高速道路整備による地域の人口及び経済変化 に関する事後分析 —固定効果モデルによるパネルデータ分析—

小池 淳司¹・平井 健二²・佐藤 啓輔³

¹正会員 神戸大学大学院教授 工学研究科 (〒657-8501 兵庫県神戸市灘区六甲台町1-1)

E-mail: koike@lion.kobe-u.ac.jp

²正会員 復建調査設計株式会社 地域経済戦略チーム (〒732-0052 広島県広島市東区光町2-10-11)

E-mail: kenji.hirai@fukken.co.jp

³正会員 復建調査設計株式会社 地域経済戦略チーム (〒101-0032 東京都千代田区岩本町3-8-15)

E-mail: keisuke.sato@fukken.co.jp

道路整備は、人やモノの移動時間を短縮させ、中長期的には、産業の活性化、人口集積など地域の社会・経済構造を変化させる。一方、そのような社会的メリットは、全国一律に享受できるものではなく沿線地域を中心に偏在化し、地域によっては、地元企業の衰退等のデメリットが存在することも知られている。この発展する地域・衰退する地域がどのように分かれるかは、今後の道路整備を考える上で重要な要素であり、客観的な分析が求められる。本研究では、中国地方の過去の高速度道路整備が人口構造や産業活動に与えた影響を固定効果モデルにより事後的なパネルデータ分析を行った。その結果、高速度道路と産業活動との間には、多くの地域で正の関係性が確認される一方で、人口構造との間には、地方部での負の関係性があることなど空間的な偏在化が示された。

Key Words : *ex-post analysis, fixed effect model, accessibility, panel data*

1. はじめに

道路整備は、人やモノの移動時間を短縮させ、中長期的には、産業活動など地域経済の活性化に波及するものと認識されている。しかし、このような社会的メリットは、全国一律に享受できるわけではなく沿線地域を中心に偏在化すると考えられる。また、地域によっては、大手企業の進出による地元工業の衰退や都市部への人口流出といった負の影響が存在することも指摘されている¹⁾。この発展する地域・衰退する地域がどのように分かれるかは、今後の道路整備を考えるに当たり、重要な要素であり、客観的な分析が求められる。このような分析においては、過去の高速度道路整備を対象に実績データに基づいた事後的な検証が1つの重要なアプローチになりうるものの、どのような地域のどのような産業あるいは社会構造にどの程度の影響があったかといったミクロな事後分析は極めて少ない。

これまで、道路整備に関する事後分析は国・県レベルの経済指標による分析が一般的で、(Barro(1992)²⁾の研

究を契機に例えば、中里(1999)³⁾、全体的な道路整備水準(総量)がGDP(あるいはGDP成長率)にどの程度寄与したかを分析するに留まっている。このようなアプローチでは、道路整備と社会経済の空間的構造との関係性を分析することは不可能である。一方で、わが国には多くの詳細地域での社会経済データ・交通所要時間データが整備されており、これらをパネルデータとして用いることで、道路整備が社会経済の空間的構造へ与える影響を分析することが可能になる。

そこで、本研究は、過去の高速度道路整備と人口変化・経済変化との関係性の空間的なばらつきを定量的に明らかにすることを目的に、中国地方を対象に1970年以降に着実に進められてきた高速度道路整備が市町村単位の人口構造や経済変化にどのような影響があったかをパネルデータ分析する。

2. 分析アプローチ

(1) 既往研究

本研究で用いるパネルデータ分析の統計学上の起源は、R. A. Fisher⁴⁾の一連の研究における分散分析にあり、分散分析は、ある外的ショックの与えられたグループの行動を、ショックの与えられなかったグループと比較して、その影響や効果の大きさを明らかにするために用いられる手法である。本研究が扱う社会経済については、様々なショックや確率的な影響が連続的に起きていることを踏まえると、こうした手法が利用できるものと考えられる。パネルデータ分析に関する文献として、Maddala(1993)⁵⁾、Matyas and Sevestre(1996)⁶⁾、Baum-Snow(2007)⁷⁾を挙げることができる。Baum-Snowの研究では、通勤時間の速さが相対的に快適な郊外での居住に対する需要増加に繋がることを予測したAlonso (1964)の土地利用モデルに動機づけられ、都市圏エリアを対象に、1950年～1990年の都市交通インフラが人口の空間分布に及ぼす影響をパネルデータを用いて実証分析している。その結果、都市圏内の中心都市において州間高速道路が整備された場合、通勤圏の拡大による人口減少が引き起こされ、都市の郊外化に繋がることを示している。一方、日本でのパネルデータ分析の歴史は浅く、あまり実証分析が行われていない。その中で、我が国の都道府県パネルデータ分析に関する先行研究では、固定効果モデルが利用されている。例えば、公共サービス分野（田村(2004)⁸⁾）、医療分野（熊谷(2002)⁹⁾）、情報通信分野（島澤(2002)¹⁰⁾）などの幅広い研究分野にわたる。パネルデータ分析には図-1のように複数の分析手法がある中で、固定効果モデルが支持されるのは、経済主体の異質性を考慮して、モデルの傾きは同一であるが定数項がそれぞれの主体で異なると仮定しているためである。つまり、分析の対象となる経済主体それぞれの個別効果を推定したい場合に優位性があるためである。

本研究においても、中国地方の市町村ごとの異質性を考慮して、固定効果モデルを採用した。一般的な固定効果モデルについて以下に概説する。

図-1 パネルデータ分析手法の概要

(2) 標準的固定効果モデル（北村(2005)¹¹⁾）

通常の単回帰モデルに固定効果を導入した式を以下のように定義する。

$$y_{it} = \alpha + d_i + f \cdot x_{it} + u_{it} \quad (2)$$

ただし、 y_{it} : 被説明変数、 $(\alpha+d_i)$: 固定効果、 α は外的ショックの前後で共通な一般的平均、 d_i は外的ショックによる効果、 x_{it} : 説明変数、 u_{it} : 誤差項、 f : パラメータ、 it : 主体および時間を表すサフィックス、次に、式(2)の個々の主体 i に関して時間平均をとる。

$$\bar{y}_i = \alpha + d_i + f \cdot \bar{x}_i + \bar{u}_i \quad (3)$$

さらに、時間とともに変化しない固定効果を式(2)から式(3)を引くことで消去すると次のようになる。

$$y_{it} - \bar{y}_i = f(x_{it} - \bar{x}_i) + (u_{it} - \bar{u}_i) \quad (4)$$

ここで、式(4)を最小2乗推定すれば、最良不偏推定量 $\tilde{f}$ を得ることができる。

(3) 本研究で構築した固定効果モデル

本研究では、高速道路整備の影響が一様に広がりを持つものではなく地域別に異なる傾きと異なる個別効果をもつことを前提に、式(2)の標準的固定効果モデルの傾きのパラメータ f と定数項 d に主体別のダミー変数 F, D をそれぞれ加えたモデルを構築した。具体的には、 F, D は、0か1のダミー変数とし、式(5)において、 $i=p$ の場合は1、それ以外は0とする。本研究のように、固定効果モデルにこのような主体別のダミー変数を加えた既存研究は著者の知る限り無く、このモデルを用いることにより、個別効果だけでなく、経済主体で異なる傾きが推定でき、地域間で比較分析が可能となる。

