

地球温暖化ガス排出抑制のための 土地利用規制策の経済評価

武藤 慎一¹・高木 朗義²・上田 孝行³

¹正会員 博(工) 岐阜大学助手 工学部土木工学科 (〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1)

²正会員 博(工) 岐阜大学助教授 工学部土木工学科 (〒501-1193 岐阜県岐阜市柳戸 1-1)

³正会員 博(工) 東京工業大学助教授 工学部開発システム工学科 (〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1)

本研究では、地球温暖化ガスの排出抑制を目的とする土地利用規制策の有効性とその実施が諸経済活動に及ぼす影響の経済評価を行った。地球温暖化ガス排出抑制策においては、炭素税等の税政策が有効とされているが、ここでは土木工学分野の視点から、土地利用規制策を通して交通部門が発生させる温暖化ガスが抑制できないかを検討したものである。ここでは、筆者らが構築を行ってきた応用都市経済モデルの適用を試み、土地利用規制策が各主体の交通行動を含む諸経済活動および立地選択行動にどう影響を与えるのかについて分析を行うとともに、実証分析では岐阜都市圏を対象に土地利用規制策の有効性とその影響について数値計算より明らかとした。

Key Words : green house gas emissions, land use control, economic evaluation

1. 背景と目的

地球温暖化ガス排出抑制策の早急な実施は当面の重要な課題である。しかし、現在の状況は、いくつかの政策オプションが提示されているだけで、具体的な対策は遅々として進んでいない。この原因として、これまで政策の実施が経済活動に与える負の影響について十分な評価がなされず、政策に対して我々が何をどこまで負担すれば良いのかということが具体的には明らかにされてこなかったため、政策の実施に踏み切れなかったのではないかという点が挙げられる。政策の経済活動への負担とは、例えば本研究で対象とする土地利用規制策を実施した場合、人口や商業施設等があるゾーンに集中するという現象が生じる。これにより、まず当該ゾーンの地代が上昇することによる負担が生じる。また、当該ゾーンより発生する交通に関わる混雑が増すことによっても負担が生じる。このうち、交通への影響は、発生交通量の抑制による温暖化ガスの削減が期待されるが、その場合の住民の負担がいったいどれほどのものであるのかを明らかにすることも一方で重要と言える。もし、住民の負担を考えなかった場合、住民に過度の負担を負わせるような政策を選択するという誤った方向に向かう可能性があるためである。よって、現実問題として温暖化ガスの排出抑制策を

考えた場合、政策実施に伴う効果とともに住民の負担についても評価を行うことが肝要といえる。

本研究では、交通部門における地球温暖化ガス排出抑制策を対象とし、住民の負担を計量的に評価した上で、費用便益分析の枠組みで温暖化ガス排出抑制策の有効性を検討することを目的とする。ここでは、筆者らがこれまで構築を進めてきた応用都市経済(Computable Urban Economic: CUE)モデル¹⁾の適用を試みる。CUEモデルは、元々交通社会資本の整備効果を評価するために開発を行ったものであるが、それを温暖化ガス抑制策の評価に適用しようとしたものである。CUEモデルでは、交通行動を含めた各種の経済活動からなる個人行動のモデル化および立地選択行動を介して表現される都市構造の変化についても把握することができ、よって、政策が諸経済活動に対してどのような影響・負担を与えるのかが明らかにできる。そして、最終的にはそれらの影響を、社会資本整備評価における便益計測の概念を適用して、貨幣タームで評価することが可能である。また、CUEモデルは、岐阜都市圏の交通社会資本整備評価への適用も行っており、本研究においても現実的な政策の効果、影響について評価できると考えられる。

本研究では、温暖化ガス排出抑制策として土地利用規制策を取り上げる。通常、これらの政策には、

炭素税に代表される税政策の実施が有効とされている²⁾。それに関わらず、ここで土地利用規制を取り上げたのは、税政策の有効性を否定しようというのではなく、土木工学の立場から、都市計画上の重要な政策である土地利用規制を通して温暖化ガスの排出抑制が行えないかと考え、その有効性の検討を行うこととしたものである。

2. 応用都市経済(CUE)モデルの概要

(1) モデルの前提条件

本研究で用いる CUE モデルは、以下の前提条件に基づく。

- 1)ここでは、都市圏レベルの地域を対象とし、それは1個のゾーンに分割されているとする。
- 2)ゾーンには、家計、企業、建物開発者、不在地主が存在する(図-1)。なお、企業は、合成財企業と商業系企業からなるものとする。また、都市圏には一つの地方政府が存在するものとし、その政府が土地利用規制策を行う。
- 3)土地と建物は別個に取り引きされている。また、それぞれ居住用と業務用とを区別して扱う。
- 4)市場は、土地市場、建物市場からなるとし、それぞれ居住用と業務用とにわかれている。

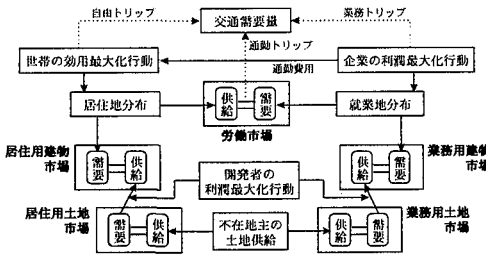


図-1 モデルの経済主体関係図

(2) 家計の行動モデル

家計は生産要素を提供することにより所得を得て、それを基に、自身の効用が最大化されるように合成財、建物、余暇の消費を行うものとする。ここで、財および余暇を消費する際には、商業系企業が提供するサービスを必要とするものとし、そのサービスを消費するために家計は交通トリップを発生させるとする。この交通トリップが自由トリップと解釈できる。なお、本研究では交通トリップについては、いずれも自動車交通のみを考えている。これら効用最大化行動を以下のように定式化する。ただし、効用関数は、線形対数型にて特定化した。

$$V_i^H = \max_{x_{Zi}^H, x_{Fi}^H, x_{Ti}^H, x_{Si}^H, l_i} \alpha_Z \ln x_{Zi}^H + \alpha_F \ln x_{Fi}^H + \alpha_T \ln x_{Ti}^H + \alpha_S \ln x_{Si}^H + \alpha_l \ln l_i \quad (1a)$$

$$\text{s.t. } x_{Zi}^H + p_{Fi}^H x_{Fi}^H + q_i^H x_{Ti}^H + p_S x_{Si}^H + w l_i = w \left[T - \frac{\sum_j n_{ij} t_{ij}}{N_i} \right] \quad (1b)$$

ただし、 V_i^H ：ゾーン*i*の家計の効用水準、 x_{Zi}^H ：価格を1とした合成財の消費量、 x_{Fi}^H ：居住用建物床消費量、 x_{Ti}^H ：自由トリップ消費量、 x_{Si}^H ：商業系企業サービス消費量、 l_i ：余暇消費量、 $\alpha_Z, \alpha_F, \alpha_T, \alpha_S, \alpha_l$ ：分配パラメータ($\alpha_Z + \alpha_F + \alpha_T + \alpha_S + \alpha_l = 1$)、 p_{Fi}^H ：居住用建物地代、 q_i^H ：自由トリップの一般化価格、 p_S^H ：商業系企業サービス価格(固定)、 w ：賃金率(固定)、 T ：総利用可能時間(固定)、 n_{ij} ：ゾーン*i*に居住しゾーン*j*で就業する家計数、 t_{ij} ：*ij*間の交通所要時間、 N_i ：ゾーン*i*の家計数。

