



RIETI Discussion Paper Series 05-J-016

都心の容積率緩和の費用便益 ITSによる混雑料金を考慮に入れた分析

八田 達夫
経済産業研究所

久米 良昭
那須大学

唐渡 広志
富山大学



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所
<http://www.rieti.go.jp/jp/>

都心の容積率緩和の費用便益 ITSによる混雑料金を考慮に入れた分析

2005年3月

八田達夫

国際基督教大学教養学部国際関係学科
経済産業研究所ファカルティフェロー

久米良昭

那須大学都市経済学部

唐渡広志

富山大学経済学部

要 旨

都市生産の基盤である都心のオフィスビジネスには集積の利益がある。このため、都心のオフィスビルの容積率を緩和して、都心におけるオフィス集中を促進すると、都心の生産性が高まる。その一方で、オフィスビルの都心集中は、交通の混雑を引き起こす。

この混雑を抑制するため、現行では都心の容積率が規制されている。ただしこの混雑抑制手段は、都心の集積を妨げ、生産性を下げるという副作用を持っている。

都心の生産性の犠牲をより少なくして混雑を抑制する方法がある。①都心の居住用ビルの容積率を増大させて都心居住を促進し、その分通勤鉄道客を減らす方法と、②ITSを用いたロードプライシングを用いて、道路混雑を解消する方法である。副作用の少ないこの2つの混雑抑制手段を同時に行うことで、都心の土地の現状より有効な利用を図ることができる。

本研究は、(1)東京都心の居住用およびオフィス用の容積率緩和と(2)環状自動車道のロードプライシングとを併用した政策パッケージによる費用便益分析を行う。分析結果によると、23区全体において、現状の床面積を20%だけ増やすような容積率緩和をおこなった場合、便益(現在価値で評価した地価上昇金額)から費用(混雑時間費用増加額)を差し引くと約2兆円の純便益が得られる。

はしがき

都市生産の基盤である都心のオフィスビジネスには集積の利益がある。このため、都心のオフィスビルの容積率を緩和して、都心におけるオフィス集中を促進すると、都心の生産性が高まる。

しかし、オフィスビルの都心集中は、交通の混雑を引き起こす。この混雑を抑制するため、現行では都心の容積率が規制されている。ただしこの混雑抑制手段は、都心の集積を妨げ、生産性を下げるという副作用を持っている。

都心の生産性の犠牲をより少なくして混雑を抑制する方法がある。①都心の居住用ビルの容積率を増大させて都心居住を促進し、その分通勤鉄道客を減らす方法と、②ITSを用いたロードプライシングを用いて、道路混雑を解消する方法である。副作用の少ないこの2つの混雑抑制手段を同時に行うことで、都心の土地の現状より有効な利用を図ることができる。

この観点から、本研究は、①東京都心のオフィス用容積率緩和を行う一方で、②居住用の容積率緩和と③環状自動車道のロードプライシングとを同時に行う政策パッケージの費用便益分析を行う。

具体的には次の手順で分析する。

まず東京都心の特定の地区を選んで、オフィスビルの容積率緩和を行う場合の就業者の伸びを予測する。なお、この地区での就業者の流入は容積率緩和の結果すべて都市外から流入してくると想定する。

次に、オフィスビルの増加によって発生する就業者の増加をちょうど吸収する分だけ居住用ビルの容積率を同地区で緩和するものとする¹。

しかし容積率緩和のこの組合せは、道路交通を増やすため、ITSを用いたロードプライシングにより混雑料金を課金することを前提としても、混雑が発生する。その混雑費用を予測する。

さらに、唐渡・八田（2003）の方法によって、個票データに基づく家賃情報から算出したオフィス賃料関数と、住宅建設コストのデータから、就業者の増大がもたらす東京の各地点における地価の上昇を予測する。

最終的には、混雑費用の予測値と地価上昇予測値を用いて、容積率の緩和によって発生するオフィス集積の純便益を計測する。

容積率緩和の対象地区および方法は、次の2つである。

第1は、東京23区全体のオフィスビル容積率を20%上昇させ、その結果生じた居住人口の増大が当該区に居住すると想定した場合である。この場合は、極端に大きな就業者数の増大(140万人)を都心で発生させるため、混雑費用が大きく増える。しかも都心とは必ずしもいえない地区でビルを増やしてしまうので、全体的な生産性向上があまり望めないケースである。したがって、容積率緩和が負の費用便益差生む可能性が高い状況で、どのような結果が導かれるかに

¹ このような居住用ビルの容積率緩和は、オフィスビル容積率緩和がもたらす通勤鉄道混雑効果を0にし、道路混雑を最大化する。本稿では、混雑コストとして道路混雑のみを算出するから、ここで設けた道路混雑を最大化する前提は、純便益を少なめに算定するものである。言い換えると、本稿は最小限の純便益を示すものである。

注目する。

第2に、都心の大手町、内幸町、丸の内地区で容積率を集中的に20%まで増やしたケースである。

念のため、前もって明確にしておくが、本稿においては、容積率、充足率の内生的決定の企ては行わない。また、一般的な容積率緩和の居住用とオフィス用への内生的な分配比率決定は、分析の対象外とする。さらに、街路交通の発生とその効果分析は別途行っているため、本稿には含めない。

本稿の構成は次の通りである。

第1節は、容積率緩和の就業者増及び夜間人口増の分析と方法論を示す。第2節は、人口増がもたらす地価上昇を分析する。第3節では、第1節で示された交通量の増大が速度をどれだけ落とし、交通量をどれだけ増やし、混雑費用をどれだけ増大させるかを23区全体の容積率増大のケースについて分析する。第4節では、オフィス集積の便益から第2節の結果を差し引いて費用便益分析を行う。ここではまず23区全体の容積率緩和のケースを、次に都心に集中して、大手町・丸の内地区で容積率緩和を行ったケースについて分析を行う。

付論では、容積率緩和による土地利用拡大の効果分析を、この分析にどのように取り込んで発展させるかを論ずる。

1. 容積率規制緩和による労働者分布の変化

特定地区で外生的にオフィス・スペースの供給が増えた時、都市の労働者分布や都市全体の生産性は次のようなメカニズムで変化する。たとえばある地区でビルの建て増しが行われ床面積が増えると、これまでの雇用量のもとでは労働の限界生産性が上昇する。したがってその地区の労働需要は増大し、都市全体の賃金を引き上げ、他の地区からの労働者の放出を促す。最終的には新しい賃金のもとで床面積供給が増大した地区の労働者数が増え、他の地区の労働者数が減って均衡が達成される。

このように、容積率規制の緩和による労働者分布や生産性の変化を定量的に捉えるためには、都市に立地するオフィスの生産技術を推定する必要がある。以下では、オフィス生産関数を推定し、労働者分布の変化を計測するための手法について述べる。

1.1 オフィスビル開発と企業立地

オフィスビル開発業者の行動

ビル開発において、容積率規制の水準が指定されている規制下で、資本と敷地面積を投入してオフィスビル（床面積）を建設する業者の行動を考える。開発業者の生産関数は資本と敷地面積の投入に関して1次同次であるものと仮定しよう。敷地面積あたりの床面積生産関数を次のように書くことができる。

$$q = q(k)$$

ただし、 q は敷地面積あたり床面積（容積率）、 k は資本－土地比率である。

開発業者は市場で決まる資本のレンタル価格 i 、地代 r に直面しており、ビルの賃貸によって床面積あたり R の賃料収入を得る。規制された所与の指定容積率 \bar{q} のもとで、 (q, k) を選択するビル開発業者の利潤最大化問題は次のように描写することができる。

$$\begin{aligned} \max_{q, k} & Rq - ik - r \\ \text{s.t.} & q(k) = q, \text{ and } q \leq \bar{q} \end{aligned}$$

対応する制約付最適化問題におけるラグランジュ乗数を (λ_1, λ_2) とおくと次の最適化条件が得

られる。

$$\begin{aligned}(R - \lambda_2)q_k(k) &= 1, \\ q(k) &= q, \\ q - \bar{q} &\leq 0, \\ \lambda_2(q - \bar{q}) &= 0\end{aligned}$$

ただし、 $q_k(k) = dq/dk$ である。 $\lambda_2 > 0$ のとき、指定容積率 \bar{q} は拘束的($q = \bar{q}$)であり、このとき開発業者は規制の水準限度の床面積を供給するため、 $q(k) = \bar{q}$ が成立し、資本-土地比率 k は指定容積率 \bar{q} によって一意に決まる。また、 $\lambda_2 > 0$ であるから $Rq_k(k) < 1$ が成立する。 $\lambda_2 = 0$ のとき容積率規制は拘束的でないので資本-土地比率 k は指定容積率とは無関係に決まり、

$$Rq_k(k) = 1$$

が成立する。以上よりビル開発業者の資本-土地比率需要について次が成立する。

$$k = \begin{cases} k(\bar{q}) & \text{規制が拘束的なとき} \\ k(R, 1) & \text{規制が非拘束的なとき} \end{cases}$$

市場が競争的ならば、開発業者の利潤がゼロになるところで均衡が達成される。すなわち、

$$r = \begin{cases} R\bar{q} - \iota k(\bar{q}) & \text{規制が拘束的なとき} \\ Rq(k(R, 1)) - \iota k(R, 1) & \text{規制が非拘束的なとき} \end{cases}$$

となる。事業所用に土地を開発しない場合の地代を r^A とすると、地主は $r \geq r^A$ のとき開発業者に土地を賃貸することで土地市場の取引が成立し、 $r < r^A$ のときにはそれ以外の用途に土地が用いられるので、地主は r^A の収益を得る。

企業の立地行動

企業が立地の対象として選ぶ都市の CBD（中心的業務地区）が J 個の格子状の区画で与えられているものとしよう。立地点によって業務の効率性に差異があることを想定してオフィス・スペース s 、労働 n を投入して y を生産する代表的企業のオフィス業務生産関数は、地区 j において

$$y_i = F^j(s, n), (j=1,2,\dots,J)$$

となる。具体的には、実効単位で測った労働力 ℓ がそれぞれの地区によって異なる生産技術を考えて次のようにオフィス業務生産関数を定義する。

$$y_i = F(s, \ell_j), (j=1,2,\dots,J) \quad (1)$$

ここで、地区 j に立地した企業の実効労働力を

$$\ell_j = v_j n \quad (2)$$

と定義しよう。 v_j は地区 j に立地した企業の労働の効率性指標である。実効労働力は雇用量に立地した地区における効率性指標を乗じたものとして定義される。

一般に企業間の取引や情報交換などは対面的な接触によってなされる場合が多い。他の企業との対面的な接触が重要であると考えれば、多数の企業が集積する地点やそのような場所へのアクセスが便利な地点に立地することで、移動に要する時間費用が節約できるので労働者の業務効率は改善される。同じ雇用量でもそれぞれの地区における集積の経済効果によって業務効率が異なることを次の効率性指標関数を用いて表現する。

$$v_j = v(N_j, M_j) \quad (3)$$

ただし N_j は地区 j の集計された労働者数であり (n は個々の企業の雇用量)、 M_j は地区 j 以外の労働者数を任意の地区 k までの移動時間距離 d の δ 乗で割り引いたものをすべての地区について合計したもの (ポテンシャル) として定義している。すなわち都市全体の労働者数と近接性が労働効率を高めることを想定して、

$$M_j = \tilde{M}(N_1, N_2, \dots, N_{j-1}, N_{j+1}, \dots, N_J) = \sum_{k \neq j}^J \frac{N_k}{d_{jk}^\delta}, (j=1,2,\dots,J)$$

と定義する。 M_j は自地域の労働者数 N_j を含まないものとして定義されている。すなわち、地

区内部の移動時間と地区間の移動時間は質的にも異なるものと考えて N_j と M_j を明確に区別している。ただし、上述の議論より

$$\frac{\partial v_j}{\partial N_j} > 0, \frac{\partial v_j}{\partial M_j} > 0$$

を仮定する。

個々の企業は市場オフィス賃料 R と賃金率 W に直面しており、 $v(N_j, M_j)$ を所与として費用最小化行動によりスペース s と雇用量 n を決定するものとしよう。(1), (2), (3)を用いて次のように問題を書くことができる。

$$\begin{aligned} \min_{s, n} \quad & R_j s + W n \\ \text{s.t.} \quad & F(s, v(N_j, M_j), n) = y \end{aligned} \tag{4}$$

この問題の解関数から間接目標関数である単位費用関数は次のように定義できる。

$$R_j \frac{s(R_j, W, v(N_j, M_j), y)}{y} + W \frac{n(R_j, W, v(N_j, M_j), y)}{y} = c(R_j, W, v(N_j, M_j))$$

