



都市計画支援システムに関する研究

福島, 徹

(Degree)

博士 (学術)

(Date of Degree)

1991-03-18

(Date of Publication)

2008-04-02

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

乙1516

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.11501/3085883>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D2001516>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



神戸大学博士論文

都市計画支援システムに関する研究

平成3年1月

福 島 徹

序

コンピュータとそれを取りまく関連技術の急速な発達にともなって、今や社会は情報化の大波をかぶっているといつてよい。都市計画の分野においても、大量の情報が生産され、都市情報システムとか、地理情報システムといった応用研究が盛んに行われている。しかしこれらの大半は、図形・画像処理技術を駆使した図面管理システムである。都市計画の策定過程で必要となる、地域分析等を行おうとするものはあまり見られない。専門分野へのコンピュータの最新技術の応用は、必ずしも同歩調で進展を見せているわけではないようである。したがって、旧来の利用形態の延長にあるものも多く、せっかくの技術の恩恵に浴せないままでいる。

本研究は、都市計画策定過程へのコンピュータのより有効な応用を行おうとするものである。ところで、都市は大規模で複雑なシステムであり、その構造の明確な定義は困難に近い。このような対象に対するアプローチとしては、コンピュータ処理の過程に人間の経験的知識や直観を介在させることが有効である。ここで提案するシステムは、計画担当者が直接使用することを想定した、対話型の計画支援システムとした。また具体的な計画策定過程への応用として、基本構想立案、用途地域計画、再開発方針策定の各過程を取り上げ、それぞれの作業に対応した支援システムの開発、提案と、その有効性についての検討を行った。本研究の成果が今後の都市計画策定作業の一助になれば幸いである。

本研究の遂行に際して、多くの方々からご指導、御援助をいただいた。ここに感謝の意を表したい。まず、神戸大学工学部枝村俊郎教授には、著者が研究室に配属されて以来今日に至る研究生活において、終始適切な御指導、御鞭撻を賜った。ここに深甚なる感謝の意を表する次第です。神戸大学工学部森津秀夫助教授には、本研究を進めるにあたって有益な御助言、御示唆をいただいた。心より感謝申し上げます。また、神戸大学総合情報処理センターのセンター長、副センター長、なかでも神戸大学教養部川口正昭教授、同工学部高森年教授、同工学部教授北村新三教授、同理学部利根川孝教授、同経営学部谷武幸教授には、センターに身を置く著者の研究環境への御配慮と心暖まる激励をいただいた。ここに感謝の意を表します。さらに、本研究を進めるにあたって、神戸大学大学院本多和之氏（現在住宅都市整備公団）、同伊藤裕文氏（現在兵庫県庁）、同山田英治氏（現在山陰中央テレビ）、同坂井信行氏（現在地域計画建築研究所）をはじめ多くの研究室の諸兄に御協力、御助力いただいた。厚くお礼申し上げます。また、原稿の作成等にあたっては研究室の田中裕子さんに随分と助けていただいた。心よりお礼申し上げます。最後に、本研究の遂行にあたって、貴重な資料の提供をいただいた神戸市都市計画局の方々をはじめ、ここに述べることのできなかった多くの方々から御支援をいただいた。深く感謝申し上げます。次第です。

平成3年1月

福島 徹

目 次

第1章 序論	1
1-1 研究の目的	1
1-2 研究の内容	2
第2章 都市計画支援システムの設計	3
2-1 概説	3
2-2 都市計画支援システムに関連する従来の研究	3
2-3 都市計画支援システムの考え方	4
2-3-1 支援システム設計の基本方針	4
2-3-2 支援システムの目的	5
2-4 支援システムの設計	6
2-4-1 支援システムの基本機能	6
2-4-2 支援システムの構成	6
2-5 都市計画情報とデータベース	7
2-5-1 データベースの構成	7
2-5-2 時系列データモデルとデータベース管理システム	8
2-5-3 会話型データベース検索言語	11
2-5-4 地図データの構造	13
2-6 データ処理・演算機能	16
2-7 結語	18
第2章参考文献	20
第3章 基本構想立案における支援システム	21
3-1 概説	21
3-2 都市像分析システムの開発	21
3-2-1 はじめに	21
3-2-2 全国の都市の都市像の分析	21
3-2-3 都市像分析システムの設計	24
3-2-4 システム利用によるケーススタディ	29
3-2-5 分析システムの有意性の検討	32
3-3 対話型都市のSDモデル構築支援システム	34
3-3-1 都市のSDモデルと支援システム	34
3-3-2 都市のSDモデルに関する基礎的考察	34
3-3-3 SDモデル構築支援システムの開発	40
3-3-4 SDモデルベース	42

3-3-5	都市計画情報データベースシステム	48
3-3-6	SDモデルマネジメントシステム	49
3-3-7	支援システムの利用手順	56
3-3-8	モデル構造決定手順	59
3-3-9	システム利用によるケーススタディ	59
3-4	結語	65
	第3章参考文献	66
第4章	用途地域計画における支援システム	69
4-1	概説	69
4-2	用途地域指定作業支援を目的とする従来の研究	70
4-3	土地利用シミュレーションによる計画支援システムの開発	71
4-3-1	システムの全体構成	71
4-3-2	代替案作成システム	71
4-3-3	土地利用予測システム	76
4-3-4	土地利用評価システム	78
4-3-5	システム利用によるケーススタディと考察	82
4-4	現行の策定作業支援を目的とした計画支援システムの開発	84
4-4-1	支援システムの設計方針	84
4-4-2	用途地域見直しプロセスと支援システム	84
4-4-3	支援システムの基本機能	89
4-4-4	支援システムの構成	89
4-4-5	分析・計画システム	90
4-4-6	システム利用によるケーススタディと考察	97
4-5	結語	99
	第4章参考文献	101
第5章	都市再開発方針策定における支援システム	103
5-1	概説	103
5-2	都市再開発と都市再開発方針	103
5-2-1	都市問題の変遷と再開発方針制度化の背景	103
5-2-2	都市再開発方針の内容	106
5-3	都市再開発方針策定作業の検討	108
5-3-1	策定作業の概要	108
5-3-2	課題地区の抽出	111
5-3-3	1号市街地の選定	114
5-3-4	2号地区, 1.5号地区の選定	114

5-3-5	立案作業における問題点	119
5-4	支援システムの開発	120
5-4-1	支援システムの機能	120
5-4-2	主観的評価モデルと対話型システム	120
5-4-3	AHP手法の概要	121
5-4-4	ウェイトの計算法	122
5-4-5	支援システムへのAHP手法の導入	123
5-4-6	支援システムの構成	123
5-4-7	現況評価システム	124
5-5	システム利用によるケーススタディ	132
5-5-1	方法	132
5-5-2	総合評価システムによる評価結果	133
5-5-3	システムの有意性の検討	134
5-6	一対比較モデルの改良	135
5-6-1	判断のパスを許した一対比較モデル	135
5-6-2	頑健性と非整合性の指標	140
5-6-3	ランダムな一対比較行列の非整合性	141
5-6-4	一対比較の手順	141
5-6-5	代替案の評価手順と機能	142
5-6-6	モデルの有意性の検討	144
5-7	結語	147
	第5章参考文献	148
第6章	結論	151

第 1 章 序 論

1 - 1 研究の目的

変貌を続ける都市が円滑な機能を果たし、良好な環境を保持しながら秩序ある発展をしていくためには、適切な都市計画の策定が不可欠となる。しかし、近年ますます都市の構造が複雑となり、急速な変化を見せる都市の諸問題に有効にかつ迅速に対応し、また将来の好ましい発展の方向性を提示して行くためには、都市計画の立案過程における十分な分析、より正確な予測、評価を行うことが必須となる。そして、そのためにはこれら一連の作業において、多種多様で大量の情報処理、そこでのより科学的なアプローチと業務の効率化、迅速化が求められる。

一方、近年コンピュータとそれをとりにくく情報処理技術の発達はめざましく、比較的安価でこのような大量の情報の蓄積や高速、高度な処理が可能になってきており、その都市計画への応用が期待されている。しかしながら現実には、データの未整備や計画者の情報処理知識の不足等により、計画者が活発にまた手軽にコンピュータを利用しているとは言い難く、依然として、従来通りの経験と勘をたよりの作業が進められるケースも多い。

本研究は、このような状況を解決するために計画者がコンピュータを簡単に操作して必要な情報を得ることのできる計画支援システムについて検討し、その開発を行おうとするものである。ところで、一般に都市を取り巻くシステムは大規模かつ複雑であり、その構造は明確ではない。従って、決められた一定の手順に沿ってその処理を行えば好ましい結果が得られるとは限らない。このような問題に有効に対処するためには、分析ツールやモデルの利用において、人間の持つ経験的知識や直観に基づく試行錯誤の果たす役割は大きい。従って、コンピュータの導入は、大量の情報の効率的処理や、統計的手法、モデリング、シミュレーションといった科学的アプローチをただ単に取り入れただけでは不十分であり、計算機利用の各段階で、専門家としての都市計画担当者の考え方が、容易に、柔軟にかつ迅速に反映できることが重要である。そこで都市計画支援システムは、単なる情報提供システムにとどまらず、計画担当者のヒューリスティックスに対応できる柔軟な対話型の計画支援システムとする。

以上のことより、本研究における主要課題は次のようにまとめられる。

- ① コンピュータの処理能力と、人間のヒューリスティックスを融和させた、対話型の都市計画支援システムが具備すべき基本機能と、そのシステム構成を示すこと。
- ② 対話型システムにおいて、都市を分析し、予測、評価する有効な手法を提示すること。
- ③ 計画担当者の判断が容易な、情報提供の方法に工夫をすること。
- ④ 計画担当者の判断に応じて、容易で、迅速な修正、フィードバックの可能なシステムとすること。
- ⑤ 実際の計画策定過程に応用した支援システムの開発を行い、その有効性について検討すること。

本論文では、これらの課題を考慮して、まず支援システムの考え方とその機能、構成を明ら

かにする。そして支援システムの枠組みを生かし、新たな手法を取り入れたシステムの提示を行うことを目標として、先ず計画情報を体系的に整備し、データベース化を行うとともに、プランナーの要求、判断に応じて計画立案に有用な情報を対話型で提供する都市計画支援システムの設計を行う。そして支援システムをいくつかの計画策定過程に適用、計画担当者の直観的判断を生かしながら、対話を通じて情報提供を行い計画立案を支援するシステムを開発し、その有効性を検討する。

1-2 研究の内容

本研究は、本章も含めて6章によって構成されている。

第2章では、都市計画支援システムの全体像を明らかにする。そのために、まず計画策定プロセスを支援するシステムの考え方を整理する。その中で、支援システム設計にあたっての方針、システム開発の目的、システムの機能、システム構成、といった基本となる事項について議論する。また、支援システムにおいて重要な役割を果たす、計画情報のデータベース化と、その管理システム、計算機との簡単なコマンドによる会話を通じてデータベースを利用できる会話型検索システム、及び地域情報の分析において不可欠である地図情報の構造と演算機能について述べる。

第3章では、個々の計画策定過程への応用例の1つとして、基本構想立案プロセスを取り上げデータベースと多変量解析手法を結合した都市像分析システムについて述べる。また、データベースの効果的利用と、対話型モデル操作の例として、都市構造分析に有用なSDモデルをとりあげ、その構築支援システムの開発と適用例についても述べる。

第4章では、用途地域計画策定過程への支援システムのあり方を検討し2つの支援システムの提案を行う。1つは用途地域制度が土地利用の規制を通して、将来のあるべき姿に誘導するものであることに着目し、用途規制下における土地利用のシミュレーションを行い、出現する土地利用の予測結果から代替案を評価しようとするものである。もう1つは、より現実的なアプローチとして、現行の見直し作業の各プロセスに沿って、分析の道具を提案し、計画の科学的立案と、作業の効率化を図ろうとするシステムである。

第5章では、都市再開発のマスタープランともいべき再開発方針策定過程への支援システムの適用を通して、対話型支援システムにおける評価モデルについて提案を行う。再開発方針は、都市の再開発を広域的、総合的に行っていくために策定するもので、全市的な視野での再開発を必要とする課題地区の検討、抽出が必要となる。また、必要性が高いと認められる地域については、再開発の可能性の検討を加えてはじめて、事業化の見通しを含む再開発方針の立案が可能となる。そこで、この複数指標により課題地区を抽出する過程に評価モデルを適用し、対話型のシステムの開発を行っている。また、評価モデルの改良についても提案を行っている。

第6章では、結論として本研究で得られた成果をまとめる。

第2章 都市計画支援システムの設計

2-1 概説

本章では、都市計画支援システムの設計方針について述べるとともに、必要となる機能や構成といった基礎的事項の検討を行い、提案する支援システムの全体像を明らかにする。

まず、2-2では都市計画支援システムに関連する従来の研究について述べる。2-3では都市計画支援システムを設計、開発していく上での基本的な考え方について述べる。2-4ではコンピュータ上に計画支援システムを実現するために必要な基本事項であるシステムの設計について述べる。2-5では支援システムにおいて重要な役割を果たす都市計画情報とデータベースについて述べる。2-6ではデータ処理の核となるデータ処理・演算機能について述べる。最後に、2-7で2章で得られた成果について要約する。

2-2 都市計画支援システムに関連する従来の研究

都市計画の策定過程におけるコンピュータ利用に関する研究は、数値計算やモデル開発などを中心とした「計算機」としての利用がもっぱらで、計画策定過程全体をとらえて、そこにおける策定作業を支援するシステムの研究はあまり多くは見られない。また最近ではデータベース機能と図形画像処理機能を生かした、地理情報処理システム、あるいは地域情報処理システムと呼ばれるシステムの研究開発がさかに行われるようになってきている。しかしこれらは主として、地図作成にコンピュータを活用しようとするものである。また、高度な図形画像処理機能を生かして、景観設計を支援しようとするシステムの研究もある。しかしこれらはいずれも本研究が対象とする都市計画の策定過程を支援しようとするものではない。

ここでは、このような数少ない研究例について以下に述べる。

中村・林・宮本らは広域都市圏における土地利用と交通を一体とした計画支援システムCALTASを開発している¹⁾²⁾。このCALTASは地域情報のデータベース化と、道路等交通施設の整備が土地利用変化に影響を及ぼし、さらにその変化が交通状況を変化させることを考慮した土地利用交通モデルを作成し、交通施設整備等開発代替案の評価および修正を容易にする操作性を考慮したシステムとなっており、多数の試算とその検討を可能にしている。しかし、このシステムは都市活動の立地を予測するもので計画策定過程に一資料を提供するが、計画策定過程全般を支援するものではない。

笹田・平本・桜沢はカラーグラフィックスによる画像表示を生かして、土地利用計画で必要とされる実態の把握や政策の検討を支援するシステムを開発している³⁾。このシステムは実態の把握をメッシュデータ利用による地図化を行い視覚化することで容易にしている。また将来人口を予測する経験的モデルを作成し、結果をグラフィック表示することで政策検討の情報としている。このシステムの特徴は、従来大型計算機でしか処理されていなかった計画情報の処

理をミニコンピュータ上に実現し、情報の効率的利用を図ったところにある。

中村・横谷・大島は土地利用計画の策定における線引きと色塗りを行う作業を支援する土地利用計画策定支援システムの提案を行っている⁴⁾。このシステムは土地利用分級の考え方をシステム化し、法定都市計画の策定作業を支援する実用システムとなっている。しかし、これらの策定過程で必要とされる試行錯誤的な分析的アプローチに十分対応したものとは言えない。

前田・村上はシステムズアプローチにより土地利用計画立案を支援するシステムの提案を行っている⁵⁾。このシステムは土地利用代替案の入力により、都市のマクロフレームを予測するマクロ土地利用モデルを実行し、土地利用シミュレーションを行い、この結果を住民による都市環境評価モデルにより評価して土地利用計画立案のための支援情報とするものである。代替案の内容として用途地域まで考慮しているが、地区の単位が500mメッシュと大きくその使用は土地利用のマスタープランレベルと考えられる。

一方、交通計画への支援システムの導入の例としては、天野・小谷・山本による地区道路網計画のため電算機支援システム⁶⁾、天野・小谷・山中によるバス系統網の評価を支援するシステム⁷⁾、森津による沿道環境評価を支援するシステム⁸⁾などがある。これらはいずれも、道路網を扱い、それに関わる情報の入出力、表示に特徴がある。

このほか都市計画策定業務の中で計算機処理が有効なものをシステム化した実用的システムを目指した研究例として、地方自治情報センターの研究開発事業⁹⁾や、建設省が推進している都市政策情報システム(UIS)¹⁰⁾などがある。

本研究は、都市計画の策定過程を支援していこうとするもので、この点において上述した中村・横谷・大島らのアプローチに近いと言える。しかし、本研究では都市計画策定作業全般の支援を想定したシステムの開発を目的としていること、また対話型により計画担当者の経験的知識や直観を生かした柔軟な試行錯誤を効率的に行うシステムとすることで、より科学的な計画立案に導こうとしている点に特徴がある。

2-3 都市計画支援システムの考え方

2-3-1 支援システム設計の基本方針

一般的な都市計画策定プロセスは図-2.1に示すような手順で行われると考えられる。支援システムはこの各々の作業に対し、必要な分析、予測、評価のツールや情報の提供を行うことで計画担当者を支援する。ところで、大規模で複雑化した都市の分析とか予測といったこれらの作業は、確定した手順、方法論があるわけではない。そこで、支援システムは最終的な計画決定をプランナーに委ねながら、多様な情報表現や科学的手法による情報の生成により、プランナーの判断材料を提供する対話型のマン・マシンシステムとして構成し、都市計画における策定作業、意思決定を支援する。支援システムをプランナーが直接操作する対話型システムとすることで、

①対話型リアルタイム処理、試行錯誤処理による十分な分析、

②途中の処理結果に応じた次の処理の自由な選択、

- ③対話型を生かしたツール開発による計画精度の向上,
- ④グラフィック表示を中心とする結果表現の工夫による理解の改善,
等が効果として期待される.

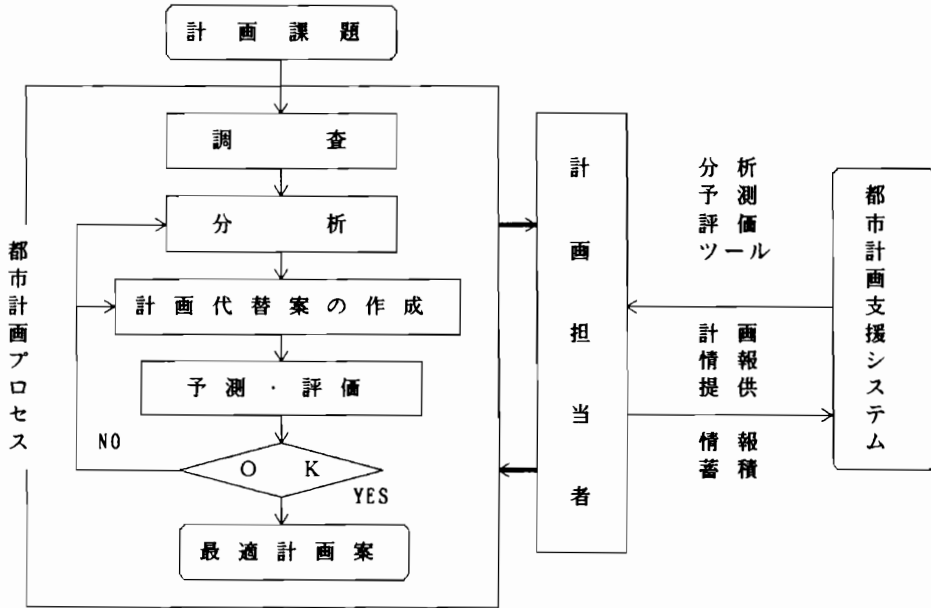


図-2. 1 都市計画支援システムと計画立案プロセス

2-3-2 支援システムの目的

都市計画支援システムの目的とするところは、より科学的な計画立案、業務の効率化、迅速化にある。そして、これらの目的の達成は、

- ①十分な分析、検証、
- ②科学的手法の適用、
- ③コンピュータの能力の活用（高速演算、情報の蓄積・効率的提供、多様な表現、等）により実現できる。

また、目的達成のために支援システムが具体的に担うべき役割は、

- ①都市の現況や課題把握のための情報提示、分析、
 - ②都市の将来予測、
 - ③計画案実施に伴う効果と影響の予測、評価、及びその結果の可視化、
 - ④都市計画情報の一元管理、及びその迅速で、効率的な提供、
 - ⑤コンピュータ利用による作業の効率化、迅速化、
- の5点にまとめることができる。

2-4 支援システムの設計⁽¹⁾⁻⁽³⁾

2-4-1 支援システムの基本機能

支援システムが前節で議論した目的を達成するためには、次のような機能を有することが必要となる。

① データベース機能

分析のために必要となる都市計画情報を統一的に管理するデータベースを構築する必要がある。それにより、容易な操作での情報の提供と開発システムに対してのデータ独立を実現する。

② データ処理・演算機能

地域のデータは、単一変数としてそのままの形で分析されるよりも、複数のデータを演算加工を施し新しいデータを作り出して分析利用されることが多い。したがって、この様な代数的演算処理機能が必要である。また、地域集合に対する集合演算の機能や、任意の条件により必要な地域のみを取り出す条件抽出機能も必要である。

③ グラフィック処理機能

計画策定プロセスにおける情報処理の形態は、数値情報を基にした地図作成や図形、グラフ作成等が中心である。つまり理解しにくい数値情報を理解しやすい図形やグラフに変換するものである。このため図形のカラー表示や、カラーコピーが使えるなどつつき易いイメージでなければならない。

④ 地図情報処理機能

都市計画で扱う情報は地域に付随するものが大半で、その分析はこれら地域を結び付けた表示が不可欠となる。このための地図化に必要な情報を、地域情報と対応づけて処理し、提供できなければならない。

⑤ 対話処理機能

支援システムは計画担当者の経験的知識や直観が分析の方向性を決める重要な役割を演じると位置づけられている。したがってシステムと対話型で必要な処理の選択が自由に行えるものでなければならない。このため、計算機に不慣れな計画担当者でも容易に作業が進められるような、メニュー方式を主とする対話型の処理機能が必要である。

2-4-2 支援システムの構成

都市計画支援システムは、分析の基礎情報を提供するデータベース、予測・評価のためのモデルの情報を蓄積したモデルベース、これらを管理するデータベースおよびモデルベース管理システム、計画の各段階で実際の分析を担うアプリケーション群、データの入出力やグラフィックなど共通ライブラリ等の補助プログラム群、そして計画担当者との間に立つ対話管理プログラムにより構成する(図-2.2)。なお、アプリケーション群はさらに土地利用予測とか用途地域指定支援といった利用目的が決まっている問題向きアプリケーションと、統計計算のような汎用アプリケーションに分けることができる。3章以降で述べる個別計画策定業務を支援するシステムは、問題向けアプリケーションに位置づけられる。また、データベースシ

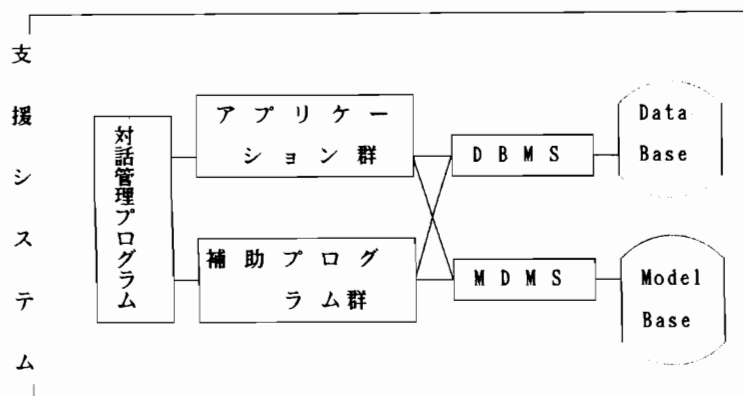


図-2. 2 支援システムの構成

テムとそれを管理するデータベース管理システムは、都市情報データの地域と時系列という2軸を併せ持つ特徴を考慮して独自に開発を行った。支援システムが必要とする情報をデータベース化することの利点はいまさら言うまでもないが、データ統合による情報の高度利用、アプリケーションがデータ更新の影響を受けない、といったデータベースシステムの持つ特長をそのまま享受することができる。特に時系列情報を中心とする都市計画情報が、データ更新さえされればアプリケーション側で修正なく、最新の情報までを利用できるメリットは大きい。

2-5 都市計画情報とデータベース⁽¹¹⁾⁻⁽¹³⁾

2-5-1 データベースの構成

都市情報データベースは、支援システムの情報基盤となるもので、概念的には計画の階層構造を考慮して、上位計画データベース、全国の都市データベース、当該都市データベース、計画情報データベースから構成する(図-2. 3)。

ここで、上位計画データベースは都市計画立案において参照すべき全国レベル、都市圏レベルの計画情報である。

全国の都市及び当該都市の地図、地形情報は、地域分析において必要となる行政界地図データベースおよび補助データベースを内容としている。行政界データベースとしては、例えば町丁目単位で、都市の地域特性を平面的広がりの中で見ると必要な地理的形状のデータで、結果の地図出力等、地域分析を行う。都市計画支援システムにおいては不可欠である。また、補助データベースは、区画整理などによる町丁目界変更に対応して時系列処理を可能とするためのコード変換テーブルや町丁目名テーブル等の情報をデータベース化したものである。

全国の都市データベースは、都市間の分析、他都市の情報の参照、計画原単位算定の基礎データとして、また基本構想策定の際に必要な都市のイメージ分析や、人口予測や土地利用予測などで利用される。具体的には、全国の人口10万人以上(昭和52年現在)の180都市につ

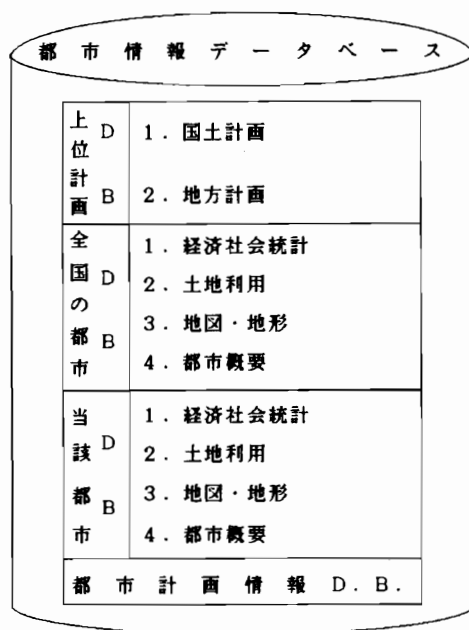


図-2. 3 都市情報データベースの概念図

いて、人口、面積といったその都市を表す基礎的データから産業、土地利用、文化、教育、住宅等に関する様々なデータ約300項目について時系列で蓄積している。これらは主として諸統計書から入力したものであるが、土地利用面積データのように、土地利用図から測定入力したのものもある。

当該都市データベースは、その都市の現況分析等計画立案に必要となる町丁目単位のデータで、われわれのシステムでは神戸市について、2672町丁目のデータが人口や、土地利用等約270項目について時系列でデータを蓄積している。

都市計画情報データベースは、計画業務で頻繁に参照する都市計画法規や通達、計画技術情報で、現在法規にかかわる情報は入力していないが、用途地域の指定基準や都市再開発方針策定における地区選定基準などはこれに対応するものと考えられる。また、計画技術情報としてはSDモデルのモデル情報などがこれにあたる。

2-5-2 時系列データモデルとデータベース管理システム

全国の都市データ、都市の町丁目データの何れも、ある地域に対する時系列のデータ集合である。支援システムではこのようなデータを効率的に扱うために、次のような地域時系列データモデルを考える。データモデルは都市、町丁目等の地域コード、項目名、年度をそれぞれ軸とする三次元空間として表される(図-2. 4)。データへのアクセスはこの空間における点、線、面を求めることになる。すなわち次のようなデータ検索が基本となる。

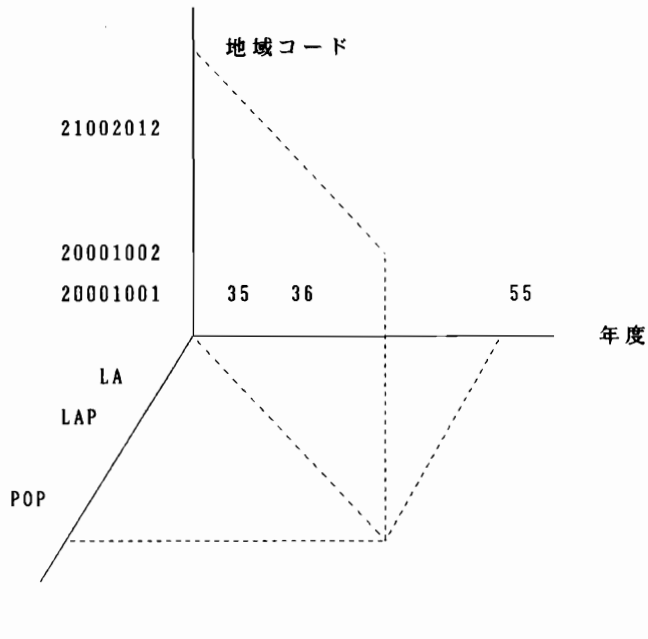


図-2. 4 地域時系列データモデル

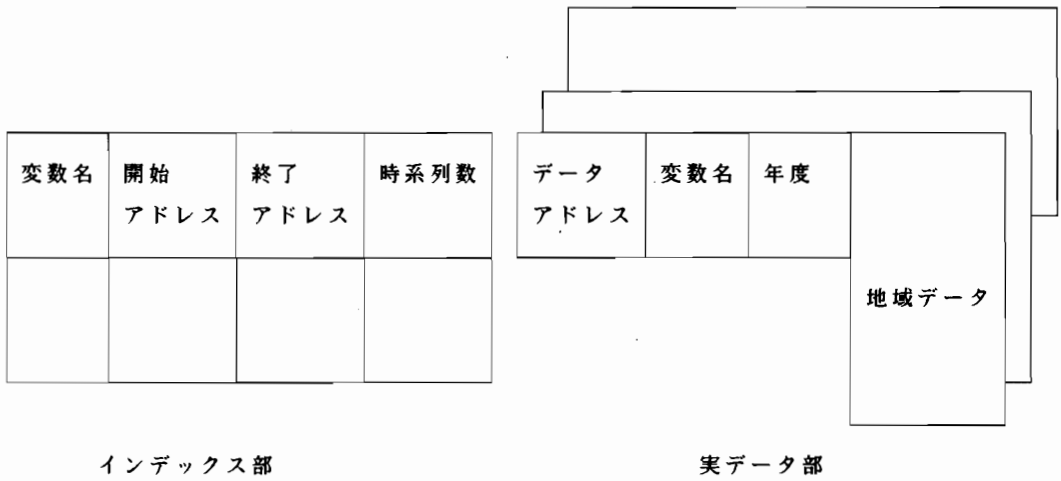


図-2. 5 地域情報のデータ構造

表-2. 1 データベース操作関数一覧

機能	モジュール名	機能説明
環境設定	OPEN	データベースをオープンし、環境設定を行なう。
変数名操作	CUTY PASTEY	変数名と年度を切り離す。 変数名と年度を与えて合成する。
演算・比較	CALC SHISOKU COMPO COMP	演算式を与えて、その結果を得る。 四則演算をする。 関係演算子を調べる。 二つの数値を比較する。
検索	RETR	条件式を与えて、合致するレコード件数をセットする。
集合の保存	SAVE	カレントなレコード集合を保存する。
論理演算	SFAND SFOR SFNOT	保存された集合の論理積をとる。 保存された集合の論理和をとる。 保存された集合の補集合をとる。
データ セット	READ READ1 READ11 READI READS READC	変数名+年度を与えて、全地域のデータを得る。 変数名+年度を与えて、1地域のデータを得る。 レコード番号と地域コードを与えて、1地域のデータを得る。 レコード番号を与えて、全地域のデータを得る。 変数名+年度を与えて、セーブファイルに対する地域のデータを得る。 変数名+年度を与えて、カレントファイルに対する地域のデータを得る。
時系列 データ セット	DSET DSETC DSETS DSET1	変数名を与えて、全地域のデータを時系列で得る。 変数名を与えて、カレントファイルに対する地域のデータを時系列で得る。 変数名を与えて、セーブファイルに対する地域のデータを時系列で得る。 変数名を与えて、1地域のデータを時系列で得る。
年度セット	YSET	変数名を与えて、利用できる年度データを得る。
地域セット	CTNSET CTNAME	地域コードをセットする。 地域コードと地域名をセットする。
変数セット	VNSET RNSET	変数名を与えて、変数番号をセットする。 変数番号と年度を与えて、レコード番号をセットする。
変数定義	VDEF VDEF2 VAPEND	既存データの演算により、新たな変数をつくる。 対応する変数がある年度について、全てのデータを時系列で生成する。 定義した変数をデータベースに一時的に格納する。

- ①項目名と年度を指定して、全都市、全町丁目データを得る。
- ②特定の地域と項目名を指定して、存在する時系列データを得る。
- ③種々の条件を与えて該当する地域データを得る。
- ④項目名と年度、地域を指定して1つのデータを得る。

また、このようなデータモデルをデータベース化するにあたってその構造を図-2.5の様に設計し、これに従ってアプリケーションからデータベースを利用するためのデータベース操作関数を用意した(表-2.1)。この中には前述したように地域時系列データの特徴に対応して、変数名、地域名を与えて時系列データを求めたり、変数名、年度を与えて全地域データを求めたり、変数名を与えて利用できる年度を求めたり、変数間の演算を定義することにより対応する全時系列データにわたって同様の演算を行い新たな変数を生成する、といった機能を用意している。

2-5-3 会話型データベース検索言語¹⁴⁾

電算機の専門知識を持たないプランナーが簡単にデータを利用するには、現況分析システムや人口予測システムと言った問題向きアプリケーションに加えて、簡単なコマンドを用いて会話形式でデータベースの検索利用ができる汎用の会話型検索言語が必要である。端末から簡単な命令、およびそのパラメータを入力することによってデータベースと会話し、検索、表示などを行なう会話型検索システムをデータベース操作関数を用いて開発した。システムの概要、コマンド処理の流れを図-2.6に示す。システムは時系列処理を効率的に行ういくつかの機能を有している。以下、各コマンドの概要を述べる。

① 検索

RETR 条件式を与えてそれに該当する地域を検索し、地域数を表示する。またその地域コード、地域名を表示することもできる。

② 終了

END 会話型検索システムを終了する。

③ 集合の保存

SAVE カレントファイルにある地域集合とそれらの地域の検索条件をセーブする。

④ 論理演算

AND 保存された地域集合について論理積をとりその地域数を表示する。

OR 保存された地域集合について論理和をとりその地域数を表示する。

NOT 保存された地域集合について補集合をとりその地域数を表示する。

⑤ 年度表示

YEAR 変数名を与えて、利用できる年度を表示する。

⑥ データ表示

DISP 変数名+年度を与えてセーブファイルまたはカレントファイル上にある地域のデータを表示する。

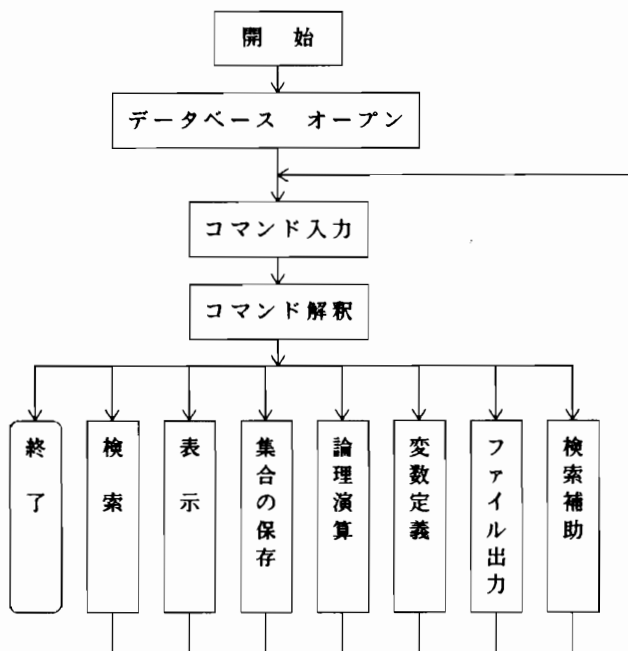


図-2. 6 会話型検索システムの処理プロセス

DISPT DISPの機能に時系列表示の機能を追加したもので変数名を与えてセーブファイル又はカレントファイル上にある地域データを時系列で表示する。

SORT DISPの機能にデータのソート機能を追加したもので、変数名+年度を与えてセーブファイル又はカレントファイル上にある地域データを、昇順か降順のどちらかでならべ換える。

READ 変数名+年度を与えて、指定した1地域についてのデータを表示する。

READT READに時系列処理の機能を追加したもので、変数名を与えて指定した1地域についてのデータを時系列で表示する。

⑦ ファイル出力

FILE パーマネントファイルに検索した結果を出力する。これによって汎用の統計パッケージ、各種のシミュレーションツールにデータを受け渡したり、利用者自身が独自のプログラムを作り、加工・解析ができる。

⑧ 変数定義

DEF 既存データの変数間の演算により、新しい変数を定義するもので、定義後は他の変数と同じように使用できる。DEFは、対応する既存の変数が有する全ての年度について、DEFYは、指定した1つの年度について定義する。

⑨ 検索補助

CITY 地域コード、地域名を表示する。

INFORM 各セーブファイルの保存された条件を表示する。
 HELP 全てのコマンドの機能や構文の説明をする。

図-2. 7は会話型検索システムを用いて、全国の都市データベースで、データベースにある人口(POPU)と都市面積(AREA)の演算により人口密度(DENS)を定義し、利用可能データの年次を表示し人口100万人以上の都市についてその結果を降順で表示した例である。このように、簡単にデータベースのデータを時系列で利用することが出来る。

```

?DEF DENS POPU/AREA          ……変数の定義
      NEW VARIABLE NAME DENS  DEFINED
?YEAR DENS                   ……利用可能年度の表示
      AVAILABLE YEAR
      35 40 45 50 55 60
?RETR POPU60 GE 1200000     ……検索条件の設定
      CITY COUNT 9
?SORT DENS60                ……データの並べ替え
      ASCENDING SORT OR DESCENDING SORT ?
      ASCENDING --- 1  DESCENDING --- 2
=2                            ……降順ソートの指定
      CITY CODE(CITY NAME)    DENS
1  27100 (オオカ )          12372.1
2  14100 (ヨコハマ )        7986.0
3  26100 (キョウト )        7350.9
4  23100 (ナゴヤ )          6742.2
5  28100 (コウベ )          4767.0
6  01100 (サツボロ )        3584.0
  
```

図-2. 7 会話型検索システムの利用例

2-5-4 地図情報の構造

地図情報のデータベースシステムにおける処理の仕方について、市域における町丁界データを例に述べる。

町丁目は図-2. 8に示すように、点(ノード)、線(リンク)、面(町丁目)にグラフ構造化できる。したがって、都市全域はこれらの点、線、面ですべて表現することができる。つまり、これらの点、線、面の情報を効率よくデータベースとして保有すればよい。そのため、地図情報のデータベース化を行うために、町丁目を次の規則にしたがう点・線の集合であると考えられる。

- ①リンクは、ノードとノードを結んだものである。
- ②リンクの起点及び終点は、3本以上のリンクの集まっているノードとする。
- ③リンクは方向をもっている。
- ④町丁目はリンクの並びで形成される。ただし、あるノードを起点として右回りにリンクを並べる。このとき、リンクの方向が右回りであればこのリンクに+の符号を、逆の向きであれば-の符号を付ける。

この4つの規則を図に表現すると図-2. 9のとおりである。図-2. 9において、面は5本のリンクと5つのノードで形成されている。たとえばリンクIは、ノード①を起点としノード②を終点とし、リンクXは、ノード⑥を起点としノード①を終点とする。

以上の規則に従い、計算機上に格納する地図情報のデータの構造を図-2. 10に示すように設計した。各町丁目はリンクの並びとして表現され町丁目ファイルに収められ、町丁目ファイルにおけるA2は、 n_2 個のリンクを保有し、右回りにリンクを取った結果、それらのリンクの並びは、 $(-)K_{21}, (+)K_{22}, \dots, (-)K_{2n_2}$ となっている。ここでリンク番号の始めに付けられている符号は、先に述べたように、リンクの方向が右回りならば(+), 逆向きならば(-)の符号を付けている。また、リンク番号はリンクファイルのレコード番号に対応し、そのレコード番号にリンクの起点、終点ノードの情報が入っている。起点ノード番号と終点ノード番号はノードファイルのレコード番号に対応し、その起終点それぞれのレコード間に存在するノードがリンクの存在するノードとなる。ただし、ノードファイルは各リンクに対応するノードを連続

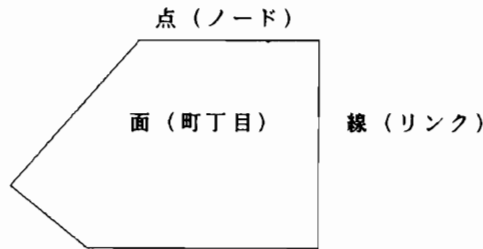


図-2. 8 町丁目のグラフ構造化

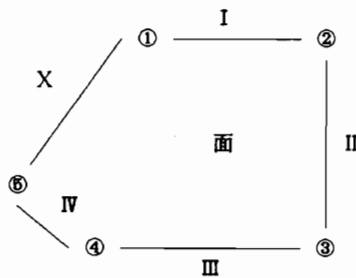
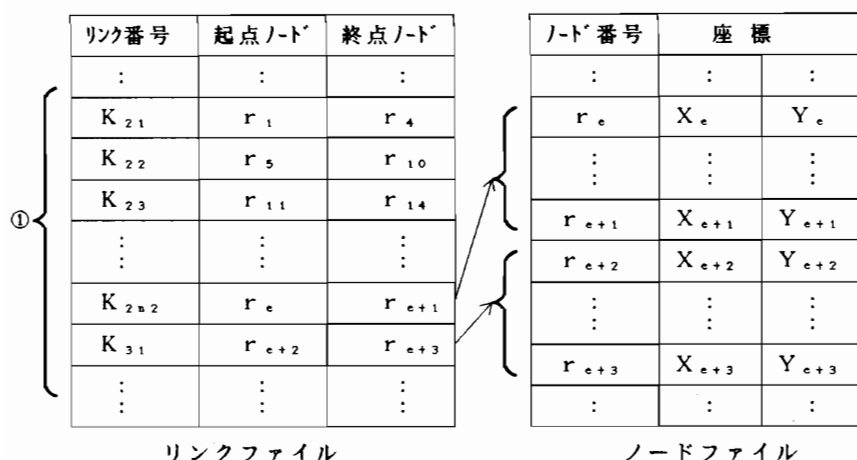


図-2. 9 地図のデータ化の概念

町丁目 コード	面保有 リンク数	リンクの並び
A 1	n_1	(+) K_{11} , (-) K_{12} , -----, (+) K_{1n_1}
A 2	n_2	(-) K_{21} , (+) K_{22} , -----, (-) K_{2n_2}
⋮	⋮	
A m	n_m	(+) K_{m1} , (+) K_{m2} , -----, (+) K_{mn_m}

注) リンク番号の前の符号は向きを表している

町丁目ファイル



リンクファイル

ノードファイル

図-2. 10 地図情報ファイルの構造

した並びに格納しているため、同一のノードであっても複数のレコードに存在することもある。このノードの重複によりノードファイルが大きくなるが、リンクファイルは起点ノードと終点ノードの情報を保有するだけでよく、すべてのノード情報をもたなくてもよい。これにより、リンクファイルの容量が小さくなるほか、描画時における扱いも容易になるといった利点をもつ。

ところで、これらの地図情報と地域の情報との対応づけは、町丁目ファイルの面番号に対して行っている。したがって、ある町丁目コードを持つ町丁目の地図情報を取り出すためには、まずその町丁目コードのレコード番号を検索し、そのレコード番号に対応する町丁目ファイルのレコード番号上の情報を見ればよい。これにより、その町丁目のもつリンク、ノードの情報が順次得られる。

ところで、実際のディスプレイ上への作図は、高速描画を可能にするために、全域を対象とする場合は町丁目ファイルは使用せず、リンクファイル、ノードファイルのみで行う。つまり、

リンクファイルを上から順に調べていき、リンクの起点ノード番号、終点ノード番号を取り出す。この取り出された起点ノード番号、終点ノード番号に対応するノードファイルの起点レコード、終点レコード間のノードの座標を順々にプロットし、その間を線で結んで行く。この操作を繰り返せば、全ての町丁界が描かれることになる。町丁目ファイルを利用しない理由は、もし町丁目ファイルからリンクを検索すると、各町丁目のリンクを全て描くことになり、町丁目と町丁目との境界線を二度描くことになり、描画のスピードを遅らせてしまうからである。

町丁界の作図は以上のような簡単な操作のみで描くことができるが、地域の状況を各町丁目の属性データの値に応じた色をぬって地図化することで表現する場合、この方法では地図上の町丁界の位置とその属性データとの対応をとる情報が必要となる。この問題を解決するために町丁目の面の各構成ノードの平均を代表点として定め、さらに面内から外に出ている代表点に関しては修正を行い、代表点ファイルを別途作成する。このファイルも町丁目ファイルのコードとレコード番号に対応し、これにより各町丁目の属性データは、この代表点から色を塗ることにより地図上に表現できる。

2-6 データ処理・演算機能

計画策定作業における計画情報の利用は、データベース中の情報をそのまま分析をすることもあれば、いろいろな加工を施して分析することも多い。データベースには、情報の冗長性を除き、整合性、一貫性を保つため演算により求めることができる指標値はできるだけ入力しない方針をとる。たとえば、人口と都市面積より求めることの出来る人口密度は入力していない。この観点から作成した機能が、この演算機能である。この項では、計画策定作業における情報の加工抽出の例として、用途地域計画を取り上げ、その実際のシステムの入力例を混じえながらこれらの機能について説明する。ここで、作業の例題として「現況の土地利用が住宅地に特化している地域を抽出し、その後でその地域のうち独立住宅地、あるいは中高層住宅地に特化している地域を抽出する」ことを考える。

(1) 演算加工機能

例題における前半部分、つまり現況の土地利用が住宅地に特化している地域を抽出するために、式(2-1)のような住宅率を定義する。

$$\text{住宅率} = (\text{住宅施設床面積合計}) \div (\text{全施設床面積合計}) \times 100 \quad (\%) \quad (2-1)$$

地方自治体では、一般に住宅施設床面積あるいは全施設床面積などのデータは保有しているが、住宅率のような加工されたデータは、保有していない。また保有しておく利点も少ない。したがって、計画策定作業では、式(2-1)のようにいろいろな計算式をたてて既存のデータより、ある種の情報を加工して作成し、計画策定に必要な情報としている。したがって、支援システムでもこのような代数的演算加工機能は、基本的な機能として保有しておくことが必要である。

支援システムにおける式(2-1)の入力方法は、式(2-2)のように行う。式(2-2)のように入力すると、演算加工機能により定義された式どおりの計算を行って住宅率という新しい変数を作成する。この加工データをグラフィック表示機能により表示させることにより、プランナー

は、各ゾーンの住宅の土地利用状況を認識することができる。

$$\text{住宅率} = \text{kx2085}/\text{kw2085} \times 100 \quad (2-2)$$

ここで kx2085 : 住宅施設床面積合計を表す変数

kw2085 : 全施設床面積合計を表す変数

ここでシステムにおける演算加工のための式は次のように定義する。

①式は、変数、定数およびこれらを演算子で結合したものである。

②式の値の評価は、式の構成に従って演算子の表す処理を順に被演算子に施すことによって値を得る。

③演算子の種類および演算子の優先順位は、表-2. 2に示す通りである。

表-2. 2 四則演算子

演算の内容	加 法	減 法	乗 法	除 法	一次子
演算子	+	-	*	/	()
優先順位	3	3	2	2	1

以上のような規則に従い式(2-2)のように演算式を定義すると、自動的に必要な情報、つまり住宅施設床面積合計と全施設床面積合計のデータをデータベースから取り込み、各ゾーンに対して演算式に従った計算が行われて新しい住宅率というデータが作成される。

(2) 条件抽出機能

演算加工機能により住宅率が定義され、この住宅率の大小を比較することによって住宅地に特化している地域の情報が得られる。次に、住宅地として特化しており独立住宅地あるいは中高層住宅地に特化した地域を検索する。ここでも前述と同様に式(2-3)、式(2-4)のような式を定義する。

$$\text{独立住宅率} = (\text{独立住宅施設床面積合計}) \div (\text{住宅施設床面積合計}) \times 100 (\%) \quad (2-3)$$

$$\text{中高層住宅率} = (\text{マンション施設床面積合計}) \div (\text{住宅施設床面積合計}) \times 100 (\%) \quad (2-4)$$

このように定義された独立住宅率、中高層住宅率が60%以上の地域は、各々の施設に特化していると考えられる。したがって、この条件に当てはまる地域のみを抽出して住宅率を検討すれば、各地域の住宅地としての特性が判別できる。この条件抽出を行う式は、演算加工を行う式と数値あるいは別の演算加工を行う式とを条件演算子でつないだものである。

システムにおける入力例は、式(2-5)、式(2-6)の通りである。

$$\text{独立住宅地抽出条件式} = \text{ka2085}/\text{kx2085} \times 100 >= 60 \quad (2-5)$$

ここで ka2085 : 独立住宅施設床面積合計を表す変数名

$$\text{中高層住宅地抽出条件式} = \text{kc2085}/\text{kx2085} \times 100 >= 60 \quad (2-6)$$

ここで kc2085 : マンション施設床面積を表す変数名

このように入力することにより、この条件式に適合する地域の情報のみが出力されるようになる。

り、住宅施設のうち独立住宅あるいは中高層住宅に特化した地域のみ分析することができる。
ここでシステムにおける条件演算子を表-2.3に示す。

表-2.3 条件演算子

条件演算の内容	以 上	以 下	大なり	未 満	等 号	不等号
条件演算子	>=	<=	>	<	=	!=

表-2.4 定義された論理演算子

論理演算子の内容	論理積	論理和
条件演算子	&	

さらに、表-2.4に示すような論理演算子を使用することにより条件演算式を複数個結合することもできる。例えば、独立住宅率が60%以上で、中高層住宅率が10%以下の地域を抽出して調べたい時は、式(2-7)のようにすればよい。

$$\text{抽出条件式} = \text{ka2085/kx2085} * 100 >= 60 \& \text{kc2085/kx2085} * 100 <= 10 \quad (2-7)$$

この条件抽出機能を使用することにより、いろいろな地区抽出を行うことができるようになっている。

以上のような演算加工機能、条件抽出機能を使用し、演算加工式および条件抽出式をうまく組み合わせることにより、都市計画策定作業において必要な情報を作り出すことができる。

2-7 結 語

本章では都市計画支援システムを開発するにあたっての基礎的事項を検討し、その全体像を明らかにした。

支援システムが取り扱うべき都市は複雑で大規模なシステムであり、プランナーの持つ知識や経験の介在が不可欠であると考えられるので、システムは対話型のマン・マシンシステムとして構成することを設計方針とした。これにより、計画担当者の計画に対する経験や知識を生かしながら、試行錯誤的に分析を深めていくことができる。また計算機からの処理結果の表示、視覚化に工夫を加えることで、情報の持つ意味の把握をプランナーの直観にゆだねることが期待できる。

支援システムの目指す目的は、より科学的な計画立案、業務の効率化、迅速化においた。したがって対話を生かした十分な分析、検証、科学的手法の適用、コンピュータの能力の活用する方法について、検討し、提案を行うことが本研究での課題となる。このため、まず支援システムが具備すべき基本機能を検討し、計画情報を蓄積利用するためのデータベース機能、多種多

様な情報を必要な形に変換するデータ処理・演算機能，結果を理解し易い形に表示するためのグラフィック機能，地域情報の結果を視覚化するために必要となる地図情報処理機能，そして計算機に不慣れなプランナーでも対話的に処理を進めていくことができる対話処理機能の5つにまとめた。また，これらの機能を実現する支援システムは，計画に必要な基礎情報を提供するデータベースおよびモデルベースとその効率的利用をはかる管理システム，データベースを利用して直接分析等を分担するアプリケーション群，プランナーと支援システムとの接点となる対話管理プログラムで構成した。次に支援システムの基本設計を受けて，データベース管理システムを中心に支援システムの核となる部分について，その開発を行った。

データベース管理システムは地域情報の特徴を生かして，地域と時間の軸を持つデータモデルを考え，時系列データ処理，地域データ処理が効率的に行えるよう工夫した。また，地域情報の処理，表現に不可欠となる地図情報の構造を検討し，地図情報データベースの設計を行った。また，データベース管理システムのデータ操作関数を用いて汎用の会話型データベース検索言語を開発し，時系列処理機能をはじめ，用意したコマンドを用いて容易な利用が行えることを確認した。

以上，本章では都市計画支援システムの全体像を明らかにした。このシステムをベースとして第3章以後の計画策定業務支援のためのシステムの開発を行っていく。

[第2章参考文献]

- 1) 林良嗣, 中村英夫, 宮本和明, 杉本和敏, 宮地淳夫, 吉江博光: 土地利用-交通計画のための計画支援システム, 第3回土木計画研究発表会講演集, pp.35~40, 1981.
- 2) 中村英夫, 林良嗣, 宮本和明: 都市近郊地域の土地利用モデル, 土木学会論文報告集, 第309号, pp.103~112, 1981.
- 3) 笹田剛史, 平本一雄, 桜沢寛敏: カラー・グラフィックスによる土地利用計画策定支援システムの研究, 第16回日本都市計画学会学術研究発表会論文集, pp.265~270, 1981.
- 4) 中村英夫, 横谷博光, 大島邦彦: 土地利用計画策定支援システム, 第17回日本都市計画学会学術研究発表会論文集, pp.43~48, 1982.
- 5) 前田博, 村上周太: システムズ・アプローチによる土地利用計画立案支援システム-土地利用計画案の住民評価シミュレーション-, シミュレーション, 第3巻第3号, pp.33~40, 1984.
- 6) 天野光三, 小谷通泰, 山本馨: 地区道路網計画のための電算機支援システムの開発と応用について, 第15回日本都市計画学会学術研究発表会論文集, pp.433~438, 1980.
- 7) 天野光三, 小谷通泰, 山中英生: 電算機支援システムによるバス系統網の評価に関する研究, 第4回土木計画学研究発表会講演集, pp.440~445, 1982.
- 8) 森津秀夫, 北山静夫: 道路網計画のための沿道環境評価支援システム, 土木計画学研究・講演集, 10, pp.507~514, 1987.
- 9) 地方自治情報センター: 都市計画支援情報システムの構築に関する調査研究, 1984
- 10) 建設省: 都市情報データベース, 1987.
- 11) 福島徹, 枝村俊郎: 全国都市データベースと都市計画支援システム, 第6回都市計画シンポジウム論文集, pp.47~53, 1983.
- 12) 福島徹: 都市計画支援システムに関する一考察, 土木計画学研究講演集 No.7, pp.163~166, 1985.
- 13) 福島徹, 枝村俊郎: 都市計画支援システムとデータベース, DATABASE FORUM Vol.4 No.1, pp.3~17, 1990.
- 14) 福島徹, 森英樹, 高野新二, 山本良二, 渡慶次重美, 住野公昭, 高森年, 北村新三: 地域保健支援情報システムの開発研究, 医療情報学, Vol.7, No.4, pp.373~384, 1987.

