

企業の生産活動を考慮した都市間業務旅客 流動モデル

奥村誠¹・端山裕章²

¹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)

²広島大学大学院 工学研究科(〒739 東広島市鏡山1-4-1)

本研究は、都市間旅客交通の中で高い割合を占める業務旅客交通に着目し、企業は生産活動に不可欠な情報を獲得するために業務交通を行なうと考えてモデルを誘導する。その際、情報の質は相手方の都市の質的な魅力度に依存するが、質的魅力度は直接計測されない潜在変数であると考え、共分散構造分析の方法を援用したモデルの推定法を開発する。実証分析の結果、大都市への交通量の再現精度の向上が見られた。

Key Words : *Business Trip, Gravity Model, LISREL*

1. はじめに

(1) 研究の背景

現在我が国では新しい全国総合開発計画が立案されつつあるが、そこでは「交流」がキーワードとされ、地域間の交通を支える基盤施設の整備を今後どのように進めていくのかが大きな焦点になっている。

交通基盤の整備はもともと国土政策の重要な柱であったが、それは特に貨物輸送のための交通基盤の整備が重視されてきた。近年の製造業は海外に生産基地を移転させ、国内の「軽薄短小化」が進行しつつある。産業活動において、モノを安価・大量に生産する能力よりも、新しい技術を取り入れ、市場のニーズに合わせて製品開発する能力が重要となってきた。そのため、モノの輸送の持つ意味は小さくなる一方で、知識や情報、技術の流通はますます大きな意味を持つようになってきている。産業の立地や育成を考えていくためには、これまでのように貨物の輸送条件よりも、むしろ旅客輸送の便利さを確保することが重要になるであろう。実際、バブル崩壊後の景気後退に合わせて、貨物の輸送量は減少に転じているのに対し旅客輸送量は順調に伸び続けている。今後の伸びも旅客交通の方がはるかに大き

いと予想される。

実際、都市間の旅客交通の中の多くの部分は業務目的の交通である。例えば広島県を出発地とする県外への旅客交通の43%は業務目的であり、対中国地方を除外すればその割合は60%を占める。対関東地方では実に74%が業務目的である。

本研究ではこの都市間業務交通に着目し、産業の生産活動にもとづいてその発生メカニズムを捉え、その量を予測するためのモデルの開発を目指す。

(2) 関連する研究

これまでの都市間交通量の予測は、人口指標を主な説明要因とする重力モデルで行なわれることが多かった¹⁾²⁾が、人口の伸びが鈍化する中で交通量の伸びをうまく説明することができない。国民の志向の変化、余暇時間の増加などの社会的変化の影響を考慮し、交通サービスの質的な改善の効果を考慮するために、古典的消費者行動モデルに基礎をおく交通需要推計モデルも提案されつつある³⁾⁴⁾。このような試みは、交通サービス改善の効果を経済的に予測するためにも重要な試みであるが、実際には都市間の旅客交通のうちの多くが業務目的のものであるという点を考慮していない。

本研究で対象とする業務旅客交通は、一般に「出張」と呼ばれているものに相当し、企業が時間や費用を負担している。本来利潤の確保を目指す主体である企業が、費用を負担して業務交通を行っているからには、業務交通を行うことによって企業の負担に見合うだけの利潤の増加が期待できるからであると考えるべきではない。この業務交通によって企業が得るものは、他の都市が保有する技術や市場に関する様々な情報や知識の一部であり、それが生産要素として投入されていると考えることができる。このような考え方に基づいて Mun は都市内の企業の立地行動を説明するための生産関数を提案している⁵⁾。本研究はそれにならない、都市間の業務旅客交通量予測に適用しようとするものである。

ところで、他の都市が保有する知識は相手方の都市の魅力度に依存する。この都市の質的な魅力度は直接観測することのできない潜在変数であるため、潜在変数を含むモデルの推定法を開発する必要がある。ここでは業務交通量モデルが LISREL モデルに変換でき、既存の推定法を適用できることを示す⁷⁾。さらに実際のデータを使用して、モデルの実証分析を行うこととする。また、都市の質的な魅力度を考慮しないモデルとの比較を行い、これらの要因が各地域の交通量にどのような影響を与えているのかを分析する。

以下、2. では、知識・情報の役割を考慮した企業生産活動のモデル化を行なう。その際、その地域に存在する知識や情報のほか、他の地域に存在する知識や情報も生産性に影響を持つと考える。ついでこのモデルに利潤最大化条件を適用することにより業務交通量モデル式を誘導する。3. では業務交通量モデルの推定方法を開発する。この業務交通量モデルには知識や情報の質といった直接計測することのできない潜在変数が含まれているため、一般的な方法で推定することはできない。そこで、潜在変数を扱うことのできる LISREL モデルに着目し、業務交通量モデルを LISREL モデルに変換することにより、推定を行う方法を開発する。4. では、モデルの推定結果について述べ、本研究で提案したモデルと知識や情報の質を考慮しないモデルとの比較を行う。5. では、結論と今後の課題を述べる。