次に、誤差項に年毎に生じた共通のショックの効果を排除し、時間ダミーの概念を導入し、マクロ変数 M を与えた。これは、サンプル期間中に生じた経済全体に影響を与えた景気や構造変化などの影響をコントロールするであり、すなわち、本モデル式は図-1における二元配置固定効果推定法を応用したモデルであるといえる。本研究では説明変数に対する被説明変数の弾力性に関心があるため、対数線形型で表現している。

$$\ln y_{it} = \alpha + (f_0 + f_1 F_1 + \dots + f_p F_p) \ln x_{it} + d_1 D_1 + \dots + d_p D_p + \gamma M_t \quad (5)$$

ただし、 y_{it} : 被説明変数（人口、製造品出荷額、商品販売額などの社会経済指標） x_{it} : アクセシビリティ（道路整備水準を表現する指標） α, f, d, γ : パラメータ、 F, D : ダミー変数、 M_t : マクロ変数（人口、製造品出

荷額, 商品販売額等の各年次の全国値), i, t : 地域, 年を表すサフィックス), p : 分析対象地域数

本研究では, 高速道路整備と人口・経済変化との関係性の分析することを目的に, 式(5)の y に市町村別の社会経済指標, x に道路整備水準を表現するアクセシビリティ指標をインプットする.

(4) アクセシビリティ関数 (例えば, 宮城・鈴木 (1995)¹²⁾)

本研究では, 説明変数の高速道路整備水準にアクセシビリティを用いた. 従来, アクセシビリティは, 交通条件の変化を表す指標として分布交通モデルや土地利用モデルの中で距離, 所要時間等を変数として経験的に用いられてきた. 例えば, 宮城・鈴木(1995)¹²⁾の研究では, ノードとリンクで抽象化される道路ネットワークにおいて, 交通結節点にあたるノードには, 実社会においても商工業などの機能が集積し, 都市として発展していくことが少なくないとし, 従来のポテンシャル型アクセシビリティに対して, ネットワーク内でのノードの中心らしさを計測する中心度関数により定義されたアクセシビリティを採用し, 交通ネットワーク整備が周辺に及ぼす影響を検討している. 本研究では, 宮城の研究を参考に, 式(6)のアクセシビリティ関数を採用した. 具体的に式(6)は, ある交通結節点での交通利便性を表現し, 到達地点の社会経済規模 (人口, 製造品出荷額, 商品販売額等の経済指標) と連続時間で表現された交通抵抗を用いた関数である. また, 地域間距離に関して非増加の凸関数であるため, 距離に対して, アクセシビリティの変化量は通減する. これは, 新しい道路が整備されると, 沿線地域の方が遠方地域よりもアクセシビリティが増加する性質を有している. ここで, 社会経済規模 w_{ji} には, 分析対象とする被説明変数と同じ社会経済指標を用いることとした (表-1参照) .

$$x_{ij} = Acc_{it} = \sum_j \exp(-t_{ijt}) w_{ji} \quad (6)$$

ただし, t_{ijt} : 年の地域 i から地域 j までの所要時間, w_{ji} : 地域 j の社会経済規模 (人口, 製造品出荷額, 商品販売額等)

(5) 各変数の設定

被説明変数, 説明変数及びマクロ変数に用いた社会経済指標を表-1に示す. 本研究では, 長期時系列データの整備状況を踏まえ, 表-1の9指標を対象とした. ここで, 6)製造業の労働生産性とは, 製造業の従業者1人あたりの製造品出荷額である. また, 製造品出荷額や年間商品販売額などの経済データは, 国内企業物価指数¹⁴⁾により実質化している. マクロ変数は, 日本全体の経済情勢等

表-1 各変数設定

被説明変数	説明変数		マクロ変数
y_{it}	$Acc_{it} = \sum \exp(-t_{it})w_{it}$		M_{it}
	t_{it}	w_{it}	
1)人口 (人)	地域間 所要時間	総人口	全国の総人口
2)年少歳人口 (人)			" の年少人口
3)生産年齢人口 (人)			" の生産年齢人口
4)老年人口 (人)			" の老年人口
5)製造品出荷額 (円)		出荷額	" の出荷額
6)製造業の労働生産性 (円/人)		生産性	" の平均生産性
7)卸売業の年間販売額 (円)		卸売販売額	" の卸売販売額
8)小売業の年間販売額 (円)		小売販売額	" の小売販売額
9)課税対象所得 (円)			全産業従業者

図-2 分析対象エリアと高速道路網

図-3 輸送機関別輸送分担率¹³⁾ (貨物流動)

の変動要因を排除するために全国値を用いた.

3. 中国地方における事後分析

(1) 分析対象エリアと高速道路網

本研究では, 中国地方の全市町村 (H17 年時点 105 市町村) を対象エリアとし, 同エリア内での高速道路道路網を分析対象とした (図-2 参照) .

ここで, 高速道路網のみを対象とするのは, 我が国の地域経済を支える貨物輸送は, 9 割以上がトラック輸送に依存 (図-3 参照) し, 鉄道などの拠点間輸送よりも

地域経済へ及ぼす影響は大きいものと考えられるためであり、本研究では、他の輸送機関の影響は考慮せず、高速道路網のみを分析の対象とした。

(2) 分析対象年次

対象年次は中国地方で高速道路が開通する以前の1970年を起点に2007年時点までの5年ごとのパネルデータを扱った（参考までに、1973年11月に中国縦貫自動車道が部分供用開始）。

(3) アクセシビリティの算出

アクセシビリティ算出の諸条件の設定を以下に示す。

a) ゾーニングについて

まず、分析対象は、前述の通り、中国地方内の各市町村（105市町村）である。次に、所要時間 t_{ij} を計測する際の相手地域 j の対象エリアは、小池ら¹⁷⁾(2010)の研究と同様に、中国地方および周辺の大阪府・兵庫県・香川県・愛媛県・福岡県の全市町村とした。これは、小池・佐藤¹⁶⁾(2008)の研究が中国地方内のみを対象にアクセシビリティを算出していたのに対して、鳥取と関西方面、岡山と四国方面、広島・山口と九州方面といった中国地方外の経済活動の結び付きを考慮したためである。

b) 所要時間 t_{ij} について

次に、地域 i から地域 j までの所要時間 t_{ij} については、小池ら¹⁷⁾(2010)の研究が地域間の最短所要時間を採用したのに対して、現実の経済活動に配慮し、高速道路利用時の料金抵抗を考慮する目的で一般化費用を用いて算出した。具体的には、各地域間の所要時間を費用便益分析マニュアルの乗用車時間価値で金額ベースに換算し、それに高速道路料金を加算した値が最小となるルートを採用し、再び時間価値で時間換算した値をインプットした。

c) 社会経済規模 w_j について

社会経済規模 w_j には、被説明変数と同じ指標を採用した。ただし、減少傾向が著しい年少人口を用いた場合、アクセシビリティが減少関数となり符号条件上のパラメータの結果がプラス（正の傾き）になる問題が生じるため、表-1の2)~4)の各年齢階級の分析には、 w_j に総人口を用いたアクセシビリティとした。