式(1)を解くと、以下のように各財の消費量が求められる。

$$x_{Zi}^H = \alpha_Z \Omega_i, \quad x_{Fi}^H = \frac{\alpha_F}{p_{Fi}^H} \Omega_i, \quad x_{Ti}^H = \frac{\alpha_T}{q_i^H} \Omega_i, \\ x_{Si}^H = \frac{\alpha_S}{p_S} \Omega_i, \quad l_i = \frac{\alpha_l}{w} \Omega_i \quad (2)$$

ただし、 Ω_i ：家計の総所得 $\left(= w \left[T - \sum_j n_{ij} t_{ij} / N_i \right] \right)$ 。

式(2)を式(1)に代入することにより効用水準が求められる。

$$V_i^H = \ln \Omega_i - \alpha_F \ln p_{Fi}^H - \alpha_T \ln q_i^H - \alpha_S \ln p_S - \alpha_l \ln w + C \quad (3)$$

ただし、

$$C = \alpha_Z \ln \alpha_Z + \alpha_F \ln \alpha_F + \alpha_T \ln \alpha_T + \alpha_S \ln \alpha_S + \alpha_l \ln \alpha_l$$

式(3)は、家計の効用水準が所得 Ω_i 、居住用建物地代 p_{Fi}^H 、自由トリップの一般化価格 q_i^H の関数となることを表わしている。よって、包絡線の定理を適用すると効用水準の全微分形が以下のように求められる³⁾。

$$dV_i^H = \lambda \left[-x_{Fi}^H dp_{Fi}^H - x_{Ti}^H dq_i^H - w \sum_j \frac{n_{ij}}{N_i} dt_{ij} - w \sum_j t_{ij} d \left\{ \frac{n_{ij}}{N_i} \right\} \right] \quad (4)$$

ただし、 λ ：式(1)の最適化問題を解く際に用いたラグランジュ乗数。

式(4)は、家計の効用の変化分が、建物地代変化(第一項)、交通一般化価格変化(第二項)、通勤時間変化(第三項)、通勤分布変化(第四項)に分解されることを表している。

次に、家計は式(3)で求められたゾーンごとの効用水準を指標として、居住地のゾーン選択を行うものとする。これを、以下のような選択の基本公式⁴⁾として表される効用最大化問題により定式化する。

$$S^H = \max_{P_i^H} \left[\sum_i P_i^H V_i^H - \frac{1}{\theta^H} \sum_i \{P_i^H \ln P_i^H\} \right] \quad (5a)$$

$$\text{s.t. } \sum_i P_i^H = 1 \quad (5b)$$

ただし、 S^H ：家計の居住地選択における最大期待効用値、 P_i^H ：ゾーン*i*の居住地選択確率、 θ^H ：ロジットパラメータ。

式(5)を解くことにより、居住地選択確率が以下のようなロジットモデルにより与えられる。

$$P_i^H = \frac{\exp \theta^H V_i^H}{\sum_i \exp \theta^H V_i^H} \quad (6)$$

さらに、式(6)を式(5)に代入すると、最大期待効用値が求められる。

$$S^H = \frac{1}{\theta^H} \ln \sum_i \exp \theta^H V_i^H \quad (7)$$

(3) 企業の行動モデル

a) 合成財企業の行動モデル

合成財企業は、建物と業務トリップ、労働を投入して、生産技術制約の下で利潤が最大となるように生産を行っているものとする。なお、ここでは生産関数をコブ=ダグラス型技術により特定化した。

$$\Pi_i^M = \max_{x_{Fi}^M, x_{Ti}^M, L_i^M} \left[y_i^M - p_{Fi}^M x_{Fi}^M - q_i^M x_{Ti}^M - w L_i^M \right] \quad (8a)$$

$$\text{s.t. } y_i^M = \eta^M \left\{ x_{Fi}^M \right\}^{\beta_F^M} \left\{ x_{Ti}^M \right\}^{\beta_T^M} \left\{ L_i^M \right\}^{\beta_L^M} \quad (8b)$$

ただし、 y_i^M ：合成財生産量、 x_{Fi}^M ：業務用建物床投入量、 x_{Ti}^M ：業務トリップ投入量、 L_i^M ：労働投入量、 p_{Fi}^M ：業務用建物地代、 q_i^M ：業務トリップの一般化価格、 $\eta^M, \beta_F^M, \beta_T^M, \beta_L^M$ ：パラメータ。

式(8)を解くことにより、合成財企業が投入する建物床、業務トリップ、労働投入量が求められる。

$$x_{Fi}^M = \left[\frac{y_i^M}{\eta^M} \left\{ \frac{\beta_F^M q_i^M}{\beta_T^M p_{Fi}^M} \right\}^{\beta_T^M} \left\{ \frac{\beta_F^M w}{\beta_L^M p_{Fi}^M} \right\}^{\beta_L^M} \right]^{\frac{1}{\beta_F^M + \beta_T^M + \beta_L^M}} \quad (9a)$$

$$x_{Ti}^M = \left[\frac{y_i^M}{\eta^M} \left\{ \frac{\beta_T^M w}{\beta_L^M q_i^M} \right\}^{\beta_L^M} \left\{ \frac{\beta_T^M p_{Fi}^M}{\beta_F^M q_i^M} \right\}^{\beta_F^M} \right]^{\frac{1}{\beta_F^M + \beta_T^M + \beta_L^M}} \quad (9b)$$

$$L_i^M = \left[\frac{y_i^M}{\eta^M} \left\{ \frac{\beta_L^M p_{Fi}^M}{\beta_F^M w} \right\}^{\beta_F^M} \left\{ \frac{\beta_L^M q_i^M}{\beta_T^M w} \right\}^{\beta_T^M} \right]^{\frac{1}{\beta_F^M + \beta_T^M + \beta_L^M}} \quad (9c)$$

なお、式(9)中の供給関数は以下の通りである。

$$y_i^M = \left[\frac{\beta_F^M + \beta_T^M + \beta_L^M}{c_i^M} \right]^{\frac{\beta_F^M + \beta_T^M + \beta_L^M}{1 - (\beta_F^M + \beta_T^M + \beta_L^M)}} \quad (10a)$$

ただし、

$$c_i^M = \left[\frac{1}{\eta^M} \left\{ p_{Fi}^M \right\}^{\beta_F^M} \left\{ q_i^M \right\}^{\beta_T^M} \left\{ w \right\}^{\beta_L^M} \right]^{\frac{1}{\beta_F^M + \beta_T^M + \beta_L^M}} \left[x_{Fi}^M + x_{Ti}^M + L_i^M \right] \quad (10b)$$

式(9),(10)を式(8)に代入することにより、利潤関数が求められる。

$$\Pi_i^M = \Pi_i^M(p_{Fi}^M, q_i^M) \quad (11)$$

式(11)に包絡線の定理を適用することにより、利潤 Π_i^M の全微分形が導出される。

$$d\Pi_i^M = -x_{Fi}^M dp_{Fi}^M - x_{Ti}^M dq_i^M \quad (12)$$

b) 商業系企業の行動モデル

商業系企業は、家計が発生させる自由トリップの集中交通量により決定される商業サービス需要を満たすという制約の下でサービスの生産を行うものとする。その行動は、費用最小化問題により定式化する。ただし、生産活動には建物と業務トリップ、労働が投入されるものとした。なお、生産関数はコブ=ダグラス型技術により特定化した。

$$C_i^S = \min_{x_{Fi}^S, x_{Ti}^S, L_i^S} \left[p_{Fi}^S x_{Fi}^S + q_i^S x_{Ti}^S + w L_i^S \right] \quad (13a)$$

$$\text{s.t. } \eta^S \left\{ x_{Fi}^S \right\}^{\beta_F^S} \left\{ x_{Ti}^S \right\}^{\beta_T^S} \left\{ L_i^S \right\}^{\beta_L^S} = y_i^S = \zeta \cdot \sum_j x_{Tji}^H \quad (13b)$$

