土木学会論文集D3（土木計画学），Vol. 67, No. 4, 408-421, 2011.

多階層最適企業組織配置モデルに関する研究

奥村　誠[1]・高田　直樹[2]・大窪　和明[3]

[1]正会員　東北大学教授　東北アジア研究センター（〒980-8577 仙台市青葉区片平2-1-1通研2号館152室）
E-mail: mokmr@m.tohoku.ac.jp
[2]非会員　群馬県　藤岡土木事務所（〒375-0014 群馬県藤岡市下栗須124-5）
E-mail: takada-naoki@pref.gunma.jp
[3]正会員　東北大学助教　東北アジア研究センター（〒980-8577 仙台市青葉区片平2-1-1通研2号館152室）
E-mail: okubo@cneas.tohoku.ac.jp

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ながら，サービス企業の多階層組織配置モデルを構築した．さらに，企業組織に関するマクロな統計データを用いた実証分析を可能にするため，マルコフ連鎖モンテカルロ法による企業特性パラメータのサンプリング手法を導入した．本手法を用いて日本における最近10年間の地域間格差の分析を行った結果，a）都道府県全体では雇用者数の地域間格差変動の9割が産業構造変動に起因し，交通条件変動による影響は1割程度であること，b）交通条件の変化が大きい地域では，交通条件変動の影響が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割が産業構造変動に起因すること，という3点が明らかになった．

Key Words : *service industry location, enterprise organization, hierarchy, Markov Chain Monte Carlo*

1.　はじめに

今や経済活動の多くをサービス業が占めるに至っている．加えて，全国総合開発計画をはじめとする政策的介入による地域間格差のコントロールが長い間行われており，サービス業に関して，政策の効果を理論的に計算できる立地論モデルの開発・実用化が望まれる．

これまで多く行われてきたマクロ経済分析では全体の平均的な変動しか捉えることができないために，例えば政策の影響を分析しようとした時に，少ない費用投資に対しても，一定割合の効果が表れやすいモデルとなっている．一方，金銭的余裕がない現在の行政では，できるだけ少ない費用で大きな効果を生み出す必要があるため，政策の規模と効果に関してより詳細に分析する必要がある．そのため，マクロ経済分析は現代の政策分析には不向きであり，ミクロ経済的な基礎を持つ立地論モデルの研究が重要であると言える．

しかしながら，サービス業のように無形財を扱う産業の立地論モデルに関する研究は少ない．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に関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．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ながら，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．

本研究の構成は以下のとおりである．2章では本研究で提案する最適企業組織配置モデルについて説明する．3章では2章で提案したモデルを使用した実証分析の方法を述べる．ただし，特定の1企業に関するデータは入手に制約があるため，日本全国の雇用者数や平均賃金といったマクロな統計データに基づく実証分析を行う．そのため，1企業の行動を表した最適企業組織配置モデルというミクロなモデルによってマクロなデータを分析するためのサンプリング手法を提案する．4章では実証分析の対象として，日本の都道府県レベルの雇用者数と平均賃金のデータを用いて，地域間格差の分析を行う．最後に5章では研究成果のまとめと今後の課題を述べる．

2.　最適企業組織配置モデル

(1)　最適企業組織配置モデルに関する既存研究

企業の組織配置を１企業のミクロな行動原理に従って

理論的にモデル化し，その結果としてもたらされる支社の分布や雇用者の分布を現実の分布と比較しようとする試みは，既になされてきた．例えば日野[1]は企業の支社配置について，人口に基づく需要量と距離から計算される営業効率の2要素から支社の配置をモデル化し，宮城県内や山陰地方，東日本を対象とした実証分析を行っており，支社配置の大まかな傾向が証明できたとしている．須田[2]は日野モデルが都道府県レベルの比較的狭い地域を対象としているため，本社とのコミュニケーションを考慮していないことを問題点として指摘している．そこで一国全体を対象地域とするような広いエリアでの支社配置を考慮するために，日野モデルに本社 - 支社間コミュニケーションを加えた「拡張日野モデル」を提示している．しかし，理論モデルが示した支社配置は現実の支社配置と必ずしも整合的でないという結論に至っている．これらのような，企業の組織配置の演繹的なモデル化に関する先行研究は数少なく，より精緻化されたモデルが構築されることが望まれている[3]．

塚井・奥村[4]は，ORの分野で研究蓄積の豊富な容量制約なし施設配置問題を用いて支社配置のモデル化を行い，本社・支社の立地と業務交通量との関係を分析している．そして，本社・支社からなる2階層の企業組織を想定して，交通コストと立地コストの和を最小にする費用最小化モデルを提案している．そして，企業組織上の支社の配置と雇用者数という立地データを用いた実証的な分析も行っている[5]．このモデルでは，本社 - 支社のコミュニケーション関係を含めた上で，支社の数・配置・管轄域までを内生的に求めている点に新規性がある．また，雇用者数という指標を通じて各支社の規模を比較できる点もこのモデルの特徴である．さらに業務発注が変動するような企業については，支社の規模が大きいほど変動のリスクを小さくできるという規模の経済が働く可能性が考えられる．この考え方に基づき，在庫量の変動を扱う施設配置モデルを基本として，業務発注の不確実性をとりこんだ支社の配置モデルも提案している[6]．

このように企業組織が本社・支社の2階層というモデルに関する研究は既に行われているが，多階層にわたる支社の配置を考えるモデルは見当たらない．ただし，支社配置とは異なる他の分野において，多階層の施設配置問題に関する研究が進んでいる．Narula[7]は医療施設や配送センターなどの様々な施設配置問題の中で，多階層の*p*-メディアン問題について系統的な分類を行っている．そして階層数と提供可能なサービスや製品の種類との関係や，サービスや製品の提供方法から多階層施設配置問題を4種類に分類している．Şahin and Süral[8]はNarulaのように多階層施設配置問題の体系を整理するような研究が1986年以降に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．多階層施設配置問題が適用されるものとして，医療施設，ごみ処理施設，配送センター，教育システム，電気通信ネットワークなどに関する問題が多いことを挙げており，このことからも施設配置問題を企業組織配置で扱った研究が少ないことがわかる．Şahin and Süralの紹介する研究の中から企業組織配置のモデル化に類似の分類にあたる研究を見てみても[9) - 12)]，どのモデルも階層数は所与として計算されており，階層数まで内生的に求めるモデルは見当たらない．

これと同じような指摘を家田[13]も行っている．すなわち，これまで多階層の施設配置問題では階層数と階層別の施設数を所与とされていることが多く，多階層施設配置の最適な階層数や施設数，施設規模などを求める研究は従来あまり扱われてこなかったことを指摘している．

階層数を内生化したモデルを提案し，実証分析まで行った数少ない研究として，Kijmanawat and Ieda[14]の多階層施設配置モデルが存在する．このモデルでは，起点から終点に財を輸送する場合に，起点となる各ノードの財を上層ハブに集約し，それをまとめて終点側のハブに輸送し，そこから各終点ノードに輸送することを考える．そして，財の輸送コストとハブ開設の固定費用との和を目的関数として定式化し，総費用最小化問題を解いている．その計算アルゴリズムは次のようになっている．

Step 1. ハブの最適な数とその配置を決定する．

Step 2. 各ハブの管轄域を決定する．

Step 3. 全てのノードを取り除いた後，求めたハブをノードとして，Step 1に戻る．

Step 4. Step 1 – Step 3 の計算を繰り返し，目的関数の改善がみられなくなった時点で計算を終了する．

この計算アルゴリズムによって，ハブの数，配置，管轄域だけでなく，階層数をも内生的に求めることが可能になっている．しかし，このモデルでは起点側と終点側にそれぞれハブを持つことを仮定しており，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．

そこで以下では，最適な階層数と支社配置を内生的に求めるような多階層の最適企業組織配置モデルを提案する．このモデルは塚井・奥村が提案したモデル[5]を基本とする．ただし，塚井・奥村のモデルでは企業組織を2階層と限定しており，また，本社が顧客を直接管轄することを許していない．そこで本研究では，本社が顧客を直接管轄することを許すという修正を加えた上で，多階層の最適企業組織配置モデルへと拡張する．

(2) 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

って特別な知識や知能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ると考えられる．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，モデルの簡単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（$i = 1, \cdots, I$）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（$j = 1, \cdots, J$）を持ち，支社はより下層の支社及び顧客を管轄する．本社は支社を管轄するが，顧客を直接管轄することもできる．
3. 支社は下層からの業務情報量を集約する役割を果たす．つまり，下層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 と呼ぶ．
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．

