

地域間情報交流の経年的分析¹

Longitudinal Analysis on Inter-regional Information Interaction

塚井 誠人²・奥村 誠³

By Makoto TSUKAI⁴ and Makoto OKUMURA⁵

1. はじめに

1985年の電気通信制度改革は、通信の価格競争を促し、コストの低下をもたらした。他方で技術革新による通信機器（FAXや携帯電話、パソコン上の電子メール等）の開発、低価格化は、それらを広く普及させることに成功した。このような通信メディアの急速な進歩は、短期的にはコミュニケーションのあり方に影響を及ぼし、対面型コミュニケーションが代替されたり、補完関係が強化される等の影響を与えることが予想される。より長期的には、情報伝達能力が高く、低コストな通信ネットワークを前提として、地域間の業務活動分担が再編される可能性がある。具体的には、規模や管轄範囲など支社機能の変更や支社立地そのものの変更が考えられ、いずれの場合も地域間の情報交流が質的に変化する影響が表れる。このような情報交流の質的な変化を評価するためには、まず交流メディア間の短期的な代替・補完関係を分析しておく必要がある。

本研究は、筆者らが提案した業務における地域間情報交流量モデル¹⁾を多時点のデータに対して適用し、情報交流活動の経年的変化を分析する。

以下、2.では本研究で適用するモデルについて触れる。3.では、地域間の通信情報交流の分析に用いるデータの説明を行う。4.ではモデルの推定結果を示す。5.では結論と今後の課題についてまとめる。

2. 地域間情報交流モデル

(1) 複雑性に応じた情報交流メディアの決定

提案した地域間情報交流量分担モデルの詳細は既稿¹⁾に譲り、概略を示す。ある地域間、つまりあるODペアの情報交流を必要とする業務上の課題には、単純なものから複雑なものまでが混在しており、課題の複雑性の程度に応じて情報交流メディアが選択されるとする。具体的に、ある複雑性をもつ課題が与えられた場合を想定する。情報交流を交通を介して行うとすると、お互いが対面した状態で臨機応変のやり取りを行うことができるので、1

回の交渉で課題が解決される。しかし仮にこの情報交流を通信を介して行うとすると、最初の通信で、受け手が判断や意思決定を求められ、次いで1度回答を保留して検討を加え、さらに結果としての判断が次回に改めて情報伝達される、というプロセスを何回か繰り返す必要がある。

つまり、ある業務上の課題の解決に必要なやりとりの複雑さ：複雑性は、その交流を通信に置き換えたときの通信回数に反映されると考えられる。これらを以下の3つの仮定にまとめることができる。

仮定1：業務上の情報伝達メディアは、業務上の課題とあったある情報交流のまとまりを単位として選択される。

仮定2：1回の通信では、複雑性の低い情報交流しか、行うことができない。

仮定3：対面型コミュニケーション（交通）では、双方向のやりとりが可能なので、複数回の通信でしか実現できないような、複雑性の高い情報交流を1回で行うことができる²⁾。

さらにODペアを与件とすると、そのODペアでの1回あたりの交通コストが通信コストの何倍であるかの比： x_0 、を求めることができる。この値は、OD間において複数回の通信と1回の交通がコスト面で無差別となる値を示している。課題の達成に必要な通信回数が x_0 を越える複雑な課題に関する交流は、交通で行ったほうがコストが小さい。逆に通信回数が x_0 以下である複雑性の低い課題は、交通1回に相当する交流全体を通信で行ったほうがコストが小さい。すなわち、課題の複雑性の分布を所与とすれば、 x_0 以下の複雑性を持つ課題の情報交流は通信で、 x_0 以上の複雑性を持つ課題の情報交流は交通で行われることとなる。

(2) モデルの定式化

仮定1に基づいて、地域 ij 間でやりとりされる業務上の課題（情報交流のまとまり）の数を情報交流量 I_{ij} と定義し、重力モデル型の式を用いて定式化する³⁾。なお、本社が支社に対して指示を出すために支社の担当者を集める場合などを考えると、情報の流れる向きと通信やトリップの向きは必ずしも一致しないので、地域間の交流量は

¹Key words: 国土計画, 分布交通

²正会員, 工修, 広島大学大学院工学研究科 (〒739-8527 東広島市鏡山 1-4-1, TEL&FAX 0824-24-7849)

³正会員, 工博, 広島大学大学院工学研究科 (〒739-8527 東広島市鏡山 1-4-1, TEL&FAX 0824-24-7827)

