

総流動データによる都道府県間純流動の逆推定* Reproduction of Net Passenger Trips from Gross Traffic Data *

栢元 淳平**・奥村 誠***・塚井 誠人****

By Junpei HAZEMOTO**・Makoto OKUMURA ***・Makoto TSUKAI ****

1. はじめに

旅客の交通行動分析や、ネットワーク整備の効果、地域間費用配分を検討するには、真の出発地・目的地を捉えた分布交通量を知ることが重要である。都市間交通では、分布交通量を把握することを目的として幹線旅客純流動調査（以下、純流動調査）が1990年以来行われており、現在までに3回（90、95、2000年）のデータが公表されている。しかし純流動調査はアンケートの費用・労力が膨大であることや、抽出率が低くサンプリング誤差が大きいといった点が指摘されてきた。

それに対して、旅客地域流動調査（以下、総流動調査）では、交通機関ごとの輸送人員を集計する。この調査は、チケット販売情報から乗車・降車地点を機械的に集計するため労力負担は小さくデータ数が多いためサンプリング誤差も小さい。

総流動は、純流動1トリップに対して交通機関を乗り換えたときは必ず2トリップ以上が観測される流動である。したがって、純流動が観測されていれば経路選択モデル等を用いて総流動を推定することは容易である。しかし、総流動データに基づいて純流動を推定する、いわゆる「逆推定」はこれまであまり議論されていない。逆推定の手法が確立されれば、純流動調査が行われていない年次の純流動を得ることができる。例えば過去に遡って、90年以前のプロジェクトの事後評価などを純流動ベースで行うことや、毎年公表される最新の総流動データを用いておおよその純流動を推計することが期待できる。

本研究では、総流動データから都道府県間の純流動を逆推定する手法を提案し、その手法の有効性を確認する。さらに、純流動データの存在しない1970年の純流動を得ることを試みる。

2. 既往の研究と本研究のアプローチ

純流動調査はアンケート調査によらざるを得ないため、総流動調査に比べ調査コストが高い。かつては、世帯ア

ンケート調査を全国規模で実施する方法も提案されたが、莫大な費用がかかることから本格調査には至らなかったという経緯がある¹⁾。この調査費用の問題のため、現在では交通機関ごとの純流動情報が得られる既存調査を有効活用し、追加調査と統合することで純流動を得ている^{2) 3)}。しかし、既存調査ごとの標本数や回収率が異なることや、データ統合の際、流動の少ないODでは拡大係数そのものを調査主体が仮定しなければならないなどの問題がある。屋井ら⁴⁾、内山ら⁵⁾は標本誤差の問題を指摘しており、内山⁶⁾は純流動データの信頼性を担保するため、他の統計資料や調査結果を活用し信頼性の向上を支援できるような推計方法の開発が重要であると述べている。

一方、都市内自動車交通において総流動に対応する区間交通量データから純流動にあたる分布交通量を逆推計する手法が研究されている^{7) 9)}。PT調査を利用した段階推定法に比べて、この逆推定手法は経済的にかつ容易に分布交通量を推定できるのが特徴である。しかし、全国規模の都市間交通において、逆推定を試みた研究は見られない。

そこで本研究では、都市間交通の総流動データから純流動を逆推定する手法を提案する。その際、予め構築した経路選択モデル¹⁰⁾のパラメータを所与として、純流動の重力モデルと総流動の関係を定式化する。総流動の観測値と推定値が合うように純流動の重力モデルを推定し、そのパラメータに基づいて純流動を得る。

以下、総流動と純流動の扱いについて触れ、次に逆推定の手順を示す。

3. 総流動区間と純流動OD

本研究では、沖縄を除く各都道府県をそれぞれ1ゾーンとして集計されている総流動調査から、航空および鉄道のデータに基づいて都道府県間の純流動を求めるものである。本研究は、全国的な視点からの公共交通ネットワーク上で複数の経路の選択利用が想定される長距離のODの把握に重点を置き、自家用車のトリップは対象としない。実際バスの遠距離利用は鉄道に比べて多くない。また船舶のトリップは特定の区間に限られており、総流動ベースの議論で十分であると考えた。

