= (DR65) (IPW19 .K)
 R IPD65 .KL= (DR65) (IPD19 .K)

4. 埼玉地区変動モデルの詳細

ここでは、埼玉県ダイナミックモデルより出力された当該地区の産業別人口、夜間人口、産業別生産額の変化をコントロール・トータルとし、地域において実施される公共事業、法的誘導規制を政策変数として与え、当該地区内に新たに設置される施設、機能がどこに立地し、どんな分布状態を構成するのかを把握する。

1) モデルの概要

施設の立地には、一般に次の2つの条件が考慮される。即ち、

- ① 施設間の相互作用に関する条件
- ② 施設の立地しようとするゾーン的环境条件

である。①においては施設相互間で人の動き、物の動き等が出来るだけ安価にまた短時間に行なえることが必要であり、②においては立地しようとするゾーンに施設が進出することが物理的に又経済的にふさわしいことが必要であろう。

そこで、このモデルでは埼玉県ダイナミックモデルで扱った産業別人口、産業別生産額の変化をコントロール・トータルとして、当該地域の分割ゾーンの物理的、経済的な立場における施設の立地可能性による制約条件のもとで、施設相互間の人の動き、物の動きに必要な経費を最少にするように新たな施設の配置が決定されるものとして理論構成がなされている。

2) モデルの定式化

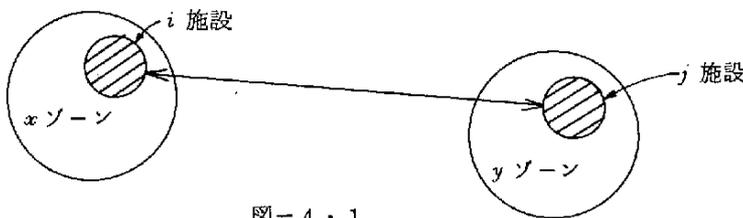


図-4・1

t 年後の x ゾーンと y ゾーン間の交通料金を $e_{ij}(x, y)$ 輸送料金を $e_{ij}^*(x, y)$ とすると t 年後における全ゾーン(地域全体)の i 施設 j 施設相互間の人の動きに関する距離摩擦 E_{ij} は

$$E_{ij} = \sum_x \sum_y W_{ij}(x, y) e(x, y) \dots\dots\dots (2.1)$$

物の動きに関する距離摩擦 E_{ij}^* は、

$$E_{ij}^* = \sum_x \sum_y W_{ij}^*(x, y) e^*(x, y) \dots\dots\dots (2.2)$$

と表わされる。

ここで、 $W_{ij}(x, y)$, $W_{ij}^*(x, y)$ は、夫々、 x ゾーンの i 施設と x, y ゾーンの j 施設との間の接衝 (face to face contact) 回数頻度、輸送回数頻度である。

現時点での x ゾーンにある i 施設の雇用者数を $\alpha_i(x)$, y ゾーンにある j 施設の雇用者数を $\alpha_j(y)$, t 年後に x ゾーンに新たに立地される i 施設の雇用者数を $\overline{\alpha}_i(x)$, y ゾーンに新たに立地される j 施設の雇用者数を $\overline{\alpha}_j(y)$ とすると、 t 年後の x ゾーンの i 施設の出荷額 $\beta_i(x)$, y ゾーンの j 施設の出荷額 $\beta_j(y)$ は、施設ごとの1人当り生産額がゾーン間で格差がないものとすれば次式で表わされる。

$$\beta_i(x) = P_i \{ \alpha_i(x) + \overline{\alpha}_i(x) \} \dots\dots\dots (2, 3)$$

$$\beta_j(y) = P_j \{ \alpha_j(y) + \overline{\alpha}_j(y) \} \dots\dots\dots (2, 4)$$

ここに、 P_i, P_j は、 i 施設、 j 施設の1人当り生産額で次式で表わされる。

$$P_i = \frac{N_i}{M_i} \dots\dots (2, 5) \quad P_j = \frac{N_j}{M_j} \dots\dots (2, 6)$$

M_i, M_j : ダイナミックモデルより把えられる t 年後の地域全体の i 施設、 j 施設の雇用者数

N_i, N_j : ダイナミックモデルより把えられる t 年後の地域全体の i 施設、 j 施設の出荷額

$\alpha_i(x), \alpha_j(y), \overline{\alpha}_i(x), \overline{\alpha}_j(y), \beta_i(x), \beta_j(y)$ を用いると、接衝回数頻度

$W_{ij}(x, y)$, 輸送回数頻度 $W_{ij}^*(x, y)$ は、夫々

$$W_{ij}(x, y) = K_{ij} \{ \alpha_i(x) + \overline{\alpha}_i(x) \} \{ \alpha_j(y) + \overline{\alpha}_j(y) \} \dots\dots (2, 7)$$

$$\begin{aligned} W_{ij}^*(x, y) &= K_{ij}^* \beta_i(x) \beta_j(y) \dots\dots\dots (2, 8) \\ &= K_{ij}^* P_i P_j \{ \alpha_i(x) + \overline{\alpha}_i(x) \} \{ \alpha_j(y) + \overline{\alpha}_j(y) \} \end{aligned}$$

と表わされる、ここで K_{ij}, K_{ij}^* は i 施設、 j 施設相互間で決まる定数で、 t 年後の地域全体の全施設相互間の距離摩擦 R は次式のように求められる。

$$\begin{aligned} R &= \sum_i \sum_j (E_{ij} + E_{ij}^*) \\ &= \sum_i \sum_j \sum_x \sum_y \left[K_{ij} e(x, y) \{ \alpha_i(x) + \overline{\alpha}_i(x) \} \{ \alpha_j(y) + \overline{\alpha}_j(y) \} \right. \\ &\quad \left. + K_{ij}^* e^*(x, y) \beta_i(x) \beta_j(y) \right] \\ &= \sum_i \sum_j \sum_x \sum_y \left[\{ K_{ij} e(x, y) + K_{ij}^{**} e^*(x, y) P_i P_j \} \right. \\ &\quad \left. \times \{ \alpha_i(x) + \overline{\alpha}_i(x) \} \{ \alpha_j(y) + \overline{\alpha}_j(y) \} \right] \dots\dots\dots (2, 9) \end{aligned}$$

t 年後に x ゾーンにある i 施設の土地面積を $r_i(x)$, y ゾーンにある j 施設の土地面積を $r_j(y)$ とすると $r_i(x)r_j(y)$ は次式で表わされる。

$$r_i(x) = q_i \{ \alpha_i(x) + \overline{\alpha_i(x)} \} \dots\dots\dots (2, 10)$$

$$r_j(y) = q_j \{ \alpha_j(y) + \overline{\alpha_j(y)} \} \dots\dots\dots (2, 11)$$

