

# 道路インフラ整備が製造業事業所の立地や雇用の促進に及ぼす影響に関する差の差分析

諸橋 克彦<sup>1</sup>・織田澤 利守<sup>2</sup>

<sup>1</sup>学生会員 神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻 (〒 657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1)  
E-mail:185t134t@stu.kobe-u.ac.jp

<sup>2</sup>正会員 神戸大学准教授 大学院工学研究科市民工学専攻 (同上) E-mail:ota@opal.kobe-u.ac.jp

本研究では、高速道路整備が周辺地域における製造業事業所の立地や雇用の促進に及ぼす影響について第二京阪道路の一部区間を対象に検討を行う。また、中間財の投入比率によって、雇用促進効果がどのように変化するかについても着目して検討する。

**Key Words** : highway development, difference in difference analysis, employments, input intensive

## 1. はじめに

社会資本整備にはフロー効果とストック効果がある。1) フロー効果は、公共投資の事業自体によって生産、雇用や消費といった経済活動が派生的に作り出され、短期的に経済全体を拡大させる効果である。一方で、ストック効果は、整備された社会資本が機能することで、整備直後から継続的かつ中長期的にわたって得られる効果である。道路インフラ整備による事業所の立地や雇用の促進効果は、ストック効果の一つである。

Holl(2016)<sup>2)</sup> は、スペインの製造業企業を対象に、1997年から2007年にかけて、幹線道路整備によって、企業の高速道路ICまでの距離が企業の生産性に及ぼす影響に関して、固定効果操作変数法を用いて分析を行った。操作変数は、1760年の郵便配送ルートおよびローマ時代の道路への距離を採用している。幹線道路整備によるアクセシビリティ向上は、企業の生産性を向上させ、その周辺地域の企業の生産性低下によって、道路投資による便益の一部が相殺されることを示している。

Bernard et al.(2015)<sup>3)</sup> は、2004年に開業した九州新幹線鹿児島ルートを対象に、新幹線の新駅周辺に位置する企業の業績が新幹線開通前後でどう変化したかをTriple difference approachを用いて分析した。Triple difference approachは、差の差分析を発展させた手法で、変数として、新幹線以前か以後か(2004年を基準)、新駅の近くか否か(新駅からの距離30kmを基準)、中間財投入比率が高いか否かの3つを用いている。企業業績を測定する指標として、生産額、労働生産性、全要素生産性を使用しており、新駅の近くの企業のほど

企業の生産額や生産性は増加し、中間財投入比率が高い企業ほど効果が大きいことを示している。

本研究では、事業所の立地や雇用の促進効果の計測手法の確立に向け、第二京阪道路の一部区間を対象として検討を行う。なお、立地・雇用の促進効果として、周辺地域における製造業の事業所数及び雇用(従業者数)の変化に着目する。

## 2. 分析対象エリア及び使用データ

第二京阪道路は、大阪府門真市の門真ICから京都市伏見区の巨椋池ICまでの全長28.3kmの自動車専用道路である。開通時期は門真IC-枚方東IC間が2010年、枚方東IC-巨椋池IC間が2003年である。本稿では、中でも製造業企業が多く立地する、門真ICと寝屋川南IC(ともに2010年供用開始)の周辺地域を分析の対象とする(図-1参照)。なお、分析には、2007年及び2014年の工業統計調査データを用いる。

## 3. 道路整備が事業所数に及ぼす影響

門真IC及び寝屋川南IC周辺地域における道路整備前後での製造業事業所数の変化に着目する。周辺の地域をICから2km圏内、2km~4km圏、4km~8km圏に分割し、各エリアにおける2007年と2014年の事業所数とその増減率を表-1に示している。全事業所数は30%以上減少しており、また、2km圏内の減少率が最も大きくなっている。この理由として、同期間にリーマンショックが発生するなど全体的に景気が低迷していたこと、また、門真・寝屋川地域には電機産業の企業