ここで，情報集約係数がとりうる値の範囲は $0 < r < 1$ とする．支社では下層からの業務情報量に r をかけた分だけの業務情報量を上層に送るため，支社の情報処理能力が高い場合に r の値が0に近く，下層からの業務情報をそのまま本社に流すような情報処理能力の低い支社の場合は r の値が1に近いことになる．1単位の業務情報量に1人の雇用者が対応するため，例えば情報集約係数が $r = 0.2$ の場合，具体的には部下5人に対して上司1人が必要な状況を意味している．以上の仮定で示した業務形態を持つ企業における本社・支社・顧客の関係を**図-1**に示す．

本モデルにおいても，多くの施設配置問題と同様に1組織の空間的な配置を扱っており，他企業などの組織配置の影響を考えない．つまり，他企業との競争のなかで戦略的にサービスを提供する範囲を操作する状況にはなく，顧客の配置は所与と考える．この仮定に関連して，Jassen et al.[15]は円環都市上に複数店舗を持つ2企業が競争的に立地を決める行動を分析している．円環都市上に分布する消費者は自分の効用を最大にする店舗から商品を

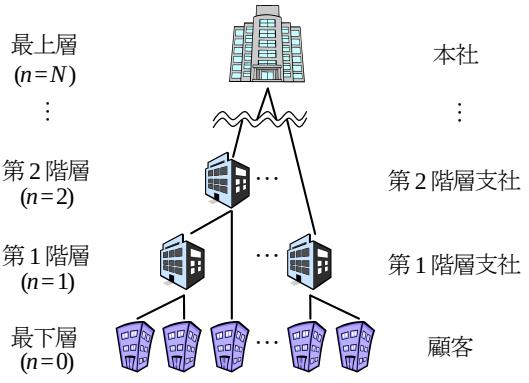

図-1 企業の業務形態

購入するものとして，1. 支店数の決定，2. 支店配置の決定，3. 商品価格の決定，という3段階ゲームによって分析を行っている．その結果，1つの企業の支店配置は他社支店の立地とは独立で，企業に直接の影響を及ぼす消費者の分布によって支店配置が決まることを導き出している．これは，それまで存在しなかった新たな企業が常に新規参入してくる可能性を認めれば，既存の他社を相手とした戦略的な立地は意味をなさなくなり，結果的に各企業は他の企業の行動とは関係なく，消費者の分布に対応するように立地を決めざるを得ないという結論である．本研究においてもこの結果に従って，企業間の競争は支社配置に影響を与えないものと考える．具体的には全国的な銀行や生命保険会社，あるいはコピー機などの全国的に普及する製品の修理サービス会社のように，当該企業が顧客の分布をコントロールすることが難しいような業種の企業に当てはまる仮定である．

(3) モデルの定式化

本研究で提案するモデルの考え方は次の通りである．まず，本社と顧客のみが存在し，本社が全ての顧客を直接的に管轄している状態を考える．この場合，空間的に離れた顧客も含めて全ての顧客と本社が交流するため，交流コストが非常に大きくなり，効率的な組織とはいえない．そこで，本社と顧客との間に支社を配置することを考える．支社を配置することで空間的に分散して配置される支社が顧客との交流を行うため，本社が直接交流する場合と比べて交流距離が減少し，交流コストを減らすことができる．一方で，支社から本社に送る業務情報量が新たに発生するが，その量は情報集約係数を介して圧縮されているので，直接的に交流を行うよりはコストが小さくなる．ただし，支社の配置には立地コストがかかるため，必要以上に支社を配置することはかえって費用の増加を招く．このような交流コストと立地コストのトレードオフの中で最適な支社の配置を求める問題を考

える．本研究では以上の考え方に基づき，企業の組織配置モデルを費用最小化問題として定式化する．なお，本研究において企業はプライステイカーでゼロ利潤条件下にあるものとする．そのため，費用最小化行動は利潤最大化行動と本質的には同じであると考えられる．

提案する最適企業組織配置モデルでは，顧客に直結する第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 階層の上層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，第 n - 1 階層の支社に管轄される地域を集約して仮想的な顧客と考えれば，単一階層の支社配置問題となる．すなわち，本社の立地コスト C_0^n，第 n 階層支社の立地コスト C_1^n，支社顧客間交流コスト C_2^n，本社支社間交流コスト C_3^n，本社顧客間直接交流コスト C_4^n の総和を最小化する問題として表現できる．以下では各費用について順に説明を行う．

まず初めに，本社の立地コストから考える．本社の雇用者数が大きいほど企業が本社の雇用者に支払う賃金は大きくなる．同様に，雇用者数が大きいほど大きなオフィスが必要となるため，オフィスの賃貸料も大きくなる．本研究でははじめから全国に1ヶ所の本社を立地させることを前提としているため，固定費用は政策変数に何の影響も与えないので考えない．よって，本社の立地コスト C_0^n は次のように表すことができる．

$$C_0^n = \left(w_0^n + p_0\right)s_0^n \tag{1}$$

ただし，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：本社雇用者数である．

次に支社の立地コストについて考える．支社の立地コストのうち，支社の開設・維持に関わる固定費用の大きさが支社をいくつ立地させるべきかという政策変数に大きな影響を及ぼす．支社の総立地コスト C_1^n は，次のように表わされる．

$$C_1^n = \sum_{j=1}^{J}\left\{fX_j^n + \left(w_j^n + p_j\right)s_j^n\right\} \tag{2a}$$

$$s.t.\quad X_j^n \in \{0,1\} \quad \forall j \tag{2b}$$

ただし，f：支社固定費用，w_j^n：支社 j の雇用者一人当たり賃金，p_j：支社 j の雇用者一人当たり賃貸料，s_j^n：支社 j の雇用者数である．また，X_j^n：支社を配置する場合に 1，それ以外を 0 で表す 0-1 変数である．ここで支社 j の雇用者数 s_j^n は式(3a)の制約条件を持つ．ただし，λ_i^n は地域 i の顧客からの業務情報量である．Y_{ij}^n は地域 i の顧客から支社 j への業務発注割合の変数であり，式(3b)のように必ず X_j^n 以下となる．そのため，$X_j^n = 0$ のとき s_j^n も必ず 0 となり，$C_1^n = 0$ となる．

$$s_j^n = \sum_{i=1}^{I}\lambda_i^n Y_{ij}^n \quad \forall i, j \tag{3a}$$

$$s.t.\quad 0 \le Y_{ij}^n \le X_j^n \quad \forall i, j \tag{3b}$$

次に支社顧客間の交流コストについて考える．業務情報量1単位に対して雇用者一人が交流を行うと定義しているため，地域 i の顧客からの業務情報量に応じた交流が発生する．よって，支社顧客間の総交流コスト C_2^n は，次のように表わされる．

$$C_2^n = \sum_{j=1}^{J}\sum_{i=1}^{I}\lambda_i^n d_{ij} Y_{ij}^n \tag{4}$$

ただし，d_{ij}：雇用者一人当たり支社顧客間交流コストであり，地域間の交通条件等を反映した外生値である．

支社に集まった業務情報は r 倍に集約され，その業務情報量に応じた交流が本社と支社の間で発生する．そのため，本社支社間の総交流コスト C_3^n は，次のように表わされる．

$$C_3^n = r\sum_{j=1}^{J}s_j^n d_{j0} \tag{5a}$$

$$s.t.\quad 0 < r < 1 \tag{5b}$$

ただし，r：情報集約係数，d_{j0}：雇用者一人当たり本社支社間交流コストであり，地域間の交通条件等を反映した外生値である．

立地コストを支払って支社を配置するよりも，本社と顧客が直接交流した方が，総コストが小さい場合もある．その場合，顧客からの業務情報量がそのまま交流として発生する．このような本社顧客間の総交流コスト C_4^n は，次のように表わされる．

$$C_4^n = \sum_{i=1}^{I}\lambda_i^n d_{i0} Z_{i0}^n \tag{6a}$$

$$s.t.\quad 0 \le Z_{i0}^n \le 1 \quad \forall i \tag{6b}$$

ただし，d_{i0}：雇用者一人当たり本社顧客間交流コストであり，地域間の交通条件等を反映した外生値である．また，Z_{i0}^n：顧客 i から本社への直接交流の割合を表す変数である．