2. 知識量を考慮した都市間業務交通量モデルの誘導

(1) 企業生産活動のモデル化

一般的なミクロ経済学モデルにならない、資本と労働を投入要素とし一般財を生産する古典的なコブ・ダグラス型の生産関数を出発点に、企業が生産活動をモデル化する。ここでは生産技術がハロッド中立型で進歩し、時間とともに資本装備率も増加し労働者の賃金水準も増加すると仮定する。我が国ではサービス生産部門の比重が高まりつつあり、OA 機器等の導入が急速に進み資本装備率は増加傾向にあるからである。技術進歩は、労働者の質（以下では人的資本 Z_i と呼ぶ）の非線形関数、 Z_i^p で表現できると考える⁶⁾。

各都市における生産活動を集計的に取り扱う。都市 i の生産額 Y_i は、資本ストック K_i 、従業員人口 N_i 、人的資本を Z_i とすると、次式により求められる。

$$Y_i = K_i^a (Z_i^p N_i)^b \quad (1)$$

ただし、 $a, b > 0$ はパラメータである。

しかしながらこの式では、都市 i の内部に存在する変数の効果しか考慮していない。先に述べたように、企業は他の都市から重要な知識・情報を得るためにコミュニケーションを行なっている。

ここで他都市の影響について考える。都市 j には人的資本の総量 $Z_j^p N_j$ に対応して生産活動上重要な知識が存在していると考えられる。都市 i, j 間の業務トリップ数を R_{ij} とすれば、他都市に存在する一単位の知識量に対して、それを獲得するために行われるトリップの回数は、 $R_{ij}/(Z_j^p N_j)$ となる。

ある一つの知識に対し、何回もトリップを行えば、より多くの部分を獲得、吸収できることとなる。しかし同じ知識へ数多くアクセスした後は、その効果は逓減してくるであろう。そこでトリップを行うことによって、他都市に存在する一単位の知識から獲得できる情報の量を、 $\{R_{ij}/(Z_j^p N_j)\}^\mu$ とおく。ただし $0 < \mu < 1$ である。ある都市 i の企業が他の都市 j から獲得できる情報の総量は、都市 j の知識量 $Z_j^p N_j$ にこの値を乗じて、 $Z_j^p N_j \{R_{ij}/(Z_j^p N_j)\}^\mu$ となる。

相手先の都市 j としてすべての都市を考慮すれば、獲得できる情報量が計算できる。それが生産の

ための第3の要素として用いられると考え、式(1)の生産関数に新しい項として加えると、

$$Y_i = K_i^a (Z_i^\rho N_i)^b \left\{ \sum_j Z_j^\rho N_j \left(\frac{R_{ij}}{Z_j^\rho N_j} \right)^\mu \right\}^\tau \quad (2)$$

となる。ただし、獲得利潤が負とならないように、パラメータは、 $a + b + \mu\tau = 1$ を満足すると仮定する。なおMun (1993)は、都市内の業務トリップを考慮した同様の生産関数を提案し、オフィス立地に関する分析を行なっている⁵⁾。

なお、都市間業務トリップ数の絶対量が他都市の知識量に比べて少ない場合、1単位の知識量からの獲得情報量が都市間業務トリップの増加とともに通減するという以上の考え方は不自然に感じられるかもしれない。その場合でも、目的地で獲得できる情報の量が、都市 j の知識量 $Z_j^\rho N_j$ とトリップ数 R_{ij} との増加関数であり、それぞれの絶対値に対して通減すると考え、それをコブ・ダグラス型の関数で $(Z_j^\rho N_j)^{1-\mu} R_{ij}^\mu$ と表現できれば、式(2)を導くことができる。

