The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	総合地域社会経済シミュレーションモデル ・ システムの開発とその応用に関する研究
Author(s)	金, 寛
Citation	大阪大学, 1991, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3086275
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

https://ir.library.osaka-u.ac.jp/

The University of Osaka

総合地域社会経済シミュレーションモデル・システムの開発とその応用に関する研究

金　　寛

総合地域社会経済シミュレーションモデル・システムの開発とその応用に関する研究

金　　寛

内容梗概

本論文は著者が大阪大学工学部研究生および電気工学科技官の過程において総合地域社会経済シミュレーションモデル・システムの開発とその応用に関する研究成果をまとめたものである。

わが国の地域社会は今後大きく変化していくものと予想され、その中で人口や産業など社会経済活動の極端な一極集中を排除し、均衡のとれた国土全体の発展をはかるため地域の活性化が大きな課題となっている。地域の活性化を達成するためには基本的に地域の諸事情を十分考慮に入れた長期的政策を立案・実施していく必要がある。著者はこの要請に答える一つの重要な手段として、近畿地域を例にとって、市区郡レベルに分割した詳細な地域ゾーンの人口・産業・土地利用等の基本的活動の変化を長期にわたって予測するモデル・システムを開発した。さらに、開発したモデル・システムをパーソナル・コンピュータ（PC)上で実行可能とするシステム（PC利用システム）の構築も試みた。本論文では、開発したモデル・システムおよびPC利用システムについて述べる。また、開発したモデル・システムの有用性を示すために、本システムを種々の問題に応用した例についても述べる。まず、本システムをシナリオ分析および地域プロジェクトの社会経済的影響評価の分析に応用した。次に、構築したPC利用システムを大都市の人口高齢化の予測と分析に応用した。

本論文は９章より構成されている。

第１章は、緒論であり、地域モデルの構築において総合地域社会経済シミュレーションモデル・システムの開発に関する研究の重要性について述べる。

第２章では、開発したモデル・システムの全体構成について述べる。

第３章では本モデル・システムの中心となっている地域社会経済シミュレーションモデル（OURSモデル）について述べる。さらに、OURSモデルのサブモデルである人口、雇用、時間距離および土地利用の各

サブモデルについても述べる。

第４章ではOURSモデルの外生変数となる近畿地域全体の人口と産業業種別従業者数を予測する対話型近畿地域マクロフレームモデルについて述べる。

第５章では実績データやシミュレーション結果データを容易に検索・表示することのできる対話型データ検索表示システムについて述べる。

第６章では開発したモデル・システムをPC上で実行可能とするPC利用総合地域社会経済シミュレーションモデル・システム（PC利用システム）について述べる。

第７章では、開発したモデル・システムをシナリオ分析および地域プロジェクトの社会経済的影響評価に応用した例について述べる。

第８章では、構築したPC利用システムを大都市の人口高齢化の予測と分析に応用した例について述べる。

第９章は結論であり、以上の研究で得られた結果をまとめ、本論文の総括とした。

総合地域社会経済シミュレーションモデル・システムの開発と
その応用に関する研究

目　次

第１章　緒論
第２章　モデル・システムの全体構成
第３章　地域社会経済シミュレーションモデル（OURSモデル）
3.1　モデルの概要
3.2　人口サブモデル
3.3　雇用サブモデル
3.4　時間距離サブモデル
3.5　土地利用サブモデル
3.6　OURSモデルの外生変数と外生パラメータ
3.7　OURSモデルの精度の検証
第４章　対話型近畿地域マクロフレームモデル（KMFモデル）
4.1　モデルの基本構成
4.2　主要社会経済指標の推計法
4.3　KMFモデルによる将来推計
第５章　対話型データ検索表示システム（IDRS）
第６章　PC利用総合地域社会経済シミュレーションモデル・システム
（PC利用システム）
6.1　ハードウェア構成
6.2　PCシミュレーション・プログラムの構成
6.3　PC対話型データ検索表示システム

第７章　シナリオ分析および地域プロジェクトの社会経済的影響分析
7.1　シナリオ分析
7.1.1　シナリオ設定とKMFモデルの推計結果
7.1.2　OURSモデルのシミュレーション結果
7.2　地域プロジェクトの社会経済的影響分析
7.2.1　社会経済的影響分析の手法の概要
7.2.2　地域マクロ計量経済モデル
7.2.3　地域産業連関モデル
7.2.4　地域全体の影響分析の方法
7.2.5　ゾーンごとの影響分析の手法
7.2.6　シナリオ設定
7.2.7　ケースＡ（過去のトレンド延長）のシミュレーション結果と検討
7.2.8　ケースＢ（現行・計画プロジェクトの実行）のシミュレーション結果と検討
第８章　大都市の人口高齢化の予測と分析
8.1　OURSモデルのシナリオ設定
8.2　ケース１の結果
8.3　ケース２の結果
第９章　結論
謝辞
付録

第１章　緒論

人口の高齢化、産業構造のサービス化、社会の情報化など、わが国の地域社会は今後大きく変化していくものと予想されている。その中で人口や産業など社会経済活動の極端な一極集中を排除し、均衡のとれた国土全体の発展をはかるため地域の活性化が大きな課題となっている。地域の活性化を達成するためには基本的に地域の諸事情を十分考慮に入れた長期的政策を立案・実施していく必要がある。この要請に答える一つの重要な手段として、各地域における人口・産業・土地利用等の基本的活動の変化を長期にわたって予測するモデルを利用することが考えられる。本研究では市町村レベルの詳細な地域モデルの構築、その応用にかかわる問題を扱っている。

これまで、地域における各種社会経済活動の変化を予測するモデルとして地域計量モデル[1)~3)]、多地域産業連関モデル[2)、4)、5)]、ローリー型の土地利用モデル[6)、7)]等種々のタイプの地域モデルが開発されている。これら地域モデルでは、地域区分が府県あるいはいくつかの府県を統合した地方大経済圏レベル（以下、府県レベルと略する）または市区町村あるいは市区町村を適当に統合した地域レベル（以下、市町村レベルと略する）を対象としている。わが国で開発された地域計量モデルは、おおむね対象地域が府県レベルのモデルであり、このモデルでは通常、地域別人口総数は外生変数として取り扱われることが多い[2)]。しかし、対象地域が市町村レベルのモデルでは地域別人口総数はむしろ予測すべき内生変数になってしまうといった問題がある。また、市町村レベルのモデルでは各地域間の産業間の相互依存関係が大きな要因として働くが、これがほとんどの地域計量モデルでは内生化されていないという問題もある[3)]。多地域産業連関モデルでは、各地域の産業間の相互作用が内生化されるが、そのベースとなる多地域産業連関表は地方大経済圏レベルでしか作成されていないので、当然のことながらモデルもこれに応じた地域レベルのものになる。土地利

用モデルでは市町村レベルの細かな地区レベルでモデルが構築できるが、動的なアルゴリズムが欠如している[6)、7)]、産業立地のアルゴリズムが客観性に乏しい、土地利用間の競合が考慮されていない[7)]等の問題がある。

本研究では、近畿地域を例にとって、市区郡レベルに分割した詳細な地域ゾーンの基本的な社会経済活動を総合的に予測することを目的として地域社会経済シミュレーションモデル・システムを構築した。

このモデル・システムは対話型近畿地域マクロフレームモデル、地域社会経済シミュレーションモデル、対話型データ検索表示システムおよび各種のデータベースから構成される。対話型近畿地域マクロフレームモデル（以下、マクロフレームモデル、KMFモデルという）は近畿地域をひとつの地域として扱ったモデルであり、シナリオ分析の手法に基づいて将来の出生率や労働力率などの変化を所与とし近畿地域全体の人口や産業別従業者数を予測するためのモデルである。地域社会経済シミュレーションモデル（Osaka University Regional Simulation model、略してOURSモデルという）は近畿地域全体に対して予測された人口や産業別従業者数を、各ゾーン（ゾーンは118ある）に分配するためのモデルである。このモデルにより近畿地域の118ゾーンの産業別従業者、年齢別人口 、用途別土地利用面積等が予測される。対話型データ検索表示システム（Interactive Data Retrieval and display System、IDRSという）は実績データやシミュレーション結果から必要なデータをコンピュータのグラフィック端末から対話型で検索・表示するためのシステムである。このシステムによりコンピュータに対する知識をあまり持たないユーザでも現況分析や将来予測結果についての比較・検討を容易に行うことができる。さらに、開発したモデル・システムをパーソナル・コンピュータ（PC）上で実行可能とするシステム（PC利用総合地域社会経済シミュレーションモデル・システムーPC利用システム）の構築も試みた。本論文では、これらのモ

デル、システムおよびPC利用システムについて述べる。また、開発したモデル・システムの有用性を示すために、本システムを具体的なシナリオ分析および地域プロジェクトの社会経済的影響評価の分析に応用した例についても述べる。さらに、構築したPC利用システムを大都市の人口高齢化の予測と分析に応用した例についても述べる。

本論文の構成は以下のとおりである。第２章では、開発したモデル・システムの全体構成について述べる。第３章では本モデル・システムの中心となっているOURSモデルの概要とOURSモデルの各サブモデルについて述べる。第４章ではOURSモデルの外生変数となる近畿地域全体の人口と産業業種別従業者数を予測するKMFモデルについて述べる。第５章では実績データやシミュレーション結果データを容易に検索・表示することのできるIDRSについて述べる。第６章では開発したモデル・システムをPC上で実行可能としたPC利用システムについて述べる。第７章では、開発したモデル・システムをシナリオ分析および地域プロジェクトの社会経済的影響評価に応用した例について述べる。第８章では、構築したPC利用システムを大都市の人口高齢化の予測と分析に応用した例について述べる。第９章は本論文の結論である。

第１章の参考文献

1) 金子：日本経済の地域計量モデル、日本経済新聞社（1972）

2) 江沢・金子編：地域経済の計量分析、3/47、105/149、勁草書房（1973）

3) 坂下他：地域政策の計画と適用、第３章、勁草書房（1974）

4) 福地編：地域経済学、163/186、有斐閣（1968）

5) 内田他：産業連関分析、147/178、有斐閣（1968）

6) W. Helly(金子、伊藤共訳)：地域モデル入門、67/90、マグロウヒル好学社（1978）

7) 林・宮本：既存土地利用モデルの概観、都市計画、No.104、40/47（1978）

第２章　モデル・システムの全体構成

図2.1に近畿地域を対象として構築した総合地域社会経済シミュレーションモデル・システムの全体構成を示す。図2.1に示すように、本モデル・システムは対話型近畿地域マクロフレームモデル（マクロフレームモデル、KMFモデル）と地域社会経済シミュレーションモデル（OURSモデル）ならびに対話型データ検索表示システム（IDRS）および各種のデータベースから構成されている。

開発したシステムは、関心のある特定の地区を含む近畿地域全体の過去や将来動向についての分析をしたい、あるいは特定の地区ならびに周辺の都市における将来予測結果についての比較・検討を行いたいなど、ユーザの多種多様なニーズに答えられるよう構築されている。ユーザはシナリオ設定、将来予測、予測結果の分析を逐次的に統合的に実行できるだけでなく、３者の課題を独立にも実行できる。

KMFモデルは日本全体の出生率や死亡率の推移ならびに国と近畿地域における産業構造の動向等を基にして、OURSモデルの外生変数として必要になる近畿地域全体の総常住人口ならびに各種産業別従業者数を対話型で推計するモデルである。OURSモデルはKMFモデルにより描かれたシナリオを各ゾーンに配分するためのアロケーション・モデルである。IDRSはモデルおよびコンピュータに対する知識をあまり持たないユーザでも必要とするデータを対話型で容易に検索し、表示することのできるシステムである。

データベースとしては、シナリオ関連統計データ、地域統計情報データ、シミュレーション結果データおよび検索・表示支援データの４種がある。

シナリオ関連統計データベースには種々のシナリオを想定するにあたって有用な情報がデータベース化されており、この情報としては表2.1に示すように1970年から1985年までの実績値のほか、厚生省人口問題研究所、経済企画庁、国土庁などの各種機関によって公表されて

いる将来の推定値が格納されている。このデータベースはKMFモデルで主に利用されるが、OURSモデルの外生パラメータとしても利用できる。

地域統計情報データベースは地域統計情報を項目（変数）、時間および地域（ゾーン）の３次元構造としてとらえており、これには表2.2に示すように1970年から1985年までの近畿地域各市区町村および各ゾーンの各変数に関する実績値がデータベース化されている。これはOURSモデルを構築する際の基礎データとして利用されたものであるが、現況分析などにも利用できる。

シミュレーション結果のデータベースにはKMFモデルおよびOURSモデルを用いて予測された結果が格納されている。

検索・表示支援データベースには実績データの分析および予測結果の検討が容易に行えるように、モデルの地域区分（地図境界データを含む）および産業区分に関する情報などが格納されている。

地域統計情報、シミュレーション結果および検索・表示支援の３つのデータベースは対話型データ検索表示システムで利用される。

総合地域社会経済シミュレーションモデル・システム

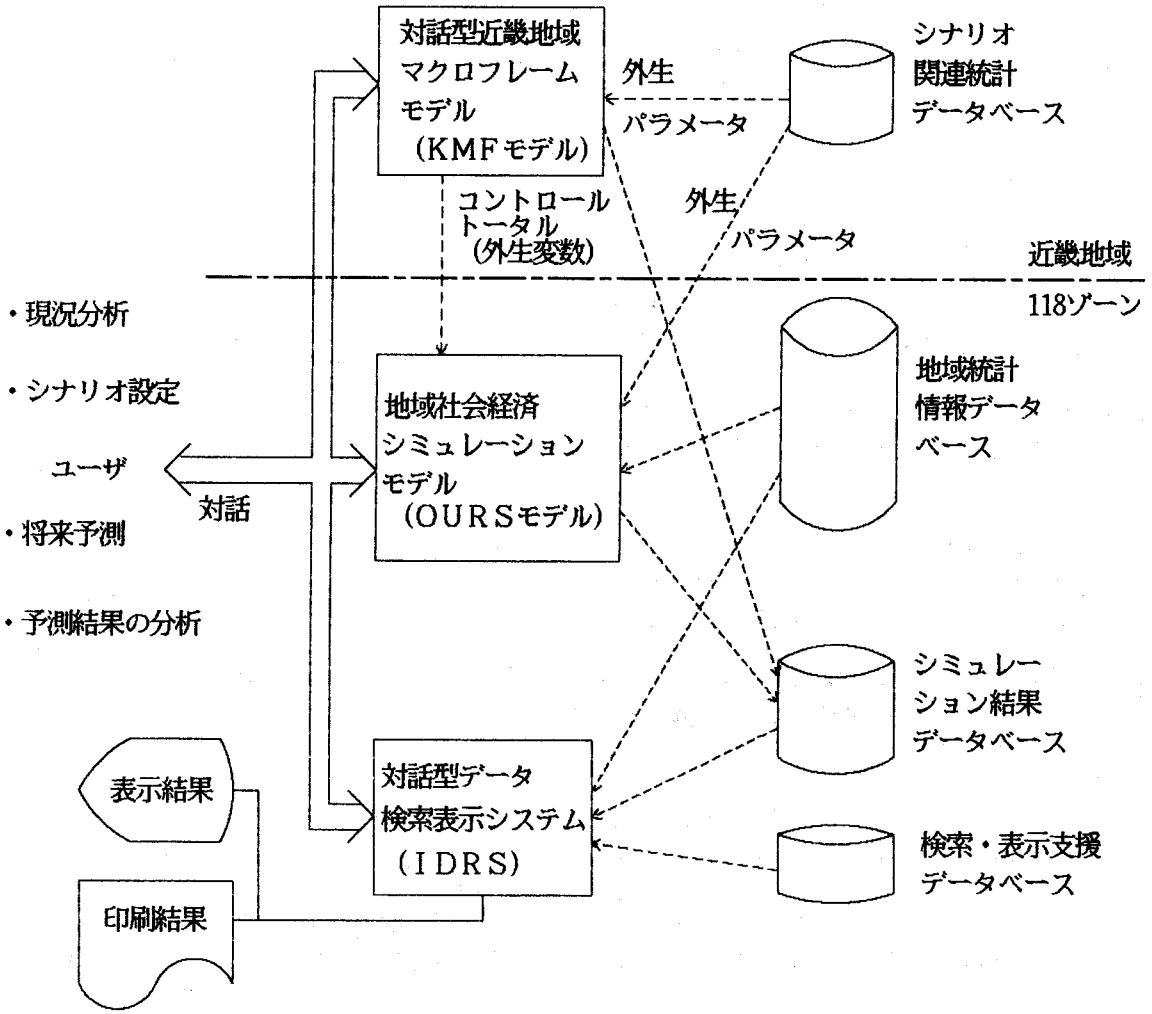


図2.1　総合地域社会経済シミュレーションモデル・システムの全体構成

表2.1　シナリオ関連統計データベースの概要

項目	内容
1 人口移住率	1975年から1985年までの実績値と1985年値から2030年に向けて零となると設定した値
2 性別年齢別人口移住構成比	1975年から1985年までの実績値
3 女子年齢別特殊出生率	1970年から1985年までの実績値と厚生省人口問題研究所による2030年までの低位、中位および高位推計値[1]
4 性別年齢別特殊死亡率	1970年から1985年までの実績値と厚生省人口問題研究所による2030年までの推計値
5 性別年齢別労働力率	1970年から1985年までの実績値と経済企画庁の「2000年の日本」[2]で推計されている2000年値
6 性別年齢別失業率	1970年から1985年までの実績値
7 第1、2および3次産業構成比	1970年から1985年までの実績値と国土庁の近畿整備計画を基にして設定した2030年値
8 業種別従業者構成比	1970年から1985年までの実績値と経済企画庁の「2000年の日本」[2]で推計されている2000年の全国の業種別構成比および平均増加率

表2.2　地域統計情報データベース一覧表

	ﾃﾞｰﾀｿｰｽ名	データベース	項目数	年度数	年　度	地域数
1	CENSCWTV	国勢調査報告	164	4	1970, 1975, 1980 1985	418
2	ESTACWTV	事業所統計調査報告	79	5	1972, 1975, 1978 1981, 1986	418
3	MANUCWTV	工業統計表	73	4	1970, 1975, 1980 1985	418
4	PREFCWTV	府県統計書	7	16	1970～1985	418
5	OURSREAL	OURSﾓﾃﾞﾙ用実績値ﾃﾞｰﾀ(総人口・雇用・土地利用等)	152	4	1970, 1975, 1980 1985	118
6	POPUREAL	性別年齢各歳別人口(市区町村別)	174	4	1970, 1975, 1980 1985	418
7	OURSPOP	OURSﾓﾃﾞﾙ用実績値ﾃﾞｰﾀ(性別年齢各歳別人口)	174	4	1970, 1975, 1980 1985	118

注）　地域数　418：市区町村
　　118：ＯＵＲＳモデル１１８ゾーン

第２章の参考文献

1) 厚生省人口問題研究所：日本の将来推計人口（昭61）

2) 経済企画庁総合計画局編：2000年の日本（各論）－長期展望テクニカル・レポート－、pp.1/64、大蔵省印刷局（昭57.11）

第３章　地域社会経済シミュレーションモデル（OURSモデル）

3.1　モデルの概要

図3.1に本モデル・システムの中心となっている地域社会経済シミュレーションモデル（OURSモデル）の構成を示す。モデルは第２章で述べた地域統計情報データベースを利用して構築された人口、雇用、土地利用、時間距離の４つのサブモデルから構成されている。

本モデルの第１の特徴は地域分割の詳しさにある。本モデルではモデル自体の操作性を確保するため、人口や産業の集積の程度、交通ネットワーク、生活圏などを考慮して近畿地域内に403ある市区町村（1980年時点）を図3.2に示すように118ゾーンに統合している。図3.2から分かるように、政令都市のいくつかの区や一般都市の相当数はそのまま１つのゾーンとなっている。各ゾーンの推計値を適当に統合することにより、国土庁の新広域生活圏の31区分（図3.3参照）や府県別の推計値も得られるようになっている。

モデルの第２の特徴は、人口区分が男女別年齢各歳別と細かく、また産業の区分も製造業は21分類、第３次産業は20分類など、合計46の産業業種に細かく分割されていることにある（3.3節参照）。このため、人口の年齢構造の相違を直接考慮して人口の出生数、死亡数の変化を推定したり、産業の高度化・サービス化の分析などにも利用できる。

モデルの第３の特徴は、地域総生産や民間消費支出などの景気に左右されやすい経済変数でなく、人口および従業者そして土地利用（交通条件を含む）をモデルの最も基本的な内生変数としていることである[1)]。このため、本モデルは経済モデルというよりも物理モデルに近い性格を有し、第７章および第８章で示すように超長期的な推計に利用できるという特性を持つ。

シミュレーション出力結果から直ちに、あるいは必要なデータやパラメータを付加することにより、人口、産業、都市、ユーティリティ

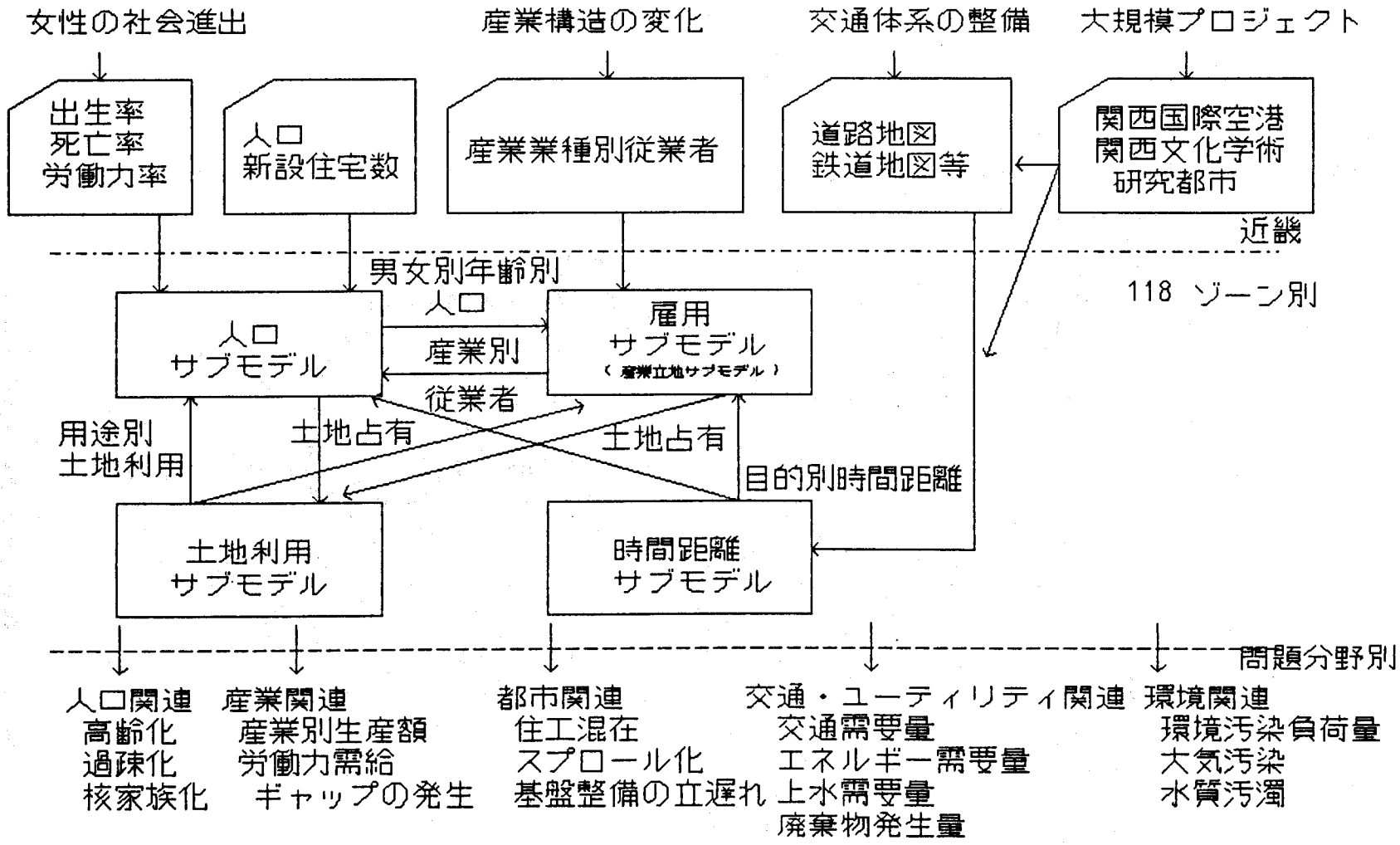


図3.1　地域社会経済シミュレーションモデル（大阪大学地域シミュレーションモデル－OURSモデル）の構成

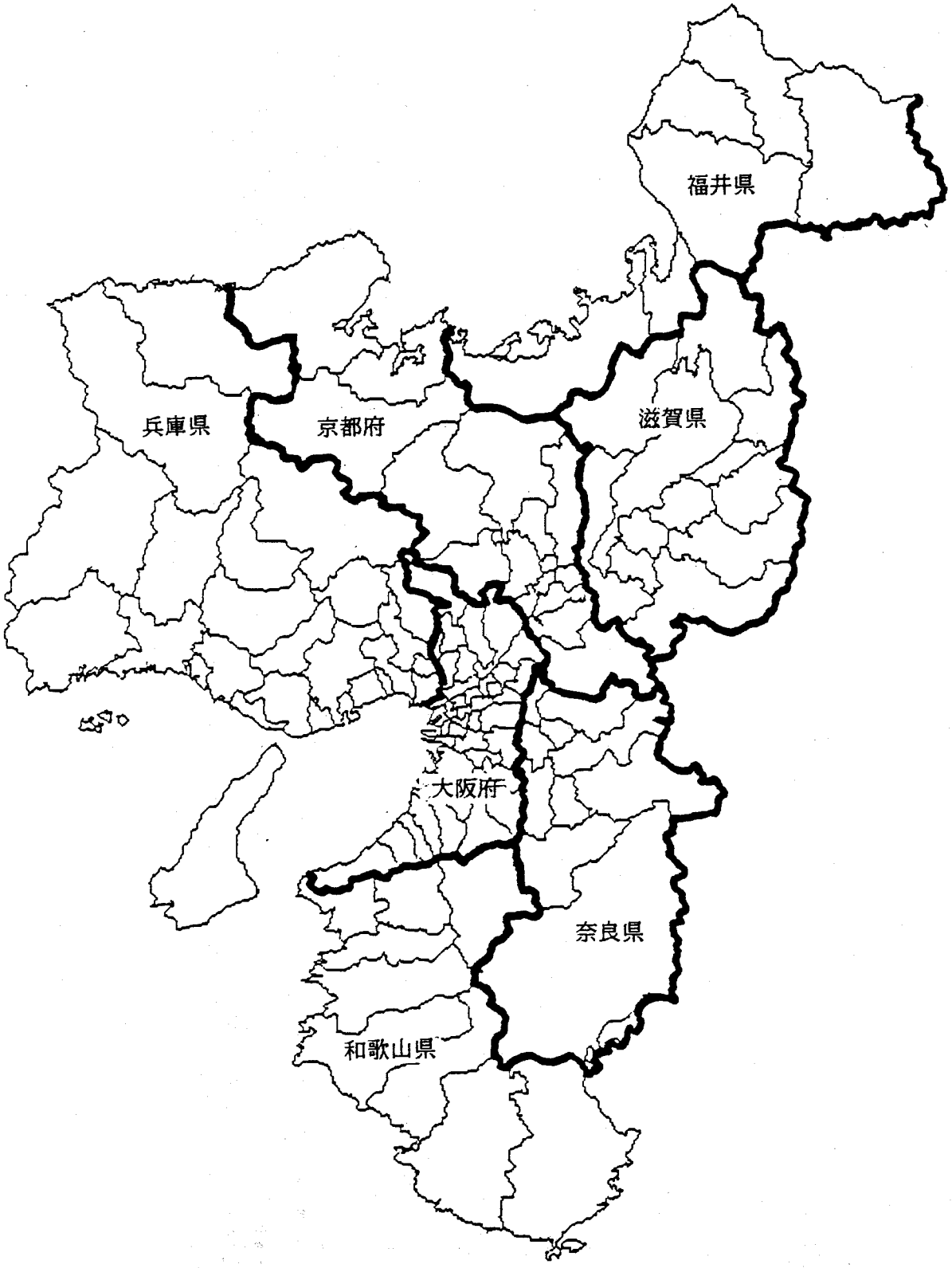


図3.2　近畿地域の地域分割(118ゾーン)

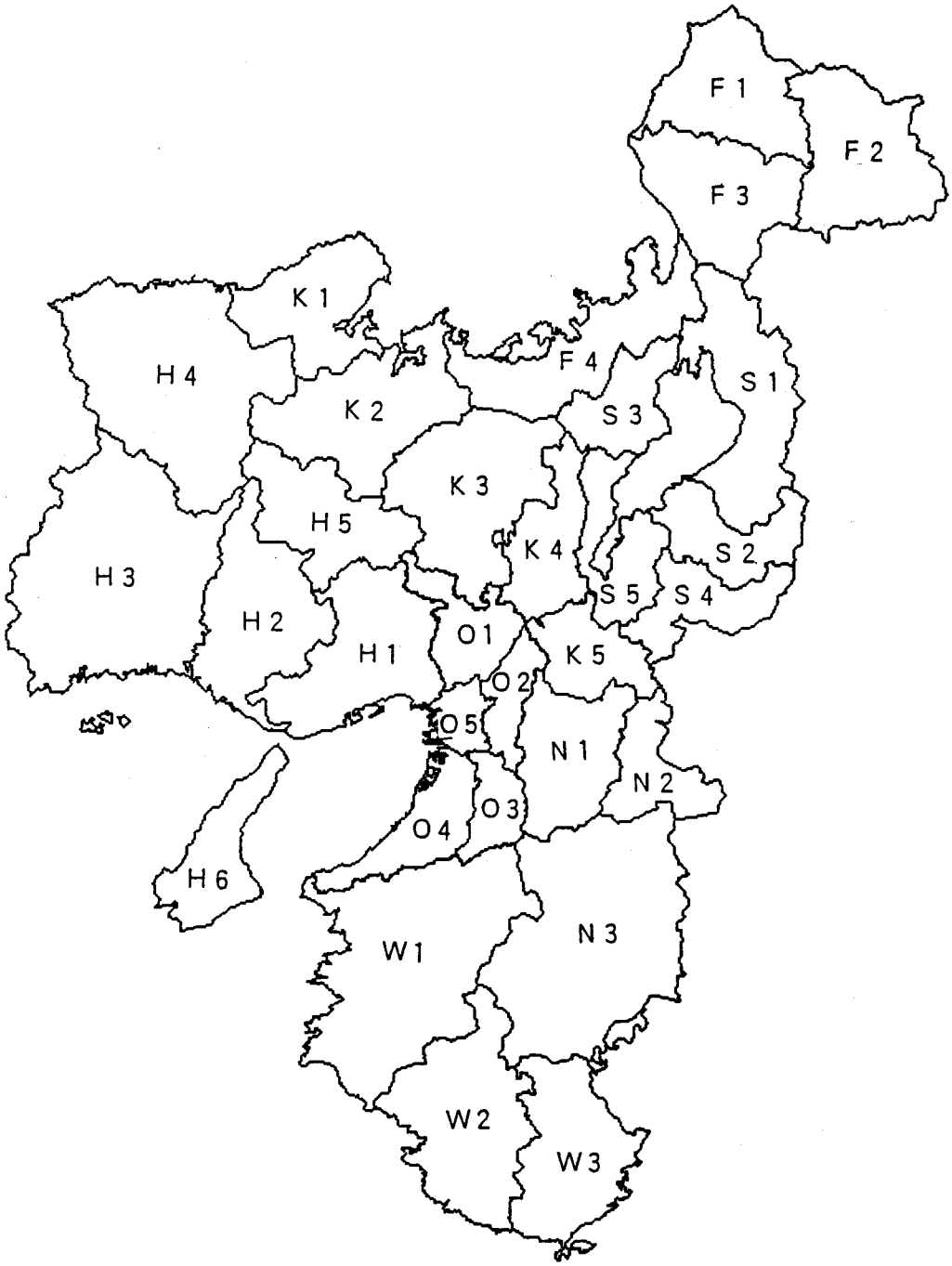


図3.3　近畿の新広域生活圏(31地区)

（水、エネルギーの供給、廃水、廃棄物の処理等）関連の問題を見ることが可能である。また、第７章および第８章で示すように関西国際空港や関西学術研究都市の建設など大規模地域プロジェクトの影響評価や人口高齢化の分析等にも利用できる。

3.2　人口サブモデル[1)]

3.2.1　人口予測の手順

図3.4に、人口サブモデルの構成を示す。図に示すように、あるゾーンにおける性別年齢各歳別人口は、社会増加がないと想定した場合の出生数と死亡数の差により定まる封鎖人口と、転入と転出の差によって定まる社会増加人口の両者より予測される。ゾーン別年齢別の封鎖人口は、人口統計学の基礎的関係式より、ゾーン別性別年齢別の人口、死亡率と年齢別特殊出生率ならびにゾーン別女子年齢別有配偶率を用いて精度よく予測することができる[2),3)]。性別年齢別人口は５年ごとに行われる国勢調査のデータにより所与であり、ゾーン別女子年齢別有配偶率も近畿全体のそれを外生パラメータとすると、比較的精度よく推定することが可能である[4)]。したがって、年齢別特殊出生率と性別年齢別死亡率を本サブモデルの外生パラメータとすると、ゾーン別性別年齢別封鎖人口$CL^{j}_{s,a}(K)$の長期予測は容易に行うことができる注[1)]。よって、ゾーン別年齢別人口予測の問題はゾーン別性別年齢別社会増加$SI^{j}_{s,a}(K)$を予測する問題に帰着されることになる。

社会増加に関する要因は一般に雇用機会、住宅の入手可能性、交通の利便性、生活環境水準などさまざまなものが考えられるので[5)]、これらの要因を説明要因として$SI^{j}_{s,a}(K)$を直接推定することは作業量の点で困難である。また、ある年齢層の社会増加は他の年齢層の社会増加と関連するので説明力の確保という点でも無理が生じる。そこで、本サブモデルではまずゾーン別社会増加の総数$SI^{j}(K)$を推定し、次にこれを性別年齢別の移住パターンによって各性別年齢別に分配すると

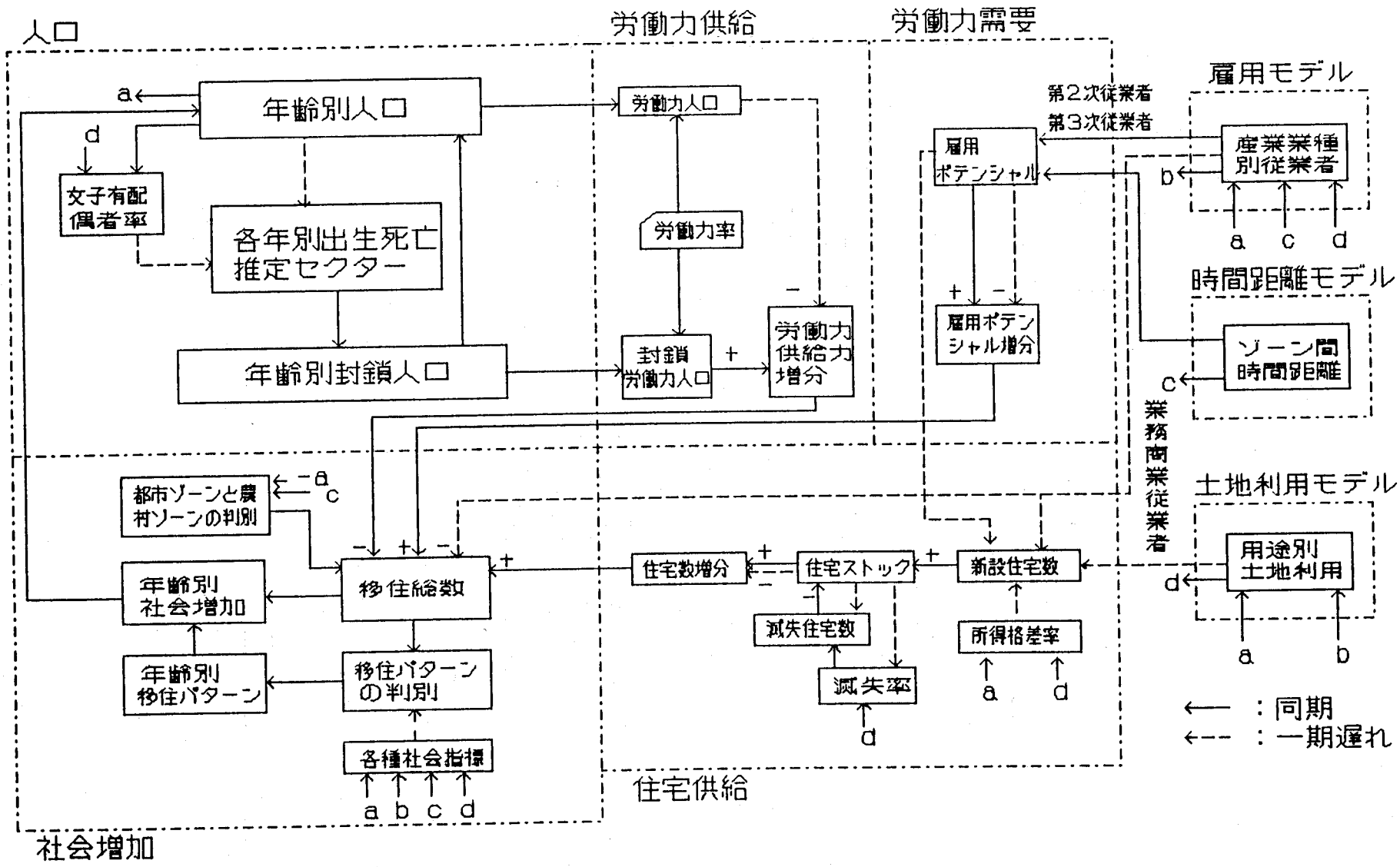
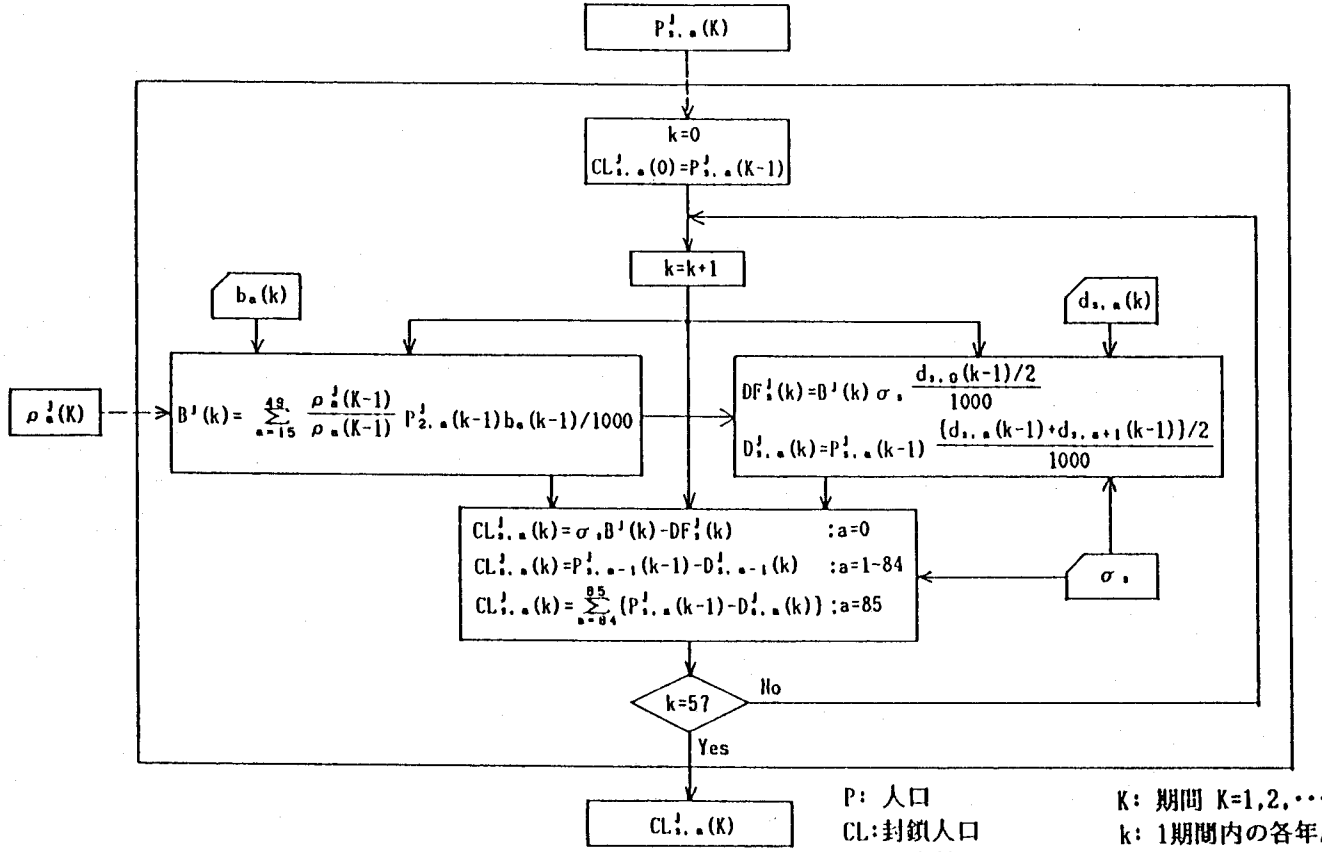


図3.4(a)　人口サブモデルの構成



P: 人口
CL:封鎖人口
B: 出生数
DF:出生乳児死亡数
D: 死亡数
b: 出生率
d: 死亡率
ρ:有配偶率
σ:出生性比

K: 期間 K=1,2,･･･
k: 1期間内の各年度
k=0,1,･･･,5
j: ゾーン番号 j=1~118
s: 性別 s=1 男子、s=2 女子
a: 年齢 a=0;0歳、a=1;1歳、
･･･、a=84;84歳、
a=85;85歳以上

図3.4(b)　各年別出生死亡推定セクター

いう手法をとっている。

3.2.2 ゾーン別社会増加総数の推定

近畿地域のような広域な地域を対象として、そのゾーン別社会増加を推定するにあたって留意すべきことは、近年の低出生率の定着化や経済成長の安定化などにともなって、人口の移動率(移住率)が極めて小さくなっていることである。特に、農村地域では人口定住化の傾向が顕著である。したがって、本サブモデルでは社会増加の推計は都市ゾーンと農村ゾーンに分けて分析を行うことにした。なお、昭和60年において農村ゾーンと判別されているゾーンは118ゾーン中の22ゾーン、農村ゾーンに属する人口の全人口に対する人口の比率は10.7% であり、大多数のゾーンおよび人口は都市ゾーンに属している。

まず、都市ゾーンに対するゾーン別社会増加総数の推定について述べる。

社会増加の要因には、雇用機会のほか住宅を求めての移住も多いと考えられる[6)]。また、大都市の都心部では高地価等により都心居住者が郊外に転出する現象も顕著である。これらを考慮に入れて求めた都

注1) 変数の添字の示す意味は次のとおりである。

j：ゾーン番号（iを使う場合もある） j＝1～m，m＝118

s：性別 s＝1；男子， s＝2；女子

a：年齢 a＝0；0歳， a＝1；1歳，・・・，

a＝84；84歳，a＝85；85歳以上。

j,s,a の添字のない変数は特にことわらないかぎり、それぞれ全ゾーン、男女計、全年齢を表すものとする。また、時点を表わす引数としてK を用いる。K＝1,2,3，・・・ であり、1期は5年とする。したがって、封鎖人口を表す変数をCLとすると、$CL^{j}_{s,a}(K)$ は時点K におけるゾーンj、性s、年齢aの封鎖人口を表すことになる。

市ゾーンにおけるゾーン別社会増加総数（移住総数）の推定式が以下の重回帰式である。本式は都市ゾーンに属する３期間（昭和45年から50年の期間Ⅰ、昭和50年から55年の期間Ⅱおよび昭和55年から60年の期間Ⅲ）の合計288サンプルに対して重回帰分析を行って得た式であり、偏回帰係数の下の＜＞の中の数値はｔ値を表す。

$$
\begin{aligned}
SI^j(K) = & \underset{\langle 5.15 \rangle}{9715.1}\triangle EPT^j(K) + \underset{\langle 3.73 \rangle}{0.430}\triangle LFSY^j(K) \\
& \underset{\langle -15.6 \rangle}{-1.73}\triangle LFSO^j(K) + \underset{\langle 31.4 \rangle}{2.38}\triangle HS^j(K) \\
& \underset{\langle -7.72 \rangle}{-0.059}NC^j(K-1) \qquad R=0.895 \qquad (3.1)
\end{aligned}
$$

ここで、右辺の第１～第３項は雇用機会と関連した変数を表す。$\triangle EPT^j(K)$ はゾーンｊにおける第２次および第３次産業従業者の雇用ポテンシャル$EPT^j(K)$ の一期前からの増分を表す。△LFSYおよび△LFSOは、それぞれ単身で移住する可能性の高い若年年齢層(15～24歳)および家族で移住する可能性の高いそれ以上の年齢層(25歳以上）の労働力供給の増分を表す。第４項△HSは住宅数HSの一期前からの増分を表す（これらの変数についての詳しい説明については付録Aを参照されたい)。 第５項NCは業務商業従業者数を表し、都市化が進みNCが大になると人口が流出する傾向のあることを示している。

(3.1)式 の重相関係数Rは0.895と高く、偏回帰係数の下の＜＞内で示したｔ値も高い（1%の有意水準で有意である）。したがって、(3.1)式は都市ゾーンに属する各ゾーンの社会増加総数の推定に十分利用できると考えられる。

次に、農村ゾーンに対するゾーン別社会増加総数の推定について述べる。農村ゾーンにおける社会増加は上で述べたように極めて小さいことより、本サブモデルでは重回帰分析より得られた次式

$$
SI^j(K) = \underset{\langle 12.05 \rangle}{0.6678}SI^j(K-1) - \underset{\langle -1.90 \rangle}{2121.9}DFUKUI(3) \qquad R=0.764 \qquad (3.2)
$$

を利用して行うことにした。DFUKUI(3)は昭和55年（K=3)における福

井市ゾーンを表すダミー変数である。

3.2.3 各ゾーンの性別年齢別移住パターンの推定と判別

もし、各ゾーンの性別年齢別社会増加の社会増加総数(絶対値)に対する比率(これを、$\mu^{j}_{s,a}(K)$で表す)が予測可能なら、$SI^{j}_{s,a}(K+1)$は(3.1)および(3.2)式におけるKをK+1とおきかえることによって推定される$SI^{j}(K+1)$を用いて

$$SI^{j}(K+1) = \mu^{j}_{s,a}(K+1)\,|SI^{j}(K+1)| \qquad (3.3)$$

として求めることができる。各ゾーンの$\mu^{j}_{s,a}(K)$は2×86＝172個の要素を持つ変数であり、この172個の変数の全体を移住パターンと名付けることにする。期間Ⅰ、ⅡおよびⅢの3期における各ゾーンの移住パターン$\mu^{j}_{s,a}(K)$は、国勢調査による性別年齢別人口などを利用すると容易に推定することができる[2)]。図3.5は推定された合計354の移住パターンに対し、クラスター分析手法を適用して、移住パターンのうち互いに似かよったものを統合することによって得られた6個のクラスターの移住パターンを示す。図3.5において、クラスター1、2および6はトータルで社会減、3、4および5はトータルで社会増のクラスターを示す。図3.5から、同じ社会増あるいは社会減のクラスター(ゾーン)であっても、その移住パターンは互いに異なっていることが分かる。また、移住パターンには一般的に次のような特徴があることも分かる。50歳以上の年齢層の社会移動は極めて小さい。移住の率の高い年齢は15～44歳であり、0～14歳の子供の転出入はその親の年齢層に相当する25～44歳のそれによって定まる。また、男女の年齢別移住率は互いによく似ている。図3.6は各ゾーンが期間Ⅰ、ⅡおよびⅢにおいてどのクラスターに属しているかを示した図である。図から、大阪市東区を中心にとると、京都、神戸の都市域を除いて、一般的に各ゾーンは第1から第6のクラスターの順に遠くなっていることが分かる。また、各ゾーンの属するクラスターが期間により変化することも分かる。

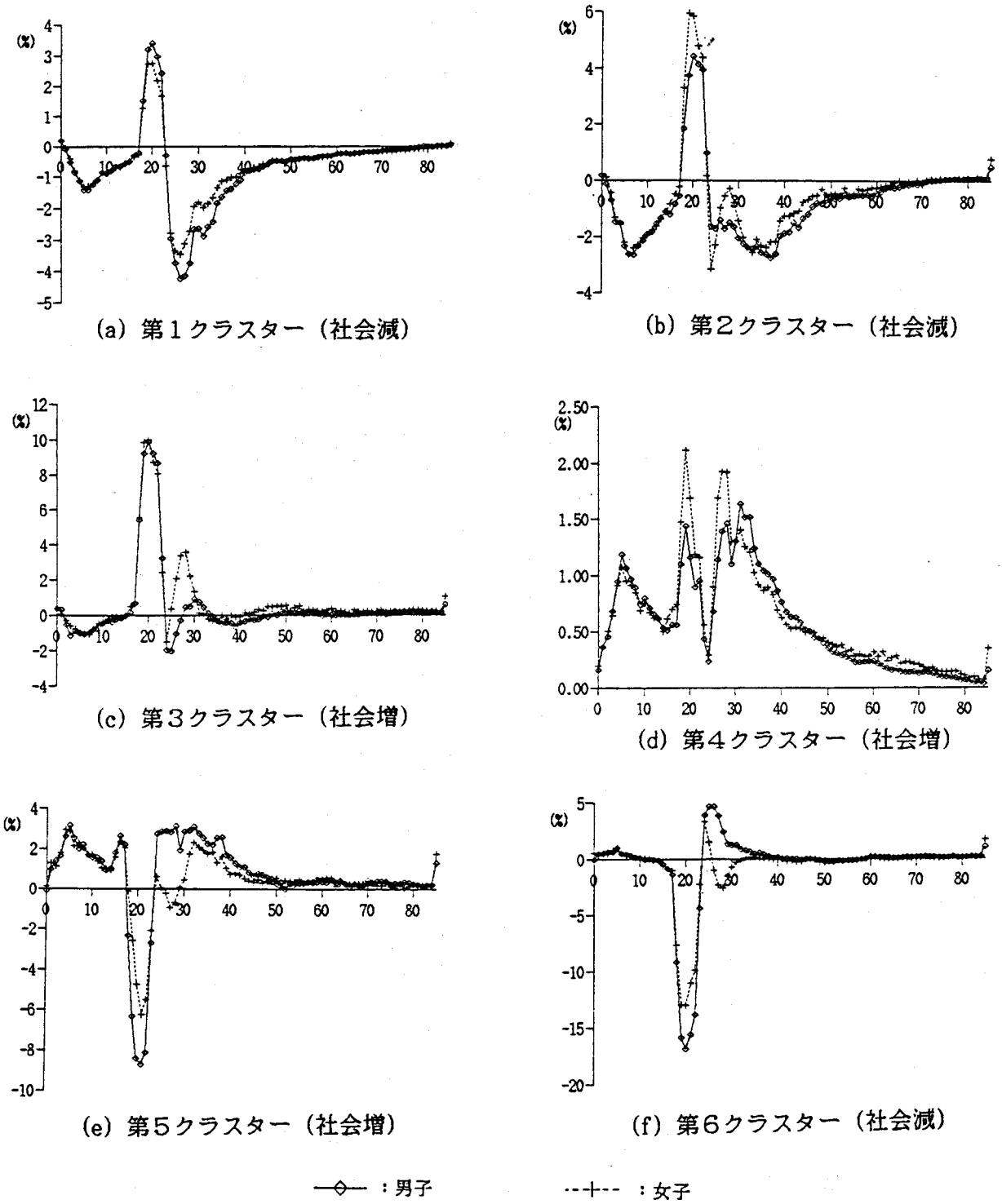
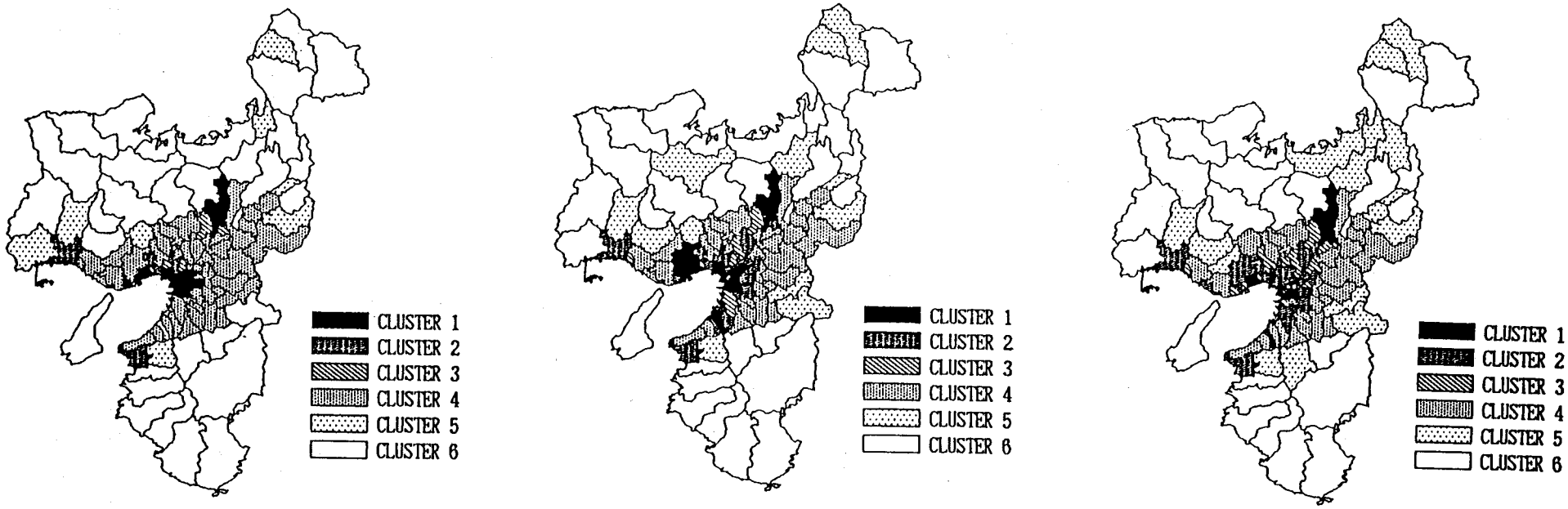


図3.5　６クラスター別性別年齢別移住パターン



（a）　期間Ⅰ　　（b）　期間Ⅱ　　（c）　期間Ⅲ

図3.6　各ゾーンの移住パターンのクラスター分析結果

各クラスターの個別の特徴を述べると次のとおりである。クラスター1では18～22歳の年齢層を除いてほとんどの年齢層で転出が顕著である。クラスター2はクラスター1の転出入のパターンとよく似ているが、18～22歳の転入率がより高くなっている。クラスター3では18～23歳の転入が顕著で、クラスター4では全年齢層で転入超過である。クラスター5ではほとんどの年齢層で転入であるが、18～23歳の若年層については転出が顕著である。クラスター6では19歳をピークとした年齢層の転出が顕著である。

