

札幌都市圏土地利用交通分析システム (RURBAN/Sapporo) における 支援システムの役割

○宮本和明 横浜国立大学工学部
乾 健治 横浜国立大学大学院(現東京建物)
兼松伸治 横浜国立大学工学部(現三井建設)
森下 津 横浜国立大学工学部(現J R東海)

1. はじめに

近年、地域あるいは都市を対象としたデータベースあるいは計画支援システムと呼ばれる計算機を用いた一連のデータ処理システムが数多く作成されてきており、かなりの行政機関でその実際の運用も行われるようになってきている。特に最近、計算機の演算はもとより記憶およびグラフィックスといったハードウェア機能の飛躍的向上と、データベース理論および計算幾何学をはじめとするソフトウェアの進歩に基づいて各種の地理情報システム(GIS)が開発されてきており、地域および都市分析システムの開発に大いに貢献している。しかし、現在実用化されているものの多くは、データの検索更新等のデータベース処理を中心とした定型型の日常行政業務を支援するものであり、非定型の各種計画の策定支援としては、いくつかの試みは存在するが、実際にはその適用がほとんどなされていないのが現状である。その理由としてはいくつかあげられようが、まず第一に、土地利用計画や交通計画等の非定常型の計画策定は、数年から10年程度の見直し期間ごとに行われるにすぎないことから、計画策定行政担当者、および、その策定に必要な資料を提供するコンサルタント等のモデル分析担当者が、そのための支援システムを構築しなければならないという認識に乏しいことがあげられる。すなわち、バッチ処理としては当然計算機を用いている交通需要予測モデル等の計画分析用の計量モデルを、会話型の支援システムに導入する必要性に対する認識が未成熟であることが、そのような計画支援システム構築の動機付けができない理由と思われる。

著者は一連の計画支援システムの先駆けともいえるCALUTAS¹⁾の開発を始め、さらにいくつか

の土地利用交通分析支援システム²⁾³⁾の開発に参加し、また、現在新しい分析モデルの考え方に基づいてRURBAN/Sapporoとよぶ土地利用交通分析支援システムの開発を行っている⁴⁾⁵⁾。本稿においては、これらのシステム開発を通しての、計画支援システム開発に際しての基本的な考え方をはじめ、システムとしての要件、および具体的なシステムの機能について、RURBAN/Sapporoの例を用いながら整理するものである。RURBAN/Sapporoは基本システムについては既に完成しており、現在さらにその分析モデルの理論的発展および支援システムとしての機能拡充を図っているところである。

また、RURBAN/Sapporoは、後述するように、汎用言語を用いてパーソナルコンピューター用に開発しており、特別なGISあるいはその種のプログラムパッケージを用いているわけではない。そのことが示すように、本稿では、特定のGISに依存したシステム開発を説明するものではなく、土地利用交通分析を例に、都市計量モデルの構築過程およびそのモデルを用いた計画策定過程における支援システムの役割についての基本的な考え方を中心に述べるものである。

2. 都市計量モデルを用いた計画策定における支援システムの役割

(1) 従来のシステムにおける支援システムの役割

最近の地域および都市計画関連の支援システムとしては、都市計画全般を支援するために開発されたもの⁶⁾、特に用途地域指定の計画判断のためのもの⁷⁾、複雑な区画整理事業を新しい観点から組み替えて支援するもの⁸⁾、GISを駆使して環境影響評価を支援するもの⁹⁾等が報告されている。

