

企業間ネットワークに着目した オフィス企業の立地パターンに関する分析

大畑 拓也¹・大平 悠季²・織田澤 利守³

¹学生会員 神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻 (〒 658-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1)
E-mail:135t107t@stu.kobe-u.ac.jp

²学生会員 神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻 (〒 658-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1)
E-mail:121t110t@stu.kobe-u.ac.jp

³正会員 博(工) 神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻 (〒 658-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1)
E-mail:ota@opal.kobe-u.ac.jp

知識社会と呼ばれる現代においては、主体間での情報や知識のやりとり、すなわちコミュニケーションが都市社会の発展の原動力となっている。その際、相互にやり取りされる知識・情報が高度になるにつれて、face-to-face コミュニケーションがより重要な交流手段となる。本研究では、オフィス企業間で行われる face-to-face コミュニケーションに着目し、都市空間構造の形成メカニズムの解明を目的とする。具体的には、企業間ネットワークと交通ネットワークを明示的に考慮した上で、他社とのコミュニケーションに依存する企業の立地選択行動をモデル化する。その上で、数値計算を通じて、企業間ネットワークの形状と都市における企業の立地パターンの関係性を明らかにする。

Key Words ::face-to-face interaction,social network,geographic location

1. はじめに

情報・通信の技術革新は個人間、ひいては社会全体に影響が波及している。人々が社会的な繋がりを求める原動力は、多様な主体間で行われる相互コミュニケーション活動であり、人々はコミュニケーションを通じてあらゆる分野における創造的活動を展開している。主体が他の主体との多様なコミュニケーションを図る目的は、知識・情報の交換やアイデアの創出などの創造的活動において相乗効果が期待でき、効用獲得が見込めるからである。主体間のコミュニケーション活動は、通信の発展した今日においても、face-to-face のコミュニケーションが特に重要な交流手段として用いられている。この対面交流の集約場として都市は機能していると考えられる。人々が活発に交流を行う都市では、様々な情報や知識が集約され、この知識・情報の集積が都市の魅力を高める。高い魅力を持つ都市ほど人々を惹きつけ、大規模な都市へと成長していき、高い経済効果を生み出す。都市経済学では、これを集積の経済と呼んでいる。人々は利便性の高い都市で暮らすことで様々な効用を得ることができる。しかし過度な人口集中はまた、メリットだけではなくデメリットも生じさせることとなる。極端な集積は主要施設等での混雑や交通渋滞を引き起こす原因となる。また多数の人々が都市内での居住を希望すると土地需要が高まり、地代

が高騰して経済的に非効率な状態となる。以上より、都市での生活はメリット・デメリットに個人差が生まれ、結果として都市と郊外に人口が分散する。

このように都市には集積力と分散力、相反する力が働く。都市で得られる効用と混雑外部性が各個人ごとに異なるため、人々の動きが多元的なものとなる。各都市で人口流入・流出が発生するため、複雑な都市形成メカニズムは解明されていない。

都市形成メカニズムを考えるにあたり、Fujita & Thisse (2002) ¹⁾は、企業と家計の立地行動に着目している。従前の空間経済学では主体の対面交流が都市の発展に影響していることが指摘されていた。これまでも集積の経済についての研究がなされてきたが、個人や企業間の社会的な結びつきや地域の関係性などは考慮されず、主に物理的距離が主体の立地行動に及ぼす影響に着目した研究がなされてきた。しかしながら、著しい通信技術の向上によって社会的ネットワークの構築・維持が容易となった現代社会の都市のあり方を必ずしも説明し得る物ではなくなっている。

一方、都市経済学においては、人と企業の関係性に着目した集積現象の研究がなされている。佐々木・文 (2000) ²⁾では地域特化の経済・都市化の経済によって様々な産業の企業が集積することによって利益が見込まれることを示している。主体間の相互交流によって効用が得られ、相互交流の基準は2つの「距離」によ

るものであり、それは社会的距離と地理的距離であると捉えている。社会的距離とは社会的ネットワークにおいての関係性を距離として捉えたもので、社会的な繋がりが強いほど社会的距離は短くなり、主体同士が集積することで集積の経済効果が期待される。地理的距離は交通ネットワークと各主体の立地に依存しており、都市内の交通網、都市と都市を結ぶ交通網の充実によってコミュニケーションの増大が期待される。都市に集積が生じる原因は解明されつつあるが、通信技術が飛躍的に発展する現代に当てはまる都市形成メカニズムは明示されていない。