さて、時変パラメータである$\mu^{j}_{s,a}(K)$の将来値を各ゾーンの社会経済指標を用いて直接推定することは、$SI^{j}(K)$を直接推定するのと同様の理由で無理と思われる。そこで、本サブモデルでは各ゾーンの性別年齢別移住パターンは図3.5に示した(a)から(f)のパターン（これを$\mu^{(J)}_{s,a}$で表す。J＝1～6）のいずれかをとるものと仮定し、各ゾーンの社会経済的な発展段階が変化していくのに対応させて$\mu^{(1)}_{s,a}$から$\mu^{(6)}_{s,a}$の間を変化させることにした。各ゾーンの社会経済的な指標が変化すると、各ゾーンの移住パターンがどのパターンに変化するかは判別関数法を適用して判別させる。図3.7は移住パターンの特徴を定める要因となる主な社会経済指標をとりあげてその意味づけを行った1例を示す。図においてrは相関の極めて高い社会経済指標間の相関係数を示したものであり、これらの社会経済指標はそのいずれかを採用すれば十分であることを示唆している。ここでは、図3.7で、①から⑫の番号を付した12種の指標を採用することにした。各ゾーンのこれら12種の指標を用いて、各ゾーンが1から6のどのクラスターに属するかを標準ユークリッド距離を用いた判別関数法を適用して判別させた。表3.1に118ゾーン×3期間＝354サンプルに対する判別結果を示す。ここで、ゾーンの性別年齢別移住率を用いて求められたあるゾーンのクラスター番号をI（I＝1～6）とし、そのゾーンの12種類の社会経済指標を用いて判別したクラスター番号をJとする

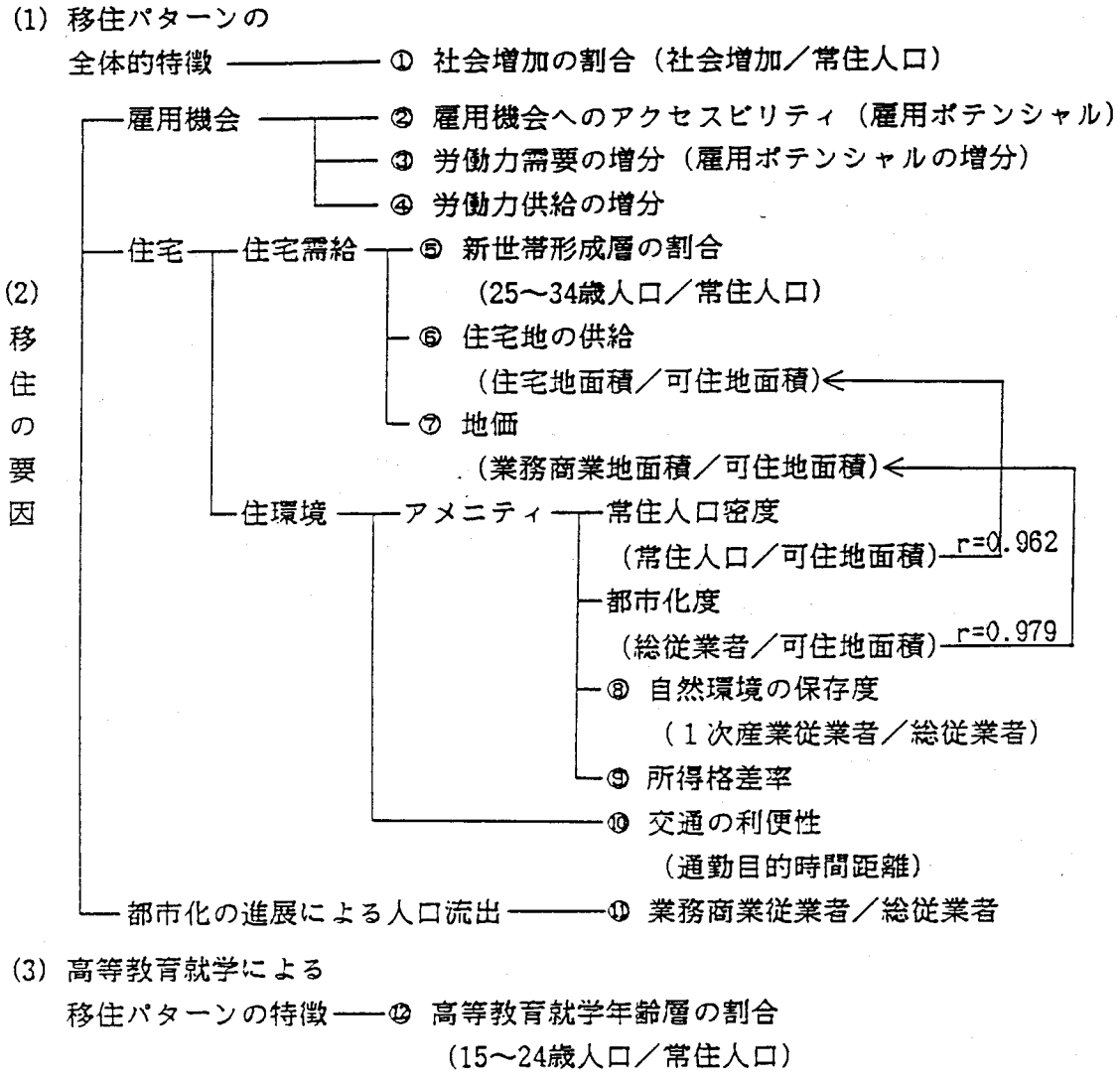


図3.7　移住パターンを特徴づける要因と関連社会経済指標

表3.1　１２指標によるクラスターの判別結果

I ＼ J		判別されたクラスター番号						誤差率（%）
		1	2	3	4	5	6	
クラスター分析手法で得られたクラスター番号	1	５１	１６					２３．８
	2	８	２７					２２．８
	3			１９				０．０
	4			１２	９３	６		１６．２
	5			１	４	３０		１４．２
	6		６				８１	６．８

とき、J＝Iのときは正しい判別、J≠Iのときは誤判別とした。表から分かるように、大部分のサンプルに対する判別結果は正しく、判別を誤ったのは全体で53サンプル（誤差率15.0%）である。判別を誤った場合についてみると、6サンプルを除くとクラスター番号は1を2、4を3というように1つしか間違っていない。番号の隣り合わせのクラスター間では移住率のパターンはよく似ているのでこのような誤判別は大きな問題にはならないと思われる。クラスター番号6を2と判別した6サンプルは岸和田市（Ⅱ期）、貝塚市（Ⅱ、Ⅲ期）、姫路市（Ⅱ、Ⅲ期）および和歌山市（Ⅲ期）の4ゾーンである。岸和田市および貝塚市の移住パターンを考察すると、特に女子の15歳~19歳人口の転入および20歳~25歳人口の転出が顕著である。これは両ゾーンが繊維工業が盛んなゾーンであり九州地方の中学校を卒業した人々が、繊維工業に従事しながら定時制高校に進学するため両ゾーンに転入し、高校卒業後、転出するといった現象のためである。したがって、この両ゾーンに対して特殊なゾーンとして対処することも考えられるが、女子の移住パターンが比較的クラスター2の女子の移住パターンに似ているため、ここでは判別されたクラスター番号をそのまま利用することにした。姫路市および和歌山市ゾーンの移住パターンを考察すると、特に男子の移住パターンがクラスター6の男子の移住パターンと似ている。すなわち、男子の18歳~23歳人口の転出および24歳~27歳人口の転入が顕著である。これは両ゾーンにおいて高校卒業者の受皿となる地元の大学が少なく、したがって大学に進学するため転出する、大学卒業後は、地元への就職のためもどるといったUターン現象のため転入するといった特徴があるからである。しかし、判別関数法の結果では両ゾーンの移住パターンはクラスター2と判別されている。これは、判別関数法で用いた12種の社会経済指標のうち、労働力供給の増分、一次産業従業者の総従業者に対する割合および業務商業従業者の総従業者に対する割合の3指標がクラスター6の平均値よりもクラ

スター２の平均値に近いためクラスター２と判別されているからである。この両ゾーンは同じクラスター６の日本海岸や太平洋海岸のゾーンと違って比較的都市化が進んでいることと、将来の移住パターンが各ゾーンの社会経済指標の変化に応じて変化する構成となっているため、特殊ゾーンとして対処することもできるが、ここでは判別されたクラスター番号をそのまま利用している。以上より、12指標を用いた判別の精度は全体的にみてかなり高いものと判断できる。

したがって、ゾーンｊにおける12種の指標を用いてゾーンｊはクラスターJに属すると判別されたとすると、$SI^{j}_{s,a}(K+1)$は

$$SI^{j}_{s,a}(K+1) = \mu^{(J)}_{s,a}|SI^{j}(K+1)| \qquad (3.4)$$

と予測される。

構築した本サブモデルは、あるゾーンにおいて住宅供給数が増加するとそのゾーンでは住宅を求めて主として若い世代が移住することになり、人口が増え、さらに、出生率が高いのは若い世代（25歳~34歳）なので、出生数も増えるという構造になっている。このため、本サブモデルによるとこのようなメカニズムを通して住宅供給数の増加が人口増や人口高齢化の歯止にどのような影響を与えるかを推計することができる。

図3.4からも分かるように、各ゾーンの性別年齢各歳別人口を求めるには各ゾーンにおける産業業種別従業者、雇用ポテンシャルや用途別土地利用面積等の予測値が必要となる。このため、本サブモデルは、3.3、3.4および3.5節で述べる雇用、時間距離および土地利用の各サブモデルと互いに連動して、ゾーン別性別年齢別の人口を予測する構成となっている。図において各年別出生死亡推定セクターは、図3.4(b)に示すように、各年別の出生数、死亡数および封鎖人口を推定するブロックを表す。これは、本サブモデルでは国勢調査の結果に基づいてモデルを構築しているため、将来予測が５年間隔で行われるのに対し、年齢各歳別の人口を推計する必要上、毎年の出生数（および死

亡数ならびに封鎖人口）を推定する必要があるからである。

3.3 雇用サブモデル

本節では、OURSモデルの中で雇用サブモデルとして利用されている、近畿地域118ゾーン別の産業業種別従業者数を予測するモデルを構築した結果について述べる。このモデルは労働力需要という観点から見れば雇用機会を表すモデルであり、また生産活動への労働の投入という観点から見ると産業立地モデルでもある。

3.3.1 産業分類

本サブモデルの産業区分は日本標準産業分類の大分類を基とした。ただし、今後の消費の重点が物からサービスへ移行するにともない商業従業人口が増加することを考慮して、大分類では一産業となっている卸売小売業を卸売業と小売業の二業種に分割し、さらに小売業、サービス業については中分類を基としてそれぞれ7業種に分類した。

製造業については、各産業の立地特性などの違いを考慮して、中分類の21業種の中で特定の府県にしか存在しない武器製造業を除いた20分類を基とした。さらに、製造業管理部門を含め、製造業を合計21業種の分類とした。ここで、製造業管理部門とは、製造業の中でも本社、支社、営業所など管理・営業的な業務に携わっている事業所のことである。その立地形態は、直接生産活動を行っている事業所の立地形態と異なっていると考えられるので、次節に述べるような方法により従業者数を推定し、これを製造業管理部門として独立した業種として新たに設けたものである。

以上より、本サブモデルで使われる産業分類の項目は46業種になる。これを表3.2に示す。

3.3.2 市区町村別産業業種別従業者データの整備

産業別市区町村別の従業者のデータは国勢調査と事業所統計調査から得られる。しかし、第一次産業である農業、林業、漁業は事業所の

表3.2　産業業種分類表

産業	大分類	中分類	
1次産業	農業		
	林業		
	漁業		
2次産業	鉱業		
	建設業		
	製造業	製造業生産部門	食料品製造業
			繊維工業
			衣服製造業
			木材・木製品製造業
			家具製造業
			パルプ・紙製造業
			出版業製造業
			化学工業
			石油製品製造業
			ゴム製品製造業
			皮革製品製造業
			窯業
			鉄鋼業
			非鉄金属製造業
			金属製品製造業
			一般機械製造業
			電気機械製造業
			輸送機械製造業
			精密機械製造業
			その他製造業
		製造業管理部門	
3次産業	卸売業		
	小売業	各種商品小売業	
		繊維・衣服小売業	
		飲食料品小売業	
		飲食店	
		自動車・自転車小売業	
		家具・建具小売業	
		その他小売業	
	金融・保険業		
	不動産業		
	運輸・通信業		
	電気・ガス・水道業		
	サービス業	個人サービス業	
		娯楽業	
		修理業	
		事業サービス業	
		医療サービス業	
		教育業	
		その他サービス業	
	公務		

形態をとっていないものが多く、事業所統計では十分に実態を把握できないと考えられる。そこで、産業分類別従業者数として国勢調査をベースにすることにした。

なお、国勢調査では卸売業と小売業が一つの産業に分類されているので、中分類別従業者数のデータのある事業所統計のデータを利用し、国勢調査の卸売・小売業の従業者数を卸売業と小売業に分離した。ただし、事業所統計の中分類別従業者数のデータは、市区についてのデータしかないため、町村については行政区面積のメッシュ・データを利用して事業所統計メッシュ・データを町村レベルに統合した値を作成し、それを利用して推定した。

製造業中分類ベースの従業者数については次のようにして整備することにした。製造業中分類別市区町村別のデータは事業所統計調査報告書および工業統計表より得られるが、一般に事業所統計でいう製造業従業者数は全数であるのに対して工業統計でいう従業者数は、直接生産活動を行わない本社、支社、営業所の従業者は含んでいない。そこで、ここでは事業所統計の従業者数と工業統計の従業者数の差を製造業管理部門従業者と定義することにした。これに対応して、工業統計の従業者を製造業生産部門従業者と呼ぶことにした。このような製造業管理部門従業者数と中分類別生産部門従業者数の比率を用いて国勢調査の製造業従業者数を中分類ベースの21業種に分類した。なお、工業統計表には個々の事業所の秘密を守るためXと表示されたデータがあるが、このXの推定にも卸売業と小売業の分離の場合と同様に事業所統計メッシュ・データや行政区面積メッシュ・データを利用した。

以上のようにして整備された市区町村別の産業業種別従業者数のデータを統合することにより、118ゾーン別の産業業種別従業者数のデータを作成した。

3.3.3 産業立地特性の分析

いま、K期のjゾーン、p産業の従業者数を$N^{j}_{p}(K)$とすると、K期の

局地化係数$C_P(K)$は

$$C_P(K) = 1/2 \times \sum_j \left| N^j{}_P(K) / \sum_j N^j{}_P(K) - \sum_p N^j{}_P(K) / \sum_j \sum_p N^j{}_P(K) \right| \quad (3.5)$$

で求められる[7]。C_Pは0~1までの値をとる正数で、p産業がどの程度特定ゾーンに集中して分布している（C_Pが大きいほど集中している）かを示す指標である。表3.3は、昭和45年、50年、55年、60年度の各実績値を用いて局地化係数を46産業別に求め、それらを昭和60年を基準にして小さい順に並べたものである。表3.3 において、産業業種コードの示す意味は表3.4のとおりである。表3.3から分かるように林業および漁業の第一次産業、臨界地区に集中する鉄鋼業や石油製品製造業、地場的特色の強いゴム製品、皮革製品製造業などの産業の局地化係数の値が大きい。 一方、サービス業や小売業など、その地域に存在する人々を対象として事業が営まれ、地域との密着度の高い第３次産業は局地化係数の値が小さい。

局地化係数を時系列的にみると、係数の比較的小さい建設業、医療サービス、電気・ガス・水道業などについては横ばい傾向にあり、比較的数値の大きい一般機械、化学工業、各種商品小売業などは減少傾向にあり、係数の比較的大きい林業、漁業、ゴム製造業等については横ばい傾向にある。これより特に数値の大きい業種については産業的に局地化せざるを得ない業種であり、その他の業種については地域的に平準化して行くものと考えられる。

以上の結果に基づいて、46の業種を３タイプに分類した。これを表3.5に示す。

3.3.4 産業業種別立地関数の推定

以下に、まずゾーン別の産業業種別従業者数を予測するモデルの理論的定式化について説明する。次に、この定式化に基づいて118ゾーン別に46業種別従業者数を予測するベースとなる回帰式（以下、立地関数という）を推定した過程について説明する。

表3.3　各業種の局地化係数

	1970	1975	1980	1985
ROTR	.0941	.0905	.0870	.0923
CONS	.1093	.0921	.0905	.0936
OTHS	.1870	.1320	.1089	.1026
RTEX	.1255	.1128	.1030	.1088
RFUR	.1160	.1080	.1087	.1192
RFOO	.1390	.1312	.1181	.1221
PERS	.1712	.1453	.1314	.1264
REPS	.1680	.1352	.1236	.1343
MEDS	.1612	.1440	.1412	.1473
TRAN	.1877	.1735	.1640	.1532
REAT	.2065	.1705	.1526	.1534
RVEH	.2130	.1781	.1673	.1646
EDUS	.3192	.2398	.1908	.1780
GOVE	.1878	.1788	.1782	.1810
ADMI	.3495	.2871	.2480	.2097
UTIL	.2306	.2179	.2187	.2159
FINA	.2628	.2405	.2262	.2270
RMIS	.5296	.3462	.2799	.2340
REAL	.3044	.2647	.2420	.2367
ENTS	.2283	.2275	.2437	.2477
FOOD	.2462	.2513	.2456	.2570
BUSS	.2714	.2482	.2460	.2675
PULP	.3196	.3274	.3161	.3207
APPA	.3104	.3134	.3168	.3208
WSAL	.3580	.3305	.3184	.3209
ORDM	.3857	.3626	.3617	.3397
FURN	.3387	.3506	.3355	.3443
OTHE	.3354	.3494	.3475	.3553
FMET	.3762	.3619	.3630	.3557
PRIN	.4033	.4067	.3986	.3756
CERA	.3600	.3771	.3843	.3897
ELEM	.4289	.4387	.4019	.3973
LUMB	.3742	.3954	.4104	.3998
CHEM	.4288	.4283	.4194	.4004
PREM	.4760	.4888	.4717	.4572
NMET	.5188	.5024	.4685	.4717
TRAM	.5177	.5295	.4767	.4968
TEXT	.4973	.5135	.5292	.5205
AGRI	.5525	.5653	.5572	.5492
MINI	.5655	.5588	.5774	.5698
IRON	.5728	.5893	.5926	.5915
RUBB	.6271	.6270	.6084	.6098
LEAT	.6026	.6074	.6009	.6169
PETR	.6935	.7077	.7014	.7059
FORE	.7279	.7228	.7145	.7114
FISH	.7080	.7232	.7281	.7382

表3.4　46産業業種別従業者数変数コード表

AGRI	農業従業者数
FORE	林業従業者数
FISH	漁業従業者数
MINI	鉱業従業者数
CONS	建設業従業者数
FOOD	食料品従業者数
TEXT	繊維工業従業者数
APPA	衣服製造業従業者数
LUMB	木材・木製品製造業従業者数
FURN	家具製造業従業者数
PULP	パルプ・紙製造業従業者数
PRIN	出版業従業者数
CHEM	化学工業従業者数
PETR	石油製品製造業従業者数
RUBB	ゴム製品製造業従業者数
LEAT	皮革製品製造業従業者数
CERA	窯業従業者数
IRON	鉄鋼業従業者数
NMET	非鉄金属製造業従業者数
FMET	金属製品製造業従業者数
ORDM	一般機械製造業従業者数
ELEM	電気機械製造業従業者数
TRAM	輸送機械製造業従業者数
PREM	精密機械製造業従業者数
OTHE	その他製造業従業者数
ADMI	製造業管理部門従業者数
WSAL	卸売業従業者数
RMIS	各種商品小売業従業者数
RTEX	繊維・衣服小売業従業者数
RFOO	飲食料品小売業従業者数
REAT	飲食店従業者数
RVEH	自動車・自転車小売業従業者数
RFUR	家具・建具小売業従業者数
ROTR	その他小売業従業者数
FINA	金融・保険業従業者数
REAL	不動産業従業者数
TRAN	運輸・通信業従業者数
UTIL	電気・ガス・水道業従業者数
PERS	個人サービス業従業者数
ENTS	娯楽業従業者数
REPS	修理業従業者数
BUSS	事業サービス業従業者数
MEDS	医療サービス業従業者数
EDUS	教育業従業者数
OTHS	その他サービス業従業者数
GOVE	公務従業者数

表3.5　局地化係数による産業分類

タイプ	産業業種コード	産業のタイプの説明
I	ROTR	局地化係数が低く、どの地域にもまんべんなく立地している産業
	CONS	
	OTHS	
	RTEX	
	RFUR	
	RFOO	
	PERS	
	REPS	
	MEDS	
	TRAN	
	REAT	
	RVEH	
	EDUS	
	GOVE	
	UTIL	
	FINA	
	RMIS	
	REAL	
	ENTS	
	BUSS	
III	AGRI	局地化係数が高く、地域の特殊要因で立地している産業
	MINI	
	IRON	
	RUBB	
	LEAT	
	PETR	
	FORE	
	FISH	

タイプ	産業業種コード	産業のタイプの説明
II	ADMI	IとIIIの中間の産業
	FOOD	
	PULP	
	APPA	
	WSAL	
	ORDM	
	FURN	
	OTHE	
	FMET	
	PRIN	
	CERA	
	ELEM	
	LUMB	
	CHEM	
	PREM	
	NMET	
	TRAM	
	TEXT	

（イ）モデル構築のための定式化

各ゾーンにおける各産業の活動は互いに自ゾーンおよび他ゾーンの各産業の活動の影響を受けながら時間的、空間的に変化していく。以下では、各ゾーンの各産業の活動を各ゾーンにおける状態の変化として一般的にとらえ、定式化する。

図3.8に示すように、ゾーンの数をm、状態を表す変数（状態変数）の数をnとし、K時点におけるiゾーン、p種の状態変数を$X^i{}_p(K)$、jゾーンにおけるq種の状態変数を$X^j{}_q(K)$とする（$i,j=1\sim m$；$p,q=1\sim n$）。地域の状態が時間的に変化する過程は状態方程式を用いると、一般に

$$X^j{}_q(K+1)=f\{X^1{}_1(K),\cdots,X^1{}_p(K),\cdots,X^1{}_n(K);$$
$$X^i{}_1(K),\cdots,X^i{}_p(K),\cdots,X^i{}_n(K);$$
$$X^m{}_1(K),\cdots,X^m{}_p(K),\cdots,X^m{}_n(K)\}$$
$$K=1,2,3,\cdots \qquad (3.6)$$

と表すことができる。しかし、このままでは操作不可能なので関数fのタイプを単純に線形と仮定すると

$$X^j{}_q(K+1)=\sum_{i=1}^{m}\sum_{p=1}^{n}a^{ij}{}_{pq}(K)X^i{}_p(K) \qquad (3.7)$$

と表される。$a^{ij}{}_{pq}(K)$は、$X^i{}_p(K)$が$X^j{}_q(K+1)$に及ぼすインパクトの度合を表している。この$a^{ij}{}_{pq}(K)$を同定すれば地域の状態変化の予測ができることになる注2)。しかし、このままではKを固定したとしても$(nm)^2$個のパラメータがあるので、それらをすべて同定することは不可能であり、何らかの工夫が必要になる。そこで、自地域からのインパクトと他地域からのインパクトを次のように形式的に分離し、

注2）いま、外生的な政策により、ある地域i'におけるp'に関する変数が$\triangle X^{i'}{}_{p'}(K)$だけ変化する場合には（$1\leqq i'\leqq m$、$1\leqq p'\leqq n$）、$\triangle X^{i'}{}_{p'}(K)$を$\{X^{i'}{}_{p'}(K)+\triangle X^{i'}{}_{p'}(K)\}$とおき替えることにより、その影響を予測することができる。

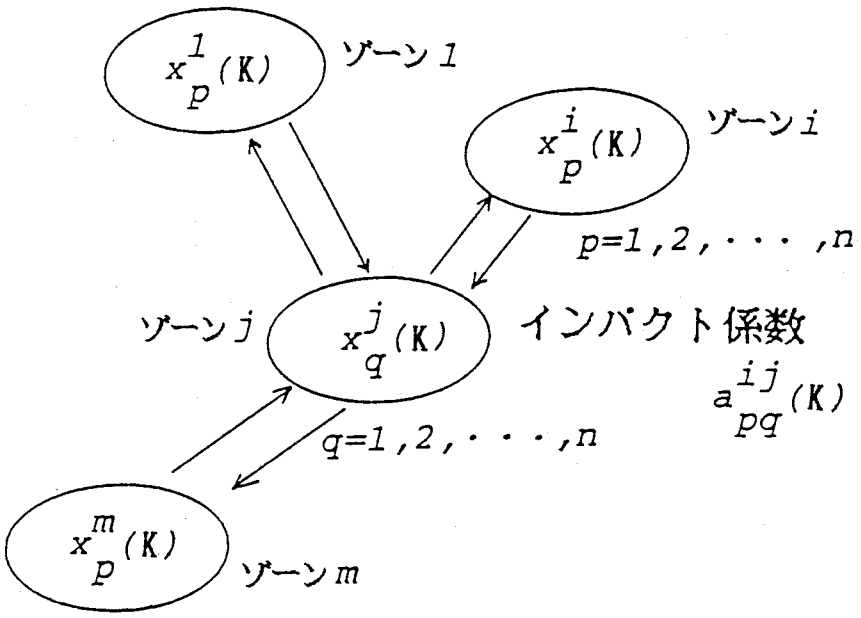


図3.8　ゾーン間のクロス・インパクト

$$X^j_q(K+1) = \sum_{p=1}^{n} a^{jj}_{pq}(K)X^j_p(K) + \sum_{\substack{i=1 \\ j\neq i}}^{m} \sum_{p=1}^{n} a^{ij}_{pq}(K)X^i_p(K) \qquad (3.8)$$

さらに、パラメータについて次のような仮定を導入する。

（仮定１）

$$a^{jj}_{pq}(K) = a_{pq}(K) \qquad (3.9)$$

これは$X^j_p(K)$が$X^j_q(K+1)$に及ぼすインパクトの度合$a^{jj}_{pq}(K)$が地域によって変わらないという仮定である。たとえば、状態変数として産業業種別の従業者数をとると、雇用の波及効果は地域によって変わらないと仮定することを意味する。

（仮定２）

(a)$a^{ij}_{pq}(K)$ $(i\neq j)$は$X^j_q(K)$に比例する注3)。

(b)$a^{ij}_{pq}(K)$ $(i\neq j)$はi,j間の時間距離T_{ij}のγ_p乗に反比例する。

仮定１は、操作性の高いモデルとするため、線形モデルを前提とし、また、対象とした地域が比較的まとまりのある一つの経済圏域を多数のゾーンに分割したゾーンより構成されている場合、無理な仮定とは考えられない。仮定２は、これまで種々のモデルにおいて成立すると考えられた前提条件であり、ここでも成立すると考えている。

(a)、(b)を合わせると、c_{pq}を定数として

$$a^{ij}_{pq}(K) = c_{pq}(K)X^j_q(K)/T_{ij}^{\gamma_p} \qquad (3.10)$$

と表すことができる。(3.9)、(3.10)式を (3.8)式に代入して整理する

注3) いま、ある地域に対しm'個の全く等しい地域があるとすると、この時$X^i_p(K)$が$X^{j'}_q(K+1)$ $(j'=1,2,\cdots,m')$に及ぼすインパクトは$a^{ij'}_{pq}(K)$である。いま、m'個の地域をすべて統合し新しい地域jを作るとすると$a^{ij}_{pq}(K)$は$a^{ij'}_{pq}(K)$のm'倍になる。したがって、近似的に$a^{ij}_{pq}(K)$が$X^j_q(K)$に比例すると仮定してもよいことが分かる。

と

$$X^j_q(K+1) = \sum_{p=1}^{n} a_{pq}(K)X^j_p(K)$$

$$+ \sum_{p=1}^{n} c_{pq}(K)X^j_q(K)POT^j_p(K) \qquad (3.11)$$

となる。ここで、$POT^j_p(K)$は

$$POT^j_p(K) = \sum_{\substack{i=1 \\ j \neq i}}^{m} X^i_p(K)/T_{ij}{}^{\gamma_p} \qquad (3.12)$$

であり、スチュアートによる総人口ポテンシャルを拡張したアイザードのゾーンjにおけるポテンシャルである[8)]。T_{ij}は3.4節で述べるゾーンi、j間の時間距離であり、γ_pは移動逓減率といわれるパラメータである。

(3.11)式においてあらかじめ$POT^j_p(K)$を計算しておけばある時点Kについて推定すべきパラメータは最大$2n^2$個である。実際には互いに強い影響のある状態変数は、経済立地論や土地利用理論からある程度分かっており、その数も限られている。ゾーンの数が数十以上あると重回帰分析を行うことにより未知のパラメータの同定が可能となる。

さて、(3.11)式に基づいて将来予測を行うためには、時変パラメータ$a_{pq}(K)$および$c_{pq}(K)$の将来値を知ることが必要となる。しかし、例えばトレンド予測のためあまり過去にさかのぼると、構造方程式自体が変化してしまう。そこで、ここでは$a_{pq}(K)$および$c_{pq}(K)$は不変パラメータと仮定することにした。ただし、パラメータの安定性を高めるため、本来2時点のデータで求まるこれらのパラメータの値を多時点すなわち昭和45年、50年、55年および60年の4時点のデータを用いて重回帰分析によって求めることにした。

得られた重回帰式を用いて計算される$X^j_q(K+1)$を、そのままjゾーンの予測値（これを$\hat{X}^j_q(K+1)$で表す）と見なすと地域全体としての整合がとれなくなるおそれがある。そこで、$X^j_q(K+1)$はj地域におけるq種状態の魅力度と見なし、q種状態変数の地域全体の予測値（これを以下コントロール・トータルといい、$CT_q(K+1)$で表すことにする）

を用いて

$$\hat{X}^{j}_{q}(K+1) = X^{j}_{q}(K+1) / \sum_{j=1}^{m} X^{j}_{q}(K+1) \times CT_{q}(K+1) \qquad (3.13)$$

とすることにする。(3.13)式は外性的に与えられるコントロール・トータルを魅力度に比例して各ゾーンに割り当てるアロケーション・アルゴリズムを表している。

（ロ） 立地関数における説明変数

ゾーンの状態変数としては、産業業種別従業者をとっている。これは、従業者が定まれば、産業業種別の従業者一人当りの労働生産性を乗ずることにより各ゾーンでの生産を知ることができまた、産業業種別従業者の土地原単位を与えることにより土地面積も求めることができるからである。(3.11)式の右辺の説明変数としては必要に応じて常住人口および各種土地利用面積なども用いた。それぞれのデータは、使用データを国勢調査を基本としたため、国勢調査の行われた昭和45年、昭和50年、昭和55年、昭和60年のデータを用いた。

(3.11)、(3.12)式に必要な時間距離T_{ij}のデータおよび移動逓減率γ_pは、OURSモデルに用いられているパーソントリップの目的別分布交通量を予測するモデル（時間距離サブモデル）により推定された値を用いることにした。

（ハ） 相関分析による産業業種別立地関数の抽出

経済立地論によれば都市における産業立地の主な要因は、市場への近接性、労働力確保の可能性、集積の利益、関連産業の存在、産業基盤の整備などがある。ここでは、これらを表す代理変数として、常住人口、業務商業従業者数、製造業生産部門従業者数、第２次・第３次産業従業者数を用いている（以下では４基本変数と示す）。

3.3.3節で行ったタイプⅠ～Ⅲの分類を基にして46業種と４基本変数との相関分析を行い、その結果よりタイプⅠ～Ⅲの産業をさらに細分化することができた。相関分析によるタイプ分類結果を表3.6に示す。表3.6で、タイプⅡ-１に分類されているゴム製品製造業（RUBB)、

表3.6　相関分析によるタイプ分類結果

タイプ	業種	性　　格
Ⅰ－1	ROTR,CONS RTEX,RFUR RFOO,PERS REPS,MEDS RVEH,EDUS	地域密着型の建設業および小売業、 サービス業で常住人口との相関 が高い
Ⅰ－2	OTHS,TRAN REAT,GOVE UTIL,FINA RMIS,REAL ENTS,BUSS	広域型の小売業、サービス業および 金融・保険業、不動産業、運輸・通信業、 電気・ガス・水道業、公務で業務商業 従業者や第２次・３次産業従業者との 相関が高い
Ⅱ－1	FOOD,OTHE RUBB,LEAT	都市需要充足型製造業で常住人口や 製造業生産部門従業者との相関が高い
	APPA,ORDM FMET,ELEM PREM,TRAM	高次加工型製造業で常住人口や 製造業生産部門従業者との相関が高い
Ⅱ－2	PULP,FURN CERA,LUMB CHEM,NMET TEXT,IRON	資源多消費型製造業で製造業生産部門 従業者との相関が高い（TEXTは例外）
Ⅱ－3	ADMI,WSAL PRIN	第３次産業的な性格を持つ製造業および 卸売業で業務商業従業者との相関が高い
Ⅲ	AGRI,MINI PETR,FORE FISH	第１次産業、鉱業および石油製品製造業 で４基本変数のいずれとも相関が低い

皮革製品製造業(LEAT)およびタイプII-2に分類されている鉄鋼業(IRON)は3.3.3節で述べた局地化係数による産業分類結果ではこれら3業種の局地化係数が高くタイプIIIに分類されている。しかし、以下に述べる理由によりタイプIIIの分類からタイプII-1とタイプII-2に再分類しなおしている。すなわち、RUBB、LEATは地場産業的な産業であるため局地化係数が高いが、都市需要充足型の製造業であり、これら産業の立地要因としては主に市場であるため、人口が集中する場所に立地すること、これら産業は4基本変数の中で常住人口と製造業生産部門従業者との相関が他の2変数に比べて高いことを考慮したためタイプII-1に分類している。IRONは主に湾岸部に立地するため局地化係数が高いが、資源多消費型の製造業であり他の産業の中間財になるため、供給先の産業との近接性が重要となること、製造業生産部門従業者との相関が4基本変数の中で特に高いことを考慮したためタイプII-2に分類している。

相関分析によって分類されたそれぞれの産業は以下のような特徴を持つことが分かる。なお、以下の関数式に用いられる変数コードの意味を表3.7に示す。

表3.7　基本変数およびその他の変数のコード表

変数コード	基本変数およびその他の変数
MANU	製造業生産部門従業者数
COMM	業務商業従業者数
EMPL	第２次・第３次産業従業者数
POPU	常住人口
MAPO	製造業生産部門人口ポテンシャル
COPO	業務商業人口ポテンシャル
EMPO	第２次・第３次産業従業人口ポテンシャル
POPO	常住人口ポテンシャル
LMAN	工業地面積

（タイプＩ－１）

地域密着型の建設業および小売業、サービス業で、常住人口との相関が高い。これらの産業従業者数をSR1で表すと一般に立地関数は、

$$SR1(K)=aPOPU(K-1)+c\left[\frac{COPO(K-1)}{POPO(K-1)}\right]\times SR1(K-1) \qquad (3.14)$$

で表すことができる。

（タイプＩ－２）

広域型の小売業・サービス業および金融・保険業、不動産業、運輸・通信業、電気・ガス・水道業、公務などで、常住人口との相関が低く、業務商業者従業者数や、第２次・第３次産業従業者数との相関が高い。これらの産業従業者数をSR2と表すと、一般に立地関数は

$$SR2(K)=aEMPL(K-1)+cPOPO(K-1)\times SR2(K-1) \qquad (3.15)$$

で表される。

（タイプII－１）

地場産業的な性格の強い都市充足型の製造業（FOOD,OTHE,RUBB,LEA

T）および地域の総合的な産業で底辺に多くの零細企業をもつ高次加工型の製造業（APPA,ORDM,FMET,ELEM,PREM,TRAM）がこれに属する。これらは常住人口あるいは製造業生産部門従業者数との相関が高い。これらの産業従業者数をMF1で表すと、一般に立地関数は

$$MF1(K)=a_1\left[\begin{array}{l}MAMU(K-1)+a_2POPU(K-1)+cMAPO(K-1)\\ LMAN(K-1)\end{array}\right.\times MF1(K-1) \qquad (3.16)$$

で表される。

（タイプⅡ－２）

資源多消費型の製造業（PULP,FURN,CERA,LUMB,CHEM,NMET,TEXT,IRON）がこれに属する。これらの産業の製品は他の製造業の中間財になる産業であるため、タイプⅡ－１の産業に比べて製造業生産部門従業者数との相関が高い。これらの産業従業者数をMF2とすると、一般に立地関数は、

$$MF2(K)=a\left[\begin{array}{l}MANU(K-1)+cMAPO(K-1)\\ LMAN(K-1)\end{array}\right.\times MF2(K-1) \qquad (3.17)$$

で表される。

（タイプⅡ－３）

広域的で第３次産業的な性格を持つ製造業管理部門、卸売業およびサービス業的性格の強い印刷業がこれに属し、常住人口、製造業生産部門従業者数との相関が高い。これらの従業者数を一般にTDで表すと立地関数は

$$TD(K)=aCOMM(K-1)+c\left[\begin{array}{l}EMPO(K-1)\\ MAPO(K-1)\end{array}\right.\times TD(K-1) \qquad (3.18)$$

となる。

（タイプⅢ）

局地化係数が高く地域の特殊要因で立地している産業（AGRI,MINI,PETR,FORE,FISH）がこれに属する。これらは４基本変数のいずれとも相関が低く、立地関数の推定は困難であり、本サブモデルではこれら

の産業従業者数をXで表すと

$$X(k)=aX(K-1) \tag{3.19}$$

の型で立地関数の推計を行っている。

（ニ）重回帰分析による立地関数の決定

ここでは、（ハ）での結果にもとづいて、産業業種別の立地関数を重回帰分析を行って決定した結果について述べる。

重回帰分析は、近畿118ゾーンの昭和45年から50年、昭和50年から55年、昭和55年から60年の合計354サンプル（クロス・プーリングデータ）に対して行った。

表3.8は、図3.9に示す立地関数決定のフローにしたがって重回帰分析によって得た最終的な結果の一例を示したものである。表3.8のPUL1は立地関数の中に地域の特殊要因を説明するために導入した地域ダミー変数を示す。また、DPE1、DPE2およびDPE3は特定の時点における地域の特殊要因を示し、将来予測においては除外してもよいダミー変数を示したものである。

3.3.5 雇用サブモデルの構成

図3.10は構築されたゾーン別業種別雇用サブモデルの構成を、業種特性に基づいて描いたものである。図3.10から分かるように、本サブモデルは各ゾーンの常住人口や用途別土地利用面積が与えられると産業業種別の従業者数が予測できる構成となっている。

3.4 時間距離サブモデル

3.3節で述べた立地関数には、時間距離を用いたアイザードのポテンシャルが説明変数としてとり入れられている。このため、立地関数の同定のためには、ゾーン間の時間距離が必要となる。本節では、交通目的別にゾーン間の時間距離を推定することのできるモデルについて述べる。

3.4.1 ゾーン間目的別時間距離サブモデルの構成

表3.8　各タイプ別の産業の重回帰分析結果

(タイプⅠ-1)

DEPENDENT VARIABLE : ROTR

INDEPENDENT VARIABLE	COEFFICIENT	T-VALUE	S. D. OF COEF.
POPU(-1)	0.65503136E-02	29.774	0.22000269E-03
EMPL(-1)	0.17661129E-01	39.710	0.44475077E-03

STANDARD DEVIATION OF DISTURBANCE TERM : 486.56022
MULTIPLE CORRELATION COEFFICIENT (R-VALUE) : 0.965650
COEFFICIENT OF DETERMINATION (R-SQUARE) : 0.932481

(タイプⅠ-2)

DEPENDENT VARIABLE : REAT

INDEPENDENT VARIABLE	COEFFICIENT	T-VALUE	S. D. OF COEF.
COMM(-1)	0.59673131E-01	28.614	0.20854272E-02
POPO(-1)*REAT(-1)	0.73009168E-01	14.171	0.51521520E-02

STANDARD DEVIATION OF DISTURBANCE TERM : 1300.6603
MULTIPLE CORRELATION COEFFICIENT (R-VALUE) : 0.973415
COEFFICIENT OF DETERMINATION (R-SQUARE) : 0.947536

(タイプⅡ-1)

DEPENDENT VARIABLE : FMET

INDEPENDENT VARIABLE	COEFFICIENT	T-VALUE	S. D. OF COEF.
POPU(-1)	0.44681633E-02	14.675	0.30447499E-03
MAPO(-1)*FMET(-1)	1.1205353	37.887	0.29575901E-01

STANDARD DEVIATION OF DISTURBANCE TERM : 870.06136
MULTIPLE CORRELATION COEFFICIENT (R-VALUE) : 0.944776
COEFFICIENT OF DETERMINATION (R-SQUARE) : 0.892602

(タイプII-2)

DEPENDENT VARIABLE : PULP

INDEPENDENT VARIABLE	COEFFICIENT	T-VALUE	S. D. OF COEF.
MANU(-1)	0.11751712E-01	16.918	0.69461604E-03
EMPO(-1)*PULP(-1)	0.20134437	25.496	0.78970836E-02
PUL1	823.13656	11.309	72.783675

STANDARD DEVIATION OF DISTURBANCE TERM : 239.10315
MULTIPLE CORRELATION COEFFICIENT (R-VALUE) : 0.933229
COEFFICIENT OF DETERMINATION (R-SQUARE) : 0.870917

(タイプII-3)

DEPENDENT VARIABLE : WSAL

INDEPENDENT VARIABLE	COEFFICIENT	T-VALUE	S. D. OF COEF.
COMM(-1)	0.65367051E-01	25.815	0.25321620E-02
EMPO(-1)*WSAL(-1)	0.20487101	58.832	0.34823336E-02

STANDARD DEVIATION OF DISTURBANCE TERM : 2344.4453
MULTIPLE CORRELATION COEFFICIENT (R-VALUE) : 0.987815
COEFFICIENT OF DETERMINATION (R-SQUARE) : 0.975778

(タイプIII)

DEPENDENT VARIABLE : PETR

INDEPENDENT VARIABLE	COEFFICIENT	T-VALUE	S. D. OF COEF.
PETR(-1)	0.84424695	53.332	0.15830073E-01
LMAN(-1)	0.39377835E-01	3.473	0.11339725E-01
DPE1	516.28817	8.604	60.006242
DPE2	688.60150	11.420	60.298444
DPE3	-1142.4177	-18.086	63.165668

STANDARD DEVIATION OF DISTURBANCE TERM : 59.780868
MULTIPLE CORRELATION COEFFICIENT (R-VALUE) : 0.964993
COEFFICIENT OF DETERMINATION (R-SQUARE) : 0.931212

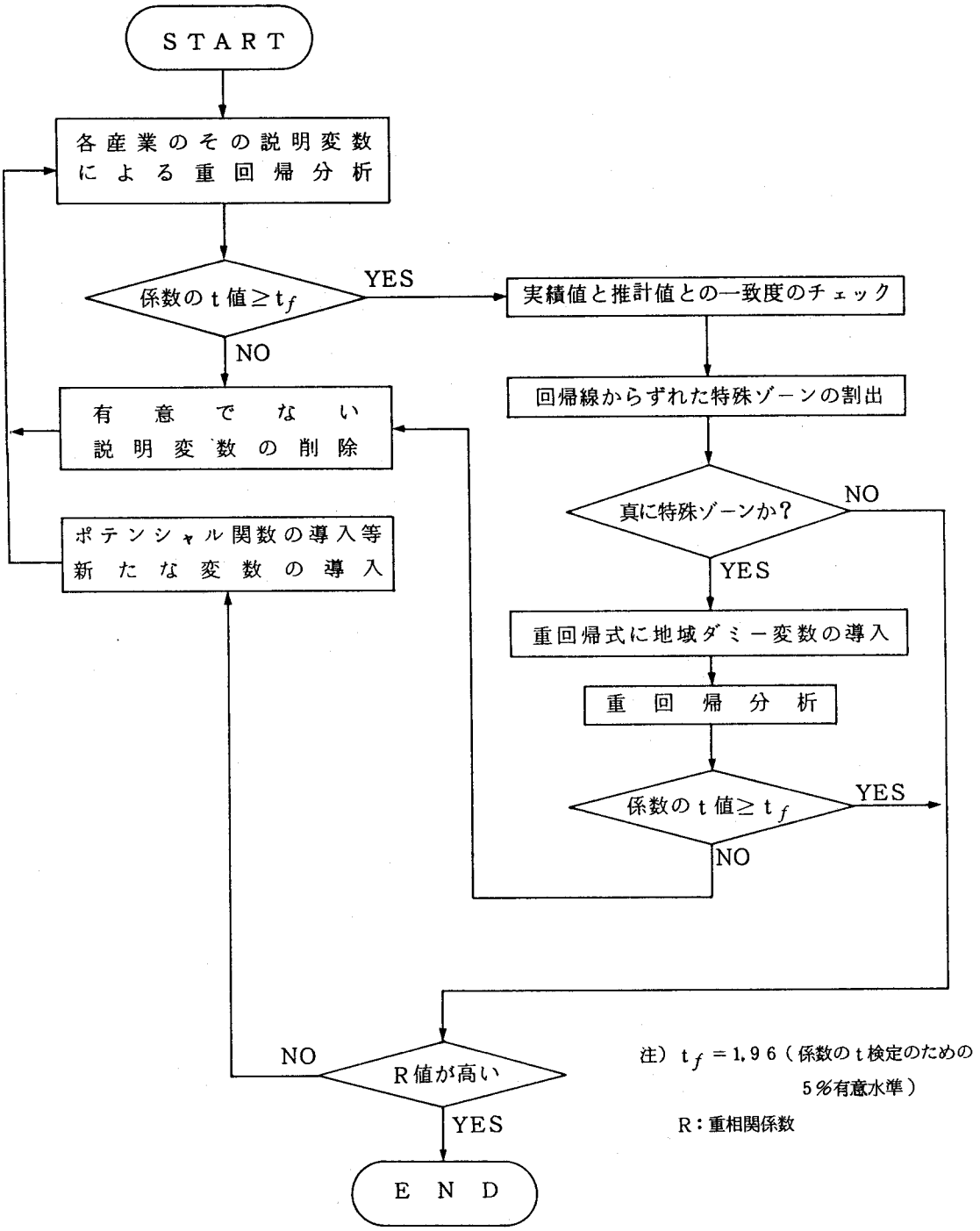


図3.9 立地関数決定の手順

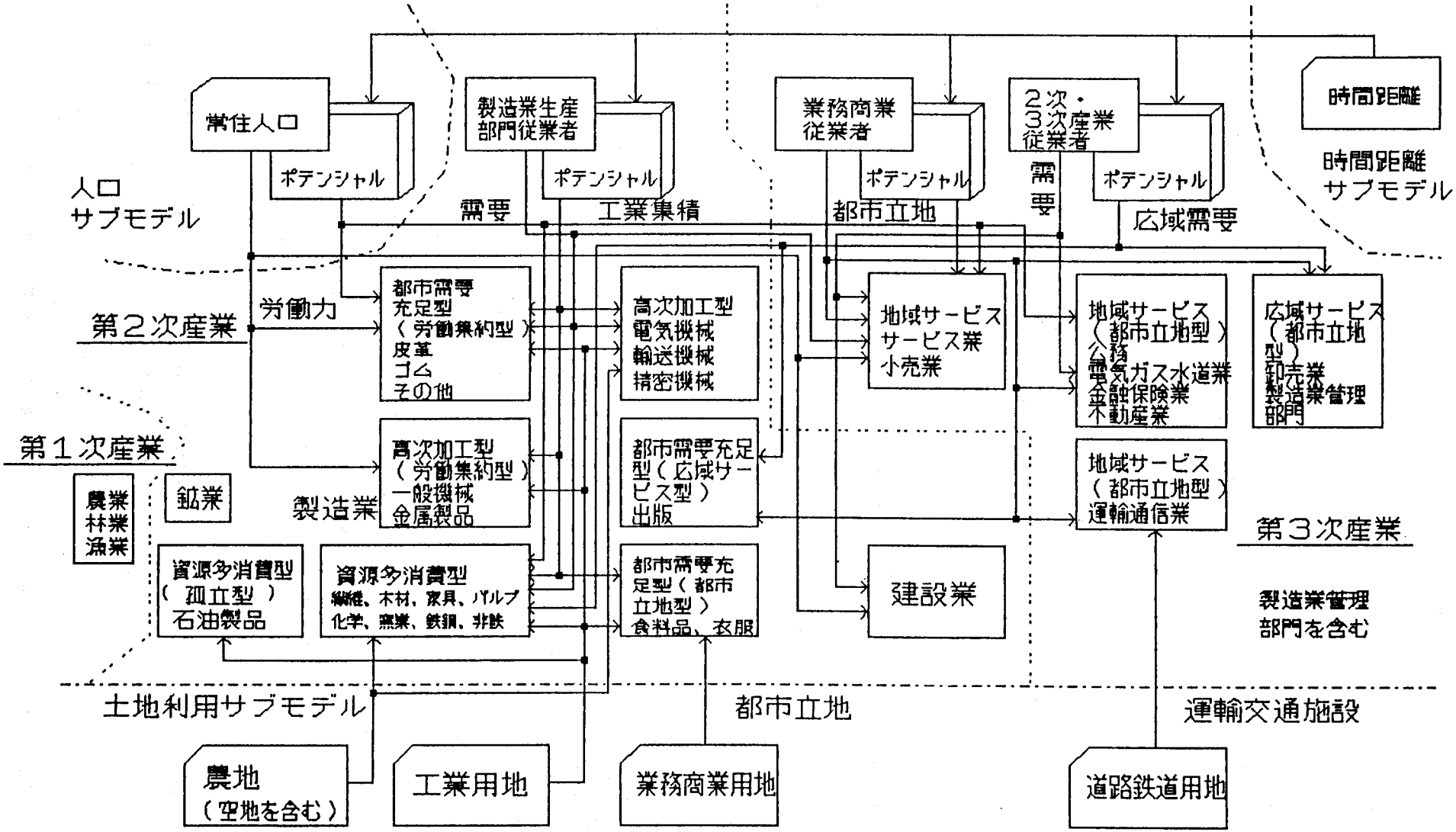


図3.10　雇用サブモデルの構造

ゾーン間時間距離はパーソントリップOD調査(PT調査)によって求められるが、近畿全域についての調査は行われていない。そこで、近畿地域における任意のゾーン間の目的別時間距離を推定するモデルを構築することにした。ゾーン間目的別時間距離サブモデルは、道路、鉄道ネットワークおよびその上を走行する乗物の平均速度および運行頻度などをもとに、すべてのゾーン相互間の時間距離を移動目的別（出勤および業務）に計算するモデルである。本サブモデルでは、あらかじめ定められたゾーン中心点間の時間距離（以下、ゾーン中心点間時間距離という）にゾーン内の各所からゾーン中心点に到達するための平均時間距離（以下、ゾーン内平均時間距離という）を加えたものをゾーン間時間距離として求める構造となっている。本サブモデルの構成を図3.11に示す。

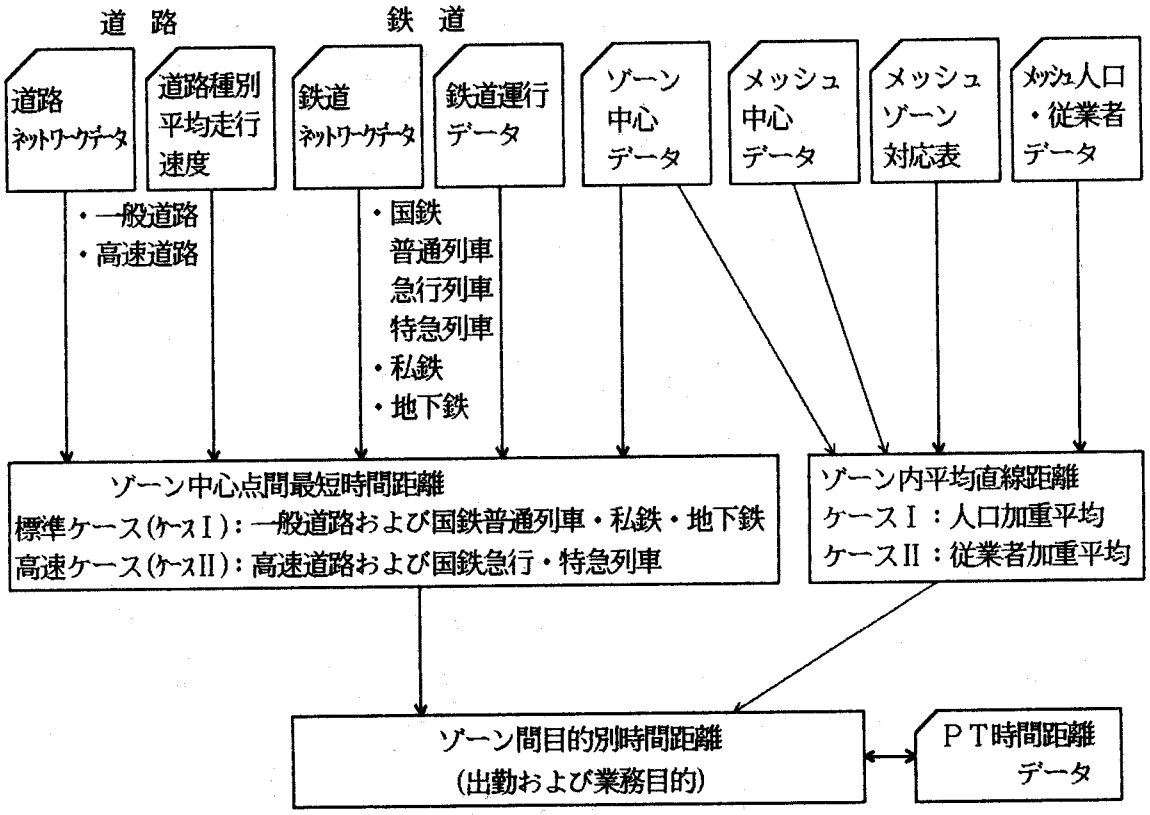


図3.11 ゾーン間目的別時間距離サブモデルのフロー

3.4.2 ゾーン中心点間時間距離の推定

ゾーン中心点間時間距離を求める場合、同じゾーン中心点間でも利用交通機関として何を想定するかによってその所要時間が変わってくる。本サブモデルでは、自動車交通および鉄道交通を主として想定し、必要により補助的手段としての徒歩による移動も考慮することにした。

自動車交通による所要時間を推定するため、道路の種類として、一般道路（国道、市街地の道路、普通道路および山間部の道路に区分）および高速道路（規定走行速度により３種類に区分）を区分した（表3.9参照）。

表3.9　道路の種類とその設定速度

	道路種類	設定速度
一般道路	国道	45km/h
	普通道路	35km/h
	山間部道路	30km/h
	市街地の道路	20km/h
高速道路	名神、西名阪、中国縦貫、阪和、近畿自動車道	90km/h
	阪神高速（周辺）、阪奈、第二神名	60km/h
	阪神高速（環状）	30km/h

鉄道交通としては、普通列車と国鉄の特急・急行列車（以下、急行列車という）に区別した。

さて、同じゾーン中心点間でも高速道路や急行列車を利用するかどうかでその所要時間は大きく変わってくる。そこで、本サブモデルでは高速道路や急行列車を利用しない標準ケース（ケースⅠ）とこれらを利用する高速ケース（ケースⅡ）の２つのケース別にゾーン中心点間最短時間距離を算定し、ゾーン中心点間時間距離はこの２ケースの

最短時間距離の線形結合によって表すことにした。

ゾーン中心点間時間距離の算出にあたっては、交通ネットワークの整備やゾーンの細分・統合に容易に対処できるように、最小行政単位である市区町村を対象として算定することとした。これはいくつかの隣接市区町村を統合して得られるゾーンの中心点間時間距離を、市区町村中心点間時間距離を基にして次のようにして容易に算出することができるからである。すなわち、403市区町村を統合した118のゾーン間時間距離は、まず403市区町村の中心点の中から各ゾーンでの中心点を抽出し、各ゾーンに属する市区町村中心点間時間距離を用いて118ゾーン中心点間時間距離を求める。次に、各ゾーン内時間距離を次の3.4.3節で述べる方法を用いて求める。これらから118ゾーン間時間距離は直ちに求められる。

403市区町村のすべての中心点間の距離を直接計測しようとすると、403×(403-1)/2=81,003点ものデータを計測する必要が生じ、極めて繁雑となる。そこで、本サブモデルでは各市区町村の中心点をノードとし、隣接しているノード間についてのみ距離を計測し、これをブランチとすることにより1つのネットワークを構成し、これに最短経路探索アルゴリズム（Warshall-Floyed法）を適用することにより、すべてのノード間の最短時間距離を求め、これを各ノード間の時間距離と定めることにした。なお、市区町村間中心点間時間距離を求める基準年度は1975年とした。