以上をはじめ従来の支援システムの機能としては、

大きく分けて、(a) データベース機能、(b) 簡単なデータ処理機能、(c) 物理的なシミュレーション機能、(d) 社会経済的なシミュレーション機能、そして、(e) 評価判断機能に分類する事ができよう。この内、(a) は位置形状情報と属性情報の処理をはじめとする多種多様かつ膨大なデータの管理機能であり、さらに、計算幾何学の基本演算をはじめとする図形処理機能である(b)を加えたものが、いわゆるGISと考えられる。(c) は騒音分布予測等の主に物理モデルを用いたシミュレーション機能である。それに対し、(d) は交通需要予測、あるいは土地利用変化予測といった社会経済的な現象のシミュレーション機能であり、(c) よりも一般に多様な要因に基づくもので、また、不確定要素も高いものとなる。(e) は、(b) を用いて入力される各種政策手段に基づくシミュレーション結果の評価指標の算出、あるいはさらに進んで、政策判断を行う機能である。このうち、(a) と(b) に関しては、かなりの部分は既成のソフトウェアで対応できるようになってきている。しかし、(c) と(d) はそのシステム用に新たに開発あるいは既成のものを当該地域に適用できるように改良する必要がある、それらは一般に一連のシステム整備とは独立に構築される。さらに、(e) に関して、一般には個々のプロジェクト用に新たに作成する必要がある。また、(e) においては、一般にその評価構造自体が曖昧であることから、たとえば、ファジィのメンバーシップ関数を会話式に修正することにより、評価関数あるいは構造をも発展させていく手法も取られてきている。すなわち、(e) の評価構造は一連のシステム整備の中で更新、改良される位置づけのものが多い。

(2) RURBAN/Sapporoにおける支援システムの役割

土地利用モデルにしても交通モデルにしても、実用的な計量モデルとして用いるためには、観測値とのキャリブレーションをはじめ、各種の政策変数に関するパフォーマンスの点検が不可欠である。土地利用および交通は本質的に空間的な事象であることから、単一の計算値をみることのみでこれを行うことは出来ない。いわゆる計画支援時と同等の「モデル開発支援システム」が必要であるといえる。また、

この過程を通して、モデル構築者および政策担当者が、説明変数の選択といった初歩的な事柄から、都市構造全般に関しての、より一層の理解を得る機会が得られることとなる。このような多様な学習機会は、会話型のグラフィックスを用いた支援システムなしにはほとんど期待できない。モデル開発支援システムの整備は、単にモデルの調整期間の短縮に寄与できるのみでなく、従来の非効率的な操作、および、空間情報が適切に把握できない数値出力等を通して構築されるモデルより、はるかに現状をよく再現できるモデルが得られることが期待できる。

このことは、前節の(e) の評価システムに付いても同様に言える。評価システムにおける評価構造の更新は、会話処理を介していわば評価モデルを修正発展させる過程と考えることも出来よう。そのような機会をうまく使うことにより、従来のエキスパートシステムのように、経験者の知識を計算機に移管するといった現状と同程度の知識レベルを目指すのではなく、評価者自体により自由度の高い学習機会を与えることにより、従来の知識以上に発展した知識を得ることが可能になると考えられる。そして、その発展した知識の内、計算機処理可能な部分が順次システムに組み込まれていくという発展過程を期待すべきである。いいかえると、支援システムの開発においては、マンとマシンの一体としたシステムを考えると、先に述べた学習によりシステム全体の知識が発展し、同時にその内のマンが担当しているものを次第にマシンに移管していく過程がとれるシステムにする必要がある。そうでなければ、単に、プレゼンテーションが美しくデータ検索が早だけのシステムにすぎなくなろう。

従来ともすると計算機を用いた支援システムは、(a) データ管理が効率的に行われる、(b) 各種の図形処理が早い、(c) 数多くの代替案が作成できる、といった第一義的な効用のみがうたわれてきているが、それらの効用により、より高度で実用的なシステムの開発および計画担当者の学習という、システム開発の本質的な効果についてはほとんどふれられていない。特に、計算機を用いた支援システムは、数多くの無用の代替案を作成させるためにあるのではなく、代替案の数自体を、学習過程の中から限定させていくことを可能とするものであるとい

表1 「計画支援システム」と「システム開発者および計画担当者」との相互作用

	モデル／支援システム開発者	計画担当者
利用目的	・分析モデルの開発 ・支援システム自体の開発	・計画代替案分析評価 ・計画案の作成
操作形式	・非定型的操作を含む	・定型的操作中心
操作内容	・モデルのキャリブレーション ・データの検索表示 ・モデルのテストラン	・代替案シミュレーション ・データ検索表示 ・評価指標の表示
利用による学習項目	・操作性機能等の改良 ・説明要因の選択 ・モデルの特性に関する学習 ・対象地域の特性に関する学習	・操作性機能等の改良案の提示 ・計画策定過程の学習 ・対象地域の特性に関する学習 ・計画代替案の特性理解 ・代替案の絞り込み ・システムの応用範囲の拡大