ここに q_i, q_j は夫々 i 施設, j 施設の 1 人当り土地面積で, x (又は y) ゾーンの t 年後の利用可能土地面積 (現在, 既に利用されている土地も含む) を $S(x)$ (又は $S(y)$) とすれば次の制約条件が得られる。

$$\sum_i r_i(x) \leq S(x) \text{ (又は } \sum_j r_j(y) \leq S(y) \text{)} \dots\dots (2, 12)$$

次にダイナミックモデルより把えられた t 年後の当該地域の施設別の人口変化 ΔM_i ($i=1, 2, \dots\dots$) より次の等式が得られる。

$$\sum_x \alpha_i(x) = \Delta M_i \dots\dots\dots (2, 13)$$

結局, (2, 12) 式, (2, 13) 式の制約条件のもとで (2, 9) 式の R を最小にするような $\alpha_i(x), \alpha_j(y)$ を求めることによって新しく立地される施設の分布が決定される。尚, その時の数学的手法としては, QP (Quadratic Programming) を用いる。

ここで, (2, 10) 式, (2, 11) 式で用いられている q_i, q_j について, 若干の補足説明をする。

x ゾーンの i 施設の有効機能面積 (農家では, 農地面積, 事務所では総床面積等, 施設において実際に機能を発揮している面積を言う) を $r_i^*(x)$, x ゾーンの地価を C_x , とすると i 施設の占有している土地面積 $r_i(x)$ は,

$$r_i(x) = f_i(C_x) \cdot r_i^*(x)$$

但し, $0 \leq f_i(C_x) \leq 1 \dots\dots (2, 14)$

ここで, $f_i(C_x)$ は, 施設ごとに決まる地価をパラメータとする関数である。

i 施設の 1 人当り有効機能面積を q_i^* とすると,

$$r_i^*(x) = q_i^* \alpha_i(x) \dots\dots\dots (2, 15)$$

となり, (2, 15) を (2, 14) に代入すると, 次式が得られる。故に

$$r_i(x) = f_i(C_x) \cdot q_i^* \alpha_i(x) \dots\dots\dots (2, 16)$$

q_i (又は q_j) は次式によって計算される。

$$q_i = f_i(C_x) \cdot q_i^* \dots\dots\dots (2, 17)$$

	1ゾーン				2ゾーン		xゾーン		nゾーン	
	1 施設	2 "	i "	m "					1 施設	
	q ¹	q ²	q ⁱ	q ^m						
A=					q ¹	q ⁱ	q ^m			
									q ¹	q ⁱ q ^m
	1				1				1	
A'=		1				1				1
										1

$$b = \begin{Bmatrix} S(1) \\ \vdots \\ S(n) \end{Bmatrix}$$

$$b' = \begin{Bmatrix} \Delta M_1 \\ \vdots \\ \Delta M_m \end{Bmatrix}$$

$$\text{<制約条件> } \begin{aligned} A = (\alpha + \bar{\alpha}) &\leq b \\ \underline{A\bar{\alpha} = b'} \end{aligned}$$

記号

$e(x, y)$: x ゾーンと y ゾーン間の交通料金 (t 年後)

$e^*(x, y)$: " の輸送料金 (")

E_{ij} : 地域全体の i 施設, j 施設相互間の人の動きに関する距離摩擦

E_{ij}^* : " 物の動きに関する "

$W_{ij}(x, y)$: x ゾーンの i 施設と y ゾーンの j 施設との間の接衝 (face to face contact)

$W_{ij}^*(x, y)$: x ゾーンの i 施設と y ゾーンの j 施設との間の輸送回数頻度 回数頻度

$\alpha_i(x)$: 現時点での x ゾーンにある i 施設の雇用者数

$\alpha_j(y)$: " y ゾーン " j 施設 "

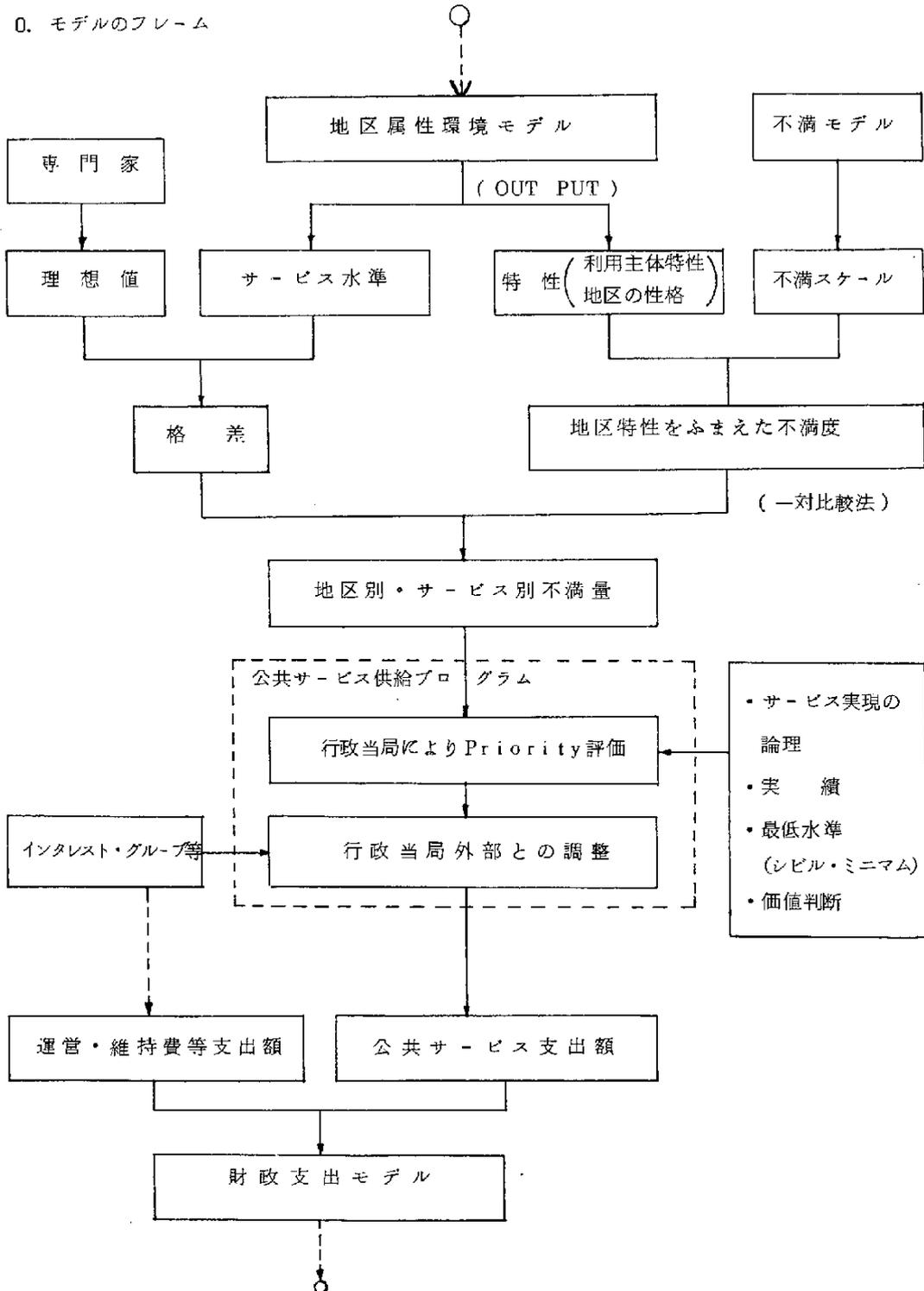
$\alpha_i(x)$: t 年後に x ゾーンに新たに立地される i 施設の雇用者数

