

新幹線が沿線市町村の人口の社会増減に与える 因果効果と駅の影響範囲との関係

ハン ケイコウ¹・寺部 慎太郎²・柳沼 秀樹³・海野 遥香⁴・鈴木 雄⁵

¹非会員 東京理科大学大学院 理工学研究科土木工学専攻 (〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641)
E-mail. 7621523@ed.tus.ac.jp (Corresponding Author)

²正会員 東京理科大学教授 理工学部土木工学科 (〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641)
E-mail. terabe@rs.tus.ac.jp

³正会員 東京理科大学准教授 理工学部土木工学科 (〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641)
E-mail. yaginuma@rs.tus.ac.jp

⁴正会員 東京理科大学助教 理工学部土木工学科 (〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641)
E-mail. unoharuka@rs.tus.ac.jp

⁵正会員 東京理科大学助教 理工学部土木工学科 (〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641)
E-mail. yusuzuki@rs.tus.ac.jp

新幹線駅は在来線駅に比べ駅勢圏が広く、駅周辺の自治体に与える影響は大きいと考えられる。今後新たに新幹線駅が立地する自治体も、同様の影響を受けることになる。しかしこの駅勢圏の大きさはどのように地方人口の社会増減を左右するかはまだ不明確である。本研究では自治体が新幹線駅から受ける人口に関する影響を道路距離別に評価するために、傾向スコアを用いて在来線や高速道路の影響を考えながら新幹線整備の因果効果を統計的に推論した。首都圏、政令指定都市、離島、北海道、四国、福島県避難地域を除外した日本全国の 1126 の市町村を対象として、傾向スコアを用いてマッチングして、IPW 推定量と DID 分析で新幹線駅の開業効果を定量的に算出した。その結果、新幹線駅が地方人口の社会変動に概ねプラスの影響を与えていることがわかった。

Key Words: *causal inference, high speed railway, highway, propensity score, difference-in-differences analysis*

1. はじめに

新幹線駅は在来線駅に比べ駅勢圏が広く、駅周辺の自治体に与える影響は大きい。1964 年の東海道新幹線開業以来、日本では新幹線のネットワークが拡大し続け、50 年以上にわたって多くの都市を結んできた。今後も、北陸新幹線の大阪延伸や北海道新幹線の札幌延伸等が進み、新たに新幹線駅が立地する自治体も、同様の影響を受けることになる。従って、新幹線の駅が近くにできることが、自治体にどのような影響を与えるかを定量化することは重要である。

さて、土木計画学分野でも因果推論の研究が見られるようになってきた¹⁾。直近では高速道路や都市鉄道など交通基盤整備が産業や社会経済に与える影響を因果関係

としてとらえ、実証的に分析した研究^{2,3)}などがある。

そこで本研究では、新幹線の整備効果について統計的因果推論の枠組みで分析し、在来線や高速道路の影響を考えながら、沿線市町村人口の社会増減に与える影響を定量化することを目的とする。さらにその際には、新幹線駅の影響範囲を定義する、駅から市町村までの道路距離の閾値を複数設定し、沿線市町村とみなす自治体数を変化させて、因果効果がどのように変化するかを観察する。

2. 既存研究のレビューと本研究の位置づけ

(1) 既往研究のレビュー

新幹線に関する研究は、整備効果に着目した研究が

多くみられる。例えば、新幹線を整備している地域と整備していない地域を比較した研究⁵⁾、新幹線の整備前後を比較した研究^{6) 7)}がみられる。現在新幹線が整備されている地域に、新幹線が整備されていない場合を仮定し、整備されていない場合と現状を比較することによって整備の効果を検証している研究⁸⁾や、相対時間距離(地形図と時間距離図を重ね合わせた結果を数量的に現す指標)から新幹線の整備効果を検討したもの⁹⁾、九州新幹線の駅周辺に関わる社会経済指標の推移を整理し駅の類型化を行った研究¹⁰⁾もある。

新幹線ではないが、鉄道駅の整備が市町村の人口の変遷に与える影響に関する研究¹¹⁾が行われている。そこでは、鉄道整備が地域に及ぼす影響を長期的・全国的なデータを用いて分析した。その結果、交通整備が地域の発展に影響を及ぼすという今まで常識として考えられてきたことを、過去のデータから実証的に検証した。そして、在来線駅の廃止が市町村に対して人口の社会増減に与える影響に関する研究¹²⁾も行われている。廃止対象駅と存続対象駅を定義して、DID 分析法を用い地方鉄道の存廃が駅圏総人口に及ぼす影響を分析した。結論としては、地方鉄道の廃止に伴い駅圏総人口が減少することは統計的に示された。

