

# 大学教育における土地利用モデルの役割と課題\* ：筑波大学社会工学類における実習を例に

*On the Roles and Tasks of Land-Use Model in University Education*

*:The Case of a Practicum at College of Policy and Planning Sciences, University of Tsukuba*

堤盛人\*\*・武藤慎一\*\*\*・岡本直久\*\*\*\*

*Morito TSUTSUMI, Shin-ichi MUTOH and Naohisa OKAMOTO*

## 1. はじめに

土木計画学の分野において土地利用モデル開発の研究が精力的に行われていた頃から二十数年が経過している。その間、我が国の大学教育の現場においても、例えば交通モデルに関する演習/実習の高度化は著しい(例えば、森杉・宮城(1996)<sup>1)</sup>)。しかしながら、筆者らが知る限り、我が国の大学学部教育において、土地利用モデルを用いた演習/実習が本格的に実施されるには至っていない。

そのような中で、筑波大学社会工学類都市計画専攻においては、20年程前から土地利用モデルを組み込んだ実習を実施している。近年では、交通需要予測パッケージ JICA-STRADA との連携を試み、最近の研究成果を取り入れた土地利用モデルを導入しているが、課題も多い。

ここでは、学部教育における土地利用モデルの扱いについての議論に資することを目的に、筑波大学社会工学類における試みを紹介しながら、その課題と方向性について議論したい。

## 2. 筑波大学社会工学類における取り組みの紹介

### (1) 筑波大学社会工学類都市計画専攻における実習の位置づけ

筑波大学第三学群(学部)社会工学類には、都市計画・社会経済・経営工学の3専攻があり、現在、学生は2年生から各専攻に配属される。都市計画専攻には、建築・土木・OR・

経済・農業等を専門分野とする教員が所属しており、学生は1・2年次に他の専攻の科目も学ぶ。

筑波大学は3学期制を採用しており、都市計画専攻の3年生を対象として、1週間当たり450分(1学期10週合計4,500分)の実習を各学期に1つ用意している。各科目の現在の名称は、「都市計画実習」「アメニティ創造のまちづくり実習」「都市計画マスタープラン策定実習」であり、これ以外にも様々な実習・演習科目が用意されている。

### (2) 実習における土地利用モデルの位置づけ

「都市計画マスタープラン策定実習」は3年生の最後の学期に実施され、いわば卒業論文着手前の集大成とも言える実習である。茨城県つくば市に隣接する土浦市を対象として、数人の班ごとに都市計画マスタープランを策定し、班ごとに2回の中間発表と最終発表、そしてレポートの提出(班ごと並びに個人)を行う<sup>2)</sup>。この科目の前身である「都市計画実習」では、梶秀樹筑波大学名誉教授(現慶応義塾大学教授)が筑波大学在籍中の1982年に開発した「土浦市土地利用の動的挙動予測モデル(TUDY: Tsuchiura Land Use Dynamics)」を用いてきた。このモデルは、土浦市を20のゾーンに分け、動学的な方程式体系によって毎年のゾーン別人口・土地利用面積を算出するものであり、筑波大学ではFORTRANで記述されたプログラムを改良しながら使用してきた。(モデル構造の概略は、湘南ダイナミクス(SHODY: Shonan Dynamics)<sup>3)</sup>などを参照。)

土木計画学の分野において土地利用モデル研究が全盛期となった頃に、筑波大学では教育の中でこれを実践する試みが始まったと言えよう。当時の都市計画の学部教育現場において、比較的規模の大きいモデルを実際に動かすという経験は、

\*keywords: 土地利用, 大学教育

\*\*正会員, 博士(工学) 筑波大学 大学院システム情報工学研究科 (〒305-8573 つくば市天王台1-1-1

E-mail: tsutsumi@sk.tsukuba.ac.jp)

\*\*\*正会員, 博士(工学) 大阪工業大学 工学部都市デザイン工学科(〒535-8585 大阪市旭区大宮5-16-1

E-mail: muto@civil.oit.ac.jp)・筑波大学非常勤講師

\*\*\*\*正会員, 博士(工学) 筑波大学 大学院システム情報工学研究科 (〒305-8573 つくば市天王台1-1-1

E-mail: okamoto@sk.tsukuba.ac.jp)