$\alpha_j(y)$: " y ゾーン " j 施設 "

- $\beta_i(x)$: t 年後の x ゾーンの i 施設の出荷額
 $\beta_j(y)$: " y ゾーンの j 施設 "
 P_i : i 施設の 1人当り生産額
 P_j : j 施設 "
 M_i, M_j : ダイナミックモデルより扱えられる t 年後の地域全体の i 施設, j 施設の雇用者数
 N_i, N_j : " " 生産額

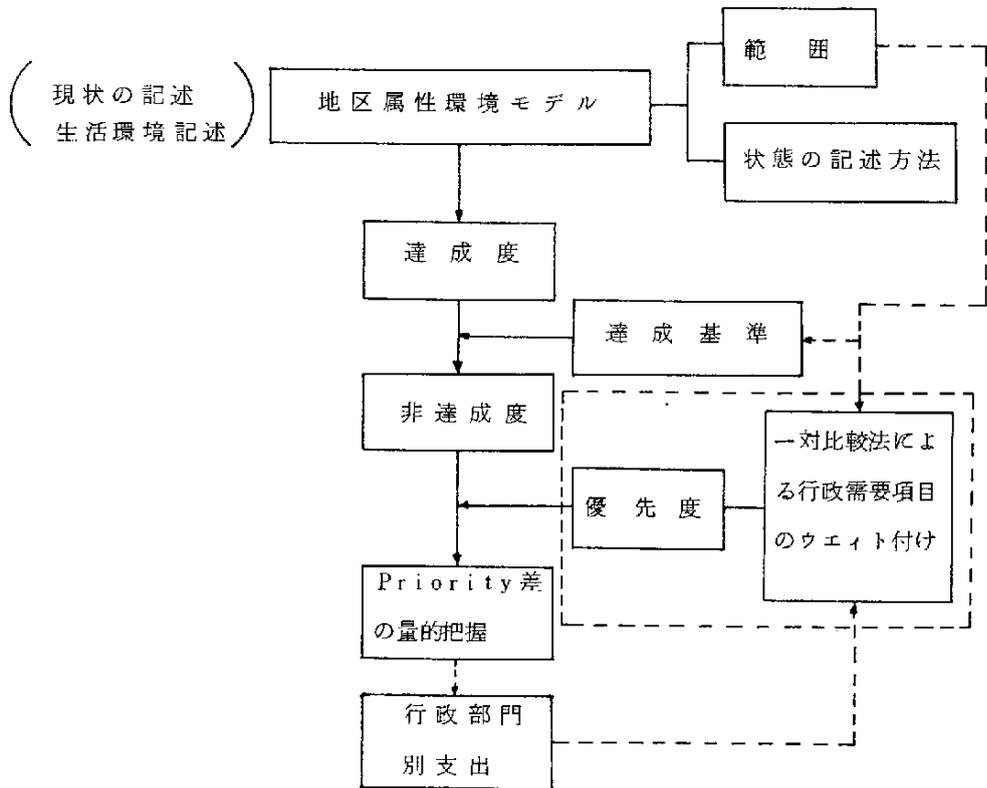
5. 行政サービス不満モデル

0. モデルのフレーム



1. 地区属性環境モデルとの関係

地区属性環境モデルの対象の範囲，項目毎の状態の記述方法と行政需要の評価方法は対応する必要がある。



2. 行政部門との関係

- ① 優先度が与えられて計算されてくる各々の行政需要は，行政部門の支出科目に対応していなければならない。
- ② 支出の範囲の明確化

3. 行政需要の評価方法

- (1) 範 囲 \longleftrightarrow 地区属性環境モデル \longleftrightarrow 行政部門
- (2) 需要の段階 \longleftrightarrow 地区属性環境モデル
- (3) 一対比較法の適用方法および行政部門別支出への変換方法
- (4) スケジュール

(1) 範 囲 (Item)

- ① 物的環境
- ② 非物的環境

① 物的環境 (サービス度合を含める)

施設の不備 ^{米1, 米2}

災 害

公 害

土 地 利 用

② 非物的環境

地域組織 (自治組織・行政協力組織)

人口構成 (所得・職業, ……)

福 祉 (生活・医療・保護, ……)

米1 公共, 民間

米2 { 有 無
規 模
拒 離
内 容
費 用
サービスの程度

これらを行政部門の支出項目となるように統一する必要がある。

(→支出項目別内容の調査の必要性)

(2) 需要の段階 (Category)

