

都市の基本構想立案支援システム

神戸大学 正員 福島 徹
神戸大学 正員 枝村 俊郎

1. はじめに

都市の基本構想は、その都市の将来に向けての都市像、フレーム、土地利用の構想等を内容とし、都市の将来像を描画する重要な計画である。従って、この基本構想の立案にあたっては、住民の意見の反映等立案方式に十分な配慮が必要であるが、同時に原案作成部局においては、現実の都市の写像としてのデータに基づいた様々な分析や将来の予測等作業を通して、都市の現況を把握し将来の見通しをたてることが重要となってくる。基本構想立案支援システムは、計画情報をデータベース化し、これらの情報を会話的に利用するアプリケーションを用いて、このような原案作成部局における業務を側面から支援し、作業を効率化するとともにより有意な情報提供を行うためのものである。われわれの研究室では、ここ数年来都市計画の立案作業を側面から支援する計画支援システムの開発を進めており、この基本構想立案支援システムもそのサブシステムの一つである。

2. 支援システムの概要

支援システムは、基本構想立案の各々の段階で情報の処理、提供を中心とする支援を行う（図-1）。システムの利用は、計画担当者自らが容易に操作できるよう、端末を用いた対話型のマン・マシンシステムとし、分析等結果は視覚的理解を助けるグラフィック表示を出来るかぎり用いた設計となっている。また、システムの基本構成は、分析の基礎となるデータベース、予測・評価などのためのモデルベース、これを管理するモデルベースおよびデータベース管理システム、実際の分析を担うアプリケーション群、データの出入力やグラフィックなど共通ライブラリ等の補助プログラム群、そして計画担当者との間に立つ対話管理プログラムから成っている。これらのシステムは大型計算機及びパーソナルコンピュータ上でシステムの開発とデータベースの構築を行った。

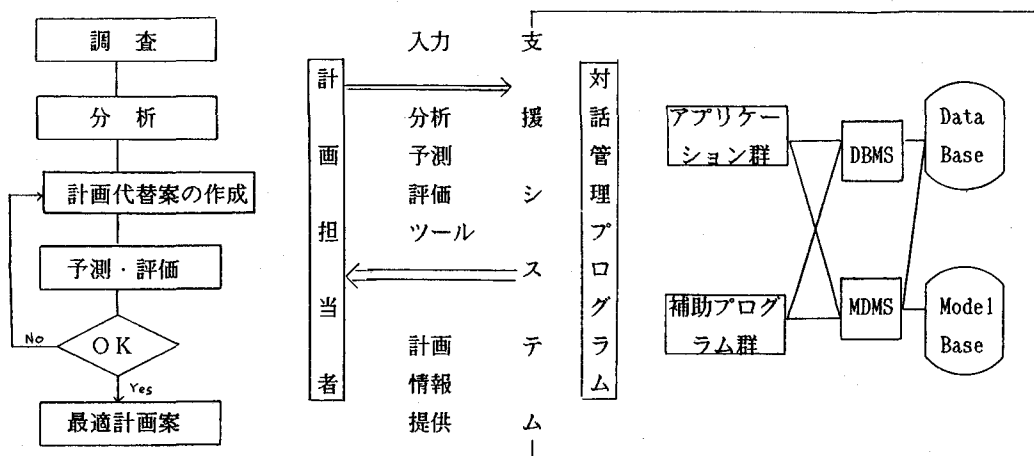


図-1 支援システムと立案プロセス

3. 都市情報データベース

都市情報データベースは、支援システムの情報ベースとなるもので、現在全国の都市データベース、当該都市データベース、行政界データベースおよび補助データベースから成っている。

全国の都市データベースは、都市の分析、分類や原単位算定の基礎データとして、また基本構想策定の際必要な都市のイメージ分析や、人口や土地利用予測などで利用される。具体的には、全国の人口10万人以上（昭和52年現在）の180都市について、人口、面積といった基礎データから産業、土地利用、文化、教育、住宅等に関する様々なデータを時系列で蓄積している。これらは主として諸統計書から入力したものであるが、土地利用面積データは、国土地理院発行の土地利用図から測定入力している。

