

地域間交流データを用いた潜在的地域間距離の推定に関する研究

Estimation of the Hidden Distances between Japanese Regions Using Data on Interregional Interaction

阿部宏史*、小川正義**

Hirofumi Abe, Masayoshi Ogawa

1. はじめに

わが国は、21世紀初頭に人口減少・高齢化時代に入ると予測されており、その中で国土・地域計画の基本目標も、従来の定住人口増大から交流人口拡大へと変化しつつある。地域間交流の形成においては、地域の空間的位置関係、すなわち地域間距離が最も重要な要因となる。従来の研究では、地域間距離を地図上の距離(例えば大圏距離)や各種交通手段による所要時間等の物理的距離で捉えたものが多い。しかし、地域間交流には、物理的距離だけでなく、地域間の歴史的つながりや国全体の経済社会構造等の様々な要因が反映されており、それらの要因が複合して地域間の潜在的な位置関係(本研究では「潜在的な地域間距離」と呼ぶ)が形成されていると考えられる。

以上のような地域の潜在的な位置関係を推定する試みはPlaneによる研究事例¹⁾があるが、本研究では、潜在的な地域間距離を推定する新たな手法として、多次元尺度法(Multidimensional Scaling, 以下MDS)を用いた分析モデルを提案し、わが国の地域間交流データを用いたケーススタディを行う。

2. 使用データ

本研究では、分析データとして、運輸省による旅客地域流動調査、及び貨物地域流動調査を使用する。これらの調査は運輸省が昭和30年代から毎年継続的に実施しているものであり、鉄道、自動車、海運、航空等の交通手段別に、都道府県間の1年度内の旅客流動数と貨物輸送量を推計している。

キーワード：国土計画、地域計画

*正会員、工博、岡山大学環境理工学部

**学生員、岡山大学大学院工学研究科修士課程

〒700 岡山市津島中2-1-1

Tel.086-251-8058、Fax.253-2993

ここでは、運輸省が発行している運輸経済統計要覧に所収の地域間流動表から、表1の15地域間流動データを収集した。また、分析年次は、1965年、70年、75年、80年、85年、90年の25年間6時点とした。

3. 分析の構成

(1) MDSによる潜在的な地域間距離の推定

本研究で適用する潜在的な地域間距離の推定方法は、筆者が既往文献²⁾の中で提案した多次元尺度法を利用する方法であり、地域間交流に重力モデルを仮定して、潜在的な地域間距離と重力モデルの距離減衰パラメータを同時に決定するものである。先述のように、本研究で推定する地域間距離は、地域間交流からみた各地域の相対的位置関係を表すものであり、大圏距離や所要時間のような現実の距離とは異なる。

MDSは対象間の距離(或いは非類似性)データを用いて任意の次元数の空間における対象の座標値を決定する方法である。本研究では、MDSの適用に際して以下の仮定を置く。

- ①地域間交流は、式(1)の重力モデルで表すことができる。

表1 分析対象15地域の設定

分析対象 15地域	46都道府県 (沖縄県を除く)
(1)北海道	北海道
(2)東東北	青森、岩手、宮城、福島
(3)西東北	秋田、山形
(4)北関東	茨城、栃木、群馬、埼玉
(5)南関東	千葉、東京、神奈川
(6)北陸	新潟、富山、石川、福井
(7)甲信	山梨、長野
(8)東海	岐阜、静岡、愛知、三重
(9)近畿	滋賀、京都、奈良、和歌山
(10)阪神	大阪、兵庫
(11)山陰	鳥取、島根
(12)山陽	岡山、広島、山口
(13)四国	徳島、香川、愛媛、高知
(14)北九州	福岡、佐賀、長崎
(15)南九州	熊本、大分、宮崎、鹿児島

$$M_{ijk} = \beta_k \left(\sum_i M_{ijk} \right) \left(\sum_j M_{ijk} \right) / (d_{ijk})^{\alpha_k} \quad (1)$$

ここに、 M_{ijk} は年次kにおける地域iからjへの流動量、 d_{ijk} は年次kにおける地域i、j間の距離、 β_k と α_k は年次kのパラメータであり、 α_k は距離減衰パラメータと呼ばれる。

②地域間の相対的位置関係は、t次元空間内での単純ユークリッド距離によって表される。

以上の仮定のうち、②はMDSによって地域間の相対的位置関係を決定するためのものである。単純ユークリッドモデルによるMDSでは、15地域間の距離データ d_{ijk} に式(2)で定義されるユークリッド距離 $\hat{d}_{ijk}$ を当てはめ、 d_{ijk} と $\hat{d}_{ijk}$ との乖離を最小とするt次元空間における15地域の座標値 x_{irk} を決定する。

$$\hat{d}_{ijk} = \left\{ \sum_{r=1}^t (x_{irk} - x_{jrk})^2 \right\}^{1/2} \quad (2)$$

