

地域間交通整備に伴う人口分布変動の予測*

Population Distribution Change due to Interregional Transport Development

大野栄治**・細見 昭***

by Eiji OHNO and Akira HOSOMI

1. はじめに

新幹線や高速道路をはじめとする地域間交通整備は、それによって結ばれた地域に交流可能性の増大をもたらし、双方の地域の発展に寄与することが期待される。しかし、大都市と小都市を結ぶような交通整備の場合には双方の地域の発展の度合に不均衡が見られることがあり、また東京を中心に交通機関が整備されたことが東京一極集中に拍車をかけたという意見もある。

このような意見に対し、上田・中村¹⁾は東北新幹線と上越新幹線の実証分析を通じて、どのような場合に新幹線整備が地域の成長を促進あるいは抑制するのかを整理しているが、統計データを通じて見た定性的評価にとどまっている。一方、上田・松葉²⁾は部分均衡のフレームで、また小林・奥村³⁾、文⁴⁾、森杉・上田・小池⁵⁾らは一般均衡のフレームでそれぞれ独自の都市経済モデルを構築し、地域間交通整備による人口分布変動を予測しているが、いずれの研究についてもモデル分析あるいは数値実験にとどまっている。

第4次全国総合開発計画において多極分散型国土の形成が唱えられ、さまざまな地方分散策がとられているが、もし地域間交通整備によってなお一層の集中が起ってしまうのであれば、その本来の目的に大きく反することになる。本研究では、地域間交通サービス水準・地域内都市整備水準を外生変数、各地域の人口・業種別従業者数・地価・賃金を内生変数とする人口分布モデルを構築し、将来の地域間交通整備（具体的には今後の新幹線整備）によって

人口分布変動がどのような形で起こるかを予測することとする。

2. 人口分布モデル

国土庁の人口移動要因調査(1986)によると、地域間人口移動（日本国土を8地域に分割した地域間の住み替え）の理由の内訳は、職業上の理由 65.1%（転勤・出向 32.8%＋求職・転職・退職等 32.3%）、結婚 18.4%、住宅上の理由 14.5%、その他 2.0%となっている⁶⁾。本研究では、人口分布変動の直接的要因を社会経済活動における従業者数分布の変動であると考え、人口分布モデルを以下のように構築する。

まず、従業者数の分布パターンを次のようなロジットモデルで定式化する。

$$P_i^k = \frac{\exp[\omega V_i^k]}{\sum_j \exp[\omega V_j^k]} \quad (1)$$

$$Q_i^k = P_i^k Q^k \quad (2)$$

ただし、 P_i^k ：業種kにおける地域iへの立地確率

V_i^k ：業種k・地域iの立地効用

Q_i^k ：業種k・地域iの従業者数

Q^k ：業種kの従業者数

ω ： V_i^k に付加される誤差項の分散パラメータ（ $\omega \equiv 1$ ）

式(1)の V_i^k は地域iに対する企業の立地魅力を表し、次のように定義する。

$$V_i^k = \alpha_0 + \alpha_1 \ln[r_i] + \alpha_2 \ln[w_i^k] + \alpha_3 \ln[Ma_i] + \alpha_4 \ln[Mb_i] \quad (3)$$

* キーワード：人口分布、地域間交通整備

** 正員、工博、筑波大学社会学系

(〒305 茨城県つくば市天王台 1-1-1 TEL/FAX. 0298-53-5222)

*** 学生員、筑波大学大学院社会学系研究科

ただし、 r_i ：地域 i の地価

w_i^k ：地域 i ・業種 k の賃金

Ma_i ：地域 i の広域的市場規模

Mb_i ：地域 i の地域内市場規模

$\alpha_0, \dots, \alpha_4$ ：未知のパラメータ

式(3)の地価 r_i について、土地供給量を地域面積 S_i で固定すると、市場均衡条件より均衡地価関数は立地量 $\Sigma_k Q_i^k$ と S_i の関数で与えられる⁷⁾。

$$r_i = r_i[\Sigma_k Q_i^k, S_i] \quad (4)$$

賃金 w_i^k についても同様に、労働供給量を地域人口 N_i の関数で与えると、市場均衡条件より均衡賃金関数は次のような関数で与えられる。

$$w_i^k = w_i^k[Q_i^k, N_i] \quad (5)$$

広域的市場規模 Ma_i については、他地域における市場の大きさを意味し、地域間の交通整備状況に関係するものと考え、次のように定義する。

$$Ma_i = \Sigma_j N_j \exp \left[-\frac{\beta_1 t_{ij}}{N_i^{\beta_2}} \right] \quad (6)$$

