

土地利用交通モデルの比較研究

東京大学工学部 正 員 ○宮本和明
東京大学工学部 正 員 中村英夫
東京大学大学院 学生員 清水英範

1. はじめに

土地利用と交通に関する計量的なシミュレーションモデルは、従来から、世界各国、各都市において数多く構築されてきており、それらの一部については、理論的ないくつかのレビューがなされている。しかし、それらはいわゆる概観であって、モデルの基礎となる理論と基本的な構造の整理に過ぎない。そのため、実際に、ある都市を対象とした分析を行う際に、どのモデルを用いればよいのか、あるいは、どのモデルをどのように改良して用いればよいのかの問題に対して、ほとんど役立たないと言えよう。すなわち、シミュレーションモデルの実際問題への適用に際しては、各モデルの基本的な理論から、そのパフォーマンス、および操作性に至るまでの詳細な比較検討が必要であると考えられる。本研究は、土地利用交通モデルと呼ばれる計量的シミュレーションモデルの代表的なものとしてLowryモデル¹⁾やEMPIRICモデル²⁾といった古典的なものをはじめ、近年世界各地で構築されているLILT³⁾、TOPAZ⁴⁾、MEP⁵⁾等ととりあげ、その理論から適用上の問題に至るまでを比較検討することにより、各モデルの改良の指針と他都市への適用可能性を明らかにすることを目的としている。

なお、本研究は、英国Transport and Road Research Laboratory (TRRL) のWebsterを中心とするグループ「International Study Group on Land Use/Transport Interaction (ISGLUTI)⁶⁾」による国際協同研究の一環として行っているものである。そのため、本報告の一部は、同グループの成果に負う所が大きい。特に、「2. (5)」および「4」に述べるポリシーテストに関しては、テスト項目の設定およびLeeds Integrated Land Use Transport (LILT) Model³⁾、Technique for the Optimum Placement of Activities into Zones (TOPAZ)⁴⁾、Marcial Echenique & Partners (MEP) Model⁵⁾の各モデルのテスト結果は同グループから提供されたものである。しかし、他の部分については、著者が独自に比較項目を設定し、同グループの資料をもとに、各モデルの比較を行っているものである。

2. 土地利用交通モデルの比較方法

(1) 既存の比較研究

土地利用と交通に関するシミュレーションモデルのレビューは、従来から数多くなされてきているが、その代表的なものとしては、以下のものがあげられよう。まず、Kilbridge⁷⁾他は、モデルの対象、機能、理論、手法を一般的に分類し、各モデルがそれぞれのどれに対応するかを表形式で表わすことにより、最も簡便な比較を行っている。Lowry⁸⁾は、モデル化の対象を、土地に着目した利用変化と主体に着目した立地選定の2つに大別し、それをもとにモデルを分類しているが、それ以外の項目に関する比較はなされていない。林⁹⁾他は、5つの観点からモデルを分類し、それぞれ代表的なモデルについて、目的、立地決定の方法、特徴、問題点等を表形式でまとめているが、それにもとづくモデル間の比較まではなされていない。Mohan¹⁰⁾は開発途上国における適用可能性の視点から各モデルの紹介をしているが、それは理論的あるいはモデル構造に関する側面に限定されている。Foot¹¹⁾は各モデルの理論を比較し、それらの関係を整理し、さらに各モデルの実際の適用例を示している。しかし適用結果に基づくモデルの比較まではなされていない。

(2)比較の視点

(10)

計量的なシミュレーションモデル(MohanによればOperational, or Policy Oriented, Models)の比較を行う目的は、「どのような都市およびどのような政策評価には、どのモデルが適しているのか」、そして、「そのモデルを適用する際にどのような事項を注意する必要があるのか」、を明らかにすることである。そのためには、既存のレビューで多く行われている各モデルの並列的な概説だけでなく、Foot¹¹⁾が行っているような各モデル構築の基礎となる理論間の関連、およびモデル構築の比較整理をまず行う必要がある。また、実際問題への適用性を考える場合には、データ収集の可能性から、プログラムの実行操作性に至るまでの操作性の観点に立った比較も重要である。さらに、実際に都市に適用する際には、各モデルのモデルパフォーマンスを知っておく必要があり、これは、ある程度、モデル理論および構造から推測することはできる。しかし、各モデルは、一般に複雑なシステムを構成していることから、実際にシミュレーションを実行しない限り、政策に対するパフォーマンスや感度を知ることはできない。また、各種の政策あるいは都市に適用することにより、モデルの特徴や問題点を発見することもできる。そのため、実際のシミュレーション結果にもとづく、モデル間の比較も非常に重要であると考えられる。

