

都市間業務交通量モデルの推定方法

広島大学大学院 学生員○端山裕章
 広島大学工学部 正会員 奥村誠
 広島大学大学院 正会員 杉恵頼寧

1. 背景と目的

我が国の国土計画は現在「交流」をキーワードとしており都市間交通網の整備が重要視されている。都市間旅客交通の中でも最も高い割合を占める業務旅客交通についての理論化、モデル化は立ち遅れている。本研究では業務交通が企業の生産活動ために必要な「知識」や「情報」を入手するために行われていることに着目した都市間業務交通量モデルの推定法を開発する。

2. 都市間業務交通量モデルの誘導

参考文献にならない、企業の生産関数を以下のように設定する。

$$Y_i = K_i^{\alpha} \left(Z_i^{\rho} N_i \right)^{\beta} \left\{ \sum_k Z_k^{\rho} N_k \left(\frac{R_{ik}}{Z_k^{\rho} N_k} \right)^{\mu} \right\}^{\tau} \quad (1)$$

ここで Y_i : 生産額, K_i : 資本, Z_i : 人的資本, N_i : 従業人口, R_{ij} : 地域間業務交通量である。

ここで利潤の最大化条件より R_{ij} を解けば

$$R_{ij} = \tau^{\mu} Y_i \frac{Z_j^{\rho} N_j d_{ij}^{1-\mu}}{\sum_k Z_k^{\rho} N_k d_{ik}^{1-\mu}} \quad (2)$$

となり、業務交通量が人的資本を含んだグラビティモデルの形で表わされる。ただし d_{ij} : 交通コストである。

3. 都市間業務交通量モデルの推定方法

業務交通量の分布すなわち目的地別の比率に着目する。他都市への交通量と基準値となる都市1への交通量との比をとると

$$\frac{R_{ij}}{R_{i1}} = A Z_j^{\rho} N_j d_{ij}^{1-\mu} \quad \text{ただし } A = \frac{1}{Z_1^{\rho} N_1 d_{i1}^{1-\mu}} \quad (3)$$

とかける。

この(3)式はパラメータの推定が困難な非線形だから対数を取り線形化する。また交通量, 従業人口, 交通コスト, 人的資本をすべて潜在変数と考え

$$\eta = \log \frac{R_{ij}}{R_{i1}} \quad \xi_1 = \log d_{ij} \quad \xi_2 = \log N_j \quad \xi_3 = \log Z_j$$

とおき係数(未知パラメータ)を $\gamma_{11}, \gamma_{12}, \gamma_{13}, \zeta$ を誤差項とすると(3)式は

$$\eta = \gamma_{11} \xi_1 + \gamma_{12} \xi_2 + \gamma_{13} \xi_3 + \zeta \quad (4)$$

また, ξ_1 から影響を受ける観測変数として鉄道運賃 (x_1 とする) と鉄道所要時間 (x_2), ξ_2 から影響を受ける変数として統計調査による従業人口 (x_3) を用いる。 ξ_3 から影響を受けると考えられる変数はいくつかの統計変数から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 (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 η から影響を受けるものを観測された業務交通量 (y) とする。

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

$$\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \\ x_7 \\ x_8 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \lambda_{x11} & 0 & 0 \\ \lambda_{x21} & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_{x32} & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_{x43} \\ 0 & 0 & \lambda_{x53} \\ 0 & 0 & \lambda_{x63} \\ 0 & 0 & \lambda_{x73} \\ 0 & 0 & \lambda_{x83} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \xi_1 \\ \xi_2 \\ \xi_3 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \\ \delta_4 \\ \delta_5 \\ \delta_6 \\ \delta_7 \\ \delta_8 \end{pmatrix} \quad (5)$$

$$y = \lambda_y \eta + \epsilon \quad (6)$$

以上の(4)～(6)式は、行動科学や社会科学分野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。そこでLISRELモデルに対して開発された推定法を援用してパラメータの推定を行う。

4. 都市間業務交通量モデルの実証分析

業務旅客交通量は、平成2年に実施された「幹線旅客純流動調査」の都道府県間データを用いた。鉄道運賃と所要時間は、県庁所在都市間の平成2年のもの(特急利用が基本)を用いた。人的資本を説明する変数は、都市的な活動水準や魅力度に関連すると思われる53種類の変数を取り上げ、その中から都市への集中交通量, 就業人口, 総生産等と相関の高い項目を抽出した。朝日新聞社編の「民力」より平成2年のデータを入手した。なお、所有率のような比率で表わされているもの以外は従業人口で割り、従業人口一人当りの値にした上で対数変換しておく。