図-1 分析対象エリア

が多く立地しており、同産業における国際競争の激化などによって撤退や倒産が多く発生したことが考えられる。同表には、事業所の規模（従業者数）毎に集計した結果を合わせて示している。規模の大きい事業所の減少率が比較的小さくなること以外は、上記の全事業所の場合と同様の傾向であることがわかる。

道路整備がもたらす影響は、生産する財の種類やサプライチェーンの構造に応じて産業毎に異なる。高速道路整備による物流の効率化の効果は中間財投入の多い産業ほど大きいと予想される。そこで、中間財投入比率の高い産業と低い産業に分けて、事業所数の変化を比較した。なお、製造業全体の中間投入比率を基準とし、その値よりも比率が高い産業を中間財投入比率の高い産業とした。その結果、中間財投入比率の高い産業は、低い産業に比べていずれのエリアにおいても減少率が小さいこと、また、中間財投入比率の高い産業に関しては、2km 圏内の減少率が最も小さくなっていることがわかった。

表-2 には、同期間中の事業所の新設数及び撤退数をまとめた。なお、右列は、撤退数に対する新設数の割合(%)を表す。全事業所並びに中間財投入比率の低い産業において、2km 圏内の新設/撤退の割合が2km-4km 圏、4km-8km 圏の割合を5%ほど下回っているのに対し、中間財投入比率の高い産業においては、各エリアの割合はほぼ同程度である。このことから、道路整備が中間財投入比率の高い産業の事業所撤退を抑制し、参入を促す効果を持つことを示している。

#### 4. 道路整備が雇用に及ぼす因果効果の推定

##### (1) 差の差分分析 (Difference In Difference analysis; DD)

差の差分分析は、パネルデータを用いて処置効果を推定する方法である。図2において、処置効果は、処置

群において処置が行われた場合と処置が行われなかった場合との差分： $Y_{T1}(1) - Y_{T1}(0)$  によって表される。しかし、処置群において処置が行われなかった場合は、実際には実現しておらず（反事実）、その結果  $Y_{T1}(0)$  を直接観察することはできないという問題（因果推論における根本問題）が存在する。

差の差分分析では、2つの「差」に着目して因果効果を推定する。2つの差とは、「処置前後における差」と「処置群 (Treated) と対照群 (Control) の差」である。ここで、次の2つの仮定が成立するものとする。1つ目は、処置が行われなかった場合に、処置群において処置前後で起こる変化  $Y_{T1}(0) - Y_{T0}(0)$  と対照群における処置前後の変化  $Y_{C1}(0) - Y_{C0}(0)$  が平行になる仮定（平行トレンド）である。2つ目は、処置前後において、処置以外に対照群もしくは処置群のいずれか一方のみに影響を与える出来事が存在しないという仮定（共通ショック）である。以上の仮定の下では、処置効果  $Y_{T1}(1) - Y_{T1}(0)$  は、「処置前後における差」の「処置群 (Treated) と対照群 (Control) の差」:

$$Y_{T1}(1) - Y_{T1}(0) = \{Y_{T1}(0) - Y_{T0}(0)\} - \{Y_{C1}(0) - Y_{C0}(0)\} \quad (1)$$

と等しくなる。この手法は、観測不可能な共変量に基づいて割付けがなされている場合に有効である（ただし、時間に対して一定の共変量に限る）。

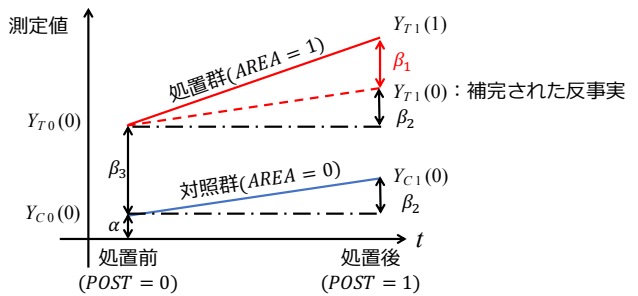


図-2 差の差分分析

差の差分分析は、式(2)を推定することによって行うことができる(回帰DD)。

$$Y_{it} = \mu + \gamma TREAT_{it} + \delta AFTER_{it} + \alpha TREAT_{it} \cdot AFTER_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