う認識が必要であろう。

以上の考え方に基づいてRURBAN/Sapporoの開発においては、「支援システム」と「システム開発者および計画担当者」との間に表1に示すような相互作用を考えている。そして、実際の開発過程において、支援システムの効用は、単にプレゼンテーションとオペレーションの向上といった表層的なものではなく、これらの相互作用によってモデルの実質的な改良につながることを確認してきている。

RURBAN/Sapporoの構築過程においては、まず、シミュレーションモデルの原型ができあがった段階で、支援システムの整備を開始している。これは、モデルの開発途上においては、開発支援システムとして機能するものであり、また、モデルがある程度の段階に達し、計画分析に用いられる段階においては、計画支援システムとして機能するものである。また、土地利用交通に関する計画策定自体は、通常、数年の間隔をおいて見なされるであろうが、常に、交通施設や土地開発に関する構想は定期的に提議されるものであり、基本システムさえ出来上れば、その利用機会は決して少ないとは思われない。また、そのような構想の評価段階においてモデルの

パフォーマンスを点検する機会が生じ、それはモデルの改良機会となるものである。その改良過程を通して、次期の正式計画の支援においてすぐに利用可能なシステムとして機能することが期待される。また、同時に、その過程において、必要に応じて機能を追加していくこともシステムの長期的視野に立った開発方針としている。さらに、たとえ非定常的な計画支援として作成されたとしても、このようにメンテナンスをしていくことにより定常的な利用範囲も広がることを期待される。いいかえるとRURBAN/Sapporo開発においては、当然、より良い分析モデル構築が最大の目的であり、支援システムの整備は決して主たる目的とは考えていない。しかし、その一方、モデルを用いた計画分析を向上させるためには、支援システムの整備が不可欠の過程であると認識している。逆に、支援システムの必要性は、計画分析段階等よりも、そのためのシステムの開発段階における方がより高いということもできよう。

3. 札幌都市圏土地利用交通分析システム (RURBAN/Sapporo) の概要

(1) システム開発の目的

土地利用と交通は都市あるいは地域の基本的な構成要素であり、また、相互に強い連関関係を有している。そのため、それらを一体とした統合分析は都市あるいは地域の計画策定において不可欠の過程である。特に土地利用と交通に関しては多様な政策代替案が互いに影響を及ぼすことから、それらの効率的な分析が計画策定段階において不可欠である。本研究においては、それらの代替案のうち、主として交通施設整備およびそれに関連する土地利用計画の効果影響を、土地利用の変化に着目して分析するシステムの整備を目的としている。

なお、都市のミクロな立地条件から全国的な経済条件までが土地利用に影響を及ぼすことから、その予測には基本的に大きな不確実性が伴う。そのため、シミュレーション結果はあくまでもそのシミュレーションが実行された条件下においてのみ意味があるものであり、いいかえると単独のシミュレーション結果を用いての計画案評価は意味がないとも言える。RURBANは現状の土地条件が不変のケース (do nothing) を含めての複数の代替案を、それらの比較を通して評価して行くためのものである。その際、前提条件の変化に対する感度分析が不可欠であることから、そのための機能も付加している。

(2) 土地利用モデル (RURBAN) の概要

土地利用モデルRURBAN構築の目的は、都市圏における交通施設整備や土地利用規制等の効果影響分析を、小区画単位の土地利用変化予測を介して行うことができる実用的なモデルを構築することである。分析区画としては、札幌市を対象する場合は1 km²程度を想定している。

モデルの構築に際しては、都市経済学における効用最大化および付け値最大化等の基本的な理論モデルとの整合性を重視して行っている。すなわち、本研究は都市経済学における理論モデルの実用モデル化を図るものである。RURBANとは、本モデルの理論的基礎をランダム効用およびランダム付け値の2つのモデルに基づいて構築されていることから、Random Utility / Rent-Bidding Analysis Modelの略として名付けたものである。RURBANの土地利用モデルとしての考え方等については、参考文献^{5) 6)}に既に発表している。