第3章 基本構想立案における支援システム

3-1 概説

基本構想は都市の計画行政の頂点に立つものと位置づけられ、地域発展の将来図とこれを達成するために必要な施策の大綱を定めることとされている。この将来図は、都市の将来像、人口、産業等フレーム、土地利用の構想、目標水準から構成される。都市の将来像を描画するためにはその都市の特性、イメージを抽出する必要がある。そのためには都市を表す多くの指標を用い、それらを総合化していく作業を通して都市を把握していくことが有効である。また、都市の将来の動向やその都市の構造の把握も重要な作業となる。そこで本章では、このような基本構想立案過程への支援システムの応用を試みる。具体的には、都市情報データベースを用いて対話型で多変量解析を進めることにより当該都市の特徴を抽出していこうとする都市像分析システムと、都市の将来フレームの予測、都市構造分析等を目的とする都市のSDモデルの構築を対話型で行うことのできるSDモデル構築支援システムの開発を行った。

以下、3-2で都市像分析システムについて、3-3で対話型の都市のSDモデル構築支援システムについて述べ、3-4で本章で得られた成果についてとりまとめる。

3-2 都市像分析システムの開発^{1)~3)}

3-2-1 はじめに

基本構想に描かれる都市の将来図としての都市像（以下、本文ではこれを都市像と呼ぶ）は、その都市の果たしている役割や特性を十分把握し、それを生かして描画していくことが必要である。このための作業は、当該都市の人口、産業、土地利用などの現況調査や分析にとどまらず、それらと他都市との比較分析を通して、その相対的位置付けの中から、着目する都市の性格や特徴を理解していくことが有効であろう。そこで多種多様で大量の情報を蓄積する都市計画支援システムの都市情報データベースを活用し、多変量解析手法をあてはめることで立案作業を側面から援助し、有意な情報を提供することのできる都市像分析システムの開発を行い、その有効性について検討する。

3-2-2 全国の都市の都市像の分析

都市像分析システムを開発するにあたって、それぞれの都市が実際にどのような都市像を描いているのか調査し、都市特性と都市像との関係分析を行った。調査は都市計画支援システムを用いて分析でき、結果との照合可能な全国の10万人以上の180都市に対して行った。調査項目は、(1)基本構想における都市像、(2)都市のイメージ、(3)参考とする先進都市名、(4)類似都市名、(5)重点施策などである。調査用紙は各市の企画担当部局へ送付し、12

2の都市から回答があった。このうち基本構想策定中などの2市を除く120市について分析を行った。

(1) 都市像

都市像の描かれ方を見ると、「人間のあすへのまち」（三鷹市）や「たくましい市民のまち相模原」（相模原市）といったやや抽象的、暗示的なものと、「みどりゆたかな住宅都市」（小平市）や「1.しあわせを守る福祉都市，2.かおり高い教育文化都市，3.発展する緑の生産都市」（鳥取市）のようにいくらか具体的、明示的にめざすべきイメージを描いたものの2つに大別できる。

次に都市像の描画に使われている「ことば」を見ると、「文化」が1番多くて68市（全体の57.1%），2番目が「産業・生産」で41市（34.5%），次いで「人間」39市（32.8%），「自然」と「生活」がそれぞれ36市（30.3%），「福祉」35市（29.4%），「みどり」34市（28.6%），「活力」32市（27.0%）という結果であった。またこれらのことばを集約し11の都市像に整理すると、「産業の振興，活力」を求めるものが最も多く70市，「文化」が68市，「自然環境」および「生活環境」がそれぞれ60市，「人間」が47市，「健康・福祉」が45市，「住宅環境」が39市，「市民主体」が31市，「調和」が26市，「中核・中枢」が25市の順となっている。以下，この集約都市像を用いて分析を行った。

(2) 都市像相互の分布

1つの都市で描く都市像の数は，1つが10市，2つが18市，3つ24市，4つ17市，5つ20市，6つ12市，7つ8市，8つ10市で，平均4～5の都市像をあげている。このように1つの都市で複数の都市像を描いているが，これらの相互の関係をまとめたのが表-3.1である。これを見ると，都市像として「産業・活力」を描いている都市群では同時に「文化」

表-3. 1 都市像相互の分布

都市像 都市像	産業 活力	中核 中枢	自然 環境	住宅 環境	生活 環境	健康 福祉	人間 尊重	市民 主体	文化	調和	都市 数
産業・活力	70	22	36	20	44	38	27	19	49	21	70
中核・中枢	22	25	12	5	16	14	11	7	21	6	25
自然環境	36	12	60	18	28	22	23	18	37	10	60
住宅環境	20	5	18	39	17	10	11	8	18	11	39
生活環境	44	16	28	17	60	32	23	17	39	17	60
健康・福祉	38	14	22	10	32	45	18	14	38	11	45
人間尊重	27	11	23	11	23	18	47	15	24	10	47
市民主体	19	7	18	8	17	14	15	31	16	5	31
文化	49	21	37	18	39	38	24	16	68	16	68
教育	19	7	13	9	16	14	11	7	22	8	23
調和	21	6	10	11	17	11	10	5	16	26	26

をあげているものが49市(70%)で、ついで「生活環境」44市、「健康・福祉」38市、「自然環境」36市の順となっている。また「調和」をめざす都市が30%の21市あり、これは「調和」をあげている全都市数26に対する80.8%という結果もあわせて考えると、「産業振興」においてその「調和」ある発展が重要であることを示すものと考えられる。また「中核・中核」都市をめざす場合、「産業・活力」、「文化」、「生活」といった都市像を同時に求めている。一方、「自然環境」では、「文化」、「産業」の発展には「調和」同様に「自然環境」の保護も大切な課題となっていると考えることができる。「住・生活環境」では「生活」の方が「産業」、「福祉」、「文化」などでいずれも多く、生活の快適性に重点がおかれている。「人間尊重」を求めている都市では他の都市像との比較において、「市民主体」が求められ、「教育」では「文化」を同時にあげている都市が多い。逆に「産業」をあげる都市が多くなかで、「住宅」や「人間」を像とする都市では同時にこれをあげる割合が相対的に少なくなっている。

(3) 都市イメージと都市像

計画担当者が自都市をどのように扱っているかを、都市のイメージとして同時に記入を求めた。またこの都市イメージとシステムによる分析結果とを対応づけ比較分析を行う。都市像はその都市の機能的性格、イメージを考慮して策定されていると考えられるからである。

都市イメージの集計結果は「住宅都市」36、「中核都市」20、「工業都市」17、「産業都市」14、「文教都市」12、「商工業都市」12、「商業都市」9であった。これらの都市イメージと都市像の関係を表したのが表-3. 2である。これを見ると、「産業・活力」を都市像とするのは、「産業都市」が全市、次いで「商工業都市」、「工業都市」が高率で統いており、「住宅都市」が最も低い割合となっている。「住・生活環境」は「住みよい」「居

表-3. 2 都市像と都市イメージ

都市像 都市イメージ	産業 活力	中核 中核	自然 環境	住宅 環境	生活 環境	健康 福祉	人間 尊重	市民 主体	文化	調和	都市 数計
商 業	4	3	4	2	6	3	6	3	5	1	9
商 工 業	10	1	5	3	5	5	7	2	7	1	12
工 業	14	4	8	7	10	7	8	4	8	6	17
中 核	14	5	11	6	8	9	7	4	11	6	20
文 教	6	3	4	5	5	6	4	3	10	3	12
住 宅	9	1	21	18	17	8	11	8	17	3	36
産 業	14	7	6	2	9	9	6	4	12	7	14
合 計	70	25	60	39	60	45	47	31	68	26	120

住環境」といった「住」にウェイトのある「住宅環境」と「快適な生活環境」や「整備された生活環境」のように快適さにウェイトのある「生活環境」の2つに分けて集計しているが、「商工業系都市」では後者が、「住宅都市」では前者が多く、使い分けが行われている様子がかがえる。ちなみに「住・生活環境」としてまとめると、「住宅都市」では8割を越す値となる。また「産業都市」で「健康・福祉」が、「商業都市」で「人間尊重」が、「中核都市」「産業都市」で「調和」が多いことは興味深い。逆に「住宅都市」や「文教都市」で「人間尊重」が低率であることと併せて考えると、産業の発展は、もはやその「調和」と「人間」の視点に戻った施策が要求されていることの現れと考えることができる。このように都市像は当該都市の性格、機能や現況に大きく依存しながら新たな方向、施策を盛り込む形で立案されていると考えられる。したがって、都市の現況分析、イメージの把握はその策定作業の基礎をなすものとして重要であることが確認できる。

3-2-3 都市像分析システムの設計

都市像分析システムは、全国の都市情報データベースとして蓄積されている180都市のデータを活用して、着目する都市が他都市との関連においてどのような位置を占めるか、どこに特徴があるかを、画面にわかりやすい形で表示することにより、その都市の持つイメージの分析を行おうとするものである。

(1) 分析システムに必要な機能

分析システムを用いて、都市の情報を処理し、特性把握を支援して行くためには、

- ①分析対象都市群の自由な設定が可能であること、またその設定が適切でない場合、その変更が容易であること、
- ②都市情報データベースに蓄積されている生データのみでなく、それを用いた演算式（例えば人口/面積）やウェイト処理（例えば $h a \rightarrow m^2$ 変換）による結果を変数として使用できること、
- ③分析対象として設定した変数が適切でない場合、容易に変量の取捨選択ができること、
- ④得られた主成分がどのような情報を集約した特性値なのか、また主成分得点によって各都市がどのように性格づけられるのか、適確な情報を把握し易い形で表示すること、
- ⑤主成分分析の結果に応じてクラスター分析にかける主成分の数を指定できること、
- ⑥クラスターを形成する類似尺度の指定及び融合法の指定が出来ること、
- ⑦得られたクラスターがどのような性格のものかの判断を助ける系統的情報が提供されること、と言った機能が必要となる。

(2) 分析システムが提供する情報

主成分分析やクラスター分析の結果を、計画担当者が容易に解釈できるよう、支援システムでは次のような情報提供を行う。

- ①主成分分析の過程で得られる情報を数値で表示する。

結果のグラフ表現に先だって、各変量の平均及び標準偏差、各変量間の相関係数、固有値、固有ベクトル、累積寄与率、高因子負荷変量名、因子負荷量、各都市の主成分得点、といった基礎情報の出力が任意に選択できる。

② 因子負荷量の2軸グラフ

会話を通じて、指定した任意の2つの主成分を軸として、各変量の因子負荷量をプロットするもので、円の外周に近い位置にある変量ほど、指定した2つの主成分で説明される割合が高いことを示す。例えば図-3.1に示すグラフは、50変量を用いた場合の第1主成分(X

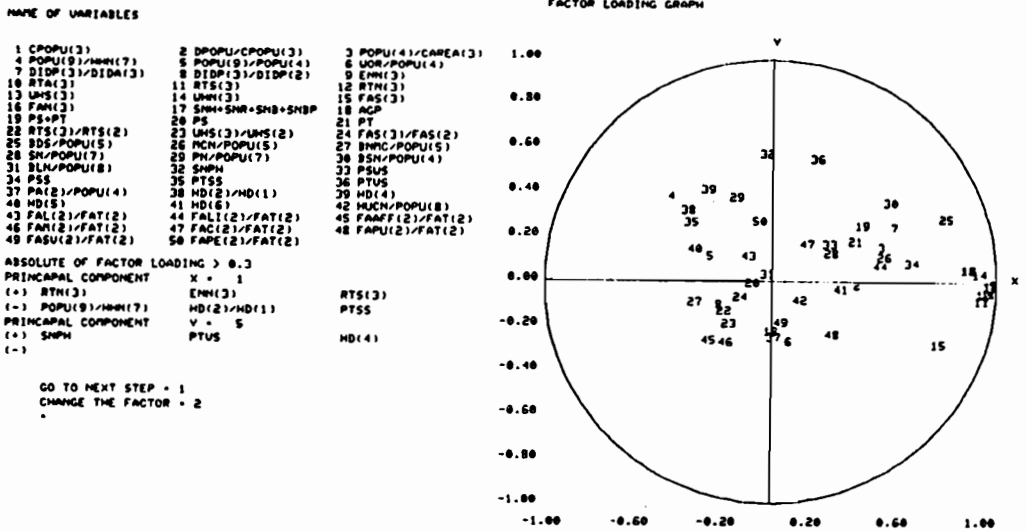


図-3.1 因子負荷量の2軸グラフ

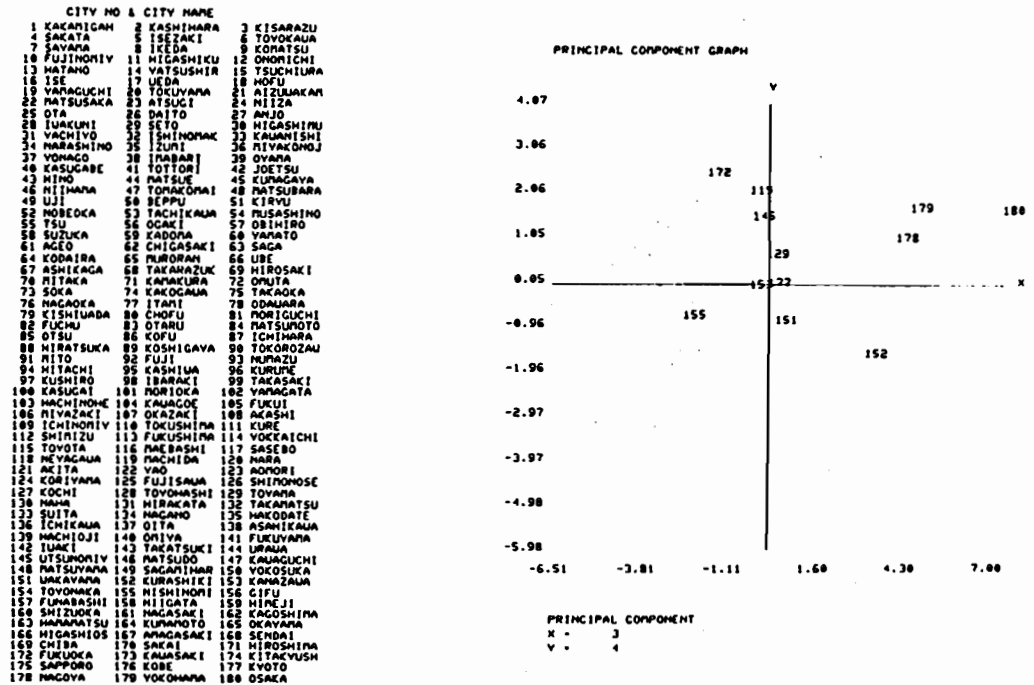


図-3.2 主成分得点の2軸グラフ

軸) 第2主成分 (Y軸) に対する2軸グラフであるが, 9, 11, 12と言った変量はほとんど第1主成分に要約されていることがわかる。

③主成分得点の2軸グラフ

このグラフは因子負荷量グラフと同様に, 任意の2主成分軸上に各都市の主成分得点をプロットすることにより, その分布の状態と, 着目する都市が分析対象集団の中でどこに位置するかを示す (図-3. 2)。

④主成分得点の多角形グラフ

それぞれの都市の主成分得点を多角形グラフとして表示することで, 主成分の解釈を助けるだけでなく, その都市の総合的なイメージ, 他都市との類似性, あるいは逆に相違を知ることにより都市の解釈を深めるためのものである (図-3. 3)。利用においては, 表示する主成分の数と, その主成分番号, 都市番号を順次入力していく。また, 既に描画した任意の都市多角形の上に別の都市のグラフを重ね書きする機能も有しており, その2つの都市間での類似点, 相違点を明確にするのに役立つ。

CITY NO & CITY NAME					
1	KAKAMIGAHARA	2	KASHIHARA	3	KISARAZU
4	SAKATA	5	ISEZAKI	6	TOYOKAWA
7	YAWATA	8	ICEIDA	9	KOMATSU
10	FUJINOMIYA	11	HIGASHIYU	12	ONOHASHI
13	MATANO	14	VATSUSHIR	15	TSUCHIURA
16	ISE	17	UEDA	18	WOFU
19	WAKUGUCHI	20	TOYUNAWA	21	AIZUMAKAN
22	MATSUSAKA	23	ATSUGI	24	NIIZA
25	OTA	26	DAITO	27	ANJO
28	IYAKUNI	29	SETO	30	HIGASHIMU
31	YACHIYO	32	TACHINOMAK	33	KAMISHI
34	NAWASHINO	35	IZUMI	36	NIYAKONOJ
37	YONAGO	38	IMABARI	39	OYAMA
40	KASUGABE	41	TOTTORI	42	JOETSU
43	HINO	44	MATSUE	45	KURAGAWA
46	NIIMATA	47	TOPAKONAI	48	MATSUBARA
49	UJI	50	BIPPU	51	KIRYU
52	NOBOKO	53	TACHIKAWA	54	NAKASHINO
55	TSU	56	OGAKI	57	OBINIRO
58	SUZUKA	59	KADOMA	60	YAPATO
61	AGEO	62	CHIGASAKI	63	SAGA
64	KODAIRA	65	MUROGAN	66	UBE
67	ASHIKAGA	68	TAKARAZUK	69	MIROSAKI
70	RITAKA	71	KAKAKURA	72	ORUITA
73	SOKA	74	KAKOGAWA	75	TAKAOKA
76	HAKOYAKA	77	ITAMI	78	ODAMARA
79	KISHIYUWA	80	CHOFU	81	MORIGUCHI
82	FUCHU	83	OTARU	84	MATSUOTO
85	OTSU	86	KOFU	87	ICHIHARA
88	MIRAITSUKA	89	KOSHIGAYA	90	YOKOYAZU
91	NIHO	92	FUJI	93	MUZU
94	NIYACHI	95	KASHIWA	96	KURUME
97	KUSHIRO	98	IBARAKI	99	TAKESAKI
100	KASUGAI	101	MORIOKA	102	YAMAGATA
103	HACHINOME	104	KAMAGOE	105	FUKUI
106	NIYAZAKI	107	OKAZAKI	108	AKASHI
109	ICHINOMIYA	110	TOKUSHIMA	111	KURE
112	SHIRIZU	113	FUKUSHIMA	114	YOKKAICHI
115	TOYOTA	116	MAEBASHI	117	SASEBO
118	NEVAGAWA	119	MACHIDA	120	NARA
121	AKITA	122	YAO	123	NOBORI
124	KORIYAMA	125	FUJISAWA	126	SHIMONOSE
127	KOCHI	128	TOYOHASHI	129	TOYAMA
130	NAMA	131	HIRAKATA	132	TAKAMATSU
133	SUITA	134	NAGANO	135	NAKODATE
136	ICHIKAWA	137	OITA	138	ASAHIKAWA
139	HACHIOJI	140	OHITVA	141	FUKUYAMA
142	IMAKI	143	TAKATSUKI	144	UWA
145	UTSUNOMIYA	146	MATSUDO	147	KANAGUCHI
148	MATSUMURA	149	SAGAMIHAR	150	VOKOSUKA
151	UMAYAMA	152	KURASHIKI	153	KANAZAWA
154	TOYONAKA	155	NISHINOMI	156	GIFU
157	FURUBASHI	158	NIICATA	159	MIPEJI
160	SHIZUOKA	161	MAGASAKI	162	KAGOSHIMA
163	NAWABATO	164	KANAMOTO	165	YAMAGUCHI
166	HIGASHIOS	167	AMAGASAKI	168	SENDAI
169	CHIBA	170	SAKA	171	HIROSHIMA
172	FUKUOKA	173	KANSAKI	174	KITAYUSH
175	SAPPORO	176	KOBE	177	KYOTO
178	NAGOYA	179	YOKOHAMA	180	OSAKA

ABSOLUTE OF FACTOR LOADING > 0.3

COMPONENT 1		2		3		4	
(+)	RTN(3)	DPOPU/CPOPU(3)	PS	MUN/POPU(8)			
	ENH(3)	ND(5)	FAR(2)/FAT(2)	POPU(9)/POPU(4)			
	RTS(3)	PTSS	POPU(9)/HNN(7)	RTS(3)/RTS(2)			
(-)	POPU(9)/HNN(7)	PS+PT	PT				
	ND(2)/ND(1)	ND(6)	RCN/POPU(5)				
	PTSS	POPU(4)/CARE(3)	SN/POPU(7)				

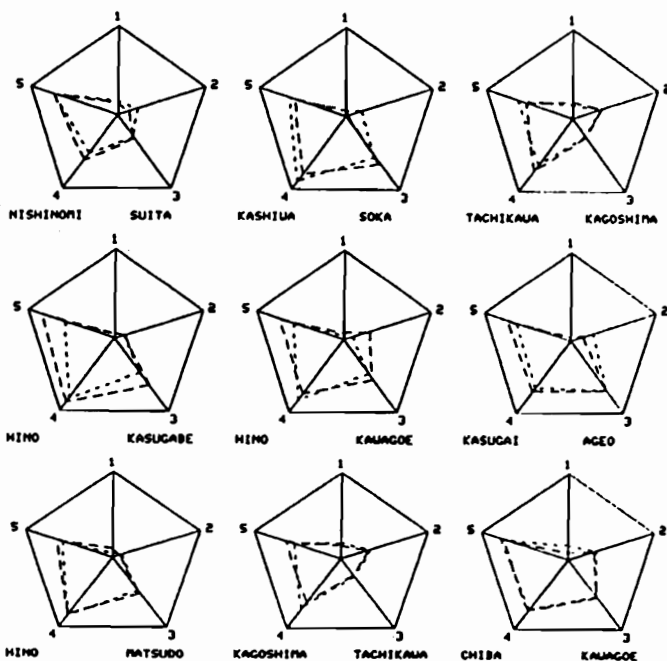


図-3. 3 主成分得点の多角形グラフ

⑥ クラスター分析の樹形図

クラスター分析は一度に数個のグループに分けるのではなく、一般により近い仲間を1つずつグループ化していく方法である。そこでその融合の過程がわかる樹形図として表示するとグループの中での個別都市の親密性、あるいはグループ間での親近性を知る資料とする事が出来る(図-3.4)。

(3) 分析の手順

分析の手順を図-3.5に示す。まずSTEP0で分析にかける都市群と分析の目的を整理する。これは「人口20~50万人規模の都市」といった形で相対的比較を行いたい都市集合を決め、どのような視点で分析を行うか、たとえば「土地利用の状況」といった分析の方針を決定する。STEP1は、都市情報データベースから必要となるデータを読み込み、主成分分析を行って、着目都市の分析対象都市群の中での相対的位置から特性を抽出する過程である。具体的にはSTEP0で決定した内容に従って、抽出する都市集合の条件と、利用する指標を入力すると、各変量の平均、標準偏差、変量間の相関係数、固有値、固有ベクトル、累積寄与率、因子負荷量の出力や、各都市の主成分得点の多角形グラフ、主成分得点の2軸グラフといった、視覚を利用し解釈を容易にするグラフ表示を行う。結果により再度都市集合の設定に戻り、条件式や、使用する指標を変えて繰り返し分析を行う。STEP2は、クラスター分析にかけることにより、類似都市を見だし、都市イメージ解釈の助けとするためのもので、主成分分析の主成分得点を用いて行う。クラスター分析には、距離測度や融合の仕方によりいくつか方法があるが、本システムでは、距離、類似度尺度としてユークリッド距離と相関係数、クラスター融合法として、最長距離法、群平均法、最短距離法、メジアン法による組み合わせ法とモード法のいずれかを選ぶことができる。

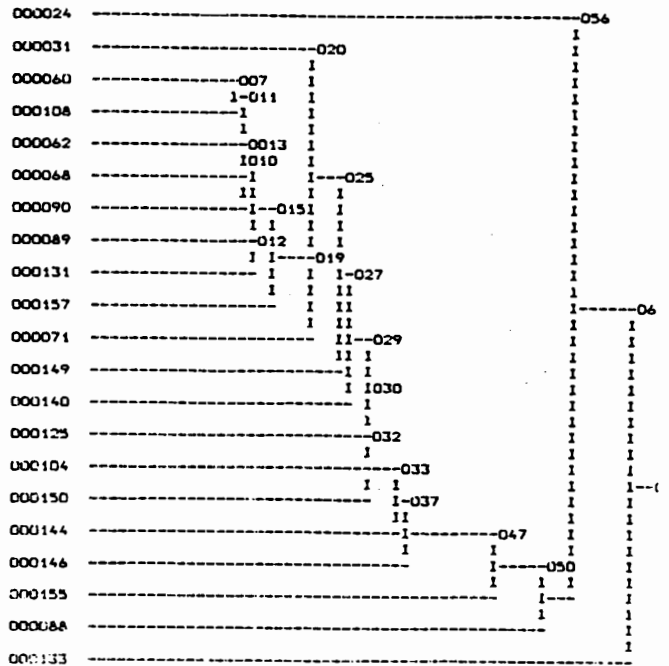


図-3.4 クラスター分析の樹形図

都市の主成分得点の多角形グラフ、主成分得点の2軸グラフといった、視覚を利用し解釈を容易にするグラフ表示を行う。結果により再度都市集合の設定に戻り、条件式や、使用する指標を変えて繰り返し分析を行う。STEP2は、クラスター分析にかけることにより、類似都市を見だし、都市イメージ解釈の助けとするためのもので、主成分分析の主成分得点を用いて行う。クラスター分析には、距離測度や融合の仕方によりいくつか方法があるが、本システムでは、距離、類似度尺度としてユークリッド距離と相関係数、クラスター融合法として、最長距離法、群平均法、最短距離法、メジアン法による組み合わせ法とモード法のいずれかを選ぶことができる。

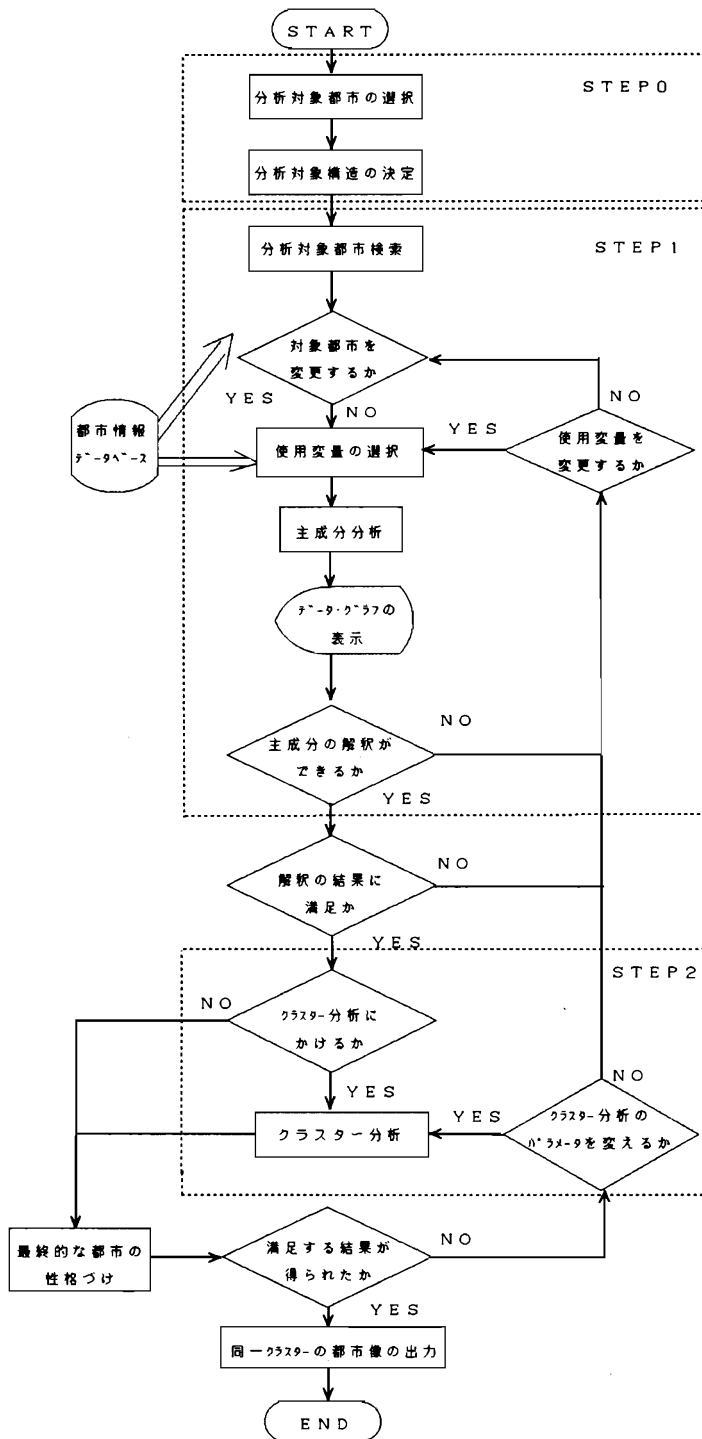


図-3.5 都市像分析システムのフロー

3-2-4 システム利用によるケーススタディ

本システムを用いて、179都市（欠測値のある沖縄を除く）の分類を行った。都市の分類はいろいろな側面から行うことが考えられ、それに応じて用いる変数を選ぶ必要がある。たとえば、人口のみに基づいて都市を分類するケースもある。ここでは主として都市が持っている機能の側面からの分類を試みた。使用した変数は表-3.3に示す通りであるが、都市規模の影響を除くため、大半が人口や面積で除した値を用いている。また、総合的に把えることの必要性から、産業、人口、文化、教育、住宅といった内容を表す変数をほぼ均等に採用した。分析の結果得られた主成分に対する寄与率を見ると、第1主成分が25.8%、第2主成分が16.8%、第3主成分が8.6%で、累積寄与率は第3主成分までが50.7%、第6主成分までが62.1%であった。各主成分ごとの高因子負荷量をまとめたものが表-3.4である。図-3.6は各変数に対する因子負荷量を第1主成分と第2主成分についてプロットしたもので、図-3.7は各都市の主成分得点を同様に第1主成分と第2主成分についてグラフ表示したものである。これらの結果をもとに各主成分の解釈を行うと、第1主成分は正にいくほど住宅都市の傾向を、負にいく

表-3.3 使用変数名

No	変 量 名	No	変 量 名	No	変 量 名
1	国勢調査人口	20	工業従業員数/人口	39	1住宅当たり述べ床面積
2	DID/全域面積比	21	工業出荷額/人口	40	1住宅当たり家賃
3	DID人口密度	22	事業所数/人口	41	着工建築物床面積(居住専用)/総計
4	人口密度	23	上水普及率	42	”(居住産業併用)/総計
5	世帯当たり人口	24	下水普及率	43	”(農林水産業用)/総計
6	昼夜間人口比	25	病院数/人口	44	”(鉱工業用)/総計
7	就業人口/人口	26	病床数/人口	45	”(商業用)/総計
8	従業人口/人口	27	大学生数/人口	46	”(公益事業用)/総計
9	預貯金残高/人口	28	小学生数/人口	47	”(サービス業用)/総計
10	小売業床面積/人口	29	個人教授業/人口	48	”(公務文教用)/総計
11	小売業従業員数/従業人口	30	書籍、文具店数/人口	49	小学校数/人口
12	卸売業従業員数/従業人口	31	新聞頒布数/世帯	50	中学校数/人口
13	飲食業従業員数/従業人口	32	電話普及率	51	高等学校数/人口
14	小売業年間販売額/人口	33	自動車保有台数/世帯	52	大学、短大、高専数/人口
15	卸売業年間販売額/人口	34	図書館蔵書冊数/人口	53	大型小売り店店舗数/人口
16	飲食業年間販売額/人口	35	農業粗生産額/人口	52	大学、短大、高専数/人口
17	旅館、ホテル数/人口	36	都市公園面積/都市面積	53	大型小売り店店舗数/人口
18	不動産事業所数/人口	37	住宅総数/世帯	54	金融機関数/人口
19	工場数/人口	38	持ち家数/借家数	55	住宅敷地面積

表-3. 4 高因子負荷変量

	変 量 名	負荷量	変 量 名	負荷量
第一主成分	住宅敷地価格(円)	0.775	小売業床面積/人口(m ³ /人)	-0.874
	D I D面積比(%)	0.721	昼夜間人口比	-0.863
	人口密度(人/ha)	0.671	事業所数/人口	-0.851
	小学生数/人口	0.638	従業人口/人口	-0.806
第二主成分	下水普及率(%)	0.700	1世帯当たり人口(人/世帯)	-0.793
	飲食業年間販売額/人口(百万円/人)	0.698	持ち家数/借家数	-0.536
	預貯金残高/人口(百万円/人)	0.628	住宅総数/世帯	-0.483
第三主成分	小売業従業員数/人口	0.777	工場従業員数/人口	-0.610
	飲食業従業員数/人口	0.547	工場数/人口	-0.606
	着工建築物床面積比(居住専用)	0.546	工場出荷額/人口(百万円/人)	-0.557
第四主成分	工場出荷額/人口(百万円/人)	0.390	電話普及率	-0.634
	病院数/人口	0.306	千世帯当たり新聞頒布数	-0.534
	着工建築物床面積比(鉱工業用)	0.300	持ち家数/借家数	-0.403
第五主成分	着工建築物床面積比(公務文教用)	0.405	住宅総数/世帯	-0.409
	工場数/人口	0.321	不動産事業所数/人口	-0.370
	着工建築物床面積比(サービス業用)	0.305	工場出荷額/人口(百万円/人)	-0.328
第六主成分	大学生数/人口	0.589	大型小売り店舗数/人口	-0.469
	大学、短大、高専数/人口	0.552	図書館蔵書数/人口	-0.395
	個人教授業/人口	0.477	小売業従業員数/人口	-0.250

ほど商業業務施設の比率が高くなるか、低密度化の傾向を示している。第2主成分は正にいくほど都市化傾向を、負にいくほど地方都市的傾向を示すものと考えることができる。同様に各主成分を見ていくと、第3主成分は商工業バランスを、第4主成分は工業的側面と文化的側面を、第5主成分は公共業務、サービスの側面、第6主成分は教育文化的度合いを示すものと考えることができる。主成分の解釈が終わるといよいよ都市の全体像の解釈となるが、この段階ではこれらの主成分を用いた多角形グラフが有効である。例えば図-3. 3における西宮市(図中左上の多角形グラフ)を見ると、第1、第2主成分が低く、第4、第5主成分が高いことから、福祉、文化レベルの高い住宅都市の像が浮かび上がる。次に各都市の6つの主成分を用いてクラスター分析を行う。都市の機能に基づく類別は、類似尺度である相関係数を用いることが適当と考え、また融合法については何回かの試行錯誤の結果最長距離法を用いて表-3. 5に示す7つのクラスターに分類した。7つの群と主成分の総合的なバランスや他都市との比較は図-3. 8の多角形グラフの形で容易に把握することができる。主成分の解釈をふまえて考えると、クラスター1は工業都市、クラスター2は工業、文教優越の地方中核都市、クラ

表-3. 5 クラスタ分析による都市の分類

クラスター番号	1	2	3	4	5	6	7			
都市イメージ	工業	中核(商・教)	総合	商・工業	中核(工業)	住宅	文教衛星			
都市群	八戸 日立 倉敷 延岡	水金 甲岡	戸沢 府山	仙名 古屋 大阪 神戸	青盛 立宮	函下 長鹿	館関 崎島	調布 鎌倉 豊中 西宮	府川 門尼	中崎 真崎
都市数	22	51	16	10	14	50	16			

スター3はバランスのとれた総合都市、クラスター4は商工業都市、クラスター5は商業優越の地方中核都市、クラスター6は住宅都市、クラスター7は大都市周辺の文教衛星都市に分類されていると解釈することができる。

3-2-5 分析システムの有意性の検討

都市像分析システムによる分析結果とアンケートの分析結果とを比較し、システムの有意性についての検討を行った。クラスター分析により分類した都市群と市企画担当者が把握している自都市のイメージの関係は表-3. 6のようになる。住宅都市や工業都市の類別は良好である。中核都市は、いくつかのクラスターにまたがって分布しているが、これは同じ中核都市でも、広域拠点都市、行政中心都市、交通中枢都市といった都市をすべて中核都市として一括して扱ったことによるのではないと思われる。また一言で中核都市といっても、その地域で果たしている役割の内容はいろいろあるとも考えられる。都市イメージとクラスター結果が一致していない数都市について、多角形グラフを用いて重ね書きを行った(図-3. 9)。

表-3. 6 都市イメージと都市クラスター

都市イメージ \ クラスター	中核(工業)	総合	中核(商)	工業	商・工業	住宅	文教衛星	計
商業	1	2	3	0	1	2	0	9
商工業	1	1	8	1	0	1	0	12
工業	2	4	2	7	0	2	0	17
中核	3	3	8	0	5	1	0	20
産業	3	1	3	4	0	2	1	14
文教	0	0	5	0	1	4	2	12
住宅	0	0	0	1	1	29	5	36
合計	10	11	29	13	8	41	8	120

表-3. 7 都市像と都市イメージ (クラスター)

都市像 都市イメージ	産業 活力	中核 中核	自然 環境	住宅 環境	生活 環境	健康 福祉	人間 尊重	市民 主体	文化	調和	都市 数計
中核(工業)	8	5	4	0	6	5	3	4	5	1	8
総合	7	5	5	1	6	6	6	5	9	2	14
中核(商)	29	10	15	14	16	16	14	9	22	9	36
工業	9	1	7	3	7	4	6	1	6	3	11
商・工業	4	2	4	2	4	3	3	2	3	2	7
住宅	11	2	23	18	17	10	12	9	19	8	37
文教衛星	2	0	2	1	2	1	3	1	4	1	6
合計	70	25	60	39	60	45	47	31	68	26	104

これを見ると都市イメージ通りの商業都市となっている。多角形グラフをみても第1主成分の違いが特に顕著で、クラスター分析結果の方がイメージとして好ましいのではないと思われる。一方、大阪と福岡について言えば全域が都市化している大阪と、低密郊外地を残す福岡の差がグラフからも読みとることができる。クラスター分析では同一の総合都市群に入っている2都市についても、多角形グラフを用いることで、その違いを把握することができる。

さて、クラスターにより分類された都市群と都市像の関係がどうなっているかを見たものが表-3. 7である。これを見ると、産業・活力を求めているのは、地方中核都市、工業都市、自然環境は工業都市、住宅都市、人間尊重は工業都市で、また住宅都市を除くいずれの都市も住環境より生活環境をより多く選んでおり、これらの結果は都市イメージと都市像分析の結果が同じ傾向を示すものであり、むしろクラスター分析による分類都市群の方が都市像の選別差がより明確に出ている。

都市像分析システムはこれを用いて得られた結果から考えて、都市の総合的な把握と、それに基づく都市像立案に有意な情報を提供してくれることがわかった。また、システムの核をなす主成分分析およびクラスター分析はいずれも試行錯誤的要素を有しており、本システムのように会話的に使用変数の変更、分析手法の選択が容易にできることは、最も望ましい結果を手短に得る方法として非常に有用であった。またグラフィック端末を利用して得られる多角形グラフなどの表示は、数字の持つ意味を直観的、総合的に把握の上で有効であると言える。

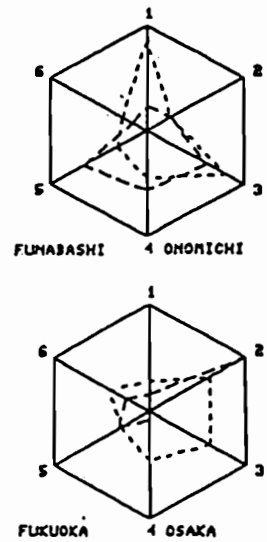


図-3. 9 同一イメージ都市 (商業) の多角形グラフ

3-3 対話型都市のSDモデル構築支援システム⁴⁾

3-3-1 都市のSDモデルと支援システム

基本構想立案を支援するもう一つの例として、対話型でモデル操作を可能にするSD (System Dynamics)モデル構築支援システムについて述べる。SDモデル⁵⁾⁻⁹⁾は都市構造や、政策効果の分析、マクロ予測等計画策定過程において、しばしば用いられる有用な手法の1つとされている。ところが、モデルの開発にはデータの収集からシミュレーションに至るまでに多大の時間と労力が必要であり、また一般に、モデル記述はDYNAMOとかCSPLと呼ばれるシミュレーション言語により行われるが、そのための知識も不可欠である。一方、SDモデルの特徴である非線形性や遅れの表現は逆にモデル挙動の把握を困難にし、不透明なものとしているとの指摘もある。そこで提案するSDモデル構築支援システムは、データベースを利用することにより、モデルとそれに必要なデータとの結合を自動的に行うと共に、モデル構築に必要な因果関係分析や挙動の解析を会話的に進めモデルの容易な作成を支援するものである。具体的には、本来バッチ型の連続型シミュレーション言語CSPLによるモデル作成を、モデル構築に必要な情報を提供しながら、端末との会話を通じて構造の決定、編集、実行を行うことができるよう設計する。

3-3-2 都市のSDモデルに関する基礎的考察¹⁰⁾⁻¹⁷⁾

(1) 都市分析における数理モデルの有効性

都市計画支援システムにおいて必要とされる科学的アプローチの一つに数理モデルの応用がある。数理モデルの有効性は、次のような点でみられる。

- ①プランナーの直観に左右されず、客観的に社会構造をとらえること。
- ②社会構造を一面からだけでなく多面からみることができること。
- ③モデルに対する検証が可能なこと。
- ④繰り返し実験が可能なこと。

そこで、支援システムに数理モデルによる都市分析機能を組みこむために、都市シミュレーションによって都市のダイナミックな構造を表現するSDモデルを構築し、支援システムのアプリケーション群の機能に加える。

(2) 計量経済モデルとSDモデルの比較

SDモデルの特徴を考える上で、都市の分析にSDモデル同様よく利用される計量経済モデルをとりあげ、計量経済モデルとSDモデルを比較することによって特徴を把握する。両モデルの相違点には、以下の5項目が考えられる。

①データの利用

計量経済モデルは、経済学の理論を背景に、経済現象に関する過去のデータに統計学的手法を応用して経済システムの構造を計測し、検証を行う。ゆえに、モデルは、データに依存しており、十分なデータが必要である。一方SDモデルは、データに、直接依存するのではなく、プランナーが社会システムを観察して考えた社会構造を、一つの仮設としてモデル化する。そ

こから必要なデータがわかり、過去のデータには拘束されず、プランナーの経験と勘を積極的に利用してモデル構築をする。過去のデータは、プランナーを援助する役割をもつ。

②システムの構造

計量経済モデルは、システム構造を線形の連立方程式として表現し、データを用いて最尤法等の検定を行い、パラメータが決定される。これに対してSDモデルは、パラメータを決定する明確な規則はなく、モデル構築をしていく上で経験的な意味を含めて設定され、シミュレーションを重ねて決定していく。したがって、パラメータの性質にも制約がなく非線形性な関係も表すことができる。

③モデルの信頼性

計量経済モデルは、厳密な検証のプロセスを踏み、信頼性は高い一方、SDモデルはデータにそれほど依存せず、プランナーの恣意的部分も多いため、モデル構造が十分信頼できるか否かの判断についての理論的根拠は、明らかでない。また、結果の検証も、過去の実績値にどれだけ近似した挙動を示すモデルができるかによって、行っているのが現状である。

④同時決定と遅れ

計量経済モデルは、経済量を連立方程式体系のもとで、同時決定する。これに対しSDモデルは、同時決定する因果関係は、現実に起こりえないとする。すなわち、全ての変数が因果関係によって結びつき、遅れをもって伝達されていくと考えている。

⑤利用性

計量経済モデルは、経済理論、統計学の知識が必要であるが、SDモデルは、簡単なコンピュータ言語(CSPL)をマスターすれば、モデル構築は容易であり、初心者にも理解しやすい。

(3) SDの都市モデルへの適用の有意性

SDの都市モデルへの適用の有意性は、SDの構造が、社会構造の表現に適切であることと、政策分析に有効であることの両面でみられる。

現実の社会構造の特徴は、社会・経済指標間で、複雑な因果関係をもちフィードバックの多重性も存在することにある。また、指標間に線形関係が存在することはほとんどなく、インパクトからリスponsまで時間がかかる場合もよくある。これらの現象は、SDのフィードバックループを再現できる基本構造、非線形性、遅れの取り込みの容易さによって表現可能となる。

つぎに、政策分析には、対因療法と対症療法がある。対因療法は、問題発生の構造を十分解明し、根本的な問題解決策を提案する。それゆえ、即効的な解決にはならなくとも、長期的にはよい手法だといえる。一方、対症療法は、現象面にのみ着目して、その現象を抑え込もうとする手法であり、一時的な解決にはなっても、長期的な解決策になるかは疑問である。SDモデルは、問題発生の社会構造を解明して対因療法による政策分析をし、政策決定の一助とすることができる。

このほか、データが不十分な部分をプランナーの経験を導入することによって、モデルを補完できるので、本質的にデータの欠けている社会システムの表現には、構造依存型のSDモデルは、適切である。

(4) SDモデルの問題点と従来の研究

SDモデルは計量経済モデルのように厳密な検証プロセスを要せずモデル構築における自由度は高い。しかし逆にそのことに対しモデルの構造、結果に対する信頼性欠如が指摘されている。特にパラメータの変化による結果への影響やモデル内での誤差の伝播の仕方などは、SDモデル構築で常に問題となる部分である。この原因は、SDの理論体系が弱いためである。これに対するSDの理論的研究の例としては、たとえば萩島は、レベルを目的変数に、パラメータまたはテーブル関数を説明変数にして重回帰分析をし、どの要因がレベルに影響を与えているかを分析している¹⁸⁾¹⁹⁾。馬渡は、SDをカタストロフィー理論で定義することにより、鈍感なパラメータと敏感なパラメータの発見法を提案している²⁰⁾。外国でもBrusなどによって、パラメータ、テーブル関数の最適化がすすめられている⁵⁾。しかし、不十分な表現であったり不適切な理論であるなど、SDを理論化するには至っていない。

(5) SDモデルの都市における利用例²¹⁾⁻³⁰⁾

日本でも1973年の兵庫モデルを初めに、各都市でSDモデルが開発されてきた。ここでは、これまでに開発されたもののうち資料により概要のわかる6都道府県、3市町村のSDモデルについて、モデル構築の目的、モデルの構成セクター、将来予測期間、モデルの適用地域をまとめ(表-3.8)、日本のSDモデルの特徴について考察を加える。

モデル構築の目的は、各地方公共団体において、調査報告書の中で目的として文面に書いている事柄のみに"○"をいれた。これらの目的は、政策支援(従来の政策の見直し、政策効果の検討)、現状問題および社会構造の把握(現状を推移することによって発見できる問題点の把握、モデル構築によって認識できる社会構造の把握)、将来予測(マクロ推計、長期計画のフレームワークの資料)に大別できる。最も多い目的は、政策支援関係である。これはSDの政策効果を対因療法により分析することができるという長所を利用している。つぎに現状での都市問題の把握がよく利用されている。これもSDモデルのこれまでの状態が将来持続したときの将来像を描き出す機能を生かしている。一方、将来推計は、千葉県以外では、主な目的として扱っていない。各都道府県および市町村とも、政策効果の分析と絡めて、長期計画のフレームワークの資料としている程度である。この原因は、先にも述べたSDモデルの精度および構造の不明瞭な点から来るのであろう。たとえば大阪府では、それぞれの指標について、予測した値に対し「数値そのものの有効性は小さく、むしろ全体的な動きや相対的な規模がどうなるかという情報に意味がある。」と報告書の中で述べている。以上のことから、SDモデルは、政策支援と現状の都市問題を把握するために利用される場合がもっとも多く、簡単にこのような両目的に使用できるモデル構築が必要だといえる。また、将来予測の面でも、精度、構造の不明瞭さを取り除く支援機能を具備することが不可欠である。