市場は競争的で企業数は十分多いものとしよう。この場合自由参入の結果達成される利潤はどこに立地しても 0 になる。すなわち競争によって単位費用関数は財価格に等しくなる。財価格を 1 にするとき、

$$c(R_j, W, v(N_j, M_j)) = 1 \tag{5}$$

が成立する。もし (W, N_j, M_j) が与えられたとき(5)の等式が成り立っていなければ、この地区のオフィス床面積への需給ギャップを解消するようにオフィス賃料が調整される。例えば、この地区の集計的労働者数が増加すると業務効率が改善し、より低廉な費用で生産できるので、オフィス賃料が上昇しなければならない。これを R_j について解くと、次の付け値賃料関数が定義できる。

$$R_j = R(W, v(N_j, M_j)) \tag{6}$$

(6)式は、市場オフィス賃料とゼロ利潤で企業が支払いうる付け値賃料とが等しいことを示している。このとき次が成立する。

$$\frac{v_j}{R_j} \frac{\partial R_j}{\partial v_j} = \frac{Wn}{R_j s} \quad (\equiv \zeta_j) \quad (7)$$

すなわち、労働の効率性が1%変化したときのオフィス賃料の変化率は、二つの要素費用の比に等しいことを示している²。この関係性は後の節で用いる。

1.2 市場均衡と容積率緩和

ある特定地区で外生的にオフィス・スペースの供給が増えた時、都市全体の生産性がどれだけ上昇するかを示そう。これを考えるには、新しい均衡がどう達成されるかをみななければならない。たとえばある地区で様々なビルで建て増しが行われ床面積が増えると、これまでの雇用量のもとでは労働の限界生産性が上昇する。したがってその地区の労働需要は増大し、都市全体の賃金を引き上げ、それが他地区からの労働者の放出を促す。最終的には新しい賃金のもとで床面積供給が増大した地区の労働者数が増え、他の地区の労働者数が減って均衡が達成される。ただし、この地区以外のすべての地区における労働の生産性が必ず減少するわけではなく、床面積供給が増大した地区の周辺では集積効果による外部性あるために労働生産性が上昇する場合もある。

市場均衡

以上のことを分析するために、オフィスの建設と立地を統合して、労働市場およびスペース市場の需給均衡を考える。ここで以下の仮定をおく。

仮定 1. 都市外部からこの都市への労働人口の流入は自由であり、全国水準の賃金率 W^* を所与とする。

仮定 2. 資本の移動は完全に自由であり、全国水準のレンタル価格 r^* を所与とする。

仮定 3. オフィスビルの開発業者は同質的であり、床面積はそれぞれの地区において集計的に生産される。

² 集積の経済がある地区のオフィス賃料に与える効果は、明らかに外生的であることがこの定式化からわかる。しかしながら、都市全体で集計を行った場合には、都市レベルでの収穫逓増現象が観察される場合もある。唐渡(2002)の実証研究では、都市全体の付加価値で測ると雇用量1%の増大に対して、0.073%の集積効果が存在することが示されている。

仮定 4. それぞれの地区で利用可能な敷地面積は一定で、便宜上 1 に等しい。したがって、任意の地区 j において床面積供給量は容積率 q_j に等しい。

(4)の費用最小化問題における二つの解関数の比から、一人あたり床面積需要は

$$\tilde{s}_j = \tilde{s}(R_j, W, N_j, N_j) = \frac{s(R_j, W, v(N_j, M_j), y)}{n(R_j, W, v(N_j, M_j), y)} \quad (8)$$

と書くことができる。企業がゼロ利潤で需要する一人あたりスペースは付け値賃料(6)式を(8)式に代入することによって得られる。これを

$$\tilde{s}_j = \tilde{s}(W, N_j, N_j) \quad (9)$$

と表そう。このとき、地区 j におけるオフィス・スペースの集計需要は $N_j \tilde{s}_j$ と表現できる。また、供給は規制が拘束的などとき $q = \bar{q}$ であり、非拘束的などとき $q_j = q(R(W, v(N_j, M_j)), W^*)$ である。いま、 J 個の区画のうち $j = 1, 2, \dots, B$ の区画において規制が拘束的で、 $B+1, B+2, \dots, J$ の区画において非拘束的であるものとし、 $B \leq J$ かつ少なくとも一つの区画で規制が拘束的であるものとしよう。

このとき、地区オフィス・スペース・スペースの集計需要は $N_j \tilde{s}_j$ と表現できる。また、供給は規制が拘束的などとき $q = \bar{q}$ であり、非拘束的などとき $q_j = q(R(W, v(N_j, M_j)), \iota)$ である。いま、 J 個の区画のうち $j = 1, 2, \dots, B$ の区画において規制が拘束的で、 $B+1, B+2, \dots, J$ の区画において非拘束的であるものとし、 $B \leq J$ かつ少なくとも一つの区画で規制が拘束的であるものとしよう。このとき、仮定より $W = W^*$ および $\iota = \iota^*$ であるから、地区 j のオフィス・スペースの需給均衡は

$$N_j \tilde{s}(W^*, N_j, N_j) = \begin{cases} \bar{q}_j & (j = 1, 2, \dots, B) \\ q(R(W^*, v(N_j, M_j)), \iota^*) & (j = B+1, B+2, \dots, J) \end{cases} \quad (10)$$

となる。(10)式における J 本の方程式システムから内生変数 (N_1, N_2, \dots, N_J) が決まる。すなわち、規制が実効的な地区における指定容積率のベクトル $\bar{q}^B = (\bar{q}_1, \bar{q}_2, \dots, \bar{q}_B)'$ を所与とするとき、

$$N_j^* = N^j(\bar{q}^B, W^*, \iota^*)$$

によって解が特徴づけられる。これらの解が決まれば、オフィス賃料、一人当たりオフィス・スペース、オフィス供給量および地代も自動的に決定される。

労働者分布の変化

任意の地区における指定容積率水準の規制緩和が労働者数の分布にどのような効果を与えるかを調べるために、(10)式を全微分して、次の連立方程式を考える。

$$\hat{N}_j + (1 - \Gamma_j) \sum_{m=1}^J \varepsilon_{jm} \hat{N}_m = \begin{cases} \hat{q}_j & (j = 1, 2, \dots, B) \\ 0 & (j = B+1, B+2, \dots, J) \end{cases} \quad (11)$$

ここで、(11)式において変数のハット記号は相対変化($\hat{x} = dx/x$)を示しており、

$$\Gamma_j = \sigma_j + (\sigma_j + \eta_j) \zeta_j \quad (12)$$

$$\varepsilon_{jm} = \frac{N_m}{v_j} \frac{\partial v_j}{\partial N_m} \quad (13)$$

と定義している。ただし、(12)式における記号の意味は次のとおりである。

$$\begin{aligned} \sigma_j &= \frac{R_j}{\tilde{s}_j} \frac{\partial \tilde{s}_j}{\partial R_j} && : \text{スペース需要の代替弾力性} \\ \eta_j &= \begin{cases} 0 & (j = 1, 2, \dots, B) \\ \frac{q_j}{R_j} \frac{\partial q_j}{\partial R_j} & (j = B+1, B+2, \dots, J) \end{cases} && : \text{スペース供給の価格弾力性} \\ \zeta_j &= \frac{W}{R_j \tilde{s}_j} \left(= \frac{v_j}{R_j} \frac{\partial R_j}{\partial v_j} \right) && : (7)式を参照 \end{aligned}$$

もし規制が拘束的な区画であれば、スペース供給は需給均衡の近傍で完全に非弾力的であるので、弾性値は0である。

内生変数の相対変化である $(\hat{N}_1, \hat{N}_2, \dots, \hat{N}_J)$ に関する線型連立方程式システムを行列表示すると以下の式が得られる。

$$E\hat{N} = \hat{q} \quad (14)$$

ここで、

$$\mathbf{E} = \mathbf{I} + \begin{pmatrix} 1 - \Gamma_1 & & & \mathbf{0} \\ & \ddots & & \\ & & \ddots & \\ \mathbf{0} & & & 1 - \Gamma_J \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \varepsilon_{11} & \varepsilon_{12} & \cdots & \varepsilon_{1J} \\ \varepsilon_{21} & \varepsilon_{22} & & \vdots \\ \vdots & & \ddots & \vdots \\ \varepsilon_{J1} & \cdots & \cdots & \varepsilon_{JJ} \end{pmatrix}$$

$$\hat{\mathbf{N}} = (\hat{N}_1, \hat{N}_2, \dots, \hat{N}_J)'$$

$$\hat{\mathbf{q}} = (\hat{q}_1, \dots, \hat{q}_B, 0, \dots, 0)'$$

である。このシステムは、市場均衡においてそれぞれの地区の労働者数の変化率が、容積率規制水準の変化に応じてどのように定まっているのかを示している。(14)式を解くと次が得られる。

$$\hat{\mathbf{N}} = \mathbf{E}^{-1} \hat{\mathbf{q}}$$

これを利用して任意の区画における容積率変化に対応した労働者数の相対変化を求めることができる。これを以下の記号で定義する。

$$\psi_{jb} = \frac{\hat{N}_j}{\hat{q}_b}, \quad (j = 1, 2, \dots, J. \quad b = 1, 2, \dots, B, \quad B \leq J) \quad (15)$$

2. 地代上昇効果の推計

2.1 地代変化の定義

都市全体の総余剰を $S = \sum (N_j \tilde{y}_j - \iota^* k_j - r_j^A)$ と定義する。ここで、 \tilde{y}_j は地区 j の一人当たり付加価値、 r_j^A は都市的な土地利用がなされなかった場合の機会費用（地代）である。ここで、生産関数およびスペース市場の需給均衡条件を考慮すると、競争均衡における総余剰は、

$$S = \sum_{j=1}^J (r_j - r_j^A + WN_j) \quad (16)$$

である。総余剰の大きさは差額地代と賃金の分配額によって決まる。賃金率は外生的に一定であるから、地代の変化を観察することによって、余剰の変化を計測することができる。ここで、 $N_j = N^j(\hat{q}^B)$ であるから、オフィス賃料関数、資本・敷地面積比率および床面積供給関数は次のように示すことができる。

$$R_j = R(W^*, v_j(N(\hat{q}^B))), \quad (j=1, 2, \dots, J) \quad (17)$$

$$k_j = \begin{cases} k(\bar{q}_j) & (j=1, 2, \dots, B) \\ k(R(W^*, v_j(N(\hat{q}^B))), \iota^*) & (j=B+1, B+2, \dots, J) \end{cases} \quad (18)$$

$$q_j = \begin{cases} \bar{q}_j & (j=1, 2, \dots, B) \\ q(R(W^*, v_j(N(\hat{q}^B))), \iota^*) & (j=B+1, B+2, \dots, J) \end{cases} \quad (19)$$

(17), (18), (19)式を用いると、規制が実効的な地区 $b=1, 2, \dots, B$ において規制を緩和するとき、地代の変化を次のように書くことができる。

$$\frac{\partial r_j}{\partial \bar{q}_b} = \begin{cases} \frac{\partial R_b}{\partial \bar{q}_b} \bar{q}_b + R_b - \iota^* \frac{\partial k(\bar{q}_b)}{\partial \bar{q}_b}, & (j=b) \\ \frac{\partial R_j}{\partial \bar{q}_b} \bar{q}_b + \left(R_j \frac{\partial q_j}{\partial k_j} - \iota^* \right) \frac{\partial k_j}{\partial R_j} \frac{\partial R_j}{\partial \bar{q}_b} & (j=B+1, B+2, \dots, J) \end{cases} \quad (20)$$

ここで、規制が実効的でない地区 $j=B+1, B+2, \dots, J$ において、利潤最大化問題の1階の条件より $R_j(\partial q_j / \partial k_j) - \iota^* = 0$ である。すなわち、規制が拘束的でない地区では賃料の上昇だけを観察すればよいので、(16)式の総余剰の変化を次のように書くことができる。

$$\frac{\partial S}{\partial \bar{q}_b} = \sum_{j=1}^J \frac{\partial R_j}{\partial \bar{q}_b} q_j + R_b - \iota^* \frac{\partial k(\bar{q}_b)}{\partial \bar{q}_b} + W \sum_{j=1}^J \frac{\partial N_j}{\partial \bar{q}_b} \quad (21)$$

ただし、

$$\frac{\partial R_j}{\partial \bar{q}_b} q_j = \frac{WN_j \sum_{m=1}^J \varepsilon_{jm} \psi_{mb}}{\bar{q}_b}$$

である。したがって、(21)式より床面積を $\hat{q}^* (\approx d\bar{q}_b/\bar{q}_b) \times 100\%$ 増やすときの総余剰の増加分を金銭換算した値の近似が以下のように求められる。

$$\Delta S_b \approx \left(W \sum_j \sum_m N_j \varepsilon_{jm} \psi_{mb} + W \sum_j N_j \psi_{jb} + R_b \bar{q}_b - \iota^* k(\bar{q}_b) \theta_b \right) \hat{q}^* \quad (22)$$