社会的ネットワークを明示的に扱った立地行動分析の既存研究として Helsley & Zenou (2011)³⁾があり、複数主体が都市と郊外の2地域に立地し、都心に訪問を行うというモデルであり、主体の社会的ネットワーク上の位置と主体の立地について理論モデルを用いて分析している。また大平・織田澤 (2012)⁴⁾の研究では各主体間の交流に着目した相互訪問、離散的な空間に立地する主体が相互訪問することによって対面交流から得られる効用と交流に必要な交通費を考慮した理論モデルを用いて、社会的ネットワークと交通ネットワークの位相空間について分析したものがある。

本研究では、大平・織田澤 (2012)⁴⁾の先行研究をベースとし、これら既存研究で示されなかった社会的ネットワークに着目したコミュニケーション行動と立地集積のメカニズムについて理論モデルを提案することを試みる。

2. 本研究の目的および構成

本研究では主体を企業とし、企業間ネットワークと交通ネットワークが企業の立地集積に与える影響分析を行い、企業の集積メカニズムを解明することを目的とする。本研究では Helsley & Zenou³⁾の流れを汲む大平・織田澤⁴⁾の理論モデルを拡張し、企業の利潤関数を定義した。利潤関数は、企業間ネットワークと交通ネットワークを考慮した各企業の社会的な繋がりに依存した face-to-face コミュニケーション需要（相互訪問）、コミュニケーション活動を行うために相互訪問を行う際必要となる交通費、各立地点の土地需要に応じて変動する地代を考慮しており、各企業はその利潤を立地選好の基準として立地を変更する。各企業が立地変更を繰り返し行った結果、立地の均衡解がどのように変化していくかを観察し、立地パターンの安定解に至る企業の集積メカニズムを解明していく。

本研究では、複数の企業が立地変更を行う場合、複数の立地点における企業の立地から集積パターンを分析していく。交通ネットワークと社会的ネットワーク

の相互作用を受け、企業の集積・分散するパターンを分析する上で、企業間のコミュニケーション需要の変化に着目する。流れとして、第3章では本研究での設定および理論モデルの説明を行う。本研究では企業の利潤を用いて多項ロジットの移動確率を定義し、立地点を繰り返し変更した結果として達成される立地状況を長期的均衡解として考えている。第4章ではまず、理論モデルにおける代表的なパラメータの立地に及ぼす影響について分析を行う。次に、社会的ネットワークが異なるケースでの立地パターン比較を行い、社会的ネットワークの影響が企業の立地選択に及ぼす影響についてモデル分析を行う。第5章では考察ならびに今後の課題について述べる。

3. 企業の利潤関数と立地移動

(1) 設定

想定する設定として、各企業は社会的な繋がりのある企業と相互訪問による face-to-face の交流を行い、コミュニケーションによって創造的活動を行う社会を考える。ここでは情報や知識の共有、アイデアを出し合うなどの創造的活動による生産物を得られる効用として扱い、コミュニケーション量は相手企業によって異なるものと仮定する。企業は交通を伴う他社とのコミュニケーションにおいて、自社の利潤が最大となるコミュニケーション量を決定する。大平・織田澤 (2012)⁴⁾では各個人の効用関数を定義しているが、本研究でも企業における生産・費用関数にこれを援用する。また地代関数では Tabuchi(1986)⁸⁾のアイデアを採用している。

空間設定として

- 企業数 n 、離散的な立地点数 m 、立地点を結ぶ交通リンク $\lambda (\lambda = a, b, \dots, \phi)$ からなる環境
- 立地点の大きさはすべて一定
- 交通ネットワーク内において交通混雑はない

企業行動の設定として

- 企業はコミュニケーションという財を投入財として最終財を生産する
- 企業は企業間ネットワーク上で繋がる企業と交流を行う
- 生産した最終財は輸送費なしに消費される
- 企業の新規参入、合併、撤退による企業数の変動はない
- 企業の立地変更におけるコストはかからない
- 企業は同一地点に立地可能

交通ネットワークおよび企業間ネットワークは外生

的に与えるものとする。また交通ネットワークおよび企業間ネットワークは変化しないものとする。交通ネットワークの拡大縮小を考慮しないのは、対象とする空間スケールの変更に伴い、ネットワークの拡大縮小の及ぼす影響が異なるためである。