学生にとって貴重であったことと想像される。

その後、数年前からは、交通需要予測のために JICA-STRADA を導入し、これら二つのツールを分析に用いながら土浦市を対象としたマスタープランを策定するという実習を続けてきた。

### (3) 均衡型モデルの導入

実習担当の教員で実習内容や学生の反応について議論する中で、TUDY が学生にとってブラックボックス化しているとともに、その後に導入された JICA-STRADA による交通需要分析との連携が弱い、という実習遂行上の問題点に対処する必要性が認識された。前者は、TUDY の改良が繰り返された結果 1,000 行前後にも達する巨大なプログラムとなったことと、JICA-STRADA を始めとして、学生がインターフェースの充実したソフトウェアに触れる機会が増えたことで、実行形式のファイルを作動させるだけの無味乾燥な作業に興味を持てなくなったことに起因する。

そこで、2003 年、TUDY に替えた新たなモデルの導入を検討することとなった。モデル導入に際しては、次のような点をより重視することとした。

学生が直接中身を見られることで、数理モデルが具体的にどのように計算プログラムとして表現されているかを実感可能であること。さらに、データの更新も含めて、学生自身での改良も可能なこと。

JICA-STRADA との連携が確保され、交通と土地利用の相互作用を統合的に理解できること

「均衡」という概念を実感できること

最新の研究成果に触れることができること

その結果、筆者の一人である武藤が他の研究者らと共に研究目的で開発し、岐阜環状道路の整備効果の評価等実績のある、「応用都市経済 (Computable Urban Economic: CUE) モデル」(例えば、武藤・上田ら (2000)<sup>4)</sup>、Muto, Ueda and Takagi (2003)<sup>5)</sup>) を改良して実習に導入することとした。このモデルは、世帯、企業からなる経済主体の経済活動状況が立地行動まで含めて数理モデルによって記述された、いわば立地分析モデルである。(土地利用は立地とそこでの経済活動を土地に投影したものあるから、本稿ではこれらを

広義の「土地利用モデル」と呼ぶこととする。)

CUE モデルは、Microsoft 社の Excel 上で構築され、マクロ機能を用いて計算を実行するように作られており、必要なデータ等もすべて同一のファイル内に管理されている。このような利点を活かせば、FORTRAN 等のコンピュータ言語に不慣れた学生にも、操作に対する抵抗が小さいと考えた。そこで、Excel 上での構築されたファイルを踏襲しながら、土浦市・つくば市近郊を対象としたモデル「CUET : Computable Urban Economic Model for Tsukuba-Tsuchiura Area」を作成した。

CUET の概要は図 1 に示すとおりである。多くのミクロ経済学的な考え方に基づくモデル同様、家計の効用最大化、企業の利潤最大化行動を基礎とし、立地選択にはランダム効用理論に基づくロジットモデルを用いている。また、モデル内で交通トリップの発生量と OD パターンが計算される。ただし、開発者の行動のモデル化を単純にするなどして、CUET は原型の CUE モデルより多少簡略化されている。さらに、対象地域内では自動車交通の割合が圧倒的に大きいので、自動車交通のみを扱っている。CUET で計算された交通トリップ量を JICA-STRADA に入力することで、道路上での OD 所要時間が計算され、これを CUET に入力するというフィードバックを繰り返す。CUET と JICA-STRADA の間のやり取りについては、簡単なデータ変換プログラムを用意している。

現在の CUET は Excel のグラフ表示機能以上のグラフィック機能を装備していないため、計算結果の地理的な分布を見る際にも JICA-STRADA を活用している。

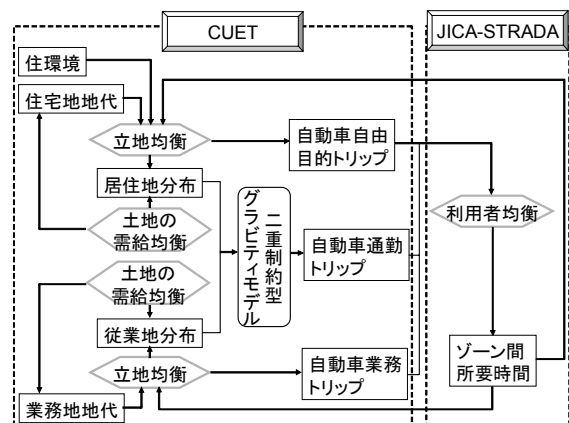


図 1 CUET の概要と JICA-STRADA との連携関係

#### (4)実習の具体的な内容

実習で都市計画マスタープラン策定実習の対象とする土浦市は、人口 13 万人余りで、その中心部は江戸時代には平城である土浦城の城下町として栄えたが、近年、商業地の衰退が著しい。第一段階では、土浦市役所の協力も得ながら、そのような土浦市の現状を、周辺地域との関連性も含めて理解する。また、CUET を使ったの現況再現や、JICA-STRADA を使った道路交通混在の分析等を通じ、ツールの操作法を取得する。

