

都市間業務ネットワークの経年変化に関する実証分析

広島大学大学院工学研究科	学生員	○重白結一
広島大学大学院工学研究科	正会員	塚井誠人
広島大学大学院工学研究科	正会員	桑野将司
東北大学東北アジア研究センター	正会員	奥村 誠

1. 背景と目的

1990年代以降の都市間交通ネットワークの充実により、業務活動は高水準の都市間交通サービスを前提として展開されるようになってきた。その結果、他の都市との連携による経済活動の比重が高まりつつある。さらに、情報伝達能力の高い電子メールやインターネットなどの通信手段の普及は、単に遠隔地とのコミュニケーションを可能にするだけでなく、それに適した都市形態や業務拠点を形成する可能性がある。

本研究では、既往研究¹⁾で扱ったモデルを発展させた管轄業務交通量統合モデルを定式化し、多時点のデータにより都市間業務交通需要と業務ネットワークに関する実証分析を行う。これにより、都道府県間交通網の整備による都道府県間交通費用の低下が、企業の業務ネットワーク構造に及ぼす影響を明らかにする。

2. 使用データ

本研究では、国土交通省作成の全国幹線旅客純流動調査から都道府県間業務交通量のODデータ、総務省作成の事業所・企業統計調査から都道府県別本所別支所管轄数データ、都道府県別従業員人口データ、栢元ら²⁾作成の沖縄などの離島を除いた194生活圏の航空、鉄道、乗用車LOS(交通サービス水準)データから46都道府県に加工したLOSデータを使用する。

3. 本社と支社の定義

本研究で分析対象とする企業は、沖縄を除く46都道府県を管轄する企業(全国企業)と、電力会社のように地理的に隣接する都道府県

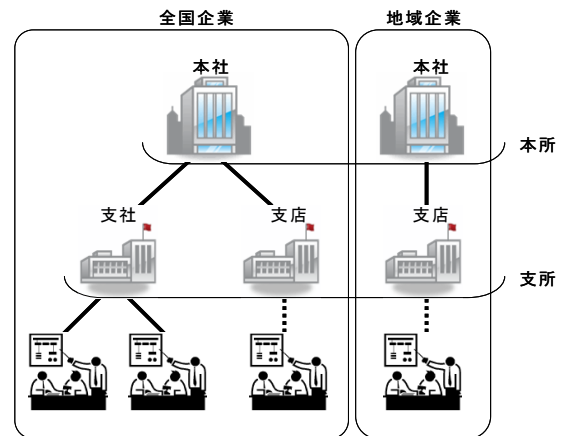


図1 本所・支所・顧客の業務ネットワーク構造

を管轄する企業(地域企業)である。さらに全国企業は限られたいくつかの都道府県に支社を配置する企業と、各都道府県に支店を有する企業に分類される。これら2種類の全国企業の「本社」と、地域企業の「本社」を総称して「本所」と呼ぶ。これらの企業の「本社」は各地域に「支社」や「支店」を配置する。

「支社」は配置された都道府県および周辺の複数の都道府県の顧客を管轄する。「支店」は配置された都道府県の顧客のみを管轄する。これらの「支社」と支店を総称して「支所」と呼ぶ。図1に、本研究で定義する全国企業と地域企業の業務ネットワークを示す。

4. 支社配置モデル

支社配置モデルでは全国企業が全国を最小の費用で管轄する場合の支社配置を求める。なお、本社別支所管轄数データは都道府県単位でしか入手できず、また本州から遠い沖縄は必ず支社が配置されるため、沖縄を除く46都道府県をそれぞれ1都市として分析を行う。全国企業は、本社—複数支社—46都市の顧客