以上の設定によるアクセシビリティを用いて固定効果モデルにより推定したパラメータ f の統計的な信頼性をt検定により検証した結果、小池ら¹⁷⁾(2010)に比べ、推定結果が信頼しうるものであると判断された市町村が若干ではあるものの増加し、推定精度の改善がみられた。これは、既存研究を基にアクセシビリティ算出の諸条件について、現実社会での地域間の結び付き等を考慮した成果である。本分析結果の統計的信頼性の検証について

は次項に示す。本節では、図-4に高速道路整備とアクセシビリティの変遷を w_j に総人口を用いた結果を例示する。

図-4 ACC(w_j =総人口)の変化 (その1)

図-4 $ACC(w_k = \text{総人口})$ の変化 (その2)

(4) 固定効果モデルによる推定結果

固定効果モデルにより推定したパラメータ f 及びそのパラメータが統計的に信頼できるものかどうか t -検定を行った両結果を巻末の表-2に示す。

表-2の通り、傾きを示すパラメータ f を概観すると、総人口、年少人口、生産年齢人口等の人口指標については、正と負の地域が存在する。一方、製造品出荷額、商品販売額など経済指標については、一部で負の地域があるものの多くの地域で正の傾きとなっている。次に、各パラメータの t -検定結果は、人口指標は、105市町村のうち、過半数の地域が有意水準1%で帰無仮説が棄却（以下「棄却」と表現）され、有意な結果となっている。一方で商工業の経済指標は、有意水準5%でも棄却される地域が過半数を下回る結果となったものの、有意水準20%までに緩和し、検定すると、過半数が棄却され、有意であるとみなされている。ここで、 t -検定の有意水準は通常5%または1%が標準的に用いられるが、現実社会

の変化をアクセシビリティの変化で説明するには非常に強い制約となるため、例外的に20%¹⁵⁾とした。パラメータの推定結果の統計的な検証については課題が残るものの、高速道路と社会経済の変化との間に正負どちらの関係性があるのか傾向を把握することは十分可能である。

(5) 高速道路整備による社会経済指標の変化

次に、高速道路整備とそれぞれの社会経済変化の関係を空間的な視点で考察する。ただし、考察にあたっては、高速道路整備という長期計画を前提に、推定したパラメータ f の正負の相関関係を因果関係として解釈したものである。また、高速道路整備と社会経済変化の傾きの大きさについて客観的に把握できるよう、1970年を基準として2007年との2時点間の経済指標の変化率（実測値）と推定したパラメータ f を用いた“高速道路整備による”経済指標の変化率（推定値）を同基準時点で算出し比較した。

a) 高速道路整備と人口変化の関係

図-5は中国地方の総人口の変化率であり、都市部とその周辺で増加（約20%～60%増）、中山間地域で減少（約20～60%減）していることが分かる。特に、広島市に隣接した廿日市や東広島市、岡山市に隣接した赤磐市など、都市部のベッドタウンで増加率が大きい。一般に、都市部では、公共施設や医療機関などの都市機能や工業・商業施設などの産業機能が集積し、生活の利便性や就業機会に恵まれているなど様々な人口集積要因が存在していることが原因として考えられる。

次に、図-6は固定効果分析により推定した傾き f を用いた「高速道路整備による」人口の変化率（推定値）あり、都市部とその周辺で人口が約2～6%増加していることが分かる。これは、1970年以降の高速道路整備と都市部の人口との間に正の関係性があったことを意味しており、高速道路整備が都市部での人口増加の1つの要因であった可能性がある。また、広島市（約2.2%）や岡山市（約1.7%）などの県庁所在都市よりも東広島市（約5.8%）や廿日市市（約6.6%）、赤磐市（約3.9%）などの隣接する郊外部の方が増加率は高く、それらを都市圏としてみた場合、中心部よりも郊外部で高速道路整備との正の関係性が強く、前述のNathaniel Baumの研究における都市圏での州間高速道路による通勤圏の拡大が人口の郊外化をもたらしたという結果と同じ傾向を示している。さらに、中国地方全体でみると、中山間地域で約2～6%減少していることが分かる。これは、高速道路整備と中山間地域の人口との間に負の関係性があったことを意味しており、高速道路整備が中山間地域の人口減少の1つの要因であった可能性がある。

表-2 パラメータ f の推定結果と t -検定結果および被説明変数の現況再現性 (※※※: 99%有意, ※※: 95%有意, ※: 80%有意)

