

近畿地域社会経済シミュレーションモデル

鈴木 胖

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府県の境界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、さらにいくつかのハイテクノロジー・パークが建設中あるいは計画段階にある。一方で近畿地域は日本海岸、太平洋岸に過疎地をかかえており、ここでは人口高齢化が世界でも類をみないほど急速に進みつつある。この現象は2000年頃には都市圏にもおよぶものと予想されている。つまり近畿地域は21世紀にかけてさらなる発展の芽と、活力を失うことにつながりかねない停滞の芽を合わせもっており、将来に向けて慎重な対策を必要とする地域である。

近畿地域（福井、滋賀、京都、大阪、兵庫、奈良、和歌山の2府5県）の将来の問題を考察するため、まず最小行政単位である市区町村別に（全部で404単位ある）詳細な社会経済データベースが作成された。このデータベースをもとに、最小単位を適当に集約した120ゾーンに関する社会経済シミュレーション・モデルが構築された。このモデルは近畿地域を対象としているが、その構造は普遍的であり、データベースさえあればさらに拡大された地域あるいは別の地域にも適用可能である。われわれはこのモデルを Osaka University Regional Simulation Model—略して

OURS Model と呼んでいる。このモデルの出力を外生変数として水需要やエネルギー需要モデルなど問題分野別モデルもすでに構築されている。

以下ではその概略について報告する。

1. データベース・システム

データベースについて指摘しなければならないのは、404の最小行政単位別各種社会経済統計データ（現在までに約130項目、過去20年分を収集）に加えて、構築されたモデルのシミュレーション出力量も膨大になるので、これもデータベース化しなければならないということである。またモデル構築の過程でデータについて多くの統計的解析を行わなければならないので、そのために元の統計データを適宜集約あるいは加工したデータベースも必要である。図1はわれわれの開発したデータベース・システムの全体概念である。データベースの基本になるのは中央にある社会経済統計データである。これは地域、時間、項目からなる3次元構造をもっていることとした。モデルのシミュレーション出力結果も同様の構造をもつと見なすことができる。3次元構造のそれぞれの軸にあたる地域、時間、項目自体はそれぞれ階層構造をもっている。たとえば地域に関しては、[全国—近畿—府県—市区町村]の階層をもっている。

