

最適な容積規制と用途規制：各用途および用途間に発生する外部不経済の適正化*

A Study on the Design of Optimal Floor Area and Land Use Regulation*

河野達仁**・森田有一***

By Tatsuhito KONO **, Yuichi MORITA ***

1. はじめに

都市の人口増加は交通混雑や騒音等の環境悪化といった外部不経済を生む。外部不経済は市場均衡では適正化されないため、何らかの政策が必要となる。代表的な最善政策として、Pigou 税がある。しかし、Pigou 税は、税徴収費用が大きくなり現実的でない。例えば、交通混雑に対する Pigou 税 (i.e., 最善の混雑料金) 課税には時々刻々と変化する混雑税計算が必要であり、かつ料金徴収システムの構築が必要となる。また、騒音に対しても同様に、多くの騒音計測システムの設置が必要で、さらに料金徴収システムの構築が必要である。

そこで、床面積市場、敷地面積市場を規制し、人口分布を調整する土地利用規制が人口密度に応じて発生する外部不経済に対処する一つの有効な施策となる。ただし、土地利用規制は外部性のある市場を直接規制する政策ではないため、最善経済を達成できず次善政策である。なお、土地利用規制は、単独政策としてだけでなく、最善でない Pigou 税 (例：不完全な混雑税) の補完政策としても有用である。

本論文では都市部における土地利用規制について考察する。土地利用に関する既存研究の多く (例えば 1), 2), 3), 4) は容積率規制や Minimum lot size zoning による都市構造や所得分配構造変化を中心に分析しており、最適な土地利用規制を考察していない。例外として、Wheaton⁵⁾ は地点ごとに異なる Minimum lot size zoning を通勤混雑のある Alonzo モデルで検討している。しかし、lot size zoning の分析に限られており、容積規制については対象外である。そのような中で、河野他⁶⁾、Kono et. al⁷⁾ および Joshi and Kono⁸⁾ は閉じた都市 (i.e., 人口が外生である都市) を仮定してゾーンごとに最適な容積規制を

導出している。その結果、外部不経済が他ゾーンに比較して小さいゾーンには、通常用いられる最高容積率規制ではなく、最低容積率規制が一般的な状況では必要なことを示している。

しかし、河野他⁶⁾、Kono et. al⁷⁾、Joshi and Kono⁸⁾ のいずれも床面積用途を居住用のみと仮定している。実際の都市におけるビルは事業用や居住用をはじめとて様々な用途で利用され、用途別に主体の属性が従業者や居住者などと異なる。そして、人口集中によって発生する外部不経済要因 (混雑、騒音等) の質や量は集中する主体の属性 (例えば、居住者、従業者) によって異なる。次に、その外部不経済要因が各主体に与える影響、すなわち外部不経済についても受け手の属性 (居住者と従業者) によって大きく異なる。また用途 (例えば、居住、事業等) が異なると、床面積需要の価格弾力性が異なるなど需要関数が異なる。実際の都市計画ではこのような用途間の異質性を考慮するため、用途別規制がなされていると考えられる。

そこで都市計画法の第2章第1節を見ると、用途地域 (いわゆるゾーニング) に関して、その位置および区域を定め、さらに用途地域別にその建ぺい率や容積率等を定めるとしている。用途地域における区域設定は、用途別の総敷地面積を設定することである。また、これらの設定の目的として、「良好な住居の環境を保護」、「業務の利便の増進を図りつつ、これと調和した住居の環境を保護」などがあげられている。

そこで本研究は、都市計画における用途地域の設定のうち、容積率規制と用途別総敷地面積規制を対象に分析を行う。また、都市計画で用途地域設定の目的とされているものを、密度増加による環境悪化や用途相互間の影響を考慮したうえでの社会的厚生最大化と位置付ける。具体的には、閉じた都市を考え、都市内の人口分布の調整により外部不経済適正化を行うための事業用、居住用それぞれの最適総床面積規制、総敷地面積規制を求める。ここまで土地利用密度規制を都市における外部不経済

*キーワード：計画基礎論，環境計画，土地利用

**正員，正員，博(学術)，東北大学大学院情報科学研究科
(〒980-8579, 仙台市青葉区荒巻字青葉6-3-09 Tel 022-795-4477)

***正員，修士(情報科学) 国土交通省
(〒100-8918 千代田区霞ヶ関2-1-3, Tel 03-5253-8111)

の適正化のための規制として話を進めてきた。実際、従来の土地利用規制研究のほとんどは、外部経済でなく外部不経済を対象にしている^{例外として9}。ただし、都市における事業所には、従業員の近接性から発生する集積の経済が存在し。これは従業員の密度から発生する正の外部経済である。一方で従業員の集積による道路混雑などの負の外部性もある。したがって、従業員の密度から発生するその正の外部性と負の外部性（例：道路における混雑など）を比較することで、ゾーンの純外部性の正負が明らかになる。現実の都市でこの正負いずれになるかは都市のインフラをはじめとする都市状況に依存する。本研究では、具体的な分析のために、負の外部性、すなわち外部不経済が外部経済を上回っている状況を分析する。ただし、仮に逆の場合であっても、同様に議論展開できる。ただし、規制の方法が変化するため、その変化については4.結論において述べる。

具体的なモデルとして、地理的条件の異なる2ゾーンからなる都市を想定し、各ゾーンに居住用ビルと事業所用ビルが存在するモデルを構築し、規制による不効率と外部不経済削減効果との関係を明示化して、用途別最適人口密度を導く規制を考察する。政策変数は2ゾーンそれぞれの居住用および事業所用の総床面積供給量、さらに居住用および事業所用の総敷地面積供給量である。

2. モデル

(1)モデルの概要とその現実的意味合い

具体的に分析を行うためにはモデルを定式化する必要がある。本節はモデルの定式化の概要とその現実的意味合いや解釈を説明する。

モデルは2つのゾーンを持ち、それぞれのゾーンに居住用と事業用の2つの用途のビルが存在する。本研究の政策変数は2つのゾーンそれぞれの用途別総床面積と用途別総敷地面積である。

1. に示したように、日本の地域地区制（ゾーニング）では、用途規制と同時に容積率規制が行われている。ここで、用途規制では、用途別総敷地面積を規制しており、容積率規制は、用途別総床面積を規制している。実際、用途別総床面積を用途別総敷地面積で除すと用途別容積率となる。ここで、本研究の政策変数は用途規制と容積率規制である。

モデルには以下のような仮定がある。

(i)2つのゾーンからなる都市区域を対象とする。なお、対象

区域の面積は固定されている。現実的な例としては、線引きされた市街化区域や、地理的条件から都市の面積が広げられない都市（例：シンガポールやカトマンズ）を想定できる。

(ii)2つの地理的条件の異なるゾーン($i=1,2$)が存在し、各ゾーンの敷地面積はそれぞれ $\bar{A}_1$, $\bar{A}_2$ で固定されている。現実の都市には、地理的条件の異なるゾーンは多くある。ただし、これらもまとめることで2ゾーンで表現可能である。

(iii)主体として個人、事業所、Developer が存在する。すべての居住者は同質であり、事業所も同質である。また、事業所も Developer も、生産財および投入財すべての価格が、それぞれの主体に与件であるとする。すなわち、完全競争を仮定する。この仮定は、同質財を供給する事業所や Developer が多く存在する都市では成立している。

