

Optimization of Floor Area Ratio Regulation in a Growing City

著者	JOSHI KIRTI KUSUM
号	13
学位授与番号	78
URL	http://hdl.handle.net/10097/37894

氏名（本籍地）	ジョシ キリテイ クスム JOSHI KIRTI KUSUM
学位の種類	博士（学術）
学位記番号	学術（情）博 第 78 号
学位授与年月日	平成 19 年 9 月 13 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
研究科、専攻	東北大学大学院情報科学研究科（博士課程）人間社会情報科学専攻
学位論文題目	Optimization of Floor Area Ratio Regulation in a Growing City （成長都市における容積率規制の最適化）
論文審査委員	（主査）東北大学教授 宮城 俊彦 東北大学教授 佐々木公明 東北大学准教授 河野 達仁 （工学研究科） 森杉 壽芳 （（財）日本総合研究所）

論文内容の要旨

Chapter 1 Introduction

Cities suffer from various negative externalities arising from high population concentration, such as congestion in public facilities, noise, traffic congestion etc. A first-best policy against such externalities is the social marginal pricing, whereby every individual contributing to the total external costs is taxed according to his or her contribution. Owing to the practical difficulties and high cost in internalizing externalities using such first-best policy, alternative policies in the form of population density regulations have been suggested and discussed in the economic literature. However, much focus has been made on the analysis of the effects of regulations on urban spatial pattern, on land and floor rents, and/or on welfare of the economic agents. For policymaking, it is imperative to know what kind of regulations should be imposed so as to improve social welfare in the presence of negative externalities. Moreover, when population is also growing, the impact of externalities depends not only on the overall urban population size, but also on how population is distributed within the city over time.

Against this backdrop, this research determines optimal FAR regulations in a city with growing population under two types of externality in terms of spatial effects, viz. *intra-zonal* and *inter-zonal* effects. The intra-zonal externality occurs in a zone from the population residing in that zone. Examples include noise, congestion etc. On the other hand, inter-zonal externality in a zone is caused by population residing outside of the zone. The best example is traffic congestion externality which is caused not only by local population or commuters, but also by commuters coming from other locations.

Accordingly, two models are developed to treat these two types of externality.

In both models, besides identical households, the city economy has developers-cum-landowners which supply housing under the FAR regulation imposed by the government. The FAR regulation is treated because of its wide application across cities worldwide. Such regulation imposes a limit on the ratio of total floor area of a building to the area of the lot on which it is built. Thereby, it controls population density by controlling the size of buildings that accommodate many households, such as apartments, condominium etc.

Chapter 2 The Two-Zone Model under Negative Population Externality

The FAR regulation under the intra-zonal negative population externality is analyzed using a spatially restrained two-zone city, divided on the sole basis of externality levels. Multiple zones can also be categorized into two zones. The urban population is growing and given exogenously at any time.

Chapter 3 Optimal FAR Regulation under Negative Population Externality

Optimal FAR regulation in a zone is achieved when the *aggregate negative population externality in the city is offset by the regulation-induced deadweight loss in the corresponding zonal floor-space market*. Result shows that at any time, the city requires *not only maximum FAR regulation in the congested or congesting zone, but also minimum FAR regulation in the other zone*.

Although total population is exogenous at any time, zonal population changes over time because amenity levels can vary over time due to infrastructural improvement in any of the zones. Intra-zonal migration is assumed to be costless, so residents can choose the location having better amenity. Therefore, depending upon the expected changes in the zonal amenity levels, even if a zone is not congested at a particular time, it might be required to impose maximum FAR regulation if large population is expected to migrate to that zone due to some amenity improvement programs. Results also show that *over time, if a zone is regulated under maximum FAR regulation, the same zone might require minimum FAR regulation, or vice versa*. It should be noted that minimum FAR regulation is not included in the general urban planning practice. However, this research highlights the necessity for such regulation.