ただし、 $\theta_b = d \ln k(\bar{q}_b) / d \ln \bar{q}_b$ 、 $R_b \hat{q}_b = WN_b / \zeta_b$ である。すなわち、容積率規制を緩和したときに余剰が正となるための条件は都市全体の労働効率性の上昇分である $\sum \sum N_j \varepsilon_{jm} \psi_{mb}$ を賃金率で金銭換算したもの、労働者数の変化による賃金分配額の変化 $W \sum N_j \psi_{jb}$ 、および緩和前の家賃収入 $R_b \bar{q}_b$ の和が、緩和によって生じる追加的な建築費用の増加分 $\iota^* k(\bar{q}_b) \theta_b$ を上回ることである。したがって、容積率緩和によって都市全体の労働効率性を低下させるような雇用分布の変化が起こった場合や、追加的な建築費用が大きい場合には余剰が減少する場合もある。いずれにせよ、容積率緩和の便益が存在するのかどうか調べるためには、効率性指標関数から $[\varepsilon_{jm}]$ を確定し、比較静学分析によって、雇用分布の変化 $[\psi_{mb}]$ を求める必要がある。また、指定容積率の変更が資本投下をどの程度変化させるのかを推定しなければならない。以下では、これらパラメータの値をデータから推計する方法について述べる。

2.2 生産技術の推定

この節では、前節の理論を用いてデータからオフィス業務生産関数や床面積生産関数の生産技術を特定し、容積率規制緩和の便益を推計するためのパラメータを求める方法について述べる。はじめに、オフィス業務生産関数および床面積生産関数の推定モデルを示す。ついで、これらの推定に用いたデータについての説明をおこない、得られた推定結果を報告する。

オフィス業務生産関数

地区 j の物件 i をレンタルして立地する企業のオフィス業務生産関数を次のコブ・ダグラス型に特定化した。

$$y_{i,j} = A\{\phi(Z_i)s_{i,j}\}^\alpha \{v(N_j, M_j)n_{i,j}\}^{1-\alpha} \quad (23)$$

ただし、効率性指標関数は

$$v_j = \exp(a_N N_j^{(\lambda)} + a_M M_j^{(\lambda)}) \quad (24)$$

と定義した。ここで、 A, α は生産技術パラメータであり、 a_N, a_M は近接性の利益（アクセシビリティ）を示すパラメータである。 Z_i 第 i タイプのオフィス物件を表わす属性ベクトルであり、ビルの規模、所在階、床の仕様などの違いを示している。これを次の具体的な関数で特徴づける。

$$\phi(Z_i) = \exp(\beta_z Z_i) \quad (25)$$

ここで β_z 未知の係数ベクトルである。また、 N_j, M_j は次のように Box-Cox 変換を行っている。

$$x^{(\lambda)} = \begin{cases} \frac{x^\lambda - 1}{\lambda}, & \lambda \neq 0 \\ \ln x, & \lambda \rightarrow 0 \end{cases}$$

ここで、 λ は未知パラメータである。特に $\lambda=1$ のとき $x^{(1)} = x-1$ である。

上記のように生産技術が特定化されているとき、オフィス賃料関数(6)式および一人当たりスペース需要関数(9)式の推定モデルは次のように記述できる。

$$\ln R_{i,j} = \ln C_R + \beta'_Z Z_i + \beta_N N_j^{(\lambda)} + \beta_M M_j^{(\lambda)} + u_{i,j} \quad (26)$$

$$\ln \tilde{S}_{i,j} = \ln C_S - (\beta'_Z Z_i + \beta_N N_j^{(\lambda)} + \beta_M M_j^{(\lambda)}) + v_{i,j} \quad (27)$$

ここで $u_{i,j}, v_{i,j}$ は攪乱項である。ただし、

$$C_R = A^{1/\alpha} \alpha \left(\frac{1-\alpha}{W} \right)^{1-\alpha/\alpha}$$

$$C_s = A^{-1/\alpha} \alpha \left(\frac{1-\alpha}{W} \right)^{-1/\alpha}$$

$$\beta_N = \frac{1-\alpha}{\alpha} a_N$$

$$\beta_M = \frac{1-\alpha}{\alpha} a_M$$

とする。ここで、(26)式または(27)式を単独で推定する場合、パラメータ A, α および a_N, a_M を識別することができない。そこで、二つの式における $\beta_z, \beta_N, \beta_M$ 係数制約をかけた状態で 2 変量同時回帰をおこない、 $(C_R, C_s, \beta_z, \beta_N, \beta_M, \lambda)$ を推定する。

ここで、 N_j, M_j はスペース市場において決められる内生変数であり、(26)および(27)式には需給均衡の制約が課されているものと考えることができる。すなわち、推定モデル内で観測された変数と攪乱項との間には一定の関係性があるので、もし真のモデルを構成する変数が観測されておらず、それがモデル内の変数と相関していれば推定値にバイアスが生じる恐れがある。このことを考慮して操作変数を利用し三段階最小二乗法によるシステム推定から全パラメータを推定する。

推定手順をまとめると次のようになる。まず、Box-Cox 変換による非線型性に関する検定を行う。すなわち、 λ を含むパラメータを三段階最小二乗法により推定（制約なしモデル）し、次に $\lambda=1$ および $\lambda=0$ の制約を課したモデルを推定する。帰無仮説を $\lambda=1$ または $\lambda=0$ と設定した上で、制約なしモデルと制約ありモデルの評価関数（連立方程式、共分散行列の一致推定量および操作変数で形成される射影行列からなる）から準尤度比検定が実行されモデル選択が行われる。次いで、選択されたモデルのもとで $(C_R, C_s, \beta_z, \beta_N, \beta_M, \lambda)$ を求め、これらの値から最後に (A, α, a_N, a_M) の推定値と標準誤差を計算する³。

オフィスビル開発業者の床面積生産関数

オフィスビル開発業者の床面積生産関数を次のように特定化する。

³ なお、 M_j を形成する距離の減衰パラメータ δ はこれら一連のステップで直接推定をしない。パラメータを $(0, 4.0)$ の区間で 0.1 ずつ動かし、評価関数を最小にする値をパラメータに設定する。以下の推定では $\delta=1$ と定めた。

$$Q = C_Q K^{\xi_1} SITE^{\xi_2}$$

ここで (C_Q, ξ_1, ξ_2) は生産技術パラメータである。この式の両辺の対数を取り推定モデルを以下のように定義する。

$$Q_i = C' + \xi_1 \ln K_i + \xi_2 \ln SITE_i + v_i^Q \quad (28)$$

ここで、 $\xi_1 + \xi_2 = 1$ なる 1 次同次制約を課した式は

$$q_i = C'' + \xi_1 \ln k_i + u_i^q \quad (29)$$

となる。ただし、 $q_i = Q_i/SITE_i$, $k_i = K_i/SITE_i$ である。1 次同次制約が満たされるならば、供給の賃料弾力性の推定量は $\eta = \xi_1/1 - \xi_1$ より求めることができる。(32)および(33)の推定には最小二乗法を用いる。また、規制が実効的である場合、資本-敷地面積比率は指定容積率の水準によって一意に決められる。すなわち、1 次同次制約が満たされるならば、

$$k_i = C''' + \frac{1}{\xi_1} \ln q_i + u_i^k \quad (30)$$

を推定することによって、 $\theta_b = 1/\xi_1$ が得られる。

2.3 データ

本稿では東京都心部におけるオフィスを対象にシミュレーション分析を行う。東京都心部をいくつかの区画に分けるために、行政区域ではなく格子状のメッシュを一つの単位とした。具体的には、総務省で定義している地域メッシュ統計における第 4 次区画(500m メッシュ)を一つの地区とした。

労働者数データ

労働者数データは総務省「平成 13 年 事業所企業統計」の従業者数（全産業）を地域メッシ

賃貸や、ビル内にあるロビーなどの共用部分を利用することが期待できるからである。さらに、同一ビル内に立地しているさまざまな事業所のサービス（金融機関、飲食店、対事業所サービス）を手短に受けられるというメリットも考えられる。よってビル総床面積は需要サイドにとって重要な変数となる。

表1 実際の事務所用床面積と抽出サンプルの比較

	サンプル物件 シェア(%)	事務所用床面積 シェア (%)	事務所用床面積 (ha)
千代田区	17.3	12.4	808.2
中央区	17.3	13.6	889.0
港区	12.9	16.7	1086.7
新宿区	8.6	9.1	595.8
文京区	4.2	3.0	196.3
台東区	4.6	4.1	268.9
墨田区	1.0	2.2	140.8
江東区	4.6	4.9	319.7
品川区	6.1	5.8	378.6
目黒区	2.3	1.8	117.5
大田区	1.9	3.1	200.7
世田谷区	0.8	2.5	162.1
渋谷区	3.8	6.5	420.8
中野区	1.0	1.3	82.8
杉並区	0.8	1.4	90.7
豊島区	8.2	3.5	228.1
北区	1.1	1.1	73.8
荒川区	0.0	0.9	57.5
板橋区	0.0	1.3	88.0
練馬区	0.0	0.9	59.7
足立区	0.2	1.4	88.9
葛飾区	2.3	0.9	56.7
江戸川区	1.1	1.7	110.2

データ出所：

(株)三幸エステート「オフィスマーケット」(1998年11月号－2002年11月号)

東京都都市計画局「平成13年 土地利用現況調査」

23区における得られたサンプル物件の割合と実際の事務所用床面積の割合を表1にまとめている。実際の床面積に比べ千代田区および中央区は多く港区は少ないが、23区単位での相関はきわめて高い⁵。このことから、サンプリングには地域的な偏りはないものと考えてデータ分析を行う。

⁵ 23区単位におけるサンプル物件シェアと事務所用床面積シェアの相関係数は0.919である。相関が無いという帰無仮説は順位相関の検定において有意に棄却される。

表2 記述統計1 (サンプル数: 3184)

	変数名	平均	標準偏差	最小値	最大値
従属変数	対数オフィス賃料 (1000 円/m ²)	1.604	0.345	0.553	3.505
	対数一人当たりオフィス・スペース (m ²)	3.213	0.837	0.526	6.905
	<i>N</i> (万人)	1.854	1.347	0.023	6.226
	<i>M</i>	169.211	32.467	92.770	216.188
	対数ビル総床面積 (m ²)	8.342	1.076	6.085	12.464
	築年数	13.487	8.861	-1	45
	1階ダミー	0.080	0.272	0	1
	地階ダミー	0.027	0.162	0	1
	OAフロアダミー	0.257	0.437	0	1
	最寄り駅までの徒歩時間(分)	3.388	2.539	1	20
募集時期 ダミー	1999年ダミー	0.242	0.428	0	1
	2000年ダミー	0.247	0.431	0	1
	2001年ダミー	0.158	0.364	0	1
	2002年ダミー	0.252	0.434	0	1
区ダミー	中央区	0.173	0.378	0	1
	港区	0.129	0.336	0	1
	新宿区	0.086	0.280	0	1
	文京区	0.042	0.200	0	1
	台東区	0.046	0.209	0	1
	墨田区	0.010	0.100	0	1
	江東区	0.046	0.209	0	1
	品川区	0.061	0.240	0	1
	目黒区	0.023	0.151	0	1
	大田区	0.019	0.136	0	1
	世田谷区	0.008	0.090	0	1
	渋谷区	0.038	0.190	0	1
	中野区	0.010	0.100	0	1
	杉並区	0.008	0.088	0	1
	豊島区	0.082	0.274	0	1
	北区	0.011	0.103	0	1
	足立区	0.002	0.047	0	1
	葛飾区	0.023	0.151	0	1
	江戸川区	0.011	0.103	0	1
	事業所の形態 (全体に占めるシェア)	店舗・飲食店	0.312	0.165	0
工場・作業所・鉱業所		0.028	0.039	0	0.278
輸送・配送センター		0.005	0.044	0	0.630
自家用倉庫・油槽所		0.000	0.001	0	0.016
外見上一般の住居と区別しにくい事業所		0.042	0.065	0	0.538
その他		0.050	0.029	0	0.320

注:「区ダミー」は千代田区を基準に作成。「事業所の形態」は形態が営業所・事務所を除いている。

推定ではオフィスの属性をコントロールした回帰式を推定する。十分なサンプル数を確保するために1998年から2002年までの物件データをプーリングしている。そのため、物件の募集時期の違いをコントロールするための時期別ダミー変数を利用する。また、モデル内で

説明できない空間的要因を制御するために、物件住所が属する区についてのダミー変数を作成し利用する。さらに、オフィスの周辺に立地している事業所のタイプによっても影響が異なることを考慮して、特定の事業所形態（事務所・営業所を除く店舗、工場、倉庫、配送センターなどの形態をとる事業所）が全体に占める割合を説明変数として用いる（「平成 13 年 事業所企業統計」（地域メッシュ統計））。以上の(26)および(27)の同時推定に用いられるデータの記述統計は表 2 にまとめられる。オフィス物件データのサンプルは 3184 であり、メッシュ数は 245 である。

