

最適企業組織配置モデルに関する研究

A Study of an Optimized Enterprise Organization Location Model

高田直樹*
Naoki TAKADA

*地域計画学研究室 (指導教員: 奥村誠 教授)

The service industry has come to participate in many economic activities, but there are few studies, which analyze on the location of the service industry that treats information. We propose a hierarchical organized location model, which endogenously determines the number of hierarchies. By using our model, we analyzed the regional disparities about the number of employees and the wage. We found that the change of the regional disparities is caused by internal factors such as the industrial structural change, rather than external factors such as traffic condition changes.

Key Words : Service Industry Location, Enterprise Organization, Hierarchy, Markov chain Monte Carlo

1. はじめに

1.1 背景

今や経済活動の多くをサービス業が占めるに至っており、サービス業に関する研究が重要となっている。特に何らかの政策的介入により企業立地を変化させ、地域間格差のコントロールを考える場合には、これまでの変動傾向の単なる延長ではなく、立地論のような、理論的枠組みのもとで構築されているモデルの研究が望まれる。

1.2 既存研究

しかし、サービス業のように無形財を扱う産業の立地論に関する研究は数少ない。特に本社と支社の 2 階層からなるサービス企業の組織配置を 1 企業のミクロな行動原理に従って理論的にモデル化する研究は既に行われているが、階層数まで内生的に求める多階層の企業組織配置に関する研究は行われていない。Şahin and Sural¹⁾ は多階層施設配置問題の体系を整理するような研究が 1986 年以降は行われていないことを指摘し、それ以降の多階層施設配置問題に関する研究を多様な研究分野からまとめている。しかし、どの研究も階層数と階層別の施設数を所与としている。階層数まで内生的に求める数少ない研究として、Kijmanawat and Ieda²⁾ の多階層施設配置モデルが存在するが、このモデルでは 1 つの本社を頂点とするツリー型の企業組織構造を求めることができない。

1.3 目的

そこで本研究では、OR の分野で研究が進んでいる施設配置問題を理論的基盤として、多階層のサービス企業の組織配置モデルを構築する。さらに提案したモデルを用いて日本の雇用と賃金の格差に関する実証分析を行う。

2. 最適企業組織配置モデル

2.1 モデル化する企業の業務形態

情報を扱うサービス企業では、質の違う労働者が垂直的に分業を行っていると考えられる。例えば、コンピュ

ータを利用して業務を処理する企業の場合、分業化によって特別な知識を必要としない単純な業務を下層の雇用者に任せることができる一方で、企画や分析などの複雑な業務は、上層の雇用者が処理にあたりと考えられる。このような組織構造の支社配置をモデル化するために、本研究では 1 つの本社を頂点としたツリー型の組織構造を持つ企業を考える。また、一国全体を対象にサービスを提供する大企業を念頭に置いてモデル化を行う。このような大企業の支社配置行動をモデル化するにあたり、モデルの単純化のために企業の業務形態に関して以下の 5 つの仮定を置く。

1. 全地域 ($i=1, \dots, I$) の顧客に対してサービスを提供する。
2. 1 つの本社 ($k=0$) と多階層複数の支社 ($j=1, \dots, J$) を持ち、支社はより下層の支社及び顧客を管轄する。本社は支社と顧客の両方を直接管轄できる。
3. 支社は顧客からの業務情報量を集約する役割を果たす。つまり、顧客からの業務の中に一定の割合で含まれる難しい業務だけを上層に送って業務を遂行する。この業務情報の集約率を情報集約係数 r ($0 < r < 1$) と呼び、企業の特徴をあらわす重要なパラメータである。
4. 業務情報量に応じて階層間の交流が行われ、1 単位の業務情報量に対して上層の雇用者 1 人が 1 回の交流を行う。そのため業務情報量に応じた交流コストがかかる。
5. 本社・支社を配置する際には、扱う業務情報量に応じて雇用者を確保しなければならない。雇用者の数に応じて賃金などの立地コストがかかるため、扱う業務情報量に応じた立地コストがかかる。

2.2 モデルの定式化

本研究では、交流コストと立地コストのトレードオフ

の中で総費用を最小化する最適な支社の配置を求める問題を考える。提案する最適企業組織配置モデルでは、第1階層の支社配置から始めて順々に上層の支社配置を決定していく。