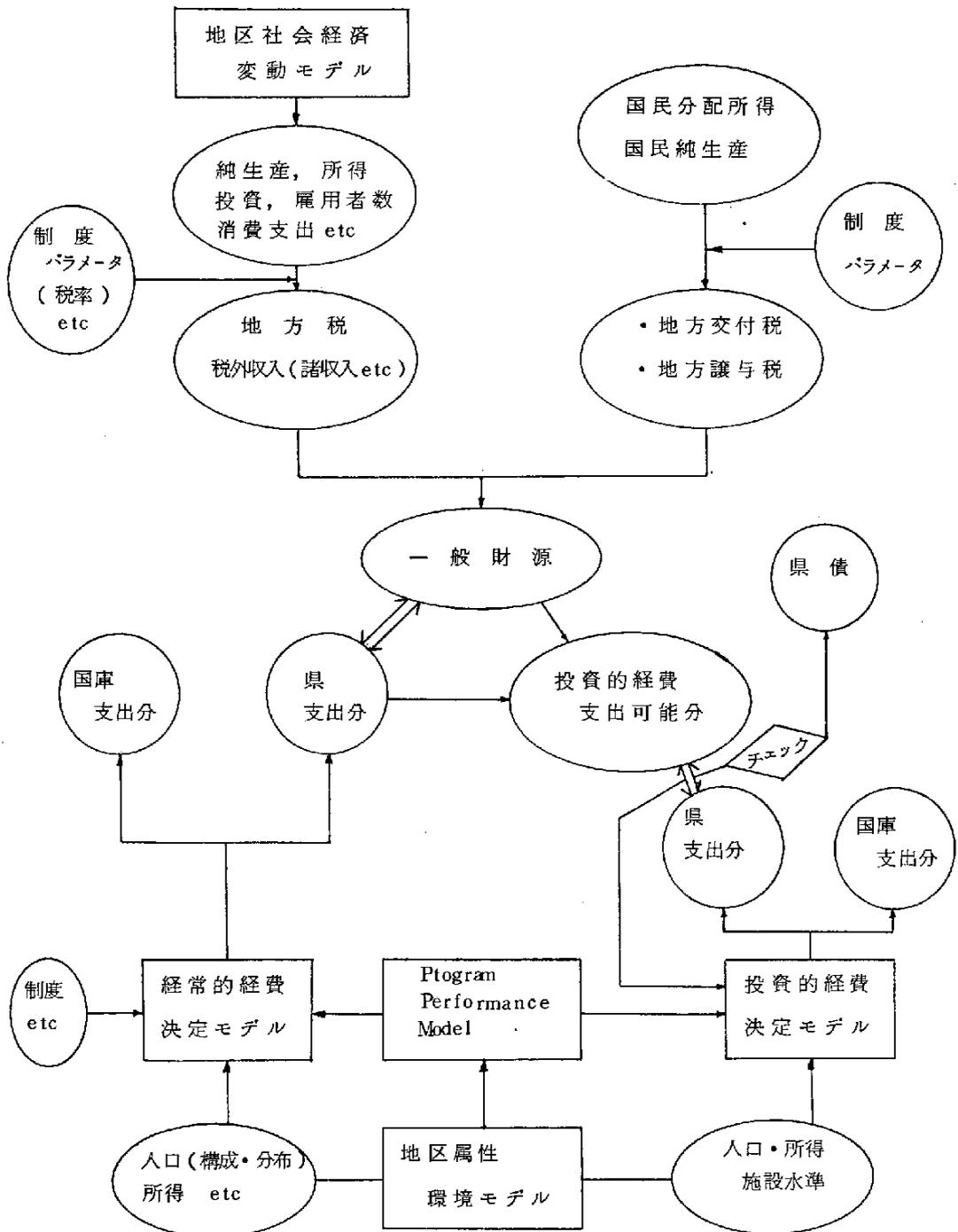
各項目別需要をどの様な側面段階 (ex, 不満の度合) で捉えてゆくか。

側 面 { 有 無
規 模
拒 離
内 容
費 用
サービスの程度
密 度
比 率

(3) 一対比較法の適用および行政部門別支出への変換方法

- ① 心理量で算出された優先度を行政部門別支出に変換する過程の問題
- ② 一対比較法の適用方法
アンケート方法, 等

6. 財政モデル



A, 地方税

(1) 法人県民税 = f (法人県民税率 × 法人税率 × 法人所得)

法人事業税 = f (法人事業税率 × 法人所得)

個人県民税 = f (個人所得 - 免税点 × 雇用者数)
-1 -1
 或いは就業者数

個人事業税 = f (個人事業税率 × 個人業主所得)
 -1

(2) 料理飲食等消費税, たばこ消費税, 娯楽施設利用税等

= f (個人消費支出)

軽油引取税 = f (第2次産業純生産, 第3次産業純生産)

(3) 自動車税 = f (個人所得, 法人所得)

(4) 不動産取得税 = f (民間設備投資 + 民間住宅投資)

(5) 固定資産税 = f (年度)

B, 分担金および負担金, 使用料, 手数料, 財産収入, 寄附金, 諸収入

諸収入が半分以上を占める

(B一括) = f (県民分配所得)

C, 地方交付税 = f (国民分配所得 × 交付率)

D, 地方譲与税 = f (国民純生産)

E, 国庫支出金

才出をとおして決ってくるので一本の式では定式化できない

F, 県債 上に同じ

教育費

教育費のうち90%は人件費で占められている

(1) 小中学校費

小中学校費 = f (教職員数 × 基本給)

教職員数 = (小中学生数) × (生徒1人当り教職員数)

義務教育対象人口 政策変数

基本給 = f (民間平均給与)

小中学校費は人件費が殆ど(98%)であって, ほぼ全額 operating budget とみなして差し支えない

ほぼ全経費の1/2を国が負担する制度になっているので

国庫支出金 = f (小中学費)

として回帰により係数を求める(ほぼ0.5になるはず)