すずき ゆたか 大阪大学 工学部

〒565 吹田市山田丘2-1

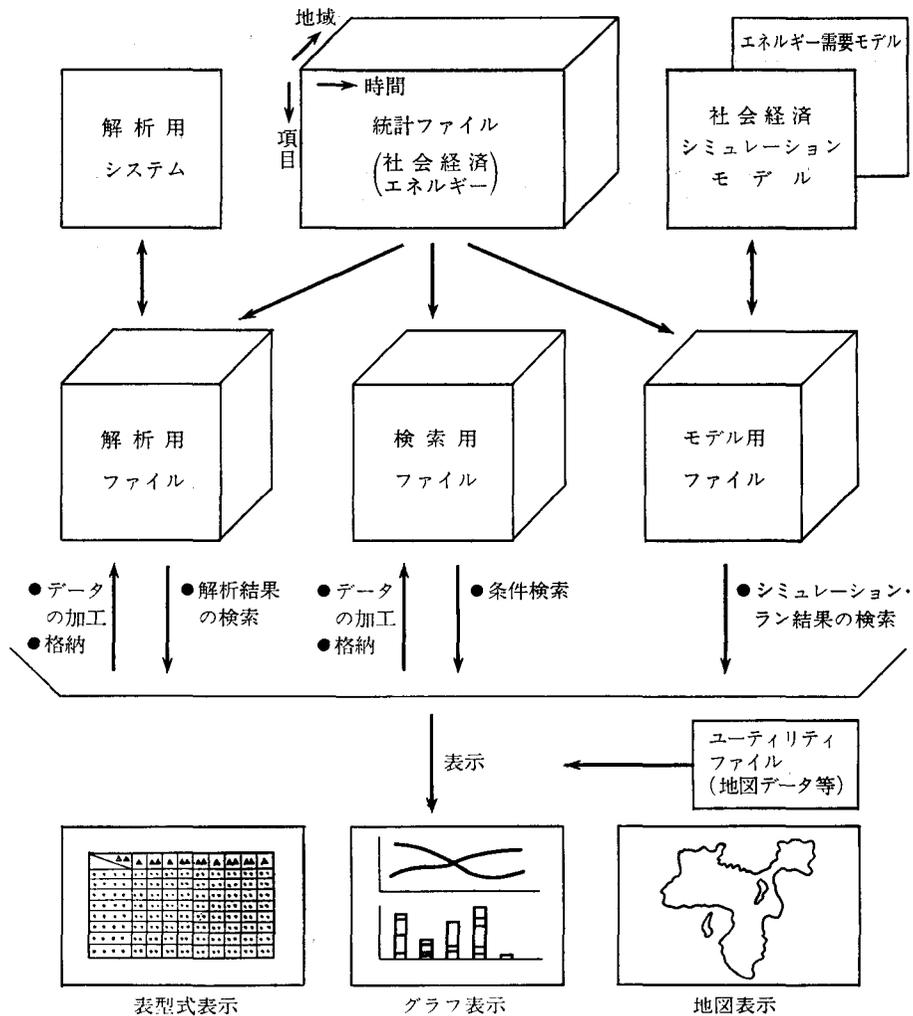


図 1 データベースシステムの概念

2. 地域社会経済シミュレーションモデル

地域の社会経済の変化をモデル化することは、その変化を支配する要因がきわめて多いこと、要因の多くはそれ自体定量化が困難である、定量化可能な要因でもデータがないなど障害があり、むずかしい問題である。したがって地域社会経済のモデル構築に当っては、相当思いきった視点に立って、データの入手可能性、定量化の可能性を考慮しながら、多くの要因の中から基本的と考えられるものを抽出し、その因果関係を探りつつモデルを構築してゆくことが必要である。この過程で

は、これまでの先達の研究成果やモデル作成者の知識、経験が有力な手段になる。われわれは産業立地（したがって雇用機会）、居住、都市化およびこれらに大きな影響をおよぼす土地利用、交通で地域の社会経済活動の相当部分が説明できると考え、その基本的要素とその相互関係を図2のように認識した。この認識に沿って多くの因果律をそのままモデルに組み込むことによって、社会経済シミュレーションモデルが構築された。

