# 都市規模のリスク分散効果と公共財供給に関する試論

朝日　ちさと

## 1. はじめに

都市規模に関する政策課題は、都市規模が「過大」であることに起因する混雑やスプロールに対する過少投資と、都市規模が「過小」であることに起因する遊休資源やインフラ・公共施設の維持負担等の過剰投資の問題に分けられる。1980 年代から 1990 年代にかけてのバブル期の東京一極集中に対する批判や議論は、前者に対応するものであろう。他方、経済の長期的低迷と人口減少基調が顕になった 2000 年代からは後者の課題が大きくなっている。すなわち、人口減少下の都市が生産力および住民の厚生を維持するためにあるべき都市規模に関して、コンパクトシティや縮退都市の実現、将来の財政制約を見据えた公共施設の再配置やインフラの維持管理更新の問題がある。また過少な都市規模による公共サービスの質の維持を理由のひとつとして、道州制や自治体の広域連携等が喫緊の課題となっている。以上の都市規模に関する政策課題を経済学的にみると、都市への集積がもたらす資源配分上の効率性あるいは非効率性に対して、どの程度の公的投資が必要かつ十分であるのか、という問いに一般化することができる。

都市規模に関連する公的投資の規範的かつ古典的な理論として「ヘンリー・ジョージ定理」がある。金本（1997）によれば、固定された人口に対して都市数が最適であれば、土地の地代総額と、集積の外部経済に対するピグー補助金総額と公共財供給費用の和とが等しくなる。Behrens, et al.（2015）は、これを近年の都市経済学および空間経済学における標準的な仮定である独占的競争環境下における次善のルールに拡張し、ピグー補助金総額と公共財供給費用の和を賄うのは、最適都市規模における地代総額と価格の歪みの総額であることを示した。これらのヘンリー・ジョージ定理に基づく都市規模の

実証的な検討について、Arnott（2004）は、推定に必要な情報が少ないという利点がある一方、多くの理論的仮定に依存しているため結果の示唆には一定の留保が必要であることを指摘している。Kanemoto, et al.（2005）は、頑健な結果ではないものの東京および大阪は過大である可能性を提示している。

公共財の供給費用の観点から都市規模を評価する試みも存在する。中川他（2012）は、Public Real Estate Management（以下 PRE）と呼ばれる公的不動産のポートフォリオの最適化の観点から、公共施設の改廃などのインフラ供給の減少が都市の空間的縮小をもたらす点に着目し、そのような政策変更を実施した場合に引き起こされる住民の公共財費用負担の変化が受容可能かをフィールド実験している。公共財の供給が平均費用が逓増する規模で行われるならば、ある公共財の供給量における限界費用は平均費用を上回る。すなわち、インフラ供給すなわち都市規模の減少は、それまで平均費用負担で供給されていたインフラが限界費用で供給されることに等しい。実験によれば、限界費用負担ルールにおいては最適な都市規模が実現し、平均費用負担ルールにおいては過大な都市規模が実現し、理論と整合的な結果がもたらされた。

これらの先行研究は、都市規模と公共財供給との間の関係を実証的に支持するものであり、効率性の観点から都市規模および公共財供給の評価を可能にする知見である。一方、これらの実証研究では公共財の内容については、集積の外部性を内部化するという特徴を与えているのみであり、外部性や内部化の類型については扱っていない。都市集積がもたらす集積の経済の要因のひとつとして、企業が直面する供給・需要のショックを平滑化する効果が挙げられている（佐藤他、2011）。すなわち、都市の経済主体にとってのショックあるいはリスクについて、集積による経済主体間のリスク分散効果がはたらくとき、集積は正の外部性と認識される。投資リスクについても同様であり、Arrow and Lind（1970）はリスクを伴う公的プロジェクトの評価において、家計数による分散効果により社会のリスクプレミアムは無視し得ることを明らかにし、長らくリスクに対する事業の期待被害額による便益評価の理論的根拠を成してきた。しかしながら、リスクの性質が分散可能ではない場合、集積や都市規模は外部効果の源泉とはならない。大規模災害などリス