ただし、 x_{Tji}^H ：ゾーン*j*から*i*への自由トリップ数、 C_i^S ：商業系企業の生産費用、 x_{Fi}^S ：商業系企業業務用建物床投入量、 x_{Ti}^S ：商業系企業業務トリップ投入量、 L_i^S ：商業系企業労働投入量、 p_{Fi}^S ：商業系企業業務用建物地代、 q_i^S ：商業系企業業務トリップ一般化価格、 y_i^S ：商業サービス生産量、 $\eta^S, \beta_F^S, \beta_T^S, \beta_L^S$ ：パラメータ、 ζ ：自由トリップ集中量の商業サービス生産量換算係数。

式(13)を解くことにより、商業系企業が投入する建物床、業務トリップ、労働投入量が求められる。

$$x_{Fi}^S = \left[\frac{y_i^S}{\eta^S} \left\{ \frac{\beta_A^S q_i^S}{\beta_X^S p_{Fi}^S} \right\}^{\beta_X^S} \left\{ \frac{\beta_A^S w}{\beta_L^S p_{Fi}^S} \right\}^{\beta_L^S} \right]^{\frac{1}{\beta_A^S + \beta_X^S + \beta_L^S}} \quad (14a)$$

$$x_{Ti}^S = \left[\frac{y_i^S}{\eta^S} \left\{ \frac{\beta_X^S w}{\beta_L^S q_i^S} \right\}^{\beta_L^S} \left\{ \frac{\beta_X^S p_{Fi}^S}{\beta_A^S q_i^S} \right\}^{\beta_A^S} \right]^{\frac{1}{\beta_A^S + \beta_X^S + \beta_L^S}} \quad (14b)$$

$$L_i^S = \left[\frac{y_i^S}{\eta^S} \left\{ \frac{\beta_L^S p_{Fi}^S}{\beta_A^S w} \right\}^{\beta_A^S} \left\{ \frac{\beta_L^S q_i^S}{\beta_X^S w} \right\}^{\beta_X^S} \right]^{\frac{1}{\beta_A^S + \beta_X^S + \beta_L^S}} \quad (14c)$$

式(14)中の供給関数は以下の通りである。

$$y_i^S = \left[p_S \frac{\beta_A^S + \beta_X^S + \beta_L^S}{c_i^S} \right]^{\frac{\beta_A^S + \beta_X^S + \beta_L^S}{1 - (\beta_A^S + \beta_X^S + \beta_L^S)}} \quad (15a)$$

ただし、

$$c_i^S = \left[\frac{1}{\eta^S} \left\{ p_{Fi}^S \right\}^{\beta_A^S} \left\{ q_i^S \right\}^{\beta_X^S} \left\{ w \right\}^{\beta_L^S} \right]^{\frac{1}{\beta_A^S + \beta_X^S + \beta_L^S}} \left[x_{Fi}^S + x_{Ti}^S + L_i^S \right] \quad (15b)$$

式(14),(15)を式(13)の目的関数に代入することにより、生産費用 C_i^S が求められる。さらに、以下の式より利潤が求められる。

$$\Pi_i^S = p_S y_i^S - C_i^S(p_{Fi}^S, q_i^S) \quad (16)$$

式(16)に包絡線の定理を適用することにより、利潤 Π_i^S の全微分形が導出される。

$$d\Pi_i^S = p_S dy_i^S - x_{Fi}^S dp_{Fi}^S - x_{Ti}^S dq_i^S \quad (17)$$

式(17)の第一項は、商業系企業の生産量変化による影響を表している。この項が残るのは、式(13)のモデル化において、商業系企業はその生産を自らの意思で決定するわけではなく、自由トリップの集中交通量に応じて決定されたとしたためであり、外的な要因である自由トリップ集中量の変化による影響が残ったものである。

b) 企業の立地選択行動モデル

企業の立地選択行動は、先に示した家計の居住地選択行動と同様に定式化できる。ただし、家計のモデルでは効用水準を指標としていた部分を企業では利潤に置き換えて定式化する。なお、本研究では商業系企業のみが立地変更を行うものとする。その結果、その業務地選択確率は以下のように求められる。

$$P_i^S = \frac{\exp \theta^S \Pi_i^S}{\sum_j \exp \theta^S \Pi_j^S} \quad (18)$$

ただし、 P_i^S : ゾーン i の業務地選択確率、 Π_i^S : 商業系企業の利潤、 θ^S : ロジットパラメータ。

(3) 交通行動モデル

自由トリップ、業務トリップ、通勤トリップに関する交通行動モデルの定式化を示す。前節にて求められた家計の自由トリップ消費(式(2))、企業の業務トリップ消費(式(9b)、式(14b))は、正確にはゾーンごとの発生トリップを表している。ここでは、それら

に対し、目的地選択および経路選択行動の定式化を行う。まず、目的地選択については、以下のような数理最適化問題により定式化を行う。

$$S^D = \max_{P_{ij}^D} \left[\sum_j P_{ij}^D \{-q_{ij}^K\} - \frac{1}{\theta^D} \sum_j \left\{ P_{ij}^D \ln P_{ij}^D \right\} \right] \quad (19a)$$

$$\text{s.t. } \sum_j P_{ij}^D = 1 \quad (19b)$$

ただし、 P_{ij}^D : ゾーン j の目的地選択確率、 $q_{ij} = wt_{ij}$: ゾーン $i-j$ 間の自動車交通一般化価格、 t_{ij} : ゾーン $i-j$ 間の自動車交通所要時間、 θ^D : ロジットパラメータ。

式(19)を解くと、目的地選択確率が以下のようにロジットモデルにより求められる。

$$P_{ij}^D = \frac{\exp \left[\theta^D \cdot \{-q_{ij}^K\} \right]}{\sum_j \exp \left[\theta^D \cdot \{-q_{ij}^K\} \right]} \quad (20)$$

また、最大期待効用値は次のように求められる、これは式(1)におけるゾーン平均交通一般化価格とみなすことができる。

$$q_i = (S_i^D = 1) \frac{1}{\theta^D} \ln \sum_j \exp \left[\theta^D \cdot \{-q_{ij}^K\} \right] \quad (21)$$

式(21)の全微分形は以下のようになる。

$$dq_i = \sum_j \frac{\partial q_i}{\partial q_{ij}^K} dq_{ij}^K = w \sum_j P_{ij}^D dt_{ij} \quad (22)$$

次に、経路選択行動に対しては、利用者均衡原理に基づき定式化を行った。それは、以下のような数理最適化問題により記述される。

$$t_{ij}^{K*} = \min \sum_a \int_0^{x_{ij,a}^K} t_{ij,a}^K(s) ds \quad (23a)$$

$$\text{s.t. } \sum_r h_r^{ij} = x_{ij}^{ij}, h_r^{ij} \geq 0 \quad (23b)$$

ただし、 a : リンクを表す添字、 $t_{ij,a}^K$: リンク a の所要時間、 $x_{ij,a}^K$: リンク a の交通量、 h_r^{ij} : 経路 r の交通量。