モデルの因果関係を図-1に、パラメータ推定値を表-1に示す。なお、このモデルで人的資本の影響がなく、 $\gamma_{13}=0$ といった場合の推定結果も表-1の右側に示している。

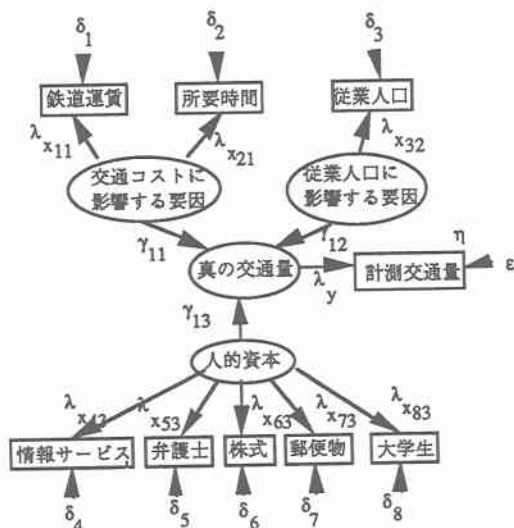


図-1 変数間の因果関係

表-1 パラメータ推定値

人的資本	効果あり	効果なし
パラメータ	推定値 t 値	推定値 t 値
γ_{11}	-2.217 (-25.471)	-2.252 (-25.781)
γ_{12}	0.974 (15.567)	1.116 (17.792)
γ_{13}	0.482 (4.105)	0 (-)
λ_{x11}	1 (-)	1 (-)
λ_{x21}	0.901 (41.020)	0.907 (41.401)
λ_{x32}	1 (-)	1 (-)
λ_{x43}	1.039 (27.500)	1.039 (27.489)
λ_{x53}	1.339 (42.855)	1.339 (42.840)
λ_{x63}	1.882 (39.611)	1.883 (39.611)
λ_{x73}	0.867 (42.830)	0.867 (42.815)
λ_{x83}	1 (-)	1 (-)
λ_y	1 (-)	1 (-)
GFI	0.873	0.872
AGFI	0.780	0.787
誤差の共分散	0.695	0.698

モデルの適合度を示すGFI,AGFIは1に近いほど良い。表-1より、人的資本を考慮したモデルがわずかに誤差が小さいが、パラメータ値、モデルの適合度ともに差はなく統計的にはほとんど差異がない。

人的資本の値と集中交通量の予測誤差を求めた結果

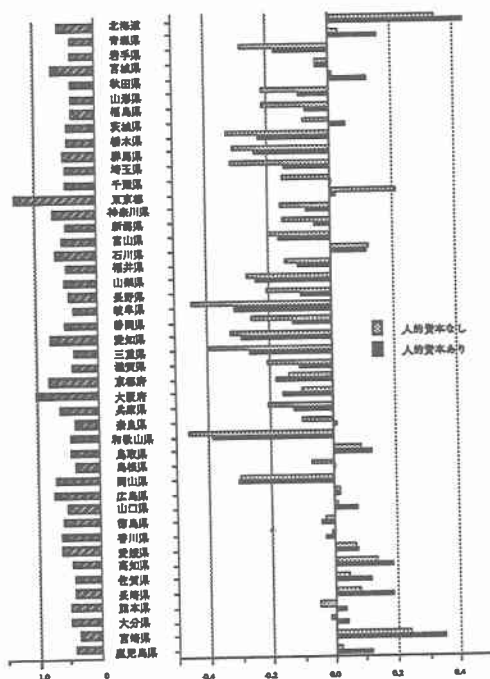


図-2 人的資本の推定値と集中交通量の誤差

を図-2に示す。

人的資本の値は各地方の拠点となっている都市で高い。また大都市周辺の地域は、重要な機能を大都市圏の中心都市に頼るために人口の割には人的資本の値は低い。大都市周辺の地域へのトリップは、交通コストと人口規模のみのモデルで予測すると過大となるが、人的資本を導入したモデルではそれが抑えられる。また、交通コストに鉄道データを用いたため地理的に日本の中心地から離れた地域への交通量は過小予測の傾向がある。

5. 結論

人的資本を導入したグラビティモデルに対する推定方法を開発した。また実証分析の結果、東京や大都市周辺への交通量予測の精度が向上し、人的資本をモデルに取り入れたことの効果を認めることができた。

参考文献 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，土木計画学研究講演集18(1)，pp. 221-224, 1995

謝辞 交通コストに関するデータの入手にあたり名古屋大学工学部土木工学科の森川高行助教授の協力を頂いたことに感謝します。