但し、kは15地域間の距離行列の番号であり、本研究では分析年次と旅客、貨物の流動種別に対応する。

また、①の仮定から地域間距離と流動量との関係を式(3)で表すことができる。

$$d_{ijk} = \left\{ \beta_k \left(\sum_i M_{ijk} \right) \left(\sum_j M_{ijk} \right) / M_{ijk} \right\}^{1/\alpha_k} \quad (3)$$

ここに、 β_k は調整係数であり、年次別に地域間の相対的距離を求める場合には1と仮定してもよい。以上の結果、式(3)では、距離減衰パラメータ α_k が定まると、地域間流動量から地域間距離 d_{ijk} が決定される。しかし、式(3)の α_k は未知量であるため、 d_{ijk} を決定するためには、何らかの基準にもとづいて最良の α_k を先決する必要がある。

本研究では、旅客、貨物の流動別、分析年次別に α_k の値を逐次的に変化させながらMDSを繰り返し適用し、地域間距離の実績値 d_{ijk} とMDSによる地域間距離の推定値 $\hat{d}_{ijk}$ との乖離（以下では非適合度 ϕ_k と呼ぶ）を最小とする α_k の値を採用することとした。

ここで、非適合度 ϕ_k は、MDSによる距離推定値 $\hat{d}_{ijk}$ の距離実績値 d_{ijk} に対する残差2乗和を、 d_{ijk} の2乗和によって相対化した指標であり、0~1の値をとる。そして、値が小さいほどMDSの適合度が良い。

以上の手法によって、分析年次kごとに最良の距離減衰パラメータ α_k が決定されると、式(3)によ

って各地域間の潜在的距離を推定することができる。

図1に、以上の手順を分析フローとして示す。また、本研究では、MDSのコンピュータ・プログラムとしてADDISACL³⁾を使用した。

4. 分析結果

(1) 旅客及び貨物流動からみた地域間交流の推移

まず、分析期間中の地域間交流の状況を概観する。図2は、旅客と貨物のそれぞれについて、全国(但し沖縄県を除く)流動量の推移を示したものである。図の特徴として、旅客流動量が分析期間を通じて増加しているのに対し、貨物流動は1975年と1985年の2時点において、前年次に比べて減少している。貨物流動は好不況の影響を受けることから、これらの減少は石油危機や円高不況による影響と思われる。

また、図3~4は、1965年度と1990年度の2時点について、15地域間の旅客流動の状況をランク分けして表示したものである。貨物流動についても同様の図を作成したが、類似の傾向が見られたので、紙幅の都合上、掲載を省略する。2つの図を比較すると、両年度ともに近

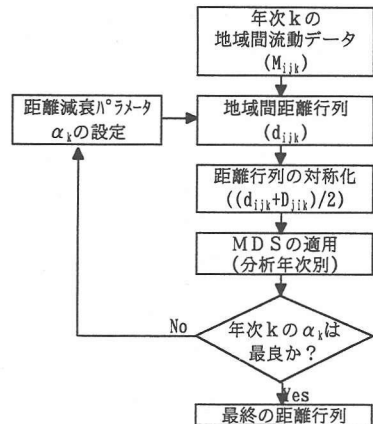


図1 MDSの適用手順

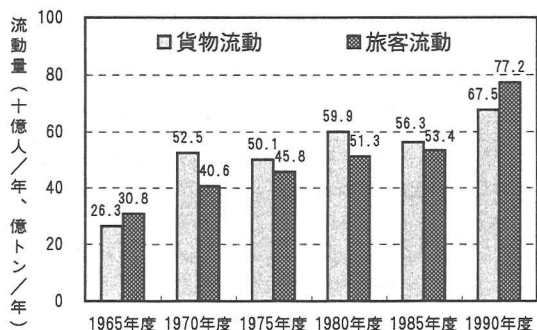


図2 全国における旅客流動及び貨物流動の推移

隣地域間との交流が大きく、経年的には近隣地域からさらにその周辺へと交流が拡大していく傾向が見られる。また、1990年度の南関東(東京圏)はほぼ全ての地域と交流が大きく、地域間交流に大きな影響を及ぼしていることがわかる。