式(23)にて求められる経路所要時間は任意の OD ペアにおいて全て等しいはずであるから、この経路所要時間がゾーン間所要時間 t_{ij} となる。

続いて、通勤トリップ分布の導出を示す。立地均衡モデルにおける式(6)および式(18)より、ゾーン i の家計数 N_i およびゾーン j の企業の従業者数 E_j がそれぞれ以下のように求められる。

$$N_i = P_i^H NT \quad (24a)$$

ただし、 NT : 総家計数 (固定)。

$$E_j = E_j^F + P_j^S E T^S \quad (24b)$$

ただし、 E_j^f ：合成財企業のゾーン j の従業者数(固定)、 ET^s ：商業系企業の総従業者数 (固定)。

通勤トリップは、家計数 N_i を発生交通、従業者数 E_j を集中交通と考えて、通常の分布交通量を求める問題として扱うこととする。そこで、二重制約型重力モデル⁵⁾を用いると以下のように通勤トリップ分布 n_{ij} が求められる。

$$n_{ij} = \mu_i N_i \cdot \nu_j E_j (q_{ij})^{-\rho} \quad (25a)$$

$$\mu_i = \frac{1}{\sum_j \nu_j E_j \cdot (q_{ij})^{-\rho}}, \nu_j = \frac{1}{\sum_i \mu_i N_i \cdot (q_{ij})^{-\rho}} \quad (25b)$$

ただし、 n_{ij} ：ゾーン i に居住しゾーン j にて就業する家計数、 q_{ij} ：ゾーン ij 間の平均交通一般化価格、 μ_i, ν_j ：調整パラメータ、 ρ ：パラメータ。

(4) 建物開発者の行動モデル

建物開発者は、資材 x_{Ki}^D と不在地主から提供された土地 x_{Li}^D を投入して、利潤最大化の下で建物供給しているとする。本モデルでは、建物を居住用と業務用とに区別してモデル化しているが、ここでは居住用建物の供給行動のみを示す。

$$\pi_i^{DH} = \max_{y_{Fi}^{DH}} \left[p_{Fi}^H y_{Fi}^{DH} - (p_{Li}^H x_{Li}^{DH} + p_K x_{Ki}^{DH}) \right] \quad (26a)$$

$$\text{s.t. } y_{Fi}^{DH} = \eta^{DH} \left\{ x_{Li}^{DH} \right\}^{\gamma_L} \left\{ x_{Ki}^{DH} \right\}^{\gamma_K} \quad (26b)$$

ただし、 y_{Fi}^{DH} ：居住用建物床供給量、 p_{Li}^H ：住宅用地代、 p_K ：資材価格(固定)、 η^{DH} ：効率パラメータ、 γ_L, γ_K ：比率パラメータ ($\gamma_L + \gamma_K < 1$)、 π_i^{DH} ：建物開発者の居住用建物供給における利潤。

式(26)を解くことにより、土地投入量、資材投入量が求められる。

$$x_{Li}^{DH} = \left[\frac{y_{Fi}^{DH}}{\eta^{DH}} \left\{ \frac{\gamma_L p_K}{\gamma_K p_{Li}^H} \right\}^{\gamma_K} \right]^{\frac{1}{\gamma_L + \gamma_K}} \quad (27a)$$

$$x_{Ki}^{DH} = \left[\frac{y_{Fi}^{DH}}{\eta^{DH}} \left\{ \frac{\gamma_K p_{Li}^H}{\gamma_L p_K} \right\}^{\gamma_L} \right]^{\frac{1}{\gamma_L + \gamma_K}} \quad (27b)$$

式(27)中の供給関数は以下の通りである。

$$y_{Fi}^{DH} = \left[p_{Fi}^H \frac{\gamma_L + \gamma_K}{c_i^{DH}} \right]^{\frac{\gamma_L + \gamma_K}{1 - (\gamma_L + \gamma_K)}} \quad (28a)$$

ただし、

$$c_i^{DH} = \left[\frac{1}{\eta^{DH}} \left\{ p_{Li}^H \right\}^{\gamma_L} \left\{ p_K \right\}^{\gamma_K} \right]^{\frac{1}{\gamma_L + \gamma_K}} \cdot \left[\left(\frac{\gamma_L}{\gamma_K} \right)^{\frac{\gamma_K}{\gamma_L + \gamma_K}} + \left(\frac{\gamma_K}{\gamma_L} \right)^{\frac{\gamma_L}{\gamma_L + \gamma_K}} \right] \quad (28b)$$

式(27),(28)を式(26)に代入することにより、利潤関数が求められる。

$$\pi_i^{DH} = \pi_i^{DH} \left(p_{Fi}^H, p_{Li}^H \right) \quad (29)$$

式(29)に包絡線の定理を適用すると、以下のように利潤 π_i^{DH} の全微分形が導出される。

$$d\pi_i^{DH} = y_{Fi}^{DH} dp_{Fi}^H - x_{Li}^{DH} dp_{Li}^H \quad (30)$$

なお、建物開発者は業務用の建物も供給するが、それは居住用のものと全く同様に式展開が可能であるためここでは省略する。ただし、業務用も含めた最終的な建物開発者の総利潤 Π_i^D の全微分形について、以下に示す。

$$d\Pi_i^D = d\pi_i^{DH} + d\pi_i^{DF} + d\pi_i^{DS} \quad (31)$$

ただし、 $d\pi_i^{DF}$ ：合成財企業への業務用建物供給による利潤変化、 $d\pi_i^{DS}$ ：商業系企業への業務用建物供給による利潤変化。

なお、重ねて述べるが $d\pi_i^{DF}$ 、 $d\pi_i^{DS}$ は、式(30)の $d\pi_i^{DH}$ と全く同様の形で求められる。

(5) 不在地主の行動モデル

不在地主は、家計、企業へ土地を供給し、地代収入による利潤を得る。その不在地主の土地供給関数を以下のように定式化する。ただし、ここでも居住用についてのみ示す。

$$y_{Li}^{LH} = \overline{y_{Li}^{LH}} \cdot \left(1 - \frac{\sigma_i^H}{p_{Li}^H} \right) \quad (32)$$

ただし、 $\overline{y_{Li}^{LH}}$ ：居住用土地供給可能面積、 σ_i^H ：パラメータ。

式(32)の () 内は 0~1 までの値をとるものとする。

式(32)では、不在地主が供給可能面積 $\overline{y_{Li}^{LH}}$ のうち何割を市場に供給するのかが決定される。さらに説明を加えると、式(32)において、地代が下落すると () 内の値が 0 に近づくため、土地供給量が減少し、地代が上昇すれば () 内の値は 1 に近づくため土地供給量が増加する。一般に、土地の供給は増加することはあっても減少することはないと考えられるが、ここでは住宅地だった場所が空き地や駐車場のような遊休地になる場合を想定したものである。また、後の土地利用規制策を考えた場合、式(32)の形が有効になることも、このような定式化を行った理由の一つである。

こうして不在地主は、式(32)にて求められる土地を提供して、地代収入を得る。よって、不在地主の利潤は以下ようになる。

$$\pi_i^{LH} = p_{Li}^H \cdot y_{Li}^{LH} \quad (33)$$

式(33)の全微分形は以下のとおりである。

$$d\pi_i^{LH} = y_{Li}^{LH} dp_{Li}^H + p_{Li}^H d\left\{y_{Li}^{LH}\right\} \quad (34a)$$

$$= y_{Li}^{LH} dp_{Li}^H + p_{Li}^H \left(1 - \frac{\sigma_i^H}{p_{Li}^H}\right) d\left\{\frac{y_{Li}^{LH}}{p_{Li}^H}\right\} + \frac{\sigma_i^H}{p_{Li}^H} y_{Li}^{LH} dp_{Li}^H \quad (34b)$$

式(34)は、不在地主の利潤変化が、地代の変化(第一項)、土地利用規制策を想定した場合の供給可能面積の減少による影響(第二項)、地代変化に伴う土地供給量変化(第三項)により表されることを示している。