国外では、Talebian ら¹³⁾は傾向スコアマッチングによりカリフォルニア州が行ったアムトラック駅への経済的支援が地域の人口と雇用に与える影響を評価した。この研究では、郡レベルと市レベルで経済的支援を受けた群と受けなかった群を傾向スコアマッチングにより共変量のバランスを調整し、重回帰分析を行った。その結果、カリフォルニア州による経済的支援により整備が行われたアムトラック駅がある市(郡)は、人々にとって魅力的な沿線となり人口には正の影響がみられたが、地元の雇用に対する影響は限定的であった。Jia ら¹⁴⁾の研究では、DID 分析と傾向スコアマッチング—DID 分析(PSM-DID)を用いて中国の高速鉄道が地域経済の発展に与える影響は路線を比較した場合で異なるかということを検証した。その結果、路線間で影響は異なり、中国の高速鉄道建設が経済に正の影響を与えたことがわかった。

(2) 本研究の位置づけと意義

上述したように、新幹線の事後評価に関する既往研究ではミクロな視点で施設効果を前後比較、地域比較、有無比較を行ったものが多く行われている。しかしそれらは地域や路線を絞ったものが多い。

先行研究¹⁵⁾では、日本全国の全ての新幹線の路線を対象とした。それ以前の研究の抱える課題として、新幹線開業による効果のみを把握することが出来ていないことが挙げられたが、この先行研究では自治体为新幹線駅から受ける社会経済的な影響を定量的に評価するために、

傾向スコアを用いて高速道路の影響を排除した新幹線開業による影響のみを定量的に示す評価手法を検討した。その結果、IPW 推定量による市町村人口に与える開業効果は、平均処置効果によるものと同様で、正の値を取り、5.5 万人から 8.0 万人と推計された。

本研究では、傾向スコア式に高速道路実延長と IC 数を加えることで、高速道路整備の影響をより明示的に扱い、この先行研究を発展させた。

一方、先行研究では各市町村の総人口変動に基づいて新幹線駅の整備効果を算出したが、本研究では総人口変動ではなく、社会増減に基づいて因果効果を計算して、地方自治体住民の転入・転出に対して新幹線駅の影響を示すことができる。

本研究の意義は、Rubin の枠組み¹⁵⁾で新幹線の整備が駅周辺エリアの人口に与える因果効果を定量的に分析することで、今後高速鉄道が整備される国内外の地域への示唆を得ることにある。特に、駅の影響範囲を変化させるとその因果効果がどのように変化するかについて検討した。

3. 研究方法

(1) 研究対象

本研究は首都圏、政令指定都市、離島、四国、北海道、福島県避難地域を除外した日本全国の 1126 の市町村を対象とした。

(2) 研究手法

a) 傾向スコア¹⁶⁾¹⁷⁾¹⁹⁾

第 i 対象者の共変量(割当変数と結果の両方に影響を与える変数)の値を x_i 、割当変数(ある施策が行われるかどうかを示す変数)の値を z_i とするとき、群 1 に割り当てられる確率 e_i は傾向スコアと呼ばれる式(1)で表せる。

$$e_i = p(z_i = 1 | x_i) \quad (1)$$

無作為割付が不可能な状況において、ある施策の効果を調べたい際には交絡因子(従属変数に影響を与える共変量)の分布が説明変数の値によって異なる可能性がある。共変量の影響を除去するためにこれまで共分散分析などの手法が利用されてきたが様々な制約が多いという欠点があって、先行研究¹⁵⁾に傾向スコアを用いた。本研究でも傾向スコアを用いて共変量の影響を考えて、マッチングの基準とする。

b) 本研究に用いる変数

本研究で分析に用いた変数を表-1 に示す。IPW 推定量と DID 分析によって新幹線駅の整備効果をそれぞれに算出するため、IPW 推定量の計算に用いる傾向スコア式