社会構造のセクター分割は、各地方公共団体とも必ず人口セクター、産業セクターおよび環境・汚染セクターをもち、平均6セクターで構成されている。また、表-3.8の結果より目的の違いによってセクターの選択が異なることがわかる。しかし、どの都市のSDモデルも、多くの変数、方程式、レベル、テーブル関数を使用しているため、モデル構造の理解がますます困難なものになっているのではないかと思われる。そのためにも簡易で、かつよく社会構造を

表-3.8 日本における都市のSDモデルの適用例

都市名 SD モデルの内容		都道府県						市町村			
		宮城	千葉	埼玉	神奈川県	大阪府	兵庫県	名古屋市	西宮市	広島市	
目 的	作成年度 (昭和(NEN))	52	54	49	53	50	53	48	53	51	52
	政策効果	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	現状把握			○	○		○	○	○		
	現状推移による警告				○	○		○			
	マクロ推計		○								
	長期のフレームワーク	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	従来政策の見直し				○	○		○			○
	住民ニーズの把握				○						○
セ ク タ ー	人口	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	産業	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	環境・汚染	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	交通		○		○	○		○		○	○
	食糧							○			
	資源・エネルギー					○		○			
	土地	○	○		○		○		○		
	公共	○	○	○	○		○				
	生活、住宅	○	○		○		○				
財政		○	○	○		○			○		
将 来 期 子 間	10年～20年				○					○	○
	21年～49年		○		○		○		○		
	50年	○	○			○		○			
地 域	他地域考慮		○	○	○				○	○	○
	考慮せず	○				○	○	○			

表現したモデル構築を心がけるべきであろう。

つぎに将来予測期間については、長期計画のフレームワークの資料として、主にモデルを用いる地域では50年間、政策効果に主に用いる地域では25年間に設定している。

モデルの適用地域については、大阪府、兵庫県以外の地方公共団体で、他地域の影響を考慮している。他地域を考慮している地方公共団体では、他地域からの影響が無視できないからであろう。特に埼玉モデルは首都圏モデル、神奈川県モデルは基本モデル（神奈川県から40km圏内のモデル）を県モデルとは別に作成し、他地域を考慮してよりよく都市を表現するために広範囲のモデル構築をしている。しかし、他地域を考慮することがモデルの大規模化につながり、モデル構造のあいまいさを増すようでは本末転倒であり、注意すべきである。

最後に、それぞれのモデルの特徴について述べる。大阪府モデル（昭和50年作成）は「大阪がこのままいけばどうなるか？」を主題に現状維持型モデルと政策決定型モデルを構築し、政策決定の一助にする目的でモデル構築がされている。次の大阪府モデル（昭和53年作成）は府の将来土地利用像の骨格を明らかにするために構築され、ミクロモデルと連結することによって、SDモデルで計算されたマクロの土地利用面積を配分している。兵庫モデルは日本のSDモデルの草分け的存在であり、県主導型として開発された。問題点の整理をシナリオライティングでおこなっている。また全県モデルの他に、瀬戸内海の臨海部の汚染・過密・過疎問題に対して臨海モデルも構築している。埼玉モデルはローリーモデルの考えをモデルに組み込んでいる。兵庫モデルとは異なり研究モデルとして開発され、実用化されていない。千葉モデルは将来予測には、使用変数の少なさから、社会構造を説明しきれなかったという問題点をあげている。宮城モデルは宮城県の将来の経済社会の将来変化と課題の検討を中心テーマにしている。神奈川モデルは住民参加を実効あるものにするための情報提供機能にも用いている。西宮市モデルは埼玉モデルと同様、研究モデルとして開発されたが、公共政策サポーターティングシステムを目的としている。広島市モデルはアンケート調査結果をモデルに組み込み、住民意識を反映するモデル構築をしている。また、因果関係の分析にはシナリオライティングを用いている。名古屋市モデルはローリーモデルの考えをモデルに組み込み、ミクロモデルと連結することによって政策の面的波及をみている。

（6）従来のSDモデル構築の手順

これまでのSDモデルの一般的な構築手順は、図-3.10に示すフローに沿って行われている。

①問題の設定

対象とする問題および分析目的をシナリオ・ライティングなどにより明確化する。

②システム領域の設定

分析対象とするシステムの範囲をどこまでとするか境界を設定し、さらに問題領域ごとにセクター（人口、産業、土地、資源など）に分割する。

③システム変数の設定

各セクターごとにシステムを構成している要素を抽出し、レベル、レイト、補助変数等に区分する。

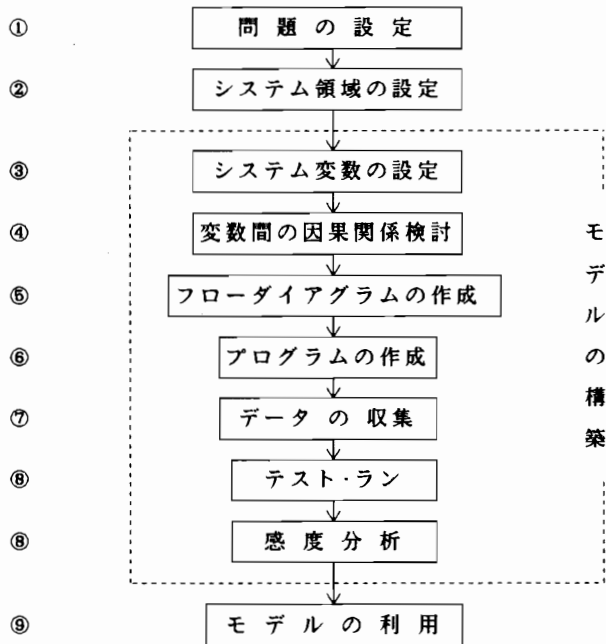


図-3. 10 SDモデル構築の手順

④ 変数間の因果関係の検討

各変数間の因果関係を調べ、正負のフィード・バック・ループでつなぐとともに、各々の要素についてレベル変数、レイト変数等を決定する。

⑤ フロー・ダイアグラムの作成

検討した因果関係に基づいて変数間を結合しフロー・ダイアグラムを作成する。

⑥ プログラムの作成

フロー・ダイアグラムに基づき、システム内の各関係をシミュレーション言語（たとえばC S P Lなど）を作って書きあらわす（プログラミング）。

⑦ データ収集

構築したモデルが必要とするデータ収集を行って初期値やパラメーター等をセットする。

⑧ テスト・ラン

プログラムをコンピューターにインプットし、各セクターごとに初期ランを行う。テスト・ラン結果に応じてフィード・バックし、変数の追加、変更等を行う。

⑨ 感度分析

主要な変数を感度分析し、モデルの有効性を高める。この際、モデルに問題点があるならば、再び前段階に戻ってモデルの構造自体の再検討を行う。

⑩ モデルの利用

以上の過程を経てできあがったモデルを基本モデルとして、都市構造の分析や政策変数の変更を想定することによって政策シミュレーションを行う。

SDモデルの構築で時間と試行錯誤を要するのは③～⑥におけるモデル構築の過程であり、それも各々がバッチ型の処理で行われるため十分な検討を行おうとすると、大変な労力と時間を要していた。支援システムではこの一連の流れを一つのシステムとし、柔軟で迅速なフィードバック、試行錯誤を可能にする。またプログラムの作成も自動的に行うよう設計する。また、バッチ型では限られた範囲でしかモデル内での挙動がとらえられないが、支援システムでは任意に指定する変数をグラフ化して表示する。これにより、感度分析等で重要なモデルの挙動をある程度明らかにすることができる。

3-3-3 SDモデル構築支援システムの開発

(1) システムの特徴

SDモデル構築支援システムは、情報処理の専門的知識を持たない計画担当者が、端末を直接操作して目的とするモデルの構築を会話的に容易に進めていくことができることを目的としており、このために次のような特徴を備えている。

- ① 計画者が簡単に操作することができる対話型システムである。
- ② 都市情報をデータベースより直接利用している。
- ③ モデル構築に必要な因果関係等分析をグラフィック機能を用いながら利用できる。
- ④ モデルの挙動に関する情報を提供している。
- ⑤ モデル構造の定義、修正が容易に行える。
- ⑥ モデル構造の情報を蓄積、再利用できる。このことを利用してSDモデルを構築するときの出発点となるモデル（SD基礎モデル）を作成しており、このモデルをベースにしてモデル構築ができる。また、以前にモデル構築を行った時の、モデル構造を格納したファイル（SDモデル知識ベース）により、これを出発点として構築していくこともできる。
- ⑦ 時の経過にも柔軟なシステムで、最新の情報から都市のモデル化ができる。
- ⑧ 全国のどの都市においても適用できる。

(2) システムの構成

支援システムの構成は、モデル情報を格納しているSDモデルベースと都市の因果関係分析、モデルのパラメータ推定に必要な都市情報とその維持管理をするデータベースシステム、そしてこれらの情報を操作しモデル構築、実行を行うSDモデルマネジメントシステムから構成されている（図-3.11）。

SDモデルベースは、SD基礎モデルとSDモデル知識ベースから構成されている。SD基礎モデルはSDモデルの骨格をなすモデルで、人口を中心に表現した標準モデル。SDモデル知識ベースは、これまでに作成したSDモデルのデータベースである。モデルの構築は、このモデルベースの構造に追加、修正する形ですすめられる。すなわち、SDモデルベースのモデル構造を出発点として、マネジメントシステムの都市構造の分析、モデル挙動解析等をもとに追加、修正をおこない最終的に目的とするSDモデルを構築していくわけである。また、得ら

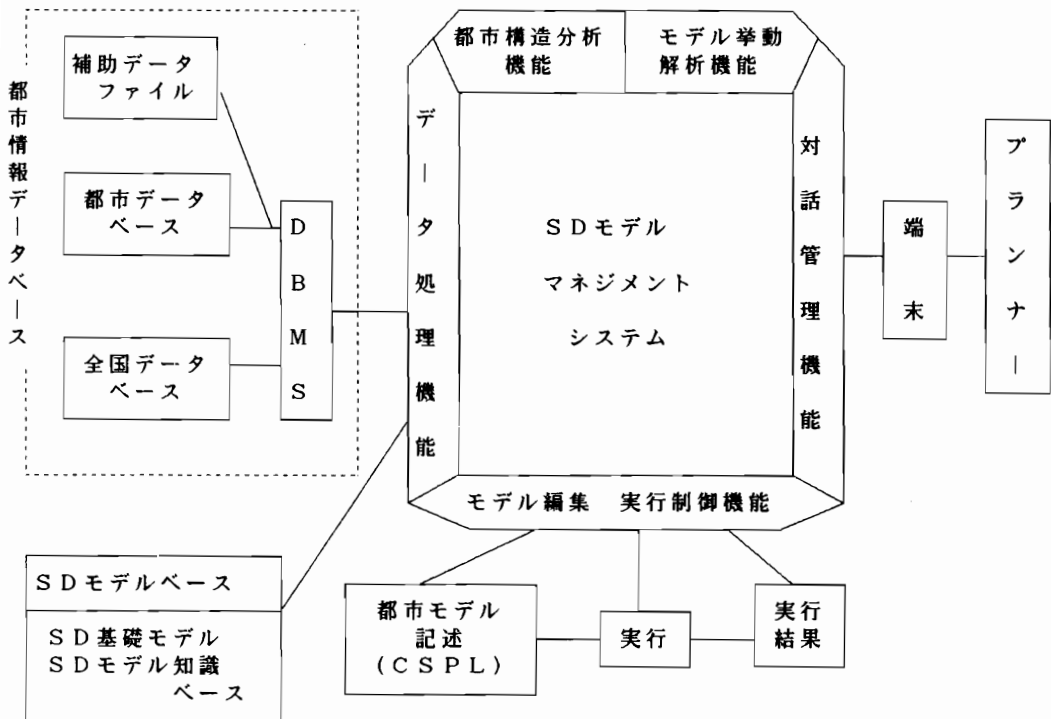


図-3. 11 SDモデル構築支援システムの構成

れたSDモデル構造は、必要に応じてSDモデル知識ベースに追加、保存できる。このためにモデル構造を表す情報を整理し、因果関係情報、遅れ時間情報、指数情報、非線形関数情報、レイト情報、使用変数名情報、魅力度を構成する要因情報、魅力度の認識遅れ時間情報などで構成する。

都市情報データベースシステムは、支援システムのデータベースシステムを利用することによって、モデルに必要なデータを時系列で簡単に利用することができる。支援システムでは現在全国180都市のデータが蓄積されており、これらのうちのいずれの都市でもシステムの利用が可能である。また、データベースにないデータをモデルが必要とする場合には、一時的に記憶するための補助データファイルを利用することができる機能を用意する。

SDモデルマネジメントシステムは、SDモデルベースと、都市情報データベースシステムからデータを受け、プランナーの目的にあったモデル構築を進めるためのシステムで、データの入出力を行うためのデータ処理機能、モデル構築のために必要な都市分析を行う都市構造分析機能、定義したモデル構造に従ってCSPLプログラムの編集を行い実行する編集・実行制御機能、テストランにおけるモデルの挙動を明確にしモデルの精度を検証するモデル挙動解析機能、プランナーにもわかりやすい会話でシステムの利用を進める対話管理機能を有している。

3-3-4 SDモデルベース

(1) SD基礎モデル^{31)・36)}

SD基礎モデルは、支援システムによりモデル構築を進めて行く上でベースとするもので、人口セクターとそれをとりまく都市環境セクターにより構成する。そして、この都市環境の構成因子が都市の魅力进行形成し、それにより人口セクターにおける転出入が变化、一方でこの人口増減が都市環境に影響を及ぼすというフィードバックループを形成していると考える。

SD基礎モデルはモデル構築の基礎構造であるから、都市環境セクターは必要最小限の産業と住環境を考慮したモデルとなっている(図-3.12)。ところで、モデルにおける可変部分はこの人口をとりまく都市環境セクターで、人口セクター自身はSDモデルの核部分として、会話による変更は考慮していない。支援システムでは、この都市環境セクターを修正、追加を加えながら目的とするモデルを構築しようとするものである。人口セクターは、年齢階層の違いによって出生率や死亡率および移動状態が異なることを考慮し、年齢階層別に出生、死亡、転入、転出を求めるコーホートモデルとなっている。この構造の概略は図-3.13に示すように、年齢階層別人口をレベルとして、出生、死亡、転入、転出、移行の各レイトより計算する。また年齢階層は9階層に区分している。人口セクターの転入、転出の魅力度の算出に、都市環境セクターの諸指標を用いているが、この両セクターは転入率、転出率に影響を及ぼす魅力度を介して連結する。転入、転出へ影響を及ぼす要因は、就業・就学型及び居住型の2つに分けて考え、魅力度を計算する。基礎モデルでは、居住型として人口密度、1人当たり住宅床面積、持家率等、就業・就学型として従業人口や大学生数等がある。以下、これら2つのセ

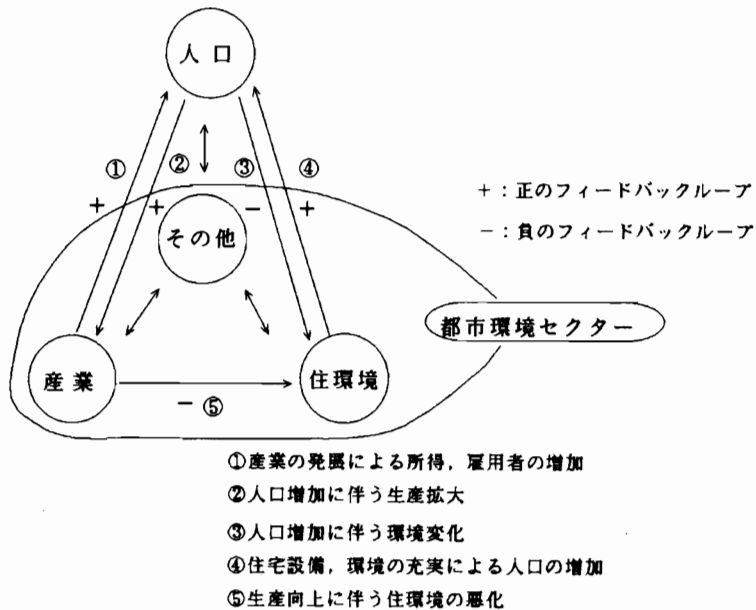


図-3.12 SD基礎モデルのセクター間の関係

クターとその連結について述べる。

①人口セクター

人口の基本式をC S P Lで記述すると次のようになる。

$$POPU_i = INTGR(POPUB_i, BTS_i - DTS_i + IN_i - OUT_i + MOVE_{i-1,i} - MOVE_{i,i+1}) \quad (i=1\sim 9)$$

MOVE_{i-1,i} : 第i-1年齢階層から第i年齢階層への移行人口(人)

MOVE_{i,i+1} : 第i年齢階層から第i+1年齢階層への移行人口(人)

POPU_i : 第i年齢階層人口(人)

POPUB_i : 前年の第i年齢階層人口(人)

BTS_i : 第i年齢階層出生者数(人)

DTS_i : 第i年齢階層死亡者数(人)

IN_i : 第i年齢階層転入者数(人)

DOUT_i : 第i年齢階層転出者数(人)

INTGRL : 積分関数

出生、死亡者数は全国の年齢階級の出生、死亡率をもとに、当該都市の特性を考慮した補正係数を求め算出する。転入、転出者数は都市の環境に大きく影響を受け、モデル内で計算される。都市環境セクター内の都市特性を表す変数により、転入、転出の魅力という形で計量化をおこない、これをもとに計算される。例えば転出者数を求める式は次の通りである。

$$RBROUT_i = BROUTS_i / POPUS_i \quad (i=1\sim 9)$$

RBROUT_i : テストラン初年度の第i年齢階層転出率

BROUTS_i : テストラン初年度の第i年齢階層転出者数(人)

POPUS_i : テストラン初年度の第i年齢階層人口(人)

$$OUT_i = POPU_i * RBROUT_i + PAOUT_i \quad (i=1\sim 9)$$

OUT_i : 第i年齢階層の転出者数(人)

PAOUT_i : 第i年齢階層の転出への認識された魅力度

人口セクターのフローダイアグラムを図-3. 14に示す。

②都市環境セクター

都市環境セクターを構成する産業セクターは、都市の産業活動を表現するセクターで、第2次、第3次産業を中心に表現する。また住環境セクターは、人口を誘致するだけの住宅はあるのかを中心に表現している。そして両セクターの因果関係を考慮してこれらを連結し、都市環境セクターを構築する。現在ベースとなっている都市環境セクターのフローダイアグラムを図-3. 15に示す。

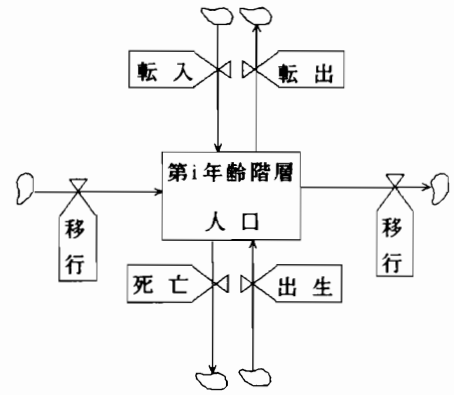


図-3. 13 人口セクターの基本構造

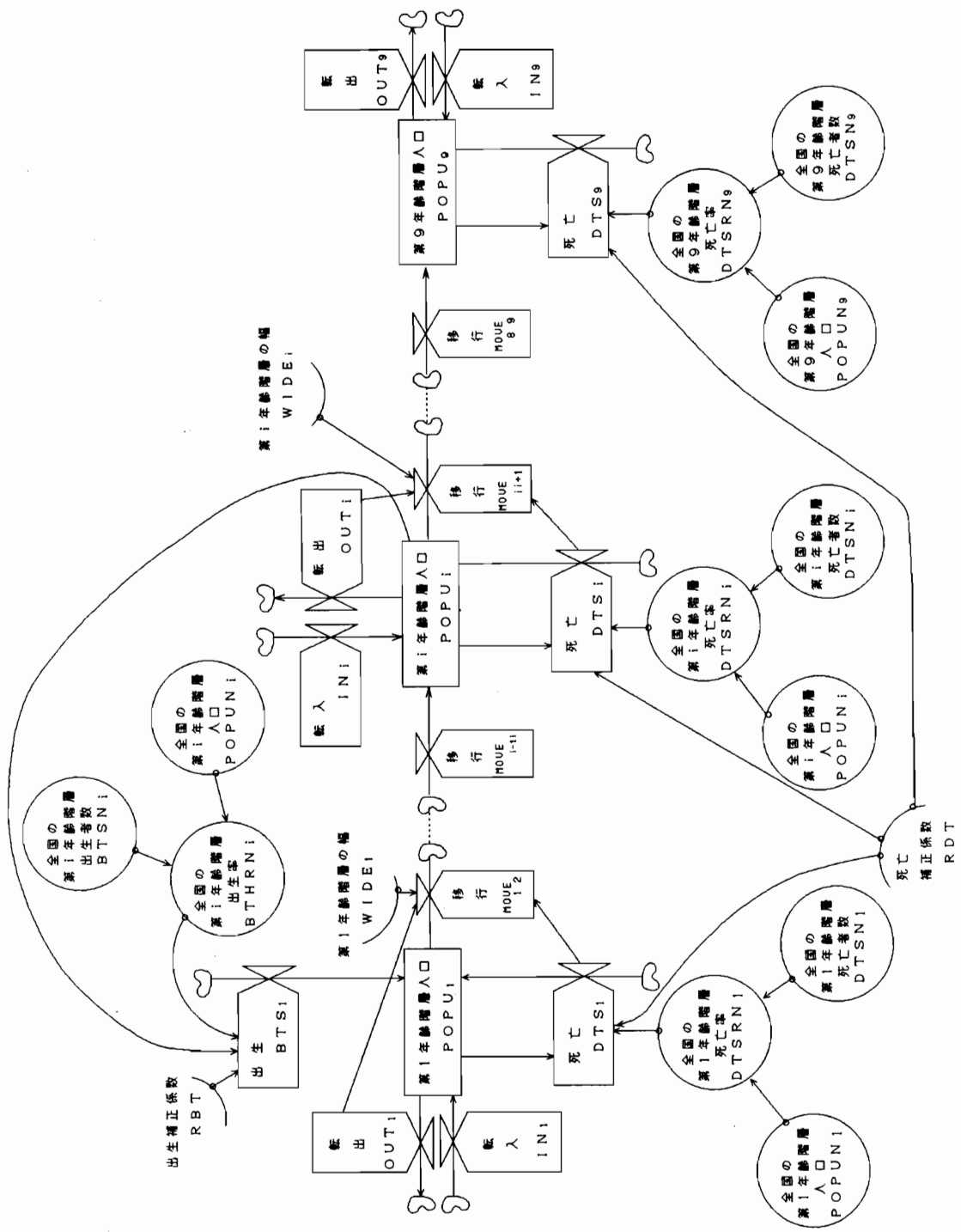


図-3.14 出生、死亡、移入、移入の各レイートのフローダイアグラム

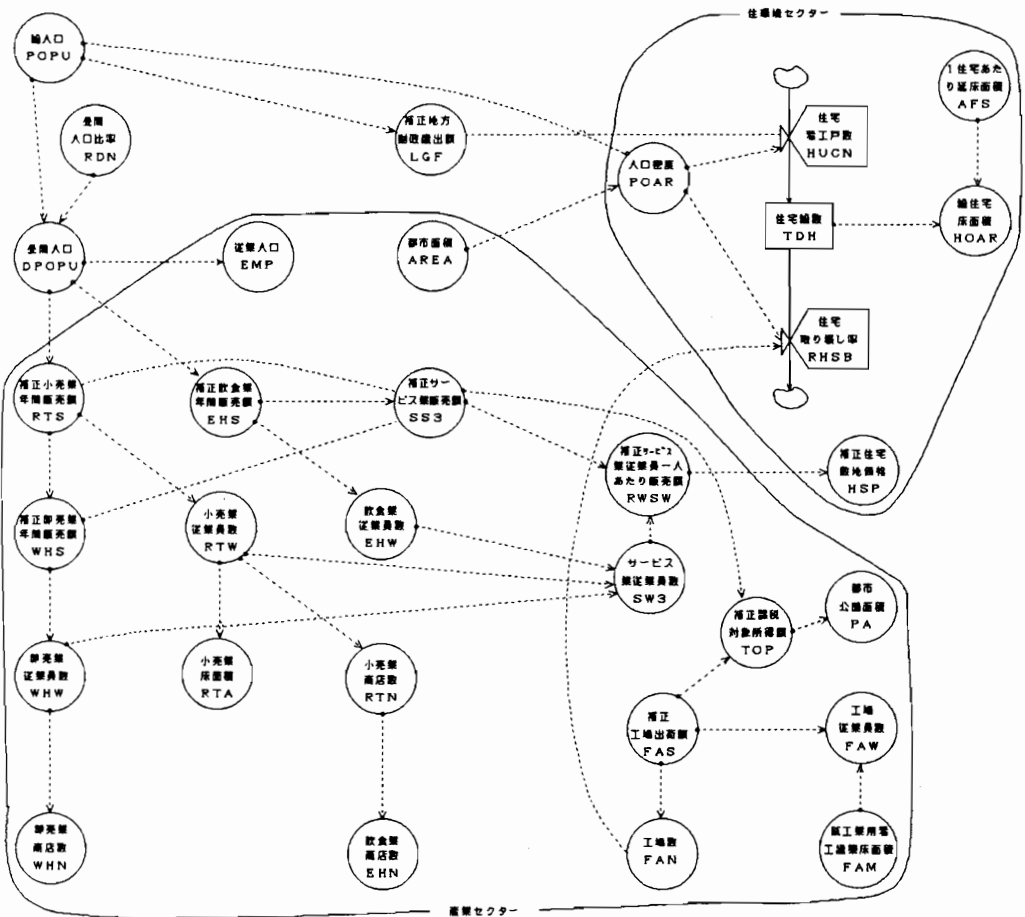


図-3. 15 都市環境セクターのフローダイアグラム

都市環境セクターは、人口セクターがどの都市でも基本的に同一の構造であるのに対し、各都市によって、また利用の目的に応じて異なったものになることが予想される。すなわち、都市環境セクターの構造が自由に変更できることが必要で、土地利用、交通、公共などの多くの指標を取り入れれば、より複雑な社会構造を表現することもでき、人口以外の異なった分野にも用いることができる。そこでプランナーが、都市の構造、利用目的に応じてSDモデルマネジメントシステムで自由に変更することができるセクターとする。そしてそれぞれの変数は内生、外生変数のいずれかで表現し、内生変数は、レベル、重回帰式、遅れを考慮した重回帰式、指数曲線、点列で表現した非線形関数により、外生変数は、内挿、外挿の延長および回帰による延長によって表現することができる。

③ 都市環境セクターと人口セクターの連結

人口セクターの転入、転出の魅力度の算出は、都市環境セクターの諸指標を用いている。都

表-3. 9 移動の魅力要因と移動タイプ

魅力の要因	移動タイプ	転出入別因果関係	
		転入	転出
人口密度	居住型	-	+
1人あたり補正工場出荷額	居住型	-	+
1人あたり住宅床面積	居住型	+	-
1人あたり小売業床面積	居住型	+	-
持家率	居住型	-	-
補正住宅敷地価格	居住型	-	-
大学生数	就業・就学型	+	+
従業人口	就業・就学型	+	+
従業人口1人あたり補正課税対象所得額	就業・就学型	+	-
1人あたり鉱工業用着工建築床面積	就業・就学型	+	-

市環境セクターの中から転入、転出への魅力に関係していると考えられ、ベースとして用いている要因を表-3. 9に示す。これらの要因は都市によって都市環境セクターと同様に異なり、現在ベースとしている魅力の要因から不必要な要因を削ることも、またあらたにつけ加えることも転入、転出のどちらか一方だけの魅力とすることもできる。そして決定した要因の各年の都市の全国の値との比をとり、全国と比較して、各年の相対的魅力が決定される。またテストラン期間の初年度との比をとることによって、初年度と比較して魅力が増減したかを示す。これらの計算を経て、それぞれの要因は、全国と比較して相対的なテストラン初年度に対する魅力が計算される。それぞれの要因は、すべて同じ重みで転出入者数に影響を与えているわけではない。そこで、それぞれの要因についての重みづけを転出入別のテーブル関数によっておこない、各要因の魅力度を転出入別に決定する。支援システムでは、この魅力度を求める式及びその数と、それらを統合するテーブル関数の値を操作することができるよう設計する。

(2) SDモデル構造情報の表現

SDモデルをプログラムにより修正、編集し、またモデルベースとして蓄積、再利用するためにはモデル構造をどのように整理し、モデル化するかが問題となる。ここでは、本システムで用いたモデル構造情報の表現方法について述べる。モデル情報は図-3. 16に示すようにいずれも表形式で扱っている。なお、モデルベースはディレクトリファイルを持ち、各々のモデルに関する情報として適用都市名、モデル構造の格納場所情報、作成年度、テストラン初年度、テストラン最終年、モデルに関する注記が記述されている。

①因果関係情報：SDモデルにおける変数間の因果関係を記述し、モデルを構成する骨格となる情報である。以下に述べるその他の情報の多くは、この情報に関する付加的情報である。なお表中の式区分コードとは次のようなものである。

式番号	式区分 コード	被説明 変数名	説明 変数 1	説明 変数 2	説明 変数 3	説明 変数 4
-----	------------	------------	------------	------------	------------	------------

遅れ時間情報

式番号	説明変数 1	説明変数 2	説明変数 3	説明変数 4
-----	--------	--------	--------	--------

指数情報

式番号	指数曲線の次数
-----	---------

レイト情報

式番号	式記述
-----	-----

点列で示す非線形情報

式番号	与えられた 点の数 (n)	(x1, y1)	(x2, y2)	(xn, yn)
-----	------------------	----------	----------	-------	----------

使用変数名情報

変数番号	変数名	四則演算式 (合成変数の場合)
------	-----	-----------------

魅力度を構成する要因情報

式番号	魅力度の要因を表現する式に使用した変数の数	移動タイプ 1:就業・就学型 2:居住型	魅力度の要因を表現する式
-----	-----------------------	----------------------------	--------------

魅力度のテーブル関数情報

式番号	転出入 区分	(x1, y1)	(x2, y2)	(x7, y7)
-----	-----------	----------	----------	-------	----------

魅力度の認識遅れ時間情報

転入の魅力度の 認識遅れ時間	転出の魅力度の 認識遅れ時間
-------------------	-------------------

図-3. 16 モデル構造情報の表現

【式区分コード】

- 4 ~ - 1 : 説明変数の中に遅れを考慮した変数のある重回帰式。数字は、説明変数の数を示す。
 - 0 : 指数関数（但し説明変数は1つまで）
 - 1 ~ 4 : 重回帰式、数字は説明変数の数を示す。
 - 7 : 合成変数（被説明変数のみ入っている）
 - 8 : 回帰により内挿、外挿する外生変数（被説明変数のみ入っている）
 - 9 : 点列で定義する外生変数（被説明変数のみ入っている）
 - 10 : 点列で定義する非線形関数（ただし被説明変数は1つまで）
 - 11 : レベル変数（被説明変数のみ入っている）

- ②遅れ時間情報 : 因果関係情報の中で遅れを考慮している重回帰分析に対し、遅れ年数データが入っている。
- ③指数関数情報 : 因果関係情報の中で指数関数を使用する場合の次数データが入っている。
- ④点列非線形関数情報 : 因果関係情報の中で、点列で定義する非線形関数を使用する因果関係に対して、非線形関数の点列データが入っている。
- ⑤レイト情報 : 因果関係情報の中でレベルを使用する変数に対して、レイトの式が入っている。
- ⑥使用変数名情報 : 都市データ、全国データ別に、使用している変数名が入っている。なお変数を四則演算によって合成する変数に対しては、四則演算の式が付与されている。
- ⑦内挿変数名リスト : 使用変数の中でデータ不足のため、内挿する必要があると考えた変数名が入っている。
- ⑧魅力度を構成する要因情報 : 転入、転出への魅力度を算出するための要因を表現する情報。
- ⑨魅力度のテーブル関数情報 : 魅力度の要因のそれぞれに対し、転入、転出別に点列でテーブル関数の値が入っている。
- ⑩魅力度の認識遅れ時間情報 : 魅力度の認識遅れ時間が、転入、転出別に入っている。
- ⑪出力要求変数名リスト : モデル内での挙動を見るために出力を要求したい変数名が入っている。

3-3-5 都市情報データベースシステム

SDモデルは計画支援システムのデータベースから必要なデータを取り込み利用する。そのためには、支援システムの利用が時間の経過の影響を受けず、常に最新のデータを使用できること、追加・更新される都市情報データベースから独立で、かつ効率よく検索できることが必要である。このような利用においては、データベースシステムが有する時系列データ処理のための次のような機能が有用である。

- ①任意の変数に対して利用できるデータの年度及びデータ数を知る。
- ②任意の変数に対して利用できるデータを年度と共にすべて読み込む。

③変数間の演算をデータの揃っているすべての年度に対して行う。

④欠落年度データの内挿、外挿を行う。

そこで第2章で述べたこのような機能を有するデータベース操作関数を利用して支援システムの開発を行った。また、モデル構築に必要なデータがすべてデータベースにあるとは限らない。そのためデータベースにないデータも繰り返し利用できるよう、補助データファイルに蓄積することができるよう設計した。

3-3-6 SDモデルマネジメントシステム

(1) 都市構造分析機能

都市構造分析機能は、都市を構成する変数間の正しい因果関係を見つけ出すためのもので、つぎのような機能が必要である。

①変数間の相関係数の出力

任意の変数とシステム内に取り込んでいる他のすべての変数との相関係数を出力する。これを見ることによって、変数間の結びつきの強さを、また正負どちらの相関を持っているかを見る。出力例を図-3. 17に示す。

②重回帰分析による重回帰式と重相関係数の出力

重回帰分析を行い、その回帰パラメータと重相関係数を出力し(図-3. 18)、パラメータの正負は論理的に正しいか、また重相関係数も含めて重回帰式が妥当かどうかを検討する。

③遅れを考慮した相関係数の出力

2変数間の一方のデータに遅れを考慮して相関係数を求め、変数間の因果関係の向き、言いかえればどちらが原因でどちらが結果かの判断の材料とする。図-3. 19は転入者数と工場出荷額の間の遅れを考慮した相関係数のグラフ表示の例であるが、転入者数は工場出荷額の3

RTS	変数名	相関係数	データ数	変数名	相関係数	データ数
	1 POPU	0.85240	8	2 IN	0.27387	8
	3 BTS	0.40794	7	4 DTS	0.53946	7
	5 TOP	0.96251	6	6 DPOPU	0.98406	7
	7 FAN	0.89904	6	8 PA	0.93975	3
	9 RTA	0.90734	5	10 AFS	0.	0
	11 TDH	0.	0	12 FAW	0.76465	6
	13 RTW	0.99345	8	14 WHW	0.88566	6
	15 EHW	0.60356	8	16 EMP	0.	0
	17 FAS	0.90139	6	18 RTN	0.94536	8
	19 WHN	0.87048	8	20 EHN	0.94815	8
	21 RTS	1.00000	0	22 WHS	0.99074	8
	23 EHS	0.83022	7	24 LGF	0.97989	8
	25 HUCN	0.64267	8	26 AREA	0.	0
	27 HSP	0.88572	6	28 SNU	0.	0
	29 OH	0.	0	30 FAM	-0.27613	3

図-3. 17 変数RTSと他の変数との相関係数の出力(一部)

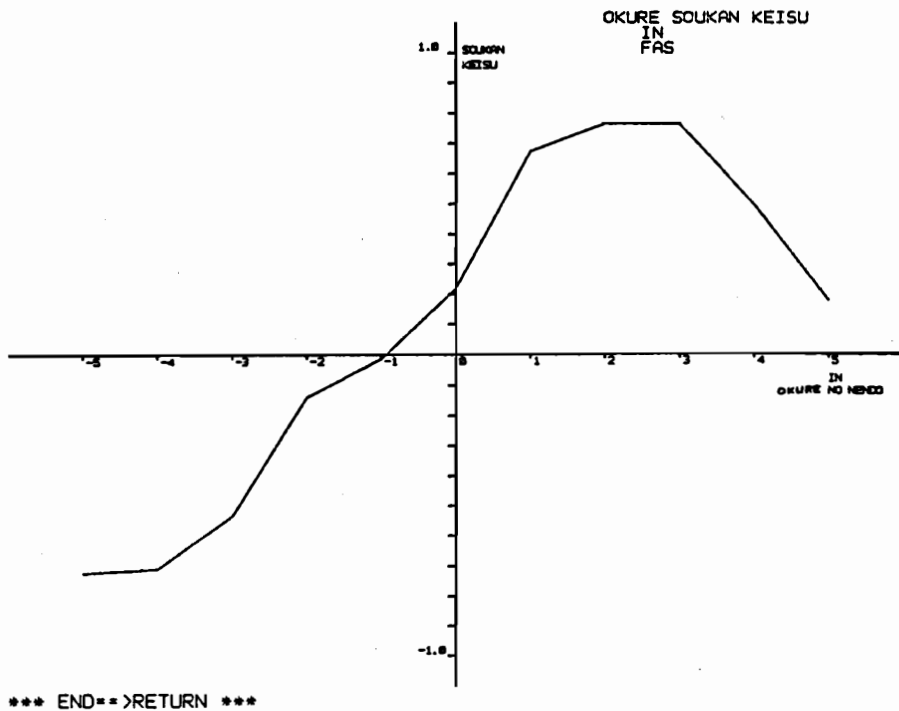
```

:
11 RTN=0.18657*RTW+393.16150
   R = 0.965 THE NUMBER OF DATA = 8
12 RTA=30.96262*RTW-154144.25000
   R = 0.927 THE NUMBER OF DATA = 5
13 RTW=0.03545*RTS+4462.14160
   R = 0.993 THE NUMBER OF DATA = 8
14 FAN=0.00460*TDH+0.00041*FAS+136.70573
   R = 0.957 THE NUMBER OF DATA = 4
15 WHS=2.66541*RTS-56654.69678
   R = 0.991 THE NUMBER OF DATA = 8
16 LGF=0.38576*TOP-7997.91309
   R = 0.933 THE NUMBER OF DATA = 14
:

```

RTN : 小売業商店数	R : 相関係数
RTW : 小売業従業員数	TDH : 住宅総数
RTA : 小売業床面積	FAS : 補正工場出荷額
RTS : 補正小売業年間販売額	WHS : 工場従業員数
FAN : 工場数	LGF : 鉱工業着工建築床面積
	TOP : 補正課税対象所得額

図-3. 18 重回帰式の当てはめ結果の出力 (一部)



IN : 転入者数 FAS : 工業出荷額

図-3. 19 遅れを考慮した相関係数のグラフ

年遅れで正の相関が、工場出荷額は転入者数のほぼ5年遅れで負の相関が高くなっており、例えば前者を工場出荷額の増加に対して3年遅れで転入者数が追随していると読むことができる。

④ 2変数間の相関グラフのプロット

2変数の時系列データを2軸上にプロットすることにより2変数間には、どのような関係があるのかを認識することができる。これにより直線による回帰、非線形関数のあてはめなど判断の材料とする(図-3.20)。

⑤ 指数曲線への適合度の判定

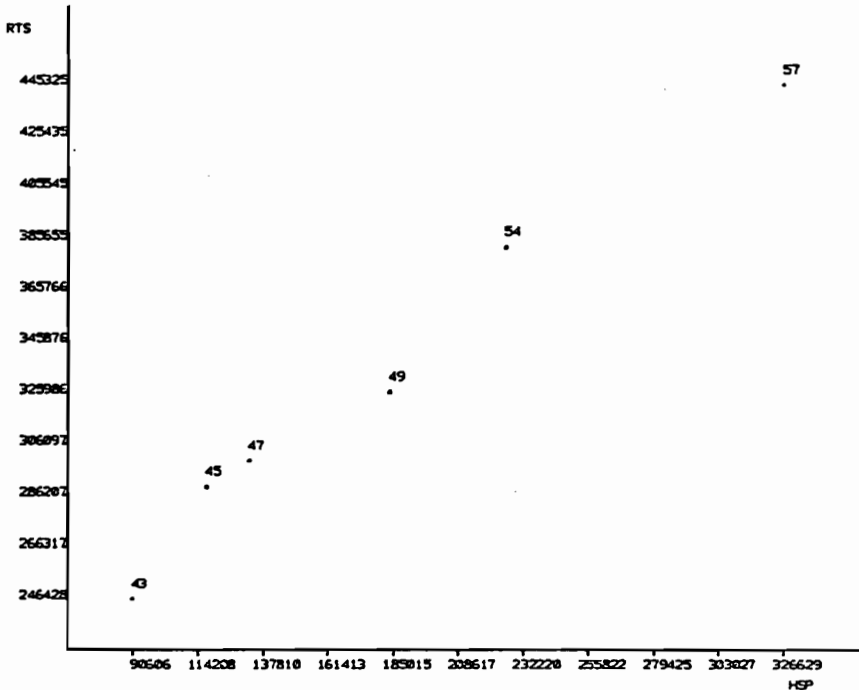
グラフから2変数間に指数曲線が当てはまると考えられる場合、 $y=ax^c+b$ のcを入力することによってこの場合のyとxの相関係数および回帰式を出力する。

⑥ 変数の時系列変化のグラフ表示

変数の時系列変化をグラフで見ることによって、変数の変化の特徴をつかむ一助とする。そして、変数を外生変数として扱うのがよいのか、また外生変数と考えた場合、内挿、外挿による補完がよいのか、回帰で延長するのがよいのかを判断する資料とする。

⑦ 因果関係連結検証機能

因果関係を2本以上連結した時の検証を行う。変数A、B、Cの間に、直列的な因果関係がある場合を想定する。変数A→変数Bと変数B→変数Cの因果関係に対して、他のいかなる変数



RTS: 補正小売業年間販売額 HSP: 住宅敷地価格

図-3.20 2変数間の時系列データの相関グラフ

からも影響されない独立の関係があるならば、 $r_{AB} \cdot r_{BC} = r_{AC}$ (r : それぞれの間の相関係数) が成立する。しかし、現実には変数A→変数Bと変数B→変数C間に他の変数の影響を否定できないことの方が多く、そのような場合には成立しないので、因果関係を再考の資料とする。

(2) モデル挙動解析機能

①テストラン結果の任意の変数の挙動をグラフ化する(図-3. 21)。テストラン期間内の挙動を調べたい変数を入力して、その変数のSDモデル内における挙動をグラフで出力することができる。また、それを過去のデータと比較したいときは、過去のデータも同時に出力し、過去のデータとモデル内の挙動を比較することによって、設定したモデル構造の良否を判定する資料とする。

②モデル乖離度の計算

テストラン期間内の各変数の挙動をすべて過去のデータと照合することは、實際上難しい。そこで、主要変数の過去のデータとの乖離の度合いを算出し、モデルの全体的整合性をみる目安とする。モデルの乖離度の計算法は次式により行った。

$$RRk = \Sigma (|REALik - TESTik| / REALik) / Nk$$

RRk : 変数kの乖離度

Nk : 変数kのテストラン期間内のデータ数

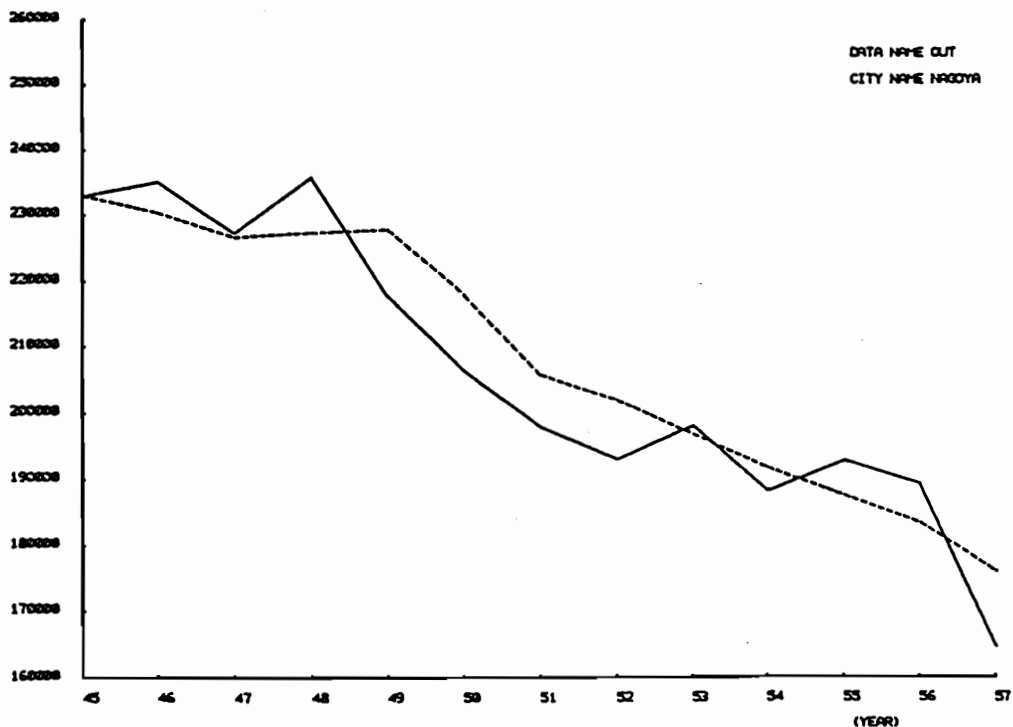


図-3. 21 テストラン期間の実測値と予測値のグラフ(名古屋市の転出者数)

REALik : 変数kのi番目の過去のデータ
 TESTik : 変数kのi番目のテストランデータ

$$RV = \sum R R k / m$$

RV : モデル乖離度 (主要変数の乖離度の平均値)
 m : 主要変数の数

乖離度を出力したい変数は任意に指定することができる。図-3. 22にテストラン初回における人口、出生、死亡等主要指標の乖離度を出力した例を示す。モデルのあてはまりの目安として乖離度が0.1を超えないところまで修正をしていくことになる。

```

*****
* SYUYOU HENSU NO KAIRIDO *
*****

HENSUMEI      KAIRIDO
POPU          0.39705565E-01   人口
BTS           0.34937400E+00   出生
DTS           0.66298649E-01   死亡
IN            0.31923869E+00   転入
OUT           0.25631841E+00   転出
EMP           0.12140507E+00   従業人口
TOP           0.86519882E-01   補正課税対象所得
RTA           0.26424477E+00   小売業床面積
HOAR          0.56318980E+00   総住宅床面積
HSP           0.24528442E+00   住宅敷地価格
HEIKIN GOSA  RITSU WA      GOSA=      0.2311579

```

図-3. 22 乖離度の出力例

③ 感度分析機能

着目するパラメータをその値の近傍で動かすことによって、モデルに与える影響の強さを見る。この機能は、パラメータ以外の変数などにも使用でき、変数、パラメータ、テーブル関数、レベルなどを同様変化させることによって、全体のモデル挙動がどの程度変化するかを分析して、SDモデルの構造面での特徴を把握する資料とする。この資料は、構造依存型であるSDモデルでは、非常に重要である。

④ テーブル関数構築支援機能

個々の魅力度はテーブル関数により統合化され転出入を決定する。モデルの説明力を高めるためにはテーブル関数形を修正する必要がある。本機能では、まず魅力度を構成するテーブル関数の選択と、その関数形の設定を対話型で行う(図-3. 23)。次にどの魅力の要因をどのように動かせば操作が可能かを示す。具体的には、各要因の値の基準年に対する増減をテストラン期間に渡って表示することにより、どの要因のテーブル関数の修正が一番効果的かを知

TABLE FUNCTION NO MENUE O IKA NI SHIMESU 基礎モデルで設定されている10個の
NUMBER KIND HENSUMEI テーブル関数の出力

1	1	POPU	/AREA	人口密度
2	1	FAS	/POPU	1人あたり補正工場出荷額
3	2	EMP	/POPU	1人あたり従業人口
4	2	TOP	/EMP	従業人口1人あたり補正課税対象所得額
5	1	RTA	/POPU	1人あたり小売業床面積
6	2	SNU	/1	大学生数
7	1	OH	/TDH	持家率
8	1	HSP	/1	住宅敷地価格
9	1	HOAR	/POPU	1人あたり住宅床面積
10	2	FAM	/POPU	1人あたり鉱工業用着工建築床面積

HITSUYOUNA KANSU NO KAZU O IRETEKUDASAI
=9 使用するテーブル関数の数を入力
SONO NUMBER O INPUT SHITEKUDASAI
=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10 使用するテーブル関数の選択
TSUKE KUWAETAI TABLE FUNCTION NO KAZU O
INPUT SHITE KUDASAI
NAKEREBA RETURN SHITE KUDASAI
=

TABLE FUNCTION NO SHIKI NO TYPE O INPUT SHIMASUKA
'*' NARA INPUT 1 積結合
'+' NARA 2 和結合
=1 テーブル関数の結合形式の選択

SYUSEISURU TABLEKANSUNO NUMBER O INPUT SHINASAI
1 - POPU /AREA (TENNYU)
2 - FAS /POPU (TENNYU)
3 - EMP /POPU (TENNYU)
: (中略)
16 - OH /TDH (TENSYUTSU)
17 - HSP /1 (TENSYUTSU)
18 - FAM /POPU (TENSYUTSU)
19 - TSUGIHE SUSUMU !

=9

* GRAPH OUTPUT *
* YES-->0, NO-->RETURN *

= テーブル関数形をグラフ表示する場合は0を入力
EIKYO O TORINOZOKU NARA INPUT 1 !
TSUGIHE SUSUMU NARA INPUT 2 !
=2 前で指定した8番のテーブル関数の値の出力と修正
X= 0.65 0.75 0.90 1.00 1.10 1.20 1.30
Y= 0.50 0.60 0.80 1.00 1.30 1.40 1.45
INPUT X Y !

