CES型土地利用モデルについて*

On an urban residential land-use model employing nested CES function*

奥田隆明**
By Takaaki OKUDA**

１．はじめに

土木計画学の分野では，土地利用モデルが「土地利用と交通の相互作用」の分析に用いられ，多くの成果を上げてきた．これらのレビューに関しては，Foot，Webster et al.，特に日本で開発された土地利用モデルについては，青山，上田・堤等に詳しく紹介されている．上田・堤でも指摘されている通り，日本の土地利用モデルの特長は，1980 年代後半以降，都市経済学との整合性を重視しながら，土地市場を内生化した土地利用モデルが数多く提案されたことにある．

こうした土地利用モデルでは，家計の 1)消費行動と 2)消費地選択行動を同時に考慮する必要がある．このとき，消費行動については，一般均衡理論に基づく応用一般均衡モデルの成果を活用すれば，効用関数を具体的に仮定した上で導出される構造型モデルを構成することができる．特に，レオンチェフ型関数やコブ・ダグラス型関数をその特殊型として含む CES 型効用関数を仮定すれば，これから導かれる CES 型需要関数を用いてモデルを構成することができる．こうした構造型モデルは誘導型モデルに比べ，大きな構造変化を伴うような現象の分析に適しているものと考えられる．

他方で，消費地選択行動の記述については，都市空間を複数の地域(ゾーン)に離散化した上で非集計行動モデルに基づくロジット型モデルが用いられてきた．ところが，ロジット型モデルは CES 型モデルと構造が異なるため，CES 型モデルが持つ実証分析手法としての様々な利点，例えば，1)支出関数により等価変分や補償変分が定義できる等，経済理論との整合性を保ちながら比較的容易に便益計測ができること，2)基準データセットを用いたキャリブレーションが可能であること，3)応用一般均衡モデルの開発に用いられる既存の数値計算プログラムを活用することができること等，多くの利点を活かせなくなるという問題点を有する．

そこで，本研究では，消費行動と消費地選択行動をともに CES 型関数で表現した CES 型土地利用モデルの開発を試みる．以下，２．では CES 型需要関数を非集計行動モデルとして解釈する Anderson et at. のモデルについて説明し，本研究の位置づけについて述べる．また，３．では非集計行動モデルに基づいてミクロな視点から導出される CES 型土地利用モデルについて説明する．そして，４．では，この土地利用モデルを一階の最適化条件として与えるマクロな効用最大化問題について考える．さらに，５．では通勤費用を考慮したモデル，６．では土地サービス市場を内生化した土地利用モデルへと展開する．そして，７．では CES 型土地利用モデルを用いて政策評価を行うために必要となる便益指標について考える．

２．従来の関連研究

（1）非集計行動モデルと CES

これまでにも CES 型需要関数を非集計行動モデルとして解釈しようとする研究が幾つか行われてきた．Anderson et al.は差別化された消費財の消費を考えることによって CES 型需要関数を導出している．このとき，消費者は 2 段階の意思決定を行うものとされる．つまり，上位レベルの意思決定では非集計行動モデルを用いて差別化された消費財の選択が扱われ，下位レベルの意思決定では選択された消費財と基準になる消費財との代替関係からその消費量が決定される．

このとき，下位レベルの意思決定では次の効用関数が仮定される．

$$u_i = \ln x_i + \alpha \ln x_0 \tag{1}$$

ここで，u_i：消費財iを選択した場合の効用，x_i：消費財iの消費量，x_0：基準になる消費財の消費量，α：パラメータ

そして，予算制約下での効用最大化問題から間接効用関数を導き，さらに，この効用が確率分布すること，また，それぞれの消費者は最も高い効用を与える消費財を選択することを仮定し，CES 型需要関数を導出している．

---

*キーワーズ：CES，土地利用モデル，等価変分，補償変分
**正員，博士(工)，名古屋大学エコトピア科学研究所
(名古屋市千種区不老町 F3-4(670)，
TEL:052-789-4289，E-mail:okuda@nagoya-u.jp)

