

応用都市経済モデルによる高速道路料金値下げの影響・効果の計測*

* The Measurement of effects on the highway price cutting
by the Computable Urban Economic Model(CUE)

山崎清** 上田孝行**** 岩上一騎**

Kiyoshi YAMASAKI** Taka UEDA**** Kazuki IWAKAMI**

1. はじめに

高速道路は都市間交流を支える根幹的な交通基盤であり、その料金の値下げは交通利便性を向上させ、これらの交流を促進させるとともに、土地利用を含む都市構造や環境、経済にも多大な影響・効果を及ぼすと考えられる。

この交流促進は交通利便性の向上による交通需要量の増加であり、交通需要(交流)を固定的に扱った場合には把握が困難なものである。この課題は交通需要予測及び便益計測時の「誘発交通」「開発交通」の扱いと同様の課題である。

これらに起因して、従来の交通需要予測及び経済、環境等の効果計測が過大になっている可能性も指摘されており、現実的に騒音、大気汚染等の問題を引き起こしている状況である。

その一方で、ネットワーク均衡分析等の需要予測手法の高度化が精力的に進められており、「誘発交通」の分析に関しては交通市場内の大半が考慮されたモデルが開発されているが、企業及び世帯等の経済主体の立地変更(土地利用変化)に伴う「開発交通」が考慮されていない。「開発効果」を考慮しない場合に過大な効果推計となる可能性を以下に示す。

- 図1は横軸が交通需要量(ODトリップ)、縦軸が交通一般化費用であり、ODレベルで便益計測を行うことを想定する。
- 有料道路の料金値下げ等により、供給曲線が S_1 から S_2 に変化した場合、住居や企業の立地が変更され、人口や従業者が増加し、施策前前の一般化費用に対する交通需要(Q_1)より多くの交通需要(Q_2)が生じるため、需要曲線が D_1 から D_2 にシフトし、均衡交通量はB点からE点になる。
- したがって、施策効果(利用者便益)は土地利用変

*キーワード: 料金値下げ効果、土地利用、総合交通計画、大都市圏政策

**正員、株式会社 価値総合研究所 戦略調査事業部
(〒108-0073 東京都港区三田3-4-10、
TEL 03-5441-4812、FAX 03-5441-7661)

****正員、工博、東京大学大学院工学系研究科
(〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1、
TEL 03-5841-6116、FAX 03-5379-0125)

化を考慮しなかった場合は C_0ABC_1 となり、土地利用変化を考慮した場合には C_0AEC_2 となる。

- このため、土地利用変化を考慮しなかった場合には、整備効果(利用者便益)に大きな歪みが生じる可能性がある。

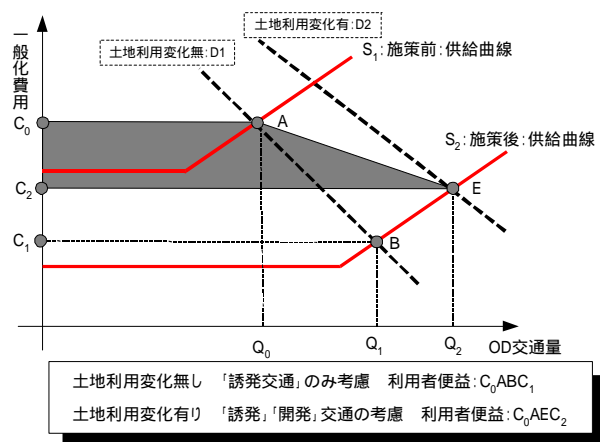


図1 開発交通を考慮した効果計測(ODレベル)

このような課題に対処するため、本稿では1980年代から進められている土地利用・交通モデルにミクロ経済学的な基礎を導入した応用都市経済モデル(Computable Urban Economic: CUE)を用いて高速道路の料金値下げの影響・効果について検討する。なお、本稿では土地利用とは家計や企業の(経済)活動を土地に投影したものとしており、立地モデルと土地利用モデルを同義に扱っている。