ただし、 t_{ij} ：地域 i j 間の時間距離

β_1, β_2 ：未知のパラメータ

式(6)は、地域 i j 間の時間距離が減少するにつれて地域 j の人口が地域 i の市場により多く含まれるようになるとの考えに基づき、時間距離 t_{ij} に関して減少関数とした。また、従業者数の分布に集積の効果があるものと考え、自地域の人口 N_i の増加関数とした。したがって、地域間交通整備による人口分布変動への影響が Ma_i の変化を通じて分析することができる。

地域内市場規模 Mb_i については、自地域における市場の大きさを意味し、地域内の都市整備状況に関係するものと考え、次のように定義する。

$$Mb_i = \beta_3 N_i q_i \quad (7)$$

ただし、 q_i ：地域 i の都市整備水準

β_3 ：未知のパラメータ

したがって、都市整備（例えば地域内交通整備）による人口分布変動への影響が Mb_i の変化を通じて分析することができる。

地域 i の人口 N_i は、地域 i の従業者数 $\Sigma_k Q_i^k$ 関数で与えられるものとする。

$$N_i = N_i[\Sigma_k Q_i^k] \quad (8)$$

日本の総人口 N および業種 k の従業者数 Q^k は外生的に時系列で予測することとし、 $\Sigma_i N_i = N$ および $\Sigma_i Q_i^k = Q^k$ となるようにする。 $\Sigma_i Q_i^k = Q^k$ については式(2)より自明であるが、 $\Sigma_i N_i = N$ については式(8)から得られる $\Sigma_i N_i$ と N の誤差を N_i の大きさで比例配分することとする。

以上より、式(1)(2)(4)(5)(8)から成る連立方程式を解くことによって地域 i の人口 N_i を求めることができる。本研究では、この連立方程式体系を人口分布モデルとする。

3. 人口分布モデルのパラメータ推定結果

日本国土を北海道圏、東北圏、東京圏、北関東圏、甲信越圏、東海圏、北陸圏、近畿圏、中国圏、四国圏、九州圏の11地域に分け(表1)、1975年から90年まで5年毎の4時点における地域人口、業種別従業者数、公示地価、業種別平均賃金、交通モード別都道府県間所要時間⁸⁾などを用いて前述の人口分布モデルを推定した。

表1 日本国土の地域分割

地域区分	都道府県名
北海道圏	北海道
東北圏	青森県・秋田県・山形県・岩手県・宮城県・福島県
東京圏	東京都・神奈川県・千葉県・埼玉県
北関東圏	茨城県・栃木県・群馬県
甲信越圏	山梨県・長野県・新潟県
東海圏	愛知県・静岡県・岐阜県・三重県
北陸圏	石川県・富山県・福井県
近畿圏	大阪府・京都府・兵庫県・滋賀県・奈良県・和歌山県
中国圏	広島県・岡山県・鳥取県・島根県・山口県
四国圏	徳島県・愛媛県・香川県・高知県
九州圏	福岡県・佐賀県・長崎県・大分県・熊本県・宮崎県・鹿児島県

まず、式(1)の従業者数分布モデル P_i^k のパラメータ推定に際しては、製造業、卸売・小売業、サービス業の業種別に推定した。ここで、式(7)の都市整備水準 q_i については、道路延長、道路投資額、地域内県庁所在地間平均時間距離などが考えられるが、説明変数の取捨選択の結果、最大の決定係数を与える道路舗装率を採用した。また、式(6)の β_1, β_2 については、従業者数分布モデルの決定係数が良くなるように設定した。式(7)の β_3 については、式(3)の α_0 に含めて考えることができるので、 $\beta_3 = 1$ とした。そのパラメータ推定結果を表2に示す。

表2において、定数項は東京圏の立地魅力を意味する。なお、t値の低いパラメータがあるが、モデル分析上必要な変数であるので黙認した。また、地価と賃金のパラメータは理論上負値であると思われるが、製造業については、東京圏への集積が比較的低いことから、負値の定数項との兼ね合いでそれらのパラメータは正值となってしまった。以上はモデル構造における今後の検討課題である。