* Key words : 調査論、分布交通、国土計画
** 正会員、修(工)、岡山県阿新地方振興局
*** 正会員、博(工)、広島大学大学院工学研究科助教授
(〒739-8527 東広島市鏡山1-4-1、TEL&FAX 082-424-7827)
****正会員、博(工)、立命館大学理工学部都市システム工学科講師

いま、図 - 1 に示すように出発地 (O 県) と目的地 (D 県) の間に、鉄道のみを利用する経路が 1 本と、途中で飛行機を利用する経路が 2 本ある場合を考える。ここで、真の出発地・目的地の組み合わせを OD と呼び、記号 OD で表す。図中の I, J はそれぞれ搭乗・到着空港のある県である。この OD 間では、O-D 県間の航空、O-I 県間の鉄道、I-J 県間の航空、J-D 県間の鉄道、O-D 県間の鉄道、の 5 つ都道府県間で総流動が観測される。これらの都道府県間を「区間」と呼び、記号 S で表す。なお、同じ都道府県間であっても交通機関が異なれば違う区間であると考え、図 - 1 に示すように異なる番号を与える。

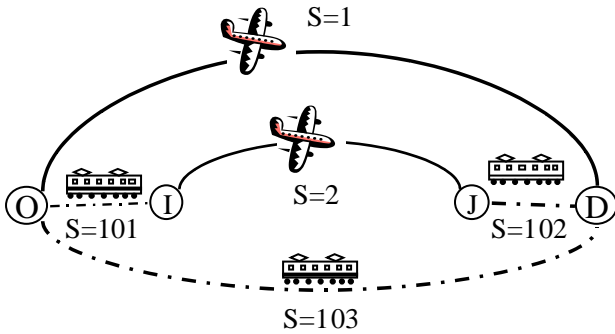


図 - 1 総流動区間

4. 逆推定の方法

(1) 総流動と純流動の関係

純流動 T_{OD} は、航空と鉄道を足し合わせた流動量とする。区間 S の総流動 y_S と純流動 T_{OD} の関係は式 (1) で表される。

$$y_S = \sum_{OD} \mu_S^{OD} T_{OD} \quad (1)$$

y_S : 区間 S の総流動 (千人/年)
 T_{OD} : OD 間の純流動 (千人/年)
 μ_S^{OD} : T_{OD} の区間 S の利用率

(2) 逆推定の方法

式 (1) の関係が成立すると仮定した上で、総流動の観測値 y_S と推定値 \hat{y}_S に着目する。 T_{OD} をなんらかの分布交通量モデルで推定した値を \hat{T}_{OD} とし、経路選択率を所与として区間利用率の推定値 $\hat{\mu}_S^{OD}$ を与えれば、 \hat{y}_S は式 (2) のように表すことができる。

$$\hat{y}_S = \sum_{OD} \hat{\mu}_S^{OD} \hat{T}_{OD} \quad (2)$$

ここで、区間 S の総流動の推定値 \hat{y}_S と観測値 y_S の差異は平均がゼロの確率変数とする。区間 S では複数の純流動 T_{OD} が重ね合わさって観測されることから、総流動 y_S が大きい程その差異も大きくなると考えられる。

そこで y_S と \hat{y}_S の誤差率が平均ゼロの対数正規分

布に従うと仮定する。したがって、全総流動区間 S についての同時確率密度は式 (3) のように定式化できる。

$$L = \prod_S \frac{1}{\sqrt{2\pi\sigma^2}} \exp\left(-\frac{1}{2} \frac{\{\ln(y_S) - \ln(\hat{y}_S)\}^2}{\sigma^2}\right) \quad (3)$$