また，こうして導出される CES 型需要関数は次の効用関数を仮定すると，代表的個人の効用最大化問題から導出できることを示している．

$$u = \left\{ \sum_i (x_i)^\rho \right\}^{\frac{1}{\rho}} (x_0)^\alpha \tag{2}$$

ここで，u：効用，ρ：パラメータ（$\rho = (\sigma - 1)/\sigma$），$\sigma$：代替弾性値

（２）便益計測への応用

一方，Anderson et al.のモデルでは，質の異なる消費財の選択を扱うため，これを用いて消費財の質の変化が消費行動に与える影響を評価することができる．そのため，こうした消費者行動の変化から消費財の質の変化に伴う便益計測を試みる研究が行われてきている．例えば，Smith and Haefen は Anderson et al.の CES 型需要関数を用いた場合，消費財の質の変化に伴う便益指標として消費者余剰アプローチに基づき WTP (willingness to pay)が定義できることを示している．

また，Grevers は Anderson et al.のモデルを一般均衡型の土地利用モデルに組み込み，これを用いて都市空間における政策評価を行うことを提案している．この政策評価には，Smith and Haefen が提案している WTP を参考にしながら，新しい便益指標として GE-WTP (general equilibrium willingness to pay)を提案している．しかし，このモデルは基本的に Anderson et al.のモデルに依存しており，すべてを CES 型関数で構成している訳ではない．

（３）本研究の位置づけ

既に１．でも説明した通り，土地利用モデルでは消費行動と消費地選択行動を同時に考慮する必要がある．このとき，消費行動については CES 型効用関数を仮定することにより CES 型の消費モデルを構成することができるが，消費地選択行動については非集計行動モデルより導出されるロジット型モデルが用いられてきた．しかし，CES 型関数を非集計行動モデルとして解釈する Anderson et al.において，消費財の選択を消費地の選択と解釈することができれば，消費行動と消費地選択行動をともに CES 型関数で表現した土地利用モデルを開発することができるものと考えられる．

しかし，Anderson et al.のモデルを用いて CES 型土地利用モデルを展開するためには解決しなければならない問題点も多い．まず，Anderson et al.のモデルでは，下位レベルの意思決定に式(1)で表わされる特殊な効用関数が仮定されている．そのため，下位レベルにおいて CES 型効用関数を仮定した場合にも，上位レベルの 消費地選択行動が CES 型需要関数で表わされることを示す必要がある．また，Anderson et al.では式(2)で表わされるマクロな効用関数が定義されるが，下位レベルにおいて CES 型効用関数を仮定した場合，これに代わってどのような効用最大化問題が定義できるのかについても明らかにする必要がある．

さらに，一般に土地利用モデルでは通勤費用と土地価格のトレードオフ関係を考慮しながら消費地選択が行われるため，通勤費用を明示的に考慮する必要がある．また，土地利用モデルでは土地サービスの競合性を考慮するため，土地サービス市場を内生化する必要がある．さらに，こうして開発した一般均衡型の土地利用モデルを用いた場合，どのような便益指標が定義できるのかについても考える必要がある．このとき，Grevers は消費者余剰アプローチに基づく WTP を定義しているが，本研究では，応用一般均衡モデルで用いられる等価変分及び補償変分を定義することを試みる．

３．CES 型土地利用モデルの導出

（１） 消費

都市空間を複数の地域 I に区分し，家計がある地域 $i(\in I)$ に居住して，そこで消費を行った場合に実現できる効用の大きさについて考える．このとき，土地サービスをはじめとする複数の消費財 K を考え，消費財 $k(\in K)$ の価格（消費地価格）は地域によって異なるものとする．また，家計の効用関数は CES 型関数を用いて表されるものとすると，家計の効用最大化問題は次のように定義できる．

$$u_i = \left\{ \sum_k \left(\alpha_i^k\right)^{\frac{1}{\sigma_C}} \left(x_i^k\right)^{\frac{\sigma_C - 1}{\sigma_C}} \right\}^{\frac{\sigma_C}{\sigma_C - 1}} \to \max \tag{3}$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_k p_i^k x_i^k \le y$$

ここで，u_i：効用，x_i^k：消費財 k の消費，p_i^k：消費財 k の価格，y：所得，σ_C：代替弾性値，α_i^k：CES 型関数のパラメータ

そして，最適化問題(3)の一階の条件を求めると，次式が得られる．

$$u_i = \frac{y}{p_i} \tag{4}$$

$$x_i^k = \alpha_i^k \left(\frac{p_i^k}{p_i} \right)^{-\sigma_C} u_i \tag{5}$$

$$p_i = \left\{ \sum_k \alpha_i^k \left(p_i^k\right)^{1-\sigma_C} \right\}^{\frac{1}{1-\sigma_C}} \tag{6}$$