図3.12にゾーン中心点間最短時間距離推定のフローを示す。

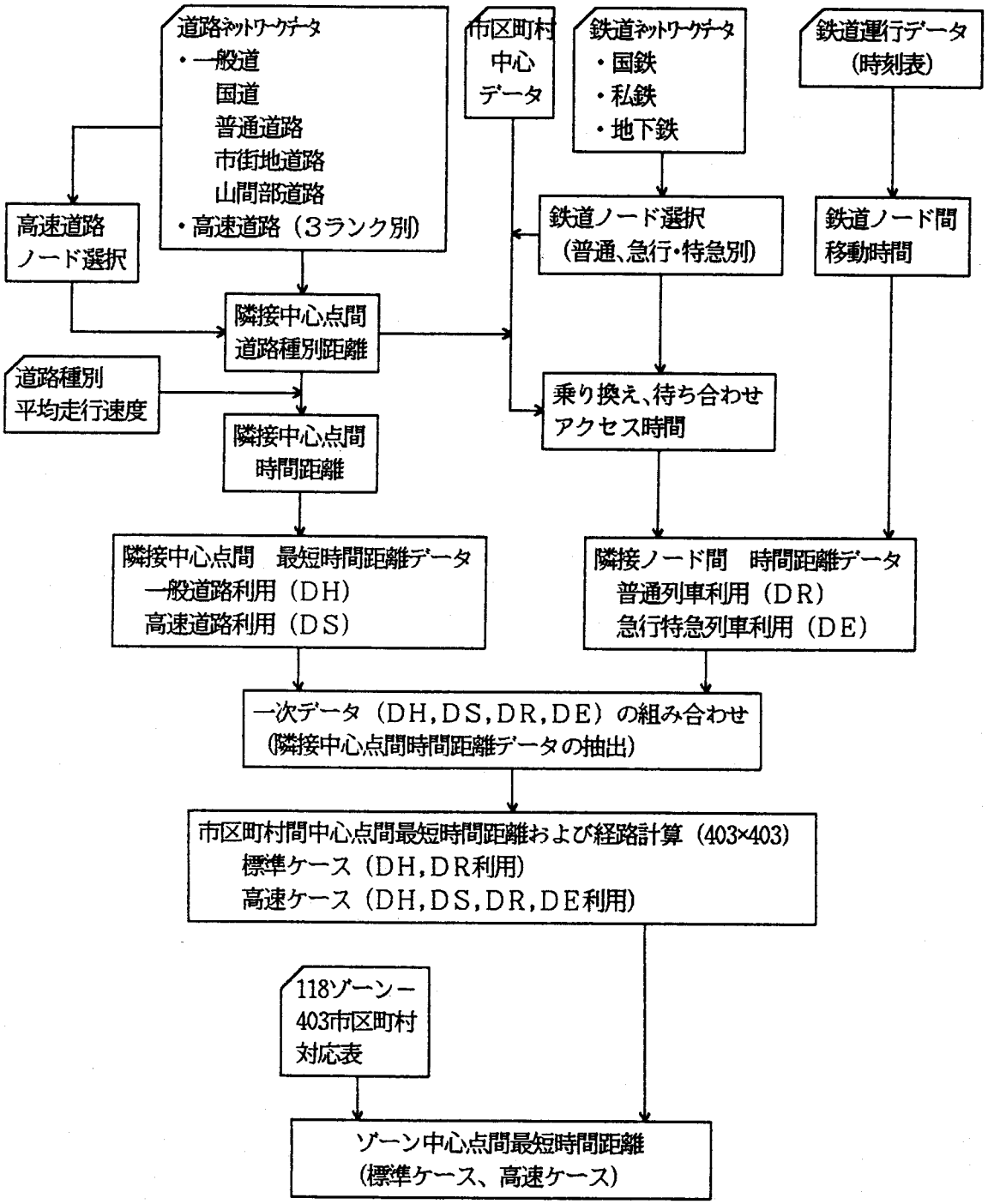


図3.12 ゾーン中心点間最短時間距離推定のフロー

3.4.3 ゾーン内平均時間距離の推定

各ゾーンの中心点間時間距離の推定と同様に、1つのゾーンについてゾーン内を多数のサブゾーンに分割することにより、ゾーン内時間距離を求めることができる。

しかし、この方法を現実の道路や鉄道ネットワークを考慮して行うことは、ゾーンの数が多くなると作業の点から実際上不可能となる。このため、これまでゾーン内時間距離を求める種々の簡便法が提案されているが、これらの方法ではゾーンの形が円や短形であると仮定されていたり、ゾーン内の点（人口）の分布が一様であると仮定されていたりするという問題点がある。

本サブモデルでは、上記方法の作業量の問題を回避できるようにコンピュータ上で実行可能とするためと、ゾーン内における常住人口や従業者の分布の不均一性を考慮するため、メッシュ・データを利用して、図3.13に示すようにしてゾーン内平均直線距離を求めることにした。手順を説明すると

(1) 面積1km^{2}の標準メッシュを1つのサブゾーンで構成されているものと想定する。

(2) メッシュの形はすべて南北0.925km、東西1.145kmの辺長をもつ長方形（近畿地域の標準メッシュの形）とする。

(3) ゾーンの中心点位置および各メッシュを代表する位置は上記長方形の中心とする。

(4) ゾーン内では、道路・鉄道などの交通条件を考慮すると推計が極めて繁雑となるので、ここでは各メッシュの中心位置とゾーン中心点位置との直線（空間）距離を計算する。

(5) ゾーン i 内平均直線距離MD_i(km)は各メッシュの人口や従業者データによる重みをつけた平均距離とする。すなわち、

$$MD_i = \sum_j (W_i^j \times L_i^j) / \sum_j W_i^j \qquad (3.20)$$

ここで

W_i^j ： iゾーンに含まれるメッシュjの
常住人口や従業者のデータ

L_i^j ： iゾーンの中心点とメッシュjとの直線距離

と表す。

(6) 同一メッシュが複数のゾーンに含まれる場合、そのメッシュの常住人口や従業者のデータはそのメッシュ内での各地区の行政面積比になるよう分配するものとした。

ゾーン内時間距離は、各ゾーンのゾーン内平均直線距離MD_iをゾーン内移動速度で除することにより求められる。

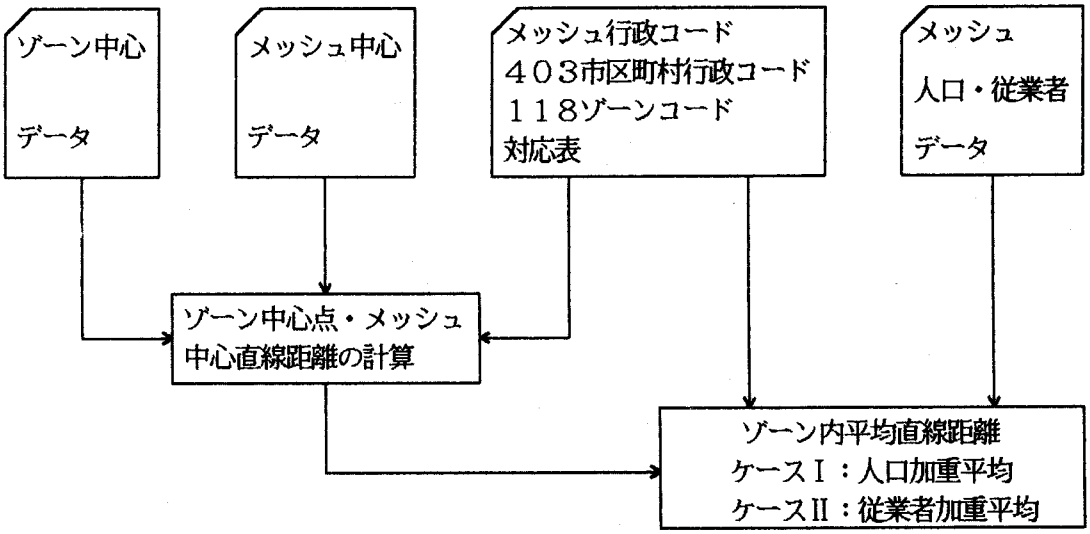


図3.13 ゾーン内平均直線距離推定のフロー

3.4.4 ゾーン間目的別時間距離の構造

本サブモデルでは、ゾーン間目的別時間距離は

$$T_{ij}^{l} = w_c^{l}\, TC_{ij} + w_t^{l}\, TT_{ij} + MD_i^{l} / v_i^{l} + MD_j^{l} / v_j^{l} \qquad (3.21)$$

ここで

T_{ij}^{l} ：目的 l のゾーン i j 間時間距離

TC_{ij} ：標準ケースゾーン i j 中心点間最短時間距離

TT_{ij} ：高速ケースゾーン i j 中心点間最短時間距離

MD_i^{l} ：目的 l のゾーン i 内平均直線距離

v_i^{l} ：目的 l のゾーン i 内平均移動速度

と表されるものと仮定する。

(3.21)式において、w_c^{l} および w_t^{l} はそれぞれ交通目的 l (l =1,2) において、中心点間時間距離 TC_{ij} および TT_{ij} を利用する重みであると見なすことができる。MD_i^{l} / v_i^{l} はゾーン i 内平均時間距離を表し、ゾーン i 内平均直線距離 MD_i^{l} はメッシュデータを利用して容易に得ることができる(3.4.3節参照)。以下では、出勤目的の MD_i には人口加重平均の値を用い、業務目的の MD_i には従業者加重平均の値を用いることにした。したがって、(3.21)式における未知パラメータは w_c^{l} 、w_t^{l} および $1/v_i^{l}$ 、$1/v_j^{l}$ となり、これらの値を決定すれば任意のゾーン間の目的別時間距離を推定することができる。

3.4.5 近畿の118ゾーン間目的別時間距離の推定結果

モデルを構築するにあたって基準とした目的別時間距離データは1980年の京阪神PT調査データである。したがって、時間距離作成の基準年度は1980年とした。図3.14に示すように京阪神PT調査が行われたエリアは、近畿地域の118ゾーンの内、94ゾーンにしか対応しない。このため、(3.21)式における未知パラメータを全ゾーンについて決定することはできない。(3.21)式をPT調査エリア以外にも外挿可能な形に変形する必要がある。また、3.4.2節の方法に従って求められたゾーン中心点間時間距離 TC_{ij} と TT_{ij} の相関関係は当然のことながら極めて

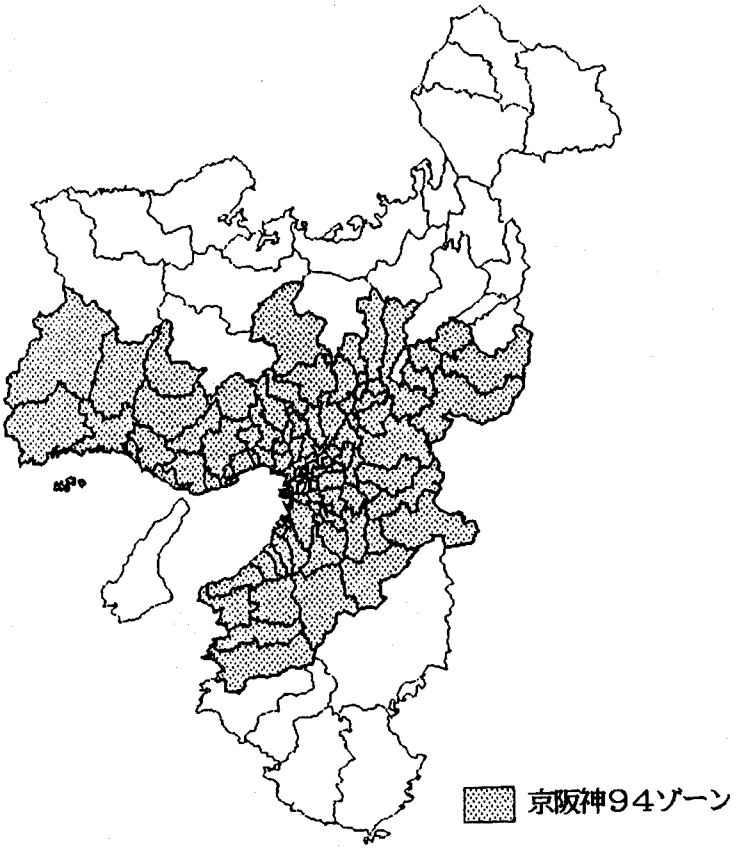


図3.14　近畿地域118ゾーンと京阪神PT調査エリアの対応

相関の高いものとなる(0.976)ことにも注意する必要がある。

そこで(3.21)式の京阪神PT調査エリア以外のゾーンへの適用性を図り、多重共線性の問題を避けるため、(3.21)式を

$$T_{ij}^{l} = w_c^{l}\,(TC_{ij} - TT_{ij}) + w_t'^{l}\,TT_{ij} + (MD_i^{l} + MD_j^{l})/v^{l} \quad (3.22)$$

ここで、 $w_t'^{l} = w_c^{l} + w_t^{l}$ (3.23)

と変形し、左辺にPT調査のデータを用いて、重回帰分析を行って、未知パラメータを決定することにした。結果を表3.10に示す。

表3.10から分かるように、重相関係数は0.8以上あり、係数のt検定結果も1%の有意水準で有意となっている。したがって、(3.22)式の関係が京阪神PT調査エリア外へのゾーンへも適用できると仮定して118ゾーン間の目的別の時間距離を算定することとした。

ただし、PT調査データのあるゾーンに対しては、各ゾーン内の交通ネットワークの整備の度合や交通サービスの水準の相違など各ゾーン

の固有の特性を反映させるため、(3.22)式を次のようにして補正することにした。すなわち、(3.22)式において左辺のPT調査データをPT_{ij}^{l}、右辺のモデルによる推計値を$\tilde{T}_{ij}^{l}$、モデルの推計誤差をδ_{ij}^{l}、ゾーンiおよびjの特殊要因による$\tilde{T}_{ij}^{l}$の補正項をそれぞれα_i^lおよびα_j^lで表すと、δ_{ij}^{l}は$\delta_{ij}^{l}=\alpha_i^l+\alpha_j^l+\varepsilon_{ij}^{l}$と表され、$PT_{ij}^{l}$は

$$PT_{ij}^{l}=\tilde{T}_{ij}^{l}+\delta_{ij}^{l} \tag{3.24a}$$

$$=\tilde{T}_{ij}^{l}+\alpha_i^l+\alpha_j^l+\varepsilon_{ij}^{l} \tag{3.24b}$$

と表すことができる。ここで、ゾーンiの特殊条件を表す補正項α_i^lについては

$$\sum_i \alpha_i^l=0 \tag{3.25}$$

という制約を課す。δ_{ij}^{l}は(3.22)式の最小2乗推定誤差より、$\sum_{i,j}\delta_{ij}^{l}=0$なので、(3.25)式の制約条件の導入により$\sum_{i,j}\varepsilon_{ij}^{l}=0$となる。

いま、(3.24)式の両辺をi=1からi=n（nはサンプル数、n=94）について加算すると

$$\sum_i PT_{ij}^{l}=\sum_i\tilde{T}_{ij}^{l}+\sum_i\alpha_i^l+n\alpha_j^l+\sum_i\varepsilon_{ij}^{l} \tag{3.26}$$

なので、

$$\alpha_j^l=\sum_i(PT_{ij}^{l}-\tilde{T}_{ij}^{l})/n,\qquad j=1\sim n \tag{3.27}$$

とすると、(3.24a)式および$\sum_{i,j}\delta_{ij}^{l}=0$より

$$\sum_j\alpha_j^l=\sum_{i,j}(PT_{ij}^{l}-\tilde{T}_{ij}^{l})/n=0 \tag{3.28}$$

となり、(3.25)式の条件を満たすことが分かる。本サブモデルでは、交通目的lのゾーンi、j間の時間距離を

$$T_{ij}^{l}=\tilde{T}_{ij}^{l}+\alpha_i^l+\alpha_j^l$$

$$=w_c^l\,TC_{ij}+w_t^l\,TT_{ij}+(MD_i^l+MD_j^l)/v^l+\alpha_i^l+\alpha_j^l$$

$$i,j=1\sim118 \tag{3.29}$$

で求めることにした。ただし、95≦i≦118に対してα_iはゼロとする。

(3.29)式のα_i^l、α_j^lの補正項の導入により、T_{ij}^{l}のPT調査デー

タとの相関係数は、出勤および業務目的に対し、それぞれ0.902、0.884となり、導入前に比べ高くなり、$\tilde{T}_{ij}^{l}$ よりもT_{ij}^{l} のPT_{ij}へのフィッ

表3.10　式(3.22)を用いたモデルの回帰係数

目的	出勤	業務
wc	0.7674 <10.40>	0.8830 < 7.62>
wt'	1.202 <41.05>	1.334 <30.61>
wt	0.4343	0.4505
1/v	2.105 <15.63>	1.398 < 8.21>
相関係数	0.8442	0.8139

<>内はt値を表す。

ティングの度合が良くなることが確認される。

図3.15は、時間距離推定結果の一例を示す。図の例では業務目的のゾーン間時間距離を、大阪市の業務活動の中心ゾーンである東区ゾーンを起点にとった場合を示している。図より、例えば3時間では近畿地域のどの程度のゾーンへ到達できると推定されているかなどが分かる。

3.4.6　交通ネットワーク情報表示システムの構成

交通モデル・データベースは構築した時間距離サブモデルによる移動経路・ゾーン間目的別時間距離および交通ネットワーク情報より成っている。

本表示システムはこのデータベースに対し、必要な情報を検索したり組みあわせたりすることによって、種々の分析目的にあった地図をカラーグラフィックディスプレイ上に容易に表示、拡大することのできるシステムである。

この表示システムによると、例えばある高速道路を新設した時のゾーン間の最短経路や所要時間の変化を、視覚的にわかりやすく表示することができる。このため高速道路のルートの変更やインターチェンジの位置の変更などによるゾーン間の時間距離の影響のような交通ネットワークの整備の効果を評価するのに有用と考えられる。

図3.16にシステムの構成を示す。

以上述べた時間距離サブモデルでは、新たな交通ネットワークの整備計画があると、その計画に基づいてゾーン間の時間距離の変化を他のサブモデルと独立に推定することができる。このため、他の条件が同じであっても、各種雇用ポテンシャルや常住人口ポテンシャルが変化し、各ゾーンの産業や人口の立地が変化するという構成になっている[9),10)]。

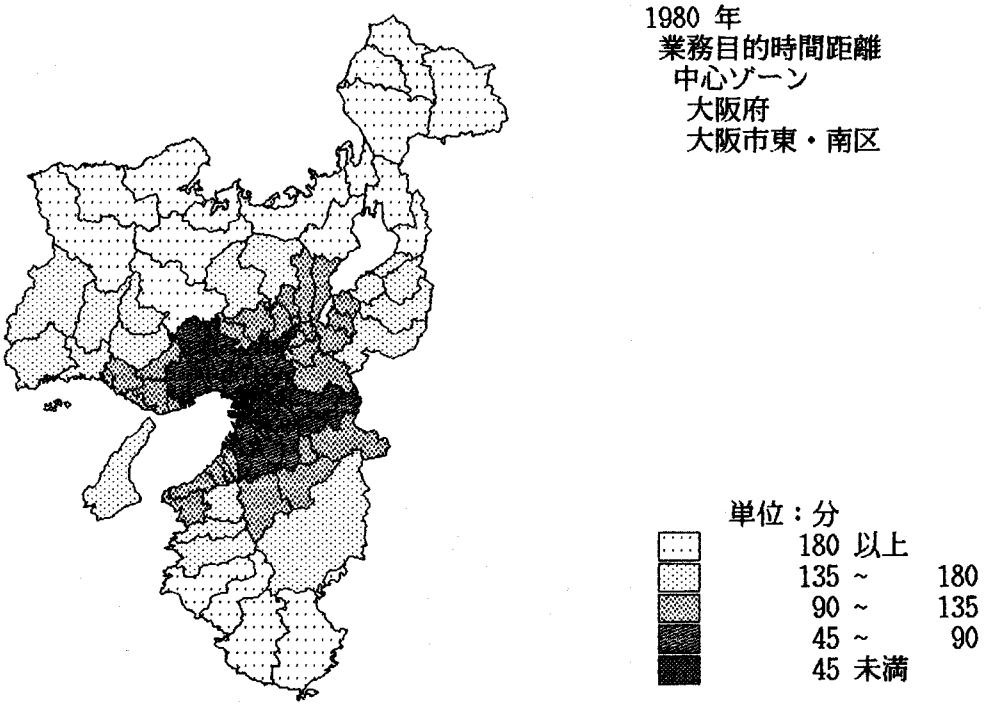


図3.15　時間距離推定結果(東・南区ゾーンを中心とした場合、業務目的、1980年)

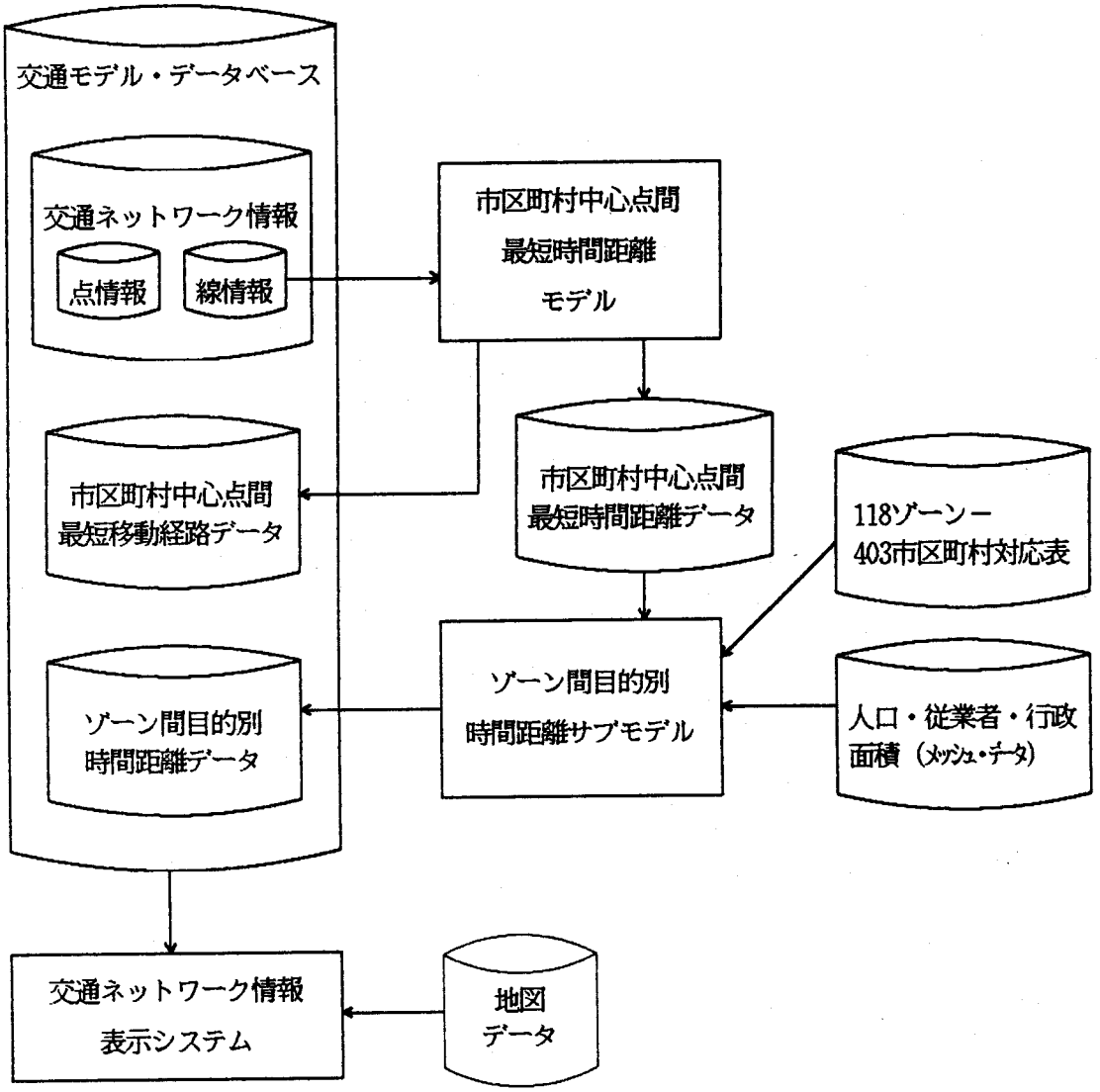


図3.16　交通ネットワーク情報表示システムの構成

3.5 土地利用サブモデル

地域における土地利用の形態は住宅や産業の立地に大きな影響を与え、逆にこれらの立地は土地利用形態を変化させる。本節では、OURSモデルの中で土地利用サブモデルとして利用されているゾーン別の用途別土地利用面積を予測するモデルについて述べる。

これまで、種々の土地利用モデルが開発されているが[11),12)]、わが国において土地利用モデルを構築する上で障害となるのは、利用できるデータが現状では極めて限られているということである。本節では、そのため入手可能なデータに基づいて実証的な分析を行う一つの手順を示している。また、現実には土地利用をめぐって複雑な競合関係が存在するが、これを陽表的に扱っている実証的なモデルはこれまでにはほとんど見られない[12)]。本サブモデルは土地利用者間の競合について、データの観測結果に基づいて決定論的であるが一応のモデル化を図っている。

土地利用サブモデルでは、土地利用の現況、データの入手可能性などを考えて、土地利用の用途を図3.17のように区分している。この区分に基づき、418市区町村別用途別の土地利用のデータを整備し、そのデータを統合することにより118ゾーン別の土地利用データを作成している。データの整備方法については参考文献13)を参照されたい。

図3.18に土地利用サブモデルの構成を示す。本サブモデルでは、ゾーン別用途別(住宅地、工業地、業務商業地、公共地、交通施設用地、農地(空地を含む)およびその他)土地利用面積が、雇用および人口サブモデルで推計された各種産業業種別従業者および人口の値に各種の用途別土地利用面積の原単位を乗じることにより求められる[14)]。住宅および業務商業土地原単位はそれぞれ常住人口と第２次産業・第３次産業従業者の和の密度、業務商業従業者密度が高くなるにつれ逓減するようになっている[13)]。

しかし、このようにして計算された土地利用面積は雇用および人口

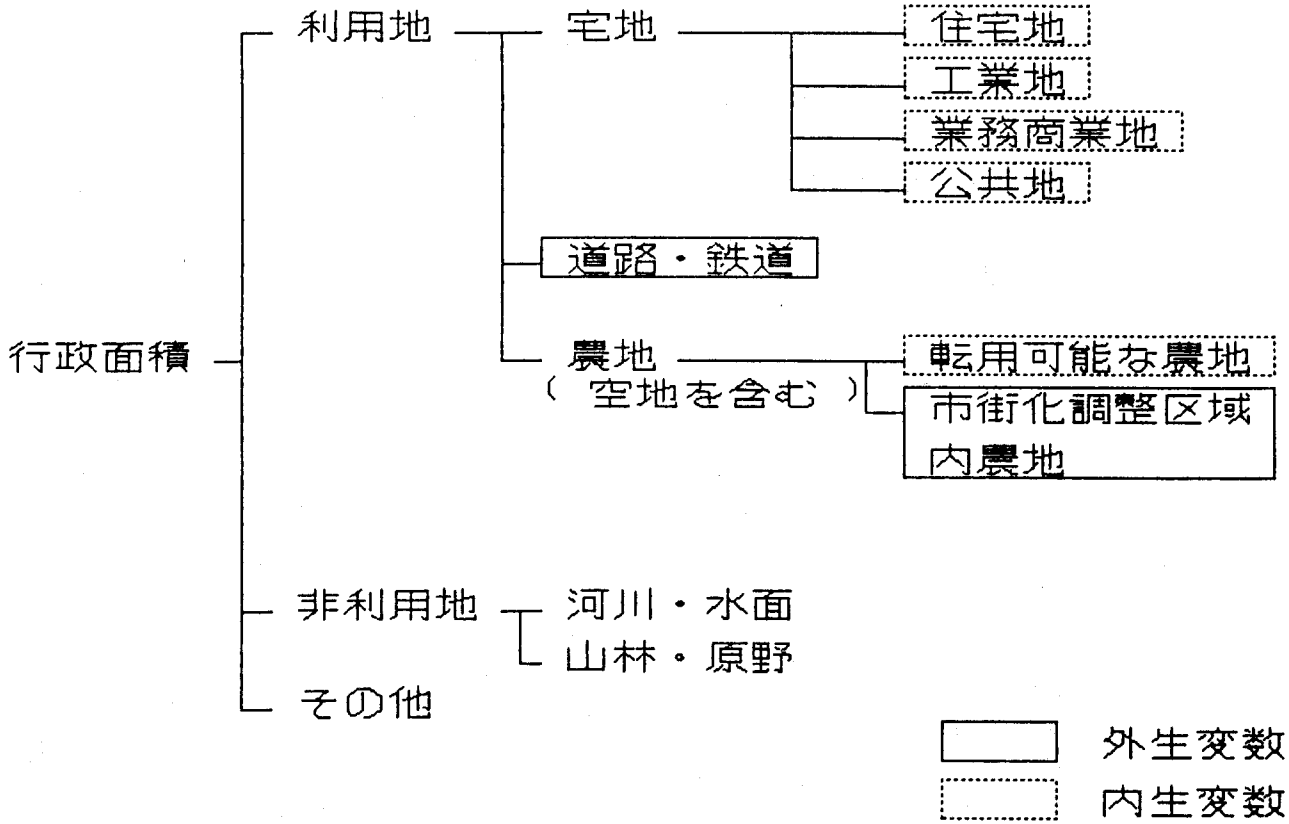


図3.17　土地利用の用途区分

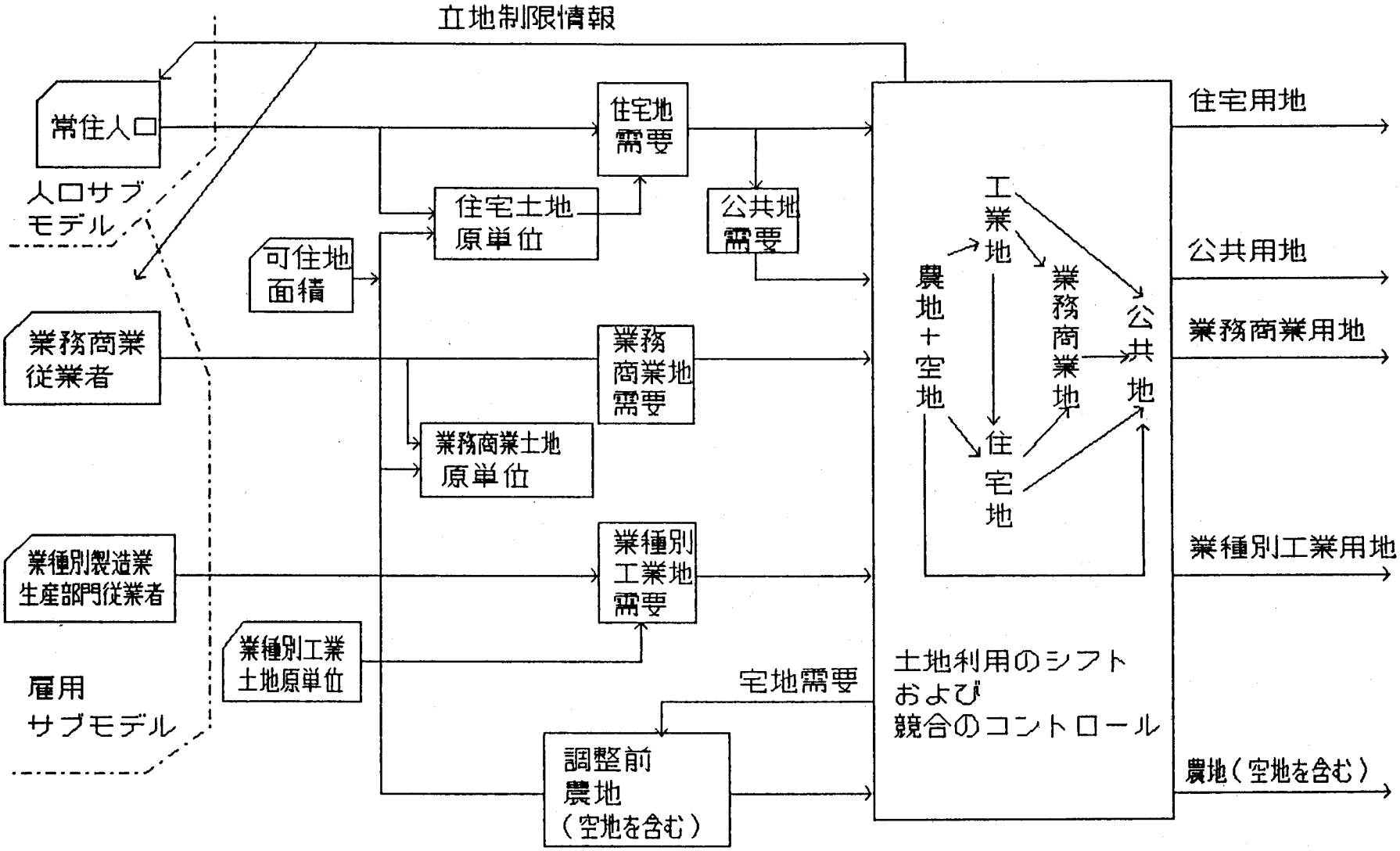


図3.18　土地利用サブモデルの構成

サブモデルで推計された各種産業業種別従業者および人口の値が土地利用をめぐる立地競争者の強弱を陽に考慮して推計された値でないため、業務商業地が減少して工業地が増加するといった現実には極めて稀にしか生じないことがモデルの中で生じたり、農地面積が負となったりする可能性がある。そこで、本土地利用サブモデルにおいて各ゾーンの各種産業業種別従業者および人口の値を用途別土地利用の競争力および変化(図3.18の長方形の中に示すように一方向[14])に対する制約を満足させるよう修正することにより、各ゾーンの土地利用の変化に不合理なことが起こらないようにしている。修正法の詳細については文献15)、16)を参照されたい。

なお、あるゾーンにおいてたとえば山地を開発して住宅地を造成したり、新設道路を建設したりすると、人口が増加したり、運輸通信業従業者が増えたりするが、これらの影響はそれぞれ人口サブモデルおよび雇用サブモデルでモデル化されていることはいうまでもない。

3.6 OURSモデルの外生変数と外生パラメータ

将来予測は、1985年初期年として、5年間隔で行われる。予測を行うにあたって外の地域から近畿地域への影響あるいはモデルで扱っていない要因は、モデルの外生変数および外生パラメータとして与えなければならない。

これには表3.11に示すように地域全体の将来の人口、産業業種別従業者数、出生率、死亡率、労働力率などがある。すなわち、OURSモデルでは日本全体に対する近畿地域トータルとしての整合性を図るため、今後の日本全体の中の近畿地域をマクロにとらえて推定した近畿地域のトータル人口、新設住宅数および46産業業種別従業者数を外生変数(コントロール・トータル)として与え、ゾーン別の人口、新設住宅数および 46産業業種別従業者数の合計がそれぞれコントロール・トータル値と合致するようにしている。

したがって、OURSモデルは近畿地域トータルの人口、新設住宅数および46産業業種別従業者数が与えられたときに、これらを118のゾーンに配分するためのアロケーション・モデルである。

表3.11　OURSモデルの外生変数と外生パラメータ

(a) 外生変数

変数名	サブモデル名
近畿地域の総常住人口 近畿地域の新設住宅数	人口サブモデル
近畿地域の46産業業種別従業者数	雇用サブモデル
新規開発用途別土地利用面積	土地利用サブモデル
交通ネットワークの整備	時間距離サブモデル

(b) 外生パラメータ

パラメータの名称	ｻﾌﾞﾓﾃﾞﾙ名
近畿地域平均の女子年齢別特殊出生率 近畿地域平均の男女別年齢別特殊死亡率 近畿地域平均の女子年齢別有配偶率 近畿地域平均の男女別年齢別労働力率 近畿地域平均の一世帯当り世帯人員(普通世帯ベース) 近畿地域平均の一世帯当り住宅戸数(普通世帯ベース)	人口 サブ モデル

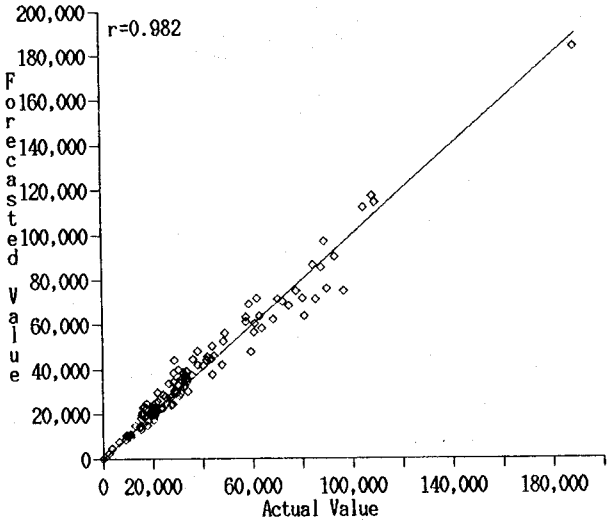
3.7　OURSモデルの精度の検証

構築したOURSモデルの精度をファイナルテストを行って検討した。すなわち、モデルの各種内生変数に昭和45年の実績値を初期値として与え、モデルの外生変数および外生パラメータに実績値を用い、第1期目の昭和50年の各種変数について予測を行い、次にこの昭和50年予測値に基づいて昭和55年値を予測する。この手順を繰り返して、昭和60年値を予測し、この60年予測値を各ゾーンの実績値と比較した。

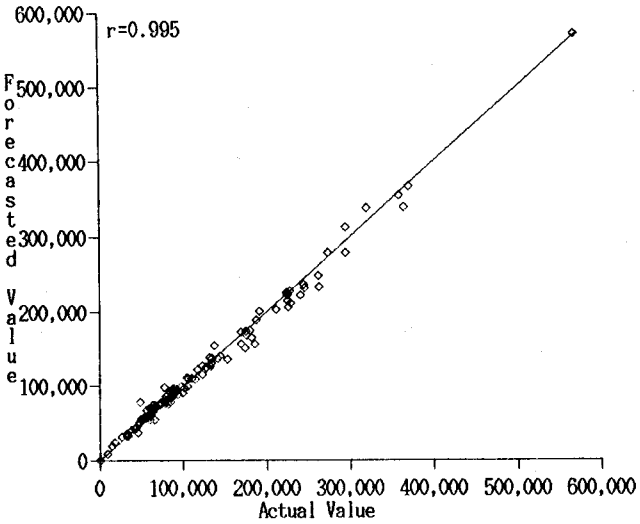
図3.19の(a)、(b)、(c)は、各ゾーンの年齢別人口をそれぞれ年少人口（0~14歳)、生産年齢人口(15~64歳)および老年人口(65歳以上)に3

区分して、昭和60年の予測値を実績値と比較した結果を示す（図におけるr は予測値と実績値の相関係数を示す）。

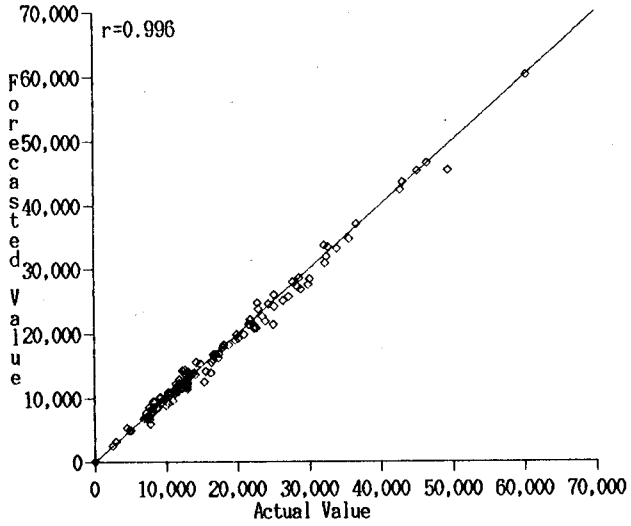
図3.20から図3.22に、それぞれ第１次、第２次および第３次産業従業者数についてのファイナルテスト結果を示す。図3.23から図3.25は、それぞれ製造業生産部門、小売業およびサービス業従業者数についてのファイナルテスト結果を示す。図3.26から図3.29は、それぞれ住宅地、業務商業地、工業地および公共地面積のファイナルテスト結果を示す。これらの図から、相関係数の値はすべて0.98以上であり、少数の例外的なゾーンを除いた大部分のゾーンにおいて、モデルの予測値は実績値と良くあっていることが分かる。したがって、構築したOURSモデルは外生条件が与えられた下で実用に供し得る精度でゾーン別の将来予測を行うことができると期待される。



（a） 年少人口



（b） 生産年齢人口



（c） 老年人口

図3.19 年齢別人口のファイナルテスト結果

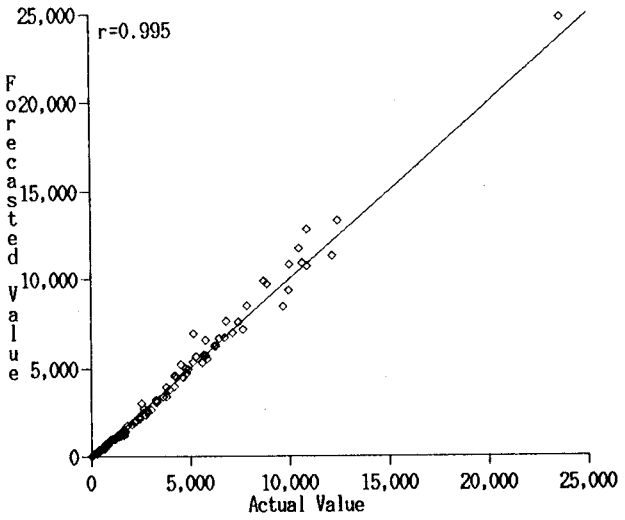


図3.20　第1次産業従業者数ファイナルテスト結果

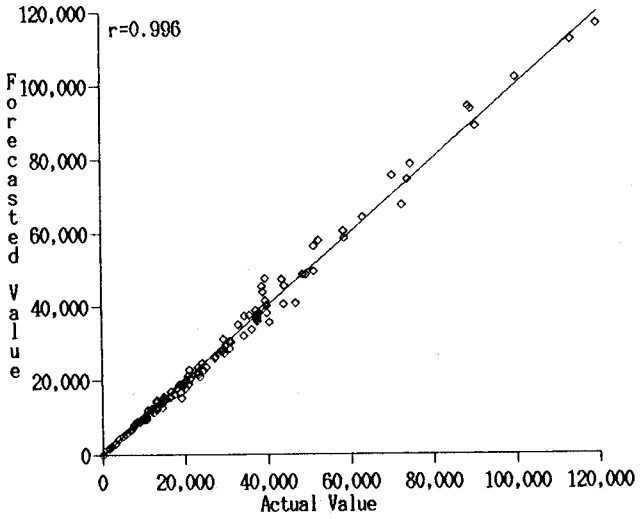


図3.21　第2次産業従業者数ファイナルテスト結果

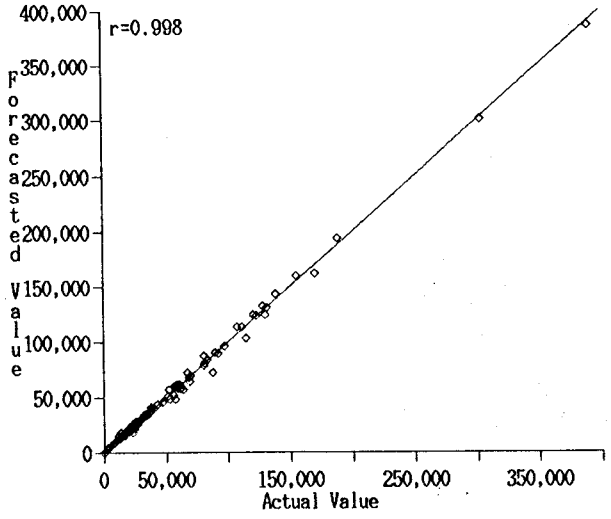


図3.22　第3次産業従業者数ファイナルテスト結果

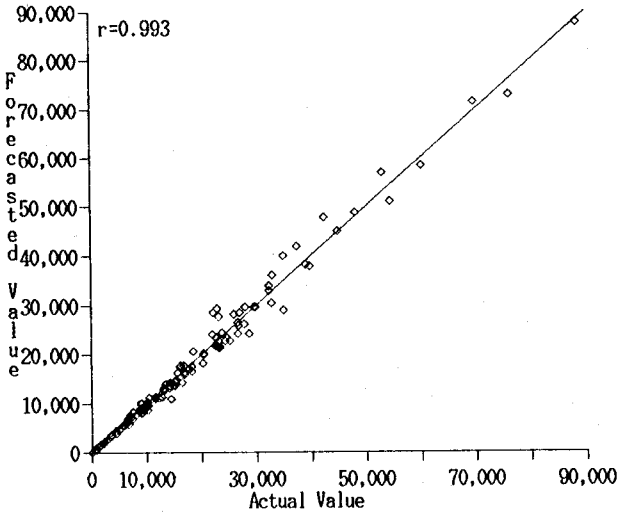


図3.23　製造業生産部門従業者数ファイナルテスト結果

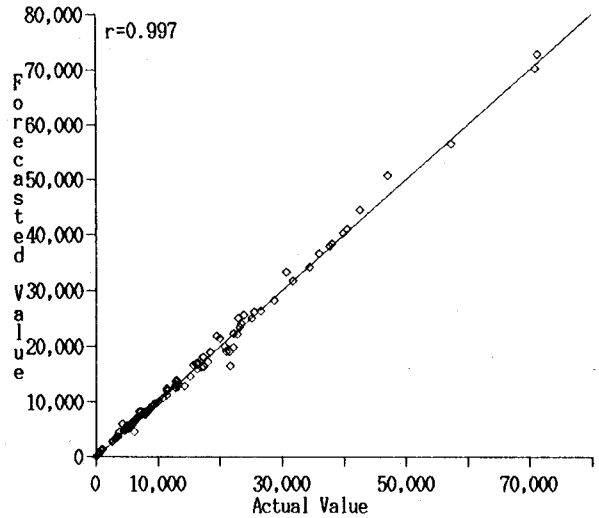


図3.24　小売業従業者数ファイナルテスト結果

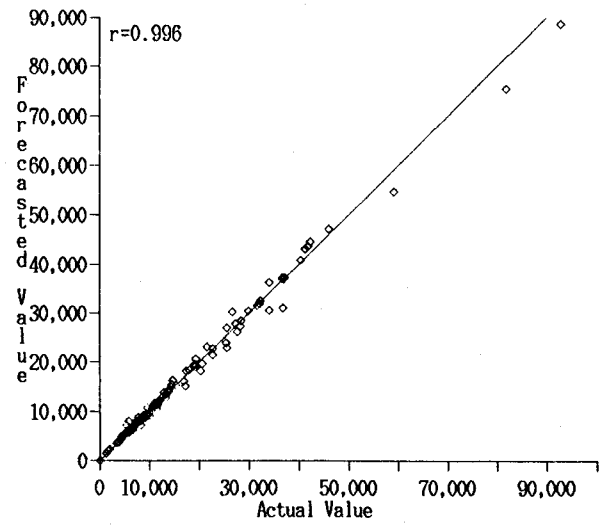


図3.25　サービス業従業者数ファイナルテスト結果

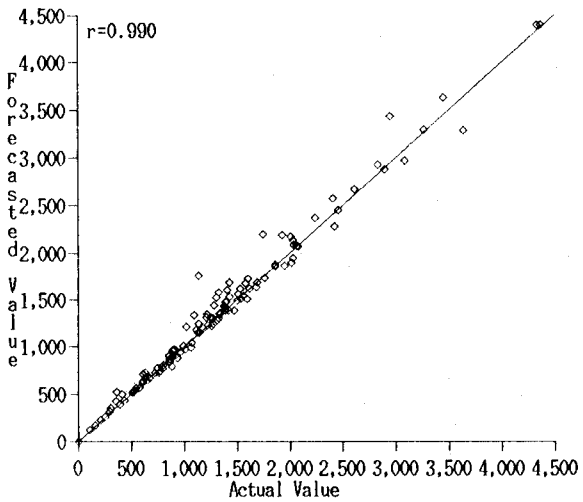


図3.26　住宅地面積ファイナルテスト結果

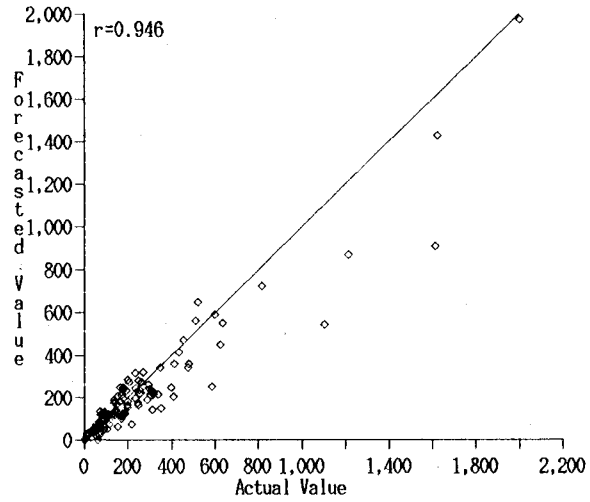


図3.28　工業地面積ファイナルテスト結果

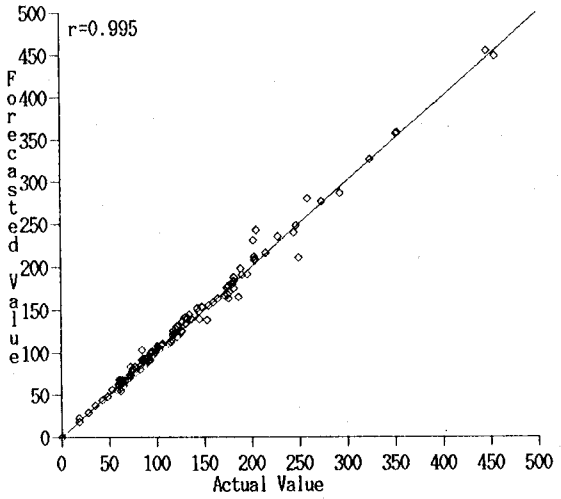


図3.27　業務商業地面積ファイナルテスト結果

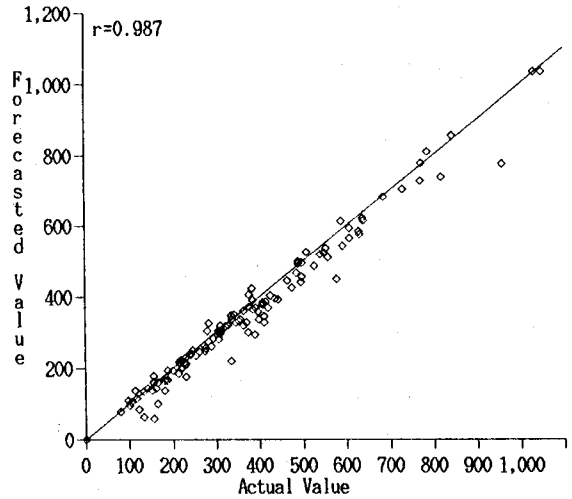


図3.29　公共地面積ファイナルテスト結果

第３章の参考文献

1) 朴・鈴木・金・中間：多ゾーン年齢階級別人口シミュレーション・モデル、シミュレーション、Vol.6、No.3、pp.159/168（昭62.11）

2) 朴・鈴木・仲渡：市区町村別年齢階級別人口移住構造の分析とその応用、都市計画、No. 113、pp.31-36（昭55.12）

3) 館：人口分析の方法、pp. 216-222、古今書院(昭38)

4) 大阪科学技術センター・日本アイ・ビー・エム:近畿地域の社会経済活動とエネルギー需要の将来、第１巻、pp.139-140（1984.9）

5) 国土庁計画・調整局編:我が国の人口移動の実態、p.6、大蔵省印刷局（昭57.12）

6) 小栗:大都市圏住宅政策評価のためのシミュレーションモデル、オペレーションズ・リサーチ、Vol. 24、No. 12、pp.742-747（1979.12）

7) A.G. Wilson, P.H. Rees and C.M. Leigh:Models of Cities and Regions, pp.410/432, John Wiley & Sons (1977)

8) 鈴木:空間人口学、pp.77/80、大明堂（1980）

9) 朴・金・中村・鈴木:社会経済シミュレーションモデルのための立地関数と時間距離についての基礎的考察、シミュレーション Vol. 5、No. 1、pp. 44-50（1986.3）

10) 朴・島崎・金・鈴木：ゾーン間目的別時間距離モデルの構築とその応用、シミュレーション学会第８回シミュレーション・テクノロジー・コンファレンス発表論文集、pp.145/148（1989.6）

11) W.Helly:Urban Systems Model, Chap. 4, Academic Press(金子・伊藤共訳、地域モデル入門、マグロウヒル好学社、1978)

12) 林・宮本:既存土地利用モデルの概観、都市計画、Vol.104、pp.40/47（1978）

13) 大阪科学技術センター：近畿地域社会経済シミュレーションモデルによる地域プロジェクトのインパクト・アナリシス、第４巻、

pp.72/81 (昭62年)

14) 朴・鈴木：大阪府における市区町村別用途別土地利用の分析、都市計画別冊題16号、pp.235/240(1981)

15) 朴・金・中村・鈴木：近畿地域120ゾーン別土地利用モデル、第27回自動制御連合講演会前刷、pp.321/322 (昭59.11)

16) P. S. Pak, G. Kim, T. Nakamura and Y.Suzuki:Zonal Land Use Model for Kansai Region, Tecnology Reports of the Osaka University, Vol.35, No.1976, pp.117/130 (1985.3)

第４章　対話型近畿地域マクロフレームモデル（KMFモデル）

対話型近畿地域マクロフレームモデル（KMFモデル）は、日本全体の出生率や死亡率の推移ならびに国と近畿地域における産業構造の動向などを基にして、OURSモデルの外生変数として必要になる近畿地域全体の総常住人口ならびに各種産業別従業者数を対話型で推計するモデルである。