クが集合的である場合には、家計間で被害に相関が生じるためにリスク分散が成立しないことが指摘されており（小林・横松、2002 等）、リスクプレミアムの評価が必要とされる。都市における公共財は域内において一定の非排除・非競合の性質を持つ場合が多いが、その場合、公共財の消費におけるリスクについては分散が不可能である。たとえば、都市財政にとって今後の負担増大が見込まれる道路、橋梁、水道、下水道等のネットワークを持つインフラは、地震や風水害によるサービスの停止あるいはサービスの質の低下リスクが存在し、共同消費であるために受益者間の独立性が成立しない。公共財の消費にこのような集合リスクを想定した場合、都市規模と公共財供給のルールから得られる知見はどのように拡張可能であろうか。

本稿は、都市規模すなわち家計数によるリスク分散の可能性と公共財供給との関係を検討することを目的として、Lee（2005）の不確実性下のヘンリー・ジョージ定理に関する理論的知見を検討する。不確実性下ではリスク分散効果により都市規模が大きくなり、地代総額が公共財の供給費用を上回るとの Lee（2005）の理論的結論をベースとして、都市規模、地代、公共財と地域におけるリスクとの関係を検討する基礎的な枠組みについて考察する。さらに、モデルの示唆がリスク分散の可能性に依存することから、リスクが集合的である場合の都市規模と公共財の供給費用との関係について検討する。

## 2. 不確実性下の最適都市規模モデル

### 2.1. Lee（2005）モデルの概要

ヘンリー・ジョージ定理によれば、地方公共財の供給に関する「Golden Rule」が知られている。すなわち、最適な地域人口のもとでは、地代の合計と公共財への支出が等しくなる。よって、地域の公共財が土地課税で賄うわれる都市規模が最適となる。Lee（2005）は、地域が不確実性に曝されている場合、人口規模が保険として働くため、確実性下よりも大きな人口規模が最適となることを理論的に示した。はじめに、Lee（2005）のモデルとその示唆を概観する。

経済は、多数の同質な個人と地域とで構成されている。地域 i には $n_i$ 人の住民が居住し、住民は 1 単位の労働を供給している。地域には $q_i$ 単位の土地がある。それぞれの地域には規模に関して収穫一定の技術を持つ完全競争企業が立地している。企業は、労働と土地を投入して単一の財を生産し、ニューメレールとして供給している。生産物は、私的財として消費されるか、あるいは公共財に転換される。地域 i の産出水準は不確実であり、次のように表現される。$\phi$ は地域へのショックを表すランダム変数であり、地域について独立に等しく分布する。

$$\phi f_i(n_i, q_i) \ \ for \ \ E(\phi)=1,\ V(\phi)=\sigma^2,\ 0<\phi<1$$

地域 i の代表的住民の選好は私的財と公共財の消費による効用 $U(x_i, g_i)$ で表される。公共財の供給費用 $c(g_i)$ は、$g_i$ について増加関数で凸であり、住民の数に依存しない（混雑を捨象する）。住民は、公共財の供給費用を等しく負担する。住民は、生産要素と企業を所有しており、要素所得と所有する企業の利潤を受け取る。つまり、可処分所得 $x_i$ は、賃金、地代、企業の利潤から公共財の費用を除いたものとなる。

意思決定のタイミングは次の通りである。まず初めに地域の政府は住民数 $n_i$ によって地域の規模を決め、住民から公共財の費用を集める $\left(c(g_i)/n_i\right)$。第二に、リスク回避的な住民は、所有する企業の株式を取引することによって、要素所得と企業利潤の不確実性によるリスクを分散する。第三に、企業はランダム変数 $\phi$ が実現する前に土地を投入する。4 番目に、$\phi$ が実現したあと、企業は労働を投入し生産を行う。すなわち、土地は長期契約により調達され、労働は短期市場によって調達される。地代は決定的である一方、賃金は確率的となる。

不確実性を分析するために、所得の一部が確率的であり、それを家計自身が資産取引によりリスク分散することを想定している。リスクをすべて分散できれば不確実性は残らない。リスクのある所得のうち、賃金所得は分散しにくい。よって、賃金所得は分散不可能であり、不確実な賃金に対する保険