県負担分 = 小中学校費 - 国庫支出金

(2) 高等学校費

O. B. は人件費が殆ど

$$\text{高等学校費} = f(\text{教職員数} \times \text{基本給})$$

$$\text{教職員数} = (\text{高校生数}) \times (\text{生徒1人当り教職員数})$$

↑
対象人口, 進学率

高校は私立もかなりあるので、県立高校には超過需要が存在していると考えられる。したがって高校生数は定員で決まってしまうと考えた方がよいかもしれない。

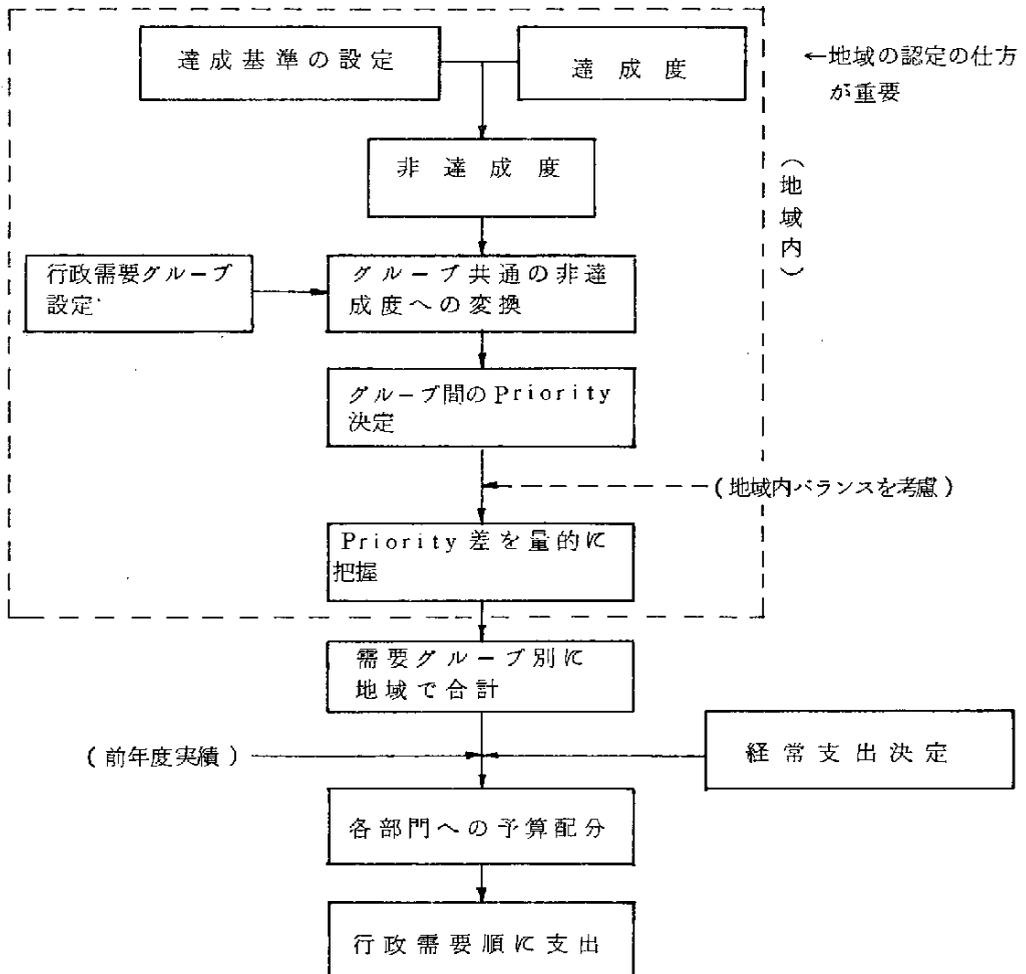
$$\text{基本給} = f(\text{民間平均給与})$$

O. B. は全額県負担

(3) その他(教育総務費, 特殊学校費, 社会教育費, 保健体育費, 大学費)

$$\text{その他費用} = f(20\text{才以下人口}, t)$$

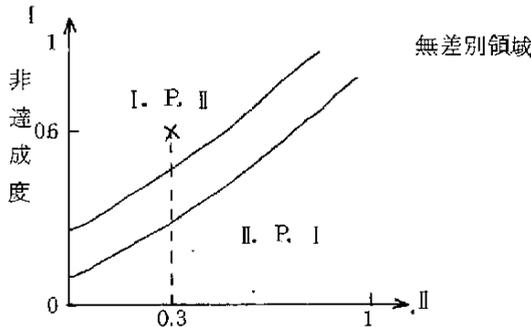
投資的支出の配分方法



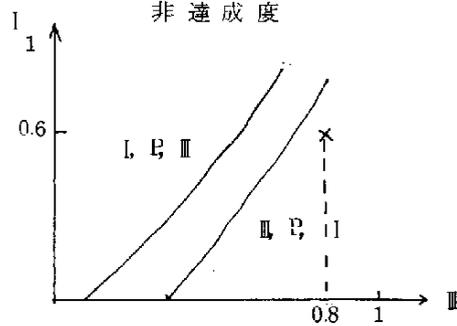
イ、関連の強い行政需要を一諸にして、行政需要グループを形成する。同一需要グループには共通の達成度を測る基準が必要となる。