4.1　モデルの基本構成

マクロフレームモデルの構造を図4.1に示す。本モデルでは、時点を表す引数として大文字Kを用いる。K=1,2,3…… であり、１期は５年とする。また、期間内の各年を表す引数として小文字kを用いる。k=1,2,3,4,5 である。なお、本モデルで用いた変数の添字の示す意味は以下のとおりである。

s：性別（s=1；男子、s=2；女子）

a：年齢（a=0；0歳、a=1；１歳、……、
a=84；84歳、a=85；85歳以上）

I：第Ｉ次産業、　I＝１～３

p：業種番号、　p＝１～46

4.2　主要社会経済指標の推計法

(1)地域の総常住人口予測

ある地域における人口は、社会増加がないと想定した場合の出生数と死亡数の差によって定まる封鎖人口と、転入と転出の差によって定まる社会増加を予測することにより、予測される。すなわち、時点Kにおける人口をP(K)とし、封鎖人口をCL(K)、社会増加をSI(K)とすると

$$P(K) = CL(K) + SI(K) \qquad (4.1)$$

という関係によって人口を予測することができる。

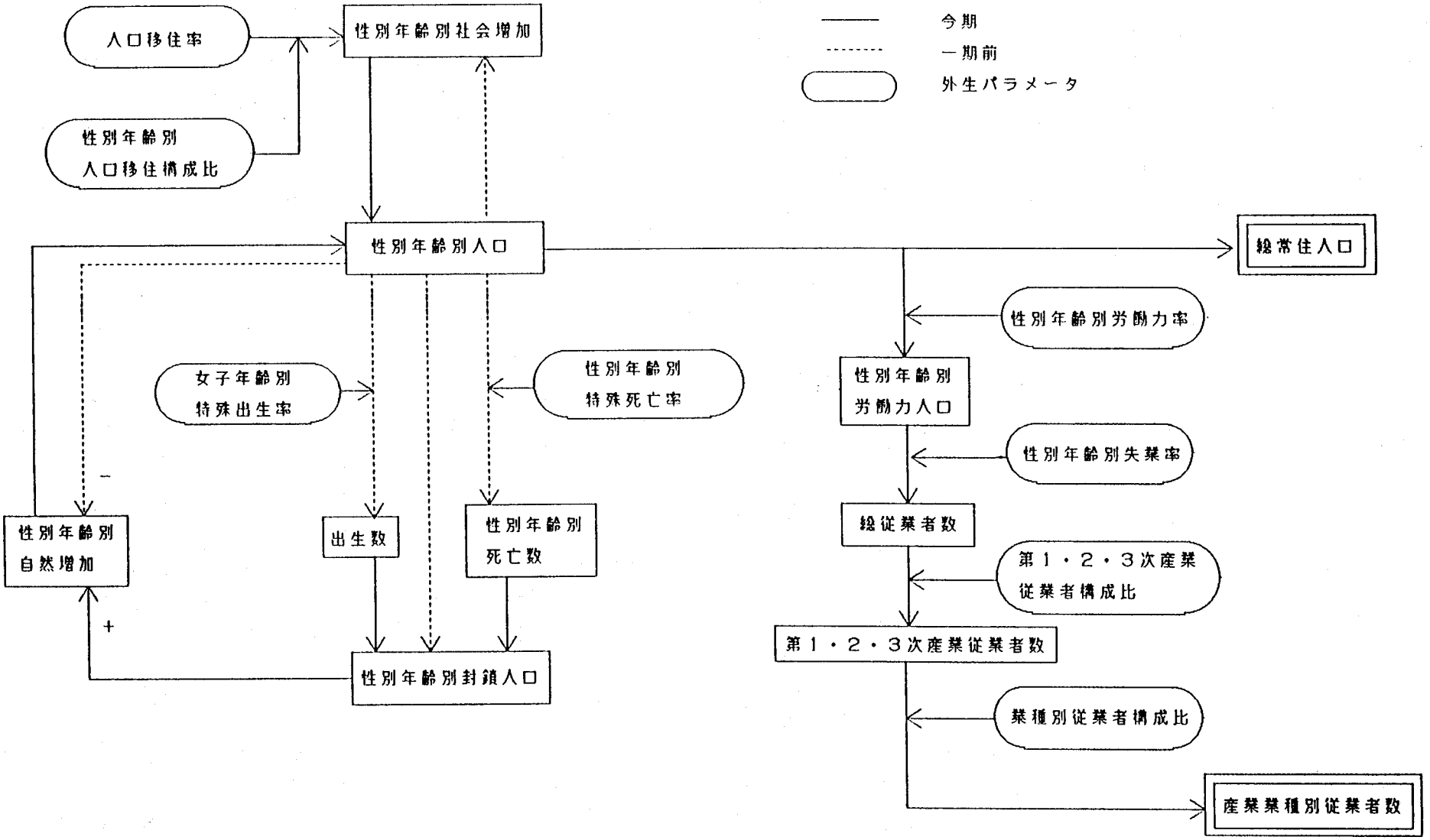


図4.1　対話型近畿地域マクロフレームモデルの構造

(a)性別年齢別封鎖人口の推計

以下では、性別年齢別封鎖人口$CL_{s,a}(K)$を推計する方法について述べる。

(イ)出生数の推計

出生数B(K)は、女子年齢別特殊出生率をb_a(対人口千人当り)とすると、年齢別女子人口$P_{2,a}(K-1)$に着目して、特殊出生率の定義から、

$$B(K)=\sum_{a=15}^{49} P_{2,a}(K-1)\cdot b_a(K-1)/1000 \qquad (4.2)$$

と推計される。

(ロ)死亡数の推計

ある時点においてa歳の人口は、1年後にはa+1歳になっている。したがって、ある時点においてa歳の人口の以後1年間の延べ人口の約半数はa+1歳であると考えられる。また、出生乳児は1年間平均するとB(K)の半分しか生まれていないことになる。そこで、対人口千人当りの年率の性別年齢別特殊死亡率を$d_{s,a}$とすると性別年齢別死亡数$D_{s,a}(K)$および出生乳児の死亡数$DF_s(K)$は、それぞれ

$$D_{s,a}(K)=P_{s,a}(K-1)\frac{\{d_{s,a}(K-1)+d_{s,a+1}(K-1)\}/2}{1000} \qquad (4.3)$$

$$DF_s(K)=B(K)\sigma_s\frac{d_{s,0}(K-1)/2}{1000} \qquad (4.4)$$

で推計される。ここで、σ_sは出生性比を表す。

(ハ)封鎖人口の式

社会増加がないと仮定した場合の性別年齢別人口(封鎖人口)$CL_{s,a}(K)$は次のように求められる。

① a=0; $CL_{s,a}(K)=\sigma_s B(K)-DF_{s,a}(K)$ (4.5)

② a=1～84; $CL_{s,a}(K)=P_{s,a-1}(K-1)-D_{s,a-1}(K)$ (4.6)

③ $a=85;\ CL_{s,a}(K)=\sum_{a=84}^{85}\{P_{s,a}(K-1)-D_{s,a}(K)\}$ (4.7)

(ニ)自然増加の式

性別年齢別自然増加$NI_{s,a}(K)$は次のように求められる。

① $a=0;\ NI_{s,a}(K)=CL_{s,a}(K)$ (4.8)

② $a=1\sim84;\ NI_{s,a}(K)=CL_{s,a}(K)-P_{s,a-1}(K-1)$ (4.9)

③ $a=85;\ NI_{s,a}(K)=CL_{s,a}(K)-\sum_{a=84}^{85}\{P_{s,a}(K-1)\}$ (4.10)

(b)性別年齢別社会増加の推計

以下では、性別年齢別社会増加の推計方法について述べる。

(イ)社会増加総数の推計

社会増加総数$SI(K)$は

$$SI(K)=\tau(K)P(K-1) \quad (4.11)$$

により推計することにする。ここで$\tau(K)$は人口移住率であり、K期の社会増加総数のK-1期の人口に対する比率を表している。

(ロ)性別年齢別社会増加の推計

性別年齢別社会増加$SI_{s,a}(K)$は（4.11）式によって推計されたSI(K)を用いて

$$SI_{s,a}(K)=\mu_{s,a}(K)\,|SI(K)| \quad (4.12)$$

で推計される。ここで$\mu_{s,a}(K)$は性別年齢別社会増加構成比である。

(c)性別年齢別人口の推計

性別年齢別人口の予測値$P_{s,a}(K+1)$は、性別年齢別封鎖人口の予測値$CL_{s,a}(K+1)$および（4.12）式を用いて

$$P_{s,a}(K+1)=CL_{s,a}(K+1)+SI_{s,a}(K+1) \quad (4.13)$$

と求められる。

(d)総人口の推計

地域の総人口の予測値P(K+1)は地域の性別年齢別人口の予測値

$P_{s,a}(K+1)$を用いて

$$P(K+1)=\sum_{s=1}^{2}\sum_{a=0}^{85}P_{s,a}(K+1) \tag{4.14}$$

と求められる。

(2)各種産業業種別従業者数の予測

従業者数は、その地域における性別年齢別人口、労働力率、失業率および各種産業業種別従業者構成比がわかれば簡単に求めることができる。以下にその手順を示す。

(a)性別年齢別労働力人口の推計

性別年齢別労働力人口$LF_{s,a}(K)$は（4.13）式で求めた性別年齢別人口$P_{s,a}(K)$を用いて

$$LF_{s,a}(K)=\lambda_{s,a}(K)P_{s,a}(K) \tag{4.15}$$

と求められる。ここで、$\lambda_{s,a}(K)$は性別年齢別労働力率である。

(b)総従業者数の推計

総従業者数$EM(K)$は、（4.15）式で求めた性別年齢別労働力人口$LF_{s,a}(K)$を用いて

$$EM(K)=\sum_{s=1}^{2}\sum_{a=15}^{85}\{1-\nu_{s,a}(K)\}LF_{s,a}(K) \tag{4.16}$$

と推計できる。ここで、$\nu_{s,a}(K)$は性別年齢別失業率である。

(c)第１次・２次・３次産業従業者数の推計

第１次・２次・３次産業従業者数$EM_I(K)$は、（4.16）式で求めた総従業者数$EM(K)$を用いて

$$EM_I(K)=\rho_I(K)EM(K) \tag{4.17}$$

と求められる。ここで、$\rho_I(K)$は第１次・２次・３次産業従業者構成比である。

(d)各種業種別従業者数の推計

各種業種別従業者数$EM_I^P(K)$は、（4.17）式で求めた第１次・２次・３次産業従業者数$EM_I(K)$を用いて

$$EM_I^P(K)=\rho_I^P(K)EM_I(K) \tag{4.18}$$

と求められる。ここで、$\rho_I^P(K)$はその業種が含まれている産業の

中での業種別従業者構成比である。

4.3 KMFモデルによる将来推計

将来推計を行うにあたってはKMFモデルの８種の外生パラメータの値を種々のシナリオに基づいて設定する必要がある。構築したモデルではパラメータについての種々の情報が表4.1に示すようにデータベースとして用意されているため、モデルのユーザがシナリオを設定する際には、ユーザが特に設定したい外生パラメータのみを対話型で設定しなおせばよいようになっている。図4.2に、これらの操作を簡単に行えるKMFモデルのフローチャートを示す。図4.3にKMFモデルの実行の一例を示す。この例は８つの外生パラメータの内、出生率と第１次・２次・３次産業従業者構成比のパラメータを設定し、その設定値を表示する時の対話フローを表したものである。

表4.1　シナリオ関連統計データベースの概要

項目	内容
1 人口移住率	1975年から1985年までの実績値と1985年値から2030年に向けて零となると設定した値
2 性別年齢別人口移住構成比	1975年から1985年までの実績値
3 女子年齢別特殊出生率	1970年から1985年までの実績値と厚生省人口問題研究所による2030年までの低位、中位および高位推計値[1]
4 性別年齢別特殊死亡率	1970年から1985年までの実績値と厚生省人口問題研究所による2030年までの推計値
5 性別年齢別労働力率	1970年から1985年までの実績値と経済企画庁の「2000年の日本」[2]で推計されている2000年値
6 性別年齢別失業率	1970年から1985年までの実績値
7 第1、2および3次産業構成比	1970年から1985年までの実績値と国土庁の近畿整備計画を基にして設定した2030年値
8 業種別従業者構成比	1970年から1985年までの実績値と経済企画庁の「2000年の日本」[2]で推計されている2000年の全国の業種別構成比および平均増加率

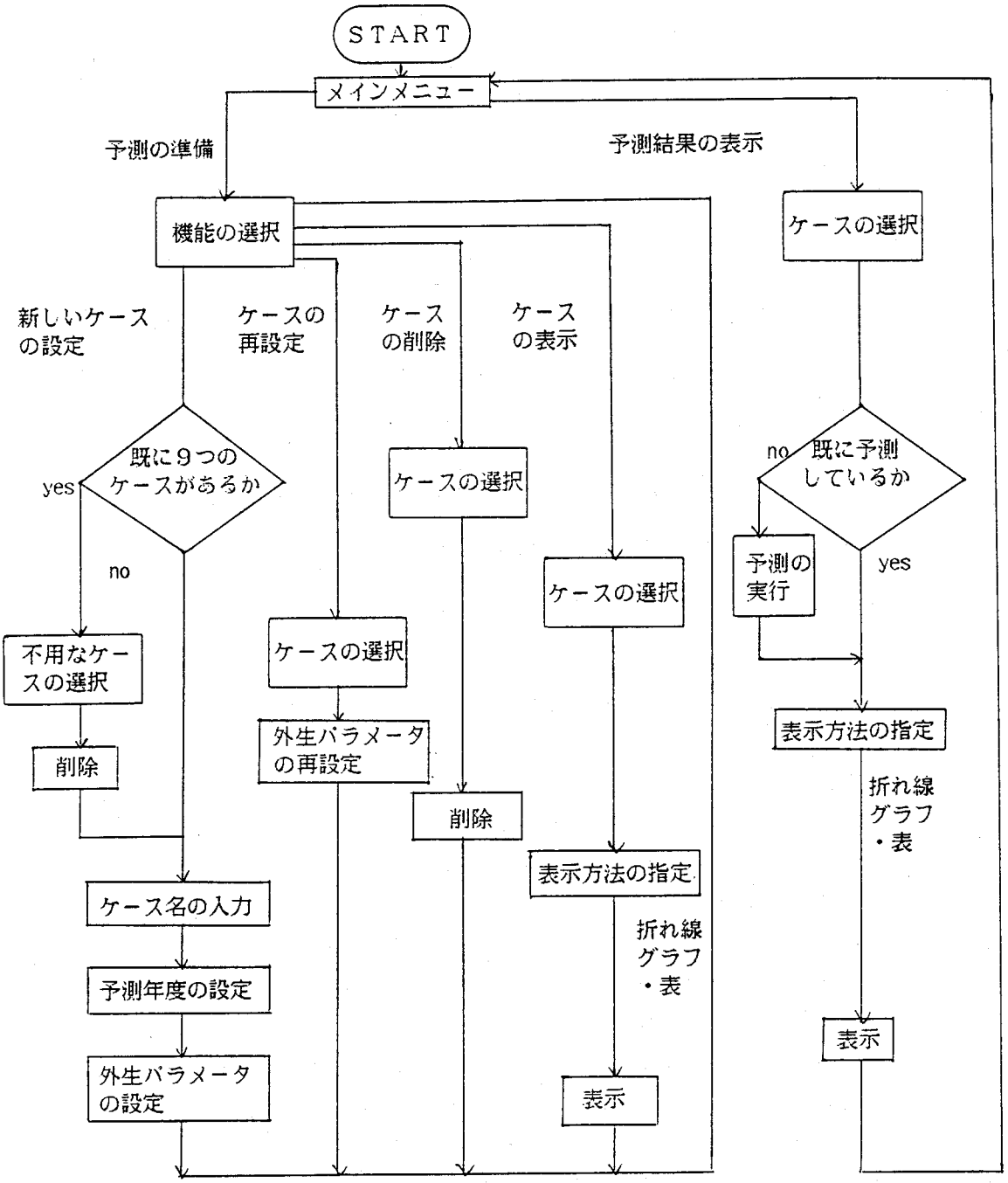


図4.2　対話型近畿地域マクロフレームモデルのフローチャート

```
***** MACRO FRAME MODEL FOR THE KANSAI REGION *****

*****  M A I N   M E N U  *****
  1. PREPARATION OF THE PREDICTION
  2. DISPLAY OF THE PREDICTION RESULTS
  0. TERMINATION OF THIS SYSTEM
--- CHOOSE A NUMBER,PLEASE.
?
1
*** PREPARATION OF THE PREDICTION ***
   1. SPECIFICATION OF A NEW CASE
   2. RESPECIFICATION OF THE CASE
   3. DELETION OF THE CASE
   4. DISPLAY OF THE CASE
   0. RETURN TO 'MAIN MENU'
--- CHOOSE A NUMBER,PLEASE.
?
1
 *** SPECIFICATION OF A NEW CASE ***
--- TYPE A CASE NAME,PLEASE.
CASE B
--- TYPE THE FINAL YEAR OF PREDICTION,PLEASE. (1990-2030)
?
2030
                              ⋮
*** BIRTH RATE BY AGE:PARAMETER TO BE SPECIFIED ***
   1. ' ESTIMATED VALUES IN MIDDLE CASE BY INSTITUTE OF POPULATION '
   2. ' ESTIMATED VALUES IN HIGH CASE BY INSTITUTE OF POPULATION '
   3. ' ESTIMATED VALUES IN LOW CASE BY INSTITUTE OF POPULATION '
   4. USER'S OWN SPECIFICATION
   0. DISPLAY OF PARAMETER ABOVE
--- CHOOSE A NUMBER,PLEASE.
?
3
                              ⋮
*** RATIOS OF PRIM, SECON AND TERT INDUSTRY EMP. TO TOTAL EMP.:PARAMETER TO BE S
PECIFIED ***
   1. ' STANDARD VALUES '
   2. ' DATA FOR CASE B '
   3. USER'S OWN SPECIFICATION
   0. DISPLAY OF PARAMETER ABOVE
--- CHOOSE A NUMBER,PLEASE.
?
3
                              ⋮
--- SPECIFY THE RATE OF PRIMARY INDUSTRY IN THE YEAR OF 2030,PLEASE.
?
2.0
                              ⋮
--- SPECIFY THE RATE OF SECONDARY INDUSTRY IN THE YEAR OF 2030,PLEASE.
?
25.0
                              ⋮
--- SPECIFY THE RATE OF TERTIARY INDUSTRY IN THE YEAR OF 2030,PLEASE.
?
73.0
                              ⋮
 *** DISPLAY OF CASES ***
   1. DISPLAY OF ONE CASE
   2. DISPLAY OF COMPARISON BETWEEN THE CASES
   0. RETURN TO 'PREPARATION OF THE PREDICTION'
--- CHOOSE A NUMBER,PLEASE.
?
2
   1. MIGRATION RATE
   2. MIGRATION PATTERN BY SEX AND AGE
   3. BIRTH RATE BY AGE
   4. DEATH RATE BY SEX AND AGE
   5. LABOR FORCE PARTICIPATION RATE BY SEX AND AGE
   6. UNEMPLOYMENT RATIO BY SEX AND AGE
   7. RATIOS OF PRIM, SECON AND TERT INDUSTRY EMP. TO TOTAL EMP.
   8. EMPLOYMENT PATTERN IN EACH INDUSTRY
   0. RETURN TO 'DISPLAY OF CASES'
--- CHOOSE A NUMBER,PLEASE
?
3,7
                              ⋮
```

図4.3　KMFモデルの実行例（下線はユーザの入力を示す）

第４章の参考文献

1) 厚生省人口問題研究所：日本の将来推計人口（昭61）

2) 経済企画庁総合計画局編：2000年の日本（各論）－長期展望テクニカル・レポート－、pp.1/64、大蔵省印刷局（昭57.11）

第５章　対話型データ検索表示システム（IDRS）

総合地域社会経済シミュレーションモデル・システムでは表5.1に示すような実績データのほか、表5.2に示すようにシミュレーション結果として作成される膨大なデータを取り扱う必要がある。そこで、これら膨大なデータからモデルおよびコンピュータに対する知識をあまり持たないユーザでも必要とするデータを対話型で容易に検索し、表示することのできるコマンド処理形式の検索表示システム（IDRS）を開発した。

図5.1は開発したIDRSの構成を示したものである。図中で、１番上のブロックは地域情報データファイル群でソース別原データファイル（表5.1に示された実績データおよびOURSモデル構築用のための各ゾーンの各変数に関する実績値がデータベース化されたもの）、シミュレーション結果データファイルからなっている。残りのブロックのうち５つのサブシステム（処理制御、データファイル管理、演算分析処理、表示処理、サービス機能）は、システムプログラム群を示している。

処理制御サブシステムは、ユーザに入力を要求したり、ユーザの入力に応じて各サブシステムを制御するサブシステムである。

データファイル管理サブシステムはデータの管理を行うサブシステムであり、本サブシステムを利用して、データファイルへのアクセス、データの抽出、ニューデータファイル、ワークデータファイルの作成が行われる。

演算分析処理サブシステムはデータに対する演算処理、分析処理を行うサブシステムである。本サブシステムを用いて、簡単な算術処理、基本統計量の計算、相関係数の計算、重回帰分析などを簡単なコマンドの入力により、対話形式で容易に行うことができる。

表示処理サブシステムはデータや種々の演算・分析の処理結果を適切な形（トレンドグラフ、バーあるいはパイチャート、散布図、マップ、人口ピラミッドおよび表など）で表示するためのサブシステムで

ある。このサブシステムを活用することにより、ユーザは、データの分析結果を視覚的にとらえることができる。

サービス機能サブシステムは、現在までに登録済のファイルの表示、あるいは各種コマンドの機能およびパラメータの入力の際の書式などを表示するためのヘルプ機能を付与するサブシステムである。

図5.1中のKB1、KB2、KB2'およびKB3は知識ベースを表している。KB1には入力されたコマンドやパラメータを解析するための知識が格納されている。これはソース別原データファイルやシミュレーション結果データファイルがアクセスされていない場合やデータが検索されていないときにユーザに入力を要求したり、入力されたコマンドがシステム内に存在するかどうかの情報を処理制御サブシステムに送ったりするためのものである。KB2はソース別原データファイルやシミュレーション結果データファイルの内容を辞書の形で格納しておき各々のデータファイルとの整合をとるものである。KB2'は検索の結果得た利用データの内容（KB2に一部）を格納しておくためのものである。KB3には入力された演算式を翻訳するための知識が格納されている。

開発されたIDRSは次のような特徴をもつ。

1）データベース利用の経験が少ないユーザでも自分が求めるデータの検索が容易に行える。

2）データ検索中に変数の誤りや矛盾など論理的な誤りが発見されたときはユーザにそれを指摘し、誤りをなくすための的確な指示が行われる。

3）原データファイルから別のデータファイルを容易に作成できる。

上記の特徴を実現するためシステム記述言語として数値処理部分にFORTRANを、それ以外の部分には記号情報処理・知識情報処理に優れた言語であるPrologを利用することにした。

このようなシステム構成を採用することにより本システムでは種々のコマンドを対話形式で入力することにより各種のデータ処理が効率

よく行えるようになっている。また、Prologの強力な可変長文字列処理機能を利用することができるので、データ検索の際には地域名・項目名の部分文字列を入力すれば検索システムが該当する候補を知識ベースを用いて検索するため、ユーザはそのうち必要なものを選択すればよいようにもなっている。

IDRSで利用できるコマンドの一覧表を表5.3に、コマンドの処理手順を図5.2に示す。

図5.3に変数の対話型検索の一例を示す。この例は、近畿（関西）地域の総常住人口と総従業者の1970年から2030年までの値を検索する時の対話フローを表したものである。図から分かるように、'POPULA'の入力に対しては'POPULATION'の説明の付いた変数がすべて検索の候補の対象として表示されるので、ユーザはその中から必要な変数を選択すればよい。

以上述べたように、開発したIDRSは簡単なコマンドの入力により必要なデータを対話型で容易に検索し、表示することができるという特徴を有している。このため、本システムを利用することにより種々の地域問題の分析を容易に行うことができ、地域計画策定のサポートシステムとして有力なシステムであると期待される。

表5.1　収集社会経済データ一覧表

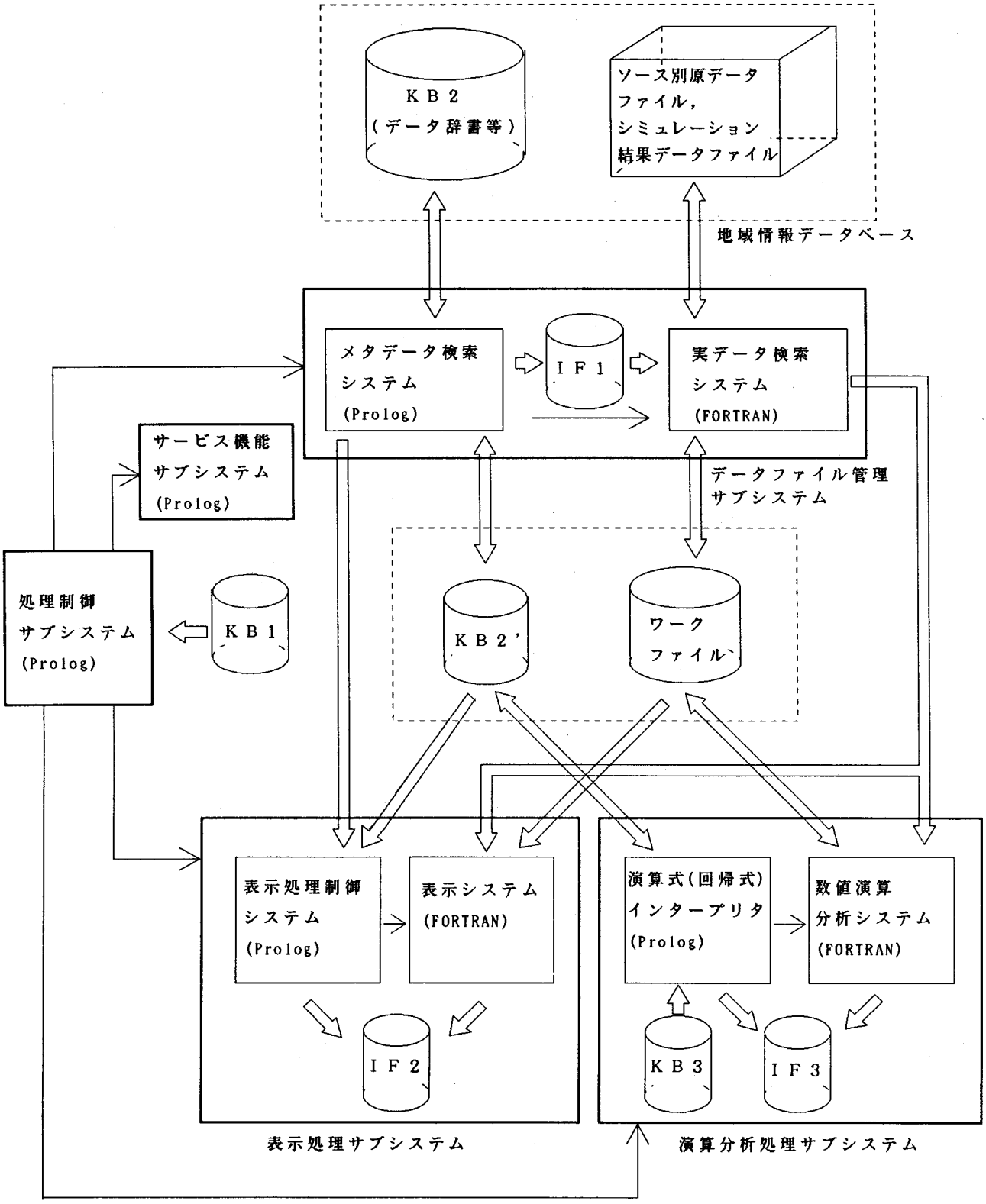
	出所（データソース）	大項目	収集期間	収集地域区分		
				市区町村	工業地区	府県
1	国勢調査報告	人口、産業、世帯、住宅	昭和45,50,55,60年	○		
2	事業所統計調査報告	産業	昭和44,47,50,53,56,61年	○,○*		
3	工業統計表	産業、土地	昭和45,50,55,60年	○		
4	府県統計書	人口、世帯、土地	昭和45～60年	○		
5	住宅統計調査報告	住宅	昭和43,48,53,58年	○**		
6	建築統計年報	新設住宅、滅失住宅	昭和40～60年	○*		
7	個人所得指標	所得	昭和45～60年	○***		
8	住民基本台帳	人口、世帯、人口動態	昭和45～58年	○		
9	農林業センサス 農業センサス	産業、土地	昭和45,50,55年	○		
10	商業統計表	産業	昭和45,47,49,51,54,57年	○		
11	地価公示	価格	昭和45～57年	○		
12	工業統計表・用地用水	産業、土地	昭和45～60年		○	○
13	都市計画年報	土地	昭和52～55年			○
14	人口問題研究	人口動態率	昭和45,50,55,60年			○
15	国民経済計算年報	生産、所得	昭和50～57年			○

注）○*　：市区
　　○**　：人口5万人または10万人以上の都市
　　○***　：市町村
　　に対してデータが収集されていることを表す。

表5.2　シミュレーション結果データファイルのサイズ
（一つのケースに対する結果）

データファイル	変数の数	地域の数	年度の数
社会経済変数	152	157*1	13*2
性別年齢別人口	86	157	13

*1:118ゾーン＋31新広域生活圏＋7府県＋近畿トータル
*2:1970~1985年の４期＋1990~2030年の９期



＜凡例＞ ⇨ ：データの流れ，　→ ：制御の流れ

ＫＢｎ ：知識ベース

ＩＦｎ ：Prolog-FORTRAN インターフェイス用情報ファイル

図5.1　対話型データ検索表示システム（ＩＤＲＳ）の構成

表5.3　コマンド一覧表

コマンド	パラメータ	機能
FILe	ファイル名	ファイルのアクセス
CREate	ファイル名	新しいデータファイルの作成
LISt		抽出されたデータ内容の表示
CALculate	R, I, Y	簡単な演算処理の実行
MEAn	R, I, Y　TYPE EACH (NONE)	基本統計量の計算
CORrelation	R, I, Y　TYPE DOBL SING	相関係数の計算
REGression	R, I, Y	重回帰分析の実行
LOCate	R, I, Y	局地化係数の計算
SPEcialization	R, I, Y	特殊化係数の計算
CLUster	R, I, Y　(＊1)	クラスター分析の実行
DIScrimination	R, I, Y　(＊2)	判別関数法の適用
TABle	R, I, Y	テーブルの表示
TREnd	R, I, Y　TYPE ISET (NONE)	トレンドグラフの表示
BAR	R, I, Y　(＊3)	バーチャートの表示
PIE	R, I, Y	パイチャートの表示
SCAtter	R, I, Y　TYPE CHARA GRAPH	散布図の表示
MAP	R, I, Y　TYPE REAL DENS	マップの表示
PYRamid	R, I, Y　TYPE REAL PER　ONE FIVE	人口ピラミッドの表示
?		コマンド及びその機能の表示
Query	FILE, R, I, Y	登録済みファイル及びパラメータ内容の表示

注）R, I, Yはそれぞれ地域、項目、年度を示す（順序は任意）。

（＊1）　TYPE MAHA, ABSD, EUCD

（＊2）　TYPE MAHA, ABSS, ABSD, EUCS, EUCD

（＊3）　TYPE ITEM, REGION

＿はデフォルト値を示す。

小文字部分は省略可能。

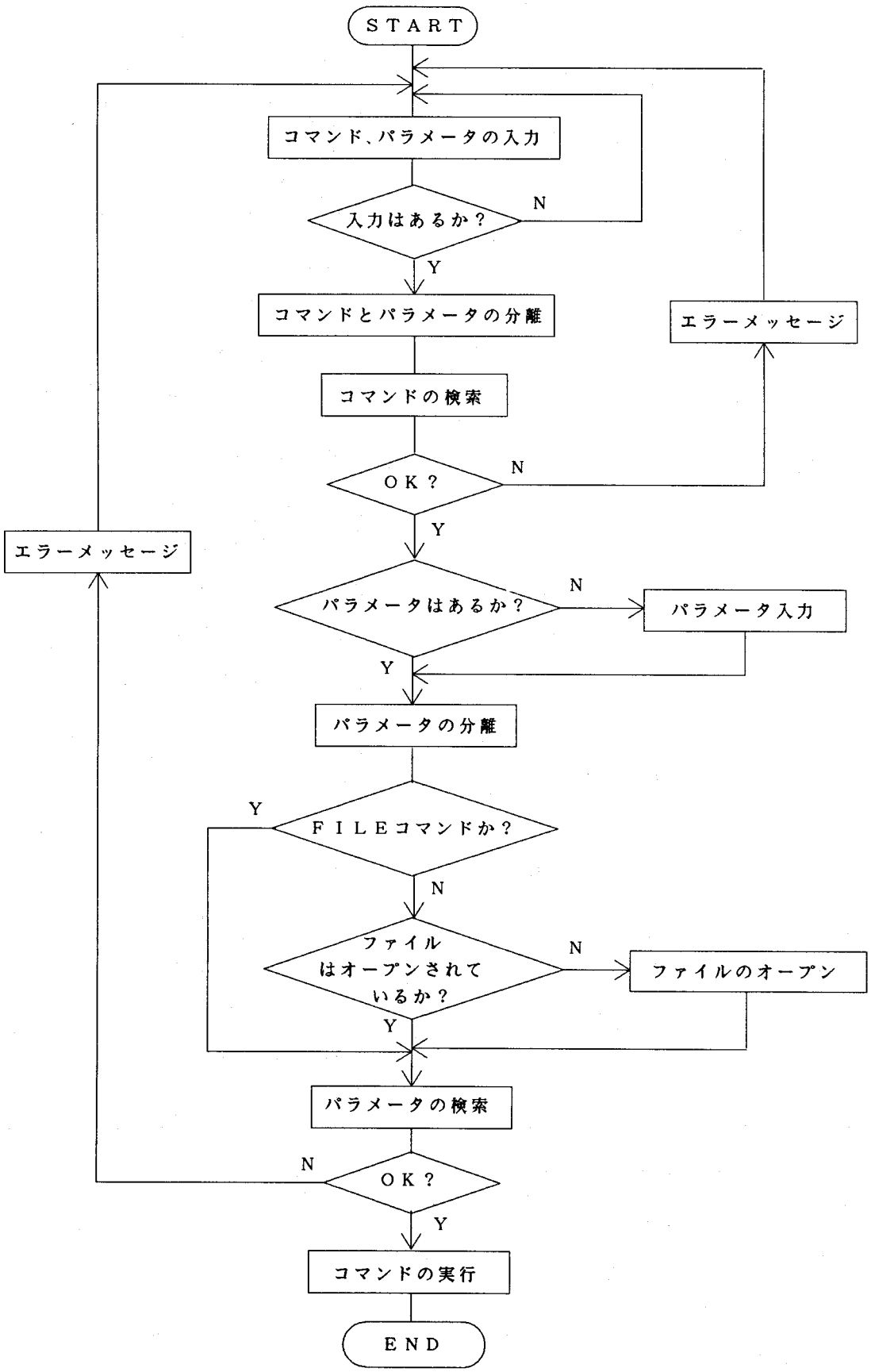


図5.2　コマンドの処理手順

```
--- INPUT COMMAND OR '?' FOR HELP.
FILE LONG
   1    LONGOUT0    INCREASING FEMALE PARTICIPATION
   2    LONGPOP0    INCREASING FEMALE PARTICIPATION,BY AGE AND SEX
   3    LONGOUT1    INCREASING FEMALE PARTICIPATION, RATIO OF 20%
   4    LONGPOP1    INCREASING FEMALE PARTICIPATION, 20 %, BY AGE
   5    LONGINCR    IMPACT ON HOUSING POLICY (OSAKA CITY)
   6    LONGOUT2    STANDARD SCENARIO
   7    LONGOUT3    STANDARD SCENARIO, RATIO OF 20%
   8    LONGPLA1    INCREASING FEMALE PARTICIPATION, 16%(CONTINUE)
--- SELECT FILES BY NUMBERS.
1 6
DATA SOURCES 'LONGOUT0', AND 'LONGOUT2' ACCESSED.
--- INPUT COMMAND OR '?' FOR HELP.
TRE YEAR 1970-2030
--- INPUT REGION NAMES OR REGION GROUP NAMES.
KANS
   1    KANSAI
   2    KANSAI INTERNATIONAL AIRPORT
--- SELECT REGIONS BY NUMBERS.
1
--- INPUT ITEM NAMES OR ITEM GROUP NAMES.
POPULA TO.EMP
FOR INPUT 'POPULA'.
   1    TOTAL NUMBER OF RESIDENTIAL POPULATION
   2    YOUNG AGE POPULATION
   3    PRODUCTIVE AGE POPULATION
   4    OLD AGE POPULATION
                    ⋮
  32   POPULATION DENSITY
  33   POTENTIAL FUNCTION OF RESIDENTIAL POPULATION
FOR INPUT 'TO.EMP'.
  34   TOTAL EMPLOYMENT
--- SELECT ITEMS BY NUMBERS.
1 34
NOW SEARCHING YEARS.....
SELECTED YEARS: 1970, 1975, 1980, 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015,
2020, 2025, AND 2030
```

図5.3　検索の実行例（下線はユーザの入力を示す）

第６章　PC利用総合地域社会経済シミュレーションモデル・システム（PC利用システム）

開発した総合地域社会経済シミュレーションモデル・システムをパーソナル・コンピュータ（以下、PCと略する）でシミュレーションできるようにすると、地方自治体の政策立案担当者等、多くのユーザが低コストで本モデル・システムを直接操作することができるようになり、地域の種々の問題に対処する各種計画の策定に、本モデル・システムの広範な利用が図られるものと期待される。このような観点から、開発したモデル・システムをPCで実行可能とするシステムの構築を試みた。PC上で構築されたこのシステムをPC利用総合地域社会経済シミュレーションモデル・システム（以下、PC利用システムと略する）と呼ぶことにする。本章では、構築したPC利用システムについて述べる。

6.1 ハードウェア構成

PC利用システムにはＩＢＭパーソナル・コンピュータ5560を使用した。ハードウェア構成を図6.1に示す。

オペレーティングシステムには日本語DOS Ver2.3を使用した。シミュレーションのためのプログラム言語にはFORTRAN Ver2.0を利用した。

6.2 PCシミュレーション・プログラムの構成

PC上にKMFモデルおよびIDRSを構築するのに特別な問題はないので、以下ではOURSモデルのPCシミュレーション・プログラムのみについて説明する。

OURSモデルは膨大な社会経済データを扱い、またプログラム自体も大規模なので、本モデル全体を大型コンピュータの場合と同様に１つのプログラムとすることは、パソコンの主記憶の容量が小さい、FORTRAN言語の使用に制約がある、等の理由により不可能である。

このため、開発したPC利用システムでは、１つのプログラムを10のサブプログラムに分割し、各々を独立したサブプログラムとして作成

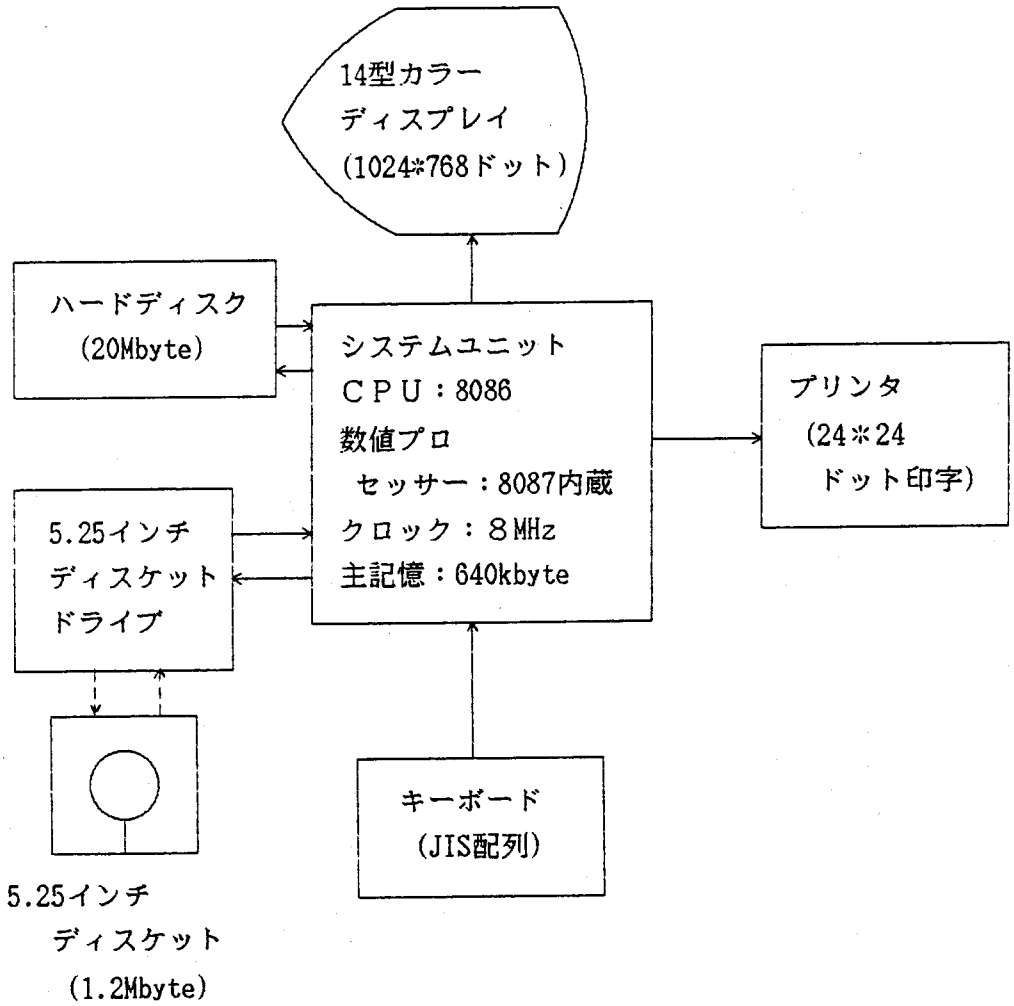


図6.1　ＩＢＭパーソナル・コンピュータ５５６０の構成

し、日本語DOSのバッチ処理機能を利用して、モデルのシミュレーション時に独立したサブプログラムを逐次的に実行させる方法をとった[1)]。

以下では、第３章で述べたOURSモデルの各サブモデルが互いにどのように関係しながら将来予測を行っていくのかを簡単に述べる。

まず、時間距離サブモデルではゾーン間の時間距離が、道路、鉄道ネットワークおよびその上を走行する乗り物の平均速度および運行頻度等をもとに推計される。このサブモデルでは、今後実施されると想定される新たな交通ネットワークの整備計画に基づいてゾーン間の時間距離の変化を他のサブモデルと独立に推計することができる。しかし、この推計には最短経路探索の計算を行う必要があり[2)]、これをPCのみを用いて実行するのは計算時間の点で大変困難である。また、各ゾーンの社会経済変数に大きく影響を与えると予想されるような大規模な交通ネットワークの整備についての計画はあらかじめ定まっている場合も多い。そこで、本PC利用システムでは京阪神パーソントリップODデータならびに道路および鉄道ネットワークデータなどを用いて推定された出勤および業務目的のゾーン間時間距離の値を小型計算機（ＩＢＭ9370システム）を用いて推定し、その推定結果[2)、3)]があらかじめデータとして与えられるものと仮定した。

雇用サブモデルでは、重回帰分析によって決定された立地関数を利用して各ゾーンにおける46産業業種別従業者数が推定される。すなわち、各ゾーンにおける時点Kの各種変数（関連産業従業者数、常住人口、用途別土地利用面積等）ならびに工業人口や常住人口等の各種ポテンシャルの値に基づいて、一期（5年）将来のK+1期の値が推計される。

人口サブモデルではK+1期におけるゾーン別性別年齢５歳階級別人口（PC利用システムでは各歳別人口でなく５歳階級別人口を扱っている）が推計される。この推計にあたっては各ゾーンにおけるK期での各種変数の値のほか、人口の社会増加数（人口移住数）の推計のため

K+1期における従業者数が必要となる[4]。しかし、従業者数は既に雇用サブモデルで推計されているので、これを先決と仮定すればゾーン別の性別年齢5歳階級別の人口を推計することができる。このように本モデルではシミュレーションを容易とするため雇用機会が人口移住を定めると仮定しているが、この仮定は人口立地論的に見ても妥当と考えてよい[5]。なお、人口が逆に新たな雇用機会を生み出すメカニズムが雇用サブモデルに組みこまれていることはいうまでもない[2]。

土地利用サブモデルでは、ゾーン別用途別土地利用面積が推計される。雇用サブモデルで推計された各種産業別従業者数および人口サブモデルにおいて推計された常住人口に各種の用途別土地利用面積の原単位を乗じることにより用途別の土地利用面積が求められる[6]。しかし、このようにして計算された面積は雇用サブモデルと人口サブモデルで推計された各種の従業者および人口の値が土地利用をめぐる立地競争者の強弱を陽に考慮して推計された値でないため、商業地が減少して工業地が増加するといった現実には極めて稀にしか生じないことがモデルの中で生じたり、農地面積が負となったりすることが起こりうる。そこで、本サブモデルでは各ゾーンの産業業種別従業者数および常住人口の推計値を用途別土地利用の競争力および変化に対する制約を満足させるよう修正することにより各ゾーンの土地利用の変化に不合理なことが起こらないようにしている（修正法の詳細については文献6)参照のこと)。

以上のようにして一期将来の推計が実行される。これを繰り返すことにより最終予測年度までのシミュレーションを行うことができる。

図6.2にシミュレーション・プログラムのフローを示す。図において示されている各処理が分割された各サブプログラムに当たる。各サブプログラムの入出力データは、ハードディスク上に種々のファイル（内部ファイルと呼んでいる）を作ることによって、各サブプログラム間で受渡しを行うこととした。

1つのケースにおけるシミュレーションの実行時間は約3時間20分であった。ちなみに小型コンピュータＩＢＭ9370システムでは約167秒である。プログラム中でファイルのアクセス回数が多く、このため長時間を要したものと考えられる。なお、この時間は8087数値演算プロセッサーを使用している時の値であり8087を内蔵していないと、実行時間は大きく増加するものと考えられる。

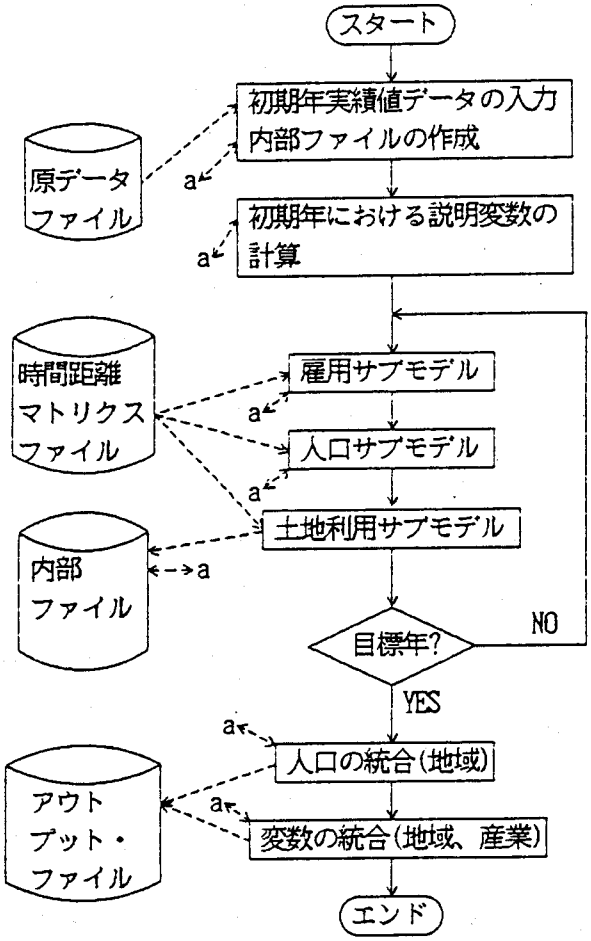


図6.2　OURSモデルのフロー

6.3 PC対話型データ検索表示システム

総合地域社会経済シミュレーションモデル・システムでは第５章で述べたように、実績データのほかシミュレーション結果として作成される膨大なデータを取り扱う必要がある。そこで、第２章で述べた検索・表示支援データベースを用意することにより、モデルおよびコンピュータに対する知識をあまり持たないユーザでも必要とするデータを対話型で容易に検索し、表示することのできる検索表示システムをPC上で開発した。

開発したPC対話型検索表示システムでは、ゾーンおよび変数の指定はゾーン（変数）コードのほか地域（変数）名の入力に対応でき、地域（変数）名の指定においては一部分のみの名前の入力など不完全な入力に対しても対応できるよう構築した。このため、モデルで用いているゾーン名や変数名などについての正確な情報は必要でなく、後にも示すように部分的な文字列の入力によりデータの検索・表示を対話型で容易に行うことができるようになっている。

検索システムの構成は図6.3に示すように、表示方法別パラメータの設定、シミュレーションケースの検索、地域の検索、変数の検索、年度の入力、表示システム駆動用の入力データファイル作成の各要素より構成されている。

図6.4に変数の対話型検索の一例を示す。この例は、近畿（関西）地域の総常住人口と総従業者の1970年から2030年までの値を検索する時の対話フローを表したものである。図から分かるように、'POPULA'の入力に対しては'POPULATION'の説明の付いた変数がすべて検索の候補の対象として表示されるので、ユーザはその中から必要な変数を選択すればよい。実績データおよびシミュレーション結果の表示方法としては、現在次の７種類を用意している。

a)表形式表示、b)折れ線グラフ、c)棒グラフ、d)円グラフ、e)人口ピラミッド、f)118ゾーン別、31広域生活圏別および府県別地図表示、g)

ゾーン間時間距離表示

検索表示プログラムの作成には各種の文字列処理コマンドおよびグラフィック表示コマンドが完備しているBASIC言語を使用し、これをコンパイルすることにより処理の高速化を図った。

図6.5に表示プログラムの例として折れ線グラフ表示プログラムのフローを示す。図示のように、プログラムを２分割しているのは、社会経済変数ファイルがJISCII(JIS Cord for Information Interchange)に相当する１バイト・コードで記憶されているのに対し、BASICのランダム・アクセスが２進形式のファイルしかアクセスできないためである。このため、プログラム１をFORTRANで、プログラム２をBASICで記述し、これらのプログラムをバッチ・ファイルにより制御することにより、必要なデータの検索・処理の問題を解決した。これは他の簡易グラフやゾーン・マップにおいても同様である。

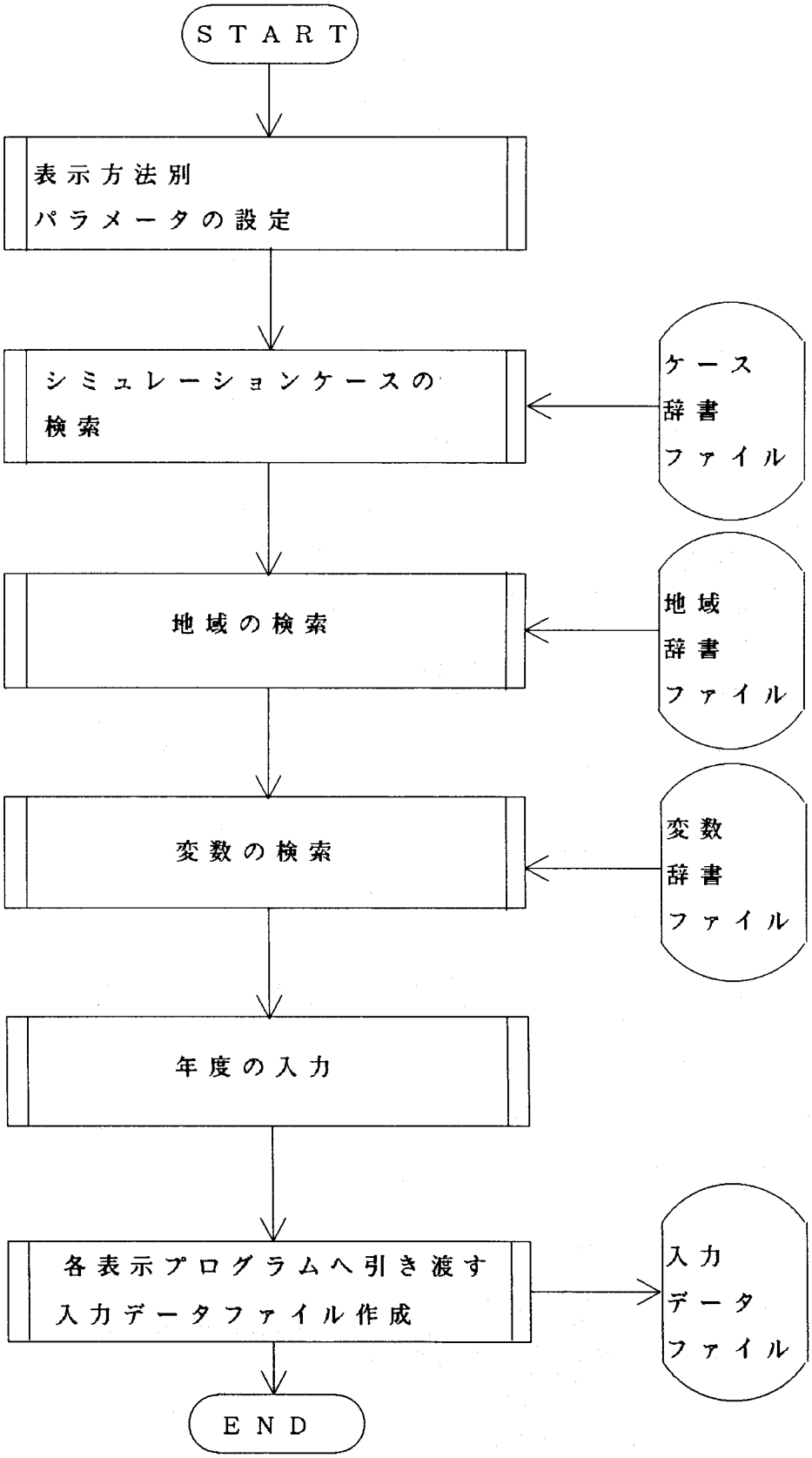


図6.3　検索システムの構成図

表示させるシミュレーション結果として次の候補があります。

1．　CASE A（標準ケース）
2．　CASE B（女性の社会進出ケース）

二つまでブランクで区切って入力してください。
1 2

⇩

地域名を入力してください。（地域コード,地域名のいずれかで、ブランクを境にしてください）
KANSAI
あなたの入力KANSAIに対し次の候補があります。選んでください。
1．[KAN]　KANSAI　　関西
? 1

⇩

項目名を入力してください。（変数コード,変数名のいずれかで、ブランクを境にしてください）
POPULA TOEMP
あなたの入力POPULAに対し次の候補があります。選んでください。
1．[POPU]　TOTAL NUMBER OF RESIDENTIAL POPULATION
2．[P014]　YOUNG AGE POPULATION
3．[P1564]　PRODUCTIVE AGE POPULATION
4．[P65OV]　OLD AGE POPULATION
⋮
33．[POPUT]　POTENTIAL FUNCTION OF RESIDENTIAL POPULATION
34．　以上のすべて。
? 1
あなたの入力TOEMPに対し次の候補があります。選んでください。
1．[TOEMP]　TOTAL EMPLOYMENT
? 1