したがって，ある地域iで家計が消費を行った場合，式(4)で表される効用が実現できることになる．

（2）ランダム効用の定義

ところが，こうした効用はある程度バラツキを持つものと考えられるため，本研究では効用$\tilde{u}_i$が次の確率分布に従うものと仮定する．

$$\tilde{u}_i = u_i \tilde{\varepsilon}_i \tag{7}$$

ここで，$\tilde{\varepsilon}_i$は独立で同一な対数ガンベル分布に従うものとする．ただし，対数ガンベル分布は対数正規分布と同様に，その対数$\ln \tilde{\varepsilon}_i$がガンベル分布に従うものである．また，本研究では$\ln \tilde{\varepsilon}_i$の従うガンベル分布は平均値ゼロ，分散パラメータ$\gamma$であるものとする．

図-1 はこの対数ガンベル分布とガンベル分布の関係を示したものである．また，図-2 は効用$\tilde{u}_i$の確率分布を示したものである．対数ガンベル分布は正の値を取る確率分布であるため，効用$\tilde{u}_i$も正の値を取ることになる．

また，式(7)の対数を取ると次式が得られる．

$$\ln \tilde{u}_i = \ln u_i + \ln \tilde{\varepsilon}_i \tag{8}$$

（3）消費地選択

それぞれの家計はこの効用が最も大きな地域を消費地として選択するものと仮定する．今，s_iを地域iの効用が最も高くなる確率とすると，

$$s_i = \Pr\left[\tilde{u}_i > \tilde{u}_l, \forall l \neq i\right]$$

また，対数関数は単調増加関数であるため，効用の対数$\ln \tilde{u}_i$が最大値を取るとき，効用$\tilde{u}_i$も最大値を取る．したがって，

$$s_i = \Pr\left[\ln \tilde{u}_i > \ln \tilde{u}_l, \forall l \neq i\right]$$

さらに，式(8)を用いると，

$$s_i = \Pr\left[\ln u_i + \ln \tilde{\varepsilon}_i > \ln u_l + \ln \tilde{\varepsilon}_l, \forall l \neq i\right]$$

$\tilde{\varepsilon}_i$の定義より$\ln \tilde{\varepsilon}_i$はガンベル分布に従うため，ランダム効用理論より，

$$s_i = \frac{\alpha_i \exp(\gamma \ln u_i)}{\sum_l \alpha_l \exp(\gamma \ln u_l)} \tag{9}$$

ここで，α_iは選択肢の大きさを表すパラメータ

Anderson et al.も参考にしながら，式(9)をさらに整理すると，

$$s_i = \alpha_i \left(\frac{p_i}{p}\right)^{-\gamma} \tag{10}$$

ただし，

$$p = \left\{\sum_i \alpha_i (p_i)^{-\gamma}\right\}^{-\frac{1}{\gamma}} \tag{11}$$

また，効用の対数$\ln \tilde{u}_i$に関する最大値の期待値$\ln u$は，式(8)を用いると，

$$\ln u = E\left[Max(\ln \tilde{u}_i)\right]$$

$$= E\left[Max(\ln u_i + \ln \tilde{\varepsilon}_i)\right]$$

ここで，$\ln \tilde{\varepsilon}_i$はガンベル分布に従うため，ランダム効用理論より，

$$\ln u = \frac{1}{\gamma} \ln \sum_i \alpha_i \exp(\gamma \ln u_i) \tag{12}$$

上式をさらに整理すると次式が得られる．

$$u = \frac{y}{p} \tag{13}$$

4．マクロな効用最大化問題

（1）マクロ変数の定義

家計の総数をNとし，そのうち消費地iを選択する家計の数をN_iとする．このとき，消費地選択比率s_iを用いると次式が成り立つ．

$$N_i = s_i N \tag{14}$$

また，家計の消費x_i^kに家計の数N_iを乗じると，マクロな需要X_i^kを求めることができる．

$$X_i^k = x_i^k N_i \tag{15}$$

さらに，家計の所得に家計数を乗じた次のマクロ変数を定義する．

$$Y = yN \tag{16}$$

$$Y_i = yN_i \tag{17}$$

同様に，家計の効用に家計数を乗じた次のマクロ変数を定義する．

$$U = uN \tag{18}$$

$$U_i = u_i N_i \tag{19}$$

（2）マクロな均衡条件式

以上により，主体的均衡を表す条件式として式(4)～(6)，式(10)～(11)，式(13)～(19)が得られる．これをさらに整理すると，次の連立方程式が得られる．