市町村名	総人口	年少人口	生産年齢人口	高齢人口	出荷額	生産性	卸売販売額	小売販売額	課税対象所得
被説明変数の現況再現性	0.9989	0.9961	0.9977	0.9977	0.9896	0.9816	0.9957	0.9986	0.9953
鳥取県	鳥取市	0.649 ※※	0.625	0.230	2.373 ※※※	1.216 ※※※	1.069 ※※※	1.216 ※※※	1.253 ※※※
	米子市	0.799	0.870	0.301	2.933	1.047	1.122	0.937	1.123
	倉吉市	-0.444 ※※※	-0.677 ※	-1.161 ※※	2.004	0.427 ※※	0.786 ※	0.830	1.006 ※
	境港市	0.092	-0.395	-0.580	3.278 ※	0.158 ※※※	0.573 ※※※	1.268	1.442
	岩美町	-1.818 ※※※	-2.546 ※※※	-2.898 ※※※	1.701	1.636	1.285	-0.011 ※※※	0.264 ※※※
	若桜町	-3.634 ※※※	-5.804 ※※※	-5.179 ※※※	1.229 ※	-0.413 ※※※	0.763 ※	0.552 ※	0.956 ※
	智頭町	-0.756 ※※※	-1.050 ※※	-1.173 ※※※	0.528 ※※※	-0.036 ※※※	0.521 ※※※	-0.008 ※※※	0.219 ※※※
	八頭町	-0.860 ※※※	-0.566 ※	-1.782 ※※	1.273 ※※	0.246 ※※	0.553 ※※※	-0.011 ※※※	1.735 ※※※
	三朝町	-1.231 ※※※	-1.418 ※※	-2.309 ※※※	0.754 ※※※	0.770	0.986	-0.009 ※※※	0.252 ※※※
	湯梨浜町	-0.251 ※※	0.188	-0.887 ※※	0.836 ※※	0.132 ※※※	0.776 ※	2.290 ※※※	1.452
	琴浦町	-0.749 ※※※	-0.853 ※※	-1.517 ※※※	1.181 ※※	0.838	0.940	1.876 ※	1.276
	北栄町	0.347	0.437	-0.156	1.372 ※※	0.523 ※	0.462 ※※※	2.777 ※※※	1.621 ※※
	日吉津村	1.126 ※	1.529	0.477	3.066 ※	1.462	0.553 ※※※	-0.008 ※※※	0.248 ※※※
	大山町	-0.817 ※※※	-1.055 ※※	-1.531 ※※※	0.684 ※※	1.551	1.290	2.168 ※※	0.958 ※
	南部町	0.128 ※	0.335	-0.772 ※	1.960	1.605	1.355 ※※	-0.008 ※※※	0.252 ※※※
	伯耆町	0.138 ※	0.453	-0.908 ※	2.234	1.447	0.923	-0.008 ※※※	0.250 ※※※
	日南町	-3.764 ※※※	-5.536 ※※※	-6.206 ※※※	0.986 ※※	0.176 ※※※	0.659 ※※	0.730	0.919 ※※
	日野町	-2.927 ※※※	-4.181 ※※※	-4.534 ※※※	0.592 ※※※	0.607 ※	0.787 ※	0.106 ※※※	0.928 ※※
	江府町	-2.356 ※※※	-2.393 ※※	-4.116 ※※	1.151 ※※	0.499 ※	1.030	-0.008 ※※※	0.251 ※※※
島根県	松江市	0.442	0.366	0.058	2.013	0.316 ※※	0.667 ※※	0.888	1.052 ※
	浜田市	-1.022 ※※※	-1.633 ※※※	-1.849 ※※※	1.308 ※※	0.559 ※	0.928	0.984	1.097
	出雲市	0.172	0.216	-0.473	2.076	0.313 ※※	0.634 ※※	0.874	1.199
	益田市	-0.682 ※※※	-1.360 ※※	-1.442 ※※	1.701	-0.076 ※※※	0.653 ※※	0.947	1.124
	大田市	-1.646 ※※※	-2.381 ※※	-2.763 ※※	0.432 ※※※	1.012	0.950	1.128	1.188
	安来市	-0.733 ※※※	-0.997 ※※	-1.571 ※	1.747	0.688 ※	0.839	1.053	1.058
	江津市	-1.299 ※※※	-2.190 ※※	-2.197 ※※	0.699 ※※	0.081 ※※	0.682 ※※	1.563	1.174
	雲南市	-1.453 ※※※	-2.259 ※※	-2.778 ※※	2.234	1.547	1.170	0.885	1.252
	東出雲町	1.065	1.358	0.556	3.482 ※※	0.189 ※※	0.667 ※※	2.470 ※※	1.183
	奥出雲町	-2.204 ※※※	-3.014 ※※	-4.052 ※※	2.272	1.137	1.033	0.989	1.455
	飯南町	-2.448 ※※※	-3.282 ※※	-4.037 ※※	0.322 ※※	1.930 ※	1.457 ※※	-0.008 ※※※	0.933 ※※
	斐川町	0.816	1.348	0.211	2.159	3.148 ※※	1.844 ※※	4.875 ※※	1.820 ※※
	川本町	-3.098 ※※※	-4.890 ※※	-4.718 ※※	0.922 ※※	-0.989 ※※	0.439 ※※	0.428 ※※	0.735 ※※
	美郷町	-3.913 ※※※	-5.773 ※※	-6.103 ※※	-0.176 ※※	-0.153 ※※	0.593 ※※	-0.008 ※※※	0.969 ※
	邑南町	-1.768 ※※	-2.414 ※	-3.348 ※	0.374 ※※	1.035	1.336 ※	1.148	1.141
	津和野町	-2.186 ※※	-3.103 ※※	-3.383 ※※	0.457 ※※	-0.325 ※※	0.543 ※※	-0.240 ※※	0.762 ※※
	吉賀町	-0.699 ※※	-0.977 ※	-1.536 ※	0.882 ※※	1.622	1.326 ※	-0.008 ※※※	1.355
岡山県	岡山市	0.846	0.851	0.658	1.858	0.459 ※	0.702 ※	1.341	1.150
	倉敷市	0.245 ※	0.070	0.176	1.152 ※※	0.151 ※※	0.735 ※	0.468 ※	0.994 ※
	津山市	0.332	0.888	-0.361	1.937	1.264	1.046	1.311	1.190
	玉野市	-0.477 ※※	-1.091 ※	-0.769 ※	1.396 ※※	-0.289 ※※	0.719 ※	0.933	0.777 ※※
	笠岡市	-0.401 ※※	-0.620 ※	-0.811 ※	0.658 ※※	1.006	0.748 ※	0.483 ※	0.919 ※
	井原市	-0.840 ※※	-1.150 ※※	-1.394 ※※	0.715 ※※	0.855	0.976	0.157 ※※	1.074
	総社市	0.744	0.855	0.585	1.204	0.844	0.637 ※	1.414	1.365
	高梁市	-1.237 ※※	-1.974 ※※	-1.977 ※※	0.490 ※※	1.537	1.168	0.842	1.007 ※
	新見市	-1.548 ※※	-2.201 ※※	-2.553 ※※	1.241 ※※	0.904	1.047	1.733 ※	0.859 ※
	備前市	-1.176 ※※	-1.976 ※※	-1.718 ※※	1.658 ※	0.706	1.085	1.759	1.095
	瀬戸内市	0.368	0.849	-0.183	1.000 ※※	2.074 ※	1.098	2.148 ※	1.210
	赤磐市	1.621 ※※	2.170 ※	1.264 ※	1.924	1.675	0.800 ※	1.458	1.861
	真庭市	-0.939 ※※	-0.932 ※	-1.914 ※	1.013 ※※	0.615 ※	0.855	0.996	1.136
	美作市	-1.255 ※※	-1.506 ※	-2.397 ※	0.688 ※※	1.634	1.131	1.302	1.291
	浅口市	-0.033 ※	-0.484 ※	-0.243	0.782 ※※	0.895	0.552 ※※	1.124	1.338