表-1 本研究に使用した変数

変数名	定義	出典
新幹線駅(ダミー変数)	新幹線駅から一定の道路距離以内の市町村を 1	鉄道時系列データ
沿岸部(ダミー変数)	沿岸部の市町村を 1	海岸線データ
豪雪地帯(ダミー変数)	豪雪地帯の市町村を 1	豪雪地帯データ
可住地面積割合	可住地面積/総面積(km ²)	可住地面積割合
在来線実延長	鉄道在来線延長(km)/総面積(km ²)	鉄道時系列データ
在来線駅数	在来線駅の数	鉄道時系列データ
高速道路実延長	高速道路延長/総面積(km ²)	高速道路時系列データ
高速道路 IC 数	高速道路 IC の数	高速道路時系列データ
中心—IC 距離	市町村役場から高速道路 IC までの最短経路距離	高速道路時系列データ
大都市周辺(ダミー変数)	自治体が大都市と隣接している場合この自治体を 1	行政区域データ
自治体人口(ダミー変数)	人口総数が 3 万人以上の市町村を 1	住民基本台帳
人口総数 ^①	自治体の住民総数	住民基本台帳
社会増減数 ^①	当該自治体 5 年間転入・転出口数の和	住民基本台帳
社会増減率 ^②	社会増減数/分析年次の人口総数	住民基本台帳

注：①:IPW 推定量の計算だけに用いる変数。②: DID 分析だけに用いる変数。

は社会増減数を入れ、DID 分析に用いる傾向スコアには社会増減率を入れる。両方に共通する変量は上表と以下の通りである。傾向スコアを算出するとき、市町村ごとに新幹線駅のダミー変数を目的変数とする。自治体の各属性を考慮するため、沿岸部ダミー、豪雪地帯ダミー、可住地面積割合と大都市周辺ダミーを自治体に関する説明変数とする。在来線と高速道路の整備影響を考慮するため、在来線実延長を各自治体総面積で割ったものと在来線駅数、高速道路実延長を各自治体総面積で割ったもの、高速道路 IC 数と各市町村の役場から最も近い IC までの道路距離を在来線と高速道路に関する説明変数とする。そして新幹線駅あり市町村グループを処置群、新幹線駅なし市町村グループを対照群とする。人口の社会変動に関する共変量を加えてロジスティック回帰分析を行うことで、傾向スコア、つまり各市町村が処置群に割り当てられる確率が得られる。そして人口の社会変動に関する変数は、住民基本台帳に基づいて 1996 年~2015 年の間 5 年ごとのデータを集計する。本研究では 1996 年から 2000 年までの社会増減を基準年 2000 年とする。それ以降も同様に計算したので、基準年は 2000 年、2005 年、2010 年と 2015 年とする。

c) 新幹線駅ダミーの設定方法

本研究は新幹線駅の整備が駅周辺市町村人口の社会変

動に与える影響を分析するため、駅勢圏を定めることは必要である。しかしながら今の時点で新幹線駅の影響範囲を統計的に推定できないので、本研究では市町村役場から新幹線駅までの道路距離を 5km~9km の範囲に 1km ごとに分け、10km~20km の範囲に 2.5km ごとに分けて、駅の整備効果を一つずつ算出する。それによって、新幹線駅ダミーは定義された駅勢圏内に位置する市町村は 1 とし、他の市町村は 0 とする。それぞれの年次で、新幹線駅があるとされた市町村の数を表-2 に示す。

表-2 新幹線駅がある市町村の数

駅の影響範囲	2000 年	2005 年	2010 年	2015 年
5km	42	50	52	63
6km	48	56	57	73
7km	60	68	69	87
8km	70	80	81	105
9km	81	91	92	120
10km	96	106	108	141
12.5km	132	144	146	185
15km	184	198	199	251
17.5km	238	252	256	316
20km	280	296	300	365

d) 傾向スコアマッチングの方法

処置群の市町村の傾向スコアに最も近い市町村を対照群から抽出し、市町村のペアを作る。ロジスティック回帰分析を行うことで共変量の分布を調整した市町村のペアができる。つまり、傾向スコアに準拠した、最近傍法による処置群と対照群のマッチングである。

e) IPW 推定量の算出方法¹⁶⁾¹⁷⁾¹⁸⁾¹⁹⁾

距離が近い傾向スコアを持つ2つのグループのデータは、共変量の一つの変量にすることによって、マッチングして比較することができる。本研究は傾向スコアを用いることで地方経済指標、在来線や高速道路に関する説明変数を考慮しながら、新幹線駅が地域人口変動に与える因果効果を算出する。

