

# 土地利用モデルと空間統計

堤 盛人                      (筑波大学)



定価 3 000 円

土木計画学シンポジウム

NO.18 | JULY '84

都市の土地利用モデル

● 都市の土地利用モデル

土木学会

## モデル推定に関する計量経済学的課題

東北大学 佐々木 公明

### 1. はじめに

私に与えられた課題は、現在開発、提案されている土地利用モデル分析に対して、計量経済学の観点から検討を加えることである。この仕事をより具体的に行うために、プログラム委員会は私に対して、土地利用モデルの分野での現在の日本の代表的な論文11編を読むように命じられた。これらは最後のページに、順不同の形でリストアップされている。したがって、以下の展開の中で土地利用モデルと称するときには、これら11編の論文が念頭に置かれている。もとより、これらの論文を直接批判することが本報告の目的ではない。現在の土地利用モデルの典型として、これらの論文を参考しているのである。それ故、以下で具体的に個々の論文に言及する場合にも、それはむしろ土地利用モデル「一般」について言及していると考えていただきたい。このことを最初に明確にしておきたい。

### 2. 理論とモデル

いわゆる計量経済学の分野で、計量モデルが設定され、推定されるのは、その構造に基づいた予測や政策効果分析の他に、そのモデルの背後にある理論的仮説そのものの検定が目的とされることが多い。特に後者のばあいには、計量モデルを特定化する前に、そのモデルに表現される因果関係のメカニズムに関する理論的展開がかなりなされる。理論的に導出される仮説が現実と合っているかどうかの問題とは別に、理論としての整合性、論理性が要求され、それが理論的に納得できることが必要である。もちろんいかなるモデル分析においてもこの点は重要であるが、とりわけ計量経済学のモデル分析においては、モデルのもつ「理論」が重要であり、アドホックな仮定や客観的説明がつかないモデル操作は極力排除されることになる。

これに対して、(少なくとも私が概観した)土地利用モデル分析の主たる目的は、将来の土地利用パターンの予測にあると思われる。したがって、モデル設定の背景となっている理論分析は十分になされていない(もっとも、これは紙数とかの外的制約によるかもしれない)。この理論的展開の不十分さが、いくつかの側面でモデル分析上の不備を伴っているように思われる。以下、いくつかの点を指摘しよう。

#### (1) 仮説の背後にある理論が明確でない問題

例えば第5論文P. 521は立地主体の行動について、「各活動の立地主体は、対象地域内のそれぞれのゾーンの当該活動に対するつけ値を比較し、つけ値が最高のゾーンに立地を希望する」としているが、この仮説の理論的正当性がいかなるものか不明である。この場合、「つけ値最大化」の行動が何故合理的であるかが説明されなければならない。

#### (2) アドホックな概念の利用にみられる問題

例えば第1論文P. 108において、地価関数(1)によって計算される値が「平均的な属性を有する立地主体のメッシュ*i*内の土地に対する期待効用を表わしていると考えられる」としているが、何故そうなのか不明である。第1論文の場合、特にこの概念(期待効用)が決定的に重要であるわけであるから、納得性をもたなければならない。

#### (3) 概念とデータの不一致の問題

例えば第4論文P. 249の付け値関数の推定で、付け値のデータとして地価を用いている。しかし、周知のように付け値と実際の地価は概念的に異なるものである。

他の例は、第6論文P. 140の効用モデルの推定で、被説明変数C(効用)のデータとして何を用いたのか。

#### (4) 概念の誤解の問題

例えば、第8、10論文において、nested logit model=utility treeを前提として、“inclusive cost”を媒体して、各レベルにlogit modelを適用することによって、同時的ではなく段階的に各レベルの意思決定を表わす、という誤解をしているように思われる。Nested logit modelとは、確率的チームが、相互に独立ではなく、相関をもったextreme value distributionに従うという想定の下で導出されたlogit modelである。この導入の目的は、「赤バス・青バス」の例にみられるように単純なlogit modelでは選択対象間の相対的選択確率は他の選択対象から独立であるという強い性質を補整するためである。

