

最適業務配置モデルによる 雇用分布と業務交通の経年変化の分析

Recent changes in employment distribution and intercity business travels,
analyzed by an optimal work location model

Takumu ISHIKAWA

レジリエンス計画研究室 石川 拓武

指導教員 奥村 誠教授

審査委員 奥村 誠教授, 久田 真教授, 河野 達仁教授

Attractive job opportunities are now considered as a key factor for local areas to revitalize their local communities. Relating to this, we would like to understand the effects of transport network development and work styles on the distribution of employment. However, the changes in the distribution of employment in Japan as a whole cannot be simply explained by a few reasons, such as changes in transportation conditions or the effects of the urban bias of companies. Therefore, this study considers the distribution of employment as an aggregation of the results of the work location by each company. Focusing on nationwide companies that we believe are important for regional revitalization, we analyze the impact of changes in various conditions on the distribution of employment through an optimal work location model.

Key Words : *Optimal work location model , employment distribution , work travels*

1. はじめに

近年日本国内では、多くの地域が人口減少期に入
る中で、各地域の魅力ある雇用機会の創出と経済的
な競争力の確保をどのように両立させるかが、国土
計画上の大きな課題となっている。この課題を考え
るうえでは、交通ネットワーク整備のほか働き方
の変化が与える影響を理解し、今後の変化の方向を見
通すことが不可欠である。ここで雇用分布とは、全
国各県の従業員の分布と彼らを雇うためにかかる総
賃金の分布を指し、業務交通とは業務目的の県間流
動量を指している。

しかしここ10年程の日本全体の雇用分布の変化は
複雑で、交通条件の変化や企業の都市部偏重の影響
といった単一の理由では説明がつかず、またこれま
での変化がそのまま今後続くとも限らない。

2. 本研究のアプローチ

本研究では、日本全体の雇用分布と業務交通を、
多数の多様な個別の企業がそれぞれ自らの業務配置
を合理的に決めた結果の集計として出現したものと
捉える。ここで企業が事業を展開するための従業員
や賃金の配分を「業務配置」と呼び各企業は自らの
業務の特性を前提として交通条件、需要分布、最低
賃金の4つを考慮して、この業務配置を決定している

と考える。ここでは、国内の企業をその事業範囲に
よって、全国企業と地域企業に分類する。

全国企業とは、日本全国に分布する顧客に対して
業務を行う企業であり、地域間移動費用や固定費用
を考慮して、全国的に必要な総費用を最小化する
業務配置をとると仮定する。その際、顧客に対応
する現場レベルでの従業員を各地に配置するが、各
現場で処理できない複雑な業務を処理するために優
秀な人材を高い賃金を払って雇う。このような高度
な業務は量的には少ないので全国各地に置くのでは
なく、少数の地域の支社にまとめて配置する。彼ら
が県外の下位の従業員とやり取りをするための移動
が業務交通となる。この高度な業務内容を扱う従業
員の配置は魅力ある雇用機会の創出という課題に直
結するものである。

一方地域企業とは、狭い地域の顧客を対象に業務
を展開する企業であり、顧客分布に比例した従業員
を雇用し、業務内容に質的な差異は存在しない。県
外との連携は近距離のものに限られ、日本全体の地
域企業をまとめて見ると、顧客分布に比例した配置
をとると考えられる。

以上のように交通条件、需要分布、最低賃金、企業
特性によって異なる各全国企業の業務配置と、地域
企業全体をまとめてみたときの業務配置が集計され
たものとして、日本全体の雇用分布を捉えるという
考え方を図-1に示す。

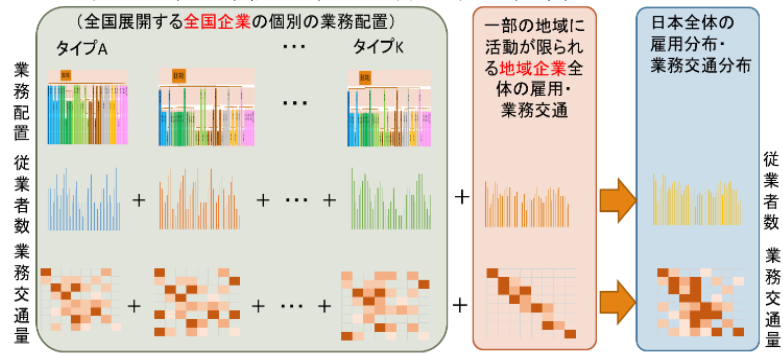


図-1 日本全体の雇用分布が決定されるメカニズム

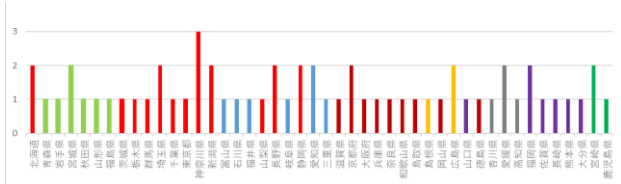


図-2 全国企業の最適業務配置の一例

本研究では、各特性を持つ全国企業の効率的な業務配置を記述する最適化モデルを構築した上で、交通条件、顧客分布、最低賃金を与えてそれぞれの業務配置を導出しておく。また地域企業全体の業務配置を簡単にモデル化して条件下の配置を導出しておく。これらを用いて2005年、2015年の観測された日本全体の雇用分布・業務交通分布を説明できるような全国企業の業務配置別存在比率と地域企業の存在比率を逆推定によって求める。