2. 応用都市経済モデルの位置づけ

(1) 既存モデル

土地利用・交通モデルにミクロ的基礎を導入したモデルは、Anas¹⁾が経済学的行動原理を取り入れたモデルの提案を行い、我が国でも森杉・大野²⁾、上田³⁾、宮城⁴⁾により研究がなされてきた。特に、森杉・大野では便益計測についても議論が展開されている。しかし、Anasによるものは理論フレームのみにとどまっており、森杉・大野、上田は立地モデル、また宮城は交通モデルに重点を置いたものであった。また、山口・山崎⁶⁾、国土交通政策研究所⁵⁾は本調査

と同地域である東京圏において、尹・青山ら⁷⁾は京阪神において、それぞれ大規模な土地利用・交通モデルを構築しているが、交通行動と立地行動とが完全に整合しておらず等価的偏差による便益評価が困難であった。また、上田・武藤⁹⁾は既存研究を基に、交通行動と立地行動を統合的に扱い、最終的には費用便益の枠組みで交通基盤整備の効果を計測可能なモデルを構築している。

(2) 土地利用と交通の統合化の方法

土地利用モデルと交通モデルを統合化する方法としては大きく2つの方向性が存在する。

a) 土地利用・交通相互作用モデル (Land Use Transport Interaction Model)

主に欧州で使用されているモデル (MEPALN 等) であり、前期の交通条件が今期の土地利用モデルに Input される (擬似的) 動的構造であり、土地利用と交通が均衡しない構造。基本的には都市のダイナミックな挙動を把握することを目的としており、便益の評価は交通市場内での消費者余剰で計測する。

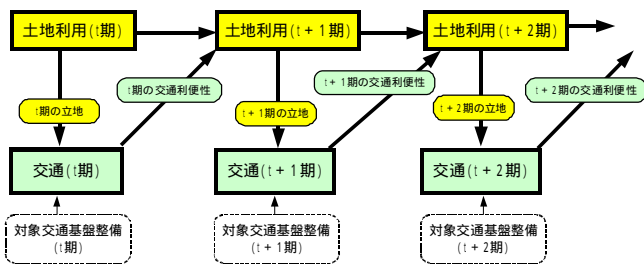


図 2 相互作用モデル

b) 土地利用・交通統合モデル (Land Use Transport Integrated Model)

立地均衡モデルと交通モデルとが同時に均衡し、両モデルが矛盾無く結合されている。基本的には施策による効果・影響の計測を主眼としており、帰着便益等の把握も可能である。

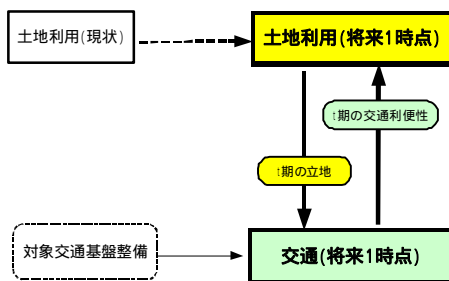


図 3 統合モデル

このように土地利用と交通の統合化には大きく2つの方向性が存在するが、本稿で用いる応用都市経済モデル (CUE) は「土地利用・交通統合モデル (Land Use Transport Integrated Model)」にミクロ経済学的な基礎を導入したモデルであり、都市経済モデルを

計算可能 (Computable) にした数値モデルである。

(3) 均衡の概念

本稿で用いる応用都市経済モデル (CUE) は均衡の概念を用いているが、2つの観点から整理しておく。

1つ目は土地市場と交通市場での均衡の違いである。CUE モデルでは土地市場と交通市場が同時に「均衡」するモデルであるが、両市場の均衡の概念は若干異なる。交通市場における均衡は Wardrop の第1原則を満たすことであるが、土地市場における均衡はミクロ経済学でいうところの均衡の概念である。つまり、土地に対して消費者と供給者の2つの主体が存在し、これらの全く独立した主体毎の意思決定行動をモデル化した関数 (需要関数、供給関数) の交点が生じる。この交点が土地市場における地代と土地面積の均衡点を与えるものである。

