

立地外部性に対するセカンドベスト政策の分析*

Analysis of second best policy for locational externality*

佐藤光晴***・河野達仁**

BY Mitsuharu SATO***・Tatsuhito KONO**

1. はじめに

都市に立地する企業の多く（特に本社機能や企画立案機能等を持った事務所）は、同一の都市に立地している他の企業と、双方向のface-to-faceのコミュニケーションを行うことで、業務を遂行している。こうした企業が立地する際の、取引のある他企業の交通費用を無視した行動を立地外部性と呼ぶ。立地外部性に関する既存研究としては、Beckman(1976)¹⁾、Fujita and Thisse (2002)²⁾、Borukov and Hochman (1977)³⁾、O' Hara (1977)⁴⁾、Kanemoto(1990)⁵⁾、Fujita and Ogawa (1982)⁶⁾がある。

既存研究においては、コミュニケーション外部性や立地外部性の存在によりファーストベストが達成できないことは示しているものの、その対処方法が十分に検討されていない。対処方法としては、伝統的なpigou補助金を述べたKanemoto⁵⁾、および交通費用を倍にする政策を提案したFujita and Thisse²⁾があるのみである。実際の経済においてコミュニケーション外部性や立地外部性に相当するpigou補助金を計算するためには、すべての企業について交通の伴う取引や企業間の取引に関する生産関数を知る必要がある。このようなことは不可能である。一方、交通費用を倍にする政策については、近年の交通システム(ETS)の技術進歩を考えると、料金徴収という観点からは問題がない。ただし、Fujita and Thisse²⁾の結論は、非弾力的な交通のもとで得られた結論である。実際の経済における交通を伴う取引は、ある程度の弾力性を伴うのが通常と考えられる。

そこで本研究では弾力的な交通需要を仮定して、立地外部性に対するセカンドベスト政策を提案することを目的とする。具体的には相互にコミュニケーションすることによって利潤を得る企業と、その企業に通勤することによって賃金を得る家計の2つの立地主体を設定し、セカンドベスト政策としては企業交通税と労働者通勤税の

*キーワード：財源・制度論、住宅立地、土地利用

**正員、博（学術）、東北大学大学院工学研究科

（宮城県仙台市青葉06、

TEL022-795-7501、FAX022-795-7500）

***学生員、工修、東北大学大学院情報科学研究科

2つを考え、政策実施前の企業の単位交通コスト、住民の単位通勤コストを変化させたときの政策のあり方・効果、都市の立地パターンがどのように変化するかに焦点を当てて分析する。

2. 経済主体のモデル化

(1) 仮定

経済主体のモデル化にあたり、Fujita and Ogawa⁶⁾において示されているモデルを利用する。立地空間として、一次元の空間 $X = (-\infty, \infty)$ が存在し、各地点 $x \in X$ における土地の量は1とする。また、土地は不在地主によって所有されている。家計、企業、均衡に関する仮定は以下のようなになる。

- N の同質な家計が都市内に存在し、各家計は一単位の労働者を有する。
- M の同質な企業が都市内に存在し、各企業は一定の労働者数 L によって構成される。
- 家計、企業はそれぞれ固定された S_h, S_f の土地を使用する。
- 土地市場、労働市場は全ての地点 $x \in X$ において完全に競争的であるとす。
- 都市境界 b^* において家計のビットレントは農業地代 R_A となる。
- 土地のレントは企業のビットレント $\Phi(x, \pi)$ 、家計のビットレント、農業地代 R_A のうち、最も高いものを採用する。
- 土地の使用量 S_h は一定であるため、家計の効用を合成財の消費量 z の関数として、 $U(z) = z$ とする。
- 労働者は単位距離当たり通勤コスト t を支払って企業に通勤する。
- 各企業は都市内の全企業と単位距離当たり交通コスト τ を支払ってコミュニケーションを行う。
- 企業間コミュニケーションによる収益はその頻度の増加に従って逓減し、交通需要は交通コスト τ 、企業間距離 $|x - y|$ に対して弾力的である。

(2) 企業のモデル化

地点 x に立地する企業のビットレント $\Phi(x, \pi)$ を以下

に示す。

$$\Phi(x, \pi) = [A(x) - W(x)L - \pi] / S_f \quad (1)$$

ここで、 $A(x)$: 企業収益, $W(x)$: 賃金, L : 労働需要, π : 企業利潤, S_f : 土地使用量である。企業は完全競争状態にあり、企業利潤 π は 0 とする。