床面積生産データ

床面積生産関数のデータは社団法人全国市街地再開発協会「日本の都市再開発」（第 1-5 集）から延べ床面積、工事費および敷地面積について東京 23 区内の 47 サンプルを用いた（表 3）。データから計算できる容積率は平均で 669% で 390% から 1056% の範囲で散らばっている。

表3 記述統計2（サンプル数47）

	平均	標準偏差	最小値	最大値
対数延べ床面積	10.170	0.956	8.357	12.628
対数工事費	23.007	1.162	20.413	25.631
対数敷地面積	8.288	0.900	6.565	10.626

データ出所：社団法人全国市街地再開発協会「日本の都市再開発」（第1-5集）

2.4 推定結果

オフィス業務生産関数の推定結果

[a] Box-Cox変換パラメータ

三段階最小二乗法による同時推定において Box-Cox 変換パラメータの推定値は

$$\lambda = 1.0289 \text{ (標準誤差: } 0.1285)$$

となった。これを制約なしのモデルと考え、 $\lambda = 1$ および $\lambda = 0$ の制約を課したモデルとの比較をおこなった。表 4 は帰無仮説 Box-Cox 変換パラメータに関する検定結果を示している。用いられる検定統計量は各方程式、攪乱項の共分散行列の一致推定量および操作変数の射影行列で構成される最小距離関数の評価値から計算される⁶。 $\lambda = 0$ の仮説は棄却されるが、 $\lambda = 1$ の仮説は確率値が十分に高く棄却できない。したがって、変数変換を $N^{(1)} = N - 1$ および $M^{(1)} = M - 1$ で定

⁶ Ronald and Jorgenson(1979)を参照。

義し、改めて三段階最小二乗推定を行った。

表4 Box-Cox変換パラメータに関する仮説検定

帰無仮説	検定統計量*	確率値
$\lambda = 1$	1.925	0.165
$\lambda = 0$	16.360	0.000

注*：自由度1の χ^2 分布にしたがう。

[b] 生産技術および近接性パラメータ

$\lambda = 1$ の制約をおいた同時推定の詳細な結果は付論で示される。この結果を利用して計算されたオフィス業務の生産技術および近接性パラメータの推定値を表5に示した。

表5 オフィス業務の生産技術と近接性パラメータの推定値

	推定値	標準誤差	確率値
A	201.0731	18.3234	0.000
α	0.2032	0.0239	0.000
a_N	0.0139	0.0027	0.000
a_M	0.0015	0.0001	0.000

注：

標準誤差は、各パラメータが $C_R, C_S, \beta_N, \beta_M$ の非線型関数であることから、母数の分散を1次近似したもので計算している。

上記の[a][b]の結果を利用して、他の属性変数の効果をコントロールすると、付加価値の理論値は次の式で与えられることがわかる。

$$y_{i,j} = 201.0731 \{ \phi(Z_i) s \}^{0.2032} \{ \exp(0.0139N_j + 0.0015M_j) n \}^{1-0.2032}$$

この推定結果を用いると集積度が上昇するときの生産性上昇率を以下のように計測することができる。

$$\frac{N_j}{y_j} \frac{\partial y_j}{\partial N_j} = (1 - \alpha) a_N N_j = \frac{0.011072 N_j}{(0.0026910)}$$

$$\frac{M_j}{y_j} \frac{\partial y_j}{\partial M_j} = (1 - \alpha) a_M M_j = \frac{0.001219 M_j}{(0.0001322)}$$

ただし、括弧内は標準誤差である。例えば、平均的な地区（ $N = 1.854$, $M = 169.211$ ）で労働者が 100%増加すると、当該地区に立地する代表的企業の付加価値は約 2.1%上昇し、当該地区を除くすべての地区で労働者が 100%増加すると当該地区の企業の付加価値は約 20.6%上昇する。すなわち、都市全体の労働者が 2 倍になれば付加価値は約 22.7%増えることがわかる。もちろん、この結果は都市全体の雇用制約を無視し、都市の外部から労働人口が流入してくる場合の生産性上昇効果にすぎない。相互依存性を考慮すると、ある地区での労働者数の増加は他の地区での減少を意味する。このような場合の付加価値の変化は次節のシミュレーション分析で計測する。

[c] 床面積生産関数のパラメータ

はじめに、床面積生産関数の 1 次同次制約を帰無仮説とする Wald 検定を行った。検定統計量は 0.1323 であり自由度 1 の χ^2 分布に従い、確率値は 0.71602 となった。確率値は十分に高く 1 次同次性は棄却できないことがわかる。また、分散均一を帰無仮説とする White test は棄却でされず、決定係数の値は 0.9696 となった。

1 次同次制約を課したモデル（29 式）の推定結果は表 6 にまとめられる。分散均一性や定式化に関しての帰無仮説は棄却できず、当該モデルには問題はみられない。この結果を用いると供給弾力性は

$$\eta = 0.2454 \text{ (標準誤差 } 0.0600699)$$

となる。

表6 床面積生産関数の推定結果（1次同次制約）

	推定値	t 値	確率値
定数項	-1.0189	-1.504	0.140
対数資本-土地比率	0.1971	4.283	0.000
決定係数	0.2738		
White test	0.3011		0.583
Ramsey's RESET2	0.7483		0.392

注:

White test は分散均一を帰無仮説とするラグランジュ乗数検定統計量で自由度 1 のカイ 2 乗分布に従い、Ramsey's RESET は推定モデルの関数型を帰無仮説とする F 検定統計量である。

2.5 容積率緩和による地代上昇効果の推計

容積率緩和の便益を評価するために(22)式を推計する。容積率緩和によって高まった集積の利益はオフィス賃料に反映されるが、このとき新しくオフィスビルを建築するための追加的な費用が発生する。したがって、便益は家賃収入から建築費用を差し引いた地代収入の変化で評価できる。このうち、賃金率は固定されているため労働への分配の変化を無視し、賃料収入の変化と新たに発生する建設費用に注目する。したがって、(22)式より地区 j における家賃収入の変化は

$$\Delta R \approx \left(WN_j \sum_m \varepsilon_{jm} \psi_{mb} + R_b \bar{q}_b \right) \hat{q}^*$$

であり、建設費用の変化は

$$\Delta C \approx i^* k(\bar{q}_b) \theta_b \hat{q}^*$$

となる。

シミュレーション分析をおこなうにあたって、次の想定のもとで労働者分布の変化を計測する。

- 固定されている床面積供給を20%だけ増加させる。
- 都市外部からも労働者が流入すると仮定する。
- 前節の推定結果を23区内すべての地区（メッシュ区画）に適用する。

23区内のすべての地区において容積率規制が実効的であると想定した場合の、賃料収入増加額、建築費用増加額および地代上昇金額の推計値を23区ごとに集計した結果は表7のとおりである。ただし、値は年間フローの金額である。容積率緩和によって都市全体の労働者数が増加する場合、23区合計での便益上昇金額は4917億円になる。

次に、丸の内・大手町地区（八重洲と銀座の一部を含む）だけで容積率規制を緩和した場合には、同地区の労働者数は24.3万人から30.5万人に増加し、当該地区だけの便益上昇金額は285億円となる（表8）。

ここで、地代の期待形成が将来にわたって一定であると仮定しよう。割引率を0.071に設定

すると⁷、以上の年間フローの金額を地価に換算した金額は、0.071の逆数の14.1をかけることによって求められる。23区全体のケースで約7兆円であり、丸の内・大手町地区だけのケースで約4000億円になる。

表7 賃料収入，建築費用および地代の上昇金額（年額）

	賃料収入増加額 (10億円)	建築費用増加額 (10億円)	地代上昇金額 (10億円)
千代田区	192.1	114.5	77.6
中央区	266.9	150.0	116.9
港区	187.2	119.9	67.3
新宿区	89.8	71.7	18.2
文京区	47.0	31.1	15.9
台東区	45.6	27.0	18.6
墨田区	38.1	22.7	15.5
江東区	76.1	43.6	32.5
品川区	70.7	51.6	19.1
目黒区	27.4	21.8	5.6
大田区	64.7	45.9	18.8
世田谷区	57.8	42.7	15.1
渋谷区	103.0	86.5	16.5
中野区	23.1	18.9	4.1
杉並区	31.7	28.3	3.4
豊島区	46.8	42.3	4.4
北区	26.9	19.6	7.4
荒川区	15.8	11.1	4.7
板橋区	32.8	24.3	8.5
練馬区	31.8	28.0	3.8
足立区	37.0	28.1	8.8
葛飾区	24.7	19.9	4.8
江戸川区	30.1	25.7	4.4
合計	1566.8	1075.2	491.7

注：

賃料収入は年額である。また、建築費用は「日本の都市再開発・市街地再開発事業の全記録」（社団法人全国市街地再開発協会）より、建築物の敷地面積あたり建築事業費を容積率に回帰させて推計。建築事業費に実質利子率+償却率 = 0.062 を乗じたものを建築費用とした。

表8 丸の内・大手町地区の賃料収入，建築費用および地代の上昇金額（年額）

	賃料収入増加額 (10億円)	建築費用増加額 (10億円)	地価上昇額 (10億円)
丸の内・大手町	70.0	41.5	28.5

⁷ 割引率には平成12年の実質金利（長期国債利回り－GDPデフレーター）を使用した。（この年の1-12月期間における10年国債の平均利率）1.75%－（GDPデフレーター）▲2.0%＝3.75% である。

3. 都心部就業人口増の交通流動変動効果

3.1 発生集中交通量増大影響の推計

① 居住人口の増大に関する想定

第1節では、東京23区業務地区で20%増容積率緩和を行った場合に、域外からの流入等により就業人口が、23区合計で約140万人増大する(表10)。

これら新規就業者はどのような世帯を形成し、どこに居住地を構えるだろうか。ここでは単純化のため、以下を仮定する。

(a) 新規就業者は、就業地と同じ区内に居住する。

(b) (a)による居住人口増加数は、就業人口増加数に等しい。

すなわちここでは、新規就業者は、子供など無職者を含む世帯を形成することなく、単身、DINKS、ルームシェア等の世帯として居住することを想定している。

② 就業・居住人口増大による23区内発生集中交通の増大

就業・居住人口増による発生集中交通量増大については、1994年道路交通センサスの原単位から(表9)、東京23区別に算出する。

表9 居住者・就業者1人当りの発生集中原単位

<単位: TE/人>

	乗用車類	小型貨物	普通貨物	合計
居住者発生集中原単位	0.979	0.126	0.037	0.96
就業者発生集中原単位	0.939	0.328	0.149	1.416

ただし原単位には通勤目的トリップ分が含まれているため、これを差し引くことにより、就業・居住人口増による車種別発生集中交通量増大分を算出する(表10)。

表10 原単位による発生集中交通量の算出結果(一次集計)

	従業者 増加人数 =居住人口 増加人数	居住者発生集中交通量				従業者発生集中交通量				発生集中量合計			
		乗用車類	小型貨物	普通貨物	全車	乗用車類	小型貨物	普通貨物	全車	乗用車類	小型貨物	普通貨物	全車(合計)
千代田区	177,630	141,571	22,381	6,572	170,525	166,795	58,263	26,467	251,524	308,366	80,644	33,039	422,049
中央区	146,693	116,914	18,483	5,428	140,825	137,745	48,115	21,857	207,717	254,659	66,599	27,285	348,543
港区	162,557	129,558	20,482	6,015	156,055	152,641	53,319	24,221	230,181	282,199	73,801	30,236	386,235
新宿区	120,898	96,356	15,233	4,473	116,062	113,523	39,655	18,014	171,192	209,879	54,888	22,487	287,254
文京区	41,839	33,346	5,272	1,548	40,165	39,287	13,723	6,234	59,244	72,633	18,995	7,782	99,409
台東区	50,617	40,342	6,378	1,873	48,592	47,529	16,602	7,542	71,674	87,871	22,980	9,415	120,266
墨田区	33,562	26,749	4,229	1,242	32,220	31,515	11,008	5,001	47,524	58,264	15,237	6,243	79,743
江東区	52,946	42,198	6,671	1,959	50,828	49,716	17,366	7,889	74,972	91,914	24,037	9,848	125,800
品川区	61,216	48,789	7,713	2,265	58,767	57,482	20,079	9,121	86,682	106,271	27,792	11,386	145,449
目黒区	27,987	22,306	3,526	1,036	26,868	26,280	9,180	4,170	39,630	48,585	12,706	5,206	66,497
大田区	65,477	52,185	8,250	2,423	62,858	61,483	21,476	9,756	92,715	113,668	29,727	12,179	155,573
世田谷区	49,825	39,711	6,278	1,844	47,832	46,786	16,343	7,424	70,552	86,496	22,621	9,267	118,384
渋谷区	87,781	69,961	11,060	3,248	84,270	82,426	28,792	13,079	124,298	152,388	39,853	16,327	208,568
中野区	24,411	19,456	3,076	903	23,435	22,922	8,007	3,637	34,566	42,377	11,083	4,540	58,001
杉並区	34,837	27,765	4,389	1,289	33,444	32,712	11,427	5,191	49,329	60,477	15,816	6,480	82,773
豊島区	48,913	38,984	6,163	1,810	46,956	45,929	16,043	7,288	69,261	84,913	22,207	9,098	116,217
北区	30,105	23,994	3,793	1,114	28,901	28,269	9,874	4,486	42,629	52,262	13,668	5,600	71,529
荒川区	19,768	15,755	2,491	731	18,977	18,562	6,484	2,945	27,991	34,317	8,975	3,677	46,969
板橋区	41,571	33,132	5,238	1,538	39,908	39,035	13,635	6,194	58,865	72,167	18,873	7,732	98,773
練馬区	36,303	28,933	4,574	1,343	34,851	34,089	11,907	5,409	51,405	63,022	16,482	6,752	86,256
足立区	41,893	33,389	5,279	1,550	40,217	39,338	13,741	6,242	59,320	72,726	19,019	7,792	99,538
葛飾区	29,469	23,487	3,713	1,090	28,290	27,671	9,666	4,391	41,728	51,158	13,379	5,481	70,018
江戸川区	37,656	30,012	4,745	1,393	36,150	35,359	12,351	5,611	53,321	65,371	17,096	7,004	89,471
合計	1,423,954	1,134,891	179,418	52,686	1,366,996	1,337,093	467,057	212,169	2,016,319	2,471,984	646,475	264,855	3,383,315