$$U = \frac{Y}{p} \tag{20}$$

$$U_i = \alpha_i \left(\frac{p_i}{p} \right)^{-\sigma_L} U \tag{21}$$

$$X_i^k = \alpha_i^k \left(\frac{p_i^k}{p_i} \right)^{-\sigma_C} U_i \tag{22}$$

$$p = \left\{ \sum_i \alpha_i (p_i)^{1-\sigma_L} \right\}^{\frac{1}{1-\sigma_L}} \tag{23}$$

$$p_i = \left\{ \sum_k \alpha_i^k (p_i^k)^{1-\sigma_C} \right\}^{\frac{1}{1-\sigma_C}} \tag{24}$$

（3）マクロな効用最大化問題

他方で 2 階層の CES 型効用関数を用いた場合，消費者の効用最大化問題は次のように定義できる．

$$U = \left\{ \sum_i (\alpha_i)^{\frac{1}{\sigma_L}} (U_i)^{\frac{\sigma_L - 1}{\sigma_L}} \right\}^{\frac{\sigma_L}{\sigma_L - 1}} \to \max \tag{25}$$

$$\text{s.t.} \quad U_i = \left\{ \sum_k (\alpha_i^k)^{\frac{1}{\sigma_C}} (X_i^k)^{\frac{\sigma_C - 1}{\sigma_C}} \right\}^{\frac{\sigma_C}{\sigma_C - 1}}$$

$$\sum_i \sum_k p_i^k X_i^k \le Y$$

この最適化問題の一階の条件を求めると，式(20)～(24)が得られる．つまり，非集計行動モデルに基づく消費地選択から導出される均衡条件式は，マクロな視点から見ると，図-3 に示すような層化 CES 型効用関数を用いた効用最大化問題から導かれる均衡条件式と一致することになる．

５．通勤費用の考慮

（1）消費

３．の土地利用モデルでは通勤費用が明示的に考慮されていない．ところが，都市の土地利用モデルでは，家計は通勤費用と土地価格のトレードオフ関係の中で消費地選択を行うため，こうした通勤費用を明示的に考慮する必要がある．このとき，３．と同様に家計の効用関数として次の CES 型効用関数を仮定する．

$$u_i = \left\{ \sum_k (\alpha_i^k)^{\frac{1}{\sigma_C}} (x_i^k)^{\frac{\sigma_C - 1}{\sigma_C}} \right\}^{\frac{\sigma_C - 1}{\sigma_C}} \tag{26}$$

ここで，u_i ：効用，x_i^k ：消費財k の消費，σ_C ：代替弾性値，α_i^k ：スケール・パラメータ

また，家計は地域i を消費地として選択した場合，通勤のために通勤交通サービスを消費する必要があり，地域i では通勤交通サービスの価格がc_i であるとする．このとき，家計の予算制約式は次のようになる．

$$\sum_k p_i^k x_i^k + c_i x_i^t \le y \tag{27}$$

ここで，p_i^k ：消費財k の価格，c_i 通勤交通サービスの価格，x_i^t :通勤交通サービスの消費，y ：所得

空間経済学では CES 型関数と同時に氷塊輸送の仮定が用いられる．ここでは，一定の所得を得るためには一定回数の通勤を行う必要があり，そのために一定の通勤交通サービスを消費する必要があるものと仮定する．つまり，通勤交通サービスの消費を次のように仮定する．

$$x_i^t = \tau y \tag{28}$$

ここで，τ ：通勤交通サービスの消費と所得の係数（定数）

このとき，家計の予算制約式(27)は次のようになる．

$$\sum_k \bar{p}_i^k x_i^k \le y \tag{29}$$

ただし，

$$\bar{p}_i^k = \frac{p_i^k}{1 - c_i \tau} \tag{30}$$

つまり，通勤費用を考慮して消費財の価格 p_i^k をマークアップすればよいことになる．

式(29)を予算制約式として式(26)で表される効用を最大化する問題を解くと，次の一階の条件が得られる．

$$u_i = \frac{y}{p_i} \tag{31}$$

$$x_i^k = \alpha_i^k \left(\frac{\bar{p}_i^k}{p_i} \right)^{-\sigma_C} u_i \tag{32}$$

$$p_i = \left\{ \sum_k \alpha_i^k \left(\overline{p}_i^k \right)^{1-\sigma_C} \right\}^{\frac{1}{1-\sigma_C}} \tag{33}$$

$$\overline{p}_i^k = \frac{p_i^k}{1-c_i\tau} \tag{34}$$

式(31)～(34)と式(4)～(6)を比較すると，価格 p_i^k として式(34)で与えられる価格 $\overline{p}_i^k$ を用いること以外，全く同じであることがわかる．

