

札幌都市圏における土地利用 - 交通モデルおよび政策支援システムの適用について*

Applications of A Land-use and Transport Model with Decision Support System for Sapporo Metropolitan Area*

杉木直**・宮本和明***・北詰恵一****・Varameth VICHENSAN*****

By Nao SUGIKI**・Kazuaki MIYAMOTO***・Keiichi KITAZUME****・Varameth VICHENSAN*****

1. はじめに

わが国におけるモータリゼーションの進展に伴う都市の郊外化は、膨大な社会費用の発生や生活基盤の郊外偏向をもたらした。今後の少子高齢化社会の到来の下、財政がさらに逼迫することからも、都市を取り巻く環境の深刻化が危惧されており、いわゆるコンパクトシティ政策に代表される持続可能な都市の構築を目標とした総合政策や、土地利用施策と交通施策の一体的計画の必要性が議論され始めている。しかしながら、わが国では、土地利用が交通に与えるインパクトは交通マスタープランの策定などにおいて考慮されているものの、その際に交通施設整備の様々な代替案が将来の土地利用に対して与えるインパクトは考慮されておらず、相互性を考慮した政策検証はなされていないのが実情である。¹⁾²⁾

これに対しアメリカでは、1990年代より改正大気浄化法等の法律において、都市圏における土地利用計画と交通計画の一体化が義務づけられており、統合的な計画策定はもはや当然のこととされてきた。また、イギリスのCambridge Futures³⁾などでは、都市政策に関する都市モデルシミュレーションによって、政策のシナリオごとに効果を分析し、住民に対し政策効果の数値的根拠を提示している。

一体的施策を検討するための分析モデルや分析支援システムに関する議論が十分になされていないこと、また、それらを用いた政策評価の手法が検討されていないことが、わが国が本分野において他の先進諸国に比較して大きく遅れをとっている要因となっている。

以上をふまえ本研究では、筆者らの研究グループが構築してきた1kmメッシュベースの土地利用 - 交通モデルに対し改良を行い、総合政策の評価が可能なモデルへと再構築するとともに、最新のコンピュータ技術を用い

*キーワード：土地利用 - 交通モデル、政策評価、分析システム

**正員、修士(情報科学)、(株)ドーコン総合計画部
(〒004-8585札幌市厚別区厚別中央1条5丁目4-1、
TEL011-801-1555、FAX011-801-1556)

***フェロー、工博、武蔵工業大学環境情報学部

****正員、博士(工学)、関西大学工学部

*****正員、博士(工学)、Kasetsart University

た実用的な政策支援システムを構築する。また、札幌都市圏を対象に適用し、いわゆるコンパクトシティ政策の目指す都市の持続可能性に関する評価項目を重点に、政策目標の達成度指標を算出し、都市政策を持続可能性の側面から数値的に評価する。その際、単独の政策だけではなく、複合的な政策についても分析を行い、一体的総合政策の評価に対するシステムの有効性を検証する。

2. 土地利用 - 交通モデルの改良

(1) モデル構造

具体的な土地利用 - 交通モデルとしては、宮本が開発したRURBANモデル(Random Utility/Random-Bidding ANalysis Model⁴⁾)を、基本モデルとして採用している。RURBANモデルは立地主体と土地(ゾーン)が共に集計的に取り扱われる、均衡型の集計モデルである。本モデルをベースとして、モデル構造に関して以下の3つの改良を行い、RURBAN-Transportとして再構築した。再構築されたモデル構造を図1に示す。

a) 土地利用から交通へのフィードバック

既存モデルにおいては、入力した施策を考慮した上でゾーン間時間距離を算出し、土地利用モデルの入力変数としていたものの、変更された土地利用分布の下での交通状況の解析は行っておらず、土地利用と交通の相互作用が完全な形で考慮されていなかった。そこで、四段