IPW 推定量は傾向スコアの逆数による重み付け平均を用いた因果効果の推定量であり、式(2)に示す処置群の目的変数の期待値と対照群の目的変数の期待値の差で求められる。つまりこれは、処置群と処置群に割り当てられるだろうと推定された群の値の平均値から、対照群と対照群に割り当てられるだろうと推定された群の値の平均値を引いたものである。ここで、 $i=1, 2, \dots, N$ は市町村の数、 z_i は新幹線駅ダミー、 e_i は傾向スコア、 y_{1i} は処置群の目的変数(ここでは社会増減数)、 y_{2i} は対照群の目的変数である。

$$\hat{E}(y_1) - \hat{E}(y_2) = \frac{\sum_i z_i y_{1i} \frac{1}{e_i}}{\sum_i z_i \frac{1}{e_i}} - \frac{\sum_i (1-z_i) y_{2i} \frac{1}{1-e_i}}{\sum_i (1-z_i) \frac{1}{1-e_i}} \quad (2)$$

f) DID 分析¹⁶⁾¹⁷⁾¹⁸⁾¹⁹⁾

処置群の平均処置効果を推定するため、処置群の市町村について処置を受けていなかったときの状態(反事実の状態)と、対照群の状態が並行トレンドを持つ必要がある。本研究では傾向スコアマッチングによって、同じペアの2つの市町村が同じ発展トレンドを持つことを確保したうえで、DID 分析を行う。傾向スコアを使って DID 分析に用いる処置群と対照群のペアを組んで、回帰分析を行って因果効果を計算する。

g) 処置群に対する平均処置効果の算出方法¹⁶⁾¹⁷⁾¹⁹⁾

処置を受けた状態の目的変数(ここでは社会増減率)と処置を受けていない状態の目的変数を計算して、DID 分析の回帰式による処置群に対する平均処置効果が式(3)によって推定できる。ここで、 y は人口変動率、 G は処置ダミー(新幹線駅があるかどうか)、 T は時点ダミー(介入前は 0, 介入後は 1 をとるダミー変数)、 ε は誤差項、 $\alpha_1 \sim \alpha_4$ は係数、 G と T と無相関である必要がある¹⁸⁾。

$$y = \alpha_1 + \alpha_2 G + \alpha_3 T + \alpha_4 GT + \varepsilon \quad (3)$$

DID 分析のイメージを図-1 に示す。式(3)に従って処置

群($G=1$)の介入前($T=0$)の人口変動率 a 、処置群($G=1$)の介入後($T=1$)の人口変動率 b 、対照群($G=0$)の介入前($T=0$)の人口変動率 c 、対照群($G=0$)の介入後($T=1$)の人口変動率 d が算出できる。そして4つの値を用いて、式(4)によって処置群についての平均処置効果が算出できる。

$$ATT = (b - a) - (d - c) \quad (4)$$

これが DID 分析による新幹線駅整備が地域人口変動に与える因果効果である。

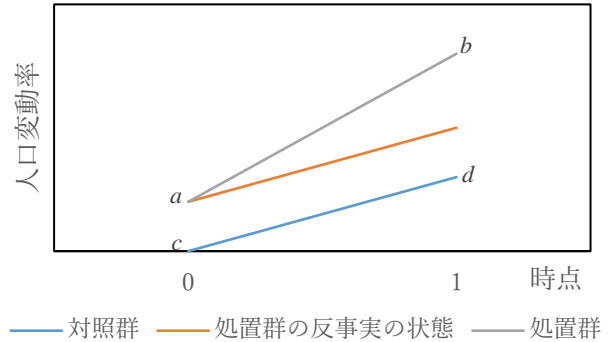


図-1 DID 分析のイメージ

4. IPW 推定量に関する分析結果

(1) 傾向スコアの計算結果

IPW 推定量は上記のように計算するが、重み付けをした平均数であるから、本研究では IPW 推定量を適切に計算するため、社会増減率を使わず人口総数と社会増減数を直接に式に入れて、ロジスティック回帰分析を行う。分析結果のうち、駅勢圏が 5km であるものを例として表-3 に示す。

(2) IPW 推定量による因果効果

ロジスティック回帰分析で算出した傾向スコアをマッチングの準拠として最近傍法でマッチングする。そしてマッチングしたペアによって IPW 推定量を計算する。平均処置効果を図-2 に示す。

この図は、横軸に新幹線駅の影響範囲の大きさ、縦軸に自治体人口の社会増減数を取ったもので、新幹線駅の影響範囲を定義する、市町村役場から新幹線駅までの道路距離の閾値を、5km、6km などと複数設定し、沿線市町村とみなす自治体数を変化させて、因果効果がどのように変化するかを観察したものである。例えば、新幹線が整備されることで、道路距離が 5 km の場合、2000 年では -100 人ぐらいの社会増減数をもたらすこと、2005 年では +100 人ぐらいの社会増減数をもたらすことなどがわかる。一方、新幹線駅が地方人口の社会増減数に与える影響に関して、2005 年と 2015 年にはこの影響がプラスであるが、2000 年と 2010 年の場合、5~12.5 キロの道

表-3 ロジスティック回帰分析の結果(IPW 推定量)(駅の影響範囲が 5km)