(iv)すべての個人が労働を行う。また、すべての個人が土地を平等に保有していると仮定して、土地収入が等分に個人に分配される public ownership の仮定を置く。

(v)ゾーン間の移住コストは、分析の簡単化のために存在せず、居住者は効用水準の高いゾーンに移住する。また、通勤費用や転職費用もゼロで従業員は賃金の高い事業所で働く。すなわち、長期均衡を想定する。

(vi)道路等の社会資本の水準は固定されている。ただし、その水準は任意であり、社会資本整備の純便益が最大となる最適水準も含む。

(vii)両ゾーンは地理的条件の異なるゾーンである。そのため、人口密度規制がないもとでも等人口密度にはならない。なお、地理的要因には都心までの距離も含む。

(viii)最適土地利用規制は、両ゾーンの個人（地主も兼ねる個人）の効用の総和を最大にする規制とする。

(ix)外部不経済は、ゾーン人口に応じたものを対象とする。ゾーン人口に応じて発生する外部不経済の代表例として、交通混雑や騒音がある。具体的には各ゾーンの外部不経済要因（混雑、騒音等）がそれぞれのゾーンの居住者数およびゾーンの従業員数に依存して発生すると仮定する。ただし、居住者・従業員それぞれが生み出す外部不経済要因（混雑、騒音等）の大きさは異なりうるものとする。また各ゾーンで発生する外部不経済要因は当該ゾーンの居住者にも、企業にも不経済を与える。そのとき、与える外部不経済の質や量は居住者に対するものと企業に対するものでは異なりう

るものとする。現実にも、業務で発生する騒音は、住民と企業には異なる影響を及ぼす。また、交通混雑も各主体に与える影響は異なる。

(2) モデル

a) 外部不経済要因

i ゾーンで発生する外部不経済要因（混雑、騒音等） g^i は式(1a)で示すように各ゾーンの居住人口 N^i 、従業員人口 L^i に応じて発生する。すなわち、ゾーンの外部不経済要因は居住人口および従業員人口の増加により増加する。

$$g^i = g(N^i, L^i) \quad (1)$$

ただし、 $i = 1, 2$ はそれぞれゾーン 1 とゾーン 2 を示す。ここで、 $g_{N^i}^i > 0$ 、 $g_{L^i}^i > 0$ を仮定する。なお、 $g_{N^i}^i \equiv \partial g^i / \partial N^i$ 、 $g_{L^i}^i \equiv \partial g^i / \partial L^i$ であり、論文を通じてサブスクリプトは、その変数による微分を表すこととする。式(1)と同様の外部不経済の設定としては、Fujita(1989)¹⁰が居住人口に応じて発生する外部不経済要因を取り扱っている。なお、1. で示したように g^i は外部経済（e.g. 集積の経済）と外部不経済の和、すなわち純外部性を表現したものと解釈しても問題ない。その場合の結果の解釈については、4. で考察する。

外部不経済要因（混雑、騒音等）について、住民と企業で発生メカニズムや発生量が異なりうることを式(1)で一般的に表現している。なお、式(1)の g^i はスカラーであり、一種類の外部不経済要因として表現している。ただし、 g^i をベクトルとして、複数の外部不経済要因が発生することを考慮しても、それぞれが人口密度に応じて変化する外部性である限り、以降の分析や分析結果に本質的な違いはない。ここでは、表記の簡単化のために、 g^i をスカラーとして分析を行う。

b) 個人の行動

個人の行動は式(2a)、(2b)で表される。式(2a)に示すように、準線形の効用関数を分析の簡単化のために仮定する。効用関数は居住者の床面積需要 f^{ih} 、居住するゾーンの外部不経済要因 g^i 、ゾーン固有の魅力 $\bar{e}^i$ の関数である。ゾーン固有の魅力 $\bar{e}^i$ は固定されている。ゾーン固有の魅力 $\bar{e}^i$ の例としては、鉄道駅の有無や社会資本整備レベルであり、この変数がゾーン間で異なることからゾーン間の人口密度が変化する。なお、ゾーン固有の魅力 $\bar{e}^i$ には、住民や企業の分布に応じて変化する集積の魅力は含まない。住民や企業が発生させる外部不経済要因 g^i

の住民への影響が効用関数(2a)で表現されている。式(2c)は、その影響の性質、具体的には効用関数の一階微分と二階微分を表しており、第一式は外部不経済要因 g^i が居住者に外部不経済（悪影響）を与えることを示し、第二式は外部不経済要因と床面積供給量は効用変化に対し互いに独立であることを示す。さらに第三式は外部不経済要因の効用への悪影響が通増的であることを示している。第二式の性質は、例えば床面積の消費拡大で得られる限界効用が混雑や騒音などに影響されないことを意味している。

なお以下、スーパースクリプト h, f, d はそれぞれ、個人、事業所、Developer に関する変数であることを示す。例えば、 $\bar{a}^{ih}$ は敷地面積の用途として居住用途であることを示す。ここで、変数の上の一重線は、その変数が外生変数であることを、二重線は政策変数であることを示す。

$$V^i = \max_{x^{ih}, f^{ih}} u(f^{ih}, g^i, \bar{e}^i) + x^{ih} \quad (2a)$$

$$s.t. \ x^{ih} + r^{ih} f^{ih} = w^i + \frac{1}{N} \left\{ \sum_i \pi^{if} + \sum_{k=h,f} \sum_i \pi^{idk} + \sum_{k=h,f} \sum_i R^{ik} \bar{a}^{ik} \right\} \quad (2b)$$

$$u_{g^i}^i \leq 0, \quad u_{f^i g^i}^i = 0, \quad u_{g^i g^i}^i \leq 0 \quad (2c)$$

ただし、 $x^{ih} : i$ ゾーンの各家計の合成財需要、 $\bar{a}^{ik} : i$ ゾーンの用途 k の総敷地面積供給量、 $r^{ik} : i$ ゾーンの用途 k の床面積価格、 $w^i : i$ ゾーンの賃金、 $R^{ik} : i$ ゾーンの用途 k の地代、 $\bar{N} : 都市総人口$ 、 $(i=1,2)$ 、 $f^{ik} : i$ ゾーンの用途 k の一人あたりの床面積需要、 $\pi^{if} : i$ ゾーンの実業所の利潤、 $\pi^{idk} : i$ ゾーンの用途 k のビル建設を行う Developer の利潤である。また、 $u_{g^i}^i \equiv \partial u^i / \partial g^i$ 、 $u_{f^i g^i}^i \equiv \partial^2 u^i / \partial f^i \partial g^i$ 、 $u_{g^i g^i}^i \equiv \partial^2 u^i / \partial g^{i2}$ である。

c) 事業所の行動

i ゾーンに存在する事業所は式(3a)に示す利潤最大化行動をとる。生産関数は式(3b)に示されるように当該ゾーンの従業員数、床面積需要、外部不経済原因（混雑、騒音等） g^i の関数とする。

$$\pi^{if} = \max_{X^{if}, L^i} \{ X^{if} - w L^i - r^{if} f^{if} \} \quad (i=1,2) \quad (3a)$$

$$s.t. \ X^{if} = X^{if}(L^i, f^{if}, g^i) \quad (i=1,2) \quad (3b)$$

ここで、 $X^{if} : i$ ゾーンの実業所による合成財供給、 $f^{if} : 事業所の床面積需要$ である。なお、合成財の価格は 1 とする。

式(3a)、(3b)の一階条件から式(3c)が導かれる。なお、従業員数 L^i と床面積需要量 f^{if} に関して一次同次の生産関数を仮定する。その結果、事業所の利潤 π^{if} は常に 0