(2) 都市間業務交通量モデルの誘導

一般財の価格を $p_i = 1$ 、資本レントを r_i 、賃金率を w_i とする。所要時間を含めた地域間の一般化交通コストを d_{ij} とすれば、集計的企業の利潤 π_i は以下のように表わされる。

$$\pi_i = Y_i - r_i K_i - w_i N_i - \sum_j d_{ij} R_{ij} \quad (3)$$

企業は労働量 N_i と資本量 K_i 、および知識獲得のためのトリップ数 R_{ij} を操作して利潤最大化を図ると仮定する。技術水準は短期的には一定であり、企業にとってはその都市の人的資本 Z_i は外生的に与えられている。さらに労働量の設定が直接的に生産拡大に及ぼす効果は考慮するが、自都市の拡大による知識獲得の利便性向上がもたらす2次的な効果を考慮せずに利潤最大化を図るものと仮定する。以上の仮定の下で、利潤最大化に関する一階の条件は以下のようになる。

$$r_i = a \frac{Y_i}{K_i} \quad (4)$$

$$w_i = b \frac{Y_i}{N_i} \quad (5)$$

$$d_{ij} = \tau \mu Y_i \frac{Z_j^\rho N_j d_{ij}^{\frac{1-\mu}{\mu}}}{R_{ij} \sum_j Z_j^\rho N_j d_{ij}^{\frac{1-\mu}{\mu}}} \quad (6)$$

(6)式より、地域間交通量は次式のように求めることができる。

$$R_{ij} = \tau \mu Y_i \frac{Z_j^\rho N_j d_{ij}^{\frac{1-\mu}{\mu}}}{d_{ij} \sum_j Z_j^\rho N_j d_{ij}^{\frac{1-\mu}{\mu}}} \quad (7)$$

この式は、地域ポテンシャルの中に人的資本 Z_j が含まれているグラビティモデルとなっている。つまりここで提案するモデルは、形式的には経験的に作られた既存のモデルと大差はない。

3. 都市間業務交通量モデルの推定方法

(1) 業務交通量モデルの計測化

業務交通量の分布すなわち目的地別の比率に着目する。ある任意の都市($j = 1$ と呼ぶ)を選び、その都市への交通量を基準として他の都市への交通量の比率をとる。すなわち、

$$\frac{R_{ij}}{R_{i1}} = \frac{Z_j^\rho N_j d_{ij}^{\frac{1-\mu}{\mu}}}{Z_1^\rho N_1 d_{i1}^{\frac{1-\mu}{\mu}}} = \left(\frac{Z_j}{Z_1} \right)^\rho \left(\frac{N_j}{N_1} \right) \left(\frac{d_{ij}}{d_{i1}} \right)^\beta \quad (8)$$

となる。ただし、 $\beta = \frac{-1}{1-\mu}$ である。この式の両辺の対数をとると、

$$\log \frac{R_{ij}}{R_{i1}} = \rho \log \frac{Z_j}{Z_1} + \log \frac{N_j}{N_1} + \beta \log \frac{d_{ij}}{d_{i1}} \quad (9)$$

となり、未知パラメータ β, ρ に対して線形化できる。

ここで(9)式の左辺の業務交通量 R_{ij}, R_{i1} について考える。ある特定の日の観測量である交通量調査データは日変動や季節変動、調査の精度を考えると真の交通量をそのまま観測したものであるとは考えにくい。また、右辺に含まれる変数のうち、人的資本 Z_j, Z_1 は直接観測することのできない潜在変数である。同様に従業人口 N_j, N_1 についても統計上の数値はその時点で実際に業務活動を行っている者の数と一致しているとは限らない。交通コスト d_{ij}, d_{i1} も各種の交通機関のコストを総合化した真の値を知ることは困難である。

そこで(9)式は直接観測できない潜在変数間に存在する関係式であると考え、ここで左辺の業務交通量の真の値を潜在変数 $\eta = \log(R_{ij}/R_{i1})$ で、右辺の交通コスト、就業人口、人的資本の真の値をそれぞれ潜在変数 $\xi_1 = \log(d_{ij}/d_{i1}), \xi_2 = \log(N_j/N_1), \xi_3 = \log(Z_j/Z_1)$ で表す。さらに ζ を誤差項とすると、(9)式は、

$$\eta = \beta \xi_1 + \xi_2 + \rho \xi_3 + \zeta \quad (10)$$

と表現できる。

ここで、交通コスト ξ_1 に対する観測変数として後述するように鉄道運賃 x_1 と鉄道所要時間 x_2 を取り上げる。従業人口 ξ_2 に対する観測変数として従業人口の統計値 x_3 を、人的資本 $\xi_3 = \log(Z_j/Z_1)$ を反映している観測変数として、地域の労働力の質や職業の質に関するいくつかの統計変数を取り上げ、その中から試行錯誤的に説明力の大きいものを取り上げる。具体的には、情報サービス業従業者数 x_4 、弁護士数 x_5 、株式売買金額 x_6 、郵便物引受数 x_7 、大学生数 x_8 を用いる。また業務交通量の比 η に対する観測変数として幹線旅客純流動調査の業務交通量 (\bar{R}_{ij}) から求めた値 $y = \log(\bar{R}_{ij}/\bar{R}_{i1})$ を用いる。