からなる 3 階層の業務ネットワーク構造を展開する際に、以下の 4 つの前提条件を満たすと仮定する．

- (1)全国企業は全国 46 都市の顧客を全て管轄するように支社を配置し、顧客は複数の支社からは管轄されない．
- (2)企業は図 1 で示す 3 階層の業務ネットワークをとる．本社は支社を管轄し、支社は顧客を管轄する．すなわち本社から直接顧客を管轄できない．また本社・支社は各都市に最大 1 つずつしか管轄できない．
- (3)本社一支社間の交通量は、支社一顧客間の交通量に比例して発生する．
- (4)本社・支社の配置には、各都市の一定の配置費用が必要である．

前提 3 では、本社一支社間の交通量 r_{jk} と支社一顧客間の交通量 r_{ij} の比を R_l で表し、支社の機能と定義する． R_l を式(1)に示す．

$$R_l = r_{jk} / \sum_i r_{ij} \quad (1)$$

支社は、顧客から受け取った仕事を支社内で処理し、本社に流す機能を持つと考える．

本社都市 k の支社都市 j への支社配置を表すダミー変数を支社配置都市 y_j 、支社都市 j の顧客都市 i の管轄を表すダミー変数を管轄域 x_{ij} とする．本モデルでは、本社都市 k 、支社の機能 R_l 別に都市 kj 間、都市 ij 間の交通費用と本社、支社都市の配置費用の総和 z^{kl} を最小化する支社配置都市 y_j と管轄域 x_{ij} を求める．

$$Z^{kl} = \min_{x,y} \left(\sum_{i \in I} \sum_{j \in J} W_i C_{ij}^{BC} x_{ij}^{kl} + R_l \sum_{j \in J} C_{jk}^{HB} \sum_{i \in I} W_i x_{ij}^{kl} + \sum_{j \in J} F_j y_j^{kl} + D_k \right) \quad (2)$$

W_i : 都市 i の顧客交通発生量, C_{ij}^{BC} , C_{jk}^{HB} : 都市 ij, jk 間の一般化交通費用, F_j , D_k : 支社都市 j , 本社都市 k への配置費用, R_l : 支社の機能を表すパラメータ ($0 < R_l < 1$)

5. 支社配置モデル分析結果

表 1, 2 に 2000, 2005 年の東京本社、支社機能別支社配置を示す．支社の機能が高い(R_l の値が 0.1 に近い)場合、支社数は多く、支社の機能が低い(R_l の値が 0.9 に近い)場合、支社数は少ない傾向となった．時点間比較すると、

表 1 東京本社 (2000 年) の支社配置

R_l	北海道	宮城県	福島県	埼玉県	東京都	新潟県	長野県	静岡県	愛知県	京都府	大阪府	兵庫県	岡山県	広島県	福岡県	佐賀県	鹿児島県
0.1	○	○			○				○	○			○	○	○		○
0.2	○	○		○	○				○	○			○	○	○		○
0.3	○	○		○	○				○	○			○	○	○		○
0.4	○	○		○	○				○	○			○	○	○		○
0.5			○		○				○	○			○		○		○
0.6			○		○				○	○					○		○
0.7					○				○	○					○		○
0.8					○				○	○					○		○
0.9					○				○	○							○

表 2 東京本社 (2005 年) の支社配置

R_l	北海道	宮城県	福島県	埼玉県	東京都	新潟県	長野県	静岡県	愛知県	京都府	大阪府	兵庫県	岡山県	広島県	福岡県	佐賀県	鹿児島県
0.1	○	○		○	○				○		○		○	○	○		○
0.2	○	○		○	○				○		○		○	○	○		○
0.3	○	○		○	○				○		○		○	○	○		○
0.4	○	○		○	○				○		○		○	○	○		○
0.5			○		○				○		○		○		○		○
0.6			○		○				○		○				○		○
0.7					○				○		○				○		○
0.8					○				○		○				○		○
0.9					○				○		○						○