Priority 決定

I, II, III - 需要グループ



県をいくつかの地区に分割して、それぞれの地区で左の図を作製する。



Xが現状ならば
 $III > I > II$
 の Priority となる。

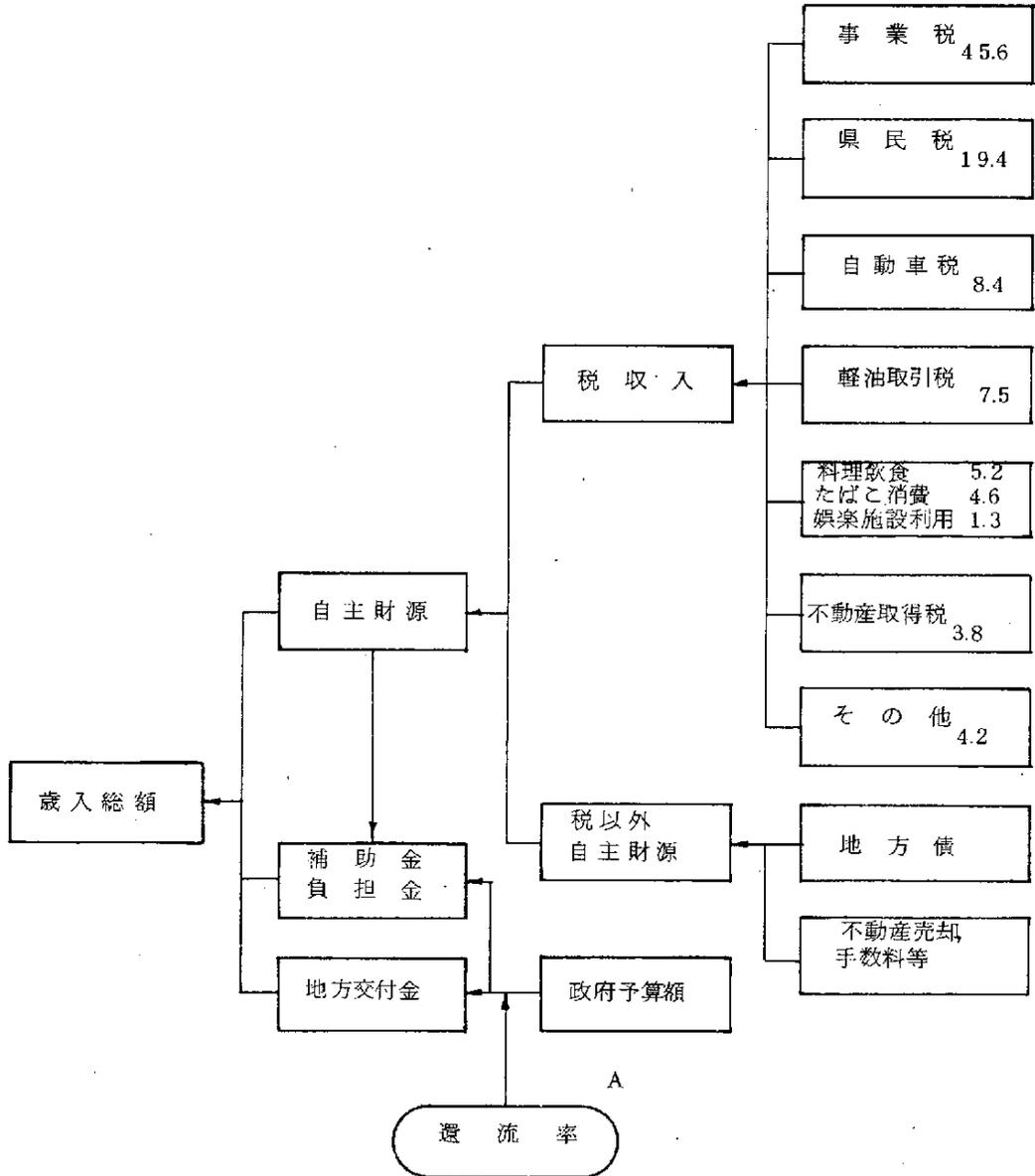
ロ、サーメーションを可能とするには次の2つの仮定が必要となる。

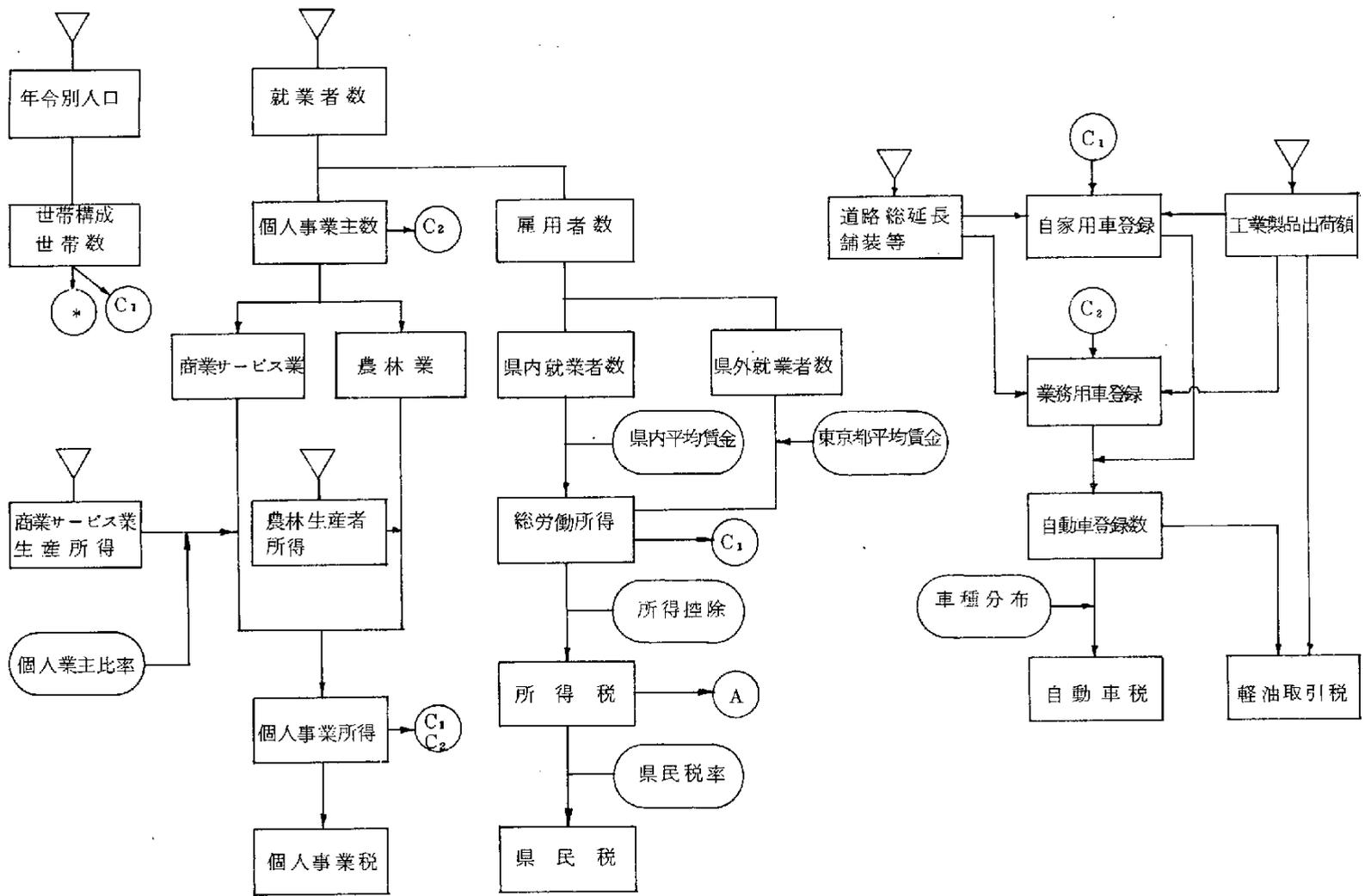
1. 地域間の Priority を量でとらえることができる
 2. 地域間の比較が可能である
1. 優先順位の重みづけを所与としてそれに無差別領域への距離を掛けたもので、Priority の差を量にとらえる。
 2. 各地域の達成基準が違って設定されるなら、各地域の例えば1を人口で重みづけをすることで、サーメーションが可能となる。