それぞれの観測において誤差 δ, ε が存在すると考えると観測方程式は、

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \\ x_7 \\ x_8 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \lambda_{11} & 0 & 0 \\ \lambda_{21} & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_{32} & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_{43} \\ 0 & 0 & \lambda_{53} \\ 0 & 0 & \lambda_{63} \\ 0 & 0 & \lambda_{73} \\ 0 & 0 & \lambda_{83} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \\ \xi_3 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \\ \delta_4 \\ \delta_5 \\ \delta_6 \\ \delta_7 \\ \delta_8 \end{pmatrix} \quad (11)$$

及び、

$$y = \lambda_y \eta + \varepsilon \quad (12)$$

となる。ここで $\lambda_{11} \sim \lambda_{83}, \lambda_y$ は未知パラメータ、 $\delta_1 \sim \delta_8, \varepsilon$ は誤差項である。

(2) 共分散構造 (LISREL) モデルとしての推定

以上のようにして、もとの業務交通量モデルは潜在変数間の関係を表す線形構造方程式の(10)式と、各潜在変数を観測可能な変数で測定する(11)(12)式として表現できることがわかった。この方程式系は、行動科学や社会科学の分野での研究のために近年開発された LISREL モデルの形式に合致しているため、以下では LISREL モデルに対して開発された最尤推定法を採用してモデルパラメータの推定を行う。

そこで(11)(12)式の誤差の共分散に関する尤度関数を定義しこれを最大にするパラメータを求めることとする。なお実際の計算においては、統計

パッケージ SPSS の LISREL プロシジャを用いた⁷⁾。

4. 都市間業務交通量モデルの実証分析

(1) 使用データ

業務旅客交通量は、平成2年に国土庁と運輸省が建設省の協力のもとで実施した「幹線旅客純流動調査」のうち、運輸経済研究センターがフロッピーで提供している旅行目的別都道府県間データの業務交通量を用いた⁸⁾。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。

本研究のモデルは、ある都市の事業所が複数の目的地を比較してトリップの分布を定めると仮定している。この意味では、「往き」の業務トリップの分布を説明しようとしている。しかし上述のデータでは「往き」のトリップと「帰り」のトリップが区別されていない。より正確な分析を行うためには、住所がわかる個票データを用いて往復のトリップを区別することが必要であるが、今回は個票データが入手できなかったため、今後の課題としたい。

交通データの集計単位に合わせて、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。データはできる限り平成2年のものを用いるが、隣接年次から内挿を行ったものもある⁹⁾。

交通コストは、業務交通目的で用いられることの多い、鉄道と航空に関するコストを考えることが望ましい。しかし現在の空港の分布には偏りがあり、航空利用がほとんど実用的でない都道府県の組み合わせが多いこと、鉄道運賃が空間的な距離をよく表していることから、まず各都道府県の県庁所在都市間の平成2年の鉄道運賃と鉄道所要時間(ともに特急利用を基本とする)を用いてモデルを作成する。道路・航空データを取り入れたモデルの推定結果はあとで述べる。

人的資本の説明変数としては、都市的な活動の水準や魅力度に関連していると思われる表-1に示した⁹⁾変数の中から、説明力の高いものを選択する。人的資本は人口規模では説明されない機能の高さや魅力度の質的な違いを意味しているから、これらの変数は従業人口で除するなどして、規模の影響を除去しておく。

表-1 人的資本の説明に用いる変数

情報サービス業	広告業	弁護士数	博物館・美術館数
労働者平均給与	銀行数	信用金庫数	信用組合数
農協数	漁協数	郵便局数	証券会社数
株式売買金額	生命保険(簡易)	生命保険(普通)	生命保険(農協共済)
損害保険(火災)	損害保険(自動車)	開通加入電話数	郵便物引受数
短大学生数	大学生数	専修学校生数	図書館数
教育費総額	新聞頒布数	テレビ地上	テレビ衛生
衛生契約率	有線テレビ施設数	有線テレビ契約者数	電灯年間使用量
電力年間使用量	病院数	一般診療所数	歯科診療所数
病床数	医師数	歯科医師数	薬剤師数
1000万円以上所得者数	初任給(高卒男)	初任給(大卒男)	新聞紙数
テレビ保有台数	パソコン所有率	ワープロ所有率	電話発信回数

