

首都圏三環状道路の整備による 沿線地域ストック効果の 統計的因果推論

大胡 賢一¹・樋野 誠一²・福田 大輔³

¹非会員 国土交通省関東地方整備局（〒330-9724 埼玉県さいたま市中央区新都心2-1）

E-mail: daigo-k277@mlit.go.jp

²非会員 一般財団法人 計量計画研究所（〒162-0845 東京都新宿区市谷本村町2-9）

E-mail: shino@ibs.or.jp

³正会員 東京大学大学院 工学系研究科社会基盤学専攻（〒113-8656 東京都文京区本郷7-3-1）

E-mail: fukuda@civil.t.u-tokyo.ac.jp

首都圏三環状道路ネットワークについては、時間短縮効果や経路転換による渋滞緩和効果に加え、周辺地域での大型物流施設の立地、企業活動の活発化、工業地の地価上昇、地域経済や雇用の創出等、様々なストック効果の発現が期待されている。本研究では、三環状道路整備による交通サービス水準の向上が周辺地域の経済活動に及ぼした影響を把握するために、差の差分分析（Difference in Difference）を適用して統計的因果推論を行った。圏央道を対象に、IC近傍の時間圏とそれ以外の時間圏とを比較することで、圏央道整備前後で地価上昇の因果効果があることが統計的に示唆された。

Key Words : Ringroad construction, Stock effect, Difference in Difference.

1. 首都圏三環状道路の整備状況とストック効果

(1) 整備状況と渋滞緩和効果

首都圏三環状道路（首都圏三環状）とは、東京都心を囲む首都高速中央環状線（中央環状）、東京外かく環状道路（外環道）、首都圏中央連絡自動車道（圏央道）の3路線からなる環状道路の総称である。既に都心と各地方とを結んでいる放射方向の高速道路である東名高速、中央道、関越道、東北道、常磐道、東関東道などと接続することで、都心を通る車両を分散させ、それに伴う渋滞解消等を図る重要な路線である。

近年、圏央道と外環道の未整備区間が相次いで開通している。具体的には、平成29年2月に圏央道の茨城県区間が開通し圏央道の整備率は約90%に、また平成30年6月には外環道の千葉県区間が開通し外環道の整備率は約60%に達するなど、ネットワーク整備が着実に進んでいる（図1）。

首都圏三環状道路ネットワークの形成による直接的効果として、都心の渋滞緩和効果が確認されている。例えば国土交通省等²⁾によると、平成30年6月の外環道の千葉県区間の開通等により、埼玉・千葉間での移動において首都高経由の交通のうち約8割が都心を迂回した外環経由に転換するとともに、普通車の中央環状内側の首都

高（中央環状含む）の渋滞損失時間は、開通前に比べて3割減少している（図2）。

(2) 周辺地域でのストック効果

他方、首都圏三環状道路の周辺地域においては、首都圏三環状道路ネットワークの形成に伴う交通転換や渋滞緩和に加えて、大型の物流施設が立地等が進んでおり、それに伴う工業地の地価上昇等も確認されている（図3）。例えば国土交通省等²⁾によると、平成29年2月に茨城県区間が開通した圏央道においては、茨城県内の沿線において平成25年から平成28年の4年間で79件の企業が立地するなど、開通に合わせ企業立地が促進されている。また開通後の平成29年の工業地の地価上昇率については、全国上位10地点のうち6地点を圏央道沿線が占めるなど、沿線の工業地における地価の上昇が確認されている（図4）。また、平成30年6月に千葉県区間が開通した外環道の沿線においては、10年間で物流施設の新規立地が120件にも上り、工業地の地価は平成21年に比べて約10%上昇している。（図5）

このように、首都圏三環状の各区間の開通前後において、整備された社会資本が機能することによる中長期的な効果として、企業立地や工業地の地価上昇が進むなど企業活動の活性化がなされていることが示唆されており、

生産の増加，雇用の増加，流通の活性化といった生産性向上のストック効果が発現している可能性がある．それをより厳密に検証することにより，ストック効果のエビデンスの蓄積に資することが期待される．