分析対象年	2000年		2005年		2010年		2015年	
	係数	判定	係数	判定	係数	判定	係数	判定
(Intercept)	16.78		-75.89		-388.70	***	-722.80	***
新幹線駅	-96.79		104.00		-31.23		323.70	***
沿岸部	-755.70	***	-450.00	***	-658.30	***	-882.30	***
豪雪地帯	-262.00		-200.10	*	-256.30	**	-116.00	
可住地面積割合	1007.00	***	665.50	***	1140.00	***	1160.00	***
在来線実延長	-0.32		-5.25	**	0.91		-5.28	
高速道路実延長	1.27		-7.77		-32.68	***	-57.91	***
在来線駅数	20.33	*	25.81	**	4.65		-6.96	
高速道路 IC 数	-114.70	**	6.74		152.70	***	298.10	***
人口総数	0.00	**	-0.01	***	0.00	**	0.02	***
中心-IC 距離	-5.72		-1.61		-10.62	***	12.86	***
大都市周辺	-199.10		-397.10	***	-282.90	***	-442.20	***

注：***:1%有意; **:5%有意; *:10%有意

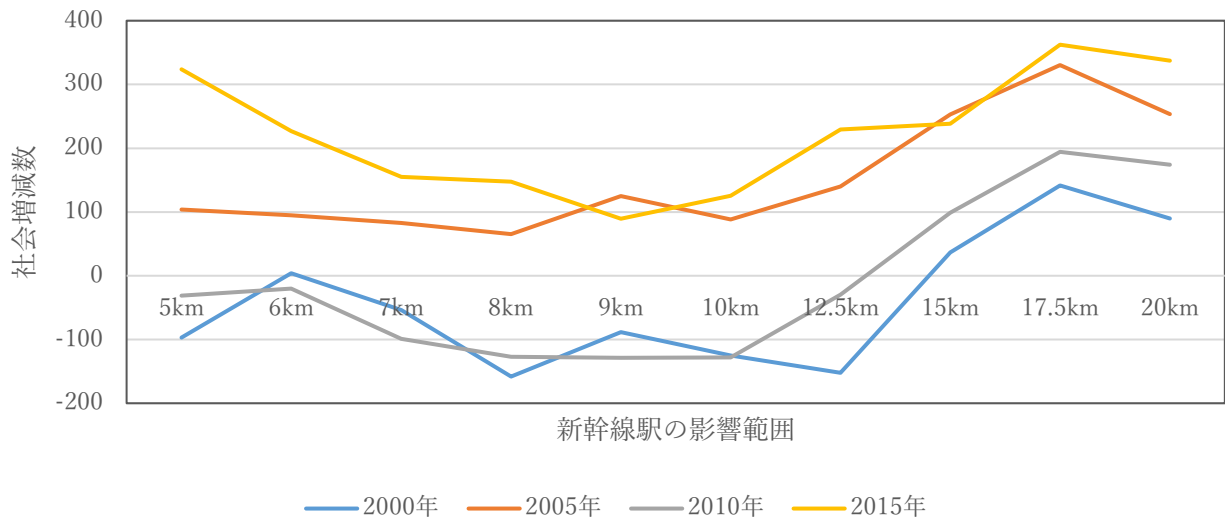


図-2 新幹線駅があることによる自治体の人口変動(IPW 推定量)

路距離範囲内にこの影響がほぼマイナスのことがわかる。そして2000年から2015年までの平均処置効果の最小値は全部道路距離範囲の8~10キロにあることがわかる。

この結果によると、5~20キロの範囲内に各分析基準年の社会増減数の変動トレンドはほぼ同じであることがわかる。そして2005年と2015年に新幹線駅の整備効果が2000年と2010年より大きいし、新幹線駅の影響範囲の拡大に伴って、駅の整備効果がいったん減少してから増やすことがわかる。全体として、新幹線駅が地方人口の社会増減にプラスの影響を与えていることが推測できる。

なお、道路距離範囲が12.5キロ以上の市町村は人口

が大きく増えることがあるが、これは新幹線駅の整備効果ではなく、駅の分析範囲を拡大するによって、新幹線駅あり自治体群に人口が増える市町村が多く含まれるためと考える。

5. DID 分析に関する分析結果

(1) 傾向スコアの計算結果

IPW 推定量の計算に傾向スコアによる重み付けを行ったので人口総数と社会増減数という変数を使用した。しかしながら DID 分析では重み付けを行っていないため、社会増減数より社会増減率を用いることが適切だと考え

表4 ロジスティック回帰分析の結果(DID分析)(駅の影響範囲は5km)