企業は以上の各コストを合計した総コスト C_T^n を最小化するものとして，その行動は次のように定式化できる．

$$\begin{aligned}\min_{X_j^n, Y_{ij}^n, Z_{i0}^n}\quad C_T^n &= C_0^n + C_1^n + C_2^n + C_3^n + C_4^n \\ &= \left(w_0^n + p_0\right)s_0^n + \sum_{j=1}^{J}\left\{fX_j^n + \left(w_j^n + p_j\right)s_j^n\right\} \\ &\quad + \sum_{j=1}^{J}\sum_{i=1}^{I}\lambda_i^n d_{ij} Y_{ij}^n + r\sum_{j=1}^{J}s_j^n d_{j0} + \sum_{i=1}^{I}\lambda_i^n d_{i0} Z_{i0}^n\end{aligned} \tag{7a}$$

$$s.t.\quad X_j^n \in \{0,1\} \quad \forall j \tag{7b}$$

$$0 \le Y_{ij}^n \le X_j^n \quad \forall i, j \tag{7c}$$

$$0 \le Z_{i0}^n \le 1 \quad \forall i \tag{7d}$$

$$\sum_{j=1}^{J}(Y_{ij}^n + Z_{i0}^n) \ge 1 \quad \forall i \tag{7e}$$

$$0 < r < 1 \tag{7f}$$

$$s_j^n = \sum_{i=1}^{I}\lambda_i^n Y_{ij}^n \quad \forall i, j \tag{7g}$$

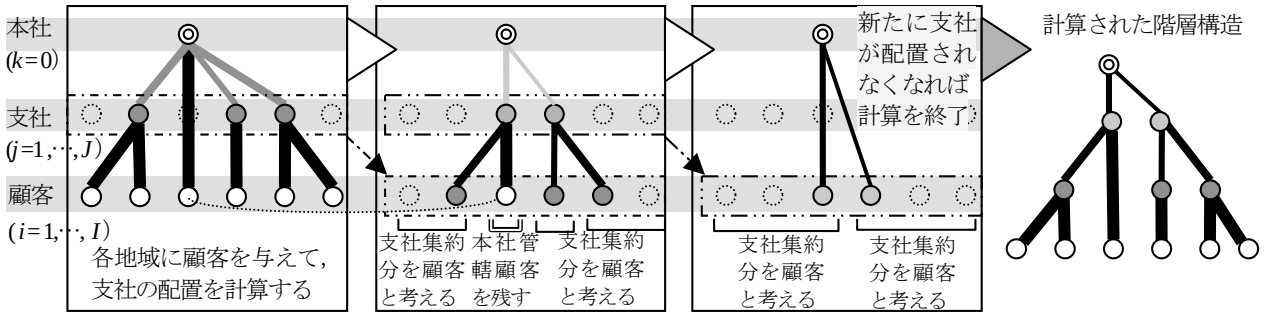

図-2　最適企業組織配置モデルの計算手順

$$s_0^n = \sum_{i=1}^{I} \lambda_i^n Z_{i0}^n + r\sum_{j=1}^{J} s_j^n \quad \forall i, j \tag{7h}$$

ここで式(7e)は，顧客からの業務情報が，必ず支社または本社で処理されるという制約条件である．また式(7h)は，本社雇用者数 s_0^n が顧客から直接上がってくる業務情報量と支社から上がってくる業務情報量の総和に対応して必要であることを表している．

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，

$$w_j^n = w^1 \times n \tag{8}$$

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

$$w_0^n = w^1 \times (n+1) \tag{9}$$

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．

$$f = \frac{\rho}{1-\rho} f^* \tag{10a}$$

$$s.t. \quad 0 < \rho < 1 \tag{10b}$$

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．

(4)　計算アルゴリズム

2. (3)節でふれたように，本研究で提案する最適企業組織配置モデルでは，第 n 階層の支社配置問題を解くことで，最下層の支社配置から順次決定するという近似的な解法を用いる．その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，顧客の分布をそのまま与えて第 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支社の業務情報量を r 倍に集約した上で n 回目の顧客と考える．また n - 1 回目の計算で本社に直接管轄されていた顧客は，そのまま n 回目の顧客として用いる．

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支社立地コストを下回り，新しく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(11), (12)となる．

$$S_j = \sum_{n=1}^{N} s_j^n \quad \forall j \tag{11}$$

$$S_0 = s_0^N \tag{12}$$

以上の計算アルゴリズムの概念図を**図-2** に示す．

(5)　1 企業組織の計算結果

以上で提案した最適企業組織配置モデルの計算例を示すため，1995年（Case 1）と2005年（Case 2）の2時点について，沖縄を除く46都道府県を対象として計算を行う．

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，全国幹線旅客純流動調査（1995 年, 2005 年）[16]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．時間価値は各階層雇用者の賃金に併せて変化するものとする．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，上層側の雇用者賃金を総労働時間で割ったものを時間価値として設定する．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 260×8=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ものとする．

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，顧客の分布として，事業所・企業統計調査（1999 年，2006 年）[17]の全産業従業者数に比例して与える．ここでは，対事業所，対住民を区別せず，サービス業を一般的に扱っている．また，官公庁や業界団体など

企業活動上必要な交流の相手先もモデル上は顧客に含めて扱う．そこでそれらの顧客分布を表す総合的な指標として，全産業従業者数を用いることとした．データの入手が可能な，1999 年のものを Case 1 に，2006 年のものを Case 2 の顧客分布として使用している．例として Case 2 の顧客分布を**図-3** に示す．

以上の設定条件の下，企業特性パラメータ r, ρ をそれぞれ 0.2, 0.5 として，Case 1 の交通条件と顧客分布のもとで最適企業組織配置モデルを計算した結果を**図-4**, **図-5** に示す．**図-4** の横軸には 46 都道府県を並べて表示し，縦軸の第 1 軸に雇用者数，第 2 軸に平均賃金をとっている．また，**図-5** はこの時の企業組織構造を示しており，横軸に 46 都道府県，縦軸に各都道府県の支社が配置される階層数をとっている．これらから，東京，大阪，愛知の 3 大都市を有する都府県や，札幌，仙台，福岡などの地方中枢都市を有する道県の雇用者数が大きく，階層が高い点で，一般のイメージに近い形の企業組織構造が計算できていることがわかる．

同じ企業特性パラメータ値で，Case 2の交通条件と顧客分布のもとで最適企業組織配置モデルを計算した結果を**図-6**, **図-7**に示す．Case 1の場合とほぼ同じ結果であるが，交通条件と顧客分布が変化したことによって，例えば静岡を管轄する地域が愛知から東京に変化したり，岩手，秋田の階層数が小さくなるなどの相違が生じていることがわかる．