(3) 支援システム設計における基本事項

支援システムの開発に際しては、いくつかの基本事項を事前に確定しておくことが必要である。その際、先にも述べたが、原則として当面必要な項目のみに限定し、必要以上に汎用的な利用を目的とした一般化は行わない。しかし、システム自体の柔軟性は常に保持することを心がけている。RURBAN / Sapporoで考える基本事項は以下の通りである。

(a) 対象地域：RURBAN / Sapporoの場合、最小限カバーすべき地域として、当面計画が考えられる交通施設および土地利用関連計画が影響を及ぼす可能性のある範囲を検討し、それを含む長方形の地域を対象地域として選定した。

(b) 分析対象政策代替案：交通施設整備およびいわゆる「線引き・色塗り」を当面の計画代替案として取り扱っている。なお、原理的には、土地利用モデルに取り込まれている変数に関連する項目に関しては段階的に付加することが可能である。

(c) 分析指標：原則として、土地利用モデルの記述能力に依存するが、RURBANにおいては、単に土地利用面積の変化のみを求めるものではなく、その過程において、地価、立地主体の効用水準、立地主体1単位あたりの使用面積 (高層利用等を表現できる)、人口、従業者数等の変化もシミュレートできる。そのため、まず、土地利用変化のグラフィックス表現から開始し、順次、それらの指標のグラフィックスプログラムを整備することとしている。また、交通施設整備の直接的な効果として、交通条件の改善を求め、その結果を見てさらに分析を続けるか意味があるか否かを判定する必要がある。そのための交通所用時間の変化を求めるプログラムと分かりやすいグラフィックス表現を準備している。

(d) 空間そして時間の分析単位：空間の分析単位もモデルの能力に依存するが、対象によっては本質的に不確実性を有するものがある。土地利用もそのひとつであり、いたずらに細かな分析単位をとっても意味がない。今回の開発においては、土地利用等の分析指標に関しては1 km²としている。また、必要に応じて分析単位を細かくすることは可能であるが、それは第1段階のシステム完成以降で十分であると判断している。時間の分析単位としては、RURBANが準動学的モデルであることから、地域全体の経済活動量を外生的に与えられる期間を時間の単位

とするだけで、特別の取扱いをしていない。

(e) 情報の必要精度：空間的情報に関しては、分析指標が 1 km^2 単位であることから、空間距離にして 300 m 以内の誤差であれば十分と判断している。それに基づいて、空間情報の入出力方法を開発している。その際、空間的な各種データおよび政策代替案のグラフィックス入力のための「基図」を設定している。この基図を用いて、異種データの座標系を必要精度内において統合している。

4. RURBAN/Sapporoの支援システム

(1) システム構築の基本的考え方

分析支援システムは先に述べたとおり、まず、システム全体の構築、すなわち分析モデルおよび支援システム自体の整備、そして、システムが一応の段階に達してからの実際の計画分析、さらにその過程におけるシステムの改良といった一連のシステムの発展および利用過程を支援するために整備するものである。その際の、分析支援システム構築の基本コンセプトは以下の通りである。

(a) User Friendly な Human Interface 機能を有すること：システム開発は一応計算機にある程度習熟しているものが担当するが、それでも操作の簡便性がシステム開発に及ぼす効果は非常に大きい。実際の計画支援においては計算機に不慣れな行政担当者が操作することから、操作の簡便性は不可欠である。

(b) モデルの構造と対象地域の規模に応じたハードウェア構成であること：現在利用可能な計算機ハードウェアとしては、メインフレームコンピュータ(MC)、ワークステーション(WS)、パーソナルコンピュータ(PC)と多彩である。計画対象地域の規模と項目によりシステムを選択する必要があるが、MCはその利用可能性に問題がある上、よほどの対象でない限りその必要性はないといえる。WSは能力的には十分であり、また多彩なソフトウェアの利用可能性が上がってきているが、価格はともかく、現段階ではメンテナンスがそれほど容易ではないことから、専門の人的手当ができない限り計画の現場においての実際的な利用可能性は高いとはいえない。PCは、メンテナンスフリーに近く、また、その能力自体WSにはとうていおよばないが、