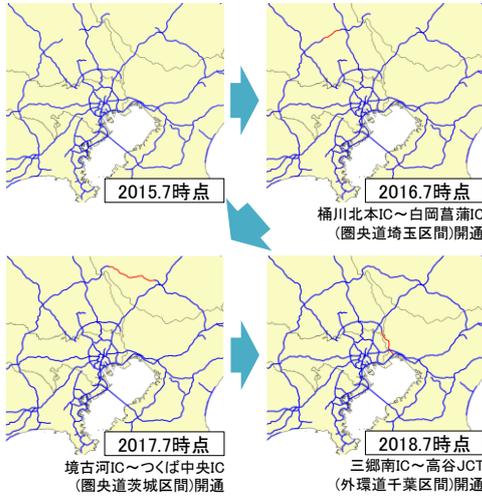


図1 三環状道路の整備状況

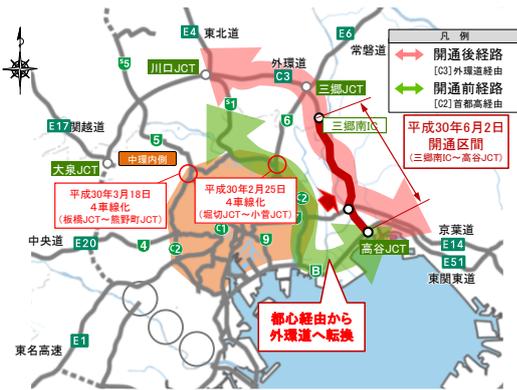


図2 外環道千葉県区間の開通による渋滞緩和 (令和元年12月 記者発表1) より

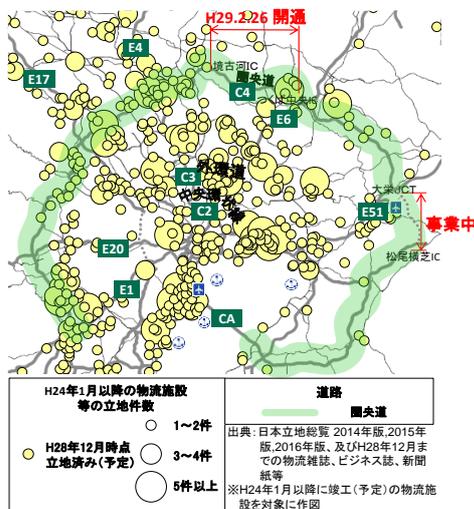


図3 三環状道路周辺の物流施設の立地

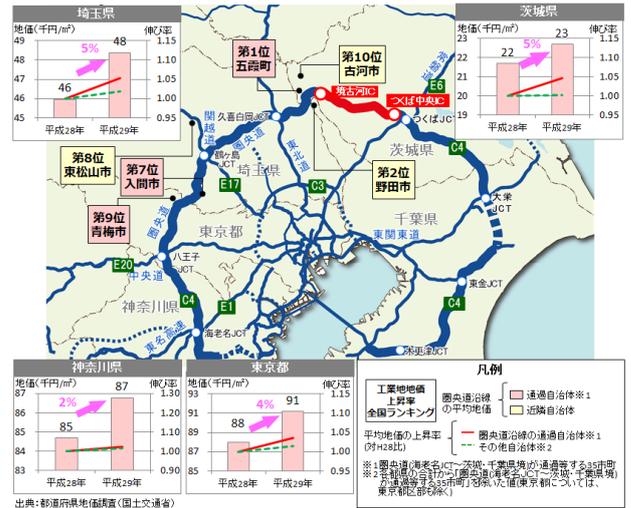


図4 圏央道の地価上昇 (平成29年11月 記者発表2) より

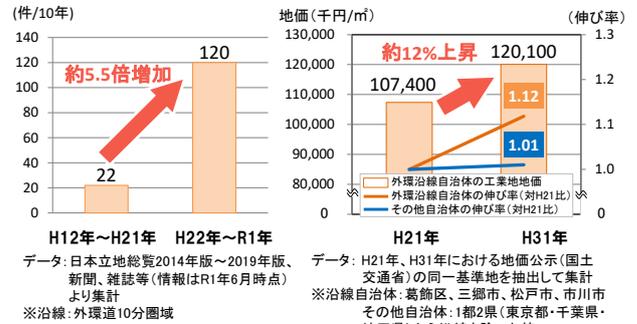


図5 外環道の地価上昇 (令和元年12月 記者発表1) より

(3) 本研究の目的について

本研究では，近年開通が進む首都圏三環状の整備状況をふまえ，これまでの整備効果に加えて長期的なストック効果の把握を目的とし，首都圏三環状の整備による交通サービスの向上と周辺地域の経済活動との相関や寄与について，圏央道を例として，統計的因果推論の手法に基づいて分析するものである．

