

ユーザーフレンドリーな土地利用—交通—環境分析システムの開発*

Development of a Userfriendly LanduseTransportEnvironment Analysis Tool

林 良嗣^{*2}、加藤 博和^{*3}、望月 昇^{*4}、小島 健^{*5}、中井 啓介^{*6}

Yoshitsugu HAYASHI, Hirokazu KATO, Noboru MOCHIZUKI, Takeshi KOJIMA and Keisuke NAKAI

1 はじめに

交通施設整備や立地政策などの実施に伴う各種効果を予測するための、交通需要予測や土地利用—交通モデル、環境影響予測モデルの開発に対しては、予測精度の向上や、様々な政策分析機能の追加が積み重ねられてきた。しかし反面、林ら¹⁾も指摘しているように、モデルシステムの構造の複雑化や操作性・汎用性の悪化を招くこととなった。極端な場合、モデルを開発した本人しかその操作ができないことも珍しくない。この状況は、土地利用—交通モデル構築にあたって、モデルの精緻化という側面が優先される一方、その操作性については課題として認識されず、後回しにされてきたことによって生じたものと考えられる。このため、モデル構築への努力を行えば行うほど、モデル構築者とそれを用いて政策分析を行う担当者との距離が広がり、実務において政策担当者が自らモデルを使用して政策分析することがほぼ不可能になっている。現実には専門の業者にこれを委託することとなるが、政策立案過程に多くの時間と費用を必要としてしまっている。

一方、モデルの複雑化は、コンピュータプログラム作成作業をより困難にさせるとともに、多くのサブモデルを作成・管理する必要を生み、予測に関わるデータも膨大な量にしている。それらの保守作業だけでも非常に手間がかかり、ましてやモデルのバージョンアップや管理者の変更を行うのは困難であり、このことがモデル開発の隘路になっている。

そこで本研究では、土地利用—交通—環境モデルシステムの操作性に特に着目し、その改善策として

近年コンピュータ使用環境として一般的になっているGUI(Graphical User Interface)を導入し、政策担当者が直接システムを利用できる操作性を提供するとともに、モジュール化によってモデル構築にも利便を図ることができる政策分析システムの開発を目的とする。

2 モデルシステム開発に関する最近の状況

分析作業の軽減をめざした土地利用—交通モデルシステムの開発事例には以下のものがある。LAND²⁾(Location of Activities and Network Development)は、学生への教育目的で作られたシステムで、パーソナルコンピュータ上で動作しその操作は容易である。しかし組み込まれているモデルは簡易なもので、処理速度にも問題があり、実務に用いることはできない。RTPSS³⁾(Regional Traffic Pollution Simulation System)は、交通需要予測モデルに大気汚染モデルを付加し、汚染曝露人口を予測するシステムである。処理速度、操作性に優れているが、UNIX上で動作するため、機械や保守のコストが大きく、習熟のしやすさや使いやすさにも問題がある。林ら⁵⁾のシステムは、RTPSSと同様のモデル構成をパソコン上で実現しており、予測結果の表示機能は充実しているものの、データ編集機能がなく政策分析作業が容易でない。tiss-NET WIN⁴⁾は、交通量配分とトラフィックシミュレーションを融合させた予測システムをパソコンのGUI環境で構築する試みであり、良好な操作性を実現している。一方、土地利用—交通分析における入出力環境やデータベースとして有効なGIS(地理情報システム)を用いた事例として、例えば Seetharam et al.⁶⁾がデータ入出力部に導入し、環境影響の属地的評価システムを構築しているが、その導入には操作性やコストの問題がある。

これらのシステムの開発状況から、操作性向上のために、1)入力作業の軽減、2)出力へのグラフィッ

*1 キーワード：計画情報、情報処理、交通計画評価、GUI

*2 フェロー 工博 名古屋大学教授 工学研究科地圏環境工学専攻 (〒464-01 名古屋市千種区不老町、TEL052-789-2772、FAX052-789-3837)

