

地域間業務交流量と交通と通信の分担モデル¹

Intercity Business Interaction and Media Split Model

奥村誠²・端山裕章³

by Makoto OKUMURA and Hiroaki HAYAMA

1. はじめに

(1) 研究の背景と関連研究

政府は新しい全国総合開発計画の発表を見合わせる一方で、物流の合理化に寄与する分野に絞って公共投資を投下する方針を発表した。今後、地域間の物流に関する議論が活発になされるであろうが、同時に、人的な流動や情報の交流のあり方を研究する必要があると考える。物流は経済活動の地理的分布の影響を受けるが、経済活動の分布は、知識や情報の交流条件によって規定されるからである。

業務上必要な知識や情報のうちでも、簡単なものは電話によって伝達される。複雑な内容のものは、face to face コンタクトに頼ることになる。近年ではこれに、ファックスやコンピュータ通信、テレビ会議のシステムが加わり、多様な手段で知識・情報の交流を行うことが可能になっている。

これまで重力モデルなどを用いた都市間交通の分析は多くなされているが、交通と通信との補完性や代替性を視野に入れた分析は多くない。文¹⁾、太田²⁾は、オフィス活動の知識・情報の交換機能に着目して、通信と交通との代替性を踏まえて、都市内の生産部門の立地とオフィス活動の立地の違いを分析している。一方、都市間の情報通信需要については、地理学者や三友³⁾による重力モデルを用いた実証的研究がなされていたが、交通との代替性は明確でない。近年、田北⁴⁾により、企業へのインタビュー調査が行われ、業務情報の種類やその構成の分析、情報の種類ごとのメディア選択行動のモデルが提案されているが、ミクロなアプローチにとどまっている。

本研究は、これらの先行的研究を踏まえつつ、地

域間で業務上やりとりされる知識や情報の伝達・交流量を説明するマクロモデル、および交通と通信との分担を説明するモデルを提案する。

(2) 交通と通信の代替性に関する考え方

「今後通信手段がどの程度 face to face コンタクトを代替し、交通需要がどの程度減少するか」という議論が多く行なわれている。近年のファックス及びコンピュータ通信の急速な進展は多くの情報を正確にかつ安価に伝えることを可能とし、また時間的なずれをも許容できるようになっており、face to face コンタクトからの代替は進むと考えられる。しかし、混みいった内容を伝えたり、妥協点を探るような場合には、相手の反応を見ながら伝えるべき内容を随時選ぶ必要があり、テレビ会議システムによっても face to face コンタクトのすべてが代替できるわけではない。

さらに、通信が容易になることによって業務が高度化し、情報や知識の伝達量そのものが増大する可能性もある。この効果が分担率の変化分を上回れば、業務交通量は増大することになる。

本研究では、地域間でやりとりされる知識や情報の量を「交流量」と定義する。この量を直接観測することは困難であるが、交通量や通信量の統計により間接的に計測されている。そこで本研究では、潜在変数間の関連関係と、間接的な指標を用いた潜在変数の観測を同時に扱う共分散構造分析手法を用い、モデルを構築する。交通と情報通信との分担モデルとしては、コスト比を説明変数とするタイプと、さらに他の要因を考慮したタイプを推定して比較する。

さらに、交流量モデルと、分担モデルにおける通信コストのパラメータ推定値を比較することにより、通信コスト低下による交通量への影響を議論する。

¹ Keywords: 国土計画・地域計画・交通行動分析

² 正会員 工博 広島大学助教授 工学部第四類(〒739 東広島市鏡山1-4-1) Tel & Fax: 0824-24-7827

³ 学生会員 広島大学大学院 工学研究科

2. 業務交流量モデル

(1) 業務交流量モデルの定式化

企業間あるいは企業内での知識や情報の交換のための時間、費用を企業が負担していることから、これらの知識や情報が生産活動に寄与していると考えることができる。よって、出発地、あるいは到着地の生産規模が大きいほど、その間の交流が多くなるであろう。

次に通常の重力モデルと同じように、2地域間の距離が大きくなると交流量が小さくなると考える。ただし、この距離抵抗は他の要因により変化しうる。よって交通のコストや時間、あるいは通信サービスのコストを説明要因として考慮する必要がある。また、組織上のつながりも交流の大きさに影響を与える。そこで出発地が到着地の管轄地域内である、逆に到着地が出发地の管轄地域内であることを表わすダミー変数を説明要因に取り込む。