一般の対象地域ならば、一応十分な機能を有したものが存在するといえよう。以上のシステム整備には、開発および利用環境により選択されるべきものである。たとえば、開発段階はWSを用い、その計画支援システムとしてはPCに移植するといった柔軟な選択が必要である。

(c) 基本構成から拡張可能性を有したシステムであること：システムはまず基本構成を完成させたのち、必要に応じて各種の機能を追加していくこととなる。その際の、既成の部分の変更は原則として必要ないことが望ましい。そのための全体構成づくりが必要である。

以上の基本的な考え方にもとづいてRURBAN/Sapporoでは以下のようにシステムの開発を行っている。

まず(a)に対しては、一連の操作はすべてグラフィックスを用いたマウスによる会話処理を原則としている。開発段階においては、それほど頻繁に用いない操作は一部キーボード入力に残しておくが、計画支援システムとして行政担当者が利用する段階においては、数値入力もCRT上のキーボードにマウスで操作する方式をとることになっている。

(b)のハードウェアシステムの選択においては、首都圏等の巨大地域を除き、 32 ビットパーソナルコンピュータで十分対応できることから、ソフト、ハードの一般的な利用可能性を考え、PC9801RAを用いている。その理由は、標準3次メッシュ約 1 km^2 の土地利用変化分析を中心とした本システムの開発目的からして、特別のGISを用いる必要性が乏しいことと、また、計算時間の差は歴然としているが、実行時間自体プログラム単位でPCで最大5分以内であることから、實際上PCでのシステム開発で大きな支障がない。また、PCで可能なシステムは当然、WSが利用可能な場合、WSに移植可能であることがあげられる。

(c)に関しては、全体システムは基本的に独立なサブシステムの集合であり、各サブシステムはいつでも独立に上位機能を有したものと取り替えることが可能な形をとっている。基本的には、プログラム単位ごとに基本データを必ず外部ファイルに出力することとしており、個々のプログラムの変更が他のプログラムに全く影響を及ぼさなくなっている。

いる。この考え方は、リレーショナルデータベースモデルの正規化理論に準拠している。たとえばプログラム変更にともない入出力に変化がある場合は、従前のファイル体系間に新たな「関係」を定義するデータ処理プログラムを補足することとし、既に完成している他のプログラムを連動させて変更するようなことは行わない。そして全体システムはバッチプログラムにおいて構造化させており、個々のプログラム間での直接のリンケージはとっていない。

(2) 分析基図

RURBAN/Sapporoの一連の空間データの計画基図は、20万分の1の地勢図をスキャナー入力したイメージデータである。全ての空間的なデータの入力作業はCRT上のこのイメージデータの地図を用いて行うことにより、位置形状情報の座標の統一を図っている。その際、イメージデータの歪みを直接補正するのではなく、その背景に土地利用の分析単位である標準3次メッシュを歪みに応じて配置する事により、入力点の座標を分析の必要精度である300m以内の誤差で補正している。

また、この基図はCRTに対象地域全域を同時に表示すると縮尺が小さくなりすぎて実質的に利用できない。そのため、会話処理に使用できるように、CRT上でほぼ縮尺10万分の1で出力し、南北方向が上下に連続画面スクロールするプログラムを独自に開発している。また、東西方向は連続スクロールはできないが南北方向の処理に準じている。そのため、分析者は、CRTの中に対象地域全域の基図が有り、必要な部分を紙の地図を動かす感覚でスクロールにより呼び出すことが可能になっている。

(3) 分析支援システムの全体構成

RURBAN/Sapporoは、既に、バージョン1.0と呼ぶべきものは計画支援システムとして完成しており、現在さらにシミュレーションモデルおよび支援システムとも改良をほぼ終え、全体システムのバージョンアップを行っている段階である。本稿においてはとりあえず、そのVer. 1.0の全体構成について報告する。このシステムは、高速道路あるいは高規格道路の効果分析用として開発されている。その操作の流れを簡単にあらわすと、図1のようになる。Ver. 1.0での、標準的なシミュレーションの所要時間は1ケースにつき約20分以内である。