企業が都市内に立地する全ての他企業とコミュニケーションを行うとすると、企業間取引による収益 $A(x, y)$ は以下のように表現することが出来る。

$$A(x) = \int_x a(x, y) m(y) dy \quad (2)$$

ここで、 $a(x, y)$: 地点 x, y に立地する企業間の取引利潤 $m(y)$: 地点 y における企業密度 である。

$a(x, y)$ を以下のように定義する。

$$a(x, y) = \max_{\varphi(x, y)} \{V[\varphi(x, y)] - T[\varphi(x, y)]\} \quad (3)$$

ここで、 $\varphi(x, y)$: 地点 x, y に立地する企業間の取引頻度, $V[\varphi(x, y)]$: 地点 x, y に立地する企業間の取引収益, $T[\varphi(x, y)]$: 地点 x, y に立地する企業間の取引交通コスト である。

$V[\varphi(x, y)], T[\varphi(x, y)]$ を entropy-type function を用いて特定化する。

$$V[\varphi(x, y)] = \begin{cases} -\varphi(x, y) \ln \varphi(x, y) & \text{for } 0 \leq \varphi \leq 1/e \\ 1/e & \text{for } \varphi \geq 1/e \end{cases} \quad (4)$$

$$T[\varphi(x, y)] = (\tau|x - y| + c)\varphi(x, y) \quad (5)$$

ここで、 τ : 企業の単位距離あたり交通コスト, c : 企業間取引に伴う固定的なコスト, である。

$\varphi(x, y)$ を横軸に、 $V[\varphi(x, y)], T[\varphi(x, y)]$ を縦軸にそれぞれとった図を以下に示す。

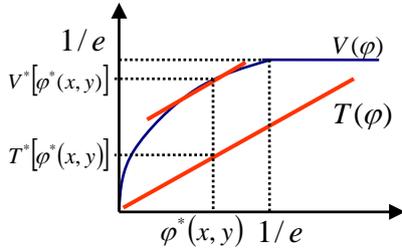


図1 entropy-type function

最適な $\varphi^*(x, y)$ が選択されたとき、 $a(x, y)$ は $\beta \equiv (1-c)/e$ として、

$$a(x, y) = \beta \exp(-\tau|x - y|) \quad (6)$$

と表せる。

以上から、完全競争状態における立地点 x の企業のビットレントは、

$$\Phi(x, 0) = \left[\int_x \beta \exp(-\tau|x - y|) m(y) dy - W(x)L \right] / S_f \quad (7)$$

となる。

(3) 家計のモデル化

地点 x に立地する家計のビットレント $\Psi(x, u^*)$ を以下に示す。

$$\Psi(x, u^*) = \{W[J(x)] - \tau|x - J(x) - Z(u^*)\} / S_h = \{W(x) - Z(u^*)\} / S_h$$

(8) ところで、 $J(x)$: 所在地 x の家計の勤務地, $z(u^*)$: 均衡効用水準 u^* に応じた合成財消費量, S_h : 土地使用量である。

(4) 市場均衡

市場均衡においては、以下が満たされる。

$$\text{労働市場均衡} \quad M = N/L \quad (9)$$

$$\text{都市境界条件} \quad \Psi^*(b^*) = R_A \quad (10)$$

通勤均衡

$$W[J(x)] - \tau|x - J(x) = \max_{y \in X} \{W[y] - \tau|x - y|\} \quad x \in X \quad (11)$$

土地市場均衡

$$R(x) = \max\{\Psi(x, u^*), \Phi(x, 0), R_A\} \quad (12)$$

$$\Psi(x, u^*) = R(x) \quad \text{if } n(x) > 0$$

$$\text{但し, } \Phi(x, 0) = R(x) \quad \text{if } m(x) > 0$$

$$S_h n(x) + S_f m(x) = 1 \quad \text{if } R(x) > R_A$$

本研究では社会的総余剰 SW を総地代 $RA^* = \int_x R(x) dx$

と総効用 $u^* N$ の和と定義する。(7), (8)を総地代の式に代入すると、最終的に企業総生産 $AA^* = \int_x m(x) A(x) dx$ と総通勤コスト ACC の差が総余剰 SW に等しくなる。

$$SW = RA^* + u^* N = AA^* - ACC^* \quad (13)$$

(5) ファーストベスト

ファーストベストは、社会的総余剰を最大にする配分を実現する。その際、 $\Phi^{**}(x, 0) = 2\Phi(x, 0)$ とした上で式(12)に従って立地パターンを決定する条件となる。市場均衡と違って、企業は、取引のある都市内の全ての他企業の取引収益・コストを考慮した上で立地する。それによって外部性が内部化され、企業の取引利潤は2倍になる。