2つ目は均衡モデルの利用及び結果の見方であるが、前述の土地利用・交通統合モデル (Land Use Transport Integrated Model) を用いる際には、土地利用と交通が同時に均衡するか否かが議論になる場合があるが、統合モデル (Integrated Model) を用いるということは、施策の潜在的・長期的な効果・影響を分析するための方法である。現実的には交通市場は短期 (数ヶ月等) で調整され、土地市場は調整に10年以上もかかるため、同時均衡の場合の出力値が必ずしも将来の実現値と合致するとは限らない。

3. CUE での便益計測の考え方

本稿で用いる応用都市経済モデルは便益計測については以下のような特徴を持つ。

(1) 開発交通の考慮

前述のように開発交通 (土地利用変化) を考慮しない場合には、OD レベルでの便益計測で歪みが生じるが、応用都市経済モデル (CUE) では土地利用変動も考慮しているため、このような歪みは生じない。

CUE モデルにおける交通市場における便益計測は下図のように発生段階の計測である。ただし、人口や従業者数が増減するためゾーン毎の便益の大小は必ずしもゾーン毎の1人当たり便益と合致しない場合もある。

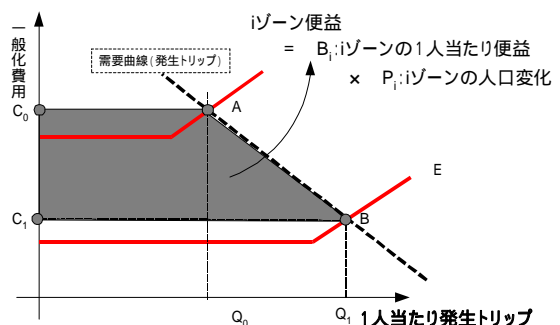


図 4 CUE モデルでの便益計測 (交通市場)

(2) 土地市場の考慮

CUE モデルでは、上記のように料金値下げ等による交通市場内の効果として、居住者や企業の立地量が変化する「開発交通」を考慮しているが、この立地の変化は土地市場への影響・効果を及ぼすものである。

例えば、料金値下げにより i ゾーンでの交通利便性が向上し、i ゾーンの人口が増加した場合には土地の需要が増大し、地代が上昇する。地代の上昇は i ゾーンの立地主体（家計、企業等）にとってはマイナスの効果となる。一方、人口等が減少した j ゾーンでは地代が低下し、便益が発生する。

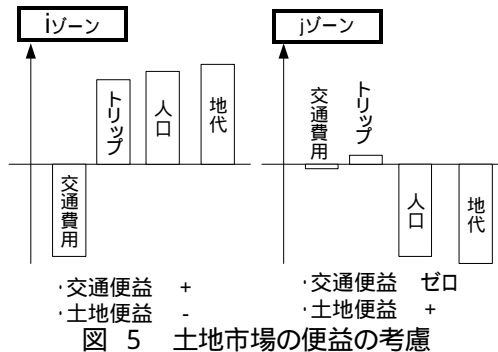


図 5 土地市場の便益の考慮

(3) 帰着便益の考慮

施策を講じた場合、便益の帰着先及び帰着先の便益額を把握することは重要な視点である。CUE モデルでは交通市場及び土地市場の2つの市場に限定して帰着便益を計測することが可能となる。