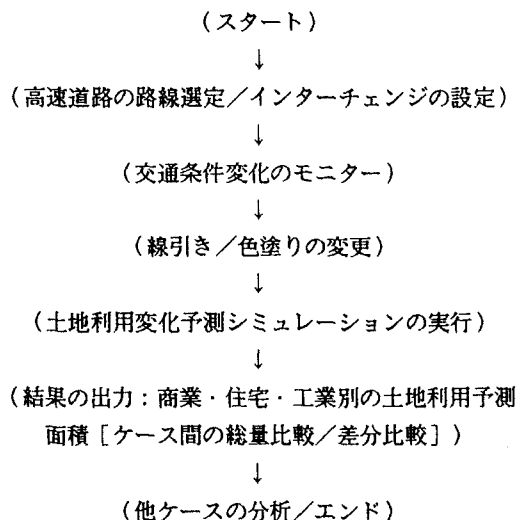


図1 RURBAN/Sapporo Ver. 1.0 の標準分析過程

(4) 交通施設代替案の入力および分析

RURBANはまず交通施設整備特に高速道路整備効果およびその関連計画の分析を当面の目的として開発している。そのため、高速道路代替案の入力システムが最初に整備されている。高速道路の路線選定は先に述べたイメージデータの基図上で行う。路線の入力は変曲点とインターチェンジ予定地点をマウスを用いて入力することにより行う。その過程を写真1の(a)から(c)に示す。路線とインターチェンジ位置が入力されると、各メッシュの交通条件の変化がいくつかの項目について計算される。もっとも詳細な計算においては、一般道路と高速道路の階層ネットワーク上の最短経路探索に基づくものでその結果の出力例を写真2に示す。通常の分析においては、ゾーン間所用時間の必要精度とその計算時間の兼ね合いで選択することができる。

(5) 土地利用計画代替案の入力および分析

現在のところ土地利用計画関連では、市街化区域および市街化調整区域の区分け、そして、市街化区域内の用途地域指定のみをグラフィックスで変更できるシステムを整備している。この場合も基図としては20万分の1地勢図を基にするイメージデータを用いるが、CRT上の実操作の縮尺は約5万分の1程度となっている。なお操作画面上には現況の区域区分指定を100mメッシュでオーバーレイし

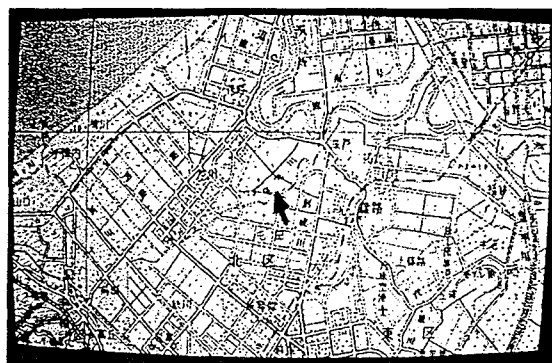


写真1-(a)



写真1-(b)



写真1-(c)

写真1 イメージ地図を用いた高速道路路線入力
〔(a)→(b)→(c)の順に地図を上
方にスクロールさせている〕

て表示している。マウスを用いた区域区分指定の変
更は、メッシュ内での用途区分ごとの利用面積に変

換され、土地利用変化シミュレーション用のデータ
として出力される。操作画面の一例を写真3に示す。
なお、この操作により市街化区域内に線引き見直し
された地域はその用途指定に従って新たに都市的利
用が可能な地域としてシミュレーションの対象となる。

