

1. はじめに 筆者らは、従来より、道路網やバス路線網などの交通ネットワークの計画を対象として、計画作業を支援する電算機システム(Computer Aided Planning System For Transportation Networks, CAPSTRAN)を開発し、現実の交通計画への応用を通じてその有効性を検討している。¹⁾²⁾ 本稿は、このような電算機支援システムの概要を説明するとともに、都市内の公共輸送網や居住地区の道路網の計画へシステムを適用した例について述べたものであり、その内容は以下に示す通りである。まず、2. では、交通網の計画を電算機の支援を受けて進める場合の作業フローを提示し、支援システムに要求される条件について明らかにする。そしてこれらの考察結果を踏まえて、3. では、本研究で開発した支援システムが備えている機能を、また、4. では、システムのハードウェアの構成をそれぞれ述べる。さらに、5. では、システムの操作例を示し、6. および7. では、公共輸送網や道路網の計画への適用例を、システムによる出力例を用いて説明する。

2. 交通網計画のための電算機支援システムの考え方

交通網の計画では、いくつかの代替案を作成し、それらの効果予測、評価を行ない、必要に応じて代替案の修正、追加のためにフィードバックを行なうという手順が一般にとられる。そこで、本研究ではこのような計画の手順を、次の4つのプロセス、すなわち、①基礎資料の収集プロセス、②計画代替案の作成プロセス、③計画代替案の効果予測プロセス、④計画代替案の評価プロセス、に分けて考えることにした。図-1は、これらの4つのプロセスに従って、電算機の支援を受けて計画を進める場合の作業フローを示したものである。図中では、左側を上から下へたどれば4つのプロセスよりなる計画の手順となっており、その右側は電算機による支援内容を示している。

一方、このようにして、電算機の支援を受けて計画を進める場合、支援システムに要求される条件は以下のように要約できる。

1) 計画に必要な各種データを統一的に運用管理できること、また新規もしくは既存の分析用プログラムを体系的に収集整理し、利用に備え管理できること。 2) 計画に必要な基礎資料や計画代替案が交通網のように地図形式で与えられた場合に、それらを容易に電算機へ入力したり修正変更したりできること、また予測結果や評価結果などの各種計画情報を理解しやすい形で容易に視覚表現できること。 3) 電算機と人間との間で情報交換が容易に行なえ、また情報のフィードバックに対して柔軟に対応できる対話型のシステムであること。

3. 支援システムの基本的機能

上述の支援システムに要求される条件を満たすため、本研究で開発したシステムでは次の4つの基本的機能を備えている。つまり、①データベース機能、②グラフィック機能、③基本処理機能、④対話管理機能、である。これらの機能は、互いに関連して一つのシステムを構成しており、この構成の概念図を示したのが図-2である。図に示すように、データベースを中心として、データベースへのデータの入力やそれに格納されたデータの出力を対話的に管理するという構成をとっている。なお、これらの各機能の概要は以下に述べる通りである。 1) <データベース機能> 交通網計画に関する情報の格納、抽出、修正、削除などの一連の操作が行なえ、データの統一的な管理や運用を可能とする機能である。なおここでは、総