2. 統計的因果推論の方法について

(1) 分析手法の設定

圏央道整備により圏央道 IC 周辺に物流施設が立地し，地価上昇が顕在化している．本研究は，この現象が統計的に有意であるかを統計的分析手法として差の差分析 (Difference in Difference: DID) を適用し，圏央道を対象に，圏央道整備前後で地価や物流施設等の経済指標に差があるか否かを統計的に検証した結果について説明する．

(2) 社会経済指標の活用

差の差分析に利用する社会経済指標として表 1 のデー

タ活用について検討を行った。本研究では、一定程度の地点・範囲が特定され、かつ直近までのデータが存在するものとして、地点別の地価と物流施設数に着目した。なお地価については工業地の地価を用いて分析を行った。

なお、製造品出荷額等の金額指標については、元となる 1km²メッシュデータの最新値が古いこと、また、課税対象所得などの市町村単位のデータでは地域が大きく、他の要因（ノイズ）が含まれることから、今回の分析では活用していない。

表1 分析への活用を検討した社会経済指標

指標	時点	地域単位	出典
1.地価	毎年	地点別	地価公示
2.物流施設	毎年	地点別	日本立地総覧
3.従業者数、事業所数 (運輸業・倉庫業)	H26 H24 H21	1km ² メッシュ	経済センサス
4.製造品出荷額	H22 H15 H12	1km ² メッシュ	工業統計
5.就業者数・人口	H27 H22	1km ² メッシュ	国勢調査
6.課税対象所得	毎年	市区町村	市町村税課税状況等の調
7.税収	毎年	市区町村	総務省 地方財政状況調査 関係資料 市町村別決算状 況調

(3) 分析に用いる交通データ

本研究では、整備による交通サービスの向上を表す指標として、IC 近傍の時間圏域とそれ以外の地域の時間圏域とを比較する。圏央道 IC から後背圏への時間圏域は一般道による道路時間を算定し、圏央道開通に伴う最寄り IC への時間の変化を捉えることとした（図 6）。

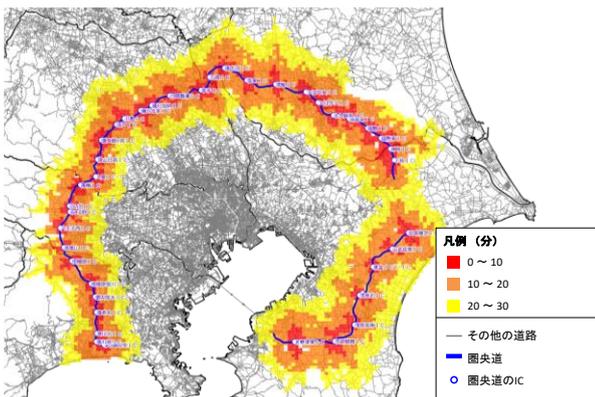


図 6 圏央道 IC からの時間圏域

(4) モデルの設定概要

圏央道の整備前後で各地価調査地点から最寄り IC までの所要時間に注目し、圏央道整備により所要時間が短縮される地域であり、かつ最寄りの IC からある時間圏内（例えば 5 分圏内、20 分圏内、30 分圏内などを複数設

定）を処置群（Treatment）とし、短縮されていない地域かつ IC からの最大 30 分圏内を制御群（Control）と見立てた上で、差の差分析を行った。こうした設定の頑健性を判断するため、処置群・制御群とする時間圏域は複数設定し、統計的に有意な時間圏域を把握することとした。

なお、差の差分析の仮定として、圏央道整備がない場合には処置群と制御群の地価の変化が同一であるとする「平行トレンド仮定」が必要となる。

(5) 推定モデル

圏央道整備による沿線の地価を、非沿線地域の地価と比較する目的で、差の差分析の推定モデルを式 (1) に定式化する。

$$P_{it} = \alpha + \beta_t \cdot T + \beta_i \cdot I + \beta_{it} \cdot T \cdot I \quad (1)$$

ここで、 P_{it} ：地点 i の時点 t における地価、 T ：圏央道の整備前後ダミー（整備前は $T=0$ 、整備後は $T=1$ ）、 I ：圏央道近傍か否かの treatment ダミー変数（圏央道の IC から x 分圏内であれば $I=1$ 、 x 分圏外であれば $I=0$ ）である。ここで x 分圏は、10 分圏、20 分圏、30 分圏の 3 パターンを設定する。また、 α, β はパラメータである。