4. モデル構造

(1) モデルの全体構造

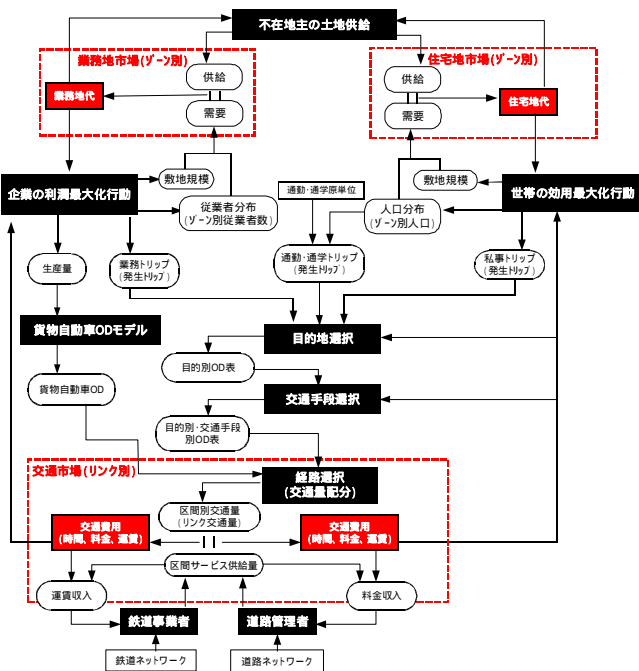


図 6 CUE モデルの全体構造

モデルで想定している主体は家計、企業、地主であり、それぞれが効用及び利潤最大化行動を行い、土地市場（住宅、業務）及び交通市場から提示される価格（地代、交通費用）に基づき、財の消費、投入が調整される多市場均衡モデルである。このようにモデル全体としては土地利用市場及び交通市場を含む都市全体が均衡する構造であり、都市構造、交通体系に加え、帰着便益を計測可能なモデルとなっている。

(2) 貨物自動車の OD モデル

既存の CUE モデルでは旅客流動に関して内生化しており、貨物自動車の OD 表は通常総合交通体系調査と同様に外生的に扱っており、便益の計測値については歪みが生じている可能性もある。そこで、本稿では、貨物自動車流動 OD 表を内生化する。モデルは簡便な重力モデルを採用し、各ゾーンの生産量（GRP）、交通利便性（自動車所要時間）の変化によって変化する構造とする。

$$x_{ij}^F = A \frac{(Z_i)^\alpha (Z_j)^\beta}{(t_{ij})^\gamma}$$

ここで、 x_{ij}^F ：ゾーン ij 間の貨物自動車 OD 交通量、 Z_i ：ゾーン i の生産量（GRP）、 t_{ij} ：ゾーン ij 間の自動車所要時間、 A 、 α 、 β 、 γ ：パラメータ。

(3) 便益の計測

便益の計測はゾーン別、経済主体別に計測していく。施策有無の状態については、A：施策無し（Without）、B：施策有り（With）として以下に計測方法を記述する。

a) 家計便益計測（等価的偏差 EV）

CUE モデルは効用理論に基づいて構築がなされているため、便益の定義を厳密に行うことが可能である。また、都市圏をゾーン分割しているため、ゾーンごとに便益の計測を行うことが可能となる。家計の便益は地域別 EV (EV_i) は地域 i ごとの居住者の効用水準を用いて定義される。すなわち、モデル中の間接効用関数を用いて以下のように定義される。

$$ZCEV_i^H = \frac{I_{iB}}{\left[\begin{matrix} r_{iB}^H \\ r_{iA}^H \end{matrix} \right]^{\alpha_a^H} \left[\begin{matrix} q_{iB}^H \\ q_{iA}^H \end{matrix} \right]^{\alpha_x^H}} - I_{iA}$$

$$SNB_i^H = ZCEV_i^H \frac{N_{iA} + N_{iB}}{2}$$

$ZCEV_i^H$ ：人口 1 人あたり便益、 I ：所得、 r ：地代、 q ：交通費用（所要時間 + 料金）、 N_i ：ゾーン i の人口、 SNB_i^H ：ゾーンに帰着する家計の便益

b) 企業の便益計測

企業の便益は利潤 (B_i) とゾーン別従業者数を用いて以下の式で計測する。

$$ZCEV_i^E = (\pi_{iA} - \pi_{iB}) \quad SNB_i^E = ZCEV_i^E \frac{E_{iA} + E_{iB}}{2}$$

$ZCEV_i^E$: 従業者 1 人当たり便益、 B_i : 企業の利潤、
 E_i : ゾーン i の人口、 SNB_i^E : ゾーンに帰着する企業の便益

c) 地主の便益計測

地主の便益は以下の式で計測する。

$$SNB_i^L = \frac{1}{2} (L_{iA}^H + L_{iB}^H) (r_{iB}^H - r_{iA}^H) + \frac{1}{2} (L_{iA}^E + L_{iB}^E) (r_{iB}^E - r_{iA}^E)$$