3. 企業の業務配置モデル

(1) 個々の全国企業の多階層業務配置モデル

総費用を最小化する全国企業の業務配置は、その企業の実態によって異なるものとなる。ここでは、下の階層が処理にあたる業務のうち上層従業員の対処が必要なものの割合 r 、支社を置く際にかかる費用における従業員数に依らない固定費用の大きさ l 、階層間の賃金格差 a 、業務における企業外とのやり取りの必要性 b を「企業特性パラメータ」とする。本研究では、奥村・高田・大窪¹⁾で用いられた繰り返し2階層最適化モデルに変更を加え、本社関連業務を含めて全階層の配置を同時に最適化する表-1のモデルを作成した。現実的な範囲でパラメータを動かす、このモデルを用いて、業務配置の列挙を行った。得られた業務配置の一例を図-1に示す。このとき微少な配置の違いは総費用に大きく影響しないことから、それらを約20個の代表的な業務配置にまとめた。

表-1 全国企業の多階層業務配置モデルの定式化

定式化
目的関数 $\min_{X,S,Y,Z,h,L} \sum_{n \in M} \sum_{j \in I} (l \cdot f \cdot X_j^n + (w_j^n + o_j) \cdot S_j^n) + \sum_{n \in M} \sum_{i \in I} \sum_{j \in I} c_{ij}^n \cdot Y_{ij}^n + \sum_{n \in M} \sum_{i \in I} \sum_{j \in I} b \cdot \mu_i \cdot c_{ij}^n \cdot X_j^n \cdot H^n + \sum_{n \in M} \sum_{j \in I} b \cdot (w_j^n + o_j) \cdot X_j^n \cdot H^n$
第一階層支社の業務量 $S_j^1 \geq \lambda_j, \forall j \in I$
階層支社の設置条件 $S_j^n \leq \lambda \cdot X_j^n, \forall n \in M, \forall j \in I$
階層の存在条件 $\sum_{j \in I} X_j^n \leq 46 \cdot L^n, \forall n \in M$
各階層支社数の非増加 $\sum_{j \in I} X_j^{n+1} \leq \sum_{j \in I} X_j^n, \forall n \in M$
最高階層としての本社 $H^n = L^n - L^{n+1}, \forall n \in M$
上層への業務量 $\sum_{j \in I} Y_{ij}^{n+1} + \sum_{m \in M > n} Z_i^{n,m} \geq r \cdot S_i^n, \text{ if } L^{n+1} = 1, \forall n \in M, \forall i \in I$
下層からの業務量 $S_j^n \geq \sum_{i \in I} Y_{ij}^{n-1} + \sum_{m \in M < n} Z_j^{m,n}, \forall n \in M, \forall j \in I$
本社階層までの支社数 $\sum_{i \in I} X_i^n \geq 1, \forall n \in M \leq h$
支社配置階層の制限 $\sum_{i \in I} X_i^n = 0, \forall n \in M > h$
管轄の存在条件 $Y_{ij}^n \leq \lambda \cdot X_j^n, \forall n \in M, \forall i, j \in I$ $Z_j^{m,n} \leq \lambda \cdot X_j^n, \forall n > m \in M, \forall j \in I$
地域 j の n 階層雇用者賃金 $w_j^n = w' \left(\frac{1}{r}\right)^{a(n-1)} + v_j$
添字の定義
$i, j \in I$: 地域 (46 都道府県), $m, n \in M$: 階層
操作変数
$X_j^n = \{0,1\}, \forall n \in M, \forall j \in I$: 地域 j への第 n 階層支社の設置を意味する 0-1 変数 $L^n = \{0,1\}, \forall n \in M$: 第 n 階層の設置を意味する 0-1 変数 $H^n = \{0,1\}, \forall n \in M$: 第 n 階層に本社が設置されていることを意味する 0-1 変数 $S_j^n \geq 0, \forall n \in M, \forall j \in I$: 地域 j の第 n 階層支社の従業員数 $Y_{ij}^n \geq 0, \forall n \in M, \forall i, j \in I$: 地域 j の第 n 階層支社が管轄する地域 i の第 $n-1$ 階層支社関係業務量 $Z_j^{m,n} \geq 0, \forall m, n \in M, \forall j \in I$: 地域 j の第 n 階層支社が管轄する同地域の第 m 階層支社関係業務量

