

土地利用－交通計画のための計画支援システム

東京大学工学部	○ 正 員	林 良嗣
東京大学工学部	正 員	中村英夫
東京大学工学部	正 員	宮本和明
日本アイ・ビー・エム		杉本知敏
東京大学大学院	学 生 員	宮地淳夫
東京大学工学部		吉江勝宏

1. はしがき

従来より多くの土地利用や交通に関するモデルが開発されてきたが、相互に連動し得るモデルが実際の計画において用いられた例はほとんどない。その理由としては、モデル自体の信頼性のほかに、それらのモデルを用いたシミュレーションを円滑に行い得る計算機支援システムが未整備であることがあげられる。すなわち、多種多様な膨大な地域データの処理、代替案の入力、および分析結果の提示等についての方法上の問題は、地域の計画分析過程へのモデルの適用の大きな障害となっている。本研究は、土地利用計画および交通計画における各種代替案の比較検討を、容易かつ迅速な理解に行なうことができる計画策定のための支援システムを整備することを目的とするものである。なお、本研究は著者たちによる広域都市圏交通土地利用モデルに関する研究の一部を構成するものである。

2. 計画支援システム

2-1 計画支援システムの要件

本研究における計画分析過程とは、代替案の効果影響を予測し、その結果に基づいて代替案を評価し、必要に応じて修正していく過程を指している。この過程を機能させるためには、信頼性の高い分析モデルの構築あるいはデータの収集のみならず、操作的な支援システムが不可欠である。すなわち、代替案の評価および修正の容易なシステムが整備されることによって、分析の自由度が増し、それにより分析の信頼性が保証され、妥当な分析時間が保証されることにもなり、実際の計画へのモデルの適用が可能になると考えられる。

このような支援システムには、次のような多彩な機能が要求される。

- (1) 代替案の多彩な入力機能
- (2) 分析の中間段階での出力チェック機能
- (3) 出力のわかりやすい表示
- (4) モデル実行操作の簡便性
- (5) データの入力、抽出、変更を容易とするデータベース管理機能

2-2 計算機システムとその機能

本研究では、以上のような機能を有する図1に示すような計算機の基本システムをもとに計画の支援システムを構築する。この計算機システムは、データベース、グラフィックス、そしてメニューによる対話処理方式およびそれらを管理する機能を有している。これらの機能は、それぞれ以下のようなものである。

- (1) データベース管理機能

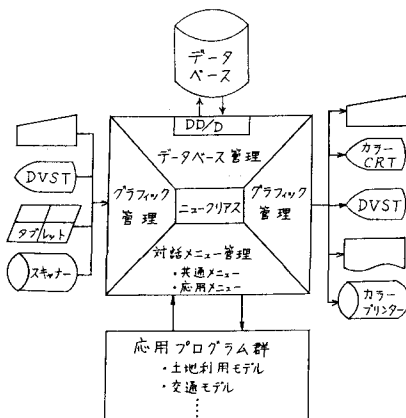


図1. 計算機のシステム構成

データベースは、収集されたデータの格納、更新、抽出等の一連の管理機能を有するもので、データベースは一般に次のような特徴を有している。

- 1) 多くの応用プログラムに対して共同利用が可能
- 2) データの冗長性が最小限
- 3) データの検索、更新等の管理の効率化
- 4) データ形式、内容、処理方式の標準化
- 5) データの安全性の確保

本システムにおいては、後に定義するマスターデータベースとプロジェクトデータベースのために、マスターデータベースから必要なデータを抽出する機能、および代替案に対するデータ管理機能を有している点が、他のデータベースにおける機能とは異なっている。

(2) グラフィック管理機能

グラフィックスは、計画者とデータベースとの間の橋渡しをする役割を有するものであるが、タブレット等の入力装置を用いてデータベースを作成したり、ベクター型（蓄積管型CRT、プロッター）あるいはラスタ型（カラーCRT）の出力装置を用いて、データベースの内容を地図や属性グラフの形に加えて表示することができる。