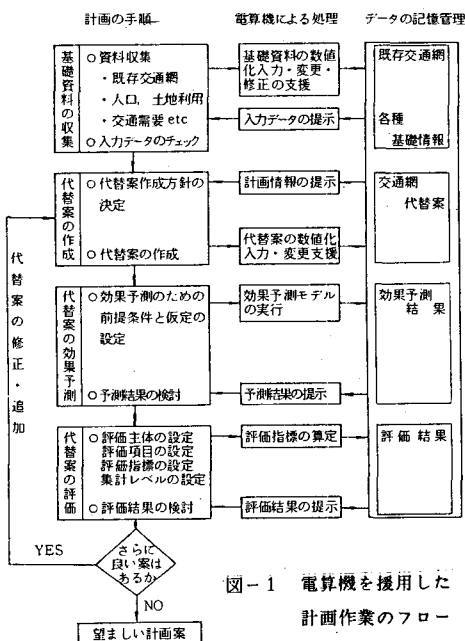


図-1 電算機を援用した計画作業のフロー

てのデータを表形式で表現し、表単位に操作を行なうものとする。

2) <グラフィック機能> 地図等の図形で得られる計画に必要な情報を、入力機器を使用して数値化するとともに、データベースへの格納に備えて表形式に編集する機能、また種々の出力機器を用いて各種情報を地図上に図化出力したり、グラフに表示したりする機能である。3) <基本処理機能> 電算機に格納されたデータの演算、検索、加工を行なう機能である。ここでは多くの分析作業に共通して必要な、データ処理を行なう基本ソフトウェアを蓄積しておくことにより、種々の分析プログラムを容易に作成できるようにする。また、対象とする問題ごとに必要な各種応用プログラムを登録できる機能を備える。4) <対話管理機能> 1) から3)までの各基本的機能を人間と電算機との対話により操作し、管理する機能である。対話管理の方式としては、主として、コマンドを用い、電算機の専門知識を持たない計画者であっても容易にシステムを操作できるようにする。

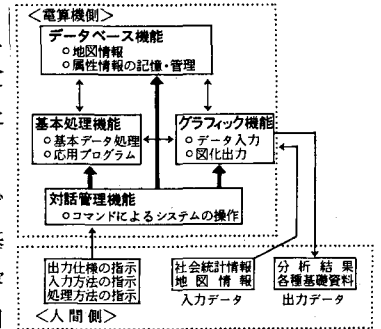


図-2 支援システムの基本的機能の構成

4. 支援システムのハードウェア構成

図-3に示して

いるようにホスト側システムとサテライト側システムより構成する。

まず、ホスト側システムは、京都大学大型計算機センター内の大型計算機およびこれに配備されている各種図形出力装置等を用いた。一方、

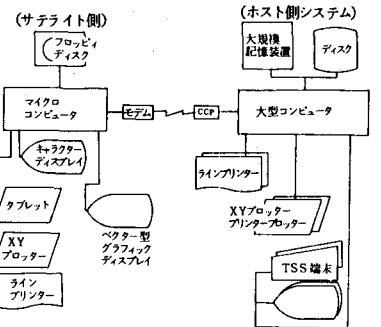


図-3 支援システムのハードウェアの構成

サテライト側システムには、大型計算機と通信回線で結ばれた端末機（ディスプレイ画面をもったマイクロコンピュータ）を配し、これを中心に種々の図形入力装置および出力装置、その他ラインプリンター等の周辺機器を備えた。このような構成をとることによって、両者のシステムで以下のような機能分担を図った。

1) ホスト側システムでは、データベースの構築や、各種処理プログラム群の保存、および大規模な演算処理を行なう。また、大量の図表や保存記録用の詳細図の出力を行なう。2) サテライト側システムでは、端末機によるデータベースの利用や図形処理を対話型で行なうとともに、サテライト側システム単独でも地図等の図形の入力や、簡単な図表の作成を行なう。

5. 支援システムの操作例

システムのユーザーである計画者は、システムに登録されたコマンドを用いて計画作業を進めることができ、これによって、プログラムの起動やそれに関連した入出力データの割り当