(2) 企業の利潤関数

まず企業が立地を選択するにあたり基準となる利潤関数を定義する。

企業の利潤関数を

$$\Pi_i = \rho f_i - c_i - r_{x_i} \quad (1)$$

と定義する。なお生産を基準財と考え ρ は 1 とする。企業 i の立地点を x_i 、 f_i は生産、 c_i は費用、 r_{x_i} は地代をそれぞれ表している。企業 i の立地選好を企業 i の利潤最大化問題としてとらえる。各企業は操作可能な変数として流量 v と自社の立地点 x_i があり、

$$\max_{v_{ij}, x_i} \Pi_i = \rho f_i - c_i - r_{x_i} \quad (2)$$

と定義する。各項の数式は項目ごとに分けて以下のように定義する。

a) 生産関数

企業 i と企業 j の社会的な繋がり g_{ij} を、

$$g_{ij} = \begin{cases} 1 & (\text{繋がりがあるならば}) \\ 0 & (\text{繋がりがないならば}) \end{cases} \quad (3)$$

と定義する。また企業 i の相手企業 j に対するコミュニケーション需要を v_{ij} と表すこととする。生産関数は次式で定義する。

$$f = \alpha \sum_{k=1}^n g_{ik} v_{ik} - \frac{1}{2} \sum_{k=1}^n (g_{ik} v_{ik})^2 + \theta \sum_{k=1}^n \{ g_{ik} v_{ik} \sum_{l=1}^n g_{kl} v_{kl} \} \quad (4)$$

生産関数を考えるにあたり、対面交流に対する生産性通減と戦略的補完性という特性について着目した。生産性通減が表している性質は、特定の企業だけとの流量を増加させていくと生産される量が次第に低下していく性質である。これは主体の分散型消費を好む傾向を示すものである。我々が普段生活する上でも、少数の人とずっと交流するよりも、同等の流量を分散させて多数の人と交流する方が様々なアイデアが生まれ、生産性が向上することを表している。 α は単位コミュニケーションに応じた生産のパラメータであり、第一、二項をあわせて生産性通減を表す項となっている。

戦略的補完性とはコミュニケーション活動を行う際、社会的繋がりが多く、活発にコミュニケーション活動を行う相手との交流は生産性が高く、相手の流量に応じて生産の質が向上する性質を示している。これは多くの情報を持つ主体との交流ほどシナジー効果によ

り高い効用を得られると考えられる。第三項で戦略的補完性を表しており、戦略的補完性に関するパラメータ θ 、 i の j への流量 v_{ij} 、 j の総流量 $\sum_{l=1}^n v_{jl}$ の積で表されている。

交流において、データとしての情報の共有のみならばシナジー効果は低い。したがって α に対して θ が小さくなる。一方、企業同士が新たなアイデアの創出などを行うならばシナジー効果が高く、 α に対して θ が大きくなる。

b) 費用関数

企業 i と企業 j が交流を行う際、交通経路に交通リンク λ が含まれるかどうかを $p_{ij\lambda}$ で表すと

$$p_{ij\lambda} = \begin{cases} 1 & (i \text{ と } j \text{ の交流においてリンク } \lambda \text{ を通行する}) \\ 0 & (i \text{ と } j \text{ の交流においてリンク } \lambda \text{ を通行しない}) \end{cases} \quad (5)$$

と表すこととする。

p_f を単位交流にかかる機会費用のパラメータとし、リンク交通費を t_λ として費用関数を定義すると

$$c_i = p_f \sum_{k=1}^n g_{ik} v_{ik} + \sum_{\lambda=1}^{\phi} \sum_{k=1}^n p_{ik\lambda} t_\lambda g_{ik} v_{ik} \quad (6)$$

となる。第一項は流量に応じて必要となる機会費用、第二項では他企業への訪問に使用する交通費用を表している。なお交通費用に関しては、同地点に立地している場合はかからないものとする。

c) 地代関数

地代関数を考えるにあたり、Tabuchi(1986)⁸⁾のデベロッパーの考え方を踏襲している。デベロッパーは不在地主から単位土地面積を借り、土地を開発して floor space y_x を企業に供給する。開発費用を Tabuchi(1986)⁸⁾と同様に βy_x^2 とおき、デベロッパーの利潤 Π_x^D の最大化問題ととらえる。 r_x は企業に供給する単位 floor 価格、 R_i は不在地主への単位土地面積の賃貸料とする。