σ^2 : 分散パラメータ

最尤法により \hat{T}_{OD} のモデルパラメータを求めることで純流動が得られる。

5. 純流動の重力モデルと区間利用率 $\hat{\mu}_S^{OD}$ の推定

(1) 純流動の重力モデル

本研究では、式 (2) 中の純流動の分布関数 \hat{T}_{OD} を式 (4) のように重力モデル型で特定化する。説明変数として、都道府県の人口、OD 間の直線距離、交通サービス水準、OD 組み合わせダミーを用いる。

都市内の通勤 OD などと異なり、都市間交通ではある流動が「行き」か「帰り」という区別が調査しにくく、単純に方向性を区別する重要性は薄い。しかし、業務交通などでは、都市の管轄関係に応じて交通量が影響を受けることが既存の研究⁽¹⁰⁾などで明らかとなっている。そこで OD 各都道府県の人口が N_1, N_2 となるように添字 1, 2 を定義する。交通サービス水準は、経路選択モデルから得られるログサム合成効用とするが計算の簡単化のため log を取らない。なお、運行頻度や運賃を反映しているため直線距離との相関は高くなく、重共線性の問題は生じない。OD 間の距離によってサービスに対する感度が異なると考えられるため、距離帯ごとに異なるパラメータをおいた。また、地域の組み合わせは、表 - 2 に示すように全国を 3 地域に分割し、表 - 3 に従ってダミー変数によって表した。

$$\hat{T}_{OD} = (N_1)^{\alpha_1} (N_2)^{\alpha_2} (d_{OD})^{-\gamma} \prod_n (LOS_{OD})^{\delta_n^{OD} \phi_n} \prod_m \exp(\epsilon_m^{OD} \kappa_m) \quad (4)$$

ただし、

$$LOS_{OD} = \sum_p \exp(V_p) \quad (5)$$

N_1, N_2 : O, D の人口 (N_1, N_2)

d_{OD} : OD 間直線距離

LOS_{OD} : OD 間の交通サービス水準

V_p : 経路 l の効用を代表交通機関 p ごとにまとめた効用

δ_n^{OD} : OD の距離がカテゴリ n (表 - 1) である場合に 1、それ以外は 0 となるダミー変数

表 - 1 交通サービス水準の距離帯区分

カテゴリ	距離帯(km)
$n = 1$	0 - 300
$n = 2$	300 - 600
$n = 3$	600 - 900
$n = 4$	900 -

表 - 2 広域地方の定義

北日本	北海道 東北地方
中日本	関東、中部 近畿地方
西日本	中国、四国 九州地方

表 - 3 OD 組み合わせの分類

カテゴリ	組み合わせ
$m = 1$	北日本 - 北日本
$m = 2$	北日本 - 中日本
$m = 3$	北日本 - 西日本
$m = 4$	中日本 - 中日本
$m = 5$	中日本 - 西日本
$m = 6$	西日本 - 西日本

ε_m^{OD} : OD 組み合わせがカテゴリ m (表 - 2, 表 - 3) であれば 1、それ以外は 0 となるダミー変数
 $1, 2, \dots, n, m$: モデルパラメータ

(2) 区間利用率 $\hat{\mu}_s^{OD}$ の推定

先述したように $\hat{\rho}_{s,l}^{OD}$ を推定するには、OD ごとの区間 S の利用率 $\hat{\mu}_s^{OD}$ を与えなくてはならない。OD ごとの経路選択肢集合を L_{OD} とすれば、 $\hat{\mu}_s^{OD}$ は以下のように定式化できる。

$$\hat{\mu}_s^{OD} = \sum_{l \in L_{OD}} \hat{\rho}_{s,l}^{OD} \rho_{s,l}^{OD} \quad (6)$$

$$\rho_{s,l}^{OD} = \begin{cases} 1 & (l \in L_{OD}, s \in l) \\ 0 & (l \notin L_{OD}, s \notin l) \end{cases} \quad (7)$$