⇩

何年から何年まで表示しますか(1970-2030)。
ブランクで区切って入力してください。
1970 2030

⇩

表示させるシミュレーション結果
CASE A（標準ケース）
CASE B（女性の社会進出ケース）
グラフの表題　関西

表示する変数
[POPU] TOTAL NUMBER OF RESIDENTIAL POPULATION
[TOEMP] TOTAL EMPLOYMENT
表示する年
1970年
2030年

OKなら　　- 1
再設定するなら　- 2

図6.4　検索の実行例（下線はユーザの入力を示す）

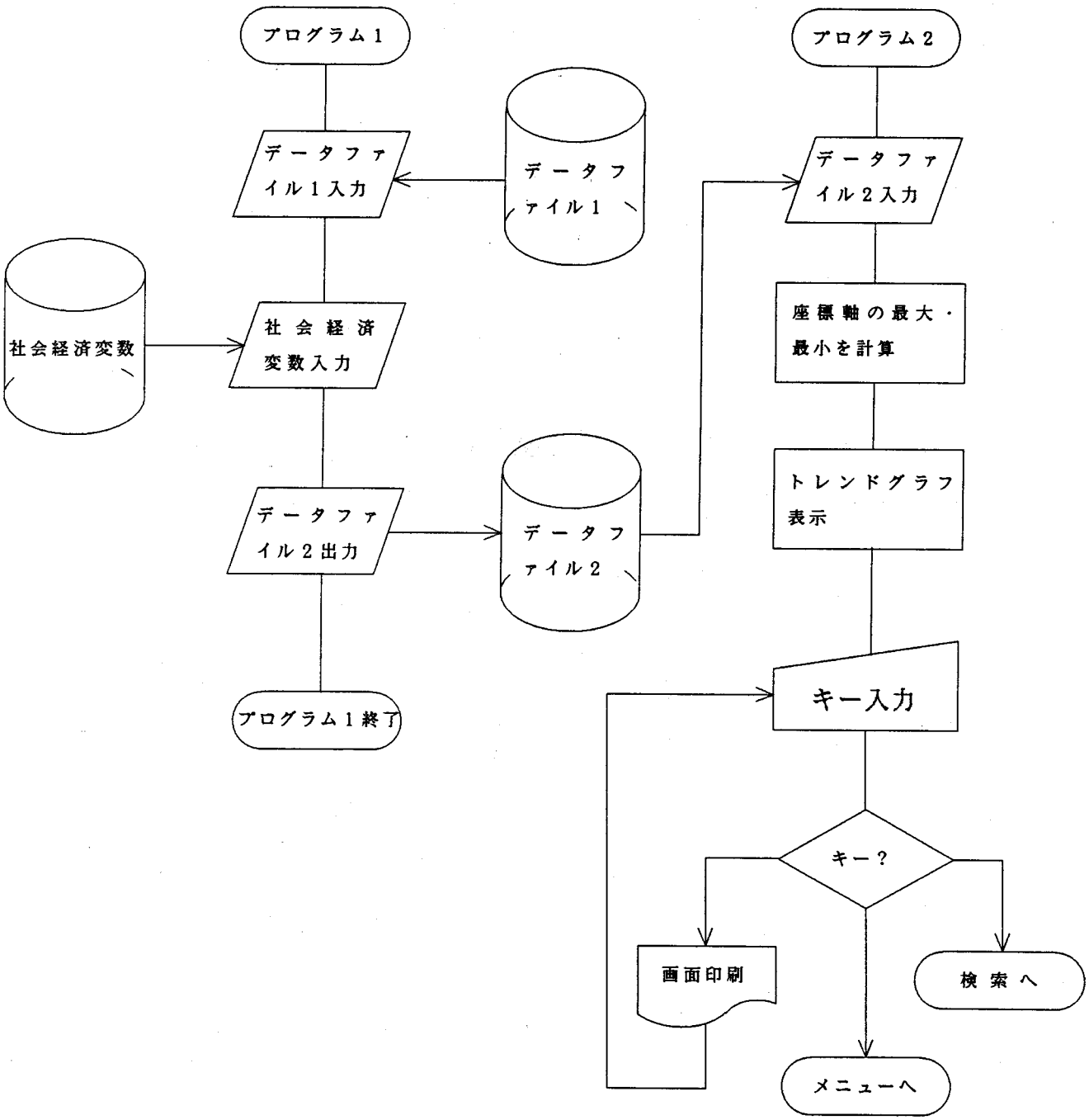


図6.5　折れ線グラフ表示プログラムのフロー

第６章の参考文献

1) 朴・金・濱野・鈴木：パーソナル・コンピュータ利用大規模地域社会経済シミュレーション・モデル、シミュレーション学会第７回シミュレーション・テクノロジー・コンファレンス発表論文集、pp.33/36 (1988.6)

2) 朴・金・中村・鈴木：社会経済シミュレーションモデルのための立地関数と時間距離についての基礎的考察、シミュレーション、Vol.5、No.1、pp.44/50 (昭61.3)

3) 朴・島崎・金・鈴木：ゾーン間目的別時間距離モデルの構築とその応用、シミュレーション学会第８回シミュレーション・テクノロジー・コンファレンス発表論文集、pp.145/148 (1989.6)

4) 朴・鈴木・金・中間：多ゾーン年齢階級別人口シミュレーション・モデル、シミュレーション、Vol.6、No.3、pp.159/168 (昭62.11)

5) 鈴木:空間人口学（下）、pp.207/245、大明堂（昭55.4)

6) P.S.Pak, G.Kim, T.Nakamura and Y.Suzuki:Zonal Land Use Model for Kansai Region, Tecnology Reports of the Osaka University, Vol.35, No.1976, pp.117/130 (1985.3)

第７章　シナリオ分析および地域プロジェクトの社会経済的影響分析

本章および次章においては、開発したモデル・システムの有用性を示すために、本モデル・システムを種々の問題の分析に応用した例について述べる。本章の7.1節では本モデル・システムをシナリオ分析に適用した例について述べる。7.2節では、関西国際空港、関西文化学術研究都市、大阪湾岸再開発のビッグ・プロジェクトをかかえる近畿地域においてこれらのプロジェクトが近畿地域全体および各ゾーンに及ぼす社会経済的影響を定量的に評価した結果について述べる。なお、予測期間としては2030年までの超長期を想定した。

7.1　シナリオ分析

7.1.1　シナリオ設定とKMFモデルの推計結果

KMFモデルのシミュレーションを行うにあたって、例として次の２つのシナリオを考えた。１つは各種のパラメータに1985年の実績値をトレンド延長したり、各種の公的研究機関で推計された値を基本的に利用した場合で、これをシナリオＩ（出生率回復シナリオ）とする。他の１つは女性の社会進出が今後もさらに進み、出生率が低下するとともに女子の労働力率が上昇すると想定した場合である。また、第３次産業従業者の割合が増加すると想定した。これをシナリオII（女性社会進出シナリオ）とした。

(1)シナリオＩ（出生率回復シナリオ）の 外生パラメータの設定

KMFモデルにおけるシナリオＩの場合に設定した各種外生パラメータの値は以下のとおりである。

(a)人口移住率

1985年までは実績値とし、1990年以降は将来人口が定住化に向かうとして想定したものを標準値とした。図7.1は人口移住率の標準値をアウトプットした結果を示す。図において、1985年までは実績値を、それ以降は想定値を表す。図から分かるように、近

畿地域のネットの人口移住率は1985年において0.2%以下で、人口総数に対する人口移住の影響は極めて小さいことが分かる。シナリオIでは図のように2030年に向けて人口移住率は零に向かうと想定することにした。

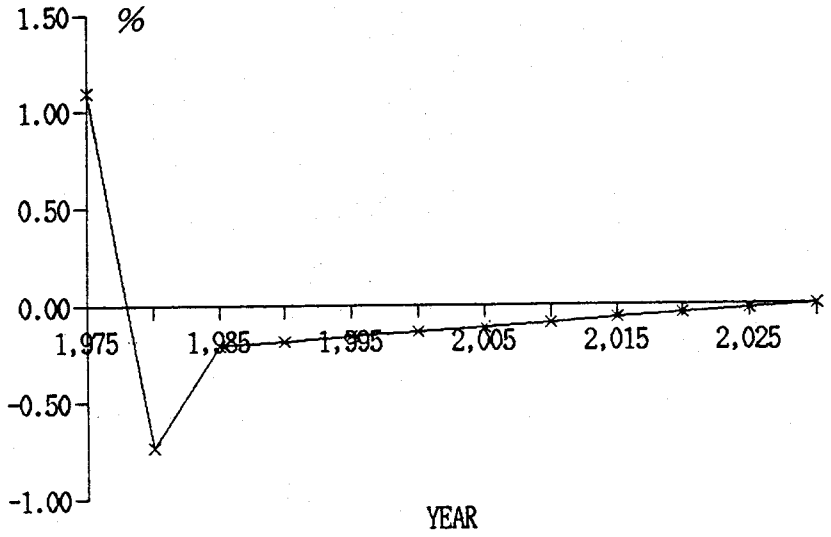


図7.1　人口移住率の想定値

(b)性別年齢別社会増加構成比

近畿地域全体というマクロな地域を考えているので、大幅な変化はないと想定し、1985年値をそのまま利用するものを標準値とした。

(c)女子年齢別特殊出生率

厚生省人口問題研究所による「日本の将来推計人口」で推計された中位推計の値を標準値とした。この人口問題研究所の中位推計の場合に用いられている出生率は、後にも示すように現状の値に比べかなり高くなると想定されている。

(d)性別年齢別特殊死亡率

特殊出生率と同様に、「日本の将来推計人口」で推計された値

を標準値とした。

(e)性別年齢別労働力率

男子については1985年の値を今後も変化しないとして標準値とした。女子については、1985年の値が円高などの種々の要因により低くなっていると考えられるので、2000年には全国値なみに高くなり、2000年以降一定としたものを標準値とした。

(f)性別年齢別失業率

1985年の値を今後も変化しないとして標準値とした。

(g)第１次・第２次・第３次産業従業者構成比

近畿地域での産業構造の現況、国土庁の近畿整備計画や「2000年の日本」での推計値などを基にして設定したものを標準値とした。

(h)業種別従業者構成比

全国の業種別従業者構成比を、経済企画庁編「2000年の日本」で与えられている値と全国の各業種の年平均増加率を用いて推計し、それに1985年の特化係数（近畿地域の産業業種別従業者構成比を全国の産業業種別従業者構成比で除した値）を乗じて求めた値を標準値とした。

(2)シナリオII（女性社会進出シナリオ）の外生パラメータの設定

各種外生パラメータのうち、以下に述べる３種のパラメータを変更することにより、シナリオIIの設定を行った。その他のパラメータの値はシナリオＩの場合と同じである。

(a)女子年齢別特殊出生率

職場に出る女性が増えることによって、晩婚化が進むなどの理由により出生率が低下すると考えられる。そこで、出生率は標準値とした中位推計結果ではなく、「日本の将来推計人口」で同時に推定されている低位推計結果を用いた。中位推計と低位推計の違いを表すため合計特殊出生率を図7.2に示す。図に示すように

シナリオⅠの出生率の値はシナリオⅡの場合に比べかなり高く想定されていることが分かる。

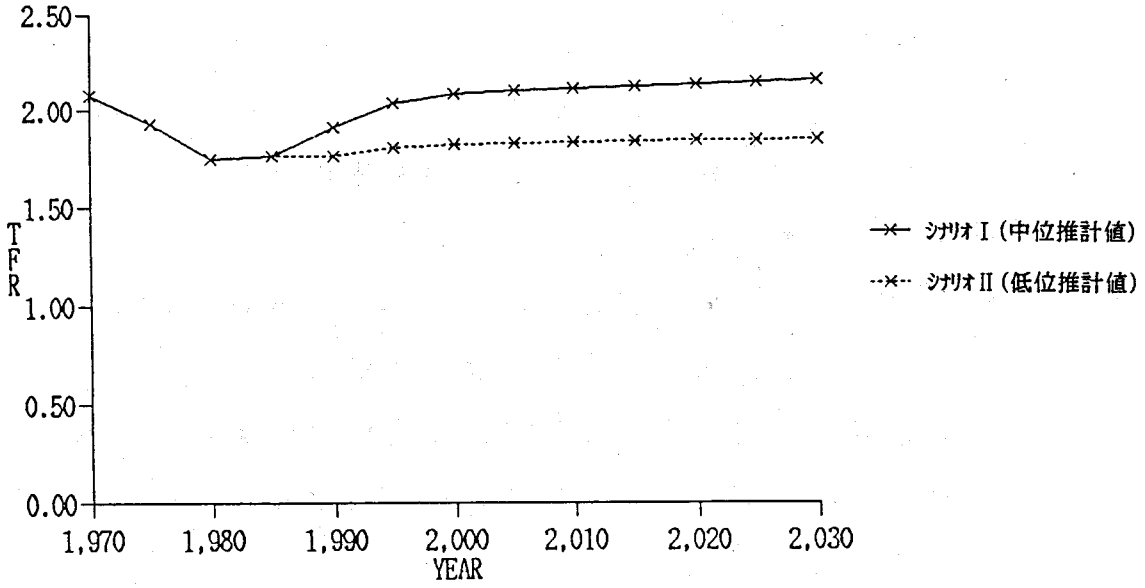


図7.2　合計特殊出生率の想定値

(b)性別年齢別労働力率

女性の社会進出はその労働力率に直接反映されると考えられる。そこで、女性の労働力率として比較的高く設定されていると思われる「2000年の日本」で推定されている値をシナリオⅡの値として用いることにした。男性の労働力率はシナリオⅠの場合と同じく1985年以降一定とした。図7.3に女性の労働力率の標準値との比較を示す。

(c)第1次・第2次・第3次産業従業者構成比

工場の合理化などにより第2次産業の従業者数は減少すると思われる。逆に、第3次産業の従業者数は市場の要求などによりますます増加するとみられる。そこでシナリオⅠでは2030年にそれぞれ、2%、30%、68%に設定されている第1次・第2次・第3次産業従業者構成比の値をシナリオⅡでは2%、25%、73%に設定し直し

た。図7.4にシナリオⅠとの比較を示す。

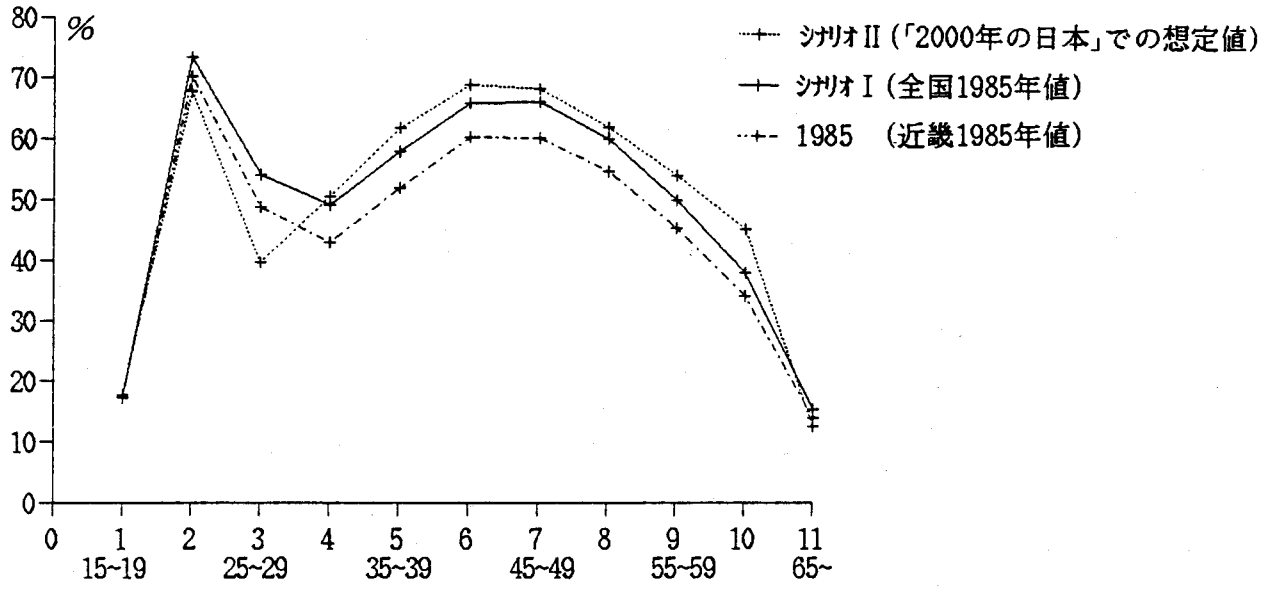


図7.3 女子年齢5歳階級別労働力率

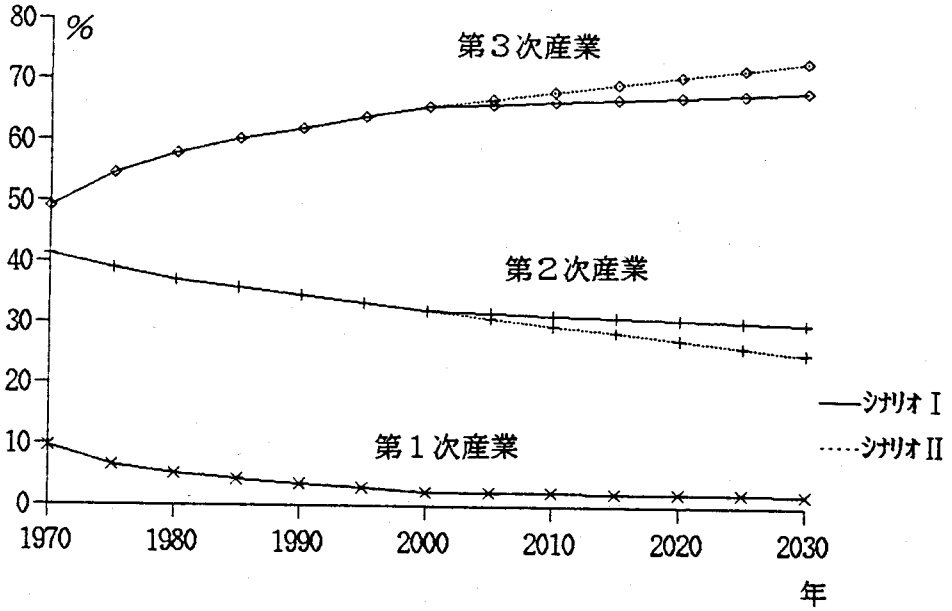


図7.4 第1次・第2次・第3次産業従業者構成比の想定値

(3) マクロフレームモデルによる予測結果と検討

シナリオⅠおよびシナリオⅡについて将来予測を行った。その結果を図7.5～図7.8に示す。この中で、1970年～1985年の値は実績値であり、1990年～2030年の値が予測値である。表7.1はこれらの図で用いた46の産業業種別を表す変数コード表である。

(a)総常住人口

図7.5に総常住人口の推移を示す。総常住人口はシナリオⅠ、シナリオⅡともに1990年以降も増加し、2010年にはそれぞれ2346万人、2308万人となるがそれ以降は減少し、2030年にはそれぞれ2310万人、2218万人になると予測されている。これは、人口の高齢化などにより2010年を境にして死亡数が出生数を上回るためである。また、シナリオⅡでシナリオⅠよりも出生率を低く設定しているので総常住人口はシナリオⅠの場合より少なくなると推定されていることが分かる。

(b)総従業者数

図7.6に総従業者数の推移を示す。総従業者数はシナリオⅠ、シナリオⅡともに1990年以降も増加するが総常住人口に比べてピークに達するのは早く、2000年でそれぞれ1083万人、1090万人になると予測されている。

シナリオⅠでは、2000年以降は減少し2015年には1047万人となるが、その後一時的に増加して2025年に1058万人になってから再び減少し2030年には1041万人になると予測されている。これは、1990年以降の出生率が1985年よりも高いため出生数が多くなっており、1985年以降の新生児が労働力となる高い年齢層になったことによる。

シナリオⅡでは、女子の労働力率が高く2000年では女子従業者数が418万人とシナリオⅠの411万人より多くなると推定されていることにより、総従業者数も多くなっている。しかし、出生率が

低いためにその後の減少は大きく、2015年には1046万人となりシナリオⅠより少なくなる。また、その後も増加することなく減少し続け2030年には1015万人になると推定されている。

(c)第１次・第２次・第３次産業従業者数

図7.7に第１次・第２次・第３次産業従業者数の推移を示す。

第１次産業従業者数はシナリオⅠ、シナリオⅡではほとんど差はなく減少し、2000年には25万人になる。その後は微減傾向となり2030年にはそれぞれ21万人、20万人になると推定されている。第２次産業従業者数はシナリオⅠ、シナリオⅡともほぼ横ばいであり2000年ではそれぞれ348万人、350万人になってシナリオⅡの総従業者数がやや多いが、その後は総従業者数が頭打ちになっているため減少している。さらに、シナリオⅡでは第２次産業従業者数構成比を低く設定しているため減少傾向は強く、2030年にはそれぞれ312万人、254万人になると推定されている。第３次産業従業者数はシナリオⅠ、シナリオⅡとも増加し続け2000年にはそれぞれ710万人、715万人になると推定されている。その後は総従業者数が頭打ちになっているため横ばいとなるが、2030年にはシナリオⅠでは708万人、シナリオⅡでは第３次産業従業者数構成比を高く設定しているため少しずつ増加を続けて741万人になると推定されている。

(d)46産業業種別従業者数

図7.8に46産業業種別従業者数の推移を示す。

図7.8(a)は第１次産業の各業種の推移である。シナリオⅠ、シナリオⅡともほとんど同じで農業従業者数の減少が顕著であるが、2000年以降はそれも穏やかになっている。

図7.8(b)～(h)は第２次産業の各業種の従業者数の推移である。シナリオⅠ、シナリオⅡともほとんどの業種が横ばいか減少である中で、シナリオⅠの出版業、電気機械製造業、製造業管理部門

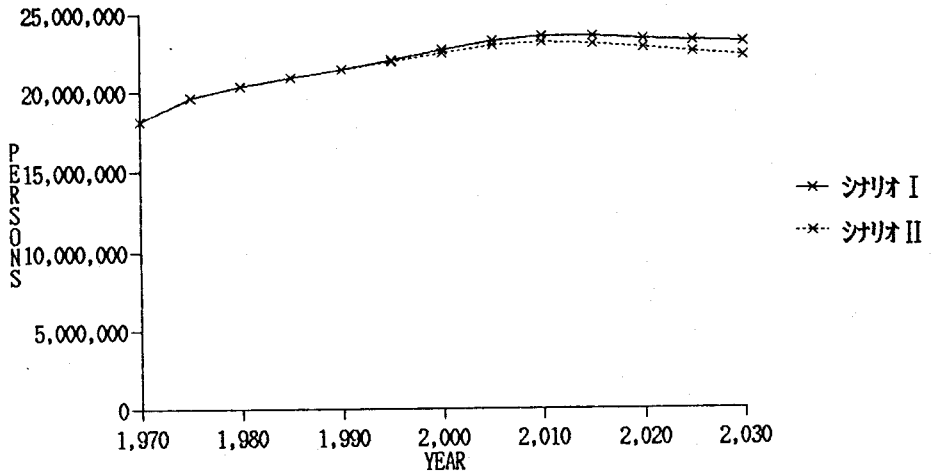


図7.5　総常住人口の推移

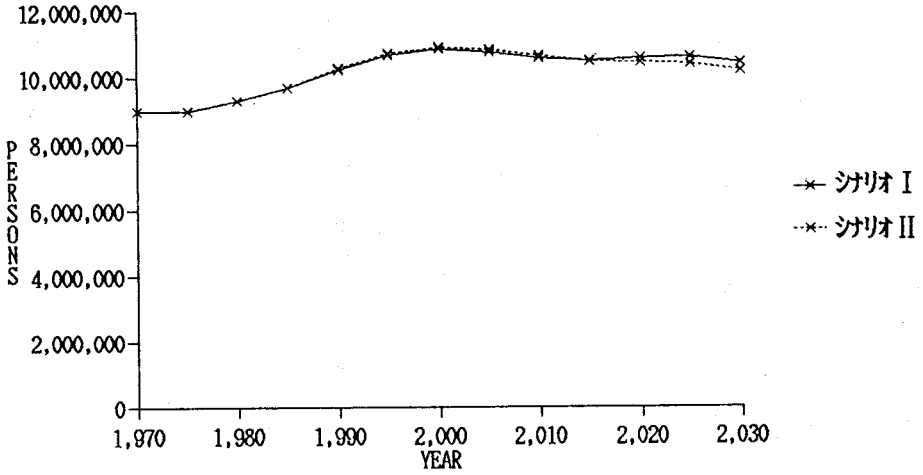


図7.6　総従業者数の推移

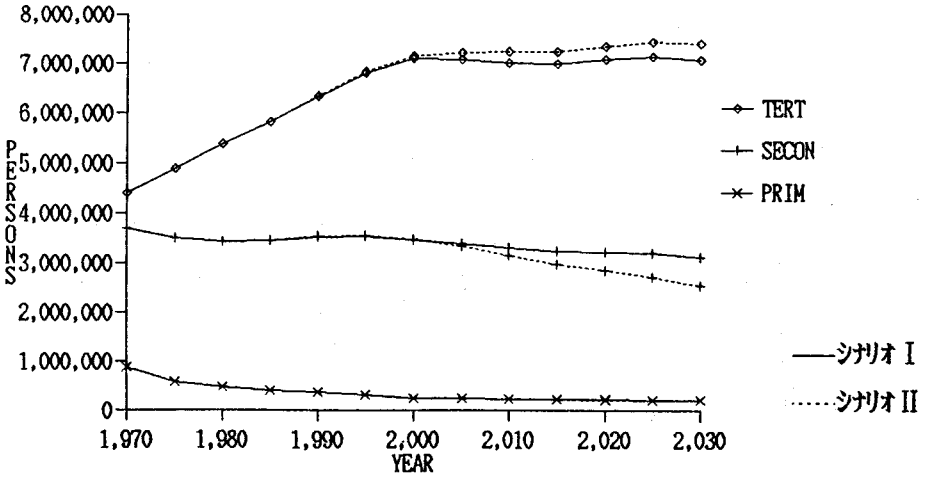


図7.7　第１次・第２次・第３次産業従業者数の推移

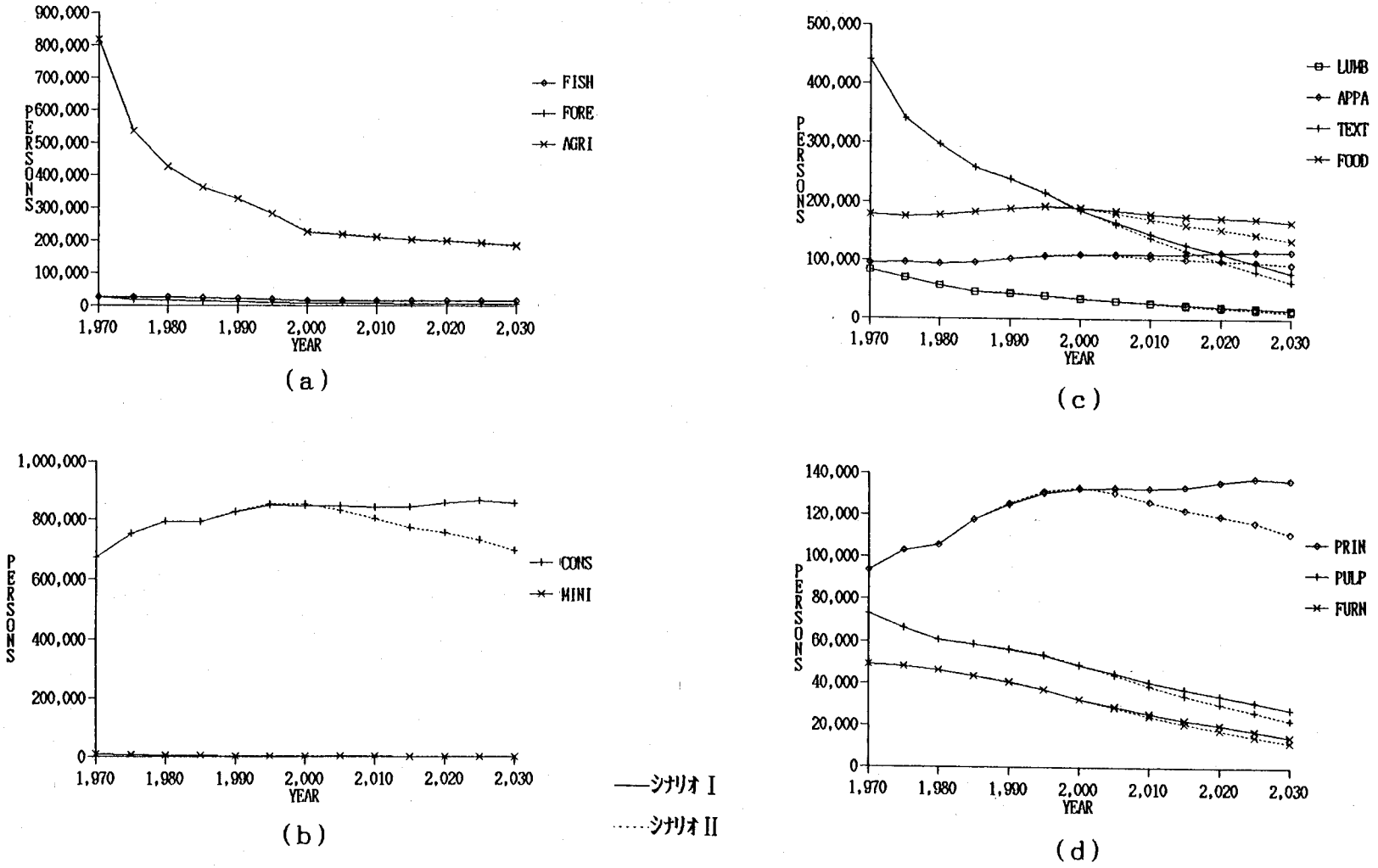


図7.8　46産業業種別従業者数の推移(その1)

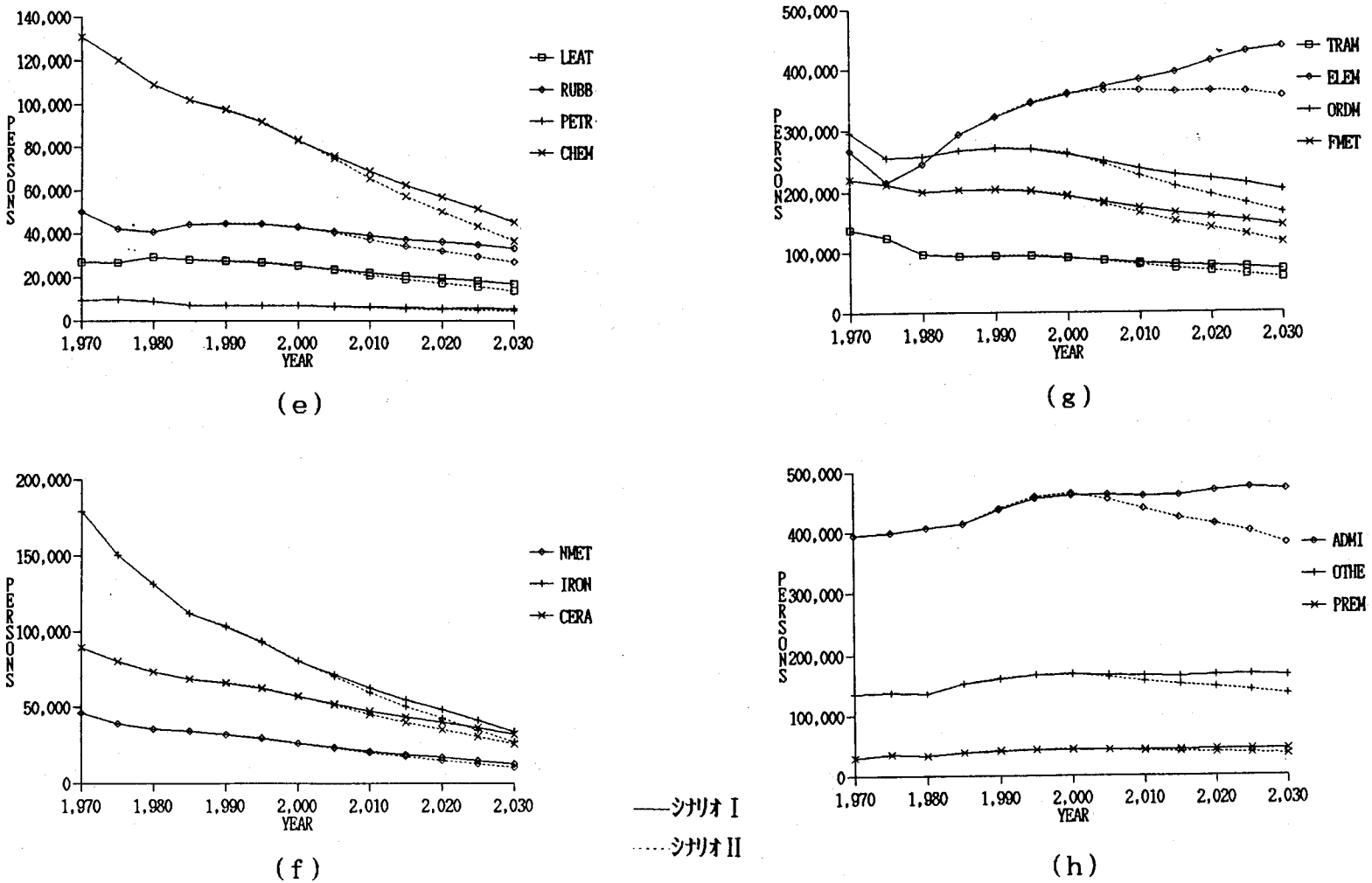


図7.8　46産業業種別従業者数の推移(その2)

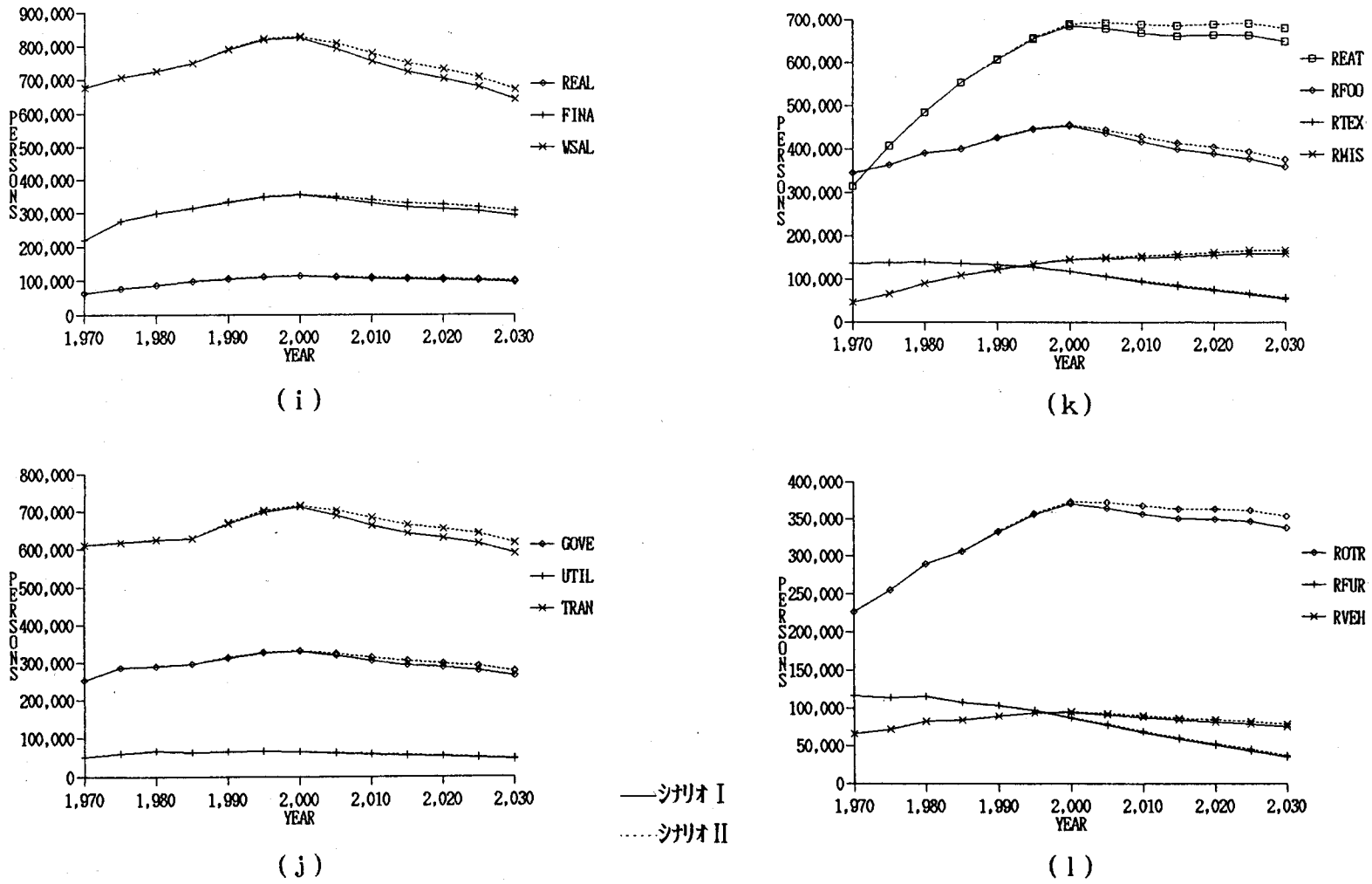
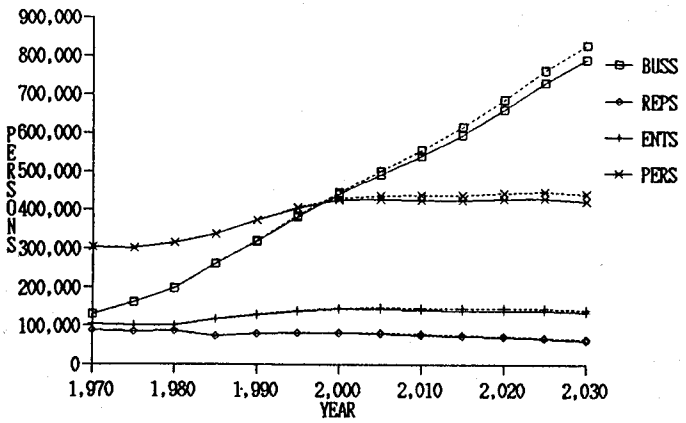
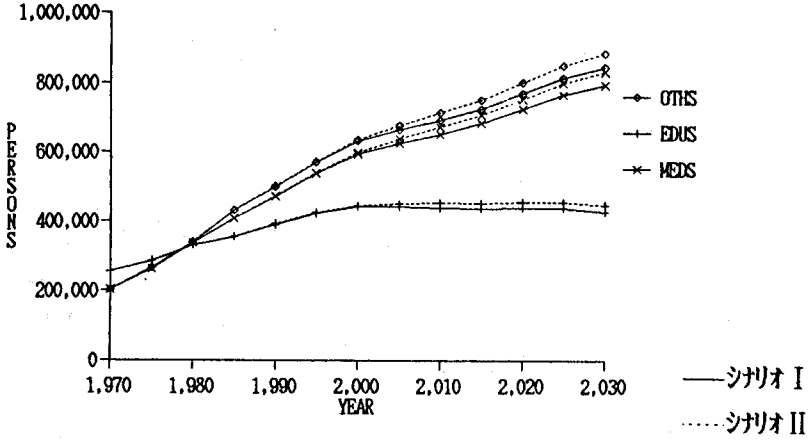


図7.8　46産業業種別従業者数の推移(その3)



(m)



(n)

図7.8　46産業業種別従業者数の推移(その4)

表7.1　46産業業種別従業者数変数コード表

AGRI	農業従業者数
FORE	林業従業者数
FISH	漁業従業者数
MINI	鉱業従業者数
CONS	建設業従業者数
FOOD	食料品従業者数
TEXT	繊維工業従業者数
APPA	衣服製造業従業者数
LUMB	木材・木製品製造業従業者数
FURN	家具製造業従業者数
PULP	パルプ・紙製造業従業者数
PRIN	出版業従業者数
CHEM	化学工業従業者数
PETR	石油製品製造業従業者数
RUBB	ゴム製品製造業従業者数
LEAT	皮革製品製造業従業者数
CERA	窯業従業者数
IRON	鉄鋼業従業者数
NMET	非鉄金属製造業従業者数
FMET	金属製品製造業従業者数
ORDM	一般機械製造業従業者数
ELEM	電気機械製造業従業者数
TRAM	輸送機械製造業従業者数
PREM	精密機械製造業従業者数
OTHE	その他製造業従業者数
ADMI	製造業管理部門従業者数
WSAL	卸売業従業者数
RMIS	各種商品小売業従業者数
RTEX	繊維・衣服小売業従業者数
RFOO	飲食料品小売業従業者数
REAT	飲食店従業者数
RVEH	自動車・自転車小売業従業者数
RFUR	家具・建具小売業従業者数
ROTR	その他小売業従業者数
FINA	金融・保険業従業者数
REAL	不動産業従業者数
TRAN	運輸・通信業従業者数
UTIL	電気・ガス・水道業従業者数
PERS	個人サービス業従業者数
ENTS	娯楽業従業者数
REPS	修理業従業者数
BUSS	事業サービス業従業者数
MEDS	医療サービス業従業者数
EDUS	教育業従業者数
OTHS	その他サービス業従業者数
GOVE	公務従業者数

などは増加している。しかし、シナリオIIでは第２次産業従業者数の減少を反映して、これらの増加や横ばい傾向にある業種も2000年以降は減少している。

図7.8(i)～(n)は第３次産業の各業種の推移である。シナリオI、シナリオIIともほとんどの業種が2000年までは増加している。しかし、卸売業、運輸・通信業、その他小売業などは2000年以降減少し、それ以外の業種でも飲食業、個人サービス業、教育業などは横ばい傾向となる。事業サービス業、医療サービス業、その他サービス業などは2000年以降も増加が続いている。これらは2000年以降、第３次産業従業者数は横ばい傾向にあるが、サービス業の内容が大きく変わっていくことを想定した結果である。シナリオI、シナリオIIを比較すると全ての業種でシナリオIIの方がやや多くなっている。

(e)シナリオの相違による従業者数の推移の相違

女性の社会進出による影響は、総従業者数の予測結果において最も顕著である。すなわち、シナリオIIでは女子の労働力率が高くなることにより20数年間は総従業者数は多くなるが、出生率の低下によりその後の総従業者数はむしろ少なくなっている。

また、第２次産業従業者数の減少、第３次産業従業者数の増加による影響の差異は、個々の業種に関して言えば第３次産業よりも第２次産業の業種に大きく現れている。すなわち、第３次産業では全ての業種の従業者数が増加していること、および従業者数の割合が大きいことより、従業者数のトレンドの変化に余り大きな相違はみられない。しかしシナリオIIのような第２次産業の従業者数の減少は建設業、電気・機械製造業、製造業管理部門など従業者を多くかかえる部門での従業者削減が必要なことを示唆している。

7.1.2 OURSモデルのシミュレーション結果

KMFモデルで推計されたシナリオⅠおよびシナリオⅡそれぞれの結果を利用して2030年までOURSモデルのシミュレーションを行うこととした。

(1) OURSモデルの外生変数と外生パラメータ

まず、OURSモデルを用いてシミュレーションを行うにあたって想定した外生変数と外生パラメータについて説明する。

(a)近畿地域の常住人口および46産業業種別従業者数

近畿地域の常住人口および46産業業種別従業者数については、KMFモデルのシナリオⅠおよびシナリオⅡで推計された値をそのまま用いることができる。

(b)近畿地域の新設住宅数

OURSモデルの外生変数の一つである新設住宅数についてはKMFモデルから予測されないため、ここでは過去（1975年から1985年までの３時点）の実績値を以下の曲線回帰式

$$X = aT^b \qquad (7.1)$$

により将来延長した値(図7.9参照)を用いることとした。

ここでXは新設住宅数、Tは1、2、3期、a、bは回帰係数を表す。

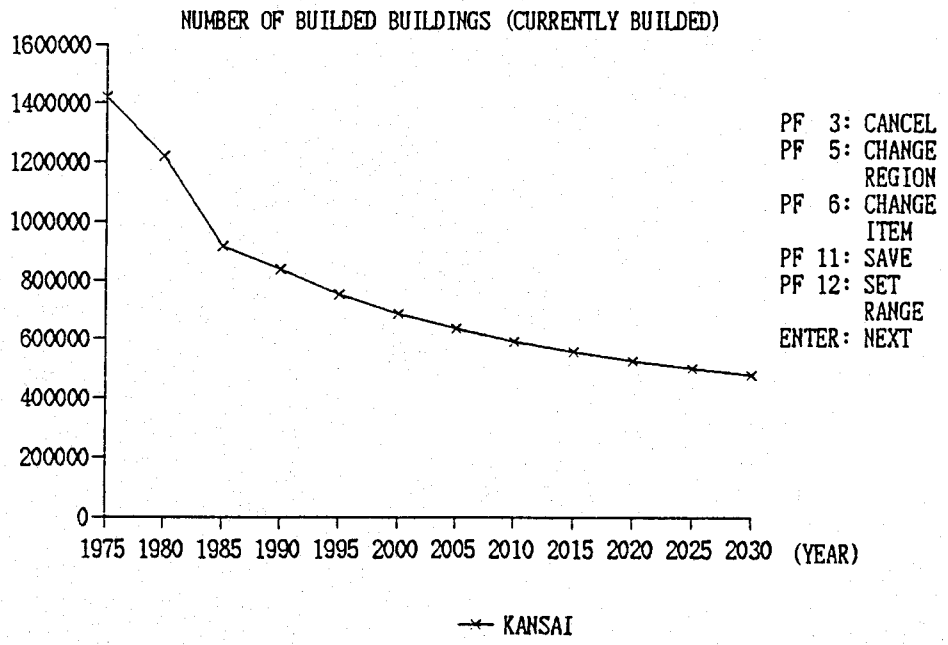


図7.9　近畿地域全体における新設住宅数の推移

(c)新規開発用途別土地利用面積

本モデルでは、未利用地の新規開発による用途別土地利用面積への転換(市街化調整区域内農地の市街化区域への変更を含む)が外生変数となっている。すなわち、たとえば山林が開発されて住宅地が供給されたり、農地や山林が道路に転換されたりすると、そのゾーンにおける常住人口や運輸通信業従業者数が変化し、これらの変化がさらに自ゾーンや他ゾーンの常住人口や従業者数に影響を与えるような構造となっている。近畿地域において、地方自治体や民間企業による新規の土地開発に関して種々の計画があり、小規模なものまで含めると非常に数多くの開発計画がある。これらの計画をモデルに組み込むことは容易ではあるが、非常に繁雑である。また、かなり大規模な土地開発が行われないかぎり、そのインパクトは比較的小さいと考えられる。そこで、ここでは簡単のため未利用地の新規開発による用途別土地利用面積への転換はないと仮定してシミュレーションを行うことにした。関西文化学術研究都市の建設など、大規模な土地開発の影響を評価する場合には7.2節に述べるように土地利用の転換や土地の創成を陽表的に考慮する。

(d)交通ネットワークの整備

外生変数となる交通ネットワークの整備については次のように設定した。時間距離データ作成の基準とした1980年以降も、近畿地域において地下鉄の延伸や新線の営業開始、道路の拡幅や高速道路の開通など、総合的な交通体系の整備に向けて種々 の対策が次々と講じられている。しかし、これらの変化をすべて時系列的に時間距離サブモデルの中に組み込むことは不可能ではないが大変繁雑である。本節では交通ネットワークの整備の影響は無視できるものとし、土地利用と同様、7.2節で交通ネットワーク整備の影響を陽表的に考慮することとした。

(e)外生パラメータの想定

モデルの外生パラメータのうち出生率と労働力率についてはKMFモデルと同様にして想定し、その他のパラメータについてはシナリオⅠおよびシナリオⅡで共通に設定した。これらの時系列変化を図7.10～図7.13および表7.2に示す。これらの図表において、1985年までは実績値を示し、1990年から2030年までが想定値を示す。

図7.10は近畿平均の女子の年齢階級別特殊出生率の推移を示す。図7.11は近畿平均の男女別年齢階級別死亡率の推移を示す。図7.11において、(その1)は男子のそれを、(その2)は女子のそれを、それぞれ示す。図7.12は女子の年齢階級別有配偶率の推移を示す。この設定は経済企画庁編「2000年の日本」で推定されている値を利用している[1)]。

表7.2は、男女別年齢階級別労働力率の設定値を示す。これも上記の「2000年の日本」で推定されている値を基にして設定した[1)]。図7.13は一世帯当りの世帯人員および住宅戸数の推移変化を示す。これらは、これまでのトレンドを延長して設定した。

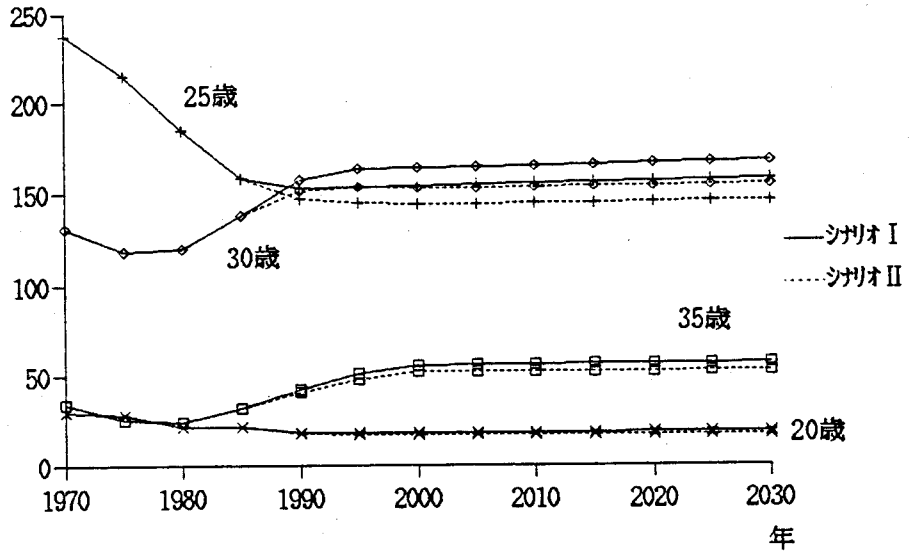


図7.10　近畿地域平均の女子年齢階級別特殊出生率の推移

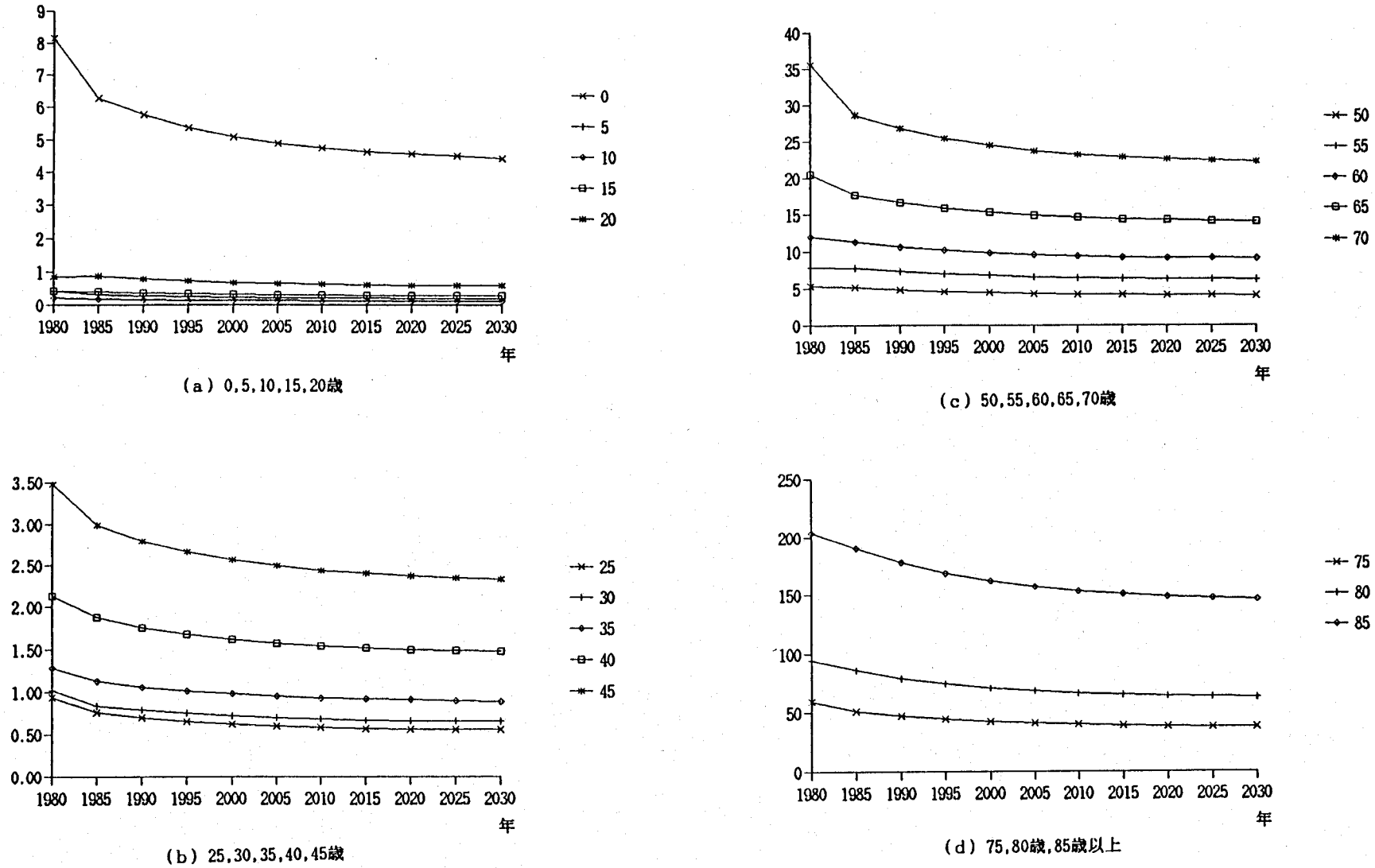


図7.11　近畿地域平均の男子年齢階級別死亡率の推移(その1)

注) $\ell = 0$は乳幼児の死亡率のカーブを示す。

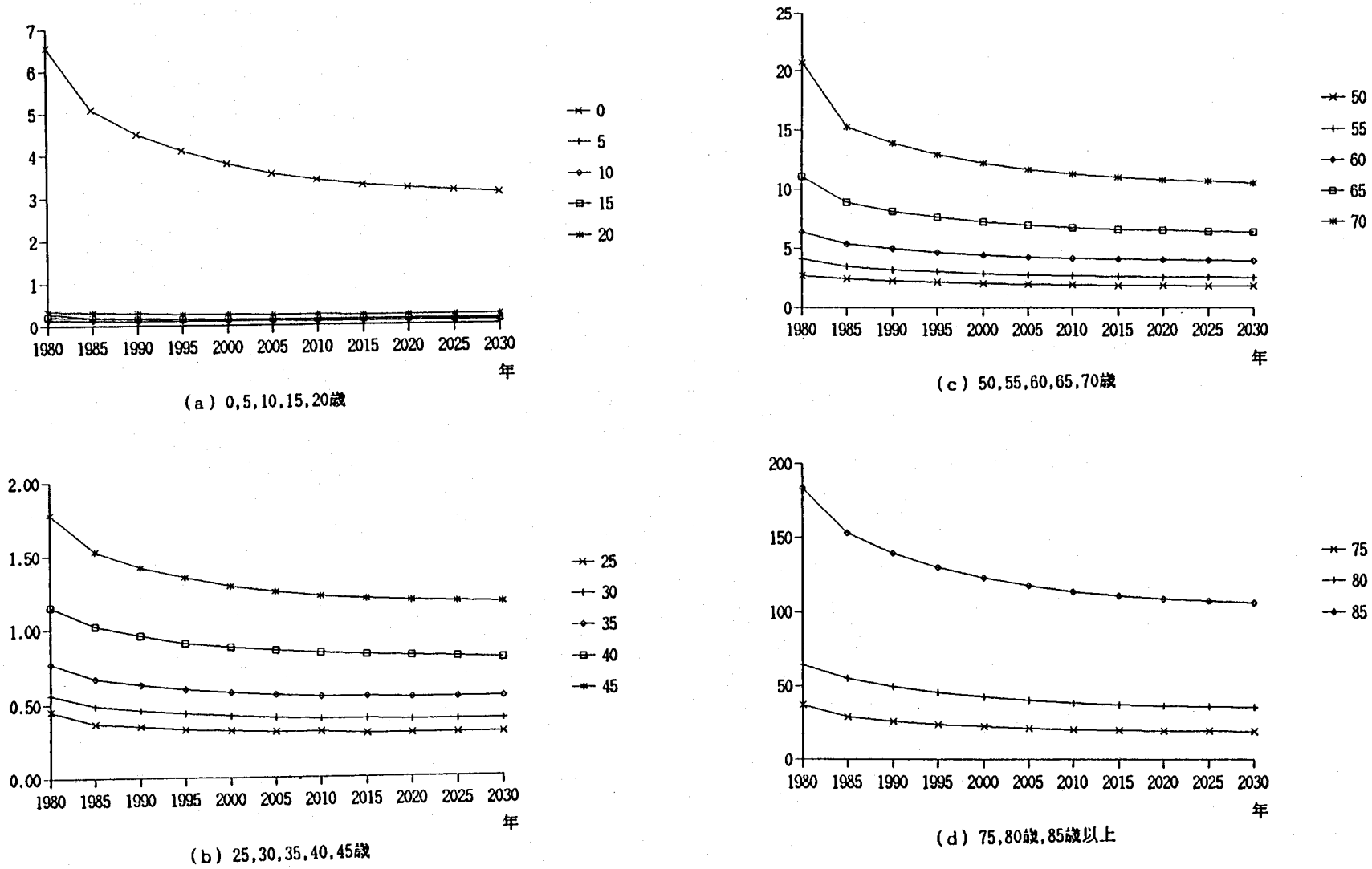


図7.11　近畿地域平均の女子年齢階級別死亡率の推移(その2)