になる。なお、外部不経済原因（混雑、騒音等） g^i に関して生産関数は必ずしも一次同次でなく、外部不経済要因は生産に非線形的に影響を与える。

$$X^{if}_{L^i} = w^i \quad \text{and} \quad X^{if}_{f^i} = r^{if} \quad (3c)$$

なお、 $X^{if}_{L^i} \equiv \partial X^{if} / \partial L^i$ 、 $X^{if}_{f^i} \equiv \partial X^{if} / \partial f^i$ 。住民や企業が発生させる外部不経済要因 g^i が事業所に与える影響は、生産関数(3b)の第3番目の説明変数で表されている。費用関数 C^{if} は式(3e)、(3f)のように示される。

$$C^{if} = \min_{L^i, f^i} \{ w^i L^i + r^{if} f^i \} \quad (i=1,2) \quad (3e)$$

$$s.t. \quad X^{if} = X^{if}(L^i, f^i, g^i) \quad (i=1,2) \quad (3f)$$

d) Developer の行動

Developer は複数存在する。ただし、完全競争であるため、一つの Developer として定式化できる。また、用途 k 別にモデル化する。Developer は式(4a)で示されるような価格与件の利潤最大化行動をする。式(4b)は床面積生産関数を表す。 $\bar{F}^{ik}$ は、用途別総床面積規制により指定されるため、デベロッパーにとって外生変数である。

$$\pi^{ik} = \max_{x^{ik}} \left\{ r^{ik} \bar{F}^{ik} - (x^{ik} + R^{ik} \bar{a}^{ik}) \right\} \quad (4a)$$

$$s.t. \quad \bar{F}^{ik} = \bar{F}^{ik}(x^{ik}, \bar{a}^{ik}) \quad (i=1,2) \quad (4b)$$

ここで、 $\bar{F}^{ik}$: i ゾーンの用途 k の総床面積供給量、 x^{ik} : Developer の i ゾーンの居住用または事業用ビルの建設に投入される合成財需要である。

式(4b)は右辺の x^{ik} について解くと式(4c)のように書き換えられる。

$$x^{ik} = x^{ik}(\bar{F}^{ik}, \bar{a}^{ik}) \quad (4c)$$

式(4c)を用いると、用途別ビル建設の Developer の利潤最大化式(4a)、(4b)は、結局、式(4d)で表される。

$$\pi^{ik} = r^{ik} \bar{F}^{ik} - x^{ik}(\bar{F}^{ik}, \bar{a}^{ik}) - R^{ik} \bar{a}^{ik} \quad (4d)$$

e) 市場均衡

市場均衡条件として、合成財、床面積、敷地面積、従業人口および住民の需給均衡が成立する。また、各家計は個人の効用水準の高いゾーンに移住することから、均衡では両ゾーンの効用水準が等しくなる。さらに、従業員は賃金の高い事業所へ移動するため、均衡では両ゾーンの賃金が等しくなる。

(3) 厚生の変化

個人はすべて同質であるから、個人の効用最大化と、社会的厚生 $B(= \sum_i N_i V_i)$ の最大化は同義である。

ここで社会的厚生 B の変化を経済変数で表現する。社会的厚生の変化 dB は個人、事業所、Developer の行動と市場均衡を用いると、式(6)のように導出される。

$$\begin{aligned} dB = & \left(N^1 u^1_{g^1} g^1_{N^1} - N^2 u^2_{g^2} g^2_{N^2} \right) dN^1 \\ & + \left(N^1 u^1_{g^1} g^1_{L^1} - N^2 u^2_{g^2} g^2_{L^2} \right) dL^1 \\ & - \left(C^{1f}_{g^1} g^1_{N^1} - C^{2f}_{g^2} g^2_{N^2} \right) dN^1 \\ & - \left(C^{1f}_{g^1} g^1_{L^1} - C^{2f}_{g^2} g^2_{L^2} \right) dL^1 \\ & + \sum_i \sum_k \left[r^{ik} - x^{idk}_{\bar{F}^{ik}} \right] d\bar{F}^{ik} - \sum_i \left[x^{idh}_{\bar{a}^{ih}} - x^{idf}_{\bar{a}^{if}} \right] d\bar{a}^{ik} \end{aligned} \quad (6)$$

式(6)の各項の意味をそれぞれ次に述べる。

1項目 $\left(N^1 u^1_{g^1} g^1_{N^1} - N^2 u^2_{g^2} g^2_{N^2} \right) dN^1$: ゾーン2からゾーン1への居住者移住 dN_1 によるゾーン1とゾーン2の居住者に対する外部不経済変化の総和。

2項目 $\left(N^1 u^1_{g^1} g^1_{L^1} - N^2 u^2_{g^2} g^2_{L^2} \right) dL_1$: ゾーン2からゾーン1への従業者の従業地移動 dL_1 によるゾーン1とゾーン2の居住者に対する外部不経済変化の総和。

3項目 $-\left(C^{1f}_{g^1} g^1_{N^1} - C^{2f}_{g^2} g^2_{N^2} \right) dN_1$: ゾーン2からゾーン1への居住者移住 dN_1 によるゾーン1とゾーン2の事業所に対する外部不経済変化の総和。

4項目 $-\left(C^{1f}_{g^1} g^1_{L^1} - C^{2f}_{g^2} g^2_{L^2} \right) dL_1$: ゾーン2からゾーン1への従業者の従業地変更 dL_1 によるゾーン1とゾーン2の事業所に対する外部不経済変化の総和。

5項目 $\sum_i \sum_k \left[r^{ik} - x^{idk}_{\bar{F}^{ik}} \right] d\bar{F}^{ik}$: 床面積価格（逆需要）

r^{ik} 曲線と床面積限界費用 $x^{ik}_{\bar{F}^{ik}}$ 曲線との差に $d\bar{F}^{ik}$ を乗じたもの (i.e., 床面積市場における死加重変化)。

6項目 $\sum_i \left[x^{idh}_{\bar{a}^{ih}} - x^{idf}_{\bar{a}^{if}} \right] d\bar{a}^{ik}$: 各ゾーンでの住居