ただし、 $Treat_{it}$  は、時刻  $t$  において個体  $i$  が処置群に含まれれば1を、対照群に含まれれば0をとるダミー変数、 $After_{it}$  は処置前に0、処置後に1をとるダミー

表-1 製造業事業所数の変化

	2007 年			2014 年			増減率 (%)		
	2km 圏内	2-4km 圏	4-8km 圏	2km 圏内	2-4km 圏	4-8km 圏	2km 圏内	2-4km 圏	4-8km 圏
全事業所	2,774	4,342	15,952	1,755	2,894	10,758	-36	-33.3	-32.6
規模									
30人以上	190	285	770	138	220	641	-27.4	-22.8	-16.8
4-29人	1,210	1,894	6,783	743	1,191	4,332	-38.6	-37.1	-36.1
3人以下	1,374	2,163	8,399	874	1,483	5,785	-36.4	-31.4	-31.1
中間財投入比率									
高	349	575	1,869	260	397	1,368	-25.5	-31	-26.8
低	2,425	3,767	14,083	1,495	2,497	9,390	-38.3	-33.7	-33.3

表-2 製造業事業所数の新設数・撤退数

	新設			撤退			新設/撤退 (%)		
	2km 圏内	2-4km 圏	4-8km 圏	2km 圏内	2-4km 圏	4-8km 圏	2km 圏内	2-4km 圏	4-8km 圏
全事業所	265	480	1,740	1,297	1,922	6,927	20.40%	25.00%	25.10%
中間財投入比率									
高	36	59	197	141	226	739	25.50%	26.10%	26.70%
低	229	421	1,543	1,156	1,696	6,188	19.80%	24.80%	24.90%

変数を表す。また、 $\varepsilon_i$  は誤差項である。処置効果の推定値は、ダミー変数の交差項  $Treat_{it} \cdot After_{it}$  の回帰係数  $\alpha$  と等しくなる。

## (2) 雇用に関する差の差分分析

高速道路整備が製造業の雇用に及ぼす因果効果を、以下の回帰 DD モデルを用いて推定する。

$$Y_{it} = \alpha + \beta_1 POST_{it} \cdot AREA_{it} + \beta_2 POST_{it} + \beta_3 AREA_{it} + v_{it} \quad (3)$$

式 (3) において、 $Post_{it}$  は高速道路整備後に 1、整備前に 0 をとるダミー変数である。ここでは、道路整備後を 2014 年、整備前を 2007 年とする。 $Area_{it}$  は処置群に 1、対照群に 0 をとるダミー変数である。企業と高速道路 IC の距離をもとに、表-3 のように 4 通りの処置群と対照群の組合せを定める。また、各産業中分類のダミー変数を導入した場合としない場合のそれぞれについて推定を行った。

表-3 処置群と対照群の組合せ

	処置群 ( $Area_{it}=1$ )	対照群 ( $Area_{it}=0$ )
(1)	2km 圏内 ( $x=2$ )	2km 圏外 4km 圏内
(2)	2km 圏内 ( $x=2$ )	2km 圏外 8km 圏内
(3)	4km 圏内 ( $x=4$ )	4km 圏外 8km 圏内
(4)	2km 圏内 ( $x=2$ )	4km 圏外 8km 圏内

雇用に関する差の差分分析の結果を表-4 に示す。交差項  $Treat_{it} \cdot After_{it}$  の回帰係数  $\beta_1$  が高速道路整備に