注) $\ell = 0$は乳幼児の死亡率のカーブを示す。

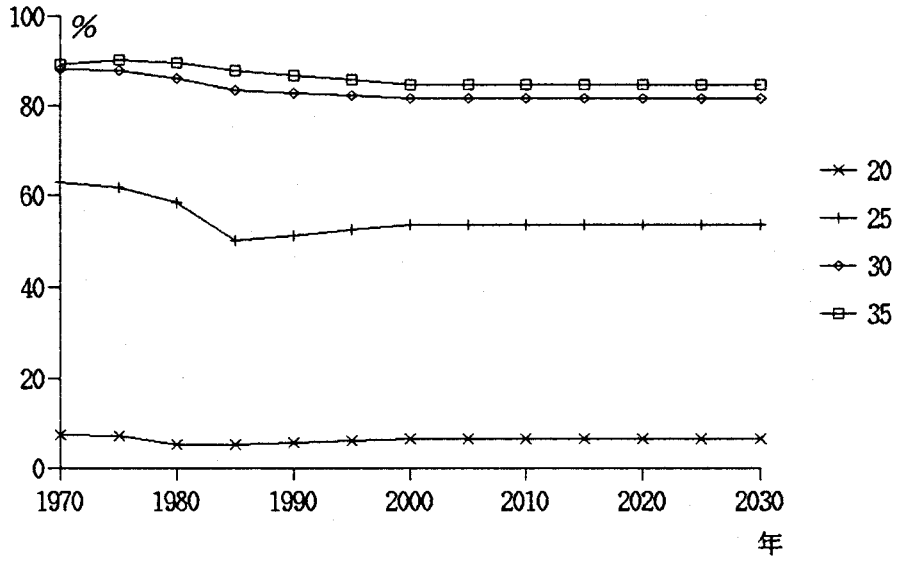


図7.12　女子年齢階級別有配偶率(近畿地域平均)の推移

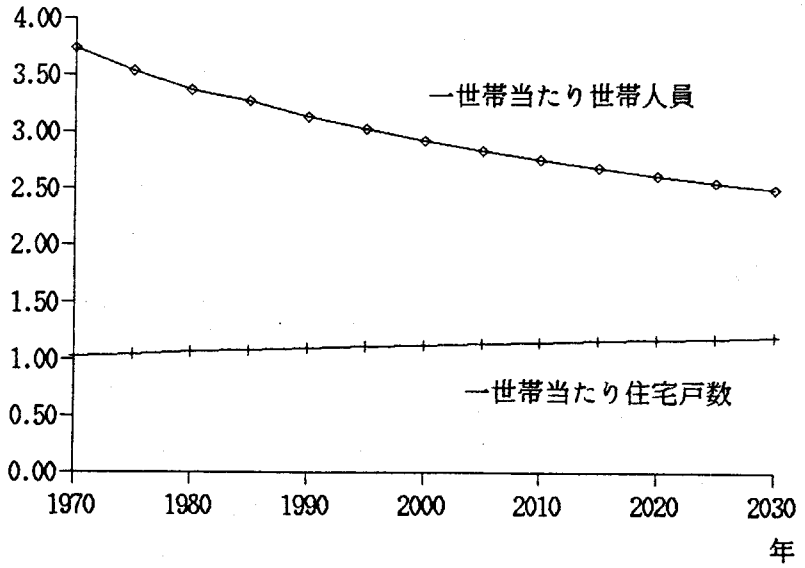


図7.13　一世帯当たり世帯人員および住宅戸数の推移

表7.2　男女年齢階級別労働力率の想定値

(a) 男 子

年齢階級 l ＼ 年	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2030
4	40.0	23.2	20.2	19.3	19.3	19.3	19.3	19.3
5	83.0	76.9	71.3	72.0	72.0	72.0	72.0	72.0
6	98.3	98.0	97.6	96.9	96.9	96.9	96.9	96.9
7	98.7	99.0	98.7	98.2	98.2	98.2	98.2	98.2
8	98.6	98.9	98.9	98.5	98.5	98.5	98.5	98.5
9	98.5	98.6	98.6	98.5	98.5	98.5	98.5	98.5
10	98.3	98.3	98.2	98.1	98.1	98.1	98.1	98.1
11	97.7	97.8	97.5	97.2	97.2	97.2	97.2	97.2
12	95.0	95.5	94.5	93.7	93.7	93.7	93.7	93.7
13	87.3	87.0	81.6	78.4	78.4	78.4	78.4	78.4
14	57.8	53.0	46.9	38.1	38.1	38.1	38.1	38.1

(b) 女 子

年齢階級 l ＼ 年	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000	2030
4	38.9	23.1	18.5	17.2	17.4	17.5	17.7	17.7
5	67.5	63.3	67.8	70.1	69.3	68.6	67.8	67.8
6	37.8	37.6	43.6	48.7	45.7	42.7	39.7	39.7
7	38.7	36.4	40.3	42.9	45.4	48.0	50.5	50.5
8	47.4	45.0	49.4	51.9	55.2	58.5	61.8	61.8
9	55.6	51.7	55.4	60.1	63.0	65.8	68.7	68.7
10	57.7	55.3	56.0	60.0	62.7	65.4	68.1	68.1
11	55.1	53.5	53.7	54.5	56.9	59.3	61.7	61.7
12	48.6	47.3	46.6	45.3	48.1	51.0	53.8	53.8
13	39.2	36.8	36.1	34.0	37.7	41.4	45.1	45.1
14	18.5	15.7	15.6	13.9	13.4	12.9	12.4	12.4

(2) シミュレーション結果

図7.14にシミュレーション結果の一例として近畿地域118ゾーンの中の大阪市における総常住人口、総従業者数、第２次産業従業者数および第３次産業従業者数の推計結果を示す。これらの値は大阪市に属する13のゾーンの各値の総和を求めることにより得られた値であり、国土庁の新広域生活圏の一つの地区として、モデル・システムの対話型検索・表示システムにより、容易に検索・表示される。図7.14の図中の各種折れ線がどのケースのどの変数を表しているかは、線の種類（とカラー）および図中の説明文により容易に判別できる。

図7.14から分かるように、大阪市においては図7.6に示した近畿地域全体の総従業者数の推移と異なり、2015年以降において総従業者数はむしろ増加すると推計されている。これは、第３次産業に従事する人が大阪市では依然として増加すると推計されているからである。シナリオⅡでは、シナリオⅠに比べ第３次産業従業者数の増分が大きくなるものの、第２次産業従業者数の減少分が大きくなるため、従業者総数では大差ないと推計されている。

人口の推移についての推計結果について説明すると次のとおりである。図7.14から、大阪市においては過去の人口減少傾向がとまり、2005年に向けて総人口が徐々に増加すると推計されている。したがって、人口総数においては最大になる時期が近畿全体の場合と異なると推計されていることが分かる。人口の増加は図7.15に示されているように、1995年以降社会減少が小さくなり、自然増加数が2005年まで正になると推計されているためである。社会減少が小さくなると推計されているのはOURSモデルでは工場地の住宅地への転換が進み大阪市での住宅供給比率が他のゾーンに比べ増加する、都市ゾーンへの若年労働力人口の流入がある、などと推計されているためである。ところが人口は2005年以降近畿全体の場合と比べかなり顕著

に減少すると推計されている。特に、シナリオIIの場合の減少傾向が著しい。これは図7.15から分かるように、自然増加数がこれまでの正から負に転換するためである。

このため、大阪市では2005年以降、人口の総数の減少とともに人口の高齢化がさらに進むものと予想される。図7.16に、人口ピラミッドの推計結果を示す。図はシナリオIIにおける2015年の例を示したものであり、1985年の実績値に比べ、人口の年齢構造がどのように変化すると推計されているかが一目瞭然である。また図7.17(a)は2030年における各ゾーンの老年人口比率（人口総数に対する65歳以上の人口の比率）の推計値をマップ表示したものであり、図7.17(b)は大阪市を中心として拡大表示したものである。図7.17から大阪市の都心のいくつかのゾーンにおいて近畿地域の周辺(紀伊半島や日本海側）の高齢化の進んだゾーンと同等以上に高齢化が進むと推計されていることがよく分かる。

7.2　地域プロジェクトの社会経済的影響分析

近畿地域では、世界で最初の本格的海上空港である関西国際空港の建設や、京都、大阪、奈良の３府県にわたる関西文化学術研究都市の建設が開始されたところであり、大阪テクノポートをはじめ多くの地域開発プロジェクトが進行中である。これらのプロジェクトは周囲の地域社会に種々の社会経済的影響を与えると考えられる。社会経済的影響は地域によってその影響の違いが大きいと予想されるので、社会経済的影響を事前にできるだけ詳細に分析し評価することは、開発計画の立案、詳細の決定に際して極めて重要であると考えられる。

このような観点から、開発したモデル・システムを用いて上記プロジェクトが近畿地域全体およびゾーンに及ぼす社会経済的影響を予測した。本節ではその手法ならびに予測結果について述べる。

7.2.1　社会経済的影響分析の手法の概要

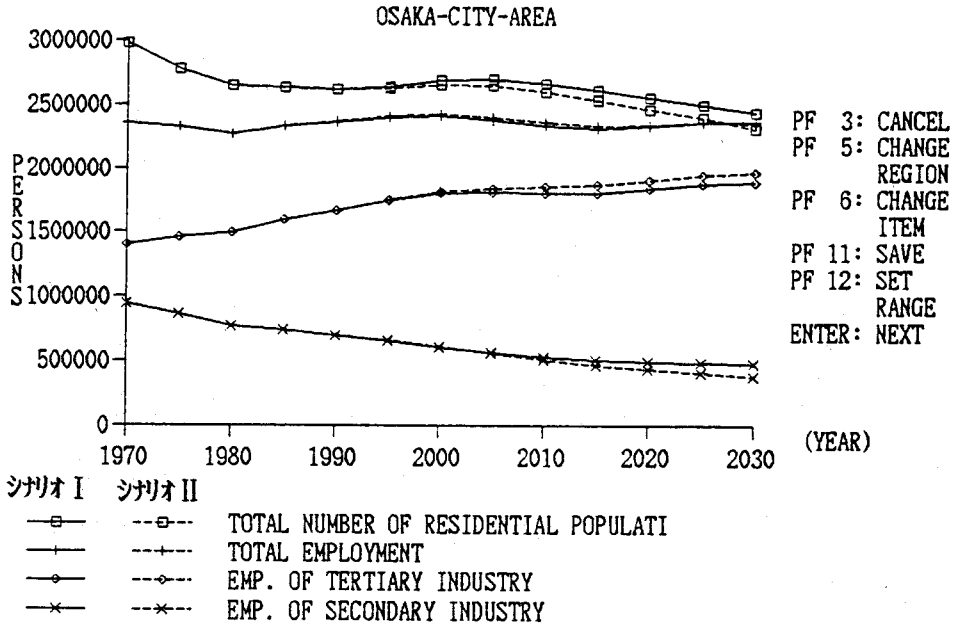


図7.14　大阪市における総常住人口、総従業者数、第２次産業従業者数および第３次産業従業者数の推計結果

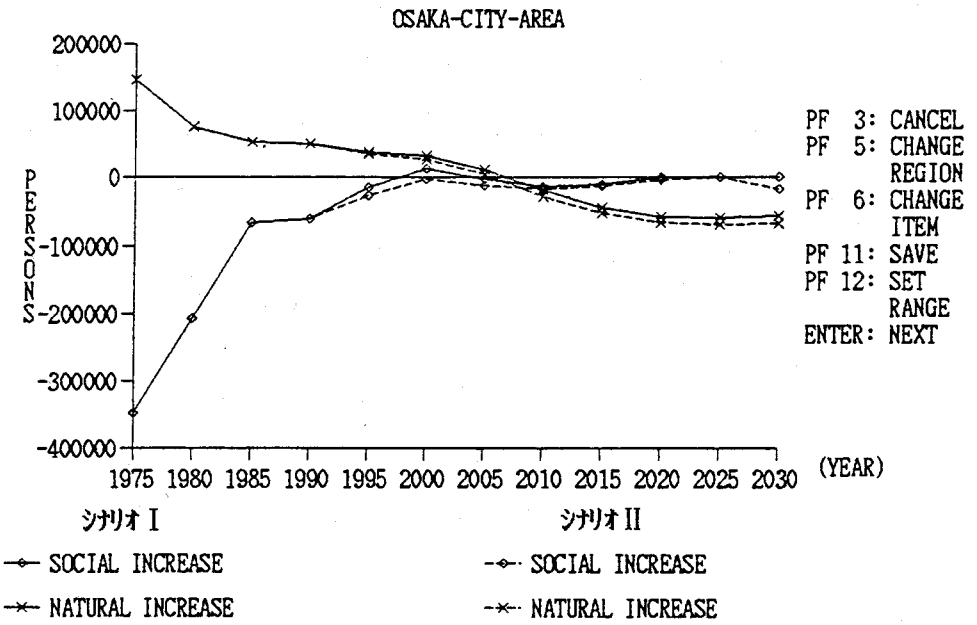


図7.15　大阪市における自然増加数（NAINC）、社会増加数（SOINC）の推計結果

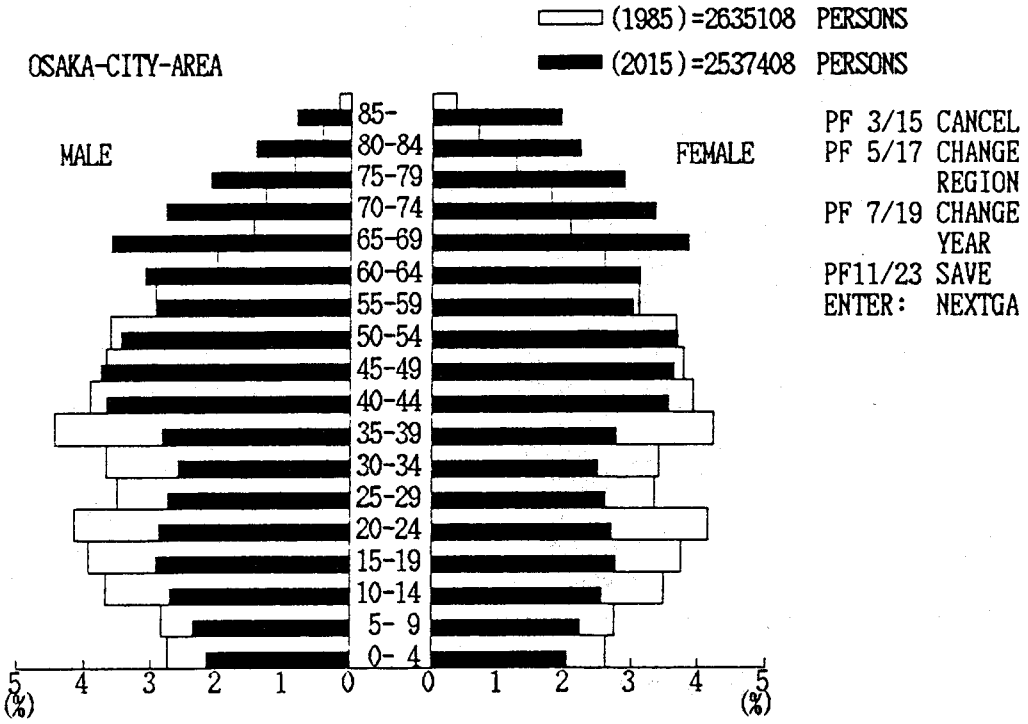
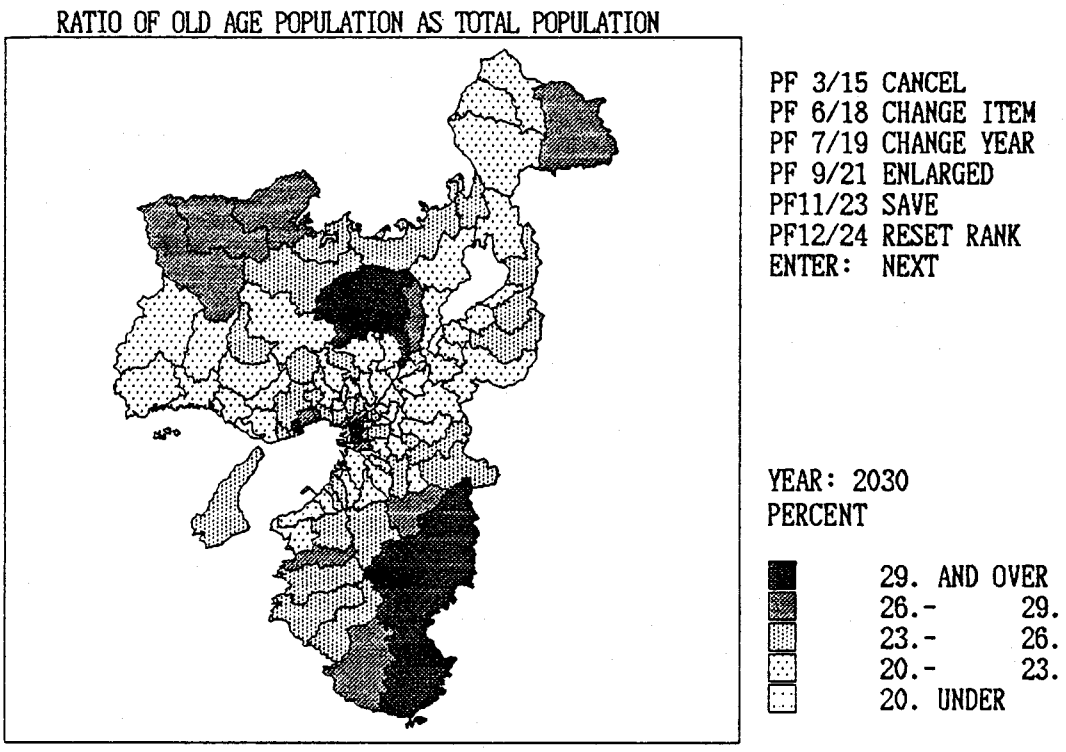
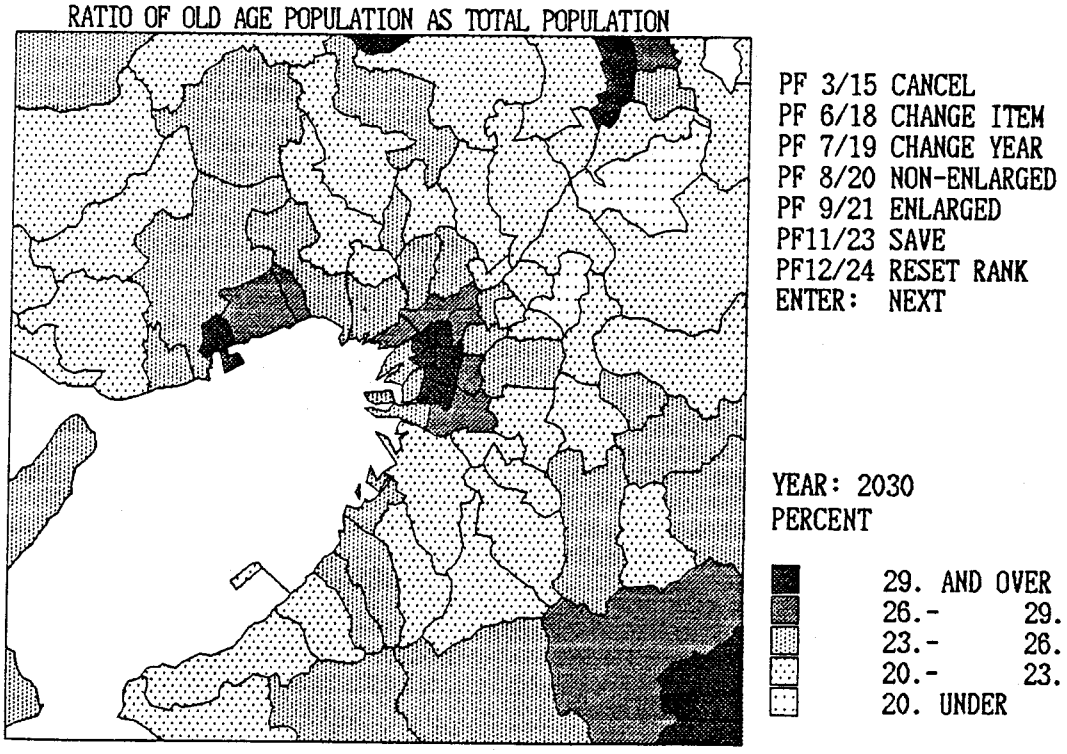


図7.16　大阪市の人口ピラミッド

（1985年は実績値、2015年は推計値）



(a) 近畿地域



(b) 大阪府

図7.17　2030年におけるゾーン別老年人口比率の推計結果

図7.18に、社会経済的影響分析のために用いた手法の全体フローを示す。

本手法は大別すると２つのブロックから成り立っている。

第１のブロックは、近畿地域全体を１個の地域として扱ったマクロ・ブロックである。ここには全く異なったタイプの２種類のモデルが用意されている。１つはマクロ計量経済モデルと産業連関モデルをリンクさせたモデルである。他の１つは第４章で述べたマクロフレームモデル（KMFモデル）である。マクロ計量経済モデルは、将来予測に際して地域プロジェクトの影響を評価するため公共投資などを外生変数とし、分配・支出項目を基本的な内生変数とする構造のモデルである。このモデルで予測される消費支出や資本形成などの最終需要項目は総額であるので産業連関モデルの入力とするために産業別配分比を用いて産業別最終需要を求めている。産業連関モデルは近畿地域全体の産業別の生産水準を求めるためのモデルである。このモデルでは、マクロ計量経済モデルの出力を変換した産業別最終需要項目を外生変数として与えることにより、産業連関表で表現されている産業構造に基づいて各産業の付加価値生産額が求められる。また、従業者一人当り付加価値生産性を設定することにより、産業別従業者数が求められる。このリンクされたモデルにより、地域全体のマクロな経済動向、そして産業別の動向というように順を追って予測を行うことができる。KMFモデルは超長期にわたって近畿地域全体の人口や産業別従業者数を求めるためのモデルである。しかし、それぞれのモデルには問題点がある。前者のモデルは、総人口を求めることができない。また、このモデルは短期の予測には大いに役立つが、超長期にわたる予測になると産業構造の大きな変化などの組み込みが難しいので必ずしも有効な手段とはいえないということである。後者のモデルの問題点は、このモデルの外生パラメータである人口移住率の設定が非常に難しい点である。というのは地域内の人口はその地域の経済状態に応じて他地域

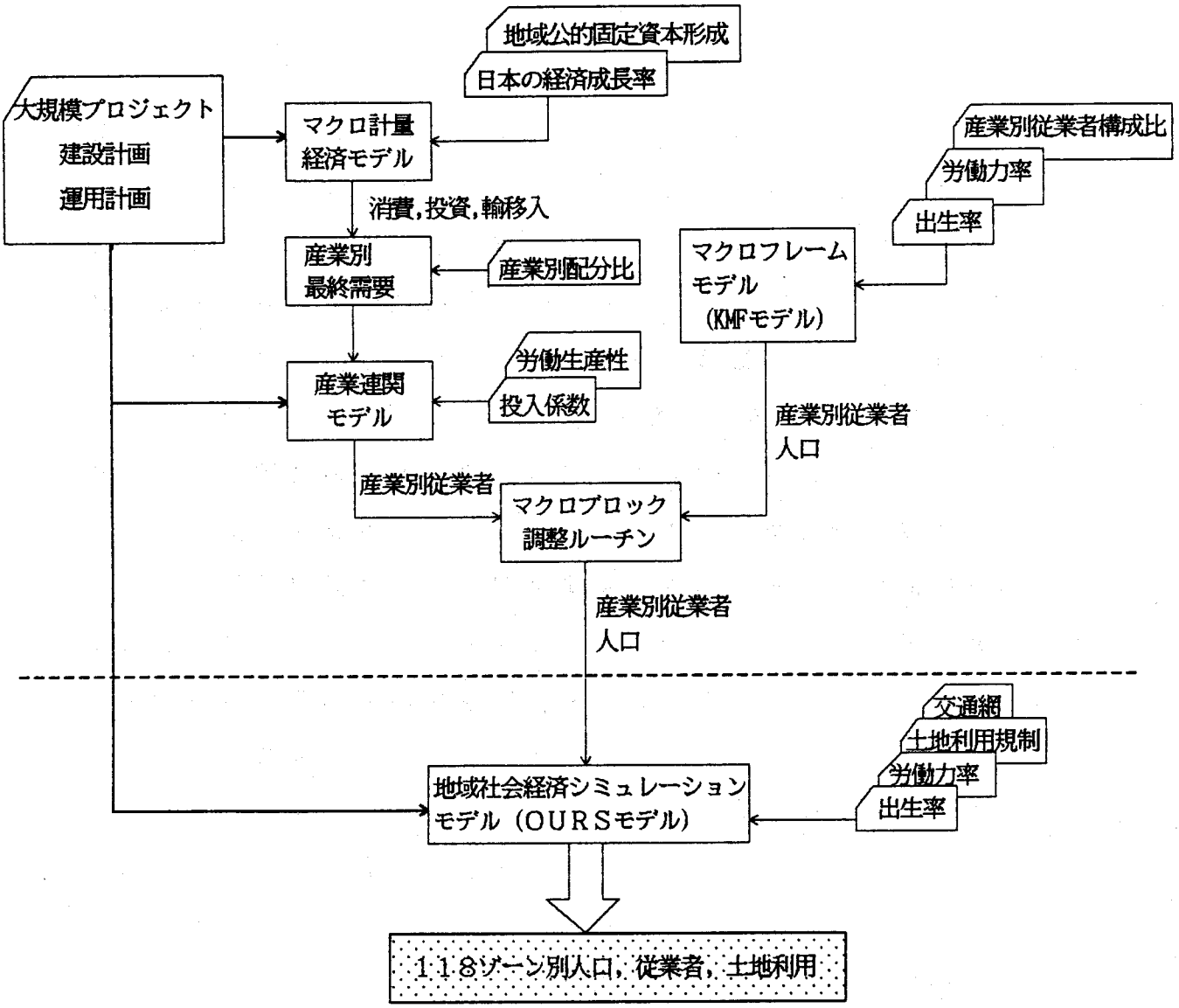


図7.18　社会経済的影響分析の手法の全体フロー

との間の流入・流出が考えられるからである。また、従業者の構成比の設定も難しい。これらそれぞれのモデルの問題点をふまえて、またそれぞれのモデルの長所をできるだけ生かすため、以下に示す方法で近畿全体の総人口と産業業種別従業者数の推計を行うことにした。

まず、計量経済－産業連関の連結モデルによって2000年(15年先の将来値）までの従業者数の推計を行う。従業者数が推計されると、次にKMFモデルの推計値の総従業者数とが一致するように、KMFモデルの人口移住率を調整する。この時に求まった人口を将来推計値とする。また2000年以降はKMFモデルの推計値をそのまま利用する。この方法によって2030年までの超長期にわたって地域全体の総人口と産業業種別従業者数を予測することにした。

第２のブロックは、空間分布ブロックで第３章で述べたOURSモデルを利用している。このモデルを用いて、第１のブロックで求まった近畿地域全体の総人口や産業業種別従業者数をゾーン別にアロケートすることにより、ゾーンごとの影響を分析することが可能となる。

7.2.2　地域マクロ計量経済モデル

近畿地域マクロ計量経済モデルは、近畿地域のマクロ経済指標のうち分配・支出項目を将来の各時点にわたって予測する役割を持つ。おもな外生変数としては国民総生産と公的固定資本形成が選ばれており、国全体の経済成長率や公共投資が近畿マクロ経済に及ぼす効果が測定できる構造となっている。また、全国民間企業設備投資、全国民間住宅投資、在庫品増加も外生変数として取り入れられている。

モデルは22個の内生変数、5個の外生変数およびダミー変数より構成される16本の構造方程式、6本の定義式により記述される。モデルで用いた変数（ダミー変数以外）を表7.3に、またモデルの構造を図7.19に示す。モデルの詳細については参考文献２）を参照されたい。

7.2.3　地域産業連関モデル

産業連関モデルはマクロ計量経済モデルで予測された近畿地域経済

表7.3　近畿地域マクロ計量経済モデルの変数

変数の種類		変数名	記号
外生変数		国民総生産	JGNP
		全国民間企業設備投資	JFCFMAC
		全国民間住宅投資	JFCFDWE
		公的固定資本形成	FCFPUB
		在庫品増加	INCSTO
内生変数	分配項目	個人所得	INCPERS
		雇用者所得	COMPEMP
		個人財産所得	PIOHOU
	支出項目	家計消費支出（飲食費）	FCEFOOD
		家計消費支出（被服費）	FCECLOT
		家計消費支出（光熱費）	FCEFUEL
		家計消費支出（住居費）	FCEHOUS
		家計消費支出（雑費）	FCEMISC
		対家計民間非営利団体消費支出	FCENPRO
		政府消費支出	FCEGOV
		民間企業設備投資	FCFMAC
		民間住宅投資	FCFDWE
		純輸移出	EXPORT
	生産・分配関連項目	固定資本減耗	CONOFC
		純間接税	INDTAX
		生産外所得	NPRINC
	定義式変数	圏内総生産	GDP
		圏内総収入	TOTINC
		圏内総固定資本形成	GDFCF
		圏内純生産	NDP
		民間消費支出	FCEPRI
		民間固定資本形成	FCFPRI

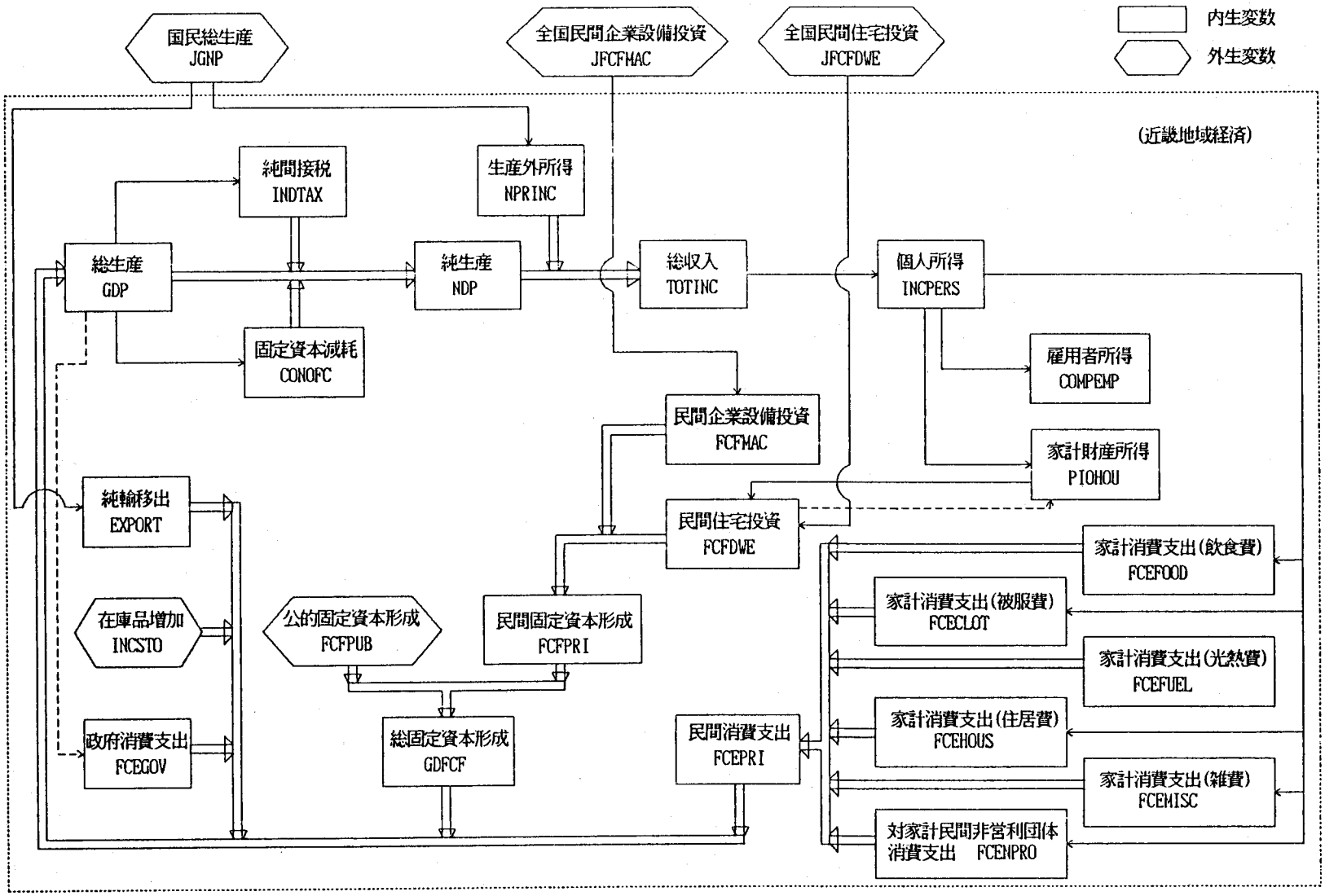


図7.19 マクロ計量経済モデルのフロー

を実現するために必要な近畿地域の産業別の生産水準を推計する。マクロ計量経済モデルで予測されたマクロ経済水準を達成するためには、各産業は予測された圏内総支出額に相当する財貨・サービスを生産しなければならないが、生産を行うには各産業が別の産業から財貨・サービスを購入することが必要であり、つぎつぎとそれが波及してゆく。このような２次以降の波及効果をも含めた生産活動全体を、各産業別に予測するのが産業連関モデルである。

産業連関表の基本的な構造は表7.4のようになっており、横方向が各産業における商品・サービスの販売を、また縦方向が各産業で商品・サービスを生産するのに必要な原材料等の購入を表している。この産業連関表は、総生産と総支出とのバランスを産業間の中間需要・中間投入を含めた形に拡張して表したものとなっており、産業連関表より求められる投入係数や最終需要の業種別配分比などのパラメータは地域の産業構造を定量的に表現している。

表7.4　産業連関表の基本構造

	産業 1 2 3 …… 12	小計	消費		投資		輸移出入	産出額
産業 1 2 3 … 12								
小計								
付加価値								
産出額								

▨ マクロ計量経済モデルの出力

産業連関モデルにおける産業分類については、産業構造の変化を詳細に分析するという観点ではできるだけ細かく分割するほうが望ましいが、長期的な投入係数の変化を捕らえることが難しいため、本研究では経済企画庁総合計画局編「2000年の日本」[1] での分類にならい、表7.5のような12部門とした。

本モデルでは、マクロ計量経済モデルで推定された消費・投資などの項目と、将来の投入構造から、将来の産業別産出額、付加価値額等を推定する。そして産業別の1人当り付加価値生産性を設定し、産業別従業者数の推定を行っている。

表7.5　産業連関モデルの産業分類

1	第一次産業	農業,林業,漁業	6	建設業	建設業,土木業
2	化学等	鉱業,紙パルプ,石油・石炭	7	電気・ガス・水道	電気・ガス・水道業
		製品,窯業・土石製品	8	金融・保険・不動産	金融・保険・不動産業
3	一次金属	鉄鋼業,非鉄金属	9	運輸・通信業	運輸・通信業
4	機械	金属製品,一般機械,電気機械	10	サービス業等	卸売・小売業,サービス業,公務
		輸送機械,精密機械	11	原油・天然ガス	原油・天然ガス
5	その他製造業	食料品,繊維,その他製造業	12	分類不明	分類不明

以下に、産業連関モデルによる産業別従業者数の推定法について述べる。

産業連関表における投入・産出バランス式は次のように表される。

$$\underline{A}\,\underline{x} + \underline{f} = \underline{x} \qquad (7.2)$$

ここで、$\underline{A} = \{a_{ij}\}$ は投入係数行列、$\underline{x}$、$\underline{f}$ は産業別のそれぞれ産出額、最終需要のベクトルである。最終需要は民間消費支出、政府消費支出、総固定資本形成、在庫品増加、輸移出入の5項目より成り立っている。それぞれの総額は計量経済モデルより求められるので、産業連関表より求められる産業別配分比（コンバータ、表7.6参照）を用

いて産業別最終需要が求められる。(7.2)式を$\underline{x}$について解くことにより産業別産出額は

$$\underline{x} = (\underline{I} - \underline{A})^{-1}\underline{f} = \underline{B}\,\underline{f} \tag{7.3}$$

$$\underline{B} \equiv (\underline{I} - \underline{A})^{-1} \tag{7.4}$$

と求められる。ここで、$\underline{I}$は単位行列であり、$\underline{B}$はレオンチェフ逆行列である。商品別付加価値額を$\underline{v}_c$すると、$\underline{v}_c$は

$$\underline{v}_c = \hat{\underline{C}}\,\underline{x} \tag{7.5}$$

と求められる。ここで、$\hat{\underline{C}} = \{c_{ij}\}$は付加価値係数対角行列である。この値は投入係数$a_{ij}$より求めることができる。すなわち、

$$c_{ij} = 1 - \sum_i a_{ij} \tag{7.6}$$

である。

(7.5)式で求められる12産業別の付加価値より産業別従業者数を求めるため、次の２つの手続きが必要である。

一つは商品ベースから産業ベースへの変換である。産業連関表における産業部門は「ある商品・サービスを生産する部門」を表している。従って、(7.5)式で得られる12産業別の付加価値額は、あくまでも商品ベースの値である。他方、産業連関モデルの結果を受けるOURSモデルは国勢調査をベースとしており、従ってこのモデルで定義される産業別従業者数は産業ベースの従業者数のことである。一つの業種であっても複数の商品・サービスを生産することは多く、それらがその業種本来の商品・サービスにとどまらないことが近年、特に多くなってきている。そのため、２つのモデルの間で商品と産業に関する概念の調整が必要となるが、ここでは全国の産業別商品算出表を利用して商品から産業への変換を行うこととした。すなわち、産業活動別付加価値額を$\underline{v}_p$とすると、$\underline{v}_p$は

$$\underline{v}_p = \underline{V}\,\underline{v}_c = \underline{V}\,\hat{\underline{C}}\,\underline{x} \tag{7.7}$$

と求められる。ここで、$\underline{V}$は$\underline{v}_c$から$\underline{v}_p$への変換行列で、産業別商品算出表から求められる。1985年の同表を表7.7に示す。この表の将来

表7.6　最終需要の産業別配分コンバータ

	家計消費支出					対家計民間非営利団体消費支出	政府消費支出	総固定資本形成		在庫品増加	純輸移出
	飲食費	被服費	光熱費	住居費	雑費			政府	民間		
1 第1次産業	0.097901	0.000000	0.000000	0.000000	0.004613	0.000000	0.000000	0.000000	0.000876	0.095124	-0.710344
2 化学等	0.006324	0.001397	0.084673	0.021257	0.039325	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	-0.001930	-0.227382
3 一次金属	0.000000	0.000000	0.000000	0.009668	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.006852	0.086673	0.204373
4 機械	0.000000	0.000000	0.000000	0.187728	0.003332	0.000000	0.000000	0.119224	0.416495	0.465312	1.945580
5 その他製造業	0.684870	0.998603	0.000648	0.025428	0.024641	0.000000	0.000000	0.011904	0.025720	0.134110	0.524677
6 建設業	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.846897	0.460605	0.000000	0.000000
7 電気・ガス・水道	0.000000	0.000000	0.912726	0.038508	0.000000	0.000000	0.047999	0.000000	0.000000	0.000000	-0.112984
8 金融・保険・不動産	0.000000	0.000000	0.000000	0.672703	0.065238	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	-0.093857
9 運輸・通信	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.115973	0.000000	0.000041	0.001594	0.004583	0.032125	0.150687
10 サービス業等	0.210905	0.000000	0.000000	0.044707	0.746878	1.000000	0.951959	0.020381	0.084867	0.151777	-0.054171
11 原油・天然ガス	0.000000	0.000000	0.001953	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.036808	-0.637972
12 分類不明	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.011395

表7.7　商品別付加価値→産業活動別付加価値変換係数(V)

	第一次産業	化学等	一次金属	機械	その他製造業	建設業	電気・ガス・水道	金融・保険・不動産	運輸・通信	サービス業等	原油・天然ガス	分類不明
1 第1次産業	0.9994593	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0094300	0.0000224	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000345	0.0000000	0.0000000
2 化学等	0.0000000	0.9740571	0.0020576	0.0026754	0.0075003	0.0003271	0.0153120	0.0000000	0.0000000	0.0007957	0.0000000	0.0088963
3 一次金属	0.0000000	0.0123353	0.9754927	0.0067417	0.0005875	0.0001129	0.0080044	0.0000000	0.0000000	0.0002166	0.0000000	0.0169260
4 機械	0.0000000	0.0032458	0.0210881	0.9783238	0.0095119	0.0010135	0.0001096	0.0000000	0.0000000	0.0031698	0.0000000	0.0034052
5 その他製造業	0.0005411	0.0084541	0.0005368	0.0033052	0.9130856	0.0009588	0.0005261	0.0000000	0.0000000	0.0006079	0.0000000	0.0032871
6 建設業	0.0000000	0.0000000	0.0003478	0.0000000	0.0000000	0.9941704	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0002621	0.0000000	0.0000000
7 電気・ガス・水道	0.0000000	0.0014855	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000700	0.9747474	0.0000000	0.0000000	0.0000615	0.0000000	0.0000000
8 金融・保険・不動産	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000155	0.0000000	0.9985790	0.0000000	0.0004358	0.0000000	0.0000000
9 運輸・通信	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0056974	0.0000000	0.0011453	0.0012494	0.0014211	1.0000000	0.0022649	0.0000000	0.0000000
10 サービス業等	0.0000000	0.0004227	0.0004781	0.0032569	0.0598850	0.0021476	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.9921502	0.0000000	0.0001866
11 原油・天然ガス	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000002	0.0000522	0.0000000	0.0000000	0.0000009	1.0000000	0.0000000
12 分類不明	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000173	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.0000000	0.9672986

変化も考えられるが、現状では有効な推計法が求められていないため、1985年の表を固定したまま将来にも適用することにした。

手続きのもう一つは産業別従業者一人当りの付加価値生産性を推定することである。これについては1985年の実績値を基準としたその年平均伸び率を外生的に与えることにより対処することとした。年平均伸び率の設定に当たっては、前出「2000年の日本」で設定された産業別総生産と従業者数（1980年、2000年）から一人当り総生産の年平均伸び率を算出し、これを基にして設定することとした。この表を表7.8に示す。

以上より、産業別従業者数$\underline{w}$は

$$\underline{w} = \underline{W}^{-1}\underline{v}_{p} \qquad (7.8)$$

と推定される。ここで、$\underline{W}$は産業別従業者一人当り付加価値生産性対角行列である。

表7.8　一人当たり総生産の年平均伸び率

	1人当り総生産（百万円）		年平均伸び率
	1985年	2000年	（%）
1 第1次産業	1.73	3.36	4.53
2 化学等	12.03	17.84	2.66
3 一次金属	10.75	15.18	2.33
4 機械	6.85	12.44	4.06
5 その他製造業	4.51	9.25	4.90
6 建設業	4.22	5.92	1.96
7 電気・ガス・水道	31.51	39.75	1.56
8 金融・保険・不動産	19.06	26.78	2.29
9 運輸・通信	6.25	8.76	2.28
10 サービス業等	4.21	6.26	2.67

なお、以下では産業別従業者の分類は、表7.5における1から10の10分類としている。すなわち、「11．原油・天然ガス」は近畿に存在しない産業であることから削除し、「12．分類不明」については1から10の各産業に比例配分することにした。

7.2.4 地域全体の影響分析の方法

あるプロジェクトが近畿地域全体に与えるマクロ経済的影響の分析は、そのプロジェクトが建設される段階と運用による段階とにわけて行われる。

(a)建設段階での影響分析方法

まず、そのプロジェクトの建設関連投資が近畿地域のマクロ経済にいかなる影響を及ぼすかについて分析する方法について述べる。

この分析はマクロ計量経済モデルと産業連関モデルを用いて行われる。マクロ計量経済モデルでは、外生変数である公的固定資本形成にそのプロジェクトの建設関連投資を加えて将来予測を行うことにより、その投資がマクロ経済に及ぼすマクロな影響を推定することができる。産業連関モデルではマクロ計量経済モデルで求められた建設の影響を含んだ予測結果を外生変数として用いることにより、産業別の付加価値生産額や従業者数に及ぶ影響を求めることができる。

(b)運用による影響分析の手法

あるプロジェクトが実行され、それが運用される段階において多数の新規従業者が必要となるような大規模プロジェクトにおいては、その運用が他に及ぼす効果をも分析することが必要となる。ここではこれらの新規従業者が行う生産活動によってもたらされる波及効果の推定およびその結果増加した所得により増大する消費活動によって誘発される波及効果の推定法について述べる。

プロジェクト運用に必要とされるk番目の産業部門の新規従業者数をw_k^aで表す（k=1,2,・・・,12)。これは産業連関モデルの外生変数の1つである。w_k^aによる産出額x_k^aは、k部門の従業者の1人当りの産

出額をg_k^aで表すと、$x_k^a = g_k^a w_k^a$と求められるので、新規従業者$\underline{w}^a$の生産活動による産出額$\underline{x}^a$は

$$\underline{x}^a = \sum_k \underline{\alpha}_k^a g_k^a w_k^a \tag{7.9}$$

と推定される。ここで、$\underline{\alpha}_k^a$はk部門の新規従業者による単位生産当りの第i産業部門への投入額を表すn×1ベクトルである。$\underline{x}^a$によって誘発される産出額を$\underline{x}_i^a$とすると、$\underline{x}_i^a$は

$$\underline{x}_i^a = \sum_j x_j^a \underline{b}_j / b_{jj} \tag{7.10}$$

と推定される。ここで$\underline{b}_j$はレオンチェフ逆行列$\underline{B}$のj番目の列ベクトルを表し、b_{jj}は$\underline{b}_j$のj番目の要素を表す。したがって、$\underline{w}^a$の従業者増による波及従業者を$\underline{w}_i^a$で表すと、$\underline{w}_i^a$は

$$\underline{w}_i^a = \underline{W}^{-1} \cdot \underline{V} \cdot \hat{\underline{C}} \cdot \underline{x}_i^a \tag{7.11}$$

と推定される。

さて、運用により上述のように生産が増え、したがって所得が増える。所得が増えると家計消費が増え、これが再び生産や所得を誘発することになる。w_j^aおよびw_{ij}^aの従業者1人当りの所得をそれぞれμ_j^aおよびμ_{ij}^aとすると、運用による直接、間接の雇用増による所得の増加f_Yは、

$$f_Y = \underline{\mu}^a \underline{w}^a + \underline{\mu}_i^a \underline{w}_i^a \tag{7.12}$$

と求められる。ここで、$\underline{\mu}^a$および$\underline{\mu}_i^a$はそれぞれμ_j^aおよびμ_{ij}^aをj要素とする1×nの行ベクトルである。

この所得増による生産の誘発効果を$\underline{x}_c$とすると、$\underline{x}_c$は

$$\underline{x}_c = \underline{B}\,\underline{C}\,K f_Y \tag{7.13}$$

と推定される。ここで$\underline{C}$は家計所得単位当りの第i産業部門からの商品の購入額を表すn×1消費係数ベクトルであり、Kは

$$K = (1 - \underline{v}\,\underline{B}\,\underline{C})^{-1} \tag{7.14}$$

で定義される所得連関乗数である。$\underline{v}$は第j産業生産単位当りの分配家計所得を示す1×n所得係数ベクトルである。この生産増による従業

者増を$\underline{w}_c$とすると、$\underline{w}_c$は(7.11)式における$\underline{x}^a_i$を$\underline{x}_c$に置き換えた式により求められる。

7.2.5 ゾーンごとの影響分析の手法

ゾーンごとの社会経済的影響の分析はOURSモデルを用いて行うことができる。影響分析にあたっては次のことを考慮することとした。

(i)OURSモデルの外生変数となる近畿地域全体の従業者・人口はマクロ・ブロックで推定される値を利用する。

(ii)プロジェクトの建設従業者および運用従業者は外生的に当該ゾーンに立地させる。

(iii)新規住宅地の開発がある場合はその土地の予定人口を外生的に当該ゾーンに立地させる。

(iv)交通ネットワークの整備を考慮する。

人口や従業者がシナリオ設定された場合のゾーン別のシミュレーション方法を述べると以下のとおりである。

(a)46産業別従業者数のシナリオ

3.1節で述べた雇用サブモデルでは、産業業種別従業者の立地は種々の要因を考慮して同定された立地関数を用いて推定される。しかし、大規模プロジェクトによって新たに従業者の立地が見込まれるゾーンにおいて、その新規従業者の立地は、プロジェクトの計画に大きく依存すると考えられるため、立地関数によって推定するよりも独立的に設定する方がより現実的であると思われる。このような観点から、ここではシナリオで設定された新規従業者の立地はシナリオの設定を行わない場合（基準ケース）に対する雇用力の特別な増加であると考え、プロジェクトの計画に従って、各期ごとに基準ケースよりも増加すると想定された従業者数を外生的に与えることにしている。

プロジェクトが一期で終了する場合には、比較的簡単でシナリオを設定するゾーンにおいても、基準ケースと同様の計算を行って11

8ゾーンすべての従業者数を決定した後に、設定された値を加算する。しかし、大規模プロジェクトは長期にわたって開発されるのが通常であり、したがって、シナリオは各期ごとに設定する必要がある。この場合、次の点を考慮しなければならない。すなわち、雇用サブモデル内で用いられる立地関数の説明変数は、ダミー変数を除くと、全て一期前の変数であるため、一期前に設定されたシナリオが次の期に影響を及ぼすということである。そこで、この場合のシミュレーションはこの影響を設定が行われたゾーン自身への影響と他のゾーンへの影響にわけて以下のように考えている。

シナリオ設定ゾーンにおいては、設定されたシナリオの値は3.3節の(3.11)式の立地関数の第1項から一期前の4基本変数の増加となって次の期の当該ゾーンの推定に影響を与えることとなる。シナリオが設定された業種の立地関数が他ゾーンからの影響を表すポテンシャル項（(3.11)式の立地関数の第2項）を含んでいる場合には、一期前にシナリオによって設定された値が次の期の他ゾーンからの立地要因の寄与分に影響を与えないようにするため、ポテンシャル項に含まれている一期前の従業者数にシナリオによる設定分を差し引いた値を代入して計算を行う。

シナリオ設定のなされなかったゾーンについては、一期前に算出される変数の中で、シナリオ設定の影響を受けるのはポテンシャルである。すなわち、ゾーンへのシナリオ設定は各種のポテンシャルに変化を与える。したがって、あるゾーンでの従業者の増加は、モデルではポテンシャルを介して他ゾーンへ影響を与えることになる。

なお、予測最終年度までにプロジェクトの開発が終了する場合には、シナリオ設定ゾーンにおいてプロジェクトの終了後シナリオ設定された値がそのまま立地すると仮定してプロジェクトの終了時点におけるシナリオを予測最終年度まで設定している。

(b)常住人口のシナリオ

モデルにおける常住人口のあるゾーンへのシナリオの設定（計画人口）は、何らかの理由（住宅地の大規模な開発等）により当該ゾーンに新たな人口の転入があると考えられる場合に行う。したがって、計画人口は、そのゾーンにおいて推定された社会増加に加算することにした。この社会増加人口は、移住パターンの判別により判別されたパターンにしたがって男女別年齢別に封鎖人口に加えられる。シナリオの設定にあたっては、この移住パターンを外生的に設定することも可能であるが、ここではモデル全体の統一をはかるため人口サブモデルによって判別された当該ゾーンの移住パターンによって年齢構成を決定することにした。

シナリオの設定は業種別従業者の場合と同様に各期ごとに基準ケースより増加すると想定された計画人口を入力している。プロジェクトが一期で終了する場合には、上記と同様シナリオ設定ゾーンにおいて推定された社会増加にシナリオの値を加算している。住宅地の大規模な開発が長期にわたり継続される場合のシミュレーションは以下のようにして行っている。すなわち、一期前にシナリオによって設定された値が次の期の封鎖人口（特に出生数の増加）に影響を与えないようにするため(これは出生数も含まれた形で計画人口が設定されている)、一期前の常住人口の値からシナリオによる設定分を除いて計算を行う。さらに、一期前のシナリオ設定による値が次の期の社会増加人口の推定に直接の影響を与えないように、3.2節の(3.1)式の社会増加推定式に含まれる労働力人口および住宅数の一期前の値からシナリオ設定値を除いて計算を行っている。

予測最終年度までに住宅地の大規模な開発が終了する場合、従業者のシナリオの設定と違って人口の移住も容易に考えられるので、開発終了後はシナリオを設定していない。

7.2.6 シナリオ設定

地域開発プロジェクトの社会経済的影響分析のため、ここではケー

スAとケースBの2ケースを考えた。ケースAは過去のトレンド延長的なシナリオであり、ケースBは現在行われているプロジェクトのほかに将来に計画されている多くの地域プロジェクトが実行されると仮定したケースである。

[A]ケースA(過去のトレンド延長)のシナリオ設定

ケースAのシミュレーションにあたって設定した主な外生変数は次のとおりである。

(a)マクロ計量経済モデルの外生変数

(1)国の実質経済成長率

経済企画庁長期多部門モデル[1)]の結果を参考と同じく年率4.2%とした。

(2)全国民間企業設備投資

国民総生産の14.4%(1976年~1986年の平均値)とした。

(3)全国民間住宅投資

国民総生産の6.0%(1976年~1986年の平均値)とした。

(4)近畿の公共投資の伸び率

過去の年率1.67%から日本全体における実績値並の年率1.70%に上昇するとした。

(5)近畿の在庫品増加

過去の平均的な値である4千億円の値が予測期間内でもあると仮定した。

(b)産業連関モデルの外生変数と外生パラメータ

(1)投入係数の変化率

経済企画庁の長期多部門モデル[1)]の「中間投入原単位の減少率」の値(表7.9)に従った。ただし、一次金属から機械への中間投入原単位の減少率(年率)は、経済企画庁の長期多部門モデルでは1990年に入ると9.0%から0.0%になると想定されているが、本モデルでは近畿地域の産業特性を考慮して9.0%の値が1990年以後も続く

とした。

表7.9　中間投入原単位の減少率(年率:%)

商品＼経済活動	1. 第一次産業	2. 化学等	3. 一次金属	4. 機械	5. その他製造業	6. 建設業	7. 電気・ガス・水道業	8. 金融・保険・不動産業	9. 運輸・通信業	10. サービス業等
1. 第一次産業	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5
2. 化学等	(注) 3.0	2.0	1.0	0.0	1.0	1.0	1.5	1.0	1.0	1.0
3. 一次金属	2.5	1.5	1.0	9.0	2.5	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5
4. 機械	0.5	0.5	0.5	−0.5	0.5	−1.0	0.5	0.5	0.5	0.5
5. その他製造業	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
6. 建設業	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7. 電気・ガス・水道業	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
8. 金融・保険・不動産産業	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.5	0.0	0.0
9. 運輸・通信業	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
10. サービス業等	0.0	−0.5	0.0	−0.5	0.0	−1.0	0.0	−1.5	0.0	−2.0
11. 原油・天然ガス	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