いま、第 $n-1$ 階層の支社配置までが決まっているとき、本社と第 $n-1$ 階層の支社との間に新たに第 n 階層の支社を挿入することが費用の節約につながるかどうか、という問題を考える。この第 n 階層支社配置問題は、本社の立地コスト C_0^n 、支社の立地コスト C_1^n 、上下支社間交流コスト C_2^n 、本社-上層支社間交流コスト C_3^n 、本社-下層支社間交流コスト C_4^n の総和を最小化するように行動するものとして、以下のように定式化される。なお、以下では便宜的に第 n 階層支社を上層支社、第 $n-1$ 階層支社を下層支社と表記する。また $n=1$ のときのみ、下層支社を顧客と置き換える。

$$\begin{aligned} \min_{X_j^n, Y_{ij}^n, Z_{i0}^n} \quad & C_T^n = C_0^n + C_1^n + C_2^n + C_3^n + C_4^n \\ & = (w_0^n + p_0)S_0^n + \sum_{j=1}^J \{fX_j^n + (w_j^n + p_j)S_j^n\} \\ & + \sum_{j=1}^J \sum_{i=1}^I \lambda_i^n d_{ij} Y_{ij}^n + r \sum_{j=1}^J s_j^n d_{j0} + \sum_{i=1}^I \lambda_i^n d_{i0} Z_{i0}^n \\ \text{s.t.} \quad & X_j^n \in \{0,1\} \quad \forall j \quad (2) \\ & 0 \leq Y_{ij}^n \leq X_j^n \quad \forall i, j \quad (3) \\ & 0 \leq Z_{i0}^n \leq 1 \quad \forall i \quad (4) \\ & \sum_{j=1}^J (Y_{ij}^n + Z_{i0}^n) \geq 1 \quad \forall i \quad (5) \\ & 0 < r < 1 \quad (6) \\ & s_j^n = \sum_{i=1}^I \lambda_i^n Y_{ij}^n \quad \forall i, j \quad (7) \\ & s_0^n = \sum_{i=1}^I \lambda_i^n Z_{i0}^n + r \sum_{j=1}^J s_j^n \quad \forall i, j \quad (8) \end{aligned}$$

ただし、 X_j^n ：上層支社を配置する場合に1、それ以外で0を表す0-1変数、 Y_{ij}^n ：下層支社 i から上層支社 j への業務発注割合を表す変数、 Z_{i0}^n ：下層支社 i から本社への発注割合を表す変数、 w_0^n ：本社雇用者一人当たり賃金、 p_0 ：本社雇用者一人当たり賃貸料、 s_0^n ：本社雇用者数、 f ：上層支社固定費用、 w_j^n ：上層支社 j の雇用者一人当たり賃金、 p_j ：上層支社 j の雇用者一人当たり賃貸料、 s_j^n ：上層支社 j の雇用者数、 λ_i^n ：下層支社 i からの業務情報量、 d_{ij} ：雇用者一人当たり上下支社間交流コスト、 r ：情報集約係数、 d_{j0} ：雇用者一人当たり本社-上層支社間交流コスト、 d_{i0} ：雇用者一人当たり本社-下層支社間交流コストである。

また、賃金は同一階層の支社内では地域によらず一定であるが、階層が上がるにつれて一定の割合で上昇するとして、

$$w_j^n = w^1 \times n \quad (9)$$

と仮定する。ここで、 w^1 は第1階層賃金を表し、本研究では $w^1 = 300$ (万円/年/人)と設定する。また、第 n

階層の支社配置問題を解く際、本社は第 n 階層支社より1階層だけ上層に位置することになっているから、本社賃金を

$$w_0^n = w^1 \times (n+1) \quad (10)$$

と仮定する。固定費用は企業によってその規模が異なることを考えると、これも1つの企業特性を表す値と考えられる。そこで、パラメータ ρ を用いて固定費用を次のように定義する。

$$f = \frac{\rho}{1-\rho} f^* \quad (11)$$

$$\text{s.t.} \quad 0 < \rho < 1 \quad (12)$$

f^* はパラメータを乗じる基本の固定費用を表し、本研究では $f^* = 500$ (万円/年)と設定する。

計算アルゴリズムは次のようにすればよい。

- Step 1. 1回目の計算では下層支社を顧客と置き換えて、第 n 階層支社配置問題を解く。
- Step 2. $n-1$ 回目の計算で求めた上層支社を n 回目の下層支社と考える。このとき、業務情報量は r 倍に集約されている。 $n-1$ 回目の計算で本社に直接管轄されていた下層支社および顧客は、そのまま n 回目の下層支社(ダミー)と考える。
- Step 3. 第 n 階層支社配置問題を解く。
- Step 4. Step 2, Step 3を繰り返して、業務情報量の集約によるコスト減少分が上層支社の立地コストを下回り、新しく上層支社が配置されなくなった時点($n=N$)で計算を終了する。