=0.65 0.55 修正するテーブル関数の
=0.75 0.60 値を入力する
=0.80 0.70
=0.90 0.80
=1.00 1.00
=1.10 1.20
=1.20 1.30

図-3. 2.3 魅力度を構成するテーブル関数の操作例


```

*****
* TABLE FUNCTION SYUSEI SHIEN DATA *
*****
NENDO  45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58
  1    -  -  -  -  -  -  -  -  -  -  -  -  -  +  +
  2    +  +  +  +  +  -  -  -  -  -  -  -  -  -  -
  3    -  -  -  -  -  +  -  -  -  -  +  +  +  +
  4    +  +  +  -  -  -  -  -  -  -  -  -  -  -
  5    -  -  -  -  -  -  -  -  -  -  +  +  +  +
  6    +  +  +  +  +  +  +  +  -  -  -  -  -
  7    -  -  -  -  -  -  -  -  -  -  -  -  -
  8    +  +  +  -  -  -  -  -  -  -  -  -  -
  9    -  +  +  +  +  +  +  +  +  +  +  +  +
      INPUT 1 , THEN CONTINUED

```

図-3. 24 テーブル関数の修正支援情報の表示

る材料とする(図-3. 24)。

⑥ 魅力度構成要因の検証機能

SD基礎モデルでは、10個の要因で転出入の魅力度を決定している。しかし、これらの要因が論理的に正しくモデルに影響しているかは、疑問である。そこで、着目した魅力度の要因をモデルからはずすことによって、モデルの挙動がどのように変化するかをみて、その要因のモデル内での影響力を検証することができる。

(3) データ処理機能

データ処理機能は、SDモデル構築のための情報を受け渡しする機能である。まず、SDモデルベースからモデル構造の情報を読み込む。そして、必要な社会経済指標のデータを、都市情報データベース、補助データファイルと全国データベースから読み込む。また、因果関係情報ファイルに新たに変数を加えたい場合は、端末からデータを打ち込み、補助データファイルに加えることができる。

また、金額に関係する変数については、物価上昇を考慮しなければならないので、全国の物価指数を用いて補正を行っている。工場出荷額については、技術革新による補正も必要だと考え、GNPの実質成長率の伸び率をもとに補正を行うこともできる。

(4) モデル編集・実行制御機能

モデル編集は、モデル構造の決定後、その構造をCSPLによって記述する部分であり、実行制御機能によって実行し結果を得る。

(5) 対話管理機能

対話管理機能は、SDモデルマネジメントシステムの機能を電子計算機に熟達していないプランナーでも円滑に利用することができるように、都市分析の結果、モデルの構造や挙動をわかりやすく表示し、モデル構築を進めて行くために、システムとプランナーの仲立ちをする役

割をもっている。

3-3-7 支援システムの利用手順

支援システムの利用手順を図-3.25に、それにそった会話例の一部をを図-3.26に示す。

システムの利用にあたって、まずモデル構築の課題、たとえば将来フレームの動向、住宅政策の分析など、を明確にする。次に課題に沿ったモデルの対象範囲、セクターの構成の概略を決定する。以下、これに沿ってシステムを用いてモデルの構築を進める。

(プロセス1) システム利用にあたっては、まず適用都市を選定する。会話例では、都市番号144(鳥取)を選んで分析を始めている。

(プロセス2) 課題に応じて、テストラン期間、将来予測期間を決定する。

(プロセス3) モデル構築をするときの基本構造となるモデルベースの情報が出力されるので、今回作成するモデルで使用するSDモデルベースを決め、SDモデルベースの読み込みをする。

(プロセス4) 読みこんだモデルで使用している変数番号と変数名が出力される。また変数が合成変数の場合、合成変数の式も同時に出力される。そこで、モデルに追加して取り入れたい変数名がデータベースにある場合、その変数名を入力する。会話例では、MCNH(病院数)を入力している。あらたに、モデルに取り入れたい変数名がデータベースにない場合、その変数の変数名および年度と時系列データを入力する。会話例では、変数KLPの時系列データを入力している。

(プロセス5) 読み込んだSDモデルベースの因果関係情報ファイルにある因果関係を出力し、因果関係の修正があればおこなう。

(プロセス6) SDモデルベースで読み込んできた、魅力度を構成する要因情報ファイルの内容が出力され、その中で使用したい魅力度の要因の式番号を入力する。

(プロセス7) プロセス6で決定した魅力度の要因以外に、転出入の魅力に関連する要因があると考えた場合、式に使用する変数の数、移動タイプ、要因の式を入力する。つぎに、魅力の要因別にテーブル関数を決定する。モデル挙動解析機能で得た情報をもとにフィードバックして使用する。次に、魅力度の結合を和の形式で行うか、積の形式で行うかの選択をする。

(プロセス8) 転出入別の魅力の認識遅れ時間を入力する。このプロセスは、プロセス20の認識遅れ時間の把握機能で得た情報をもとに決定する。次にテストランにおいて挙動を見たい変数名の入力をする。

(プロセス9) 構築したモデルのテストランを行う。

(プロセス10) 主要変数の乖離度およびモデルの乖離度の出力をする。転出入への魅力度決定のためのテーブル関数構築支援機能による、データの出力をおこなう。テストラン結果の変数の挙動をグラフ化することによって、変数のモデル内での挙動や、モデル乖離度ではみられなかった変数のモデル挙動と過去のデータとの相違を見る。また、魅力度と転出入者数の時系列変化をグラフでみることによって、認識遅れ時間を決定する資料にする。

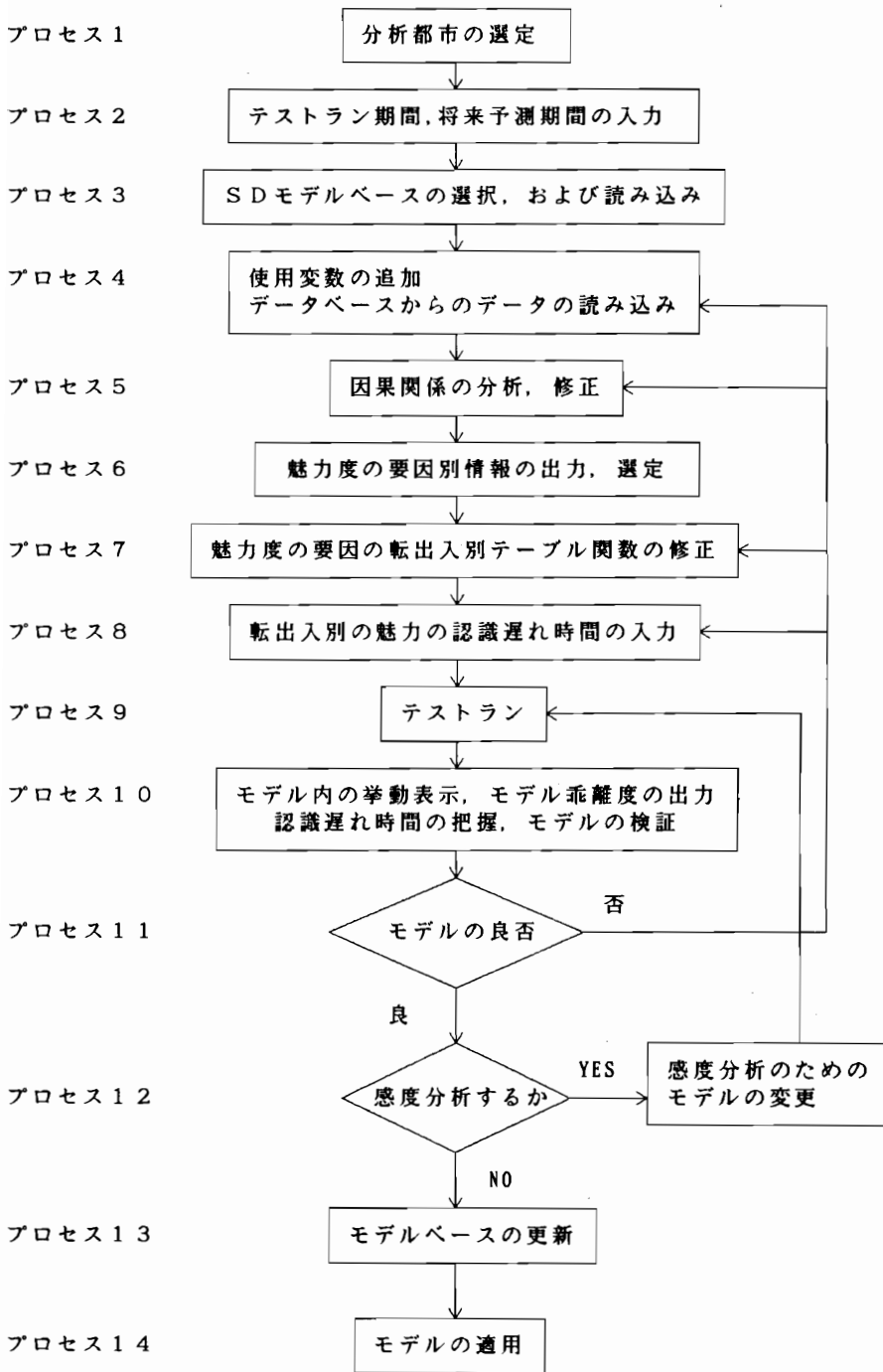


図-3. 25 システムの利用フロー

(プロセス11) 分析結果より、モデルの良否を判断し、モデル再構築の必要性ありと考えれば、前の必要なプロセスにもどる。

(プロセス12) モデル構築ができたとすれば、信頼性の低い(相関係数の低い)回帰式のパラメータを少しずつ値を変更し、それがモデルの全体挙動にどのように影響するかをプロセス9にもどって確認し、予想以上の影響があれば、因果関係をプロセス5にもどって再考慮する。

(プロセス13) 構築したモデル構造を必要に応じてSDモデル知識ベースに保存する。

(プロセス14) 完成したモデルで構造分析、政策評価、予測等を行う。

3-3-8 モデル構造決定手順

モデル構築の中で核となる、モデル構造を決定していくプロセスについて、もう少し詳しく説明する。都市構造分析機能を用いて、モデル構造を決定していく手順を図-3.27に示す。

まず因果関係の情報の中で、相関係数が低かったり、パラメータの妥当性に欠ける因果関係抽出する。例えば、ある変数を説明する因果関係式の相関係数が低いとする。その原因としては次のようなことが考えられる。

- ①もともと因果関係が弱い、
- ②時間遅れが存在する、
- ③関数形が異なる。

そしてこのどれにより解決するかを試行錯誤的に行うのがここでのプロセスであり、最終的には図に示す7つの外生化、もしくは内生化によって関係づけることとなる。

3-3-9 システム利用によるケーススタディ

(1) システム検討の視点

開発したSDモデル構築支援システムを用いて、システムの検討を、

- ①SD基礎モデルをベースとして、モデル構築を行うとき、それが容易に短時間で行うことができるか、またその時、用意した支援機能は有効か。
 - ②構築したSDモデルベースの他都市への適用の可能性はどうか。
- の2点について行う。

(2) 名古屋市への適用

利用手順にそってSDモデルベースをSD基礎モデルに設定し、支援システムの名古屋市への適用を行った。まず、SD基礎モデルの因果関係式では、パラメータの妥当性に欠けるものが3つ、相関係数の低い(相関係数が0.9以下のもの)ものが2つあった。これらについて、都市分析機能を用いて名古屋市のデータで当てはまりのよい式に修正する。

つぎに魅力度を算出する式、そのテーブル関数、また転出入別の魅力度の認識遅れ時間を、SD基礎モデルにおけるデータをそのまま利用して、第1回目のテストランを行った。人口、転入者数、転出者数の予測値が実測値をいずれも上回った結果となった。人口の実測値と予測値をグラフ化したものを図-3.28に示す。モデル乖離度は0.154と高く、グラフも過去のデー

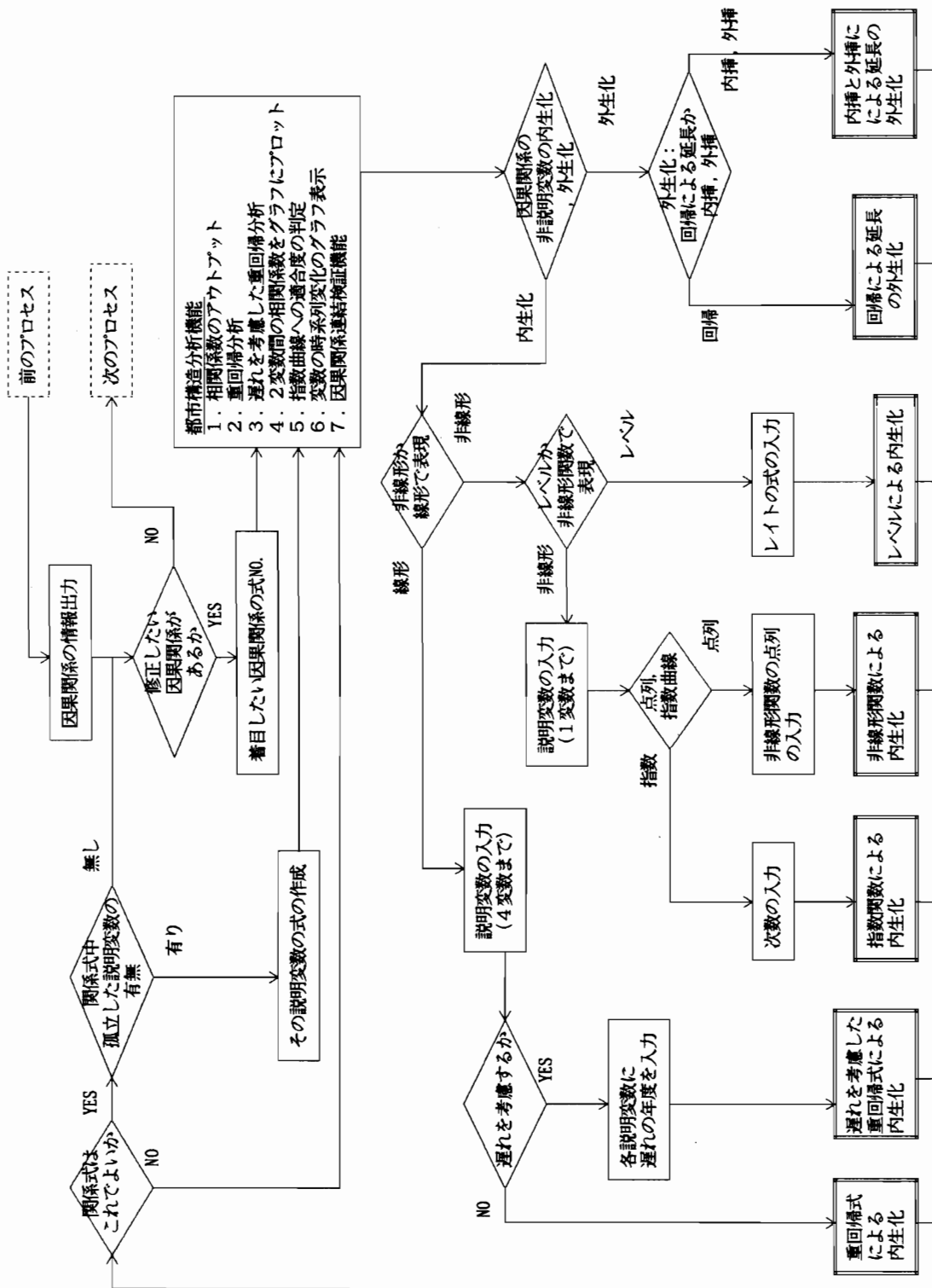


図-3.27 フローダイアグラム構築支援システム利用手順

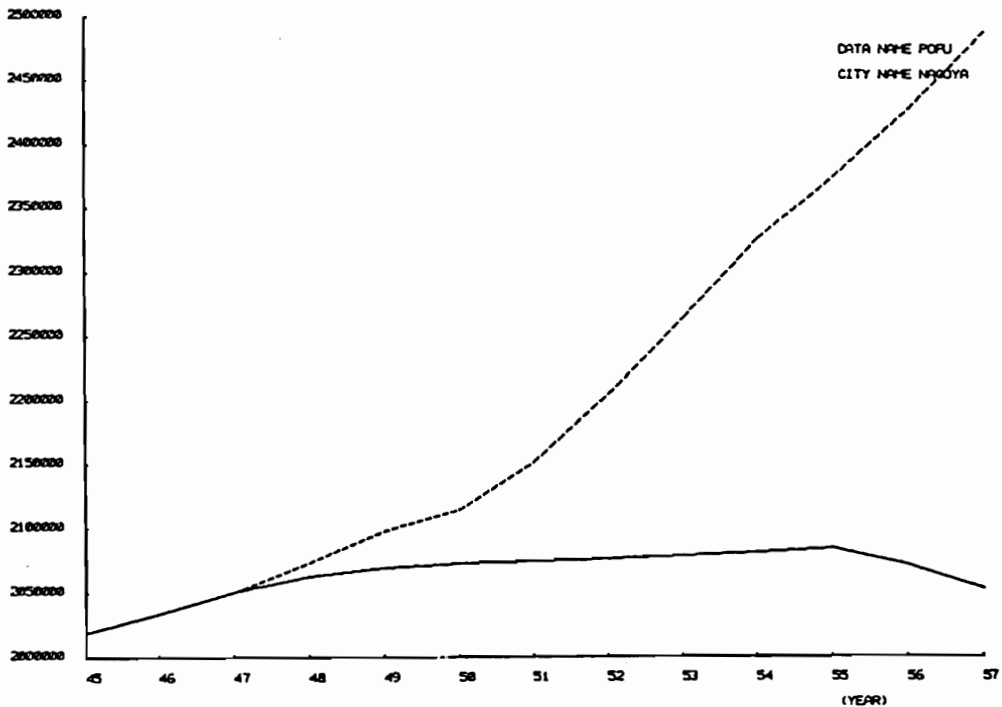


図-3. 28 第1回目のテストランでの人口の実測値と予測値

と接近しているとはいいがたい。そこで、転入者数と転出者数を全体的に減少させる方向に、テーブル関数を修正する操作を加えて再度テストランを行い、9回目でモデル乖離度0.0729の結果を得たので、つぎのプロセスにすすんだ。

つぎにモデル挙動分析をすることによって、モデルの妥当性を検証する。まず、信頼性の低いパラメータについて感度分析をおこなう。このモデルでは、0.95以下の相関係数をもつ飲食業従業員数（説明変数は補正飲食業販売額で、相関係数は0.935）と、取り壊し率（説明変数は遅れを3年もった人口密度で、相関係数は0.868）のパラメータについて調べてみた。このパラメータに±10%の誤差がでた場合を想定し、パラメータを1.1倍、0.9倍の2通りのケースでのテストランを行った。全体のモデル乖離度は、最もよくあてはまった時の0.0729に対し、飲食業従業員数が0.0741と0.0729、住宅取り壊し率が0.184と0.126となり、飲食業従業員数のパラメータはこの変化に対してはほとんど変動せず、鈍感性は検証できたが、住宅取り壊し率のパラメータは、倍以上の誤差を生じ、かなり敏感で注意を要する因果関係式であることがわかった。また、テーブル関数を1本ずつはずすことによって、それぞれの魅力の要因の人口への影響をみた。結果を表-3.10に示す。このことより、それぞれの魅力度のモデルへの影響の度合いを見ることが出来る。影響の過多、過少に応じてその魅力度のテーブル関数を修正する情報とすることができる。こうしてテストラン期間における実績値をほぼ説明できるモデルとなり

表-3. 10 テーブル関数操作による乖離度

モデルから取り外すテーブル関数名	モデル乖離度
人口密度	0. 0796
1人あたり補正工場出荷額	0. 0865
1人あたり従業人口	0. 0957
従業人口1人あたり補正課税対象所得額	0. 1079
1人あたり小売業床面積	0. 0718
大学生数	0. 0722
持家率	0. 0713
住宅敷地価格	0. 0758
1人あたり住宅床面積	0. 0755
1人あたり鉱工業用着工建築床面積	0. 1511

(図-3. 29, モデル乖離度は0.0723), 比較的短時間でモデル構築が可能であることが確認できた。

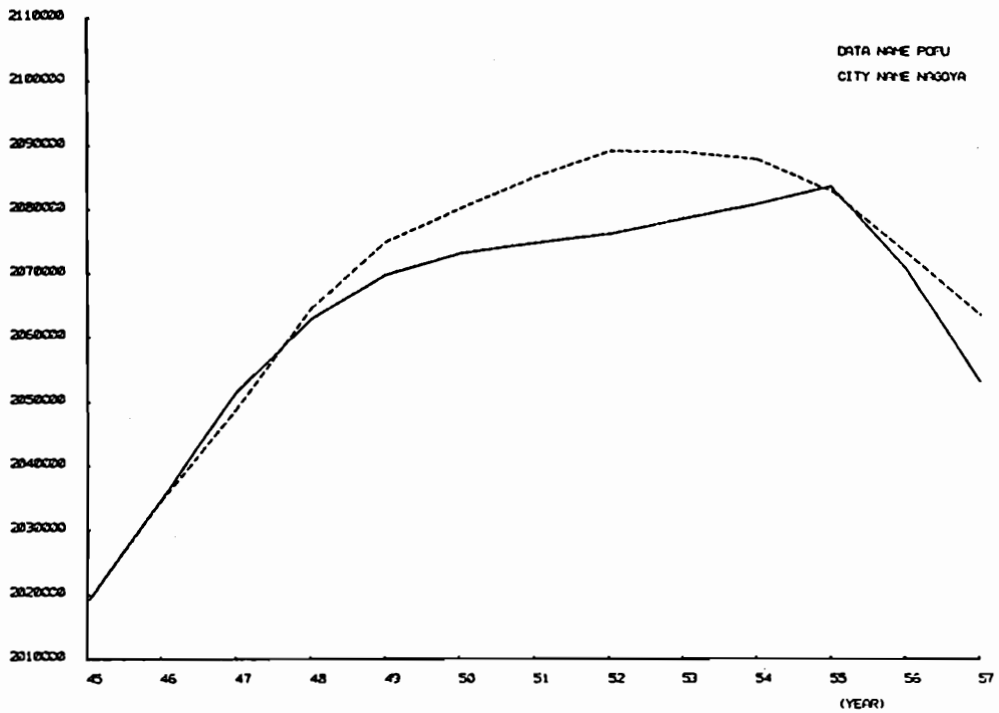


図-3. 29 最終のテストランでの人口の実測値と予測値

(3) SDモデルの他都市への適用性の検討

モデル構築の容易さ、また一度構築したモデルは簡単に他都市で利用できることを用いて特定の都市のデータをもとに構築したSDモデルの他都市への適用性について実験を行った。まず名古屋市、神戸市、山形市、金沢市のモデルを構築した。これら4モデル間の主たる相違点は、変数間の因果関係、転出入への魅力を算出するためのテーブル関数にある。

まず、変数間の因果関係は、おもにつぎの2点で異なっている。

①住宅着工戸数を神戸モデルは内生化しているのに対し、他のモデルは外生化している。

②工場数を名古屋モデルは補正工場出荷額と補正課税対象所得額から説明しているのに対し、他の3モデルは、補正工場出荷額のみから説明している。

これらのモデル構造の違いは、つぎの様に考えられる。

①神戸市以外の都市では、住宅着工戸数を説明するよい変数がみつけれなかった。これは、住宅は計画的に建設される場合が多いからであろう。

②名古屋市では、補正工場出荷額だけからでは説明しきれなかった。神戸市でも工場数を説明する相関係数は低く、名古屋市や神戸市などの都市圏では、第2次産業における自動化、合理化などの影響もあり、補正工場出荷額以外の要因が絡んでいることが想像される。

テーブル関数も4つの都市のモデル間で魅力度のきき方が微妙に異なっていた。このように簡略な都市モデルにおいては、すべての因果関係をモデル化しているわけではないので、都市ごとにその構造に違いがある。都市モデルの他都市への適用を考えると、都市の類似性を考慮して、うまく他都市に適用すれば、より迅速なモデル構築をはかることができると思われる。

しかし、どの都市にどのモデルを適用すればよいか、また、適用できる都市モデルはあるのかを明確にしなければ、SDモデル知識ベースの有効利用につながらない。そこで、この4モデルをランダムに抽出した12都市にあてはめ、モデル乖離度によってモデルの適合度の分析をした。

4モデルを12都市にあてはめた時のモデル乖離度を表-3. 11に示す。神戸、名古屋モデルでは、大阪、千葉などの大都市圏の都市に山形、金沢モデルは、鳥取市などの地方都市にあてはまりがよかった。たとえば、名古屋モデルを千葉市に適用したケースでは、人口の予測値と実測値はほぼ等しかった。また、静岡市には、4モデルともあてはまりが良かったのに対し、盛岡市、高知市にあてはまりの良いモデルはなかった。そこであてはまりの良否は、都市の構造によって異なると考え、この実験結果をもとに乖離度によって都市を分類することを試みた。同時に社会経済指標による分類もおこない、両分類を比較する。分類結果を表-3. 12に示す。分類には、クラスター分析のワード法を用いた。また、社会経済指標には昼夜間人口比、産業3部門別就業人口比、D I D人口比、人口密度を基準化して用いた。

この両分類の結果を比較するとつぎのことがいえる。まず、グループAは、大都市圏の都市の集合である。この集合は、社会経済指標によって分類したグループa、bの都市群に等しい。また、グループB、C、Dは、地方の中核都市であり、グループAほど都市化がすすんでいないグループである。この集合は、グループc、dの都市群に等しい。グループEは、地方都市であり、第一次産業の比率も他都市と比べて高い。この集合は、分類eの都市群に等しい。こ

表-3. 11 モデル別乖離度

都市名	名古屋 モデル	神戸 モデル	山形 モデル	金沢 モデル
1山形	0.200	0.170	0.080	0.183
2盛岡	0.184	0.198	0.186	0.327
3新潟	0.189	0.095	0.139	0.142
4千葉	0.122	0.120	0.161	0.158
5金沢	0.120	0.102	0.084	0.078
6静岡	0.098	0.094	0.109	0.093
7名古屋	0.072	0.074	0.178	0.189
8大阪	0.106	0.113	0.149	0.141
9神戸	0.128	0.078	0.147	0.167
10鳥取	0.258	0.157	0.142	0.151
11高知	0.208	0.192	0.209	0.309
12鹿児島	0.178	0.146	0.133	0.120

表-3. 12 乖離度と経済・社会指標による分類

[乖離度による分類]

グループA	グループB	グループC	グループD	グループE
千葉市 名古屋市 大阪市 神戸市	静岡市 金沢市	新潟市 鹿児島市	盛岡市 高知市	山形市 鳥取市

[社会経済指標による分類]

グループa	グループb	グループc	グループd	グループe
大阪市 名古屋市	神戸市 千葉市	静岡市 金沢市 新潟市	盛岡市 高知市 鹿児島市	山形市 鳥取市

のように、両分類は、かなり類似していることがわかる。

以上の分析より、次のことがわかる。

- ①モデル構造のあてはまりの良さには、社会構造が関係している。なぜなら、乖離度による分類と社会経済指標による分類が類似しているからである。
- ②ある都市にあてはまったモデルは、乖離度による分類の同じグループ内の都市によくあてはまる。なぜなら、表-3. 11と表-3. 12の結果を比較すると、グループAの神戸モデル、

名古屋モデルは、グループAの4都市に、グループBの金沢モデルは、グループBの2都市に、グループEの山形モデルもグループEの2都市によくあてはまっているからである。またクラスターの乖離度による分類は、モデルのあてはまりの良し悪しの類似している都市の分類に等しいからである。

③すべての都市にあてはまる汎用モデルはない。これは、今のモデル構造では1つのモデルで全都市を完全には表現しきれないということである。

3-4 結 語

本章では基本構想立案プロセスを支援する2つのシステムの提案開発を行った。1つは大量の都市情報を用いて、多変量解析を行い、結果の視覚化に工夫を施した都市像分析システムであり、もう1つは都市構造分析、政策評価に用いられることの多いSDモデルの構築を対話型で行うためのシステムである。

まず、都市像分析システムの開発にあたって、全国の都市の基本構想に描画されている都市像の分析を行った。そして、それが都市の特徴をふまえたものであり、具体的には、それを一般的に表す都市のイメージと密接な関係があることを示した。そこで、都市を具象する諸指標をもとにそれを総合化し、都市のイメージを抽出するシステムの開発を行い、全国の都市データベースを用いて、その有意性の検証を行った。その結果都市像分析システムは都市の特徴把握に有用な情報を提供することが確認できた。

次に都市のSDモデル構築支援システムの開発を行った。従来のSDモデルの構築は、試行錯誤の部分が多く、モデル構築に多くの時間を必要とするわりに、最後には、プランナーの頭をモデル化することにとどまり、モデルの有効性に疑問が残されていた。

本研究の目的は、SDモデルを都市計画において、より役に立つモデルにするための支援システムの作成であった。この点において支援システムに要求されることは、誰もが簡単に利用できる汎用性のあるシステムで、計画作業の迅速化と効率化をはかり、信頼性の高い、役に立つ情報を提供することである。開発したシステムは、SDモデル構築および理解の容易さをいかし、対話形式で簡単にモデル構築ができる。また都市分析も、簡単な解析手法を用いて社会経済指標の要因間の因果関係を線形、非線形、遅れなどのいろいろな因果関係を見つけだし、モデルで表現することが可能であり、データベースとの連結によって、多くの指標間の分析を最新情報によっておこなうことができる。さらに、SDの欠点であるモデル構造の不明瞭さも、すべての変数について多様な状況を設定してモデル内の挙動をグラフィックなどで見る機能の提供によって、明確化の一助とすることができた。そして、全ての都市に簡単に適用可能なシステムであることを利用し、他都市のモデル構造の情報を蓄積し、他都市のモデルをベースにモデル構築することも可能にした。

これらの機能より、システムによって従来のSDモデルよりかなり試行錯誤の少ないモデル構築ができることが確認できた。また、類似都市であれば1回目のテストランから、かなり、あてはまりのよいモデルを提供できることもわかった。

[第3章参考文献]

- 1) 枝村俊郎, 福島徹: 都市の分類と都市像の分析, 土木計画学研究発表会講演集, No.5, pp.178~183, 1983.
- 2) 福島徹, 枝村俊郎: 都市の基本構想立案支援システム, 第11回電算機利用に関するシンポジウム講演集, pp.135~142, 1986.
- 3) 福島徹, 枝村俊郎: 都市計画支援システムとデータベース, DATABASE FORUM, Vol.4, No.1, pp3~17, 1990.
- 4) 福島徹, 枝村俊郎, 伊藤裕文: 都市のSDモデル構築支援システム, 土木計画学研究・論文集, No.4, pp.69~76, 1986.
- 5) 島田俊郎: SDの歴史とSDモデルの信頼性, オペレーションズ・リサーチ, Vol.21, No.3, pp.122~128, 1976.
- 6) 小玉陽一ほか: システム・ダイナミックス, 共立出版, 1973.
- 7) 山内慎二ほか: システム・ダイナミックスとOR, オペレーションズ・リサーチ, pp.383~387, 1976.
- 8) 島田俊郎: システム・ダイナミックス(上) - 「成長の限界」以後の進展 -, オペレーションズ・リサーチ, pp.383~388, 1980.
- 9) 島田俊郎: システム・ダイナミックス(下) - 「成長の限界」以後の進展 -, オペレーションズ・リサーチ, pp.442~450, 1980.
- 10) 地方自治情報センター: 地域政策情報システムの調査研究報告書, 1983.
- 11) 地方自治情報センター: 政策分析手法の体系化に関する調査研究, 1983.
- 12) ジェイW. フォレスター(小玉陽一訳): アーバン・ダイナミックス 都市のシステム構造と動的挙動モデル, 日本経営出版会, 1970.
- 13) 本荘雄一: 大都市の停滞と都市政策の視点, オペレーションズ・リサーチ, pp.166~173, 1983.
- 14) 宮崎秀紀: 公共政策へのシステムズ・アプローチ, オペレーションズ・リサーチ, pp.160~165, 1983.
- 15) 安田八十五: 都市と公共のOR展望, オペレーションズ・リサーチ, pp.518~523, 1977.
- 16) 伊藤廉: 企画・計画の手法と応用, 第一法規, pp.236~281, 1982.
- 17) 北嶋弘行, 佐々木良一: 都市政策効果の分析モデル, オペレーションズ・リサーチ, pp.136~142, 1976.
- 18) 萩島哲: システムズ・アプローチによる都市の土地利用変動予測の手法に関する研究, 九州大学博士論文, 1979.
- 19) 大貝彰, 光吉健次, 萩島哲: SDによる都市モデルのパラメータ・テーブル関数の影響とモデル構築に関する研究, 都市計画別冊(13), 日本都市計画学会, pp.109~114, 1978.

- 20) 馬渡鎮夫：システム・ダイナミックスにおける動的挙動の理論的分析，J. of the Operations Research Society of Japan, 26-3, pp. 253~277, 1983.
- 21) 宮城県企画部：宮城システム・ダイナミックス・モデルⅡ開発調査報告書－モデルが描く21世紀の宮城－，1984.
- 22) (株)日本長期信用銀行：千葉システム・ダイナミックスモデル開発調査報告書，1979.
- 23) 金子昇一：都市公共政策のシステム分析－埼玉ダイナミック・モデルの開発－，オペレーションズ・リサーチ，Vol. 21, No. 3, pp. 129~135, 1976.
- 24) 神奈川県企画部計画室：神奈川システムダイナミックスモデル構造概要，1979.
- 25) 大阪府企画部企画室：大阪の超長期展望に関する調査研究（報告書）大阪ダイナミックモデル，1976.
- 26) 大阪府土木部都市整備局：大阪府土地利用計画システムの開発に関する調査報告書，1978.
- 27) 松崎功保，宮崎秀紀：SDによる長期総合計画支援システム－兵庫ダイナミックス・モデル－，オペレーションズ・リサーチ，pp. 143~151, 1976.
- 28) 拍井澄男：名古屋土地利用動態モデル，オペレーションズ・リサーチ，pp. 773~779, 1978.
- 29) 安田八十五，小林登：都市における公共政策サポーターシステムの開発－西宮市のケースを中心に，オペレーションズ・リサーチ，Vol. 22, No. 9, pp. 536~543, 1977.
- 30) 斉藤達三，和歌森文男：都市政策のためのシステム分析－広島に置ける都市基本構造ダイナミックモデル－，都市計画，No. 81, pp. 14~24, 1974.
- 31) 川上光彦，高山純一：地域生活圏における人口移動と地区特性に関する考察，都市計画別冊（14），pp. 1~6, 日本都市計画学会，1982.
- 32) 西川智：都市人口移動の実態と人口密度，都市計画別冊（17），pp. 25~36, 日本都市計画学会，1982.
- 33) 西川智：最近の都市の人口変動の実態および要因の実証分析，都市計画別冊（16），pp. 241~252, 日本都市計画学会，1981.
- 34) 総理府統計局：人口移動，昭和55年国勢調査モノグラフシリーズNo. 2, 総理府統計局，1984.
- 35) 国土計画庁・調整局編：我が国の人口移動の実態－「人口移動要因調査」の解説－，大蔵省印刷局，1982.
- 36) 城信夫：実用的都市人口推定モデルの開発と評価，オペレーションズ・リサーチ，pp. 634~639, 1976.

第4章 用途地域計画における支援システム

4-1 概説

本章では用途地域計画への支援システムの導入について述べる。用途地域制度は、都市における無秩序な建築活動を規制し、土地利用計画の定める好ましい土地利用へ誘導していくものとして重要である。その計画にあたっては、土地利用の現況や動向を十分把握し、将来のあるべき姿としての土地利用計画を実現すべく適切な用途地域を指定していく必要がある。しかし、実際には地域の特性を示す地域情報は多種多様であり、現在の手作業中心で、コンピュータ利用もせいぜいバッチ型の利用の範囲では、時間的制約もあり、これらの情報を十分に分析し、正確に状況を把握した上で用途地域を定めることは難しく、プランナーの経験と勘に頼る部分がまだ数多く残されている。

ところでこのような計画過程を支援するための客観的、計量的手法を目指した研究も過去にいくつか提案されてはいる。しかしこれらもほぼ次のいずれかに分類できるように思われる。そのひとつは、統計的数量化あるいは判別関数などの方法を用いて、現況の土地利用と各種要因の関係を分析するもの、他のひとつは、数理計画的モデルを用いて、ある種の指標を最適化するような土地利用配置を求めるものである。いずれも用途地域指定に定量的方法を導入しようとする意欲は認められるが、結局、前者は、現況追認とどれほど異なるか問題のあるところであり、後者については、その基本において、土地利用計画と用途地域指定の差が明確でなく、何よりもまず、現在の混合経済体制下における、個人、企業の立地行動の自由が無視されてしまっている。

われわれのここに提案する第1の方法は、つぎつぎに発生される用途地域の組合せの下で、商業、住宅は自らの最適を求めて行動するよう、土地利用シミュレーションが行われるようになっていく。すなわち、地方政府は、商業、住宅に直接立地の指示を与えるのではなく、用途地域制度というゆるい制約を通じて、その行動を規制するという現在の経済体制下における、用途地域指定と実現する土地利用の間の相違を明示的に捉えているところに特長がある。システムはシミュレーションによる土地利用予測システムと、その前段階としての用途地域指定代替案作成システム、シミュレーションにより出現した土地利用の評価システムから全体を構成する。

一方、計算機を活用する支援システムにより地域情報の効率的な加工・提示、作業の軽減、スピード化をはかり、計画策定者にとって有意な情報をさまざまな形で提供することにより、勘に頼っていた部分を実際のデータに基づいた客観的・科学的な判断に導こうとする考え方もある。このような支援システムを用途地域指定に応用する研究として、線引き、色ぬりプロセスをシステム化し代替案作成の支援を試みたものがある。この研究では色ぬりプロセスにおいては用途地域指定基準に基づく用途の限定をコンピュータで処理することにより、作業の効率化を図ろうとしているが、実際の見直しプロセスを考えると用途の選定を指定基準のみで行う

ことには無理があり、また土地利用の現況や動向分析機能がないなど十分なシステムとは言えない。そこで2つめのアプローチとして、現行の策定作業を支援し、分析の密度を高め、また作業の分担をすることで計画の科学化、効率化を図ることを目的とし、現況分析から代替案作成までの用途地域指定作業全般を支援するシステムの開発、検討を行う。提案するシステムでは現況分析や地区類型化等の機能や課題地区の抽出、整合性検討といった機能に加えて計画者の「経験」と「勘」という卓越した情報の組織化、体系化も試みる。

まず、4-2では用途地域指定作業支援を目的とするこれまでの研究について述べる。4-3では用途地域指定下での土地利用予測シミュレーションを行うことにより用途地域指定代替案を決定しようとする支援システムの提案を行う。4-4では現行の策定作業にそって支援を行うシステムの提案を行う。4-5では本章で得られた成果についてとりまとめる。

4-2 用途地域指定作業支援を目的とする従来の研究

用途地域指定に関する従来の研究には、判別関数を用いた現況主義的方法や、数理計画的モデルによるもの、支援システムを目指したものなどがある。

判別関数を用いた方法には、光吉・萩島のモデル¹⁾、青山・寺田・小谷のモデル²⁾などがある。前者のモデルは、次の様なものである。用途地域の指定を行おうとする場合、計画者のあるいは地域政策の意図を定量的な形で取り出すことが必要であるが、これを、判別反復を行って標本を取り出すことで求めている。まず用途地域を母集団として標本を取り出し、第1回目の判別分析を行う。この関数により標本を再分類し、標本観測値が前回の集団と一致しているかどうかを検討する。一致していなければ、もとにもどって一致するまで判別反復を行う。収束したら、第1回目より収束した時点まで同じ外的基準に属している標本を取り出し、この標本によって判別関数を作成する。したがって、これによって得た結果は、用途地域の選定基準に基づいた、計画者の土地利用類型を反映していると考えられる。

また後者のモデルは、土地利用現況を重視した現況主義的手法に対して判別関数を用いている。したがって、土地利用現況を表わす変数として、各土地利用比率、文教・厚生施設、人口など12種類の要因を採用している。モデルの構成は、住宅地、工業地、商業地に判別するモデル1および、それをさらに8種類の用途地域に判別するモデル2~4からなるものである。このモデルは、500m×500mメッシュを使用し、そのなかで一つの用途に指定されていると考えてもよいと思われるメッシュのみを標本としている。そのため、ある程度用途の純化している地域についてはうまく指定できているが、用途の混在した地域の判別がうまくいかどうかはわからない。しかし、判別を行った地域的中率としては十分であり、このモデルによる用途指定を第1次案とし、この案に対して計画者がマスタープランの導入やその他の修正を加えれば、十分用途指定の省力化と客観化に有効であると考えられる。

また数理計画モデルとしては、枝村、福島モデル³⁾、青山、森杉⁴⁾のモデルがある。前者のモデルは0-1整数計画法を用いて、用途地域制度の目指す用途純化の度合いを評価に取り入れた土地利用配分の最適化を図ろうとするものである。後者のモデルは土地利用主体が立地

候補地をいかに評価するかを適合度の概念により扱おうとするもので、やはりこれを指標として最適化を図ろうとするモデルである。

中村・榎谷・大島のモデル⁵⁾は、土地利用計画策定のための線引きプロセスと、用途地域指定を行う色塗りプロセスからなる。色塗りプロセスは、既集積市街地に対しては現況主義的手法を用いて分類を行い、かつカラー画面を用いて計画者に対して意志決定を行うことを可能ならしめるものである。未集積市街地に対しては、交通利便性、周辺の土地利用との相互関係等に着目した適地度分級を行い、それによって用途指定を行うものである。そして、最後に計画者がカラー画面を見ながら修正を加えるのである。用途地域制度は、土地利用計画と密接な関係を持っているので、このモデルのように両者を一つのモデルとして扱っている点は興味深い。ただ、このモデルはまだ完成されたものではなく、改良の余地が残されている。またこのモデルは支援システムであり、指定作業すべてを行うものではないため、既集積市街地に対する色塗りプロセスより出力される情報だけでは、十分な用途指定を行えないのではないかと思われる。

4-3 土地利用シミュレーションによる計画支援システムの開発⁶⁾

4-3-1 システムの全体構成

本システムは、3つの部分から構成される。すなわち、検討すべき用途地域指定案を選択する代替案作成システム、次にこれを受けて指定された用途地域指定案のもとで、土地市場における立地行動のシミュレーションを行うことにより将来土地利用の予測を行うシステム、最後に、それぞれの用途地域指定代替案のもとで出現する土地利用の評価計量を行う土地利用評価システムの3つである(図-4.1)。これら3つのシステムを通して可能な代替案をつぎつぎと発生させ、最大の評価を与える代替案をもって、最適な用途地域指定案とするのである。

なおこのシステムにおいては、用途地域指定を行なおうとする地域は、適当な大きさの用途地域指定の最小単位となるゾーンに分割されているものとする。

4-3-2 代替案作成システム

(1) 準備作業

いまゾーン数がM個ある地域に対して用途地域の可能な代替案をすべて尽くすとすれば、用途地域の種別がm個のとき、可能な用途地域指定の代替案は m^M の組み合わせとなり、たとえ計算機をもってしてもその総てを検討することは不可能に近い。またそれは賢明でもない。個々のゾーンに対して検討すべき用途地域のとり得る範囲は、土地利用現況および地形、マスタープランとの関係からある程度限られていると考えられている。たとえば、現在低密度の良好な住居地域を工業地域に指定することも商業中心の再開発事業の行われているゾーンを工業専用地域に指定することも、たかだか20年程度の計画時点に対しては考えられないこととしてよいであろう。そこで、計算機利用上の甚しい不効率を除去するために、計画者は、一定の基準を設けて、現況土地利用から、各ゾーンにおける指定用途種別の可能な範囲の限定を行う。例

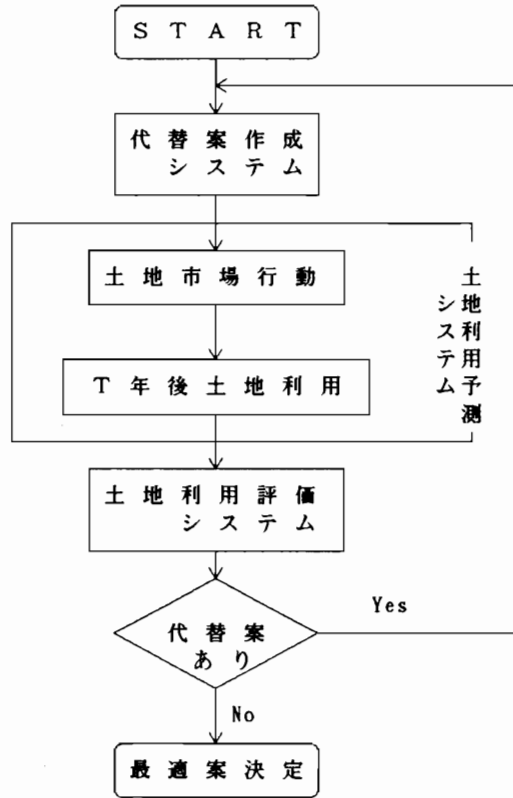


図-4.1 システム全体の構成

えば図-4.2のようなやり方が考えられる。さらに自然条件およびマスタープランを加味して計画者の用途地域指定の素案が作成される。このように、マニュアルに作成された素案においては、 m^k の可能性は大幅に削減されるが、なお各ゾーンは1～数種の異なる用途地域に指定される可能性をもっている。

(2) 計算機内における代替案作成システム

ある地域に対する用途地域指定代替案の体系は、各ゾーンをノード、そのゾーンの用途指定案をノードからのびる枝に対応させると一つのトリーとして表現することができる。一例を図-4.3に示す。ノード番号はゾーン番号に対応し、枝に付された番号はその枝の出たゾーンの用途地域指定を示す変数で、立地制限の強い用途地域から順に1,2,...の数値が割りあてられている。この例では、ゾーン1については、1,2の2種類の用途地域指定の可能性があり、ゾーン2については、ただ1つのタイプの用途地域のみしか考慮されず、ゾーン3については、2,3の2種類の用途地域指定が考えられ、ゾーン4については、1,2,3の総ての種類の用途地域指定の可能性のあることが示されている。よって、この場合検討されるべき代替案の総数は $2 \times 1 \times 2 \times 3 = 12$ あることになる。

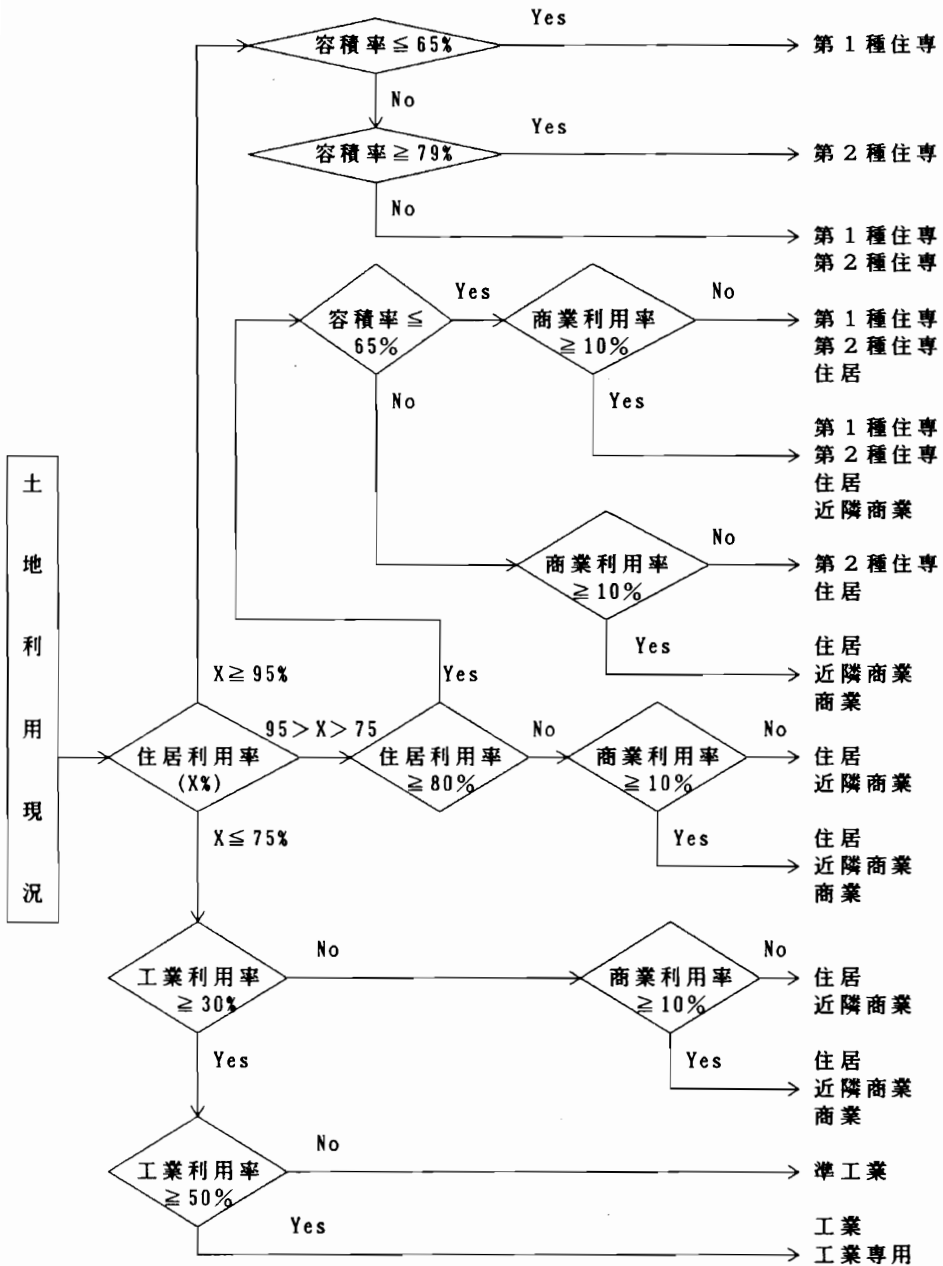


図-4.2 用途地域選別のフロー

計画者の作成した用途地域指定素案を入力すれば、システムは次の2つのチェックを行い、検討する必要のない代替案を除去し、通過した代替案（用途地域指定の組合せ）のみを次の土地利用予測システムに送り出す。

① 隣接ゾーンチェック

異種用途間の好ましくない隣接を除去する。性質を異にする用途地域が境界を接することは環境上好ましいことではないので、このような案を除去しようとするためのものである。たとえば第1種住居専用地域と商、工業地域が隣接する案は代替案からはずされる。

② 立地可能性チェック

すでに他の代替案により、ある将来土地利用が予測されているとき、同じ結果を帰結すると思われる他の代替案をこれから作成する代替案の中から除去するものである。いまあるゾーンに着目するときこのゾーンにおいて検討すべき用途地域指定案が2つあるとしよう。この2つの用途地域のうち、第1の指定を行うと商業施設の立地が可能で、第2の指定では不可能である場合を考えよう。このとき、そのゾーンについて商業施設立地を認める用途地域指定がされた代替案の土地利用予測を行った結果、このゾーンへの商業施設立地はおこらなかったとしよう。このような場合、もし他ゾーンの指定はそのまま、そのゾーンの指定を変えたとしてもやはり予測される土地利用については同じ結果が得られよう。ここで行う立地可能性チェックはこのような代替案の一方を除去していくことで、土地利用予測を省略できる代替案の集約が可能となる。

このようにして、先にマニュアルで作成された代替案の総数はさらに削減されることになる。計算機内における代替案選択の全体の手順は図-4. 3のトリ-探索として行われる。ゾーン

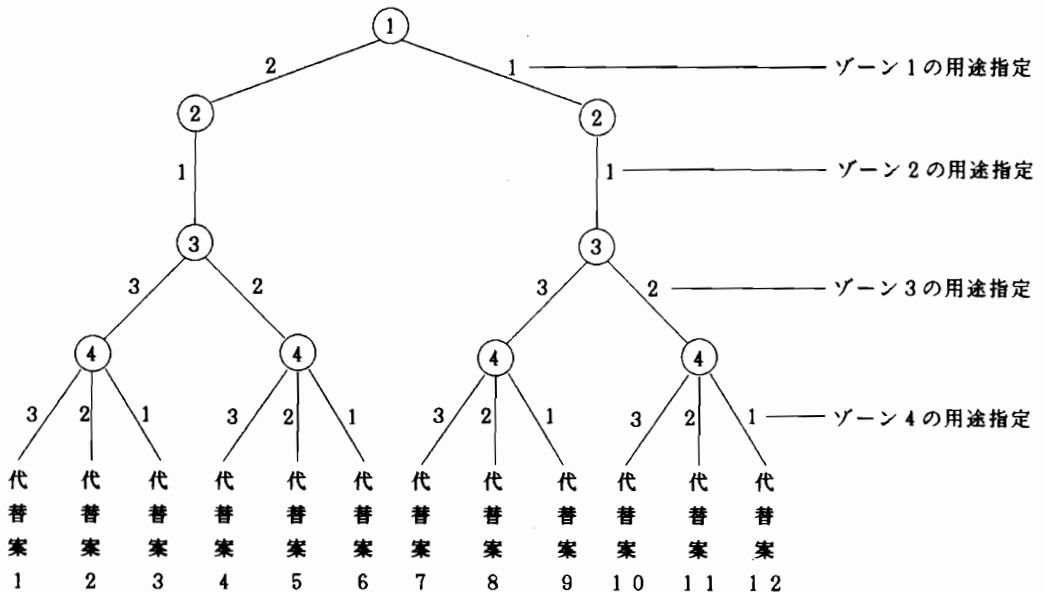


図-4. 3 用途指定代替案のトリ-

1 に始まり、指定 2 を選んでゾーン 2 に移り、以下同様にしてまず代替案 1 が選択される。ところで、もしゾーン 2 と 3 が隣接し、用途地域指定 1 と 3 の隣接が許されないとすれば、ゾーン 3 において指定 3 を選んだ段階で隣接チェックを受け、それから先の分岐は不要であることを発見し、ゾーン 3、すなわちノード 3 に戻って改めて指定 2 が選択されることになる。このとき、代替案のうち { 1, 2, 3, 7, 8, 9 } が削除される。次にもし代替案 4 でゾーン 4 への用途のより強い制限をした場合その影響を受ける施設の立地が起こらなかったとすれば、代替案 4 の土地利用評価が行われたあとの立地可能性チェックにより、5, 6 の代替案はこの代替案 4 に集約されることになる。