さらに、2つの地域の都市機能（中枢性）の差が大きいほど、一方の地域が他方の地域に頼る場面が多く発生し、交流量が大きくなると仮定する。

以上の仮定を対数線形型の重力モデルで表現すると以下ようになる。

$$I_{ij} = \alpha \frac{N_i^\beta N_j^\gamma S_{ij}^\omega}{d_{ij}^\phi t_{ij}^\mu c_{ij}^\psi} \{ \max(\frac{Z_i}{Z_j}, \frac{Z_j}{Z_i}) \}^\mu \quad (1)$$

ただし、 I_{ij} ：地域 i, j 間の交流量、 N_i, N_j ：地域 i, j の生産規模、 Z_i, Z_j ：地域 i, j の中枢性、 S_{ij} ：地域 i, j 間の組織上のつながりである。また、 d_{ij}, t_{ij}, c_{ij} はそれぞれ地域 i, j 間の地理的距離、交通抵抗および通信抵抗である。 $\alpha, \beta, \omega, \kappa, \mu, \tau, \phi, \psi$ は正のパラメータである。

(2) 業務交流量モデルの推定方法

上式の両辺の対数を取り、未知パラメータに対して線形化する。

$$\begin{aligned} \log I_{ij} = & \log \alpha + \beta \log N_i + \gamma \log N_j \\ & + \omega \log S_{ij} + \mu |\log Z_i - \log Z_j| \\ & - \tau \log d_{ij} - \phi \log t_{ij} - \psi \log c_{ij} \quad (2) \end{aligned}$$

左辺の交流量は、実際には様々な手段によりなされており、観測することが困難である。しかし、交通量や通信量（電話回数）はこの潜在変数である

交流量の大きさを反映する観測変数であると考えられる。

右辺の変数の中にも、中枢性、交通抵抗、通信抵抗など、直接観測することが困難な変数がある。そこでこれらも潜在変数として扱い、関連が強いと考えられる統計量を観測変数として用いる。つまり、(2) 式は次のように、潜在変数間に存在する関係式であると考えられる。

$$\eta = \log \alpha + \beta \xi_1 + \gamma \xi_2 + \omega \xi_3 + \mu \xi_4 - \tau \xi_5 - \phi \xi_6 - \psi \xi_7 + \zeta \quad (3)$$

ただし、 η ： $\log I_{ij}$ に対応する潜在変数、 $\xi_1 \dots \xi_7$ ：各説明変数に対応する潜在変数、 ζ ：構造方程式の誤差項である。潜在変数の観測には誤差が伴うと仮定する。

$$\begin{pmatrix} \log y_{1 \ ij} \\ \log y_{2 \ ij} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \lambda_{y_1} \\ \lambda_{y_2} \end{pmatrix} \eta + \begin{pmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \end{pmatrix} \quad (4)$$

ここに、 $y_{1 \ ij}, y_{2 \ ij}$ ：地域 i, j 間の交通量統計値、電話通話回数統計値、 $\lambda_{y_1}, \lambda_{y_2}$ ：未知パラメータ、 $\varepsilon_1, \varepsilon_2$ ：観測の誤差項である。さらに、説明変数の観測にも誤差を仮定する。

$$\mathbf{x} = \Lambda \Xi + \Delta \quad (5)$$

ただし、 $\mathbf{x}$ ：観測変数ベクトル、 Λ ：未知パラメータベクトル、 Ξ ：潜在変数ベクトル、 Δ ：誤差項ベクトルである。

以上のようにして、業務流動量モデルは潜在変数間の関係を表す線形構造方程式 (3) と、各潜在変数を観測可能な変数で測定する (4) (5) 式により、共分散構造 (LISREL) モデルの形式で表現できる。以下では統計パッケージ SPSS の LISREL プロシジャ⁶⁾を用いて、最尤法によりパラメータ推定を行う。

(3) 使用データ

業務旅客交通量 $y_{1 \ ij}$ は、平成 2 年「幹線旅客純流動調査」の値を用いた⁷⁾。ただし、都道府県内々の交通量と三大都市圏内部の都府県相互の交通量は調査対象から除外されている。一方、電話通話回数データ $y_{2 \ ij}$ は郵政省が発表している平成 2 年の都道府県間のデータを用いる。