次に、式(4)の均衡地価関数 r_i については、説明変数の取捨選択の結果、各地域の従業者密度（＝従業者数／可住地面積）と年次を説明変数とする対数線形回帰式を仮定してパラメータ推定を行った。式(5)の均衡賃金関数 w_i^k については、説明変数の取捨選択の結果、各地域の従業者数と年次を説明変数とする対数線形回帰式を仮定してパラメータ推定を行った。式(8)の人口関数 N_i については、各地域の全従業者数を説明変数とする対数線形回帰式を仮定してパラメータ推定を行った。以上の結果を表3～5に示す。

日本の総人口 N および業種 k の従業者数 Q^k については、年次を説明変数とする線形回帰式を仮定してパラメータ推定を行った。その結果を表6に示す。また、都市整備水準 q_i の将来値については、地域毎にロジスティック曲線を用いた回帰分析によって外生的に与えた。

以上より、個々のモデルは十分なt値および決定係数を有しており、統計的に有意なモデルであるといえる。一方、これらのモデルで構成される人口分布モデルを用いて、1975年から90年まで5年毎の4時点について人口と従業者数の現況再現を行った。いずれも実測値と予測値の相関係数は0.95を越えており、本モデルは良好な予測精度をもつといえる。

ここで、1990年における各地域の人口・従業者数の実測値と予測値の相関図を図1に示す。

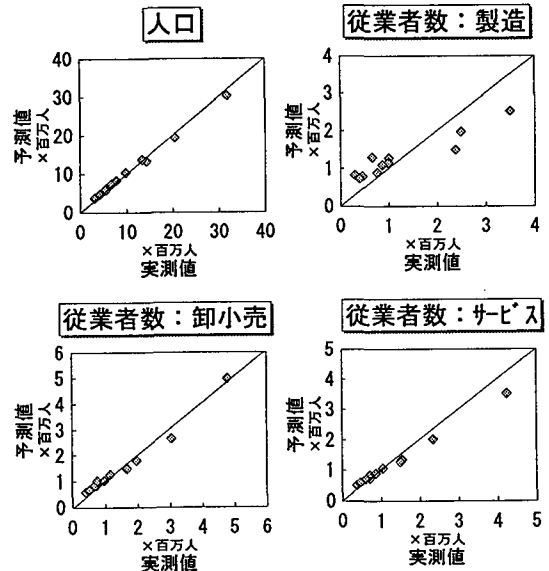


図1 人口・従業者数の実測値と予測値の相関図

表2 従業者数分布モデルの推定結果

	定数項	係数 (t 値)				決定係数	Ma 関数のパラメータ	
		ln 地価	ln 賃金	ln Ma	ln Mb		β_1	β_2
製造業	-0.22	0.04 (0.9)	0.44 (1.8)	0.58 (9.8)	0.49 (8.6)	0.95	20.0	0.25
卸売小売業	0.24	-0.1 (2.6)	-1.0 (4.5)	0.61 (7.6)	0.14 (1.3)	0.97	1.0 $\times 10^{-14}$	2.0
サービス業	0.05	-0.1 (0.5)	-0.2 (0.4)	0.64 (5.3)	0.06 (0.4)	0.94	1.5 $\times 10^{-14}$	2.0

注) Ma: 広域的市場規模, Mb: 地域内市場規模

表3 均衡地価関数の推定結果

	定数項	係数 (t 値)		決定係数
		ln[従業者密度]	ln[年次]	
全 国	5.00	1.46×10^{-3} (10.0)	0.08 (9.0)	0.83

注) 年次=西暦年-1900

表4 均衡賃金関数の推定結果

	定数項	係数 (t 値)		決定係数
		ln[従業者数]	ln[年次]	
製造業	8.17	3.48×10^{-8} (5.7)	0.05 (15.4)	0.88
卸売小売業	9.03	1.53×10^{-8} (3.1)	0.04 (14.8)	0.86
サービス業	9.20	1.27×10^{-3} (3.6)	0.04 (22.1)	0.93