ただし、 $\hat{\rho}_{s,l}^{OD}$ は OD ごとの経路 l の選択率を表す。式 (7) で定義する $\rho_{s,l}^{OD}$ は、OD 間の旅客が利用する経路 l に区間 S が含まれる場合に 1、それ以外は 0 となるダミー変数である。

$\rho_{s,l}^{OD}$ は、著者らが提案している経路選択肢集合の生成方法¹⁰⁾により L_{OD} を求め、経路 l に含まれる区間 S を列挙することによって求められる。

L_{OD} を求める手順を以下に示す。まず、主要駅・主要空港をノード、新幹線・特急路線、国内航空路線をリンクとする全国都市間交通ネットワークを設定し、JR 時刻表よりネットワークデータ (所要時間、営業キロ、運賃、運行本数) を与える。まず鉄道リンクのみを対象として複数の経路を効率的に列挙する第 K 経路探索法¹¹⁾を利用し、全ての OD 間について所要時間が短い順に経路を列挙する。列挙した経路のうち、最短所要時間の 1.5 倍を越える経路は除き、選択肢集合の候補とする。同様の計算を航空リンクを加えたネットワーク上でも行い、選択肢集合の候補に加える。候補の中には非常に類似した経路が多く含まれているが、幹線旅客は列挙した経路全

てを別々の経路と認知していると考えにくいいため、同じリンクを多く含むような類似した経路をグループ化し、各グループの中で最短所要時間の経路を代表経路として L_{OD} を得る。

さらに L_{OD} に基づいて $\rho_{s,l}^{OD}$ を求めるために以下の前提を置く。

旅客は、出発地ゾーンの代表鉄道駅から出発し、目的地ゾーンの代表鉄道駅に到着する。

旅客が鉄道を利用する場合は、乗車駅から降車駅までの切符を一枚のみ購入する。

代表交通機関が航空の旅客は、出発・目的地ゾーンに空港がない場合、出発・目的地ゾーンと搭乗・到着空港ゾーンの間移動に鉄道を利用する。

これらの前提のもとに、各代表経路に含まれる区間を列挙すれば $\rho_{s,l}^{OD}$ を得ることができる。

経路選択率 $\hat{\rho}_l^{OD}$ は、著者らが推定したロジット型の経路選択モデル¹⁰⁾を用いて導出する。このモデルは、純流動データの「代表交通機関別府県相互間純流動量」をトリップデータとして用い、代表交通機関ごとに経路効用をまとめたログサム合成効用を説明変数として、経路効用のパラメータを求めるものである。パラメータを純流動データが得られる年次について求め、先決値として与えれば、各時点のリンクデータから経路選択率の推定値 $\hat{\rho}_l^{OD}$ を求めることができる。本研究では、1995 年の純流動データに基づいて経路選択パラメータを得た。

6 . 1995 年の総流動データに基づく逆推定

本研究で提案する手法を 1995 年に適用する。95 年は第 2 回幹線旅客純流動調査が行われており、逆推定して求めた純流動と、観測された純流動および純流動データから直接推定したモデルとの比較を行うことができる。

観測総流動 y_s として、95 年の総流動調査の定期航空と JR のデータを用いる。ただし、 $\rho_{s,l}^{OD}$ を求める前提として鉄道の分担率を 100% と仮定している空港へのアクセスにおいて、自動車など他の交通機関の影響を除外するため、自動車で 1 時間以内の総流動区間は計算対象から除いた。また、流動量が 0 の区間も計算対象から除いた。その結果、計算対象となる区間は 1,056 区間となった。

区間利用率 $\hat{\mu}_s^{OD}$ の設定は、逆推定モデルの推定に系統的な誤差を与える危険性がある。そこで区間利用率の妥当性を確認するために、既存の純流動データに経路選択率を乗じて区間ごとの総流動を求め、それを総流動の観測データと比較した。図 - 2 に純流動データから求めた総流動と観測総流動を対数軸上でプロットした結果を示す。

