第 IV 部門　　企業間ネットワークに着目した都市空間構造モデルの分析

神戸大学工学部　学生員　　○大畑 拓也
神戸大学大学院　学生員　　大平 悠季
神戸大学大学院　正会員　　織田澤 利守

1. はじめに

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．

2. モデル

(1) モデル概要

複数の企業と立地点からなる経済環境において，各企業は企業間ネットワーク上で繋がる他企業との交通-コミュニケーション活動から利潤を得る．コミュニケーション行動を行うことで，他社と情報・知識の共有だけでなく，その情報や知識を活用した新しい創造を行うものとしている．活発に交流を行う主体との交流では，高い相乗効果が生じることを考慮する．各企業は企業間ネットワーク上で繋がる他企業と交通ネットワークを通じて相互訪問し交流を行う．交流から得られる効用，交流に必要となる機会費用と交通費用，立地点に依存する地代費用をもって企業の利潤とする．利潤に応じて各企業が立地を繰り返し変更した結果を，長期的に達成される立地パターンの均衡解として考えることとする．

以下モデル式では，先行研究である大平・織田澤 (2012) [2)] の理論モデルを再構築したものとなっている．企業間ネットワーク・交通ネットワークを表すため g_{ij}，$p_{ij\lambda}$ を定義する．企業 i と企業 j の関係において以下のように定義する．

$$g_{ij} = \begin{cases} 1 & (\text{繋がりがあるならば}) \\ 0 & (\text{繋がりが無いならば}) \end{cases} \tag{1}$$

$$p_{ij\lambda} = \begin{cases} 1 & (i \text{ と } j \text{ の交流において } \lambda \text{ を通過する}) \\ 0 & (i \text{ と } j \text{ の交流において } \lambda \text{ を通過しない}) \end{cases} \tag{2}$$

(2) 企業の行動

企業が立地を選択するにあたり基準となる利潤 Π を定義すると，企業行動を利潤最大化問題と捉え，以下の式を定義する．

$$\max_{v_{ij},x_i} \Pi_i = \rho f_i - c_i - r_{x_i} \tag{3}$$

生産を基準財と考え ρ は 1 とする．企業 i について，f_i は生産，c_i は費用，r_{x_i} は地代，x_i は立地点をそれぞれ表している．各企業は操作可能な変数として，交流量 v_{ij} と自社の立地点 x_i を決定することが可能である．また生産 f_i，費用 c_i，地代 r_{x_i} は以下のように定義する．

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

$$c_i = p_f \sum_{k=1}^{n} g_{ik} v_{ik} + \sum_{\lambda=a}^{\phi} \sum_{k=1}^{n} p_{ik\lambda} t_\lambda g_{ik} v_{ik} \tag{5}$$

$$r_x = \frac{2\beta}{A} n_x \tag{6}$$

生産関数 f_i では対面交流に対する生産性逓減（バラエティ選好・分散型消費を好む性質）と戦略的補完性（活発に交流活動を行う企業との交流において高い相乗効果が生じる性質）という特性を有する．費用関数ではコミュニケーションに必要となる機会費用，交通費用を考慮している．また地代は Tabuchi(1986)[3)] のデベロッパーの考え方を援用しており，土地需要に比例した線形式となっている．

企業が立地変更を行わない短期的状況では，利潤最大化の一階条件より

$$(\alpha - p_f) - g_{ij} v_{ij} + \theta \sum_{m=1}^{n} g_{jm} v_{jm} - \sum_{\lambda=a}^{\phi} p_{ij\lambda} t_\lambda = 0 \tag{7}$$

これより行列計算により，交流量 v_{ij} 解析的に解を導出できる．

Takuya OHATA , Yuki OHIRA and Toshimori OTAZAWA, 0934210t@stu.kobe-u.ac.jp

(3)　調整ダイナミクス

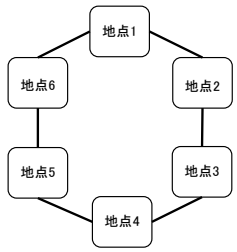
本研究の目的である長期的状況での全企業の立地を長期均衡解とする．進化ゲーム理論の Perturbed best response dynamics を用いて調整アルゴリズムを定義した．立地変更においてアルゴリズムの移動確率を以下のように定義する．移動確率の導出には式 (7) を用いる．

$$P_x = \frac{\exp(\eta^{-1}\Pi_i^x)}{\sum_{x\in 1,2,\ldots,m}[\exp(\eta^{-1}\Pi_i^x)]} \qquad (8)$$