図3はモデルの構成を示している。このモデルの第1の特徴は地域分割の詳しさにある。近畿地域には市町村それに大阪、京都、神戸という政令

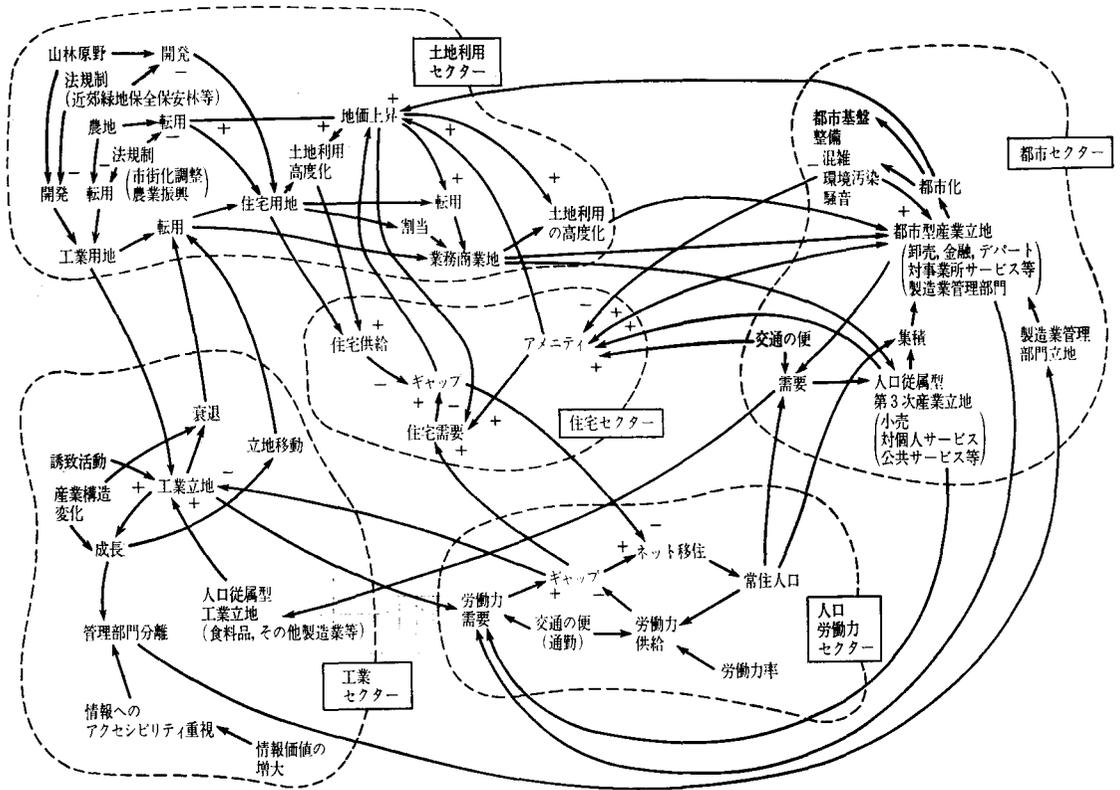


図 2 地域社会経済のフロー図

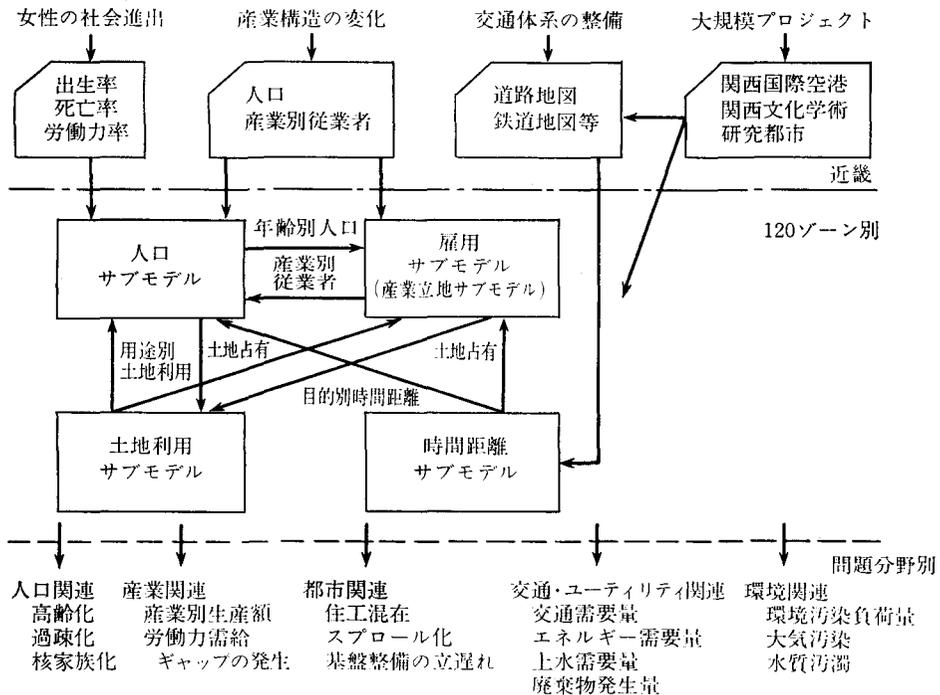


図 3 地域社会経済シミュレーションモデル(大阪大学地域シミュレーションモデル—OURS モデル)