プロット値は 45° の直線付近を中心としてばらついており、対数軸上で計算した決定係数は 0.772 と高く、交

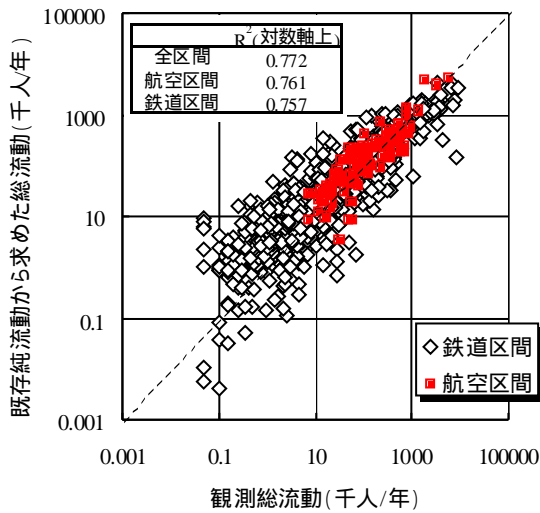


図 - 2 既存純流動データから求めた総流動と観測総流動

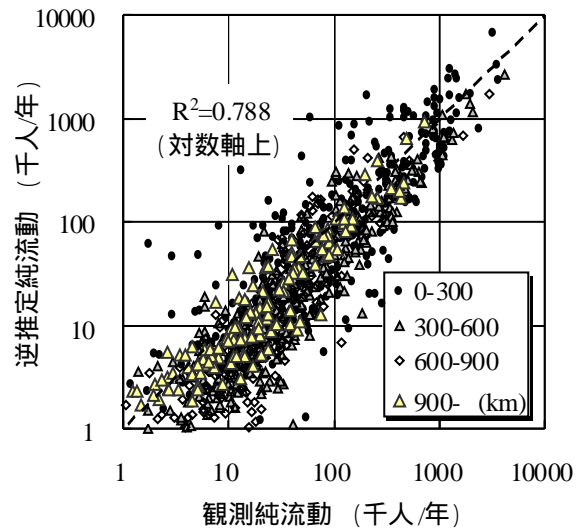


図 - 3 観測純流動と逆推定した純流動の推定値

表 - 5 逆推定モデルの推定結果

説明変数	逆推定モデル	比較モデル
人口(大) (10万人)	1.763 **	1.334 **
	(29.53)	(35.26)
人口(小) (10万人)	1.202 **	1.139 **
	(13.98)	(19.77)
距離 (km)	-0.683 **	-0.165 *
	(-5.33)	(-2.20)
LOS	0-300	0.363 **
		(7.23)
	300-600	0.319 **
		(8.15)
600-900	0.248 **	
	(2.84)	
900-	0.256 **	
	(1.24)	
ダミー	北 - 北	-1.123 **
		(0.59)
	北 - 中	-2.162 **
		(-1.42)
	北 - 西	-2.100 **
		(-2.03)
	中 - 中	-2.387 **
		(-2.96)
中 - 西	-2.289 **	
	(-2.50)	
西 - 西	-1.675 **	
	(-0.85)	
分散	2	-
	1.126 **	
	(23.02)	
総流動に対する決定係数	0.801	-
純流動に対する決定係数	0.788	0.817
有効サンプル数	1056	1020

カッコ内はt値 * : 5%有意 ** : 1%有意

通機関ごとに計算した決定係数に大きな差はないことから、区間利用率 $\hat{\mu}_s^{OD}$ の設定値は妥当であると考えられる。

表 - 5 に逆推定モデルの推定結果を示す。比較のため観測純流動に同じ式形の重力モデルを直接当てはめ、対数線形化した上で最小二乗法により推定した結果も示す(比較モデル)。これらは共に目的変数を対数化した上で正規分布誤差を仮定しているため、比較が可能である。表 - 5 より、両モデルともほとんどのパラメータが有意となり、パラメータの符号に論理矛盾はない。したがって良好なモデルであるといえる。両モデルとも人口のパラメータ値が1を越える結果となった。この値が1ならば人口と流動量が完全に比例することを意味するが、1を越えているため相互人口の多いODほど相乗的に流動量が増すことがわかる。