注) 年次=西暦年-1900

表5 人口関数の推定結果

	定数項	係数 (t 値)	決定係数
		$\ln[\text{従業者数}]$	
北海道圏	-1.48×10^7	1.43×10^5 (4.6)	0.84
東北圏	-1.43×10^7	1.61×10^5 (8.4)	0.95
東京圏	-2.42×10^8	1.68×10^7 (19.8)	0.98
北関東圏	-2.66×10^7	2.26×10^5 (13.0)	0.97
甲信越圏	-1.24×10^7	1.23×10^5 (8.5)	0.95
東海圏	-7.12×10^7	5.48×10^5 (15.1)	0.97
北陸圏	-1.14×10^7	1.04×10^5 (7.1)	0.91
近畿圏	-1.35×10^8	9.80×10^5 (16.9)	0.97
中国圏	-2.58×10^7	2.27×10^5 (6.4)	0.89
四国圏	-8.10×10^6	8.80×10^5 (4.6)	0.84
九州圏	-3.92×10^7	3.45×10^5 (8.6)	0.95

表6 総人口・総従業者数予測モデルの推定結果

	定数項	係数 (t 値)	決定係数
		$\ln[\text{年次}]$	
総人口	4.01×10^7	9.20×10^5 (26.5)	0.99
製造業	-1.42×10^6	1.71×10^5 (4.5)	0.91
業卸売小売業	-1.24×10^7	3.28×10^5 (22.7)	0.98
者サービス業	-1.48×10^7	3.14×10^5 (23.4)	0.99

注) 年次=西暦年-1900

4. ケーススタディ

本研究では地域間交通整備として新幹線整備に着目し、整備新幹線および整備計画線の有無による日本国土の人口分布変動をみることにする。想定するケースは次のとおりである(図2)。

- ①プロジェクトなし：1990年の整備状況のまま
- ②プロジェクトあり：整備計画線(工事線含む)⁹⁾が2015年に整備完了する

これに対し、本研究で構築した人口分布モデルを用いてプロジェクト有無の両ケースにおける各地域の人口分布変動を予測する。その結果の出力例(九州圏)を図3に示す。ここでは日本国土における人口集中度合をみるため、予測結果を地域人口の対全国比(単位：%)で表す。この例では、プロジェクト有無によらず地域人口の対全国比が時系列的に減少し、相対的な人口流出が起こる(なお、人口の絶対数は増加している)。しかし、プロジェクトによって相対的な人口流出は緩和されるといえる。

次に、プロジェクトなしのケースにおける時系列的な人口分布変動の予測結果を図4に示す。これは

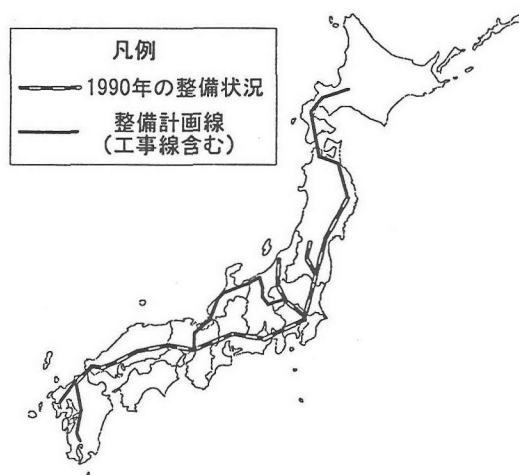


図2 プロジェクト(新幹線整備計画)

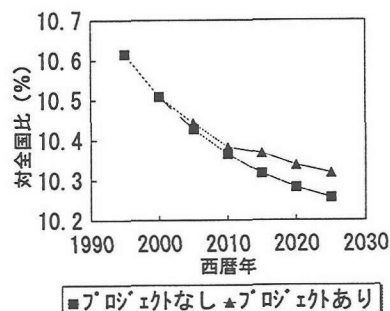


図3 人口分布変動の出力例(九州圏)



図4 人口分布変動の予測(1995~2025の変化)

各地域における人口の対全国比の変化分「2025年の対全国比 - 1995年の対全国比」(単位：ポイント)を4段階で表示したものである。図4より、東京圏・東海圏・近畿圏の三大都市圏に一層の人口集中が起

こるといえる。なお、プロジェクト有のケースにおいても、図4と同様の図が作成される。

次に、2025年でのプロジェクト有無の両ケースの比較による人口分布変動の予測結果を図5に示す。これは各地域における人口の対全国比の変化分「プロジェクトありのケースの対全国比－プロジェクト無のケースの対全国比」（単位：ポイント）を4段階で表示したものである。図5より、新たに新幹線整備を行う甲信越圏・東北圏・九州圏においては、プロジェクトありのケースの方が地域人口の対全国比が増加することがわかる。しかし、同様に新幹線整備を行うにもかかわらず、北陸圏・北海道圏では減少となった。一方、東京圏・近畿圏では減少となり、このプロジェクトにより地方分散は促進されると予想される。