#### (5) 多変量解析の利用に関する問題

土地利用モデル分析では多変量解析の手法が良く用いられているように思われる。しかし、主成分分析や因子分析は、多種類の変数を分類し、少数の変数に集計するための手段であり、それ自身が、因果関係を表わすモデルではありえないことに注意すべきである。例えば、第7論文のP. 111で居住環境コンビニエンスを、主成分分析を適用し、その第1主成分によって表わそうとしているが、その正当性は主張できない。居住環境コンビニエンスの指標を得るためには、居住環境そのものに関する外的基準が必要なのである。

### 3. モデルの統計学的側面

パラメータの推定量の性質、および検定のための方法は、ほとんどすべて計量モデルの攪乱項の分布に依存している。線型方程式モデルにおいて、最小二乗推定量が好ましい性質をもつため、攪乱項に関して置かれる基本的仮説は次の通りである。

- i) 正規分布に従い、平均は0である。
- ii) 分散は期間あるいは主体を問わず一定である。
- iii) 異なる期間あるいは主体間の攪乱項は独立に分布する。
- iv) 説明変数とは独立に分布する。

土地利用モデルにおいては、これらの諸仮定がいつも満たされるとは限らない。以下、土地利用モデルの統計学的問題についていくつか述べよう。

#### (1) 分散不均一性

第1~7論文にみられるように、土地利用モデルが適用されるのはゾーン単位である。各ゾーンが同じ程度の広さをもつ場合にあまり問題にならないが、行政区に対応する市町村がゾーンとしてとられる場合、その大きさはまちまちである。この場合、地価決定モデルを適用したとき、条件ii)は満たされにくい。なぜならば、広いゾーン内での地価のゾーン平均のまわりの分散は、小さいゾーンのそれよりも大きいと予想されるからである。分散の不均一性がある場合、最小二乗法の適用において、推定量の不偏性は保持されるが、推定の効率性が低下し、*t*-検定などの適用が理論的に不可能になる。したが

地方都市圏の基盤施設整備計画に関する  
方法論的研究

平成3年6月

奥村 誠

# 地域モデルの例

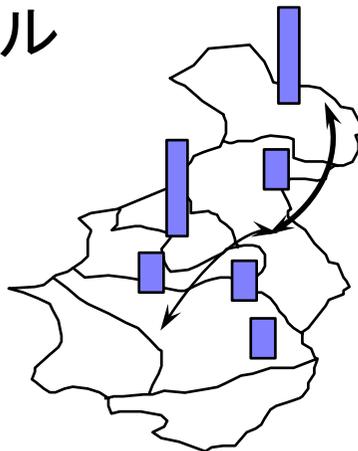
土地利用モデル

立地モデル(住宅・商業・...)

地価モデル

交通(需要予測)モデル

...



地域モデル  
地域計量モデル  
空間モデル  
空間計量モデル

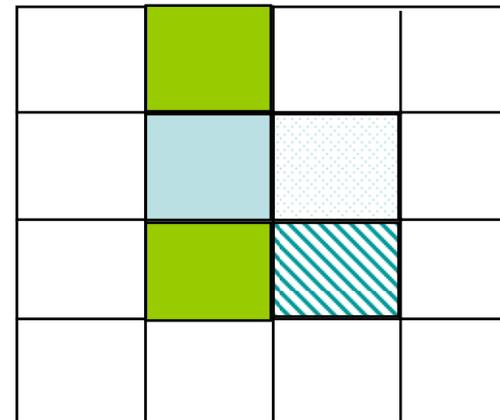
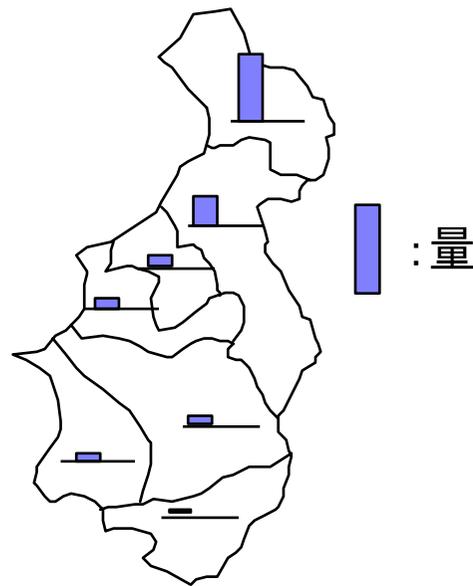
アウトプット