(2) α_k の推定結果

次に、MDS を適用して、分析年次別に距離減衰パラメータ α_k を推定した。ここでは、 α_k の値を1.0から10.0の間で0.01刻みで変化させながらMDS を繰り返し適用した。その結果、各流動・分析年次ともに、非適合度 ϕ_k は最小値に収束し、最良の α_k を一意的に求めることができた。紙幅の都合上、図5に貨物流動についてのみ ϕ_k と α_k の関係を示し、表2に旅客と貨物のそれぞれについて推定結果を示す。

表2より、距離減衰パラメータ α_k は、貨物、旅客ともに経年的に値が大きくなる傾向が見られる。このことは、地域間交流において距離に対する抵抗感が増大していることを意味するが、交流パターンの変化から見れば、遠隔地域との交流よりも、周辺地域との交流のウェイトが高まっていることを意味しており、先の図3～4に示した交流パターンの動向と一致している。

する割合 P_{ijk} を式(4)のロジスティック・モデルによって説明し、その推定精度によって潜在的地域間距離 d_{ijk} の妥当性を検討した。

$$P_{ijk} = 1 / \{ (1 + \exp(\lambda_k d_{ijk} + \delta_k)) \} \quad (4)$$

ここに、 λ_k と δ_k は回帰係数であり、最小2乗法による推定結果を表3に示す。

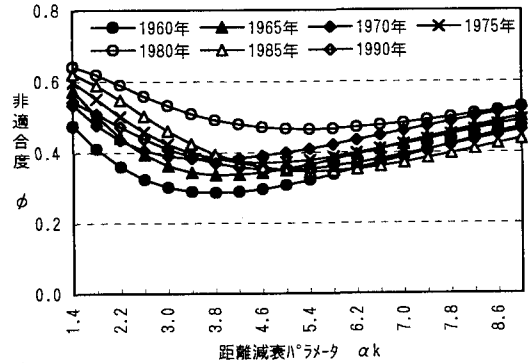


図5 貨物流動に関する α_k と ϕ_k の関係

表2 距離減衰パラメータ α_k の推定結果

分析年度	旅客流動		貨物流動	
	ϕ_k 最小値	α_k 最良値	ϕ_k 最小値	α_k 最良値
1965年	0.225	3.260	0.336	3.960
1970年	0.216	3.380	0.381	3.700
1975年	0.272	4.280	0.371	4.595
1980年	0.326	5.280	0.466	5.360
1985年	0.335	5.745	0.346	5.440
1990年	0.397	8.275	0.351	4.880

(3) 推定結果の妥当性

潜在的な地域間距離は、以上の α_k 推定値を式(3)に適用することによって求めることができる。なお、本研究の分析モデルでは、式(1)の重力モデルによって地域間距離と距離減衰パラメータを同時決定するため、 M_{ijk} がほぼ完全に再現され、推定した潜在的な地域間距離の妥当性を M_{ijk} の再現性によって評価することができない。

そこで、地域iを出発地とする流動が地域jに到着

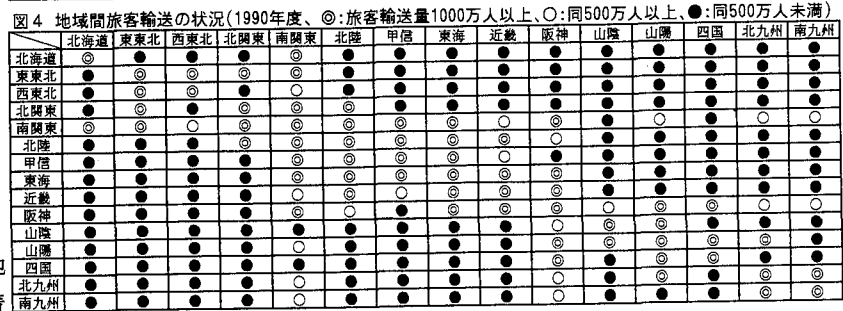
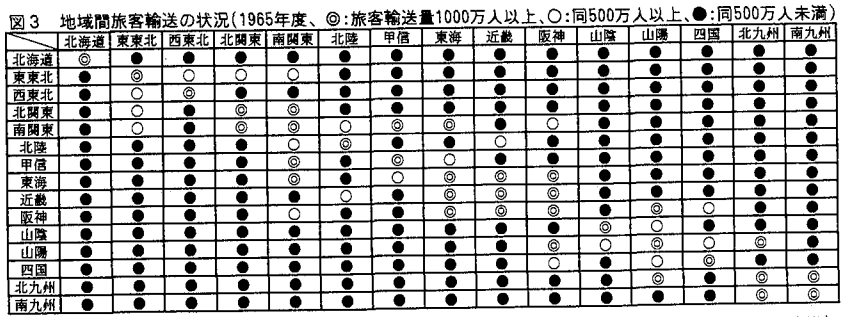