当該都市データベースは、その都市の現況分析等計画立案に必要となる町丁目単位のデータで、われわれのシステムでは神戸市について、全国都市データベース同様人口を始めとする各種の時系列データを蓄積している。

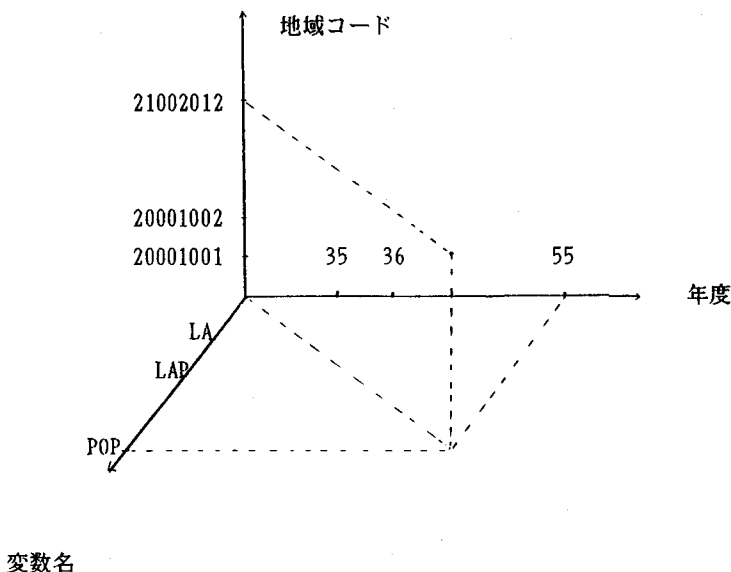
行政界データベースは、町丁目単位で都市の地域特性を見るための地理的形状のデータで、結果の地図出力等において不可欠である。

また、補助データベースは、区画整理などによる町丁界変更に対応して時系列処理を可能とするためのコード変換テーブルや町丁名テーブル等の情報をデータベース化したものである。

4. データベース管理システム

4. 1 時系列データモデルとデータベースの構造

全国の都市データ、都市の町丁データの何れも、ある地域に対する時系列のデータ集合である。そこでこのようなデータを有効に扱うデータモデルとして時系列データモデルを考える。データモデルは都市、町丁等の地域コード、項目名、年度をそれぞれ軸とする三次元空間として表される。データへのアクセスは必要に応じてこれら3軸の値を与えることによって行うことができ、次のようなデータ検索が基本となる。1) 項目名と年度を指定して、全都市、全町丁データを得る。2) 特定の地域と項目名を指定して、存在する時