両モデルのパラメータの比較から、人口、距離、およびOD間距離が[0-300km]、[300-600km]のLOSは、逆推定モデルの方が比較モデルよりも強い影響を及ぼすという結果が得られた。しかし、600km以上のODで逆推定モデルのLOSのパラメータ値が0に近い場合、この距離帯の分布交通量はほとんど人口や距離で説明される。

図 - 3 に逆推定モデルから求めた純流動の推定値 \hat{t}_{od} と第2回幹線旅客純流動調査によって得られた観測値を対数軸上でプロットした結果を示す。決定係数は0.788であった。比較モデルの決定係数は0.817であり、これとほぼ同等である。したがって逆推定した純流動の再現性は十分高いといえる。

図 - 3 からわかるように、逆推定した純流動は若干過小推定される傾向があり、その傾向は流動の少ないODで強い。総発生・集中交通量の推定値は実績値より15%程度小さく、特に大都市圏の発着ト

リップに過小推定が見られる。その理由として、純流動調査に大都市圏内々分がないこと、自動車で1時間以内の総流動区間を計算対象から除いたことの影響が疑われる。しかし逆に、幹線旅客純流動調査は平日1日を対象に行われているため、流動の少ないODでは、相対的にサンプリング誤差が大きくなると考えられる。そのため、純流動調査の際に流動の少ないODで実際の流動よりも過大に観測している可能性も否定できない。

7. 1970年の純流動の逆推定

本節では、逆推定手法を適用して純流動調査が行われていない1970年の純流動を得ることを試みる。観測総流動 y_s として、70年の総流動調査から定期航空と国鉄のデータを用いる。前節と同様に自動車で1時間以内の区間および流動量が0の区間を除くと、計算対象となる区間は1085区間となった。

70年のネットワークデータは、95年と同様にJR時刻表より与えた。ただし、青函トンネル、瀬戸大橋が開通していなかったため、「青函連絡船」「宇高連絡線」のリンクを設定して代替した。なお、70年時の航空と鉄道の運賃は95年のそれぞれ1/2、1/4程度である。経路選択パラメータとして95年値を用いるために、70年の運賃を95年価格にデフレートした上で経路選択率を設定した。

表-6に70年の逆推定モデルの推定結果を示す。さらに比較のため95年の逆推定モデルの推定結果も再掲する。

図-4に、70年の総流動の観測値 y_s と推定パラメータにより再計算した \hat{y}_s を対数軸上にプロットした結果を示す。対数軸上での決定係数は0.602であり、再現性は比較的良好であるといえる。航空区間は過大に推定される区間が多く、航空区間のみの決定係数も0.155と低い結果となった。航空区間はせいぜい64区間であり、鉄道の1,019区間と比べて少ないため誤差が多くなるのは止むを得ないと思われる。ただし、運賃のデフレートにより航空利用経路の選択率が高く設定され、それがLOSを押し上げて、無制約形の分布モデルに系統的影響を与えている可能性は否定できない。今後は経路選択モデルの時間的な移転性を検討する必要がある。なお、このような問題点が具体的な数値を用いて検討できること自体が本手法の成果であると考えられる。

表-6より、70年の逆推定モデルのパラメータ値は概ね有意となった。最も説明力が高いのは人口のパラメータであり、95年の逆推定モデルと同様に人口(大)の説明力が高い。人口のパラメータの推定値はともに95年より小さくなっているが、特に人口(大)の推定値の経年変化が大きく、この25年間で地方都市-大都市間の交流が増加していることが示唆できる。