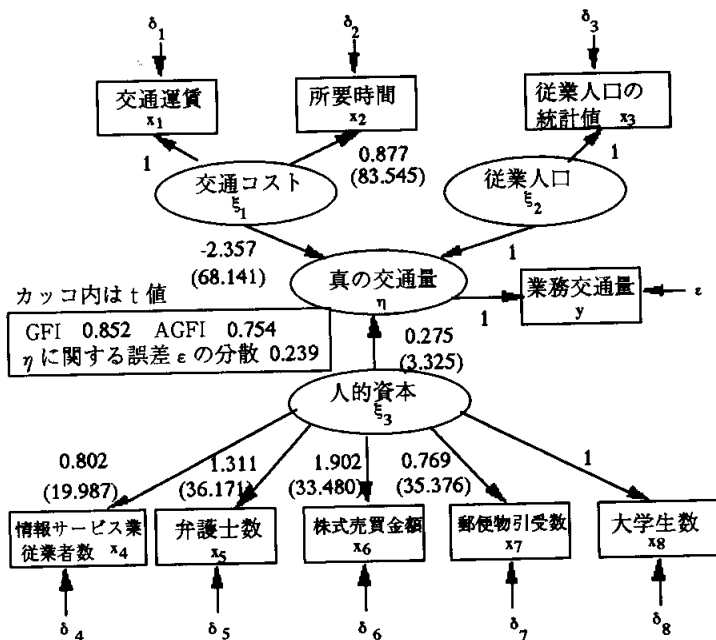


図-1 人的資本を考慮した業務交通量モデルの推定結果

これらの変数の中から、その都市への集中交通量やその土地の就業人口、総生産等との相関の高い変数を11抽出し、さらに試行錯誤的に説明変数として用いるものを選び、適合度を最も良くする組み

合わせを選んだ。その結果、情報サービス業従業員数、弁護士数、株式売買金額、郵便物引受数、大学生数の5つの変数を観測変数として用いた。

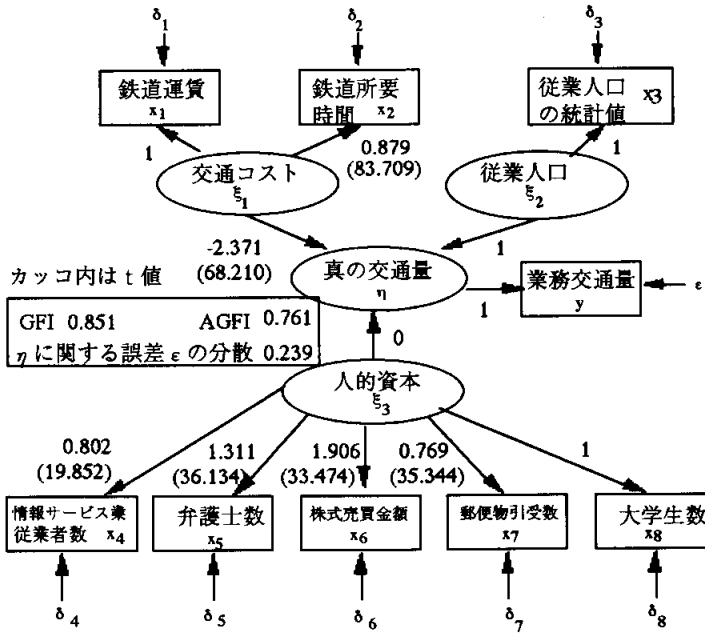


図-2 人的資本の効果を考えないモデルの推定結果

(2) 業務交通量モデルの推定結果

3. で示した手順で業務交通量モデルの推定を行った。なお式(9)の基準都道府県(j=1)として福岡県の値を用いた。最尤法を用いて LISREL モデルを推定した結果をパスダイアグラムの形で図-1 に示す。

この結果より、パラメータの符号はいずれも理論通りであり、人的資本の影響力のパラメータも0.275という値を持ち、t値(3.325)から判断して有意である。LISREL モデルの構造上、各変数を説明するパラメータのうち1つの値を固定する必要があるため、ここではそれらを1に固定している。また式(10)より、従業人口 ξ_2 のパラメータも1である必要があるため、固定パラメータとして扱っている。図中のGFIとAGFIはモデルの適合度指標であり1に近いほど望ましい。ここではAGFIは十分に1に近く、GFIとAGFIとの差も大きくないため、モデルの恣意性は小さいと判断した。

(3) 人的資本の効果を考えないモデルの推定結果

従来は人的資本を考慮せず、パスダイアグラムの $\xi_3 = \log Z_j$ から下の部分を省略したモデルが多く使われてきた。しかしこのように部分的に省略したモデルは誤差を持つ変数の個数が少ないため、先のモデルと適合度を直接比較することができない。そこで従来のモデルに対応するものとして、人的資本の影響を表わすパラメータ ρ を0に固定したモデルを考える。その条件をつけたモデルを推定した結果を図-2 に示した。