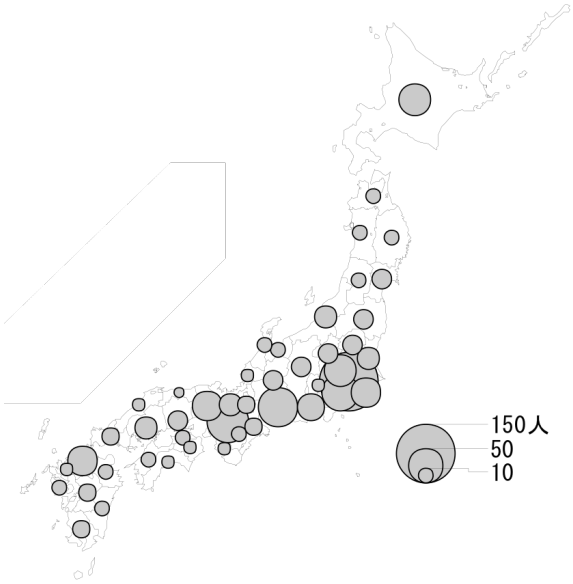

図-3　Case 2の顧客分布

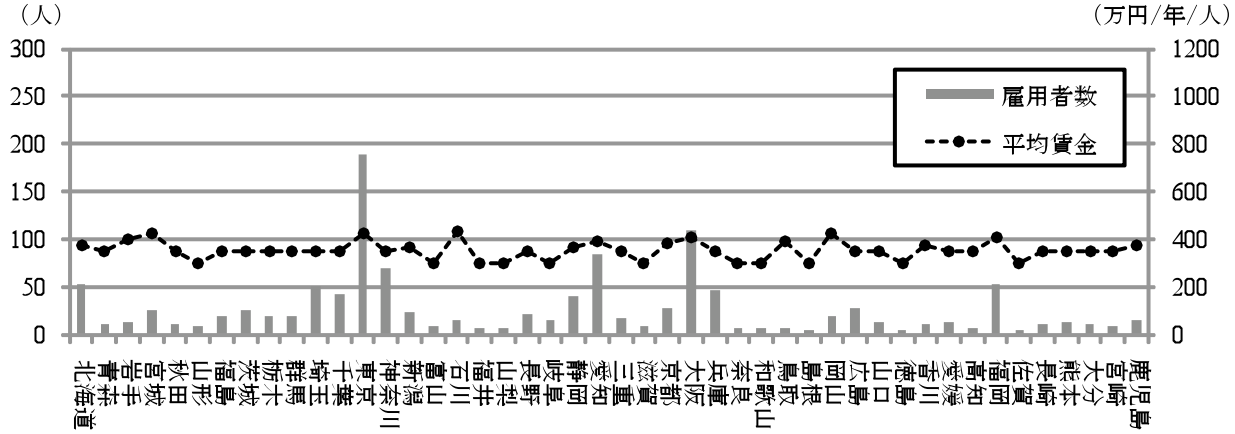

図-4　Case 1の雇用者数・平均賃金分布

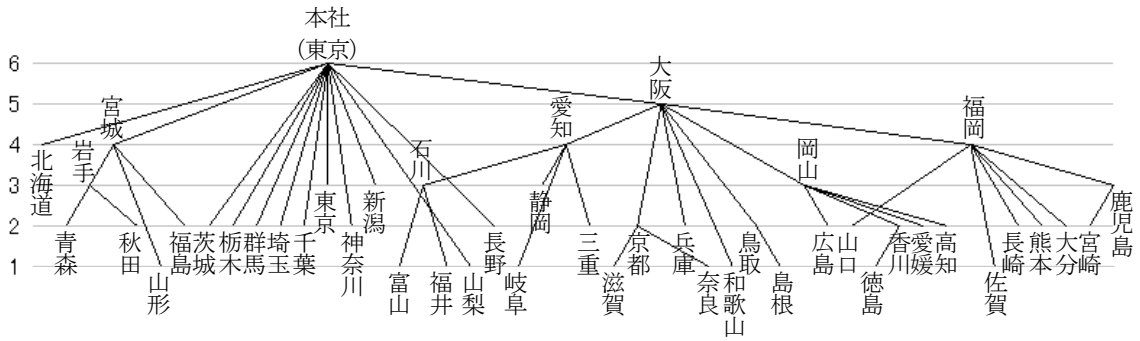

図-5　Case 1の企業組織構造

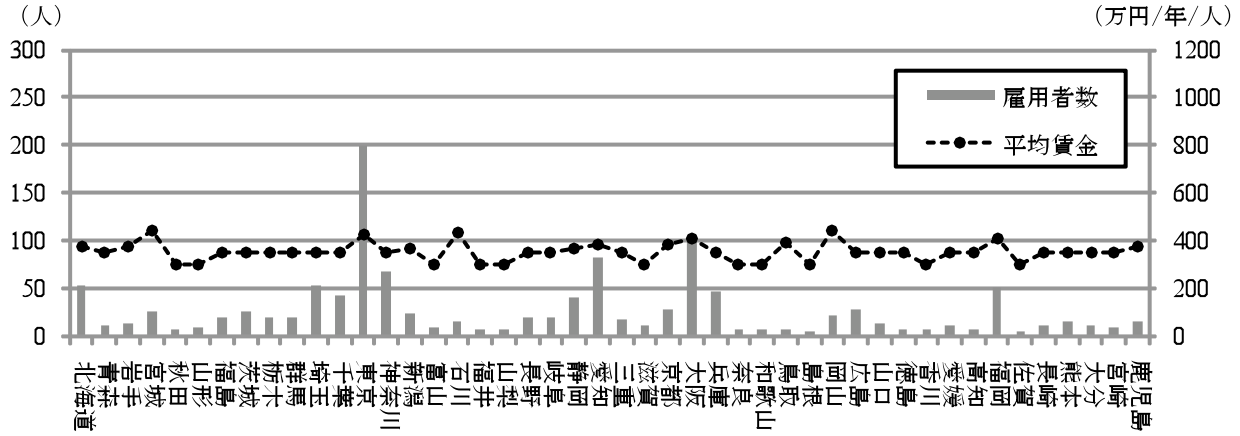

図-6　Case 2の雇用者数・平均賃金分布

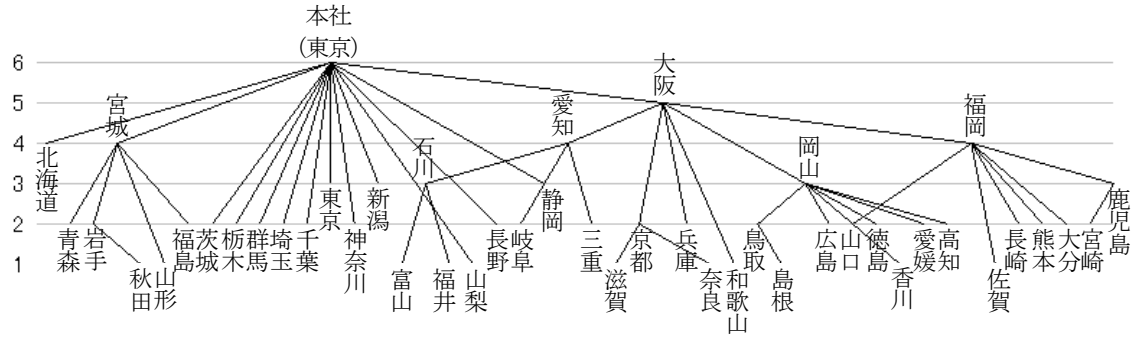

図-7　Case 2の企業組織構造

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企業特性パラメータを持った企業がいくつ存在するのかが分かればよい．そうすれば，各パラメータにおける最適企業組織配置モデルの計算結果に対して，そのパラメータを持つ企業数で重みづけした相加平均を求めることで，マクロな統計データに対応する再現値を計算でき，それが観測データに一致するかどうかを議論することができる．しかし，実際には特性ごとの企業数を知ることはできない．

そこで本研究では，個別の企業は異なるパラメータ値を持つものの，すべての企業が2章で示した最適企業組織配置モデルに従って全国規模で支社を配置するものと仮定し，それらの集計結果が観測可能なマクロな地域ごとの総雇用者数と平均賃金に合うように，日本経済を構成する企業の特性を表すパラメータ値を求めるという問題を考える．ついで，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．

なお電力業や鉄道業のように，地方ごとの分業がなされ，全国企業が存在しない産業がある．さらに外国企業のように本社を国内に持たない企業もある．本研究ではすべて全国企業であると仮定して計算を行うため，このような企業についても仮想的に東京に本社の存在を仮定するために，東京の従業者数と平均賃金を過大に推定することになる．この影響については後に4.2節で述べる．

また，2章で定式化したモデルは，立地の固定費用を除くすべての費用が顧客数に比例しているため，対象とする顧客数が m 倍の企業は，標準的な顧客数を持つ企業 m 個に置き換えて扱うことになる．固定費用の違いはパラメータ ρ を通じて調整されるため，この置き換えによるバイアスは生じない．

(1) マルコフ連鎖モンテカルロ法

パラメータ推定の方法としては，全ての企業間でパラメータ値が一つの値をとる場合は，最尤法などによってパラメータ値を求めることができる．しかし，企業特性のパラメータは1企業に1つの真値を持ち，どのパラメータ値を持つ企業がどの程度いるのかという分布形を求める必要がある．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．MCMC はモンテカルロ法によって発生させた標本からパラメータ分布の推定を行う計算方法で，ベイズ推定を行う際に多く利用されている．

なお，ベイズ推定の枠組みでは，ベイズの定理から求めた事後分布を計算するために MCMC を用いるが，本研究では事後分布を直接推定するために MCMC を用いている．そのため，本研究の MCMC はベイズ推定の枠組みとは異なる独自の手法となっている．

(2) サンプリング手順

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ランダムウォーク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標本の生成を行う．

サンプリング手順の詳細は以下のとおり．

Step 1. サンプリングする標本 r の初期値$r^{(0)}$を決める．また，このときの総雇用者数 $\mathbf{s}^{(0)}=\left(s_1^{(0)},\cdots,s_i^{(0)},\cdots,s_I^{(0)}\right)$ と平均賃金 $\mathbf{w}^{(0)}=\left(w_1^{(0)},\cdots,w_i^{(0)},\cdots,w_I^{(0)}\right)$を最適企業組織配置モデルによって計算する．

Step 2. 現在$r^{(t-1)}$であるとき，次の標本$r^{(t)}$の候補r'をランダムウォーク

$$r'=r^{(t-1)}+\varepsilon_t,\quad \varepsilon_t\sim N\left(0,\tau^2\right) \tag{13}$$