（２）マクロな均衡条件式

また，４．と同様にマクロ変数を定義して，マクロな均衡条件式を考えると，次式が得られる．

$$U = \frac{Y}{p} \tag{35}$$

$$U_i = \alpha_i \left(\frac{p_i}{p} \right)^{-\sigma_L} U \tag{36}$$

$$X_i^k = \alpha_i^k \left(\frac{\overline{p}_i^k}{p_i} \right)^{-\sigma_C} U_i \tag{37}$$

$$p = \left\{ \sum_i \alpha_i \left(p_i \right)^{1-\sigma_L} \right\}^{\frac{1}{1-\sigma_L}} \tag{38}$$

$$p_i = \left\{ \sum_k \alpha_i^k \left(\overline{p}_i^k \right)^{1-\sigma_C} \right\}^{\frac{1}{1-\sigma_C}} \tag{39}$$

$$\overline{p}_i^k = \frac{p_i^k}{1-c_i\tau} \tag{40}$$

つまり，通勤交通サービスの消費について式(28)の仮定を設けることにより，マクロな需要関数は，基本的に通勤費用を考慮しない場合に導出される需要関数の構造をそのまま保ちながら，通勤費用を考慮して消費財の価格だけをマークアップして用いればよいことがわかる．

（３）マクロな効用最大化問題

さらに，この連立方程式を一階の条件に持つマクロな効用最大化問題を考えると，次のようになる．

$$U = \left\{ \sum_i \left(\alpha_i \right)^{\frac{1}{\sigma_L}} \left(U_i \right)^{\frac{\sigma_L - 1}{\sigma_L}} \right\}^{\frac{\sigma_L}{\sigma_L - 1}} \to \max \tag{41}$$

$$\text{s.t.} \quad U_i = \left\{ \sum_k \left(\alpha_i^k \right)^{\frac{1}{\sigma_C}} \left(X_i^k \right)^{\frac{\sigma_C - 1}{\sigma_C}} \right\}^{\frac{\sigma_C}{\sigma_C - 1}}$$

$$\sum_i \sum_k \overline{p}_i^k X_i^k \le Y$$

$$\overline{p}_i^k = \frac{p_i^k}{1-c_i\tau}$$

つまり，通勤交通サービスの消費について式(28)を仮定すると，通勤費用を考慮しない場合と同様に層化 CES 型効用関数を用いた効用最大化問題が定義できることがわかる．ただし，通勤費用を考慮して消費財の価格をマークアップしなければならないことがわかる．

６．土地サービス市場の考慮

（１）土地サービス市場

これまで同質な家計を仮定してきたが，一般に土地利用モデルでは従業地が異なる複数のタイプの家計が仮定される．また，土地サービスの競合性について分析するため，土地利用モデルでは土地サービスの取引市場が内生化される．そこで，これらの点を考慮しながら CES 型土地利用モデルを完成することにする．

以下では，従業地 $j(\in J)$ が異なる複数のタイプの家計を考える．また，消費財として土地サービス（$k = L$）とそれ以外の消費財（$k = N$）の 2 種類の消費財を考えることにする．このとき，それぞれのマクロな効用関数が層化 CES 型効用関数で表されるものとすれば，家計タイプを表わす添え字 $j(\in J)$ が付くこと以外，マクロな均衡条件式は式(35)～(40)と全く同じものとなる．他方で，不在地主を仮定し，それぞれの地域で土地所有者が供給する土地サービスを S_i であるとすると，土地サービス市場の需給均衡条件として次式が成り立つ．

$$\sum_j X_{ij}^L = S_i \tag{42}$$

（２）マクロな均衡条件式

したがって，土地サービス市場における需給均衡条件も考慮すると，マクロな均衡条件式として次の連立方程式が与えられる．

$$U_j = \frac{Y_j}{p_j} \tag{43}$$

$$U_{ij} = \alpha_{ij} \left(\frac{p_{ij}}{p_j} \right)^{-\sigma_j^L} U_j \tag{44}$$

$$X_{ij}^k = \alpha_{ij}^k \left(\frac{\overline{p}_{ij}^k}{p_{ij}} \right)^{-\sigma_j^C} U_{ij} \tag{45}$$