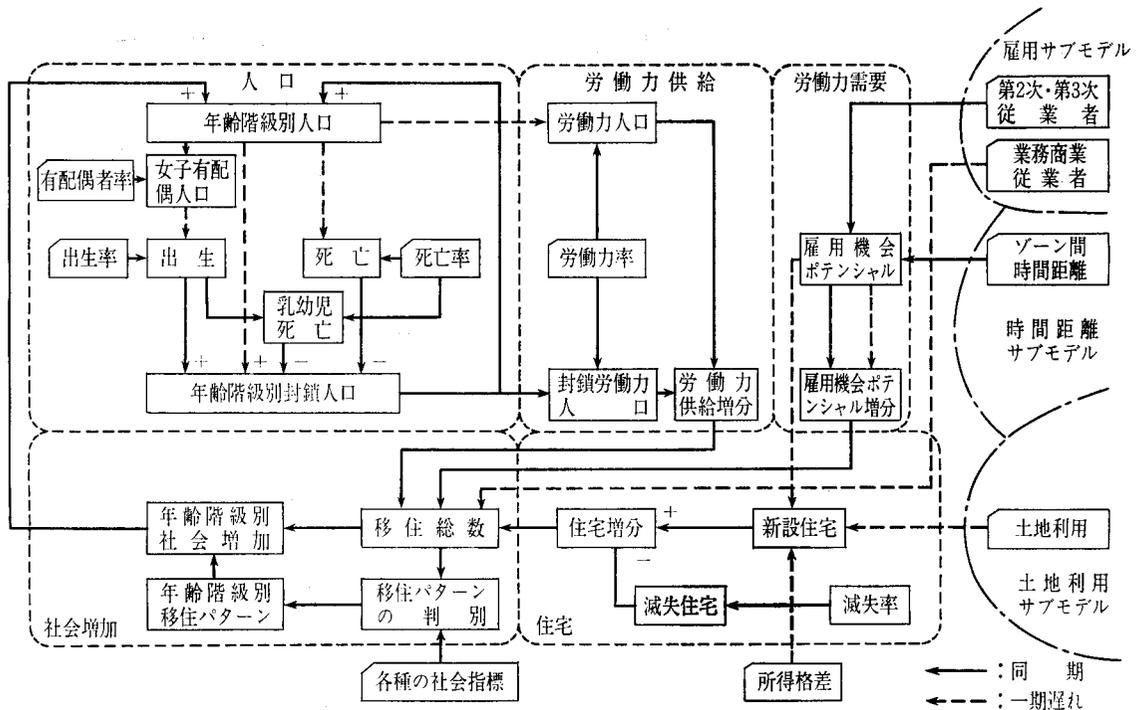


図4 人口サブモデルの構造

都市の区を合わせると全部で404の行政区画がある。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、生活圏などを考慮して404の市区町村を120ゾーンに統合した。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。ただしこの統合のやり方はモデルの用途に応じて少し労力を投入すれば変更されるようになっている。

モデルは人口、雇用(産業立地)、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。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では外生変数として与えなければならない。これには地域全体の将来の人口、産業別従業者、出生率、死亡率、労働力率などがある。産業別従業者は国の超長期計画を参考にしたり、あるいは地域マクロ計量経済モデルを用いて推定することができる。前述した大規模開発プロジェクトについても土地利用計画、交通計画、人口・産業立地計画等に応じた変数を外生

的に設定することにより、モデルに入力することができる。そのやり方の例が5に示されている。

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(水、エネルギーの供給、廃水、廃棄物の処理)関連の問題を見ることが可能である。

3. サブモデルの構造の概要

3.1 人口サブモデル

図4は人口サブモデルの構造の概略を示したものである。1期前の年齢階級別人口の上位階級への成長および期間中の出生、死亡によって今期の封鎖人口が定まる。今期の人口はこれに期間中の社会増加(あるいは減少)を加えることによって求まる。このサブモデルの特徴は社会増加の推定の仕方にある。まずゾーン別の社会増加総数が回帰式を用いて推定される。この総数にゾーン別、性別、年齢階級別移住率(これを移住パターンと呼