	和気町	-0.703 ※※	-1.068 ※	-1.371 ※	0.784 ※※	1.587	1.131	0.750	1.207
	早島町	0.637	0.660	0.550	0.911 ※※	-0.885 ※※	0.317 ※※	2.591 ※※	1.107
	里庄町	0.960	0.910	0.761	1.548 ※※	3.276 ※※	1.571 ※※	2.074 ※※	1.773 ※※
	矢野町	-0.755 ※※	-1.027 ※※	-1.369 ※※	0.531 ※※	1.043	0.918	-0.008 ※※※	0.237 ※※
	新庄村	-1.983 ※※	-2.619 ※※	-3.715 ※※	1.311 ※※	-0.427 ※※	-0.001 ※※	-0.009 ※※	0.249 ※※
広島県	鏡野町	-1.285 ※※	-1.173 ※	-2.436 ※	0.683 ※※	1.127	1.058	-0.010 ※※	0.253 ※※
	勝央町	0.263	0.884	-0.722 ※	1.899	4.984 ※※	2.175 ※※	-0.011 ※※	0.264 ※※
	奈義町	-0.733 ※※	-0.212	-1.774 ※	1.284 ※	3.249 ※※	1.651 ※※	-0.011 ※※	0.265 ※※
	西粟倉村	-0.766 ※※	-0.890 ※	-1.880 ※	1.464 ※	0.826	0.993	-0.012 ※※	0.262 ※※
	久米南町	-1.538 ※※	-2.062 ※	-2.751 ※	0.730 ※※	0.431 ※	0.804 ※	-0.010 ※※	0.252 ※※
	美咲町	-1.637 ※※	-1.700 ※	-2.790 ※	0.402 ※※	1.686	1.192	0.217 ※	1.680 ※
	吉備中央町	-0.840 ※※	-1.056 ※	-1.836 ※	0.845 ※※	3.240 ※※	1.971 ※※	-0.009 ※※	0.244 ※※
	広島市	0.851	0.749	0.682	2.469	0.509 ※	0.807 ※	0.702 ※	1.131
	呉市	-0.434 ※※	-0.792 ※	-0.633 ※	0.605 ※※	-0.037 ※※	0.665 ※	0.468 ※	0.721 ※
	竹原市	-0.615 ※※	-1.317 ※※	-1.016 ※	1.128 ※※	-0.742 ※※	0.122 ※※	0.988	0.933 ※
	三原市	-0.178 ※※	-0.522 ※	-0.483 ※	1.228 ※※	0.504 ※	0.884	1.119	0.931 ※
	尾道市	-0.512 ※※	-0.886 ※	-0.769 ※	0.534 ※※	0.005 ※※	0.687 ※※	0.374 ※	0.789 ※
	福山市	0.454	0.137	0.324	1.907	0.250 ※	0.589 ※	0.936	1.162
	府中市	-1.015 ※※	-1.510 ※※	-1.516 ※※	1.188 ※※	0.305 ※	0.833	0.771	0.863 ※
	三次市	-0.350 ※※	-0.010	-1.229 ※	1.021 ※※	1.246	1.105	0.837	1.079
	庄原市	-1.672 ※※	-2.185 ※※	-2.929 ※※	0.637 ※※	0.642 ※	0.992	0.376 ※	1.036 ※
	大竹市	-0.652 ※※	-1.135 ※	-0.931 ※	1.317 ※※	-0.028 ※※	0.660 ※	1.030	0.909 ※
	東広島市	1.977 ※※	2.152 ※	1.979 ※	1.682 ※	1.776 ※	0.981	2.281 ※	1.818 ※
	廿日市市	2.159 ※※	2.318 ※	1.937 ※	2.921 ※	0.617 ※	0.615 ※	1.950 ※	1.626 ※
	安芸高田市	-0.619 ※※	-0.743 ※	-1.336 ※	0.507 ※※	1.174	1.115	1.450	1.153
	江田島市	-1.138 ※※	-2.127 ※	-1.543 ※	0.345 ※※	-0.024 ※※	0.632 ※※	0.708 ※	1.209 ※
山口県	府中町	0.448	0.205	0.312	3.217 ※	-1.183 ※	-0.077 ※	2.393 ※	1.679 ※
	海田町	0.348	0.064	0.265	2.855	0.654 ※	0.807 ※	3.505 ※	1.413 ※
	熊野町	1.467 ※	0.371	1.575 ※	3.207 ※	1.632	0.432 ※	0.243 ※	1.613 ※
	坂町	-0.518 ※※	-1.062 ※	-0.814 ※	1.138 ※※	1.796 ※	1.540 ※	1.888 ※	1.648 ※
	安芸太田町	-1.640 ※※	-2.283 ※	-2.610 ※	-0.097 ※※	1.083	1.269	1.392	0.937 ※
	北広島町	-0.852 ※※	-1.093 ※	-1.596 ※	0.307 ※※	2.409 ※※	1.212	2.043 ※	1.462 ※
	世羅町	-0.972 ※※	-1.220 ※	-1.853 ※	0.617 ※※	0.623 ※	1.195	0.081 ※	1.055 ※
	神石高原町	-2.777 ※※	-3.508 ※	-4.382 ※	-0.444 ※※	0.639 ※	1.194	0.663 ※	0.675 ※
	下関市	-0.531 ※※	-1.546 ※	-1.088 ※	2.744	-0.013 ※	0.576 ※	0.767	1.129
	宇部市	0.331	-0.071	-0.176	3.077 ※	0.222 ※	0.804 ※	0.851	1.022 ※
	山口市	0.845	0.887	0.446	2.082	0.992	0.961	1.338	1.291
	萩市	-1.134 ※※	-2.102 ※	-1.679 ※	0.782 ※※	0.024 ※	0.598 ※	0.637 ※	1.015 ※
	防府市	0.641	0.519	0.207	2.421	1.953 ※	1.371 ※	1.145	1.266
	下松市	-0.084 ※※	-0.679 ※	-0.374 ※	2.438	-0.305 ※	0.600 ※	1.048	1.343
	岩国市	-0.260 ※※	-0.617 ※	-0.581 ※	1.368 ※※	0.177 ※	0.774 ※	0.772	0.907 ※
	光市	-0.176 ※※	-0.919 ※	-0.373 ※	1.891	0.271 ※	0.697 ※	0.730	1.081
	長門市	-0.901 ※※	-1.687 ※	-1.475 ※	1.063 ※※	0.935	1.013	0.830	1.074
	柳井市	-0.677 ※※	-1.098 ※	-1.178 ※	0.784 ※※	0.466 ※	0.767 ※	0.092 ※	0.932 ※
	美祿市	-1.309 ※※	-1.912 ※	-1.909 ※	0.684 ※	1.165	0.684 ※	0.424 ※	0.720 ※
	周南市	-0.016 ※	-0.512 ※	-0.320	2.060	0.341 ※	0.964	0.457 ※	0.930 ※
	山陽小野田市	0.019 ※	-0.212	-0.531 ※	2.244	0.949	0.892	1.314	1.377
	周防大島町	-1.723 ※※	-2.996 ※	-2.663 ※	-0.360 ※※	-0.185 ※	0.668 ※	0.443 ※	0.665 ※
	和木町	-0.631 ※※	-0.870 ※	-0.840 ※	1.983	0.081 ※	1.119	-0.043 ※	0.636 ※
	上関町	-2.677 ※※	-5.026 ※	-3.788 ※	-0.126 ※	0.564 ※	1.041	0.569 ※	0.455 ※
	田布施町	0.104 ※	-0.383 ※	-0.156	1.207 ※	1.133	0.631 ※	0.340 ※	1.231
	平井町	0.141 ※	-0.414 ※	-0.504 ※	1.955	0.314 ※	0.890	0.093 ※	1.684 ※
	阿武町	-2.641 ※※	-4.565 ※	-3.736 ※	0.114 ※	-0.565 ※	0.286 ※	-0.009 ※	0.899 ※
	阿東町	-2.621 ※※	-4.183 ※	-3.895 ※	0.467 ※	0.680 ※	1.005	0.496 ※	1.085