第二段階では、将来の人口変動によって引き起こされる課題を、CUET や JICA-STRADA を用いて把握し、基本構想に着手する。

そして、第三段階で、具体的な計画の提示とその効果を検証する。

各段階において、計 3 回、班ごとの発表と議論を行う機会を設けており、土浦市役所の職員の方にも出席・講評をいただいている。

図 2 には、CUET 及び JICA-STRADA での計算に用いる 42 のゾーンの概略を示している。二つのツールの連携を確保するために、同一のゾーンをそれぞれの分析単位として用いている。本年 8 月のつくばエクスプレス (TX) の開業により、つくば市を含む西南の地域は、東京への通勤圏としての性格を強めるが、現時点では対象地域内の総人口は、外生的に与えることとしている。

この実習は必修科目ではないため、都市計画専

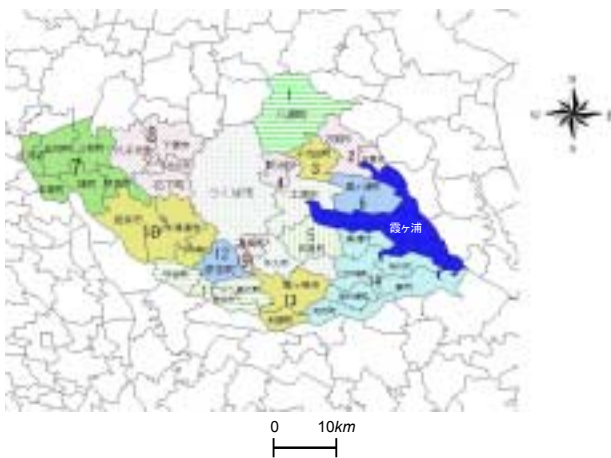


図 2 CUET 及び JICA-STRADA で扱う分析対象地域 ( 図中の番号はゾーン番号を示す。図中には無いが、土浦市 16 ~ 22 ( 7 ゾーン )、つくば市 23 ~ 38 ( 16 ゾーン )、牛久市 39 ~ 42 ( 4 ゾーン )。)

図 3 CUET の一部

攻の 3 年生 50 名強のうち、履修する者は 30 名程度であり、数名で一つの班を構成させている。全体で数名の大学院生が TA ( Teaching Assistant ) として配備されており、モデルの操作を教えたり、学生との議論に加わったりする。

### 3. 大学教育における土地利用モデルの役割

土地利用規制は、今日でも、最も強力な都市計画の手段の一つであり、土木・建築・都市計画関連の学部教育においても必ず教えられるものであるが、その影響をシミュレーションするとなると、なかなか学部レベルではその機会を設けることは難しい。冒頭でも述べたとおり、この十数年間、大学教育の現場における交通モデルを用いた演習/実習に比べると、土地利用モデルに関する教育には大きな進展は見られないのが現状と言えよう。我が国の事業評価において費用便益分析が定着した今なお、土地利用モデルが都市・地域計画に関わるコンサルティングで十分に活用されているとは思えない。その背景には多くの要因が考えられ、そのこと自体もきちんと議論をすべき重要な課題の一つであると考えるが、大学教育における土地利用モデルを用いた演習/実習の不足もその一つの要因である可能性がある。土地利用と交通の相互作用をきちんと理解する上で、交通モデルとリンクした土地利用モデル/立地分析モデルの役割は決して小さくないであろう。

一口に土地利用モデルと言っても、様々なタイプのものがあるが、本稿で紹介したような多市場同時均衡型のモデルを採用した場合には、「均衡」という概念を、実際の作業を通じて体感するのに

大いに役立つと考えられる。特に、右肩上がりの成長・拡大が終わり、経済の低成長と人口減少の局面に入った我が国において、相互作用を通じた、ある種のパイの取り合いとしての均衡概念を理解することの意義は小さくないだろう。