以上の考察から、本研究においては、構造および理論、操作性、そしてモデルパフォーマンスの3つの視点からの比較を行うものである。

(3)構造および理論面からの比較

土地利用交通モデルという複雑なシステムを比較する場合、ある程度、比較対象を細分化し、焦点をしぼることが重要である。本研究では、土地利用交通モデルを、全体構成、土地利用(交通)モデル構成、土地利用(交通)モデルを構成するサブモデルの3段階に分け、各々の段階ごとにモデルを分類し、比較の視点を明らかにする。そして、さらに、必要があれば、その分類ごとに比較項目を設定している。ただし、本報告では紙幅の都合上、土地利用モデルに限定している。また、ここでは、サブモデルとは、住宅立地モデル、商業立地モデル、工業立地モデル等の立地モデルを意味し各立地への用地供給を表わすモデル等は、各立地モデルの構成要素として扱う。

(A)全体構成

この段階での比較は、モデル開発の目的、土地利用と交通の相互関係、モデルの基本的考え方に着目し、土地利用交通モデル全体についての概略を把握することを目的とする。

(i)分類

土地利用と交通は、本来同時に決定されていくものであるが、モデル構築の便宜上、土地利用と交通の相互作用に基本的サイクルを仮定するモデルがほとんどである。しかし、同時決定するモデルも理論的には可能であるので考慮する必要があり、以下のように分類する。

土地利用交通モデル { 同時決定型
段階決定型

(ii)比較項目

比較項目を表1のように設定する。

(B)土地利用モデル構成

ここでは、土地利用モデルの構成、それを構成する各サブモデルの相互関係に着目し、土地利用モデル全体について把握することを目的とする。

表1 全体構成の比較項目

比較項目	土地利用交通モデル	
土地利用、交通の相互関係	同時決定型	段階決定型
モデルの基本的な考え方	モデルの基本的な考え方	土地利用モデル、交通モデルの相互作用の考え方
動学化の考慮	静的、準動的、動的 等	
モデル開発の目的	予測モデル、計画モデル等のモデル開発初期段階の目的	

1)

現在、世界中で実用化されている土地利用モデルは、1960年代に開発された Lowry モデル、EMPIRIC モデル²⁾、Herbert-Stevens モデル¹²⁾ (住宅立地サブモデル) 等に多大な影響をうけ、これらのモデルの長所はとり入れ短所は修正する方向で発展してきた

ものばかりである。すなわち複雑なシステム、構造を有する現在の土地利用モデル、土地利用サブモデルを分類、比較するには、現在のように複雑化する以前、つまり、土地利用モデル発展上、初期に開発された前述のモデルの考え方を整理しておくことが重要である。表2はその概略を示したものである。

表2 初期の土地利用モデルの特徴

Lowry モデル	・土地利用活動間に、便宜上立地序列をつけるという考え方。 ・ゾーン単位の空間ポテンシャルによる配分方法、すなわちグラビティータイプの配分方法。
EMPIRIC モデル	・各種土地利用活動が、同時に決定されることを明示的に考慮する線形回帰モデル。
Herbert- Stevens モデル	・ミクロ経済学、すなわち個人の合理的行動理論からのアプローチ。

(i)分類

以上の考察から、土地利用モデルを、モデル構成上から次のように分類する。

土地利用モデル { 立地序列型 — サブモデルが存在
同時決定型

(ii)比較項目

立地序列型モデルと同時決定型モデルは、別々に比較項目を設定することにする。同時決定型モデルの場合、サブモデルをもたないため、本来、この段階で、その構造等に対する比較項目を設定しなくてはならない。しかし、同時決定型モデルの構造は、立地序列型モデルのサブモデルの構造と本質的に同じであるため、便宜上、同時決定型モデル自体を一つのサブモデルと解釈し、次の土地利用サブモデルの項で論ずることとする。比較項目は表3のように設定する。