予め向きの区別をなくした3角OD表を用いることを前提として、モデルを定式化する。

$$I_{ij}^k = A^k (N_i^k N_j^k)^{\alpha^k} d_{ij}^{\gamma^k} \exp(\lambda^k S_{ij}) (tcost_{ij}^k)^{v^k} (ccost_{ij}^k)^{\phi^k} Z_{max}^{\mu_1^k} Z_{min}^{\mu_2^k} \quad (1)$$

添字 ij は地域、 k は時点、 I_{ij}^k は情報交流量、 $N_i^k N_j^k$ は従業人口の積、 d_{ij} は距離 $tcost_{ij}^k$ は交通コスト、 $ccost_{ij}^k$ は通信コストを表わす。 Z_{max}^k と Z_{min}^k は、発地/着地の区別ができないため、両ノードの中枢性のうちそれぞれ高い方と低い方の値³⁾を表わす。 S_{ij} は、企業組織のつながりを表わす変数である。この変数は、主要都市に立地している支社がどの主要都市の管轄下にあるかという割合を、阿部が調査した値を用いる⁴⁾。なお、この調査は他の時点では行われていないが、本研究が対象とする期間では主要都市間の管轄関係は安定していると考え、どの時点についても1990年時点の値を用いることとする。 $\alpha^k, \gamma^k, \lambda^k, v^k, \phi^k, \mu_1^k, \mu_2^k, A^k$ はパラメータである。

中枢性 (Z_{max}^k, Z_{min}^k) は、各地域の業務活動の質的な差異を表現する総合的指標である。参考文献3)に示した方法(主成分分析)により、弁護士数、損害保険額、証券会社店舗数、県内総生産、大規模店舗数の1989~1998年のデータをプールして構造パラメータを求め、そのパラメータ値と各年次のデータから各年次の中枢性指標の値を計算した。

仮定2, 3を踏まえて、コスト最小化により通信と交通の分担が定まるとすると以下の式が成り立つ。

$$C_{ij}^k = I_{ij}^k \int_0^{x_0^k} x_{ij}^k f^k(x) dx + \epsilon_{ijc}^k \quad (2)$$

$$T_{ij}^k = I_{ij}^k \int_{x_0^k}^{\infty} f^k(x) dx + \epsilon_{ijt}^k \quad (3)$$

$$f^k(x) = \frac{2x}{\rho_{ij}^k{}^2} \exp\left(-\left(\frac{x}{\rho_{ij}^k}\right)^2\right) \quad (4)$$

ここで、 C_{ij}^k は通信回数、 T_{ij}^k は交通量 x_{ij}^k は交流の複雑さ、 x_0^k は通信と交通のコスト比 ($x_0^k = (tcost_{ij}^k + a * ttime_{ij}^k) / ccost_{ij}^k$) を表わしている。コスト比を算出する際、交通コストとしては交通所要時間 $ttime_{ij}^k$ の時間価値 a を2500円/時とおいた一般化費用を用いる⁵⁾。 $\epsilon_{ijc}^k, \epsilon_{ijt}^k$ は誤差項である。

以上の定式化において、(1)式の交通コストと通信コストのパラメータ v^k, ϕ^k は、それぞれが地域間情報交流量の発生に及ぼす影響を表している。交通コストが低下すると交通量と通信量の全体を含む地域間情報交流量が増加する効果がある場合、パラメータ v^k は負となる。

(2), (3)式は、地域間情報交流量が通信と交通のコスト比 (x_0^k) に応じて分担される構造を表しており、交通コストが低下するとコスト比 x_0^k の低下を通じて、交通量は必ず増加する。他方通信回数への影響は、 v^k の値によって異なる。 v^k の値が負で十分小さい(絶対値が大きい)と、コスト比を通じた代替による通信回数の減少よ

りも補完による地域間情報交流量の増加が上回わり、結果的に通信回数は増加する。 v^k の値が十分小さくなければ(負で絶対値が小さいか正であれば)、コスト比を通じた代替が卓越し通信回数は減少する。

このように本モデルは、通信と交通の間の代替・補完関係のいずれをも表現することができ、その性質はパラメータ推定値によって決定される。

(4)式は、ODごとの情報交流の複雑さの分布を表わしている。しかしこの分布について既往の知見は存在しないので、本研究では中程度の複雑さの情報が多く発生していると考えて、単峰性の分布形を持つ形状パラメータ $m=2$ のワイブル分布を仮定する。なおワイブル分布は、「情報交流の複雑性は交流を行う2地域の認識のずれの大きさに比例する」という仮定に基づいて理論的に導出される⁶⁾。(4)式に含まれる ρ_{ij}^k は交流の平均的な複雑性を表わすワイブル分布の尺度パラメータである。これは(5)式として定式化される。

$$\rho_{ij}^k = \sqrt{\sigma_{max}^k{}^2 + \sigma_{min}^k{}^2} \quad (5)$$

ここで $\sigma_{max}^k, \sigma_{min}^k$ は、時点 k において2地域で交流される情報に関する中枢性の大きい地域 (max) と小さい地域 (min) における認識のばらつきの大きさを表わす。