により発生させる．

Step 3. 標本候補r'に対して最適企業組織配置モデルを計算し，総雇用者数候補$\mathbf{s}'$，平均賃金候補$\mathbf{w}'$を求める．

Step 4. t - 1組の総雇用者数の標本$\mathbf{x}_s^{(t-1)}$，平均賃金の標本$\mathbf{x}_w^{(t-1)}$にt - 1番目の総雇用者数の標本$\mathbf{s}^{(t-1)}$，平均賃金の標本$\mathbf{w}^{(t-1)}$をそれぞれ加えて相加平均をとった値をそれぞれ標本平均$\bar{\mathbf{x}}_s^{(t)}$, $\bar{\mathbf{x}}_w^{(t)}$とする．また，t - 1組の総雇用者数の標本$\mathbf{x}_s^{(t-1)}$，平均賃金の標本$\mathbf{x}_w^{(t-1)}$に総雇用者数候補$\mathbf{s}'$と平均賃金候補$\mathbf{w}'$をそれぞれ加えて平均をとった値をそれぞれ標本候補$\mathbf{x}_s'$, $\mathbf{x}_w'$とする．総雇用者数，平均賃金それぞれについて，観測値を標本平均と標本候補を用いて回帰する．

$$\mathbf{y}_s=\beta_s\bar{\mathbf{x}}_s^{(t-1)}+\beta_s'\mathbf{x}_s' \tag{14a}$$

$$\mathbf{y}_w=\beta_w\bar{\mathbf{x}}_w^{(t-1)}+\beta_w'\mathbf{x}_w' \tag{14b}$$

そして，標本候補の重みが標本平均の重みよりも大きくなるかどうかを考える．例えば，総雇用者数については$\beta_s'>\beta_s$であれば候補r'を採択し，$\beta_s'\le\beta_s$の時には採択確率がβ_s'/β_sとなるように

$$\alpha_s=\min\left[\frac{\beta_s'}{\beta_s},1\right] \tag{15a}$$

と定義する．平均賃金についても同様に

$$\alpha_w=\min\left[\frac{\beta_w'}{\beta_w},1\right] \tag{15b}$$

と定義する．さらに最終的な採択確率を決めるために，総雇用者数，平均賃金それぞれについて観測値をt - 1組の標本の平均値$\bar{\mathbf{y}}_s^{(t-1)}$, $\bar{\mathbf{y}}_w^{(t-1)}$で回帰分析し，それぞれの決定係数$R_s^2$, R_w^2を求める．

$$\mathbf{y}_s=\beta_s\bar{\mathbf{x}}_s^{(t-1)}+\varepsilon_s \tag{16a}$$

$$\mathbf{y}_w=\beta_w\bar{\mathbf{x}}_w^{(t-1)}+\varepsilon_w \tag{16b}$$

R_s^2, R_w^2を用いて，決定係数が低い標本の採択確率を重視するために

$$\alpha=\begin{cases}\alpha_s, & R_s^2\le R_w^2\text{のとき}\\ \alpha_w, & R_s^2>R_w^2\text{のとき}\end{cases} \tag{17}$$

を採択確率とする．

Step 5. (0,1)上の一様乱数uを発生させて，

$$r^{(t)}=\begin{cases}r', & u\le\alpha\text{のとき}\\ r^{(t-1)}, & u>\alpha\text{のとき}\end{cases} \tag{18a}$$

$$\mathbf{s}^{(t)}=\begin{cases}\mathbf{s}', & u\le\alpha\text{のとき}\\ \mathbf{s}^{(t-1)}, & u>\alpha\text{のとき}\end{cases} \tag{18b}$$

$$\mathbf{w}^{(t)}=\begin{cases}\mathbf{w}', & u\le\alpha\text{のとき}\\ \mathbf{w}^{(t-1)}, & u>\alpha\text{のとき}\end{cases} \tag{18c}$$

とする．

Step 6. tを$t+1$としてStep 2に戻る．

以上のStep 2 - Step 6を繰り返し計算することで，標本$r^{(t)}$をサンプリングする．それによって標本$r^{(t)}$の分布を得ることができる．

(3) 収束判定の方法

MCMC の標本経路は初期値に依存する．しかし，初期値がどのような値であっても，計算回数を重ねるごとに標本平均の値は定常分布に近づく．そのため，定常状態に至るまでの繰り返し計算（稼働検査期間）を棄却し，定常状態にある推定値のみを用いて分析結果を議論する．

定常分布に至ったことを確認する収束判定には様々な

方法がある．しかし，どの方法も完全ではないとされている[18]．そこで本研究では，よく利用されている以下の3つの方法を併用して収束を判定する．

収束の判断方法として最も簡単なのが，標本系列や標本平均の時系列プロットを見ることである．得られた標本の変動が初期値に依存せずに安定的であるかどうかを見ることで，収束を判定する．

時系列プロットの図から収束を判定するように，連鎖における前の時点の値との自己相関係数を様々な間隔で計算した自己相関関数図を判定に利用することも多い．自己相関関数図を描き，その値が比較的近い間隔において0近辺に収束しているかどうかを見ることによって，マルコフ連鎖が収束しているかどうかを判定することができる．

時系列プロットや自己相関関数図から収束が判定されても，視覚による判断には曖昧さが残る．そこで，収束の判定を仮説検定を通して行う Geweke の方法がある．具体的には，「標本系列の前半と後半で平均が同じである（＝マルコフ連鎖は収束している）」という帰無仮説について検定を行う．いま，稼働検査期間を除いた標本 θ の時系列を $\theta^{(1)},\theta^{(2)},\cdots,\theta^{(n)}$ とする．そのうち，最初の n_1 個と最後の n_2 個の標本系列を考える．そして，ある関数 $g\left(\theta^{(t)}\right)$ を使って，これら2つの標本系列から得られる $g\left(\theta^{(t)}\right)$ の平均値を次式から求める．

$$\bar{g}_1 = \frac{1}{n_1}\sum_{t=1}^{n_1} g\left(\theta^{(t)}\right) \tag{19a}$$

$$\bar{g}_2 = \frac{1}{n_2}\sum_{t=n-n_2+1}^{n} g\left(\theta^{(t)}\right) \tag{19b}$$

次に，仮説検定のための統計量を

$$Z = \frac{\bar{g}_1 - \bar{g}_2}{\sqrt{V(\bar{g}_1)+V(\bar{g}_2)}} \tag{20}$$

とする．ただし，$V(\bar{g}_i)$ は標本平均 $\bar{g}_i$ の分散の推定量である．n, n_1, n_2が十分大きいとき，Zは近似的に標準正規分布に従うので，z_αを上側100α%点として$|Z| < z_{\alpha/2}$のとき，帰無仮説は棄却されず，マルコフ連鎖が収束していないという明確な結果が得られなかったという理由により，消極的にマルコフ連鎖が収束したと見なす．例えば，検定の有意水準を5%とするならば，$|Z| < 1.96$ならばマルコフ連鎖が収束していることが示唆されたと解釈する．なお，Zが標準正規分布に従うためには，n, n_1, n_2が大きいことのほかに，2つの標本系列間の相関が0であることが必要である．そのため，2つの標本系列が隣接しないように，標本系列の数は$n_1 = 0.1n$（前半10%），$n_2 = 0.5n$（後半50%）をとることが推奨されており，本研究においても同様の標本系列数をとるものとする．

4. 地域間格差の実証分析

(1) MCMCの計算結果

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（マクロな統計データ）を，第3次産業のみについて集計した．Case 1, Case 2それぞれの観測データとして，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[19]から作成した値を用いた．ただし，入手可能な1999年の値をCase 1の雇用者数・平均賃金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）」のみを対象とする．その他の交通条件や顧客分布の設定は2. (5)節と同様である．

MCMC の計算には統計ソフト R を使用した．特に最適企業組織配置モデルの計算には，glpk というパッケージを使用している．このパッケージは，R 上でフリーの線形計画問題ソルバーGLPK (GNU Linear Programming Kit) version 4.8 を動かすためのインターフェイスを提供するため，これによって，最適企業組織配置モデルの計算とサンプリングとを一つのプログラムで処理することができる．

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．標本の生成回数を 11,000 回，稼働検査期間を 1,000 回，ランダムウォークの誤差項の分散を r, ρ ともに 1.0 として計算を実行した．図-8 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