ex.) ゾーン別人口  
// 地価  
ゾーン間交通量

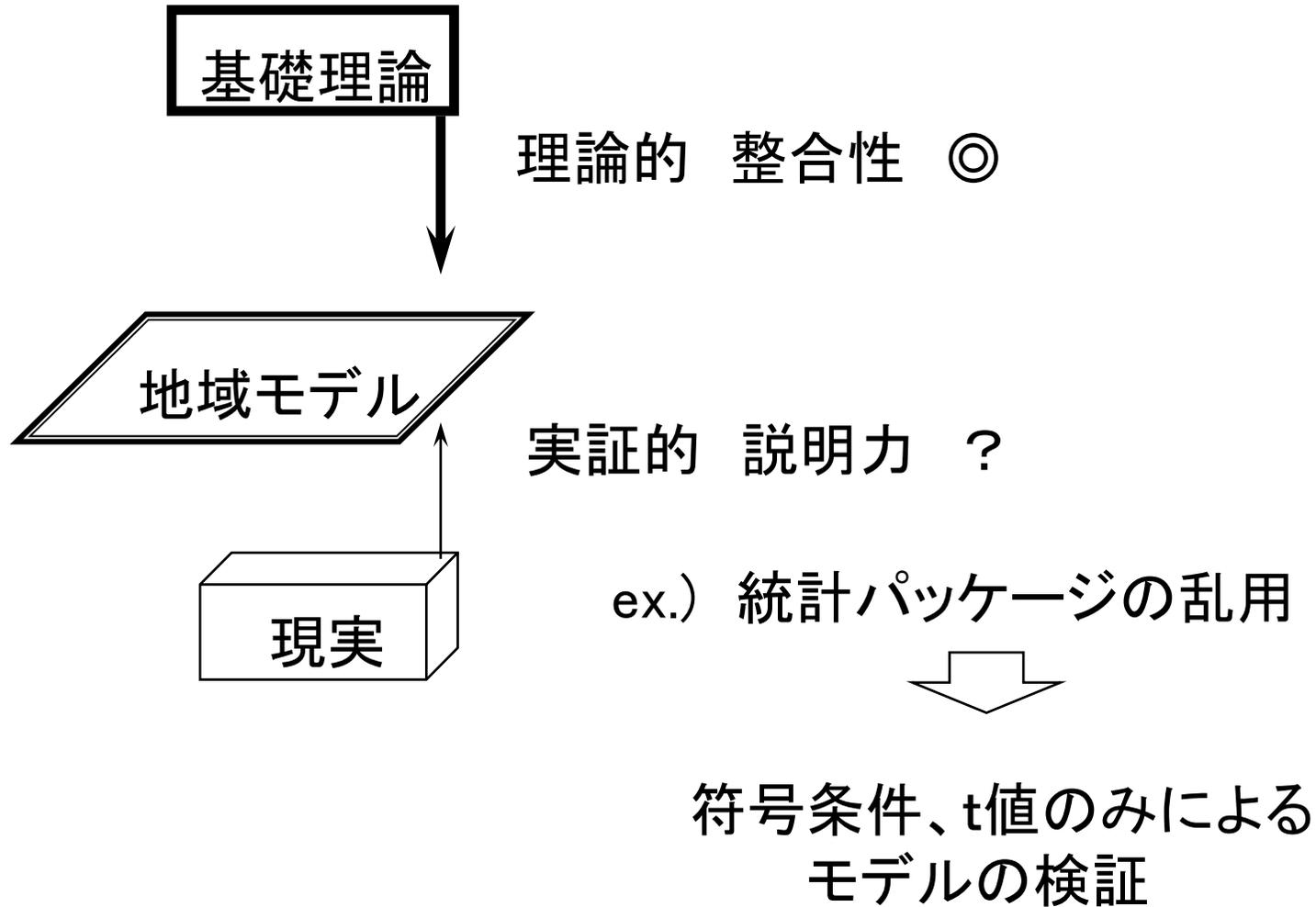
...