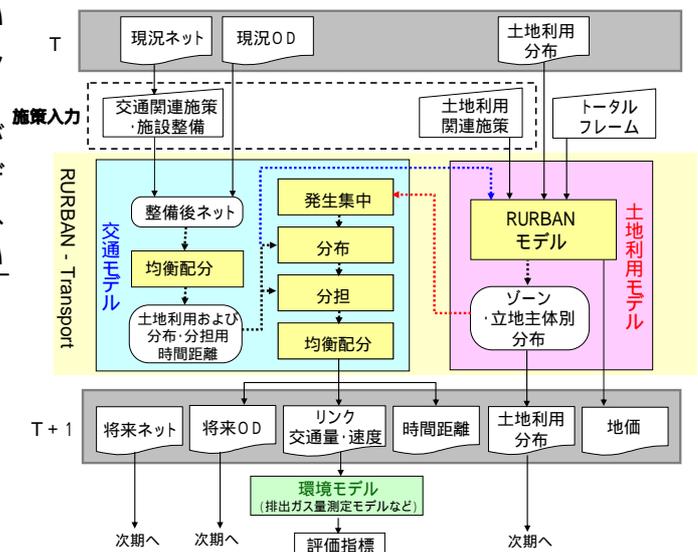


図1 モデル構造

階推計をベースとする交通モデルを明示的に組み込み、さらに土地利用モデル、交通モデルそれぞれの間をつなぐインターフェースを構築した。これにより、土地利用モデルによって算出された土地利用分布に基づく交通状況のシミュレーションが可能となり、土地利用と交通の両面からの分析が可能となった。

b) 準動学分析への対応

これまででは将来の1時点のみを予測するモデルであったが、複数時点を準動学的に分析可能な構造とした。具体的には、5年を1期とし、交通ネットワーク、OD交通量、土地利用分布を介して各期のシミュレーションが行われる。また、T期のOD交通量をベースとして算出される時間距離が、T+1期の土地利用に交通条件として入力されるため、交通サイドから土地利用サイドへの影響にタイムラグを持つ構造となっている。

c) 評価指標策定モデル（環境モデル）の追加

環境モデルとしてCO₂排出量測定モデルを加えることで、環境に対する評価指標を算出することが可能となった。交通モデルのアウトプットであるリンク交通量・速度や時間距離、土地利用モデルのアウトプットである土地利用分布、地価などとあわせ、政策効果の多面的な数値的分析を行うことを目的とするものである。

(2) ゾーンおよび立地主体の設定

既存システムの空間分析単位は1km²メッシュであったが、モデルの空間的な精緻化を図るため、条丁界を基本とした都市計画基礎調査ゾーンを採用した。また、立地主体は住宅系として3世帯タイプ（単身世帯・夫婦世帯・その他世帯）、商業系として店舗・飲食従業者数、工業系として製造業従業者数を用いる。これらの初期分布データは、国勢調査および事業所統計調査データより作成した。

(3) ネットワークの明示化

既存システムにおけるゾーン間時間距離は、ゾーンベースのODマトリックスに基づいて算出を行っていた。今回の改良では、交通ネットワークを明示的に考慮した交通モデルを構築し、交通分析の精緻化を図っている。評価の対象となる交通プロジェクトは、ネットワーク上においてノードおよびリンクとして追加される。更新されたネットワークにおいてT期におけるOD交通量を用いてネットワーク均衡配分を行い、時間距離を算出する。各都市計画基礎調査ゾーンに最も近接するノードを探索し、求められたネットワークベースの時間距離をゾーンデータとして変換する。

3. 政策支援システムの構築

(1) システム構造

土地利用 - 交通統合モデル分析支援システム（RURBAN-Transport/Sapporo）の構造を図2に示す。本

研究の構築するシステムは、各々独立

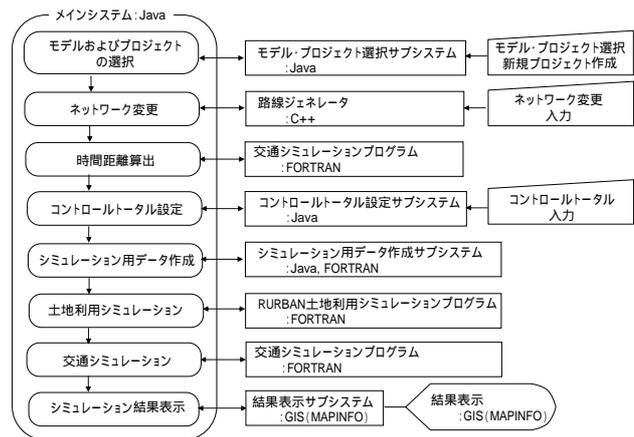


図2 システム構造

した分析ツールであるサブシステムがメイン対話型分析環境によって統合された構造を持っている。これは、システムの分析対象の拡大、モデルの追加等に対して、将来的な発展性や拡張性を持つものである。一連の分析は、図3に示すメインシステムのプラットフォームに対して対話形式で操作内容を入力し、その内容に対応したサブシステムを起動することによって行われる。これらのサブシステムおよびプログラムは、Java、C++、FORTRAN、MAPBASIC等の言語で記述している。以下、各サブシステムの機能および処理を示す。