圏央道非沿線地域 ($I=0$) の整備前 ($T=0$) の地価水準は式 (1) に各変数を代入して $P_{00} = \alpha$ となり、非沿線地域 ($I=0$) の整備後 ($T=1$) の地価水準は $P_{01} = \alpha + \beta_t$ となる。従って、圏央道非沿線地域の地価変化額は β_t である。一方、圏央道沿線地域 ($I=1$) の整備前 ($T=0$) の地価水準は $P_{10} = \alpha + \beta_i$ となり、沿線地域 ($I=1$) の整備後 ($T=1$) の地価水準は $P_{11} = \alpha + \beta_t + \beta_i + \beta_{it}$ となる。従って、圏央道沿線地域の地価変化額は $\beta_t + \beta_{it}$ である。以上より、圏央道沿線地域の地価変化額と非沿線地域の地価変化額の差は β_{it} となり、式 (1) の交差項パラメータ β_{it} が圏央道整備による沿線地域への波及効果であり、本分析で注目する因果効果となる。

3. 差の差分析の適用結果

(1) 統計的手法による推定結果

ここでは、2. で紹介した手法により分析した結果のうち、因果効果が統計的に有意として推定された圏央道の神奈川県区間 IC（2014 年供用）と埼玉県区間 IC（2017 年供用）について、整備前後のダミー変数および圏央道か否かの処置ダミーについて、あらゆる設定の組み合わせで推定した結果のうち、統計的に有意な結果のみを示した上で考察する。

a) 神奈川県区間の地価への影響の推定

2018 年の一般道の道路状況に基づき、圏央道の各 IC から最寄り 20 分圏内を分析対象とした。

複数の組み合わせを試みた結果、処置群 (treatment) は圏央道 IC の供用前後で最寄り IC までの所要時間が短縮しかつ、5 分圏内の地点と設定した。制御群 (control) は、圏央道 IC の最寄り 20 分圏内かつ、供用前後で最寄り IC までの所要時間が短縮しなかった地点と設定した。

処置効果 (after ダミー) は神奈川県区間開通 1 年前の 2013 年以降と設定した場合に統計的有意の結果となった。

神奈川県のみデータで推定した場合の交差項 (treatment*after) について考察すると圏央道整備により約 2.3 万円/m² (13%) の地価上昇が確認された。特に、神奈川県区間の IC 近傍では 7% (20.6 万円/19.1 万円) の地価上昇が整備前後で見られるが、IC 近傍外では地価が下落しており、そのトレンドからの差でみると 13% (20.6 万円/18.2 万円) の地価上昇があったことが示唆された (図 7)。

表 2 神奈川県区間の地価推定

	Dependent variable:		
	全地点 (1)	地価公示 東京・神奈川 (2)	神奈川のみ (3)
treatment ダミー	-13,262.84* (7,759.49)	-12,161.70 (8,262.57)	-16,402.18** (6,722.36)
after ダミー	-15,112.34*** (2,807.76)	-15,189.03*** (3,275.50)	-9,275.15*** (2,901.32)
treatment*after	24,618.30** (10,217.73)	23,308.47** (10,846.57)	23,415.35*** (8,818.04)
地積	-0.37*** (0.06)	-0.52*** (0.08)	-0.81*** (0.09)
前面道路の幅員	-243.25 (164.89)	119.51 (202.64)	1,027.30*** (172.59)
駅からの距離	-4.73*** (0.22)	-4.90*** (0.27)	-2.92*** (0.26)
横浜港までの時間距離	-8.72*** (0.37)	-4.83*** (0.92)	-20.18*** (2.04)
建ぺい率	376.98 (693.99)		
定数項	152,016.30*** (42,129.31)	154,663.70*** (7,389.40)	208,398.20*** (10,660.81)
Observations	1,418	934	733
Adjusted R ²	0.51	0.30	0.44
F Statistic	72.58***	21.46***	29.32***