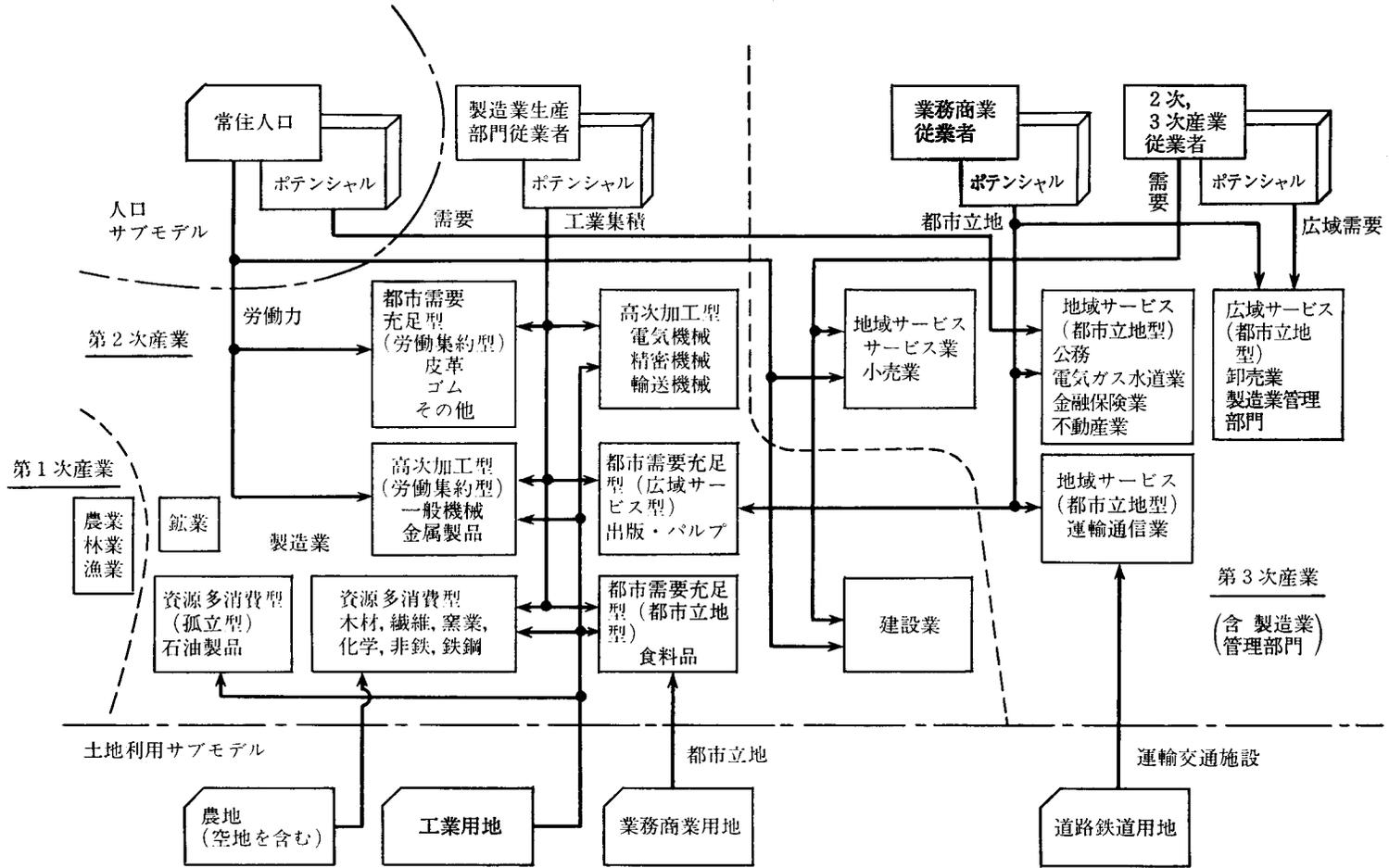


図5 雇用サブモデルの構造

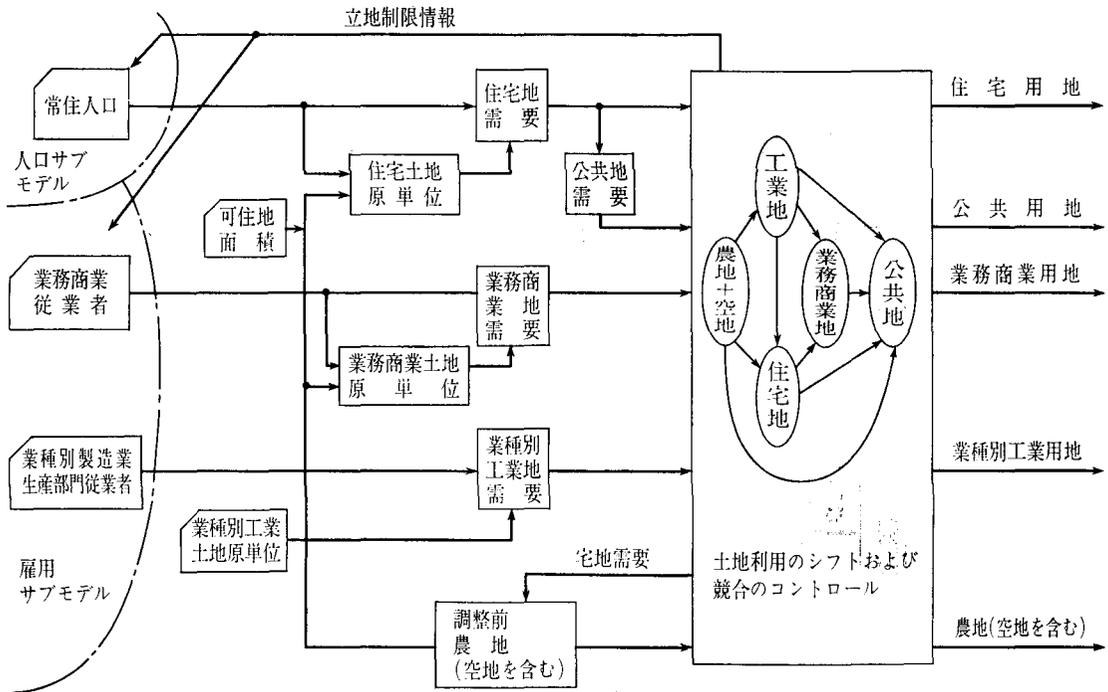


図 6 土地利用サブモデルの構造

ぶ) を乗ずることにより性別年齢階級別社会増加数が求められる。あるゾーンの移住パターンはゾーンの社会経済条件が変化すると、異なるパターンに移行するように判別関数を用いたアルゴリズムが組み込まれている。

判別のための社会経済条件を表す指標としては常住人口に対する社会増加人口割合、労働力の需要および供給の増分、常住人口密度(可住地当り)、従業者密度(可住地当り)、第1次産業従業者比率、通勤目的時間距離などが選ばれている。

3.2 雇用サブモデル(産業立地サブモデル)