表3の結果では、決定係数値 R^2 、パラメータ λ_k の推定値とともに良好な結果が得られており、本研究で求めた潜在的地域間距離は、統計的に見て妥当な推定値であると考えられる。

(4) 潜在的な地域間距離による地域構造の検討

最後に、潜在的な地域間距離を用いて、旅客流動及び貨物流動から見たわが国の地域構造の特徴を検討する。この際、式(3)によって推計される地域間距離は年次及び旅客、貨物の流動種別によって値の大きさが統一されないため、式(5)に示す相対的距離 l_{ijk} を比較の指標として用いる。相対的距離は、全国の総地域間距離に占める d_{ijk} の構成比(%)を表す。

$$l_{ijk} = d_{ijk} / \sum_i \sum_j d_{ijk} \times 100 \quad (5)$$

図6は、15地域間の相対的距離の変動係数の推移を示したものである。この図より、旅客流動から見た潜在的距離の地域間格差は縮小してきており、貨物流動による距離とも平準化する傾向が見られる。

また、図7は15地域別に、1990年の相対的距離の合計を示したものである。この値が大きい地域ほど、全国の総距離に占める当該地域のシェアが大きく、潜在的距離からみて利便性の低い地域と言える。15地域のうち、南関東、東海、近畿、阪神、山陽の第一国土軸上の地域は他地域への距離が小さく、逆に北海道、南九州、山陰などの周辺地域は距離が大きくなっており、現実の地理的距離や交通利便性ともほぼ一致する結果となっている。

5. まとめ

ケーススタディの結果から、本研究で提案した潜在的な地域間距離の推定モデルは、地域構造の推移を分析する手法として有効と考えられる。また、推定された潜在的距離を用いてMDSを適用し、地域構造の変化を視覚的に検討することも可能である。

今後の課題としては、潜在的距離の意味を吟味するために、潜在的距離と各種交通手段による物理的距離との比較を行い、広域的な交通整備が地域間交流に及ぼす影響を検討していくことが考えられる。

参考文献

- 1) 石川義孝：人口移動の計量地理学、第13章、古今書院、1994年。
- 2) 阿部宏史：人口の社会移動からみた我が国の地域構造の推移について、都市計画論文集No.25、pp.157-162、1990年。
- 3) 高根芳雄：多次元尺度法、東京大学出版会、1980年。

表3 ロジスティック・モデルの推定結果

分析年度	β_k	γ_k	R^2
旅客流動	1965年 7.83 (17.8)	0.86 (3.7)	0.605
	1970年 7.71 (17.5)	0.85 (3.7)	0.595
	1975年 9.03 (17.3)	0.18 (0.6)	0.591
	1980年 11.59 (20.1)	-0.76 (-2.6)	0.661
	1985年 12.13 (21.1)	-0.89 (-3.1)	0.681
	1990年 18.04 (26.9)	-3.49 (-10.8)	0.777
貨物流動	1965年 9.42 (19.9)	-0.82 (-3.5)	0.655
	1970年 9.01 (21.2)	-0.61 (-2.9)	0.684
	1975年 10.57 (21.8)	-1.37 (-5.8)	0.696
	1980年 11.58 (21.4)	-1.85 (-7.1)	0.687
	1985年 11.64 (22.0)	-1.78 (-7.0)	0.699
	1990年 10.13 (21.1)	-1.17 (-5.0)	0.682

(注) ()内はt値である。

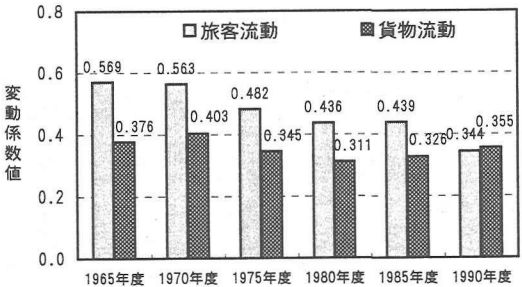


図6 相対的距離の変動係数の推移

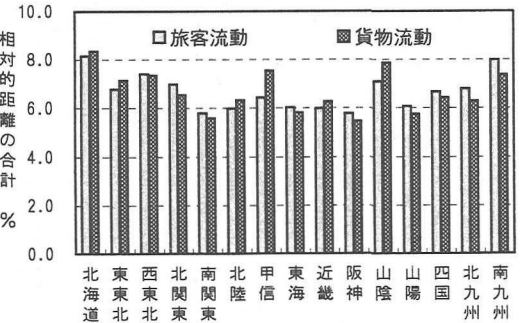


図7 相対的距離合計値の地域比較 (1990年)