(3) 対話メニュー管理機能

このシステムは、対話メニューによって、ユーザーがデータベースの内容の検索、更新、プログラムの実行、あるいは、検索結果や計算結果のグラフィック装置上への表示等の指令を与える機能を有する。このメニューは、階層構造を有している。

3. データベース

3-1 基本構成

従来、われわれが各種の地域分析において用いてきたデータ処理方式は、図2に示すように、個々の分析のための応用プログラムに対して目的別データファイルを作成するために、既存の、あるいは新たに調査した地域データを加工するものであった。このような方式では、データファイルはプログラム相互間で共用することは一般に困難であり、新しいプログラムを作成するたびに、改めて地域データを収集、加工して新しいデータファイルを作成しなければならない等、いくつかの不都合が生じる。

本システムでは、地域データを管理するマスターデータベースと応用プログラム群用のプロジェクトデータベースとを別々に作成する。マスターデータベースは地域現況および確定された計画データを標準化して重複なく格納するものであり、その更新は、地域データに変更があったときにのみデータベース管理者によって行われる。一方、プロジェクトデータベースは、応用プログラム群に対して定義されるもので、ここではユーザーである計画者が代替案に対するプログラムの実行を自由に行ない、その結果が書き込まれてデータの更新が行われるようになっている。このように、プロジェクトデータベースをマスターデータベースから独立して構成している理由は、代替案の実行に

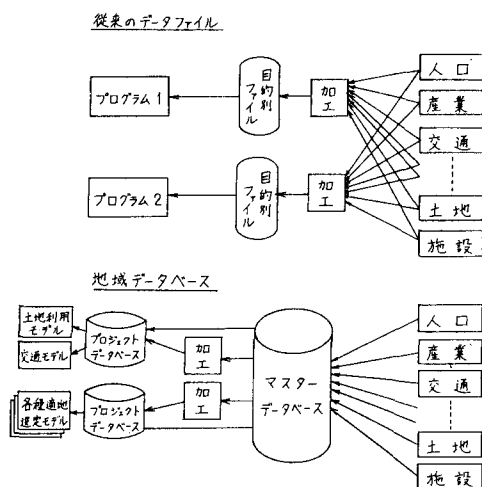


図2 データファイルとデータベース

対する原データの保護を容易にするとともに、各サブシステム内で独自の処理が迅速かつ自由にできるようにするためである。

プロジェクトデータベースは、次のようなグループから構成されている。

- (1) RAIL …… 鉄道ネットワークに関するデータ群
- (2) ROAD …… 道路ネットワークに関するデータ群
- (3) I.L.C …… 工業立地に関するデータ群
- (4) R.L.C …… 住宅立地に関するデータ群
- (5) C.L.C …… 商業業務立地に関するデータ群

交通モデルと土地利用モデルは、これらのプロジェクトデータベースを介して関連づけられる。すなわち、土地利用モデルより出力される立地量がプロジェクトデータベースに書き込まれ、それより求められる発生交通量をもとに、交通モデルによって地区間の所要時間に至る一連の計算が実行され、プロジェクトデータベースの所要時間のデータが更新される。この値がまた土地利用モデルの入力となる。

3-2 地域データの表現

地域データをモデル化する場合には、位置や形状を示す幾何学的情報とそれに付随する属性情報とに分けておくと、データの更新、検索において便利であるが、その場合に、位置と形状を数値データとして正準幾何モデルで表現し、さらにこれを属性情報とともにリレーショナル型式でデータベースに格納、管理する。

まず、幾何学的情報は、形状の構造によって次の4種類に分類される。

- 1) 点構造 …… 公共施設、地価公示地点、大規模店舗、工場等
- 2) ネットワーク構造 …… 道路網、鉄道網、上・下水道網等
- 3) 2次元領域構造 …… 行政区画、各種土地利用規制、土地利用現況等
- 4) 3次元面構造 …… 地形等