$$\max_{y_x} \Pi_x^D = r_x y_x - \beta y_x^2 - R_i \quad (7)$$

一階条件より

$$r_x = 2\beta y_x \quad (8)$$

ここで floor space 供給量は都市の面積を A とすると $A y_x$ となり、各企業が floor space を 1 単位ずつ消費するので、都市に存在する企業数を n_x とすると、需給均衡条件より

$$A y_x = n_x \quad (9)$$

式 (9) と式 (8) を連立したものが、地代関数となる。

$$r_x = \frac{2\beta}{A} n_x \quad (10)$$

これより各立地点の地代は、同地点に立地している企業数に比例する。立地需要の多い立地点では、需要の

少ない立地点よりも高い地代を支払わなければならない。実際に需要が高い土地（例：都心部、駅前）の地代は高くなっている。

(3) 短期均衡解

以上をふまえ、式(1)に式(4)、式(6)、式(10)を用いると、企業 i の利潤最大化問題は以下のように定式化される。

$$\begin{aligned} \max_{v_{ij}, x_i} \Pi_i = & \alpha \sum_{k=1}^n g_{ik} v_{ik} - \frac{1}{2} \sum_{k=1}^n (g_{ik} v_{ik})^2 \\ & + \theta \sum_{k=1}^n (g_{ik} v_{ik} \sum_{l=1}^n g_{kl} v_{kl}) - p_f \sum_{k=1}^n g_{ik} v_{ik} \quad (11) \\ & - \sum_{\lambda=a}^{\phi} \sum_{k=1}^n p_{ik\lambda} t_{\lambda} g_{ik} v_{ik} - \frac{2\beta}{A} n_{x_i} \end{aligned}$$

短期的な交通量の解を求めるので x_i は所与の定数として扱う。一階条件より $g_{ij} = 1$ の時、次式が成り立つ。

$$(\alpha - p_f) - g_{ij} v_{ij} + \theta \sum_{m=1}^n g_{jm} v_{jm} - \sum_{\lambda=a}^{\phi} p_{ij\lambda} t_{\lambda} = 0 \quad (12)$$

各要素を行列表記し、 $\mathbf{v}$ について解くと

$$\mathbf{v}^* = [\mathbf{I} - \theta \hat{\mathbf{G}}]^{-1} \cdot \{(\alpha - p_f) \mathbf{1} - \mathbf{P} \mathbf{t}\} \quad (13)$$

と表せる。以上より各企業の交通量である短期均衡解はネットワークと固定費、交通費により内生的に求まることがわかる。

社会的繋がりを l 本とすると v_{ij} と v_{ji} が異なるためリンク数の倍の v を考えるので、行列式 $\mathbf{v}^*$ は $2l$ 行 1 列の行列で表される。式(13)は逆行列とベクトルの積の形で表されるが、逆行列を考えるにあたり g_{ij} をスケールダウンした社会的繋がりを表す行列 $\hat{\mathbf{G}}$ を用いる。社会的繋がりを持つ $g_{ij} = 1$ のみを要素として扱い、 $2l \times 2l$ 行列で構成された単位行列で表される。また $\mathbf{I}$ も $2l \times 2l$ の単位行列となる。

交通費用行列 $\mathbf{P}$ を都市の位置行列 $\mathbf{L}$ 、交通リンク利用行列 $\mathbf{R}$ として分割して求めている。都市の位置行列 $\mathbf{L}$ は $2l$ 行 $m^2 - m$ 列で表される。立地点が同じ場合は交通費用を考えないので、列はすべての異なる地点の組み合わせ $m^2 - m$ 個で構成されており、 ij の交流において両者が立地する 2 地点の組み合わせを意味している。 $\mathbf{v}^*$ の交流 v_{ij} と同じ行の $\mathbf{L}$ の要素は i の立地点が h かつ j の立地点が k とき hk の地点の組み合わせを表す要素が 1、それ以外の要素は 0 となる。交通リンク利用行列 $\mathbf{R}$ は $m^2 - m$ 行 λ 列で表される。立地点の組み合わせ $m^2 - m$ において、 λ のうち交流 v_{ij} に関する l_{kh} に対応する列の要素は 1、それ以外の要素は 0 で構成される。なお $\mathbf{R}$ は立地点同士を繋ぐ交通リンクの組み合わせが複数ある場合は、最小費用となる交通リンクの組み合わせを使用する。

(4) 調整ダイナミクス

本節では、長期的に実現する企業の立地パターンについて調べる。ここでは、進化ゲーム理論の Perturbed best response dynamics を用いて調整アルゴリズムを定義し、企業の立地選択行動を表現する。