また、現在から出発する動学的なモデルによる予測の場合と異なり、均衡型モデルを用いる場合、しばしば学生は「現況再現」という考え方に戸惑う。過去のトレンドが合っていないということに比べて、現在が少し合っていないということに対する学生の抵抗は大きい。にもかかわらず、実データの「現在」とモデルによる計算結果である「将来」をそのまま比べるといった間違いも犯す。

一方で、数の上ではまだまだ少ないながらも、この実習を通じて計量モデルを用いた地域分析に強い興味を持つようになったという学生がいるのも事実である。

もちろん、ここで挙げたような効果は、実際に実習を履修した学生に対して効果の計測を行っている訳ではなく、かなり筆者らの期待が混じっていることをお断りしなければならない。

#### 4. 大学教育における土地利用モデル導入上の課題

筑波大学社会学類での実習において、均衡型の土地利用モデルとしてのCUETを導入して2年しか経過しておらず、その内容は現時点ではまだ非常に改善の余地が大きいと言わざるを得ない。

2.で説明したとおり、当初、学生にとってモデルがブラックボックスとなってしまうようにとの配慮のもとでCUETを作成したものの、モデル分析に対する興味が薄い一部の学生にとっては、マクロ機能の実行ボタンを押すだけのツールになってしまっている面も否めない。分析において、外生的に与えている域内総人口は、ある程度自由に变えてその影響を見ることは可能であるが、例えば、世帯の効用関数に住環境整備の指標を加えてモデルを改良するといった工夫を学生自身が行えるまでには至っていない。現在、数名の大学院生をTAとして配備しているが、限られた実習の時間内では、多くの学生がモデルの中身を十分に理解するためには、なお多くの努力が必要であると実感している。多市場均衡型の土地利用モデルにおいては、キャリブレーションが最も労力を要する部分となり、本来、実習の中で体験する方が望ましいが、現時点で

は、時間の制約等の問題から、モデルのパラメータは事前に与えている。現在の実習内容は、3ヶ月という短期間で都市計画マスタープランの策定という大きな目標に到達しなければならないため、ともすれば総花的となり、必ずしも提案内容とモデル分析が整合的に結びつかず、ちぐはぐな内容で終わる班も多い<sup>2)</sup>。実習の改善の中で、より内容を絞って定量的な分析に重点を置くことも検討中であり、その場合には、CUETやJICA-STRADAといったツールをもっと踏み込んで理解することができるようになるかも知れない。

土地利用モデルに限らず、インターフェイスの充実度に対する学生の要求レベルは年々高くなっており、現在のCUETはその点では非常に弱いと言わざるを得ない。土地利用モデルが教育現場で普及するためには、やはり、JICA-STRADAのような形での安価なソフトの開発とそれを契機とした実務での普及が大きな鍵を握っていると考えられる。

#### 5. おわりに

現時点で、筆者らは、他の高等教育機関における土地利用モデルを取り入れた実習等の実態をきちんと調査をしている訳ではないので、ここで紹介した事例より先進的かつ実践的な取り組みがなされている可能性も高い。この場を借りて、そういった取り組みについての情報提供をお願いするとともに、実際に同様の実習等を担当する中でお気づきの点や、より良い改良の方向性についてのご助言等、率直なご意見を賜りたい。

#### 参考文献・Website

- 1) 森杉壽芳・宮城俊彦編著(1996):『都市交通プロジェクトの評価 例題と演習』, コロナ社.
- 2) 筑波大学社会学類都市計画専攻内 Website : <http://toshiv.sk.tsukuba.ac.jp/jisshu/Jisshu3/report/index.html> (実習の学生レポート等を掲載)
- 3) 慶応義塾大学梶研究室内 Website : <http://web.sfc.keio.ac.jp/~kaji/thesis/2001/shody/thesis.pdf>, accessed on 6 May 2005.
- 4) 武藤慎一, 上田孝行, 高木朗義, 富田貴弘(2000): 応用都市経済モデルによる立地変化を考慮した便益評価に関する研究, 『土木計画学研究・論文集』, No. 17, pp. 257-266.
- 5) Muto S., A. Takagi and T. Ueda (2003): The Benefit Evaluation of Transport Network Improvement with Computable Urban Economic Model, *Selected Proceedings of the 9th WCTR*, Elsevier Science, CD-ROM, No.6218.