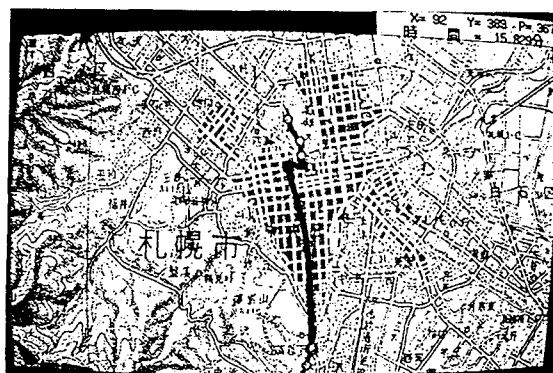


写真2 高速道路と一般道路を考えた最短経路探索
結果の表示

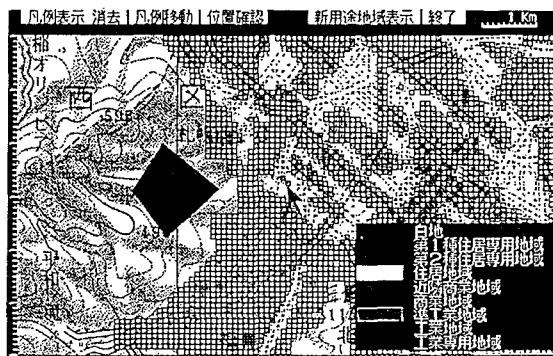


写真3 都市計画指定（線引き・色塗り）の変更

(6) 分析結果の表現

分析結果は、原則として1km²単位で出力される
ことから、グラフィックス表示もメッシュ出力図と
なっている。出力値の表現は寒暖系6色を用いて行
っている。結果の出力例としては、都市圏の中心で
ある札幌駅からの所用時間およびその変化や、用途
別の土地利用面積およびその変化、あるいは比較ケ
ースとの差分を表示するようになっている。写真4
はそのうち住宅地の面積に関して2ケースの比較を
行っている例である。なお、メッシュ図における各
メッシュの位置関係を明確にするために、基幹交通

施設および検討対象高速道路代替案についてオーバーレイしている。

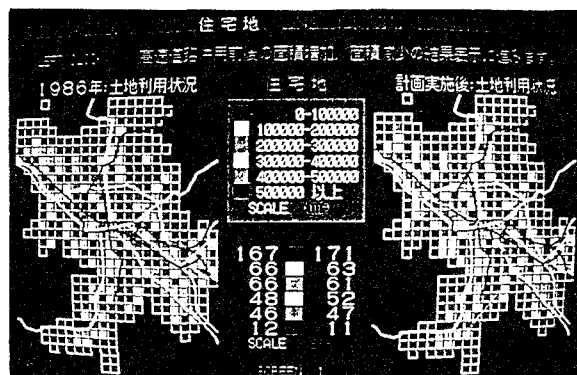


写真4 土地利用シミュレーション結果の表示

6. おわりに

本稿においては、札幌都市圏を対象としたRURBAN/Sapporoの開発過程における支援システムの役割について述べた。その中で、特に地域あるいは都市計画における計画支援の中での、計算機を用いた支援システム開発の考え方について、いくつかの視点を提示した。また、具体的なシステムづくりに関しては、特に、イメージデータ地形図を基図とした代替案入力システムを開発し、その有効性について確認したことがあげられる。

なお、本研究に際しては、北海道開発コンサルタントの桑田雄平氏のご協力をいただいていることを記し謝意を表したい。

参考文献

- 1) 中村英夫、林良嗣、宮本和明：広域都市圏土地利用交通分析システム、土木学会論文報告集、No. 335、1983
- 2) Miyamoto, K., Nakamura, H. and Shimizu, E.: A Land Use Model Based on Disaggregate Behavioral Analyses, Selected Proceedings of the Forth World Conference on Transport Research, 1986
- 3) R., Samart, Miyamoto, K. and Nakamura, H: The Bangkok Area Land Use - Transport Analysis System, Proceedings of Infrastructure Planning, No. 8, JSCE, 1986

- 4) Miyamoto, K. and Kitazume, K.: A Land-Use Model Based on Random Utility / Rent-Bidding Analysis (RURBAN), Selected Proceedings of the Fifth World Conference on Transport Research, Vol. IV, 1990
- 5) 宮本和明：ランダム効用および付け値分析に基づく土地利用モデルの札幌都市圏における適用、土木計画学研究・講演集、11、1989
- 6) 福島徹：都市計画支援システムに関する研究、神戸大学博士論文、1991
- 7) 清水英範、蔵網林、中村英夫：知識ベースに基づく用途地域指定支援システム、土木学会論文集、No. 425/IV-14、1991
- 8) 川口有一郎、中村英夫、柴崎亮介：土地画整理設計支援システムの開発、土木学会論文集、No. 425/IV-14、1991
- 9) Seetharam, K. E., Shibasaki, R. and Nakamura, H.: Integration of Geographical Information and Expert Systems for EIA in Urban Transportation Planning, Infrastructure Planning Review, No. 8, JSCE, 1990