表3 土地利用モデル構成の比較項目

比較項目	土地利用モデル	
土地利用モデルの構成	立地序列型	同時決定型
サブモデルの種類	工業、住宅、商業等	
サブモデル間の相互関係	・Lowryタイプの立地序列 ・住宅、商業の同時決定	
土地利用活動間の立地競合の考え方	・活動間の立地競合を、考慮しているか。 ・考慮してるとすれば、その方法。 (同時決定型は、一般に考慮している。)	

(c)土地利用モデルを構成するサブモデル

ここでは、土地利用サブモデルあるいは、同時決定型モデルの理論、構造、その他の特徴を把握することを目指す。

(i)分類

まず、立地の考え方に着目して、分類基準をとれば、b)での考察から、サブモデルは、ミクロ経済学に基づくモデルと、それ以外のモデルに大別される。しかし、「ミクロ経済学に基づく」というのは、ミクロ経済学の様々な仮定をどの程度考慮しているのかの度合の差があり、定義づけが難しい。そこで次のように分類する。

土地利用サブモデル { 個人の行動指標を明示的に取扱うモデル
その他のモデル

また、便宜上、前者を非集計型、後者を集計型とし、以下のように特徴づける。(表4)

表4 土地利用モデルにおける非集計型と集計型の特徴

また、これ以外にも、交通モデルとのリンクといった観点から、交通モデル(一般にOD分布モデル)の機能を一部有する否かといった分類基準など、サブモデル段階では、いろいろな分類基準が考えられる。

非集計型	・個人(立地主体)の行動を左右する指標(効用あるいは、それに準ずるもの)を明示的にモデルに取りいれている。 ・行動指標は、アプリオリに与えてもエンピリカルに求めてもよいが、ゾーン立地量(集計量)からエンピリカルに求めてはならない。
集計型	・土地利用分布の変化は、個人よりも社会的、物理的な力に依存していると考え、すなわち、土地利用分布に統計的安定性を仮定する。 ・ゾーン間の相互関係を考慮するグラビティータイプモデルやエントロピーモデル、あるいは単純な成長回帰モデルが一般的である。 ・個人行動理論を、明示的に取りいれていない最適化モデルも含む。

(iii) 比較項目

ここでは、モデルを構築する際、最も根本的な「立地の考え方」に着目した非集計型、集計型の分類に焦点をあて、比較項目を設定することにし、他の分類基準については、サブモデルの特徴として把握する。表5に比較項目を示す。

表5 土地利用モデルを構成するサブモデルの比較項目

比較項目	土 地 利 用 サ ブ モ デ ル		
立地の考え方	非 集 計 型		集 計 型
行動指標	1) アプリオリに与える場合 ・指標 2) エンビロカルに求める場合 ・指標 ・その求め方		
ゾーン立地量の求め方	・行動指標を使つての立地量の求め方。 ・基本構造式、説明変数、被説明変数 等		・方程式等の構造 ・説明変数 等
交通モデルとのリンク	・交通モデルの機能を有するものがあれば、それについての説明。 ・交通モデルとのリンクの可能性。		
外生変数 内生変数	・ゾーン立地量以外の変数で、意味の有るものがあれば、それについての説明。		
供給についての考慮	・立地モデルは需要モデルが多いが、供給側についてどのように考えているか。		
政策変数 分析指標 等	住宅立地モデル ・世帯タイプ ・環境 等	商業立地モデル ・地域間競争 ・産業選択 ・失業問題 等	工業立地モデル ・環境問題 ・工場団地の扱い方 等

(iv) 操作性からの比較

操作性の観点としては、モデルのパラメータの推定からそれを用いた将来予測に至る一連の作業の難易度あるいは実行可能性を考えている。具体的には以下の諸点があげられる。まず、モデルのパラメータのキャリブレーション、および、予測シミュレーションに必要なデータのうち、アンケート調査等の既存の資料以外のデータの種類の種類とその収集の難易度、また、既存の資料を用いるとしても地図等のコード化が必要なものとその作業量があげられる。さらに、各データのモデルシミュレーションにおける重要度を知っておくことは、開発途上国への適用を考える場合不可欠である。また、予測の前提条件としては、外生的に与えられるべき経済活動量の内容の他、外部ゾーンを含めたゾーン分割の考え方、時間単位等があげられる。さらに、計算実行の面からは、プログラムとデータの容量、および、計算所要時間があげられるが、大規模な線形計画問題を解く必要のある一部のモデルを除いて、それ程重要とは考えられない。特に、データに関しては、近年のデータベースの進歩に伴い、實際上問題になることはないと思われる。なお、各モデルに対する操作性からの比較は、現在資料が十分でないことから、本報告では行っていない。