図一 2 時系列データモデル

系列データを得る。3) 項目名と年度、地域を指定して、1つのデータを得る。

また、このようなデータモデルをデータベースとして実現したディスク上の物理構造を図-3に示す。

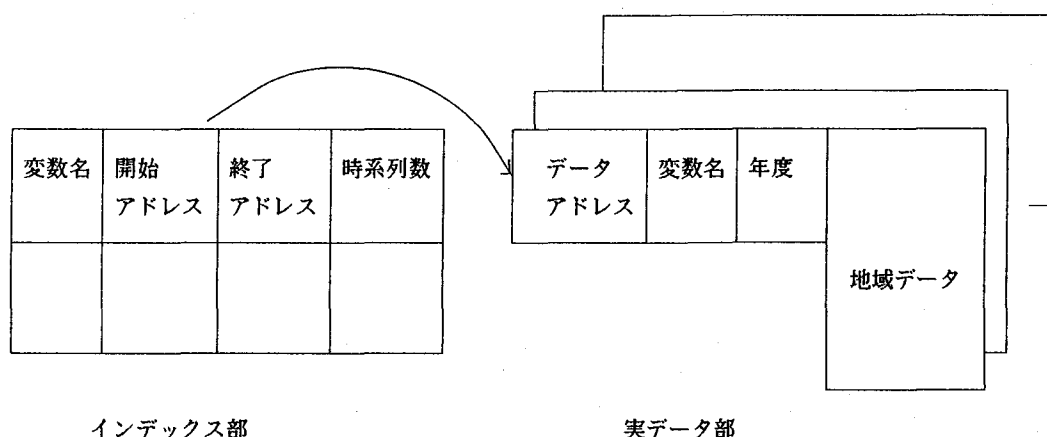


図-3 データ構造

4. 2 会話型データベース検索言語

電算機の専門知識を持たないプランナーが簡単にデータを操作利用するには、現況分析システムや人口予測システムと言った問題向きアプリケーションに加えて、会話型の検索言語が必要である。端末から簡単な命令、およびそのパラメータを入力することによって非手続的にデータベースと会話し、検索、表示などを行なう会話型検索サブシステムを後述のデータベース操作言語を用いて開発した。設計にあたっては時系列処理機能に重点を置いて行った。

以下、各コマンドの概要を述べる。

(1) 検索

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

(2) 終了

END 会話型検索サブシステムを終了する。

(3) 集合の保存

SAVE カレントファイルにある地域集合をセーブする。同時にそれらの地域の検索条件も記憶する。

(4) 論理演算

AND, OR, NOT セーブされた地域集合について論理積、論理和、補集合をとりその地域数を表示する。

(5) 年度表示

YEAR 変数名を与えて、利用できる年度を表示する。

(6) データ表示

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

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

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

READ 変数名+年度を与えて、指定した1地域についてのデータを表示するものである。

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

(7) ファイル出力

FILE パーマネントファイルに検索した結果を出力する。これによって汎用の統計パッケージ、各種のシミュレーションツールを利用しやすくなるだけでなく、利用者自身が独自のプログラムを作り、加工・解析ができる。

(8) 変数定義

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

(9) 検索補助

CITY 地域コード、地域名を表示する。

INFORM 各セーブファイルのセーブされた条件を表示するものである。

HELP 全てのコマンドの機能や構文の説明をする。

4. 3 データベース操作言語

データベース操作言語は、立案支援のためのアプリケーションからデータベースを利用するためのもので、FORTRANのサブルーチン形式である。これによりFORTRANプログラムから簡単にデータベースを利用することができる。表1に操作言語の一覧とその機能を示した。

4. 4 データベースの維持管理

データベースの追加、修正は、会話型プログラムにより行うことができる。これによって誰でも端末から簡単にデータの追加、修正を行なうことができる。データの追加は、バッチ型一括処理のプログラムも利用できる。

5. 立案支援ツール

基本構想は、都市の将来像、フレーム、土地利用の構想がその主たる内容である。これを支援するツールで見ると大きく分析と予測に分けて考えることができる。分析ツールとしては、都市の将来像描画のための都市イメージ分析システムや、都市の現況分析、地域特性把握のためのランキングマップが、また予測ツールとしては、原単位や回帰モデル、SDモデルによる人口や土地利用予測システムがある。

5. 1 都市のイメージ分析

都市の将来像の描画は、その都市の産業、文化、土地利用等現況を調査、分析し、その都市が果たしている機能や性格、特徴を正確に把握することが大切である。支援システムには、データベースとして蓄積されている都市情報を活用して都市の特性を分析する都市像分析のためのアプリケーションがある。

本システムは、このような分析作業を側面から援助し、有意な情報をグラフィック端末を利用してグラフ化して提供するものである。具体的には、都市データベースとして蓄積されている全国の180都市のデータを利用して、主成分分析およびクラスター分析を行うことにより、その都市が他都市との関連においてどのような位置を占めるか、どこに特徴があるかを、解り易くグラフ表示することによって、対象都市の特徴、イメージの分析を行うものである。また、実際の各都市における都市像を利用して、当該都市と同一グループと判定された都市群でどのような都市像を描いているかも知ることが出来る。

