

4. 土地利用モデルの検証方法 土地利用計画はその性質が過去のデータを用いて将来のあるべき姿を予測するといった一連の現象を表現するものであるため、予測値として得られた静的な値を検証するという単なる統計的検定だけでは不十分であるといえる。つまりモデル作成および実用段階における操作性、モデルがもつダイナミック性および柔軟性、結果に対する精度検定といった統合的な検証が必要であるといえ、これらに対する検証時の視点および内容を表1に示した。このうち精度検定に関する統計的検定方法は、その特徴および使用法を比較の上表2に示した。この時の視点としては、①結果の検定であるか係数の検定であるか、②母集団の確率分布が既知である必要があるか否か、③回帰検定であるか単なるばらつき検定であるか、④検定のための関数が必要か否か、⑤その他一般的性質、等を考えている。

5. 本モデルの検証 ここでは、2.3で述べた工業立地モデルの妥当性を4で提案した検証方法に従って、旧モデルと比較検討を行なった。まず操作性を比較した場合、本モデルは輸送条件の組み込み等により3段階の配分計算が必要になったことや、工場跡地等も転用可能面積に組み入れようとしたため計算過程は複雑になったものの新たなデータ入手の必要はなく、計算時間や費用なども変わらないことから操作性としてはやや悪くなった程度といえる。次にモデルの柔軟性を比べた場合、本モデルでは上述したような条件を新たに組み込んだため各条件の変化に対しモデルパラ

メータも反応しやすくなりややダイナミックになったと判断できる。最後に予測精度に関する検証であるが、この方法には表2の比較によりRMS誤差検定、%検定、符号検定などが効果的であると判断し検定を行なった。これを示したのが表3である。なお検定にあたって各ゾーンごとの実績値との比較は、市町村別の工場敷地面積に関する資料が入手できた愛知県についてのみ行なった。この場合、統計比較では本モデルの方が良い結果を示したが、RMS誤差の比較から各ゾーンごとの実績との偏差は本モデルの方がかなり大きかった。これは、本モデルが「中京圏広域土地利用モデル」の各サブモデルと完全に接続するまでに至っていないことや、RMS誤差検定の性質上、大きな値をもつ所で予測値がはずれたためと考えられる。しかし、従来のモデルが新規立地量の有無とその値しか示し得なかったのに対し、本モデルでは名古屋市区で工場面積の減少やその周辺部での増加というより現実的な結果を示し得た点で評価に値するといえよう。

6. あとがき 本研究では工業立地モデルの改善を行うとともに土地利用モデル全般における検証方法について提言を行ってきたが、予測精度の検定方法の確立や、従来どちらかといえば研究者独自の判断に委ねられてきたモデルの操作性や柔軟性などの評価基準を確立することが今後の課題となる。

<参考文献> 1) 油井他：「中京圏を対象とした広域圏土地利用モデルに関する研究」第38回年報、1983
2) 宮本、中村、清水：「土地利用交通モデルの比較研究」土ホ計画学会発表会 1984.1

(Step.1)
目的関数: $f(x) = \sum_{i \in A} C(2,t) \cdot X(i,2,t) \rightarrow \text{Max}$
制約条件: $\sum_{i \in A} \text{LAND}(i,t) \cdot X(i,2,t) \leq \text{EQINVL}(2,t)$
 $X(A_1,2,t) \leq \text{AREA}(A_1,t)$
 $X(A_2,2,t) \leq \text{AREA}(A_2,t)$
 $X(A,2,t) \leq \text{MAREA}(A,t)$
 $X(A_2,2,t) \leq \text{MAREA}(A_2)$

(Step.2)
目的関数: $f(x) = \sum_{i \in B} C(3,t) \cdot X(i,3,t) \rightarrow \text{Max}$
制約条件: $\sum_{i \in B} \text{LAND}(i,t) \cdot X(i,3,t) \leq \text{EQINVL}(3,t)$
 $\sum_{i \in B} \text{LAND}(i,t) \cdot X(i,3,t) \leq \text{EQINVL}(3,t)$
 $\sum_{i \in B} \text{LAND}(i,t) \cdot X(i,4,t) \leq \text{EQINVL}(4,t)$
 $\sum_{i \in B} X(B_1,K,t) \leq \text{AREA}(B_1,t) - X(A_2,t)$
 $\sum_{i \in B} X(B_2,K,t) \leq \text{AREA}(B_2,t)$
 $\sum_{i \in B} X(B_1,K,t) \leq \text{MAREA}(B_1)$
 $\sum_{i \in B} X(B_2,K,t) \leq \text{MAREA}(B_2)$

(Step.3)
目的関数: $f(x) = \sum_{i \in C} C(K,t) \cdot X(i,K,t) \rightarrow \text{Max}$
制約条件: $\sum_{i \in C} \text{LAND}(i,t) \cdot X(i,3,t) \leq \text{EQINVL}(3,t) - \text{EQAB}$
 $\sum_{i \in C} \text{LAND}(i,t) \cdot X(i,4,t) \leq \text{EQINVL}(4,t) - \text{EQAB}$
 $\sum_{i \in C} X(C,K,t) \leq \text{AREA}(C,t)$
 $\sum_{i \in C} X(C,K,t) \leq \text{AREA}(C,t)$
 $\sum_{i \in C} X(C,K,t) \leq \text{MAREA}(C)$
 $\sum_{i \in C} X(C,K,t) \leq \text{MAREA}(C)$

ここに、LAND: 地価、EQINVL: 土地取得費用、AREA: 転用可能面積、MAREA: 最大転用可能面積、C: 単位地価面積当りの製造品出荷額、X: 新規立地量、EA: 土地取得費用のA地域における配分残

図4. 配分単位に応じた定式

表1. モデル検証の視点と内容

	視 点	評価方法	評価内容
操作性	モデルパラメータの検定からそれを用いて将来予測に至る一連の作業の複雑度あるいは実行可能性	定性的	データ収集の可能性、プログラム容量、費用など
柔軟性	集計型モデルにおいては、近い将来形成過程や価値感等はほとんど変化しないと仮定している場合が多いため、パラメータの導出時における手法から、モデルのダイナミック性をとらえる。非集計型モデルにおいては、個人の行動特性の導入あるいは、ある政策変数に基づいてモデルを作成するため、その要因となる社会経済の変化に対しどれくらい反応できるか	定性的	複数モデルの比較検討、モデルパラメータの感度分析、重回帰等手法の検討 など
精度検定	本検証に用いる数学モデルおよびそれに必要な検定が、検定を知らなくてはならないモデルにどれくらい一致しているか	定量的	表2参照

表2. 検定方法の比較

	①	②	③	④	⑤
符号検定	N	N	Y	N	分布中心の検定
重回帰	N	N	Y	N	独立変数間の相関検定
決定係数	N	N	Y	N	相関強度の明示
分散分析	Y	N	Y	N	+
RMS誤差	Y	N	N	N	標準偏差と平均値
尤度検定	Y	Y	-	Y	仮説検定
X ² 検定	Y	Y	N	N	適合度検定
%検定	Y	N	N	N	量にも関係した誤差表示
符号検定	Y	N	N	N	ばらつきのばらつき検定

表3. 旧モデルと新モデルの精度比較

	統計比較	RMS誤差	%検定	符号検定
新モデル	521.5 / 485.4	56.0	良好	良好
旧モデル	139.9 / 485.4	11.3	良好	良好