中枢性が高いほど高度な活動が行われ、解決が困難な情報が交わされていると仮定すれば、 $\sigma_{max}^k, \sigma_{min}^k$ は(6), (7)式のような中枢性の指標の関数として表わされる。

$$\sigma_{max}^k = \exp(\theta_{max}^k Z_{max}^k) \quad (6)$$

$$\sigma_{min}^k = \exp(\theta_{min}^k Z_{min}^k) \quad (7)$$

ただし、 $\theta_{max}^k, \theta_{min}^k$ はパラメータである。

以上のモデルにおいて情報交流量 I_{ij}^k は全ての情報交流を交通で行った場合の回数を表わしており、観測交通量 T_{ij}^k と観測通信量 C_{ij}^k の単純な和とはならないという特徴がある。

一連のモデルを経年のデータに適用する際には、基本的には同一の年次 k に対して(2), (3)式左辺の通信回数、交通量のデータが両方とも必要となる。しかし、電話会社によって集計される通信回数は毎年のデータが得られるものの、純流動ベースの交通量調査は5年に1度しか行われないため、同一の期間では交通データが欠損した年次が多く現れる。

そこで以下、両データの存在する年次については、通信回数、交通量に対してそれぞれ(2)式、(3)式を適用し、交通データが欠損した年次については(2)式のみを適用し、全体を連立方程式として求解する。

なおこのようなデータ欠損は、パラメータ推定値の安定性を損なう恐れがある。交通データが欠損した年次についても安定したパラメータ推定値を得るため、比較的重共線性が高いと思われる交通コスト、通信コスト、地域間距離などの減衰要因パラメータ ($\omega^k: \gamma^k, v^k, \phi^k$) と、(6), (7)式のパラメータ $\theta_{max/min}^k$ について、時点間の

先後関係を明確にして推定を容易にするためそれぞれに線形変化を仮定して推定する。

$$P^k = R + Q \times k \tag{8}$$

P^k は γ^k , v^k , ϕ^k , $\theta_{\max/\min}^k$ 等の各時点のパラメータ値を表わし、 k は時点インデックスである。 R は期間初年の値を表わす切片パラメータ、 Q は 1 年あたりの変化量を表わす経年変化パラメータである。

3. 実証分析データ

業務旅客交通の OD は、1990 年と 1995 年の「幹線旅客純流動調査」から、2 時点の都道府県間の業務交通量データを用いる。ただし、都道府県内々の交通量および 3 大都市圏内部の都道府県間の交通量は、調査対象から除かれている。この期間の都道府県間純流動は、鉄道で約 20 %、航空で約 3 % 伸びている。1995 年前後は航空の規制緩和による価格低下が本格的に始まった時期であるが、流動の伸びは約 3 % と小さく、価格低下の影響はまだ現れていない。そこで本研究の交通所要時間と交通コストは、1992 年の都道府県庁所在地間の鉄道および航空の最短所要時間経路の値を実績の分担率を用いて加重平均した値を全時点に適用する。

通信 OD は、NTT の加入電話のうち事務用回線から発信された都道府県間の通信トラフィックについて、1989～1998 年の 10 時点のデータを用意した。この 10 年間は、NTT 以外の地域間通信会社が大きくシェアを伸ばした時期に当たり、NTT 事務回線からのデータのみでは、地域間の通信回数を過小評価する危険がある。そこで、各時点の都道府県間通話（事務+住宅）における NTT シェアが、事務回線データに対しても同様に当てはまると考えて、NTT 以外の分を含めるように修正を行った（図-1）。ただし、3 都府県間（東京、名古屋、大阪）の NTT シェアは、その他の地域間のシェアと比較して低いため、別途公表されている実績値を用いて修正した。修正後の各年次の、1989 年に対する比率を図-2 に示す。

通信コストとしては、NTT 事務用回線をその OD ペアの平均通話時間だけ使用した場合のコストを各年次ごとに調べ、利用している。

以上の操作を行った通信データは、交通データとともに 3 角 OD 表化した。交通データの集計単位に合わせて、沖縄県を除く 46 都道府県を単位とし、3 大都市圏内々と極端に交通量の少ない OD ペアを除いた 990 の OD ペアを分析対象とする。