表-1 データベース操作言語一覧

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

分析の手順は、先ず分析対象都市を選択し、分析のテーマを決定する。次にこのために主成分分析に用いる変数を選択し分析に入ります（図-4）。主成分分析に用いることの出来る変数は都市情報データベースの全データおよびそれらの組み合わせによる演算値である。主成分分析の結果は各変量の平均、標準偏差、相関係数、固有値、固有ベクトル、累積寄与率、因子負荷量、各都市の主成分得点といった標準的情報の出力だけでなく、これらのグラフ化、例えば因子負荷量や主成分得点の2軸グラフ、主成分得点の多角形グラフといった視覚により、解釈を容易にする表示も行う。因子負荷量のグラフからは各軸の意味付けが、2軸の主成分得点グラフからは、その都市の全体での位置付けが、また多角形グラフからは他都市との各軸毎の違いが明瞭に読み取れる。また、クラスター分析は、類似都市を見いだすことにより都市のイメージ解釈の助けとするためのもので、都市ごとの主成分得点を用いて行っている。このように他都市との比較から都市の特徴が浮き彫りにされ、将来目指すべき都市像の参考とすることができる。またこの手法は都市の地域分析類型化にも応用することができる。

5. 2 現況分析 — ランキングマップ

都市の地域特性を把握することも将来像の描画において重要な作業である。このために、本システムでは地域の諸指標を用いたランキングマップを作成することができる。これにより人口や土地利用の動向を町丁目単位で見ることができる。図-5は神戸市東灘区の人口密度分布の出力例である。

5. 3 フレーム

人口をはじめとするフレームの設定も基本構想立案における重要な作業の一つである。都市のマクロ指標の予測は、その目的に応じてトレンドモデルなどのスタティックなモデル、あるいは都市の構造、社会的要因の影響や政策効果を考慮したダイナミックなモデルを用いて行なわれている。しかし、ここで仮定される因果関係の規則性は完全なものではなく、時間的経過によりそのまま適用することが不都合となる場合