も利用できないと想定している。

**企業行動の意思決定**

地域の企業は、$\phi$が実現する前に土地に地代 ri を支払い、$\phi$が実現してから労働に賃金 wi を支払う。企業の利潤は、次の通りである。

$$\pi_i = \phi f_i\left(n_i, q_i\right) - w_i n_i - r_i q_i$$

ni に関して利潤最大化の 1 階の条件より、賃金は $w_i = \phi f_{in}\left(n_i, q_i\right)$ となる。

土地は$\phi$が実現する前に投入されるが、リスク回避的な企業の所有者は株所有の分散によって不確実な利潤によるリスクを取り除くので、企業価値は期待利潤の最大化と等しくなる。

$$E\left(\pi_i\right) = f_i\left(n_i, q_i\right) - \bar{w}_i n_i - r_i q_i$$
$$\bar{w}_i = E\left(w_i\right) = f_{in}$$

qi に関する 1 階の条件より、地代は $r_i = f_{iq}\left(n_i, q_i\right)$ となる。賃金と地代の最適条件および規模に関する収穫一定の条件$\left(f_i = f_{in} n_i + f_{iq} q_i\right)$から、地域 i の企業利潤は次の通りである。

$$\pi_i = \phi f_i\left(n_i, q_i\right) - \phi f_{in} n_i - f_{iq} q_i = \left(\phi - 1\right) f_{iq} q_i$$

賃金も企業利潤も確率的であるが、企業所有者は完全にリスクを分散し、ゼロ利潤を実現できるとする。より簡単化し、地域は事前には同質なので、すべての i について ni = n, qi = q であるとする。しかし地域はランダムショック$\phi$を経験するため、企業利潤は地域によって異なる $\left(\pi = \phi(n, q)\right)$。企業所有者は、自分自身の地域を除くすべての地域の企業株式を所有することで、不確実な企業利潤のリスクをすべて取り除くことができる。その結果、家計は期待利潤 $E(\pi) = 0$ を得る。

**家計の効用**

代表的住民の私的財の消費において企業利潤は無視できることになり、規模に関する収穫一定の条件$\left(f_i = f_{in} n_i + f_{iq} q_i\right)$を用いると、消費は次のように表される。

$$x = w + r\frac{q}{n} + \frac{\pi}{n} - \frac{c(g)}{n} = \frac{f}{n} - \frac{c(g)}{n} + (\phi - 1) f_n$$

**政府の意思決定**

公共財の水準 g は所与であるとする。政府は、代表的住民のランダム要因$\phi$についての期待効用を最大化するように n を選択する。n についての 1 階の条件より、

$$\frac{dE\left[U(x,g)\right]}{dn} = E\left[U_x \frac{nf_n - \left(f - c(g)\right)}{n^2} + U_x(\phi - 1) f_{nn}\right]$$
$$= E\left[U_x \frac{c(g) - f_q q}{n^2} + U_x(\phi - 1) f_{nn}\right]$$
$$= \frac{c(g) - f_q q}{n^2} E\left[U_x\right] + COV\left[U_x, (\phi - 1) f_{nn}\right]$$
$$= 0$$

第 2 項の共分散項がランダム要因$\phi$について正となることから、最適な地域人口規模では第 1 項は負となる。$qf_q > c(g)$となり、地代総額が公共財の供給費用より大きいこと、すなわち、確実性下よりも大きな人口を選択することが最適となる。

## 2.2. モデルによる示唆

モデルの直観的な理解は次の通りである。公共財 g の水準が固定的であるため、最適な地域人口の条件は代表的家計の消費を可能とする可処分所得 x のみで決まる。x は賃金、地代収入、企業利潤、公共財の負担額によって決まるが、このうちリスクが分散できないのが賃金であり、家計の賃金は確

実な水準あるいは期待値からのかい離が見込まれる。その分散をカバーするために、地代収入が大きくならなければならないことになる。地域の代表的な住民の地代収入が大きいことは、土地の生産性が一定であるとすると土地を所有する人口が増加することを意味する。すなわち、確実性下よりも最適な人口規模は大きくなる。この結論は、固定的な公共財費用の負担に対して公共財の供給費用が不確実である場合、および人口増加の費用が混雑外部性によって増す場合についても維持される。

モデルの帰結の恒等関係より、地代総額と公共財供給費用とを比較することにより、都市規模あるいは公共財供給水準に関して示唆を得ることができる。第一に、最適な都市規模が選択されている状態が現実であると仮定した場合、地代総額と公共財供給費用との差が生産に関する不確実性を表す。その相対的な大きさを比較することで、地域における不確実性と都市規模の保険としての役割を検証することができると考えられる。第二に、地域が曝される不確実性の程度が一定であると仮定するならば、公共財の供給費用と地代総額を比較することで都市規模の最適度合に関する情報を得ることができると考えられる。