3. セカンドベスト政策のモデル化

(1) 分析方法

セカンドベスト政策による企業の総生産の変化は、

- 交通市場における DWL(Dead Weight Loss 死荷重損失)
 - 企業分布の変化による立地外部性の変化
 - 都市内総企業数の変化による立地外部性の変化
- の3つに分けて分析可能である。

DWL とは、交通が弾力性を持つ場合に、企業交通税が価格(課税後の単位交通コスト)と限界費用(課税前の単位交通コスト)を乖離させることによって、市場を歪ませた結果発生する、負の効果である。

企業分布の変化による立地外部性の変化とは、立地外部性が存在する場合に、企業分布が変化することによって都市全体で取引収益・コストが変化することである。

立地外部性の存在下では、企業の集積は集積の外部経済（取引コストの節約）を発生させる。

総企業数の変化による立地外部性の変化とは、open city model においてのみ起こり、立地外部性が存在する場合に、総企業数の変化、すなわち新たな取引先の出現によって、都市全体で取引収益・コストが変化することである。都市内の総企業数の変化は、立地外部性が強まるにつれて、企業の生産性に大きな影響を及ぼすようになる。

セカンドベスト政策において最大化される目的関数は社会的総余剰 SW である。

(2) 企業交通税 (closed model)

この政策は、DWL の変化、企業分布の変化による立地外部性の変化を与える。税収は総余剰に返される。

$$\begin{aligned} SW(P_\tau) &= \max_{P_\tau} \{AR(P_\tau) - u(P_\tau)N + P_\tau/\tau ATC(P_\tau)\} \\ &= \max_{P_\tau} \{AA(P_\tau) - ACC(P_\tau) + P_\tau/\tau ATC(P_\tau)\} \end{aligned} \quad (14)$$

ここで、 P_τ : 交通税、 $ATC(P_\tau)$: 総企業交通コストである。

(3) 労働者通勤税 (closed model)

この政策は、企業分布の変化による立地外部性の変化を与える。税収は総余剰に返される。

$$\begin{aligned} SW(P_t) &= \max_{P_t} \{AR(P_t) + u(P_t)N + P_t/t ACC(P_t)\} \\ &= \max_{P_t} \{AA(P_t) + (P_t - t)/t ACC(P_t)\} \end{aligned} \quad (15)$$

ここで、 P_t : 通勤税である。

(4) 交通税+通勤税 (closed model)

これは上記の2つの政策を組み合わせたものである。

4. 数値シミュレーション

(1) 前提

数値シミュレーションにあたって、monocentric, subcenter, duocentric, tricentric の4つの立地パターンを仮定している。

monocentric は、都市の中心部が企業集積地となり、周辺部に家計が立地する。duocentric では、企業集積地が2つに分裂し、都市の中心部には家計が立地する。subcenter, tricentric は共に3つの企業集積地を仮定している点では共通している。しかし、subcenter の場合は全ての労働者が都市の中心部に向かって通勤し、tricentric の場合は一部の労働者が都市の中心部から周辺部に向かって通勤するという違いがある。

図2は subcenter, tricentric における立地パターンを表現している。企業ゾーン A, C の比率を ε 、家計ゾーン B, D の比率を θ で表す。 $\varepsilon = 0$ とすれば duocentric になり、 $\varepsilon = \theta = 0$ とすれば monocentric となる。

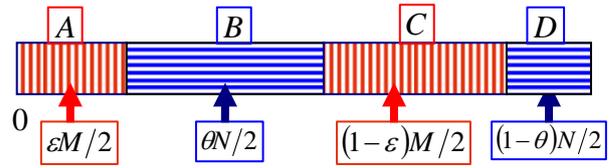


図2 住民・企業分布

住民の効用関数は簡単のために $U(z) = z$ とし、closed model を仮定し、パラメータを以下のように設定してシミュレーションを行う。

$$(\tau_0, t_0, S_h, S_f, R_A, N, L, c) = (0.05, 0.005, 0.1, 1, 1, 1000, 10, 0)$$