(注) 1. 化学等から，第一次産業への投入の技術進歩率は3.0%からスタートして年々0.1ずつ低下するとした。

(2)従業者一人当り付加価値生産性

経済企画庁の長期多部門モデルの全国平均値の想定値を参考にして(7.2.3節参照)、表7.8に示すように設定した。

(c)KMFモデルの外生パラメータ

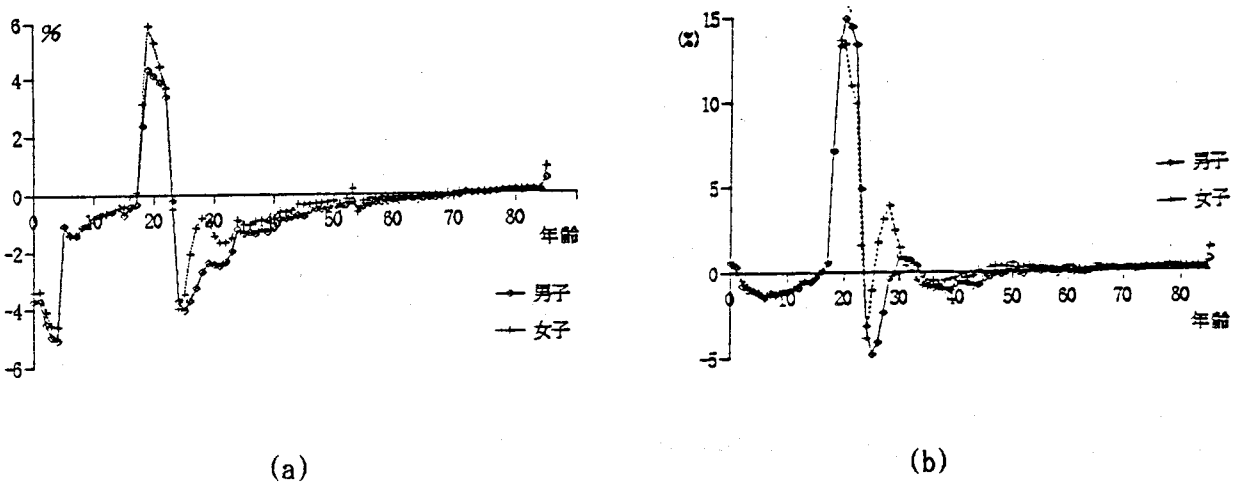
(1)人口移住率

2000年までは産業連関モデルより推計された総従業者数と一致するように調整した値。2000年以後は0と仮定した。

(2)性別年齢別人口移住構成比

近畿地域全体というマクロな地域を考えているので、大幅な変化はないと想定し1985年値を利用した(図7.20(a))。ただし、人

口移住率がプラスの時は図7.20(b)に示す構成比とした。この構成比は、人口サブモデルのクラスター3の移住パターンを用いている。



(a)　　(b)

図7.20　人口移住構成比の設定値

(3)女子年齢別特殊出生率

厚生省人口問題研究所による「日本の将来推計人口」[3]で推定された中位推計の値を用いた。

(4)性別年齢別特殊死亡率

特殊出生率と同様に、「日本の将来推計人口」で推定された値を用いた。

(5)性別年齢別労働力率

「2000年の日本」[1]で推定されている値を用いた。

(6)性別年齢別失業率

1985年値を今後も変化しないと想定し利用した。ただし2000年以後は、男子高齢者の失業率が低下すると仮定し、図7.21のよう

に設定した。

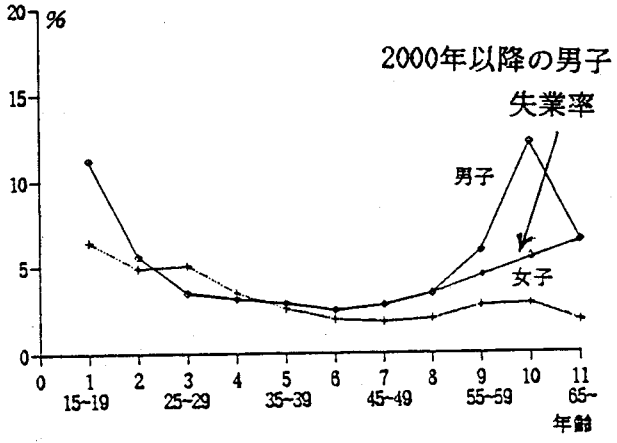


図7.21　性別年齢別失業率の設定値(1985年値)

(7)第1次・第2次・第3次産業従業者構成比

2000年までは産業連関モデルで求められた従業者の構成比、2000年以後は産業連関モデルの推計結果の1995年~2000年の構成比の伸び率をトレンド延長した値を用いることにした。

(8)業種別従業者構成比

(7)と同様

(d)OURSモデルの外生変数と外生パラメータ

(1)近畿地域の総常住人口

マクロブロックで予測される値を利用した。

(2)近畿地域の46産業別従業者数

産業連関モデルおよびKMFモデルで予測される従業者数は10産業別の従業者数である。このため10産業別に各々に属する46産業

業種の従業者の過去の比率を求め、そのトレンドが続くものとしてOURSモデルの46産業業種別の従業者数を求めることとした。

(3)新規開発用途別土地利用面積

ここでは簡単のため未利用地の新規開発による用途別土地利用面積への転換はないと仮定してシミュレーションを行うことにした(次に述べる高速道路の新設による道路面積の増加も無視している)。ただし、関西文化学術研究都市の建設計画や関西国際空港の建設のための土取り跡地の利用などについては、大規模な土地開発が行われるので影響は無視できない。ケースBではこれらの新規開発用途別土地利用面積を考慮している。

(4)交通ネットワークの整備

ケースAでのシミュレーションにおいては、土地新規開発の影響を無視したのと同様、交通ネットワークの整備の影響も無視した。ケースBのシミュレーションでは、すぐ後で述べるように、関西国際空港のアクセス手段等交通ネットワークの整備の効果を考慮している。

(5)近畿地域の新設住宅数

7.1節で求められた値を用いることとした。

(6)外生パラメータ

7.1節のシナリオIで用いた値を利用している。

[B]ケースB(現行・計画プロジェクトの実行)のシナリオ設定

ケースBでは、現行・計画プロジェクトの主なものとして、関西国際空港，関西文化学術研究都市，りんくうタウン，テクノポート大阪等をとりあげ、その社会経済的な波及効果を予測する。以下ではケースAで与えた外生変数以外でケースBで設定したものについてのみ述べる。

(a)マクロ計量経済モデルの外生変数

ケースAで与えた外生変数のほかに地域プロジェクトの建設によ

る投資として以下に示すものを設定した。空港建設関連投資は表7.10に示すように総額約1.7兆円の投資が行われると設定した。これは空港、連絡橋、連絡道路および鉄道、湾岸道路の建設投資や空港対岸の前島(りんくうタウン)の埋め立てのための投資を含んでいる。また空港以外の投資としては、その規模および総投資額に対する公共投資の比率を考慮して、りんくうタウンが1990年から1995年まで年間500億円、テクノポート大阪が1986年から2000年まで年間500億円、学研都市が1986年から2000年まで年間100億円の投資がなされると想定した。2000年以後の投資は考慮していない。

(b)産業連関モデルの外生変数

産業連関モデルには、そのプロジェクトが実行され運用される段階での従業者で近畿地域以外からの流入新規従業者が見こまれる場合のみシナリオ設定する。ここでは関西国際空港の従業者のみ近畿地域以外からの流入新規従業者があると想定し、他のプロジェクトの従業者は単に近畿地域内での移動によるものとみなした。空港の運用に必要な従業者は他の主要な国際空港の実績等を参考にして表7.11に示すように設定した。

(c)OURSモデルのシナリオ値

ケースBでは、前述のように関西国際空港のアクセス交通等交通ネットワーク整備の効果を考慮する。本ケースで想定した交通ネットワークの整備は表7.12に示すとおりである。この交通ネットワークの整備のデータは時間距離サブモデルにインプットされ、ゾーン間時間距離が短縮され、各種のポテンシャル関数の変化を通じて、人口や産業の分布に影響を与えることになる。

図7.22は、2000年の出勤目的と業務目的の時間距離の1985年からの短縮率を、関西新空港が建設される泉佐野市を中心として表示したものである。また図7.23は適当に選んだ3都市までの最短移動経路を1985年、2000年について表示したものである。高速道路が新設

表7.10 空港建設関連投資額

(単位10億円)

年度	投資額
1987	166.1
1988	171.0
1989	176.2
1990	181.5
1991	186.9
1992	192.5
1993	74.1
1994	74.1
1995	74.1
1996	74.1
1997	74.1
1998	74.1
1999	74.1
2000	90.7

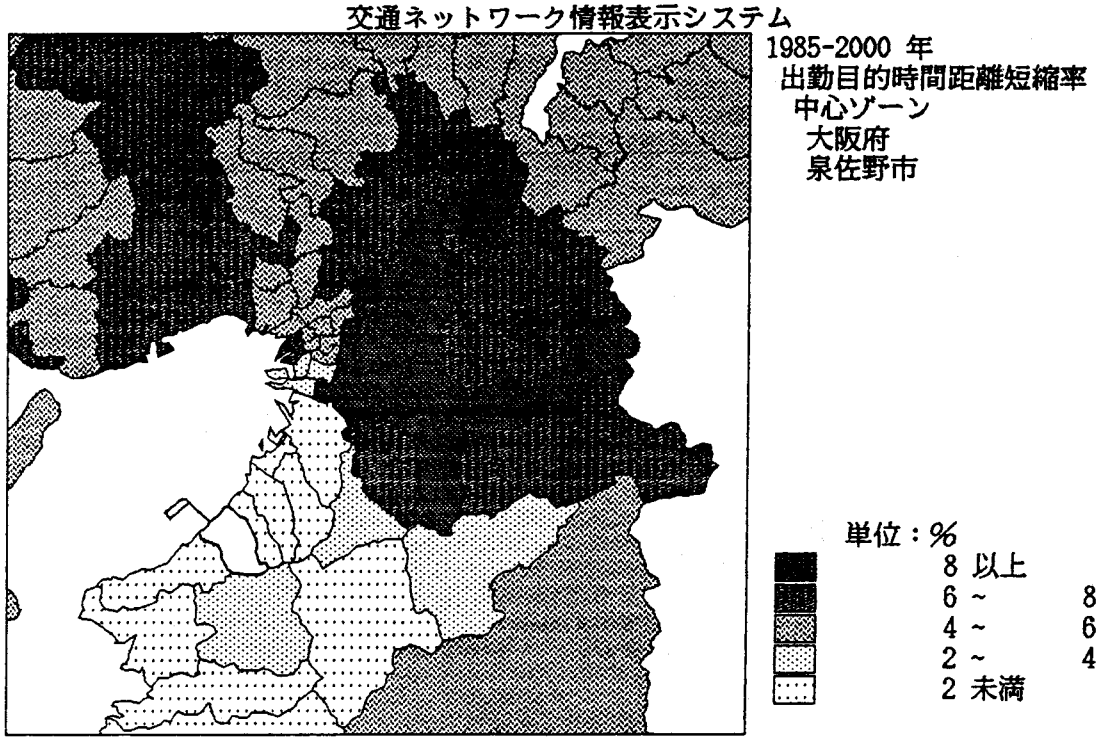
表7.11 空港運用に必要な従業者数の設定値

(単位：人)

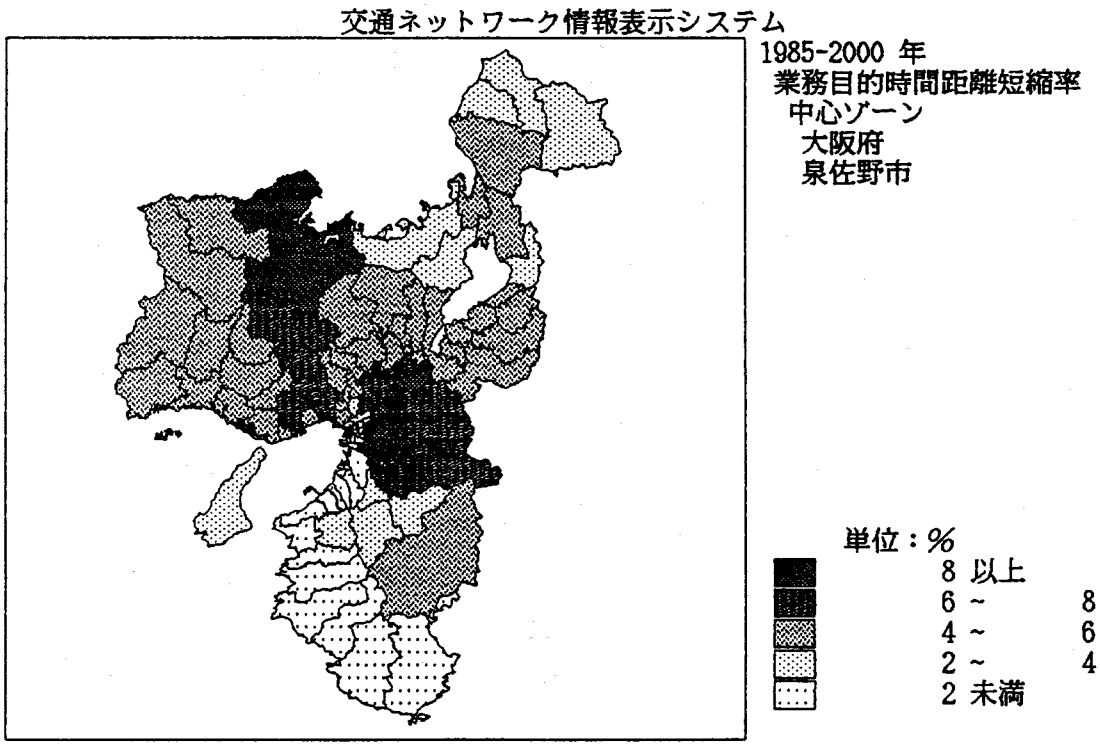
年	金融・保険・不動産	運輸・通信業	サービス業	合計
1993	625	27,837	6,238	34,700
1994	629	28,041	6,280	34,950
1995	634	28,244	6,322	35,200
1996	655	29,204	6,521	36,380
1997	676	30,164	6,719	37,560
1998	697	31,125	6,918	38,740
1999	719	32,085	7,117	39,920
2000	740	33,045	7,315	41,100

表7.12　新設されると想定した高速道路

道路名	区間	開通年度
北陸自動車道	長浜－丸岡	1990
播但連絡有料道路	見野－市川北	〃
姫路バイパス		〃
山陽自動車道	佐良和－赤穂	〃
近畿自動車道	東大阪南－阪南南	1995
阪神高速湾岸線	魚崎南－泉佐野	〃
第二阪奈自動車道	水走－宝来	〃
京滋バイパス		〃
阪神高速泉北線		〃
阪神高速北神戸線		〃
舞鶴自動車道	福知山－吉川	〃
阪神高速湾岸線	和田岬－魚崎南	2000
阪神高速大阪高槻線		〃
第二京阪自動車道		〃
南阪奈自動車道		〃
舞鶴自動車道	福知山－東舞鶴	〃

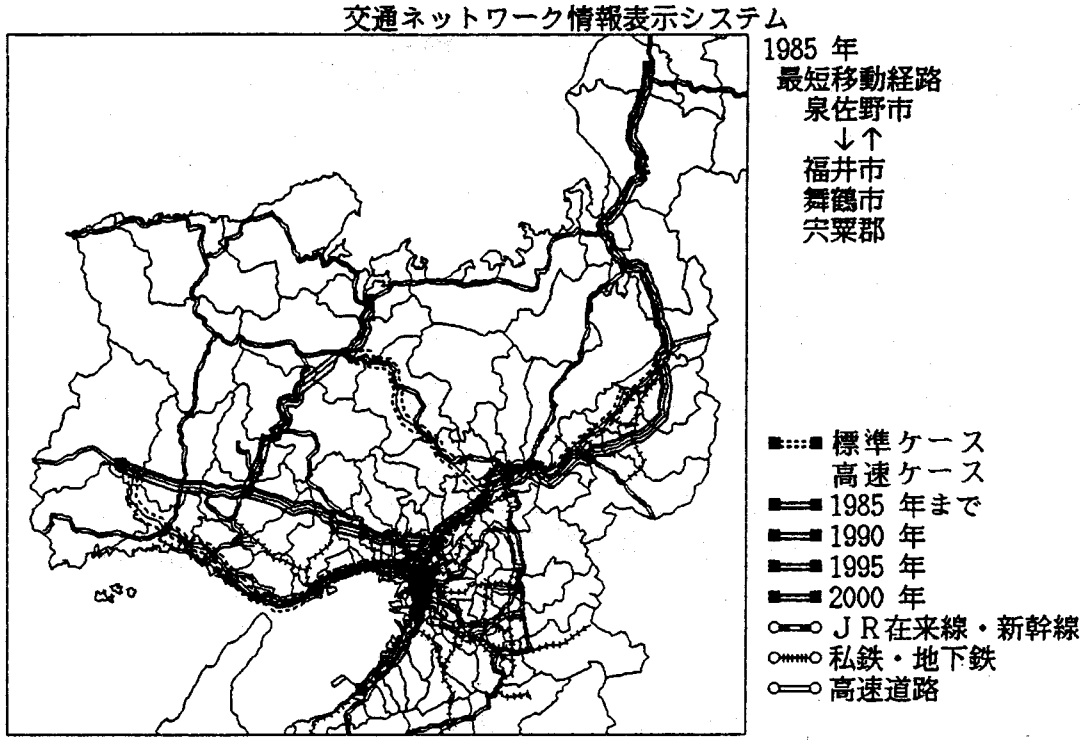


(a) 出勤目的

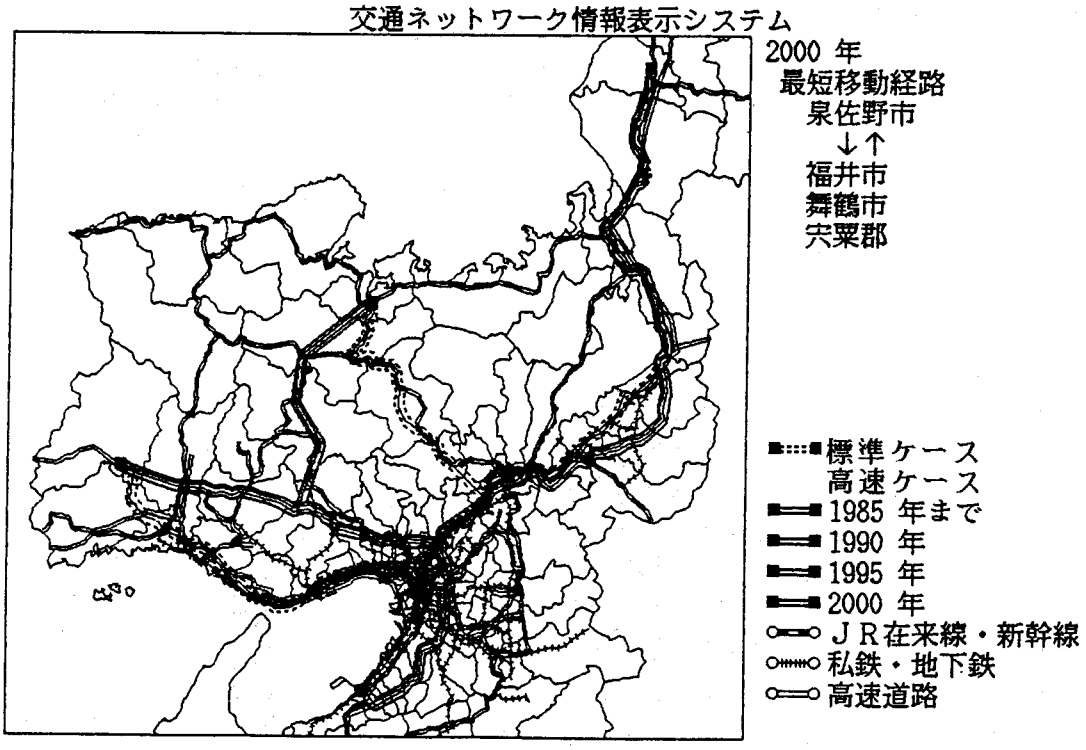


(b) 業務目的

図7.22　泉佐野市からの出勤目的と業務目的時間距離の短縮率　(2000年)



(a)1985年



(b)2000年

図7.23　泉佐野市からの最短移動経路

されるとそちらを利用するようになり、時間距離が短縮される様子が分かる。

また、OURSモデルには以下のプロジェクトの実行を想定し、直接そのゾーンにシナリオを設定した（いくつかのゾーンにまたがっている場合はそれぞれのゾーンにわけて設定している）。なお、具体的なシナリオ設定方法については、付録Bを参照されたい。

(1)関西国際空港

表7.11に示した値

(2)りんくうタウン

総従業者数　約98000人

人口　2600人

(3)コスモパーク加太

総従業者数　12000人

人口　5000人

(4)阪南丘陵

人口　9000人

(5)コスモポリス

総従業者数　14500人

人口　7500人

(6)関西文化学術研究都市

総従業者数　約50000人

人口　約170000人

(7)テクノポート大阪および大阪市域内での開発

総従業者数　170000人

(8)神戸ハーバーランド

総従業者数　15000人

人口　3000人

7.2.7　ケースA(過去のトレンド延長)のシミュレーション結果と検討

(a)マクロ計量経済モデルのシミュレーション結果

地域内総生産(総支出)の平均成長率(1976年~2000年)は3.57%と推定されている。表7.13は各主要指標の1976年~1986年の平均伸び率(予測値)を比較した表である。表から予測期間において、すべての変数で1976年から1986年実績よりも高い伸び率を示すと推定されていることが分かる。日本全体と近畿の総生産の伸び率を比較すると、過去の1.12%より小さい0.29%の格差になると推定されている。これより今後近畿地域経済と日本全体の経済成長率の格差が縮小していくと予測されていることが分かる。

表7.13　マクロ計量経済モデルの主要変数の伸び率

(単位:%(年率))

変数＼期間		1976年~1986年	1986年~2000年
外生変数	国民総生産(日本)	4.22	4.20
	公的固定資本形成	1.67	1.70
内生変数	圏内総生産(近畿)	3.10	3.91
	民間消費支出	3.62	4.04
	政府消費支出	3.15	3.43
	民間固定資本形成	2.72	2.94
	純輸移出	4.13	5.12
	個人所得	3.17	3.76

(b)産業連関モデルおよびKMFモデルの予測結果

表7.14に産業連関モデルの予測結果(付加価値額)を示す。また、

表7.15、図7.24(a)~(c)に産業連関モデルおよびKMFモデルより予測された10産業別従業者数、総従業者数、総人口を示す。

結果より付加価値額の総額は1985年の約55.5兆円から2000年の約98.9兆円へ年平均3.92%で増加する。また、従業者は1985年の967万人から2000年の1102万人に増加し、その後ほぼ一定の値になると予測されている。産業部門別では第三次産業の従業者の伸びが大きいと予測されている。また、第2次産業の中では建設業従業者や機械の従業者の伸びが2000年までは大きいがその後は減少に転ずると予測されている。人口は1985年の約2089万人から2015年には約2352万人となり、その後ほぼ一定になると予測されている。近畿地域のゾーン別の予測結果は、次節でケースBの結果と比較して述べる。

6.2.8 ケースB(現行・計画プロジェクトの実行)のシミュレーション結果と検討

(a)マクロ計量経済モデル、産業連関モデルおよびKMFモデルの予測結果

マクロ計量経済モデルの地域内総生産(総支出)の予測結果よりケースBでは、地域内総生産(総支出)の平均成長率(1976年~2000年)は3.58%で、ケースAに比べ0.01%の増加と予測されている。

産業連関モデルの付加価値総額の予測結果を表7.14に示す。付加価値の総額は2000年には約100兆円に増加すると予測されている。これはケースAと比べると14兆円の増加である。

表7.16はケースAと比較したケースBの10産業別従業者数および総従業者数、総人口の増分を示したものである。

建設業従業者の増分は1990年に最大になると予測されているのに対して、サービス業の従業者の増分は2015年に最大になると予測されている。ケースAと比べたときの総従業者数および人口の2000年における増分はそれぞれ163,334人、402,944人と予測されている。また、それぞれの増分が最大になるときは総従業者が2015年で257,8

表7.14　空港建設関連投資額およびケースＡと
ケースＢの付加価値額推定値の比較

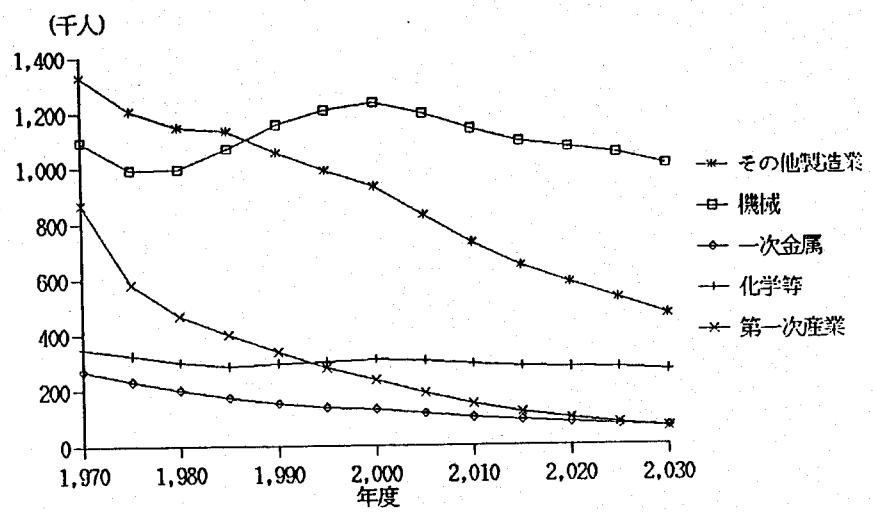
（※単位：10億円）

年度	空港建設* 関連投資額 I_a	ケースＡの* 付加価値額 V_A	ケースＢの* 付加価値額 V_B	$\frac{V_B - V_A}{V_A}$ (%)
1985	0	55,540	55,540	0
1986	0	57,089	57,089	0
1987	166.1	59,948	60,391	0.739
1988	171.0	62,482	62,989	0.812
1989	176.2	64,923	65,448	0.808
1990	181.5	67,427	68,062	0.942
1991	186.9	70,028	70,687	0.942
1992	192.5	72,735	73,408	0.926
1993	74.1	75,555	76,792	1.637
1994	74.1	78,491	79,718	1.563
1995	74.1	81,550	82,792	1.523
1996	74.1	84,736	85,921	1.399
1997	74.1	88,054	89,270	1.381
1998	74.1	91,510	92,769	1.376
1999	74.1	95,110	96,415	1.372
2000	90.7	98,860	100,245	1.400

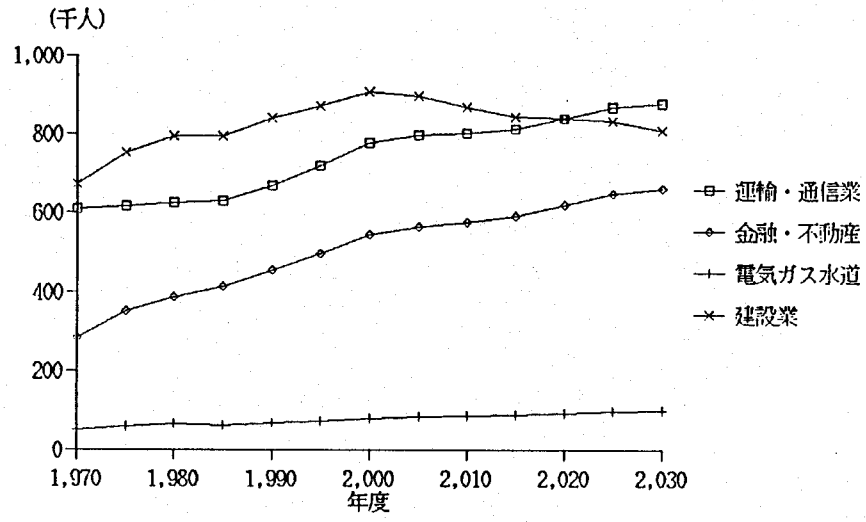
表7.15　産業連関モデルおよびKMFモデルにより予測された10産業別従業者数、総従業者数および総人口

	1970	1975	1980	1985	1990	1995	2000
第一次産業	869526	579283	467109	400251	335193	275712	232349
化学等	345412	321267	297493	283017	291247	298633	308246
一次金属	266748	230744	200451	172655	150059	135601	127461
機械	1094794	992864	996093	1070994	1155980	1206977	1233696
その他製造業	1328962	1207490	1149155	1135856	1057113	989481	930440
建設業	672180	751335	793091	793662	839834	870878	906762
電気・ガス・水道	50326	59040	65915	62413	66928	72627	79778
金融・保険・不動産	282021	351330	385361	411765	452946	495759	543357
運輸・通信業	609825	616863	624018	628394	669856	719096	777304
サービス業等	3462393	3866385	4302467	4715846	5086068	5462191	5880577
総従業者	8982187	8976601	9281153	9674853	10105228	10526955	11019973
総人口	18145056	19604016	20315568	20892816	21049152	21449952	22408576

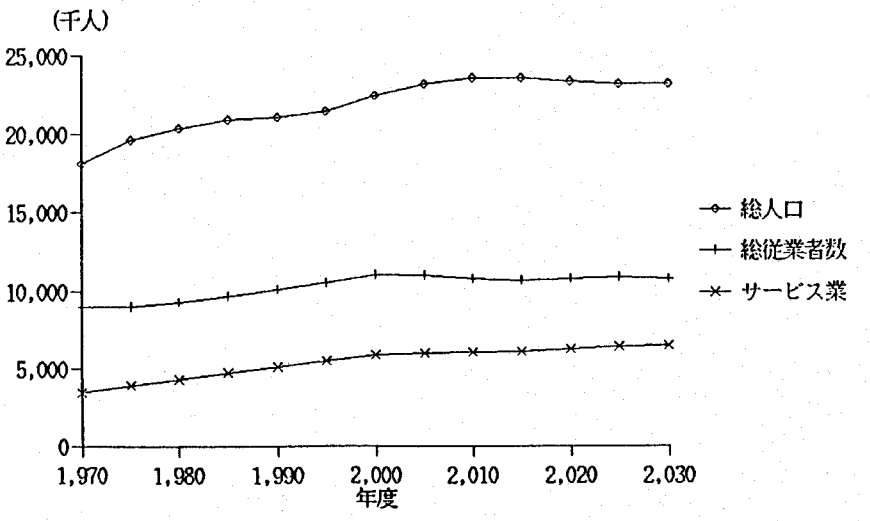
	2005	2010	2015	2020	2025	2030
第一次産業	185886	146508	116441	94637	76936	61314
化学等	301462	289924	280689	277453	273924	264748
一次金属	113629	99704	88146	79628	71902	63605
機械	1195196	1139012	1093034	1071226	1048853	1005568
その他製造業	829781	728374	644182	582155	525869	465366
建設業	893674	865382	842923	837699	830979	806501
電気・ガス・水道	82965	84786	87178	91473	95826	98236
金融・保険・不動産	563826	574984	589971	617792	645908	660880
運輸・通信業	795708	800716	810915	838325	865500	874667
サービス業等	5995633	6009146	6061287	6241069	6417600	6459658
総従業者	10957748	10738523	10614760	10731449	10853294	10760529
総人口	23113232	23514160	23522336	23315056	23151712	23115536



(a)



(b)



(c)

図7.24　産業連関モデルおよびKMFモデルにより予測された10産業別従業者数、総従業者数および総人口

表7.16　ケースＡと比較したケースＢの10産業別従業者数、
総従業者数および総人口

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
第一次産業	5619	8410	7059	6261	5858	4986	3773	2779	2148
化学等	3310	4463	4217	4756	6040	6311	5124	3748	3049
一次金属	1046	795	602	789	1209	1229	809	405	236
機械	7201	6464	5414	8065	13685	15196	10872	5898	3704
その他製造業	6179	11563	10638	12090	15066	15091	11939	8853	7351
建設業	23509	14712	11401	10634	12456	11560	6374	782	-2396
電気・ガス・水道	646	1090	1097	1312	1763	1946	1663	1271	1076
金融・保険・不動産	4132	7936	8003	9463	12508	13747	11829	9183	7866
運輸・通信業	5660	39014	43900	49449	56736	61608	62928	63421	64908
サービス業等	42651	72404	71006	85150	115540	126204	104336	75889	61561
総従業者	99952	166853	163334	187978	240865	257879	219648	172230	149515
総人口	238016	438816	402944	353280	332112	368880	438320	475952	451952

79人、人口が2025年で475,952人と予測されている。

(b)OURSモデルの予測結果

表7.17にケースBで予測された総従業者数のケースAに対する増分を31新広域生活圏別に示す。同様に常住人口についてのケースAに対する増分を表7.18に示す。また図7.25(a)~(c)には2000年、2015年、2030年のゾーン別総従業者数のケースAに対する増分を大阪府を中心にマップ表示したものである。同様に図7.26(a)~(c) はゾーン別常住人口のケースAに対する増分をマップ表示したものである。

表7.17より、総従業者数は各種の地域プロジェクトが実行されると、大阪市地域、泉州地域などで大幅に増加すると予測されていることが分かる。これらの地域は、テクノポート大阪や関西国際空港が計画されている地域であり、そのプロジェクトによりその地域全体に集積のメリットにより多くの波及従業者が生じたためであると考えられる。また、逆に北大阪地域、阪神地域等これらのプロジェクトに比較的近く、もともと従業者数の多い地区では 従業者数はケースAに比べ減少すると予測されている。図7.27は、大阪府の中の北大阪地域と泉州地域における従業者数の予測結果を示した図である。この図から、ケースAの場合泉州地域の総従業者数の増加は北大阪地域の増加に比べ顕著に小さいと予測されているが、ケースBでは従業者数の変化は北大阪地域では2000年まではほとんど変化はなく、2000年以降は減少するのに対し、泉州地域では大きく増加し2000年以降もわずかではあるが増加する。このため、大阪府内における南北地域間の不均衡な従業者の増加はこのようなプロジェクトの実行により著しく改善されると推定されていることなどが分かる。また図7.25からゾーン別の総従業者数の増分は、プロジェクトのあったゾーン以外では八尾市ゾーン等で年を経るにつれ、大きくなっていることが分かる。これは、これらのゾーンは空港、学研都市、テクノポートのそれぞれにはさまれ比較的距離が近く、産業立

地のポテンシャルが高まったためであると考えられる。

表7.18より常住人口の増分をみると、南山城地域で大幅に増加している。これは、関西文化学術研究都市における大幅な住宅地の開発が行われることによるが、開発後もさらに人口は増加し続けると予測されている。これは開発により転入してくる層が子供を生み自然増加が増えると予測されているからである。図7.28に南山城地域における土地利用の予測結果を示す。これから、大幅に住宅地が増加していることが分かる。

逆に、大津・湖南地域、北大阪地域などでは人口は減少している。これは、これらの地域ではケースAでは今後社会増加により人口が増加すると予測されているのに対し、ケースBでは、ケースAに比べ社会増加が減少すると予測されているからである。また、図7.26より人口の増分をゾーン別にみると、2000年ではプロジェクトの行われるゾーンあるいはその周辺ゾーンで人口が増加すると予測されている。これは、これらのゾーンにおいて雇用ポテンシャルが高くなり、社会増加が増えるからである。しかし、2015年、2030年となるにつれその影響は薄らぎ、より広範囲に影響が広がっていくと予測されていることが分かる。

本節では、総従業者数、常住人口という基本的な社会経済指標による影響の分析を行ったが、本モデル・システムは118ゾーン別に、男女別年齢各歳別人口、46産業業種別従業者数、7用途別土地利用面積を予測できるので、さらに詳細に地域プロジェクトの影響を分析することも可能である。よって、開発したモデル・システムが地域プロジェクトのための計画策定やその影響評価などに利用されることが期待される。

表7.17　総従業者数のケースAに対するケースBの増分

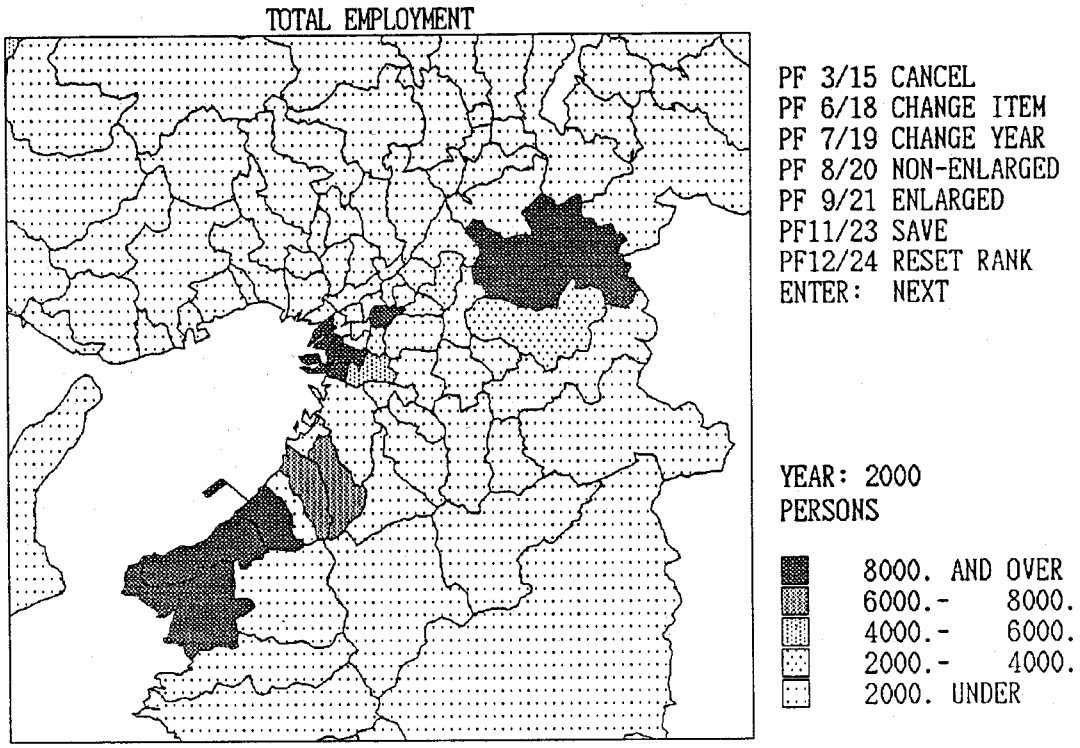
TOTAL EMPLOYMENT

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
FUKUI-SAKAI-AREA	1758	-1499	-6961	-9746	-8635	-8466	-9836	-11271	-11753
ONO-KATSUYAMA-AREA	331	-3	-742	-1169	-947	-895	-1036	-1211	-1296
TAKEFU-SABAE-AREA	806	-431	-2882	-4466	-4250	-4424	-5302	-6118	-7467
REINAN-AREA	622	-377	-2264	-3079	-2809	-2926	-3548	-4145	-4374
BIWAKO-TOUHOKU-AREA	1146	-543	-4204	-6640	-6468	-6676	-7625	-8806	-9639
CHUBU-AREA	668	-226	-2227	-3775	-3920	-4145	-4629	-5117	-5410
KOSEI-AREA	202	-63	-602	-937	-873	-868	-995	-1149	-1225
KOGA-AREA	505	71	-1329	-2819	-3132	-3436	-4060	-4755	-5383
OTSUKONAN-AREA	1547	-920	-6576	-11015	-11912	-12785	-14806	-17002	-18496
TANGO-AREA	616	-76	-1454	-2325	-1751	-1566	-1633	-1758	-1851
CHUTAN-AREA	1014	-311	-2396	-3179	-2614	-2621	-3259	-3992	-4488
NANTAN-HOKUSOU-AREA	479	30	-1067	-1853	-1951	-2124	-2471	-2865	-3013
KYOTO-OTOKUNI-AREA	5691	-4608	-24419	-41043	-44897	-49681	-58025	-65943	-69193
MINAMIYAMASHIRO-AREA	5270	24659	55359	68450	79937	88785	95333	100224	102651
KITAOSAKA-AREA	4013	-2919	-16747	-33976	-43145	-52950	-67095	-82422	-93951
HIGASHIOSAKA-AREA	5691	5970	4732	6135	12768	12661	4574	-1325	-3534
MINAMIKAWACHI-AREA	1424	-298	-623	-812	543	965	-366	-2220	-3609
SENSHU-AREA	18567	97557	170835	181469	192269	199597	201790	201277	198847
OSAKA-CITY-AREA	12936	65949	105645	178809	211886	233191	243865	246464	243799
HANSHIN-AREA	21987	4909	-24665	-48756	-56879	-65369	-78384	-90649	-96930
HIGASHIHARIMA-AREA	2652	-955	-11267	-21815	-26826	-31769	-38172	-43398	-44717
NISHIHARIMA-AREA	2795	5529	4476	4793	9524	14324	19424	28325	44605
TAJIMA-AREA	949	-335	-2517	-3346	-2822	-2776	-3219	-3761	-4013
TANBA-AREA	486	-33	-1029	-1526	-1386	-1454	-1817	-2238	-2419
AWAJI-AREA	867	238	-1337	-1964	-1657	-1703	-2039	-2478	-2689
YAMATOHEIYA-AREA	3496	3848	2002	3569	8840	12575	12964	11087	8766
YAMATOKOGEN-AREA	326	-27	-734	-1188	-1195	-1284	-1565	-1883	-2099
GOJYO-YOSHINO-AREA	355	11	-660	-984	-903	-925	-971	-1076	-1045
WAKAYAMA-AREA	2912	11003	11528	12067	14297	14676	12933	11170	10246
TANABE-AREA	500	-318	-1590	-1930	-1533	-1425	-1657	-1908	-1996
SHINGU-AREA	343	-284	-1214	-1387	-1110	-1033	-1132	-1232	-1226

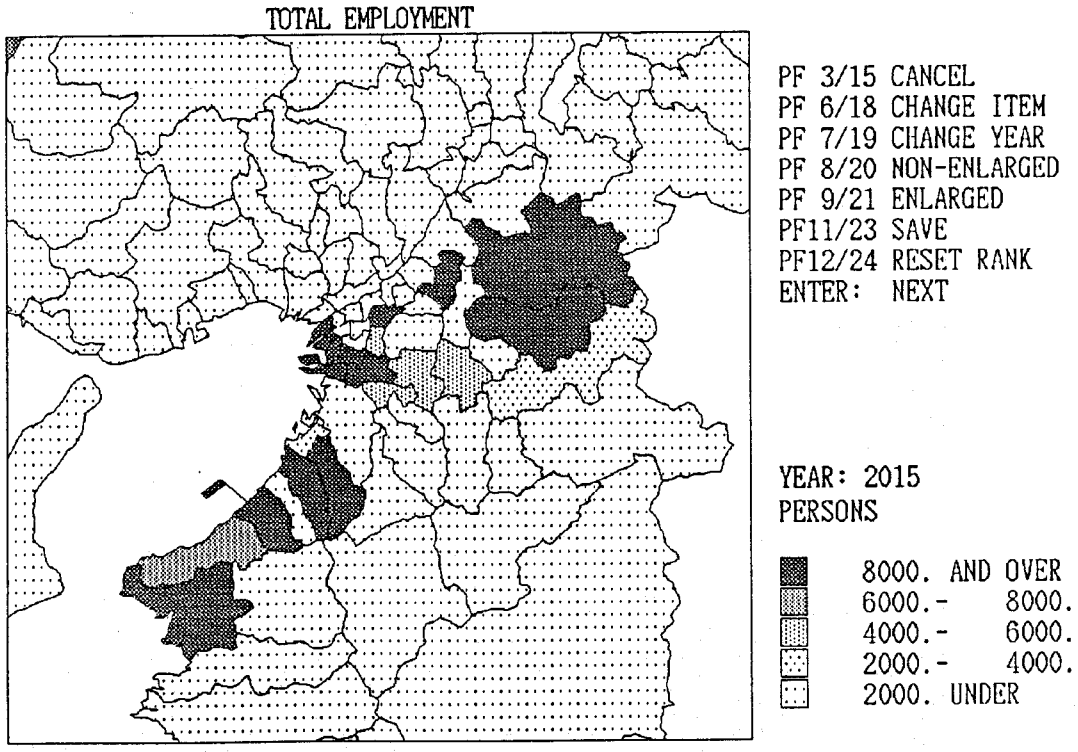
表7.18　常住人口のケースAに対するケースBの増分

TOTAL NUMBER OF RESIDENTIAL POPULATION

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030
FUKUI-SAKAI-AREA	1319	3389	6996	6696	6017	5355	5374	5700	6131
ONO-KATSUYAMA-AREA	233	589	1231	1366	1615	1928	2106	2168	2256
TAKEFU-SABAE-AREA	615	1574	3336	3608	3808	3848	3913	4024	4329
REINAN-AREA	498	1266	2581	2475	2252	2024	2027	2139	2271
BIWAKO-TOUHOKU-AREA	1364	2797	5186	4434	4570	5574	5886	6406	7012
CHUBU-AREA	1261	2349	3274	1880	1882	3050	3416	3928	4312
KOSEI-AREA	168	428	878	843	764	679	682	726	786
KOGA-AREA	3806	6199	951	-554	-282	221	638	385	-1236
OTSUKONAN-AREA	10419	15964	4282	-4737	-3572	-3538	-2798	-3103	-5355
TANGO-AREA	403	1002	2043	2199	2512	2950	3226	3314	3399
CHUTAN-AREA	715	1805	3733	3876	3996	4001	4059	4165	4395
NANTAN-HOKUSOU-AREA	2129	3544	3406	2166	2202	3581	4395	5287	5600
KYOTO-OTOKUNI-AREA	11487	23694	16361	5270	596	7456	13266	15048	14178
MINAMIYAMASHIRO-AREA	42303	71382	127476	133919	140957	147069	155367	164362	167344
KITAOSAKA-AREA	15969	30258	10868	-10988	-18999	-26380	-22743	-19613	-24107
HIGASHIOSAKA-AREA	20551	50158	40235	18613	12273	7882	13578	16472	14912
MINAMIKAWACHI-AREA	10341	16609	12560	3639	2312	514	1793	2427	-733
SENSHU-AREA	26888	39259	54474	35038	38564	40701	43523	44147	39702
OSAKA-CITY-AREA	37501	70801	58974	34742	26026	44770	57597	59190	54893
HANSHIN-AREA	34968	67255	54185	23246	14971	16951	27459	30966	24783
HIGASHIHARIMA-AREA	12819	19872	15551	3479	2135	3748	6578	8218	6553
NISHIHARIMA-AREA	8315	12995	16702	7305	7079	7917	10409	11257	8134
TAJIMA-AREA	669	1669	3429	3697	4217	4914	5351	5489	5647
TANBA-AREA	365	915	1874	1917	1914	1852	1869	1939	2069
AWAJI-AREA	846	1513	2527	1753	1785	3698	4118	5131	6039
YAMATOHEIYA-AREA	52523	52613	48843	37649	35373	34817	39834	42641	40351
YAMATOKOGEN-AREA	565	978	1650	1137	1154	1161	1194	1213	1323
GOJYO-YOSHINO-AREA	631	1103	1814	1523	1612	3908	4358	5541	6521
WAKAYAMA-AREA	5548	20738	31761	26751	29452	32651	35921	40272	44139
TANABE-AREA	455	1150	2402	2613	2952	3294	3492	3579	3731
SHINGU-AREA	310	764	1553	1690	1946	2243	2428	2500	2571

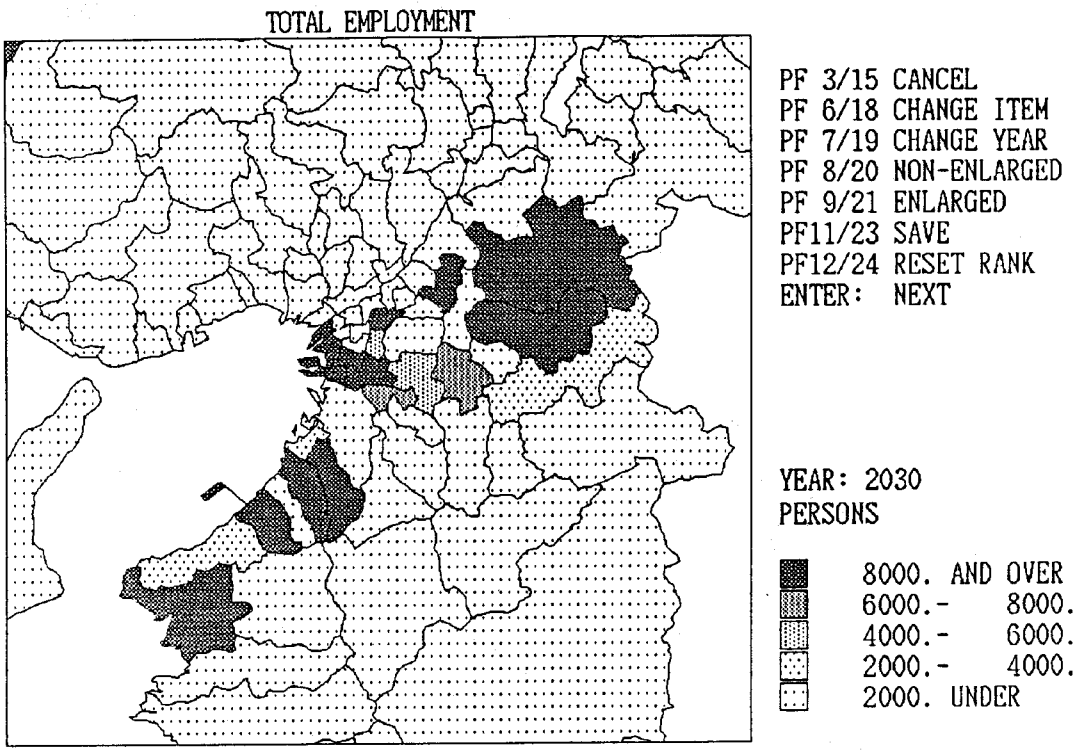


（a）2000年



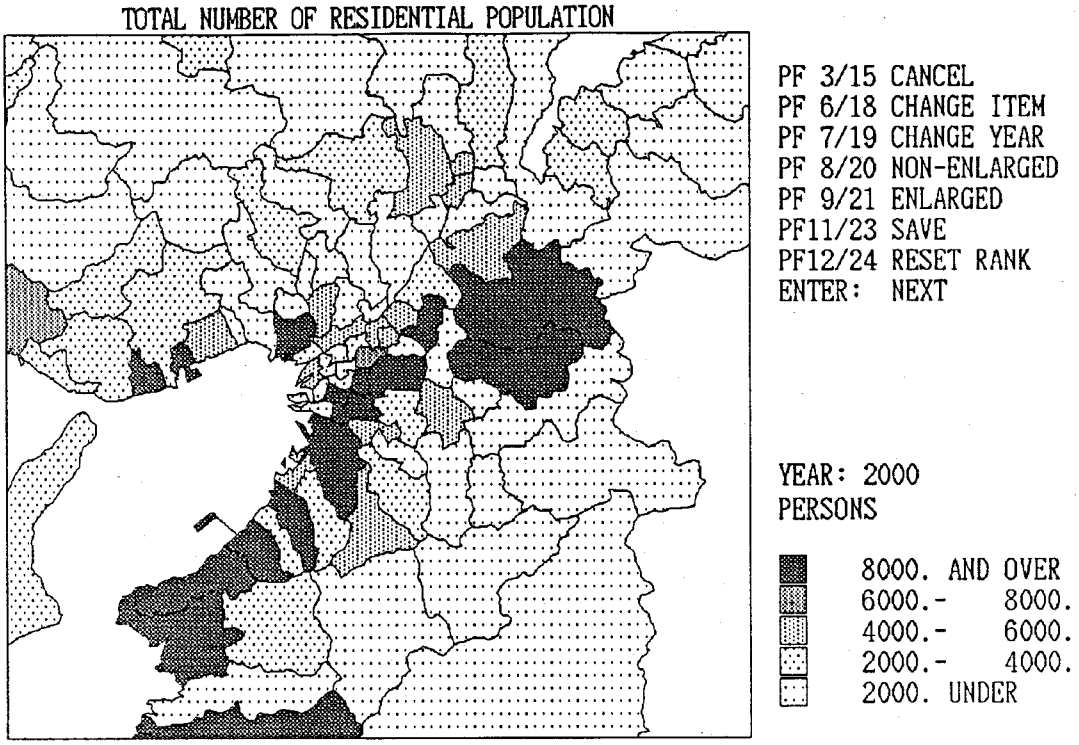
（b）2015年

図7.25　ゾーン別総従業者数のケースＡに対するケースＢの増分(1)

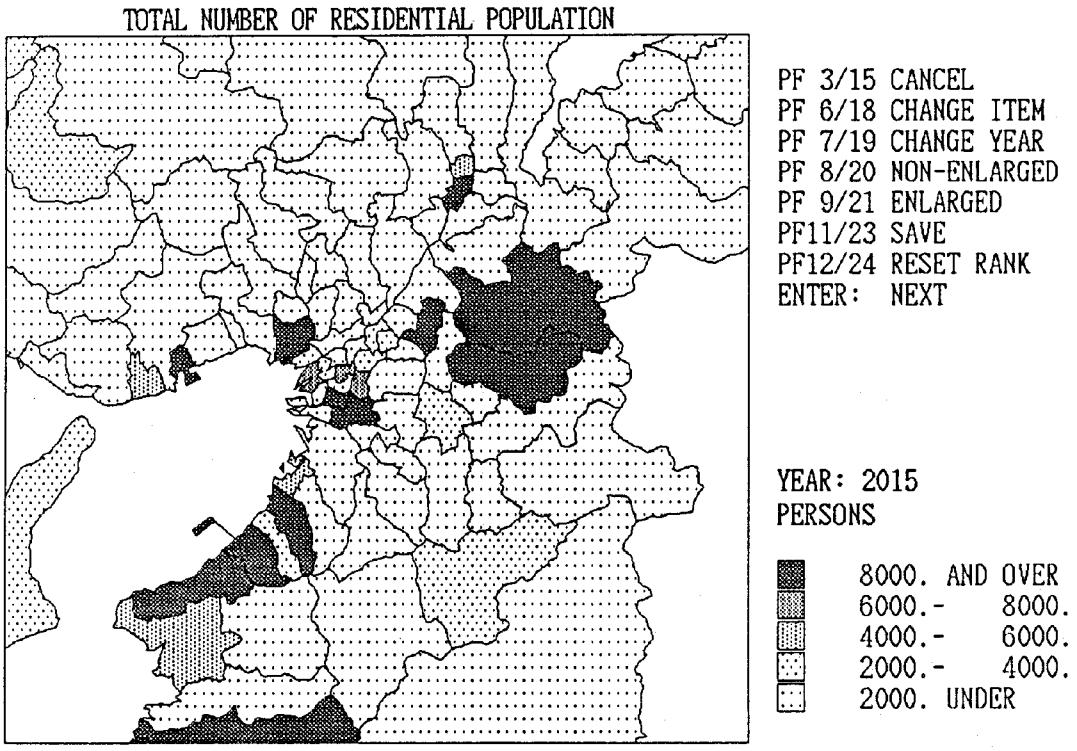


（c）2030年

図7.25　ゾーン別総従業者数のケースＡに対するケースＢの増分(2)

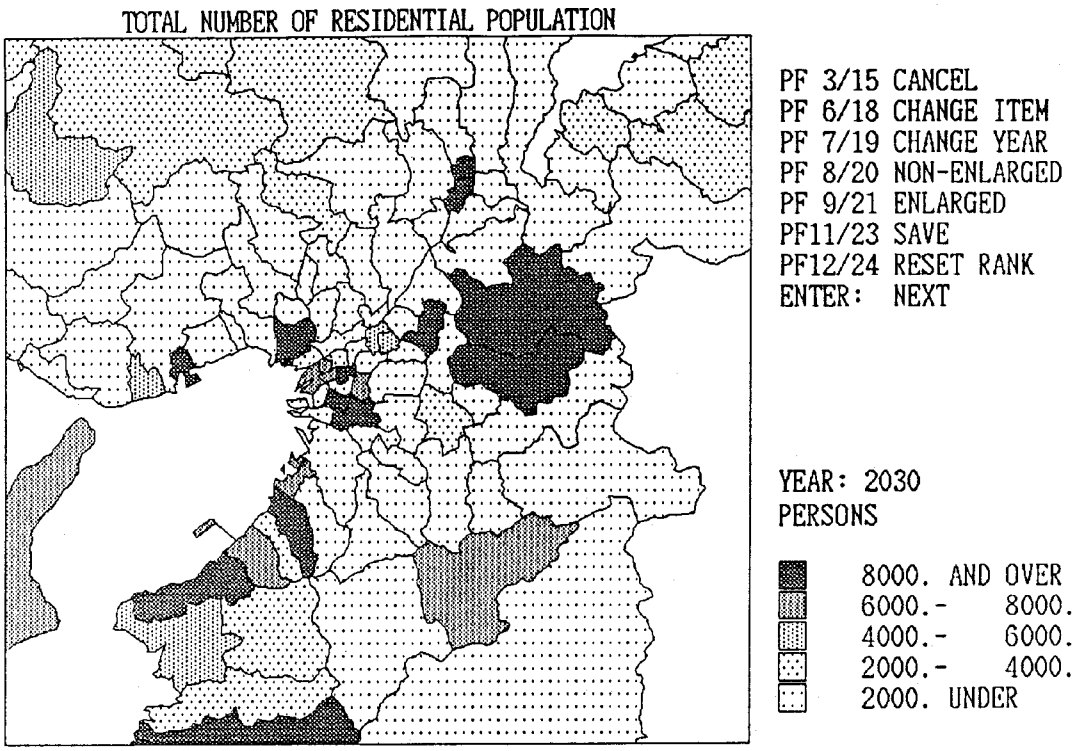


（a）2000年



（b）2015年

図7.26 ゾーン別常住人口のケースＡに対するケースＢの増分(1)