なお、不在地主についても建物開発者同様、企業への提供分についても考慮する必要がある。しかし、その展開は家計のそれと同様であるためここでは省略することとし、最終的な不在地主の総利潤 Π_i^L の全微分形についてのみ示す。

$$d\Pi_i^L = d\pi_i^{LH} + d\pi_i^{LF} + d\pi_i^{LS} \quad (35)$$

ただし、 $d\pi_i^{LF}$ ：合成財企業への業務用土地供給による利潤変化、 $d\pi_i^{LS}$ ：商業系企業への業務用土地供給による利潤変化。

(6) 均衡条件

a) 立地均衡条件

家計の立地選択確率は式(6)にて表される。よって、立地均衡条件は以下になる。

$$NT = \sum_i N_i \quad (36)$$

ただし、 $N_i = P_i^H NT$ 。

また、商業系企業の業務地選択確率は式(18)にて表され、その立地均衡条件は以下になる。

$$ET^S = \sum_j E_j^S \quad (37)$$

ただし、 $E_j^S = P_j^S ET^S$ 。

合成財企業は立地を変更しないものとする。

b) 市場均衡条件

本モデルで明示的に扱われる市場は建物市場と土地市場である。これらは、それぞれ居住用と業務用とを区別してモデル化を行っており、市場均衡条件は以下のように表される。まず、建物市場については、居住用、業務用それぞれ以下になる。

$$y_{Fi}^{DH} \left(p_{Fi}^H, p_{Li}^H\right) = N_i \cdot x_{Fi}^H \left(p_{Fi}^H\right) \quad (38a)$$

$$y_{Fi}^{DM} \left(p_{Fi}^M, p_{Li}^M\right) = E_i^M \cdot x_{Fi}^M \left(p_{Fi}^M\right) \quad (38b)$$

$$y_{Fi}^{DS} \left(p_{Fi}^S, p_{Li}^S\right) = E_i^S \cdot x_{Fi}^S \left(p_{Fi}^S\right) \quad (38c)$$

土地市場については、以下のとおりである。

$$y_{Li}^{LH} \left(p_{Li}^H\right) = x_{Li}^{DH} \left(p_{Fi}^H, p_{Li}^H\right) \quad (39a)$$

$$y_{Li}^{LM} \left(p_{Li}^M\right) = x_{Li}^{DM} \left(p_{Fi}^M, p_{Li}^M\right) \quad (39b)$$

$$y_{Li}^{LS} \left(p_{Li}^S\right) = x_{Li}^{DS} \left(p_{Fi}^S, p_{Li}^S\right) \quad (39c)$$

ただし、 y_{Fi}^{DM} ：合成財企業に対する業務用建物床供給量、 y_{Fi}^{DS} ：商業系企業に対する業務用建物床供給量、 y_{Li}^{LM} ：合成財企業用業務土地供給量、 x_{Li}^{DM} ：合成財企業への業務建物供給のための土地投入量、 y_{Li}^{LS} ：商業系企業用業務土地供給量、 x_{Li}^{DS} ：商業系企業への業務用建物供給のための土地投入量。

式(38)、(39)の () 内は、それぞれの関数の価格変数を表している。

3. 土地利用規制策の影響と帰着構成表

ここでは、地球温暖化ガス排出抑制策として、土地利用規制策を取り上げる。これは、家計あるいは商業系企業の立地変更を規制することにより市街地の拡大を抑制し、過度な交通利用を防いで温暖化ガスの排出抑制を図るものである。改めて次章の事例研究において説明するが、本研究では、平成27年までに整備が計画されている道路ネットワークを対象として分析を行う。これらのネットワークが整備された場合、郊外部において交通利便性が上昇することは容易に想像でき、郊外部への住み替えも進むため、ますます交通利用が増大すると考えられる。このような事態に対し、土地利用規制が温暖化ガスの排出抑制という面でどれほどの効果があるのかを求めようというものである。

ここで取り上げる土地利用規制策は、CUEモデル内では式(32)の土地供給可能面積の値を操作することにより表現する。この供給可能面積への規制を介して、不在地主による土地供給を抑制することができる。その結果、規制対象ゾーンでは地代が上昇することとなり、これに反応して、改めて主体は立地変更するか否かを、式(6)、(18)の立地選択モデルにて決定するわけである。よって、土地利用規制政策が実施された場合、各経済主体は地代の上昇に直面するか、立地の変更をあきらめるか、いずれにしても何らかの負担を強いられることになる。

本章では、そのような主体の負担を、交通社会資本整備評価の際に用いられる便益定義の概念を適用して定量的に求める。さらに、それをいくつかの項目に分解することにより、その不便益が具体的には何によるものであるのかを明らかにする。ここでは、既存の便益計測モデルにしたがって、等価的偏差(EV)の概念を適用して不便益の計測を行う。なお、既存研究では、便益定義の際、ゾーンに依らず決定される非限定EV(NCEV)とゾーンごとに決定され

表-1 ゾーン*i* における帰着構成表

	家計	合成財企業	商業系企業	建物開発者	不在地主	合計
<i>i-j</i> 間所要時間変化(自由・業務トラップ)	$-N_i \cdot w \sum_j x_{Ti}^H P_{ij}^D dt_{ij}$	$-w \sum_j x_{Ti}^M P_{ij}^D dt_{ij}$	$-w \sum_j x_{Ti}^S P_{ij}^D dt_{ij}$			<i>A</i>
通勤時間変化	$-N_i \sum_j w \frac{n_{ij}}{N_i} dt_{ij}$					<i>B</i>
通勤分布変化	$-N_i w \sum_j t_{ij} d \left\{ \frac{n_{ij}}{N_i} \right\}$					<i>C</i>
商業系企業生産量変化		$p_s dy_i^S$				$p_s dy_i^S$
建物地代変化	$-x_{Fi}^H dp_{Fi}^H$	$-x_{Fi}^M dp_{Fi}^M$	$-x_{Fi}^S dp_{Fi}^S$	$y_{Fi}^{DH} dp_{Fi}^H + y_{Fi}^{DM} dp_{Fi}^M + y_{Fi}^{DS} dp_{Fi}^S$		0
地代変化				$-x_{Li}^{DH} dp_{Li}^H - x_{Li}^{DM} dp_{Li}^M - x_{Li}^{DS} dp_{Li}^S$	$y_{Li}^{LH} dp_{Li}^H + y_{Li}^{LM} dp_{Li}^M + y_{Li}^{LS} dp_{Li}^S$	0
土地利用規制による利用可能面積変化					<i>D</i>	<i>D</i>
地代変化による土地供給量変化					<i>E</i>	<i>E</i>
合計	$N_i \cdot ZCEV_i$	FEV_i	SEV_i	DEV_i	LEV_i	ZNB_i

$$A = -N_i \cdot w \sum_j x_{Ti}^H P_{ij}^D dt_{ij} - w \sum_j x_{Ti}^M P_{ij}^D dt_{ij} - w \sum_j x_{Ti}^S P_{ij}^D dt_{ij}, \quad B = -N_i \sum_j w \frac{n_{ij}}{N_i} dt_{ij}, \quad C = -N_i w \sum_j t_{ij} d \left\{ \frac{n_{ij}}{N_i} \right\}$$

$$D = p_{Li}^H \left(1 - \frac{\sigma_i^H}{p_{Li}^H} \right) d y_{Li}^{LH} + p_{Li}^M \left(1 - \frac{\sigma_i^M}{p_{Li}^M} \right) d y_{Li}^{LM} + p_{Li}^S \left(1 - \frac{\sigma_i^S}{p_{Li}^S} \right) d y_{Li}^{LS}, \quad E = \frac{\sigma_i^H}{p_{Li}^H} y_{Li}^{LH} dp_{Li}^H + \frac{\sigma_i^M}{p_{Li}^M} y_{Li}^{LM} dp_{Li}^M + \frac{\sigma_i^S}{p_{Li}^S} y_{Li}^{LS} dp_{Li}^S$$