ひとつの代替案について、土地利用予測、評価が行われれば、トリーの最も近い分岐ノードに戻り次の代替案について調べる（図 - 4. 4）。このようにして検討すべき代替案のすべてを尽して、予測と評価を行う。

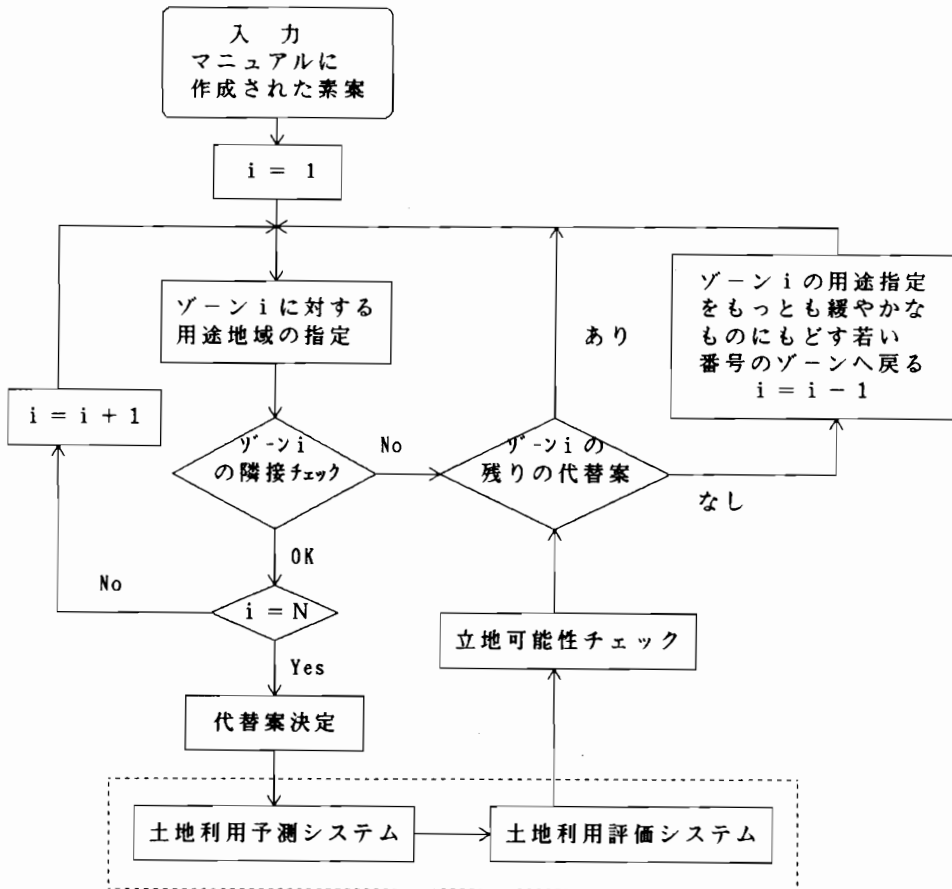


図 - 4. 4 代替案作成システム

4-3-3 土地利用予測システム

土地利用予測システムは選出された用途地域指定案のもとで、個人および企業の経済行動がとられるとき、将来いかなる土地利用が実現するかを予測するものである。現実における土地市場は、住、商、工の自由競争によりその配分が決定している。ここでは、とりあえず、主として、商業施設の行動をとり扱うものとし、図-4.5に示すフローによりその将来土地利用の予測を行うものとした。この土地利用予測システムのフローの中で、外部モデルとは本モデルより一段マクロなモデルを指し、土地供給算定に必要な将来人口およびそれに伴う土地需要量の増加等の値は、これらのモデルより与えられるものとする。

(1) 土地の供給

土地市場に供給される土地面積は、新たに宅地転用される面積と建物の寿命などによる建て換え、移転が行われる面積の和とする。新規宅地転用面積は、人口増加に伴う住宅需要の増大などにより決定されるものとする。建築物の建て換えは一定の年率で行われるものと仮定

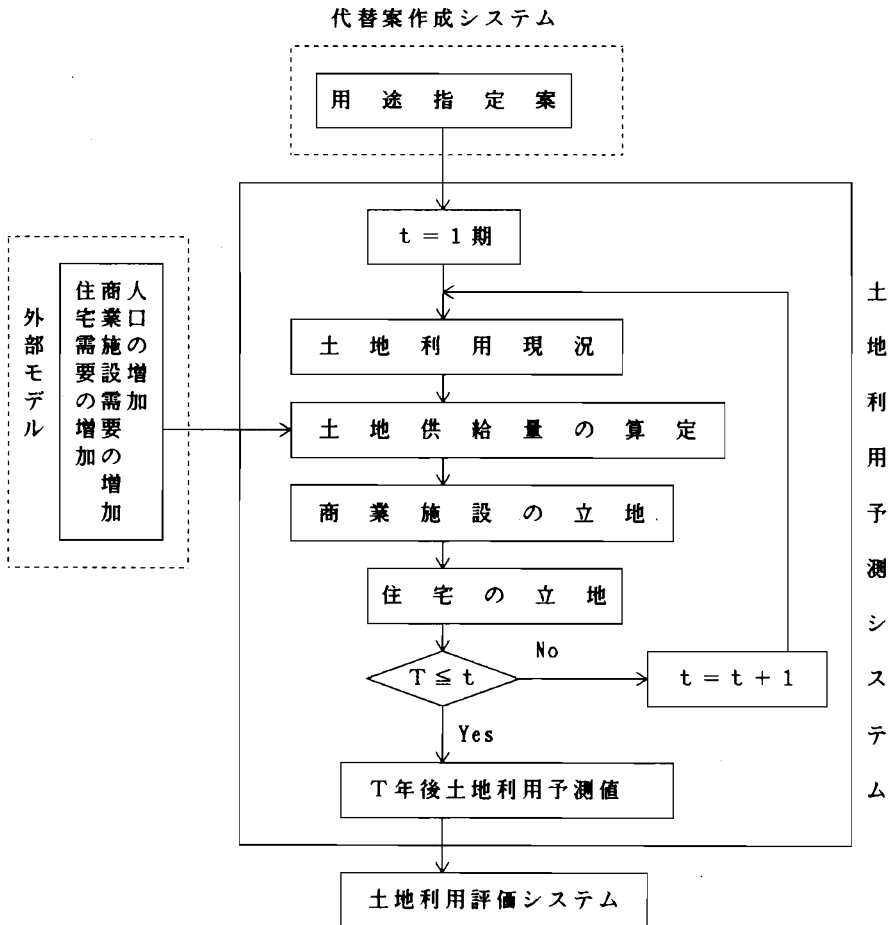


図-4.5 土地利用予測システムフロー

するが、住宅については、各ゾーンの商業施設のもたらす外部不経済に比例して立退く部分を考える。

①住宅の建て換え

住宅の建て換え量は、商業施設の外部不経済に比例する。外部不経済は、商業施設面積のゾーン総面積に対する割合の2乗に比例するものと仮定する。この割合の*i*ゾーンにおける値を R_{ki} で表すと、次のようになる。

$$R_{ki} = \frac{A_{ki}}{\sum_{j=1}^K A_{ji}} \quad (k=2, \dots, K, i=1, \dots, N)$$

ここに、 A_{ki} : *i*ゾーンにおける建物用途*k*の面積、 $k=1$ が住宅施設である。

K : 建物用途の分類総数

住宅の建て換えは単に建物寿命によっても行われる。この建て換え率を C_{10} とすると、総建て換え量は XD_{1i} は、

$$XD_{1i} = A_{1i} \cdot (C_{10} + \sum_{j=2}^K C_{1j} \cdot R_{ji}^2)$$

ここに、 C_{1j} : *j*建物用途の建て換え率

で求められる。

②商業施設の建て換え

商業施設の建て換えは寿命に基づくもののみ考え、この建て換え率を C_2 とすると XD_{ki} は、

$$XD_{ki} = A_{ki} \cdot C_2 \quad (k=2, \dots, KB, i=1, \dots, N)$$

ここに、 KB : 商業用建物用途の番号の末尾のナンバー

として求められる。

(2) 商業施設立地

商業施設の立地指標は商学上最も一般的に行われるところにしたがって、売場効率によるものとし、これをいわゆるハフモデルを用いて算定することにする。

①売場効率の算定

ハフモデルによると、ゾーン*i*に居住する消費者のゾーン*j*、*k*業種の商業施設に対する期待買物率 P_{kij} は、

$$P_{kij} = \left(\frac{S_{kj}}{D_{ij}} \right) / \left(\sum_{j=1}^n \frac{S_{kj}}{D_{ij}} \right)$$

である。

ここに、 S_{kj} : ゾーン*j*、業種*k*の商業施設売場面積、

D_{ij} : ゾーン*ij*間距離、

β_k : *k*業種の規模メリットパラメーター、

λ_k : *k*業種の距離の影響係数、

n : 消費者にとって代替可能な買物施設が存在するゾーン数。

またゾーン*i*におけるゾーン*j*の*k*業種商業施設を利用する総需要世帯数 N_{kij} 、および商業施設で消費される総需要金額 U_{kij} は、

$$N_{kij} = F_i \cdot P_{kij}$$

$$U_{kij} = N_{kij} \cdot E_{ki}$$

F_i : ゾーン*i*に居住する消費世帯数

E_{ki} : ゾーン*i*に居住する消費者世帯の*k*業種に対する世帯あたり消費者支出額である。したがって、ゾーン*j*における*k*業種商業施設の売場効率 SE_{kj} は、

$$SE_{kj} = \frac{\sum_{i=1}^n (U_{kij} / S_{kj})}{S_{kj}}$$

として求めることができる。

②立地選択

商業施設の立地は、立地可能な各ゾーンに立地したとすると得られるであろう売場効率の最大となるゾーンへ立地するものとする。シミュレーションは*k*業種単位施設あたり売場面積を既存売場面積に加えては、売場効率の算定を行う。ただし、立地に際しては次の4つの制約を受けるものとする。

- (i)用途地域制約 そのゾーンの用途地域が許容しない用途地域は立地できない。
- (ii)売場効率制約, 経営採算の不適当に低い売場効率では立地しない。
- (iii)業種別立地可能面積制約 それぞれの施設需要量を上回らないための制約である。
- (iv)ゾーン別立地可能量制約 ゾーン別立地可能量を超える立地を制限する。

(3)住宅の立地

住宅の立地は商業施設の立地が終了後、次のLP問題を解くことにより各ゾーンへの配分を決定する。

①目的関数

住宅全体として、建築コスト、トラベルコスト、商業施設から受ける外部不経済が最小となるよう立地する。

②制約条件式

制約条件式として、(i)住宅の総建設量制約、(ii)ゾーン面積制約、(iii)非負条件の3つを考える。

4-3-4 土地利用評価システム

土地利用評価システムは、土地利用予測システムにより与えられる将来土地利用に対して、その評価を行うものである。土地利用の評価についてはいろいろ議論のあるところであるが、われわれは、ここでは次のような評価モデルを作成した。

ある地域に居住する住民は、都市施設による便益と、各種の土地利用によってもたらされる外部不経済、不経済をうけており、これらを環境の質として認識しているであろう。土地利用の評価は、住民の居住環境評価によるものとし、具体的には神戸市企画局の行ったアンケート調査結果⁷⁾を尺度に用い、回帰分析の手法により地域環境に対する住民の5段階評価を地域の土

土地利用要因で説明する評価関数を設定する。なお住民の環境評価以外に地域の効率性を表す尺度として、地域全体の総トリップ長をも考慮する。

(1) 住宅の評価

住宅は周辺住宅の持つ静けさ、住宅地としてのイメージ形成という、有形無形の外部経済を受けている。これを当該ゾーンの全土地利用に対する住宅地としての純化の度合で表わす。純化の度合に対する評価と考えられるアンケートがなかったことより、ロジスティック曲線を評価関数として仮定し、 $1 \leq STSFY_1 \leq 5$ 、純化度70% ($X_1=1.9$)で中間点となるよう定数部分を求めた。純化の度合 X_1 は、そのゾーンの総建物床面積に対する住居施設比と考え、その評価関数を設定した(図-4.6)。

$$STSFY_1 = \frac{4}{1 + 1210e^{-10X_1}} + 1$$

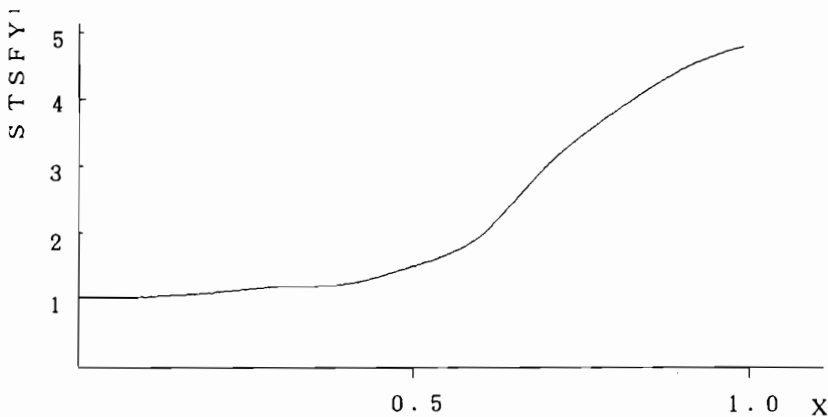


図-4.6 住宅の外部経済評価関数

(2) 商業の評価

地域の住民は周辺に立地する商業施設から買物の利便という外部経済を受けている。また逆に、騒音、視覚的な環境悪化などの外部不経済も受ける。後者については騒音評価としてまとめて扱うこととし、ここでは買い物の利便性に対する評価関数を求めた。評価関数決定に用いたアンケート項目は「日常買い物の便利さ」である。当該ゾーンの総建物床面積に対する日常買物を対象とする商業床面積の比 X_{21} と隣接各ゾーンにおける比の相加平均 X_{22} を用いて、次のように評価関数を設定する(図-4.7)。

$$STSFY_2 = 3.669 (X_{21} + 0.43 X_{22})^{0.1365} + 1 \quad r=0.622$$

(3) 工業の評価

工場から出る騒音、悪臭、振動、防災上の危険性等、地域住民に及ぼす工業の外部不経済は顕著である。評価式は騒音と悪臭を取り上げて定式化する。当該ゾーンの総床面積に対する工

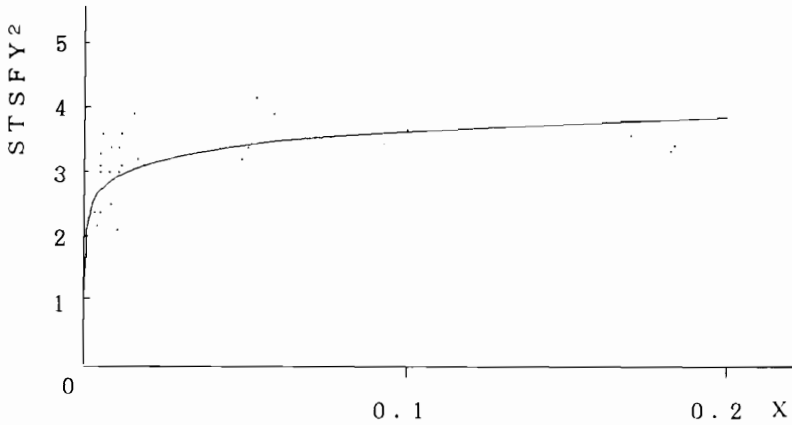


図-4.7 商業の外部経済評価関数

業施設床面積の比を距離の2乗で除した値 X_{31} 、隣接ゾーンの平均値 X_{32} を用いて、ロジスティック型評価関数を想定し、工業の外部不経済を次のように評価する(図-4.8)。

$$STSFY_3 = 5 - \frac{4}{1 + 2.44e^{-7.83 \times 10^{-4}(X_{31} + 11.8X_{32})}} \quad r=0.799$$

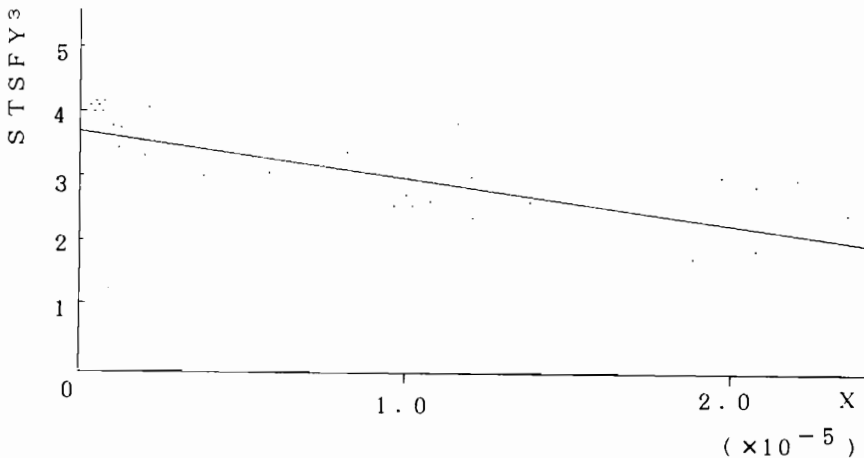


図-4.8 工業の外部不経済評価関数

(4) 騒音の評価

都市騒音が住環境に及ぼす影響は大きい。市街地の騒音の発生源は、工場の機械音、商業施設のざわめき音、および自動車騒音がその主なものである。そこでこれらを説明変数として、騒音エネルギー E (W/m^2) を次の式により推定する。

$$E = -1.66 \times 10^5 + 4.68 \times 10^6 y_1 + 3.86 \times 10^6 y_2 + 4.52 \times 10^3 y_3$$

ここに y_1 は商業施設床面積の総床面積に対する比、 y_2 は工業施設床面積の総床面積に対す

る比、 y_3 は時間あたり交通量で、神戸市環境局の市街地環境騒音調査の結果⁹⁾を用いて、次式により推定したものである。

$$y_3 = C \cdot (TOTALI + TOTALJ) \cdot RUSE \cdot PH / SL + ROUTE$$

ここに、TOTALI = ゾーン発生量

TOTALJ = ゾーン集中量

C = 自動車トリップ数を交通量に変換する係数

RUSE = 総トリップ数に対する自動車トリップの割合

PH = 日交通量に対するピーク時の時間交通量の割合

SL = ゾーン面積

ROUTE = ゾーンの幹線道路の時間交通量

騒音に対する評価関数はこの予測式で与えられる騒音エネルギーをデシベル変換して ($X_4 = 10 \log E$) ロジスティック型の説明関数とし、「静かさ」に対するアンケート結果により次式を決定した (図-4.9)。

$$STSFY_4 = 5 - \frac{4}{1 + 2.59 \times 10^2 e^{-0.1 X_4}} \quad r=0.675$$

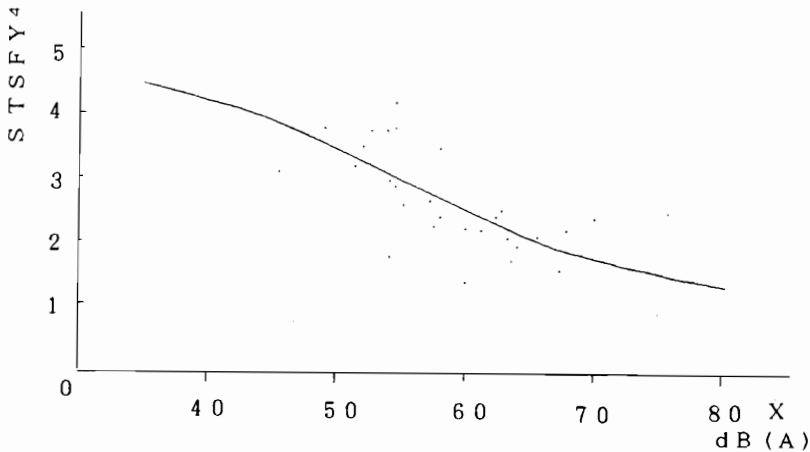


図-4.9 騒音の評価関数

(5) 交通利便性の評価

都市に居住する人にとって、その移動性も大きな判断基準である。アンケート項目「電車、バスの停留所への近さ」を用いて、地域の交通の利便を最寄りの駅までの距離 X_{51} とバス停の数 X_{52} を説明変数として次式のような評価式設定をした。

$$STSFY_5 = 2.72 + 3.94 \times 10^3 / X_{51}^{1.7} + 0.2 X_{52} \quad r=0.737$$

(6) 計画区域内総トリップ長

ここでは、土地利用変化が交通に及ぼす影響について考えた。土地利用が変化すれば、従業地、住宅地の土地の地区配分が変わるから、当然交通流、トリップ長も変わることになる。

ここではとりあえず総トリップ長の評価の尺度として取り入れる。

総トリップ長の算定は、各ゾーンごとの発生、集中量を算定し、区域外流入出を考慮した上で、グラビティモデルにより分布交通量を推定し、これに対してフレイター法による修正を行った。これにより得られた分布交通量にそれぞれの区間距離を集じその和を総トリップ長と考えた。これをTRIPと表す。

(7) 総合評価

上記評価関数を用いて行なった地域の評価に重みづけWを施すことによりその土地利用の総合評価とする。jゾーン住宅面積を A_{1j} とすると、総合評価式ESTは

$$EST = \sum_{i=1}^5 W_i \left\{ \sum_{j=1}^N STSFY_{ij} A_{1j} \right\} - W_0 \cdot TRIP \quad r=0.737$$

で表わされる。ここに W_i は重み係数である。このESTの最大値を与える土地利用を出現させる代替案が最適用途地域指定案となる。

4-3-5 システム利用によるケーススタディと考察

計画区域として神戸市灘区をとりあげ、モデルテストを行なった。

(1) ゾーニング

シミュレーションを行うにあたり、対象地域を適当な大きさに分割する必要がある。ここでは、細分化されたゾーンが均質でほぼ同一の大きさを有するという配慮のもとに、町丁目別区分を中心に、48のゾーンに分割を行った。ここでは、工業地域、工業専用地域、六甲山および摩耶山を含む地区は除外している。

(2) 用途地域の設定、業種分類

わが国で実際に行なわれている用途地域は8種類であるが、モデルのテストが目的であるので、これを4種類に集約した。すなわち、住1、住2、商1、商2の4地域でこれはおおよそ現行の、第1種住宅専用、第2種住宅専用、住居と隣接商業、商業ほかにそれぞれ対応するものである。また、土地利用予測システムにおいて立地行動をとる業種を表-4.1のように分類した。またこれにより、それぞれの業種と用途地域の立地制限の関係を表-4.2に示す。ここで対象外とされた施設のうち、評価システムで必要なものの分類を次のように行った。すなわち5業種は旅館、ホテル、6業種は事務所、銀行、7業種は工場である。

(3) 基礎資料

モデルテストに用いる基礎データは神戸市統計書⁹⁾、および土地現況集計解析 KOBEL '70¹⁰⁾を用いた。この他では、ハフ・モデルの利用にあたって用いた業種別単位敷地面積は、商業施設の平均床面積の $1/5 \sim 1/3$ とし、 $AU_2 = 30m^2$ 、 $AU_3 = 30m^2$ 、 $AU_4 = 100m^2$ を用いた。また、各ゾーン間の距離は、それぞれのゾーン中心からの空間距離を測定し利用した。距離抵抗パラメータ λ_i は、ポート・アイランド商業系施設の業種別売り場面積の算定に関する調査報告書¹¹⁾、および神戸市都市圏における消費者行動の現状と将来¹²⁾の資料をもとに回帰分析を行い、これを参考にして決定した。 $\lambda_2 = 1.6$ 、 $\lambda_3 = 1.4$ 、 $\lambda_4 = 1.2$ を用い

表-4.1 対象業種分類

業種 業種区分	対象業種	主な対象外業種
1	住宅, 共同住宅, 寄宿舍, 下宿, 一定規模以下の併用住宅	学校, 図書館, 郵便局 神社, 寺院, 教会
2	店舗, 百貨店, 市場	病院, 事務所, 銀行
3	麻雀屋, パチンコ店, 射的場 ボーリング場	ホテル, モーター, 旅館
4	劇場, 映画館, 観覧場, 料亭, トルコ風呂 バー, キャバレー, ダンスホール	

表-4.2 業種の立地制限

用途 業種	住 1	住 2	商 1	商 2
1	○	○	○	○
2		○	○	○
3			○	○
4				○

○は立地可

た. 規模メリットパラメータ β_1 も距離抵抗パラメータと同時に決定したもので, $\beta_2 = 1.0$, $\beta_3 = 1.0$, $\beta_4 = 1.1$ とした.

(4) 適用結果

モデルテストを行った結果を次に述べる.

代替案作成システムの入力となる段階での用途指定素案は, $1^{32} \times 2^{12} \times 3^4 = 331776$ 通りであった. このうち隣接ゾーンチェックにより, 代替案総数は, $2^5 \times 3^4 = 2592$ 通りに減少した. 最終的な立地制限チェックののち実際にシミュレーションが行われた代替案総数は実に $2^2 = 4$ 案となり, 容易に評価システムを通して最適案を決定することが出来た. この指定案と現行の用途地域指定との相違の1つは商業系指定に少しシフトした傾向が見られたことである. また, このシステムを適用する計画区域の経済活動が隣接地域にも依存しているような場合には, これを考慮すべきことは言うまでもない.

(5) 考察

代替案作成システム、土地利用予測システム、土地利用評価システムの3つのサブシステムからなる、用途地域指定における土地利用シミュレーションを核とした、用途地域計画支援システムを開発した。従来の現況主義的方法、地理学的方法、数理計画的方法のいずれとも異なり、企業、住宅の立地の自由を前提とし、これを用途地域指定によってコントロールするという現行行政の体制が明示的にとり入れられたシステムとなっている。しかし、用途地域指定作業の単位としては、ゾーンが大きすぎることや、逆にそのような小区画での土地利用予測モデルの不安定さ等、実用システムとするには残された課題もあり、現段階では計画作業における1つの情報を提示する範囲にとどまらざるを得ないが、合理的用途地域指定システムのあるべき方向を示すことができたと考える。

4-4 現行の策定作業支援を目的とした計画支援システムの開発⁽¹³⁾⁻⁽¹⁵⁾

4-4-1 支援システムの設計方針

支援システムはプランナーの計画策定作業を効率化し、計画プロセスで行う分析作業の有効な道具を提供することを目的とする。そのため、意志決定を助けるための基礎となる情報を様々な形で加工・提供し、その判断はプランナー自身に委ねるマン・マシンシステムとして設計する。システムの利用により、用途地域見直しにかかわる経験的知識の蓄積、十分な分析に基づく科学的な計画立案、作業のスピードアップ、また多大な時間と労力を費やす作業の軽減を目的とする。一方多くの住民団体との対応、調整も多くなっており、システムは実際の数値を基に視覚に訴える情報提供形態をとる。これにより計画策定の判断過程の提示、合意形成の道具としても期待できる。そこで、まず現行の用途地域見直し作業がどのように行われているか分析し、それぞれの作業プロセスへの支援の方法について検討を加える。

4-4-2 用途地域見直しプロセスと支援システム⁽¹⁶⁾⁻⁽²¹⁾

(1) 用途地域見直し作業の目的と視点

ほぼ5年ごとに行なわれる用途地域指定見直し作業の目的は、その間における上位計画や都市計画事業の進行、土地利用の変化、住民からの要望等に対応して、指定用途を見直し、適切で整合性、実効性のある用途地域指定とすることにある。作業は土地利用計画も含めて上位計画に描く将来の姿に逆行する指定となっていないか、再開発等の都市計画事業の進行に対応がとれているか、現況土地利用と乖離した指定となっていないか、といった視点で行われる。そして、目標とする土地利用に対し規制誘導効果が期待できるか、不適格建築物は多くないか、隣接ゾーン用途との整合性は良いか、規制緩和により秩序を乱す開発（ペンシルビルの出現、商業施設の乱立等）を誘発しないかといった事柄について検討した上で見直し素案が出来上がることとなる。図-4.10に一般に行なわれている見直し手順をもとに、支援システム導入を想定して加筆修正したフローを示す。図中の土地利用計画は、土地利用変化にともなう修正の範囲と考える。用途別床需要の最適配分等将来のあるべき姿を描く土地利用計画立案の支援は本システムでは考慮しない。以下それぞれのプロセスにおいてどのような支援が可能か、また有

効かを検討して行く。

(2) 現況・動向分析プロセス

現況・動向分析は現在の土地利用の状況および動向の把握を行うための作業で、これをもとに上位計画や政策的課題を考慮して見直しの方針、規制・誘導計画また土地利用現況のまとめとも言うべき地区類型化のための基礎データを得る。そのためには、用途別延床面積、不適格建築延床面積といった地域の状況を把握するための指標を加工・生成し、その指標あるいは複数の指標間の状況の地図化、土地利用動向の表示ができれば有効である。これまで数種の限られた指標の地図化により現況把握を行っていたことを考えると、これだけで十分計画精度を高めることが期待できるが、さらにこれらの結果が、任意の条件を満たす地域（たとえば第1種住専の地域）について得られれば一層深い分析が可能となる。

(3) 地区類型化、土地利用計画検討プロセス

土地利用現況をまとめ土地利用計画の修正が必要かどうかの検討を行なうためには、地区類型化の作業が不可欠である。地区類型化はこれまで住・商・工3用途別延床面積を軸とする三

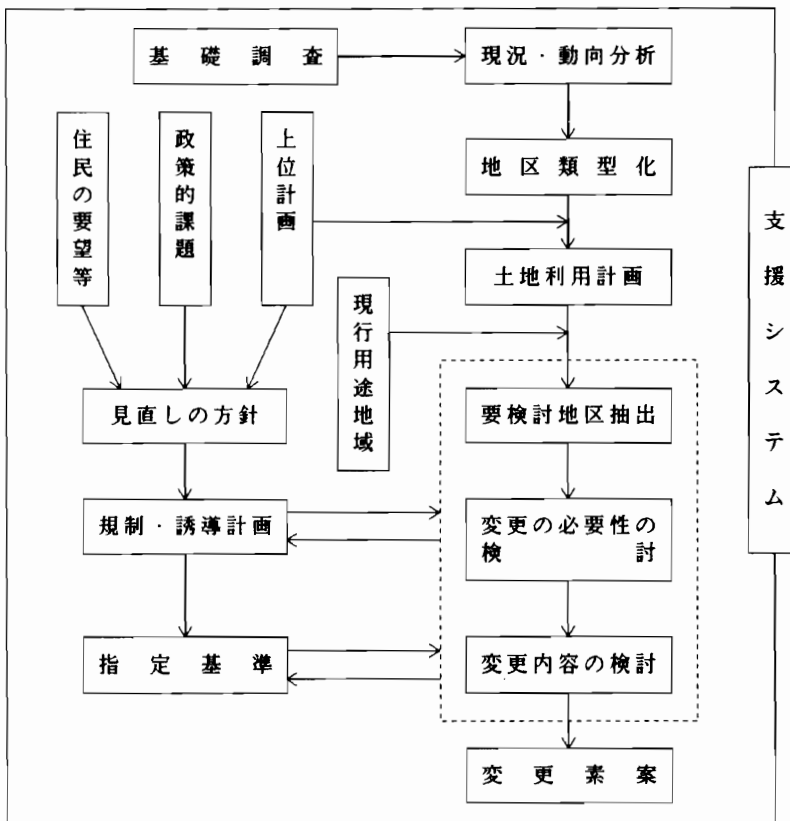


図-4. 10 用途地域見直しフロー

角座標により非常に粗い区分のみによる平面的土地利用構成を基にして行わざるを得なかった。たとえば第1種住専の指定候補地となる戸建て良好住宅地区を抽出しようとする、戸建てや宅地面積といった情報も付加する必要があるが、手作業ベースではこのような多元的情報を付加して類型化を行うことは非常に労力を要し完全には行えていない。支援システムにおいて三角座標をベースに複数の条件抽出による地区類型化が可能となれば有効である。

(4) 整合性検討、要検討地区抽出プロセス

土地利用現況および土地利用計画と現行用途地域との整合をチェックし検討を要する地区の抽出、指定替えの必要性を検討する。たとえば、戸建て良好住宅地なのに、住居地域指定となっていたり、中高層住宅地なのに第一種住居専用地域指定となっている等の地域を抽出し、そのような不整合の原因を調べる。このような作業は支援システムに条件抽出機能を持たせれば、容易に行うことができる。

(5) 指定基準設定・適用プロセス

上位計画を受けて見直しの方針をたて、これに沿って用途地域の選定基準、建ぺい率、容積率等、用途地域指定のための技術的な基準を検討し具体的な指定基準を作成する。指定の変更案は課題の検討等の結果と、この基準のチェックを経て作成される。また住民に対し指定の一貫性を保証するために指定基準を全地域に適用し用途地域を選定、これと現行用途との整合性の確認もしておくことが望ましい。指定基準は、たとえば第一種住居専用地域は「建築物の床面積90%以上が住宅で占められていて、かつそのうち独立住宅の割合が80%以上の地区」といった形で定められるが、この80%とか90%といった基準値は始めから一意に決められるものではなく、全域への適用結果に応じて、修正される。システムではこのような設定及び基準の適用、容易なフィードバックの支援が期待される。

(6) 変更内容の検討プロセス

用途地域指定案の良否は、大きくその指定案の土地利用計画実現に対する有効性と土地権利者に対する制限の公平性の2点で判断される。支援システムではこれらに対し有効な情報を提供できる必要がある。まず前者に対しては着目地区における検討用途指定下における将来の土地利用見通しを、後者に対しては指定基準の明確化と、迅速なフィードバックを可能にすることによる十分な変更内容の検討により対処する。

これらの各プロセスでコンピュータを活用することにより従来の先例主義的な立案、プランナーの経験と勘に大きく依存する形から、少しでも実際のデータをもとにした根拠のある指定作業を行っていくことが可能となる。またこれらの作業は試行錯誤を必要とすることが多く、コンピュータを利用することで、より分析の密度を高め、科学的計画立案へと導くことが期待できる。一方、見直しプロセスを明確にすることで計画のあいまいさを排除でき、住民との合意形成の道具としても期待できる。

(7) 指定基準について^{22)・23)}

指定基準は用途地域指定における考え方を示し、指定の恣意性を排除するために、また作業における目安として重要な役割を果たすものである。支援システムの導入においてもその果たす役割は基本的には変わらない。そこでこれまで、県や市において定められた指定基準につい

て概要を述べる。

①計画の基本となる考え方

用途地域は、都市施設並びに地理的条件を基本とする。さらに土地利用の現況および動向並びに具体的な事業計画を勘案して、住宅地においては住居環境の整備を、工業地においては生産、流通活動の円滑化を、商業地においては販売、娯楽活動の促進を計ることを指定の目標として検討している。

既成市街地における用途地域は、地域の環境の保護を最大の目的として定める。従って既に土地利用が専用化されている区域、または今後専用化を図るべき区域については、原則として専用地域を、その他の地域については、地域の環境が主として住宅地、商業地、工業地へ指向する地域に、それぞれ住居地域、近隣商業地域、準工業地域（または工業地域）を定める。

将来市街地における用途地域は、将来のあるべき土地利用の姿の実現を図るため原則として専用地域を定め、地域の環境の育成をはかる。また、土地区画整理事業及び工業用地等計画的に開発される区域については、開発計画に基づき原則として専用地域を指定するよう定めている。

容積率は、将来必要と考えられる建物の床面積、都市施設の整備状況および環境保全を勘案するとともに、将来のあるべき土地利用の姿を指向して定めている。

②選定基準

ア) 第一種住居専用地域

- ・環境良好な一戸建住宅を主体として、低層住宅地としてその環境を保護すべき区域とし、住居比率はおおむね90%以上を目安とする。
- ・土地区画整理事業その他の市街地開発事業等により、一戸建てを主体とする低層低密度住宅地として開発する地域。
- ・商業地域、工業地域、工業専用地域、或は幹線道路に接して定めないこと。ただし地形、地物で明確に区分できる場合など、環境の保全が可能な場合にはこの限りではない。
- ・地域の規模はある程度以上（おおむね20ha以上）とし、地域の形状は路線的または不整形な形とならないようにする。

イ) 第二種住居専用地域

- ・中高層住宅を含む一般住宅地で不適格建築物のあまり混在しない区域、あるいは移行が予想される区域。またはこの様な住宅地で今後工場または特殊商業の混入防止を計るべき区域。
- ・商業地域、工業地域、工業専用地域に接して定めないこと。ただし地形、地物で明確に区分できる場合など、環境の保全が可能な場合にはこの限りではない。
- ・地域の規模はある程度以上であること。
- ・幹線道路に沿って路線状に定める場合には、原則として道路端より幅員約25mを基準として明確な地形、地物で区分すること。

ウ) 住居地域

- ・用途混在をある程度許容しつつ、主として住居の環境を保護すべき区域。

- ・かなりの用途混在があるが、今後積極的に住宅地として整備する区域、或は、住宅地に移行する傾向のある区域。
- ・官公署、銀行、病院、商店、研究所等の混在する区域で、主として住宅地の環境を保全する区域。
- ・商業地域、工業地域、工業専用地域に接して定めないこと。ただし、地形、地物で明確に区分できる場合は、この限りではない。
- ・地域の規模はある程度以上であること。
- ・幹線道路に沿って路線状に定める場合には、原則として道路端より幅員約25mを基準として明確な地形、地物で区分すること。

エ) 近隣商業地域

- ・日常購買施設の集積した区域。
- ・比較的乗車人員の少ない鉄道駅周辺で商業施設が集積している区域。
- ・第一種住居専用地域に隣接して定める場合には、地形、地物で明確に地域区分すること。
- ・地域の規模はある程度以上であること

オ) 商業地域

- ・都心部、副都心部。
- ・広域な商圈をもつ商業業務地。
- ・近隣商業地域に許容されない商業施設が多く立地している区域。
- ・乗車人員の多い鉄道駅周辺。
- ・卸売商業団地等、商業的流通業務施設が集中して立地する区域。

カ) 工業専用地域

- ・工業用地あるいは臨界工業地帯の中で工業の用に供する区域。
- ・住宅の立地を防止する必要がある工業地。
- ・区域の境界は、緑地、河川など明確な地形、地物をもって区域区分すること。
- ・地域の規模はある程度以上であること。
- ・地域内において宿舍、店舗等が立地できるよう配慮して計画すること。

キ) 工業地域

- ・比較的規模の大きな工場が集中立地しており、かつ住宅、商業施設が混在している区域。
- ・準工業地域で許容されない工場、または危険物の貯蔵所、もしくは処理場が大部分を占める区域。
- ・区域の境界は、緑地、河川など明確な地形、地物をもって区域区分すること。
- ・地域の規模はある程度以上であること。

ク) 準工業地域

- ・住宅、商業施設等が混在しているが、中小工場が大部分を占めている区域。
- ・流通関連施設が立地しているか、あるいはそれが見込まれる区域。
- ・地場産業の立地する住工混合区域。
- ・区域の境界は、緑地、河川など明確な地形、地物をもって区域区分すること。

- ・地域の規模はある程度以上であること。
- ・将来土地利用の転換または用途の純化を計るべき区域においては、土地利用の現況および動向を勘案し、将来の土地利用の方向に沿って定めること。

4-4-3 支援システムの基本機能

前節で検討した支援機能を実現するためシステムに要求される基本機能として、計画作業の基礎情報となる地域情報や地図情報、計画情報を効率的に蓄積し、統一的に管理し、速やかに提供することの出来るデータベース機能、蓄積されている情報間の自由度の高い演算処理、任意の条件に合致する地域のみを取り出す条件抽出や地域集合間の論理演算を行なう機能、分析結果を理解し易いイメージで出力する地図や図形、グラフ化を行なう作図機能、そして試行錯誤的に、計画者自らが直接システムとの簡単な会話形により必要な情報を随時取り出すための会話機能といった、2章において検討設定した都市計画支援システムの基本機能が必要となる。

4-4-4 支援システムの構成

支援システムは、図-4. 11に示すように地域情報システム、分析・計画システム、分析・計画情報システムの3つのシステムで構成する。地域情報システムは、分析の対象となる土地利用等地域の統計情報のほかに地図化のための地図データおよび地区コード表等補助データを蓄積し、地域情報処理システムを通じて利用する。地域情報処理システムは統計情報のデー

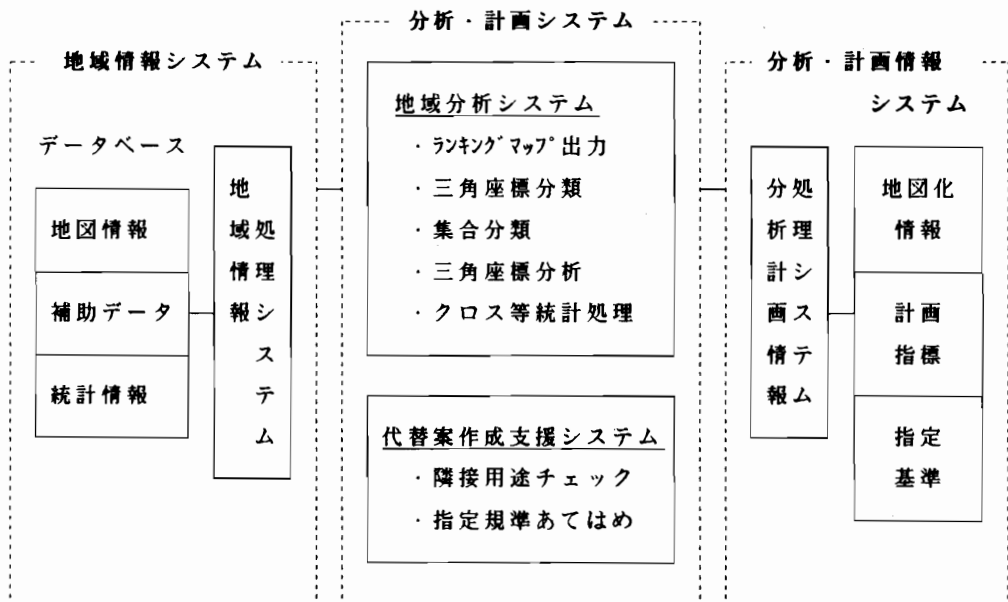


図-4. 11 支援システムの全体構成

データベース化、検索、演算加工機能のほか地図情報処理の機能を持つ。地域情報の分析単位は本システムの神戸市への適用に於ては町丁目単位とし、全てのデータは町丁目目で整理した。町丁界は一般に河川や道路など明確な地物で分けられていることが多く、比較的等質の地域となっている。沿道型指定を除き用途地域界もこの町丁界に沿って引かれていることが多く、計画担当者にも馴染み易いため、メッシュより好ましいと思われる。

分析・計画システムは、支援システムの中心的な役割を持ち、見直し作業を直接支援するための機能を実現する。本サブシステムについては後で詳しく述べる。

分析・計画情報システムは、プランナーが支援システムを使用する際必要な戸建て住宅率、高層住宅地区といった計画指標とその演算のための計算式、条件式や指定基準の情報、使用にしたい蓄積されてくる経験的知識を蓄え、より効率的なシステムの利用を図ろうとするもので、分析・計画システムにおけるランキングマップ等システムと分析・計画情報ファイルとを結び、計画指標や地図出力のために必要な情報の蓄積、参照などを行う。この分析・計画情報システムは、各システムから直接呼び出され参照、蓄積が行われる。また、代替案作成支援システムで設定、利用する指定基準の情報もこのシステムで蓄積、管理する。

4-4-5 分析・計画システム

分析・計画システムは地域分析システムと代替案作成支援システムの2つで構成する。以下に分析の道具となる2つのシステムについて簡単に述べる。

(1) 地域分析システム

地域分析システムは、見直し作業における現況・動向分析、地区類型化、要検討地区抽出を行うためのツールを提供する。そこで基本的な地域情報の加工・演算、グラフ化、地図化、統計分析等機能に加えて、ランキング、三角分類、集合分類によるマップ出力と三角座標分析といった、土地利用の現況把握や課題地区抽出といった地域分析のためのシステム開発を行った。これらの分析システムは、任意の条件に合った地域のみを対象とすることもできる。

① ランキングマップ

ランキングマップは、会話により指示した指標値を任意の階級により区分し、各階級毎に色分けして地図上に出力する。現況把握のための基本ツールである。ランキングは最大値、最小値、標準偏差、任意の区間設定、任意の境界値、全市の最大値、最小値などにより行うことができる。各町丁は、その指標値がどのランクに属するかによって分類され、マップとして表示される。プランナーが着目する指標について順次出力し、現況把握を進めていく。また条件抽出機能により条件に合った町丁群だけを画面上に出力することができる。分析・計画情報システムにより演算式の入力代わりに既に定義してある指標値や地図化情報を用いることも出来る。またランキングマップシステムの機能の概略を図-4. 12に示す。条件検索機能を用いて用途地域が住居地域あるいは準工業地域に指定されている町丁の中で、住宅施設の土地利用状況を調べるために住宅率(住宅施設床面積合計÷全施設床面積合計×100(%))を指標とし地図化した例を図-4. 13に示す。

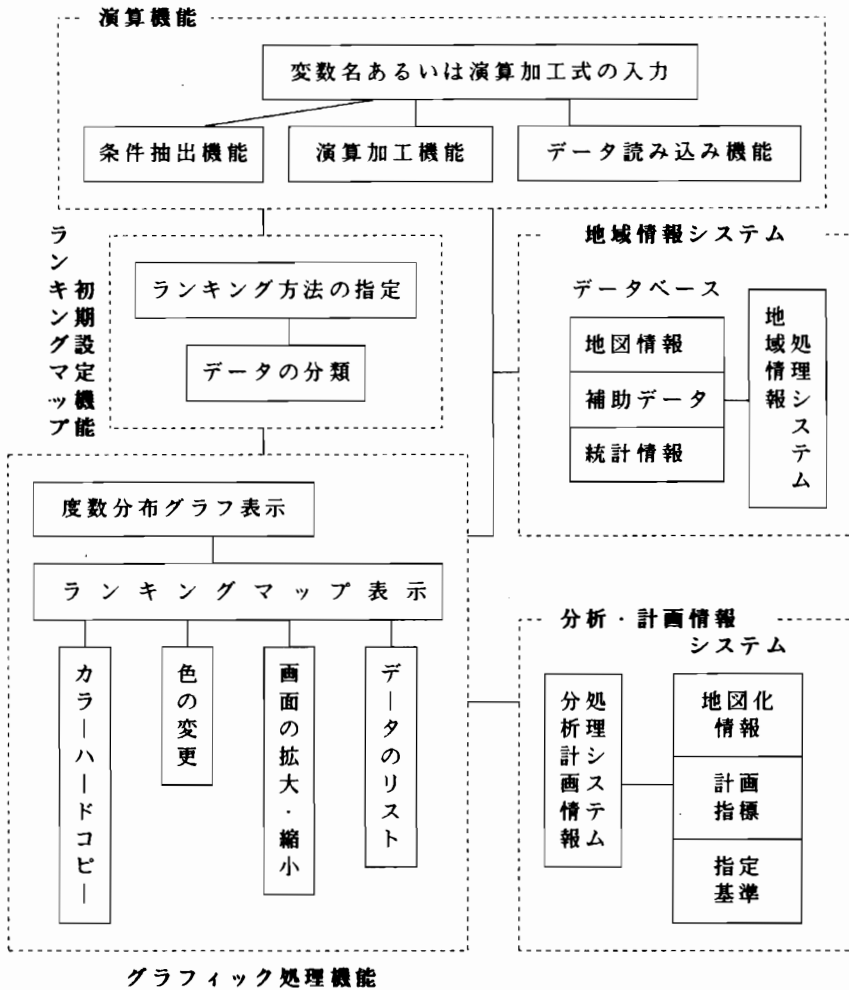


図-4. 12 ランキングマップを使用した作業および処理の流れ

②三角分類マップ

三角分類マップは任意の3変数を軸に持つ三角座標を分割して分類を設定し、各町丁がどの分類に属するかを表示する。従来の作業ではこの三角座標を用いて土地利用の類型化を行っている例も多く、そのための最も基本となる情報を提供する。これにより住商工3施設の利用状況にとどまらず、商業特化地域での、業務、一般商業、特殊商業、住宅地での戸建、マンション、併用住宅の構成といった土地利用構成の分析が可能となり、より詳しい地域の特性把握ができる。三角分類マップ利用における処理フローを図-4. 14に示す。図-4. 15は商業床面積が50%以上の地域について、さらに一般商業、特殊商業、業務の構成比により分類し、商業地の特性を調べようとした例で、三角座標上で区分された色別に地図出力される。



ランキングマップ
[混 区]

変数名

aj2085/aw2085*100 ... 住宅率

aj2085: 住宅施設床面積計

aw2085: 全施設床面積計

最大値 = 100.000

最小値 = 0.000

平均値 = 65.784

条件式 : 1

1:yu0085=3;yu0085=6

用途地域 (yu0085) の限定

3:近隣商業地域

6:準工業地域

< return key >

図-4. 13 ランキングマップ出力例

③ 集合分類マップ

集合分類マップは、任意に設定した3つまでの集合をベン図で表現し、各町丁がどの集合に属するか地図化して表示する。集合は条件式により設定し、住居率が50%以上で、かつ商業率が10%以下の地区の集合といった設定を行う。次に各町丁がどの集合のどの分類に属するかを求め、結果を集合ごとに色分けしてマップとして表示する。これにより着目したい地区の抽出と、その重なり状態を把握することが効率的に行える。三角分類が指標間の構成比により地域を見ようとするのに対して、集合分類では条件の重なりにより区分しようとするものである。システムを利用した処理の流れを図-4. 16に示す。住宅地の特性を住宅率が80%以上、独立住宅率（独立住宅施設床面積合計÷全施設床面積合計×100）が50%以上、200㎡以上の宅地件数率（200㎡以上の宅地件数÷全宅地件数×100）が50%以上の条件で集合を作り独立住宅と宅地規模との関係を調べた例を図-4. 17に示す。