（c）2030年

図7.26　ゾーン別常住人口のケースＡに対するケースＢの増分(2)

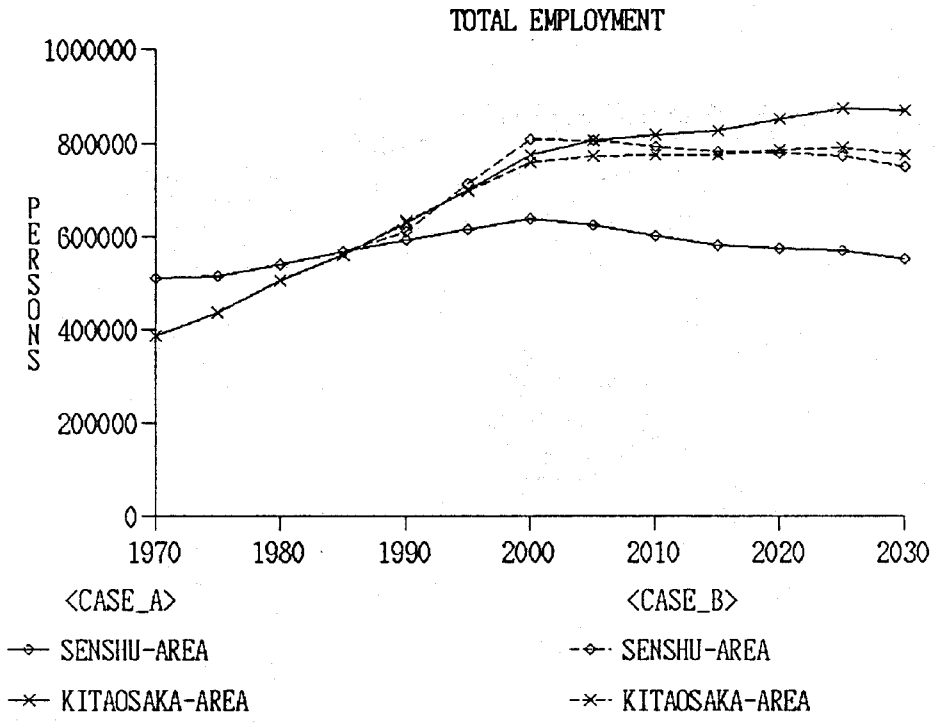


図7.27　北大阪地域および泉州地域における総従業者数の予測結果

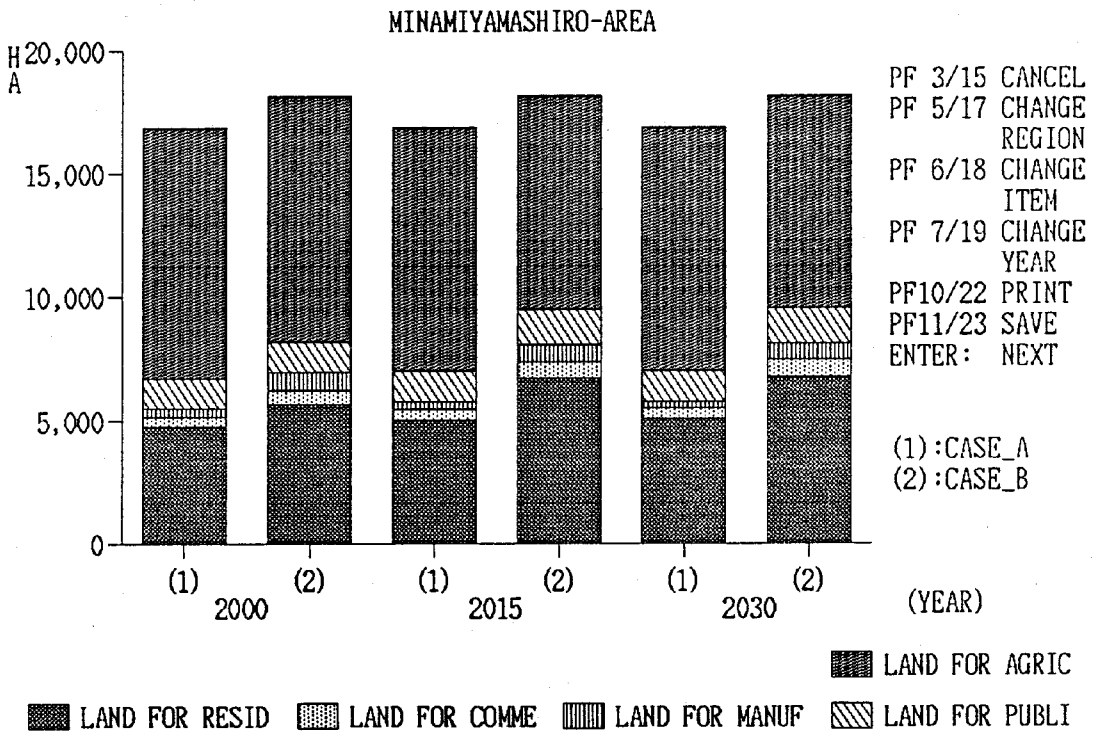


図7.28　南山城地域における土地利用の予測結果

第７章の参考文献

1) 経済企画庁総合計画局編：2000年の日本（各論）－長期展望テクニカル・レポートー、pp.1/64、大蔵省印刷局（昭57.11）

2) 大阪科学技術センター：21世紀を指向した新トータルユーティリティシステムに関する研究、第４巻、近畿地域社会経済シミュレーションモデルによる地域プロジェクトのインパクト・アナリシス（昭62.3）

3) 厚生省人口問題研究所：日本の将来推計人口（昭61）

第８章　大都市の人口高齢化の予測と分析

本章では第６章で述べたPC利用システムの応用例として、近畿地域の中心的都市である大阪市を例にとり、人口ならびに人口高齢化の進行の度合について予測を行った結果および大阪市において住宅の建築数を増加させる政策をとることとし、それが大阪市における人口増加および高齢化進行の歯止めにどの程度有効であるかの分析を行った結果について述べる。

人口高齢化問題は21世紀にかけて我が国が直面する最も重大な問題の一つである。厚生省人口問題研究所の将来人口新推計によると、老年人口(65歳以上の人口)の割合は、1985年の10.3％から2020年には23.6％と、諸外国に例をみないスピードで短期間のうちに著しく上昇すると予測されている[1)]。

急激な人口高齢化の進行はさまざまな社会問題を引き起こすと予想される。また、人口高齢化が全体として進行するなかで、その速度は地域によってかなり違ってくる。したがって、地域における将来人口の動向のみならず、人口高齢化の進行の度合を予測することは、地域の将来問題に対処する各種計画を策定する上で、極めて重要な課題である。

本章では、大阪市を具体例として、人口ならびに人口高齢化の進行の度合について40年を越える2030年までの超長期の予測を行った結果について述べる。大阪市を取り上げたのは近畿地域の中心的都市であるほかに、過去の人口減少傾向が今後とも続き、将来において人口高齢化が他の地域よりも急速に進む可能性が高いと予想されるからである。

人口の減少や人口高齢化の進行を防ぐためには種々の対策があると考えられるが、本節ではその対策の一つとして、新設住宅の建設数を増加させる政策を導入することとし、それが大阪市における人口増加および高齢化進行の歯止にどの程度有効であるかをPC利用システムを

用いて分析する。

分析にあたって、OURSモデルの外生変数としては7.1節で推計されたシナリオⅠとⅡの値のうちで、高齢化がより進むと考えられるシナリオⅡの値を利用することにした。想定したOURSモデルの外生パラメータの値としてはシナリオⅡで用いた値を利用している。

8.1 OURSモデルのシナリオ設定

急激な人口の減少や高齢化の進展は地方自治体への税収入の減少や老人医療費の増大等の種々の社会問題を引き起こす。人口高齢化問題に対処するためには、社会保障制度(生活保護、社会厚生、社会保険等)の見直し、住宅対策、高齢者の再雇用対策等種々の対策をとることが必要となる。

大阪市においては、これまで若い年齢層(15~24歳)の転入はあるものの、結婚し、新居を求める世代(25~34歳：新世帯形成層)になると、市内では地価が高く住宅を入手することが困難なので、住宅を求めて郊外に転出する現象が顕著である[2)]。この結果、大阪市では近年社会増加はネットではマイナスとなっている。この現象は大阪市の各ゾーンの移住パターンに反映されている。

大阪市において住宅の建築数を積極的に増大させる政策をとるならば、新世帯形成層の転出に歯止をかけ、さらにこの層の転入を促すことが期待でき、さらに出生数も増加すると期待でき、その結果大阪市の人口減や急激な人口高齢化の進行を抑制する効果があると考えられる。このような観点から、ここでは種々の政策の中で、住宅供給を増加する政策を考慮することにした。

現在、大阪市では住宅政策として(1)新婚世帯には公営住宅の別枠募集やマンション融資制度等の対策、(2)標準世帯には良質な住宅の新規建設、既存住宅の建替や改善に対する各種融資制度等の対策、(3)都心部においては住宅を含む建築物の容積率割増制度等の各種対策が

とられ、近年住宅建設数がかなり増加している(年平均約４万戸)。ここでは、積極的な住宅建設増加の対策をとった場合の効果を分析するために表8.1に示すように２つのケースを設定することにした。ケース１は、大阪市においてこれまでどおりの住宅対策しかとらないと想定したケースである。ケース２は従前以上に積極的な住宅供給政策をとり近畿地域全体に対する大阪市の新設住宅数の割合（r_h）をこれまでの最高値である1981年から1985年の実績値19.0％の値にほぼ保持し続ける(正確には、1985年の19.0％から2030年の20.0％に直線的に増加させる)と想定したケースである。

表8.1　ケース１および２の概要

ケース	シナリオ	設　定
1	II (7.1節参照)	従来の住宅対策しかとらないと想定
2	同上	2030年に向けて積極的な住宅供給政策をとり続けると想定

ケース２のシミュレーションはOURSモデルのシミュレーションにおいて、近畿地域全体の新設住宅数とr_hから求められる大阪市の新設住宅総数を、大阪市の各ゾーンにおいて推計された新設住宅数に比例して各ゾーンに配分することによって行っている。

図8.1には、ケース１の場合の新設住宅数の推計結果および想定したケース２の大阪市の新設住宅数の推移を示してある。当然のことながら、ケース２の新設住宅数はケース１に比べてかなり多くなる。しかし、1986年から1990年の５年間で年平均４万戸という想定は大阪市の現状の建設数と比較して決して無理な想定でないと思われる。

8.2 ケース1の結果

本節では、ケース1のシミュレーション結果について述べる。大阪市のケース1における総人口の推計結果を図8.2(a)に、社会増加数および自然増加数の推計結果を図8.3に示す。図において実線がケース1の結果を示す。図8.2(a)から、大阪市においては過去の人口減少傾向がとまり、2005年に向けて総人口が徐々に増加すると推計されていることが分かる。これは図8.3に示されているように、1990年以降社会減少が小さくなるのに対し、自然増加数が2005年まで正の値が続くと推計されているためである。社会減少が小さくなると推計されているのは、先にも述べた大阪市での最近の比較的高い住宅建設率が続く、若年労働力人口の流入が続くなどと推計されているためである。ところが人口は2010年以降かなりのテンポで減少すると推計されている。これは図8.3から分かるように、自然増加数がこれまでの正から負に転換すると推計されているためである。

図8.2(b)には、老年人口比率の推計結果も示してある。図から、人口の高齢化が2015年まで加速度的に進行し、2015年以降徐々に進行すると推計されていることが分かる。すなわち、大阪市の老年人口比率は1985年の10.3%から2015年に24.9%となり、2030年には27.6%と近畿地域全体の老年人口比率よりも2.58および3.98ポイント以上高くなると推計されている。

8.3 ケース2の結果

図8.4は2000年を例にとってケース1に対するケース2の住宅数の増分をゾーン別に示したものである。図から、住宅供給数を増加させた場合大阪市の中において市の周辺部である淀川・東淀川区、城東・鶴見区、大正・住之江区および住吉・東住吉・平野区の各ゾーンにおいて住宅数が特に増加すると推計されていることが分かる。また、都市化が特に進んだ都心(大淀・北区、東・南区、福島・西区)では住宅

政策の影響があまりないと推計されていることも分かる。これはモデルでは、住宅は住宅地比率の高いゾーンに建設されやすく、業務商業人口比率の高いゾーンでは建設されにくいというアルゴリズムになっているからである[2)]。

住宅建設数の増加に比べ滅失住宅数の少ないゾーンではネットの住宅数が増加することになり、このようなゾーンでは住宅を求めて他のゾーンから人が転入することになる。この結果、モデルでは図8.3に示すように社会増加における転出超過数がケース1のそれに比べて小さくなり、転入超過にさえなる時期があると推計されている。さらに、転入する世代は主として若い世代(25~39歳)となるため[2)]、自然増加数も出生数の増加によりケース1のそれと比較してわずかではあるが大きくなると推計されている。したがって、人口は図8.2(a)に示されているようにケース1に比べかなり増加すると推計されている。すなわち、ケース2の人口はケース1に比べ2030年には197,000人増加すると推計されている。

また、ケース2の老年人口比率は、図8.2(b)から分かるようにケース1のそれと比較して1.18ポイント小さくなると推計されている。これは若い世代層と出生数の両方が増加するからである。

以上に述べたように、積極的な住宅供給政策は他の条件が変らなければ大阪市における人口増加や人口高齢化進行の歯止に有効であると推計されていることがよく分かる。

また、大阪市における人口増加や人口高齢化進行の歯止は、当然他の地域の人口の減少や高齢化の促進という影響を与える。本モデルによると、大阪市の周辺ゾーンの内、箕面市、高槻市、奈良市や生駒市のゾーンなどこれまで新設住宅数の増加により人口が著しく増加したゾーンなどへの若い世代の転入が減り、その結果これらの地区で人口高齢化の進行が少し早まるなどと推計されている。

本節の結果は、大阪市においてコスト・ベネフィットを考慮した上

で人口増加のためどのような具体的な政策を採用するかを決定する際の基礎データとして有効に利用できるものと期待される。

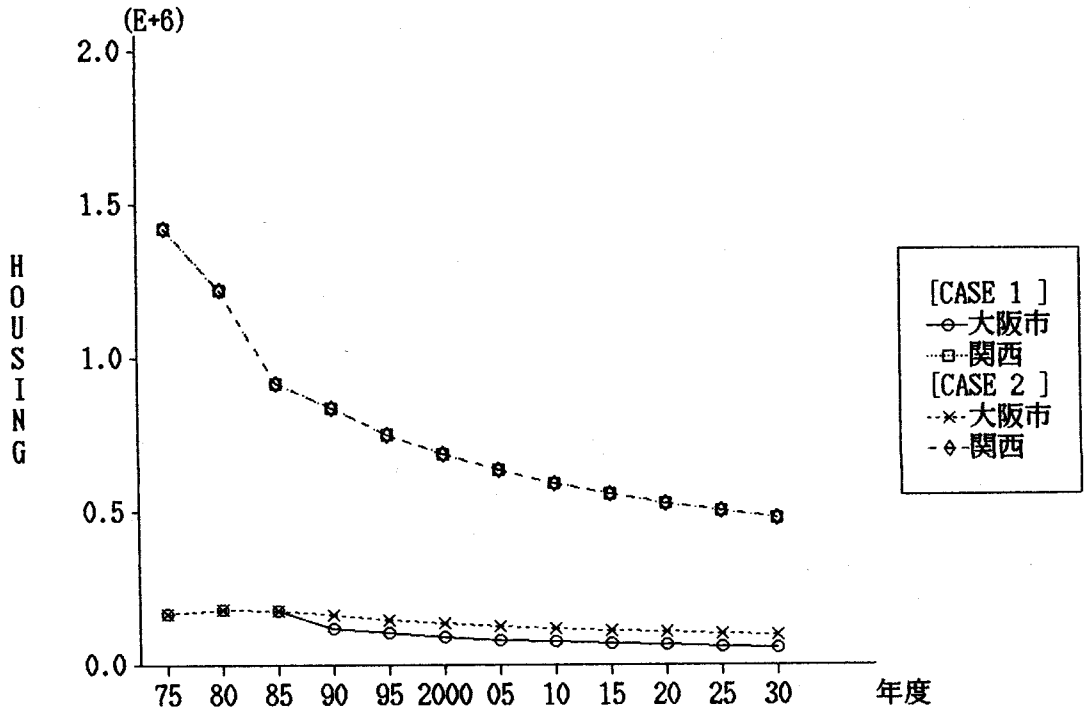
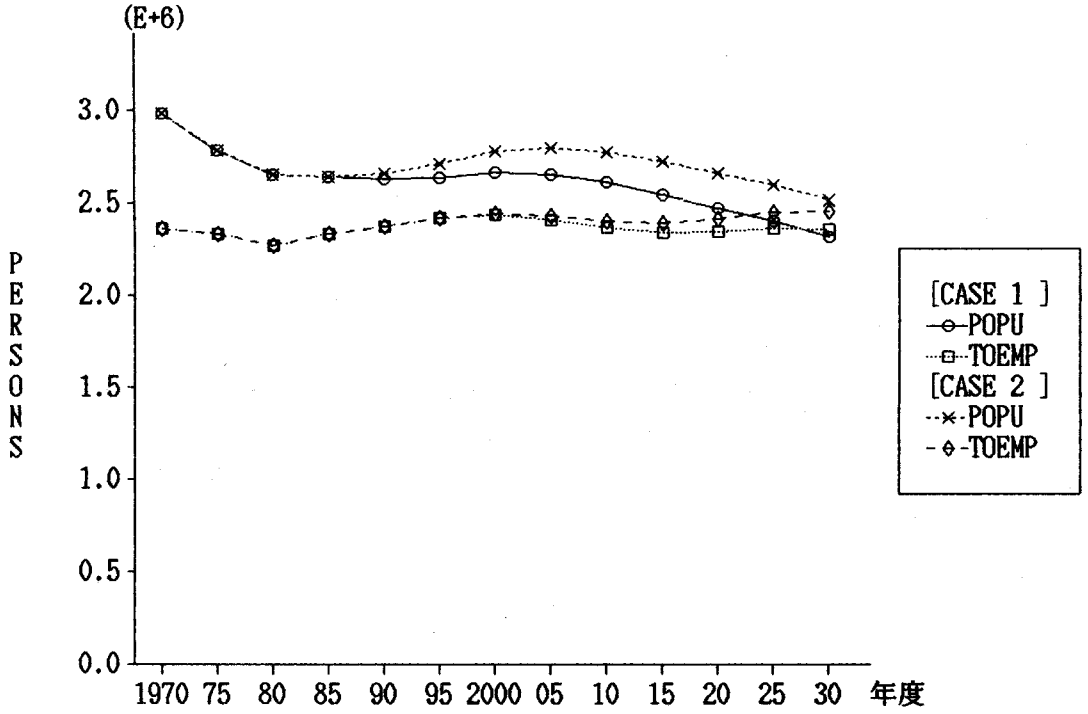
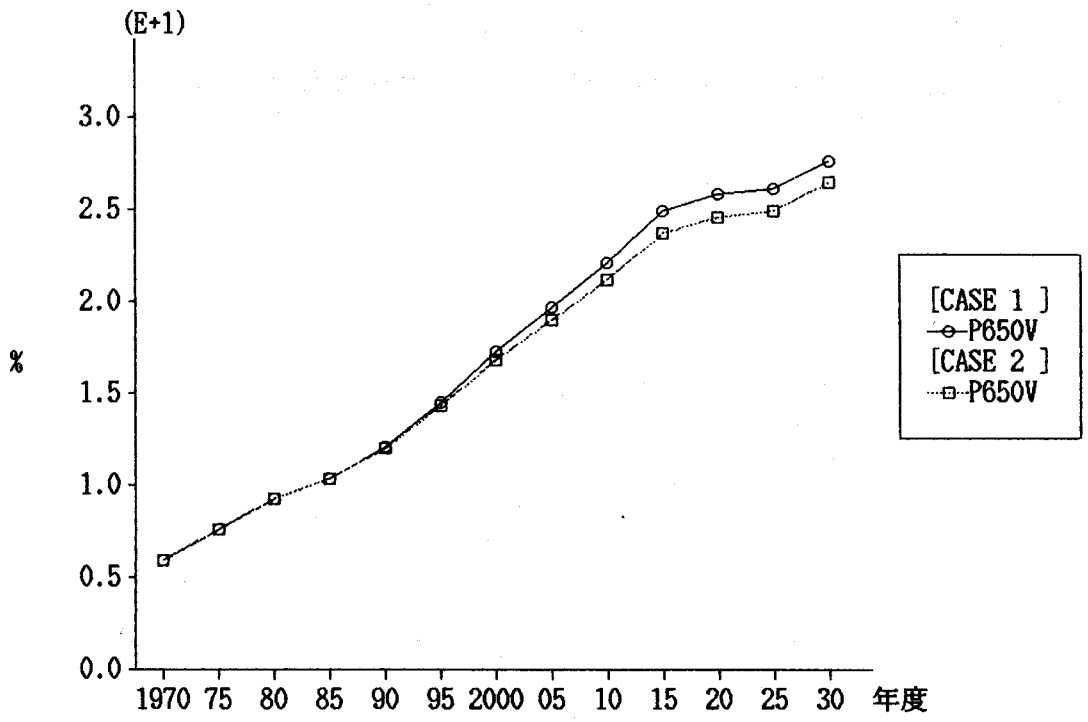


図8.1　近畿地域全体および大阪市のケース１とケース２における新設住宅数の推移



(a)総人口および総従業者数



(b)老年人口比率

図8.2　大阪市の総人口、総従業者数および老年人口比率の推計結果

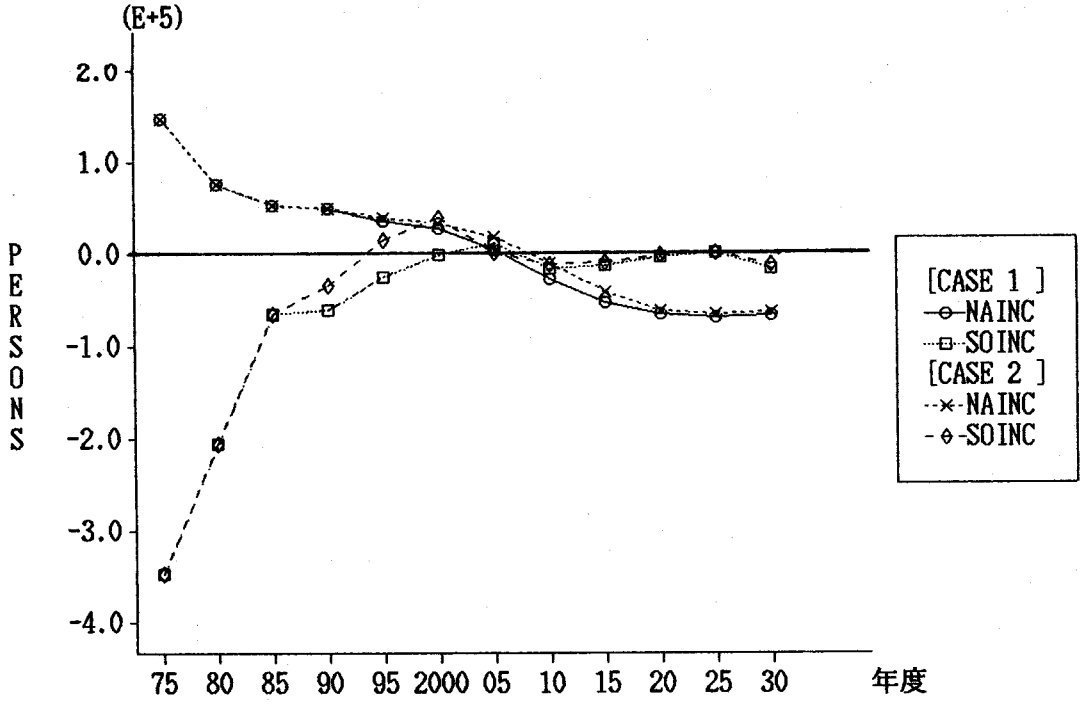


図8.3　大阪市の社会増加数および自然増加数の推計結果

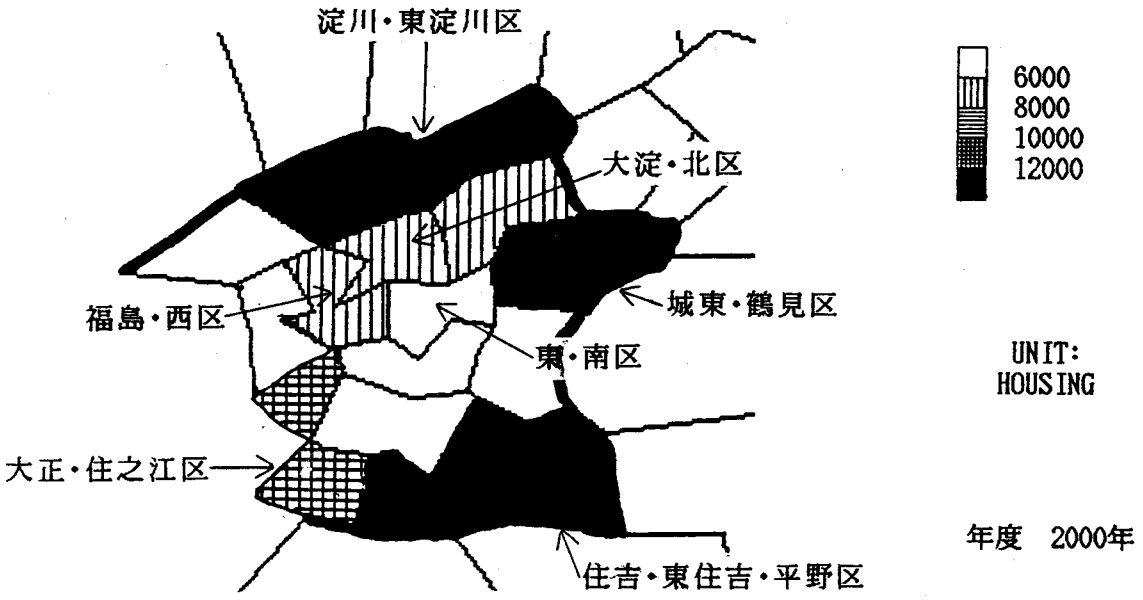


図8.4　2000年における住宅数のケース１に対するケース２の増分

（太線ワク内が大阪市）

第８章の参考文献

1) 厚生省人口問題研究所：日本の将来推計人口（昭61）

2) 朴・鈴木・金・中間：多ゾーン年齢階級別人口シミュレーション・モデル、シミュレーション、Vol.6、No.3、pp.159/168（昭62.11）

第９章　結論

本論文では118のゾーンに分割された近畿地域の社会経済の動向を超長期にわたってシミュレーションするためのシステムを開発した結果について述べた。まず、第２章でシステムの概要を述べ、第３章で本システムの中心となっている地域社会経済シミュレーションモデル（OURSモデル）について述べた。OURSモデルでは人口は性別年齢各歳別、雇用は46産業業種別、土地利用は７用途に分割されている。

第４章ではOURSモデルを用いてシミュレーションを行う際に必要となる外生変数を超長期にわたって推計するために構築した近畿地域マクロフレームモデル（KMFモデル）について述べた。第５章では実績データおよびシミュレーション結果として得られる膨大な推計結果を対話型で容易に検索・表示できるシステムを開発した結果について述べた。第６章では開発したモデル・システムをパーソナル・コンピュータ（PC）上でシミュレーション可能とするために構築したシステム（PC利用システム）について述べ、特にOURSモデルをPC上でシミュレーション可能とするための技法について記した。

第７章および第８章では、開発したモデル・システムを種々の問題の分析に応用した例について示した。

7.1節では、応用例の１つとしてシナリオ分析への適用を試みた。シナリオ分析では、出生率回復シナリオ（シナリオⅠ）と女性社会進出シナリオ（シナリオⅡ）の両シナリオを設定し、そのシナリオに沿った2030年までのシミュレーションを実行し、その結果の比較・検討を行った。シミュレーション結果から近畿地域においてシナリオⅡではシナリオⅠよりも出生率を低く設定しているので総人口はシナリオⅠよりも少なくなると推定されていることや女子の労働力率が高くなると設定していることにより20数年間は総従業者数がシナリオⅠより多くなるが、出生率の低下によりその後の総従業者数はむしろシナリオⅠより少なくなると推定されていることなどを明らかにした。さらに、

都市の例としてとりあげた大阪市において総従業者や人口の推移が外生変数として与えた近畿全体の推移とどのように異なると推計されているかについても示した。

7.2節では近畿地域において現在行われているプロジェクトのほかに、将来に計画されている多くの地域プロジェクトが実行されると仮定して、2030年までのシミュレーションを行い、これらのプロジェクトが実施されないと仮定した場合との相違について分析した。モデルのシミュレーション結果から、関西国際空港、関西文化学術研究都市、りんくうタウン、テクノポート大阪などの地域プロジェクトにより2000年における付加価値額はプロジェクトが行われないとしたケースに比較して近畿地域全体で約14兆円増加すると予測されている。また、総従業者数の増分は2000年において約16万人、2015年には約26万人になると予測されている。人口の増分は2000年において約40万人、2025年には約48万人と予測されている。また、地域プロジェクトが各ゾーンに及ぼす影響は年代が進むにつれプロジェクトのあったゾーンだけでなく、より広範囲に広がっていくということが予測されていることを述べ、これらのプロジェクトが近畿地域の活性化にどの程度有効であるかについて定量的に示した。

第８章では、構築したPC利用システムを大阪市の人口高齢化の予測と分析に応用した例について述べた。大阪市の人口高齢化の予測にあたっては、大阪市において住宅建設増加のための特別な対策をとらないと想定したケースと積極的な住宅供給政策をとり続けると想定したケースの２つのケースを設定した。シミュレーション結果から、住宅供給政策をとり続けるケースは対策をとらないと想定したケースに比べて2030年において人口が約20万人増加し、その結果老年比率が1.18%小さくなると予測されている。このように、両ケースにおけるシミュレーション結果を比較することにより、他の条件は変わらないという前提条件のもとでは住宅の供給数を増加する政策は大阪市における人

口増加ならびに人口高齢化の進行の歯止めにかなりの効果があると推定されることを示した。

開発したシステムは、グラフィック機能やPrologの記号情報処理能力を活用することにより、入力方法やオペレータへのメッセージ等が分かりやすく、操作性の良いものとなっている。また、検索・表示支援データベースを備えた対話型データ検索表示システムも組み込んであるため、膨大な実績データおよびシミュレーション結果からユーザが関心のあるデータを容易に検索して、種々のグラフで表示することができるようにもなっている。さらに、ユーザが本システムを用いてシミュレーションを行うとき、種々のシナリオの設定による将来予測が可能なことが望まれるので、開発したシステムにはシナリオ関連統計データベースを備えた対話型のマクロフレームモデルを組み込んであり、このような要請にも部分的ではあるが答えられるようになっている。

本システムは、ＩＢＭ9370システムとPCを利用して構築されているが、他の機種への移行も容易であり、多くの地方自治体において地域計画の策定等種々の計画策定に有効に活用できるものと期待される。なお、本システムは近畿地域を対象として構築されているが、モデルの構造は一般的なものであり、データさえ入手できれば他の地域へも適用できることはいうまでもない。

謝　辞

本研究を行うに際し、終始御懇切な御指導ならびに温情ある御鞭撻を賜った大阪大学工学部情報システム工学科鈴木胖教授に深甚なる謝意を表すものであります。

本論文の作成にあたり、御懇篤なる御討論と御指導をいただくとともに種々御高配を賜わった大阪大学工学部電気工学科朴炳植助教授に深く謝意を表します。

また、本研究遂行にあたり、種々の有益な御教示、御助言をいただいた大阪大学工学部電気工学科辻毅一郎教授、電子工学科児玉慎三教授に厚くお礼申し上げます。

また、本論文につき御懇篤なる御検討をいただいた大阪大学超電導エレクトロニクス研究センター村上吉繁教授、工学部電気工学科青木亮三教授、松浦虔士教授、白藤純嗣教授、平木昭夫教授、レーザー核融合研究センター加藤義章教授に厚くお礼申し上げます。

本研究を通じて数々の有益な御助言、御助力を得た情報システム工学科鈴木研究室および電気工学科辻研究室の諸兄に深く謝意を表します。

とくに、本学工学研究科の卒業研究として本研究に参加され、よき共同研究者となって載いた濱野公一君(現在、大阪ガス㈱)に心より感謝いたします。

付録A　社会増加推定の説明変数

社会増加総数の推定式(3.1)に用いた説明変数およびその推定法について以下に説明する。

付A.1　雇用ポテンシャルの推定

雇用ポテンシャル$EPT^j(K)$は、各ゾーンの第2次および第3次産業従業者$TE^j(K)$より

$$EPT^j(K) = \sum_i TE^i(K)/T_{i,j}{}^{\gamma_P} \qquad (A.1)$$

と求められる。ここで、$T_{i,j}$はi,j間の時間距離であり、3.4節で構築したゾーン間時間距離サブモデルにより推定された出勤目的の時間距離を利用した。その指数γ_pとしてはパーソントリップの出勤目的分布交通量を予測するモデル[1)]の中で推定された値、すなわち$\gamma_p=2.796$を用いた。$\triangle EPT^j(K)$はゾーンjにおける雇用ポテンシャルの増分を表し、これが正ならば転入が増加することになる。

付A.2　労働力供給の推定

若年年齢層(a＝15~24歳)の労働力供給の増分$\triangle LFSY^j(K)$は次式で求められる。

$$\triangle LFSY^j(K) = CLY^j(K) - PY^j(K-1) \qquad (A.2)$$

ここで、

$$CLY^j(K) = \sum_{S=1}^{2} \sum_{a=15}^{24} \lambda_{s,a}(K) CL^j{}_{s,a}(K) \quad : \text{封鎖労働力人口} \qquad (A.3)$$

$$PY^j(K-1) = \sum_{S=1}^{2} \sum_{a=15}^{24} \lambda_{s,a}(K-1) P^j{}_{s,a}(K-1) \quad : \text{労働力人口} \qquad (A.4)$$

であり、$\lambda_{s,a}$は性別年齢別労働力率である。25歳以上の年齢層(a＝25歳以上)の労働力供給の増分も同様に

$$\triangle LFSO^j(K) = CLO^j(K) - PO^j(K-1) \qquad (A.5)$$

$$CLO^j(K) = \sum_{S=1}^{2} \sum_{a=25}^{85} \lambda_{s,a}(K) CL^j{}_{s,a}(K) \quad : \text{封鎖労働力人口} \qquad (A.6)$$

$$PO^j(K-1) = \sum_{S=1}^{2} \sum_{a=25}^{85} \lambda_{s,a}(K-1) P^j{}_{s,a}(K-1) \quad : \text{労働力人口} \qquad (A.7)$$

として求められる。$\triangle LFSO(K)$がプラスとなるゾーンでは労働力供給

が増加し、したがって他の事情が同じであるならば、人はそのゾーンから職を求めて転出することになる。しかし、若年年齢層の場合、△LFSY(K)がプラスとなっても人がそのゾーンから転出するのではなく、近年労働力人口の不足を反映して若年層が転入することを(3.1)式は示している。

ただし、単身で移住する可能性が高い年齢層(a＝15~24歳)と、家族で移住する可能性の高いそれ以上の年齢層(a＝25歳以上)では(3.1)式から分かるように偏回帰係数の値が異なっていることに注意する必要がある。

付A.3　新設住宅数の推定

ゾーンjにおける新設住宅数$BH^j(K)$は、重回帰分析を行って得た式

$$\begin{aligned} BH^j(K) = & \underset{\langle 5.46\rangle}{11038.2} + \underset{\langle 15.4\rangle}{0.136HS^j(K-1)} - \underset{\langle -4.03\rangle}{13341RNC^j(K-1)} \\ & + \underset{\langle 1.69\rangle}{171.5EPT^j(K-1)} + \underset{\langle 6.98\rangle}{92218.9\ ID^j(K-1)} + \underset{\langle 1.80\rangle}{0.209LA^j(K-1)} \\ & + \underset{\langle 6.80\rangle}{36882DA^{67}(1)} - \underset{\langle -4.30\rangle}{24002.9DA^{67}(3)} \qquad (A.8) \\ & R=0.808 \end{aligned}$$

により推計できる。ここで、HS^jは住宅数を表す。RNC^jは業務商業従業者数の総従業者数に対する比を表し、ゾーンjの都市化と関連した変数である。雇用ポテンシャル$EPT^j(K-1)$は、雇用機会へのアクセスビリティを表す代理変数になっていると考えられる。また、$ID^j(K-1)$はゾーンjにおける個人所得を$IP^j(K)$とすると、

$$ID^j(K) = \frac{(IP^j(K) - IP(K))P^j(K)}{IP(K)P(K)} = RID^j(K)P^j(K)/P(K) \quad (A.9)$$

$$RID^j(K) = (IP^j(K) - IP(K))/IP(K) \quad (A.10)$$

で定義され、ゾーンjにおける個人所得総計が近畿平均の個人所得の値$IP(K)$をとる場合と比較して、どの程度異なるかを示す変数である。$ID^j(K)$はゾーンjにおける所得水準が高いと、その値が大きくなり、ゾーンjにおける生活環境水準の良さと関連した変数であると考えら

れる。(A.8)式は他の条件が同じなら$ID^j(K-1)$の値の大きいゾーンでの住宅の建設数が大きいことを意味している。$IP^j(K)$は外生的に与えられる近畿地域平均の個人所得$IP(K)$とゾーンの個人所得指数$RIP^j(K)$から

$$IP^j(K)=RIP^j(K)\times IP(K) \qquad (A.11)$$

で推定される。ゾーンjの個人所得指数$RIP^j(K)$は重回帰分析を行って得た式

$$RIP^j(K)=\underset{\langle 5.24\rangle}{0.003686}LR^j(K)/LB^j(K)\underset{\langle -15.4\rangle}{-0.003838}LA^j(K)/LU^j(K)$$
$$\underset{\langle 22.8\rangle}{+0.01689}\sum_{a=20}^{54}P^j{}_a(K)/P^j(K)\underset{\langle 15.6\rangle}{+0.9682}DA^{95}\underset{\langle 9.0\rangle}{+0.3910}DA^{36,93}$$
$$R=0.864 \qquad (A.12)$$

を用いて推定することにした。本式において、LR^jは住宅地面積(ha)、LB^jは宅地面積(ha)を表す。LA^jとLU^jはそれぞれ農地面積(ha)と可住地面積(ha)を表す。DA^{95}は芦屋市、$DA^{36,93}$は箕面市と宝塚市を表す地域ダミー変数である。

(A.8)式の第7および8項$DA^{67}(1)$、$DA^{67}(3)$は、泉北ニュータウンの開発のあった堺市ゾーン(j=67) の昭和45～50年(K=1)および昭和55～60年(K=3)の特別な住宅建設を説明するために導入した地域ダミー変数である。

付A.4　住宅滅失率の推定

ゾーンjにおける住宅の滅失率$RD^j(K)$は、重回帰分析を行って得た式

$$RD^j(K)=\underset{\langle 12.0\rangle}{0.170}RB^j(K)+\underset{\langle 4.03\rangle}{0.028}DR^j(K-1)$$
$$\underset{\langle 6.58\rangle}{+0.420}RLC^j(K-1) \qquad R=0.760 \qquad (A.13)$$

により推計できる。ここで、

$$RB^j(K)=BH^j(K)/HS^j(K-1)\times 100 \quad :\text{住宅建設率} \qquad (A.14)$$

$$DR^j(K-1)=HS^j(K-1)/LR^j(K-1) \quad :\text{住宅密度} \qquad (A.15)$$

であり、RLC は可住地面積に対する業務商業地面積の比である。

付A.5　住宅数の推定

ゾーン j における住宅数$HS^j(K)$は、ゾーン j における住宅の滅失率$RD^j(K)$、新設住宅数を$BH^j(K)$とから、

$$HS^j(K)=HS^j(K-1)(1-RD^j(K)/100)+BH^j(K) \qquad (A.16)$$

で求められる。

付A.6　ゾーン別年齢別有配偶率の予測

ゾーン別出生数を予測するには、出生可能年齢女子のゾーン別年齢別有配偶率を予測する必要がある。ゾーン別女子有配偶率の違いを年齢別に直接予測するのは、極めて困難である。そのため、ここでは15歳以上49歳以下の女子の平均有配偶率のゾーン別相違を予測する式をまず求めることにし、この結果を利用して各年齢別ゾーン別女子有配偶率を予測することにした。

15歳以上49歳以下の女子人口総数に対する15歳以上49歳以下の有配偶女子人口の比をグロス有配偶率ということにすると、ゾーン別のグロス有配偶率ρ^jのゾーン別の相違は、各ゾーンにおける都市化の度合（都市化が進んだ地域では、働く女性が多く配偶者を持たない女性も多い）、人口密度や年齢構成の違いにより推定できると考えられる。

種々の重回帰分析を行った結果より、$\rho^j(K)$は

$$\rho^j(K)=\underset{\langle 94.8\rangle}{86.07}-\underset{\langle -9.80\rangle}{0.3769}LC^j(K)/LU^j(K)+\underset{\langle 6.24\rangle}{0.0469}LA^j(K)/LU^j(K)$$
$$-\underset{\langle -21.9\rangle}{1.551}\sum_{a=20}^{24}P^j{}_a(K)/P^j(K)-\underset{\langle -16.7\rangle}{1.045}\sum_{a=65}^{85}P^j{}_a(K)/P^j(K)$$

$$R=0.867 \qquad (A.17)$$

として推定することにした。本式において、Rは重相関係数を表し、係数の下の＜＞内の数値はt値を表す。また、LUは可住地面積、LCは業務商業地面積、LAは農地面積、P_aは年齢別人口を表す。本式は、商業地密度（第２項）の高い都市化の進展したゾーンではρ^jは低く、農地密度（第３項）の高いゾーンではρ^jは高く、さらに20歳以上24

歳以下の人口比率（第４項）の高いゾーンや、65歳以上の人口比率（第５項）の高い老齢化の進んだゾーンではρ^jは低いことを表している。さて、K期のゾーン別年齢別女子有配偶率を$\rho^j{}_a(K)$とすると、$\rho^j{}_a(K)$は、

$$\rho^j{}_a(K) = \rho^j{}_a(0) \times (\text{近畿全体の時間的変化率}) \times (\text{近畿全体に対するゾーンjの空間的変化率}) \quad (A.18)$$

として予測される。ここで、$\rho^j{}_a(0)$は推定初期年の値を表す。近畿全体の女子有配偶率の年齢別の変化は外生的に与えられるものとする。近畿全体に対するゾーンjの空間的変化率は年齢別ではなく、平均ならば（A.17)式を利用して推定することができる。したがって、本サブモデルでは

$$\rho^j{}_a(K) \fallingdotseq \rho^j{}_a(0) \times \frac{\rho_a(K)}{\rho_a(0)} \times \frac{\rho^j(K)}{\rho^j(0)} \quad (A.19)$$

として、(A.19)式により近似的に求められる値を利用することにした。ここで、$\rho_a(K)$はK期における近畿平均の年齢a歳の女子有配偶率（外生パラメータ）、$\rho^j(K)$は(A.17)式より予測されるK期のゾーンjにおけるグロス有配偶率である。

付録B　OURSモデルによる地域プロジェクトの影響分析のためのシナリオ設定方法

付B.1　設定方法

1．以下のように設定したファイルを作成すればよい。

4	2	55	10000
4	14	55	10000
5	60	49	2000
7	67	49	3000
8	80	110	4000
年度(loop)	変数	ゾーン	シナリオ値
1980　3	番号	番号	
1985　4			

シナリオ値のあるものを適当に並べればよい。

この時、順番はどうでもよい。

2．あるゾーンについて連続した年度でシナリオ設定する場合、その年の増分をシナリオ設定するのではなく全くシナリオがない場合を0として、それに対する増分を設定することにする。例えば1985年に5000人、1990年に5000人、人口が増加するというシナリオを設定する場合シナリオ値は1985年5000人、1990年10000人と設定する。これは従業者と土地面積の場合も同じである。

3．人口をシナリオ設定する場合は、同時にその人口分に見合う住宅数、総世帯数も設定する。

4．人口をシナリオ設定する時は、その人口が既存の土地に立地するかどうかによって住宅地面積をシナリオ設定するかどうか決める。新規の土地が開発されて住宅地になるという想定であれば住宅地面積のシナリオ設定も行う。

5．従業者をシナリオ設定する場合も同時に業務商業地、工業地をシ

ナリオ設定することができる。

６．１つのゾーンで住宅地、業務商業地等の複数の土地面積のシナリオ設定を行う場合は、１つのシナリオ設定が終わっても他のシナリオ設定が終わっていなければシナリオが増加しなくてもシナリオ設定を行う。つまり、1985年に住宅地開発100ha、工業地開発100ha、1990年に工業地開発100ha行われる場合のシナリオ設定は

1985年　住宅地　100ha　工業地　100ha

1990年　住宅地　100ha　工業地　200ha

と行う。

７．市街化調整区域内農地面積のシナリオ設定は減少分をシナリオ設定すればよい。つまり1990年に市街化区域内農地面積のうち10haが解除されるとすれば、

1990年　市街化区域内農地面積　-10ha

と設定すればよい。

付B.2　シナリオ設定例

１）1995年から2005年にかけて堺市で20000人人口が増加するというシナリオ（1995年に5000人、2000年に12000人、2005年に20000人とする）

6	67	1	5000
6	67	130	1700
6	67	137	1600
7	67	1	12000
7	67	130	3000
7	67	137	2900
8	67	1	20000
8	67	130	7000
8	67	137	6900

２）1995年から2005年にかけて堺市で大規模な住宅地の造成が行われたうえで、１）のようなシナリオを考える（1995年に30ha、2000年に70ha、2005年に100ha）。

6	67	1	5000
6	67	130	1700
6	67	137	1600
6	67	110	30
7	67	1	12000
7	67	130	3000
7	67	137	2900
7	67	110	70
8	67	1	20000
8	67	130	7000
8	67	137	6900
8	67	110	100

３）1995年から2005年にかけて堺市に運輸・通信業従業者が増加するというシナリオ（1995年2000人、2000年5000人、2005年7000人）

6	67	80	2000
7	67	80	5000
8	67	80	7000

４）1995年から2005年にかけて堺市で大規模な土地造成が行われ、そこに３）のシナリオが設定される（1995年に100ha、2000年に200ha、2005年に300ha）。

6	67	80	2000
6	67	111	100
7	67	80	5000
7	67	111	200
8	67	80	7000
8	67	111	300

5）1995年から2000年にかけて堺市で市外化区域内農地面積が10haずつ解除される。

6	67	119	-10
7	67	119	-10

付録の参考文献

1) 島崎：ゾーン間交通モデル・システムの構築とその応用、大阪大学大学院特別研究報告（平成元年３月）

業績目録

1．論文発表

1）Y. Suzuki, P. S. Pak and G. Kim: Man-Machine Interactive Simulation Model for Regional Development Planning in Osaka Area, Technology Reports of the Osaka University, Vol.32, No.1659, pp.237/248(昭57.11)

2）P. S. Pak, G. Kim, T. Nakamura and Y. Suzuki: Zonal Land Use Model for Kansai Region, Technology Reports of the Osaka University, Vol.35, No.1796, pp.117/130 (昭60.3)

3）朴・金・中村・鈴木：社会経済シミュレーションモデルのための立地関数と時間距離についての基礎的考察、シミュレーション、第５巻第１号、pp.44/50 (昭61.3)

4）G. Kim, P. S. Pak and Y. Suzuki: Interactive Data Processing System for Regional Statistical Data, Technology Reports of the Osaka University, Vol.37, No.1875, pp.85/96(1987.3)

5）朴・鈴木・金・中間：多ゾーン年齢階級別人口シミュレーション・モデル、シミュレーション、第６巻第３号、pp.41/50(1987.11)

6）鈴木・朴・金・小林：関西国際空港立地の社会経済的影響分析、計画行政第20号、pp.69/75(1988.6)

7）Pak, P. S. , Suzuki, Y. , and Kim, G.: Multizonal Simulation Model of Population, Journal of Urban Planning and Development, ASCE Vol.114, No.2, pp.91/109(1988.12)

8）Suzuki, Y. , Pak, P. S. , and Kim, G.: Impact Analyses of Construction of Kansai International Airport, Journal of Urban Planning and Development, ASCE Vol.115, No.1, pp.33/49(1989.5)

9）Pak, P. S. , Kim, G. , and Suzuki, Y.: Multizonal Model of

Industrial Activities Based on Journey Time Model, Journal of Urban Planning and Development, ASCE Vol.118, No.2(1990.12)

10) 金・濱野・朴・鈴木：シミュレーション・モデルによる大都市の人口高齢化の予測と分析　ー大阪市を例としてー、日本計画行政学会掲載予定

11) 金・濱野・朴・鈴木：ＰＣ利用総合地域社会経済シミュレーションモデル・システム、シミュレーション掲載予定

12) Kim, G., Pak, P.S., and Suzuki, Y.: A Comprehensive Regional Socio Economic Simulation System, Journal of Urban Planning and Development, ASCE に投稿中

２．国際学会発表論文

1) Y. Suzuki, P. S. Pak, G. Kim and T. Kobayashi: Socioeconomic Impact Analyses of Construction of the Kansai International Airport, Proceedings of JSST Conference on Recent Advances in Simulation of Complex Systems, pp.635/640(1986.7)

2) Y. Suzuki, P. S. Pak and G. Kim: Demographic and Socio-Economic Analyses of Aging of Population in Urban and Rural Areas, Proceeding of IFAC workshop on Modelling, Decision and Game with Applications to Social Phenomena (1986.8)

3) P. S. Pak, G. Kim and Y. Suzuki: A Regional Model for the Distribution of Industrial Activities, Proceedings of 4th IFAC/IFORS Symposium on Large Scale Systems, pp.714/719 (1986.8)

4) Y. Suzuki, P. S. Pak, G. Kim and K. Tsuji: An Integrated Regional Simulation Model based on Large Scale Database -

Experince in the Kansai Region of Japan-, Proceedings of 5th IFAC/IFORS Conference on Dynamic Modelling and Control of National Economies (1986.6)

３．口頭発表論文

１）金・朴・鈴木：地域分析のためのデータ処理システム、計測自動制御学会第４回システムシンポジウム講演論文集、pp.75/80(昭53.7)

２）鈴木・朴・大山・金：大阪地域産業人口立地モデルの開発、計測自動制御学会第４回システムシンポジウム講演論文集、pp.93/98(昭53.7)

３）金・朴・鈴木：対話型大阪府マクロ・フレーム・決定モデルの開発、第21回自動制御連合講演会前刷、pp.351/352(昭53.11)

４）鈴木・朴・大山・金：大阪地域産業人口立地モデル、第21回自動制御連合講演会前刷、pp.353/354 (昭53.11)

５）鈴木・朴・金・辻：市区町村レベルの人口・産業・土地利用データベースの構築、第６回都市計画シンポジウム、都市計画と地域情報システム・シンポジウム論文集、pp.38/47(昭58.7)

６）朴・金・中村・鈴木：近畿地域120ゾーン別土地利用モデル、第27回自動制御連合講演会前刷、pp.321/322(昭59.11)

７）朴・中村・金・鈴木：近畿地区120ゾーン間時間距離モデル、第27回自動制御連合講演会前刷、pp.323/324(昭59.11)

８）朴・金・中村・鈴木：近畿地域社会経済シミュレーションモデル、日本シミュレーション学会、第５回シミュレーション・テクノロジー・コンファレンス発表論文集、pp.241/244(1985.6)

９）朴・西本・金・鈴木：社会経済シミュレーションモデルのための交通ネットワーク情報処理システム、第29回自動制御連合講演会前刷、pp.507/510(1986.11)

10) 金・朴・鈴木：地域統計情報データベースのための対話型データ処理システム、第29回自動制御連合講演会前刷、pp.521/524(1986.11)

11) 鈴木・小林・朴・金：関西国際空港立地の社会経済的影響分析、第29回自動制御連合講演会前刷、pp.525/528(1986.11)

12) 朴・中間・金・鈴木：近畿地域における人口移住の分析、第29回自動制御連合講演会前刷、pp.529/532(1986.11)

13) 朴・金・鈴木：ゾーン別性別年齢各歳別人口シミュレーション・モデル　ー近畿地域の120ゾーンを対象としてー　第13回システムシンポジウム講演論文集、pp.103/108(1987.11)

14) 朴・金・濱野・鈴木：パーソナルコンピュータ利用大規模地域社会経済シミュレーションモデル、日本シミュレーション学会第7回シミュレーション・テクノロジー・コンファレンス発表論文集、pp.33/36(1988.6)

15) 金・朴・鈴木：大規模社会経済シミュレーションモデルと連結した高等学校教育施設需要予測モデルの開発、日本シミュレーション学会第7回シミュレーション・テクノロジ・ーコンファレンス発表論文集、pp.37/40(1988.6)

16) 朴・島崎・金・鈴木：ゾーン間目的別時間距離モデルの構築とその応用、日本シミュレーション学会第8回シミュレーション・テクノロジー・コンファレンス発表論文集、pp.145/148(1989.6)

17) 鈴木・小林・朴・濱野・金：知識工学的手法を導入した地域計量経済モデル開発支援システムの開発、日本シミュレーション学会第9回シミュレーション・テクノロジー・コンファレンス発表論文集、pp.261/264(1990.6)

4．その他論文発表

1) Y. Suzuki, P. S. Pak, G. Kim, K. Tsuji and M. Suzuki: Ener

gy Database for Local Energy Systems Analysis in Kansai Region, Technology Reports of the Osaka University, Vol.34, No.1744, pp.29/39(昭59.3)

2）鈴木・朴・金・辻：業務商業地区におけるエネルギー需要の実態と省エネルギー対策 ー大阪市本町メッシュを中心としてー、エネルギー・資源、Vol.6、No.4、pp.80/87 (1985.7)

5．その他口頭発表論文

1）鈴木・朴・金・石谷・広瀬：メッシュデータを用いた都市のエネルギー消費構造の現況分析、電気学会、情報処理研究会資料、IP-80-70、pp.11/20 (1980.11)

2）朴・金・鈴木：市区町村別エネルギー需要予測モデル ー大阪府を例としてー、日本シミュレーション学会、pp.1/6(1983.2)

3）朴・鈴木・金・広瀬：業務商業地区におけるエネルギー需要の実態と省エネルギー対策 ー大阪市本町メッシュを中心としてー、エネルギー・資源研究会第２回研究発表会講演論文集、pp.189/194(昭58.4)

4）Y. Suzuki, P. S. Pak, G. Kim and K. Tsuji: Long Range Electric Demand Forecasts for Osaka City by Modeling Socio-Economic Structural Changes, IFAC, The 9th World Congress, pp. 211/216(昭59.6)

5）鈴木・辻・朴・金・中村：地域エネルギー需要の将来 ーシミュレーションモデルによるアプローチー、 エネルギー資源研究会、第２回エネルギーシステム・経済コンファレンス講演論文集、pp. 215/222(昭60.1)