## 3. 地域におけるリスク分散の可能性

### 3.1. 前提条件の整理

Lee (2005) モデル (以下、基本モデルと呼ぶ) の示唆の重要な前提条件[1] は、

1　リスク分散に関する仮定のほか、人口の制約がないことも仮定されており、総人口の減少下においては重要な論点となると考えらえる。政府の意思決定における人口規模の選択問題は、リスク分散可能な他地域の存在を前提としているが、人口全体が一定数である複数の地域からなる場合、すべての地域において確実性下より過大な人口が実現するわけではない。全体の人口に制約がある場合は、上位政府が人口制約と各地域の期待効用の和を最大化する問題設定となり、地域のリスク分散の観点からは最善の都市規模とはならず、相対的にリスクの小さい地域では公共財供給費用が地代総額を上回るような人口規模になることも考えられる。

家計がリスク回避的であり、不確実な事象が地域間ではランダムに生起することにある。その場合、人口の増加は保険数理的に公正な保険として働き、消費の期待値に影響を与えることなく、消費の分散を小さくする。この関係は、Arrow and Lind（1970）における公共事業のリスクプレミアムの考え方と共通しており、公共事業における社会全体のリスクプレミアムは家計数によって分散され無視し得るものとなる。

基本モデルでは、地代はリスクが実現する前に支払われる確定要因であり、企業利潤の配当については地域間の資産取引でリスク分散される。賃金のみがリスクが実現した後に決定されるために、家計にとってリスク分散が不可能な要因となる。この設定は、リスク分散の可否は意思決定のタイミングによって生じるという想定であり、リスクの性質により分散ができないわけではない。家計の賃金に生じるランダム事象の仮定は、地域間で分散したリスクと同じく独立かつ同質なリスクである。企業は家計よりもリスクをプールすることが可能であるため従業員に保険を提供することができ、また家計も保険市場で所得リスクに関する保険を購入することができる。しかしながら、基本モデルでは情報の非対称性による保険市場の非効率性などにより、家計には分散不可能な賃金リスクが残るという想定になっている。

以上のような独立的リスクに対して、横松・小林（2002）や国土交通省（2009）が指摘するように、地域に生じるランダム事象が域内の家計にとって集合的リスクである場合、家計間のリスク分散のメカニズムは有効ではなくなる。すなわち、$\phi$の分布は地域間では独立性、同質性を満たすが、地域内では独立ではなく他の家計と同時に影響を受けると仮定すると、政府の意思決定における家計数の選択によるリスク分散の効果は異なってくる。

### 3.2. 集合リスクの場合

ランダム事象が地域間では独立であるが地域内では独立でなく、地域の一定割合の家計（an, 0<a<1）が同時にある事象を経験する可能性があるとする。不確実な事象は $\phi=\phi(n)$, $E\left[\phi(n)\right]=an$ 、すなわち地域の家計数の関数として表現され、地域の生産の期待値は家計数の一定割合に比例する。このとき、

企業の利潤最大化問題による利潤収入は、地域間でリスク分散される。一方、地域間では分散可能であったリスクが地域内では集合リスクであり、よって地域の代表的家計にとっては家計数に依存する賃金リスクとなる。

$$x=\frac{f}{n}-\frac{c(g)}{n}+(\phi(n)-1)f_n$$

政府の意思決定問題は再び、$\phi$についての期待効用を最大にするように地域の人口規模 n を選択することである。

$$E(U)=E[U(x,g)]=E\left[U\left(\frac{f}{n}-\frac{c(g)}{n}+(\phi(n)-1)f_n,g\right)\right]$$

$$\frac{dE[U(x,g)]}{dn}=E\left[U_x\frac{nf_n-(f-c(g))}{n^2}+U_x\phi_n f_n+U_x(\phi(n)-1)f_{nn}\right]$$

$$=E\left[U_x\frac{c(g)-f_q q}{n^2}+U_x\phi_n f_n+U_x(\phi(n)-1)f_{nn}\right]$$

$$=\frac{c(g)-f_q q}{n^2}E[U_x]+E[U_x\phi_n f_n]+E[U_x(\phi(n)-1)f_{nn}]$$

$$=0$$

最終式の第 1 項は公共財供給費用と地代総額との関係を表す。第 2 項および第 3 項は次のように表される。

$$E[U_x\phi_n f_n]=E[U_x]E[\phi_n f_n]+Cov[U_x,\phi_n f_n]$$

$$E[U_x(\phi(n)-1)f_{nn}]=E[U_x]E[(\phi(n)-1)f_{nn}]+Cov[U_x,(\phi(n)-1)f_{nn}]$$