表 11 就業・居住人口増による発生集中交通量増大（通勤トリップの差し引き後）

	従業者 増加人数 =居住人口 増加人数	居住者発生集中交通量 出勤トリップの差し引き				従業者発生集中交通量 出勤トリップの差し引き				推計結果 発生集中量			
		乗用車類	小型貨物	普通貨物	全車(小計)	乗用車類	小型貨物	普通貨物	全車(小計)	乗用車類	小型貨物	普通貨物	全車(合計)
千代田区	177,630	104,106	14,025	6,184	124,315	132,273	53,158	25,616	211,047	236,379	67,183	31,800	335,362
中央区	146,693	85,974	11,582	5,107	102,664	109,236	43,900	21,155	174,290	195,210	55,482	26,262	276,954
港区	162,557	95,272	12,835	5,660	113,766	121,049	48,647	23,442	193,138	216,321	61,482	29,102	306,905
新宿区	120,898	70,856	9,546	4,209	84,611	90,027	36,180	17,435	143,642	160,884	45,726	21,644	228,253
文京区	41,839	24,521	3,303	1,457	29,281	31,156	12,521	6,034	49,710	55,677	15,824	7,490	78,991
台東区	50,617	29,666	3,997	1,762	35,425	37,692	15,148	7,299	60,139	67,358	19,144	9,062	95,564
墨田区	33,562	19,670	2,650	1,168	23,489	24,992	10,044	4,840	39,876	44,662	12,694	6,008	63,364
江東区	52,946	31,031	4,180	1,843	37,055	39,427	15,845	7,635	62,907	70,457	20,025	9,479	99,961
品川区	61,216	35,878	4,833	2,131	42,842	45,585	18,320	8,828	72,732	81,463	23,153	10,959	115,575
目黒区	27,987	16,403	2,210	974	19,587	20,841	8,375	4,036	33,252	37,243	10,585	5,010	52,839
大田区	65,477	38,375	5,170	2,280	45,824	48,758	19,595	9,442	77,795	87,133	24,765	11,722	123,619
世田谷区	49,825	29,202	3,934	1,735	34,870	37,102	14,911	7,185	59,198	66,304	18,845	8,920	94,069
渋谷区	87,781	51,447	6,931	3,056	61,434	65,367	26,269	12,659	104,295	116,814	33,200	15,715	165,729
中野区	24,411	14,307	1,927	850	17,084	18,178	7,305	3,520	29,003	32,485	9,233	4,370	46,088
杉並区	34,837	20,417	2,751	1,213	24,381	25,942	10,425	5,024	41,391	46,359	13,176	6,237	65,772
豊島区	48,913	28,667	3,862	1,703	34,232	36,423	14,638	7,054	58,115	65,090	18,500	8,757	92,347
北区	30,105	17,644	2,377	1,048	21,069	22,418	9,009	4,341	35,769	40,062	11,386	5,390	56,838
荒川区	19,768	11,586	1,561	688	13,835	14,720	5,916	2,851	23,487	26,306	7,477	3,539	37,322
板橋区	41,571	24,364	3,282	1,447	29,094	30,956	12,441	5,995	49,392	55,320	15,723	7,442	78,485
練馬区	36,303	21,277	2,866	1,264	25,407	27,033	10,864	5,235	43,133	48,310	13,730	6,499	68,539
足立区	41,893	24,553	3,308	1,459	29,319	31,196	12,537	6,041	49,774	55,749	15,845	7,500	79,093
葛飾区	29,469	17,271	2,327	1,026	20,624	21,944	8,819	4,250	35,013	39,216	11,146	5,276	55,637
江戸川区	37,656	22,070	2,973	1,311	26,354	28,041	11,269	5,430	44,740	50,110	14,242	6,741	71,094
合計	1,423,954	834,557	112,429	49,576	996,563	1,060,355	426,135	205,349	1,691,839	1,894,912	538,564	254,925	2,688,402

3.2 就業・居住人口増大に伴うOD交通量及び配分交通量推計

① OD交通量増大分の推計

算出した発生集中交通量を、OD交通量現在パターン（1994年度道路交通センサス）をベースとし、平均成長率法により近似計算を行うことで、就業・居住人口増大にともなう対象地域ゾーン間OD交通量増分を車種別（乗用車類・小型貨物・普通貨物）に推計する。

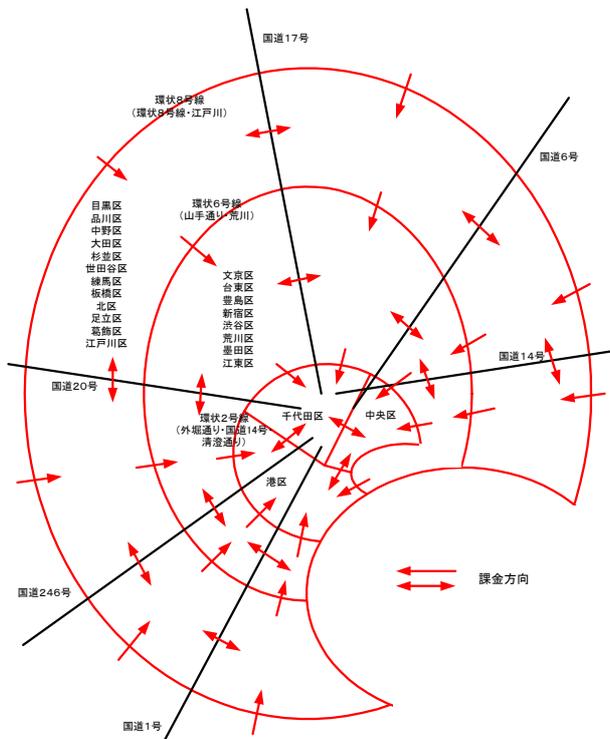


図 2 ゾーン設定及び課金方向

② 配分交通量推計

140万人の就業・居住人口増に伴う混雑を道路課金導入によって制御するためには、課金エリア内に複数ゾーンを設定した精緻な課金システムを構築する必要がある。

このため環状8号線内側地域を課金エリアとし、この中に19ゾーンを設定したうえで、(a)エリア外から(環8を超えて)流入する車両及び(b)エリア内でゾーン境界を都心方向又は環状方向に通過する車両に課金をすることを想定する。課金額は、一律200円とする。

配分交通量推計では、概ね東京大都市圏(1都3県+茨城県南部)を対象地域として道路ネットワークを構築し、配分計算を行う。リンク条件は、1994年道路交通センサスによる国土交通省関東地域整備局交通量推計から、現況再現ケースに応じて設定する。

但し、都心就業・居住人口増大ケースに関しては、首都高中央環状線、東京外郭環状線及び首都圏中央連絡道の三環状線が整備されたネットワークについても、配分交通量を推計する。

表12 交通流動影響の推計ケース

条 件	内 容
現 況	外環なし・課金なし(交通量増加なし)
就業・居住人口増 外環なし・課金なし	<ul style="list-style-type: none"> ・140万人の就業・居住人口増に伴う交通需要増大 ・三環状線整備なし ・課金なし
就業・居住人口増 外環なし・課金あり	<ul style="list-style-type: none"> ・140万人の就業・居住人口増に伴う交通需要増大 ・三環状線整備なし ・課金：流入・環状・都心3区間全方向に¥200
就業・居住人口増 外環あり・課金あり	<ul style="list-style-type: none"> ・140万人の就業・居住人口増に伴う交通需要増大 ・三環状線(首都高中央環状・外環・圏央道)整備 ・課金：流入・環状・都心3区間全方向に¥200

3.3 交通量推計結果

① 交通流動への影響(対象全域)

現状では、概ね東京大都市圏における総交通量は、4億6800万台キロに達している。これに東京23区全体で約140万人の就業・居住人口増が加わると、総交通量は2.1%増大する。道路課金が導入されると、総交通量はさらにこれを上回り、現状より2.3%増大する。ただし三環状線が整備されれば、これを2.2%増に抑えることができる。

一方、総所要時間は2395万台時に達しているが、約140万人の就業・居住人口増により、これが約5.2%増大する。道路課金導入時には、これを上回る約5.5%増に達するが、三環状線が整備されれば、4.6%増に抑えることができる。

さらに平均走行速度について見ると、現状では19.5km/時のところ、140万人の就業・居住人口増により19.0km/時へと低下する。道路課金の導入により、さらに18.9km/時へと低下するが、三環状道路が整備されれば、19.1km/時まで走行速度は回復する。

表13 交通流動影響推計効果

	現況	就業人口増大		
		外環無・課金無	外環無・課金有	外環有・課金有
総交通量(万台キロ)	46,804	47,785 (+2.1%)	47,869 (+2.3%)	47,849 (+2.2%)
総所要時間(万台時)	2,395	2,518 (+5.2%)	2,526 (+5.5%)	2,505 (+4.6%)
平均走行速度(km/h)	19.5	19.0 (▲0.5)	18.9 (▲0.6)	19.1 (▲0.4)

② 交通流動への影響（地域別）

現況交通流動を総交通量（走行台キロベース）で見ると、環8外地域で全体の89%を占めており、環8～環6間では5%、環6～環2巻では4%、環2内では2%程度のシェアである。総所要時間で見ても、概ね同様の構成である。

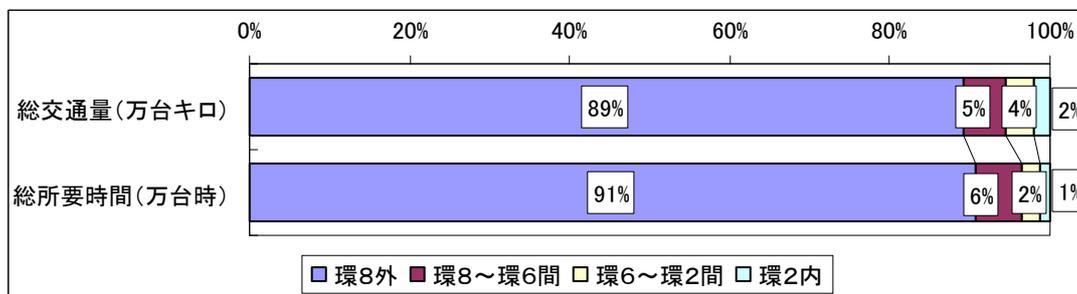


図3 総交通及び総所要時間への影響

現況と比較した総交通量の変化を地域別に見ると、やはり都心部に向かうほど増大影響が大きい。例えば、環2内地域では140万人の就業・居住人口増により、交通量は29.7%増大するが、道路課金が導入されれば25.1%増程度に、三環状が整備されれば22.2%増程度に抑えることができる。