(2) サブシステム

a) モデル・プロジェクト選択サブシステム

現在はRURBANモデルのみに基づいたシステムとなっているが、今後のモデルの追加を考慮して利用するモデルの選択機能を設けている。評価する交通施策は新規プロジェクトとして保存され、また、保存された既存のプロジェクトを選択し、再利用することが可能である。

b) 路線ジェネレータ

路線ジェネレータは、交通施策の入力を支援する独自開発のGUIアプリケーションであり、新規ノードおよびリンクの追加、リンクタイプ（一般道、高速道路、鉄道等）、ノードタイプ（駅、IC等）、および速度などの属性データの追加、変更を対話形式で行う。操作画面を図4に示す。

c) 交通シミュレーションプログラム

交通シミュレーションプログラムは集中発生、ODや交通機関のトリップ分担など、4段階推定法によって交通需要予測を行う。配分段階では、OD自動車交通量の均衡配分を行い、各ノード間の時間距離を算出する。

d) コントロールトータル設定サブシステム

コントロールトータル設定サブシステムでは、都市内の各立地主体量の総量または成長率が対話形式で入力され、将来予測分析のフレームワークとして設定される。フレームワーク設定画面を図5に示す。

e) シミュレーション用データ作成サブシステム

モデルを用いた土地利用シミュレーション実行のための立地主体量、ゾーン属性（説明変数）、ゾーン間時間距離に関する入力データファイルの作成を行う。時間距離に関してはネットワークベースデータであるため、各ゾーンに対応するノードの探索処理を行い、ゾーン間時間距離への変換を行う。

f) RURBAN土地利用シミュレーションプログラム

設定されたフレームワークと e) で作成された入力データに基づいて、RURBAN モデルを用いた土地利用シミュレーションを実行するプログラムである。シミュレーション年次の土地利用分布、地価、効用水準などが、ゾーン別の OUTPUT として排出される。

g) 結果表示サブシステム

GIS ソフトウェアである MAPINFO 上で時間距離や立地分布の表示、プロジェクトの有無による変化などのシミュレーション出力結果を表示するものである。MAPINFO のカスタマイズ言語である MAPBASIC を用いて開発されたアプリケーションの起動により、図6および図7に示すような結果の出力が可能である。GIS ベースの可視的な結果の出力が可能である。

4. 札幌都市圏における適用

(1) シミュレーションの概要

本研究では、札幌都市圏を対象に具体的な政策を対象とした将来予測分析を実行し、モデルアウトプットから算出される指標を用いて評価を行った。対象地域は札幌市を中心とした7市3町とし、分析機関は2005年から2025年までの20年間とした。その際、国勢調査結果および国立社会保障・人口問題研究所資料より、シミュレーションの将来世帯数フレームを設定した。

(2) 政策シナリオ

以下のCASE1～CASE3までの3タイプの政策シナリオをモデルに入力し、分析を行った。いずれの政策も、都心居住環境の改善に対する効果を狙ったものである。各政策の設定エリア等を図8に示す。