(v) モデルパフォーマンスからの比較

モデルパフォーマンスの比較はモデル構造および理論に関する検討を裏付けることができ、また、システムの複雑さから簡単に見出せないモデルの特徴を明らかにすることもできる。

ISGLUTIでは、モデルパフォーマンスの比較をするにあたり、以下の方法を提案している。¹³⁾

- (i) 既存のモデルを使い、各モデルの既に適用された都市において、土地利用、交通政策のテスト、あるいは、パラメータの感度テストを実施する。(ISGLUTIでは project 2 と呼んでいる)
- (ii) モデル、データ等の交換を通し、同一都市に違ったモデルを適用したり、同一モデルを違った都市に適用することにより、モデルパフォーマンスを検討する。(ISGLUTIでは project 3 と呼んでいる)

ここで、モデルパフォーマンスの比較検討ということを考えてみると、(i)は比較対象モデルを各々違った都市に適用するため、モデルの挙動の差は、モデルの構造、理論の相違に起因するだけでなく、都市の性格の違い、テスト内容の解釈の違い等に影響をうけることから、モデル自体のパフォーマンスの検討には、多少無理がある。このため、本来は、(ii)を実施するのが理想的といえる。しかし ISGLUTIでは、(ii)の実施は、情報交換、経済的問題から共同研究初期の段階では難しいという理由から、まず、準備段階として(i)以後、ポリシーテストを実施することになっている。

ポリシーテストの具体的な方法は、ISGLUTIから提案されたテスト内容に従って、モデルシミュレーションを実施し、その結果と、現在の社会経済状態がそのまま継続した場合の将来予測結果(以後 Base Run)と比較し、モデルの挙動を検討するものである。ポリシーテストは、モデル比較に限らず個々のモデルの特徴を明らかにできる

という上で有効と考えられる。また、各モデルのポリシーテストは、Base Runとの比較を共通の指標、すなわち、各指標値の比率を用いて行うことからモデル相互間の比較も十分行えると考えられる。

テスト内容は、交通条件の変化、土地利用規制等の現実的な政策評価を行うものか

ら、単純な感度テストまで様々なものが、43種類ISGLUTI⁽¹⁴⁾で提案されており、表6にその一部を示す。

表6 ポリシーテストの例

政策変数	ポ リ シ ー テ ス ト の 内 容
人 口 [TEST 1-1]	年2%の人口増加のもとで、郊外周辺地域の開発を規制する。 (スプロール現象の規制の影響をみるため)
従業員数 [TEST 2-0]	都心地域の製造業従業員数の半分を、近郊・郊外に再立地させる。 (工業の分散化傾向、あるいは工業分散化政策の影響をみるため)
交通所用時間 [TEST 4-6]	あらゆる交通モードのスピードを20%あげる。 (時間に対する感度、あるいは交通条件の改善効果をみるため)

3. 土地利用交通モデルの構造および理論面からの比較

本章では、先にあげたLILT、TOPAZ、MEPに東大モデル(Computer Aided Land-Use and Transport Analysis System: CALUTAS/TOKYO)を加えた4つのモデルを例に、実際に、理論、構造の比較を行う。これらのモデルの開発目的、適用都市等を整理したものが表7である。また、2で考察した分類基準を用いて土地利用モデルを持し、住宅立地モデルに焦点をあてて分類すれば図1のようにになる。これから、各モデルは、開発された都市、目的、理論、構造等が様々であり、また、ISGLUTIからの資料もかなり揃っていることから比較対象モデルとして適当であると考えられる。比較は、まず、各々のモデルを、全体構成、土地利用モデル構成、サブモデルの3段階に分け、各段階において、2で設定した項目に従って行うものとする。それらの結果を表8~10に示す。ただし、表10は、住宅立地モデルの比較結果である。