長期的には企業は移動可能であり、利潤を最大にする立地点を選択する。企業は異質であると仮定し、企業による立地点の選択を多項ロジットモデルを用いて表現する。すなわち地点 x_i における企業 i の利潤は次のように表される。

$$\tilde{\Pi}_i(x_i, g, x_{-1}) = \Pi_i^*(v_i^*, g, x) + \epsilon_i \quad (14)$$

ここで ϵ_i は、ある立地点で企業の異質性に基づいて発生する利潤または損失を表す確率変数である。各時点 t において、企業が立地点を変更する機会は、到着率 $\lambda = 1$ の独立ポワソン過程に従って到着すると仮定する。立地点変更の機会が与えられた企業は、当該時点における他の企業の立地条件を与件として最も大きな利潤 $\tilde{\Pi}_i(x_i, g, x_{-1})$ をもたらす立地点を選択する。 ϵ_i は立地点に関して相互独立なガンベル分布に従うと仮定すれば地点 x を選択する確率は以下ロジット式で表される。

$$P_i(x) = \frac{\exp[\eta^{-1} \tilde{\Pi}_i(x, g, x_{-1})]}{\sum_{x \in 1, 2, \dots, m} \exp[\eta^{-1} \tilde{\Pi}_i(x, g, x_{-1})]} \quad (15)$$

ここで η は企業の異質性の程度を表し、 η が大きいほど企業の異質性は大きくなる。

図-1 は本研究において採用した調整アルゴリズムのフローチャートである。図-1 のアルゴリズム内の各時点は非常に短い期間であり短期的な均衡が成立すると仮定している。ここでの短期均衡成立はコミュニケーション需要が均衡解に従うということを意味している。

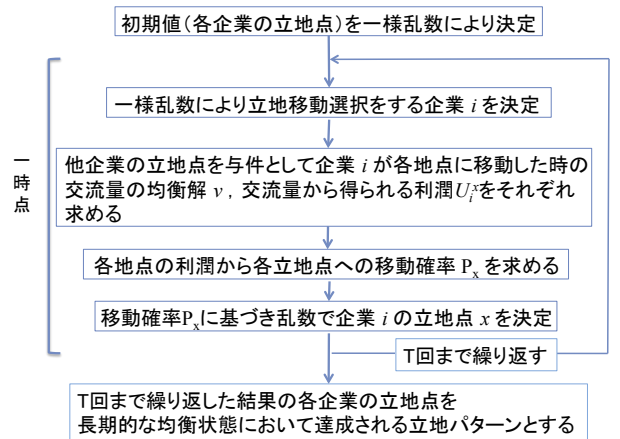


図-1 調整アルゴリズム

モデルの複雑化に伴い定性的な分析が困難なため、具

体的な結果の解釈に関しては次章の分析で行うこととする。

4. 数値解析

(1) 設定

まず前章で構築した理論モデルにおいて重要となるパラメータ θ と t の変化についての分析を行う。第3章の調整アルゴリズムを用いて数値計算を行うにあたり、設定として企業数 $n = 16$ 、立地点数 $m = 6$ 、交通リンク数 $\lambda = 6$ と設定する。交通ネットワーク、企業間ネットワークは図-2のCircle型、図-3のStar型を用いた。

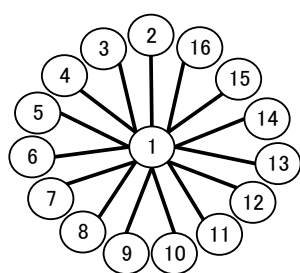
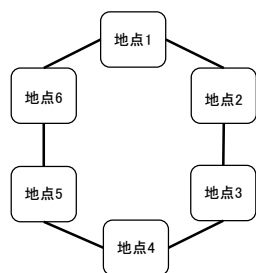


図-2 交通ネットワーク 図-3 企業間ネットワーク

数値計算ではすべての交通リンクの単位交通費用は等しく、一定値 t を各リンク交通費用として計算を行っている。本モデルでは交通費用はリンクごとに設定可能だが、各地点間距離の違いに関しては着目していないため、本研究では行っていない。

数値計算において各企業の初期立地点はランダムで決まる。この初期値の影響を排除するために、分析対象として観測する時点数1500時点とし、500時点までのデータは計上しない。 $T = 501$ から $T = 1500$ までを分析対象とし、各立地点の立地企業数を時点ごとに集計している。第3章で定義した式の各パラメータは表-1を基準値として設定している。