Note: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

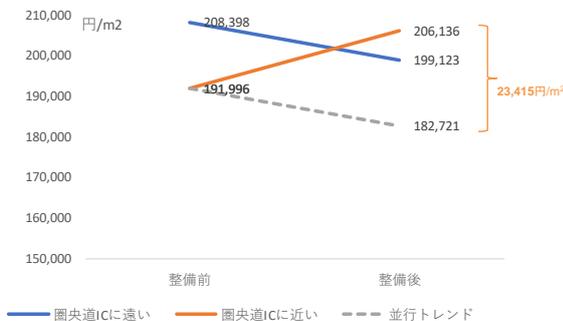


図7 圏央道整備による神奈川県区間の地価上昇効果

b) 埼玉県区間の地価への影響の推定

2018 年の一般道の道路状況に基づき、圏央道の各 IC から最寄り 30 分圏内を分析対象とした。複数の組み合わせを試みた結果、処置群 (treatment) は、圏央道 IC の供用前後で最寄り IC までの所要時間が短縮した地価地点かつ、30 分圏以内と設定した。制御群 (control) は、圏央道 IC の供用前後で最寄り IC までの所要時間が短縮しなかった地点かつ、30 分圏以内と設定した。処置効果 (after ダミー) は神奈川県区間開通 2 年前の 2015 年以降と設定した場合に統計的に有意な結果となった。

埼玉県・茨城県のみデータで推定した場合、交差項 (treatment*after) における t 値が有意となり、圏央道整備により約 2.5 万円/m² (16%) の地価上昇が確認された。

埼玉県区間の IC 近傍では地価が横ばいであり、一見道路整備による地価上昇は確認できないが、IC 近傍外では地価が下落しており、そのトレンドからの差でみると 16% (18.8 万円/16.3 万円) の地価上昇があったことが統計的な分析結果として伺える。(図 8)

表 3 埼玉県区間の地価推定

	Dependent variable:		
	全地点 (1)	地価公示 神奈川除 (2)	埼玉・茨城 (3)
treatment ダミー	-3,657.14 (3,016.35)	-15,427.93*** (4,292.49)	-11,390.83*** (3,682.50)
after ダミー	-33,323.53*** (9,609.18)	-36,486.32*** (9,711.23)	-28,208.85*** (7,689.94)
treatment*after	19,071.47* (10,989.53)	32,956.33*** (11,519.19)	25,719.59*** (9,202.06)
地積	-0.17*** (0.03)	-0.07*** (0.03)	-0.36*** (0.07)
前面道路の幅員	-344.41*** (130.00)	-486.30*** (175.68)	-185.46 (172.72)
駅からの距離	-5.64*** (0.25)	-5.83*** (0.45)	-4.78*** (0.46)
東京湾からの時間距離	-29.61*** (1.01)	-47.61*** (1.83)	-21.52*** (2.14)
建ぺい率	1,766.85*** (623.58)	1,656.16*** (631.04)	1,081.86* (650.06)
定数項	235,549.80*** (39,061.10)	395,475.00*** (40,804.01)	202,645.70*** (40,828.94)
Observations	2,401	1,497	845
Adjusted R ²	0.44	0.52	0.46
F Statistic	91.49***	79.01***	35.03***

Note: *p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01



図8 圏央道整備による埼玉県区間の地価上昇効果

(2) 考察

ここでは、差の差分析結果の頑健性について考察する。まず、推定に用いた地価の時間圏別、供用前後別の変化を整理し、統計分析と類似の動きをしているかの視点で推定に用いたデータの挙動を確認した(表 4)。次に、複数パターンでの推定結果を整理し、関係性が統計的に導かれるか確認した(表 5)。

推定に用いたデータを表 4 で整理すると、神奈川県区間では IC5 分圏で地価が上昇し、それ以外の時間圏域では地価の減少がみられ、表 2 の差の差分析と同一条件の傾向を示している。これに対して埼玉県区間では IC に近いほど下落率は下げ止まっているが、表 3 の差の差分析と同一条件の傾向とは異なっている。

複数の時間圏の設定で推定した結果を表 5 に示す。神奈川県区間の推定では IC 近傍に近づくに連れて、地価の統計的有意差が見られかつ係数が大きくなり、IC 供用の意味が見られる。

一方、埼玉県区間では IC に遠くなるにつれ統計的有意差が見られ、雇用等の確保等の他の要因が影響しているものと思われる。この要因については今後さらなる検証が必要である。