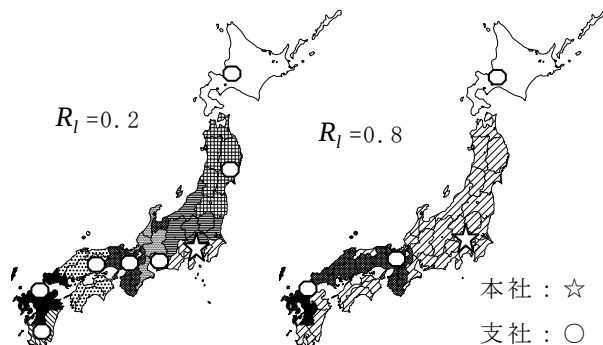


図 2 東京本社 (2000 年) の支社配置と管轄域

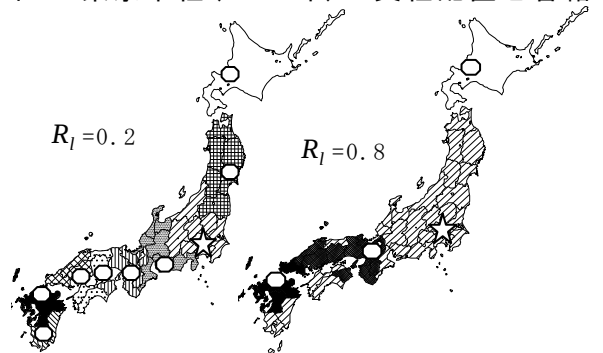


図 3 東京本社 (2005 年) の支社配置と管轄域

支社機能によらず、大都市や地方中枢都市に配置される傾向にある．

図 2, 3 に 2000, 2005 年, $R_l=0.2, 0.8$ のときの東京本社の支社配置都市と管轄域を示す．北海道、九州地方は、支社の機能 R_l にかかわらず、地方ごとに管轄されている．また四国地方に支社は配置されず隣接する地方から管

轄されていた。大都市や、地方中枢都市に多く支社が配置される理由として、自都市の顧客の多さや他都市からのアクセスする際の交通サービス水準の高さが、周辺地域よりも勝っているためと考えられる。

6. 管轄業務交通量統合モデル

以下に管轄業務交通量統合モデルで統合した管轄モデルと業務交通量モデルを示す。支社配置モデルで求めた全国企業の(1)本社一支社管轄関係のほかに、(2)全国企業の本社一支店管轄関係、(3)地域企業の本社一支店管轄関係が含まれるとして、3つの管轄関係を都道府県別本所の支所管轄数と都道府県間業務交通量に当てはめてモデルを解いた。

(1)全国企業の本社一支社管轄数

$$N_{kj}^{kl} = \beta^{kl} R_l \sum_i W_i x_{ij}^{kl} \quad (7)$$

N_{kj}^{kl} : 全国企業の本社都市 k が都市 j の支社を管轄する数, x_{ij} : 支社配置モデルから求めた管轄域 β^{kl} : 本社都市 k , 支社の機能 R_l のとき、全国企業の支社立地の構成比を表すパラメータ

(2)全国企業の本社一支店管轄数

$$M_{kj} = \gamma_k W_j \quad (8)$$

M_{kj} : 全国企業の本社都市 k が都市 j の支店を管轄する数, γ_k : パラメータ

(3)地域企業の本社一支店管轄数

$$L_{kj} = A P_k^{\alpha_1} P_j^{\alpha_2} C_{kj}^{\phi} \quad (9)$$

L_{kj} : 地域企業の本社都市 k が都市 j の支店を管轄する数, P_k, P_j : 都市 k , j の従業員人口, C_{kj} : 都市 kj 間の一般化交通費用

$\alpha_1, \alpha_2, \phi, A$: パラメータ

全国企業では、顧客交通発生量に比例して本社を支所管轄数が決定すると仮定しているため、本社一支社間、本社一支店間の交通量は式(7)、(8)で表すことができる。また支社一顧客間の交通量は、顧客都市 i の顧客交通発生量に対応している。地域企業の交通量は地理的近接性と都市規模に比例するポテンシャルの大きさに比例して発生するため、重力モデルで表現する。なお支店一顧客間の交通量のうち同一都道府県内々に関してはデータが