# 土地利用モデルの統計的問題 (佐々木(1984))

- (1) 分散不均一性
- (2) 系列相関
- (3) プーリング推定



# 地域モデル研究の問題



# 研究論文のスタイル(一例)

## 1.はじめに

従来は...、〇〇が考慮されていなかった。

そこで本研究では、〇〇を考慮して、...

## 2.モデルの定式化

$$\max_x U(x)$$

$$U = \dots$$

### 3. モデルの適用

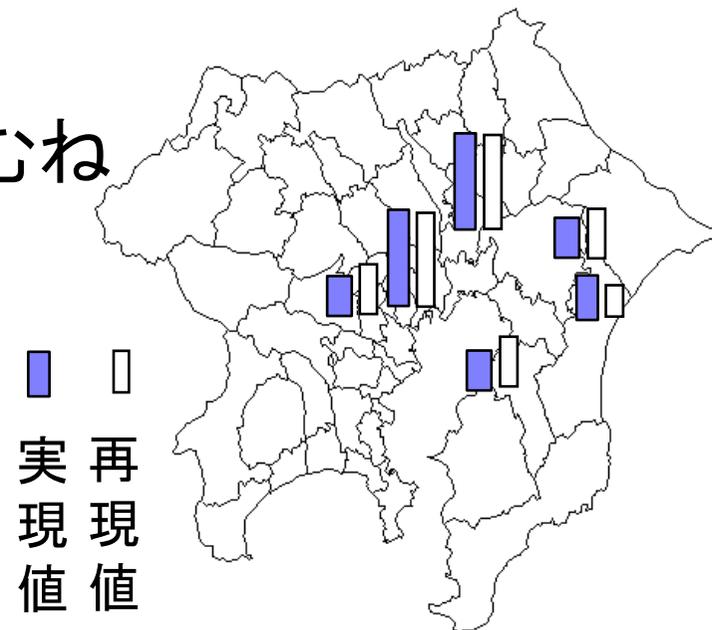
- ・パラメータの推定

本研究では、提案するモデルを実際の地域に適用することにより、その有効性を確認・...