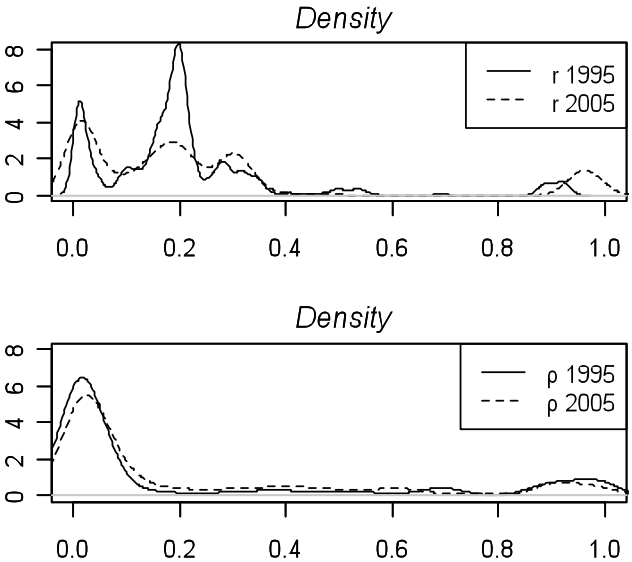

図-8 パラメータの分布

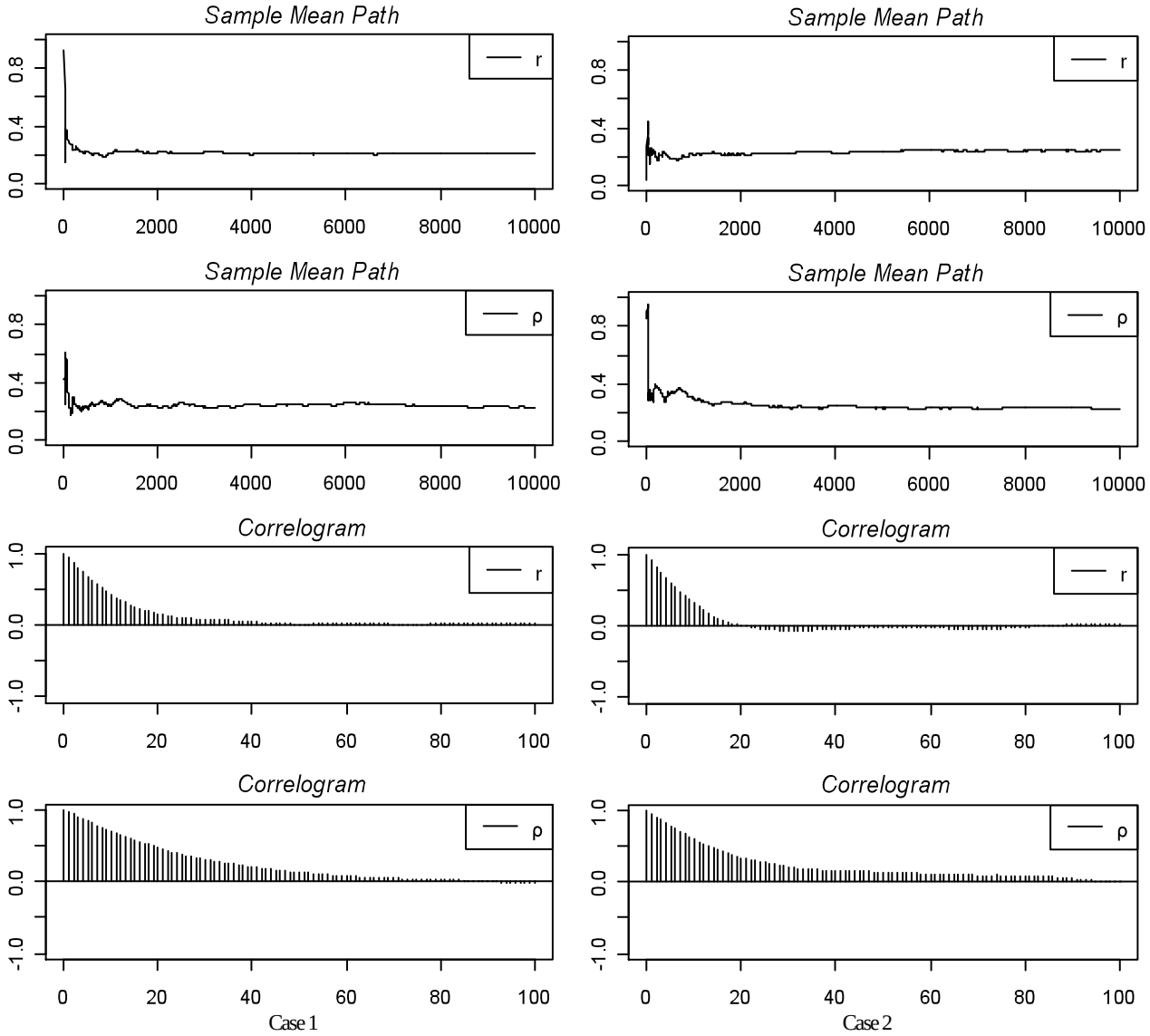

図-9　MCMCの収束状況

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．このことから，日本のサービス業には 0.2 もしくは 0.3 に近い情報集約係数を持ち，固定費用が 0 に近い業種の企業が多いことが推測される．Case 1 から Case 2 にかけての 10 年間で分布が変化していることがわかる．

図-9 にはサンプリングの収束状況を表す図を載せている．標本の平均値を r と ρ それぞれ時系列に並べた時系列標本平均が上段の 2 つである．横軸に生成回数をとっており，縦軸には標本平均値をとっている．この時系列標本平均から収束を判断すると，r, ρ ともに 2,000 回以降安定的に一定の値をプロットしていることから収束していることが判断できる．下段に示した 2 つの図は r, ρ それぞれの自己相関関数図である．横軸には間隔の大きさがとってあり，間隔が大きくなるほど，より離れた標本との自己相関係数を示している．自己相関関数図を見ると r, ρ ともに 0 に近づいていることが確認できるため，この図からも収束していることが判断できる．Geweke 統計量の値は Case 1 では r, ρ それぞれ-0.42, 0.38, Case 2 ではそれぞれ-0.75, 1.41 であり，r, ρ ともに Geweke 統計量の絶対値が 1.96 より小さいため，有意水準 5%で収束していることが示唆される．よって，これら 3 つ全ての方法で収束していることが判断できる．

また，図-10, 図-11 は，雇用者数・平均賃金の標本平均と観測データとの相関関係を示している．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 と小さかった．