$$\sum_j X_{ij}^L = S_i \tag{46}$$

$$p_j = \left\{ \sum_i \alpha_{ij} \left(p_{ij} \right)^{1-\sigma_j^L} \right\}^{\frac{1}{1-\sigma_j^L}} \tag{47}$$

$$p_{ij} = \left\{ \sum_k \alpha_{ij}^k \left(\bar{p}_{ij}^k \right)^{1-\sigma_j^C} \right\}^{\frac{1}{1-\sigma_j^C}} \tag{48}$$

$$\bar{p}_i^k = \frac{p_i^k}{1 - c_{ij}\tau_j} \tag{49}$$

図-4 はこの均衡解の求め方を示したものである．今，土地サービスの価格 p_i^L を決めると，式(47)～(49)から価格変数を順に決めることができる．また，式(43)～(45)から数量変数も順に決めることができる．そのため，土地サービス市場の需給均衡条件 (46)が成り立つように土地サービス価格 p_i^L を決めれば，すべての変数を求めることができることになる．このとき，この土地利用モデルは通勤費用を考慮して消費財の価格をマークアップすること以外は層化 CES 型効用関数から導かれる消費モデルと全く同じ構造を持っている．したがって，この土地利用モデルの均衡解を求めるには，応用一般均衡モデルの開発に利用される層化 CES 型関数の数値計算プログラムがそのまま利用できることになる．

７．便益計測への応用

（1）家計の便益計測

CES 型土地利用モデルを用いると政策実施に伴う便益計測を行うことができる．例えば，都市交通施設整備によって通勤費用 c_{ij} が変化すると，連立方程式(43)～(49)を解いて新しい土地サービス価格 p_i^L を求めることができる．また，これに伴って家計の効用も変化することになるが，CES 型土地利用モデルを用いた場合，層化 CES 型効用関数を用いて家計のマクロな効用最大化問題が定義できることから，これに基づいて家計の等価変分や補償変分を求めることができる．つまり，層化 CES 型効用関数を仮定した場合，その支出関数は次のようになる．

$$E_j = p_j U_j \tag{50}$$

ここで，価格指標 p_j は式(47)～(49)で与えられる．

この支出関数を用いると等価変分 EV_j は次式により求めることができる．

$$EV_j = p_j^O U_j^W - p_j^O U_j^O$$

$$= \frac{U_j^W - U_j^O}{U_j^O} Y_j^O \tag{51}$$

ここで，U_j^k ：効用，p_j^k ：価格指標，Y_j^k ：所得，k ：状態（$k=O$ ：事前，$k=W$ ：事後）

また，補償変分 CV_j は次式により求められる．

$$CV_j = p_j^W U_j^W - p_j^W U_j^O$$

$$= \frac{U_j^W - U_j^O}{U_j^W} Y_j^W \tag{52}$$

（2）土地所有者の便益計測

他方で，政策実施に伴い土地サービスの価格が変化すると，土地サービスを供給する土地所有者の収入も変化することになる．このとき，土地所有者の収入 R_i は次式から求めることができる．

$$R_i = p_i^L S_i \tag{53}$$

したがって，政策実施に伴う土地所有者の収入の変化 ΔR_i は次のようになる．

$$\Delta R_i = \left(p_i^{L,W} - p_i^{L,O} \right) S_i \tag{54}$$

ここで，$p_i^{L,O}$ ：事前の土地サービスの価格，$p_i^{L,W}$ ：事後の土地サービスの価格

（3）CES 型土地利用モデルの利点

消費地選択行動をロジット型モデルで表わした土地利用モデルを用いて，家計の等価変分や補償変分を求めようとする研究はこれまでにも行われてきた．しかし，ロジット型モデルを用いた場合，家計の支出関数を求めることができないため，等価変分や補償変分の計測はどうしても複雑なものとならざるを得なかった．他方で，本研究で開発した CES 型土地利用モデルを用いた場合，層化 CES 型効用関数を用いて家計のマクロな効用最大化問題を定義することができ，その支出関数も式(50)により具体的に求めることができる．そのため，経済理論と完全に整合させながら，家計の等価変分や補償変分を比較的容易に求めることができるという利点を有している．また，その数値計算においても，CES 型土地利用モデルは層化 CES 型効用関数から導かれる消費モデルと全く同じモデル構造を持っているため，応用一般均衡モデルの開発に利用される層化 CES 型関数の数値計算プログラムがそのまま利用できるという利点を有している．