ここで人的資本を考慮したことの影響を考察する。図-1と図-2を比較すると、パラメータの値にはほとんど差がない。また交通量の誤差など、適合度にもほとんど差がない。AGFIを見ると人的資本を含まないモデルの方がわずかではあるが高い。このことから、人的資本の考慮は統計的には大きな差異をもたらしていないと判断できる。しかしこれは、式(9)のようにモデルを対数変換して誤差を評価しているためであり、のちに(5)で示すように、

式(7)の誤差に戻して評価すると、再現精度の改善が顕著に見られた。

(4) 人的資本値の算出

推定されたパラメータを使って実際に人的資本を数値化する。観測方程式(11)から、観測変数 $x_4 \sim x_8$ と人的資本を表す潜在変数 ξ_3 との関係を抜き出すと、

$$\begin{pmatrix} x_4 \\ x_5 \\ x_6 \\ x_7 \\ x_8 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \lambda_{43} \\ \lambda_{53} \\ \lambda_{63} \\ \lambda_{73} \\ \lambda_{83} \end{pmatrix} \xi_3 + \begin{pmatrix} \delta_4 \\ \delta_5 \\ \delta_6 \\ \delta_7 \\ \delta_8 \end{pmatrix} \quad (13)$$

となる。ここで誤差が無視できるほど小さいとすると、 ξ_3 はそれぞれの観測変数をパラメータ λ_{k3} で割ったものに等しい。このような計算が5つの方法で可能であるから、その単純平均値として ξ_3 を求めることとすれば

$$\xi_3 = \left(\frac{x_4}{\lambda_{43}} + \frac{x_5}{\lambda_{53}} + \frac{x_6}{\lambda_{63}} + \frac{x_7}{\lambda_{73}} + \frac{x_8}{\lambda_{83}} \right) / 5 \quad (14)$$

と表せる。ここでパラメータ λ_{k3} は、図-1 に示されている推定値を用いる。この式より人的資本の値を求めると、図-3 のように、東京、大阪、愛知、福岡、広島などの拠点都市（の都府県）で高い値をとる。また大都市周辺の地域の人的資本の値はそれほど高くない。また図-4 のように、人的資本と人口規模には高い相関性が見られる。この相関性があるため、従業人口のみを考慮したモデルにおいても人的資本の影響を部分的に含むため、統計的には大きな差異のない結果を与えたと考えられる。

(5) モデルの誤差

各都道府県から福岡県への交通量を基準として、モデルにより都道府県間の分布交通量を再現する。ここではそれらを着地毎に集計した集中交通量の相対誤差（＝(再現値-実績値)／実績値）を用いて再現精度の考察を行なう。人的資本を考慮したモデル(図-1)と考慮していないモデル(図-2)の相対誤差を図-5 に比較している。これによると、人的資本を考慮したモデルの誤差がやや減少している。

人的資本を考慮することにより、東京や大阪などの人的資本が高いと考えられる大都市への交通量の過小推定の改善が期待される。図-5 を見ると、東

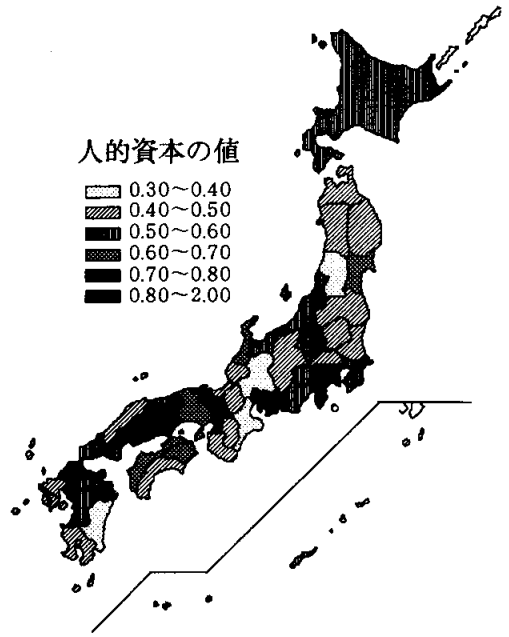


図-3 都道府県別の人的資本の値

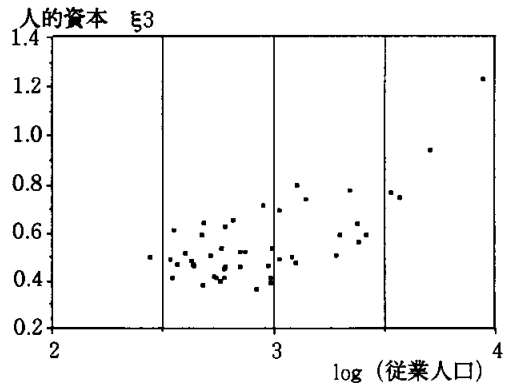


図-4 人的資本と従業人口との関係

京への集中交通量の誤差は著しく改善されている。また人口規模は大きい、重要な機能を大都市に依存している大都市周辺地域、つまり埼玉、群馬、栃木、岐阜、静岡、三重、滋賀、兵庫では、人的資本の導入によって過大推定が抑えられている。