用敷地面積変化 $d\bar{a}^{ik}$ による住居用ビルの限界費用 $x^{idh}_{\bar{a}^{ih}}$

と事業所用ビルの限界費用 $x^{idf}_{\bar{a}^{if}}$ の差に $d\bar{a}^{ik}$ を乗じたもの

(i.e., 用途別総敷地面積規制による死加重変化)。

なお1項目から4項目までの()内を表記の簡単化のため以下に定義する $\Delta G^{HH}, \Delta G^{HO}, \Delta G^{OH}, \Delta G^{OO}$ で表す。

$$\Delta G^{HH} \equiv N^1 u^1_{g^1} g^1_{N^1} - N^2 u^2_{g^2} g^2_{N^2}$$

$$\Delta G^{OH} \equiv N^1 u^1_{g^1} g^1_{L^1} - N^2 u^2_{g^2} g^2_{L^2}$$

$$\Delta G^{HO} \equiv C^{1f}_{g^1} g^1_{N^1} - C^{2f}_{g^2} g^2_{N^2}$$

$$\Delta G^{OO} \equiv C^{1f}_{g^1} g^1_{L^1} - C^{2f}_{g^2} g^2_{L^2}$$

ΔG^{HH} におけるスーパースクリプト HH は家計 (Households) のゾーン2からゾーン1への移動で発生する外部不経済要因 (例: 混雑や騒音) がゾーン1とゾーン2の家計 (Households) に与える影響であることを示す。同様に、 ΔG^{HO} 、 ΔG^{OH} 、 ΔG^{OO} はそれぞれ、家計の外部不経済要因が企業 (Offices) に与える影響、企業 (Offices) の外部不経済要因が家計 (Households) に与える影響、企業 (Offices) の外部不経済要因が企業 (Offices) に与える影響を表す。

3. 最適容積率規制および敷地面積規制

(1) 最適条件式

社会的厚生 B を最大化するように規制されるゾーン別用途別総床面積供給量 $\bar{F}^{1h}, \bar{F}^{1f}, \bar{F}^{2h}, \bar{F}^{2f}$ とゾーン別用途別総敷地面積供給量 $\bar{a}^{1h}, \bar{a}^{2h}, \bar{a}^{1f}, \bar{a}^{2f}$ を最適総床面積、最適総敷地面積と定義する。(なお、各ゾーンの最適用途別総床面積供給量を各ゾーンの最適用途別総敷地面積供給量で除すと、最適容積率が得られる。)

社会的厚生 B をゾーン別用途別総床面積、および用途別総敷地面積を変数として最大化するため必要条件はクーン・タッカーの1階条件より、式(7a),(7b)のように示される。

$$\bar{F}^{ik} \left\{ \frac{\partial B}{\partial \bar{F}^{ik}} \right\} = 0, \quad \frac{\partial B}{\partial \bar{F}^{ik}} \leq 0 \quad (7a)$$

$$\bar{a}^{ik} \left\{ \frac{\partial B}{\partial \bar{a}^{ik}} \right\} = 0, \quad \frac{\partial B}{\partial \bar{a}^{ik}} \leq 0 \quad (7b)$$

式(7a),(7b)を満たす用途別総床面積供給量 $\bar{F}^{1h}, \bar{F}^{1f}, \bar{F}^{2h}, \bar{F}^{2f}$ および用途別総敷地面積供給量 $\bar{a}^{1h}, \bar{a}^{2h}, \bar{a}^{1f}, \bar{a}^{2f}$ が最適規制である。

ここで、 $\bar{F}^{ik} = 0$ は i ゾーンに k 用途の床面積がまったく供給されないことを示す。一方、 $\bar{a}^{ik} = 0$ は i ゾーンに k 用途の敷地面積がまったく供給されないことを意味している。本研究は、都市計画における用途地域 (ゾーニング) を分析対象としており、用途の異なる主体が同じゾーンで外部不経済を通して相互に影響しあう状況を想定している。ここで、 k 用途の敷地面積がゾーンにまったく供給されない状況を想定すると、その相互の影響を考慮できないため、 $\bar{F}^{ik} = 0, \bar{a}^{ik} = 0$ が最適解になる状況はないと仮定する。つまり、内点解として最適解が存在することを仮定する。結局、 $\partial B / \partial \bar{F}^{ik} = 0$ および $\partial B / \partial \bar{a}^{ik} = 0$ が最適解の条件となる。最適解の条件に式(6g)を代入すると、用途別総床面積に供給量に関する一階

条件は式(7c)となる。用途別総敷地面積は式(7d)となる。

なお、 $\bar{a}^{ih} + \bar{a}^{if} = \bar{A}^i$ (一定) を用いると $\bar{a}^{1h}, \bar{a}^{2h}, \bar{a}^{1f}, \bar{a}^{2f}$ を変数として社会的厚生を最大化することは $\bar{a}^{1h}, \bar{a}^{2h}$ を変数として、最大化することになるため、式(7d)は $\bar{a}^{1h}, \bar{a}^{2h}$ のみの条件となっている。

用途別総床面積に関する最適条件式：

$$\begin{aligned} \frac{\partial B}{\partial Z^{ik}} &= \Delta G^{HH} \frac{dN^1}{dZ^{ik}} - \Delta G^{HO} \frac{dN^1}{dZ^{ik}} + \Delta G^{OH} \frac{dL^1}{dZ^{ik}} - \Delta G^{OO} \frac{dL^1}{dZ^{ik}} \\ &+ r^{ik} - \frac{\partial x^{idk}}{\partial Z^{ik}} = 0 \quad (Z^{ik} = \bar{F}^{1h}, \bar{F}^{1f}, \bar{F}^{2h}, \bar{F}^{2f}) \end{aligned} \quad (7c)$$

用途別総敷地面積に関する最適条件式：

$$\frac{\partial B}{\partial \bar{a}^{ih}} = \frac{\partial x^{idh}}{\partial \bar{a}^{ih}} - \frac{\partial x^{idf}}{\partial \bar{a}^{if}} = 0 \quad (i=1,2) \quad (7d)$$

式(7c), (7d)を同時に満たす政策が社会厚生を最大化する。つぎに、用途別総床面積、用途別総敷地面積の最適規制方法を別々に検討する。

(2) 最適条件式を満たす用途別総床面積規制

最適な床面積規制の性質を考察するため床面積供給量の市場均衡からの乖離を示す $\tilde{F}^{ik}$ を新たに定義する。 $\tilde{F}^{ik}$ は図-1で示すように規制されている総床面積供給量が市場均衡の総床面積と比べ多いか少ないかを示す。 $\tilde{F}^{ik} > 0$ であれば、市場均衡より大きく総床面積を規制し、 $\tilde{F}^{ik} < 0$ であれば市場均衡より小さく総床面積を規制する必要がある。

ここで最適条件式(7c)を満たす床面積供給量が市場均衡よりも大きい小さいかを検討し、最適用途別総床面積規制を求める。表記の簡化のため(7c)の右辺の一部を dY/dZ^{ik} と以下のように定義する。

$$\frac{dY}{dZ^{ik}} \equiv \Delta G^{HH} \frac{dN^1}{dZ^{ik}} - \Delta G^{HO} \frac{dN^1}{dZ^{ik}} + \Delta G^{OH} \frac{dL^1}{dZ^{ik}} - \Delta G^{OO} \frac{dL^1}{dZ^{ik}}$$

dY/dZ^{ik} を用いると、式(7c)は次のように書ける。

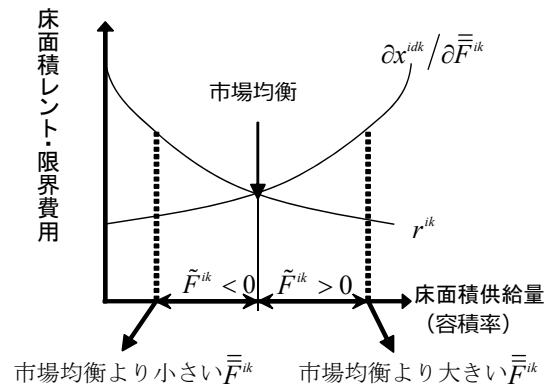


図-1 最適規制と市場均衡

$$\frac{\partial B}{\partial Z^{ik}} = \frac{dY}{dZ^{ik}} + r^{ik} - \frac{\partial x^{idk}}{\partial Z^{ik}} = 0$$