なお、 $n=N$ 回の繰り返し計算で求まる最終的な支社の総雇用者数と本社の雇用者数 S_j, S_0 はそれぞれ式(13)、(14)となる。

$$S_j = \sum_{n=1}^N s_j^n \quad \forall j \quad (13)$$

$$S_0 = s_0^N \quad (14)$$

3. 地域マクロデータに基づく実証分析の方法

本モデルでは、階層ごとに労働者の質の違いを考慮することで、雇用者数だけでなく、賃金に関する分析に適用することが可能になる。しかし実証分析に当たり、実際に個別の企業に対するミクロ調査によってその1企業が各地域に配置している雇用者数や賃金支払いの状況を調査することは難しい。利用可能なのは、各地域における総雇用者数と平均賃金という、多様な特性を持つ複数企業の企業組織配置結果を集計したマクロな統計データである。これを利用するためには、日本経済においてどのような特性を持った企業がいくつ存在するのかを知る必要がある。そこで本研究では、マルコフ連鎖モンテカルロ法(Markov chain Monte Carlo: MCMC)によるパラメータのサンプリング手法を導入することで、企業の特性を表すパラメータ(r, ρ)の分布を推定する。さらに求め

たパラメータ値を使用して、雇用者数や平均賃金の地域間格差というマクロな現象に関する実証分析を行う。

本研究で提案する MCMC の手順は、初めにパラメータの候補となる値を乱数で発生させた後、それが観測データにどの程度一致するかを回帰分析から求め、その結果からパラメータの候補を採択するかどうかを決めるという手順を持つ。そして、次のパラメータ候補を酔歩過程によって発生させることでマルコフ連鎖を生みだし、この計算を繰り返すことでパラメータの確率分布とそれを満たすサンプルの生成を行う。

4. 地域間格差の実証分析

地域間所得格差の背景として、交通条件や情報通信技術の進展による産業構造の変化が指摘されており³⁾、その分析には空間構造を絡めた議論が必要であると考えられる。そこで本研究では、1995年と2005年の2時点の交通条件、顧客分布、観測データを用いて、地域間格差の変化とその要因に関する分析を行う。なお、企業特性の違いは業種の違いを反映したものと考え、企業特性分布の変化はすなわち産業構造の変化を表していると考えられる。以下、1995年と2005年の分析をそれぞれ Case 1, Case 2 と呼ぶ。

4.1 企業特性分布の変化

本研究では、有形財を扱わない第3次産業を念頭にモデル化を行っている。そこで日本の雇用者数・平均賃金に関する観測データを、第3次産業のみについて集計した。分析対象地域は沖縄を除く46都道府県とする。Case 1, Case 2 の観測データとして、それぞれ雇用者数に事業所・企業統計調査の第3次産業従業者全てを集計した値、平均賃金に賃金構造基本統計調査から作成した値を用いた。ただし、1995年のデータが手に入らないため、手に入る中で最も古い1999年のものを Case 1 の観測データとして使用している。また、賃金構造基本統計調査では都道府県ごとに調査対象の産業が異なるため、第3次産業の中でも特に、全都道府県において調査されている「卸売・小売業」、「金融・保険業」、「サービス業（他に分類されないもの）」のみを対象として作成している。

モデル化する各企業は全国から1日に顧客1,000人分の業務情報量を受け取るものとし、顧客の分布には2時点それぞれの事業所・企業統計調査の全産業従業者数を基に、その総計が1,000人になるように調整したものを与える。ただし、顧客分布についても1999年のものを使用している。地域間の交流コストには、雇用者1人が都道府県間を往復する際の一般化費用がかかるものとする。所要時間と運賃のデータは、Case 1 では第2回全国幹線旅客純流動調査（1995年）、Case 2 では第4回全国幹線旅客純流動調査（2005年）を基に、鉄道と航空両方を組み合わせた交通手段の中から、所要時間が最短になる手段を選んで作成している。階層間の交流では上層側の雇用者が地域間を往復するものと仮定して、時間価値には