これらの都府県への交通量は大きい、結果

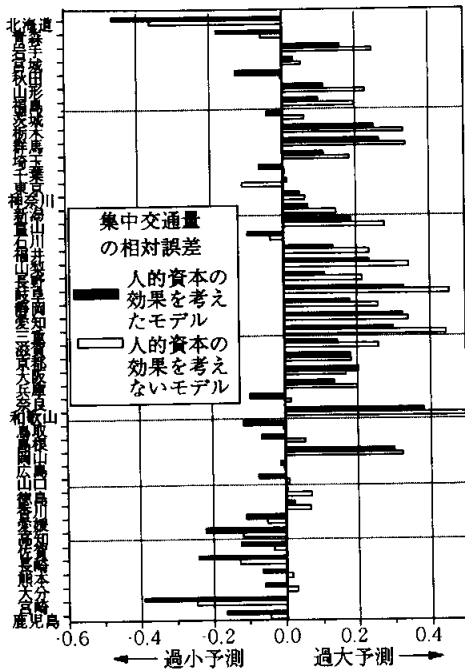


図-5 人的資本を含むモデルと、含まないモデルによる集中交通量の相対誤差

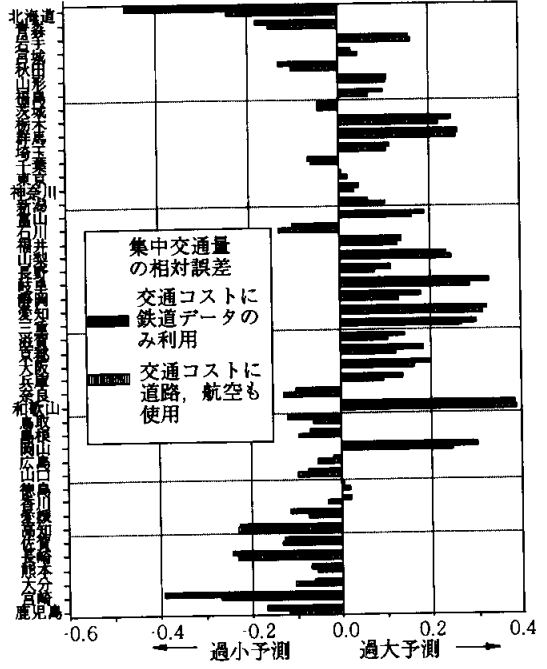


図-7 鉄道コストのみのモデルと、道路・航空のコストも考慮したモデルの集中交通量の相対誤差

として誤差の絶対値を小さくすることができる。分布交通量の平均2乗誤差は、人的資本の導入により74.4%に押さえられている。

(6) 道路・航空サービスの考慮

この二つのモデルに共通する傾向として、地理的に日本の中心に近い地域は過大に予測されており、北海道や九州など離れている地域は過小に予測されている。実際には、北海道や九州などへは飛行機による移動がかなり行われている。そこで交通コストの観測変数として、鉄道時間と運賃のほかに、道路の時間距離と、航空による時間と運賃（鉄道によるアクセスを含む運賃と時間、鉄道のみ利用の方が早いか安い場合には鉄道のデータを使用）を加えることとした。なお平成2年の道路時間距離については徳島大学青山研究室作成の国道・高速道路利用の県庁所在地間時間距離データを用いている。

モデルの推定結果を図-6に示している。パラメータの符号は理論通りでいずれも有意である。交

通量の誤差 ϵ の分散は少し小さくなったが、適合度指標(GFI)はむしろ低下した。

このように対数変換後のモデルにおける統計量だけでは精度の改善効果は明らかではない。そこで福岡への交通量をもとに集中交通量を再現し、その相対誤差を図-7に示している。これより道路と航空サービスのコストを考慮したことにより、北海道や宮崎の過小推定が緩和され、中部・近畿における過大推定も小さくなった。分布交通量の平均2乗誤差は人的資本を考慮しないモデル図-2の69.2%であり、道路・航空サービスの考慮により5%程度の2乗誤差を減少させることができた。

なお、どのモデルにおいても和歌山や岡山がかなり過大に予測されているが、これは県内で県庁所在地が国土幹線に近い側に偏しているため、本来の県全体のアクセスの便利さに比べて県庁所在地までのアクセスが過大に評価されているためであると考えられる。