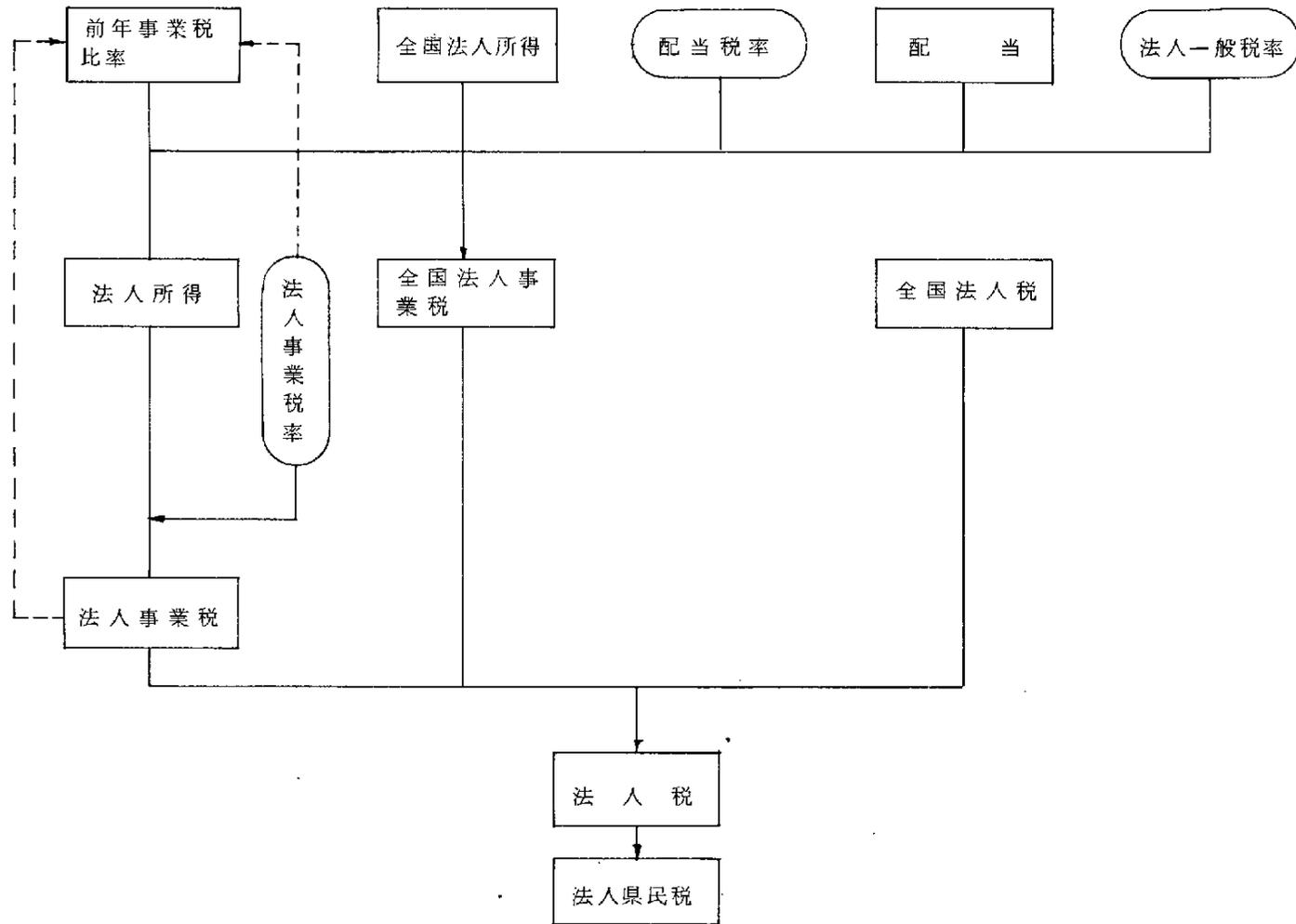
行政需要グループ

		教 育	社会福祉	公衆衛生	環境衛生	生活環境	公共安全
行政部門	土木				○	○	○
	教育	○				○	
	福祉		○				
	衛生			○		○	
	消防						○

- 行政部門と行政需要グループが1対1の時は、予算は地域だけを考慮すれば、よいことになる。
- 例えば土木のように、環境衛生、生活環境、公共安全の3グループを含むときは、地域プラス需要グループを考慮しなければならない。
- 支出は需要グループへの最適規模投資額を1年単位とし、1回1単位だけ支出が決定される。
- 投資が地域の大きさに一致する場合と、そうでない場合に分ける必要がある。