(2) 市場均衡とファーストベスト

シミュレーション結果を以下に示す。

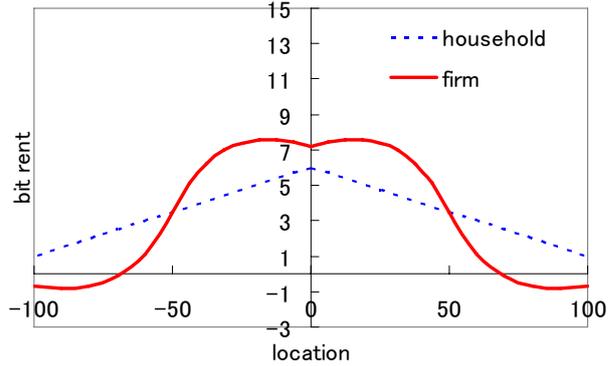


図3 市場均衡 monocentric $\varepsilon = \theta = 0$ $SW = 9292$

$$AA^* = 1179.2 \quad ACC^* = 250.0 \quad AR^* = 898.4 \quad u^*N = 30.8$$

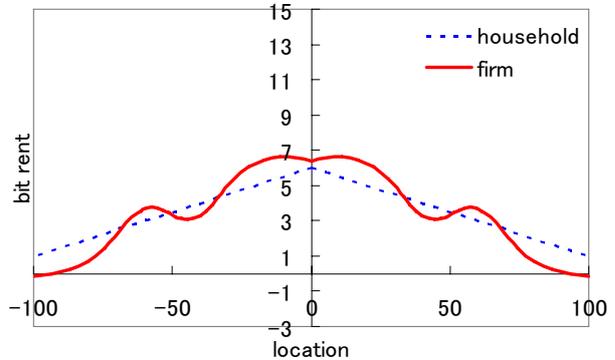


図4 市場均衡 subcenter $\varepsilon = 0.669$ $\theta = 0.356$ $SW = 797.1$

$$AA^* = 988.2 \quad ACC^* = 191.1 \quad AR^* = 776.6 \quad u^*N = 20.4$$

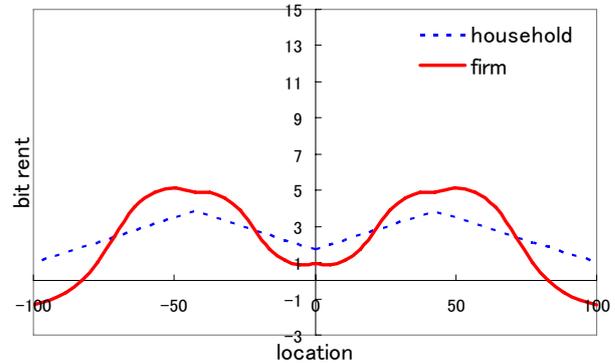


図5 市場均衡 duocentric $\varepsilon = 0$ $\theta = 0.427$ $SW = 8330$

$$AA^* = 960.6 \quad ACC^* = 127.7 \quad AR^* = 637.7 \quad u^*N = 195.2$$

数値シミュレーションの結果、市場均衡においては、monocentric, subcenter, duocentric の3つの都市構造が存在可能であった。

このモデルにおいては、企業の土地使用量 S_f を固定としているために、monocentric な都市がファーストベストとなる。そのため、市場均衡においてファーストベストが達成される可能性を持っている。

都市構造別に比較してみると、monocentric な都市において、最も社会的総余剰が高くなっている。subcenter では duocentric より企業の生産性は高いものの、住民の効用水準が最も低い。duocentric な都市においては、住民の効用水準は最も高くなっている一方で、企業の生産性は最も低くなっている。