このような構造を有する幾何学的情報は、正準幾何モデルにより表現している。正準幾何モデルは、地図等に描かれている点と線分を有向線分で近似して表現するベクターコード方式で、点構造では点のみ、ネットワーク構造では点と線分の接続関係により、面構造では線分とその線分によって分割されている面の接続関係により表現される¹⁾。この方式は、内部表現は複雑であるが、形状表現の正確さ、形状の追加、消去、修正の柔軟さ、領域データと市町村、地番などとの対応づけが可能であるなどの特長を有するため、地域データの表現には適切であると考えられる。

幾何学的情報に付随した属性情報は、形状を構成している点、線分、面の属性値として表現される。たとえば駅(点)の属性項目として、乗降客数、列車本数等が、道路リンク(線分)の属性項目として交通量、交通容量、幅員等が、行政区画(面)の属性項目として人口、工業出荷額等が考えられる。

以上のように正準幾何モデルによって点と線分の基本要素(エンティティ)に分解して表現された幾何学的情報と、それに付随する属性情報とを、リレーショナルモデルを用いて統一的に表現する。このリレーショナルモデルは、以下のような4つの基本関係表によってデータを表現するものである²⁾。

- ① 形状要素関係表
- ② 形状モデルと属性モデルを対応づける対応関係表
- ③ 属性関係表
- ④ 各関係表間の関係を示す関係表

ここで、鉄道ネットワークを例として示せば、表1のようになる。鉄道ネットワークは、それぞれ駅(点)と区間(線分)の属性を示す POINT, LINE という形状要素に関する関係表、駅(点)と区間(線)との関係を示す E-VV という対応関係表、およびこれらの関係表が同一のグループに属することを示す RAIL という

う関係表から構成される。

なお、標準メッシュ方式に基づいたデータは、面構造の特殊な場合として表現される。

3-3 代替案の表現

土地利用交通計画の代替案は、将来の地域全体の推着フレームの代替案と、各地区における施設計画や土地利用計画の代替案とから構成される。この代替案とは、各地区の土地条件を左右する鉄道ネットワーク、道路ネットワーク、区画整理、供給処理施設、工業団地の整備計画、および用途地域等の法規制の代替案のことである。

プロジェクトデータベース内においては、土地利用交通計画の代替案は表2に示すようなリレーショナル型式で格納されている。たとえば、PLAN1 という代替案は、鉄道ネットワーク計画代替案NET11、道路ネットワーク計画代替案NET21等から構成され、PLAN2は、PLAN1に対して鉄道のみがNET12に替わるだけである。そして、鉄道ネットワーク計画代替案は、表2に示すように、NET11、NET12、NET13等に対してそれぞれ対応する駅情報、区間情報、路線一駅対応情報の関係表番号の組み合わせとして定義されている。

4. グラフィックスと対話メニュー方式による土地利用交通計画の分析

計画分析過程では、計画者はi)代替案入力→ii)分析・予測→iii)評価、を繰り返しながら、計画案を修正、決定していく。この過程の代替案入力、あるいは計画の各段階で、次のような処理が行われ、計画者と計算機の間で情報を受け渡すループが形成される。

i) プロジェクトデータベースから目的のデータ

を抽出し、地図、グラフ、表の形で外部表示する図形変換表示処理

ii) 計画者が外部表示を見ながら評価・判断し、メニュー選択、モデルパラメータ等の入力を行なう指令

iii) 指令に基づいて、プロジェクトデータベース上の代替案を追加、修正、消去する処理

このループは、対話における最も基本的なループとなる。

この対話を支援する道具として、メニュー方式による指令を考える。この方式は、計算機に対する指令を階層構成しておき、それによって計算機と対話を行なうものである。これにより、中間過程での内容を把握し易く、