表-6 70年と95年の逆推定モデルの推定結果

説明変数	逆推定モデル		
	70年	95年	
人口(大) (10万人)	1.522 ** (19.26)	1.763 ** (29.53)	
人口(小) (10万人)	1.151 ** (9.44)	1.202 ** (13.98)	
距離 (km)	-0.970 ** (-6.62)	-0.683 ** (-5.33)	

0-300	0.307 ** (5.42)	0.581 ** (7.23)	
300-600	0.171 ** (4.16)	0.350 ** (5.46)	
600-900	0.084 ** (2.60)	0.167 ** (2.84)	
900-	0.009 (0.33)	0.074 (1.24)	

北-北	3.288 ** (4.25)	0.376 (0.59)	
北-中	2.088 ** (2.78)	-0.896 (-1.42)	
北-西	0.985 (1.33)	-1.279 * (-2.03)	
ダミー	中-中	1.610 * (2.21)	-1.816 ** (-2.96)
中-西	2.296 ** (3.09)	-1.592 * (-2.50)	
西-西	2.935 ** (4.19)	-0.503 (-0.85)	

分散	2	2.128 ** (23.28)	1.126 ** (23.02)

総流動に対する決定係数	0.602	0.801	
有効サンプル数	1085	1056	

カッコ内はt値 * : 5%有意 ** : 1%有意

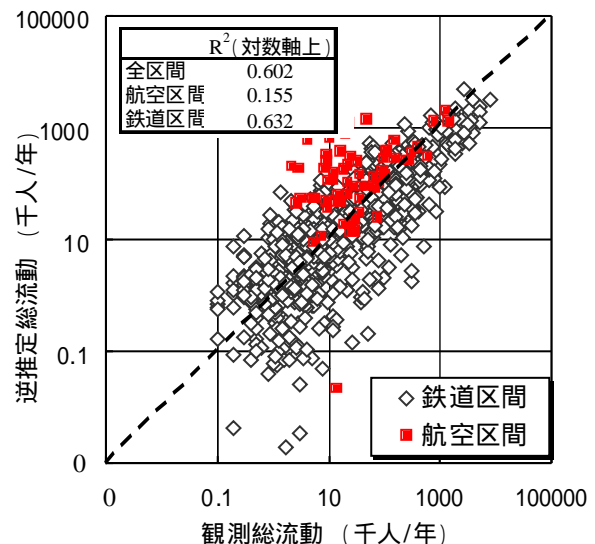


図-4 70年の観測総流動と総流動の逆推定モデル値

地域ダミーのうち、北日本-西日本のパラメータは、95年では中日本-中日本、中日本-西日本について3番目に小さい値であるが、70年は最も小さい値を示してい

る。さらに、70年の距離のパラメータ値は、95年よりも距離抵抗が強いことを示していることから、当時北日本 - 西日本間の遠距離の純流動は極めて少なかったことがわかる。

このように、本研究の手法を用いれば重力モデルのパラメータ値が各年次について求められ、都市間交通の分布パターンについての経年比較を行うことが可能となる。総流動データは、1970年からデータの蓄積があり、純流動調査が行われていない1990年以前の純流動パターンを分析するには本研究の手法は有効である。

8. おわりに

本研究では、総流動データに基づいて純流動を求める手法を提案した。経路選択モデルを予め構築しておき、経路分担率を所与として純流動の重力モデルと総流動の関係を定式化し、総流動の観測値と推定値が合うように重力モデルを推定するというアプローチをとった。純流動調査の行われた1995年の総流動を用いて純流動を逆推定したところ、有意なパラメータを得ることができ、再現性も良好であることを確認した。さらに、この手法を純流動調査が行われていない1970年に適用したところ、パラメータ推定値の符号は95年と同様の傾向を示した。地域組み合わせや距離のパラメータ値から、1970年当時、北日本 - 西日本間の純流動は極めて少なかったことがわかった。