In order to determine optimal FAR policy at a particular time, it is important to forecast the effects of population and floor rent on the aggregate externality levels. This study shows that such *forecast period is given by the longest replacement period among buildings newly built at time under consideration*. This is because a newly built building accommodates households and thereby contributes to the zonal population throughout its life. An existing building is replaced when the rental income from the continued use of such building starts to fall behind the net income that would be gained

from a new building on the same plot.

Chapter 4 The Linear City Model under Traffic Congestion Externality

The FAR regulation against traffic congestion externality, which is an inter-zonal externality, is analyzed using a linear monocentric city with growing population. One member in each household commutes to the workplace located at the CBD. Transport costs are incurred only when commuting to and from the CBD. Within the CBD, transport cost is assumed to be negligible. Traffic congestion externality at a cordon line in the city is defined as a function of population density at and beyond the cordon line.

Chapter 5 Optimal FAR Regulation under Traffic Congestion Externality

Optimal FAR regulation for a new building at a particular location and time is achieved *when the total transport cost in the city due to the new floor space supply at that location and time is offset by the regulation-induced deadweight loss in the corresponding floor space market, both discounted over the replacement period of such building.*

In case of a closed city, new floor supply at locations towards the urban center attracts population towards the center, reducing the total transport cost. On the other hand, new floor supply at locations near the urban boundary increases commuting time and therefore commuting costs. Therefore, optimal FAR policy in a closed monocentric city requires *minimum FAR regulation at locations near the urban center and maximum FAR regulation at locations towards the urban boundary.* In case of an open city, since new floor space supply at any location increases the total transport cost, the city should be regulated *under maximum FAR regulation at all locations.*

Presuming that a marginal change in location does not change the replacement period of a new building significantly, results show that in a closed city, the *upward and downward adjustment to the market population density towards the urban center and towards the urban boundary respectively should increase more than proportionately.* Similarly, in the case of an open city, the *downward adjustment to the market population density should be increased more than proportionately towards the urban boundary* while no adjustment is required at the CBD edge, assuming that the transport cost within the CBD is costless.

Regardless of whether the monocentric city is closed or open, ignoring the commuting costs within the urban center, *the optimal city is more compact than the market city.* This is because when population is packed into a smaller city, commuting distances to the center reduce, because of which the total commuting costs also decrease.

This study also finds out that more durable buildings have longer replacement period, and therefore such building contributes to the negative externality in the city for a longer period. Analysis shows that under minimum FAR regulation, the FAR should be increased for more durable

building.

Chapter 6 Summary and Conclusion

This research determines optimal policy in the form of the FAR regulation against intra-zonal and inter-zonal negative population externality in a dynamic setup, which can offer practical alternative to the first-best policy against such externality. The study demonstrates that although in a growing city, optimal FAR regulations also change over time according to the changes in externality levels, it is sufficient to forecast such changes over the replacement period of new buildings only. Moreover, the study also determines replacement period of buildings endogenously which is an important achievement.

論文審査結果の要旨

多くの都市で生じている人口増加は、交通混雑や騒音等環境悪化の外部不経済を生む。外部不経済は市場では適正化されないため、なんらかの政策を必要とする。代表的政策としてPigou 課税がある。しかし、課税は大きな徴収費用を必要とするため、現実的でない。そこで現実的政策として、建物容量や宅地面積を規制し、人口分布を調整する土地利用規制が行われている。ただし、このような規制は市場価格と限界費用の乖離を生じさせるため、土地利用規制は一般に最善政策となり得ず次善政策である。

建物容量や宅地面積の最適規制手法を考察した先行研究は、Fujita(1989)、Wheaton(1998)およびKono(2001)に限られる。Fujita(1989)および Wheaton(1998)は単一中心都市における最適宅地面積規制手法を考察している。また、Kono(2001)は2ゾーンから成る都市における最適容積率(建物容量)規制手法を考察している。いずれの研究も人口一定や均衡効用一定を仮定して、静学モデルを用いて土地利用規制手法を考察している。しかしながら現実には、都市人口は動的に変化している。また、建物は必要に応じて建て替えられる。そのため、最適容積率は一定ではなく、人口動態変化を考慮した容積率規制が新たに建設される建物に動的に行われる必要がある。このような動的容積率規制手法の考察は、静学モデルでは十分に行えない。