交通データに合わせて、以下の分析では沖縄県を除く 46 都道府県を単位として分析を行う。交通コストとして、各都道府県の県庁所在都市間の鉄道

タ値を用いて次式によって算出する。

$$\log t_{ij} = \xi_6 = \left(\frac{\log t_{1ij}}{\lambda_{9,6}} + \frac{\log t_{2ij}}{\lambda_{10,6}} + \frac{\log t_{3ij}}{\lambda_{11,6}} + \frac{\log t_{4ij}}{\lambda_{12,6}} + \frac{\log t_{5ij}}{\lambda_{13,6}} \right) / 5 \quad (8)$$

(2) 交通・通信分担モデルの推定結果

2つのモデルを LISREL モデルに変換した上で最尤推定法によりパラメータの推定を行った。通信と交通のコスト比率のみを用いた (6) 式のタイプの推定結果を図-2 に、他の要因を加えた (7) 式のタイプの推定結果を図-3 に示す。

両タイプともパラメータは有意であり、符号も妥当である。すなわち、通信の相対コストの減少は通信分担率の上昇を招く。また組織上のつながりがあり、中枢性に差があるほど、交通に頼る割合が高くなることがわかる。GFI,AGFI を見る限り両モデルの再現性は高くない。また組織上のつながりや中枢性の t 値が抵抗比の t 値よりも大きいことから、コスト構造が分担率に与える影響は強くないと考えられる。

(3) 交通と通信の代替性

どちらのモデルにおいても、抵抗比のパラメータの絶対値は図-1 の $\psi = -0.023$ の絶対値よりも大きい。このことから、他の条件が一定であれば通信コストの減少による交通量の増大よりも分担率の変化の方が強く、結果として交通は減少する。

このことから、交通と通信の間では補完性よりも代替性が強いと結論づけることができる。

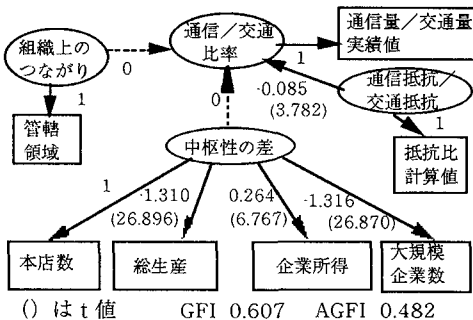
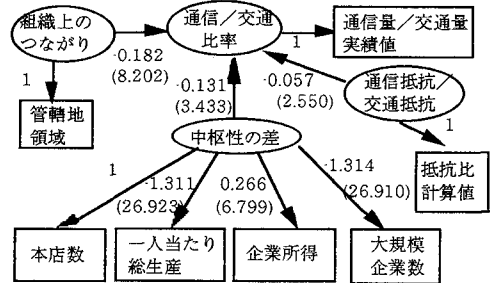


図-2 交通・通信のコスト比の分担への影響



() は t 値 GFI 0.611 AGFI 0.465

図-3 交通・通信分担モデルの推定結果

4. おわりに

本研究は業務上地域間でやりとりされる情報や知識の量を交通量と定義し、その量を表現する重力モデルと、通信と交通との代替性を考慮した分担モデルを提案した。さらに、これらのモデルが潜在変数を含むことから、LISREL モデルに変換しパラメータ推定を行う方法を示した。都道府県間の実証データに当てはめた結果、再現性の高い交通量モデルが得られた。一方、分担モデルの説明力は高くなく、分担率がコストの比率の影響をあまり受けていない。組織上のつながりや中枢性の差も有意な要因となっているが、改善の余地が残されている。

今後、共通する変数を含む 2 つのモデルの同時推定を行うことが課題である。

参考文献

- 1) Mun,S; Impacts of developments in telecommunication systems on travel demand and the location of office firms, The Cosmo-Creative Society, 1993
- 2) 太田充; 通信技術の発達と企業のオフィス立地行動による大都市圏の土地利用空間構成に関する研究、都市計画学会論文集、25、pp.391-396、1990。
- 3) 山崎健・今川拓郎・三友仁志; 日本における通話構造の定量的分析ー通話トラヒックに依拠してー、地域学研究、24(1)、pp.109-130、1993。
- 4) 田北俊昭・湯沢昭・須田熙; 企業における業務交通と通信との代替性を考慮した情報メディア選択モデル、都市計画学会論文集、28、pp.403-408、1993。
- 5) 阿部和俊; 日本の都市体系研究、地人書房、pp.132-134、1991。
- 6) 竹内啓; SAS による共分散構造分析、東京大学出版社、1992
- 7) 伊藤誠; 幹線旅客純流動調査の背景と経緯、土木計画学研究・講演集 16 (2)、pp. 251-256、1993