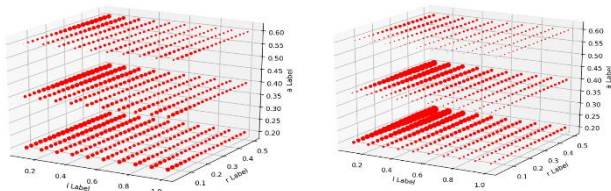


図-3 企業特性格別存在比率(左:2005年,右:2015年)

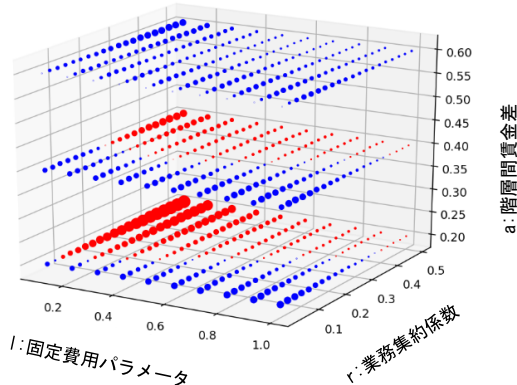


図-4 2005年から2015年の存在比率の変化

(2) 地域企業全体の業務配置モデル

先述した地域企業の特徴から、従業者数は顧客数に比例すると仮定できる。各県の顧客数は全産業従業者人口を用いて与える。総賃金は質の違いを考えないことから、各県の最低賃金をもとに算出した年収に各県の従業者数を乗じて求めることができる。業務交通量は、2県の全産業従業者数の積と県間移動の一般化費用を用いた次の重力モデルで表現する。

$$T_{ij} = \kappa \rho p_{ij}^{\alpha_1} \cos_{ij}^{\alpha_2}$$

4. 全国企業比率、企業特性格別存在比率の導出

まず全国企業の複数の代表的業務配置と、全国でまとめた地域企業の業務配置に対応する雇用分布・業務交通分布を用い、観測されている日本全体の分布をうまく説明するように、業務配置ごとの存在比率と地域企業の存在比率、重力モデル内の係数を最小二乗法により逆推定した。

次に全国企業の業務配置別の存在比率から企業特性格別の存在比率を求める。これはある企業特性を持つ全国企業でも、条件の変化に対して異なる業務配置をとることが有利となるため、変化を分析する上では企業特性分布を把握しておく必要があるためである。まず、ある企業特性パラメータの組み合わせについて、複数の代表的業務配置を取った際の総費用を求めて、ロジットモデルを用いて、各業務配置の条件付き選択確率を求める。次にベイズの定理を用いて、企業特性パラメータの組み合わせをとる確率を一様事前確率から更新して、企業特性格別存在比

表-2 交通条件の変化による影響

平均賃金の変化率(%)	流動の変化幅(人/日)		
東京	5.98	東京京都	2630
富山	3.44	東京愛知	904
鹿児島	3.54	石川富山	589

率の事後分布を得る。

以上の手続きで求めた2005年と2015年の2時点の企業特性格別存在比率を図-3に、その変化を図-4に、増加を赤、減少を青で示す。aが小さくrが大きい企業は階層間の賃金差が小さいため、その存在比率の増加は日本の賃金格差の縮小を反映している。また固定費用パラメータlの大きい企業の比率の減少は、技術の発展による支社1つ当りの設備費減少を反映している。

全国企業比率は2005年に46.7%、2015年に32.8%と求められ、この間に13.9%減少した。この結果は全体の業務配置が地方企業に近い医療・福祉業の割合の増加、情報技術の発達によって従業者の移動を伴わない各地の管理が可能になったことを反映している。

5. 5つの条件の経年変化が雇用分布・業務交通分布に及ぼした影響の分析

以上で得られた企業特性格別存在比率と全国企業比率、所与の交通条件、顧客分布、最低賃金を用いて雇用分布・業務交通量が再現できる。2015年のその結果と、1つの条件のみを2005年に変化させたときの結果との差を用いて、その条件の変化が及ぼした影響を計算する。雇用分布の質的な変化として平均賃金の変化率への影響を、業務交通の変化として流動量変化量への影響を確認していく。

交通条件の変化による影響を確認すると、全国企業ではより時間価値の高い従業者が地域間を移動するため、同じ交通条件の変化が与える影響は大きい。そのため地域企業の変化に比べてより大きな変化が現れた。表-2より平均賃金は東京、富山、鹿児島で大幅な増加を示した。これは北陸新幹線金沢開業の影響で東京富山間の交通条件が、九州新幹線全線開業の影響で福岡鹿児島間の交通条件がそれぞれ改善され、全国企業において質の高い従業者が配置された結果と考えられる。業務交通への影響として、東京と他地方の大都市間の増加と、富山石川間の増加が現れている。前者は東京に配置された質の高い従業者が他地方の都市に移動する量の増加によるもの、後者は北陸から東京や長野へのアクセスが良くな