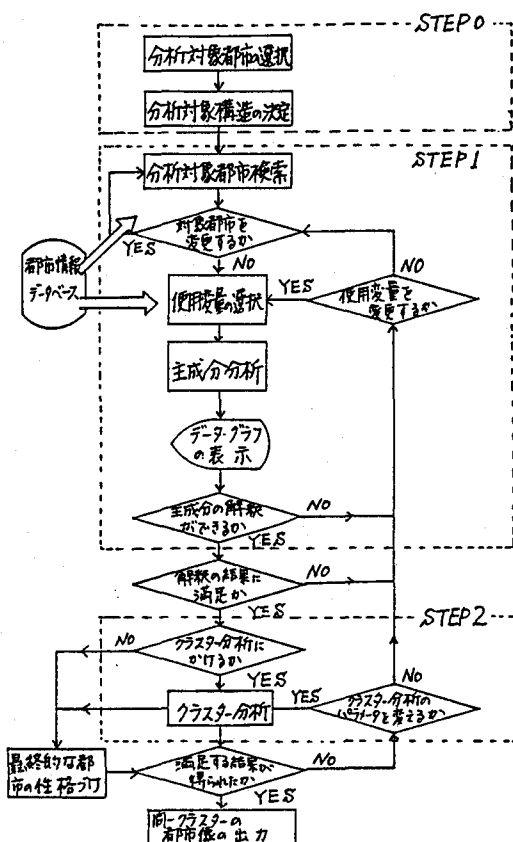


図-4 都市イメージ分析手順

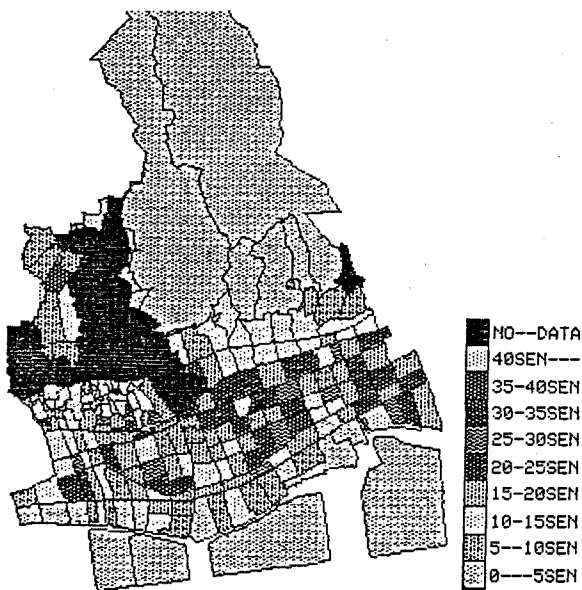


図-5 現況分析出力例

が多い。従って予測時点で統計的に最適なモデルあるいはパラメータを決定して予測を行う必要がある。このためには、都市情報が日々最新のものとなっているデータベースと、これと直接結合し利用するシステムが有効である。データベースのデータ独立性からアプリケーションは何ら修正することなく、常に最新の情報が利用できる。本支援システムにはアプリケーションとしてデータベースと結合した、トレンド型の回帰モデルと、政策分析や都市構造分析も可能なSDモデルがある。トレンドモデルではデータベース化されたフレーム変数とモデルを自動的に結合することにより、簡単な会話により直線、多項式等モデルによる回帰パラメータの決定と、これを利用した予測値を求めることができる。SDモデルは政策分析や都市のマクロ予測等計画策定過程において、フィードバックループや非線形性といった特性からしばしば用いられる有用な手法の1つである。ところが、モデルの開発にはデータの収集からシミュレーションに至るまでに多大の時間と労力が必要であり、また、モデル記述はDYNAMOとかCSPLと呼ばれるシミュレーション言語で、そのための知識も不可欠である。一方、SDモデルの特徴である非線形性や遅れの表現は逆にモデル挙動の把握を困難にし、不透明なものとしているとの指摘もある。そこで、データベースを利用することにより、モデルとそれに必要なデータとの結合を自動的に行うと共に、モデル構築に必要な因果関係分析や挙動の解析を会話的に進めモデルの容易な作成を支援するSDモデル構築支援システムの開発を行った。具体的には、本来バッチ型の連続型シミュレーション言語CSPLによるモデル作成を、モデル構築に必要な情報を提供しながら、端末との会話を通じて構造の決定、編集、実行を行うものである。

SDモデル構築支援システムは、計画担当者が、端末を直接操作して目的とするモデルの構築を会話的に容易に進めていくことができよう設計した。支援システムの構成は、モデル情報を格納しているSDモデルベースと都市の因果関係分析、モデルのパラメータ推定に必要な都市情報とその維持管理をするデータベースシステム、そしてこれらの情報を操作しモデル構築、実行を行うSDモデルマネジメントシステムから構成されている(図-5)。

SDモデルベースは、SDモデル情報のデータベースで、SDモデルの構造を表す情報が整理・蓄積されており、モデル構築の出発点となる。SDモデル情報は、因果関係情報、遅れ時間情報、レイト情報といっ