雇用サブモデルでは次の31業種が扱われている。

第1次産業：農業、林業、漁業

第2次産業：鉱業、建設業、製造業生産部門(17業種別)、製造業管理部門

第3次産業：卸売業、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、公務

このモデルの基本機能は外生的に与えられる31業種別従業者を立地関数を利用して各ゾーンに割

当てることである。立地関数を定めるに当たっては、まず各業種についてそれがどのゾーンにも平均的に分布するかあるいは特定ゾーンに集中するかを表わす局地化係数(特定地域への集中が顕著なほど、係数は1に近くなる)が計算された。容易に予想されるようにほとんどの第3次産業は局地化係数が小さく、漁業、林業、臨海部に立地する石油製品製造業などは局地化係数は1に近い。つづいて各業種についてゾーン別の従業者がそのゾーンの常住人口、業務商業従業者、製造業生産部門従業者、第2次+第3次従業者とどれくらい関係が密であるかを調べるため相関係数が計算された。この結果を局地化係数の大きさとから各業種の立地関数の基本形が定められた。これをもとに詳細な回帰分析および誤差分析が行なわれ立地関数が推定された。図5は推定された立地関数をもとにして描かれた雇用サブモデルの概念図である。

3.3 土地利用サブモデル

土地利用サブモデルで採用されている土地利用

ゾーン中心点間最短時間距離の計算

ゾーン内各所から中心点へ到達する平均時間距離の計算

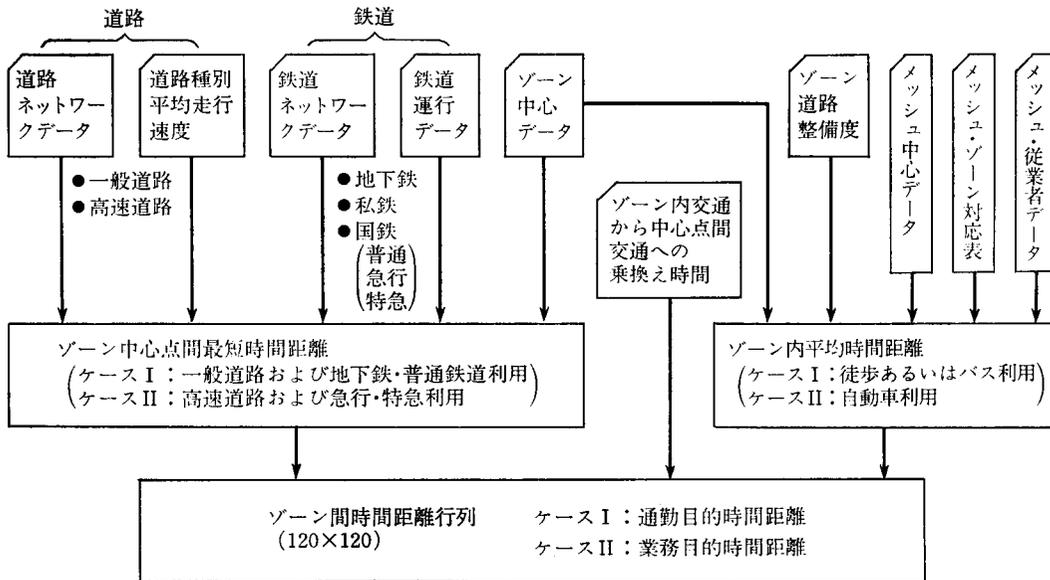


図 7 時間距離サブモデルの構造

区分は住宅地、商業地、工業地、公共地、農地（空地を含む）、山林・原野・埋立地・その他である。

図6は土地利用サブモデルの構造の概略を示したものである。各ゾーンの常住人口、業務商業従業者、業種別製造業生産部門従業者が外生的に与えられると、土地原単位を用いて用途ごとの土地需要が算出される。住宅および商業土地原単位はそれぞれ常住人口密度、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。

モデルでは土地利用シフトの方向はこれまでの実際の土地利用変化についての分析から図6の長方形の中に示すように1方向であるとしている。また土地需要が転用可能な空地面積を越えるようなゾーンが生じる場合には、立地競争者としての強弱を考慮して立地制限を行なっている。このため土地利用サブモデルから人口サブモデル、雇用サブモデルへは図6に示すように立地制限情報を通じてフィードバックがかかっている。

3.4 時間距離サブモデル

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り物の平均速度あるいは運行頻度等をもとに、すべてのゾーン相互間の

時間距離を計算するモデルである。

図7は時間距離サブモデルの計算フローを説明したもので、各ゾーンは空間的な拡がりをも有し、社会経済活動はその中にある分布をしている。ゾーン間時間距離はこの分布を考慮に入れて計算されている。すなわちゾーン間時間距離はあらかじめ定められたゾーン中心点間の最短時間距離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を加えたものとして求められる。