この時期の携帯電話は、1995 年に初めて 1000 万契約を突破して 1998 年には 4000 万契約となっている。また従業者数 300 人以上の企業におけるインターネットの普及率は、1995 年の 11 % から 1998 年には 80 % に伸びており⁷⁾、いずれも分析対象期間の後半に大きく成長している。

携帯電話の都道府県間トラフィックのデータは 1998 年分から初めて公開され、本分析には利用できないが、その

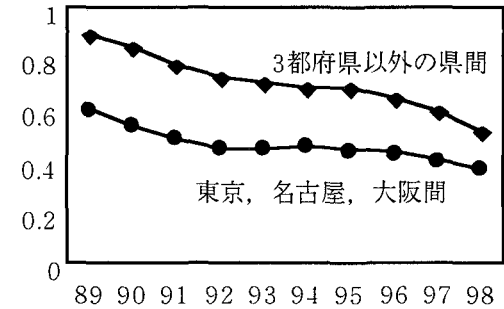


図-1 県間通話における NTT シェア（事務+住宅）

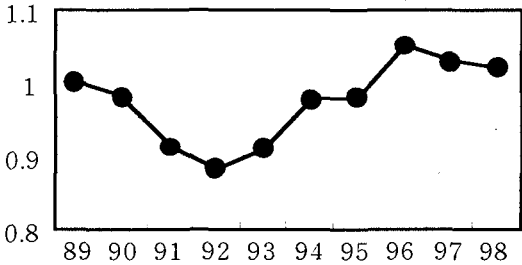


図-2 修正データの 1989 年総通話量に対する比

影響は大きくないと考えられる。携帯電話は固定電話と同等の性能を有するが、料金水準が高いことから待ち合わせ時間の確認等に補助的に用いられることが多く、交通と代替するような複雑性の高い情報交流に用いられるとは考えにくいためである。

e-mail は FAX と同様に相手が不在でも用件を伝達できる上、同時に複数の相手に情報を送信できるため、交通と代替するような複雑性の高い情報交流に用いられる可能性がある。しかし都道府県間の OD トラフィックデータが入手できないこと、もしデータが得られたとしても e-mail はサーバー間をパケット通信形式で伝達されるため、トラフィックが個々の伝達と対応せず、発地から着地までの純流動に変換することが難しいことから、e-mail を本モデルの分析対象とすることができない。しかし e-mail の普及は、情報交流の構造変化を引き起こす可能性があるため、分析時には対象期間の終期を短縮しながら繰返しモデルを推定し、パラメータ推定値が安定している期間に限定して結果を考察することとする。具体的には 1989 年から 1996 年までを対象期間とした場合の結果を述べる。

4. 地域間情報交流モデルの推定結果と考察

(1) モデルの推定結果

交通データ 2 時点（1990 年、1995 年）、通信データ 8 時点（1989～1996 年）の計 10 本の連立方程式に対して非線形極限実行可能一般化最小二乗法を適用して推定を行ったところ、表-1 に示すような結果が得られた。モデルの適合度を表す重相関係数は、通信データに対して各年次とも 0.8 以上、また交通データに対しては、0.7 程度

表-1 地域間情報交流モデルの推定結果

説明変数	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
交通コスト			-0.225**	/	-0.020**			
			-(6.64)		-(5.75) 1)			
通信コスト			0.019	/	-0.009**			
			(1.08)		-(2.62)			
距離			-0.958**	/	0.013**			
			-(26.82)	2)	(4.69)			
I_{ij}^k	組織のつながり	1.325**	1.313**	1.309**	1.300**	1.269**	1.286**	1.241**
		(9.83)	(9.79)	(9.93)	(9.78)	(9.66)	(9.76)	(9.64)
	従業人口積	1.282**	1.229**	1.193**	1.211**	1.246**	1.262**	1.254**
		(69.42)	(67.08)	(67.13)	(67.55)	(71.07)	(72.18)	(73.47)
	中枢性 (大)	0.114	0.175*	0.382**	0.389**	0.132	0.057	-0.067
		(1.60)	(2.42)	(5.60)	(5.34)	(1.91)	(0.82)	-(0.93)
	中枢性 (小)	-0.431**	-0.372**	-0.334**	-0.303**	-0.131*	-0.111	-0.124
		-(5.76)	-(5.06)	-(4.89)	-(4.43)	-(1.96)	-(1.61)	-(1.72)
	定数項	0.349**	1.378**	2.646**	2.610**	2.011**	1.737**	1.378**
		(0.66)	(2.65)	(5.44)	(5.26)	(4.20)	(3.59)	(2.79)
θ_{max}^k	中枢性 (大)			2.343*	/	-0.330*		
				(2.37)		-(2.45)		
θ_{min}^k	中枢性 (小)			-0.273**	/	-0.009**		
				-(98.36)		-(4.35)		
決定係数 (通信)	0.862	0.852	0.853	0.853	0.865	0.866	0.868	0.864
(交通)		0.696					0.786	
サンプル数				990				