上層側の雇用者賃金を総労働時間で割ったものを設定する。なお、総労働時間は営業日数を260（日/年）、営業時間を8（時間/日）として $260 \times 8 = 2,080$ 時間と設定した。簡単化のために、本研究では本社を東京にあるものとして固定し、モデルを定式化する際に目的関数に含めた賃貸料は考慮しない。

以上で取り上げたデータおよび設定条件の下で、MCMCによる計算を行った。計算の結果、標本平均と観測データとの決定係数は、雇用者数が Case 1, Case 2 でそれぞれ 0.970, 0.950 と高いのに対して、平均賃金はそれぞれ 0.629, 0.631 と少し小さかった。ただし、提案した最適企業組織配置モデルは決定係数の低い平均賃金のサンプリングでも、相関係数として $0.79 (= \sqrt{(0.629 + 0.631)/2})$ 程度の精度は持っていると考えられる。

図1に1995年と2005年それぞれのパラメータ r, ρ の密度分布を重ねたものを示す。この図から、密度が高くなる r の位置はおおよそ同じものの、Case 1 (1995)では明らかに $r = 0.2$ 近傍の密度が高く、Case 2 (2005)では $r = 0.1, 0.3$ 付近の密度がやや高いことがわかる。

4.2 地域間格差の変化要因の分析

この10年間で企業特性分布が変化しているため、地域間格差に交通条件と産業構造の変化のどちらが強く影響しているのかを詳細に分析する必要がある。そこで、交通条件や顧客分布という企業にとっては外部にある環境変化（外的要因）と産業構造の変化やそれに対する企業の業務形態の調整などの内部の変化（内的要因）の2つの要因に地域間格差の変化を分解して、その影響力の比較を行う。そのために Case 1, Case 2 に加えて、
Case 3：企業特性分布（内的要因）は1995年の形のままで、交通条件と顧客分布（外的要因）が2005年の状態に変化した場合
Case 4：交通条件と顧客分布（外的要因）は1995年の状態のままで、企業特性分布（内的要因）を2005年のサンプリングで得られた形とした場合
という2つのケースで46都道府県の雇用者数と平均賃金を計算した。

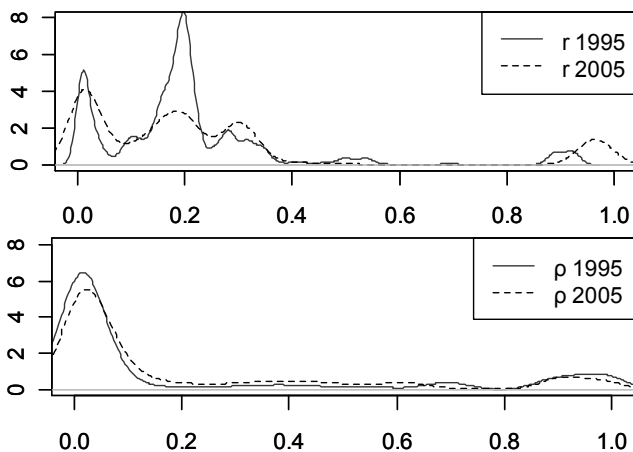


図1 パラメータの密度分布

表 1 雇用者数に関する変動係数の変化

変動係数		内的要因		
		1995	2005	変動幅
外的要因	1995	160.79 (Case 1)	175.23 (Case 4)	14.44
	2005	163.04 (Case 3)	175.65 (Case 2)	12.61
	変動幅	2.25	0.42	14.86

表 2 平均賃金に関する変動係数の変化

変動係数		内的要因		
		1995	2005	変動幅
外的要因	1995	6.78	7.71	0.93
	2005	7.19	8.15	0.96
	変動幅	0.41	0.44	1.37

Case 1 - Case 4 の計算結果に対する変動係数を表 1, 2 に示す。変動係数とは都道府県間の標準偏差を平均で除した値で、地域間格差の指標である。表 1 から雇用者数に関する変動係数の変化を見ると、Case 1→Case 3, Case 4→Case 2 という外的要因の平均寄与率が 8.98%, Case 1→Case 4, Case 3→Case 2 という内的要因の平均寄与率が 91.02% となり、9 割近くが内的要因に起因することがわかる。表 2 から平均賃金の変化についても比較すると、平均賃金の変化に対する外的要因の寄与率が 31.02%, 内的要因の寄与率が 68.98% となり、平均賃金の変化の 7 割近くが内的要因の変化に起因することがわかる。