図4 路線ジェネレータ



図5 フレームワーク設定画面

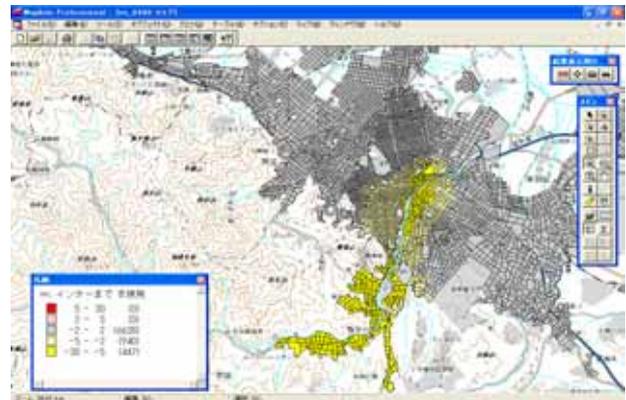


図6 時間距離の変化 OUTPUT



図3 プラットフォーム画面

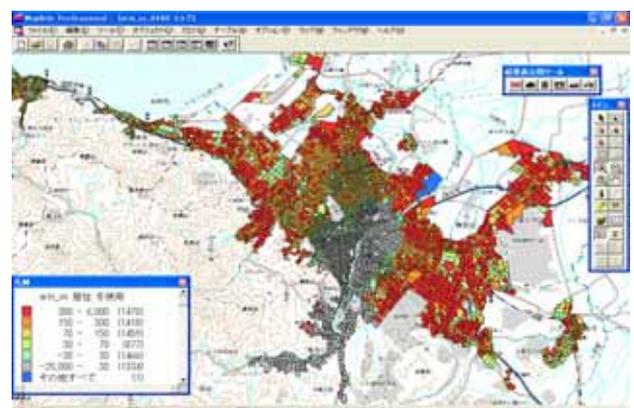


図7 世帯立地量の変化 OUTPUT

・Case0：現状

現状の都市に政策を入力することなく、人口フレームのみを入力する。各CASEの比較ベースデータとする。

・Case1：ロードプライシング

札幌市役所を中心に、半径約3.5km圏の規制区域を設定し、通行料金を500円としたエリアプライシングをかける。モデル分析においては、規制区域境界上の幹線道リンクの距離データを延長することで入力した。延長量は、北海道の平均月収より算出された時間価値と、区域内の平均時速から、通行額に相当する距離(2.5km)を該当リンクに入力した。都心部の自動車交通量を削減し、歩行者や自転車などの交通環境を改善することを目的としている。

・Case2：都心部の容積率緩和

札幌駅を中心とした中心市街地における容積率を50%緩和する。モデル分析においては、対象となるゾーンの主体可住面積値を1.5倍に変更することによって政策入力を行った。札幌駅周辺への人口集積効果、それに伴う自動車交通量の削減と歩行者や自転車や公共交通などへのモーダルシフトを目的としている。

Case3：ロードプライシングと都心部容積率緩和の一体的政策

Case1のロードプライシングと、Case2の都心部容積率緩和政策を組み合わせた複合政策シナリオについて、政策を組み合わせたときの都心居住環境の改善に対する相乗効果を分析する。

(3) 評価指標の設定

本検討においては、都市の持続可能性の側面から、以下の4つの評価指標を設定した。

- ・指標1：立地主体の分布
- ・指標2：札幌駅周辺の夜間人口
- ・指標3：自動車および公共交通機関の分担トリップ数、平均トリップ長
- ・指標4：都市圏での交通機関によるCO₂排出量

1番目の立地主体分布では、シミュレーション結果より作成したGIS画像を基に、都市圏内の世帯分布からコンパクトな都市であるか否かを評価する。第2の指標で

は、都心区域の人口増減数によって都市のコンパクト性を評価する。第3の指標では都市圏全体の各交通機関のトリップ分担数の変化から自動車交通から環境に優しい公共交通へのシフト、平均トリップ長変化から交通体系の効率性をそれぞれ評価する。第4の指標では、各種政策によって削減される都市圏全体の年間CO₂排出量を算定し、地球環境面からの持続性を判断する。

(4) 分析結果

図3に各政策シナリオの分析結果を示す。指標1に関しては、「その他世帯」の2025年における立地分布を、指標2～指標4については各年のCase0の値からの変化量を示している。

5. おわりに

本研究では、一体的施策の評価が可能な土地利用-交通モデルおよび分析支援システムを構築し、札幌都市圏の施策を対象とした適用から、土地利用と交通の一体的施策を含めた政策評価に対する有効性を確認した。札幌圏では本年度パーソントリップ調査が実施される予定であり、持続可能な都市の構築に向けた交通マスタープランの作成が目的とされている。調査によって得られたデータを有効活用するとともに、分析モデルおよびシステムの改良を行い、一体的施策の政策評価手法の構築および適用に向けた継続的な取り組みを行ってゆく予定である。

参考文献

- 1) 宮本和明：土地利用と交通の一体計画の必要性、都市計画 Vol.52, No.3, pp.9-12, 2003.
- 2) 谷口守・中道久美子：都市コンパクト化政策に対する簡易な評価システムの実用化に関する研究 豊田市を対象にしたSLIM CITYモデルの応用、日本都市計画学会 都市計画論文集 No.39-3, pp.67-72, 2004.
- 3) Cambridge Futures：URL, <http://www.hop.co.uk/cambridgefutures/>
- 4) Kazuaki Miyamoto, Keiichi Kitazume: A Land-use Model Based on Random Utility / Rent-Bidding Analysis (RURBAN), Selected Proceedings of the Fifth World Conference on Transport Research, IV, pp.107-121, 1989.

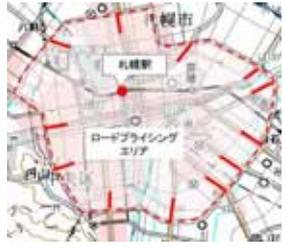
	CASE0 (DNT)	CASE1 (RP500)	CASE2 (FAR1.5)	CASE3 (1+2)
政策シナリオ	・現行施策	・ロードプライシング (エリアプライシング, 料金500円)	・容積率緩和 (都心容積率50%緩和)	・ロードプライシング + 容積率緩和
				

図-8 施策シナリオ