仮に $dY/dZ^{ik} < 0$ であるとき、式(7c)を満たすには $r^{ik} - \partial x^{idk}/\partial Z^{ik}$ の値を正にする必要がある。そのためには図-1で示すように床面積供給量 $\bar{F}^{ik}$ を市場均衡で決まる値より小さくする必要がある。すなわち $\bar{F}^{ik} < 0$ とすると、床面積価格が床面積の限界費用を上回り、 $r^{ik} - \partial x^{idk}/\partial Z^{ik}$ が正となる。逆に $dY/dZ^{ik} > 0$ であるとき、式(7c)を満たすには $\bar{F}_i^k > 0$ とする必要がある。 $\bar{F}^{ik} > 0$ とする政策の場合、市場均衡より大きな床面積供給量にするために最低容積率規制を行う必要がある。 $\bar{F}^{ik} < 0$ とする政策の場合、市場均衡より小さい床面積供給量にするために最高容積率規制を行う必要がある。ここで、 dY/dZ^{ik} の符号は、外部不経済の分布パターンで変化する。そのため、外部不経済の分布パターン別に最適規制を検討する。

dY/dZ^{ik} の符号を調べるためには説明変数である $dN^i/d\bar{F}^{ik}$, $dL^i/d\bar{F}^{ik}$, $dL^i/d\bar{a}^{ik}$ ($i=1,2$, $k=h,f$) の符号を知る必要がある。これらは、モデルから導出でき、性質1としてまとめられる。(これらは厳密な導出が可能である。しかし、これらの性質はすべて直感的にも明らかなため、導出過程はここには示さない。)

性質1 (規制による居住人口、従業員人口の変化)

$$\begin{aligned} dN^1/d\bar{F}^{1h} > 0, dL^1/d\bar{F}^{1h} < 0, dN^1/d\bar{F}^{2h} < 0, dL^1/d\bar{F}^{2h} > 0 \\ dN^1/d\bar{F}^{1f} < 0, dL^1/d\bar{F}^{1f} > 0, dN^1/d\bar{F}^{2f} > 0, dL^1/d\bar{F}^{2f} < 0 \\ dN^1/d\bar{a}^{1h} = dL^1/d\bar{a}^{1h} = dN^1/d\bar{a}^{2h} = dL^1/d\bar{a}^{2h} = 0 \end{aligned}$$

性質1は、容積規制および総敷地面積規制を変化させた場合のゾーン1の居住人口、従業員数の変化の符号を示している。一行目は、住居用床面積を各ゾーンで増加させたときの居住人口と従業員人口の変化である。ゾーン i で住居用総床面積を増加させるとゾーン i の居住人口は増加し、従業員人口は減少することを示している。同様に二行目では、ゾーン i で事務所総床面積を増加させるとゾーン i の居住人口は減少し、従業員人口は増加することを示している。三行目は住居用総敷地面積を増加(=同面積の事務所敷地面積の減少)させても、居住人口、従業員人口ともに変化がないことを示している。この不変性は

用途別総床面積が規制で固定されているもとで成立する性質である。

ここでゾーン1、ゾーン2の外部不経済の空間パターンを分類する。まず、2つあるゾーンのどちらをゾーン1と呼ぶかは単なる定義の問題である。すなわち、一般性を失うことなくゾーン番号を与えることができる。そこで、ゾーン2から1への居住者の移動が個人の効用に与える外部性 ΔG^{HH} と、ゾーン2から1への居住者の移動が企業の生産に与える外部不経済 ΔG^{HO} を比較したとき、 $\Delta G^{HH} > \Delta G^{HO}$ となるように、ゾーン1と2を定義する。これはゾーン2から1への居住者の移動があったとき、その移動が個人の効用に与える外部不経済 ΔG^{HH} が企業の生産に与える外部不経済 ΔG^{HO} よりも大きいことを示す。

次にゾーン2から1への従業員の移動が事業所の生産に与える影響 ΔG^{OO} と、家計に与える影響 ΔG^{OH} との差分 $\Delta G^{HH} - \Delta G^{HO}$ の値の正負によって場合分けをする。検討すべき場合分けとして表-1のケース1)と2)が存在する。ケース1)はゾーン2から1への従業員の移動が事業所の生産に与える悪影響が家計に与える悪影響よりも大きく、ケース2)は、事業所の生産に与える悪影響よりも家計に与える悪影響のほうが大きい。事業所については生産性、家計については快適性が重要であることを考えると、ケース1)は交通混雑が大きい場合であり、ケース2)については事業には不可避ながらも生活には不快な騒音が大きい場合が例としてあげられる。

なお、ケース1)、2)以外にも、 $\Delta G^{HH} = \Delta G^{HO}$ や $\Delta G^{OO} = \Delta G^{OH}$ となるケースもありうる。ただし、これらは、偶然しか存在しないため、本研究ではこれらのケースについては分析を行わない。

表-1 外部不経済のパターンによる場合分け

	$\Delta G^{HH} - \Delta G^{HO}$	$\Delta G^{OO} - \Delta G^{OH}$
ケース1)	+	+
ケース2)	+	-

それぞれの場合について最適政策を検討する。

ケース1) $\Delta G^{HH} - \Delta G^{HO} > 0$ かつ $\Delta G^{OO} - \Delta G^{OH} > 0$

以下で、最適条件式(7c)式を満たす最適な $\bar{F}^{1h}$, $\bar{F}^{2h}$, $\bar{F}^{1f}$, $\bar{F}^{2f}$ を順に求めていく。

まず $\bar{F}^{1h}$ について最適条件式(7c) ($Z^{ik} = \bar{F}^{1h}$ の場

合)の符号が判明している項の正負を項の下に示す.

$$\frac{\partial B}{\partial \bar{F}^{1h}} = \left(\Delta G^{HH} - \Delta G^{HO} \right)_{(+)} \frac{dN^1}{d\bar{F}^{1h}} - \left(\Delta G^{OO} - \Delta G^{OH} \right)_{(-)} \frac{dL^1}{d\bar{F}^{1h}} + r_1^f - \frac{\partial x^{1df}}{\partial \bar{F}^{1h}} = 0$$

したがって、第一項目は正、第二項も正となり、 $r^{1h} - \partial x^{1dh} / \partial \bar{F}^{1h}$ 以外の項は正であるため、最適条件式が成立するには、 $r^{1h} - \partial x^{1dh} / \partial \bar{F}^{1h} < 0$ とする必要がある。したがって、**図-1**から、ゾーン1の居住床面積を市場均衡よりも大きく規制しなければならない。必要な政策は $\tilde{F}^{1h} > 0$ となる政策である。

同様に最適条件式(7c) ($Z^* = \bar{F}^{2h}$ の場合)の符号が判明している項の正負を項の下に示す。

$$\frac{\partial B}{\partial \bar{F}^{2h}} = \left(\Delta G^{HH} - \Delta G^{HO} \right)_{(+)} \frac{dN^1}{d\bar{F}^{2h}} - \left(\Delta G^{OO} - \Delta G^{OH} \right)_{(+)} \frac{dL^1}{d\bar{F}^{2h}} + r^{1h} - \frac{\partial x^{1dh}}{\partial \bar{F}^{2h}} = 0$$