<コマンド> 表-1 コマンドの入力例 <解説>

display	図面の表示仕様の指示
--- DISPLAY SUPPORT SYSTEM	 入力データの最大値【1500】
MAX DATA SIZE : 1500	 出力の紙面のサイズ【B6】
---	 出力図面の縮尺【1/80000】
PAGE SIZE : 85	 原図の地図縮尺【1/20000】
PRINT OUT SCALE : 1/80000	 表示の際の縮尺【1.0】
ORIGINAL MAP SCALE : 1/20000	
PRINT FACTOR : 1.0	
page title(link.data.fukuin.pla1)	図面のタイトル名入力
--- PAGE START	 図面のタイトル名
PAGE TITLE NAME : LINK.DATA.FUKUIN.PLA1	 縮尺の表示の有無【YES】
SCALE AXIS PRINT : YES	
displink(link.data.fukuin.pla1)	リンクの表示の指示
--- DISPLAY LINK	 入力すべきノードテーブル名【NODE-TBL-XY】
NODE TABLE NAME : NODE-TBL-XY	 入力すべきリンクテーブル名【LINK-TBL-CNT】
LINK TABLE NAME : LINK-TBL-CNT	 リンクの表示方法【LINE】
LINE TYPE : DOT	 リンク番号の表示の有無【NO】
LINE NUMBER PRINT : NO	 表示するリンクの選択条件
SELECT : ALL	
displink table(link-tbl-fukuin) select:dd(1),ae,700	リンク属性の表示の指示
--- DISPLAY LINK DATA	 入力する属性テーブル名
TABLE NAME : LINK-TBL-FUKUIN(1)	 属性値の大きさを表わすリンク上の矩形の幅の大きさ
MAX RECTANGLE WIDTH : 10.	 リンク上の矩形の濃淡の指定【2】
TONE NO. : 2	 表示するリンク属性の選択条件
SELECT : DD(1),GE,700	
pageend	表示の終了と出力機器の指定
--- DISPLAY END	 出力機器の指定【TEKTRO端末】
OUTPUT DEVICE : TERMINAL-TEKTRO	 プログラム格納の有無【NO】
PROGRAM SAVE : NOSAVE	

注) ユーザーの入力したコマンドは小文字で、またシステムよりのメッセージは大文字で表示される。各コマンドの機能と、入力すべきパラメーター値、変数名は解説に示す通りである。なお【 】内は、指定されなかった場合に入力されるパラメーター値、変数名を示す。

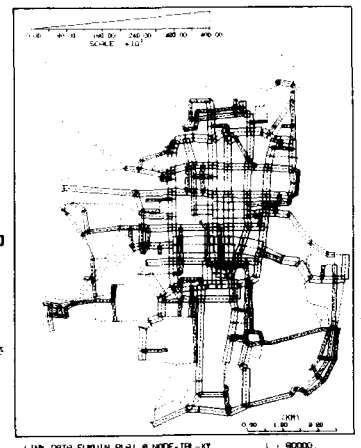


図-4 道路幅員の表示

て、種々のパラメーター値の入力、出力装置の指定などの複雑な操作を容易に行なうことができる。たとえば、道路網に幅員を重ねてディスプレイ装置の画面に図示する場合、システムのユーザーは端末機のキーボードから、表-1に示す一連のコマンドをキーインすれば、図-4に示す表示を得ることができる。

6. 都市内の公共輸送網計画への適用例

地下鉄路線の開通によりバス系統網再編の必要性が生じた京都市を対象として、地下鉄開通前後の公共輸送網を比較検討した例について述べる。ここでは、公共輸送網の効果予測、評価を行なうために、公共交通機関利用者に関する非集計タイプの経路選択モデルを構築して利用者行動を推定するとともに、この推定結果にもとづき利用者、運営者の評価主体別に評価指標の値を算定した。この際、対象地域全体としての評価値と同時に地域内での評価値の空間分布等を図示し、分析者が評価結果を容易に理解できるようにした。

まず図-5は、地下鉄開通後における公共輸送網の特徴を概観するために、市内の各メッシュ(250mメッシュ)から京都駅へ至る場合の最短所要時間を5分単位で色分けして図示したものである。これによれば、全体として、京都駅以南よりも地下鉄路線のある京都駅以北で所要時間が短くなっていることがわかる。

次に、図-6、7は、利用者側の評価指標として 所要時間、乗り換え回数を一例として取り上げ、地下鉄開通前後におけるそれらの比較結果を図示したものである。すなわち、バス停留所ごとに、そのバス停留所

を起点とする利用者について、地下鉄開通前後における所要時間と乗り換え回数の平均値の差を円の大ききで示したものである。図中では、黒い円が開通後改善したことを、また白い円が悪化したことを示す。図に示すように、地下鉄の開通により、市の北部地域では所要時間は短縮しているが乗り換え回数は増加しており、また地下鉄駅間の地域ではサービス水準の低下が見られる。さらに、図-8は、運営者側指標として、乗車効率を取り上げ、一例としてあるバス系統についてバス停留所区間ごとの算定結果を図示したものである。これによれば、異なる系統間で乗車効率の大小を比較できるとともに、系統ごとにどのバス停留所区間で乗車効率が高いか、また、低いかを知ることができる。