#### パラメータの推定結果 (t値)

- ・再現性の確認

相関係数は〇〇で、おおむね良好な結果を示している。



1. はじめに

---

---

2. モデルの定式化

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

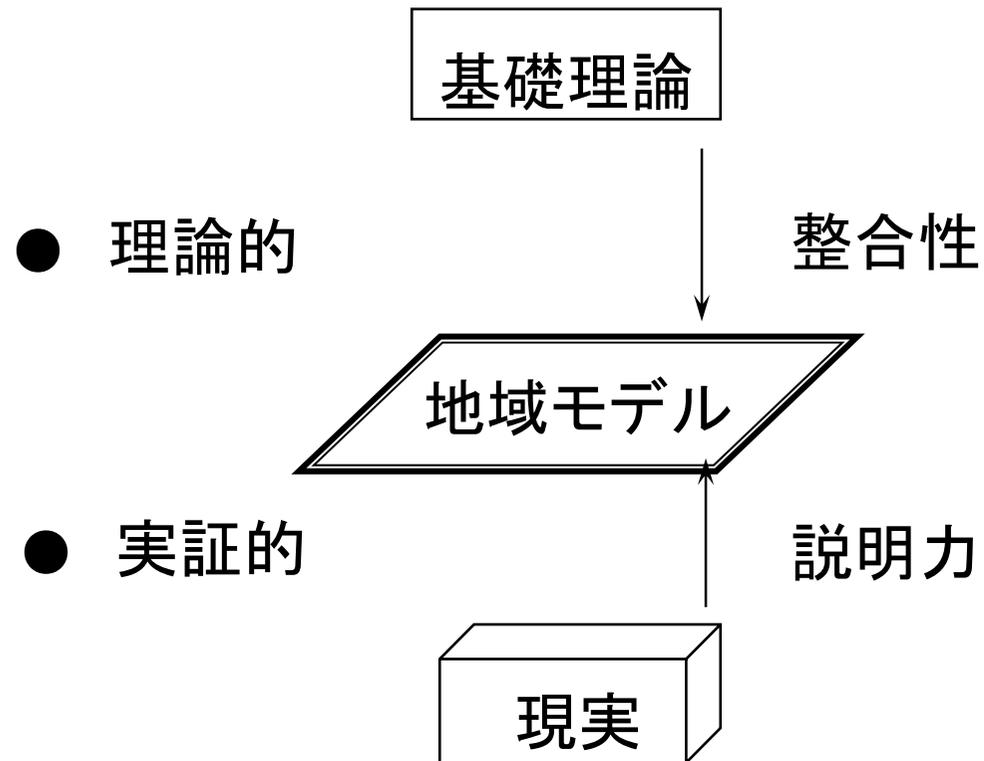
3. モデルの適用

---

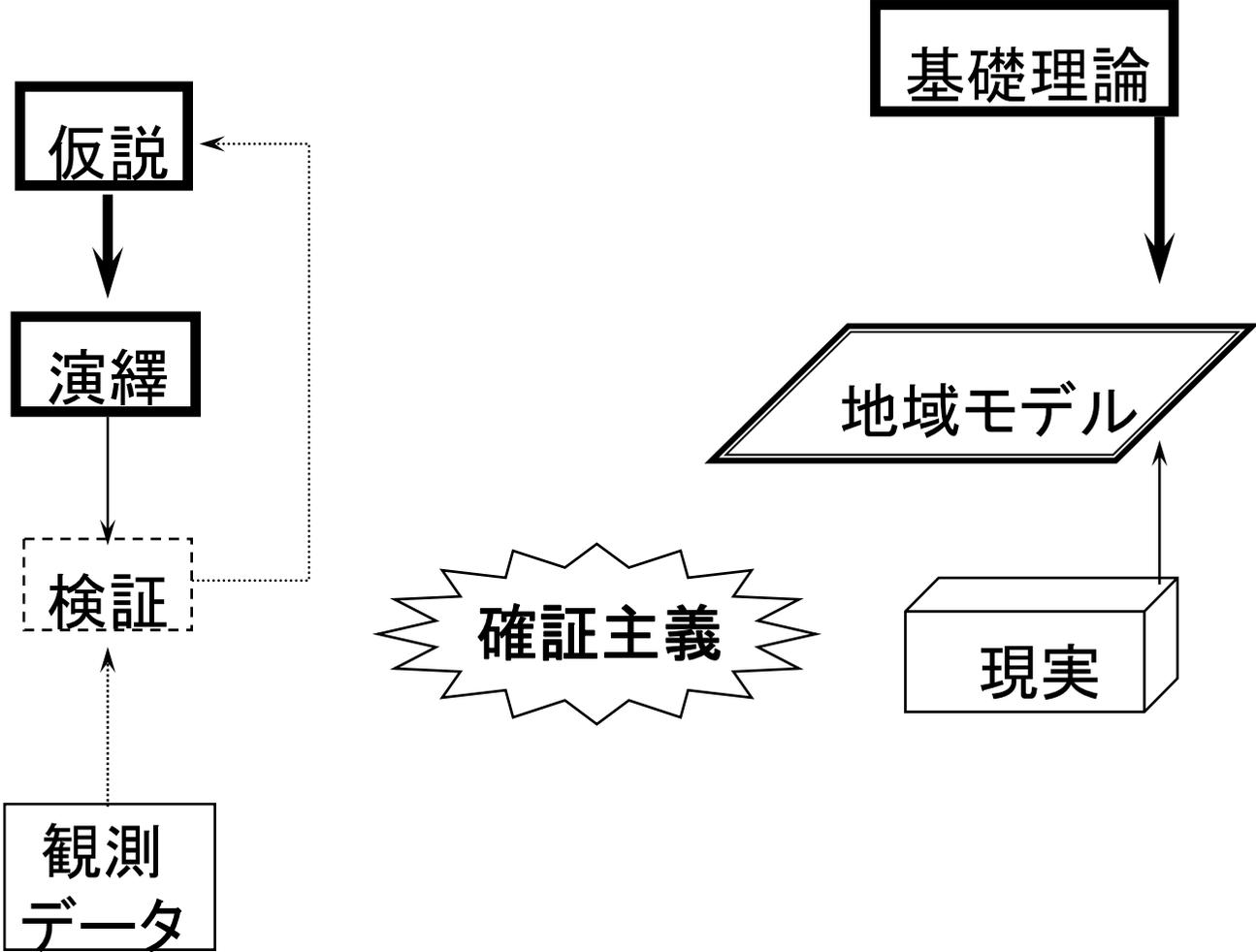
---

4. おわりに

# モデルに求められる要件



# 地域モデリングにおける確証主義





# 計量経済学のあるべき姿の提言 Mayer(1980)

菱谷千鳳彦(1996)『計量経済学の理論と応用, 日本評論社』  
より引用

① ...

② 研究結果の評価は、  
洗練された方法を用いたかどうかではなく、  
結果の妥当性に基づき、  
受け入れることのできる研究かどうかの標準を設ける。

...

⑥ 計量経済学をハードな経験科学とするためには、要件の1つとして、再現可能性を論文に要求すべきである。  
そのためには、

(i) 著者が研究に用いたデータを公表するよう要求する。

(ii) 統計的に有意でない結果を示している論文も公表すべきである。