表-1 パラメータ値

α	θ	p_f	t	A	β	η
1	0.1	0.05	0.2	1	0.06	8

本節では、企業1の立地点だけは地点1に固定して残りの企業は移動する設定とし、地点1の周りに集積する企業数について分析している。交通ネットワークにレーストラック型を採用したが、どの地点も対称的な関係となるため、Star1ネットワークの企業のうち中心性の高い企業1だけを固定立地として分析を行いやすくした。Star1ネットワークはシンプルなネットワー

ク構造であるため、立地パターンは一極集中型か分散型の立地パターンになることが予想される。今回着目したパラメータは、戦略的補完性パラメータ θ 、リンク交通費用 t としている。

(2) 戦略的補完性パラメータ θ に着目した分析

θ は戦略的補完性パラメータであり、他企業との交流による相乗効果がどの程度かを表している。相手がどんなに他企業と交流していても、相手が他企業との交流から得ている情報・知識が自分に有益でないとき、相手の交流量は意味をなさない。よって相乗効果が期待できない社会では θ の値は小さくなる。相手が同種の企業や提携企業の場合、交流により高い相乗効果が期待できる社会となり、 θ の値は大きくなる。また情報がデータとしての意味しかないならば、誰かと繋がることで補完されるため、 θ は小さくなる。逆に、企業間の提携（新企画立案など）によりアイデアの創出が行われる社会においては、多数の企業と活発なコミュニケーション行動を行う企業と交流することで、シナジー効果が高まるため θ は大きくなる。図-4は、3000時

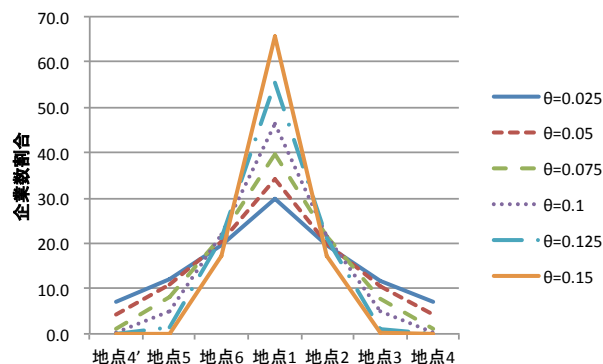


図-4 θ の値に対する企業数割合

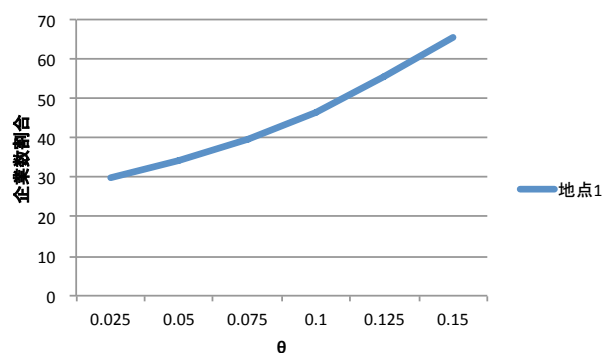


図-5 θ の変化に伴う地点1の企業数割合

点分の地点別企業数を集計して平均化した地点別平均企業数の全企業数に対する割合をグラフにしたもので

ある。図-5は θ の値に対する地点1の平均企業数割合のグラフである。

図-4より θ の値が大きくなるにつれて地点1への集積が明瞭に結果として出ている。 θ が小さな値ならばコミュニケーションの相乗効果が小さく、地点1にほとんど集積が見られない。対して $\theta > 0.1$ ではコミュニケーションの相乗効果が高いので、地点1に全体の50%以上の企業が集積していることが見てとれる。 θ が大きくなるほど、地点1に集積が見られ一極集中型の立地パターンになり、小さくなるほど分散型の立地パターンになることがわかる。集積すると地点3, 4, 5の企業数は減少するが、隣接する地点2の企業数は他と比べ変動が少ないことが観察される。

また図-5は θ の変化に伴う地点1における平均企業数のグラフとなっているが、 θ の増加により地点1の企業数割合は逓増していくことがわかる。これはコミュニケーションをより活発に行うことにより、相手企業も活発にコミュニケーションを行うようになるため、企業1に近接しようとする力が働くと考えられる。 θ が高ければ企業2~16が企業1と隣接することによって、企業1のコミュニケーション量が増加し、このことがさらに他の企業を企業1へ引き寄せるといった累積的・循環的作用が働く。よって θ を大きくするということは、コミュニケーションの相乗作用の向上であり、中心性の高い主体への集積力をより高めるということが言える。