ゾーン中心点間時間距離の計算では道路、鉄道ネットワークに関する情報のほか道路種別平均速度、鉄道列車種別(特急、急行、普通列車の別)速度が考慮に入れられている。このゾーン中心点間時間距離はゾーン数の2乗、いまの場合120×120もあるが隣接中心点間最短時間距離さえ求めればあとは最短経路探索アルゴリズムを適用して自動的に求まるようになっている。

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はゾーンに属するメッシュデータを利用して計算される。ここでもゾーン内の道路整備度が考慮されている。

ゾーン間時間距離としては一般道路および普通

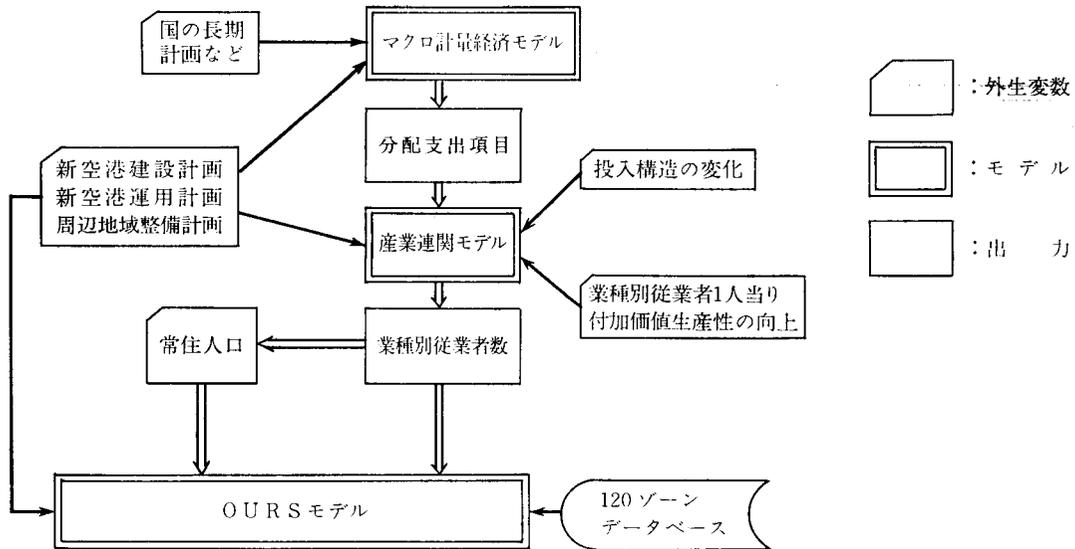


図8 空港建設のインパクト評価モデルの基本構成

列車を利用するケースおよび高速道路および特急、急行列車を利用するケースの2つを考慮して、前者を通勤目的時間距離、後者を業務目的時間距離としてモデルではアウトプットしている。

4. 応用例

OURS Modelはすでにいろいろな問題の分析に応用されている。2つの例を以下に示そう。

4.1 関西国際空港の建設がもたらす社会経済的影響の分析

大阪湾の南岸の沖合に面積約500haの人工島を埋立によって作り、その上の国際空港を建設する工事が1986年度から開始される予定である。工費は約1兆円で1992年度末に完成をめざしている。空港では供用開始時で35,000人、2000年には40,000人の雇用機会が創出されると予想されている。この空港の建設ならびに供用が地域社会におよぼす社会経済的影響をOURS Modelを用いて定量的に評価することが試みられた。

空港の建設、空港と沿岸部を結ぶ長さ5kmの連絡橋の建設などに必要な投資額、建設により創出される雇用機会、および空港が開かれた後に創出される雇用機会、これらにともなう人口の流入などが計算され、地域マクロ計量経済モデル、産

業連関モデルを用いて、まずマクロな経済的波及効果が推定された。その推定結果を外生変数としてOURS Modelにより空港周辺地域への社会経済的影響の大きさが評価された。アプローチおよび分析結果の詳細は別の報告にゆずり、ここでは分析に用いられたモデル・システムの概略(図8)を示すだけにとどめる。

4.2 エネルギー需要の将来

地域のエネルギー需要が将来いかに変化するかを知ることは今後ますます重要となる。特にエネルギーの有効利用を推進してゆくためには、エネルギー需要の地域内での分布を知ることが重要となる。このような情報にもとづいて太陽エネルギー利用システムや熱併給発電などの導入を効果的に推進できるものと考えられる。