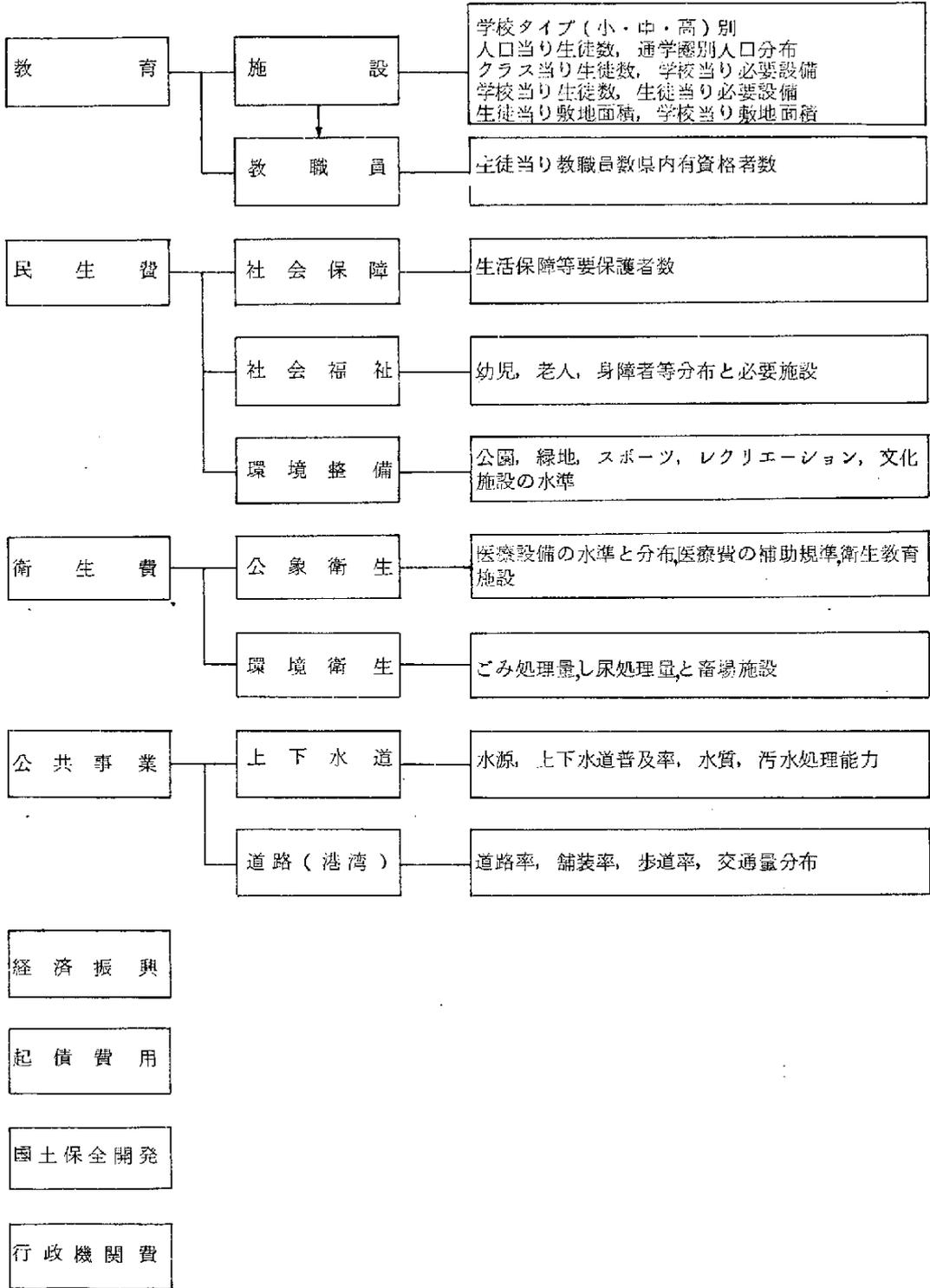




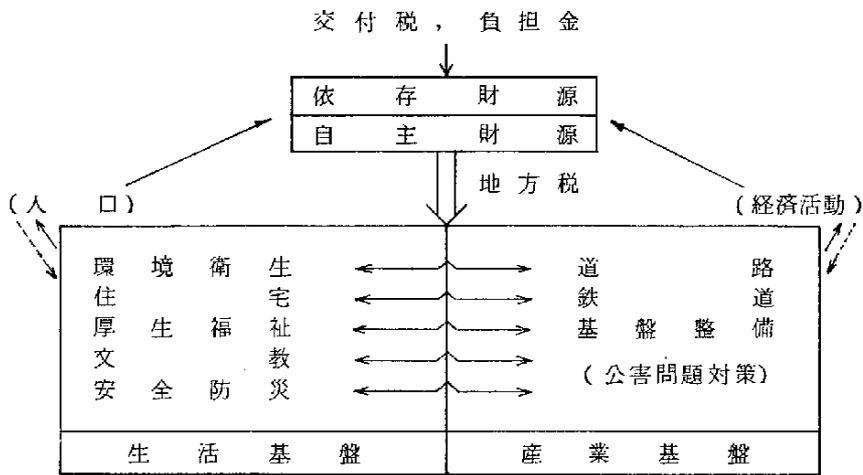
費用項目

需要対象

考慮すべき要因



7. 政策シミュレーション（社会資本セクター）



〔財政面〕① 財源

自主財源自給率

自主財源中地方税自給率（租税負担）

② 社会資本投資活動

社会資本に対する投資的経費配分

↓
生活基盤型と産業基盤型の配分

↓
各資本ストック別配分

〔法的措置〕③ 規制措置等

マスキー法

○ 他セクターとのリンケージ

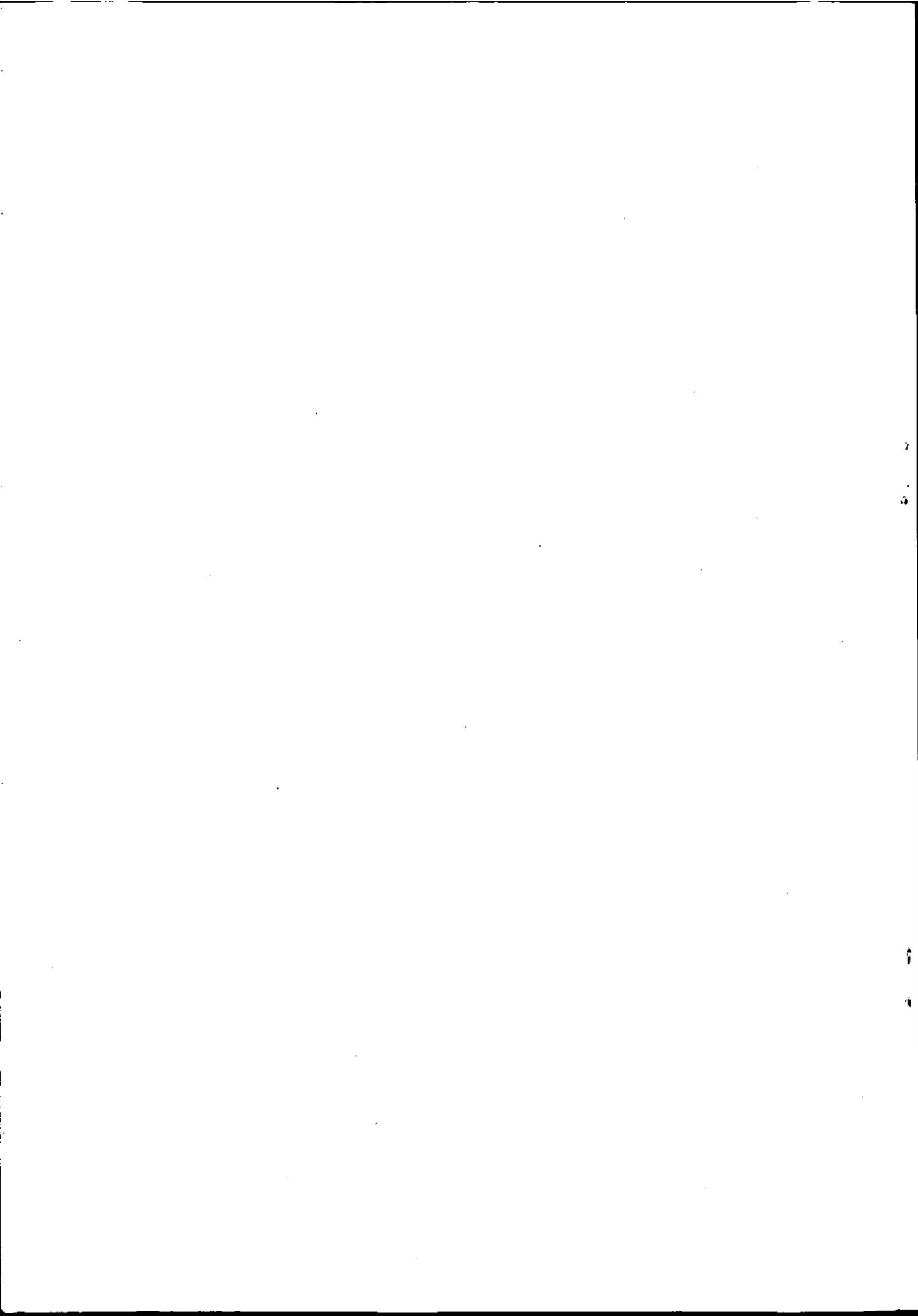
→ 政策パラメータ

(FR \bar{O} M)

人口セクター 人口増加率
 幼児・労働人口
 生産年齢人口
 老年人口
 経済活動セクター 産業成最率
 所得水準
 公害セクター 合成汚染指数
 地盤沈下率
 資源セクター

(T \bar{O})

人口セクター 1人当り生活基盤社会資本ストック
 経済活動セクター 道路建設
 公害セクター 公害防止投資額



8 埼玉県内図