表 4 神奈川県区間(上)および埼玉県区間(下)の整備前後の時間帯別の地価推移

相模原愛川 ICから地価地点までの所要時間	供用前平均地価 (2012年まで)	供用後平均地価 (2013年以降)	供用前サンプル数	供用後サンプル数	平均地価伸び率%
～5分	96,538	102,500	24	22	6.2%
～10分	117,354	102,388	120	74	-12.8%
～15分	101,122	92,931	274	170	-8.1%
～20分	94,843	92,908	510	223	-2.0%
～30分	98,135	99,578	616	288	1.5%

五霞ICから地価地点までの所要時間	供用前平均地価 (2014年まで)	供用後平均地価 (2015年以降)	供用前サンプル数	供用後サンプル数	平均地価伸び率%
～5分	42,985	30,200	20	4	-29.7%
～10分	53,075	37,417	187	12	-29.5%
～15分	56,260	37,897	310	29	-32.6%
～20分	58,964	37,183	395	30	-36.9%
～30分	65,275	45,588	781	64	-30.2%

表 5 推定結果 神奈川県区間(上)および埼玉県区間(下)

神奈川県区間(20分圏内を対象に、処置群が以下の時間圏の場合)

ICからの時間圏内	5分	10分	15分	20分
交差項(円/㎡)	23,415***	9,822*	10,316**	3,014

埼玉県区間(30分圏内を対象に、処置群が以下の時間圏の場合)

ICからの時間圏内	10分	20分	30分
交差項(円/㎡)	1,400	15,498*	25,720***

*p<0.1; **p<0.05; ***p<0.01

4. 結論

(1) 本研究の成果

本研究による圏央道整備に伴う地価の上昇について、神奈川県区間(2014年供用 IC)の周辺では最寄り IC の5分圏内で局所的に発現していることが示唆された。また、効果の発現の時期は、神奈川県区間供用の1年前(2013年)であり、約2.3万円/㎡(13%)の因果効果があることが統計的に示唆された。さらに、埼玉県区間(2017年供用 IC)の周辺では効果は最寄り IC30分圏内の地価変化地点でみられ、広域的に発現していることが伺える。そしてその因果効果は、供用2年前(2015年)から顕在化し約2.5万円/㎡(16%)であることが示唆された。

(2) 今後の展開

地価上昇以外にも、物流施設立地件数の増加、工場立地件数の増加、観光地毎の観光入込客数の増加などの様々なアウトカム指標に対して、地点個別毎のマイクロデータを用いた統計的検証を行うことが考えられる。また、地価上昇の影響を受けて、固定資産税収の増加や地価上昇の指標で捉える圏央道 IC 整備の便益の推定も行うことが可能になると期待される。

謝辞：本研究は、交通ビッグデータを最大限に利活用し、道路を賢く使うための方策について検討することを目的とした「地域道路経済戦略研究会・関東地方研究会」の取組みの成果の一部である。

参考文献

- 国土交通省・東日本高速道路株式会社、「圏央道茨城県区間全線開通後の整備効果圏央道を利用した物流・観光が活発に(平成29年11月21日)」, (<https://www.e-nexco.co.jp/pressroom/kanto/2017/1121/00008303.html> 閲覧日:令和2年10月1日)
- 国土交通省関東地方整備局・東日本高速道路(株)関東支社・首都高速(株)、「都心を迂回して埼玉と千葉をつなぎ広がる効果(令和元年12月25日)」, (https://www.ktr.mlit.go.jp/ktr_content/content/000765059.pdf 閲覧日:令和2年10月1日)

(2020.10.2 受付)

STATISTICAL CAUSAL ANALYSIS OF STOCK EFFECTS DUE TO THE THREE RING ROADS DEVELOPMENT IN THE TOKYO METROPOLITAN AREA

Kenichi DAIGO, Seiichi HINO and Daisuke FUKUDA

The development of the three ring roads in Tokyo Metropolitan Area (Tokyo, Japan) has produced a variety of stock effects, such as increase in large logistics facilities in surrounding areas, corporate activity, and land prices in industrial areas, and creation of local economy and employment, in addition to reduced travel time and traffic congestion by diverting the traffic. In this study, we applied the Difference in Difference (DID) as a statistical method to examine the correlation between the improvement of traffic service and economic activity in surrounding areas by the development of three ring roads. A case study of statistical analysis for Metropolitan Inter-City Expressway (Ken-o-do) by comparing economic indicators such as land prices and logistics facilities, etc., between areas around ICs within certain driving time and other areas, before and after the development of the expressway, will be presented.