*3 学生員 工修 名古屋大学工学研究科地圏環境工学専攻 博士後期課程

*4 正会員 工修 静岡県都市住宅部

*5 学生員 工修 名古屋大学工学研究科地圏環境工学専攻 大学院研究生

*6 学生員 名古屋大学工学研究科地圏環境工学専攻 博士前期課程

ク機能の導入、3)ハードウェアのダウンサイジング、4)ある程度の処理速度、を図ろうとしていることが分かる。本研究で開発するシステムもこの方向性を踏まえる必要がある。

3 本システム開発のコンセプト

3.1 モデルシステムに関わる主体

近年の土地利用－交通－環境に関わるモデルを取り巻く状況として、1)分析される「政策の多様化」が進んでいる。すなわち、従来の交通施設整備に加え、法的・経済的政策にまで広がり、2)モデルの精緻化・政策変数の増加による「モデルの高度化」が進んでいる。一方、3)コンピュータの処理速度向上、メモリ容量拡大、ユーザーインターフェイス技術の進歩などの「コンピュータの高度化」も進んでいる。このように、政策、モデル、コンピュータがそれぞれに専門化・高度化してきており、分析プロセス全体を把握・管理することが困難になっている。

その結果、モデルを構築し利用する主体が、1)システム利用者、2)モデル構築者、3)システム設計者の3者に分化する傾向にある。システム開発にあたっては、これら3主体がどのような知識や技術を持ち、他に何を期待しているかを整理する必要がある。

1)システム利用者（政策担当者・省庁・地方自治体等）：システムを使ってデータ編集や予測結果の評価など政策分析を行う主体である。より簡単に、多種の政策を、より速く分かりやすく分析できることを期待している。

2)モデル構築者（各研究機関等）：システムに対してモデルを供給する主体である。モデルを構築しプログラム化するまでを担当する。モデルの精緻化を目指しており、そのためのよりよいモデル開発環境を期待している。

3)システム設計者（コンピュータ技術者・コンサルタント等）：システムを開発・整備・改良する主体である。コンピュータやプログラミングの知識が豊富であり、操作性・汎用性の高いシステムの開発を得意としている。

本研究は、3)システム設計者の立場に立ち、システム利用者やモデル構築者の要求を考慮して、システム全体の設計・開発を行うものである。

3.2 GUI化：システム利用者の要求

システム利用者がコンピュータの扱いに習熟していることは必ずしも期待できないため、システムはできるだけ利用者の負担を少なくする高い操作性・簡易性を持つ必要がある。本システムでは従来のCUI(Character User Interface: 文字入力によってコンピュータと対話するシステム)に代わりGUIを全面的に導入するとともに、キャッシュディスプレイ並みのユーザーフレンドリーなマンマシンインターフェースをめざし、操作性の向上を図っている。

1)データ入力のGUI化：ネットワークデータがただの数値の羅列である場合、新規追加や変更の作業は非常に面倒でかつ間違えやすいものである。図-1のように道路ネットワークや変更内容が表示されることで、データ入力・編集作業を視覚的に行うことができ、作業が軽減される。特にネットワークの追加・変更は交通需要予測の最も基本的な政策対象であり、この作業を容易にすることによって、政策分析作業の能率を飛躍的に高めることができる。

2)命令・指示のGUI化：画面上に実行内容のボタンやメニューが展開され、これを見ながらマウス操作により命令・指示が可能である。これにより、CUIのように命令を一つ一つ覚える必要がなくなる。また、利用者の陥りやすいミスや混乱を予見してトラブルを未然に防ぐ構造をとっている。具体的には、現在使うのが適切でない機能はロックされ画面にも表示されず、更にメニューは左から順に一つずつ、または画面の基本レイアウトに添って操作すればひと通りの分析ができるようになっている。

3)データ出力のGUI化：モデルの予測結果に関しても、数値データをネットワークやゾーンの形で分かりやすい色分け地図で表示する機能を添付しており、属地的評価も容易となる。もちろん具体的数値も出力することができる。

3.3 モジュール化：モデル構築者の要求

土地利用－交通－環境に関わるモデルは複数のサブモデル群から成り立っていることが一般的である。またモデル計算以外にも、データ入出力部を始めとした各種の機能を必要とする。このように多数の部分から構成されるコンピュータプログラムを作成する場合は、各部分を独立した構造とし、それらをつ