1) () 内 t 値, *: 5% 有意, **: 1% 有意

2) R (切片パラメータ) / Q (経年変化パラメータ)

の良好な値となった。

情報交流量 I_{ij}^k を推定する (1) 式において線形変化を仮定した3つの減衰要因のうち、交通コストと距離のパラメータの切片 (1989 年時点) は負で有意であった。通信コストの切片は正の値が得られたが、有意ではなかった。それぞれの経年変化パラメータは、交通コストと通信コストで負、距離で正となり、いずれも有意な値が得られている。すなわち経年的には、物理的な距離よりも交通コストや通信コストなどのネットワークサービス水準が及ぼす影響が大きくなっている。パラメータ推定値の大小関係から、情報交流量の発生には、通信コストよりも交通コストが大きな影響を及ぼしている。さらに推定値から 1996 年時点の通信コストの情報交流量に対する弾力性を計算すると約 0.04 に過ぎず、コスト比を通じた代替効果を上回るだけの影響力はないと考えられる。

組織のつながりは正で有意な値を示し、地域の管轄関係が交流量の発生に与える影響は安定している。従業人口積は 1.2~1.3 程度の値で安定している。t 値が 1 に対して有意に大きいことから、交流量は人口規模に対して逓増的に発生している。

パラメータ推定値のうち、経年的に安定していなかった中枢性のパラメータ推定値、定数項の推定値の変化を図-3 に示す。情報交流量 I_{ij}^k を説明する (1) 式に含まれる中

枢性のパラメータの推定値は、大きな変化を示した。中枢性 (大) のパラメータ推定値は、1994 年までは正の値をとっていたものの、1995 年以降は負の値となった。対照的に中枢性 (小) のパラメータ推定値は 1994 年まで負で有意な値をとっていたのに、1995 年以降はほぼ 0 に近い値をとるようになった。すなわち、1994 年ごろまでの前半の期間において、情報交流を行う 2 都市に中枢性の大きな都市が含まれていれば相対的に多くの情報交流量が発生し、反対に中枢性の小さな都市が含まれていれば相対的に少ない情報交流量が発生していた。しかし、このような関係は 1994 年以降では見られなくなり、情報交流量の発生は中枢性に依存しなくなっている。したがって 1993~1994 年頃にかけて、情報交流量の発生に関して構造変化があったものと考えられる。定数項は有意であるが、バブルの崩壊による経済の減退の影響を受けて 1992 年より減少に転じ、1995 年には 1990 年と同じ水準になった。

中枢性 (大) が認識のばらつき (情報交流の複雑性 ρ_{ij}^k) に及ぼす影響を表す (6) 式の θ_{max}^k の推定値は、1989 年の正の値から減少傾向を示し、期末の 1996 年頃には 0 付近の値を示す。すなわち、情報交流を行う 2 都市に中枢性の高い都市を含む場合に、情報交流が複雑であるという傾向は経年的に弱まっている。一方、中枢性 (小) の影響を示す (7) 式の θ_{min}^k 推定値は経年的に安定していて、