今回比較検討を行った 2 時点は 1995 年から 2005 年までの 10 年間のみであるため、その間に交通施設整備が大きく進んだ地域がそもそも少ないために、都道府県全体の中ではその影響が小さく評価されている可能性が考えられる。そのため、特に交通条件の変化が大きかった地域について、より詳細な分析を行うこととした。そこで、各都道府県から 46 都道府県までの移動時間の総和について 1995 年から 2005 年の変化量を求め、その減少時間の大きい上位 10 県（岩手、長野、北海道、大分、秋田、香川、宮城、福岡、青森、鹿児島）を抜き出し、これら 10 道県における雇用者数と賃金水準の変化を比較する。

雇用者数について、Case 1 から Case 2 にかけて変動の無かった大分、香川、鹿児島を除いた 7 県について、外的要因と内的要因の平均寄与率を算出した結果、外的要因の寄与率が 32.48%, 内的要因の寄与率が 67.52% となった。全都道府県の変化における外的要因の寄与率が 8.98% であったことと比較すると、32.48% はかなり大きな数字である。このことから交通条件の変化が大きい地域の雇用には、交通条件、顧客分布という外的要因が大きく影響していることがわかる。次に、賃金水準の変化に対する外的要因と内的要因それぞれの寄与率に関して 10 道県の平均を算出した結果、外的要因が 23.25%, 内的要因が 76.75% となった。全都道府県の変化における外

的要因の寄与率が 31.02% であったことと比較すると、寄与率に大差はないといえる。そのため賃金水準の変化に関しては、特に交通条件の変化の大小にかかわらず、外的要因の寄与率は 2~3 割程度であるといえる。

5. おわりに

本研究では、サービス企業の組織配置行動のモデル化を行い、最適企業組織配置モデルを提案した。そして、提案したモデルを用いて、日本の地域間格差を分析した。

1995 年と 2005 年の 2 時点間で地域間格差が変化した要因を分析した結果、a) 都道府県全体では雇用者数の地域間格差変動の 9 割が産業構造の変化などの内的要因に起因し、交通条件や顧客分布の変化などの外的要因による影響は 1 割程度であること、b) しかし、交通条件の変化が大きい地域に関しては、外的要因の影響が 3 割に達すること、c) 平均賃金の地域間格差変動に関しては、その 7 割が内的要因に起因し、3 割が外的要因に起因すること、という 3 点が明らかになった。

これまで地域間格差のマクロ経済分析などでは、全体を平均化した議論しかされず、空間上の個別地域に及ぶ詳細な分析は行われてこなかった。本研究では、最適企業組織配置モデルと MCMC を組み合わせることで、マクロな観測データを用いながら、交通条件の変化状況が異なる個別地域ごとの分析が可能になった。これにより、分析結果 b) のように全都道府県に及ぼす影響が小さい要因が、一部の地域では大きな影響力を持つことが指摘できた。このことから本研究によって、マクロな観測データから、平準化されると消えてしまいがちな個別地域の詳細な変化を分析する方法が提案できたといえる。

今後の課題として、今回の研究では、観測データから企業特性分布が 2 時点間で変化することが分かったが、企業特性分布が変化する原因については分析していないため、この分析を行うことが考えられる。また、サンプリング結果は、観測データと 8 割程度の相関を得られているが、よりモデルの精度を上げるためにも企業組織配置に影響を与えると考えられる他のパラメータについても分析を行うことが望ましい。

参考文献

- 1) Şahin, G., Süral, H.: A review of hierarchical facility location models, *Computers & Operations Research*, Vol.34, pp.2310 - 2331, 2007.
- 2) Kijmanawat, K., Ieda, H.: Multilevel hierarchical network design: Formulation and development of M-GATS algorithm, *Journal of Infrastructure Planning and Management*, No.751/IV-62, pp.139-150, 2004.
- 3) Fujita, M., Tabuchi, T.: Regional growth in postwar Japan, *Regional Science and Urban Economics*, Vol.27, pp.643-670, 1997.

(2010 年 2 月 8 日提出)