図-5 総人口の変化率

図-7 年少人口の変化率

図-6 高速道路整備による人口変化

図-8 高速道路整備による年少人口変化

b) 高速道路整備と年少人口変化の関係

図-7は中国地方の年少人口（0-14歳人口）の変化率であり、廿日市市・東広島市・赤磐市の3市のみが増加（約20～40%増）、それ以外の地域で減少（約20～60%減）し、年少人口が増加する地域と減少する地域の明暗が顕著である。これは、少子化による自然減の影響に加え、後述する生産年齢人口（特に子育て世代）が就業機会の高い都市部に移住した結果、それに付随した年少人口（子供）が減少した社会減による影響が考えられる。

次に、図-8は「高速道路整備による」年少人口の変化率（推定値）であり、都市部を中心に約2～6%増加し、前述の総人口と同様に、郊外部の方が増加率が高くなっている。ここで着目すべきは、図-7と8を比較した場合、図-7において年少人口が減少している地域でも図-8の「高速道路による」年少人口は、増加している地域が存在することであり、特に県庁所在地やその周辺でその傾向が確認できる。これは、自然減、社会減などの様々な要因により多くの地域で年少人口が減少する中で、高速道路整備が人口集積の1つの要因となっていた可能性がある。いい換えると、図-7において変化率がマイナスとなっている多くの地域では、高速道路以外の他の強い人口減少の要因が存在したと解釈できる。

c) 高速道路整備と生産年齢人口変化の関係

図-9は中国地方の生産年齢人口（15-64歳人口）の変化率であり、前述の総人口と同様、都市部とその周辺で増加（約20～60%増）、中山間地域や山陰地方で減少（約20～60%減）していることが分かる。生産年齢人口は労働者であり、就業機会が多い都市部に集積し、逆に就業機会が少ない地方部からは人口が流出しているものと思われる。

次に、図-10は「高速道路整備による」生産年齢人口の変化率（推定値）であり、都市部とその周辺で生産年齢人口が約2～6%増加していることが分かる。これは、1970年以降の高速道路整備と都市部の生産年齢人口との間に正の関係性があったことを意味しており、高速道路整備が都市部での人口増加の1つの要因となっていた可能性がある。また、図-6の総人口での分析結果と同様に、都市圏内の郊外部で増加率が高い傾向にある。さらに、中国地方全体でみると、中山間地域で約2～6%減少している。これは、高速道路整備と中山間地域の人口との間には、負の関係性があったことを意味しており、高速道路整備が中山間地域の人口減少1つの要因となっていた可能性がある。

図-9 生産年齢人口の変化率

図-11 老年人口の変化率

図-10 高速道路整備による生産年齢人口変化

図-12 高速道路整備による老年人口変化

d) 高速道路整備と老年人口変化の関係

図-11 は中国地方の老年人口（65 歳以上人口）の変化率であり、全地域で増加（約 100～200%増）し、特に、広島市（約 315%）、岡山市（約 213%）などの都市部で 200%を超えている。これは、老年人口の積極的な社会移動が起こったと考えるよりも、約 35 年という長期間で都市部へ集積した生産年齢人口が老年人口へシフトした影響が大いに考えられる。また、その背景には、我が国の平均寿命が 1970 年から約 10 歳延びたことも 1 つの要因である。（参考に、1971 年：男 69.3 歳、女 74.7 才 2009 年：男 79.6 歳、女 86.4 歳、厚生労働省¹⁷⁾）

次に、図-12 は「高速道路整備による」老年人口の変化率（推定値）であり、推定値から、中国地方の多くの地域で高速道路整備と高齢者人口の変化には正の関係性が示されたが、前述のとおり、約 35 年という長期の年齢階層のシフトを踏まえると、老年人口が高速道路整備により増加したと考えるよりも生産年齢人口が都市へ集積した結果、長期的に高齢化に繋がったと考える方が妥当である。そのため、本結果の解釈には留意が必要であり、老年人口のパネルデータと本モデルへの適合性については別途検討が必要である。

以上、固定効果分析により、高速道路整備と人口構造の変化の関係性を定量的かつ空間的に分析した結果、そ

の関係性は都市部と地方部で正負が異なることが示された。また、その大きさについては、都市圏の中心部と郊外部で異なることが示され、従来のマクロ集計量による分析では把握できなかった空間的な偏在を市町村単位のマクロな空間で示すことができた。

e) 高速道路整備と製造品出荷額の関係

図-13 は中国地方の製造業の製造品出荷額（国内企業物価指数¹⁴⁾でデフレートした実質値）の変化率であり、中国自動車道沿線の中山間地域で増加率が高い。これは、中国自動車道整備と共に、沿線市町村において、工業・産業団地整備やそれらへの企業誘致など様々な産業政策が進められた結果¹⁸⁾、中国自動車道沿線に多くの工場が立地し、製造品出荷額が 1970 年時点と比べて大きく伸びたためである。

次に、図-14 は「高速道路整備による」製造品出荷額（推定値）の変化率である。高速道路沿線を中心に多くの地域で約 10～20%増加しており、特に、沿岸部の山陽自動車道沿線よりも中山間部の中国自動車道沿線で増加率が高いことが分かる。これは、1970 年以降の高速道路整備とその沿線地域の製造品出荷額の変化との間に正の関係性があったことを意味しており、高速道路整備が製造品出荷額の増加の 1 つの要因となっていた可能性