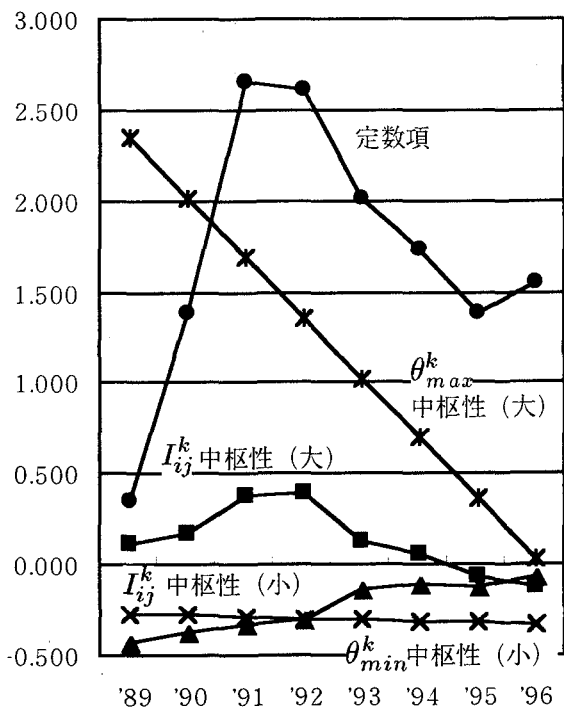


図-3 パラメータ推定値の経年変化

負の値をとり続けた。これは2都市の中枢性がともに高ければ（例：東京と大阪），その間の情報交流の複雑性は低くなることを示している。

(2) 都市の中枢性のもたらす影響

以上の推定結果から中枢性の影響をまとめると，1990年代初頭では中枢性の差が大きいOD間ほどより複雑な情報交流が多く行われていたのに対して，1990年代中盤以降はこの傾向が薄れ，中枢性の高い都市間の交流は量的にも少なく，複雑性も低いという傾向が見られるようになった。

このような傾向の原因として，以下の2つの説明が考えられる。ひとつは，地域間で業務の専門化が進み，中枢性の低い地方都市が中枢性の高い大都市との間で直接やりとりしていた複雑性の高い情報が，中程度の中枢性を有する中枢都市を経由するようになり，中枢性の高い都市同士の情報交流が単純化されるようになったという説明である。この説明に基づくと，中枢都市は，下位の地方都市とのやり取りの中で比較的複雑な情報を処理し，上位の大都市に対しては，規格化した比較的複雑性の低い情報を交流するという役割を果たすように変化したことになる。

もうひとつは，インターネットやe-mailなどの新しいメディアが，中～高位の複雑性を有する情報交流を肩代わりするようになったという説明である。これらのメディアは，通常，比較的中枢性の高い都市でより早く普及する。この場合中枢性の高い都市同士の交流ほど量的に減少するとともに，見掛け上の複雑性が低くなると期待さ

表-2 通信コスト・交通コストの変化
による交通量・通信量の変化率（1990年）

90年通信：通信-5%

	北海	東北	関東	甲信	北陸	中部	関西	中国	四国	九州	
北海		1.9	1.7	1.8	1.6	1.6	1.5	1.5	1.5	1.4	北海
東北	2.6		2.2	1.6	1.5	1.7	1.6	1.5	1.5	1.5	東北
関東				2.1	2.2	1.9	2.1	1.7	1.7	1.8	関東
甲信	-3.8	-3.8			2.0	1.8	1.9	1.7	1.5	1.6	甲信
北陸	-4.3	-3.6	-4.2			2.2	1.9	2.1	1.7	1.7	北陸
中部	-4.1	-4.1	-4.5	-3.8			2.1	2.1	1.8	1.9	中部
関西	-4.3	-7.9	-4.2	-4.0	-4.0			2.5	2.1	2.0	関西
中国	-4.4	-4.4	-4.0	-4.2	-3.8	-3.7			2.0	1.7	中国
四国	-4.6	-3.7	-4.2	-4.1	-4.0	-4.0	-3.8			1.9	四国
九州	-4.4	-3.6	-4.1	-4.2	-4.2	-4.2	-3.9	-4.2		2.1	九州

90年交通：通信-5%

※表中の数字は%

90年通信：交通-5%

	北海	東北	関東	甲信	北陸	中部	関西	中国	四国	九州	
北海		-0.2	-0.2	-0.2	-0.1	-0.1	0.0	0.1	0.0	0.2	北海
東北	0.0		-0.1	0.0	-0.2	0.0	-0.1	-0.2	-0.1	-0.1	東北
関東				0.2	0.1	-0.1	0.1	0.1	0.0	-0.1	関東
甲信	4.1	3.8			0.2	0.1	0.1	0.3	0.2	0.2	甲信
北陸	4.8	3.9	3.4			-0.1	0.1	0.1	0.4	0.2	北陸
中部	4.7	4.4	4.3	3.2			-0.2	-0.1	0.0	-0.2	中部
関西	4.8	1.4	4.0	3.7	4.4			0.5	-0.2	-0.2	関西
中国	5.0	4.6	3.5	4.3	3.3	3.6			0.3	-0.2	中国
四国	5.2	3.8	3.9	4.0	3.7	3.9	2.4			0.2	四国
九州	4.9	3.7	3.8	3.5	3.1	4.1	3.9	3.9		0.0	九州

90年交通：交通-5%

れ，上述の結果と符合する。

どちらの状況が実際に起こったのかを知るためには，各地域の職業構成や情報機器の導入状況，および最近になって入手が可能となったISDNトラフィックデータなどの分析が必要であるが，本論文の目的を越えるので，今後の課題としたい。