表1. リレーショナルデータベースモデルによる鉄道ネットワークの表現

POINT

KEY	X座標	Y座標	駅ランク	乗換之時間
100-1	32.18	19.32	2	3
100-2	34.25	16.11	2	4

LINE

KEY	始点 X座標	始点 Y座標	普通 運行間隔	急行 運行間隔	普通駅間 所要時間	急行駅間 所要時間	路線 コード
110-1	32.18	19.32	10	10	6	4	1
110-2	34.25	16.11	10	10	4	3	1

E-VV

KEY	Edge ダイヤ	Edge キー	Vertex ダイヤ	Vertex キー	Vertex ダイヤ	Vertex キー
120-1	LINE	110-1	POINT	100-1	POINT	100-2
120-2	LINE	110-2	POINT	100-2	POINT	100-3

RAIL

POINT	LINE	E-VV
-------	------	------

表2. リレーショナルデータベースモデルによる代替案の表現

PLAN				
代替案名	鉄道ネットワーク代替案	道路ネットワーク代替案	...	
PLAN1	RAIL	NET11	ROAD	NET21
PLAN2	RAIL	NET12	ROAD	NET21
...	...	...	...	...
RAIL				
鉄道ネットワーク代替案	POINT	LINE	E-VV	...
NET11	20	40	60	...
NET12	21	40	61	...
NET13	21	41	62	...
...	...	...	...	...

またその作業が極めて能率的なものになる。

図3は、土地利用交通計画分析のための基本メニューの一部を示したものである。まず、土地利用モデルによる分析と、交通モデルによる分析の選択項目が端末画面上に表示され、ここで、土地利用モデルを選択すれば、次のメニューにおいて、(1)工業立地モデル、(2)住宅立地モデル、(3)商業業務立地モデル、および(4)住宅・商業業務モデルの建勤、あるいは、(5)全モデルの実行、が表示される。ここで、(1)～(4)のいずれかを選択した場合には、その各場合に何を実行するのが、すなわち、(1)フレームの変更およびその数値の表示、(2)各地区の土地条件の表示および変更、(3)モデルの実行、(4)立地予測結果の出力、を選択するメニューが表示される。

たとえば、住宅立地モデルを選ぶと写真1のようなメニューが表示され、フレームの変更を選択するためにPF1のキーを押すと、フレームの内容が表示される。また、土地条件に関するR-CONDITを選択すると、いくつかの土地条件の表示があり、たとえば、鉄道ネットワークの表示を求めると写真2のような図がカラーグラフィックディスプレイ上に表示される。

さらに、住宅立地モデル等による立地予測結果等は、図4の例に示すような棒グラフあるいは円グラフによって表示される。

以上のように、段階的なメニューを順次選択し、必要な指令や数値を入力していく対話型式によって、土地利用交通計画の代替案が分析されていく。

5. あとがき

土地利用交通計画に関しては、これまで研究者は計画を分析するためのモデル作りで満足し、それを実際の計画に反映させることにはあまり力を注いでこなかったように思われる。しかしながら、これらのモデルを実際の計画に役立てるためには、実際に機能するシステムへの努力も必要であると考え、支援システムの作成を試みた。