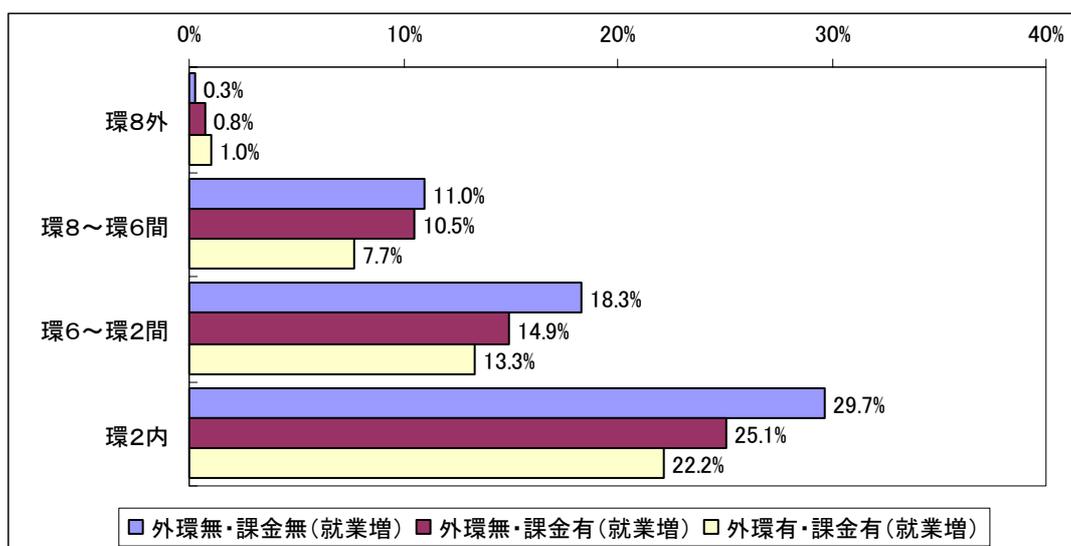


図4 地域別・総交通量の変化

また現況と比較した総所要時間の変化を地域別に見ると、同様に都心部ほど増大影響が大きく、140万人の就業・居住人口増により、総所要時間は約2倍に増大する。この影響は道路課金が導入され、また三環状が整備されても解消することが困難である。

さらに地域別に平均走行速度の変化を見ると、現状では比較的円滑な流動がみられる地域でも、140万人の就業・従業人口増による速度低下は著しい。環6～環2間では平均30.3km/時から22.3km/時、環2内では平均28.1km/時から18.0km/時へと速度低下する。この影響も、道路課金が導入され、また三環状が整備されても解消困難である。

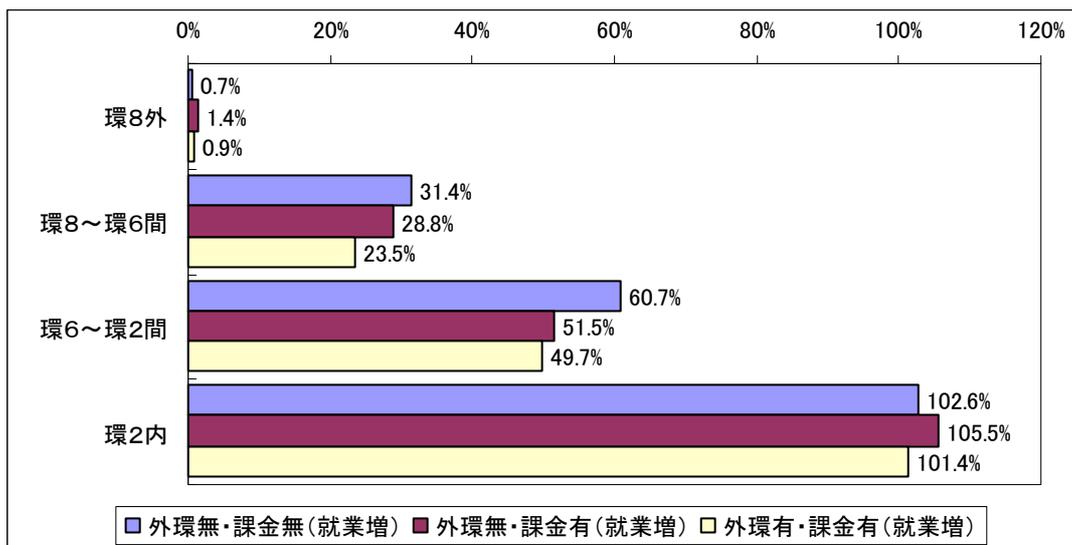


図5 地域別・総所要時間の変化

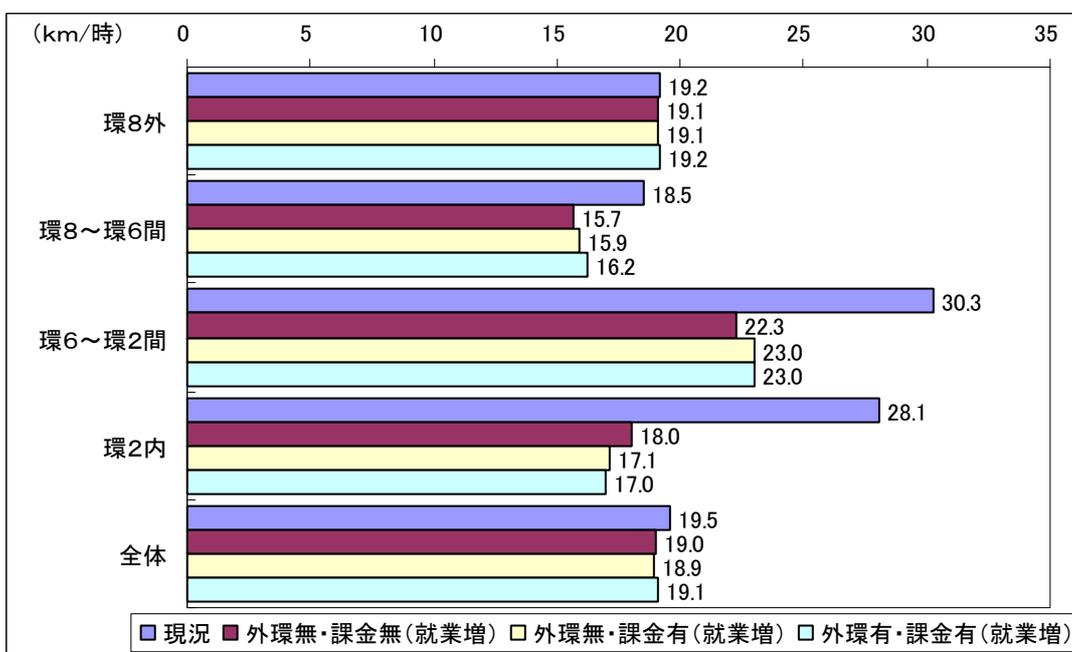


図6 地域別・平均走行速度の変化

③ 料金収入

流入方向、環状方向及び都心3区間の全方向に¥200の課金を行った場合、課金リンクの料金収入は、約12億6千万円～約12億9千万円である。

表14 料金収入

	外環なし・課金あり		外環あり・課金あり	
	課金リンク交通量(台)	料金収入(百万円)	課金リンク交通量(台)	料金収入(百万円)
流入方向	3,860,998	772	3,774,877	755
環状方向	1,972,899	395	1,914,108	383
都心3区間	631,403	126	624,894	125
課金リンク合計	6,465,300	1,293	6,313,879	1,263

④ 走行台キロ・走行時間増大による時間損失

現況に比較し、就業・居住人口が 140 万人増大し、これに対して道路課金を導入するとともに、三環状道路が整備された場合、総走行時間は 1 日当たり 110 万台時間増大する。

ここでは 1994 年道路交通センサスにおける走行時間のシェアを用いて、車種別走行時間増大影響を求めている。

表 15 道路混雑による社会的費用の増大

	合計	乗用車類		貨物車類	
		乗用車	バス	小型貨物	普通貨物
走行時間シェア	—	69.7%	1.5%	15.7%	13.1%
走行時間増大(万台時)	110.2	76.8	1.6	17.3	14.4

表 16 道路混雑による走行経費の増大

	合計	乗用車類		貨物車類		
		乗用車	バス	小型貨物	普通貨物	
高速道路	走行台キロシェア	—	55.8%	1.2%	13.0%	30.0%
	走行台キロ増大(万台キロ)	560	312	7	73	168
一般道路	走行台キロシェア	—	71.9%	1.6%	16.4%	10.1%
	走行台キロ増大(万台キロ)	485	338	7	76	64

現況に比較し、就業・居住人口が約 140 万人増大し、これに対して道路課金を導入するとともに、三環状道路が整備された場合、交通量は、高速道路で 560 万台キロ、一般道路で 485 万台キロ増大する。

3.4 混雑費用増加

上の分析の結果をまとめると、表 17 が得られる。第一列の①②③は、表 3 の第一列から得られる。第 3 列の⑩は、表 15 から得られる。この列の⑪は、表 16 の合計列の 560 と 485 の和として得られる。次に、⑥と⑦は、対応する行の 1 列目と 3 列目の数字を加えることによって得られる。さらに③は、②を①で、⑧は、⑦を⑥で、それぞれ割ることによって得られる。⑬は、⑧と③の差である。④と⑨は、それぞれ③と⑧の逆数を取って 60 をかけることによって求められる。

最後の行の走行時間費用は、一台一時間当り単価 2912 円を、1 行目の走行時間にかけることで得られる。

なお、一時間当り単価としては、走行台キロシェアが大きい非業務需要者の単価を国土交通省道路局『時間価値原単位および走行経費原単位』（平成 15 年価格）の時間価値原単位の算

出方法を用いて算出した。すなわち、乗用車で、運転手：38.11分（人）×1.0+同乗者 32.58×0.32=48.5円／分=2912円／時である。⁸

表 17

	現況	改革後	増分
走行時間（万台時間）	①2,395 (D)	⑥2,505 (A+B+C+D)	⑪110.2 (A+B+C)
走行台キロ（万台 km）	②46,840	⑦47,885	⑫1,045
平均走行速度（km/時間）	③19.5	⑧19.1	⑬-0.4
走行台キロあたり 平均走行時間（分/km）	④3.078	⑨3.141	⑭0.063
走行時間費用（億円）	⑤697	⑩729	⑮32.1

⁸ なお、この道路局のもともとの時間価値原単位には、ドライバー及び同乗者による時間損失の機会費用に加えて、燃料費（ガソリン、軽油等）、油脂費（エンジンオイル）、タイヤ・チューブ費、整備費及び車両償却費（車両の購入に要する費用）の走行経費が含まれている。しかし混雑によって走行時間が増える場合の経費の増大は、タイヤ・チューブ費や整備費などではなく、主として時間コストの増大によると考えられるので、ここでは時間費用の増大のみを分析の対象とした。

4. 費用便益分析

4.1 費用便益分析の方法

都心の一地区の容積率が高まり、就業者数が増えると、それはその地区だけではなくて、他の地区にも外部経済効果を及ぼして生産性の向上効果をもたらす。一方で、就業者数の増加によって人件費やガソリン代だけでなくオフィスビルのための建設用資源費用が増大する。さらに、道路の混雑を招くから、その分ガソリン代と運転手の時間費用が上昇する。その上、混雑料金がかけられる。このような輸送費の上昇分だけ、購入する中間製品の価格も上昇する。これらの費用増を差し引いたネットの便益は、事後的には地価上昇に反映される。したがって、

$$\text{容積率緩和がもたらす純便益} = \text{地価上昇額} + \text{道路管理者の料金収入}$$

である。

本論文では、まず容積率緩和をもたらす地価上昇の予測を行った。具体的には、東京の個票データに基づく家賃情報から算出したオフィス賃料関数と、住宅建設コストのデータから、就業者の増大がもたらす東京の各地点における地価の上昇を予測した。これを地価上昇の「暫定予測」と呼ぼう。

こうして予測する地価の上昇は、過去のデータに基づいて得られた就業者密度の地価引き上げ効果が、この改革に関しても当てはまることを、前提としている。すなわち、暫定予測では、走行台キロが増大しても、走行台キロあたり時間費用と通行料金が、従来どおりの水準であることを暗黙のうちに想定している。