(3) 交通と通信との代替性と補完性の考察

モデルを用いたシミュレーションに基づいて，本研究の主要な目的である交通と通信との代替性と補完性を考察する。

表-2上段は，1990年時点のモデルに対して，各ODの通信コストが5%ずつ低下したときの交通量と通信量に与える影響をシミュレートした結果を地域ごとに集計した変化率により示したものである。表中左下には交通量の変化率，右上には通信量の変化率を示している。これより通信コストの低下は交通から通信への代替を促進することがわかる。5%のコストの低下に対して交通量の低下は4%程度のODペアが多いが，四国-関東間のように9%を超えるペアも存在する。通信量の増加率は1.5～2.6%程度で

表-3 通信コスト・交通コストの変化
による交通量・通信量の変化率 (1995 年)

95年通信：通信-5%

	北海	東北	関東	甲信	北陸	中部	関西	中国	四国	九州	
北海 東北 関東 甲信 北陸 中部 関西 中国 四国 九州		2.2	1.9	2.0	2.0	1.9	1.7	1.7	1.8	1.7	北海
		2.1	2.1	1.8	2.5	1.8	2.1	2.2	2.2	2.3	東北
			2.1	1.8	2.2	2.2	2.1	2.2	2.3	2.1	関東
	-2.6	-2.6		2.2	2.0	1.8	1.9	2.1	1.8	2.2	甲信
	-2.9	-2.5	-3.0		1.9	2.4	2.1	2.1	2.2	2.0	北陸
	-2.9	-2.8	-3.2	-2.7		2.5	2.3	2.1	2.4	2.1	中部
	-2.9	-2.4	-2.8	-2.9	-2.8		2.7	2.3	2.2	2.2	関西
	-3.0	-3.0	-2.8	-3.0	-2.5	-2.4		1.7	2.3	2.2	中国
	-3.1	-2.5	-2.9	-2.8	-2.7	-2.7	-2.5		2.0	2.1	四国
	-3.0	-2.4	-2.8	-2.8	-2.9	-2.9	-2.6	-2.8		2.2	九州
-2.9	-2.6	-2.7	-3.0	-2.7	-2.7	-2.7	-2.5	-2.8			
-3.1	-2.6	-2.8	-2.6	-2.9	-2.8	-2.6	-2.7	-2.6	-2.6		

北海 東北 関東 甲信 北陸 中部 関西 中国 四国 九州

95年交通：通信-5%

※表中の数字は%

95年通信：交通-5%

	北海	東北	関東	甲信	北陸	中部	関西	中国	四国	九州	
		0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.3	0.5	北海
		0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.4	東北
北海			0.8	0.7	0.5	0.7	0.6	0.5	0.4	0.5	関東
東北	4.0	3.7		0.8	0.7	0.6	0.6	0.8	0.6	0.7	甲信
関東	4.4	3.8	3.4		0.4	0.6	0.6	1.0	0.7	0.7	北陸
甲信	4.4	4.2	4.0	3.2		0.3	0.4	0.5	0.3	0.8	中部
北陸	4.4	3.4	3.8	3.7	4.2		1.0	0.3	0.4	0.4	関西
中部	4.5	4.3	3.5	4.1	3.2	3.4		0.9	0.4	0.5	中国
関西	4.5	3.7	3.7	3.9	3.6	3.7	2.6		0.8	0.6	四国
中国	4.6	3.5	3.6	3.4	3.2	3.9	3.7	3.6		0.6	九州
四国	4.6	3.7	3.7	4.1	3.3	3.8	3.8	3.6	3.5		
九州	4.6	3.7	3.9	3.3	3.7	3.3	3.7	3.7	3.6	3.5	

北海 東北 関東 甲信 北陸 中部 関西 中国 四国 九州

95年交通：交通-5%

あり、交通量の減少率よりも小さい。これは交通量と通信量が1対1に置き換わるわけではないという本モデルの特性を反映している。

表-2 下段は、1990 年時点のモデルに対して、交通コストを 5%低下させたときの交通量と通信量に与える影響をシミュレートした結果である。これより 5%の交通コストの低下は 1.3～5.0%程度の交通量の増加をもたらすが、通信量を減少させる場合と増加させる場合がある。例えば東北と他の地域の通信量は代替効果を受けて減少する傾向があるのに対し、甲信越と他の地域の通信量は補完効果により増加するという結果が得られている。全体的には通信量の変化率は-0.1～0.3%程度であり代替効果と補完効果がほぼ拮抗していると考えられる。