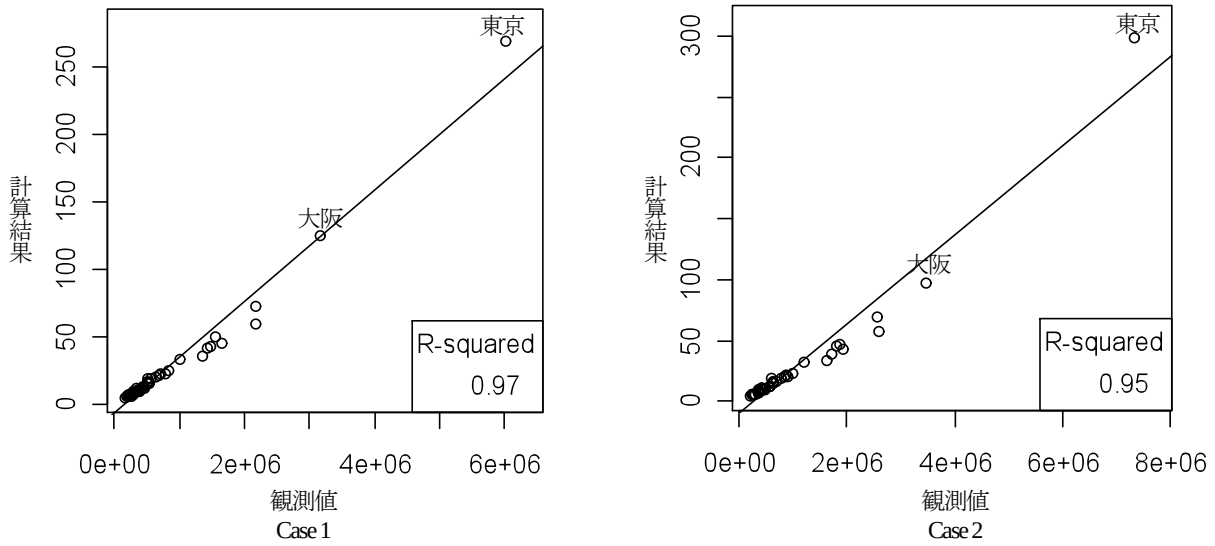

図-10　雇用者数の標本平均と観測データとの相関関係

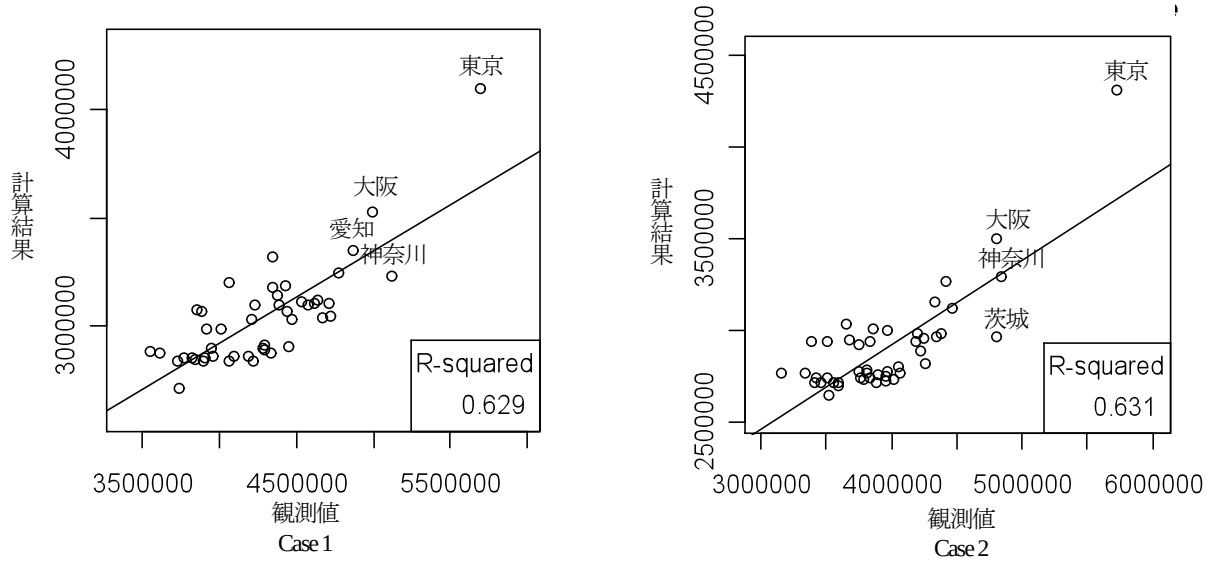

図-11　平均賃金の標本平均と観測データとの相関関係

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についても，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．なお，図からもわかるように，東京の標本平均値だけが他の地域に比べて高く突出する傾向にある．この理由として，本モデルでは常に本社を東京に置くという仮定を置いており，例えば東京に本社を持たない外資系の企業や，全国展開していない中小企業などの分だけ，東京の雇用者数や平均賃金が高く算出されている可能性が考えられる．

(2)　地域間格差変化の要因

Fujita and Tabuchi[20] は 1955 年から 1988 年までの都道府県間の所得格差について日本の産業構造の変化を絡めて分析し，1970 年代終わり以降の格差拡大の要因として，重化学工業から知識集約型の先端技術産業へと産業構造が変化し，東京一極集中が進んだことを指摘している．そして，交通・情報通信ネットワークの進展によって製造業の中で face-to-face によるコミュニケーションを必要とする中枢部門だけを都市部に残して，工場を地価や労働力の安い地方や海外に移転できるようになったことが，知識集約型産業への転換を実現したと述べている．

Kakamu and Fukushige[21] は 1986 年から 1999 年の間について，都道府県内所得格差の変動を 4 つのタイプに分類している．そして，バブル期に格差が拡大し，バブル崩壊後に格差が縮小する都道府県が過半数を占める中で，東京だけ一貫して格差が拡大していることや，秋田・長野だけが全体と反対の傾向，つまり，バブル期に格差が

縮小し，バブル崩壊後に格差が拡大する傾向にあることを明らかにしている．さらに，この2県に共通の特徴として新幹線の建設・開業を挙げているが，新幹線と所得格差の関係については今後の課題としている．

このように地域間所得格差変化の背景として，交通条件の変動の他に，情報通信技術の進展による産業構造の変動が指摘されており，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．しかしながら，これら2つの要因についての定量的な分析は行われていない．そこで本研究では，最適企業組織配置モデルとMCMCを組み合わせることで，地域間格差変化に対する産業構造の変動と交通条件の変動の寄与率を算出する．

(3) 地域間格差変化の要因分解

2つの要因の寄与率を算出するために，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．ただし，交通条件では顧客分布という企業にとっては外部にある環境変動も考慮する．要因分解のため，Case 1, Case 2に加えて，

Case 3：企業特性分布は1995年の形のままで，交通条件と顧客分布が2005年の状態に変化した場合

Case 4：交通条件と顧客分布は1995年の状態のままで，企業特性分布を2005年のサンプリングで得られた形とした場合

という2つのケースを設定し，46都道府県の雇用者数と平均賃金を計算した．

a) 雇用者数格差の変化

Case 1 - Case 4の計算結果に対する変動係数を**表-1**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，地域間格差の指標として広く用いられている．**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という交通条件変動の平均寄与率が9%，Case 1→Case 4, Case 3→Case 2という産業構造変動の平均寄与率が91%となり，9割近くが産業構造変動に起因することがわかる．

次に，各都道府県から沖縄を除く全ての都道府県までについて，1995年から2005年にかけて短縮された移動時間の総和の大きさを都道府県別に比較し，その上位10道県（岩手，長野，北海道，大分，秋田，香川，宮城，福岡，青森，鹿児島）を対象として，10年の間に交通施設整備が大きく進んだ地域についての分析を行う．なお，ここでは全県平均を1とした時の県別水準の値を用いて比較した．それぞれの地域における交通条件変動，産業構造変動の影響と寄与率を**表-2**に示す．この表から，秋田や長野で特に交通条件変動により大きく雇用が減少しており，交通条件の改善が支社の引き上げにつながる，いわゆるストロー効果の発生が見てとれる．逆に青森では，交通条件の改善が雇用の増加につながっている．一方，産業構造変動の影響はこれらの10県に負の影響を与えている．つまりよりフラットな組織構造を持つ企業の

表-1 雇用者数に関する変動係数の変化

雇用者数の地域間変動係数		産業構造 1995	産業構造 2005	産業構造 変化幅
交通条件	1995	160.79 (Case 1)	175.23 (Case 4)	14.44
	2005	163.04 (Case 3)	175.65 (Case 2)	12.61
	変化幅	2.25	0.42	14.86

表-2 交通条件変動の大きい10道県における雇用者数格差の変化

10道県	モデルによる計算値 Case1	Case2	Case3	Case4	交通条件 影響	率	産業構造 影響	率
岩手	0.44	0.43	0.44	0.44	0.00	29	-0.01	71
長野	0.71	0.66	0.67	0.70	-0.04	76	-0.01	24
北海道	1.72	1.68	1.71	1.68	0.00	8	-0.04	92
大分	0.33	0.33	0.33	0.33	0.00	7	0.00	93
秋田	0.33	0.29	0.29	0.33	-0.04	89	0.00	11
香川	0.29	0.29	0.29	0.29	-0.01	73	0.00	27
宮城	0.83	0.80	0.81	0.79	-0.01	23	-0.02	77
福岡	1.92	1.81	1.92	1.85	-0.02	18	-0.09	82
青森	0.37	0.36	0.38	0.36	0.00	-67	-0.01	167
鹿児島	0.49	0.49	0.48	0.49	-0.01	71	0.00	29
平均値					-0.01	33	-0.02	67

表-3 平均賃金に関する変動係数の変化

平均賃金の地域間変動係数		産業構造 1995	産業構造 2005	産業構造 変化幅
交通条件	1995	6.78 (Case 1)	7.71 (Case 4)	0.93
	2005	7.19 (Case 3)	8.15 (Case 2)	0.96
	変化幅	0.41	0.44	1.37

表-4 交通条件変動の大きい10道県における平均賃金格差の変化

10道県	モデルによる計算値 Case1	Case2	Case3	Case4	交通条件 影響	率	産業構造 影響	率
岩手	0.91	0.88	0.92	0.90	-0.01	17	-0.03	83
長野	0.91	0.88	0.91	0.90	-0.01	23	-0.03	77
北海道	0.95	0.90	0.95	0.92	-0.01	23	-0.04	77
大分	0.85	0.82	0.85	0.83	-0.01	29	-0.02	71
秋田	0.85	0.81	0.84	0.83	-0.01	36	-0.02	64
香川	0.85	0.84	0.83	0.83	0.00	50	0.00	50
宮城	0.95	0.89	0.93	0.91	-0.02	32	-0.04	68
福岡	0.98	0.94	1.03	0.96	0.01	-28	-0.06	128
青森	0.86	0.82	0.87	0.84	0.00	0	-0.03	100
鹿児島	0.91	0.88	0.90	0.90	-0.02	45	-0.02	55
平均値					-0.01	23	-0.03	77