7. 居住地区の道路網計画への適用例

既成市街地において、区画整理により道路網を段階的に構成した場合の計画案を評価した例について述べる。ここでは、現況の道路網と計画道路網をそれぞれ機能上、上位道路網と下位道路網に分け、将来交通量を推計しこれにもとづき現況、計画を比較検討した。

まず、上位

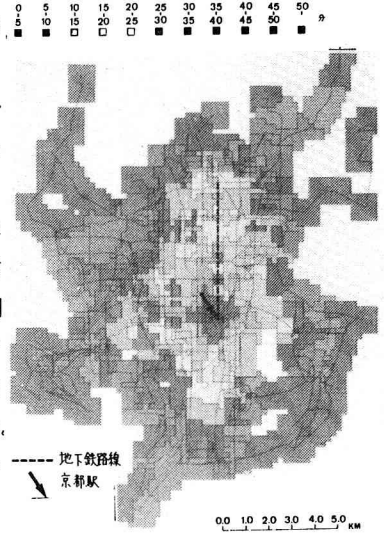


図-5 最短所要時間(カラー表示)

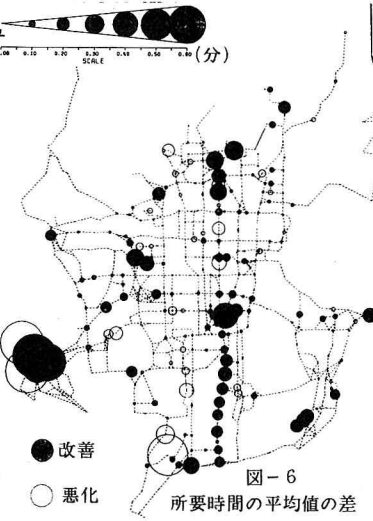


図-6 所要時間の平均値の差

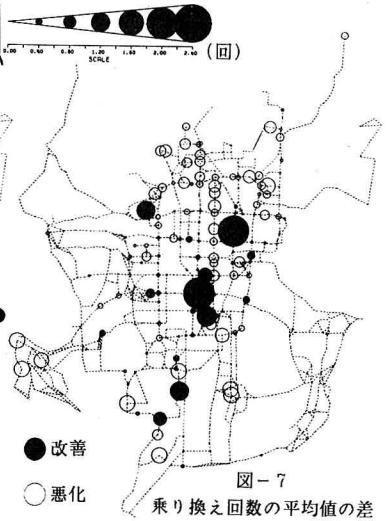


図-7 乗り換え回数の平均値の差

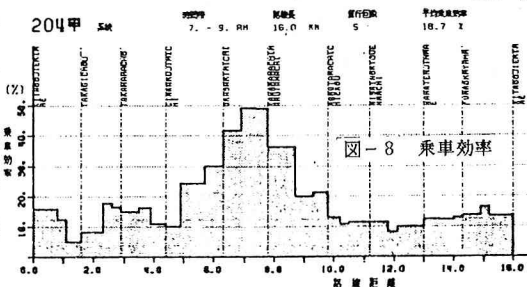


図-8 乗車効率

道路網とは、対象地域内で主として補助幹線道路以上の道路網とした。そして、上位道路網が自動車交通の処理を主眼とすることから、計画、現況の各場合について、対象地域に発生集中する自動車交通量を推計した。図-9は、それらの推計結果を示したものである。さらに、この推計結果から、道路幅員別に自動車の走行台キロや走行台分および交通密度を算定した。これによって、各道路での自動車交通量の分担関係や集中度が明らかになり、道路網の段階構成による効果を把握することが可能となった。

一方、下位道路網とは、幹線道路に囲まれた一つの地区内の道路網とし、ここでは、図-9a)に示すように対象地域から一地区を取り上げた。そして、下位道路網では、歩行者と自動車の双方の交通量を推計し、この推計結果にもとづき、歩行者・居住者、自動車利用者の評価主体別に、利便性、安全性、快適性の評価項目ごとに評価指標の値を算定した。この際、6.の場合と同様に、地区全体としての評価値とともに、評価値の地区内での空間分布を図示して明らかにした。図-10は、一例として、自動車の利便性の指標として、地区内の各交差点から地区の四隅に至る場合の平均所要時間(方面別流入比率による重み付きの平均値)を算定し図示したものである。これによると、地区の東南部では、現況と計画で所要時間に顕著な差は見られず、地区内での道路整備状況は必ずしも一様でないことが分かる。さらに、図-11は、歩行者の安全性の指標として、歩行者交通量と自動車交通量の積を交錯度として定義して、