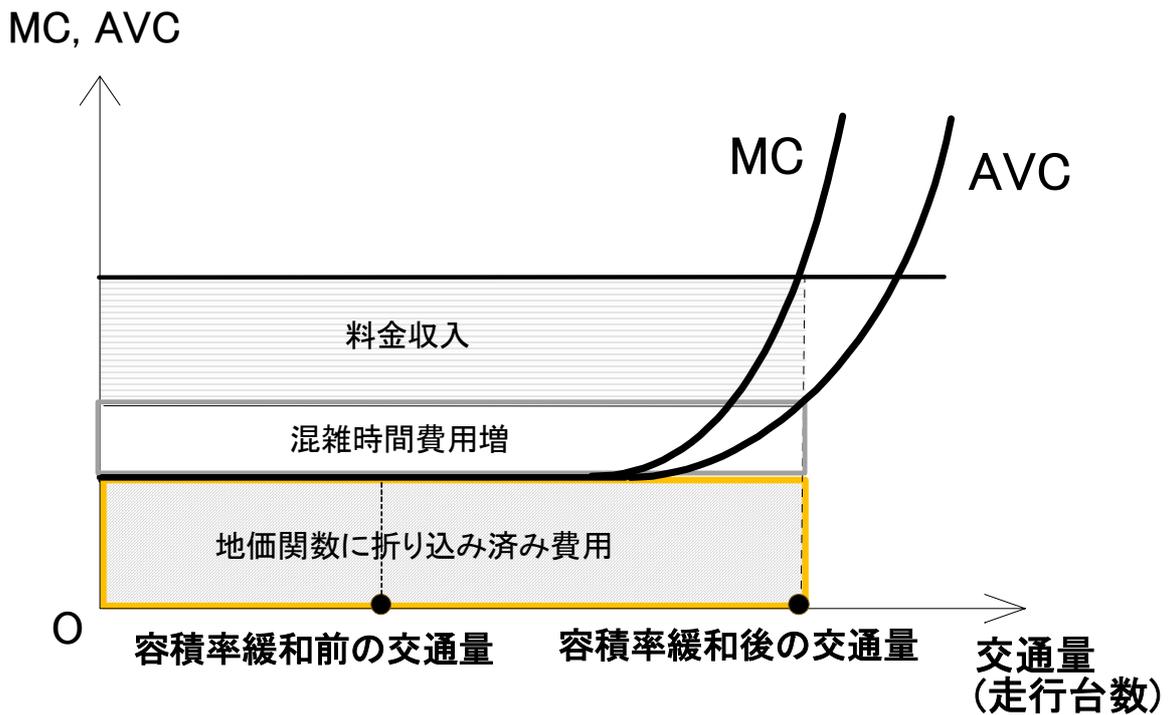
もちろん実際には、就業者密度の増大と共に、①走行台キロあたり時間費用と、②混雑料金分の費用とが増大する。これら混雑関係費用増大分だけ地価上昇は抑えられるはずである。しかし上記の方法によって得た地価上昇の暫定予測には、これら混雑関係費用の増大は差し引かれていない。言い換えると、地価上昇の最終的予測と暫定予測の間には、次の関係が成り立つ。

$$\text{地価上昇の最終的予測} = \text{地価上昇の暫定予測} - \text{混雑時間費用増} - \text{混雑料金支払}$$

ただしここで「混雑時間費用増」とは、**走行台キロあたり時間費用の増大を原因とする**時間費用の増大を全走行車について総計したものである。

道路混雑の増大は、企業にとって混雑時間費用の増大を招くだけでなく、混雑料金の支払いを通じた金銭的な負担も引き起こす。これらは、その分地価を引き下げる効果を持っている。図7は混雑料金がかけられていない容積率緩和前の交通量から、容積率緩和後の混雑のある交通量へシフトした場合に、混雑時間費用増と料金収入がいくらになるかを図示している。容積率緩和前と比べて、この図の上から1番目と2番目の長方形の項目が負担増になる。すなわち、地価の引き下げ要因になることを上式は示している。

図 7



この式を純便益に関する前式に代入すると、次が成り立つ。

容積率緩和がもたらす純便益

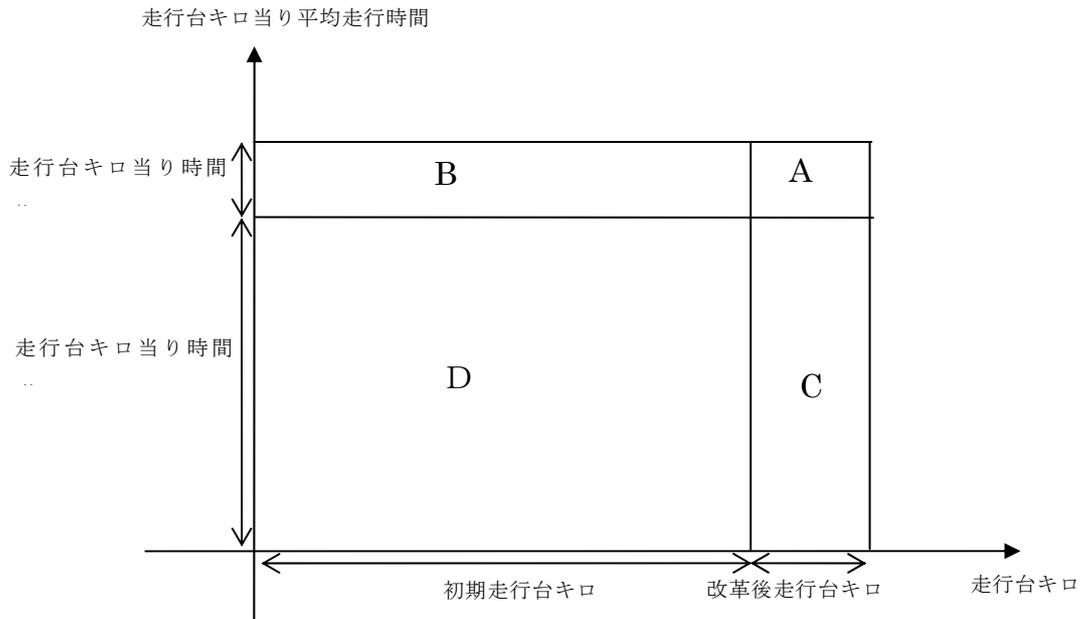
$$\begin{aligned}
 &= (\text{地価上昇の暫定予測} - \text{混雑時間費用増} - \text{混雑料金支払}) + \text{道路管理者の料金収入} \\
 &= \text{地価上昇の暫定予測} - \text{混雑時間費用増}
 \end{aligned}$$

上の式は、**地価上昇の暫定予測から混雑時間費用増のみを差し引いたものが純便益の指標となる**ことを示している。本稿ではこれを、費用便益分析の指標とする。

4.2 地価の下落要因としての混雑費用

まず、混雑時間費用増—すなわち、容積率緩和がもたらす走行台キロあたり時間費用増大を原因とする費用増—を測定しよう。混雑時間費用増の本稿における計測方法を示すには、図 8 が有用である。この図は、横軸に走行台キロ数を、縦軸に走行台キロあたり平均走行時間をとっている。容積率緩和前の自動車交通の時間は、D の面積で示されている。一方、容積率緩和後の自動車交通の時間は A+B+C+D の面積で示されている。走行台キロ数も増えると同時に、混雑も発生するからである。

図 8 走行時間



第 2 節で求めた容積率当たりの地価上昇予測は、容積率緩和前のデータを基に計測されている。地価上昇予測では、D のコスト負担が既に差し引かれた後の利潤が反映されている。したがって、この地価予測には、交通量が増えたときに C の部分が増えることは織り込み済みである。しかし、混雑費用増は既存の家賃や地価データからは測定できない。したがって、A+B に対応した部分は、上で計測した地価関数に織り込まれていない。この A+B に平均した費用こそが混雑時間費用増一すなわち、容積率緩和がもたらす走行台キロあたり時間費用増大を原因とする費用増一である。

A+B に対応した時間費用を計測するには、その前の段階として、走行時間増 A+B を測定しなければならない。

図 9 は図 8 に測定値を入れたものである。この図には A+B の値が記されている。ここに到達する手順は次の通りである。まず、表 12 の第一行目に記載されている A, B, C, D, は図 8 の記号である。したがって図 9 の D の値は表 17 の①からただちに得られる。さらに図 9 のグラフの縦軸に記された値は、表 17 の④、⑨、⑭である。

まず、図 8 から以下の関係が成り立つ。

$$\frac{A+B}{A+B+C+D} = \frac{\text{走行台キロ当り平均時間増}}{\text{改革後走行台キロ当り平均時間}} \quad (31)$$

この式の右辺に、表 17 の⑨と⑭の値をあてはめると、次式が得られる。

$$(31)\text{式の右辺} = \frac{0.063}{3.141} = 0.020$$

この式と (31) 式から次を得る。

$$\frac{A+B}{A+B+C+D} = 0.002$$

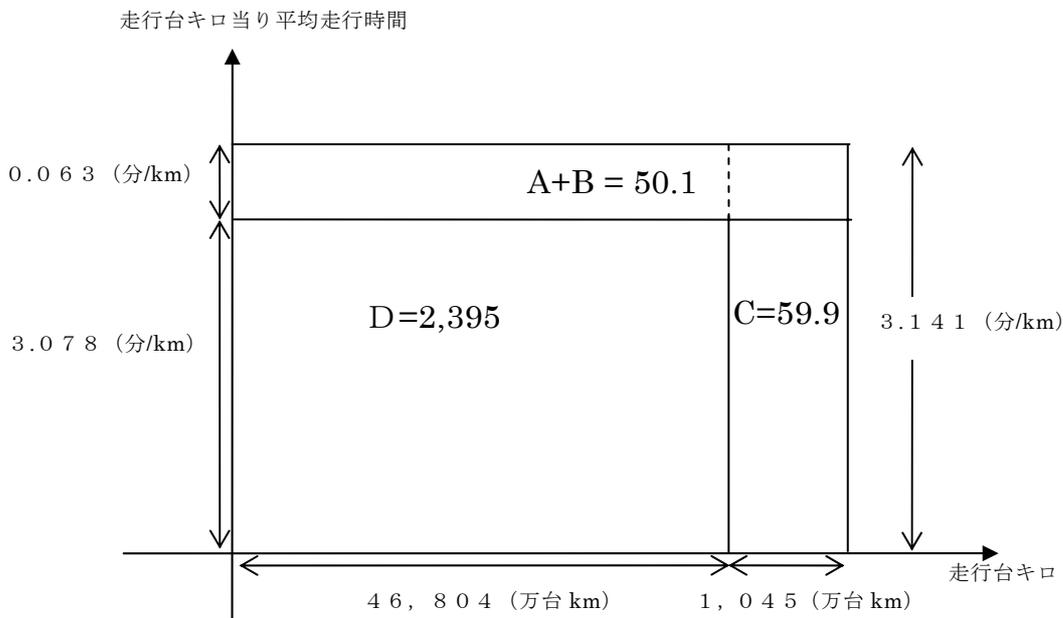
これを、表 17 の $A+B+C+D$ の値にかけることによって、次が得られる。

$$A+B = 50.1$$

したがって、混雑による時間増 = 50.1 万台時である。この値が図 9 に記されている。

これに、時間単価 2912 円をかけると、一日当り、14.6 億円になる。さらに、年間 240 日の稼働日があるとすると、3501 億円になる。これに 14.1 をかけると、現在価値 4.937 兆円が得られる。約 5 兆円である。したがって、23 区全体で 20% の容積率緩和を行う事による混雑時間費用増加額の現在価値は約 5 兆円である。

図 9 走行時間の測定値



4.3 純便益

第 2 節で得られたように、23 区での容積率緩和がもたらす地価上昇の暫定予測額は 7 兆円である。一方、これから第 3 (5) 節で得られた混雑時間費用増加額の現在価値 5 兆円を差し引くと、2 兆円になる。すなわち 23 区全体で 20% の容積率緩和を行うと差し引き便益は 2 兆円になる。

次に、丸の内・大手町地区だけで容積率規制を 20% 緩和した場合には、第 2 節から同地区の労働者数は 24.3 万人から 30.5 万人まで 6.2 万人増加する。これは、23 区全体で 20% 増やした時の 140 万人と比べて、4.43% の増大でしかない。第 3, 4 節における推計を比例的に縮小した場合、現在価値 5 兆円の 4.43% であるから、約 2200 億円になる。(なお、混雑時間費用は人口増に伴って累積的に大きくなるから、このような混雑時間費用の増加の推定は過大

である。)

一方、この場合の同地区の地価上昇金額は、第2節から4000億円であるから、差引き1800億円の純便益が得られることになる。この計算では、交通混雑費用を極めて過大に算定しているから、この純便益はかなりひかえめの推計である。

同地区の指定容積率である1000%から2000%に増大した時の純便益が1800億円であるということは、容積率2000倍にした時には、さらにひかえめな推計として $1800 \text{ 億円} \times 4 = 7200 \text{ 億円}$ の純便益が得られることがわかる。