表-3 顧客分布の変化による影響

平均賃金の変化率(%)		流動の変化幅(人/日)	
東京	-1.22	東京神奈川	25873
愛知	-0.54	東京埼玉	8849
大阪	-0.81	東京千葉	5891
		京都大阪	1994

表-4 最低賃金の変化による影響

平均賃金の変化率(%)		流動の変化幅(人/日)	
東京	36.99	東京京都	2435
神奈川	8.94	東京福岡	1451
		東京埼玉	-12876
		東京神奈川	-43489

り、北陸3県の業務を富山または石川の高階層支社でまとめてから上位県とやり取りをするように変化した結果と考えられる。顧客分布の変化の影響を表-3で確認すると、東京、愛知、大阪の3大都市では顧客が増えていたにもかかわらず、平均賃金は下がっている。一方全国企業の従業者数は増加しているので、質の高い従業者の割合が減ったことの結果である。これらの都府県の最低賃金とオフィス賃料が高いため顧客増に比例する高階層従業者の配置費用が大きく、より安価な地域に高階層の従業者を移したことの結果と考えられる。業務交通分布への影響を見ると、東京と近隣県間の増加は全国企業・地域企業双方の顧客数増加に伴う移動の増加により、京都大阪間の増加は全国企業において高次の支社が京都に移り大阪を管理するようになったことで説明できる。

最低賃金の変化による影響を表-4で確認する。全県で最低賃金は上昇し、平均賃金の上昇につながった。ただし神奈川は東京と同程度最低賃金が増加したものの平均賃金の増加が小さい。これは最低賃金の上昇が各地域の賃金とオフィス賃料のバランスを変化させ、全国企業の高階層従業者が東京に移動したためである。このことが東京と大都市間の業務交通の増加をもたらしたことで、従業者の時間価値上昇に伴い顧客の多い大都市圏内の流動が減少したことが確認できる。

企業特性格存在比率による変化の影響を表-5で確認すると、平均賃金は多くの地域で増加しているが、神奈川や京都など質の高い従業者が置かれる地域では減少した。ここで与えた存在比率の変化により、階層間賃金差と支社1つ当たりの固定費用が小さく、高階層支社の配置費用が小さい企業の割合が増えた。高階層支社を持つ地域では従業者数は増えるが、同階層での賃金が小さくなり、平均賃金が

表-5 企業特性格存在比率の変化による影響

平均賃金の変化率(%)		流動の変化幅(人/日)	
神奈川	-1.01	東京神奈川	29038
京都	-0.23	東京埼玉	13814
		東京千葉	6625

表-6 全国企業比率の変化による影響

平均賃金の変化率(%)		流動の変化幅(人/日)	
東京	-2.52	東京神奈川	31329
神奈川	-2.80	東京埼玉	16400
京都	-2.53	東京千葉	6697

低下する結果が現れている。一方業務交通分布への影響は、地域企業の特性的変化による大都市圏内での交通量の増加が、顕著に現れている。

最後に全国企業比率の変化による影響を表-6で確認すると、全県で平均賃金は下がっているが、東京、神奈川、京都の低下が大きい。これらの地域には全国企業の高階層従業者が置かれていたため、全国企業比率の低下が大きな減少につながった。業務交通への影響を見ると、地域企業が増加したことから大都市圏内での近距離の流動の増加が目立つ。

以上のように2005-2015年間には雇用分布・業務交通に影響を与える複数の要因が同時に変化しており、それぞれが異なる方向の影響を持っていたことが確認できた。これらを総合し、個々の要因の変化は同じように見えた地域において異なる方向の雇用分布の変化が観測されていた理由が、より多く説明できた。

6. おわりに

以上、各条件の変化が平均賃金分布・業務交通分布に及ぼした影響について、その程度や方向を地域ごとに明らかにできた。しかし本モデルでは日本国内で業務配置を行わない国際企業の存在や、データに現れない歴史やネームバリューなどの東京の優位性などの考慮ができていない。また今回の計算手順を将来方向に伸ばすことにより、起こりうる交通条件や顧客分布を与えて平均賃金分布・業務交通分布を予測し、国土計画や地域施策決定に有用な情報を与えるツールとすることも、今後の課題である。

参考文献

- 1) 奥村誠・高田直樹・大窪和明：多階層最適企業組織配置モデルに関する研究，2011.10，土木学会論文集 D3，Vol.67, No.4，pp.408-421.

(2022年2月1日 提出)