これまでは地域をマクロにみた場合のエネルギー需要については予測することができたが、地域内の需要の分布を求めることは困難であった。エネルギー需要は社会経済活動と密接に結びついており、エネルギー需要の地理的分布を予測するにはまず社会経済活動の地理的分布を予測しなければならない。OURS Modelを用いればそれが可能となる。エネルギー需要と社会経済活動を定量的に結びつけるための詳細な分析が別途行なわ

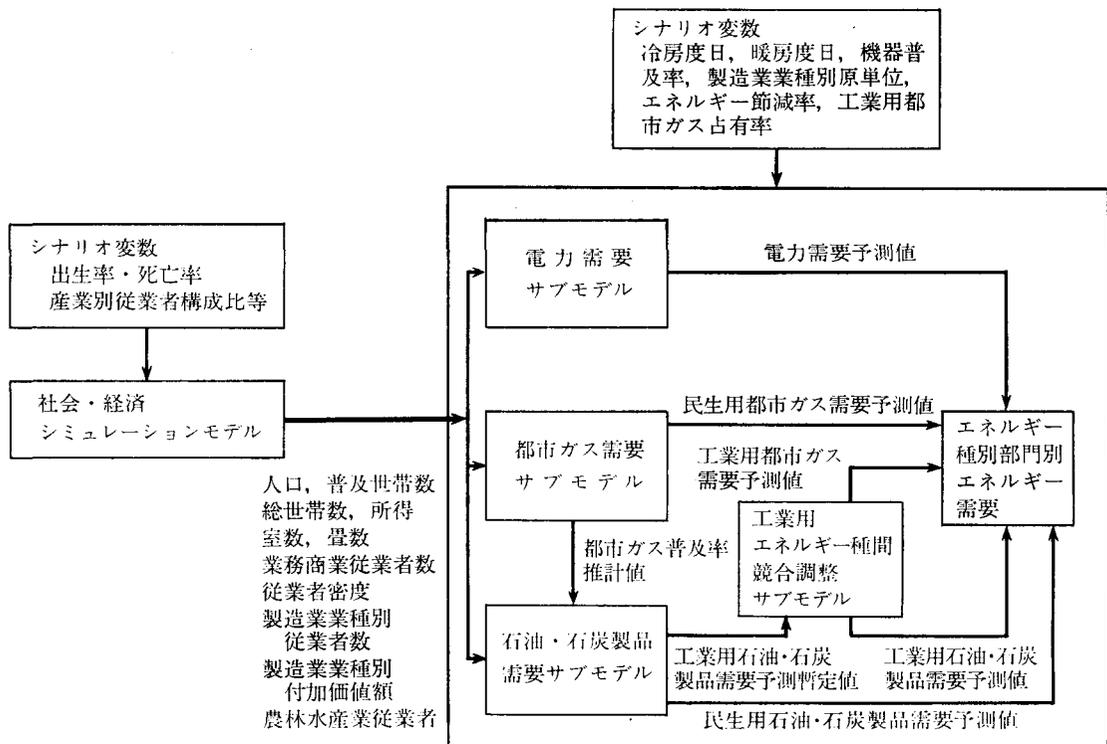


図9 エネルギー需要モデルの基本構成

れ、OURS Model の出力の一部を入力とするエネルギー需要モデルが構築された。このモデルの詳細についても別の報告にゆずるが、モデルの概略構成を図9に示しておく。

5. おわりに

近畿地域社会経済シミュレーションモデルの作成には5年以上の年月と多くのマン・パワー、コストを費している。モデルは現在もなお日々改良が加えられている。本文を終えるに当たり、モデルの開発およびその応用にご協力いただいた関係各位に厚く感謝の意を表したい。特に、大阪科学技術センターと日本アイ・ビー・エム(株)からは昭和57年度から2年間にわたりパートナーシップ・プログラムを組織し、データベース、モデルの開発、応用に大きなご援助をいただいた。

参考文献

- [1] 朴炳植, 鈴木胖, 仲渡淳: 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, 113 (1980), 31-36
- [2] 朴炳植, 鈴木胖: 大阪府における市区町村別年齢階級別人口移住構造の変化の分析, 都市計画別冊, 昭和56年度学術研究発表論文集(1981), 229-234
- [3] 朴炳植, 金寛, 中村剛也, 鈴木胖: 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, 5 (1986)
- [4] Suzuki, Y., Pak, P. K., Kim, G. and Kobayashi, T.: Socioeconomic Impact Analyses of Construction of the Kansai International Airport, JSST Conference on Recent Advances in Simulation of Complex System (1986)
- [5] 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, 全3巻(1984)