道路区間別に図示したものである。これによれば、地区内での交通流動状況の差を反映して、現況では外周道路へ至るまでの区間で、また計画では東西道路上で交錯が多く見られ、そして全体として、計画では現況より大幅に交錯度が減少していることが分かる。

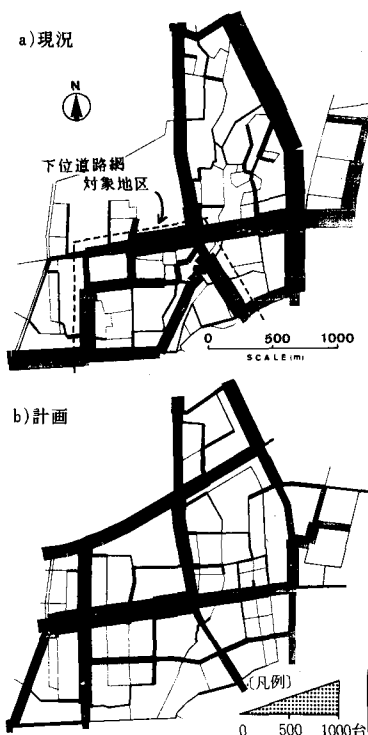


図-9 自動車交通量の推計結果

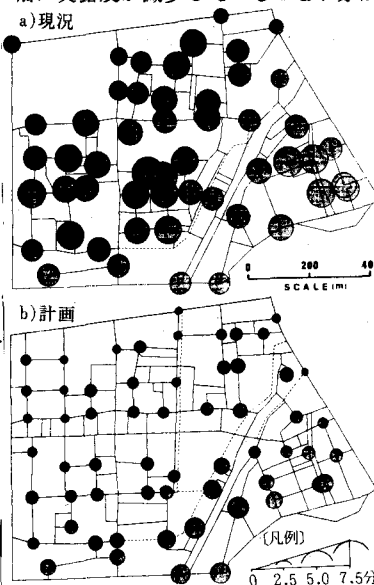


図-10 自動車の平均所要時間

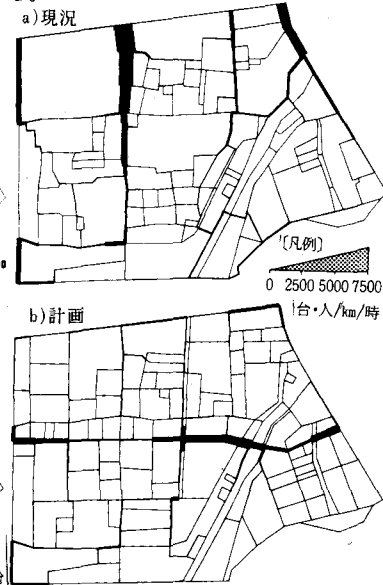


図-11 歩行者と自動車の交錯度

8. おわりに

支援システムの今後の課題としては、多くの交通網の計画問題へシステムを応用することによって、機能別の基本ソフトウェアの整備や種々の応用プログラムの蓄積をはかることが必要である。また、支援システムが常時利用られるためにはシステムを身近に利用可能であることが必要であり、近年著しく普及したマクロコンピュータのみを用いたシステムを構築することが考えられる。最後に、本研究を進めるにあたっては、京都大学工学部天野光三教授の御指導を賜わった。また、同大学山中英夫助手には、プログラム作成等の協力を得た。感謝の意を表する次第である。

＜参考文献＞ 1)天野、小谷、山中：電算機支援システムによるバス系統網計画の評価に関する研究、第4回土木計画学研究発表会講演集、pp.440-445,1982.1 2)天野、小谷、佐崎：既成住区内の道路網計画とその評価について、第17回日本都市計画学会学術研究発表会論文集、pp337-342,1982.1