表7 比較対象モデルとその適用都市

モデル	開発機関	適用都市	具体的な開発目的及び都市特徴	他の主な適用都市、地域
LILT	Leeds 大学 (U.K.) J. King A.J. Lodwick 他	Leeds (U.K.)	・Yorkshire 地方の中心城市 ・人口50万人(1971) ・安定、減少傾向にある ・繊維工業都市 ・従業員数も減少傾向にある	・Harrrogate (U.K.) ・Athens ・Hertfordshire ・Sydney
TOPAZ	CSIRO Australia R. Sharpe J. Brothchie 他	Melbourne Australia	・人口260万人(1976) ・年1.2%増加 ・スプロールが進んでいたが、 ・豊気降海にともない抑制されてきた。	・Tehran ・Jakarta ・Los-Angeles ・Sydney
MEP	Marcial- Echenique & Partners (U.K.) L.S. Devereux 他	Bilbao (Spain)	・Bilbao都市圏構想計画の見直し のために開発された。 ・人口98万人(1979) ・年0.3%増加 ・従業員の45%が基幹産業に従事する。	・Sao-Paulo ・Tehran ・Europe ・Africa
CALUTAS	東京大学 中村泰夫 林 貞嗣 宮本和明 他	首都圏	・東京湾横断道路の建設が、首都圏の人口、産業等に及ぼす影響を土地利用変化に算目して予測しようとしている。 ・人口2700万人(1975) ・年0.9%増加 ・人口、産業の分散傾向。	・首都圏 (通勤鉄道新線計画) ・岡山県 ・南都市圏 ・Bangkok 22 (Thailand)

4. 土地利用交通モデルのモデルパフォーマンスからの比較

2.(5)で説明したポリシーテストをCALUTASに実施し、

他の3モデルの結果と比較した。ただし、本報告では紙幅の都合上、表6のTest 4-6による人口と全業種従業員の分布について比較した結果のみを示している。

1) CALUTASによるTest 4-6の結果

CALUTASによるBase RunとTest 4-6による結果を図2に示す。シミュレーションは昭和50年を基準年とし、昭和70年の予測を行っている。まず、人口分布をみるとBase Runに比べ郊外化の傾向を示している。これは、ゾーン間距離が短縮されると地価関数の構造(数量化理論I類)から郊外の期待効用が都心に比べ著しく増加するからである。従業員分布は人口分布と同傾向を示すが、その度合は小さい。この場合、CALUTASのモデル構成から、郊外の人増加により近隣型活動は郊外に、交通条件の改善により、グラビティタイプの式から求まる地区中心型活動は都心(集積の大きいゾーン)にそれぞれ立地している。人口分布と同傾向を示したのは前者の後者を上回ったためと考えられる。

2) モデル間の比較

ISGLUTIではポリシーテスト結果をゾーン単位ではなく

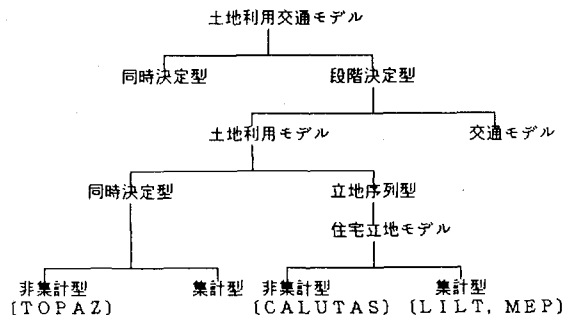


図1 比較対象モデルの位置づけ

都心(CA)、近郊(IS)、郊外(OS)単位に以下のように指標化し、モデル間の比較を容易なものにしている。

$$\left[\left(\frac{X_{CT}^{AREA}}{X_{CT}} \right)_P - \left(\frac{X_{CT}^{AREA}}{X_{CT}} \right)_B \right] \times 100 (\%)$$

X: 人口、従業者数 CT: 対象地域全域 (CA + IS + OS)
AREA: CA, IS, OS P: ポリシテスト B: Base Run

各モデルの予測期間は、おおむね20年で基準年は、1975～1980の間にある。結果を図3に示す。まず、人口分布をみると、CALUTASの住宅立地モデルのゾーン間時間に対する感度が、高いことがわかる。^{3) (5) (16)} LILTでは、住宅立地モデルは、住宅供給にかなり依存するため時間に対する感度が低い^{4) (17) (18)}、TOPAZの結果は、テスト結果とBase Runの結果が同じことを意味し、交通条件の一率な変化は住宅の地域分布に影響を与えないことを意味している。^{5) (19)} MEPはCALUTASより感度は低いが同様の傾向を示す。従業者分布は、人口分布と従業者分布が逆傾向にあるという点で、LILTの結果が他のモデルと大きく異なる。これはLILTの職業選択モデルがグラフィティタイプ