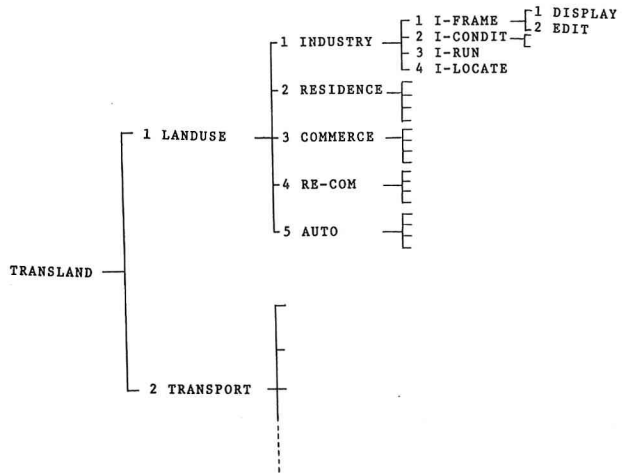


図3. 土地利用交通計画分析のための基本メニュー

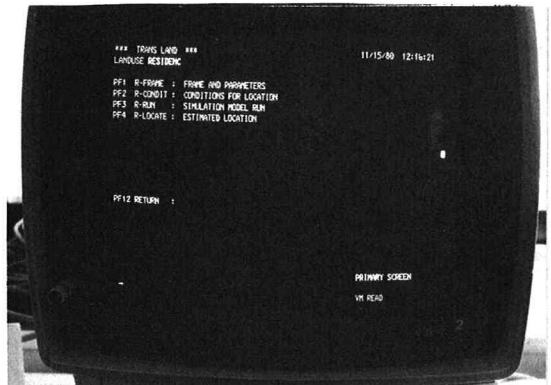


写真1 端末画面上のメニュー表示

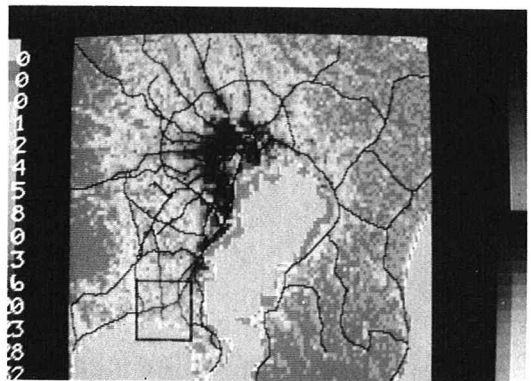


写真2 鉄道ネットワーク

このようなシステムは、単に計画の分析を容易にするのみならず、ひいてはモデルの長期間にわたる検証をも可能にし、モデルの向上、発展にもつながるものである。

このような意味においても、計画支援システムの意義は認められるものと考えらるが、本研究はまだ多くの課題を有しており、御批判をいただくことにより改良を重ねたいと思っている。なお、本研究は、著者らのほか東京理科大学の大林成行、内山久雄、松本健三郎、IBM東京サイエンティフィックセンターの松家英雄、宇土正浩との共同研究として進められているものである。

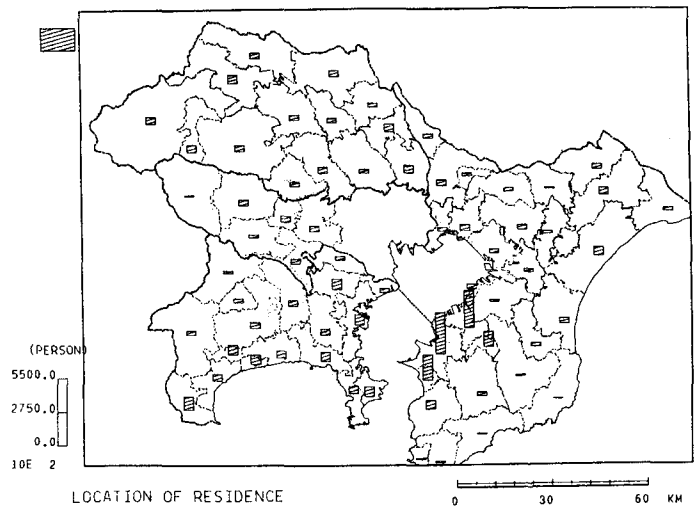


図4 予測された新規住宅立地量

参考文献

- 1) H. Matsuka, S. Uno : Canonical Geometric Modeling for Pictorial Applications, Lecture Note in Computer Science, vol.81, Springer-Verlag, 1979, PP 234-252
- 2) 松家英雄, 杉本知敏, 宇土正浩 : 地理的社会的データ処理システムの概念, 地域計画と地域データベース・シンポジウム, 1980
- 3) 中村英夫, 林良嗣, 宮本和明ほか : 広域都市圏の交通土地利用モデル, 第3回土木計画学研究発表会, 1981