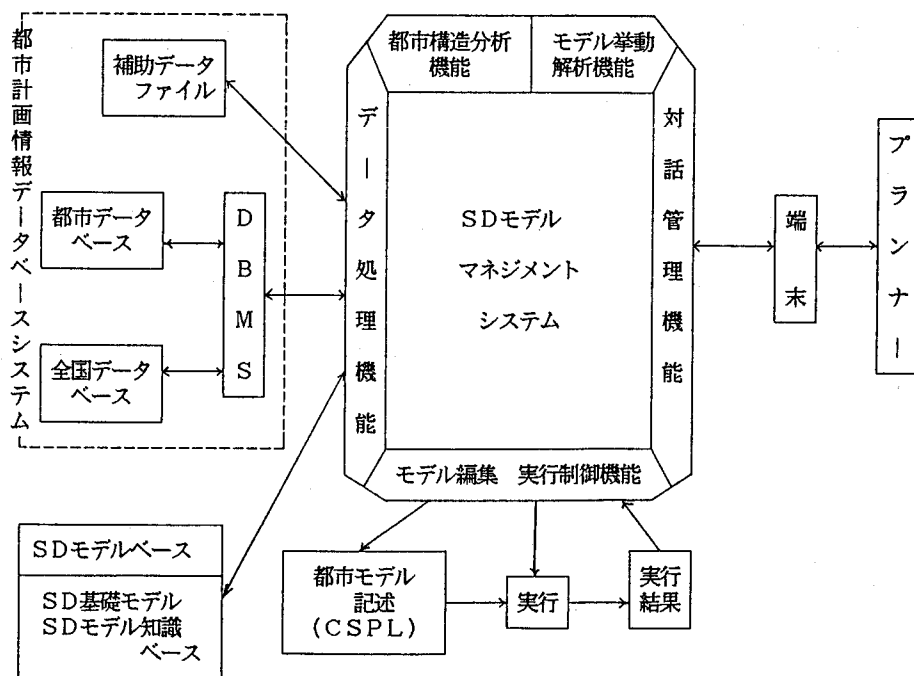


図-6 SDモデル構築支援システムの構成

たCSPLモデル構築に必要な情報である。SDモデルの構築は、このモデルベースの構造に追加、修正する形ですすめられる。

SDモデルマネジメントシステムは、SDモデルベースと、都市計画情報データベースシステムからデータを受け、プランナーの目的にあったモデル構築を進める。データの入出力を行うためのデータ処理機能、モデル構築のために必要な都市分析を行う都市構造分析機能、定義したモデル構造に従ってCSPLプログラムの編集を行い実行する編集・実行制御機能、テストランにおけるモデルの挙動を明確にしモデルの精度を検証するモデル挙動解析機能、プランナーにもわかりやすい会話でシステムの利用を進める対話管理機能を有している。都市構造分析機能は、都市を構成する変数間の正しい因果関係を見つけ出すためのもので、機能が必要である。2変数間の相関係数の出力、重回帰分析による重回帰式と重回帰係数の出力、遅れを考慮した相関係数の出力、2変数間の相関グラフのプロット、指数曲線への適合度の判定、変数の時系列変化のグラフ表示、因果関係連結検証機能、などの機能を有する。

モデル挙動解析機能としては、テストラン結果の挙動グラフ、モデル乖離度の計算、感度分析機能、テーブル関数構築支援機能、魅力度構成要因の検証機能などがある。

これらの機能を用いて、プランナーは会話的に目的とするモデルの構築を進めて行くことができる。またモデル内に政策変数を組み込むことによって、政策分析に用いることも容易である。

5. 4 土地利用の構想

土地利用の構想はフレームを受けた用地需要推計とその配分の2段階に分けられる。後者については、本システムでは未だ未着手であり、前者について述べる。

システムの利用は基本的にはフレーム値予測におけるモデルと同じである。データベースには都市面積、市街化区域面積、D I D面積、用途別土地利用面積、用途地域別面積などがあり、これらの分析を通して将来用地需要推定モデルを構築する。具体的には、最終的に回帰モデルの決定を行うわけであるが、その時の標本データとして180市の任意集合を選ぶこともできる。

6. まとめ

このようなシステムでは、データの蓄積が進めば、様々な応用システムが考えられる。我々はそのうちのデータベースの効果的利用を考慮した2～3のシステムと、データベースシステムが具備すべき条件のいくつかを提示した。