最後に今後の課題を述べる。本研究の手法では、純流動の重力モデルには構造誤差を仮定せず、総流動の観測値と推定値の間の差異を認めている。このため無制約型の重力モデルで表現しきれない部分が生成交通量に押し付けられ、結果的に95年での推定値の総和が実績値の総和を15%も下回るという結果となった。生成交通量に対しての追加的な情報を追加して、制約型の重力モデルを適用することが一つの方向である。

また、重力モデルの構造誤差を含めて誤差を最小化するような逆推定方法の開発ができれば、観測総流動との誤差で、実質的に両側制約のついた重力モデルを適用すると同様の安定化が期待できる。差を一定に収めつつ構造誤差を小さくすることになるので、実質的に両側制約のついた重力モデルを適用すると同様の安定化が期待できる。

<参考文献>

- 1) 運輸経済研究センター：旅客純流動の調査方法の研究報告書，1983.
- 2) 伊東 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，No.16(2) pp.251-256，1993.
- 3) 諸星 一信，小室 光弘，奥村 泰宏：「幹線旅客純流動表の作成とその特性」，土木計画学・講演集，No.16(2)，pp.257-262，1993.
- 4) 屋井 鉄雄，岩倉 成志：旅客純流動データを用いた交通機関モデルの特性分析，土木計画学研究・講演集，No.16(2)，pp.275-280，1993.
- 5) 内山 久雄，毛利 雄一：純流動データの特徴とそれを用いたOD特性分析，土木計画学・講演集，No.16(2)，pp.271-274，1993.
- 6) 内山 久雄：幹線旅客データ整備の今後の課題，土木計画学・講演集，No.16(2)，pp.281-282，1993.
- 7) 土木学会：交通ネットワークの均衡分析，12章，pp.241-263，1995.
- 8) 井上 博司：交通量調査資料を用いたOD交通量の統計的推計法，土木学会論文報告集，第332号，pp.85-94，1983.
- 9) 高山 純一，飯田 恭敬：リンク観測交通量を用いた残差平方和最小化による交通需要推計法，第40回土木学会年次学術講演概要集 第4部門，pp.407-408，1985.
- 10) 柘元 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，No.20，pp.255-260，2003.
- 11) 加藤 直樹ら：無向グラフの第K最短単純路を求めるO(Kn)アルゴリズム，電気通信学会論文集，Vol.J-61A，N0.12，1978.

幹線旅客の流動データには純流動データと総流動データがある。純流動データは真の出発地・目的地をとらえたデータであり、交通需要分析を行うのに有効であるが、アンケートデータを要するため調査コストが高額でサンプリング誤差が大きい。一方、総流動データは販売チケット情報を利用して機械的に集計される上、サンプリング誤差は小さい。本研究では都市間交通の総流動のデータから、都道府県間の純流動を逆推定する手法を提案した。経路選択パラメータを先決値として与え、純流動の分布交通量モデルとして重力モデルを仮定して総流動と純流動の関係を定式化した上で、総流動の観測値と推定値の誤差が最小になるように純流動の重力モデルのパラメータを推定した。1995年のデータを用いて逆推定したところ、再現性の高いモデルが構築された。また、同モデルを1970年に適用したところ、北日本 - 西日本のような遠距離の純流動は極めて少なかったという結果が得られた。

*Reproduction of Net Passenger Trips from Gross Traffic Data **

*By Junpei HAZEMOTO**・Makoto OKUMURA ***・Makoto TSUKAI *****

This paper proposed a method to reproduce net passenger trips from gross traffic data. Net passenger trip data give information of passenger's real origin and destination zones, but involve comparatively large sampling errors due to the detailed questionnaire survey with high cost. Gross traffic data have smaller sampling errors and it can be easily aggregated from ticket data including boarding information. The reproduction model consists of route choice model, gravity model based on relationship between net passenger trips and gross traffic data. The reproduction model was applied to the gross traffic data in 1995, and high reproductive performance was shown. The reproduction model was concluded to be applicable to estimate unknown net passenger trips. The net passenger trips in 1970 estimated by the reproduction model showed that long distance trips in 1970 were very few.