なぎ合わせて1つのシステムとする方法が採られる。これはモジュール化と呼ばれ、多人数でのシステム開発において開発効率や保守のしやすさを向上するための手法である。本モデルシステムでもこれを導入することにより、モデル構築者の負担を軽減する。

モジュール化によって新たに問題となるのは、サブモデル間のデータのやりとりの方法である。すなわち、入出力データの形式を標準化することが必要になる。そのためには、土地利用－交通－環境分析における各サブモデルの入出力において一般に必要なデータの種類を知っておく必要がある。適切な標準化が行われれば、モデル構築者は各サブモデルを標準データ形式を考慮して構築することにより、他のサブモデルとの関係やデータ入出力部の設計を気にする必要がなくなり、その精緻化だけに努めれば良く、モデル構築の負担を軽減することができる。

上の利点に加え、システム利用者にとっても利用するモデルの選択を可能とし不必要な計算を減らすとともに、分析目的に応じたモデルの組み替え、新規開発モデルの導入にも対応できる。

4 本システム的设计

4.1 システムの構造

以上の設計コンセプトを踏まえて構築したシステムは、図1のように、1)シェル、2)データ編集、3)モデル、4)表示、の4つの部分からなる。

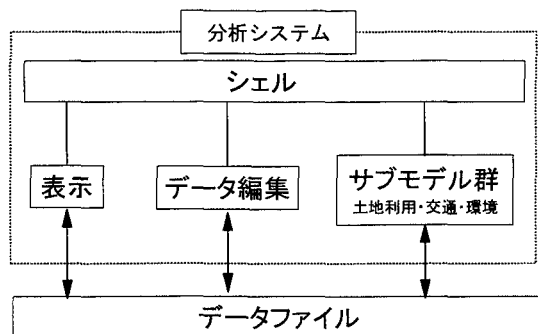


図1 システムの構造

1)シェル部：シェル (shell) とは貝殻という語源が示す通りプログラムの外殻部分で、プログラム心臓部と利用者との仲立ちをし、双方の意志を翻訳し伝達する役割を持つとともに、システムの様々な機能を

管理するメインの部分である。モデルシステムを起動すると、まずシェルが実行される。その後、シェルがユーザーの指示を解釈して、各作業機能呼び出す形式をとっている。

2)データ編集部：ネットワークとゾーン編集機能が用意されている。この機能のGUI化によって直感的かつ非常に簡単にデータ編集が行えるようになる。なお、データ入力にあたっては、GISや表計算ソフトで作成された他のデータ形式でも可能となっている。

3)モデル部：モデルを用いてパラメータ推定や予測計算を行う部分である。各サブモデルはモジュール化されており、シェルから各サブモデルを呼び出す形式をとっているため、分析の手順が自由になり、モデルを組み替えることも可能である。

4)表示部：予測結果をネットワークやゾーンの形で表示する。結果を各種データ形式でファイルに出力することもできる。

本システムの開発にあたっては、GUI化の容易さや処理速度の観点を優先し、富士通のFMTowns用に開発されたTowns-OS上で行っている。

4.2 サブモデル

現在このモデルに組み込まれているサブモデルは、発生集中モデル（重回帰モデル）、分布モデル（単純重力モデル）、配分モデル（分割配分法）、沿道環境影響モデル（NO₂モデル、騒音モデル）である。各モデルの推計手法は林ら⁵⁾に準拠している。

発生集中・分布モデルに関しては予測モデルだけでなくパラメータ推定モデルも組み込まれており、推定モデルで求められたパラメータを予測モデルでそのまま用いることができる。なお各モデルは、入出力データ形式さえ一致していれば、容易に差し替えやバージョンアップが可能である。

5 システムによる政策分析例

ここでは、ある人口10万人規模の都市を対象に、新規道路整備に伴う自動車交通の経路選択変化が環境に及ぼす影響を調べる。作業は、各ケースについて、1)ネットワークデータ読込（編集）、2)OD交通量データを読み込んで配分モデル実行、3)環境モデル実行、4)結果の出力、という順序で行えばよい。

5. 1 ネットワーク変更

本システムでは、図2のように表示された道路ネットワーク図とノード番号を見ながら、マウスを用いて編集することができる。システム利用者はパソコンの前に座って、どの区間に道路を建設しようとか、どの道路を拡幅しようと考えながら作業が進められる。これにより、ただ1本の道路が開通した場合や、都市環状道路がすべて整備された場合など、あらゆる整備ケースが自由に予測できる。