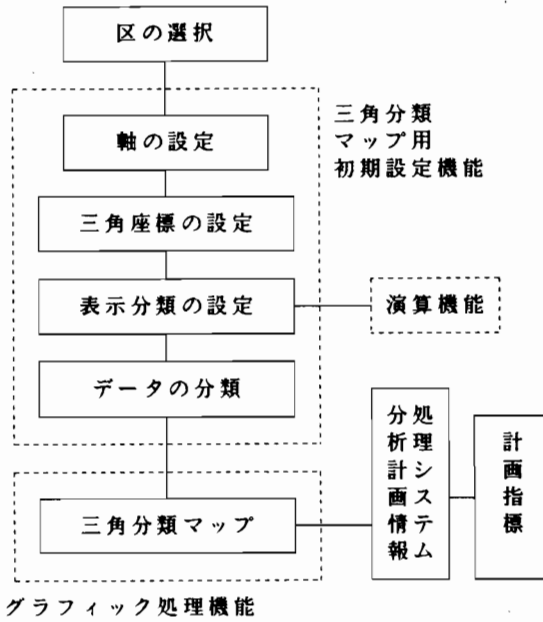


図-4. 14 三角分類マップにおける作業と処理の流れ

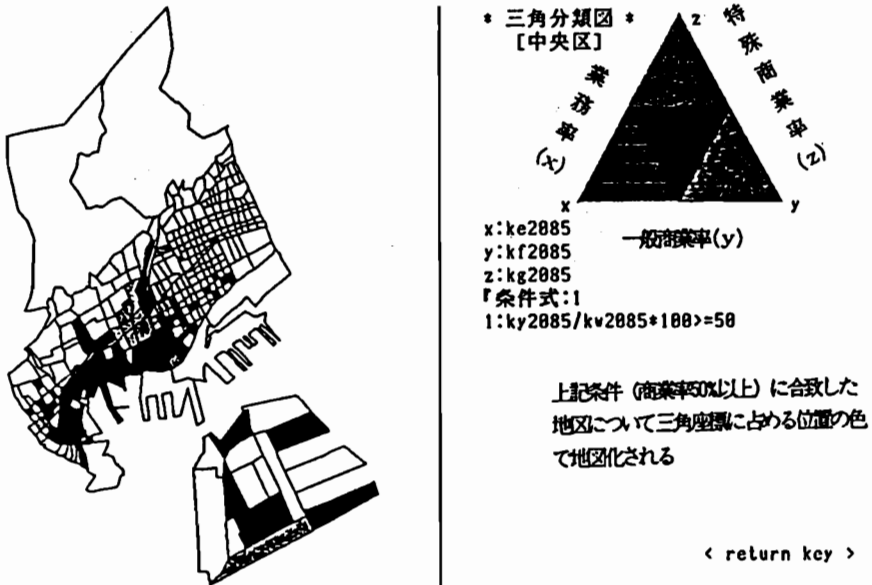


図-4. 15 三角分類出力例

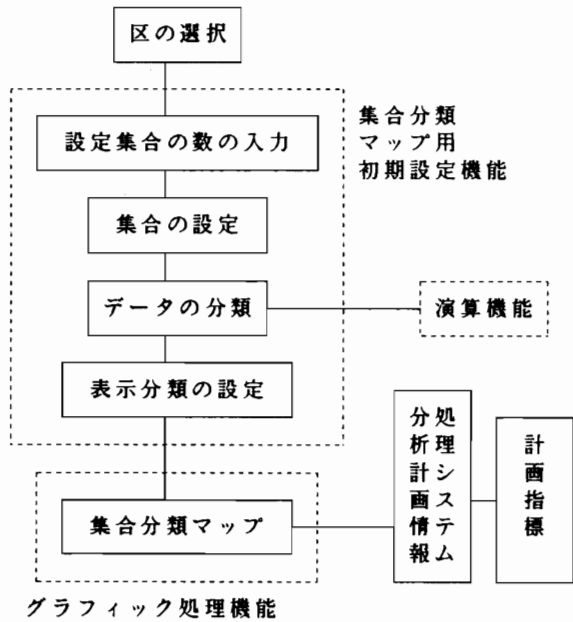


図-4. 16 集合分類における作業の流れと処理の流れ



集合分類マップ 条件1の集合と色の対応
 [東澁区]

右図番号は 条件1かつ3の集合と
 集合番号 色の対応

条件式 条件3の集合と色の対応

1: $kx2085/kv2085*100 >= 80$ 住宅率80%以上
 2: $ka2085/kx2085*100 >= 50$ 独立住宅率50%以上
 3: $(ko1685+ko1785+ko1885+ko1985)/ko1885*100 >= 50$ 200²以上の宅地件数率

上記ペン図の色に対応して
 地図化される

< return key >

図-4. 17 集合分類出力例

④三角座標分析

土地利用の構成や動向分析を主目的とする三角座標分析には、次のような機能を用意している。三角座標分析における処理の流れを図-4. 18に示す。

(i)用途地域別土地利用比率のプロット図

用途地域別の住商工土地利用比率を三角座標上にプロットしたもので、用途地域ごとにおおまかな土地利用の現況を調べたり、住専なのに商業の比率が高いといった問題地区を把握するためのものである。

(ii)任意の軸設定によるプロット図

三角座標軸を任意に設定し、任意の条件を満たす地区についてその三つの変数の三角座標上での分布の状況を見ようとするものである。

(iii)任意の軸設定によるベクトル図

これは、三角座標の軸上での時系列変化をベクトル形式で三角座標上に表現することにより土地利用の動向を見るためのものである。任意の用途地域をはじめいろいろな条件下における土地利用の動向を調べることにより、規制・誘導計画の参考資料としたり、特定の地区の過去の動向を見て今後の土地利用を推測することに使用する。また各変数の比率の変化量によって抽出することもでき、例えばベクトルの方向がxの向きでかつそのx方向への変化量が任意の値以上の地域を抽出すると設定すれば、その条件に適合した町丁のベクトルだけが三角座標上に表示される(図-4. 19)。

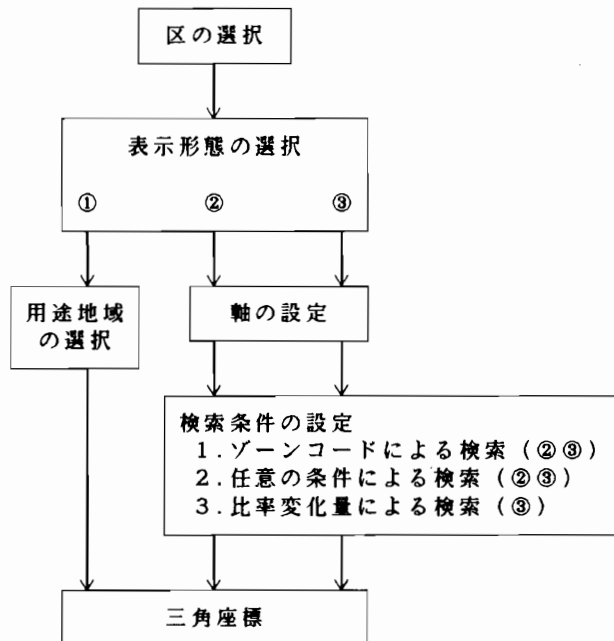


図-4. 18 三角座標における作業手順

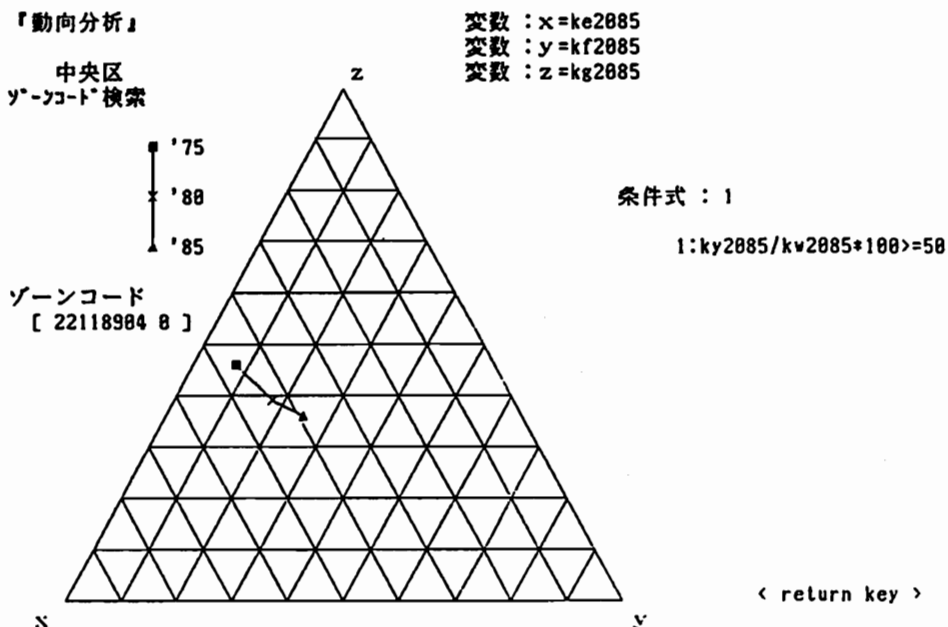


図-4. 19 三角座標ベクトル図の表示例

⑤ 要検討地区抽出

現行用途指定と不整合が起きているなどの要検討地区抽出は、条件検索機能で容易に実現できるが、手順を明確に、効率よく行うために「1種住専において戸建て住宅率が80%未満」とか「第1種及び第2種住専以外において住宅率が80%以上」といった抽出条件を整理し、分析計画情報システムに保存し、その利用を可能にする。また、抽出地区判定を、「土地利用が変化したため」とか「上位計画等を考慮した指定」といった形で整理しておくことで検討を進め易い。

(2) 代替案作成支援システム

代替案作成支援システムは、プランナーとシステムが会話的に情報を交換し合い、各地域を個別に分析し、その地域の問題点や政策などを考慮しながら最も適切な用途地域指定案を選定していく過程を支援する。具体的には課題地区の抽出、検討と指定基準あてはめによる妥当性や隣接用途のチェック等を通じ町丁ごとに用途を限定していき素案を作成していく。分析・計画情報システムに蓄積した指定基準は必要があれば修正し、フィードバックをかけることにより、全体としての計画の一貫性を確保する。指定基準のあてはめは、基本的にはこれまでの地区抽出機能を用いるが、基準を分析計画情報システムに保存しておき利用することができるよう設計している。会話例を図-4. 20に示す。

【指標の作成】

指標の作成を行います。
用途地域の番号を選択して下さい。

1. 一種住専
2. 二種住専
3. 住居
4. 近商業
5. 商業
6. 準工業
7. 工業
8. 工専
0. 終了

... .. 1

用途地域の入力画面

【指標の設定】

現在設定されている指標は下記の通りです。

- 1 : 住宅率
- 2 : 商業率
- 3 : 工業率
- 4 : 独立住宅率
- 5 : 敷地200m²以下の件数率
- 6 : マンション率

使用する指標の番号を選択して下さい。
終了は [0] です。

... .. 1

設定指標の表示、選択画面

【指標の設定】

条件演算子は下記の通りです。

- 1 : 以上
- 2 : 以下
- 3 : よりも大きい
- 4 : 未満
- 5 : に等しい
- 6 : に等しくない

使用する条件演算子の番号を選択して下さい。

... .. 2

条件演算子の選択

【指標の設定】

いま入力されたデータにより作成された新しい指標は下記の通りです。

指標 : 住宅率 [80] 未満

指標 : $KX2085 / KW2085 * 100.0 < 80$

作成された指標の表示画面

図-4. 20 代替案作成支援システムによる指標の設定画面例

4-4-6 システム利用によるケーススタディと考察

本システムの試験的利用を、神戸市での用途地域見直し作業で行った。全体の作業の中で、特に現況分析、土地利用類型図作成、土地利用の動向分析、問題地区の抽出・検討、対内・外での説明資料作り等において、これまでのバッチ型計算を含む手作業中心のプロセスに比べ以下のような効果があった。

- ① 地図あるいはグラフ等、図形処理が会話的に、かつ効率的に行え、作業時間が激減した。
- ② 図形処理を行う上で必要なデータの演算加工処理を別途行う必要がなくなった。

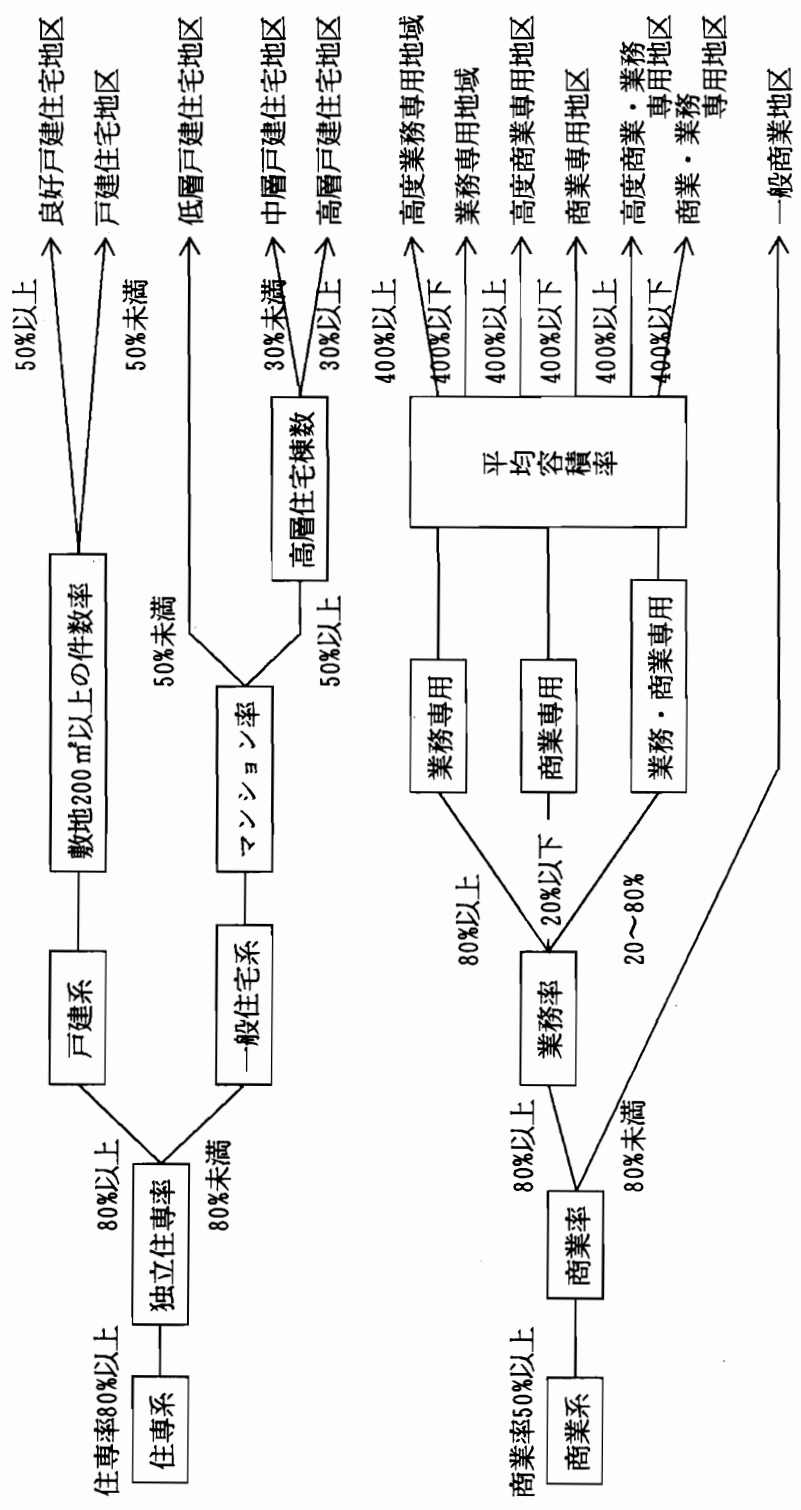


図-4.17 土地利用類型化フロー (一部)

③これまで手作業ではできなかったような多次元的情報分析，複合条件抽出，あるいは地図化作業ができるようになり，計画判断の資料が増大した。特に，条件抽出機能による課題地区抽出と3用途構成に加えて敷地規模や容積率等を複合させて行った地区類型化作業で効果が大きかった。また，これまで見落とされがちだったデータの誤り，予期しない問題地区等も多くピックアップされ計画精度を高めることができた。

④作業中での迅速なフィードバックにより，十分な試行錯誤的分析が行えた。これにより，十分な分析，妥当な指定規準の設定とそのあてはめにおける一貫性を確保することができた。

⑤作業中に出された画面コピーは，対外的，対内的な説明資料として有用であった。

利用例として類型化作業を例にとると，住宅系では良好戸建，戸建，低層，中層，高層に，商業系では高度業務，業務，高度商業，商業…といった具合に3種類の地図化ツールを有効に組み合わせて従来の三角座標分類にない空間構成，機能構成を加味した分類を行っている。図-4. 21に，これら住宅系の5つの土地利用類型の区分軸と商業率に業務率と平均容積率を加えた3つの軸によって7つの土地利用類型に振り分けた商業地区を例を示す。

また，用途地域の検討作業を支援するシステムのデータ単位としての町丁は，現行用途で見ると都市計画区域内町丁数2470のうち，同一町丁内で2つ以上の用途地域指定がされている地区が半数を越える1253もあり，もう少し小さいエリアを単位としない限りゾーン内の用途の複合を回避できない。実際の分析作業においても，たとえば問題地区の抽出等においてはそのためのノイズも少なからず存在していた。しかし基礎データの存在，分析データ数，プランナーの地区親和性を考えると，情報分析，提供を主とし計画を支援するシステムでは，町丁単位という地区サイズは適当であると思われる。また，当初パソコンおよびその周辺機器の記憶容量で，大量の地域情報データを処理できるかという問題もあったが，情報圧縮の工夫もあり神戸市の作業では必要なデータは全て格納できた。また処理スピードもおおむね5秒以内におさまり十分実用可能なシステムであることが検証された。

4-5 結 語

本章では用途地域計画の策定作業を支援するシステムの提案を行った。用途地域制度は，土地利用の規制を通じて，マスタープラン等に描くより望ましい将来土地利用の実現を目指すものである。したがって，どのような用途地域の指定を行うといかなる土地利用が出現するのかの把握ができれば一番好ましい。

支援システムの第一の提案はこのような考えに立って，用途地域指定下における土地利用シミュレーションを行うことにより，将来土地利用の予測を行い，それを評価することで，最適な指定案を提示するものであった。システムは代替案作成システム，土地利用予測システム，土地利用評価システム，の3つで構成する。代替案作成システムは土地利用予測システムに入力される代替案を作成する。代替案は指定可能な膨大な数の代替案のなかから，土地利用の状況からとうてい考えられない案と，隣接ゾーンチェック，立地可能性チェックを行うことでその数が限定される。土地利用のシミュレーションは土地市場における商業，住宅の立地主体が

自らの最適を求めて行動するモデルにより行われる。土地利用の評価は地域環境に対する住民の居住環境評価アンケートの結果を用いて評価関数を決定した。開発したシステムを用いて行ったケーススタディでは本来想定される膨大な代替案の中から十分計算可能な範囲に限定を行うことができた。これらの案に対してシミュレーションによる土地利用予測とその結果に対する土地利用評価を行い代替案を決定することができた。用途地域指定で求められる小地区の単位で精度ある土地利用予測を行うことは十分ではないが、規制による土地利用誘導という、用途地域制度の考え方を取り入れた合理的なモデルとして、そのあるべき姿を示すことができたと考える。

次に現行の策定作業支援を目的としたシステム開発を行った。システムの開発に先立って作業プロセスの分析を行い策定作業で必要となる、土地利用の類型化、土地利用動向の分析、課題地区抽出、指定基準のあてはめ等において支援システムの導入が有効であることを示した。これをもとにして、ランキングマップ、三角分類、集合分類、三角座標分析等を行う地域分析システムとしぼり込まれた代替案に対して指定基準のあてはめや隣接用途チェック等、指定案がクリアすべきチェック項目の適用を行う代替案作成支援のシステムを核とする支援システムの開発を行った。

このシステムを実際に神戸市の用途地域見直し作業で使用した結果、計画担当者の試行錯誤を生かした十分な情報分析、開発した分析ツールによる多面的現況分析により、計画精度を向上することができた。また、データベース機能や演算機能による計画情報処理の効率化、多様な地図出力等による作業効率の向上に効果があり、十分有意なシステムであることが確認された。

[第4章参考文献]

- 1) 光吉健次, 萩島哲: 用途地域判定のための判別関数による土地利用類型の方法について - 土地利用計画の手法に関する研究, 都市計画, 別冊第9号, pp55~60, 1974.
- 2) 青山吉隆, 寺田久弥, 水谷昌弘: 現況主義による用途地域指定の方法について, 土木学会, 第29回年次学術講演会講演概要集, 1974.
- 3) 枝村俊郎, 村上努, 福島徹: 土地利用計画のための1~2のモデル, 土木学会第30回年次学術講演会講演概要集, pp.27~28, 1975.
- 4) 森杉寿芳他: 都市利用用途の選定モデルに関する一考察, 土木学会関西支部講演概要集, 1972.
- 5) 中村英夫, 横谷博光, 大島邦彦: 土地利用計画策定支援システム, 第17回日本都市計画学会学術研究発表会論文集, pp. 43~48, 昭和57年
- 6) 枝村俊郎, 福島徹: 用途地域指定システムへの一接近, 第13回日本都市計画学会学術研究発表会論文集, pp.25~30, 1978.
- 7) 神戸市企画局: 神戸市市政調査 No.11
- 8) 神戸市環境局公害対策部: 神戸市環境局騒音調査報告書(資料集), 1976.
- 9) 神戸市: 神戸市統計書, 1975.
- 10) 神戸市都市計画局: 建築物, 土地現況集計解析 KOBE '70, 1971.
- 11) ポートアイランド商業系施設の業種別売場面積の算定に関する調査報告書, 神戸市開発局, 1974.
- 12) 神戸市都市圏における消費者行動の現状と将来, 神戸市経済局, 1973.
- 13) 福島徹, 枝村俊郎, 本多和之: 用途地域計画のための支援システムの機能について, 第42回土木学会年次学術講演会概要集, 1987.
- 14) 枝村俊郎, 福島徹, 伊藤裕文, 本多和之, 土井章男: 用途指定のための計画支援システムの研究, JSI Research Report, 昭和60年7月
- 15) 福島徹, 枝村俊郎: 用途地域指定支援システムの研究, 都市計画論文集, No.25, pp343~348, 1990.
- 16) 日本都市計画学会: 都市計画マニュアル I 土地利用 「2 都市計画区域・市街化区域及び市街化調整区域・地区計画編」, ぎょうせい, 1985.
- 17) 日本都市計画学会: 都市計画マニュアル I 土地利用 「3 地域地区編」, ぎょうせい, 1985.
- 18) 日本都市計画学会 新用途地域制研究会: 新用途地域制に関する調査研究報告書, 1971.
- 19) 養原敬: 用途地域の決定, 道路, pp.63~76, 1973.
- 20) 横山浩, 白水義晴: 土地利用の転換動向からみた用途地域制の運用課題に関する一考察 - 既成市街地の工業系地域の場合 -, 第18回都市計画学会学術研究発表会論文集, pp.85~90, 1983.

- 2 1) 岸田比呂志：土地利用規制の弾力的運用に関する一考察－線引き・用途地域見直しに関連して－，第20回日本都市計画学会学術研究論文集，pp.481～486，1985.
- 2 2) 光吉健次，萩島哲，横屋克昌：都道府県用途地域決定基準に関する一考察，第17回日本都市計画学会学術研究発表会論文集，pp.61～66，1982.
- 2 3) 東京都：用途地域に関する指定方針及び指定基準，土地住宅問題，No.157，pp.42～54，1987.

第5章 都市再開発方針策定における支援システム

5-1 概説

本章では都市の再開発方針策定作業を支援するシステムの提案を行う。都心部における業務・商業機能の過度の集中、住宅地における用途混在、市街地周辺部における都市の無秩序な拡大というような、都市機能の低下、生活環境の悪化等につながる、このような都市問題を解決するための一手法として都市再開発がある。都市を取りまく社会構造は複雑であり、住民の価値観も多様化している今日においては、個々の再開発事業をより有効に行なっていくためのマスタープランの策定が必要である。このような要請にもとづき、昭和55年の都市再開発法の改正により、全国の22都市において都市再開発の長期的かつ総合的なマスタープランとしての都市再開発方針の策定が義務づけられ、この義務づけをうけて、昭和57年から都市再開発方針策定作業が始まった。この方針策定作業では、市街地全体を対象とし、さまざまな角度から現況を分析する必要がある。策定作業の効率化と科学化が要求されている。都市再開発方針は数年ごとに見直しが行なわれるものであることを考えると、方針策定作業における科学的なプロセスの確立が望まれるところである。そこで本章では、方針策定作業の科学的プロセス確立のための一提案として、コンピュータによる支援システム導入の可能性および有効性について検討する。

以下、5-2では都市再開発方針制度化までの流れ、および内容から都市再開発方針策定の必要性について述べる。5-3では都市再開発方針策定作業を検討し、具体的な作業上の問題点を抽出する。5-4では5-3の検討結果をふまえて、地区抽出のための総合評価機能を備えた支援システムの提案を行なう。5-5で支援システムの使用例を示し、システムの有意性を検討し、5-6では一対比較モデルの改良について提案を行う。5-7では本章で得られた成果についてとりまとめを行う。

5-2 都市再開発と都市再開発方針

5-2-1 都市問題の変遷と再開発方針制度化の背景^{1)・2)}

戦後急激な発展をとげてきた日本の諸都市は、現在それ故様々な問題を有している。ここではそれらの都市問題と再開発に関する制度の変遷について概説し、再開発方針制度化の背景とその必要性を明らかにする。

昭和20年代前半の都市整備の重点課題は、戦災からの復興にあった。昭和23年の住宅統計調査に明らかなように約420万戸の住宅不足という過度の住宅不足の時代で、この住宅不足解消のための公営住宅の建設が始まる。制度上でみると、昭和21年の特別都市計画法により施行された戦災復興区画整理事業が整備手法として用いられており、後の再開発制度の源流となる耐火建築促進に向けての動きはこの頃から始まる。

昭和20年代後半になると昭和25年には建築基準法、昭和27年に耐火建築促進法、さらに昭和29年には土地区画整理法が制定されている。耐火建築促進法は、昭和20年代前半からの耐火建築促進の動きの成果であり、現在の再開発関係法にもこの不燃化の主旨は受け継がれている。耐火建築促進法は、都市に防火建築帯を造成しようとするものであり、防火地域の指定を受けた地域における建物不燃化事業に対して国および地方公共団体から一定の補助を行うというものであった。また、耐火建築促進法の実施においては複数の権利者が共同で事業を行う必要があり、この頃から権利関係の調整などの事業実施上の問題が生じ始める。

昭和30年代に入ると、まず、昭和30年に日本住宅公団が設立された。住宅公団は、行政区画にとらわれることなく住宅建設を推進するための機関であり、千里ニュータウンをはじめとする団地の造成を行なった。この住宅公団による市街地住宅の造成が不燃化事業と並ぶ一つの再開発手法として認められるようになり、またこれと同時に再開発における権利調整などの解決策の必要性が一般に理解されるようになる。

昭和30年代後半には、昭和35年に住宅地区改良法、昭和36年には市街地改造法、防災建築街区造成法が制定された。市街地改造法は、公共施設の整備に関連する市街地の改造が目的であり、主として宅地の立体化に関する法体系である。具体的には、公共施設の整備のためにその付近の土地の超過収用を認め、一旦収用にとまなう補償をするが、希望者に対しては補償金の支払いに代えて、超過収用した土地の上に建築する建物の一部および土地の共有持ち分を与えるという内容であった。防災建築街区造成法は、都市における災害防止、土地の合理的利用、環境の整備改善を図ることが目的であった。災害防止に関しては、耐火建築促進法においても防火建築帯を都市内に設けることが目標とされていたが、防災建築街区造成法では、防火地帯から防火建築街区へ、いわばそれまでの線的整備から面的整備へ改善していこうという意図があった。この時代は経済成長にともなって公共投資が大量に行われた時期であり、そのため線的整備から面的整備へと、より効果的な市街地整備を行うべきだという意見が出始めるようになった時期であるといえる。

昭和40年代に入ると、30年代から続いた都市集中によって大都市における過密、生活環境の悪化、社会資本の立遅れが著しくなる。つまり、都市形態と密度構造を変貌させた木賃アパートや郊外住宅群の建設は、戦後から続いた住宅需要を充足する必要性には応えたが、住宅地の環境悪化防止、防災などに対する必要性にはほとんど応えていなかったのである。このような情勢の中、昭和43年に都市計画法が公布された。また、昭和44年には防災建築街区造成法と市街地改造法とを併合する形で都市再開発法が公布された。

昭和44年の都市再開発法においては、都市局長、住宅局長通達「都市再開発法の施行について」に示されるように、都市再開発の基本構想策定を奨励している。これは、市街地改造法などの総合的な街づくりのための土地の高度利用に関する法制度と、防災建築街区造成法などの耐火建築促進に関する法制度の両面において、総合的な街づくりのための法制度の必要性が認識されてきたことが背景となっている。また、都市制度上の問題として、

- ①都市全体の都市計画とその実現のプログラムの中への個別再開発事業の位置づけの問題
- ②再開発区域を含む一定の地区に対する地区計画の必要性の問題

などがとりあげられている。そして、再開発の基本構想として、計画的に再開発を促進するためのマスタープランとしては「都市再開発の基本計画」、「都市再開発の基本構想」という名称でその策定が求められている。しかしながら、この時代のマスタープランに描かれた再開発地区は現実味のうすいものであった。すなわち、この頃の各地方公共団体の多くは再開発を単なる一事業としてしか考えておらず、都市全体からみた再開発の基本計画策定には至らなかったのである。この他、再開発方針を定める必要があるかどうかの判断基準、あるいは定めるべき事項などが再開発法において不明確であったことも、効果的なマスタープランの作成に至らなかった理由のひとつである。一方、再開発事業実施においては単に制度、手続きを消化するだけでは前進せず、事業実施に向けて多くの分野にわたる知識および膨大な人的エネルギーを必要とすることが認識され始める。このため、各地の公共団体施行の再開発事業実施においては各種コンサルタントも動員され始めることとなった。

昭和40年代後半に入ると、昭和48年に石油ショックが起これ、その後日本の経済は安定成長時代にはいる。昭和40年代前半までの都市再開発は、経済力の高度成長にともなって増大する公共事業関係費をうらづけとして行われてきたものである。したがって、石油ショック後の安定成長期に再開発をどう行っていくかという新たな問題がこのときから生まれ、この問題に対する模索が始まる。これに対するひとつの提案として、昭和48年の都市計画中央審議会の「都市の再開発の推進を図るための新しい制度のあり方についての答申」がある。昭和50年にはこの答申を受けて都市再開発法の改正が行われた。改正内容の主な点は、

- ①民間エネルギーを都市再開発に誘導するための市街地再開発促進制度の創設。
- ②再開発組合に加えて個人施行者の制度の新設。

などであり、民間のエネルギーを再開発に導入していこうという動きが、安定成長期における再開発のあり方として提案されたのである。

このように再開発に関するマスタープランの必要性は、昭和44年の都市再開発法において、再開発に対する基本構想策定の奨励という形で表れ、また、昭和48年都市計画中央審議会答申「都市再開発の推進をはかるための新しい制度のあり方について」の提案の中に見ることができた。その一方で、再開発事業の完成地区は増加することになるが、これらの再開発地区の個々の事業規模は1～2haと小規模であったため、一部の地区においては、地区周辺の都市計画事業の進捗状況が整備効果に影響をおよぼすことなどが明らかになってくる。

このような状況のもと、昭和54年都市計画中央審議会答申「都市の再開発を広く、かつ、強力に推進するための新しい制度について」において、「都市再開発基本計画」の策定義務づけが提案される。これを受けて、昭和55年の都市再開発法の改正において「都市再開発方針」の策定義務づけが制度化されるに至った。義務づけがなされた都市は、人口の集中が特に著しい大都市であり、政令で定める全国22都市がこの対象となっている。

方針策定のねらいは、昭和57年5月27日付官庁速報に「従来の都市再開発は都市計画全体からの観点に欠け、個々の再開発事業は総合的位置づけが希薄なままに行われてきた面がある。このままでは、人口集中に伴う環境悪化や災害の危険性の増大などの問題に対応した都市づくりは難しいと判断されることから、個々の再開発事業が望ましい都市づくりを進める上で十分

な効果を発揮するようなマスタープランの策定を図る必要がある。」と示されているように、都市再開発の長期的かつ総合的なマスタープランの作成である。そのようなマスタープランを作成することによって、

- ① 都市再開発に関する個々の事業について都市全体からみた効果を十分に発揮させること。
 - ② 民間建築活動を適正に誘導して民間投資の社会的意義を増加させること。
 - ③ 都市の再開発構想の明確化、計画的な位置づけにより、行政内部においても対外的にも、その積極的、計画的推進のための誘因とすること。
 - ④ 再開発の構想、計画の策定過程を通して住民の早期合意形成を図ること。
- などの効果を期待するものである。

この方針策定義務づけを受けて、全国各都市で方針策定の作業が始まった。

5-2-2 都市再開発方針の内容^{3)・5)}

都市再開発方針は都市計画の中で「市街化区域及び市街化調整区域の整備、開発または保全の方針」（以下、「保全の方針」と呼ぶ）の一部として定めることとされている。この「保全の方針」に定められるべき事項は、以下の7項目があげられている。

- ① 都市計画の目標
- ② 土地利用の方針
- ③ 市街地の開発及び再開発の方針
- ④ 交通体系の整備の方針
- ⑤ 自然的環境の保全及び公共空地系統の整備の方針
- ⑥ 下水道及び河川の整備の方針
- ⑦ その他の公共施設の整備の方針

都市再開発方針は、この③の「市街地の開発及び再開発の方針」に組み込まれる形で都市計画決定されることとなる。再開発方針策定における検討対象地域は、「都市再開発方針策定基準（案）」（昭和57年建設省都市局、以下「策定基準（案）」と呼ぶ）によると、「おおむね昭和35年または40年の国勢調査におけるD I D（人口集中地区）」とされている。つまり、市街化区域内の既成市街地が検討対象地域ということになる。また、「策定基準（案）」では、再開発方針を「都市再開発の長期的かつ総合的なマスタープラン」として位置づけている。これより、再開発方針は、既成市街地における、単なる市街地再開発事業に関する事業計画ではなく、土地利用に関する計画や都市施設の整備に関する計画をも含む、広義の都市再開発方針であるとして位置づけることができよう。

さて、都市再開発方針で策定すべき内容は、都市再開発法第2条の3第1項において次のように定められている。

- ① 当該都市計画区域内にある計画的な再開発が必要な市街地に係る再開発の目標並びに当該市街地の土地の合理的かつ健全な高度利用及び都市機能の更新に関する方針。
- ② 上記市街地のうち特に一体的かつ総合的に市街地の再開発を促進すべき相当規模の地区及び当該地区の整備又は計画の概要。

これらの地域は、それぞれの条文に対応して1号市街地、2号地区という名称で呼ばれている。また、その具体的内容を示すものとして、「策定基準（案）」では次のように定められている。

<1号市街地について>

1. 範囲：1:25000以上の縮尺の図面表示

2. 方針

イ 再開発の目標

ロ 土地の合理的かつ健全な高度利用および都市の更新に関する方針で以下の事項

(イ) 適切な用途、密度等土地利用の実現

(ロ) 主要な都市施設の整備

(ハ) 都市の環境、景観等の維持、改善

(ニ) その他

ハ 戦略的地区、要整備地区などの位置

<2号地区について>

1. 区域：1:5000以上の縮尺の図面表示

2. 計画

イ 再開発、整備などの主たる目標

ロ 用途、密度に関する基本方針、土地利用計画

ハ 建築物の更新の方針

ニ 都市施設および地区施設の整備の方針

ホ 再開発の推進のために必要な官民の役割分担、条件整備

ヘ 実施が予定される面整備事業、大規模建築プロジェクト等の事業計画の概要

ト 決定または変更が予定される土地利用に係る規則

チ その他

上述の事項のうち、「戦略的地区」とは、再開発の目標および方針の実現を図る上で再開発の効果が特に大きいと予想される地区である。また、「要整備地区」とは、特に早急に再開発を行うことが望ましい地区である。

これらの内容は、次の3つのようにまとめられる。すなわち、

① 都市内の各地域の都市全体からみた将来の方向性（役割分担）

② 都市内の各地域の位置づけ

③ 将来の方向性および位置づけを考慮した整備方針

である。上述の地域のうち2号地区に関しては、都市再開発方針第2条第2項において、「再開発を促進するため、市街地の再開発に関する事業の実施とその他の必要な措置を構ずるよう努めなければならない」と示されているように、国および地方公共団体に対して再開発を促進するための努力義務が課せられる。

以上が都市再開発方針の内容である。この都市再開発方針策定作業の根幹は、1号市街地と2号地区の設定である。「策定基準（案）」には、1号市街地に少なくとも含める地域として

以下に示す地域を想定している。

- ①当該都市全体の健全な発展と秩序ある整備を図る上で、望ましい土地利用の密度に比して現況の密度が著しく低く、土地の合理的な高度利用を図るべき一体の市街地の区域
- ②根幹的都市施設の整備に伴い土地利用の転換が予想され、これに対応するよう市街地の整備を行う必要のある区域
- ③都市または地域の中心を形成する中枢商業、業務地区等で、都市構造再編を図るため大規模な土地利用の転換を図る必要のある区域
- ④避難地、避難路などの防災施設の整備等都市の防災性向上のため土地利用の転換又は市街地の整備を行う必要のある区域
- ⑤地区施設等の未整備、建築物の老朽、用途の混在などの解消を図り、良好な市街地環境を形成するために整備、改善を行う必要のある区域
- ⑥既成市街地などで個性的、魅力的な都市空間の保全・修復・形成などを行うことを通じて都市環境の向上を図るべき一体の市街地の区域
- ⑦その他特に都市の健全な発展と秩序ある整備を図るため再開発を行うべき区域を含む一体の市街地

これらの地域のうち、①～⑥については市街地を改造または改善すべき地域として、また⑥は保全すべき地域として位置づけることができる。

各地方公共団体においては、この「策定基準（案）」に基づいて都市再開発方針の策定作業が行われている。「策定基準（案）」には、前述のようになり細かく地区設定に関する指導がなされている。しかしながら、この「策定基準（案）」は一つの指針にすぎず、1号市街地、2号地区およびその他の地区の設定基準は各地方公共団体の独自の判断に委ねられている。そこで次節において、全国の都市の都市再開発方針策定作業の検討を行う。

5-3 都市再開発方針策定作業の検討¹⁰⁾

5-3-1 策定作業の概要¹¹⁾⁻¹⁹⁾

昭和55年の都市再開発法の改正により、都市の再開発を総合的、一体的に行っていくための「都市再開発のためのマスタープラン」とも言うべき「都市再開発方針」が策定の義務づけという形で制度化され10年になる。この間政令で定められた22の都市のほとんどの市で策定を終え、また次の見直し作業に入っているところもある。最初の策定作業がほぼ終わった状況を踏まえて、各市に於ける実際の立案作業がどのように行われたのかを、策定作業についての記述のある11市の資料¹⁰⁾⁻²⁰⁾をもとに、整理し検討を行った。表-5.1は各市における策定状況をまとめたものであるが、昭和40年のDID面積との比を見てもその平均が71%、標準偏差42%と都市間でのばらつきが大きく、各市の独自の状況に合わせて地域の選定をしていることがうかがえる。

再開発方針の策定作業の流れは概ね図-5.1に示すフローに沿って行なわれている。すなわちまず、都市総合基本計画などの上位計画、都市の産業動向や市街地の動向等マクロな視点

表-5.1 各都市の1号市街地、2号地区の策定状況

(昭和63年8月現在)

告示 年月日	都市名	市街化 区域面積	40年 DID 面積	1号市街地			2号地区			
				箇所数	面積	面積比	箇所数	面積	面積比	平均面積
59. 1. 31	仙台市	11,843	3,505	18	1,368	39.6	6	144	4.1	24.0
4. 4	名古屋市	30,134	15,381	12	1,430	9.3	7	165	1.1	23.6
12. 25	横浜市	32,473	13,544	32	5,126	37.8	12	337	2.5	28.1
12. 25	川崎市	12,543	6,955	10	2,960	42.6	4	139	2.0	34.8
60. 3. 7	札幌市	23,449	6,960	12	1,402	20.1	6	64	0.9	10.7
4. 30	北九州市	18,624	9,823	11	930	9.5	8	167	1.7	20.9
4. 30	福岡市	14,815	7,560	12	2,680	35.4	13	277	3.7	21.3
7. 19	神戸市	20,098	6,351	10	6,050	95.3	18	466	7.3	25.9
8. 30	千葉市	12,402	2,606	7	1,885	72.3	7	494	19.0	70.6
11. 12	西宮市	5,090	3,106	10	2,117	68.2	5	35	1.1	7.0
11. 12	尼崎市	4,604	4,021	8	3,500	87.0	8	89	2.2	11.1
61. 6. 16	大阪市	20,370	19,309	4	19,800	102.5	19	704	3.6	37.1
6. 16	東大阪市	4,985	2,595	4	3,800	146.4	5	214	8.2	42.8
11. 29	都区部	56,553	50,929	7	56,553	111.0	152	4,541	8.9	29.9
62. 3. 2	広島市	13,515	4,633	19	2,986	64.0	6	715	15.3	119.2
5. 11	堺市	9,754	3,616	9	2,590	71.6	8	175	4.8	21.9
63. 3. 11	川口市	4,845	1,759	3	967	55.0	6	340	19.3	56.7
3. 11	浦和市	4,390	1,442	6	2,150	149.1	7	223	15.5	31.9
3. 11	大宮市	4,899	1,573	7	2,150	136.7	2	125	7.9	62.5
未	立川市	1,882	1,132	面積比 平均=71.2 標準偏差=42.4			面積比 平均=6.8 標準偏差=6.0		平均面積 平均=35.8 標準偏差=25.7	
未	船橋市	5,393	1,527							
未	京都市	14,906	8,610							

(面積：ha，面積比：%，昭和45年DID面積に対する割合)

からの検討を行い、都市再開発の基本方針や整備目標を設定する。次に検討対象地域の設定を行ない、地区の現況や広域的な要請から整備課題の存在する課題地区を抽出する。この抽出された課題地区をもとに、1号市街地、2号地区等を選定、併せて必要な事業計画の立案を行ない再開発方針としてまとめることとなる。このように1号市街地の選定にあたっては、まず再開発を必要とする課題地区抽出の手順を踏んでいる。この時前もって地区の類型化を行い住宅地、都心地区といった地区特性別に課題の検討を行っているケースもあった。また都市によっては、前もって課題地区抽出の手順をとらず、1号市街地設定作業の中で課題地区を検討しているケース等、作業の順序、処理の仕方にいくらか違いが認められたが、基本的な作業内容はほぼ図-5.1の流れに沿って行われていると考えてよさそうである。ただ、主として再開発の必要性の視点から、1号市街地を設定した後事業可能性等の視点を加えて2号地区を設定するという、直進的な手順をとっている都市が多い中で、1号市街地設定の段階で、同時並行的に2号地区の検討を行っている都市が1市あった。これは可能性の高い地区が必要性的検討段階で除外されてしまうことを考慮にいれた手順とすることができる。しかし作業フローとしては明解な直進型を採用し、可能性の高い地区はその後の検討結果如何によってはフィードバックをかける等対象地域として復活できるような手法を考慮する方がよいように思われる。

以下これら策定フローにおける主要作業である、

- ① 課題地区の抽出
- ② 1号市街地の設定
- ③ 2号地区の設定

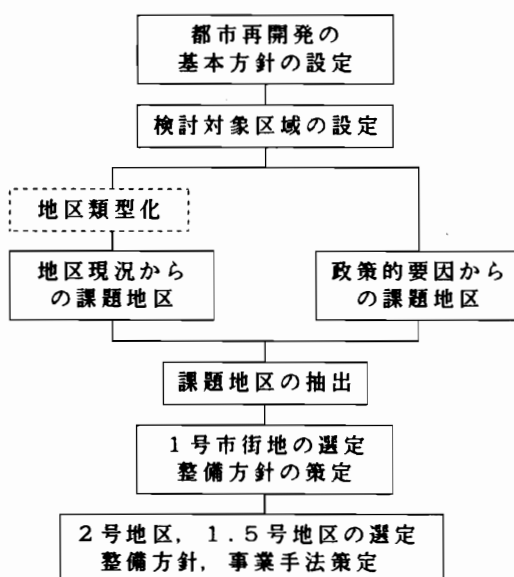


図-5.1 策定作業フロー

④戦略的地区、要整備地区の設定

の4点についてももう少し詳しく見ていくこととする。

5-3-2 課題地区の抽出

(1) 課題地区抽出項目

課題地区抽出の項目は、「政策的要因からみた整備課題」と「地区現況からの整備課題」の2つに大別できる。各都市におけるこれら地区の作業上の名称とその内容を表-5. 2に示す。政策課題地区は先行整備地区、要再開発地区と言った名称で呼ばれ、いずれも計画的に、あるいは計画の進行に対応して整備が必要とされる地区を設定している。現況課題地区は問題地区と定義している都市が多く、その地区の現況が抱える問題解決の必要な地区を抽出しようとするものである。

表-5. 2 各都市の政策課題地区、現況課題地区の名称と内容

	政策課題地区	現況課題地区
A市	先行整備型課題地区 ・将来へ向けての戦略的な整備、将来の土地利用へ向けての計画的な規制誘導を行うべき地区	問題改善型課題地区 ・老朽、過密、都市基盤未整備など、各地区固有の環境上の問題を改善すべき地区
B市	先行整備地区 ・既成市街地の市街化動向及び上位計画の将来像をもとに、都市再開発の目標に向けその実現への先行的、計画的誘導策を講ずべき対象地区	問題地区 ・市街地環境上の問題地区と防災上の問題地区を考え合わせた総合的な問題地区
C市	課題地区抽出の手順をとらず一号市街地を次の基準を設けて選定 ・衰退化地区 ・防災計画上の懸案地区	・土地利用転換等問題発生懸案地区 ・再開発事業等進行、予定地区
D市	懸案地区（事業等実施に対応する） ・緊急な対応が求められている地区	問題市街地
E市	右記問題地区抽出後、次のような政策的視点でこれを限定し課題地区を選定 ・都心地区での都市機能育成 ・市街地環境改善	市街地環境上の問題地区 土地利用上の問題地区
F市	要再開発地区 ・調査、計画、都市整備構想を基にした政策課題面からの要再開発地区	問題地区 ・主に住環境という観点に着目した既成市街地における現況分析からの問題地区
G市	上位、関連計画による課題地区 ・市総合計画やその他関連調査、既往計画からの課題地区	市街地状況から見た課題地区

政策課題として設定された抽出項目の例を表-5.3に示す。都心の整備、プロジェクトのインパクトに対する対応、土地利用転換への対応、防災上の整備、等を要する地区が想定されているが、各市の政策や状況に応じて適宜取捨選択、追加されることになる。

現況課題地区の抽出項目の例を表-5.4に示す。主として土地利用上の環境、機能の改善、防災上の対応を要する地区があげられているが、具体的な項目は政策課題以上に各市の状況により異なり、多様な視点で課題地区の抽出が行われている。

表-5.3 政策課題地区抽出の視点

	政策課題地区抽出の視点
A 市	<ul style="list-style-type: none"> ・ 計画的な都心、副都心、地域中心核（生活副都心）の形成地区 ・ 根幹的都市施設の整備インパクトに対応する地区 ・ 将来の土地利用変更への対応地区
B 市	<ul style="list-style-type: none"> ・ 都心地区の整備 ・ 防災避難路の整備 ・ 大規模プロジェクトによりインパクトを受ける地区の整備 ・ 幹線街路沿道地区の沿道環境整備 ・ 土地利用転換（工業→住居） ・ 保存、保全地区
F 市	<ul style="list-style-type: none"> ・ 都心地区の整備 ・ 副都心地区の整備 ・ 防災遮断帯の整備 ・ 都市型工業都市ゾーンの育成 ・ 工業地域の業務、研究、開発機能等の誘導 ・ 地区中心商業の振興 ・ 良好な居住環境の都市型住宅地の形成 ・ 大規模土地利用転換
G 市	<ul style="list-style-type: none"> ・ 主要プロジェクト対象地区 ・ 再開発構想検討地区 ・ その他既定計画の対象地区

(2) 課題地区抽出の方法

課題地区の抽出は設定した各項目ごとに何らかの基準を設けて地区ごとに直観的に判定していくか、数量化を施すことにより行っている。そしてこれら項目ごとの結果を総合して、課題地区が選定されることになる。

抽出項目ごとの判定はそれに該当するかしらないか、あるいは3～6ランク程度のスコア化が行われている。政策課題ではこれまで既に都市計画上の課題として認知されているものを、改めて設定項目にそって洗い出し地図化等を行っているケースが多い。また、何らかの判定を行っている場合でも、数量的にとらえにくく直観的な判断に委ねられている。現況課題の項目についてもその作業は、同様かなり大まかに行われているが、抽出項目の状況を表現する数量的指標を用いてランク付けを行っているケースもあった。

次に項目ごとの結果を総合化し課題地区を選定する作業となるがその方法は以下に示す3つのタイプに分類できる。

表－5. 4 現況課題地区抽出項目例

	現況課題地区抽出項目
A 市	<ul style="list-style-type: none"> ・ 住工混在 ・ 老朽 ・ 家屋密集 ・ 道路未整備 ・ 火災危険 ・ 低利用
B 市	<ul style="list-style-type: none"> ・ 住環境（狭小住宅率，延焼の危険性，工業の混在率，日照通風条件等） ・ 交通環境（道路率，幹線道路率，歩道設置率，バスサービス水準等） ・ 施設環境（都心への接近性等） <p style="text-align: right;">について20項目</p>
E 市	<ul style="list-style-type: none"> ・ 商業系土地低位利用 ・ 用途混在，狭小，老朽 ・ 公園不足 ・ 商業業務機能更新 ・ 道路不足 ・ 下水道未整備 ・ 住宅密度減少 ・ 焼失危険
F 市	<ul style="list-style-type: none"> ・ 木造密集地区 ・ 住工混在地区 ・ 狭小過密住宅地区 ・ 消防危険地区 ・ 木造老朽建物高率地区 ・ 木造アパート高率地区
G 市	<ul style="list-style-type: none"> ・ 市街化進行度 ・ 住宅過密度 ・ 建物老朽度 ・ 零細工業地区混在度 ・ 木造建物密集度 ・ 良好住宅度

① 現況からの課題地区と政策からの課題地区それぞれについて課題地区抽出を行い，これらを統合して課題地区とする方法。

② 政策からの課題や現況からの課題といった分類はせず，地区の現状を表わす指標を複数個つくり，これを総合的に評価して課題地区を抽出する方法。

③ 現況課題地区を抽出した後，その中から政策的要因を検討し，課題地区を設定する方法。

①の政策課題地区と現況課題地区から，課題地区を選定していく方法は，この手順をとった4都市とも「両方の課題地区をあわせて課題地区とする」としている。つまり，現況課題地区，政策課題地区のいずれかに指定された地区を課題地区として抽出している。

次に抽出項目ごとの結果を総合化する方法であるが，大きく次の3つの方法に整理することができる。

① 各項目を同一レベルで扱い該当項目が一定数を上回る地区を選定。

② 項目ごとに適当な重み付けを行いその合計値が一定の値を上回る地区を選定。

③ 項目ごとのスコアを合計し一定の基準値を上回る地区を選定。

①の例としてたとえばF市では，6つの指標に対し抽出基準を設定し，これを満たしている地区をその指標に関する問題地区とし，これら6種の問題地区を重ね合わせて，4種以上の指標が重なりあっている地区を，現況からの問題地区としている。

②の例としてC市では，6つの指標を用意し，各指標に1～2の点数を与え，この合計点が1点以上4点未満を問題地区，4点以上を要整備地区と定めている。

③の例としてB市では、市街地環境上の問題地区抽出を安全性、利便性、快適性、健康性の4つの視点から関連する指標を選び、指標ごとに算定した+3～-3の範囲の得点の相加平均を、その地区の視点ごとの評価としている。上記の4視点のうち、2つ以上の視点で評価がマイナス値となる地区について市街地環境上の問題地区として抽出している。