得られないため、本研究では対象外とする。以上より、管轄モデルと業務交通量モデルは式(10)、(11)で表される。

$$S_{kj} = \sum_l N_{kj}^{kl} + M_{kj} + L_{kj} + \varepsilon_{kj} \quad (10)$$

$$T_{pq} = \sum_k \sum_l \phi^{kl} (N_{pq}^{kl} + W_p x_{pq}^{kl}) + \sum_k \lambda_k M_{pq} + L_{pq} + \varepsilon_{pq} \quad (11)$$

T_{pq} : 都市 pq 間の業務交通量の観測値, S_{kj} : 都道府県別本所の支所管轄数, $w_p x_{pq}^{kl}$: 全国企業の支社一顧客間の交通量, ϕ^{kl}, λ_k : パラメータ, ε_{kj} : 誤差項, ε_{pq} : 誤差項

式(10)、(11)を統合して管轄業務交通量統合モデルとした。 T_{pq} は、全国幹線旅客純流動調査より、都道府県間業務目的の出発地一目的地の交通量を利用する。このデータでは、3大都市圏内々の交通量が調査対象外のため、本研究では重力モデルにより同一都市内々を除く3大都市圏内々の交通量を推計した。

7. 統合モデルの分析結果

支社配置モデルで求めた支社の機能 R_l 別、本社都市 k 別、全国企業の業務ネットワーク構造の候補から、現況の支所分布に対して当てはまりの良い組み合わせを求めた。1995、2000、2005年の3時点の統合モデルの分析結果を表3に示す。結果として、管轄モデルでは1995、2000年の決定係数は、0.7とモデルの適合度は良好であったが、2005年では0.5と適合度は低い。一方業務交通量モデルの決定係数は、どの年も0.8以上と適合度は高い。なお全国企業の宮城、京都本社は有意なパラメータが得られないため設定しなかった。

全国企業の本社都市 k ごとの支社の機能 R_l に着目すると、東京、愛知、大阪本社は、 R_l が0.1~0.5の割合が高く、支社機能は高い。また大都市の近隣の都市である埼玉、千葉、神奈川本社は、 R_l が0.9の割合が高く、支社機能は低い。すなわち3大都市を本社とする企業は、支社の機能が高いため本社の機能も高いといえる。このような企業の本社には意思決定部門など必要最小限だが高度な機能しかない企業が多い。大都市の近隣都市を本社とする企業は、支社機能が低く本社で多