表-3 上段は、1995 年時点のモデルにおいて通信コストの低下による影響を調べたものである。表-2 上段に示した 1990 年時点のモデルと同様、代替効果のために交通量が減少し、通信量が増加している。変化率を 1990 年と比較すると交通の減少率が小さくなっているのに対し、通信の増加率は若干大きくくなっている。

1995 年時点のモデルについて、交通コストの 5%低下

による影響をシミュレートした結果を表-3 下段に示している。交通コストの低下はどの OD ペアに対しても交通量と通信量の双方を増加させることが読みとれる。これは補完効果が経年的に強まった結果、代替効果よりも卓越するようになったためであると考えられる。

以上の分析から、通信コストについては代替性が強い。ためコストの低下は交通から通信への代替をもたらすが、交通コストについては補完性が経年的に強まり、代替性を上回って交通コストの低下が交通・通信双方の情報交流を活性化するというメカニズムが見られる。なお、この 2つの効果のバランスは OD ペアごとに異なることが確認できた。

5. 結論

1990 年代のデータを用いた実証分析の結果、地域間の情報交流のパターンは 1989 年から 1996 年の時期には同一のモデルで安定的に説明することが可能であった。交通コストや組織のつながり、距離、従業人口積等の説明変数は推定値は経年的に変化していないが、都市の中核性が与える影響は経年的に弱くなる傾向が見られた。

モデルを用いたシミュレーションの結果として、通信コストの低下は一貫しては交通から通信への代替をもたらす交通量を減少させるのに対し、交通コストの低下には補完性が働くことがわかった。1990 年時点では交通コストの低下が通信量を減少させる場合と増加させる場合の双方が見られたが、補完性が強まった結果 1995 年時点では交通量と通信量をともに増加させる構造に変化していることが明らかとなった。

以上のモデルは 1997 年以降のデータには当てはまらないことから、e-mail や携帯電話の急速な普及により情報交流の構造が抜本的に変化している可能性がある。近年になり公開されるようになった ISDN 回線や携帯電話のトラフィックデータを蓄積し、2000 年の地域間交通量データを加えてモデルを再推定する等の方法で、IT の進展の影響を明らかにしていくことが今後の課題である。

参考文献

- 1) 塚井誠人, 奥村誠 (2001): 情報伝達の複雑性を考慮した通信と交通の情報交流量分担モデル, 土木学会論文集, No.667 / IV-50, pp.113-121
- 2) Daft, R. and Lengel, R. (1986): Organizational Information Requirements, Media Richness and Structural Design, Management Science, vol.32 A, No.32, pp.554-571
- 3) 奥村誠, 端山裕章 (1996): 企業の生産活動を考慮した都市間業務旅客流動モデル, 応用地域学研究 2, pp.169-178
- 4) 阿部和俊 (1992): 日本の都市体系研究, 地人書房, pp.132-134
- 5) 太田勝俊, 杉山武彦 (1988): 時間価値の理論とその計測手法の研究, 日交研シリーズ, A-123, 日本交通政策研究会
- 6) 谷村秀彦, 梶秀樹, 池田三郎, 腰塚武志 (1986): 都市計画数理, 朝倉書店
- 7) 郵政省 (2000): 平成 12 年度通信白書

本研究は、筆者らが提案した業務における交通と通信の代替・補完関係を考慮した、地域間情報交流量モデルを多時点のデータに対して適用し、情報交流活動の経年的変化の分析を行った。1990年代に地域間の通信コストは0.5～0.2倍にまで急激に下がっているものの地域間の通信量に伸びは認められなかった。モデルを用いた分析の結果、交通コストや企業組織の地域間のつながり、距離、従業人口積等の説明変数の推定値は経年的に変化せず、地域間の情報交流の発生に安定的に影響を及ぼしていることが明らかとなった。さらに、都市の中核性が情報交流の発生量に与える影響は経年的に弱くなり、これは通信量が増加しない一つの原因とであると考えられる。

Longitudinal Analysis on Inter-regional Information Interaction¹

By Makoto TSUKAI² and Makoto OKUMURA³

We modified the inter-regional business interaction model proposed in our previous paper, which considers substitutability and complementarity between face to face communication and telecommunication, and applied the model to longitudinal inter-regional interaction data. In 1990's, the telecommunication cost was remarkably reduced to 1/2 to 1/5 levels, but the telephone traffics did not increase accordingly. We clarified that the effect of transportation cost, inter-regional business administrative relation are stable on the inter-regional interaction in different time points. Centralities of both cities became insignificant for the interaction, and it may result the stable trend of the telephone traffics.