$r^{2h} - \partial x^{2h} / \partial \bar{F}^{2h}$ 以外の項はマイナスであるため、最適条件式が成立するためには $r^{2h} - \partial x^{2h} / \partial \bar{F}^{2h} > 0$ となる必要がある。したがって、**図-1**から、ゾーン2の居住床面積を市場均衡よりも小さく規制しなければならない。よって必要な政策は $\tilde{F}^{2h} < 0$ となる政策である。

同様に最適条件式(7c) ($Z^* = \bar{F}^{1f}$ の場合)の符号が判明している項の正負を項の下に示す。

$$\frac{\partial B}{\partial \bar{F}^{1f}} = \left(\Delta G^{HH} - \Delta G^{HO} \right)_{(+)} \frac{dN^1}{d\bar{F}^{1f}} - \left(\Delta G^{OO} - \Delta G^{OH} \right)_{(+)} \frac{dL^1}{d\bar{F}^{1f}} + r^{1f} - \frac{\partial x^{1df}}{\partial \bar{F}^{1f}} = 0$$

$r^{1f} - \partial x^{1df} / \partial \bar{F}^{1f}$ 以外の項はマイナスであるため、最適条件式が成立するためには $r^{1f} - \partial x^{1df} / \partial \bar{F}^{1f} > 0$ となる必要がある。したがって、**図-1**から、ゾーン1の事業所床面積を市場均衡より小さく規制しなければならない。よって必要な政策は $\tilde{F}^{1f} < 0$ となる政策である。

同様に最適条件式(7c) ($Z^* = \bar{F}^{2f}$ の場合)の符号が判明している項の正負を項の下に示す。

$$\frac{\partial B}{\partial \bar{F}^{2f}} = \left(\Delta G^{HH} - \Delta G^{HO} \right)_{(+)} \frac{dN^1}{d\bar{F}^{2f}} - \left(\Delta G^{OO} - \Delta G^{OH} \right)_{(-)} \frac{dL^1}{d\bar{F}^{2f}} + r^{2f} - \frac{\partial x^{2df}}{\partial \bar{F}^{2f}} = 0$$

$r^{2f} - \partial x^{2df} / \partial \bar{F}^{2f}$ 以外の項はプラスであるため、最適条件式の成立のためには $r^{2f} - \partial x^{2df} / \partial \bar{F}^{2f} < 0$ となる

ことが必要である。**図-1**から、ゾーン2の事業用床面積を市場均衡よりも大きく規制しなければならない。よって必要な政策は $\tilde{F}^{2f} > 0$ となる政策である。

上記の結果をまとめるとケース1)の場合のゾーン別、用途別の最適床面積規制は $\tilde{F}^{1h} > 0$, $\tilde{F}^{2h} < 0$, $\tilde{F}^{1f} < 0$, $\tilde{F}^{2f} > 0$ となる。**表-2** に外部不経済のゾーン間分布パターンが**表-1** のケース1)について結果をまとめる。

表-2 最適用途別総床面積規制 (表-1 ケース1))

外部不経済の ゾーン間分布 パターン	必要な床面積規制			
	ゾーン1		ゾーン2	
	居住用	事業用	居住用	事業用
$\Delta G^{HH} - \Delta G^{HO} > 0$	最低 容積	最高 容積	最高 容積	最低 容積
$\Delta G^{OO} - \Delta G^{OH} > 0$				

表-2から一つの特徴として、一方のゾーンの居住用(事業用)床面積には最低容積率規制を行い、もう一方のゾーンには最高容積率規制を行う必要があることがわかる。

外部不経済のゾーン間分布パターンが**表-1** のケース2) の場合、外部不経済の原因別 (居住者の移住と従業者の従業地移動) , 帰着先別 (居住者と事業所) のゾーン別分布 ($\Delta G^{HH}, \Delta G^{HO}, \Delta G^{OH}, \Delta G^{OO}$) について、さらに複雑な場合分けが必要となる。この場合の最適規制導出については付録に、結果については**表-3** に示す。なお、**表-1** と同様に、これらのケース以外にも $\Delta G^{HH} = \Delta G^{HO}$ や $\Delta G^{OO} = \Delta G^{OH}$ となるケースもありうる。ただし、これらは、偶然しか存在しないため、本研究ではこれらのケースについては分析を行わない。

ケース2) の場合の最適規制の特徴としても**ケース1)** の場合と同様に片方のゾーンの居住用(事業用)床面積では最高容積率規制を行い、もう一方には必ず最低容積率規制を行う必要があることがわかる。結局、命題1のようにまとめられる。

命題1 (最適用途別容積規制) . 用途ごとに最高容積率規制だけでなく最低容積率規制が同時に必要である。なお、どちらのゾーンに最低 (あるいは最高) 容積率規制を行うべきかは**表-2** および**表-3** に整理された「外部不経済のゾーン間分布パターン」に依存する。

表3 最適用途別総床面積規制 (表1 ケース2))

外部不経済の ゾーン間分布パターン	必要な居住用床面積規制	
	ゾーン1	ゾーン2
$\left (\Delta G^{HH} - \Delta G^{HO}) \frac{dN^1}{d\bar{F}^{1h}} \right > \left (\Delta G^{OO} - \Delta G^{OH}) \frac{dL^1}{d\bar{F}^{1h}} \right $	最低 容積	最高 容積
$\left (\Delta G^{HH} - \Delta G^{HO}) \frac{dN^1}{d\bar{F}^{1h}} \right < \left (\Delta G^{OO} - \Delta G^{OH}) \frac{dL^1}{d\bar{F}^{1h}} \right $	最高 容積	最低 容積
外部不経済の ゾーン間分布パターン	必要な事業用床面積規制	
	ゾーン1	ゾーン2
$\left (\Delta G^{HH} - \Delta G^{HO}) \frac{dN^1}{d\bar{F}^{1f}} \right < \left (\Delta G^{OO} - \Delta G^{OH}) \frac{dL^1}{d\bar{F}^{1f}} \right $	最低 容積	最高 容積
$\left (\Delta G^{HH} - \Delta G^{HO}) \frac{dN^1}{d\bar{F}^{1f}} \right > \left (\Delta G^{OO} - \Delta G^{OH}) \frac{dL^1}{d\bar{F}^{1f}} \right $	最高 容積	最低 容積

(3) 最適条件式を満たす用途別総敷地面積規制

敷地面積に関する最適条件式(7d)を満たすには、居住用の敷地面積供給の限界費用 $\partial x^{idh} / \partial \bar{a}^{ih}$ と事業所用の敷地面積供給の限界費用 $\partial x^{idf} / \partial \bar{a}^{if}$ が一致する必要がある。

ここでこの最適条件を市場均衡と比較する。まず用途別総敷地面積の決定を市場に任せた状態を式(4d)を修正して表現する。用途別総敷地面積規制が無い、つまり市場に任せた場合は Developer が敷地面積を用途別に自由に分割できるので、式(4d)を敷地面積供給量 $\bar{a}_i^k$ を制御変数として利潤最大化する。そのとき敷地面積に関する利潤最大化の一階条件式を求めると式(8a)のようになる。

$$-\partial \pi^{idk} / \partial \bar{a}^{ik} = -\partial x^{idk} / \partial \bar{a}^{ik} = 0 \quad (k = h, f) \quad (8a)$$