以下で subcenter, duocentric のそれぞれの都市構造に対して、セカンドベスト政策を行い、その効果を検討する。

(2) 企業交通税

subcenter $\varepsilon = 0.690 \quad \theta = 0.325 \quad SW = 801.5$
 $AA^* = 935.8 \quad ACC^* = 199.6 \quad AR^* = 773.6 \quad u^*N = -37.5$
 $P_\tau = 0.00478 \quad P_\tau/\tau ATC = 65.3$
 duocentric $\varepsilon = 0 \quad \theta = 0.418 \quad SW = 833.2$
 $AA^* = 978.5 \quad ACC^* = 128.4 \quad AR^* = 644.1 \quad u^*N = 206.1$
 $P_\tau = -0.00131 \quad P_\tau/\tau ATC = -16.9$

subcenter においては、企業交通税によって企業集積が促されている。しかし、企業分布の変化による立地外部性の変化以上に単位交通コストの上昇による DWL が大きくなり、企業総生産は減少している。また、企業集積による総通勤コストの上昇、住民の効用水準の低下が起きている。

duocentric においては、企業交通補助⇒企業取引における DWL の軽減⇒企業総生産の増加⇒企業のビットレントの上昇⇒企業の集積という流れで、2つのセンターが接近し、monocentric な都市構造に近づいている。企業集積によって総通勤コストは上昇している。また、企業総生産の増加による賃金の増加によって、住民の効用水準は増加している。

(3) 労働者通勤税

subcenter $\varepsilon = \theta = 0 \quad SW = 9292$
 $AA^* = 1179.2 \quad ACC^* = 255.2 \quad AR^* = 903.6 \quad u^*N = 20.4$
 $P_\tau = 0.00010 \quad P_\tau/\tau ATC = 5.2$
 duocentric $\varepsilon = \theta = 0 \quad SW = 9292$
 $AA^* = 1179.2 \quad ACC^* = 167.8 \quad AR^* = 816.2 \quad u^*N = 195.2$
 $P_\tau = -0.00164 \quad P_\tau/\tau ATC = -82.2$

労働者通勤税によって、subcenter, duocentric 共に、monocentric な都市になることが可能である。duocentric から monocentric に移行させるためには、高い通勤補助が

必要となっている。一方で、subcenter においては、低い通勤税を与えることで monocentric に移行可能となっている。

(4) 交通税+通勤税

subcenter $\varepsilon = 0.699 \quad \theta = 0.317 \quad SW = 807.9$
 $AA^* = 968.2 \quad ACC^* = 218.0 \quad AR^* = 803.2 \quad u^*N = -53.0$
 $P_\tau = 0.00289 \quad P_\tau/\tau ATC = 42.1$
 $P_i = 0.00039 \quad P_i/\tau ACC = 15.6$
 duocentric $\varepsilon = 0 \quad \theta = 0.124 \quad SW = 866.5$
 $AA^* = 1013.5 \quad ACC^* = 160.5 \quad AR^* = 747.6 \quad u^*N = 105.4$
 $P_\tau = 0.00336 \quad P_\tau/\tau ATC = 48.7$
 $P_i = -0.0009 \quad P_i/\tau ACC = -35.3$

subcenter, duocentric に共通して、政策を組み合わせることによって企業交通税単独の場合よりも高い企業集積、社会的総余剰が得られている。

5. 結論

本モデルにおいては、立地外部性の存在による企業集積の便益、すなわち集積力と、企業集積に伴う労働者の通勤コストの増加による分散力が、トレードオフの関係になっている。また、entropy-type function で立地外部性を表現することによって、市場均衡において複数の立地パターンが存在可能となっており、セカンドベスト政策は、それぞれの立地パターンにおいて、違った効果を与える。特に労働者通勤税は、企業交通において DWL を発生させることなく企業を中心に集積させることが可能な政策であり、本モデルではそれによってファーストベストである monocentric な都市が実現されている。セカンドベスト政策を行うにあたっては、政策の対象となる都市の立地パターン、企業交通税によって発生する DWL の程度、企業交通税・労働者通勤税によって変化する企業分布の変化の予測が必要不可欠である。

参考文献

- 1) Bexkman, M.J. : Spatial equilibrium in the dispersed city. In: Y.Y. Papageorgiou (ed), *Mathematical Land Use Theory*, 1976.
- 2) Fujita, M., and Thisse, J.F. : *Economics of Agglomeration*, Cambridge Univ Pr, 2002.
- 3) Borukhov, E., and Hochan, O. : Optimum and market equilibrium in a model of a city without a predetermined center, *Environment and Planning*, 1977.
- 4) O'Hara, D.J. : Location of firms within a square central business district, *Journal of Political Economy*, 1977.
- 5) Kanemoto, Y. : Optimal cities with indivisibilities in production and interactions between firms, *Journal of Urban Economics*, 1990.
- 6) Fujita, M., and Ogawa, H. : Multiple equilibria and structural transition of non-monocentric urban configurations, *Regional Science and Urban Economics*, 1982.