よる因果効果を表す。全てのケースにおいて、交差項  $Treat_{it} \cdot After_{it}$  の係数  $\beta_1$  は負となった。その上、4km-8km までを対照群としたケースはいずれも有意となっている。IC から比較的に近い地域には電機産業の企業が多く立地しており、その中には、同産業における国際競争の激化などによってこの期間に業績を落とす企業も少なくない。そのため、IC から遠い地域を対照群として設定したケースにおいては、産業立地分布の偏りの影響により、道路整備が負の効果となる推定結果が導かれることとなった。上記の結果は、道路整備の効果も推定するにあたっては、産業の性質を考慮した分析を行う必要性を示唆している。

## (3) 中間財投入比率の高い産業に着目した Triple difference 分析

これまでの検討を踏まえ、本項では差の差分分析の枠組みを拡張し、中間財投入比率の高い産業に着目した Triple difference 分析を行うことにより道路整備による因果効果を推定する。推定に用いる回帰式を以下に示す。

$$Y_{it} = \alpha + \gamma_1 POST_{it} \cdot AREA_{it} \cdot INTER_{it} + \gamma_2 POST_{it} \cdot AREA_{it} + \gamma_3 POST_{it} \cdot INTER_{it} + \gamma_4 AREA_{it} \cdot INTER_{it} + \gamma_5 POST_{it} + \gamma_6 AREA_{it} + \gamma_7 INTER_{it} + v_{it} \quad (4)$$

式 (4) で、 $INTER_{it}$  は中間財投入比率の高い産業で 1 を、低い産業で 0 をとるダミー変数である。3 つのダ

表-4 雇用に関する差の差分析の結果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
処置群 (treated)	2km 圏内		2km 圏内		4km 圏内		2km 圏内	
対照群 (control)	2km-4km 圏		2km-8km 圏		4km-8km 圏		4km-8km 圏	
post	-3.877*** (1.408)	-0.671 (0.412)	-2.527*** (0.376)	-0.246 (0.197)	-2.162*** (0.424)	-0.185 (0.210)	-2.162*** (0.282)	0.0648 (0.213)
area2km	-1.240 (1.798)	-1.391 (1.994)	2.142** (0.959)	1.936* (1.152)			3.079*** (0.750)	3.302*** (0.897)
postarea2km	-0.403 (2.263)	-0.0446 (0.515)	-1.769 (1.089)	-0.270 (0.413)			-2.140*** (0.737)	-0.298 (0.409)
area4km					3.813*** (0.673)	4.287*** (0.833)		
postarea4km					-1.873** (0.764)	-0.281 (0.287)		
Constant	12.77*** (1.118)	10.48 (7.749)	9.392*** (0.331)	6.967* (4.145)	8.473*** (0.373)	5.718 (4.150)	8.474*** (0.288)	5.651 (3.777)
Industry FE	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes
Observations	15,729	11,765	51,106	38,475	51,106	38,475	41,468	31,239
Number of id	7,873	7,873	25,553	25,553	25,553	25,553	20,752	20,752