すなわち用途別に総敷地面積の決定を Developer に任せると、Developer は敷地面積供給の限界費用が地代と等しくなるように開発することがわかる。ここで地主はより高い付け値の用途に利用する Developer に土地を売るため、結果としてゾーンの事業用と居住用の敷地面積の地代は等しくなる。すなわち

$$R^{ih} = R^{if} \quad (8b)$$

式(8a), (8b)から以下の式が導かれる。

$$\partial x^{idh} / \partial \bar{a}^{ih} = \partial x^{idf} / \partial \bar{a}^{if} = (R^{ih} = R^{if})$$

結局、市場に用途別総敷地面積の決定を任せた場合、Developer の利潤最大化行動と地主の行動から居住用と

事業所用の敷地面積供給の限界費用が等しくなる。ゆえに市場均衡において最適条件式(7d)は自然に達成される。

すなわち、用途別総敷地面積規制は行う必要はなく、市場に任せても最適性が達成されることがわかる。なお、ここでの用途別総敷地面積規制は最適用途別総床面積規制が行われているもとでの最適規制である。すなわち、最適総床面積規制が行われていないもとで市場に任せた用途別総敷地面積供給は最適とはならないことに注意する必要がある。結局、命題2のようにまとめられる。

命題2 (最適用途別総敷地面積規制) . 用途別総敷地面積規制は、最適用途別容積規制がなされている限り必要なく、市場において最適な用途別総敷地面積が達成される。(用途別容積率規制が最適でなければ、用途別総敷地面積規制は有効である。)

4. 結論

本研究は、2 ゾーンから成る都市を想定し、1)居住用途および事業用途それぞれのビル総床面積規制、と 2)居住用途および事業用途それぞれのビルの総敷地面積規制について最適規制を求めた。

分析の結果、命題1として、一方のゾーンの居住用(事業用)床面積には最低容積率規制を行い、もう一方のゾーンの居住用(事業用)床面積には最高容積率規制を行う必要があること、および、どちらのゾーンに最低(あるいは最高)容積率規制を行うべきかの条件を表2 および表3に整理した。また命題2として、用途別総敷地面積規制は規制する必要がないことが分かった。

現行の都市計画では、ほとんどのゾーンで容積率規制は用途規制と連動して最高容積率規制のみを用いて規制している。ただし、我が国でも高度利用地区は、最低容積率規制を行う。都市計画法第2章によると「用途地域内の市街地における土地の合理的かつ健全な高度利用と都市機能の更新とを図るため、建築物の容積率の最高限度及び最低限度、建築物の建ぺい率の最高限度、建築物の建築面積の最低限度並びに壁面の位置の制限を定める地区」とある。また、米国などでもオレゴン市やバッファロー市、そしてコロラドスプリングス市で、低い開発を防ぐために、最低限度を定めている。本研究は、このような最低容積率規制を行う理由を外部性最適化の観点から説明すると共に、広範な適用の必要性を示している。

用途別総敷地面積規制については、最適用途別床面積規制が行われていると、市場均衡に任せても最適である。現行の都市計画では、用途別総敷地面積規制は用途地域という形式で必ず行われている。

なお、本研究のモデルでは、効用を最大化する居住者と利潤を最大化する企業という目的関数の異なる2種類の主体を取り扱った。本研究の結論を導くにあたっては、同質な主体ではないという点のみが本質であり、同様の結論は、居住者と企業という区別だけでなく、居住者であっても効用関数が異なったり、所得が異なるなど属性が異なる居住者の場合にも得られる。

本研究では、従業者の集積による正の外部性を明示的に考慮しなかった。しかしながら、明示的に考慮したとしても、本研究のモデルに本質的な変更は必要がなく、さらに結論についても本質的な変更はない。従業者の集積は一方で交通混雑などの負の外部性も発生させている。したがって、まず、正の外部性が弱い場合、純の外部性は負になる。このケースは本研究の設定で十分である。次に、正の外部性が強く、負の外部性を上回るケースについても、最高容積率規制と最低容積率規制の両方が必要であるという結論については変更がなく、その規制すべきゾーンが入れ替わるだけである。

本研究のモデルは都市を2ゾーンにのみ分けている。一方、実際の都市は多くのゾーンで構成されている。ただし、多ゾーンは2ゾーンに集約することも可能であるため、本研究の命題1および命題2については、実際の都市にも適用可能である。本研究で仮定した面積の固定された都市について、実際の都市として地理的制約から都市面積を拡大できない Hong Kong や Kathmandu Valley があげられる。また、我が国の線引きされた市街化区域を対象としていると考えることも可能である。

今後の研究としては、住民や従業者が自ゾーンの外部不経済のみに影響を与える仮定を緩めて、都市全体での住民や従業者の分布に依存する外部不経済の場合の考察があげられる。実際、都市の交通混雑は都市全体の居住分布に応じて決定する。また、本研究では固定であった各ゾーンの大きさも政策変数とした分析が必要である。

付録

本論で省略した表-1のケース2)に関して外部不経済の分布パターン別の最適用途別総床面積規制の導出を行う。

$\Delta G^{HH} - \Delta G^{HO} > 0, \Delta G^{OO} - \Delta G^{OH} < 0$ の場合、式(7c)の判明している項の正負を項の下に示す。

ゾーン1の居住用床面積の変化に対しては以下の式で示される。

$$\frac{\partial B}{\partial \bar{F}^{1h}} = \left(\Delta G^{HH} - \Delta G^{HO} \right)_{(+)} \frac{dN^1}{d\bar{F}^{1h}}_{(+)} - \left(\Delta G^{OO} - \Delta G^{OH} \right)_{(-)} \frac{dL^1}{d\bar{F}^{1h}}_{(-)} + r^{1h} - \frac{\partial x^{1dh}}{\partial \bar{F}^{1h}} = 0$$

上の式では $r^{1h} - \partial x^{1dh} / \partial \bar{F}^{1h}$ の項の正負は判明しないので、さらに絶対値の大きさによる場合分けを行う。必要な場合分けは $\left| \left(\Delta G^{HH} - \Delta G^{HO} \right) \frac{dN^1}{d\bar{F}^{1h}} \right|$ と

$\left| \left(\Delta G^{OO} - \Delta G^{OH} \right) \frac{dL^1}{d\bar{F}^{1h}} \right|$ の大小関係である。

$\left| \left(\Delta G^{HH} - \Delta G^{HO} \right) \frac{dN^1}{d\bar{F}^{1h}} \right| > \left| \left(\Delta G^{OO} - \Delta G^{OH} \right) \frac{dL^1}{d\bar{F}^{1h}} \right|$ の時、

$r^{1h} - \partial x^{1dh} / \partial \bar{F}^{1h}$ 以外の項の総和はプラスとなるため、最適条件式が成立するには、図-1から、ゾーン1の居住用床面積を市場均衡よりも大きく規制しなければならない。よって必要な政策は最低容積率規制 $\bar{F}^{1h} > 0$ である。