表 8 全体構成の比較

	L I L T	T O P A Z	M E P	C A L U T A S
土地利用、交通の相互関係	段階決定型	段階決定型	段階決定型	段階決定型
土地利用、交通に関するモデルの基本的な考え方	通勤OD分布は、モデル構造上、同時決定される。また、理論的特徴とは言えないが、立地変数を細分化することにより、機関分相も同時に求めている。	構造は、一見、土地利用と交通を同時に求めているようにみえるが、操作的には、土地利用モデル、交通モデルを完全に分離している。	概念的には、土地利用モデルと交通モデルを完全に分離しているが、交通発生モデルにおいて、土地利用モデルから副次的に求まる活動間の関係も有効に利用している。	新規通勤OD分布は、土地利用と、同時に決定することができる。全体的には、完全分離型と考える。
動学化の考慮	準動的	準動的	準動的	準動的
モデル開発の目的	交通政策、および土地利用政策の、交通、人口、従業者分布および住宅、雇用分布への影響予測。	最適な土地利用と交通の分布を求めること。 (交通分布は、インロビモデルにより、予測的に求めている)	将来における、住宅産業の土地(床面積)需要の予測、および、道路、公共交通機関の必要性の検討。 (各種政策の影響評価も行うことができる。)	交通施設建設等の地域基盤整備や、土地利用法制定指定等が、広域的な土地利用変化に及ぼす影響を予測すること。

表 9 土地利用モデル構成の比較

	L I L T	T O P A Z	M E P	C A L U T A S
土地利用モデルの構成	立地序列型	同時決定型	立地序列型	立地序列型
サブモデルの種類	住宅立地(居住地選択)モデル 産業立地(職業選択)モデル	/	工業立地モデル 住宅立地モデル 商業立地モデル	工業立地モデル 住宅立地モデル 商業・業務立地モデル
サブモデル間の相互関係	住宅立地モデル、産業立地モデルの間には、明確な立地序列を考えない。しかし、住宅供給モデル、雇用供給モデルの間には、立地序列を考慮し、その結果を魅力指標の1つとして扱い、住宅立地モデル、産業立地モデルが作動する。		住宅立地モデル、商業立地モデルは、構造的には、同時決定型モデルに見えるが、工業、住宅、商業の立地序列を明確に考慮している。産業連関モデル型の潜在需要モデルを有し、それにより、生じた需要を、住宅立地モデル、商業立地モデルの順で配分していく。	ローリーモデルの立地序列と同様の全体構成。各サブモデルは、各々の立地行動を考慮して、全く違った構造をとる。
土地利用活動間の立地競合の考え方	活動間の競合は、明確には、考慮されないが、住宅立地に対する魅力度、あるいは、供給制約から、暗示的に考慮している。	活動間の競合は、明確には、考慮されないが、建設費用、あるいは、利用可能面積制約から、暗示的に考慮している。	地代サブモデルを用いることにより、住宅と商業の立地競合を明確に考慮している。	広域ゾーン単位では、活動間の競合は、考慮していない。しかし、ゾーン内においては、立地余剰なる指標を用いた競合立地モデルで、競合を考慮している。

表10 サブモデルの比較

[illegible]