図-13 製造品出荷額の変化率

図-15 労働生産性の変化率

図-14 高速道路整備による出荷額の変化

図-16 高速道路整備による労働生産性の変化

がある。一方、益田市(-0.7%)、川本町(-13.4%)、津和野町(-3.9%)、若桜町(-3.4%)、智頭町(-0.4%)などの高速道路が未整備の地域では、製造品出荷額との間に負の関係性があり、高速道路整備が沿線地域の製造品出荷額の増加に影響を与えてきた一方で、未整備地域からは利便性の高い地域に企業が流出するなどの“ストロー効果”が起こった可能性がある。

f) 高速道路整備と労働生産性の関係

図-15 は中国地方の製造業の労働生産性（実質値）の変化率であり、全地域で増加していることが分かる。特に、中国自動車道沿線の中山間地域で約 250～500%と増加率が高い。これは前述同様、高速道路沿線で工業団地整備や企業誘致などの産業政策の結果、内陸部の広大で安価な土地に生産性の高い大規模工場の立地が進展したことが1つの要因と考えられる。また、製造業の技術革新が少ない労働力で生産活動を可能にしたことも影響していると考えられる。

次に、図-16 は「高速道路整備による」労働生産性（推定値）の変化率である。全地域で労働生産性は約 10～20%増加しており、前述の出荷額と同様に中国自動車道沿線の内陸部で増加率が高いことがわかる。これは、1970 年以降の高速道路整備とその沿線地域の製造業の労働生産性との間に正の関係性があつたことを意味して

いる。また、先に整備された中国自動車道沿線地域の方が山陽自動車道沿線地域よりも変化率が大きく、高速道路整備との正の関係性が強いことを意味しており、港湾施設・鉄道貨物施設など道路以外の様々な物流施設がある沿岸部に比べ、中山間部では高速道路への依存度が強い可能性がある。

g) 高速道路整備と卸売販売額の関係

図-17 は中国地方の卸売業の年間商品販売額（実質値）の変化率であり、ほぼ全地域で増加し、中には 1,500%を超える地域が存在している。1970 年以降の約 35 年間の第三次産業の成長の結果である。

次に、図-18 は「高速道路整備による」卸売販売額（推定値）の変化率であり、多くの地域で卸売販売額は約 5～20%増加していることが分かる。特に、広島市を中心に島根県浜田市に至る広島自動車道、浜田自動車道の沿線で増加率が高い。これは、市場規模が大きな広島市周辺で高速道路整備と卸売販売額の変化に強い正の関係性があつたことを意味している。しかしながら、島根県や鳥取県など日本海側の高速道路が未整備の出雲市、奥出雲町、大田市、益田市等の地域（図-18 参照）でも増加率が高い地域があり、人口構造や製造業の生産額・生産性と比べ、都市部周辺や高速道路沿線などの空間的な分布に特定の傾向がみられない。また、これらの増加

図-17 卸売販売額の変化率

図-19 小売販売額の変化率

図-18 高速道路整備による卸売販売額の変化

図-20 高速道路整備による小売販売額の変化

率が高い地域（出雲市，奥出雲町，大田市，益田市等）ではパラメータ f の統計的信頼性に課題があるため，分析結果の解釈には留意が必要であり，卸売販売額のパネルデータと本モデルへの適合可能性について別途検討が必要である。

h) 高速道路整備と小売販売額の関係

図-19 は中国地方の小売業の年間商品販売額（実質値）の変化率であり，全地域で増加していることが分かる。これは，1970 年以降，約 35 年の間に消費規模が拡大した結果である。また，人口増加が顕著な廿日市市，東広島市などの郊外部での商品小売販売額の増加率が大きく，人口集積による消費規模の拡大など，様々な要因が考えられる。

次に，図-20 は「高速道路整備による」小売業の年間商品販売額（推定値）の変化率であり，多くの地域で約 10～20%増加しており，1970 年以降の高速道路整備と中国地方の市町村の商品販売額との間に正の関係性があったことを意味している。特に，広島市に隣接した廿日市市や東広島市，岡山市に隣接した赤磐市，総社市といった郊外部で増加率が高い。しかしながら，前述の卸売販売額と同様に山陰地方において，高速道路が未整備の大山町，境港市，奥出雲町等の地域（図-20 参照）でも増加率が大きい地域があるなど，人口構造や製造業の生産

額・生産性と比べ，都市部周辺や高速道路沿線などの空間的な分布に特定の傾向がみられない。また，これらの増加率が高い地域（大山町，境港市，奥出雲町等）ではパラメータ f の統計的信頼性に課題があるため，分析結果の解釈には留意が必要であり，小売販売額のパネルデータと本モデルへの適合可能性について別途検討が必要である。

i) 高速道路整備と課税対象所得額の関係

図-21 は中国地方の課税対象所得額（実質値）の変化率であり，全地域で約 250～500%増加していることが分かる。県庁所在地やその周辺の人口が集積した地域だけでなく，島根県などの山陰側でも広範囲に増加率が 300%以上の高い地域が存在する。これは，人口集積による要因の他に，地域間の所得水準の格差は正などを目的とした最低賃金の調整など，政策的な影響が含まれている可能性がある。

次に，図-22 は「高速道路整備による」課税対象所得額（推定値）の変化率であり，多くの地域で課税対象所得額が約 2～6%増加し，特に，人口規模が大きい廿日市市（約 8.8%）・東広島市（8.4%）で増加率が高い。これは，1970 年以降の高速道路整備と都市部の課税対象所得額の変化との間に正の関係性があったことを意味しており，高速道路整備が所得増加の 1 つの要因であった

図-21 課税対象所得の変化率

図-22 高速道路整備による所得の変化

可能性がある。しかしながら、高速道路が未整備の琴浦町、新庄村、奥井出雲町、飯南町等の山陰地方（図-22 参照）でも相対的に増加率が高くなっており、空間的分布に関して高速道路整備との関係性に明確な傾向が確認されない。また、これらの増加率が高い地域（琴浦町、新庄村、奥井出雲町、飯南町等）ではパラメータ f の統計的信頼性に課題があるため、分析結果の解釈には留意が必要である。さらに、前述の通り、地域間の所得水準の格差は正などのための最低賃金の調整など政策的な影響が多く含まれている可能性があり、課税対象所得のパネルデータと本モデルの適合性について別途検討が必要である。

4. おわりに

本研究は、中国地方での過去の高速道路整備が人口構造・社会経済変化との関係性について、地域を細分化したミクロな視点で空間的な偏在を定量的に分析することを目的に市町村単位でのパネルデータを用いて固定効果モデルによる事後分析を行った。分析結果をまとめると以下ようになる。

a) 高速道路整備と人口構造の変化との関係性については、

都市部とその周辺で正の関係性があり、都市部への人口集積の一因となっていた可能性がある。一方で、中山間地域では、負の関係性があり、人口流出などのストロー効果が存在した可能性をミクロレベルで示すことができた。

b) 高速道路整備と製造品出荷額や生産性などの工業経済指標の変化との関係性については、高速道路沿線を中心に中国地方全体で正の関係性があり、中国地方全体の製造業の活性化・発展に影響を及ぼしてきた可能性がある。このことは、高速道路沿線の利便性が高い地域に企業が集積することは疑う余地がない事実であり、高速道路整備による集積の経済が企業の輸送コスト削減などにつながり、生産性向上に影響していると解釈できる。

c) 高速道路整備と卸売・小売商品販売額及び課税対象所得の変化との関係性については、中国地方の多くの地域で正の関係性があったものの、都市部や高速道路沿線といった空間的な分布について明確な傾向が見受けられず、また、各パネルデータの経年変化の増減が著しく、本固定効果モデルとパネルデータとの適合性に課題が残った。