割合が増えることによって，雇用のレベルが減少するという変化が起きている．その結果青森を含めてこの10県のすべてで雇用のレベルが減少している．以上の10県の寄与率の平均値を算出した結果，交通条件変動の寄与率が33%，産業構造変動の寄与率が67%となった．都道府県全体の変化に占める交通条件変動の寄与率が9%であったことと比較すると，33%はかなり大きな数字である．このことから，交通条件の変動が大きい地域に関しては，その影響が大きく作用していることがわかる．

b) 平均賃金格差の変化

表-3から平均賃金の変化についても同様に比較する．Case 1→Case 3では交通条件変動によって変動係数が0.41ポイント増加したのに対して，残りの0.96ポイントの変化が産業構造変動に起因している．また，Case 4→Case 2でも産業構造変動によって変動係数が0.93ポイント変化しているのに比べると，交通条件変動では0.44ポイントと小さい．この2つの結果を平均すると，平均賃金格差の変化に対する交通条件変動の寄与率が31%，産業構造変動の寄与率が69%となり，雇用者数の場合よりは小さいものの，平均賃金の変化の7割近くが産業構造変動に起因することがわかる．

次に，**表-4** から交通条件の変化が大きい地域について分析する．雇用者数の場合に比べて，平均賃金では目立って交通条件変動の寄与率が大きい地域は見当たらない．交通条件の改善は組織のフラット化をもたらすために，福岡を除く各県では平均賃金を低下させる影響を持つ．福岡は例外的にその支配下にある地域の支店機能をより多く立地させることにつながるため賃金水準は増加する．一方産業構造変動によるフラットな組織を持つ企業の増加はどの県においても賃金の高い職業を減少させる効果を持つ．交通条件変動と産業構造変動の寄与率に関して上記の 10 県の平均を算出した結果は，交通条件変動が 23%，産業構造変動が 77%となり，都道府県全体の変化に占める交通条件変動の寄与率が 31%であったことと比較すると，交通条件変動の寄与率はむしろ小さいといえる．つまり，平均賃金格差の変化に関しては交通条件の変動の寄与率が 2～3 割の範囲内であるといえる．

5. おわりに

(1) 研究成果のまとめ

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に関する分析を行った．

これまでにも本社と支社の 2 階層からなるサービス企業の組織配置に関する研究は行われていたが，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かった．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ながら，多階層のサービス企業の企業組織配置をモデル化した．これによって，階層数まで内生的に求めるモデルを構築した点が，本研究の主要な成果と言える．

本研究ではさらに，企業組織に関するデータとして観測可能なマクロな統計データを用いて実証分析を可能にするために，MCMC による企業特性パラメータのサンプリング手法を導入した．そして，本モデルを用いてマクロな観測データから，雇用者数，平均賃金それぞれの地域間格差に関して実証分析を行った．分析の結果，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に起因し，交通条件の変化による影響は 1 割程度であること，b）交通条件の変化が大きい地域に関しては，その影響が 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 割が産業構造の変化に起因し，3 割が交通条件の変化に起因すること，という 3 点が明らかになった．このように，最適企業組織配置モデルと MCMC の手法を組み合わせることで，地域間格差変化の要因を，産業構造の変化と交通条件の変化とに分けて定量的に分析することが出来たという点も，本研究の成果といえる．

(2) 今後の課題

本研究で提案した最適企業組織配置モデルは，顧客の分布を所与としてボトムアップ的に多階層の支社組織が形成される過程を表現したものであるが，逆に本社の位置を所与として支店網を展開し，営業コストとの見合いでサービスエリアを決めるような行動をとる企業も存在すると考えられる．このような異なる行動原理のもとでの組織配置のモデル化が望まれる．

第 2 に今回の研究では，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，その変化の原因についての分析も今後の課題として挙げられる．例えば，今回はサービス業の観測データとして第三次産業全体を対象としたものを用いたが，企業特性分布の変化が主にどのような業種の変化に影響を受けているのかを知るために，業種別の観測データから業種別の企業特性分布を分析することなどが考えられる．

また，企業特性を表すパラメータをサンプリングした結果，固定費用に関するパラメータはほとんど0の近傍であったため，企業特性分布はほとんど情報集約係数rのみで表されていたと言える．それでも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たが，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．例えば，本研究では，東京の標本平均

値だけが他の地域に比べて突出する傾向が見られたが，これは本モデルで常に本社を東京に置くという仮定を置いていた影響が大きいと考えられるため，本社位置というパラメータも含めたサンプリングを行うことなどが考えられる．

参考文献

1) 日野正輝：都市発展と支社立地―都市の拠点性―，pp.131-195, 古今書院，1996.
2) 須田昌弥：逐次型支社配置モデルの我が国への適用，青山経済論集，Vol.50, No.2, pp.31-48, 1998.
3) 阿部和俊：20 世紀の日本の都市地理学，古今書院，2003.
4) 塚井誠人，奥村誠：本社支社配置の経年変化のモデル分析，都市計画論文集，No.36, pp.349-354, 2001.
5) 塚井誠人，奥村誠：交通データに基づく業務ネットワークと管理機能立地の比較，都市計画論文集，No.38-3, pp.781-786, 2003.
6) 高田直樹，奥村誠，塚井誠人：確率的な需要変動を考慮した対事業所サービス業支社配置のモデル分析，都市計画論文集，No.43-3, pp.913-918, 2008.
7) Narula, S. C.: Hierarchical location problems: a classification scheme, *European Journal of Operational Research*, Vol.15, pp.93-99, 1984.
8) Şahin, G., Süral, H.: A review of hierarchical facility location models, *Computers & Operations Research*, Vol.34, pp.2310-2331, 2007.
9) Serra, D.: The coherent covering location problem, *Papers in Regional Science*, Vol.75(1), pp.79-101, 1996.
10) Alminyana, M., Borras, F., Pastor, J. T.: A new directed heuristic for the pq-median problem, *Location Science*, Vol.6(1), pp.1-23, 1998.
11) Boffey, B., Yates, D., Galvao, R. D.: An algorithm to locate perinatal facilities in the municipality of Rio de Janeiro, *Journal of the Operational Research Society*, Vol.54, pp.21-31, 2003.
12) Sahin, G., Sural, H., Meral, S.: Locational analysis for regionalization of Turkish Red Crescent blood services, *Computers and Operations Research*, Vol.34, pp.692-704, 2007.
13) 家田仁：Hub-Spokes/Point-to-Point や集約型／直行型輸送など階層的輸送システムの均質無限平面上における定式化と解法，土木計画学研究・論文集，No.14, 1997.
14) 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.
15) Jassen, M. C. W., Karamychev, V. A., van Reeven, P.: Multi-store competition: Market segmentation or interlacing?, *Regional Science and Urban Economics*, Vol.35, No.6, pp.700-714, 2005.
16) 国土交通省：全国幹線旅客純流動調査，http://www.mlit.go.jp/seisakutokatsu/jyunryuudou/index.html.
17) 総務省統計局：事業所・企業統計調査，http://www.stat.go.jp/data/jigyou/2006/index.htm.
18) 和合肇編著：ベイズ計量経済分析―マルコフ連鎖モンテカルロ法とその応用，東洋経済新報社，pp.39-99, 2005.
19) 厚生労働省：賃金構造基本統計調査，http://www.mhlw.go.jp/toukei/itiran/roudou/chingin/kouzou/detail/index.html.
20) Fujita, M., Tabuchi, T.: Regional growth in postwar Japan, *Regional Science and Urban Economics*, Vol.27, pp.643-670, 1997.
21) Kakamu, K., Fukushige, M.: Divergence or convergence? Income inequality between cities, towns and villages in Japan, *Japan and the World Economy*, Vol.17, pp.407-416, 2005.

(2011. 2. 1受付)

A STUDY OF HIERARCHICAL ORGANIZATION LOCATION MODEL FOR SERVICE INDUSTRY ENTERPRISE

Makoto OKUMURA, Naoki TAKADA and Kazuaki OKUBO

The service industry has come to participate in many economic activities, but there are few studies, which analyze on the hierarchical organization location of a service industry enterprise that treats information. We propose a hierarchical organized location model, which endogenously determines the number of hierarchies. Furtheremore, We propose a MCMC based statistical method to obtain parameter distributions corresponding to the observed macro emplowment distribution as well as the saralies paid. 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.