分析対象年	2000年		2005年		2010年		2015年	
	係数	判定	係数	判定	係数	判定	係数	判定
(Intercept)	-4.451	***	-4.247	***	-4.096	***	-4.548	***
沿岸部	-0.373		-0.231		-0.472		-0.121	
豪雪地帯	-0.578		-0.676		-0.215		0.546	
可住地面積割合	1.073		0.625		0.718		1.286	*
在来線実延長	0.036	***	0.0475	***	0.045	***	0.060	***
高速道路実延長	0.002		-0.005		0.023		0.001	
在来線駅数	-0.024		-0.025		-0.023		-0.018	
高速道路IC数	-0.110		-0.128		-0.258	**	-0.139	
社会増減率	-0.062		0.042		0.104		0.123	**
自治体人口	0.785		0.500		0.391		0.310	
中心-IC距離	-0.077	**	-0.027		-0.016		-0.038	
大都市周辺	0.089		-0.016		-0.068		-0.335	

注：***:1%有意; **:5%有意; *:10%有意

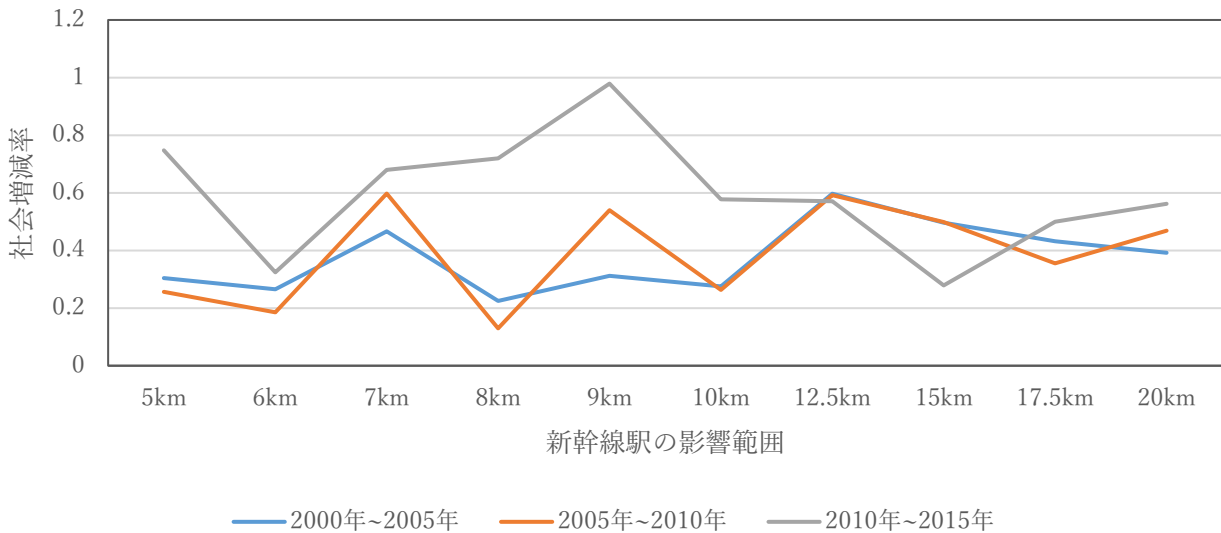


図-3 新幹線駅があることによる自治体の人口変動(DID分析)

る。ロジスティック回帰分析の結果のうち駅勢圏が5kmであるものを例として表-4に示す。

(2) DID分析による因果効果

DID分析の結果を図-3に示す。この図は、新幹線駅あり市町村(処置群)と新幹線駅なし市町村(対照群)の社会増減率の差を定量的に示すグラフであり、処置群についての平均因果効果を示している。つまり、各分析年次において、新幹線が整備されることによりどれくらいの人口社会増減率がもたらされるかを示している。前章の分析と同様、新幹線駅の影響範囲を定義する、市町村役場から新幹線駅までの道路距離の閾値を複数設定し、沿線市町村とみなす自治体数を変化させて、因果効果がどのように変化

するかを観察している。

この結果によると、1996年~2015年に新幹線駅が影響範囲5~20キロの間に地方人口の社会増減にプラスの影響を与えていることがわかる。曲線によると、2000年~2005年と2005年~2010年の線形が似ているが、2010年~2015年のところ、7~12.5キロの区間に急激に上がることがある。これは東日本大震災(2011)による東北地方の自治体(例えば福島県避難地域周辺市町村等)と他の地方自治体(例えば埼玉県加須市等)に大きな転入・転出が発生したことと推測する。