L : 土地供給面積、 r : 地代

d) 貨物自動車の便益

貨物自動車利用の便益は、消費者余剰に基づく方法で行い、便益の帰着先は発生地とする。各 OD ペア、以下の台形公式を用いて便益を計測する。

$$B_{ij} = \frac{1}{2} w \left\{ \frac{A}{t_{ij}} - \frac{B}{t_{ij}} \right\} (x_{ijA}^F + x_{ijB}^F) \quad SNB_i^F = \sum_j B_{ij}$$

ここで、 B_{ij} : ゾーン ij 間の貨物利用者便益、 w : 賃金率、 t_{ij} : ij 間の自動車所要時間、 x_{ij}^F : 貨物自動車交通量 (台)

5 . モデルの実行

本稿では構築された CUE モデルを用いて東京湾アクアラインの料金の値下げの効果について計測する。モデルのゾーニングは下図のとおりであり、基本的には区市町村単位で 193 ゾーンとしている。

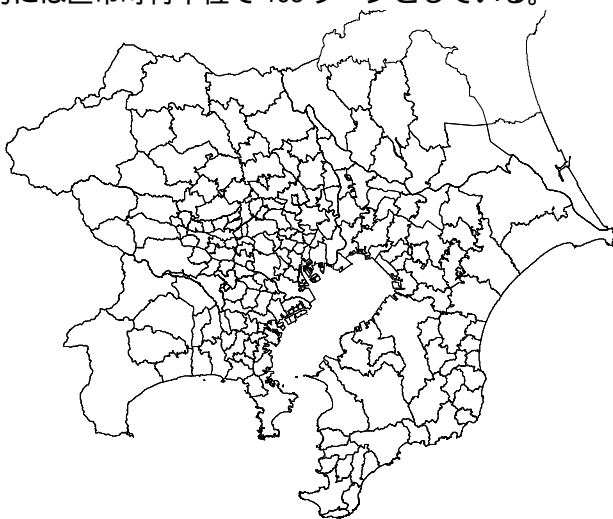


図 7 モデルの対象地域及びゾーニング

なお、モデルの実行結果については本稿の発表時に示させて頂く。

謝辞

本稿は千葉県「東京湾アクアライン料金値下げ効果検討委員会」の成果の一部を掲載したものであり、岡本直久筑波大学大学院助教授、堤盛人 筑波大学大学院助教授をはじめ関係各位に感謝の意を申し上げる。

参考文献

- 1)Anas,A : Discrete Choice Theory and the General Equilibrium of Employment,Housing and Travel Networks in a Lowry-type Model of the Urban Economy,Environment and Planning, 1984,Vol.16
- 2)Morisugi,H.and E.Ohno : A Benefit Incidence Matrix for Urban Transport Improvement ,Papers in Regional Science:The Journal of the RSAI,Vol.71
- 3)上田孝行 : 交通・立地分析モデルによる都市交通プロジェクトの影響分析,日交研シリーズ A-184,日本交通研究会,1995.
- 4)宮城俊彦,奥田 豊,加藤人士 : 数理最適手法を基礎とした土地利用・交通統合モデルに関する研究,土木学会論文集, No.518/ -28, pp.95-105, 1995.
- 5)国土交通省国土交通政策研究所 : 環境負荷の少ない都市・国土構造に関する研究,国土交通政策研究,第 14 号, 2002.
- 6)山口勝弘,山崎 清 : 環境面で持続可能な大都市の交通体系及び都市構造 首都圏における各種施策が 2030 年までの CO₂ 排出量に及ぼす影響,第 25 回土木計画学研究発表会,2002.
- 7)尹 鍾進,青山吉隆,中川 大,松中亮治 : 立地変動を考慮した実用的な土地利用・交通モデルの構築,土木計画学研究・論文集, Vol.17, pp.247-256, 2000.
- 8)ShinichiMUTO,TakaUEDA,KatsuhikoYAMAGUCHI,KiyoshiYAMASAKI : Evaluating Urban Environmental Policies with Considering Social Welfare Loss,10th World Conference on Transport Research, 2004
- 9)武藤慎一,秋山孝正,高木朗義 : 空間的構造変化を考慮した都市環状道路整備の便益評価,交通学研究,2000 年研究年報, pp.205-214, 2000.