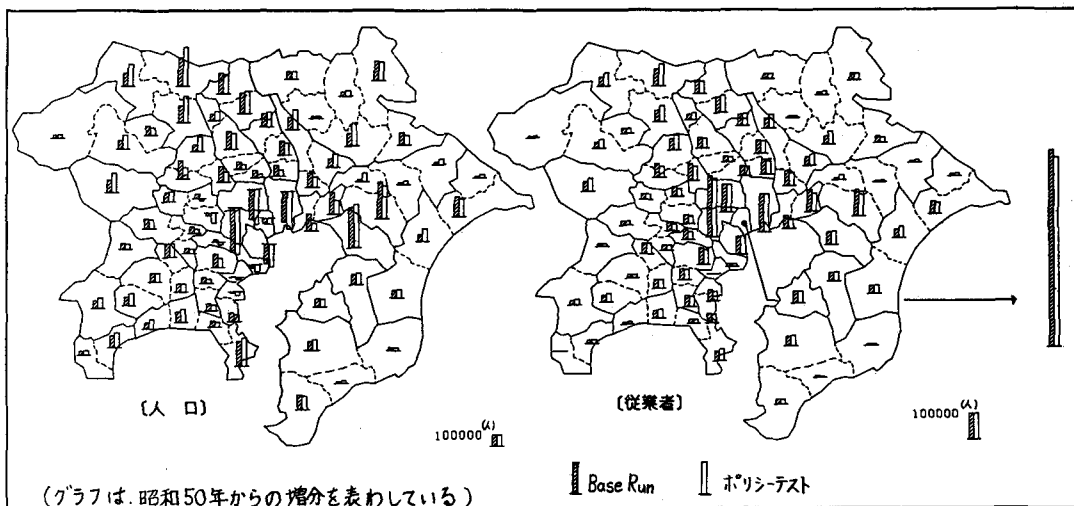


図2 CALUTAS の TEST4-6 による予測結果と BASE RUN との比較

(エントロピー)モデルであり、CALUTAS(商業モデル)の地区中心項と同様のパフォーマンスを示したためと思われる。以上、概略の比較を試みたが、これらは、他のポリシテストを含めて、さらに詳細な検討を行う必要がある。

5. おわりに

本研究は本格的に着手してから間もなく、現段階では土地利用交通モデルの比較方法の素案を提案しえたに過ぎない。本研究発表会における活発な御意見を期待するものである。なお、本研究の実施に際しては、ISGLUTIのメンバー、特にTRRLのDr. P.H. Blyと名古屋大学の林良嗣助教授には、資料の提供をはじめ貴重な意見を頂いた。また、東京大学の肥田野登助教授には、研究室における議論から、貴重な示唆を頂いた。以上、記して深謝の意を表する次第である。

< 参考文献 >

- 1) Ira S.Lowry: A Model of Metropolis, the RAND Corporation, 1964 / 2) Hill, D.M.: A growth allocation model for the Boston region, Jour. of American Institute of Planners, May 1965 / 3) A. G. Wilson, P. H. Rees, C. M. Leigh: Models of Cities and Regions, JOHN WILEY & SONS, 1977 / 4) R. Sharpe, B. G. Wilson, R. g. Pallot: Computer User Manual for Program TOPAZ 82, March 1983 / 5) L. S. Devereux, M. H. Echenique, A. D. J. Flowerdew: Bilbao Land Use and Transport Model, Results of Policy Tests, April 1982 / 6) ISGLUTI Report LUT 1, 1980, 8 / 7) M. D. Kilbridge, R. P. O'Block, P. V. Teplitz: Urban Analysis, Harvarcity, 1970 / 8) Ira S. Lowry: Seven Models of Urban Development; Structural Comparison, H. R. R. Special Report, No. 97, 1967 / 9) 林良嗣, 宮本和明: 既存土地利用モデルの概観, 都市計画 104号, 1978 / 10) R. Mohan: Urban Economic and Planning Models, The Johns Hopkins University Press, 1979 / 11) D. Foot: Operational Urban Models, Methuen, 1981 / 12) D. J. Herbert, H. B. Stevens: A Model for the Distribution of Residential Activity in Urban Areas, Jour. of Regional Science, Vol. 2, 1960, pp. 21-36 / 13) ISGLUTI Report LUT 3, 1980, 11 / 14) ISGLUTI Report LUT 4 (third revision), 1981, 7 / 15) J. King, A. J. Lodwick, R. L. Mackett: Results from the Application of LILT Model in Phase I of ISGLUTI, 1982 / 16) R. L. Mackett: Model description--response to LUT 20 (ISGLUTI, Questionnaire), 1983 / 17) J. F. Brothie, R. Sharpe: Response to LUT 20, 1983 / 18) R. Sharpe, J. F. Brothie, J. R. Crawford: TOPAZ Model Results for ISGLUTI, 1981 / 19) M. H. Echenique et. al.: Response to LUT 20, 1983 / 20) 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, 第 335号, 1983, 7 / 21) 宮本和明, 中村英夫, 林良嗣: 広域都市圏産業立地モデル, 土木学会論文報告集, 第 339号, 1983, 11 / 22) 肥田野登, 中村英夫他: 土地利用交通モデルの開発途上国への適用, 土木計画学研究発表会講演集, 第 6回, 1984, 1 / 23) ISGLUTI Report LUT 18, 1982 / 24) ISGLUTI Report LUT 21, 1983, 4

図3 TEST 4-6 による予測結果と BASE RUN との比較