6. おわりに

本論文では、1996年~2015年の20年の間新幹線

の整備が沿線自治体人口の社会変動に与える影響を実証的に示すことを目的に、その因果効果を推定した。

IPW 推定量による駅の整備効果から見ると、新幹線駅が駅から 5~20km の間の市町村人口の社会増減に対してプラスの影響を与えている。そして 8~10 キロの区間で駅の整備効果が一番小さいが、これはこの区間の市町村の人口が近隣大都市に転出することが多い可能性がある。

DID 分析の結果によると、1996 年~2015 年全時期新幹線駅が地方人口の社会増減にプラスの影響を与えていることがわかる。一方、2010 年~2015 年のところ、7~12.5 キロ区間の大幅変動に関して、東日本大震災が原因と推測したが、具体的な原因はまだ続きの検討の上で決定する必要がある。

今の時点での分析結果によると、新幹線駅が地方人口の社会増減に正の影響を与えていることがわかったが、傾向スコアを算出する回帰式を再検討し、他の人口や新幹線駅の整備に影響する変数を加えて分析する必要がある。また今の結果によると、どうやって人口の大幅変動を説明するかということも将来の課題の一つである。

REFERENCES

- 1) 織田澤利守, 大平悠季. 交通インフラ整備効果の因果推論. 論点整理と展望, 第 58 回土木計画学研究発表会・講演集, S1, pp.1-13, 2018.[Otazawa, T. and Ohira, Y.: Causal inference for transportation infrastructure appraisal: review and perspective, *58th Proceedings of infrastructure planning*, S1, pp.1-13, 2018]
- 2) 織田澤利守, 明定俊行. 企業間取引ネットワークの変化が企業の生産性に及ぼす影響. 都市間交通基盤整備に着目した実証分析, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), 74 巻, 5 号, pp. I_483-I_491, 2018. [Otazawa, T. and Akesada, T.: The impacts of the inter-firm transaction network changes on firm-level productivity, *Transaction of the Japan Society of Civil Engineers D3 Vol. 74, Issue 5*, pp.I_483-I_491, 2018]
- 3) 柚木洸, 織田澤利守. 高速道路へのアクセスが地域の雇用及び生産性に及ぼす因果効果の推定, 第 58 回土木計画学研究発表会・講演集, 8, pp.1-7, 2018.[Yuki, T. and Toshimori, O.: Estimating the causal effects of highway access on local employment and productivity, *58th Proceedings of infrastructure planning*, Vol.8, pp.1-7, 2018]
- 4) 中川拓朗, 金子雄一郎, 加藤浩徳. 東京圏における都市鉄道整備による社会経済効果に関する実証分析, 第 57 回土木計画学研究発表会・講演集, 38-11, pp.1-13, 2018.[Nakagawa, T., Kaneko, Y. and Kato, H.: Empirical analysis of social economic impacts by urban railway construction in Tokyo metropolitan area, *57th Proceedings of infrastructure planning* Vol.38, Issue 11, pp1-13, 2018]
- 5) 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, Vol.12, pp.597-604, 1989.[Ueda, T. and Nakamura, H.: The impact of Shinkansen on regional development, *Proceedings of infrastructure planning*, Vol.12, pp.597-604, 1989]
- 6) 松永卓也, 山口修司. 整備新幹線の開業効果について, 第 33 回土木計画学研究・講演集, 357, CD-ROM, 2006. [Matsunaga, T. and Yamakuchi, S.: The major impact of the recent Shinkansen operation, *33th Proceedings of infrastructure planning*, Issue 357, 2006]
- 7) Fuyama, H., Terabe, S., Yaginuma, H., Kang, N., Morio., J.. An Evaluation of the socioeconomic effects around stations following the Nagano Shinkansen development, *Proceedings of the 96th Annual Meeting of Transportation Research Board*, 17-04243, 2017.
- 8) 奥田隆明, 宇佐美俊介. 東海道新幹線が地域経済に与えた長期的影響の事後評価, 日本地域学会第 50 回 (2013 年) 年次大会学術発表論文集, 2013, http://www.jsrsai.jp/Annual_Meeting/PROG_50/ResumeD/rD04-1.pdf (2019 年 3 月 8 日最終閲覧) [Okuda, T. and Usami, S.: Post-evaluation of the long-term impact on the regional economy of Tokaido shinkansen, the 50th Annual Meeting of the Japan Section of the RSAI, 2013]
- 9) 中岡良司, 今尚之, 佐藤馨一. 相対時間距離からみた新幹線の整備効果に関する研究, 土木史研究, 第 15 号自由投稿論文, 1995. [Nakaoka, R., Kon, N. and Sato, K., The impact of improvement of Shinkansen from relative time distance, *Historical Study in Civil Engineering, Freely submitted papers 15th*, 1995]Terabe, S., Maekawa, Y., Kasai, M., Kuroe, K.. Classifying high-speed rail stations based on socioeconomic changes in surrounding areas after the development of the Kyushu Shinkansen”, *Proceedings of the 95th Annual Meeting of Transportation Research Board*, 16-1685, 2016.
- 10) 中川大, 西村嘉浩, 波床正敏. 鉄道整備が市町村人口の変遷に及ぼしてきた影響に関する実証的研究, 土木計画学研究・論文集, No.11, pp57-64, 1993. [Nakagawa, D., Nishimura, Y. and Hatoko, M.: A study on the effect of the introduction of railways on the changing of population of cities, *Proceeding of Infrastructure Planning*, No.11, pp57-64, 1993]
- 11) 織田澤利守, 諸橋克彦, 横山将大, 高速道路整備がインターチェンジ周辺地域の雇用と事業所立地に及ぼす因果効果の推定, 土木学会論文集 D3 (土木計画学), 77 巻, 2 号, p. 52-61, 2021 [Otazawa, T., Morohashi, K. and Yokoyama S., The impact of highways on regional employment and establishment location: evidence from Japan, *Transaction of the Japan Society of Civil Engineers D3*, Vol.74, Issue 2, p.52-61, 2021]
- 12) Talebian, A., Zou, B., Hansen, B.. Assessing the impacts of state-supported rail services on local population, and employment. A California case study, *Transport Policy*, 63, pp.108-121, 2018.
- 13) Jia, S., Zhou, C., Qin, C.. No difference in effect of high-speed rail on regional economic growth based on