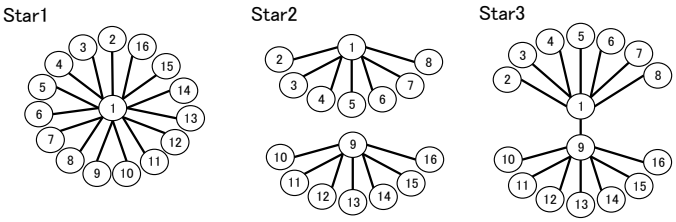
アルゴリズムでは 1 時点間に一つの企業 i を選び，企業 i が各地点に立地する時の利潤 Π_i を短期均衡解より求める．利潤から各地点への移動確率を求め，確率を用いて企業 i の立地点を変更する．これを T 時点繰り返し，各地点での企業数を集計したものを長期均衡解として扱う．

3.　数値事例

数値計算では以下のような企業数 n = 16, 立地点数 m = 6, 交通リンク数 λ= 6 の経済環境を想定する．モデル式の各パラメータは，表 1 のように設定している．



図–1　交通ネットワーク



図–2　企業間ネットワーク

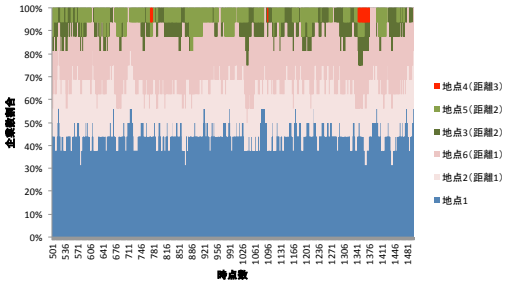
α	θ	p_f	t	A	β	η
1	0.1	0.05	0.2	1	0.06	8

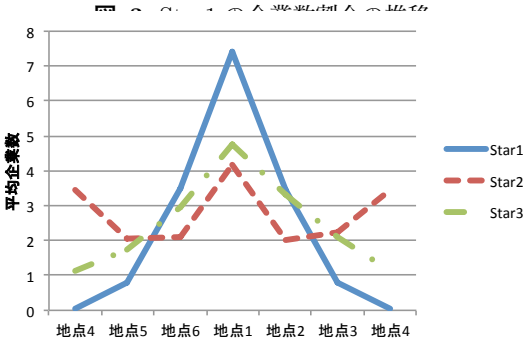
表–1　パラメータ値

分析のため，企業間ネットワーク上で中心生の高い企業 1 のみ地点 1 に固定立地とした．今回の数値計算では異なる企業間ネットワークにおける地点別の企業の分布の推移および平均企業数を比較した．

結論として

- 立地パターンは社会的ネットワークの形状に強く依存する
- 中心性の高い主体の繋がりは集積，分散に影響する





図–4　各企業間ネットワークにおける地点別平均企業数

- ネットワークにおける中心性が高ければ，より集積する

4.　おわりに

本研究では，企業間ネットワークと交通ネットワークが相互的に影響し合う位相空間において，企業間ネットワークの構造が都市の空間構造に及ぼす影響について説明することができた．しかし今回は企業間ネットワークが非常に粗な場合のみにおいての分析となり，他の交通ネットワークでは均衡解が多数出てくる状況となった．今後は企業間の取引量のデータから実証研究も見据えているため，両ネットワークの拡大に対応可能な枠組みへの改良が課題となる．また企業間ネットワークの内生化についても今後の課題とする．

参考文献

1) Helsley, R. W. and Zenou, Y.: Social Networks and Interactions in Cities, CEPR Discussion Paper No. 8244, 2011.
2) Ohira,Y. and Otazawa,T.: Social networks,geography and travel demand:A theoretical modeling approach, submitted,2012.
3) Tabuchi,T.: Ueban agglomeration economies in a Linear City, Regional Science and Urban Economics,1986.