次にゾーン2の居住用床面積規制 $\bar{F}^{2h}$ についても考える。ゾーン2の居住用床面積の変化に対しては以下の式で示される。

$$\frac{\partial B}{\partial \bar{F}^{2h}} = \left(\Delta G^{HH} - \Delta G^{HO} \right)_{(+)} \frac{dN^1}{d\bar{F}^{2h}}_{(-)} - \left(\Delta G^{OO} - \Delta G^{OH} \right)_{(-)} \frac{dL^1}{d\bar{F}^{2h}}_{(+)} + r^{2h} - \frac{\partial x^{2dh}}{\partial \bar{F}^{2h}} = 0 \quad (C1)$$

よって必要となる場合分けは

$\left| \left(\Delta G^{HH} - \Delta G^{HO} \right) \frac{dN^1}{d\bar{F}^{2h}} \right|$ と $\left| \left(\Delta G^{OO} - \Delta G^{OH} \right) \frac{dL^1}{d\bar{F}^{2h}} \right|$ の大小

関係である。上でゾーン1の居住用床面積規制を導くときに用いた条件と同じ外部不経済のパターンを考える。すなわち、式(C2)である。

$$\left| \left(\Delta G^{HH} - \Delta G^{HO} \right) \frac{dN^1}{d\bar{F}^{1h}} \right| > \left| \left(\Delta G^{OO} - \Delta G^{OH} \right) \frac{dL^1}{d\bar{F}^{1h}} \right| \quad (C2)$$

ここで、次の補題が成立する。この成立を厳密に証明することも可能である。ただし、直感的にも明らかな結果であることからここには証明を示さない。

補題1. 事業用途容積規制 $\bar{F}^{1f}, \bar{F}^{2f}$ が固定のもとでは、ゾーン1の居住者が増加(減少)すれば、ゾーン1の労働者は必ず減少(増加)する。

ここで、補題1の関係を式で表現するために、 L^1 の変化が N^1 に与える影響を $N^1 = K(L^1)$ という関数

で表すと、次式となる。

$$dN^1 = K_{(-)}^1 dL^1$$

この式を式(C2)に代入すると

$$\left| \Delta G^{HH} - \Delta G^{HO} \right| \left| K_{(-)}^1 \frac{dL^1}{d\bar{F}^{1h}} \right| > \left| \Delta G^{OO} - \Delta G^{OH} \right| \left| \frac{dL^1}{d\bar{F}^{1h}} \right|$$

であり、結局 $\left| \Delta G^{HH} - \Delta G^{HO} \right| \left| K_{(-)}^1 \right| > \left| \Delta G^{OO} - \Delta G^{OH} \right|$ となる。

両辺に、 $dL^1/d\bar{F}^{2h}$ を乗じると、

$$\left| \Delta G^{HH} - \Delta G^{HO} \right| \left| K_{(-)}^1 \frac{dL^1}{d\bar{F}^{2h}} \right| > \left| \Delta G^{OH} - \Delta G^{OO} \right| \left| \frac{dL^1}{d\bar{F}^{2h}} \right|$$

式(A11)を代入すると式(C3)となる。

$$\left| \Delta G^{HH} - \Delta G^{HO} \right| \left| \frac{dN^1}{d\bar{F}^{2h}} \right| > \left| \Delta G^{OH} - \Delta G^{OO} \right| \left| \frac{dL^1}{d\bar{F}^{2h}} \right| \quad (C3)$$

すなわち、条件式 (C2) と (C3) は同値である。式 (C3) が成立するとき、最適条件式 (C1) の $r^{2h} - \alpha^{2h}/\partial \bar{F}^{2h}$ 以外の項の総和は負になる。したがって、最適条件式が成立するためには $r^{2h} - \alpha^{2h}/\partial \bar{F}^{2h} > 0$ となる必要がある。図-1 から、ゾーン 2 の居住床面積を市場均衡よりも小さく規制しなければならない。よって必要な政策は $\tilde{F}^{2h} < 0$ となる政策である。

謝辞：本研究について、匿名の査読者から多くの有益な指摘を頂いた。ここに記して感謝する。

参考文献

- 1) R. J. Arnott, J. G. MacKinnon : Measuring the costs of height restrictions with a general equilibrium model, *Regional Science and Urban Economics* 7

- (1977) 359-375.
- 2) A. Bertaud, J.K. Bruecker : Analyzing building-height restriction: predicted impacts and welfare costs, *Regional science and Urban Economics* 7, (2005) 109-125.
- 3) P. N. Courant : On the effect of fiscal zoning on land and housing values, *Journal of Urban Economics* 3, (1976) 88-94.
- 4) R. E. Grieson, J.R.. White : The effects of zoning on structure and land markets, *Journal of Urban Economics* 10, (1981) 271-285.
- 5) W. C. Wheaton : Land Use and density in cities with congestion, *Journal of Urban Economics* 43, (1998) 258-272 .
- 6) 河野達仁, 金子貴之, 森杉壽芳 : 最適土地利用密度規制の設計に関する基礎的研究, 土木学会論文集 No.695/IV-54, (2002) 77-90.
- 7) T. Kono, T. Kaneko, H. Morisugi : Necessity of Minimum Floor Area Ratio Regulation: a Second-best Policy, *Annals of Regional Science* (Published online: 8 October 2008), doi:10.1007/s00168-008-02690.
- 8) K. Joshi and T. Kono : Optimization of Floor Area Ratio Regulation in a Growing City, *Regional Science and Urban Economics* 39 (2009) 502-511
- 9) Rossi-Hansberg, E., Optimal urban land use and zoning. *Review of Economic Dynamics* 7, (2003) 69-106
- 10) M. Fujita : Neighborhood externalities and traffic congestion, *Urban Economic Theory*, Cambridge University Press, (1989).

最適な容積規制と用途規制：各用途および用途間に発生する外部不経済の適正化*

河野達仁**・森田有一***

都市部の土地は様々な用途に利用されており、発生する外部不経済(e.g.,混雑,騒音)の質・量は用途ごとに異なる。また、その外部性は、様々な用途の主体に異なる影響を与える。本研究は、これらの外部不経済を適正化する容積規制と用途規制を考察する。具体的には2ゾーンから成る都市を想定し、1)居住および事業用途それぞれのビル総床面積規制、と 2)居住および事業用途それぞれのビルの総敷地面積規制について最適規制を求める。その結果、用途ごとに片方のゾーンに最高容積率規制、もう一方のゾーンに最低容積率規制を行う必要性を示す。一方、最適容積率が課されていると用途別総敷地面積規制は必要なく、市場において最適な用途別総敷地面積が達成されることを示す。

A Study on the Design of Optimal Floor Area and Land Use Regulation *

By Tatsuhito KONO **, Yuichi MORITA ***

CBD areas are used for some purposes such as business and residences by several kinds of agents (e.g., office workers and residents). The external diseconomies generated by such agents differ in quality and quantity between the kinds of agents. This study examines how to impose Floor Area Ratio (FAR) regulations and land use zoning in the presence of external diseconomies arising from population density, e.g., congestion and noise. We assume a city with two zones. Buildings in the city are used for either residence or business. Results indicate that there is a need for “maximum FAR regulations,” in addition to “minimum FAR regulations”. And there is no need for “land use zoning.”