るゾーン別 $EV(ZCEV)$ の二種類定義可能であるとされているが、本研究では、ゾーンごとでの政策による主体の不便益が、何に帰着するのかを明らかにすることに焦点を絞り、 $ZCEV$ による定義を用いて分析を進める。よって、式(3)のゾーンごとに決定される効用水準を用いると、規制に伴う家計の不便益 $ZCEV_i$ は以下のように定義される。

$$V_i^H(r_i^A, q_i^A, I_i^A + ZCEV_i) = [V_i^H]^B \quad (40)$$

ただし、添字 *A, B* : 政策無, 有を表す。

式(40)の $ZCEV_i$ は、支出関数を用いて書き換えることが可能である。

$$ZCEV_i = \int_{V_i^{H^A}}^{V_i^{H^B}} \frac{\partial e_i^H}{\partial V_i^H} dV_i^H \quad (41a)$$

$$= \oint_{A \rightarrow B} \frac{\partial e_i^H}{\partial V_i^H} \lambda \left[-x_{Fi}^H dp_{Fi}^H - x_{Ti}^H dq_i^H \right]$$

$$-w \sum_j \frac{n_{ij}}{N_i} dt_{ij} - w \sum_j t_{ij} d \left\{ \frac{n_{ij}}{N_i} \right\} \quad (41b)$$

ただし、 e_i^H : 支出関数。

式(41)の変形には、式(4)の効用関数の全微分形を用いた。また、式(41b)に式(22)を代入して、

$$ZCEV_i = \oint_{A \rightarrow B} \frac{\partial e_i^H}{\partial V_i^H} \lambda \left[-x_{Fi}^H dp_{Fi}^H - w \sum_j x_{Ti}^H P_{ij}^D dt_{ij} - w \sum_j \frac{n_{ij}}{N_i} dt_{ij} - w \sum_j t_{ij} d \left\{ \frac{n_{ij}}{N_i} \right\} \right] \quad (42)$$

が得られる。

式(42)は家計一人あたりの不便益であり、ゾーン全体で不便益を求めるためには、人口を乗じる必要がある。しかし、乗じる人口が立地変更前の人口か変更後の人口かという問題が出てくる。これについては、筆者らの既存研究⁹⁾において立地変更を考慮した便益評価についても検討を行っているが、ここで

は簡単化のため、立地変更後の人口を用いて分析を進める。また、ゾーン全体での不便益については、他の主体のそれも考慮する必要がある、ここでは企業、建物開発者および不在地主の利潤変化によって考慮する。以上の結果、ゾーン*i*の総不便益は以下のようになる。

$$ZNB_i = N_i \cdot ZCEV_i + FEV_i + SEV_i + DEV_i + LEV_i \quad (43)$$

ただし、 ZNB_i ：ゾーン別総便益、 FEV_i ：合成財企業の利潤上昇分、 SEV_i ：商業系企業の利潤上昇分、 DEV_i ：建物開発者の利潤上昇分、 LEV_i ：不在地主の利潤上昇分。

各企業の利潤変化分には、2章にて導出した各利潤関数の全微分形を用いると以下のようになる。

$$FEV_i = \oint_{A \rightarrow B} \left[-x_{Fi}^M dp_{Fi}^M - x_{Ti}^M dq_{Ti}^M \right] \quad (44a)$$

$$SEV_i = \oint_{A \rightarrow B} \left[p_s dy_i^S - x_{Fi}^S dp_{Fi}^S - x_{Ti}^S dq_{Ti}^S \right] \quad (44b)$$

式(44)に式(22)の交通一般化価格の全微分形を代入する。

$$FEV_i = \oint_{A \rightarrow B} \left[-x_{Fi}^M dp_{Fi}^M - w \sum_j x_{Ti}^M P_{ij}^D dt_{ij} \right] \quad (45a)$$

$$SEV_i = \oint_{A \rightarrow B} \left[p_s dy_i^S - x_{Fi}^S dp_{Fi}^S - w \sum_j x_{Ti}^S P_{ij}^D dt_{ij} \right] \quad (45b)$$

また、建物開発者の利潤変化分は、式(30)等により

$$DEV_i = \oint_{A \rightarrow B} \left[d\pi_i^{DH} + d\pi_i^{DM} + d\pi_i^{DS} \right] \quad (46a)$$

$$= \oint_{A \rightarrow B} \left[y_{Fi}^{DH} dp_{Fi}^{DH} - x_{Li}^{DH} dp_{Li}^{DH} + y_{Fi}^{DM} dp_{Fi}^{DM} - x_{Li}^{DM} dp_{Li}^{DM} + y_{Fi}^{DS} dp_{Fi}^{DS} - x_{Li}^{DS} dp_{Li}^{DS} \right] \quad (46b)$$

となる。そして、不在地主の利潤変化も、式(34)等を用いて以下のように求められる。

$$LEV_i = \oint_{A \rightarrow B} \left[d\pi_i^{LH} + d\pi_i^{LM} + d\pi_i^{LS} \right] \quad (47a)$$

$$= \oint_{A \rightarrow B} \left[y_{Li}^{LH} dp_{Li}^{LH} + p_{Li}^H \left(1 - \frac{\sigma_i^H}{p_{Li}^H} \right) dy_{Li}^{LH} + \frac{\sigma_i^H}{p_{Li}^H} y_{Li}^{LH} dp_{Li}^{LH} + y_{Li}^{LM} dp_{Li}^{LM} + p_{Li}^M \left(1 - \frac{\sigma_i^M}{p_{Li}^M} \right) dy_{Li}^{LM} + \frac{\sigma_i^M}{p_{Li}^M} y_{Li}^{LM} dp_{Li}^{LM} + y_{Li}^{LS} dp_{Li}^{LS} + p_{Li}^S \left(1 - \frac{\sigma_i^S}{p_{Li}^S} \right) dy_{Li}^{LS} + \frac{\sigma_i^S}{p_{Li}^S} y_{Li}^{LS} dp_{Li}^{LS} \right] \quad (47b)$$

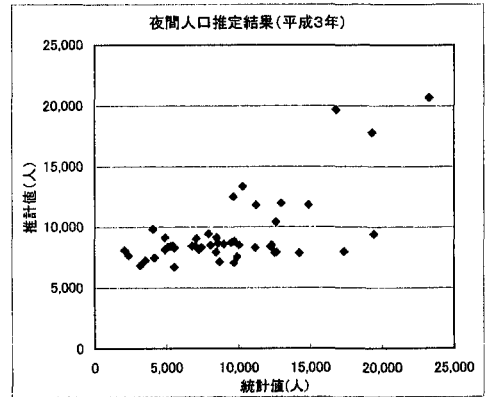
以上の結果を帰着構成表としてまとめたものが表-1である。なお、表-1の帰着構成表はゾーン*i*に着目したものである。表-1より、最終的なゾーン*i*における総不便益は、①自由、業務および通勤トリップにおける所要時間変化、②家計がどのゾーンへ通勤しているかという通勤分布の変化、③商業サービ