(3) 課題地区抽出作業の検討

今までみてきたように、ほとんどの都市が問題地区抽出基準の導入と問題の重複度によって評価している。しかし、この方法は問題が多い。まず、指標に抽出基準を設け、問題地区とそうでない地区に分けるといえる点が指摘できる。問題地区の中でも、また問題地区でない地区の中でも問題の程度には差がある。また、抽出基準付近の値を持った地区では、基準の上下で極端な評価の差が生じている。これらの評価を重ね合わせるとき、全ての指標が抽出基準にやや及ばないという地区が存在すれば、実際には整備の必要があるにもかかわらず、全く問題のない地区とされる恐れがある。問題の有無という2段階評価ではなく、連続した評価値を用いた評価が望まれると考える。また、抽出基準値を用いて抽出した各種問題地区の重複度を評価値とする点にも問題が残る。単純に重複した問題数を数えて評価値とするということは、すべての指標の重要度が同じということである。この方法を一步進めて指標間に重みをつけている都市もあった。しかし、この重みの付け方にも理論的な根拠がない。したがって、複数の指標からの総合評価手法の確立が望まれるところである。

5-3-3 1号市街地の選定

課題地区の抽出作業の後、これをもとに1号市街地、2号地区等の選定が行われる。選定の手順について、資料中にその詳細が記述してある9都市のうち8都市までが1号市街地を選定した後、その中から2号地区やその他の地区を選定している。残りの1市は課題地区を「1号市街地、2号地区候補地」と位置づけ、課題地区1つ1つについて、1号市街地、2号地区の適否を検討し、1号市街地と2号地区を同時に選定していた。

各都市間で、都市再開発方針の中での課題地区の位置づけに差があるため、課題地区をもとに1号市街地を選定する方法は様々であった。表-5. 5は各都市の1号市街地選定基準をまとめたものである。課題地区の中から重要度の高い地区を1号市街地としている都市が4都市、課題地区をそのまま1号市街地としている都市が1都市、「課題地区を包含する地区」として、1号市街地を課題地区より大きく設定している都市が4都市であった。

しかし、「マスタープランとしての再開発のビジョンの提示」、「再開発の気運を高める」等の都市再開発方針の役割を考えれば、すべての課題地区を包含する形で1号市街地を設定するのが好ましいと考える。

5-3-4 2号地区、1.5号地区の選定

(1) 地区選定の基準と方法

2号地区選定の基準をまとめたものを表-5. 6に示す。これを見ると2号地区の選定は、非常に可能性を重視したものとなっていることがわかる。つまり、再開発の必要な地域の内で、

表-5. 5 各都市の1号市街地選定基準

課題地区 V 1号市街地	A市	抽出された課題地区をさらに整備の可能性、必要性の二面から検討し、可能性、必要性とも高い地区を1号市街地とした。
	B市	設定した課題地区をもとに、一体的かつ総合的な再開発を行う上で効果の高い地区を1号市街地に設定する。
	C市	問題地区を1号市街地の候補地区と位置づけ、各地区の1号市街地としての適否を検討する。
	D市	課題地区を「1号市街地、2号地区の候補地」と位置づけ、各地区ごとに1号市街地、2号地区の適否を検討する。
課題地区 II 1号市街地	F市	抽出した課題地区を、地域ごとの機能、目標等を勘案して5区域に大別し、1号市街地として設定する。
課題地区 A 1号市街地	E市	課題地区の分析状況と既定計画などを考え合わせ、これを内包するように1号市街地を設定する。
	G市	効果の高い面的再整備実現のため、抽出された同質課題地区の連たん性をふまえて1号市街地を設定する。
	H市	1号市街地を、点在する課題地区を一体的に包含する市街地とする。
	I市	1号市街地を、明確な整備課題を包含する一体の市街地として設定する。

整備の重要度が高く事業の可能性、具体性、住民の合意等についておおむね5年以内で見通せる地区ということになる。そこで戦略的地区、要整備地区といった1. 5号地区の概念が必要となる。この概念が導入された背景には、2号地区が再開発方針の内容上、計画および住民調整等の点でかなり煮詰まっていないと指定しにくいということがある。このため、2号地区指定にまではいかないが、1号市街地として他の市街地と同じでは意味が薄れるという地区に戦略的地区および要整備地区という位置づけを与え、他の1号市街地との違いを明確にしようというものである。しかし、定義があいまいである、名称がなじみづらいなどの理由から、1号市街地と2号地区の中間に位置する地区に対して、独自の名称で地区設定を行っている都市も多い(表-5. 7)。

これらの地区の選定は、表-5. 6に示すように市独自の基準にそって直観的に行われるケースが多いなかで、緊急性、必要性、可能性といった評価尺度を設定し、地区選定を行っている都市もある(表-5. 8)。具体的な選定例を図-5. 2に示すが、それぞれの評価項目は抽象的で、やはり計画者の主観に基づくところとなっている。

表－5. 6 2号地区選定の基準

	選定基準の内容
A 市	都市施設整備や市街地再開発事業等が既に決定されている地区、又は、その見通しがあり、住民合意のとれている地区、高度利用地区等、地区整備のための規制誘導策が既に実施されている地区
B 市	現実に事業実施に向けて動き出している地区
C 市	<ul style="list-style-type: none"> ・ 戦略的に最も効果のある地区 ・ 緊急に施策を講じることが必要な地区 ・ 5年以内に事業の具体化が見込める再開発の実現可能な地区 ・ 再開発と関連して公共施設整備が行われる地区 ・ 事業対象地区 で選定し、事業と関連して一体的に行われる事業促進策、または誘導策の対象となる区域を設定する
D 市	<ul style="list-style-type: none"> ・ 想定される事業の区域 ・ 1号市街地のうち重点的に整備を進める区域 ・ 概ね5～10年ぐらいの間に具体的に動かしていく区域
E 市	<p>< 計画論的視点 ></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 都市全体から整備の重要度が極めて高く、公共側が計画立案及び事業推進に向けて主導的な立場となって整備すべき地区 ・ 主要な公共交通機関の整備に伴い、そのインパクトを受けると想定され、整備時期に対応して地区全体の整備計画を立案策定すべき地区 ・ 既に一定水準の基盤施設整備がなされており、民間の活力を導入し、市街地環境を向上させるべき地区 <p>< 事業論的視点 ></p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 事業熟度等の高まりのある一体的な地区で、次に該当する地区 (1)事業手法と概ねの区域が明確な地区 (2)整備される都市施設の内容が具体的である地区 (3)概ね5年以内に事業が予定されている地区
F 市	地域住民の意向を踏まえ、計画概要等を明示し得る条件が整っている地区
G 市	<ul style="list-style-type: none"> ・ 計画概要の具体化 ・ 計画区域の特定化 ・ 住民との合意形成 ・ 行政側の対応姿勢 ・ 行政側の担当窓口の認知、対応組織
H 市	<ul style="list-style-type: none"> ・ 事業や地区指定を行っている地区 ・ 今後5年以内に整備を行う地区

表-5.7 1.5号地区設定例

1.5号地区の名称と内容	
A市	<p>整備促進地区</p> <ul style="list-style-type: none"> ・具体的な整備事業のための計画が策定されている地区 ・これから計画を策定しようとする地区 ・2号地区を含み具体的事業のめどが立っている地区
B市	<p>2号地区に準じる区域</p> <ul style="list-style-type: none"> ・事業の具体化が現時点で見込めないが、今後2号地区に選定するための検討を進める地区
E市	<p>要整備地区</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2号地区候補で事業論的視点に適合しなかった地区
F市	<p>戦略的地区、要整備地区</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2号地区にある段階以前に政策的位置付けを行なう必要がある地区
G市	<p>戦略的地区</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地区の整備方針が地区自信に内在する再開発課題を越えて高次元の要請に対処すべき地区 <p>要整備地区</p> <ul style="list-style-type: none"> ・戦略的地区に比較して、内在的課題に対して自己完結的に整備されることにより初期の目的が達成され、その整備が急務である地区
H市	<p>戦略的地区</p> <ul style="list-style-type: none"> ・都市整備上重要な位置を占め、広域的観点からの整備効果が期待される地区等 <p>要整備地区</p> <ul style="list-style-type: none"> ・住環境の整備等、地域的観点から整備の必要性が集中している地区等
I市	<p>戦略的地区</p> <ul style="list-style-type: none"> ・整備の広域性が高く、かつ整備目標時期を中、短期においている地区 <p>要整備地区</p> <ul style="list-style-type: none"> ・整備効果は地域的であるが整備課題の集中が見られ、整備目標時期を中、短期においてあり、かつ事業手法等の面で事業の促進性が高い地区

表-5. 8 2号地区1.5号地区選定の尺度

選 定 尺 度	
D市	緊急性, 必要性, 実現性, 可能性
G市	直接的必要度, 間接的必要度, 具体度, 合意度
H市	熱度, 緊急性
I市	広域性, 緊急性, 促進性(手法活用の可能性)
J市	必要性, 緊急性, 再開発熱度, 事業可能性

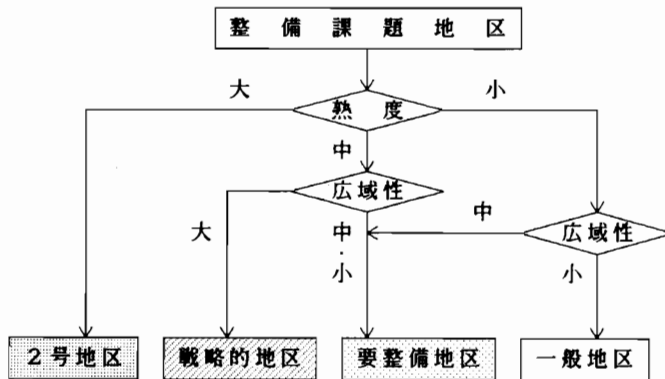


図-5. 2 地区選定フロー例

(2) 地区選定の考察

表-5. 1を見ると、策定年次が新しくなるにしたがってD I D地区に占める1号市街地、2号地区の割合が高くなる傾向があることがわかる。この傾向は、特に2号地区において著しい。これは、各都市の2号地区に対する考え方の変化に一因があると考えられる。「策定基準(案)」に示された都市再開発方針の内容では、事業の都市計画上の位置づけを明確にすることが重要視されていた。これをうけて、早期策定都市は事業熱度を重視した地区選定を行っている。しかし、民活の導入の必要性が指摘されるようになり、民活誘導施策が制度化されつつある中で、徐々にではあるが必要性をより重視して、2号地区の概念を広くとらえた策定がなされてきているようである。

今後、民間の再開発の活発化が期待される中、都市再開発方針の「適正かつ計画的な建築活動の誘導」という役割が重要になってくるであろう。しかし、各都市の2号地区選定基準はまだまだ可能性に片寄った内容となっている。ほとんどの都市が掲げていた2号地区の条件に、「概ね5年以内に事業の実施が予定されている地区」というものがあるが、これを忠実に守るなら抽出された地区は、市街地再開発事業の進行状況を表わした図と何ら変わるところがないものになってしまう。「都市再開発方針」制度の創設までの背景、経緯や目的などを考えるならば、2号地区はその計画性にもっと力点を置くべきではないだろうか。都市再開発方針に求められているものは、再開発の必要性を可能性に転化し、事業化していくことである。可能性がない地区を避けて通るのではなく、積極的に2号地区に選定し、事業化実現のために必要な措置を構ることが必要であろう。

しかし、「再開発が必要な地区」を全て「2号地区」とするのは無理がある。住民の反対が根強い地区や、土地の持つポテンシャルが低く、民間の再開発のめどが立たない地区などを2号地区として選定するのは困難である。このような地区に対しても再開発の必要性が高い地区は、1.5号地区に指定し、2号地区への移行を目指して必要な処置を講じるべきであろう。また、1.5号地区から再開発の障害を取り除く方法の確立も望まれるところである。

5-3-5 立案作業における問題点

各市における立案作業内容を検討した結果として、次に示すような問題点があることが指摘できる。

① 現況分析に多大な労力を要する。再開発の基本方針や整備目標の設定、課題地区抽出は都市の現況を十分把握した上で行う必要がある。実際には、現況データをもとに都市の状況を地区化した地区カルテなどを作成し資料としているが、手作業ベースでは抽出条件の変更等、十分な検討が行われているとは言えない状況である。

② 課題地区抽出は個別の評価指標による課題地区を重ねあわせて行うが、その総合化はプランナーの直観にゆだねられているケースが多い。数量化して行なっている都市でも、各々の評価指標に対し、簡単な点数を付与し、その合計を総合評価値とする等、あまり科学的と言えない。複数の評価指標を総合評価して課題地区の抽出を科学的に行う手法が必要である。

③ 課題地区から1号市街地を設定する方法が定まっていない。課題地区のとり方にもよるが、課題地区>1号市街地、課題地区=1号市街地、課題地区<1号市街地の3様のケースがあった。同様2号地区の設定の方法も不明瞭である。事業化の「可能性」と再開発の「必要性」²¹⁾との調整方法、「戦略的地区」や「要整備地区」といったいわゆる1.5号地区の適用のしかたの検討が必要である。これらの問題点は計画論としての議論が必要であるが、相互の調整は柔軟で容易なフィードバックを可能とすることで改善が期待できる。これらの結果をふまえて次節においてこのような立案作業をより科学的、効率的に行うための支援システムの提案を行なう。

5-4 支援システムの開発²²⁾

5-4-1 支援システムの機能

支援システムに要請される機能は大きく、既存の統計データを有効に利用するためのツールとしての現況分析機能と、課題地区抽出のための現況評価機能の2つに分けることができる。

現在のところ、都市の現況分析作業は多分に手作業に頼っている。しかし、これらの手作業の多くは、統計データを地図上にプロットしていくというものであり、コンピュータで効率的な処理が可能な部分である。そこで、地区カルテなどの情報を体系的、一元的に管理し、その有効利用を図る機能が不可欠である。

再開発の要整備地区を抽出するためには、いくつかの整備課題について総合評価するプロセスが必要となる。そこで再開発の必要性の程度を将来理想とする土地利用形態実現のための整備目標に対する評価指標を総合的に評価し、相対的順位づけを行い計量する。この総合評価値が劣っている地区は、現況から判断すると整備の必要性が大きな地区ということになる。現況評価をシステム化し、合理的な判断を行うためには、支援システムに適した評価モデルが必要である。このような総合評価の問題は多目的意思決定の問題として捉えることができる。ところで、想定する現況評価問題は、問題構造が数学的に定式化できず、意志決定者の主観的評価をいかに定量化するかが中心的課題となる。そこで次節では支援システムへの導入を前提として対話型の主観的評価モデルの検討を行う。

5-4-2 主観的評価モデルと対話型システム²³⁾⁻³¹⁾

(1) 対話型の意志決定モデル

代替案の主観的評価モデルを検討する前に、このような意志決定のモデルが備えていることが望ましい性質を整理すると、

- ① 構造化された問題を取り扱うための手続きを有すること、
- ② 定量的な要素のみならず、定性的な要素をも合理的に処理できること、
- ③ 目的間の非通約性に対処するため、単一の評価尺度の構成が工夫されていること、
- ④ 目的間のトレードオフを調整する過程が含まれていること、
- ⑤ あいまいな判断を取り扱えること、
- ⑥ 試行錯誤的、発見的な過程の導入により、意思決定者の学習効果が考慮されていること、等をあげることができる。

一方、対話型システムにおいて最も重要なことは、人間とコンピュータとの役割分担をいかに行うかということである。すなわち、人間とコンピュータとが持つそれぞれの能力の特長を十分に活用することが肝要となる。このようなマンマシンシステムの特長を踏まえ、対話型の評価モデルに望まれる性質をまとめると、

- ① 求められる判断が容易なものであること、
- ② 操作や手続きが簡単であること、
- ③ 提示される情報が理解し易いものであること、

④結果が意思決定者にとって納得できること、

⑤対話過程を通じ発見、学習できること、

などである。対話型システムにおける代替案評価モデルを考えるときには、これらの性質を考慮に入れて検討する必要がある。

(2) 代替案の主観的評価モデル

代表的な代替案の主観的評価モデルとして多属性効用関数モデルがある。その特徴は尺度の構成において多大な労力が払われることである。効用関数の同定では常に原点と単位を明かにし、厳密な間隔尺度を構成する。さらに単一の評価尺度、すなわち全ての属性を考慮した多属性効用関数に対し、単一属性効用関数による分解表現がなされるため、複雑な問題の構造化という観点からも厳密なアプローチがとられている。従って解析的な局面に対しては極めて有力なモデルといえるが、この厳密さは同時に意思決定者に対して大きな負担にもなる。多属性効用分析では判断のあいまいさを取り扱う手続きが確立されていないため、意思決定者は常に整合性のある判断を要求される。また、効用関数の同定におけるくじを用いた一般的な方法は、現実の代替案から離れた属性空間上で行われるため、直観的にイメージするのが難しく、自己の選好に照らし合わせて確信できるような判断を下すことは難しい。この問題を解決するため森津³²⁾は一対比較による選好記録から多属性効用関数を同定しようとしている。また永野、金安³³⁾は感覚的な判断のあいまいさをファジィ測度で表現し、ファジィ多属性効用関数を提案している。このように多属性効用分析は、理論的な整合性を追求するあまり手続きが煩雑になり、反復的な操作、あるいは意思決定者の学習効果の面からも対話型の意思決定モデルとしては不利と言えよう。

これに対し、階層分析手法(AHP)に代表される選好強度付きの一対比較を行う方法がある。選好強度付一対比較による代替案の主観的評価手法の特徴は手続きの簡易さにある。意思決定者に求められる判断は現実の代替案に対する評価のみであるためイメージし易く、判断も比較的簡単である。また、最初からは整合性のある判断は要求されず、反復によって整合性のある判断に収束していくという過程を有するため、対話型としての特長を生かすことができる。

しかし、冗長な一対比較が行われるため、要素の数が多くなれば行うべき判断の数は急激に増大し、整合性のある回答が困難になる。判断の修正においても整合性を乱す原因となる部分が示されないため、結局全ての判断をやり直さなければならず極めて非効率的である。従って操作性を高めるために一対比較を効率的に行う手続きが開発されれば、問題構造を数学的に定式化することの困難な、いわゆる悪構造の問題に対する対話型手法として極めて有力なものとなることが期待される。

そこで総合評価手法として、意思決定者になされる質問内容が無理のないものであること、指標間の重みづけが簡単に行えることなどの条件を満たすAHP手法を取り上げる。そして、この手法を支援システムに導入し、対話型の現況評価システムを開発する。

5-4-3 AHP手法の概要³⁴⁾⁻³⁷⁾

AHP手法 (Analytic Hierarchy Process) は、1971年にThomas L. Saatyによって提唱され

最近多くの応用研究が報告され始めた意思決定手法で、評価項目の重要度の「比」を問題としている比率尺度による評価方式であり、一対比較結果をもとに、全体としての項目間の比率尺度を決定する方法である。次に示す3段階から成り立つ。

1) 第1段階

複雑な状況下にある問題を階層構造に分解する。階層の最上層は1個の要素からなり、これが総合目的となる。それ以下のレベルでは意思決定者の主観的判断により、いくつかの要素が1つ上のレベルの要素との関係から決定される。なお、各レベルの要素の数は、 7 ± 2 が最大許容数である。また、レベルの数に制限はなく、最下層に代替案があてはまる。

2) 第2段階

レベル要素間の重みづけを行う。まず、ある1つのレベルにおける要素間のペア比較を1つ上のレベルにある関係要素を評価基準として行う。nを比較要素数とすると意思決定者は、 $n(n-1)/2$ 個のペア比較をすることになる。ペア比較は重要、やや重要といった判断を行いこれを適当な比率尺度に置き換える。判断に対する比率尺度の例を表-5. 9に示す。以上のようにして得られたレベルのペア比較マトリックスから、レベル要素間の重みを計算する。

表-5. 9 重要性の尺度とその定義

重要性の尺度	同じくらい重要	やや重要	かなり重要	非常に重要	きわめて重要
尺度1	1	3	5	7	9
尺度2	1	2	3	4	5

(尺度1では2, 4, 6, 8を中間の値として用いる)

3) 第3段階

レベル要素間の重みづけが計算されると、この結果を用いて階層全体の重みづけを行う。これにより、総合目的に対する各代替案の優先順位が決定できる。

5-4-4 ウエイトの計算方法

ウエイトの計算方法にAHP手法の最大の特長がある。各階層のウエイトは一対比較結果から求められる。つまり、意思決定者に「要素iは要素jに比べてどのくらい重要か」と問い、その答えに比率尺度 a_{ij} を与えることで、 $A = [a_{ij}]$ という行列をつくる。ここで、行列Aは一対比較の意味より、次のように表す。

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} w_1/w_1 & w_1/w_2 & \cdots & w_1/w_n \\ w_2/w_1 & w_2/w_2 & \cdots & w_2/w_n \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ w_n/w_1 & w_n/w_2 & \cdots & w_n/w_n \end{bmatrix}$$

ただし、 $a_{ij} = w_i/w_j$, $a_{ji} = 1/a_{ij}$

Aの最も大きい固有値 λ_{max} に対する固有ベクトルWがウエイトとなる。ところで、ウエイトが上述の方法で計算できるのは、意思決定者の一対比較の結果が首尾一貫している場合のみである。つまり、 $a_{ik} = a_{ij} \cdot a_{jk}$ がすべてのi, j, kについて成り立つときに、行列Aは首尾一貫性があるといえる。行列Aの首尾一貫性を判断するコンシステンシー指数は、

$$C.I. = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$$

で表わされ、この値が0.1以下であることを行列Aの有効性の尺度としている。この値が0.1を越える場合は一対比較を再度行なう必要がある。これにより意志決定者の判断の一貫性を確保することができる。

5-4-5 支援システムへのAHP手法の導入³⁸⁾

都市現況評価にAHP手法を適用しようとするとき、解決せねばならない問題がある。それは、比較される代替案の数が非常に多いため、すべての一対比較を行なうことが不可能なことである。つまり、都市現況評価においてはひとつの地区がひとつの代替案ということになり、その数は数百、数千のオーダーになる。

この問題を解決するために、代替案の代わりに評価指標の数個の代表値により一対比較を行なう。代表値はその評価基準の全地区の値を級分けして、各級の境界値または中央値を用いる。そして、これらの代表値による一対比較結果から最下層の重み係数の値を求める。各地区（代替案）の評価値は代表値のウエイトを内挿して求める。このような方法では級分けの方法が問題となる。級分けを行うときに、級の上限值および下限値は都市の現況データの最大値および最小値などから求め、この間の値を級分けすることになるが、評価指標によっては意思決定者が境界値を決めることが困難な場合が多いと考えられる。境界値設定を自動的に行なうためには次のような方法を考える。

- ①属性データの最大値、最小値間を等分割する方法。
 - ②プランナーが任意の値を入力する方法。
 - ③各代表値によって区切られる級に含まれるゾーン数の分布が、均等となるようにする方法。
- つまり、意思決定者が特に境界値を指定しない場合には、システムがその評価指標に関する累積度数分布グラフを作成し、累積度数が等分割されるように自動的に境界値を設定し代表値とする。このような改良により、地区ごとの総合評価値を求めることができる。

5-4-6 支援システムの構成

支援システムは、大きく地域情報システム、分析・評価システム、分析・評価情報システムの3つのシステムから構成する（図-5.3）。地域情報システムは、地域の統計情報や地図情報等を管理し、地域情報処理システムを介して情報の検索、加工、表示、更新等を行う。分析・評価システムは、立案支援を行なう中核部分で、現況分析と現況評価のシステムからなり現況分析、課題地区抽出作業を支援する。現況分析システムは、現況データの演算加工、条件抽出等を行ない結果を地図表示するためのもので、ランクマップや地区類型化のための三角座

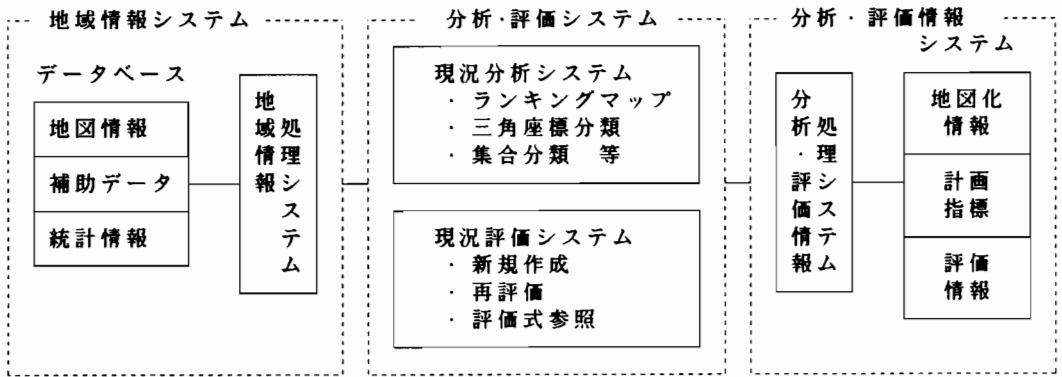


図-5. 3 支援システムの全体構成

標分類等の機能を有する。現況評価システムについては後述する。分析・評価情報システムは、プランナーが支援システムを使用するにしたいが蓄積されてくる計画指標や評価モデルの情報を蓄え、さらに効率的なシステム利用を図るためのものである。

5-4-7 現況評価システム

(1) 総合評価式新規作成サブシステム

このサブシステムは、総合評価構造を新たに作成し、各ゾーンごとの評価値を計算するまでをプランナーと対話形式で作業を進めていくものである。総合評価式新規作成サブシステム（以下、新規作成サブシステムという）を用いて総合評価値を求めるプロセスとそれを支援する新規作成サブシステムの各機能と対比させて図-5. 4に示す。以下この図のフローに従って、新規作成サブシステムの機能について述べていく。

(プロセス1) まず現況評価の構造を階層図に示す。階層図を作成するために必要な情報は、①階層の総数、②各階層の評価基準数、③上位階層との従属関係、④評価基準名である。これらの情報は、システムから対話形式でなされる質問にプランナーが順次答えていくという形でシステムに取り込まれる。ここで、③の上位階層との従属関係とは、ある階層の評価基準がひとつ上位の階層のどの評価基準に属するかという情報である。この情報は階層図を画面表示するとき、及び総合評価値を計算するときに必要な。これらの情報は、階層図のデータとして評価データベースに蓄積される。図-5. 5にシステムの質問例、図-5. 6に階層図の画面表示例を示す。

(プロセス2) プロセス1で作成した階層図にしたがって、評価基準間の重みづけを行う。重みづけは、階層の上位から順に行われる。この作業は、図-5. 7に示す作業の繰り返しとなる。プランナーに対する一対比較は図-5. 8に示す形式で行われる。プランナーは画面に表示される指示に従って、一対比較を行う。ひとつの階層のひとつのグループについての一対

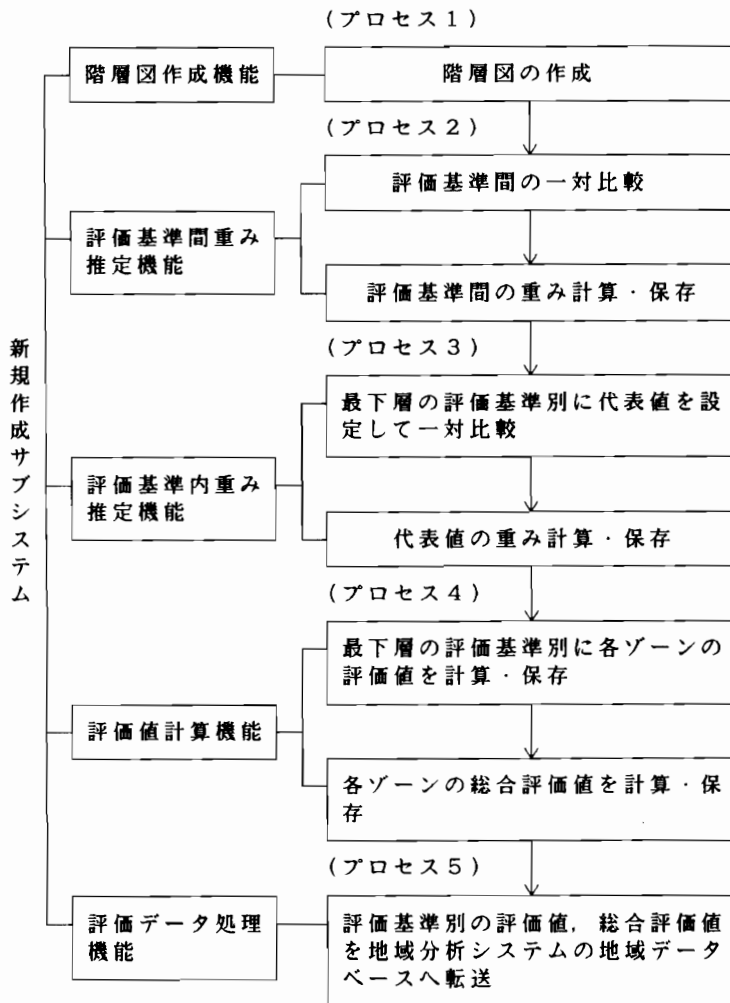


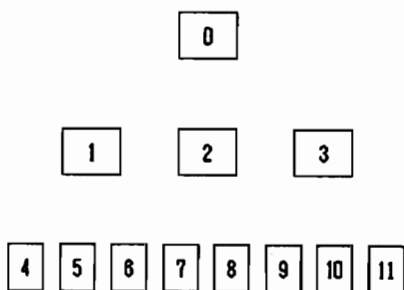
図-5. 4 新規作成サブシステムを用いた作業フロー

比較が終了すると、システムはこの一対比較結果から、各評価基準の重みを計算する。システムでは、べき乗法により固有値及び固有値ベクトルを計算する。なお、重みの計算を行うと同時に、コンシステンシー指数も計算し、一対比較結果の首尾一貫性を判断する。そして、コンシステンシー指数が、0.1をこえなくなるまで一対比較を行う。すべてのグループについて一対比較、および重みの計算が終了すると、階層図とともに各評価基準の重みを画面に表示する。図-5. 9に表示画面を示す。プランナーは、表示された結果に納得すれば、プロセス3に進む。再評価を行いたいときには、プロセス2に戻ることができる。プロセス3に進む場合、求められた評価基準間の重みが、評価データベースに保存される。

【 総合評価式作成サブシステム 】

〈 04 課題地区の評価 〉

「 階層図の作成 」



表示する番号の評価基準に属する
評価基準の数を入力して下さい。

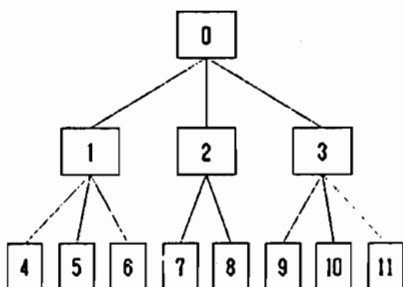
[1]番に属する数 = 3

図-5. 5 プロセス1でのシステムの質問例

【 総合評価式作成サブシステム 】

〈 05 課題地区の評価 〉

「 階層図の作成 」



表示する番号の評価基準名を入力
して下さい(全角10文字以内)。

- 0. 課題地区の評価
- 1. 居住環境
- 2. 都市基盤整備
- 3. 防災性
- 4. xx0002
- 5. xx0003
- 6. xx0026
- 7. xx0037
- 8. xx0024
- 9. xx0012
- 10. xx0015
- 11. xx0028

これでいいですか。

図-5. 6 階層図の作成結果画面

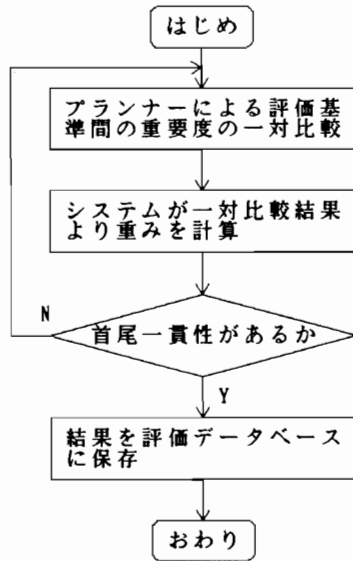
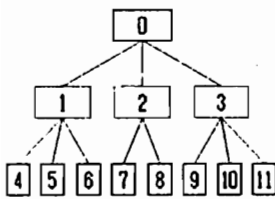


図-5.7 評価基準間の重み付け

【 総合評価式作成サブシステム 】

《 05 課題地区の評価 》

『 指標間の重みづけ 』



指標間の一対比較を行います。

〈 比較する指標 〉

1. 居住環境
2. 都市基盤整備
3. 防災性

〈 比較の基準 〉

1. 同じくらい重要
3. やや重要
5. かなり重要
7. 非常に重要
9. 極めて重要

※ 逆のときは-をつけて入力する。

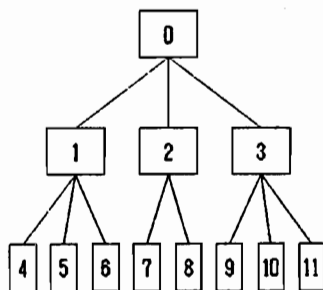
[居住環境]は[都市基盤整備]に対してどのくらい重要ですか。… 3

図-5.8 評価基準間の重み付けのための一対比較画面

【 既存の評価式の表示 】

《 04 課題地区の評価 》

「 階層図の表示 」



〈 評価基準名 〉 〈 重み 〉

0. 課題地区の評価	1.000
1. 居住環境	0.221
2. 都市基盤整備	0.319
3. 防災性	0.460
4. xx0002	0.600
5. xx0003	0.200
6. xx0026	0.200
7. xx0037	0.500
8. xx0024	0.500
9. xx0012	0.143
10. xx0015	0.714
11. xx0028	0.143

< return key >

図-5. 9 階層図と評価基準間の重みの画面表示

(プロセス3) 評価基準間の重みがすべて求められた後、階層図の最下層に位置する各評価基準(本システムの場合は、都市現況データがこれに相当する)のすべてについて、最下層の代替案(以後、代表値という)の望ましさの重みを計算し、その結果を評価データベースに保存する。次にプランナーは、代表値の数と代表値の設定方法をシステムに入力する。代表値の数は、階層分析手法の適用上の制限から、システムにおいては8つを上限としている。代表値の数を入力した後、プランナーは代表値の設定方法を次の3つの中から選択する。

- ①属性データの最大値、最小値間を等分割する方法
- ②プランナーが任意の値を入力する方法
- ③各代表値によって区切られるカテゴリーに含まれるゾーン数の分布が、均等となるようにする方法

選択した代表値の設定方法に従って機械的に代表値が決められた後、システムはプランナーに対して、更に「代表値を追加しますか」と質問してくる。追加したい代表値が存在する場合は、プランナーがその値をシステムに入力する。ここまでの作業で一対比較を行なうための代表値の設定が終了する。プランナーは、代表値の設定状況を確認し、その内容に納得すれば、プロセス2と同様な方法で一対比較を行う。ただし、この場合の一対比較は「どちらが重要か」という内容ではなく、「どちらが望ましいか」という内容で行われる。

一対比較が終了すると、システムは重みを計算し、その結果とコンシステンシー指数を表示する。プランナーの一対比較結果に首尾一貫性があれば評価データベースに結果を保存する。首尾一貫性がないときは再度一対比較を行なうこととなる。図-5. 10にシステムの質問例を示す。また、このような作業によって求められた代表値と重みとの関係の計算結果の表示例は、図-5. 11に示すような形で画面表示される。

【 総合評価式作成サブシステム 】

〈 04 課題地区の評価 〉

『 指標内の重みづけ 』

指標は xx0002 です。

〈 代表値 〉

代表値[0] = 8.0
 代表値[1] = 8.2
 代表値[2] = 17.4
 代表値[3] = 38.4
 代表値[4] = 188.0

【 属性数による代表値の設定 】

〈 比較の基準 〉

1. 同じくらい望ましい
3. やや望ましい
5. かなり望ましい
7. 非常に望ましい
9. 極めて望ましい

※ 逆のときは - をつけて入力する。

代表値[0]は代表値[1]に対してどのくらい望ましいですか。… 3

図-5. 10 評価基準別の代表値と望ましさの関の一対比較画面

【 総合評価式作成サブシステム 】

〈 04 課題地区の評価 〉

『 指標内の重みづけ 』

指標は xx0002 です。

〈 代表値 〉

代表値[0] = 8.0
 代表値[1] = 8.2
 代表値[2] = 17.4
 代表値[3] = 38.4
 代表値[4] = 188.0

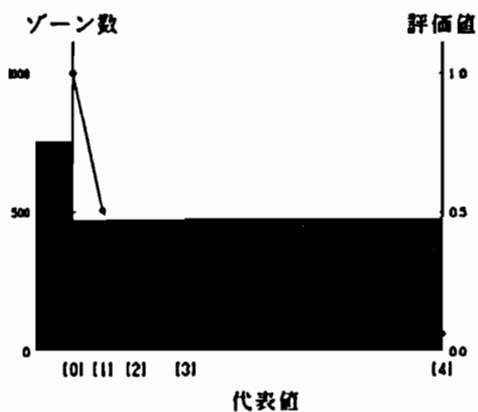


図-5. 11 評価基準別の代表値と望ましさの計算結果画面

(プロセス4) プロセス3までは、プランナーとシステムが対話的に作業を進めていく。これに対してプロセス4では、プロセス3までの評価結果をもとにシステムが自動的に処理を行う作業部分である。プロセス4では、各ゾーンごとの評価基準別評価値および総合評価値を求め、評価データベースに保存するという一連の作業を行う。

(プロセス5) プロセス4までで、総合評価値を求める作業は終了する。総合評価の結果は、地域分析システムを用いて、わかりやすい情報形態に変換して画面上に表示されることでより有効な情報となる。したがって、評価結果データのうちの評価基準別評価値、および総合評価値は地域分析システムの地域情報データベースに保存する。

ところで、新規作成サブシステムを用いて総合評価値を求めようとするとき、階層図はプランナーが作成する。種々の観点から総合評価を行うためには、階層図が自由に作成できる必要がある。また表かし表や結果の情報も部分的な修正に基づく再利用ができることが望ましい。このためシステムには、プロセス1でプランナーから入力される階層図の構造などの情報を表-5. 10に示すように整理し、保存できるようにしている。

表-5. 10 評価データの保存形式

モデル属性	最終目標	評価指標属性	指標名	評価指標属性	上位の指標番号	代替案比の較属性	上位の指標番号
	評価指標数		上位の指標番号		要素数		要素数 (代替案数)
	代替案数		下位の指標数		要素の指標番号		一対比較行列
	階層構造のレベル数		下位の指標番号		一対比較行列		隣接行列
	評価指標の一対比較数		レベル番号		隣接行列		非整合量行列
	代替案の一対比較数		一対比較番号		非整合量行列		要素のウエイト
代替属性案	代替案名		上位指標に関するウエイト				
	各評価指標に関するスコア						

(2) 総合評価式の再評価サブシステム

課題地区抽出を、種々の観点から行っていく場合、既存の階層図のうちの評価基準をいくつか変更したり、階層図はそのままで評価基準間の重みや、評価指標の代表値と望ましさの重み関係を変更したいことなどが生じる可能性がある。そのような場合、階層図をはじめから作成するよりも、既存の評価結果のうちから変更したい部分だけを再評価する方が、プランナーの負担軽減につながる。したがって、既存の総合評価結果のうち、再評価したい部分だけを変更できるシステムを用意する。システム利用の手順を図-5. 12に示す。

まず、プランナーは、既存の評価式の中から、利用したい評価式の番号をシステムに入力する。システムが、何を再評価したいのかをプランナーに対して質問する。プランナーは、再評

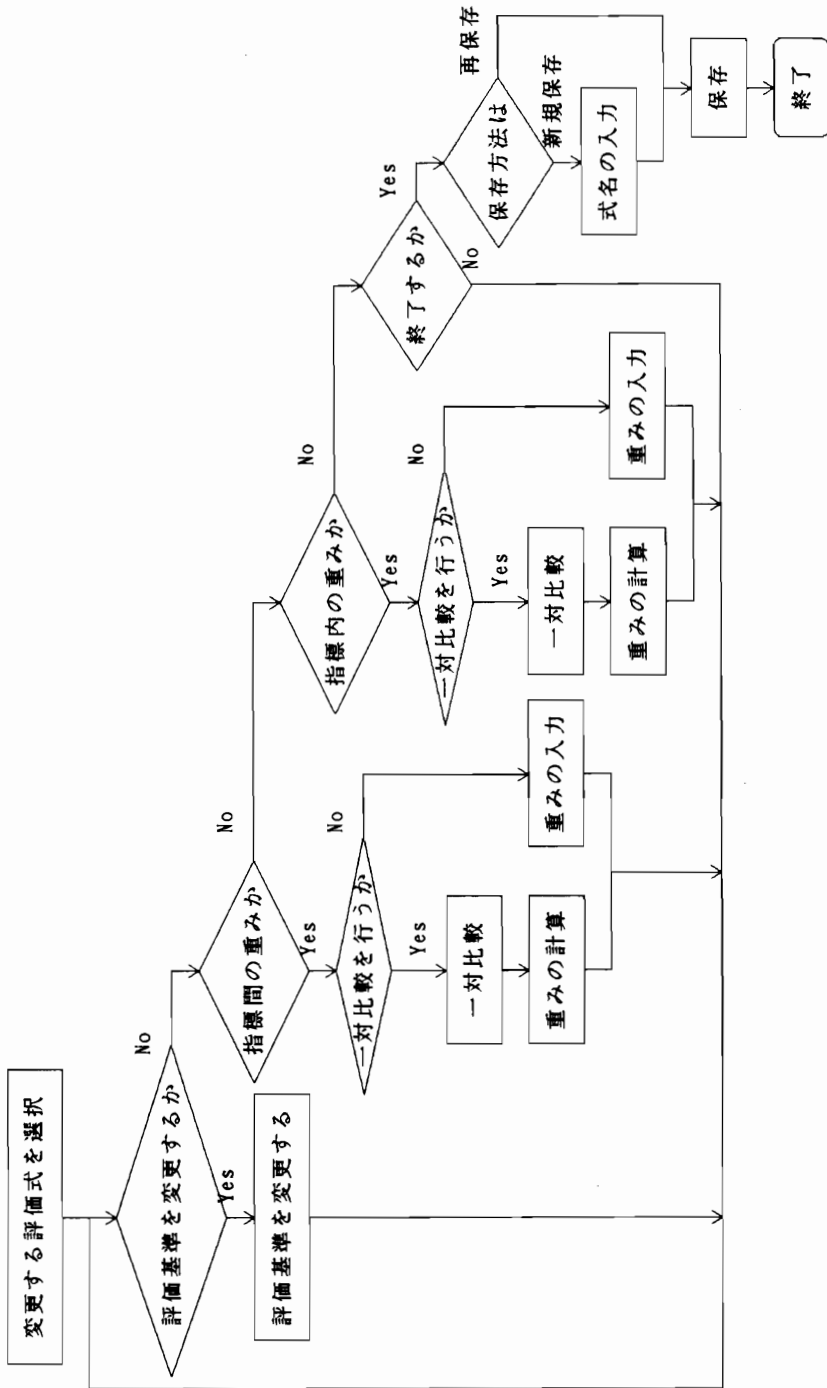


図-5. 12 評価式の再評価サブシステムを用いた作業フロー

価したい部分をシステムに入力する。再評価ができるのは、①評価基準の変更、②評価基準間の重みづけ、③評価指標別の代表値と望ましさの重みづけ、の3つである。

このうち、②および③の再評価においては、一対比較を行ってその結果から重みを計算し直す方法と、プランナーが直接重みを入力する方法とを用意した。

なお、評価式の再評価においては、例えば、評価基準を変更したあとで評価基準間の重みづけを再評価するといったように、試行錯誤的に作業が行われていくことが予想される。また、再評価した評価式は、新しい評価式として保存される場合と、古い評価式を破棄して再保存する場合とが考えられる。したがって、再評価システムでは、評価式の変更結果はワークファイルに一時的に書き出された評価結果ファイルに対して行われ、変更作業が終了した時点で、変更後の評価式の保存方法をプランナーに質問し、その指示にしたがって保存することとした。このとき、評価基準別の評価値ファイル、および総合評価値ファイルも新しい重みを用いて計算し直され、保存されることになる。

(3) 総合評価式の参照サブシステム

総合評価式の新規作成や再評価を行うときに、既存の総合評価式の階層図、評価内容などを参考したくなることが予想される。そのような場合には、このサブシステムにより、既存の総合評価式の内容を参照することができる。表示できるのは評価基準間の重みを含めた階層図、評価基準の代表値と望ましさの重みの関係の2つのものである。表示画面は、それぞれ図-5.9、図-5.11と同様の形式で表示される。

(4) 評価データ処理サブシステム

総合評価を行なうときに、既存の評価指標以外の指標を新たに作成しなければならないことが多い。評価データ処理サブシステムは、プランナーの入力した演算式にしたがって、地域情報データベース中の既存の評価指標から新たなデータを作成し、保存する機能を有する。

また、総合評価作業の結果作成される評価基準別の評価値、および総合評価値を、評価データベースから地域情報データベースへ転送する機能も有している。

5-5 システム利用によるケーススタディ

5-5-1 方法

今回作成した支援システムを、実際の都市における課題地区抽出作業に使用してシステムの有意性を確認する。有意性の確認を行うために、神戸市の都市現況データを用いて課題地区抽出作業を行う。有意性の確認を行うために、まず、神戸市役所の都市計画担当者2人に総合評価システムを使用してもらい、総合評価値を求める。そのあと、総合評価システムを使って求めた総合評価値を、現況分

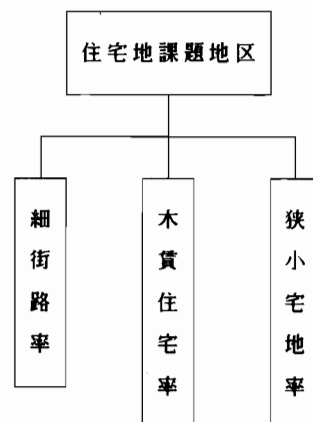


図-5.13 評価階層図

析システムを用いて地図表示し、神戸市において実際に課題地区とされている地区との整合性を確認する。評価は、昭和59年度の「神戸市都市再開発方針策定調査報告書」の中から、住宅地の課題地区抽出の際に用いられた評価指標を用いて図-5. 13に示すような階層図を作成した。3つの評価指標は地域情報データベースより次の演算により求め使用した。

$$\text{細街路率} = \frac{\text{幅員が4～6mの道路延長}}{\text{道路総延長}} \times 100 (\%)$$

$$\text{木賃住宅率} = \frac{\text{木賃住宅延床面積合計}}{\text{住宅延床面積合計}} \times 100 (\%)$$

$$\text{狭小宅地率} = \frac{75\text{m}^2\text{未満住宅専用宅地面積}}{\text{住宅専用宅地総面積}} \times 100 (\%)$$

5-5-2 総合評価システムによる評価結果

まず総合評価システムを用いて図-5. 8のように指標間の重要性の程度を「やや重要」, 「非常に重要」といった形で行うことにより3つの指標のウエイトを求める。評価項目値に対するウエイトはそれぞれの値の代表値を設定しそれらの比較により求める。図-5. 14に都市計画担当者がシステムを使って求めた木賃住宅率のウエイトを出力した画面を示す。なお、図中のxx0002木賃住宅率を表わす指標名である。

総合評価システムを使って求めた評価結果から、現況分析機能を用いて長田区の中から住環境に関する課題地区を抽出する。ここでは、長田区の中で住宅地として特化している地域の中の住環境の課題地区を抽出することとする。次の手順で抽出作業を行う。

【 既存の評価式表示システム 】

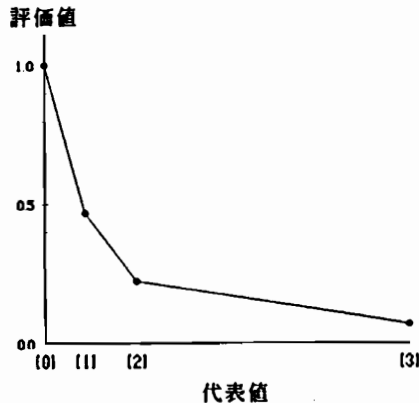
《 03 住宅地の課題地区 》

「 評価関数の表示 」

指標は xx0002 です。

〈 代表値 〉

代表値[0] = 8.0
 代表値[1] = 11.4
 代表値[2] = 25.3
 代表値[3] = 100.0



< return key >

図-5. 14 木賃住宅率の代表値と望ましさの重み付け結果

①住宅地としての地域特性を持つ地域を、

$$\text{住宅率} = \frac{\text{住宅延床面積合計}}{\text{施設延床面積合計}} \times 100 (\%)$$

が80%以上の地域とする。

②①の条件に該当する地域の中で、総合評価値が0.2以下の地区を地図表示した。以上のような手順で、抽出した課題地区の分布を図-5. 15に示す。

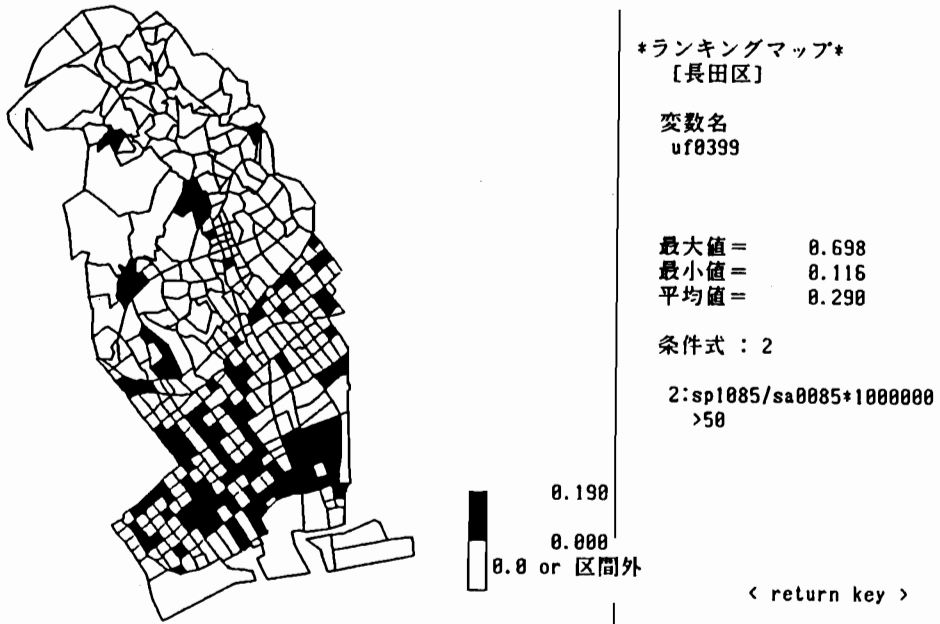


図-5. 15 神戸市における課題地区抽出の例

5-5-3 システムの有意性の検討

今回、システムを使用した都市計画担当者は、階層分析手法に関しては何の予備知識もない状態であった。事前に、一対比較の方法について若干の説明を行ったのみであるが、評価基準間の重要度の一対比較作業はスムーズに行うことができた。ただ、評価指標別の代表値の望ましさで、細街路率のように望ましい属性値が一概に設定しにくいものがあつた。このような場合、抽象的な数値によらず計画担当者が把握しているいくつかの実際の地域による比較を行い、その地域の評価項目値（この場合、街路率）を代表値として採用することにより、より容易に評価項目値のウェイトを求めることができる。

一方評価結果の妥当性については計画担当者に、図-5. 15の長田区の評価結果と実際の抽出地区とを比較してもらつた。その結果、ほぼ立案作業において課題地区として認識している地区が抽出されていることが判つた。ただし、実際の策定内容から言えば神戸市では、一方

の地域特性把握作業から抽出した住工混在地区等を加わえて指定を行っていること、1号市街地は旧市街地全域を指定していること等により、システムの抽出地区は2号地区と1号市街地の中間の地区となっている。