基本モデルと比較すると、リスクが家計数に依存するため、最適な人口規模の選択において、家計数の変化がリスクに及ぼす影響が加わる。たとえば、第 2 項では、$f_n$ は $\phi$ について正、$U_x$ は負であるため、リスクに対する家計数の効果 $\phi_n$ の符号により効果が異なる。家計数の増加が正の方向に働く場合、すなわち家計数が所得増の可能性を増加させる場合、全体の効果は正と

なる。よって、家計数の最適条件より、地代総額が公共財の供給費用を上回らなければならない。家計数の増加が負の方向に働き、所得減の可能性を増加させる場合には、全体の効果も負であるため、地代総額と公共財の供給費用との関係は明らかではない。

## 4. 考察

家計数が所得増の可能性を増加させる場合の例として、集積の経済がはたらく状況が考えられる。一方、家計数の増加が所得減少の可能性をもたらす場合とは、混雑による外部費用が発生する場合、共同消費を伴う公共財の利用が妨げられる場合などが考えられる。すなわち、家計間の相互作用が所得にもたらす負の影響が大きい場合には、最適な都市規模は確実性下に比べて大きくなるとは限らない。

基本モデルおよび集合リスクモデルの検討は、次のように整理される。すなわち、地域にとってのリスクが地域内で分散不可能な場合であっても、その所得リスクが家計間で独立の事象である場合、また集積の経済のように家計数について所得に正の効果を持つ場合、地代総額が公共財供給費用を上回り、最適な都市規模は確実性下よりも大きくなる。一方、所得リスクが家計間で独立ではなく、所得に負の影響をもたらす場合には、必ずしもその関係は成立しない。

2.2 節で述べたように、都市規模と地域リスクとの理論的な関係は、実証が可能であれば、効率性の観点から望ましい都市規模、あるいは反対に地域のリスクを判断するための有用な手法となり得る。しかしながら、地域の観点で生産や所得に対するリスクを考慮する際には、それらが公共財や混雑など家計の相互関係に依存する効果が多く含まれていることに留意する必要がある。コンパクトシティ、道州制、自治体の広域連携などの都市規模に関連する議論において、災害や経済ショックなどの不確実な要因を考慮することは必須の条件である。その際には、地域間のリスク分散効果に加え、都市規模すなわち家計数による地域内のリスク分散が重要な役割を果たすことか

ら、それらが成立する要件をさらに明確にすることが必要である。

※本研究は、JSPS 科研費（24730215）の助成を受けたものです。
※本稿は、日本地域学会第 51 回年次大会（2014 年 10 月 5 日、於麗澤大学）における発表原稿に加筆・修正したものです。

**参考文献**

[1] 金本良嗣「都市経済学」東洋経済新報社，1997.
[2] 国土交通省「不確実性に係る便益の評価について」公共事業評価手法検討委員会資料（2009）.
[3] 小林潔司・横松宗太「災害リスクマネジメントと経済評価」土木計画学研究・論文集，19(1), 1-12. (2002).
[4] 佐藤泰裕 , 田渕隆俊 , 山本和博『 空間経済学』有斐閣（2011）.
[5] Arnott, R.“Does the Henry George Theorem Provide a Practical Guide to Optimal City Size?”, American Journal of Economics and Sociology, Volume 63, Issue 5, (2004), pages 1057–1090, November.
[6] Arrow, Kenneth J., and Robert C. Lind.“Uncertainty and the evaluation of public investment decisions.”Journal of Natural Resources Policy Research 6.1 (2014): 29-44.
[7] Behrens, K, Kanemoto, Y., and Murata, Y.,“The Henry George Theorem in a second-best world,”Journal of Urban Economics 85 (2015), 34-51.
[8] Kangoh Lee“Land taxation and the Henry George theorem under uncertainty”, Journal of Urban Economics 58 (2005) 11–23.
[9] Yoshitsugu Kanemoto, Toru Kitagawa, Hiroshi Saito, Etsuro Shioji“ESTIMATING URBAN AGGLOMERATION ECONOMIES FOR JAPANESE METROPOLITAN AREAS: IS TOKYO TOO LARGE?”(2005), http://www3.grips.ac.jp/~kanemoto/MEA/Agglomeration_CSIS7.pdf（最終閲覧日：2015 年 1 月 31 日）.