ス生産量の変化、④供給可能面積の変化、⑤地代変化に伴う土地供給量変化、の以上五項目による影響からなることがわかる。

4. 岐阜都市圏での土地利用規制策評価

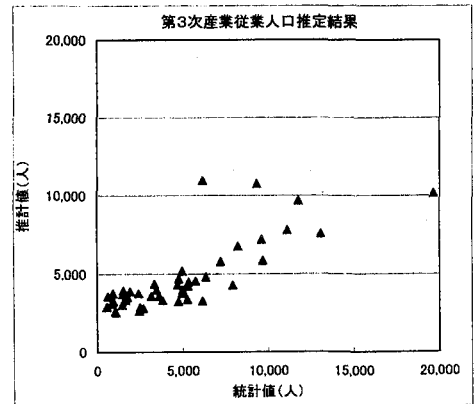
前章までで示した CUE モデルおよび土地利用規制策による社会経済への影響分析を踏まえ、実際に岐阜都市圏を対象として土地利用規制策の影響を計量的に評価する。

実際に、CUE モデルを用いて政策評価を行うためには、各関数のパラメータを決める必要がある。ここでは、1991年時点を基準年として収集したデータセットを作成し、交通行動モデルおよび立地選択モデルは最尤推定法により、また効用関数、生産関数はキャリブレーション手法を適用してパラメータ推



相関係数 = 0.6429
不一致係数 = 0.1746

図-2 家計居住人口の現況再現性



相関係数 = 0.8394
不一致係数 = 0.1928

図-3 商業系企業従業員人口の現況再現性

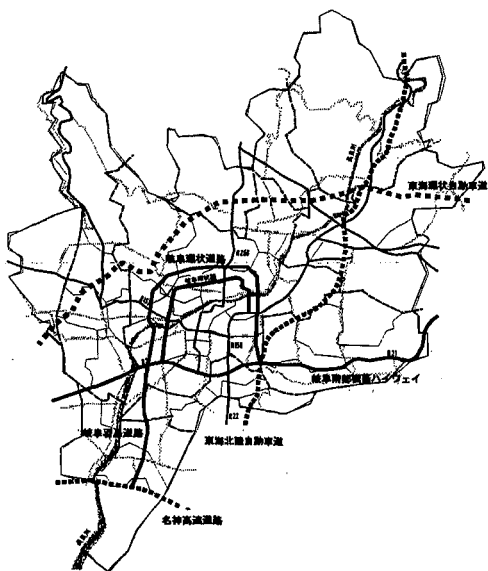


図-4 岐阜都市圏と土地利用規制対象エリア

定を行った。推定されたパラメータに基づく現況再現性について、紙面の都合上家計居住人口および商業系企業の従業人口の再現性を、それぞれ図-2、3に示す。この結果を見ると、特に家計の再現性が低い。これは、本モデルでは、立地選択の要因が、自動車交通に関わる利便性のみに依存する構造となっているためと考えられ、今後、公共交通の利便性や下水道等の生活社会資本整備レベル指標等の導入により、再現性を高めていく必要がある。

続いて、ここで想定したシミュレーション分析の概要を示す。ここでは、評価対象年を平成27年とした。ただし、この平成27年とは、現計画において平成27年に完了するとされている道路整備がなされた状態を想定するという意味である。

そこで、平成27年時点で計画されている道路整備事業について有無比較分析を行った後、それらの道路整備によって特に発生交通量が増加した地域に対する土地利用規制策の影響分析を行った。図-4に、対象とした岐阜都市圏とともに、平成27年時点で整備が計画されているものを含めた道路ネットワークと本シミュレーションで想定した土地利用規制策の対象エリアを示した。具体的な規制対象エリアは、岐阜市西部、北部および郊外西部地域であり、それらの地域における土地供給可能面積を、居住用、業務用ともに5%削減するという一律の条件の下で計算を行った。

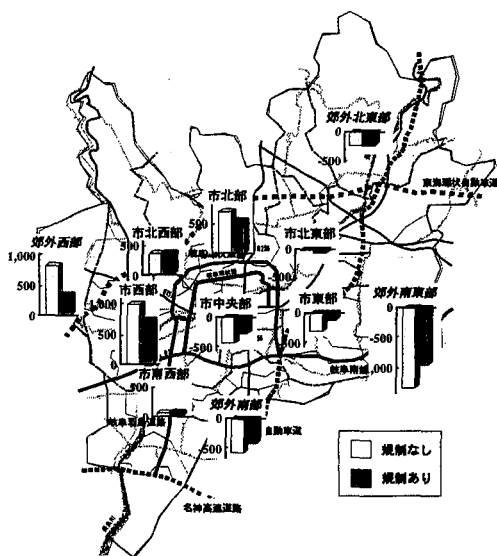


図-5 土地利用規制策による家計数の変化

CUEモデル適用の結果を図-5から8に示す。実際の数値計算では、岐阜都市圏を47ゾーンに分割して計算したが、結果についてはそれらを11の地域に集計化したものによって示す。

図-5には、平成27年時点の道路整備の有無による家計数の変化が、土地利用規制策の有無によってどう変わったのかを示した。まず、図中の規制なしとは、道路整備がなされ土地利用規制がかけられなかった場合を意味しており、純粋な道路整備による効果ということになる。これによれば、平成27年時点での道路整備により、岐阜市西部、北部、北西部および郊外西部にて家計数の増加が認められ、家計にとってはこれらの地域で大きな効果を受けていることがわかる。この結果より、図-4に示したようなエリアに対し土地利用規制をかけることとしたわけであるが、図-5の結果を見ると、道路整備による家計数の増加量が、土地利用規制をかけた地域でのみ減少していることがわかる。それより、家計に対する土地利用規制策は極めて有効に作用していることがわかる。

続いて、商業系企業への影響としてその従業者数の変化を図-6に示した。図の見方は図-5の家計のものと同様である。この結果では、土地利用規制をかけたエリア以外にも従業者数の増加が抑制される地域が認められ、家計の場合と異なる結果となっている。これは、CUEモデルにて行った商業系企業行動

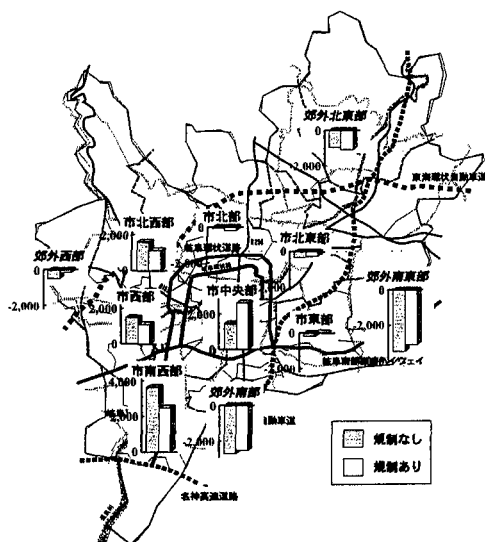


図-6 土地利用規制策による従業者数の変化

のモデル化に起因している。すなわち、本モデルでは商業系企業は家計の自由トリップの集中交通量に応じて生産を決定するものとした。図-5の結果を見ると、土地利用規制策の実施により、家計が大幅にその立地を変更させている。これより岐阜都市圏全体の交通分布が変わり自由トリップの集中交通量も変化すると考えられる。商業系企業は、このような家計の交通行動変化による影響を被り、土地利用規制が自らの立地選択に及ぼす影響よりその影響が強く作用してしまったものと考えられる。

図-7には、土地利用規制策実施に伴う不便益の計測結果を示した。これを見ると、商業系企業が被る不便益額が、他の主体のものと比較するとかなり大きいことがわかる。しかし、それらを岐阜都市圏全体で合計するとほとんどゼロとなってしまう。結局土地利用規制に伴う影響は、都市圏全体では、ほぼ家計のみに帰着することとなる。その不便益は、8.2(億円/年)となっている。