付論： 今後の研究課題

(1) 土地利用モデルとの結合による住宅立地の予測開発

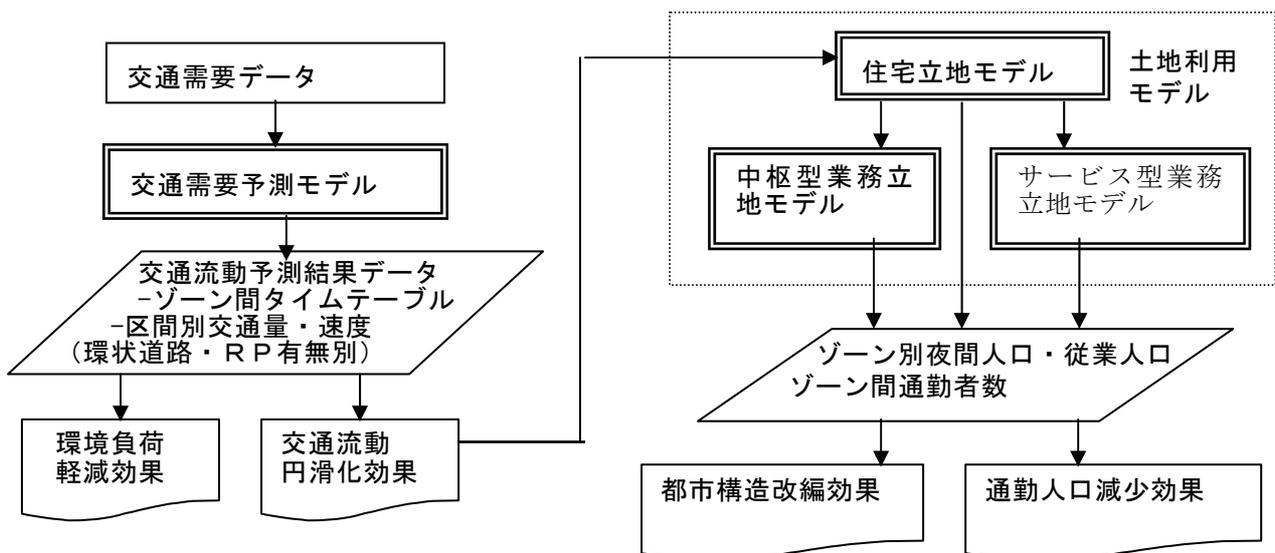
道路混雑及び鉄道混雑課金導入による交通流動変化に伴う都市構造改編効果を推計するため、土地利用モデルを開発している（参考1）。

現時点の研究では、容積率緩和に伴う新規就業者の世帯が同一区内に居住することを想定していた。今後の研究では、住宅立地モデルの適用により、居住地を予測することでモデルを精緻化したい。

① モデル概要

- ・ 対象 …東京大都市圏（茨城南部、埼玉、千葉、東京、神奈川）
- ・ ゾーニング…パーソントリップ調査・中ゾーン（計131ゾーン）
- ・ 予測指標…（ゾーン単位）夜間人口、業種別従業人口
（ゾーンペア単位）…通勤世帯数
- ・ 構成…住宅立地モデル、中枢型業務立地モデル、サービス型業務立地モデル

② 全体構造



③ 立地基本式

ある立地主体が、ゾーン i 内のメッシュ k に立地する立地余剰（＝立地効用－立地費用）のうち、観測可能な部分を V_{ik} とする。立地主体が、ゾーン i ・メッシュ k に立地する確率 P_i は、Nested Logit Modelに関する理論から、

$$P_i = E_i / \sum_j E_j$$

$$\text{ただし、 } E_i = \exp \frac{\lambda}{\lambda_i} \ln \left\{ \sum_{k=i} \exp (\lambda_i V_{ik}) \right\}$$

λ : ゾーン間での立地余剰の分散の大きさ

λ_i : i ゾーン内のメッシュ間での立地余剰の分散の大きさ

ゾーン i 内でのすべてのメッシュが等しい立地属性を持つと仮定すると、

$$V_{i1} = V_{i2} = \dots = V_i$$

$$(\therefore) E_i = \exp \left[\left(\lambda / \lambda_i \right) \ln \left\{ K_i \exp (\lambda_i V_i) \right\} \right]$$

$$= \exp [(\lambda / \lambda_i) \ln K_i + \lambda V_i]$$

$$= K_i (\lambda / \lambda_i) \exp (\lambda V_i)$$

立地余剰の分散はゾーン内・メッシュ間よりもゾーン間の方が大きく、かつゾーン内・メッシュ間での立地余剰の分散がゾーンを問わず等しいと仮定すると、

$$\lambda_i = \dots = \lambda_1 = \lambda_0, \quad \lambda / \lambda_0 = \alpha \quad (0 \leq \alpha \leq 1)$$

これより、

$$P_i = \frac{E_i}{\sum E} = \frac{K_i^\alpha \exp(V_i)}{\sum_j K_j^\alpha \exp(V_j)}$$

ゾーン i のメッシュ数 K_i が、ゾーン i 内の立地可能面積 A_i に比例すると考えると、

$$P_i = \frac{A_i^\alpha \exp(V_i)}{\sum_j A_j^\alpha \exp(V_j)}$$

として立地基本式が導出される。

④ 中枢型業務立地モデル／サービス型業務立地モデル

$\frac{M_i}{TM} = \frac{A_i^\alpha \exp(\sum \Theta_i V_i)}{\sum_k A_k^\alpha \exp(\sum \Theta_k V_k)}$	<p>TM : 総従業者数 (所与) M_i : i ゾーン従業者数 A_i : i ゾーン立地可能面積 V_i : i ゾーン立地特性 α, Θ : パラメータ</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

(a) 中枢型業務立地モデル

説明変数: $\ln(\text{中枢型業務従業人口}) <96年>$
 重回帰式

変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	F 値	T 値	P 値	判定	標準誤差	偏相関	単相関
$\ln(\text{業務立地可能面積})$	0.820620296	0.7172	522.3571	22.8551	0.0000	**	0.035905	0.8969	0.5589
$\text{人口ポテンシャル}<90年>$	3.06482E-05	0.3560	110.4780	10.5109	0.0000	**	2.92E-06	0.6821	0.5484
$\text{業務密度}<90年>$	2.05735E-05	0.5457	244.9164	15.6498	0.0000	**	1.31E-06	0.8115	0.5254
定数項	9.026539604		10773.9740	103.7978	0.0000	**	0.086963		

精度

決定係数	0.8828
修正済決定係数	0.8801
重相関係数	0.9396
修正済重相関係数	0.9381
ダービントソ比	1.2803
赤池のAIC	59.4864

分散分析表

要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F 値	P 値	判定
回帰変動	85.60876	3	28.53625	318.9442	0.0000	**
誤差変動	11.36282	127	0.089471			
全体変動	96.97157	130				

** : 1%有意 * : 5%有意

(b) サービス型業務立地モデル

説明変数: $\ln(\text{サービス型業務従業人口}) <96年>$
 重回帰式

変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	F 値	T 値	P 値	判定	標準誤差	偏相関	単相関
$\ln(\text{業務立地可能面積})$	0.379903564	0.3744	40.4792	6.3623	0.0000	**	0.059711	0.4931	0.5999
道路・公共施設面積率	2.732871662	0.2641	12.0835	3.4761	0.0007	**	0.786182	0.2958	0.5360
$\text{人口ポテンシャル}<95年>$	2.88268E-05	0.2475	9.9005	3.1465	0.0021	**	9.16E-06	0.2699	0.5289
$\text{人口密度}<95年>$	6.43403E-06	0.3593	36.0816	6.0068	0.0000	**	1.07E-06	0.4718	0.6645
定数項	9.383029367		7037.2719	83.8884	0.0000	**	0.111851		

精度

決定係数	0.7358
修正済決定係数	0.7274
重相関係数	0.8578
修正済重相関係数	0.8529
ダービントソ比	1.2351
赤池のAIC	136.5367

分散分析表

要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F 値	P 値	判定
回帰変動	56.11871	4	14.02968	87.72507	0.0000	**
誤差変動	20.1509	126	0.159928			
全体変動	76.26962	130				

** : 1%有意 * : 5%有意

⑤ 住宅立地モデル

$$\frac{P_{ij}}{TP_j} = \frac{A_i^\alpha \exp(\sum \Theta_{ij} V_{ij})}{\sum_k A_k^\alpha \exp(\sum \Theta_{kj} V_{kj})}$$

TP_j : jゾーン就業総世帯数
 P_{ij} : iゾーン居住・jゾーン就業世帯数
 A_i : iゾーン立地可能面積
 V_{ij} : iゾーン居住・jゾーン就業特性
 α, Θ : パラメータ

住宅立地モデル
 説明変数：ln(通勤人口(95年))
 重回帰式

変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	F 値	T 値	P 値	判定	標準誤差	偏相関	単相関
ln(従業人口(95年))	0.8877686	0.3215	3171.17	56.3132	0.0000	**	0.015765	0.4914	0.3331
ln(立地可能面積(k㎡))	0.611028558	0.2459	1320.76	36.3423	0.0000	**	0.016813	0.3422	0.1212
通勤時間(分)	-0.051538069	-0.7860	16810.85	129.6567	0.0000	**	0.000397	-0.7924	-0.6775
地価(万円/㎡)	-0.013147104	-0.1648	567.80	23.8285	0.0000	**	0.000552	-0.2322	-0.0424
定数項	-2.812281102		198.55	14.0907	0.0000	**	0.199584		

精度

決定係数	0.6764
修正済決定係数	0.6763
重相関係数	0.8224
修正済重相関係数	0.8224
ダービントソ比	0.7175
赤池のAIC	31715

分散分析表 **:1%有意 *:5%有意

要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F 値	P 値	判定
回帰変動	29380.33	4	7345.084	5204.321	0.0000	**
誤差変動	14055.57	9959	1.411343			
全体変動	43435.9	9963				

注：住宅立地可能面積=0.5×造成中宅地+空地+一般低層住宅+密集住宅+0.5×中高層住宅

通勤人口-人口変換モデル
 説明変数：人口(95年)
 重回帰式

変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	F 値	T 値	P 値	判定	標準誤差	偏相関	単相関
95年通勤居住人口(95年)	1.912912662	0.9983	6963.7954	83.4494	0.0000	**	0.022923	0.9909	0.9908
アベビリティ	-257536.578	-0.0327	7.4923	2.7372	0.0071	**	94087.58	-0.2352	0.1967
定数項	13005.97149		8.8473	2.9744	0.0035	**	4372.585		

精度

決定係数	0.9826
修正済決定係数	0.9824
重相関係数	0.9913
修正済重相関係数	0.9911
ダービントソ比	2.0663
赤池のAIC	3004.6430

分散分析表 **:1%有意 *:5%有意

要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F 値	P 値	判定
回帰変動	3.79E+12	2	1.9E+12	3624.52	0.0000	**
誤差変動	6.7E+10	128	5.23E+08			
全体変動	3.86E+12	130				

⑥ 地価モデル

説明変数：住宅地地価(95年)
 重回帰式

変数名	偏回帰係数	標準偏回帰係数	F 値	T 値	P 値	判定	標準誤差	偏相関	単相関
可住地人口密度(人/km ²)	0.043005219	0.1559	8.0524	2.8377	0.0053	**	0.015155	0.2451	0.4974
サービス従業人口密度(人/k	0.164856293	0.5623	17.6119	4.1967	0.0001	**	0.039283	0.3502	0.8748
中枢従業人口密度(人/km ²)	0.051312759	0.2519	4.2272	2.0560	0.0418	*	0.024957	0.1802	0.8089
可住地面積率(%)	1264.166733	0.1412	12.0735	3.4747	0.0007	**	363.8213	0.2957	0.2319
定数項	391.7037963		1.1957	1.0935	0.2763		358.2202		

精度

決定係数	0.8061
修正済決定係数	0.7999
重相関係数	0.8978
修正済重相関係数	0.8944
ダービントソ比	2.2951
赤池のAIC	2245.6366

分散分析表 **:1%有意 *:5%有意

要因	偏差平方和	自由度	平均平方	F 値	P 値	判定
回帰変動	8.22E+08	4	2.06E+08	130.9175	0.0000	**
誤差変動	1.98E+08	126	1570598			
全体変動	1.02E+09	130				

(2) 法改正課題の検討

- ① 社会的合意形成方策…海外の経験によると、料金収入の道路整備財源充当を大都市住民が支持（ノルウェー）して道路課金が導入された事例がある一方で、大都市での道路重点整備に地方住民が反対（スウェーデン）して失敗した事例がある。この経験を踏まえると、日本では道路整備財源をもっぱら混雑課金とし（混雑区間で道路新設・拡幅し、渋滞解消）、

ガソリン税等は CO₂ 課税に特化する（地方部では、家計負担の軽減）ことが考えられ、その制度設計について検討が必要である。

- ② 増大する都市部土地利用転換圧力への対処…道路混雑課金の導入に併せて、都市計画・建築規制の合理化（ex. 容積率制限撤廃、建築規制の実効性確保）、収用・再開発法制の整備（ex. 行政裁量の縮小）、不動産取引の円滑化（ex. 借家制度の改善、不動産取引課税の撤廃）等が求められると考えられ、その制度設計について検討が必要である。

参考文献

- [1]. 唐渡広志 (2002), 「ヘドニック・アプローチによる集積の外部経済の計測: 東京都賃貸オフィス市場の実証分析」, NO.46, 41-67.
- [2]. 唐渡広志・八田達夫 (2003), 「容積率緩和の便益」, *住宅土地経済*, 50, 18-25.
- [3]. 八田達夫・唐渡広志 (2001), 「都心における容積率緩和の労働生産性上昇効果」, *住宅土地経済*, 41, 20-27.
- [4]. Gallant, A. Ronald, and Dale W. Jorgenson (1979), Statistical Inference for a System of Simultaneous, Non-linear, Implicit Equations in the Context of Instrumental Variable Estimation, *Journal of Econometrics* 11, pp. 275-302.