この理由については、モデル構造上、従業者数分布変動に原因があると考えられるので、以下に業種別の従業者数分布変動の予測結果（図6～8）を見ながら考察する。表示の方法は図5と同じである。

製造業（図6）については、従業者数の三大都市圏への集中（裏データより確認）が地方都市圏へ分散する傾向がみられる。特に、新幹線整備が行われる北海道圏と九州圏においてその傾向が大きい。卸売・小売業（図7）については、人口の分布変動の状況と似ている。すなわち、新幹線整備が行われる地域において、東北圏・甲信越圏・九州圏では地域従業者数の対全国比が増加するものの、北陸圏・北海道圏では減少する。ここで、地価の低い地域から順に並べると、北海道圏、東北圏、甲信越圏、九州圏、・・・となる。これらと従業者数分布変動の傾向を付き合わせてみると、製造業や卸売・小売業では地価の安い地域への移動が生じるといえる。しかし、北海道圏においては、地理的条件より広域的市場規模が小さいので、卸売・小売業にとってそれほど魅力的な地域ではないということも想像できる。なお、プロジェクトによって地価が上昇する地域は東北圏・甲信越圏・九州圏のみである。

サービス業（図8）については、既存集積地（東京圏・近畿圏）および九州圏において地域従業者数の対全国比が増加する。しかし、東海圏においては減少する。これは、広域的市場規模を考える上で、東海圏が東京圏・近畿圏との間での市場の取り合い