一方、本研究で想定した土地利用規制策が、地球温暖化ガスの排出抑制にどれほど貢献するのかについては、規制対象エリアにおいて1%強の発生交通トリップの抑制効果が認められた(図-8)。なお、これら郊外地域での発生トリップ抑制は、トリップ長の比較的長い交通を抑制するものと考えられる。そこで、まず数値計算の結果から得られる総走行時間より都市圏全体での自動車交通の総走行距離を推計した。そして、OECDより報告されている⁷⁾地球温暖化ガ

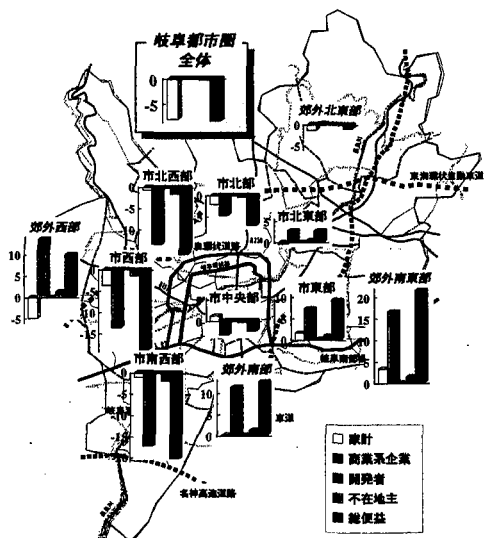


図-7 土地利用規制策による不便益計測結果

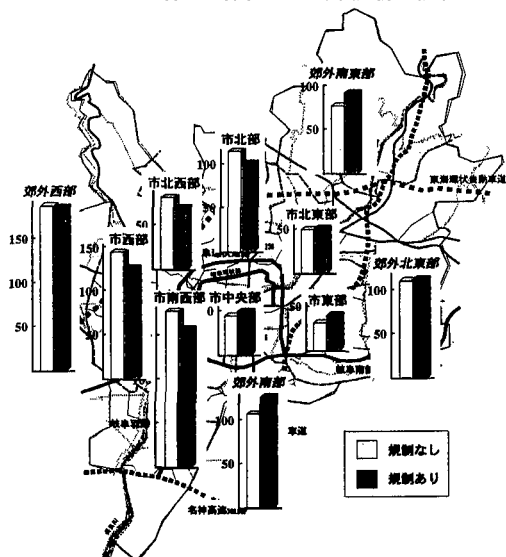


図-8 土地利用規制策による総トリップ発生量の変化

ス排出に伴う自動車交通の走行距離あたり環境被害原単位[0.52 円/km]を用いて、規制策の有無に対し被害額を算出し、その差額をもって規制による温暖化ガス排出抑制効果とした。それより、5.2(億円/年)の便益が発生する結果となった。

以上の結果では、土地利用規制から被る不便益の方が大きい結果となる。しかし当然ながらこれにより、直ちに土地利用規制策の有効性が否定されるわけではなく、あくまで本数値計算は本研究で一貫し

て分析を進めてきた土地利用規制策の経済的な影響が、数値上どの程度になるのかを示そうとしたものである。よって、温暖化ガス排出抑制のための、より効果的な土地利用規制策の実施方法については、設定条件を変えることによりさらに分析を行う必要がある。この点は、今後の課題としたい。

5. 結 論

本研究では、地球温暖化ガス排出抑制策を実施する上で、政策の実施に伴う社会経済への影響も考慮した総合的な観点から政策評価を行うことを目的に、応用都市経済モデルを用いた分析を行った。ここでは土地利用規制策に着目し、その有効性ととも、各経済主体の活動に与える影響について、立地選択行動および交通行動に及ぼす影響を中心に分析を行った。

その成果の一つは、表-1 にまとめた帰着構成表の作成である。そこでは、このような分析において従来から指摘されている交通所要時間変化による影響に加え、商業系企業が提供する商業サービス生産と不在地主の土地供給量の変化という供給側に起因する負担が、土地利用規制策の実施に伴い生じること明らかとなった。なお、これらの影響は実際の政策を考えた場合、各主体の立地均衡や市場均衡条件を介して決定されるものである。そこで、岐阜都市圏を対象に数値計算を行い、土地利用規制策が数値的にどの程度の影響すなわち不便益もたらすのかを明らかにした。

その結果、本計算で想定した土地利用規制策の下では、温暖化ガスの抑制に伴い5.2(億円/年)の便益が計上されるものの、市場経済に対しては8.2(億円/年)の不便益が生じることが示された。ただし、ここでは一パターンの土地利用規制策について数値計算を行ったに留まっている。今後は、さらにパターンを増やして分析を行うことで、より効果的な土地利用規制の実施方法について分析を行うことが必要といえる。

また、本分析は基本的に静学分析の枠組みである。数値計算において、平成27年時点を想定しているが、これは道路ネットワークが変化しただけで、他の条

件は変化しておらず、なおかつ土地利用規制策の有無比較分析においては、道路ネットワークも変化しないという条件下で計算を行っている。しかし、このような枠組みの下でも、政策が市場経済に及ぼす影響について、どのような項目から成るのか、さらにそれらが数値的にはどの程度のものであるのかを明らかにできた点で意義があったと考えている。ただし、今後他の外的要因等によりダイナミックに変化していく都市構造を考えると、動学分析への拡張が重要な課題となる。

また、ここでは、土地利用規制のみに焦点を絞って分析を進めたが、冒頭でも触れた炭素税等の税制策、あるいは公共交通整備によるモーダルシフト、低公害車の普及など、現在、環境対策において検討されている政策は多岐にわたっている。よって、それらの政策の効果・影響あるいはそれらの政策と土地利用規制策とを組み合わせた場合の効果・影響についても検討していくことも同様に必要なである。

【謝辞】

(財)岐阜総合研究所田口博司研究員には、データ収集において多大なご協力を頂いた。また、本研究を遂行するあたり、第3回中京都市圏・東三河都市圏パーソントリップ調査データを用いており、関係機関のご理解、ご協力を頂いた。また、本研究は、科学研究費補助金・基盤研究(B)[課題番号:11555137]による研究成果の一部であり、ここに記して感謝の意を表する次第である。

【参考文献】

- 1) 武藤慎一・秋山孝正・高木朗義(2001):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,日本交通学会, pp.205-214.
- 2) 金本良嗣(2001):自動車税制と環境政策,高速道路と自動車, Vol.44, No.7, pp.7-13.
- 3) 森杉壽芳(1997):社会資本整備の便益評価,勁草書房, pp.13-41.
- 4) 宮城俊彦(1995):ネスティド・エントロピーモデルとその応用,土木計画学研究・講演集 No.18(2), pp.163-166.
- 5) 森杉壽芳・宮城俊彦(1996):都市交通プロジェクトの評価—例題と演習—,コロナ社.
- 6) 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.
- 7) OECD/ECMT(1994): Internalizing the Social Cost of Transport, OECD Publications Service.

Economic Evaluation of Land Use Control to Reduce Green Houses Gas Emissions

Shinichi MUTO, Akiyoshi TAKAGI, Taka UEDA

In this paper, we evaluated the both of rationality and economic impacts of the land use control to reduce the Green House Gas (GHG) emissions. Though the tax policies, as carbon taxation, are said to be effective among the GHG emission control policies, we picked up the land use control from a position of civil engineering and evaluated the GHG emissions reduced effects through the operation of the land use control. We analyzed what impacts the land use control gave for the agents' economic activities or location choice behavior by using the computable urban economic model that we have developed. In case study, we clarified numerically the effects and impacts of the land use control at Gifu urban area through the simulation analysis.