本研究では、高速道路整備と社会経済との間には、正の関係性だけでなく、負の関係性があり、高速道路整備による影響が空間的に偏在化する可能性を定量的に示すことができた点においては、一定の成果が得られた。ただし、市町村単位でのミクロな経済データは指標によっては、経年変動が著しく本モデルが適合し得ない可能性も課題として把握された。また、統計的有意水準が20%と比較的緩いものであることにも注意が必要である。今後、これらの点の詳細な分析として、パネルデータの取得年次を増やし、経年変化の傾向が異なる時点の前後で対象期間を分けた分析や経年変動が著しい地域とそうでない地域とで分けたグルーピング分析など、本モデルが適合し得るパネルデータの特徴を把握する必要がある。さらに、本研究は、長期の社会経済指標とアクセシビリティとの相関関係を因果関係として捉え、解釈したものであり、本来は、個別の地域や路線ごとに、人々や企業の立地行動の理論等の他のアプローチにより、詳細に因果関係を分析していくことが重要であり、より多くの知見を得られる可能性があるが、現時点での統計的分析からの結論は以上である。

最後に、今後の道路整備を考えるに当たり、将来の影響だけでなく、過去の道路整備により活性化した地域、衰退した地域を事後的に検証し、その因果関係を明らかにしていくことは、重要なアプローチの1つであり、将来予測モデルを構築する際にも重要な視点ともなり得るため、今後も様々な視点から分析ツールを開発し、実証分析により検証することは重要である。

参考文献

- 1) 藤井聡：幹線道路網整備の社会的メリットとデメリット，運輸政策研究，Vol. 8, No. 4, pp. 19-24, 2006.
- 2) Barro, R. J. and Sala-i-Martin, X.: *Convergence*, *Journal of Political Economy*, Vol. 100, pp. 223-251, 1992.
- 3) 中里透：公共投資と地域経済成長，日本経済研究，No.39, 1999.
- 4) Fisher, R. A.: *Statistical Methods and Scientific Inference*, Hanfer Publishing, 1932.
- 5) Maddala, G. S. ed.: *The Econometrics of Panel Data*, 2 vols, Aldershot; Brookfield: Edward Elgar, 1993.
- 6) Matyas, L. and Sevestre, P.: *The Economics of Panel Data, A Handbook of the Theory with Applications*, 2nd ed., Malden Blackwell, 1996.
- 7) Baum-Snow, N.: Did highways cause suburbanization?, *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 122, Issue 2, pp. 775-805, 2007.
- 8) 田村肇：経済状況と公共図書館の利用－都道府県パネルデータを用いた分析－，日本図書館情報学会誌，Vol. 50, No. 2, 2004.
- 9) 熊谷成将：医療扶助受給者の健康投資，福山大学経済学論集，Vol. 27, No. 2, pp. 201-217, 2002.
- 10) 島澤論：情報通信技術の進展がわが国の雇用に与えた影響について－地域別パネルデータによる分析，電気通信普及財団調査研究報告書，No. 19, 2002.
- 11) 北村行伸：パネルデータ分析，岩波書店，2005.
- 12) 宮城俊彦，鈴木崇児：交通ネットワークにおけるアクセシビリティの定義，土木計画学研究講演集，No.18 (1), pp. 373-376, 1995.
- 13) 国土交通省：全国貨物純流動調査（物流センサス）（昭和 60 年～平成 17 年）
- 14) 日本銀行ホームページ：国内企業物価指数
- 15) 山本拓：計量経済学，新世社，1995.
- 16) 小池淳司，佐藤裕介：パネルデータ分析による道路ネットワーク整備の事後分析，高速道路と自動車，第 51 巻第 7 号，pp. 23-30, 2008.
- 17) 小池淳司，平井健二，佐藤啓輔，門間俊幸：中国・四国地域における道路整備と地域経済の発展の事後分析－パネルデータ分析による実証分析－，交通工学，Vol. 45, No. 4, pp.38-43, 2010.
- 18) 厚生労働省ホームページ：平成 21 年簡易生命表
- 19) 矢田肇：高速自動車道の開通整備に伴う地域経済効果，中国地方総合研究センター，研究報告，1991.
- 20) Vickerman, R.: Recent Evolution of Research into the wider Economic Benefits of transport infrastructure investments, Joint Transport Research Centre, Discussion Paper No.2007-9.
- 21) Graham, D. J.: Agglomeration Economies and Transport Investment, Joint Transport Research Centre, Discussion Paper No.2007-9.
- 22) Strange, W. C.: Prepared for the Handbook of Urban and Regional Economics, Volume 4, November 4, 2002 Evidence on the Nature and Sources of Agglomeration Economies.
- 23) Baird, B. A.: Public Infrastructure and Economic Productivity, *A Transportation-Focused Review*, Vol. 1932, pp. 54-60, 2005.

(2011.8.24 受付)

REGIONAL INFRASTRUCTURE'S CONTRIBUTION TO PRODUCTIVITY AND POPULATION—EX-POST ANALYSIS USING BY FIXED EFFECT MODEL—

Atsushi KOIKE, Kenji HIRAI and Keisuke SATO

Many studies of infrastructure productivity have been conducted. Researchers have estimated the production function including infrastructure stock as a production factor by using time-series and regional data as macro data and have determined whether or not infrastructure development has significant effects on national economy. On the other hand, Barro and Sala-i-Martin (1992) reported that the influence of accessibility improvement by infrastructure development has marginally decreased recently. Although these discussions have focused on the national economic growth, we don't get the information how economic changes in the regional economic level by infrastructure development. On the other hands, we know the regional infrastructure development has several effects as our current experience. Some of the effects are positive, such as increasing productivity in a private sector and inducing regional development, but some are negative, such as inducing the outflow of consumption from smaller, local cities to larger cities (This is known as the "Straw Effect"). These phenomena, however, have not been studied in practical terms. In this paper, the fixed effect model based on the panel data is used to clarify the positive and negative regional economic effects of existing expressway development. Using panel data (time series and regional statistical information), it is possible to analyze the spatial influence of expressway development. And this model is constructed by formulating a correlation between expressway development (change of accessibility) and regional economic effect. We used this model to clarify the positive and negative effects about population, productivity and production changes by existing expressway development in Japan. In the conclusion, the population in most rural regions is decreasing with expressway development. However, economic activities such as manufacturing, wholesale and retail production are increasing. This shows that the expressway development has a possibility to make relocate the population distribution, and contributes to an efficient economic activity.