Standard errors in parentheses

\*  $p < 0.1$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$ 

表-5 Triple difference Approach による雇用促進効果の推定結果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
処置群 (treated)	2km 圏内		2km 圏内		4km 圏内		2km 圏内	
対照群 (control)	2km-4km 圏		2km-8km 圏		4km-8km 圏		4km-8km 圏	
post	-2.837* (1.512)	0.0290 (0.505)	-2.150*** (0.402)	-0.0491 (0.244)	-1.967*** (0.452)	-0.0167 (0.256)	-1.979*** (0.301)	-0.112 (0.262)
area2km	-0.284 (1.923)	-1.037 (2.010)	2.225** (1.023)	2.108* (1.169)			2.934*** (0.797)	3.292*** (0.918)
intermediate	14.59*** (3.289)	1.628 (1.573)	8.400*** (1.000)	1.808*** (0.719)	6.534*** (1.141)	1.287 (0.788)	6.150*** (0.857)	2.011*** (0.757)
postarea2km	-1.779 (2.430)	-0.532 (0.562)	-2.479** (1.169)	-0.653 (0.451)			-2.652*** (0.792)	-0.663 (0.446)
postintermediate	-7.812* (4.227)	-4.015** (1.568)	-3.209*** (1.174)	-1.061 (0.809)	-1.761 (1.337)	-0.864 (0.851)	-1.657* (0.895)	1.063 (0.872)
area2kmintermediate	-6.989 (5.339)	-2.490 (2.173)	-1.091 (2.839)	-1.419 (1.658)			0.674 (2.169)	-0.456 (1.557)
postarea2kmintermediate	10.09 (6.816)	3.305** (1.564)	5.472* (3.319)	2.737** (1.257)			3.909* (2.264)	2.631** (1.245)
area4km					3.072*** (0.717)	4.134*** (0.847)		
postarea4km					-1.561* (0.819)	-0.344 (0.312)		
area4kmintermediate					5.069** (1.995)	0.944 (1.175)		
postarea4kmintermediate					-2.188 (2.343)	0.561 (0.887)		
Constant	10.85*** (1.198)	10.16 (7.748)	8.384*** (0.352)	7.028* (4.145)	7.711*** (0.396)	5.826 (4.151)	7.756*** (0.304)	5.853 (3.777)
Industry FE	No	Yes	No	Yes	No	Yes	No	Yes
Observations	15,729	11,765	51,106	38,475	51,106	38,475	41,468	31,239
Number of id	7,873	7,873	25,553	25,553	25,553	25,553	20,752	20,752

Standard errors in parentheses

\*  $p < 0.1$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*\*\*  $p < 0.01$ 

ミー変数の交差項  $POST_{it} \cdot AREA_{it} \cdot INTER_{it}$  の係数  $\gamma_1$  が、高速道路整備が中間財投入比率の高い産業の雇用に及ぼす因果効果である。表-5 より、いずれのケースにおいても  $\gamma_1$  は正となることがわかる。また、2km 圏内を処置群とした場合、有意となる傾向が見取れる。以上より、第二京阪道路の整備は、中間財投入比率の高い産業の雇用を促進する効果があること、また、その効果は IC から 2km 圏内で発現していることが明らかとなった。

## 5. おわりに

本研究では、道路整備が製造業事業所の立地や雇用を促進する効果を定量する枠組みを示した上で、第二京阪道路を対象に推定を行った。推定の結果、リーマンショックや電機不況といった状況下においても、道路整備が中間財投入比率の高い産業の物流効率化に寄与し、周辺地域における事業所の立地や雇用を促進する効果をもたらすことが明らかとなった。今後の課題と

して、(i) より多くの道路事業を対象に分析を実施すること、(ii) 製造業以外の産業についても同様の分析を行うこと、(iii)(i) 及び (ii) の分析を通じて、どういった道路の整備によって、どういった産業の立地や雇用の成長が促されるかについて知見を蓄積することなどが挙げられる。

#### 参考文献

- 1) 国土交通省：インフラストック効果，2017.
- 2) Adelheid Holl, Highways and productivity in manufacturing firms, *Journal of Urban Economics*, 93, 131-151, 2016.
- 3) Andrew B. Bernard, Andreas Moxnes, Yukiko U. Saito, *Production Networks, Geography and firm performance*, National Bureau of Economic Research, 2015.

(2018. 7. 31 受付)

## Difference-In-Difference Analysis of the Impacts of Road Infrastructure Improvement on Location and Employment of Manufacturing Establishment

Katsuhiko MOROHASHI and Toshimori OTAZAWA

In this study, we estimate the effects of improvement of road infrastructure on the locations and employments of manufacturing firms, using the data of industrial statistical survey conducted by the Ministry of Economy, Trade and Industry. We apply the difference in difference method to estimate the effect of highway improvement on the establishment's employments, focusing on whether before opening or after as the first difference and whether the establishment locates close to IC on highway or not as the second difference. Furthermore, we focus on the feature of industries as the third difference and apply the triple difference approach. Results show that the productivity improvement effects by highways opening are greater on establishments with a high ratio of intermediate goods input.