本論文は、人口増加傾向にある都市において、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、最適な動的容積率規制を考察する。そのために、Kono(2001)の2ゾーンモデルとWheaton(1998)の単一中心都市モデルそれぞれに、人口動態変化および建物の建て替えを新たな要素として加えた2つの動学モデルを用いる。2つのモデルの大きな違いは、外部不経済の発生メカニズムにある。前者のモデルの外部不経済はゾーン内トリップによる交通混雑や騒音等を想定しており、ある地点の外部不経済は当該地点の人口密度のみに依存する。一方、後者のモデルの外部性は通勤交通混雑を想定しており、ある地点の交通混雑はその地点より郊外の居住密度に依存する。また、前者のモデルは閉鎖都市、後者は閉鎖および開放の両都市を対象としている。論文は全編6章から成る。

第1章は序論であり、研究の背景および先行研究の紹介とその問題点を示すとともに、研究の目的を述べている。

第2章はKono(2001)のモデルに人口動態変化および建物の建て替えを考慮したモデルを構築している。特に、本章では、デベロッパーによる建物の最適な建て替え時期が、古い建物を引き続き使用した場合のレント収入と建物を建て替えた場合の利益がバランスするように決定することが導かれている。従来の理論研究は、永久に耐久する建物を単純化のために仮定しており、このような条件が導かれたのははじめてである。

第3章は、第2章で構築したモデルを用いて、動的最適な容積率規制手法を求めている。その手法として、第1に、Kono(2001)と同様に最高容積率規制に加えて最低容積率規制が必要であることを示している。現行の都市計画は主に最高容積率規制を行っており、最低容積率規制を極めて限定的にしか用いておらず、問題である。第2に、将来の外部不経済の流列を条件として、各時点においていかなる容積率規制が必要かを示している。その結果、場合によっては最高容積率規制を最低容積率規制にある時点で切り替える必要があることおよびその条件を示している。また、特に重要な性質として、ある時点における最適容積率規制は、その時点で建てられる建物が存在する期間に渡る外部不経済の流列のみに依存することが示されている。この結果から、永久に人口動態変化がある状況においても、建物の存在期間を超えた将来予測を容積率規制のために行う必要がないことが明らかになった。以上の知見は、これまでの研究では明らかでなく、実務的にも有用な成果である。

第4章は、Wheaton(1998)のモデルに人口動態変化および建物の建て替えを考慮し、さらに容積率規制を

考察するために建物容量を導入したモデルを構築している。第5章は、第4章で構築したモデルを用いて、動学的最適容積率規制手法を求めている。その手法として、閉鎖都市ではCBD近くにおいては最低容積率規制により建物容量を市場均衡よりも引き上げて人口密度を増加させ、一方、都市境界に近い所では最高容積率規制により建物容量を市場均衡よりも引き下げて人口密度を減少させる必要があることがわかった。すなわち、第2,3章のモデルと同様に、必ず最高および最低容積率規制の両方の規制が必要となる。この結論は、最高宅地面積規制により人口密度をすべての地点で引き上げる必要性があるとした Wheaton(1998)の結論とは大きく異なる。この違いは、容積率規制は建物容量市場に死荷重を発生させるため次善政策である一方、宅地面積規制は死荷重を伴わず最善政策となることから生じている。また、開放都市ではゾーン内全ての地点で最高容積率規制により人口密度を減少させる必要があることがわかった。さらに、閉鎖・開放都市に関わらず都市境界は市場均衡よりも小さく規制する必要があることが分かった。以上の知見は、本論文ではじめて得られたものであり、これらは実務において今後利用されるべき重要な成果である。

第6章は、結果の要約と今後の課題がまとめられ、結論が述べられている。

以上要するに、本研究は人口動態変化のある都市において建物の建て替えを考慮して、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して最適な動学的容積率規制を示す等、理論のみならず実務的にも有益な研究であり、土木計画学、都市経済学を含む情報科学の学際分野の発展に寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（学術）の学位論文として合格と認める。