システム利用の容易さについては対話形式としたことにより、代表値の設定や一対比較などの評価作業をスムーズに進めることができた。また、総合評価システムを用いて求められた評価結果は、現況分析システムによって画面表示されることでよりわかりやすい情報となり、課題地区抽出の有効な情報として利用できることがわかった。

ところでシステムが有意であるためには、評価構造や評価項目が適正で明確でなければならない。神戸市では整備課題だけでなく地域特性把握の2つの作業を総合する形で地区指定を行っているが、再開発方針に盛り込むべき地区抽出をどういう視点でどの様に行うか十分議論し、計量する項目、評価の視点を明確にして作業にはいることがシステムの有意性を高める上で必要である。

5-6 一対比較モデルの改良³⁹⁾

5-6-1 判断のパスを許した一対比較モデル

(1) 一対比較の冗長性と結果の頑健性

選好強度付一対比較判断に基づいて意思決定者の選好を決定する手法の特徴の1つは、意思決定者に冗長な判断を求めるという点にある。つまり後述する基数推移性を仮定する場合、 n 個の代替案に対する判断が完全に整合性を持っていれば、その比較は $n-1$ 回でよい。この手法では非整合性を許す代わりに冗長な判断を求め結果の平均化を図ろうとしている。一対比較の冗長性は、結果の頑健性(robustness)を高めるという点では望ましいことであるが、一対比較の要素の数が多くなれば逆に整合性のある判断を行うことが困難にもなる。全ての一対比較判断に回答しなければならないならば、判断に確信を持たないような場合問題である。もし判断いくつかを保留にし、回答をパスすることができればこのような問題は改善される。この場合、意思決定者は直接答えにくい判断や、よくわからない判断をとりあえず保留にして、ある程度自信のある判断のみを回答すればよい。そして一対比較を繰り返し行うことによる意思決定者の学習効果を期待すれば、最終的には全ての判断に対して意思決定者自身の確信度が高い回答を効率良く引き出すことができる。また適当な冗長回答で整合性を確保できれば、回答のパスを残して結果を求めることも可能となり、一対比較の労力を軽減できる。しかし不完全な一対比較は、意思決定者の負担を軽減するものではあるが、その分判断の頑健性は低くなる。従って回答のパスに際して、一定の頑健性を保つ配慮が不可欠である。

一対比較判断のパス、保留ができるためには、不完全な結果に基づく平均化の手法が整備されなければならない。

(2) 一対比較行列と基数推移性⁴⁰⁾⁻⁴³⁾

一対比較の対象となる n 個の要素の集合を $A = \{a_1, \dots, a_n\}$ とし、意思決定者による a_i と a_j についての比尺度上での一対比較判断の値を q_{ij} とする。ここで q_{ij} は a_i に対する a_j

の選好の比を表すものとし、

$$q_{ij} = 1 / q_{ji}, \quad \forall i, j \quad (5.1)$$

$$q_{ii} = 1, \quad i = 1, \dots, n \quad (5.2)$$

$$q_{ij} > 0, \quad \forall i, j \quad (5.3)$$

と定義する。そして q_{ij} の行列表示 $Q = [q_{ij}]$ を一対比較行列と呼ぶ。 Q が次式を満たすとき基数推移的 (cardinally transitive) であるという。

$$q_{ij} = q_{ik} \cdot q_{kj}, \quad \forall i, j, k \quad (5.4)$$

意思決定者の選好に基数推移性を仮定した場合、式 (5.4) が成立することは一対比較判断に完全な整合性があることを意味する。このとき a_i ($i = 1, \dots, n$) の比尺度上での相対的な基数評価値を

$$x = (x_1, \dots, x_n) \text{ で表せば, } q_{ij} = x_i / x_j, \quad \forall i, j \quad (5.5)$$

が成立する。

Q が基数推移的でない場合には、意思決定者の選好を式 (5.5) を用いて Q から直接基数尺度化することはできない。ここで Q が式 (5.4) を満たさない理由は二つ考えられる。一つは意思決定者の選好に基数推移性を仮定できないためであり、もう一つは一対比較判断が首尾一貫していないためである。しかしながら、これらを区別して考えることは困難であるため、本研究では意思決定者の選好にある程度の基数推移性を仮定し、式 (5.4) が満足されないのは主として一対比較判断が首尾一貫していないためであると考え、そしてこれを判断の非整合性 (in consistency) と呼ぶことにする。

意思決定者が A の要素のある組み合わせにおいて一対比較判断を保留にした場合、対応する Q の成分を欠如した不完全な一対比較行列になる。以下では式 (5.4) を満たさず、さらに不完全であるような一対比較行列から、 A に対する意思決定者の選好を相対的に基数尺度化し、 x を同定することを試みる。

(3) 一対比較行列のグラフ表現と近似値

A の要素の添字の集合を $I = \{1, \dots, n\}$ とし、一対比較判断の値が得られた添字の対 $c_k = (i, j)$ ($k = 1, \dots, m$) の集合を $C = \{c_1, \dots, c_m\}$ とする。ただし、 $(i, j) \neq (j, i)$ とし、 C は (i, i) ($i = 1, \dots, n$) を要素として含んでいるものとする。一対比較行列は、頂点の集合を I 、枝の集合を C とし、枝 (i, j) に q_{ij} を付与した有効グラフ $G(Q)$ として表現することができる。また $G(Q)$ の隣接行列を $D = [d_{ij}]$ とし、

$$d_{ij} \cong \begin{cases} 1, & \text{if } (i, j) \in C \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (5.6)$$

と定義する。図-5.16に $G(Q)$ の例を示す。

一対比較行列 Q において $q_{ij} \cong x_i / x_j$ であり、 q_{ij} は x_i / x_j の直接的な近似値である。また、

$$q_{ik} \cdot q_{kj} \cong x_i / x_k \cdot x_k / x_j = x_i / x_j \quad (5.7)$$

であるから、 $q_{ik} \cdot q_{kj}$ は x_i / x_j の (長さ2のパスに沿った) 間接的な近似値である。ただし、この場合のパスの長さとはパスに含まれる枝の数を意味する。パスに沿った間接的な近似

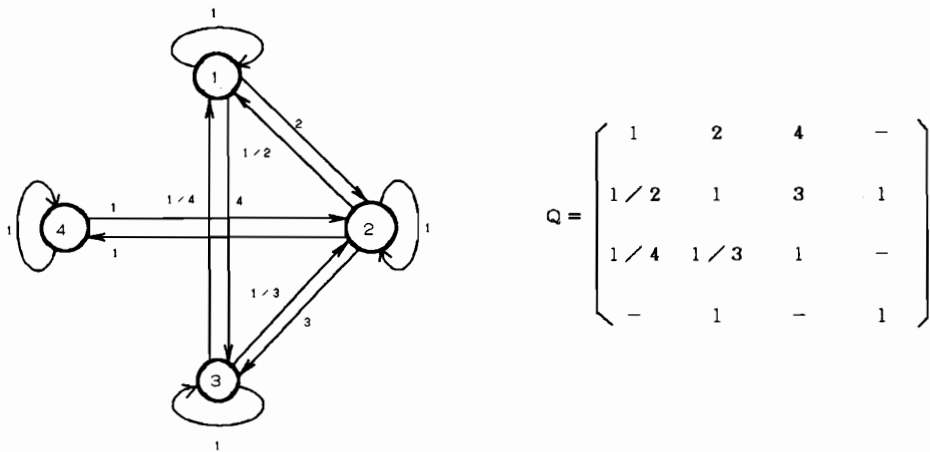


図-5. 16 一対比較行列のグラフ表現

値を用いれば、不完全な一対比較行列の欠如した成分を補って完全な一対比較行列をつくることのできる。ただし、このような操作が可能であるためには $G(Q)$ の頂点 i と頂点 j ($(i, j) \in C$) の間にパスが存在する必要がある。一般にグラフの頂点 i と頂点 j の間のパスの有無は、 D を隣接行列とすると、以下に示す可到達行列 $R = [r_{ij}]$ によって表される。

$$(D^{p-1})_{ij} \neq 0 \iff (D^p)_{ij} \neq 0 \iff (D^{p+1})_{ij} \neq 0 \iff R_{ij} = 1 \quad (5.8)$$

ここで $()_{ij}$ はブール代数演算を意味する。もしも $r_{ij} = 1$ であれば頂点 i と頂点 j の間にパスが存在し、 $r_{ij} = 0$ であれば存在しない。また $r_{ij} = 1, \forall i, j$ であるようなグラフは連結グラフと呼ばれる。頂点の数が n であるような連結グラフでは、任意の頂点からたかだか長さ $n-1$ のパスに沿って全ての頂点に到達することが可能である。このことから、一対比較行列 Q が不完全であっても $G(Q)$ が連結グラフである限り、間接的な近似値を用いて Q の欠如した成分を全て補うことが可能である。

さて、基数推移的でない Q からはそのままでは意思決定者の選好を基数尺度化できないため、何らかの平均化を行う必要がある。ここで Q を何らかの方法で平均化することにより求めた基数推移的な行列を $Q^* = [q_{ij}^*]$ とする。 x_i / x_j の直接的・間接的な近似値は、また q_{ij}^* の近似値でもあり、 Q^* を求めるための情報として用いることが可能である。また、 $G(Q)$ の頂点 i から頂点 j へ同一の長さで至るパスは複数個あり、それに対応して間接的な近似値も複数個ある。そこでこれらの直接的・間接的近似値を平均することによって Q を求めることを考える。

(4) 一対比較行列の平均化

長さ p でグラフの頂点 i から頂点 j へ到るパスの数は隣接行列の累乗 $D^{(p)} = [d_{ij}^{(p)}]$ 、すなわち、

$$d_{ij}^{(p)} = \begin{cases} d_{ij}, & p = 1 \\ \sum_{k=1}^n d_{ik} d_{kj}^{(p-1)}, & p \geq 2 \end{cases}, \quad \forall i, j \quad (5.9)$$

で表される。従って長さ p のパスに沿った x_i / x_j の直接的・間接的な近似値は $d_{ij}^{(p)}$ 個存在することになる。ここで $d_{ij}^{(p)}$ 個の近似値の積 $q_{ij}^{(p)}$ を求めると、

$$q_{ij}^{(p)} = \begin{cases} q_{ij} & , p = 1 \\ \prod_{k=1}^p \{ (q_{ik})^{d_{ik} d_{kj}^{(p-1)}} (q_{kj}^{(p-1)})^{d_{ik}} \} & , p \geq 2 \end{cases} , \forall i, j \ (d_{ij}^{(p)} \neq 0) \quad (5.10)$$

となる。欠如した ($d_{ij}^{(p)} = 0$ である) Q の成分を、

$$q_{ij} = 1, \quad (i, j) \notin C \quad (5.11)$$

とおけば式 (5.10) は次のように書ける。

$$q_{ij}^{(p)} = \begin{cases} q_{ij} & , p = 1 \\ \prod_{k=1}^p \{ (q_{ik})^{d_{ik}^{(p-1)}} (q_{kj}^{(p-1)})^{d_{ik}} \} & , p \geq 2 \end{cases} , \forall i, j \ (d_{ij}^{(p)} \neq 0) \quad (5.12)$$

長さ p のパスに沿った近似値の幾何平均 $\tilde{q}_{ij}^{(p)}$ は、

$$\tilde{q}_{ij}^{(p)} = (q_{ij}^{(p)})^{1/d_{ij}^{(p)}} , \quad \forall i, j, p \ (d_{ij}^{(p)} \neq 0) \quad (5.13)$$

として求まる。次に、長さ p 以下のパスに沿った全ての近似値の幾何平均 $\tilde{q}_{ij}^{(p)}$ は次式で表せる。

$$\tilde{q}_{ij}^{(p)} = \left(\prod_{h=1}^p q_{ij}^{(h)} \right)^{1/\sum_{h=1}^p d_{ij}^{(h)}} , \quad \forall i, j, p \ (d_{ij}^{(p)} \neq 0) \quad (5.14)$$

パスの長さ p が長いほど多くの近似値を考慮することになり、基数推移的でない Q の平均化という意味からは $p \rightarrow \infty$ とするのがよい。もしも $p \rightarrow \infty$ のとき $\tilde{q}_{ij}^{(p)}$ が収束し、かつその極限值が式 (5.4) を満たすことがわかれば、

$$\lim_{p \rightarrow \infty} \tilde{q}_{ij}^{(p)} = q_{ij}^* = x_i / x_j \quad (5.15)$$

とおくことができる。また、一対比較行列 Q が完全な場合式 (5.9) は、

$$\begin{aligned} d_{ij}^{(2)} &= \sum_{k=1}^n d_{ik} \cdot d_{kj} = n \\ d_{ij}^{(3)} &= \sum_{k=1}^n d_{ik} \cdot d_{kj}^{(2)} = \sum_{k=1}^n d_{ik} \cdot n = n^2 \\ &\dots \dots \dots \end{aligned}$$

$$\therefore d_{ij}^{(p)} = n^{p-1} , \quad \forall i, j, p \quad (5.16)$$

となる。これより式 (5.12) は、

$$\begin{aligned} q_{ij}^{(p)} &= \prod_{k=1}^p (q_{ik})^{n^{p-2}} \cdot \prod_{k=1}^p q_{kj}^{(p-1)} \\ &= (m_i)^{n^{p-2}} \cdot \prod_{k=1}^p q_{ij}^{(p-1)} \quad p \geq 2 , \quad \forall i, j \end{aligned} \quad (5.17)$$

ただし、 $m_i \triangleq \prod_{k=1}^n q_{ik}$, $i = 1, \dots, n$

となり、各 p について求めると、

$$\begin{aligned} q_{ij}^{(2)} &= m_i \cdot \prod_{k=1}^n q_{kj} = m_i / m_j \\ q_{ij}^{(3)} &= (m_i)^n \cdot \prod_{k=1}^n (m_k / m_j) \end{aligned}$$

$$= (m_i / m_j)^n \quad (\because \prod_{k=1}^n m_k = 1)$$

$$\therefore q_{ij}^{(p)} = (m_i / m_j)^{n^{p-2}}, \quad p \geq 2, \quad \forall i, j \quad (5.18)$$

であるから、式 (5.14) は、

$$\begin{aligned} \widetilde{q}_{ij}^{(p)} &= \left\{ q_{ij} \cdot \prod_{h=2}^p (m_i / m_j)^{n^{h-2}} \right\} 1 / \sum_{h=1}^p n^{h-1} \\ &= \left\{ q_{ij} \cdot (m_i / m_j)^{\sum_{h=2}^p n^{h-2}} \right\} 1 / \sum_{h=1}^p n^{h-1} \end{aligned} \quad , \quad p \geq 2, \quad \forall i, j \quad (5.19)$$

となる。ここで $p \rightarrow \infty$ とすれば、

$$\lim_{p \rightarrow \infty} \widetilde{q}_{ij}^{(p)} = \lim_{p \rightarrow \infty} (q_{ij}) \cdot \lim_{p \rightarrow \infty} \frac{1}{\sum_{h=1}^p n^{h-1}} \cdot \lim_{p \rightarrow \infty} (m_i / m_j)^{\sum_{h=2}^p n^{h-2}} / \sum_{h=1}^p n^{h-1} \quad (5.20)$$

である。

$$\lim_{p \rightarrow \infty} (1 / \sum_{h=1}^p n^{h-1})^p = 0 \quad (5.21)$$

より式 (5.19) の右辺第 1 項は 1 になる。また、

$$\lim_{p \rightarrow \infty} \frac{\sum_{h=2}^p n^{h-2}}{\sum_{h=1}^p n^{h-1}} = \lim_{p \rightarrow \infty} \frac{n^0 + \dots + n^{p-2}}{n^0 + \dots + n^{p-2} + n^{p-1}} = 1 / n \quad (5.22)$$

より式 (5.20) は結局、

$$\lim_{p \rightarrow \infty} \widetilde{q}_{ij}^{(p)} = (m_i / m_j)^{1/n} \quad (5.23)$$

となる。また、

$$\begin{aligned} \lim_{p \rightarrow \infty} \widetilde{q}_{ik}^{(p)} \cdot \lim_{p \rightarrow \infty} \widetilde{q}_{kj}^{(p)} &= (m_i / m_k)^{1/n} \cdot (m_k / m_j)^{1/n} \\ &= (m_i / m_j)^{1/n} \\ &= \lim_{p \rightarrow \infty} q_{ij} \end{aligned} \quad , \quad \forall i, j, k \quad (5.24)$$

となり、式 (5.4) を満たすから、

$$q_{ij}^* = x_i / x_j = \lim_{p \rightarrow \infty} \widetilde{q}_{ij}^{(p)} = (m_i / m_j)^{1/n}, \quad \forall i, j \quad (5.25)$$

とおくことができる。さらに式 (5.16) より、

$$\begin{aligned} \overline{q}_{ij}^{(p)} &= \left\{ (m_i / m_j)^{n^{p-2}} \right\}^{1/n^{p-2}} \\ &= (m_i / m_j)^{1/n} \end{aligned} \quad , \quad p \geq 2, \quad \forall i, j \quad (5.27)$$

であるから、

$$\lim_{p \rightarrow \infty} \widetilde{q}_{ij}^{(p)} = \overline{q}_{ij}^{(p)} \quad (= \lim_{p \rightarrow \infty} \overline{q}_{ij}^{(p)}) \quad , \quad p \geq 2, \quad \forall i, j \quad (5.28)$$

が成立する。従って、Q が完全な場合式 (5.25) を用いることにより基数推移的な Q を求めることができる。提案モデルではこのパスに沿った幾何平均を求める方法により基数尺度化を行う評価モデルを構築し、回答のパスを許した場合も含めてその妥当性を検証する。

(5) 一対比較の方法

一対比較は、AHPと同様の言葉に対応させた数値（スケール値）を用いて行う（表-5.11）。スケール値としてこのような値を用いることの是非についてはいくつかの文献において議論されているが、未だ確固たる結論は出されておらず、またAHP自体は多くの適用例においてその有効性が報告されており、本システムでもこれらの値を採用する。

表-5. 1 1 判断に用いる言葉とスケール値

タイプ →	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
同程度に	1	1	1	1	1	1
同程度に～やや	2	2.2	$\sqrt{2}$	1.5	1.5	$\sqrt{1.5}$
やや	3	3.2	$\sqrt{3}$	2	2.2	$\sqrt{2}$
やや～かなり	4	4.2	$\sqrt{4}$	2.5	2.52	$\sqrt{2.5}$
かなり	5	5.2	$\sqrt{5}$	3	3.2	$\sqrt{3}$
かなり～非常に	6	6.2	$\sqrt{6}$	3.5	3.52	$\sqrt{3.5}$
非常に	7	7.2	$\sqrt{7}$	4	4.2	$\sqrt{4}$
非常に～圧倒的に	8	8.2	$\sqrt{8}$	4.5	4.52	$\sqrt{4.5}$
圧倒的に	9	9.2	$\sqrt{9}$	5	5.2	$\sqrt{5}$

5-6-2 頑健性と非整合性の指標⁽²⁾⁻⁽⁴⁾

提案モデルは一定の頑健性を保ちつつ回答のパスを可能にしようとするもので、不完全な一対比較における判断の頑健性と、非整合性を定量化し、利用者に示しながら代替案の一対比較を進めていく。

(1) 頑健性の指標

頑健性の指標として次式のようなR. I. (Robustness Index) を定義する。

$$R. I. \cong \frac{m - (n - 1)}{{}_n C_2 - (n - 1)} \quad (5.29)$$

ただし、 m : 判断を行った対の数

R. I. は $G(Q)$ が連結グラフになる場合にのみ定義される。連結グラフになるための最小回答数は $n - 1$ であり、このときの頑健性を 0 とする。また n 個の要素の全ての対の数は ${}_n C_2 = n(n - 1) / 2$ であり、このときの頑健性を 1 とする。ただし、ここでいう頑健性とは判断を行った対の数にのみ依存するものであり、意思決定者が自身の判断に対して抱く確信の度合を示すものではない。

(2) 非整合性の指標

非整合性の指標として次式のような I. I. (Inconsistency Index) を定義する。

$$I. I. \cong \left(\prod_{i=1}^{n-1} \prod_{j=i+1}^n d_{ij} \cdot \epsilon_{ij} \right)^{\frac{1}{\sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n d_{ij} \cdot \epsilon_{ij}}} \quad (\geq 1) \quad (5.30)$$

$$\text{ただし, } e_{ij} = \exp |\ln q_{ij} - \ln q_{ji}| \quad \forall i, j \quad (d_{ij} \neq 0) \quad (5.31)$$

I. I. は、一対比較行列 Q が基数推移的な Q^* にどれだけ近いかを表すものである。すなわち、判断を行った対について q_{ij} と q_{ji} の比 ($= e_{ij} \geq 1$) をとり、それらの幾何平均値をもって非整合性の指標とする。従って $Q = Q^*$ のときに $I. I. = 1$ となる。また、 e_{ij} は各一対比較判断の非整合量を表すものであり、この値の大きい判断が一対比較の非整合性を大きくする原因となっていると考えられ、判断を修正する有効な情報となる。

5-6-3 ランダムな一対比較行列の非整合性

Saaty はランダムな数値を与えた一対比較行列を多数つくり、それによる整合度との比をとることで整合性の尺度としている⁴²⁾。

そこで I. I. に対しても同様に非整合比 I. R. (Inconsistency Ratio) として次式の指標を定義する。

$$I. R. \triangleq \frac{I. I. - 1}{\widetilde{I. I.} - 1} \quad (\geq 0) \quad (5.32)$$

ただし、 $\widetilde{I. I.}$: ランダムな一対比較行列から求めた I. I. の平均値

I. I. はランダムな数値を与えた一対比較行列を各次数について 500 個づつつくり、それらの行列の I. I. を平均して求めた (表-5. 12)。

本システムでは整合性の目安として、後で述べる実験結果からその許容値を 0.1 以下とする。

表-5. 12 ランダムな一対比較行列の $\widetilde{I. I.}$

要素 対	(1)	(2)	(3)	(4)	(4)	(5)
2	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
3	2.656634	10.196866	1.558311	1.917284	4.450996	1.354051
4	2.864419	9.251250	1.666447	2.077551	4.598007	1.429915
5	2.994877	9.625455	1.715314	2.150612	4.795509	1.459883
6	3.193981	10.696049	1.776643	2.254831	5.207897	1.497128
7	3.334580	11.483811	1.818649	2.324985	5.496087	1.521605
8	3.470335	12.359850	1.856798	2.389482	5.785259	1.543245
9	3.556152	13.749190	1.881735	2.433090	5.971772	1.558136

5-6-4 一対比較の手順

一対比較は、順次対を提示していき、意思決定者に判断の回答を求める。判断がつきにくい場合保留にし回答をパスする。全ての対を提示し終わった後、 $G(Q)$ が連結グラフにならない場合には、 $G(Q)$ が連結グラフになるために必要な対のみを提示し回答を求める。次に各要

素の基数評価値 $x = \{x_1, \dots, x_n\}$ を求め、I.R. が許容値以下であり、かつ未回答の判断が残っていなければ一対比較は終了である。もしも未回答のものがあればそのことを意思決定者に知らせ、さらに一対比較を続けるか、あるいはこのまま終了するかを尋ねる。

I.R. が許容値を越える場合には非整合量 ϵ_{ij} の大きな対から順に修正を求める。この手順を I.R. が許容値以下になるまで繰り返すこととなる。

5-6-5 代替案の評価手順と機能

本システムを用いて代替案を評価する手順を図-5. 17に示す。以下フローに沿ってそれぞれの機能について簡単に述べる。

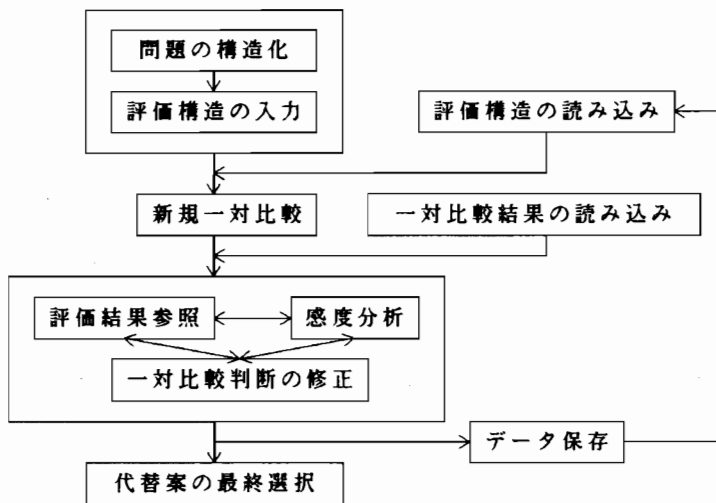


図-5. 17 支援システムを用いた代替案の評価フロー

(1) 評価構造の入力

問題の各要素、最終目標、評価指標、および代替案に関わる情報を入力する。入力された評価構造は図-5. 18のように画面に表示される。

(2) 新規一対比較

入力された評価構造に従い新たな一対比較を評価指標、代替案の順に図-5. 19の画面に従って行う。それぞれの一対比較の終了時点で非整合性、頑健性の情報や代替案のウエイトが、また全ての一対比較が終われば、各評価指標に関する代替案のスコア、および代替案の総合評価値が計算され表示される。

(3) 一対比較判断の修正

直前に行った一対比較判断、あるいはデータファイルから読み込んだ一対比較判断を修正する。判断の修正は任意の評価項目の、任意の対に関して行うことが可能である。

(4) 評価結果の参照



図-5. 18 インナーシティ型課題集中地区選定のための評価構造



図-5. 19 評価指標の一对比較

代替案の総合評価値、各評価指標に関する代替案のスコア、評価指標のウエイト、評価構造（評価構造図）等を必要に応じて表示、参照できる。

（５）感度分析

感度分析は、評価指標のウエイトの変化に伴う代替案の総合評価値、あるいは各評価指標に関する代替案のスコアの変化を調べるものである。感度分析を行うことは問題に対する意思決定者の理解や判断の確信を深め、自分自身を納得させるためにきわめて有用な情報となり、意思決定者への学習効果が期待できる。

（６）データの保存

入力された評価構造や一対比較の内容をファイルに保存し再利用を可能にする。

5-6-6 モデルの有意性の検討

判断の回答のパスを可能にする代替案評価モデルの有効性を確認するために、作成したシステムを用いて実験を行った。実験に用いた問題の構造は都市の再開発課題集中地区の選定を人口密度、人口増減、細街路、老朽建物、木造建物の5つの指標により行おうとするもので、9つの地区を選定候補地区（代替案）とする。指標は実験における判断の誤りをなくす目的で数値で計量できるものを採用している。その評価構造を定義した画面が図-5.18である。

まず、人口密度以外の評価項目は適正に評価が終わっているものとし、人口密度について基数推移性を最も満足する回答の33%を乱した一対比較行列（case1、表-5.13）と20%を乱したもの（case2）を作成する。これに従って一対比較を行うペアを無作為に選びながら順次回答していき、判断のパス（回答の数）が代替案のスコアおよびウエイトにどのように影響するかを調べた。このときの各回答数における代替案の人口密度に関するスコア及びcase1に対応した総合評価値のグラフを図-5.20、また非整合性および頑健性の尺度を表-5.14にまとめた。

表-5.13 人口密度に関する一対比較行列

1.0000	0.5000	0.5000	0.2500	0.2500	0.5000	0.2000	0.2500	0.3333
2.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.3333	0.5000	0.3333	0.3333
2.0000	1.0000	1.0000	1.0000	2.0000	0.3333	0.5000	1.0000	0.3333
4.0000	1.0000	1.0000	1.0000	0.5000	2.0000	0.3333	0.3333	0.3333
4.0000	1.0000	0.5000	2.0000	1.0000	0.5000	0.3333	0.3333	0.5000
2.0000	3.0000	3.0000	0.5000	2.0000	1.0000	2.0000	3.0000	1.0000
5.0000	2.0000	2.0000	3.0000	3.0000	0.5000	1.0000	0.5000	1.0000
4.0000	3.0000	1.0000	3.0000	3.0000	0.3333	2.0000	1.0000	0.3333
3.0000	3.0000	3.0000	3.0000	2.0000	1.0000	1.0000	3.0000	1.0000

表-5. 14 各回答数における非整合性と頑健性

回答数	R. I.	I. I.		I. R.	
		case 1	case 2	case 1	case 2
36	1.0000	1.4876	1.1576	0.1908	0.0617
34	0.9286	1.5070	1.1428	0.1983	0.0559
32	0.8571	1.5348	1.1438	0.2092	0.0563
30	0.7857	1.4555	1.1556	0.1782	0.0609
28	0.7143	1.4592	1.1665	0.1797	0.0651
26	0.6429	1.4685	1.1754	0.1833	0.0686
24	0.5714	1.4847	1.1801	0.1896	0.0701
22	0.5000	1.4903	1.1844	0.1918	0.0721
20	0.4286	1.4487	1.1799	0.1755	0.0704
18	0.3571	1.3703	1.1505	0.1448	0.0589
16	0.2857	1.3821	1.1413	0.1495	0.0553
14	0.2143	1.3397	1.1532	0.1329	0.0599
12	0.1429	1.3938	1.1365	0.1541	0.0534
10	0.0714	1.2162	1.0495	0.0846	0.0194
8	0.0000	1.0000	1.0000	0.0000	0.0000

図を見ると回答数が少ないときには代替案のスコアの変動が大きいですが、回答数がある程度以上になればスコアは落ち着いてきて、順位の逆転もほとんどなくなることがわかる。このことは回答数の増加と共に判断の頑健性が増し、しだいに結果が収束していくことを表している。case 1 と case 2 を較べると後者の場合冗長な回答を少し加えるだけで結果が安定してきている。最終的な順位で逆転が起きているのは近接したスコアの2地区だけであった。すなわち、ある程度冗長な一対比較は判断の頑健性を高めるのに有効であるといえる。さらに、必ずしも全ての判断を回答しなくてもある程度安定した結果を引き出すことが可能であることをも意味する。従って、回答のパスを利用した一対比較は特に要素の数が多い場合、行うべき一対比較の回数を減少させることにもなり意思決定者の負担を軽減することができる。ただし、このときには冗長性の持つメリットを損なわないように注意しなければならない。

また、総合評価値のグラフを見ると明らかなように人口密度に関する一対比較判断の回答のパスの影響は、代替案の総合評価値にはほとんど現れていない。これらのことから次のようなことが考察できる。

- ① 冗長な一対比較は判断の頑健性を高め、回答数が多くなるにつれて不安定な結果から安定した結果へとしだいに収束していく。
- ② ある程度冗長性のある比較を行えば結果の変動も小さくなるため、要素の数が多い場合などでは必ずしも全ての判断を回答しなくてもよい。

①は冗長な一対比較判断を行うことの有効性を、②は冗長性の持つメリットを残しつつ、回答のパスを利用した一対比較を行うことが可能であることをそれぞれ表すものである。

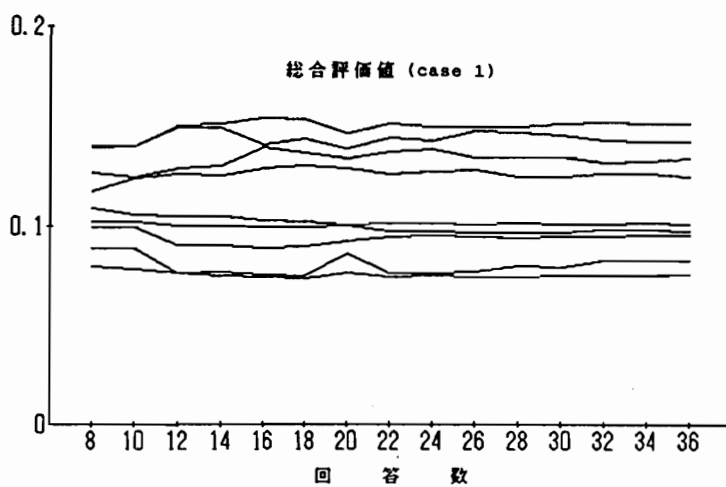
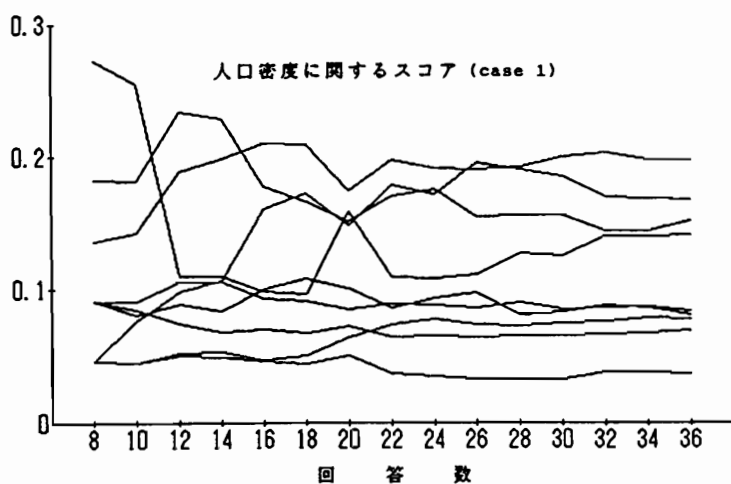
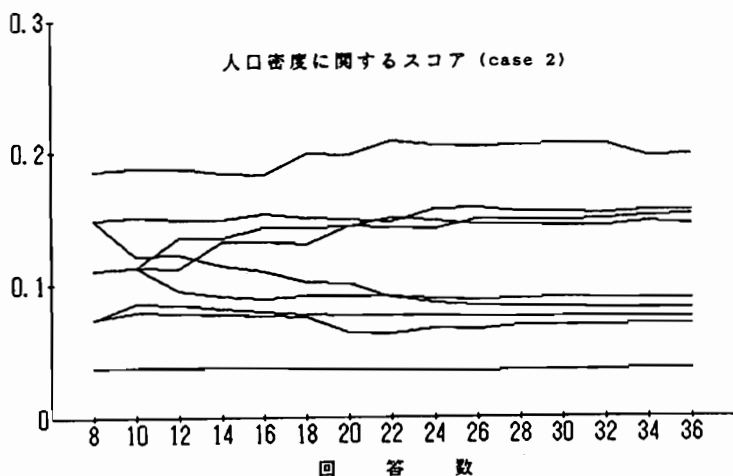


図-5. 20 回答数と評価値の変化

5-7 結 語

本章では、都市再開方針策定作業プロセスを支援するシステムについて検討し、その設計、開発を行った。まず、都市再開方針策定プロセスを検討し、問題点を抽出した。問題点としては、①課題地区の抽出方法、②1号市街地の設定方法、③2号地区の設定における広域性、緊急性などの計量方法、④その他の地区の設定方法などがあげられる。

これらの問題点の中で、①の課題地区抽出作業の結果は②③④における地区の設定の際の基礎的な判断資料となるものである。そこで、本研究においては課題地区抽出作業において評価の判断基準があいまいであったことを指摘し、この問題点を改善することをねらいとして、階層分析手法を応用した総合評価機能を備えた支援システムを設計し、支援システムの開発を行った。開発した支援システムの特徴をまとめると以下ようになる。

- ①支援システムは、現況評価機能と現況分析機能からなる。
- ②作業はシステムとプランナーの対話形式で進められる。
- ③総合評価値を求めるためには、プランナーは階層図の作成、およびシステムからなされる一対比較形式の質問に答えるだけでよい。
- ④最終的に求められる評価値は比率尺度である。
- ⑤各種評価値は、地域分析システムによって分かりやすい表現形態で画面上に表示できる。
- ⑥一度作成した評価構造および評価値は、あとで参照することができ、必要であればこれら既存の評価式を持ち出して再評価することも可能である。
- ⑦問題の階層構造、および適用地域を限定しない汎用性のあるシステムである。

システムの有意性を検討するため神戸市への適用を行った。その結果、現況分析、課題地区抽出作業はより効率的、科学的に進めることが可能になった。しかし、立案作業の後半部分である必要性から可能性を考慮し、1号市街地、2号地区を設定する部分はプランナーに委ねる形で残った。今後、これらの計画過程に対する計画論的検討と併せて、システム化の可能性も考慮していく必要がある。また、総合評価システムによって求められた評価結果から、何らかの統計的手法によって類似課題地区の分類などを行えるようにするなどの、課題地区抽出のための機能を充実させていくことが考えられる。

次に、採用した階層分析手法は代替案の数が増えると、一対比較の回数が増加して、実質上矛盾のない回答を行うことが不可能になってくる。そこで、評価モデルの改良として回答のパスを許して一対比較を行う代替案評価モデルの提案と、そのシステムの開発を行った。その結果、ある程度の冗長な回答を行えば回答のパスを許しても、比較的安定した結果を得る事ができシステムの有効性を確認することができた。

[第5章参考文献]

- 1) 柴田正昭：戦後の市街地再開発制度－その実施面を中心に－，都市計画 No.107，pp.25～36，日本都市計画学会，1979.
- 2) 小林 實：都市再開発法の概要，ジュリストNo.722，pp.179～184，有斐閣，1980.
- 3) 木下 真：「都市再開発方針」について，再開発コーディネーター 第2号，pp.6～10，社団法人再開発コーディネーター協議会，1986.
- 4) 柳沢 厚，飯田直彦：都市再開発方針について，都市計画 No.139，pp.36～43，社団法人日本都市計画学会，1986.
- 5) 建設省都市局都市計画課：都市計画法令要覧，ぎょうせい，1984.
- 6) 福島徹：都市再開発方針策定作業の検討，再開発研究 No.7，掲載予定
- 7) 川越 晃：大第都市圏の近郊における都市再開発方針策定に関する考察－埼玉県10都市への策定調査事例から－，再開発研究，No.4，pp.7～24，再開発コーディネーター協議会，1986.
- 8) 熊沢雄一，滝本 洋，土井幸平：部分と全体の緊張を持った計画方法，第20回日本都市計画学会学術研究論文集，pp.451～456，1985.
- 9) 日本都市計画学会：都市計画マニュアルⅢ 開発事業 8 市街地再開発編，ぎょうせい，1985.
- 10) 札幌市：札幌市都市再開発方針，1984.
- 11) 仙台市：仙台市都市再開発方針，1984.
- 12) 大宮市：大宮市都市再開発方針策定調査，1983
- 13) 川口市：川口市都市再開発方針策定調査報告書，1983.
- 14) 千葉市：千葉市都市再開発方針，1984.
- 15) 川崎市企画調整局計画部都市計画課：川崎市都市再開発方針策定調査報告書，1984.
- 16) 堺市建設局都市整備部：堺市都市再開発方針策定調査報告書，1985.
- 17) 西宮市：西宮市都市再開発方針策定業務報告書，1989.
- 18) 神戸市都市計画局：神戸市都市再開発方針策定調査報告書，1985.
- 19) 広島市：広島市都市再開発基本計画調査報告書，1983.
- 20) 福岡県：北九州都市計画 市街化区域及び市街化調整区域計画書，1987.
- 21) 川上秀光：都市再開発の必要性と可能性－その論点の推移と主張の展開，ジュリスト No.722，pp.62～68，有斐閣，1980.
- 22) 福島徹，枝村俊郎，山田英治：都市再開発方針立案のための支援システムの研究，第24回日本都市計画学会学術研究論文集，pp.43～48，1989.
- 23) 榎木義一，河村和彦編：参加型システムズ・アプローチ，日刊工業新聞社，1981.
- 24) 榎木義一，中山弘隆，中森義輝：新しいシステム工学入門，オーム社，1981.
- 25) 瀬尾美巳子：多目的評価と意志決定，日本評論社，1984

- 26) 榎木義一, 中山弘隆: 多目的決定の動向と展望, システムと制御, Vol.28, No.11, pp.619~627, 1984.
- 27) 市川惇信編: 多目的決定の理論と方法, 計測自動制御学会, 1980.
- 28) 中山弘隆: 多目的意思決定—理論と応用Ⅰ—, システムと制御, Vol.30, No.7, pp.430~438, 1986.
- 29) 田村坦之: 多目的意思決定—理論と応用Ⅱ—, システムと制御, Vol.30, No.8, pp.493~501, 1986.
- 30) 田村坦之: 多目的意思決定—理論と応用Ⅲ—, システムと制御, Vol.30, No.10, pp.642~650, 1986.
- 31) 中山弘隆: 多目的意思決定—理論と応用Ⅴ—, システムと制御, Vol.31, No.2, pp.121~128, 1987.
- 32) 森津秀夫: 選好記録からの多属性効用関数の同定に関する研究, 土木計画学研究・論文集No.4, pp.157~164, 1986.
- 33) 永野孝一, 金安公造: ファジィ多属性効用理論の定式化と水道システム評価への適用, 土木計画学研究・論文集, No.5, 1987.
- 34) オペレーションズ・リサーチ「特集AHP」1986年8月号, 日本オペレーションズ・リサーチ学会
- 35) オペレーションズ・リサーチ「特集階層化決定法(AHP)」1989年4月号, 日本オペレーションズ・リサーチ学会
- 36) 刀根 薫: ゲーム感覚意思決定法, 日科技連出版社
- 37) Thomas L.Saaty: AHPを用いた意思決定の構造と判断, 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, 1986.
- 38) 福島徹, 山田英治, 枝村俊郎: 都市再開発方針立案のための支援システムの基礎的研究, 土木計画学研究・講演集, No.11, pp.605~612, 1988.
- 39) 福島徹, 坂井信行: 対話型システムにおける代替案評価モデル, 土木計画学研究, No.8, pp.289~296, 1990.
- 40) 守安隆, 真砂洋二, 井上絢一: 選好強度付一対比較に基づく基数効用値の同定, 計測自動制御学会論文集, Vol.23, No.2, pp.183~188, 1987.
- 41) Haker, P.T. & Vargas, L.G.: The Theory Of Ratio Scale Estimation; Saaty's Analytic Herarchy Process, Management Sci., Vol.33, No.11, pp.1383~1403, 1987.
- 42) Saaty, T.L. & Vargas, L.G.: Comparison Of Eigenvalue, Logarithmic Least Squares And Least Squares Methods In Estimating Ratios, Math. Modelling, Vol.5, pp.309~324, 1984.
- 43) 市橋秀友: 最大値を1とする重要度の基準化について, 第5回「ファジィシステムシンポジウム」講演論文集, pp.307~312, 1989.

4 4) T.L. Saaty : Inconsistency and Rank Preservation, J. of Mathematical psychology,
Vol. 28, pp. 205~214, 1984.

第6章 結論

本研究の目的は、都市計画策定過程にコンピューターを応用し、より科学的な計画立案、作業の迅速化、効率化を目的とする都市計画支援システムを設計し開発を行うことであった。そこでまず、都市計画の策定過程を支援する都市計画支援システムのあり方を議論し、それにそって支援システムの基本設計を行うとともに、実際の計画策定過程への応用として基本構想の立案、用途地域計画、都市再開発方針策定の3つの計画策定プロセスに対し、それぞれを支援するシステムの提案を行い、その有効性の実証的検討を行った。

まず、第2章では、都市計画支援システムの位置づけ、目的、機能、構成といった基礎的検討を行い、その全体像を示した。次に第3章では実際の計画策定プロセスへの応用として都市の基本構想立案プロセスをとりあげ、都市像の描画、およびマクロフレーム予測や都市構造分析を支援するシステムを行った。同様に第4章、第5章において、それぞれ用途地域計画、都市再開発方針策定過程を分析し、支援システムの開発を行った。以下に、各章で得られた成果について述べる。

第2章では都市計画支援システムを開発するにあたっての基礎的事項を検討し、その全体像を明らかにした。まず、支援システムは対話型のマン・マシンシステムとして構成し、計画担当者の計画に対する経験、知識を生かしながら、試行錯誤的に分析を深めていく形式が有効であることを示した。次に、支援システムの目指す目的を、より科学的な計画立案、業務の効率化、迅速化におき、これらの実現を対話を生かした十分な分析、検証、科学的手法の適用、処理結果の視覚化の工夫によるプランナーの直観の活用、コンピューターの能力の効果的利用により可能となることを指摘した。また、支援システムが具備すべき基本機能として、データベース機能、データ処理・演算機能、グラフィック機能、地図情報処理機能、対話処理機能の5つにまとめた。支援システムはデータベースおよびモデルベースとその維持管理と容易で迅速な利用をはかる管理システム、データベースを利用して直接分析等を分担するアプリケーション群、プランナーと支援システムとの接点となる対話管理プログラムで構成した。地域分析が重要な位置を占める都市計画支援システムは、そのデータベース管理システムが地域情報の特徴を考慮した機能を具備すべきことを指摘し、地域と時間の軸を持つデータモデルを提案、時系列データ処理、地域データ処理が効率的に行えるシステムの開発を行った。また、地域情報の表示のための地図情報の構造を検討し、計画支援システムにおける処理手法の提案も行った。また、データベース管理システムのデータ操作言語を用いて汎用の会話型データベース検索言語を開発し、時系列処理機能を生かした、容易な利用が行えることを示した。

第3章では都市の基本構想立案作業を支援する2つのシステムの提案を行った。

その1つは、都市の将来図としての都市像の立案支援を目的とするシステムで、支援システムが有する、多種多様な都市情報を有効利用し、多変量解析手法を適用して対話型で都市の特

性を抽出しようとするものである。多変量解析手法をデータベースと統合することで、都市の指標の総合化を行う主成分分析と、都市の分類を行うクラスター分析を対話による簡単な操作で利用を可能とした。またこれらの結果のグラフ化の工夫は、計画担当者の直観的解釈を生かし、その解釈を容易にするものであった。これらの分析システムを用いた結果、都市の総合的な把握と、それに基づく都市像立案に有意な情報を提供してくれることがわかった。また、システムの核をなす主成分分析およびクラスター分析はいずれも試行錯誤的要素を有しており、本システムのように対話型で使用変数の変更、分析手法の選択が容易にできることは、最も望ましい結果を手短に得る方法として非常に有用であった。またグラフィック端末を利用して得られる多角形グラフなどの表示は、数字の持つ意味を直観的、総合的に把える上で有効であった。主成分分析やクラスター分析といった多変量解析手法は分析過程に試行錯誤性を必要とする手法であり、支援システムにおける柔軟なフィードバックや方法の変更は、非常に有効であることがわかった。

基本構想の立案過程を支援の目的として開発したもう一つのシステムは、都市構造分析や予測のためのSDモデルを対話的に構築していくことができるシステムである。対話型のモデル操作システムとして、その有効性が確認できた本システムの特徴をまとめると次の通りである。

①データベースの時系列処理機能を生かして、モデルに必要なデータをその時点で利用可能な範囲で、動的にシステム内への読み込みを可能にしたこと。

②会話型でのSDモデルの構築を行うことを可能にしたこと。

③SDモデルに関わる情報をモデル化し、SDモデル知識ベースとし、再利用を可能にしたこと。

④都市構造分析機能を用意し、会話型で因果関係を中心とする分析を容易に進められ、必要な情報はできるだけ視覚化をはかったこと。

⑤モデル内での変数の動きをグラフ化し挙動の把握を容易にしたこと。

⑥システム変数の設定から、テストラン、感度分析までの1連の作業を1つのシステムで連結し、そのフィードバックを容易にして、十分な検証を可能にしたこと。

また、開発したシステムを用いてモデル構築実験を行った結果、どの都市でも容易に目的のモデルの構築ができ、システムの有意性を示すことができた。

第4章では用途地域計画の策定作業を支援する2つのシステムの提案を行った。一つ目のシステムは用途地域制度は、土地利用の規制を通じて、マスタープラン等に描くより望ましい将来土地利用の実現を目指すものであることを考慮し、どのような用途地域の指定を行うといかなる土地利用が出現するのかをシミュレーションモデルにより再現し、その結果としての土地利用を評価することで代替案を選択しようとするものである。二つ目のシステムは現行の用途地域の見直し作業に対し、より科学的な計画立案のための情報提供を行い、また作業の効率化、迅速化をめざそうとするものである。

支援システムの第一の提案は、用途地域指定下における土地利用シミュレーションを商業および住宅施設の立地モデル化することにより、将来土地利用の予測を行い、それを評価するこ

とで、最適な指定案を提示するもので、代替案作成システム、土地利用予測システム、土地利用評価システム、の3つで構成した。代替案作成システムは土地利用予測システムに入力される代替案を作成する。代替案は指定可能な膨大な数の代替案のなかから、土地利用の状況からとうてい考えられない案と、隣接ゾーンチェック、立地可能性チェックを行うことでその数を限定した。土地利用のシミュレーションは土地市場における商業、住宅の立地主体が自らの最適を求めて行うこととし、ハフモデル、および線形計画法をベースとしてモデル化を行った。土地利用の評価は地域環境に対する住民の居住環境評価アンケートの結果を用いて回帰分析によりモデル化を行った。開発したシステムを用いて行ったケーススタディにより、本来想定される膨大な代替案の中から十分計算可能な範囲に限定を行うことが示せた。また、これらの案に対してシミュレーションによる土地利用予測とその結果に対する土地利用評価を行い代替案を決定することができた。用途地域指定で求められる小地区の単位で精度ある土地利用予測を行うことは十分ではないが、規制による土地利用誘導という、用途地域制度の考え方を取り入れた合理的なモデルとして、そのあるべき姿を示すことができたと考える。

2つ目の提案は現行の策定作業支援を目的としたシステムであった。まず作業プロセスの分析を行い策定作業で必要となる、土地利用の類型化、土地利用動向の分析、課題地区抽出、指定基準のあてはめ等において支援システムの導入が有効であることを示した。これに沿って、地域情報システム、分析・計画システム、分析・計画情報システムからなる支援システムの全体構成を示した。また分析・計画システムは、さらにランキングマップ、三角分類、集合分類、三角座標分析等、地図化を中心として分析を行う地域分析システムと、しぼり込まれた代替案に対して指定基準のあてはめや隣接用途チェック等、指定案がクリアすべきチェック項目の適用を行う代替案作成支援のシステムにより構成した。

このようにして設計・開発を行ったシステムを実際に神戸市の用途地域見直し作業で使用した結果、計画担当者の試行錯誤を生かした十分な情報分析、開発した分析ツールによる多面的現況分析により、計画精度を向上させることができた。また、データベース機能や演算機能による計画情報処理の効率化、多様な地図出力等による作業効率の向上に効果があり、十分有意なシステムであることが確認された。

第5章では、都市再開方針策定作業を支援するシステムの提案を行った。システムを設計するにあたって、まず策定作業プロセスを検討し、問題点を抽出した。問題点としては、課題地区の抽出方法、1号市街地の設定方法、2号地区の設定における広域性、緊急性などの計量方法、その他の地区の設定方法などがあげられる。この問題点の中で、課題地区抽出作業において評価の判断基準があいまいであったことを指摘し、この問題点を改善することをねらいとして、階層分析手法を応用した総合評価機能を備えた支援システムを設計し、実際に支援システムを開発した。支援システムは、現況評価機能と現況分析機能から構成し、対話形式で進められる。システムの利用により、現況分析、課題地区抽出作業はより効率的、科学的に進めることが可能になったと思われる。しかし、立案作業の後半部分である必要性から可能性を考慮し、1号市街地、2号地区を設定する部分はプランナーに委ねる形で残った。今後、これらの計画

過程に対する、システム化の可能性も考慮していく必要がある。

また、評価モデルの改良として回答のパスを許して一対比較を行う代替案評価モデルの提案と、そのシステムの開発を行った。その結果、ある程度の冗長な回答を行えば回答のパスを許しても、比較的安定した結果を得ることができシステムの有効性が確認できた。

以上、本研究では都市計画の策定過程を支援する、都市計画支援システムについて検討を行い、対話型による支援システムの基本的構成と、基本構想の立案、用途地域計画、再開発方針の策定の各過程を支援するシステムの提案を行った。これらのシステムは、支援システムの目的とした、計画担当者の経験的知識や直観を生かして、柔軟でフィードバックの容易なシステムとすることで科学的な計画立案、作業の効率化、迅速化に有効であることが確かめられた。