実際の社会では特定の業種について誘致政策を行うことで、企業間コミュニケーションの相乗効果を高め、コミュニケーションの活発化を促進し、社会的厚生を大きくすることが可能だと推察する。

(3) リンク交通費 t に着目した分析

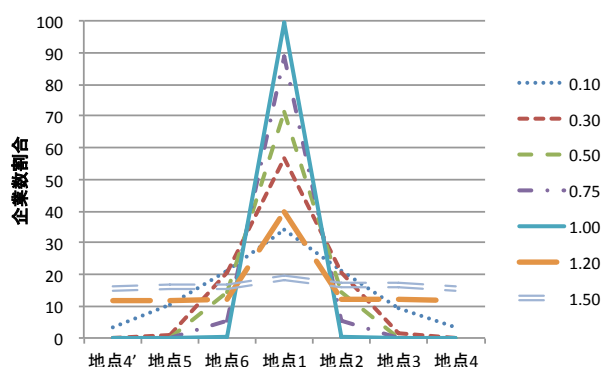


図-6 t の値に対する企業数割合

t はリンク交通費であり、式(13)よりリンク交通費 t が高くなることで、コミュニケーションが減少する。流量減少に伴い相乗効果が低下するため地代の影響が相対的に強まり分散力が働く。しかし同じく t が高くな

ることにより、離れた地点での立地は交通費用による負の効用が大きくなる。よって企業は交通費用を軽減するために交流する相手企業に近接しようとするため、集積力が働く。つまり t の増減は集積と分散の両方の性質を持っている。 $t < 0.1$ では集積が見られるが、 $t > 1$ のとき、それまで集積傾向にあった立地パターンが分散傾向に一転した。これについて詳しく分析したところ、 $t > 1.1$ で立地点1にすべての企業が集積する一極集中の均衡解と各都市に均等に分散した均衡解の二つの長期的均衡解として出てくることがわかった。各企業はコミュニケーションによって得られる効用よりも交通費が高くなる場合、交流を行わない。つまり t が非常に高い社会では交流が発生しない。各企業の初期の立地点が企業1に近い場合、多くの企業と企業1が交流を行うこととなり戦略的補完性の効用が集積による地代の分散力を上回り、一極集中型の企業集積が長期的安定解となる。しかし初期の立地点が企業1と遠い場合、部分的にしか交流が発生せず、企業1が交流をあまり行わないので他企業の企業1とのコミュニケーションに対するインセンティブが失われ、結果コミュニケーションをほとんど行わず、地代による分散力で各地点に分散する立地パターンが長期的な均衡解として出てしまう。

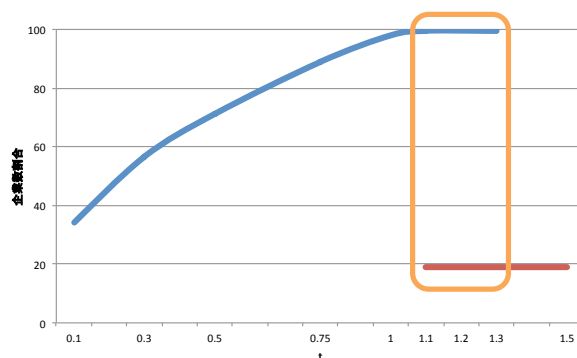


図-7 t の変化に伴う地点1の企業数割合

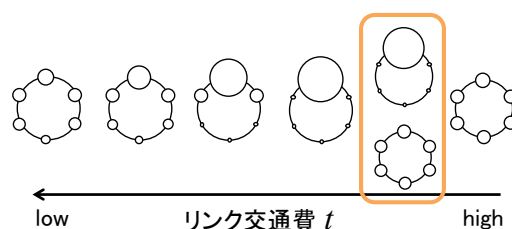


図-8 t の変化に伴う立地パターン変化

図-7において $t < 1.1$ において交通費用 t が増加す

るに従い企業は地点1を中心とする集積の立地パターンに近づくが、 $1.1 < t < 1.3$ においては一極集中型と分散型の2つの均衡解が存在し、複数均衡となるパラメータ領域があることがわかった。図-8はリンク交通費の変化に伴い立地パターンがどのように変化していくかを表しており、枠で囲う領域では長期的均衡解として2つの立地パターンが見られることを示している。複数均衡領域では、長期的均衡解は2つのパターンのうちどちらかに決まるが、これは初期条件に強く依存しており、また t が小さくなるにつれて一極集中型の立地パターンの頻度が高くなった。 $t > 1.5$ では交通費用がコミュニケーションによる相乗効果より高くなり、交流がなくなってしまうことが分かった。