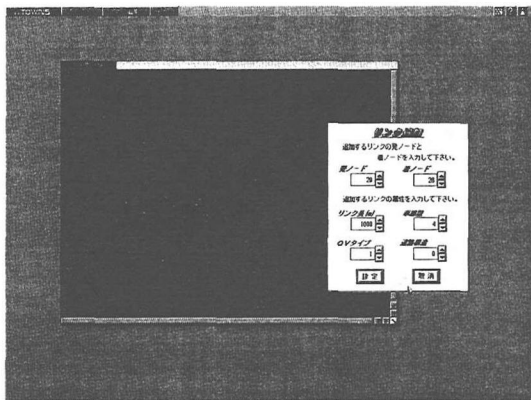


図2 ネットワーク編集画面

5. 2 予測と結果の表示

予測結果の評価は、現況と整備後の結果を図3のように表示させ、見比べながら行うことができる。図3では分かりづらいが、画面表示はカラーであり、比較によって中心部の環境改善がはっきりと確認できる。

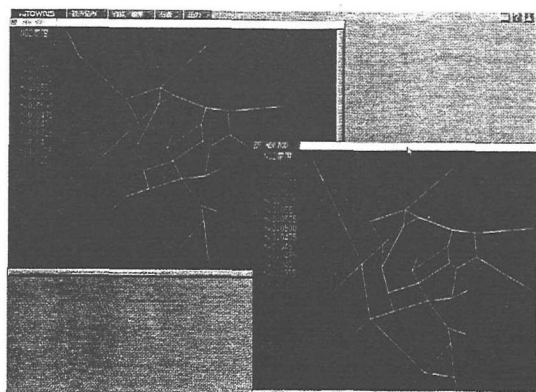


図3 予測結果の表示例

計算速度を、最も時間がかかる配分について示すと、ノード・リンク数が100個程度（中小都市に相

当）では10秒以下であるが、大都市圏のように数千個になると1時間以上を要し、リアルタイムな反応速度を実現することはできていない。

6 おわりに

本研究では、操作性や保守性の向上を目指した対話型の土地利用－交通－環境モデルシステムを設計・開発した。本システムはパソコン上で動作し、ディスカッションやプレゼンテーションの場でもそのまま利用することができるほどの操作性を有しており、教育用としても利用可能である。今後は操作性をいっそう向上させるために、実際の利用状況を調査し、より使いやすい操作手法・手順に関する分析を行う予定である。また、現在システムに用意したモデルの充実を図り、分析できる政策を増加させる必要がある。パソコンの動作環境として一般的になりつつあるWindows95への移植は現在進行中の課題である。処理速度の問題も残るが、今後のハード性能向上によっても改善されていくと考えられる。

参考文献

- 1) 林良嗣、富田安夫、土井健司：最近における土地利用および住宅立地モデルの方法論的発展と政策分析機能の拡大、都市計画 No.171、1991、pp.91-101
- 2) W. Young and K. Gu: Modelling the land use-transport-environment interaction, Hayashi and Roy ed. "Land Use, Transport and the Environment", Kluwer, 1996.
- 3) 森口祐一、西岡秀三、清水浩：広域的な道路交通公害対策による環境改善効果の予測システムの開発、土木計画学研究・論文集 No.11、1993、pp.279-286
- 4) 坂本邦宏、久保田尚、杉浦孝臣、高橋伸夫：tiss-NET WIN GUIを考慮した交通インパクトシミュレーションシステムシステムの開発、土木計画学研究・講演集No.18(2)、pp.181-184、1995.12
- 5) 林良嗣、加藤博和、望月昇：都市の道路網整備が大気環境に及ぼす効果の分析システム－都市環状道路のケーススタディーとともに－、環境システム研究論文集 Vol.21、1993、pp.289-299
- 6) Seetharam, K. E., R. Shibasaki and H. Nakamura: Integration of Geographical Information and Expert Systems for EIA in Urban Transportation Planning、土木計画学研究・論文集 No.8、1990、pp.281-288