表 4 管轄業務交通量統合モデルの推定結果

説明変数	R _i	推定値	t値	シェア	推定値	t値	シェア	推定値	t値	シェア		
全国 企業 支社 β _{kl}	埼玉	0.9	27.365 **	26.59	3.97%	16.731 **	31.54	4.66%	25.479 **	22.98	3.65%	
	千葉	0.9	18.658 **	20.96	3.19%	23.374 **	22.58	3.31%	20.261 **	17.64	2.79%	
	東京	0.1	—	—	—	40.585 **	4.25	1.18%	27.515 **	2.67	0.69%	
		0.3	37.860 **	13.49	2.96%	—	—	—	—	—	—	
	神奈川	0.9	27.083 **	27.30	4.14%	12.480 **	26.43	5.38%	—	—	—	
	静岡	0.7	—	—	—	6.733 **	9.34	1.95%	—	—	—	
		0.9	5.887 **	3.41	0.92%	—	—	—	—	—	—	
	愛知	0.3	—	—	—	—	—	—	10.225	1.87	1.02%	
		0.6	—	—	—	—	—	—	18.923 **	6.92	2.47%	
		0.7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	大阪	0.1	—	—	—	17.827 **	18.13	2.33%	—	—	—	
		0.1	—	—	—	131.640 **	22.94	6.36%	122.963 **	18.19	4.90%	
		0.5	37.455 **	27.33	4.65%	—	—	—	—	—	—	
	広島	0.2	21.854 **	7.30	1.75%	—	—	—	—	—	—	
		0.3	—	—	—	13.700 **	6.99	1.83%	16.034 **	6.51	1.77%	
福岡	0.1	77.181 **	13.95	3.38%	—	—	—	87.994 **	12.78	3.51%		
	0.7	—	—	—	13.766 **	15.71	3.70%	—	—	—		
	全国 企業 支店 γ _k	埼玉		5.775 **	3.73	2.43%	4.586 **	2.91	2.09%	8.914 **	4.49	3.35%
		千葉		3.633 *	2.36	1.54%	4.602 **	2.97	2.12%	4.942 **	2.53	1.87%
		神奈川		4.241 **	2.66	1.76%	5.732 **	3.47	2.58%	—	—	—
静岡			3.110	1.79	1.32%	—	—	—	9.719 **	5.87	4.90%	
兵庫			12.912 **	11.02	5.44%	—	—	—	—	—	—	
地域 企業 L _{kj}	交通一般化費用 ϕ	-0.938 **	-15.65	61.63%	-0.976 **	-16.44	62.51%	-1.026 **	-18.70	70.23%		
	従業員人口(本社) α ₁	0.635 **	8.82		0.744 **	7.15		0.235 *	2.23			
	従業員人口(支店) α ₂	-0.660 **	-8.15		-0.862 **	-7.53		-0.292 **	-2.59			
	定数項A	14.152 **	27.96		15.608 **	31.01		16.099 **	34.42			
	決定係数 (管轄モデル)		0.740			0.701			0.522			
決定係数 (業務交通量モデル)		0.827			0.871			0.827				
サンプル数		2070			2070			2070				

**:1%有意 * :5%有意

くの業務を処理しなくてはならない企業が多いことを示している。時点間比較より、東京、大阪本社で支社の機能が上昇していること、愛知本社が有意になっていることがわかる。

図 4 に 1995、2000、2005 年の本社都市 k ごとの全国企業と地域企業の構成比を示した。1995 年と 2005 年の構成比を比較すると、関東地方を本社とする企業の割合が減少する一方で、中部地方を本社とする企業の割合が増加している。これは、全国を管轄する企業が、関東から地方に広がる傾向を表している。

8.まとめと今後の課題

本研究では、都市間交通網の整備による都道府県間交通費用の低下が、企業の業務ネットワーク構造に及ぼす影響を定量的に評価できる統合モデルを提案して、多時点における実証分析を行った。分析の結果、全国企業に関して、関東地方を本社とする企業の割合減少傾向にあり、中部地方を本社とする企業の割合が増加傾向にあった。よって、特に中部地方において交通結節点整備の重要性が高いと考えられる。なお、提案したモデルでは、

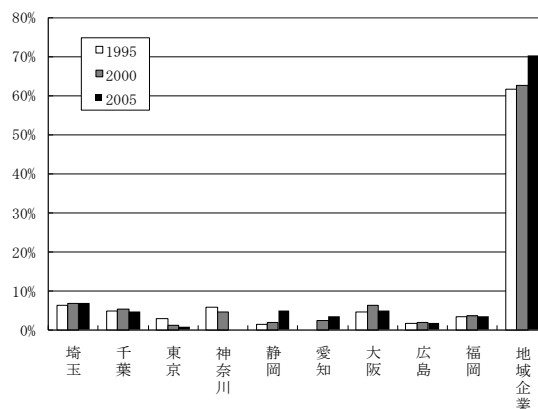


図 4 全国・地域企業の構成比

情報ネットワークを介した情報交流を明示的に取り扱っているため、今後はモデルの拡張が必要である。今後は企業間を考慮し新統合モデルの提案が必要となる。

参考文献

- 1) 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 Vol.36，pp.349-354，2001
- 2) 栢元淳平，塚井誠人，奥村誠：複数経路を考慮した鉄道・航空ネットワークの評価，土木計画学研究・論文集 Vol.20，No.1，pp.255-259，2003