5. おわりに

本研究では、企業のコミュニケーションに着目して空間的相互作用モデルを構築した。本モデルはコミュニケーション、交通、地代の3つの要素により企業の利潤を定義しており、3つの要素が企業の立地に対して集積力と分散力の影響を及ぼす枠組みで考えられており、既存研究にある社会的ネットワークや交通ネットワークに着目する研究とは異なるアプローチ法によって理論モデルを提案した。

数値解析の結果としては、(1) 戦略的補完性のパラメータ θ は大きくなるにつれて集積力が強まる。(2) 交通費用 t は集積力と分散力が発生し、他のパラメータとの相対的な大ききで決まる。 t の減少に伴い、 t が相対的に小さな場合は分散力が強まり、 t が相対的に大きく交流が行われていない場合は、ある閾値を超えると集積し、その後分散する傾向があるということを示せた。

今後の課題としては、今回の数値計算では分析の簡略化と結果のシンプルな解釈を目指した結果、交通ネットワークはシンメトリックなレーストラック型(円型)のみを対象にしている。数値計算における問題点は、立

地点を複数設けると複数の均衡パターンが出てきてしまう結果となることである。均衡解が非常に多い場合の判別方法まで考察しきれなかった点については今後の課題とする。原因としては主体数が16、リンク本数が14~16とリンク数が少ないことによって連続的な立地点ごとの企業分布が不安定であったと考えられる。また社会的ネットワークにおいて中心性の高い主体が移動すると主体が少ないためリンク1本の重みが強すぎた結果、長期的な立地が安定しなかったと考えられる。主体数、リンク数について初期設定を慎重に行い、各パラメータについても再度調整が必要と思われる。今後は取引データを用いた実証研究も見据え、各ネットワークの拡大に対応できるように改良を加える。

参考文献

- 1) Fujita, M. and Thisse, J.: Economics of Agglomeration, Cambridge University Press, 2002.
- 2) 佐々木公明・文 世一: 都市経済学の基礎, 有斐閣アルマ, 2000.
- 3) Helsley, R. W. and Zenou, Y.: Social Networks and Interactions in Cities, CEPR Discussion Paper No. 8244, 2011.
- 4) Ohira, Y. and Otazawa, T.: Social Networks, Geography and Travel Demand: A Theoretical Modeling Approach, In Proceedings of the 13th World Conference of Transportation Research, Rio de Janeiro, Brazil, 2013.
- 5) Nakajima, K., Saito, Y., U. and Uesugi, I.: The Localization of Interfirm Transaction Relationships and Industry Agglomeration, Working Paper Series No.17, 2012.
- 6) Fujita, M. and Ogawa, H.: Multiple equilibria and structural transition of non-monocentric urban configurations, Regional Science and Urban Economics, vol.12, 161-196, 1982.
- 7) 齊藤 有希子: 企業関係ネットワークと企業規模との関係, 富士通総研研究レポート, 2008.
- 8) Tabuchi, T.: Urban agglomeration economies in a Linear City, Regional Science and Urban Economics, 1986.

(2013. 8. 2 受付)

Interfirm Networks and Urban Space Structure

Takuya OHATA, Yuki OHIRA and Toshimori OTAZAWA

We revisit how a social interaction affects the spatial structure of a city. In urban economic literatures, a face-to-face interaction between economic agents is regarded as a crucial factor of the existence, the structures and the growth of cities, owing to the benefit of its external (non-market) effect such as knowledge exchange, generation and spillover. Most of these researches, however, focus on the influence of physical proximity and pay less attention to that of social proximity. As sociologists claim, social distance also plays an important role in determining both quantity and quality of interaction activities. In this paper, we incorporate social networks explicitly and examine how topological characteristics of a social network affect the urban spatial structure. We formulate a spatial interaction model in which agents enjoy the benefit from interacting with whom they are directly connected in the social network. We assume that agents prefer to interact with other agents who have more interactions (strategic complements), and with more various agents (preferences for variety). By analyzing the model, we obtain the Nash equilibrium interaction level of agents when the geographic locations of agents are fixed. Furthermore, we introduce evolutionary dynamics of agents' locational choices and examine the long-run outcome of interdependence between social interactions and urban spatial structure.