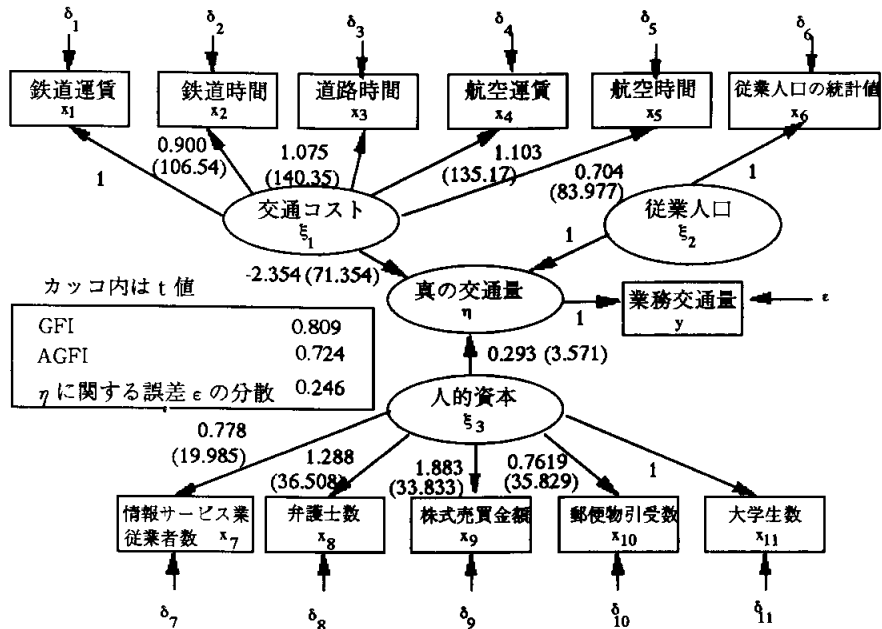


図-6 道路・航空のコストを考慮したモデルの推定結果

5. おわりに

本研究は都市間の業務旅客交通量を企業生産活動に立ち戻ってモデル化し、都市の知識水準を取り込んだ重力モデルを誘導した。さらに潜在変数を含む LISREL モデルの推定法を援用して、質的な潜在変数を含むモデルの推定方法を示した。実証分析の結果、対数変換後のモデルの統計的なあてはまりは既存のモデルと大差はないが、大都市への交通量の再現精度の向上が見られ、交通量の誤差の絶対値を大幅に減少させることができた。

今回の研究では、鉄道のほか道路、航空の交通コストを取り入れた推定を行なったが、まだ誤差は大きく、満足のできる結果が得られているわけではない。実績の交通機関分担率を考慮し、サービス水準変数を重みづけしたり、ネステッド構造モデルを開発する必要があると考える。

また、本研究では交通量の分布に着目した実証分析を行なったが、理論モデルからは地域の生産額と交通発生量との関係を導くことが可能である。今回用いたデータは県内の交通量を含んでいないが、

必要なデータの補完を行なった上で、発生モデルの推定も行ないたいと考える。

参考文献

- 1) 土木学会；交通需要予測ハンドブック、技報堂出版、1981
- 2) 谷藤正三；総合交通計画、技報堂出版、1976
- 3) Hisa Morisugi, Taka Ueda, Le Dam Hanh; A New Proposal for Travel Demand Forecasting in the Context of Classical Consumer Behavior Theory, paper presented at 7th WCTR, 1995
- 4) 森杉寿芳、上田孝行、小池淳司、小森俊文；古典的消费者行動に基づく交通行動モデルの地域間旅客需要予測への適用、土木計画学研究講演集 19 (1)、pp. 451-454、1996
- 5) Mun, S; Impacts of developments in telecommunication systems on travel demand and the location of office firms, The Cosmo-Creative Society, 1993
- 6) 小林潔司・奥村誠；高速交通体系が都市システムの発展に及ぼす影響に関する研究、土木計画学研究・論文集 13、pp. 57-66、1996
- 7) 竹内啓；SAS による共分散構造分析、東京大学出版社、1992
- 8) 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
- 9) 朝日新聞社編；民力、朝日新聞社、1991-1993

Intercity Business Trip Model Based on Production Activity

by Makoto OKUMURA and Hiroaki HAYAMA

Large part of inter-city trips are business purpose trips. The first half of this paper proposes a production function of firms which decide amount of intercity business trips to access valuable information and knowledge in other cities. Optimal conditions give an gravity-type model for business trips, which contains a latent variable for the quality of labor in each city. In the rest of the paper, estimation technique is discussed. We expanded the estimation procedure for LISREL model to estimate the proposed model. Empirical case study shows the applicability of the model and the estimation procedure.