- match effect perspective?, *Transportation Research Part A*, 106, pp.144–157, 2017.
- 14) 落合里穂, 寺部慎太郎, 柳沼秀樹, 田中皓介, 康楠. 新幹線開業が沿線自治体の人口等を与える影響の傾向スコアを用いた評価の検討, *土木計画学研究・講演集*, vol.59, 14, 2019. [Ochiai, R., Terabe, S., Yaginuma, H., Tanaka, K., Kang N.: Evaluating the impacts of Shinkansen on local socioeconomic characteristics by propensity score, *Proceedings of infrastructure planning*, Vol.59, 14, 2019]
- 15) 星野匡郎, 田中久稔. R による実証分析 回帰分析から因果分析へ, オーム社, 2016.[Hoshino, T., Tanaka, H.: Empirical analysis by R From regression analysis to causal analysis, Ohmsya, 2016]
- 16) 星野崇宏. 調査観察データの統計科学 因果推論・選択バイアス・データ融合, 岩波書店, 2009.[Hoshino, T.: Statistical science of survey observation data Causal inference, selection bias, data fusion, Iwanamishoten, 2009]
- 17) Wang L., Difference-in-differences analysis on railway investment-induced effects on residential distribution changes, *Doctoral dissertation*, Nagoya University, September 2021.
- 18) 川端一光, 岩間徳兼, 鈴木雅之, R による多変量解析入門, オーム社, 2018.[Kawahashi, I., Iwama, N., Suzuki, M.: Introduction to multivariate analysis with R, Ohmsya, 2018]

RELATIONSHIP BETWEEN THE CAUSAL EFFECT OF THE SHINKANSEN STATIONS ON SOCIAL DYNAMIC OF POPULATIONS IN MUNICIPALITIES ALONG THE LINE AND THE RANGE OF INFLUENCE OF STATIONS

JiKang FAN, Shintaro TERABE, Hideki YAGINUMA, Haruka UNO
and Yu SUZUKI

The Shinkansen station has a wider influence area than the conventional line station, and it is thought that it will have a large impact on the municipalities around the station. In the future, the municipalities where the Shinkansen station will be newly located might be affected in the same way. It is still unclear how the size of the station's influence area affects the social dynamic of populations in municipality. Using the propensity score, we statistically inferred the causal effect of Shinkansen development while considering the effects of conventional lines and highways. We examined a method to quantitatively show the impact of Shinkansen development while considering the impact of conventional lines and highways. This study excluded the metropolitan area, government-designated cities, remote islands, Hokkaido, Shikoku, and Fukushima prefecture evacuation areas. We matched 1126 municipalities all over Japan using propensity scores, and quantitatively analyzed the effect of opening Shinkansen stations using IPW estimates and DID analysis. It turned out that Shinkansen stations have a positive impact on populations.