に負け、人口規模で第四の都市圏（九州圏）が地理的条件（東京圏・近畿圏・九州圏の距離間隔がほぼ同じ）よりその恩恵を享受したとも考えられる。

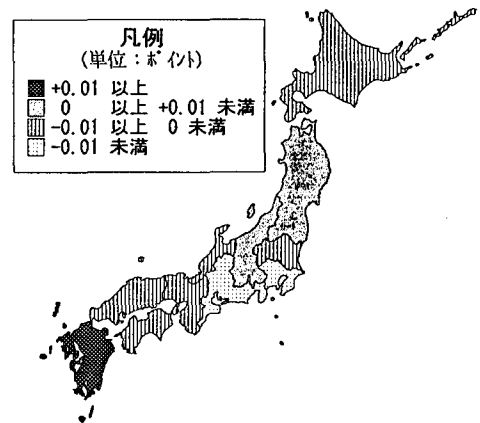


図5 人口分布変動の予測（プロジェクト有無の変化）

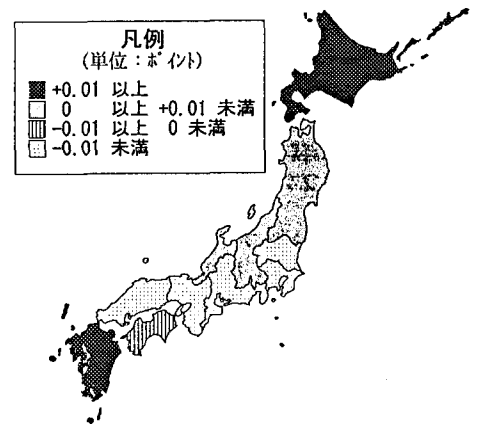


図6 従業者数分布変動の予測（製造業）

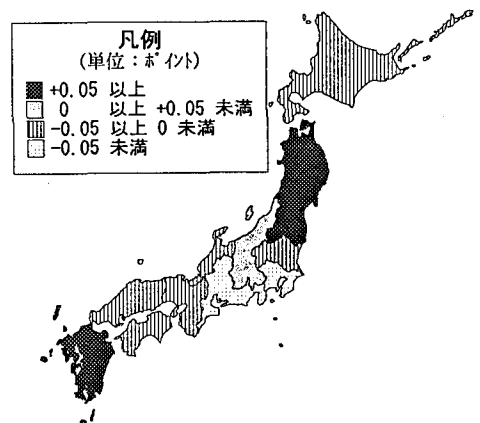


図7 従業者数分布変動の予測（卸売・小売業）

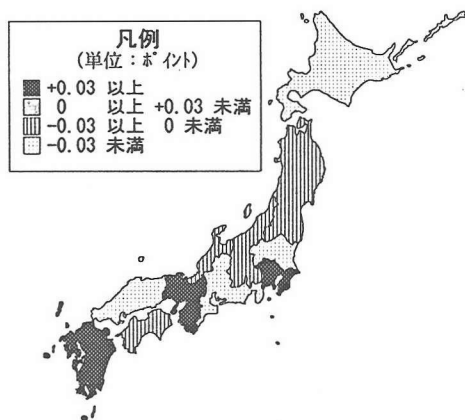


図8 従業者数分布変動の予測（サービス業）

各地域の業種別従業者数割合のトップは製造業と卸売・小売業のいずれかであり、また卸売・小売業の従業者数分布変動のポイント数が他のそれより大きい。したがって、プロジェクトによる人口分布変動は卸売・小売業の分布変動の影響を受けて、それと同様な傾向を示したと考えられる。

5. おわりに

本研究の人口分布モデルより、今後の新幹線整備が三大都市圏への人口集中を東北圏や九州圏に振り分ける可能性をもつことがわかった。このとき、業種別の従業者数分布を見てみると、製造業では地方分散するが、サービス業では既存集積地に集中する傾向がある。したがって、今後の新幹線整備によって人口分布の地方分散は進むが、産業構造についてみると地域的に特化するものと予想される。

一方、本研究の人口分布モデルには次のような検討課題が残されている。まず、本モデルは実証分析可能な操作性の高いモデルを目指して構築されたものであり、そのために社会経済モデルとしての理論的フレームを軽視してきた。特に、バブル経済の影

響を考慮できるようなモデル構造でなかったため、（本稿には記さなかったが）地価や賃金の将来予測値が非常に大きな値になってしまった。今後、理論的フレームの整備によって、より複雑な社会経済への影響を分析可能にする必要がある。また、本研究では人口分布の変動がすべて従業者数分布の変動に起因するものとして分析したが、他の要因についても検討すべきである。さらに、地域間交通整備として鉄道のみを考えたが、他の交通モードとの関係についても検討する必要がある。

参考文献

- 1) 上田孝行・中村英夫：新幹線整備が地域発展に及ぼす影響，土木計画学研究・講演集，No. 12，pp. 597-604，1989.
- 2) 上田孝行・松葉保孝：A system of cities モデルを用いた交通改善の影響分析，応用地域科学研究，No. 1，pp. 69-75，1995.
- 3) 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，No. 18(1)，pp. 221-224，1995.
- 4) 文世一：地域間交通システムの整備が産業立地と人口分布に及ぼす影響，土木計画学研究・講演集，No. 18(2)，pp. 665-668，1995.
- 5) 森杉壽芳・上田孝行・小池淳司：2都市モデルを用いた交通整備の評価に関する研究，土木計画学研究・講演集，No. 18(2)，pp. 669-672，1995.
- 6) 国土庁計画・調整局：わが国の人口移動の実態，1995.
- 7) 森杉壽芳・大野栄治・松浦郁雄：地価を内生化した住宅立地モデル，地域学研究，Vol. 18，pp. 205-225，1988.
- 8) 国土庁：総合交通体系データベース，1975-90.
- 9) 運輸経済研究センター：数字で見る鉄道，1993.

概 要

新幹線や高速道路をはじめとする地域間交通整備は、それによって結ばれた地域に交流可能性の増大をもたらし、双方の地域の発展に寄与することが期待される。しかし、大都市と小都市を結ぶような交通整備の場合には双方の地域の発展の度合に不均衡が見られることがあり、また東京を中心に交通機関が整備されたことが東京一極集中に拍車をかけたという意見もある。本研究では、地域間交通サービス水準を説明要因とする人口分布モデルを構築し、将来の地域間交通整備によって人口分布変動がどのような形で起こるかを予測した。その結果、今後の新幹線整備が人口分布の地方分散可能性をもつことがわかった。

Population Distribution Change due to Interregional Transport Development

Eiji OHNO and Akira HOSOMI

ABSTRACT

The interregional transport developments, such as the Shinkansen and the expressway projects, may make a possibility of interchange better between both regions which are connected by such transport systems, and a higher growth for both regions can be expected. However, there are some cases that the agglomerate region enjoy the more benefit than the non-agglomerate one. This paper presents a population distribution model which can forecast the interregional transport developments effect, and estimate the population distribution change due to the future Shinkansen projects. As a result, we can find that the projects may have a possibility of population decentralization.