このことは他の研究者に失敗をくりかえして時間を浪費するという無駄を省くことになる。

### 私の土木計画学観

岐阜大学工学部 正会員 森杉壽芳

#### 1. はじめに

本稿では、土木計画学と経済学とのかわりあいを中心に私の土木計画学観を述べたい。土木計画学の分野としては、広い意味の公共プロジェクト実行可能性調査(いわゆる、Feasibility Study、略してF.S)に関係する予測と評価の理論および実用的モデルに限定する。一方、経済学の分野は、ミクロ理論経済学、計量経済学、公共経済学、都市(地域)経済学に絞って、両者の相互交流について述べたいと考える。その動機は以下のとおりである。

第1に、私自身を土木計画学の血統が濃い経済学との混血児と判定しているからである。すなわち、本人は第1回の土木計画学シンポジウム(昭和42年1月)の1年前に、卒論として土木計画学の指導をうけ、以後、土木計画学の教育と研究に従事してきた。一方で、地域科学(Regional Science)で、修士課程を学び、この分野で修士論文を提出した。この分野で修士論文を提出したのは、英国の経済学者War-

学と経済学との交流を述べてみたい。

#### 2. 輸出

土木計画学から経済学への輸出には、少なくとも費用便益分析、交通均衡(配分)および非集計モデルの3つがある。また、四段階推定法と実用的土地利用モデルもこれに加えられる。

##### (1)費用便益分析

(Cost Benefit Analysis、略してCBA)

衆知のようにCBAの創始者はフランスの土木技術者Dupuitである。1844年に発表されたそのオリジナル論文は、経済の重要な古典的論文の一つとされている。彼は、橋の価値を理論付けすることを考え、橋に対する需要曲線の下面積は、それだけの料金をとられても通過しようという利用者の支払い意思額を示すと考え、この面積を消費者余剰(Consumer's Surplus)と名付け、この概念を橋の便益と定義した。

この考え方に刺激を受けたのは英国の経済学者War-

式化したのは数理モデルに興味をもつ応用数学者であるBeckmannである。最近では、変分不等式(Variational Inequality)による定式化が交通ネットワーク分析から地域独占均衡分析へと拡張されている。

##### (3)非集計モデル

非集計行動モデル(Disaggregate Model)は、カテゴリーの選択を予測するモデルであり、MITの土木工学科とくに、Ben Akiva、LermanなどのTransportation groupがMcFaddenという理論経済学者との共同研究により確立した分野である。日本でも約10年前に輸入された。この分野は経済学的観点からは、非説明変数が0-1のダミー変数である非線形最尤推定法として位置付けられ、多くの理論および計量経済学者がこれに興味を持ち利用していった。

また、日本における分科会の成果「非集計行動モデル—その理論と実際—」は多くの経済学者の参考文献となっている。この意味で、土木計画学の典型的な輸出品となっていると考える。

##### (4)四段階推定法および実用的土地利用モデル

これらは、いずれも土木計画学特有の分野の手法であるが、この分野に興味をもつ多くの経済学者が参考にしているという意味で、また典型的な輸出品と考えられる。

#### 3. 輸入

の存在と唯一性、およびそのバレット最適性の証明に多くの努力がはらわれてきた。この理論は力学で学んだ完全弾性体、完全流体の類いであり、現実を見る一つの極端なモデルであるということを確認にしても、我々の生活実感に合わない。現実には経済成長下であり、規模の経済が働き、独占競争であり、いたるところに外部性があり、技術革新がダイナミックに行なわれている。この複雑な現実の中でより良い公共土木事業の提案こそ我々の任務である。このように予測モデルの基礎となる理論として経済理論を輸入しようとする経済理論そのものの非現実性がめだつ。これは経済理論そのものの弱点であり、この観点から土木計画学から経済学への輸出品が出てくる可能性がある。

一方、例えば厚生経済学でいう“社会的に良い”とは何かという価値観の提案はそれなりに役立つ。また、例えば、便益を地価で測定できないかという提案は、CBAの基礎理論に役立つ。このような評価の考え方という点では、経済理論は土木計画学の分野で意義を持つ。事実、経済学自身が最近では社会工学的化したといわれる。すなわち、土木計画学の発展とはほぼ同期に公共経済学、都市経済学が成立し、一方でミクロ理論の計量的手法(例えば、応用一般均衡分析)の発展をみている。ゆえに、土木計画学が持っている問題意識と同じものを経済学者がもっているといえそうである。

#### 4. 感想

最後に以上の交流の概観から得られる感想を述べる。まず、土木計画学の基本方針は既に確立されている。すなわち、分科会活動方針にその位置の目的を私流に解釈すれば①学術的研究②マニュアル化③評論にしている。①の例は非集計モデル、土地利用、地方都市の交通、②の例は海外F.S.景観設計、③の例が公共投資となっている。この例から解るように①の分野の最終目標は、やはりマニュアル化である。本稿は①と②との関連について着目したものであるが、①の学術研究の中で理論的に輸出可能なようなものをねらっていくのも一つの方向として重要と思われる。

# 土木計画学の基本方針 ?!

①学術的研究 (→ マニュアル化)

②マニュアル化

③評論